

제주도 서귀포지역 제4기 퇴적층에서 산출된 포자·화분의 고기후적 의미

정철환^{1,*} · 윤호일² · 이승현³

¹전남대학교 지구환경과학부, 500-757, 광주광역시 북구 용봉동 300

²한국해양연구원 극지연구본부, 425-600, 경기도 안산시 우체국 사서함 29호

³서울대학교 지구환경과학부, 151-757, 서울특별시 관악구 신림동 산 56-1

Paleoclimatic Implications of Palynoflora from the Quaternary Sediments at Seogwipo, Jeju Island, Korea

Chull Hwan Chung^{1,*}, Ho Il Yoon², and Seung Hyoun Lee³

¹Faculty of Earth Systems and Environmental Sciences, Chonnam National University,
Gwangju 500-757, Korea

²Polar Research Center, Korea Ocean Research and Development Institute,
Ansan P.O. Box 29, 425-600, Korea

³School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul 151-747, Korea

Abstract: Palynoflora from a core (BH-4) drilled on the Quaternary sediments in the vicinity of Seogwipo, Jeju Island, provide an unusual opportunity to reveal vegetational transition from the last glacial to the Holocene in Korea. It consists mainly of ferns, deciduous broad-leaved angiosperms, and herbs, and is represented by Polypodiaceae, Gramineae, *Castanea/Castanopsis*, *Quercus* and Compositae. A distinct vegetational change is observed at a core depth of 200 cm. The interval of 30 to 190 cm in depth yields mainly arboreal pollen and warm temperate taxa such as Polypodiaceae, *Ceratopteris*, and Taxodiaceae - Cupressaceae - Taxaceae, whereas the interval of 200 to 800 cm is dominated by herbaceous pollen and a decrease of warm temperate taxa, reflecting the influence of cold climate. This palynofloral climatic signature closely corresponds to paleoclimate proxy records such as magnetic susceptibility.

Keywords: spores and pollen, paleovegetation, paleoclimate, Quaternary, Jeju Island

요 약: 제주도 서귀포시 인근에 분포하는 제4기 퇴적층의 시추코어(BH-4공)에서 다양한 포자·화분이 산출되어 마지막 빙하기에서 홀로세에 걸친 식생 및 기후 변화에 대한 중요한 정보를 제공해 주었다. 산출된 포자·화분군에서는 고란초과, 낙엽성 활엽수 및 초본류의 화분이 주종을 이루고 있으며 대표적인 종류로는 고란초과, 벼과, 참나무속, 밤나무속/구실잣밤나무속 및 국화과 등이다. 이 포자·화분군의 조성은 시추심도 200 cm를 경계로 그 상부와 하부의 시료들에서 뚜렷한 차이를 보인다. 시추심도 200 cm 상부 시료들에서는 수목류와 고란초과, 물고사리속 및 낙우송과-측백과-주목과와 같은 난대종의 화분 및 포자가 우세한 반면, 시추심도 200 cm 하부의 시료들에서는 초본류의 점유율이 크게 증가하고 난대종은 현저하게 감소한다. 초본류 화분의 우세는 빙하기 식생의 대표적인 특징으로 시추심도 200 cm 하부는 지난 마지막 빙하기에 퇴적된 것으로 생각된다. 포자·화분 분석에 의한 고기후 특성은 동일 코어시료에 대한 대자를 측정치가 지시하는 고기후 기록과도 잘 일치한다.

주요어: 포자·화분, 고식생, 고기후, 제4기, 제주도

*Corresponding author: sunyoul@chollian.net

Tel: 82-62-530-0577

Fax: 82-62-530-0578

서론

신생대 제4기는 빙하기와 간빙기가 반복되면서 극심한 환경적 변화를 겪었던 시기로 기후변동, 지형변화, 해수면 변동 등을 수반한 자연환경의 격변기였다. 이러한 환경적 변화는 당시의 식생(vegetation)에 직접적인 영향을 주었을 것으로 생각되며, 따라서 고기후를 포함한 신생대 제4기의 환경 변화를 효과적으로 고찰하기 위해서는 과거의 식생을 복원하는 것이 필수적이다. 식물은 기후 변화에 아주 민감하여 비교적 좁은 층서적 구간에서도 상이한 식물군이 나타날 수 있으므로, 신생대 제4기와 같이 비교적 짧은 기간 동안 발생했던 환경 변화를 파악하는 데 유용하게 이용될 수 있다(Traverse, 1988; Wolfe & Hopkins, 1967). 특히 신생대 제4기의 식생이 오늘날과 크게 다르지 않기 때문에, 현생 식물군집과 직접적인 비교에 의하여 세부적인 생태학적 조건을 정확하게 파악할 수 있다. 퇴적층이나 토양층에 보존될 수 있는 식물의 부분 중에서 양적으로 가장 풍부한 것은 포자나 화분이다. 포자와 화분은 화학적으로 안정된 성분으로 이루어졌을 뿐 만 아니라 미화석이 갖는 장점도 함께 가지고 있다. 따라서 포자와 화분 분석에 의한 고식생 복원은 과거 지질시대 뿐만 아니라 빙하기와 빙하기 이후의 기후 변화를 연구하는데 매우 중요한 역할을 한다.

