

## 영산강 유역 범람원 퇴적물의 화분분석 연구

최기룡\* · 김기현 · 김종원<sup>1</sup> · 김종찬<sup>2</sup> · 이기길<sup>3</sup> · 양동윤 · 남옥현<sup>4</sup>

울산대학교 생명과학부, <sup>1</sup>계명대학교 생물학과, <sup>2</sup>서울대학교 물리학과,  
<sup>3</sup>조선대학교 사학과, <sup>4</sup>한국지질자원연구원

## Vegetation History since the Mid-Lateglacial from Yeongsan River Basin, Southwestern Korea

Choi, Kee-Ryong\*, Ki-Heon Kim, Jong-Won Kim<sup>1</sup>, Jong-Chan Kim<sup>2</sup>, Gi-Kil Lee<sup>3</sup>, Dong-Yoon Yang and Wook-Hyun Nahm<sup>4</sup>

Dept. of Biological Sciences, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Biology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Physics, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

<sup>3</sup>Dept. of History, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

<sup>4</sup>Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon 305-350, Korea

**ABSTRACT:** This study presents the Mid-Lateglacial vegetation history of southwestern Korea. From the result of AMS dating and pollen analysis, four local pollen assemblage zones(BS) were recognized. The four local pollen assemblage zones are BS 1. 12,222cal BC~9,160cal BC: cool-temperate northern/altimontane mixed coniferous & deciduous broad-leaved forest, BS 2. 9,160cal BC~4,210cal BC: cool-temperate central/montane deciduous broad-leaved forest, BS 3. 4,210cal BC~125cal BC: cool-Temperate southern/submontane mixed coniferous & deciduous broad-leaved forest. BS 4. 125cal BC~present: warm-temperate/cool-temperate southern/submontane coniferous forest. Pine forest expanded since 4,210cal BC and full-scale rice cultivation might started since 2,120cal BC. A radical expansion of *Pinus densiflora* forest after postglacial stage might be caused by human impacts including full-scale agriculture.

**Key words:** Lateglacial, Pollen analysis, Postglacial, Rice cultivation, Vegetation history

### 서론

한반도 남서부의 영산강 유역은 Yim과 Kira(1975)에 의하면 고창, 장성 이남과 광주 북부 지역은  $WI > 100^{\circ}\text{C} \cdot \text{month}$ 의 냉온대 남부 영역 그리고 함평, 영암, 장흥지역은  $CI > -10^{\circ}\text{C} \cdot \text{month}$ 의 난온대 영역으로 대별할 수 있다. 또한 졸참나무-작살나무아군단 단위로 구분되는 냉온대 남부/저산지 낙엽활엽수림과 동백나무군강의 난온대 상록활엽수림이 각각 이들 온도대의 잠재자연식생을 대표하는 것으로 보고되고 있다(김 2004). 한편 인문·자연지리적 요인을 감안하여 남서 산야권과 해안 및 도서권역으로 생태권역을 구분하려는 시도도 있다(신과 김 1996). 이를 종합하면 대체적으로 대륙성 기후 영향권에 속하는 냉온대 낙엽활엽수림권역과 해양성 기후 및 염해 영향권인 난온대 상록활엽수림권역으로 구분되는 것에 의견이 일치되고 있음을 알 수 있다. 그러나 현재 이들 지역의 삼림식생은 지속적이고 집약

적인 인간의 토지 이용에 의해 총적대지를 포함한 구릉지와 산지의 광범위한 지역에 걸쳐서 자연림이 생육하고 있는 곳은 매우 드문 상태이다.

한반도 난온대 상록활엽수림의 분포역은 기후대가 남부 내륙지까지 이르나, 본 분포역은 동북아시아 지역 난온대 상록수림의 최북단 지역에 해당하는 것이며 실제로 남부 도서지역과 최남단 지역에 소규모 그루터기(patch)형태로 밖에 분포하지 않는다는 사실을 보고한 바 있다(Kim 1992, 최 2001a). 그러나 한반도 온대림이 최종 빙기 이후 현재와 같은 대륙성 기후의 영향권에 속하는 냉온대 낙엽활엽수림권역과 해양성 기후 영향권인 난온대 상록활엽권역으로 식생의 지리적 분화가 이루어진 시기는 아직까지 명확히 규명되어 있지 않다.

이와 같은 문제를 포함하여 한반도의 국지적·광역적 식생성립과정과 절대연대를 설정한 변천사 또한 충분히 밝혀져 있지 않다. 본 연구에서는 영산강 유역의 범람원 중 광주 봉산들에 발달한 범람원의 퇴적물에 대한 화분분석으로 이 일대의 국지

\* Corresponding author; Phone: +82-52-259-2397, e-mail: pollen@mail.ulsan.ac.kr

적 식생변천사를 밝히고자 하였다.

