

## 청파대동굴퇴적층에서 알려진 제4기 포분화석에 의한 옛 기후환경연구

김세찬, 김일남

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《자연환경은 사람의 생존과 밀접히 연관되어있습니다. 사람은 다양한 자연환경속에서 살고있으며 자연환경은 사람의 생존과 활동에 커다란 영향을 미치고있습니다.》(《김일성전집》 제83권 287페이지)

황해북도 황주군 황주읍에 있는 청파대동굴퇴적층에서는 인류화석, 짐승류화석, 포분화석을 비롯한 많은 화석들이 발견되였다. 이것은 우리 나라 인류진화발전사문제뿐만아니라 제4기 옛 기후환경을 연구하는데서 중요한 물질적자료로 된다.

청파대동굴퇴적층은 주로 황색, 황갈색점토, 분사질점토, 회흑색석회암각력과 점판암각력이 섞인 적갈색점토, 석회질고결물 등으로 이루어졌으며 퇴적물의 조성과 색깔에 의하여 밑으로부터 위로 올라가면서 15개 층으로 구분된다.

동굴퇴적층에 대한 절대년대측정결과를 보면 고지자기법으로 측정한 제3, 4, 6, 7층의 년대는 80~90ka, 제9, 11층의 년대는 40~60ka이며  $^{12}\text{C}$ 법으로 측정한 제12, 13층의 년대는 각각  $(26.540 \pm 1.830)\text{ka}$ ,  $(19.370 \pm 0.780)\text{ka}$ 이다.[4] 따라서 청파대동굴퇴적층의 지질시대는 제4기 상갱신세에 해당된다.

포분화석은 동굴퇴적층의 제1, 2층을 제외한 제3~15층(제15층은 표토층)에서 55개 과 및 속에 해당하는 1 572개를 찾아내였다.[1]

본문에서는 포분대에 따르는 포분식물의 수직적분포를 밝히고 포분식물의 온도 및 강수량조건에 따르는 생태환경학적특성을 반영한 온도지수와 강수량지수에 의하여 동굴퇴적층형성시기의 옛 기후환경을 복원하였다.

### 1. 포분식물의 수직적분포

청파대동굴퇴적층의 포분식물상은 밑으로부터 위로 올라가면서 13개의 포분식물상(간단히 식물상)으로 구분된다.

표토층의 제13식물상을 제외한 12개의 식물상은 Q형무리분석에 의하여 5개의 포분대로 구분할수 있는데 포분대에 따르는 수직적분포특성은 다음과 같다.(그림 1)

제I 포분대(제1~5식물상) 풀류화분식물이 제일 많은 비율을 차지한다. 그가운데서 대표적인것들은 Ranunculaceae, Leguminosae, Gramineae이다. 넓은잎나무식물은 그 다음으로 많은 비율을 차지하는데 대표적인것들은 *Juglans*, *Castanea*, *Celtis*, *Platycarya*이다. 풀류포자식물은 비교적 적은 비율을 차지하는데 대표적인것들은 *Botrychium*, *Pteridium*, *Polypodiaceae*이다. 바늘잎나무식물은 매우 적지만 그가운데서 *Juniperus*, *Pinus*가 가장 많다.

