

충북 청주시 오송지구 유적 발굴지의 화분분석: 식생과 퇴적환경 고찰

이상헌, 김주용
한국지질자원연구원

Pollen analysis from Osong Archaeological Site, Chungbuk Province: Vegetation and Environmental Implication

Sangheon Yi, Ju-Yong Kim

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

요약 : 충북 청주시 오송지구 원평 II-3 보조단면 (B11칸 서벽)의 홀로세로 판단되는 퇴적물로부터 이 지역의 식생과 기후변화를 추정하였다. 트렌치 단면의 퇴적물들은 주로 조립질의 퇴적물로 구성되어 유기물의 함유량이 대체적으로 낮았다. 비록 화분의 산출량은 높지 않았지만 우점 종과 일부 중요 종으로부터 중부 내륙 산간지역의 기후변화에 따른 식생이 변화가 있었음을 인지할 수 있었다. 본 연구에서는 화분군집상의 변화를 선행 화분분석 자료들과 대비하여 간접적으로 연대를 추정할 수 있었다. 초기 홀로세의 식생은 최종 빙기 이후 온난화로 전이되는 한랭기동안 번성하였던 주요 수목들이 사라져 단순한 산림형태화가 되었던 것으로 간주된다. 중기 홀로세에는 온난, 습윤의 최적화된 생육조건으로 낙엽활엽수림과 상록수형 활엽수 및 난온대성 소나무 등이 번성하였던 것으로 추정된다. 후기 홀로세의 기후는 다시 한랭화가 진행되어 본 연구지역은 침엽수-낙엽활엽수 혼합림으로 천이되었다. 최상부 구간에는 농경활동 지표 종들의 산출로 이 지역에 본격적인 농경활동이 행해졌던 것으로 생각되며, 산림형태는 자연환경변화보다는 인간간섭에 의해 더 영향을 받은 특징을 보여주며 기후조건은 오늘날과 비슷하였다.

주요어 : 화분분석, 식생, 기후변화, ?홀로세, 오송 유적발굴지

Abstract : ?Holocene vegetation and climate changes were assumed on the basis of pollen records from Wonpyeong Trench II-3 of the Osong archaeological site, Cheongju, Chungbuk Province, Korea. An organic matter beared in coarse sediments appeared to be low throughout the succession. Although an occurrence of pollen grains is not high, some dominant and principal taxa may indicate vegetation changes response to climate changes in central inland area of the Korean Peninsula. The age determination can be estimated with indirect way by comparing with previous age-controlled pollen studies. It is assumed that the former last glacial conifer forests had been changed into open mixed conifers and deciduous broadleaved forest during the early Holocene period. Warmer and more humid climate conditions, during the mid-Holocene, might have allowed the hardwoods including deciduous- and evergreen-broadleaved trees, and warm-preferring pine tree to flourish. Subsequently, the former forests were replaced by mixed of conifer and deciduous broadleaved forest owing to deterioration of climate conditions during the late Holocene. Human activity is also detected by agricultural indicators, such as buckwheat and large pollen grains comparable to corn, in upper most pollen profile. During this time, the forests in studied area were primarily affected by human disturbance rather than natural environment.

Key Words : Pollen analysis, vegetation, climate change, ?Holocene, Osong archaeological site

* Sangheon Yi, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 92 Gwahang-no, Yuseong-gu, Daejeon 305-350, Korea (e-mail: shyi@kigam.re.kr, phone: +82-42-868-3135, fax: +82-42-868-3414)

1. 서론

충북 청주시 오송지역은 정부의 지역균형발전 및 생명과학특성화단지 조성지로 지정되어 지난 수년간 유적 지표조사와 발굴조사가 관련기관들에 의해 광범위하게 이루어졌다. 본 연구지역에 발굴 조사가 수행하는 동안 유적발굴의 수행기관으로부터 한국지질자원연구원에 자연과학분석을 의뢰한 바 다양한 분석이 수행되었다. 이에 화분분석도 본 조사지역에 식생변화, 기후변화 및 퇴적환경변화 같은 자연환경변화를 추적하고 복원하는 수단으로 수행되었다.

