

## 화분분석에 의한 정족산 무제치늪의 과거식생

박재근·장남기  
서울대학교 생물교육과

### Past Vegetation of Moojaechi on Mt. Jungjok by Pollen Analysis

Park, Jae-Keun and Nam-Kee Chang

Department of Biology Education, Seoul National University

#### ABSTRACT

The standing crop and net production were estimated in Moojaechi on Mt. Jungjok. By using the decay model of organic carbon, absolute year of bog peat was calculated. Pollen analysis to bog peat revealed vegetational history and climate change around Moojaechi. The time required for amount of the accumulated peat in the bog was estimated in terms of the balance of the accumulation and decay of organic carbon of the deposit peat. Absolute year of the peat surveyed in this study was about 314 years. Pollen of *Pinus* was predominant in all the pollen zone, Gramineae and Cyperaceae increased in lower pollen zone while *Pinus* in upper pollen zone. This shows that climate of the past was probably more humid than that of the present. In addition, middle pollen zone showed warming trend which is suggested by high pollen concentration of *Quercus*, *Juglans*, *Carpinus* and *Corylus*. It suggests that overall environment and vegetation were changed from warmer and more humid to dry condition in Moojaechi and it is considered as the course of boggy ground formation by retrogressive successions.

*Key words* : Moojaechi, Pollen analysis, *Pinus*, Gramineae, Cyperaceae.

#### 서론

화분에 관한 연구는 1890년에 Fisher에 의해 시작되었으며 화분은 식물에 따라 다양한 형태를 보이는 생식 세포로서 지질과 기후 변화에 비교적 강한 특성이 있기 때문에 지면에 떨어져 퇴적된 후 오랜 시간이 경과하여도 거의 원형대로 화석으로 보존된다. 따라서 퇴적이탄층에 대한 화분 분석을 실시하면 식물 군락의 변천과 과거의 기후를 추정하고 현재의 기후에 견주어 미래의 식생을 예측해 보는 것이 가능하다 (中村 1967, Von Post 1967).

한국에 있어서 화분분석은 山崎 (1940)에 의한 지리산 지역의 이탄층에 대한 화분 분석이 최초이며 그 후

松島 (1941)에 의해 화분 통계에 의한 삼림식생의 변천에 대한 연구가 있었다. 1970년 이후에는 오 (1971)의 평택 지역, 홍 (1977)의 군자리 일대, 김과 오 (1981)의 김제 지역, 봉 (1981)의 장기 지역, 장 등 (1988)의 연일 지역, 박 (1990)의 천리포, 최 (1992)의 익산군 미륵사지 그리고 박 (1993)의 팽성 지역의 화분 분석과 식생의 변화에 대한 연구 등 많은 보고가 있으나 습지의 퇴적이탄층에 대한 연구는 장 등 (1987)과 강 (1988)에 의한 대암산 고층습원에 대한 연구가 있을 뿐이다.

경남 울산 정족산의 무제치늪은 대암산의 큰용늪 (大龍浦)과 더불어 수분 공급을 강우에만 의존하는 남한의 대표적 산지습원으로서 다양한 자연 식생과 동물 군집이 그 지역의 자연 환경 조건에 의해 구성되는 거대한 습원 생태계를 이루고 있다 (환경부 1997).

본 연구에서는 경상남도 남동부의 울산 정족산에 발달되어 있는 무제치늪에서의 총 물질생산량을 분석하고 유기 탄소의 분해 원리를 수학적 모델에 적용하여 퇴적층의 형성 연대를 추정하였다. 그리고 화분 분석을 통하여 습지 과거식생의 변천 과정과 기후의 변화상을 고찰하였다.

