2013 한국해양재단 해양교육동아리 지원 사업 보고서

한반도 남서 해안 지질-생태 역사 탐사

A History and Geological-Ecological field trip of the Southwestern shore in Korean Peninsula

2013. 7. 27 ~2013. 7. 30

주관: 이사부지킴이, 강원지구과학교사연구회

후원: 한국해양재단, 강원도교육청

❑ 차 례

✐ 2013 한반도 남서 해안 지질-생태 역사 탐사 지역의 위치
✐ 2013 한반도 남서 해안 지질-생태 역사 탐사 일정표
✐ 2013 한반도 남서 해안 지질-생태 역사 탐사 참가 회원

I. 지질-생태 탐사

1. 한반도 백악기~신생대 제3기초의 화성활동 ····· 1
2. 한반도 백악기의 퇴적 분지 ····· 3
3. 경상분지 화성암류의 특징 및 지구조적 의미 ····· 6
4. 경남 고성군 하이면 덕명리 일대 공룡 화석지 지질 탐사 ····· 18
5. 전남 해남군 우항리 해남공룡박물관 일대 지질 탐사 ····· 51
6. 땅 끝 마을에서 본 리아스식 해안 ····· 102
7. 전남 보성 대한 다원 녹차 밭 탐사 ····· 123
8. 완도 청해진 갯벌 탐사 ····· 133

II. 역사 문화 탐사

1. 충무공(忠武公) 이순신(李舜臣) 유적지 탐사 ····· 151
2. 장보고(張保皐) 대사(大使) 유적지 탐사 ····· 196

III. 해양 과학 문화 탐사

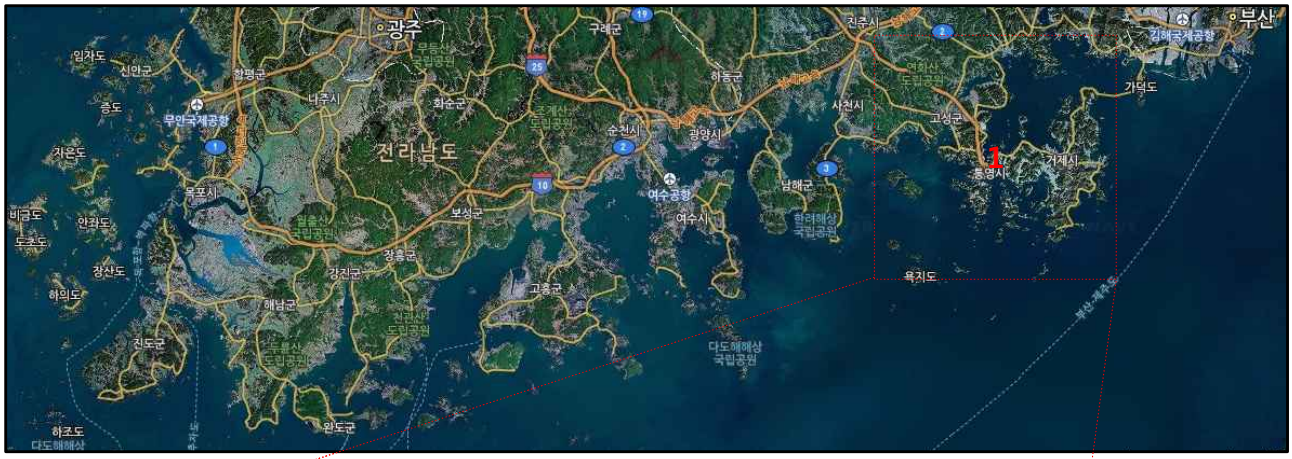
1. 거가대교 ····· 228
2. 여수 지역 해양 문화 탐사 ····· 233
3. 옥포 조선소 ····· 261
4. 해창만간척지 탐사 ····· 270
5. 나로우주센터 우주과학관 견학 ····· 275
6. 완도 김 ····· 284
7. 해양 환경 정화 활동 사진 ····· 290

IV. 부록

1. 한려해상 국립공원 탐방코스 ····· 293
2. 다도해해상 국립공원 탐방코스 ····· 300

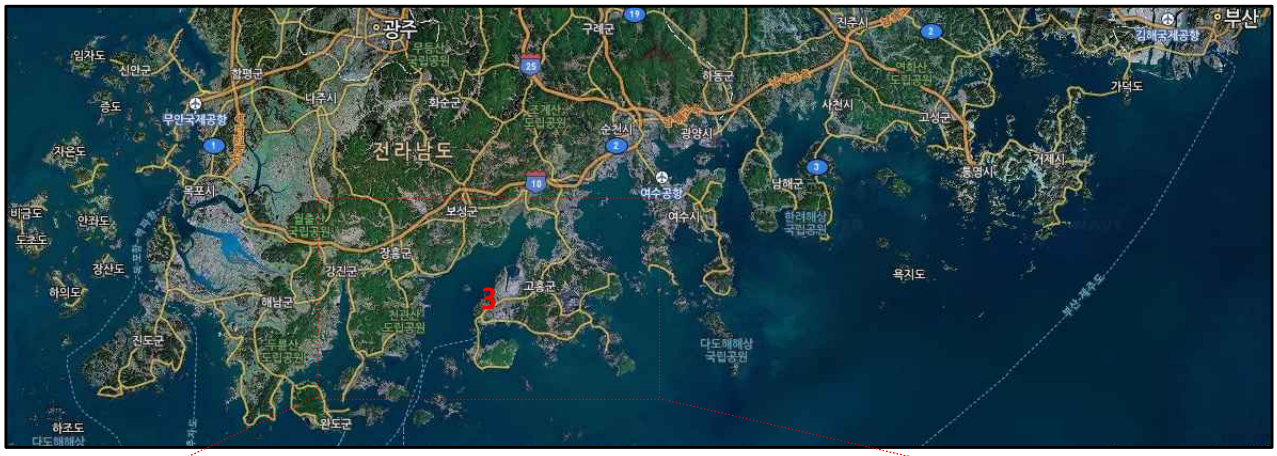
❑ 탐사 지역의 위치

탐사지역 1 : 거제-통영-고성

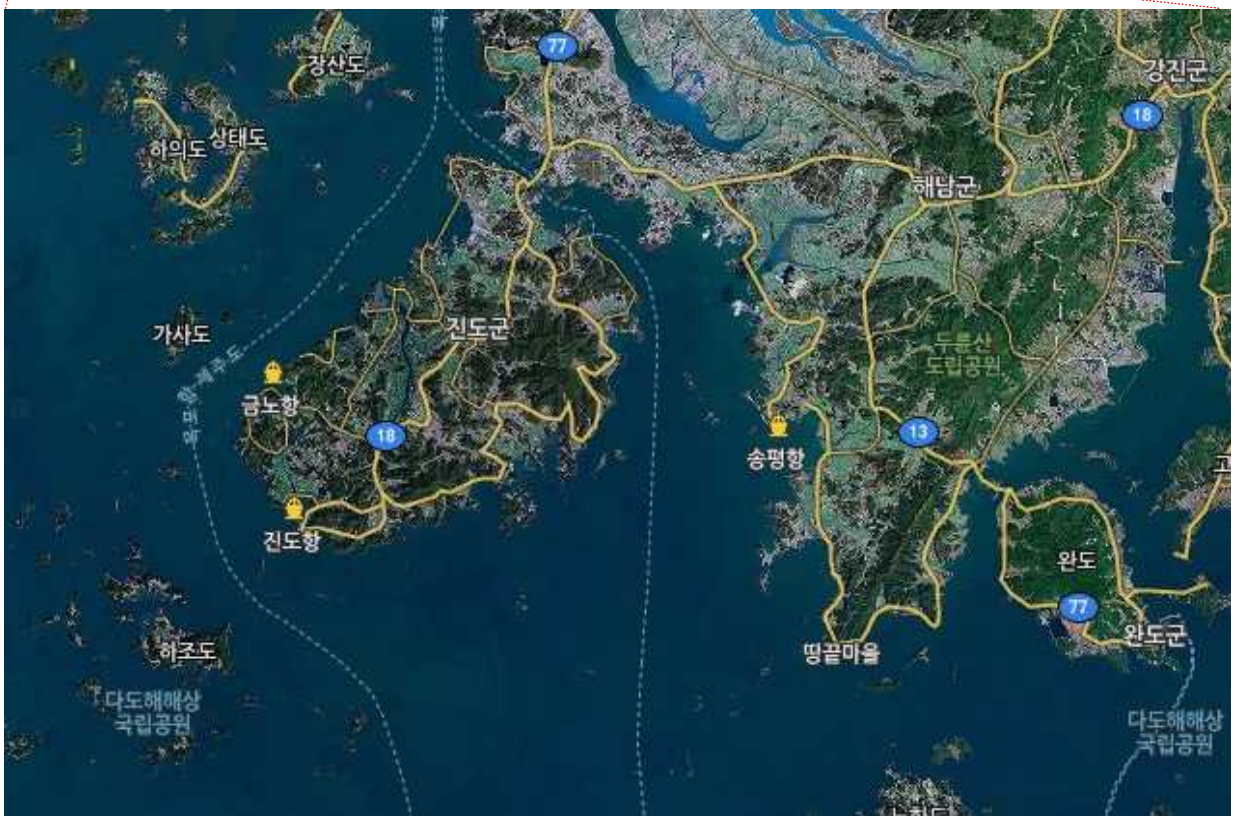


탐사지역 2 : 남해-광양-여수-순천

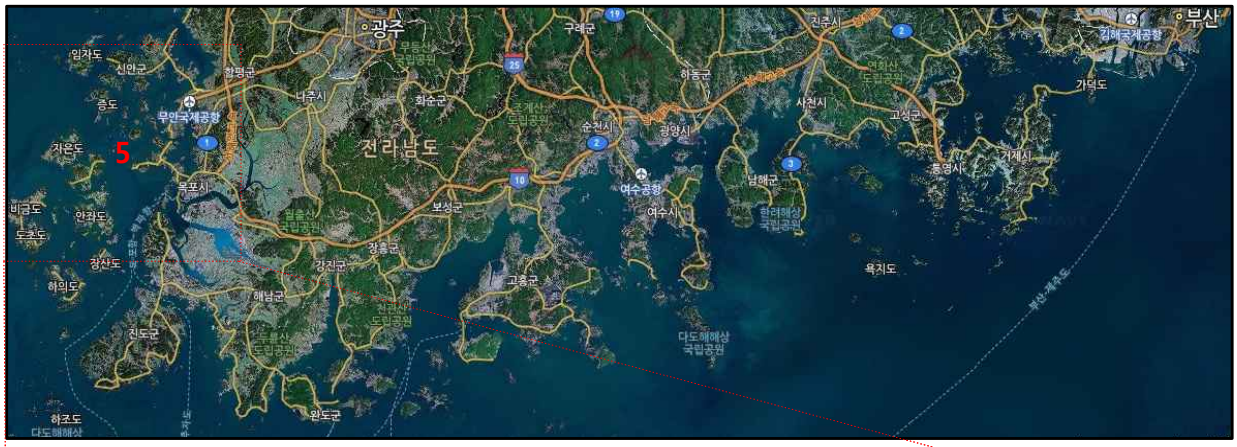
탐사지역 3 : 고흥-보성-장흥-강진



탐사지역 4 : 완도-해남-진도



탐사지역 5 : 목포-무안-신안



❑ 한반도 남서 해안 지질-생태 역사 탐사 일정표

날 짜	시 간	프로그램 내용 및 세부 일정	탐사 지역
1일차 27일(토)	13:00	중부내륙고속도로 영산 휴게소(마산방면) 집결	경남 창녕군
	13:00 ~ 14:00	**등록 및 중식**	
	15:00 ~ 19:00	가덕도 도착, 거가 대교 **역사 탐사 1(이충무공 유적지)** 통영여객선터미널 → 한산 대첩 유적지(한산도제승당) 한산대첩기념비, 거북 등대, 한산정, 수루 답사	경남 거제시 경남 통영시
	19:00 ~ 20:00	**석식**	
	20:00 ~ 21:00	숙소 도착 및 짐정리	**풍경채 펜션**
	21:00 ~	**역사 탐사 2(이충무공 유적지)** 신거제대교(견내량), 이순신 공원, 세병관, 척량묘, 해저터널, 당포성지 답사	
2일차 28일(일)	07:00 ~ 08:30	**조식**	경남 통영시
	09:00 ~ 10:00	거북선 관람	
	10:00 ~ 12:00	**지질-생태 탐사1** 경남 고성 공룡 화석지 탐사(덕명리 해안)	경남 고성군
	12:00 ~ 13:00	**중식**	
	13:00 ~ 15:00	**지질-생태 탐사2** 경남 남해 창선면 공룡 화석지 탐사(가인리 해변)	경남 남해군
	15:00 ~ 19:00	**지질-생태 탐사3** 한려해상국립공원 지질-생태 트래킹 (창선교→원예예술촌→독일마을→항도몽돌해변→설리해변→상주 은모래비치→한려해상국립공원금산매표소→금산자연관찰로 탐사)	
	19:00 ~ 20:00	**석식**	전남 여수시
	20:00 ~ 21:00	숙소 도착 및 짐 정리	**한우드림 테마펜션**
	21:00 ~	**지질-생태 탐사4** 다도해상국립공원(여수 향일암 코스) 야경 탐사 여수신항→오동도→거북선대교→돌산도→무슬목해변→향일암	

❑ 한반도 남서 해안 지질-생태 역사 탐사 일정표

날 짜	시 간	프로그램 내용 및 세부 일정	탐사 지역
3일차 29일(월)	07:00 ~ 08:30	**조식**	전남 여수시
	08:30 ~ 13:00	**나로우주센터 전망대 및 우주센터 견학 및 지질-생태 탐사 5** 다도해상국립공원 트래킹 (고흥 나로 우주해변 코스, 고흥 발포해변 코스)	전남 고흥군
	13:00 ~ 14:00	**중식**	전남 보성군
	14:00 ~ 16:00	**지질-생태 탐사 6** 대한다업보성다원 녹차 밭 트래킹	
	16:00 ~ 19:00	**역사탐사 2(장보고 유적지)** 완도 청해진 장보고 유적지 답사 **지질-생태 탐사 7** 다도해해상국립공원 트래킹(완도-구계등 코스-자연관찰로 탐사)	전남 완도군
	19:00 ~ 20:00	**석식**	전남 해남군
	20:00 ~ 21:00	숙소 도착 및 짐정리	**토말하우스**
	21:00 ~	**지질 생태 탐사 8** 리아스식 해안 탐사- 사구미해변, 땅끝마을, 고천암 방조제	
4일차 30일(화)	07:00 ~ 08:00	**조식**	**전남 해남군**
	08:00 ~ 10:00	**지질-생태 탐사 8** 해남 우항리 지질 탐사-공룡, 익룡, 조류 발자국, 탄화목, 규화목 (해남군 황산면 우항리 해안, 해남군 황산면 우항포 해안)	
	10:00 ~ 12:00	**지질-생태 탐사 9** 영암 금호 방조제, 목포 자연사 박물관 탐사	**전남 목포시**
	12:00 ~ 13:00	**중식**	
	13:00 ~ 16:00	**지질-생태 탐사 10** 신안 지도읍 중생대 지층 노두 사옥도 연륙교 북쪽 새발자국 및 공룡 화석지 탐사 증도 우천해수욕장 주변 현생 사구 및 해빈 퇴적층 탐사 소금박물관, 태평염전 탐사	**전남 신안군**
	16:00 ~	**강원도 출발, 석식 및 개별 해산, 탐사 일정 마무리**	

※ 탐사 일정 중 일부는 현지 사정이나 기상 상태 등에 따라 일부 변경 되었음.

2013 한반도 남서 해안 지질-생태 역사 탐사 참가 회원

(http://cafe.daum.net/kwearthscience?t__nil_cafemy=item)

직 책	이 름	소 속	전 화 번 호	비 고
교장	김순걸	서원중학교	010-4232-4057	인솔단장
교장	이종선	강현중학교	010-5177-9236	
교감	정상은	주천고등학교	010-9058-4592	
교사	허준혁	광희고등학교	010-9079-6700	연구회 회장
교사	전완식	광희고등학교	010-9379-1096	
교사	이호문	광희고등학교	010-4121-0906	
교사	김기환	현북중학교	010-6656-6448	
교사	함명선	설악중학교	010-9004-1581	
교사	박정희	묵호고등학교	011-9796-2368	
교사	김광수	정선고등학교	010-9466-5580	
교사	장철교	상지여자중학교	010-2026-6136	자료개발팀장
교사	정오성	상지여자고등학교	010-5221-7401	
교사	이재하	대성중학교	010-6383-4623	
교사	김재기	진광고등학교	010-5379-2259	총무

(자료연구 및 진행)
허준혁(동해광희고, 교사), 전완식(동해광희고, 교사), 이호문(동해광희고, 교사),

2013 이사부지킴이 해양 영토 탐사 보고서

지질-생태 탐사

Ⅰ. 지질-생태 탐사 보고

1. 한반도 백악기~신생대 제3기초의 화성활동 1
2. 한반도의 백악기 퇴적 분지 3
3. 경상분지 화성암류의 특징 및 지구조적 의미 6
4. 경남 고성군 하이면 덕명리 일대 공룡 화석지 지질 탐사 18
5. 전남 해남군 우항리 해남공룡박물관 일대 지질 탐사 51
6. 땅 끝 마을에서 본 리아스식 해안 102
7. 전남 보성 대한다원 녹차 밭 탐사 123
8. 완도 청해진 갯벌 탐사 133

Ⅰ 지질-생태 탐사 보고

1. 한반도 백악기~신생대 제 3기 초의 화성활동

백악기 초부터 신생대 제3기 초기까지 한반도에서는 화산암류와 심성암류가 시·공간적으로 매우 밀접하게 관련되어 분포하는 소위 화산-심성활동(volcano-plutonism)이 단속적으로 계속되었다.

한반도의 북부와 북서부 지역에서는 백악기 초에 대체로 동-서 방향과 북북동-남남서 방향의 큰 구조선을 따라서 각각 자성계(慈城系)와 대보계(大寶系)라고 하는 화산활동이 일어났고, 곧 이어서 압록강(鴨綠江) 심성암류의 심성활동이 수반되었다. 특히, 북한에서는 화산암의 동위원소연령 자료가 적어서 층서고생물학적인 자료만으로 시대를 동정하여 "상부 쥐라기 부터 하부 백악기"라고 기술한 것으로 생각된다.

한편, 한반도의 남부에서는 백악기 초기부터 신생대 제3기 초기까지 화성암이 대체로 북동-남서 방향(Sinian direction)과 북북동-남남서 방향(Korean direction)의 큰 구조선을 따라서-시간적으로는 단속적으로, 공간적으로는 남한의 도처에서-화산활동을 수반한 심성활동이 광범위하게 있었다. 특히 이 시기의 화강암류를 불국사 화강암이라고 한다.

그리고 한반도 남동부의 경상분지에서는 화산암을 관입한 대부분의 화강암질암이 소위 한국 방향인 북북동-남남서 방향의 구조선에 규제를 받고 분포되어 있음이 확인되어 이들 화산암도 한국 방향의 주 구조선을 따라서 관입, 분출한 것으로 생각된다.

또 경상분지를 제외한 지역에서는 대체로 소위 지나 방향의 큰 단층에 수반되어 생긴 작은 분지의 기반을 이루고 있었던 선캄브리아기의 변성퇴적암(편마암, 편암, 규암 등)과 기존 화강암(쥐라기의 화강암류)을 백악기 퇴적암과 함께 부정합으로 덮고 있거나, 이들을 관입, 분출하였고, 그 분포면적은 크지 않은 남한이 여러 곳에 분포한다.

1-1. 백악기 화산암과 화산활동

중생대 백악기 초부터 신생대 제3기초까지 한반도에서는 격렬한 화산활동이 있었고, 이들은 일반적으로 지구조 또는 구조선의 방향과 밀접한 관계를 갖는다. 한반도 북부 중강진-자성 일대에서는 주로 북동-남서 또는 동-서 방향의 큰 구조선을 따라서, 허천강(虛川江) 일대의 혜산-이원분지에서는 동-서 또는 북북서-남남동 방향의 큰 구조선을 따라서 넓게 분포한다. 그리고 압록강 연안의 초산(楚山), 신의주(新義州) 지역에도 북북동-남남서 방향의 큰 구조선을 따라서 이들 화산암이 부분적으로 분포하고 있으며, 이들 암석의 분포면적은 약 1,300㎢ 이상에 달한다.

또한 북서부 지역에서도 낭림육괴 내의 안주-박천(博川) 일대와 평양분지(平壤盆地)내의 서평양(西平壤), 강서(江西), 송림(松林)-황주(黃州), 사리원(沙里院) 등의 지역에 발달되어 있는 북북서-남남동, 북-남, 북동-남서 방향의 큰 구조선을 따라서 백악기의 화산암이 소규모로 여러 지역에 발달되어 있다.

한반도의 남부에서도 경상분지를 비롯하여 서남해안 일원, 옥천습곡대, 경기육괴 등의 지역까지 북북동-남남서, 북동-남서, 남북 방향의 큰 구조선을 따라서 소분지가 형성되었고, 그 분지가 형성되면서 하부층에 퇴적물이 퇴적되는 동시에 화산암이 분출하여 매우 넓은 분포를 보인다. 즉, 옥천습곡대의 통리, 영동, 순창, 능주 증의 소분지와 경기육괴 내의 갑천, 음성, 공주 등의 소분지 그리고 추가령 구조대 내의 연천, 철원 등의 소분지를 의미한다.

암석연대측정 자료가 비교적 많이 축적된 한반도 남부에서의 이들 화산암의 분출 시기는 대체로 북서쪽에서 동남쪽으로 갈수록 점점 젊어지는 경향이 있다. 따라서 한반도 북부 지역의 화산활동은 남부 지역보다 먼저 일어났음을 알 수 있다.

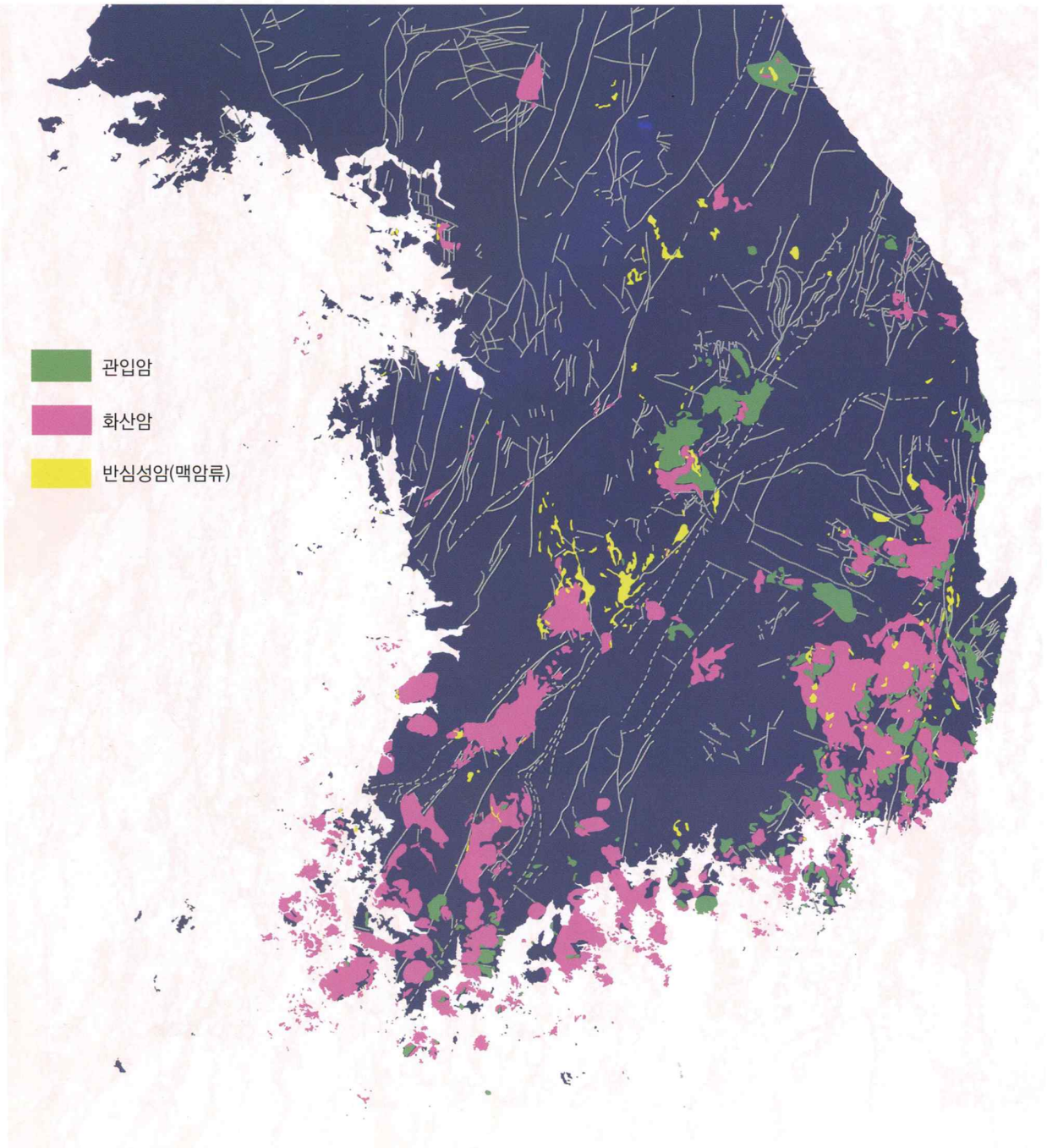


그림 1-1 한반도 남부 중생대 백악기~신생대 제3기 초기 화성암의 분포도

1-2. 경상분지

경상분지 내에서의 백악기 화산활동은 퇴적층의 층서와 관련되어 잘 연구되어 있어 한반도에서 뿐만 아니라 동북 아시아의 백악기 화산 층서의 표식지가 된다. 경상분지 내에서의 화산 층서는 Tateiwa(1929)에 의하여 학봉(鶴峰) 빈암, 채약산(採藥山) 빈암 그리고 주사산(朱砂山) 빈암으로 분류하여 경상계 퇴적층의 층서에 맞추어 기술되었다. 또한 Yamanari(1929, 1:50,000 밀양, 유천도폭)에 의하여 이들의 상위에 중성 내지 산성 화산암류가 넓게 분포하고 있음이 알려졌다. 원종관 외 2인(1978)은 이들 학봉 화산암(현무암), 채약산 화산암(안산암질 현무암), 주사산 화산암(안산암류)과 산성 화산암으로 구분하였다. 그 후 김상욱(1982)은 주사상 화산암과 상부의 산성 화산암의 경계를 설정하여 상

부의 것을 운문사 산성 화산암으로 명명하였고 유천층군에 포함시켰다.

1970년대 들어와 각 지역의 1:50,000 및 1:250,000 지질도(서울, 강릉, 대전, 안동, 전주, 광주, 목포, 여수, 부산)가 작성됨에 따라 퇴적층 내에서 화산 콜드론[1] 또는 화산체의 하부구조가 발견되었다. 그후 이들을 종합하여 원종관(1993, 1994)은 경상분지 내에서의 백악기 화산활동을 학봉 화산활동기, 채약산 화산활동기, 주사산 화산활동기, 운문사 화산활동기 및 화산-장산 화산활동기로 구분하였다.

그러나 최근 연구에 의하면 경상분지 내에서의 백악기 화산활동의 시작은 진주층 퇴적기 초인 것으로 알려져 있어 흥미를 끌고 있다. 즉, 경상남도 합천군 덕곡면(德谷面) 율지리(栗旨里)에 분포하는 칠곡층(漆谷層)내에 두께 7m, 연장 5~6 km의 안산암질 현무암이 협재되어 있고(김기완 외, 1967; 1:50,000 창령도폭), 신라 역암(新羅礫岩)의 역 중에도 원마도가 불량한 안산암질 현무암 역이 다량 함유되어 있다는 것이다.

경상분지 내의 화산암에 대한 연대 측정은 많이 이루어졌으나, 대부분의 시료는 후기에 관입한 화강암류가 화산암의 동위원소계에 큰 영향을 주어 실제의 분출 연령을 제시하지 못한 것으로 여겨진다. 그리고 경상분지 내 서부의 또 다른 독립된 화산체의 연령은 매우 오래된 것으로 추정되는 경우도 있다.

마산시(馬山市) 일원에 분포하는 주사산 안산암질암을 관입한 각섬석 화강섬록암의 Rb-Sr 전암 연대는 118.4±1.3~100 Ma 이고, K-Ar에 의한 흑운모의 연령은 115~100 Ma(이윤종, 1980)이어서, 연령 보존온도를 고려한 화강암의 관입시기는 120~110 Ma일 것이다. 따라서 주사산 안산암질암의 분출 시기는 이보다 앞선 백악기 초로 생각된다.

1-3. 옥천습곡대의 화산암류

옥천습곡대에서의 백악기 화산암에 대한 연구는 이대성 외(1972), 차문성 외(1986, 1987) 그리고 원종관 외(1990, 1992)에 의하여 연구되어 화산체의 화산 층서, 화산암의 지화학적 특성, 화산활동과 지구조운동과의 관계 등이 밝혀졌다.

옥천습곡대내에서도 북동-남서 방향으로 평행하게 발달된 몇조의 구조선(전단대를 수반한 단층선)을 따라서 발달된 태백산 일대의 통리(桶里)분지, 문경 일대의 운달산(雲達山)-대미산(大美山) 일대, 진안분지, 영동분지, 운장산(雲長山) 일대, 순창분지, 능주분지 그리고 법성포(法城浦) 일대에 백악기 퇴적암과 현무암질암, 그리고 다량의 산성 내지 중성의 화산암(유문암질암, 안산암질암, 석영반암, 규장암)이 광범위하게 분포되어 있음이 알려져 있다.

옥천대의 말단을 포함한 한반도의 서남해안 일대에도 백악기 화산암이 넓게 분포하며, 그 분포양상으로 보아 남해안 일대(거제도-남해도-고흥반도)의 암석, 서남단 해안 일대(완도-진도-목포)의 암석, 그리고 서해안 도서 일대(우이군도(牛耳群島)-안마군도(鞍馬群島)-고군산군도(古群山群島))의 암석으로 열거할 수 있으나 이들이 경상분지,옥천습곡대, 그리고 경기육괴의 암석과 지구조적으로 어떤 연속성을 갖는지는 알 수 없다. 단지 이들 화산암류에 대하여 김상욱(1972), 원종관(1989, 1990)등이 단편적으로 기술한 바 있다.

2. 한반도 백악기의 퇴적 분지

우리나라의 백악기 퇴적암은 경상 분지를 중심으로 한반도의 남동쪽에 주로 발달되어 있으며, 비교적 규모가 작은 퇴적체는 옥천습곡대를 따라 분포한다. 백악기 퇴적암의 층서는 경상누층군으로 명명된 경상분지 퇴적암체를 기준으로 한 층서를 사용한다.

---

1) **콜드론(Cauldron)** 화산의 함몰구조에 대한 포괄적인 용어이다. 화산함몰체라고도 한다. 화강암이나 화산암에서 보이는 원통형 함몰지를 말한다. 1906년 잉글랜드 지질학자인 에드워드 베일리(Edward B. Bailey, 1881~1965)가 스코틀랜드의 Gleu Coe에서 처음으로 기재했다. 1960년 스미스(R. L. Smith)의 재정의도 있었지만 일반적으로는 본래의 용어법에 따르고 있다. 경상분지와 영동-광주 함몰대의 중생대와 고제3기 화성암체에도 이 예가 알려져 있다.

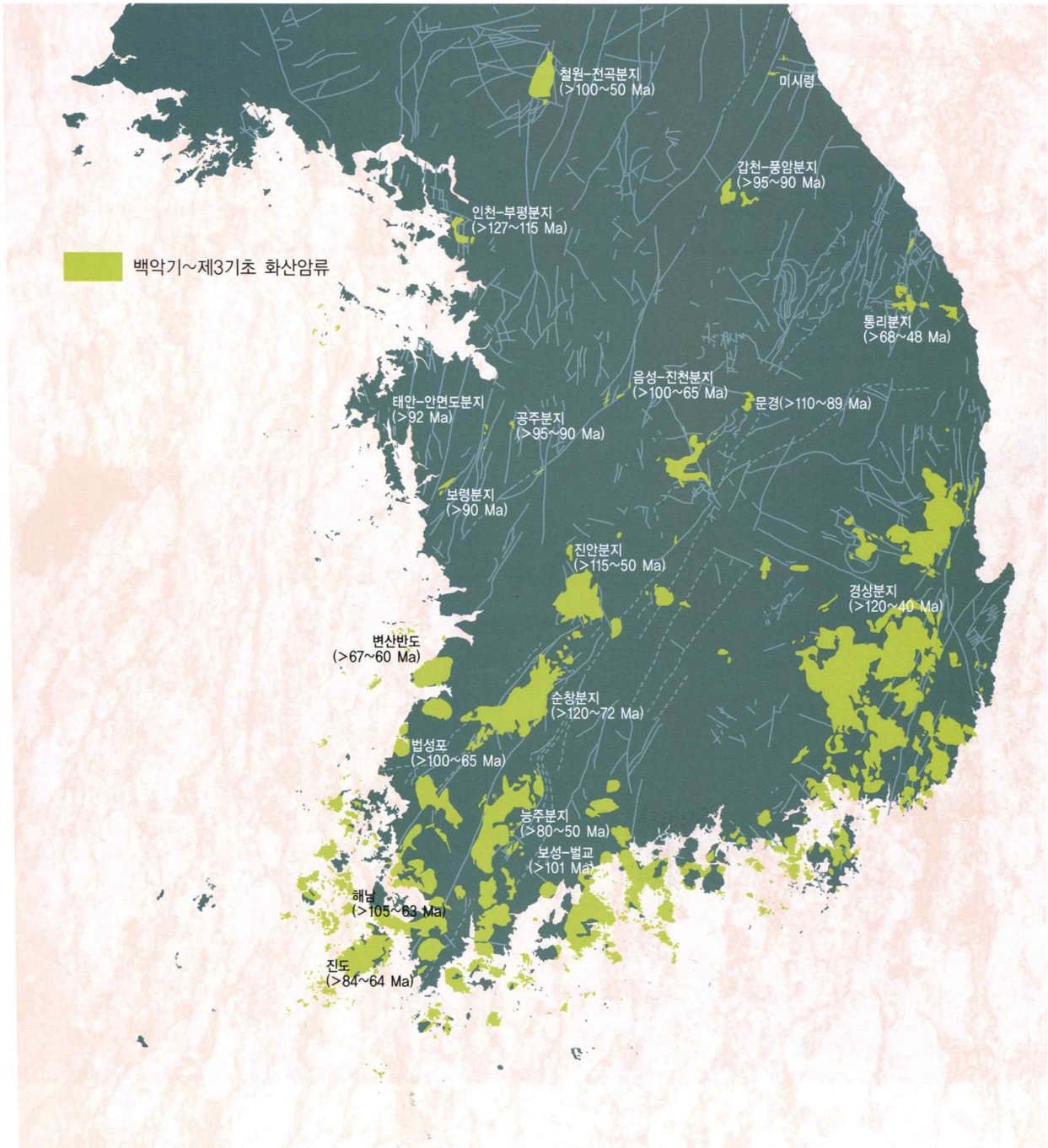


그림 2-1. 백악기~제3기초 화산활동 및 화산암의 분포도

소규모 분지들은 대부분 옥천습곡대와 선캄부리아시대의 암석으로 구성된 육괴 사이의 주향이동단층계에서 형성된 분지이다. 경상분지 퇴적암의 총 두께는 약 10 ㎞로서 충적 선상지, 하성환경 및 호성환경에서 형성되었다. 경상누층군의 층서는 화산활동의 영향을 받지 않은 신동층군, 화산활동에 의해 공급된 퇴적물을 포함하는 하양층군, 그리고 화산쇄설과 화산암으로 구성된 유천층군으로 분류한다.

한반도 중남부에는 북동-남서 방향으로 발달하고 있는 옥천습곡대의 양쪽 경계부를 따라서 비교적 규모가 작은 여러 개의 백악기 육성 퇴적분지가 분포한다. 옥천 습곡대 주변의 백악기 퇴적분지는 중생대 트라이아스기부터 쥐라기까지 활동한 것으로 알려진 연성전단대가 백악기에 주향이동단층의 재활성으로 형성된 인리형 분지(pull-apart basin)의 특징을 갖는 것으로 보고되었다.

표 2-1. 백악기 경상누층군의 층서

<table>
<tr><th>시대</th><th colspan="3">층군</th><th>대구-경주</th><th>경남지역</th></tr>
<tr><td rowspan="12">백
악
기</td><td rowspan="12">경
상
누
층
군</td><td colspan="2">불국사 관입암</td><td></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">신
라
층
군</td><td>유 천 화 산 암</td></tr>
<tr><td>건 천 리 층</td><td rowspan="6">하
양
층
군</td><td rowspan="2">진 동 층</td></tr>
<tr><td>채약산화산암</td></tr>
<tr><td>송 내 동 층</td><td rowspan="3">함 안 층</td></tr>
<tr><td>반 야 월 층</td></tr>
<tr><td>학 봉 화 산 암</td></tr>
<tr><td>팔 달 역 암</td><td>팔달역암</td></tr>
<tr><td rowspan="4">낙
동
층
군</td><td>칠 곡 층</td><td>칠 곡 층</td></tr>
<tr><td>동 명 층</td><td rowspan="3">신
동
층
군</td><td>동 명 층</td></tr>
<tr><td>하 산 동 층</td><td>하산동층</td></tr>
<tr><td>연 화 동 층</td><td>연화동층</td></tr>
</table>

경기육괴와 접하는 옥천습곡대의 북서쪽 경계부에는 풍암분지, 음성분지, 공주분지, 부여분지, 격포분지가 발달되어 있으며, 영남육괴와 접하는 옥천습곡대의 남동쪽 경계부에는 영동분지, 무주분지, 진안분지, 능주분지, 해남분지가 발달되어 있다.

백악기 소분지의 퇴적암은 대부분이 조립질 역암이 매우 두껍게 산출하며, 상부로 갈수록 사암, 셰일로 변화하는 상향세립화의 특징을 나타낸다. 퇴적 환경은 충적선상지, 하성환경, 호성환경으로 진화하며, 일부는 선상지-삼각주 환경을 보이기도 한다. 퇴적암과 기반암과의 경계는 단층이나 부정합으로 접한다. 주향이동단층운동과 관련된 퇴적분지의 형태는 북서쪽 경계부에 발달된 분지는 인리형 분지의 특징이 잘 나타나지만 남동쪽에 분포하는 분지에서는 잘 나타나지 않는다.

한반도 남쪽의 백악기 경상누층군에 대비되는 퇴적암은 한반도 북쪽에도 소규모의 퇴적분지로 산출된다. 북한 지역의 퇴적암은 경상누층군의 과거 명칭인 경상계(Gyongsang System)에 대비되는 용어로 대보계(Taebo System)라고 부른다. 대보계는 대보조산운동 이후에 재령강 조산 운동에 의한 단층운동으로 단층대를 따라 퇴적분지가 발달하였으며, 분지에 충진된 조립질의 역암, 사암, 셰일, 이회암으로 구성되며 선상지, 하성 환경 및 호수 환경에서 퇴적되었다. 초기에는 단층운동에 의해 형성된 선상지에 조립질의 역암이 형성되었으며, 점차 분지가 안정되면서 호수 환경으로 변하였다.

한반도에서 가장 심한 지각변동을 일으킨 지구조운동은 선캄브리아시대와 고생대 암석의 변형을 야기한 쥐라기 대보조산운동으로 알려져 있으며, 대보조산운동은 변성작용과 마그마 활동을 동반하였다. 북동-남서 방향으로 배열된 한반도의 백악기 퇴적분지는 유리시아 판의 동쪽에 있는 중국의 분지들의 방향과 매우 유사하다. 현생이언의 유라시아판 경계의 지질은 소규모 판의 충돌과 부착이 계속된 것으로 해석되었다. 중생대에 유라시아판의 동쪽 주변부에는 길쭉한 형태의 비해성 분지가 형성되었다. 후기 폐름기에 북중국 암괴와 남중국 암괴의 충돌에 의해 유라시아판의 동쪽 부분은 지구조적으로 하나의 판으로 운동하였고 여러 개의 확장형 분지가 형성되었다. 중생대의 지구조 운동은 Kula-Pacific 판의 북서쪽으로 섭입하면서, 곳곳에서 크고 작은 지괴가 단층운동에 의해 갈라지고, 침강하는 현상이 나타났다. 이러한 현상에 의해 유라시아 대륙의 동쪽 부분에는 중생대에서 신생대 동안에 많은 육성 퇴적분

지가 형성되었으며, 선상지에서 하성, 호성 환경 퇴적물이 쌓였다. 이곳에 형성된 퇴적 분지는 지괴의 경사가 한쪽으로 치우치는 비대칭형 분지가 대부분이다.

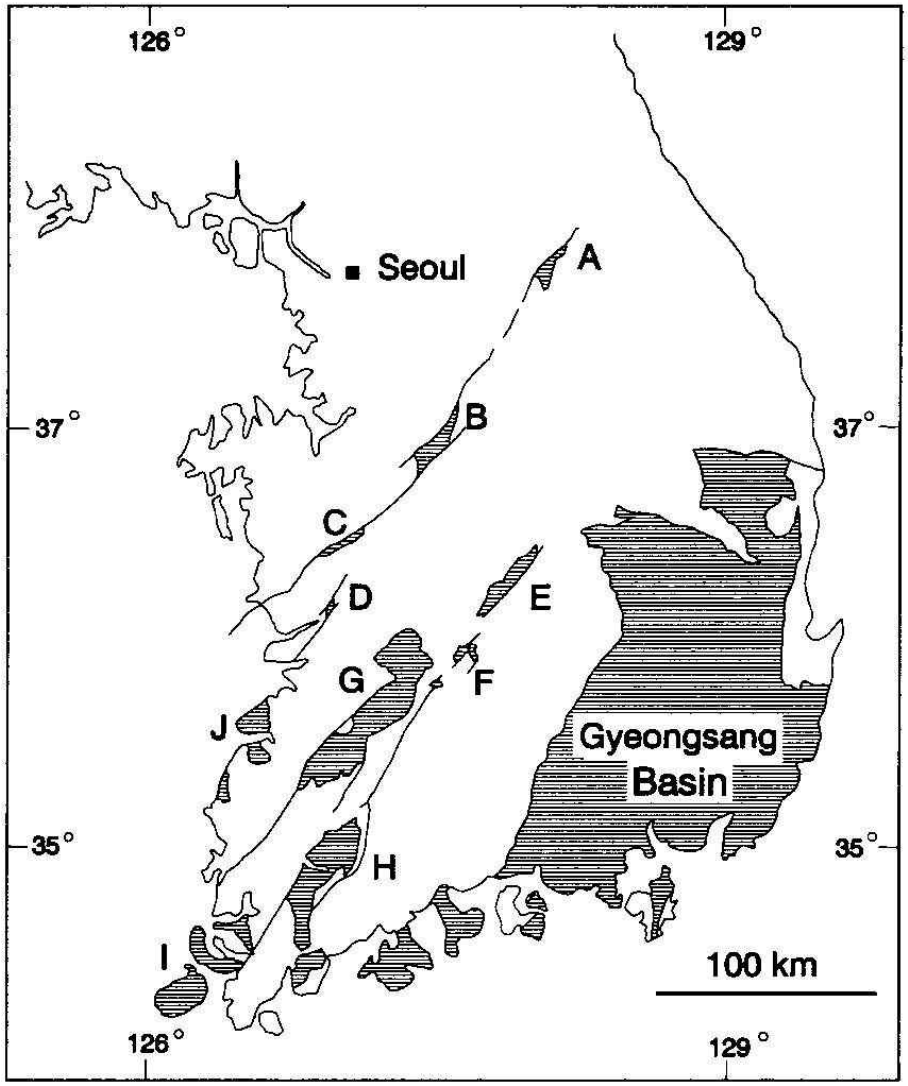


그림 2-2. 옥천습곡대 주변에 분포하는 백악기 퇴적분지.
A. 풍암분지, B. 음성분지, C. 공주분지, D. 부여분지, E. 영동분지
F. 무주분지, G. 진안분지, H. 능주분지, I. 해남분지 J. 격포분지

3. 경상분지 화성암류의 특징 및 지구조적 의미

3-1. 경상분지 백악기~제3기 화산암류의 특징 및 성인에 관한 고찰

(1) 경상분지 백악기~제3기 화산암류의 특징

우리나라를 포함한 일본호와 미주 대륙의 서부 해안, 수마트라(Sumatra), 알래스카(Alaska), 뉴질랜드(New Zealand), 에게해(Aggean) 호는 활동성 대륙연변부로 알려져 있다. 대륙연변호(continental margin arc)는 한때 칼크알칼리(calc-alkaline) 계열의 암석만 나타난다고 알려졌었지만(Baker, 1982) 도호에서 인식되는 네 종류의 주요 마그마계열(low-K, calc-alkaline, high-K and shoshonitic)이 모두 나타난다(Wilson, 1989). 알칼리암도 흔히 칼크알칼리 화산작용에 관련되어 나타나지만, 화산대의 육지

쪽 측면에 분리된 띠를 형성한다(Thorpe et al., 1982). 이들은 섭입체계에 있어서 배호분지의 그것과 유사한 즉, 신장력이 작용하는 체계에서 형성되어진 알칼리암과 직접적 연관은 없다.

대륙연변부 화산암체가 해양도호에서 분출된 화산암체에 비해 구별되는 특징은 K, Sr, Rb, Ba, Zr, U의 농집 및 K/Rb, Fe/Mg비가 높고, 폭 넓은 범위의 $^{87}Sr/^{86}Sr$, $^{143}Nd/^{144}Nd$과 Pb 동위원소 성분을 지닌다. 비록 대륙맨틀쐐기(subcontinental mantle wedge)의 독특한 지화학적 특징이 중요하기도 하지만, 이들 특징들은 마그마 성인에서 지각 혼염의 관점에서 주로 설명될 수 있다.

도호는 고대 대륙지각 위에는 만들어지지 않고 해양지각에 기초하여 만들어진다. 그리고 화산작용과 심성작용의 복합 효과에 의해 화산층이 두꺼워지며 진화하여, 결국 성숙한 호는 대륙지각과 같은 형태로발달한다. 현생이언(Phanerozoic) 동안 뉴질랜드, 일본, 중앙아메리카는 얇은 지각을 갖는 비성숙호와 선캠브리아(Precambrian) 기반의 활동성 대륙연변부 사이 중간 단계로 진화하였다. 일본호와 인접한 우리나라의 경상분지에는 현무암에서 유문암에 이르는 다양한 유형의 화산암이 분포되어 있다. 이들은 주로 백악기 말에서 제3기에 분출한 것들로, 그 당시의 경상분지의 조구적환경은 대륙호로 알려져 있다(황상구, 1991; 윤성효 등, 1997).

도호나 대륙호 조구적환경에서 화산작용은 섭입슬랩(subducted slab) 위의 더욱 부화된(fertile) 연약권 맨틀쐐기(asthenosphere mantle wedge)에서 비롯된다고 알려져 있다(Gill, 1981). 그림 ?은 활동성 대륙연변부의 경우에 대해 가정되는 맨틀쐐기로, 해양암권이 중앙해령의 마그마 생성에 의해 결핍이 다양한 것과 달리, 대륙암권은 섭입 해양지각으로부터 유래된 함수유체나 부분용융체에 의해 변성교대되어 결핍되었다고 인식된다. 또한 섭입 슬랩에서 유래한 유체들은 대륙암권에서 부분용융을 개시하여 마그마의 동위원소, 희유원소 지화학은 더욱 복잡해진다. 사실 Pearce(1983)는 활동성 대륙연변부 조구조환경에서 형성된 모든 현무암의 암석성인에 있어 부화한 대륙맨틀(암권)이 대류 하는 연약권보다 결정적인 영향을 준다고 인식하였다.

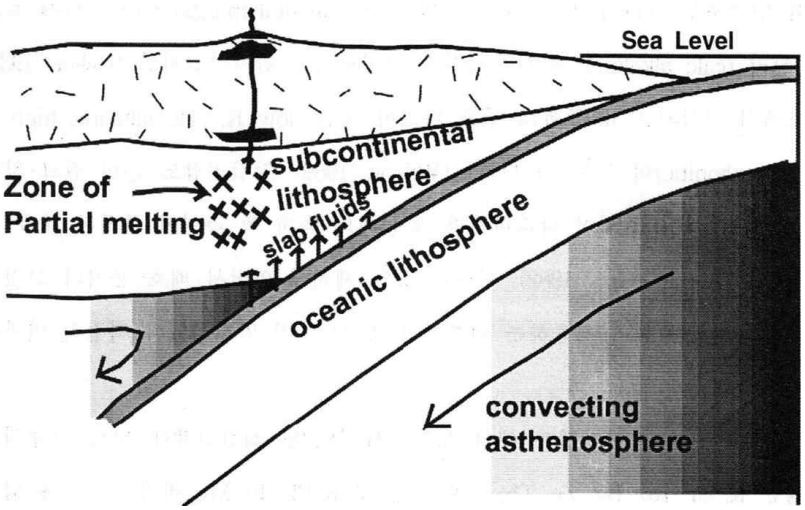


그림 3-1. 활동 대륙 연변부의 구조적 단면도(from Wilson, 1989)

맨틀에서 유래된 마그마가 대륙지각을 통과하면 대륙지각과 상호작용하여 동화작용 및 분별결정작용(Assimilation+fractional Crystallization; AFC) 과정을 겪게 되고, 이는 이들 마그마의 성인에서 중요하다. 이 관점에서 지각의 연령과 지화학적 특징은 근본적으로 중요하다. 혼염된 마그마에 있어 특징적인 동위원소의 지화학적 특징은 선캠브리아기 기반 편마암들의 흔적이라고 알려진 경우가 많다. 반면 젊은 그래이웩키(graywacke) 형의 퇴적물들은 맨틀에서 유래한 마그마와 동위원소의 특징에서 별 차이가 없으며(Wilson, 1989), 그래서 이들이 지각혼염물이라면 이 과정은 더욱 구별이 어렵다.

변성교대된 맨틀쐐기로부터 규장질의 마그마 성분이 생성될 가능성이 특별히 있다 하더라도, 일반적으로 초생맨틀에서 유래된 마그마는 화학성분상 현무암질이다. 이런 마그마의 저압결정분별작용은 지각혼염과 함께 표면에서 관찰되는 더욱 진화된 암석 유형의 다양성을 설명할 수 있을 것이다.

경상분지에는 백악기~제3기 대륙호에 연관된 화산-심성활동의 산물인 화산암과 심성암이 널리 분포하여 있다. 최근 백악기~제3기 대륙호에 연관된 화산암과 심성암이 경상분지에서 멀리 떨어진 곳에서도 보고되고 있다(황상구, 류한영, 2011; 황상구 등, 2010; 황상구 등, 2011; 원종관 등, 1994; 고정선 등, 2009; 김영라 등, 2008; 조동현 등, 2009) 동일 섭입 체계에서 생긴 암석들이 이와 같은 매우 넓은 지역으로 분포한다는 것은 세계 도처의 활동성 대륙연변부와 비교하여 흔하지 않은 양상이다. 따라서 섭입대의 이동, 섭입의 방향 및 각도 등에서 몇 가지 의문점을 낳으며, 경상분지에 분포한 화산암과 그 외의 지역에 분포한 화산암에 대해서 비교 연구가 더욱 요구된다.

성종규와 김진섭(2012)는 전통적으로 화산암에 대해서 많이 연구되어 왔던 경상분지의 화산암에 대한 암석화학적 자료를 고찰하여 다음과 같이 암석 성인 모델에 관하여 논의하였다.

(2) 암석 성인 모델에 관한 논의

도호 현무암의 지화학적 특징을 나타내는데 영향을 주는 주요 요소로 두 가지가 알려져 있다(Hawkesworth and Powell, 1980; Perfit et al., 1980; Arculus and Johnson, 1981; Kay, 1984; Wilson and Davidson, 1984; Arculus and Powell, 1986). 첫째, 해양암권의 섭입슬랩 위에 놓인 연약권 맨틀쐐기이며, 둘째는 섭입 해양 지각으로부터 유래된 변성교대 성분으로 이는 함수 유체이거나 혹은 부분용융체이다. 활동성 대륙연변부 조구조 환경에서는 이외에 또 두 가지의 부가적 성분이 관련된다. 이는 지각과 대륙암권의 맨틀부분으로 이들로 인해 지구상에서 가장 복잡한 마그마가 만들어진다.

대륙암권은 일반적으로 해양암권에 비해 두껍다고 여겨지며, 특히 안데스형의 연변부는, 섭입슬랩 위의 맨틀쐐기 전부는 아니겠지만, 많은 부분에서 암권 특성을 지닐 것이다. 이 대륙 맨틀쐐기는 아래에 놓인결핍된 연약권과는 매우 다른 희유원소와 동위원소 지화학을 지닌다. 특히 이전의 지판내부 마그마작용 동안 만들어진 부분용융체의 이동에 기인하여 희유원소가 부화될 수 있다. 이렇게 부화한 맨틀에 슬랩에서 유래된 유체가 부가되어 부분용융이 유발되고, 결과적으로 생성된 마그마는 특징적인 희유원소 특성을 지닌다.

각각의 섭입체계는 그 경로가 상당히 다르다. 그래서 모든 호(해양호와 대륙호)의 특성을 설명하기 위하여 간단한 일반 모델을 설정하기는 어렵다. 예를 들어, 맨틀쐐기에서의 섭입 이전의 이질성(heterogeneity)도 있고, 해양지각 층의 수중변질의 정도가 다양한 결과로 슬랩에서 유래한 유체의 지화학도 다양할 것이다. 또한, 섭입된 어떤 퇴적물의 지화학적 특성과 양도 변화가 있을 것이다. 그럼에도 불구하고, 섭입에 관련된 마그마작용의 모든 예에 통상적으로 나타나는 중요한 특징은 부분용융이나, 혹은 섭입슬랩의 탈수작용에 수반되어 나타나는 유체이동 과정에 의해 Sr, K, Rb, Ba, Th±Ce, P, Sm이 맨틀쐐기에 전달된다는 것이다(Anderson et al., 1980; Hawkesworth and Powell, 1980; Wilson and Davidson, 1984).

한때, 초생 마그마는 섭입으로 수정된 맨틀쐐기의 부분용융에 의해 발생되어졌을 것이고, 그들은 뒤이어 대륙지각 암석을 통하여 상승한다. 지각혼염은 필연적이며, 뒤이은 마그마의 지화학적 진화는 동화작용-분별결정작용 과정이 된다(DePaolo, 1981). 일반적으로 활동성 대륙연변부 마그마는 구분되는 Sr, Nd, Pb 및 O 동위원소 특성을 지니는데, 이는 그들이 반응한 특정 지각 성분의 특성을 반영한다. 특정 지각 성분은 상부 혹은 하부지각, 젊은 지각 혹은 선캠브리아 지각으로 그들 각각은 다른 동위원소 특성을 지닌다. 마그마가 젊은 지각을 통하여 상승한다면 그들의 Sr, Nd, Pb 동위원소 자료는 혼염되지 않은 듯한 잘못된 방향의 인상을 줄 수 있다. 젊은 지각 암석은 맨틀유래 마그마의 그것들과 매우 가까운 동위원소 특성을 지니기 때문이다.

천처(high-level) 지각혼염의 효과에 더불어, 섭입에 관련된 마그마는 쇄설성퇴적물의 섭입으로부터 대륙 지각까지의 동위원소 특성을 모두 나타낼 수 있다. 이는 몇 해양호(oceanic arc)에서 기술되어졌는데(Davidson, 1987), 이곳에서의 동위원소 성분은 대륙 지각과의 직접적인 반응에 의해 수정되어질

(modified) 수 없기 때문이다. 안데스 조구적 환경에서는 대륙지각과의 독립적인 반응, 해양호에서 나타나는 혼영이 모두 나타날 수 있다.

맨틀쐐기에서 만들어진 시원 현무암질마그마는 주변 암석(wall rock)보다 밀도가 낮기 때문에 마그마와 주변 암석과의 밀도 차이가 없어지는 깊이까지 상승 한다. 해양도호에서 그 깊이는 표면으로부터 단지 수km 밖에 되지 않을 것이다. 반면에 활동성 대륙연변부 환경에서 마그마의 상승 깊이는 Moho(지각/맨틀경계)에 가까운 깊은 지대 내일 것 같다. 대륙지각은 해양지각보다 밀도가 낮은데, 마그마를 정치시키게 하는 여과기(filter)로 작용하여 더 깊은 곳에서 혼염되거나 분별되게 한다. 활동성 대륙연변부에서 현무암질 용암이 드문 것은 현무암질 초생마그마의 결핍보다는 그것들이 대륙지각을 통과하여 상승하기 어려운 데 이유가 있다.

젊고 미성숙한 해양호는 상대적으로 쏠레아이트 고철질 화산암(tholeiitic mafic volcanic rocks)의 비율이 높다. 이들의 희유원소와 동위원소 성분은 슬랩 유래 물질이 소량 부가된, 결핍된 연약권 맨틀로부터 비롯되었음을 나타낸다(Perfit et al., 1980; Arculus and Johnson, 1981; Gill, 1981). 그와는 대조적으로 더욱 성숙된 도호나 활동성 대륙연변부에서는 규장질의 화산암 비율이 높다. 이들 호에서 비록 쏠레아이트, 칼크알칼리, 쇼쇼나이트질 화산암이 모두 나타나지만, 칼크알칼리와 쇼쇼나이트질이 가장 흔하다. 이는 더 부화된 맨틀원천 특성과 함께, 지각혼염의 효과가 마그마의 성인에 관련된 것이다. 백악기~고제3기의 경상분지의 모든 암석들은 칼크알칼리로 알려져 있으며, 드물게 쇼쇼나이트질이 나타난다(윤성효,1998).

해양도호는 시간이 감에 따라 진화하는데, 마그마의 반복되는 유입은 지각을 두껍게 만들고, 현무암질 마그마의 정치 깊이도 함께 증가하게 된다(Leeman,1983). 몇 가지 예에 따르면, 쏠레아이트가 현저한데서 칼크알칼리암이 현저한 쪽으로 호 마그마작용이 변화하는데 초생마그마 화학이 근본적으로 변화하는 것이 아니라, 단순한 분별 상태의 차이가 있을 수 있다. 예를 들어, 각섬석의 안정영역 밖인 얕은 깊이(<약 100 km; Tatsumi, 1986)에서 분별하는 현무암질 마그마의 진화는 사장석, 각섬석, 사방휘석, 단사 휘석 그리고 자철석을 포함하는 무수광물 조합이 주이며, 마그마는 결과적으로 쏠레아이트 분화계열을 따르게 된다. 그러나 함수 고철질 마그마가 깊은 곳에서 결정분별작용을 하면 각섬석이 현저할 것이며, 여러 학자들에 의해 이는 칼크알칼리 마그마 화학을 만드는 근본적인 것으로 가정되었다(Eggler and Burnham, 1973; Cawthorn and O'Hara, 1976; Allen and Boettcher, 1978). 그러나 Hawkesworth and Powell (1980)은 레서안틸레스(Lesser Antiles) 도호에서 쏠레아이트와 칼크알칼리 마그마작용은 섭입슬랩으로부터 각각 함수 유체와 부분용융체가 빠져나오는 것에 의해 촉발되며, 그래서 이들 두 계열의 모체 마그마 성분은 다르다고 하였다.

특별히 오래 지속되는 마그마작용이 있는 지역에서 지각의 기저부로 유입되는 현무암질 마그마의 열적인 효과는 중요하며(Patchett, 1980), 지각(anatexis)을 일으킬 수 있다. 하부지각 백립암(granulite)의 부분용융은 규장질 마그마를 만들 수 있으며, 여러 학자들은 이런 메카니즘으로 중앙 안데스의 이그님브라이트(ignimbrite)의 분출을 설명하기도 하였다. 맨틀유래 마그마는 계속 결정분별작용을 받는 동안 이런 지각 용융체와 혼합이 될 수도 있다(DePaolo, 1981).

성종규 등(1997)은 경상분지의 화산암류를 두 개의 유형으로 나누었다(BAV와 DRV). 시원마그마가 생성 된 깊이와 맨틀감람암의 부분용융의 정도 차이에 의해서 마그마의 생성이 서로 상이함을 토론하였다. 이는 지각혼염 등으로 마그마가 변질되기 전부터 이미 서로 다른 성분의 마그마로부터 기원될 수 있다는 것을 밝힌 것으로 경상분지 화산암류에 대해서는 처음 시도된 것이었다. 마그마의 시원적 특성은 주성분원소 산화물에서보다 희유원소 및 동위원소 지화학에 더욱 예민하다.

좌용주와 박충화(1992)는 섭입의 양식을 마리아나형, 칠레형으로 나누고 일본호가 동해의 확장 이전에는 마리아나형이었다가 동해의 확장 이후에 칠레형으로 바뀌었다고 주장하였다. 경상분지의 백악기~제3기 화산암류의 형성에 영향을 끼친 섭입이 과연 마리아나형일까 하는 의문점이 남는다. 지금까지 논의된 암석화학적 자료는 거의 예외 없이 활동성 대륙연변부의 그것과 유사하기 때문에 마리아나형보다는 칠레형이 가깝지 않을까 하는 점이다.

3-2. 경상분지 화강암과 마그마 혼합에 관한 시공간적 변화와 지구조적 의미

(1) 슬랩 윈도우 모델(Slab window model)

김종선외 3(2012)은 백악기~제3기초 화강암의 암석화학적 특징과 연대 측정 자료를 종합하여 이들 화강암의 시공간적 현재 분포를 설명하기 위한 하나의 지구조적 모델을 제안하는 데 목적을 두고 기존 선행 연구 문헌들을 종합·정리하여 암석학적 특징을 요약하였으며, 이를 토대로 우리나라 백악기 말~제3기초 화강암의 시공간적 변화 특성을 설명하기 위한 하나의 지구조적 모델로서 다중 슬랩 윈도우(multiple slap window model)을 제안하였다.

슬랩 윈도우 개념은 1960년대 이래로 지질과학에서 하나의 패러다임으로 발전해 온 판구조론 관점에서 예측될 수 있는 섭입경계 아래의 해양판 배열을 기반으로 한다(Mackenzie and Morgan, 1969). 섭입경계에서 해령이 섭입되면 슬랩 윈도우가 형성될 것이라는 생각은 1970년대 후반에 이르러 처음으로 개념화되었다(Snyder et al., 1976; Dickinson and Snyder, 19789). 슬랩 윈도우에 대한 증거로는 화산활동(forearc volcanism)과 함께 현생 판구조에서 해령의 섭입이 일어나는 곳에서 슬랩(베니오프존, Wadati-Benioff zone) 지진활동의 부재(Pardo and Suarez, 1995; Johnston and Thorkelson, 1997; Ferrari, 2004; Levin et al., 2005) 그리고 주변보다 100-200oC 높은 열적 이상대를 지시하는 낮은 지진파 속도 이상대(Frederiksen et al., 1998; Gorring and Kay, 2001; Levin et al., 2005) 등이 있다.

(2) 남한의 백악기 화강암류

경상분지의 발달초기 즉, 백악기 초인 약 140 Ma 경에는 패러론(Farallon)판과 이자나기(Izanagi)판 사이의 남북 주향을 가지는 해령경계가 유라시아 대륙의 동변부에 도착하였을 가능성이 높다(Engebretson et al., 1985). 이후 백악기 동안 유라시아판 아래로 이자나기-태평양판의 섭입과 관련된 화성활동이 동아시아 일원에 광범위하게 일어났으며(Chough and Sohn, 2010), 이로 인한 코디레라-형 조산운동은 강력한 중성-산성의 화성활동을 발생시켜 유라시아 대륙의 지각성장의 원인이 된 것으로 알려져 있다(Rogers, 1993). 따라서 캄차카반도 북부에서 연해주, 서남 일본, 한반도 동남부와 중국 동남부를 잇는 지역은 백악기-제3기의 심성암과 화산암이 광범위하게 분포하는 유라시아 대륙의 활동성 연변부(active continental margin)로 해석된다(정창식 외, 1998; Roddick, 1983).

이종혁 외(2002)에 따르면, 남한의 백악기 화강암류는 공간적인 분포에 따라 경상분지, 옥천분지(대), 경기육괴, 소백산육괴 화강암으로 구분된다. 한편, Jwa(2002)는 옥천분지 남서부와 소백산육괴 사이의 영동-광주함몰대(분지)를 백악기 동안 활발한 마그마의 관입이 있었던 하나의 독립적인 화강암 분포 구조구역으로 구분한 바 있다. 김종선 외 3(2012)의 논문에서는 이들 백악기-제3기초 화강암류 중 비교적 넓은 범위의 분포를 보이는 경상분지, 영동-광주함몰대 그리고 옥천분지의 것들에 대해 중점적으로 논의하였다. Rb-Sr 연대측정 자료에 근거하면(진명식 외, 1992, 1993; 신인현 외, 1997; Lee, 1991), 옥천대의 화강암은 백악기 초기에서 중기(120~85 Ma)에 그리고 영동-광주분지의 것은 후기 백악기(76~67 Ma)에 관입한 것으로 알려져 있다. 또한 경상분지의 화강암은 대부분 백악기 말에서 제3기초에 관입하였으며 분지의 동측(85~50 Ma)에 비해 서측에서 보다 오래된 연령(106~100 Ma)을 보이는 것으로 보고되었다. 일본열도는 신생대 마이오세의 동해 확장 이전에는 유라시아 대륙과 연결되어 있었으며(Otofugi et al., 1985), 일본열도의 중앙구조선(Median Tectonic Line) 이북의 서남내대(Inner Zone)와 한반도 경상분지에는 I-형(Chappell and White, 1974)으로 칼크-알칼리 계열의 화강암류가 분포하는 것으로 알려져 있다(김상욱, 1986; 이상만 외, 1987; 정창식 외, 1998; Jin, 1985a; Nakajima, 1996).

(3) 화강암류의 야외 산상 및 암석 기재

세 구조구역의 화강암류는 암석기재적 관점에서 서로 간에 약간의 차이가 인지된다. 각 지역의 주요 암상을 출현 빈도에 따라 나열하면, 옥천분지에는 알칼리장석화강암, 섬장화강암(syenogranite), 몬조

화강암과 화강섬록암, 영동-광주분지에는 몬조화강암과 섬장화강암 그리고 경상분지에는 몬조화강암, 섬장화강암, 화강섬록암과 알칼리장석화강암이다(Jwa, 2002).

경상분지에 분포하는 화강암은 둥근형태의 산점상 심성암체로 천소 관입(마이아롤리틱 정동, 세립질의 미문상조직, 각섬석 지압계)을 하였으며, 각 암체의 지열역사 해석을 통해 관입 후 빠른 냉각을 겪었던 것으로 보고되었다(Shin and Nishimura, 1993; Lee et al., 1995). 둥근 저반 또는 작은 암주상이 보편적이며, 수직절리가 잘 나타나고, 암상은 반려암-섬록암-석영섬록암-토날라이트-화강섬록암-화강암-알칼리장석화강암의 집합체이다(이종혁 외, 2002). 또한 현무암-안산암-데사이트-유문암의 화산암 집합체와 밀접하게 관련되어 산출된다. 화강암의 조직은 큰 저반에서는 대체로 등립질이며 중립질에서 조립의 입자크기를 보이고, 암주상에서는 내부를 향해 세립에서 점진적으로 중립으로 변화된다. 미문상조직과 마이아롤리틱 정동이 알칼리장석 화강암의 작은 암주상 암체에서 발달하는 것이 일반적이며 엽리는 발달하지 않는다. 광물조합은 석영, 퍼사이트, 사장석, 흑운모, 각섬석이 주 구성광물로 산출되며, 저콘, 인회석, 갈렴석, 자철석, 스펜, 황화광물이 부 구성광물로 수반되며, 간혹 단사휘석과 사방휘석이 산출되기도 한다.

경상분지 외곽의 화강암류가 갖는 암석기재적 차이점을 살펴보면, 상대적으로 고기의 화강암은 판상절리를 가지는 둥근 저반상으로 산출되나, 그 외 화강암은 대부분 암주상의 암체로 산출된다. 암상은 화강섬록암보다 미문상화강암과 알칼리장석화강암이 우세하며, 화산암체는 잘 수반되지 않는다. 입자크기를 살펴보면, 우백질화강암과 미문상화강암에서 세립에서 중립질의 조직을 가진다(이종혁 외, 2002).

백악기 화강암은 암체에 따라 특징적으로 미문상조직이 발달하는데, 이 조직의 성인과 관련하여 Lee (1997)는 감압동안 냉각율의 정도가 미문상조직의 형성을 좌우하는 것으로 보고하였다. 지각 천처에 관입한 물에 포화된 마그마가 중간정도의 냉각율에서 미문상 조직의 석영이 형성되며, 특히 단층 또는 열극의 발달이 감압에 따른 휘발성 성분의 제거에 중요한 역할을 할 것으로 보았다. 좌용주(1997)는 남해지역 미문상화강암의 경우 물에 포화되고 K-성분이 풍부한 마그마가 감압에 의해 과냉각되는 조건하에서 고결되었으며, 과냉각 조건을 충족시키는 요인으로 정치심도보다는 구조적인 요인(단층, 파쇄대 등)에 의한 마그마 관입 · 냉각속도에 더 의존하는 것으로 보았다.

경상분지에 분포하는 백악기 화강암과 같은 천처관입의 칼크-알칼리계열 화강암들은 특히 반상화강암에서 엔클레이브(enclave; 포유암)로 알려진 모암과는 다른 암석들이 다량 포함되는 것으로 알려져 있다(김종선, 2001). 화강암체 내에 산출되는 다양한 종류의 포유암은 여러 연구자들에 의해 연구되었다(Chappell et al., 1987; Chen et al., 1989; Dodge and Kistler, 1990; Barbarin and Didier, 1991; Didier and Barbarin, 1991; Elburg, 1996; Mass et al., 1997). 경상분지 화강암류 내에 산출되는 대부분의 포유암은 짙은 회녹색-흑회색으로 세립질이며 대체로 타원형 (ellipsoid)이 우세한데, 이는 소위 염기성 미립 포유암(mafic microgranular enclave, 이하 MME)에 해당된다(김종선 외, 1998, 2000; 김춘식 외, 1999; 김종선과 이준동, 2000). 칼크-알칼리계열의 화강암체 내의 이러한 MME는 세계 여러 지역에서 조성적으로 대비되는 두 마그마의 혼합의 결과로 해석되고 있다(Didier, 1973; Didier and Barbarin, 1991; Bateman, 1995; Wiebe, 1996; Bonin, 2004; Janoušk et al., 2004; Wiebe et al., 2004; Barbarin, 2005; Kerim, 2006). 우리나라 백악기-제3기초 화강암에 산출되는 MME도 마그마 혼합의 결과물로 해석된다(김종선 외, 1998, 2000, 2004; 진미정 외 2000, 2002; 좌용주와 김건기, 2000; 김종선과 이준동, 2000; 김건기, 2006; Kim et al., 2002; Hwang et al., 2011). 이들 MME의 암석기재적 특징을 살펴보면, 첫째 모암보다 어두운 색을 가지며, 타원형의 외형이 우세하다. 둘째, 화강암류 내에 전반적으로 분포하며, 셋째, 화강암류 주변에 이들 MME의 모암으로 추정되는 암체가 발견되지 않는다. 넷째, 모암인 화강암류에서 유입된 것으로 추정되는 반정을 제외하면 반정을 가지지 않는 세립의

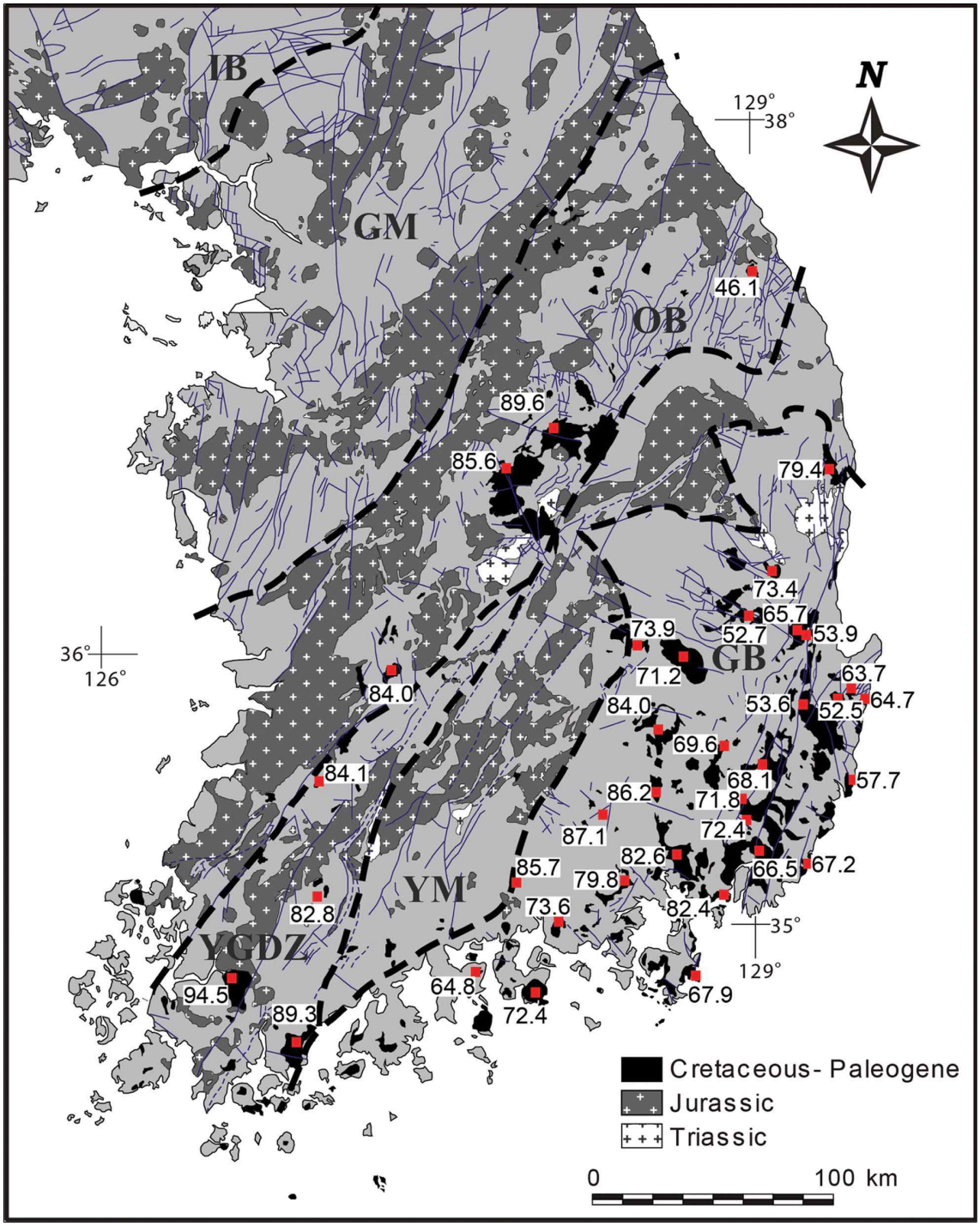


그림 3-2. Distribution of the Phanerozoic granites (modified from Jin, 2002) and summary of the zircon ages (data from Park, T.H. et al., 2005; Hwang et al., 2008, 2011; Yun et al., 2011; Zhang et al., 2012; unpublished data) of the Cretaceous to early Tertiary granitic rocks in south Korea. IB: Imjingang Basin, GM: Gyeonggi Massif, YM: Yeongnam Massif, GB: Gyeongsang Basin, YGDZ: Yeongdong-Gwangju Depression Zone.

등립질조직을 보인다. 다섯째, 모암과의 접촉부에서 접촉변성작용 흔적이 관찰되지 않는다. 마지막으로 화성 기원을 지시하는 조직과 과냉각에 의해 형성된 광물들이 관찰된다. 그 외에도 사장석의 진동누대, 세립의 사장석과 유색광물을 포유결정으로 가지는 포이킬리틱(poikilitic) 석영과 알칼리장석(김

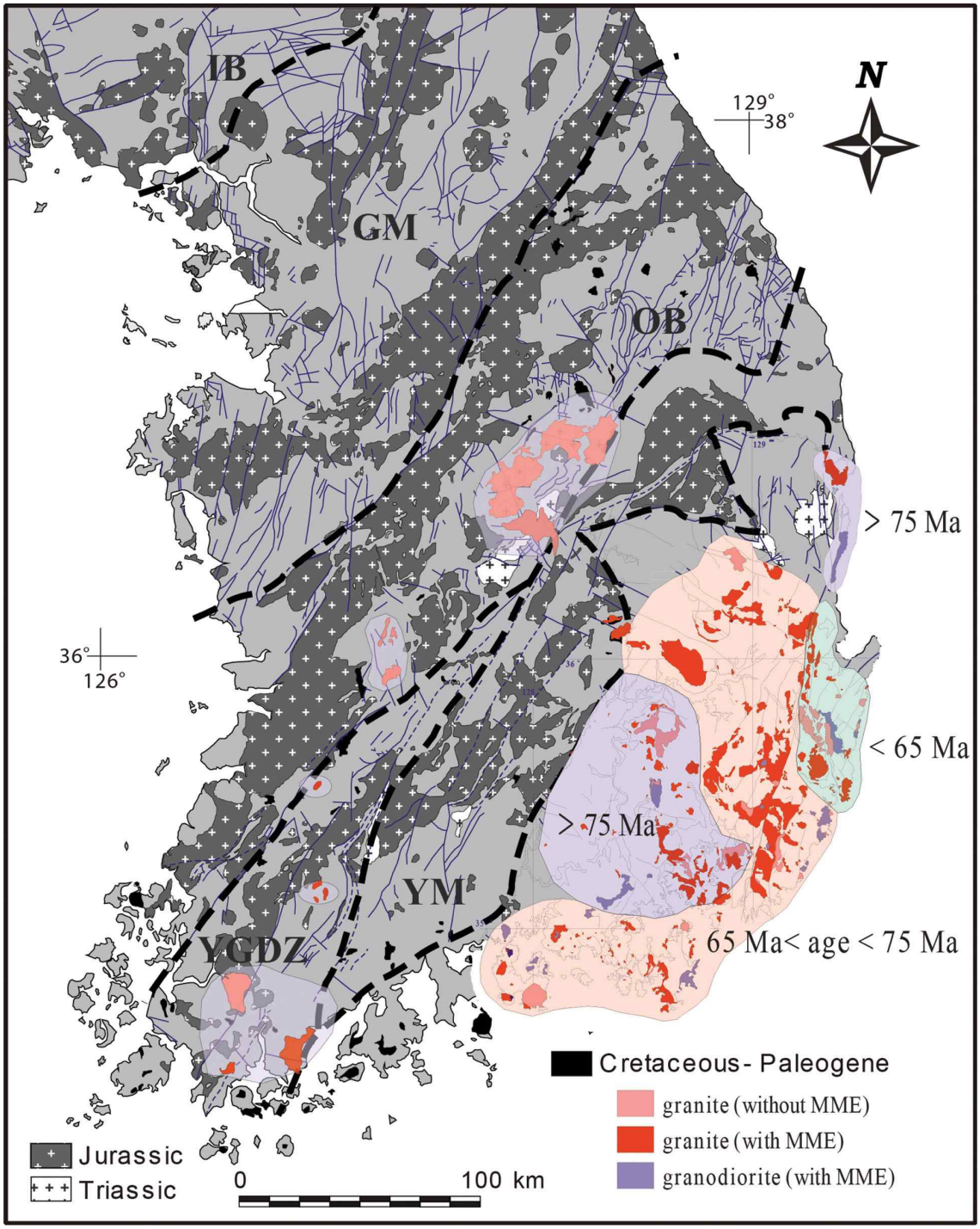


그림 3-3. Distribution of the Phanerozoic granites(modified form in, 2002) and age map based on the zircon ages for the Cretaceous to early Tertiary granites with or without MMEs in South Korea. Abbreviations are the same as those in Fig.3-2.

종선 외, 1998), 라파키비(rapakivi)장석(진미정 외, 2002), 혼성대의 화강암 포유암(Kim et al., 2002), 망토조직(mantling texture)(김건기 외, 2005) 등이 관찰된다.

경상분지 내 화강암류를 암석기재학적 특징을 근거로 분류한 연구 중 주목할 만한 것으로, 황병훈 외(2004)는 야외산상, 관입관계, 광물함량, 조직, MME/염기성 집합체(mafic clot)의 함유 정도에 따라 그룹 I(화강섬록암, 포유암 함량이 많은 반상화강암, 포유암함량이 적은 반상화강암), 그룹 II(등립질-

흑운모 화강암과 미문상화강암) 그리고 그룹 III(남산과 기계의 A-형 화강암)으로 화강암을 분류하였다. 그룹 I과 II 는 야외에서 MME의 포함 유무로 구분이 용이한데(김종선과 이준동, 2000), 이는 경상분지 내 백악기 화강암은 매픽 마그마의 영향을 받은 화강암체와 그렇지 않은 것으로 구분될 수 있음을 의미한다.

(4) 관입 시기

김종선 외 3(2012)는 백악기~제3기초의 화강암류에 대한 기존 연령이 연구자에 따른 차이로 논란의 대상이 되고 있어 최근에 보고된 U-Pb 저콘 연대(황병훈 외, 2008; 윤성효 외, 2011; Park et al., 2005; Hwang et al., 2011; Zhang et al., 2012; unpublished data)를 이용하여 화강암류의 시공간적인 분포를 재 고찰 하였다(**그림 3-2**). 경상분지에 분포하는 백악기-제3기초의 화강암류에는 고화과정 중 맨틀에서 유래한 염기성 마그마의 주입에 의한 마그마 혼합으로 다양한 형태와 크기의 MME들이 분포하는데, 화강암의 연령자료와 함께 이들의 분포 유무를 종합하여 함께 도시하면 **그림 3-3**과 같다. 마그마 혼합이 인정되는 MME를 포함하는 화강암들은 전체 화강암류의 약 81%에 해당한다. 그리고 이들은 시공간적으로 일정한 시기에 일정한 영역에 주로 분포하는 양상을 보인다. 대체적으로 약 75 Ma보다 오래된 화강암은 경상분지 밖의 화강암과 경상분지의 서측에 주로 분포하고, 65-75 Ma 경의 화강암은 양산단층 부근과 남해안 일원에, 65 Ma 보다 젊은 화강암은 양산단층의 동편 해안가에 주로 분포한다. 또한 각 시기에 마그마 혼합이 인정되는 화강암과 그렇지 않은 화강암이 공간적으로 함께 분포하는 양상을 보인다.

(5) 다중 슬랩 윈도우(mutiple slab window) 모델

화강암 또는 심성암은 지각 하부의 열적 구조를 보여주는 창이다. 따라서 화강암의 시공간적 분포는 지각 하부에서 일어나는 시공간적 열적 변화를 해석하는데 있어 중요한 증거를 제공할 것이다. 앞서 논의한 바와 같이 한반도 남부의 백악기에서 제3기초 화강암 내에 포함된 포유암의 암석기재학적 그리고 지화학적 연구를 통해 당시에 염기성 마그마와 화강암질 마그마 사이의 마그마 혼합/불균질혼합 사건이 발생하였음이 밝혀져 있다. 일본 남서부의 료케-산요(Ryoke-San'o) 마그마대에도 염기성과 산성의 마그마가 혼합 또는 불균질 혼합이 서로 일어나 많은 염기성 포유암이 화강암체 내에서 관찰된다(Yoshikura and Yamamoto, 1995). 한편 화강암질 마그마로 염기성 마그마가 주입되어 발생하는 다양한 마그마 혼합의 양상은 상부 맨틀로부터 지각에 직접적인 물질의 주입을 지시하므로, 해령섭입에 따른 섭입판의열개(slab window) 현상을 반영할 가능성 높다(Thorkelson, 1996; Osozawa, 1997; Kinoshita, 1999, 2002; Madsen et al., 2006; McCrory and Wilson, 2009). 또한 슬랩 윈도우의 대륙 연변부 상부에는 고-Mg 안산암과 데사이트(아닥카이트)가 분출하는데(Kay et al. 1993; Thorkelson and Breitsprecher, 2005; Guo et al., 2007; Imaoka et al., 2011), 한반도에서도 백악기말의 아닥카이트[2]질 심성암체가 보고되고 있다(위수민 외, 2006, 2007; 박영록 2009; 위수민과 박재용, 2009).

---

2) 아닥카이트 아닥카이트(adakite)는 해양지각현무암의 섭입 슬랩이 용융되어 형성된 화산암 혹은 관입 화성암의 암석학적 명칭이다. 아닥카이드의 이름은 알류산 도호에 있는 아닥 섬에서 유래되었다. 아닥카이트는 특히 화학적으로 Sr/Y, La/Yb가 높고 Y와 Yb가 낮은 유형의 암석이다. 아닥카이트를 만든 과정에는 논란이 있는데, 저 마그네슘 아닥카이트는 섭입 현무암의 순수한 부분 용융으로 만들어지고, 반면 고 마그네슘 아닥카이트, 혹은 고마그네슘 안산암은 용융체가 위에 놓인 맨틀 쐐기의 감람암(peridotite)과 혼염된 것으로 알려져 있다.
아닥카이트는 주성분, 희유원소 성분이 사누키토이드(sanukitoid)와 유사하다. 두 암체는 석류석-휘석(에클로자이트) 혹은 석류석-각섬석 조합으로 변성된 고철질 화성암 프로토리쓰의 용융에 의해 형성되었다. 확장 중심(spreading center) 근처에 남은 젊은 해양 지각의 섭입이 이것이 용융되는 가장 흔한 환경인데, 여기서 뜨거운 해양지각이 섭입되고 변성될 때 용융점 근처에서 보다 높은 온도 환경이 생기면 용융이 이루어진다. 이들 용융체는 초기에는 낮은 용융율 때문에 용융체 내 실리카 함량비가 높고, 용융이 진행될수록 실리카 비율이 감소한다. 에클로자이트 혹은 석류석-각섬석 슬랩으로 부터 유래된 용융체는 Sr이 매우 부화하고(잔류체에는 사장석이

김종선 외 3(2012)는 이상에서 제시한 백악기 화강암의 연령 분포와 마그마 혼합의 유무 등의 특징을 근거하고 섭입판의 열개 즉, 슬랩 윈도우 개념을 도입하여 한반도 남부의 화강암질 마그마의 정치과정을 설명하는 하나의 지구조 모델을 제시하였다. 이를 위하여 먼저 백악기의 한반도 주변의 고지리에 대한 자료가 필요하였으며, 그들은 이를 위해 퇴적암의 암상, 포함된 역의 암석학적·연대학적 특징, 화석, 지화학적 특징 등에 근거한 기원지 분석과 고자기학적 자료를 통하여 재구성한 중생대 고지리에 대한 두 결과(Lee, 2008; Chough and Sohn, 2010)를 참고하였다. Lee (2008)와 Chough and Sohn (2010)에 의해 제안된 두 모델의 큰 차이는 일본의 고위도와 고해구의 방향이다. 테토리(Tetori)분지에 대한 고자기 연구에 따르면(Hirookaet al. 2002), 일본열도의 고위도는 쥬라기말까지 24° N 부근에 위치하다 백악기 동안 약 1,800 km 이동하여 위도 40oN까지 북상한 것으로 알려져 있다. 이는 일본열도가 백악기 동안 한반도에 비해 상대적으로 빠르게 북상하였음을 지시한다(Lee and Kim, 2005; Park, Y,H. et al., 2005). 따라서 후기 백악기 초인 85Ma 경에는 Lee(2008)가 제안한 바와 같이 일본열도가 한반도에 비해 보다 남쪽의 저위도에 위 치하였을 가능성이 높다(**그림 3-4**).

고해구의 방향과 관련하여 Lee(2008)는 Zhao et el.(1999)의 논문을 인용하여 고제3기에 한반도와 일본이 23° 시계방향 회전하고, 동해의 확장(Otofuji, 1996; Uno, 2002)에 의해 일본열도가 차별적으로 시계방향으로 보다 회전하여 일본열도가 현재 약 N75° E 방향으로 놓여 있는 것으로 해석하였다. 때문에 Lee(2008)는 고지리도에서 이를 복원하여 고해구의 방향을 약 N12° E 방향으로 도시하였다. Lee(2008)의 고지리도의 근거가 된 Zhao et al.(1999)의 연구에 따르면, 경상분지는 유라시아에 비해 상대적으로 최대 29.9 ± 9.9° 시계방향으로 회전되었으며, Park Y.H. et al.(2005)도 이와 유사하게 경상분지가 유라시아에 비해 21.1±5.5° 시계방향으로 회전하였음을 주장한 바 있다. 그러나 Lee et al.(1987), 김인수 외(1993a, b) 그리고 강희철과 김인수(2000)는 경상분지 퇴적층의 잔류자기가 유라시아에 비해 약 10° 내외로 시계방향으로 회전되어 있지만, 오차범위를 고려하면 실제적인 회전의 의미는 없음을 주장한 바 있다. 또한 Zhao et al.(1999)과 Park Y.H. et al.(2005)의 결과는 화강암 관입 이전의 경상누층군에서 얻어진 것으로 실제 경상분지 화강암에서 얻어진 잔류자기에서는 시계방향 회전 현상이 인지되지 않음이 보고되어 있다(강희철 외, 1996). 더욱이 한반도와 일본열도가 백악기에서 고제3기 동안 같이 회전되었다면, 고지리 복원에서 이를 보정하기 위해 일본열도만 반시계방향으로 회전하는 것은 논리적이지 못하며 정확한 고지리 복원을 위해서는 한반도도 반시계방향으로 회전시켜야 할 것이다. 따라서 Chough and Sohn(2010)에서 제시된 바와 유사하게 고지리 복원을 위해 동해확장 동안 발생한 차별적인 일본열도 회전만 고려하는 것이 타당하며, 때문에 약 N35° E 방향으로 해구가 놓여 있었던 것으로 판단하였다(**그림 3-4**).

90-80 Ma 경에 유라시아 대륙의 동쪽 연변부에는 이자나기-태평양 해령(Izanagi-Pacific ridge)이 북북동-남남서 방향의 해구에 도달하여 섭입된 것으로 알려져 있다(Uyeda and Miyashiro, 1974; Hilde et al., 1977; Engebretson et al., 1985; Maruyama et al., 1997; Kinoshita, 2002; Chough and Sohn, 2010; Hwang et al., 2011). 당시의 해구와 해령은 Kinoshita(2002)의 연구결과에 따라 약 52° 의 각도로 서로 사교한 것으로 가정하였다(**그림 3-4**). Kinoshita(2002)는 일본열도에 분포하는 백악기 화강암 연령의 통계학적 자료를 근거로 동시기 화강암 분포지의 중심 방향으로 해령이 놓이는 것으로 가정하고

없다) HREE와 Y가 결핍되어(잔류체에 상당한 석류석이 있다) 있다. 그래서 높은 Sr, 낮은 Y, 높은 LREE/HREE 비가 특징적이다.

아닥카이트와 사누키토이드가 틀린점은 사누키토이드는 상부로 관입할 때 섭입대의 맨틀 웻지로부터 유래된 용융체와 동화되어 Mg, Ni, Cr 함량이 증가한다. 어떤 아닥카이트는 도호의 두꺼운 지각 뿌리가 용융되어 만들어지기도 한다. 여기서는 맨틀 웻지 성분으로 동화되지 않기 때문에 사누키토이드는 만들어지지 않는다.

아닥카이트와 사누키토이드는 또한 보니나이트라 불리는 고-마그네슘 안산암과는 다른 것이다. 보니나이트는 주성분 함량은 아닥카이트, 사누키토이드와 비슷하나, 상대적으로 높은 실리카 함량에도 불구하고 불호정성 희유원소 (예; LREE)가 매우 결핍되어 있다.

후기 백악기 동안 해구와 해령이 약 52° 각도로 사교하는 것으로 설계 하였다. 한편 일본의 고자기 자료들에 의하면, 히다(Hida) 지괴는 쥬라기-백악기 동안 약 40° N에 위치하였으며(Hirooka et al., 1983), 후기 백악기의 좌수향 운동에 의해 미노(Mino) 지괴와 병치된 것으로 알려져 있어(Tsukada, 2003; Lee, 2008), 김종선 외 3(2012)는 이를 참고하여 고지리를 복원하였다(**그림 Ⅰ-7**).

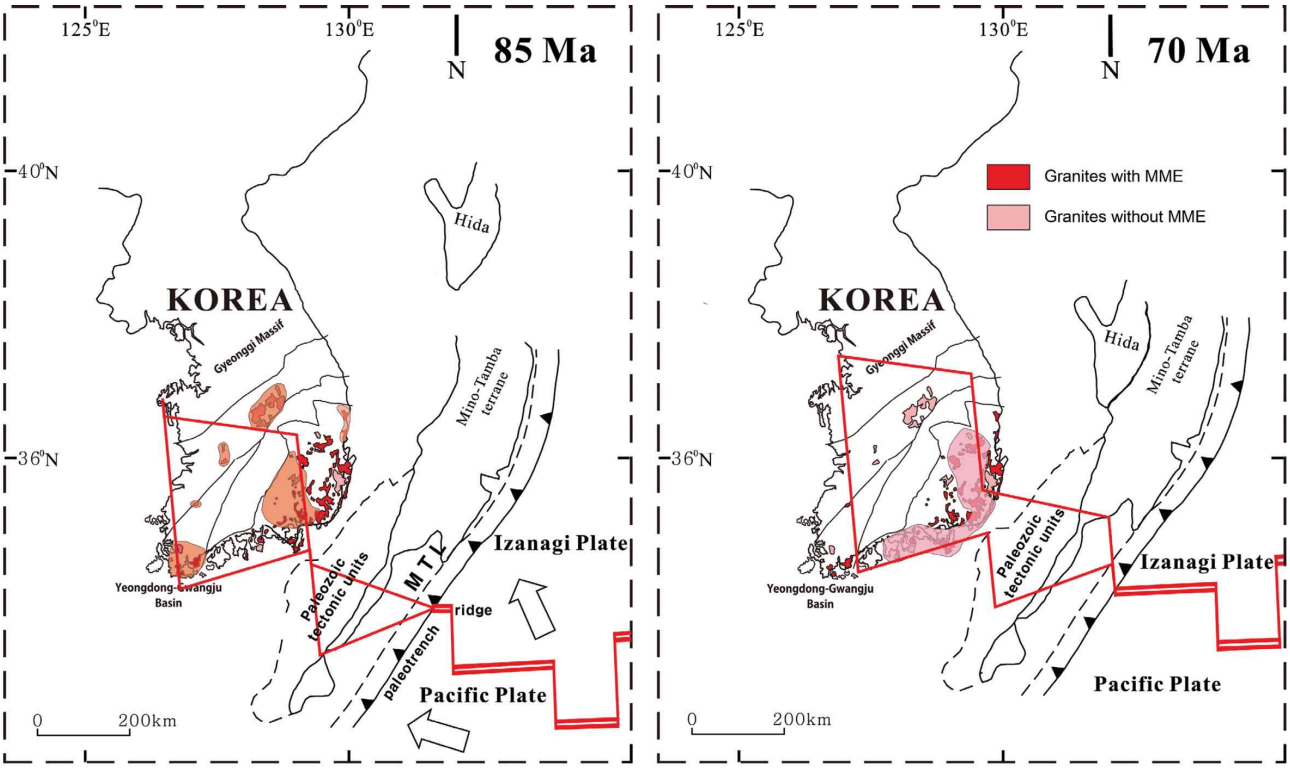


그림 3-4. Possible tectonic rearrangement and multiple slab window model explaining the magmatism both in Korea and in the inner zone of southwest Japan during the Late Cretaceous. The direction of the Median Tectonic Line(MTL) is restored to be N35°E (modified from Thorkelson, 1996; Kinoshita, 2002; Lee, 2008). Around 90-85 Ma, the Izanagi-Pacific ridge reached and subducted beneath the NNE-trending trench and multiple slab window began to affect the Korean peninsula in the eastern margin of the Eurasian continent. At about 70 Ma, the slab window reached near the Yangsan fault in the Gyeongsang Basin and occupied around the southern part of the Korean peninsula. As a result, the extensive intrusion of acidic magma and magma mixing due to the injection of mafic magma occurred there.

Kinoshita(2002)는 K-Ar 흑운모 연령에 근거하여 (실제 정치시기와는 약 10 Ma의 차이), 일본의 백악기 화강암의 정치시기(Kinoshita, 1995, 1999)가 남서일본에서 북동으로 그리고 외대(Outer zone)에서 내대로 젊어지는 체계적인 시공간적 변화가 있음을 보고하고, 이러한 원인을 슬랩 윈도우 모델로 설명하였다. 그러나 한반도의 경우에는 대체적으로 북서에서 남동 또는 동쪽으로 연령이 감소하는 양상을 보인다(**그림 3-3**). 특히 영동-광주분지와 옥천분지 중앙부 그리고 경상분지의 서부에서 유사한 연령의 화강암이 분포하고 있다. 때문에 일본열도와 한반도의 화강암 정치시기 분포를 함께 설명하는 모델이 현재까지 제시되어 있지 못하다. 김종선 외 3(2012)는 이들 두 지역의 화강암류의 연령 분포의 원인을 동시에 설명하기 위해 다중창(multiple window) 모델(Thorkelson, 1996)을 제안하였다(**그림 3-4**). 그들은 이 모델이 Kinoshita (2002)에 의해 제시된 일본의 백악기 화강암뿐만 아니라 한반도 남부의 백악기-제3기초

화강암의 연령이 남동 또는 동쪽으로 감소하는 이유를 효과적으로 설명할 수 있을 것으로 판단하였다.

슬랩 윈도우의 열개(opening)로 인해 상승하는 맨틀로부터 대류열의 공급, 맨틀유동, 맨틀웨지(wedge)의 가열, 슬랩 맨틀의 상-하부 사이의 혼합, 젊고 뜨거운 슬랩 연변부에서의 탈수용융 등의 작용으로 인해, 윈도우의 상부에는 화강암과 아닥카이트, 마그마 혼합과 같은 에피소딕(episodic)한 마그마의 이동과 관입이 기대된다(Kinoshita, 2002; Thorkelson and Breitsprecher, 2005). 또한 맨틀에서 유래한 염기성 마그마의 유입에 의한 마그마 혼합 양상이 시공간적으로 변화를 보이는 것도 이 모델을 통해 설명될 수 있다.

그림 3-2과 3에 나타나는 바와 같이 경상분지에는 마그마 혼합의 증거가 관찰되지 않는 흑운모(등립질)화강암 또는 미문상화강암(황병훈 외(2004)의 그룹 II)이 80, 70 그리고 60 Ma 전후로 약 10 Ma를 간격으로 분포하고 있다. 만약 단순히 한 번의 지속적인 해령 섭입이 백악기 동안 있었고, 이를 통해 마그마 혼합이 일어났다면 주기적으로 반복되는 이와 같은 분포를 설명하기 어렵다. 그러나 이번 연구에서 제시하는 다중창 모델은 윈도우가 도달하기 이전의 화강암질 마그마의 관입, 윈도우가 도달하면서 아닥카이트의 형성과 매픽 마그마의 주입 그리고 다시 윈도우가 지나간 다음의 산성 마그마의 관입으로 창의 모양에 따라 각 시기별로 마그마 혼합과 마그마 혼합이 일어나지 암체의 분포를 설명할 수 있다. 한편, 한국지질자원연구원의 물리탐사(구성본 외, 1997) 자료에는 경상분지 내에 사다리꼴의 이상대가 나타남이 보고되어 있다. 이 물리탐사에서 나타나는 이상대는 김종선 외 3(2012)의 연구에서 제안하는 슬랩 윈도우의 분포 및 모양과 흡사함이 흥미롭다.

최근에 발표된 Chough and Sohn(2010)의 연구는 경상분지의 발달과 관련된 새로운 지구조적 시각을 제공하고 있다. 이 연구에서는 경상분지가 대규모 단층운동에 의해 만들어진 구조분지가 아니라, 백악기 동안 동아시아 섭입대에서 유라시아 판과 섭입하는 해양판이 강하게 결합(coupling)되지 못해 인장 혹은 횡인장(좌수향)의 지구조 응력장이 작동하여 만들어진 화산호(volcanic arc)와 그 배후에 발달하는 배호 분지(backarc basin)로 구성된 하나의 배호-화산호 시스템으로 해석하고 있다. 백악기 동안 경상분지는 수렴경계의 지구조 환경에도 불구하고 진화과정 동안 지속적으로 인장/횡인장성 상태에 놓여 있었다. 이는 분지충전물 내에 빈번한 화산암의 협재, 곳곳의 화산 함몰구조와 칼데라의 발달, 퇴적동시기 습곡이나 역단층 운동이 거의 관찰되지 않는다는 점에서 지지된다(Chough and Sohn, 2010). 그러나 이러한 경상분지의 특징은 슬랩 윈도우 모델 하에서도 설명이 어느 정도 가능하다. 즉, 해양지각의 섭입과 관련한 압축응력 하에서도 슬랩 윈도우 열개는 지하내부로 부터의 열원에 의해 지역적으로 확장환경을 유도할 수 있으며, 경상분지와 같이 시공간적으로 빈번하게 발생한 화산활동과 광범위한 산성 마그마의 관입을 발생시킬 수 있다. 그러나 제시된 모델은 대부분 경상분지 내 화강암에 대한 자료들에 의존하고 있어 보다 자세한 모델 수립을 위해서는 경기육괴와 영남육괴를 포함하는 우리나라 전역에 분포하는 백악기-제3기초 화강암의 상세한 추가적인 연대측정 자료와 더불어 마그마 혼합과 고-Mg 화성암의 존재와 같은 다양하고 보다 상세한 암석기재와 지화학적 연구가 필요할 것으로 보인다.

4. 경남 고성군 하이면 우항리 일대 공룡 화석지 지질 탐사

4-1. 지질 및 지질구조

본 탐사 지역은 행정구역상으로 경상남도 고성군 하이면 일대에 위치하고 있다. 고성군의 남서부에 위치한 하이면은 하일면, 상리면, 그리고 사천시와 행정경계를 접하고 있으며, 중앙의 해발 325m 고지를 중심으로 북동쪽에서 남서쪽으로 그 경사가 완만해지면서 해안선과 만난다. 탐사 지역은 백악기 경상누층군에 해당하는 퇴적암 중 하양층군의 진동층이 가장 광범위하게 분포하고 있으며, 진동층 상부는 유천층군의 암상에 의해 부정합으로 덮여있다(**그림 4-1**). 안산암 및 안산암질 집괴암은 하이면 사곡리 일대를 중심으로 상대적으로 높은 지형을 형성하면서 분포하고 있다. 탐사 지역의 동단부의 월흥리 일대에는 백악기 불국사 화강암류에 속하는 화강섬록암이 분포하며 상기 퇴적암과 화산암류를 관입하면서 높은 지형을 형성한다. 한편, 탐사 지역의 안산암질 암에는 10~40cm 폭의 관입 암맥이 곳곳에 나타나며 덕명리 남쪽 반다와 덕명리 동남부 해안에는 2~3m 두께의 관입 암상이 나타난다. 이들 기반암을 부정합으로 덮고 있는 제4기층은 골짜기와 해안 계곡에 좁게 분포한다(지정만 외, 1993; 임성규, 1990).

탐사 지역인 경남 고성군 덕명리 해안의 진동층은 이암, 실트스톤, 흑회색 계일, 사암, 역암, 이회암 등의 암질로 구성되어 있는데, 대부분 판상의 얇은 층으로 발달하고 있으며 연흔구조, 건열구조, 우상(Flaser)~렌즈상(lenticular) 층리 등의 퇴적구조들이 함께 발달하고 있다. 기존 연구에 의하면 탐사 지역의 퇴적암상은 엽층-얇은 층으로 발달한 세립사암~실트스톤과 이암의 호층, 판상~사엽층리가 발달된 세립 사암~실트스톤, 거대연흔이 발달한 사암, 얇은 층으로 발달한 점이적인 사암과 이회질 실트스톤, 판상~사엽층리가 발달한 이암의 호층, 파형 엽층리가 발달한 세립 사암~실트스톤 등의 11개 퇴적상으로 분류하였다(김현주와 백인성, 2001). 이러한 퇴적상의 특징은 진동층의 퇴적환경이 호수주변부~천호환경이었음을 지시해주며, 특히 호수주변부의 이질평원 환경이 광범위하고 지속적으로 발달한 것으로 해석되었다. 또한 1cm 내외의 연흔과 지층 노출에 의한 건열이 이질평원퇴적층 내에서 반복되는 양상은 당시 기후가 건기 및 우기가 교호하는 계절성 기후였음을 지시해준다.

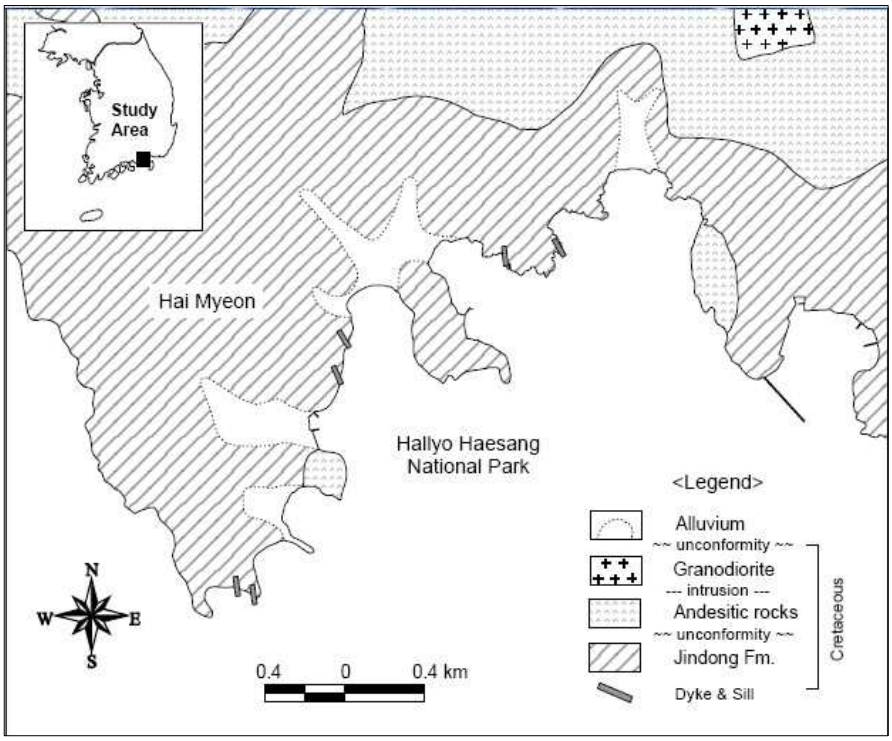


그림 4-1. 고성군 하이면 해안 일대의 지질도(Lim, 1999)

4-2. 고성 공룡 발자국 통계

(1) 발자국의 분포

그림 4-2. 고성지역 전체 공룡발자국 분포

고성에서 발견된 공룡발자국은 대부분이 조각류로, 전체 발자국의 약 59%를 차지한다. 수각류의 발자국은 5% 정도의 낮은 수치를 나타내고 있다. 그러나 일반 생태계에서 육식동물이 차지하는 비율을 생각해 볼 때, 수각류의 발자국 수가 적은 것은 정상적인 것으로 보아야 한다. 거대한 크기를 자랑하는 용각류의 발자국도 많은 수가 관찰된다. 세계 최초로 화성암에 찍혀 있는 공룡 발자국 화석에도 용각류의 발자국이 발견된다.

한편, 새 발자국이 발견된 수는 많지 않으나, 18개의 발자국은 이제까지 전 세계적으로 발견된 중생대 새 발자국의 수보다 많다고 볼 수 있다. 따라서 그 수와 상관없이 많은 학술적인 의미를 지니는 발자국 화석이다.

(2) 발자국의 크기

그림 4-3. 발자국의 방향성

공룡발자국의 크기는 그 발자국의 <길이~폭>을 한 쌍으로 하여 크기로 표시한다. 고성군에 발견되는 공룡발자국의 크기는 매우 다양하다. 발자국의 길이는 9cm~100cm , 발자국의 너비는 8cm~75cm 로 다양한 크기의 발자국이 발견된다. 그러나 10cm~45cm 크기의 발자국들이 90%를 차지한다. 이 크기의 발자국이 대체로 조각류이며, 이 조각류의 발자국이 가장 많이 발견되기 때문이다.

이족보행의 경우 25cm~40cm의 것이 가장 많아 전체의 80%를 차지하며 작은 것은 20cm에서부터 큰 것은 70cm까지 다양하다. 사족보행은 대부분 20cm~40cm 것이 많으며 70cm~90cm 것도 흔히 발견된다. 특히 9cm의 매우 작은 발자국과 120cm의 발자국이 함께 발견되는 것을 통해 다양한 연령의 용각류가 이 지역에 함께 서식하였다는 것을 알 수 있다.

(3) 발자국의 방향성

고성군 전체의 공룡발자국을 조사해 보면 고성군에서 남서쪽으로 많은 발자국이 발견되고 있다. 그 외의 북동방향과 남동방향, 북쪽방향의 발자국은 상대적으로 드물다. 이것은 당시 호숫가가 남서쪽으로 발달했다는 것을 암시한다. 이 분포상황은 발자국의 큰 종류별로 나누어 분석하면 몇 가지 특이한 부분을 발견할 수 있다.

전체적으로 남서쪽으로 향한 발자국은 대부분 조각류의 발자국이다. 조각류의 발자국을 보면 같은 방향으로 걸어간 흔적이 여러 개가 동시에 발견된다. 적게는 3~4개, 많게는 10개의 그룹의 움직임이 관찰된다. 이로써 조각류 공룡들이 당시에 떼지어 이동했다는 것을 알 수 있으며, 이는 고성의 조각류 공룡들이 군집생활을 했다는 것을 보여준다.

반면에 용각류 발자국은 전체적인 남서쪽 방향과는 다르게 나타난다. 용각류의 발자국은 주로 남동방향과 북동, 그리고 남서방향으로 발달해 있다. 이들의 수는 조각류에 비해 적고 또한 일반적으로 조각류와 함께 나타나지 않는 것으로 알려져 있다. 따라서 용각류의 이동 습성은 조각류와는 다소 달랐던 것으로 추정된다.

표 4-1. 고성군 일대 읍면별 발자국 통계

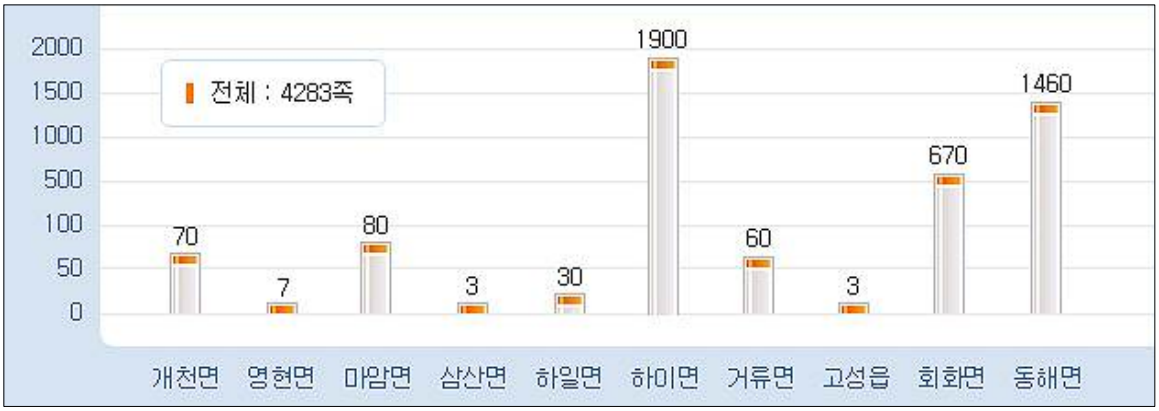


표 4-2. 고성군 읍면별 보행렬 통계

하이면		**하일면**	
조각류	170	조각류	14
용각류	65	용각류	2
수각류	15	수각류	2
새	14	새	0
동해면		**마암면**	
조각류	39	조각류	3
용각류	29	용각류	1
수각류	4	수각류	0
새	4	새	0
회화면		**개천면**	
조각류	21	조각류	2
용각류	39	용각류	2
수각류	1	수각류	0
새	0	새	0
영현면		**합(보행열통계)**	
조각류	0	조각류	249
용각류	1	용각류	139
수각류	0	수각류	22
새	0	새	18

4-3. 고성군 일대 백악기 조각류 공룡 보행렬의 특성

이인호와 임성규(2007)은 고성군 하이면 일대에 광범위하게 분포하는 다양한 층준의 퇴적암에서 조사된 공룡의 보행렬 자료 중 가장 많이 분포하는 조각류 공룡의 보행렬에 대하여 발자국 형태에 따른 3가지 유형(B1, B2, B9)을 이용하여 그 산출 양상과 보행특성을 살펴보고 글 결과를 다음과 같이 보고하였다.

(1) 보행렬의 산출 양상

고성군 하이면 일대에 분포하는 2족 보행 공룡의 발자국 화석은 9가지 유형(B1~B9)으로 분류되며 B1, B2, B5, B6, B7, B9 형은 조각류, B3, B4, B8 형은 수각류에 해당한다(임성규, 1990). 이 중 조작류로 추정되는 보행렬 중 대부분을 차지하는 족형은 B1, B2 및 B9으로서 2족보행 공룡 발자국의 89.3%를 차지하고 있다. 고성 지역에서 발견되는 조각류 발자국에는 상기 2가지 유형 이 외에도 B5, B6, B7 형이 있지만, 전체 조각류의 2.5%에 미치지 못한다.

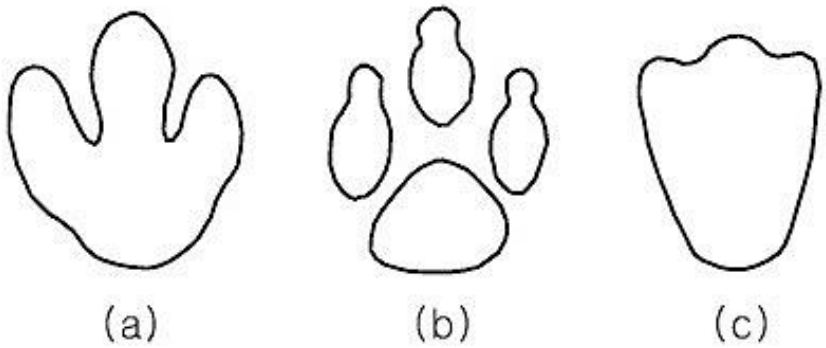


그림 4-4. 고성군 하이면 일대의 이족 보행 공룡의 발자국 특성 (a) B1 형, (b) B2형, (3) B9형

탐사 지역에서 가장 많이 산출되는 조각류 발자국 형태는 B1 형이며(**그림 4-4**), 전체 2족 보행의 57.6%, 족각류중 63.8%의 절대 다수를 차지한다. B1 형은 3개의 발가락과 둥근 뒤꿈치를 갖는 전형적인 조각류 발자국 형태를 보여주고 있으며 발자국의 중심선이 보행렬의 중심선에 대하여 바깥으로 벌어지는 모양(negative rotation)으로 놓이는 경우가 일반적이다(임성규, 1990). 발자국 길이(footprint length, FL)는 23~44cm, 발자국 폭(footprint width, FW)는 19~38cm의 분포를 보이며, 보행렬에서 2보거리(SL)는 99~224m, 보폭(P)은 52~115cm, 보행각(pace angulation, Pa)은 102° ~176° 으로서 다양한 분포를 보이고 있다.

B2 형은 본 탐사 지역에서 산출되는 조각류 보행렬 중 약 22.5%를 차지하며, 전체적으로 육각형의 형태를 보인다. 3개의 발가락이 포크 모양으로 평행하게 배치되며 두 번째 발가락의 끝부분이 비교적 무딘 편이다(**그림 4-4**). 발자국 길이(FL)는 25~41cm, 발자구 폭(FW) 22~38cm의 분포를 보이며, 보행렬에서 2보거리(SL)는 118~203cm, 보폭(P)은 55~102cm, 보행각(Pa)은 128° ~176° 의 다양한 분포를 보여주고 있다.

B9 형은 조각류 보행렬의 12.5%를 차지하며, 전체적인 모양은 역 사다리꼴 장방형이다. 발가락의 흔적이 거의 보이지 않으며, 외측과 내측은 발뒤굼치 부분으로 갈수록 곡선으로 수렴하는 모양을 보여준다(**그림 4-4**). 발자국 길이(FL)는 29~47cm, 발자국 폭(FW)는 23~35cm의 분포를 보이며, 보행렬에서 2보거리(SL)는 85~241cm, 보폭(P)은 56~133cm, 보행각(Pa)은 90° ~163° 의 분포를 보인다.

(2) 보행특성

이인호와 임성규(2007)는 탐사 지역의 각 보행렬의 주인공에 대한 골반의 높이(height at hip, H)를 예측하기 위하여 다양한 접근기준을 갖는 4가지 방법, Alexander(1976), Lockley et al.(1983), Thulborn과 Wade91984) 그리고 Thulborn(1990)이 각각 제시한 4 가지 공식을 이용하여 구한 다음 그 평균값을 사용하였다. 이는 골반의 높이(H)의 측정에 사용된 다양한 방법들이 공식 산출의 기준이 되는 주인공의 특성에 따라서 계산 결과의 차이를 보이므로, 그 오차를 최소로 줄이기 위한 것이다. 고성군 하이면 일대의 조각류 골반의 높이(h)의 계산 결과는 각각 108~236cm(B1 형), 118~220cm(B2 형), 15

4~253cm(B9 형)의 분포를 나타낸다.

공룡의 보행속도(V)의 계산은 전술한 골반의 높이(H)의 평균값을 기준으로 Alexander91976)의 공식[3]을 사용하여 구하였다. 탐사 지역 조각류의 보행속도(V)의 분포는 B1 형은 1.37~5.03km/h, B2 형은 1.91~5.07km/h, B9 형은 1.13~4.63km/s 이며, 각각의 평균 보행속도는 3.18km/h(B1 형), 3.51km/h(B2 형) 및 2.76km/h(B9)형으로서 B2 형이 상대적으로 빠른 보행속도를 보였던 것으로 판단된다.

상대 2보거리(relative stride length, SL/H)의 값은 골반의 높이(H)에 대한 2보거리(SL)의 비율을 의미하며, 보행렬 중인공의 속도를 계산하고 그 보행능력에 대한 평가 기준을 제공하는 지시자 역할을 한다. 동일한 상대2보거리를 공유하는 공룡들은 서로 다른 절대속도에도 불구하고 동일한 크기의 운동수행(locomotor performance) 능력을 갖는 것으로 간주된다(Thulborn, 1989). 탐사 지역 조각류의 상대 2보 거리(SL/H)는 각각 0.51~1.45(B1 형), 0.67~1.35(B2 형), 0.46~1.05(B9 형)의 분포를 보이므로 모든 조각류들은 대체로 천천히 걷는(walk) 수준의 보행을 했던 것으로 판단된다.

조각류의 골반의 높이(H)에 대한 상대 2보거리(SL/H) 값을 살펴보면 B1, B2 및 B9 형 모두 유사한 분산을 보이지만, B1 형 중 발자국 길이(FL)가 25cm 이하인 일부 소형 조각류들은 1.06~1.45의 높은 분포를 보이므로 상대적인 운동수행 능력이 우수했던 것으로 판단되며, 이는 고성지역의 수각류와 유사한 수준이다. 골반의 높이(H)와 상대 2보 거리(SL/H), 두 변수 간의 결정계수(r^2)는 0.125로서 상관관계가 매우 낮은 편이며 탐사 지역의 공룡의 보행력을 상기 두 변수간의 관계를 통해서 설명하는 것은 힘들다고 판단하였다.

한편, 기존 연구에서는 B1 형과 B2 형 보행렬의 주인공들이 백악기 진동층의 대다수 층준에서 유사한 방향으로 무리를 이루어 이동을 한 것으로 추정하였으며(임성규, 1990), 이는 B1과 B2 형 조각류의 보행특성과 관련된 상대 2보거리(SL/H)와 같은 변수 값들이 유사한 분산을 나타내는 이유 중 하나이다.

4-4. 고성군 일대의 수각류 공룡 발자국 형태

(1) 야외에서 얻을 수 있는 공룡 발자국 보행렬 측정 요소들

공룡 화석에 대한 기초적인 자료를 얻기 위해서는 연구 대상지역의 공룡 화석지에 대한 기초정보와 야외 답사를 통한 자료 수집이 중요시된다. 야외 답사 시에는 화석지의 일반지질조사를 기초로, 공룡 발자국에 대해 야외에서 얻을 수 있는 정보인 발자국 길이(FL), 발자국의 폭(FW), 발가락 길이(DL) 등이 측정되며, 보행렬(Trackway Width: TW), 발자국 사이의 각(Pace Angulation: PA), 공룡이 진행하여 나간 방향(Trackway Orientaion: TO)등이 측정되어진다. 일반적으로 발자국이 큰 경우에는 발자국의 주인공이 컸음을, 그리고 작은 경우에는 발자국의 주인공이 작았음을 의미하기 때문에 발자국 길이(FL)는 크기를 예측함에 있어서 매우 귀중한 기본 자료가 된다. 야외에서 발자국 화석 조사는 발자국 모양, 크기 등 발자국 자체에 대한 정보만을 제공해 주는데 그치기 때문에 공룡의 속도, 보행자세, 걸음걸이 및 주인 공룡해석 등의 연구는 야외에서의 정확한 보행렬 측정과 실내연구를 통하여 연구하게 된다. **그림 4-5**는 야외에서 보행렬을 이루고 있는 발자국 화석에 대해 직접 측정이 가능한 측정 요소들을 보여주고 있다.

(2) 공룡 발자국으로 얻을 수 있는 연구 내용

1) 공룡 발자국 형태에 관한 연구

지층에 나타나는 공룡 발자국의 형태 측정을 위하여 다음과 같은 방법이 이용된다. 먼저 발자국 하나

3) 알렉산더(Alexander, R. McN.) 박사는 1976년 네이처(Nature)지에 '공룡의 속도 측정(Estimates of speeds of dinosaurs)'이라는 논문을 발표했다. 이 논문에서 박사는 중력가속도를 g, 공룡이 달릴 때의 보폭을 s, 공룡의 다리의 길이(둔부까지)를 h라 할 때 공룡의 달리는 속도는 다음과 같은 공식으로 주어진다고 주장했고, 이것은 현재도 공룡의 속도를 가늠하는 공식으로 자주 사용되고 있다. 공룡이 달리는 속도(m/sec)=$0.25g^{0.5}s^{1.67}h^{-1.17}$

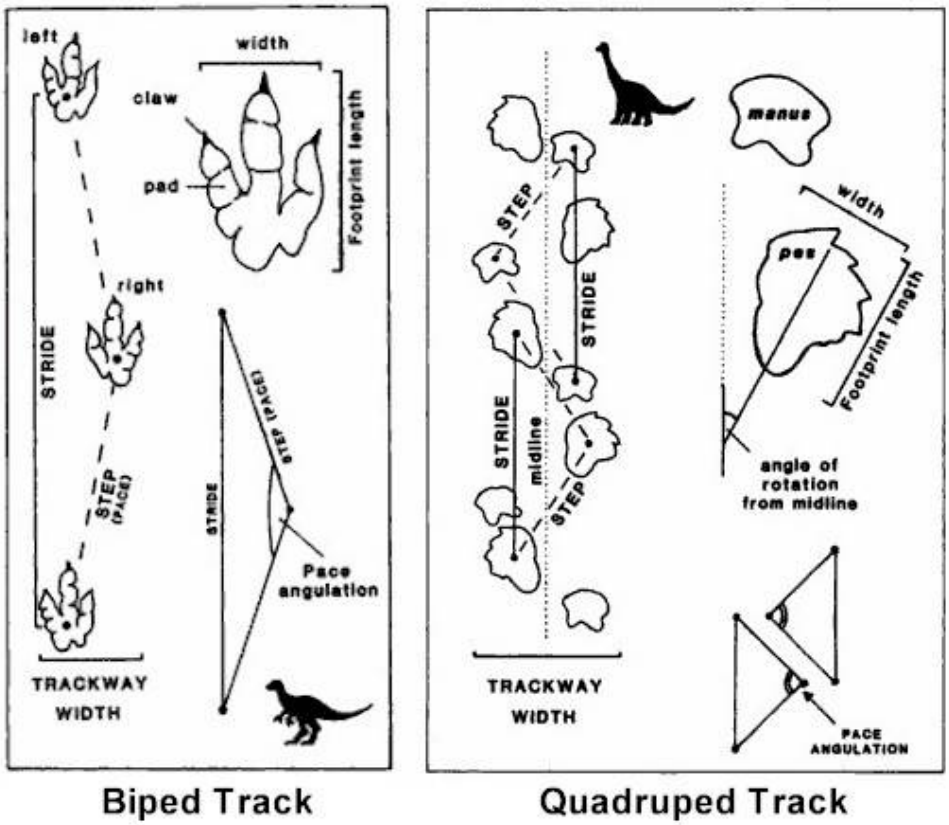


그림 4-5. 발자국 화석에 대해 직접 측정이 가능한 요소들

하나를 자세히 관찰하여 각각이 갖는 특색들을 파악한 다음 발자국 보행렬을 정밀하게 분석한다. 발자국들은 기본적인 형태와 퇴적물에서 야기되어 나타난 이상 형태 발자국, 그리고 공룡들의 습성에서 알 수 있는 발자국의 찍힌 면적 등이 종합적으로 검토된다. 용각류 발자국은 경우에 따라 앞발이 더 깊게 찍혀 앞발의 하흔(undertrack)이 남아 2족 보행의 형태를 보여주기도 하나 일반적으로 앞발과 뒷발이 함께 보존된다(Lockely and Conrad, 1989; Lockely and Rice, 1990; Lockely et al., 1994). 잘 알려진 용각류 보행렬로는 텍사스 Glen Rose에서 산출된 이로 볼록한 U자형의 앞발자국과 4개의 발톱흔적을 가진 뒷발자국으로 이루어진 용각류 보행렬에 대하여 명명된 Brontopodus(Farlow et al., 1989)가 있으며 이외에도 학명이 부여된 용각류 발자국이 존재한다(Thulborn, 1990; Farlow et al., 1989; Pittman and Gillette, 1989). 특히, 한반도 용각류 발자국은 앞발과 뒷발이 비 정상적으로 퇴적물에 찍힌 경우가 허다하기 때문에 정밀한 측정이 요구된다(Hwang et al., 2003). 이러한 연구는 발자국 형태를 규명하고 발자국 종류가 밝혀지는 기본적인 연구이다. 이들을 측정하는 데 있어 야외에서 발톱의 흔적이나 발가락이 윤곽선이 매우 잘 보존된 경우는 공룡 종류를 구별하는데 별로 어렵지 않다. 이들은 발자국 길이와 폭의 비율, 발가락의 모양, 발가락의 곡률, hallux(뒷발가락)의 방향 등에 의해 인지된다(**그림 4-6**).

공룡 발자국 형태에 대한 분류학적 기술은 발톱자국, 뒷꿈치자국(heel-marks)과 같은 특징과 함께 발가락(impressions of fingers or toes)의 수, 크기, 형태 그리고 배열을 고려해야 한다. 발자국 화석은 앞발과 뒷발이 있다. 일반적으로 수각류는 주로 2족 보행을 하는 것으로 알려져 있어 뒷발(pes hind foot)만을 보행에 이용하였기 때문에 앞발에 대한 내용 연구는 제외하기도 한다.

① 발가락의 수(Number of digits): 일반적으로 공룡 발자국은 세 개의 발가락(II~IV)으로 구성되며 이릉 tridactyl 이라고 기술한다. 이 밖에도 tetradctyl(4개의 발가락), pentadctyl(5개의 발가락)이 있기도 하며, didactyl(2개의 발가락)과 monodactyl(한 개의 발가락) 발자국도 발견된다(Thulborn, 1990). Pentadctyl 발자국에서 I번 발가락은 hallux로 표현된다(**그림 I-14a-c**).

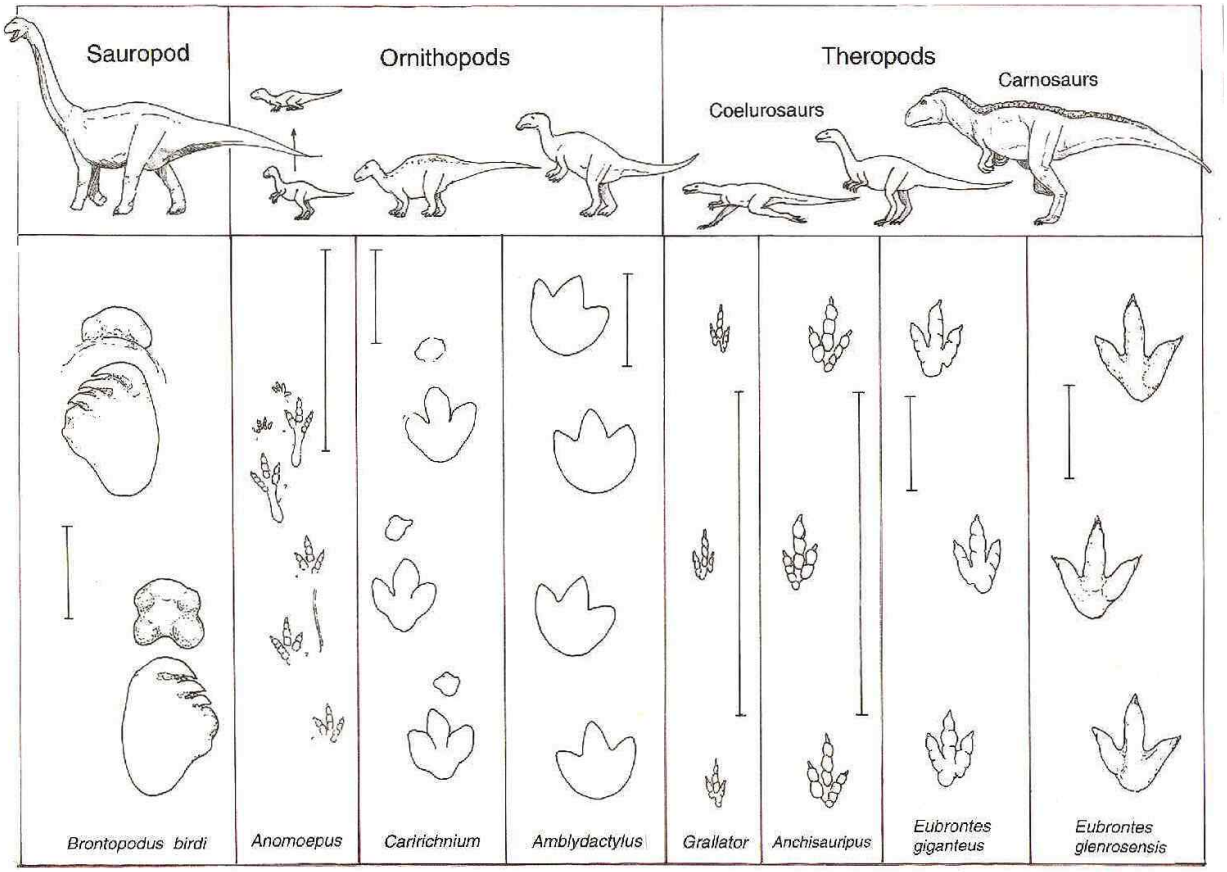


그림 4-6. 공룡 발자국 및 보행렬의 일반적인 분류 유형

② 발가락의 크기(Size of digits): 일반적으로 공룡의 발가락은 III번 발가락이 가장 길며 II,IV번 발가락은 III번 발가락보다 작다. III번 발가락이 가장 긴 일반적인 형태를 mesaxonic 이라고 기술한다. 만약 가장 긴 발가락이 바깥쪽에 있는 발가락(IV or V)중의 하나라면 ectaxonic, 안쪽에 있는 것(I or II)중 하나라면 entaxonic으로 기술한다(**그림 4-7d-g.; 그림 4-9a-f; 그림 4-11**).

③ 발가락의 형태(Shape of digits): 하나의 발자국에서 발가락은 비정형의 형태를 갖고, 다양한 크기를 갖는다. 보통 발가락은 직선형(straight)이나, 때로는 하나 또는 그 이상의 발가락이 뚜렷하게 휘어져(curved) 있다(**그림 4-7h,i**). 어떠한 경우의 발가락은 평행한 변의 외각선(outline)을 갖는 U-hape한 형태를 위하기도 하고, 다른 경우는 뾰족한 끝(pointed tip)을 갖는 각지거나(angular) V자 형태(V-shape)한 형태를 갖는다(**그림 4-9j,k**). 발가락의 끝에는 종종 발톱자국(craw mark)가 인지되기도 하는데 그 형태에 따라 long or short, narrow or board, straight or curved, V-shaped or U-shaped로 표현한다.

④ 발바닥(Metapodium): 대부분의 공룡은 땅바닥에 평평하게 퍼지는 지행성(digitigrade) 보행을 한다. 공룡이 발가락과 발바닥을 이용해 정상적으로 걸었는지(normal digitigrade posture)(**그림 4-10a**), 공룡이 발가락만을 이용해 보행을 하였는지(elevated digitigrade posture(**그림 4-10b**), 또는 발바닥과 뒷꿈치 모두를 사용해 걸었는지(plantigrade or flat-footed posture)(**그림 4-10c**)를 알 수 있다.

