

제주도 청수공 시추코아에서 산출된 플라이스토세 포자·화분화석의 화분층서 및 고기후적 의미

문병찬¹·정철환^{2,*}

¹한국교원대학교 지구과학교육과, 363-791 충북 청원군 강내면 다락리 산7

²전남대학교 지구환경과학부, 500-757, 광주광역시 북구 용봉동 300

Palynostratigraphic and paleoclimatic implications of the Pleistocene Cheongsu Core sediments, Jeju Island, Korea

Byoung-Chan Moon¹ and Chull Hwan Chung^{2,*}

¹Department of Earth Science Education, Korea National University of Education,
Cheongwon, Chungbuk 363-791, Korea

²Department of Earth and Environmental Sciences, Chonnam National University,
Kwangju 500-757, Korea

Abstract: The Quaternary palynoflora from Cheongsu core, drilled on the western part of the Jeju Island, consists mainly of deciduous broad-leaved angiosperms and herbs. Dominant taxa are Pinaceae, *Alnus*, *Castanea/Castanopsis*, *Ulmus/Zelkova*, Chenopodiaceae and Compositae. Based on palynofloral composition, two palynostratigraphic zones are recognized. Zone I is characterized by a predominance of *Alnus* and Chenopodiaceae, and by the abundance of herbs. Zone II is dominated by conifers and deciduous broad-leaved angiosperms, including *Abies*, Taxodiaceae-Cupressaceae-Taxaceae, *Ulmus/Zelkova* and Gramineae. The Cheongsu palynoflora can be correlated with *Alnipollenites(Alnus)-Chenopodipollis(Chenopodiaceae)-Compositae* Assemblage Zone of the East China Sea and is assigned to the Pleistocene in age. Ecology of main taxa and comparison with the present vegetation of Korea suggest a cool temperate climate and a low relief in the Jeju Island during the deposition of the Cheongsu core sediments.

Keywords: spores and pollen, palynostratigraphy, paleoclimate, Pleistocene, Jeju

요약: 제주도 청수공에서 산출된 포자·화분화석군은 낙엽활엽수와 초본류가 주종을 이루고 있으며 풍부하게 산출되는 종류로는 소나무과, 오리나무속, 밤나무속/구실잣밤나무속, 느릅나무속/스티나무속, 명아주과 및 국화과 등이다. 전체적인 식생 조성에 근거하여 2개의 화분 분대를 설정하였다. 하부의 Zone I에서는 오리나무속, 명아주과 등이 우세하며 전반적으로 초본류가 풍부하게 나타난다. 상부의 Zone II에서는 전나무속, 낙우송과/측백과-주목과, 느릅나무속/스티나무속, 벼과 등이 풍부하게 나타나며, 낙엽활엽수가 상대적으로 우세하게 산출된다. 청수공의 포자·화분화석군은 그 조성에 있어 중국의 동지나해 대륙붕에서 설정된 *Alnipollenites(Alnus)-Chenopodipollis(Chenopodiaceae)-Compositae* 군집대와 잘 대비되며 그 지질시대는 Pleistocene으로 해석된다. 오늘날 식생분포와의 비교 및 우세종의 생태학적 분석을 통하여 청수공 코아는 한랭한 온대 기후 하에서 형성되었으며 당시의 제주도에는 오늘날의 한라산과 같은 지형적 기록은 아직 발달하지 않았던 것으로 보인다.

주요어: 포자·화분, 화분층서, 고기후, 플라이스토세, 제주도

*Corresponding author: chungch93@hanmail.net

Tel: 82-62-530-0577

Fax: 82-62-530-0578

서 론

제주도는 동아시아 대륙 연변부에 위치하고 있으며 신생대 제4기 화산활동으로 형성된 하나의 화산도로서 한반도의 신생대 후기 지질특성을 이해하는 데 중요한 지역이다. 또한 제주도는 북상하는 쿠로시오 해류의 직접적인 영향을 받는 지역으로 한반도와는 구별되는 환경적 특성을 보여주고 있으며 빙하기에는 육화되는 등 환경적 변화가 심했던 곳으로 제4기 동안 한반도 남부 해역에서의 기후유류 포함한 고환경 및 지사에 대한 중요한 단서류 제공에 쓸 수 있을 것으로 기대된다.

