

WHAT IS  
SICAL FEATURES  
THE GROUND?

# 지형지질환경영향평가

## 03. 지질 유산 2 - 고생물자원의 이해와 관리방안



ENVIRONMENTAL  
PROBLEM

## 1. 자원의 이해

고생물 자원(paleontological resources)은 자연자원의 일부로서 지구의 과거 생물학적 변화를 알 수 있는 모든 것을 말한다. 지구의 역사를 지질시대, 선사시대, 역사시대로 구분할 경우 통상 화석을 포함한 고생물 자원은 지질시대에 생성된 것을 의미한다.

화석(fossil)은 땅에서 파낸 물건을 뜻하던 라틴어 'fossilis'에서 기원한 용어로서, 지질시대 동안 살았던 생물의 유해나 그 흔적을 말한다. 화석의 범위는 공룡의 뼈나 조개의 껍데기처럼 생물 자체의 일부분은 물론, 그 생물의 형태가 찍힌 흔적과, 발자국이나 배설물처럼 과거의 생물들이 살면서 남긴 생활의 흔적들까지 매우 광범위하다.

일반적인 경우 생물의 사체는 다른 동물에게 먹히거나 미생물에 의해 빠르게 분해되어 사라지면, 비록 신속히 매장된다 하더라도 화석화가 되기 전에 열과 압력으로 파괴되기 쉽다. 대다수의 화석은 오랜 세월 동안 땅속에 묻혀 있었기 때문에 단단하다<sup>1)</sup>. 석탄과 석유는 생물의 유해이지만 생물의 구조를 파악할 수 없기 때문에 화석으로 분류되지 않는다. 그러나 석탄 중 생물 구조를 간직한 것은 화석으로 분류된다. 역사시대(지질시대 이후의 시대)에 살던 생물의 유해는 화석으로 보지 않고, 고고학적 유물 혹은 반화석(suvfossil)로 간주<sup>2)</sup>하는 경향이 많다.

화석을 연구하는 분야인 고생물학은 고생태, 진화, 인류인 우리가 차지하는 위치 등을 추적하는 학문으로서 생물학, 지질학, 생태학, 인류학, 고고학 및 컴퓨터 과학 등에 관한 지식을 망라해서 지구상의 생물이 출현한 이후에 새로운 종류가 출현하고 어떤 종류는 멸종되어 가는 과정을 이해하는 학문이다. 고생물학은 흥미롭고 오래 지속되어 온 과거와 복잡하고도 희망찬 미래를 연결시키는 중요한 분야이다.

생물의 사체나 흔적이 보존될 확률이 고작 1%에도 미치지 못하지만 이들은 극히 일부나마 화석으로 살아남아 지금의 우리에게 생명진화의 역사를 알려주고 있다. 고생물 자원은 우리에게 중요한 메시지를 전해준다. 그들이 살던 당시의 시대와 환경을 말해주고, 생물이 진화하는 모습을 보여준다. 우리는 화석과 같은 고생물 자원의 채집과 연구를 통하여 지구 역사를 장식한 수많은 생물들의 모습을 상상하고 그 환경을 엮어내며 궁극적으로 지구의 역사를 실제에 가깝게 복원하는 것이다. 고생물 자원은 지구의 자연사를 규명하는데 결정적인 역할을 하며, 특히 생명체의 진화, 변성, 멸종 등에 대한 중요한 연구대상으로서 가치를 지닌다. 고생물 자원은 적극적으로 보존해야 할 대상이며 고생물 자원을 통하여 다음과 같은 지구환경을 추정할 수 있다.

- 고지리의 복원 : 대륙에서 발견되는 화석 중에는 해발고도가 매우 높은 지역에서도 바다 화석이 발견되는 경우가 많다. 히말라야 산맥의 해발 6000m 지점에서는 신생대의 바다화석이 발견된다. 이는 과거(신생대)에는 그 암석이 바다환경이었다는 것을 의미한다. 또한 화석의 종류를 비교하면 서로 연결여부를 알 수 있다.

- 고기후의 지시자 : 특정 생물은 고유한 기후에서 서식하므로 화석의 산출로 고유한 기후 상태를 추정할 수 있다. 우리나라도 열대, 아열대성 화석이 많이 발견되므로 매우 흥미있는 일이다.

1) 되기 위해서는 퇴적물 속에 급히 묻히고 딱딱한 부분(뼈, 이, 껍질 등)이 있어야 하며, 돌처럼 딱딱해 지거나 다른 물질로 바뀌는 등의 암석화 작용을 받아야 한다.

2) 이탈리아 폼페이 유적지에서는 베수비오 화산폭발 당시 뜨거운 화산재에 뒤덮여 살아있던 당시 모습 그대로 돌로 굳어진 유해들이 발굴되었다. 베수비오 화산폭발은 역사시대이므로 폼페이에서 발굴된 유해를 화석으로 보지 않는다.

- 진화론의 실증자 : 같은 종의 화석이 지질시대별로 다른 모양으로 변화한다. 진화론의 실제적인 증거이다.