## 재료 및 방법

### 조사지 개황

무제치늪은 경남 울산시 울주구 웅촌면, 삼동면, 하북면에 걸쳐있는 높이 약 700 m의 정족산 (북위 35°27' 동경 129°09')에 위치하고 있다. 정족산의 북동부지역 능선은 안산암으로 구성되어 있어 가파른 경사를 이루고 있으나 화강암으로 구성된 정족산 정상 부근에는 완만한 경사의 소규모 분지 형태의 지형들이 발달해 있고 이러한 지형에 습지가 분포되어 있다. 늪은 해발고도 510~625 m에 걸쳐서 정족산의 북동부 능선을 따라 완만한 경사의 계곡에 발달해 있으며, 제1늪 (400 m×150 m), 제2늪 (150 m×100 m)과 정족산 정상 바로 아래에 제3늪 (50 m×50 m)과 제4늪 (150 m×100 m) 등으로 이루어져 있다 (Fig. 1, 환경부 1997).

분포하고 있는 주요 식물상으로는 제1늪에서는 억새 (*Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*), 진퍼리새 (*Molinia japonica*), 가는 오이풀 (*Sanguisorba tenuifolia* var. *alba*), 은방울꽃 (*Convallaria keiskei*), 큰방울새란 (*Pogonia japonica*) 등이, 제2늪은 진퍼리새, 억새, 큰솔이끼 (*Polytrichum formosum*)가 우점종을 이루고 있으며, 제3늪과 제4늪은 은방울꽃, 큰방울새란, 동의나물 (*Caltha palustris* var. *membranacea*) 등이 군락을 이루고 있다 (김 1997). 끈끈이주걱 (*Drosera rotundifolia*), 이삭귀개 (*Utricularia bifida*), 땅귀개 (*Utricularia racemosa*) 등의 식충식물들과 올챙이고랭이 (*Scirpus juncooides*), 그늘사초 (*Carex lanceolata*), 청사초 (*Carex breviculmis*) 등과 같은 사초과 식물들의 분포도 확인된다. 목본 식물로는 졸참나무 (*Quercus serrata*), 소나무 (*Pinus densiflora*), 떡갈나무 (*Quercus dentata*), 신갈나무 (*Quercus mongolica*), 오리나무 (*Alnus japonica*), 붉나무 (*Rhus chinensis*), 밤나무 (*Castanea crenata*) 등이 혼합림을 이루고 있다. (김 등 1997).

### 습원의 물질생산과 이탄층의 연대 추정

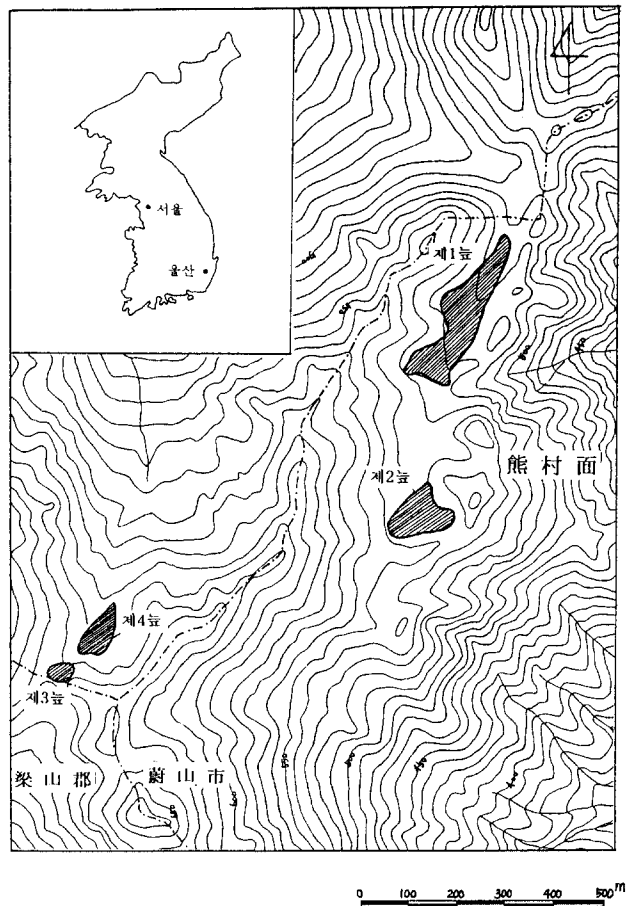


Fig. 1. Geographical map of Moojaechi on Mt. Jungjok.

