

백악기 영동충군에서 산출된 구과류 화석의 특징과 고기후적 의미

서지혜*, 김종현

공주대학교 지구과학교육학과

요약

충청북도 영동 지역에 분포하는 영동충군은 옥천변성대에 있는 소규모 퇴적분지중의 하나이다. 영동충군의 지질과 고생물에 관한 연구는 옥천변성대의 조구조운동과 관련한 퇴적분지 발달 규명과 아울러 경상분지와와의 상호대비가 가능케 함으로써 이 시기의 한반도의 지질을 이해하는데 있어 매우 중요한 정보를 제공해 줄 수 있다(김규봉 등, 1986).

영동충군의 층서고생물학적 연구는 김규봉 등(1986), 전희영 등(1993), 최성자 등(1995) 등의 연구가 있다. Shimamura (1927)는 영동충군에서 케이로레피드과(Cherolepidiaceae)에 속하는 식물화석의 산출을 처음 보고하였다. 이후 전희영 등(1993), 최성자 등(1995)이 영동충군에서 케이로레피드과에 속하는 식물화석을 다시 보고함으로써 영동충군에서 식물화석이 많이 산출될 가능성이 확인되었다. 본 연구에서는 식물화석의 연구에 중점을 두고 야외지질조사를 통하여 영동충군의 기존 화석산지와 새로운 화석산지로부터 많은 식물 화석을 채집하였다. 식물 화석은 모두 인상화석으로 보존되었으며 세일층의 층리면 에 평행하게 밀집된 상태로 나타나지만 대부분 파편상으로 나타난다.

식물화석은 고환경이나 고생태에 대한 중요한 단서를 제공하고 과거의 기후를 알려주는 중요한 지시자로 사용되고 있다. 특히 케이로레피드과의 식물은 백악기의 대표적인 고기후의 지시자로서 잘 알려져 있다. 케이로레피드과의 식물은 분류상 구과류에 속하며 백악기에 걸쳐 세계적인 분포를 보이고 있는 화석이다.

본 연구는 영동충군에서 산출된 구과류 화석을 대상으로 고생물학적 연구를 수행하여 산출화석의 특징을 기재하고 체계적으로 분류함으로써 산출화석의 고식물학적 의미를 밝히고자 하였다. 또한 산출 화석의 특징과 지질학적 특징을 통해 중생대 백악기 영동지역의 고기후를 해석함으로써 고기후적 및 고생태학적 의미를 연구해 보고자 하였다.

1. 산출된 구과류 화석의 분류

영동충군의 흑색 세일에서 산출된 식물화석의 분류학적 연구 결과, 구과류에 속하는 케이로레피드과(Cheirolepidaceae)의 *Pseudofrenelopsis*, *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum*의 3속

이 동정되었다. 이 중 *Pseudofrenelopsis*는 잎의 형태에 따라 *P. parceramosa*와 *P. varians* 두 종으로 분류되었다. 또한 케이로레피드과의 꽃가루를 생산하는 웅성번식기관(male cone)인 *Classostrobus* 1속과 열매가 맺히는 자성번식기관(female cone) 1속이 동정되어 모두 5속 6종이 산출되었다. 자성번식기관과 웅성번식기관의 발견은 국내 처음이다.



