Jour. Korean Earth Science Society, v. 26, no. 6, p. 597–602, August 2005

전라남도 무안군 피서리지역 후기 제4기 퇴적층에서 산출된 포자 · 화분 연구

정철환[1,*] · 이헌종[2] · 임현수[1] · 김정빈[3]

[1]목포대학교 인문과학연구원, 534-729 전남 무안군 청계면 도림리 61
[2]목포대학교 역사문화학부, 534-729 전남 무안군 청계면 도림리 61
[3]순천대학교 과학교육과, 540-742 전남 순천시 매곡동 315

Palynological study of the Late Quaternary sediments at Piseo-ri, Muan, Korea

Chull Hwan Chung[1,*], Heon-Jong Lee[2], Hyoun Soo Lim[1], and Cheong-Bin Kim[3]

[1]Research Center for Humanities, Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea
[2]Division of History and Culture, Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea
[3]Department of Science Education, Sunchon National University, Chonnam 540-742, Korea

Abstract: The Late Quaternary palynoflora from an archaeological site in Piseo-ri, Muan, Korea consists predominately of deciduous broadleaved angiosperms and subordinately of herbs and conifers. Dominant taxa are Polypodiaceae, Taxodiaceae-Cupressaceae-Taxaceae, Alnus, Carpinus, deciduous Quercus, Compositae and Gramineae. The palynoflora dated 43,000-18,000 yr BP, corresponding to the last glacial period, is similar to the modern vegetation of the cool temperate deciduous broadleaved forest in the middle part of the Korean Peninsula. Based on palynofloral composition, three palynozones are recognized. Zone I represents a cool temperate deciduous broadleaved forest, composed of Polypodiaceae, Taxodiaceae-Cupressaceae-Taxaceae, Alnus and D. Quercus, and is characterized by persistent occurrence of warm temperate taxa. Zone II shows drastic decrease in Polypodiaceae, Taxodiaceae-Cupressaceae-Taxaceae, and increase in herbs. This zone reflects a cool temperate deciduous broadleaved forest with scattered open grasslands. Zone III is characterized by dominance in herbs and increase in conifers. The palynofloral composition suggests a cool temperate climate, and variation in occurrences of main taxa indicates that climatic conditions gradually became cold and dry.

Keywords: spores and pollen, vegetation, paleoclimate, Quaternary, Muan

요 약: 무안군 피서리 유적지에 노출된 후기 제4기층에서 포자·화분 분석 결과, 낙엽성 활엽수 화분이 주종을 이루고 있으며 초본류와 침엽수 화분도 풍부하게 산출되었다. 대표적인 종류로는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과, 오리나무속, 서어나무속, 낙엽성 참나무속, 국화과 및 벼과 등이다. 탄소연대측정 결과, 그 생성 시기가 지난 최후 빙하기에 해당하는 43,000-18,000 yr BP 로 측정된 이 포자·화분군은 오늘날 한반도 중부의 한랭한 온대 낙엽성 활엽수림의 식생과 유사하다. 전체적인 식생 조성에 근거하여 3개의 포자·화분 분대를 설정하였다. Zone I은 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과, 오리나무속 및 낙엽성 참나무속 등으로 이루어진 한랭한 온대의 낙엽성 활엽수림을 지시하며 특징적으로 난대종이 지속적으로 산출된다. Zone II에서는 고란초과와 낙우송과-측백과-주목과 등이 뚜렷하게 감소하고 초본류가 증가하는 양상을 보이는데 이는 당시에 한랭한 온대의 낙엽성 활엽수림과 함께 부분적으로 초지가 분포했음을 의미한다. Zone III에서는 초본류의 지속적인 산출과 함께 침엽수가 증가하는 경향을 보인다. 피서리 포자·화분군의 식생 조성은 당시의 기후가 한랭한 온대였다는 것을 지시하며 시간이 흐르면서 점차 한랭·건조해진 것으로 해석된다.