- 지층동정의 재료 : 특정 시대를 대표하는 표준화석을 비교하면 서로 떨어진 지역이어도 지층이 쌓인 시대와 지층의 지리적 연결성 등의 여부를 알 수 있다. 예를 들면 강원도 삼척의 필석 화석은 고생대 오르도비스기와 실루리아기의 지층에만 분포한다.

- 지질시대의 구분 : 동물군 천이의 법칙에서 언급한 바와 같이 화석동물군은 시대에 따라 다르므로 지질계통과 지질시대의 구분이 가능하게 한다.

#### <시상화석과 표준화석>

산호는 수심이 얇고 따뜻하며, 깨끗하고 잔잔한 바다에서만 산다. 만약 60만년 전의 지층에서 산호가 발견되었다면 그 지층은 과거에 수심이 얇고 따뜻한 바다였음을 알 수 있다. 이처럼 생존기간이 길고 특정한 환경에서만 생존하여, 지층이 만들어진 환경을 알려주는 화석을 시상화석이라 한다.

공룡은 지구 여러 곳에서 생활하였으나 중생대에만 살았다. 이처럼 생존기간이 짧고 진화속도가 빠르며 여러곳에서 나타나 지층이 만들어진 시대를 알려주는 화석을 표준화석이라 한다.

## 2. 우리나라의 고생물 자원

우리나라에서 발견되는 다양한 지질유산의 사례는 다음과 같다.

### 1) 한반도 최초의 생명체의 흔적

한반도에도 선캄브리아기의 생명체의 흔적이 있다는 것은 생물다양성 측면에서 매우 중요하다. 그 흔적 중의 하나가 스트로마톨라이트(stromtolite, 바위침대라는 의미)로서, 지구상에 출현한 최초의 생물 중 하나인 단세포 원시 미생물(남조류) 위에 적은 퇴적물 입자들이 겹겹이 쌓여 형성된 퇴적구조이다. 우리나라에서는 선캄브리아기(약 7억년~10억년 전)에서 중생대 백악기(약 1억년전)에 형성된 퇴적암에서 발견되고 있는 희귀한 지질자료이다.

(그림 3-1 한반도 초기 생명체의 흔적)



[그림 3-1] 한반도 초기 생명체의 흔적

위: 스트로마톨라이트 화석 (경북 경산시 하양읍 은호리 346번지, 시도기념물 136호, 사진: <http://www.cha.go.kr>(문화재청)/검색어: "스트로마톨라이트",

아래: 소청도의 남조류 화석 (*Obruchevella* sp. 사진 :이성주 외, 2003, '한국 소청도의 선캠브리아 지층에 나타나는 박테리아 화석', *지질학회지*, 39(2), 177).

### <스트로마톨라이트>

스트로마톨라이트(stromatolite, '바위침대'라는 의미)는 박테리아 남조류 집단에 의해 만들어져 층을 이룬 퇴적구조이다. 남조류는 작은 단세포들이 사슬처럼 연결되어 매우 가는 섬유구조를 이루고 있으며, 그 표면에서 끈끈한 점액이 분비되어 모래나 점토들이 잘 달라붙는 특징이 있다. 이 때문에 매일 주위의 퇴적물들이 박테리아의 층에 붙잡혀 한겹 한겹 쌓이면서 차츰 비슷과 비슷한 퇴적구조를 만들게 된다. 이들 박테리아 남조류는 유독가스로 가득했던 원시지구의 대기에 산소를 공급하기 시작한 최초의 광합성 생물이었다.

스트로마톨라이트는 시아노박테리아를 비롯한 광합성을 하는 미생물의 작용으로 형성된 것으로, 현재도 서호주에서 생성 중인 스트로마톨라이트를 볼 수 있다.

지구상에서 최초의 생명 출현은 약 40억년 전으로 추정되지만 당시 생물의 직접적인 증거는 아직 발견되지 않고 있다. 화석기록으로 남아있는 가장 오래된 생물의 흔적은 약 35억년 전의 것이다.

## 2) 한국의 공룡화석 산지<sup>3)</sup>

우리나라의 공룡연구는 1972년 경남 하동에서 공룡 알 화석을 발견한 것을 시초로 현재까지 40년 정도의 연구 역사를 갖고 있다. 본격적인 연구는 1980년 이후 경남 고성과 1996년 전라남도 해남 우항리 공룡 화석 산지가 발굴되면서 활발히 진행되었다. 지금까지 50곳이 넘는 지역에서 공룡 화석이 발견되었다. 이들 화석들의 발굴 성과들은 국제적인 논문으로 출간되고 세계적 새로운 신종 화석으로 인정받으면서 한반도 공룡이 전세계에 널리 알려지게 되었다. 지금도 남해안에는 발굴을 기다리는 공룡 화석이 곳곳에 숨어 있다.

우리나라 공룡 화석이 세계의 주목을 받는 이유는, 공룡 발자국이 세계 최대 규모인데다가 익룡 발자국과 새 발자국이 개수가 많고 크기가 아주 크기 때문이다. 여기에 대규모 공룡 알과 알 둥지 화석, 공룡 뼈 화석, 이들과 함께 규화목 및 식물 화석, 거북, 악어, 어류 등의 각종 척추 동물과 무척추 동물 및 생흔 화석들이 발굴된 것도 중요한 역할을 했다.