1997년 7월 28일에 진퍼리새군락에서 50×50 cm 방형극을 무작위로 3지점에 설치하고 물질생산량을 조사하였으며 동일한 3개 지점에 20 cm×20 cm의 방형구를 설치한 다음 그 이탄층 위에서 1년간 성장한 식물의 현존량 및 기타 식물유체의 유입량과 퇴적이탄층이 미생물에 의해 분해되거나 이용되어 방출된 연 유기탄소량을 측정하고, 이를 반감기에 따른 수학적 모델에 적용하여 습원 퇴적층의 퇴적 연대를 추정하였다. 이탄층의 유기물 함량, 유기탄소의 정량분석은 장 등 (1987)의 방법으로 실시하였다.

### 화분 분석

채취한 퇴적이탄층을 지표면으로부터 3 cm 간격으로 잘라 시료로 사용하였고 이탄층에 대한 화분 분석은

Erdtman방법 (Faegri and Iversen 1990)과 Kearns & Inouye (1993)의 방법을 변형하여 사용하였다. 즉 이탄층 시료 2g을 10% KOH로 처리하여 유기물을 제거하고 수세한 다음, ZnCl<sub>2</sub> 용액으로 화분을 집적하여 acetolysis 처리를 거친 후 glycerine jelly로 mounting하여 검경하였다. 매 층마다 약 200개 이상의 화분을 동정하였으며 수목화분 (Arboreal Pollen, AP)을 기본수로 하여 각 화분의 출현율을 백분율로 나타내어 화분분석도 (pollen diagram)을 작성하였다. 이를 근거로하여 무제치늪에서의 과거의 식생과 기후 변화를 추정하였다.

### 결 과

#### 습원 이탄층의 연대 추정

장 등 (1987)에 의하면 연중 저온과습 상태를 유지하고 있는 습원에서 시간  $t$ 를 연단위로 생각할 때의 퇴적 이탄의 연증가량은 그 이탄 위에서 1년간 성장한 식물의 현존량과 기타 유기물의 유입량을 합한 값에서 퇴적이탄이 미생물 등에 의해 분해되거나 이용되어 방출된 감소량을 뺀 값에 해당한다. 즉,

$$\frac{dP}{dt} = (S+O) - rP \tag{1}$$

으로 나타낼 수 있다. (1)식에서  $P$ 는 퇴적이탄에 포함되어 있는 유기탄소의 양을 나타내고  $S$ 는 조사한 식물의 현존량을,  $O$ 는 기타 유기물의 유입량을 유기탄소의 양으로 나타낸 것이다.  $r$ 은 분해상수이다.

여기서  $S$ 와  $O$ 를 합한 값을 실제로 단위 면적당 유입되는 유기탄소의 총량  $Y$ 로 나타내면 (1)식은

$$\frac{dP}{dt} = Y - rP \tag{2}$$

로 표시할 수 있다.

이 때, 유기물의 이/출입이 평형상태에 도달하면 퇴적이탄의 연증가량  $dP/dt$ 는 0에 근접하게 된다. 따라서

$$Y - rP = 0 \tag{3}$$

(3)식에 의해 분해상수  $r$ 을 구하면

$$r = \frac{Y}{P} \tag{4}$$

그런데 습원의 퇴적이탄층은 해마다 퇴적되어 현재에

이른 것이므로 지표면으로부터 하층으로 내려갈수록 퇴적층의 연대는 오래된 것이며 깊이에 따라 연대를 추정하는 식은  $Y=0$ 의 경우를 생각하여 유도할 수 있다.  $Y=0$ 일 때 (2)식은

$$\frac{dP}{dt} = -rP \tag{5}$$

가 된다. 시간이 0 일 때의  $P$ 를  $P_0$ , 시간이  $t$ 만큼 경과하였을 때의  $P$ 를  $P$ 라 하고 (5)식을 풀면

$$\frac{P}{P_0} = e^{-rt} \tag{6}$$

를 얻을 수 있다.