주요어: 포자·화분, 식생, 고기후, 제4기, 무안

*Corresponding author: chungch93@hanmail.net
Tel: 82-62-530-0577
Fax: 82-62-530-0578

서 론

신생대 제4기의 빙하작용은 기후변동, 해수면 변동, 지형 · 지리적 변화와 함께 식생(vegetation)의 변화에 직접적인 영향을 주었다. 어느 한 지역의 현재 식생은 빙하기와 간빙기가 반복되었던 제4기의 극심한 환경적 변화에 반응하면서 진화해 왔다. 따라서 신생대 제4기의 식생 고찰을 통하여 과거의 기후를 포함한 환경 변천과정과 오늘날 지역적 식생을 효과적으로 이해할 수 있다(Wolfe & Hopkins, 1967; Traverse, 1988).

조사지역인 전라남도 무안군 망운면 피서리 지역은 한반도 서남단에 위치하며 황해에 인접한 해안평원지대이다. 이 지역은 과거 최후 극빙기(Last Glacial Maximum) 동안 인접한 황해와 동중국해가 육화되고 북상하는 쿠로시오 해류의 영향이 약화되면서 현재와는 다른 환경이었던 것으로 알려져 있다(Park et al., 1994; Kim and Kennett, 1998; Ujiie and Ujiie, 1999). 따라서 제4기 동안 한반도 서남부 지역에서 기후를 포함한 고환경 및 식생 변천사에 대한 중요한 단서를 제공해줄 수 있을 것으로 기대된다. 한반도 서남부 지역 제4기층에 대한 화분 및 고기후 연구는 아직 미흡한 편이며, 해양 퇴적층에 대한 연구는 있었지만 육상 제4기층에서의 화분 연구는 매우 빈약한 실정이다(김주용 외, 2000; 남욱현 외, 2004; 이상헌 외, 2004).

이번 연구에서는 전라남도 무안군 피서리지역에 분포하는 신생대 제4기 지층을 대상으로 포자 · 화분을 추출 · 분석하여 당시의 식생을 복원하고 기후조건을 포함한 고환경 특성에 대하여 고찰해 보려 한다.

연구지역 및 방법

연구지역은 한반도 서남부의 해제반도 남단에 위치하며 행정구역상 전라남도 무안군 망운면 피서리에 속한다(Fig. 1). 이 지역은 해안 평원지대로 해발고도 수 m의 낮은 지형을 이루고 있으며 현재는 대부분 논으로 경작되고 있다. 최근 구석기유적 발굴조사 과정에서 약 2.2 m 두께의 신생대 제4기 저습지 퇴적층이 노출되었다. 이 지층은 하부로부터 중립질 회색 사질층, 흑색의 사질이탄층, 흑색의 이탄층 및 암갈색 점토층으로 이루어졌다. 기반암 직상부에 놓여 있는 중립질 회색 사질층은 약 20 cm 두께로 발달되어 있으며 층리 발달이 미약하다. 흑색의 사질이탄층은 약 40 cm 두께로 나타나며 1 cm 내외의 두께를 갖는 5매의 모래층이 협재되어 있다. 흑색의 이탄층은 약 30 cm 두께로 나타나며 10-20 cm 직경의 단괴가 관찰된다. 상부의 암갈색 점토층은 약 140 cm 두께로 발달되어 있으며 식물뿌리흔적이 관찰된다. 이번 연구에서는 무안군 피서리 유적지 시굴 단면에 노출된 신생대 제4기 퇴적층을 대상으로 인위적인 재토의 흔적이 보이는 최상부 20 cm 구간을 제외한 심도 200 cm부터 20 cm 사이 구간(해발고도 약 1 m부터 3 m)에서 10 cm의 일정간격으로 총 19개의 포자 · 화분 분석 시료를 채취하였다. 탄소연대측정을 위하여 포자 · 화분 분석 시료를 채취한 기준단면의 심도 210 cm부터 20 cm 사이 구간에서 30 cm 간격으로 7개의 시료를 채취하였으며, 미국의 Geochron사에 의뢰하여 분석하였다.