이러한 다양한 화석들은 백악기 공룡 시대를 복원하고 당시의 공룡 생태를 파악하는 데 중요한 자료임에 틀림없다. 이들 연구로 공룡 멸종에 관련된 새로운 과학적 연구가 가능하게 되었다. 특히 백악기 후기로 접어들면서 유럽이나 북미에서는 용각류가 쇠퇴한 반면, 한반도 일대에는 용각류 발자국이 대규모로 발견된 사실은 한반도가 몽골 고비 및 중국 일부 지역과 함께 공룡 시대 최후의 파라다이스였음을 시사하고 있다.

한국에는 쥐라기와 백악기의 지층이 넓게 분포되어 있고, 특히 경상남도-경상북도 지역은 대부분이 중생대 퇴적암 육성층으로 덮여 있다. 따라서 이 지역에서 공룡화석이 집중적으로 발견된다. 특히 공룡발자국화석만 본다면, 한반도는 세계에서 손꼽히는 공룡집단서식지이다. 한국에서 처음으로 공룡화석이 발견된 것은 1972년 경상남도 하동군 금남면 해안에서 발견된 조반목의 알껍질화석이다. 이후 공룡발자국화석이 여러 곳에서 발견되었는데,

3) 사이버문화재탐방 홈페이지([www.heritage.go.kr](http://www.heritage.go.kr))

100개 이상 집단적으로 발견된 곳만도 20여 곳에 이른다.

경남 의성 제오리에는 250평의 지층면 위에 316개의 중생대 백악기 공룡발자국화석이 있다. 경남 고성 해안에 360개의 발자국이 찍혀 있는데, 대부분 이지보행의 것이나 사지보행의 것도 드물게 나타난다. 전남 해남 우항리에는 중생대 백악기 후기의 공룡발자국화석 200여 개가 발견되었다. 특히 이곳에는 세계 최대의 익룡발자국화석과 세계 최고(最古)의 물갈퀴를 가진 새발자국이 발견되었다. 이밖에도 함안·마산·진주를 비롯한 영남지역의 여러 곳과 전라남도 광양 등지에서 공룡발자국 화석이 나왔다.

<그림 3-2> 해남 공룡 화석 산지



해남 우항리 공룡화석지는 세계적 학술 가치가 있는 화석지로 세계 유일의 정교한 대형 용각류 공룡발자국 화석이 산출되었다. 또한 세계 최대 발 크기와 발자국 개수를 가지고 있는 테로닥틸로이드 종류의 익룡발자국 화석과 제일 오래된 물갈퀴새발자국 화석, 그리고 아시아 최초발견인 절지동물 보행흔을 가진 생흔화석에 공룡 . 익룡 . 새 발자국이 한 층 준에서 발견된 세계 유일의 화석지다. 세계에서 가장 오래된 두 종류의 물갈퀴새발자국과 아시아에서는 처음인 익룡발자국이 동일 지층에서 발견되어 익룡과 새가 같은 서식지를 공유했다는 것을 입증하는 최초의 사례가 되고 있다.

### <해남 우항리 공룡화석 산지>

해남 우항리 고생물화석지는 해남읍에서 서쪽방향(진도방향)으로 약 20km 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~8500만년전 추정)된 것으로 약 5km의 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 30cm 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, 조각류등의 다양한 공룡발자국 화석 514점, 익룡발자국화석 443점, 새발자국 화석 약 천여점, 규화목 및 탄화목 화석 수십점, 개형충 미화석 수만점, 생흔화석 수십점 및 새로운 발굴이 요구된 익룡 및 공룡뼈 화석 수십점 등이 발견 및 발굴된 곳이다.

세계적 학술가치는 다음과 같다.

(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(Hwangsaniipes Choughi, Uhangrichnus chuni),

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

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

(계속)

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) 세계 최초로 새와 공룡의 화석이 동일한 지층에서 발견됨

- 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.

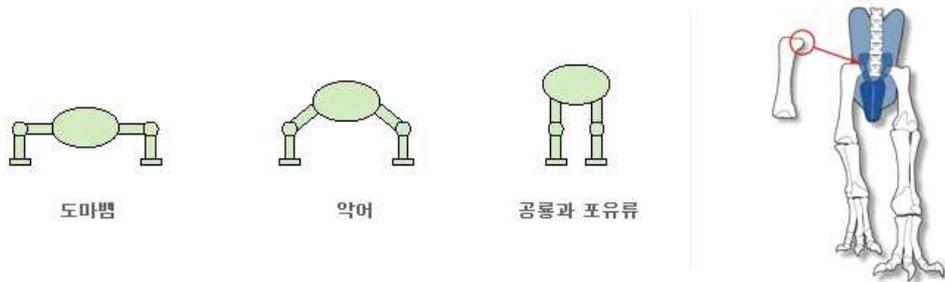
출처 : 해남 공룡사이버정보관 홈페이지(<http://uhangridinopia.haenam.go.kr>)

### <공룡이란 무엇일까?>

공룡(Dinosauria - Dinosaur의 그리스어)이란 명칭은 1842년 영국의 고생물학자 리처드 오언이 처음 제안한 것으로서, 그리스어로 '무섭도록 거대한, 파충류(fearfully great reptiles)란 의미이다.