제주도의 지질에 대한 연구는 Yokoyama(1923)의 고생물학적 연구를 시작으로 암석학, 수리지질학, 지구물리학적 연구가 다수 수행되었으며, 이들 연구결과를 통하여 제주도는 화산활동에 의해 형성된 두꺼운 현무암질 용암양로 주로 이루어져 있고 소규모의 화산쇄설성암 및 비적층이 국지적으로 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(김동학 외, 1989; 민경덕 외, 1986; 원종권, 1976; 이동영 외, 1987; 황상구, 2000; Lee, 1982). 이 비적층에서 다양한 종류의 화석이 산출되어 고생물학적 연구(김봉관, 1972; 정규귀 외, 1997; Kung, 2003; Kang et al., 2002; Kim, 1969, 1984; Paik & Lee, 1984, 1988; Park et al., 1986; Yoon, 1981; You et al., 1987)가 활발하게 이루어졌으나, 대부분 유공충, 연체동물, 기형충, 초미화석과 같은 해양 생물 화석에 의해 수행되었으며 기후조건 등 당시의 육상 환경에 대한 자료가 매우 빈약한 실정이다. 따라서 고기후와 고지형과 같은 당시의 육상 환경에 대한 단서를 제공해 줄 수 있는 포자·화분분석 연구가 필요하다. 특히 빙하기와 간빙기가 반복되면서 기후, 지형, 지리적 변화가 심했던 제4기에는 식생의 변천이 뚜렷하게 나타날 수 있으므로 포자·화분분석의 분석에 의한 고식생 복원은 신생대 제4기 중 연구에 매우 유용하다(Traverse, 1988; Wolfe & Hopkins, 1967). 포자·화분분석은 육상식물의 생식 기관으로써 화석화 될 수 있는 식물체의 부분 중에서 양적으로 가장 풍부한 것이며 화학적으로 안정된 성분으로 이루어졌을 뿐 만 아니라 비화석이 갖는 모든 장점도 함께 가지고 있다.

이번 연구에서는 제주도 서남부 지역에서 사후된 청수굴의 크어시료류 대상으로 포자·화분분석을 추출·분석하여 이 비적층의 형성시기 및 당시의 고환

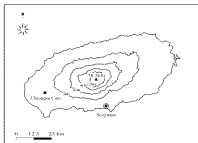


Fig. 1. Locality map showing core site.

경 분석에 대하여 고찰해 보려한다.

연구지역 및 방법

연구지역은 제주도 서부 차귀도 해안로부터 동쪽으로 약 6 km 거리에 위치하며 랑평구역상 제주도 북제주군 함평면 청수리에 속한다(Fig. 1). 이 지역은 표선리현무암 분포지역으로 해발고도 100 m 내외의 완만한 구릉이 발달되어 있다. 이번 연구에 사용된 시료는 한국농어촌진흥공사가 지하수 개발을 목적으로 시추한 청수굴에서 채취되었다. 청수굴은 최대 시추심도가 185 m이며 사질 및 역질의 조립 비교결 퇴적물이 우세하게 나타나고 표선리현무암에 해당할 수 있는 현무암류가 두껍게 얹혀져 있다. 포자·화분분석의 산출이 기대되는 세립질 퇴적물은 청수굴 심도 165-185 m 구간과 60-67 m 구간에서 비교적 두껍게 발달되어 있으며, 이 두 구간의 이질 퇴적물과 조립질 퇴적물 중에 간간히 암재되어 있는 미사질 퇴적물을 대상으로 하여 다소 불규칙적인 간격으로 총 11개의 시료가 채취되었다(Fig. 2). 포자·화분 추출실험은 표준치리방법(Traverse, 1988)에 따라 10% HCl, 51% HF, Schulze's Solution 및 10% KOH에 반응시킨 후 각 단계마다 증류수로 4-5 차례 세척하여 탄산염, 규산염 및 유기물질을 순서대로 제거하였다. 이러한 과정을 거쳐서 농축된 포자·화분을 적당량의 글리세린 셀리와 혼합하여 관찰용 슬라이드류 제작하였다. 추출실험 결과, 채취된 11개의 시료 중 7개의 시료에서 포자·화분분석이 산출되어 이 연구에 사용되었다.

