

무제치늪의 화분분석 연구

최 기 룡

울산대학교 자연과학대학 생명과학부

Palynological Study of Moojechi Bog

Kee-Ryong Choi

School of Biological Sciences, College of Natural Sciences, University of Ulsan

요 약

한반도 남동부 산지대의 식생과 자연환경변천 과정을 밝히기 위하여 무제치늪(해발 520m)의 퇴적물을 대상으로 화분분석과 ^{14}C 측정을 실시하였다. 그 결과 화분군은 냉온대 북부/고산지형 침엽·낙엽활엽혼합림 시대(M I), 냉온대 중부/산지형 낙엽활엽수림 시대(M IIa), 냉온대 남부/저산지형 침엽·낙엽활엽혼합림 시대(M IIb)로 변천하였음을 알 수 있었다. 그리고 현재 한반도 남동부 산지대에 분포하는 냉온대 낙엽활엽수림은 약 8,000yr B.P.부터 분포역을 확대하기 시작하였고, 약 6,700yr B.P.부터 지역적으로 분화 발달하였음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

The pollen analyses and the ^{14}C -dating of the sediments of Moojechi bog were performed in order to study the vegetation history and the environmental changes of the southeastern montane zone of Korea. These results show that the local pollen assemblage of the montane zone changed from lower upward cool-temperate northern/altimontane forest(M I) into cool-temperate central/montane forest(M IIa) and cool-temperate southern/submontane forest(M IIb). Furthermore, in the case of the present cool temperature deciduous broad-leaved forests, its distribution would begin to be expanded from 8,000yr B. P., and its regional differentiation would be developed from 6,700yr B. P.

서 론

한반도의 식생 및 자연환경 변천과정을 밝히기 위한 화분분석 연구 대상지는 그 대부분이 동해안과 서해안 저지대에 집중되어 있다(安田 外, 1978; 曹, 1979; 최, 1993, 1996, 1997a). 그러므로 山地帶(montane zone) 이상, 또는 보다 내륙지역의 삼

림변천과정과 이의 배경이 된 자연환경의 변천과정은 아직까지 연구된 바 없다. 특히 最終氷期 最盛期(maximum glacial period) 이후 한반도의 暖溫帶林, 冷溫帶林, 亞寒帶林의 성립과 이들 삼림의 지역적인 분화가 언제 이루어졌는지를 밝히는 큰 과제가 남아 있다. 그러므로 한반도의 식생 및 자연 환경 변천과정을 논하기 위하여서는 북한지역을 포함하여 보다 많은 지역의 연구사례를 필요

로 하고 있다. 최근 최(1997b, 1998), 이 등(1998)에 의하면 정족산 무제치늪 일대에는 10여개 이상의 산지늪이 발달하고 있는 것으로 보고되었다. 이들 산지늪 퇴적물의 대부분은 이탄(peat)으로 구성되어 있기 때문에 화분분석 연구에는 최상의 조건을 갖추고 있기 때문에 이들 자료는 향후 한반도의 식생과 자연환경변천을 규명하기 위한 연구에 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 동 지역의 산지늪 중에서 무제치 제2늪을 대상으로 화분분석을 실시하여 한반도 남동부 산지대의 식생 및 기후변천을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

화분분석

화분분석용 시료는 무제치 제2늪(Fig. 1, 북위 35° 27' 22", 동경 129° 08' 35"; 해발 520 m)에서 Hiller type hand borer를 사용하여 채집하였다.

퇴적물은 지표하 120 cm까지 채집하였고, 층위별로 총 29개의 시료를 채집하였다. 이들 퇴적물 중에서 34~35 cm, 79~80 cm, 99~100 cm의 퇴적물을 선별하여 ^{14}C 연대측정용으로 사용하였다. 화분분석용 시료는 KOH-ZnCl₂-Acetolysis법(Erdtman, 1934)을 사용하여 처리하였다. 1개의 시료에 대하여 아래의 科 또는 屬의 화분을 수목화분(AP : arboreal pollen)으로 하였다. 수목화분은 300개 이상을 검경하였으며 화분, 포자의 출현율은 AP를 기본수로 하여 백분율(%)로 나타내었다.