2) 발자국 주인공 크기 산출 연구

① 지면에서 골반까지의 높이(h): 하나의 보행렬에서 발자국 길이의 변화가 나타남에도 불구하고 발자국 주인공의 신체 크기를 예측하는데 사용되고 그 후에 걸음걸이나 속도에 이용이 된다. 분명히 알아두어야 할 것은 발자국 길이는 잘 보존되어 있고 각 보행렬에 대해 손상과 변형이 최소한으로 받은 경

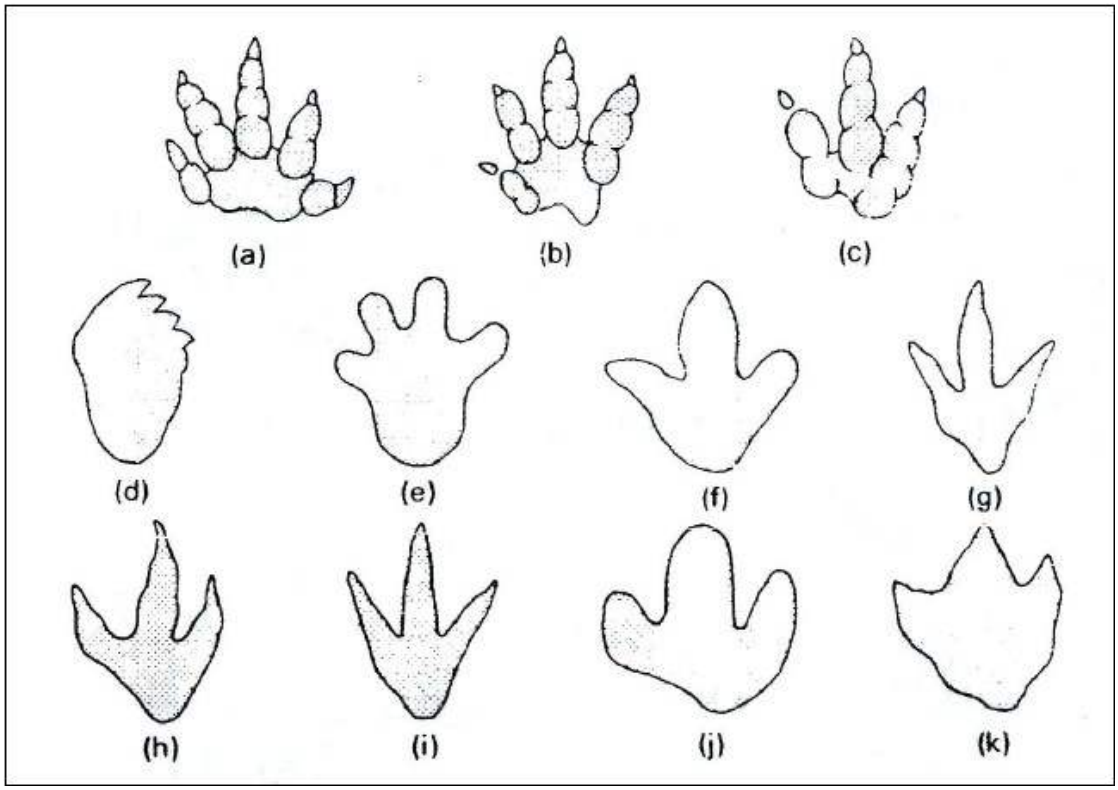


그림 4-7. 공룡 발자국에서의 발가락 모양과 수, 크기
(a) Pentadactyl print. (b) Tetradactyl print. (c) Tridactyl print(d ~ g) Variation in the length of digits, from extremely short (d) to very long (g). (h) Curved digits. (i) Straight digits. (j) Rounded or U-shaped digits. (k) Pointed or V-shaped digits. all the diagrams are based on actual foot prints(After Thulborn, 1990).

우에 한에서만 크기를 예측하는데 사용되어져야 한다. 그 외의 발자국의 폭이나 발자국 길이로 나타내어지는 발자국 크기의 지표는 족흔 분류군을 정의하고 묘사하는데 사용되는 것이 알맞다. 공룡의 크기를 예측하는 일은 흥미 있는 일임에 틀림이 없으나 그들의 일반적인 자세에 대한 전체적인 높이 등을 예측하는 것은 확실한 그들의 자세에 관한 가정이 없는 한 어렵다. 예를 들어 티라노사우루스(Tyranosaurus)는 척추뼈의 정렬방식에 따라, 용각류는 그들의 머리를 수직 또는 수평으로 하고 다녔느냐에 따라 결과치가 달라지기 때문에 일반적 자세에 관한 공룡의 크기 측정에 있어서는 별 의미를 나타내지 못한다. 이에 반하여 지면으로부터 골반까지의 높이(h)가 공룡의 크기를 나타내는데 있어서 가장 광범위하고 편리하게 사용되어 진다. 이들에 관한 연구는 형태학적 비율을 통하여 2족 또는 4족 보행공룡에 있어서 발자국 길이의 4배가 대략 h와 일치(h=4FL)한다고 주장(Alexanderm 1976)하기도 하고, Lockely(1983)는 하드로사우루스 공룡에서 FL의 5배 또는 6배가 골반까지의 높이라고 제시하였다(h=4FL). Thulborb(1989)과 Thulborn & Wade(1984)는 공룡 골격의 분석을 통하여 공룡을 소형, 대형으로 나누고 이들을 또 수각류, 조각류로 나누어 여러 가지 비율을 제시하였다.

② 어깨 관절에서 골반까지의 거리: 4족 보행을 하는 경우 어깨와 골반의 대략적인 위치 측정이 가능하다. 4족 보행의 자세에서 각각의 앞발과 뒷발의 걸음걸이의 중간지점을 표시하여 측정함으로써 4족 보행공룡의 어깨 관절에서 골반까지의 거리가 나타내어질 수 있다. 이를 기초로 하여 전체크기에 대한 접근이 가능하게 될 것이다.

3) 공룡 보행자세 연구(Gait)

걸음걸이에 대한 정보는 퇴적층 위에 찍힌 발자국에 나타난다. 공룡의 보행자세는 2족 보행과 4족 보행으로 나뉜다. 2족 보행은 걷는데 앞발을 사용하지 않는 새나 인간에 비유될 수 있으며, 보행 폭이 매우 좁게 나타나는 직립형태의 보행이다. 2족 보행의 발은 일반적으로 3개의 발가락을 보여주어 이를 tridactyle 이라고 하며, 발가락은 안쪽에서부터 II, III, IV번으로 구성되어 있다. 4족 보행은 네발 모두를 사용하여, 두발을 이용한 공룡보다 보행폭이 넓게 나타나며 앞발과 뒷발이 보행렬 중심선에서 약간 벗어난 형태로 다리를 벌리고 있는 형태를 보여준다. 4족 보행공룡의 보행렬을 기록할 때는 앞발과 뒷발이 매우 상이하기 때문에 앞, 뒷발을 따로 구분하여야 한다. 공룡걸음걸이 연구는 현생동물들과의 비교 연구에 어려움이 많다. 또한, 이미 멸종해 버린 동물들의 골격이나 보행렬만으로도 그들의 걸음걸이를 예측한다는 게 그리 쉬운 것은 아니다. 공룡들이 걸었는지(walking), 총총걸음인지(trotting), 뛰었는지(running)의 분석은 공룡생태 복원 연구에 매우 중요하다. 이들은 발자국에서 얻은 정보 가운데 Relative stride length 값에 의해 측정되어 진다.

4) 발자국 주인공에 따른 속도 산출 연구

① 상대적인 속도: 생물학자들은 현재 살고 있는 육상 생물들 사이의 두 가지 극단적인 이동의 능력을 확인했다. 하나의 극단적인 형태는 무게를 지탱하기에 구조적으로 알맞은 다리를 가지며 덩치가 크고 무겁고 천천히 이동하는 코끼리와 같은 무게를 견디기에 최적의 형태(graviportal)이며 나머지 형태는 사냥개와 타조와 같이 최고의 달리기 능력을 갖는 형태(cursorial)로 빠르게 달릴 수 있도록 적합한 특징을 가진다. 공룡에게도 분명히 덩치가 크고 무겁고 천천히 이동하는 부류에 해당하는 용각류(sauropods)에서부터 타조와 유사한 모습을 지닌 오르니토미미드류(orinithomimids)까지의 범위를 보이면서 명확하게 분류가 가능하다. 실제로 포유동물 그리고 지상에 서식하고 있는 조류는 최고의 달리기 능력을 갖는 부류의 적합성을 보이며 그들의 달리기 능력에 따라 범위를 나눌 수 있는데 Combs(1978a)는 신체 특징들이 가장 중요하다고 설명해 놓았다. 도한 Combs(1978a)는 실제로 포유동물 그리고 지상에 살고 있는 조류는 최고의 달리기 능력을 갖는 부류에 적합성(adaptation)의 범위들을 보이는 정도에 따라 분류될 수가 있는데 지상에 현존하는 동물의 달리기 적응 능력이나 범위를 통하여 달리기 능력에 대한 네 가지 단계로 정의하기도 하였다. 무게를 지탱하기에 최적의 형태(Graviprotal)(예: 코끼), 물게를 지탱하기에 적당한 형태(Mediportal)(예: 무소, 하마), 달리기에 적당한 형태(Subcursorial)(예: 돼지, 고양이, 개), 최고의 달리기 능력을 갖는 형태(Cursorial)(예: 발굽이 있는 동물, 타조류나 캉가루류).

② 절대적인 속도: 일반적으로 걷는 동안에는 상대적으로 짧은 보폭을 가지나 속도를 내기 위하여 뛰거나 달린다면 상대적으로 보폭이 늘어남은 일반적이며 공룡도 마찬가지이다. 한 가지 주의할 점은 쥐와 같은 작은 동물은 매우 작은 보폭을 보이는 반면에 코끼리의 경우는 넓은 보폭을 가지므로 이에 대한 상대적인 기준이 필요하게 된다. 이에 따라 신체크기에 비하여 보폭을 보여주는 SL/h 라는 상대적 보폭 길이의 개념이 필요하다. SL은 보폭을 의미하며 h는 골반까지의 높이를 이야기한다. Alexander91976)는 현재 살고 있는 육상의 척추동물은 걷는 걸음걸이에서 성큼성큼 걷는 걸음걸리로 변할 때 상대적 보폭 길이가(SL/h) 2에 도달하는 것을 알았으며 이는 공룡에 있어서도 마찬가지라고 한다. 이후의 연구(Thulborn 1982; Thulborn and Wade 1984)를 통하여 현재 살고 있는 척추동물의 걸음걸이의 관측(Alexander 1976, 1977)을 이용하여 공룡의 걸음걸이를 세 가지로 분류가 가능하게 되었다. 걷는 걸음(Walk): SL/h<2.0, 성큼성큼 걷는 걸음 또는 빠른 속보(trot): 2.0<SL/h<2.9, 달리는 걸음걸이(run): SL/h>2.9(Thulborn 공식). 상대적 보폭길이는 걸음걸이에 관한 지침이 될 뿐 아니라 발자국 주인공의 절대 속도를 측정함에 있어서 사용되어 진다. 위의 상대적 보폭길이의 개념을 바탕으로 절대 속도를 측정함에 있어서 계산식이 시간이 좀 걸리거나 특별한 환경에서만 적당한 결과를 보여준다고 할지라도 공룡의 절대속도를 결정하는 데에는 몇 가지 방법이 널리 사용되어 진다. Alexander는 소형 포유류, 인간, 말, 코끼리와 새 등을 포함한 현재 살고 있는 동물들의 관찰을 통하여 SL(보폭), h 와 속도(V)와의 관계를 통하여 여러 가지 관계식을 제시하였다(Alexander 1976).

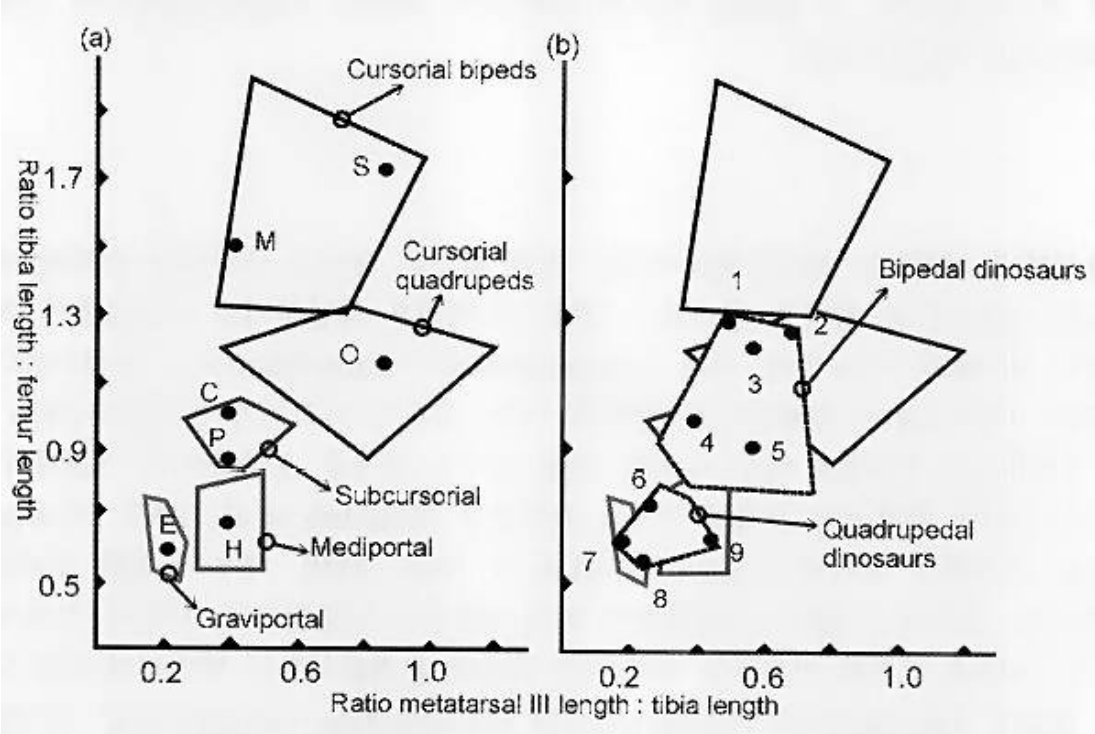


그림 4-8. 지상에서 서식하는 포유류, 조류와 공룡에서 선택한 뒷발 비율의 비교 (Adapted from Coombs 1978a). (a) 포유류와 조류의 뒷발에 대한 상대적인 달리기 능력, S: 타조 O: 흰꼬리 사슴 C: 개 P: 돼지 H: 하마 E: 인도 코끼리, (b) (a)의 다이아 그램을 공룡의 data에 포개어 놓은 그림 (1. Heterodontosaurus, 2 Dronmiceiomimus, 3. Protoceratops, 4. lambeosaurus, 5. Tyranosaurus, 6. Nodosaurus, 7. Stegosaurus, 8. Camarasaurus, 9. Triceratops.

(3) 수각류의 인식 기준

야외에서 발톱의 흔적이나 발가락의 윤곽선이 매우 잘 보존된 경우에는 수각류(theropod)와 조각류(ornithopod)의 구별이 그리 어렵지 않을 것이다. 그러나 경우에 따라 풍화가 많이 되어 구분이 애매한 경우도 있다. 이들 발자국들 가운데 수각류를 분류하는 기준은 다음과 같다.

1) 길이와 폭의 비율: 수각류의 발자국은 조각류에 비해 발자국 폭보다 발자국 길이가 더 긴 형태를 취한다.

2) 발가락 모양: 수각류의 발가룩은 끝이 뾰족한(tapering) 발가락으로 구성되며 전체적으로 V-shaped를 갖는 윤곽선을 보여주는 반면에 조각류는 차라리 클로버 잎 모양에 가까운 U-shaped를 갖는 외곽선을 보여준다. 이러한 차이는 보행에 있어서 중심적인 역할을 하는 III번 발가락의 비율에 의한 것으로 볼 수 있다. 발가락 중에서 특히 III번 발가락의 끝부분에서 좁고 가느다란 발톱은 수각류의 전형적인 특징으로 인지가 되며 이에 반하여 조각류는 무디고 둥그런 형태의 발톱을 보여준다. 때로는 소형 조각류의 발자국에서 가느다란 발톱 형태를 보여주나 소형 수각류 만큼 가느다랗거나 날카롭지 못하다.

3) 발가락의 폭: 수각류의 발자국을 구성하는 발가락은 특징적으로 조각류의 것보다 매우 좁고 가느다랗다(Moratalla et al., 1988). 이러한 특징은 수각류의 발가락이 지면을 움켜쥐고 보행하기에 매우 효율적임을 지시한다. 그러나 이러한 기준은 보존상의 여러 요인에 의한 영향을 고려해야 한다(Thulborn, 1990).

4) 발가락의 곡률: 수각류의 경우 발가락 III번이 때로는 특징적으로 휘어져(Curved) 나타난다. 이러한 특징은 조흔학상 분류에서 Anchisauripus와 Grallator에서 가장 특징적으로 나타난다. 조각류에서는

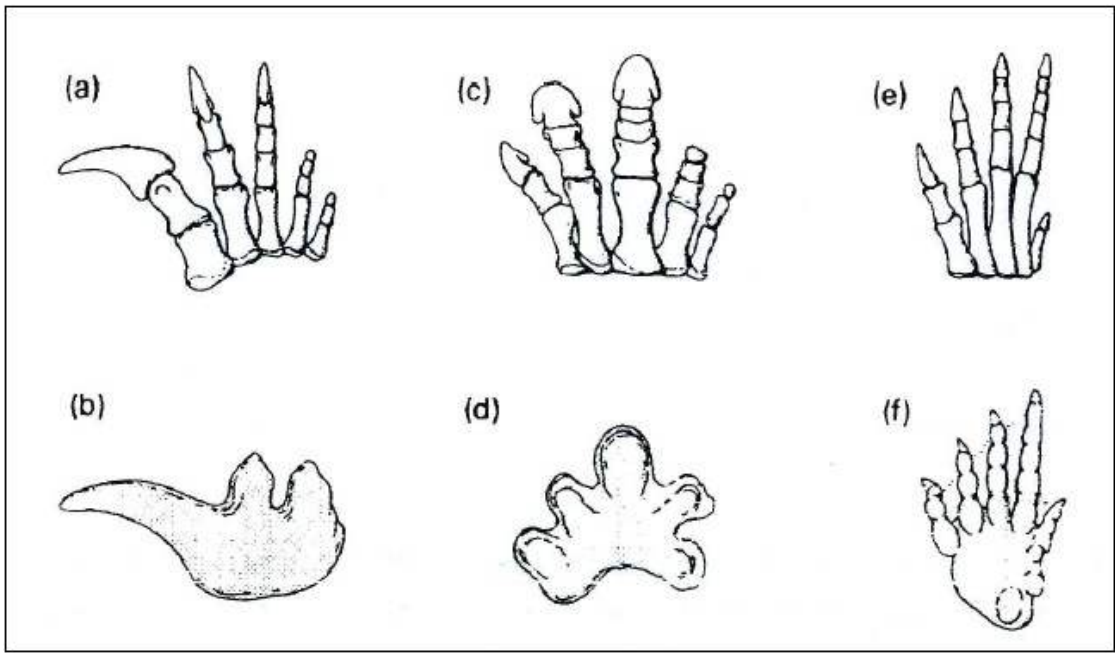


그림 4-9. 발자국 균형. (a,b) Entaxonic foot structure and corresponding footprint, with the largest digit on the inner side. (c,d) Mesaxonic foot structure and comparable footprint, with digit Ⅲ the largest. (d,f) Extraxonic foot structure and corresponding footprint, with the largest digit towards the exterior(After Thulborn, 1990).

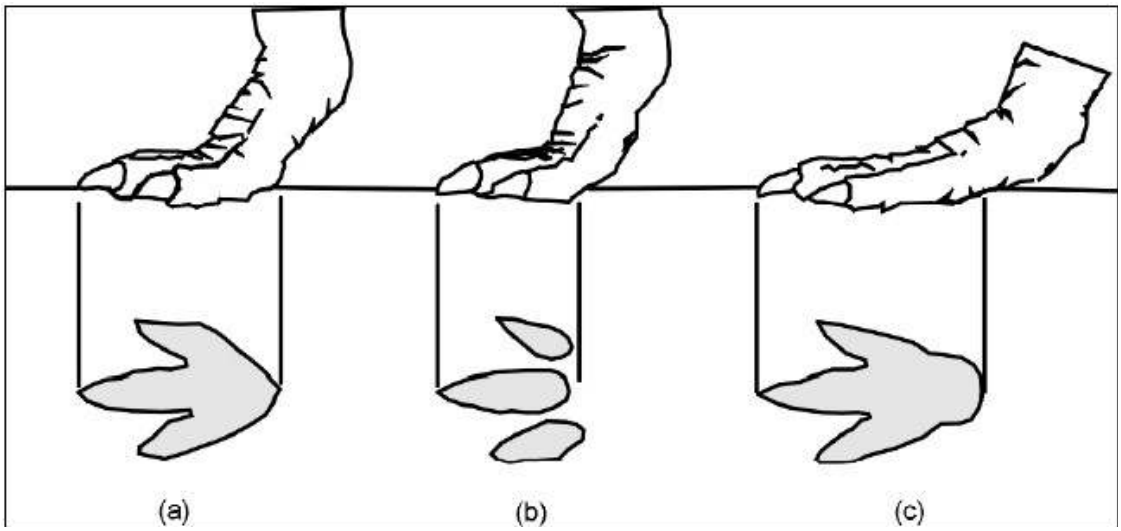


그림 4-10. 발 자세와 관련한 발자국의 전반적인 형태. (a) Normal digigrade posture. (b) Elevated digitigrade posture. (c) Plantigrade or flat-footed posture(After Thulborn, 1990).

이러한 휘어지는 경향이 없거나 아주 미약하다.

5) Hallux의 방향: Hallux는 일반적으로 수각류와 소형 조각류에서 나타나는데 대형 조각류에서는 일반적이지 않다. 수각류에서는 hallux의 위치가 발자국의 측면쪽의 후반부나 중앙 후위 또는 바로 뒤에 위치하나 조각류는 발자국의 중앙 또는 안쪽에 위치한다. 신타르수수(Syntarsus)와 같은 초기 코엘루사우루스류는 조각류와 유사하게 II번 발가락을 따라 앞부분에 위치한다(Raath, 1969). 보행렬에서 보면 수각류의 발자국의 방향이 앞쪽을 향하는 반면 조각류는 보행방향을 중심으로 안쪽으로 향하는 자세를 취한다(**그림 4-11**).

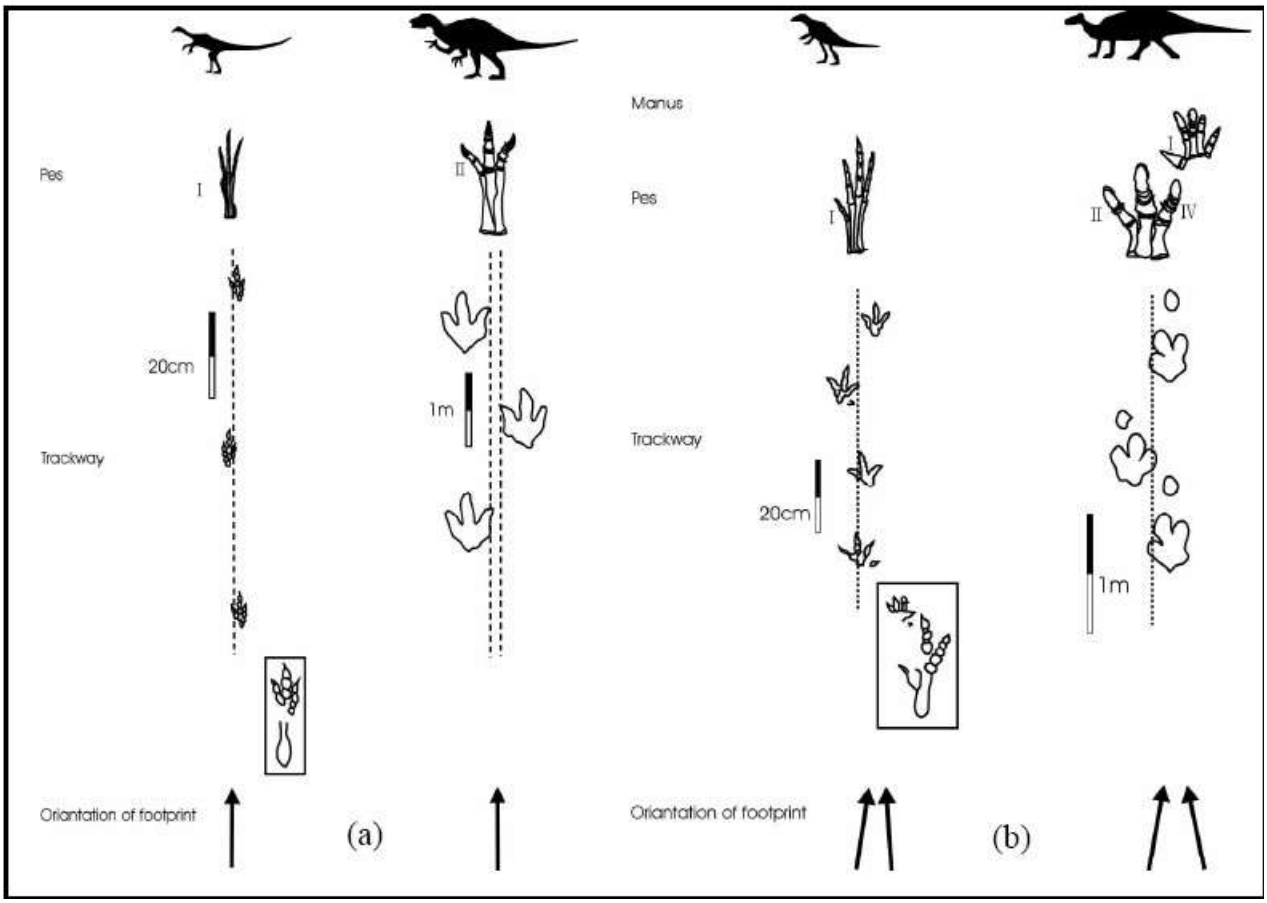


그림 4-11. 발 뼈와 보행렬 사이의 비교(a: theropod, b: ornithopod)

(4) 고성 일대 공룡 발자국 및 보행렬 산출상태 및 수각류 발자국의 특성

고성 덕명리는 국내에서는 최초로 공룡발자국이 발견된 곳으로 고성군 화석 산지 가운데 대체로 잘 알려진 지역이다. 고성군에서 공룡발자국이 발견된 지역은 탐사 지역인 고성군 하이면 덕명리 해안과 고성읍, 하일면, 삼산면, 회화면 일대 지역이다. 덕명리를 포함한 광의의 고성화석지에서는 249개의 조각류 공룡 발자국 보행렬, 139개의 용각류 발자국 보행렬, 24개의 수각류 발자국 보행렬이 나타나고 있으며 이들 보행렬에는 총 3,800여개의 공룡발자국이 포함된 것으로 보고되고 있다. 이들 가운데 덕명리 공룡발자국들은 상족유원지에서 실바위까지 약 6km에 걸쳐 발달되어 있다. 이곳의 지층의 두께는 약 150m이며, 약 200여 층준에서 2,000여개의 공룡 발자국 보행렬이 산출된다. 고성 일대의 화석지에서는 조각류, 수각류, 용각류 등 다양한 종류와 크기의 공룡발자국들이 산출되고 있다. 한편 새발자국은 Jindongornipes kimi와 Koreanaornis hamanensis 등이 발견되었다.

수각류 발자국은 용각류와 조각류에 비해 상대적으로 적게 산출되나 다양한 크기의 수각류 발자국이 나타나며 또한 형태적으로도 흥미로운 발자국들이 산출된다. 이곳에서 발견된 수각류 발자국은 발가락 자국 뿐 아니라 발바닥 자국이 찍힌 것(plantigrade or flat-footed posture)이 발견되었다. 경우에 따라 수각류의 발가락 끝에 발달한 뾰족한 발톱자국이 선명하게 드러나 있어 조각류 발자국과의 차이점을 알 수 있다. 고성 지역에서 발견된 수각류는 화순과 여수에서 발견된 수각류 발자국과 비교가 가능하다(Huh et al., 2001). 대체적으로 각 발자국들의 보존상태는 양호하며 세 개의 발가락이 찍히며 III번 발가락이 가장 긴 전형적인 tridactyl mesaxonic한 발자국 형태를 보인다(**그림 4-12a,b**).

곽세건 외 3(2007)은 고성 지역의 수각류 공룡 발자국 형태에 대한 연구를 위해 기존의 자료(Lim, 1990)를 토대로 실시하였으며 실제 야외 조사에서는 풍화로 인하여 확인이 불가능한 경우도 많았다고

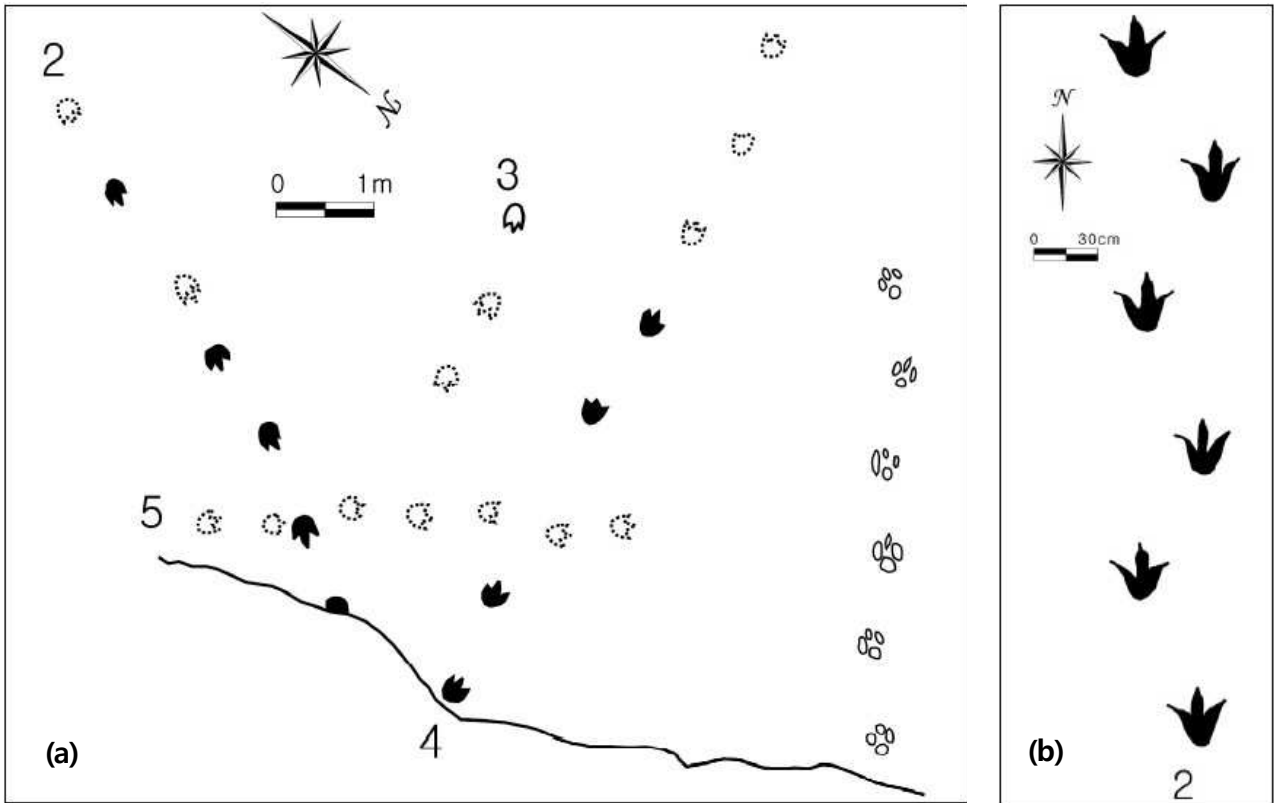


그림 4-12. 고성에서 공룡 발자국을 보여주는 지도. (a) Site 1, trackways 2~5. (b) Site 3, trackways 2. (Modified Lim, 1990; Kwak et al., 2007)

보고하였다. GS1의 발자국은 가늘고 긴 세 개의 대칭적인 발가락을 가진 tridactyl, mesaxonic 이며 heel 부분은 가운데가 들어가고 IV번 발가락의 흔적이 뒤쪽으로 가장 많이 남아 있으며 발가락의 끝은 둥근 형태를 하고 있다. GS2의 발자국은 33cm의 대형 수각류 발자국으로 straight and pointed tip을 갖는 발가락을 갖고 있다. Heel은 U-shaped 이며 normal digitigrade posture 를 보여준다. GS3의 발자국은 V-shaped의 heel과 길고 두꺼운 발가락을 가진 대형 수각류의 발자국이다. 발가락 끝은 angular 하며 V-shaped의 craw mark가 관찰된다. 그 외에 다양한 모양의 수각류 공룡 발자국 형태가 나타난다고 보고하였다(**그림 4-13**).

4-5. 한반도의 용각류 발자국의 특징

한반도에서 용각류발자국 대부분은 여수, 해남, 화순, 마산, 부곡 그리고 고성 지역의 진동층에서 산출되며, 이들 지역은 대부분 백악기 상부층에 해당된다. 진동층의 용각류 발자국 길이는 20cm에서 115cm까지 다양하게 산출된다. 그러나 한반도 용각류 산출 발자국 대부분은 직경 20~40cm의 소형 발자국이다(Lim, 1991; Lockley, 1994; Lee et al., 2000b; Hwang et al., 2002a). 발자국의 앞뒤발의 다양한 위치와 비율, 그리고 크기는 후기 백악기 동안 한반도에 여러 종류의 용각류가 생존했음을 지시해 준다(Lee et al., 2000b; Hwang et al., 2002a). 마산시 호계리 진동층에서 발견된 7개의 보행렬은 용각류의 특징을 확실히 보여주고 있는데 이 발가락 흔적이 잘 보존된 용각류 발자국은 진동층 용각류 발자국의 이해에 중요한 정보를 제공해 준다(Hwang, et al., 2002a). 호계리에서 발견된 발자국은 길이 42cm에 폭 25cm로, 앞발과 뒷발이 겹쳐 나타난다. 압발은 발굽(hoof)의 흔적이 없는 타원형(뒤쪽이 오목한)의 발자국이고, 그 위에 놓인 뒷발자국은 끝 부분이 앞발의 약난 뒤로 나와 있다. 앞발의 뒤쪽은 발굽이 오목한 형태이고, 뒷발자국보다 깊게 패여 있다. 네 개의 뭉뚝한 발가락 흔적이 있는 뒷발은 특

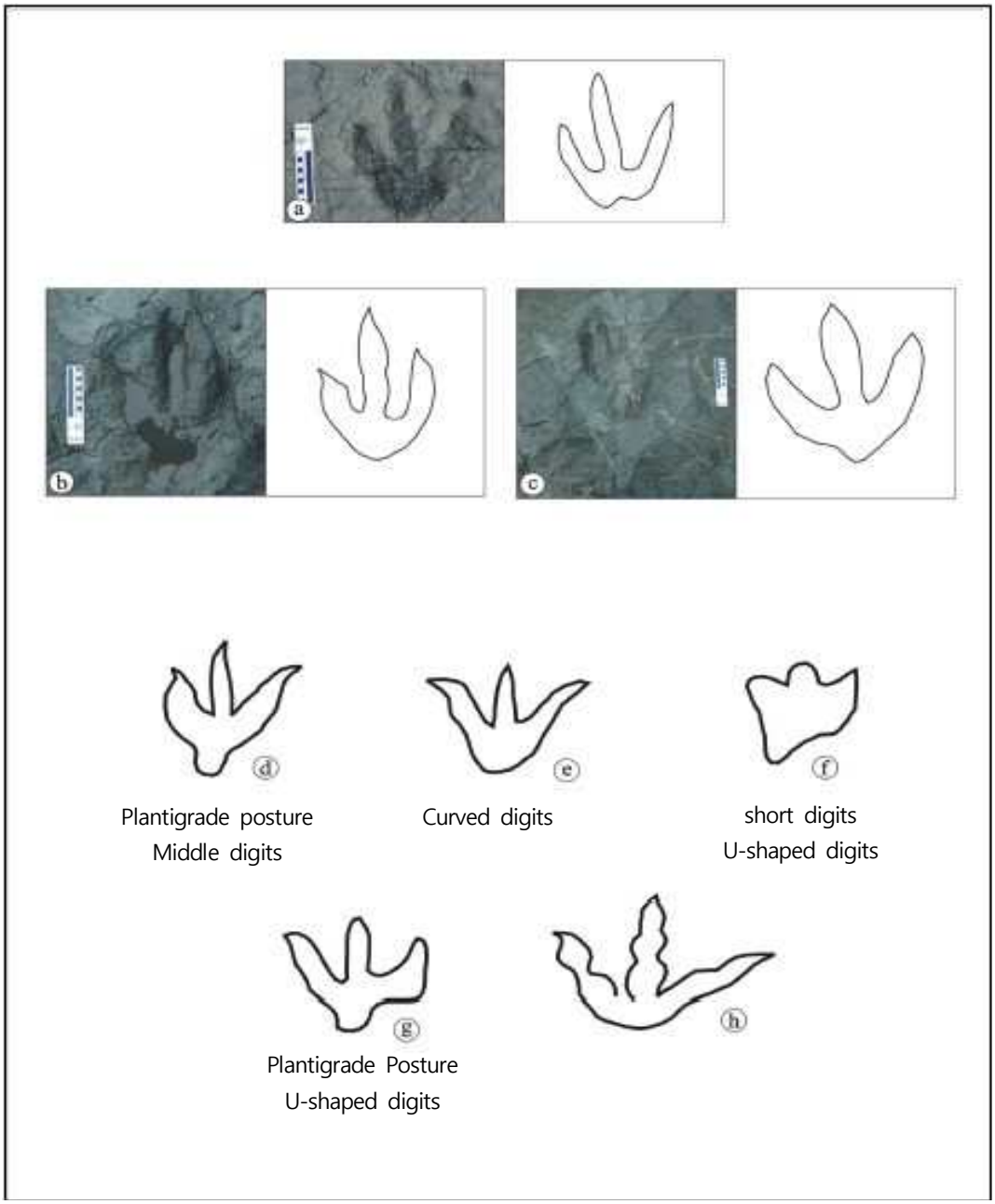


그림 4-13. 고성에서 발견되어진 다양한 수각류 발자국의 사진과 그림(a:GS1, b:GS2, c:GS3, d:GS4, e:GS5, f:GS6, h:GS8)(d-h: modified from Lim, 1990; Kwak et al., 2007)

이한 모습이다. 발가락은 약간 굽어 있고, 보행렬에 평행하다(**그림 4-14**). Lockley and Rich(1990), 그리고 Lockley et al.(1994)는 보통 앞발자국이 뒷발자국보다 깊게 찍히는 걸 언급한 바 있다.

진동층에서 나오는 소형 용각류 발자국은 소형 Brontopodus의 것으로 생각된다(**그림4-14a**; Lockley, 1994). 마산시 호계리의 잘 보존된 용각류 발자국(**그림 4-14b**)은 발자국이 덜 휘고 뭉툭한 발톱 흔적을 가지고 있어 다른 Brontopodus 와는 다른 특징을 보이고 Brontopodus와 Breviparops의 발가락 형태와도 차이점을 보인다(Farlow et al., 1989; Ishigake, 1989). Lockley(1994)는 크기가 16cm에서 100cm로 바뀌는 진동층의 발자국이 한 종에 의한 것이라 가정하고 Maiasaura 의 성장에 따른 어린 용각류에 의해 찍힌 소형 용각류 발자국이라고 설명했다. 그러나 진동층 소형 용각류의 분포곡선은 발자국 크기가 40~50cm 에서 정점을 이루고 있고 52cm 이상에서 급격히 감소한다(Lockley, 1994; Lee et al., 2000b; Hwang et al., 2002b).

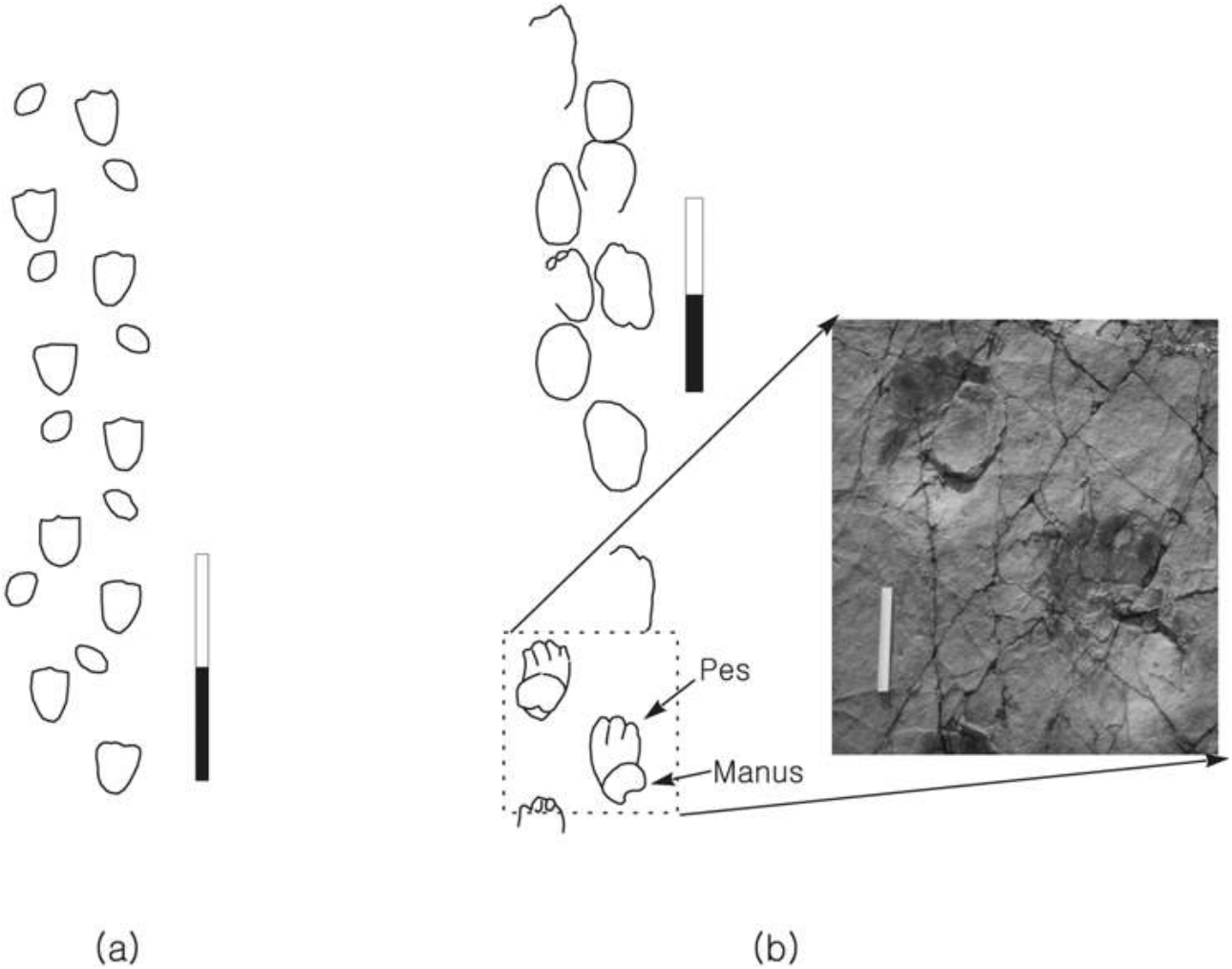


그림 4-14. 고성 진동층에서 발견되어진 소형 용각류 발자국 (a)과 마산 보행렬 (b). 그림의 스케일바는 의 크기는 1m 이다.

공룡의 급속한 성장률로 보았을 때 마산시 호계리 용각류 발자국은 한 종에 의한 것이 아닌 것으로 생각된다(Erickshon et al., 2001). Lim(1991)은 진동층의 용각류 발자국을 네 가지 타입으로 나누고, Lee et al.(2000b)은 앞발의 위치, 발자국 형태를 기준으로 진동층 퇴적시기에 다양한 종류의 용각류가 살았다고 설명한다. 하산동층에서 Euhelopodidae(Dong et al., 2001)의 두개골 구조와 Euhelopodidae, Camarasauridae, Titaanosauridae(Park et al., 2000)의 이빨과 같은 다른 화석들이 발견되는 것으로 미루어 볼 때 다양한 크기와 여러 종류의 용각류 공룡이 한반도에 백악기 동안에 살았을 것으로 생각된다.

4-6. 고성 공룡 발자국의 의의

(1) 고성 지역에 공룡 발자국이 많은 이유

1) 중생대의 퇴적암

고성군 전역에 드러나 있는 지층은 중생대의 육성층으로, 퇴적암으로 이루어져 있다. 따라서 중생대에 살았던 공룡들이 만든 발자국이 각종 퇴적물에 의해 쌓인 채 지층에 숨겨진 형태로 많이 분포해 있게 된다. 따라서 고성군에서는 공룡발자국을 발견하기에 매우 좋은 조건을 갖춘 것이 된다.

2) 해수에 의한 침식

고성의 해안에 있는 지층은 해수의 침식을 받아 오랜 기간에 걸쳐 침식되었다. 이로 인해 중생대의 지층이 드러나게 되었고, 해당 지층이 다른 지역에 비해 훨씬 넓은 퇴적층이기 때문에 공룡발자국 화석이 발견되는 가능성이 매우 높은 것이다.
또 발자국의 발견 시 보통 육상에서처럼 각종 먼지와 흙 등의 이물질에 덮여있는 경우에는 공룡 발자국이 존재하는 경우에도 발견하기가 쉽지 않다. 고성의 발자국 화석은 바닷물이 발자국 주변을 항상 깨끗하게 유지해 주기 때문에, 타 지역에 비해 선명하고 깨끗한 발자국의 관찰이 매우 용이하다.

3) 바다쪽으로 기운 지층

중생대 육성층이 많이 분포한다고 해서 무조건 발자국이 나타나는 것은 아니다. 발자국이 드러나기 위해서는 해당 지층이 침식되어야만 한다. 지층이 침식되는 가장 좋은 방법은 해수에 의한 침식이다.
고성군의 지층경사는 10도 정도 바다쪽으로 기울어져 있어 해수면이 낮아지면서 넓은 성층면을 볼 수 있다. 침식작용으로 중생대의 지층이 드러나기 매우 좋은 조건이다. 만약 지층이 반대 방향으로 기울었다면 침식작용이 있더라도 발자국의 표면이 드러나기 힘들 것이다.

4) 풍수에 강한 지층

공룡발자국이 생길 당시에는 진흙과 같은 퇴적물에 불과했지만 현재는 오랜 기간 압력과 열로 인한 변성을 거쳐 암석의 재질을 가진 진동층에 속해 있다. 따라서 장기간의 침식이나 지각균열로 드러나게 된 공룡발자국은 해수에 의해 한순간에 사라지지는 않는다. 따라서 침식요인에 따른 차이는 있겠지만 한번 드러난 발자국은 상당한 기간동안 노출되어 있게 되며, 따라서 우리의 시야에 발견될 가능성이 높은 것이다.

5) 기타

대전-통영간 고속도로 공사처럼, 산을 깎는 등의 대규모 공사가 고성에서는 자주 진행된다. 이러한 공사를 통해 산 속에 숨겨져 있던 지층이 드러나게 되고, 중생대의 지층이 많은 고성에서는 공룡화석이 발견될 가능성이 더욱 높아지는 것이다. 업무협의를 통해 유기적인 연구가 진행된다면 공룡발자국 뿐만 아니라 아직까지 큰 성과가 없었던 공룡 골격화석의 발견에도 많은 가능성이 있다.

(2) 고성 공룡 발자국 화석의 종류와 가치

1) 다수의 수각류 발자국

수각류는 육식동물이므로, 생태계의 구조상 그들의 수가 다른 공룡에 비해 적은 것이 사실이다. 따라서 수각류 발자국은 발견되기가 힘들며, 그것이 지극히 정상적이라고 볼 수 있다. 그럼에도 고성에는 수많은 발자국 중에 수각류 발자국이 다수 발견되어 그 가치가 특별히 높다고 할 수 있다.

2) 발바닥까지 확인되는 발자국

하일면에서 발견된 수각류 발자국은 발가락자국 뿐만 아니라 발바닥 (metatasals)자국이 찍힌 것이 발견되어 발자국의 생성원인에 대한 흥미로운 연구 대상을 제공하고 있다. 원래 수각류는 발가락으로 걷는 것이 일반적이다. 이 발자국은 당시의 퇴적물이 두꺼우면서도 많은 물기를 머금은 상태였기 때문에 공룡의 발이 깊이 들어가며 발 전체를 담근 상황에서 발자국 화석이 된 것이다. 그 외에도 수각류에서 발달한 날카롭고 기다란 발톱자국이 선명하게 남은 동해면의 수각류 발자국도 발자국의 구분과 이해에 명확한 기준으로 교육적 가치가 높다고 할 수 있다.

3) 국내 최대, 세계 최소 발자국 발견

고성군에서 발견된 용각류 발자국은 그 수뿐만 아니라 다양한 종류의 발자국이 발견된다는 점에서 큰 가치가 있다. 회화면에는 국내에서 가장 큰 용각류 발자국과 세계에서 가장 작은 용각류 발자국들이 발견되었다. 뒷발의 크기가 1m 이상되는 용각류 발자국이 연속되게 7~8개 산출되어 장관을 이루며 또한 어신아랫땀에서는 뒷발의 크기가 9cm 밖에 안되는 어린 용각류의 발자국이 9개가 연속되어 남아있다. 이 크기는 세계에서 가장 작은 용각류일 것으로 추정되고 있어, 그 학술적 가치는 매우 크다고 할 수 있다.

① 길고 다양한 발자국열

마암면에서는 20m에 이르는 긴 보행렬이 발견되었는데 이렇게 긴 보행렬은 용각류에서 매우 드물게 나타나는 아주 귀중한 발견이다. 하이면에서는 최소한 3종류의 다른 용각류 발자국이 발견되어 실제 다양한 용각류가 우리나라에 살았었음을 암시하고 있으며 이는 이미 발견된 용각류 이빨화석의 증거와도 일치하는 것이다.

② 화성암에서의 발자국

고성 지역의 용각류의 발자국은 놀랍게도 화성암 위에서도 발견되어 이미 그 중요성에 의해 학계에 보고된 바 있다. 이렇듯 용각류 발자국의 다양한 산출양상을 갖는 곳은 전 세계적으로도 고성군이 유일하다.

③ 풍부한 조각류 발자국

조각류 발자국은 전체 발자국의 70%이상을 차지할 정도로 풍부하게 산출된다. 하이면에서는 발자국의 형태에 따라 9종류로 구분된 바도 있으며 대부분 나란하게 발달한 보행렬의 형태로 산출되어 조각류가 군집생활을 하였음을 알려준다. 또한 하이면과 하일면에서는 이러한 발자국들이 무수히 찍힌 dinoturbation의 현상도 관찰할 수 있어 학술적으로도 그 가치가 매우 높다. 마암면에서는 22m가 넘는 매우 긴 보행렬이 관찰되기도 한다.

④ 공룡 서식의 최적지

조각류 발자국이 고성지역에서 풍부하게 산출된다는 것은 그 당시 고성군의 자연이 초식공룡들이 서식하기에 매우 좋은 환경이었음을 지시하는 것이다. 이러한 수 천 개가 넘는 조각류 발자국에 대한 통계처리가 이루어지면 조각류 공룡의 생태에 대한 새로운 사실이 밝혀질 수 있을 것으로 믿어진다. 또한 미국과 일본, 중국의 조각류 발자국과의 비교 연구를 통해 한반도의 조각류 공룡의 실체를 밝히는데 이들 발자국들이 매우 귀중한 자료를 제공할 것으로 기대된다.

4) 새의 진화의 중요한 증거

우리나라에서 맨 처음 새발자국이 기재된 것은 1969년 서울대 김봉균교수에 의해 마산시 북쪽 12km 지점에 노출되어있는 함안층에서였는데 그 당시 그 발견이 가지는 중요성에 대해서는 알지 못했다. 그런데, 경남 고성군 덕명리에서 공룡발자국과 함께 새 발자국이 다수 발견되어 그 중요성이 특히 부각되었다.

5) 사라진 백악기 새의 발견

후기 쥐라기에 시조새가 처음 출현한 후, 백악기 새의 골격화석은 매우 드물었기 때문에 중생대 기간은 새의 진화에 대한 충분한 증거가 없는 상태이다. 따라서 골격화석은 아니지만 백악기에 존재하는 새발자국들은 간접적으로 중생대 새의 진화에 관한 귀중한 정보를 제공하게 된다.

세계적으로도 1931년 미국 콜로라도의 백악기 지층에서 맨 처음 새 발자국 화석이 기재된 후 새발자국 화석은 북미와 아시아에서 드물게 발견되어왔다. 따라서 고성의 새 발자국은 새의 기원과 진화에 있어 세계적으로도 매우 중요한 자료로 그 가치가 매우 높다고 하겠다.

① 공룡생태의 보고, 공룡알

공룡알은 공룡발자국과 다르게 흔적화석이 아니라 공룡의 실체화석이므로 공룡생태에 대한 매우 중

요한 정보를 갖고 있다. 즉, 공룡알들은 공룡알 자체만으로도 귀중한 화석이지만 더 중요한 것은 그 속에 있는 태아화석이다. 왜냐하면 태아화석을 조사함으로써 알을 낳은 공룡이 어떤 종류인지를 알 수 있기 때문이다. 알이 썩기 전에 빠르게 묻혀 화석화가 이루어져야만 태아의 뼈는 보존된다. 그러나 대부분의 알들은 이미 부화되었거나 속이 빈 것들이다. 발견되는 알 중에서 평균 10%미만의 알이 태아화석을 갖고 있다. 현재까지 알려진 400속의 공룡들 중 공룡알과 둥지의 형태가 자세히 밝혀진 공룡은 불과 10속 미만이다. 따라서 공룡알 그 자체는 매우 중요하며 현재 전 세계적으로 활발하게 공룡알 연구가 이루어지고 있다.

② 다양한 공룡알과 둥지의 발견

공룡알과 함께 중요한 것은 공룡알둥지의 발견이다. 공룡알둥지의 연구는 실제 공룡들이 어떻게 알을 낳고 새끼를 돌보았는지에 관한 중요한 정보를 제공한다. 고성군에서 발견된 것 또한 둥지의 형태를 유지하고 있다. 또한 둥지가 여러 층 중에서 산출되기 때문에 과거 이곳이 공룡들의 산란장소로 이용됐음이 분명하다. 알의 형태와 크기도 다르며 최소한 3종류의 공룡알이 관찰됨으로 이들의 어미가 어떤 공룡이었는지를 밝히는 일이 중요하다고 할 수 있다.

③ 흥미로운 결과 도출

앞으로의 연구는 공룡들이 이곳을 산란지로 선택한 이유가 무엇이었는지에 관계된 고환경(古環境) 연구와 공룡집단의 규모, 부화기술, 둥지와 연관된 산란지의 생활상, 공룡알의 화석화과정 등에 대한 연구가 이루어진다면 매우 중요하고도 흥미로운 결과가 산출될 것으로 믿어진다. 이 연구 결과는 시화호와 고성의 공룡알 산지의 연구 결과와 비교하여 각 지역마다 독특한 공룡들이 서식하였는지에 관한 정보도 얻을 수 있으리라 믿어진다.

④ 공룡알 연구의 교두보

이번 고성군의 공룡알 산지의 발견은 시작단계에 있는 공룡알 연구를 본궤도에 진입시킬 수 있는 매우 중요한 계기이며, 체계적인 학술조사를 통해 우리나라 공룡연구를 세계적 수준으로 끌어올릴 매우 귀중한 기회이다. 이들 화석들은 현재 추진 중인 고성자연사박물관에 우리나라의 훌륭한 자연유산으로 전시 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

4-7. 고성 지역 일대의 공룡 발자국 탐사

(1) 하이면 덕명리 일대의 발자국 화석

하이면 덕명리 해안은 1982년 1월 국내에서는 최초로 공룡발자국 화석이 발견된 것이다. 그 후 해안 곳곳에서 수많은 공룡 발자국 화석이 발견되었으며, 공룡발자국 화석들이 발견되는 밀도나 다양성에서 세계적으로 손꼽히는 산지이다.

하이면 덕명리 일원은 “상족암군립공원”으로 더 알려져 있는데, 이곳으로 오기 위해서는 고성읍에서 국도33호 선을 따라 사천방면으로 이동하다가 상리면 부포사거리에서 좌회전을 한후 중촌삼거리에서 국도 77호선을 따라 하일, 하이면 방면으로 이동하다 보면 좌측으로 기암절벽과 해수욕장이 펼쳐진 상족암군립공원(제전마을)을 만날 수 있다. 그리고 삼천포항에서 국도 77호선을 따라 고성방면으로 향해 오다가 하이면 사무소 소재지를 지나 정곡삼거리에서 우회전을 하면 이곳으로 올 수 있다.

이곳의 화석은 덕명리 해안에서는 위의 그림 I-9와 같이 12곳에서 약 2,100여족의 화석이 발견된다. 조각류는 10개 산지에 170개의 보행렬이, 용각류는 9개 산지에 65개 보행렬이, 수각류는 4개산지 15개 보행렬이 새발자국은 4개 산지에서 14개 층에서 발견된다. 이들 가운데는 공룡과 새 그리고 무척추동물의 생흔화석이 발견되기도 한다. 특히 새발자국은 이곳에서 신종발자국인 김봉균의 진동새발자국(Jindongorinipes kimi)이 보고된 모식지이기도 하다. 또한 덕명마을 남쪽 멸치공장 부근산지에서는 세계에서 유일하게 화성암인 관입암상에서도 용각류의 보행렬이 발견되며, 제전마을과 청소년 수련원 사이 해안에서는 공룡들의 무도장이라고 할 수 있는 공란층이 발견된다.

그림 4-15. 하이면 덕명리 해안 마을 일대 화석 산지

1. 제전마을 해안
2. 경상남도 청소년수련원 동편
3. 경상남도 청소년수련원 서편
4. 상족암 주변 및 남쪽 해안
5. 상족암 서편 언덕
6. 덕명마을 동편 해안
7. 덕명마을 남동편 해안
8. 덕명마을 남쪽끝 군바위
9. 덕명마을 서편과 봉화골 사이 해안
10. 봉화골 서편 양어장 부근 해안
11. 실바위 동편 해안
12. 실바위 부근 해안

1) 제전 마을 해안

그림 4-16. 제전 마을 해안 전경

제전마을은 덕명리 해안에서 봉화골과 함께 국내 최초로 공룡 발자국 화석이 발견된 곳으로 쉽게 발자국 화석을 볼 수 있어 사람들이 가장 많이 찾아오는 곳이다.

월흥 삼거리에서 내려와 제전마을 입구 남동쪽에 보이는 병풍바위와 이를 둘러싼 한려수도의 전경이 바다 건너 멀리 보이는 안장섬과 눈에 들어온다.

마을 부근 주차장 앞에는 제법 정교하게 복원한 육식공룡 카르노타우루스(Carnotaurus)의 모습이 눈에 띄며, 공룡과 연관 있는 이름 식당들도 있다.

제전마을 남서쪽으로 난 탐방로 따라가면 국내에서 최초로 발견된 공룡발자국화석을 포함하여 다양한 공룡발자국 화석을 볼 수 있으며 함안의 한국 새발자국(Koreananis hanmanensis)도 함께 볼 수 있다.

■ **제전마을 해안 1.**

위치 및 관찰 내용: 제전마을에서 주차장 반대쪽으로 약 50m 정도를 걸어가면 방파제가 보이고 이 방파제를 따라 약 250m 정도 이동하면 오른쪽 아래 지층에 수 십개의 발자국이 보인다. 이곳에서는 조각류의 무리생활 흔적(공란층)과 용각류, 수각류의 발자국 화석을 관찰할 수 있다.

발자국의 종류: 수각류 보행렬(약 30cm 내외×3, 서, 서북서), 조각류 보행렬(북북서)

① 빗방울 화석

백악기 당시에 강한 비 등의 물방울이 떨어진 자국이 굳어 물결화석과 같은 순서로 보존된 형태이다.

그림 4-17. 제전마을 해안의 빗방울 화석 노두

② 물결자국 주형과 사층리

물결자국 주형은 물결자국을 덮은 퇴적층(연흔구조)에 찍힌 물결자국의 주형으로 아랫부분이 침식되어 없어지고 윗부분 주형만 보인다. 또한 주변 이 지역에서는 사암층에서 아래의 그림 4-18과 같이 사층리가 나타나기도 한다. 이를 토대로 지층 생성 당시의 퇴적 환경을 유추할 수 있다.

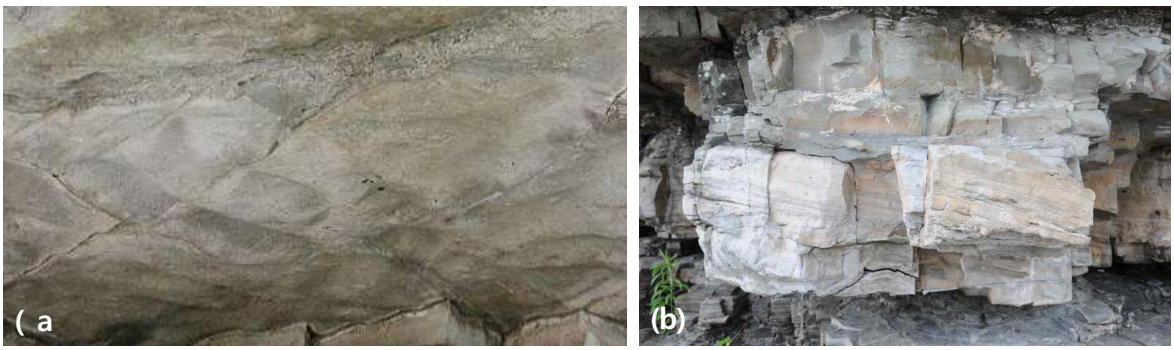


그림 4-18. 물결자국 주형과 사층리가 발견되는 사암층. (a) 물결자국 주형, (b) 사층리

③ 공룡무도회장(공란층)

고성에 가장 많이 서식한 조각류의 대표격인 이구아노돈이다. 발자국을 통해 종을 정하는 것이 명백하게 정확하지 않은 것이 사실이지만, 다양한 발자국 조사를 통해 매우 많은 유사점을 지닌 공룡이 이구아노돈이다. 백악기 전기에 번성했으며, 뿔이 달린 특이한 형태의 앞발을 가진 조각류이다.

공란 작용은 매우 무거운 물체가 연약한 지반을 누르게 되면 퇴적구조에 변형이 일어난다. 이런 식

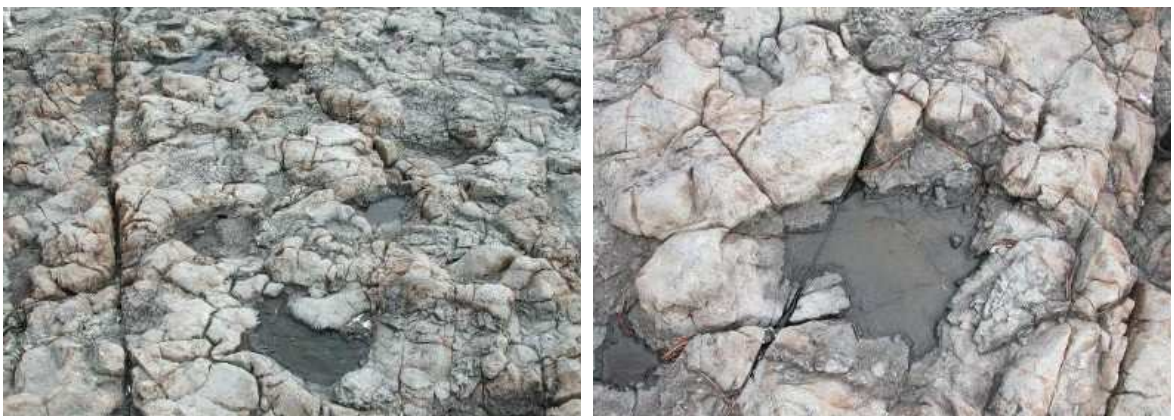


그림 4-19. 공란층 노두

으로 많은 동물들이 한꺼번에 퇴적층을 뛰어다니게 되면 그 지반의 퇴적지형이 마구 헝클어지게 된다. 이것을 생란작용(生亂作用, bioturbation) 이라고 한다.

그런데, 고성군의 화석 발자국이 발견된 지층에 이러한 구조가 나타난다. 바로 공룡들이 그 일대 지반을 마구 교란시킴으로써 자연스럽게 생성된 구조이다. 이는 고성군내에 매우 많은 수의 공룡이 서식했음을 시사하며, 이런 특이한 지반의 형성과정을 공란작용 (恐亂作用, Dinoturbation) 이라고 칭한다. 이 집단 발자국 화석을 통해 '고성군은 공룡들의 무도장' 이라는 표현을 사용하기도 한다. 그야말로 환경, 지리적으로 가장 이상적인 공룡들의 집단 서식지였음을 단적으로 증명하는 사례로 볼 수 있다.

그림 4-20. 제전마을 해안 1 노두 및 병풍 바위 앞 기념사진

■ **제전마을 해안 2.**

위치 및 관찰 내용: 제전마을 해안1 보다 서쪽으로 약 5m 되는 곳에 30cm두께의 흑녹색 암맥이 동-서로 구불구불 달리는 곳에서 남북으로 8×10면적의 지층 위에 24~34cm 수준의 소형 용각류 보행렬과 수각류 보행렬을 확인할 수 있다.

발자국의 종류: 소형 용각류 보행렬(24-34cm 4개, 서북서, 남남서, 남남동, 남동) 수각류 보행렬(27-34cm 2개, 남서, 남남서)

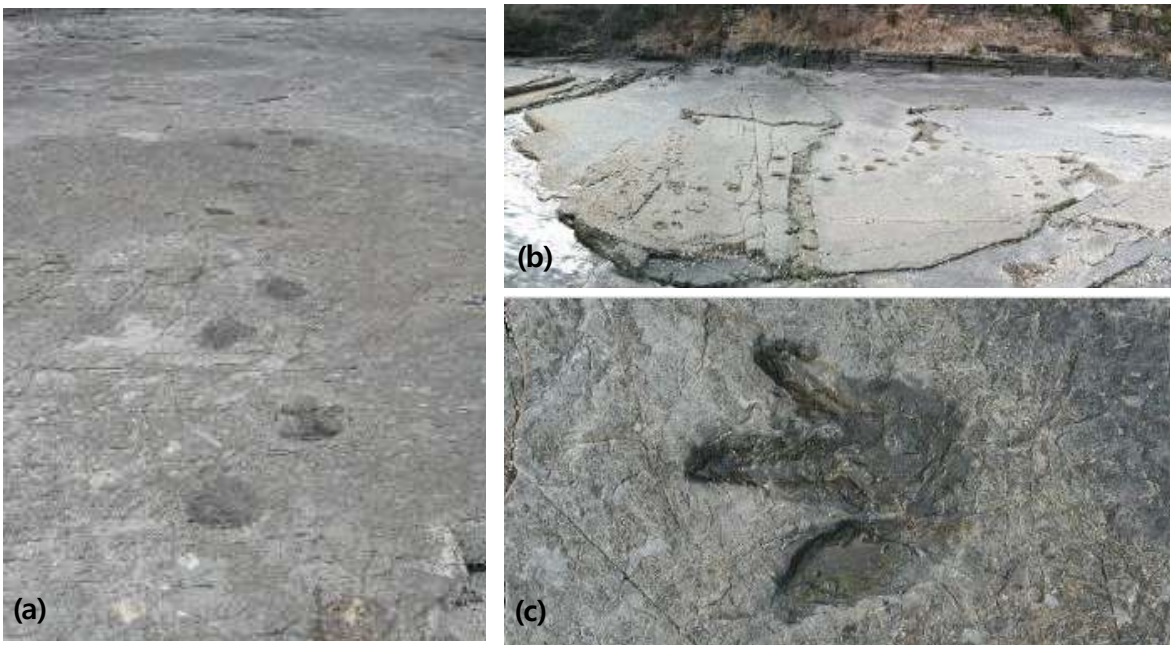


그림 4-21. 제전마을 해안 2 노두의 공룡 발자국 화석. (a) 소형 용각류 보행렬, (b) 노두 전경, (c) 수각류 발자국

■ 제전마을 해안 3.

위치 및 관찰 내용: 제전마을에서 주차장 반대쪽으로 약 50m 정도를 걸어가면 방파제가 보이고 이 방파제 맞은편 병풍 바위 가기 전 아래쪽 넓은 파식대지 위에 수십 개의 발자국 화석이 보인다. 사람들에게 가장 널리 알려진 화석(초등학교 4학년 2학기 과학교과서에 수록)으로 해수가 막 물러난 직후에 볼 수 있다면 발자국 하나하나에 물이 담겨 회색의 바탕색에 검은 색의 발자국이 대조되어 잘 관찰되며 물이 많이 담겨 있을 때는 남쪽 하늘이 물에 비치어 좋은 관찰 결과를 얻을 수 있다.

발자국의 종류: 소형 4족 보행 용각류 보행렬(남쪽)

그림 4-22. 제전마을 해안 3 노두의 공룡 발자국 화석

■ 제전마을 해안 4.

위치 및 관찰 내용: 촛대 바위 가까이 있으며 바다에서 가장 멀리 떨어져 있는 절벽 밑에 6×8m 정도의 면적에 뚜렷한 조각류 발자국이 많이 보인다. 발자국이 깊게 파여 있어 많은 사람들이 석고를 뜨기도 하는 곳이다. 하이면 일대에서 차에서 내려 쉽게 닿을수 있으며 초보자도 발자국을 이해하는데 어렵지 않은 화석이라 할 수 있다. 그만큼 선명도가 좋아서 초보자도 쉽게 찾을 수 있는 곳이다. 이 나란하게 발달한 보행렬은 조각류가 단체로 이동했음을 보여준다.

발자국의 종류: 조각류 무리 보행렬(북동 →남서쪽), 수각류(25cm)

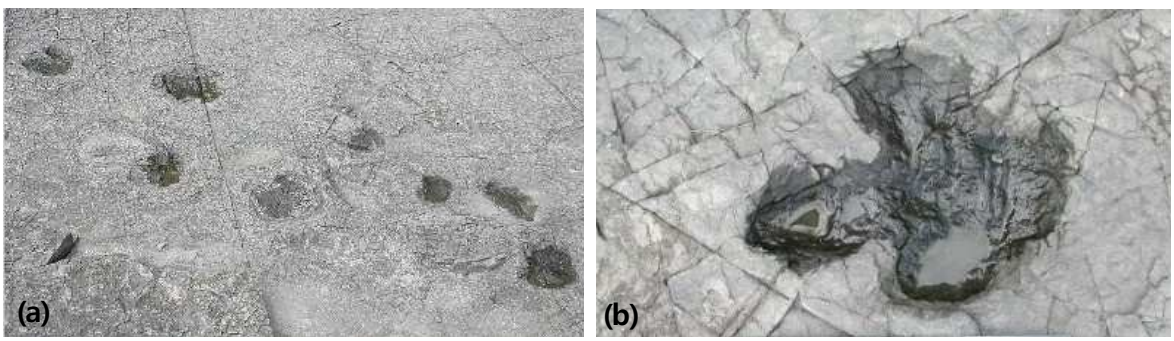


그림 4-23. 제전마을 해안 4 노두의 공룡 발자국 화석. (a) 조각류 무리 보행렬, (b) 수각류

■ 제전마을 해안 5.

위치 및 관찰 내용: 촛대바위 동편에서 가장 바다에 가까운 곳으로 수십 개의 발자국이 해수에 접하는 선과 평행하며 이들 과석 무리를 가로질러 북서로 걸어간 두 마리의 2족 보행 공룡의 발자국은 그 선명도나 연속성이 양호하여 많이 복제되는 곳이다. 제전마을 해안에서 가장 낮은 곳으로 물에 잠겨 있는 시간이 많은 바닥이다.

발자국의 종류: 조각류(25~32㎝ 서북서) 소형용각류(26~32㎝ 다방향)

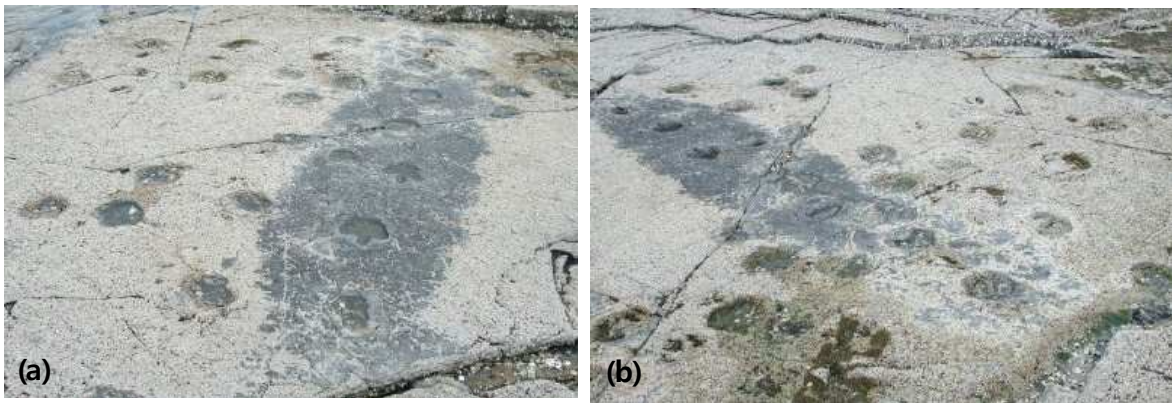


그림 4-24. 제전마을 해안 5 노두의 공룡 발자국 화석. (a), 조각류와 용각류 발자국, (b) 다방향의 용각류 발자국

2) 경상남도 청소년 수련관 주변

경상남도 청소년 수련원은 하이면 덕명리에 소재하며 제전마을에서 차량으로 지방도 1010호선을 타고 덕명마을 쪽으로 이동하거나 탐방로를 따라 직접 걸어서 이동하는 방법이 있으며, 덕명마을쪽에서는 하일방면으로 이동하다가 공룡탑과 공룡 박물관을 지나 우측에 보이는 경상남도 청소년수련원 표지석 아래로 따라 내려오면 도착할 수 있다. 이곳의 동쪽 해안부근에서 조각류, 용각류의 발자국 화석과 새 발자국을 관찰할 수 있고, 서쪽 부근의 해안에서는 탐방로를 따라 이동하면 만나게 되는 해안에 펼쳐진 노두에서 중형 용각류의 보행렬을 볼 수 있다.

■ 경상남도 청소년 수련관

위치 및 관찰 내용: 중형 조각류의 보행렬은 수련원 앞 계단 끝에서 상족암 가는 길로 반 정도 오면 오른쪽 산에 가장 큰 소나무가 한 그루 있고, 바다쪽을 보면 있다. 해수에 잠겨 있는 시간이 길어 바닷물이 빠진 시간대에만 관찰이 가능하다. 조각류 보행렬의 발자국 길이는 30㎝내외이다. 발자국은 선명하게 보인다. 물에 잠기는 시간이 길어 지층 표면은 따개비로 덮여 있다. 4족보행렬은 보행렬이 약 21m에 달한다. 처음 2m 정도 연장되다가 절리면을 따라 약 1m 폭으로 침식되어 없어진 바닥으로 인하여 단절되다가 다시 5m 정도 연장되고 다시 6m 정도 관찰이 안되다가 방향을 오른쪽으로 40도 정도 선회하여 7m 가까이 더 연장된다.

발자국의 종류: 중형 조각류 보행렬(12개 바다쪽) 조각류 보행렬(30㎝내외 7개 남동방향) 4족보행렬

그림 4-25. 경상남도 청소년 수련관 에서 관찰할 수 있는 공룡 발자국 화석. (a)절리면 사이에 위치한 조각류 발자국, (b) 조각류 발자국 보행렬

3) 상족암 주변 일대

그림 4-26. 상족암 수직 절벽 노두

상족암은 경상남도 청소년수련원에서 서쪽의 탐방로를 따라 이동하면 만나게 되는 수직절벽으로 바위가 밥상다리 모양을 하고 있는데서 그 이름이 유래되었으며 쌍족 또는 쌍발이라고도 불린다.

상족암 수직절벽 노두에는 파식작용으로 생긴 굴이 있는데, 이굴을 지나면 넓은 암반이 펼쳐지며 이 암반과 굴속에서도 공룡발자국 화석을 관찰할 수 있다. 참고로 상족암 군립공원은 하이면 덕명리, 월흥리 일원(해안과 육지 포함 5.10㎢)에 위치하여 남해안 한려수도를 한눈에 바라볼 수 있고, 상족암과 선녀탕, 촛대바위, 병풍바위 등이 한려해상국립공원과 어우러져 아름다움의 극치를 이루고 있는 곳으로 1983년 11월 10일 군립공원으로 지정되었다고 한다.

① Boring shell Hole

작은 크기의 암각의 구멍에 파도에 휩쓸려 들어간 바닷물이 돌멩이들과 함께 회오리를 일으켜 강한 침식작용을 일으키며 커지게 된 곳이다

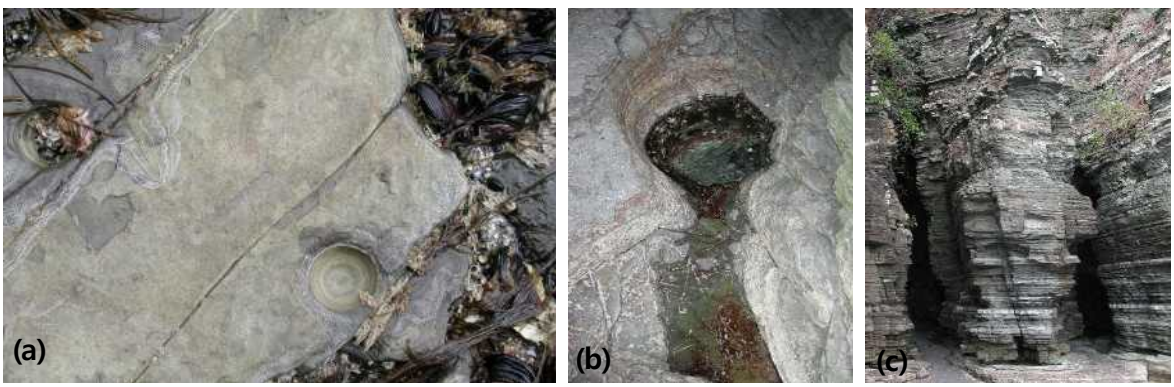


그림 4-27. 상족암 주변 일대 노두의 해안 침식 지형. (a) Boring shell hole(a), (b) 선녀탕, (c) 상족굴(해식 동굴)

② 선녀탕과 해식 동굴

선녀탕은 상족굴과 함께 선녀에 관한 이야기가 있는 곳이다. 태고에 선녀들이 내려와 역직기를 차려놓고 옥황상제에게 바칠 금의를 짜던 곳이 상족굴이며 선녀들이 목욕하던 곳이 선녀탕이라 전해오고 있으며, 지금도 돌 베틀모양의 물형과 욕탕모양의 웅덩이가 굴 안에 존재하고 있어 전설을 이야기하고 있다. 하지만 큰 파도로 통해 들어온 바닷물이 암석조각과 함께 소용돌이를 일으켜 강한 침식작용을 통해 구멍이 커진 것이다.

■ 상족암 마당바위 1.

위치 및 관찰 내용: 이 노두는 굴을 빠져나가서 바다 쪽으로 약 25m 걸어가면 나타난다. 중형 조각류 보행렬로 부터 약 10m 남쪽에 서쪽으로 걸어간 2개의 보행렬이 관찰되며 크기와 형태가 옆에 있는 것들과 같은 것으로 보인다. 다만 화석이 찍힌 바닥의 한쪽은 다른 지층에 의해 덮여 있고, 다른 한 끝은 침식되어 사라진 상태이므로 보행렬의 연장상황을 확인하기 어렵다. 대략 서남서 방향으로 걸어갔음을 확인할 수 있다.

발자국의 종류: 중형 조각류(30-40cm 2개 서남서방향)

그림 4-28. 상족암 마당 바위 1 노두의 전경(a)과 마당바위 조각류 발자국(b)

■ 상족암 마당바위 2.

위치 및 관찰 내용: 앞의 상족 1 보다 서쪽으로 약 10m되는 곳에 있다. 바닥의 상태가 좋은 편이 못되어 두 마리의 발자국이 겹치는 부분이 명확하지 않으나 모양과 크기로 보아 같은 종인 점은 확인된다. 상대의 보행에 영향을 준 증거도 찾기 어렵다. 보행렬의 길이는 약 11m이며 중간에 일부 발자국은 지층에 의해 덮였으나 줄의 연장은 이해된다.

발자국의 종류: 소형 용각류 보행렬(남쪽)

■ 상족암 마당바위 3.

위치 및 관찰 내용: 이 곳의 마당바위는 사리 때 만조일 때를 제외하고는 일부분이나마 수면 위에 나와 있다. 그러나 파도가 치고 물이 찼을 때라도 볼 수 있는 곳이 있다. 이 마당바위에서 덕명초교 쪽으로 언덕 위로 이어지는 길을 따라 바위 위로 약 4m 정도 올라가서, 길옆 언덕 쪽으로 20m 정도 가다가 다시 약 3m 위로 올라가면 보행렬이 뚜렷이 보인다. 바다를 향하여 100cm 보폭으로 걸어간 모습을 볼 수 있다. 앞은 절벽으로 잘리고, 뒤는 지층에 덮여 2개밖에 볼 수 없어 아쉽기는 하지만 선명도는 이 일대에서 가장 탁월하다고 한다.

발자국의 종류: 보행렬(33cm 2개)

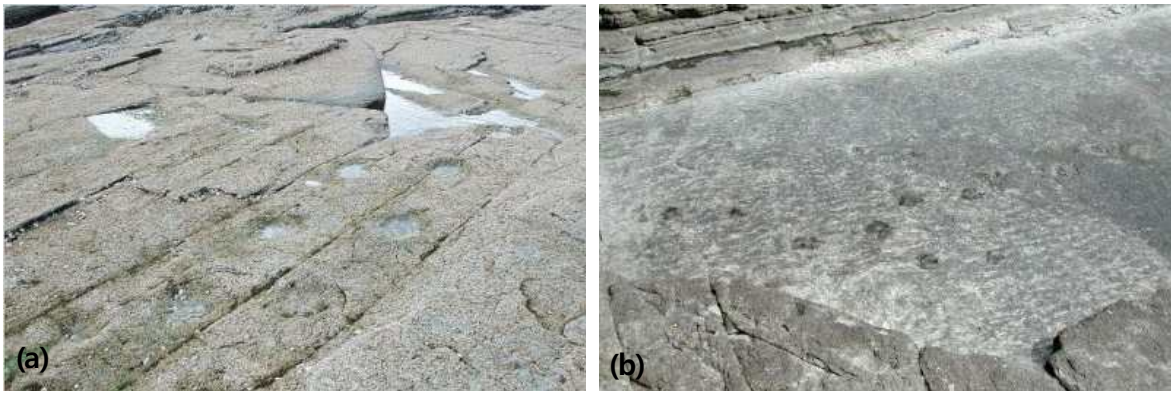


그림 4-29. 상족암 마당 바위의 소형 용각류 발자국 보행렬(a)과 조각류 발자국(b)

4) 덕명마을 일대

덕명리 고개를 지나다 보면 공룡의 고장임을 뽐내는 듯 공룡의 모습을 닮은 고성공룡박물관과 거대한 공룡탑을 볼 수 있는데 덕명마을은 그 아래에 위치한다.

고성공룡박물관 입구 부근에서 아래로 난 길을 따라 마을에 도착하면 남쪽으로 아름다운 한려수도의 전경이 눈앞에 펼쳐진다.

■ **덕명마을 동편 해안.**

위치 및 관찰 내용: 덕명마을에서 동쪽으로 향하는 해안도로를 따라 이동하면 방파제를 만나게 되는데, 이 방파제 동쪽에 발달한 노두에서 조각류, 용각류의 발자국화석을 관찰할 수 있다.

발자국의 종류: 조각류, 용각류의 발자국 화석

그림 4-30. 하이면 덕명마을 동편해안(a) 노두와 남동편 해안(b)의 모습

■ 덕명마을 남동편 해안.

위치 및 관찰 내용: 덕명마을 남동쪽 반도 동편에 있는 멸치공장에서 약 200m 정도 떨어진 남동쪽 해안가에 2m 두께의 안산암질 관입암상이 발달하고 있는데 암상표면에 대형 용각류 발자국이 분포하고 있다. 일반적으로 화석은 퇴적암에서만 발견되는 것으로 알려져 있으나 이 지역에서는 화성암에서 세계 최초로 공룡발자국 발견되어 학계의 비상한 관심을 끌었다.

관입암상 표면에 발자국화석이 발견되는 것은 전 세계적으로 매우 희귀한 현상으로 이는 특히 "퇴적물의 퇴적 → 공룡발자국 생성 → 위에 퇴적물이 덮힘 → 고화됨 → 암상의 관입 → 위에 덮힌 지층의 침식 제거 → 발자국이 표면에 드러남"과 같은 진행을 분명히 보여준다는 점에서 학계의 관심이 집중되었다.

발자국의 종류: 화성암에서 발견되는 대형 용각류 발자국

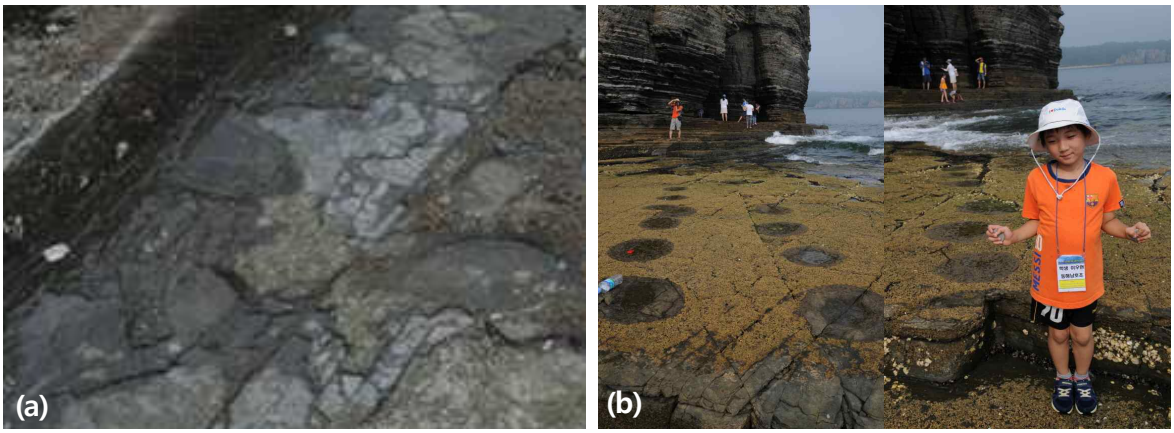


그림 4-31. 덕명마을 남동편 해안의 공룡 발자국 화석. (a) 중형 용각류의 보행렬. 앞발자국(manus)은 소형의 둥근 모양, 뒷발자국(pes)은 보다 큰 타원형을 보임, (b) 안산암질 관입암상에서 발견되는 대형 용각류 발자국 화석

■ 덕명마을 남쪽 끝 군바위.

위치 및 관찰 내용: 군바위는 덕명마을에서 남쪽으로 해안도로를 따라 이동하여 멸치공장 앞과 소나무 숲을 지나 마지막에 다다르게 되는 절벽부근에 위치한다.

이곳에는 아래로 내려가면 용암이 지층을 따라 관입하여 굳어진 관입암상과 그 위에 신선한 지층이 눈에 들어오게 되는데 이 부근에서는 각종 공룡 발자국 화석과 함께 김봉균의 진동새발자국(Jindongornipes Kimi)그리고 연흔 등을 관찰할 수 있다. 새 발자국과 공룡발자국화석이 한 면에서 같이 발견되는 점에서 몇 가지 사실을 알 수 있다. 공룡이 크고 무거워서 바위에 발자국을 찍은 것이 아니고 가벼운 새도 발자국을 찍을 정도로 무른 흙이었다는 사실과 땅이 굳지 않고 젖어있는 동안에 밟아 생긴 것이므로 공룡과 새가 같은 시간이나 거의 같은 시간에 이 곳에서 같이 살았다는 사실을 알 수 있다. 초대형 용각류의 발자국은 음력 초하루나 그믐 무렵 저조가 되었을 때 배를 타고 접근해야 볼 수 있다고 한다.

발자국의 종류: 중형 4족 보행 공룡 발자국, 조각류 발자국(남서방향), 새발자국, 초대형 용각류 발자국(뒷발 크기가 1m가 넘음)

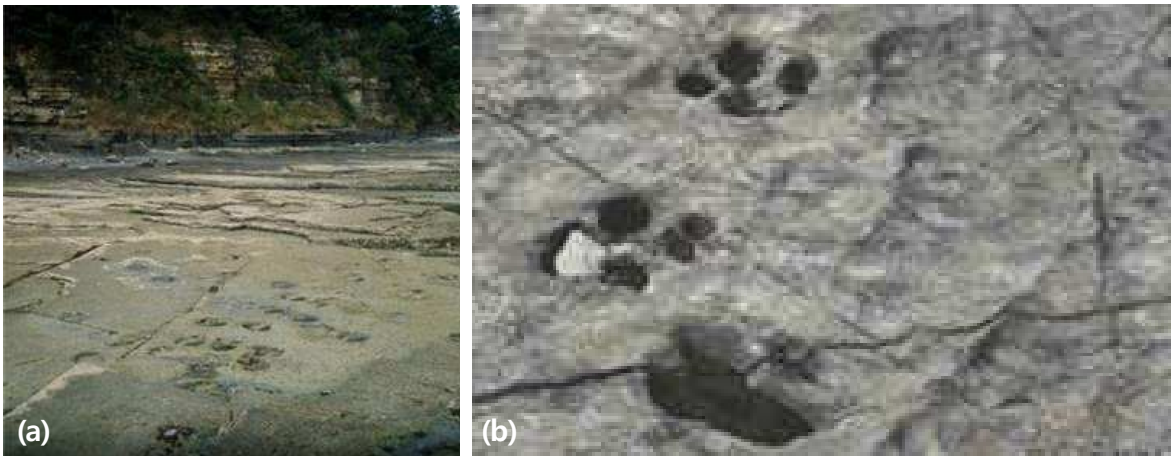


그림 4-32. 공룡발자국과 새발자국이 동시에 나타나는 노두(a)와 B2형 조각류 발자국(b)

5) 봉화골

그림 4-33. 봉화골 양어장 부근 해안의 모습

봉화골에서 서쪽으로 낮은 언덕을 지나면 양어장을 만나게 된다. 이 양어장 서편 해안과 남쪽에 간헐적으로 섬이 되는 작은 무인도와 그 서편의 노두를 가리키며 이곳에도 각종 공룡발자국과 새발자국이 선명하게 보존되어 있다.

암질은 대개 이암 및 실트질 세일이며 하이면의 다른 지역과 마찬가지로 강하게 열변질 되었다.

현재 이곳이 해안가이지만 공룡이 서식하던 당시에는 호숫가였음을 알 수 있다.

■ **봉화골 1.**

위치 및 관찰 내용: 봉화골로 들어오면서 약 350m 못 미쳐 도로 오른 쪽에 사태 방지용 콘크리트 축대를 낮게 시설해 놓은 곳에 주차를 하고, 길 건너편 전주에 R56 과 R57표시가 된 전주 두 개 사이에 바다로 이르는 작은 길이 보인다. 이 길을 따라 내려가면 암반이 나오는데 40m정도 봉화골 방향으로 가면 화석지가 나온다. 족장은 약 30cm이며 모두 8개가 관찰된다. 처음엔 남쪽으로 걷다가 남서로 우회전을 하여 걸었다. 지층이 덮이므로 더 이상 연장을 볼 수 없다.

발자국의 종류: 이족 보행 조각류(B2 형) 발자국, 새발자국 등

■ **봉화골 2.**

위치 및 관찰 내용: 봉화골 선착장에서 불과 50m 정도 되는 가까운 곳으로 물이 빠졌을 때는 접근하기가 대단히 쉬운 곳이나 평소에는 둘러 가는 길을 이용하여야 한다. 물이 찼을 때도 봉화골 1에서 바위를 밟으며 30m 가량 걸어 올 수 있다. 이 곳은 약 50m^2 되는 흑색 세일 성층면 바닥에 18개의 보행렬이 잘 찍혀 있다. 경사가 10° 정도로 완만하여 화석이 잘 관찰되나, 몇 개는 구멍을 채운 암석이 아직 붙어 있어 확실히 보기 어려운 점이 있다. 무리지은 16개의 보행렬이 폭 8m 안에 만들어 진 것을 보면. 덩치가 소보다 크거나 비슷한 공룡16마리가 1열 횡대로 걷기에는 폭이 좁다고 볼 수 있다.

발자국의 종류: 이족 보행 조각류 발자국, 중형 4족 보행 용각류

그림 4-34. 봉화골의 공룡 발자국 화석. (a) B2형 이족 보행 조각류, (b) 새발자국, (C) 중형 4족 보행 용각류

6) 실바위 일대

■ **실바위 동편 해안.**

위치 및 관찰 내용: 양어장 서편에서 실바위 동편 해안 사이를 가리킨다. 군사 작전지역으로 일반인의 출입이 통제된 지역이다.

발자국의 종류: 조각류, 용각류, 대형 수각류의 보행렬

그림 4-35. 실바위 동편 해안 노두의 공룡 발자국 보행렬 화석

■ **실바위 부근 해안.**

위치 및 관찰 내용: 이곳은 봉화골과 양어장을 지나 반도 남서쪽 끝에 해당한다. 현재는 군사 작전지역으로 일반인의 출입이 통제된 곳이다. 따라서 여기에서는 기존의 자료를 참고로 하여 내용을 수록하였다.

그림 4-36. 실바위 부근 해안 노두 전경

이곳에는 공룡발자국을 비롯하여 1년을 주기로 여름철과 겨울철에 서로 다른 퇴적물이 쌓여 1년 단위의 지층을 보여주는 연륜층(annual layer)으로 해석되는 반복층리가 수직절벽에서 발견되기도 한다. 남해안은 육지의 침강 또는 해수면의 상승에 의해서 육지가 바닷 속에 가라앉아 이루어진 해안이다. 해안선에서는 해파의 침식에 의해 해식절벽과 해식동굴과 같은 지형이 발달하게 된다. 이 해파의 침식에 의해 해안가에 노두가 드러나 이 지역처럼 지층면에 공룡발자국이 발견될 수 있는 것이다.

발자국의 종류: 연륜층(年輪層, annual layer) 반복층리(反復層理, rhythmite), 해식절벽

그림 4-37. 실바위 부근 해안 노두. (a) 반복층리, (b) 공룡 발자국 노두, (c) 해식 절벽

(2) 회화면 일대의 발자국 화석

회화면의 공룡발자국은 2000년 한국고생물학회의 조사팀이 처음 발견한 것이다. 회화면에는 다음과 같이 여러 곳에서 다양한 공룡발자국이 발견된다.

그림 4-38. 회화면 일대 화석 산지

1. 당항포 관광지 부근
   1-1. 당항포 관광지 동편 해안
   1-2. 당항포 관광지 남편 해안
   1-3. 당항포 관광지 북쪽 해안

2. 회화면 농공단지 부근

3. 어선 원촌 해안

4. 적석산 입구 구 국도변

특히 당항포 관광지내의 해안 곳곳에 다양한 공룡발자국이 눈에 띈다. 어신 원촌 해안에는 지금까지 보고된 용각류 발자국 가운데 가장 작은 소형 용각류 발자국이 발견된다. 해안이 아닌 내륙에서도 공룡발자국이 발견되는데 당항포 관광지 북쪽 부근에는 발자국 길이가 1m이상의 거대한 용각류 보행렬과 다양한 크기의 조각류 발자국이 그리고 회화면 농공단지 부근 적석산 입구에서도 공룡발자국이 발견된다. 또한 당항포 관광지 북쪽 부근에선 빗방울 자국도 보존되어 있다.

회화면은 고성군의 동쪽 끝에 위치하며 마산시 진전면과 접하고 있다. 고성읍에서 마산시 방면으로 달리는 국도 14호선을 따라 동쪽으로 이동하면 회화면 소재지를 만나게 된다. 회화면 배둔리에서 당항포 관광지의 안내 표지판을 따라 지방도 1002호선으로 들어서 동쪽으로 이동하면 당항포 해안을 만난다. 이곳의 화석은 조각류는 7개 산지에서 21개 보행렬이, 용각류는 7개산지에서 39개 보행렬이, 수각류는 1개 산지에서 1개의 보행렬이 발견된다. 회화면 어신 원촌해안에서는 족장 9cm인 세계적으로 가장 작은 크기의 용각류 보행렬이 발견되며, 당항포관광지 북쪽부근에는 족장이 109cm나 되는 매우 큰 용각류 발자국이 발견된다.

(3) 동해면 일대의 발자국 화석

동해면 남쪽해안의 공룡발자국 화석은 1987년 1월에 처음 발견되었으나 1998년에 정식으로 학계에 발표되었다.

그림 4-39. 동해면 남쪽 해안 일대 화석 산지
1. 장항마을 해안
2. 큰 구학포 동쪽 해안
3. 작은 구학포 동쪽 해안

동해면은 남쪽, 동쪽 및 북쪽의 3면의 해안선을 가지고 있으나 북쪽해안은 아직까지 발자국이 발견되지 않았으며, 동쪽해안은 도감에 실리기에는 만족할 만한 화석이 적어 남쪽해안인 봉암리, 장좌리 일대 해안의 화석을 이 도감에 싣게 되었다. 이곳은 대형 용각류의 보행렬이 두 지점에서 발견될 뿐 아니라 수각류 및 조각류의 발자국화석도 나타나며, 다양한 지층의 단면을 볼 수 있어 지질, 고생물자료가 대단히 풍부한 곳이다. 해안은 경관이 수려하고 교통이 편리하여 많은 관광객들과 학생들이 찾아오고 있다.

이곳으로 오는 길은 고성읍에서 지방도 1009호선을 따라 거류면을 거쳐 동해면의 남쪽 해안과 이어진 국도 77호선을 이용하여 쉽게 다다를 수 있으며, 마산시 방면에서는 고성읍까지 가지 않고 마산시 진전면의 창포리와 동해면 북쪽 끝인 내산리를 연결하는 동진교를 건너 올 수 있다. 동해면 남쪽 해안에서 관찰하기 좋은 공룡발자국 화석산지는 위와 같다.

(4) 고성군 기타 지역 발자국 화석

1) 영현면 계승사 경내

그림 4-40. 영현면 계승사 위치

영현면 대법리 금태산 남쪽 기슭에는 계승사가 자리잡고 있다. 계승사는 신라 문무왕 15년 의상조사가 창건한 전통사찰로 경내에는 공룡발자국 화석과 함께 연흔과 빗방울 자국이 발견되고 있다.

영현면 계승사는 경상층군 진동층에 주변의 화성암이 관입하면서 가열되어 열변성작용(thermal metamorphism)을 받아 혼펠스(hornfels)화된 암석이 분포하는 곳인데, 이들 혼펠스화 된 지층을 깍아 만든 계곡에 자리를 잡고 있다. 이곳으로 오기 위해서는 국도 33호선을 타고 상리면 부포사거리에 와서 영현면 방면(지방도 1016호선)으로 이동하면 대촌삼거리에 도착하게 되는데, 이 부근에서 영오면 방면으로 난 북동쪽 산림도로를 따라 올라 고개를 넘으면 좌측에 금태산 입구가 눈에 들어온다.

2) 개천면 옥천사 부근

연화산도립공원내 위치한 옥천사는 신라 문무왕 16년 의상조사가 창건한 전통사찰로 보물 제495호인 임자 명반지와 120여점의 문화재를 소장하고 있으며, 이곳에서는 주로 입구 북서편 계곡에서 공룡발자국 화석이 발견된다.

연화산도립공원내 위치한 옥천사는 신라 문무왕 16년에 의상조사가 창건한 전통사찰로 보물 제495호인 임자 명반자외 120여점의 문화재를 소장하고 있으며, 이곳에서는 주로 입구 북서편 계곡에서 공룡발자국 화석이 발견된다. 이곳으로 오기 위해서는 고성읍에서 마산방면 국도 14호선을 타고 마암면 화산

그림 4-41. 개천면 옥천사 위치

그림 4-42. 하일면 용태리 해안 위치

그림 4-43. 삼산면 갈망개 해안 위치

삼거리에서 개천면 방면(지방도 1007호선)으로 이동 후 개천면사무소 소재지를 지나기 전에 있는 옥천교(지방도 17호선)로 진입하면 연화산도립공원에 도착할 수 있다.

3) 하일면 용태리 해안

하일면은 서쪽으로 하이면 북쪽으로는 상리면, 동쪽으로는 삼산면과 접경을 이루고 있는 지역으로 하일면 용태리에서는 뒤꿈치가 긴 특이한 형태의 수각류 발자국 화석이 발견되며, 그 외에도 조각류 발자국, 공란층(굳기 전에 공룡들이 걷고 뛰면서 층리구조가 파괴된 교란 구조, 공룡들의 놀이터나 무도회장과 같은 의미), 우흔(rain print; 빗방울 자국이라고도 하며 빗방울이 충돌한 자국이 보존될 정도로 흡착력이 강한 점토질 퇴적물 위에 떨어져서 퇴적암의 층면에 보존되며 위에 덮였던 사암 밑면에 캐스트 상태로 빗방울 자국이 보존되기도 한다. 우리나라의 경상 누층군에서 흔히 관찰된다) 및 연흔 등을 관찰할 수 있다.

이곳으로 오기 위해서는 고성읍에서 국도 33호선을 타고 사천방면으로 이동한 후 상리면 부포사거리에서 좌회전을 하면 중촌삼거리에 다다르게 되는데 여기서 국도77호선을 타고 하일면 수양마을에 온 후 마을회관 부근에서 해안으로 난 길을 따라 내려오면 용태리 해안에 도착할 수 있다.

4) 삼산면 갈망개 해안

삼산면에는 갈망개 해안의 한곳과 마리개 해안의 두 곳 등 세 곳에서 공룡알 화석이 발견된다. 갈망개 공룡알 화석산지에서는 적색의 역질사암에 불규칙한 상태로 박혀있는 알껍데기들을 관찰할 수 있는데 토끼섬 맞은편에 위치한다.

이곳으로 오기 위해서는 고성읍에서 수남리를 거쳐 지방도 1010호선을 타고 삼산면 방면으로 이동하다가 낮은 언덕위에 자리한 대왕사를 지나 해안으로 향한 원만한 경사로를 따라 내려가면 갈망개 마을이 보이는데, 여기서 해안을 끼고 동쪽으로 이동하면 도착할 수 있다.

5) 삼산면 마리개 해안

삼산면 마리개는 갈망개 해안의 남서쪽에 위치하며 갈망개에서 지방도 1010호선을 따라 하일, 하이 방면으로 이동하면 마리개에 다다른다.

이곳에서 지방도로를 벗어나 해안으로 내려서면 새우 양식장 뚝이 나타나는 데 이 뚝을 지나 해안을 따라 약150m 정도 가면 공룡알 화석산지에 이른다. 다른 한곳의 알 화석산지는 이곳에서 남동쪽 건너편 해안에서 발견된다.

그림 4-44. 삼산면 마리개 해안 위치

6) 고성읍 해안

고성읍의 공룡 화석 산지로는 크게 두 곳을 들 수 있다. 하나는 신월리 구선창 해안의 조각류 공룡발자국 산지이고 다른 하나는 월평리 구 위생환경사업소가 있는 돌출한 반도에서 발견되는 알 화석 산지 이다. 특히 구 위생환경사업소 부근 돌출반도는 거북알 화석이 국내에서 처음으로 발견된 곳으로 학계의 관심을 받고 있기도 하다.

구선창 해안은 고성읍에서 통영방면 국도14호선을 타고 신월리 곡용마을에서 우측으로 난 해안도로를 따라 1.5㎞정도 서쪽 부근에 위치하며, 구 위생환경사업소 부근 돌출반도는 이보다 더 남쪽에 위치한다.

그림 4-45. 고성읍 해안 위치

5. 전남 해남군 우항리 해남공룡박물관 일대 지질 탐사

5-1. 해남군 우항리 화석 산지의 개요

(1) 우항리의 위치

해남 우항리 공룡화석지는 해납읍에서 서쪽방향(진도방향)으로 약 20Km 정도에 위치하고 있다. 우항리를 중심으로 한 해남 주변의 지형은 노령산맥과 소백산맥 사이에 발달되어있는 광주-나주-목포 분지의 남서부에 해당된다.

해남 우항리 화석지는 행정 구역상 전남 해남군 황산면 우항리에 속한다. 과거 우항리 화석지는 해남만 남쪽에 위치하였으나 지금은 금호방조제에 의해 담수호를 낀 육지로 변하였다. 담수호가 되기 이전까지 이 곳 화석지는 조수가 교차하는 바닷가였으며 만조가 되었을 때는 지금의 화석지가 대부분 바닷물에 잠기어 관찰이 불가능하였다. 지금은 일정하게 평균수면을 유지하는 커다란 담수호의 호숫가이며 잘 발달한 퇴적층과 수려한 경관으로 관광지로 각광을 받고 있다.

그림 5-1. 우항리의 위치

우항리 화석지는 해남읍에서 18번 국도를 이용하여 서쪽방향(화원반도)으로 약 18Km, 즉 진도방향으로 약 20분쯤 가면 황산면사무소가 소재한 남리가 나온다. 남리에서 북쪽 우항포까지는 2km이며 도보를 이용하면 약 20분이 소요되고 택시나 승용차로 5분 정도 소요된다.

한반도 남쪽이 호수였던 흔적이 가장 길고 뚜렷하게 남아 있는 곳이 해남군 황산면 우항리 북쪽 해안 일대이다. 병온리 에서부터 서쪽으로 우항리, 우항포를 거쳐 신성리, 매산리까지 이어지는 해안에 펼쳐진 퇴적암 해식절벽이 바로 그것이다.

얇은 종이와도 같은 층(점토가 굳은 이판암이나 이암)은 검은색을 띤 반면, 이보다 조금 두꺼운 층(사암이나 사암의 규소성분이 녹아 재 응결한 처트)은 푸른색 또는 흰색이 감도는 밝은 색을 나타내고 있다. 옆으로 한없이 펼쳐지는 이들 해식절벽의 높이는 낮게는 1m에서 높으면 3~4m. 파도에 깎여 층리가 잘 드러나는 이 해식절벽은 화원반도 부근에서 해남만 남쪽바다가 막히기까지 바닷물이 드나들며 씻어낸 덕분에 아직 풀이나 나무가 자라지 않아 아름다운 바위무늬를 그대로 드러내고 있다.

해식절벽으로 이어지는 해안의 길이는 역암으로 이뤄진 병온리 일대를 제외하더라도 5km에 이른다. 바위의 맨살이 깨끗하게 드러나는 퇴적암층으로는 세계적인 규모라고 한다. 이판암과 사암의 층리가 수

평으로 곱게 형성된 것은 매우 안정된 호수 속에서 퇴적이 이뤄졌기 때문이다. 뿐만 아니라 퇴적 이후 커다란 지각변동을 겪지 않았다는 의미도 들어 있다. 잔잔한 호수 밑이었지만 바람에 의한 물결의 영향을 받았던 흔적(연흔)이 사암층 위에 나타나 있다. 검은색조의 이판암 아래위엔 푸른색조의 응회암질 사암이나 아직도 돌로 채 굳지 못한 화산재가 끼어 있다.

(2) 우항리 화석 산지의 개요

우항리 화석 산지는 남해안의 다른 공룡발자국 화석산지들과 달리 퇴적층들이 해안과 반대 방향(남서방향)으로 경사져 있다. 이곳에서는 공룡발자국뿐만 아니라 세계에서 가장 오래된 물갈퀴 달린 새발자국과 익룡발자국이 함께 발견되었다. 이는 이들이 함께 서식했음을 의미한다. 해남 우항리 공룡발자국 화석산지는 1996년부터 1998년까지 2차례의 발굴이 이루어졌으며 1998년 10월 천연기념물 제394호로 지정되었다. 우항리 화석산지의 발굴은 3개 지역을 중심으로 발굴이 이루어졌으며, 제1지구에서는 공룡발자국이, 제2지구에서는 익룡과 물갈퀴달린 새 발자국이, 제3지구에서는 대형 공룡발자국이 발굴되었다. 이들 3개 지구는 450m에 걸쳐 위치하고 있다. 이 외에도 대규모의 절지동물이 기어간 흔적이 발견되었으며 현재도 많은 연구가 진행 중이다.

우항리 화석산지는 조수가 교차하는 해안가에 위치하고 있어 만조 시에는 현재의 화석산지가 대부분 바닷물에 잠기는 지역이었으나 1996년 11월 금호방제 건설 후, 금호방조제에 의해 담수호(금호호)를 낀 육지로 바뀌었다. 현재 금호호의 수면은 과거보다 평균 약 1.6m 후퇴해 있다. 화석산지 인근 지역의 지형은 60m 이하의 구릉이 있는 평이한 지형을 이루고 있으며, 화석 산지는 북쪽으로 금호호와 EW 방향으로 접해있다(김수진 외, 2000). 우항리 화석산지는 중생대 백악기의 화산 쇄설성 퇴적층(우항리층)으로 이루어져 있으며, 공룡· 익룡· 새발자국 화석을 포함하는 지층의 암석은 셰일, 응회질 사암 및 응회암으로 구성되어 있다. 우항리층은 우항리 지역에서는 금호호 남쪽 호안을 따라 단속적으로 노출되어 있다. 우항리의 발굴은 3지구로 구분되며 제1지구는 발굴 연장이 약 100m, 제2지구는 약 110m, 제3지구는 약 99m 이며 발굴된 화석산지의 총 면적은 753m^2이다(김수진 외, 2000).

우항리 화석산지는 한반도 백악기 공룡해안(Korean Cretaceous Dinosaur Coast) 세계자연유산 등재를 위해 추진 중인 5개 화석산지 중 하나이며, 2008년과 2009, 2010년에 걸쳐 국립문화재연구소 천연기념물 발자국 기록화 사업에 의해 공룡발자국 및 새발자국의 3D 정밀 실측 작업이 진행되기도 하였다.

(3) 우항리의 의의

그림 5-2. 3D로 복원한 해남 우항리의 익룡과 환경

해남 우항리 고생물화석지는 해남읍에서 서쪽방향(진도방향)으로 약 20㎞ 정도에 위치하고 있으며 과거의 이곳은 해남만의 남쪽에 위치한 바닷가였으나 지금은 금호방조제에 의해 막혀진 대규모 담수호 가장자리에 위치하고 있다.

이곳의 퇴적층은 중생대 백악기 시대에 형성(약 8300만~8500만 년 전 추정)된 것으로 약 5㎞의 해안에 교과서적인 퇴적구조를 가지며 연속적인 수평층리가 잘 발달된 정교한 퇴적층군을 형성하고 있다. 우항리 고생물화석지는 1996년부터1998년까지 수행된 발굴 및 종합학술연구(연구책임자 : 전남대 허 민 교수)에 의해 노출된 대규모 화석지인 것이다. 과거 우항리 지역은 상부와 하부 퇴적층의 수평 노출이 평균 약 30㎝ 정도에 불과하였고 지층의 경사가 해안 반대 방향으로 놓여 있어(평균 20°SW) 발굴 및 복원연구에 의하지 않고는 오늘날 같이 세계적 규모의 고생물 화석산출지를 발견하기는 어려운 곳이었다.

발굴 및 연구수행결과 용각류, 수각류, 조각류 등의 다양한 공룡발자국 화석 514점, 익룡 발자국화석 443점, 새발자국 화석 약 천 여점, 규화목 및 탄화목 화석 수십 점, 개형충 미화석 수만 점, 생흔화석 수십 점 및 새로운 발굴이 요구된 익룡 및 공룡뼈 화석 수십 점 등이 발견 및 발굴된 곳이다.

이들의 세계적 학술가치를 살펴보면 다음과 같다.

그림 5-3. 국내 최대의 용각류 발자국(길이 약 135cm)

1) 세계 유일의 매우 정교한 대형 용각류 공룡발자국 화석의 산출

조각류 발자국의 경우 길이 65cm, 폭 54cm이고, 용각류의 경우 길이 135cm, 폭 86cm로 국내 최대의 크기이다.

2) 세계 최대 발크기와 발자국 개수(이전 세계 최대 30여점, 우항리 443점)를 가지고 있는 테로닥틸로이드 종류(Pterodactyloid)의 익룡발자국 화석

발자국 크기 20~35cm, 발견된 갯수만도 443개로 학술적 가치가 높다. 발자국 크기로 익룡의 날개를 편 전체길이를 추정하면 약 12m의 거대한 몸집을 추정해볼 수 있다. 발자국 보행렬도 7.3m로 익룡의 보행자세연구에 귀중한 자료로 세계에서 유일한 곳이다.

3) 세계에서 제일 오래된 물갈퀴새발자국 화석(Hwangsanipes Choughi, Uhangrichnus chuni)

이제까지 알려진 미국 에오세기의 새발자국(약 5500만년전)보다 4000만년이 앞서는 발자국이며 익룡발자국과 같이 발견되어 두 생물이 같이 공존했음을 알 수 있다.

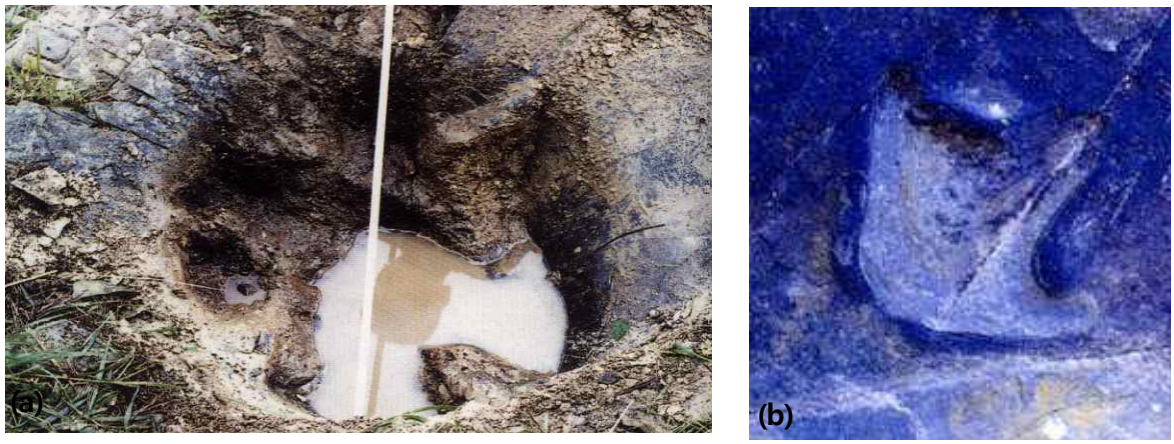


그림 5-4. (a) 국내 최대 조각류 발자국, (b) 세계에서 가장 오래된 물갈퀴새발자국

4) 아시아 최초발견인 절지동물 보행흔을 가진 생흔화석에 공룡, 익룡, 새 발자국이 한 층준에서 발견된 세계 유일의 화석지

5) 아시아 최초의 익룡발자국 화석

세계 7번째, 아시아 최초로 익룡 발자국이 발견되었다. 현재까지 발견된 것 중에서 세계에서 가장 크고 (20~35cm) 발자국 수도 443개가 발견되어 학술적인 가치가 높고 익룡 발자국의 보행렬이 7.3m까지 이어져 익룡의 보행자세 연구에 세계적으로도 유일한 곳이다. 이 곳의 익룡 발자국은 4족 보행을 지시하여 기존의 2족 보행설을 4족 보행설로 뒤바꾸는데 지대한 역할을 하였다.

6) 세계최초로 새와 공룡의 화석이 동일한 지층에서 발견

공룡과 익룡이 지나가면서 만들어진 발자국 웅덩이에 물갈퀴새가 날아와 앉아 먹이를 찾으러 다녔다는 증거이다. 공룡, 익룡, 물갈퀴새의 발자국이 동일지층에서 발견되기는 세계에서 최초이다.

이러한 화석들은 아직도 퇴적층 속에 대규모로 내재되어 있어 이들의 산출 규모는 가히 상상하기 어려운 지경이다. 이들 화석들의 다양함과 풍부함은 우항리 지역이 중생대의 고생물 진화나 당시의 고생태 환경을 풀 수 있는 세계적 유일 지역으로 세계 고생물 및 자연사 교육지의 최적지로 판단되고 있다. 이는 우항리 화석들이 세계 우수 학회지 등에서 인정받았고 발굴과 함께 2번에 걸친 국제심포지엄에서 세계적 석학들이 이러한 평가에 인색하지 않았음을 우리는 주지하여야 할 것이다.

5-2. 해남군 우항리의 지질 개요

해남 분지는 옥천습곡대와 영남습곡대 사이에 분포하는 백악기 퇴적분지 중 가장 남쪽에 분포하며, 해안선을 따라 노두가 발달되어 있어서 분지의 규모가 얼마나 되는지 정확히 알 수 없다. 해남 분지는 선캄브리아시대의 편마암류와 쥐라기 화강암을 기반암으로 하부로부터 안산암질응회암, 우항리층, 황산 응회암, 그리고 진도 유문암 및 이들을 관입한 각섬석 화강암과 석영반암으로 구성되어 있다(**그림 5-6**).

해남 분지의 층서는 안산암질 응회암, 우항리층, 황산 응회암, 진도 유문암이며, 우항리층의 두께는 약 350m 정도이다. 해남분지의 최하부 지층인 안산암질응회암은 내산리 서쪽 병온리 동북쪽 일분에 분포되어 있다. 천연기념물로 지정된 화석산지는 우항리층을 기반으로 하고 있으며, 우항리층은 황산면 우항리, 신성리, 병온리 및 내산리 등과 문내면 양정리 등의 해안선을 따라 잘 발달되어 있다. 화석 산지를 중심으로 보면 남쪽의 병온리에서 북쪽의 내산리까지 약 5㎞의 수평 연장선을 가지고 해안가에 노출되어 있다.

우항리층은 1970년 초 유질 셰일(oily shale)에 석유가 들어 있다는 사실이 전해지면서 관심을 받았으며, 1976년 이대성과 이하영에 의해 지질학적 연구가 처음 수행되었다. 그 후 석유지질학적 연구와 우항리층의 퇴적작용과 퇴적 환경에 대해 연구(박정웅, 1984; 전승수, 1990)되었다. 최근에는 공룡 발자국과 새발자국, 익룡 발자국이 산출되어 고생물학적 관점의 연구(허민, 1997)가 수행되었다.

우항리층의 구성 암석은 사암, 응회질사암, 응회암질 셰일, 역암 등의 퇴적암과 화산 활동에 의해 형성된 응회암질 암석으로 구성된다. 주 구성암석인 셰일, 사암, 응회질사암 등은 서로 호층을 이루면서 퇴적되었다. 우항리 화석산지는 북서 방향의 주향과 남서 방향의 경사로 기울어져 있다.

화석산지 주변은 일종의 계단단층(step fault) 형태로 정단층들이 수 m 미만의 변위량을 가지고 전개되고 있다(허민 외, 1998). 우항리 층 위에 놓인 황산응회암은 해남 분지 전체에 넓게 분포되어 있으며 우항리층과의 경계부에서는 화산쇄설성의 암설류 퇴적층이 발달되어 있다(Chun and Chough, 1995).

절대 연대 측정에 의한 우항리 화석산지의 지질시대는 최하부 안산암질 응회암 8천 3백만 년 전 내외, 우항리층에 협재된 응회암은 7천 만 년 전 사이, 우항리층 상위의 응회암은 6천 7백만 년 전 내외로 나타난다(허민 외, 1998). 따라서 우항리 화석산지는 약 8천 만 년 내지 7천 만 년 전의 지층으로 여겨진다.

해남군 황산면 일대에 분포하는 암석은 중생대 백악기에 활발한 화산활동에 의해 형성되었다. 이 암석은 경상 분지의 유천층군에 대비되며 이곳에는 중생대 백악기에 육성 퇴적 분지인 해남 분지가 있었다. 해남 분지는 화산대에 분포하였기 때문에 화산활동에 의해 많은 퇴적물이 공급되었다. 해남 분지의 경계는 어디인지 확실하지 않으나 화원 반도와 목포, 진도 일대를 포함하는 비교적 큰 분지였을 것으로 추정된다. 퇴적암은 하성환경, 선상지, 선상지-삼각주(fan-delta), 호성환경에서 형성되었다. 분지 주변에는 선상지-삼각주가 발달하여 비교적 조립질 쇄설물이 분지로 공급되어 역암이 쌓였으며, 분지 중심부인 호수에서는 세립질의 셰일과 셰일에 협재하는 사암이 형성되었다. 퇴적암층 사이에는 층리가 발달된 처트층, 석회질 이암이 부분적으로 협재한다.

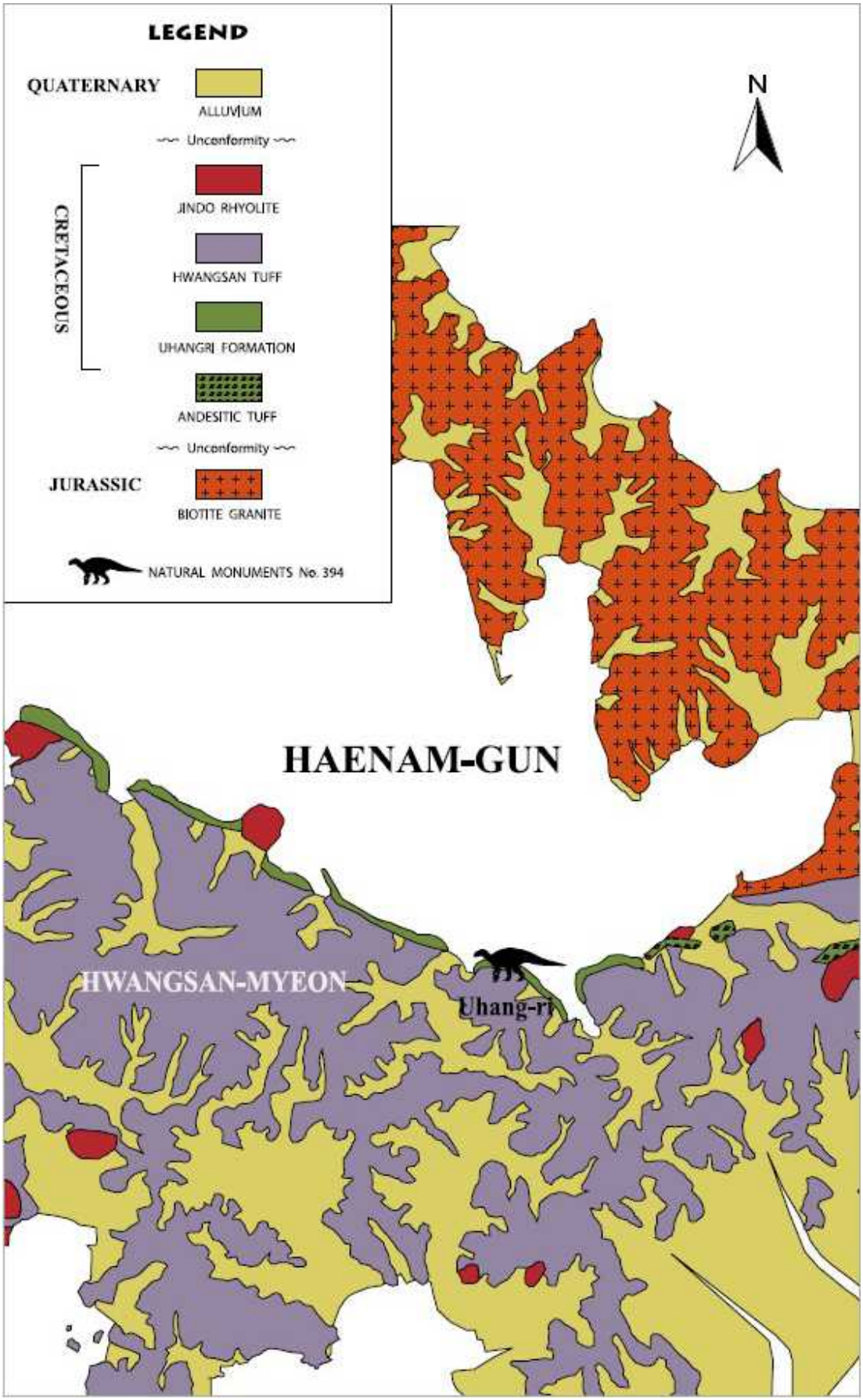


그림 5-5. 탐사 지역 및 주변 지역의 지질도(Chun, 1990로부터 수정하였음)

우항리층은 폭발적인 화산활동에 의해 두꺼운 화산재가 공급되면서 형성된 응회암층이 호수를 메우면서 분지의 생명은 끝난다. 이 후 화산활동과 관련된 열수용액의 충진으로 주변에 옥매광산, 부곡 광산과 같은 명반석 광산이 배태되었다.

(1) 우항리 지층 생성

우항리 퇴적암층은 지금으로부터 약 9,500만 년 전에서 6,500만 년 전 사이 백악기 후기에 형성된 퇴적층으로 검은색의 이암층과 푸른색과 흰색을 띄는 사암층의 해식 절벽이 해안선을 따라 5 ㎞ 정도 겹겹이 주를 이루어 길게 펼쳐있고 특히 흑색의 셰일층이 발달되어 있다. 또한 교과서적인 퇴적구조로 층리가 뚜렷하여 자연사 학습장으로서 가치가 크다.

백악기 당시 해남 일대는 경상남북도 및 남해안 일대와 마찬가지로 화산활동이 격렬했던 곳으로 우항리 퇴적층의 화산재 성분은 그때 뿜어져 나온 화산재가 물을 따라 떠내려 왔거나 호수 위로 비오듯 떨어져 가라앉았으며 이들 퇴적층이 쌓인 시기는 대략 8,500만 년 전~6,700만 년 전으로 1천만년 이상 기간으로 추정된다.

우항리층은 해남군 병온리, 우항리, 우항포, 신성리, 내산리 해안의 해안절벽과 파식대에 분포하고 있으며 층의 두께는 최대 400m까지 나타난다.

암석은 역암, 역질사암, 사암, 엽층리의 흑색세일, 처트질이암 등으로 구성되어 있으며 충적선상지 평원의 가장자리에서부터 호수주변부의 수중삼각주에 이르는 퇴적환경을 가지고 있다.

그 층서는 층상사암→처트질역암→엽층리의 흑색세일→사암-시트암호층쌍→역질사암→층상역암→두꺼운적색 실트암→수평연장성이 좋은 역질사암→렌즈상역암 이다.

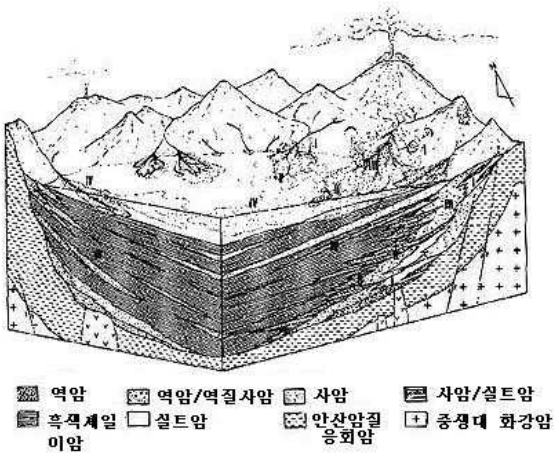


그림 5-6. 우항리 퇴적층의 퇴적 환경 모형

1) 우항리 퇴적층의 모양

① 우항리 퇴적암층은 지금으로부터 약 9,500만 년 전에서 6,500만 년 전 사이에 형성된 퇴적층으로 검은색의 이암층과 푸른색괴 흰색을 띄는 사암층의 해식 절벽이 해안선을 따라 5㎞정도 겹겹이 주를 이루어 길게 펼쳐있다.

② 절벽의 밑바닥에는 석회암층과 용회암층 및 화산재 등이 계단식으로 자리 잡고 있는데 특히, 우항리 선착장을 중심으로 좌우 1Km 해안에 여러 가지 고생물의 화석들이 집산을 이루고 있다.

2) 우항리 퇴적층의 색깔

① 주로 검은색의 이암층과 푸른색괴 흰색을 띄는 사암층이 겹겹이 주를 이루어 나타나 있으며 특히 흑색 셰일층이 발달되어 있다.

② 절벽의 밑바닥에는 회색의 석회암층과 용회암층 및 화산재 등이 계단식으로 자리잡고 있다.

3) 우항리 퇴적층의 두께

우항리의 해안의 퇴적암층은 검정색, 푸른색, 흰색 등의 색종이 뭉치를 쌓아 놓은 듯한 높이 1~4m의 절묘한 퇴적암층의 해식 절벽이 해안선을 따라 5㎞ 남짓 펼쳐있다.

4) 퇴적층의 알갱이

우항리 퇴적암층은 검은색의 이암층이 아주 작고 단단한 알갱이를 이루고 푸른색과 흰색을 띄는 모

래알 크기의 사암층이 겹겹이 주를 이루어 나타나 있으며 알갱이가 굵은 역암층은 틈틈이 관찰은 할 수 있으나 면적에 비해 드물다.

5) 세계에서 희귀한 퇴적암 층

우항리 퇴적암층은 연흔(Ripple Mark), 층내변형구조(Convolute), 각벽질암맥(Clastic dike), 성장화산력(Accretionary Lapilli), 대소형불꽃구조(Flame Structrue), 시네러시스 균열(Syneresis Crack)[4]등의 특이한 퇴적구조가 산재하는 것은 물론 세계에서 최초로 명명된 뜯어내림역편(Rip-down Clast)과 산출이 희귀한 층상 처어트가 포함되어 있으므로 국가적으로도 매우 귀중한 자산이다.

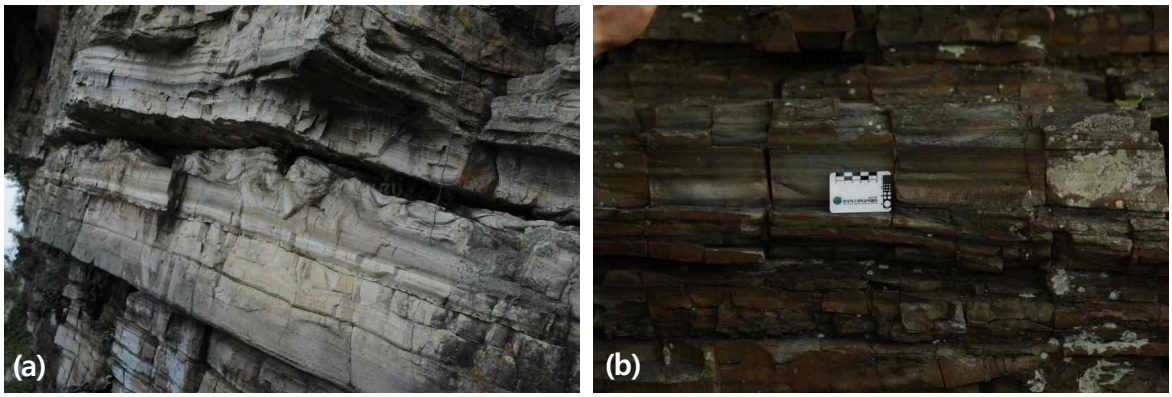


그림 5-7. 뜯어내림 역편(a)와 시네러시스 균열(b)

6) 균열이 나타난 화석이 나타난 지층

우항리에서 화석이 나타난 지층은 동일지층 한 층준에서 화석이 발견되고 있는데 화석이 나타난 지층은 공룡의 수십 톤의 몸무게에 의해 심하게 균열되어 분열 현상을 육안으로도 관찰 할 수 있다.

(2) 우항리의 세계적인 퇴적구조

1) 뜯어내림 역편(rip-down clasts)

응회질 실트암과 처트에서 처음 발견되었다. 함수율이 높은 실트암과 이암이 상부에 놓이는 불 투수성층(셰일)에 압력을 받을 때 생길 수 있다. 초기에 변형이 일어나고 액화현상이 수평적으로 이동되면서 상부의 미고화된 셰일층을 뜯어내서 하부로 운반한 것으로 추측된다.

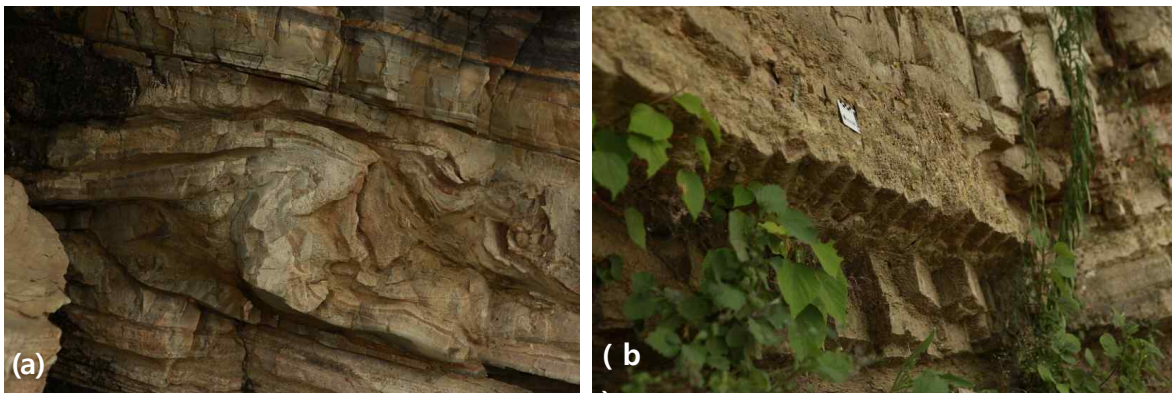


그림 5-8. 층내변형구조(a)와 사암에서 발견되는 대칭형 연흔(b)

---

4) 시네러시스 균열(Syneresis crack) 수중 수축 균열(subaqueous shrinkage crack)으로도 알려져 있다. 시네러시스 균열은 탈수 작용 없이 퇴적물의 수축에 의해 발달되어진 퇴적 구조이다. 시네러시스는 젤(gel)과 같은 물질로부터의 액체의 이수현상을 의미한다. 시네러시스 균열은 퇴적물을 둘러싼 액체의 염분 변화에 대응하여 점토의 수축에 의해 형성된다.

2) 층내 변형구조(convolute bedding)

퇴적 직후 부분적으로 액화된 퇴적물이 소성변형(plastic deformation)을 겪게 되어 형성된다.

3) 불꽃구조(frame structure)

사암층이 하중에 의해 아래로 내려앉게 되면서 하부의 이암이 상부의 사암층을 밀고 올라가 흡사 불꽃 모양으로 나타나기 때문에 불꽃구조라 한다.

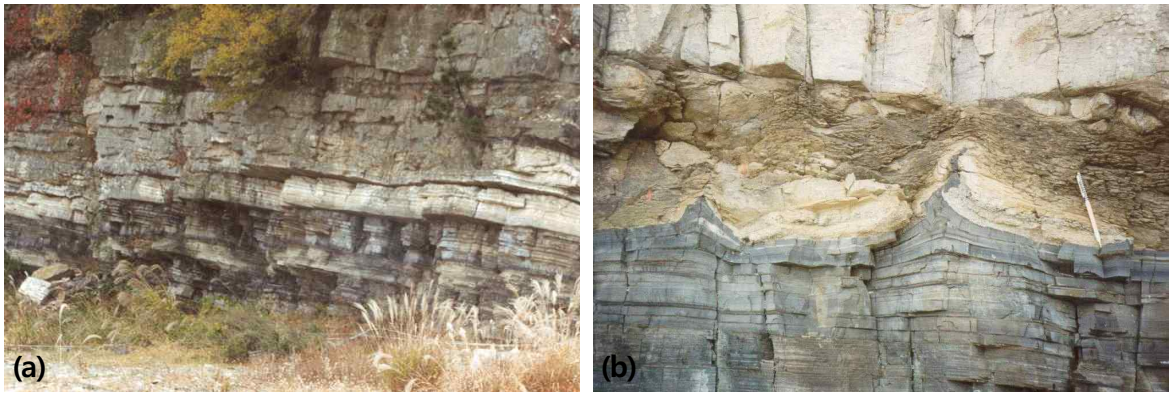


그림 5-9. 응회암, 이암, 사암으로 구성된 퇴적암 지층(a)와 액화현상으로 인해 생긴 불꽃구조(b)

5-3. 우항리의 화석

(1) 발굴된 지구별 화석

그림 5-10. 우항리 화석 발굴지 지구별 위치도. Site 1(제1지구) 조각류 공룡관(제1보호각) 주변, Site 2(제2지구) 익룡 조류관(제2보호각) 주변, Site 3(제3지구) 대형공룡관(제3보호각) 주변

1) 제 1 지구

■ 제 1지구 익룡 발자국과 새 발자국

이 지역은 2지구 익룡 화석이 산출되는 지층과 동일 지층으로 유기물을 많이 포함한 흑색 셰일층으로 구성되어 있다. 현재 노출된 면적은 길이 약 15m, 폭 1.2m로 다음과 같은 화석들이 산출된다.