(6)식을 이용하여 최초의 퇴적층 중의 유기탄소의 양  $P_0$ 가 50%, 95%, 99% 등으로 분해될 때 걸리는 시간은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$t_{50\%} \doteq \frac{0.693}{r} \tag{7}$$

$$t_{95\%} \doteq \frac{3}{r} \tag{8}$$

$$t_{99\%} \doteq \frac{5}{r} \tag{9}$$

조사 대상이 된 진퍼리새 군락에서 1997년 7월 28일 현재 식물체의 살아있는 부분의 현존량은 1,336.8 g/m<sup>2</sup>, 죽은 부분의 건량은 2,320.4 g/m<sup>2</sup> 으로서 총 물질 생산량은 3,657.2 g/m<sup>2</sup>였다. 정족산 무제치늪에서의 매년 단위면적당 유입되는 유기탄소의 총량과 퇴적이탄층에 존재하는 유기탄소의 양을 조사한 결과는 Table 1에 나타내었다. 퇴적이탄층 위에서의 연 식물체의 총 유기탄소량 ( $Y$ )은 1,871.7 g/m<sup>2</sup>이었고 깊이 50 cm의 퇴적이탄층의 총 유기탄소량 ( $P$ )은 117,324.8 g/m<sup>2</sup>이므로 (4)식으로 이탄층의 분해상수  $r$ 을 구하면  $1.59 \times 10^{-2}$ 로 나타난다. 한편, 이 값을 (7), (8) 및 (9)식에 의해 매년 축적된 이탄이 50%, 95% 및 99%로 분해되는데 걸리는 시간을 추정해 보면 각각 43.6년, 188.7년 및 314.5년이 걸리는 것으로 추정되었다. 퇴적이탄층의 최하층이 유기탄소가 거의 99% 이상으로 분해된 층인 것을 생각해 보면 조사된 진퍼리새 군락에서의 퇴적이탄층은 현재로부터 약 314.5년 이전에 퇴적되기 시작이었다는 것을 알 수 있었다.

**Table 1.** The total annual amount of organic matter input and organic carbon in the accumulated peat of Moojaechi on Mt. Jungjok

	Dry weight (g/m <sup>2</sup> )	Organic matter (%)	Organic matter (g/m <sup>2</sup> )	Organic carbon (g/m <sup>2</sup> )
Standing crop	3,657.2	88.24	3,227.11	1,871.72
Accumulated peat	400,562.5	50.50	202,284.06	117,324.75

**화분 분석**

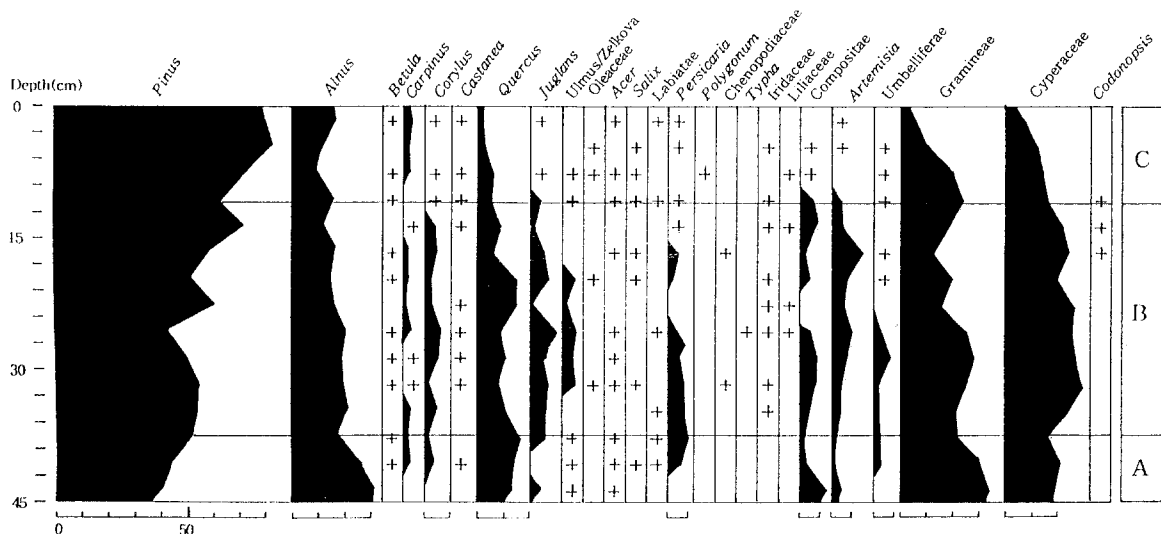
화분 분석을 통해 식별된 수목화분 (Arboreal Pollen, AP)으로는 *Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Castanea*, *Quercus*, *Juglans*, *Ulmus/Zelkova*, *Oleaceae*, *Acer* 그리고 *Salix* 등이, 비수목화분 (Non-arboreal Pollen, NAP)으로는 *Labiatae*, *Persicaria*, *Polygonum*, *Chenopodiaceae*, *Typha*, *Iridaceae*, *Liliaceae*, *Compositae*, *Artemisia*, *Umbelliferae*, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Codonopsis* 등이 식별되었다. 동정이 가능한 총화분의 수에서 수목화분 (AP)이 차지하는 비율은 58.3%, 비수목화분 (NAP)이 35.3% 그리고 포자의 비율이 6.4%에 달하였으며 이밖에 식별이 곤란한 unknown pollen도 다수 발견되었다. 퇴적이탄의 깊이에 따른 화분의 출현 빈도를 Fig. 2에 pollen diagram으로 나타내었다.