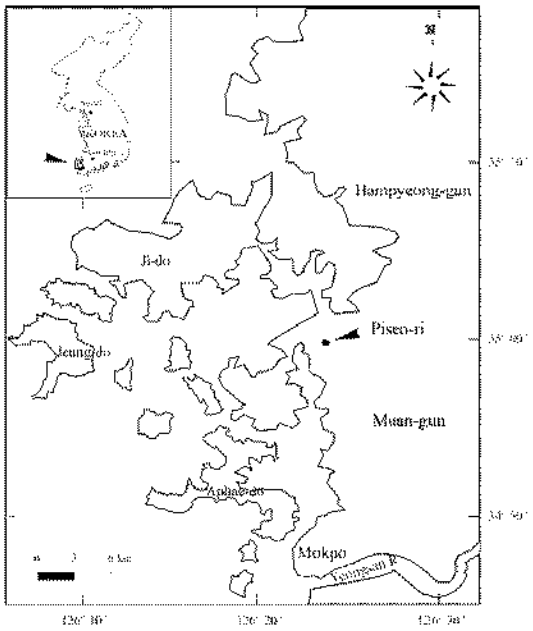

Fig. 1. Location map showing study area.

포자 · 화분 추출실험은 표준처리방법(Traverse, 1988)에 따라 10% HCl, 51% HF, Schulze's Solution 및 10% KOH에 반응시킨 후 각 단계마다 증류수로 4-5차례 세척하여 탄산염, 규산염 및 유기물질을 순서대로 제거하였다. 이러한 과정을 거쳐서 농축된 포자 · 화분을 적당량의 글리세린 젤리와 혼합하여 관찰용 슬라이드를 제작하였다. 제작된 슬라이드를 400매을

Table 1. Radiocarbon dating results of the Piseo-ri section

Sample Code	Materials	Depth (cm)	$\delta^{13}C$ (‰)	^{14}C Age (yr BP)
MC-1	clay	20-30	-22.9	17960±720
MC-2	clay	50-60	-23.0	28720±2570
MC-3	clay	80-90	-23.6	26540±2230
MC-4	clay	110-120	-22.2	35610±6690
MC-5	peat	140-150	-24.9	16350±500
MC-6	peat	170-180	-28.2	32850±1770
MC-7	peat	200-210	-27.9	>43140