① 익룡 발자국: 총 14개의 익룡 발자국이 산출되었고 3개의 보행렬이 확인되었다. 발자국은 셰일층에 얕게 찍혀 있으며 귀 모양의 앞발만 찍혀 있는 것으로 나타났다. 이들 발자국은 2족 보행으로 2지구의 4족 보행과는 다르게 나타나며 3개의 보행렬 가운데 남북방향의 보행렬 2개는 물가로 들어가던 익룡이 남긴 화석이고 동서방향의 보행렬 1개는 물가를 거닐던 흔적으로 추정된다.

② 새 발자국: 세계에서 가장 오래된 오리류 기원의 물갈퀴 새 발자국으로 총 99개 중 측정 가능한 수는 70개이다. 이들은 발자국 화석의 바깥쪽이 깊이가 깊은 것으로 보아 뒤뚱뒤뚱 오리처럼 걸었음을 추측할 수 있다. 또한 어떤 것은 익룡 발자국 내에 물갈퀴 새 발자국이 나타나는 것으로 보아 익룡과 물갈퀴새가 같은 시기에 살았음을 알려준다.

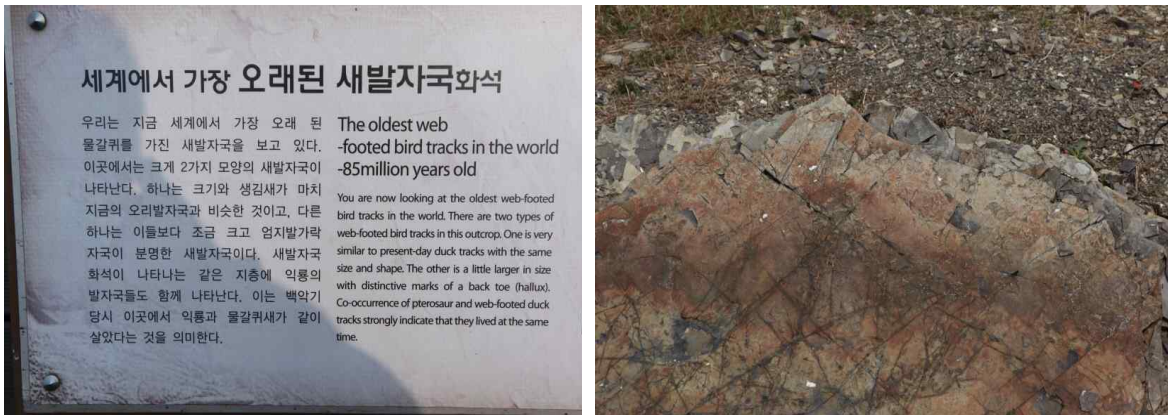


그림 5-11. 세계에서 가장 오래된 새발자국 화석

■ **제 1지구 공룡 발자국**

입자가 작은 모래가 다소 포함된 석회질 이암으로 구성된 이곳은 길이 40m, 폭 7m로 산출된 발자국은 총 263개 이다. 발자국의 형태에 따라 크게 다섯 가지 종류가 있는 것으로 보이며 이중 원형과 타원형의 조각류가 대부분을 차지한다. 이들은 산출 밀도가 매우 높고 일곱 개의 보행렬이 나타난다.

■ **조각류 공룡관(제 1 보호각)**

위치 및 관찰 내용: 해남공룡박물관 맞은편 아래 금호호 방면 첫 번째 보호각으로 해남 공룡 화석지 중 가장 서쪽에 위치하며 탄화목, 조각류 발자국 등을 관찰할 수 있다. 조각류공룡관은 초식공룡의 긴 목을 형상화한 터널 개념으로 집성목을 부재로 사용하였으며, 자연 채광을 활용하였다고 한다.

주요 전시물: 조각류 보행렬, 탄화목, 공룡 두개골 및 공룡알, 공룡 전신 골격(리트로사우루스) 등

그림 5-12. 조각류 공룡관

① 조각류 발자국

공룡 발자국 화석은 모양에 따라 구분하는데, 역사다리꼴은 육식공룡, 타원형은 초식공룡의 발자국으로 추정한다(**그림 5-14**). 지금까지 우리나라에서는 고성, 의성, 함안 등 경상도 일대에서 공룡 발자국 화석이 많이 발견되는데, 우항리의 경우는 호남에서 최초이자 세계에서 가장 정교한 초식 공룡과 육식 공룡 발자국 등 여러 종류의 화석들까지 발견되어 학자들에게 공인 받은 독특한 고생물 화석지이다.

조각류 공룡관 서쪽 출입구(그림 5-13의 반대편)에는 우항리 최초로 발견된 공룡 발자국 화석지가 있으며, 대부분의 발자국이 층리면을 따라 발달되어 눌려 있는 형태로 관찰된다.

그림 5-13. 조각류 공룡관 내부 모습

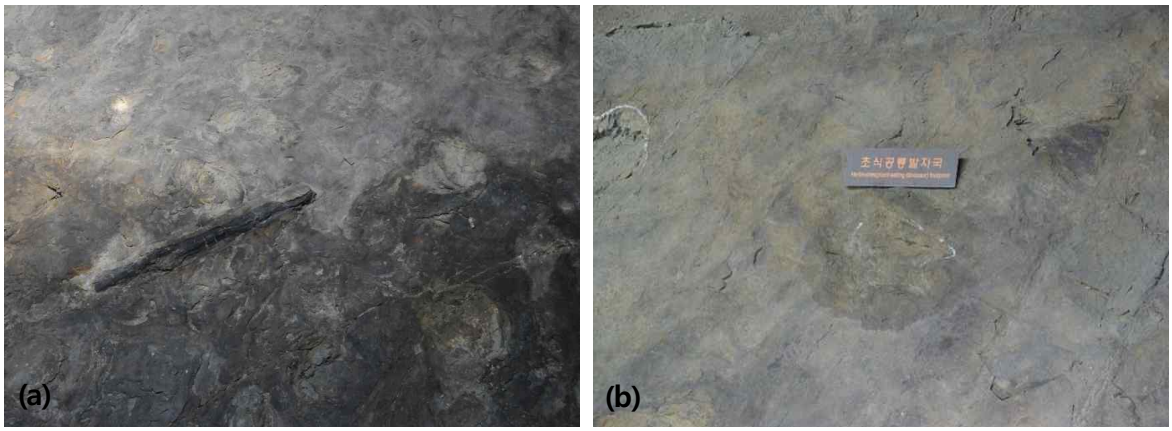


그림 5-14. 조각류 공룡관의 탄화목(a)과 초식공룡발자국(b)

② 탄화목

이 나무 화석은 화산활동에 의해 만들어진 탄화목으로 이는 나무와 공룡이 살았던 시기에 이 근처에서 화산활동이 있었음을 의미한다. 이 화석은 식물 줄기가 퇴적층 안에 쌓인 후, 오랜 시간이 지나는 동안 화석으로 변하여 남아 있는 것이다. 나무 화석 속의 생김새가 그대로 보존 되어 있을 때, 그 나무의 종류를 알 수 있고 당시의 기후를 추정할 수도 있다. 이곳에서 발견되는 나무는 초식공룡의 먹이 중 하나였을 것이다.

그림 5-15. 조각류 공룡관의 기타 전시물. (a) 공룡알 및 공룡 두개골 (b) 리트로사우루스 골격

2) 제 2 지구

■ **제 2지구 익룡 발자국과 새 발자국**

1지구 익룡 발자국 화석층과 동일 지층인 흑색 셰일층으로 길이 90m, 폭 1.5~3m 정도 규모에서 429개의 세계 최다 익룡 발자국 화석이 산출된다.

이 곳의 흑생 셰일층에는 아주 작은 방해석 결정들이 관찰될 정도로 탄산염 광물들이 높게 함유된 경우가 많고 유기물이 다량 포함되어 있어 입자 사이에는 개형충 미화석들이 개체 밀도가 높은 상태로 산재되어 있다.

이 지층에는 세계 최초로 익룡 외에 물갈퀴 새 발자국과 공룡 발자국이 동일 지층에서 나오고 세계에서 가장 긴 익룡의 보행렬도 관찰된다.

① 익룡 발자국: 발자국들은 2족과 4족 보행으로 셰일층에 얕게 찍혀 있고 발자국들이 불규칙하게 흩어져 있으며 귓바퀴처럼 생겼고 뒷 발자국은 사람의 발자국처럼 보인다. 만약 익룡 발자국이 나오는 층이 3지구의 공룡 발자국층과 같은 층준으로 해석된다면 익룡 발자국은 서쪽에서 공룡 발자국 층은 동쪽에서 서로 분리되어 생존했음을 의미한다. 화석층의 전체에 걸쳐 산출되는 새 발자국과는 달리 익룡이 일정한 서식 영역을 확보하였다는 것은 익룡이 일정시간을 지면에서 걸으면서 보냈다는 것을 의미한다. 따라서 우항리 백악기 호숫가는 익룡은 서쪽에서 군락을 이루고 공룡은 동쪽에서 걸어 다니며 그 위를 새가 자유로이 날아 다녔을 것이다.

② 새발자국: 이 지역에서 발견된 새발자국은 두 가지 종류로 두 가지 종류로 익룡 발자국과 함께 찍혀 있다. 발자국의 크기는 3~4cm정도이고 깊이는 몇 mm정도로 불분명한 외곽선을 갖고 있지만 몇몇 새 발자국들은 익룡 발자국 안에서 나타나며, 이러한 깊이에 찍혀 있음을 관찰할 수 있다. 이러한 사실은 익룡 발자국이 물가 매우 가까운 곳에서 형성된 후 물이 발자국 안으로 들어가 주위 암석보다 더 부드러워질 때까지 충분히 물이 고여 있었고, 새 발자국은 익룡 발자국 안에 부드러운 진흙에 흔적을 남긴 것으로 추정된다.

■ **제 2지구 공룡 발자국**

이 지역은 1지구의 공룡 발자국 화석층과 같은 층준으로 길이 26m, 폭 4m의 면적에 총 119개의 발자국이 나타난다. 하지만 이곳은 단층작용으로 인해 많은 발자국들이 손상되어 보존상태가 좋지 않고 1지구에 비해 그 깊이가 깊어 발자국의 형태가 대부분 둥근 형태로 발자국의 분류가 어렵다. 그러나 전체적인 윤곽이 1지구와 비슷하여 동일 부류의 발자국으로 해석되며 발자국 형태상 네 가지 종류로 구분할 수 있다.

이 층의 하부에는 거친 모래의 사암층에 포함된 탄화목을 다량 볼 수 있는데 발자국 층은 유기물이 적고 탄화목들이 층리면을 따라 퇴적되어 있음을 볼 때 이들은 다소 떨어진 지역에서 퇴적물과 함께 유입되었을 가능성이 높다. 이암과 사암이 연속된 이곳은 뻘과 모래가 퇴적되는 물가로 중생대에 많은 공룡들의 집단 서식지로 알려진 호수 가장자리나 범람원일 가능성이 높다.

■ **익룡조류관(제 2 보호각)**

위치 및 관찰 내용: 조각류공룡관을 지나 탐방로를 따라 동쪽으로 약 70m 정도 이동하면 만날 수 있다. 익룡조류관은 떼를 지어가고 있는 크고 작은 공룡들의 등뼈 모양이 되도록 디자인 되었으며 지붕구조는 목조 격자망구조로 천장을 그물망처럼 엮는 구조를 사용하였다고 한다.

주요 전시물: 물갈퀴 새발자국, 익룡발자국, 규화목, 정단층을 보이는 퇴적암층 등

그림 5-16. 익룡 조류관 전경

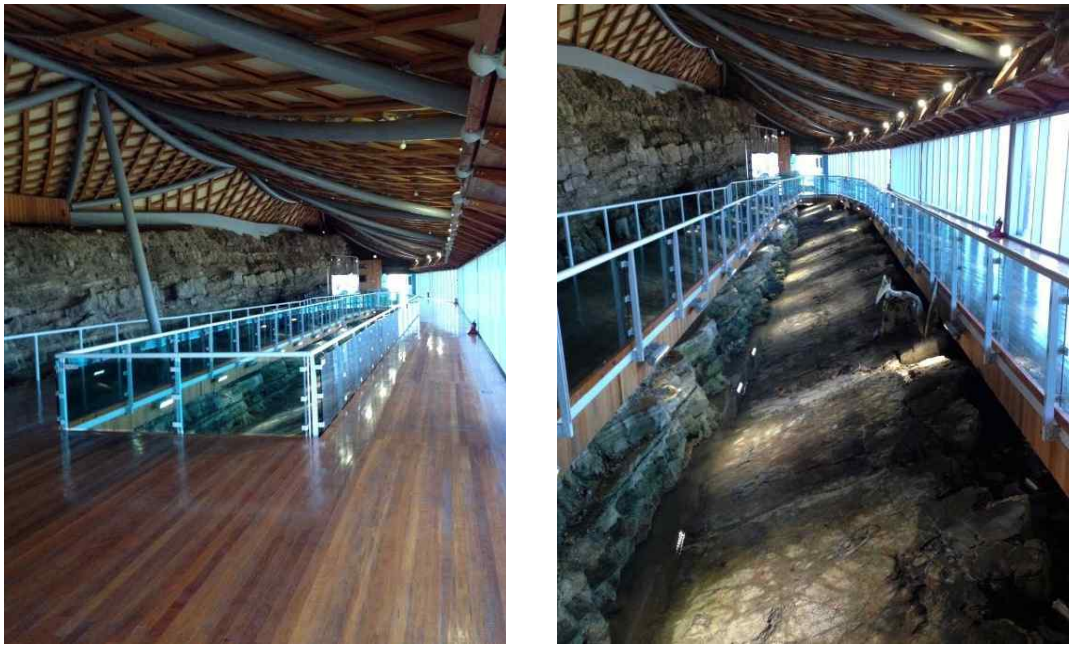


그림 5-17. 익룡조류관 내부 모습

① 물갈퀴 새발자국 화석

세계에서 가장 오래된 물갈퀴 달린 새발자국으로 지금으로부터 약 8,300만 년 전에 형성되었다. 황산면 우항리의 지명을 따 붙인 황산이페스, 우항리쿠스라는 학명이 명명되었다.

그림 5-18. 물갈퀴 달린 새발자국 화석

② 익룡 발자국

익룡의 앞발은 사람의 귀 모양과 같고 익룡의 뒷발은 사람의 발 모양과 비슷하게 생겼으며, 우항리 지역은 세계에서 가장 큰 익룡 발자국이 발견된 곳으로 알려져 있다. 익룡 발자국은 1996년 해남군에서 초청한 미국의 록클리 교수에 의해서 밝혀졌으며, 미국, 영국, 스페인 등에 이어 세계에서 7번째, 아시아에서는 최초로 발견되었다. 해남군의 지명을 따라 익룡의 발자국을 해남이엔시스로 명명하였다.

③ 규화목(petrified wood)

수간의 세포 중에 외부로부터 물에 녹은 실리카(SiO_2)가 침투하여 목질부의 내용물과 치환 또는 침전하여 목질부 전체가 단백석 또는 옥수화된 것으로 규화목 또는 석화목이라고 하며, 일반적으로 목질부의 내부조직이 잘 보존되어 있다. 규화목을 연구하기 위해서는 규화목의 횡단면, 방사단면, 접선단면의 3 단면의 박편을 만들어 재화석의 세포를 관찰한다.

그림 5-19. 규화목 화석

평양의 대동강변에는 중생대 초기의 화석림(petrified forest)이 알려져 있다. 중생대 초기인 북한의 대동강변에 분포하는 대동층군과 남한의 청양 지역에 분포하는 남포층군, 중생대 후기의 백악기 경상누층군, 포항 분지의 제 3기

층에서는 구과식물과 피자식물에 속하는 규화목 화석이 알려져 있다. 특히, 왜관 부근의 낙동층에서 산출된 나무고사리 화석(Cyathocaulis naktongensis)은 1962년에 천연기념물 제146호로 지정되었다. 우항리에는 구과식물인 나무송류와 측백나무류가 많이 발견된다고 한다.

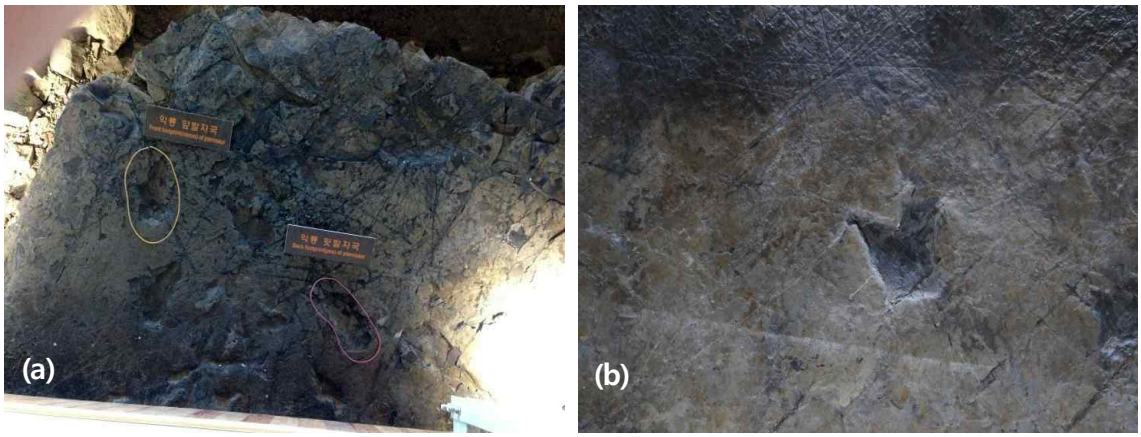


그림 5-20. (a)익룡 발자국 화석. 왼쪽이 앞발자국, 오른쪽이 뒷발자국이다. (b) 익룡 앞발자국

④ 단층면을 관찰할 수 있는 퇴적암 층

익룡조류관의 서쪽 입구쪽에서 조각류공룡관 방향으로 조금 걸어가면 맞은편에 아래의 **그림 5-21**과 같은 퇴적암 지층을 발견할 수 있다. 이 지층에서는 전형적인 단층면을 관찰할 수 있으며, 단층면을 경계로 상반과 하반이 서로 어긋나 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 단층면을 경계로 외쪽 노두에 우항리층에서 전형적으로 나타나는 퇴적구조인 대칭형 물결자국(연흔)도 함께 관찰할 수 있다.

그림 5-21. 익룡조류관 서쪽 출입구 노두 부근에서 볼 수 있는 단층면과 연흔 퇴적 구조

3) 제 3 지구

■ 제 3지구 공룡 발자국 1층

이 지역은 1지구의 새 발자국, 2지구의 익룡 발자국과 같은 흑색 셰일층으로 길이 45m, 폭 9m 면적에서 총 105개의 발자국이 발견되었다.

이들은 네 발로 걷는 용각류의 앞발자국 형태로 발자국 내에 별 모양의 구조를 갖고 있으며 평균 크기는 75cm정도로 거의 원에 가깝다. 이와 같이 별 모양의 구조가 나타나는 것은 발자국이 찍힐 당시 물기를 가진 상태의 진흙 밑 부분으로부터 퇴적물이 관입되어 탄력성을 가진 지표 부분을 들어 올린 것으로 생각되며 이러한 구조는 해부학적으로 용각류 앞발의 모양으로 추정된다.

이곳에 나타난 발자국들을 보폭 사이가 매우 좁고 보폭 각이 크며 최소한 4개의 보행렬이 관찰되는데 이들의 방향은 동서에서 남북방향으로 바뀐다. 발자국들의 폭은 6m 범위에서 제한되게 나타나므로

동시에 형성된 것으로 보이며 보행 길이에 근거한 용각류의 크기는 최소한 7m가 넘을 것으로 추정된다.

■ 제 3지구 공룡 발자국 2층

1,2지구의 공룡 발자국의 상부층으로 1,2지구와는 달리 사암층에 보존되어 외곽선이 원형으로 섬세하지 못했고 소형 공룡 발자국은 나타나지 않았다. 현재 노출된 면적은 길이 26m, 폭 4m로 총 발자국 수는 27개로 적은 편이다.

이들은 사암층에 깊게 찍혀 있으며 앞발과 뒷발이 쌍으로 나타나는 용각류의 발자국으로 앞발은 길이 56.5cm, 폭 42cm, 깊이 11.5cm이고 뒷발은 평균길이 88.6cm, 폭 75cm, 깊이 1.5cm정도로 앞발이 뒷발에 비해 깊이가 더 낮고 왼발의 경우는 뒷발의 좌측에 존재한다.

이들 발자국 크기는 실제 발자국의 크기라고 볼 수 없으며 공룡이 지나간 뒤 물의 침식 퇴적 작용으로 발자국의 형태가 변한 후 화석화 된 것으로 추정된다.

■ 대형공룡관(제 3 보호각)

위치 및 관찰 내용: 익룡조류관을 지나 탐방로를 따라 동쪽으로 약 350m 정도 이동하면 만날 수 있다. 이곳은 해남공룡관 옥외 전시관 중 가장 동쪽에 위치하며 발자국 이미지에 맞는 대형 초식 공룡 몸통을 돔구조로 형성화한 구조로 설계되었다고 한다. 보호각 주변에는 국내 최대의 초대형 용각류 발자국을 관찰할 수 있다.

주요 전시물: 대형 공룡 발자국 보행렬(별 모양), 마멘치사우루스 골격, 국내 최대 용각류 발자국 등

그림 5-22. 대형공룡관 전경

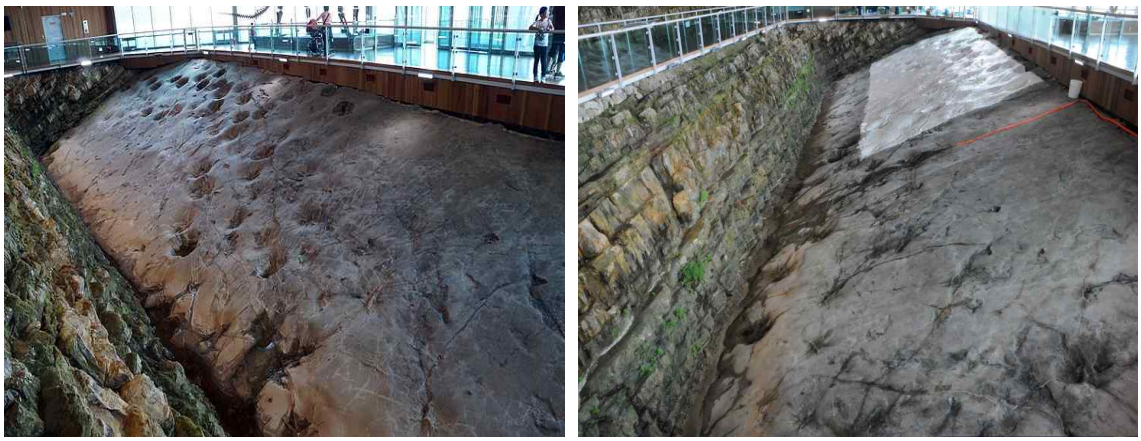


그림 5-23. 대형공룡관 내부 모습

① 대형 초식 공룡 발자국 보행렬

이곳은 발자국 형태가 매우 잘 보존된 세계적으로 희귀한 공룡 발자국 층이다. 발자국 평균 길이가 80cm인 대형 공룡발자국으로 최대 깊이는 28cm까지 이른다. 이곳에서 105여개의 발자국이 발견된다.

백악기 당시 공룡들은 화산재로 덮여 있었던 이 공룡발자국 위 층을 밟았고 이 때문에 탄력성 있던 이질퇴적층이 부드럽게 내려 앉으면서 경계가 뚜렷하지 않은 발자국들을 남겼던 것으로 해석된다. 최고 4개 이상의 보행렬이 관찰되고 있어 여러 마리의 공룡들이 이동한 것으로 추정되며 보이는 발자국의 크기로 보아 공룡은 최소 7m 이상은 되었을 것으로 생각된다.

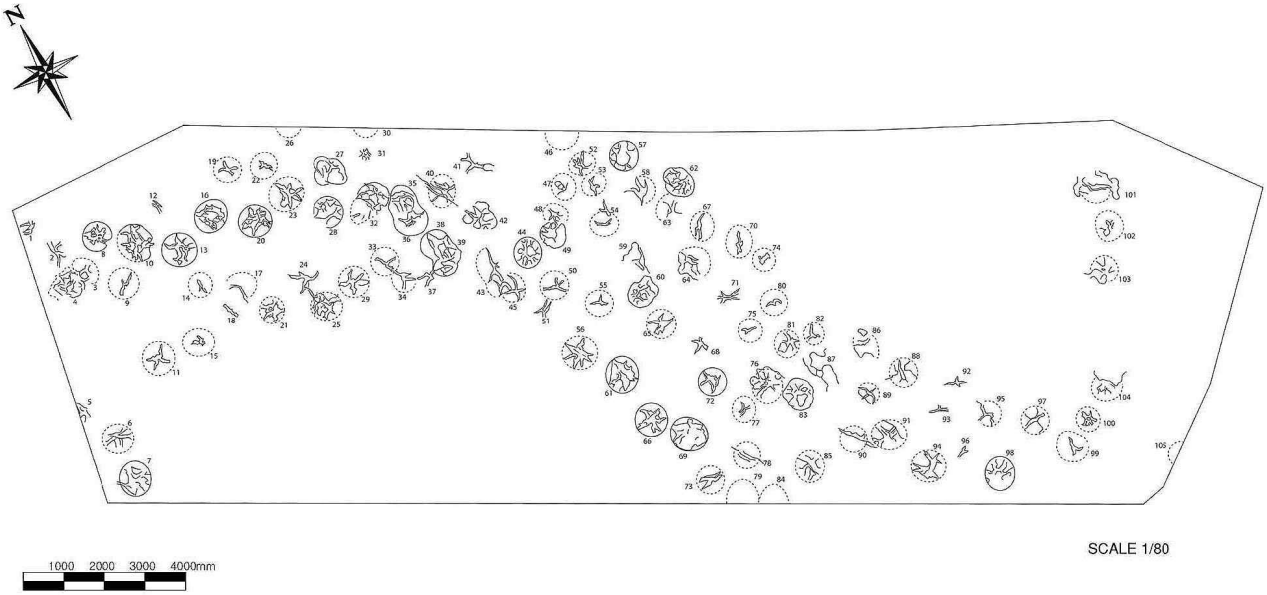


그림 5-24. 대형공룡관 내에서 발견되는 공룡발자국 보행렬 분포

② 별 모양의 내부구조를 보이는 대형 공룡 발자국

이곳의 발자국은 세계적으로 최초로 발견된 독특한 "별" 모양의 내부구조를 가진 공룡 발자국이다. 발자국 내부의 별 모양은 솟은 부분은 무거운 공룡이 물기를 가진 상태의 진흙 위를 걸었을 때 진흙 밑 부분으로부터 퇴적물이 올라오면서 탄력성을 가진 표면 부분이 들어 올려 진 것이다. 발자국들의 앞 뒤 간격은 매우 좁으며, 각 보폭의 각도가 큰 것이 특징이다. 발자국의 깊이는 52~95cm, 보행 길이는 202~244cm에 이른다. 발자국의 깊이가 30cm 가까이 되는 것으로 보아, 이 발자국들은 몸집이 8m가 넘는 대형 공룡에 의해 만들어진 것으로 생각된다.

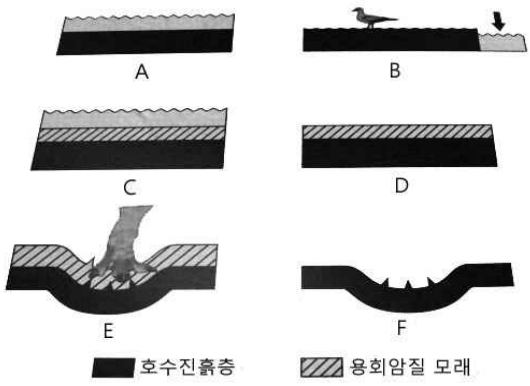


그림 5-25. 별 모양의 발자국 형성 모형

그림 5-26. 별 모양의 내부 구조를 갖는 공룡 발자국 화석

③ 마멘치사우루스 골격 모형

마멘치사우루는 코 끝에서 꼬리 끝까지 전체 길이가 21m, 목 길이 11m, 몸무게는 27t에 달한다. 1957년 중국 스촨(四川)성에서 발견되어 중국 베이징 박물관에 전시되어 있으며, 우항리 지역의 발자국과 공룡의 크기를 추정하여 관람객들의 이해를 돕기 위해 이곳에 전시하고 있다.

그림 5-27. 대형공룡관의 마멘치사우루스

④ 전시관 밖 초대형 공룡 발자국

이곳에 나타나는 초대형 발자국들은 사암층에 깊이 찍혀 있다. 발자국의 모양과 크기로 보아 앞발과 큰 뒷발을 갖는 목이 긴 초식 공룡인 대형 용각류의 발자국으로 추정된다. 발자국에 발가락이나 발굽의 모양 등이 나타나지 않고 발자국 대부분의 경계는 알아보기 어려우며, 그 형태도 일정하지 않다. 이는 용각류 공룡이 물에 젖은 모래 위를 걸어가면서 발자국의 주변이 무너졌기 때문일 것으로 생각된다. 따라서 남긴 용각류 공룡은 호수 경계면을 걸었거나 얕은 물속을 걸어갔던 것으로 해석된다. 이는 아래의 **그림 5-29** 와 같이 발자국 주위에 형성된 물결 자국 모양의 퇴적층(연흔)을 통해서도 확인할 수 있다. 또한 이곳의 발자국은 비교적 훼손 상태가 심해 발자국의 훼손이 더 이상 진행되지 않도록 특별한 관리가 필요할 것으로 생각된다.

그림 5-28. 대형공룡관 밖 제 5층준 사암층에서 발견되는 용각류 발자국

그림 5-29. 대형공룡관 밖에서 관찰할 수 있는 1m 이상의 초대형 용각류 발자국과 연흔

(2) 발굴된 층준별 화석

층준이란 지층의 순서상 특정위치를 가리키는 말로 해남 우항리의 익룡과 물갈퀴새, 공룡화석이 발견되는 층준은 총 6개로 구분할 수 있다. 각각의 층준이 구분되는 것은 서로 다른 시기에 지층이 형성되었음을 의미하지만 우항리의 여섯 층준들은 그 사이의 시간 간격이 매우 작아 거의 비슷한 시기에 퇴적된 것으로 보인다.

우항리의 발자국은 6개의 층준에서 산출되는데 그 중 제2층준에서는 용각류와 수각류 공룡발자국, 익룡 및 새발자국들이 함께 나타나는 점이 다른 발자국 화석지와 다르다. 이들 발자국들은 주로 셰일과 사암층에서 나타나는데 사암층인 제 6층준을 제외한 모든 층준이 모두 셰일층으로 그 보존상태가 모두 좋다.

우항리층 상부 층후 25m내 6개 층준에서 공룡발자국이 약 230여개 산출되었으며 그 중 1개의 층준에서는 물갈퀴 새발자국 천 여 개와 익룡 발자국 200여개가 산출되었다.

다만 제3층준은 발굴지역 일부가 단층작용으로 많은 발자국이 변형되었다. 특히, 제3층준은 흑색셰일과 석회질이 교호되는 층으로 심한 요동을 받아 심하게 교란되어 있다. 그 동안 이러한 요동을 만든 생성원인이 퇴적학적으로는 단순히 혼탁구조로 기재되어 왔으나 이번 공룡발자국의 발굴로 이들이 공룡 이동시 육중한 몸무게에서 발생하는 압력으로 만들어진 다이노터베이션임이 밝혀졌다.

비교적 무게가 가벼운 새나 익룡이 나타나는 층이나 발자국 밀도가 낮은 층에서는 이러한 층의 교란이 보이지 않았다.

6개 층준에서 볼 때 우항리층에서 산출되는 공룡발자국의 종류별 산출비율은 조각류가 71% 용각류가 26% 그리고 수각류가 3%이다.

조각류 발자국은 35~40cm의 크기가 빈도가 가장 높게 나타나고 그 다음으로 40~45cm, 30~35cm 순으로 많이 산출된다.

한반도 남동지역인 영남 지방에서 산출되는 조각류의 발자국과 비교할 때 평균 크기에 있어서 상대적으로 크다. 이들의 발자국 종류와 수에 의하면 중생대 백악기동안 우항리에 존재하던 호수에는 최소한 3종류 이상의 용각류 부류가 번성하였으며 이들은 수각류와 새, 그리고 익룡들과 함께 호수의 생태계를 구성하면서 공존하였던 것으로 보인다.

1) 제 1 층준의 발자국

약 20cm의 흑색 셰일층에서 20여개의 공룡발자국이 산출된다. 발자국의 크기는 20~30cm범위이며 발가락이 뚜렷한 2개의 발자국을 제외하고는 발가락의 윤곽이 거의 나타나지 않는 타원형으로 산출된다. 발가락이 뚜렷한 2개의 발자국은 조각류의 발자국이다

2) 제 2 층준의 발자국

이 층준에서는 공룡발자국이 산출되나 보존 상태가 좋지 않다. 비교적 보존상태가 좋은 조각류의 발자국 수 개와 용각류의 보행렬 1개가 발견되었다.

이 층준에서는 세계에서 가장 오래된 물갈퀴가 달린 새발자국 천 여 개와 아시아 최초의 익룡 발자국이 약 200여개가 산출된다. 이 층준에 있는 몇 개의 공룡발자국과 익룡 발자국 내부에는 물갈퀴 달린 새발자국이 산출된다. 이것은 공룡과 익룡이 지나가면서 만든 발자국 웅덩이에 물갈퀴 달린 새가 날아와 앉아 먹이를 찾으며 다녔던 것을 나타낸다.

이와 같이 물갈퀴 달린 새, 공룡 그리고 익룡의 3가지 발자국이 한 층준에서 함께 산출되는 경우는 세계적으로 유일하며 고생물학적 학술 가치가 매우 높은 층준이다.

3) 제 3 층준의 발자국

30~50cm두께의 흑색셰일 지층면에 109개의 공룡발자국이 산출된다. 발자국은 형태로 보아 주로 조각

그림 5-30. 앞발과 뒷발이 겹쳐 찍혀 있는 익룡 발자국 화석

류의 것이며 수각류와 용각류의 발자국도 수개 나타난다.

발자국의 크기 범위는 발자국 길이가 9~55cm,폭이 6~45cm범위로 매우 다양하며 발자국깊이도 1~20cm로 다양하다. 이 층준에서 산출되는 발자국은 매우 깊은 발자국의 경우 발가락의 윤곽은 공통적으로 희미하다.

이 층준에서는 Caririchnium[5]과 흡사한 보존 상태가 매우 좋은 조각류의 발자국이 2개 산출된다. 이 발자국의 크기는 길이가 39cm, 폭이 38cm이며 발가락 3개와 마디가 잘 나타나며 발톱이 있다. 이 지층면의 노출 상태는 길이는 48m이나 폭이 50~150cm로 매우 좁아서 보행렬의 해석은 매우 어려우나 현재 약 4개의 보행렬이 해석된다.

이 층준에서 산출되는 109개의 발자국 중 진행 방향을 나타내는 53개의 발자국을 대상으로 보행 방향의 분포를 나타낸 결과는 동서방향을 기준 했을 때 북동 또는 북서 방향으로 보행한 것이 약 70%로 우세하게 나타났다. 퇴적구조와 보행방향으로 미루어 보아 그 당시의 호수는 북쪽에 위치하고 호안선은 동서방향이었음을 나타낸다. 위의 장소에서 약 100m 동쪽 지점의 같은 층에서도 44개의 공룡발자국이 산출된다. 조각류의 발자국이 주를 이루며 발자국의 크기는 길이가 22~55cm범위이다. 이 층준의 발자국들은 모두 20cm이상의 깊이를 가지고 있어 발가락의 윤곽은 거의 대부분 나타나지 않는다. 이 층준의 노출 상태도 길이에 비해 폭이 너무 좁아 발자국의 보행렬 해석은 현 상태로는 어렵다.

4) 제 4 층준의 발자국

약 20cm두께의 흑색 셰일층에서 아주 크고 특징적인 40개의 용각류의 발자국과 하나의 수각류 발자국이 나타난다.

이들은 그 형태나 정확성에서 세계적으로 보기 드문 형태로 용각류 발자국 윤곽의 길이는 110~58cm, 폭은 102~52cm, 깊이는 5~35cm 범위를 가진다. 이들 일부는 발자국 안쪽에 불가사리 모양처럼 2개에서 6개 사이의 돌출부분을 가지고 있다. 이들 발자국은 퇴적물의 점성 때문에 생긴 것으로 불가사리 모양의 돌출가지는 정교한 발자국과 가지의 각도와 위치가 유사함을 비추어 볼 때 발톱사이로 끼여 올라오는 퇴적물 흔적으로 추측되나 이러한 현상은 퇴적물의 특성연구와 더불어 지속적으로 연구될 예정이다.

이 층준의 동편에 약 6m길이의 보행렬을 갖는 6개 발자국이 나타나는데 5개는 불가사리모양이며 1개는 정교한 발자국으로 나타난다. 이 발자국의 윤곽 길이와 폭은 약 80m로 원형이며 stride는 215cm, pace는 110cm 그리고 step angulation 는 155도로 보행렬의 넓이는 매우 좁아 백악기 후기의 용각류 보행렬과 비슷하였다.

5) 제 5 층준의 발자국

두꺼운 사암층의 지층면에 3개의 용각류의 발자국이 아주 희미하게 산출된다. 이들은 하부지층에 반영될 발자국으로 보존된 것으로 보인다. 발자국의 길이와 폭은 각각 67~51cm, 50~40cm 범위이다. 이 층준에서 역시 1m가 넘는 공룡발자국이 4개 이상 관찰된다.

6) 제 6 층준의 발자국

층리의 발달이 불량한 1m두께의 중립질 사암의 상부에 앞발과 뒷발이 각각 3개씩 연속적으로 나타나

---

5) 카르이르이크늄 경수키미(Caririchnium kyoungsookimi) 1999년 고성군 두호리에서 발견된 후 2004년 발굴된 4족 보행 조각류 공룡발자국 화석. 이 화석은 신종으로 확인돼 '카르이르이크늄 경수키미'로 명명되었다. '경수키미'는 공룡 화석 연구 전문가인 김경수 진주교육대 교수의 이름에서 따왔다.

는 용각류의 보행렬이 산출된다.

용각류의 뒷발의 길이는 101cm, 폭은 74cm이며 앞발의 길이는 21cm, 폭은 65cm이다. 이 보행렬의 stride는 338cm, pace는 220cm 그리고 step angulation는 114도이다.

5-4. 우항리 화석의 가치

(1) 익룡 발자국 화석

1) 익룡

익룡은 중기 트라이아스기에서 말기에 출현한 것으로 날개를 퍼덕거리며 진정한 비행을 한 최초의 척추동물이었다. 익룡의 화석은 트라이아스기 말부터 백악기 말에 이르는 약 14000만 년 이상 기간의 생태학적 영역을 이해하는데 도움을 준다. 다양한 형태로 산출하는 화석으로 보아 익룡은 물고기, 곤충은 물론 과일까지 먹이로 이용하였던 것으로 보인다.

익룡에 관한 내용은 200년이 넘는 연구에도 불구하고 대부분이 아직도 논쟁 중에 있다. 비록 막의 형태와 구조에 대해 논쟁 중이지만 익룡이 막 모양의 날개를 가지고 날개를 퍼덕거리며 날았다는 것이 현재 일반적으로 받아들여지고 있다. 몇몇 학자들은 그 막이 앞쪽과 뒤쪽 날개가 연결된 길다란 것이었다고 주장하는 반면 다른 학자들은 이 막이 앞쪽에만 제한해 연결되어 있었다고 주장한다. 익룡의 육상 생활 능력에 대해 꽤 오랫동안의 논쟁이 있었으나, 새로운 화석과 흔적들로 이들이 육지에서 평평한 네 발을 가지고 생활했다는 것을 보임으로서 이 문제가 거의 해결되었다.

익룡이 발견된 지리적 위치는 매우 편중되어 있다. 17세기 후반부터 1960년대 초반까지 실질적으로 모든 화석들은 서부 유럽(주로 우크라이나와 독일)과 미국에서 발굴되었다. 지난 30년 동안 다른 대륙에서 발견된 것은 카자흐스탄(Sordes pilosus)과 중국 신장성(Dsungaraipterus weii)을 포함하여 중요한 신종들이 아시아에서 발견되었다.

해남 우항리층에서 발견된 익룡 발자국 화석은 상부 백악기 호수 퇴적층에서 발견되었다. 종류는 Pteraichnus Pterodactyloid로 확인된 다른 흔적과 비슷하다. 발자국 수는 약 30개이며, 공룡과 새 발자국과 함께 산출된다는 점이다. 우항리 발자국은 여러 면에서 중요하다. 첫째는, 아시아에서 첫 번째로 발견된 점이다. 둘째로, Pterodactyloid 가 2족 보행이 아닌 4족 보행으로 진화했다는 점이다. 셋째는 현재까지 발견된 가장 큰 익룡발자국이다. 넷째는, 크기, 형태, 진화 방식의 모든 점에 있어서 나는 척추동물인 새와 익룡의 생태적 역할이 다르지만, 같은 서식지에 함께 있었다는 확실한 증거가 발견된다는 점이다.

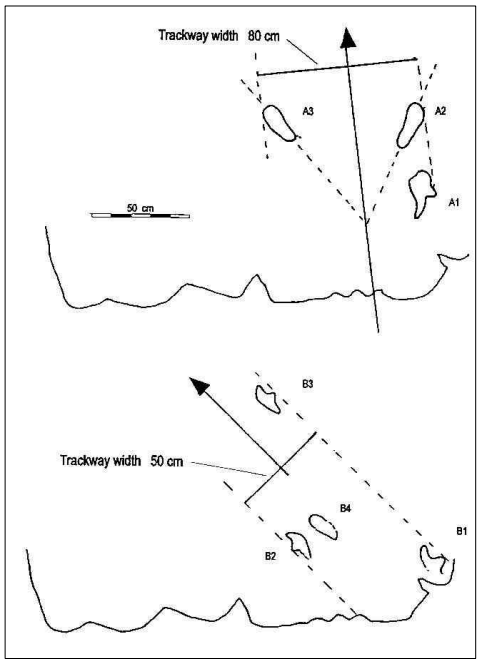


그림 5-31. 익룡 보행렬로 해석된 흔적화석

한편, 아시아 익룡 화석 기록의 주목할 만한 특징은 육성 퇴적물에서 다수의 발견이 이뤄졌다는 것이다. 반대로 대부분의 유럽 익룡들은 해양이나 해안 환경에서 발견되었고 아메리카도 마찬가지이다. 그러므로 아시아 익룡들은 지금까지 거의 알아내지 못했던 익룡 진화 역사와 중생대 육상 척추동물군에서의 그들의 역할을 평가하는데 중요한 기회를 제공해 준다. 근대의 조류와 비교에 의하면 육상 환경에서 살았던 익룡은 해양과 해안 환경에 서식했던 것들과 형태와 생태에서 상당히 달랐음을 예측할 수 있다. 그러나 이러한 형태는 아시아의 익룡 화석 기록에서는 보이지 않는다. 오히려 그들의 생태와 형태 측면에서 대부분의 익룡들은 해안이나 해안 환경에서 발견되는 생물들과 밀접한 관계가 있는 것으로 보인다.

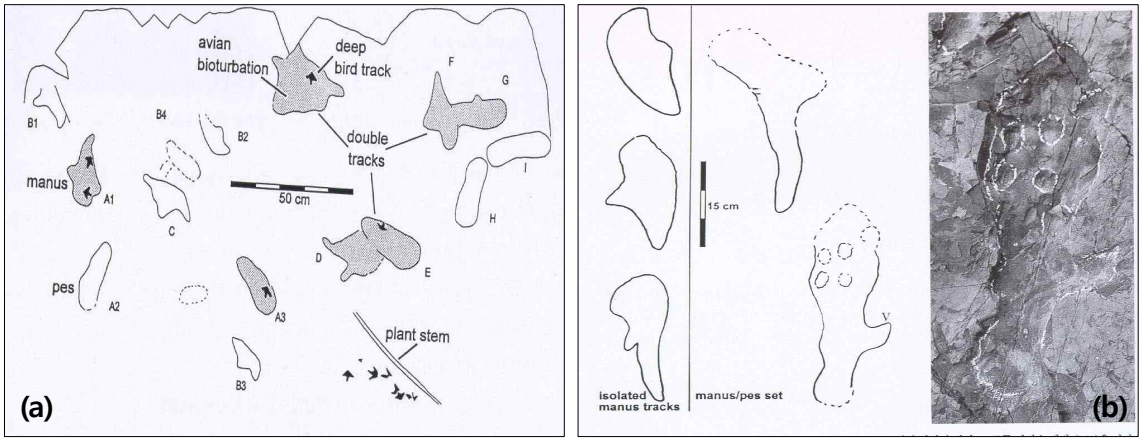


그림 5-32. 주요 익룡 발자국 도면(a), 익룡발자국(b)

이 층에서는 Batrachognatus volans라는 익룡이 함께 산출하였으며, 호수에서 형성된 퇴적층이다. Sordes의 날개의 길이는 약 0.6m이며, 비교적 작은 두부와 목, 짧은 날개인 장사방형의 꼬리 보조익을 가진 긴 꼬리, 특히 짧은 장골과 크고 분명한 5번째 발가락이 있는 잘 발달된 날개를 가지고 있다. Sordes의 잘 보존된 날개 막은 이 익룡이 앞날개의 측면 가장자리와 몸체의 옆 가장자리 다리 끝부분까지 부착된 광폭의 cheiropatagium을 가지고 있었음을 보여준다. 또한 Sordes는 후방 날개들 사이에서 길게 뻗어 있고, 그 것의 끝 경계를 따라 5번째 발가락의 측면 경계에 의해 지지되는 넓은 직사각형 모양 막인 uropatagium을 가지고 있었다. 아시아에서 발견된 익룡 화석은 카자흐스탄, 우즈베키스탄 등의 중앙아시아와 중국, 몽골, 일본, 인도 그리고 한국에서 발견되었다.

2) 익룡 발자국 화석의 산출

제1지구에는 총 14개의 익룡발자국이 산출되었고 3개의 보행렬이 확인되었다. 발자국들은 셰일층에 얕게 찍혀 있으며 앞발만 찍힌 2족 보행으로 나타났다. 발가락 마디나 발가락 형태는 나타나지 않았다.

앞발의 크기는 17.9cm, 폭 6.2cm이고, 깊이는 약 1.6cm이다. 앞발자국의 3개 발가락은 중앙에서 밖으로 뻗어있다. 전체적인 앞발자국의 형태는 비대칭형으로 길쭉한 모양을 하고 있다. 발자국의 진행방향은 대부분 보행렬의 중앙선과 평행한 모양을 보여주고 있다. 3개의 보행렬 중 2개는 남북방향으로 물가로 들어가던 익룡이 남긴 것이고, 1개가 동서방향으로 같은 층준의 3지구 공룡발자국 보행렬과 일치하며 물가를 거닐던 익룡의 흔적인 것으로 추정된다. 각 보행렬에 대한 설명은 다음과 같다.

그림 5-33. 우항리의 익룡 발자국

① 보행렬 1

2개의 앞발자국으로 된 보행렬로 진행방향은 N14° W이고, 보폭의 길이는 71cm, 보행렬의 폭은 38.5cm 이다.

② 보행렬 2

3개의 앞발자국으로 구성된 보행렬과 첫번째 발자국의 오른발은 약간 밖으로 돌려 찍혀져 있고 3번째 발자국은 안쪽으로 돌려 찍혀져 있다. 이 보행렬의 진행방향은 보행렬 1과 거의 평행이다. 보폭의 길이는 63.8cm 이며 Stride길이는 87.7cm, 보행렬의 폭은 49.0cm이다.

③ 보행렬 3

3개의 앞발자국으로 구성된 보행렬로 N83° W로 보행렬 1, 2를 가로지르는 방향이다. 보폭의 길이는 81.6cm이고 Stride의 길이는 136.2cm, 보행렬의 폭은 41.1cm이다.

현재까지 발견된 것 중 세계에서 가장 발자국 길이가 길고(20~35cm)발자국 수도 443개나 발견되어 학술적인 가치가 높다. 이 발자국의 크기에 의해 익룡의 날개길이를 추정해보면 약 12m정도이다. 이곳의 익룡 보행렬은 7.3m까지 이어져 익룡의 보행자세 연구에도 세계적으로 유일한 곳이다.

이곳의 익룡발자국은 4족 보행의 근거를 마련해 준 것으로 기존의 2족 보행설을 4족 보행설로 뒤바꾸는데 지대한 역할을 하였다.

3) 익룡 발자국 화석의 주인공

익룡은 공중을 날 수 있게 적응한 공룡의 일종으로 쥐라기와 백악기에 존재하였으며, 백악기 말기에 사라졌다. 익룡의 전체적인 모양은 흡혈박쥐를 닮았고 부리는 도요새의 부리처럼 길쭉하고 악어처럼 이빨이 있으며 다리와 등뼈는 도마뱀과 비슷하다. 날개에는 4개의 발톱이 있는데 3개는 나란히 있으나 다른 하나는 길게 발달되어 날개를 지지하고 있다.

익룡의 크기는 참새만한 것부터 날개를 펼쳤을 때 12m에 이르는 것까지 종류가 다양하며 우항리에는 7~12m의 날개를 가진 대형익룡이 서식했던 것으로 보인다. 익룡의 앞발자국은 마치 사람 귀의 귓바퀴처럼 생겼고 뒷발자국은 사람의 발자국처럼 보인다.

(2) 공룡 발자국 화석

해남 우항리에서는 세계 유일의 매우 정교한 대형 용각류 공룡발자국 화석의 산출되었고 아울러 수각류, 조각류 등 다양한 공룡들의 발자국이 다량 산출된 곳이다. 특히 조각류 발자국의 경우 길이 65cm, 폭 54cm이고, 용각류의 경우 길이 135cm, 폭 86cm로 국내 최대의 크기이다.

그림 5-34. 제3지구 발굴 당시의 발자국

1) 우항리 공룡 발자국 화석의 가치

최근 전남 해남군 황산면 우항리에 분포하는 중생대 백악기 우항리층내 6개 층준에서 약 230여개의 공룡발자국이 산출되었다.

우항리층에서 산출되는 공룡 발자국의 특징으로는

첫째, 전체적으로 조각류의 발자국이 약 70%를 차지한다.
둘째, 공룡발자국의 산출 밀도가 매우 높다.(약2개/㎡)
셋째, 공룡발자국의 보존상태가 특징적이고 정교하다.
넷째, 동일 층준에서 물갈퀴 새 발자국과 익룡발자국이 공룡발자국과 함께 산출된다.
다섯째, 국내 최대의 용각류 공룡발자국이 산출된다.

우항리 층에서 산출되는 공룡발자국의 종류별 산출비율은 조각류가 71%, 용각류가 26%, 수각류가 3%이다. 이들의 발자국 종류와 수에 의하면 중생대 백악기동안 우항리에 존재하던 호수에는 최소한 3종류 이상의 용각류 부류가 번성하였으며 이들은 수각류와 새, 그리고 익룡들과 함께 호수의 생태계를 구성하면서 공존하였던 것으로 보인다. 이 중 3지구에서 발굴된 용각류의 발자국은 모두 용각류의 앞발자국이며 단 하나의 뒷발자국도 남아있지 않다. 그 이유는 용각류가 물속에서 부력에 의해 뒷발이 뜬 채 앞발로만 걸었기 때문이다.

2) 공룡 발자국 화석의 주인공

우항리에서는 다양한 공룡들의 발자국이 나타나는데 용각류, 조각류, 수각류, 익룡 등 공룡의 모든 종의 발자국들이 나오고 있다. 그 중 1지구에서 나타난 발자국으로 추정하는 공룡의 종은 이구아노돈과에 속하는 다음의 두 종류이다.

① 초식공룡인 캐리리크니움(Caririchnium)의 발자국

발자국들은 이암층에 얕게 찍혔으며 발자국의 앞뒤 경계가 뚜렷하며 평균 크기는 그 길이가 47.3cm, 폭이45.8cm인 대형 조각류의 발자국으로 2족 보행으로 만들어 졌으며 뒷굼치 부분이 분리되어 잘 나타난다. 특히 발굽 흔적이 잘 분리되어 나타났다. 발가락은 3개이고 발가락의 모양은 마디 구분이 안되는 1개의 마디에 바로 발바닥의 흔적이 이어진다. II번 발가락과 IV번 발가락은 발굽의 길이/폭의 비는 평균 1.4로 길어 보이지만 III번 발가락은 평균값이 0.6으로 옆으로 넓적한 형태를 보여준다. 발자국의 깊이는 발바닥 뼈부근에서 발굽쪽으로 갈수록 그 깊이가 깊어져 걸어갈 때 발굽이 지면에 충분히 닿을 정도로 잘 발달해 있음을 알 수 있다.

그림 5-35. 우항리에서 발견되는 이구아노돈과의 조각류 공룡 발자국 화석

② 하드로사우리크너스(Hadrosaurichnus)

발자국들은 얕게 찍혀 있으며 발가락이 3개로 발가락 III번이 가장 깊다. 특히 이 발자국은 모두 하드로사우루스의 발자국의 특징인 물갈퀴 흔적이 뚜렷하여 뒷꿈치가 구분되지 않는다. 발자국 대부분은 앞뒤의 경계가 뚜렷하며 평균 크기는 길이가 41.1cm, 폭이 30.7cm로 폭보다 길이가 더 길다. 발톱의 흔적은 나타나지 않지만 발가락 끝이 뾰족한 형태를 보인다. 이 발자국은 발가락 사이의 물갈퀴(web)가 퇴적물을 눌러 만든 경계가 뚜렷하다. 또한 발가락이 3개인 발자국으로 발가락 끝 쪽으로 가면서 가늘어져 뾰쪽한 끝을 가지며 발가락 마디는 나타나지 않는 소형 조각류 또는 대형 조각류의 새끼로 추정되는 것으로 발자국의 크기는 길이 19.8cm, 폭 21.5cm이다.

그 외의 지구에서 나타나는 공룡은 조각류, 용각류, 수각류로만 추정될 뿐 공룡의 정확한 종은 알 수 없다.

■ **수각류**

수각류는 용반목의 일종으로 코엘로피시스에서 시작하여 육식공룡으로 잘 알려진 티라노소루스에 이르기까지의 공룡류를 말한다. 육식공룡의 일종으로 2족 보행을 하며 발톱이 날카롭고 뒷다리가 튼튼하다. 흑색 셰일층에서 수 개 발견된다.

■ **용각류**

용각류란 파충류 용반목(龍盤目) 용각 아목에 속하는 공룡의 무리로서 중후한 체격과 사각 보행성으로서 초식성, 또는 잡식성 공룡이다. 목과 꼬리는 길고 몸통은 짧으며 머리뼈는 작고 두개(頭蓋)는 매우 작다. 뒷다리는 튼튼하고 직립하며, 대퇴골은 경골보다 길다. 앞다리는 뒷다리보다 짧고 다섯 발가락의 지골(指骨)도 짧다. 몸은 나피(裸皮)로 덮여 있다. 쥐라기에서 백악기에 존재하였다. 우리나라에서 가장 큰 대형 초식공룡으로 공룡발자국(길이 130cm, 90cm)은 주로 사암층에서 발견된다.

■ **조각류**

조각류는 검룡류, 각룡류, 곡룡류와 함께 조반류의 일종으로 허리뼈의 배열이 새의 골반을 닮은 중생대 트라이아스기에서 백악기에 걸쳐 번성했던 공룡의 무리이다. 해남 우항리에서는 제 1지구 흑색셰일 층에서 나타나는 발자국의 주인공이다. 우항리에서 나타나는 조각류의 발자국의 크기는 다양하나 40cm정도이며, 이는 뒷발 발가락이 3개로 가운데가 가장 굵고 긴 하드로사우르스류로 추정된다. 공룡의

다리의 길이는 약 2m 정도이며(다리길이는 발 길이의 4.5배), 몸의 길이는 약 8m 정도(몸의 길이는 다리길이의 3.4배)로 추정된다.

(3) 새 발자국 화석

우항리에서는 세계에서 가장 오래된 물갈퀴 새 2종의 발자국이 발견되었다. 현재까지 알려진 가장 오래된 물갈퀴 새 발자국은 미국의 에오세(약 5,500만 년 전)의 퇴적층에서 발견되었는데 우항리의 발자국은 이들보다 약 4,000만 년 정도가 앞선 것으로 이는 세계에서 가장 오래된 물갈퀴 새 발자국이다. 또한 익룡의 발자국 안에 물갈퀴 달린 새 발자국 화석이 발견되어 익룡과 물갈퀴 달린 새, 그리고 공룡이 우항리 호수에 공존했음을 알 수 있다.

1) 우항리 전승수 새의 발자국

생흔화석의 학명(Uhangrichnus chuni)은 이 화석산지를 처음 보고한 전승수 박사의 이름과 지층명에서 유래한 것이다. 이 생흔화석 종은 비교적 소형의 물갈퀴 새가 만든 것이다. 이는 이제까지 중생대에서 보고된 물갈퀴 조류의 발자국 가운데 가장 소형이다. 크기와 형태에서 오리의 발자국과 비슷하다.

그림 5-36. Uhangrichnus chuni

발자국들이 밀집해 있어 발자국 열을 인식하기가 어렵지만 일부에서 단일 발자국 열임을 보여주는 것도 있다. 이들 일부 발자국 열은 동물이 분명 서서히 그리고 오리처럼 뒤뚱거리며 걸었음을 암시한다.

즉 이 동물은 넓고 짧은 몸의 동물이었을 것으로 생각된다. 발자국 열이 분명 오리처럼 생각되지만 이 발자국으로 동물을 확실하게 동정할 수는 없다. 이러한 형의 발자국이 많이 밀집되어 발견되는 것은 여러 개체들이 밀집되어 있었거나 아니면 좁은 지역에 소수의 개체가 비교적 짧은 시간에 매우 활발하게 움직였음을 암시한다.

2) 황산 조성권 새의 발자국

본 생흔화석의 학명(Hwangsanipes choughi)은 이 화석산지를 처음 발견한 조성권 교수의 이름과 황산면의 지명에서 유래한 것이다. 본 생흔화석 종은 우항리 전승수 새와 여러 가지 점에서 분명히 구분된다. 크기가 훨씬 크다는 것 외에도 발가락2와 4사이의 폭이 훨씬 크고 첫 번째 발가락의 인상이 분명하다는 형태적 차이도 보인다. 본 생흔화석종의 발자국 열을 포함하는 곳에는 수많은 우항리 전승수 새의 발자국이 함께 보인다. 한편 본 화석종이 하나의 발자국 열을 보이는 사실은 이 조류가 이 호수가를 드물게 방문하는 조류이며 아마도 우항리 전승수 새와는 달리 떼를 이루지 않는 것임을 의미한다고 할 수 있다.

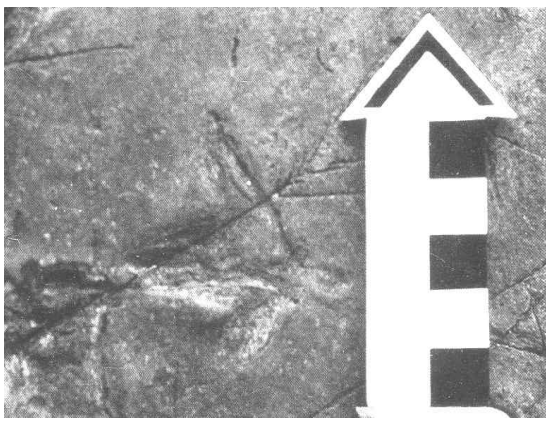


그림 5-37. Hwangsanipes choughi

흔히 대형 조류는 소형 종들보다 개체수가 적다. 큰 조류는 보다 넓은 먹이 공간이 필요하기 때문이다. 공룡과 익룡 외에 2종류의 조류 발자국이 존재함은 이 옛날 호수 환경이 상당히 다양한 동물군이 서식했음을 암시한다. 백악기 지층에 물갈퀴 새 발자국이 나타남은 물갈퀴 조류의 기원에 대하여 중요한 암시를 하는 것이다. 물새들이 백악기에 한반도 호수의 생태계에 한 몫을 담당했음을 의미한다. 이러한 물갈퀴 조류의 증거가 추가됨은 분명히 백악기 후기에 이

지역에서 조류의 진화에 방산이 있었음을 보여주는 증거라고 할 수 있다.

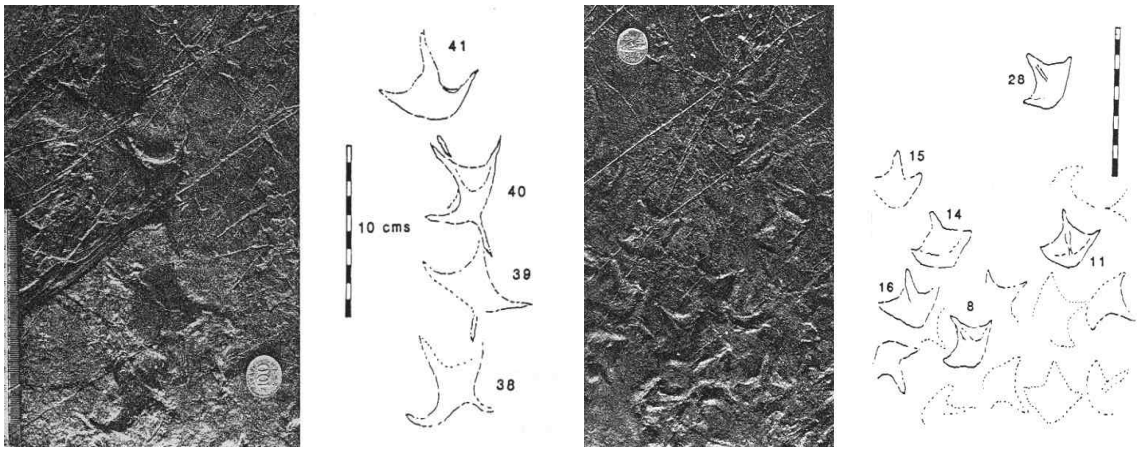


그림 5-38. 물갈퀴새 발자국 화석 스케치

3) 우리나라의 새 발자국 화석

경상누층군에서 공룡 발자국화석들이 계속 발견되던 중 경남 고성군 덕명리에 공룡 발자국과 함께 새 발자국이 존재해 학계의 관심을 끌었다. 그러나 우리나라에서 맨 처음 새 발자국이 기재된 것은 1969년 서울대 김봉균 교수에 의해서였다. 마산시 북쪽 12km 지점에 노출되어 있는 함안층에서 발견된 것인데, 당시는 그 발견이 가지는 중요성에 대해서 알지 못했다.

현재 경상누층군에서 발견되는 다양한 새 발자국은 학술적으로 매우 중요하다. 후기 쥐라기에 시조새가 처음 출현한 후, 백악기 새의 골격화석은 매우 드물기 때문에 중생대 새의 진화에 대한 충분한 증거가 없는 상태이다. 따라서 골격화석은 아니지만 백악기에 존재하는 새 발자국들은 간접적으로 중생대 새의 진화에 관한 귀중한 정보를 제공한다. 1931년 미국 콜로라도의 백악기 지층에서 맨처음 새 발자국화석이 기재된 후 새 발자국화석은 북미와 아시아에서 드물게 발견되어왔다.

그림 5-39. 은행잎, 단풍나무 잎 모양의 물갈퀴 새발자국

경상도에서 발견된 새 발자국은 두 종류로서 코레아나오르니스 함안엔씨스(Koreanaornis bamanensis)와 진동오르니페스 킴아이(Jindongornipes kimi)이다. 코레아나오르니스는 크기가 2.5~4.4cm로 작아 발자국을 남긴 새는 현생 물떼새와 비슷한 새로 추론되고 있다. 발자국 폭 6.5~7.5cm이며 길이는 첫째 발가락을 포함하면 8cm에 이른다.

전남 해남군 우항리에서 발견된 새 발자국은 두 종류로 모두 발가락 사이에 물갈퀴가 있다. 우항리크누스전아이(Ubangricbnus cbuni)는 둘째와 셋째, 셋째와 넷째 발가락 사이에 분명한 물갈퀴 자국이 나타난다. 첫째발가락 사이에 분명한 물갈퀴 자국이 나타난다. 첫째 발가락의 흔적 없이 세 발가락만이 남아 있다. 발자국의 평균 폭은 4.58cm이고 길이는 3.7cm이다. 이러한 발자국을 남긴 새는 상대적으로 크기가 매우 작아 호숫가에 서식하던 새로 추정된다. 발자국의 크기와 형태는 현생 오리류와 매유 유사하다. 많은 발자국이 좁은 공간에 찍혀 있는 것으로 보아 몇 마리가 먹이를 찾아 이리저리 천천히 움직였을 것이다. 다른 한 종류는 황산이페스 조아이(Hwangsanipes choughi)로 우항리크누스가 보존된 층준에 함께 나타난다. 그러나 우항리크누스처럼 둘째와 넷째 발가락 사이에는 물갈퀴가 있으나 우항리크누스와는 다르게 뒤쪽으로 잘 발달된 첫째발가락 자국이 나타난다. 발자국의 평균 폭은 6.26cm이고 첫째발가락을 제외한 길이는 4.86cm이다.

이들 새 발자국화석은 기존에 알려진 중생대의 새 발자국과는 달리 물갈퀴를 가졌다는 점에서 특이하다. 이는 기존 화석보다 4000만년 정도 오래된, 세계에서 가장 오래된 물갈퀴새 발자국이다. 과거에 물갈퀴를 가진 물떼새를 후기 백악기의 조상에서 신생대 중기에 첫 번째 오리로 진화했다고 여겨져 왔다. 따라서 물갈퀴새는 공룡시대인 중생대에는 아직 진화하지 않은 것으로 여겨진다. 그러나 우항리크누스와 황산이페스의 존재로 이미 중부 백악기에 이들이 진화해 공룡과 익룡을 포함한 다른 파충류들과 서식지를 공유했음이 확인되었다. 최근 진주시 경남과학고 구내 공사장과 거제도일대 해안에서 수천여개의 새 발자국이 새로 발견됐다. 여기서는 우항리크누스가 코레아나오르니스, 진동오르니페스와 같은 층준에서 함께 산출된다. 이에 따라 물갈퀴 발자국과 물갈퀴 없는 발자국을 남긴 새들이 서식지를 공유했음을 알 수 있다.

이렇듯 다양한 새 발자국이 산출됨으로써 한국은 세계에서 가장 중요한 새 발자국 기록을 가진 나라가 되었다. 지금까지 백악기 지층에서 알려진 새 발자국 7속7종 중 한국에서 처음으로 이름 붙여진 4속4종의 새 발자국화석이 경상누층군에서 보고되어 당시 다양한 새가 한반도에 서식하고 있었음을 말해준다. 이들은 또한 중부 백악기에 이미 다양한 물떼새가 진화했음을 증명하고 있다. 특히 우항리의 새 발자국은 익룡 발자국과 함께 나타남으로써 익룡과 새가 서식지를 공유한다는 사실이 처음으로 밝혀졌다. 이들이 같은 장소에서 같은 먹이를 섭취했는지는 알 수 없다. 그러나 우항리에서 산출된 익룡은 35㎝의 발자국 크기로 판단하면 굉장히 큰 동물이기 때문에 주로 물고기를 먹었을 것이다. 최근 다양한 물고기 화석이 경상누층군으로부터 보고되고 있어 이를 뒷받침해준다.

(4) 생흔 화석 및 기타 화석

1) 익룡뼈 화석

익룡과 새발자국이 산출되는 층리면 위의 사암층에서 단편적인 뼈들이 수 개 발견되었다. 뼈를 포함하고 있는 사암의 입자는 세립질이다.

노두에서 발견되었을 당시 뼈는 기다란 원형의 형태를 가지고 암석에 묻혀 약 3㎝가 표면에 노출되어 있었다. 뼈의 길이는 17㎝이며 직경은 9~13㎜이다.

뼈는 기다란 원형으로 다리뼈의 일부분으로 추정된다. 관절부분이 있는 골단면은 남아있지 않고 가운데 일부분만 남아있는 상태이다. 본 뼈는 전형적인 익룡의 대퇴골처럼 곧으며 원형의 단면을 가지고 있기 때문에 잠정적으로 익룡의 대퇴골로 추정한다.

그림 5-40. 익룡뼈 화석

그림 5-41. 규화목 화석

2) 규화목과 탄화목 화석

규화목은 유기물의 골격 또는 패각 등의 경질부가 규화작용이나 탄산작용을 받아 다른 성분으로 바뀐 화석으로 해남에서는 이런 규화목이 다수 발견되고 있다.

이곳에서 발견되는 규화목은 약 8000만~9000만 년 전에 이곳에서 살았던 식물들의 모습을 알 수 있

게 해주는 매우 귀중한 자료이다. 또한 화산활동으로 나무가 타버린 탄화목도 흔하게 발견된다.

3) 절지동물의 보행흔

과거 퇴적당시에 살았던 유기물(조개, 벌레, 게 등)들의 행동양태를 알 수 있는 것이 흔적화석이다. 작은 동물들이나 벌레들에 의하여 파여진 작은 구멍의 흔적이라든지 기어간 흔적 등이 오랜 세월이 지났음에도 잘 보존되어 있어 퇴적 당시의 미생물들의 생활사를 밝히는 중요한 자료를 함유하고 있다.

아래 그림 5-42의 절지동물 보행흔은 제 1 지구 조각류 공룡관 근처에서 볼 수 있는데, 흔적을 자세히 관찰해 보면 발자국은 3-4쌍 이상의 발을 가진 동물에 의해 생성되었다는 것을 알 수 있다. 발자국의 크기와 흔적 모양으로 보아 이 발자국은 절지동물에 의해 생성된 것으로 알 수 있다. 현재 지구상에서 살고 있는 절지동물은 새우, 게 등의 갑각류, 거미, 진드기 등의 거미류, 많은 종류의 곤충류 등을 포함하며 이들은 전체 생물종의 3/4을 차지하고 있다. 그림 5-42의 발자국은 8천 5백만 년 전에 살았던 몸집이 큰 절지동물 중의 하나로 생각된다.

그림 5-42. 절지동물 보행흔 화석

4) 개형충 미화석

그림 5-43. 개형충 화석

개형충(Ostracoda)이란 현미경으로 관찰이 가능한 1㎜ 정도 크기의 미화석으로 석유 근원물질이 되는 매우 중요한 화석이다. 보통 크기는 0.5~2 ㎜ 정도가 대부분이며 2장으로 된 석회질이나 키틴질의 작은 조개모양 껍질(殼)을 가지는 미세한 절지동물을 말하며, 서식 범위가 매우 넓어 담수, 반염수, 해수 등에 널리 분포한다. 개형충의 분류상 위치는 절지동물문(節肢動物門, Phylum Arthropoda), 갑각아문(甲殼亞門, Subphylum Crustacea), 소악각강(小顎殼綱, Class Maxillopoda), 개형충아강(介形蟲亞綱, Subclass Ostracoda)에 해당시키거나 갑각동물문(甲殼動物門, Phylum Crustacea), 개형충강(介形蟲綱, Class Ostracoda), 또는 절지동물문, 갑각강, 개형충아강 등에 위치시키는 등 분류자에 따라 차이를 보인다. 개형충은 일명 패충(貝蟲)으로 불리기도 한다. 개형충은 종류가 다양하고 서식범위가 넓어 연구 가치가 매우 큰 분류군이며 고생물학적으로도 층서 대비와 고환경적인 면에서 중요한 종류이다. 개형충 화석은 고생대 캄브리아기부터 현재까지 알려지고 있으며 우리나라에서도 화석으로 많이 산출된다.

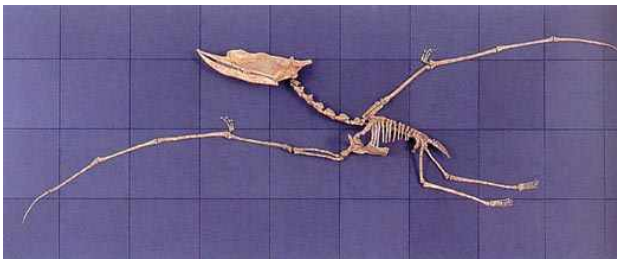
일반적으로 무색을 띠며 좁쌀 모양의 생물체들이 암석 속에 내재되어 있다. 특히 이들은 비해수성(非海水性), 즉 호수성(湖水性)으로 이곳이 커다란 호수의 가장자리 부분에 해당한다고 추정할 수 있다. 우항리의 개형충 화석은 중국 대부분의 석유 산지에 산출되고 있는 종들과 거의 일치한다.

참고 자료(익룡과 새의 진화)

1. 익룡의 정의와 분류

(1) 익룡의 정의

익룡은 중생대 하늘을 날았던 파충류이다. 익룡(Pterosaur)이란 어원은 날개를 가진 도마뱀이란 라틴어에서 유래되었으며 지구상에서 최초로 날 수 있는 척추동물이다. 익룡은 공룡과 매우 가까운 관계에 있지만 앞발이 날개로 변했기 때문에 공룡은 아니다. 익룡은 공룡보다 먼저 분화되어 진화했으며, 공룡은 조류로 진화한 반면 익룡은 현재 완전히 멸종했다고 보아진다.



▲ dsungaripterus 골격

(2) 익룡의 출현과 발견

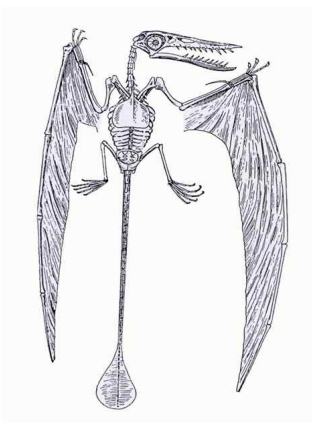
익룡은 완전히 진화한 형태로 후기 삼첩기에 처음 출현했다. 초기 익룡은 크기가 작고 훌륭한 비행기술을 가지고 있지 않았으나 이후 1억5천만년 동안 훌륭히 진화하였다. 최초 익룡화석은 1700년대 독일에서 발견되었고 이 화석은 두개의 앞발을 가지고 있었으며 앞발중 네번째 발가락은 매우 긴 형태를 가지고 있었다. 프랑스 생물학자 큐비에에 의해 이 화석은 긴 앞발가락이 날개를 받치고 날을 수 있는 파충류로 판명되었다.

(3) 익룡의 분류

익룡은 크게 람포링쿠스류와 프테로닥틸루스 류의 두가지 종류로 나눠진다.

1) 람포링쿠스(Rhamphorhynchoids)

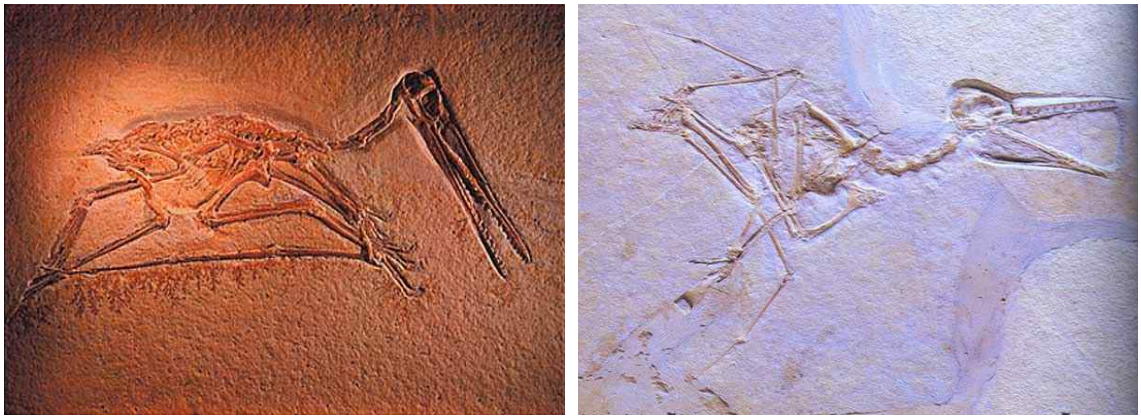
지금부터 2억4천만년전인 트라이아스기에 처음 출현했다. 긴 꼬리와 메타카플이라는 작은 손바닥뼈를 가지고 있다. 날개폭이 약 60~100㎝ 정도로 작은 크기였다.



▲ Rhamphorhynchoids 화석과 골격구조

2) 프테로닥틸루스(Pterodactyloids)

람포링쿠스류에서 진화한 그룹이다. 최초의 것은 쥐라기 후기층에서 발견되었다. 람포링쿠스류보다 더 큰 머리와 더 긴 목, 짧아진 꼬리를 갖고 있다. 프테로닥틸루스, 프테라노돈, 케짤코아툴루스 등이 잘 알려져 있다. 날개폭은 1.2 ~ 2.1m인 소형부터 12m까지 다양하다.



▲ Pterodactylus 화석의 모습

익룡은 완전히 진화된 형태로 후기 삼첩기[6]에 처음 출현했다. 북이탈리아에서 산출된 에우디모르포돈(Eudimorpbodon)은 일반적인 익룡의 모든 특징들을 이미 소유하고 있다. 익룡의 특징은 속이 빈 뼈, 긴 목, 짧은 몸, 긴 뒷다리와 작은 골반, 그리고 날개로 변한 앞발 등이다. 날개 덕분에 익룡은 천적이 없는 하늘에서 자유로이 번성했으며 또 한 전 세계로 쉽게 확산되었다.

익룡의 날개는 깃털이 있는 새와는 달리 박쥐와 비슷한 피부막으로 구성되어 있다. 박쥐는 네 개의 앞발가락으로 피부막을 지탱하는 반면 익룡은 길어진 넷째 앞발가락만으로 날개를 지탱한다. 독일의 졸렌호펜 석회암층에서 발견된 람포링쿠스(Rbampborbyncbus)와 프테로닥틸루스(Pterodactylus)를 보면 날개가 매우 얇고 촘촘한 피부섬유로 되어 있음을 알 수 있다.

지금까지 하늘을 지배한 척추동물을 파충류인 익룡와 공룡의 후예인 새, 그리고 포유류인 박쥐뿐이다. 여기서 익룡이 가장 먼저 하늘을 차지한 동물이다. 그런데 잠자리, 박쥐, 새, 익룡은 모두 날개를 가지고 있지만 이들의 날개는 외형적으로 유사할 뿐 실제 각기 다르게 진화한 것이다. 날 수 있는 능력이 이렇듯 다양한 방식으로 독립적으로 진화했다는 사실은 하늘을 나는 동물들에게 커다란 이득이 있음을 말해주는 것이다. 그것은 무엇보다도 천적을 피할 수 있다는 점과 먹이를 찾기 위해 많은 지역을 돌아다닐 수 있다는 점이다. 그러므로 익룡도 그러한 목적으로 날개를 진화시켰을 것이라 추정된다.

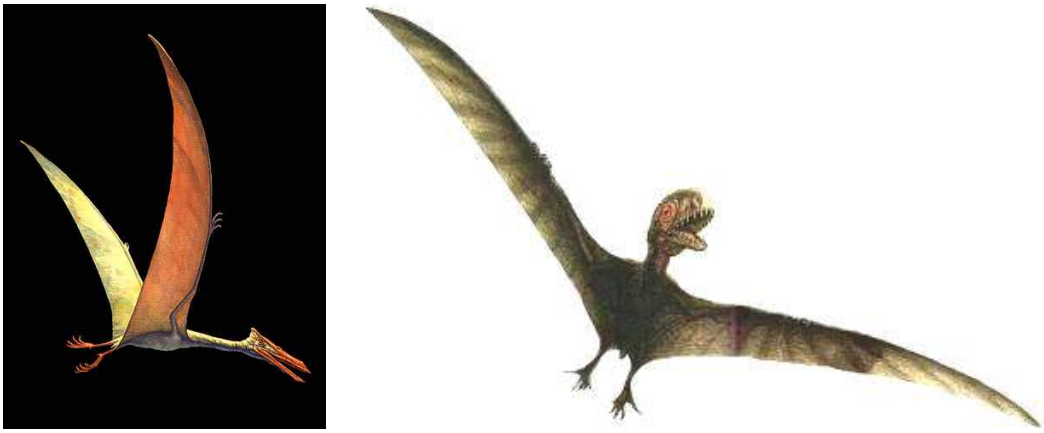
하늘을 날기 위해서는 엄청난 양의 에너지가 필요하기 때문에 익룡이 온혈동물일 수 있다는 주장도 제기되었다. 온혈동물은 추운 환경에서 체온을 빼앗기지 않기 위해 몸을 감싸는 방열구조가 필요하다. 새에게는 깃털이, 박쥐에게는 털이 바로 절연물질이다. 놀랍게도 중앙아시아 카자흐스탄의 후기 쥐라기 지층에서 발견된 쏘르데스(Sordes) 익룡의 몸은 털로 덮여 있었다.

그렇다면 익룡들은 날개를 퍼덕이며 새처럼 날았을까? 아니면 활공만 할 수 있는 불완전한 비행을 하였을까? 어떠한 익룡도 새처럼 날기 위한 근육의 발달을 지탱하는 차골(叉骨)이 없다. 그러나 박쥐도 그러한 가슴뼈는 발달하지 않았지만 완벽하게 날 수 있다. 매우 길고 좁은 날개를 갖고 있는 프테라노돈(Pteranodon)은 가장 큰 새인 신천옹과 모형 글라이더의 날개와 유사하다. 신천옹은 바다 위에서 장시간 떠 있기 위해 상승기류를 이용한다. 반면에 짧고 넓은 날개를 가진 케짤코아툴루스(Quetzalcoatulus)는 송골매나 점보비행기와 유사하다. 이러한 날개는 오랜 시간 활공하기에 부합하므로 높이 떠 있기 위해서 자주 날갯짓을 하였을 것이다.

람포링쿠스류는 크기가 작은 원시적인 익룡으로서 삼첩기와 쥐라기에 살았다. 대부분 꼬리가 길고

---

6) 삼첩기 2억 4500만년 전부터 2억 800만년 전까지의 지질시대인 삼첩기(三疊紀, Triassic period)에 지구상의 모든 대륙은 판게아(Pangea)라는 하나의 거대한 대륙으로 붙어 적도에 위치해 있었다. 대륙은 늘 일정하게 따뜻했으며 기후에 영향을 주는 빙하나 커다란 내륙바다도 없었다. 전기 삼첩기에 극지방의 기온은 10~15도씨를 유지했으며 적도지방은 이보다 다소 높았다. 그러나 삼첩기 말로 가면서 점점 더워지고 또한 상당히 건조해지면서 판게아의 많은 지역이 사막환경으로 변해갔다. 이렇듯 덥고 건조한 기후는 공룡이 출현하는 데 아주 좋은 조건을 제공했다.



▲ Quetzalcoatulus(왼쪽)과 Anurognathus

상대적으로 목이 짧으며 긴 다섯째 발가락을 가진다. 반면에 프테로닥틸루스류는 주로 백악기에 살았으며 짧은 꼬리와 긴 목이 특징이다. 람포링쿠스류 중 작고 짧은 머리를 가진 아누로그나투스(Anurognathus)는 졸렌호펜 석회암층에서 산출되었는데 짧고 깊은 주둥이에는 못처럼 생긴 이빨들이 발달해 있어 딱딱한 곤충의 껍질을 씹어 먹었던 것으로 추정된다. 람포링쿠스(Rhamphorhynchus) 또한 졸렌호펜 석회암층에서 발견된 익룡으로 긴 꼬리의 끝에는 특징적으로 마름모꼴의 꽁지깃 같은 구조가 발달해 있다. 긴 주둥이 안에는 바늘처럼 날카로운 이빨들이 발달해 물고기를 주식으로 했던 것으로 추정된다. 람포링쿠스는 펠리컨 같은 입주머니 구조를 갖고 있어 물위를 나르면서 아래턱으로 물고기를 잡았던 것 같다. 일단 잡은 물고기는 안전한 장소에서 삼킬 때까지 입주머니에 저장했을 것이다.

프테로닥틸루스류는 가장 작고 가장 큰 익룡을 포함한 그룹이다. 프테로닥틸루스 엘레강스(Pterodactylus elegans)는 제비만한 크기의 익룡으로 졸렌호펜 석회암층에서 발견되었다. 작은 크기에 높은 신진대사를 필요로 했을 것이기 때문에 영양분이 풍부한 곤충들을 주로 먹었을 것이다. 가장 큰 케짤코아툴루스는 날개를 폈을 때 길이가 12m에 이르렀다. 이 그룹의 가장 특이한 익룡은 아르헨띠나의 후기 백악기 지층에서 산출된 프테로다우스트로(Pterodaustro)이다. 이 익룡은 아래턱에 현생 수염고래와 비슷한 긴 섬유질의 '수염'구조가 발달해 있다. 이러한 구조는 이들이 플랑크톤을 먹었을 것이라는 유추를 가능케 한다.

▲ Pteranodon의 골격구조와 복원 모습

프테라노돈 롱기켑스(Pterannodon longiceps)는 가장 큰 머리를 가진 익룡으로 미국 켄자스의 후기 백악기 지층에서 산출되었다. 180cm 길이보다 더 크다. 이 골즐의 목적에 대해 여러 주장이 제기되었는데, 프테라노돈의 머리 골즐은 공기역학적으로 볼 때 하늘을 날면서 방향을 조정하는 방향타 구실을 한

것으로 해석된다. 중국의 전기 백악기 지층에서 발견된 ?가립테루스(Dsungaripterus)도 골즐을 가지는데 이 골즐은 머리 뒤쪽뿐 아니라 주둥이 앞쪽까지 뻗어 있다. 브라질의 싼타나(Santana)지층에서 발견된 안항구에라(Anhanguera)와 트로페오그나투스(Tropeognathus)는 주둥이 앞부분에 골즐이 발달해 있다. 이것은 수면 위를 날면서 긴 주둥이를 물속에 넣어 재빠르게 물고기를 낚아 챌 때 물의 저항을 줄이기 위한 구조로 해석된다. 실제 여러 종류의 프테라노돈 골즐을 연구한 결과 이들 골즐은 자라면서 점점 더 커지고 높이 솟는다는 것이 밝혀졌다.

2. 익룡의 생태

(1) 생존 시기

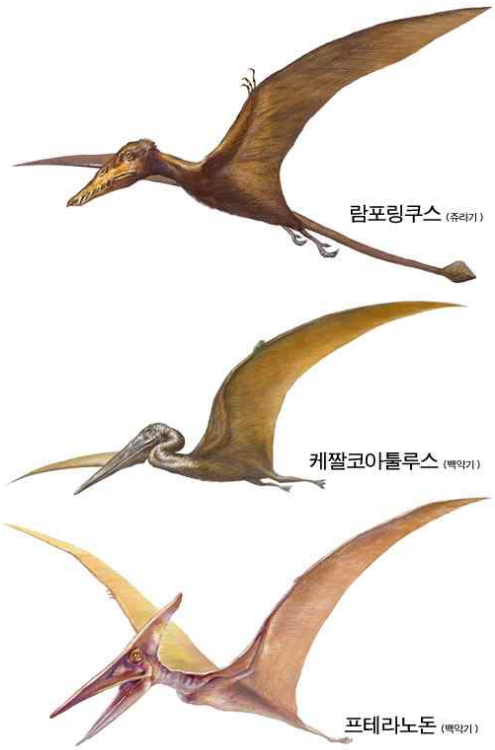
익룡은 공룡과 비슷한 중생대 트라이아스기에 출현하였고 중생대말 약 6천5백만년전에 공룡과 함께 멸망해 1억4천만년 정도 생존하였다.

이들의 생존기간을 볼 때 비록 멸종하였지만 성공적인 동물이었음을 알 수 있다. 세계각지에서 현재까지 약 100종 이상이 발견되었으나 이들이 생존한 기간에 비하면 매우 적은 수이다.

(2) 익룡의 먹이

익룡의 턱구조와 이빨은 진화가 진행되면서 매우 다양한 형태로 나타난다. 이러한 다양성은 익룡의 먹이의 종류에 따른 것으로 보인다.

쥐라기 초기의 단순한 원뿔형태의 긴 치아와 후기 쥐라기의 앞쪽으로 향한 길고 가는 치아는 물고기를 무는데 안성맞춤이다. 이러한 이론은 화석화된 익룡의 위에서 작은 물고기의 흔적이 발견됨으로써 확인되었다. 쥐라기의 일부종은 많은 가는 이가 수염처럼 발달해 플랑크톤을 걸러 먹었을 것이라는 유추를 가능하게 한다. 수중생물외에도 곤충을 잡아먹었거나 땅속의 벌레를 잡아먹었던 것들도 다수 이었을 것으로 생각된다.



▲ 백악기의 익룡

(3) 익룡은 온혈동물인가 냉혈동물인가

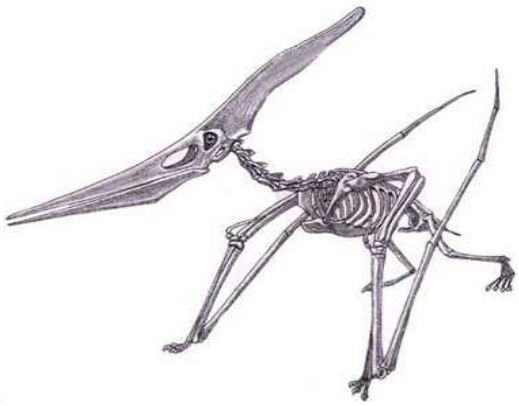
익룡이 날아다니기 위해서는 많은 에너지가 필요하다. 이러한 에너지를 온혈의 순환으로 해결했다는 학설이 제기되었다. 중앙아시아에서 날개막과 함께 몸이 털로 덮여있는 쏘오데스의 화석이 발견됨에 따라 일반적으로 익룡은 냉혈인 파충류와는 달리 온혈동물로 생각되고 있다. 온혈인 익룡은 냉혈의 파충류와는 달라서 좀 더 추운 지방에서도 견딜 수 있을 것이며 이러한 이유로 당시 고위도 였던 뉴질랜드나 오스트레일리아에서 익룡의 화석이 발견되고 있다.

3. 익룡의 골격과 보행 방법

(1) 익룡의 골격

익룡은 공룡과 함께 해부학적 구조상 이궁형에 속한다. 일반적인 익룡의 특징은 속이 빈 뼈, 긴 목, 짧은 몸, 긴 뒷다리와 작은 골반 그리고 날개로 변한 앞발로 요약할 수 있다. 익룡은 람포링쿠스류와 프테로작틸루스류 두가지로 구분되는데 프테로닥틸루스류로 진화하면서 머리는 커지는 반면 꼬리는 작아지고 이빨도 없어진다. 머리는 그 공간이 대부분 비어있어 매우 가볍다.

익룡의 가장 큰 특징은 네 개의 발가락으로 이루어진 앞발이다. 그 중 세 개는 걷는데 이용하고 네번째 발가락이 길게 뻗어 몸통과 팔을 연결하는 큰 날개를 만든다. 뒷발은 다섯 개의 발가락으로 구성되어 있으며 앞발에 비해 매우 짧고 이를 지탱하는 골반은 매우 약하다.



▲ 프테라노돈의 골격과 보행자세

(2) 익룡의 보행방법

보행방법에 관한 의견은 두 가지이다. 첫째는 두발로 공룡처럼 걸었다는 것이고 두 번째는 앞 발목 관절을 이용하여 네발로 걸었다는 것이다. 최근 발견되는 익룡의 발자국 화석에 의해 이들이 네발로 걸었다는 주장이 더 설득력 있게 받아들여지고 있다. 특히 우항리에서 산출된 익룡의 발자국 화석은 익룡이 네발로 걸었다는 사실을 분명하게 나타내주고 있다.

4. 익룡의 비행과학

(1) 익룡의 비행 이론

익룡의 비행이론에는 두가지가 있다.

첫째는 익룡의 비행능력이 뛰거나 달리는데서 비롯되어다는 설이 있다. 여기서 진화가 거듭되면서 날개막이 생겨났다는 주장이다. 이 이론은 공룡에서 익룡이 진화하였다는데 기초를 둔다.

둘째는 익룡이 나무에서 뛰거나 미끄러지면서 날았다는 이론이다. 이들은 긴 앞다리와 뒷다리로 나무사이를 뛰어 이동할 수 있었을 것이다. 이 방법은 땅에 있는 포식자를 피할 수 있게 했다. 많은 세대가 지나고 날개막이 발달함에 따라 미끄러져 날 수 있게 되었고 이동거리도 증가되었다.
날개를 칠 수 있게 되자 더욱 먼 거리를 움직일 수 있게 되었고 결국 힘 있는 비행이 가능하게 되었다는 이론이다.

(2) 익룡의 비행 특성

익룡 가운데 새의 경우처럼 비행하는데 필요한 근육을 지탱하는 가슴뼈를 가진 것은 없다. 그러나 박쥐도 이런 가슴뼈를 가지지 않았지만 완벽한 비행을 한다. 프테라노돈은 현재 가장 큰 신천옹이나 모형글라이더와 유사하게 매우 길고 좁은 날개를 가졌다. 이 날개 형태는 몸이 상승기류를 타고 오랫동안 떠있을 수 있도록 도와준다.

반면 케짤코아툴루스는 송골매나 점보비행기처럼 크고 넓은 날개를 가졌다. 이런 날개는 오랜 기간 활공하기에는 부적합하다. 따라서 하늘 높이 떠있기 위해서는 날갯짓이 많이 필요했을 것이다.

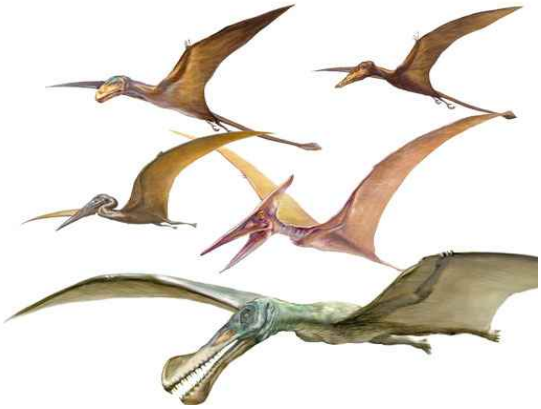
(3) 익룡과 새, 박쥐의 날개 구조 비교

하늘을 나는 척추동물에는 새와 박쥐 그리고 익룡이다. 이들의 날 수 있는 능력은 다르지만 모두다 앞발이 변한 길고 가는 팔뼈를 가진 날개를 가지고 있다는 공통점을 가지고 있다. 그러나 구체적으로 보면 서로의 차이점을 알 수 있다.

박쥐는 4개의 길고 가는 손가락과 엄지손가락을 가진 긴 손을 갖고 있으며 새는 손과 손가락의 뼈가 함께 이어져 있다. 그러나 익룡은 첫 3개의 손가락은 ?으며 큰 손톱을 끝에 가지면서 4번째 손가락은 매우 크고 긴 날개를 형성하고 있다. 팔과 4번째 손가락은 손가락으로부터 뒷발과 몸 옆에 붙어있는 강인한 발을 유지하며 뻗어있고 3개의 손가락은 먹이를 쥐거나 나무를 오르는데 적합하게 이루어져 있다.

익룡의 날개는 깃털이 있는 새와는 달리 박쥐와 비슷한 피부막으로 구성되어있다. 박쥐는 네개의 앞발가락으로 피부막을 지탱하는 반면 익룡은 길어진 네 번째 앞발가락 만으로 날개를 지탱한다. 독일의 졸렌호펜 석회암층에서 발견된 익룡 화석을 보면 날개가 매우 얇고 촘촘한 피부섬유로 구성되어 있음을 알 수 있다.

5. 아시아의 익룡



▲ 백악기 익룡들의 여러 모습

익룡의 9가지 분류군 중 프레온덕틸루스류와 디모포르돈류를 제외한 모든 주요 익룡 대표군은 아시아의 화석에서 발견된다. 아누로그나투스류는 중앙아시아의 후기 쥐라기, 중기 쥐라기에서 알려졌고, 캄필로그나투스는 인도의 초기 쥐라기에 존재했다.

현재 거의 모든 중기, 후기 쥐라기의 긴꼬리 익룡은 람포링쿠스류에 속하는데 이런 형태는 이 과가 중국 중기 쥐라기의 람포링키네스로, 중앙아시아 상부 쥐라기의 스카포그나티네스로 표현되는 아시아에서도 반복된다.

4개의 프로닥틸루스류군은 아시아의 대표군들이다. 이 중 오르니토케이로이드와 쎄노카스마토이드는 몽골의 초기 백악기와 중국의 후기 쥐라기에서 유일하게 산출되고 , 백악기의 상당기간동안 존재했던 듕가립테로이드는 중국, 일본, 몽골에서 넓게 분포되었던 것으로 보인다.

아시아 익룡화석의 주목할 만한 특징은 육성퇴적물에서 많이 발견되었다는 점이다. 이에 반해 대부분의 유럽이나 아메리카 대륙에서 발견되는 익룡들은 바다와 해안환경에서 발견되고 있다. 그러므로 아시아 익룡들은 지금까지 거의 알아내지 못했던 익룡진화역사와 중생대 육상 척추동물군에서 그들의 역할을 평가하는데 중요한 자료이다.

육상환경에서 생활했던 익룡들은 바다와 해양환경에서 서식했던 익룡들과 형태와 생태면에서 상당히 달랐을 것이라 추측할 수 있다. 그러나 아직 발견된 아시아의 익룡들과의 비교에서는 차이점이 보이질 않는다. 아시아의 화석 특히 쏘르데스와 듕가립테루스는 익룡의 분석, 기관의 형태, 생태와 분화에 대한 이해를 증가시키는데 중요한 역할을 해왔다.

6. 새의 진화

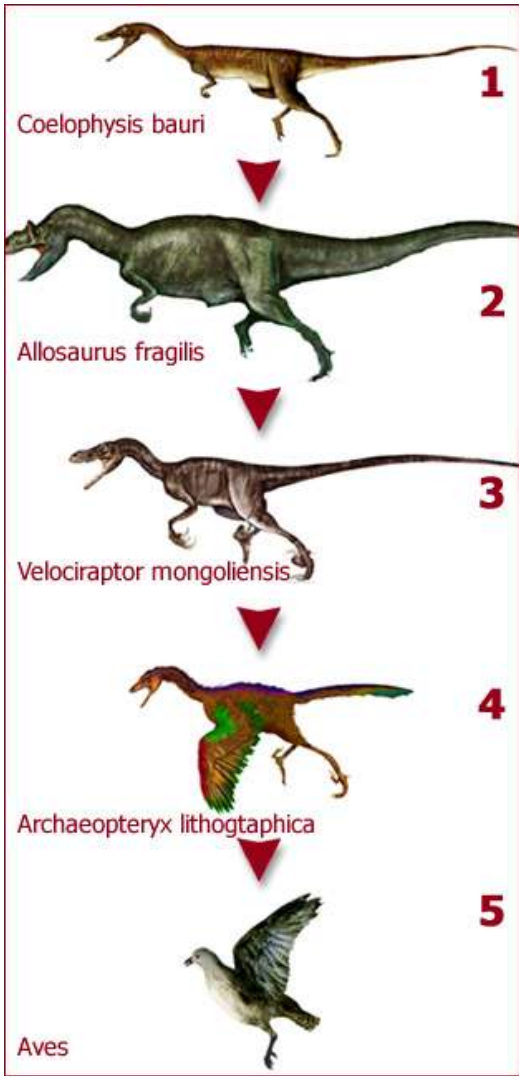
척추동물 진화사에서 가장 극적인 것 중의 하나는 새의 기원이다. 새는 깃털에 의하여 하늘을 나는 능력을 가졌다는 점에서 다른 척추동물과는 쉽게 구별된다. 그렇다면 새와 공룡은 어떤 관계가 있는 것일까? 다윈(Charies Darwin)이 『종의 기원』을 발표한 지 2년 후인 1861년 독일 바바리아 지방의 후기 쥐라기 지층 졸렌호펜(Solenhofen) 석회암에서 처음으로 깃털 하나가 발견되었다. 그 후 얼마 되지 않아 거의 완전한 두 개체의 시조새(Arcbaeopteryx)화석이 발견되었는데, 첫번째 것은 영국자연사박물관에 두 번재 것은 독일 베를린 박물관에 소장되었다. 이 두 표본으로부터 깃털 자국을 포함하여 시조새의 모든 뼈를 확인할 수 있다. 깃털은 새에게서만 나타나는 특징이므로 따라서 시조새는 가장 오래된 새이다.

1868년 시조새를 살펴본 영국의 생물학자 헉슬리(Thomas Huxley)는 시조새가 파충류와 조류의 중간 단계이며 다윈의 진화론을 뒷받침하는 확고한 증거라고 주장하였다. 사실 깃털을 제외하면 시조새는 전형적인 육식공룡의 특징을 그대로 갖고 있다. 그는 나아가 같은 지층에서 콤프쏘그나투스(Compsognatbus)라는 조그만 것이 아니라 그들은 서로 가까운 친족관계였다고 주장하였다. 실제로 시조새 표본 중의 하나는 콤프쏘그나투스로 분류되었다가 나중에 희미한 깃털 자국이 발견되어 다시 시조새로 확인된 적도 있다. 이빨을 가진 부리, 긴 꼬리, 날카로운 발톱 등 모든 해부학적 특징은 시조새가

전형적인 새보다는 공룡에 더 가깝다는 것을 보여준다.

그러나 이러한 주장은 1926년 하일만(Gerhard heilmann)이라는 학자에 의해 심각한 도전을 받게 된다. 그는 『새의 기원』이라는 책에서 새가 공룡과 매우 유사하다는 것은 인정하지만 공룡은 차골(叉骨)로 진화할 수 있는 쇄골(鎖骨, 빗장뼈)이 이미 퇴화했기 때문에 새로 전화할 수 없다고 주장하였다. 차골은 한쌍의 쇄골이 V형으로 유합된 것으로 시조새를 포함해 새에게서만 나타나는 특징이다. 즉, 새의 차골이 쇄골이 없는 공룡에게서 진화했다는 이론은 진화상 한 번 없어진 형질은 같은 종에서 다시 나타나지 않는다는 '돌로(Dollo)의 법칙'에 위배된다는 것이다. 따라서 그는 새가 삼첩기에 악어와 공룡, 그리고 익룡의 공통조상인 원시파충류에서 진화했다고 주장했다.

이러한 견해는 1970년대까지 지속되어왔다. 그런데 1964년에 예일대학 교수 오스트롬(John Ostrom)은 그가 발견한 데이노니쿠스와 시조새가 앞발과 뒷발 구조 및 기능이 같다는 점에 주목했다. 이전에 간과해왔던 중요한 사실 중 하나는 새가 진화된 두 발 육식공룡처럼 발가락으로 걷는다는 것이다. 반대로 박쥐와 익룡은 네 다리로 걷는 조상으로부터 날 수 있게 진화하여 발바닥으로 걷는다. 또한 시조새의 앞발은 오늘날의 새보다도 훨씬 원시적으로 작고 민첩한 육식공룡의 전형적인 앞발이다. 또한 하일만의 『새의 기원』이 출판된 이후 전 세계에서 새로운 공룡들이 발견되었다. 코일로피씨스, 잉게니아(Ingenia)와 오비랍토르 같은 작은 육식공룡에게서 쇄골이 확인되었으며, 특히 1991년 몽골 고비사막에서 발견된 벨로키랍토르는 새처럼 쇄골이 유합된 차골을 갖고 있었다. 따라서 과거에 제기된 공룡과 새 관계에 걸림돌인 쇄골 문제가 해결되었다.



▲ 공룡과 새의 진화

1) 이족 보행

공룡이 새로 진화할 수 있었던 가장 결정적인 요소는 수각류가 이족보행을 했다는 것이다. 이족보행은 오직 공룡과 새만이 가능한데, 앞발이 자유로워 지면서 날개로 변할 수 있는 계기를 만들게 된다.

▲yandonggornis의 이족보행

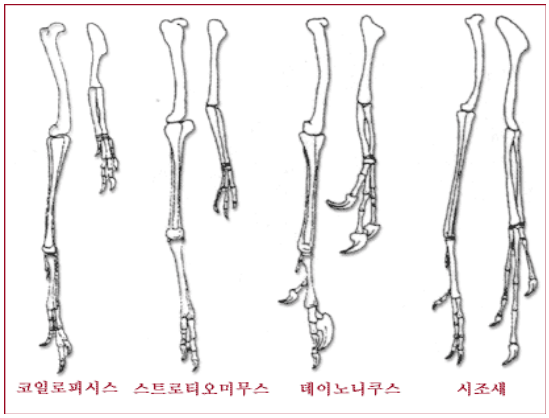
2) 앞발과 뒷발의 진화

수각류에서 새로 진화하는 과정에서 나타나는 중요한 변화는 앞발과 어께 견갑골의 변화이다. 이 변화는 처음에는 앞발로 사냥감을 잡기위해 나타났으며 이후 나는데 이용된다. 티라노사우르스, 알로사우르스 등의 거대 수각류를 제외하면 수각류의 진화는 앞발이 길어지는 방향으로 진행되었다.

초기의 수각류의 앞발의 길이는 뒷발의 절발수준이었지만, 시조새에 이르러는 뒷발보다 길어지고 후기

에 나타난 새에서는 더욱 길어진다. 이러한 변화는 새로 하여금 날 수 있는 능력을 키우는데 결정적인 역할을 하였다.

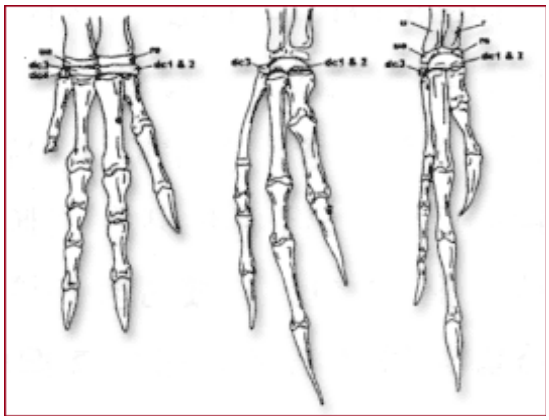
뒷다리의 넓적다리뼈는 정강이뼈보다 짧아졌으며 종아리뼈가 퇴화하면서 걸음의 속도가 빨라졌다. 뒷발가락도 가운데의 세 발가락만 사용하고 첫째와 다섯째 발가락은 퇴화하였다. 퇴화한 첫째 발가락은 뒤로 이동하여 조류에 이르면 앞의 발가락과 마주보게 되어 나뭇가지를 잡을 수 있게 된다.



▲ 새의 앞발과 뒷발의 진화

3) 손목뼈의 진화

앞발이 길어져 앞발의 역할이 커지게 되면서 손목의 형태도 극적인 변화를 겪게 된다. 초기 수각류의 손목뼈는 평평하고 두개의 손바닥 뼈와 손가락을 덮는 형태이다. 마니랍토르 그룹은 두개의 손목뼈가 합쳐져 반달형 모양으로 변했으며, 팔뼈와 직접 접해있으며 반달 형태를 보인다. 반달모양의 손목뼈는 매우 중요하다. 이러한 형태는 손목을 상하뿐만 아니라 좌우로도 움직일 수 있도록 만든다. 이는 손을 새처럼 접을 수 있다는 의미이며 날개짓이 가능하게 되었다.



▲ 손목뼈의 진화

4) 골반의 진화

골반의 진화는 그들의 방향이 바뀌는 방향으로 진행된다. 초기의 수각류의 치골은 앞쪽으로 뻗어있으며, 점차적으로 아래쪽으로 바뀌며 결국 그 방향이 뒤쪽으로 발전한다. 시조새보다 진화한 새에서는 치골이 좌골에 나란한 방향으로 나타나게 된다.

새와 가까운 육식공룡은 꼬리근육으로 몸의 균형을 맞추는 대신 새처럼 대퇴골에 슬건을 발달시키게 되면서 꼬리뼈가 줄어들면서 크기가 작아졌다. 이 점은 뒷다리와 꼬리가 서로 연결되지 않았음을 보여주는 것이다. 꼬리가 뒷다리를 당기는 역할에서 자유로워 지는 것은 날기 위해 필수적인 부분이다.

▲ 골반의 진화

5) 깃털의 진화

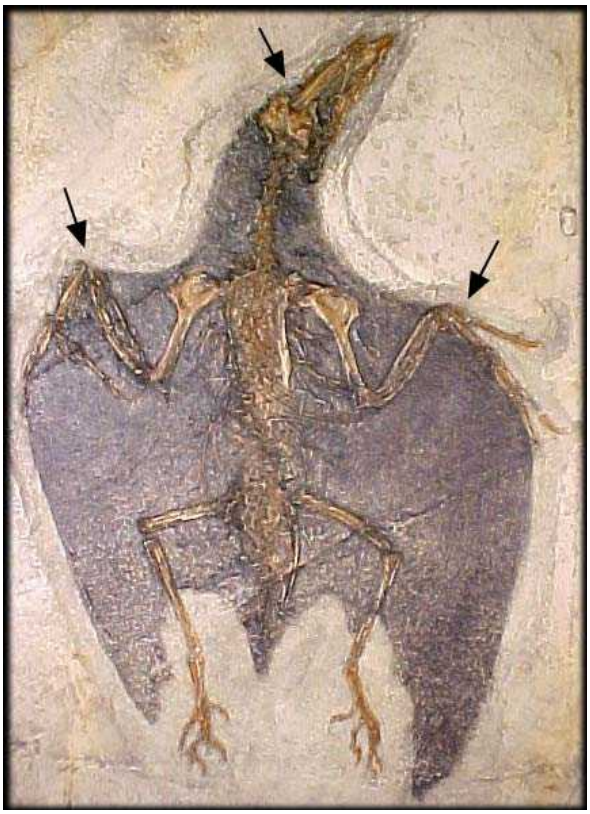
깃털은 비늘과 똑같은 조직으로부터 발달한다. 새의 다리를 보면 전형적인 비늘에서 깃털로 변화된 것을 볼 수 있다. 최근 중국의 랴오닝 지역의 약 1억 2천 5백만 년 된 전기 백악기 호수 퇴적층에서 깃털을 가진 다양한 공룡들과 새화석이 발견돼 깃털의 진화에 대한 새로운 사실이 확인되었다. 이 화석에는 털 처럼 생긴 검은 물질이 나타나는데 이는 깃털의 전신으로 몸의 체온을 유지하거나 짝짓기때 화려한 색깔을 표현하기 위해 진화된 것으로 추정

▲ 시조새의 깃털 화석

된다. 따라서 최초의 원시깃털은 날기 위한 것이 아니라 보온을 위한 것으로 믿어진다. 즉, 수각류의 하늘을 나는 능력은 원시깃털에서 진화해 여러 단계를 거쳐 얻어진 것이다.

7. 중생대 새의 종류

(1) 중생대의 새



▲ 콘퓨키우쏘르니스(Confuciusornis) 화석

아시아를 비롯한 유럽, 남아메리카, 북아메리카의 백악기 중에서 다양한 새화석이 발견되고 있다. 최근에 들어 중생대 새화석의 발굴은 활발히 이뤄지고 있으며 1990년에서 1995년도 사이에 발견된 화석이 이전까지 발견된 화석의 두 배에 이른다.

중생대 새의 진화에 대한 이론은 새로운 화석이 발견됨에 따라 계속적으로 수정되어 가고 있으며 중생대 새의 분류에 관해서는 아직도 고생물학자들 사이에 논란이 많다.

시조새를 비롯해서 콘퓨키우쏘르니스, 프로토프테릭스 등이 쥐라기와 백악기의 초기에 새로 잘 알려진 종이다. 이들은 날개부분에 발톱이 존재한다.

1)시조새(Archaeopteryx)

시조새는 쥐라기 후기에 서식했던 크기 60~100cm가량의 원시적인 새로 파충류에서 조류로의 진화과정을 잘 보여준다. 긴꼬리 날카로운 이빨, 발톱이 있는 앞다리는 작은 공룡의 모습이었지만 새처럼 깃털과 날개가 있다. 날개의 구조와 깃털로 보아 현생 조류처럼 고급비행은 하지 못하고 높은 나무나 언덕 위에서 뛰어내려 활강을 했을 것으로 생각된다.

2) 콘퓨키우소르니스(Confuciusornis)

시조새 외에 잘 알려진 초기의 새는 중국에서 발견된 콘퓨키우쏘르니스 이다. 1억2천만년전인 후기 쥐라기 또는 초기 백악기에 나타났다 크기는 닭만하며 부리에는 이빨이 없다. 시조새에 비하여 꼬리는 더욱 짧아졌으며 뼈는 더욱 가벼워졌고 비행능력이 잘 발달하였을 것이라 생각된다. 시조새와 같이 날개위에 발톱이 존재한다.

3) 프로토프테릭스(Protopteryx)

프로토프테릭스는 1억 2천만년전 초기 백악기에 살았던 종이다. 꼬리날개가 가늘고 길며 가지들이 거의 없다. 꼬리날개의 몸체부분은 파충류의 비늘같고 그 끝은 새의 날개와 같은 형태이다. 이 꼬리 날개는 파충류의 비늘이 점점 길어지면서 빳빳하고 단단한 깃으로 발전한 뒤 잔가지가 나오면서 깃털로 진화했다는 설을 뒷받침한다.

하지만 이 프로토프테릭스는 진화의 과정에서 공룡과 함께 멸종되었으므로 현생의 새의 날개가 어떻게 진화했는지를 직접 말해주는 것은 아니다

(2) 백악기의 새

▲ 헤스페로니스(Hesperonis)가 물고기를 잡아 먹는 모습

백악기 새의 분류군중 중요하고 잘 알려진 것들은 헤스페로오르니스류, 이크티오르니스류, 에난티오르니스류가 있다. 헤스페로오르니스류는 어류를 주요먹이로 하는 이빨을 가진 종으로 날 수 있는 종이다. 에난티오르니스류는 완전히 다른 부류의 조류이며 대부분 비행능력이 있었다. 이들 종들은 모두 멸종한 종으로 현대에는 존재하지 않는다. 그러나 몇몇의 현생새는 백악기 말엽에 이들 종과 함께 생존했다. 현생의 새는 신생대 동안 분화를 계속 했으며, 신생대의 새의 화석은 대부분 부분적으로 발견된다. 3천5백만년전인 올리고세에 현존하는 새의 대부분이 나?다.

1) 헤스페로니스(Hesperonis)

아주 작은 날개를 가지고 있으며 평평한 가슴뼈에 물갈퀴가 발달한 큰 발을 가지고 있다. 이런 특징들은 헤스페로니스가 날지 못한다는 것을 보여준다. 그들의 다리는 뒷쪽으로만 뻗을 수 있기 때문에 헤엄치는데는 효과적이지만 땅위에서는 잘 걷지 못하였다.

2) 콘퓨키우소르니스(Confuciosornis)

물고기 새라는 어원을 가진 이크티오르니스는 잘 발달된 몸에 강력한 날개를 가지고 있다. 용골이 유선형으로 발달되어 있으며 뒷발가락에는 물갈퀴가 발달해 있다. 전체적인 외형은 살찐 제비갈매기와 닮아 있다. 주둥이는 뒷쪽으로 휘어진 이빨이 발달해 있고 이빨은 위턱 앞쪽에는 나타나지 않는다. 아래턱에는 특별한 관절이 있어 주둥이를 넓게 벌릴 수 있게 한다. 키는 15~22cm이며 물고기를 한번에 삼킬 수 있었을 것으로 생각된다.

3) 에오난티오르니스(Eoenantiornis)

전기 백악기에 나타났으며 시조새와 카타이오르니스의 중간형태를 보인다. 크기는 지금의 개똥지빠귀가 비슷하다. 부리에는 작은 이빨이 배열되어 있으며 백악기 새중 이빨을 가진 전형적인 종의 형태를 보인다. 목은 시조새나 콘퓨키오쏘르니스에 비해 길며 11개의 목뼈로 구성되어 있다.

5-5. 해남 공룡 박물관 전시실

해남 공룡 박물관은 전남 해남군 황산면 공룡박물관길 234번지에 위치하고 있으며 매일 오전 9시부터 오후 6시까지 개장하며, 7월, 8월에는 토, 일 공휴일에 한하여 1시간 연장 운영된다. 관람을 하기 위해서는 관람 종료 1시간 전까지 입장해야 하며, 매주 월요일(7,8월은 예외)은 휴관일이다.

(1) 지상 1층(우항리실)

지상 1층은 로비, 우항리실 그리고 특별 전시실로 구별되어 운영되고 있으며, 우항리실은 우항리 발자국 화석의 발굴 과정, 학술적 의미를 알아보고 백악기 우항리 생태 환경을 이해할 수 있는 전시물들이 있다.

그림 5-44. 해남공룡박물관 전시실 입구

그림 5-45. 지상 1층 전시실 안내도. ① 로비, ② 우항리실, ③ 영상실, ④ 특별전시실

그림 5-46. 우항리실의 전시물 모습. 가운데 사족 보행을 하는 익룡의 골격이 보인다.

■ 우항리실의 주요 전시물

그림 5-47. 우항리실의 주요 전시물 1. (a) 사암과 이암의 물리적 특성과 고화 속도의 차이에 의해 형성되는 불꽃구조 퇴적암, (b) 대칭형 물결자국(연흔), (c) 절지 동물의 보행흔이 나타나는 암석

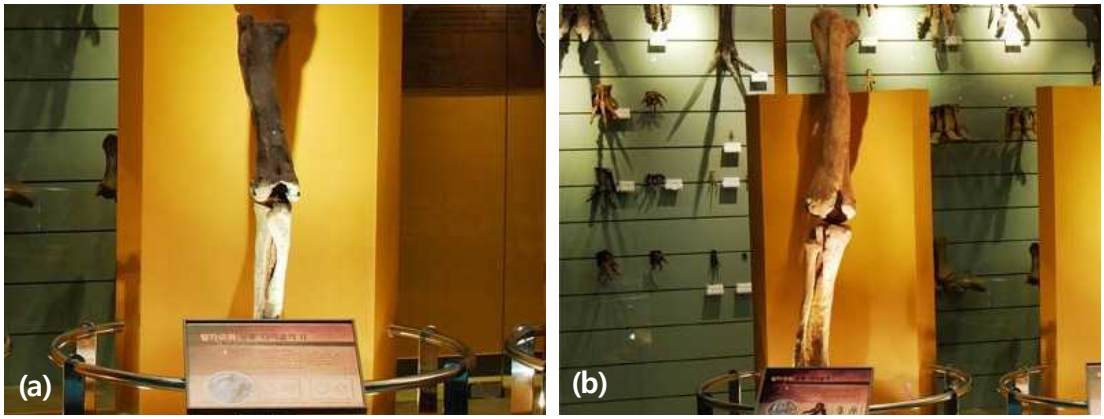


그림 5-48. 우항리실의 주요 전시물 2. (a) 하드로사우리크누스 하드로사우리크누스는 과거 조각류로 해석되다가 최근 수각류 공룡 발자국으로 인식되고 있다. (b) 캐리리크니움 우항리 지역에서 발견되는 키리리크니움은 이암층에서 잘 발견된다.

(2) 지하 1층

지하 1층은 총 8개의 전시실로 나누어 운영되고 있으며 그 위치는 아래의 **그림 5-49**와 같다.

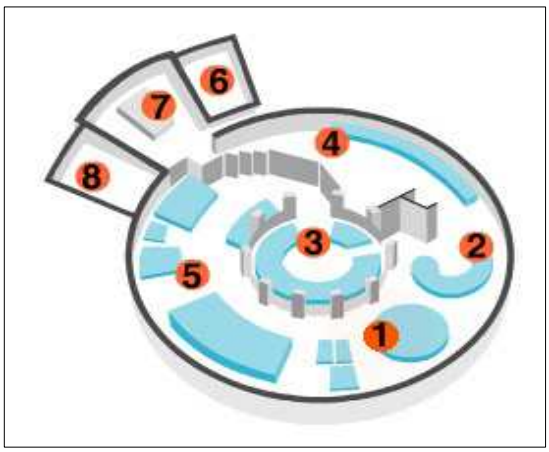


그림 5-49. 해남공룡박물관 지하 1층 전시실 안내도

① 공룡과학실
② 해양 파충류실
③ 중생대 재현실
④ 익룡실
⑤ 공룡실
⑥ 지구과학실
⑦ 거대공룡실
⑧ 새의 출현실

1) 공룡과학실 주요 전시물

그림 5-50. 공룡과학실 내부 모습

① 공룡의 알과 둥지 화석

공룡이 알을 낳아 번식하였다는 사실은 1923년 몽골 고비 사막을 탐험하던 미국 자연사 박물관 탐험대 대장인 로이 앤드류(Roy Andrews: 1884~1960)가 공룡의 알 화석을 발견하면서 밝혀졌다고 한다.

공룡알은 동그란 모양, 길쭉한 모양 등 크기와 모양이 다양하다. 현재까지 발견된 공룡알 중 가장 큰 것으니 길이가 약 45cm 정도에 지나지 않아 공룡의 몸집에 비해 그리 큰 편이 아니었음을 알 수 있다.

둥지 화석은 공룡의 생태와 습성을 이해하는데 귀중한 자료가 되는데, 알을 품고 있는 오비랍토르나 둥지 위에 나뭇잎을 덮어 부화가 쉽도록 온도를 유지시켜 준 마이아사우라 화석을 통해 공룡이 새처럼 모성을 지녔음을 알 수 있다.

② 공룡의 분화석

분화석은 동물의 배설물이 우연한 기회에 화석화된 것을 말한다. 분화석을 통해 공룡 먹이의 종류와 식성, 소화 정도를 알 수 있다. 공룡의 분에서 소화하기 힘든 식물의 셀룰로오스, 뼈조각이나 이빨 등이 들어 있는 것으로 보아 공룡들이 음식을 소화시키는데 어려움이 있었음을 알 수 있다. 또한 분화석에 남아 있는 정보를 통해 그 공룡의 먹이는 물론 그 시대에 살았던 동물이나 식물 등에 대한 다양한 정보를 얻을 수 있다.

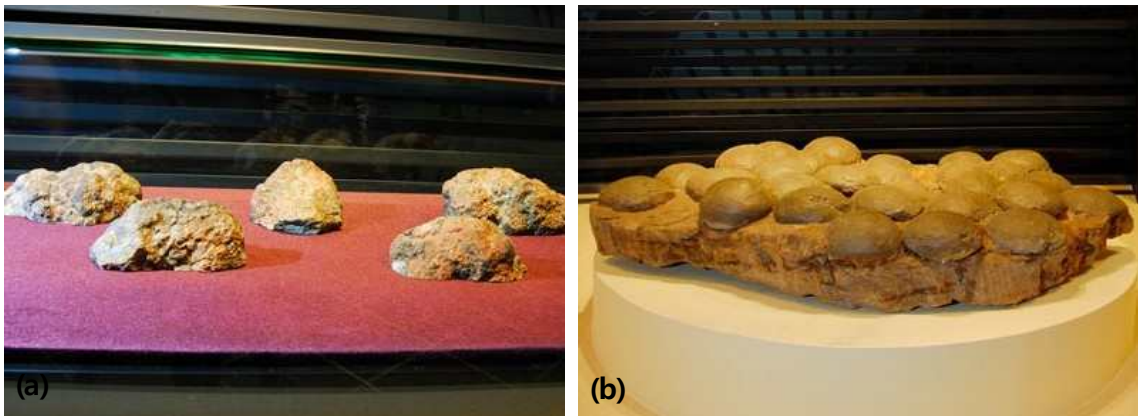


그림 5-51. 공룡과학실의 전시물 1. (a) 공룡 분화석, (b) 공룡알과 둥지화석

③ 공룡의 골반뼈 화석

용반류는 도마뱀 형의 골반을 가진 공룡의 치골이 앞쪽으로 뻗어 장골, 좌골과 함께 삼각형을 이루는 것이 특징이다. 용반류 공룡은 다시 날카로운 발톱과 이빨을 가졌으며 두 발로 걷는 육식성의 수각류와 목이 길고 몸집이 거대하고 네 발로 걷는 초식성의 용각류로 나뉜다.

조반류는 새와 같은 골반 구조를 가진 공룡의 골반의 치골이 좌골과 함께 나란히 뒤쪽으로 뻗어 있어 평행을 이루는 것이 특징이다. 조반류 공룡은 모두 초식성이며, 식습관이나 자기 방어 형태, 싸움 상대에 대한 위협 방식 등에 따라 조각류, 검룡류, 곡룡류, 각룡류의 다양한 형태로 진화하였다.

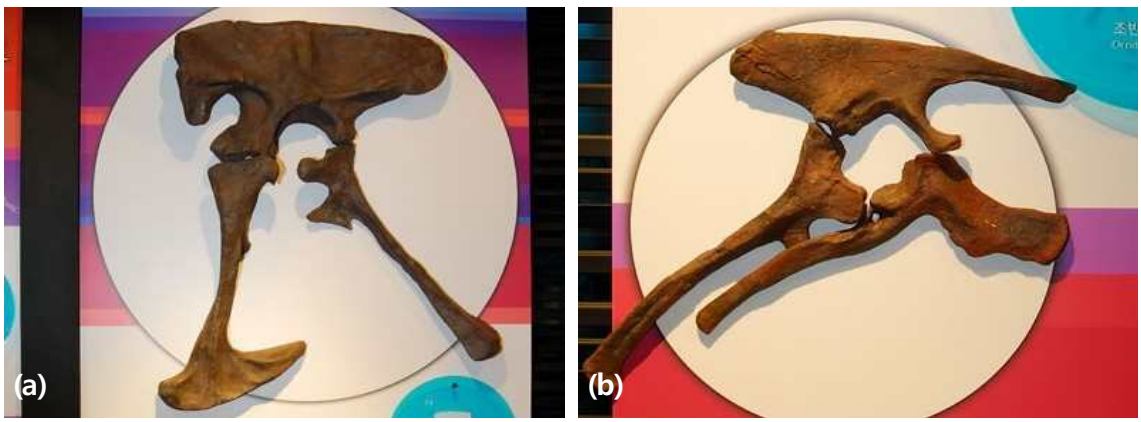


그림 5-52. 공룡과학실의 전시물 2. (a) 용반류 골반뼈, (b) 조반류의 골반뼈

2) 해양 파충류실 주요 전시물

그림 5-53. 해양 파충류실 전경

① 어룡 우타츠사우루스

어룡은 해양파충류 중에서 현생의 돌고래와 같은 유선형의 몸을 가지고 있어 수생에 가장 잘 적응한 종으로 보인다. 일본의 트라이아스기 전기 지층에서 발견된 가장 원시적인 어룡 우타츠사우루스(Utatsusaurusw)는 약 1.5m 길이에 도마뱀 같은 머리뼈와 길고 날렵한 몸, 그리고 길고 가는 꼬리를 갖고 있다. 이보다 훨씬 더 진화한 어룡은 독일과 영국의 쥐라기 전기 층에서 발견된 이크티오사우루스(Ichthyosaurus)이다.

이크티오사우루스의 머리와 몸은 매우 변형되어 돌고래 같은 형태를 지녔다. 머리는 짧지만 긴 주둥이는 이빨이 발달하였으며 목도 짧아졌다. 앞 물갈퀴는 헤엄칠 때 몸의 균형을 잡고 방향을 조정하는데 사용되었다.

그림 5-54. 우타츠사우루스 화석

② 수생 파충류

수생 파충류란 물가에 살면서 육지보다 수중에서 생활했던 파충류를 말한다. 가장 대표적인 것으로 메소사우루르스(Mesosaurus)와 시노히드로사우루스(Sinohydrosaurus)가 있다. 메소사우루스는 고생대 후기 페름기에 살았던 수생 파충류로 두개골이 삼각형 모양이며 긴 주둥이를 가지고 있다.

가슴에서 허리까지의 길이가 길고 물갈퀴 형태의 앞, 뒷발에는 각각 5개의 발가락이 있었다. 중생대에 살았던 수생 파충류인 시노히드로사우루스는 메소사우루스와 비슷하게 생겼지만 메소사우루스보다 두개골이 뭉툭하고 크기가 훨씬 작은 것이 특징이다.

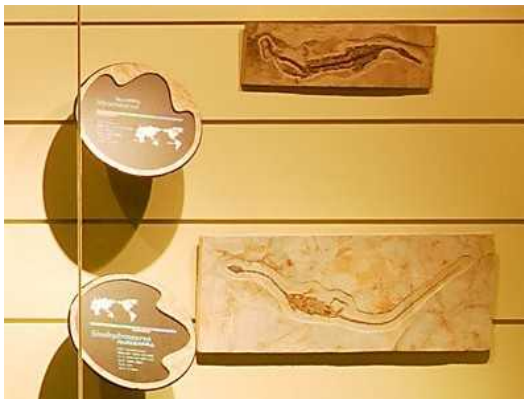


그림 5-55. 수생 파충류 화석

③ 바다악어의 종류

가장 잘 알려진 바다악어로는 독일에서 발견된 스테네오사우루스(Steneosaurus)가 있다. 스테네오사우루스의 등과 배는 비늘로 덮여 있었다. 긴 머리뼈에 이빨이 난 긴 주둥이는 현재 인도에서 사는 민물 악어 가비알(Gavial)과 비슷하다. 유럽의 후기 쥐라기 지층에서 발견된 게오사우루스(Geosaurus)는 몸은 유선으로 바뀌었으며 비늘이 퇴화되고 앞발은 물갈퀴로 변화되었으며 꼬리 끝에는 어룡처럼 지느러미가 있었을 것으로 추정된다. 이를 바다악어는 백악기 전기에 멸종되었다.

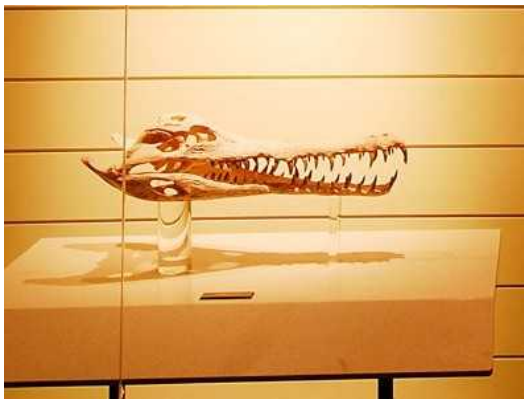


그림 5-56 바다악어 두개골 화석

④ 노토사우루스

노토사우루스는 공룡과 비슷하게 생겼지만 공룡이 아니라는 의미에서 '거짓 도마뱀'이라는 이름이 붙여졌다. 좁고 긴 주둥이에는 송곳니 같은 이빨이 뒤쪽의 볼 부위까지 가지런히 나 있었다. 길고 유연한 꼬리를 가졌으며 손가락과 발가락 사이에는 물갈퀴가 있었음이 화석을 통해 확인된다. 앞다리가 뒷다리보다 짧은데 이는 육지에서 활동하기에 편리한 특징으로 오늘날의 물개처럼 해안가에서 지냈던 것으로 보인다.

⑤ 엘라스모사우루스

목이 긴 수장룡인 플레시오사우루스류 가운데 가장 몸이 긴 엘라스모사우루스는 전체 몸길이의 절반 이상이 목으로 이루어져 있다. 쥐라기에서 백악기에 걸쳐 번성하였으며, 쥐라기에는 몸길이가 4~6m 작았으나 백악기에 들어 두 배 이상 커졌다. 체형은 유선형이며 물에서 네 개의 지느러미로 노를 젓듯이 헤엄쳤다.

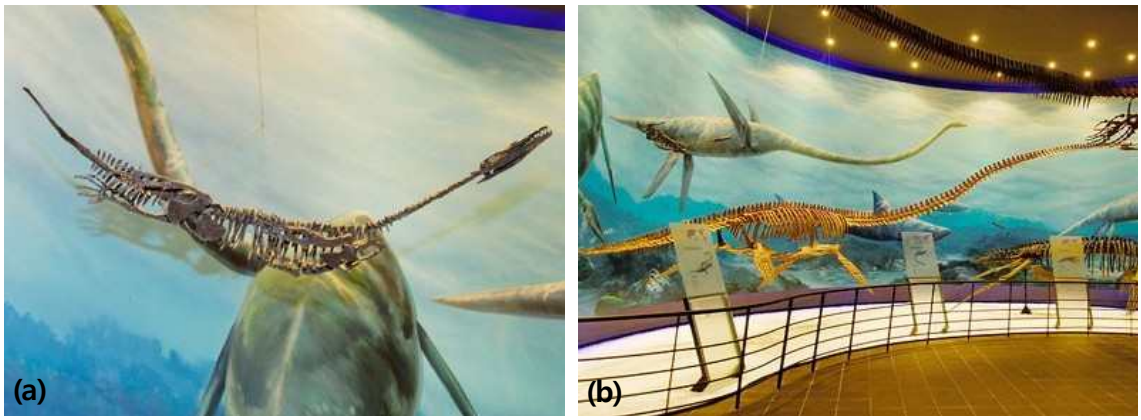


그림 5-57. 해양파충류실의 주요 전시물 1. (a) 노토사우루스 (b) 엘라스모사우루스

⑥ 플리오사우루스

플레시오사우루스에서 진화된 플리오사우루스는 목이 짧고 머리가 크며 턱에는 사나운 이빨이 있는 것이 특징이다. 오늘날의 상어나 육식 고래처럼 날카로운 이빨로 바다의 동물을 공격하였다. 플리오사우루스는 1840년 대에 확인된 최초의 플리오사우루스류인데, 목뼈는 약 20개 이고 두개골의 길이만 약 3m에 달한다. 꼬리가 짧아 이동하는데 사용되지는 않았을 것으로 보이며 뒷지느러미가 앞지느러미보다 큰 것이 특징이다.

⑦ 틸로사우루스

틸로사우루스의 가장 두드러진 특징은 단단한 주둥이와 억센 이빨을 가지고 있다는 것이다. 틸로사우루스의 몇 몇 화석 표본에서 주둥이가 손실된 채 발견된 것이 있는데 이는 주둥이로 먹이를 들이 받아 기절시키는 과정에서 손실된 것이라고 추정된다. 이들을 꼬리를 좌우로 움직이고 날개 모양의 커다란 지느러미발로 방향을 조절하며 헤엄쳤을 것으로 보인다.

그림 5-58. 해양파충류실의 주요 전시물 2. (a) 플리오사우루스 (b) 틸로사우루스

3) 중생대 재현실 주요 전시물

그림 5-59. 중생대 재현실 전경

① 데이노니쿠스

1964년 첫 발견된 새의 진화관계를 증명하는 매우 중요한 '데이노니쿠스'는 무게 80kg 정도의 작은 육식공룡이다. 큰 눈과 긴 주둥이, 톱니 같은 날카로운 이빨, 세 개의 날카로운 발톱으로 무장된 긴 앞발이 특징이다. 특히 둘째 발가락에 있는 낫 모양의 큰 발톱은 13㎝로 매우 길어서 셋째와 넷째 발가락을 사용해 걸을 때 위로 들려져 있어 보호되어 있으며 먹이 사냥에 쓰였다.