**재료 및 방법**

화분분석용 퇴적물은 광주광역시 봉산들에서 시굴된 구덩이의 벽면을 따라 block type의 퇴적물을 지표 아래 370cm까지 총 72개를 채집하였다(Fig. 1). 이들 퇴적물에서 다시 약 1~2cm<sup>3</sup>의 퇴적물을 분리하여 화분분석용 시료로 사용하였다. 시료는 10% KOH로 부식물질을 제거 후 비중 1.68 g/cm<sup>3</sup> ZnCl<sub>2</sub> 용액으로 화분·포자 화석을 광물질과 선별하였다. 화분·포자 화석 이외의 물질을 acetolysis 처리로 제거하고 glycelin jelly로 봉하여 검경용 slide를 만들었다(Erdtman 1960, Faegri and Iversen 1975). 검경은 400배, 필요에 따라 1,000배 혹은 위상차 장치를 사용하였다(Nakamura 1974, 1975).

아래의 과 또는 속의 화분을 고목화분 (Trees), 관목화분 (Shrubs), 초본화분 (Herbs) 그리고 포자류 (Spores)로 구분하였다. 통계적인 유효값을 얻기 위하여 고목화분 (Trees)이 300개에 도달할 때까지 동정하였으며 그 사이에 출현하는 모든 화분·포자를 기록하였다. 화분·포자의 출현율은 고목화분 총수를 모수로 하여 백분율을 구하였다. 벼과 화분 중 *Oryza* type 화분 출현율은 비고목화분 (NAP) 및 포자 (Spores)를 모수로 하여 산정하였다. 질대연대는 깊이 64cm, 74cm, 159cm, 244cm, 349cm의 퇴적물을 서울대학교 기초과학공동기기연구원에서 AMS 방사성탄소 연대측정을 실시하였다.

Trees : *Abies* (전나무속), *Picea* (가문비나무속), *Pinus* (소나무속), *Larix* (잎갈나무속), *Quercus* (참나무속), *Juglans* (가래나무속), *Pterocarya* (개굴피나무속), *Platycarya* (굴피나무속), *Ulmus*

(느릅나무속) + *Zelkova* (느티나무속), *Phellodendron* (황벽나무속), *Betula* (자작나무속), *Carpinus* (서어나무속), *Castanea* (밤나무속), *Castanopsis* (구실잣밤나무속), *Cyclobalanopsis* (가시나무屬), *Acer* (단풍나무속), *Tilia* (피나무속), *Fraxinus* (물푸레나무속).

Shrubs : *Corylus* (개암나무속), *Salix* (버드나무속), *Alnus* (오리나무속), *Myrica* (소귀나무속)

Spores: Monolete spores, Trilete spores

상기 이외의 화분은 초본화분 (Herbs)으로 구분하였다.

**결 과**

**화분대의 구분 (Palynological zonation)**

방사성탄소연대측정 결과 5개 시료의 연대는 각각 2380±40yr B.P.(64cm), 3100±40yr B.P.(74cm), 10660±100yr B.P.(159cm), 11640±100yr B.P.(244cm), 12200±100yr B.P.(349cm)로 측정되었다(Table 1). 주요 화분군의 출현을 변화를 화분변천도로 나타내었다(Fig. 2). 화분·포자 총 출현율에 대한 고목화분의 비율은 전 층을 통하여 15% 전후의 극히 낮은 값을 나타내며 최상부 층위에 이르면서 가장 높은 출현율도 깊이 39cm에서 48.6%에 지나지 않았다(Fig. 2). 주요 화분·포자의 출현을 변화로부터 총 5개의 국지화분군대(local pollen assemblage)를 구분하였다. 본문 중의 학명은 화분을 가리킨다.

**BS 1 zone: Boreal conifers-Quercus zone (364~145cm).**

*Abies* (전나무속), *Picea* (가문비나무속), *Pinus* (소나무속, *Haploxylon*)를 비롯한 침엽수 화분들이 3% 미만의 매우 낮은 출현율을 보이지만 하부에서 상부 층위에 걸쳐서 연속적으로 출현하는 것이 본 화분대의 특징이다. 특히 최하부 층에서 깊이 345cm층까지 *Larix* (잎갈나무속)가 1% 미만의 낮은 출현율로 연속적으로 출현하였다. *Larix*는 345cm 이후에는 전혀 출현하지 않았다. 낙엽활엽수 화분으로는 *Quercus* (참나무속)가 50% 이상의 높은 출현율을 유지하며 연속적으로 출현하였다. 그 외의 낙엽활엽수 화분으로는 *Ulmus* (느릅나무속) + *Zelkova* (느티나무속), *Acer* (단풍나무속), *Tilia* (피나무속), *Fraxinus* (물푸레나무속) 등이 10% 전후의 출현율을 보이며 연속적으로 출현하였다. 하부 층위에서 상부 층위로 갈수록 *Acer*를 제외한 대부분의 낙엽활엽수 화분들