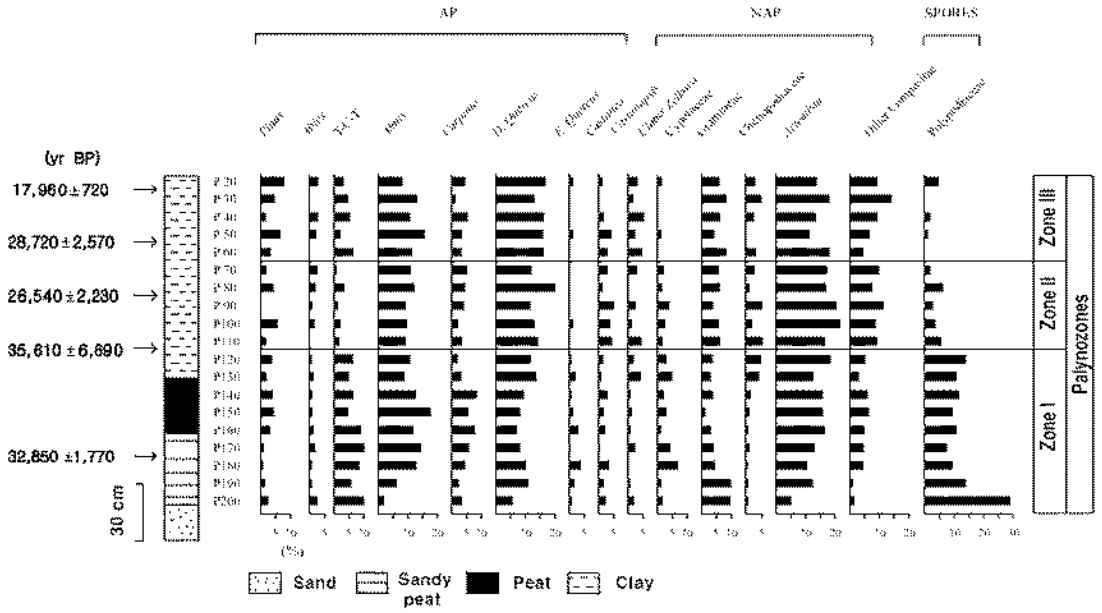

Fig. 2. Relative frequency of representative palynomorph taxa. AP: arboreal pollen, NAP: non-arboreal pollen.

의 현미경하에서 시료 당 한개 이상의 슬라이드를 관찰하여, 200개 이상의 화분을 counting 하였다.

결 과

절대연령

7개의 시료에 대한 탄소연대측정(^{14}C) 결과 연구지역 퇴적층의 연대는 17,960±720에서 >43,140 yr BP의 범위를 갖는 것으로 나타났다(Table 1). 시료 7개(MC-1~MC-7)에 대한 탄소연대측정 결과는 MC-5 시료를 제외하고는 깊이에 따라 증가하는 경향성을 보여준다. 다른 시료에 비해 지나치게 낮은 연대를 보이는 MC-5는 시료 자체 또는 분석 과정에 문제가 있었던 것으로 보이기 때문에 이번 연구에서 배제하였다.

포자·화분의 산출현황

무안군 피서리 제4기층에서 채취된 총 19개 모든 시료에서 보존상태가 양호한 포자·화분이 산출되어 분석에 사용되었다. 산출된 포자·화분군은 양치식물을 비롯하여 나자식물 및 다양한 종류의 초본류(herbaceous)를 포함하는 피자식물 등으로 이루어졌으며 시료에 따른 산출량 변화가 비교적 크게 나타났다. 특징적으로 고란초과(Polypodiaceae), 낙우송과(Taxodiaceae)-측백과(Cupressaceae)-주목과(Taxaceae), 오리나무속(*Alnus*), 서어나무속(*Carpinus*), 낙엽성 참나무속(Deciduous *Quercus*), 국화과(Compositae)와 벼과(Gramineae)로 대표되는 초본류 화분이 풍부하게 산출된다(Fig. 2).

양치식물 포자는 시료에 따라 비교적 큰 폭의 산출량 변화를 보여주고 있으며 주로 심도 120 cm 하

Table 2. Summary of 3 palynozones

Palynozones	Dominant taxa	Vegetation type
Zone I	Polypodiaceae, T-C-T, *Alnus*, *Carpinus*, D. *Quercus*	cool temperate deciduous broad-leaved forest
Zone II	*Alnus*, D. *Quercus*, *Artemisia*, Compositae	cool temperate deciduous broad-leaved forest with local grassland
Zone III	*Pinus*, *Alnus*, D. *Quercus*, Gramineae, *Artemisia*, Compositae	cool temperate deciduous broad-leaved forest with conifers and local grassland

낙의 시료들에서 10% 이상으로 풍부하게 나타나는 반면 심도 30-70 cm 구간에서는 2% 이하의 함유율을 보여주고 있다. 양치식물 포자 중에서는 일자형 발아구(monolete)를 갖는 고란초과(Polypodiaceae)가 우세하게 나타난다.