이빨은 뒤쪽으로 휘어져 고기를 자르는 용도로 쓰였고, 꼬리는 긴 척추들로 구성되어 가로지르는 막대구조의 뼈로 딱딱히 굳어 있는 상태였으며 상하좌우 움직일 수도 있었지만 유연하지는 못했다. 뻣뻣한 꼬리는 먹이의 배를 가를 때 뒷발톱에 순간적인 힘을 주어 몸의 기동성을 증가시키는데 사용되었다. 앞발은 먹이를 잡기 위해 매우 유연하여 양앞발을 서로 맞잡을 수도 있어서 먹이를 재빨리 앞발로 잡아 뒷발의 큰 발톱으로 먹이를 갈랐다.

② 말라위사우루스

아프리카 말라위에서 발견되어 '말라위의 도마뱀'이라는 이름이 붙여진 말라위사우루스는 가장 오래된 티타노사우루스과(Titanosauridae)의 공룡이다. 작고 둥근 머리에 비해 긴 목을 가졌으며 턱에는 식물을 섭취하기에 적합한 평평한 모양의 이빨이 배열되어 있었다. 말라위사우루스의 원시적인 허리와 꼬리뼈의 형태에는 티타노사우루스과의 진화 과정에 대하여 정보를 제공한다.

그림 5-60. 중생대 재현실 주요 전시물 1. (a) 데이노니쿠스 (b) 말라위사우루스

③ 에드몬토사우루스

오리와 같이 납작한 주둥이를 가진 하드로사우루스류 공룡의 일종인 에드몬토사우루스는 목이 유연하여 나뭇잎이나 풀을 뜯기에 적합했다. 입안에는 1,000개 넘는 이빨이 촘촘히 나 있어 질긴 나뭇잎도 잘게 씹어 먹을 수 있었다. 온순한 성격으로 물가에서 무리지어 생활했고, 앞다리에 비해 뒷다리가 크고 튼튼해 뒷다리로 빨리 걸었으며 때로는 네 다리로 걷기도 하였다.

④ 티라노사우루스

티라노사우루스는 가장 크고 사나운 육식공룡으로 잘 알려졌지만 몇 몇 고생물학자들이 이 공룡이 진정 사나운 포식자였는지에 대해 의문을 가지고 있다. 티라노사우루스의 큰 몸집과 두껍고 강력한 근육의 다리, 짧고 두꺼운 목, 15㎝ 길이의 톱니 모양의 이빨 등으로 보아 사나운 육식공룡 이었던 것으로 볼 수 있지만, 난폭한 포식 습성을 가졌다고 보기 어렵다는 의견도 있다. 또한 최근의 연구에 따르면 티라노사우루스의 달리는 최고 속도가 20㎞/h에 지나지 않은 것으로 추정되어 그리 빠른 공룡이 아니었을 가능성도 제기되고 있다.

그림 5-61. 중생대 재현실 주요 전시물 2. (a) 에드몬토사우루스 (b) 티라노사우루스

4) 익룡실 주요 전시물

그림 5-62. 익룡실 내부 전경

① 프테라노돈의 두개골

머리에 긴 벼슬이 있어 전체 머리 길이가 몸 길이보다 길다. 이 벼슬은 하늘알 날 때 방향을 조절하는 방향타 구실을 한 것으로 해석된다.

② 프레온닥틸루스의 두개골

가장 먼저 알려진 익룡인 프레온닥틸루스는 몸에 비해 짧은 두개골을 가지고 있다. 뾰족한 부리에는 간단한 원뿔 모양의 이빨이 나 있어 곤충이나 물고기를 섭취한 것으로 보인다.

③ 듕가립테루스의 두개골

중국에서 처음 발견된 익룡인 듕가립테루스는 위로 휘어져 있는 뾰족한 부리를 가지고 있다. 튼튼하고 짧은 이빨은 먹이를 잡기보다는 씹는데 적합했던 것으로 보인다. 벼슬은 뒤쪽으로 짧게 돌출되고 주둥이 앞쪽까지 연결되어 있는 것이 특징이다.

④ 람포케팔루스의 두개골

독일 쥐라기 중기 스톤필드 지역에서 발견된 종으로 람포린쿠스류와 프테로닥틸루스의 중간 형태로 인식되고 있다. 긴 턱에는 날카로운 이빨이 나 있으며 전체적으로 두개골 길이가 길다.

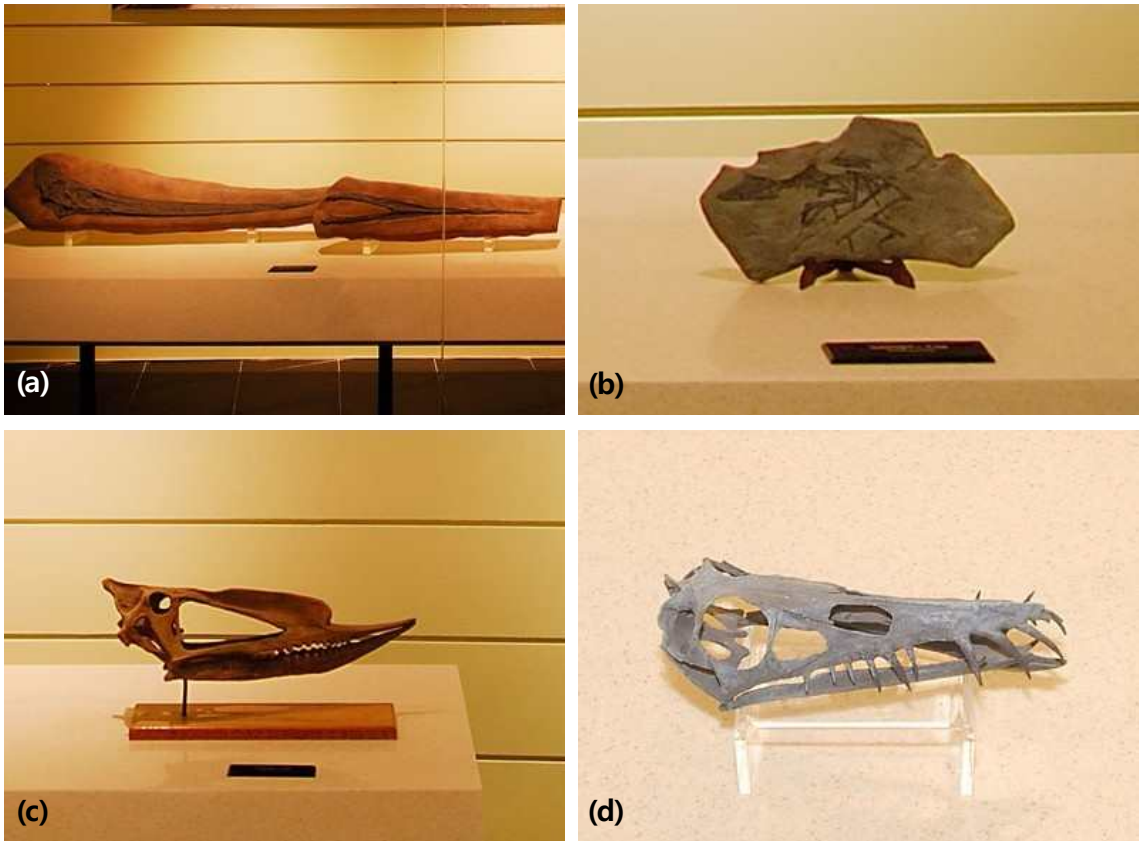


그림 5-63. 익룡실의 익룡 골격 화석 (a) 프테라노돈의 두개골 (b) 프레온닥틸루스의 두개골 (c) 듕가립테루스의 두개골 (d)팜포케팔루스의 두개골

5) 공룡실 주요 전시물

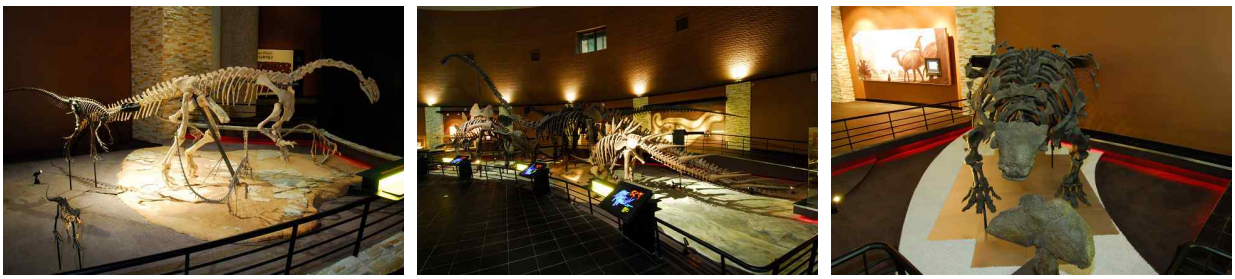


그림 5-64. 공룡실 전경

① 티라노사우루스의 가슴뼈와 꼬리뼈 화석

등의 척추와 갈비뼈는 몸통을 이루는 중추 역할을 한다. 특히 갈비뼈는 내장을 보호하는 기능을 가지고 있다. 티라노사우루스는 총 10쌍의 튼튼한 갈비뼈를 가지고 있었으며, 등에 있는 12개의 척추에는 무게를 줄이기 위해 구멍이 나 있었다.

또한, 몸 전체 길이의 반 정도를 차지하는 티라노사우루스의 꼬리는 균형을 잡기 위해 뻣뻣하게 뻗어 있었을 것으로 생각된다. 약 40 개의 척추로 구성된 꼬리에는 신경돌기들 사이로 근육이 연결되어 있어 단단한 꼬리를 이루는 데 도움을 주었을 것으로 생각된다.

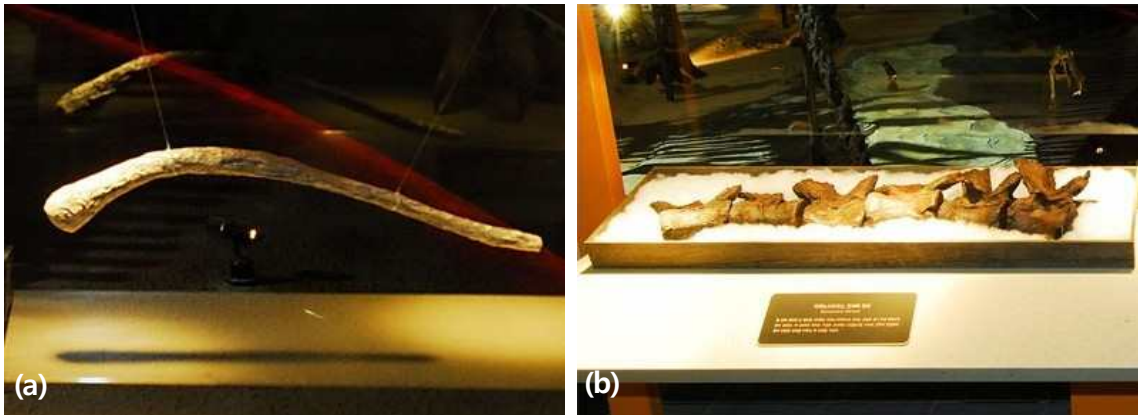


그림 5-65. 티라노사우루스의 가슴뼈 화석(a)과 꼬리뼈 화석(b)

② 공룡의 발 골격

공룡의 앞발은 초식 공룡인지 육식 공룡인지, 두발로 걷는지 네발로 걷는지, 몸집이 큰지, 작은지에 따라 그 용도와 기능이 다르게 발전하였다. 초식 공룡의 경우 나뭇잎이나 과일을 움켜잡기 편리한 구조로, 육식 공룡의 경우 날카로운 발톱이 발달하여 먹이를 공격하기 용이하게 발전하였다. **그림 5-66**의 (a)는 발톱이 날카롭게 발달된 것으로 보아 육식 공룡의 발 골격으로 생각된다.

③ 티라노사우루스 렉스 전신 골격

가장 유명한 공룡인 티라노사우루스 렉스는 지구상에서 가장 힘센 육상 육식공룡이었다. 1990년 미국 사우스다코다주에서 발견되어 발견자의 이름을 따서 쑤(sue)란 이름이 애칭이다.

거대한 몸집에 길이 16㎝, 폭, 2.5㎝의 이빨, 한입에 200㎏의 고기도 뜯어먹을 수 있는 강력한 턱, 짧고 강력한 목과 강한 발톱이 달린 뒷다리, 그에 반해 우스울 정도의 작은 두 개의 앞발가락이 달린 짧은 앞발을 가지고 있었다. 그러나 1989년 몬타나에서 처음 발견된 앞발은 90㎝ 지만 200㎏을 들 수 있을 정도로 강력하다.

뇌의 구조는 후각 부분이 잘 발달하였고, 머리는 길고 납작해 앞을 잘 볼 수 있었으며 귀도 악어와 비슷하여 잘 들을 수 있었을 것으로 추정된다.

그림 5-66. 공룡의 발 골격(a)과 티라노사우루스의 전신 골격(b)

④ 트리케라톱스

트리케라톱스는 공룡을 좋아하는 사람들에게는 무척이나 친숙한 공룡이다. 트리케라톱스는 뿔용 중에서도 거대한 종류에 속하며 몸길이가 9m 이상이나 된다. 거기에다 머리 부분은 2m, 몸무게는 12t 정도나 되었을 것으로 추정된다. 명칭의 의미는 '세 개의 뿔을 가진 얼굴' 이라는 뜻이다. 얼굴 모양이 조금씩 다른 종류만도 열 다섯 종류나 확인되었고, 병을 앓았거나 상처를 입은 화석도 발견되었다.

⑤ 알베르토사우루스

티라노사우루스에 비해 더 작고 가벼운 몸집의 알베르토사우루스는 오리주둥이 공룡이 많이 발견된 지금의 앨버타와 몬테나 일대의 평온과 구릉지에서 살았던 가장 흔한 육식 공룡이었다.

대부분의 과학자들은 알베르토사우루스가 마이아사우루스 같은 오리주둥이 공룡들을 사냥했고 어쩌면 트리케라톱스처럼 방어력이 좋은 공룡들과도 싸웠을 것이라고 생각한다. 근육질의 뒷다리에 비해 앞다리는 자고 비교적 약했으며 손가락은 두 개였다. 눈 앞 · 뒤로 짧은 뿔이 각각 한 쌍씩 붙어 있으며 강력한 근육을 가진 턱에는 톱니모양의 이빨이 줄지어 있다.

그림 5-67. 트리케라톱스 전신 골격(a)과 알베르토사우루스의 전신 골격(b)

⑥ 프로토케라톱스/벨로키랍토르

몽골의 고비 사막에서 발견된 프로토케라톱스와 벨로키랍토르가 싸우는 화석은 그동안 초식공룡이 육식 공룡의 공격에 대해 일방적으로 당하기만 했을 것이라는 생각을 할 수 있게 해주는 중요한 자료이다. 이 화석을 살펴보면 벨로키랍토르는 프로토케라톱스의 프릴을 날카롭고 강력한 이빨로 공격하고 있으며 날카로운 발톱으로 배를 가르고 있다. 이에 대항하여 프로토케라톱스는 묵직한 이빨로 벨로키랍토르의 꼬리를 물어 뜯으며 치열하게 대항하고 있다. 이들이 싸우는 동안 사막의 모래 폭풍이 몰아쳐 순간적으로 묻혀 화석으로 남은 것으로 보인다.

⑦ 유오플로케팔루스

짧은 다리와 거대한 몸으로 이루어져 있어 탱크 같은 인상을 주는 갑옷 공룡이다. 지금까지 많은 수의 유오플로케팔루스가 발견되었는데 몸 전체가 골판으로 싸여 있고 몸 앞쪽과 등 부위에 큰 돌기가 솟아 있으며 특히 머리에 뿔처럼 생긴 네 개의 돌기가 솟아 있는 것이 특징이다. 이빨이 없는 것으로 보아 입으로 식물을 잘라 먹었을 것으로 보인다. 꼬리에는 30kg이나 되는 무거운 뼈뭉치가 있어 티라노사우루스 같은 육식 공룡들로부터 방어하는데 사용하였다. 짧은 다리에 비해 몸집은 소형버스처럼 거대했지만 성질은 온순하였을 것으로 추정된다.

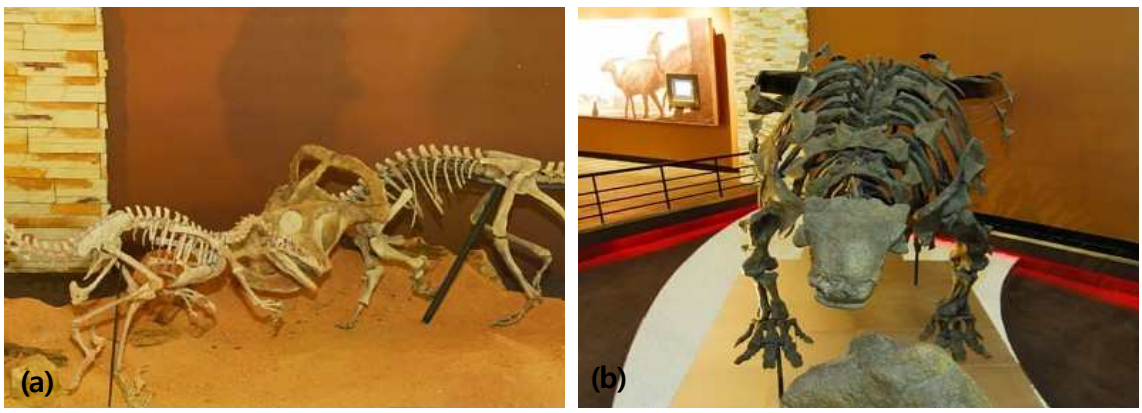


그림 5-68. 프로토케라톱스와 벨로키랍토르 전신 골격(a), 유오플로케팔루스 전신 골격(b)

⑧ 오메이사우루스

오메이사우루스는 매우 길고 뭉툭한 머리뼈와 숟가락 모양의 이빨, 아주 긴 목을 가지고 있어서 매우 높은 곳에 있는 먹이도 쉽게 먹을 수 있었다. 중국의 사천성 지역 오메이산에서 발견되어 붙여진 이름인데 한 곳에 많은 수의 오메이사우루스 화석이 발견됨에 따라 이들이 집단생활을 한 것으로 보인다.

⑨ 켄트로사우루스

켄트로사우루스는 스테고사우루스의 절반 정도의 크기로 등과 꼬리에 튀어나온 긴 가시 때문에 '가시달린 도마뱀' 이라는 뜻의 이름이 붙여졌다. 각각의 길이가 최고 60㎝ 정도의 가시가 등에 두 줄로 나 있으며, 옆구리와 골반쪽에도 긴 가시가 돌출되어 있다. 뒷다리는 앞다리보다 두 배 정도 길었는데 이를 통해 켄트로사우루스가 좀 더 높은 곳에 있는 초목을 먹기 위해 몸을 일으켜 세웠을 것으로 추정할 수 있다.

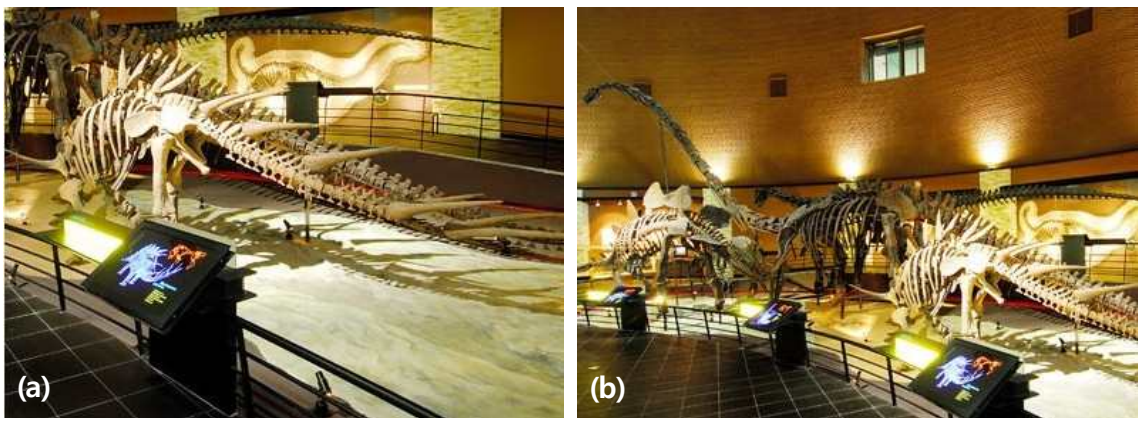


그림 5-69. 켄트로사우루스(앞쪽)이 전신 골격(a)과 오메이사우르스(중앙)의 전신 골격(b)

⑩ 헤레라사우루스

1991년 아르헨티나에서 발견된 에로랍토르는 가장 원시적인 공룡의 하나이며 작지만 긴 다리를 가진 앞발보다 무섭고 사나운 사냥꾼으로 알려져 있다. 앞발보다 뒷발이 더 길고 빠르게 움직일 수 있었으며 같은 시기에 생존했던 헤레라사우루스보다 주둥이가 덜 발달했고 앞발도 더 짧아 원시적인 특징을 가지고 있다. 작은 포유류를 사냥했을 것으로 보인다.

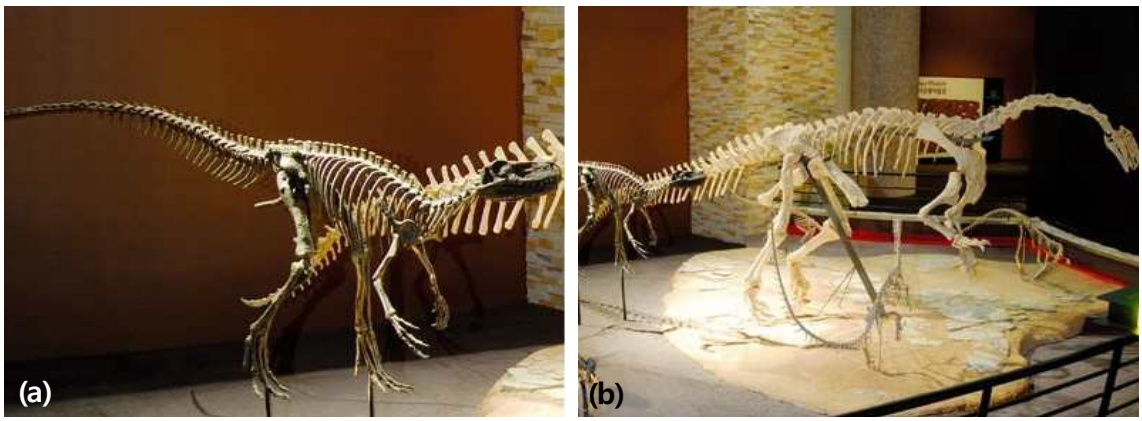


그림 5-70. 헤레라사우루스(a)와 코엘로피시스(왼쪽)와 플라테오사우루스(오른쪽) 골격(b)

⑪ 코엘로피시스/플라테오사우르스

트라이아스기 후기의 대표적인 육식 공룡인 코엘로피시스는 길게 구부러진 목과 날씬한 다리를 가졌으며 길고 좁은 턱에는 날카롭게 구부러진 이빨이 나 있다. 몸통의 길이는 칠면조 정도로, 꼬리를 포함하여 약 2m 정동 이르며 몸이 가볍고 행동이 빨라 사냥하기에 적합했다.

플라테오사우루스는 트라이아스기의 가장 큰 공룡 중 하나로 유럽에서 많이 발견되고 있다. 현재까지 잘 보존된 12개의 골격이 독일과 스위스, 프랑스의 사암지역에서 발견되어, 연구한 결과 네 발로 걸었으며 무리를 지어 집단 생활을 하였음을 알 수 있다. 앞발의 엄지 발가락은 큰 낫과 같은 모습을 하고 있어 적의 공격 시 길고 구부러진 엄지 발톱으로 방어했을 것으로 보인다.

코엘로피시스는 주로 도마뱀이나 포유류, 작은 초식 공룡 등을 잡아 먹었지만 무리지어 생활하는 습성이 있기 때문에 떼를 지어 다니면서 플레테오사우르와 같이 느리고 거대한 초식 공룡을 사냥하기도 하였을 것이다.

⑫ 지붕도마뱀; 스테고사우루스

이 공룡이 발견된 지 1세기가 넘도록 아직 완전하게 알려지지 않는 '스테고사우루스'는 스테고사우루스 스테놉스의 것들이며 등에 판이 발달한 모양 때문에 가장 널리 알려진 공룡 중 하나이다.

그림 5-71. 스테고사우르스 전신 골격

특징으로는 2t의 몸집에 비해 매우 작은 뇌를 가졌는데 골프공 정도의 크기와 70g 정도의 무게였다. 좁은 주둥이와 뒷발의 반 정도 밖에 안되는 짧은 앞발을 가지고 등을 따라 얇은 골판들이 등 가운데로 갈수록 커져 골반 위에서 크게 발달하여 꼬리쪽으로 다시 작아지는 것이 또 하나의 특징이다.

꼬리 끝에는 두 쌍의 긴 창 형태의 뼈가 뒤로 돌출되어 무기로도 사용하였다. 그러나 등의 골판은 속에 미세한 혈관들이 발달해 있어 방어의 목적보다 체온 조절의 역할을 한 것으로 보인다.

6) 지구과학실 주요 전시물

지구과학실에는 해남군의 지질과 광산에 대한 이해와 한반도의 지층 및 암석, 습곡과 단층, 한반도의 지체구조구와 화산활동 등에 관한 자료들로 구성되어 있다.

그림 5-72. 지구과학실 전경

그림 5-73. 한반도의 화산, 습곡과 단층, 화성암의 형성을 보여주는 전시물

그림 5-74. 영남육괴 변성암, 경기육괴의 변성암과 한반도 충돌대를 설명해 주는 그림 자료

7) 거대공룡실 주요 전시물(조바리아)

95%의 화석이 발견된 조바리아는 백악기 지층에서 발견된 초식 공룡 중 가장 목이 긴 종이다. 조바리아는 나이지리아에서 발견되었는데 18t 이나 되는 몸무게와 몸 길이가 21m 나 되는 거대한 초식 공룡이다. 조바리아는 지금까지 발견된 목이 긴 초식 고룡인 용각류(sauropods)와는 전혀 다른 종으로 백악기에 아프리카에서만 살아 남아 번성했던 공룡으로 추정된다. 조바리아는 다른 백악기 초식 공룡과는 달리 스푼 모양의 이빨을 가지고 있으며 목은 척추뼈 12개로 돼 있어 상대적으로 짧을 편이며 등뼈와 꼬리도 북아메리카의 용각류 초식 공룡인 디플로도쿠스나 아파토사우루스보다 간단한 구조를 가지고 있다. 조바리아라는 이름은 이 지역 유목민 전설에 나오는 동물에서, 티귀덴시스는 발굴장소 근처의 절벽에서 따온 말이다.

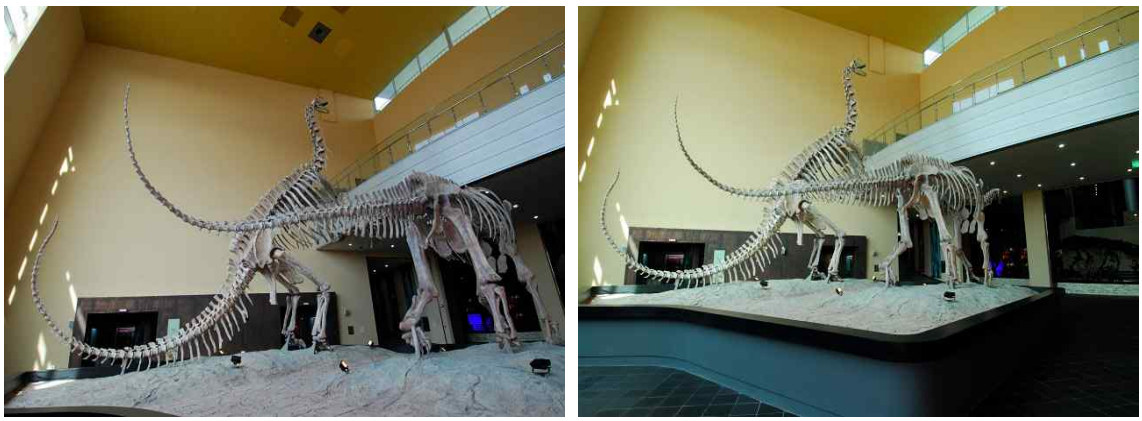


그림 5-75. 거대 공룡실의 조바리아 전신 골격

8) 새의 출현실 주요 전시물

그림 5-76. 새의 출현실 전경

① 아르케옵테릭스(시조새) 하를렘(테일러) 표본

1855년 독일 라이덴부르크(Reidenburg) 근처에서 발견되었다. 1875년 마이어(Meyer)에 의해 익룡으로 분류되었다가 1970년 오스트롬(Hohn Ostrom)에 의해 재분류되어 현재는 네덜란드 하를렘에 있는 테일러박물관(Teyler Museum)에 소장되어 있다.

② 아르케옵테릭스(시조새) 아이크슈타트 표본

1951년 독일 보르케르젤(Workerszell) 근처에서 발견되어 현재는 아이크스타트(Eichstatt)에 있는 츄라박물관(Jura Museum)에 소장되어 있다.

지금까지 발견된 표본 가운데 가장 작은 것으로 다른 표본에 비해 2/3 정도의 크기이다. 또한 다른 표본과 이빨 구조가 다른 점이 있으며 어깨 뼈가 불완전하게 굳어졌다. 그러나 이 표본은 머리부분이 가장 잘 남아있는 것이 특징이다.

③ 아르케옵테릭스(시조새) 베를린 표본

1877년 독일 아이크스타트(Eichstatt) 근처 블루멘베르크(Blumenbeng)에서 발견되었다. 런던 표본과 함께 가장 전형적인 시조새 표본으로 인정받고 있다. 원래는 그 어느 표본보다 완벽한 머리를 가지고 있었으나 발견 이후 심하게 손상되었으며 현재는 훔볼트박물관(Humbolt Museum)에 소장되어 있다.

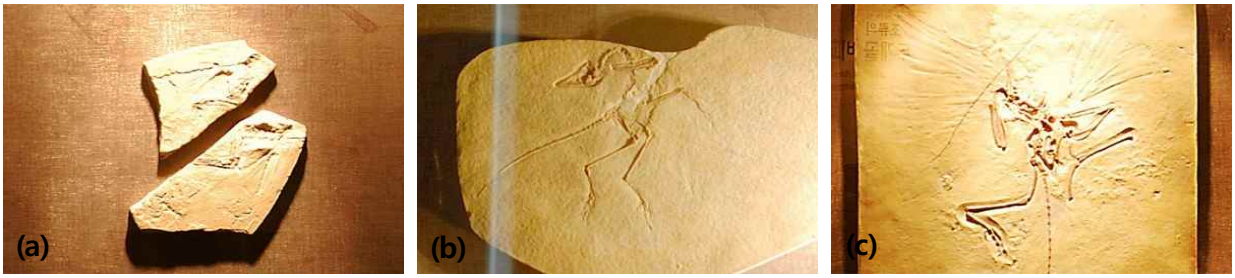


그림 5-77. 새의 출현실 화석 표본. (a) 아르케옵테릭스 하를렘 표본, (b) 아르케옵테릭스 아이크슈타트 표본, (c) 아르케옵테릭스 베를린 표본

④ 아르케옵테릭스(시조새) 졸른 호펜 표본

1960년대에 독일 아이크스타트(Eichstatt) 근처에서 터키인 노동자에 의해 발견되었다. 처음에는 콤프소그나투스의 화석으로 알려졌지만 몸에 비해 팔이 너무 길고 표본에 날개의 흔적이 있어 시조새의 것임이 밝혀졌다.

⑤ 아르케옵테릭스(시조새) 막스부르크 표본

1858년 란게날트하임(Langenaltheim) 근처에서 발견되었다. 몸통만 있는 이 표본은 개인에게 소장되어 있다가 한때 독일 졸른호펜에 있는 막스부르크 박물관에 전시되었지만 1992년 그 발견자의 소장자가 죽은 이후 어디론가 사라졌다.

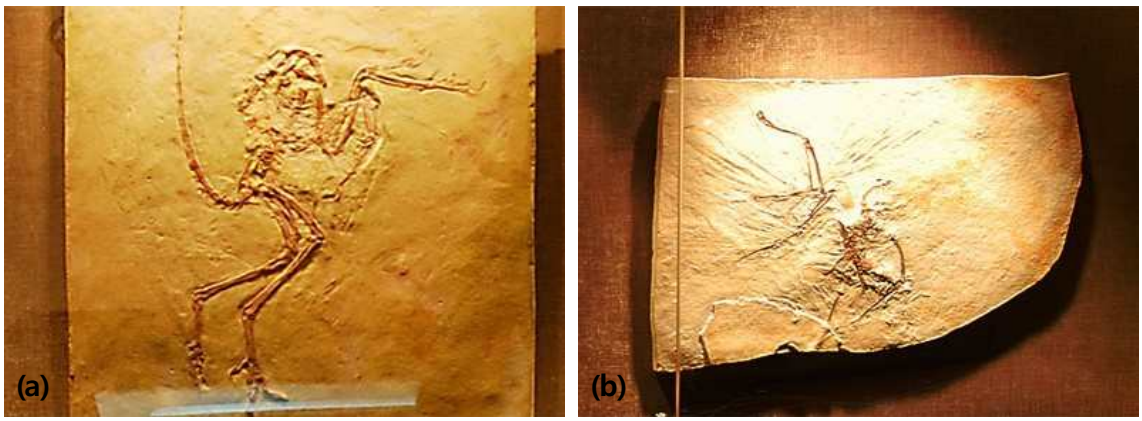


그림 5-78. 새의 출현실 화석 표본. (a) 아르케옵테릭스 졸른호펜 표본, (b) 아르케옵테릭스 막스부르크 표본

⑥ 아르케옵테릭스(시조새) 런던 표본

1861년 독일의 란게날트하인(Langenaltheim) 근처에서 발견된 런던 표본은 전형적인 시조새의 표본

으로 여겨지고 있다. 1863년 리처드 오웬(Richard Owen)에 의해 'Archeopteryx Macrura'로 명명 되었다. 현재 런던에 있는 영국 자연사박물관에 소장되어 있는데, 머리 부분이 손실된 상태이다.

⑦ 카우딥테릭스

1997년 중국 랴오닝성 지역에서 처음으로 발견된 카우딥테릭스 화석은 머리가 작고 오비랍토르와 같은 부리를 가지고 있으며 부리 앞부분에 몇 개의 이빨이 나 있다.

카우딥테릭스의 가장 큰 특징은 꼬리와 양 손이 좌우대칭적인 깃털을 가지고 있다는 것이다. 새의 깃털은 비대칭적인 구조를 가지고 있기 때문에 카우딥테릭스는 오늘날의 새처럼 날 수는 없었으며 그 깃털은 비행을 위한 것보다는 체온을 유지하거나 짝짓기를 할 때 상대를 유혹하기 위한 목적으로 사용되었을 것으로 추정된다.

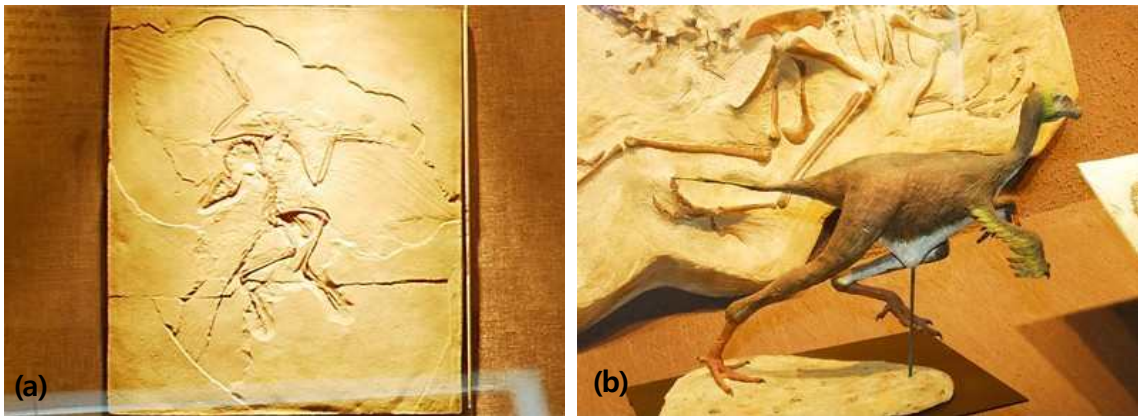


그림 5-79. 새의 출현실 화석 표본. (a) 아르케옵테릭스 런던 표본, (b) 카우딥테릭스

6. 땅 끝 마을에서 본 리아스식 해안

6-1. 한반도의 해안지형

오늘날 한반도의 대체적인 모양은 제3기 중기 또는 그 후에 일어났던 지각변동, 그리고 제4기에 들어와서 있은 빙하성해수면의 변동, 특히 후빙기에 들어와 있은 해수면의 상승에 의하여 형성되었다. 제3기층의 분포로 보아 동해안쪽의 윤곽은 제3기 중기에 거의 완성된 것으로 해석된다.

우리나라 반도 지형의 해안선과 바다를 해양학적으로 관찰할 때, 동해, 서해 및 남해는 각각 연근, 해안 환경의 특징과 요소를 나타낸다.

동해는 1m 미만의 (평균 60cm 내외) 소조차 해안이고 파랑 우세 해안을 나타낸다. 동해안은 서해안의 한강과 금강과 같은 큰 하천이 존재하지 않아 하구나 조간대는 발달하지 못하지만 해빈은 상대적으로 크게 발달되어 있다. 해빈의 주변 해역에서 발달하는 파랑은 일반적으로 바람에 의해 생성, 발달, 전파되는 풍파의 특성을 지니며, 유의파고의 계절별 변화도는 바람의 변화와 일치한다. 또한 해저 퇴적물 이동에 가장 큰 영향을 미치는 것은 파랑의 잉여응력 경사에 기인하는 해안류이다.

동해안은 서해안과 수리학적 요인, 지형, 퇴적물의 유용도 등 많은 부분에서 차이를 보이고 있다. 서해안에서는 하구, 조간대 및 해빈 등 다양한 퇴적환경을 보이고 있으나, 동해안은 하구, 조간대는 잘 발달되어 있지 않으며, 상대적으로 해빈이 크게 발달되어 있다. 이는 서해안은 조석에 영향을 많이 받고 있으며, 동해안은 파랑에 영향을 많이 받고 있기 때문이다.

서해안은 조석-우위 연안이고, 동해안은 파랑-우세 연안이라 할 수 있다. 파랑 우세 지역은 파랑 작용이 조석의 영향을 능가하여, 퇴적물 이동에 중요한 역할을 하며, 조석 우세 지역은 해수면의 반복적인 승강현상에 따라 쇄파대 이동이 일어나면서, 조류 세기, 방향의 변화와 파랑의 상대적인 역할로 인해 해빈 퇴적물 이동에 직접적인 영향을 주고 있다.

고성, 속초, 강릉, 동해 및 포항에 이르기까지 동해안의 해안, 연근 해역은 파랑 우세의 해빈 동력작용에 의하여 지배되는 해안이며, 이에 따른 동해안에는 수많은 해빈퇴적물의 발달이 가능한 것으로 해석된다.

6-2. 해안선의 분류

해안 또는 해안선의 분류방법에는 여러 가지가 있지만, 어느 것이나 만족스럽지 못하다. 그 까닭은 현재의 현재의 해안 중에는 단순한 형태의 것의 비교적 적으며, 대부분의 해안은 제 4기의 해수면상승운동으로 인하여 복합적 특성을 갖게 되었기 때문이다. 빙하성 해면변동과 관련된 각종 지형의 대부분은 해안에서 관찰되며, 지각변동이 활발한 일부 지역을 제외하면 현재의 해안선은 후킹기 해면상승 이후에 형성되었다. 해안선을 분류하는 데 있어서는 지반과 해면의 상대적인 운동이 동시에 고려되어야 한다.

미국의 지형학자 D.W.Johnson은 해안선을 다음의 네 가지 유형으로 크게 나누었다.

(1) 침수해안선(浸水海岸線; shorelines of submergence)
(2) 이수해안선(離水海岸線; shorelines of emergence)
(3) 중성해안선(中性海岸線; neutral shorelines)
(4) 복합해안선(複合海岸線; compound shorelines)

이상과 같은 Johnson의 분류는 빙하성해면운동이 해안지형의 발달에 큰 영향을 미쳤다는 사실이 충분히 밝혀지기 전에 고안된 것이다. 이 분류에 따르면 침수해안선은 지반의 침강에 의한 것이며, 리아스식 해안선(ria shoreline)과 피요르드(fiord shoreline)이 이에 속한다. 그리고, 이수해안선은 지반의 융기로 인하여 해저가 해면 위로 올라옴으로써 발달하며, 그 특생은 침수해안선과는 대조적으로 해

안선이 극히 단조롭다는 것이다. 주성해안선은 지반의 침강이나 융기와 관계가 없는 것으로서 삼각주 해안선, 충적평야 해안선, 빙하성유수퇴적평야 해안선, 화산 해안선, 산호초 해안선, 단층 해안선이 이에 포함되며, 복합해안선은 지반의 침강과 융기에 기인하는 지형적 특색을 함께 보여주는 해안선을 가리킨다.

한편, 뉴질랜드의 지형학자 C.A.Cotton은 지각변동이 해안지형의 발달에 미치는 영향을 매우 중요시하여 안정지역(stable region)과 불안정지역(unstable region)의 해안을 구분하였다. 안정지역이란 제4기에 들어와서 지각변동의 영향을 받지 않은 곳, 불안정지역이란 동시간에 그 영향을 받았거나 아직 받고 있는 곳을 각각 의미한다. 이 두 지역의 해안은 모두 후빙기 해면상승의 영향을 받았다는 점을 인정하였으나 2차 분류에서는 국지적인 지각변동에 의하여 그 영향이 중대되거나 상쇄될 수 있다고 보았다.

(1) 안정지역의 해안
이들 해안은 모두 후빙기에 침수되었다.
① 후빙기의 침수에 의한 지형이 탁월한 해안
② 과거의 이수현상과 관련된 지형이 탁월한 해안
③ 기타 해안(피요르드 해안, 화산해안 등)

(2) 불안정지역의 해안
이들 해안은 후빙기 해면상승 이외에 지반의 융기 또는 침강의 영향을 받았다.
① 침수의 영향이 지반의 융기에 의해서 상쇄되지 않은 해안
② 근래의 지반융기로 이수현상이 나타난 해안
③ 요곡 및 단층해안
④ 기타 해안(피요르드해안, 화산해안)

이상과 같은 Cotton의 분류는 Johnson의 복합해안에 중점을 두고서 시각적으로 우세하게 나타나는 지형에 의거하여 이수 및 침수해안을 구분한 것이 특색이다.

미국의 해양지질학자 F.P.Shepard도 수차에 걸쳐서 복잡한 해안분류를 시도하였다. 그는 주로 비해양성기구(非海洋性機構; non-marine agencies)에 의해서 형성된 해안과 주로 해양성기구(海洋性機構; marine agencies)에 의해서 형성된 해안을 구분하였다. 앞의 것은 1차 해안, 뒤의 것은 2차 해안이라고 규정한 다음, 그 밑에 다수의 하위분류를 두었는데 이를 간단히 소개하면 다음과 같다.

(1) 주로 비해양성 기구에 의해서 그 형태가 결정된 해안
① 육상침식에 의해서 형성된 후 치수된 해안(리아스식 해안, 피요르드 해안, 침수 카르스트 해안)
② 육상퇴적에 의해서 형성된 해안(삼각주 해안, 선상지 해안, 퇴적해안, 사구해안)
③ 화산활동에 의해서 형성된 해안(용암류 해안, 화산폭발에 의한 요형해안(凹形海岸)
④ 지각변동에 의해서 형성된 해안(단층해안, 요곡해안)

(2) 주로 해양성 기구에 의해서 그 형태가 결정된 해안
① 해양성 침식에 의해서 형성된 해안(절벽해안)
② 해양성 퇴적에 의해서 형성된 해안(사주해안,해빈평야해안, 갯벌해안)
③ 동·식물에 의해서 형성된 해안(산호초 해안, 패각초해안, 맹그로브[7]해안, 마시[8]해안)

---

7) 맹그로브(mangrove) 열대와 아열대의 갯벌이나 하구에서 자라는 목본식물의 집단으로 줄기와 뿌리에서 많은 호흡근이 내리고 열매는 보통 바닷물로 운반되나 어떤 종은 나무에서 싹이 터서 50-60cm 자란 다음 떨어지는 것도 있는 데 이를 특히 태생식물이라고 한다.

Shepard의 분류에서 가장 문제가 되는 점은 1차적 해안이 어느 정도로 해양성 기구에 의하여 변형되어야 2차적 해안이 되느냐 하는 것이다. 그리고 다수의 해안은 하나 이상의 하위분류에 속할 뿐만 아니라 기본분류에서도 겹칠 수 있다. 한 예를 들면, 연안사주해안에서는 바람에 의하여 형성된 사구를 많이 볼 수 있다. 따라서 Shepard의 분류는 복잡하고 세밀하지만, 하나의 해안을 분류할 때는 주관이 개재되기 쉽다.

그림 6-1. 리아스식 해안의 형성

6-3. 해안 지형

(1) 파랑과 해안지형

1) 파랑과 연안류

해안이란 육지와 바다와 대기가 만나면서 서로 영향을 미치는 띠 모양의 좁은 지대로서 해안선에 인접한 유지와 바다가 이에 포함된다. 해안지형(海岸地形, coastal landforms)이란 해안을 딸 좁은 범위 내에서 형성되는 각종 지형을 가리킨다.

해안으로는 끊임없이 파랑(波浪, wave)이 밀려와 부서지며, 그것은 해안지형의 발달을 주도한다. 바다의 파랑은 거의 전부 바람에 의해 발생하며, 바람의 영향권 내에서 형성되는 파랑을 풍파(風波, wind wave)라고 한다. 풍파는 파고가 높고 모양이 불규칙한데, 폭풍이 지나갈 때 해안으로 밀려와 부서지는 것을 보아 알 수 있듯이 그 위력이 대단하다. 풍파는 바람이 영향권을 벗어나면 점차 파고가 낮아지고 파장이 길어지는 동시에 모양이 규칙적인 파랑으로 변한다. 이러한 파랑을 스웰(swell)이라고 한다. 맑은 날 해안으로 밀려오는 파랑은 스웰이다.

스웰은 원에 가까운 물의 궤도운동으로 성립한다. 따라서 스웰은 전진해도 물은 거의 제자리에 머물러 있다. 스웰이 진행할 때 일어나는 물이 궤도운동은 수면 밑으로 내려감에 따라 급격히 감소하며, 스웰과 관련된 물의 움직임이 나타나는 수심은 대략 파장의 1/20이다. 따라서 스웰의 파장이 1/2보다 얕은

8) **마시(Marsh)** 풀로 덮힌 초목에 의하여 형성된 푹신푹신하고, 촉촉한 저지대 지역, 마시는 종종 육지와 바다 사이의 전이대(tansition zone)을 형성하고 있다.

해안 가까이의 바라도 이동할 때는 물의 궤도운동이 해전의 간섭을 받아 점차 전진속도가 느려지는 동시에 파장이 짧아지고 파고가 높아진다. 그리고 해안선 가까이에서 파고가 최대로 높아지면, 불안정해진 파정(波頂), wave crest)은 앞으로 구부러져 쇄파(碎波, breaker)를 이루면서 부서진다(**그림 6-2**).

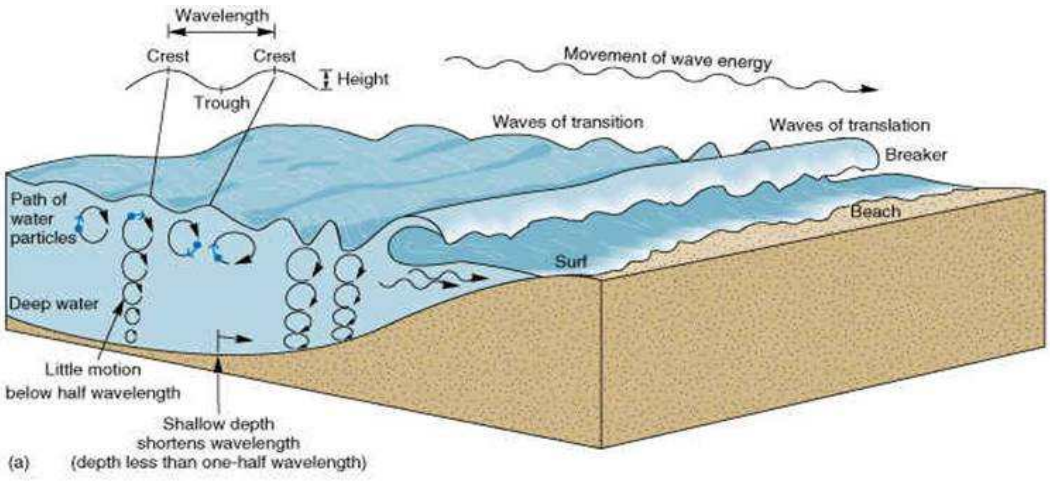


그림 6-2. 쇄파의 형성

쇄파로 부서진 다음 바닷물은 앞으로 밀려 사빈을 기어 올라간다. 이것을 스워시(swash)라 하고, 다시 흘러내리는 물을 백워시(backwash)라 한다. 스워시는 스웰의 접근방향과 같은 방향으로 사빈을 기어 올라간다. 즉 스웰이 비스듬히 사빈에 접근해오면, 스워시도 비스듬히 사빈을 기어올라간다. 그러나 백워시는 중력에 의해 사빈의 사면을 곧바로 흘러내린다. 따라서 사빈의 모래는 스위시와 백워시가 반복될 때 지그재그 운동을 하면서 해안을 따라 조금씩 이동하게 된다(**그림 6-3**). 사빈에서 일어나는 모래의 이러한 운동을 비치드립팅(연안표이, 沿岸漂移, beach drifting) 이라고 한다.

파랑이 해안으로 비스듬히 접근할 때는 쇄파대를 따라 연안류(沿岸流, longshore current)가 발달한다. 파랑은 물의 궤도 운동으로 성립하지만 바닷물은 앞으로 밀리는 경향이 있다. 이로 인해 쇄파대 안쪽에서는 수면이 약간 상승하는 동시에 바닷물이 해안선과 평행하게 옆으로 흘러가게 된다. 연안류는 해안선이 직선상으로 길게 뻗은 해안에서 현저하게 발달하며, 유속이 1~2노트에 이르는 것은 보통이다. 해안선이 들쭉날쭉한 경우에는 연안류가 바다로 돌출한 헤드랜드에서 만을 향해 흐른다.

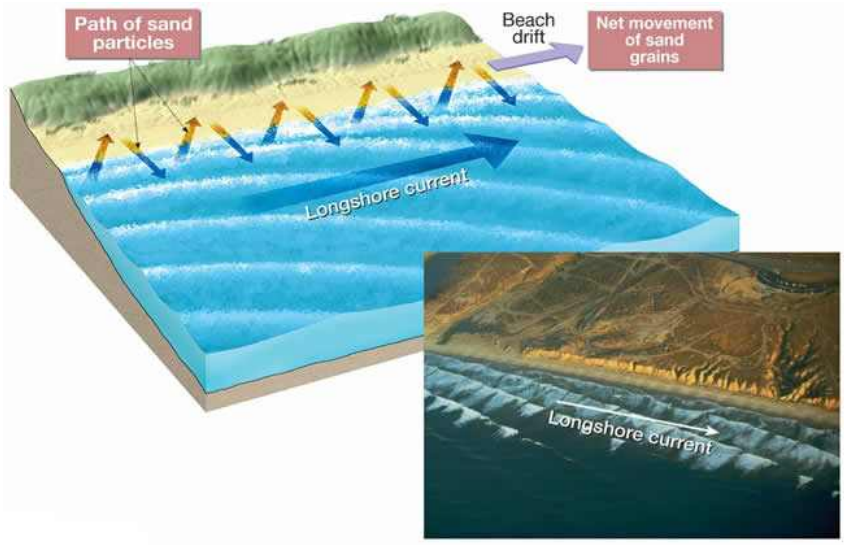


그림 6-3. 스워시와 백워시, 비치드리프팅

쇄파가 부서질 때는 모래가 물에 뜨거나 요동되어 연안류가 이를 운반하기 쉬워진다. 쇄파대를 따라 연안류가 모래를 운반하는 것을 롱쇼어드리프팅(연안표류, 沿岸漂流, longshore drifting)이라고 한다. 그 방향은 비치드리프팅과 같다. 장기적으로 볼 때 해안선이 비교적 단조로운 해안에서는 지배적인 파랑과 관련하여 해안의 모래는 비치드리프팅과 롱쇼어드리프팅에 의해 일정한 방향으로 흐른다. 이를 하천에 비유하여 퇴적물류(堆積物流, sediment stream)라고 한다. 동해안에서는 북동쪽에서 밀려오는 파랑이 연중 가장 우세하다. 그러므로 동해안에서는 전반적으로 퇴적물류가 해안을 따라 남쪽으로 흐르며, 그것은 사빈의 발달과 형태에 지대한 영향을 미치고 있다.

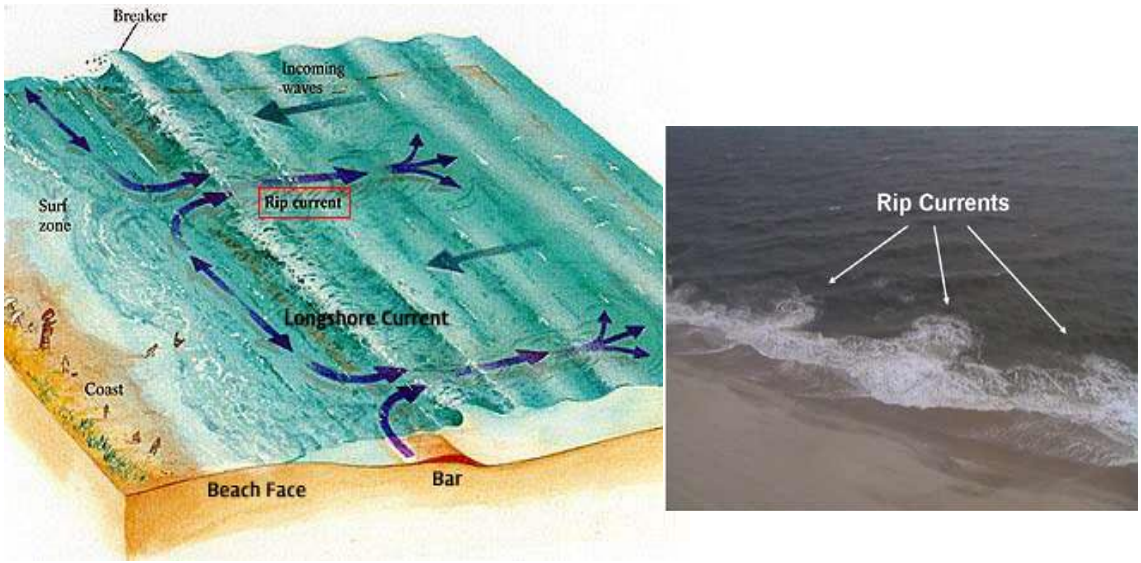


그림 6-4. 연안류와 이안류

쇄파대를 따라서는 좁고 기다른 바(bar)가 해저에 형성되며, 쇄파대 안쪽에 집적되는 바닷물은 바에 막혀 바다쪽으로 쉽게 되돌아가지 않는다. 다만 수면이 충분히 높아져서 바를 가로질러 좁은 수로가 파일 때만 과다한 물이 밖으로 흘러가는데 이를 이안류(離岸流, rip current)라고 한다. 이안류는 일단 형성되면, 연안류로부터 물을 공급받는 정도에 따라 2~3분 동안 흐르기도 하고, 1시간 이상 계속되기도 한다.

2) 파랑의 굴절

먼 바다에서 밀려오는 파랑은 파정과 파정간의 간격이 일정하며, 파봉을 횡적으로 연결한 파정선은 직선에 가깝다. 그러나 수심이 파장의 1/2 미만인 천해로 이동할 때는 해저의 기복에 따라 파랑의 전진속도에 차이가 생기기 시작한다. 출입이 심한 해안으로 접근하는 파랑은 돌출부인 곶 또는 헤드랜드(headland) 전면에서는 일찍부터 전진속도가 줄어들지만 만에서는 늦게까지 속독에 변화가 일어나지 않는다. 이 때문에 직선을 유지하던 파정선은 수심과 조화를 이루도록 구부러진다(**그림 6-5**). 이러한 현상을 파랑의 굴절(wave refraction)이라고 한다. 직선상의 해안선에 파랑이 비스듬히 접근할 때도 동일한 현상이 일어난다.

파랑은 에너지를 갖고 있다. 파고(wave height)가 높으면 에너지가 크고, 파고가 낮으면 에너지가 작다. 그런데 파랑에 굴절현상이 일어나면 파정선을 따라 균등하게 분포하던 에너지에 변화가 일어난다. 이점은 해안지형의 발달을 이해하는데 매우 중요하다. **그림 6-5**는 일련의 만도 곶으로 이루어진 해안으로 파랑이 접근할 때 파랑 에너지의 분포에 어떤 변화가 일어나는가를 보여준다. 심해의 파정선에 직각으로 등간격의 선을 긋고, 그 선을 해안쪽으로 각 파정선에 직각이 되도록 연장하면, 곶으로는 선이 모이고 만에서는 크게 벌어지는데, 각 선의 간격은 곧 동일한 양의 에너지 분포와 일치한다. 깊은

바다에서는 균등하게 분포하던 에너지가 파랑의 굴절에 의해 곶에 집중되고, 만에서는 분산된다. 이로 인해 파고가 높은 곶에는 해식애가 형성되고, 수면이 잔잔한 만에는 모래가 집적되어 사빈이 발달한다.

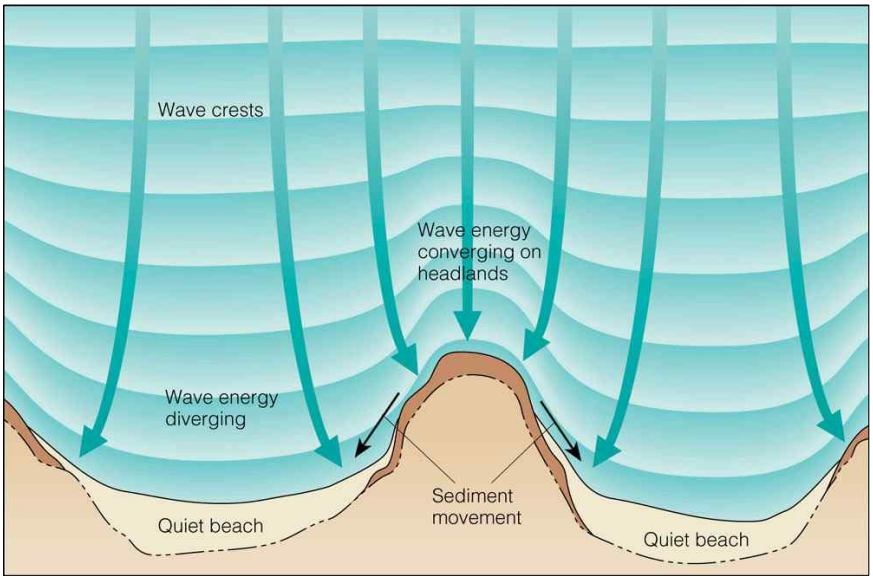


그림 6-5. 파랑의 굴절

(2) 지반 및 해면운동과 해안지형

1) 지반운동과 해안 지형

각종 해안지형은 육지와 바다가 만나는 해안선을 중심으로 발달하는데, 해안선의 위치는 고정적인 것이 아니다. 지반이나 해면이 오르내릴 때는 해안선이 육지 쪽으로 들어오거나 바다 쪽으로 나간다.

지반이 침강하면 해안선의 출입이 심해진다. 육지의 기복은 해저의 그것보다 훨씬 크다. 구릉지는 반도로 돌출하거나 섬으로 떨어져 나가고, 골짜기로는 바닷물이 들어와 만(灣, bay) 또는 하구가 나팔 모양으로 벌어진 익곡(溺谷,drowned valley)이 형성된다. 침강해안(沈降海岸, submerged coast)은 일반적으로 해안선의 출입이 특히 심하다. 우리나라 서해안이나 남해안과 같이 해안선의 출입이 특히 심한 해안은 리아스식 해안(rias coast)이라고 한다. 전라남도의 해안을 중심으로 한 다도해(多島海)는 리아스식 해안의 세계적인 예로 꼽힌다.

반면에 지반이 융기하여 해저가 육지로 드러나는 해안, 즉 융기해안(隆起海岸, emerged coast)은 단조로운 것이 특색이다. 육지에 인접한 대륙붕은 육지로부터의 퇴적물이 쌓이는 장소로서 육지처럼 기복이 심하지 않다. 동해안이 비교적 단조로운 것은 태백산맥과 함께 함경산맥이 해안에 다가서 있고 또 지반이 융기했기 때문이다. 융기해안에 보편적으로 나타나는 해안지형은 해안단구이다.

2) 해면운동과 해안지형

신생대 제4기에 접어들어 지표상에 빙하가 출현하고 빙기와 간빙기가 반복됨에 따라 세계의 해면은 큰 폭으로 오르내렸다. 빙하가 크게 확장되었던 시대가 있었다는 사실은 이미 19세기부터 알려지기 시작했다. 그러나 빙하의 소장(消長)과 관련하여 빙하성 해면운동(氷下性海面運動; glacio-eustatic movement of sea level)이 있었다는 사실이 확인되고, 해안지형의 발달에 미친 이의 영향이 본격적으로 평가되기 시작한 것은 1930년대부터였다. 앞에서 언급한 침강해안과 융기해안의 개념은 해면이란 고정되어 있는 것이라고 막연히 믿던 20세기 초에 정립된 것이기 때문에 현실적으로 큰 의미를 갖지 못할 때가 많다.

석유 탐사와 관련하여 시추작업이 많이 이루어진 미시시피강 삼각주에서의 방대한 연구결과에 따르

면 최후빙기의 해면은 지금보다 130m 이상 낮았다. 그리고 해면은 약 18,000년 전부터 급격히 상승하기 시작하여 약 4,000년 전에 지금의 수준에 거의 달했다. 이와 같은 상승률은 일반적인 지반운동에 비해 매우 급격한 것이어서 한반도를 포함한 세계 대부분의 해안은 후빙기 해면상승의 영향을 절대적으로 받게 되었다. 동해안은 융기해안이라고 알려졌으며, 해안단구가 널리 나타나는 것으로 보아 지반이 융기했음이 분명하다. 그러나 현재의 해안선은 서해안이나 남해안과 마찬가지로 후빙기의 침수에 의해 그 윤곽이 결정된 것이다.

해면이 낮았던 빙기에는 대륙붕의 상당한 부분이 해면 위로 드러났었다. 서해는 수심 80m 미만의 얕은 바다이므로 전부 육지의 연속이었고, 제주도도 육지와 이어졌었다.

해면운동이 일어날 때는 지반 운동이 일어날 때와 마찬가지로 해안에서는 침수 또는 이수 현상이 일어난다. 침강해안과 융기해안이란 용어 대신 침수해안(浸水海岸)과 이수해안(離水海岸)이란 용어가 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 용어들 간에는 근본적인 의미의 차이가 별로 없다.

3) 해안단구

해면과 관련하여 형성된 평평한 지형이 현재의 히면보다 높은 고도에 나타나면 이것을 해안단구(海岸段丘, coastal terrace)라고 하는데, 지반운동과 해면운동의 내용은 이에 집약되어 있다. 해안단구는 침식지형일 수도 있고, 퇴적지형일 수도 있다. 파랑이 기반암을 깎아 형성한 파식대가 단구로 나타나면 침식지형이고, 토사가 쌓여 이루어진 해안지형이 단구로 나타나면 퇴적지형이다. 지반운동이 격심하지 않은 지역의 단구는 대체로 간빙기의 해면과 관련하여 형성된 것이라고 보면 틀림없다. 간빙기의 해면은 대략 현재의 해면과 같은 정도로 높았다.

세계의 여러 해안에서는 일련의 단구가 관찰된다. 지반운동이 비교적 활발한 지중해 연안에는 해발 7~8m, 18~20m, 28~32m, 55~60m, 90~100m의 고도에 단구가 분포한다고 보고된 바 있다. 각각 간빙기의 해면과 관련된 것으로 해석되는 이들 단구는 시대가 오랜 것일수록 고도가 높다. 지반이 비교적 안정된 미국의 대서양해안평야에도 일련의 단구가 발달되어 있다. 노스캐롤라이나주의 해안에서는 연대가 어린 것부터 해발고도가 각각 0m, 4.5m, 7.5m, 6m, 14.5m의 순으로 나타난다고 보고되었다. 이 지역의 단구는 간빙기의 사빈 · 사구 · 석호매립층 등으로 이루어졌다. 멕시코만 연안의 해안평야에서도 이와 유사한 단구가 광범위하게 분포한다. 지중해와 멕시코만 연안의 단구들이 보여주는 고도차는 지반운동의 차이에서 비롯하는 것이라고 알려졌다.

그림 6-6. 동해안의 정동진-금진 지역의 해안단구

이러한 단구들은 지반의 간헐적인 융기에 의해 형성된 것이 아니다. 지반이 계속 융기하는 해안의 경우 간빙기의 해면과 관련하여 형성된 침식면이나 퇴적면은 빙기에 해면이 하강했다가 다시 과거의 수준으로 상승하면 지반이 그동안 융기한 만큼의 높이를 갖는 단구면으로 변하게 된다.

우리나라의 동해안의 경우 해발고도는 약 70~80m, 55~65m, 40~45m, 10~15m, 약 3m 높이의 제 4기 동안에 마들어진 단구가 가장 많이 눈에 띠는데 이들 중 40~45m의 제 3 단구가 가장 눈에 띠게 발달되고 있다. 이들은 주로 미고결의 이질 또는 실트질의 것과 원마도가 잘 발달한 자갈(해빈 사력들)층으로 되어 있으며, 층의 두께는 5~10m 정도이다. 이 단구들이 주로 평탄면을 이루고 있으며 비슷한 고도를 갖고 있으므로 밭으로 개간하거나 동해안 국도로 이용되고 있는 곳이 많다. 최하위의 단구는 보존상태가 비교적 양호하고, 오래된 것일수록 심하게 해체되었다. 최하위의 단구는 최후 해방기의 해면과 관련된 것이라고 알려졌으나 그 이상의 내용은 아직 불확실한 상태로 남아 있다. 이들 해안단구의 해안쪽 면은 가파른 절벽을 이루는 곳이 많아 수직에 가까운 해식애를 보이기도 한다.

(3) 해안침식지형

1) 해식애

육지가 파식을 받아 후퇴할 때는 해안에 절벽이 형성되며, 이를 해식애(海蝕崖, sea cliff)라고 한다. 해식애의 기저부에 파식이 가해지면 절벽이 불안정해지고, 절벽에서는 암석이 떨어져내려 급경사의 사면이 유지된다.

기반암이 바다에 노출된 해안에서는 암석의 경연(硬軟)과 지질구조를 반영하는 각종 형태의 침식 지형이 형성된다. 해식애가 후퇴할 때 암석의 단단한 부분은 바다로 돌출하거나 작은 바위섬이아 암초로 떨어져 남는다. 육지에서 분리된 이러한 암초를 시스택(sea stack)이라고 한다. 그리고 암석이 약한 부분은 빨라 후퇴하며, 동굴이 파이기도 한다. 해식애의 기저부에 형성된 이러한 동굴을 해식동(海蝕洞, sea cave)이라고 한다.

대규모의 해식애는 산악성 해안에 형성되며, 그것이 웅장하게 발달한 부산의 태종대는 국내 유수의 관광지로 개발되었다. 울릉도와 홍도의 해식애도 볼만 하다. 동해안은 높은 산지가 바다에 다가서 있는 곳이 많아 해식애의 발달이 탁월하다. 해식애는 단면이 수직적인 것만은 아니며, 파식에 의해 형성·유지되는 급경사의 사면은 모두 해식애에 포함된다.

그림 6-7. 태종대(해식애)

그림 6-8. 울릉도 저동항 촛대바위(시스택)

해식애는 노년기의 구릉성 지형이 널리 분포하는 서해안에도 많다. 다만 웅장하지 않을 뿐이다. 변산반도 채석강은 규모가 작아도 해식애와 파식대가 어우러진 경치가 출중하여 관광명소가 되었다. 서해안은 조차가 커서 주로 대조(大潮), 즉 사리 때만 해식애의 기저부에 파식이 가해진다. 그러나 조차가 작아 파식이 지속적으로 가해지는 데도 불구하고 안정성을 띠는 동해안의 해식애와는 달리 서해안의 해식애 중에는 활발히 후퇴하는 것들이 많아 주목된다. 서해안의 불안정한 해식애는 기반암의 풍화층에 형성된 것들이다. 만에 면해서 파식이 활발하지 않은 해안에는 기반암의 풍화층이 널리 나타난다. 해식애의 이러한 풍화층은 파식을 많이 받을 기회가 적어 후빙기 해면상승 이후 아직 완전히 제거되지 않고 남아 있는 것이다.

2) 파식대

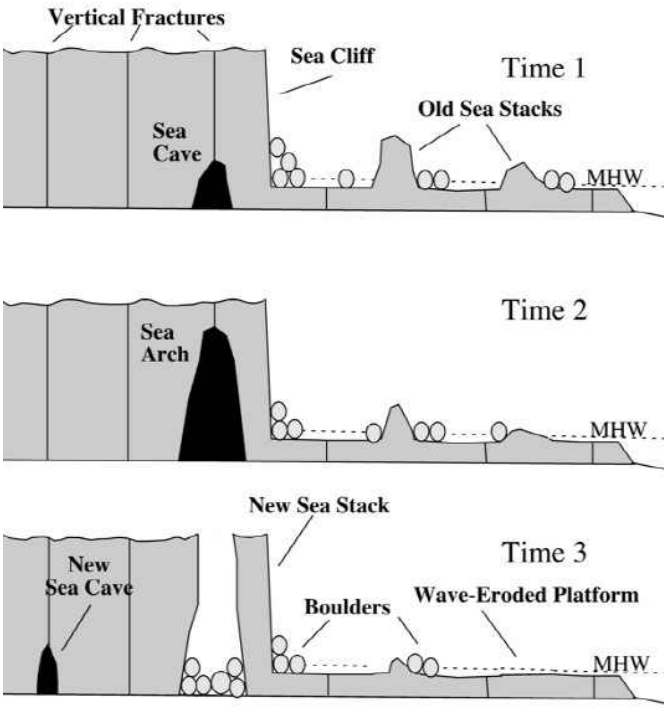
해식애 밑에 형성되는 기반암의 평평한 침식면을 파식대(波蝕臺, wave-cut, terrace)라고 한다. 해식애는 파식대를 끼고 있지 않을 수 있다. 울릉도나 홍도와 같이 깊은 바다의 섬 주변에 형성된 가파른 산지의 해식애 밑에서는 파식대를 보기가 어렵다. 그러나 파식대는 해식애와 결부된 상태로 나타나는 것이 보통이다(**그림 6-9 (b)**)

파식대는 극히 완만하게 바깥쪽으로 기우러져 있다. 괴상으로 존재하는 화강암과 같은 등질적인 기

반암에서는 파랑의 마식에 의해 표면이 매끈한 파식대가 형성된다. 그러나 파식대가 기울어진 퇴적암층에 형성되면 보행이 자유롭지 못할 정도로 표면이 거칠어진다. 지층의 경연의 차가 예민하게 반영되기 때문이다.

파식이 일어날 수 있는 수심은 파식대의 발달을 이해하는 데 중요하다. 조차가 작고 파랑의 작용이 활발한 미국 캘리포니아주의 해안에서 조사된 바에 의하면 파식이 실제로 일어날 수 있는 수심은 약 10m 라고 한다 이러한 점을 고려하면 조차가 극히 작은 해안에서는 약 10m 깊이까지 발달할 수 있으며, 파식대의 경사가 1° 인 경우 그 너비가 최대 500m 에 이를 수 있다. 조차가 5m인 해안에서는 경사가 동일한 경우 파식대의 너비가 약 800m까지 연장될 수 있다. 그러나 파식대가 이처럼 넓은 예는 드물다. 후빙기 해면상승 이후의 기간이 짧기 때문이다.

파식대는 동해안보다 서해안이 널리 그리고 넓게 발달되어 있다. 변산반도 채석강의 파식대는 해식애와 어울어진 경치가 훌륭하여 관광객이 많지만 좁은 편이다. 넓은 파식대는 구릉지의 전면에 발달되어 있으며, 태안반도와 안면도에서는 너비가 20㎜ 내외에 이르는 것들도 있다. 그런데 서해안은 조차가 커서 대조시에만 해식애의 기저부까지 파식이 가해지는 곳이 많아 후빙기 해면상승 이후 그렇게 넓은 파식대가 형성되었다고 보기가 어렵다. 파식대는 최후간빙기의 해면과 관련해서도 형성되었을 것이다. 파식대는 초후 빙기에 해면이 하강했을 때 보존되었을 것이고, 오늘날의 파식대는 후빙히 해면상승 이후 풍화층이 걷히는 정도로 그것이 다소 변형된 것임에 틀림없다.



(a)

(b)

(c)

그림 6-9. 해안 침식 지형. (a) 암석 해안 지형의 주요 지형의 형성과정, (b) 해식애 및 파식대(변산반도 채석강), (c) 파식대(경남 고성군 하이면 상족암 해안) MHW(mean hig water)

(4) 해안퇴적지형

1) 비치

비치(beach)는 가장 보편적인 해안지형이지만 이것을 가리키는 우리말이 없다. 해빈(海濱)이라는 용어로 번역되기도 하나 적절한 것 같지 않다. 비치는 파랑이 모래나 자갈을 해안선을 따라 쌓아올려 만

들어 놓은 지형으로서 파랑의 영향을 직접 받는 부분을 가리킨다. 모래만으로 이루어진 비치는 사빈(砂濱, sandy beach)이라고 부르며, 해수욕장으로 이용되어 우리에게 낯익다. 사빈의 뒤에는 일반적으로 해안사구(海岸砂丘, coastal dune)가 발달되어 있다. 전형적인 사빈은 평상시에 스워시와 백워시가 오르내리는 급경사의 비치페이스(beach face)와 해안 사구 전면의 평평한 비치플레이트(beach flat)의 두 부분으로 이루어졌다. 이 두 부분은 범(berm)을 경계로 나뉜다.

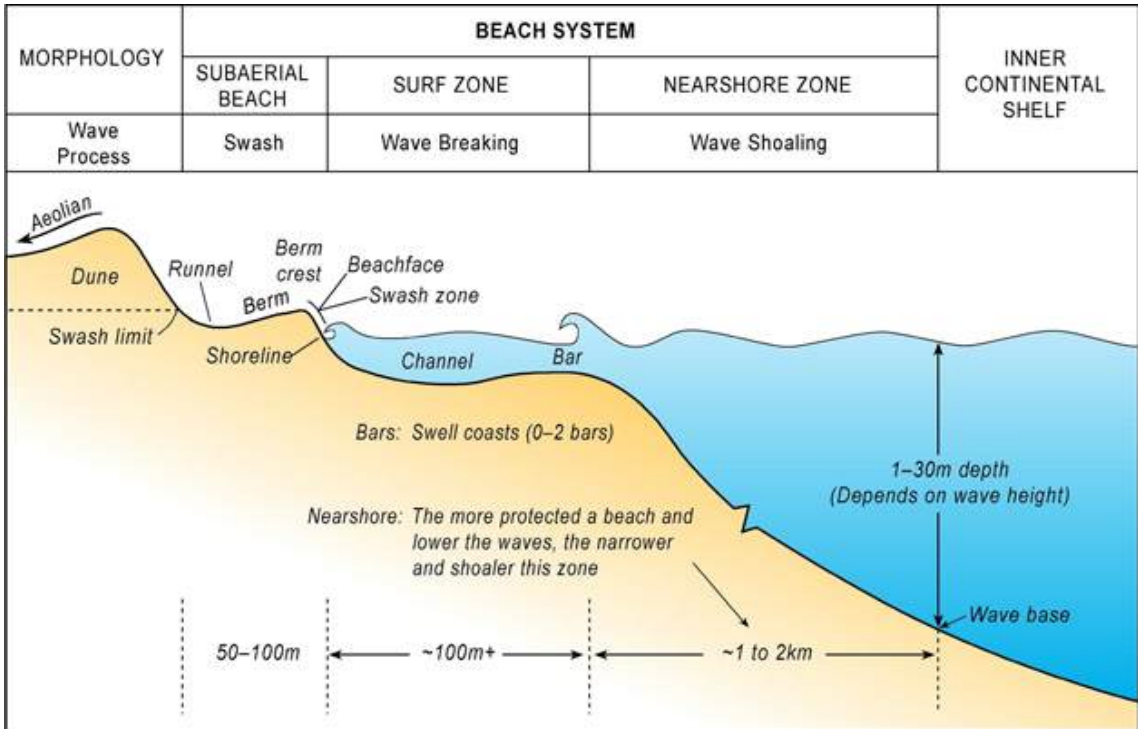


그림 6-10. 사빈의 단면

풍랑이 심할 때는 스워시가 비치플레이트로 흘러넘치는데, 범은 모래가 비치페이스의 상단부로 밀려 올라가 형성된 약간 높은 턱을 가리킨다(**그림 6-10**). 풍랑이 거칠 때는 일반적으로 모래가 사빈에 깎여 나가고, 바다가 다시 잔잔해지면 깎여나갔던 모래가 다시 밀려와 쌓인다. 이러한 현상은 미국 캘리포니아주의 해안에서와 같이 겨울 바다가 여름 바다보다 훨씬 거친 경우 계절적으로 반복되기도 한다.

그림 6-11 거제도의 몽돌해변(a)와 완도 구계등 해안(b)

비치의 구성물질과 규모는 퇴적물의 기원과 공급량에 의해 결정된다. 어떤 것은 모래로 이루어진 반면에 어떤 것은 자갈로 이루어졌다. 자갈로 이루어진 비치(gravel beach)는 모래의 유입이 제한된 섬의

만입에 소규모로 나타나는 것이 보통이다. 거제도의 몽돌해변, 완도의 구계등, 보길도의 예송리해변 등이 그러한 예이다. 대규모의 사빈은 하천으로부터 모래가 많이 유입하는 해안에 발달한다. 동해안의 해수욕장 중에서 사빈의 규모가 큰 것들은 모두 하천으로부터 모래를 풍부하게 공급받는다. 급경사의 동해사면을 흘러내리는 하천들은 여름철의 홍수 시에 다량의 토사를 바다로 운반하며, 바다로 유출된 토사는 남쪽으로 흐르면서 사빈에 쌓인다. 제주도의 여러 사빈은 흰색의 패사(貝砂)로 이루어져 검은 색의 기반암(현무암)과 대조된다.

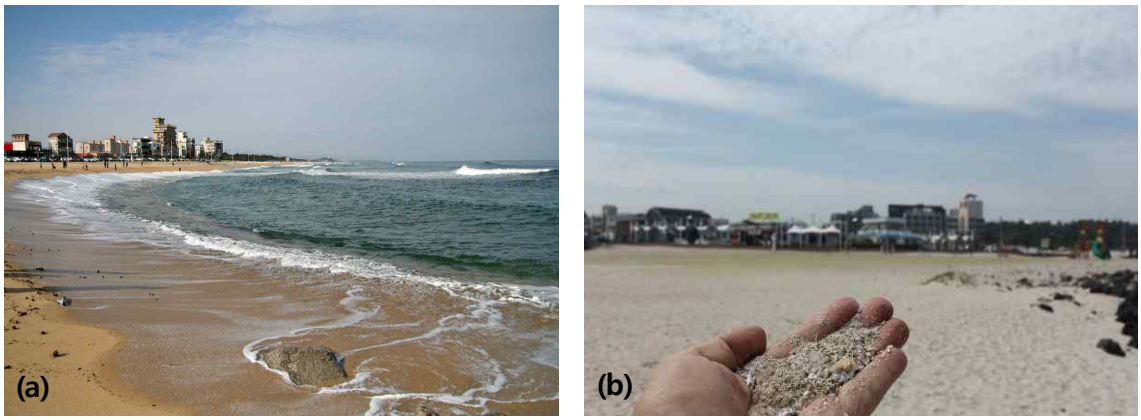


그림 6-12. 사빈의 예. 강릉시 안목해안(a)와 제주시 애월읍 곽지리의 곽지해안(b) 패각 모래사장

사빈은 서해안도 널리 발달되어 있다. 서해안의 사빈은 일반적으로 규모가 작은데, 그 중에서도 규모가 커서 해수욕장으로 이용되는 사빈은 태안반도, 변산반도 등과 같이 육지가 바다로 돌출하여 외해의 큰 파랑이 밀려와 부서지는 해안에 분포한다. 그리고 사빈의 대부분은 만리포해수욕장의 경우처럼 작은 만입의 안쪽에 초상달 모양으로 발달되어 있다. 서해안의 사빈은 하천으로부터의 모래공급이 거의 없어 일반적으로 범이 형성되어 있지 않고, 만조시에는 파랑이 해안사구까지 밀려와서 부서진다. 그리고 사빈과 해안사구는 침식을 받아 후퇴하고 있는 것이 보통이며, 해수욕장에서는 시멘트 구조물로 된 방호벽(sea wall)을 설치하여 이의 보호에 힘쓰고 있다. 그리고 서해안은 조차가 심해서 썰물 때는 사빈이 수백 미터씩 넓게 노출되기도 한다. 밀물 때 물에 잠기지만 사빈이라고 부르는 까닭은 물이 들어올 때나 나갈 때나 쇄파가 부서져 뻘이 쌓이지 않기 때문이다. 간석지에서는 지면이 극히 평평하여 물이 조용히 흘러들어 왔다가 조용이 흘러나가므로 뻘이 쌓인다.

그림 6-13. 태안반도의 사빈과 해안사구 지역. 사빈은 밀물 때는 잠기고, 썰물 때는 드러난다. 사구까지는 사리 때만 물이 들어온다. 북서계절풍의 영향을 많이 받는 마검포 남동쪽 해안에 모래가 특히 많이 쌓인다. 사구 뒤의 충적지는 논으로 이용되는데 석호 단계를 거친 지형이다. 마검포는 육계도이다. 우측의 청포대 해변 그림에서 멀리 마검포가 보인다.

해안선이 직선상으로 길게 뻗어 있는 경우 사빈의 침식을 막기 위해서는 그로인(groin)을 설치하는 것이 보통이다(**그림 6-14**). 사빈의 침식은 모래가 해안을 따라 횡적으로 이동하지 못하도록 하면 억제된다. 그로인이란 해안선에서 바다쪽으로 설치한 둑 모양의 구조물이며, 그 재료로는 나무 말뚝이나 큰 돌이 주로 사용된다. 포항의 송도해수욕장에서는 돌을 쌓아 만든 그로인을 볼 수 있다.

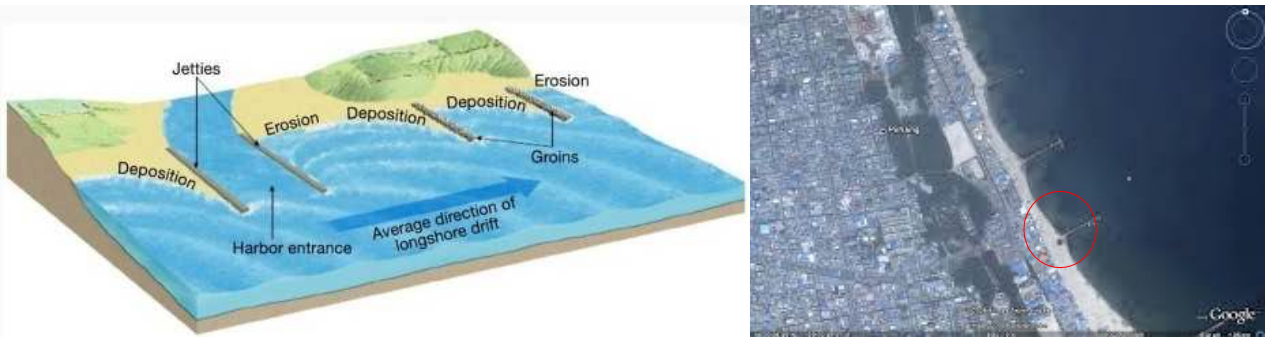


그림 6-14. 그로인(groin)의 설치 및 포항 송도 해변에 설치된 그로인의 예

2) 해안사구

사빈의 모래는 바람이 불려 내륙쪽으로 이동, 해안사구(coastal dune)를 형성한다. 바닷물이 미치지 않는 곳에는 최초에 사초(砂草)가 정착하며, 사초는 사빈에서 불려오는 모래를 고정시키는 역할을 함으로써 사구의 성장을 돕는다. 그리고 사구가 충분히 성장하면, 사초가 나무숲으로 대치된다. 동해안에서와 같이 모래공급이 풍부한 해안에서는 사빈과 더불어 해안사구가 안정성을 띤다. 그러나 서해안에서와 같이 모래공급이 부족한 해안에서는 해안사구가 침식을 받아 후퇴한다. 사빈의 후퇴는 사구의 침식으로 이어진다. 해수욕장의 시설물은 대개 해안사구에 들어서며, 해수욕장의 방호벽은 이들 시설물을 보호하기 위해 설치하는 것이다. 서해안의 사구는 사빈과 더불어 북서계절풍을 정면으로 받아들이는 해안에 넓게 발달되어 있는 것이 특색이다.

대부분의 사빈을 따라서는 해안사구가 1열만 나타난다. 사구의 식생이 파괴되면 모래가 육지쪽으로 불려가면서 농경지를 매몰한다. 이러한 경우 우리나라에서는 사구를 안정시키기 위해 소나무를 심는다. 우리나라 해안사구는 대부분 소나무 숲으로 덮였다. 사구의 소나무 숲은 사초의 단계를 지나 자연식생으로 정착하기도 하지만 인공적으로 가꾼 것이 대부분이며, 방풍림 이외에 과거에는 연료림의 구실도 했다. 사구의 소나무 숲은 주로 해송(海松)이라고도 불리는 곰솔(黑松)로 이루어졌다.

일부 해안에는 서로 나란한 사구열(砂丘列, beach ridge)이 여러 개씩 발달되어 있다. 이러한 사구열은 모래공급이 특히 많은 해안에 형성되며, 각 사구열은 사빈의 바로 뒤에서 형성된 것으로서 해안선이 바다쪽으로 전진한 과정을 보여준다. 흥남 남쪽 정평지방의 해안에는 일련의 사구열이 광범위하게 발되어 있다. 이곳 해안은 바로 북쪽의 성천강으로부터 모래를 공급받는다.

그림 6-15. 충남 태안 신누리 해안사초(a)와 해안사구(b). 천연기념물 제431호로 지정됨.

3) 사취 · 사주와 석호

사취(砂嘴, spit)와 사주(砂洲, bar)는 사빈과 사구로 이루어졌다. 파랑과 연안류에 의해 해안을 따라 이동하는 모래가 사빈과 사구를 형성하고, 이것들이 육지에서 분리되어 뻗어나가면 사취를 이루게 된다. 이러한 사취의 선단부는 파랑에 밀려서 새의 부리처럼 육지 쪽으로 구부러지는 것이 특색이다. 사취의 성장이 활발한 선단부에는 사취의 성장과정을 보여주는 여러 가닥의 사구열이 나타난다. 이러한 사취를 특히 분기사취(分岐砂嘴, recurved spit)라고 한다. 사취가 만의 입구 양쪽에서 성장하여 하나로 이어지면 사주가 되고, 만은 석호로 변한다. 만의 입구를 가로막은 사주는 만구사주(灣口砂洲, bay-mouth bar)라고 한다.

석호(潟湖, lagoon)는 동해안에 많다. 강릉의 경포, 속초의 청초호와 영랑호, 고성의 화진포 등은 널리 알려진 것들이다. 이들 석호는 대부분 담수호이며, 좁은 수로를 통해 석호의 물이 바다로 유출된다. 풍랑이 심할 때는 모래가 밀려와 수로가 막히기도 한다. 석호는 안면도와 같은 일부 서해안에도 발달되어 있다. 서해안의 석호는 밀물과 썰물이 드나들어 바다의 연장이나 다름없던 것이 특히 1980년대 이후 간척에 의해 대부분이 논으로 개발되었다.

섬과 육지를 잇는 사주는 육계사주(陸繫砂洲, tombolo), 육계사주에 의해 육지와 이어진 섬을 육계도(陸繫島, land-tied island)라고 한다. 제주도의 성산 일출봉, 태안반도의 마검포 등은 전형적인 육계도이다. 그런데 동해안의 곳곳에서는 첨상사취(尖狀砂嘴, cuspate spit)의 발달로 육지와 이어진 섬을 볼 수 있다. 해안선 가까이에 파랑을 가로막은 작은 섬이 있으면, 수면이 비교적 잔잔한 섬 뒤의 해안에는 모래가 집적되며, 선단부가 뾰족한 사취가 섬을 향해 성장한다. 첨상사취의 발달에 의한 육계사주는 섬이 해안선에서 떨어진 정도에 따라 좁거나 넓게 형성된다.

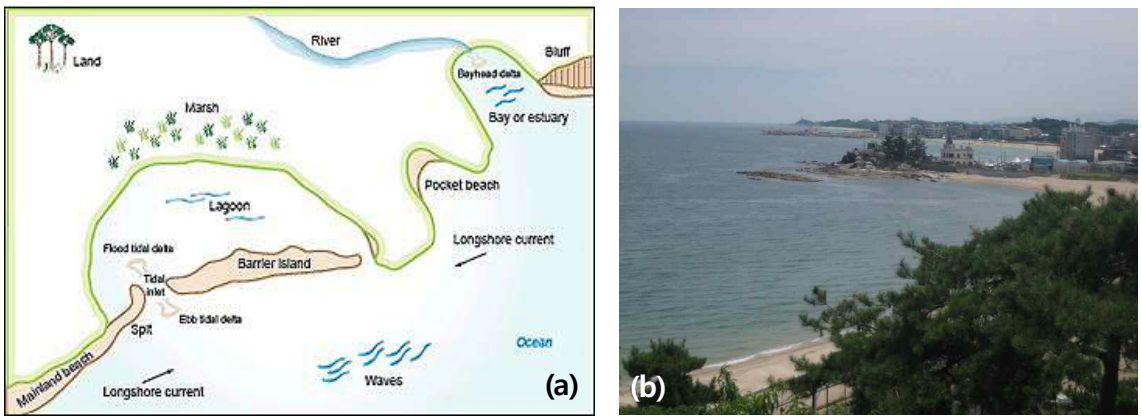


그림 6-16. 해안퇴적지형의 종류(a)와 동해안의 육계도(b) 고성의 청간정

4) 간석지

서해안과 같이 조차가 큰 해안에 널리 나타나는 갯벌, 즉 간석지(干潟地, tidal flat)는 밀물 때 바닷물에 잠기고, 썰물 때 수면 위로 드러나는 해안퇴적지형이다. 간석지는 지면이 극히 평평하여 물이 조용하게 흘러들어오고, 조용하게 흘러나간다. 따라서 간석지에는 점토, 즉 뻘이 쌓일 수 있다.

간석지는 수면이 비교적 잔잔한 해안에 주로 형성된다. 구성 물질은 장소에 따라 다르다. 한강이나 금강과 같은 대하천 하구 중심의 해안에는 모래를 주로 하는 사질 간석지, 이로부터 떨어진 해안에는 뻘로만 이루어진 점토질 간석지, 파랑의 영향을 다소 받는 해안에는 점토 · 모래 · 자갈 등이 섞인 간석지가 발달되어 있다.

우리나라에서 간석지가 가장 넓게 분포하는 곳은 경기만이다. 경기만으로는 한강 · 임진강 · 예성강 등의 큰 하천이 흘러드는데, 홍수 시에는 다량의 토사가 바다로 유출된다. 그러나 조차가 커서 이들 하천의 토사는 삼각주를 이루지 못하고, 조류에 의해 바다로 제거된다. 이 과정에서 모래와 같은 조립물질은 하구 중심의 해안에 쌓여 사질 간석지, 점토와 같은 미립물질은 조류를 따라 멀리 이동하면서 후

미진 해안에 쌓여 점토질 간석지를 형성한다. 안성천 · 삽교천과 그 밖의 작은 하천들도 토사를 유출한다. 그러나 이들 하천의 하구 일대에는 점토질 간서지가 분포한다. 그 까닭은 토사 유출량보다 바깥에서 들어오는 뻘의 양이 많기 때문이다. 점토질 간석지는 영산강 하구 일대의 해안에도 널리 분포한다.

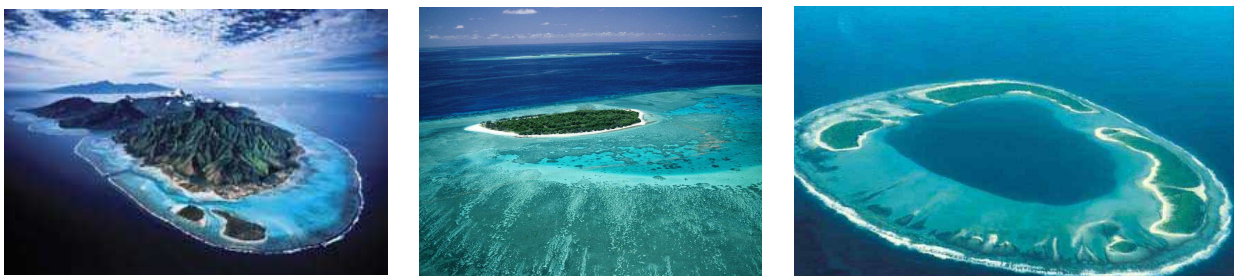
그림 6-17. 순천만 간석지와 갯골. 검게 보이는 지면(우)은 염생습지 이며 썰물 때의 상황이다.

간석지는 퇴적물이 운반되어 와 쌓임에 따라 성장하는 것이 특색이다. 고도가 높아져 사리 때만 물이 잠기는 염생습지(鹽生濕地, salt marsh)를 이루기도 하고, 바깥으로 뻗어나가 면적이 넓어지기도 한다. 나문재와 같은 내염성 식물이 자라는 염생습지는 점토질 간석지에 형성되는데, 과거에는 넓게 분포했으나 대부분 농경지로 갖척되어 지금흔 희귀해졌다. 20세기 전반까지도 간척의 대상은 대개 염생습지에 한정되었으나 근래에는 간척사업이 초대형화하여 썰물 때 노출되지 않는 부분까지도 간척지로 조성되고 있다.

서해안으로는 작은 하천이 많이 유입한다. 과거에 이들 하천의 하류부는 평수시의 경우 지표수가 흐르는 하도보다는 조수가 드러나는 갯골(tidal channel)의 역할을 주로 했다. 그러나 이들 하천은 거의 전부 1970년대 이후 농업용수의 확보를 위한 하구둑 또는 제수문(制水門)의 설치로 하구가 막혀버렸다.

5) 산호초

열대지방의 해안에서 산호충의 석회질 유해가 집적되어 형성된 암초를 산호초(珊瑚礁, coral reef)라고 한다. 산호충은 수온 18~36℃, 염분 27~38‰의 바닷물에서 잘 번식하며, 산호초는 적도를 중심으로 남 · 북위 30° 사이의 해역에 주로 분포한다. 화산도가 많은 남태평양은 특히 산호초의 발달이 탁월하다.



(a) 안초(fringing reef) (b) 보초(Barrier reef) (c) 환초(Atoll)

그림 6-18. 산호초(Coral reef)의 세 가지 유형

산호충은 자체내에 광합성작용을 하는 조직을 갖추고 있으며, 광선을 필요로 한다. 따라서 수심 10m 미만의 얕은 바다가 서식장소로 이상적이다. 만고 헤드랜드가 번갈아 나타나는 해안에서는 맑은 바닷물이 요동하는 헤드랜드를 중심으로 산호초가 발달한다. 하천으로부터 부유하중이 흘러들어 바닷물이 혼

탁한 많은 산호충이 살기에 적합하지 않다.

산호초는 세 유형으로 나뉜다. 첫째 유형은 안초(岸礁, fringing reef)이다. 이것은 선반 모양으로 육지에 붙어 있는 것으로 규모가 다양하여 너비가 어떤 것은 수백 미터에 불과하지만 어떤 것은 거의 1km에 이른다. 일반적으로 산호초의 표면은 아주 평평하여 초원(礁原, reef flat)이라고 부른다. 그리고 바다쪽의 사면은 아주 급하게 해저로 떨어진다. 초원은 밀물 때는 물에 잠기고, 썰물 때는 물 위로 드러난다.

둘째 유형은 보초(堡礁, barrier reef)이다. 이것은 육지에서 분리된 산호초로서 해안을 따라 길게 연장되어 있다. 보초와 육지 사이의 석호는 너비가 수백 미터에 불과한 것도 있지만 어떤 것은 수 킬러미터에 이른다. 수심은 대개 40~80m이다. 오스트레일리아의 북동해안을 따라 형성된 대보초(Great Barrier Reef)는 세계 최대의 산호초로서 길이가 거의 2,000km에 이르며, 초원의 너비가 1km 나 되는 곳도 있다. 셋째 유형은 환초(環礁, atoll)이다. 이것은 반지 모양의 산호초로서 중앙에 육지가 없고 석호만 있다.

이상과 같은 세 유형의 산호초는 서로 어떤 관계가 있는 것처럼 보이는데, 산호초의 발달과정에 대한 학설을 최초로 내놓은 사람은 다윈(C. Darwin, 1809~1882)이다. 이른바 침강설(沈降設)이라고 알려진 그의 학설은 1842년에 발표되었으나 가장 만족스러운 학설로 받아들여지고 있다. 침강설의 내용은 다음과 같다.

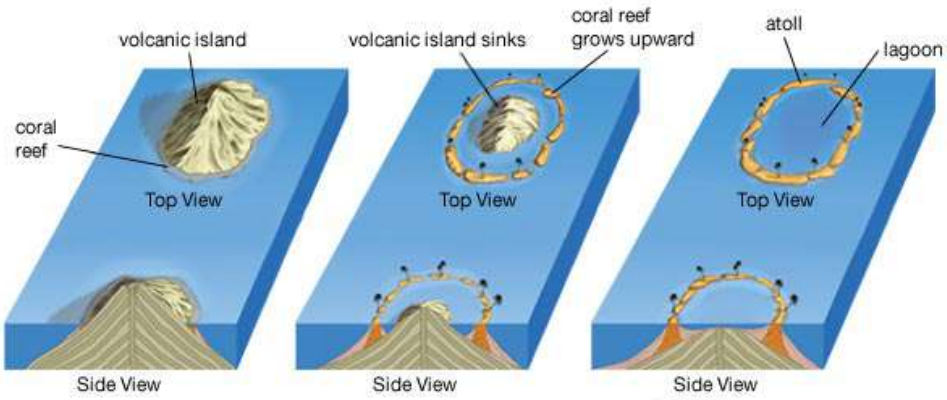


그림 6-19. 침강설에 의한 환초의 발달

화산도 주변에는 최초로 안초가 발달한다. 대양의 화산도는 일반적으로 서서히 가라앉는다. 산호충은 화산도가 가라앉는 동안에도 계속 번식하여 산호초는 위로 성장하고, 그 표면은 해면의 높이를 유지한다. 그런데 산호초는 수직적으로 성장하기 때문에 화산도와 산호초는 차차 분리되어 그 사이에 석호가 생기면 안초는 보초로 변한다. 그리고 보초로 불러싸인 화산도가 완전히 수면 밑으로 가라앉은 후에는 환초만 남는다.

제2차 세계대전 후 핵실험과 관련하여 남태평양의 비키니 환초(Bikini Atoll)에서 시행된 조사결과는 다윈의 침강설을 뒷받침한다. 즉 이 환초는 약 1,600m의 두꺼운 산호충으로 이루어졌음이 밝혀진 것이다. 이같이 두꺼운 산호충은 침강에 의해서만 형성될 수 있다. 또한 그 밑에는 화산체가 있을 것이라는 증거도 확보된 것으로 알려졌다.

(5) 선상지와 삼각주

1) 선상지

하천이 산지의 좁은 골짜기에서 평평한 저지대로 흘러나올 때는 경사의 격감으로 인해 토사가 곡구(谷口)를 중심으로 쌓여 선상지(扇狀地, alluvial fan)가 형성된다. 전형적인 선상지는 납작한 반원추 모양으로 생겼으며, 지형도에서는 등고선이 곡구 중심의 동심원상으로 배열되어 있어 쉽게 식별된다.

선상지의 표면이 반원추형을 이루는 까닭은 홍수시에 하천이 곡구를 벗어나면서 넓게 퍼저 흐르거나 유로를 자주 바꾸기 때문이다. 선상지는 대개 작은 하천에 의해 형성된다. 하천이 크면 경사가 완만하고 또 토사가 물에 휩쓸려 나가기 때문이다.

선상지가 형성되기에 적합한 곳은 건조지역의 단층애(斷層崖, fault scarp) 밑이다. 건조지역은 식생이 빈약하여 하천의 토사유출이 많으며, 하천은 소나기가 쏟아질 때만 흐른다. 그런데 하천이 산지에서 선상지로 흘러나오면 경사가 급변하는 데다가 물이 넓게 퍼지는 관계로 토사가 집중적으로 쌓이게 된다.

오랜 기간에 걸쳐 형성된 선상지는 선정부에 하도가 깊게 파여 있고 토사는 선상지의 말단부, 즉 선단부에만 쌓이는 것이 보통이다. 선상지의 상단부, 즉 선정부의 하도가 깊게 파였다는 것은 산지의 개석(開析, dissection)[9]이 진행됨에 따라 하천의 하상이 처음보다 낮아졌다는 것을 뜻한다. 선정부의 하도가 깊게 파이고 퇴적장(堆積場)이 선단부로 옮겨가면 최초의 선상지 아래에 새로운 선상지가 형성된다. 이러한 과정을 거쳐 선상지의 규모가 커지면, 하천으로부터 토사를 공급받지 못하는 부분이 넓어진다. 그림 ?은 하나의 선상지에 어떻게 연대를 달리하는 여러 선상지면이 형성되는가를 보여준다. 현재 활동 중에 있는 선상지면보다 오랜 것들은 최후빙기 내지 그 이전에 형성된 것들이다.

이와 같은 선상지의 발달과정은 우리나라의 선상지에도 적용된다. 우리나라의 선상지로는 사천(泗川) 선상지와 강릉의 금광평(金光坪) 선상지가 널리 알려졌다. 이들 선상지에서도 선정부의 하도가 깊게 파여 단구화한 선상지면이 넓게 펼쳐진다. 선상지는 사력층으로 이루어져 밭으로만 이용되는 것으로 알려졌다. 그러나 이들 선상지로 흘러나오는 하천의 곡구는 관개용 저수지가 축조되었으며, 사천 선상지는 오래 전부터 논으로 개발되었고, 금광평 선상지에도 근래에 많은 밭이 논으로 바뀌었다.

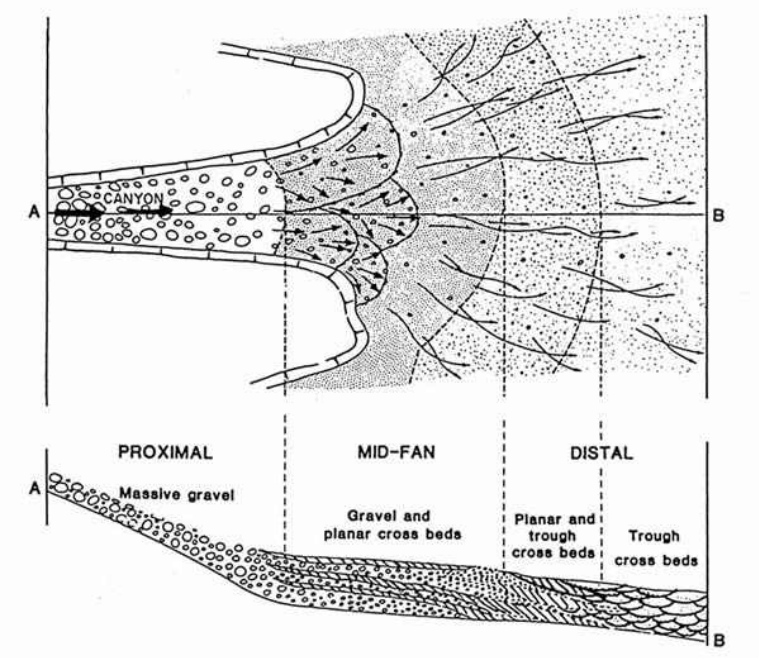


그림 6-20. 선상지의 성장과 위치에 따른 퇴적상

9) **개석(開析, dissection)** 원지형면이 지표의 여러 가지 지형 형성작용, 즉 외인적 작용들에 의해서 침식되고 해체되면서 원지형의 구성 지층이 그 침식된 단면에 명확하게 나타나는 현상

2) 삼각주

하천이 바다로 흘러들 때는 유속이 격감하여 토사가 하구를 중심으로 쌓이며, 삼각주(三角洲, delta)가 형성된다. 큰 하천은 단일 유로를 유지하다가 삼각주에 들어와서 여러 분류(分流, distributary)로 갈라지는 것이 보통이다. 분류의 양안에는 자연제방이 모식적으로 발달한다. 압록강과 낙동강 삼각주에서는 분류와 분류 사이의 하중도(河中島)가 삼각주의 상당한 부분을 차지하는데, 이들 하중도는 외곽이 자연제방으로 둘러싸이고 중앙부가 낮아 전체적인 지형이 접시 모양의 납작한 분지처럼 생겼다.

삼각주는 윤곽이 매우 다양하다. 삼각주의 윤곽은 하천의 토사 유출량, 해안선의 윤곽, 파랑 및 조석과 같은 해황 등에 의해 다양하게 형성된다. 그럼에도 삼각주라고 하는 것은 고대 그리스의 헤로도투스가 이집트의 나일강이 카이로를 벗어나면서 지중해를 메워 만들어 놓은 충적지형을 '델타'라고 지칭했기 때문이다. '델타'는 그리스어로 삼각형을 뜻한다. 나일강 삼각주는 전면의 윤곽이 볼록하여 오늘날 호상삼각주(弧狀三角洲)로 분류되는데, 삼각주의 전형적으로 꼽히는 까닭은 바로 이 점에 있다.

미시시피강 삼각주는 조족상삼각주(鳥足狀三角洲)라고 일컬어진다. 몇개의 큰 분류를 통해서 토사가 집중적으로 유출되고, 분류 양안에 자연제방과 배후습지가 좁고 길게 형성되어 그 윤곽이 새의 발처럼 생겼기 때문이다. 이러한 형태는 지반이 침강하는 데다가 삼각주가 대륙붕 말단까지 성장해 나가서 바다로 유출되는 토사가 깊은 바다로 유실되기 때문이다. 그런데 조족상 삼각주는 전체 삼각주의 일부분에 불과하다.

우리나라의 서해와 남해로는 대하천들이 흘러들지만 조차가 커서 삼각주가 형성하기에 적합하지 않다. 바다로 유출되는 토사가 하구에 집중적으로 쌓이지 못하고 조류에 의해 바다로 쉽게 제거되기 때문이다. 한강과 대동강은 하구나 나팔 모양으로 벌어진 삼각강(三角江)의 대표적인 예로 꼽힌다. 다만 압록강과 낙동강이 삼각주를 이루어 놓은 것은 조차에 비해 토사유출량이 상대적으로 많기 때문이다. 대조차가 압록강 하구는 약 5m, 낙동강 하구는 약 1m이다. 한강과 대동강 하구의 대조차는 약 8m와 6m이다.

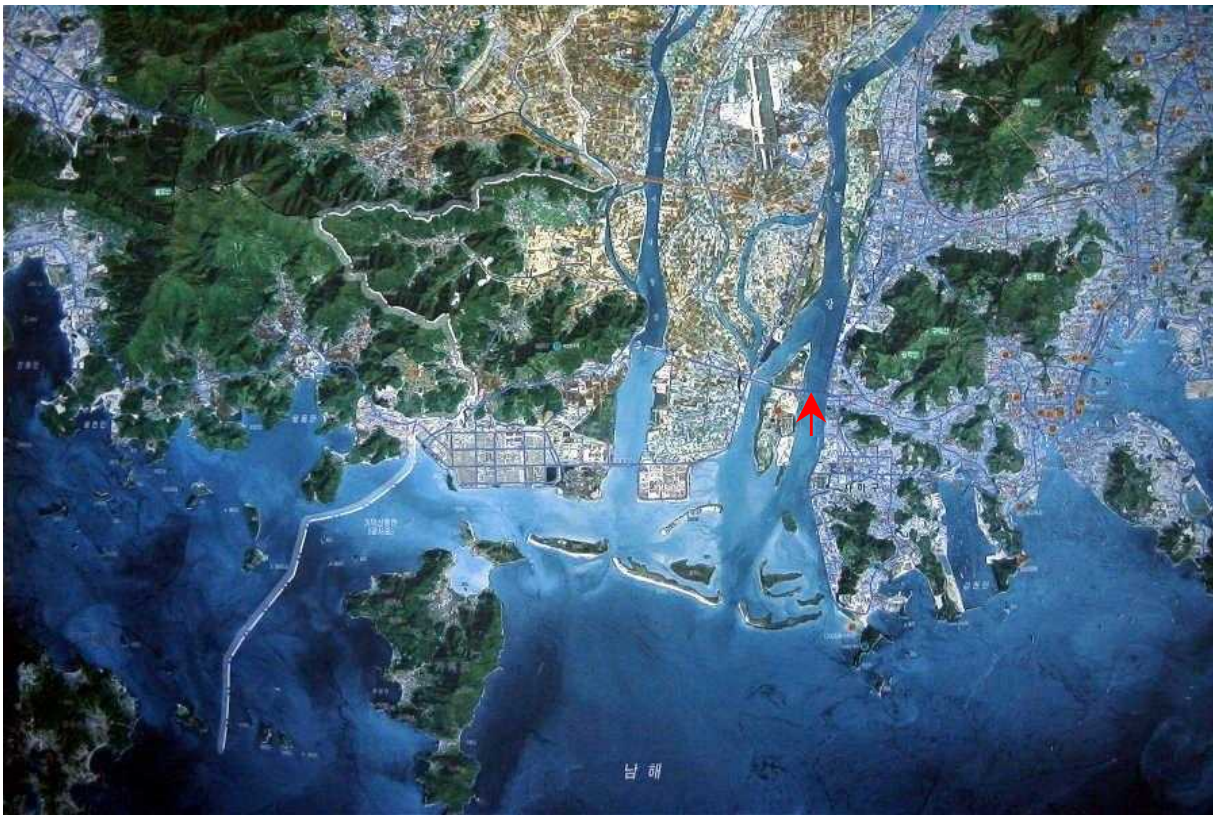


그림 6-21. 낙동강 삼각주 위성사진. 화살표가 표시된 지역이 낙동강 하구둑이 건설된 지점이다.

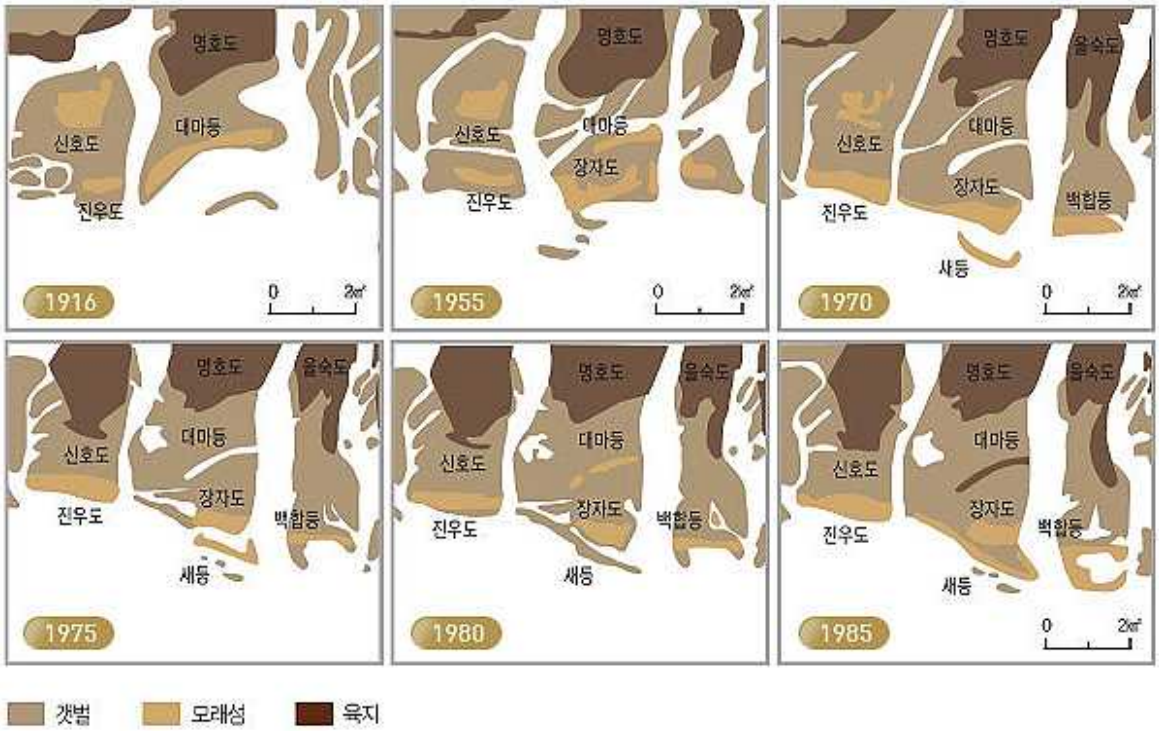


그림 6-22. 낙동강 삼각주. 삼각주가 사주와 간석지의 발달을 통해 성장하고 있다. 명호도 서쪽의 수로는 이곳으로 흐르던 분류가 수문으로 막히고 물이 흐르지 않게 됨에 따라 좁아졌다. 간석지가 서쪽으로 확장되어 나갔음을 확인할 수 있다.

낙동강 삼각주는 부산의 다대포에서 구포 부근까지 깊숙하게 뻗어 들어간 만에 형성되었다. 낙동강은 양산협곡을 벗어나면서 동쪽과 서쪽의 2대 분류로 갈라지며, 이들 분류에서는 다시 2차적인 분류가 갈라져나간 것을 확인할 수 있다. 대저도 · 맥도 · 둔치도 · 일웅도 · 을숙도 등 삼각주를 이루고 있는 여러 섬은 이들 분류 사이의 하중도로 발달한 것들이다. 오늘날 거의 전부 부산광역시에 들어 있지만 김해평야(金海平野)라고 불리우는 낙동강 삼각주의 대부분은 갈대만 무성하게 자란 황무지였다. 김해평야가 본격적으로 개발되기 시작한 것은 1930년대에 대저제방(大渚堤防)을 축조하고 지금처럼 동쪽 분류로만 물이 흐르도록 하면서부터였다.

그림?은 낙동강 삼각주 최전방의 사주와 간석지를 보여준다. 삼각주가 비교적 활발히 성장하는 것으로 나타나 있다. 낙동강 하구둑은 을숙도를 가운데 두고 명지도(명호도)과 하단동 사이에 건설되었다. 이 하구둑은 1987년 준공되었으나 이들 사주와 간석지의 발달에 어떤 영향을 미쳤는가에 대해서는 아직 뚜렷이 밝혀진 바가 없다.

동해로 유입하는 하천은 작지만 대부분 좁건 넓건 충적지를 이루어 놓았는데, 바다쪽 전면에 사빈과 해안사구가 발달되어 있다. 하천의 토사운반량에 비해 파랑의 작용이 활발하여 충적지가 바다로 활발히 성장해 나가지 못하며, 대신 하천의 토사로 사빈과 해안 사구가 형성된 것이다. 하구부의 해안선이 바다쪽으로 다소 돌출하여 전형적인 삼각주이 모양을 갖춘 예도 있다.

3) 선상지-삼각주계(Fan-delta System)

선상지-삼각주(Fan-delta)라는 용어는 1965년 Holmes가 처음으로 지형학적인 용어로 사용하였다. Holmes는 『지형적으로 고지(highland)에서 전진한 충적 선상지가 호수나 바다와 같은 정체된 물로 직접 들어간 것』으로 선상지-삼각주라는 개념을 처음으로 제안하였다. 그 후 여러 학자들에 의해 선상지

-삼각주에 대한 정확한 개념에 관한 논의가 있었으나, Nemec과 Steel(1988)은 다음과 같은 정의를 제안하였다. 선상지-삼각주는 선상지에 의해 공급된 퇴적물이 활동적인 선상지와 정체된 물의 경계부에 퇴적-대부분이 물 아래-된 연안(바다나 호수) 퇴적체이다. 선상지-삼각주는 퇴적물 공급이 활발한 충적선상지와 호수나 바다의 상호작용에 활발함을 나타낸다. 이러한 형태의 퇴적체는 부채꼴 모양으로 나타난다. 선상지-삼각주라는 용어 사용에 주의할 것은 부채꼴 모양의 삼각주(Fan-shaped delta) 가 아니라는 것이다.

Ethridge & Wescott(1984)는 분지 주변 사면을 따라 발달된 선상지-삼각주를 3가지로 구분하였다.

- 대륙붕 형 선상지-삼각주(Shelf-type fan delta): 매우 넓은 전면 삼각주 퇴적물(delta-front deposits) 이 특징이며, 대륙붕에 많은 퇴적물이 쌓인다.
- 사면형 선상지-삼각주(Slope-type fan delta): 삼각주 전면 퇴적물의 발달이 적고, 사태 등에 의해 사면 이암층으로 급격히 전이되며, 삼각주 평원까지 해저 하도가 발달하며, 전삼각주 지역(prodelta area)에는 저탁류에 의한 이질의 퇴적층이 특징이다.
- 길버트형 선상지-삼각주(Gilbert-type fan delta): topset, foreset, bottomset의 특징을 가지며 분지 주변의 오목한 곳을 채우거나 대규모의 사태에 의해 형성된 낮은 곳을 채우면서 형성된다. 길버트형 선상지-삼각주는 확장하는 분지나 주향 이동성 분지(extensional or strike-slip basin)의 단층 경계를 따라 주로 발달한다.

① 선상지-삼각주 퇴적물의 특징

선상지-삼각주에서 형성된 퇴적물은 아래와 같은 특징을 갖는다.

㉠ 조립질이다(Coarse-grained deposits)

㉡ 비교적 경사가 급하나(steep slope), 공급지에서 전 삼각주 방향으로 갈수록 경사가 작아진다. 전 삼각주(prodelta)와 분지 평원(basin plain)에서는 경사가 거의 없다.

㉢ 퇴적물 입자의 크기 변화가 크다(rapidly variation of grain size).

㉣ 하도 퇴적물(channelized deposits)과 비하도성 퇴적물(unchannelized deposits)이 산출한다.

㉤ 수면 위에서 형성된 퇴적물(subaerial deposits)과 수면 아래서 형성된 퇴적물(subaqueous deposits)이같이 산출한다.

㉥ 사태와 미끄러짐(Sliding, slumping)에 의한 퇴적물이 산출된다.

② 선상지-삼각주계의 주요 퇴적상

선상지-삼각주는 급경사면에서 퇴적물이 공급되기 때문에 쇄설류(debris flow)가 우세하며, 이들은 선상지 상부에서 특히 우세하다. 선상지 상부 표면에서는 특히 망상 하천에 의한 퇴적물의 형성이 우세하며 하부로 갈수록 판상류(sheet flood)에 의한 퇴적작용이 우세하다. 선상지-삼각주 퇴적물에서 잘 관찰할 수 있는 퇴적상은 다음과 같다.

㉠ **퇴적상 Gm**: 괴상(massive) 혹은 희미한 층리를 보이며, 모래 기질에 역들이 서로 맞닿아 있거나(clast-supported), 무기질(無基質, openwork) 조직을 보인다. 역들은 장축이 유향에 직각으로 놓인 것이 많다. 이 퇴적상은 홍수기 때 역질 사주(gravel bar)의 표면에서 역들이 밑짐으로 운반 퇴적되고, 이후에 유속이 줄면서 모래가 역들 사이를 채움으로써 형성된 것이다. 무기질 조직은 모래가 제대로 채워지지 못한 경우이다. 장축이 유향에 직각인 것은 역들이 밑짐으로 굴렀음을 지시한다.

㉡ **퇴적상 Gms**: 괴상의 구조를 보이며, 역들은 이질(mud)의 기질에 의해 지지되어 있는 조직을 보인다. 이 퇴적상은 육상의 쇄설류에 의해 퇴적된 것이다.

㉢ **퇴적상 Gt**: 곡사층리(trough cross-bedding)를 보이는 역암으로 망상 하천 내에 분포하는 소규

모 하도에서 형성된 것이다.

ⓔ **퇴적상 Gp**: 평행 사층리(planar cross-bedding)를 보이는 역암으로, 역질 사주의 이동에 의해 형성된 것이다.

그림 6-23. 해남군 일대의 해안 지형 위성사진

유수에 의한 퇴적상 Gm은 하류로 갈수록 점차 평행 사층리를 보이는 퇴적상(퇴적상 Gp)으로 변해 가는데, 이것은 유수의 운반력이 하류로 갈수록 줄어들고, 입도에 비해서 수심이 깊어지기 때문이다. 층리를 보이는 사암과 괴상 혹은 층리를 보이는 이암이 하류에서 협재되기도 한다.

쇄설류에 의한 퇴적상 Gms는 아건조 기후 및 빙하 지역의 선상지 퇴적물에 특징적으로 분포하며, 이는 급경사 지역, 초목이 없어 기반암이 보호되지 않는 환경, 짧은 기간에 많은 양의 물이 공급되는 기후 지역, 그리고 자갈과 세립 퇴적물이 동시에 공급되는 지역에서 잘 발달한다. 일반적으로 쇄설류는 계곡을 따라 내려와 선상지의 꼭지점(fan apex)에서 급격히 팽창하여 로브(lobe) 형태로 퇴적된다. 로브의 말단부에서는 조립질 역암이 몰려서 주위보다 볼록한 지형을 보인다. 이 퇴적상은 층리가 발달하지 않고, 괴상이나 역점이층리 및 점이층리를 보인다. 유수에 의한 퇴적상에 비해서 비늘 배열(Imbrication)은 잘 발달하지 않으며, 일부 점성이 우세한 쇄설류에서는 장축이 상류 방향으로 기울어진 비늘 배열이 발달하기도 한다. 쇄설류는 진행 도중 흐름의 특정이 달라지거나, 뒤따라오는 유수에

의한 퇴적 또는 재동작용을 받아서 역암과 사암의 교호층을 만들기도 한다.

③길버트형 선상지-삼각주(Gilbert-type fan delta)

길버트형 삼각주는 퇴적물의 생성률이 매우 높고, 전진이 빠른 퇴적계이다. 길버트형 삼각주는 경사가 거의 없는 표면층, 경사가 매우 급하게 발달된 전면층, 경사가 점차 작아져 접선 모양으로 발달된 기저층으로 구성된다. 길버트형 삼각주는 1885년 Gilbert에 의해 호수 주변 퇴적체에서 맨 처음 발견되어 보고되었으며, 이 후에 선상지-삼각주의 활발한 연구 결과 바다에 유입된 경우에서 많이 발달된 것으로 보고되었다. 우리나라에도 백악기 퇴적분지인 진안 분지, 해남 분지, 격포 분지와 신생대 포항 분지에도 길버트형 삼각주가 발달하였다.

오늘날 길버트형 삼각주의 형태가 가장 잘 나타나는 곳이 Pleistocene에 형성된 남부 Italy의 Crati Basin의 길버트형 삼각주이다. 이 분지에 발달된 길버트형 삼각주는 조립질의 자갈로 주로 구성되며 세립질 입자가 매우 적다. 따라서 대부분의 퇴적물은 기질이 조립질 모래인 자갈층을 이루어져 있다. 해남 분지의 신성리 단면에는 조립질 모래에 의해 형성된 길버트형 삼각주가 산출한다.

그림 6-24. 해남 땅끝 마을 탐사 기념 사진 촬영

7. 전남 보성 대한다원 녹차 밭 탐사

7-1. 보성 지역의 개관

(1) 바다

보성군은 벌교읍, 조성면, 득량면 및 회천면 등에 접해있는 해안선의 길이가 31㎞에 달한다. 이곳 바다에는 다양한 수산물들이 서식하고 있고, 특히 수심이 깊지 않은 청정해역에서는 각종 조개류가 양식 또는 자연 서식하고 있다.

이 해역에서 잡히고 있는 어류는 전어, 숭어, 서대, 양태, 낙지, 쭈꾸미, 멸치, 짱뚱어 등이 대부분이다. 그리고 조개류는 피조개(피꼬막), 참꼬막, 새꼬막, 맛, 바지락 등이 양식되며 자연산은 새조개와 키조개가 있다. 보성 바다의 백미는 청정해역과 그 속에서 숨쉬고 있는 갯벌이다.

(2) 호수

보성강 유역의 면적은 보성군 전체면적의 59% 정도로서 보성군의 삶에 풍요와 멋을 더해주고 있다. 보성강은 그 발원지가 일림산(664m) 북쪽계곡인 용추계곡이며 서남쪽 발원지는 대산리의 서쪽계곡인 장내골이다. 보성강은 발원지에서 북으로 유로를 잡으면서 120㎞를 흐르다가 압록에서 섬진강 본류와 합하여 유로를 남으로 바꾸면서 남해로 흘러들고 있다. 이 과정에서 보성강 댐과 주암댐 호수를 거치면서 전력생산과 상수원 공급, 농업용수 공급 등으로 활용된다.

(3) 산

보성군은 북쪽을 정점으로 하고 있는 삼각형의 모습이다. 이 삼각형의 정점에서 보면 강원도 태백산맥에서 갈라진 소백산맥의 두 자락이 팔자(八字)모양으로 팔을 벌리고, 그 안에 보성군이 자리한다.

서쪽은 제암산(807m)을 정점으로 평균 500m 이상의 높은 산맥을 형성하고 동쪽은 존제산(704m)을 정점으로 평균 400m이상의 산맥을 형성한다. 이 동측산맥은 고흥반도를 향해 달리고 있는데 벌교읍은 이 주 능선의 동쪽에 해당한다. 임금 "帝"자의 3산, 제암산(帝岩山), 존제산(尊帝山), 제석산(帝釋山)과 일림산 등이 보성의 바다, 호수와 어울려 깊은 아름다움을 전해준다.

그림 7-1. 보성지역 해양문화탐방의 실제 지도

7-2. 바다와 바람을 벗 삼아 함께 자란 보성 녹차

(1) 차나무 생육에 따른 보성의 환경

1) 보성의 지형

보성의 지형은 주변 지역보다 표고가 높아 일교차가 크기 때문에 좋은 품질의 차가 생산되는 지역이다. 특히 차가 주로 재배되는 지역은 바다와 인접해 있고, 해양성 기후의 영향을 받아 차나무 생육에 적합한 지형 조건을 갖추고 있다.

2) 보성의 기후

보성지역의 기온은 연평균 13.4℃와 최저평균 -10℃를 나타내고, 강우량은 연평균 1,459㎜이상이다. 또한 남해안형 기후에 속하여 일교차가 크고, 연중 안개일수는 89일 이상으로 습도가 높아 차나무 생육에 충분한 수분을 공급할 수 있다. 또한 잦은 안개는 일조강도를 낮추어 차 품질향상에 좋은 조건을 제공한다.

3) 보성의 토양

보성지역의 산악지대와 고원지대는 편마암으로부터 풍화된 양질의 암쇄토와 삼림 갈색토가 넓게 분포하고, 내륙 평탄지나 곡간지는 양질의 회색토와 충적토가 길게 분포한다. 대부분 산성을 띠는 양질토로서 배수와 통기성이 양호하고, 토심이 깊어 심근성 작물인 차나무 생육에 적합한 토양 조건을 갖추고 있다.

(2) 차나무의 특성

차나무는 후피향나무과의 상록 관목으로 잎의 모양은 긴 타원형으로 가장자리에 톱니가 있으며, 길이는 3~10㎝ 정도로 두텁고 품종에 따라 여러 빛깔을 띤다. 꽃은 하얀색으로 보통 5개의 녹색 꽃받침이 있고, 꽃술은 노란색으로 암수 하나에 수술은 굉장히 많다. 꽃은 9~11월에 피고 열매는 이듬해 가을에 영글며 보통 지름이 약 1㎝인 씨앗이 2~3개 열린다. 뿌리는 건조한 기후에 잘 견디고 땅 밑 5m까지 파내려가 이식이 어려운 직근성이다.

(3) 차(茶)란 무엇인가?

차란 차나무의 잎으로 만든 마실거리이다. 차나무의 학명은 Camelia sinensis v. sinensis로 동백나무과 동백나무속으로 분류되는 다년생 상록수이다. 차나무의 원산지는 중국의 동남부와 인도의 아셈 지방으로 알려져 있으나 우리나라도 자생설이 있다.

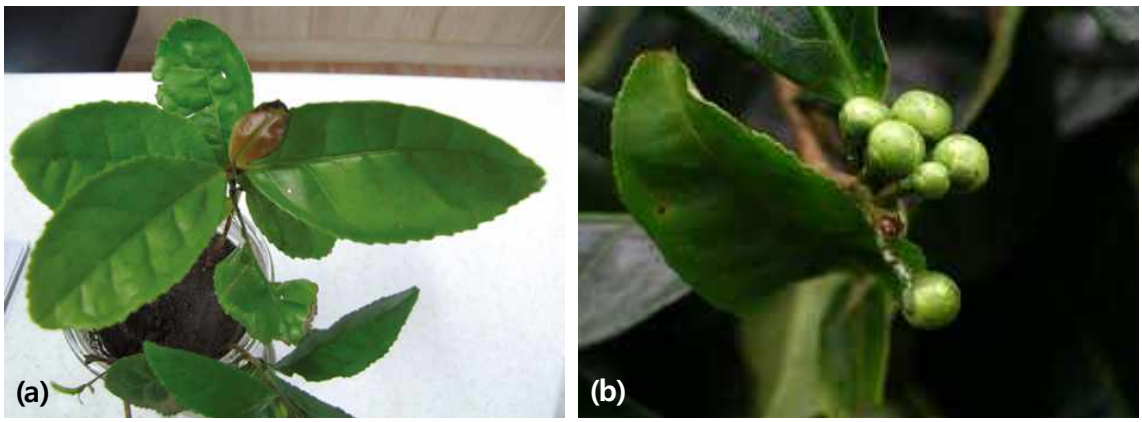


그림 7-2. 차나무 잎(a)과 차나무 열매(b)

차나무는 찻잎의 모양과 크기에 따라 중국소엽종, 중국대엽종, 인도아셈종의 3종류로 크게 구분되고 있고, 찻잎을 이용해서 만든 차를 가리키는 것으로 찻잎 이외의 재료로 만들어진 마실거리는 차가 아닌 대용 마실거리인 것이다. 찻잎의 가공방법에 따라 녹차, 백차, 청차, 황차, 홍차, 흑차로 구별되며, 또 녹차라 하더라도 찻잎을 따는 시기에 따라 우전, 세작, 중작, 대작 등으로 불리기도 한다. 차를 재배하는 밭을 다원이라고 한다.

표 7-1. 차나무의 특성

잎	잎은 두껍고 굳으며 표면은 광택이 나는 녹색으로 잎줄기가 짧고 잎가에 작은 톱니가 30개 있다.
꽃	당년에 자란 햇가지 끝부분이나 줄기의 잎과 가지 사이에서 1~3송이가 피며 한송이의 꽃에는 180~240개의 수술이 있고 꽃받침은 5개이다. 6월경 꽃이 맺기 시작하여 9월 하순~10월 하순까지 꽃이 피며 그 후에도 꽃망울이 생기나 기온이 낮아져 꽃이 피지 못한다.
수정과 결실	씨방은 2~4개로 되어 있으며 꽃가루 받이후 13일 정도면 수정 여부를 알 수 있으며 수정이 되지 않은 것은 발육이 정지되고 수정된 과실은 겨울에는 거의 자라지 않고 봄부터 발육하여 여름에 충분히 자라 10월 중순~11월 중순에 성숙한다. 결실률은 서로간 교배시는 40~60% 정도이며 자가 수정시는 2~3%정도이다.
뿌리	직근성으로 주근은 지하 2m까지 뻗는다. 주근에서 축근이 생겨나며, 지하 15~18㎝에 많은 잔뿌리를 형성한다. 실생묘 뿌리는 직근이 깊게 뻗고 삽목묘는 뿌리가 얕게 뻗는다 .
실화 상봉수	모든 식물은 꽃이 피면 당년에 씨앗이나 열매가 익는다. 그러나 차나무는 생태가 독특하여 (9 ~10월에) 꽃이 피면, 꼭 1년 후에 익는다. 한 가지에 익은 열매가 1년 후에 피는 꽃을 맞이한다. 한문으로 실화상봉수라 하고, 1년 전에 꽃이 열매가 되어 1년 후의 꽃을 맞는 것이 조상이 후손을 다정하게 맞는다하여 차나무를 화목의 나무라고도 한다.

(4) 차 재배에 적합한 강수량과 일조량

차 재배를 위해서는 연강수량이 1,500㎜ 이상, 연간 최저 1,300㎜ 이상이 필요하며 생육 기간인 봄여름에 60% 이상 비가 내리는 것이 좋다. 반양반음(半陽半陰)인 양지바른 벼랑의 그늘진 숲 속이 좋다(적정 햇빛량은 0.5~0.6㏈/㎠). 녹차용 차는 냉하고 안개가 짙은 지방이 적합하며, 고지대일수록 차의 수확량은 적지만 향기가 좋다. 일조량이 많으면 찻잎의 섬유가 발달, 쓰고 떫은맛이 나므로 해가림을 위한 비음수로 오동나무가 활용되기도 한다.

(5) 차의 종류

1) 채취시기에 따른 분류

녹차는 채취시기에 따라 보통 우전, 곡우, 세작, 중작, 대작으로 나뉜다(**표 7-2**).