Fig. 2의 pollen diagram에 따르면 전층에서 수목화분으로서는 *Pinus*가 평균 59.1%로 단연 우세하게 나타났고 *Alnus*도 전층에 걸쳐 평균 16~17%의 비율로 고루 출현하였으며 비수목 화분으로서는 *Cyperaceae*와 *Gramineae*가 평균 20~22%대의 출현율을 보인다. 퇴적이

탄층의 화분의 양은 각 식물의 종의 빈도, 절대 화분생산량, 화분의 이동거리 등의 여러 요소에 의해 결정되어 지므로 이러한 요인이 보상되어야만 각 식물종의 출현 빈도를 정확히 예측할 수 있으나 모든 층에 걸쳐서 나타나는 화분의 빈도는 *Pinus*가 가장 우세하게 나타난다. Fig. 2의 pollen diagram에서 AP와 NAP의 비율과 특정한 화분의 출현양상을 비교하여 뚜렷한 구분이 나타나는 경계점을 기준으로 하여 전체 퇴적이탄층을 A, B, C의 세층으로 나누었다.

A층은 퇴적이탄층중에서 깊이가 36 cm 이상되는 가장 하층으로서 *Pinus*가 평균 45%, *Alnus*가 평균 25%, *Compositae*가 평균 5%, *Gramineae*가 평균 29%, 그리고 *Cyperaceae*가 평균 18% 정도 출현하고 있다. 화분이 출현하는 식물의 종이 많지 않고 NAP:AP의 비가 0.67 정도로 나타났다.

B층은 퇴적이탄층의 깊이가 12~36 cm에 이르는 층으로 수목화분으로는 *Pinus*가 평균 56%, *Alnus*가 평균 17%, *Quercus*가 평균 11%, *Juglans*가 평균 5% 정도를 차지한다. *Alnus*와 *Juglans*는 대체로 고루 안정되게 나타나고 *Quercus*는 증감이 심한 변화를 보였다. 비수목 화분으로는 *Persicaria*가 평균 3%, *Artemisia*를 포함한



**Fig. 2.** Pollen diagram of peat in Moojaechi.

Compositae가 평균 5%, Gramineae와 Cyperaceae가 각각 평균 25%, 27% 정도로 나타났다. 이외에도 *Corylus*와 *Ulmus/Zelkova* 그리고 *Umbelliferae*가 전층에서 고루 나타났고 화분의 출현양상에 있어 큰 변화는 보이지 않는 안정된 층에 속한다. NAP:AP의 비가 평균 0.68 정도로 나타났다.