최근 유적발굴지의 (문화)퇴적층에 대한 고환경 복원은 고고학자들에게 유적지의 특성과 자연환경 변화에 대한 해석의 틀을 제공하기 때문에 중요한 분야로 인식되고 있다. 특히 이러한 퇴적층에는 유적지 지층의 구성 물질과 다양한 동·식물 유체를 보존하고 있다. 그렇기 때문에 이런 퇴적층의 연구는 당시에 이들에게 생태학적으로 영향을 주었던 자연환경 변화의 인자분석 등의 층위분석에 의하여 (문화)퇴적층의 자연환경변화를 추적하고 복원할 수 있다.

한국에서도 지난 30년간 화분분석이 유적발굴지의 퇴적층을 대상으로 활발하게 진행되고 있다. 이들 화분분석은 주로 고환경 및 농경활동에 대한 연구로서 문화유물등과의 비교연구를 통해 문명발달사 및 자연환경발달사를 해석하는데 많은 기여를 하고 있다(예: 최기룡, 1992; 윤순옥, 1997; 김주용 외, 2001; 이상현 외 2006; 이상현·김주용, 2007, 2009). 본 연구의 목적은 청주시 오송지구 원평 12지점 내 유적발굴지의 퇴적물로부터 분석된 화분의 군집조성변화를 이용하여 자연환경변화와 인간 활동의 흔적을 추적하는데 있다.

2. 시료 및 방법

연구지역은 충청북도 청주시 오송지구 원평 12지점 내 II-3 보조단면 (B11칸 서벽)의 유적발굴지이다(Fig. 1). 본 연구지역의 표층 고도는 약 40.8 m이며, 시료채취구간은 고도 40.05 m부터 고도 37.85 m까지로 역사시대 인위적으로 교란된 역사시대토층부터 강풍화상태의 조립질 화강암 풍화대에 인접한 유기니질층까지를 포함한다.

연구단면의 최상부구간은 교란된 것으로 보이는 암갈색 니사질층이 고도 40.9~40.2 m까지 분포한다. 고도 40.2~38.15 m까지는 점토질이 우세한 니질층이 분포하는데 하부로 갈수록 회색 → 갈색 → 황색 또는 회색으로 토색의 변화를 나타낸다. 고도 38.15 m 부터 토층의 최 하부까지는 사질 성분이 우세한 구간으로서 하부로 갈수록 황갈색 → 회색~황갈색 → 연회색으로 토색의 변화를 나타낸다. 또 이 구간 내에 고도 38.95 m부근을 기준으로 모래의 분포비율에 의해 상부와 하부구간이 구분되는 특징을 보인다. 화분분석을 위해 하부로부터 약 5 cm 간격으로 총 42개의 시료를 채취하여 실내실험을 수행하였다(Fig. 2).

퇴적물로부터 화분을 추출하기 위해 실내실험(Moore *et al.*, 1991)을 아래와 같은 방법으로 수행하였다. 5g의 건조된 시료에서 석회질교결물질을 제거하기위해 염산(30%)을 붓고 12시간 정도 반응이 끝날 때까지 후드 안에서 방치한 후, 중성화가 될 때까지 증류수로 5~6회 정도 세척을 하여 분해된 석회질교결물질을 제거한다. 그런 후 남아있는 규질교결물질을 분해제거하기 위해 불산(40%)을 넣고 24시간 정도 후드 속에서 방치한 다음, 다시 증류수로 5~6회 정도 세척을 하여 중화시킨다. 두 과정이 끝나면 분해된 무기잔류물과 유기잔류물만이 남게 된다. 이어서 10 μ m 망사의 나일론 체를 이용하여 습식체질을 한 후, 염화아연 비중액(2.0 비중)을 이용하여 유·무기잔류물을 분리한다. 다음단