2) 발효정도에 따른 분류

① **불발효차(0%)**: 찻잎을 증기로 찌고(증제차), 솥에서 덖는(덖음차) 방법으로 산화효소를 파괴시켜 녹색이 그대로 유지되도록 만든 차

② **반발효차(10~65%)**: 햇볕이나 실내에서 시들리기와 교반을 하여 폴리페놀성분을 10~65%

발효시켜 만든 차
- 백차(백차-경발효차: 10~30%) : 백호은침, 백모단 등
- 화차(화차-경발효차: 10~30%) : 쟈스민차, 장미꽃차, 치자꽃차, 계화차 등

③ **발효차(홍차-85%이상):** 발효정도가 85% 이상으로 떫은맛이 강하고 등홍색의 수색을 보이는 차

④ **후발효차:** 녹차의 제조방법과 같이 효소를 파괴시킨 뒤 찻잎을 퇴적하여 공기 중에 있는 미생물의 번식을 유도해 다시 발효가 일어나게 만든 차
- 황차(黃茶) : 군산은침, 몽정감로차
- 흑차(黑茶) : 보이차, 육보차, 떡차

※ 세계 3대 홍차 : 인도의 다즐링(Dazzeling), 중국의 기문(祁門), 스리랑카의 우바(Uva)홍차

표 7-2. 채취 시기에 따른 차의 종류

차의 종류	채취 시기	잎의 크기
우전	곡우 이전	1.5~2cm(1심 2엽)
곡우	곡우 무렵	2~2.5cm(1심 2엽)
세작	4월 하순~5월 초순	2.5~3cm(1심 3엽)
중작	5월 초순~5월 중순	3cm 이상(1심 3엽)
대작	5월 중순~5월 하순	3cm 이상(1심 3엽)

(6) 차의 포장 및 보관법과 유효기간

완성된 차를 포장하는 것은 오랫동안 변치 않은 품질의 차를 마시기 위해서이다. 우선 차의 속포장은 알루미늄과 같은 방습성이 높은 재질의 포장지를 사용하는데 이외에도 종이, 나무, 유리등을 이용한다. 포장할 때는 가능한 한 빠른 시일 내에 모두 마실 수 있도록 소량을 넣는다. 녹차의 유통기한은 밀봉 상태였을 때, 2년이지만, 개봉한 후에는 찻잎이 주변의 습기와 향을 빨아들이기에 그 맛과 향이 쉽게 변한다. 그러므로 포장을 개봉한 차는 빛과 습기에 노출되지 않는, 건조하고 바람이 잘 통하는 서늘한 곳에 보관하는 것이 좋다.

(7) 차의 성분과 생리 작용

차가 오랜 기간 동안 중요한 기호음료로 발전해 온 가장 큰 원동력은 바로 차에 함유된 화학성분이 건강에 이롭다는 데 있다. 차의 생엽에는 수분이 75~80%를 점유하고 20~25%는 고형물이며 고형물의 40%는 수용성 성분으로 타닌, 아미노산류, 비타민류, 카페인, 당류, 사포닌과 소량의 유기산 및 무기성분이 있고, 60%는 셀룰로스, 단백질, 펙틴, 전분, 지용성 비타민류 등의 불용성 물질이다.

그림 7-3. 보성에서 생산되는 다양한 녹차

그림 7-4. 차의 성분과 생리 작용

(8) 차를 맛있게 우리는 방법

1) 좋은 차의 선택

잎차를 고를 때 가장 먼저 주목할 것은 건조의 정도. 만져서 부드러운 것은 가급적 피하고 잎의 형태가 가지런한 것을 고른다. 또 꼬임이 단단한지 아니면 헐거운지, 전체적인 색과 향을 확인하는 것도 중요하다.

2) 찻잎의 양

찻잎은 조금 많은 정도가 적당하다. 일반적으로 1인분에 2g을 기준으로 하며, 부피가 큰 찻잎은 더 많이 넣는다.

3) 물의 질과 양

차의 맛은 사용하는 물에 따라 큰 차이를 나타내는 데 보통 깨끗한 샘물이나 생수, 정수기 물이 바람직하다. 수돗물을 끓여 쓸 경우에는 일단 물이 끓기 시작하면 주전자 뚜껑을 열고 1~3분 더 끓여 염소를 휘발시키는 것이 좋다. 물의 양은 작은 찻잔으로 소량을 마실 때는 1인분에 500cc, 많이 마실 때는 1인분에 1500cc를 기준으로 한다. 잔 둘레의 높이에서 약간 적은 듯 한 양의 물을 붓는 것이 비결이다.

4) 우리는 물의 온도와 시간

싹이 많은 백차나 고산차는 우리는 데 오랜 시간이 걸리는 반면 우롱차는 빨리 우러나는 편이다. 우리는 시간이 부족하면 향이 덜하며, 너무 많이 우리면 쓴 맛, 떫은 맛이 나므로 녹차는 70~80℃에서 1~2인분을 기준으로 잎차가 천천히 우러나도록 기다린다.

5) 투다법과 마시는 법

투다란 차와 물을 찻그릇에 넣는 것을 말하는데, 순서에 따라 상투, 중투, 하투로 구분한다. 상투는 물을 넣고 차를 그 위에 넣는 것을 말하며 중투는 물을 반쯤 넣고 차를 넣은 다음 다시 물을 넣는 것을 뜻한다. 하투는 차를 먼저 넣고 물을 붓는 것인데 대개 더운 여름에는 상투를, 가을에는 중투를, 추운 겨울에는 하투를 이용한다. 또한 다관에 물을 부을 때는 낮은 곳에서 서서히 높은 곳으로 들어올리듯 붓는 것이 좋다. 잔에 따를 때는 낮은 위치에서 균등하게 되도록 왕복해서 붓고 마지막 한 방울은 주빈잔에 따르는 것이 예의이다.

6) 차를 너무 뜨거운 물에 우리면?

뜨거운 물로 차를 끓이면 떫은 맛 성분이 빨리 우러나 차의 맛이 떫고 낮은 온도의 물로 천천히 우리면 감칠맛이 나는 차가 된다. 또한 차의 성분은 계절에 따라 다소 변화가 있다. 일반적으로 첫물차는 아미노산이 많아 감칠맛이 강하고, 두 물차나 세 물차는 카테킨이 많기 때문에 떫은맛이 강하다. 따라서 차의 종류에 따라 물 온도를 달리하여 맛있는 차가 되도록 조절하는 것이 중요하다.

7-3. 보성녹차 관련 탐방 행사 및 장소 안내

(1) 한국차 박물관

차의 모든 것을 한눈에 볼 수 있는 한국차 박물관은 세계 녹차의 중심을 꿈꾸는 차의 주산지, 보성에 위치해 있다. 지하 1층, 지상 5층 규모로 수장고와 전시실 등을 갖추었다. 1층 차 문화실, 2층 차 역사실, 3층 차 생활실을 테마로 보고, 배우고, 체험할 수 있는 문화 공간과 다례 등 각종 체험프로그램을 운영하고 있다(한국차박물관 http://koreateamuseum.kr)

그림 7-5. 한국차 박물관

(2) 보성 다향제

① 기간: 매년 5. 4.~ 5. 8.(5일간)
② 행사장: 한국차소리문화공원 및 보성차밭 일원

(3) 보성 녹차 마라톤 대회

① 일시: 2011. 5. 1.(일) 09:00 출발
② 장소: 보성공설운동장(체육공원내)
③ 코스: 공설운동장 → 보성읍 용문삼거리 → 미력면 정자교(5㎞반환점) → 미력면 도개마을(10㎞반환점) → 복내면 평주마을(하프 반환점) → 복내면 계동마을 → 복내면 복내지구대 → 복내면 산유월 → 겸백면

양지마을(풀 반환점)(왕복)

④ 종목: 풀, 하프, 10㎞, 5㎞

⑤ 문의: 보성군녹차사업단 061-850-5774, 5387

전라남도관광협회 061-285-0832

홈페이지 http://www.greenbs.kr (보성녹차관)

그림 7-6. (a) 차소리 문화공원 일대, (b) 보성녹차마라톤 코스

(4) 녹차밭 빛 축제

① 축제기간: 매년 12. 9. ~ 1. 29.

② 점등시간: 17:00 ~ 24:00

③ 장소: 봇재다원 및 다향각 전망대 일원

④ 주요시설: 대형트리와 포토 존, 테마 거리, 빛의 거리, 사랑의 은하수 터널 등

⑤ 주소: 회천면 영천리 3-18

⑥ 전화번호: 061-852-7988

⑦ 내용: 차밭에 각종 야간경관조명 전시물을 설치하여 보성차밭을 불빛으로 이미지화 한 축제로서 대형트리, 은하수터널, 빛의 거리, 포토 존 등으로 구성하여 겨울밤의 화려한 은하수 조명을 남기게 하고 새해의 소원성취를 기원하는 테마로 기획되었음.

7-4. 대한 다원 녹차 밭 탐사

전라남도 보성군 도강마을은 우리나라에서 가장 좋은 차를 생산한다. 남해바다와 영천저수지에서 적당한 수분과 영양분을 공급해 주기 때문에 차 재배의 최적지로 꼽히고 있다.

보성의 차(茶)에 대한 이야기는 세종실록지리지 토공조를 비롯해 여러 문헌에 등장한다. 가장 최근에 이어진 차 재배에 대한 기록은 1939년 일제강점기의 경성화학에 대한 것이다. 당시 야산 30ha에 차 종자를 파종해 차를 재배했는데 일제강점기가 끝나면서 잠시 소강상태를 맞이한다. 1957년에 들어서 대한다업이 경성화학의 야산을 인수 다시 녹차 재배에 나선다. 이어 1962년에는 본격적으로 차 가공에 나섰고 재배면적도 50ha로 확대했다. 대한다업이 위치한 인근 지역인 영천리 도강마을에서 차 재배를 시작한 것도 그때 쯤이었다고 한다.

(1) 위치

1) 주소: 전라남도 보성군 보성읍 봉산리 1287-1 전화) 061-852-4540

버스는 서울에서 하루 두 번 보성까지 운행(8시10분, 15시10분)되며, 광주, 순천, 목포에서는 30~40분 간격으로 보성까지 버스가 다닌다. 열차는 서울에서 보성까지 1회 운행되며 광주, 순천에서 보성역으로 하루 8회 운행한다. 승용차로는 호남고속도로 동광주IC에서 광주 제2순환도로-화순-29번국도를 지나 보성읍으로 오면 된다. 보성읍에서는 18번 국도를 따라 남쪽으로 내려가면 대한다원, 영천리를 지날 수 있다. 대한다원의 정식 명칭은 대한다업(주)보성다원 이라고 한다.

그림 7-7. 대한다원 안내도

(2) 대한다원 소개

1957년 대한다업 장영섭 회장은 6.25 전쟁으로 황폐해진 차 밭을 일대 임야와 함께 인수하여 '대한다업주식회사'를 설립하고 활성산 자락 해발 350m, 오선봉 주변의 민둥산에 대단위 차 밭을 조성하였다고 한다. 또한 삼나무, 편백나무, 주목나무, 은행나무, 단풍나무, 동백나무 등 약 300여만 그루의 관상수와 방풍림을 식재하여 현재는 170여만 평의 편적 중 약 50여만 평의 차밭이 조성되어 580여만 그루의 차나무가 자라고 있다. 대한다원 보성 녹차밭은 '국내유일의 녹차관광농원'(1994년 관광농원 인가)으로 조성되어 있다. 또한 수십 년 전 차밭 조성과정에서 방풍림으로 식재한 삼나무는 다원의 명물로 자리잡고 있다.

관람 코스는 다섯 개의 코스로 구성되어 있으며 그 중 4코스의 소요시간은 약 1시간 정도 걸리며, 제 5코스는 노약자 코스로 구성되어 있다.

(3) 녹차밭 생태 탐방 사진 자료

1) 대한다원 정문 입구의 편백나무 숲 길

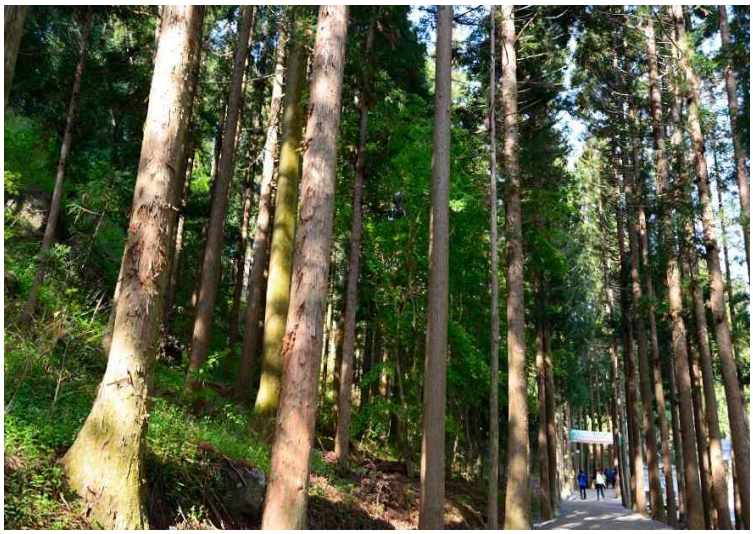


그림 7-8. 대한다원 입구 편백나부 숲길

2) 대한다원 바다 전망대 및 차밭 전망대, 중앙 전망대

그림 7-9. 대한다원 입구와 탐방로 안내 표지판

그림 7-10. 대한다원 녹차밭 입구와 녹차밭 전망대 기념 촬영

그림 7-11. 대한다원 보성 녹차밭 전경(파노라마 사진)

그림 7-12. 대한다원 삼나무 길

8. 완도 청해진 갯벌 탐사

8-1. 갯벌의 형성

갯벌이 형성되려면 후미나 내만으로 어느 정도 폐쇄되어 해안을 침식하는 파랑의 작용이 약해야하고 육지로부터 퇴적물질들이 유입될 수 있는 강이나 하천이 바다와 접하고 있어 뻘이나 모래와 같은 작고 가벼운 입자들이 있어야 한다. 이 과정 속에서 유입하천은 토사를 운반하면서 육지로 부터 풍부한 영양염류나 기타 해산동물(海産動物)의 먹이가 되는 유기쇄설물(有機瑣屑物)을 갯벌에 공급하는 매우 중요한 역할을 수행하기도 한다. 또 간조 때에 노출되어 편편한 부분이 넓게 퍼지기 위해 조차가 커야하며 크고 평탄한 지형과 이들이 쌓일 수 있는 오랜 시간이 필요하다.

만조 때에는 물속에 잠기고 간조 때에는 공기 중에 노출되어 갯벌은 육상과 해양이라는 거대한 두 개의 생태계가 접하는 것으로 두 생태계의 완충작용뿐만 아니라 연안생태계의 모태로서의 역할을 맡고 있다.

그렇다면 바다의 갯벌을 구성하는 많은 뻘 입자는 어디에서 왔을까?

이들은 대부분 육지의 흙이 비에 의해 침식되어 강이나 하천으로 운반되어지고 그 중 가벼운 입자들이 강하구로 유입되면서 바다까지 흘러들어간다.

갯벌 지형은 해안육지-염습지 식생-갯벌의 순으로 바다로 발달하는데 이 때 갯벌 상부에 발달하는 염습지는 육지로부터 영양염이 지속적으로 유입되기 때문에 생산력이 매우 높아 주요한 수산물의 생산지이며 지구상에서 가장 생산력이 높다고 알려진 열대 우림이나 산호초 해역과 비교도 안될 만큼 높은 생산력을 가진 것으로 밝혀지고 있다.

8-2. 우리나라의 갯벌의 분포 및 전라남도 갯벌의 분포와 특징

(1) 우리나라 갯벌의 분포

우리나라에는 서해에서 남해에 걸쳐 넓은 갯벌들이 잘 형성되어 있다. 우리나라 갯벌의 넓이는 2천 8백㎢로 서울 면적의 약 여섯 배이며, 우리나라 전체 면적의 3%나 차지하고 있다. 이 중 83%가 서해안에 있고, 17%가 남해안에 있다.

지역별로 살펴보면 전체 갯벌이 44%가 전라남도에 있고, 인천 및 경기도에 35%, 충청남도에 13%, 전라북도에 5%, 부산 및 경상남도에 3% 정도가 있다. 갯벌이 잘 발달된 곳은 전 세계적으로도 몇 군데 없다.

우리나라 서남해안의 경우, 육지의 흙이 비에 의해 침식되어 강이나 하천으로 운반되어졌고 그 중 가벼운 입자들이 강 하구로 유입되면서 바다까지 흘러 들어갔다. 이런 경로를 통하여 유입된 퇴적물들이 쌓여서 8천년의 역사를 가진 서해와 갯벌을 만들어 왔다. 중국의 양자강과 황하, 우리나라의 한강 등 세계적으로 큰 강으로부터 유입된 퇴적물들이 서남해안의 갯벌을 형성하는데 큰 역할을 하였다.

우리나라의 갯벌은 캐나다 동부해안의 갯벌, 미국 동부해안의 갯벌, 북해 연안의 갯벌 및 아마존강 하구역의 갯벌과 더불어 세계 5대 갯벌로 손꼽히고 있다.

그림 8-1. 우리나라의 갯벌 분포

(2) 전라남도 갯벌의 분포와 특징

전라남도는 전국에서 가장 넓은 갯벌을 가지고 있으며, 면적이 1,054㎢로 전체 갯벌 면적의 44%를 차지한다. 서해 지역의 임자도, 증도, 압해도 등 크고 작은 많은 섬들과 만 주변에 갯벌이 흩어져 있다. 특히 영광, 무안, 신안군에는 넓은 갯벌이 분포하며 득량만, 여자만의 안쪽에도 넓은 갯벌이 있다. 남해 연안은 해남군과 강진군의 육지 해안을 따라 갯벌이 펼쳐져있다. 그러나 여천군은 광양 제철소 및 여천 국가 산업 단지 조성으로 갯벌이 많이 사라졌으며 다도해 국립 해상공원과 수산 자원 보전 지구가 있다

전라남도 갯벌의 약 80%에 달하는 갯벌은 서해안의 영광군, 무안군, 신안군에 위치하며, 특히 다도해를 끼고 있는 신안군이 가장 넓은 갯벌을 가지고 있다. 전라남도의 갯벌 중 순천만의 갯벌은 개발의 손길이 덜 미쳐 비교적 자연생태계가 잘 보전되어 있는 곳이다. 순천만(여자만)의 수질은 I~II 등급을 유지하고 있으며 고막(Anadara granosa), 새고막(Scapharca subcrenata), 피조개(Scapharca broughtonii)와 같은 이매패류, 볼락(Sebastes inermis dark banded rockfish), 도다리(Pleuronichthys cornutua fine-spotted flounder), 숭어(Mugil ceephalus striped mullet)와 같은 어류, 보리새우(Penaeus japonicus), 대하(Penaeus chinensis)와 같은 갑각류 등 풍부한 수산자원이 생산된다. 생태적인 측면에서 보면 순천만은 가장 완벽한 생태계를 이루고 있는 곳이며, 생물다양성의 보고라고 할 만하다.

8-3. 갯벌의 기능

갯벌은 수산물에 대한 상당한 잠재적 생산성을 가지고 있다. 갯벌의 생산성은 육상의 생산성보다 9배나 높은 가치를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

(1) 오염 정화 기능

갯벌은 육상에서 배출되는 오염물질을 정화하는 기능을 가지고 있다. 갯벌은 바다로 들어가는 오염물질이 거치는 곳이다. 염생식물은 갯벌에 들어오는 영양염을 빨아들여 살고 있는데, 영양염이란 유기물이 분해되어 나온 물질이므로 이를 빨아들인다는 것은 유기물의 부산물을 없애는 것이다. 갯벌은 지렁이, 게, 조개 등의 각종 생물에 의해 오염물질을 분해하고 제거함으로써 환경생태학적으로 중요한 역할을 한다.

우리나라는 연안을 따라 여러 도시와 산업지역이 형성되어 많은 오염물질을 배출하고 있다. 따라서 갯벌의 정화 기능에 대한 가치는 상당히 높을 것으로 추정된다.

(2) 심미적 기능

갯벌은 사람들에게 사냥, 낚시, 아름다운 경치 및 해수욕장등을 제공해 준다. 우리나라는 이 심미적 기능의 가치에 대한 연구가 거의 전무한 상태이지만 미국의 경우 이 부문에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

(3) 자연재해와 기후 조절의 기능

자연재해와 기후 조절의 기능을 한다. 갯벌은 육지와 바다가 만나는 장소로 홍수 시 물을 저장하거나 태풍, 해일 발생시 일차적으로 에너지를 흡수하여 육지에 대한 피해를 감소시키는 재해방지 기능을 한다. 또한 습지는 해안 침식을 막고 지구온난화로 해수면이 상승하여 일어나는 해수범람과 같은 피해를 완화시키는 자연재해 조절 기능을 한다.

1) 홍수 조절기능

갯벌은 그 지역의 수계흐름에 영향을 준다. 갯벌은 홍수에 따른 급속한 물의 흐름을 완화하고 저장하는 역할을 하여 물을 장기간에 걸쳐 조금씩 흘려보낸다. 또한 갯벌은 단기간의 홍수량을 조절하여 홍수에 따른 인명 및 재산피해를 감소시킨다.

2) 폭풍 조절기능

연안 갯벌은 태풍이 연안 가까이 다가옴에 따라 태풍의 영향을 감소시키는 완충 역할을 한다. 따라서 갯벌은 태풍으로부터 개발지역에 대한 피해를 감소시키는 역할을 한다.
갯벌이 제공하는 재화와 서비스의 대부분은 공공편익과 관련이 깊어 비 상업적이거나 간접적인 요인을 많이 포함하고 있다. 갯벌의 사회적 기여는 갯벌의 공익적 기능에 근거하고 있다.

(4) 갯벌의 가치

갯벌은 어류생산, 서식지 및 산란장 역할을 한다. 갯벌은 육지와 바다를 이어주는 완충지대로서 각종 어패류의 서식지와 산란장을 제공하고 전체 어획량의 60% 이상을 생산한다. 갯벌은 밀물과 썰물이 항상 드나들어서 산소가 풍부하고 유기물이 많기 때문에 어류 생산 및 해산물을 채취하는 수산물에 대한 상당한 잠재적 생산성을 가지고 있다. 갯벌의 생산성은 육지의 생산성보다 9배나 높은 가치를 가지고 있는 것으로 알려져 있으며 연안 습지나 갯벌을 이용한 상품이 개발되기도 하는 경제적 가치는 매우 높다.

1) 수리학적 기능

- 해일이나 침식으로부터의 보호 : 바다와 육지의 완충지
- 부유물의 퇴적 및 저장기능 : 내륙 및 해양으로부터 오는 부유물질의 퇴적지

2) 연안생태계 보호기능

- 연안 생태계에 영양염류 공급
- 어류의 산란, 보육 및 서식장
- 희귀종, 멸종 위기종의 서식지
- 바다새와 철새, 기타 야생동물의 서식 지
- 짝짓기, 휴식, 피식 도피처
- 생물 다양성의 보고 : 고유생물의 서식, 인간 활동으로부터 격리된 장소

3) 수질개선 기능

- 수질의 개선 : 부영양화 및 유기물 오염 방지
- 육상기원 오염물질의 정화

8-4. 갯벌의 종류

갯벌은 퇴적물의 조성에 따라 모래갯벌 (sand flat)과 펄갯벌 (mud flat)로 구분되고, 두 가지 특성이 함께 나타나는 것을 혼성갯벌이라고 한다. 또한 위치에 따라 해변 갯벌과 하구역 갯벌로 구분할 수 있다. 퇴적물 조성을 해안의 물리적인 특성에 따라 좌우되기 때문에 해수유동이 심한 노출된 해안에서는 모래 갯벌이, 보호된 해안에서는 펄갯벌이 우세하다. 이렇게 형성된 갯벌들의 물리·퇴적학적 환경 차이는 생물상이나 생물 생산뿐만 아니라 물질 순환에도 커다란 영향을 미치게 된다.

(1) 펄갯벌

개흙질이 많은 '펄갯벌'은 흐름이 완만한 내만이나 강 하구의 후미진 곳에 형성된다. 펄갯벌은 경사가 더 완만한 편으로 벌판의 폭도 넓어 어떤 곳에는 5㎞가 넘는다. 펄갯벌에는 수로가 많은 것이 특징이기도 하다. 모래질이 차지하는 비율이 10% 이하에 불과하나 펄 함량은 90% 이상에 달하는 갯벌로 무릎까지 빠지는 곳도 있다. 잘 발달한 지역의 표층 퇴적물의 평균입자의 지름은 0.031㎜에 이른다. 이질 함량이 비교적 높은 펄갯벌에서는 모래갯벌보다 퇴적물의 간극이 좁아 산소나 먹이를 포함하는 바닷물이 펄 속 깊이 침투하기가 어렵다. 따라서 이곳에 서식하는 생물들은 지표면에 구멍을 내거나 관을 만들어 이를 통해 바닷물이 침투되도록 하며 퇴적물을 먹고 사는 생물이 많다. 펄갯벌에서는 모래갯벌에 비해 갑각류나 조개류보다는 퇴적물식을 하는 갯지렁이가 많고 게, 낙지 종류가 많이 잡히기도 한다.

(2) 모래갯벌

모래가 90% 이상 차지하는 곳으로 보통 조개류가 많다. 모래갯벌은 해안선을 따라 파도와 연안류 모래나 자갈을 쌓아 올려서 만들어 놓은 퇴적지형이다. 모래갯벌은 바닥이 주로 모래로 형성되어 있으며 가까운 갯골이나 조수로에 펄이 있는 곳도 있다. 고운 모래는 썰물 때에도 일정량의 물을 유지하고 산소의 공급이 원활하여 파도의 영향을 받는 생물들은 퇴적물의 깊이보다 더 깊게 구멍을 파서 생활한다.

(3) 모래펄 갯벌(혼성 갯벌)

혼성갯벌이라고도 하며 모래와 펄이 각각 90%미만으로 섞여있는 퇴적물로 구성된 갯벌이다. 모래와 펄의 구성은 지역에 따라 상부와 하부가 다를 수 있고 주변 해안의 환경에 따라 모래와 펄의 비율이 다양하게 달라질 수 있다. 모래와 펄이 거의 반반씩이고 걸어다녀도 잘 빠지지 않으며, 고둥과 갯지렁이 등을 발견할 수 있다. 저서 동물의 분포 유형을 보면 상부에는 칠게가, 중부에는 동죽이나 맛조개가, 하부에서는 가시닻 해삼이 우점한다고 한다.

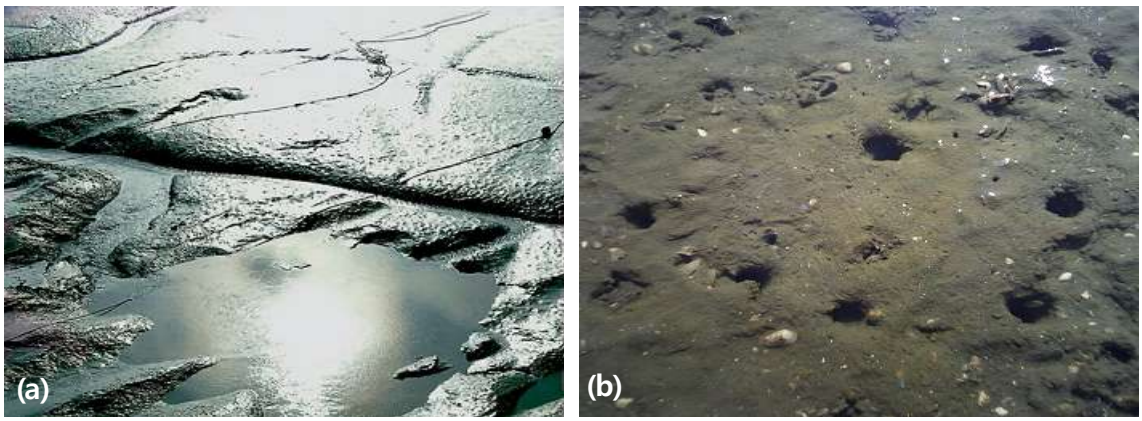


그림 8-2. 갯벌의 종류. (a) 펄갯벌, (b) 모래펄 갯벌

(4) 하구역 갯벌

하구역 갯벌은 육상기원의 퇴적물이 흐름을 완만한 하구 주변부에 퇴적되어 대규모의 갯벌을 생성한다. 따라서 이곳에는 육상에서 유입되는 많은 유기물이 집중되고 탁도가 높아 대양의 식물플랑크톤과 같은 일차생산자가 상대적으로 부족한 대신에 하구역 갯벌은 담수 유입이 많은 곳으로 하구와의 거리에 따른 일정한 염분구배를 가지고 있어 더욱 다양한 환경 조성에 기여한다. 또한 홍수시에는 대량의 담수가 일시적으로 유입되어 퇴적 환경을 바꾸는 등 극적인 환경 변화를 연출하는

곳이기도 하다.

담수는 필연적으로 육상의 오염물질과 영양염류와 결합된 현탁물들을 운반하여 하구역을 부영양화시켜 쉽게 오염되는 지대로 만들기도 한다. 서해안으로 향하는 강의 하구역에 발달한 한강의 강화도와 영종도 갯벌, 금강, 만경강, 동진강 하구의 군산, 김제, 부안 갯벌 등은 육상에서 공급된 퇴적물이 완만한 흐름의 하구 주변에 퇴적되어 대규모의 갯벌을 형성하고 있다. 이곳에서는 하구의 제방을 따라 갈대밭이 광할하게 펼쳐지며 바다를 향하여 모래나 뻘로 된 감조 저습지가 발달하였다.

하구역 갯벌은 지형적인 특성에 따라 구별되는 갯벌로 우리나라에서 유입하천이 있는 곳이면 볼 수 있다. 하구역은 육지의 담수와 바다로부터 유입되는 해수가 혼합되는 지역으로 상당한 양의 퇴적물질이 이곳에 쌓였다가 유출되며 육지와 해양 사이의 여과 장치로 작용하는 수계 생태계의 변이지역이다. 하구역 갯벌은 강물이 바닷물과 섞여 염분이 적은 염생 습지가 발달하여 육지와 경계를 이루는 상부에는 갈대 군락이 형성된다.

8-5. 갯벌 주변 생태

그동안 우리는 갯벌의 다양한 기능과 소중한 가치를 제대로 인식하지 못하여, 갯벌을 간척·매립하여 국토를 확장하는데 주력하였다. 지금도 농지 및 산업단지, 주거지를 확보하는 차원에서 대규모의 간척·매립사업이 진행 중에 있다. 최근의 연구를 통하여 갯벌은 수산물의 생산지일 뿐만 아니라 수질을 정화하고, 각종 해양생물의 산란장 및 성육장으로서의 역할을 하며, 홍수와 태풍을 조절하기도 한다는 것이 알려졌으며, 최근에는 관광지로서도 각광을 받고 있다. 한편 갯벌 주변부의 염습지는 지구상의 자연생태계 중에서 가장 생산력이 높다고 알려진 열대우림이나 산호초 해역에 버금가는 생산력을 가진 것으로 알려졌다. 예를 들어 갯벌의 염습지는 외양생태계에 비하여 10~20배 정도 높은 생산력을 보이며, 농경지나 산림지역보다도 3~10배 더 높은 생산력을 보인다.

갯벌과 그 주변에는 다양한 생물들이 살고 있어 갯벌은 생물다양성의 보물창고 역할을 하고 있다. 우리나라 갯벌에서 살고 있는 어류는 200여종, 갑각류는 250여종, 연체동물은 200여종, 갯지렁이류는 100여종이 된다는 보고가 있다. 이 밖에도 갯벌에는 아주 다양한 해양무척추동물이 살고 있으며, 200여종이 되는 저서 규조류와 미생물, 100종이 넘는 바닷새, 그리고 50여종에 달하는 현화식물도 갯벌을 서식처로 삼고 있다.

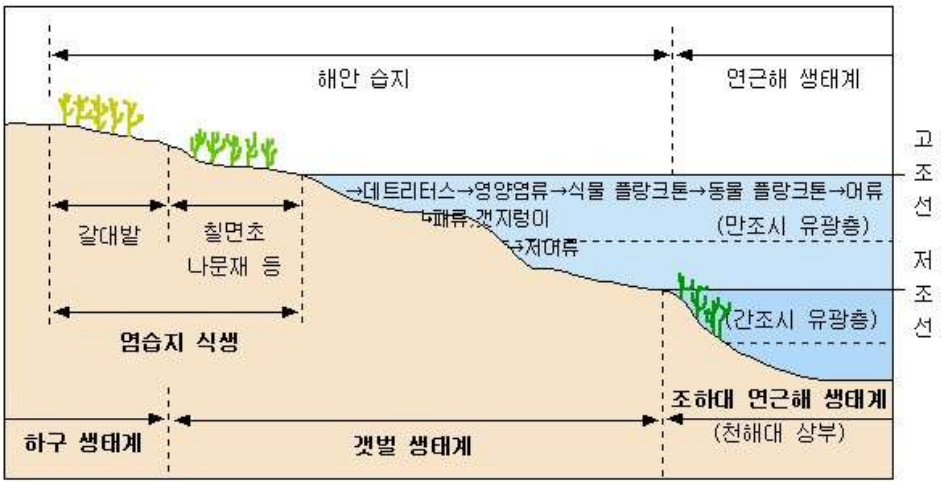


그림 8-3. 갯벌 주변 생태계 모식도

연안 해양생태계의 먹이망이 바로 이곳에서 시작되므로, 연안에 서식하고 있는 해양생물의 약 66%는 갯벌생태계와 직접적인 연관이 있으며, 어업활동으로 생산하는 대부분의 어류가 갯벌을 섭식장소와

번식장소로 이용을 하므로, 어업활동의 90% 이상이 갯벌에 직·간접적으로 의존하고 있다.

갯벌은 육상에서 배출되는 생활하수, 산업폐수, 축산폐수 등에 포함되어 있는 각종 오염물질을 정화하는 기능을 가지고 있다. 갯벌에서 자라고 있는 다양한 염생식물은 오염물질을 포함한 하천수가 바다로 유입될 때 유속을 떨어뜨려 각종 오염물질 및 부유물질이 갯벌에 퇴적되며, 갯벌에 살고 있는 미생물들에 의하여 화학적으로 분해가 이루어진다. 이러한 과정을 거쳐 수질을 정화하는 것이다. 갯벌은 지리적으로 육상생태계와 해양생태계의 사이에 위치하기 때문에 홍수 시 물의 흐름을 완화하고 저장하는 역할을 하며, 태풍이나 해일이 발생하였을 때 이의 충격을 일차적으로 흡수·완화하여 육지의 피해를 최소화시킨다. 한편 갯벌은 낚시 등 여가선용의 장소로 활용될 수 있으며, 자연탐구나 조류관찰 등 자연학습장으로도 좋은 곳이다.

8-6. 갯벌에 사는 생물들

갯벌의 생물들은 해양과 육지가 맞닿은 접경에 서식하기 때문에 조석과 파랑, 폭우 그리고 육상으로부터 담수의 유입 등 상당히 열악한 환경 조건을 극복해야 한다.
물리적 환경의 극심한 변동은 조하대로부터 갯벌에 침입하는 생물을 제한하고 갯벌 생물의 생활을 제한한다. 그렇기 때문에 갯벌에 특유한 성질과 생활형을 찾는 생물 군집을 발달시키는 원인이 되기도 한다.

갯벌에 사는 전형적인 생물은 게, 갯지렁이, 조개 등이다. 일반적으로 퇴적물의 입자가 미세한 곳, 즉 펄갯벌에는 게와 갯지렁이가 많이 살고, 입자가 굵은 모래 같은 갯벌에는 조개가 많이 살고 있다.

(1) 이매패류

연체동물인 조개는 몸 전체가 물렁물렁하고 뼈나 관절이 없어 몸을 자유롭게 늘리고 줄여 모래나 진흙벌에 쉽게 파고 들어간다. 두 개의 강력한 근육에 의해 두 장의 패각이 열리고 닫힌다.

(2) 복족류

고둥종류는 연체동물문의 복족류에 속하며 배 부분이 잘 발달된 근육질의 발로 되어 있어 복족류라 불리며 머리 끝에는 한 쌍의 더듬이와 작은 눈이 있다.

(3) 갑각류

갑각류는 게, 새우, 집게, 가재 등 주로 물 속에 사는 절지동물의 다리가 10개인 십각목에 속한다. 몸은 체절로 구분되어 있고 머리, 가슴, 배의 세 부분이 뚜렷하나 머리와 가슴은 서로 붙어 있고 등딱지인 갑각으로 덮여 있다.

(4) 다모류

환형동물인 갯지렁이는 몸은 좌우 대칭형이고 긴 원통형이면서 마디가 있는 체절성이다. 펄이나 모래의 퇴적물에서 먹이를 섭취하며 영양분을 제외한 퇴적물은 표층에 배설물 덩어리를 남긴다.

(5) 기타 생물

1) 방게

우리나라 전 해역에 분포하며, 보통 하구에서 기수역의 상한까지 제한적으로 서식하며 제방이나 갈대숲 또는 습지에 서식구멍을 파고 산다. 많은 경우 수천 마리의 개체가 무리를 이루지만 사람의

기척이 있으면 구멍으로 숨어 버린다. 갑각과 걷는 다리는 암갈색이고 집게다리의 손바닥은 옅은 황색이다.

2) 쏙붙이

몸길이 약 39㎜, 갑각길이 10㎜, 갑각너비 약 3.5㎜이다. 갑각 윗면은 매끈하다. 이마뿔은 퇴화하여 거의 사라졌다. 눈자루는 위아래로 납작하고 윗면에는 눈이 있다.

댕가리 : 조간대 상부 모래, 진흙 펄에 무리지어 산다. 몸의 크기는 높이 2.5㎝, 지름 1.2㎝ 정도의 원뿔형으로 회색과 밤색 띠가 있다. 갯고동을 닮았으나 그보다는 가늘고 길며 체중도 크지 않다. 입구가 작으며 나층 사이에 흰 띠가 있는 것이 특징이다.

3) 세스랑게

내해의 조간대 만조선 부근 진흙바닥에 구멍을 파고 산다. 간조 때 구멍에서 나와 먹이를 찾는데 가끔 집게다리를 높이 들었다 내렸다 하는 버릇이 있다. 갑각은 양 옆이 불룩한 사각형이다. 이마는 넓고 아래쪽으로 많이 튀어나와 있다. 갑각 윗면은 불룩하고 이마와 눈구멍 근처를 제외하고 전체에 검은 털이 빽빽이 난다. 양 집게다리는 대칭인데 수컷의 집게다리가 암컷에 비해 크다.

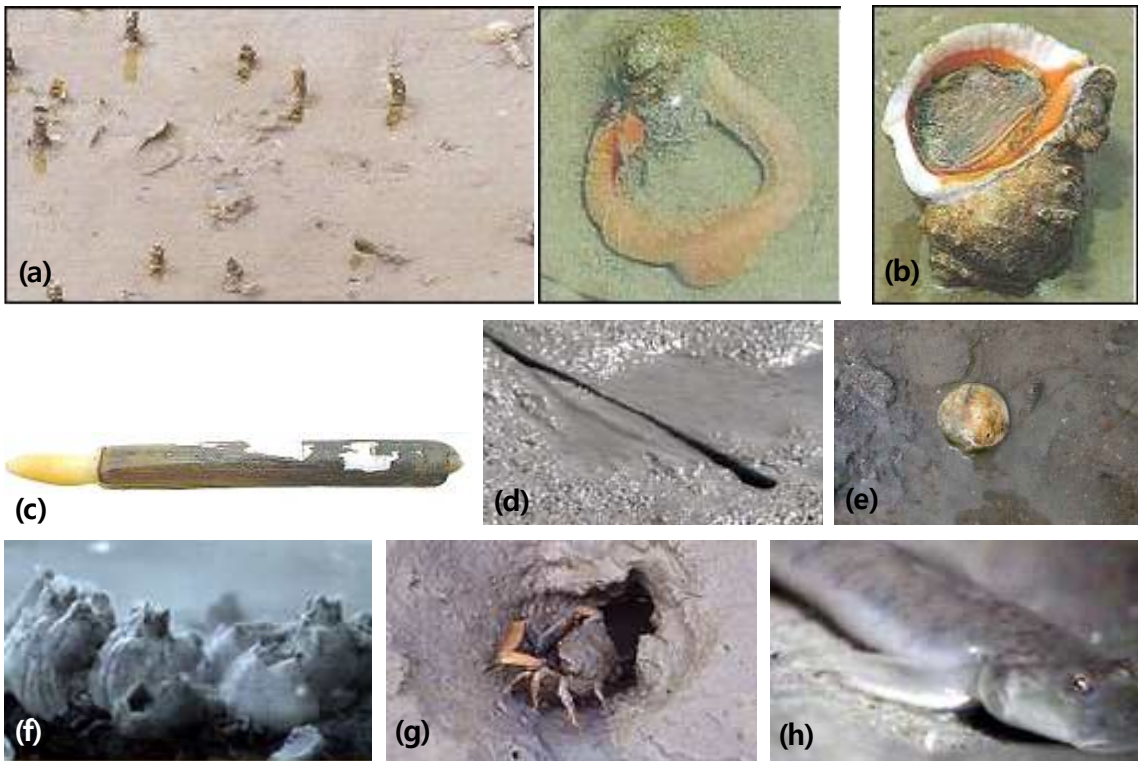


그림 8-4. 갯벌에 사는 생물들. (a) 괴물유령갯지렁이와 괴물유령갯지렁이의 서관, (b) 피뿔고동, (c) 맛조개, (d) 갯지렁이, (e) 모시조개, (f) 따개비, (g) 방개, (h) 망둥어

8-7. 갯벌의 보존

(1) 갯벌의 보존

갯벌의 중요성을 인정받은 것은 60년대 이후의 일이다. 과학이 점차 발달하면서 더럽고 쓸모 없이 보이는 갯벌의 중요성을 인식하게 된 것이다. 갯벌은 육지와 바다를 이어주는 완충 지대로써 각종 어패류의 서식지와 산란장을 제공하고 전체 어획량의 60%이상을 생산한다. 또 육지에서 발생하는 각종 오염

물질을 정화하는 기능을 가지고 있다. 또한 동북아시아 철새의 이동 경로와 서식지로서 생물 종류의 다양한 보존을 위해 중요하게 보존되어야 하는 곳이기도 하다. 갯벌 속에는 다양한 생물들이 서식을 하는데, 이 생물들을 이용해 식량 자원이나 의학 자원으로 이용할 수 있는 가치가 있기도 하다.

(2) 갯벌 파괴의 실태

① 갯벌 가치가 알려지지 않았던 과거에는 갯벌을 쓸모 있는 땅으로 조성하기 위해 간척사업으로 많은 곳을 농경지, 산업용지로 전환하여 이용하여 왔다. 그로 인해 수산업자는 그들의 삶의 터전을 잃는 등 여러 가지 문제점이 발생하게 되었다.

② 우리나라 갯벌 중 생태적 가치가 뛰어난 17군데 가운데 13군데가 현재 진행 중인 또는 후에 있을 개발 계획으로 훼손될 우려가 있다.

③ 갯벌을 매립하는 간척 사업으로 인한 환경은 자연 생태계뿐만 아니라 경제, 역사, 문화, 기후, 등 다양한 형태로 나타난다.

④ 간척 사업으로 인해 육지의 각종 오염 물질을 정화해 주는 갯벌이 사라짐으로써 심각한 해양 오염이 야기되고 있다. 즉 해양 오염의 증가로 적조의 발생이 그 한 예이다.(적조 현상이란 유기 물질이 분해되지 않아 부영양화에 의해 조류가 형성되는 것) 갯벌이 얼마나 해양 오염을 방지하는데 큰 역할을 담당하고 있는지 알 수 있는 곳이 바로 서해안이다. 서해안은 한강, 금강, 만경강, 동진강 등 우리나라의 주요 하천이 유입된다. 또한 서해는 해류의 영향이 적고 수심이 얕아 유입 하천의 영향을 더욱 크게 받는 곳이다. 그럼에도 불구하고 서해안 지역에는 적조 발생이 거의 일어나지 않는다. 그 이유는 서해안의 잘 발달된 갯벌의 정화 역할이 그 원인이라고 본다. 우리나라 서해안 같이 부유 물질의 농도가 높고 갯벌이 잘 발달된 환경에서는 하천을 통해 유입되는 오염 물질이 부유 물질에 흡착되어 갯벌에서 효과적으로 제거된다는 것이다. 그러나 간척 사업으로 인해 갯벌 파괴로 서해안 갯벌의 자정작용의 범위가 줄어들고 있어 서해안 지역이 오염될 우려가 있다고 지적한다.

⑤ 생물들의 서식처를 파괴함으로써 생물 종 다양성 보존에 심각한 위협이 되고 있다. 생물 종 다양성의 보고인 갯벌은 약 1만 2여천여종이 서식하며 연안 해양 생물의 66%가 의존하며 어업 활동의 90%에 영향을 준다.

⑥ 갯벌 파괴는 곧바로 해양 생태계의 파괴로 이어진다.

⑦ 우리나라의 대표적인 간척 사업은 새만금 간척 종합 개발 사업이다. 이 사업에는 환경 오염 등 개발에 따르는 문제가 매우 크다는 지적이 많았다. 새만금 간척 종합 개발 사업은 전라북도 군산과 부안을 잇는 방조제 총 길이 33킬로미터, 그 안에 만들어지는 땅은 여의도 면적의 140배에 달하는 1억 2천 만평, 7천 만평의 새 육지와 5천 만평의 담수호가 새로 만드는 엄청난 간척 사업이다.

(3) 갯벌 보전의 방법

갯벌을 보호하기 위해서는 다른 어떤 일 보다, 먼저 갯벌에 대해 자세히 아는 것이 중요하다. 갯벌의 정의, 갯벌이 환경에 미치는 영향, 갯벌의 무한한 가치성에 대해 이해하는 것이 갯벌을 보호하는 가장 첫 걸음이라 하겠다.

정부에서는 갯벌에 대한 전면 조사 못지않게 보다 효과적인 관리 계획 수립해야 한다. 계속 파괴돼 가고 있는 갯벌의 피해를 줄이기 위해선 람사협약의 취지를 이해하고 한국 갯벌을 람사 사이트로 정하는 등 적극적인 보호 방법을 마련해야 한다. 또한 이런 갯벌을 보존하는 운동에 적극적으로 참여를 하는 것도 갯벌을 보호하는 중요한 방법 중의 하나이다. 그리고 갯벌을 보호하는 방법 중에서 가장 중요한 것은 생태계의 중요성을 인식해서 어떻게 하면 생물이 살아갈 수 있는가를 생각해야한다

참고 자료(한국 갯벌의 보존)

한겨레 2007년 11월 9일 기사 내용
닐 무어스, 새와 생명의 터 발표

The Conservation of Korean Tidal-Flats: Extremely Important for both Shorebirds and People.(한국 갯벌의 보존: 도요물떼새와 인간을 위해 지극히 중요)

Nial Moores, Director, Birds Korea.(닐 무어스, 새와 생명의 터 대표)

갯벌은 지구적으로 드물고, 특히 생산성있는 생태계이며, 독특한 특이종이 집중되고 게와 조개, 물고기와 같은 몇몇 종은 사람과 새들에 의해 많은 양이 수확되었다. 갯벌에 의존하는 수많은 종들은 지구적으로 위협을 받고 있다.

14종 또는 지구적으로 위협을 받고 있는 새 종들은 매년 한국에서 국제적으로 중요한 개체수가 발견된다. 이들 모든 종은 갯벌과 강하구에 정규적으로 발견되며, 이들 중 5 내지 6종은 전적으로 갯벌에 의존한다. 한국의 갯벌은 동아시아 오스트렐리아 이동경로상에서 가장 많은 퍼센트의 도요물떼새를 서식하게 한다. 환경부는 전세계 붉은어깨도요 개체수의 40%이상, 검은머리물떼새 개체수의 50% 정도를 포함해서 북상하는 도요물떼새의 12.7%, 남하하는 도요물떼새의 8.7%가 한국의 갯벌을 이용하는 것으로 추정했다.

갯벌은 역시 사람들에게 지극히 중요하다. 갯벌은 경제적으로 중요한 어업과 수질개선을 위해 중요하며, 적절히만 관리되면 갯벌은 휴양과 환경교육을 위한 훌륭한 기회를 역시 제공할 수 있다. 그들의 무한한 가치에도 불구하고 갯벌은 한국에서 가장 위협받는 서식지의 하나가 되고 있다. 역사적으로 갯벌은 이미 간척사업에 의해 450,000ha으로 부터 현재의 200,000ha 이하로 감소되었다. 최근엔 12년내에 갯벌이 10,000ha이상 감소할 것으로 추정하였다.

더욱이 남아있는 갯벌의 대부분은 하구둑 건설과 오염, 지속불가능한 이용 때문에 심각하게 위협을 받고 있다. 그러한 갯벌의 손실로 인한 비용은 막대한 반면에 갯벌 보존으로 인한 이익은 거대하다.

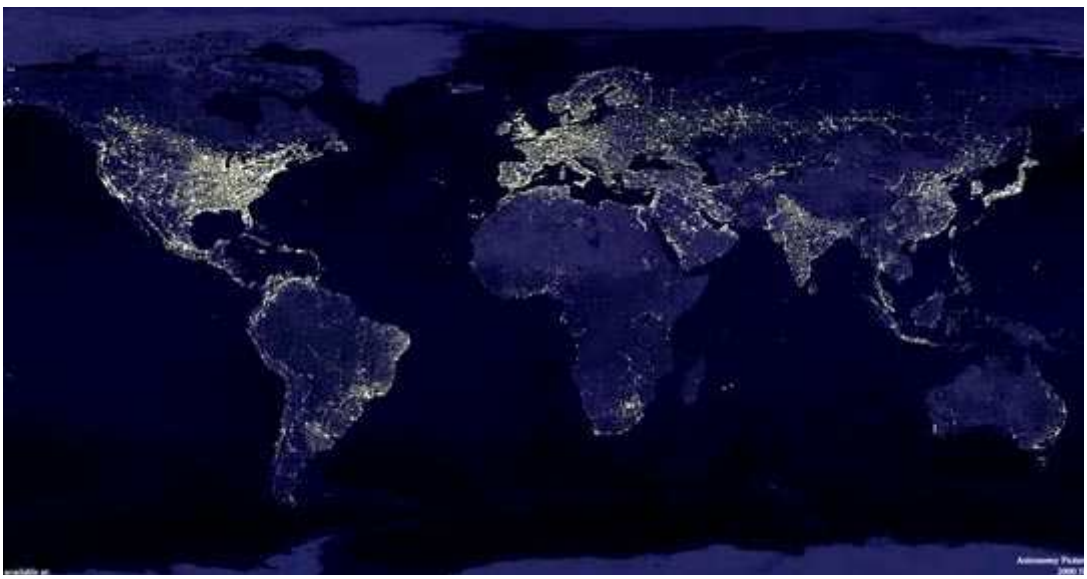
한국이 2008년 10월에 람사총회를 개최하는 것처럼 지금이 우리 모두(비정부기구, 정부기구, 전문가, 비전문가)가 한국의 커다란 자연자원인 우리의 갯벌을 더 잘 보존하기 위해 함께 일 할 시기다.

오늘 여기서 발표할 수 있게 초대해 주셔서 감사드리며 저의 한국어 실력이 모자란 점을 이해 바랍니다.

갯벌 보존의 중요성을 말하기 전에, 먼저 “보존”에 대해서 정의를 내리고 조금 이야기하는 것이 중요 하겠습니다. 보존은 “현명한 이용” 그리고 좋은 관리를 말합니다. 이것은 지속가능한 이용입니다. 천연 자원이 5년이나 10년 단기간 뿐만 아니라, 오랜 인류 세대 동안 유지되고 사용될 수 있도록 하는 것입니다. 보존은 그러므로 개발 자체를 반대하는 것이 아니라, 간단히 나쁜 개발, (잘못된 개발)을 반대하는 것입니다. 모두에게 장기간 혜택을 주게 되는데 직접적으로 또는 간접적으로, 단기간 또는 장기간으로 자원을 오래 지키면서 말입니다. 보존은 가진 돈을 한 번에 모두 써 버리는 것이 아니라, 은행에 있는

적금의 이자로서 분별있게 생활하는 것과 같습니다. 보존의 반대는 무분별한 이용이고 나쁜 개발인데, 미래에 대한 생각없이 천연자원의 기반을 파괴하는 것입니다.

보존의 참뜻을 다르게 말씀드리면, 여러분이 춥다면 창문과 문을 닫고 몸을 따뜻하게 하려고 옷을 더 입는다면 여러분은 보존의 한 방식을 실천하는 것입니다. 대신에 여러분이 창문과 문은 열어놓은 채로, 따뜻하게 하려고 가구나 물건으로 불을 피우기 시작한다면 여러분은 지속불가능하게 행동하는 것입니다. 얼마 동안은 정말 따뜻할 것이고, 아주 따뜻할 겁니다! 하지만 결국에는 불을 피우려고 여러분이 앉은 의자와 옷까지도 다 태워버려야 할 것입니다.



우리 주변의 세상을 보면, 많은 사람들과 나라들이 자신과 경제를 위해 지켜야 할 모든 자원을 태우고, 써버리는 것을 쉽게 볼 수 있습니다. 그런데 이것이 얼마나 오래 갈까요? 우리들은 벌써 지구온난화 (Global warning)를 겪고 있습니다. 인류 발생 전보다 약 200 배의 비율로 자원고갈이 크게 일어나

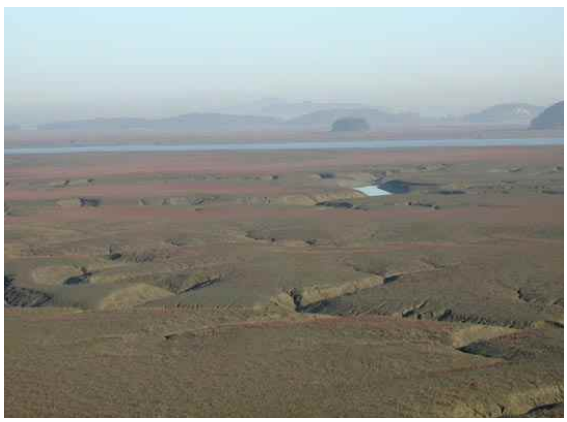
고 있습니다. 전 세계의 바다와 해양에서는 수산업이 몰락하고, 아프리카 일부와 중국에는 사막지역이 넓어지고, 점점 더 많아지는 사람들을 위한 공간과 깨끗한 물은 점점 줄어들고 있습니다.

간단히 말해, 우리는 미래를 향해 정직하게 바라봐야 하며 이제 진정한 발달로서의 보존을 이해해야 할 절박한 시기에 와 있습니다.

이곳 한국에서는, 많은 숲을 복원하려고 엄청난 노력을 이미 해오고 있습니다. 산림 복원에 있어서 이러한 지도력은 공기를 맑게 하고 수질 오염을 줄이는 데도 도움이 되었으며 휴양을 위한 기회는 아주 많아졌고, 산림 보존으로 인한 많은 혜택이 있습니다.

하지만, 대한민국의 습지는 다른 나라와 마찬가지로 아직도 엄청난 위기에 놓여 있습니다. 습지는 <사진.05> 담수 (내륙습지)와 <사진.06> 연안, 두 가지 형태가 있으며 둘 다 사람에게 엄청난 혜택을 제공합니다. <사진.07> 담수 습지가 잘 관리되었을 때는 깨끗한 식수와 농업을 위한 좋은 물을 제공할 수 있으며, 야생 동식물에게 대단히 중요한 서식지가 됩니다.

<사진 05> 담수(내륙습지)



<사진 06> 연안

<사진 07> 담수 습지

<사진 08> 새만금 갯벌

<사진 09> 수산업

<사진 10> 2006년 새만금지역 조류

<사진.08 : 새만금갯벌>갯벌과 강하구와 같은 연안 습지는 <사진.09> 거대한 수산업을 지켜주고, 연해의 좋은 수질을 유지해 주며, 폭우의 피해를 줄여주고, <사진.10 : 2006년 새만금지역에서 사진> 한국에서는 특히 조류와 다른 생물종의 거대한 개체수를 유지해줍니다.

하지만 이미 한국에서, <사진.11 : 우포늪 습지보존지역> 천연 담수 습지 (천연 내륙 습지)는 이미 없어졌거나 변형되고 변질되었습니다. <사진.12> 연안 지역은 개발 압력으로 대부분의 주요 강들이 제방둑으로 막혔고, 한국 자연갯벌 면적 450,000 ha의 60% 이상이 소실되었습니다.

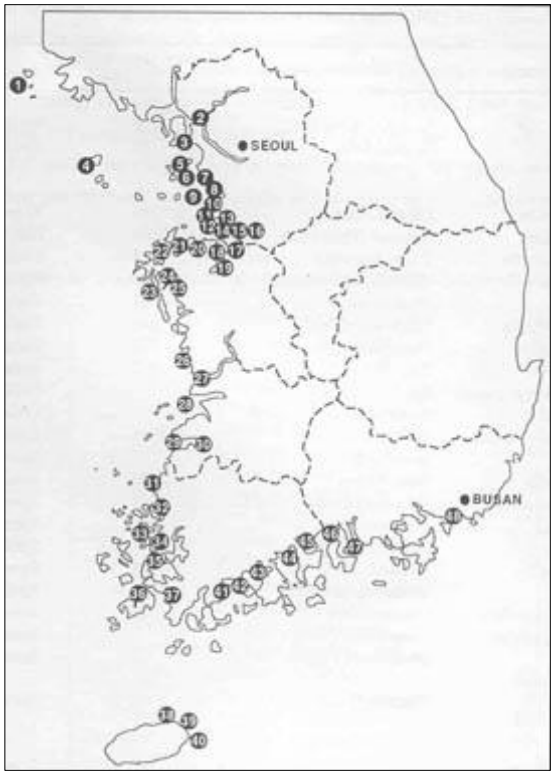
<사진 11> 우포늪 습지보존지역

<사진 12> 연안 지역은 개발 압력으로 대부분의 주요 강들이 제방둑으로 막혔다.

게다가 현재 한국에서 습지보전법이 통과되고 습지의 현명한 이용을 제시하는 람사협약에 가입했음에도 불구하고 현재의 전체 갯벌면적은 감소하고 있습니다. 이제 10년쯤 있으면, 매립 때문에 아마 원래 지역의 4분의 1보다 적은 겨우 110,000ha 만이 남아있을 것입니다.

<사진.13> 제가 1998년과 1999년에 한국 해안을 조류와 습지 조사를 착수한 이후 국내법과 람사협약으로 보호되었어야 할 습지, 세계적으로 중요한 습지들의 엄청난 파괴를 목격하였습니다. 영종도, 송도, 아산만, 남양만, 광양만과 낙동강 하구 갯벌, 새만금 갯벌이 물론 그렇게 되었습니다.

<사진.14>, <사진.15>, <사진.16>, <사진.17>, <사진.18>, <사진.19> 이러한 규모의 매립으로 치르는 댓가는 이미 엄청나게 컸습니다. 어떤 인간사회는 단기간에 부유해지는 반면에 한국과 황해의 수산업은 거의 파괴되어 왔습니다. 많은 섬과 연안의 어민사회는 더 이상 생존할 수 없게 되었습니다. 어패류와 생선은 이제 중국이나 북한에서 한국으로 수입을 해야 하며, 많은 조류 종 또한 급속히 감소 중입니다.



<그림 13> 한국 해안 조류와 습지

황해는 세계적으로 귀한 광대한 갯벌 중의 하나이고, 세계적으로 가장 풍요한 수산업 지역 중의 하나였습니다. <사진.20 : 저어새> 몇 종의 조류는 특히 황해에 의존하여 진화되었는데, 저어새, 노랑부리백로, 검은머리갈매기는 사실상 황해에서 번식하는 종으로서 특징적입니다. 이러한 종들은 이제 지구상에서 멸종 위기이며, 개체수는 아주 적고 취약합니다. 지구상에는 <사진.21> 검은머리갈매기가 8,000마리, <사진.22> 노랑부리백로가 3,000마리, <사진.23> 저어새가 1500마리 밖에 남지 않았습니다.

<그림 14>

<그림 15>

<사진 16> 새만금 방조제

<사진 17>

<사진 18>

<사진 19>

<사진 20> 저어새

<사진 21> 검은머리갈매기

<사진 22> 노랑부리백로

<사진 23> 저어새

보다 더 진기한 다른 종들도 있습니다. 제가 개인적으로 좋아하는 종은 넓적부리도요입니다. <사진.24> 이것은 작고 아름다운 도요새인데, 추코카에서 번식하고 황해를 지나 이동하며 주로 태국과 방글라데시 같은 남부 아시아에서 겨울을 지냅니다. 넓게 트인 강하구를 낀 갯벌에서 서식하며, <사진.25> 진흙에 작은 구멍을 파서 먹이를 찾기도 하고, 물에 떠다니는 생물과 작은 벌레를 잡아먹기도 합니다. <사진.26> mtDNA연구에 의하면, 아주 최근까지도 60,000 마리의 넓적부리도요가 있었다고 추정되는데, 10년 전에는 그 숫자는 겨우 몇 천쌍으로 추정되었습니다. 2005년까지 이 수치는 겨우 350쌍으로 떨어졌으며, 올해 겨울과 여름 조사에 의하면 겨우 100쌍이 남아있는 걸로 믿어집니다. 어떤 조치를 취하지 않으면, 이 종은 앞으로 10년 내지 20년 안에 멸종할 것입니다. <사진.27 : 2006년 9월 새만금 갯벌에서 죽은채 발견> 이 같은 감소의 주요 원인은 물론 매립에 의한 갯벌의 파괴입니다.

<사진 24> 도요새

<사진 25>

<사진 26>

<사진 27> 2006년 9월 새만금갯벌에서 죽은채 발견

대부분의 사람들에게 넓적부리도요와 같은 단일종의 멸종은 주요 관심사가 되지 않을 수도 있지만, 이것의 멸종은 아시아 전역의 거대한 갯벌과 강하구의 파괴가 원인이었음을 이해할 필요가 있습니다. 그러므로 이 종의 멸종은 다른 조류종들 뿐만이 아니라 많은 어류, 게, 조개, 벌레의 종들을 위한 서식지 파괴를 알리는 것입니다. <사진.28> 큰뒷부리도요의 경우는 이동하는 철새 중에 챔피온인데, 뉴우질랜드와 호주의 습지에서 목포나 황해까지 왔다가 다시 시베리아, 알라스카의 갯벌과 하구까지 이동하는 종입니다(이 내용은 곧 다음 발표에서 들으실 수 있습니다). <사진.29> 넓적부리도요나 하구에 살도록 특수화된 생물종의 멸종은 어민사회가 수천년 동안 사용하고 의존해온 같은 서식지와 종들이 사라질 것이라는 신호입니다.

너무 늦지는 않았습니다. 아직 시간은 있습니다. 우리는 넓적부리도요와 다른 종들, 그들의 생명이 달린 강하구도 지킬 수 있다고 믿습니다. 그러나 이것은 오직 사람들이 무분별한 이용이 아닌 습지 보

<사진 28> 큰쇳부리도요

<사진 29>

존을 선택했을 때만이 가능합니다. 더 늦으면 안되고 바로 지금입니다.

여기 목포에서 이러한 전시와 심포지움은 많은 희망을 제시합니다. 우리가 지구 역사의 거대함을 느끼고 인식하기 시작할 수 있는 여기 목포자연사박물관에서, 우리는 과거를 명확히 볼 수 있고 현재와 미래를 또한 알 수 있는 기회를 가질 수 있습니다.

<사진 30>

<사진 31>

<사진 32>

<사진 33> 환경교육

<사진 34>

<사진.30> 박물관 바로 밖에 있는 작은 갯벌과 못이 있습니다. 이 곳은 신중하고 사려깊은 관리를 통해서, <사진.31> 생물다양성 보존, <사진.32> 휴양과 <사진.33> 환경교육, 그리고 <사진.34> 다음 세대를 위해 진정한 가치를 제공할 곳으로 이용할 수 있다고 새와 생명의 터는 믿습니다. <사

진.35> 이 곳이 최선의 방법으로 잘 보존될 때, 목포시는 정말로 가치있는 자원을 얻는 것이며, 국내와 국제적 인정을 얻는데 모두 도움이 될 것입니다. 특히 대한민국에서 내년에 열릴, “습지의 현명한 이용”을 위한 국제적인 람사총회를 한해 앞 둔 이 시점에서 특히 그렇습니다. (람사총회는 2008년 10월 28일부터 11월 4일까지 창원에서 열립니다.)

<사진 35>

<사진 36>

<사진.36> 오늘 이 중요한 시간에 여기에 초대된 것에 대해 새와 생명의 터를 대표하여 다시 한번 감사드립니다. 현재와 미래를 향해서 조류와 귀중한 갯벌 서식지 보존을 위해 노력하는 멋진 목포시와 목포시민들이 되기를 바랍니다. 감사합니다.

- 주용기 환경운동가

8-8. 완도 청해진 앞바다 갯벌 생태 체험

그림 8-5. 청해진 앞 바다 갯벌 전경. 모래펄 갯벌의 특징을 보여줌

그림 8-6. 청해진 앞 바다 갯벌에서 게를 잡고 있는 이사부지킴이 회원의 자녀

그림 8-7. 청해진 앞 바다 갯벌 생태 탐사 및 환경 정화 활동 후 기념 사진 촬영

역사 문화 탐사

Ⅱ. 역사 문화 탐사 보고

1. 충무공(忠武公) 이순신(李舜臣) 유적지 탐사 151
2. 장보고(張保皐) 대사(大使) 유적지 탐사 196

Ⅱ 역사 문화 탐사

1. 충무공 이순신[李舜臣] 유적지 탐사

1-1. 충무공 이순신

이순신(李舜臣,1545년(인종 원년) 4월 28일(음력 3월 8일) ~ 1598년 (선조 31년) 12월 16일(음력 11월 19일))은 조선 중기의 무관이다. 본관은 덕수(德水), 자는 여해(汝諧), 시호는 충무(忠武)이며, 한성 출신이다. 문반 가문 출신으로 1576년(선조 9년) 무과(武科)에 급제하여 만포첨사, 진도군수, 전라좌도수군절도사 등을 거쳐 관직은 정헌대부 삼도수군통제사에 이르렀다.

본인 스스로에게 엄격하고 청렴한 생활을 하고 깊은 효심을 지닌 선비의 모범으로 평가된다. 장수로서는 임진왜란 때 조선의 삼도수군통제사가 되어 부하들을 잘 통솔하는 지도력, 뛰어난 지략, 그리고 탁월한 전략과 능수능란한 전술로 일본수군과의 해전에서 연전연승하여 나라를 구한 성웅(聖雄)으로 추앙받고 있다. 노량 해전에서 전사한 뒤 선무공신 1등관에 추록되고 증 의정부우의정에 추증되고 덕풍군에 추봉되었다가, 광해군 때 다시 증 의정부좌의정에 추증되고 덕풍부원군에 추봉되었고, 정조 때에는 증 의정부영의정으로 가증(加贈)되었다.

고려 왕조 때 중랑장(中郎將) 이돈수(李敦守)의 12대손 이며, 조선 초 영중추부사(領中樞府事)를 지낸 이변(李邊)의 후손이다.

(1) 임진왜란 이전

1) 어린 시절

이순신은 1545년 조선 한성부 건천동 (지금의 인현동)에서 이정(李貞)과 초계 변씨(草溪 卞氏)의 셋째 아들로 태어나 어린 시절의 대부분을 건천동에서 자랐고, 청소년기는 외가인 아산에서 성장하였다. 이름 순신은 삼황오제중 순임금에서 나온 것인데, 이순신의 형제들 모두 복희씨, 요, 순, 우 임금을 따라 시대순으로 희신, 요신, 순신, 우신으로 지어졌다. 할아버지인 이백록(楓巖公)은 1522년(중종 17년)에 생원 2등에 합격을 하고 참봉, 봉사에 임명되었으나, 취임하지 않았고 그 뒤 평시서 봉사를 역임하였다.

한동네에서 살았던 류성룡은 징비록에서 어린 시절의 이순신을 다음과 같이 적고 있다.

그림 1-1. 이순신(李舜臣) 영정

"이순신은 어린 시절 영특하고 활달했다. 다른 아이들과 모여 놀 때면 나무를 깎아 화살을 만들어 동리에서 전쟁놀이를 했다. 마음에 거슬리는 사람이 있으면 그 눈을 쏘려고 해 어른들도 그를 꺼려 감히 군문(軍門) 앞을 지나려고 하지 않았다. 자라면서 활을 잘 쏘았으며 무과에 급제해 관직에 나아가려고 했다. 말타고 활쏘기를 잘 했으며 글씨를 잘 썼다."

- 징비록

정암 조광조(趙光祖)가 기묘사화(己卯士禍)로 사약을 받아 죽고 주위 인물들도 참형을 받자 한양에 살던 이백록은 조광조의 묘소가 있는 용인 심곡리에서 그리 멀지 않은 고기리에서 모든 것을 버리고 은거를 하다 사망했다. 이로 인해 부친인 이정(李貞)은 벼슬을 단념한 채 43세쯤 외가이자 처가 근처인 충남 아산 음봉으로 이사하였고, 이후에 이순신이 상주 방씨와 혼인하여 외가 근처인 지금의 현충사 자리에 정착했다고 덕수 이씨 집안의 구전은 전한다. 한편, KBS드라마 불멸의 이순신에서 역적 및 가난한 시절을 보낸 줄거리는 허구이며, 어머니 변씨(卞氏)의 문기(文記, 땅이나 집의 소유권을 증명하는 문서)에는 이순신이 형 요신(堯臣)과 함께 어머니으로부터 외거노비 6 ~ 8명씩을 증여 받았으며, 충남 은진(恩津) 지방의 가옥과 토지도 받았다는 기록이 있다.

선조 22년에 아내인 상주 방씨가 4형제에게 준 분재기 기록도 남아있다. 한편, 할아버지 이백록은 사놓은 현충사 경내 고택을 이순신에게 주기도 하였다.

2) 무과에 응시, 급제

대대로 문신 집안 출신이었지만, 20대에 무예를 배우기 시작하여 28살 때에 무과(武科)에 응시하였다. 그러나 이때 시험을 보던 중 타고 있던 말이 넘어지는 사고를 당하여 버드나무 가지로 부목을 대고 시험을 계속하였지만 결국 낙방했다.

4년 뒤인 1576년(선조 9년) 32살에 비로소 과거에 급제하여 권지훈련원봉사(權知訓練院奉事)로 처음 관직에 나섰다. 조선시대 무과 합격자 분석에 의하면 32세 나이가 현대인의 상식과 달리 늦은 나이에 과거에 급제한 것이 아니다. 1579년에는 10개월간 해미에서 동안 훈련원 봉사로 근무하였다. 그 뒤 북방 국경 지대인 함경도로 가서 여진족 방어를 맡았으며, 1586년(선조 19년)에 사복시 주부가 되고 이어 조산만호(造山萬戶) 겸 녹도 둔전사의(鹿島 屯田事宜)가 되었다.

3) 녹둔도 전투, 첫 번째 백의종군

1587년(선조 20년) 조산만호(造山萬戶) 이순신(李舜臣)에게 녹둔도의 둔전을 관리하도록 하여 그해 가을 풍년이 들었다. 이순신이 경흥부사(慶興府使) 이경록(李慶祿)과 함께 군대를 인솔하고 녹둔도로 가서 추수를 하는 사이에 추도(楸島)에 살고 있던 여진족이 침입하여 녹둔도 전투가 벌어졌다. 녹둔도 전투에서 책루(柵壘)를 지키고 있던 수장(戍將) 오향(吳享)과 임경번(林景藩) 등 조선군 11명이 죽고 160여 명이 잡혀갔으며 15필의 말도 약탈당했다. 당시 조산만호(造山萬戶) 이순신(李舜臣)은 북방 여진족의 약탈, 침략을 예상하고 수비를 강화하기 위하여 여러차례 북병사(北兵使) 이일(李鎰)에게 추가 병력을 요청하였으나, 거절당하였다.

이 패전으로 인해 책임을 지게 된 북병사(北兵使) 이일(李鎰)은 이순신에게 그 책임을 덮어 씌우고 경흥부사 이경록(李慶祿)과 함께 여진족의 침입 때 패하였다는 죄를 받아 수금되었고 백의종군(白衣從軍)하게 되었다. 이후 이순신은 북병사(北兵使) 휘하에서 종군하며 여진족 장수 우을기내(于乙其乃)를 꾀어내어 잡은 공으로 사면을 받아 복직되었다.

4) 무관 생활

그 후, 전라도감사 이광(李珖)에 의해 군관으로 발탁되어 전라도 조방장(助防將)·선전관(宣傳官) 등이 되고 1589년(선조 22년) 1월에 비변사(備邊司)가 무신들을 다시 불차채용(순서를 따지지 않고 채용)하게 되자 이산해(李山海)와 정언신의 추천을 받았다. 7월에 선조가 다시 비변사에 "이경록과 이순신 등도 채용하려 하니, 아울러 참작해서 의계하라"는 전교를 내렸다. 1589년 12월에 유성룡(柳成龍)이 천거하여 정읍현감이 되었다. 관직에 오른 지 14년 만이었다. 고을을 다스리는 데 있어서 선정을 배풀어 칭찬이 자자하였다. 1590년 8월 종3품의 직책인 고사리진과 만포진의 첨사로 거듭 삼으려 했으나 지나치게 진급이 빠르다는 이유로 논핵되어 개정되었다.

1591년 2월에 선조는 이천·이억기·양응지·이순신을 남쪽 요해지에 임명하여 공을 세우게 하라는

전교를 내리고 논핵을 피하기 위해 벼슬의 각 단계마다 임명하여 제수하고 승진시키는 방법으로 1591년 2월 정읍현감에서 진도군수(珍島郡守)로 승진시키고, 부임하기도 전에 가리포첨절제사(加里浦僉節制使)로 전임하고, 이어 가리포에 실제 부임하기도 전에 다시 전라좌수사에 초수하였다. 또한 선조는 같이 백의종군을 하였던 이경록도 전라도의 요지인 나주목사에 제수하였다. 계속되는 대신들의 반대에도 선조가 수사로 삼으려는 심지를 굳히고, 이경록의 발탁은 천천히 생각하여 결정하겠다고 하면서도 이순신의 수사 발탁은 개정은 할 수 없다고 하며 밀어부쳤다.

1591년 47세로 정3품 당상인 절충장군(折衝將軍) 전라좌도 수군절도사에 발탁되어 임명되었다. 이후에도 부제학 김성일(金誠一) 등 많은 신하가 그의 경험이 모자라다는 이유로 반대하였으나 이순신을 신임하였다. 그는 부임하자마자 전쟁을 대비하여 휘하에 있는 각 진의 실태를 파악하는 한편, 군대와 군량미를 확보하고 거북선을 개발 및 건조하는 등 군대를 강화하였다.

임진왜란 발발 직전인 1592년에는 왜는 섬이니 왜군의 수군이 강할 것이라고 예단해 수군을 육지로 올려 보내 수비를 강화하라는 조정의 명에 이순신은 “수륙의 전투와 수비 중 어느 하나도 없애서는 안 됩니다.”라고 주장하였다. 그 결과 임진왜란이 일어나기 직전 이순신이 있는 전라좌수영은 20여 척(최소 26척 최대 29척)의 판옥선을 보유할 수 있었다.

(2) 임진왜란

1592년 음력 4월 13일에 일본군 약 16만 명의 선봉인 1번대 고니시 유키나가군이 함대 700척으로 오후 5시경 부산포를 침략하여 임진왜란이 발발하였다. 이순신의 전라좌수영에 일본군 침략 소식이 전해진 것은 원균(元均)의 공문이 도착한 16일 밤 10시였다. 즉시 조정에 장계를 올리고 경상, 전라, 충청도에도 공문을 보냈다. 이순신은 우선 휘하 병력을 비상 소집하여 700여 명을 모아 검열을 하고 방비를 갖추도록 하였다. 이 과정에서 이순신은 도주를 시도한 군졸 황옥현(黃玉玄)을 참수했다. 전열을 정비한 전라좌수영 소속 함대는 음력 4월 29일까지 수영 앞바다에 총집결시켰다. 이때 이미 전라좌도 바로 전까지 일본군의 침입이 도달하고 있었다. 30일 전라우도 수군이 도착하면 전투를 벌이겠다는 장계를 올린다.

1) 옥포 해전

이순신의 첫 승전을 알리는 해전이다. 음력 5월 7일 정오 옥포항에서 정박하여 옥포를 침략하고 있던 일본군을 공격하여 모두 26척을 침몰시켰으며 포로들을 구해내었다. 같은 날 오후 웅천현의 합포 앞바다에서 큰 배 한 척을 만나 이 또한 격파하였다. 전투는 8일에도 계속되었으며 적진포에서 왜선 13척을 침몰시켰으나 육지로 도망간 적들은 전세가 불리하여 쫓지는 못하였다. 이때 조선 조정은 이미 한양에서 철수하여 평안도로 후퇴하고 있었다. 18일에는 도원수 김명원(金命元)이 임진강 방어에 실패하여 조선 땅의 대부분은 일본군의 침략으로 유린되고 있었다.

그림 1-2. 임진왜란 당시 이순신이 쓰던 거북선 모형

2) 사천 해전

전라우수영군의 합류가 늦어지자, 음력 5월 29일 노량으로 함대를 이동하였으며 여기서 원균의 경상우수영군을 만났다. 이날 사천 선창에 있던 일본군을 공격하여 적선 30여 척을 쳐부수었다. 이것이 사천 해전이다. 이때 이순신도 왼쪽 어깨 위에 관통상을 입었다. 이 해전은 2차 출동 시 첫 번째 전투였고, 거북선이 출전한 첫 번째 승리이다.

음력 6월 2일에도 전투를 벌였는데 일본 수군의 화력에 비하여 우수한 지자총통 등의 화력이 승리의 원인이 되었다. 계속하여 적을 추격하여 개도로 협공하였으며 6월 4일에는 전라우수사와 합류하는 데 성공하였다. 5일 적 함대를 만나 큰 배 한 척과 중간배 12척 작은 배 20척을 공격하였다. 8일까지 수색과 공격은 계속되었다.

3) 한산도 대첩

한산도대첩은 임진왜란의 3대 대첩 중 하나로 1592년(선조 25) 음력 7월 8일 한산도 앞바다에서 이순신 휘하의 조선 수군이 일본 수군을 크게 무찌른 해전으로, 이 전투에서 육전에서 사용하던 포위 섬멸 전술 형태인 학익진을 처음으로 펼쳤다.

음력 7월 4일 출발, 6일에 노량에 이르러 경상우수사 원균과 합류하였다. 이 때 적선이 출몰한 정보를 얻어 8일 큰배 36척 중간배 24척 작은배 13척을 만나 전투가 벌어졌다. 조선군의 연합함대는 거짓으로 후퇴하는 듯하여 적들을 큰 바다로 끌어 낸 다음 배들이 일제히 학익진 진형을 갖춰 지자총통, 현자총통, 승자총통 등을 발포하여 적들을 궤멸시키는 데 성공하였다. 포격으로 적함을 깨뜨리고 때로 적함에 승선해 전투를 벌여 일본군을 격퇴하였으며 여러 명의 포로들을 구해내었다. 이날 일본 수군은 큰 배 한 척, 중간 배 일곱 척, 작은 배 여섯 척만이 후방에 있어 도망을 칠 수 있었다.

9일 안골포에 적선 40여 척이 정박해 있다는 보고를 받아 10일 학익진을 펼치고 진격하여 왜선 59척을 침몰시켰다.

한편, 음력 7월 말에 이르러서야 육전에서도 홍의장군 곽재우(郭再祐)가 승리하였으며 홍계남(洪季男)이 안성에서 승리하였다.

4) 부산 해전

음력 8월 말 전열을 정비하고 부산으로 출정하였다. 당포에서 경상우수사와 합류하였으며 29일 적들의 동태에 대한 보고를 입수하고 29일 부터 전투가 시작되었다. 음력 9월 1일 아침 화준구미에서 일본 수군의 큰 배 5척, 다대포 앞바다에서 큰 배 8척, 서평포 앞바다에서 큰 배 9척, 절영도에서 큰 배 2척을 만나 쳐부수었다. 부산 앞바다에 이르러 적의 소굴에 있는 400여 척의 배 중 적선 100여 척을 쳐부수었으며 2일까지 전투를 벌였다. 이때 배들을 모두 부수면 상륙한 일본군이 몰려 도망갈 방법이 없어지므로 후일 수륙에서 함께 공격하기 위해 돌아왔다.

이러한 네 차례의 대첩을 통해 일본 수군은 수로를 통하여 서해 쪽으로 공격하고 보급하는 계획을 포기할 수밖에 없었으며 곡창인 전라도의 침략 또한 포기할 수밖에 없었다. 이를 계기로 승승장구하던 일본군의 진격은 기세가 꺾이게 되었다. 이때 이순신이 아끼던 휘하장수 정운이 적탄에 맞아 전사했다.

5) 원균과의 불화

1592년 음력 6월 원균이 이순신과 연명으로 장계를 올리려 하였으나 이순신이 먼저 단독으로 장계를 올렸다. 이로부터 각각 장계를 올려 조정에 공을 보고하였으며 이때부터 두 장군 사이에 골이 깊어지기 시작했다. 이순신은 자신의 일기 난중일기에서 원균의 성품과 인격에 문제가 많으며 일의 처리에서도 불만인 점을 자주 기록하였다. 1593년 이순신이 삼도수군통제사가 되자 이순신의 명령을 받게 된 원균은 이에 반발하고 명령을 어기는 등 문제를 일으켜 두 사람의 틈이 더욱 더 벌어졌다. 이순신은 조정에 원균과의 불화에 스스로 책임을 지고 자신을 파직시켜 달라고 청하자 조정에서는 원균을 충청도 병마절도사로 옮겨 제수하였다.

원균은 이후에도 계속해서 이순신에 대해 유언비어를 퍼뜨렸으며, 이원익(李元翼)이 체찰사로 증거를 찾아내려 했으나 오히려 이순신이 충성심이 강하다는 사실만 확인했다고 한다.

원균과의 대립은 각기 정파적인 입장과 맞물려서 갈등이 심화되었으며 이에 대해서 선조실록과 선조수정실록 조차도 이의 내용에 대한 입장차가 심하며 이에 대한 논의는 당시 뿐만 아니라 사후에도 진위

및 당부에 대한 논란이 있다.

6) 웅포 해전

1593년 음력 1월 10일 웅천현 웅포로 진격하였다. 그러나 이전의 경험에 비추어 정면승부로는 승산이 없다고 판단한 일본 수군은 조선 수군을 왜성 깊숙히 유인하여 격파하려는 유인책을 썼고 조선수군도 이에 유의하며 화포등을 이용한 공격을 하였으나 지리한 공방전 양상으로 전개되었다. 이후 일본군은 각지에 왜성을 쌓아 방비를 하고 전략 거점으로 삼아서 조선 수군의 부산성 방면으로의 진출을 막아서 보급선을 유지하려는 전략을 구사하게 되었다. 웅천에서의 일본군을 소탕하기 위한 전투는 음력 3월까지 계속되었다. 이때 전라도 수군은 정병 상하번 외에 보인까지 총동원, 4만여 명(충무공 장계)을 웅포 해전과 전라도 해안선 방어에 투입한다.

7) 삼도수군통제사

음력 6월 이순신은 한산도로 진을 옮겨 전열을 정비하였다. 음력 7월부터는 거제도와 진해(鎭海), 가덕도(加德島) 등지에서 일본군과 대치하는 상황이 계속되었다. 조선 3도 수군은 견내량에 방어선을 설정하였으며 한편 일본 수군은 거제도의 영등포와 제포 사이를 방어선으로 잡고 있었다. 음력 8월 1일 조선 조정은 이순신을 삼도수군통제사에 제수하고 본직은 그대로 겸직하도록 하였다. 이순신은 한산도에서 백성을 모으고 소금을 굽고 곡식을 비축하여 튼튼한 진을 만들기 시작했다. 한편 김성일 등은 진주를 지켜 전라도 호남 지방을 방어하는 데 성공하였으며 이후 이 지역을 통해 조선의 군수 물자와 전쟁 수행 능력이 보장되었다.

8) 두 번째 백의종군

초기 전세가 교착화하고 강화 회담이 별다른 진척을 보이지 않고 대치 상태가 자꾸 길어졌다. 이순신과 원균 사이의 불화가 문제가 되었다. 두 차례의 대첩 이후 이순신이 그 공으로 조선 수군의 총지휘관인 삼도수군통제사가 되었지만, 원균은 자기가 나이도 많고 선배라는 점을 내세워 불만을 가진 것으로 보인다.

교착화한 전세에서 초기의 승전보 이후 별다른 승리가 없자 선조를 비롯한 조선 조정에서는 이순신의 전략을 불신하기 시작했으며 이순신에게 왜군에 대한 적극적인 공격을 강요하게 되었다. 당시 일본군은 남해안 일대에 총집결하여 왜성을 쌓는 등 수비를 강화하였으며 강화 회담의 진행 과정을 지켜보고 있었다. 한편 명나라는 전면적 대결보다는 강화 회담에 기대하고 있었으며, 조선은 자체의 군사력으로 일본군과 육전에서 대등한 전투를 수행할 능력이 부족했다. 그러나 조정의 요청과는 달리 이순신은 일본군의 유인작전에 걸려들 위험이 있다는 이유에서 견내량 전선을 유지하고 공격에 신중하게 임하고자 하였다. 이에 조정에서는 이순신이 지나치게 소극적이라는 비난이 일었다.

“必死卽生, 必生卽死” (죽고자 하면 살고, 살고자 하면 죽는다)결국 정유년인 1597년 음력 2월 25일에 통제사직에서 해임되어 원균에게 직책을 인계하고 한성으로 압송되어 음력 3월 4일에 투옥되었다. 그때 우의정 정탁(鄭琢)의 상소로 음력 4월 1일에 사형을 모면하였으며 이순신은 도원수 권율(權慄) 밑에서 백의종군하라는 명령을 받았다.

당시 권율은 남쪽으로 이동하고 있었는데, 이순신은 권율의 본진을 찾아가는 길에 가족을 만나려고 아산 본가에 잠시 머물렀다. 이순신이 한산도에 있는 동안 그의 가족은 순천 고음에 거주하고 있었는데, 아들의 석방 소식을 들은 그의 어머니가 아들을 만나기 위해 배를 타고 먼 길을 올라오고 있었다. 그러나 그의 어머니는 음력 4월 11일 배 위에서 별세하고 만다. 그러나 이순신은 모친의 임종을 볼수 없었다. (어머니의 임종소식은 4월 13일에서야 종 순화를 통해 알게 된다.) 이렇게 어머니를 잃은 이순신은 슬픔으로 몸과 마음이 모두 피폐해졌다.

9) 칠천량 해전의 패배와 복직

1597년 음력 7월 16일에 삼도수군통제사에 오른 원균이 이끄는 조선 함대가 칠천량 해전에서 일본군의 기습을 받아 춘원포로 후퇴, 수군들은 상륙하여 도주하고 판옥선 대부분이 불타거나 왜군에게 노획당해 오사카로 끌려간다. 이 해전에서 전라우도 수군절도사 이억기(李憶祺)는 전사하며, 원균은 상륙후 행방불명된다. 이때 조선 수군에 의해 방어되던 서해안 연안 항로와 이에 따라 전략적 요충지인 전라도가 위험에 빠지게 되었다. 이를 수습하기 위하여 조선 조정에서는 이항복(李恒福)의 건의로 이순신을 다시 삼도수군통제사로 임명하였다. 하지만 이순신이 다시 조선 수군을 모아 정비했을 때 함선은 12척 밖에 남아 있지 않았다. 조선 정부에서는 이 병력으로 적을 대항키 어렵다 하여 수군을 폐지하라는 명령을 내렸으나, 이순신은 아직도 12척의 배가 남아 있으며 내가 죽지 않는 한 적이 감히 우리의 수군을 업신여기지 못할 것이라는 비장한 결의를 표하였다고 한다. 그 뒤 전열을 재정비하기 위해 음력 8월 29일에 진도 벽파진으로 진을 옮겼다.

10) 임진왜란 종전과 전사

① 명량 대첩

1597년 음력 9월 16일, 일본군 수백 척의 이동 정보를 접한 이순신은, 명량 해협에서 대적하기 위해 12척의 전선을 이끌고 출전했다. 명량 해협은 '울돌목'이라고도 불리었는데, 밀물과 썰물 때에는 급류로 변하는 곳이었다. 이순신은 이러한 지형을 이용하여 새로 합류한 1척을 추가한 13척의 전선으로 일본 함대를 유인하여 이 해협에서 333척의 일본 함대 중에서 공식 기록이었던 31척의 전선을 격파하였다. 이를 명량 해전이라고 하며 이 해전의 승리로 조선 수군은 나라를 위기에 빠뜨렸던 정유재란의 전세를 역전시켰다. 일본은 곤궁에 빠져 명나라 장군에게 뇌물을 보내어 화의를 꾀하였으나 이순신은 이를 반대하고, 도요토미 히데요시(豐臣秀吉)가 죽어 일본군이 철수하게 된다.

② 노량 해전과 전사

다시 제해권을 확보한 이순신은 명나라 부총병 진린(陳璘)과 함께 1598년 11월 19일 노량해협에 모여 있는 일본군을 공격하였다. 200여 척 이상이 분파되고 150여 척이 파손돼서 패색이 짙어진 일본 수군은 잔선 150여 척을 이끌고 퇴각하기 시작했으며, 조선-명나라 연합함대는 오후 12시경까지 잔적을 소탕하며 추격을 계속하였다.

도주하는 일본 함대를 추격하던 이순신은 관음포에서 일본군의 총탄을 맞고 쓰러지면서, "싸움이 급하니 나의 죽음을 알리지 말라."라는 유언을 남기고 숨을 거두었다. 이 때 도주하던 150여 척의 일본 함선 중 100여 척을 나포하니 겨우 50여 척의 패전선 만이 도주했다고 한다. 노량 해전을 끝으로 정유재란이 막을 내리고, 7년간의 긴 전쟁도 끝이 났다. 이 전투가 이순신의 마지막 노량 해전이다.

한편, 일부에서 이순신의 자살설과 은둔설이 주장되기도 했으나, 어떠한 주장도 한갓 가설과 추정일뿐 근거는 없다.

그림 1-3. "必死卽生, 必生卽死"(죽고자 하면 살고, 살고자 하면 죽는다)

11) 사후 관직

전사한 직후에 정1품 우의정에 증직되었다. 1604년 선조는 그를 권율, 원균과 함께 선무(宣武) 1등 공신 및 덕풍 부원군(德豊府院君)으로 추봉하고 좌의정을 가증했다. 1643년 인조는 그에게 '충무' 시호를 내려 충무공(忠武公)이 되었다. 1659년

효종 때 남해에 그를 기려 충무공 이순신의 비(碑)를 세웠다. 1688년(숙종 14년)에는 명량대첩비가 건립되었고 1705년 현충사가 건립되었으며, 1793년 정조는 정1품 의정부 영의정을 가증했다.

오늘날 100원 주화에 새겨진 이순신 장군의 복식이나 이순신 장군의 초상화 중 갑옷이나 전립이 아닌 관복 차림의 이순신 초상화는 영의정의 예우를 갖춰 그려졌고 실제로 이순신이 살아생전 그 복장을 입은 적은 없다.

1-2. 한산도 이충무공 유적지

한산도 이충무공 유적(閑山島李忠武公遺蹟)은 사적 제113호로, 임진왜란 때 왜군을 물리치고 나라를 구한 충무공 이순신 장군의 자취가 남아 있는 곳이다.

통영시와 한산도를 중심으로 여기저기에 많이 있다. 통영시 명정동에 있는 통영충렬사(사적 제236호)를 비롯하여, 통영시 문화동 여황산 언덕에 있는 세병관(국보 제305호)은 병기를 깨끗이 씻었다는 뜻을 지니고 있다. 그 밖에도 이충무공이 군사를 지휘하던 제승당은 한산섬 북쪽에 있으며, "한산섬 달 밝은 밤에 수루에 혼자 앉아"라는 시로 유명한 "수루"가 있다.

그림 1-4. 한산도 이충무공 유적지 기념비

(1) 개요

제승당은 경남 통영시 한산면 두억리 875번지에 위치한 사적 제113호이다. 경내의 면적은 600,871㎡이며, 건물은 28동, 건평 1,602㎡이며, 통영시에서 직선으로 6.7㎞ 떨어진 한산섬에 위치한다. 섬이기 때문에 배가 유일한 접근 수단이며, 통영에서 25분이 소요된다. 거제도에서는 배를 타고, 추봉도를 통해 접근할 수 있다.

그림 1-5. 제승당 대첩문

1592년 선조 25년 임진왜란이 발발한 이후 이순신은 한산대첩을 통해 바다의 제해권을 구축하였다. 그 후 제승당을 짓고, 1593년 선조 26년부터 1597년 정유재란 당시 원균의 참패로 소실된 선조 30년까지 4년간 삼도수군통제영의 본영으로 삼아 제해권을 장악하면서 국난을 극복하는데 기여한 유서 깊은 사적지이다. 선조 30년 1597년에 폐진이 되었다가 142년 후인 1739년 영조 15년에 통제사 조경이 중건하고, 유허비를 세웠다.

1959년 정부가 사적 제113호로 지정하여 여러 차례 보수를 거듭해 왔다. 1975년 정부는 영역을 확장하여 보수를 하여 오늘날의 모습을 갖추게 되었다. 1979년에는 한산대첩비를 건립하였다.

(2) 시설

제승당에는 이순신의 영정을 안치한 영당을 비롯하여, 유허비, 그리고 많은 송덕비와 사정, 수루 등 부속 시설이 말끔히 단장되어 있어 주변의 수려한 경관과 더불어 당시 조선 수군 본영의 면모 추측해 볼 수 있다.

입구인 《한산문》을 들어가면, 관리사무소와 휴게소가 있으며, 《수호사》와 《대첩문》을 거쳐 제승당이 있는 건물로 들어갈 수 있다.

1) 제승당

제승당(制勝堂, Jesung-dang)은 대한민국 경상남도 통영시 한산면 한산도에 건물로, 임진왜란 때 이순신 장군이 삼도 수군을 지휘하던 곳이다. 현재의 건물은 1976년 10월에 중건한 것이며, 이충무공의 전적을 그린 다섯 폭의 벽화가 있다.

계단을 따라 올라 충무문을 들어서면 정면에 보이는 건물이 제승당이며, 내부에는 영당과 충무공의 해전(노량해전, 사천해전, 한산대첩)과 《진중생활도》를 그린 다섯 폭의 해전도와 현자총통, 지자총통, 작은 거북선의 모형이 전시되어 있다.

그림 1-6. 제승당(制勝堂)

2) 행적비

제승당과 충무사 중간에는 행적비가 있으며, 이 비는 이 충무공의 후손으로서 통제사, 부사 등을 역임한 분들의 선행을 기념하여 세운 비이다. 좌우 각각 네 개의 기둥을 세워 기와를 얹고 세 개의 비석을 풍우가 침범하지 못하도록 만든 건물이다.

3) 수루

원래 이 건물은 적의 동정을 관측하는 망루로 고증에 의해서 현 위치에 옮겨졌다. 영조 때 김천택의 《청구영언》에 실린 이순신 장군의 〈진중시〉의 배경으로 더욱 유명한 곳이다.

그림 1-7. 수루(戍樓)

“ 한산섬 달 밝은 밤에
수루에 혼자 앉아

큰 칼 옆에 차고 깊은 시름하는 적에
어디서 일성호가는 남의 애를 끊나니”

- 이순신, 《청구영언》

4) 한산정

한산정은 이순신 장군이 활을 쏘던 곳이며 사정과 표적과의 거리는 145m이다. 그 당시에는 조정에서만 과거를 보아 왔으나 장군이 장계를 올려 처음으로 이곳에서 무과시험을 치른 곳으로 100여명이 급제한 곳이기도 하다. 과녁은 바다를 끼고 "ㄷ자" 형태의 건너 편에 위치해 있다. 바다 건너에 과녁이 있는 곳은 전국에서 유일한 곳이다.

5) 충무사

내삼문을 지나서 유허비가 있는 공간을 지나면 맨 안쪽으로 위치한 충무사가 나온다. 이 시당은 이순신 장군의 영정을 모신 곳이며, 원래 조그만 사당을 헐고 1976년 10월 본 사당을 건립하였고, 매년 2회에 제향을 올리고 있다. 이 영정은 1978년 정형모 화백의 그림을 봉인한 것이다.

그림 1-8. 한산정(閑山亭)

그림 1-9 충무사(忠武祠)

6) 유허비

제승당과 충무사 중간에 위치한 비로서 외삼문을 지나면 정화기념비와 유허비가 있다. 유허비는 1597년 선조 30년 폐진된 제승당을 1739년 제107대 통제사 조경이 다시 세우면서 충무공을 기리고, 제승당터임을 알리기 위해 이 비를 세웠다. 오른쪽의 비는 138년 후 198대 통제사 이규석이 다시 세운 비이다. 유허비는 하나의 비를 중심으로 네 개의 기둥을 세우고 그 위에 기와를 얹었다.

7) 한산대첩기념비

1592년 7월 8일 조선 수준은 견내량에서 73척의 배 중 12척을 사로잡고, 47척을 불태운 대승을 거두었다. 이것을 한산대첩이라고 부르며, 이를 기념하기 위해 1978년에서 1979년까지 국비를 투입하여 문어포 산정에 거북선을 대좌로한 높이 20m의 《한산대첩기념비》를 건립하였다.

8) 거북등대

제승당 입구 바다 암초 위에 세워져 있으며, 1963년 12월에 세운 것으로 한산대첩지가 이곳임을 알리기 위해 세워졌다. 또한 이곳을 지나는 선박들의 등대로 역할을 하고 있기도 하다.

그림 1-10 유허비

그림 1-11 한산대첩 기념비

그림 1-12 거북등대

그림 1-13. 이충무공 유적지 탐사 코스

1-3. 난중일기(亂中日記)와 이순신의 위상

(1) 난중일기 해설

《난중일기》는 충무공 이순신이 임진왜란이 일어난 해부터 시작하여 전쟁이 끝나기 직전 노량해전(露梁海戰)에서 전사하기까지(1592. 1. 1~1598. 11. 17), 진중에서 있었던 7년간의 일을 기록한 일기이다. 원래 이순신은 자신의 일기를 두고 특별히 제목을 붙이지 않았다. 《난중일기》란 이름은 이순신이 전사한 후, 198년이 지난 1798년(정조19년)에 《이충무공전서》를 편찬하면서 편찬자의 편의상 이름이 붙여진 데에서 연유한다.

그림 1-14. 난중일기

현재 전해오는 《난중일기》는 두 가지가 있다. 하나는 이순신이 진중에서 친필로 기록한 초고본으로서 7책 205장이 전해지며 국보 제 76호로 지정되어 아산 현충사에 보관되어 있다. 다른 하나는 《충

무공전서(忠武公全書)》에 실려 있는 것인데 4권(권5~권7)으로 이루어져 있다.
《충무공전서》는 정조대왕의 명에 의해 규장각(奎章閣) 문신(文臣)인 윤행임(尹行恁)과 예문관(藝文館) 검서관(檢書官) 유득공(柳得恭)이 1793년부터 3년간에 걸쳐 그의 모든 행적을 모으고 기록한 것으로 시(詩)·장계(狀啓)·난중일기(亂中日記)·잡저(雜著)·기타 자료 등이 총 14권으로 이루어져 있다.

《난중일기》의 내용은 초고본과 전서본 사이에는 내용상에 약간의 차이가 있다. 전서의 편찬자들이 충무공의 친필 초고를 필사하는 과정에서 생략한 내용이 있기 때문에, 초서본의 내용이 전서본에 있지 않은 부분도 있는 것이다. 반면 초고본에 비해 전서본 《난중일기》가 더 많은 기록을 가진 부분도 있다.
초고본 《난중일기》에는 임진년 1월 1일부터 4월 30일까지의 기록과 을미년의 1년 및 무술년 10월 8일부터 12일까지의 기록이 전서본보다 더 빠져 있다. 이는 곧 《충무공전서》를 편찬할 당시에는 일기의 초고가 있다가 후에 없어진 것임을 알 수 있다.

(2) 난중일기의 역사적 가치

《난중일기》는 이순신의 개인적 전장 체험뿐만 아니라 전쟁전의 상황과, 임진왜란 당시의 전황을 알 수 있는 객관적 사료로서 가치가 있다. 예를 들어 임진년의 일기를 간단히 살펴보면, 전라좌수사로 부임한 이순신이 임진왜란 발발 전까지 전쟁준비에 충실하였다는 것을 알 수 있다. 또한 국가의 제삿날에도 업무에 임하는 열정과, 진지와 병영관리에 태만하거나 소홀한 부하관리를 문책·처벌하는 엄중함도 보인다. 거북선의 제작과정과 개전초기의 전황, 4차 출전(부산포해전)까지의 전투기록 등도 상세하게 기록되어 있다.
이외에도 부산포해전 이후 8차 출전까지의 해전상황과 전적, 가족과 친지들과 관련한 개인사, 관리들의 인사조치, 정치군사에 관한 서신교환 등이 수록되어 있다.

한 개인으로서, 그것도 전쟁 상황에서 7년간이나 일기를 쓸 수 있다는 것은 깊은 인내와 투철한 자기관리의 의지 없이는 불가능한 것이다.
더구나 《난중일기》는 단순히 자신의 개인사만이 아닌 임진왜란 7년 동안의 상황을 가장 구체적으로 알 수 있는 사료로서 전란(戰亂)의 전반에 대해 기록했으며, 군사에 대한 전략·전술회의·지형정찰·군사훈련·비밀훈련 등의 기록이 생생히 담겨있다.

그림 1-15. 난중일기 초고본 필치

비록 그것이 조선의 국난 중에 생사를 걸고 싸운 전쟁기간의 기록이지만, 그 문장은 간결하면서도 진실 하여 충효(忠孝)와 신의(信義)의 표본을 제시함으로써 후인들에게 큰 귀감이 된다.

일기의 내용을 보면 이순신의 인품과 인간적인 고뇌, 나라에 대한 깊은 충정 등이 곳곳에 드러나 있다. 공사(公私)의 구분과 공무의 처리가 매우 빈틈이 없으며, 부하에 대한 사랑과 상벌이 분명하고 엄정하다. 이외에도 국정에 대한 솔직한 감회의 기록 등이 무인다운 웅혼(雄渾)한 필치(筆致)로 그려져 있어 예술품으로서의 가치도 뛰어나다.
한 영웅적인 인물의 전기를 연구함에 있어서도 《난중일기》는 손색이 없다. 전쟁기간에서 출세의 과정·투옥·고문·백의종군 등의 모진 풍파와 역경의 인생에서도 끝내 전쟁에서 승리한 자의 기록이기 때문이다. 또한 그 당시의 정치·경제·사회·군사 등 여러 부문에 걸친 기사와 자신이 출전한 해전에서의 상세한 전투기록 등은 임진왜란과 수군의 역사를 연구하는 데 있어 중요한 자료이다.
이러한 이유로 《난중일기》는 전쟁을 이겨낸 장수이자 전쟁 수행자의 수기(手記)이므로 그 자체로서도

충분한 가치가 있을 뿐만이 아니라, 그의 사적을 연구하거나 임진왜란을 연구함에 있어서 가장 중요한 사료라 하지 않을 수 없다.

이처럼, 이순신 장군이 7년 전쟁의 과정을 일기로 기록한 《난중일기》를 통하여 그의 투철한 역사의식을 발견할 수 있다.

(3) 이순신의 위상

1) 세계속의 이순신

이순신은 서양 사학자들에게 잘 알려지지 않고 있다. 이순신은 전략적 상황을 널리 파악하고 해군전술의 비상한 기술을 가지고 전쟁의 유일한 참 정신인 불굴의 공격원칙에 의하여 항상 고무된 통솔원칙을 겸비하고 있었다. 그의 맹렬한 공격은 절대로 맹목적인 모험이 아니었다. 영국인에게 Nelson,과 견줄 수 있는 해군제독이 있다는 사실을 시인하기는 힘든 일이지만 이순신이 동양의 위대한 해군사령관이라는 것은 틀림없는 일이다.

<영국 해군준장, 조지 알렉산더 발라드>

"천지를 주무르는 재주와 해를 다시 손 본 공로다"

<명나라 수군제독, 진린>

옛부터 장군으로서 묘법을 다한 자는 한둘에 그치지 않는다. 해군 장군으로서 이를 살펴보면 동양에서는 한국의 이순신, 서양에서는 영국의 NELSON(1758-1805)을 들지 않을 수 없다. 불행히도 이순신은 조선에 태어났기 때문에 서양에 전하지 못하고 있지만 임진왜란의 문헌을 보면 실로 훌륭한 해군장군이다. 서양에서 이에 필적할 자를 찾는 다면 네덜란드의 Ruyter Michiel(1607-1678) 이상이 되어야 한다. 넬슨과 같은 사람은 그 인격에 있어서도 도저히 어깨를 견줄 수가 없다. 장군(이순신)의 위대한 인격, 뛰어난 전략, 천재적 창의력, 외교적인 수완 등은 이 세상 어디에서도 그 짝을 찾을 수 없는 절세의 명장으로, 자랑으로 삼는 바이다.

<일본 해군준장, 사토 데쯔라로>

"나를 넬슨에 비하는 것은 가하나 이순신에게 비하는 것은 감당 할 수 없는 일이다"

<승전 축하연 답사에서-일본 해군제독, 토고 헤이하찌로>

토고헤이하찌로

"이순신의 죽음은 마치 넬슨의 죽음과 같다. 그는 이기고 죽었으며 죽고 이기었다"

<출처 : 朝鮮役(조선역)- 일본 석학, 토쿠토미 테이이찌로>

이순신은 청렴한 인물로, 그 통솔력과 전술능력으로 보나 충성심과 용기로 보나이러한 인물이 실재(實在)했다는 자체가 기적이라고 할 수밖에 없는 이상적 군인이었다. 영국의 넬슨 이전에 있어서의 이름난 장수이기도 하거니와 세계 역사상 이순신만한 사람이 없으며, 이 인물의 존재는 조선에 있어서까지도 잊혀지지 않겠지만, 도리어 일본 사람의 편에서 그에게 존경심이 계승되어, 명치유신 기간에 해군이 창설되기까지 하였으니, 그 업적과 전술이 연구되어져야 한다.

<역사 작가, 시바 료타로(司馬遼太郎)>

고니시, 시마즈 등은 이순신이 죽은 줄도 모르고 싸우다가 또 패주했다. 이야말로 죽은 제갈(諸葛孔明)이 살아 있는 중달(仲達)을 쫓은 것이나 다름없다. 싸움이 그치자 그제서야 비로소 이순신의 죽음을

안 진린은 놀라고 배에 엎어지기 세 번이더니 탄식하기를 “실로 그만한 자 고금에 다시없다!”고 하였다. 죽음으로써 나라를 지킨 그 충렬(忠烈). 조선왕조는 쇠망하기 시작하여 3 백년 뒤 일본에 합병 되었다. 하나, 호걸 이순신의 영명(英名)은 천추에 길이 빛날 것이다.

<(이조사 대전)저자, 아오야 나기(青柳南冥)>

도고가 혁혁한 전공을 세운 것은 사실이지만, 이순신 장군과 비교하면 그 발가락 한 개에도 못 따라간다. 이순신에게 넬슨과 같은 거국적인 지원과 그 만큼의 풍부한 무기와 함선을 주었다면, 우리 일본은 하루 아침에 점령을 당하고 말았을 것이다. 대단히 실례인 줄알지만, 한국인들은 이순신 장군을 성웅이라고 떠받들기만 할 뿐 그 분이 진정으로 얼마나 위대한 분인가 하는 것은 우리 일본인보다도 모르고 있는 것 같다.

<일본 해군 전략 연구가, 가와다 고오(川田功)>

2) 대한민국 속의 이순신

우리 역사상의 장수들로서 보통 때에 조그만 적을 만나 공로를 세우고 이름을 날린 이는 많았지만 공과 같은 이는 나라가 고작 쇠약해지고 전쟁을 꺼려하는 때를 당하여 천하에 더할 수 없이 강한 적을 만나서 크고 작은 수십 번 싸움에 모조리다 이겨내어 서해를 가로막아 적들이 수륙으로 병진할 수 없도록 하여 나라를 다시 일으키는 근본을 삼은 것이니, 저 한 때의 공을 세운 신하들로서는 따를 수 없는 일이다. 더구나 그의 몸을 세우는 절개와 국란에 죽는 충성과 또 행군하고 용병하는 묘리며 복잡한 사무등을 처리하는 지혜는 이미 다 보고 아는 일이라 비록 옛날의 명장이나 어진 장수들로서 백년에 한 둘 밖에 나지 못하는 그런 인물로도 이 분을 넘어 설 이는 없을 것이다.

<조선시대 인조때 대제학,이식>

나는 그대를 버렸건만 그대는 나를 버리지 않았다. 일등공신으로 뽑았건만 포상이 오히려 부족하다.

<조선시대 제14대왕, 선조>

절개에 죽는다는 말은 예부터 있지마는 제 몸 죽고 나라 살린 것 이분에게서 처음 보네.

<조선시대 제19대왕, 숙종>

내 선조께서 나라를 다시 일으킨 공로에 기초가 된 것은 오직 충무공 한 분의 힘, 바로그것에 의함이라. 내 이제 충무공에게 특별한 비명을 짓지 않고 누구 비명을 쓴다 하랴. 당나라 사직을 안정시킨 이성과 한나라 왕실을 회복시킨 제갈량을 합한 분이 충무공이다.

<조선시대 제22대왕, 정조>

제22대왕 정조

공은 엄하고 진중하여 위풍이 있는 한편 남을 사랑하고 선비에게 겸손하며 은혜와 신의가 분명하고 식견과 도량이 깊어 기쁨과 노여움을 잘 나타내지 않았다. 일찍이 하는 말이 “대장부 세상에 나서 쓰이면 죽을 힘을 다해서 충성할 것이요. 쓰이지 못하면 농사짓고 살면또한 족한 것이니 권세있는 자에게 아첨하여 뜬 영화를 탐내는 것은 나의 부끄러워 하는바라” 하였다.

<조선시대 인조때의 승지, 최유해>

이순신은 수근 한 선비와 같았으며 말과 웃음이 적었다. 재주는 있으되 명이 없어 그 가진재주의 백에 하나도 미처 펼치지 못했다.

<이순신의 벗이며 영의정,유성룡>

1-4. 거북선

(1) 세계 최고의 돌격선 거북선

군선의 전투능력은 외형보다 내부구조에서 나온다. 그것은 아무리 잘 훈련된 병사들이라도 그들의 능력을 발휘할 수 있는 선내구조가 마련되어 있지 않다면 전투능력을 발휘할 수 없기 때문이다.
거북선은 중국과 일본 군선의 장점을 취하고 단점을 보완한 판옥선을 운용하다가 왜군의 돌입전술과 백병전술로부터 피해를 최소화하기 위해 창안된 군선이었다. 이 점을 감안할 때 거북선의 내부구조는 전투원의 전투능력을 최대화할 수 있는 구조가 밝혀져야 한다.

불행하게도 거북선 관련 수많은 연구는 거북선 찬미에 중점을 두었을 뿐, 그러한 전과를 가져오게 한 거북선 내부구조를 논리적으로 규명한 연구 결과물은 전무하다고 볼 수 있다.
지금까지 거북선의 기본구조에 대한 정설로 받아들여지고 있는 학설은 본체와 상장으로 나뉘는 2층 구조설이다. 거북선 2층 구조설을 뒷받침하는 자료는 거북선의 외형도면과 외형만을 설명한 설명문이다. 학계의 학설대로라면 전투상황에서 거북선은 우리가 알고 있는 전과를 낼 수 없다.

"이순신이 본영에 있을 때 늘 왜구를 근심하여 새로운 제도에 따라 배를 만들었다. 배 위를 판자로 덮어 마치 엎드린 거북과 같고, 노를 젓는 자는 그 5안에 있는 女牆이 가로막고 있는 것 같으며, 좌우 전후로 화포를 많이 싣고 종횡으로 적진을 출입하여 마치 베 짜는 북과 같기도 하고 오리 같기도 했다."(『再造藩邦志』 2)

거북선은 돌격선이므로 적진을 종횡으로 출입하여 적의 전열을 무너뜨리는 것이 주 임무였다. 그러기 위해서는 빠른 속도로 운행하면서 화포를 구사할 수 있어야 한다. 거북선은 군선이므로 선박의 운행요원만 필요로 하는 공·사선과 달리 노군·사수·포수를 반드시 승선시켜야 한다. 전투시에 처하면 그들은 다른 사람을 방해하거나 방해받지 않고 고유임무를 수행할 수 있는 장소가 필요하다.

만일 거북선이 기존의 학술대로 2층 구조였다면 같은 장소에서 노를 젓고, 활을 쏘며, 포를 쏘았을 것이다. 전투상황에 처하게 된 거북선은 노 젓고 활과 포를 쏘는 3행위가 일시에 이루어졌어야 한다.
그러나 그것은 2층 구조로는 불가능하다. 2층 구조에서 포를 쏘기 위해서는 젓고 있던 노를 뽑아낸 후, 櫓窓을 닫고, 동차에 실린 총통을 방패 쪽으로 옮긴 후, 고각과 거리를 조준한 다음 포가 움직이지 못하도록 고정시키고 심지에 불을 달려 탄환을 발사시키는 과정을 반드시 거쳐야 한다.
이러한 과정을 거치는 시간은 결코 짧은 시간이 아니다. 그동안 적선이 이미 우리 군선에 접근하여 조총이나 활로 공격하고 도끼로 선체를 부수고 선내로 돌입하는 것이 가능하다.

2층 구조의 거북선으로서는 3행위(노를 젓고, 활과 포를 동시에 사용하는 전투행위)를 동시에 수행할 수 없다. 즉 동일한 한 갑판 상에서는 櫓를 저으면 포를 쏠 수 없고, 포를 쏘면 노와 활[弓]을 사용할 방법이 없다. 그것은 우리가 알고 있는 거북선의 활약상에 배치되는 것이며, 2층 구조의 거북선을

갖고 출전했다면 절대로 승전하지 못했을 것이다.
그 동안 우리는 거북선을 민족의 위대한 유산으로 찬양해 왔지만 정작 그 활약을 뒷받침해 줄 군선의 내부구조를 간과함으로써 거북선이 군선으로서 반드시 갖추어야 할 기본기능을 무시해 온 것이다.

임진왜란 당시 거북선은 실전에서 3행위가 동시에 큰 무리 없이 행해져 "거북선 제도는 승첩에 더욱 긴요하다"는 평가를 받게 된 것이다. 거북선의 전투 삼행위가 바로 승첩의 요인이었다.

『증보문헌비고』에 다음과 같은 중요한 기록이 있다. 1740년(영조 16) 田雲祥이 海鶻船을 새로 만든 후 "우리나라에 전래되어 온 전선은 모두 삼층板屋을 설치하였고 사면은 모두 楯窓을 설치하고 있다"는 보고를 왕에게 한 바 있다. 여기서 말하는 전선이란 전투를 목적으로 한 군선의 보통명사이다. 이에 따르면 거북선도 전투를 목적으로 제작된 전선의 일종으로 판옥선과 동일하게 3층 구조를 하고 있었음이 분명하다. 그것은 거북선이 만들어질 때 판옥선의 장점을 취하고 단점을 보완했다는 사실과 일치되는 것이다. 판옥선의 기본구조는 본체·옥내·옥상으로 구분되어 있다. 판옥선의 전투임무별 구역 기능은 다음과 같다.

- 본체 : 군량·항해기구·무기 등 적재 창고와 군졸의 침실
- 옥내 : 노군·사수의 전투장소
- 옥상 : 포군·신호수의 전투장소

거북선도 판옥선과 동일한 구역에서 임무를 수행했다. 단지 거북선의 구조가 판옥선과 다른 점은 판옥선의 옥상이 개방되어 있다면 거북선의 옥상은 覆板으로 덮여 있었다.
기존의 판옥선은 3층, 즉 옥상에 배치되었던 砲軍과 信號手 중 적의 조총에 의해 死傷者가 발생했고 돌입한 왜군에 의해 인명피해가 종종 발생했기 때문에, 이를 防止하기 위해 이순신은 거북선의 屋上을 판자로 덮고, 그 위에 송곳칼[錐刀]을 꽂아 적의 돌입을 저지하고 조총으로부터 우리 승조원의 안전을 도모했다. 이와 같이 판옥선의 장점을 취하고 단점을 보강한 것이 거북선이다.

(2) 거북선의 구조와 성능

1) 상갑판

상갑판은 화기를 사용하는 포수와 신호수가 활동하는 공간이다.

조선 후기의 문헌에 "조선의 군선은 모두 3층으로 구분되어 있다"는 것은 갑판 위에 상갑판이 또 설치되었음을 뜻한다. 거북선의 상갑판은 복판으로 덮여있었다. 복판으로 덮여 있는 상갑판은 조선 수군의 주력무기였던 각종 총통이 위치해 있던 곳이다.

『충무공전서』의 거북선 설명은 임란 당시 활약한 거북선이 아니라 『충무공전서』가 발간될 당시인 정조 때 거북선을 설명한 것이다. 그러나 그 속에는 임란 때 거북선의 구조가 상당부분 남아 있다.

> "배 위에는 판자를 덮고 판자 위에는 십자로 좁은 길을 내어 사람이 겨우 다닐 수 있게 했다. …… 총구멍[銃穴]은 전후좌우에 각각 여섯 개로 큰 탄환을 쏜다. 복판(覆板) 위에 거북 무늬를 그렸고 복판 좌우에 각각 문이 2개 있으며, 거북 머리 아래 총구멍이 2개, 舷板 좌우에 총구멍이 각각 1개, 현판 난간 좌우에 총구멍이 10개, 복판 좌우에 총구멍이 각각 6개, 좌우 노는 8개다."(『충무공전서』 권수 귀선도설)

위 기록은 임진왜란 당시 거북선의 활약이 출중했다는 평가에 따라 거북선이 돌격선의 임무에서 일반전선의 임무로 전환되면서 선체가 커지고 무장도 증가되었을 때의 모습이다. 임란 당시 거북선은 상갑판에 총통 6개가 설치되었다. 그래서 덮개인 복판에 총혈 6개가 나 있었다고 영조 때 영남균세사 박문수는 다음과 같이 증언하고 있다.

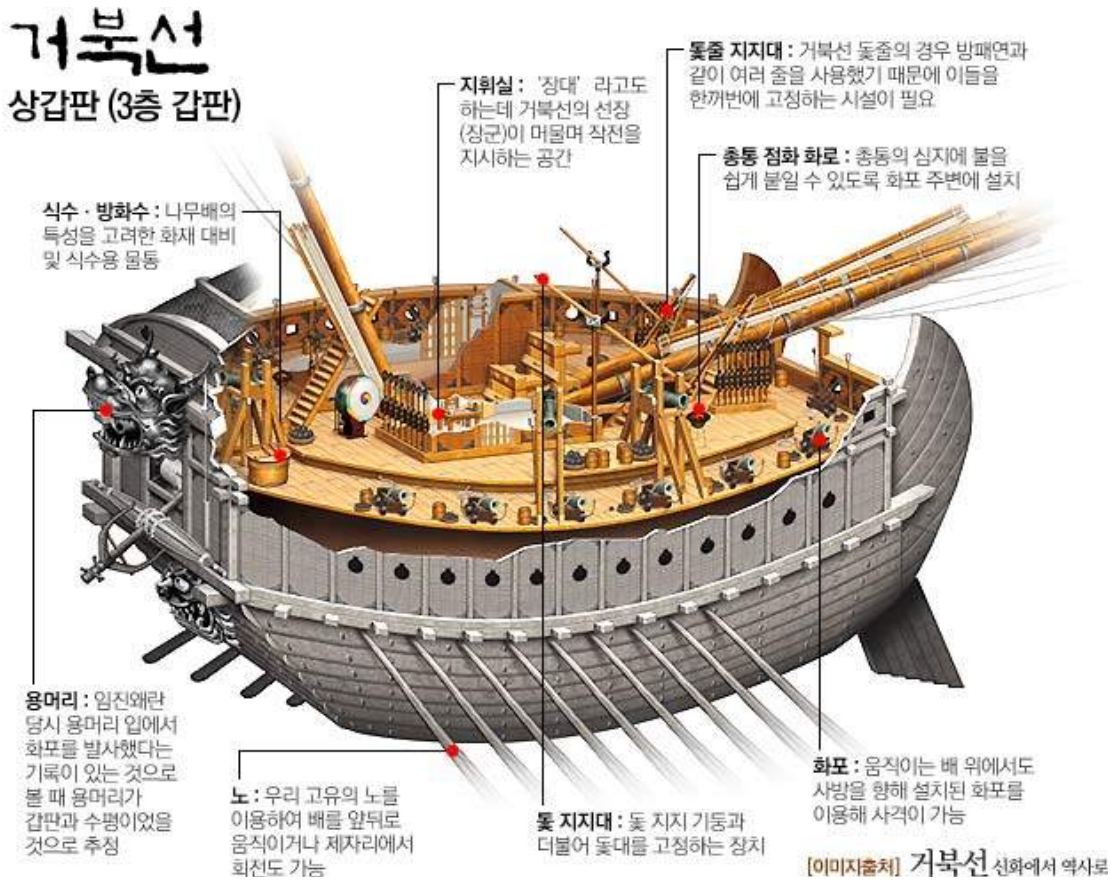


그림 1-16. 거북선의 상갑판

"신이 충무공 이순신의 기록을 보았더니 거북선의 좌우에 각각 6개의 총혈이 나 있었는데, 지금은 각각 8개의 총혈을 내었으니, 거북선이 종전에 비해 지나치게 커진 것을 알 수 있습니다."(『영조실록』 27년 2월 기축)

박문수의 증언에 따르면 임란 때 거북선은 복판에 총혈 6개가 있었다는 사실로 보아 상갑판 위에 총통을 설치했음이 분명하다. 총혈 6개에서 8개로 증가한 것은 거북선이 돌격선에서 판옥선과 같은 화력전선의 임무로 전환된 것을 의미한다. 『증보문헌비고』에도 이와 같은 기록이 있다.

"이순신이 지혜로 대선을 창작했는데, 모양이 엎드린 거북과 같으므로, 이름을 거북선이라 했다. 그 제도는 …… 앞은 용두이고 뒤는 거북꼬리인데, 모두 총구멍이 있으며, 전후좌우 각각 6곳에서 큰 탄환을 쏜다."(『증보문헌비고』 120 주사, 조선)

『충무공전서』에 도면으로 제시된 거북선은 통제영 거북선과 전라좌수영 거북선이다. 두 거북선 중 임란 당시 출전한 거북선의 선제가 남아 있는 것은 전라좌수영 거북선이다. 전라좌수영 거북선 복판의 총혈 6개가 바로 거북선의 3층구조를 설명해 주는 단서이다.

거북선의 포가 상갑판에 위치했었다는 것은 판옥선의 장점, 즉 높은 곳에서 아래로 화포를 발사하여 사정거리를 멀게 하고 명중률을 높이기 위한 이순신의 지혜였으며, 좁은 공간에 전투인원을 적절히 분산하여 전투효율을 높이기 위한 계책이기도 했다. 동시에 포 요원의 안전을 위해 상갑판에 복판을 씌웠다. 그러나 복판은 포수의 안전에는 큰 도움을 주었지만 지휘통신이나 총통 발사 때 분출하는 화염은 포수의 시야를 가리는 결점이 되었다. 이러한 결점을 해결한 것이 복판 위에 추도를 꽂지 않은 십자로였다. 원래 십자로는 범(帆)을 오르고 내리기 위한 작업 장소였다. 그러나 범주를 눕히고 세우는 통로를 전투 때

개방해 놓음으로써 총통 발사 때 분출된 화염을 신속히 배출하는 굴뚝의 역할을 할 수 있게 했다.

이순신은 전투요원의 전투능력을 최대로 발휘할 수 있도록 거북선의 구조를 3분하여 운용되도록 했다. 즉 1층인 선체는 군량·무기창고와 군졸의 침실로, 2층인 갑판은 노군과 사수의 전투장소로, 3층인 상갑판은 포수들의 전투장소로 운용했다. 이순신이 거북선을 돌격선으로 운용한 결과 그 전술적 효용성은 다음과 같이 나타났다.

"거북선 제도는 배 위에 큰 판자를 덮고, 판자 위에는 십자 모양의 작은 길을 두어 사람이 다니도록 하고 나머지는 錐刀를 꽂아 사방에 발붙일 곳이 없게 하였다. …… 銃穴이 좌우 각각 6곳으로 큰 탄환을 쏜다. 적을 만나면 띠를 엮어 위를 덮어 錐刀를 가리니, 먼저 온 적이 배에 오르려고 하면 추도에 빠지고, 뒤따라온 왜선이 포위하려 하면 일시에 총통을 발사하여 향하는 곳마다 적선을 깨뜨리니, 크고 작은 해전에서 공을 거둔 것이 매우 많았다."

그러나 속도향상을 위해 판옥선보다 선체를 작게 만들 수밖에 없었던 거북선은 판옥의 측면[현측]을 낮추게 됨으로써 전투 시 활쏘기에 불편한 단점이 노출되었다. 이것은 시급히 해결되어야 할 문제였다.

2) 갑판

갑판은 노군(櫓軍)과 활을 쏘는 사수가 활동하는 공간이다.

信防 혹은 牌欄 안에 설치된 갑판은 노군과 사수들의 활동장소이다. 선내 중앙부에 위치하는 갑판의 외부는 방패 역할을 하는 女檣으로 둘러져 있어 비교적 안정성이 보장된 곳이다.

평시에는 선장과 군관들의 침실, 선내 식당으로 사용되다가 전시에는 노군과 사수가 위치하여 전투에 임하는 곳이다. 노군과 사수들은 방패 위에 설치된 弓窓으로 적의 기동을 관찰하면서 노를 젓고, 활을 쏘는 데 이용했다.

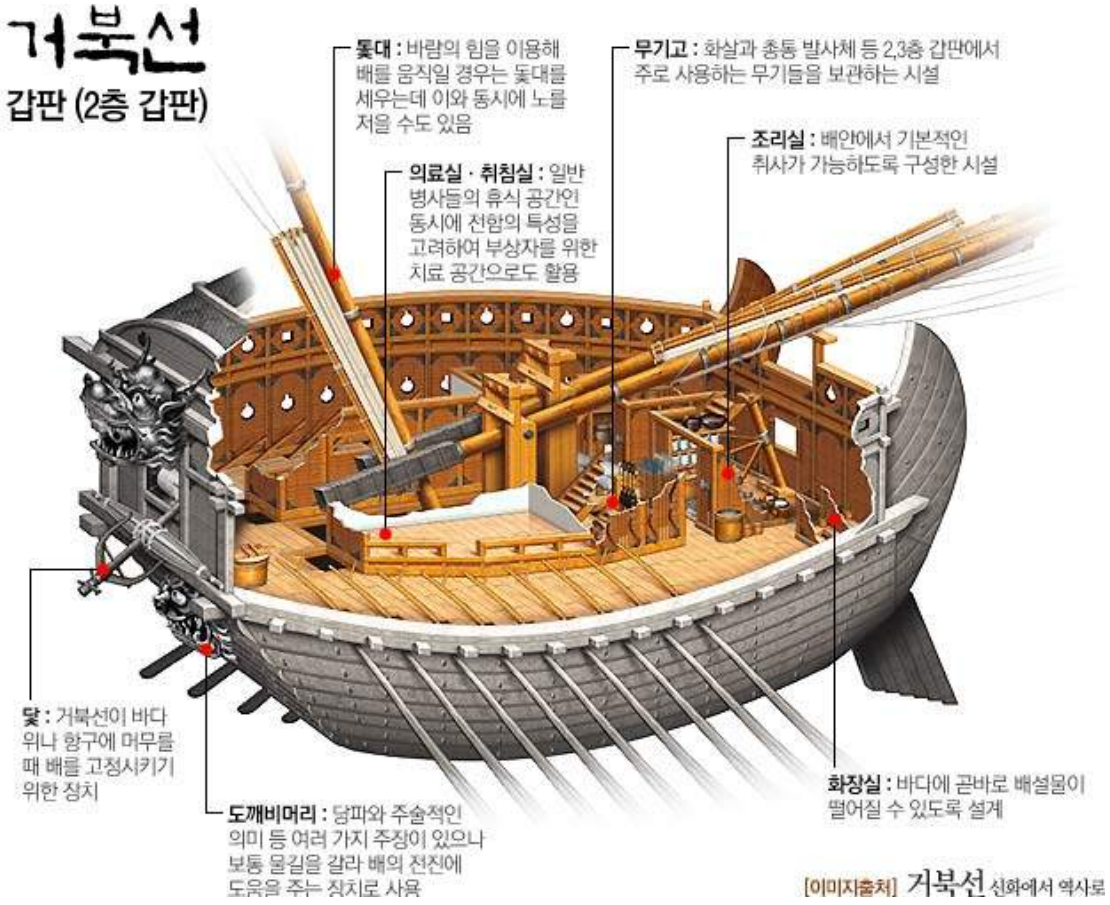


그림 1-17. 거북선의 갑판

3) 본체

군량・무기・항해기구의 창고와 침실이 있는 공간이다.

거북선은 군선임으로 여타 군선이 갖고 있는 기본임무를 수행했다고 간주해도 무리가 없을 것이다. 전시상황에 임한 수군들은 선상생활을 원칙으로 했다.

출항 전에 수군들은 선상생활의 필수품인 군량(군량미, 찐쌀, 味食, 식수 등), 항해에 필요한 각종 항해기구(노와 예비 노, 밧줄, 각종 신호기 등), 전투에 필요한 무기(각종 화포, 활과 화살, 탄환과 화약 등)를 선내에 적재, 보관했다.

수군들은 평상시 생활필수품, 항해기구 그리고 각종 무기를 군선의 아래 부분인 본체에 종류별로 적재하여 보관했다가 용도에 따라 2층과 3층에서 활용했다. 또 대부분의 군졸들은 선체에 침실이 정해져 있어 근무시간을 제외한 시간에는 선체 내부에서 생활했다.

그림 1-18. 통영시 중앙시장 입구 강구안에 설치된 거북선

그림 1-19. 통영시 강구안에 전시된 거북선 모형 내부 모습

(3) 역사 속의 거북선

우리 역사 속에 거북선이 등장하게 된 것은 조선 초기이다. 1413년(태종 13)에 "국왕이 임진도(臨津渡)를 지나다가 거북선(龜船])과 왜선(倭船)이 서로 싸우는 상황을 구경하였다."(『태종실록 』권 25, 태종 13년 2월 계사)는 기록이 있다.

또 1415년(태종 15년)에는 좌대언(左代言) 탁신(卓愼)이 올린 상소 중 병비(兵備)에 대한 내용에 "거북선은 많은 적과 충돌하여도 적이 능히 해하지 못하니 가히 결승(決勝)의 좋은 계책이라고 하겠습니다. 다시 견고하고 교묘하게 만들게 하여 전승(戰勝)의 도구를 갖추게 하소서."(『태종실록』권30, 태종 15년 7월 을미)라고 한 것으로 보아 이미 조선 초기에 거북선에 대한 구상이 있었던 것 같다. 그러나 어떤 형태와 규모였는지에 대해서는 자세히 적혀 있지 않아서 알 길이 없다.

그 후 180여 년간 거북선에 관한 기록이 보이지 않다가 이순신이 쓴 임진왜란 당시의 일기인 『난중일기』2월 8일 기사에 "거북선에 사용할 돛베 29필을 받다"라는 기록이 있고, 이후 3월 27일에는 거북선에서 대포 쏘는 것을 시험하였으며, 4월 12일에는 식후에 배를 타고 거북선의 지·현자포를 쏘아 보았다는 기록이 있다. 또 이순신이 해전에서 승리한 후 올린 장계 등에도 거북선에 대한 언급이 있다.

신이 일찍이 왜적의 난리가 있을 것을 걱정하고, 특별히 거북선을 만들었는데 앞에는 용의 머리를 붙여 아가리로 대포를 쏘고 등에는 쇠못을 꽂았으며, 안에서는 밖을 내다 볼 수 있어도 밖에서는 안을 들여다 볼 수 없고 비록 적선 수백 척 속에서도 뚫고 들어가 대포를 쏘게 되었는데 이번 길에 돌격장이 그것을 타고 나왔습니다. · · · · · · · 먼저 거북배로 하여금 적의 층루선 아래로 곧 바로 다다르게 하여 용의 아가리에서 현자대포알과 황자대포알을 치켜 놓았습니다. 또 천자대포와 지자대포에서 대장군전을 놓아 적선을 깨어 부수었습니다.

(1592년 6월 14일 당포해전 장계)

이번 전투에 돌격장이 거북선을 타고 나왔습니다. 먼저 거북배로 하여금 적 선단으로 돌진하게 하여 먼저 천자대포 그리고 지자대포, 현자대포, 황자대포 등 여러 가지 대포를 놓았습니다.

(1592년 6월 14일 사천해전 장계)

거북배로 하여금 먼저 돌입하게 하여 천자대포, 지자대포, 현자대포를 놓아 큰 적선을 꿰어 뚫고 돌격장이 탄 거북배가 또 적의 층각선 아래로 다다라 대포를 치켜 놓아 그 배의 대장이 앉아 있는 층각을 깨어 부수었습니다.

(1592년 6월 14일 당항포해전 장계)

한편 다른 문헌기록에 보면 당시 실현되지는 못하였으나 거북선의 유형에 속하는 배가 따로 구상된 예가 있다. 이미 이순신이 용맹을 떨치고 있던 1592년에 세자를 호종했던 이덕홍이 왕세자에게 올린 상소문에서 귀갑선의 전법과 귀갑선의 이로움을 아뢰고 있다. 그는 귀갑선의 체제를 "등에 창검을 붙이고 머리에는 쇠뇌를 매복시키고 중간부분에 판옥을 지어 사수를 그 속에 두고....."라고 하였고 또 "듣건대 호남의 장수들이 이것을 써서 적선을 크게 무찌르고 있다."고 언급한 뒤 이듬해 왕에게 올린 상소문에서 귀갑선의 구상도를 첨부하여 그것의 제작을 건의하고 있다.**(『간재집(艮齋集)』권2)**

우리가 흔히 말하는 거북선은 충무공 이순신이 건조한 전선을 의미한다. 그러나 지금까지 발굴된 여러 문헌에 등장하는 거북선은 일반적인 외부의 형태와 전투력에 관해서만 기록하고 있으며, 실제 건조에 필요한 세부적인 치수에 대해서는 기록한 것이 없다. 따라서 태종 때의 거북선과 이순신이 말한 거북선과의 관계도 확실히 알 수 없고, 단지 임진왜란 때 거북선이 이순신의 고안에 의해서 군관 나대용(羅大用) 등이 실제로 건조한 것으로 알려지고 있는 정도이다.

거북선이 임진왜란 때 돌격전선으로서 기능을 발휘함에 따라 전란 후에는 그 모양이 조금씩 변하여 용머리[龍頭]는 거북머리[龜頭]로 되고, 치수도 일반적으로 장대(長大)해지는 등 차차 크게 건조 되었

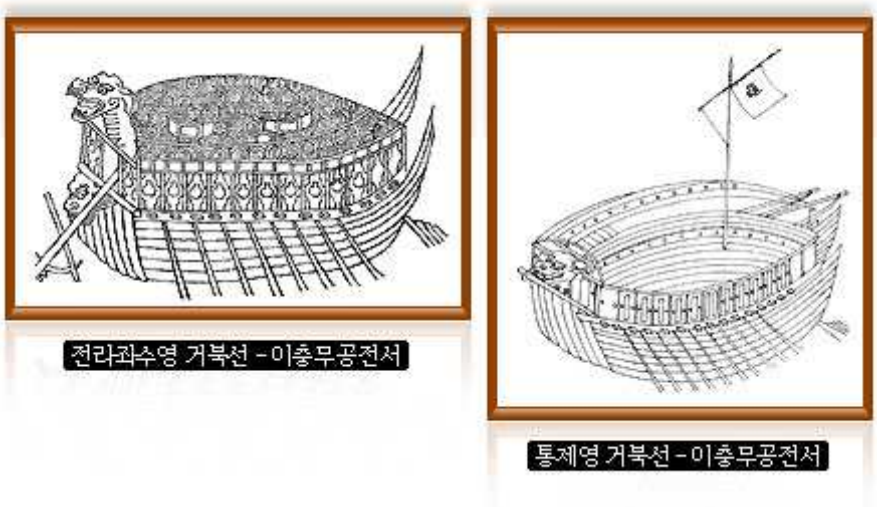


그림 1-20. 역사속의 거북선(전라좌수영)

데, 임진왜란이 끝난 후 200여 년이 지난 1795년(정조 19)에 정조의 명에 따라 이순신과 거북선에 관한 자료를 총망라하여 수집·정리하여 간행된 『이충무공전서(李忠武公全書)』에 '전라좌수영 거북선' 및 '통제영 거북선'의 그림과 함께 건조에 필요한 부분적인 치수가 어느 정도 기록되어 있다. 거북선의 연구에 있어서 가장 상세한 자료라 할 수 있다.