나자식물 중에서는 기낭을 갖고 있는 소나무속(*Pinus*) 및 전나무속(*Abies*)과 낙우송과-측백과-주목과의 화분이 우세하게 나타난다. 소나무속은 대부분의 시료들에서 2-7%의 함유율을 보이며 심도 160 cm 하부의 시료들에서 감소하는 경향을 보인다. 전나무속은 4% 이하의 산출량을 보인다. 낙우송과-측백과-주목과는 하부에서 상부로 가면서 감소하는 경향을 보이며 대체적으로 3-10%의 산출빈도를 보인다. 그 외에도 가문비나무속(*Picea*), 솔송나무속(*Tsuga*), 잎갈나무속(*Larix*) 등도 간헐적으로 소량 관찰된다.

피자식물 화분은 전체 시료를 통하여 가장 다양하고 우세하게 나타나는데 그 중 수목류(arboreal)로는 오리나무속, 서어나무속, 낙엽성 참나무속, 밤나무속(*Castanea*)/구실잣밤나무속(*Castanopsis*), 느릅나무속(*Ulmus*)/느티나무속(*Zelkova*) 등이 대표적이며 초본류(non-arboreal)로는 벼과, 쑥속(*Artemisia*)을 포함한 국화과, 명아주과(Chenopodiaceae) 등이 풍부하게 나타난다. 그 외에도 버드나무속(*Salix*), 자작나무속(*Betula*), 상록 참나무속(Evergreen *Quercus*), 사초과(Cyperaceae) 석죽과(Caryophyllaceae), 미나리과(Umbelliferae) 등도 자주 관찰되는 종류들이다. 또한 부들속(*Typha*), 가래속(*Potamogeton*), 마디풀속(*Polygonum*), 물수세미속(*Myriophyllum*) 등과 같은 수생 초본류들도 지속적으로 산출된다.

포자 · 화분 분대

전반적인 포자·화분 조성에 근거하여 3개의 포자·화분 분대를 설정하였다(Table 2). 최하부의 Zone I은 심도 200 cm부터 120 cm까지의 구간(시료 P200-P120)에 해당하며 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과, 오리나무속, 서어나무속, 낙엽성 참나무속 등이 우세종으로 나타나고 난대종으로 알려진 굴피나무속(*Platycarya*), 노린재나무속(*Symplocos*) 및 감탕나무속(*Ilex*) 등이 이 Zone에서만 소량 산출된다. Zone I이 퇴적될 당시 낙엽성 참나무속과 오리나무속으로 대표되는 낙엽성 활엽수림이 발달했었던 것으로 생각된다.

Zone II는 심도 110 cm부터 70 cm까지의 구간(시료 P110-P70)으로 전반적으로 오리나무속, 낙엽성 참나무속, 쑥속 및 국화과 등이 우세하게 나타나며 하위의 Zone I에 비교하여 고란초과와 오리나무속의 함유율이 감소한 반면 낙엽성 참나무속과 초본류의 함유율은 증가한 양상을 보인다. 낙우송과-측백과-주목과 및 서어나무속 등은 감소된 산출량을 보이나 지속적으로 산출된다. Zone II에서는 낙엽성 활엽수림과 함께 초지(grassland)가 부분적으로 분포했었던 것으로 해석된다.

Zone III는 심도 60 cm부터 20 cm까지의 구간(시료 P60-P20)에 해당하며 소나무속, 오리나무속, 낙엽성 참나무속, 쑥속 및 국화과 등이 우세하게 산출된다. 낙엽성 참나무속은 3개의 포자·화분 분대 중에서 가장 풍부하게 나타나는 반면 고란초과는 다른 Zone들에 비해 현저하게 낮은 산출량을 보인다. 이 시기에는 낙엽성 활엽수림과 함께 소나무속과 낙우송과-측백과-주목과 등으로 대표되는 침엽수림의 영향을 반영하고 있다.