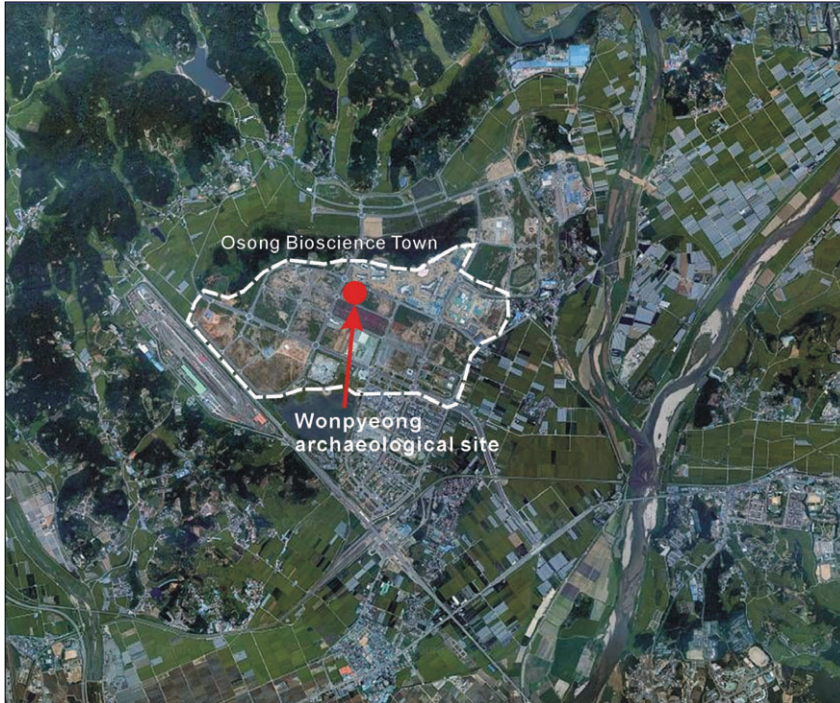


Figure 1. Location map of study area, Osong archaeological site, Cheongju, Chungbuk Province.

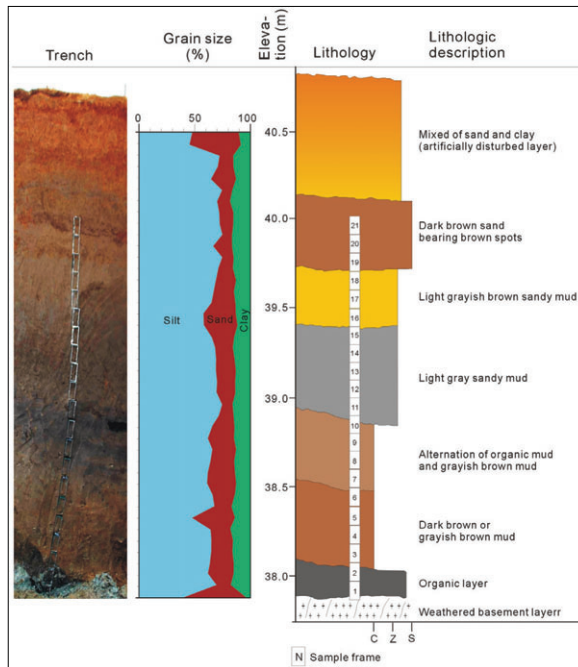


Figure 2. Wonpyeong Trench II-3 secondary section (B11 west wall) with grain size relative distribution and generalized lithologic description. Samples for pollen study were taken with 2 subsamples from each sample frame.

계로 정량적 분석을 위해 *Lycopodium* spore가 1000개 들어있는 3정을 넣는다. 그런 후 농축된 식물질 유기물 중, 불필요한 셀룰로즈나 부식물질을 제거하여 원하는 화분의 농집을 높이기 위해 10%의 수산화칼륨용액(KOH)을 잔류물에 붓고 중탕기속에서 10분정도 반응처리를 한다. 최종적으로 남은 화분은 보존 병에 옮겨 담는다. 그런 다음 유기잔류물이 완전히 바닥에 가라앉은 후 빨대를 이용하여 물을 제거한 후, 잔여 수분은 에탄올을 이용하여 수분을 완전히 제거한다. 가열하여 액체화된 글리세린젤리의 적당량을 보존 병에 부은 후 유기잔류물과 잘 섞어 희석시킨다. 마지막으로 정밀한 마이크로피펫을 이용하여 정량적으로 희석된 잔류물을 유리 슬라이드에 부은 후 유리덮개로 접착하여 박편을 제작하였다. 이렇게 하여 제작된 박편은 생물현미경에서 400배 확대하여 관찰하였다.