결 과

청수공에서 산출된 포자·화분화석군은 다양한 종류의 피자식물 및 나자식물의 화분과 함께 양치식물의 포자와 이끼리더치를 포함하는 조류화석 등으로 이루어졌다.

조류화석으로는 *Sigmopollis*, *Ovoidites*, *Polospora*, *Crassosphaera*, *Micrhystridium* 등이 산출되며, 전체적으로 산출빈도가 미약하고 간헐적으로 나타나지만 사주코아 상부에서 채취된 시료 CI 10과 CI 11에서는 크게 증가되어 전체 포자·화분화석의 20% 이상을 차지하고 있다.

선체 및 양치식물 포자에는 *Sphagnum*, 고관초과(Polytrichaceae), 부치손속(*Selaginella*), 향대속 *Desmodium*가 포함되어 있으며, 산출량은 매우 적어서 대부분의 시료에서 1% 미만의 산출빈도로 나타나고 있다.

나자식물 화분은 기강이 발달되어 있는(saccate) 소나무과(Pinaceae)의 소나무속(*Pinus*)과 전나무속(*Abies*), 그리고 발아구가 없는 낙우송과(Taxodiaceae)측백과(Cupressaceae)·주목과(Taxaceae)로 대표된다. 소나무속에 속하는 화분은 대부분의 시료에서 약 2-5%의 일정한 산출빈도를 보이며 전나무속은 하부의 5개 시료들에서는 1-3%의 비교적 낮은 빈도를 보이나 상부의 시료(CI 10과 CI 11)에서는 5-8%로 비교적 풍부하게 나타난다. 낙우송과·측백과·주목과에 속하는 화분은 대부분의 시료에서 5%이하로 산출되나 시료 CI 10에서는 10% 이상의 높은 산출량을 보인다(Fig. 3).

피자식물 화분은 모든 시료에서 가장 우세하고 다양하게 산출되는 종류로서 대부분의 시료에서 전체 포자·화분화석의 80% 이상을 차지한다. 대표적인 수목류(arboreal)로는 오리나무속(*Alnus*), 서어나무속(*Carpinus*), 참나무속(*Quercus*), 밤나무속(*Castanea*)/구실갯밤나무속(*Castanopsis*), 느릅나무속(*Ulmus*)·느티나무속(*Zelkova*) 등이며 중국굴피나무속(*Phenacarya*)과 Cyrtaceae 등도 비교적 풍부하게 지속적으로 산출된다. 그 외 산출량은 많지 않지만 자주 귀찮되는 종류로는 가래나무속(*Aegilans*), 너도밤나무속(*Fagus*), 머드나무속(*Salix*), 단풍나무속(*Acer*), 피나무속(*Tilia*) 등이 있다. 벼과(Gramineae), 명아주과(Chenopodiaceae) 및 국화과(Compositae)로 대표되는 초본류(herbs)는 다양한 종류가 비교적 풍부하게 산출된다. 특히 하부의 시료들(CI 01 부터 CI 05)에서는 전체 초본류의 산

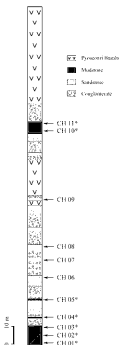


Fig. 2. Columnar section of Cheongsu core with sampling horizons. Samples with asterisks are productive in palynofloras and are engaged in this study.

출률이 30%에 이른다. 그 외 초본류로 사초과(Cyperaceae), 작곡과(Caryophyllaceae), 개연꽃속(*Nigella*), 물수세미속(*Myriophyllum*), 소리쟁이속(*Rumex*), 머름속(*Trapa*) 등이 낮은 산출빈도로 나타난다.