그림1. *Pseudofrenelopsis parceramosa*

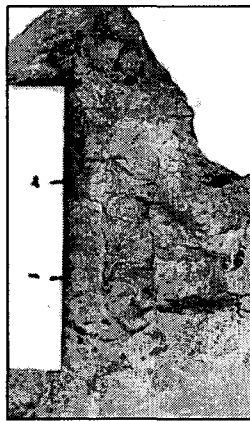


그림2. *Pseudofrenelopsis varians*



그림3. *Brachyphyllum*



그림4. *Pagiophyllum*

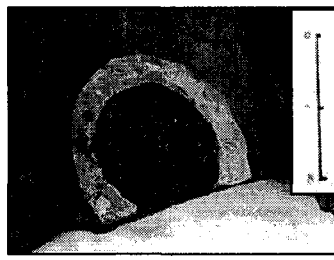


그림5. Male cone

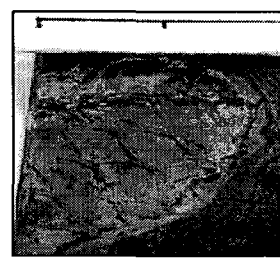


그림6. Female cone

2. 산출된 구과류 화석의 특징

가. *Pseudofrenelopsis*속의 특징

*Pseudofrenelopsis*속의 가장 뚜렷한 특징은 줄기에 마디가 있고 마디를 둘러싸고 잎이 윤생하는 것이다. *Pseudofrenelopsis*의 잎은 매우 작은 삼각형 모양을 이루며 각 마디 바로 위에 조그맣게 튀어 오르듯이 나타난다. 잎은 마디에 하나씩 나타나며, 둘러나기 즉, 윤생으로 배열되고 엽초구조이다.

Pseudofrenelopsis와 매우 유사한 형태를 지닌 것으로 Frenelopsis가 있다. 이들 두 속은 주로 같은 층에서 함께 나타나고 형태적 특징 또한 매우 유사하여 많은 학자들이 혼돈을 일으키는 경우가 잦았으나 Watson (1977)에 의해 분류기준이 명확히 제시되었다. 본 연구에서도 Watson (1977, 1988)이 개정한 분류기준에 따라 그 특징과 동정을 수행하였다.

나. Pagiophyllum 속의 특징

Pagiophyllum의 잎은 종에 따라 어긋나기로 나거나 비늘 모양의 잎이 겹쳐 나기도 한다. 잎은 그 크기나 모양이 다양하고 보통 1-2cm 크기의 잎줄기에 서로 대생하여 나타나며 나선형구조를 이룬다. 잎의 모양은 신장된 난형이며 분지된다.

다. Brachyphyllum 속의 특징

Brachyphyllum 속의 잎은 주로 오각형이나 육각형 모양이며, 줄기에 나선형으로 붙는다. 특히, 잎의 끝부분이 삼각형이나 원뿔형으로 뾰족하며 위를 향해 굽어져 있는 것이 특징이다. 어린 가지에 붙는 잎들은 줄기 표면에 하나씩 서로 교차되어 나타나며, 오래된 굵은 가지의 잎들은 여러 개의 잎이 나선형으로 나타난다.

라. 웅성번식기관(Male cone)과 자성번식기관(Female cone)의 특징

웅성번식기관은 화분을 생산하는 기관이다. 케이로레피드과의 기관속인 Classostrobus는 다양한 종의 화분을 포함하지만 특히 건조기후의 대표적 지시자인 Classopollis를 생산하는 점이 주목할 만하다. 웅성번식기관의 형태는 작고 둥글며 표면은 비늘 모양으로 되어있다.

자성번식기관은 웅성번식기관보다 더 크고 길쭉한 형태이며 표면은 비늘 모양이다. 자성번식기관에 대한 화석의 산출은 매우 귀하고 이에 대한 연구가 아직 부족하다. 이들 번식기관은 가지에 잎과 붙은 상태로 산출되어야 어느 속의 구과인지를 알 수 있으나 분리된 상태로 산출될 경우 분류하기가 어렵다. 그러나 자성번식기관이 Pseudofrenelopsis와 함께 산출되고 주변에 다른 종류의 잎이 없는 것으로 보아 Pseudofrenelopsis의 구과로 추정된다.

3. 구과류 화석에 의한 우리나라 백악기 지층의 대비

본 연구에서 산출된 화석은 구과류의 케이로레피드과에 속하는 화석들이다. 케이로레피

드과의 식물은 중생대 트라이아스기에서 백악기 후기까지 나타나지만 주로 백악기에 들어와 번성한 그룹이다. 그 중 *Pseudofrenelopsis parceramosa*는 전기 백악기의 최하부인 Berriasian에서 후기 백악기 최하부의 early Cenomanian에 이르기까지 산출되고 있으며, *P. varians*는 Aptian에서 Albian 초기에 주로 번성하였다(Watson, 1988).