화분의 동정은 한국화분도감(장남기·임영득, 1979; 장남기, 1986)을 참고문헌으로 이용하였다. 동정된 화분은 TILIAGRAPH v1.25 이용하여 화분 산출도표를 작성 하였다. 또한, 지역화분대를 설정하는 데에는 동일 프로그램에서 Constrained Cluster Analysis (CONISS)기법을 이용하였다.

3. 결과

3.1. 화분포자 동정

전체적으로 화분·포자는 일부의 시료를 제외하고는 대부분 소량으로 산출되었다. 일부시료(시료번호 OS-14~OS-20)는 함유기물 층으로 비교적 퇴적상과 화분·포자의 산출량과 비교적 잘 대비되는 것을 알 수 있었다. 그 외의 시료는 비록 실트질~니사질의 토양으로 이루어졌지만, 갈색과 같은 토양색을 보이는 것으로 퇴적과정 중 혹은 퇴적 후 산화환경의 영향으로 유기물이 용출되었을 것으로 판단된다(Fig. 2 참조).

목본화분(Arboreal pollen): Taxaceae-Cephalotexaceae-Cupressaceae(주목과-개비자나무과-측백나무과), *Pinus*(소나무속), *Picea*(가문비나무속), *Alnus*(오리나무속), *Betula*(자작나무속), *Castanea*(밤나무속), *Carpinus*(서어나무속), *Juglans*(가래나무속), *Larix*(낙엽송속), *Magnolia*(목련속), *Rhus*(웃나무속), *Quercus*(*Cyclobalanopsis*)(가시나무속), *Quercus*(*Lepidobalanus*)(참나무속), *Tilia*(피나무속), *Salix*(버드나무속), *Ulmus/Zelkova*(느릅나무속/느티나무속)

초본화분(Nonarboreal pollen): Cheopodiaceae(명아주과), Cyperaceae(사초과), Gramineae(벼과), Gramineae (*Zea*: 옥수수속), *Artemisia*(쑥속), *Caryopteris*(누린내풀속), *Chrysanthemum*(쑥갓속), *Fagopyrum*(모밀속), *Geranium*(죄손이풀속), *Ixeris*(씀바귀속), *Luzula*(꿩의밥속), *Lychnis*(털동자꽃속), *Nuphar*(수련속), *Persicaria*(여뀌속), *Thalictrum*(꿩의다리속), *Typha*(부들속), *Caulophyllum*(꿩의다리아제비속), *Phaseolus*(붉은강남콩속), *Datura*(독말풀속), *Lespedeza*(큰땅비사리속), *Senecio*(국화방망이속), *Trichosanthes*(하늘타리속), *Lilium*(참나리속)

포자(Spore): Trilete(psilate type), Monolete, *Lycopodium*, *Osmunda*(고비속)

3.2. 화분분대

CONISS기법을 이용하여 4개의 화분대 (Pollen Zone I~IV)와 4개의 아화분대 (Pollen subzone I-1~I-2 and IV-1~IV-2)가 각각 설정되었고, 2개의 무화석대가 나타났으며(Fig. 3), 각 화분대의 균집조성은 하부구간으로부터 상부구간 순서로 기술하였다.