제주도는 화산활동에 의해 형성된 두꺼운 현무암질 용암류로 주로 이루어져 있으며 소규모의 화산 쇄설성암 및 퇴적암이 국지적으로 분포하고 있다(원종관, 1976; Lee, 1982). 제주도의 퇴적층에 대한 유공충(김봉균, 1972; Kang, 2003; Kim, 1969), 개형충(Lee and Paik, 1992), 연체동물(Yoon, 1988), 석회질 초미화석(Yi et al., 1995) 등 다양한 고생물학적 연구가 수행되었다. 고생물학적 자료에 따르면 제주도에 분포하는 퇴적층은 후기 플라이오세부터 플라이스토세에 걸쳐 수심이 얕은 연근해에서 퇴적된 것으로 알려져 있다.

제주도 서귀포시 호근동 일대에는 국내에서는 드물게 최대 14m 두께의 신생대 제4기 호성 퇴적층이 분포하고 있어 빙하기에서 홀로세에 걸친 식생 변화와 기후 변화에 대한 중요한 정보를 제공해 줄 것으로 기대된다. 이 연구에서는 제주도 서귀포 지역에 분포하는 신생대 제4기 퇴적층의 포자와 화분을 분석하여 신생대 제4기 이후 제주도 식생(vegetation)을

복원하고 그 변화양상을 고찰하여 과거 한반도 기후 변화를 파악하려 한다.

연구 지역 및 방법

연구 지역은 서귀포시 천지연폭포로부터 북서쪽으로 약 1 km 거리에 있는 해안가 지역으로, 행정구역상 제주도 서귀포시 호근동에 속하며 지리좌표상 북위 33° 14' 30"-33° 15' 00", 동경 126° 32' 45"-126° 33' 15"에 위치한다(Fig. 1). 제주도 발간 1:50,000 지질도폭(제주도, 2000)에 따르면, 연구지역 일대에 분포하는 지층은 하부로부터 서귀포층, 천지연조면안산암, 각수바위조면안산암(한라산조면암), 법정동조면안산암 순으로 발달되어 있으며 대부분 신생대 제4기에 형성된 것으로 알려져 있다. 연구 대상인 호성 퇴적층은 기생화산에 의해 형성된 마르(Maar)형 분화구 내에서 퇴적된 것으로 현재는 퇴적물로 완전히 채워져 논으로 경작되고 있다.

이 연구에서는 제주도 서귀포시 호근동 일대 지역의 신생대 제4기 퇴적층을 조사하기 위해 한국해양연구원이 2000년 시추한 5개의 시추공 중 코아의 연장성이 양호한 BH4공의 코아를 사용하였다. 시추를 통해 확인된 퇴적층의 두께는 최대 14m에 달하고 전체적으로 유기물질이 풍부한 세립질 니가 우세하나(Fig. 2), 시추심도 8m 하부 구간에서는 자갈과 모래의 함량이 현저하게 증가되어 최하부는 마른 모래층으로 이루어져 있고 심도 725 cm부터 754 cm 구간에서는 화산암 입자들이 나타나고 있다(윤석훈, 2004; 이승현 외, 2003). Matsuoka 외(1995)에 따르면, 이 퇴적층에 대한 ¹⁴C 연대측정 결과 시추심도 5 m 층

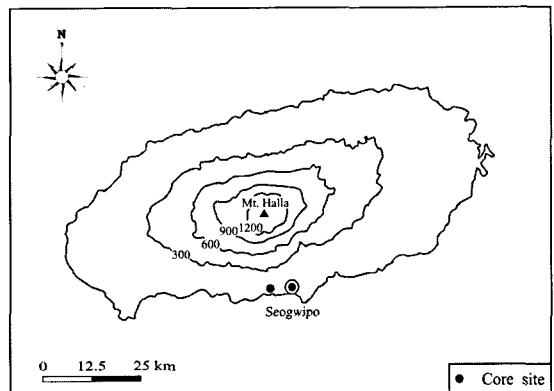


Fig. 1. Locality map showing core site.