전반적인 산출양상을 살펴보면 청수 코아 하부에서 채취된 시료(CI 01-CI 05)와 코아 상부 시료(CI 10, CI 11) 사이에 뚜렷한 차이가 나타난다. 즉, 코아 하부에서는 오리나무속 및 팥아주과로 대표되는 초본류의 산출이 우세하고 다른 온대성 낙엽활엽수의 산출량은 상대적으로 낮은 반면, 상부에서는 전나무속 및 낙우송과·측백과·주목과 등과 같은 나자식물 화분과 서어나무속, 중국굴피나무속, 참나무속, 밤나무속·구실갯밤나무속, 느릅나무속·느티나무속 등의 낙엽활엽수가 우세하게 나타난다. 따라서 대표적인 화

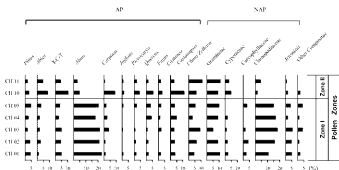


Fig. 3. Relative frequency of representative pollen taxa. AP: arboreal pollen, NAP: non-arboreal pollen.

분 종류들의 산출양상에 근거하여 2개의 화분 분대를 설정하였다. 하부의 Zone I은 시료 CH 01부터 CH 05(코어 심도 185 m-160 m)까지의 구간에 해당하며 오리나무속, 느릅나무속스티나무속, 벼과, 명아주과, 국화과 등이 우세하며 전반적으로 초본류가 우세하게 나타난다.

Zone II는 시료 CH 10부터 CH 11(코어 심도 60 m-67 m)까지의 구간에 해당하며 참나무속, 낙우송과족백과-주목과, 밤나무속수실갯나무속, 느릅나무속스티나무속, 벼과 등이 풍부하게 나타나며, 하위의 Zone I에 비교하여 오리나무속 및 명아주과의 점유율이 뚜렷하게 감소한 반면 참나무속 및 대부분의 낙엽활엽수 화분은 증가한 양상을 보인다.

고찰

지질시대

Miocene 이후의 지층에서 산출된 식물화석들은 일반적으로 충서적 분포(산출) 범위가 넓기 때문에 특정 식물화석의 출현이나 비출현에 근거하여 정확한 지질시대를 결정하기는 어렵다. 따라서 Miocene 이후의 포자·화분화석을 이용한 층의 대비나 생층서대의 설정은 대개 주요 종의 산출빈도에 근거한 포자·화분화석군의 전반적인 조성에 기초하여 이루어진다. 일반적으로 시간의 흐름에 따른 기후의 변동은 특정 식물군(flora)의 분포와 조성의 변화에 큰 영향을 미친다(Wolfe & Hopkins, 1967). 그러나 기후의 변동과 그에 따른 식물군의 변화는 지역에 따라 상이하

게 나타날 수 있으므로 어느 한 지역의 식물군은 다른 지역의 동시대의 식물군과 식물조성상 상당한 차이를 보일 수 있다. 따라서 식물화석이나 포자·화분화석에 근거한 대비는 대륙간이나 광역간 대비보다는 한정된 지역 내에서의 대비에 더 효과적인 것으로 알려져 있다(Traverse, 1988; Wang et al., 2001).

제주도에 분포하는 퇴적층의 지질시대는 대체로 Pliocene-Pleistocene에 해당하는 것으로 보고되고 있다(김봉관, 1972; Kang et al., 2002; Kim, 1969, 1984; Lee, 1990; Paik and Lee, 1984, 1988; Yi et al., 1995; You et al., 1987; Yoon, 1988). 따라서 청수궁 퇴적층의 지질시대는 인근지역의 동시대 지층에서 산출된 포자·화분화석 자료와의 비교를 통하여 효과적으로 추정될 수 있다. 이번 연구에서는 중국 동지나해와 황해의 대륙붕에서 폭넓게 수행되었던 포자·화분화석 연구결과와의 비교를 통하여 제주도 청수궁에서 산출된 포자·화분화석군의 생층서적 의미를 고찰해 보겠다.