영동층군의 하부층인 산이리층에서는 *Pseudofrenelopsis parceramosa*가 주로 산출되고 있어 전기 백악기의 최하부인 Berriasian에서 early Cenomanian까지를 본층의 지질시대로 추정할 수 있다.

우리나라에서는 Tateiwa (1924, 1929)가 경북 하양층군(=신라통) 대구층에서 처음 구과류 화석인 *Frenelopsis*의 산출을 보고하였다. 이후 Shimaura (1927)가 전북 지역에 분포하는 진안층군 산수동층과 영동층군 시금리층에서 *Frenelopsis*와 *Brachyphyllum* 등의 구과류 화석을 보고하였다. 그리고 황해도 검이포 지역의 포남리층, 한봉산층에서 같은 종류의 구과류 화석을 보고하였다(Shimaura, 1929). 최근에는 전희영 등(1993)이 옥천변성대를 조사, 연구하는 과정에서 영동층군 산이리층에서 *Frenelopsis*, *Brachyphyllum*, *Pseudofrenelopsis* 등의 구과류 화석을 보고하였다. 위의 연구들은 모두 기재가 없이 이름만 보고된 화석들이다.

영동층군에서 산출된 구과류 화석을 중심으로 국내 백악기 지층에서 동속 또는 동종의 화석이 산출된 층을 대비해 볼 수 있으며 이를 근거로 케이로레피드과의 화석은 백악기 당시 우리나라의 전지역에 걸쳐 번영한 고식물이라는 것을 알 수 있다.

4. 산출 화석에 의한 고기후 분석

가. 산출 화석의 지리적 분포에 의한 분석

케이로레피드과(Cheirolepidaceae)의 식물은 주로 백악기에 나타나며, 지리적으로는 전세계에 고루 분포한다. 특히 백악기 동안에는 위도가 낮은 지역에 분포하는 것이 특징적이다. Alvin 등(1982)은 *Frenelopsis*와 *Pseudofrenelopsis*의 분포도에서 이 식물들이 위도가 낮은 아열대 건조기후대에서 주로 분포하고 있음을 나타내고 있다. 본 연구지역인 영동층군도 백악기 당시 아열대 건조 기후대에 존재하므로 백악기 동안 영동퇴적분지의 고기후를 온난 건조한 것으로 분석할 수 있다.

나. *Pseudofrenelopsis*의 큐티클에 의한 분석

본 연구에서 산출된 *Pseudofrenelopsis*의 경우는 인상화석이어서 큐티클을 직접 관찰할 수 있는 없었으나 유사한 시기에 생존했던 *Pseudofrenelopsis*의 일반적인 특징을 비교해

볼 때 Pseudofrenelopsis의 큐티클은 다른 식물에 비하여 상당히 두꺼우며, 북미의 하부 백악계에서 산출된 것은 그 두께가 100 μ m에 달하는 것도 있다(Watson, 1977). 중생대 식물의 경우 큐티클의 두께는 아무리 두껍다 해도 5 μ m정도에 불과한 것을 생각하면 Pseudofrenelopsis의 큐티클은 특이할 만하다. 이러한 특징은 Pseudofrenelopsis가 건조한 기후에서 적응하고 생존한 것임을 지시한다.

다. 응성번식기관에 의한 분석

케이로레피드과(Cheirolepidaceae)에 속하는 화분인 Classopollis는 건조 기후의 퇴적물에서 많이 산출되고 있다. 우리나라 중생대 백악기 퇴적분지들은 주로 번성작용을 많이 받아 열에 약한 화분들이 대부분 손상되어 거의 추출되지 않고 있다.

본 연구에서 Classopollis의 발견은 이루어지지 않았지만 Classopollis를 생산하는 male cone인 Classostrobus를 국내 최초로 발견하였다. Classostrobus는 Classopollis를 생산하는 기관이다. 그러므로 비록 화분 추출은 어렵지만 male cone의 발견은 Classopollis의 존재 가능성을 시사해 주고 있어, 연구대상 지역의 고기후가 건조한 기후였음을 뒷받침해 주는 중요한 근거를 제공하고 있다.