고 찰

전라남도 무안군 피서리 일대는 서남해에 인접한 해안지역으로 기온의 연교차가 적고 습한 해양성 기후 특성을 보인다. 이 지역은 현재 한랭한 온대지역에 속하며 동아시아 계절풍의 영향을 받아 여름철에 강수량이 집중되고 겨울철에는 건조한 특성을 보인다. 연평균 기온은 13.8℃, 최난월(8월) 평균 기온 26.0 ℃, 최한월(1월) 평균 기온 1.8℃, 연 평균 강수량은 1,125.0 mm이고 그 중 약 50% 이상이 여름철에 내린다(기상청, 2003). 이 지역의 현 식생은 한반도 난

온대 활엽수림대에 속하며 소나무속과 낙엽성 참나무속, 서어나무속, 느티나무속, 밤나무속, 굴피나무속 등의 낙엽성 활엽수 및 상록 참나무속, 구실잣밤나무속, 동백나무속과 같은 상록 활엽수로 대표된다(길상섭, 1990; 이우철과 임양재, 2002; Uyeki, 1933; Yim and Kira, 1975).

피서리 포자·화분군은 오리나무속, 서어나무속, 낙엽성 참나무속, 밤나무속/구실잣밤나무속 등이 주종을 이루고 있는 온대성 낙엽성 활엽수림을 시사해 주고 있으며, 이러한 식생 조성은 낙엽성 참나무속, 서어나무속 및 밤나무속 등으로 대표되는 오늘날 한반도 중남 지역 한랭한 온대의 전형적인 낙엽성 활엽수림 식생과 매우 유사하다(이우철과 임양재, 2002; Yim and Kira, 1975). 수목류 화분 중에서 가장 우세하게 산출되는 종류 중 하나인 오리나무속은 아열대부터 한대에 걸친 폭넓은 지역의 하천가와 저지대에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다(이창복 외, 1985; Frederiksen, 1985; Barnett, 1989). 연구지역의 지형적 조건이 해발고도 수 m 의 평야지대라는 것을 고려해 볼 때 피서리 포자·화분군에서의 오리나무속의 우세한 산출은 지형적 특성을 반영하는 것으로 생각된다. 피서리 포자·화분군에서는 낙엽성 활엽수림과 함께 국분적으로 초지와 침엽수림이 발달했었다는 것을 시사해 주고 있다. 포자·화분 분대 Zone III의 시기에는 소나무속과 낙우송과-측백과-주목과 등으로 구성된 침엽수림이 국분적으로 발달했었던 것으로 보이며 Zone II와 Zone III에서는 쑥속을 포함한 국화과, 벼과 및 명아주과 등의 초본류 화분이 대부분의 시료에서 40% 이상의 점유율을 보이며 풍부하게 나타나 국분적으로 초지가 발달했던 것으로 생각된다. 초본류는 매우 다양한 환경에서 서식할 수 있으나 높은 고산지대 또는 건조한 평야지대와 같이 수목류가 서식하기 힘든 한랭, 건조한 지역에서 주로 밀생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 초본류의 증가는 기후의 한랭, 건조화를 의미하며 일반적으로 온대지역의 빙하기 식생에서 나타나는 대표적인 특징이다(Hopkins, 1969; Davis et al., 1980; Berglund, 1986; Adam, 1988; Barnett, 1989; Delcourt and Delcourt, 1989; Whitlock and Bartlein, 1997).