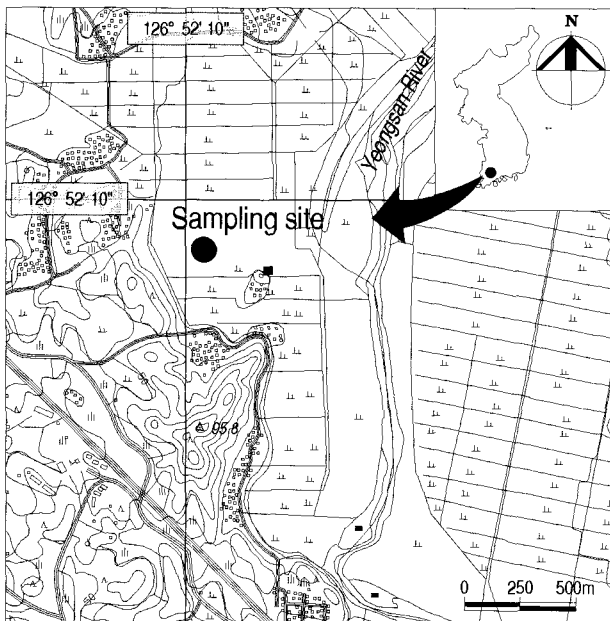


Fig. 1. The investigated location of pollen analysis in Yeongsan River basin.

Table 1. The results radio carbon dating of Yeongsan river basin

Sample ID	LAB. No.	Depth (Cm)	<sup>14</sup> C Age	Calendar Age (cal BC)
BS 12	SUN 00-104	64	2,380± 40 B.P.	465 BC
BS 14	SUN 00-103	74	3,100± 40 B.P.	1,350 BC
BS 31	SUN 00-102	159	10,660±100 B.P.	10,700 BC
BS 48	SUN 00-101	244	11,640±100 B.P.	11,650 BC
BS 69	SNU 00-100	349	12,200±100 B.P.	12,150 BC