제1화분대(Pollen Zone I, 고도 37.85~38.55 m)
본 화분대에서는 화분의 산출이 매우 낮으며, 비

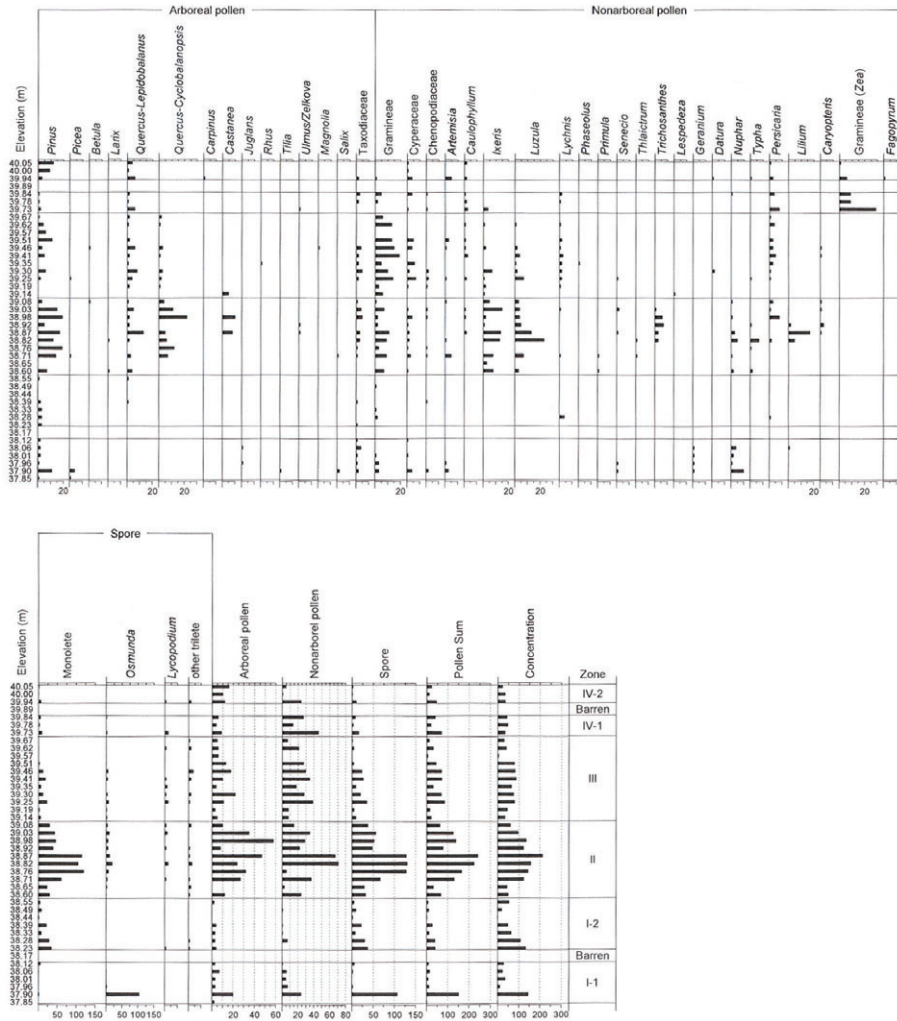


Figure. 3. Pollen diagram with pollen zone of Wonpyeong Trench II-3 secondary section. Concentration is x100.

교적 호근조성 수목과 풀들이 산출된다. 목본화분에는 소나무속과 주목과-측백나무과가 산출되고 있다. 초본화분에는 벼과, 사초과 쭉쭉, 쥐손이풀속 및 수련속이 산출된다. 본 화분대는 2개의 아화분대로 더 세분되었으며 중간심도에 무화석대가 존재한다.

제2화분대(Pollen Zone II, 고도 38.60~39.08 m)
전체 화분대 중에서 본 화분대가 가장 다양하고

풍부한 화분산출을 나타내고 있다. 목본화분으로는 소나무속, 참나무속 및 가시나무속 등이 우점-풍부하게 전 구간에서 산출된다. 초본화분에는 벼과, 썸바귀속, 꿩의밥속 및 하늘타리속 등이 풍부하게 산출되고, 호습성인 수련속, 부들속, 여뀌속, 참나리속 및 누린내풀속 등이 양호한 산출을 보이고 있다. 선태류의 단립포자도 본 화분대에서 우점으로 산출되는 것이 특징적이다. 본 화분대에서 전체 화분총량 (pollen sum)과 화분농도 (concentration)가

가장 높게 산출되는 것으로 나타났다.