그는 당시 영국에서 발견된 중생대의 거대한 파충류 화석들을 면밀히 비교 연구하던 중, 도마뱀에도 악어에도 속하지 않는 세 종류의 거대한 고대 육상 파충류에서 공통된 특징을 발견하고 공룡이란 새로운 이름을 부여한 것이다. 공룡은 튼튼한 골반과 곧게 뻗어내린 다리가 특징이다.

공룡의 전형적인 특징은, 지금의 파충류와는 달리 선추(골반을 지나는 척추)가 3개 이상 움직일 수 없게 엉겨붙어 있고, 대퇴골이 연결되는 골반관절의 소켓이 완전히 뚫려 구멍이 나 있으며, 이 구멍에 플러그처럼 끼워지는 대퇴골의 머리가 공처럼 둥글다는 것이다. 또한 무릎과 발목의 관절면이 악어나 도마뱀과 달리 비스듬하지 않아 다리를 벌리지 않고 몸 아래로 곧게 뻗어내릴 수 있다. 결국 공룡은 튼튼한 골반과 다리골격 구조 덕분에 몸무게를 효과적으로 지탱하며, 마치 포유류처럼 육상에서 직립해 걸어 다닐 수 있었다.



<도마뱀과 악어의 다리가 몸 옆으로 비스듬히 몸 아래로 뻗어 내린 것과 달리, 공룡과 포유류의 다리는 몸 아래로 곧게 뻗어 내려 있다.

출처 : 한국지질자원연구원의 지질박물관 홈페이지(<http://museum.kigam.re.kr>)

### 3) 한반도의 삼엽충

강원도 태백시 장성동은 한국 최대의 고생대 삼엽충의 화석 군락지이다. 1989년 강원도기념물 제57호로 지정되었다가 2000년 해제되었다. 태백시 장성동은 대표적인 석탄층을 이루며, 따라서 삼엽충 군락이 쉽게 발견되는 지역이다.

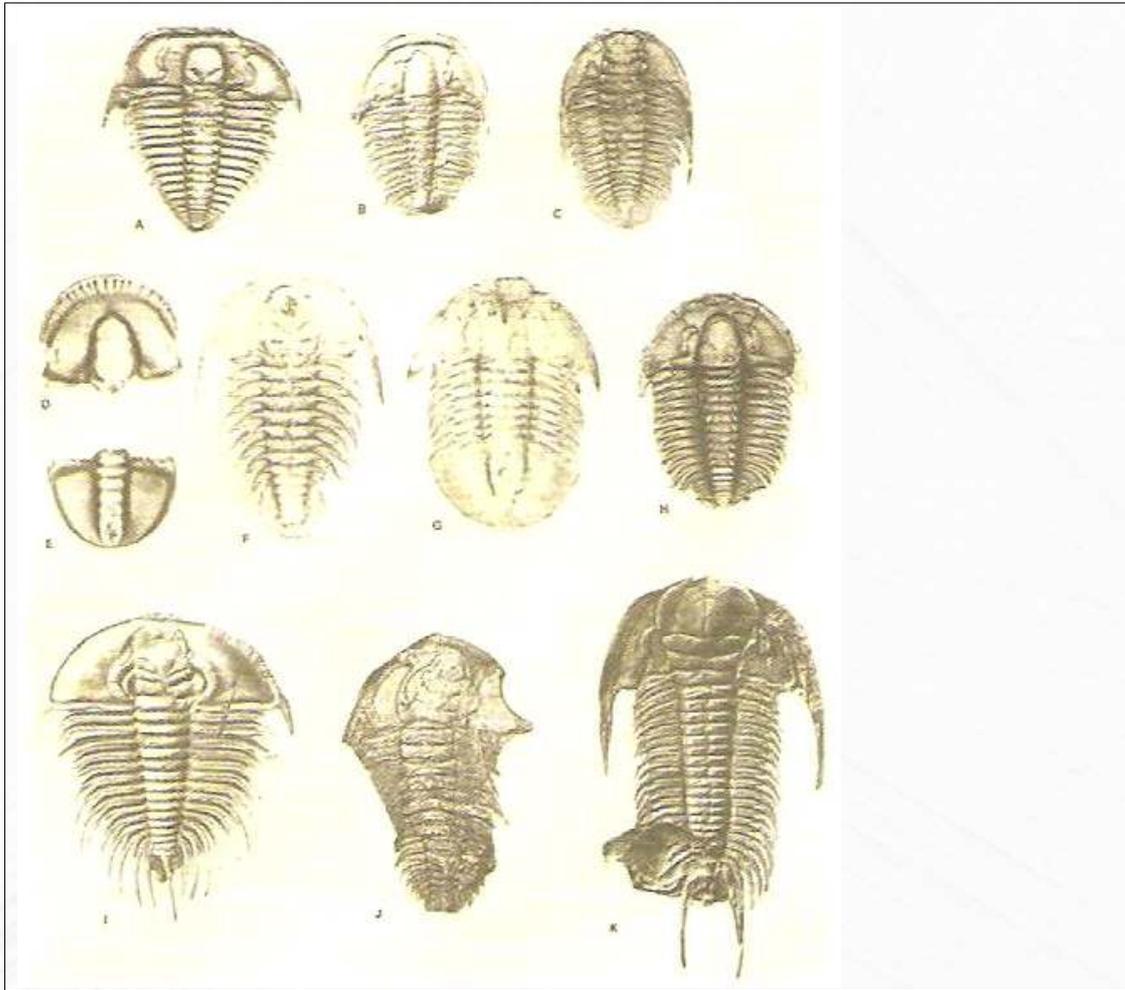
삼엽충은 머리, 가슴, 꼬리의 세 부분으로 나누어지며 몸통은 가운데 축을 중심으로 좌우가 서로 대칭을 이루고 있다. 오늘날의 곤충처럼 여러 개의 마디로 이루어진 등껍질 있었고, 허물을 벗으며 조금씩 성장했으며, 이렇게 남겨진 허물들이 화석이 되기도 한다. 삼엽충은 작은 것이 0.5cm에서 큰 것은 70cm까지 다양한 크기로 발견된다.