B 층의 상부층에 해당하는 지표면으로부터 15~20 cm 깊이의 층은 퇴적층이 주로 모래로 이루어져 있으며 출현하는 화분의 절대량도 극히 적은 편이었다. 이 사실로부터 이 시기에는 극심한 홍수가 한차례 발생하였음을 짐작할 수 있게 해준다.

C층은 퇴적이탄층의 깊이가 지표면으로부터 0~12 cm에 이르는 층으로서 *Pinus*가 평균 76%, *Alnus*가 평균 10%, *Quercus*가 평균 16%, *Gramineae*가 평균 15%, 그리고 *Cyperaceae*가 평균 13% 정도의 비율로 나타난다. 상층으로 갈수록 출현하는 총화분중에서 *Pinus*가 차지하는 비율이 증가하며 *Gramineae*와 *Cyperaceae*의 화분의 비율은 감소하는 층이다. 대다수의 화분도 출현 빈도가 높지 않으며 NAP:AP의 비가 평균 0.40로서 상층으로 갈수록 AP의 비율이 증가하였다.

## 고 찰

Whittaker (1975)는 세계 여러 형태의 생태계 중에서 높지 및 소택지의 연간 순 1차생산력이 정상적으로는 800~3,500 g/m<sup>2</sup>의 범위이고 평균치는 약 2,000 g/m<sup>2</sup>을 나타낸다고 하였다. 무제치늪에서의 생산력은 97년 7월 말 현재 1336.8 g/m<sup>2</sup>로서 이에 비해서는 낮은 편에 속하나 생산력의 조사시점이 10월이 아닌 7월말이었고 온대지역에서의 평균 생산력이 연간 600~2,500 g/m<sup>2</sup>임을 감안한다면 상당히 높은 수준의 습지의 생산성을 보여 주고 있다.

대암산 습원의 이탄층에 한 장 등 (1987)의 연구 결과에 의하면 대암산 용늪에서의 단위면적당 이입되는 유기탄소의 총량은 215 g/m<sup>2</sup>, 퇴적이탄의 유기탄소량은 평균 92,847 g/m<sup>2</sup> 이었으며 이로부터 추정된 습지의 형성연대는 약 2,174년이었다. Table 1에서 보는 바와 같이 무제치늪에서의 유기탄소의 이입량은 1871.72 g/m<sup>2</sup>로 대암산 습원에 비해 9배 이상으로 큰 차이를 보이는 것은 대암산에서의 탄소 이입원이 주로 우점종인 대암물끼 (*Sphagnum fuscum*)와 참삿갓사초 (*Carex jalusensis*)와 같은 성장이 더디고 상대적으로 저생산성의 종에 의존하는데 반해 무제치늪에서의 우점종은 진퍼리새-

역새 군락으로서 이와는 대조를 이루기 때문인 것으로 생각된다. 퇴적이탄층의 유기탄소량은 평균 117,324.75 m<sup>2</sup>/g로 나타났는데 이 이상으로 이탄량이 퇴적되지 않는 것은 이입되는 양과 퇴적이탄이 분해되어 소실되는 이출량이 평형을 이루고 있기 때문이다. (4), (7), (8) 그리고 (9)식을 적용하여 이탄층이 퇴적되기 시작한 연대는 314.5년으로 추정되었다. 유기탄소 이입량의 차이와는 다르게 이탄층에 포함된 유기탄소의 양에는 대암산과 무제치늪에서의 값이 별 차이를 보이지 않는데, 이는 무제치늪의 입지 조건이 위도상 남방에 위치하고 해발고도상으로도 대암산에 비해 상대적으로 낮은 곳에 위치하고 있기 때문에 연 평균 기온이 높은 특성을 보여 유기탄소를 포함한 유기물의 분해가 아주 활발히 이루어지는 것으로 생각되어진다.