준의 코아시료에서 $26,700 \pm 150$ yrBP의 연대로 측정되었다. BH-4공은 총 시추심도가 11.0 m이며 이 중 포자·화분의 산출이 기대되는 유기물질이 풍부한 세립질 퇴적물이 주로 나타나는 시추심도 8.0 m까지의 코아를 대상으로 10 cm 등간격으로 총 81개의 시료를 채취하였다. 이번 연구에서는 채취된 시료 중 코아의 인위적인 교란이 의심되는 표층부 시료와 화산암 입자들이 포함된 심도 725 cm부터 754 cm 구간의 시료를 제외한 시추심도 30-800 cm 구간의 시료를 포자·화분 추출실험에 사용하였다. 이번에 분석된 시료들은 대체적으로 어두운 갈색을 띠고 있으며 유기질이 풍부한 이질 퇴적물로 이루어져 있다. 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. 포자·화분 추출실험 결과, 71개의 시료로부터 보존상태가 양호한 포자·화분이 풍부하게 산출되어 분석에 사용되었다. 포자·화분이 지시하는 고기후 특성을 더욱 객관적으로 검증하기 위하여 동일한 코아 시료에 대해 대자율(Magnetic susceptibility) 값을 측정하였다. 대자율값은 한국해양연구원의 Bartington Instruments MS2를 사용하여 1 cm 간격으로 각기 10초 동안 측정되었다.

결 과

포자·화분의 산출 현황

BH-4공의 코아시료에서 산출된 포자·화분군은 양치식물을 비롯하여 나자식물 및 다양한 종류의 초본류(herbaceous)를 포함하는 피자식물 등으로 이루어졌다. 특징적으로 고란초과(Polypodiaceae) 포자 및 국화과(Compositae)와 벼과(Gramineae)로 대표되는 초본류의 화분이 풍부하게 산출되었다(Fig. 2).

양치식물의 포자는 일자형 발아구(monolete)를 갖는 고란초과와 Y자형 발아구(trilete)를 갖는 *Osmunda*와 물고사리(*Ceratopteris*)가 대표적인 종류로서 시추심도 200 cm 상부의 시료들에서 풍부하게 나타나며 특히 고란초과 포자는 이 구간의 시료들에서 10-40%의 점유율을 보여주고 있으나 그 하부에서는 급격하게 감소한다.

나자식물 화분은 기낭이 발달되어 있는 소나무과(Pinaceae)의 소나무속(*Pinus*) 화분과 함께 구상나무속(*Abies*), 가문비나무속(*Picea*) 등의 구과류와 발아구가 없는 낙우송속(*Taxodium*)으로 대표되는 낙우송(Taxodiaceae)-측백과(Cupressaceae)-주목과(Taxaceae) 및 마황속(*Ephedra*) 등이 대표적인데 그 중에서도 낙우송이 비교적 풍부하게 나타나며 시추심도 200 cm 상부의 시료들에서 5-10%의 점유율을 보이며 비교적 풍부하게 나타나며 하부로 가면서 점차 감소하는 양상을 보인다. 소나무과의 화분은 전체적으로 2-3%의 낮은 산출비율로 대부분의 시료들에서 지속적으로 나타나며 시추심도에 따른 특별한 증감양상은 관찰되지 않는다.

피자식물 화분은 전체 시료를 통하여 가장 다양하고 우세하게 나타나는데 그 중 수목류(arboreal)로는 참나무속(*Quercus*), 밤나무속(*Castanea*)/구실잣밤나무(*Castanopsis*), 오리나무속(*Alnus*), 자작나무속(*Betula*), 서어나무속(*Carpinus*), 느릅나무속(*Ulmus*)/느티나무속(*Zelkova*), 등이 지속적으로 자주 관찰되는 종류들이다. 이 외에도 산출량은 많지 않지만 비교적 지속적으로 나타나는 종류로는 목련속(*Magnolia*), 너도밤나무속(*Fagus*) 등이 있다. 중국굴피나무속(*Pterocarya*), 버드나무속(*Salix*), 단풍나무속(*Acer*), 보리수나무속(*Elaeagnus*) 등은 일부 시료에 국한되어 나타나는 경향을 보여준다. 초본류(non-arboreal)로는 벼과, 국화과, 여뀌속(*Persicaria*), 사초과(Cyperaceae), 물수세미속(*Myriophyllum*), 소리쟁이속(*Rumex*), 앵초속(*Primula*), 석죽과(Caryophyllaceae), 명아주과(Chenopodiaceae)-비름과(Amaranthaceae) 등이 자주 관찰되는 종류들인데 이 중에서도 특히 쑥속(*Artemisia*)으로 대표되는 국화과는 시추심도 200 cm 하부의 시료들에서 가장 우세하게 나타나 약 30-50%의 점유율을 보인다. 벼과는 5.0% 내외의 산출빈도를 보이고 있으나 시추심도 40 cm 부근의 일부 시료에서는 산출빈도가 20%에 이르기도 하였다. 사초과는 전체 시료를 통해 지속적으로 산출되나 하부로 가면서 점차 증가하는 경향을 보이며 석죽과는 시추심도 220 cm 하부의 시료들에서만 나타나는데 특히 400 cm 하부에서는 뚜렷한 증가 경향을 보인다. 명아주과-비름과는 모든 시료들에서 산출되지만 시추심도 200 cm 하부에서 우세하게 나타난다.