Li et al.(1984) 및 Yi et al.(2003)은 황해의 대륙붕 퇴적층에 대한 포자·화분화석 연구에서 후기 Cretaceous에서 Pliocene에 이르는 7개의 포자·화분화석 군집대를 각기 설정하였다. 이 중 Pliocene에 해당하는 Li et al.(1984)의 Polygonaceae-Graminaceae, Compositae-Quercus 군집대 및 Yi et al.(2003)의 Graminidites(Graminaceae)-Percariotipollis(Polygonaceae) 군집대의 경우, 공통적으로 Polygonaceae, Graminaceae, Quercus의 높은 점유율이 특징이다. 이러한 특징은 제주도 인근 해역의 대륙붕 4, 5, 6 평구의 Pliocene 지층에

사도 나타나는데, 전희영 외(1985) 및 봉필윤 외(1986)에 따르면, 각 시추공의 최상부 구간은 Polygonaceae-Gramineae, Compositae-Quercus 군집대에 대비되고 그 지점시대를 Pliocene으로 추정하였다. Hu & Sarjeant(1992)는 중국 동지나해의 대륙붕 퇴적층에 대한 연구에서 Pliocene-Pleistocene에 해당하는 구간에서 *Graminidites*(Gramineae)-monolete spore 군집대와 그 바로 상위의 *Abripollenites*(Alnus)-*Chenopodiipollis*(Chenopodiaceae)-Compositae 군집대를 설정하고 전자를 Li et al.(1984)의 Polygonaceae-Gramineae, Compositae-Quercus 군집대에 대비시켜 그 지점시대를 Pliocene으로, 후자를 Pleistocene으로 각기 해석하였다. Hu & Sarjeant(1992)의 *Abripollenites*(Alnus)-*Chenopodiipollis*(Chenopodiaceae)-Compositae 군집대는 청수공의 포자·화분화석군과 그 조성에 있어 매우 유사하며, 특히 청수공의 코아 해부의 화분 분대 Zone 1과 잘 대비된다 할 수 있다. 더욱이 앞에서 언급한 제2도 인근 대륙붕 4광구의 PZ-1공의 Polygonaceae-Gramineae, Compositae-Quercus 군집대(Hu & Sarjeant의 *Graminidites*(Gramineae)-monolete spore 군집대)에 대비되는 구간의 최상부에서 Pleistocene 퇴적층의 존재가 유공물 화석에 의해 밝혀진 바 있다(봉필윤 외, 1986). Pleistocene에 해당하는 구간에서의 포자·화분화석의 산출이 불명하여 이 시기의 포자·화분화석군의 복정을 정의하기는 힘들지만, 4광구의 PZ-1공의 Polygonaceae-Gramineae, Compositae-Quercus 군집대에 대비되는 대륙붕 5광구의 KV-1공과 대륙붕 6광구의 불고래-1호공의 Pliocene-Pleistocene 구간에서 산출된 포자·화분화석 자료(봉필윤 외, 1986)에서는 구간 상부로 가면서 오리나무속, 팥이주과 및 국화과 등이 증가하는 양상을 보여 청수공의 포자·화분화석군과 그 조성에 있어 점차로 유사해지는 경향을 보인다. 따라서 청수공 하부의 화분 분대 Zone 1은 대륙붕 5광구의 KV-1공과 6광구의 불고래-1호공의 Polygonaceae-Gramineae, Compositae-Quercus 군집대에 대비되는 구간의 상부 및 중국 동지나해의 *Abripollenites*(Alnus)-*Chenopodiipollis*(Chenopodiaceae)-Compositae 군집대에 대비될 수 있으며 그 지점시대는 Pleistocene으로 해석된다(Fig. 4).

고기후

제2도의 현재 식물군은 지리적 위치와 해발고도에 따라 저지대의 난대성 식물에서 고지대의 아한대성

Age	Yellow Sea		East China Sea (Hu & Sarjeant, 1992)	Kjuu (this study)
	Li et al., 1984	Yi et al., 2003		
Pleistocene				Chongsu Polyniflora
Pliocene				

Fig. 4. Comparison of the Chongsu polyniflora with coeval polynifloras of neighboring areas.