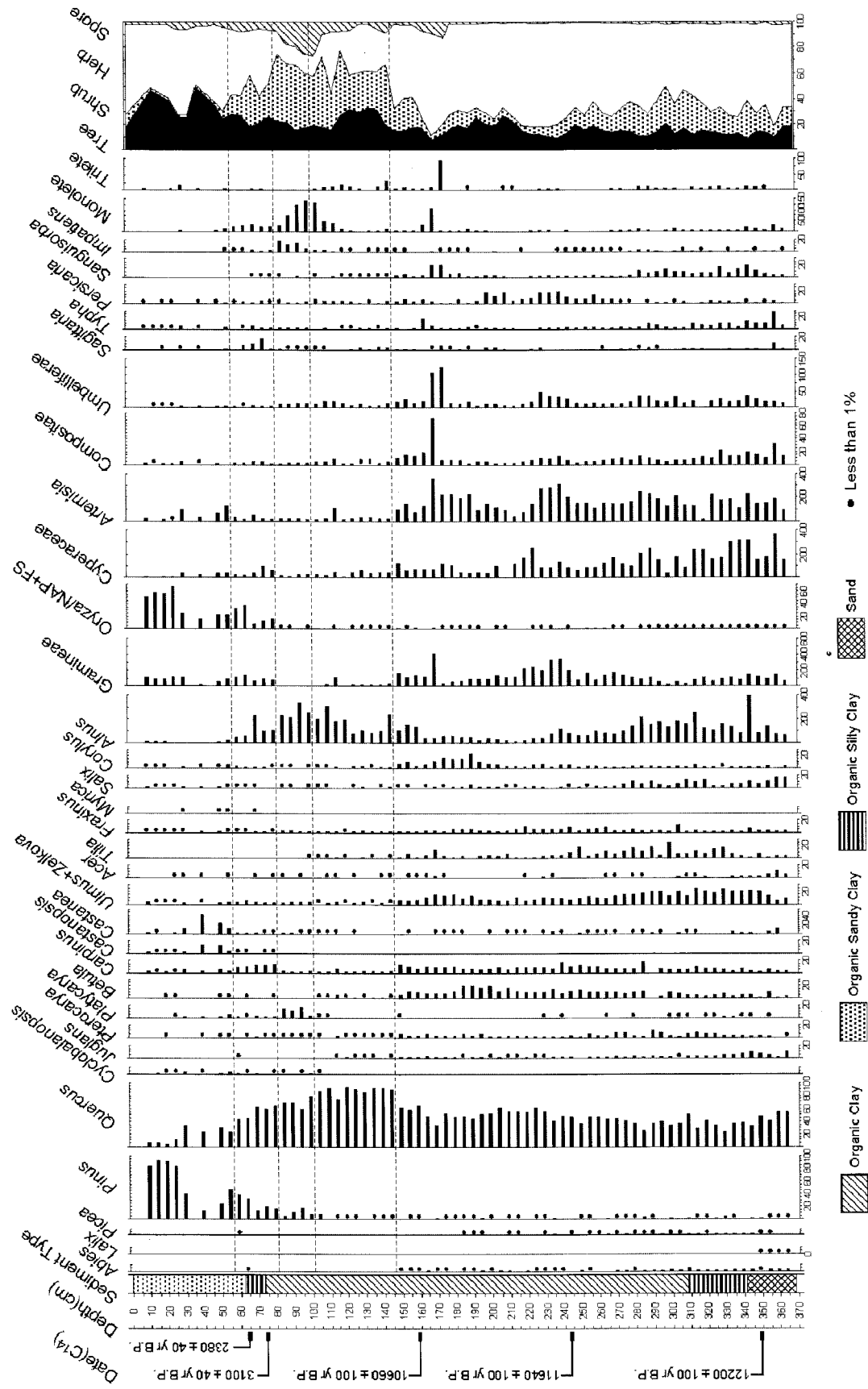


Fig. 2. Pollen diagram from Yeongsan River basin in Gwangju City, Southwestern Korea. Calculation based on the total tree pollen grains.

의 출현율은 급격히 증가하였으며 특히 *Ulmus* + *Zelkova*, *Tilia*의 출현율은 20% 이상의 값을 보이는 층도 있었다.

관목성 낙엽활엽수 화분으로는 *Alnus* (오리나무속), *Salix* (버드나무속)의 출현율이 높았다. *Alnus*의 출현율은 하부에서 상부로 이동하면서 증감과 감소를 반복하나, 상부층으로 가면서 급격히 증가하는 경향을 보였으며 출현율이 최고 143%에 달하는 층도 있었다. 초본화분으로는 *Cyperaceae* (사초과), *Artemisia* (쑥속), *Gramineae* (벼과)의 출현율이 100% 이상의 높은 값을 보이며 연속적으로 출현하였다. 초본화분의 출현율도 하부에서 상부층위로 이동할수록 대부분 증가 경향을 나타내었다. 본 화분대의 전 층에 걸쳐 화분·포자 총수에 대한 고목화분의 출현비율은 15% 전후에 불과하며, 초본화분의 출현율이 약 70% 이상을 점유하였다.

### BS 2 zone: *Quercus* zone (145~100cm)

이전 BS 1 화분대에서 연속적으로 출현하였던 *Abies*, *Picea*는 전혀 출현하지 않고, *Quercus*가 최우점하는 것이 본 화분대의 특징이다. 침엽수 화분은 *Pinus*만이 1% 미만의 낮은 출현율을 나타내며 불연속적으로 출현하였다. 이 전 화분대에서 60% 미만의 출현율을 보이던 *Quercus*의 출현율은 약 90% 가까이 급증하며 최우점하였다. 그 외의 낙엽활엽수 화분의 출현율은 급속히 감소하여 5% 이하의 매우 낮은 출현율을 보였다.

*Alnus*는 본 화분대의 상부 층위에서 200% 이상의 급격히 증가하는 출현율을 보였다. 그 외의 관목화분과 초본화분은 불연속적이고, 전 화분대에 비하여 매우 낮은 출현율을 보인다. 화분·포자 총수에 대한 고목화분의 출현비율은 이전 화분대보다 급격히 증가하여 약 30% 전후의 출현율을 나타내었다. 관목화분 역시 급격히 증가하여 출현율이 50% 전후에 달하였다. 반면에 초본화분의 출현율은 급격히 감소하여 약 15% 전후의 출현율을 보이는 층이 대부분이었다.

### BS 3 zone: *Quercus*-*Pinus* (100~55cm)

본 화분대는 *Pinus*의 출현율은 증가하는 반면, 최우점하던 *Quercus*의 출현율이 감소하는 것이 특징이다. *Pinus*는 이전 화분대에서 1%를 전후한 낮은 출현율을 보이다가 본 화분대부터 출현율이 10% 이상으로 증가하기 시작하였다. 반면에 *Quercus*는 점진적으로 감소하기 시작하였다. 그 이외의 고목화분 중에서 본 화분대의 하부 층위에서 *Platycarya*가 일시적으로 약 16%까지 급증하고, 상부 층위에서는 *Carpinus*가 증가하였다. 한편 *Cyclobalanopsis*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Myrica* 등의 난온대 상록활엽수 화분들이 10% 미만의 낮은 출현율을 보이며 불연속적으로 출현하였다.

관목화분에서는 하부 층위에서 300% 이상의 높은 출현율을 보이던 *Alnus*가 상부 층위로 갈수록 출현율이 감소하기 시작하여 최상부 층위에는 10% 전후의 낮은 값을 보였다. *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Sagittaria* 등의 초본화분들이 상부 층위에서 증가하기 시작한다. 특히 본 화분대의 초기부터 *Oryza* type의 재배형 벼과

식물이 검정되기 시작하였으며 깊이 80cm부터는 출현율(*Oryza*/NAP+FS)이 17% 이상에 달하였다. 하부 층위에서 140% 이상의 출현율을 나타내며 급증한 *Monolete* type spore는 점차 감소하여 상부 층위에서는 20% 이하의 매우 낮은 출현율을 보였다.