이밖에 이순신 종가를 비롯하여 몇 가지 거북선의 외형을 가름해볼 수 있는 그림 자료가 남아 있다. 먼저 이순신 종가집에서 소장하고 있는 거북선 그림 2장이다. 이 거북선은 『이충무공전서』의 거북선과는 또 다른 모양을 가지고 있다. 판옥선처럼 장대(將臺)가 존재하고, 용머리가 없는 것도 있어 일부 연구가들은 이 그림을 근거로 거북선의 머리가 안팎으로 움직일 수 있다고 주장하기도 하였다. 그리고 현재 10여종이 남아 있는 조선후기 수군조련도에 묘사된 거북선이다. 흔히 예전에 이순신의 학익진(鶴翼陣) 병풍으로 알려진 그림인데, 사실은 첨자진(尖字陣)의 진형을 짜고 조선 삼도 수군이 훈련하는 장면을 그린 그림이다. 이 그림에는 상당수의 장대가 있는 거북선이 그려져 있다. 이는 적어도 19세기 이후에 이러한 거북선이 일반화되었다는 점을 의미한다고도 볼 수 있다.

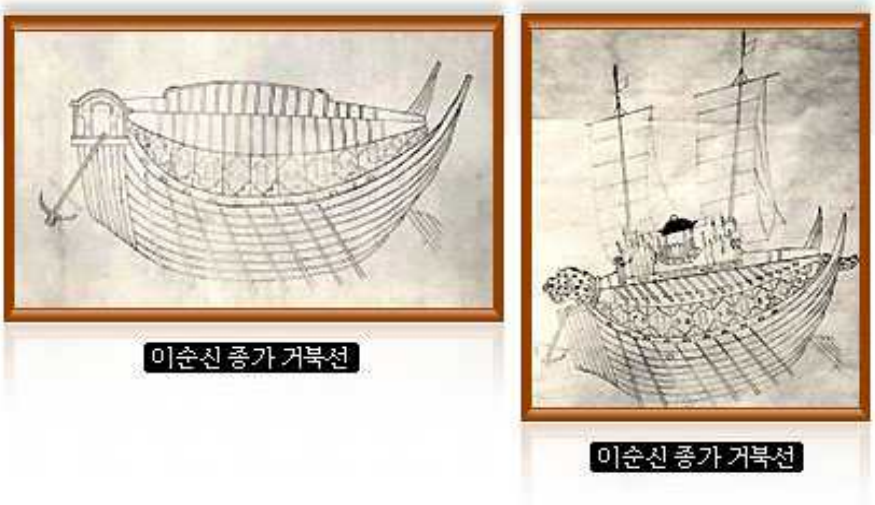


그림 1-21. 역사속의 거북선(이순신 종가). 연구자들은 용머리가 없는 것을 토대로 머리가 안팎으로 움직일 수 있다고 주장하기도 한다.

1-5. 거북선의 복원

(1) 거북선의 규모

임진왜란 당시 거북선의 크기에 대한 자료는 앞서 언급했듯이 여러 문헌자료를 통해 추론해본다면 어느 정도 가능하다.

1615년 권반이 작성하여 반포한 절목의 치수와 그로부터 70여년이 흐른 뒤인 당시(1687) 선박 크기가 제시되어 있는 『비변사등록』 숙종 13년 1월 1일 기사에 의하면,

> "領議政 金壽恒이 狀啓를 올린바 ... 忠武公李舜臣이 式을 定한 바의 것으로서... 乙卯年(1615년)에 巡檢使 權盼이 三南地方의 水軍을 按檢할 때 統制使와 여러 將帥와 늙은 卒兵들과 상의하여 한 배(船)에 싣는 軍器와 什物과 戰船의 길이와 너비를 일일이 勘定하여 狀啓를 써서 올린 후 節目을 반포하였는데, 統制使와 水使가 騎船하는 大船의 本板은 즉, 14把로 詳定하였으나 지금은 半把가 늘었고, 次船은 즉, 11把로 詳定하였으나 지금은 1-2把가 늘었고, 之次船은 즉, 10把 혹은 9把半으로 詳定하였는데 지금은 2-3把가 늘어나 그 크기가 점점 늘어났다. 1615년에 巡檢使가 亂이 지난 20년 후 그때에 利害關係를 따져서 詳細한 節目을 磨練하였다."
>
> **(《비변사등록》 41책, 숙종 13년 1월 1일조)**

이 내용은 임진왜란 당시 통제사나 수사가 승선한 대형 전선은 14파였으나 14파 반으로 커졌고, 그 다음 중형 전선은 11파에서 12~13파로 커졌으며, 마지막 소형 전선은 10파(9.5파)에서 12~13파(11.5~12.5파)로 커졌다는 것을 언급하고 있다.

물론 임진왜란 당시의 거북선이 중형 전선을 개장한 것인지 아니면 소형 전선을 개장한 것인지가 분명하지 않다. 다만 거북선 전체 길이의 가장 기준이 되는 저판장의 길이를 비교하면 김재근 교수가 지적한 바와 같이 현재의 복원 거북선은 1795년 당시 즉, 『충무공전서』에 나오는 거북선 치수를 근거로 제작한 것이다.

기존 연구 성과를 살펴보면 남천우는 『충무공전서』의 "좌우 현판은…일곱째 판자에 이르러선 길이가 113척이 되며…"의 내용을 토대로 거북선의 추정치수를 113척으로 하였으며, 최두환은 1795년식 귀선의 치수를 113척로 산출한 뒤 이를 토대로 1592년식 귀선의 길이를 93.4척으로 추정하였다. 또한 김재근은 『충무공전서』에 기술된 내용을 토대로 1795년식 귀선의 길이를 113척으로 산정하였다.

가장 최근의 연구 성과를 낸 이원식은 문헌사료 여러 곳에 산재하여 있는 거북선에 관한 기록인《亂中日記草》,《壬辰狀草》,《李忠武公全書》,《備邊司謄錄》,《영조실록》,《湖左水營誌》,《旅菴全書》,《李忠武公舜臣宗家龜船圖》등을 토대로 하여 임진왜란 때의 거북선이 정조때의 거북선에 비해 크기가 적었음을 논증하고 이를 토대로 1592년식 거북선의 구조, 형태, 주요치수를 추정하였다. 그 결과 1592년식 귀선의 추정치수를 84.1척, 1795년식 귀선의 추정치수를 109척으로 하였다.

참고로 3층 구조설을 주장하는 남천우·최두환, 2층 구조를 주장하는 이원식·김재근의 연구 성과에 나타난 거북선의 주요 구조와 치수를 『충무공전서』의 내용과 비교 정리해보면 다음과 같다(표 1-1).

결론적으로 임진왜란 당시의 거북선 치수는 중형일 경우 11파이고, 소형 전선을 개장했을 경우는 10파일 가능성이 높다고 할 것이다. 그러나 저판장을 기준으로 10파와 11파의 차이로도 저판의 길이가 5자, 약 1.5m나 차이가 나기 때문에 거북선 전체 크기까지 생각한다면 적지 않은 차이라고 하겠다.

이와 관련하여 이순신 종가 귀선도3)에 기술된 '귀선송'에는 "전라좌수영에서 거북배를 꾸몄으니, 본판장의 길이는 10파요, 배의 너비는 약 5파요, 선체의 길이는 13파요, 원문(방패문)은 26이요, ..." 4) 라는 내용이 나오고 있어 임진왜란 당시의 저판장을 10파(50척)으로 계산하여 전체 길이를 추정하는 것이 타당하다고 본다.

따라서 금번 제시하는 거북선의 크기는 10파로 설정하여 1795년의 거북선을 축소 비율로 적용한 이원식의 치수를 적용하였다.

표 1-1. 거북선의 주요 구조와 치수(선행 연구자들의 연구성과와 충무공 전서 비교)

구분		충무공전서	3층구조			2층구조		
			남천우	최두환		이원식		김재근
			1592 · 1795	1592	1795	1592	1795	1795
전체장		113	113	93.4	113	84.1	109	113
전체광			37.5	25.5~28.9	30~34	29	30	30~32
전체고			23	16.6~18.31	19.5~21.5	17.5	19.5~21.5	19.5~21.5
선체장			98	76.4	90	68	90	90
저판	저판조수		10개	10개	10개	10개	10개	10개
	저판장	64.8	64.8	55	64.8	50	64.8	64.81)
	저판두광	12	12	10.2	12	9.3	12	12
	저판요광	14.5	14.5	12.3	14.5	11.2	14.5	14.5
	저판미광	10.6	10.6	9	10.6	8.2	10.6	10.6
	저판 후		-	1.0	1.0	0.79	1.0	-
현판	현판조수	7개	7개	7개	7개	7개	7개	7개
	현판최하판장		68	57.7	68	-	68	68
	현판최상판장		113	93.4	113	-	113	113
	현판요고	7.5	5.5	6.4	7.5	6.15	7.5	7.5
	현판두고	4	4	-	7.5	-	7.5	7.5
	현판미고	7.5	7.5	-	7.5	-	7.5	7.5
	현판후	0.4	0.4	0.4	0.4	-	0.4	0.4
노판	노판조수		가로4개 세로7개	-	-	-	4판	-
	노판하광	12	12	-	-	-	-	-
	노판상광		16	-	-	선두광 13.1	선두광 17	-
	노판고	4	4	-	-	선두고 7.8	선두고 10.1	-
축판	축판조수		가로7개	-	-	-	7판	
	축판하광	10.6	10.6	-	-	-	10.6	10.6
	축판상광	14.5	14.5	-	-	선미광 11.2	선미광 14.5	14.5
	축판고	7.5	7.5	-	-	6.15 선미고 8.3	7.5 선미고 10.8	7.5
상부두광		14.5	16	-	-	-	선두광 17	-
상부요광			22.5(24)	20.4~23.8	24~28	22.6	29.3	24~28
상부미광		14.5	15.3	-	-	-	-	-
좌우 미익			15	-	-	-	10.6	-

구분		충무공전서	3층구조			2층구조		
			남천우	최두환		이원식		김재근
			1592 · 1795	1592	1795	1592	1795	1795
저면전장			98	-	-	-	-	-
전장구간수			14칸	-	-	-	-	-
각구간장			7	-	-	-	-	-
난패고		4.3	4.3	4.3	4.3	-	4.3	4.3
두광			29	-	-	-	-	
요광			34.5	상장 너비 25.5~28.9	상장 너비 30~34	30	상판부 30~32	상판부 30~34
미광			22	-	-	-	-	-
층고			7.5	-	-	-	-	-
2층 저면광			37.5	-	-	-	-	-
2층고			8	-	-	-	-	-
여장높이			-	2.6	2.6	-	-	-
포혈	본체		노판 좌우 각1개(2개)	-	-	-	-	-
	1층	귀선전면2개 좌우22개 좌우 복판 각 12개	귀선전면 2개 좌우 각 22개	-	좌우 각 10개	좌우 각 6개	귀선전면 2개 좌우 각 22개-10개	-
	2층		귀선전면 2개 좌우 각 12개	-	-	-	-	-
공간	본체		-	-	-	휴식 공간 및 화장실, 무기고		
	1층		휴식공간 · 무기고 24개 제14구간 주방 · 변소	-	-	-	-	-
	2층		제 5구간 좌우 각 1개 제12구간 좌우 각 1개	-	-	-	-	-
문		두면2개 좌우 각 12개	두면 2개 좌우 각 12개	-	-	-	두면2개 좌우 각 12개	-
가목수			15개	-	-	-	-	-
노	노수	10개	14~20개	14~16개	16~20개	12~16개	16~20개	16~20개
	인원		120명	96명	104명	-	-	80~100명
타	위치		12가목	-	-	-	-	-
	타목전장		26	-	-	-	-	-
	타장		12	-	-	-	-	-
	타폭		10	-	-	-	-	-
	타혈	1.2	-	-	-	-	1.2	-
돛	위치		제 4가목 제 8가목	-	-	-	-	-
	범주현관 간격	1.5	1.5	-	-	1.5		-
등판	좌우개판 사이의 간격	1.5	1.5	1.5	1.5	-	-	1.5
	좌우 각 개판조수		14~15	-	-	-	11판	-
	포혈위치 · 개수		제4판	-	-	-	좌우 각 6~12	-
	덮개 높이		-	5	5	-	-	-

다음은 배의 전체 넓이에 대한 부분이다. 이와 관련해 기존 연구자들의 산정 치수는 다음과 같다(**표1-2**).

표 1-2. 거북선의 전체 넓이

▸ 거북선 전체너비 치수(단위:척)

구분	남천우	최두환		이원식		김재근
	1592 · 1795	1592	1795	1592	1795	1795
전체너비	37.5	25.5~28.9	30~34	29	30	30~32

남천우는 도해사신선 설계도를 바탕으로 37.5척으로 추정하였고, 이원식은 1795년식 귀선을 30척으로 추정한 뒤에 이를 토대로 임진왜란 때의 거북선의 너비를 비율대로 축소 산정하였다. 이 부분에 있어서는 이원식의 판단한 내용이 타당하고 판단되어 이를 적용하였다. 거북선의 내부 구조와 관련이 있는 배의 전체 높이에 대해 기존 연구자들의 산정 치수는 다음과 같다(표1-3).

표 1-3. 거북선의 전체 높이

▸ 거북선 전체높이 치수(단위:척)

구분	남천우	최두환		이원식		김재근
	1592 · 1795	1592	1795	1592	1795	1795
전체높이	23	16.6~18.31	19.5~21.5	17.5	19.5~21.5	19.5~21.5

이 부분에서는 거북선의 내부구조와도 연관되어 있어 남천우와 최두환의 경우에는 3층 구조의 거북선을 주장하고 있고, 이원식과 김재근의 경우에는 2층 구조를 주장하고 있는 상황이기 때문에 남천우와 최두환이 산정한 높이가 더 크다고 하겠다.

『충무공전서』에는 선체의 높이와 너비 등 주요 치수는 분명치 아니하다. 舷欄에서부터 牌欄까지의 높이는 4.3척이라는 내용만이 기술되어 있는데, 이 치수를 근거로 김재근 교수를 비롯한 거북선 연구가들은 나름대로 높이를 추정했지만 타당성이 떨어진다고 하겠다. 금번 거북선 복원은 임진왜란 당시 군인의 키를 근거로 거북선의 높이를 추정하였다.

임진왜란 당시 대체로 임난 당시 좌의정이었던 유성룡은 평안도 군사 408명명의 키를 그의 문집에 적어 놓았다. 영변부 진관 관병 408명의 평균 키는152.7㎝ 였다. 또 최근에 토지박물관에 소장된 숙종대의 병적기록부를 보면 제주 속오군적에 오른 병사들의 평균 신장이 146.54㎝이라고 나와 있다.

당시 선장(船匠)들은 당시 군인의 키를 근거로 거북선의 높이를 재단한 것이 분명하기 때문에 이를 토대로 내부 높이를 추정할 필요가 있다.

특히 사수가 활을 쏜다고 했을 때 필요한 높이가 있기 때문에 이를 고려해야 한다. 당시 병사들이 활을 쏘는 모습을 보여주는 그림이 있는데, 이것은 김홍도가 그린 활쏘기 그림이다. 이 그림을 분석해보면 활의 쏘게 되는 경우에 정상적인 키보다 25~30㎝ 이상 높아짐을 알 수 있다. 결국 『충무공전서』에 언급된 4.3척으로는 내부에서 병사들이 활동할 수 없는 것이다. 앞서 언급했던 병사들의 키에도 못미치기 때문이다. 따라서 금번 복원에서는 거북선의 2층 높이는 병사들의 평균 신장에 활을 쏠 경우에 필요한 최소 높이를 고려하여 재산정하였다.

그림 1-22. 거북선 외부복원 모형

평균신장 152.7cm + 활쏘기25cm + 패란두께 36cm(1.2척) = 210(10cm이하절사)

또한 3층의 경우에도 같은 치수를 적용하되 거북선의 높이가 높아짐에 따라 무게 중심이 올라가는 것을 방지하지 위하여 최고점을 2.1m로 하여 곡면을 형성하도록 했다.

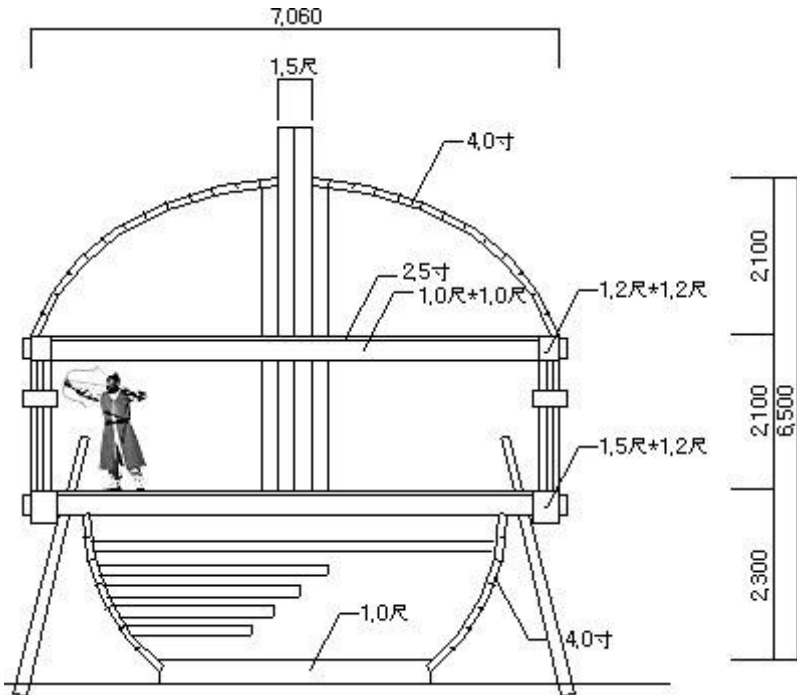


그림 1-23. 병사들의 평균 신장을 고려한 거북선 내부 단면도

(2) 거북선의 내부구조

거북선의 내부 구조에 관한 문제는 임진왜란 당시 이순신이 운용했던 거북선의 원형에 관한 연구와 논쟁 중에서도 가장 핵심이 되는 것이라고 할 수 있다.

또한 그만큼 연구자들 간에 의견 대립이 첨예하게 이루어지고 있으면서도, 단기간 내에는 어떤 모범 답안이나 합의된 결론이 도출되기 힘들 것으로 보이는 문제이기도 하다. 이것은 거북선에 대해 남겨진 자료가 모호하고 부족하기 때문에 앞으로도 풀리지 않는 난제가 될 가능성이 높다.

이 문제의 핵심은 과연 거북선의 선체 내부가 몇 개의 층으로 구분되어 있었고, 각층에 선실, 노와 노꾼(격군), 전투원 등이 어떻게 배치되어 있었는가에 관한 것이라고 할 수 있다.

다만 앞서 여러 측면에서 분석했듯이 거북선이 기본적으로 판옥선을 기초로 해서 위에 개판을 덮었다는 점에서 전투원과 비전투원이 구분되어 있는 판옥선과 같은 구조였을 것이고, 또 2층 구조와 같은 구조에서 격군과 포군이 전투를 원활히 수행할 수 없기 때문에 거북선의 전술적 운용에 큰 문제가 있었다는 점에서 3층 구조가 더 타당성이 높다고 하겠다.

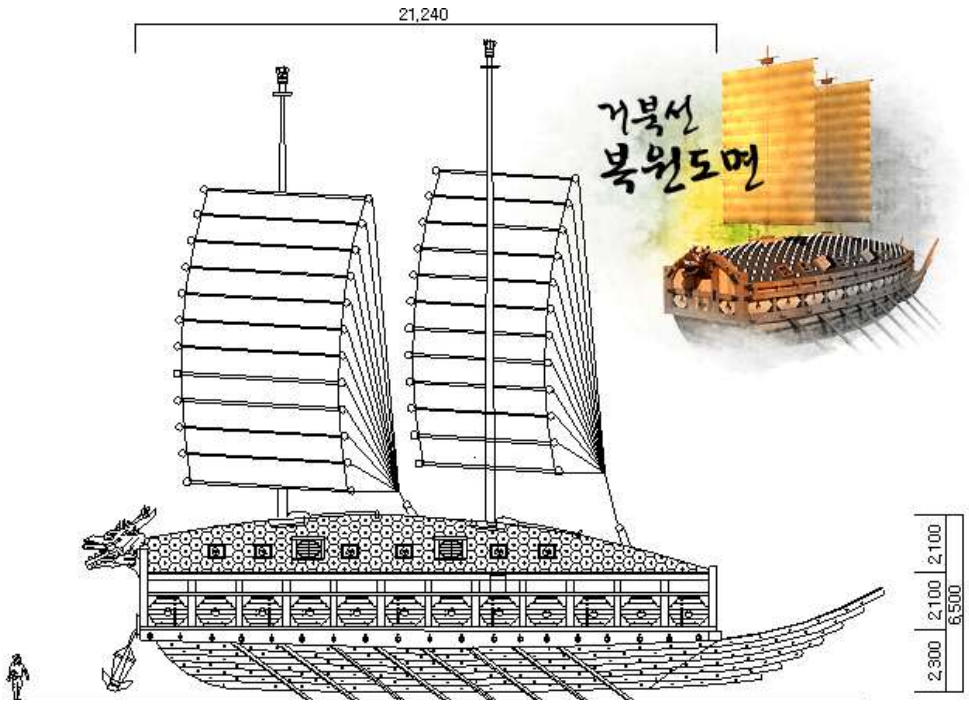
따라서 금번 복원작업은 3층 구조를 바탕으로 하여 구성하였으며, 각 층의 제원은 『충무공전서』의 내용과 당시 병사들의 신장을 고려하여 산정하였다.

(3) 거북선의 복원도면

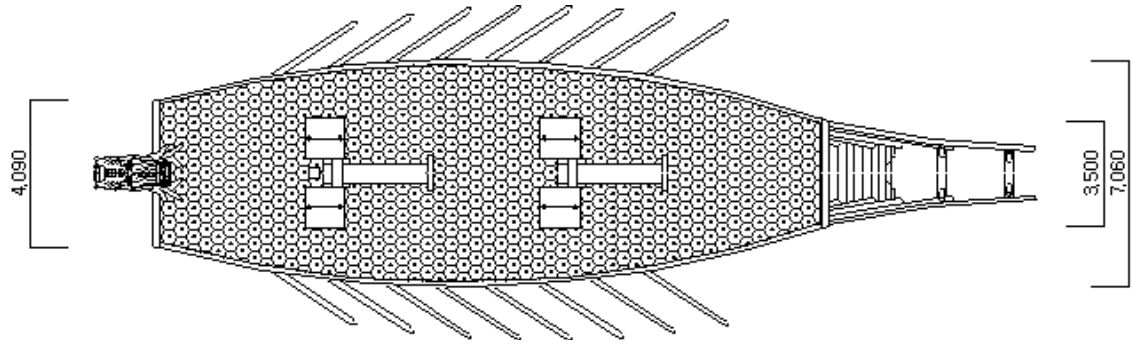
복원작업은 3층 구조를 바탕으로 하여 구성하였으며, 각 층의 제원은 『충무공전서』의 내용과 당시 병사들의 신장을 고려하여 산정하여 복원하였다고 한다.

그림 1-24. 거북선의 내부구조 복원모형

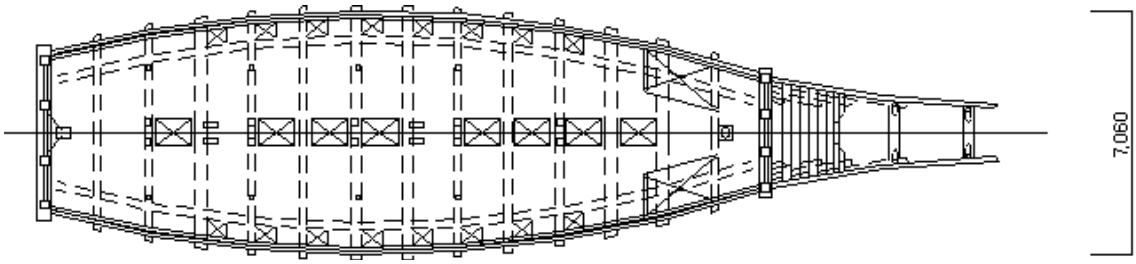
1) 거북선 입면도



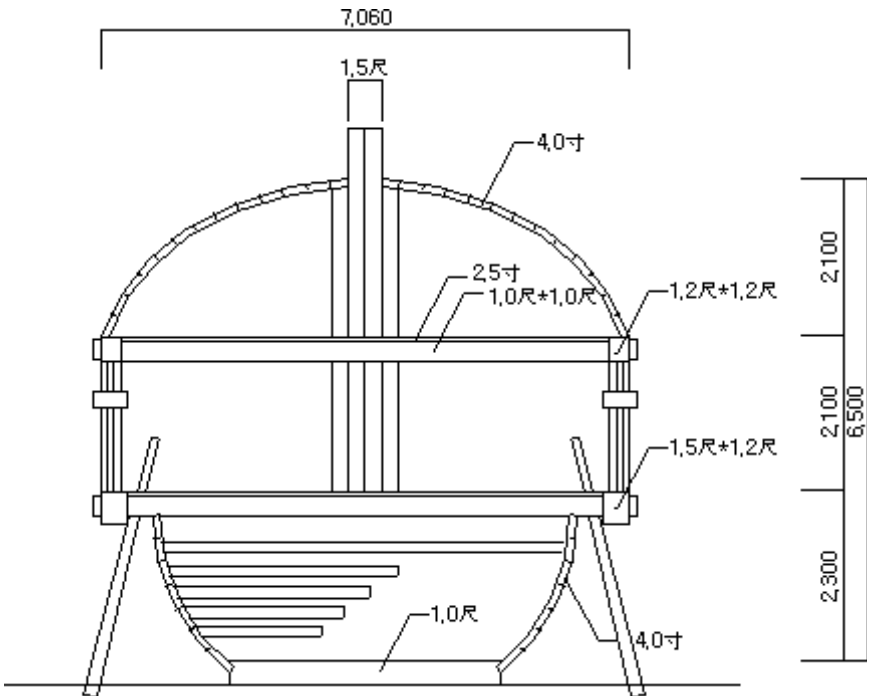
2) 거북선 평면도



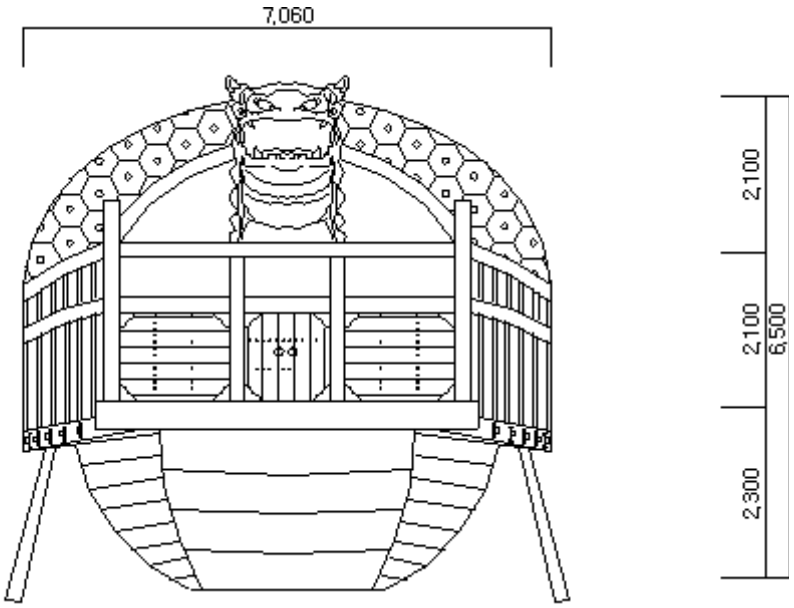
3) 거북선 포판 평면도



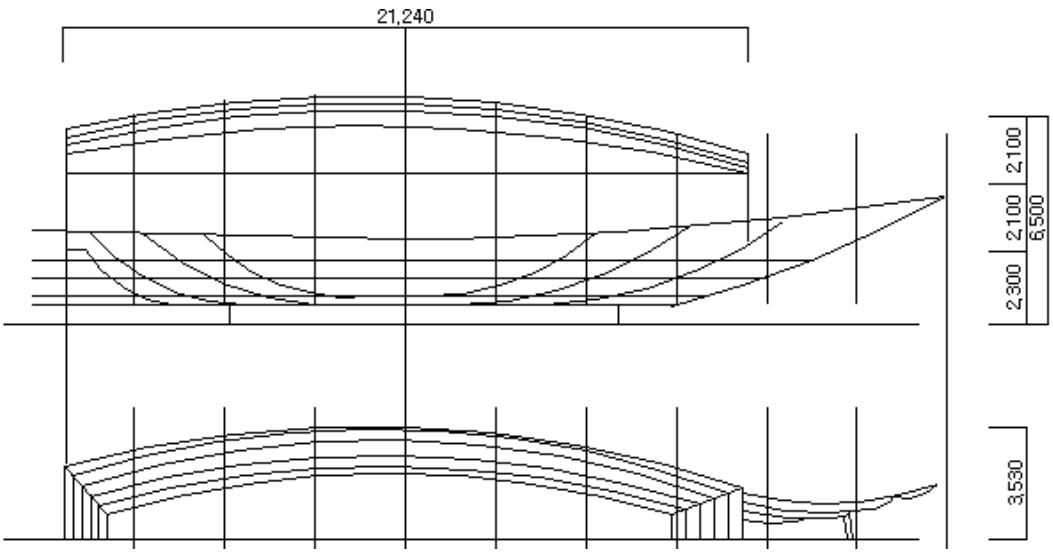
4) 거북선 단면도



5) 거북선 정면도



6) 거북선 선도



7) 거북선 치수 목록표

거북선 치수 목록표

기호	주요치수		개정안(단위:m)	비고
1	전장		26,27	전체길이
2	상장		21,24	상갑판 전체길이
3	상두광		4,09	상갑판 앞부분 폭
4	상요광		7,06	상갑판 중앙부분 폭
5	상미광		3,50	상갑판 뒷부분 폭
6	2층	상두고	2,10	상갑판 앞부분 높이
7		상요고	2,10	상갑판 중앙부분 높이
8		상미고	2,10	상갑판 뒷부분 높이
9	3층	상두고	1,21	앞부분 높이
10		상요고	2,10	중앙부분 높이
11		상미고	0,10	뒷부분 높이
12	판고		2,34	배뒷판 높이
13	삼고		2,34	배앞판 높이
14	원고		2,30	배의 중앙부분 높이
15	본판장		15,62	배밑판 길이
16	저판두광		2,91	배밑판 앞부분 폭
17	저판요광		3,50	배밑판 중앙부분 폭
18	저판미광		2,56	배밑판 뒷부분 폭
19	저판후		0,25	배밑판 두께

1-6. 판옥선

(1) 주력함선 판옥선

판옥선은 조선시대 명종 10년에 처음 개발된 우리나라 최초의 본격 전투용 함선이다. 그러나 개발 당시 구조적인 특징에 의해 붙여졌던 판옥선이란 명칭은 이후 기능적인 명칭인 전선으로 바뀌게 되었다. 원래 조선 초기의 군선은 맹선(猛船)이었는데 삼포왜란 후 재래식 군선인 맹선으로는 종래와는 달리 화기로 무장한 왜구에 효과적으로 대처하지 못한다는 사실을 알고 새롭게 만든 전선이었다. 판옥선은 거북선이 그랬던 것처럼 임진왜란 직전인 1555년(명종 10년) 처음 나타난다.

조선 초기의 군선 제도는 『세종실록지리지』에 의하면 13종류가 보인다. 즉 대선(大船), 중대선(中大船), 중선(中船), 병선(兵船), 쾌선(快船), 맹선(孟船), 중맹선(中孟船), 별선(別船), 무군선(無軍船), 선(船), 추왜별맹선(追倭別孟船), 추왜별선(追倭別船), 왜별선(委別船)이다. 이처럼 다양한 군선이 있었지만, 중추적인 군선은 대선, 중대선, 중선이었다.

이러한 군선의 제도는 세조 때에 이르러 맹선 제도로 획일화되어 합리적인 운영을 도모하게 되었다. 그리고 맹선 제도는 법제화되어『경국대전(經國大典)』에 실리게 되는데, 대맹선, 중맹선, 소맹선의 세 종류가 있다. 이러한 맹선 체제가 판옥선이 등장하기 이전 조선의 군선 체제였다. 『경국대전』에 의하면, 맹선의 규모는 대맹선이 수군 80명, 중맹선이 수군 60명, 소맹선이 수군 30명을 탑재하였다. 맹선의 형태는 상장이나 누각이 없는 평선(平船)으로 추정될 뿐이며, 그 정확한 모습을 알 수 있는 자료는 없다.

조선 초기에 어느 정도 진정되었던 왜구가 16세기에 이르면 대거 준동하기 시작하였다. 1510년(중종

5년) 4월에 제포와 부산포에 거주하던 왜인이 대마도와 연계하여 반란을 일으킨 이른바 삼포왜란은 왜구 준동의 계기가 되었다. 이어서 1522년(중종 17년) 6월에 왜선 12척이 전라도 신달량에 내침하였고, 인근의 초도, 보길도, 추자도를 연이어 침범하였다. 1523년 5월에는 황해도 풍천에, 6월에는 충청도 홍주에 침범하였다. 1522·23년의 이와 같은 왜구들의 침입에서 조선의 맹선은 효과적으로 대응하지 못하였다.

그림 1-25. 판옥선 외부 모형

1541년(중종 36년)에 이르면 왜구가 더욱 성해지기 시작하는데, 그 해 6월에 왜선 1척이 경상도 제포 근처에 나타나고, 마침내 1544년(중종 39년) 4월에 왜선 20여척이 사량진을 침략하였다. 그리고 1552년(명종 7년) 6월에는 제주도를, 1553년 6월에는 진도, 제주도 등을, 그리고 명종 9년 6월에는 또다시 제주도를 침범하였다. 이어서 1555년(명종 10년)에 왜적들은 전라도 남해안 일대에 대한 대규모의 침략을 감행하였는데, 이를 흔히 을묘왜변이라 일컫는다. 그 해 5월에서 6월 사이에 왜선 70여척이 전라도 달량포에 상륙하여 달량진성을 함락하고, 강진, 장흥, 영암까지 침범하였다.

삼포왜란에서 을묘왜변에 이르기까지 왜선들이 연안을 횡행하여도 조선 수군은 속수무책이었다. 그것은 크기가 커지고 선상(船上)에 방패를 설치하는 등 왜선의 구조가 개선되어 우리의 총통으로 격파하기가 어려워졌기 때문이다. 조선으로서는 왜구들의 함선을 대적할 수 있는 새로운 함선의 개발이 절실하게 되었다. 이리하여 출현하게 된 것이 바로 판옥선이다.

판옥선의 명칭이 문헌 기록으로 처음 나타나는 것은 『명종실록』 12년(1557) 4월 기사로, 전라도 감사가 연해안에 배치된 판옥선이 폭풍에 모두 떠내려갔음을 보고한 내용이다. 이후 1619년(광해군 11년)까지 『조선왕조실록』에 판옥선에 대한 언급이 20여 차례 나타난다. 이것으로 볼 때 판옥선은 1557년 이전의 멀지 않은 시기에 출현했음을 알 수 있다. 여기서 말하는 판옥선이란 갑판이 한 층인 평선 위에 판옥 즉, 상갑판을 얹은 선박을 의미한다.

그런데 1555년(명종 10년) 9월에 왕이 새로 만든 병선을 시험했다는 기록이 실록에 등장한다. 이 때

국왕이 임석하여 시험했던 새로운 군선이 바로 판옥선이다. 판옥선은 동장하자마자 대량으로 건조되었다. 1566년(명종 21년) 경에는 그 척수를 감축해야 할 만큼 많아지고, 맹선을 대신하여 주력 군선의 자리를 차지하였다.

판옥선의 활약이 돋보인 것은 임진왜란 기간 동안 발생한 해전이다. 이순신이 거느린 판옥선 24척이 옥포해전에서 처음으로 승리를 거둔 이후 여러 해전을 승리로 이끈 요인은 이순신의 탁월한 지휘통솔과 전략 전술, 그리고 일본 함선보다 더 크고 총통을 탑재한 판옥선의 역할을 들 수 있다. 판옥선은 임진왜란 때 조선 수군의 주력 함선으로 크기도 일본 군선보다 더 컸고, 그 선제도 우월하여 압도적인 승리의 원동력이 되었다.

이러한 판옥선은 임진왜란 때는 판옥전선 혹은 전선(전선)으로도 불리었고, 또한 조선후기의 군선인 전선(戰船)으로 계승 발전되었다.

(2) 판옥선의 구조와 특징

1) 판옥선의 구조

판옥선의 구조를 파악할 수 있는 가장 기본적인 자료는 앞서 소개한 각선도본(各船圖本)에 나온 전선도이다. 우선 도본에 나온 원문과 이를 번역하면 다음과 같다.

戰船
本板長九十尺廣十八尺四寸元高十一尺三寸下層信防牌高五尺船頭廣十五尺
船尾廣十二尺七寸上粧長一百五尺廣三十九尺七寸右統營上船尺量
本板長六十五尺元高八尺中廣十五尺船頭廣十二尺五寸船尾廣七尺五寸
右各邑鎭戰船尺量
統營座副船駕木十六本板十五立
各邑鎭戰船駕木十五本板十二三立
飛荷直板十五立.船尾虛欄 本板十五立在水面不見

전선
배밑(본판)의 길이는 90자, 너비 18자 4치, 높이(깊이) 11자3치, 아래층 신방에서 방패 까지 높이 5척, 선두(이물) 너비 15척, 선미(고물) 12자 7치, 상장(판옥) 부분 길이105척, 너비 39척7촌이다. 이는 통영상선의 치수이다.
배밑의 길이가 65자, 깊이 8자, 중간부분 너비 15자, 선두 너비 12자 5치, 선미너비 7자5치. 이는 각읍진의 전선치수이다.
통영 좌선과 부선의 가목은 16개씩. 본판은 (통나무) 15개를 조립한다. 각읍진의 전선은 가목은 15개. 본판은 12~3개를 조립한다. 이물비우는 판자 15개를 조립. 선미는 난간이 없다. 배밑 본판은 15개를 이어 붙였는데 물밑에 있어 안보인다.

위의 번역내용을 가지고는 도무지 어떤 형태인지 알기가 무척 어렵다. 이를 다시 의미를 중심으로 하나씩 설명해 보겠다.

우선 동양의 배에는 우리가 친숙하게 생각하는 현대선박의 용골이 없다. 물론 중국의 경우, 신안에서 발굴된 신안선처럼 용골이 있는 첨저선도 있었으나 점차 사라지고 정크처럼 용골이 없는 것만 남았다. 이처럼 동양권의 배는 배의 척추라고 할 용골이 없는 대신 평탄한 저판이 이를 대신한다. 또 다른 특징으로는 늑골이 없다는 점이다. 이런 특징들이 배의 구조를 설명하는 글의 이해를 어렵게 한다.

한선의 경우 배의 기본 구조라고 할 용골과 늑골이 없는 대신 용골의 기능을 하는 본판 이라고 부르

는 구조와 늑골 대신 배의 횡강력을 유지하는 가룡(또는 장쇠)이 있다. 따라서 전통 한선에 있어서 용골의 기능을 하는 본판은 매우 중요한 것으로, 한선을 설명하는 어느 설명에서나 가장 먼저 그리고 자세히 다룬다.

그림 1-26. 각선도본 전선도

판옥선은 기본적으로 3층 구조로 되어 있는데, 1층은 본체 또는 하체라고 불리고, 일반적인 다른 한선과 같은 형태와 구조를 가진다. 판옥선의 경우 이 부분만을 평전선이라고 부를 경우도 있다. 『각선도본』에는 전함의 상장을 제거하고 본체만 그린 구조도를 따로 전선철상장도(戰船撤上粧圖)로 표시하고 있다. 이렇게 상장을 제거한 평선은 한선 구조를 아주 잘 보여 준다. 우선 굵은 각재 12~15개를 가쇠라고 불리는 긴 나무창으로 꿰뚫어 이어 본판을 만들고 본판 좌우에 삼판이라고 불리는 긴 판자 7쪽을 본판위에 이어 붙여 만드는데 앞의 설명에서 원고가 11척 3촌이라는 것은 바로 배의 본판에서 부터 맨 위쪽 7번째 삼판까지의 높이로 배의 선체부분 깊이를 말한다. 7번째 삼판에는 마치 우마의 멍에를 메우듯 멍에(가목)가 얹어지고 그 위에 귀틀을 짜고 포판(갑판)을 깐다. 이런 상태를 보통 한선에서는 평선이라고 부르는데, 판옥선의 경우 구조상 선체, 본체, 또는 하체라고 한다.

2층은 판옥선의 가장 특징적인 부분이 되는데, 평선 위에 방패판을 설치한 것이 마치 집을 지은 것처럼 보여 판옥선이라고 부르기 때문이다. 이를 판옥상장이라고도 하는데 우선 하체의 멍에 위에 신방도리를 걸고 그 위에 기둥을 세운 뒤 패란을 만든다. 아래층의 신방에서 패란 사이에 방패판을 설치하여 2층을 만드는데 그 높이가 5자라는 뜻이다. 이 부분이 다른 나라 선박에는 볼 수 없는 판옥선의 특징으로 배의 이물로부터 고물까지 배 전체에 선루를 만드는 것으로 단순히 상장이라고도 한다.

상장 위에는 양현과 이물에 여장을 설치하였다. 상장의 패란 위에 뱃집멍에를 걸고 여기에도 포판을 까는데 이는 청판(廳板)이라고 한다. 따라서 판옥선은 갑판이 두개인 2층 갑판선이 된다. 청판에는 두개의 돛대(이물돛대, 한판돛대)를 뉘었다 세웠다 할 수 있게 한다. 3층은 청판 위의 누각을 말하는데 여기가 현대 함선의 함교에 해당한다. 통제사나 수사가 이곳 누각에서 지휘를 하게 되며 장대(將臺)라고 부른다. 또한 청판에는 기를 올리는 깃대도 있다.

판옥선 구조는 서양식에 비해 구조적으로 큰 차이를 보인다. 우선 서양선이 사각형 용골을 놓고 거기에 외판을 받쳐줄 늑골을 설치한 뒤, 비교적 얇은 판자로 외판(현판)을 조립하는데 비해, 전통 한선의 경우 배의 용골대신 굵은 통나무 여러 개를 조립(전선의 경우 12~15개를 조립)하여 넓적한 본판을 만든 뒤 이 평평한 본판위에 좌우에서 삼판이라고 불리는 외판을 턱붙이 클링커 이음으로 겹쳐 올리고 늑골이 없는 대신 좌우 각각의 외판을 양쪽으로 지지하는 가룡목을 배의 크기에 따라 일정한 간격으로 설치한다.

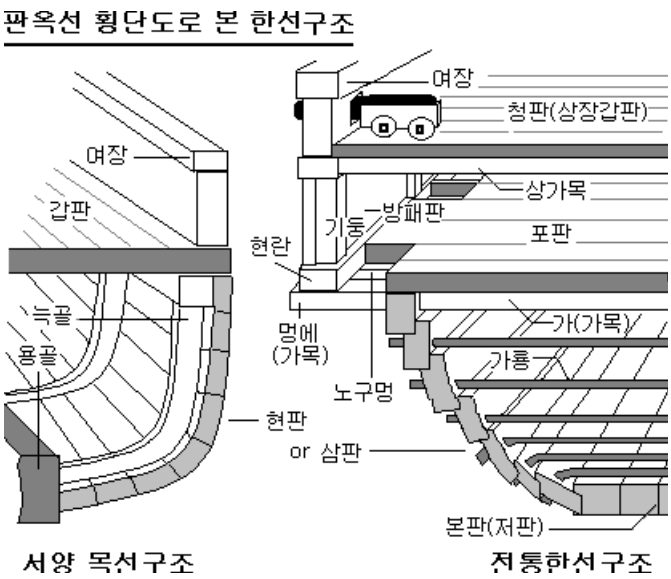


그림 1-27. 판옥선 횡단도로 본 한선구조

또한 한선의 경우 배를 건조할 좋은 선재가 부족하여 주로 소나무를 사용하여 만드는데 우리나라의 선재용 소나무는 강하기는 외국의 선재와 비슷하나 휘기가 매우 어려워 자연히 투박한 상자형의 배가 되었다. 이렇게 용골이 없는 구조는 동양형 선박의 특징인데, 늑골이 없어

배가 찌부러지는 것을 막기 위해 중국선의 경우 필요 이상의 격벽을 설치하여 격벽이 배의 모양을 유지하게 하고, 우리나라 전통 한선의 경우 외판 하나 하나마다 가룡목을 설치하여 배의 횡강력을 유지한다. 그런데 가룡은 외판판자 하나하나를 꿰뚫고 끼워 맞춤식으로 설치되어 있어 선체가 매우 견고해진다. 이렇게 만들어진 선체의 앞뒤를 역시 판자로 막아 일종의 상자형 배를 만든다. 따라서 배의 밑이 날카롭지 못하고 구조상 평저선형이 된다.

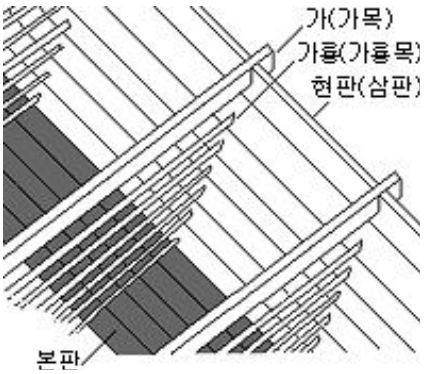


그림 1-28. 상장을 제거하고 위에서 본 판옥선의 모습

왼쪽 그림은 판옥선의 상장을 제거하고 위에서 본 모습을 그린 것으로, 각각의 삼판마다 가룡목이 끼워진 모습과 가목이 현판에 끼워진 모양새를 보여준다. 이렇게 가룡목과 가목에 의해 배의 횡강력이 유지되며 자연스럽게 칸이 나눠지는 구실을 한다. 거북선에서는 이렇게 나눠진 각방에 병사들의 휴게실과 무기고를 만들었다. 또한 중국선의 격벽이라는 것은 이 그림의 가룡목이 판자로 바뀐 것으로 풀이하면 쉽게 이해 할 수 있다. 본체가 만들어지면 선체의 가장 위쪽 외판위에 가목(멍에)을 외판 깊숙히 끼워 넣는 식으로 설치한다. (가목의 위치는 가룡목과 같아 전선의 상장을 제거한 그림에는 가목만 보인다고 했다) 가목이 설치되면 여기에 귀틀을 짜고 포판(갑판)을 설치한다. 여기까지 만들어진 것을 평전선이라고 부르는데, 판옥선은 이 위에 판옥(판자집)을 지었다는 뜻이다.

평선의 멍에가 현측 외로 튀어나온 멍에 뺄목 위에 현란을 설치하고 기둥을 세운 뒤 참나무로 만든 방패판을 세운다. 이 방패판 위에 언방이라고 부르기도 하는 패란을 설치한다. 패란 위에도 귀틀을 짜고 포판을 까는데 이를 청판이라고 부른다. 청판 위에는 현대 함선의 함교라고 할 장대가 만들어 지고 두개의 돛대도 설치한다. 청판의 좌우와 앞에는 여장을 설치하는데 뒷부분에는 여장을 설치하지 않는다. 이상이 각선도본의 내용을 통해서 본 판옥선의 구조이다.

2) 판옥선의 특징

판옥선은 우선 다층전함이라는 점이 가장 큰 특징이다. 조선시대의 전함들이 모두 평선이기 때문에 갑판 위에는 전투원과 비전투원인 격군이 함께 있게 되어 전투효율이 떨어지는데 비해 판옥선은 비전투원인 격군을 1층 갑판 내에 숨기고 전투원은 상장 위에서 적을 내려다보며 공격할 수 있게 된 것이다. 또한 판옥선의 상장 위 넓은 갑판은 대포를 설치하기에도 좋으며 사정거리도 늘릴 수 있는 장점이 있다. 이외에도 판옥선의 구조적인 특징은 우선 동양형 선박의 특징과 판옥선만의 특징으로 나눠 볼 수 있는데, 우선 주목할 것은 동양선박의 특징인 용골과 늑골이 없는 점이다.

용골 대신 본판이라는 구조가 용골을 대신한다. 때문에 바닥이 평평하다. 용골에 가로 놓여 배의 횡강력을 유지하는 늑골도 없다. 대신 가룡목이 이를 대신하는데, 가룡목은 좌우 현판 부재 하나 하나를 지지 한다. 따라서 한선은 공법상 외각을 먼저 만드는 shell first 공법으로 만들어졌다. 선수(이물) 역시 넓적한 판재로 만들어 배의 모양이 상자형이 된다. 이 때문에 조선시대의 여러 기록에서 우리 배가 둔중하고 속력이 느리다는 단점이 나열되곤 했다. 이런 형태는 중국에도 나타나 정크와 같은 것이 대표적이다.

두 번째로 판옥선만의 특징은 갑판 전체에 걸쳐 설치되는 선루이다. 선수로 부터 선미까지 배 전체에 선루가 설치되어 있다. 이렇게 마련된 선루를 상장이라고 한다. 선체폭 보다 훨씬 넓은 선루를 가지고 있어 노를 선체와 선루 사이에 내밀게 되어 있어 전투 시 노역에 종사하는 비전투원을 보호한다. 상장 위의 넓고 평평한 공간은 대포를 설치하기 좋은 자리를 마련하여 전투 효율을 높였다.

우리나라 최초로 만들어진 순수 전투용 함선이다. 이전의 전함들은 평화시 세곡을 운반하는데 쓰이는 등 수송선 기능을 겸하게 되어 있으나 판옥선은 순수한 전투용 함선이라 할 수 있다. 선체보다 넓고 평평한 선수부 상장은 전함의 선수 쪽 화력을 높여 적을 추격할 때 유리하다.

배를 건조한 후 일정 기간이 경과하면 배 전체를 해체하여 새로 조립한다. 이는 판옥선뿐만 아니라 한선 전체의 특징으로 한선은 나무못으로 끼워 맞춤식으로 건조되었기 때문에 일정 기간 경과 후 배를 해체 수리할 수 있다. 또 배 밑이 평평하고 두꺼워 썰물 때 갯벌에 배가 안정되게 안치할 수 있고, 육지에 끌어 올려 풍랑에 대비할 수 있다.

(3) 판옥선의 활약

임진왜란 당시 충무공 이순신의 지휘 하에 조선 수군이 거둔 승리는 세계 역사상 그 유례를 찾아볼 수 없을 정도로 일방적이면서도 또한 완벽한 것이었다.

7년의 전쟁 기간 동안 24회의 해전에서 일본 군함 700척을 격침시키고 23척을 나포했던 반면, 전투로 인한 군함 손실은 사실상 한 척도 없었을 뿐만 아니라 사상자 역시 매 해전에 있어서 십 수 명에 지나지 않았던 것이다. 이제까지는 이러한 완벽한 승리의 원인을 이순신 개인의 탁월한 전략·전술적 능력에서 찾으려는 경향이 강하였다.

하지만 그 외에도 군함과 화약 무기로 대표되는 해상 무기체계에서 조선이 일본에 비해 상당한 우위에 있었으며, 이순신은 이러한 무기 체계상의 우위를 100% 발휘할 수 있도록 전력을 조정하는 면에서 탁월하였다는 사실에 주목해야 한다.

여기서 임진왜란 당시 조선 수군의 주력 군함인 판옥선이 일본 수군의 주력 군함인 아다케부네(安宅船), 세키부네(關船) 등에 비해 어떠한 점에서 우수하였는지를 살펴보겠다.

1) 1차 출전에서의 활약

조선 수군이 벌인 첫 해전은 임진왜란이 발발한 후 25일 만에 있었던 옥포해전이다. 이순신은 5월 4일 출전하여 5월 8일 옥포만에서 적 선단을 포착 26척을 격침시켰다. 이때 상황을 충무공은 장계를 통해 선조에게 보고하게 되는데 이를 분석해 보면 옥포해전에서는 판옥선 28척과 협선 17척, 포작선(어선) 46척을 거느리고 출동 하였다. 이때 포작선과 협선은 전열함으로 볼 수 없으며 실제 전투 시에는 판옥선이 주력이 되어 싸웠다. 또한 판옥선의 위력을 간접적으로 말해주는 것이 전투에 소요된 시간인데 장계를 보면 옥포앞바다에서 12시였고 전투를 마친 뒤 영등포에 철수한 시간이 오후 4시경이었으니 대략 해전에 소요된 시간은 1시간 정도였다. 그 사이에 조선 수군은 단 한사람의 부상병도 없이 적선 26척을 격침 시켰으니 그 위력이 얼마나 대단 했는지는 굳이 설명하지 않아도 될 것이다. 이 해전에 뒤이어 같은 날 저녁 5척을 또 추격 격침시켰고, 적진포에서 13척을 추가로 격침시켰다. 이것이 충무공의 1차 출동이다.

2) 2차 출전에서의 활약

5월 29일에 이루어진 제 2차 출동에는 23척의 전선이 출동한다. 이때는 거북선이 3척 따라가게 된다. 이순신은 이때 이후 판옥선과 거북선을 함께 전선이라고 부르고 출격 때에도 전선의 숫자만 장계에 보고하고 있다. 사천포에서 일본의 층루선 12척과 왜성을 쌓고 있는 일본군 400명을 분멸시키고 다시 당포에서 판옥선만큼 큰 왜 층루선 9척, 중소선 12척을 모두 격침 시키고 일본 장수의 목을 베었다. 이후 당포 근처에 머물던 조선 함대에 이억기가 전선 25척을 이끌고 합세하여 전선이 모두 51척으로 늘어난 연합함대는 당항포, 율포 등에서 적선 72척을 격침시켰다. 다만 이때에는 전상자가 전보다 많아 사망자가 12명이나 되고 부상이 34명이나 되는데 이순신 함대에서 최초로 적의 칼에 의한 사망자도 1명 나오게 된다.

3) 3차 출전에서의 활약

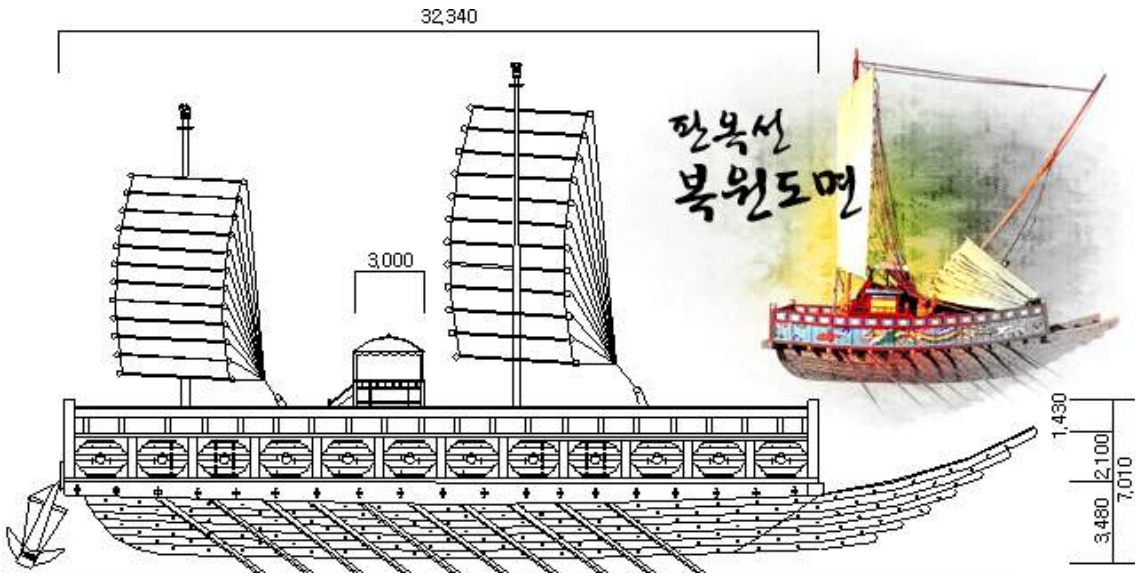
3차 출동인 한산도 해전에서 적의 대형 층루선 35척, 중간 배 17척 작은 배 7척 등 총 53척을 격침시켰으나 조선 측은 부상자 118명에 사망 19명 뿐 침몰한 배는 한척도 없었다. 특히 부상, 사망자의 경우도

모두 포탄에 당한 것으로 이순신의 판옥선 함대는 마치 현대의 함대처럼 순수한 포격전으로 적을 무찔렀다. 특히 견내량은 마치 바다의 문경새재와 같은 지형으로 폭이 좁고 물살이 빨라 지협을 막아서는 전법으로 소수의 병력이 큰 병력을 쉽게 막을 수 있는 요새지인데 이순신장군은 이날 견내량을 내주고 대신 바다 한가운데에서 학익진을 벌려 적을 포위하여 인위적인 견내량을 만들어 적에게 큰 피해를 입혔다. 이상과 같이 판옥선으로 이루어진 조선 수군은 한 척의 피해도 없이 일본수군을 무찔렀는데, 이는 판옥선의 성능을 단편적으로 말해주는 것이라고 할 수 있다.

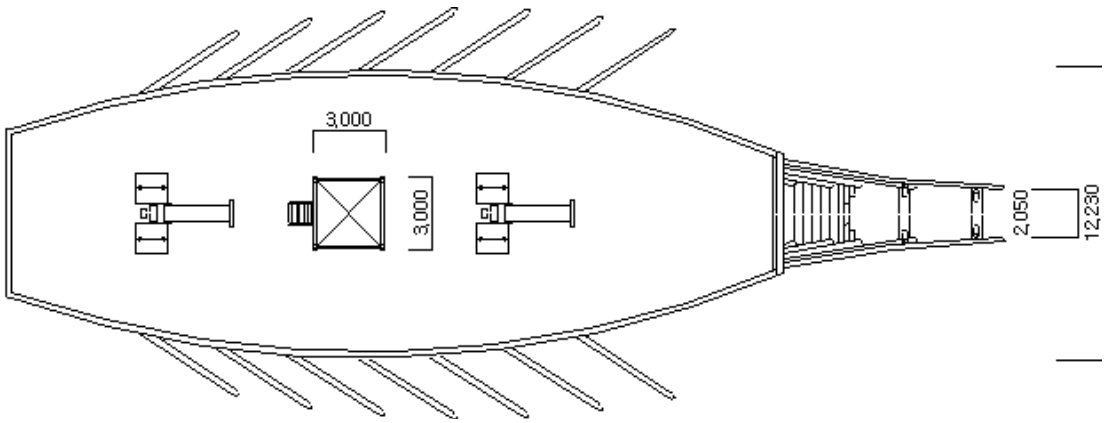
(4) 판옥선의 복원

『각선도본』의 내용을 토대로 하여 판옥선 복원을 해보면 다음과 같다. 『각선도본』에 나타난 수치를 바탕으로 부족한 부분에 대한 치수는『충무공전서』의 거북선의 치수를 고려하여 적용하였다.

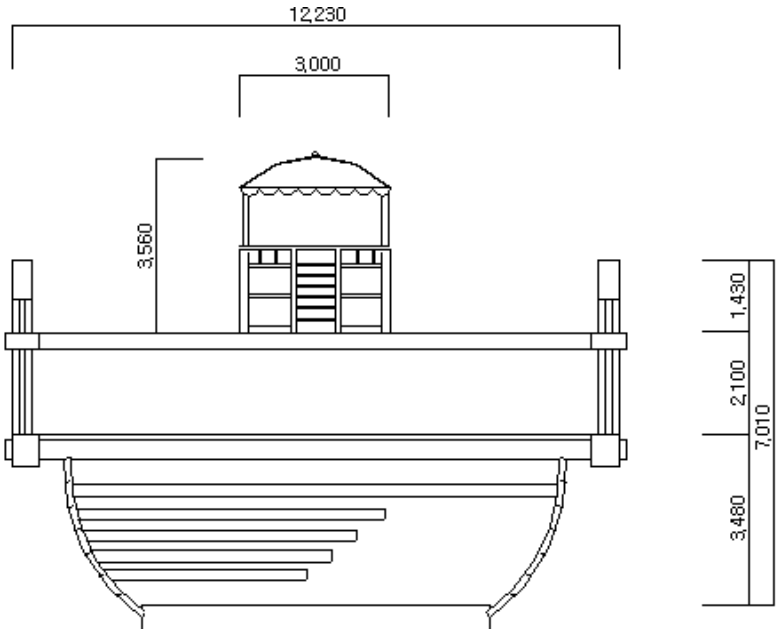
1) 판옥선의 입면도



2) 판옥선 평면도



3) 판옥선 단면도



4) 판옥선 치수 목록표

① 전체 길이

판옥선의 전체 길이를 가름해볼 수 있는 수치로 『각선도본』의 전선도에 기입된 수치는 본판 길이 90자와 상장의 길이는 105척이다. 이를 토대로 하여 거북선의 전체 길이를 비교하여 전체 길이를 추정하였다. 이를 토대로 제 1현판의 길이와 전체 길이의 판단을 가능케 하는 최상 제 7현판의 길이를 추정하였다. 거북선의 경우에는 삼판의 길이가 확실하게 기록된 사료인 『이충무공전서』의 귀선지제에서 최상 제7 삼판의 길이가 113자이고, 최하 제1현판의 길이가 68자로, 그 차이가 45자이다. 이를 토대로 적용하면 전체 길이 추정이 가능하다고 하겠다. 거북선에 비해서 판옥선이 더 크지만 같은 전선이라는 특정을 고려할 때 삼판의 꽁무니 규격의 비율은 대동소이 하다고 본다.

② 본판(저판)

『각선도본』의 전선도에는 본판의 구조를 알 수 있는 기본 자료가 부기되어 있다. 즉 본판의 길이는 90자, 본판의 선수 너비는 15자, 중앙 너비는 18.4자, 선미 너비는 12.7자이고, 본판재의 수량은 15개이다. 본판의 두께는 여암(旅菴) 신경준(申景濬) 병선론(兵船論)에서 본판의 두께를 1자(30.3cm)내지는 1.2자(36.4cm)를 주장한 바 있기 때문에 이를 적용하면 될 듯하다.

③ 삼판

현대적인 조선 용어로 외판(外板)이라 불리는 삼판은 삼(杉) 혹은 현판(舷反)으로 불린다. 전선도에 의하면 삼판의 수는 7개이고 길이, 너비, 두께 등 다른 제원은 나와 있지 않다. 앞서 판옥선의 전장을 추정하면서 삼판의 길이는 이미 추정했듯이 거북선의 사례를 비교하면 될 듯하다.

삼판의 너비는 전선도에서 삼판의 수직높이로 간주되는 통영상선의 원고(元高) 11.3자를 수직으로 긋고, 상장요광 39.7자에서 좌우 난간폭 6자를 감하여 상요광을 구한 후, 이것을 2로 나누면 사다리꼴 윗변 길이 16.8자가 산출된다. 사다리꼴 밑변 길이는 전선도의 본판요광 18.4자를 2로 나누어 9.2자를 산출한다. 그리고 사다리꼴 빗변 길이를 실측하면 13.9자가 도출되며, 이 치수는 삼판의 최하에서 최상까지의 곡면 높이를 직선으로 간주하여 측정한 길이로 실제보다 약간 줄어든 것이지만 거의 비슷하다. 13.9자를 삼판수 7로 나누면 삼판 1개의 폭이 되며, 그 값은 1.99자(60.3cm)가 된다.

전선도에 삼판의 두께(杉厚)는 나와 있지 않기 때문에 거북선의 삼판 두께 4촌을 적용하면 될 듯하다.

④ 상요광(上腰廣)

선체 중앙에서 최상 삼판과 삼판 사이의 거리인 상요광은 전선도에는 상장광(上粧廣)만 39.7자로 부기되어 있고, 상요광은 기록이 없다. 그러나 상장광에서 6자를 감한 33.7자를 상요광으로 추정하였다. 이처럼 상장광과 상요광의 차이를 6자로 추정한 것은 가목이 좌우 삼판 밖으로 각각 3자씩 더 나갔다는 조선시대의 기록을 토대로 하였다. 가목을 좌우 삼판 밖으로 이렇게 3자씩 빼어둔 것은 전통적인 조선식 노를 걸고 젓기 위한 공간을 확보해야 하기 때문이다.

⑤ 여장의 높이

여장은 원래 성가퀴를 의미하는데, 판옥선에서는 상포판 주위에 세워진 방패를 가리킨다. 상기 전선도에서 여장은 모두 20칸이다. 그러므로 여장 1칸의 폭은 상장 길이 105자를 20칸으로 나누면 5.25자이다. 그러나 여장의 높이는 나와 있지 않다. 다행히 전선도에는 방패 높이가 부기되어 있고 또한 그림에서 방패와 여장의 높이를 실측하면 그 비율은 4:2.5 로 측정된다. 이에 따라 방패 높이를 전선도의 기록대로 5자로 보고 그 비율로 계산하면, 여장의 높이는 3.1자가 산출된다. 한편 영조 때의 실학자인 여암 신경준(1712-1782년)은 그의 저서에서 여장의 높이를 3자로 제안한 바 있다. 이는 조선시대에 병사들의 평균 신장 152.7㎝를 고려해 볼 때 상포판에서 활약하는 전투원들을 적의 탄환이나 화살의 공격 위험으로부터 보호하는 방패의 역할을 하기 충분하다고 생각한다.

⑥ 측면

판옥선 복원을 위한 측면을 추정해보면 전선도에서 2층 측면 방패는 모두 22간이며, 방패의 표면에는 용의 그림이 그려져 있을 뿐이고 출입문 등은 표시되어 있지 않다. 그러나 방패에는 반드시 출입문이 있어야 하며, 총통의 포혈도 있어야 한다.

⑦ 중앙 단면

중앙단면의 모습을 추정할 수 있는 각종 치수 중 전선도에 나와 있는 수치는 본판요광(本板腰廣), 상장요광(上粧腰廣), 선체의 높이(元高), 방패의 높이(下層信防牌高)이다.

먼저 선체의 높이(元高) 11.3자는 본판 하단에서 가목 상단까지로 간주하였다. 방패의 높이는 전선도의 기록에 의하면 '하층 신방의 방패 높이(下層信防牌高)' 이며, 5자로 되어 있다. 그런데 이 5자가 가목 상단면에서 상가목 상단면까지의 높이라면 수군들이 그 안에서 활동하는 데 매우 불편하다. 조선시대에 남자들의 평균키가 152.7㎝였던 것을 고려한다면, 판옥선의 방패 높이 5자는 가목 상단면에서 상가목 하단면까지의 높이로 간주해볼 수 있으며, 여기에 포판(鋪板)의 판자 두께를 더한다고 하더라도 이 높이는 조선 남자들의 평균키보다 낮기 때문에 포판 위에서 수군들의 활동이 자유스럽지는 못하다. 따라서 필자는 실제 복원할 경우에는 조정해야 할 필요가 있다고 본다.

⑧ 선수(船首) 정면

판옥선의 선수 정면의 모습을 설계하기 위해서는 상두광(上頭廣) 즉 선수에서 삼판과 삼판 사이의 거리와, 선두고(船頭高) 즉 본판 하면에서 선수 덕판(德板) 상면까지의 높이를 알아야 한다. 그런데 전선도에는 본판두광(本板頭廣)과 원고(元高)만 나와 있고 상두광과 선두고는 알 수가 없으므로 조선시대 선박의 주요 치수에서 관련 비율을 계산하여 산정할 수밖에 없다.

⑨ 선미(船尾) 후면

판옥선의 선미 후면도를 설계하기 위해서는 상미광(上尾廣) 곧 선미에서 삼판과 삼판 사이의 거리와, 선미고(船尾高) 곧 본판 하면에서 선미 가목(가목번호 16) 상면까지의 높이를 알아야 한다. 그런데 전선도에는 본판미광(本板尾廣)과 원고(元高)만 나와 있고 상미광과 선미고는 알 수가 없으므로 거북선의 비율을 적용할 수 있다.

⑩ 장대(將臺)

전선도의 상포판 중앙에는 2층 구조로 된 장대가 그려져 있는데, 1층은 장수(將帥)의 거처하는 방이고, 2층은 그의 지휘소이다. 전선도에는 2층 지휘소로 올라가는 계단이 있고, 그 계단은 출입문을 통해서 지휘소와 연결되며, 지붕은 남색의 천막으로 씌워져 있다. 그런데 전선도만 보아서는 장대를 복원하기가 어렵다.

⑪ 키(舵)

판옥선의 키를 복원할 수 있는 자료로 『헌성유고(軒聖遺稿)』의 치목식도(鴟木式圖)가 현존하고 있으며, 그 내용은 우측 그림과 같다. 치목식도의 부기에 의하면 키의 전체길이는 6파 곧 30자이다. 그리고 키의 물받이는 판자 5개를 이어 붙였으며, 그 판자 가운데 바깥쪽 중앙에는 구멍 1개를 뚫어 여기에 줄을 걸어 선미 양현에 매달았고, 키봉의 맨 위쪽에도 구멍 1개를 뚫어 키를 선미에 조립할 때 여기에 줄을 걸어 당길 수 있게 하였다. 이러한 자료를 토대로 키를 복원하면 될 것이다.

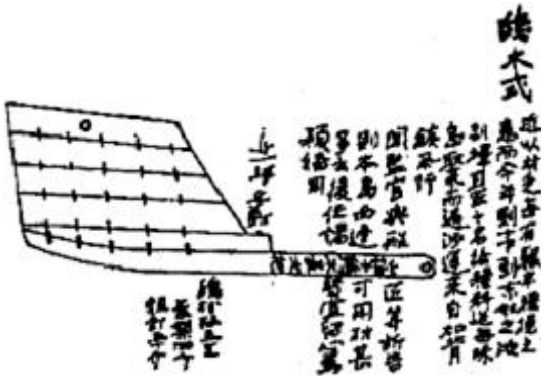


그림 1-29. 판옥선의 키

⑫ 돛(帆)

전선도에 의하면 판옥선의 돛대는 2개이며, 상포판에 뉘어져 있다. 잘 알려진 바와 같이 2개의 돛 중 하나는 선체의 중앙에 세워진 주범(主帆)이고, 다른 하나는 주범과 선수의 사이에 세워진 종범(從帆)으로 그 크기는 주범보다 약간 작다.

판옥선의 돛에 대한 정확한 규격을 알 수 있는 자료가 현존하지 않으므로, 돛을 복원하기 위해서는 조선시대 선박의 돛 그림을 참고할 수밖에 없다.

1-7. 세계의 군선

(1) 조선의 군선

1) 판옥선

조선시대 수군의 주력함으로 갑판 위에 2층으로 된 판옥을 올린 것이 특징이다. 전선(戰船 : 판옥선)은 갑판 위에 상갑판을 꾸미고 그 위에 장대(將臺 : 사령탑)를 설치한 구조로, 세계적으로 유례가 없는 다층 전투함이다. 갑판 위로 올린 구조물을 '판옥'이라고 한 데서 판옥선이라는 이름이 붙었다.

전선은 조선시대 수군의 주력함으로, 막강한 화력과 튼튼함, 기동성을 가지고 있었다. 거북선과 비교할 때, 2층 판옥이 있다는 점만 다를 뿐 기본적인 구조는 유사했다. 다만 거북배의 역할은 적의 지휘선을 공격하고 적 함대의 전열을 흐트러뜨리는 기동돌격대의 성격이었다면, 전선은 그 뒤를 이어 막강한 화력으로 본전투를 이끄는 전함이었다. 대, 중, 소 세 가지 규모가 있었으며, 대형은 화포 중 천/지/현/황 총통을 모두 적재하였고, 중형은 지/현/황, 소형은 황자총통만을 적재하였다.

임진왜란 때 전라좌수사 이순신이 왕에게 올린 보고서에 전선에 대해 언급된 내용이 있는데, 이를 통해 치수와 구조를 살펴보면 다음과 같다.

통영의 제일 큰 전선인 상선(上船 또는 座船 ; 통제사가 타는 배)의 치수는 배의 길이 105자, 너비 39자 7치이다. 아래층의 신방 도리에서 위의 패란(방패 위에 있는 도리를 말하며 언방(偃防)이라고도 한다)까지의 높이는 5자이다. 또한 수영(水營)에 속해 있는 각 관읍(官邑)과 진포(鎭浦)의 전선의 치수는 배밑 길이 65자, 한판 너비 15자, 이물 쪽 너비 12자 5치, 고물 쪽 너비 7자 5치이고, 배의 한판 높이 8자이다.

통영의 좌선이나 부선의 멍에는 16개씩이고, 배밑은 15개를 이어 붙였다. 각 관읍이나 진포의 전선의 멍에는 15개씩이고 배밑은 12~13개의 나무를 이어 붙였다. 이물비우는 직판(直板 ; 이물비우를 곡목으로 만든 전선도 있었다) 널빤지로 15쪽을 이어 붙였다. 그리고 뱃전 위에 멍에를 걸었다. 양쪽 뱃전

의 멍에 뺄목에 큰 노를 9척씩 걸고 젓도록 되어 있다.

배밑은 네모진 통나무 15개를 이어 붙였는데 물 속에 잠겨 있으므로 밖에서는 보이지 않는다. 이물돛대와 고물돛대가 있고, 고물꼬리에는 널판을 깔지 않고, 난간이 없이 비어 있다.

판옥선은 2층으로 되어 있는데, 1층은 삼판 7쪽을 이어 붙여 올린 뒤 멍에를 걸고 그 위에 귀틀을 짜고 겻집을 깐 곳까지를 이른다. 2층은 멍에 뺄목 위에 신방도리를 걸고서 그 위에 기둥을 세우고, 판옥이나 다락을 꾸민 데까지를 이른다.

상장 위에는 이물과 양쪽 뱃전을 따라가면서 여장을 설치하였다. 상장의 언방 위에 뱃집 멍에를 걸고 널빤지를 까는데 이것을 청판(廳板)이라고 한다. 상장의 청판에서 이물돛대와 한판돛대를 뉘었다 세웠다 할 수 있게 장치를 하였다. 또 청판 위 한가운데에 다락을 만들었고, 그 위에 좌대를 만들고 가마지붕을 씌운 뒤 장막을 쳤다. 통제사는 이 좌대에서 모든 배와 군사를 지휘한다. 이 좌대를 장대라고 한다.

여러 가지 자료를 종합해 보면, 임진왜란 이후 전함이나 관용선의 이물비우는 세로다지 곧은 널판이나 곡목의 형태로 되어 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 가로다지로 되어 있는 보통 배와 구별된다. 또 전함 삼판의 꼬리 부분이 위로 솟구쳐 올라간 것으로 그려져 있다. 이는 전함의 위용을 나타내기 위한 것이나, 현호를 늘리기 위한 조선기법으로 볼 수 있다.

2) 거북선(1592)

거북선은 1592년(임진년) 임진왜란에서 사용되어 큰 위력을 발휘했는데, 그 구조와 성능에 대한 기록을 펴보면 대략 아래와 같다.

> 장차 왜적의 침입을 염려해 따로 전선(戰船)을 만들었는데, 배 위를 둥그스름하게 판자로 덮고 그 위에 창칼을 꽂았다. 적군들이 배에 기어오르거나 뛰어내리면 창칼에 찔려 죽게 된다. 배의 앞에는 용두(龍斗)를 달고 그 용의 입을 통하여 대포알을 쏘았다. 뒤에는 거북꼬리를 달고 총구를 냈다. 배의 좌우에는 각각 6개의 대포구멍을 냈다. 거북배에는 돌격장이 타고 함대의 선봉이 되어 나아간다. 적이 에워싸고 덮치려하면 일시에 대포를 쏘아 가는 곳마다 휩쓸어 임진왜란에서 크게 공을 세웠다. 모습이 엎드린 거북과 같으므로 '거북배' 라 하였다.

그러나 임진왜란 때 큰 공을 세운 거북선의 구조에 대한 자세한 설계도나 치수는 전해오는 것이 없다. 다만 이순신장군의 <난중일기>와 장계(狀啓 ; 지방에 파견된 관원이 서신으로 임금에게 한 보고), 조카인 이분(李芬)의 행장과 몇 가지 단편적인 자료에서 그 모습을 찾아볼 수 있을 따름이다.

거북선이라는 이름은 조선왕조 <태종실록>에 처음 나온다. 태종 13년 2월에 "왕이 임진나루를 지나가다가 거북배와 왜선으로 꾸민 배가 수전 연습을 하는 것을 보았다"라는 구절이 있다. 그러나 태종 때의 거북선은 평전선만이 있을 때였으므로 임진년의 거북선과는 그 구조가 달랐다고 보아야 한다.

<난중일기>에서는 임진년 2월 초파일에 "거북배에 쓸 돛감(帆布) 29필을 가져왔다", 4월 초하루에는 "돛을 만들기 시작했다"라는 기록이 보인다.

거북선에는 이물돛대와 한판돛대가 있다. 옛날에 삼베나 면포돛은 관선이나 싸움배에만 썼고 일반에서는 부들로 짠 돛을 달았다. 행선하고자 하는 방향으로 바람이 불면 돛을 올리고 출발하는데, 도중에 바람이 적거나 행선을 서두를 때는 큰노를 걸고서 노질을 재촉하여 행선한다.

거북선에는 약 90명의 노젓는 군사가 있었다고 한다. 조선식 큰노 1척에 4명이 둘씩 마주 서서 젓고, 우두머리 1명이 더 붙어서 모두 5명이 젓게 된다. 전라좌수영 거북선에는 한쪽 뱃전에 8척의 노가 달려 있다.

1592년 임진왜란 초기에는 전라좌수영에 영(營) 거북선, 순천 거북선, 방답 거북선 등 3척이 있었으나, 정유재란 때는 1593년에 추가로 만든 거북배를 포함하여 모두 5척이 있었다.

3) 거북선(1795)

1795년에 편찬된 <이충무공전서>의 기록에 나타난 18C의 거북선이다. 거북선은 임진왜란 당시 조선 수군의 돌격함이다. 전선(戰船 ; 판옥선)의 윗갑판을 떼어내고 대신 둥근 개판을 설치한 것이 특징이다. 적군이 배 위에 올라올 수 없도록 개판 위에 과선처럼 칼과 송곳을 꽂아두었다. 배앞과 좌우 방패판, 개판에 총포 구멍을 내고 대포를 장착하여 강력한 화력을 지니고 있었으며 좌우에는 16개의 노와 2개의 돛이 있어 기동력(약11놋트)을 발휘할 수 있었다.

승선 인원은 최대 150명이었으며, 내부가 2층으로 되어 있고 아래에선 노를 젓고 짐을 실었으며, 위에서는 총포를 쏠 수 있게 하였다. 또한 앞 뒤 2개의 출입문과 지붕에 4개의 비상문이 있고 앞의 용머리에서는 유황과 염초를 태워 연기를 퍼뜨려 적을 교란시켰다.

임진왜란이 끝난 지 197년 뒤인 1795년에 편찬된 <이충무공전서>(李忠武公全書)가 있는데, 여기에는 당시에 만들어진 것으로 보이는 통제영거북선과 전라좌수영 거북선의 45도 투시도 및 치수가 자세하게 기록되어 있다. 이 기록은 거북선의 생김새와 만드는 방법, 전투 성능과 각 구조의 기능을 알아볼 수 있는 유익한 자료이다.

그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

① 배밑의 10쪽을 이어 붙였는데 길이는 64자 8치이고, 머리 쪽(이물) 너비는 12자, 허리(한판)의 너비는 14자 5치, 꼬리 쪽(고물) 너비는 10자 6치이다.

② 좌우 삼판은 각각 7폭을 이어 쌓아 올렸는데, 높이는 7자 5치이다. 맨 아래 첫째 판(부자리)의 길이는 68자이고, 차차 길어져서 맨 위 일곱째 판의 길이는 113자가 된다. 두께는 다 같이 4치이다.

③ 이물비우는 가로다지로 4쪽을 이어 붙였는데 높이는 4자이고, 둘째 판 좌우에 현자총통 대포구멍을 각각 1개씩 뚫었다. 고물비우는 가로다지로 7장을 이어 붙였는데 높이는 7자 5치이고, 위쪽 너비는 14자 5치, 아래쪽 너비는 10자 6치이다. 여섯째 판 한 가운데에 직경 1자 2치가 되는 구멍을 뚫어 키(치)를 꽂았다.

④ 좌우 뱃전 밖으로 멍에 뺄목 위에 신방(도리)을 걸고 신방 머리 쪽에 멍에(가룡)를 가로로 걸쳤는데, 바로 이물(뱃머리) 앞에 닿게 되어 마치 소나 말의 가슴에 멍에를 맨 것 같다. 신방을 따라 가면서 안쪽으로 널빤지를 깔고 신방 위에 기둥을 세우고 방패를 둘러 세웠다. 방패 위에 또한 언방(살림집의 도리와 같음)을 걸었는데 신방(현란)에서 언방(패란)까지의 높이는 4자 3치이다.

⑤ 언방(패란)의 좌우 안쪽으로 각각 11장의 거북 잔등판을 겹쳐서 올려 덮었다. 그 잔등에는 1자 5치의 틈(등골)을 내서 돛대를 세웠다 뉘었다 하기 편하게 하였다.

⑥ 뱃머리(이물)에 거북머리(용머리)를 달았는데 길이는 4자3치, 너비는 3자가 된다. 안에서 유황과 염초를 태워 입을 벌려서 마치 안개처럼 연기를 토함으로써 적을 혼란시켰다.

⑦ 좌우에 노가 각각 10척씩 있고, 방패가 14개씩 있다. 그 방패에는 대포구멍이 뚫려 있다. 뱃머리(이물)의 거북머리(용머리) 위쪽에 2개의 대포구멍이 있고, 거북머리(용머리) 아래에 2개의 문을 냈다. 문 옆에 각각 1개씩의 대포구멍이 있다. 거북잔등판 좌우에 각각 12개의 대포구멍을 뚫었다. 그리고 거북 '귀(龜)' 자 기를 꽂았다.

⑧ 배의 좌우 겻집(포판) 아래에 방이 각각 12칸씩 있는데, 2칸은 철물을 쌓아두고 3칸은 대포와 활, 화살, 창, 검 등을 쌓아놓고, 나머지 19칸은 병사들이 휴식하는 곳으로 활용했다. 배 위 왼쪽 포판 위에 있는 방 1칸에서는 선장이 생활하고, 오른쪽 포판 위에 있는 방 1칸에서는 장교들이 생활했다.

4) 사후선

조선시대에 본진보다 앞서 가서 적의 동태를 살피고 알리는 배이다. 사후선은 선단의 맨 앞으로 나가 적의 동태를 살피고, 적선을 발견하게 되면 신기전으로 신호를 보내 알리는 역할을 하는 척후선이었다. 전체길이 13.5미터 정도의 소형으로, 승선인원은 5~6명이었다. 신호를 보내기 위한 신기전통을 탑

재하였고, 뱃전 좌우에 노 2척 씩을 걸었다. 사후선은 또 긴급한 군의 작전 명령 등을 쾌속으로 전하는 전령선과 연락선의 임무도 수행했다.

<호좌수영지>(湖左水營誌 ; 전라좌수영 성역화사업추진위원회 발행)에는, 1678년 전함의 제도를 기록해놓은 내용이 있는데 이 중 전라좌수영 본영의 사후선에 관한 것을 적어 보면 아래와 같다.

제1 사후선은 본판(배밑) 길이가 19자이다. 1636년 2월에 새로 만들었다. 현판 좌우에 노 4자루를 걸었고, 기선 인원은 사공 1명에 능노군(能櫓軍 ; 노젓는 군사)이 5명으로, 도합 6명이다.

임진왜란 이후 정비된 전함의 제도는 전선(戰船), 방선(防船), 병선(兵船), 사후선(伺候船)의 4가지로 구성되어 있다. 그러나 실제로는, 전라좌수영 관하에 있는 5관(官) 5포(浦)의 경우, 전선(戰船) 1척, 병선 1척, 사후선 2척으로 기본 전투 편대를 구성하고 있었던 것으로 보인다.

조선삼도수군조련전진도(병풍)에는 전선 거북선, 방패선, 사후선, 급수선 등의 수군 함선들이 아주 사실적으로 묘사되어 있는데, 병풍 속의 사후선은 그 임무에 따라 병선의 종선으로 편성되었다.

5) 방패선

조선시대의 군선으로 포판 위에 난간을 설치하고, 방패를 세운 배이다. 평선의 뱃전 밖에 신방을 걸고 난간을 세운 후, 난간에 방패를 세운 배인데, 선체 구조는 전함과 같았으며, 전투함인 동시에 적을 탐색하는 전투 정찰의 임무를 겸하고 있다.

해군사관학교에서 소장하고 있는 <삼도수군조련도(三軍水軍調練圖)> 병풍에 의하면 방패선에 우탐선(右探船)이라는 깃발을 달았고 '탐(探)'이라 쓴 깃발을 깃대에 올린 것이 보인다. 작은 대포를 탑재하고 좌우에 노를 4척씩을 걸었다.

규장각에 소장되어 있는 <각선도본(各船圖本)>에는 방패선(兵船 ; 병선)을 45도 투시도법으로 그린 설계도와 제원(諸元)이 적혀 있다. 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

배밑의 길이는 39자, 너비는 6자 9치, 머리쪽(이물)의 너비는 4자 5치, 꼬리쪽(고물)의 너비는 4자이다. 뱃전 높이는 8자이다. 배밑은 7쪽을 이어 붙였는데 그림에서는 물에 잠겨 있어서 안 보인다. 뱃전 삼판은 7쪽을 이어 올렸다. 고물에는 난간을 하지 않아 비어 있고, 세웠다 뉘었다 할 수 있는 돛대가 2개 달려 있다.

고물에는 배의 방향을 잡아주는 키가 있고, 이물에는 배를 매두는 닻이 있다. 뱃전 위에는 고물머리 멍에를 포함하여 10개의 멍에가 걸려 있고, 이물머리에는 선멍에(덕판)가 있다. 가룡목은 삼판마다 좇아 내려가면서 양쪽 삼판을 꿰뚫어서 끼우는데, 멍에 바로 밑에 있기 때문에 밖에서는 안 보인다.

방패선에 승선하는 인원은 다음과 같다.

① 선장(船將) 1인 : 배를 운용하고 전투를 지휘하는 장군; 고급 군관
② 기패관(旗牌官) 1인 : 선장을 보필하고 배를 운용하며 군령을 깃발로 통신하는 선상 관리 군관, 통신사 겸 갑판 사관
③ 훈도관(訓導官) 1인 : 가르쳐 인도하는 향도 군관
④ 사부(射夫) 10인 : 활 쏘는 병사, 사수(射手)
⑤ 화포장(火砲匠) 1인 : 대포의 화약을 다루는 병사, 장약수
⑥ 포군(砲軍) 10인 : 대포를 다루고 조종하는 병사, 전포수
⑦ 사공(沙工) 1인 : 배를 조종하고 키를 잡는 병사, 항해사 겸 조타수
⑧ 능노군(能櫓軍) 30인 : 노를 젓는 병사, 노역군

(2) 일본의 군선

1) 아다케부네(安宅型船)

16C 일본의 군선으로 임진왜란 당시 일본 수군의 주력함이다. 아다케부네(安宅型船) 또는 장선(將船)이라고도 한다.

16세기에 일본은 축적된 수군전법과 배 축조 기술 집결하여 아다케부네라는 대형 전함을 만들어 수군의 주력함으로 활용했다. 아다케부네는 공격·방어력, 항행 성능에서 탁월한 기량을 발휘했으며, 일본 수군을 다룬 많은 서적에서 '해상의 성'(海上之城)이라고 극찬할 정도였다. 아다케부네에는 여러 가지 크기가 있는데, 가장 작은 것은 500석, 일반적으로는 1,000석~2,000석을 적재할 수 있는 크기였으며, 2,000석 이상을 적재하는 초대형선도 있었다.

임진왜란 당시 일본 수군의 구성은 아다케부네를 기함(旗艦)으로 하여 세끼부네(關船), 고바야부네(小早船), 작은 세끼부네를 편입하여 함대를 편성하고, 이 함대에 병마와 병량을 운송하는 화물 수송선단을 종속시키는 것이 기본 형태였다.

이물, 즉 선수(船首)가 견고한 구조로 되어 있으며, 상갑판 위는 2층으로 되어 있다. 그 한 가운데 '누각'이라고 하는 사령탑이 있는데, 순판(楯板=방패)이라는 두꺼운 방패 널판으로 상갑판 위에서부터 상부의 뱃집 구조물 둘레를 대었다. 누각의 크기는 4방의 너비가 2칸(3.64미터)이며 높이는 2.5칸(4.5미터)이다.

방패판은 두께가 2치(6㎝)~3치(9㎝)정도 되는 박달나무나 가시나무로 판자로 만들었는데 여기에 활과 총을 쏠 수 있는 구멍을 뚫었다. 이 방패판은 조립이 가능하며 그 일부는 판의 아래에다 돌쩌귀를 달아서 밖으로 눕힐 수 있게 되어 있다. 적선과 가깝게 붙어서 접전을 할 때 방패판을 바깥쪽으로 넘어뜨린 다음, 적선으로 올라 가는 사다리로 이용하기 위해서 고안한 것이다.

선수의 정면 방향으로는 대포를 장착한 것이 특이하다. 선수에 상자 모양의 상장판옥(上粧板屋)이 있기 때문에 이물의 상갑판의 너비가 넓다. 이처럼 정면이 넓었으므로, 대포를 설치할 필요가 있었을 것이다.

배밑은 석회로 물막이를 하여 견고하며 저판을 2중판으로 만들었다. 그리고 몇 군데에 물을 막아주는 격벽(隔壁)을 설치하였기 때문에 선체 일부가 파손되어 침수가 발생하였을 때에도 다른 선창(船倉)은 무사할 수 있었다. 즉, 현재의 강선에서 널리 사용되고 있는 2중 저판 및 수밀격벽(水密隔壁)의 방식과 기법을 15~16세기의 일본 목조 군선에서 이미 실용화하고 있었던 것이다.

임진왜란 당시 아다케부네는 가토 기요마사(加藤淸正)를 시작으로 구로다(黑田), 구기(九鬼), 혼다(本多) 등 여러 무장들에 의하여 건조되었으며, 그 중에서도 중소형이 많이 건조되었다.

2) 세키부네

16세기 일본 전국시대부터 제작돼온 일본의 대표적인 군함이다. 조선(早船)이라고 부르기도 한다. 세키부네(關船)는 아다케부네(安宅船)과 함께 전국시대 수군 함대에서 활약했던 전선(戰船)이다. 아다케부네에 비해 규모가 작고, 속도가 빠른 것이 특징이다.

이 시기는 일반 배들도 1,000여 년을 계속 이어져온 통나무배, 즉 '고주식선체' 구조의 기법에서 탈피하여 본격적인 준구조선(準構造線)과 구조선(構造線)으로 탈바꿈하는 때였다. 선수(船首)의 모양도 상자형(箱子型)이 아니고 뚜렷하게 위로 돌출된 단일 선수재(船首材)를 가지고 있으며 뾰족한 형태로 되어 있다.

관선의 크기는 노 30척을 거는 것에서부터 노 100척을 거는 것까지 다양하였으나, 그 중에서 40척~50척을 거는 중형선이 가장 많이 건조되었다. 상부 구조나 의장(艤裝)은 안택선의 제도에 준하였으나, 누각과 쇠붙이를 두르는 장갑(裝甲) 등은 일반적으로 작게 만들었다. 노 80척을 거는 관선 이하에는 누각이 없다.

노 40척~50척을 거는 중형 관선은 방패판(防牌板)이 이물의 전면에만 설치되어 있고, 측면은 장막(帳幕)으로 대신하였기 때문에 '막장선'(幕張船)이라고 불리었다. 그 외에도 측면의 방패판에 대나무를 사용한 것도 있다.

관선은 수군함대에서 안택선을 보좌하며, 쾌속성(快速性)을 이용하여 순양함(巡洋艦)의 역할을 하는 존재였다. 빠르다는 의미로 '조선'(早船)이라는 별칭을 갖고 있다.

대형 관선에는 소노(小櫓)가 76자루 걸려 있으며 대노(大櫓)는 48자루가 걸려 있는 것이 대부분이다. 선체 구조는 밑판/중판/상판으로 구성된 3층식이거나, 밑판과 중판을 하나로 한 2층식의 두 가지가 있다.

17세기 초에 목할법(木割法=배를 짓는 비례법)이 보급되면서 관선의 선형, 구조, 의장도 표준화되었다. 그후 강호시대(江戶時代)를 지나면서 관선에는 거의 변화가 없었다. 평화가 장기간 지속되었으므로, 군선기술을 발전시킬 수 있는 동기가 부족했던 데서 그 원인을 찾을 수 있다.

3) 고바야부네

고바야부네(小早船, 소형선으로서 빠르게 달린다는 의미의 이름)는 세키부네(關船)의 일종으로, 세키부네 중에서 가장 작은 배인 소형 세키부네(小型關船)를 이른다. 일반적으로 14척~30척의 노를 거는 소형 쾌속 세키부네(小型快速關船)을 말하는데, 쇠붙이를 나무판이나 각목 등에 붙이는 장갑장치(裝甲裝置)를 관선보다 적게 하여 보다 가벼우며, 간략하게 꾸미는 것이 특징이다. 시창(矢倉 ; 상장 누로(樓櫓)) 대신에 반원(半垣)이라고 하는 낮은 방패판(楯板-순판)을 설치한 것도 관선과 다른 점이다.

고바야부네는 중형이나 대형 관선보다 경쾌하고 민첩하게 항해를 할 수 있으므로 척후 정찰용이나 연락용으로 많이 사용되었다. 구축함으로 사용되는 경우도 있지만 공격력은 그다지 강하지 않다. 노 30척 정도를 가진 비교적 큰 고바야부네이라 하더라도 8자루 내외의 철포(鐵砲; 조총)를 탑재하고 있을 뿐이었다.

임진왜란 때 당포에 나타난 왜적의 척후선을 발견하고 조선 함대에서 사후선(伺候船)으로 뒤쫓게 하였으나, 너무 빨라서 따라 잡지 못했다는 기록도 있다.

4) 니부네

에도시대에 사용된 일본의 군선으로 정의 : 병사, 마필, 군량 등을 나르는 수송선이다. 니부네(荷船)는 천석선(千石船)이라고도 하는데 병사, 마필, 군량 등을 나르는 배를 말한다. '천석선'이란 '짐 싣는 큰 배'라는 뜻이다. 중국의 고대선이나 한국의 고대선에서도 '큰 배'를 '천석선'이라는 별칭으로 부른 것은 유사하다. 니부네는 일본 배의 대표적인 선형이라고 할 수 있는데, 당시에는 이런 선형을 '변재선(弁才船)' 또는 '베자이 만듦새'(ベザイ造り)라 고 불렀다.

에도시대 중기 이후부터 일본 연안을 활발하게 누비면서 양곡을 운송하던 선박이 바로 변재선이다. 크기에 따라 구분하면, 능원(菱垣), 준회선(樽廻船)이나 성미(城米), 번미(藩米) 등이 있었으며, 500석~1,000석을 적재할 수 있는 크기가 주류를 이루었으나 막부 말기에는 1,500석~2,000석을 적재할 수 있는 대형선이 많이 사용되었다.

에도시대 해운의 주력으로 등장한 변재선은 원래는 16세기 경 세도나이까이(瀨戶內海)를 중심으로 발달한 연안선 선형이기 때문에 내파성(耐波性)이 약하여 외해나 원양항해에는 적합하지 않았다.

변재선은 서양식 범선과 완전히 다른 구조를 가지고 있다. '가와라'(航)라고 부르는 두꺼운 판재의 배 밑을 기본으로 하여 네다나(根棚)/나까다나(中棚)/우와다나(上棚)라고 하는 삼단의 외판을 조합하여 선체를 쌓아올린다. 따라서 종방향의 강도는 배밑과 외판(삼판)에 의해 결정되며, 횡강도는 적당한 간격으로 양현(兩舷)의 외판과 외판 사이에 굵은 선량을 가설하여 높인다. 선량은 선체가 가로로 벌어지지 않게 잡아 주는 작용도 겸하고 있다. 이와 같이 두꺼운 판재와 굵은 선량으로 구성된 선체는 상당한 강도를 감당할 수 있을 만큼 튼튼하며, 제작도 용이했다.

하지만 이런 기법은 소형선에서는 적합하지만 대형선이 되면 선량과 선량 사이의 간격이 넓어지게 된다. 어떠한 방법을 사용하여도 선량 사이에 있는 외판은 쉽게 변형되며, 특히 철정으로 연결한 네다나와 나까다나, 나까다나와 우와다나의 연접 부분이 취약하다.

메이지시대(明治時代) 이후의 화선은 거의 다 늑골, 또는 늑골 모양의 부재(마쓰라=松良)를 부착하여

이러한 약점을 보완하였다.

이와 같이 대형 배를 큰 판재를 사용해 만들 수 있었던 것은 일본의 목재 자원이 풍부하기 때문이다. 회나무, 소나무, 삼나무, 녹나무, 느티나무 등과 같은 지름이 큰 거목을 얻기가 쉬웠으며 벌목을 하는 현지에서 바로 판재로 만들어 쓸 수 있었기 때문이었다.

(3) 중국의 군선

호선

호선 또는 팔라호선(叭喇號船)은 명청시대에 절강과 복건 지방에서 사용된 비교적 작은 군선이다. 무비지의 호선은 배 밑에 용골을 둔 소형 첨저선이라는 설명이 있다. 그 크기는 기껏 길이가 40척(12.8m), 너비가 10척(3.2m)이다. 복선이 몹시 커서 성과 같고 사람의 힘으로는 움직이기가 힘들고 오직 바람에 의해서만 운항할 수 있는 불편이 있는 데 비하여 호선은 노를 써서 간편하게 조선(운항)이 될 수 있도록 만든 배이다.

배는 매우 속력이 빨라서 연해를 초탐하고 적선을 추포하기도 편리하므로 16세기에 명나라의 명장 위계광이 왜구를 토벌하는 데도 활발하게 사용되었다.

임진왜란 때 해전의 전장이 된 한국 남해안은 내해와도 같이 비좁고 지리도 복잡한 지세이므로 명나라가 호선과 같은 경쾌한 범노선을 파송한 것은 당연한 일이었다.

참고로 청대의 호선은 내해용과 외해용의 구별을 두고, 외해용 대형호선은 길이 80척(25.6m), 너비 15척(4.8m), 깊이 약 7척(2.24m)에 달했다.

(4) 삼국의 군선 비교

1) 조선

전함	시대	정의	특징
판옥선	조선시대 (1800년 경)	조선시대 수군의 주력함으로 갑판 위에 2층으로 된 판옥을 올린 것이 특징	전선(戰船 ; 판옥선)은 갑판 위에 상갑판을 꾸미고 그 위에 장대(將臺 ; 사령탑)를 설치한 구조로, 세계적으로 유례가 없는 다층 전투함이다. 갑판 위로 올린 구조물을 '판옥'이라고 한 데서 '판옥선'이라는 이름이 붙음
거북선	조선시대 (1592년)	임진왜란에서 큰 전과를 거둔 전함으로 갑판 위를 판자로 덮고 그 위에 창칼을 꽂은 것이 특징	장차 왜적의 침입을 염려해 따로 전선(戰船)을 만들었는데, 배 위를 둥그스름하게 판자로 덮고 그 위에 창칼을 꽂아서 적군들이 배에 기어오르거나 뛰어내리면 창칼에 찔려 죽게 된다. 배의 앞에는 용두(龍斗)를 달고 그 용의 입을 통하여 대포알을 쏘았다. 뒤에는 거북꼬리를 달고 총구를 냈다. 배의 좌우에는 각각 6개의 대포구멍을 냈다. 거북배에는 돌격장이 타고 함대의 선봉이 되어 나아간다. 적이 에워싸고 덮치려하면 일시에 대포를 쏘아 가는 곳마다 휩쓸어 임진왜란에서 크게 공을 세웠다. 모습이 엎드린 거북과 같으므로'거북배'라 함

2) 일본

전함	시대	정의	특징
아다케부네 (安宅船)	16C, 아즈치 모모야마 시대	임진왜란 당시 일본 수군의 주력함. 아다케형선(安宅型船) 또는 장선(將船)이라고도 함	16세기에 일본은 축적된 수군전법과 배 축조 기술 집결하여 아다케부네(安宅船)라는 대형 전함을 만들어 수군의 주력함으로 활용
세끼부네 (關船)	16C 이후, 아즈치 모모야마 시대	전국시대부터 제작돼온 일본의 대표적인 군함. 조선(早船)이라고 부르기도 함	세끼부네(關船)은 아다케부네(安宅船)과 함께 전국시대 수군 함대에서 활약했던 전선(戰船)이다. 안택선에 비해 규모가 작고, 속도가 빠른 것이 특징
소조선	〃	세끼부네(關船)의 일종으로, 세끼부네 중에서 가장 작은 배인 소형 세끼부네(小型關船)을 이름	소조선은 중형이나 대형 관선보다 경쾌하고 민첩하게 항해를 할 수 있으므로 척후 정찰용이나 연락용으로 많이 사용
하선	에도시대	병사, 마필, 군량 등을 나르는 수송선	에도시대 중기 이후부터 일본 연안을 활발하게 누비면서 양곡을 운송하던 선박 500석~1,000석을 적재할 수 있는 크기가 주류를 이루었으나 막부 말기에는 1,500석~2,000석을 적재할 수 있는 대형선이 많이 사용

3) 중국

전함	시대	정의	특징
사선	명청대	해운조선으로 활발하게 사용. 기선의 흥기로 점차로 대형사선이 감소하기는 하였으나 아직도 위와 같은 큰 배 가 중국연해에서 쓰임	전형적인 중국의 돛인데, 한선의 돛은 중국의 돛보다 간소화된 것을 볼 수 있다. 이같은 중국이나 한국의 러그 세일은 조작이 쉽고 역주성능이 매우 우수한 것으로 정평이 남
호선	명청대	호선 또는 팔라호선(叭喇號船)은 명청시대에 절강과 복건 지방에서 사용된 비교적 작은 군선	배는 매우 속력이 빨라서 연해를 초탐하고 적선을 추포하기도 편리하므로 16세기에 명나라의 명장 척계광이 왜구를 토벌하는 데도 활발하게 사용

2. 장보고(張保皐) 대사(大使) 유적지 탐사

2-1. 장보고(張保皐)

그림 2-1. 장보고 국가 표준 영정

본명은 궁복(弓福)·궁파(弓巴)로 '활을 잘 쏘는 사람'이라는 뜻이다. 후에 당나라에 건너가 대성(大姓)이었던 장(張)씨 성을 모칭하여 사용하였다. 일찍이 당나라 서주(徐州)에 건너가 무령군소장(武寧君小將)이 되었으나, 신라에서 잡혀간 노비(奴婢)의 비참한 처우에 분개하여 사직하고 귀국했다. 해적들의 인신매매를 근절시키기 위해 왕의 허락을 얻어 1만의 군사로 해로의 요충지 청해(淸海:莞島)에 진을 설치하고 가리포(加利浦)에 성책을 쌓아 항만시설 을 보수, 전략적 거점을 마련했다. 그리고 청해진 대사(淸海鎭大使)가 되자 휘하 수병을 훈련해 해적을 완전히 소탕했다.

837년(희강왕 3) 왕위계승 다툼에서 밀려난 우징(祐徵:神武王)이 청해진에 오자 이듬해 우징과 함께 반란을 일으켜 839년 민애왕(閔哀王)을 죽이고 우징을 왕위에 오르게 하여 감의군사(感義軍使)가 되었다. 신무왕이 죽고 문성왕(文聖王)이 즉위하자 진해장군(鎭海將軍)이 되었다. 840년(문성왕 2) 일본에 무역사절을, 당나라에 견당매물사(遣唐賣物使)를 보내어 삼각무역을 했다. 845년(문성왕 7) 딸을 왕의 차비(次妃)로 보내려 했으나 군신들의 반대로 좌절되었다. 846년(문성왕 8) 옛 부하였던 염장(閻長)에게 살해되었다.

(1) 생애

장보고는 언제 태어났는지 어떤 계통인지도 알 수 없다. 《삼국사기》는 그의 본명을 궁복(弓福) 또는 궁파(弓巴)[2]라고만 적고 있다.

일찍부터 친구 정년(鄭年)과 함께 당의 서주(徐州)로 건너간 그는 그곳에서 승마와 창술에 특출난 재주를 보이며 군인으로서 출사해 무령군중소장(武寧軍中小將)[3]의 직책을 받게 되었다. 흥덕왕 3년(828년) 초에 신라로 돌아온 그는 왕에게 신라인들이 해적들에게 납치되어 노예로 팔리는 참상을 전하며, 완도에 군사 거점을 세워줄 것을 청했다. 마침내 승인을 얻어 1만여 명의 군대를 확보한 그는 완도에 청해진(淸海鎭)을 세우고 대사(大使)가 되었다. 그의 활약으로 827년~835년 이후로 해상에서 신라 노예를 매매하는 일이 사라졌다고 《삼국사기》는 평가하고 있다.

해적 토벌에서 그치지 않고 서남해 해상권을 장악하여 당과 일본뿐 아니라 남방, 서역 여러 나라와의 무역으로 많은 이익을 취하였으며, 아울러 큰 세력을 이루었다. 신라인들이 많이 이주한 산동성 문등현(文登縣) 적산촌(赤山村)에 신라인들이 법화원(法華院)을 건립하려 하자 그는 이를 적극 지원하였다. 또한 신라인 출신 노예들을 사들이거나 주인에게서 되돌려받아 석방시켰으며, 이들은 신라 출신 이민자들이 건너간 산동 주변으로 옮겨가게 된다. 그의 적극적인 지원으로 법화원은 상주하는 승려가 30여 명 이상이 되었으며, 토지를 기부하여 연간 500석을 추수하는 장전(莊田)을 가지고 있었다. 이 지역 신라인의 정신적인 중심지로 성장했고, 법회를 열 때 200~400명까지 인파가 몰려들었다. 골품제와 같은 기존의 신분제에 구애됨이 없이 유능한 인재들을 널리 받아들였고, 또 자신의 진영에 환대하여 신분을 따지지 않고 실력에 따라 대우하여 그들의 능력을 적극 발휘할 수 있게 하였다. 이러한 빈민들을 규합하고, 새로운 활동무대를 찾아 모여든 인재들을 포용하여, 8세기 이래 왕성하였던 신라인의 해상활동

능력을 적극 활용, 이것들을 묶어 조직화하였다.

흥덕왕이 재위 11년만에 죽고, 신라에서 일어난 왕위 다툼에서 제륭(희강왕)에게 패하고 피살된 김균정의 아들 김우징이 청해진으로 피신해 오자 장보고는 그를 숨겨주었다. 그러나 제륭도 재위 3년만인 838년 김명이 일으킨 정변으로 피살되고 김명이 스스로 즉위하자(민애왕), 예전 김균정의 편에 섰다가 패하고 달아난 김양(金陽)이 군사를 모아 청해진으로 찾아와서 김우징을 만나고 장보고에게 도움을 청했다. 이때 김우징은 장보고에게 "나를 도와준다면 내가 왕위에 오른 뒤 당신의 딸을 왕비로 삼겠다"는 약속을 했고, 이에 동의한 장보고는 친구 정년에게 청해진의 군사 5천을 내주어 김양과 함께 왕경으로 진격하게 했다. 장보고와 정년이 이끄는 청해진 군사는 무주와 대구를 거쳐 왕경에 입성, 왕경군을 격퇴한 뒤 민애왕을 죽이고 김우징을 추대한다. 이 공으로 감의군사(感義軍使)의 직책과 식읍 2,000호를 하사받았다. 신무왕이 죽고 문성왕이 즉위한 뒤에는 진해장군에 임명되었으며, 문성왕 2년(840년) 일본에 무역 사절을 파견하고 당에도 견당매물사(遣唐賣物使)를 보내는 등 삼각무역을 실시했다.

《삼국사기》 신라본기는 장보고가 사망한 연대를 문성왕 8년(846년)이라고 기록하였으나 《속일본후기(続日本後紀)》에서는 841년 11월 중에 피살되었다고 하였다. 그뿐만 아니라 《입당구법순례행기(入唐求法巡禮行記)》에서는 회창(會昌) 5년(845년) 7월에 전 청해진 병마사가 국난을 당하여 중국에 망명하였다는 기록이 보인다. 따라서, 현 학계에서는 장보고가 살해된 때를 841년 11월 중으로 보고 있다.

문성왕 13년(851년) 신라 조정은 청해진을 없애고 그곳 주민을 벽골군(碧骨郡)으로 옮겼다.

(2) 평가

장보고와 정년이 원래 지기였고 당에서 무령군중소장이 된 사실을 소개한 《삼국사기》 장보고열전의 저본은 중국 당나라 두목이 지은 장보고전 즉 《신당서》 권220 신라전이다. 장보고가 먼저 신라로 돌아가 높은 관위(청해진대사)를 얻은 뒤, 반대로 관직에서 물러나 한미하게 지내던 정년이 장보고를 믿고 그를 찾아갔을 때에 정년을 예를 갖추어 환대한 것, 환영 연회를 벌이는 동안에 국왕이 살해당하고 수도가 혼란에 빠진 소식이 전해지자 장보고가 정년에게 군사 5천을 주어 "자네(정년)가 아니면, 이 화란을 진압할 수 없다."며 반란을 토벌하고 새로운 왕을 옹립했으며, 장보고는 재상에 등용되고 정년이 청해진대사를 이어받은 사실 등을 적고 있다. 나아가 두목이 장보고와 정년의 교제를 안녹산의 난 때의 곽분양·이림회의 교제에 빗대어 인의(仁義)의 사람이라 칭찬한 것을 전하면서, 《신당서》 열전을 편찬한 송기의 평으로 국난의 시기에 의를 품고 국가의 우환을 먼저 생각한 사람으로서 진(晉)의 기해와 당의 곽분양, 그리고 장보고를 거론하고 "어찌 동쪽에는 뛰어난 인물이 없다고 할 수 있겠는가?"라고 칭하고 있다. 이를 다시 《삼국사기》에 기재한 김부식은 신라본기와의 기사와 서로 어긋나는 부분을 지적하는 한편으로 장보고에 대한 두목과 송기의 평가를 지지한다. 또한 김유신전의 말미에서도 김유신의 공적을 뛰어나다고 칭찬하면서도 고구려 을지문덕의 지략과 장보고의 무용을 함께 찬양하고 있다. 이러한 평가는 후대 조선조의 안정복에게까지 이어졌다.

(3) 적산대명신과 신라대명신

장보고가 활약했던 9세기 전반, 산동 반도의 항구도시였던 적산(赤山), 지금의 룽청 시(荣成市)에는 장보고와 연계한 당시 많은 신라 상인이 거류하고 있었다. 장보고는 이곳에 적산법화원(赤山法華院)을 세웠는데, 이 무렵 당 조정의 명령으로 서둘러 귀국해야만 했지만 불법으로나마 당에 남아서 천태종을 배우기로 결의한 일본의 입당청익승(入唐請益僧) 엔닌(円仁)을 위해 그를 적산법화원에 머물도록 배려하고, 현지의 중국 관인들과 교섭해 공험(公驗, 여행허가증)을 얻어 내주기도 하는 등 엔닌의 9년 6개월에 걸친 구법행(行)을 물심 양면에 걸쳐서 지원했던 것도 장보고였다. 엔닌이 일본으로 귀국할 무렵에는 이미 장보고 자신은 암살된 뒤였지만, 장보고 휘하에 있던 장수 장영(張永)이 대신 엔닌이 귀국할 수 있도록 힘을 써주었다고 한다.

오늘날 일본 교토 시 북쪽의 히에이(比睿) 산 엔랴쿠사(延曆寺)에 있는 적산선원에 모셔져 있는 적산대명신(赤山大明神)은 엔닌의 제자가 엔닌의 뜻을 이어 신라인들이 섬기던 신을 모시기 위해 닌나 4년(888년)에 세운 것이다. 흔히 도교의 최고신인 태산부군으로 알려져 있는 이 신에 대해 일각에서는 이 신이 장보고를 모티브로 한 신이 아니냐는 주장이 제기되고 있다. 적산대명신과 함께 엔랴쿠사 경내에는 신라대명신(新羅大明神)을 모신 신사도 존재하고 있는데, 현재 일본 시가 현 오쓰 시의 온죠사(園城寺)에도 마찬가지로 이 신라대명신을 모신 신라선신당(新羅善神堂)이 남아 있다. 엔닌과 마찬가지로 당에 유학했다가 돌아오던 승려 엔친(圓珍)이 바다 위에서 풍랑을 만났을 때, '붉은 옷을 입고 흰 활을 들고 나타나' 풍랑을 잠잠하게 가라앉혀 엔친을 무사히 귀국할 수 있도록 도와주고 그가 가지고 돌아오던 경법(經法)을 영원히 수호할 것을 맹세한 신이었다 하여 엔친이 가지고 온 경전과 법구를 이 온죠사에 보관하게 된 것이라 한다. 센고쿠 시대 다케다(武田) 집안의 시조로 추앙되었던 헤이안 시대의 무장 미나모토노 요시미쓰(源義光)가 이곳에서 관례를 올리고 신라사부로(新羅三郎)를 칭한 이래 다케다 집안에서도 이 신라대명신을 가신(家神)으로 섬기게 되었다고 한다. 현재의 신라선신당 건물은 조와(貞和) 3년(1347년)에 아시카가 다카우지가 기부한 것이다.

그림 2-2. 신라선신당. 일본 시가현 오쓰시에 소재하고 있는 사당임.

앞서 엔닌이 당나라에서 오대산의 하나인 북대엽두봉(北台葉頭峰, 해발 3,058미터)에 올랐을 때 얻은 향나무로 만든 문수상을 귀국한 뒤인 죠간 3년(861년) 10월에 엔랴쿠사 경내에 따로 문수루(文殊樓)을 지어 모셨는데, 이 문수루는 훗날 오다 노부나가가 히에이 산을 불태웠을 때 소실되고 현재는 재건된 것이다. 이 문수루 옆에는 현재 장보고기념비가 세워져 있다.

참고 자료(장보고 문헌기록과 업적)

1. 장보고 대사 이름 표기

(1) 한자표기

『번천문집』과 『삼국사기』에 기록되어 있는 張保皐 표기법을 따랐다.

(2) 영문표기

주일대사를 지낸 미국의 학자 라이샤워의 저서와 논문(Edwun O. Reischauer, Ennin's Diary : The Record of a Pilgrimage to China in Search of Law (New York : The Ronald Press Co. 1955/ Ennin's Travels in Tang China) 등을 통해 1955년 소개된 이후 현재까지 대다수의학자들이 이를 따라 장보고를

ChangPoGo로 명기하고 있는 등 국제적으로 널리 통용되고 있는 표기이다

따라서 이를 현행 국어의 로마자 표기법에 근거하여 Jang-bogo로 변경할 경우 외국인들이 이를 제대로 이해하지 못하여 혼선이 발생할 수 있고 인명, 단체명 등은 기존의 표기를 사용할 수 있다는 조항이 있으므로 ChangPoGo로 표기한다.

(3) 기타

일본의 문헌기록에는 장보고(張寶高)라고 기록되어 있다. 즉, 보배롭고 높은 존재라고 기록되어 있는 것이다. 또한 일본사람들은 장보고(신라명신, 적산명신)를 사찰에 모시고 신격화하였는데 그를 부(재물)를 가져다주는 신으로 인식하고 있다.

2. 장보고 대사의 일대기

(1) 어린시절

장보고는 청해진(현 완도) 출생으로 780년대 후반에 태어난 것으로 추정된다. 그는 기골이 장대하였으며 활과 창을 잘 다루는 무인 기질을 타고 났다. 그의 이름 장보고도 활을 잘 쏘는 것과 관련이 있다. 『삼국사기』나 『삼국유사』에는 궁복(弓福) ,궁파(弓巴)라 기록하고 있는데, 이는 활을 잘 쏘는 사람인 '활바' 또는 '활보'라는 이름을 한자어로 표기하면서 유래된 이름이다.

(2) 당에서의 활약(무령군중소장 시절)

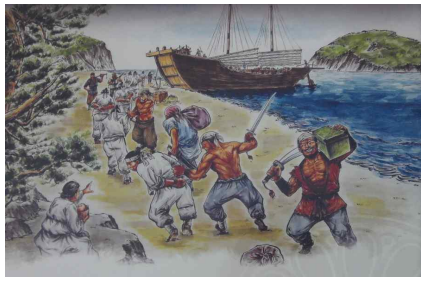
고향에서 어린 시절을 보낸 장보고는 신라사회의 혼란과 모순을 보았으며, 골품제도 하에서는 신분상승의 한계를 느껴 당시 세계 여러 나라 사람들이 모여들어 꿈을 키우는 기회의 땅 당(唐)으로 갔다. 이때가 20대 초·중반이었으며, 10세 아래인 정년과 함께 바다를 건넜다. 당으로 건너간 장보고는 서주(徐州)의 무령군(武寧軍)이라는 군대에 들어가 여러 전투에서 공을 세워 30세(819년)에 병사 약 천여 명을 거느리는 군중소장(軍中小將)의 직위까지 올랐다.

(3) 당에서의 활동(적산 법화원 설립)

무령군 군중소장 직을 그만 둔 장보고는 산동반도 적산포에 적산 법화원을 세워 여러 활동을 하면서 재당 신라인사회에 영향을 주었다. 구법(求法)과 무역 등을 위해 신라에서 건너온 사람들은 이곳에서 숙식을 하며 일을 보았고, 재당 신라인과 함께 예불도 보고 정보도 교환하였다. 그야말로 법화원은 교민의 사랑방 기능을 하였다. 또한 항해 전 안전을 기원하는 기도의 장소이기도 하였다. 적산 법화원은 장보고의 젊은 날 피와 땀이 서린 곳이며, 당나라에 사는 신라사람들의 꿈과 희망의 중심지였다.

특히 일본 승려 엔닌은 이곳 법화원에 머물면서 장보고대사에게 편지를 보내 자신의 귀국을 보살펴 달라고 탄원하기도 했다. 이 사실은 장보고의 국제적인 위상을 단적으로 보여주는 사례라 하겠다.

(4) 해적들의 양민 납치



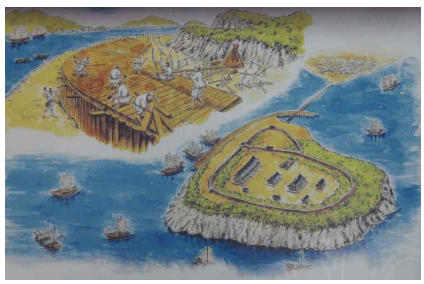
9세기 초 바다는 해적들의 천국이었다. 해적들은 당시 정국 불안으로 변방과 국경의 방비가 허술한 틈을 타서 신라 연안을 자주 약탈했다. 중국의 많은 역사책에 등장하는 신라노(新羅奴)는 당시 해적에게 잡혀 노비로 팔리는 신라인을 가리키는 말이었다. 당나라에서 무령군소장으로 근무하던 장보고는 이러한 신라노의 참상을 목격하고 큰 충격을 받았으며, 이후 신라로 돌아가 이들을 소탕하고 바닷길을 개척하리라 결심하게 된다.

(5) 흥덕왕 알현과 해적 소탕

장보고는 당나라에서의 생활을 마치고 귀국하였다. 그는 흥덕왕을 알현하고 군사 1만을 거느릴 수 있는 청해진을 설치하도록 허락 받았으며 대사(大使)로 임명되었다. 대사는 일종의 총독으로 청해진 지역의 자치권을 행사하는 우두머리였다. 청해진 설치의 표면적 이유는 신라 해안에 출몰해 재물을 약탈하고 백성들을 납치하여 당에 노비로 팔아넘기던 해적을 소탕하는 것이다. 실제로 장보고는 신라와 당 해상 교통로에 있는 해적을 말끔히 소탕하였다.

이와 함께 군소 해상세력 통합, 신라방에 있는 재당 신라인 연결, 해상 무역권 확보 등 짧은 시일 내에 조직적인 세력을 키워나갔다.

(6) 청해진 설치/동아시아 해상무역 기지 '청해진'



청해진은 당나라의 해적들이 신라의 변방민을 잡아다가 노비로 팔거나 분탕질을 일삼는 것을 막기 위하여 신라 흥덕왕 3년(828)에 설치되었다. 장보고는 군사 1만을 얻어 완도에 청해진을 설치하고 해적들을 소탕하였다. 이후 '바다를 지배하는 자가 세계를 지배한다'는 신념으로 청해진 본영을 중심으로 한민족의 기상을 떨치며 해양을 개척하였다. 장보고는 한국과 중국, 일본을 연결하는 장대한 해상항로를 개척하였으며, 청해진을 본거지로 중국과 일본을 잇는 중계무역을 실시하고, 이슬람세계와도 교역한 아시아 최초의 민간 기업인이자 세계적 무역왕이 되었다.

(7) 장보고선단의 문화교류 활동

중국과 일본에도 거점을 확보한 청해진은 우리 역사상 일찍이 볼 수 없었던 한·중·일을 잇는 대외 해상무역활동의 본거지 였다. 당의 물품을 신라와 일본에 공급하고 일본과 신라의 교역품을 당에 실어 날랐다.

당에서는 비단직물·의복·차(茶)·서화·도자기·금은세공품 등을 수입해 신라와 일본에 보냈다. 신라에서는 금은·과하마·인삼·해표피 등을, 일본에서는 명주·솜·실·금 등을 당으로 수출하였다. 장보고 선단은 중국 남부지역에까지 진출하여 아라비아 상인들과도 교역해 이슬람 도자기, 유리제품 등을 신라와 일본에 공급하기도 하였다.

이들 무역품들은 장보고 선단에 의해 운반되었고, 따라서 막대한 이윤을 창출하였다. 장보고는 동북아시아의 바다를 주름잡은 해상왕(海上王)이었다.

(8) 신라 왕위 쟁탈전과 장보고 암살

청해진 설치 후 동아시아 해상세계를 석권한 장보고는 신라 왕실의 왕위계승 분쟁에 휘말리게 된다. 839년 장보고는 경주로 군사 5천을 보내 김우징의 정적들을 격파하고 김우징이 왕위(신무왕)에 오르는데 일등공신이 되었다. 신무왕은 장보고를 '감의군사(感義軍使)'로 삼고 식읍 2천호를 내렸다. 그의 아들 문성왕은 장보고를 진해장군(鎭海將軍)으로 삼고, 장복(진골 귀족의 관복)을 하사하고 그의 딸을 왕비로 삼겠다고 약속했다. 그러자 김양을 비롯한 경주 귀족들의 불안은 노골적인 적대 의식으로 바뀌었다. 그들은 섬 출신 지방인의 딸을 왕비로 삼을 수 없다는 명분 아래 장보고를 제거하려는 모의를 시작했다. 마침내 김양은 한때 장보고의 부하였던 염장을 장보고에게 보냈다.

장보고는 돌아온 옛 부하 염장을 반갑게 맞으며 연회를 베풀었다. 그러나 연회가 무르익을 때 염장은 칼을 빼어 장보고를 살해하였다. 이때가 841년이었다.

3. 문헌기록

장보고에 대한 기록은 우리나라 보다 중국과 일본의 문헌에 자세히 남아 있다. 장보고가 살았던 당시 당나라의 유명한 문장가인 두목(杜牧, 803-852)의 '번천문집(樊川文集) 권6 「장보고 정년전(張保皐 鄭年傳」에 자세히 실려 있고, 중국 정사(正史)인 「신당서(新唐書」에 두목의 기록을 인용해 장보고의 내용을 싣고 있다/

일본에는 「일본후기(日本後記」「속일본기(續日本記)」, 승려 엔닌(圓仁; 794-864)의 「입당구법순례행기(入唐求法巡禮行記)」등에 기록되어 있다. 중국과 일본의 기록은 한결같이 그의 훌륭한 인품과 업적 등 좋은 평판을 남기고 있다.

우리나라의 기록으로는 「삼국사기(三國史記)」와 「삼국유사(三國遺事)」를 비롯하여 여러 문헌에 장보고가 소개되고 있다. 이렇듯 같은 시대 3개국 정사(正史)에 실린 인물은 우리 역사상 그 누구도 찾아볼 수 없다.

(1) 번천문집(樊川文集)

번천문집 樊川文集 / 중국 당(唐)

당나라 시인 두목(杜牧, 803~852)의 문집이다. 이책의 권 6장보고 정년전에 장보고와 정년의 전기가 수록되어 있다. 장보고와 정년을 기록한 최초의 문학이다.

(2) 입당구법순례행기(入唐求法巡禮行記)

일본 승려 엔닌(838~847)이 당나라의 불교 성지를 돌아보고 기록한 여행기로 모두 4권이다. 우리나라와 관련이 있는 부분은 2권과 4권으로 특히 2권에는 당시 청해진 대사 장보고가 세운 적산법화원에 대한 이야기가 나온다.

이책은 9세기 전반 동북아시아의 정세를 기록한 정치사 문헌이자, 불교사의 한 측면을 전하는 귀중한 문헌이다.

(3) 삼국사기(三國史記)

1145년(인종 23) 경에 김부식 등이 왕의 명을 받아 편찬한 삼국시대의 정사이다. 이 중 신라본기 권제 10과 신라본기 권 제 11, 삼국사기 권44(열전 제 4에) 장보고대사와 정년에 대한 기록이 있다.

▲ 입당구법순례행기(좌)와 삼국사기(우)

4. 문헌기록

(1) 장보고와 해상무역

통일 신라시대는 사회적 변화에 따라 외래 문물에 대한 욕구가 점차 강해지던 시기다. 관무역으로는 이러한 수요를 충족할 수 없게 되자 민간인들의소규모 사무역이 시작되고 있던 이 때, 장보고는 세계를 무대로 초국적 민간자유무역을 발전 시켰다.

중국물건이 수입되었을 뿐만 아니라 신라나 일본의 무역품들도 활발하게 중국으로 수출되었으며 일본과의 무역도 활발했다.

일본 귀족들에게 공급된 여러가지 생활용품 중에는 신라에서 생산된 것을 거래하는 직접무역과 함께, 이슬람이나 동남아시아에서 중국에 들어온 것을 일본에 연결하는 중계 무역도 활발하게 이루어졌다.

(2) 적산법화원

820년대 초 장보고대사가 세운 사찰로 당시의 국제무역항이었던 중국 산동성 영성시 석도진 적산에 위치하고 있다.

장보고 선단의 활동 중심지로 산동성 일대에 살던 재당신라인들의 정신적 구심적 역할을 하였을 뿐만 아니라 당나라로 유학 온 신라와 일본 승려들의 안식처로, 또한 동북아 문화교류의 장이 되었다

(3) 양주

양자강 하류 양주는 대운하를 연결하는 요충지로 고대부터 국제무역의 중심지였다. 신라인을 비롯,

페르시아·동남아시아의 여러 나라와 '해상 실크로드'를 따라 항해하던 이슬람 상인들의 최종 기착지이기도 했다.

장보고 선단의 교역활동으로 해상 실크로드는 이곳에서 한반도와 일본으로 까지 연결되었다.

(4) 영파

영파는 고대부터 중국의 중요한 국제중계 무역항으로 주변 산물이 대형 무역선에 실려 역과 한국 · 일본으로 수출되었는데 신안 앞바다에서 발견된 신안선도 바로 이곳에서 출발하여 일본으로 가던 배였다.

이 가운데 장보고 선단의 주요 교류 품목인 월주요청자(越州窯, 해무리굽자기)가 이곳에서 생산되어 수출되었는데 장보고대사에 의해 그 기술이 우리나라에 전수되어 훗날 고려청자의 우수성을 높이는 밑걸음이 돼 세계 최고 수준의 '비색청자(翡色淸瓷)'로 발전하게 된다.

(5) 히카타

하카타(후쿠오카)에는 장보고 선단이 무역을 하였던 유적지가 남아있다. 다자이후는 고대 한국·중국과의 교섭을 관장하던 국가 기관으로 신라 사신이나 무역상들이 일본에 오면 가장 먼저 일을 보던 곳이다.

홍려관은 다자이후에 속한 기관으로 상인들을 접대하거나 숙박을 하던 영빈관이다.

5. 장보고의 업적

(1) 장보고는 당시 당나라와 왜를 잇는 교역로를 확보함으로써 중간무역을 통해 막대한 부를 이뤄냄으로써 '신라'국가경제에 큰 몫을 담당하였다.

(2) 당시 당나라와 왜의 해적들에 의한 우리나라 해안침투를 막아냄으로써 우리 백성들이 안심하고 살아갈 수 있는 터전을 만들어주었다.

(3) 당나라와 왜 뿐만 아니라 아라비아와 유럽등 외국 널리 신라의 존재를 알려줌으로써 신라의 국제화에도 이바지하였다.

(4) 천민출신인 장보고는 '청해진 대사'에 오르고 막강한 부를 이룸으로써 천민으로 태어나더라도 훌륭한 인물이 될 수 있다는 '신분파괴'에 대한 이념을 일으켜주었다. - 평등사상에 근거

(5) 쓰러져가는 신라후기, 신라를 지탱하는 경제적 군사적인 힘이 되어준 것이 청해진이다. 비록 마지막에 반란을 일으키기는 했지만, 그전까지 쇄약해진 신라를 일으키고, 왕까지 지원해줌으로써 강력한 전제정권의 바탕이 되기도 하였다.

6. 우리나라 역사상 최초로 무역함대를 이끌고 바다를 개척하여 동양 3국의 제해권을 장악한 위대한 바다의 영웅 장보고의 기록

東史에 보면, 어려서 이름(字)은 弓福으로 唐에 들어가 徐州軍의 小將이 되었다. 史官이 기록하기를, 杜牧이 論文을 지어 '그의 현명함은 郭汾陽 (汾陽王에 初封된 郭子儀)과 宋祈奚와 비견된다' 라고 칭찬하였다. 唐書를 편찬할 때 에도 杜牧의 논평이 인용되어 그를 평하였다. 이러한 것에 의거해 보건대 그는 분명히 東國의 사람(新羅人)이며, 保皐의 증손이 源, 현손이 吉인데 대개 張保皐以下 四世라 말해진다. 그는 中國에서 벼슬에 있던 중, 中國人 해적에게 잡혀와 노비가 된 新羅 사람들의 불쌍한 모

습을 보고 벼슬을 버리고 新羅로 돌아왔다.

歸國하여 興德王에게 告하기를, "중국인이 자주 우리나라의 변경을 침략해 백성을 노비로 삼고 있는데 매우 부끄러워해야 할 것입니다. 바라건대 淸海 (완도)에 鎭을 두어 노략질을 막아야 합니다." 王께서 그를 大使로 임명하여 청해에 진을 두었으니, 唐 文宗 太和 2년 (828년) 이요, 新羅 興德王 3년 戊申 4월이었다.

후에 僖康王 2년 丁巳 (837년), 金明의 亂에 大使 (장보고) 와 鄭年, 金陽등이 병사 5천명으로 佑徵을 도와 김명을 토벌하여 그를 죽이고 佑徵을 옹립하여 王으로 삼으니, 그가 곧 神武王이다 (서기 839년). 神武王이 이에 保皐를 封하여 威義軍 (感義軍 이라는 기록도 있음) 으로 삼고, 食邑으로 2千戶를 채웠다 .왕의 아들 慶應도 또한 王을 도운 공으로 鎭海將軍 (바다를 다스리는 장군)에 拜授하고 아울러 章服 (다른옷과 구별을 쉽게 하기위하여 기호나 무늬를 수놓은 옷)을 下賜하시었다. 丙寅年 (846) 봄에 경응은, 保皐가 자기의 딸이 받아들여 지지 않은 것을 원망하여 청해진을 근거로 반란을 일으킬 것이라 생각하고 武州사람인 閻長을시켜 그를 죽이게 하였다.

..... 三國遺史 (고려의 역사책)에 기록되기를 .....

神武大王이 왕위에 오르기 전에 협사 弓巴 (保皐의 字: 弓福 또는 弓巴) 에게 말하여 이르기를 "나에게는 하늘을 함께하여 살 수 없는 원수가 있는데, 그대가 나를 위해 그 사람을 제거하고 왕위를 얻을 수 있다면, 그대의 딸을 취하여 왕비로 삼겠다" 고 하였다. 弓巴가 그것을 허락하고, 마음을 합하여 힘을 함께 모아 군사를 일으켜 서울 (京師, 경주)를 쳐서 왕위를 찬탈함에, 弓巴의 딸로서 왕비를 삼으려 하였으나, 뭇신하들이 극력 간하여 이르기를, "弓巴는 미천하니 임금님이 그의 딸로서 왕비를 삼는 것은 옳지 않습니다." 고 하였고, 왕이 그러한 의견을 따랐다. 그때에 弓巴는 淸海鎭에 있으면서 軍戍 (군사적인 방어임무)을 하였는데, 王이 약속을 어긴 것을 원망하여 반란을 도모할 것이라고 확신한, 將軍 閻長이 그러한 의중으로 임금께 아뢰기를 "弓巴가 장차 不忠 (반역)을 저지르려하니 제가 그를 제거하기를 청합니다." 고 하니, 王이 기쁘게 그것을 허락하였다. 염장이 뜻을 받들고 청해진으로 망명하였다. 謁者 (아뢰는 사람)를 보고 通하기를 바라기를, "나에게는 임금에게 조그마한 원망이 있어 모든 신명으로 명철하신 장군에게 투신하고자 합니다." 고 하였다. 弓巴가 그 말을 듣고 크게 노하여 이르기를, "너희 무리가 王에게 간언하여 나의 딸을 폐하였는데 어찌 나에게 오려 하는가." 하였다. 염장이 다시 통하여 말하기를, "그것은 百官들이 간언한 바이지, 나는 그대를 모함하는데 참여하지 않았으니 혐의하지 마십시요." 라 하였다. 弓巴가 듣고서 이끌어 대청에 들여놓고 이르기를, "그대는 무슨 일로 여기에 왔소?" 하니 閻長이 말하기를, "王에게 미움을 받아 당신의 막하에 투신하여 해를 면하고자 할 뿐입니다." 고 하였다. 弓巴는 "다행이다." 하고, 주연을 베풀어 환대함이 심하였는데 염장이 弓巴의 장검을 취하여 그를 베어 죽이니, 휘하의 군사들이 놀라고 두려워하여 모두 땅에 엎드리었다. 염장이 이끌어 서울에 이르러 복명하기를, "제가 弓巴를 참수하였나이다." 하니 임금이 기뻐하여 상으로 阿干벼슬을 하사하였다.