식물에 이르기까지 다양한 식물군이 분포하고 있다. 즉 해발고도 1,400 m 이상의 고산지대(한라산)에는 한대종인 전나무속으로 이루어진 침엽수림과 들꽃나무(*Haccinium uliginosum*), 시로비(*Empetrum nigrum*) 등의 고산식물을 포함하는 관목림이 발달되어 있고, 해발고도 900-1,400 m의 산사면에는 참나무속, 밤나무속 및 서어나무속 등의 온대 낙엽활엽수림이 분포하고 있다(김봉준, 1992). 청수공 시추지역은 해발고도 100 m 내외의 완만한 구릉지대로, 배실갯밤나무속(*Castanopsis*), 봉백나무속(*Camellia*), 상록참나무속(*Evergreen Quercus*) 등의 난온대종으로 이루어진 상록활엽수림 분포대에 속한다. 청수공의 포자·화분화석군에서 우세하게 나타나는 오리나무속과 팥이주과는 이엽대에서 한대에 걸친 다양한 기후대의 저지대 습지나 해안 습지에서 주로 서식하는 종류들로 기후지상종으로 보기 힘들다. 전나무속은 주로 한랭한 고산지역에 분포하며, 중국광피나무속, 서어나무속 및 느릅나무속은 한랭한 온대지역의 산사면에서 밀생하는 것으로 알려져 있다(이우철과 임양재, 2002; 이창복 외, 1985). 또한 참나무속, 밤나무속 및 느티나무속은 온대지역에 폭넓게 분포하는 종류들이다. 청수공의 포자·화분화석군에서 우세하게 나타나는 이러한 수목류 종류들은 오늘날 해발고도 900 m 이상의 한라산에 분포하는 이엽대 침엽수림과 한랭한 온대의 낙엽활엽수림 및 한반도 산악지역의 한랭한 온대 낙엽활엽수림의 조성과 매우 유사하다. 연구지역(청수공 시추지점)이 현재 난온대의 상록활엽수림 분포대라는 것을 고려해 볼 때 청수공 코아가 퇴적될 당시의 기후조건은 오늘날의 제2도 기후보다 차가운 한랭한 온대였던 것으로 보인다. 청수공의 화분 분대

Zone II에서 초본류의 산출이 감소하는 대신 낙우송과 측백과·주목과, 중국굴피나무속, 서어나무속, 참나무속, 밤나무속/구실잣밤나무속, 느릅나무속/느티나무속 등 온대성 수목류들의 산출은 증가한 양상을 보이고 있어 이 구간이 하위의 Zone I에 비해 좀더 온난했었던 것으로 생각된다. 동일한 청수공 코아에 대한 유공충 연구에서도 이와 유사한 결과가 보고되었는데, 정규귀 외(1997)에 따르면 청수공 하부에서 상부로 가면서 점차 난류종이 증가하는 것으로 알려져 있다.

청수 코아 퇴적층을 덮고 있는 표선리 현무암이 현재 제주도의 해수면 부근의 저지대를 이루고 있는 암석이고 한라산은 그 이후에 일어난 화산작용으로 형성되었다(원종관 외, 1998)는 것을 고려해 볼 때, 청수 코아 퇴적층이 형성될 당시에는 현재의 한라산과 같은 고산지대는 존재하지 않았을 것으로 생각된다. 이러한 분석은 특히 Zone I의 화분 조성에서 잘 나타나는데, 즉 고산지대의 한대종인 구과류의 비교적 낮은 산출량과 대표적인 저지대 식물인 오리나무속 및 명아주과의 우세한 산출은 연구지역 일대에 산악 식생의 발달이 미약했었다는 것을 의미한다. 그러나 상위의 Zone II에서는 Zone I 보다 더 온난한 조건임에도 전나무속과 같은 고산지대 한대종의 산출량이 증가하고 저지대 식물인 오리나무속 및 명아주과의 산출빈도가 현저하게 감소하는데 이는 시간이 흐름에 따라 지형적 기복이 어느 정도 발달된데 기인한 것으로 생각된다.