본 화분대의 총 출현 화분·포자에서 고목화분은 하부 층위에서 점차 증가하여 상부 층위에서는 약 30% 이하 점유율을 보이지만 전 화분대에 비하여 약간 낮은 출현율을 나타내었다. 관목화분은 하부 층위에서 50% 이상의 높은 점유율을 보였으나 상부 층위에서는 15% 가까이 급격히 감소하기 시작하였다. 초본화분은 하부 층위에서 20% 미만으로 낮은 점유율을 보였으나, 상부 층위로 갈수록 증가하여 50% 이상의 점유율이 보였다. 반면에 포자는 *Monolete* type spore의 급증으로 100% 이상까지 증가한 후 상부 층위에서는 20% 미만으로 감소하였다.

### BS 4 zone: *Pinus* zone (55~0cm)

본 화분대는 *Pinus*와 *Oryza* type 화분의 급격한 증가, 그리고 *Quercus*를 비롯한 대부분의 낙엽활엽수인 고목화분, 관목화분의 급격한 감소가 특징이다. 전 화분대에서 약 10% 전후의 값을 보이며 점진적으로 증가하던 *Pinus*가 본 화분대부터 급격히 증가하기 시작하여 상부 층위에서는 최고 92%라는 높은 출현율을 나타내며 최우점하였다. 한편 *Quercus*는 급격히 감소하기 시작하여 상부층에서는 출현율이 5% 미만으로 감소하였다. 그 외에 *Castanea*는 일시적으로 최대 41%까지 급증한 후 상부 층위에서 다시 급감하였다. 전 화분대부터 출현하기 시작하였던 난온대성 화분인 *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis*, *Myrica* 등은 5% 미만의 낮은 출현율을 보이며 불연속적으로 출현하였다.

*Alnus*는 급격히 감소하며 5% 미만의 낮은 출현율을 보였다. *Gramineae*는 본 화분대에서부터 불규칙하나 약 100% 이상의 출현율을 보이며 급증하였고, *Oryza* 화분의 출현율은 최고 66%에 이른다. *Monolete* type spore는 5% 이하의 매우 낮은 출현율을 보였다.

본 화분대의 총 출현 화분·포자에서 고목화분은 하부층위에서 점차 증가하여 상부 층위에서는 약 47%의 점유율을 보이는 반면 관목화분은 5% 미만의 낮은 점유율을 보였다. 그리고 초본화분은 60% 전후의 높은 점유율을 보이며 상부층위로 갈수록 점유율이 증가하였다.

## 고 찰

### 식생변천사

각 화분대를 표징하는 주요 화분과 화분·포자 출현율을 고려하여 식생형을 결정하였다. 이들로부터 영산강 일대의 식생대는 크게 냉온대 북부/고산지식생, 냉온대 중부/산지식생, 냉온대 남부/저산지와 난온대식생으로 구분할 수 있었다.

### 냉온대 북부/고산지식생 (BS 1 zone, 364~145cm)

BS 1 화분대에서 출현하는 화분들 중 *Larix*, *Picea*, *Abies*,

*Pinus*는 잎갈나무속, 가문비나무속, 전나무속, 소나무속을 모두로 하며 이들로 구성되는 삼림은 아한대/아고산지의 침엽수림에 대비할 수 있다. 여기에서 소나무속은 5엽의 종류(*e.g.* 잣나무 또는 눈잣나무 종류)를 의미한다. 현재 조사지 인근에서는 이들로 구성되어 발달하고 있는 순군락은 찾을 수 없으나, 인근의 지리산 해발 1,000m이상의 산지에서 단편적인 군락이 보고되고 있다(임과 김 1992, Kim 1992). 본 화분대의 하부 349cm 퇴적물의  $C^{14}$ 절대연대측정 결과 절대연대값이  $12,200 \pm 100$ yr. B.P., 159cm 퇴적물의 절대연대값은  $10,660 \pm 100$ yr. B.P.로 측정되었다. 최하층을 Calendar Age(cal BC)로 환산한 결과 12,222cal BC로 이 시기는 최종빙기 최후성기 이후인 만빙기(late-glacial period)중기에 속한다. 그러나 만빙기 중기에서 말기가 아한대성 침엽수림의 감소기에 해당하지만 아한대성 침엽수 화분의 출현율이 3% 미만이며, 고목화분의 총 출현율은 10% 전후에 불과한 점, 참나무류(subgen. *Lepidobalanus*)를 우점으로 하는 냉온대성 낙엽활엽수들이 출현식물의 대부분을 점유하는 점 등을 미루어 보아, 이 시대 조사지 일대의 식생을 아한대성 침엽수림이라고 말하기 어렵다.