6세기 이후 신라의 해상 무역은 개인에 의해 이루어지는 사무역 중심으로 발전하였다. 당과 일본을 상대로 한 사무역의 발달은 대상인의 출현을 가져왔으며, 그대표적인 예가 장보고다. 당시 신라에는 해안 지방에 해적들이 나타나 해안 지방의 주민들을 잡아다 당에 노예로 파는 일이 자주 일어났다. 그 때 당에 가서 군인으로 있던 장보고는 귀국 하여 왕의 허락을 얻어 지금의 완도에 청해진을 설치하고, 대사에 임명되어 해적을 소탕하였다. 그리고 군사를 길러 황해와 남해의 해상권을 장악하고, 당과 일본과의 무역을 독점함으로써 일대 해상 왕국을 이루었다. 그 뒤 장보고는 무력을 배경으로 중앙 귀족의 왕위 쟁탈전에 참가하여 신무왕을 도와 즉위시킨 일도 있었다. 그러나 정치적 야심을 품고 자기 딸을 문성왕의 왕비 로 들이려다가 귀족들의 반대로 실패하고, 자신은 암살당하였다. 장보고 이후에 도 강주. 금성. 송악 등지에서도 나라의 감독을 받지 않으며 당이나 일본과 무역하는 해상세력이 성장하였다.

[자료출처: 통일신라의 발전 http://myhome.shinbiro.com/~koreact/home.htm "한국문화"]

2-2. 장보고 대사 유적지

(1) 국내 유적

1) 청해진 유적

① 개요

- 지정현황: 사적 제308호(1984년 9월 1일 지정
- 위치: 전라남도 완도군 완도읍 장좌리 809외
- 장도면적: 125,400㎡(38,000평)
- 발굴기간: 1991~2001년
- 목적: 청해진과 관련하여 유적의 성격에 대한 학술적 고증과 정비,복원
- 발굴기관: 국립문화재연구소신라

그림 2-3. 완도 청해진 유적지 전경

② 청해진 설치

흥덕왕 3년 장보고는 서남해안의 중심지 완도에 청해진을 설치하고 해적을 소탕하였다. 이후 바다를 지배하는 자가 세계를 지배한다는 신념으로 청해진 본영을 중심으로 한민족의 기상을 떨치며 해양을 개척하였다.

장보고는 한국과 중국, 일본을 연결하는 장대한 해상항로를 개척하였으며, 청해진을 본거지로 중국과 일본을 잇는 중계무역을 실시하고, 이슬람세계와도 교역한 아시아 최초의 민간 기업인이자 세계적 무역왕이 되었다.

③ 발굴전 청해진

인근지역 주민들의 밭으로 이용되던 장도 청해진 유적지가 세상 사람들의 관심을 갖게 된 계기는 1959년 9월 17일 시라호 태풍이었다.

사라호 태풍이 1200년 세월 동안 땅속에 묻혀 있던 청해진 유적의 흔적인 목책을 일부나마 드러나게 했던 것이다. 이후 1982년에는 국립문화재 연구소 학술조사단이 장도유적과 법화사지에 대한 조사를 실시하였고 그 내용이 한국방송공사 신춘원단 특별기획으로 방영되어 청해진에 대한 학계와 일반인들의 관심을 불러일으키는 계기가 되었다.

그리고 그 결과 1984년 장도유적은 사적 제 308호로 지정되었다. 그리고 1991년 청해진 유적지에 대한 발굴조사가 국가적 차원에서 이루어졌다.

④ 주요 발굴 성과(1차 발굴: 1991-1998년)

판축토성으로 이루어진 890m에 달하는 성벽과 내부 건물지, 굴립주 건물지, 매납유구 등을 확인한 바 있으며, 또한 331m에 달하는 해안 원목렬의 분포 범위 확인과 함께 총 3만여 점이 넘는 많은 유물을 발굴하여 장도가 청해진의 주요근거지였음을 밝혀내는 성과를 거두었다.

매납유구는 직경 1m, 깊이 150cm 정도의 원형 구덩이 안에 인위적으로 유물을 매납한 제사와 관련된 유구이다.

수혈 중앙의 가장 바닥에 회청색 경질 대응을 똑바로 안치하고, 대옹과 수혈벽과의 사이에 토기편병 2점, 철제 솥 2점 한 개체를 반으로 절단하여 각각 나누어 묻은 철제 반 1점, 청동병 1점, 철제 자물쇠 등의 철기류를 배치 매납하였다. 이들 유구와 유물은 청해진 조음도에서 증사를 거행했다는 삼국사기 권 32 잡지 1제사조 의 기록과 견주어 검토해 보아야 할 자료이다. 또한 국가 제사인 중사가 지내졌던

장도유적은 청해진 내에서는 중요한 위치를 차지하고 있었음을 추정할 수 있다.

그림 2-4. 1차 발굴 유물

⑤ 주요 발굴 성과(2, 3차 발굴: 1999 - 2001년)

7차 발굴조사에서는 장보고의 해상활동과 관련된 해안 출입 겸 접안시설로 'ㄷ'자형 석축석렬 유구와 우물 등 중요 유구들을 발굴하여 청해진의 본영(本營)이 바로 이 장도에 있었음을 보여주는 결정적인 자료를 확보하게 되었다.8차 발굴조사에서는 섬 입구 해안지대에서 노출 된 'ㄷ'자형 석축석렬 유구와 우물의 구조에 대한 조사를 마무리 지어 그 구조를 파악하였으며, 그 앞의 바다 해저 면에서 기존에 이미 알려져 있던 원목렬과 나란히 또 하나의 목책렬이 지나가고 있음을 새로이 확인하였다. 그 외에도 성벽에 나 있는 배수구를 처음으로 발굴조사 하였고, 청해진의 판축토성 성벽이 내외측 모두 2중 기단석렬을 깔고 조성한 것도 함께 밝혀냈다. ㄷ'자형 석축석렬 유구는 21×22m 정도의 규모로서 내외측에 기단석렬을 깔거나 석심을 쌓고, 그 사이에 판축다짐을 하여 만든 해안 구조물로서 국내는 물론 중국이나 일본에서도 그 유례가 없는 것으로 알려져 있다.

우물은 깊이 6m로서 바닥에는 통나무를 단 '井' 자형으로 깔아 기초를 잡고 그 위에 석축을 쌓아 만들었는데 위가 좁고 (직경 150cm 내외) 중간이 약간 넓어지다가(직경 180cm 내외) 바닥은 다시 좁아지는 모양이다. 우물의 바닥에는 자갈을 약 50cm 두께로 깔아 물을 정화할 수 있게 하였음이 확인되었다. 이 우물 바닥에서 사면편병, 주름무늬병 등의 토기류와 재갈편 철제자귀, 금제고리 등의 금속제 유물 그리고 어망추, 방추차, 숫돌 등의 유물이 다수 출토되었다.

특히 이곳에서 출토된 편병류는 구연부만 파손된 채 4점이 나란히 깔려 있어 우물을 축조할 때에 의도적으로 매납한 것이 분명하다고 보여 지며, 이는 우물의 축조 및 사용 시기가 청해진 성의 축성 및 운용시기와 동일하였음을 증명한다.

또한 깊이 6m의 이 우물은 청해진뿐만 아니라 항해 하는 장보고 선단의 주요 식수원 역할을 하였을 것으로 추정된다. 장도 서쪽 저지대에서는 성벽의 사이에 좌우 양쪽으로 석축을 하여 막음을 하고, 바닥에는 판석을 깔고 그 사이에는 잡석을 채워 물이 스며들게 하는 암거식 배수구가 조사되었는데 입구가 깔때기 모양으로 되어 있어 물이 잘 모여들게 하였다.

이러한 구조는 판축토성의 배수방법과 관련된 대단히 중요한 자료로 평가된다.

⑥ 주요 발굴 성과

장도 청해진 유적에서 발굴 조사된 수많은 유구와 유물들은 장보고의 해상활동의 근거지로서의 청해진의 실체를 규명하는 기초 자료 가 될 것이며, 특히 절대연대가 9세기 전반인 많은 유물들은 앞으로 통일신라시대의 '표지유물' 로서의 역할을 할 것으로 기대된다.

⑦ 현재의 청해진 유적과 복원 현황

- 사업명칭: 장도 유적 정비 복원 공사
- 위 치: 전라남도 완도군 장좌리 787(장도 일대)
- 공사기간: 2001 ~ 2009년
- 공사현황: 토성 보수공사, 조경 공사, 탐방로 조성, 유구 복원, 매단 석축 정비, 사당 복원, 외성

문 복원, 내성문 복원, 고대 복원, 우물 정비, 굴입주 정비 안내판 설치 등등

그림 2-5. 청해진 유적지 복원 계획 조감도

2) 완도 법화사지(전라남도 완도군 장좌리 461 외)

법화사는 법화사상을 중심으로 한 천태종 계열의 사찰이다. 법화사는 청해진 세력과 무역상인들, 당나라로 가는 구법 승려들의 예배당이자 휴식처였다. 국립문화재연구소에서 총 2차에 걸쳐 발굴조사를 실시하여 옛 절터(건물지 7곳)와 기와편, 주름무늬병, 해무리굽 청자편, 백자편 등이 출토되었다. 주름무늬 토기병 편(8~9세기 유물)과 해무리굽 청자 편 등의 발굴 유물을 통해 살펴 볼 때 통일신라 말 또는 고려 초기 경까지도 사찰의 창건 및 조영시기를 상한 시킬 수 있다. 그 이유는

① 1990년에 실시 된 발굴조사가 사찰 전 영역에 걸쳐 실시되지 않은 한계와 그 결과 매장 유물 전체를 볼 수 없었다는 것과 이런 제한적인 결과를 가지고 사찰의 창건에 대해 결론을 성급하게 내릴 수 없다는 것이다 .

② 발굴 유물 중 주름무늬 토기병은 그 사용시기의 상한이 일반적으로 통일신라 중 후기(8~9세기)대까지도 올려 볼 수 있는 자료라는 점이다.

③ 장보고 대사의 활동 중 중국 법화원 설립을 고려한다면 청해진 본거지인 완도에도 사찰을 조성하였을 개연성이 충분하다는 것이다.

④ 장보고가 창건하였다는 법화사로 추정한다면 851년 청해진의 혁파로 사찰도 폐찰 되었을 것으로 추정하기 때문이다.

그림 2-6. 완도 법화사지 발굴 유물

■ 소 재 지: 전라남도 완도군 완도읍 장좌리 461외
■ 지정현황: 전라남도 기념물 제13호(1990년 2월 24일 지정)
■ 면 적: 1,881㎡(569평)
■ 발굴일정: 총 2차(1989~1991년)
■ 발굴기관: 국립문화재연구소
■ 발굴목적: 이 유적은 장보고(청해진)와 관련하여 유적의 성격에 대한 학술적 고증과 정비 복원을 목적으로 하고 있음

3) 제주 법화사지(제주도 서귀포시 하원동)

① 소재지: 제주특별자치도 서귀포시 하원동
② 지정현황: 제주특별자치도 기념물 제 13호(1971년 지정)
③ 내 용

제주 법화사(法華寺)는 9세기 초 청해진 시기 장보고가 창건한 것으로 추정되는 사찰이다.

그림 2-7. 제주 법화사지 대웅전

법화사지는 제주도의 남쪽 서귀포시 하원동에 위치한다. 제주도는 일찍이 백제세력권 하에서도 '탐라' 라는 국호로 대외교류를 한 지역으로 662년(신라 문무왕 2년) 신라에 예속된 이후는 더욱 활기를 띠었다.

고대 범선 항해는 조류의 흐름이 매우 중요한데, 중국 주산군도에서 한반도로 출발하면 서남해 지역이나 제주도는 반드시 지나게 되는 항로였다. 일본 승려 엔닌이 『입당구법순례행기』에 기록한 바와 같이 일본에서 중국으로 항해 할 때도 제주도 남쪽을 거쳐 갔다. 이처럼 제주도는 한반도↔제주도↔중국, 중국↔제주도↔일본, 중국↔한반도↔제주도↔일본 등 여러 국제교역루트에서 징검다리와 같은 곳이었다. 장보고는 이러한 중요 기착지인 제주도 남쪽에 법화사를 창건했던 것이다.

이 사찰은 종교적 의미뿐만 아니라 긴 여정의 바닷길 항해에서 안전과 무역상인들의 정신적 휴식처를 마련해 주었다.

이를 뒷받침하는 자료로서 1990년에 제주 법화사앞 대포항(옛 당포)에서 완도 법화사와 동일한 주초석이 발견되어 더욱 관심을 끌었다. 법화사지는 1982년 명지대학교박물관에서 1차 발굴조사를 시작한 후, 1990~1992년까지 총 4차에 걸쳐 7천여 평의 유적을 조사하였다. 그 결과 절터와 기와편, 상감청자, 백자, 분청사기, 청동등잔, 석제 불상 등 통일신라시대부터 고려, 조선시대에 이르는 유적과 유물이 확인되었다. 발굴 결과 대웅전 터는 108평 규모였으며, 기단의 지대석은 통일신라시대 대표적인 사찰인 경주 불굴사와 같은 2단 구조를 하고 있었다.

▲ 제주 법화사지 ▲ 연판문 수막새 ▲ 운용문 암막새

그림 2-8. 제주 법화사지 유적 및 출토 유물

4) 신안 흑산도 상라산성(전남 신안군 흑산면 읍동)

상라산성(上羅山城)은 흑산도의 상라산 8부 능선에 반달 모양으로 축성된 석성이다. 이 성과 주변에서 출토된 유물의 대부분이 9~10c로 보아 통일신라시대에 축조된 것으로 알려져 있다.

그림 2-9. 신안 흑산도 상라산성 발굴 유물

5) 장보고와 청자

장보고가 남긴 유산 가운데 하나가 청자 제작기술 보급이다. 강진군 대구면과 칠량면, 해남군 화원면 신덕리 일대에는 초기청자 가마터가 집단적으로 분포하고 있다.

이 두 지역 초기청자 가마터의 자기들은 해무리굽과 무문의 특징을 가진다. 해무리굽 청자는 중국 절강성 월주요에서 생산된 것으로 중국에서 7세기 부터 등장하여 9세기 전반에 유행한 도자기이다.우리나라 초기 청자의 생산요지는 우리나라 중부와 서남부의 해안을 따라서 분포되어있다.

이중 해남 화원면 도요지에 60여기가 집단군을 이루고 있는데 이렇게 대량의 도자기 생산단지를 조성할 수 있는 세력은 장보고를 중심으로 한 청해진세력이었을 가능성이 있다.

그림 2-10. 장보고 시대 중국 도자 출토지 및 출토 유물

(2) 해외 유적

1) 중국

① 적산 법화원

■ 소재지 : 중국 산동성 영성시 석도진

적산법화원(赤山法華院)은 장보고대사가 당나라에 살고 있는 신라인들을 위해 세운 사찰이다. 장보고 대사는 이곳을 중심으로 신라인들을 규합하고 무역활동을 전개하였다. 현재의 적산법화원은 1990년 중건하였다. 법화원내에는 장보고대사 영정이 있다

그림 2-11. 장보고 대사 중국 유적지

② 장보고 기념관

장보고기념관(張保皐紀念館)은 적산법화원 내에 있으며, 2005년 개관하였다. 기념관 내에는 장보고 대사 관련 유물과 장보고대사 기념비 동상이 있다.

그림 2-12. 장보고 대사 관련 국내외 유적지

2) 일본

① 연력사

■ 소재지 : 일본 시가현 대진시

연력사(延歷寺, 엔라쿠지)는 일본 천태종의 총 본산이다. 엔닌이 당에서 10년 동안 구법활동을 하고 장보고선단의 도움으로 귀국 한 후 일본 천태종의 3대 좌주로 등극하여 입적하였던 곳이다.

완도군은 이곳 동사(東寺) 문주루(文珠樓(옆에 장보고 대사 기념비를 세웠다.

그림 2-13. 연력사 장보고 비

② 적산선원

■ 소재지 : 일본 교토

적산선원(赤山嬋院)은 엔닌스님의 유언에 따라 제자들이 세운 선원으로 연력사가 있는 비적산 남쪽 기슭에 자리하고 있다. 이곳에는 장보고대사로 추정되는 신라대명신상이 모셔져 있다.

그림 2-14. 일본 교토 동북쪽에 위치한 적산선원

③ 대제부 정청 터

■ 소재지 : 일본 후쿠오카 다자이후 시

대제부(大帝附)는 당과 신라의 무역사 및 관리들이 공 사 무역을 하였던 곳으로 7세기 ~ 12세기 큐슈지역을 관장하였던 행정관청 터이다. 장보고선단은 이곳 다자이후를 중심으로 일본과 무역을 하였다.

그림 2-15. 일본 후쿠오사에 소재한 대제부 정청 터

2-3. 장보고 기념관

(1) 개요

장보고 기념관은 1,200년 전 완도에 청해진을 설치하고 동북아 해상무역을 주도하였던 장보고대사의 위대한 업적을 재조명하고 해양개척 정신을 고취시키기 위하여 2008년 2월 29일 개관하였다.

■ 규모 및 구성

면적은 대지 14.472㎡, 건축면적 1,739㎡, 전시면적 730㎡, 철근 콘크리트조 지상 2층 건물이다.

1층은 중앙홀, 영상실, 기획전시실, 사무실, 수장고, 휴게실 등이 있으며 2층은 1전시실, 바닷길, 2전시실로 꾸며져 있다. 건물 외벽은 완도 앞바다의 넘실거리는 파도를 형상화하였다. 성벽은 이곳이 청해진의 옛 터전이었음을 상징하고 있다. 앞마당 습지는 9개의 구릉으로 파도 물결을 형상화하였으며, 갈대와 야생화가 계절별로 꽃을 피우고 있다.

기념관 주변으로는 장보고대사가 중국으로부터 가져왔다고 전해지는 유자를 비롯하여 여러 종류의 유실수가 식재되어 있다.

그림 2-16. 장보고 기념관 건물 외벽과 기념관 입구

그림 2-17. 기념관 건물 외벽과 기념관 입구 왼쪽 공원에 보이는 조형물. 건물 외벽은 청해진 옛 터전을 상징하여 만들었다고 하며, 조형물은 장보고 무역 선단의 상선을 상징하는 듯함. 조형물 뒤 장보고 기념 동상이 보인다.

(2) 전시실

1) 1층 상설 전시실

① 제 1 전시실(장보고의 흔적을 찾아서)

갈대를 상징하는 LED 조명을 헤치면서 1200년전 장보고대사의 흔적을 찾아 떠나는 제1전시실은 완도 개요 장좌리와 죽청리 일대에 분포하고 있는 장보고의 유적, 법화사지, 장도 청해진 유적, 문헌 속 장보고, 장보고대사의 인적 ,지역적 네트워크라는 주제로 전시가 연출되어 있다.

② 제 2 전시실(바닷길을 열다)

제2전시실은 장보고와 해상실크로드, 장보고선단의 무역활동 등을 주제로 중국과 일본에서의 활동이 전시 연출되어 있으며, 미래비전 공간에서는 장보고의 해양개척 정신을 이어받아 “21세기 신 해양시대를 여는 완도”와 만나게 된다.

(3) 중앙홀

1) 장보고 무역선

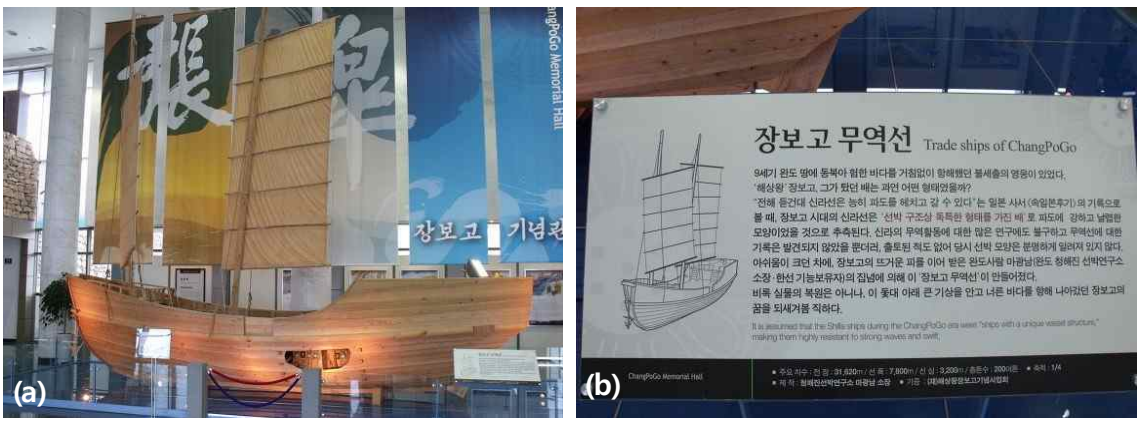


그림 2-18. 장보고 무역선(a)과 장모고 무역선 설명 표지판(b)

① 축척:1/4
② 현재 선체 길이: 약 7.9m
현재 돛대 높이 약 7.0m
③ 재료: 삼나무
④ 제작: 청해진선박연구소 마광남 소장
⑤ 기증: (재)해상왕장보고기념사업회
⑥ 설명

현재 우리나라에서는 신라시대의 배가 출토되지 않아 그 형태를 정확하게 밝힐 수 없다. 다만 경북 경주 안압지에서 출토된 목선과 완도 약산면 어두리에서 출토된 11세기 고려배, 그리고 일본과 중국의 배와 문헌을 통해 신라시대 배를 추정하고 있다.

장보고무역선도 학자들의 고증을 거쳐 복원한 것이다. 전시된 장보고무역선은 첨원저형(밑이 뾰족한 형태)의 배로 큰 바다로 나아가 파도를 헤치고 빠른 속도로 항해가 가능한 배이다.

2) 목조 벽화

그림 2-19. 1층 중앙홀 벽면의 목조 벽화

① 작 품 명: 해상왕 장보고 (海上王 張保皐)
② 작품규격: 가로 8,000 × 세로 2,200 × 두께 200㎜
③ 작품재질: 피나무(?木, 화면부), 자작나무(紅花莉, 테두리부)
④ 제 작 자: 육광정(陸光正) 중국공예미술대사(中國工藝美術大師) 남(男)
1945년 3월 중국 절강성 동양시 출생.
1988년 '중국공예미술대사' 칭호를 수여받았다.
⑤ 설명 패널 내용

1200년 전 완도에 청해진을 설치하고 동북아 해상무역을 주도했던 장보고 대사의 무역활동을 실감나게 형상화함으로써, 바다를 무대로 거침없이 앞으로 나아가는 도전정신과 웅혼한 기상을 전하고 있다. 장보고 대사가 타고 있는 배는 전시관 내 장보고 무역선과 동일하게 표현했으며, 해상활동의 배경으로 장도 청해진 유적에서 바라다 본 상황봉 일대의 모습이 정교하게 새겨져 있다. 제작자 육광정(陸光正) 대사(大師)는 중국 최고의 목공예 조각가로서, 이 작품은 (재)해상왕장보고기념사업회(이사장 김재철)의 특별 요청으로 제작 설치되었다

⑥ 기타사항

■ 제작자가 완도를 방문한 후 설계를 변경하여 상황봉 · 백운봉 · 숙승봉과 장보고무역선을 연출하였다.
■ 육광정 작가의 작품을 국내에서는 이곳에서만 볼 수 있다.

■ 모두 10여개로 나누어진 목조벽화가 뒤에서부터 설치되어 하나의 판이 형성되었다.
■ 제작기간 1년 정도 소요되었으며, 모두 수공업으로 제작되었다.
■ 당시 비용은 8,000만원 이었으나, 현재는 약 3억원의 가치를 지니고 있다.

(4) 주요 전시물 및 소개

1) 1층 기획 전시실

■ **정년 장군(규격 122×182㎝)**

완도 출신 정년(鄭年, 생몰년 미상) 장군의 본관은 경주이며, 시조인 지백호(智伯虎)의 27세손이다.

정년에 대한 최초의 기록은 당나라 시인 두목이 편찬한 『번천문집』 이다. 이 책의 권 6장 보고 정년전에 전기가 수록되어 있다. 따라서 번천문집과 삼국사기에 수록된 정년에 대한 내용을 옮겨 살펴보면 다음과 같다.

『번천문집』

신라인 장보고와 정년이라는 자는 자기 나라로부터 서주(徐州)로 와서 군중소장이 되었다. 장보고의 나이는 30이고 정년의 나이는 열 살이 젊어 장보고를 형이라고 불렀다. 함께 모두 싸움을 잘하였고, 말을 타고 창을 휘두르는데 나라와 서주에서 능히 대적할 사람이 없었다. 정년은 또 바다 밑으로 들어가 50리를 걸어가면서 물을 내뿜지 아니하였다.
그 용맹과 씩씩함을 비교하면 장보고가 정년에게 미치지 못하였으나 장보고는 연령으로 정년은 기예(技藝)로서 항상 맞서 서로지지 아니하였다.

그림 2-20. 정년 장군 국가 표준 영정

- 중략 -

정년은 그곳(당)을 떠나 장보고를 뵈었다. 장보고는 함께 술을 마시며 마음껏 즐기는데 술자리가 끝나기도 전에 서울에서 사자가 이르렀다. 대신이 그 임금을 시해하고 나라가 어지러우며 임금이 없다 하였다. 장보고는 드디어 군사 5천을 나누어 주며 말하기를 '그대가 아니면 환란을 평정할 수 없다' 하였다. 정년은 국도(國都)에 들어서 배반한 자를 베고, 왕을 세우고 보답하였다. 임금은 드디어 장보고를 불러 재상으로 삼고 정년으로 대신 청해를 지키게 하였다.

그림 2-21. 송대 원양 화물선인 천주만 해선(a)와 동서 문화 사절단 중국 선박(b). 동서 문화 중국 사절단 중국 선박의 왼쪽은 송명면선, 오른쪽이 정화보선이다.

그림 2-22. (a)고려 시대 사신을 파견하기 위해 만든 배인 신주 모형, (b)당대 연안지대를 항해하던 범선인 여고 당선

그림 2-23. (a) 왼쪽이 복건 당선, 오른쪽이 시교강선, (b) 왼쪽이 객주, 오른쪽이 감진 양주선

2) 2층 상설 전시실

그림 2-24. 왼쪽 그림은 LED 조명이 갈대를 상징하며 장보고 유적지 및 청해진 유적 등이 있다. 오른쪽은 배추원과 배둥둥이

그림 2-25. 배추원과 배둥둥이 설명 표시판과 장도 청해진 출토 유물인 주름 무늬병

그림 2-26. 목책과 목책에 대한 설명 표지판, 제사 용기를 묻은 유적지인 매납유구

그림 2-27. (a) 활과 화살 청동 화살촉, (b) 장검, (c) 옌닌 모형(모형 아래에 서면 조명이 켜지면서 설명이 나온다).

그림 2-28. 김양 모형과 흥덕왕 모형

그림 2-29. 장보고 선단의 바닷길 그림과 장보고 선단의 활약상을 볼 수 있는 그림들

2-4. 장도 청해진 유적지 탐사

장도 청해진 유적은 장보고대사(張保皐大使) 관련 유적지로 장보고는 완도에서 태어나 어린 시절을 보내고 당(唐) 나라로 건너가 무령군(武寧軍) 군중소장(軍中小將)이 되었으며 828년(흥덕왕 3년) 이곳 장도를 중심으로 청해진(淸海鎭)을 설치하여 해적소탕과 해상무역을 통한 해양상업제국을 건설한 장소이다.

유적지의 총 면적은 482.284㎡ 이고 이곳 장도는 해발고도 43.5m, 면적 99.136㎡로 청해진의 중요 시설물이 위치했을 것으로 추정되며 멀리 북·서쪽은 강진만과 해남 이진(梨津)의 길목이고, 동쪽은 고금, 약산도를 경유 득량만과 고흥반도로 그리고 남쪽으로는 청산도를 지나 대양으로 중국과 일본으로 이어지는 해상교통의 요충지이다.

1991년부터 2000년까지 국립문화재연구소 유물발굴조사를 통하여 목책열, 판축기법의 토성, 우물터, 해무리청자편 등 장보고의 해상활동 근거지로서 청해진의 실체를 규명하는 많은 유물이 발굴되었으며, 2001년부터 정비, 복원사업을 추진하여 판축토성(890m)과, 내성문, 외성문, 고대, 우물, 굴립주, 치 등이 복원·정비 되었으며 남서쪽의 해변에는 방어와 접안시설로 추정되는 원목렬(목책)은 총 길이 331m로 대부분 참나무 기둥을 사용한 것으로 확인되었다.

또한 건물지 내에 지하 매납(埋納) 원형 구덩이 속에서 출토된 토기편병, 철제솥, 청동병 등은 인위적으로 매장한 것으로 대부분 제사용기로 판단되는 귀중한 유물이다. 이것들은 「삼국사기」의 "청해진 조음도에서 중사(中祀; 국가적인 큰 제사)를 거행했다."는 기록을 뒷받침하는 획기적인 자료로 평가된다.

장도(將島)는 완도항에서 약 4.2km 떨어진 곳에 위치해 있는 작은 섬으로 섬의 형태가 동-서 방향으로 길게 뻗어 있어 장도(長島)라 하기도 하지만 유적지의 공식적인 한자이름을 확인하며 장군섬이라는 의미를 가지고 있음을 알 수 있다. 하루 두 차례씩 썰물 때는 마을에서 장도까지 200m 쯤 바닥이 드러나 걸어갈 수 있다. 1만 명의 군사가 머물던 곳

그림 2-30. 장도 청해진 유적지 안내도

(1) 탐사 순서 및 장소

장도 목교→우물→외성문→남벽(고대→동남치)→동벽(굴립주와 사당)→북벽→서북치→내성문

1) 장도 목교(將島 木橋)

2009년 11월에 완공된 장도 목교는 교량 길이 15m, 폭 3m의 인도교로 장보고 청해진 유적지인 장도와 장좌리를 연결해 주는 교량으로 섬과 섬을 연결해 주는 연도교이다. 이 다리가 건설되기 전에는 썰물 때에 장도에 들어갔다가 밀물 때가 되면 다시 나와야 하는 불편함이 있었는데 이 다리의 완공으로 이러한 불편함이 이제 없어지게 되었다.

그림 2-31. 장도 목교 전경

2) 'ㄷ' 자형 판축유구와 우물('ㄷ' 字形 版築遺構와 井)

① 위치: 청해진 성의 입구에 위치

② 기능

'ㄷ' 자형 판축유구는 해안 구조물로서 국내는 물론 중국이나 일본에서도 그 유례가 없는 것으로 알려져 있다. 'ㄷ' 자형 판축유구는 우물을 보호하고, 외성문을 보완하는 기능을 하고 있다. 우물은 잔존깊이 5.8m 이며 이곳에서는 주름무늬병과 철재편 등 다량의 유물이 출토되었다.

그림 2-32. (a) 'ㄷ'자형 판축 유구 (b) 청해진 외성문 앞 입구의 우물

3) 판축(版築)

① 판축기법

청해진 성의 성벽은 판축법으로 만들어졌다. 판축이란 흙으로 기초 및 성벽을 쌓는 방법 중 하나로 돌을 판단하게 깔고 그 위에 흙을 고르게 다져가는 공법을 말한다.

② 판축토성

청해진 성은 자연 지형을 그대로 이용하여 능선을 따라 축조하였으며, 성의 규모는 둘레가 890m 이다. 성벽은 좌우 내, 외측에 기단석렬을 맞물린 상태에서 그 안쪽으로 흙을 시루떡처럼 다져 쌓은 판축토성이다.

4) 외성문(外城門)

① 위치: 청해진 성의 입구에 위치

② 기능

외성문은 성의 내외를 연결하는 통로로서 유사 시 적의 공격을 저지하고, 적을 역습하거나 격퇴하는 통로이다.

그림 2-33. 판축 토성의 단면(상)과 장도 청해진 유적지 서북치 인근의 토성 탐방로. 과거에 비하여 판축 토성의 훼손이 많이 진행된 상태이며, 여름 집중호우 시 매스무브먼트 현상으로 인한 토사의 유출이 더욱 심해지는 것으로 생각됨. 또한 왼쪽 하단의 판축토성을 살펴보면 토성 위 좁은 탐방로가 있어 시간이 지날수록 판축 토성이 훼손이 더욱 심해질 것으로 생각됨. 이에 대한 보존 및 관리가 필요함.

그림 2-34. (a) 외성문 입구 기념사진, (b) 외성문 성곽의 암석. 외성문 성곽의 암석은 중생대 백악기 화산활동에 의하여 형성된 중성 화산암류나 화산성퇴적암류를 이용해 축조한 것으로 생각되며 일부 암석은 중성계열의 심성암들이 발견된다.

5) 고대(高臺)

① 위치: 동서로 이어지는 청해진 남쪽, 성벽의 높은 중간지점에 위치하고 있다.

② 기능

청해진 성의 고대은 동쪽 · 북쪽 · 남쪽 3곳에 있었던 것으로 추정된다. 이곳은 일본과 중국 등 외국에서 내륙으로 통하는 길목으로 연안의 상선과 해적을 감시하기 유리한 곳이다.

그림 2-35. 고대 전경

6) 동남 치(東南 雉)

① 위치: 청해진 성의 동남쪽 모서리

② 기능

치는 관측시설을 말한다. 동남 치는 완도읍 일원을 조망하고 있으며, 바깥쪽 바다에서 안쪽으로 들어오는 배를 살피는 기능을 하고 있다.

그림 2-36. (a) 남벽 전경, (b) 동남 치 전경

7) 굴립주(掘立柱)

① 위치: 성 정상부 평탄한 지형으로서 사당을 중심으로 북쪽과 남쪽에 위치하고 있다.

② 기능

굴립주는 기초를 놓지 않고 땅에 기둥을 박아 세운 건물이며, 주변 해역과 완도 본 섬을 조망할 수 있었던 시설이다.

그림 2-37. 굴립주

8) 완도 장좌리 당제 및 당굿(莞島 長佐理 堂祭 및 堂굿)

① 지정현황: 전라남도 무형문화제 제 28호

② 요약

그림 2-38. 당제 및 당굿이 열리는 사당

1995년 12월 26일 전라남도무형문화재 제28호로 지정되었다. 완도 장좌리 당제와 당굿은 해마다 정월 보름 해가 떠오를 시각에 맞추어 행해진다. 당제를 지내는 당집은 두 곳인데 한 곳은 마을에서 300m 떨어진 장도라는 섬에 있고 다른 한 곳은 마을 안 사장나무거리에 있다. 당집 안에는 가운데에 송징 장군과 오른쪽에 정연 장군, 그리고 왼쪽에는 혜일 대사를 모셔오다가, 1982년부터 장보고 장군을 추가하여 모시고 있다. 김봉도가 예능보유자였으나 2002년에 사망하였다.

③ 상세 설명

장좌리는 완도읍에서 동북쪽으로 4㎞ 떨어진 해변에 입지한 마을로 해상왕 장보고의 기지 터로 알려져 있다. 정월 보름에 당제를 지내는데, 제를 지내는 곳은 두 곳이다. 한 곳은 마을에서 300m 떨어진 장도라는 섬이고 다른 한 곳은 마을 안 사장나무거리에 위치한다. 장도의 당은 섬 가운데 위치한 당집인데 당집을 둘러 싸고 후박나무와 동백나무가 숲을 이루고 있다. 당집은 마을을 등지고 바다를 향해 동향으로 세워진 맞배식 기와집이다. 당 안에는 주신인 송징장군(宋徵將軍)과 그 우측에 정연장군(鄭年將軍), 좌측에 혜일대사가 모셔져 왔었으나 1982년부터 장보고장군(張保皐將軍)을 추가하여 모시고 있다. 다른 한 곳은 마을 해변에 있는 사장거리로 장도의 당에 비해 중시되지 않는 경향이 있다. 당제를 지내기 위해서는 여러 절차를 거친다. 정월 초사흘이 되면 마을 총회인 대동공회(大同公會)를 열어 제관, 제비, 굿칠 사람을 선정한다. 제관으로는 당주와 집사를 뽑는데, 이들이 일체의 제사 절차를 진행한다. 집사의 경우는 독축과 집례에 밝아야 하기 때문에 계속해서 일을 맡지만 당주는 매년 새로 선출한다. 제비는 집집마다 얼마씩 내는 호구전으로 걷는다. 당주는 보름을 5~7일 앞두고 제사 준비를 시작한다. 먼저 당샘을 청소하고 금줄을 쳐 다른 사람의 출입을 막는다. 이 물을 오직 당주만 사용하며 제물을 만든다든지 당주가 목욕을 하는 경우 당 당제에 관련되어서는 오직 이 물만을 사용해야 한다. 또 당주는 부부간에 금욕하는 등 철저하게 금기를 지켜야 한다. 당제에 필요한 제수는 제 지내기 2~3일 전 이장과 당주가 함께 완도읍장이나 해남 송지장에서 구입한다. 제수 중 가장 중요하게 생각하는 것이 쇠머리다. 장을 보아 오면 당주 내외가 자기 집에서 음식을 만들기 시작한다. 그리고 날마다 당에 올라가 불을 밝혀야 한다. 당제를 하루 앞두면 사장나무 거리와 장도의 당집 주의를 청소하고 금줄을 치고 금토를 깐다. 제사는 정월 보름에 지낸다. 사람들은 열나흘날 저녁 마을 회관에 모여 당굿을 치기 시작한다.

당제의 순서는 음력 보름 전날 저녁부터 시작된다. 먼저 굿패의 놀이가 자정까지 이루어지고, 보름날 새벽 3시에 굿패가 바닷가에 모여 제사 준비가 끝날 즈음 굿패들이 풍물을 치며 섬으로 들어온다. 섬과 당집 주위를 3번 돈 후 해돋이와 함께 제사를 시작한다. 제사가 끝나면 뒷전거리를 하고, 굿패가 당집과 그 주위를 다시 3번 돌고 육지로 돌아온다.

육지에 닿으면 마을의 우물에서 굿을 하고 활터에 가서 소원을 비는 사정굿을 한다. 굿이 끝나면 집집마다 돌며 농악을 치고 마을의 안녕을 비는데 이를 맞는 집에서는 음식과 술을 대접하며 흥겨운 시간을 보낸다.

참고 자료(한국민속신앙: 장좌리의 당제 및 당굿)

국립민속박물관 한국민속신앙(무속신앙 편)

매년 이장을 중심으로 정월 초사흗날 마을회의격인 대동공회(大同公會)를 열어 제관, 제비, 당굿을 칠 사람들을 선정한다. 이 회의에는 마을의 유지 및 임원들이 참여하며, 여기에서 결정되면 특별한 사유가 없는 한 그대로 시행한다.

제관으로는 당주와 집사를 선정한다. 당주는 제물을 비롯한 일체의 준비물을 맡고, 집사는 독축과 집례를 관장한다. 당주의 선정 기준은 무척 까다롭고 엄격하다. 친가는 물론 처가까지도 아직 상복을 벗지 않은 사람은 제외되며, 집안에 산고가 든 사람도 안 된다. 또 어린애가 있어 대소변을 가리지 못하는 경우 역시 당주를 맡을 수 없다.

당비는 당공(堂貢)이라고 하며, 그해 당제에 필요한 경비를 산출하여 호구전(戶口錢, 집집마다 내는 돈)으로 걷는다. 초사흗날 마을회의가 끝나고 이장이 방송을 하면 대개 그날 다 걷힌다. 이장은 그중 제물을 준비하는 데 필요한 경비를 당주에게 준다. 나머지는 다른 준비물, 예를 들면 굿물이나 풍물치는 사람들의 의복·고깔 등을 사는 비용으로 사용한다.

당주는 정월 대보름을 일주일 정도 앞두고 여러 가지 준비에 들어간다. 처음 하는 일은 당샘 청소이다. 당주는 샘을 청소하고 목욕재계를 마친 후 물을 길어 집에 돌아와서 우선 제주와 콩나물을 앉힌다. 또 대문간에 왼새끼를 꼬아 만든 금줄을 걸고, 마을 사람들과의 왕래는 물론 일상적인 대화까지도 삼간다. 마을 사람들 역시 당주 내외를 보면 서로 말을 하지 않으려고 일부러 길을 피한다. 특히 제수를 준비하면서부터는 소변을 보면 손발을 씻고, 대변을 보면 찬물로 목욕재계한 후 옷을 갈아입는다. 이 때문에 옷은 최소한 세 벌이 준비되어 있어야 한다고 한다. 대소변 후 목욕제계하는 일이 번거롭기 때문에 준비기간에 극히 소식하거나 단식하는 경우가 많다.

당제를 모시기 2~3일 전에는 제물을 사기 위해 장에 간다. 이장과 당주가 함께 완도읍장 또는 해남 송지장을 본다. 장을 보러갈 때에도 반드시 목욕재계한 다음 깨끗한 옷으로 갈아입는다. 제물은 육류·생선·과일·나물 등 필요한 것을 사며, 쇠머리는 반드시 준비해야 한다. 사는 것은 제수를 만들 식료품만 아니라 솥, 시루, 제기, 돗자리 등 일체를 새로 구입한다. 물건을 살 때는 일절 값을 깎지 않는다. 값을 흥정하거나 깎으면 공이 되지 않는다고 믿는 것이다.

한편 당제 하루 전인 14일에 당집을 비롯하여 공동우물과 당수(堂樹)가 서 있는 사장을 청소하고 금줄과 금토를 한다. 금토는 깨끗한 황토를 퍼서 대강 한 걸음에 한 삽 분량을 까는 것이다. 당집 청소와 함께 마른 나무를 베어 당집 앞에 장작을 쌓아 놓는다. 장작은 당제를 모시면서 불을 때기 위해서이다. 당제의 진행 과정을 요약 정리하면 다음과 같다. 새벽 5시경 마을회관에 사람들이 모여서 굿물과 고깔, 의복 등을 새벽부터 부산하게 준비하여 마을회관 앞마당에서 당굿을 치기 시작한다. 한참 마을회관 마당에서 굿물을 치다가 당주를 앞세우고 길굿을 하면서 당집으로 출발한다. 썰물이 되어 도보로 당집이 있는 장도로 가며, 바닷길 중간에서 신명나게 풍물을 울리다가, 다시 상쇠가 이끄는 대로 굿물을 치는 사람들은 갈지자로 들당산굿을 하고 당에 오른다.

당집에 도착하면 당주와 제물을 운반하는 사람 및 당제에 참여할 이장을 비롯한 몇 명만 당집 안으로 들어가 집사의 지시를 받으면서 진설을 한다. 제수는 주·과일·포에 몇가지 나물과 식혜, 생선과 떡·탕·메 등이다. 가운데 제사상은 좌우의 상에 비해 제수의 규모나 가짓수에서 다소 많다. 또 가운데 상에만 쇠머리를 진설한다. 이는 언제나 그렇게 해 왔다고 하며, 일제 말기의 어려웠던 때는 염소를 잡아 대신했다고 한다.

가운데 상은 주신인 장보고(張保皐, ?~846)와 송징(宋徵, 1564~1643), 왼쪽 상은 혜일대사, 오른쪽 상은 정년(鄭年)의 제상이다. 그런데 승려인 혜일대사의 상에도 술과 고기를 올리는 것이 특이하다.

제례는 동쪽 바다에 동이 트는 시각에 맞추어 시작된다.

제차는 유교식으로 진행되며, 설상(設床)-분향(焚香)-강신배(降神盃)-독축(讀祝)-초헌(初獻)-아헌(亞獻)-종헌(終獻)-소지(燒紙)-음복(飮福)-헌식(獻食)-철상(撤床)의 순이다. 진설을 할 때까지 밖에서 쉬고 있던 굿패는 당제가 시작되면 당집 앞마당에 도열하여 상쇠의 지시에 따라 당산굿을 하기 시작한다. 축문은 아래와 같다.

堂祭 祝文

維

歲次西紀○年干支正月十五日長佐里里民代表○○○敢昭告于

顯張淸海大使保皐之神位 顯宋大將軍徵之神位

威冠一代 靈存永世追慕 玆値上望 謹以淸酌 庶羞恭伸 奠獻 尙

饗

당제를 마치면서 한지에 불을 붙여 공중에 띄우는 소지는 집사의 일이다. 여러 장의 백지를 축원의 말과 함께 사른 후 공중에 띄운다. 백지가 불에 타면서 잘 올라야 좋다고 한다. 소지가 끝나면 음복 후 철상(상을 치움)한다. 철상을 하면서 각 상에서 음식을 조금씩 떼어 양푼에 담아 당집 옆 나무 그루터기 위에 백지를 깔고 그 위에 당주가 부려 놓는다.

헌식이 끝나면 당집 앞마당에 깐 짚 위에 식기를 줄줄이 늘어놓고 거기에 갖가지 음식을 차례로 담았다. 특히 현장에서 김밥을 말아 식기에 담는다. 이는 송 대장군의 부하인 장졸들에게 거리밥을 주는 것이라고 말한다. 그 수는 일정치 않지만 대개 굿물을 치는 사람들의 수에 맞춘다. 이 거리밥은 참석한 사람들이 모두 아침식사로 나누어 먹는다.

아침식사가 모두 끝나고 나면 모두 잠시 휴식을 취한 후 굿을 치는 사람들은 다시 열을 지어 날당산굿을 하기 시작한다. 일렬로 줄을 서서 당집 주위를 왼쪽으로 세 바퀴를 달음질쳐 돌고 나서 옆의 보리밭에 둥글게 원을 그려 다시 풍물을 흥겹게 치다가 바닷가에 도착한다. 섬에 들어올 때는 걸어왔지만 나갈 때는 이미 만조가 되어 있기 때문에 마을에서 실으러 올 배를 기다린다.

배가 도착하면 사람들은 마을에서 온 배에 나누어 타고 마을을 향해 굿물을 치면서 출발한다. 배가 부둣가에 가까워지면 온마을 사람들이 부둣가로 나와 구경을 한다. 마을에 도착한 굿패는 바닷가에 접해 있는 마을 공동우물에서 먼저 우물굿을 한다.

그리고 당산나무가 서 있는 사장에 가서 또 사장굿을 한다. 사장굿이 끝나면 이제 끝으로 그간 출입이 금지되었던 당주집에 가서 굿물을 한판 신명나게 치는 것으로 당제를 마감한다. 당주집에서 놀면서 술과 음식을 충분히 먹은 후 다시 그 길로 각 가정을 돌면서 며칠간 매구를 치며 놀았다고 하지만 지금은 당일에 그친다.

이 마을에서는 당제와 별도로 보름 밤에 갯제를 모신다. 장도로 들어가는 길에 온 마을 사람들이 각 가정에서 상 하나 차려 내와서 길게 늘어뜨려 놓고 개인별로 소원을 비는 것이다. 그러나 1980년대부터는 마을에서 일괄적으로 상을 마련하며, 이장이 제를 주관한다.

장좌리의 당제는 특히 역사적 인물을 모신다는 점에서 다른 지역의 마을제사와 차이가 난다. 특히 마을

과 관련이 깊은 인물들을 모시고 있으며, 필요하면 장보고의 예와 같이 추배(追拜)를 하여 모시기도 한다. 당집이 있는 장도는 장보고의 청해진 본거지로 알려져 있으며, 현재 발굴 조사 중에 있다. 또 이 마을의 풍물은 전라남도 무형문화재로 지정되어 보존되고 있다.

특히 이 마을은 지금도 당제에 대한 신심이 돈독하다. 예를 들면 당산굿을 할 때 머리에 쓸 고깔을 지금도 직접 종이와 물감을 사다가 마을에서 만들어 사용하고 있다. 당제 덕분인지 마을민의 단합과 협동이 잘 된다고 한다.

조선조 임억령(林億齡, 1496~1568)은 송 대장군가라는 조선조 최고의 영웅서사시를 지었다. 이는 바로 이곳 당제에서 모시는 송징의 전설과 당제를 소재로 한 의고적 작시라는 점에서 의의가 있다. 특히 시 속에는,

歲時伏獵鳴村鼓 때를 맞춰 복날과 섣달에 마을에 북소리 울리고
翩翩落日野巫禱 뉘엿뉘엿 지는 해에 들가운데 무당의 굿소리
颯颯西風寒鴉舞 우수수 하늬바람에 갈까마귀 춤을 춘다.
靈之來兮飄天雨 신령이 내리는지 하늘에선 빗방울 날리고
神之床兮瀝白酒 제상에 올려진 건 고작 막걸리 한 사발
嗟乎此豈淫祠類 오호라 이 어찌 음사류겠는가
甚矣諸生識之陋 심하도다 유생들의 고루함이여
剪紙招魂着自古 종이 잘라 혼부름은 예부터 있어온 일
往往下降叢林藪 때때로 수풀 속에 신이 내린다.

라는 대목이 있다. 이 내용으로 보면 여름에는 복날과 겨울에는 동짓날에 무당이 제상을 차려서 굿을 했음을 알 수 있다. 그러나 현재는 유교식 방식에 의해 당제를 모시고 있으며, 마을 주민들 사이에서 무당이 당굿을 집전했다는 기억을 들을 수 없다.

장도의 당집은 섬 정상의 울창한 숲 속에 위치해 있다. 당집은 동향으로 마을을 등지고 바다를 향해 있다. 본래는 초가였으나 기와로 지붕을 교체하고 크게 수리 한 당집이 있었다. 당시 상량문이 황기(皇紀) 2600년으로 기록된 것으로 보아 이는 일제 시대인 1940년에 중수되었음을 알 수 있다. 그러나 2002년에 이를 철거하고 같은 장소에 새로 당집을 지었다.

본래 당집에는 주신으로 중앙에 송징 장군(宋徵將軍), 우측에 정년 장군(鄭年將軍), 좌측에 혜일대사(慧日大師)를 모시고 있었다. 그러나 1982년 이곳 당제가 남도문화제에 출연하면서 '청해진'이 있었던 연고로 인해 장보고를 추배하게 되었으며, 그후 계속해서 장보고까지 4위의 신을 모시게 되었다고 한다. 현재는 당집 안 전면 벽에 장보고의 초상이 걸려 있다. 당집이 있는 장도는 해발 33m, 넓이 9만 9,000㎡(29,991평)의 조그만 섬이다. 이곳은 밀물시 만조가 되면 섬이 되고, 썰물이 되면 도보로 출입이 가능하다.

다른 한 곳의 당은 귀목나무가 서 있는 사장거리에 있지만 크게 중시되지 않고 있다. 앞에서 말한 당집에서 제향을 마치면 여기에 와서 사장굿을 한다. 전에는 이곳에 간단한 제사상을 마련했다고 하지만 지금은 없다. 지금은 약화되었지만 이곳 원로들로부터 이 귀목나무를 당수(堂樹) 또는 당수나무라고 부르는 말을 들을 수 있다.

나경수/전남대학교

9) 성 북 중앙(城 北 中央)→서북 치(西北 雉)

① 위치: 청해진 성의 북쪽 중앙 지점에 위치하고 있음

② 기능

인근 강진 · 해남 쪽에서 들어오는 배들을 감시하고, 주변을 조망하는 기능을 하고 있다.

그림 2-39. (a) 성 북 중앙, (b) 북벽과 서북 치

10) 내성문(內城門)

① 위치: 청해진 성의 내성 중심에 위치

② 기능

내성문은 성의 내부에 있는 두번째 출입문으로, 외성문과 함께 방어의 기능을 담당하고 있다.

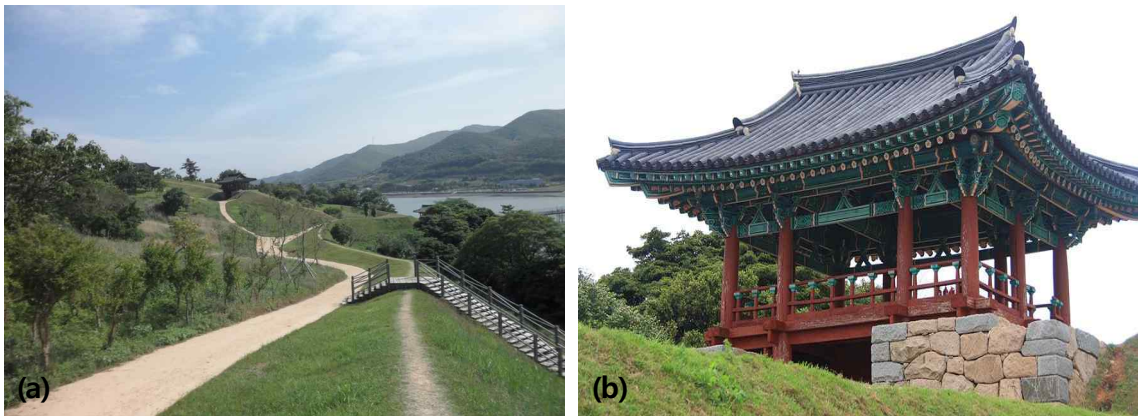


그림 2-40. (a) 서벽과 내성문, (b) 내성문 전경

11) 목책(木柵)

1200년 전 장보고 대사가 청해진을 이곳에 세웠다는 걸 증명해 주는 소중한 유물로서 1959년 태풍 사라 호 당시 물속에 박혀 있던 잔해들이 드러나면서 청해진의 본영이라는 것이 밝혀졌다고 한다. 청해진을 방어하기 위해 굵은 통나무를 섬 둘레에 박아 놓은 것으로 생각되며, 장도의 남쪽과 북서쪽 해안에 약 1,000여개의 직경 40~80㎝의 목책이 남아 있다고 한다.

청해진은 완도 섬과 100m떨어진 장도에 넓게 걸쳐있다. 장도는 남서쪽에 깊은 협곡이 있어 조차에 불구하고 항시 배

그림 2-41. 목책(원목렬) 입구

가 드나들 수 있었다. 따라서 장도 남서쪽에는 부두와 접안시설이 있었던 곳으로 판단된다. 청해진의 목책(길이331m)은 지름이 30cm정도로 설치 당시에는 높이 1m의 말뚝을 장도 남서쪽에 설치한 것으로 추정된다. 목책은 장도의 흙과 자갈이 바닷물에 의해 유실되는 것을 막고자 설치함으로써 부두를 통해 하역한 물자와 해안도로를 보호하기 위한 것으로 추정된다. 또한 유사시 배의 접근이 가장 쉬운 이곳으로 적군의 기습을 막기 위한 방어 역할도 하였을 것이다.

그림 2-42. 발굴 당시의 목책 단면

그림 2-43. 장도 청해진 유적지의 목책

해양 과학-문화 탐사

Ⅲ. 해양 과학 문화 탐사 보고

1. 거가대교 228
2. 여수 지역 해양 문화 탐사 233
3. 옥포 조선소 261
4. 해창만간척지 탐사 270
5. 나로우주센터 우주과학관 견학 275
6. 완도 김 284
7. 해양 환경 정화 활동 사진 290

Ⅲ 해양 과학 문화 탐사

1. 거가 대교(巨加大橋)

1-1. 거가대교 개요

거가대교(巨加大橋)는 부산과 거제를 잇는 길이 8.2km의 다리로, 해상의 사장교와 해저의 침매터널 등으로 구성되어 있다.

그림 1-1. 거가대교의 전경과 위치

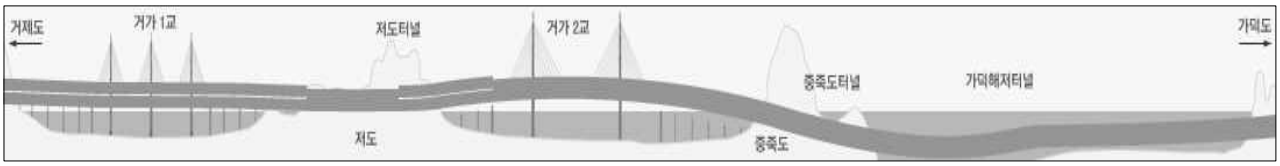


그림 1-2. 거가대교 단면도

부산광역시 강서구 천가동 가덕도와 경상남도 거제시 장목면 유호리를 연결하는 다리로, 가덕도~대죽도~중죽도~저도~유호리를 통과한다. 2004년 12월 착공하였으며, 2010년 12월 14일 개통되었다. 총사업비는 1조 4,469억 원(민자유치 9,996억 원, 중앙정부와 지자체 재정지원 4,473억 원)이다. 길이 8.2km의 왕복 4차선 다리로, 가덕도~대죽도(3.7km) 구간은 해저침매터널, 대죽도~중죽도~저도~거제 유호리(4.5km) 구간은 2개의 사장교(1.6km)와 4개의 접속교(1.9km), 육상터널(1km)로 구성되어 있다. 가덕도~대죽도 구간의 해저침매터널은 육상에서 제작된 터널구조물인 침매함을 바닷속에 가라앉힌 후 각 침매함을 연결하는 침매공법(沈埋工法)을 통해 만들었다. 침매함은 모두 18개로, 각각의 침매함은 길이 180m, 폭 26.5m, 높이 9.75m, 무게 4만 5,000t에 이른다. 한국에서는 최초로 설치된 해저침매터널로, 세계 최초로 내해(內海)가 아니라 파도·바람·조류가 심한 외해(外海)에 건설되었다. 수심 48m의 깊은 바닷속 연약지반에 건설됨으로써 세계에서 가장 수심이 깊은 곳에 건설된 해저침매터널이 되었다. 2개의 사장교(斜張橋; 다리 양쪽에 세운 주탑에 연결된 케이블로 차량이 통행하는 도로 상판을 매다는 구조의 다리)는 중죽도~저도(2주탑. 길이 919m, 폭 24m)와 저도~유호리(3주탑. 길이 676m, 폭 22m) 사이에 설치되었다. 부속시설로는 가덕도 휴게소·홍보관(부지면적 5만 6,004㎡, 건축총면적 3,685㎡의 지

하 1층 · 지상 3층 규모), 거제도 휴게소(부지면적 2만 369㎡, 건축총면적 2,555㎡의 지하 1층 · 지상 2층 규모) 등이 있다.

거가대교의 개통으로 부산에서 거제까지의 통행거리가 140km에서 60km로 단축되고, 통행시간도 2시간 10분에서 50분으로 단축되어 교통이 편리해지고, 유류비 등의 물류비용이 크게 절감될 것으로 전망된다. 또 대전-통영간 고속도로와 경부고속도로 등이 U-Type형으로 연결되어 남해고속도로의 교통량을 분산시키고, 부산 · 거제 · 통영 · 남해 · 여수 · 완도 · 목포 등을 연결하는 남해안 관광 인프라를 구축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

1-2. 사장교와 침매터널

교각 위에 설치된 탑으로부터 케이블을 교량 거더의 몇 군데에서 비스듬히 당겨 현수교처럼 교량 거더를 달아맨 형식의 다리. 연속 거더로서 설계된다.

육상에서 제작한 각 구조물을 가라앉혀 물 속에서 연결시켜 나가는 최신 토목공법으로 만드는 터널로, 해저 터널공사에 주로 활용된다. 지중을 굴진하는 터널에 비해 흙덮임이 작아도 되고 선박의 항해 등에 지장이 없을 정도로 얕게 할 수 있으므로 터널 연장을 단축할 수 있으며 터널에는 부력이 작용하고 있기 때문에 지반에 작용하는 하중이 크지 않아서 연약지반에도 적합하다. 가덕도와 대죽도를 잇는 3.7km의 침매터널은 최고 수심 48m 깊이에서 길이 180m, 너비 26.5m, 높이 9.97m 함체 18개를 연결한 것이다.

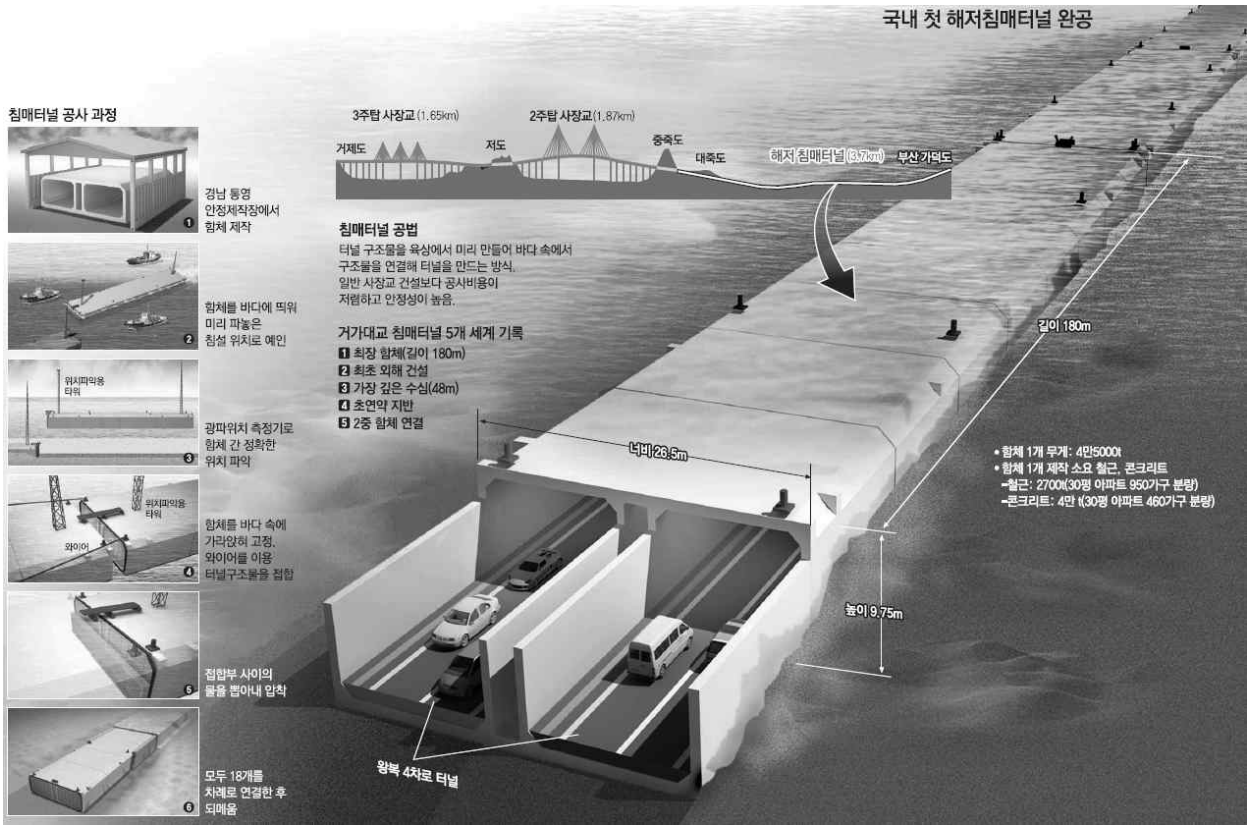


그림1-3. 침매터널 조감도

1-3. 사장교와 현수교

(1) 사장교의 특징

사장교는 오른쪽의 그림과 같이 주탑과 경사로 배치되어 있는 인장케이블 및 바닥은 주탑에 연결되어 있는 와이어 케이블로 지지되어 있는 교량이다.

사장교 형식의 초기 교량은 주탑 양쪽에 3개의 케이블로만 연결되어 있었는데, 바닥판에 작용하는 큰 휨 모멘트를 받기 위해서는 주탑의 높이를 크게 할 수 밖에 없었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 많은 수의 사장재를 배치하여, 바닥판에 걸리는 휨 모멘트를 감소시키기 위하여 바닥판에 정착시키는 케이블을 6~12m 간격으로 배치하였고, 그 결과 휨 모멘트가 상당히 줄어들어 단면의 두께를 줄일 수 있어서 300~1,800m의 긴 지간의 교량을 가설할 수 있게 되었다. 쉽게 생각하여, 높은 주탑에서 바닥판에 연결된 케이블들이 다리를 잡아주는 역할을 하는 것이다.

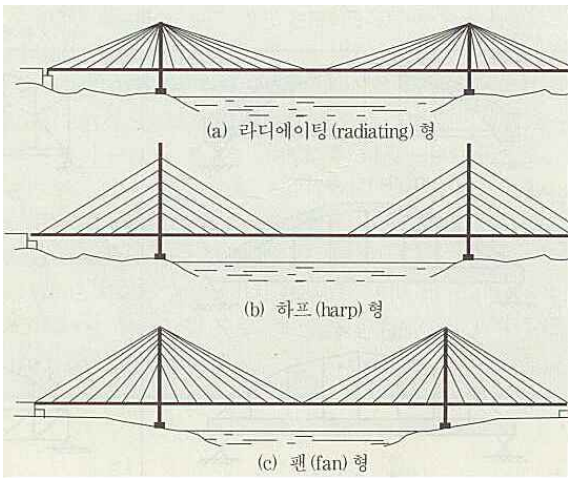


그림 1-4. 사장교의 형식

케이블을 배치하는 데에는 여러 가지 형식이 있는데, 주탑의 맨위에서 케이블을 연결시키는 (a)의 경우와 주탑과 바닥판에 일정한 간격으로 조절하면서 배치하는 (b)의 경우, 그리고 이 두 가지를 혼용한 (c)의 경우가 있다. 최근에는 일반적으로 많은 수의 케이블이 배치되므로, 주탑 끝 부분에 케이블을 연결하는 것은 구조적으로 어려움이 많아 (c)의 방식이 널리 이용되고 있다.

(2) 현수교의 특징

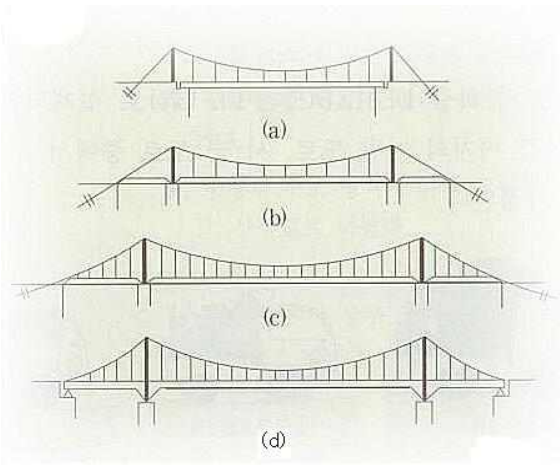


그림 1-5. 현수교의 형식

현수교는 현존하는 교량형식 중 가장 긴 지간장 가설이 가능한 교량형식이다. 현수교와 타교량과의 구조상 차이점 중 가장 현저한 것이 케이블과 보강형이다. 현수교는 단순히 교량의 바닥을 케이블로 달아맨 주형이 보강되지 않은 경우, 현수교와 전체의 강성을 증가시키기 위해 교량의 바닥에 보강형 또는 보강 트러스트를 설치한 보강된 현수교로 나뉜다.

보강형 현수교에는 여러 형식이 있으며, 왼쪽 그림의 예를 볼 수 있다. 케이블의 양 끝은 그 케이블 끝에 생기는 장력을 받기 위해 (a)~(c)와 같이 교량의 양안의 땅속에 정착시키며, 그림(d)의 경우는 연속 보강형의 양 끝에서 연결하고 있다. 이 경우에 케이블 양 끝에 생기는 수평 분력은 보강형은 통하여 반대 방향으로 작용하므로, 서로 평형을 유지한다.

현수교는 일반적으로 다른 형식의 교량에 비하여 변형이 쉬운 구조이므로, 바람의 영향을 받기가 쉽다. 따라서 현수교는 바람에 대한 저항력과 안정성에 대하여 충분히 검토를 해야하고, 케이블 끝 등의 정착 부분에 대한 설계 및 시공에 주의할 필요가 있다.

정리하면, 사장교는 주탑에 고정된 여러 개의 케이블이 교량을 잡아 당겨주는 형식이다. 압축력이 작용하므로 압축력에 강한 콘크리트 상판을 이용하는 경우가 많지만 지간이 길어지고 자중의 영향이 커지면 강을 이용한 상판을 이용한다.

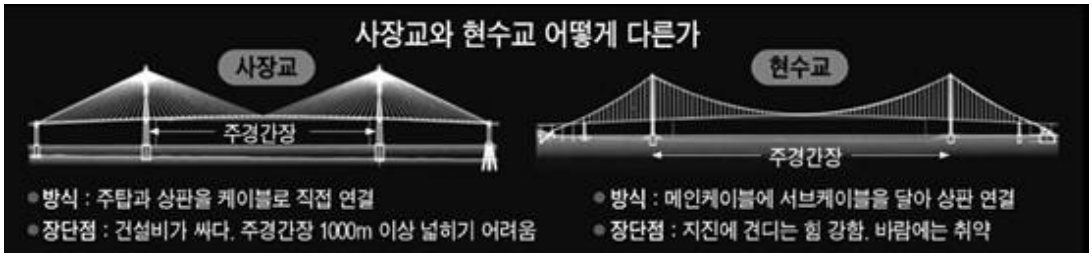


그림 1-6. 사장교와 현수교의 차이

사장교를 시공하는 이유는 일반교량은 살판과 이를 지지하는 교각으로 이루어져 있는데 교각과 교각 사이의 거리가 길 경우 250m 이상은 상판이 두꺼워져 미관 및 경제성이 떨어지는 반면 주탑과 주탑 사이의 거리 1,000m까지고 시공이 가능하므로 하부구조와 상판의 두께를 줄일 수 있어 미관이 아름답고 경제적이나 설계 및 시공에 어려움이 있다는 단점이 있다.

표 1-1. 사장교와 현수교의 비교

구분	현 수 교	사 장 교
지지구조	앵커리지와 주탑으로 케이블을 지지하고 이 주케이블에 행어를 매달아 보강형을 지지하는 형식	주탑에 정착된 경사케이블에 의해 보강형을 지지하는 형식
구성요소	주탑, 주케이블, 행어, 보강형, 앵커리지	주탑, 케이블, 보강형
부속품	케이블밴드, 탑정새들, 스프레이새들	케이블정착구
주탑	-탑정에 새들만 설치하므로 비교적 간단 -주케이블에 의한 전달하중은 수직련만 -일반적인 새그비 1/9~1/12로 주탑 높이가 낮음	-케이블정착구 주위에 보강구조 필요하고 설치각도의 정밀성 요함 -케이블에 의한 수직력 수평력 발생 -주탑고 0.15L~0.25L로 다소 높음
케이블	-PWS(5mm) -Air Spinning Method -PPWS Method	-PSC, NPWS -Strand by Strand(현장제작) -공장제작
구조적 특징	-타정식/자정식 -장대화될수록 주케이블의 단면이 증가 -시공순서에 따른 구조 변동이 없음	-자정식/타정식 -장대화될수록 보강형 압축력 과다 -장대화될수록 주탑높이 과다 -시공단계해석을 통한 제작캠버 및 정착구 각도 등 변경
가설시 특징	-Floating Crane, Lifting Crane -가설시 장비하중은 주케이블과 행어가 부담 -가설시 내풍안정성 확보 필요	-Derrick Crane, Floating Crane. F/T etc. -가설시 장비하중은 케이블과 보강형 부담 -가설시 내풍안정성을 위해서 필요서 내풍케이블 설치

반면, 현수교는 주 케이블이 주탑과 주탑 사이에 연결하고 있는 수직의 행이로프에 교량을 매단 형식으로서, 현수교의 상판형식은 트러스와 강박스로 나뉘어지는데, 강박스로 하면 경제성이 뛰어나지만 질량이 작아서 바람의 영향을 많이 받게 된다. 트러스 구조는 경제성이 조금 떨어지나 질량이 커서 바

람의 영향을 적게 받지만, 결국 현수교는 케이블에 매단 형태이기 때문에 다른 교량에 비하여 바람의 영향을 많이 받는 것이 사실이다.

결국, 사장교와 현수교는 지간이 긴 교량을 만들 때 사용되는 다리이다. 경제적인 면, 환경적인 면(바람), 외형적인 면 등을 고려하여 설계부터가 다르게 진행되는 것이다.

그림 1-7. 인천대교(사장교) 교량길이 1,480 세계7위급

그림 1-8. 광양대교(현수교) 교량길이 2,260m 세계 4위급

그림 1-9. 가덕 휴게서에서 바라온 침매터널 입구

그림 1-10. 가덕 휴게소에서 바라본 거가 대교 전경

그림 1-11. 해저 침매 터널 내부

그림 1-12. 침매터널 통과 후 지나간 가덕 대교

2. 여수 지역 해양 문화 탐사

2-1. 여수 지역의 개관

그림 2-1. 여수세계박람회 마스코스 여니와 수니

고울 여(麗), 물 수(水). 여수는 이름 그대로 '아름다운 물'이라는 뜻을 가지고 있는 해양도시로 한반도 남쪽 끝 한 가운데 바다와 육지가 맞닿아 있는 곳에 자리 잡고 있다.

이 도시에서 2012년 5월 12일부터 8월 12일까지 "살아있는 바다, 숨 쉬는 연안"이라는 주제로 2012 세계박람회가 열렸다. 여수 세계박람회는 1993년 열린 대전 세계박람회에 이어 우리나라에서는 두 번째로 개최되는 세계박람회기구(BIE)가 인정한 엑스포이다. 세계박람회(World Exposition)는 인류가 살아오면서 이룩해 놓은 업적을 일정한 주제를 정해 전시하여 보고 즐기며, 과거의 발달 역사를 돌이켜보고, 미래의 발전을 전망해보는 세계인의 축제이다. 이번 세계박람회의 주제 '살아있는 바다, 숨 쉬는 연안; 자원의 다양성과 지속가능한 개발'에서 보듯이 인간이 바다와 어떻게 조화를 이루며 해양개발을 해야 하는지 그 방법을 모색하는 장이 될 것이다. 그런 점에서 인간과 바다가 잘 조화를 이룬 해양도시 여수는 세계박람회의 주제에 맞는 장소이다.

여수는 바다로 둘러싸인 아름다운 자연환경을 가지고 있을 뿐만 아니라, 임해 산업단지가 발달하여 인간이 바다라는 자연 환경을 최대한 활용한 곳이기 때문이다. 비록 주변의 석유화학단지로 인해 그동안 시프린스호 유류 유출 사고와 같은 환경오염 문제가 제기되기도 하였지만, 환경을 개선하려는 노력 또한 활발히 진행되었다. 여수세계박람회를 계기로 인간이 지속가능한 방법으로 바다를 개발할 수 있다는 사례를 남길 수 있을 것이다.

이를 위해서는 여수 주변의 해양 환경 및 생태계에 대한 종합적인 진단이 필요할 것이고, 그 진단을 바탕으로 훼손된 생태계는 복원하는 노력을 기울이고, 자연 환경이 훼손되지 않은 생태계는 보전하는 노력을 아끼지 말아야 할 것이다.

이러한 노력이 향후 전 세계인들에게 자랑스럽게 보여줄 수 있는 2012년 여수 세계박람회의 유산이 되며, 여수가 아름다운 물의 도시로 세계인들의 뇌리에 영원히 남는 방법이 될 것이다.

여수시는 한반도 남해안 중앙에 위치하며 동쪽으로는 경상남도 남해군, 서쪽으로는 고흥반도(전라남도 보성군과 고흥군), 북쪽으로는 전라남도 순천시, 그리고 광양시와 접하고 있다. 여수시는 1998년 4월 1일 여수시, 여천시, 여천군이 통합되면서 면적은 약 500㎢로 늘어났으며, 인구는 약 30만 명에 달한다.

여수시는 여수반도와 돌산도, 금오도, 거문도 등 많은 섬으로 이루어졌다. 도서 수는 2010년 말 기준으로 총 365개로 유인도서는 45개이며 대부분은 무인도서로 그 숫자는 316개에 달한다. 섬 중에는 연륙교의 건설로 인하여 육지와 도로로 연결된 섬(연륙도)이 4개이다.

여수는 주변에 자연 경관이 뛰어난 한려해상국립공원, 다도해해상국립공원 등 천혜의 해양관광자원이 있어 해양관광의 중심지 역할을 한다. 한편 인근에 순천만 등 생태계가 잘 보호되고 있는 곳이 있으며, 여수 주변의 크고 작은 만에 발달한 갯벌은 생태관광 등 훌륭한 자연 탐구의 장소가 된다. 갯벌과 인근 해역은 풍부한 수산물을 얻을 수 있는 자원의 보고이며, 어업과 양식업이 활발하게 이루어지고 있다. 주요 수산물로는 조기, 쥐치, 갈치, 가자미, 멸치, 장어, 전어 등이 잡히며 광양만에서는 김 양식을 하고 있다. 1차 산업으로 어업이나 양식업 이외에 소라평야 등에서의 농업을 들 수 있다. 주요 농산물로는 쌀, 보리,

콩, 감자, 고구마 등이 있으며, 무, 배추, 마늘, 양파, 파 등도 재배된다.

여수의 중요한 산업 기반으로 석유화학산업단지를 빼놓을 수 없다. 여수 국가산업단지는 1969년 당시 호남정유 여수공장 건설을 시작으로 석유화학 중심의 산업단지로 발전하였다. 1978년에는 여천 석유화학공단이 준공되었으며, 1990년에 서남 산업단지가 설립되면서 여천산업단지로 불리다가, 앞서 언급한 대로 1998년 여수와 여천이 통합되면서 여수국가산업단지로 명칭이 바뀌었다.

그림 2-2. 여수국가산업단지

단지 내에는 GS칼텍스, LG석유화학, 한화석유화학, 금호석유화학 등 국내 유명한 석유화학공장 등이 들어서 있으며, 비료를 만드는 남해화학이 있다. 여수 산업단지의 석유화학 생산 설비에서는 우리나라에서 소비되는 석유 에너지의 3분의 1 이상을 공급하고 있다. 여수와 인근 지역은 국가산업단지와 광양제철소 등이 있어 우리나라 경제개발의 중요한 현장이다. 광양만에는 항구와 산업단지가 위치해 연안 개발이 활발하며, 남해안 물류의 중심지로 역할을 하고 있다. 여수국가산단에는 2010년 말 기준으로 267개 업체가 있으며, 율촌지방산업단지에는 58개 업체, 오천지방산업단지에는 35개 업체, 화양농공단지에는 20개 업체가 가동 중이다.

여수는 남해안 중심관문 역할을 하는 국제해운도시이자 천혜의 해양관광자원을 보유한 관광휴양도시이다. 한편 국가 경제의 토대인 여수국가산단, 율촌지방산단 등이 입지한 임해공업도시이며, 청정해역과 다양한 수산업 시설을 갖춘 해양수산도시이자, 충무공의 충절이 깃들고 호국문화 유적을 가지고 있는 호국충절의 도시라 정의할 수 있다. 여수시의 꽃은 동백꽃이며, 여수시의 나무는 동백나무, 그리고 여수시의 새는 항구도시답게 갈매기이다.

2-2. 여수의 지리 및 지질

(1) 여수의 지리

여수시는 남해안 중앙의 여수반도에 위치하고 있으며 동쪽은 경상남도 남해군과 바다를 사이에 두고 접하고, 서쪽은 여자만을 끼고 고흥반도의 동남쪽, 남쪽은 고흥과 남해, 북쪽은 순천시와 접해 있다. 해안선 총길이는 905.87㎞이며, 연륙도 4개(돌산도, 백야도, 오동도, 달천도), 유인도 46개, 무인도 300여개 등의 부속도서가 있다. 섬들은 행정구역상 돌산읍, 남면, 화정면, 삼산면 등에 위치하고 있다. 이중 삼산면의 거문도와 백도, 화정면의 사도, 남면의 금오도와 안도는 해양문화를 체험할 수 있는 관광지로도 유명한 곳입니다. 또한, 만의 북서쪽 광양만과 접한 지역에는 여수국가산업단지가 있어 우리나라 산업의 원동력이 되고 있다.

동서길이 약 15㎞. 만입은 40㎞. 여수시에 속하는 만안(灣岸)과 남해도 서안 사이의 한려수도는 한려해상국립공원에 속한다. 해안선은 매우 복잡하고 수심도 11.8~37m로 깊은 편이다. 만의 북서쪽에 여수국가산업단지가 있어 우리나라 산업의 원동력이 되고 있다.

여수시는 경사가 심한 지형의 특성으로 긴 강은 없다. 대부분의 하천은 호랑산 · 전봉산 · 구봉산에서 광양만으로 흘러들며, 석유화학공단의 공업용수로 유용하게 이용되고 있다.

하구에는 소규모의 삼각주가 있었으나 지금은 간척지로 개간되었습니다. 해안선은 복잡한 출입을 이루고 곳곳에 간척지가 있다.

(2) 여수의 지질

한반도 중부 이남의 주된 지질 중에서, 영남 육괴, 전라남도의 북쪽부에서는 지질 구역인 옥천지향사대, 옥천지향사대 내의 경상 지구, 남해 도서 일대와 다도해역, 중부 지역에서 담양까지 발달하는 경상 화산암대로 구성되어 있고 전라남도를 구성하는 지질 단위는 지질 시대로 보아 크게 4단위로 구분할 수 있다. 즉 ①선캠브리아기 변성암류인 편마암류, ②고생대말 평안계와 대비되는 변성된 퇴적암류, ③중생대 백악기의 퇴적암류와 화산암류, 심성 내지 반심성암류, ④제4계의 충적층으로 구성되어 있다.

여수 지역의 지질은 전반적으로 중생대 백악기(白堊紀, Cretaceous period)의 중성화산암류(中性火山巖類, Kiv)가 관입되어 넓게 분포하고 있으나, 돌산도는 중생대 백악기 불국사화강암(佛國寺花崗巖, Kbg)으로 덮여 있다. 화산암류(volcanic rocks)는 광물입자가 매우 작은 결정질 또는 유리질로서 광물조성에 따라 현무암(玄武巖)·안산암(安山巖)·유문암(流紋巖) 등으로 구분된다.

누층군에 속하는 지층은 하부로부터 화산암류가 거의 포함되지 않는 신동층군, 대부분 화산암류로 구성된 유천층군으로 구분된다. 신동층군은 경상 분지에서 화산 활동이 일어나기 전에 퇴적된 지층을 총칭하는 층으로, 아래에서 위로 적색층이 없는 낙동층과 적색층이 대부분인 하산동층으로 나뉜다. 불국사관입암군은 경상 누층군의 유천층군까지 퇴적된 후에 이 누층군을 뚫고 관입한 심성암의 활동이 있었는데, 대표적인 암석이 흑운모 화강암이고 이밖에 암맥이다.

『서상(西上) 지질도』(한국동력자원연구소, 1989)를 바탕으로 여수 지역을 구성하는 중생대 백악기 지층에 대해 살펴보면, 지역적으로는 우두리와 평사리 일부가 해당된다. 이 지역에서는 백악기 경상계 지질로서 유천층군(楡川層群) 가운데 웅방산층(熊坊山層, Kuan)과 신성리층(新城里層, Ksh) 등이 나타나고 있다. 불국사관입암군(佛國寺貫入巖群) 중 봉화산용결응회암(烽火山熔結凝灰巖, Kpwt)과 섬록반암(閃綠班岩, Kdp)이 대표적이다. 또한 일부 지역에서는 신생대 제4기 충적층이 나타나기도 한다.

유천층군은 적색 실트톤의 협층(挾層)을 제외하고는 대부분 화산기원암(火山起源岩)으로 구성되어 있으며, 하부로부터 웅방산안산암, 신성리층, 당항리층, 봉화산용결 응회암 및 월내리안산암으로 되어 있다. 성인적으로 보아 이 지역의 화산암류는 분출암, 화산 쇄설암, 화산 쇄설성 퇴적암 및 관입암으로 분류할 수 있다. 여수 도서 지역에서 유천층군은 웅방산층과 신성리층이 나타나는데 웅방산층은 우두리 일대에 주로 분포하고 있으며 굴전과 월전마을에서도 나타나고 있다.

신성리층은 세구지·하동마을·소미산의 일부에 분포하고 있다. 또한 돌산 지역의 불국사관입군으로 봉화산용결응회암은 상동·하동마을 사이의 바닷가와 내치도에서 나타나고 있으며, 섬록반암은 대미산과 천마산을 비롯하여 마상마을 등에 분포하고 있다. 한편 신생대 제4기에 형성된 충적층은 상동마을·하동마을의 농경지, 무술목해수욕장 및 평사마을 등에서 나타나고 있다.

2-3. 여수의 해양 문화탐사 체험 장소

많은 사람들이 찾는 탐사지로는 여수세계박람회홍보관, 오동도, 진남관, 향일암, 흥국사, 돌산대교, 충민사, 방죽포 해수욕장, 무술목 유원지, 거문도, 백도, 금오도, 사도, 전라남도 해양수산과학관, 만성리해수욕장, 자산공원, 선사 유적 공원 등이 있다.

그림 2-3. 여수지역 해양문화탐사의 실제 지도

2-4. 여수 돌산대교-여수와 돌산도를 잇는 사장교

여수 돌산도는 여수시 남쪽 편에 있는 섬으로 우리나라에서 여덟 번째로 큰 섬이다. 여수반도 남쪽 끝에 위치한 여수항을 막고 있어서 큰 파도와 태풍을 피할 수 있는 좋은 항구로서의 입지를 만들어주고 있는 섬이다. 돌산도는 1984년에 완공된 돌산대교와 최근에 완공된 제2돌산대교(거북선대교)로 연결되어 있어 지금은 육지화 된 섬으로 돌산도 갓김치와 대표적인 관음성지인 향일암으로 잘 알려진 섬이다.

그림 2-4. 돌산대교의 위치

여수 돌산도와 육지를 연결하는 돌산대교는 1980년에 착공하여 1984년에 완공된 너비 11.7m, 길이 450m의 2차선 도로가 있는 다리이다. 상부구조는 3경간 연속 강 박스 거더를 가진 다리로, 주탑은 A자형이고 케이블배치는 방사형으로 되어 있다. 돌산대교는 국내 최초의 사장교로서 미려한 경관을 갖추기 위하여 외팔보공법

(free cantilever method)을 도입하여 시공하였다. 중앙경간이 290.7m, 양측경간이 각각 85m로 되어 있으며 탑의 높이는 62m이다. 교탑의 기초는 압축공기 케이슨공법으로 해저암반층까지 침하시킨 대형 우물통 기초 위의 철근콘크리트 교각 위에 세워졌다. 이 다리의 건설로 섬에서 생산되는 농수산물의 육지 출하가 활발하여지고 육지의 관광객들이 섬에 드나드는 데 편의를 제공하게 되었으며, 차량운행비의 감소와 통행시간 감소에 따른 경비의 절감을 가져왔다.

돌산도와 여수시 사이의 해협은 연안항로에 중요한 위치를 차지하고 있으며, 크고 작은 선박의 왕래가 많고, 수심이 깊고 조류가 빨라서 높이 62m의 강철교탑을 세우고 강철케이블로 다리를 묶어 지탱하는 대표적인 사장교 형식을 하고 있다.

최근, 여수엑스포에 맞추어 완공된 제2돌산대교는 거북선대교라고도 불리는데 여수 도심을 우회하여 여수엑스포장 입구에 있는 작은 동산인 자산공원 지하를 관통하여 돌산도로 직접 연결해 주는 다리이다. 다리의 형식은 돌산대교와 마찬가지로 사장교 형식을 하고 있다.

그림 2-5. 돌산대교의 전경과 야경. 길이 450m, 선박이 지나갈 수 있도록 높이 20m에 다리가 지나가고 있다. 돌산대료는 높이 62m의 강철교탑, 강철케이블로 다리 상판을 묶어서 지탱하고 있다. 돌단대교가 연결되는 여수시 남쪽 끝자락에 위치한 작은 산인 예암산에는 전라 좌수영이 있었던 오래된 항구인 여수 구항이 자리 잡고 있으며, 바깥쪽에는 어선들이 많이 정박하고 있는 여수 신항인 국동항이 있다.

그림 2-6. 여수엑스포 준비하면서 완공된 제2돌산대교(거북선대교). 기존 돌산대교와 달리 도심을 우회하여 돌산도를 들어갈 수 있도록 만들어진 다리이다. 제2돌산대교는 여수 오동도가 내려다 보이는 자산공원 지하를 관통하여 돌산도를 연결해 주는 다리이다. 돌산대교 아래 여수항의 명소인 하멜등대가 자리하고 있다.

2-5. 돌산도와 향일암

(1) 돌산도

여수반도에서 남쪽으로 약 450m 떨어져 있다. 섬의 이름은 8개의 큰 산이 있다는 뜻에서 산(山)·팔(八)·대(大)자를 합하여 돌산도라 했다고 전한다. 백제 때는 돌산현(突山縣), 통일신라 때는

여산현(廬山縣)이었다가, 고려 초에 다시 돌산현이 되었고 1914년 여수군에 병합되어 두남면이 되었다.

그 뒤 1917년 두남면이 돌산면으로 개칭되었으며, 1980년에 돌산읍으로 승격되었다. 최고봉인 봉황산(460m)과 천왕산(385m)·대미산(359m)·금오산(323m)·천마산(271m) 등이 사방에 우뚝 솟아 있고, 동쪽의 둔전리, 죽포리 일대에는 논밭으로 이용되는 평지가 펼쳐져 있다.

해안은 소규모의 만과 갑이 이어져 드나듦이 비교적 심하며, 남동쪽해안은 대부분 암석해안이고, 서쪽해안은 약간의 갯벌이 펼쳐져 있다. 기후는 대체로 온난하며, 비가 많이 온다. 곰솔나무, 동백나무, 후박나무, 팽나무 등이 자란다. 주민은 농업과 어업을 겸하나, 농업에 더 많이 종사한다. 농작물로는 쌀, 보리, 고구마, 감자, 고들빼기, 마늘, 목화, 돌산갓 등이 생산되며 최근에는 양잠업도 행해진다. 연근해 일대에서는 문어, 조기, 삼치, 멸치, 갈치, 쥐치 등이 잡히고, 김, 굴, 홍합 등이 양식된다. 특히 바람이 적은 서쪽해안에서는 풍랑이 적어 굴양식이 이루어지고, 바람이 많은 동쪽해안에서는 홍합양식이 행해진다. 취락은 해안 곳곳의 만입부와 만 안쪽에 집중되어 있으며, 북동쪽 우두리에는 돌산등대가 있다. 유물·유적으로 남서쪽 군내리에 돌산향교, 신복리에 온적암지, 북쪽 우두리, 평사리 사이의 무슬목에 충무공전적비 등이 있다. 여수에서 출발하는 정기여객선이 수시로 운항되고 있지만, 1980년 12월 착공하여 1984년 12월 15일에 완공된 돌산대교로 인해서 교통이 매우 편리해졌다.

(2) 해를 머금고 있는 사찰 향일암

향일암은 전라남도 여천군 돌산읍 율림리 금오산(金鰲山)에 있는 절로 대한불교조계종 제19교구 본사인 화엄사(華嚴寺)의 말사이다.

644년(선덕여왕 13) 원효(元曉)가 창건하여 원통암(圓通庵)이라 하였으며, 958년(광종 9)에 윤필(輪弼)이 중창한 뒤 금오암이라 하였다.

임진왜란 때에는 승군의 본거지로 사용되었으며, 1849년(헌종 13) 무렵에 현 위치로 자리를 옮기고 책륙암(冊六庵)이라 하였다가 근대에 이르러 경봉(鏡峰)이 절 뒷산에 있는 바위가 거북의 등처럼 생겼다 하여 영구암(靈龜庵)이라 하였다.

그림 2-7. 돌산도와 향일암의 위치

향일암으로 개칭한 것은 최근이며, 이곳에서 볼 수 있는 해 뜨는 모습이 아름답다고 하여 붙여진 이름이다. 1925년 최칠룡(崔七龍) 주지가 산신각·취성루(就成樓) 등을 지었고, 1961년에는 박영주(朴永柱) 주지가 법당과 여러 전각을 중수하였다. 1970년 박천수(朴千壽) 주지가 취성루를 개수하였고, 1984년에 종견(宗見)이 칠성각과 종각을 중창하였다. 이어서 1986년에 대웅전을, 1987년에 삼성각을, 1990년에 용왕전을, 1991년에 관음전을 중건하여 오늘에 이른다.

현존하는 당우로는 대웅전을 비롯해서 관음전·용궁전(龍宮殿)·삼성각·요사 등으로 이루어져 있다. 양양 낙산사, 남해 보리암, 강화 보문사와 더불어 우리나라 4대 해수관음기도도량으로 꼽힌다. 이곳은 해상일출을 마음껏 즐길 수 있는 곳이며, 그 위치는 거북이 바다 쪽으로 팔을 휘저으며 들어가고 있는 형상을 취하고 있는 것이라 한다. 절 뒷산의 정상 부근에는 한 사람이 흔들거나 열 사람이 흔들거나 그 흔들림이 일정한 흔들바위가 있다. 절 일원이 전라남도 문화재자료 제40호로 지정되었고 낙산사의 홍연암, 남해 금산 보리암, 강화도 보문암과 함께 한국의 4대 관음기도처 중 하나이다.

■ **위치**

향일암은 전라남도 여수시 돌산읍 율림리 산 7번지에 위치하며, 여수에서 돌산대교를 건너 17번 국도를 따라 달리다가 죽포에서 바다를 바라보며 난 7번 군도를 따라가면 임포항에 다다른다. 이 임포

항의 금오산 자락에 향일암이 위치하고 있다.

■ **대중교통을 이용할 경우**

서울, 부산, 대전, 대구, 광주 → 여수행 버스 → 여수/오동도 → 돌산도/향일암, 여수 시내버스 정류장에서 111번

시내버스(1일 10회운행, 1시간 소요)가 수시로 운행되고 있으며 여수 공용터미널에서는 1시간 간격으로 임포행 (향일암: 1일 6회운행, 40분 소요) 직행 버스가 출발하고 있다.

■ **개인 승용차를 이용할 경우**

1) 남해안 고속도로 → 광양 또는 순천 I.C → 여수 → 돌산대교 → 17 번 국도 → (16 km) → 죽포 → 7 번 국도 → (9 km) →
임포 (돌산대교에서 25Km 정도)

2) 곡성이나 보성 → 벌교 → 여수 → 순천 → 여수 → 돌산대교 → 돌산도

3) 호남고속도로 → 서순천 I.C → 순천 → 여수 → 돌산대교 → 죽포 삼거리(좌회전) → 향일암 (17 번 국도와 7 번 국도 이용)

그림 2-8. 여수 향일암 찾아가는 길

1) 원효(元曉)

원효(元曉, 617년 ~ 686년 음력 3월 30일, 경상북도 경산시)는 삼국시대와 신라의 고승이자 철학자, 작가, 시인, 정치인이다. 원효는 법명이고, 속성(俗姓)은 설(薛), 속명은 사(思), 서당(誓幢) 또는 신당(新幢)이며, 별명은 모(毛), 호는 화정(和淨)이다. 아버지는 내말 설담날이며, 태종무열왕의 둘째 사위이고 설총이 그의 아들이다.

별명은 소성거사(小姓居士)이며 이외에도 서곡사미(西谷沙彌), 백부논주(百部論主), 해동법사(海東法師), 해동종주(海東宗主)라 불렸다. 고려시대에는 원효보살, 원효성사(元曉聖師)라 존칭되고, 화쟁국사(和諍國師)라는 시호가 내려졌다. 본명은 설사(薛思)이나, 보통 한국에서는 법명을 따라 원효대사로 불린다.

경주 설씨와 순창 설씨의 중시조인 설총의 생부이며, 한국불교 최초의 깨달은 스님, 한국 최초의 대처승으로도 유명하였다.

① 출생과 가계

원효는 신라의 귀족으로 본명은 설사(薛思)이다. 신라의 개국공신이자 박혁거세를 추대한 사로 6촌의 촌장 중의 한사람인 설거백 또는 설호진의 후손으로, 설곡(薛轂)의 4대손이다.

원효는 잉피공의 손자이자 내마(乃末) 설담날(薛談捺)과 조씨(趙氏)의 둘째 아들로 상주(湘州) 경산현 불지촌(佛地村) 율곡(栗谷)의 사라수 밑에서 태어났다. 그러나 할아버지 잉피공의 집이 금성에 있었으므로 금성 사람이라고도 한다. 그의 어머니 조씨가 그를 수태했을 때, 꿈에 유성(流星)이 품속으로 드는 것을 보고 원효를 임신하였으며 만삭(滿朔)이 된 몸으로 압량군(押梁郡)의 남불지촌(南佛地村) 율곡(栗谷) 마을을 지나다가 사라수(沙羅樹) 아래 이르러 갑자기 낳았는데 《삼국유사》에 이르기를 그때 오색구름이 땅을 덮었다 한다.

그림 2-9. 원효대사 영정

어머니가 태기가 있어 이미 만삭인데, 출타했다가 마침 집에 돌아오던 중 불지촌 율곡 고개에 있는 밤나무 밑을 지나다가 갑자기 산통이 있어 해산하였다. 급한 일 때문에 집에 돌아가지 못하고, 나무 밑에서 아이를 낳았는데 이때 남편의 옷을 나무에 걸고 그 속에서 지냈기 때문에 이 나무를 사라수(娑羅樹)라 했다. 원효가 태어난 곳의 밤나무의 밤은 크기도 크고 굵으며 맛이 특이하여 사라율(裟羅栗)이라 불렀다.

할아버지 잉피공(仍皮公)은 또는 적대공(赤大公)이라고도 하는데, 고려시대 중기 김부식과 일연이 살던 시대까지도 경주 적대연(赤大淵) 옆에 잉피공의 사당이 존재하고 있었다. 원효에게는 형제가 몇명 있었는데, 경주 설씨와 순창 설씨의 족보에는 그의 형 중 1명인 설을신(薛乙臣)의 이름이 현재 전한다.

원효는 후일 유명한 승려가 된 뒤, 자신이 태어난 곳의 집을 희사(喜捨)해서 법당을 세우고 그 이름을 초개사(初開寺)라고 했다. 또 사라수 밤나무 근처에도 법당을 세우고 사라사(裟羅寺)라고 이름했다.

② 화랑 시절

어려서 서당(誓幢) 또는 신당(新幢)으로 불렸으며, 또 다른 이름은 모(毛)였다. 뒤에 이름을 사(思)로 정하였다. 나면서부터 총명하고 남보다 뛰어났으며, 기억력이 뛰어났다. 그는 일찍이 고향에서 한학을 배우다가 유교를 가르치는 태학에 입학하였다. 스승을 따라 배울 것이 없었다.

어려서부터 부친 담날과 조부 잉피공의 기대를 받으며 화랑으로 활동하였으나, 15세 때 또는 28세 때 어머니 조씨의 죽음에 충격을 받고, 삶과 죽음이 뭔가에 대해 오래 고민하다가 출가하여 승려가 되었다. 황룡사(黃龍寺)에 들어갈 때 집을 희사하여 초개사(初開寺)를 세우게 했으며, 자신이 태어난 사라수 옆에도 절을 세워 사라사(沙羅寺)라 하였다.

그가 출가를 결심했을 때 아버지 설담날과 할아버지 잉피공의 실망이 대단하였다 하며, 그에게는 형 설을신이 있었으므로 처음에는 출가를 반대하였으나, 그의 뜻이 확고하자 허락하였다.

③ 출가와 수행, 학문

■ 출가 이후

영취산(靈鷲山)의 낭지(郎智), 흥륜사(興輪寺)의 연기(緣起)와 고구려 반룡산(盤龍山)의 보덕(普德) 등을 찾아다니며 불도를 닦으니 뛰어난 자질과 총명이 드러났다.

34세 때인 650년(진덕여왕 4년) 의상과 함께 당나라 고승 현장에게 불법을 배우러 가다가 요동 근처에서 고구려 순라군(국경경비대)에게 잡혀 첩자로 오인 받았다가 풀려났다.

661년(문무왕 1년) 다시 의상과 함께 당나라로 유학을 가던 길에 당항성 근처의 한 무덤에서 잠이 들었다. 잠결에 목이 말라 달게 마신 물이 다음날 아침에 깨어나 다시 보니 해골바가지에 담긴 더러운 물이었음을 알고 급히 토하다가

> “ 마음이 나야 모든 사물과 법이 나는 것이요, 마음이 죽으면 곧 해골이나 다름이 없도다(心生則種種法生 心滅則龕墳不二).

부처님 말씀에 삼계(三戒)가 오직 마음뿐이라 한 것을 어찌 잊었더냐? ”

라는 일체유심조의 진리를 깨달아 유학을 포기한다. 그 뒤 분황사에 있으면서 독자적으로 통불교(通佛敎)를 제창하며 민중 속에 불교를 보급하기에 노력했다. 분황사에 있을 때 <화엄경소(華嚴經疏)>를 지어 간행하였다.

■ 명상법

7세기 원효는 3세기 용수가 만든 대승불교의 승려였다. 그러나 12세기 중국 대혜종고가 간화선을 개발한 것이기에, 원효는 전통적인 불교 명상법인 수식관을 익혔을 것이다. 또한, 화랑이었기 때문에 도교의 조식법을 익혔을 것이다. 오늘날 간화선이 지배하는 한국불교에서 원효가 별로 논의대상이 아닌 것은, 명상법이 달라서라고 할 수도 있다.

■ 결혼 생활

하루는 마음이 들떠 거리에 나가 노래하기를 “누가 자루 없는 도끼를 내게 주겠느냐, 내 하늘을 받칠 기둥을 깎으리로다(誰許沒柯斧 我斫支天柱).” 라고 하니 사람들이 듣고 그 뜻을 몰랐으나, 태종무열왕이 이를 듣고 “대사가 귀부인을 얻어 슬기로운 아들을 낳고자 하는구나. 나라에 큰 현인이 있으면 이보다 더 좋은 일이 없을 것이다.(此師殆欲得 貴婦産賢子之謂 爾國有大賢 利莫大焉)” 라며 요석궁의 홀로된 둘째 공주-흔히 요석공주-를 짝되게 하니, 과연 공주가 아이를 배어 설총을 낳았다.

요석궁에는 과부가 된 무열왕의 둘째 딸이 있었는데, 왕이 궁리(宮吏)에게 명하여 금성시내에서 춤추며 노래부르는 원효를 찾아 데려가라 했다. 궁리가 명령을 받들어 시내로 나가 원효를 찾자, 그는 이미 남산(南山)에서 내려와 문천교(蚊川橋)를 지나다가 관리를 만났는데, 그가 자발적으로 혹은 관리가 떠밀어서 일부러 물에 빠져서 옷을 적셨다. 이후 무열왕은 공주에게 옷을 말리고 쉬게 하도록 명을 내려 원효와 공주를 맺어주었다. 고려의 승려 일연은 설총이 한국 유교의 시조라 하여 '지금(일연이 살던 당시)도 우리 나라에서 명경(明經)을 업(業)으로 하는 사람이 이를 전수(傳受)해서 끊이지 않는다.'고 하였다.

스스로 실계(失戒)한 원효는 소성거사(小性居士)라 자칭하면서 속세의 복장을 하고 마을에 나다니다가 우연히 한 광대가 괴상한 박을 가지고 춤과 만담을 벌이는 것을 보고, 그와 같은 물건을 만들어 《화엄경》의 ‘일체무애인(一切無碍人) 일도출생사(一道出生死)’에서 ‘무애’를 따라가 박의 이름을 짓고 〈무애가(無碍歌)〉라는 노래를 지어 춤추고 노래하며 여러 마을을 돌아다녔다. 이에 세상사람 중 염불을 할 줄 모르는 사람이 없게 되었으니 원효의 교화가 그렇게 컸다. 그러나 원효의 춤과 노래에 많은 사람들이 몰려들어 광대들이 생계에 지장있음을 호소하자 그는 이를 그만두었다.

■ 유교와 경학

원효는 불교뿐만 아니라 도가와 유가에도 밝았고, 한비자와 상앙의 법가 사상에도 지식이 많았다. 특정한 스승 없이 영취산의 낭지, 고구려의 보덕, 항사사(현 오어사)의 혜공 등에게서 배웠다고 한다. 원효는 당시의 지식인들과 마찬가지로 선진 문물을 배우기 위해 34세와 45세 때 의상과 함께 두 번에 걸쳐 당나라 유학을 시도했다.

두 번째 구법 여행 중 삼계유심(三界唯心)의 원리를 깨달아 구법행을 포기하고 돌아왔다고 한다. 그 후 원효는 과부였던 요석공주와 결혼하여 설총을 낳고, 불교를 민중화시키고, 분열된 국민정신을 통합하기 위해 많은 노력을 기울였다.

④ 죽음

원효는 당시 전하던 거의 모든 경론(經論)에 대해 주석(註釋)을 하여 100여 종의 저술을 한 것으로 알려져 있지만, 현존하는 것은 20부 22권뿐이다. 이 중 《대승기신론소》 2권, 《금강삼매경론》 3권, 《십문화쟁론》 2권 등은 원효의 대표작이라 할 수 있는데, 원효 사상의 핵심인 일미(一味) 화쟁(和諍) 사상이 잘 나타나 있다. 원효는 한국은 물론이고 중국과 일본의 승려들에게도 많은 영향을 미쳤다. 특히 유식학(唯識學)이나 불교논리학 등에 있어서 그의 영향력은 매우 크다.

그는 한국의 무속신의 하나로도 숭배되는데, 그 자세한 기원은 알 수 없으나 해골의 물을 마신 것을 죽음을 극복한 것으로 보는 것으로 추정한다. 수많은 저서를 남기고 70세 되던 해 음력 3월 30일 혈사(穴寺)에서 사망했다. 뒤에 고려 숙종이 대성화정국사(大聖和靜國師)라는 시호를 주었다.

⑤ 원효에 대한 평가

원효는 실로 불교 사상의 종합과 실천에 노력한 정토교(淨土敎)의 선구이며 또한 으뜸가는 저술가이기도 하였다.

⑥ 기타

그가 탄생한 마을 이름을 불지촌(佛地村)이라 하고 처음으로 중창한 법당의 이름을 초개사(初開寺)라 하였으며 법명을 스스로 원효라 한 것은 모두 불교의 빛이 널리 퍼진다는 뜻이다.

원효대사의 아들 설총은 중국 한자를 한국식 발음에 맞춘 이두의 창시자이자 이두 문학의 창시자였다. 설총은 최치원 · 강수 등과 함께 신라 3대 문장가로 꼽힌다. 그는 9경(주역 · 시경 · 서경 · 예기 · 춘추 · 논어 · 맹자 · 주례 등)을 처음 우리말로 해석하여 유교 사상을 널리 전파하였다.

후일 고려시대에 인종때 원효대사의 18대손 설자승(薛子升)은 이자겸의 난 당시 화를 피해, 순창으로 옮겨가 순창 설씨의 시조가 되었다. 다른 후손인 설귀창의 후손들은 그대로 경주 설씨로 이어갔다.

⑦ 각승 일화

바다 용 또는 임금의 부탁을 받은 원효는 노상에서 조서(詔書)를 받아 <삼매경소(三昧經疏)>를 지었는데, 삼매경소를 다 지은 뒤 원효는 붓과 벼루를 소의 두 뿔 위에 놓아 이를 각승(角乘)이라 했다. 이를 들은 대안법사(大安法師)가 구경온 사람들의 인파를 헤치고 와서, 소뿔위에 서 있는 붓과 벼루에 종이를 붙였는데 후일 일연은 '이것은 또한 지음(知音)하여 서로 창화(唱和)한 것'이라고 평하였다.

⑧ 한국 최초의 대처승

승려는 결혼할 수 없다는 불교의 원래 교리를 깨고 한국 최초의 대처승이 되었다. 이후 일제 강점기까지도 한국에는 대처승이 유행하였으며, 고려시대에는 대처승의 전통이 일본으로 전래되기도 하였다.

이승만의 불교정화운동 당시 대처승들의 승직이 박탈되었으나, 이후에도 대처승은 계속 존재하고 있다. 원효는 그밖에 무속의 신으로도 숭배되고 있다.

⑨ 원효에 관한 기록과 일심사상과 화쟁사상

원효에 관한 기록은 <삼국유사>와 '서당화상비' 이외에 중국의 송(宋) 나라 때에 찬녕(贊寧)이 편찬한 <송고승전(宋高僧傳)> 등에도 전해진다. <삼국유사>에는 '원효불기(元曉不羈)' 이외에 '낭지승운보현수(朗智乘雲普賢樹)', '사복불언(蛇福不言)', '의상전교(義湘傳敎)', '이혜동진(二惠同塵)', '낙산이대성관음정취조신(洛山二大聖觀音正趣調信), '광덕엄장(廣德嚴莊)' 조(條) 등에 원효와 관련된 일화가 소개되어 있다. 그리고 오늘날 서울시 용산구의 원효로(元曉路)와 원효대교(元曉大橋)의 지명은 원효의 이름에서 비롯된 것이다.

저술 원효는 불교를 널리 보급하는 한편, 불교 경전의 연구에도 힘을 기울여 당시 전해진 거의 모든 경론(經論)들에 대한 주석서(註釋書)를 저술하였다. 원효가 남긴 저술에 대해서는 학자들마다 견해가 다르지만, 모두 100여종 240여권에 이르는 것으로 알려져 있다. 하지만 오늘날에는 그 가운데 일부만 전해진다.

현재 전해지고 있는 저술은 <금강삼매경론(金剛三昧經論)>, <기신론별기(起信論別記)>, <대승기신론소(大乘起信論疏)>, <대승육정참회(大乘六情懺悔)> 등이 있고, 이 중 <대승기신론소>, <금강삼매경론> 등은 중국의 고승들도 '해동소(海東疏)'라 칭하며 즐겨 인용되었다. 특히 <금강삼매경론>은 원효가 <금강삼매경>에 대해 주석을 한 것으로, <삼국유사>에도 '삼매경소(三昧經疏)'라고 기록되어 있다.

일심사상과 화쟁사상 원효의 사상의 핵심은 '일심(一心)'과 '화쟁(和諍)'이라고 할 수 있다. 그는 '도는 모든 존재에 미치지만, 결국은 하나의 마음의 근원으로 돌아간다(대승기신론소)'며 만물을 차별 없이 사랑하는 삶을 강조하였다. 그리고 종파들의 서로 다른 이론을 인정하면서도 이들을 좀 더 높은 차원에서 통합하기 위해 노력하였는데, 이것을 '화쟁사상(和諍思想)' 또는 '원융회통사상(圓融會

通思想)’이라고 한다.

‘일심(一心)’은 원효 사상의 밑바탕을 이루고 있다. 원효는 인간은 누구나 불성을 가지고 있으며, 이러한 마음의 근원을 회복하면 누구나 부처가 될 수 있다고 하였다. 이 마음의 근원이 바로 ‘일심(一心)’이다. 원효에 따르면 일심은 모든 법(法), 즉 모든 존재와 현상의 근거이며, 일심이 구현된 세계가 바로 정토(淨土)이다. 일심은 평등하고 무차별하며, 일심에서 보면 진여(眞如)와 생멸(生滅)이 다르지 않다. 따라서 마음의 근원을 회복한다는 것은 일체의 차별을 없애고, 만물이 평등하다는 것을 깨우치고, 차별 없이 사랑하는 자비의 마음을 얻는 것이다. “이와 같이 마음을 다스리는 중생은 반드시 큰 깨달음을 이룰 수 있다.”(열반경종요)

‘화쟁(和諍)’은 다양한 불교 이론들 사이의 다툼을 화해시키는 것이다. 그는 이제까지의 여러 불교 이론들이 서로 다투어서 쟁론이 끊이지 않는 이유는 집착 때문이라며, 마음의 근원을 향하면 쟁론을 극복할 수 있다고 보았다. ‘일심’과 ‘화쟁’을 강조한 원효의 사상은 당시 중국 불교의 중요한 쟁점이었던 중관론(中觀論)과 유식론(唯識論)의 대립을 독창적으로 종합하는 의미를 지녔다. 원효는 발생과 소멸이 없는 진여(眞如)와 상대적이고 현상적인 생멸(生滅)이 모두 일심(一心)의 두 가지 측면에 불과하며, 이것들이 하나이면서도 둘이며 둘이면서도 하나의 관계에 있다고 하였다. 이는 ‘모든 것은 본성적으로 실체가 없다(諸法性空)’는 것을 전제로 ‘연기(緣起)’를 중심으로 하는 중관론과 ‘마음의 본체인 식(識)을 떠나서는 어떠한 실재(實在)도 없다’는 것을 전제로 청정한 마음을 강조하는 유식론의 대립을 나름의 방법으로 극복하려 했던 것으로 볼 수 있다. 이러한 원효의 사상은 중국의 법장(法藏)과 징관(澄觀) 등에게도 큰 영향을 끼쳤다.

2) 주요 전각 탐방

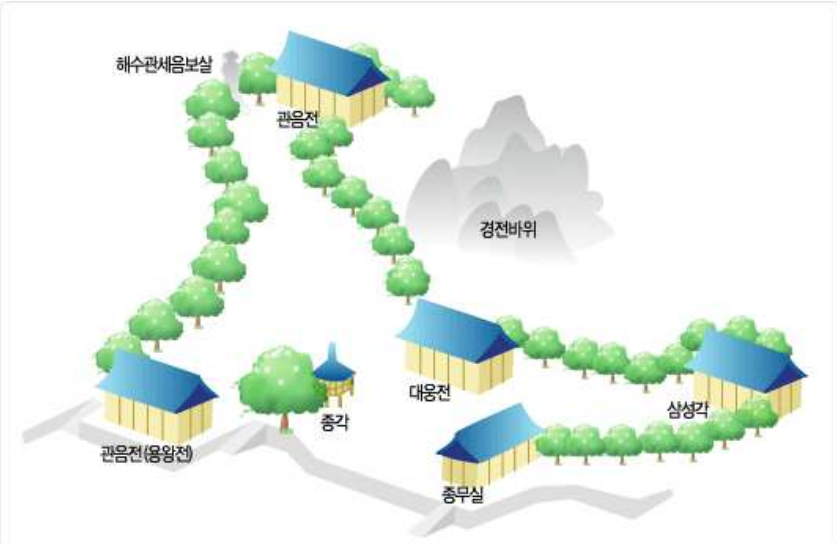


그림 2-10. 향일암 주요 전각 배치도

① 일주문

향일암은 입구의 일주문(一柱門)을 통해 조성된 수 많은 계단을 통해 입장할 수 있다. 일주문 현판의 금오산 향일암(金鰲山 向日庵)의 글씨는 강암 송성용 선생의 글씨라고 한다.

② 대웅전(大雄殿)

여수 향일암 원통보전(圓通寶殿)은 본래 대웅전이었다. 대웅전은 항상 사찰의 중심이 되는 전각으로 큰힘이 있어서 도덕과 법력으로 세상을 밝히는 영웅을 모신 전각이라는 뜻이다. 대웅은 고대인도의 ‘마하비라’를 한역한말로 법화경 에서 석가모니, 즉 부처님을 위대한 영웅, 대웅이라 일컫는데서 유래하고 있다. 대웅전에는 중심에 불상을 안치하는 수미단(불단)과 부처님과 부처님 제자를 수호하는 신중을 모시는 신중단이 있다.

그림 2-11. 향일암 입구 일주문 전경과 시주공덕비

대웅전은 정면 3칸, 측면 2칸의 팔작지붕 구조에 배흘림 기둥을 세우고 그 위로는 창방을 얹고 헛첨자를 결구한 건물이었으며, 1983년에 조성한 소형 범종, 1987년에 조성한 청동석가모니불과 관음보살 및 지장보살, 1988년에 조성한 영산회상도와 금니(金泥)로 채색한 신중탱화 등이 봉안되어 있다. 대웅전 뒤의 경전바위(일명 흔들바위)는 경전을 펼쳐 놓은 듯한 형상을 하고 있는데 이 바위를 한 번 흔들면 경전 한권을 읽는 공덕이 있다는 이야기가 전해진다. 이 바위는 두무모 같이 생겼는데 이 경전바위가 생기게 된 것은 원효 대사가 수도를 끝내고 이 향일암을 떠날 때 그 많은 불경책을 가져갈 수 없어 공중에 날려 보낸 것이 멀리가지 못하고 이곳에 경전바위로 변하였다는 이야기도 전해진다. 현재는 험한 산새로 인해 위험하여 출입을 금지하고 있으며, 매년 12월 31일과 1월 1일에는 향일암 일출제가 열려 전국 각지에서 관광객들이 몰려드는 해맞이 장소이다.

그림 2-12. 향일암 대웅전(원통보전)과 원통보전 뒤 경전바위

③ 향일암 관음전(龍王殿, 下 觀音殿)

관음전은 대웅전의 우측 약 50m 에 위치한 전각으로 관세음보살을 주불로 모시고 해상용왕과 남순동자가 협시하고 있다. 다른 명칭으로는 용왕전이라고도 한다. 용왕은 농사의 풍작과 더불어 바다의 풍어, 천재지변으로 부터의 보호, 그리고 가족의 건강과 안녕을 축원하며 사바세계의 중생에서 복을 주는 선신이다. 정면 3칸, 측면 1칸의 초익공계이며 바람막이 판이 달린 맞배지붕으로 구성되어 있다.

용왕전 내부에는 용왕전 불단과 용궁 탱화가 보전되어 있다.

■ 탱화(幀畵)

불보살과 신중(神衆)을 그려서 법당에 걸어 둔 불화(佛畫)의 한 유형. 불화란 불교 신앙의 내용을 압축하여 그림으로 표현한 것으로써 만들어진 형태에 따라 벽화(壁畫)·경화(經畫)·탱화로 나뉘어지는데, 우리나라에서는 탱화가 불화의 주류를 이루고 있다. 기원은 확실히 알기 어려우나 삼국 시대부터

있었던 것으로 보이며, 현존하는 가장 오래된 탱화는 13세기경에 만들어진 고려 시대의 작품이다. 탱화는 시대 · 지역에 따라 각 존상(尊像)의 배치나 여백의 이용 방법, 기능적 강조점 등이 달라 신앙의 특징을 살필 수 있는 좋은 자료가 되는데 고려의 경우는 여러 존상을 함께 배열할 때 주존(主尊)을 돋보이게 상방(上方)에 배치하는데 비해 조선 시대에는 보살상이나 불제자상이 주존을 둘러싸게 배열하고 있다.

탱화는 크게 상단(上壇) · 중단 · 하단 탱화로 나뉘어지며, 상단 탱화는 전각의 중앙에 모신 불상이나 보살상 뒷면에 거는 탱화로 여기에는 주로 ≪화엄경≫과 ≪법화경≫의 내용이 그려져 있는데 전자를 화엄탱화, 후자를 영산회상도(靈山會上圖)라고 한다. 아울러 탱화를 모신 전각에 따라 대웅전(大雄殿) 후불(後佛)탱화 · 화엄전(華嚴殿) 후불탱화 등으로도 나뉘어진다.

중단 탱화는 불법을 수호하는 신인 신중을 따로 독립시킨 것으로 수호신이 복을 주고 재앙을 소멸시켜 준다는 신앙에서 비롯된다. 전각의 주불을 모신 불단의 오른쪽이나 왼쪽의 벽면에 걸게 되는데, 칠성(七星)탱화 · 제석(帝釋)탱화 · 산신(山神)탱화 등이 대표적이다.

하단 탱화는 조상의 영혼을 극락에 왕생시키기 위한 의례에서 비롯된 것으로 보통 아미타불과 보살 그리고 아귀나 지옥의 고통을 묘사함. 아미타불이 아귀나 지옥의 중생에게 감로(甘露)를 베푼다는 뜻에서 감로 탱화라고도 한다.

정토신앙 · 지장신앙 등이 결합된 형태로서 불전의 왼쪽에 설치하고 고인의 위패와 사진을 봉안하며, 상단 탱화는 불교의 근본 진리와 그 진리를 설하는 모습을, 중단 탱화는 불법을 수호하는 호법 신앙을, 하단 탱화는 상단과 중단의 신앙에 의한 많은 공덕을 조상에게 돌리는 신앙의 표현이라 할 수 있음.

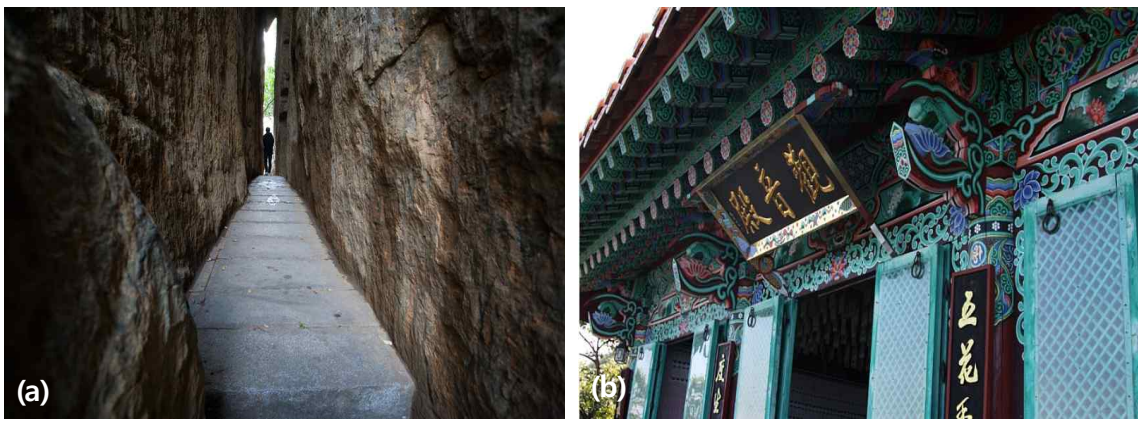


그림 2-13. (a) 향일암 입구의 해탈문. 중생대 백악기의 화성활동에 의해 형성된 중성 화산암들로 구성된 것으로 생각되는 암석들이 통로의 양쪽에 분포한다. (b) 관음전(용왕전)

그림 2-14. 용왕전 불단(a)과 용왕전 탱화(b)

④ 향일암 관음전(上 觀音殿)

여수 향일암 관음전은 원효대사가 수도도중 관세음보살을 친견한 곳으로 관세음보살을 모신 전각이다. 관세음보살은 대자대비를 서원하는 보살로 모든 중생을 제도하기 위해 언제 어디서나 중생과 같은 몸으로 나서 중생을 감싸고 제도한다. 그러므로 어떤 어려움이나 괴로움에 처한 중생들이 관세음보살을 부르고 의지하며 항상 마음속에 간직하고 공경하면 고난과 불행을 면하고 해탈을 얻게 된다. 이는 관세음보살을 생각하는 마음으로 인해 관세음보살과 중생이 일체감을 형성하고 하나가 되기 때문이다.

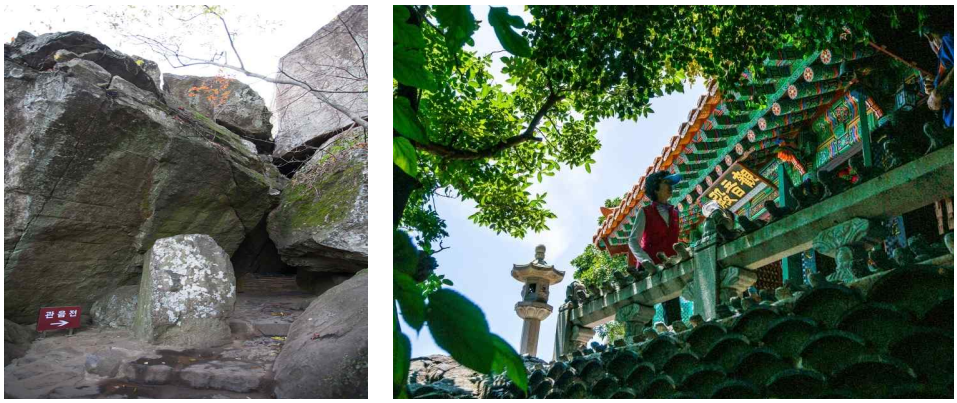


그림 2-15. 관음전 입구와 관음전 앞 전경

그림 2-16. 관음전 내부와 남해바다가 내려다 보이는 관음전 앞 석등

⑤ 향일암 해수관세음보살(海水觀世音菩薩)과 원효대사 좌선대(坐禪臺)

여수 향일암 관음전 우측에 남해바다를 바라보며 남해바다를 지나다니는 수많은 배들의 안녕과 중생들의 생명을 보호해 주는 보살이다. 원효 대사 좌선대는 향일암 해수관세음보살 앞쪽 바닷가에 있는 바위로, 원효스님이 좌선했다는 전설이 있는 바위이다. 자세히 관찰해 보면 이 바위 역시 중생대 백악기의 화산활동에 의해 형성된 중성계열의 화산암류일 것으로 생각된다.

그림 2-17. 해수관세음보살상(a)과 원효대사 좌선대(b)

⑥ 향일암 삼성각(三聖閣)

여수 향일암의 대웅전 좌측에 위치한 전각으로 산신, 칠성, 독성 세분의 서인을 함께 봉안하고 있다. 산신은 금오산을 주관하며 불법과 사찰을 수호하고 중생의 자손 창성과 부귀를 축원하고, 칠성은 중생의 길흉화복 수명과 인연의 법칙 속에서 변함없이 움직이는 중생의 운명을 축원하여 준다고 한다.

그림 2-18. (a) 향일암 삼성각 전경, (b) 삼성각 내부의 칠성탱화, (c) 향일암 대웅전(극락보존 뒤로 보이는 삼성각) (d) 삼성각 추녀 아래에서 바라본 종무실과 남해바다

⑦ 향일암 범종각(梵鐘閣)과 범종(梵鐘)

종을 매달아 놓은 곳으로 종루(鐘樓)라고 부르기도 하며, 북을 매단 곳을 고루(鼓樓) 또는 고각(鼓樓)이라 하지만 대개 절의 사물(四物)이 함께 안치되어 있어 통칭하여 종각이라고 부른다.

범종은 소리로써 의식에 장엄한 분위기를 만들어 낸다. 종소리는 중생들에게 경각심을 깨우치며 지옥에 빠진 중생들에게는 고통에서 구제한다고 한다.

그림 2-19. 향일암 종각에서 내려다본 남해바다와 종각 주위의 돌거북

⑧ 기타

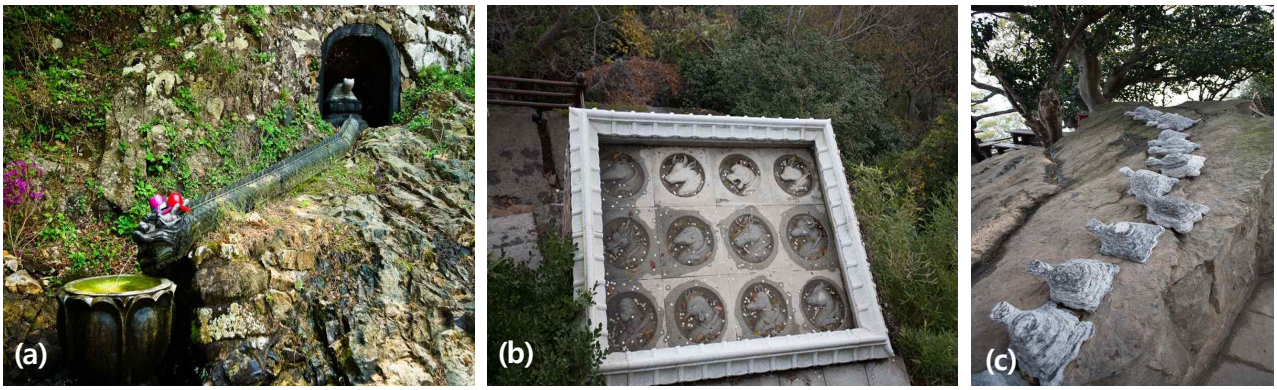


그림 2-20. (a) 향일암 약수터 (b) 십이지상, (c) 종각 및 전각 일대에서 쉽게 볼 수 있는 돌조각 거북

2-6. 돌산 갓김치와 갓김치 축제

(1) 개요

돌산 갓김치는 여수 지역에서 돌산갓과 파에 갖은 양념을 버무린 김치를 말한다. 돌산갓은 한반도 남단의 따뜻한 해양성 기후와 비옥한 알칼리성 토질의 여수 돌산 지역에서만 생산되는 특산품이다. 돌산갓은 독특한 향이 있으며 일반 갓보다 톡 쏘는 매운맛과 섬유질이 적고, 잎과 줄기에 잔털이 없으며 연하고 부드러운 연녹색 채소로 다른 채소에 비해 단백질 함량이 높고, 비타민 A와 C가 많은 것이 특징이다.

돌산갓으로 김치를 담그면 독특한 맛뿐만 아니라 저장성이 뛰어나다. 또한, 칼슘이 발효에 의해 젖산과 결합, 젖산칼슘으로 되고 인과 결합해 뼈의 주성분이 되어 사람의 골격 형성에 중요한 작용을 한다. 또, 눈을 밝게 해 주고, 기침을 그치게 하며 기를 하강시켜 속을 따뜻하게 하여 냉·대하 치료, 머리와 얼굴의 풍(風)을 예방하는 데 효능이 있다고 한다. 최근에 토종 갓에 암을 예방하는 '시니그린' 물질이 함유된 것이 밝혀져 더욱더 각광을 받고 있다.

그림 2-21. 돌산 갓과 돌산갓김치

(2) 연원 및 변천

조선시대 돌산 갓은 임금님의 밥상에도 자주 올랐으며 지금의 돌산갓은 1950년대 말 일본의 채소용인 만생평경대엽종이 여수시 돌산읍에 도입되어 한반도 남단의 따뜻한 해양성 기후와 알칼리성 사질토에서 재배되고 있다. 이에 따라 다른 지역의 갓에 비해 섬유질이 적어 부드럽고 매운맛이 적으며 쉽게 시어지지 않는 장점이 있다. 2010년 현재 재배농가수는 1,215 농가이고, 년간 생산량은 32,508M/T이며, 2009년 판매액은 600억여원 가량에 머물렀지만 2010년에는 생갓 302억, 갓김치 665억원 등 1000억원에

육박하는 판매고를 올려 여수 농업에 있어서는 효자 농산물로 각광을 받고 있다. 여수농업기술쎈터 돌산갓연구팀에서는 '늦동이', '순동이', '신동이'를 품종보호하고 있고, '짱돌이', '쌈돌이', '꽃돌이', '자람이'를 품종보호출원하고 있으며, 품종개발 기초자료 마련을 위해 87계통(육성종 7, 분리종 47, 수집종 8, 일본종 11, 종묘사시판종 14)을 마련하는 등 돌산갓 유전자원 D/B 구축에 힘쓰고 있다.

(3) 만드는 법

갓을 깨끗이 씻어서 4~5시간 동안 소금에 절인다. 갓을 절이는 동안 찹쌀로 죽을 쑤고 고춧가루, 마늘, 멸치액젓, 생새우, 생강을 약간의 물과 혼합하여 간다. 파와 당근은 채를 쳐 놓는다. 절인 갓에 파와 당근 그리고 찹쌀죽과 물고추, 갖은 양념을 넣고 버무린다.

(4) 생활 민속적 관련사항

현대 의학이 발달하지 못했던 옛날에는 갓이 거담제와 결핵성 질환 예방에 효험이 있다고 하여 귀하게 여겨 왔다. 갓김치는 먹을 때 코끝이 짜릿한 맛과 시큼한 맛이 일품으로, 갓이 많이 나는 시기는 가을이다.

(5) 돌산 갓김치 축제

돌산 갓김치 축제는 여수 지역에서 개최되는 돌산갓김치 홍보 축제로 여수 지역의 특산품인 돌산갓김치와 기타 기타 농수특산품을 대내외에 알려 관광 상품화함으로써 농어업인의 소득 증대와 지역 경제 활성화에 기여하기 위해 ‘맛 · 향 · 인정의 어울림’이라는 슬로건을 내걸고 제1회 여수돌산갓김치축제가 2004년 11월 19일부터 11월 21일까지 진남체육공원에서 개최되었다.

주요 행사로는 돌산갓김치 담그기, 돌산갓 퓨전요리, 돌산갓아줌마선발대회 등의 경연행사와 돌산갓 재배방법사진전시회, 돌산갓 퓨전요리 전시회, 여수향토음식전, 우수농수특산물 전시판매, 그리고 풍물패 공연 및 노래자랑 등의 각종 공연행사가 펼쳐진다. 돌산갓김치를 직접 담그는 체험행사도 열린다.

제2회 여수돌산갓김치축제는 2005년 11월 11일~11월 13일 ‘여수청정음식큰잔치’의 소축제로서 돌산읍 무술목 일원에서 개최되었다. 제3회 여수돌산갓김치축제는 2006년 11월 23일~11월 25일까지 종화동 하멜수변공원 일원에서 개최되었다. 2006년 11월 여수시는 경쟁력 제고와 지역 특화를 위해 여수 지역에서 개최되고 있는 9개의 축제를 5개로 통폐합하는 과정에서 여수돌산갓김치축제를 여수거북선대축제에 흡수 · 통합시켰다.

이에 따라 2007년에는 2012여수세계박람회 실사단 방문에 맞춰 여수거북선대축제의 부대행사로서 4월 11일부터 4월 14일까지 4일간 열린 한 · 중 · 일 음식큰잔치의 일부로 편입되어 돌산갓김치만들기 체험행사, 돌산갓 퓨전요리 시음행사가 펼쳐졌다.

2-7. 여수엑스포해양공원 탐방

(1) 숨쉬는 바다, 살아 있는 연안-2012 여수세계박람회

'살아있는 바다, 숨쉬는 연안'을 주제로 2012년 전남 여수에서 개최되는 국제박람회로, 1993년 대전 엑스포에 이어 우리나라에서 19년 만에 개최된 두 번째 인정박람회다. 2012년 5월 12일부터 8월 12일까지 여수 신항 일대에서 93일간의 일정으로 치러진다. 여수시는 1997년부터 세계박람회 유치전에 돌입한 뒤 2002년, 등록박람회인 2010 세계박람회 유치전에 도전했다가 중국 상하이에 밀려났다. 이후 2006년 5월 국제박람회기구(BIE)에 유치 신청서를 제출하였고, 2007년 11월 27일 BIE 총회에서 140개 회원국의 2차 투표를 거쳐 경쟁 상대인 모로코의 탕헤르를 제치고 유치에 성공하였다.

여수박람회는 국제적으로 해양과 연안의 가치를 재조명함으로써 기후변화, 자원고갈, 생태계 파괴 등 인류의 현안 과제를 화두로 제시하였다. 특히 앞서 포르투갈(리스본)·스페인(사라고사) 등 바다 주제 박람회가 있었지만 기존 엑스포와 달리, 여수엑스포는 바다에서 개최되어 바다 자체를 박람회장으로 삼은 것은 이번이 처음이다.

1) 여수엑스포 기본 현황

① 공식 명칭

- 국문: 2012 여수세계박람회(개최년도, 장소를 나타낼 수 있도록 2012 여수엑스포, 2012 여수박람회 등을 약칭으로 사용함)
- 영문: International Exposition Yeosu Korea 2012, 영문 단문명칭은 기존 사례를 고려하여 박람회 홍보에 용이하게 활용될 수 있도록 기억하기 쉽고 간단명료하며, 개최년도 및 장소를 모두 나타낼 수 있는 'Expo 2012 Yeosu Korea'로 정함

② 유치일: 2007년 11월 27일
③ 인정승인일: 2008년 12월 2일
④ 개최기간: 2012년 5월 12일~8월 12일(93일간)
⑤ 개최지: 전남 여수 신항지구 일대
⑥ 면적: 270만㎡(박람회장 25만㎡)
⑦ 마스코트: 여수의 첫 글자를 딴 '여니(Yeony)'와 '수니(Suny)'
⑧ 총사업비: 2조 1,000억 원(시설비 1조 7,921억 원, 운영비 3,079억 원)
⑨ 예상 경제효과: 생산유발(12조 2,000억 원), 부가가치(5조 7,000억 원), 고용유발(8만 명)
⑩ 주제: 살아있는 바다, 숨쉬는 연안(The Living Ocean and Coast)
⑪참가규모: 106개국, 10개 국제기구, 23개 지방자치단체

그림 2-22. 여수세계박람회 공식 엠블럼과 마스코트 여니와 수니

2) 2012 여수세계박람회 주제

2012 여수세계박람회의 주제인 '살아있는 바다, 숨쉬는 연안(The Living Ocean and Coast)은 인류 생존과 직결되는 바다에 관한 가장 바람직한 미래상을 함축하고 있다.