피서리 포자·화분군은 낙엽성 참나무속으로 대표되는 오늘날 한반도 중남 지역 한랭한 온대의 낙엽성 활엽수림 식생과 매우 유사한 조성을 보이고 있어 전반적인 당시의 기후 조건은 한랭한 온대였던 것으로 해석된다. 그러나 3개의 포자·화분 분대 사이에 다소의 기후변동이 인지되고 있다. 3개의 Zone 중 하부의 Zone I에서는 온난하고 습한 기후를 선호하는 고란초과와 낙우송과-측백과-주목과의 풍부한 산출과 함께 난대성 식물인 상록 참나무속이 지속적으로 산출되고 있다. 또한 난대종인 굴피나무속, 노린재나무속, 감탕나무속 등이 소량이지만 Zone I에서만 관찰되고 있는 것으로 보아 Zone I의 시기는 오늘날 한반도 남부와 유사한 식생이 발달하였으며 3개의 Zone 중 가장 온난했었던 것으로 해석된다. Zone II는 오리나무속, 낙엽성 참나무속 등의 온대성 낙엽성 활엽수림과 함께 쑥속, 국화과, 벼과, 명아주과 등의 초본류과 뚜렷하게 증가된 양상을 보여 국분적으로 초지가 존재했던 것으로 해석된다. 온난한 기후를 선호하는 고란초과와 낙우송과-측백과-주목과, 상록 참나무속의 산출량이 뚜렷하게 감소한 특징을 보여 하위의 Zone I에 비해 기후가 한랭, 건조해진 것으로 보인다. Zone III에서는 소나무속 및 전나무속 등의 소나무과와 낙우송과-측백과-주목과, 낙엽성 참나무속 등이 하위의 Zone II 에서보다 증가되어 나타나고 초본류의 지속적인 우세한 산출과 고란초과의 현저한 감소는 기후조건이 건조했다는 것을 시사한다. Zone III가 퇴적된 시기는 소위 '최후 빙기(Last Glacial Maximum)'에 해당되는데 이 시기는 해수면 하강에 의해 한반도 주변의 해안선이 현재보다 남쪽으로 물러나 있던 때로 연구지역은 오늘날과 같은 해안지대가 아닌 훨씬 더 내륙에 위치했었다(Oba et al., 1991; Harrison et al., 2001). 따라서 빙하기의 기후 한랭화와 지리적 위치의 내륙화로 인하여 연구지역이 건조해진 것으로 해석된다. 이러한 기후 건조화로 인해 습한 조건을 선호하는 고란초과의 현격한 감소와 초본류의 증가를 가져온 것으로 보인다.

결 론

전라남도 무안군 피서리지역의 후기 플라이스토세 퇴적층(약 43,000-18,000 yr BP)을 대상으로 포자·화분 연구를 수행하였다. 피서리지역의 포자·화분군에서는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과, 오리나무속, 서어나무속, 낙엽성 참나무속 및 국화과와 벼과로 대표되는 초본류의 화분이 풍부하게 나타나고 있다. 이 포자·화분군은 전체적으로 온대 낙엽성 활엽수림을 반영하고 있으며 식생 조성 상 오늘날 한반도 중남

지역의 한랭한 온대 낙엽성 활엽수림과 유사하여 당시의 기후 조건은 한랭한 온대였던 것으로 생각된다.

화서리 포자 · 화분군의 식생 조성에 근거하여 3개의 포자 · 화분분대가 설정되었다. 최하부의 Zone I은 한랭한 온대의 낙엽성 활엽수림을 지시하며 난대종의 우세한 산출로 보아 3개의 포자 · 화분 분대 중 가장 온난한 시기였던 것으로 생각된다. Zone II는 부분적으로 초시가 발달한 낙엽성 참나무속으로 대표되는 낙엽성 활엽수림이 발달한 시기로 난대종의 감소와 초본류의 증가는 이 시기의 기후조건이 하위의 Zone I에 비해 한랭했었다는 것을 시사한다. Zone III에서는 낙엽성 활엽수림과 함께 침엽수림과 초시가 부분적으로 분포했던 것으로 보이며, 건생 수목류의 증가와 고란초과의 현저한 감소로 보아 기후조건이 건조했었던 것으로 해석된다.

사 사

이 연구는 과학재단(과제번호: R01-2003-000-10592-0)의 지원에 의하여 수행되었음을 밝히며 이에 감사드린다. 논문의 여러 미비한 점을 지적하고 유익한 조언을 주신 두 분의 심사위원께 진심으로 감사드린다.

참고문헌

기상청, 2003, 기상연보(1971-2000).