빙상이 직접 발달하지 않은 한반도 남부지역에서 조사지와 유사한 저지대에 만빙기의 개시를 전후하여 식생변화가 명확히 구별되는 곳은 거의 없다. 오히려 한반도 남부저지대의 만빙기는 최종 빙기 최성상기의 한대 혹은 고산대의 삼림툰드라, 만빙기 초기의 아한대를 거쳐서 만빙기 중기는 냉온대로 이행되기 시작하는 식생을 나타내었다고 판단된다. 또한 만빙기에서 후빙기 초기에 걸쳐서 대부분의 퇴적물들은 이탄 혹은 유기질 점토 등의 유기물질이 거의 없는 무기질로 이루어진 경우가 대부분이다. 이는 동시대 대부분의 지역이 아직도 한랭한 환경 하에 있었기 때문에 지표가 불안정하고 퇴적이 계속될 수 있는 상태도 아니었으며, 식피도 거의 없었음을 암시하는 것이다. 어쨌든 북반구 동아시아의 동시대 만빙기의 식생이 가문비나무속, 전나무속, 소나무속, 잎갈나무속 등의 아한대성 침엽수들이 최우점하고 낙엽활엽수들의 출현율이 매우 낮은 데에 반하여 한반도의 만빙기 식생은 인근 국가들보다 더 온난한 만빙기를 보낸 지역으로 구별될 가능성을 배제할 수 없다. 그러므로 본 시대를 냉온대 북부/고산지 식생으로 구분 짓는다.

#### 냉온대 중부/산지 식생 (BS 2 zone, 145~100cm)

소나무속 식물들을 제외하고 전 시대에 출현하였던 침엽수들이 완전히 소멸되는 시대이다. 본 시대는 직접적인 연대측정결과가 없는 관계로 Calendar Age(cal BC)로 환산한 결과 9,160cal BC에서 약 4,210cal BC에 해당하는 시기이다. 본 시대는 층서학적 시간단위로서 약 1만년전의 후빙기에 해당하는 시대이다. 만빙기에 출현하였던 침엽수들은 소나무속을 제외하고 완전히 그 자취를 감추고, 고목식물들 중 낙엽활엽수인 참나무속이 최우점하는 시대이다. 일반적으로 북반구 동북아시아 지역에서는 만빙기를 소나무과 식물들이 우점하는 침엽수림시대로 구분하며 후빙기는 냉온대성 낙엽활엽수림시대로 구분하는 경향이 있다

(Tsukada 1999). 한반도에서는 후빙기에 우점하는 냉온대성 낙엽활엽수로서 참나무과 식물을 들 수 있다. 각 시대별, 지역별로 참나무 우점종이 달라지는 것은 두말할 나위 없다. 전 시대에 비하여 참나무속은 증가하나 그 이외의 낙엽활엽수들의 출현율은 감소한다. 이는 전 시대에 비하여 더욱 온난화가 진행되어 냉온대 북부 식생의 분포역이 급속히 축소된 것을 반영하는 것이라고 생각된다. 이 시기는 참나무속을 우점으로 하는 냉온대 중부/산지형 낙엽활엽수림시대로 구분지을 수 있다. *Alnus*의 높은 출현율로부터 봉산들 일대는 여전히 저습지였던 것을 알 수 있다.

#### 냉온대 남부/저산지 식생 (BS 3 zone, 100~55cm)

소나무속의 증가와 참나무속의 감소가 점진적으로 일어나는 시대이다. 본 시대는 4210cal BC에서 125cal BC에 해당한다. (Jo 1979, 최 2001a)의 한반도 소나무 증가 개시시기와 거의 일치하는 시대로 후빙기 중기이후 참나무속을 우점으로 하는 냉온대 낙엽활엽수림의 규모가 지역에 따라 점차 규모가 축소되는 경향을 보인다. 후빙기 중기 이후 약 6,000년 전부터 소나무속의 증가와 더불어 북반구 난온대지역에서는 상록활엽수인 가시나무속을 우점으로 하는 삼림의 분포역이 확대되는 경향이 있다 (Uchiyama 2003). 그러나 북반구의 후빙기 중기와 후기에 일어난 두 차례의 저온기(5,000~4,000년 전, 2,500~2,000년 전)가 상록수림의 충분한 발달을 저지하였고, 오히려 침엽수화분의 증가기로 인식되고 있다. 신빙하기로도 불리고 있는 후빙기후기의 기온 저하에 의한 식생변화가 저지대와 산지대에서는 명백히 나타나고 있지 않는 것이 현실이다. 그 대표적인 예로 무계치늪과 같은 산지대에서는 소나무속의 증가에도 불구하고 참나무속을 우점으로 하는 냉온대낙엽활엽수림의 분포역은 거의 변화를 보이지 않았다(최 2001a). 한편 기온의 저하를 진단할 수 있는 진단종으로 *Tsuga*, *Abis*, *Cryptomeria* 등의 식물들의 증가를 예로 들고 있으나 아직 한반도에서는 이를 뒷받침할 수 있는 충분한 자료를 확보하고 있지 못하고 있다. 본 조사지에서도 *Cyclobalanopsis*가 소규모 불연속적으로 검출되고 있는 것으로부터 범지구적 스케일의 후빙기 온난화를 반영한다고도 할 수 있으나 아직 더 많은 자료의 분석이 요구된다. 따라서 본 시대는 졸참나무 등의 냉온대성 낙엽활엽수림과 소나무(이엽송)로 이루어진 침엽·활엽혼합림, 혹은 내동성이 높은 상록활엽수가 부분적으로 발달하기 시작하는 시대로 판단된다.