5억 7000만년 전부터 시작하는 고생대는 2억 4500만년 전에 중생대로 넘어가며 그 시대를 마감하는데 삼엽충은 이 기간 전체에 걸쳐 생존을 하였고, 특히 초기 1억년 동안은 가히 '바다의 지배자'라 불려도 손색이 없을 만큼 그 수가 많았다. 이때의 화석 중 60%는 바로 삼엽충이 차지하는 것이다. 지질연대표를 보면 고생대도 여러 단계로 나누는데, 삼엽충은 고생대 전체에 생존하였으므로 진화된 모습까지도 볼 수가 있다. 이렇게 번성했던 삼엽충은 고생대 말의 대멸종 시기에 지구상에서 모두 사라졌다. 삼엽충은 고생대의 표준화석이다.

우리나라 강원도 태백과 정선 지역은 고생대 동안 바다에서 퇴적된 지층인 조선누층군이 분포하고 있다. 고생물학자들은 각 지층에서 발견되는 다양한 삼엽충 화석군을 연구하여 각 지층의 나이를 추정하고 지층을 구분하였다(그림 3-3 하부 조선누층군의 생층서에 활용된 삼엽충 화석들).

전 세계적으로 약 1만 여 종 이상의 삼엽충이 발견되었습니다. 우리나라에서 발견된 것만도 200종이 넘는다. 삼엽충은 고생대에 번성했던 생물로 오늘날의 게나 가재와 같은 갑각류로 탈바꿈을 한다. 완전한 갑각류는 수많은 조각으로 나누어진다. 먼저 머리, 가슴, 배, 절지 등으로 크게 나뉘고 이는 다시 작게 나누어질 수 있다. 삼엽충도 예외는 아니다. 삼엽충 화석의 70% 정도는 완전한 삼엽충 개체가 아니고 탈바꿈한 껍질과 조각들이라고 한다. 그러므로 완전한 개체를 채집하기는 매우 어렵고 대개 조각을 채집하게 된다. 한편, 강원도 영월에서 발견된 삼엽충과 유사한 조성을 지닌 것이 중국과 오스트레일리아에서도 발견됨으로써 영월 부근의 고생대 지층의 고지리적인 의미가 커졌다. 실제로 고생대에는 육지의 대부분이 남반구에 있었으며 우리나라는 남·북 중국과 함께 오스트레일리아에 결합되어 있었다. 고지자기 연구와 구조지질학적인 연구에서도 삼엽충 연구와 유사한 연구결과를 얻었다.

<그림 3-3> 조선누층군의 생층서에 활용된 삼엽충 화석들



출처 : 지질의 이해, 2013, 한국지질자원연구원

<삼엽충>

삼엽충(trilobite, 세 개의 엽(葉)이라는 의미)은 잘 알려진 화석 동물로 멸종한 해양 절지동물이며 삼엽충강(Trilobita)을 이룬다. 삼엽충은 가장 먼저 나타난 절지동물 중 하나이다. 삼엽충이 화석 기록에서 최초로 나타난 것은 캄브리아기 초기 앳다바니아절이 시작하는 부분이며 하부 고생대에 해당하는 기간 동안 번성하다가 천천히 쇠퇴하여 데본기에 프로에티다 목을 제외하고는 모든 삼엽충 목이 멸종했다. 삼엽충은 지금으로부터 2억 5000만 년 전 페름기-트라이아스기 멸종 사건 때 결국 멸종했다.[2]

삼엽충은 화석 기록에 처음 출현했을 때 이미 고도로 다양하고 지리적으로 널리 퍼져 있었다. 삼엽충은 매우 다양하고 쉽게 화석화되는 외골격을 가지고 있었기 때문에 광범위하게 화석기록을 남겨서, 고생대 기간 동안 17,000 종 정도가 알려져 있다. 삼엽충 화석 연구는 생층서, 고생물학, 진화생물학 및 판구조론등에 중요한 공헌을 하였다. 삼엽충은 절지동물 내부의 스키조라미아 아문(sumphylum Schizoramia), 거미형상강(Arachnomorpha, 혹은 Arachnata)에 속하는 것으로 보는 경우가 많지만[3] 그와 다르게 분류하는 경우도 문헌에서 여럿 찾아볼 수 있다.