김봉섭, 1990, 89자연생태계 전국조사(II-2): 신남의 식생. 환경처, 155 p.

김주용, 유환수, 고영구, 김미선, 강석범, 정철환, 2000, 신남 신안군 일지도 토탄층에서 산출된 현세 포자, 화분군이 지시하는 고환경. 고생물학회지, 16 (2), 93-98.

남욱현, 김주용, 양동윤, 봉필윤, 高安克己, 유강민, 2004, 영산강 하구 현세 환경변동의 유기지화학적 및 생물학적 증거. 대한지질학회지, 40 (4), 441-454.

이상헌, 남승일, 장세원, 장진호, 2004, 한국 서해 현세 조수환경 퇴적체의 화분기록과 고환경 연구. 대한지질학회지, 40 (2), 213-225.

이우철, 임양재, 2002, 식물지리, 강원대학교 출판부, 412 p.

이창복, 김윤식, 김정석, 이정석, 1985, 신고 식물분류학, 향문사, 395 p.

Adam, D. P., 1988, Pollen zonation and proposed informal climatic units for Clear Lake, California, Cores CL-73-4 and CL-73-7. Geological Society of America, Special Paper 214, 63-80.

Barnett, J., 1989, Palynology and paleoecology of the Tertiary Wesverville Formation, Northwestern California, U.S.A. Palynology, 13, 195-246.

Berglund, B. E., 1986, Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. Chichester: Wiley.

Davis, M. B., Spear, R. W. and Shane, L. C. K., 1980, Holocene Climate of New England. Quaternary Research, 14, 240-250.

Delcourt, P.A. and Delcourt, H. R., 1989, Pollen Preservation and Quaternary Environmental History in the Southeastern United States. Palynology, 4, 215-231.

Frederiksen, N. O., 1985, Review of Early Tertiary sporomorph paleoecology. AASP Contribution Series, 15, 92 p.

Harrison, S.P., Yu, G., Takahara, H., and Prentice, I.C., 2001, Palaeovegetation(Communication arising): Diversity of temperate plants in east Asia. Nature, 413, 129-130.

Hopkins, W. S. Jr., 1969, Palynology of the Eocene Kitsilano Formation, southwest British Columbia: Can. J. Bot., 47, 1101-1131.

Kim, J. M. and Kennett, J. P., 1998, Paleoenvironmental changes associated with Holocene marine transgression, Yellow Sea (Hwanghae). Marine Micropaleontology, 34 (1/2), 71-89.

Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T., and Takayama, T., 1991, Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85,000 years. Paleoceanography, 6, 499-518.

Park, Y. A., Khim, B. K. and Zhao, S., 1994, Sea level fluctuation in the Yellow Sea Basin. Journal of the Korean Society of Oceanography, 29 (1), 42-49.

Traverse, A., 1988, Paleopalynology. Unwin-Hyman, 600.

Ujiie, H. and Ujiie, Y., 1999, Late Quaternary course changes of the Kuroshio Current in the Ryukyu Arc region, northwestern Pacific Ocean. Marine Micropaleontology, 37, 23-40.

Uyeki, H., 1933, On the forest zone of Korea. Acta Phytotax. Geobot. 2, 73-85.

Whitlock, C. and Bartlein, P. J., 1997, Vegetation and climate change in northwest America during the past 125 kyr. Nature, 388, 57-61.

Wolfe, J. A. and Hopkins, D. M., 1967, Climatic changes recorded by Tertiary land flora in Northwestern North America. In: Hatai, K., ed., Tertiary correlation and climatic changes in the Pacific: Proc. 11th Pacific Sci. Cong., Sendai, Japan, 67-76.

Yim, Y. -J. and Kira, T., 1975, Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula: I. Some indices of thermal climate. Japanese Journal of Ecology, 25 (2), 77-88.

2005년 6월 27일 원고 접수
2005년 7월 21일 수정원고 접수
2005년 7월 21일 원고 채택