AP: *Pinus*(소나무屬), *Abies*(전나무屬), *Tsuga*(솔송나무屬), *Quercus*(참나무屬), *Castanea*(밤나무屬), *Betula*(자작나무屬), *Carpinus*(서어나무屬), *Salix*(버드나무屬), *Fraxinus*(물푸레나무屬), *Tilia*(피나무屬), *Acer*(단풍나무屬), *Juglans*(가래나무屬), *Platycarya*(굴피나무屬), *Ulmus+Zel-*

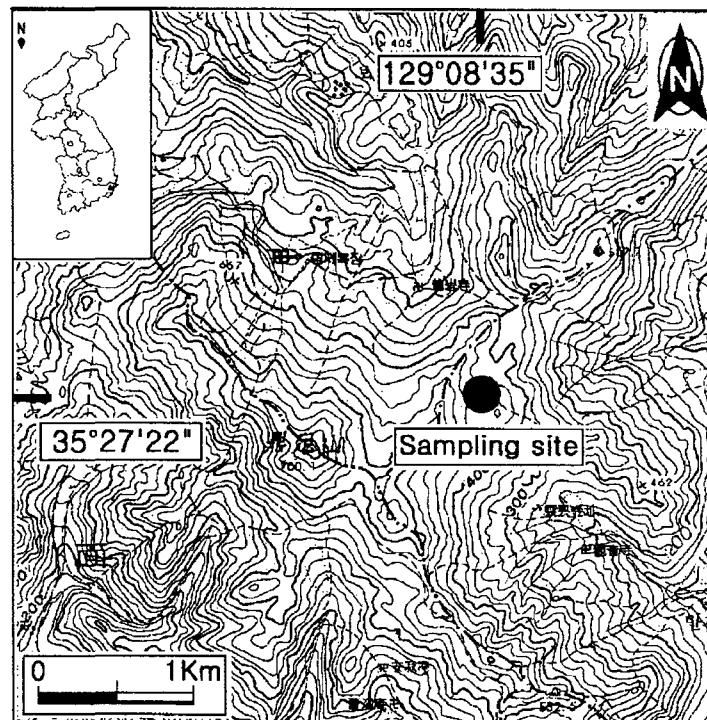


Fig. 1. Map of investigated area.

kova(느릅나무+느티나무屬), *Stewartia*(노각나무屬).

상기 이외의 화분은 비수목화분(NAP:non-arboreal pollen)으로 구분하였다. 또한 본문 중의 학명은 화분을 가리킨다.

결 과

화분분석 결과 주요한 화분, 포자의 출현율을 표시한 화분변천도는 Fig. 3에, 그리고 방사성 탄소연대 측정 결과는 Table 1에 각각 나타내었다. 화분분석의 결과, 주요 수목 및 비수목화분의 출현율을 기준으로 다음과 같이 2개의 화분대(pollen zone)와 2개의 아화분대(subpollen zone)로 구분하였다.

화분대(Pollen zone)

1. M I : *Quercus*-Northern coniferous zone(깊이 120~92cm)

본 화분대는 낙엽활엽수 화분인 *Quercus*가 최하부 층위(120 cm)에서 상부 층위(92 cm)로 출현율이 급증하며 최우점하고, 반면에 *Pinus*와 *Abies*는 급격히 감소하는 것이 특징이다. 이들 이외의 각 층위별 수목화분들 중 낙엽활엽수 화분인 *Be-*

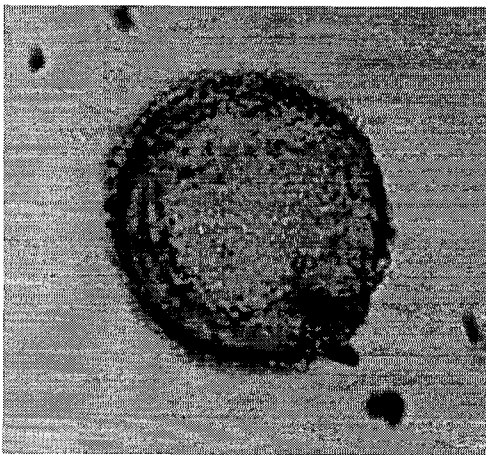


Fig. 2. *Tsuga sieboldii*.