본 시대에 들어와 밝혀진 사실들 중 더욱 흥미로운 것은 *Oryza* type 벼과 화분이 2,120cal BC에 해당하는 깊이 81cm부터 급증하기 시작한 것이다. 이 층위에서 출현하는 *Oryza* type 화분은 입경의 크기가 대부분 35 $\mu$ m 이상의 대형이었으며 (Firbas 1937, Nakamura 1974), 약 17%의 출현율을 보이고, 출현율은 연속적으로 증가하였다. (Nakamura 1977)은 *Oryza* type 화분이 30% 이상의 비율을 나타내면 현재와 가까운 집약적인 벼농사가 행해진 것으로 간주할 수 있다는 하나의 기준을 제시하여 폭 넓은 지지를 이미 얻은 바 있다. 이 시기의 봉산들은 *Alnus*를 중심으로 한 습지가 발달하였으나 그 규모가 급격히 축소되는 것으로부터도

봉산들이 농경지로 직접 이용되었을 가능성이 매우 높은 것으로 보인다. 이는 한반도 초기 농경이 하천 배후습지 외연부와 같은 저습지를 중심으로 부분적으로 전개된 것으로 보고 있는 것(곽 2000)과 일치한다.

본 시대 이전의 각 시대에 출현한 *Oryza type* 화분에 대하여도 모두 검경을 실시한 결과, 검경된 *Oryza type* 화분들은 입경의 크기가 35 $\mu$ m 이하로 (Firbas 1937)와 (Nakamura 1974)이 제시한 크기보다 작았다. 또한 이들 *Oryza type*은 *Oryza*속과 같은 *Maculate type*의 Exine surface pattern을 가지는 *Agropyron* (개밀속), *Arundinaria* (해장죽속), *Sasa* (조릿대속)의 화분일 가능성이 높다(Nakamura 1974). 특히 각 시대별(BS 1, BS 2) 화분집단의 조성으로부터 유추되는 식생단위에서는 *Oryza type* 화분의 모수는 *Sasa* 속일 가능성이 매우 높다. 현재의 분석 결과만으로도 약 4,000년 전부터 영산강 봉산들 일대에서 벼를 위주로 한 농경이 개시되었음이 명백히 입증되나 농경에 관하여는 추후 다시 논하고자 한다.

#### 난온대/냉온대 남부/저산지 식생 (BS 4, 55~0cm)

본 시대에 들어와 소나무속 식물이 급속히 증가하여 최우점하게 되었고. 참나무속 식물들은 급격히 감소하여 거의 자취를 감추었다. 가시나무속, 구실잣밤나무속, 소귀나무속과 같은 난온대성 식물들이 증가하며, 일시적이나 밤나무속 식물들이 급증한다. 관목성 식물인 오리나무속 식물은 급격히 감소하며, 재배형 벼과 식물들은 60% 이상의 출현율을 나타내었다. 그러므로 소나무속을 우점으로 하는 침엽수림 분포역이 급격히 확대되고 난온대성 상록수림들이 소규모로 발달하였음을 알 수 있다.

125cal BC부터 현재까지의 식생변화에서 가장 주목되는 것 중의 하나가 침엽수인 소나무속의 급격한 증가이다. 이 시대의 소나무속 식물의 증가는 대체로 자연에 대한 인간간섭의 급증(인류의 자연림 파괴), 농경의 집약화, 온도의 저하 등으로 요약될 수 있다. 온도의 저하에 따른 식생의 변화와 인간간섭의 구분은 명확히 구분되는 것으로 이 시대의 식생변동은 인류의 자연림파괴와 농경의 집약화에 더 무게를 두고 있다. 그러나 소나무속 증가 원인을 간단히 인간 활동의 증가로만 언급할 뿐이며 그것을 뒷받침할 수 있는 근거의 제시는 거의 이루어지고 있지 않은 것이 현실이다. 현재 화분분석을 중심으로 한 제4기 연구에서는 이를 증명하기 위하여 유적 발굴 현장에서 출토되는 대형 식물유체 분석, 벼과 식물 이외의 메밀과 잡초식물에도 주목하고 있다(최 1992, 1993, 2001b). 본 연구에서도 이에 주목하여 전술한 바와 같이 벼과식물의 화분분석을 보다 상세히 실시하여 BS 3시대가 농경개시기일 가능성이 매우 높다는 사실을 일부 증명하였다. 이로부터 소나무속 식물의 증가가 인간에 의한 농경의 집약화에 일부 그 원인이 있음을 밝힐 수 있었다.