전체적으로 고란초과, 낙엽성 활엽수 및 초본류의 화분이 주종을 이루고 있으며 시료에 따라 산출빈도

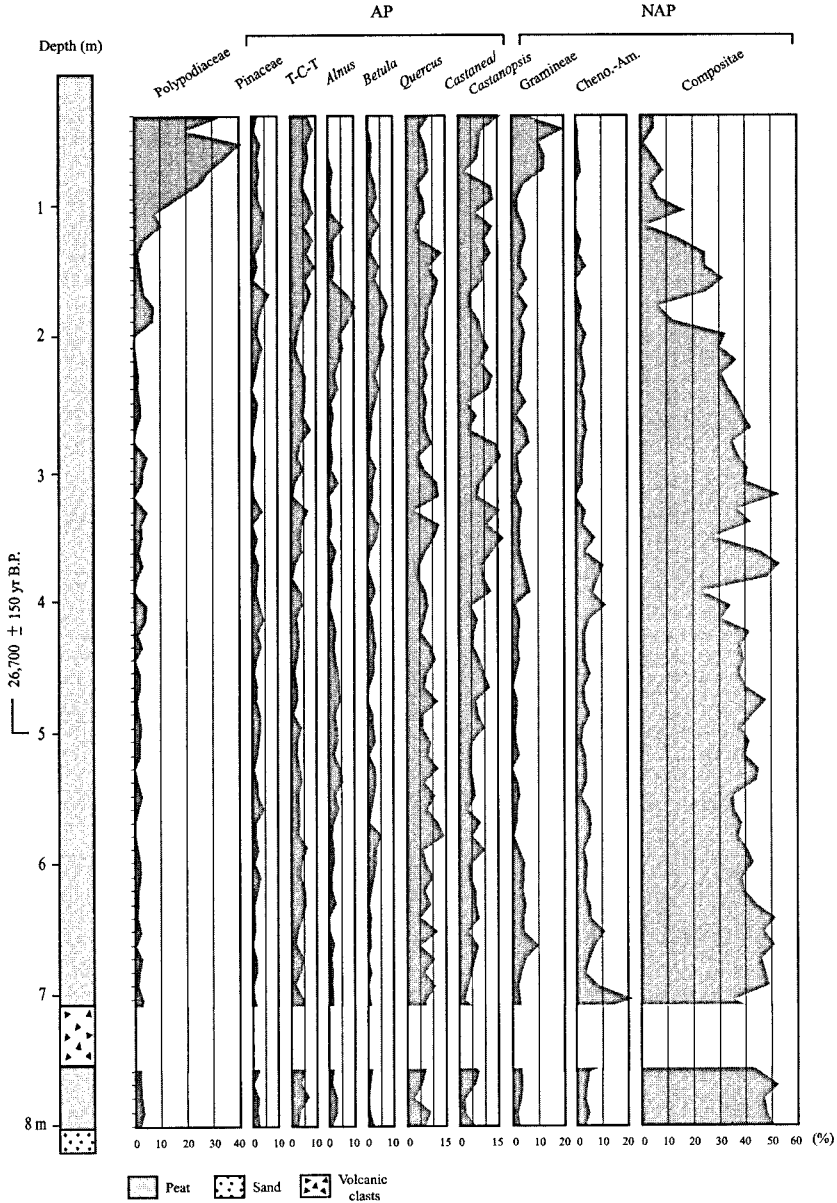


Fig. 2. Relative frequency of representative palynomorph taxa. AP: arboreal pollen, NAP: non-arboreal pollen.

의 변화가 나타난다. 대표적인 종류로는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과, 벼과, 참나무속, 밤나무속/구실잣밤나무속, 느릅나무속/느티나무속 및 국화과 등이다.

포자 · 화분군의 생태학적 특징

BH-4 공에서 산출된 포자·화분군의 모식물들은 대부분 온대성 식물이 주종을 이루고 있으며 이들은 비교적 넓은 기후대에 걸쳐 서식할 수 있는 생태학

적 특징을 갖고 있다. 그러나 각 종류 별로 선호하는 기후조건이 분명한 식물도 나타나고 있다.

양치식물의 포자 중에서 가장 대표적인 종류인 고란초과는 비교적 넓은 지역에서 분포하고 있는데 특히 따뜻하고 습도가 높은 온대지역에서 주로 서식하는 것으로 알려져 있다(Barnett, 1989; Berglund, 1986; Davis et al., 1980; Hopkins, 1969). 물고사리는 현재 여수 등 한반도 남단에서만 서식하는 열대 내지 아열대성 식물이다(이창복 외, 1985).