Table 1. Radiocarbon age of Moojechi bog

Sample ID	LAB. No.	Radiocarbon age (yr B.P.)
p-8	SNU99-154	3,210 ± 40
p-17	SNU99-155	5,300 ± 100
p-24	SNU99-156	8,050 ± 60

tula, *Acer*, *Fraxinus*, *Tilia*들도 하부에서 상부층위로 갈수록 출현율이 급격히 감소하였다. 비수목화분들 중에서는 특이하게 *Alnus*의 출현율이 급증하였으며 본 화분대의 상부층위에서는 출현율이 200% 이상을 점유하였다. 그 외에도 *Corylus*, *Rhus*, *Araliaceae*, *Ericaceae*와 같은 관목성 낙엽활엽수 화분이 검출되지만 이들 역시 하부에서 상부층위로 갈수록 감소하였다. 일시적으로 최상부 층위에서는 *Stewartia*가 15%의 출현율을 보였다. 초본화분들 중에서는 *Artemisia*가 하부층위에서, *Gramineae*는 상부층위에서 각각 높은 출현율을 보이며 증감을 반복하였다. 이들을 제외한 초본류의 화분 출현율은 5% 이하의 매우 낮은 값을 보였다. 포자들의 출현율은 하부층위에서는 100% 이상의 높은 값을 보였으나 상부층위로 갈수록 급격히 감소하였다. 총 출현 화분·포자 중에서 수목화분의 출현율은 최하층의 40%를 제외하고, 대부분의 층위에서 25%이하의 낮은 값을 나타내었다.

2. M II : *Quercus*-*Pinus* zone (깊이 92~0cm)

M1시대에 급격히 감소하며 15% 전후의 낮은 출현율을 보이던 *Pinus*는 본 화분대부터 30% 이상의 높은 값을 보이며 증가하고, 전 층위에 걸쳐 낙엽활엽수 화분인 *Quercus*가 최우점하는 것이 특징이다. 본 화분대는 깊이 37cm를 경계로 하여 상부층위에 이르기까지 *Pinus*와 비수목화분의 출현율이 증가하였으므로 다시 2개의 subzone으로 구분되었다.

1) M II a: Lower *Quercus* subzone(깊이 92~37cm)