결 론

제주도의 청수공에서 산출된 포자·화분화석 분석 결과 낙엽활엽수와 초본류의 화분이 주종을 이루고 있으며, 간헐적으로 조류 화석이 풍부하게 나타나기도 한다. 풍부하게 산출되는 종류로는 오리나무속, 명아주과, 국화과, 밤나무속/구실잣밤나무속, 느릅나무속/느티나무속 및 소나무과 등이다.

대표적인 화분 종류들의 산출양상에 근거하여 2개의 화분 분대를 설정하였다. 하부의 Zone I에서는 오리나무속, 느릅나무속/느티나무속, 벼과, 명아주과, 국화과 등이 우세하며 전반적으로 초본류가 우세하게 나타나는 반면 상부의 Zone II에서는 전나무속, 낙우송과 측백과·주목과, 밤나무속/구실잣밤나무속, 느릅나무속/느티나무속, 벼과 등이 풍부하게 나타나며, 오리

나무속 및 명아주과의 점유율은 뚜렷하게 감소한다. 이러한 포자·화분화석 조성에 근거해 볼 때, 청수공 하부의 Zone I은 중국 동지나해의 *Alnipollenites* (*Alnus*)-*Chenopodiipollis*(*Chenopodiaceae*)-*Compositae* 군집대에 잘 대비되며 그 지질시대는 신생대 제 4기 Pleistocene으로 해석된다.

청수공 포자·화분화석군의 식생조성이 오늘날 한라산 고지대의 침엽수림 및 낙엽활엽수림과 한반도 산악지역 한랭한 온대의 낙엽활엽수림과 유사한 것으로 보아, 당시의 기후는 한랭한 온대였던 것으로 보인다. 다만 화분 분대 Zone II는 하위의 Zone I보다 다소 온화한 조건이었던 것으로 생각된다.

청수 코아 퇴적층을 덮고 있는 표선리 현무암의 분포특성과 화분 분대 Zone I에서의 오리나무속 및 명아주과와 같은 저지대 식물의 풍부한 산출을 고려해 볼 때 청수공 하부가 형성될 당시 제주도에는 오늘날의 한라산과 같은 고산지대가 아직 발달하지 않았던 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김동학, 황재하, 황상구, 최성자, 1989, 제주도 화산활동 연구(II): 제주도 서부지역의 화산층서와 분출사. 과학기술처 KR-88-(B)-4, 49 p.
- 김문홍, 1992, 제주 식물 도감. 제주도, 617 p.
- 김봉균, 1972, 서귀포층의 층서 및 고생물학적 연구. 손치무교수 송수기념논문집, 169-187.
- 민경덕, 원종선, 황석연, 1986, 제주도에 분포하는 화산암류 및 퇴적암류에 대한 고지자기 연구. 광산지질학회지, 19, 153-163.
- 봉필윤, 이호영, 최성자, 전희영, 1986, 대륙붕 자원연구-충서고생물. 한국동력자원연구소, KR-86-2-22, 59-132.
- 원종관, 1976, 제주도의 화산암류에 대한 암석학적 연구. 지질학회지, 12, 207-226.
- 원종관, 길영우, 이문원, 1998, 제주도 동북사면에 분포하는 화산암류의 암석학적 연구. 한국지구과학회지, 19, 3, 329-342.
- 이동영, 윤상규, 김주용, 김윤종, 1987, 제주도 제 4기 지질조사 연구. 한국동력자원연구소, KR-87-29, 233-278.
- 이우철, 임양재, 2002, 식물지리. 강원대학교 출판부, 412 p.
- 이창복, 김윤식, 김정석, 이정석, 1985, 신교 식물분류학. 향문사, 395 p.
- 전희영, 최덕근, 봉필윤, 이호영, 1985, 대륙붕 자원연구. 한국동력자원연구소, 85-16, 31-75.
- 정규귀, 강소라, 윤선, 1997, 제주도 서남부지역 시추코아의 저서성유공충 화석 군집. 한국고생물학회지, 13 (1), 69-85.
- 황상구, 2000, 제주도 송악산 옹회환·분석구 복합체의 화