소나무속을 위시한 가문비나무속, 구상나무속 등과 같은 소나무과 식물은 신생대 제3기 이후 전세계적으로 매우 다양한 환경에서 발견되지만 주로 한랭한 온대 기후의 고산지대에서 가장 풍부하게 분포한다. 그러나 소나무과 화분이 갖고 있는 특징적인 기낭 때문에 바람에 의해 먼 거리까지 이동되어 저지대의 환경에서 주로 퇴적되는 경향이 있으므로 고식생 복원이나 고환경 해석에 있어 많은 주의가 필요하다. 이번 연구에서는 소나무과의 화분이 대부분의 시료들에서 2-3%의 낮은 산출비율로 나타나는데, 이는 한반도의 다른 지역에 분포하는 제4기층에 대한 기존 연구 결과(김주용 외, 2000; 정철환 외, 1998; Jo, 1979; Yi et al., 1996)와는 구별된다. 즉, 기존의 연구결과에서는 소나무과 화분이 대부분 30-40%의 점유율을 보이는데 이는 산지가 발달한 우리나라의 육지지역에서는 광역적 식생(Regional vegetation)의 영향이 강하여 이동성이 좋은 소나무과 화분들이 먼 곳까지 운반되어 퇴적된 것으로 해석된다. 반면에 제주도에서는 한라산에 소나무과 식물이 서식하고 있었지만 해안가의 호소환경으로의 소나무과 화분의 유입량은 상대적으로 적고 퇴적지 일대의 식생 영향이 큰 국지적 식생(Local vegetation)을 반영하는 것으로 보인다. 낙우송과-측백과-주목과는 주로 따뜻한 온대 지역의 습한 저지대에서 주로 서식한다.

피자식물의 수목류 화분 중에서 비교적 지속적으로 산출되는 자작나무속, 서어나무속, 느릅나무속/느티나무속, 참나무속 및 밤나무속은 교목 또는 관목식물로서 주로 한랭한 온대기후의 산사면에서 낙엽성 식물군을 이룬다. 또한 구실잣밤나무속을 포함한 목련속, 보리수나무속 등의 상록활엽수는 주로 시추심도 200 cm 상부 시료들에서 우세하게 나타나고 있다. 시추심도 200 cm 하부의 시료들에서 평균 50%의 점유율을 보이며 풍부하게 산출되는 초본류는 신생대 올리고세에 출현하여 마이오세 이후에 급격한 증가를 거쳐 전세계적으로 다양한 환경에서 서식하는 것으로 알려져 있다. 초본류는 매우 높은 고산지대 또는 건조한 평야지대와 같이 수목류가 서식하기 힘든 한랭, 건조한 지역이나 해안의 염습지 같은 환경에서 주로 밀생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 초본류가 우세하게 산출되는 것은 일반적으로 한랭건조한 기후를 지시하며, 국지적인 기후 및 지형적 요인에 의해서도 나타날 수 있다. 또한 초본류의 우세한 산출은 농경생활과 같은 인위적인 영향이 반영되었을 가능성이

있다((Ager & Brubaker, 1985; Bryant & Hall, 1993; Tsukada et al., 1986).

고기후적 의미

BH-4 공에서 산출된 포자·화분군은 고란초과 포자 및 초본류의 화분이 우세하게 나타나며 낙엽성 활엽수는 다양한 종류가 비교적 지속적으로 산출되지만 각 종류 별 점유율은 낮은 편이다. 이 포자·화분군은 시료에 따라 식생조성이 비교적 큰 변화를 보이는데 시추심도 200 cm를 기준으로 그 상부의 시료들에서는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과 및 일부 낙엽성 활엽수가 풍부한 반면 초본류의 산출빈도는 상대적으로 낮게 나타난다. 시추심도 200 cm 하부의 시료들에서는 국화과를 포함한 초본류의 점유율이 크게 증가하고(Fig. 2) 상부 시료들에서 풍부하게 나타나던 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과 등이 현저하게 감소한다. 이러한 특징은 시추심도 200 cm를 경계로 그 상부와 하부의 식생이 달랐다는 것을 의미하며 그 원인은 기후변화로 생각된다. 즉, 상부의 시료들에서 풍부하게 산출되는 고란초과와 낙우송과-측백과-주목과 등은 주로 따뜻하고 습한 저지대에서 서식하는 종류들이고 현재 제주도 한라산 산사면 지역에 널리 분포하는 참나무속, 밤나무속, 서어나무속 등이 지속적으로 산출되며 200 cm 상부에서만 산출하는 물고사리속과 보리수나무속이 아열대성 식물이라는 점을 고려해 볼 때 오늘날과 유사한 따뜻한 기후 조건이었다는 것을 알 수 있다. 200 cm 하부에서는 따뜻하고 습한 기후를 선호하는 고란초과와 낙우송과-측백과-주목과가 크게 감소하고 국화과, 석죽과, 명아주과-비름과 등의 초본류가 현저하게 증가하는 양상을 나타내는데 이러한 초본류의 증가는 빙하기와 관련된 기후의 한랭화의 영향으로 알려져 있다(Adam, 1988; Barnett, 1989; Berglund, 1986; Davis et al., 1980; Delcourt and Delcourt, 1989; Hopkins, 1969; Whitlock and Bartlein, 1997). Traverse(1988)에 따르면 빙하기 식생의 가장 대표적인 현상이 초본류의 현저한 증가인 것으로 알려져 있다. 이는 해당지역의 위도적 위치에 따라 약간씩 다르게 나타나지만 특히 중위도 지역에서는 수목류의 감소와 초본류의 증가로 특징지을 수 있다. BH-4공의 200 cm 하부의 시료들에서는 이러한 현상이 뚜렷하게 나타나 상부에서는 평균 21.0%의 점유율을 보였던 초본류가 200 cm 하부에서는 대부분 50% 이상의 점유율을 나타내며