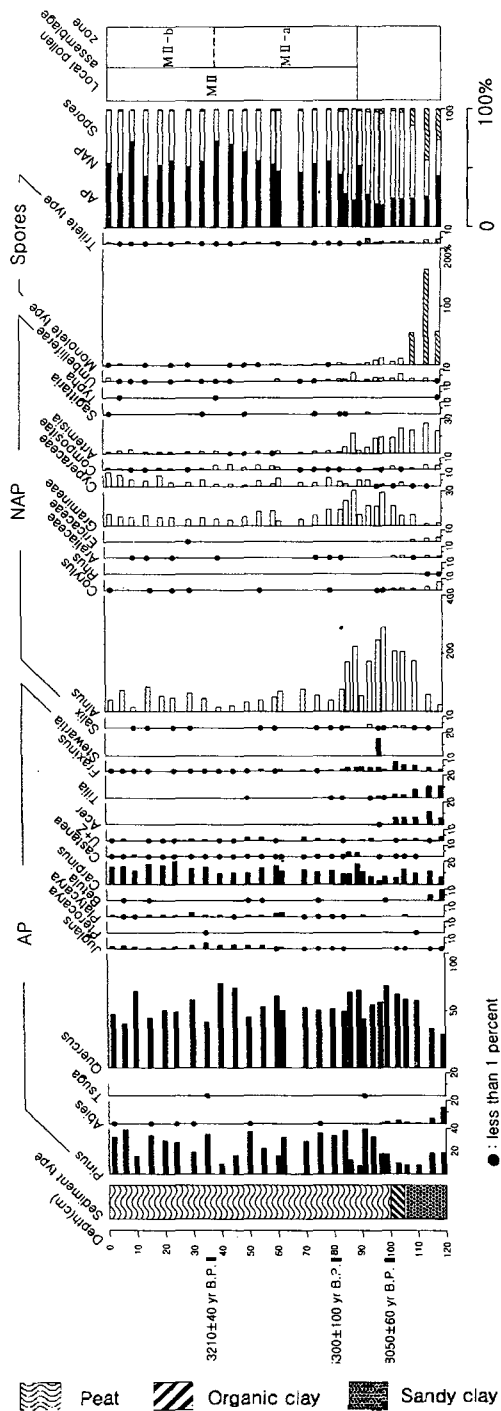


Fig. 3. Pollen diagram from Moojechi bog. The percentage calculation based on the total arboreal pollen.

깊이 92 cm를 경계로 하여 *Pinus*의 출현율이 급격히 증가하였으나 본 아화분대의 최상부층에서는 다시 감소하였다. 이에 반하여 *Abies*의 출현율은 급격히 감소하고 이후 1% 미만의 낮은 값을 보이며 불연속적으로 출현하였다. 본 아화분대에서 특이하게도 *Tsuga*가 1% 미만의 낮은 출현율을 보이며 출현하였다(Fig. 2). *Quercus*는 초기에 일시적으로 증가하며 전층에 걸쳐서 최우점하였다. 본 아화분대의 하부층위부터 전시대(MI)에 이어서 *Alnus*의 출현율이 약 200%의 값을 보이나, 중기 이후 출현율은 급격히 감소하며 50% 전후의 값을 보인다. *Carpinus*, *Castanea*, *Ulmus*+ *Zelkova*, *Fraxinus*와 같은 낙엽활엽수 화분은 본 아화분대의 최하부 층위에서 일시적으로 증가하나 출현율은 20% 미만으로 매우 낮은 값을 보인다. *Betula*, *Tilia*, *Acer*는 본 아화분대에서는 1% 미만의 값을 보이며 불연속적으로 출현하거나, 거의 검경되지 않았다. *Gramineae*와 *Artemisia*를 제외한 초분화분들의 출현율은 5% 이하로, 하부에서 상부층위로 갈수록 감소하였다. 총 출현 화분·포자 중에서 수목화분은 전 층위에서 50% 이상을 점유하였으며, 상부층위로 갈수록 비수목화분과 포자의 점유 비율은 낮아졌다.

2) M II b: Upper *Quercus* subzone (깊이 37~0cm)

M II a 시대의 최상부 층위에서 10%에 불과하던 *Pinus*의 출현율이 본 아화분대부터 35% 이상의 값을 보이며 다시 증가하고, 비수목화분의 출현율이 높아지는 것이 본 시대의 특징이다. 본 아화분대의 최하부 층위에서 출현율이 1% 미만의 *Tsuga*가 다시 검경되었다. 그 외의 화분들은 특별한 출현 경향을 보이지 않았으나, 총 출현 화분·포자 출현율은 상부층위로 갈수록 비수목화분화분의 점유율이 높아졌다.

고찰

삼림식생의 복원 및 변천

각 화분대를 표징 하는 화분과 각 화분대에 있

어서 출현율이 높은 화분·포자를 고려해서 식생형을 결정하였다. 이들로부터 무제치늪 일대의 식생형은 크게 냉온대 북부/고산지형침엽·낙엽활엽혼합림 시대와 냉온대 낙엽활엽수림 시대로 구분할 수 있다. 그러나 냉온대 낙엽활엽수림 시대는 화분군의 조성에서 약간씩의 차이가 인정되었기에 다시 전기(M II a)와 후기(M II b)로 구분하였다.