- 해양오염의 심화, 해양생태계 파괴, 해수면 상승 등 해양에서 기인하는 재난은 어느 특정국가의 문제가 아닌 전 세계가 겪는 문제

  이러한 의미에서 2012여수세계박람회의 주제 선정의 배경은 바다와 연안에 관련된 인류 공동과제에 대한 대안을 모색하는데 있다.
- 부제어 '자원의 다양성과 지속가능한 활동(Diversity of Resource and Sustainable Activity)'은 2012여수세계박람회의 주제구현을 위하여, 물질적 차원의 연안의 개발과 보존, 인류의 생존에 있어 그 중요성이 점점 더해가고 있는 새로운 자원기술, 정신적 차원의 창의적 해양활동으로 주제를 세분화 하였다.

① 하위주제 1. 연안의 개발과 보존(Coastal Development and Preservation)

2012 여수세계박람회는 기후 변화에 대응하는 국제사회의 새로운 협력을 이끌어내고 개발과 보존이 함께하는 패러다임을 제시

- 해양생태계는 인간생활을 지탱해 주는 생명부양 시스템(Life Support System)임에도 인류의 무분별한 이용으로 크게 훼손되어 가고 있음.
- 2012여수세계박람회는 기후변화에 대응하기위한 국제사회의 새로운 협력을 이끌어내고, 해양을 건강하게 지키는 것이 결국 인류의 건강과 행복을 지키는 방법임을 전달하고자 함.

② 하위주제 2. 새로운 자원 기술(New Resource Technology)

2012 여수세계박람회는 해양과학기술 발전의 성과와 미래 전망을 제시하고, 인류발전의 新성장동력으로 해양과학기술의 위상을 제고

- 육지의 공간부족·자원고갈 및 환경오염 등의 문제를 해결할 수 있는 유일한 대안은 해양을 통해서만 가능하며, 해양은 석유와 같은 비생물자원과 생물자원을 다량 보유하고 있는 미래자원의 보고임.
- 해양의 현명한 이용이 해양자원을 보존하며 인류사회를 윤택하게 하는 필수 사항이며, 그를 위해서는 과학기술이 필요.
- 2012여수세계박람회에서는 미래의 해양과학기술(Marine Technology, MT)의 비전을 제시해줄 것임.

③ 하위주제 3. 창의적 해양 활동(Creative Maritime Acitivities)

2012 여수세계박람회는 바다와 인간의 교류의 성과를 문화 · 예술 등 다양한 형태로 전시하고, 새로운 해양시민상(Sea-tizen) 및 해양문화(Sea-vilization)를 제시.

- 해양은 문화·예술의 산실이며 인간에게 영감을 선사.
- 많은 문명권이 해양을 생명의 원천이자 창조의 어머니라 믿고 있으며, 국가와 민족의 다양성에도 불구하고 해양에 접하여 생활하는 사람들은 비슷한 생활양식과 정신문화체계를 가지고 있음.
- 2012여수세계박람회는 이러한 해양인류의 공통점을 문학, 미술, 영화, 공연 그리고 행사 등을 통하여 표현하고자 함.

3) 여수세계박람회의 특징

① 바다의, 바다를 위한 박람회: 여수세계박람회는 지구 표면의 70%를 차지할 뿐 아니라 생명의 발

원지이자 식량의 보고인 바다와 연안을 주제로 진행된다. 전 세계의 최첨단 해양 관련 기술과 장비들을 접할 수 있음은 물론, 한 세기 이후에나 가능할 해중도시의 모습, 잠수정을 타고 세계 해양을 누비는 듯 생생한 신비의 바다 생태, 인류가 바다에 도전해 온 역사 등을 체험할 수 있도록 조성되었다.

② 저탄소 녹색성장을 위한 친환경(green) 박람회: 단순한 기술 등의 전시가 아닌 기후변화에 대한 해결책을 제시하는 환경박람회로, 세계박람회 사상 최초로 환경지침을 제정하고 박람회장을 저탄소 녹색성장 견본도시로 조성하였다.

③ 관람객과 함께하는 유비쿼터스(ubiquitous) 박람회: 세계 최고 수준의 우리나라 IT기술이 집약된 시설을 통해 관람객들은 언제 어디서든 박람회에 대한 실시간 정보를 접할 수 있도록 한 것이 특징이다.

4) 여수세계박람회의 주요 시설

1893년 콜림비아세계박람회의 관람차(페리스 윌), 1900년 파리세계박람회의 에펠탑 등 박람회마다 랜드마크가 있다. 여수박람회의 랜드마크로 자리잡은 시설은 빅오(Big-O), 엑스포디지털갤러리(EDG), 스카이타워, 아쿠아리움 등의 4가지 특화시설이다. 이들 외에 모두 76개의 전시시설이 선보였는데, 주최국인 우리나라는 주제관, 한국관, 부제관 등 6개 전시관을 담당하였다. 주제관은 '살아있는 바다, 숨쉬는 연안'이라는 2012 여수세계박람회의 주제를 전체적으로 보여주는 공간이며, 부제관은 해양생물관·기후환경관·해양산업기술관·해양문명도시관으로 나눠졌다. 또 106개 참가국과 10개 국제기구들도 국제관 및 국제기구관을 선보였으며, 국내 7개 글로벌 기업 및 23개의 지자체에서도 전시관을 운영하였다.

① 4가지 특화시설

■ **빅오(Big- O):** 박람회장 중앙에 위치한 10만 5,000㎡ 규모의 빅오는 여수엑스포 4개 특화시설 중 가장 주목받는 시설이다. 빅오(Big-O)의 'O'는 바다를 뜻하는 영어 오션(Ocean)의 이니셜이자, 미래로의 시작을 의미하는 영어 제로(0)의 뜻을 담고 있다. 빅오 해상공간에는 지름 35m의 O형 구조물인 디오(The O), 초대형 해상분수, 물속에 잠겼다 떠올랐다 하는 해상무대 이어도 등 쇼를 위한 무대와 공연시설 등이 들어서 있다.

■ **엑스포디지털갤러리(EDG; Expo Digital Gallary):** 박람회장 중심부에 위치해 있는 EDG의 전체 길이는 415m, 폭은 21m 규모를 자랑한다. 국제관 가운데를 가로지르는 천장에는 길이 218m, 너비 30m에 달하는 대형 발광다이오드(LED) 전광판이 설치되어 있다. 27m 높이 천장에 붙은 전광판에서는 다양한 해양 동식물과 사신기, 심청전, 인어이야기 등 각종 영상콘텐츠가 상영된다.

■ **스카이타워:** 박람회장 내에서 가장 높은 67m의 수직구조물로, 폐사일로(버려진 시멘트 저장고)를 재활용한 문화공간이다. 타워 외부에 설치된 파이프오르간은 반경 6㎞까지 소리가 울려 퍼져 세계에서 가장 큰 소리를 내는 파이프오르간으로, 2011년 10월 기네스 인증도 받은 바 있다.

■ **아쿠아리움:** 국내 최대 규모인 6,030t 수조에서 300종, 3만 4,000마리 이상의 해양생물을 관찰할 수 있다. 특히 바이칼 물범, 러시아 흰고래(벨루가), 해마, 해룡 등 세계적인 희귀종을 볼 수 있다. 연면적 1만 6,400㎡, 4층으로 3,000명 동시 관람이 가능하다.

② 주요 전시시설

■ **주제관:** 여수박람회의 주제를 총괄적으로 구현하는 중심시설인 주제관은 국내 최초로 바다 위에 세워진 건축물이다. 육지에서 보면 갯지렁이 모습이지만, 바다에서 보면 갯바위에 촘촘히 붙어 있는 따개비 형상으로 표현되었다. 전시실 내부에는 20m 길이의 벽면 스크린과 지름 5m의 반구형 스크린이 설치되어 있어 실제 바닷속에 있는 듯한 느낌이 든다.

■ **부제관:** 여수세계박람회의 주제를 더욱 세분화하고 구체화한 전시관으로, 자유롭고 특색 있는 4개 동(기후환경관, 해양산업기술관, 해양문명·도시관, 해양생물관)의 건축물로 구성되었다.

■ **한국관:** 거대한 태극문양의 외관을 갖춘 한국관은 세계 최초의 탄소 제로 전시관으로 꾸며져, 대형 전시관과 영상관 등 2개의 공간으로 나눠져 한국인의 해양 역량을 보여준다.

■ **국제관 :** 지상 3층・연면적 5만 7,500㎡ 규모의 국제관은 106개국이 직접 전시물을 전시하는 공간으로, 박람회장에서 가장 큰 건물이다. 대서양・태평양・인도양 등 3대양별로 국가관들을 구분 배치하고, 개별국가관과 공동국가관으로 운영된다.

■ **국제기구관:** 유엔, 국제올림픽위원회(IOC) 등 국제사회에서 활발하게 활동하는 10개 국제기구들이 참여한다. 국제기구관은 국제기구의 활동과 특징을 보여주는 공간으로서 박람회의 주제에 맞춰 해양의 보존과 지속 가능한 이용에 관련된 국제기구들의 활동 내용을 소개한다.

■ **지자체관 & 독립기업관:** 개최 도시인 여수시를 비롯해 순천・광양시, 보성・고흥・남해・하동군 등 6개의 인근 기초단체와 16개의 광역단체 등 모두 23개의 지자체가 참여해 엑스포 주제와 부합할 수 있도록 지역별 특색과 자율성이 돋보이는 건축과 전시를 선보인다. 또 기업관에는 현대자동차, 삼성, 포스코, GS칼텍스, LG, SK, 롯데 등 7개 글로벌 기업이 참가한다.

이 밖에 세계박람회의 역사를 한눈에 볼 수 있는 국제박람회기구관, 체험형 아날로그 전시장인 해양베스트관, '해양과 인간, 로봇이 공존하는 미래세상'을 주제로 한 대우조선해양로봇관, 우리나라 항만과 선박의 발달사 및 미래의 항만기술과 조선기술을 볼 수 있는 한국해운항만관 등이 전시된다.

5) 여수세계박람회 개최 의의

여수박람회 개최를 통해 해양과 연안의 가치를 재조명함에 따라 국제적으로 기후변화와 자원고갈, 생태계 파괴 등 인류의 현안과제를 해결하는 계기가 될 것으로 전망된다. 국가적으로는 정치・경제적 효과는 물론 남해안 지역 발전의 기폭제로 작용하면서 국가 균형발전에 기여하고, 국내 해양산업과 해양과학 기술을 끌어올리게 된다. 이번 박람회 개최를 통해 지역적으로는 전시행사와 주변지역 개발을 통해 대륙과 해양, 개발과 보존, 중심도시와 지방의 가치를 구현해 여수가 바다르네상스의 발상지로 발돋움하는 디딤돌 역할한다는 계획이다.

한편 이번 박람회 개최로 인해 대전엑스포 이후 20년간 한국의 발전상을 전 세계에 보여줌으로써 우리나라의 국제적 위상이 높아질 것으로 기대된다. 또 위그선 등 첨단 해양교통수단, 크루즈・해상호텔 등 차세대 해양관광・레저산업, 전 세계 해양문화 발전상을 선보임으로써 해운・해양산업 발전에 큰 기여를 할 것으로 전망된다.

참고 자료(여수선언)

1. 여수선언의 지위

(1) 해양환경 보전을 위한 국제적 협력 등 해양환경에 대한 국제 사회의 공통 분모적 요소를 담은 문서

(2) 선언적 성격의 문서이되, 「여수프로젝트」라는 실체적 프로그램의 병행을 통해 여수세계박람회 주제와 동 선언의 구현방안을 확보 함으로써 기존 해양 및 환경관련 선언문과의 차별화 추구

2. 여수선언의 전략적 의의

(1) 박람회 주제인 '살아있는 바다, 숨 쉬는 연안'이 지니고 있는 해양환경 보존 및 지속 가능한 발전에 관하여 국제사회의 의지를 천명

(2) 여수선언이 박람회의 유산으로서 자리매김 할 뿐만 아니라 이를 통한 박람회 주제와 그 정신에 관한 국제적 공감대 형성과 지지 기반 확대

3. 여수선언의 추진방안

(1) 국내외 해양분야 전문가 참여를 통한 초안 마련
- 국내외 해양분야 전문가, 국제기구 관계자 등으로 여수선언문 마련을 위한 기초/검토위원회를 구성하여 여수선언문 초안 마련

(2) 국내 관련 부처와의 협력 강화
- 정부차원의 외교적 노력 병행을 위한 여수선언문(안) 사전 협의 등 국내 관련부처와의 협력체계 구축

(3) 여수선언에 대한 국제적 공감대 및 지지 확산
- 여수선언에 대한 국제적 공감대 형성과 지지 확산을 위해 해양관련 국제기구 회의, 국제 심포지엄 및 학술행사 시 여수선언

(4) 관련 세션 운영, 홍보 책자 배포 등을 통한 홍보 및 의견 수렴
- 해양환경 보전을 위한 국제적 협력 등 해양환경에 대한 국제사회의 공통 분모적 요소를 담은 문서

4. 여수선언의 주요 내용

(1) 서문

1. 선언의 주체-박람회 주최국, 참가국, 참가 국제기구, 관련 전문기관과 전문가
2. 여수세계박람회의 하위 주제 및 정신을 존중
3. 10년 단위의 환경과 지속가능한 개발에 관한 UN선언 상기
4. UN 주도 해양 / 어업관련 주요 협정들을 인식
5. 인류의 식량안보 및 안녕에 있어 해양의 중요성을 강조

(2) 본문

<1항> 인류 문명 생존에 필수인 해양, 연안 그리고 섬의 중요성
<2항> 미래 세대에게 물려줄 해양자원 보호 및 책임의식 고취
<3항> 해양은 교역의 현대판 실크로드, 안전 항해 보장 필수
<4항> 친환경적 해양 신재생 에너지 활용을 통한 바다로부터의 녹색경제 실천
<5항> 해양생태계 문제가 범지구적 문제임을 인식, 악영향 최소화 노력
<6항> 기후변화, 해양산성화 문제 해결을 위한 해양 관측시스템 확충, 과학연구투자 증진 시급
<7항> 정부와 시민사회의 해양의 중요성에 대한 인식 및 의식전환 필요
<8항> 국가간, 양자 또는 다자간 국제협력 / 개발도상국 지원프로그램 활성화 필요
<9항> 개발도상국의 능력 배양을 위한 국내·외적 노력 필요 (여수프로젝트)
<10항> "해양으로부터의 녹색성장"이란 비전을 제시한 여수세계박람회의 유산인 여수선언 국제사회지지

5. 여수선언문

"살아 있는 바다, 숨 쉬는 연안(The Living Ocean and Coast)"을 위한 여수선언

(2012년 8월 12일 여수선언 포럼에서 채택)

우리는 "살아 있는 바다, 숨 쉬는 연안"을 주제로, 국제박람회기구의 공인 아래 2012년 5월 12일부터 8월 12일까지 대한민국 여수에서 개최된 2012여수세계박람회에 주최국, 참가국, 국제기구, 전문기관, 전문가로서 함께 모여,

"연안의 개발과 보존", "새로운 자원 기술," "창의적 해양 활동"이라는 2012여수세계박람회 하위주제의 목적들을 존중하고,

인간환경에 관한 스톡홀름선언(1972), 환경보호에 관한 나이로비선언(1982), 환경과 개발에 관한 리우선언(1992), 지속가능발전에 관한 요하네스버그선언(2002), 그리고 Rio+20 컨퍼런스(2012) 결과에 담긴 원칙들을 상기하며,

UN해양법협약, UN기후변화협약, UN새천년개발목표, 책임 있는 어업을 위한 행동 규범, 생물다양성협약, 해양오염방지협약, 육상활동으로부터 해양환경보호를 위한 범지구적 실천계획, 기타 해양·연안 관련 주요 다자간 조약, 협약 및 행동계획에 포함된 관련 조항들을 인지하고,

지구 표면의 70퍼센트 이상이며 지구상 생명체 유지에 절대적으로 중요한 바다는 해양생태계에 의존해 살아가는 수십억 인구에게 소득과 식량을 제공함은 물론, 인간과 시장, 그리고 사회공동체를 연결하고 세계 교역량의 90퍼센트 이상을 운송하는 실크로드임을 강조하며,

해양, 해저, 지역해, 연안, 섬들이 과도한 어업행위와 자원개발, 오염물질과 쓰레기의 유입, 서식지 파괴, 교란성 외래종 침입, 해양산성화 및 기후변화에 따른 기상이변, 해수면의 상승, 극지방의 해빙과 같은 많은 문제와 위협에 직면해 있음을 직시하고,

이러한 주요 위협들은 개별국가나 특정지역에만 국한되지 않는 범지구적 문제이므로 우리 인류가 해양생태계에 끼치는 해로운 영향들을 최소화하기 위하여 공동의 국제적 노력이 절실함을 인식하며,

"바다로부터의 녹색성장"이라는 새로운 비전을 바탕으로 지구공동체의 지속가능한 환경적·사회적 그리고 경제적 목표를 달성하기 위한 해양의 역할을 논의하면서,

다음과 같이 선언한다.

1. 바다는 지구생명체의 생존에 절대적인 공간이며, 인류문명의 발전에 필수적인 존재이다. 우리는 해양환경을 더욱 보호할 필요성을 정부들에게 인식시키고, 해양관련 사안들이 국제정책 대상에 우선순위로 부각되도록 노력해 줄 것을 전 세계 정책입안자들에게 요청한다.

2. 우리는 시민사회 일원들이 해양환경 보호에 보다 큰 책임의식을 가질 수 있도록 해양문화의 창달 및 보존에 최선을 다해 줄 것을 국제사회에 촉구한다.

3. 우리는 해양이 지구공동체를 연결하는, 안전하고 효과적인 운송로로서의 역할을 계속할 수 있도록 해적 · 해상납치 등 해양에서 발생하는 모든 불법행위를 근절하기 위한 노력에 세계 모든 국가가 적극 참여할 것을 요청한다.
4. 우리는 인류 전체의 이익을 위하여 국제사회가 협력하여 어족자원을 포함한 전 세계 해양자원의 지속적인 관리가 이루어지도록 "통합적 생태계에 기반한 관리제도"를 시행할 것을 촉구한다.

5. 우리는 기후변화에 의한 이상 징후와 쓰나미 같은 자연재해 발생 시 자원관리자와 정책결정자들이 신속하게 대응할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 정확한 자료의 실시간 제공이 가능한 해양관측시스템을 확대하는 등 해양에 대한 이해도를 높이기 위해 전 세계 해양과학계가 노력해 줄 것을 요청한다.

6. 우리는 세계인구 급증에 따른 식량안보 및 육상자원의 점진적 공급부족이 우려됨에 따라 지속가능한 경제성장의 새로운 동력원으로서 해양을 주목하고 있다. 우리는 전 인류에게 번영을 가져다 줄, 신재생에너지가 포함된 해양자원의 친환경적인 이용을 위한 첨단과학기술과 혁신산업의 발전에 투자를 늘려 줄 것을 모든 국가에 촉구한다.

7. 우리는 국제사회가 개발원조 및 투자지원, 국제협력프로젝트 등을 통해 소도서국을 포함한 모든 개발도상국들도 해양자원을 지속적으로 이용하고 자국이 당면한 해양관련 문제들에 능동적으로 대처할 수 있도록 개발도상국들에게 지원을 확대해 줄 것을 요청한다.

8. 이러한 관점에서 우리는 2012 여수세계박람회의 중요한 유산으로서 개발도상국의 해양문제 대처능력 배양을 위한 전문가훈련 및 기술이전 등을 목표로 하는 "여수프로젝트"를 환영한다.

9. 우리는 "인류번영을 위한 건강한 바다"라는 목표 하에 각종 해양관련 의무규정의 이행을 촉진하기 위한 유엔조직 능력강화를 목적으로 한 유엔사무총장의 "해양 및 해양자원 보호를 위한 약정 (Oceans Compact)" 제정을 환영한다.

10. 우리는 "바다로부터의 녹색성장"이라는 새로운 비전을 제시한 여수선언의 정신에 따라 해양에 대한 공동의 목표를 달성하고자 하는 노력에 모든 정부와 시민사회가 동참해 줄 것을 촉구한다.

(2) 여수엑스포해양공원 탐방

1) 주요 시설물 안내

그림 2-23. 여수엑스포해양공원 주요 시설물 안내도. A. Big-O, B. 엑스포디지털갤러리(EDG), C. 스카이타워, D. 아쿠아리움

매주 토요일 오후에는 엑스포광장에서 초대 가수 공연, 벨리댄스, 민속무용 등 다양한 공연도 준비된다. 엑스포해양공원 입장과 엑스포디지털갤러리는 무료, 빅 오 쇼와 스카이타워, 아쿠아리움은 각각 입장료가 있다.

2) 여수세계박람회 4대 명물과 레일바이크

① 빅오(Big-O)와 빅오 쇼(Big-O show)

세계박람회장 앞바다 해상 무대인 빅 오 한가운데 설치된 높이 47m 원형 조형물 '디 오(The O)'에 분수 노즐을 이용해 워터 스크린을 만들고, 형형색색의 조명과 레이저, 홀로그램을 쏘아 화려한 볼거리를 연출한다. 주꾸미를 형상화한 주인공의 목소리는 방송인 노홍철 씨가 더빙을 맡아 재미를 더했다.

■ **관람 포인트:** 워터스크린, 분수, 안개, 화염, 레이저, 조명등으로 이루어진 뉴미디어쇼
바다와 맞닿은 수변공원에서 산책까지 가능하며, 입장권이 따로 있어 기다리지 않고 원하는 자리에서 관람 가능하다.

■ **시설 안내**

총 규모: 1,450,000㎡, 수심 4.5~9m/105,544㎡ 멀티워터스크린 'The O' : 전체 높이 47m, 직경 35m
(조명58개, 레이져 4개, 워터젯 24개, 화염 24개, 영상프로젝터 14대 구성)

해상분수: 총 길이 120m, 최대 70m까지 올라가는 분수 및 안개 연출 시설 (길이 120mX3개열, 분수노즐 345기, 하이퍼 슈터 15기, 팬노즐 17기, 수중조명 등)

입장시간: 10:00 ~18:00(여름철 20:00부터 공연)

■ **주요 프로그램**

그림 2-24. Big-O show 주요 프로그램 안내. (a) 해상 분수쇼, (b) 하나 쇼, (c) 뭉키 쇼

그림 2-25. 여수엑스포해양공원의 빅오와 빅오쇼 사진

② 엑스포디지털갤러리

엑스포디지털갤러리는 정문에서 제3문에 이르는 415m 구간의 천장에 설치된 대형 LED 스크린이다. 길이 218m, 폭 30m에 달하는 거대한 스크린에서 다양한 영상을 상영하는데, 특히 스마트폰으로 사진을 찍어 올리면 스크린 속 혹등고래에게 바로 전송되는 '꿈의 고래' 콘텐츠는 관람객의 인기를 독차지한다. '꿈의 고래' 상영 시간에 맞춰 엑스포디지털갤러리 구간에 있는 직원들에게 요청하면 사진을 찍어 업로드 해준다.

- **관람 포인트:** 영상 콘텐츠 심청전, 사신기, 신지께 여 인어이야기 외
- **시설 안내:** 국제관 중심가로(415m×21m) 구간
- **상영 시간:** 13:00, 17:00
- **상영콘텐츠:** 꿈의 고래, 신지께 여 인어이야기, 매직타일 외

그림 2-26. 엑스포 디지털 갤러리(꿈의 고래)

③ 스카이타워

버려진 시멘트 저장고를 재활용해 만든 높이 67m 스카이타워 외벽에는 세계에서 가장 큰 소리를 내는 파이프오르간이 설치되어 있다. 매시간 정시에 10여 분간 오르간 주자가 연주하면 뱃고동 음색의 파이프오르간 소리가 공원 전체에 울려 퍼진다. 6km 떨어진 곳에서도 들릴 만큼 소리가 커 기네스북에도 등재되었는데, 현재는 적당히 듣기 좋은 음량으로 연주한다.

입구에서 엘리베이터를 타고 3층으로 올라가 시원한 전망을 즐긴 뒤, 2층 영상전시실에서 여수의 자

연을 주제로 한 짧은 영상을 관람한다. 해가 지면 화려한 조명으로 치장한 외관은 파이프오르간과 함께 스카이타워의 백미다.

- **시설 안내:** 전망대, 파이프오르간 연주시설, 영상 전시실, 해수담수화전시시설(현재는 전시용도로 사용)
- **연주 안내:** 스카이타워 매표소 앞 연주시간 참고(매주 월요일 연주 없음)

그림 2-27. 스카이타워

그림 2-28. 스카이 타워 2층 영상전시실

④ 아쿠아리움

아쿠아리움(아쿠아플라넷 여수)은 세계박람회가 끝나고 바로 재개장했다. 국내 최초 지상형 아쿠아리움으로 거대한 에코테라리움을 통해 세계적인 희귀 해양생물을 만날 수 있는 해양 생태관이다.

마린 라이프, 아쿠아 포리스트, 오션 라이프 등 3개 전시관에 희귀종을 포함한 해양 생물 3만3000여 마리가 살며, 하루 5회 싱크로나이즈드스위밍 전 국가 대표 선수들이 펼치는 마린 걸스 공연, 아쿠아리움의 귀염둥이 '벨루가' 흰 돌고래, 걸으면서 다양한 해양 생물을 볼 수 있는 터널식 수조가 인기다. 2층에는 트릭 아트, 디지털 아트, 오브제 아트 등으로 이루어진 착시 체험 테마파크 '박물관은 살아있다'가 있다.

- **층별 안내**

- 2층: 기프트샵, 푸드코트, 카페테리아, 다면 입체 영상관, 박물관은 살아있다.
- 3층: 아쿠아포리스트, 마린파이프, 오션라이프
- 4층: 마린파이프 육상부(벨루가 관람석, 물개 관람석)

- **공연 안내**

- 마린걸스 공연: 오션라이프 메인수조에서 12:20, 13:20, 14:20, 15:20, 16:20(월요일 솔로 공연)
- 오타리아 바다사자 뭉치 vs 몽글: 마린파이프 오타리아 바다사자 4층 수조에서 11:20, 14:20(동절기는 공연하지 않음)

그림 2-29. 아쿠아플라넷 수조와 아쿠아플라넷 마린걸스 공연

⑤ 여수레일바이크

여수해양레일바이크는 왕복 3.5㎞로, 복선 코스로 운행된다. 전 구간 해안을 따라 달리기 때문에 탁 트인 바다를 조망할 수 있다는 점이 매력. 오동도와 남해가 손에 잡힐 듯하고, 해가 지면 바다 위에 점점이 흩어진 외항선 불빛이 밤바다의 낭만을 더한다. 6월 29일부터 8월 25일까지는 야간 특별 운행을 한다. 금·토요일은 오후 8시 30분, 일요일은 오후 8시 까지. 엑스포해양공원에서 차량으로 5분 거리로 접근성도 좋다.

그림 2-30. 여수레일바이크

오동도, 진남관, 교동시장, 돌산대교 등 여수 주요 명소들이 엑스포해양공원과 가깝다. 오동도는 입구에 차를 세우고 방파제를 따라 15분쯤 걷거나 수시로 운행하는 동백열차를 타고 들어간다. 동백꽃은 12월부터 4월 사이에 개화되지만 신우대, 후박나무, 동백나무가 빽빽한 산책로를 따라 섬을 한 바퀴 돌고 해돋이 전망지에서 시원한 바람을 맞으며 바다를 바라볼 수 있다.

그림 2-31. 오동도 해돋이 전망대에서 바라본 전망과 오동도 동백 열차

여수 진남관(국보 304호)은 전라좌수영 객사다. 임진왜란 때 이순신 장군이 지휘소로 사용한 진해루가 있던 자리에 세웠다. 지금 건물은 숙종 44년(1718)에 다시 세운 것으로, 현존하는 지방 관아 건물 중 최대 규모다. 기둥에 기대앉으면 멀리 이순신 동상과 바다가 한눈에 들어온다.

그림 2-32. (a) 진남관에서 내려다본 망해루와 여수 앞바다, (b)진남관

3. 옥포 조선소

3-1. 조선해양산업

조선해양산업은 해양 에너지 개발 산업, 해운업, 수산업, 군수산업, 관광산업 등에 사용되는 각종 선박 건조 및 에너지와 자원의 개발, 가공, 저장 등에 사용되는 장비와설비 등을 개발, 생산하는 산업이다. 조선해양산업은 초기 막대한 시설자금의 투입이 수반되며 이로 인하여 시장의 진입과 탈퇴가 용이치 않은 기간산업으로 자본집약적이며, 설계/건조기술, 신 선형 및 차세대 해상운송 수단의 연구개발, 영업에서 사후관리(A/S)에 이르기까지 방대한 데이터베이스의 축적과 활용을 요구하는 정보산업으로 기술 집약적이다. 아울러, 선박 및 해양제품의 건조는 절단, 조립, 의장, 도장 등 전 공정에 걸쳐 인간의 섬세한 감각과 기술을 필요로 하는 부분이 많으며, 기계화/자동화에 어느 정도 한계를 가지는 노동집약적 산업의 특성을 함께 지니고 있다.

3-2. 조산 산업 동향

2012년 중국 조선 산업이 수출액 기준으로 한국을 추월했다. 한국이 2001년 일본을 제치고 세계 조선 수출 1위에 오른 지 11년 만에 정상 자리를 중국에 내줬다. 2012년 한국의 조선 수출액이 378억 달러에 그친 반면 중국은 392억 달러를 기록해 세계 1·2위 순위가 바뀌었다. 한국이 수출 1위 자리를 뺏긴 것은 세계적인 경기불황의 영향을 중국보다 더 받았기 때문이다. 한국 조선은 2011년에 비해 약 30%나 감소한 반면 중국은 약 10.3% 줄었다. 한국의 조선 산업은 2000년 중반 이후 조선 산업 대호황기를 맞았고, 수출액은 2011년 541억달러로 고도성장을 누렸다.

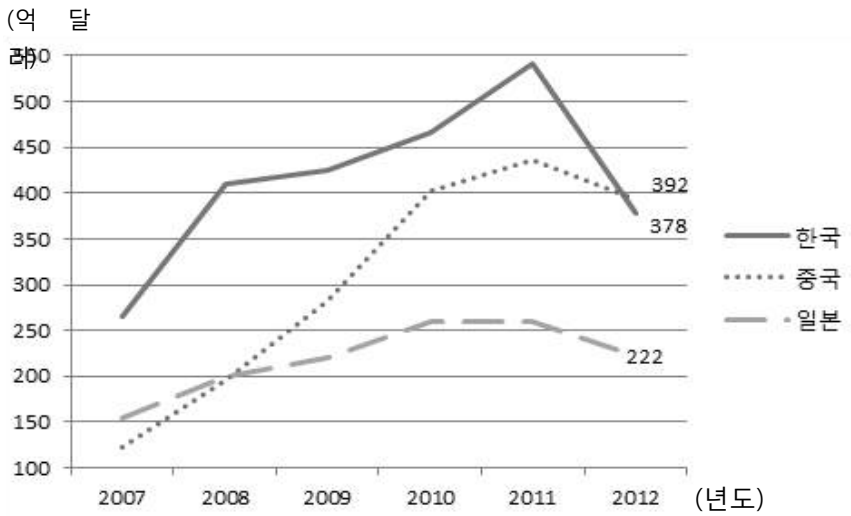


그림 3-1. 한·중·일 조선 수출액 추이

3-3. 국가 산업 단지

국가산업단지는 국가기간산업 및 첨단과학기술산업의 육성과 특정산업의 집단화·계열화 등을 위하여 필요한 경우, 지역 간 균형발전을 위하여 산업집적도가 상대적으로 낮은 지역에 산업단지를 개발하는 경우, 입지여건상 대규모의 항만건설이 수반되는 경우, 2개도 이상에 걸치는 지역 또는 산업단지의 개발사업과 관련하여 배후 도시건설 및 교통망 정비 등 광역적 사업시행이 필요한 경우 등에 지정한다. 옥포국가산업단지는 제1차 국토종합계발계획에 따른 조선소 건설을 위한 종합 산업기지 개발을 목적으로 조성되었고, 대우조선해양주식회사의 민간자본 주도로 1974년부터 2014년 까지 조성될 예정이다.

3-4. 대우조선해양(DSME; Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd)

1973년 10월, 한반도 동남쪽 거제도 옥포만에서 기공하여 1981년에 준공한 대우조선해양은, 각종 선박과 해양플랜트, 시추선, 부유식 원유생산설비, 잠수함, 구축함 등을 건조하는 세계 초일류 조선해양 전문기업이다.

400만㎡의 넓은 부지 위에 세계 최대 1백 만 톤급 도크와 900톤 골리앗 크레인 등의 최적 설비로 기술개발을 거듭해, 고기술 선박 건조에 탁월한 능력을 보유하고 있다. IT기술을 기반으로 체계화 된 선박건조기술과 고난도 해양플랫폼 건조능력, 대형 플랜트 프로젝트 관리능력, 전투잠수함과 구축함을 건조하는 높은 기술력을 고루 갖춰, 모든 종류의 조선 해양 제품을 최상의 품질로 만들어 내고 있다.

2000년 10월말 독립기업으로 다시 태어난 대우조선해양은 '신뢰와 열정'을 기업문화의 핵심가치로 설정하고 있으며 독립회사가 된 후 한국기업지배구조개선지원센터 선정 우수기업, 금탑산업훈장(1992, 1998, 2003, 2007) 수상, LNG선 건조능력 및 LNG선 시장점유율 세계 1위를 지키고 있으며, '한국을 대표하는 세계 일류 상품'에 LNG-RV을 포함한 LNG 운반선, 초대형컨테이너선, 반잠수식 석유시추선 등이 선정되었다.

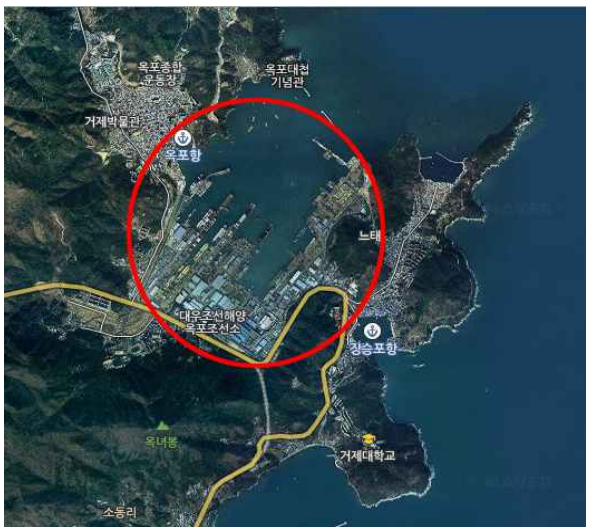


그림 3-2. 대우조선해양 옥포조선소 위치

표 3-1. 대우조선해양 옥포조선소 개요

회사명	대우조선해양주식회사(DSME)
창립일	1973년 10월 11일
조선소	경상남도 거제시 아주동
매출액	14조 578억원(2012년)
면적	5,747km^2(173만평)
주요 설비	도크 2기, 플로팅도크 4기
종사자	38,874명(협력사 포함)
주요생산품	상선, 특수선, 육해상플랜트

(1) 대우조선해양의 주요 시설

그림3-3. 대우조선해양의 주요 시설물(컴퓨터 그래픽)

1) 오션플라자

설계 분야 통합, 2011년 4월 준공.

최첨단 장비와 초고속 통신망 등 첨단 인텔리전트 빌딩 시스템 보유, 대우조선해양 기술력의 상징인 이곳에서는 상선-해양-특수선 설계, 자재조달 업무가 이뤄지는 곳으로 설계요원, 연구개발요원, 자재조달 요원 등이 근무하고 있으며, 최첨단 장비와 초고속 통신망 등 첨단 인텔리전트 빌딩 시스템을 갖추고 있다.

그림 3-4. 오션플라자

2) 1도크와 900ton 골리앗 크레인

세계 최대 규모로 기네스북에 올라있는 1도크와 900톤 골리앗 크레인은 세계에서 유일하게 최대 100만 DWT[10]급(길이 515m) 유조선과 폭 120m, 높이 130m의 대형 플랜트를 도크안에서 건조할 수 있다. 1도크에는 또 50~200톤 집크레인 6기가 옥외 조립장과 도크내 작업을 지원한다.

길이	530.0m
폭	131m
깊이	14.5m
Crane	1×900t Gantry/1×200t Jib Crane/ 3×50t Jib Crane/1×60t Traveling Tower /1×60t Tower/4×50t Jib
Max Size	1,000,000 DWT/ 폭 120m Plant

그림 3-5. 1도크와 900ton 골리앗 크레인

3) 전처리 및 도장 공장

제각이 완료된 블록을 블라스팅으로 표면을 얇게 깎아 이물질을 없애고 모두 4~6 겹으로 페인트를 칠하는 공장이다. 각 도장 공장에는 대형 집진설비와 습도조절장치 등이 완비돼 최상의 도장조건과 대기 환경을 보고 하고있다. 대우조선해양의 도장기술은 20년 이상 항해에도 견디는 내성을 자랑한다.

그림 3-6. 전처리 및 도장 공장

4) 조립 1공장 및 조립 3공장

'조립 1공장'과 '조립3공장'은 배의 몸통격인 중간부 선체를 만든다. 큰 철판을 이어 붙이는 '자동판접장치', 배의 길이 쪽 뼈대를 붙이는 '론지 자동취부 및 용접 장치' 등 대형 자동화 설비들을 갖추고 선체를 이루는 '블록'을 만든다. 대우조선해양에서 가장 큰 이 두 공장에서는 선체의 길이 방향 골재와 가로 방향 철판 골재를 끼워 맞추는 '양면 Slit 공법'으로 세계에서 가장 튼튼한 선체를 만들기로 정평이 나 있다. 또 수십 대의 자동 용접로봇과 서브머지드 자동 용접기 등 첨단 조립 장비가 모여 있다.

그림 3-7. 조립 1공장 및 조립 3공장

5) 조립 2공장

대평 프레스와 열변형 가공기술을 이용해 3차원 곡면으로 이뤄진 배의 선수와 선미의 복잡한 선체를 만드는 공장이다. 천정 크레인과 곡직용 대평프레스 등을 갖춘 이 공장에서는 Laser 광파측정기와 컴퓨

10) **DWT(적재중량톤; Deadweight Tonnage)** DWT라고 약칭하며, 2,240파운드를 1톤으로 하여 표시된 선박의 운반능력, 즉 실제로 선박이 적재할 수 있는 물의 중량 톤을 말한다.

터를 이용한 '3차원 정밀측정시스템'으로 복잡하게 생긴 블록의 치수를 정확하게 측정해 10m 이상 크기의 블록을 ±2mm 이내의 정밀도로 맞춘다. 또한 곡면 블록을 자동으로 지지해주는 자동핀지그 등 첨단 설비가 갖춰져 있어 선수 선미의 아름다운 곡선을 만들어 낸다.

그림 3-8. 조립 2공장

6) 선행의장 1공장

배의 각 부분에 들어갈 파이프와 건선, 전기설비, 기계 장치 등 각종 의장품들을 미리 제작, 설치하는 곳이다. 대우조선해양은 의장품들을 따로 만든 뒤 선체조립 공장에서부터 의장공장에서 블록에 미리 설치하는 '선행 의장 공법'을 써서 80%의 의장 작업을 완성시키는 높은 생산성을 보이고 있다.

그림 3-9. 선행의장 1공장

7) 기술교육원

우수한 품질의 바탕이 되는 고기량 기능인력을 양성하는 곳, 대우조선해양의 모든 직원들은 매년 1~3회 이상 정기적인 기량향상 교육을 받고 있으며 협력회사 직원들도 이곳에서 자격증 취득 및 향상 교육을 받고 있다. 1979년 설립되어 2003년 말까지 4만 6천여 명의 기능 인력을 양성해 왔으며, 우수기능인력 양성시설로 인정받아 정부로부터 금탑산업훈장을 수상하기도 하였다.

그림 3-10. 기술교육원

8) 소부재조립공장

절단공장에서 잘라진 작은 철판 조각들이 처음으로 용접으로 녹여 붙여지는 공장이다. 1~2개씩 붙여진 철판들은 다음 공정인 중조립과 대조립 공정에서 배의 주골재 부분에 붙게 된다. 이 공장에는 열변형을 최소화하는 반자동 오토캐리지 용접장치로 고품질의 용접작업을 수행할 수 있다.

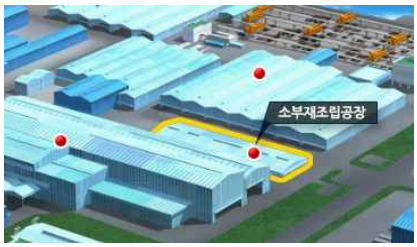


그림 3-11. 소부재조립공장

9) 절단 공장

절단공장에서는 표면가공과 전처리 도장을 거친 철판을 설계정보에 따라 자동으로 자른다. 이 공장에는 자도 마킹 장비를 포함한 수십기의 전자동 플라즈마 절단 장비와 가스자동절단기 등이 설치돼 있다. 평 철판은 물론 T-bar 등 형강재도 함께 절단하고 철판의 모서리 가공까지 자동화되어 있다.

그림 3-12. 절단공장

10) 하안안벽 및 강제적치장

선박으로 수송된 각종 철판들을 하역, 보관하는 곳이다. 하안 안벽에는 대형 하역용 크레인이 운영되고 있으며, 4만 5천㎡ 넓이의 강재 적치장에서 규격별로 정리 되었다가 컨베이어 시스템으로 절단공장에서 철판을 공급한다.

그림 3-13. 하안안벽 및 강제적치장

11) 2도크와 900ton 골리앗 크레인

최대 100만 DWT급 선박과 폭 80m의 플랜트 건조가 가능한 제2도크

에는 900t 갠트리 크레인과 3기의 타워크레인이 가동중이며, 초대형 컨테이너선과 자동차 운반선, 정유운반선 등을 전문적으로 건조한다.

길이	540.0m
폭	81.0m
깊이	14.5m
Crane	1×900t Gantry/ 3×50t Tower
Max Size	1,000,000 DWT/ 폭 80m Plant

그림 3-14. 제2도크와 900ton 골리앗 크레인

12) 의장안벽

대우조선해양은 선박 및 플랜트를 물위에 띄운 상ㄴ태로 의장 및 시운전을 할 수 있는 3천600m의 의장안벽을 갖추고 있다. 수심 11~14m의 의장안벽에는 30~50톤급 Jib Crane 4기와 60톤급 Traveling Tower Crane 1기가 안벽 작업을 지원한다.

그림 3-15. 의장안벽

13) 플로팅 도크

수에즈막스급까지 진수가 가능한 제1 플로팅 도크는 7만 8천급 LNG 선의 재진수와 수리 작업도 가능하며, 물에 떠 있는 플로팅 도크는 군함 등 특수 선박과 중대형 선박들의 건조, 재진수 및 수리 작업에 효율적으로 이용된다. 대우조선해양은 옥포조선소 내 15만톤급 플로팅 도크 총 4기를 보유하고 있다.

그림 3-16. 플로팅 도크

14) LNGC 도장 및 전처리 공장

LNG선 연각 8척 생산 체제를 갖춘 대우조선해양은 길이 55m 폭, 40msk 되는 LNG선 대형 블록의 전처리 및 도장 작업이 가능한 대규모 도장 공장을 별도로 갖추고 있다. 전처리와 도장공장이 일체형으로 만들어져 있는 이 공장에는 시간당 3만m^3 용량의 제습기와 대형가스히터, 환기장치 등 전천후 동장이 가능한 최신 설비들을 완비하고 있어 LNG선과 각종 선박 등 모든 종류의 블록의 전처리 및 도장 작업이 가능하다.

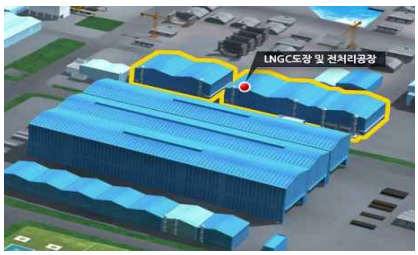


그림 3-17. LNGC도장 및 전처리 공장

15) 해양제작 1공장

해양플랜트의 다양한 선체 구조물을 전문적으로 만드는 공장이다. 4개의 베이로 짜여진 이 공장에서는 설계대로 절단된 철판과 형강재들의 소조립과 소형블록을 여러개 붙여 큰 블록으로 만드는 중조립이 이루어진다. 또 곡블록과 원통형 등 특수형구조물, 주물구조물 등을

그림 3-18. 해양제작 1공장

모두 만드는 다목적 공장이다. 100t과 50t 크레인 각 2기와 소조립 컨베이어라인, 자동용접장치 등 최신 자동화 장비와 흐름생산체제를 갖춰 높은 생산성과 뛰어난 품질을 자랑한다.

16) 오수종합처리장

조선소 안에서 발생되는 모든 생활하수를 한 곳으로 모아 미생물에 의한 생물학적 처리공법으로 정화하는 시설이다. 화장실, 식당, 샤워장 등 160여개소에서 발생되는 생활하수는 집수조 및 중계펌프실을 거쳐 약 26km에 달하는 배관라인으로 이송되어 오수종합처리장으로 모이며, 이곳에서 법적기준의 30% 이내(BOD: 6ppm 이하)로 처리하여 생산공정에 재이용하고 있다.

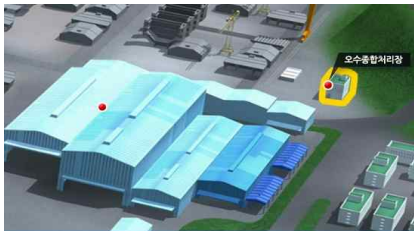


그림 3-19. 오수종합처리장

17) 해양제작 2공장

해양플랜트 선체의 외판과 주요 뼈대가 되는 큰 철판에 종방향(론지)를 붙이며, 평 블록의 중조립 작업을 하는 공장이다. 크레인과 16개 론지를 동시에 용접하는 자동용접장치를 갖추고 있으며, 제작된 주판론지와 중조 평블록을 해양제작 1, 3공장 대조립 공정에 공급한다.

그림 3-20. 해양제작 2공장

18) 해양제작 3공장

해양플랜트의 대형 블록의 대조립과 대조립 블록들을 연결해 더 큰 블록으로 만드는 대조립을 주로 하는 공장이다. 길이 210m 폭 54m의 크기로 단일공장으로는 대우조선해양에서 가장 크며 250t과 50t 천장크레인, 대조립용 핀지그 정반, 대형 블록 조립용 격자정반 등을 갖추고 있어 어떤 모양의 대형 블록 제품도 제작 가능하다.

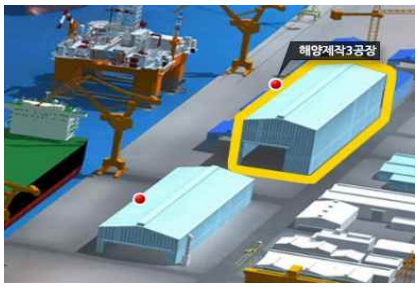


그림 3-21. 해양제작 3공장

19) 해양 의장공장

해양플랜트 선체 블록이 만들어진 뒤 배관과 철의장, 환기장치, 전기/계장, 기계장비 등 각종 의장품을 블록에 미리 설치하는 공장이다. 대우조선해양은 해양플랜트를 건조하면서 블록 단계에서 각종 의장품들을 구역별로 유니트화 해 대형 블록 조립 전에 미리 설치함으로써 품질과 생산성을 높이고 있다.

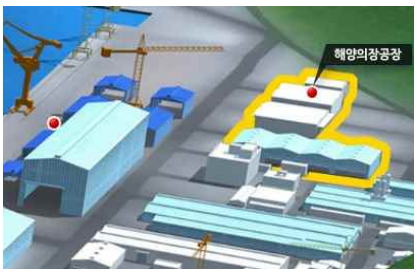


그림 3-22. 해양 의장공장

20) 해양플랜트 도장 및 전처리 공장

초대형 해양플랜트 블록들을 탑재하기에 앞서 표면 처리와 마무리 도장 작업을 하는 공장으로 습도조절이 가능한 최신 시설을 완비하고 있다. 전처리 공장은 블라스팅으로 철판 표면을 깎아내 도료의 흡착률을 높이며, 표면 처리한 블록에 페인트를 칠하는 도장공장은 습도와 온도 조절이 가능해 외부 기후와 관계없이 좋은 환경에서 고품질 도장이 가능하다. 특히, 이 두 공장은 나란히 있어 가로 세로 40m 크기의 블록의 전처리와 도장을 연속 수행할 수 있다.

그림 3-23. 해양플랜트 도장 및 전처리 공장

21) 해양플랜트 옥외 조립장

해양가공공장과 해양조립공장에서 만들어진 블록 여러 개를 옥외에서 하나로 연결, 조립해 초대형

블록으로 만들고 이를 모두 합쳐 완제품으로 완성하는 옥외조립 전문 공장이다. 비바람 속에도 작업이 가능한 대형 셀터를 여러 개 갖추고 있으며, 또한 초대형 블록들을 차곡차곡 쌓아 완제품을 만든 뒤 레일을 따라 안벽으로 밀어내어 해상운송용 바지선에 싣는 옥외작업장은 수만톤짜리 초대형 플랜트 완제품의 중량을 견딜 수 있게 만들어져 있다.

그림 3-24. 해양플랜트 옥외 조립장

(2) 선박 제조 공정 순서

선박의 제조 공정은 설계→절단→조립→선행의장→도장→탑재→진수→안벽의장→시운전→명명, 인도 순으로 이루어지며 대우조선해양에서의 제조 공정 순서는 아래의 그림 ?과 같다.

그림 3-25. 선박제조 공정과정 순서도

(3) 해양 플랜트 제조 공정 순서

해양 플랜트 제조 공정은 엔지니어링 및 설계→절단→조립→선행의장→도장→힌지 턴오버→데크 상부 기계장비 탑재→하부구조물 진수 및 이동→데크 모듈 분할 탑재 및 연결→시운전 및 인도의 순으로 이루어지며 대우조선해양에서의 제조 공정 순서는 아래의 그림?과 같이 이루어진다.

그림 3-26. 해양 플랜트 제조 공정과정 순서도

2-5. 옥포조선소의 영향

(1) 인구

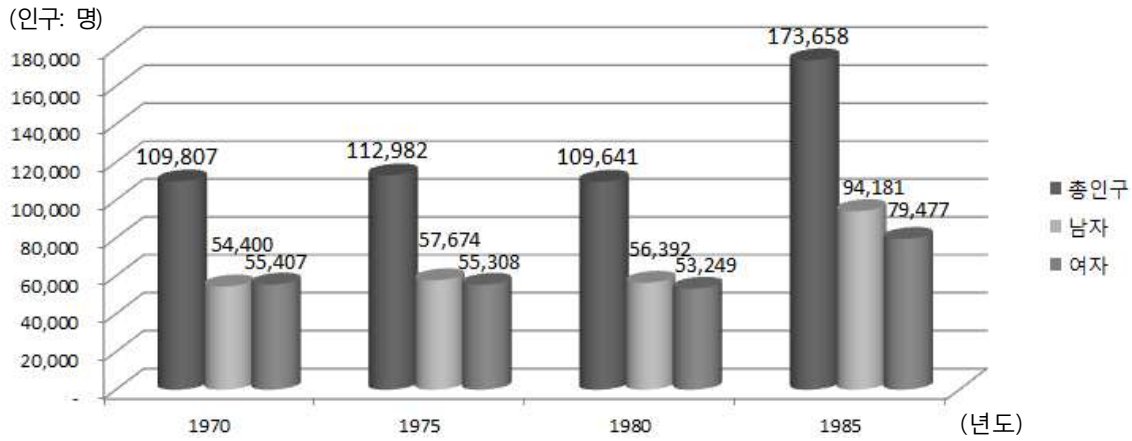


그림 3-27. 거제시의 인구 변동

표 3-2. 거제시 20-49세 인구 변동 추이(국가통계포털 http://kosis.kr/)

	1970년	1975년	1980년	1985년
20-49세(명)	38,006	39,282	41,926	83,300
증가율	-	3.4%	6.7%	98.7%
총인구점유율	34.6%	34.8%	38.2	48.0%

(2) 경제와 산업

표 3-3. 거제시 지역내 총생산 및 제조업 부가가치(2010) (국가통계포털 http://kosis.kr/)

지역내총생산(백만원) (A)	9,825,177.6
제조업 부가가치(백만원) (B)	6,855,333.1
가공조립형 부가가치(백만원) (C)	6,726,068.5
지역내총생산중 제조업 비율(%) (B)/(A)	69.8%
제조업 부가가치중 가공조립형 비율(%) (C)/(B)	98.1%

표 3-4. 거제시 산업 소분류 및 사업체수, 종사자수(2011) (거제시청 http://www.geoje.go.kr/)

	사업체수	종사자수
전산업 (A)	13,359개	111,651명
제조업 (B)	691개	55,519명
선박 및 보트 건조업 (C)	229개	46,331명
전산업중 제조업 비율 (B)/(A)	5.1%	49.7%
제조업중 선박 및 보트 건조업 비율 (C)/(B)	33.1%	83.5%

표 3-5. 거제시의 대우조선해양, 삼성중공업 비교 (거제시청 http://www.geoje.go.kr/)

	대우조선해양	삼성중공업
부지면적(2012)	5,747㎡ (173만평)	4,223.5㎡ (127.8만평)
도크(2012)	도크 2기, 플로팅도크 4기	도크 3기, 플로팅도크 5기
연 건조량(2012)	≒70척	≒65척
직영 종사자(2013)	13,023명	12,081명
협력사 및 종사자(2013)	126社, 25,851명	125社, 18,078명

그림 3-28. 대우조선해양 1도크와 골리앗 크레인

그림 3-29. 대우조선해양 탐사 단체 기념 사진

그림 3-30. 대우조선해양 입구의 자전거 주차장

그림 3-41. 오토바이로 퇴근하는 조선소 직원들

4. 해창만간척지(海倉灣干拓地) 탐사

4-1. 간척지와 방조제

(1) 간척지(干拓地, reclaimed land)

간척지는 호수나 바닷가에 제방을 만들고, 그 안에 있는 물을 빼내어 육지화하여 농토나 기타 산업부지로 만든 땅을 말한다. 간척은 호면간척(호수)과 해면간척(갯벌)을 주로 의미하며 이들은 해수로 인한 염류가 많이 함유된 곳이므로 일종의 염성(鹽性) 간척지이다. 한국은 3면이 바다로 둘러싸여 있고, 서해안과 남해안에는 많은 섬이 산재하여 간석지가 발달되어 있으므로 간척 후보지로 유망한 곳이 많다.

일반적으로 간척지는 땅의 염분을 제거 한 후 농업용지로 이용되는 경우가 많다. 하지만 간척지를 이용하는 방법에는 여러 가지가 있다. 간척지는 고품질 쌀 생산지, 농산물 생산지, 원예특산단지 외에 지리적 조건이 충족되면 대단위 유통센터나, 실버타운 등으로도 활용될 수 있다.

해남군의 사례를 보면 해남군 계곡면 간척지를 원예, 축산, 유통시설, 교육장 등을 갖춘 첨단복합농업단지로 조성하려 하고 있다. 또한 배후도시건설, 친환경농업특구, 실버휴양시설 등 다양한 활용 방안들이 있다.

고흥의 경우 우주항공 중심도시와 어울리는 항공센터, 우주항공클러스터, 고흥경항공기 공장 등이 설치될 계획이다.

(2) 방조제(防潮堤, tide embankment)

방조제란 해안에 밀려드는 조수(潮水)를 막아 간석지(干潟地)를 이용하거나 하구나 만(灣방) 부근의 용수 공급을 위하여 인공적으로 만든 제방을 말하는데 해면 간척지에서는 이 제방이 절대적 구실을 한다.

방조제의 구조는 어떤 해수에도 견딜 수 있도록 콘크리트를 사용하거나 또는 흙둑을 콘크리트나 아스팔트로 완전히 덮는다. 우리나라에서는 보통 ① 성토(盛土)를 주제체(主堤體)로 하고 앞면은 급한 경사의 석축으로 보호하는 법, ② 성토를 주제체로 하고 앞면을 완만한 경사의 장석(張石)으로 보호하는 법, ③ 급한 경사의 석축을 주제체로 하고 누수방지를 위해 배면에 성토를 하는 법 등을 이용하고 있다.

방조제 축조는 조차(潮差)가 크고 해안의 경사가 완만한 곳이 적당하다. 우리나라의 서해안이 최적지이며, 간석지가 발달해 있기 때문에 일찍부터 소규모의 방조제가 축조되어 경지나 염전으로 이용되어 왔다.

일제 강점기 때 간척사업은 사리 때만 바닷물에 잠기는 염생습지를 대상으로 하였고 국토개발이 시작된 1970년대는 중장비를 이용, 해면 매립을 하게 되면서 간척사업의 규모도 차츰 커지게 되었다. 우리 나라에서 방조제를 최초로 축조한 것은 1255년(고종 43)이며, 당시는 방축(防築) 또는 축언(築堰)이라 하였다.

즉 "문무 3품 이하 권무 이상의 관리에게 영을 내려 장정들을 차출하여 제포와 와포에 방축을 쌓고 좌둔전을 만들고 이포와 초포에 우둔전(右屯田)을 만들었다(會文武三品以下權務以上 出丁夫有差 防築梯浦互浦 爲左屯田 狸浦草浦 爲右屯田"이라고 기록되어 있다.

고려 시대 김방경(金方慶)이 서북면병마판관(西北面兵馬判官)으로 있을 때 몽고병의 침입으로 무리를 이끌고 "위도에 들어가 간척이 가능한 10여 리 땅에 방조제를 쌓고 농사를 지었다.(葦島有十餘里 平衍可耕 患海潮 不得墾 方慶令築堰 번種)"는 기록이 있다.

1643년(인조 21)에 김자점(金自點)이 황해도 사리원의 여주(廬州)를 개척할 때 방조제를 축조한

기록이 있다. 그러나 대규모의 방조제는 1920년대에 일본인들이 산미증식운동(産米增殖運動)의 일환으로 대단위 수리조합을 만들면서 시작되었다고 본다.

즉, 호남평야의 대부분은 1924년에 준공된 진봉(進鳳)방조제, 광활(廣活)방조제, 1926년에 준공된 화포(花浦)방조제, 1927년의 대창(大倉)방조제, 1929년의 서포(西浦)방조제, 1932년의 도선장(渡船場)방조제 등의 축조로 경지화되었다.

그 뒤 1970년에 들어 국토종합개발사업의 하나로 대단위 농업개발사업이 실시됨에 따라 1973년 계화도 지구에 제1방조제와 제2방조제가 준공되었다. 한편, 1972~1981년 제1차 국토종합개발계획에 따라 평택지구 개발사업으로 아산만의 아산(牙山)방조제와 남양만의 남양(南陽)방조제가 준공되어 아산호와 남양호가 인공 담수호로 만들어졌다.

이 두 방조제는 충청남도와 경기도의 해안 지역을 연결하는 교통로로도 이용되어 이 지역 개발에 크게 공헌하고 있다. 이와 같이 대단위 방조제는 1970년 후반부터 충청남도 서해안 일대의 곳곳에서 진행되었다.

1979년에 준공된 삽교천(揷橋川)방조제는 1984년에 끝난 서산A·B지구 방조제와 1985년에 완공된 대호 지구의 대호(大湖)방조제 등으로 흘러드는 하천이 없는 거대한 담수호가 되었다. 또한, 이들 방조제는 도로로 이용되면서 지역 간의 교통도 보다 편리하게 되고 있다.

이어 1994년 물막이 공사가 끝난 시화지구 간척사업의 완성으로 해안공업지대의 위상이 높아졌다. 1995년 물막이 공사가 끝난 전라남도 영암과 해남만 간의 간척사업은 초대형 간척사업이다. 더욱이 2004년에 완공 예정인 금강 하구에서 만경강에 이르는 대규모의 간석지를 개척하는 새만금지구 개발계획이 33㎞에 이르러 활발하게 진행되고 있다.

이것이 완공되면 해면 매립 면적이 4만 100㏊에 이르는데, 국내 최대는 물론 세계적인 규모의 방조제가 될 것으로 보인다. 이곳에는 광대한 농경지는 물론 임해공업단지가 조성될 예정이다.

결과적으로 이와 같이 간척사업의 추진으로 국토 면적이 넓어지게 되는 반면 서해안과 남해안의 해안선은 단조로워지고 해면매립에 따라 우리나라 지도의 모습도 달라지는 한편 생태계의 파괴로 어민들은 어장을 빼앗기는 등 심한 갈등과 부작용도 고려해야할 문제이다.

1) 방조제 수문의 역할

수문(水門)은 수로를 개폐하는 구조물로서 방조제(또는 수로)의 물의 흐름을 방해하지 않도록 하여 홍수 방어, 용수, 배수, 수위 조절 등의 역할을 한다.

2) 수문의 종류

수문의 종류에는 여러 가지가 있는데, 대표적인 수문의 형태로 승강식 수문, 회전식 수문, 전도식 수문의 3가지가 있다.

승강식 수문은 수문을 위로 올려 물이 흘러가도록 한다. 원판에 붙어 있는 수문을 올려주는 회전식 수문은 원판을 돌려 수문을 개방한다. 전도형 수문은 물이 많이 흐를때 피스톤으로 수문이 바닥에 눕게 된다.

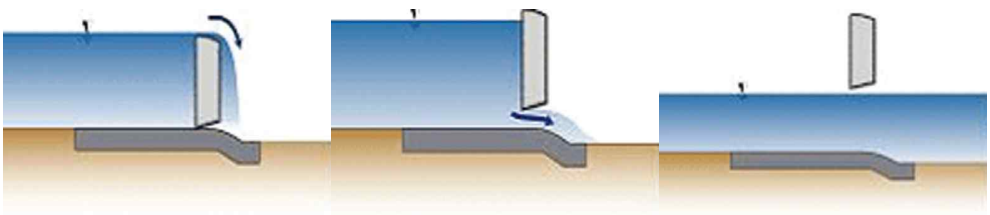


그림 4-1. 승강식 수문

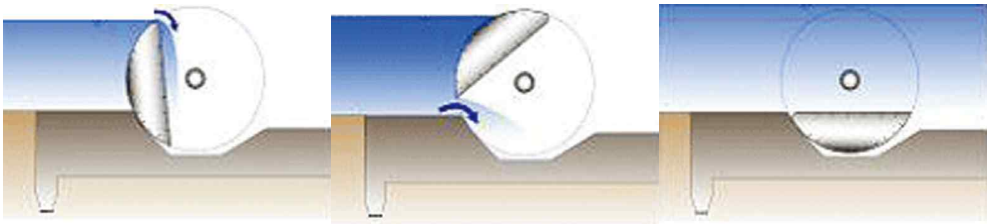


그림 4-2. 회전식 수문

그림 4-3. 전도형 수문

4-2. 고흥만과 해창만

(1) 고흥만

고흥만 고흥반도의 서북쪽에 위치해 있으며 고흥읍, 두원면, 도덕면, 풍양면 사이의 바다를 가로막은 간척사업으로 생긴 거대한 호수다. 호수 주변에는 고흥만 간척지와 고흥만 방조제, 고흥만 방조제 공원 등이 있다. 철에 따라 백로, 왜가리, 쇠기러기, 물닭, 원앙, 청둥오리 등 철새들이 찾아온다.

1) 고흥만 방조제

고흥만 방조제는 길이 2,873m로 시원한 득량만을 조망할 수 있어 관광, 낚시에 최적의 코스로 각광받고 있다. 1991년부터 간척공사를 시작하여 2006년에 내부개답이 완공되었다. (출처: 고흥군청) 간척지 내부에 경비행장(52×1,100m)이 건설 중이며, 진입도로에는 이른 봄부터 벚꽃이 만개하고 방조제 주변에는 유채꽃 단지가 조성되어 있다.

그림 4-4. (a) 고흥만 방조제와 (b) 고흥만 방조제 공원

2) 고흥만 방조제 공원

고흥만 방조제 공원은 조성면적이 1ha로서 편백나무 등 조경수를 식재하여 휴식처로 각광을 받고

있다. 도덕면 금호마을에서 두원면 풍류마을을 잇는 고흥지구 간척사업을 추진하면서 만들어진 공원으로 주변에는 수변꽃 동산 18개소를 조성하여 봄이면 칸나와 페츄니아 그리고 토종 갓꽃을 구경할 수 있으며 용동구간 3.5㎞에 왕벚꽃나무 2,500여 주가 심어져 있어 관광 명소로도 유명하다.

3) 고흥만의 철새

고흥만 간척지는 담수호와 인공습지가 바다와 연접해 농경지 벼이삭, 갈대숲, 새우를 비롯한 어패류 등 먹이가 풍부하고 따뜻한 기후 조건 등으로 인해 철새들이 월동할 수 있는 최상의 조건을 갖추어 겨울철새들의 낙원이 되고 있다. 이에 고흥만 간척지 일원에는 백조, 노랑부리저어새, 기러기, 가창오리 등 수십만 마리가 찾아온다.

여름에 찾아오는 철새로는 백로, 왜가리, 물닭 등이 있고, 겨울에는 백조, 노랑부리저어새, 쇠기러기, 원앙, 청둥오리 등을 볼 수 있다.

고흥군에서는 매년 11월부터 이듬해 2월까지 명예 야생동식물보호원 4명을 배치해 겨울철새 보호를 하고 있으며 밀렵밀거래 방지 홍보, 야생동물 먹이주기, 주요철새 도래지 순찰, 환경정화활동 등을 실시하고 있다.

그림 4-5. (a) 고흥호에 찾아온 백조들, (b) 노랑부리저어새

(2) 해창만

고흥군 영남면, 포두면으로 둘러싸인 해창만 지역은 민물 낚시터로 유명한 해창만 간척지 수로가 당도하는 해역으로 각종 영양염류가 풍부하여 다양한 어류가 서식하는 장소이다.

이곳은 5월 중순경부터 씨알 위주의 감성돔이 낚이며, 늦여름부터 추석 무렵까지가 배낚시의 최적기로 꼽힌다. 특히 대형급의 농어와 참조기가 많이 잡혀, 농어낚시를 위한 전문 직업 낚시인들이 많이 찾는 지역이며 12월경까지 낚시가 가능하다. 겨울에 원앙, 청둥오리 등 철새들이 찾아온다. 해창만에는 배스 낚시터인 배스캠프(basscamp)가 있으며, 낚시꾼들이 많이 찾는 장소로 유명하다.

4-3. 해창만간척지(海倉灣干拓地)

전라남도 고흥군 점암면(占岩面) · 포두면(浦頭面)으로 이어진 해창만에 조성된 간척지로서 총면적 2,747 ha. 포두면 옥강리(玉崗里)와 오도(梧島) 사이, 오도와 영남면 금사리(錦蛇里) 사이를 길이 3,462 m의 방조제로 막아 광대한 갯벌을 농경지화한 사업으로, 1963년에 착공, 1969년 6월에 방조제 및 배수갑문을 준공하였다.

고흥반도의 동부에 위치한 만으로서 고흥군 포두면과 점암면 영남면에 걸쳐서 경계를 이루고 있다. 조선시대에 흥양현 남부에서 세금을 거둔 곡물을 보관해뒀다가 운송하던 곡식창고가 있는 곳이어서

해창만이라고 하였다.

간척을 하기전에는 옥대도, 조도, 취도, 와도,돌도 등20여개의 섬을 주위에 두고 있었으며 민물과 바닷물이 교차하고 너른 갯벌이 있어서 이곳에서는 병어,도미,쥐치,낙지,꼬막,바지락,조개,굴의 중요 어장이었다.

간척사업은 일제강점기부터 추진해오다가 해방 후에 1963년 부터 공사가 시작되었다. 국비와 지방비 농지 기금에서 약 총5,300억 원의 공사비를 투입하여서1993년에 완공을 보았다.

기름지고 너른 들판에서 대규모 영농이 이루어져 연평균 12,000톤의 쌀이 생산되고 있으며 주변의 농토에서는 오이, 호박, 석류 등 많은 소득을 얻고 있다.

농경지 수로에서는 가물치, 메기, 붕어 등 민물고기가 많이 살고 있어서 사시사철 각광 받는 낚시터로도 유명하다.

가을에는 방조제길가에 아름다운 코스모스가 활짝 피어서 관광객들에게 좋은 반응을 보이고 있다.

그림 4-6. 해창만 간척지 및 방조제 파노라마 사진

그림 4-7. 해창만 간척지 건립 기념비 기념 사진 및 간척사업 연혁비

그림 4-8. 해창만 간척지에 조성된 방조제

5. 나로우주센터 우주과학관 견학

5-1. 고흥군의 위치 및 역사

고흥은 전라남도 남동부에 위치하고 있으며, 오른쪽으로는 순천시와 여수시에, 왼쪽으로는 보성군에 접해 있으며, 아래쪽으로는 다도해해상국립공원이 위치해 있다. 고흥은 고흥반도와 15개의 사람이 살고 있는 유인도, 122개의 사람이 살지 않는 무인도로 이루어져 있으며, 고흥읍과 도양읍 2개의 읍과 동강면, 대서면, 남양면, 과역면, 점암면, 두원면, 영남면, 도덕면, 포두면, 풍양면, 도화면, 동일면, 금산면, 봉래면 등 14개의 면으로 나누어져 있다.

고흥에서 지석묘가 500여 기 이상 발견되었는데, 이는 고흥 지역에 과거에도 사람이 살았다는 증거로 볼 수 있다. 고흥에서는 구석기 시대 이후 청동기 시대의 유물과 유적이 상당수 발견되었으며, 각처에서 석부, 석도, 석창 등의 석기시대 유물과 철기시대의 유물도 발견된 것으로 미루어 볼 때 고흥지역 선주민들은 신석기시대부터 비로소 생활에 터전을 마련했고 그와 같은 유물들을 용구로 수렵하여 정원 경작과 어로로 생활한 것으로 추정할 수가 있다. 고흥군 두원면 운대리에서는 일찍이 고인돌이 발견돼 주목받아왔는데, 그 결과 고흥관내에서 고인돌이 183개군, 2,460여 기가 확인되었다. 고흥군은 전라남도에서 장흥군과 더불어 고인돌을 가장 많이 보유한 지역이다.

그림 5-1. 중산 고인돌

그림 5-2. 팔영산 도립공원

고흥의 행정구역상 명칭의 유래는 다음과 같다. 고흥은 태종 16년(1416) 전국을 8도로 할 때에 전라도의 좌도에 소속되었으며 세종 5년(1423)에는 이곳에 첨절제사를 두었다가 같은 23년(1441)에는 보성군에 딸린 남양현 두원현 등 7개의 현을 합하여 고흥과 남양 도양의 뒷 글자를 합하여 흥양현으로 개칭하였다.

이곳은 또한 조선시대 전라좌수영에 속한 5관 5포 가운데 사도첨절제사(종3품 점암면 금사리)를 비롯하여 발포(도화면 발포리), 녹도(도양읍 녹동), 여도(점암면 여호리)에 수군만호(종4품)를 두어 1관4포의 진을 설치한 곳으로 임진왜란 당시에는 충무공함대의 주력을 이루었을 뿐 아니라 이 지방의 여러 장수가 국난극복에 모두 참여하여 많은 해전에서 큰 공을 세웠었다. 영조 때의 기록에 '고흥은 예부터 별칭 영주(한라산)와 같은 이름으로 산과 바다가 맑고 아름다우며 기승이 많다.' 고 하였다.

고종 26년(1895년) 지방제도 개혁에 의하여 흥양현을 흥양군으로 바꾸고 13개 면을 관할하다가 1914년 군면 통폐합에 따라 돌산군의 득량도 등을 합하여 고흥군으로 개칭하고 13개 면을 관할하였으며, 1973년에 도양면이 도양읍으로 1979년에 고흥면이 고흥읍으로 승격되어 현재 전라남도 5시17군의 하나로 2읍 14개 면 2출장소 516개의 행정 부락으로 나뉘었다.

5-2. 고흥의 자연 환경과 지리적 위치

고흥은 반도형 지형으로 3면이 바다로 둘러싸여 있으며 전국적으로 최대일조량(2,561시간)을 보이는 지역이다. 연평균 기온은 13~14° c이며, 제주도에서 해상으로 최단거리에 위치해 녹동-제주간 배가 운항된다. 고흥의 해안은 리아스식 해안으로 그 길이가 약 1,057㎞에 달하며, 3군데에 갯벌 매립을 통한 간척 사업이 이루어져 있다.

지리적 접근성으로 고흥 ~ 벌교간 4차로가 개설되어 있으며 소록도, 거금도에 연륙교가 연결되어 있다. 또한 2012년 고흥 ~ 여수간 연륙·연도교를 가설할 계획이다. 고흥의 대표적인 산으로는 팔영산 도립공원으로 지정된 팔영산이 있으며 토질이 좋아 옛 도자기 터인 분청사기 운대도요지가 있다. 맑고 깨끗한 자연환경으로 청정한 해산물(김·미역·활어)이 생산되며 유자, 참다래, 석류, 부지화와 같은 특용작물을 재배한다.

5-3. 우주항공 중심도시 고흥

우리나라는 현재 우주발사에 필요한 첨단 장비와 시설을 갖춘 세계에서 13번째 국가가 되었다. 고흥은 국내 유일의 위성발사지로서, 이러한 우주항공 연관시설이 집적되어 있다.

집적된 시설은 나로우주센터, 우주과학관, 우주천문과학관, 항공센터 및 국립고흥청소년우주체험센터 등이 있다. 여기에 추가로 고흥군에서는 항공센터, 우주항공클러스터, 고흥경항공기 공장 등을 고흥만에 증축할 계획이다.

고흥은 21세기 우주기술 선진국 진입이란 국가목표 달성과 함께 미래 우주시대를 개척하기 위한 우주개발의 전초기지이자 우주를 향한 대한민국의 꿈과 희망이 발사되는 역사적인 장소이다.

그림 5-3. 고흥은 우주다

5-4. 나로우주센터 우주과학관의 위치 및 고흥 지역 해양문화탐방의 실제 지도

그림 5-4. 고흥 지역 해양문화탐방의 실제 지도

5-5. 나로우주센터 우주과학관과 국립고흥청소년우주체험센터

(1) 고흥과 우주산업

고흥군에서는 우주항공 중심도시라는 기치 아래 우주항공과 관련된 산업 시설을 고흥에 유치하고 있다. 그 결과 나로 우주센터를 시작하여 나로 우주센터 우주과학관, 국립고흥청소년 우주체험센터, 우주천문과학관, 항공센터가 설립되어 있다. 또한 고흥만에 우주항공클러스터, 고흥경항공기 공장 등을 추가로 건설할 계획이다. 이는 고흥의 지리적 조건이 우주센터의 입지조건을 충족시키기 때문이다. 고흥은 세계에서 13번째로 세워진 우주센터가 있는 곳으로, 대한민국이 우주로 가는 전초기지 역할을 한다. 이곳에 집약된 우주항공과 관련된 시설들은 대한민국이 기술 선진국으로 도약하는 데 결정적으로 기여하고 있다.

(2) 우주센터의 입지조건

우주 센터의 입지 조건은 다음과 같다.

① 발사한 로켓 등의 안전을 위해 최소한 반경 1.2㎞의 안전 구역이 확보되어야 한다.
② 외국 영공(고도 100㎞)을 직접 통과하지 않아야 한다.
③ 1단 50㎞, 2단 500㎞, 3단 3,500㎞ 상공 등에서 최소 3단계 이상의 분리가 이루어지기 때문에 로켓물 낙하에 따른 안전을 위해 발사 궤적에 인구밀집지역이나 다른 나라의 영토가 없어야 한다.
④ 로켓을 발사할 때, 발사장이 적도 가까이 위치할수록 지구 자전속도의 영향 받아 로켓의 초기속도를 빠르게 할 수 있다.
⑤ 안전 발사를 위해, 발사장이나 예정비행경로 18㎞ 이내에 벼락이 없어야 한다.
⑥ 발사 15분 전에 땅으로부터 9㎞ 상공의 전압계강도가 즉 낙뢰 때 구름과 땅 사이에 발생하는 전기가 1kV/m이어야 한다.
⑦ 원래 최적의 우주 센터 후보지는 로켓을 발사하는 데 필요한 발사 가능 방위각에서 가장 높은 점수를 획득한 제주특별자치도 서귀포시 대정읍이 1위를 차지했으나, 반대로 무산되었다.

(3) 고흥청소년우주체험센터

국립고흥청소년우주체험센터는 우주시대를 이끌어 갈 청소년들의 도전정신을 기르고 창조적 역량을 키우기 위해 국가에서 건립한 국내 최초의 전문 특성화 청소년수련시설이다. 이곳에서는 청소년들에게 우주과학의 특화된 체험거리를 중심으로 컨텐츠를 제공하여 청소년들이 우주에 관한 꿈을 키울 수 있도록 도와준다. 천문우주과학체험활동, 항공우주과학체험활동, 지구환경과학체험활동의 특화된 체험거리로 청소년들의 상상력을 자극하여 우주에 대한 관심을 이끌어낸다. 여성가족부 산하의 기관으로서 한국청소년활동진흥원에서 운영하고 있다.

(4) 한국청소년활동진흥원

다양하고, 창의적인 청소년 체험활동을 진흥시켜 청소년의 잠재 역량 계발과 인격형성을 도모하고 수련 · 참여 · 교류 · 권리증진 활동을 종합적으로 지원함으로써 궁극적으로 청소년의 삶의 질 향상에 기여하기 위해 설립되었다.

주요 기능으로 청소년의 다양하고 창의적인 체험활동을 활성화하며 청소년 활동 프로그램의 개발 · 보급 · 평가 및 시범운영을 주관한다. 또한 청소년 육성에 필요한 정보를 종합적으로 관리 하고 제공한다. 산하에 한국청소년수련원, 국립평창청소년수련원, 국립중앙청소년수련원, 한국청소년진흥센터, 국립고흥청소년우주체험 센터 등이 있다.

(5) 우주체험센터의 4개 기본 과정

우주체험센터에서는 다음과 같은 기본과정을 운영한다.

1) 우주 여행자 과정(단체 및 가족, 1박 2일)

개인 및 가족단위로 체험이 가능한 우주의 신비와 호기심을 자극하는 Space 투어 과정으로 우주과학기초, 원리, 우주복 입어보기, 우주적응 모듈 훈련 등을 한다.

2) 우주 비행사 과정(초 · 중 · 고, 2박 3일)

우주 비행에 필요한 기초 우주지식 습득과 우주비행 훈련을 통해 우주비행사로서 미션을 수행해 보는 과정으로 우주비행에 필요한 기초 우주 지식 습득과 우주비행 훈련 등을 한다.

3) 우주 탐험가 과정(초 · 중 · 고, 3박 4일)

우주비행사과정과 우주탐사 프로그램을 통하여 미지의 우주를 탐험할 수 있는 도전정신과 팀워크를 갖추도록 하는 과정으로 우주비행사 과정과 역량개발 및 탐험 · 탐사 프로그램을 병행한다.

4) 우주 지도자 과정(지도자 교사 및 과학 영재, 4박 5일)

우주에 대한 심도 있는 지식을 습득하고 숙련된 우주장비 조작 기술을 체험함으로써 도전적이고 창의적인 우주과학 지도자가 될 수 있도록 하는 과정으로 우주비행사 및 탐험가 과정에 더불어 우주과학 심화 학습을 한다.

(6) 국립고흥청소년우주체험센터 시설 안내

우주체험센터 외부에는 천체 투영관과 숙박시설이 있다.

우주체험센터의 천체 투영관에서는 15M 6채널 디지털 천체투영시스템을 활용하여 자전과 공전 및 행성의 운동, 일식과 월식 및 달의 위상, 별자리와 천구좌표, 계절과 시간, 세차와 장통 등 천문우주 현상을 다양하게 구현한 프로그램 교육을 받을 수 있다. 또한 망원경으로 실제 태양 및 밤하늘의 별을 관측할 수 있다.

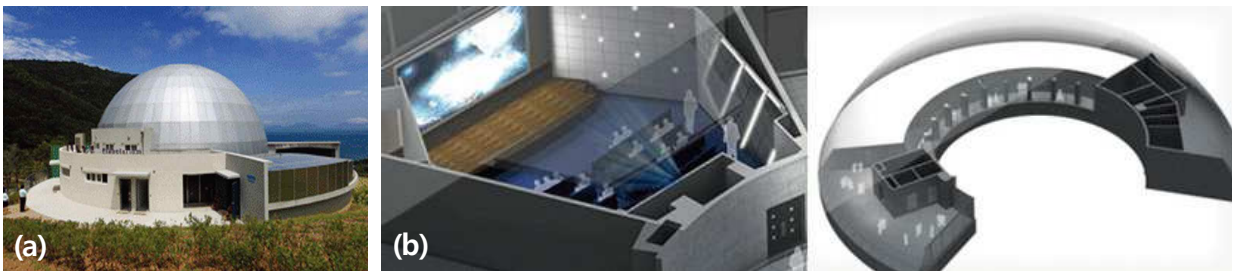


그림 5-5. (a) 우주체험센터 천체투영관, (b) 우주체험센터의 멀티미디어 영상관과 관람실

또한 생활관과 식당이 있으며, 창의적 우주 활동 프로그램 및 우주체험학습, 우주과학특성화캠프, 우주체험캠프, 가족우주탐험캠프 등을 체험하기에 적절한 시설이 갖춰져 있다. Space Tour(당일형 체험활동)을 통해 우주에 대한 기초지식 습득 및 우주장비 체험도 가능하다. 단 10명 이상이 예약하여야 한다.

우주체험센터 내부 2층은 스페이스 샵과 멀티미디어 영상관이 있다. 우주체험센터 3층은 체험장비가 모여 있는 곳으로, 우주비행 워크샵과 우주선조정체험, 우주인임무 워크샵, 우주임무수행 MMU, 행성 로봇탐사 체험 등이 있다.

우주 체험센터 4층 역시 체험관으로서 무중력 워크샵 및 MAT, 저중력 5DF, 임무통제센터와 우주왕복선 비행 체험실, 1/6 중력문워커가 설치되어 있다.

우주체험센터의 우주체험 장비들은 시나리오에 따라 다음의 모듈로 구성되어 있다.

■ 우주적응모듈-1

가상우주공간을 체험해보는 장소로서 무중력장비 MAT(다축회전 평형감각 적응장비)체험, 저중력 5DF 체험, 1/6 중력 문워커 체험 등이 있다.

■ 우주적응모듈-2

이곳은 임무통제센터로서 우주왕복선을 발사시키는 중심역할을 하며 우주비행사, 우주과학자 등의 실제역할을 경험해 볼 수 있다.

■ 우주선발사모듈

여러 가지 체험우주비행에 대한 일반적 개요를 알아보고 비행의 원리와 미션수행을 통해 우주정거장 모듈을 체험하는 곳이다.

■ 임무수행모듈

우주인의 임무를 이해하고, 우주에서 착용하는 우주복과 선회 활동체험기기를 통하여 우주에서의 우주인 활동에 대해 체험한다.

■ 로봇(로켓)모듈

우주탐사에 필요한 로켓, 로봇의 제작 원리를 이해하고 직접 만들어보고 실험해 보는 곳이다.

그림 5-6. 우주체험센터의 모듈

1) 우주인의 임무

우주인은 크게 직접적인 우주선의 운전과 우주공간에서의 부수적인 연구 활동을 담당하고 있다. 사실 우주인을 우주에 보내는 것은 지구환경에서는 구현하기 힘든 우주공간의 환경을 이용한 각종 실험과 물리법칙의 근본적인 검증 등을 목적으로 하고 있기 때문에 한번 우주로 나간 우주인은 수십 가지에서 많게는 수백 가지의 연구활동을 하고 지구로 귀환하게 된다.

2) 나로 우주센터

나로 우주센터는 13번째로 세워진 우주센터로 우리나라 항공 우주 분야의 연구기관이다. 특히 우리의 인공위성을 우리 땅에서 우주공간에 쏘아 올리는 곳으로, 대한민국이 기술 선진국으로 도약하는 데 결정적으로 기여하고 있다.

나로 우주센터는 우주과학관을 포함하여 총 7개의 시설로 이루어져 있으며 각 시설의 용도는 다음과 같다.

① 기상 관측소

우주센터 인근 마복산에 위치한 기상관측소는 순조로운 발사 운용에 필요한 기상관측데이터를 취득하는 시설이다. 기상레이더, 기상통합처리시스템, 종합낙뢰감지시스템 등을 이용하여 기상자료를 분석하고, 이를 근거로 우주발사체 발사 가능 여부를 판단한다.

② 광학 장비동

발사 순간 및 이륙 초기 우주발사체의 비행자세 영상정보를 취득하는 광학추적장비가 위치하는 곳이다. 광학추적장비(EOTS, Electro Optical Tracking System)에 장착된 초고속 카메라를 통해 초기 비행자세 제어 영상정보를 획득하여 발사통제동으로 전송함으로써 우주발사체 거동 분석에 유용한 자료를 제공한다.

③ 발사 통제동

발사지휘센터(MDC: Mission Director Center), 발사체통제센터(LCC: Launcher Control Center), 비행안전통제센터(FSC: Flight Safety Center) 등 발사 및 발사체 추적과 관련된 통제 시설들이 집약된 곳으로 발사임무와 관련된 운용 작업을 총괄 지휘한다.

④ 발사지휘센터(MDC)

우주센터의 발사임무를 총괄 지휘·통제하는 곳으로 발사체통제센터(LCC)의 발사준비 상황, 해상 및 공중의 안전통제 정보, 기상정보, 비행경로 추적장비 및 운용자 준비상황 등 발사업무 연계상황을 종합적으로 판단하여 최종발사 여부를 결정한다.

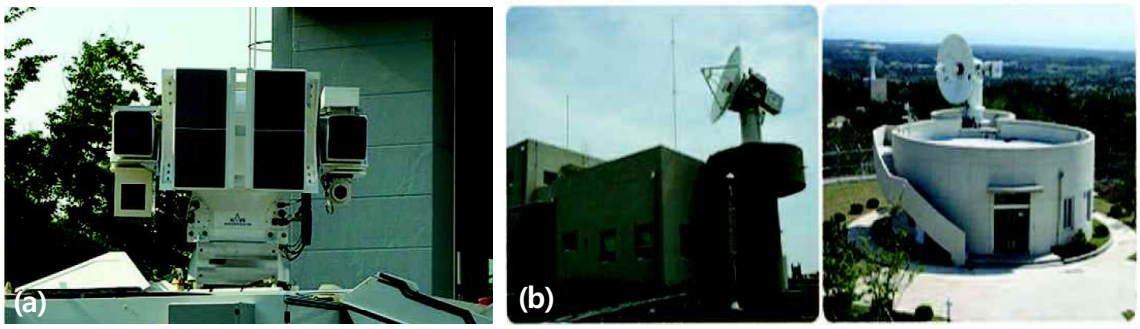


그림 5-7. (a) 광학 추적 장치 (b) 고흥과 제주도의 추적 레이더 동

⑤ 발사체통제센터(LCC)

우주발사체와 위성의 조립, 시험 및 연료공급과 같은 발사 준비작업을 단계별로 확인하여 운용상황을 발사지휘센터로 보고하고 발사지휘센터의 최종 결정에 따라 발사 작업을 진행한다.

⑥ 비행안전통제센터(FSC)

우주발사체가 비행을 시작한 직후부터 임무 종료까지 비행안전과 관련된 모든 업무를 다른 운용실의 간섭없이 독자적으로 처리하게 된다. 이를 위해 실시간으로 우주발사체의 상태정보 및 비행상황 정보를 감시하면서 문제가 발생되면 비행종단지령장비(FTS: Flight Termination System)를 이용하여 우주발사체의 비행을 강제 종료시키는 임무를 수행한다.

⑦ 추적레이더동

추적레이더는 우주발사체의 위치를 추적하여 비행궤적 정보를 발사통제동으로 실시간 전송하는 임무를 수행하며, 이를 통해 발사체의 정상적인 비행 진행 여부를 판단하게 된다.

⑧ 발사대

우주발사체에 대한 최종 기능점검 후 추진제 주입 작업을 거쳐 최종적으로 발사가 이루어지는 곳이다. 발사대는 발사체 자세 제어 등을 담당하는 대형 기계설비를 비롯하여 연료 및 산화제, 고압가스 등의 공급을 위한 설비, 이들을 원거리에서 조정하는 발사관제설비 등으로 이루어져 있다.

그림 5-8. 로켓 발사대

⑨ 발사패드(Launch Pad)

우주발사체에 대한 최종 점검작업을 거쳐 발사가 이루어지는 곳으로, 발사 순간까지 발사체를 안전하게 지지하며 연료 및 각종 가스 공급 임무를 수행한다.

⑩ 이렉터(Erector)

최종 조립된 우주발사체(위성포함)를 조립시설에서 발사대까지 수평상태로 이송하여 발사패드 위로 발사체를 세우는 자세 제어 기능을 수행한다.

⑪ 연료, 산화제, 고압가스 저장 및 공급시설

우주발사체에 주입되는 연료/산화제 및 고압가스 저장탱크를 발사대 주위에 배치하여 발사체에 공급한다.

⑫ 조립 및 시험시설

발사체 종합조립동, 위성시험동, 고체모터동으로 구성되어 있다. 발사장으로 운반된 우주발사체 각 단의 인수검사, 우주발사체 단별조립 및 최종 조립을 수행하는 장소이다.

또한, 추진계 배관의 기밀시험, 각종 전자장치의 기능시험, 구동장치 시험 등 우주발사체의 주요 기능을 점검한다.

(7) 고흥 항공센터

1) 헬리콥터 주로터 훨시험 설비(WTTF: Whirl Tower Test Facility)

훨타워는 헬리콥터 로터의 연구개발을 위한 시험 설비로서 로터 허브 및 블레이드의 회전시 동특성, 하중, 소음, 성능등 로터의 전반적인 특성 연구를 위한 것이다. 로터는 헬리콥터의 양력과 제어력를 담당하는 것으로 헬리콥터의 특성을 좌우하며, 헬리콥터는 훨타워 시험을 통해 로터의 성능과 특성이 입증된 후 비행할 수 있다. 현재 항공센터의 훨타워는 KUH(수리온) 로터의 동특성 시험, 성능, 로터 유동, 하중, 내구성, 트랙킹/발란싱 업무 등을 수행하고 있다.

2) 착륙장치낙하시험설비소개

항공기(고정익기, 회전익기)의 착륙장치 완충성능 입증을 위한 낙하시험을 수행하는 설비입니다. 착륙장치 낙하를 위한 타워 및 부속 구조물, 유압 및 제어 시스템, 데이터 획득 장비 등으로 구성됩니다. 시험을 통해 지면 반력, 완충장치 내의 가스 및 오일 압력, Stroke, Mass Travel, 타이어 변위 등을 측정하고, 에너지 흡수량 및 완충 효율을 검증한다.

3)헬리콥터 꼬리로터 훨시험 설비

(TRTF : Tail Rotor Test Facility)

꼬리로터 훨시험 설비는 KHP 개발사업의 일환인 “KHP민군겸용핵심구성품개발사업”에서 개발된 한국형 기동헬기(KUH) 수리온 꼬리로터 시스템의 성능 검증을 위해 제작된 전용 시험설비이다.

(8) 우리나라 위성 개발의 역사

우리나라 인공위성의 역사는 1992년 8월 11일 남미 프랑스령 기아나 쿠루우주센터에서 발사된 ‘우리별 1호’에서 출발한다. 한국과학기술원(KAIST) 인공위성연구센터가 영국 써리(Surrey) 대학의 기술을 받아 만든 이 위성이 성공적으로 우주에 올라가면서 우리나라도 인공위성 보유국이 됐다. 이후 1993년 9월에는 우리나라 자체 기술로 개발한 ‘우리별 2호’를 발사했다.

1995년 8월에는 민간 분야의 첫 상용위성인 ‘무궁화위성 1호’가 발사되면서 방송통신위성 시대를 열었다. 1996년 1월에는 ‘무궁화위성 2호’를 발사하는 데 성공했고, 같은 해 5월에는 ‘우리별 3호’가 발사됐다. 또 1999년 9월에는 ‘무궁화위성 3호’가 우주 공간에 올라갔다.

본격적인 실용위성 시대가 열린 것은 ‘다목적실용위성 1호(아리랑 1호)’가 발사되면서 부터다. 항공우주연구원(KARI)과 미국 TRW사가 협력해 개발한 아리랑 1호는 470kg급으로 우리나라 최초의 실용위성이다. 이 위성은 1999년 12월 21일 미국 반덴버그 공군기지에서 성공적으로 발사됐다. 아리랑 1호는 원래 임무기간보다 4년 더 활동한 뒤 2008년 2월 임무를 종료했다.

국가 우주개발 중장기 기본계획에 따라 개발된 소형과학실험위성인 ‘과학기술위성 1호’는 2003년 9월 27일 러시아의 코스모스 발사체에 실려 발사됐다. 2004년 3월에는 한국과 일본의 통신업체가 공동 투자한 ‘한별위성’이 발사됐다. 이 위성은 세계 최초 DMB용 위성이기도 하다.

우리나라가 주도적으로 개발한 인공위성은 ‘다목적실용위성 2호(아리랑 2호)’다. 이 위성은 1m급 고해상도 카메라를 탑재하고 있는 800kg급 지구 저궤도용 정밀 실용위성이다. 해양오염, 자원탐사, 농업재해 모니터링, 해양 적조 감지, 정밀지도제작 등에 활용되고 있다. 2006년 7월 러시아 플레세츠크 발사장에서 로콧 발사체에 실려 성공적으로 발사됐다. 같은 해 8월에는 ‘무궁화위성 5호’가 발사됐다.

2009년 8월과 2010년 6월에는 ‘과학기술위성 2호’가 우리나라 최초의 우주발사체 나로호(KSLV-1)에 실려 전남 고흥의 나로우주센터에서 발사됐다. 하지만 우주 공간까지 올라가는 데는 실패했다.

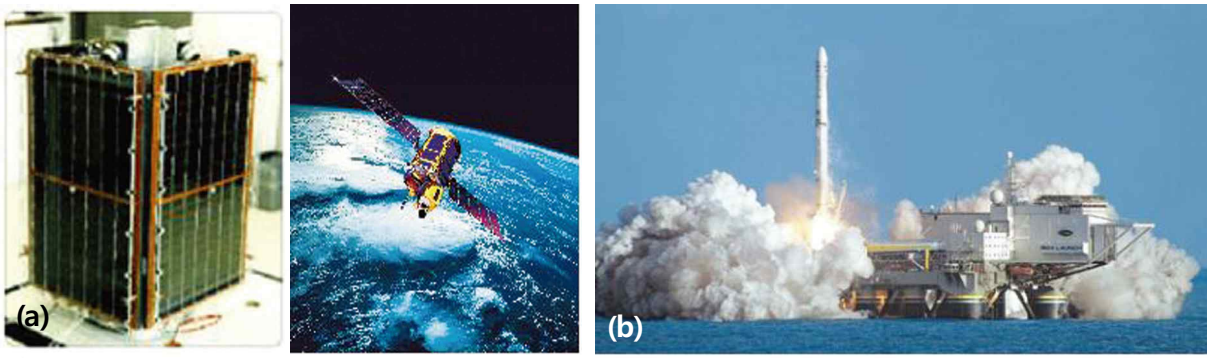


그림 5-9. (a) 우리별 1호와 다목적 위성 아리랑 1호, (b) 무궁화 위성 5호 발사 모습

우리나라 최초의 정지궤도위성인 ‘통신해양기상위성(천리안)’은 2010년 6월 27일 남미 프랑스령 기아나 쿠루우주센터에서는 발사됐다. 이 위성이 발사됨에 따라 우리나라는 세계 최초 정지궤도 해양위성 보유국, 세계 7번째 독자 기상위성 보유국, 세계 10번째 통신위성 자체 개발국이 됐다.

2010년 12월 30일에는 ‘무궁화위성 6호(올레 1호)’가 같은 발사장에서 발사됐다. 이에 따라 2010년 12월 현재 우리나라가 쏘아올린 위성은 13개로 기록됐다. 먼저 발사된 위성 중 현재 운영하고 있는 아리랑 2호, 무궁화 3호와 5호, 올레1호, 천리안위성 등 5개이다.

현재, 우리나라는 ‘다목적실용위성 5호(아리랑 5호)’와 ‘다목적실용위성 3호(아리랑 3호)’ 및

3A호, '과학기술위성 3호'를 개발 중이다.

특히 2011년에 발사할 예정인 아리랑 5호는 아리랑 1, 2호를 보완한 지구관측위성이다. 아리랑 1, 2호가 눈에 보이는 가시광선을 촬영하는 광학관측위성으로 맑은 날에만 관측이 가능하지만 아리랑 5호는 영상레이더(SAR: Synthetic Aperture Radar)를 탑재해 전천후 지구 관측이 가능하다.

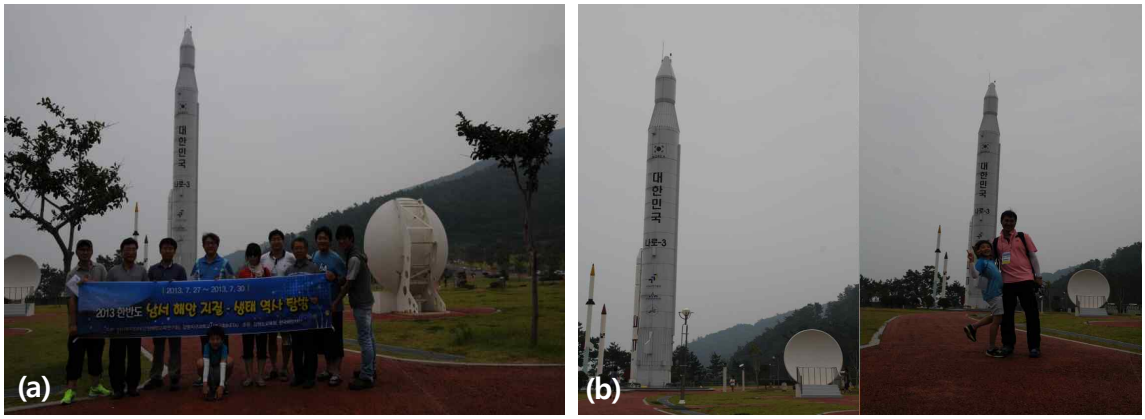


그림 5-10. (a) 나로 우주센터 앞 기념사진(a) 및 나로호 모형(b)

그림 5-11. (a) 나로우주과학관 입구, (b) 기념사진

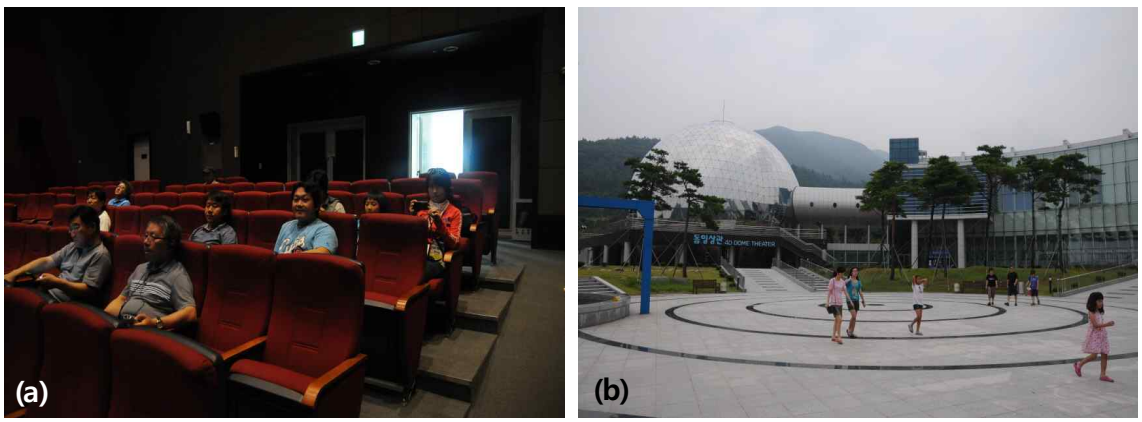


그림 5-12. (a) 나로우주과학관 멀티미디어 영상관, (b) 나로우주과학관 전경

6. 완도 김

6-1. 김 양식

그림 6-1. 장도 청해진 유적지에서 바라본 김 양식장

동양에서는 자연 번식만으로는 그 수요를 채울 수가 없어 일찍부터 인공양식을 해왔다. 양식을 위해서는 각포자가 나오는 가을에 각포자를 붙일 재료를 바다에 설치해서 채묘하여 가꾼다. 김은 바윗돌·나뭇가지 등 어디에나 잘 달라붙지만, 주로 대나무쪽을 엮은 대발과 합성섬유로 된 그물을 많이 쓴다.

양식이 적합한 곳은 파도가 고요한 내만으로서 조류의 소통이 잘 되고, 하천수의 영향이 어느 정도 있어서 비중 1.018~1.028인 곳이 좋다. 홍수 때에 민물이 너무 많이 흘러들어서 비중이 1.017 이하가 되면 좋지 않다. 잘 자라려면 수온·조도 등이 중요하므로 조석에 의한 수위의 변동을 고려하여 발의 설치수심(設置水深)에 특별히 주의해야 한다. 한국에서는 전라남도와 경상남도 지방의 바닷가 일대에서 양식을 하는데, 특히 전라남도 완도의 김양식이 유명하다.

본래 김은 전라남도 광양의 토산물이다. 완도는 우리나라에서 최초로 김 양식에 성공하여 대량으로 질 좋은 김을 생산하였다.

완도는 파도가 잔잔한 내만으로 조류의 소통이 잘 되는 곳이다. 처음 김은 바닷가의 암초에 붙은 돌김을 채취한 후에 넓게 펴 말려먹는 것으로 시작하였으나 이후에는 본격적인 양식을 통해 채취하였다.

그림 6-2. (a) 완도의 김양식, (b) 그물을 이용한 포자배양 김양식

최초의 김 양식은 갯벌에 섶(길 다란 헝겊 등)을 세워 포자를 채취하는 방법으로 시작하였다. 이후 대나무로 발을 짜 말뚝을 박아 본격적인 양식을 시작하였고, 인공포자 배양기술이 개발된 이후부터는 그물발로 김양식의 생산을 증가시켰다.

여러 개를 한 번에 바다에 담그면 포자가 붙는데 1주일이 걸린다. 포자가 붙은 후에는 정식으로 튼튼하게 설치를 하며 설치한 지 한 달이 지나면 김의 채취가 가능해진다. 연간 약 7~8회 정도 채취가 가능하다.

짠 내를 없애기 위해 민물로 세척한 후에 잘게 잘라 김발장에 뿌리고 김틀을 이용해 적당한 크기와 두께로 양지바른 곳에서 건조를 시킨다.

6-2. 김에 관하여

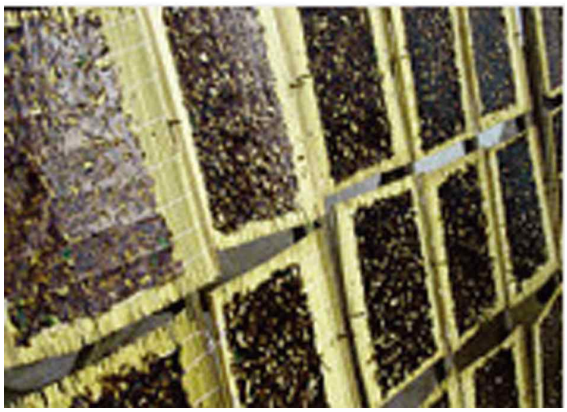


그림 6-3. 김양식

해태(海苔)라고도 한다. 바다의 암초에 이끼처럼 붙어서 자란다. 길이 14~25cm, 너비 5~12cm이다. 몸은 긴 타원 모양 또는 줄처럼 생긴 달걀 모양이며 가장자리에 주름이 있다. 몸 윗부분은 붉은 갈색이고 아랫부분은 파란빛을 띤 녹색이다. 1층의 세포로 이루어져 있는데, 세포는 불규칙한 3각이나 4각 또는 다각형이며 불규칙하게 늘어선다. 단면은 4각형이고 높이는 폭보다 크거나 거의 같다. 밑 부분 세포는 달걀 모양이나 타원 모양이며 크고 무색인 헛뿌리를 낸다. 한국의 연안에서는 10월 무렵에 나타나기 시작하여 겨울에서 봄까지 번식하고, 그 뒤는 차차 줄어들어 여름에는 보이지 않는다. 한국(제주도 · 남해안 · 서해안) · 일본 · 중국 등지에 분포한다.

김에는 단백질이 많이 들어 있는데, 마른 김 5장에 들어 있는 단백질 양이 달걀 1개에 들어 있는 양과 비슷하다. 그러나 품질이 나쁜 김에는 단백질보다 탄수화물이 더 많이 들어 있다. 또한, 필수 아미노산을 비롯하여 비타민도 많이 들어 있으며, 소화도 잘 되기 때문에 아주 좋은 영양식품으로 알려져 있다. 한편, 동맥경화와 고혈압을 일으키는 원인으로 알려진 콜레스테롤을 몸 밖으로 내보내는 성분도 함유하고 있는 것으로 알려져 있다.

(1) 김 만들기

처음에는 바닷가의 암초에 붙은 돌김을 뜯어서 말려 먹기 시작하였으며 이후에는 갯벌에 섶을 꽂아 포자를 붙게 하여 채취하는 방법을 사용했다. 이후 대나무로 발을 짜서 바다에 말뚝을 박아 고정하여 양식을 하였다. 1960년대에 인공포자 배양기술이 개발되고 그물발이 보급되면서 김양식의 생산성이 높아졌다.

김 양식장은 해안마을에서 허가된 구역 안에서 김발을 설치한 곳이다. 추석전후로 설치하고 종자용 포자를 부착한 김발과 보통 김발 여러 개를 한꺼번에 바다에 넣고 포자가 붙도록 1주일 쯤 놔둔 다음 정식으로 설치한다. 설치한 지 한 달이 지나면 채취가 가능하며 이듬해 4월까지 7~8회 정도 채취한다. 채취된 김은 민물로 세척한 다음 잘게 자르고 물통에 넣고 풀어 김발 장에 뿌린다. 규격에 맞는 크기를 만들기 위해 김틀을 발장 위에 올리고 작업을 한다. 너무 두껍거나 얇지 않도록 풀어진 김을 올린 다음 양지바른 건조장에서 말린다. 건조된 김은 40장을 한 톳으로 묶으며 20톳을 한 통, 20통을 한 척이라고 한다.

한편 바위에서 채취하는 자연산 돌김은 썰물 때 긁어모아서 말려 먹는다.

(2) 우리나라 김의 역사

김은 《삼국유사》에 처음 나와 신라시대 때부터 먹은 것으로 보이며 이 밖에 《경상지리지》, 《동국여지승람》 등에서 김을 토산품으로 소개하고 있다.

1429년 《세종실록》에 명나라에 보낼 물건 중 하나로 해의(海衣)가 있는데, 김을 부르는 말이다. 조선시대 동안에는 충청도 태안군, 경상도 울산군, 동래현, 영덕현과 전라도 일부지역에서 김을 만들어 서울로 올리는 진상품의 하나였다. 이렇듯 귀한 먹거리여서 1650년에는 1첩의 값이 목면 20필까지 오른 적도 있었다.

인조18년(1640년)에 전라남도 광양 태인도의 김여익이 처음 김을 양식하는 데 성공하였다고 전해

내려온다. 대나무나 참나무 가지를 간석지에 세워 김을 이 가지에 달라붙어 자라게 하는 섶 양식이었다. 김의 양식 법은 완도 조약도의 김유봉, 완도 고금면의 정시원에 의해서도 시작되었다.
1840년대에는 대나무 쪽으로 발을 엮어 한쪽은 바닥에 고정시키고 다른 한쪽은 물에 뜨도록 한 떼밭 양식이 개발되었다.

1920년에 떼발 양식을 개량한 뜬발 양식이 시작되었는데, 이 방식은 김을 날마다 일정 기간 동안만 햇빛을 받을 수 있도록 조절하는 것으로 요즈음에도 이 방법을 쓰고 있다.

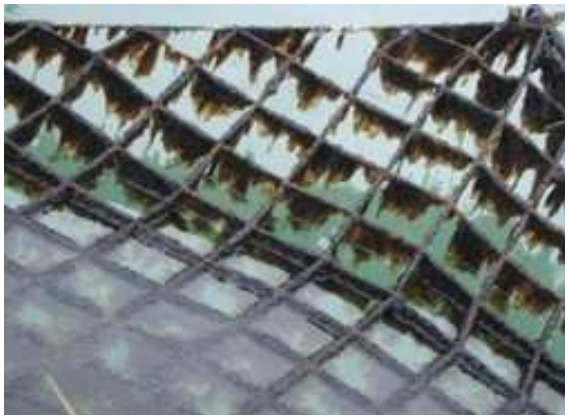


그림 6-4. 김 양식

요즈음은 사상체를 배양하여 인공적으로 채묘하면서 부류식 냉동망을 교체하는 방법까지 개발되었다.

(3) 김의 종류

세계적으로 80여종이 있으며 한국에서는 20여종이 있다. 김의 종류는 참김, 방사무늬김으로 크게 나눈다. 한국은 남서해안의 전남 신안 지역이 주 원산지이다.

1) 재래김

일명조선김이라고도 하며 장이 약간 크고 김을 엷게 떠 부드러운 맛이 좋아 즐기는 소비자가 많으며 충남 서해안지방에서 많이 생산되고 있다. 충남서천 대천, 전남 부안이 주생산지이다.

2) 돌김

돌김에는 온돌김과 반돌김이 있으며 온돌김은 순수포자를 사용하여 생산되는데 거칠어서 주로 반돌김이 많이 생산되며 씹히는 맛이 좋아 구이용으로 많이 사용된다. 돌김은 전남신안 진도 완도, 해남이 주생산지이다.

3) 파래김

민물이 흘러들어 오는 곳에서 잘 자라며 떠다니다가 양식용 김발에 착상하여 파래김을 만든다.
파래김은 쌉쌀하며 그 향이 좋아 생김을 그대로 구워서 먹는 것이 제일 맛있다. 파래김은 전남신안, 완도에서 많이 생산된다.

4) 김밥김

김밥 김은 밥알이 보이지 않게 두껍게 떠서 건조한다. 김밥이외의 용도로는 질겨서 잘 사용하지 않으며 주로 전남 완도에서 많이 생산되고 있다. 시대의 흐름으로 삼각 김밥용 김이나 김초밥, 주먹밥용으로 적합하여 앞으로 업무용 김으로 생산이 많이 늘어갈 것이다. 주로 일본이 스시용 김이 많이 소비되고 있는데 일본의 기술로 중국에 김발을 설치 김을 양식하고 있기도 하다.

5) 화입김

김은 생김 일 때 수분을 8-13%정도 함유하고 있다 햇김일 때부터 시작하여 온도가 상승하는 3월말까지는 햇김상태로 판매하다가 화입을 하여 연중 판매한다. 화입김(얼구운김)은 생김의 수분을 3-5%미만으로 낮추는 것을 말한다.
김은 특성상 냄새와 수분을 흡수하기 때문에 화입밀봉 하여야 오래 보관할 수 있다.

그림 6-5. 김의 종류

(4) 좋은 김 선별방법

1) 좋은 김 선별방법

■ **생산시기에 따른 구분법:** 김 채취시기는 10월 하순부터 익년 4월초까지이다.

- 12 ~ 3월: 이 시기의 김은 빛깔이 검고 광택이 많이 나며 얇으면서도 김의 최상의 시기로 맛이 가을이나 봄에 채취하는 김보다 훨씬 향과 맛이 진하다.
- 4 ~ 5월: 채취가 끝나는 시기로 수온 상승에 따라 품질과 맛이 떨어진다.

■ **품질에 따른 구분법**

- 우선 잡티가 적어야 한다.
- 빛깔은 검고 광택이 많이 날수록 상품이다.
- 연녹색 빛깔을 내는 파래가 적어야 한다.
- 김은 표면에 여백이 없고 고르며 구울 때 청록색이 나는 것이 상품이다.

(5) 김을 바삭바삭하고 오래 먹을 수 있는 방법

1) 먹을 만큼만 따로 밀폐해 보관해요.

우선 김은 한 번에 먹을 분량을 나누어 위생봉지에 넣어 보관한다. 한번에 10장에서 20장씩 위생봉지에 나누어 담고 밀폐용기나 비닐봉지에 넣어 냉장 보관 하거나 시원한 곳에 보관하면 오랫동안 바삭한 김을 먹을 수 있다.

김을 냉동실에서 보관하는 경우가 많은데 냉동실에 있을 땐 바삭바삭하지만 김을 실온에 꺼내 놓으면 더 빨리 눅눅해지기 때문에 냉동실보다는 냉장실에 넣어 두고 먹는 것이 좋다.

2) 방습제를 이용해요.

과자나 구운 김 봉지에 늘어 있는 습기 제거제(실리카겔)를 그냥 버리지 말고 모아 놓았다가 김을 보관하는 데 같이 넣어 두면 방습제가 김이 눅눅해지는 것을 예방해 준다.

(6) 김의 효능

1) 김의 주요 성분

김의 주요 성분은 단백질, 지방, 탄수화물, 식이성 섬유, 회분, 칼슘, 인, 철분, 요오드, 비타민 A와 C, 젤라틴, 엽록소, 피코에리트린, 홍조소, 콜린, 만니톨 등이 함유되어 있다.

2) 콜레스테롤 배출

콜레스테롤은 담즙과 만나 반응하게 되면 체내에 흡수가 된다. 하지만 김에 들어 있는 식이섬유는 콜레스테롤이 담즙과 만나는 것을 억제하여 체내에 흡수되지 않고 그대로 배출될 수 있게 해준다.

3) 암 예방

식이섬유의 또 한 가지 기능으로써 식이섬유가 대장에 붙어 있는 발암물질을 흡착하여 배변이 된다. 따라서 대장 암 예방에 효과적이다. 대장암 뿐 아니라 김에 함유되어 있는 포미란 성분은 인체의 면역력을 증가시키는데 결정적으로 종양세포를 파괴하는 효과가 뛰어나다고 한다.

4) 변비

대장을 자극하여 원활한 배변활동을 도와준다. 이 기능 역시 식이섬유가 하고 있는 기능으로 장내의 숙변을 흡착하여 배출함과 동시에 장을 자극하여 변비에 매우 효과적이다.

5) 갑상성 부종

김에는 갑상선의 필수 호르몬인 요오드가 있다. 요오드가 많아 갑상선을 보호해주며 부종을 방지하기도 한다.

6) 시력 개선

비타민 A가 풍부한 김은 시력저하를 예방하는 것은 물론 야맹증에도 효과가 있다.

7) 효과를 기대할 수 있는 질병과 증상

위궤양, 기관지염, 갑상선의 멍울, 림프절 결핵, 이후염, 기침, 고혈압, 고지혈증, 건망증, 부종, 각기 등

8) 기억력을 향상시켜 주는 식재료

최근, 김이 기억력 감퇴를 개선해 주는 효과가 있다는 사실이 발견되어 커다란 화제가 되었다. 본래 한의학에서는 김에 이뇨효과가 있고 부종, 갑상선의 멍울, 림프절 결핵에 의한 종양 등에 강한 작용이 있다고 보고하고 있다.

김은 고혈압, 만성 기관지염, 인후염, 기침 등의 질병을 치료하는데 이용되고 있다고 한다. 중국 송나라 시대 이후부터 김을 인공적으로 양식하기 시작했다고 하는데, 당시 김의 수확량은 매우 적었기 때문에 어민들은 부자나 귀족에게 판매하기 위하여 인공양식으로 눈을 돌린 것으로 생각된다.

현재 전 세계에는 70종류 이상의 김이 있으며 중국에만도 10종류가 넘는 김이 있다고 한다.

9) 확인된 주요 효능

① 김에 함유되어 있는 다당류는 단백질의 합성을 촉진, 세포와 체액의 면역력을 향상시켜 준다. 다당류는 혈액을 맑게 해주는 효과가 있을 뿐 아니라 고지혈증이나 동맥경화 예방에도 효과적이다. 특히, 김의 다당류는 심장 근육의 수축력을 증강시켜 주는 효과가 있다고 한다.

② 기에 함유되어 있는 콜린은 신경세포 사이의 정보 전달에 빼 놓을 수 없는 물질로 김을 늘 먹으면 몸 안의 콜린 함유량이 증가하여 기억력이 향상된다고 한다.

③ 김에는 위궤양이나 궤양면의 유합을 촉진하는 비타민 U가 풍부하게 함유되어 있다고 한다. 신선한 김의 경우, 그 양은 양배추의 70배나 되며 말린 김에도 다량으로 함유되어 있다고 한다.

④ 김에 풍부하게 함유되어 있는 요오드는 갑상선의 멍울, 림프절 결핵 등에 탁월한 효과가 있다.

10) 면역력 증강에 효과적인 조리 방법

일반적으로 김은 말려서 날로 먹기도 하지만 구워서 먹는 것이 더 효과적이라고 한다. 또 삶거나, 끓여서 국으로 만들어 먹어도 영양분을 모두 흡수할 수 있기 때문에 효과적인 조리법이라고 한다.

11) 부작용

① 김을 지나치게 많이 섭취하면 복통 등의 증상이 나타날 수 있기 때문에 주의해야 한다.

② 밀감, 석류, 감 등의 탄닌[11]이 많이 함유된 과일과 함께 먹지 않도록 한다. 탄닌은 김의 칼슘이온과 화합하여 결과적으로 위장에 이상을 초래하거나 영양분의 소화와 흡수를 방해한다고 한다.

그림 6-6. 돌김의 채취

그림 6-7. 김의 보관(방습제 사용)

11) **탄닌(tannin)** 식물에 널리 분포하며 수용성으로 단백질과 결합하여 변성시키는 작용이 있어, 가죽을 무두질하는데 이용되는 물질. 미각세포에 대해서도 작용하기 때문에, 수렴성이 강한 떫은맛을 느끼게 한다. 차, 포도주, 감의 떫은맛은 탄닌에 의한 것이다. 화학적으로는 폴리페놀을 기본구조로 하며, 폴리페놀옥시다아제에 의해 쉽게 산화, 중합하여 착색물질을 생성한다. 철 이온과 반응하여 흑색의 탄닌 철을 만든다.

7. 해양 환경 정화 활동 사진

그림 7-1. 통영 한산도 제승당 환경 정화 활동 후 기념 촬영

그림 7-2. 고성 하이면 덕명리 상족암 해안 환경 정화 활동

그림 7-3. 장도 청해진 앞바다 갯벌 환경 정화 활동 및 기념 사진 촬영

그림 7-4. 장도 청해진 판축 토성 탐방로 환경 정화 및 갯벌 환경 정화, 해창만 간척지에 버려진 오물들

부 록

Ⅳ. 부 록

1. 한려 해상 국립공원 탐방코스 293
2. 다도해 해상 국립공원 탐방 코스 300

1. 한려해상국립공원(閑麗海上國立公園)

1. 정의

전라남도 여수시에서 경상남도 통영시 한산도에 이르는 한려수도(閑麗水道)와 남해도·거제도의 해안 일부를 포함하는 국립공원.

2. 내용

1968년 12월에 지정, 공포되었으며, 행정구역상 전라남도 여수시와 경상남도 하동군·남해군·사천시·통영시·거제시 등의 일부에 걸쳐 있으며, 총 면적은 510.3㎢(육지 부분 165.6㎢, 해상 부분 344.7㎢)이다.

크고 작은 360여 개의 섬들이 점점이 깔려 해상경관이 아름다울 뿐만 아니라 어족자원이 풍부하며, 특히 이순신(李舜臣)의 전승, 유적지가 많다. 또한, 기후가 온화하여 난대성식물인 동백나무·비자나무·치자나무·유자나무·춘란·풍란 등이 자생한다. 이 지역에는 어장과 농경지가 넓은 지역에 분포하고 있으므로 보호 관리에 단점이 있어 6개 지구로 분할 관리되고 있다.

① 해금강지구(海金剛地區)

해금강지구는 거제도 남동쪽에 있는 북병산(北屛山)·망산(望山) 능선의 동쪽 지역과 해안 부근의 섬들을 포함한다. 갈곶도(葛串島)를 중심으로 하는 거제해금강(명승 제2호)은 오랜 세월도안 파도와 비바람이 섬의 층암절벽에 온갖 만물상을 새겨 놓아 금강산의 해금강을 방불케 한다 하여 해금강이라 불리워진다. 십자굴(十字窟)을 비롯한 기암괴석과 노송·동백숲 등이 조화를 이룬 절경이다.

북부 해안에는 구조라해수욕장이 있고, 그 아래 학동리는 동백림 및 팔색조 번식지(천연기념물 제233호)이며, 거제도 연안 일원의 아비도래지(천연기념물 제227호)도 있다.

② 한산도지구

한산도지구는 통영시 남쪽의 미륵도(彌勒島)·한산도·비진도(比珍島)·용초도(龍草島) 등 30여 개의 섬과 바다를 포함한다.

한산도는 이순신이 전라좌수영을 여수에서 이곳으로 옮긴 뒤 삼도수군통제사로 승격되면서 본영(本營)으로 삼아 한산대첩의 공을 세운 전승지로서 사적 제113호로 지정되었으며, 제승당(制勝堂)·대첩문(大捷門)·충무사(忠武祠) 등이 있다. 이 밖에도 통영시의 충렬사(忠烈祠)·세병관(洗兵館)·착량묘(鑿梁廟), 비진도의 팔손이나무자생지(천연기념물 제63호) 등이 있다.

③ 사천지구

사천지구는 신수도(新樹島)·늑도(勒島)·마도(馬島)·학섬 등을 비롯한 부근의 섬과 바다를 포함한다. 명승지로는 남일해수욕장과 각산산성(角山山城)·대방진굴항 등이 있고, 학섬은 백로와 왜가리 번식지(천연기념물 제208호)이다.

④ 노량지구

노량 지구는 남해대교로 연결되는 하동군·남해도의 일부와 노량해협(露梁海峽)을 비롯한 주변 바다를 포함한다. 이곳은 이순신이 노량해전에서 전사한 곳으로, 노량충렬사(露梁忠烈祠)·관음포이충무공전몰유허(觀音浦李忠武公戰歿遺墟, 사적 제232호) 등이 있다.

⑤ 남해금산지구

남해금산지구는 남해도의 동남부에 위치한 금산(錦山) 주변과 노도(櫓島)·소치도·장도(丈島)에 이르는 바다를 포함한다.

금산에는 대장봉(大將峯)·독대봉(獨臺峯)·향로봉(香爐峯)·일월봉(日月峯) 등의 기봉(奇峰)과 삼불암(三佛巖)·천구암(天狗巖)·사자암(獅子巖)·음성굴(音聲窟)·가사굴(袈裟窟)·쌍홍문(雙虹門)·감로수(甘露水) 등의 38경(景)이 있고, 그 아래 해변에는 2㎞의 백사장과 노송이 어우러진 상주해수욕장이 있다.

⑥ 여수오동도지구(麗水梧桐島地區)

여수오동도지구는 여수시 전면의 오동도를 중심으로 한 주변 해상 지역을 포함한다. 오동도는 토끼 모양을 한 약 12㏊의 섬으로, 육지와 이어져 있는 740m의 방파제와 오동도 일주 유람선과 모터보트 선착장이 있다. 그리고 한려해상국립공원의 기점이자 종점으로 섬을 일주하는 산책로는 1,350m이며, 난대성인 동백나무와 대나무가 울창한 숲을 이루고 있다. 오동도에서 동백꽃과 함께 빼놓을 수 없는 것이 시누대이다.

충무공이 이곳에서 최초로 수군연병장을 만들었고 이곳의 시누대로 화살을 만들어 왜적을 무찔렀다고 전해온다. 시누대밭 앞의 등대와 나란히 서 있는 전망대에 오르면 아름다운 다도해가 점과 점을 이어 시야에 성큼 다가서고 왼쪽으로 충무공이 순국한 관음포해상과 남해대교가 보인다. 여수 시내에는 이순신의 유적인 진남관(鎭南館)과 수군대첩비가 있고, 해변에는 오천해수욕장과 만성리해수욕장이 있다.

한려해상국립공원의 교통은 서울에서 진주까지의 항공, 열차, 고속버스와 남해까지의 일반 버스, 선박이 있다. 그 외 진주에서 상주까지의 일반 버스가 있으며, 고속도로를 이용하여도 좋다.

이 지역을 탐방하는 노선은 금산 입구-금산-보리암-금산 입구(4.6㎞, 3시간 소요), 해금강 산책 등 산로(1.5㎞, 2시간 30분 소요), 한려수도 유람선 이용 탐방(3시간 30분 소요),

구조라-학동-해금강-명사해수욕장-다대포 일주도로(35㎞, 2시간 소요)의 4가지가 있다. 해금강지구는 부산에서 거제로 통하는 육로를 이용할 수 있다. 학동리에 선착장이 있어 관광선을 이용할 수 있으며, 숙박 시설로는 호텔과 여관이 있고 민박도 가능하다. 한산도지구는 통영시에서 충무교(忠武橋)를 거쳐 미륵도로 가는 육로와 해상으로 한산도에 가는 방법이 있다.

한산도지구 탐방 방법에는 통영-안정사-산양 일주도로-제승당-비진도해수욕장-매물도, 통영-욕지도-연화도-두미도-사량도-옥녀봉 등 두 가지가 있다. 미륵도에는 충무관광호텔이 있고, 한산도에는 산장이 있으며 민박도 가능하다. 노량·남해금산지구는 남해대교와 이순신 유적지를 거쳐 상주해수욕장까지의 정기 버스편이 있다.

남해에는 여관·산장이 많으며 민박도 가능하다. 여수오동도지구는 여수시의 교통과 숙박 시설을 이용할 수 있고 오동도 일주 유람선도 있다.

3. 탐방 코스

(1) 금산 1코스

(2) 금산자연관찰로

(3) 소매물도-매물등대 코스

(4) 야소-망산(한산도) 코스

(5) 지심도선착장-해안선 전망대

(6) 진두-덮을개 코스

(7) 해금강-우제봉-석계해변 코스

2. 다도해해상국립공원(多島海海上國立公園)

1. 정의

전남 홍도(紅島)에서 신안군 · 진도군 · 완도군 · 고흥군 등을 거쳐 여수시 돌산읍에 이르는 해안 일대와 도서를 중심으로 지정된 전라도 지역의 국립공원.u

2. 내용

면적은 2,344.91㎢(육지 340.43㎢, 해상 2,004.48㎢)이다. 1981년 12월 23일 지정되었다. 다도해에는 1,700여 개의 섬이 있는데 오랜 해식으로 기암괴석의 해식애(海蝕崖) · 해식동(海蝕洞) 등 특이한 해안지형이 발달하였으며 온화한 해양성 기후로 무성한 난대성 식물이 어울려 뛰어난 경관을 이루고 있다.

또한 신라 때에는 장보고(張保皐)가 당(唐)과 왜(倭)의 해적떼를 토벌하여 해상왕국을 건설하였다. 고려시대에는 송(宋) · 원(元) · 왜와 통상하던 해상무역로에 해당하는 수역이며, 신안군 앞바다는 송 · 원대의 도자기 매몰지로 널리 알려져 있다. 조선시대에는 충무공(忠武公) 이순신이 왜적을 격파했던 전적지가 곳곳에 남아 있다.

다도해 해상국립공원은 다도해 여러 곳에 지역별로 나뉘어 지정되어 있다. 흑산 · 홍도지구, 신안해안지구, 만재도(晩才島)지구, 진도 해상지구, 완도 해상지구, 고흥 해안지구, 거문 · 백도지구, 돌산 · 여천지구, 팔영산지구 등 9개 지구로 이루어져 있다.

① 홍도 · 흑산도 지구

홍도는 산화된 붉은 규암(硅岩)으로 형성된 데서 얻어진 지명인데, 높은 해식애로 둘러싸였고 풍란 자생지가 있어 홍도천연보호구역(천연기념물 170)으로 지정되어 있으며, 낙조(落照) · 탑바위 · 북문(北門:독립문바위) · 남문(南門:구멍바위) · 병풍바위 · 돔바위 · 석화굴(石花窟) · 갓바위 · 용문바위 · 주전자바위 등의 명물과 명소가 있다.

흑산도에는 유리제조 원료인 규사가 무진장인데다 조기 어로기에 파시(波市)가 서서 어업전진기지로 활기를 띠고 있다. 진리(鎭里)에는 둥근 자갈이 깔려 있는 해수욕장이 있다. 그 밖에 산성(山城) · 뜬바위 · 피바위 등의 명소가 있고, 북쪽의 다물도(多物島)에는 돗대바위 · 칠성굴(七星窟) 등이 있다.

② 신안해안 지구

신안해안지구는 신안군의 비금도(飛禽島), 도초도(都草島) 서안과 하의도(荷衣島) 서쪽의 우이군도(牛耳群島), 신도(薪島) 등이 포함되는 지역이며, 해식애와 백사장, 동백꽃과 무성한 곰솔이 어울려 일대 경승지를 이룬다. 비금도의 원평해수욕장은 5㎞ 가량 되는 백사장이 있어 유명하다. 특히 이 지구에는 중국 송 · 원의 도자기가 매몰되어 있는 수역으로 사적 제274호로 지정되어 있다.

③ 만재도 지구

다도해해상국립공원 만재도지구는 진도 남서쪽 약 60㎞ 해상에 있다. 해식애와 병풍바위가 절경을 이루고, 특히 후박나무 자생지이며 해수욕장이 있다.

④ 진도해상 지구

진도군 임회면(臨淮面) 남서 해안의 일부 지역과 조도면(鳥島面)의 거의 전역을 포함하는 지역이다. 독거군도(獨巨群島)에는 기암이, 거차군도(巨次群島)에는 동백꽃이 이채로운 경관을 이루고, 기후가 온

화하여 휴양지로 알맞다.

임회면의 남도석성(南桃石城:사적 127)은 옛 남도포영(南桃浦營)터로 수군만호(水軍萬戶)가 주둔했던 곳이다. 관매도(觀梅島)·관사(觀沙) 두 해수욕장은 백사와 청송이 아름다운 곳이며, 특히 관매리의 후박나무는 천연기념물 제212호로 지정되어 있다. 또한 부근의 수역은 전복·낙지 등의 수산물이 많고, 해저경관이 아름답다.

⑤ 완도해상 지구

완도읍의 주도(珠島)를 포함한 남해안 일부와 청산도(靑山島)·소안도(所安島)·횡간도(橫看島)·자개도(者開島)·보길도(甫吉島) 등의 전역을 포함한 지역이다. 이 해역은 신라 때 장보고가 활약한 곳이며, 고구마·녹두 등의 농산물과 김·미역·고막 등의 수산물 양식업이 발달한 지역이다.

기후는 온화하고 강수량이 많은 남해안형으로 동백·귤 등 난대성 식물이 무성하며, 주도의 상록수림(천연기념물 28)은 그 수종이 125종이나 된다. 완도에는 정도리(正道里)의 구계등(九階嶝:명승 3)을 비롯하여 중도리(中道里)·명사십리(鳴沙十里)·지리(池里)·예송(禮松) 등의 해수욕장이 있다. 이 밖에 백련사(白蓮寺)·영주암·자개도 등대 등의 명소가 있다.

보길도는 고산(孤山) 윤선도(尹善道)가 귀양살이를 하던 곳으로 그의 유적이 많이 남아 있으며(보길도 윤선도유적:사적 368), 예송리의 상록수림(천연기념물 40)을 비롯하여 많은 경승지가 있다.

⑥ 고흥해안 지구

고흥해안지구는 고흥군 도화면(道化面)의 남해안 일부 지역과 외나로도(外羅老島)·지죽도(支竹島) 등을 포함한 지역이다. 내발(內鉢)은 이순신의 전적지이며, 해수욕장과 부근에 활개바위·삼불암(三佛岩) 등의 명소가 있다.

나로도는 어항으로 활기를 띠고 또 해수욕장이 있는 곳이며, 관통굴·텅텅바위·텅텅굴·마침머리·보석굴 등의 해식지형에 의한 경승지가 많고 연협사가 있다.

⑦ 거문·백도 지구

거문·백도지구는 여수시 삼산면(三山面)에 속하는 지역으로, 거문도는 조선 후기에 영국 동양함대가 한때 점령한 곳이다. 삼도(三島) 또는 고도(古島)라고 불렀고, 지금은 어업 전진기지로 활기를 띠고 있다. 여수와 제주도를 왕래하는 페리의 기항지이고, 덕촌해수욕장·촛대바위 등이 있으며, 광달거리(光達距離)가 40㎞인 한국 굴지의 거문도 등대가 있다. 이 부근에는 동백꽃을 비롯한 난대성 상록수가 무성하여 관광객이 많이 찾아든다.

백도군도(白島群島:명승 7) 일대는 거문도 동쪽 25㎞ 해상에 있는 돌섬으로서, 깎아지른 듯한 기암괴석으로 장관을 이룬다. 수십 종의 희귀조와 300여 종의 아열대식물이 군생(群生)한는데 특히 석란(石蘭)의 자생지로 유명하다. 백도 가까이에 있는 대·소 삼부도(大 小三夫島)는 도미·삼치·조기·갈치 등의 바다낚시터로 널리 알려진 곳이다.

⑧ 돌산·여천지구

돌산·여천지구는 여수시 돌산도(突山島)의 남해안 일부와 금오도(金鰲島)·안도(安島)·연도(鳶島:所里島)를 포함한 지역이다.

돌산도 남동쪽 끝에는 50m 가량의 해식애를 이룬 절벽이 있고, 이곳에 해돋이를 맞이하는 유명한 향일암(向日庵)을 비롯하여 거북바위·마당바위·흔들바위 등의 명소가 있다. 금오도의 유송(柳松)해수욕장과 망산(望山) 등의 명소와 안도의 이이금·서고지 해수욕장 등은 백사(白沙)와 조개류의 산지로 유명하다. 연도에는 소리도(所里島) 등대가 있으며, 부근 일대는 웅장한 해안의 경관으로 알려져 있다.

⑨ 팔영산지구

팔영산지구는 팔영산도립공원을 포함하여 17.9㎢이다.

고흥읍에서 동쪽으로 25㎞ 떨어진 지점에 있는 팔영산(608m)과 팔영산 남동쪽 능선의 계곡에 있는 자연휴양림 등을 포함한다. 팔영산은 기암괴석이 많고 산세가 험준해 연중 등산객이 끊이지 않고, 특히 제1봉인 유영봉(儒影峰)에서 성주봉(聖主峰)·생황봉(笙簧峰)·사자봉(獅子峰)·오로봉(五老峰)·두류봉(頭流峰)·칠성봉(七星峰)을 거쳐 마지막 제8봉인 적취봉(積翠峰)까지 이어지는 바위 능선 종주 코스가 유명하다.

3. 탐방 코스

(1) 거문도 백도 코스

(2) 고흥 나로 우주해변 코스

(3) 고흥 발포해변 코스

(4) 관매도 코스

(5) 비금-도초도 코스

(6) 여수 향일암 코스

(7) 완도 구계등 코스

(8) 완도-보길도 코스

(9) 우이도 코스

(10) 조도 코스

(11) 홍도 코스

(12) 흑산도 코스