- 산형태. 대한지질학회, 36 (4), 473-486.
- Hu, Z. H. and Sarjeant, W. A. S., 1992, Cenozoic spore-pollen assemblage zones from the shelf of the East China Sea. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 72, 103-118.
- 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.
- Kang, S., Jung, K. K. and Yoon, S., 2002, Benthic foraminiferal fauna from drilled cores of Jeju Island, Korea. *Journal of the Palaeontological Society of Korea*, 18 (1), 1-10.
- 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, 103-121.
- Kim, B. K., 1984, Cenozoic Biostratigraphy of South Korea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 46, 85-96.
- Lee, E. H., 1990, Pleistocene Ostracoda from the Marine Sedimentary Strata of the Cheju Island, Korea. Unpublished Ph. D. thesis, Korea University, 400.
- Lee, M. W., 1982, Petrology and geochemistry of Jeju volcanic Island, Korea. *Tohoku University, Scientific Reports*, 3rd ser., 15 (2), 177-256.
- Li, Z., Xu, J., Meng, Q. and Zhang, H., 1984, Characteristics of the Spore-Pollen Assemblages from the Mesozoic-Cenozoic South Huanghai Sea Basin and their Stratigraphic Significance. *Mem. Bur. Mar. Geol. Inv., China*, 1, 1-31.
- Park, K. B., Lee, E. H. and Paik, K. H., 1986, Faunal analysis and paleoenvironment of the Plio-Pleistocene Ostracods assemblages from the Seogwipo Formation, Cheju Island: *Coll. Sci. Korea Univ., J. Natu.*
- Paik, K. H. and Lee, E. H., 1984, A Plio-Pleistocene Ostracod assemblage from the Seogwipo Formation, Cheju Island, South Sea of Korea. In: Y. A. Park, et al., eds., *Marine Geology and Physical Processes of the Yellow Sea*, 223-234, *Proceedings of US-KOREA Symposium and Workshop on Yellow Sea*.
- Paik, K. H. and Lee, E. H., 1988, Plio-Pleistocene Ostracods from the Seogwipo Formation, Cheju Island, Korea. In: T. Hanai, et al., eds., *Evolutionary Biology of Ostracoda: its fundamentals and applications*, 541-556. Kodansha, Japan and Elsevier, Amsterdam.
- Traverse, A., 1988, *Paleopalynology*. Unwin-Hyman, 600.
- Wang, W. M., Saito, T. and Nakagawa, T., 2001, Palynostratigraphy and climatic implications of Neogene deposits in the Himi area of Toyama Prefecture, Central Japan. *Review of Palaeobotany and Palynology* 117, 281-29.
- 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.
- Yi, S., Yun, H. and Yoon, S., 1995, Late Quaternary Calcareous Nannofossils from the Sinyangri Formation of Cheju Island, Korea. *Journal of the Palaeontological Society of Korea*, 11, 146-158.
- Yi, S., Yi, S., Batten, D. J., Yun, H. and Park, S. J., 2003, Cretaceous and Cenozoic non-marine deposits of the Northern South Yellow Sea Basin, offshore western Korea: palynostratigraphy and palaeoenvironments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 191, 15-44.
- Yokoyama, M., 1923, On some fossil shells from the island of Saishu in the Strait of Tsushima. *Tokyo Imp. Univ., J. Coll. Sci.*, 44, art. 7, 1-9.
- Yoon, S., 1981, The Seogwipo fauna (Mollusca) of the Jeju Island, Korea. *Proc. 6th Internat. Work. Group Meet. IGCP-114*, 149.
- Yoon, S., 1988, The Seogwipo molluscan fauna of Jeju Island, Korea: Saito Hoon Kai Spec. Pub. (Prof. T. Kotaka Commem. Vol.), 539-545.
- You, H. S., Koh, Y. K. and Kim J. Y., 1987, Nannofossils from the Seogwipo Formation in Cheju Island, Korea. *Journal of the Palaeontological Society of Korea*, 3, 108-121.

2005년 2월 25일 원고 접수
2005년 3월 23일 수정 원고 접수
2005년 3월 23일 원고 채택