1. 냉온대 북부/고산지형 침엽·낙엽활엽혼합림 시대(M I)

M I 시대에 출현은 *Pinus*, *Abies*, *Betula*, *Tilia*, *Acer*와 spores들은 상부로 갈수록 출현율이 급격히 감소하였다. 이들은 M II 시대에 들어와서는 거의 대부분 자취를 감추게 된다. 이와는 반대로 *Quercus*는 급증하지만, 수목화분이 차지하는 비율은 매우 낮다. 총 출현 화분·포자 출현율 중에서 비수목화분의 점유율은 여전히 60% 이상을 점유하였다. 한반도의 현존식생 및 온도대에 따른 식물분포대(Yim, 1977; Kim, 1992)를 고려하였을 때 M I 시대에 출현하는 전술한 주요 수목화분들의 모식물들로 균락을 이루는 자연림은 냉온대 북부지역의 고산지형 침엽·낙엽활엽혼합림에 대비할 수 있다. 이는 *Picea*, *Selaginella*와 같은 아한대/아고산대성의 중요 식물화분이 전혀 검출되지 않는 것과 100~98 cm의 퇴적물을 ^{14}C 측정된 결과 8,050yr B.P.로 분석된 것으로도 이를 뒷받침할 수 있다. 이는 또한 후빙기 전기에 이미 아한대성 침엽수는 남동부 산지대에서 생육하지 않았음을 의미한다. 그 결과 본 시대는 냉온대 북부/고산지형의 침엽·낙엽활엽혼합림 시대로 구분되었다. 그러므로 본 시대에 출현하는 대부분의 *Pinus*는 만빙기(late-glacial period) 이후 소멸되어간 *Haploxyylon* type(오엽송)이며, 이들 화분의 모식물로는 극동아시아의 온대림을 대표하는 너도밤나무-신갈나무군강의 하급단위인 신갈나무-잣나무군단의 주요 종인 *Pinus koraiensis*로 생각된다. 이와 동반하는 *Abies*의 모식물은 *Abies holophylla*로 추정된다. 낙엽활엽수 화분인 *Quercus*의 모수는 본 조

사지 일대에서 현재 우점하고 있는 냉온대 남부/저산지형의 졸참나무보다는 보다 한냉한 기후에 분포하는 *Quercus mongolica*로 생각할 수 있다. 또한 비수목화분의 출현율이 수목화분을 상회하는 것으로부터 본 시대는 기후의 온난화와 더불어 참나무류를 선구식물로 하는 냉온대 낙엽활엽수의 분포가 확대되는 시기이지만 아직도 냉온대 낙엽활엽수의 생육이 불완전한 疏林 상태였음을 알 수 있다. 따라서 본 시대는 최종빙기 최성기 이후 지구의 온난화와 더불어 만빙기의 아한대 기후대를 나타내는 분류군의 소멸기 이후의 후빙기 전기시대로 구분할 수 있다. 이 시대에는 아직도 한냉한 기후대를 나타내는 냉온대 북부/고산지형의 침엽·낙엽활엽 혼합림이 약 6,700yr B.P.까지 지속되며 남동부 산지대(montane zone)에 발달하고 있었음을 알 수 있다. 그러나 동 시대의 일본과 같이 *Fagus*, *Cryptomeria*와 같은 화분이 전혀 검출되지 않는 점으로 보아 한반도에서는 후빙기의 전기시대부터 이미 일본지역과는 다른 대륙성의 한랭, 건조한 기후하에 있었음을 알 수 있다. 한편 *Alnus* 등의 비수목화분과 포자의 출현율이 다른 어떤 수목화분보다 압도적으로 출현율이 높은 것으로부터 무제치늪 일대에는 습윤한 지역이 상당히 넓은 지역에 걸쳐서 발달하였음을 알 수 있다. 한편, 이 시대에 우점하는 *Alnus*의 모수는 한반도에 분포하는 오리나무屬 식물들의 생육범위로 판단할 때 저지대의 충적대지에서 냉온대 산지대의 습지에 이르기까지 대륙성 기후하의 한반도에 널리 생육하는 오리나무(*Alnus japonica*)로 추정할 수 있다(김, 1993). 오리나무와 초본화분의 출현율로 후빙기 이후 육지의 습윤 상태를 서해안 저지대(최, 1993, 1996)와, 동해안 저지대의 분석결과(曹, 1979)를 서로 비교하였을 때 서해안 지역이 동해안 저지대보다 더 과습한 상태였을 것으로 생각된다(최, 1997b). 좀 더 정확한 내륙 산지대의 식생 및 자연환경 변천의 배경은 현재로서는 추정이 어려운 상태이다. 본 조사 결과 외에도 중부 내륙지방의 분석결과가 추가되면 M I, M II의 절대연대 및 경계구분이 시간적, 공간적으로 더 명확한