제3화분대(Pollen Zone III, 고도 39.14~39.67 cm)

본 아화분대의 화분군집특성은 이전 화분대와 유사하지만 전체 화분총량과 화분농도가 급감하는 현상을 나타내고 있다. 풍부하게 산출되었던 목본 화분 중 소나무속, 가시나무속 밤나무속 등의 산출은 급격히 떨어지는 것으로 나타났다. 초본화분들 역시 풍부하게 산출되었던 썸바귀속과 꿩의밥속, 하늘타리속, 수련속, 부들속 및 참나리속 등은 산출비가 급격히 떨어지는 반면 벼과만이 급증하는 것이 특징적이다.

제4화분대(Pollen Zone IV, 고도 39.73~40.05 cm)

Pollen Zone I처럼 본 화분대역시 전체 화분총량과 화분농도가 아주 낮게 나타났다. 화분의 다양성 역시 현저하게 떨어진 것으로 나타났다. 본 화분대의 상부구간으로 가면서 소나무속의 산출량은 증가하였고 참나무속의 산출량은 큰 변화를 보이지 않았다. 전체적으로 초본화분 산출이 급감하였으며 벼과의 산출도 급감하였다. 반면에 농경생활 지표 종으로 알려진 옥수수속과 메밀속 처음으로 본 화분대에서 산출되었다.

4. 토 의

4.1. 퇴적연대

탄소동위원소 연대자료가 없는 관계로 정확한 퇴적연대를 밝힐 수는 없지만, 기존의 화분자료와 대비를 통하여 지질시대를 추정하고자 한다. 일반적으로 한반도에서는 후기 플라이스토세동안에 한랭온대성 수목인 가문비나무속, 구상나무속과 자작나무속이 매우 풍부하게 산출되고 있다(예: 윤순옥·조화룡, 1996; 이상현 외, 2006; 이상현·김주용, 2007). 홀로세인 후빙기로 접어들면서 기후의 온난화로 인하여 이들 수목의 서식범위는 크게

축소되는데 특히, 가문비나무속과 구상나무속의 산출은 매우 저조하게 산출되는 것이 특징이다. 반면에 다양한 종류의 온대성 낙엽활엽교목 등이 번성하는 시기이다. 특히 6,000년 전을 경계로 중기 홀로세 최적온난기가 시작되면서 한반도에서는 참나무속과 오리나무속의 산출이 급증하는 시기이다. 본 조사지역에서는 참나무속과 가시나무속이 급증하는 특징을 보여주는데, 오리나무속은 산출이 되지 않는다. 오리나무속은 주로 냇가 또는 습지주변의 습윤한 토층을 선호하는 식물이다. 따라서 이는 퇴적환경의 차이로 인한 지역적인 식생의 특징을 반영하는 것으로 간주할 수 있다. 중기 홀로세 최적온난기가 끝나면서 신빙하기의 도래로 전 시기에 번성하였던 식생들의 다양성이 떨어지고 한랭온대성 수목과 풀들이 번성하는 시기이다. 이러한 전체적인 한반도의 식생변이와 대비를 통하여 본 조사지역의 퇴적연대를 간접적으로 추정하고자 한다.

제1화분대 (Pollen Zone I, 고도 37.85~38.55 m)는 소나무속의 양호한 산출과 가문비나무속이 하부구간에서만 산출되며, 초본인 벼과, 사초과 등의 산출이 상부구간으로 가면서 뚜렷이 감소하는 것으로 보아 한랭하였던 기후가 온난화 되는 시기인 초기 홀로세(~6,000년 전)에 해당하는 것으로 간주된다. 제2화분대(Pollen Zone II, 고도 38.60~39.08 m)는 온대성 참나무속, 밤나무속과 온난온대 가시나무속 및 다양한 서식범위를 가지는 소나무속이 풍부하게 산출함은 산록과 구릉지에 이들 수목이 주요 수종으로 하면서 번성하였음을 대변한다. 이렇게 다양한 수목들은 중기 홀로세 최적 온난기(6,000~4,000년 전)에 넓은 지역에 번성하였던 것으로 생각된다. 제3화분대(Pollen Zone III, 고도 39.14~39.67 m)는 이전시기에 번성하였던 가시나무속의 급감과 참나무속의 산출감소는 기후가 다시 한랭화로 인하여 이들 수목의 서식범위가 현저하게 축소되었음을 나타낸다. 또한