이 연구에서 퇴적이탄의 전층에 걸쳐서 수목화분 (AP)이 차지하는 비율이 약 58.3%로 나타났는데 이는 약 70%의 수준을 보인 대암산 용늪 (장등, 1987)에서의 결과에 비해 낮은 값이었다. 이는 과거 이 지역에서 대체로 수목이 우세하였지만 비수목이 차지하는 비중이 대암산에 비해서는 상당히 높았음을 보여준다. 화분의 출현 빈도와 양이 *Pinus*, *Alnus*에 있어서 높게 나타나는 것은 과거 오래전부터 이 지역에서 이러한 종 (種)들이 안정적으로 번성하였음을 나타내는 것이지만 이들 종 (種)이 생산하는 화분의 생산량이 다른 식물에 비해 많은 편이고 이동거리가 크다는 사실에도 기인하는 것으로 생각된다 (Anderson, 1967). 하지만, *Gramineae*와 *Cyperaceae*의 경우에 있어서는 화분의 절대 생산량보다는 그 종 (種)이 차지하는 높은 피도와 밀도에 더 큰 관련성이 있는 듯하다.

A 층에서는 *Gramineae*와 *Cyperaceae*의 화분이 차지하는 비율이 높게 나타나는데 이것은 이 시기가 상당히 과습한 상태였을 것으로 추정된다. *Gramineae*와 *Cyperaceae*를 제외한 다른 식물들의 분포가 그리 많지 않고 온대나 한대에서도 두루 잘 나는 *Compositae*의 비율이 비교적 높게 나타나고 있다.

B 층에서는 *Quercus*, *Juglans*, *Carpinus*, *Corylus*와 같은 종류의 화분이 많이 나타나고 *Gramineae*와 *Cyperaceae*의 화분이 꾸준히 많은 비율로 출현하는 것으로 보아 현재보다는 다소 온난하고 과습한 상태였을 것으로 추정된다. 한편, B 층의 상층부에 해당하는 15~20 cm에서는 화분의 구성 비율에 있어 상당한 변화를 보이고 있는데, 해당층의 구성 성분이 이탄이 아닌 주로 모래로 이루어져 있는 점으로 판단해 볼 때 이 시

기에는 극심한 홍수를 한차례 겪었음을 알 수 있다. 따라서 이층에서 출현하는 화분은 주변 식생의 반영이라기 보다는 습지에서 멀리 떨어진 지역에서 휩쓸려 이동한 식물들의 화분으로 보는 것이 타당하다.

C 층에서의 화분의 분포는 *Pinus* 화분의 출현율이 점점 증가하고 있음을 보여준다. 소나무는 현재 한국의 온대남부 저지대에서 산지대에 걸쳐 주로 건조지역에 널리 분포하고 있는 식물로서 무제치에서는 습지를 둘러싼 주변 산지에 광범위하게 분포하고 있는데 소나무의 증가는 습지의 건조화를 뒷받침해 주는 근거로 생각할 수 있다. 특히, 비수목 식물중 Gramineae와 Cyperaceae가 감소하는 경향을 보이는 것도 같은 맥락에서 이해할 수 있다. Cyperaceae에 속하는 식물은 습한 곳에서 주로 번성하는 식물로서 이러한 식물들의 감소는 습지가 원래의 저습한 상태에서 벗어나고 있음을 보여준다. 실제로 식생의 분포를 고려할 때 습지의 한가운데로 *Pinus*, *Salix*와 같은 수목 식물들의 침범이 상당히 이루어졌고 지난 94년 울산시 울주구가 웅촌면 은현리에서 삼덕 공원묘원으로 이어지는 습지 주변의 대규모 임도(林道) 개설로 습지 생태계에서 가장 중요한 물의 흐름에 변화를 가져왔으며 임도 절개지 주변으로부터 토사 유입이 꾸준히 이루어져 빠른 속도로 육지화가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구로부터 울산 정족산 무제치늪에서의 식생과 기후의 변화는 과거에는 현재보다 다소 온난하고 훨씬 과습한 환경이었을 것으로 추정되며 이는 퇴행천이에 의한 습원의 형성과정과도 잘 일치하는 것으로 보여진다. 특히, 기후 변화와 함께 인위적인 인간의 간섭도 습지의 식생을 변화시키는 주요 원인으로 작용하고 있는 것으로 사료된다.