라. 영동층군의 지질학적 특징

1) 함탄층의 결여

우리나라의 고생대 석탄기와 페름기 지층에는 두꺼운 석탄층이 형성되어 있고 고생대의 대표적인 식물들이 화석으로 산출되고 있다(Kawasaki, 1925, 1926, 1939). 또한 석탄층은 식물의 번성이 있어야 하므로 일반적으로 온난 습윤한 기후에서 형성된다.

우리나라에 분포하는 중생대층은 모두 육성층으로서 크게 하부의 대동누층군과 상부의 경상누층군으로 대별된다. 중생대 초기의 대동누층군에는 석탄층과 함께 많은 식물화석이 산출하고 있다(Kawasaki, 1925, 1926, 1939). 그러나 중생대 후기의 경상누층군에는 두꺼운 퇴적층에 비하여 석탄층이 거의 형성되지 않았고 식물화석도 산출이 귀한 편이다. 이것은 당시 백악기의 기후가 건조한 기후라 식물이 번성할 수 있는 조건이 되지 못하였고 이러한 기후조건은 결국 이 시기에 석탄층이 형성되지 못한 원인으로 작용한 것으로 분석되어 진다. 또한, 건조 기후의 지시자인 Pseudofrenelopsis가 많이 산출되고 있는 것을 근거로 들 수 있다.

2) 건열과 칼크리트

본 연구지역인 산이리층에서 calcareous bed가 보고되어 있는 것으로 보아 영동지역의 고기후가 건조했음을 뒷받침해주는 자료가 되고 있다(최성자, 1995).

건열 또한 건조기후의 중요한 단서가 되는데 본 연구에서 동정리층에서 식물화석과 함께 발견되어 연구지역의 고기후가 건조하였음을 증명해주고 있다.

결론

영동층군의 흑색 셰일에서 중생대 구과류의 식물화석 5속 6종이 산출되었다. 산출된 화석은 케이로레피드과에 속하며 이들은 백악기 당시 전세계적으로 위도가 낮은 지역에서 주로 번성하였으며, 백악기 전기에 우리나라 전지역에 걸쳐 분포하였던 고식물이다. 산출화석을 통한 영동층군의 지질시대는 백악기 전기로 추정되며 당시 영동층군을 포함한 우리나라 전역의 고기후는 온난 건조하였음을 알 수 있다.

참고문헌

- 김규봉, 황재하, 1986, 영동도폭지질보고서 및 지질도(1/50000), 한국동력자원연구소, 24 p.
- 전희영, 엄상호, 최성자, 김유봉, 김복철, 최영섭, 1993, 옥천대주변 백악기 소퇴적분지의 화석군집 모델 연구(I), 70-75.
- 최성자, 김유봉, 김복철, 1995, 영동분지에 분포하는 백악기 퇴적층의 층서 고생물학적 연구, 한국자원연구소 연구보고서, 12p.
- Alvin, K. L., 1982, Cheirolepidiaceae: Biology, structure and Paleocology, Review of Paleobotany and Palynology, 37, 71-89.
- Kawasaki, S., 1925, On the Mesozoic plants in Chosen. Journal of Chosen National History Society, 3. 11-20.
- Kawasaki, S., 1926, Addition to the older Mesozoic Plants in Korea. Bulletin Geological Survey of Chosen, 4, pt. 2, 1-35, pl. 1-11.
- Kawasaki, S., 1939, Second addition to the older Mesozoic Plants in Korea. Bulletin Geological Survey of Chosen, 4, pt. 3, 1-69, pl. 1-16.
- Shimamura, S., 1927, Geological Map of Chosun, Youngdong and Cheongsan Sheet(1/50,000), Geological survey of Chosun.
- Tateiwa, I., 1924, Geological Map of Chosun, Yonil, Guryongpo, Joyang Sheet(1/50,000), Geological survey, Government General of Chosun.
- Watson, J., 1977, Some lower cretaceous conifers of the cheirolepidiaceae from the U.S.A. and England, Palaeontology, 20(4), 715-749, pls. 85-97.
- Watson, J., 1988, The Cheirolepidiaceae, Columbia University Press, New York, 382-447.
- Kawasaki, S., 1925, On the Mesozoic plants in Chosen. Journal of Chosen National History Society, 3. 11-20.