해석이 가능하게 될 것이다.

2. 냉온대 낙엽활엽수림 시대(M II)

본 시대의 낙엽활엽수림은 화분군의 조성으로부터 다시 전기(M II a), 후기(M II b)로 구분하였다. M II a, M II b시대를 연결하여 식생의 변천과정을 본다면 6,700yr B.P. 이후 현재에 이르기까지 참나무류를 우점으로 하는 냉온대 낙엽활엽수림 시대이다. 그러나 이들의 경계연대는 추후 중부 내륙지방의 분석자료가 추가되어 재검토되어야 할 필요가 있다. 즉, M II a, M II b와 같은 유형의 삼림발달이 광역적인 환경변화를 반영한 것인지, 혹은 일시적이며 국지적으로 일어난 환경변화 인지를 명확히 하여야 할 것이다. 그러므로 본 연구에서는 그러한 가능성을 고려하여 M II a, M II b로 시대를 구분하여 표시하였다. 또한 조사지의 해발고도가 500 m 이상에 달하는 지점이라는 것은 기존의 해발고도 10 m 내외의 저지대 화분분석 결과와는 차이가 있을 것이다. 그러므로 지역에 따라서는 인간간섭을 배제한 상태에서의 순수한 자연환경의 변화만을 반영한 결과로서의 소나무림 증가 가능성도 배제할 수 없다. 또한 구분된 각 시대가 합쳐질 가능성도 배제할 수는 없으나, 소나무 화분의 증감을 고려해서 삼림을 복원하였다.

1) 냉온대 중부/산지형 낙엽활엽수림 시대(M II a)

본 시대(M II a) 식생의 특징으로는 *Quercus*에 이어서 *Pinus*의 출현율이 증가하며, 전시대(M I)에 출현하였던 냉온대 북부/고산지형의 주요 침엽·낙엽활엽수들이 거의 대부분 출현하지 않게 되는 것이 특징이다. 이것은 이 시대에 들어와서 기후는 전시대에 비하여 더욱 온난화가 진행되어, 냉온대 북부/고산지형 침엽·낙엽활엽혼합림의 분포역이 급속히 축소된 것을 반영하는 것으로 생각한다. 그러나 본 시대의 전기 M I 시대에서부터 약 6,700yr B.P.까지는 여전히 *Alnus*의 출현율이 200% 전후의 값을 보이고 Gramineae와 *Artemisia*같은 초본화분의 출현율이 수목화분보다 높다.