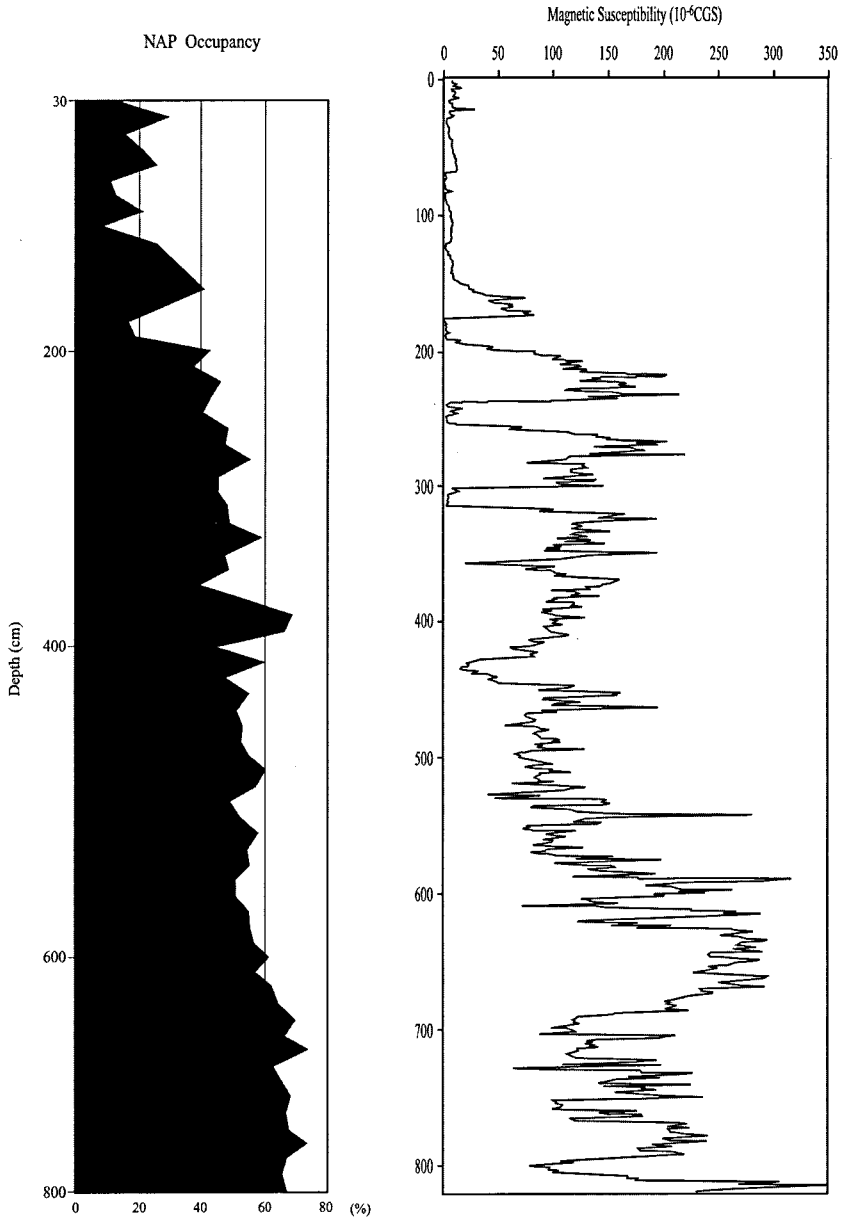


Fig. 3. Comparison of NAP occupancy with magnetic susceptibility records.

하부로 가면서 점차 증가하는 경향을 보여 일부시료(시추심도 660 cm와 770 cm)에서는 70% 이상을 차지하기도 한다(Fig. 3). 고기후 특성을 보다 세부적으로 파악하기 위해 동일한 코아 시료에서 측정된 대자율(Magnetic susceptibility) 값은 초분류 화분 점유율 변화와 잘 일치하고 있다. 즉 시추심도 200 cm를 경계로 초분류 화분의 점유율과 대자율값이 현저하게 증가되는 특징을 보여주고 있다. 호성환경의 퇴적층

에서의 대자율값은 고기후와 밀접한 관련성을 갖고 있어 한랭 건조한 조건하에서는 높은 값을 기록하는 반면, 온난 습윤한 기후하에서는 낮은 값을 보이는 것으로 알려져 있다(Peck et al., 1994; Rosenbaum, 1996). 또한 동일한 코아의 시추심도 493 cm, 509 cm 및 526 cm에서 남철석(Vivianite)의 산출이 보고되었는데, 호성환경에서의 남철석의 형성은 유기물의 공급이 어느 정도 제한되는 한랭하고 건조한 기후조건

에서 형성되는 것으로 알려져 있다 (이승현 외, 2003). 이러한 점들을 종합해 볼 때, BH-4공의 200cm 하부의 포자·화분군은 빙하기 기후특성을 반영하는 것으로 생각된다.