#### 적 요

한반도 남서부 저지대의 식생변천사를 밝히기 위하여 영산강

유역 범람원 퇴적물의 화분분석과 AMS 측정을 실시하였다. 그 결과 BS 1. 12,222cal BC~9,160cal BC: 냉온대 북부/고산지 침엽·활엽혼합림, BS 2. 9,160cal BC~4,210cal BC: 냉온대 중부/산지 낙엽활엽수림, BS 3. 4,210cal BC~125cal BC: 냉온대 남부/저산지 침엽·활엽혼합림, BS 4. 125cal BC~현재: 난온대/냉온대 남부/저산지 침엽수림의 식생변천과정을 밝힐 수 있었다. 소나무림의 증가는 4,210cal BC부터이며 벼농사 개시 시기는 2,120cal BC부터 집약적으로 이루어지기 시작하였음을 밝혔다. 또한 후빙기 후기 소나무림의 급격한 증가는 농경의 집약화와 관계가 있음을 알 수 있었다.

#### 사 사

국립익산대학 김창환 교수와 국립공원관리공단 오장근 박사로부터 식생정보에 대하여 귀중한 조언을 받았다. 한국에서 절대연대측정에 새로운 이정표를 세운 서울대학교 기초과학 공동기기원 윤민영 박사에게 심심한 사의를 표한다. 원고의 정리에 도움을 준 울산대학교 생명과학부 장병오 선생님, 이지애 양에게 감사한다.

#### 인용문헌

- 곽중철. 2000. 농경도구를 통해 본 한국 선사농경의 기원. *한중고고학연구* 7: 65-70.
- 김종원. 2004. *농지생태학*. 월드사이언스. 308 p.
- 신준환, 김철민. 1996. 우리나라 생태계 구분(I): 생태권역 구분. *산림과학논문집* 54: 188-199.
- 임양재, 김정연. 1992. 지리산의 식생. *중앙대학교 출판부*, 서울. pp. 59-469.
- 최기룡. 1992. 꽃가루분석-일산 새도시 개발지역 학술조사보고. *한국선사문화연구소·경기도* pp. 145-154.
- 최기룡. 1993. 중부지방 저지의 식생사와 인간간섭에 관하여. *한국자연보전협회 연구보고서* 12: 31-36.
- 최기룡. 2001a. 무계치들의 화분분석 연구. *한국제4기학회* 15: 13-20.
- 최기룡. 2001b. 한반도의 벼농사 개시기와 자연환경. *한국농경문화의 형성. 한국고고학회 학술총서* 2: 9-19.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. *Svensk botanisk tidskrift*. 54: 561-564.
- Faegri, K. and J. Iversen. 1975. *Textbook of Pollen Analysis*. John Wiley & Sons, New York. pp. 69-89.
- Firbas, F. 1937. Der pollenanalytische nachweis des getredebau. *Z. Bot.* 32: 447-478.
- Jo, W. 1979. Palynological studies on postglacial age in eastern coastal region, Korean peninsula. *Tohoku Geographical Association*. 31: 23-35( In Japanese).
- Kim, J.W. 1992. Vegetation of northeast Asia-on the syntaxonomy and synegeography of the oak and beech forests. *Dissertation of the University of Vienna*, 314 p.
- Nakamura, J. 1974. Some palynological notes on grass pollen, with special reference to *Oryza sativa*. *Quaternary Research*. 13: 187-193 (In Japanese).
- Nakamura, J. 1975. Pollen analysis. *Kokon-Shoin*. Tokyo. 232 p. (In Japanese).
- Nakamura, J. 1977. Some palynological aspects of rice cultivation. *Archeology & Nature science*. 10: 21-30(In Japanese).
- Tsukada, M. 1999. Facts drawn from and a critical review of "The Illustrated vegetation history of the Japanese archipelago" (Yasuda, Y. & Miyoshi, N., eds. 1998. Asakura-Shoten Publishers). *Jap. J. Histor. Bot.* 7: 17-38 (In Japanese).

Uchiyama, T. 2003. Vegetation history of Japanese cool-temperate and mid-temperate forest. *Jap. J. Histor. Bot.* 11: 61-71 (In Japanese).  
Yim, Y.J. and T. Kira. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in

the Korean peninsula. I. Distribution of some indices of thermal climate. *Jap. J. Ecol.* 25: 77-88.

(2005년 1월 22일 접수; 2005년 2월 20일 채택)