약 6,700yr B.P. 이후의 시기는 후빙기 중 가장 해수준면이 높아지는 시기로서 소위 기후 최적기(climatic optimum)에 해당한다. 이것은 약 8,000 yr B.P. 이후 냉온대 북부/고산지형 침엽·낙엽활엽혼합림은 무제치늪 일대에서 서서히 자취를 감추고, 신갈나무를 우점으로 하는 냉온대 중부/산지형 낙엽활엽수림이 분포역을 확대하기 시작하였으며, 6,700yr B.P. 이후부터는 신갈나무를 우점으로 하는 냉온대 중부/산지형 낙엽활엽수림이 무제치늪 일대에 발달하였음을 뒷받침한다. 이로부터 현재 한반도 산지대에 분포하는 냉온대 낙엽활엽수림은 약 6,700yr B.P.부터 지역적으로 분화되어 발달하였을 가능성이 높다. 본 시대의 시작과 더불어 *Tsuga*가 1%미만으로 출현하였다. *Tsuga*의 모수는 현재 국내에는 울릉도에 자생하는 솔송나무밖에 없으며, 화분의 형태로 보아도 *Tsuga sieboldii*가 틀림없다. 그러나 소량이며 불연속적으로 화분이 검출되었으므로 본토에 자생하였을 가능성은 있으나 그 개체군의 크기는 극히 미미하였을 것이며, 한편으로 바람에 의해 운반되었을 가능성도 높다. 솔송나무 화분의 출현은 한반도의 기후 변화에 매우 중요한 사실을 입증한다. 현존하는 솔송나무의 생물 환경적 특성은 해양성 기후 또는 대륙성 기후와 해양성 기후의 이행대에서 생육이 확인되고 있으며, 국지적으로는 토지적 극상인 특성 즉, 암석이 노출된 산능선부, 돌출지형에 주로 잔존하고 있다(김 외, 1996). 이러한 특성으로 보아 약 6,700yr B.P.에 일시적이고 국지적으로 한랭 건조한 한반도 대륙성 기후와 온난 다습한 해양성 기후가 이행되는 시기가 있었음을 알 수 있다. 이러한 맥락에서 본다면 曁(1979)에 의해 포항지역에서 연속적으로 검출된 *Fagus*도 그 모수가 실제로 분포하였을 가능성도 충분히 있다.

본 시대의 후기에 총 수목화분은 계속 증가하나, *Pinus*화분의 출현율이 감소하는 시기가 있다. 安田 등(1978)은 본 시대의 후반부에 해당하는 약 4,500yr B.P.를 전후하여 소나무의 감소와 낙엽활엽수의 증가, 그리고 난온대의 중요 구성종인 *Cyclobalanopsis*(가시나무類)와 *Castanopsis*(구

실갯밤나무類)가 낮은 값이지만 출현하였음을 보고한 바 있다. 이것은 일시적으로 한냉한 기후가 있었음을 의미하지만 난온대 상록수가 연속적으로 출현하였으므로, 매우 미약한 온도저하 시기가 있었던 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 난온대 상록수의 분포에 관한 직접적인 분석결과는 얻지 못하였다. 이는 한반도의 난온대 상록수림의 분포역이 한냉지수(coldness index)를 이용한 온도대로는 남부내륙지역까지 이르나, 동북아시아 지역의 난온대 상록수림의 최북단 지역에 해당하는 한반도 최남단지역 그리고 남부 도서지역에 소규모의 그루터기(patch)형태로 밖에 분포하지 않는다는 사실을 입증한다(Kim, 1992; 최·김, 1999).

2) 냉온대 남부/저산지형 침엽·낙엽활엽혼합림 시대(MIIb)