삼엽충은 다양한 생활 형태를 가지고 있었는데, 어떤 종류는 포식자, 청소동물 혹은 여과섭식자 등의 역할로 저서성 생활을 했고, 어떤 종류는 플랑크톤을 먹이로 하며 원양성(pelagic) 생활을 했다. 현생 해양 절지동물에서 볼 수 있는 대부분의 생활 형태를 삼엽충에서도 볼 수 있는데 기생생활을 하는 종류는 없었던 것으로 보인다(이 부분은 여전히 과학적으로 논쟁이 진행중이다).[4] 어떤 삼엽충은 (특히 올레니드과의 경우) 황을 소화시키는 박테리아와 공생관계를 진화시켜 거기에서 먹이를 얻었을 것이라고 보기도 한다.[5]



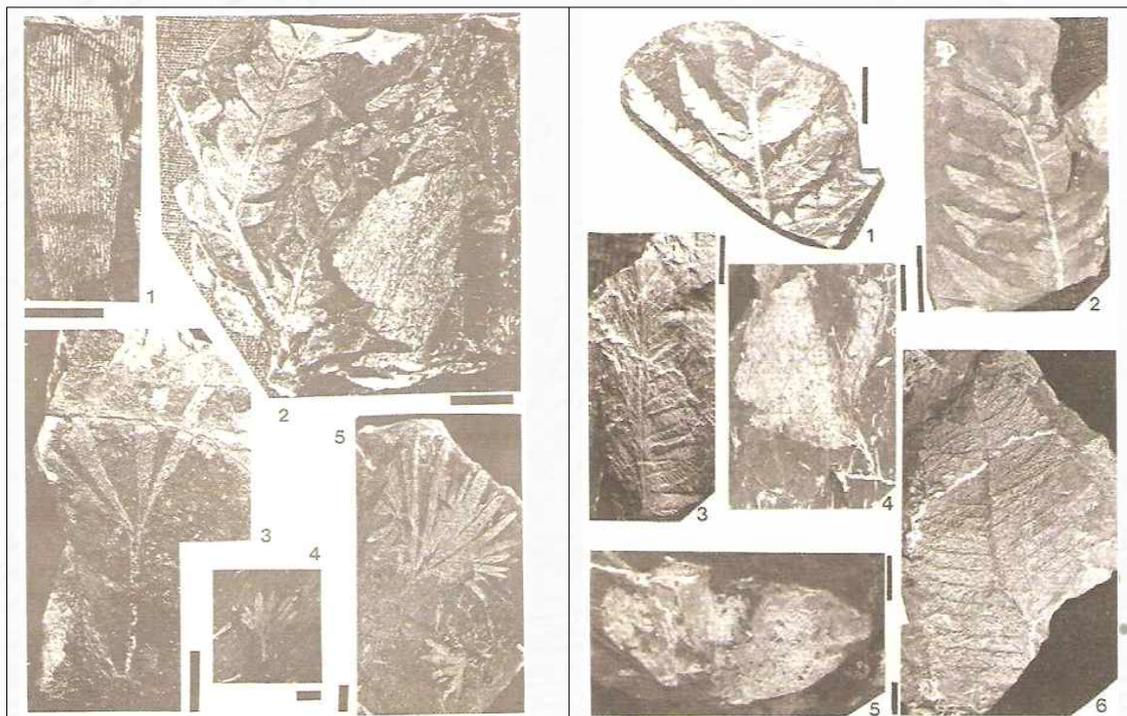
#### 4) 한반도의 석탄층과 식물화석

석탄은 식물들의 유해가 퇴적암의 지층과 함께 퇴적되어 남게 된 하나의 유기적 퇴적암이다. 고생대에 거대한 숲을 형성하며 번성했던 식물군이 지각변동에 의해 땅속으로 매몰되어 두꺼운 지층을 만들게 되고 오랜 지질시대 동안 압력과 열을 받아 산소가 빠져나가고 탄소만 남는 탄화작용을 일으키면서 높은 칼로리의 석탄층을 형성하였다. 산소가 적기 때문에 불이 잘 붙지 않고, 한번 불이 붙으면 천천히 타면서 열량을 내기 때문에 우리가 에너지로 사용한다.

지질시대에 육상에 식물이 나타나 번성하기 시작한 것은 고생대 중엽의 데본기이고, 이 시기의 육상식물이 매몰되어 다음 시기의 석탄기에 생성된 석탄은 세계 각지에서 발견된다. 국내의 주요한 석탄층은 석탄기 다음 시대인 페름기에 생성된 것들이다.