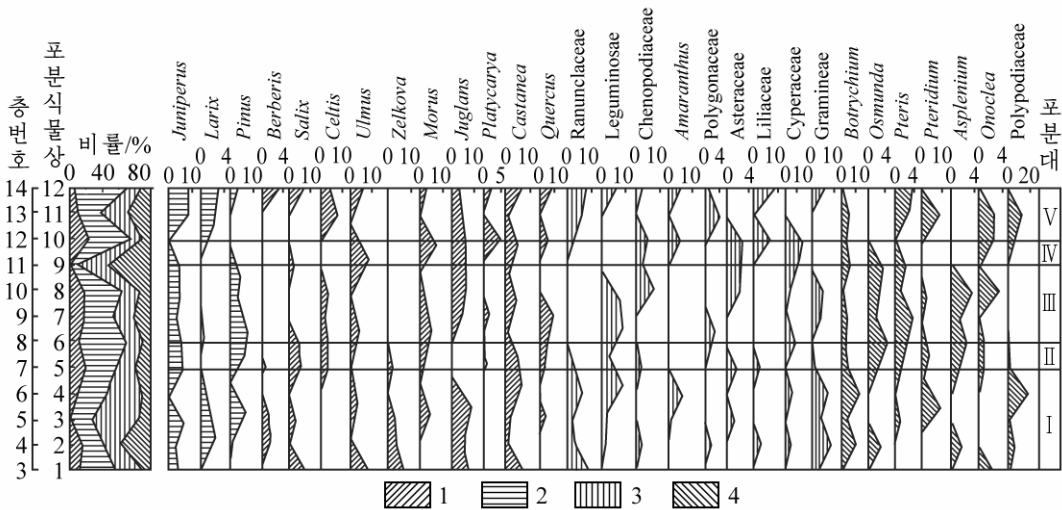


그림 1. 포분대에 따르는 포분식물의 수직적분포  
1-바늘잎나무, 2-넓은잎나무식물, 3-풀류화분식물, 4-풀류포자식물

제Ⅱ포분대(제6식물상) 넓은잎나무식물이 절반이상을 차지하는데 그가운데서 *Castanea*, *Quercus*, *Berberis*, *Zelkova*가 대표적이다. 풀류화분식물들은 *Leguminosae*, *Chenopodiaceae*, *Liliaceae* 등인데 적게 분포된다. 그리고 풀류포자식물과 바늘잎나무식물이 많은 비율을 차지하는데 대표적인것들은 *Osmunda*, *Pteris*, *Asplenium*, *Juniperus*, *Pinus* 등이다.

제Ⅲ포분대(제7-9식물상) 넓은잎나무식물이 비교적 많은 비율을 차지한다. 여기서 *Juglans*, *Castanea*, *Quercus*의 비율은 증가하지만 *Morus*의 비율은 감소하는 경향성이 나타난다. *Celtis*, *Platycarya*는 매우 적게 분포되어있다. 풀류화분식물과 풀류포자식물이 일정한 비율을 차지한다. 풀류화분식물 *Leguminosae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*와 풀류포자식물 *Osmunda*, *Asplenium*, *Onoclea*의 비율은 증가한다. 바늘잎나무식물은 매우 적은 비율을 차지한다. 여기서는 *Juniperus*의 비율이 증가하는 경향성이 나타난다.

제Ⅳ포분대(제10식물상) 넓은잎나무식물이 절반정도를 차지한다. 대표적인 유형들은 *Ulmus*, *Morus*로서 그 비율이 증가하지만 *Quercus*, *Salix*의 비율은 감소한다. 바늘잎나무식물가운데서 *Juniperus*의 비율은 증가하지만 *Pinus*의 비율은 감소한다. 풀류화분식물은 적은 비율을 차지하는데 *Leguminosae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Gramineae*가 대표적인 유형으로 나타난다. 풀류포자식물은 매우 적은 비율로 분포되어있는데 그가운데서 *Osmunda*, *Asplenium*, *Onoclea*의 비율이 증가한다.

제Ⅴ포분대(제11, 12식물상) 넓은잎나무식물이 많은 비율을 차지한다. 여기서 대표적류형은 *Celtis*, *Castanea* 등이다. 풀류화분식물들인 *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*의 비율은 증가하지만 *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*의 비율은 감소하는 경향성이 나타난다. 풀류포자식물 *Pteris*, *Onoclea*, *Polypodiaceae*의 분포비율은 변화가 없이 일정한것이 특징이다. 바늘잎나무식물은 매우 적은 비율을 차지한다.

이와 같이 포분식물의 수직적분포를 보면 제Ⅰ포분대는 풀류식물위주의 바늘잎나무가 섞인 넓은잎나무림, 제Ⅱ포분대는 바늘잎나무가 섞인 풀류-넓은잎나무림, 제Ⅲ포분대는 풀류식물위주의 바늘잎나무가 섞인 넓은잎나무림, 제Ⅳ포분대는 바늘잎나무가 섞인 풀류-넓은잎나무림, 제Ⅴ포분대는 풀류식물위주의 바늘잎나무가 섞인 넓은잎나무림이라고 볼수 있다.

## 2. 온도지수 및 강수량지수에 의한 옛 기후환경복원

일반적으로 어느 한 시기, 어느 한 지역에서 자라는 식물들은 자체의 생장에 필요한 온도 및 강수량과 같은 생태환경조건에 적응되어있다. 제4기 갱신세 포분식물에 반영되어있는 온도와 강수량은 세계 여러 지역의 각이한 기후대와 해발높이에 분포하는 식물들의 생태환경조건을 종합적으로 분석하여 결정할수 있다.[2, 3, 6]

온도지수와 강수량지수는 포분식물상에 반영된 년평균온도와 년평균강수량을 정량적으로 연구하기 위하여 설정된 생태환경변수들이다.[5] 온도지수는 식물온도, 포분식물온도, 포분식물상년평균온도이며 강수량지수는 식물강수량, 포분식물강수량, 포분식물상년평균강수량이다.