MIIa시대부터 증가하던 수목화분은 3,210yr B.P.를 경계로 출현율이 점차 감소하기 시작하였다. *Quercus*의 출현율은 전 시대에 이어서 계속 최우점하였다. MIIa시대 후기에 일시적으로 감소하던 *Pinus*와 *Carpinus* 등의 낙엽활엽수 화분 그리고 *Alnus*와 같은 비수목화분이 본 시대의 초기부터 다시 증가하였으며, MIIa시대 초기에 검출되었던 솔송나무의 화분이 다시 검출되었다. 이것은 일시적으로 온도가 저하하였으나, 본 시대에 들어와서 다시 온난, 습윤한 기후로 바뀌었음을 알 수 있다. 이 시대는 守田 등(1998)에 의하면 *Pinus*와 초본화분의 출현율이 증가하며 기후는 전시대보다 추워지고, 습윤한 시기로 보고 있다. 그러나 이런 현상이 광역적인 환경변화에 의한 것인지, 국지적이며 일시적인 환경변화인지는 추후 산지대의 또 다른 분석 결과가 이루어지기 전에는 속단하기 어렵다. 수목화분의 출현율의 감소와 비수목화분의 증가에 대한 또 다른 해석방법은 인간활동에 의한 나지의 증가, 즉 농경을 위한 벌채로 인한 *Pinus*의 증가를 들 수가 있다. 그러나 소나무의 증가는 자연림에 대한 인간간섭의 정도에 따라 분석지점별로 연대에 차이를 보이기 때문에 무제치늪 혹은 사람의 손길이 닿기 어려운 산지대에서는 소나무

의 현저한 증가를 보이지 않는다.

사 사

어려운 여건에도 불구하고 퇴적물에 대한 연대 측정능을 기꺼이 허락하여 주신 서울대학교 AMS연구실 김종찬 교수님께 진심으로 감사 드린다. 그리고 분석자료에 대한 해석과 귀중한 조언을 아끼지 않은 계명대학교 생물학과 김종원 교수님에게 심심한 사의를 표한다. 본 연구는 과학기술부 지원으로 수행하는 중점국가 연구개발사업(온실가스 저감 기술 연구)의 일환으로 수행되었다.

참고문헌

- 최기룡. 1993. 중부지방 저지의 식생사와 인간간섭의 관계에 관하여, 한국자연보존협회 연구보고서 제12집: 31-36.
- 최기룡. 1996. 전남 광주광역시 봉산들의 화분 분석 연구, 울산대학교 자연과학 논문집, 5(2): 115-120.
- 최기룡. 1997a. 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서 -1차년도-, 환경부, 133.
- 최기룡. 1997b. 한반도 후빙기의 식생 변천사. 자연보존, 한국자연보존협회, 100:28-33.
- 최기룡. 1998. 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서 -2차년도-, 환경부, 84.
- 최기룡, 김종원. 1999. 목도 상록수림의 보존·관리계획 조사 보고서, 울산광역시, 65.
- Erdtman, G. 1934. Über die Verwendung von essigsäure-anhydrid bei pollenuntersuchungen. *Svensk Bot. Tidskr.*, 28, 354-361.
- 曹華龍. 1979. 韓國東海岸における後氷期の花粉分析的研究, *東北地理*, 31:23-35.
- 김종원. 1993. 자연생태계편 -수도권 매립지 종합 환경조사 연구 보고서-, 수도권 매립지 운영관리 조합, 145.
- Kim, Jong Won. 1992. Vegetation of northeast Asia-on the syntaxonomy and syneograp-

- phy of the oak and beech forests-, Ph. D. Dissertation, Wien University, 314.
- 김종원, 송승달, 김성준. 1996. 울릉도·독도의 식생에 대한 군락분류학적 연구, 자연실태종합 학술조사보고서 제 10집 울릉도 및 독도, 자연보호중앙협의회, 139~202.
- 이동영, 최기룡, 김주용, 양동윤. 1998. 정족산 무제치늪의 성인과 자연환경, 한국제4기학회, 12(1): 63-75.
- 守田益宗, 崔基龍, 日比野紘一郎. 1998. 中部・東海地方における落葉廣葉樹林の成立と變遷, 圖說日本列島の植生史(安田喜憲・三好教夫 編), 朝倉書店, 92-104.
- 安田喜憲, 塚田松雄, 金邊敏, 李相泰, 任良宰. 1978. 韓國における環境變遷史と農耕の起源, 韓國における環境變遷史. 文部省海外學術調査, 1-19.
- Yim, Yang Jai. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula, III, Distribution of tree species along the thermal gradient, *Jap. J. Ecol.*, 27:77-88.

(Accepted: April 16, 2001)