한편 빙하기의 영향을 받은 시추심도 200cm 하부에서는 초본류의 우세와 함께, 소나무속과 구상나무속으로 대표되는 구과류와 참나무속, 밤나무속, 오리나무속, 자작나무속, 서어나무속, 느릅나무속/느티나무속 등의 낙엽성 활엽수의 화분이 지속적으로 산출되는 것으로 보아 해안가 저지대에는 초지(grassland)가 발달되었고 한라산의 정상부와 산사면에는 오늘날과 같이 구상나무 등의 침엽수림과 낙엽성 활엽수림(김문홍, 1992)이 자리잡고 있었던 것으로 생각된다. 그 이후 홀로세로 가면서 기후가 온난해지자 해안가 저지대는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과 및 보리수나무, 구실잣밤나무와 같은 상록 활엽수림으로 변하였으나 한라산에는 여전히 침엽수림과 낙엽성 활엽수림이 분포하고 있어 빙하기와 홀로세의 기후 조건 차이에도 불구하고 한라산과 같은 산악지대의 식생은 큰 차이가 없었던 것으로 생각된다.

결 론

제주도 서귀포시 호근동 일대에 분포하는 신생대 제4기 호성 퇴적층에서 시추된 BH-4공의 코아시료에서 다양한 포자·화분이 산출되었다. 고란초과, 낙엽성 활엽수 및 초본류의 화분이 주종을 이루고 있으며 대표적인 종류로는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과, 벼과, 참나무속, 밤나무속/구실잣밤나무속, 느릅나무속/느티나무속 및 국화과 등이다.

이 포자·화분군의 조성은 시추심도 200cm를 경계로 그 상부와 하부의 시료들에서 뚜렷한 차이를 보인다. 시추심도 200cm 상부 시료들에서는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과 및 일부 낙엽성 활엽수가 풍부한 반면, 시추심도 200cm 하부의 시료들에서는 국화과를 포함한 초본류의 점유율이 크게 증가하여 대부분 50% 이상을 차지하고 있으며 따뜻하고 습윤한 기후를 선호하는 고란초과, 낙우송과-측백과-주목과 등이 현저하게 감소한다. 초본류 화분의 우세가 한랭 건조한 빙하기 식생의 대표적인 현상임을 고려해 볼 때, 이러한 식생 변화는 빙하기에서 홀로세로 가는 기후 변화의 영향으로 해석된다. 이번 연구를 통하여 제주도가 중위도 지역 중에서 비교적 저위도

에 위치함에도 불구하고 초본류가 우세하게 나타나는 빙하기 식생의 특징을 뚜렷하게 관찰할 수 있었으며 아울러 빙하기에서 홀로세 간빙기로 가면서 나타나는 식생 변화의 한 단면을 엿볼 수 있었다.

사 사

이 연구는 과학기술부가 지원하는 “한-러 국제공동 과제(PN50600)” 연구사업의 일환으로 수행되었음을 밝히며 이에 감사드린다.

참고 문헌

- 김문홍, 1992, 제주식물도감. 제주도. 255 p.
 김봉균, 1972, 서귀포층의 층서 및 고생물학적 연구. 순천무교수 송수기념논문집, 169-187.
 김주용, 유환수, 고영구, 김미선, 강석범, 정철환, 2000, 전남 신안군 임자도 토단층에서 산출된 현세 포자, 화분군이 지시하는 고환경. 고생물학회지, 16 (2), 93-98.
 윤석훈, 2004, 서귀포 하는 분화구 및 습지퇴적층의 지질학적 특성. 한국환경과학회(편집), 하는 분화구 습지 보전, 복원을 위한 국제 심포지엄, 한국환경과학회, 19-25.
 원종관, 1976, 제주도의 화산암류에 대한 암석 화학적인 연구. 지질학회지, 12 (4), 207-226.
 이승현, 이용일, 윤호일, 강찬운, 김예동, 2003, 제주도 서귀포 지역 후기 플라이스토세 호수 퇴적물에서 남철석 산출. 지질학회지, 39 (1), 133-142.
 이창복, 김윤식, 김정석, 이정석, 1985, 신고 식물분류학. 향문사, 395 p.
 정철환, 유환수, 최덕근, 김주용, 1998, 동해 남부 해역의 현세 퇴적층에서 산출된 포자화분화석군이 지시하는 고환경. 한국지구과학회지, 19 (5), 461-466.
 제주도, 2000, 서귀포·하효리도폭 지질보고서(1:50,000). 제주도, 163 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.
 Ager, T.A. and Brubaker, L., 1985, Quaternary palynology and vegetation history of Alaska. In Bryant, V.M.Jr. and Holloway, R.G. (eds.), Pollen Record of late-Quaternary North American sediments AASP Foundation, 353-384.
 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, 288 p.
 Bryant, V.M. and Hall, S.A., 1993, Archaeological Palynology in the United States. a critique, American