온도지수와 강수량지수에 의하여 계산한 청파대동굴퇴적층형성시기의 옛 년평균온도와 옛 년평균강수량은 표와 같다.

표. 청파대동굴퇴적층형성시기의 옛 년평균온도와 옛 년평균강수량

구분	포분식물상											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
온도/℃	10.0	9.8	10.3	8.8	9.4	10.4	9.5	9.5	9.4	9.6	9.2	9.5
강수량/mm	863.2	805.0	948.5	905.6	852.3	874.3	951.3	881.7	963.1	881.5	917.6	897.0

청파대동굴퇴적층형성시기의 옛 기후환경은 매 포분식물상에 따르는 온도 및 강수량에 의하여 작성한 온도변화곡선과 강수량변화곡선(그림 2)에 의하여 밝힐수 있다.

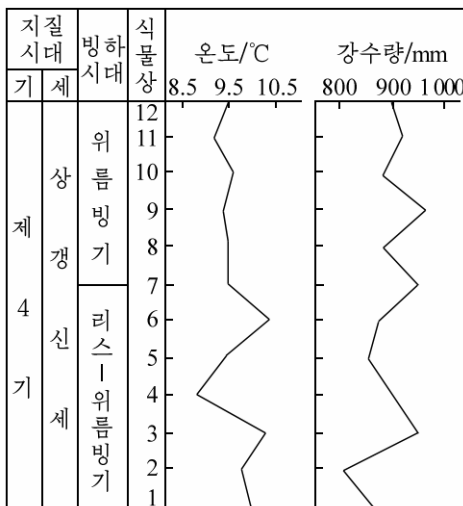


그림 2. 연구지역 온도 및 강수량 변화곡선

제1-5식물상(제3-7층)형성시기 온도는 8.8~10.3℃로서 현재(9.8℃)보다 0.1℃정도 낮고 강수량은 805.0~948.5mm로서 현재(906mm)보다 31.1mm정도 적었다. 이것은 온대북부저습윤대의 서늘하고 건조한 기후를 반영한다.

제6식물상(제8층)형성시기 온도는 10.4℃로서 현재보다 0.6℃정도 높고 강수량은 874.3mm로서 현재보다 31.7mm 적었다. 이것은 온대남부저습윤대의 온화하고 건조한 기후를 반영한다.

제7-9식물상(제9-11층)형성시기 온도는 9.4~9.5℃로서 현재보다 0.3℃정도 낮고 강수량은 881.7~963.1mm로서 현재보다 26mm정도 적었다. 이것은 온대북부저습윤대의 서늘하고 습윤한 기후를 반영한다.

제10식물상(제12층)형성시기 온도는 9.6℃로서 현재보다 0.2℃ 낮고 강수량은 881.5mm로서 현재보다

24.5mm 적었다. 이것은 온대북부저습윤대의 서늘하고 습윤한 기후를 반영한다.

제11, 12식물상(제13, 14층)형성시기 온도는 9.2~9.5℃로서 현재보다 0.4℃정도 낮고 강수량은 897.0~917.6mm로서 현재보다 0.7mm정도 적었다. 이것은 온대북부저습윤대의 매우 습윤한 기후를 반영한다.

## 맺 는 말

1) 청파대동굴퇴적층의 식물류형별수직적분포를 보면 풀류식물위주의 바늘잎나무가 섞인 넓은잎나무림과 바늘잎나무가 섞인 풀류-넓은잎나무림이 엇바뀌었다.

2) 청파대동굴퇴적층형성시기의 옛 기후환경은 서늘하고 건조한 기후로부터 온화하고 건조한 기후로, 다시 서늘하고 습윤한 기후로 변화되었다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 51, 12, 115, 주체94(2005).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 51, 2, 148, 주체94(2005).
- [3] 김일성종합대학학보(자연과학), 54, 1, 172, 주체97(2008).
- [4] 한금식; 청파대동굴유적에 대한 연구, 김일성종합대학출판사, 146~152, 156~162, 주체102(2013).
- [5] Luo Lunde; Journal of Southwest China Normal University(Natural Science), 20, 4, 445, 1995.
- [6] L. Schüler et al.; Climate of the Past, 10, 195, 2014.

주체105(2016)년 7월 5일 원고접수

## **Paleoclimate Environment by Quaternary Spore-Pollen Fossils from Chongphadae Cave Sedimentary Layer**

*Kim Se Chan, Kim Il Nam*

Paleoclimate of Chongphadae cave site region has been changed from the cool and dry climate to the warm and dry climate, and again to the cool and humid climate.

Key words: Quaternary, fossil