## 적 요

울산 정족산의 무제치늪에 대한 물질 생산구조를 분석하고 유기 탄소의 분해 원리를 이용하여 습지의 이탄의 퇴적 연대를 추정하였다. 그리고 퇴적이탄층에 대한 화분 분석을 통하여 습지 과거식생의 변천과 기후의 변화 양상을 연구하였다. 정족산 무제치늪의 진퍼리새 군락에서의 총 물질생산량은  $3657.2 \text{ g/m}^2$ 으로 나타났으며 이탄층의 형성연대를 수학적 모델을 사용하여 추정된 결과 조사된 지역의 퇴적이탄층은 현재로부터 약 314년 이전부터 형성된 것으로 생각된다. 무제치늪에서의 식생은 *Pinus*, *Gramineae* 그리고 *Cyperaceae* 이 우점하였고

다소 온난하고 습윤한 환경에서 건조한 상태로의 기후 변화가 진행되고 있는 것으로 생각되며 이는 퇴행천이에 의한 습지의 형성과정과 일치하는 것으로 보인다.

## 인 용 문 헌

- 강상준. 1988. 대암산 고층습원의 이탄구조와 화분분석. 대암산 자연생태계 조사보고서. 환경청. pp.99-146.
- 김맹기. 1997. 울산 정족산 무제치늪의 식물상. 환경부. pp. 74-86.
- 김주용, 양동윤, 이동영, 최한성. 1997. 울산 정족산 무제치늪의 성인과 자연 환경 조사. 환경부. pp. 21-39.
- 김준민, 오인혜. 1981. 김제지역의 제4기의 식피 기록에 대하여. 박봉규박사 회갑기념논문집. pp. 18-26.
- 박인근. 1990. 천리포 수목원의 이탄의 화분분석. 한국생태학회지 13: 311-320.
- 박인근. 1993. 경기도 팽성지역의 토탄의 화분분석. 한국생태학회지 16(3): 365-374.
- 봉필륜. 1981. 장기 지역의 화분 연구. 한국 동력자원연구소 조사연구 보고. 10: 7-17.
- 오지영. 1971. 평택지역 토탄의 화분분석. 한국식물학회지 14(3): 66-73.
- 장남기, 김기완, 김재근. 1988. 연일지역 신생대 제3기 마이오세층의 화석 화분분석에 관한 연구. 한국생태학회지 11: 137-144.
- 장남기, 김영복, 오인혜, 손영희. 1987. 대암산 습원의 이탄의 화분분석에 의한 식생변천에 관한 연구. 한국생태학회지 10(4): 195-204.
- 최기룡. 1992. 익산군 미륵사지의 퇴적층에 대한 화분분석학 연구. 한국생태학회지 15: 59-65.
- 홍순철. 1977. 군자면 일대의 토탄의 화분분석. 서울대학교 석사학위 논문. pp. 1-13.
- 환경부. 1997. 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서 (1차년도). pp. 13-18
- 中村純. 1967. 花粉分析. 古今書院. pp. 10-33.
- 山崎次男. 1940. 花粉分析による 朝鮮南部の樹種變遷に關する 研究. 日本林學會誌 22: 73-85.
- 松島眞次. 1941. 花粉統計による 朝鮮の森林變遷 考察. 日本林學會誌 23: 15-24.
- 黑岩登雄. 1990. 物質生産の生態學. 東京大學出版會, 東京. pp. 25-49
- Anderson, S.T. 1967. Tree-pollen rain in a mixed deciduous forest in south Jutland (Den Mark). Rev.

- Paleobotan. Palynol. 3: 267-275.
- Faegri, K. and J. Iversen. 1990. Textbook of Pollen Analysis. Hafner Publishing. pp. 23-81
- Kearns, C.A. and D.W. Inouye. 1993. Techniques for Pollination Biologists. the University Press of Colorado. Colorado. pp. 58-97
- Von Post, L. 1967. Forest tree pollen in south Swedish peat bog deposits. Pollen et Spores 9: 375-402.
- Whittaker, R.H. 1975. Communities and Ecosystems. Macmillan, Inc. New York. pp. 56-77

(1998년 6월 25일 접수)