우리나라에는 고생대에 만들어진 평안누층군과 중생대에 만들어진 대동누층군에서 석탄층이 발견되어 과거 탄전으로 개발되었다. 평안누층군은 무연탄층을 포함하고 있어 탄전으로 개발되어 왔으며 석탄 자원 개발과 함께 그 분포지와 지질학적 특성 및 층서학적 연구가 활발히 진행된 바 있다. 평안누층군은 고생대의 석탄-페름기를 지시하고 있으며 대표적인 탄전 분포지로 강원도(삼척, 영월, 정선), 충북(단양), 경북(문경) 전남(화순) 등이 있다. 중생대에 생성된 석탄의 분포지는 충남(대천, 남포, 보령)과 경기(김포, 파주)가 있다. 이들 평안누층군과 대동누층군의 퇴적암에서는 다양한 식물화석이 발견된다(그림 3-4 대동누층군에서 발견되는 식물화석).

<그림 3-4> 대동누층군에서 발견되는 식물화석들



출처 : 지질의 이해, 2013, 한국지질자원연구원

(좌) 영월-단양지역 대동층군에서 특징적으로 산출되는 식물화석 (우) 문경탄전에서 산출되는 대표적인 대동식물군

<동아시아 고생식물군>

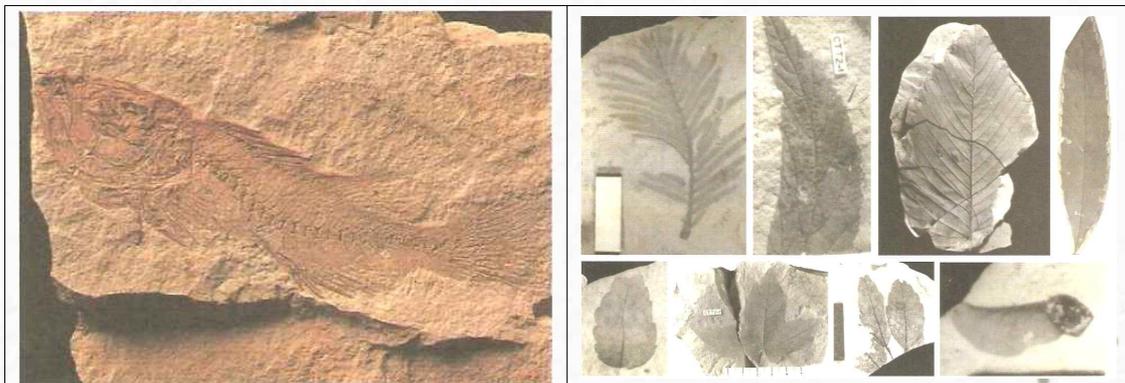
고생대 말의 식물의 특징은 무엇보다도 그 크기에 있다고 할 수 있다. 대부분의 식물들이 대형 산림을 이루어 석탄삼림을 구성하고 있었으므로 그 식생의 특징을 환경과 비교하여 볼 수 있다. 이들 식물상은 자연계의 생태계에 특징적인 상호관계를 구성하여 특히 곤충류의 발달에 크게 기여한 것을 알 수 있다.

후기 고생대의 식물군은 범지구적으로 볼 때 각 대륙의 위치에 따라 달라지는 것을 알 수 있다. 판게아 초대륙으로부터 떨어져 나온 각 대륙들은 그들의 위도가 달라짐에 따라 각각의 환경에 따른 생물상도 달라지는데 그중 뚜렷이 나타나는 것이 바로 식물상의 차이이다.

5) 제3기층에서 발견되는 화석

한반도의 신생대층은 동해안과 서해안을 따라 여러 지역에 소규모로 분포하고 있다. 동해안 지역에서는 영해, 포항, 울진 퇴적분지가 분포하고 있다. 이들 지층들은 미고결 사암과 이암, 화산암류 및 응회암으로 구성되며, 다양한 화석이 풍부하게 산출되고 있다(그림 3-5 포항지역에서 발견된 신생대 화석). 포항-울진 분지의 제3기 지층의 지질시대는 마이오소이며, 하부로부터 장기층군, 범곡리층, 연일층군으로 나누어진다. 연일층군에서는 패류, 극피동물, 곤충류, 어류, 고래, 거북, 유공충, 개형충, 규조 등의 다양한 화석이 풍부하게 산출된다.