- Antiquity, 58, 416-421.
- 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.
- Hopkins, W.S.Jr., 1969, Palynology of the Eocene Kitsilano Formation, southwest British Columbia. *Canadian Journal of Botany*, 47, 1101-1131.
- Jo, W., 1979, Palynological studies on postglacial age in eastern coastal region, Korea Peninsula. *Annals of the Tohoku Geographical Association*, 31 (1), 23-35. (in Japanese)
- Kang, S., 2003, Benthic foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Seogwipo Formation, Jeju Island, Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 19 (2), 63-153.
- Kim, B.K., 1969, A stratigraphic and paleontologic study of the Sinyangri Formation in the vicinity of Sinyangri and Gosanri, the Jeju Island. *Journal of the Geological Society of Korea*, 5 (2), 103-121.
- Lee, E.H. and Paik, K.H., 1992, Late Cenozoic ostracod fauna and paleoenvironments of the marine sedimentary strata in the Cheju Island, Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea, Special Publication*, 1, 121-160.
- Lee, M.W., 1982, Petrology and geochemistry of Jeju volcanic Island, Korea. Tohoku University, *Scientific Reports*, 3rd ser., 15 (2), 177-256.
- Matsuoka, K., Kim, M.H., Takemura, K., Nagaoka, S., and Lee, J.B., 1995, Geologic age and facies of the boring core sediments from Cheju Island, Korea. *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Natural Science*, 35, 135-145.
- Peck, J.A., King, J.W., Colman, S.M., and Kravchinsky, V.A., 1994, A rock-magnetic record from Lake Baikal, Siberia: evidence for Late Quaternary climate change. *Earth and Planetary Science Letters*, 122, 221-238.
- Rosenbaum, J., Reynolds, R.L., Adam, D.P., Drexler, J., Sama-Wojcicki, A.M., and Whitney, G.C., 1996, Record of middle Pleistocene climate change from Buck Lake, Cascade Range, southern Oregon-Evidence from sediment magnetism, trace-element geochemistry, and pollen. *Geological Society of America Bulletin*, 108, 1328-1341.
- Traverse, A., 1988, *Paleopalynology*. Unwin-Hyman, 600 p.
- Tsukada, M., Sugita, S., and Tsukada, Y., 1986, Oldest primitive agriculture and vegetational environments in Japan. *Nature*, 322, 632-634.
- 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. (eds.), *Tertiary correlation and climatic changes in the Pacific: Proceedings of the 11th Pacific Science Congress, Sendai, Japan*, 67-76.
- Yi, M.S., Kim, J.M., Kim, J.W., and Oh, J.H., 1996, Holocene pollen records of vegetation history and inferred climatic changes in a western coastal region of Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 12(2), 105-114.
- Yi, S.S., Yun, H.S., and Yoon, S., 1995, Late Quaternary calcareous nannofossils from the Sinyangri Formation of Cheju Island, Korea. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 11 (2), 146-158.
- Yoon, S., 1988, The Seogwipo molluscan fauna of Jeju Island, Korea. *Saito Ho-on Kai Special Publication (Prof. T. Kotaka Commem. Vol.)*, 539-545.

2004년 3월 4일 원고 접수
2004년 5월 22일 수정원고 접수
2004년 5월 22일 원고 채택



정철환 (Chung Chull Hwan)

생년월일: 1961. 12. 21.
학력: 전남대 지질학과 (이학사)
전남대 대학원 지질학과 (이학석사)
서울대 대학원 지질학과 (이학박사)
E-mail: sunyou1@chollian.net
Tel: 062-530-0577
전공: 고생물학



이승현 (Lee Seung Hyoun)

생년월일: 1976. 12. 10.
학력: 서울대학교 지구환경과학부
(이학사)
서울대학교 대학원 지구환경과학부 지
질학 전공 (이학석사)
현 서울대학교 대학원 지구환경과학부
(박사과정)
E-mail : lshkingdom@hanmail.net
Tel: 02-878-0252
전공: 제4기 지질학



윤호일 (Yoon Ho Il)

생년월일: 1960. 12. 12.
학력: 인하대 (이학사)
인하대 대학원 (이학석사)
인하대 대학원 (이학박사)
현 한국해양연구원 극지연구본부 책임
연구원
E-mail: hiyon@sari.kordi.re.kr
Tel: 031-400-6419
전공: 해양지질학