<그림 3-4> 포항지역에서 발견된 신생대 화석



(좌) 연일층군에서 산출된 어류화석 (우)장기층군에서 산출된 특징적인 신생대 식물화석

출처 : 지질의 이해, 2013, 한국지질자원연구원



< 3-1> 화석의 산출여부에 대한 판단 흐름도 및 관련 조치

단계	조치	행동	비고
1	-지질환경의 확인	-해당지역 지질도 확인 -변성암, 화성암, 퇴적암, 화산암 구분	-퇴적암과 화산암은 화석 산출 가능성 높음
2	-관련 서적의 확인	-지질도 -논문 -연구보고서 -전문서적	-한국지질도 -지질학회지, 고생물학회지 등 -학위논문 등
3	-지층의 확인	-화석 산출의 기록 확인 -현장 조사	-지층명을 검색 -전문가의 조사 참여
4	-화석의 존재시 조치	-보존가치의 판단	-보존가치 있을 경우 사업의 조정 고려 -조정이 어려울 경우 공사시 조사.발굴 보존 계획을 수립
5	-공사시 조치	- 화석 산출 가능성 있는 지역의 일반 정밀조사	-전문가의 조사가 바람직 - 필요시 보존조치

**조사일람표의 작성과 모니터링**

고생물 자원을 관리하려면 고생물자원의 조사일람표의 작성과 모니터링이 반드시 필요하다. 따라서 <표 3-2>와 같은 자료가 기록.관리되어야 한다.

<표 3-2> 고생물자원 조사시 필요한 항목과 내용들

항목	필요정보	비고
산출지의 지리적 위치	-지형좌표(UTMs) -지리적 분포 범위	-지도에 표시 -GPS* 사용 권장
층서학적 정보	-층, 단위층을 표시	-년대도 파악
고생물분류학적 정보	-고생물학적 연구자료	-산출지 주변 연계
화석층의 퇴적환경	-주변 지질정보	-암상의 조사

고생물자원은 사진기록의 필요성이 있으며, 현장사진은 근접촬영 세밀도, 퇴적구조, 산출지의 일반적 환경 현황 등을 담고, 항공사진은 산출지의 지형현황을 파악할 수 있는 정도(적정 축적사용)이면 된다.

자연침식은 고생물자원에 대한 위해요소 중 가장 심각한 사안이다. 특히 지표면에 노출된 것은 물리 화학적 변화를 받아 파괴되기 쉽다. 따라서 침식 우려지역의 화석은 지속적인 재고조사와 관찰을 권고하고 있다.

- **화석산출지에 대한 정보**

우리나라의 주요 화석산출지에 대한 정보이므로 사업지역이 인접하여 입지하는 경우 화석 산출의 가능성이 높으므로 유의하는 것이 좋다.

- 대한지질학회, 1999, 「천연기념물(화석.암석류) 및 공룡발자국 화석류 조사보고서」
- 백인성, 2000, 「마산시 호계리 공룡족인 학술조사보고서」. 부경대학교
- 양승영, 2000, 「한국공룡대탐험」. 명지사
- 윤철수, 2001, 「한국의 화석」. 시그마프레스.
- 이상헌.전희영.윤혜수, 1997, 「화석」. 삼양문화사.
- 이용남, 2000, 「공룡대탐험」. 창작과비평사.
- 이하영, 1987, 「한국의 고생물」. 민음사.
- 허민 외, 1999, 「보성공룡알화석지 기초학술조사보고서」. 전남대학교 공룡연구소.보성군.
- 허민 외, 1999, 「전남도서 해안지역 지질환경연구」. 전남대학교.전라남도.
- 김수진 외, 2000, 「해남공룡화석지 보존방안 학술연구」. 전라남도 해남군.
- 최영선, 1995, 「자연사기행」. 한겨레신문사.
- 이석록외, 지질의 이해, 2013, 한국지질자원연구원

#### 4. 국외 고생물자원 관리 현황

미국은 자연환경의 다양성을 관리하기 위하여 여러 가지 법적, 제도적 장치를 갖추고 있다. 특히 지질유산 중 생명의 진화와 고환경의 복원과 관련이 있는 화석에 대해서는 보전.관리하기 위한 관련법을 추진하고 있다.

연방 소유토지에서 고생물자원의 통합보전과 관리정책을 수립하는 것이 입법의 목적으로 미국 연방의회는 고생물자원에 대하여 (1) 고생물 자원은 비재생성 자원이며, (2) 고생물 자원은 대체할 수 없는 자연유산이고, (3) 일반인에게 교육적 차치를 가지기 때문에 통합관리 정책이 필요하다는 견해를 가지고 있다.

미국국립공원국은 다음과 같은 목적으로 고생물자원관리계획을 세우고 있다.

- 국립공원 내 고생물 자원의 확인 조사
- 고생물 자원의 중요성 평가
- 중요한 고생물 자원의 역사적 가치를 유지하기 위한 보호조치
- 고생물 자원의 관리를 위한 연구

## 참고문헌

1. 윤철수(2001). 한국의 화석. 시그마프레스
2. 정창희(1986). 지질학개론. 박영사
3. 이석록외(2013). 지질의 이해. 한국지질자원연구원.
4. 이성주 외(2003). 한국 소청도의 선캠브리아 지층에 나타나는 박테리아 화석. 지질학회지. 39(2).177.  
한국 고생물학회 [www.psok.or.kr](http://www.psok.or.kr)

문화재청. <http://www.cha.go.kr/>

국가문화유산포털 [www.heritage.go.kr](http://www.heritage.go.kr)

해남 공룡사이버정보관 <http://uhangridinopia.haenam.go.kr>

지질박물관 <http://museum.kigam.re.kr>