벼과와 같은 한랭온대성 풀의 급증은 이런 기후변화를 잘 대변해 준다. 따라서 이시기는 신빙하기(4,000~2000년 전)에 해당한다고 볼 수 있다. 제4화분대(Pollen Zone IV, 고도 39.73~40.05 m)는 농경활동 지표 종인 옥수수과 메밀속이 처음으로 출현하는 시기이다. 한국의 선행 화분연구자료(예: 최기룡, 1993, 2003; 이상현 외, 2006; Yi *et al.*, 2008)에 의하면 이들 지표 종들은 일반적으로 약 2,000년 전 이후로 산출되는 것으로 보고되었다. 따라서 선행 화분자료와 대비를 하였을 때 제4화분대는 약 2,000년 전 이후에 퇴적되었던 것으로 간주된다.

4.2. 식생과 기후

전체적으로 설정된 화분대에 따라 고유의 식생 형태를 나타내며, 각각의 화분대시기에 따라 주요 식생의 군락이 변이하였음을 보여준다. 본 연구에서는 각 화분대를 대표하는 화분과 각 화분대의 우점 종을 고려해서 식생 형을 추정하였다.

침엽수림(conifer forest): 초기 홀로세, 한랭온대

본 연구지역의 제1화분대(Pollen Zone I, 고도 37.85~38.55 m)를 포함하는 시기로서, 소나무속, 주목과-개비자나무과-측백나무과 등의 침엽수가 주요 수종으로 하며 초기에는 가문비나무속도 침엽수림에 중요한 교목이었다. 오늘날 한반도 식생 분포(이창복, 1985; 이우철·임양재, 2002)를 살펴보면 이들 침엽수들은 중부 내륙의 산간지역에 생육하는 한랭온대성 식물이다. 저지는 주로 벼과와 같은 호건조성들과 퇴적지역에는 습윤성인 부들과 쥐손이풀속 등이 대부분 식피 하였던 것으로 해석된다.

낙엽활엽수림 (deciduous broadleaved forest): 중기 홀로세 최적온난기, 온난온대

본 연구지역의 제2화분대 (Pollen Zone II, 고도 38.60~39.08 m)를 포함하는 시기로서, 참나

무속, 가시나무속 및 밤나무속 같은 낙엽활엽수가 주요 수종이며, 소나무속 역시 비교적 풍부하게 중부 내륙 산간지역에 성장하였던 시기이다. 이 시기 동안 산악과 구릉지역에는 낙엽활엽수가 광범위하게 생육하였던 것으로 추정된다. 오늘날 소나무속 중에서 소나무(*P. densiflora*)는 온난기후대에서 생육하는 종으로 알려져 있다. 또한 가시나무속은 오늘날 한반도 남쪽해안과 제주도에서만 성장하는 상록성 활엽수이다(이창복, 1985; 이우철·임양재, 2002). 본 조사지역에서 소나무속이 풍부하게 산출되는 것은 아마도 상기 2종의 화분일 가능성이 높다고 볼 수 있다. 오늘날 이들 식생들은 비교적 습윤한 기후조건을 좋아하는 교목들이다. 초본류들도 호건조성 벼과는 전 시기보다는 증가하였지만, 호습윤성 초본들이 본 구간에서 여러 종으로 풍부하게 산출되는 것으로 보아 그 당시 퇴적환경은 배후 습지와 같은 습윤지역으로 기후 조건은 온난온대의 습윤한 상태이었던 것으로 해석된다. 본 해석은 니질의 암회색 유기물층 구간으로서 습지와 같은 환원환경임을 지시하는 퇴적상에서도 비교적 잘 대변된다.

침엽수-낙엽활엽수 혼합림 (mixed of conifer-deciduous broadleaved forest): 후기 홀로세 신빙하기, 온대

본 연구지역의 제3화분대 (Pollen Zone III, 고도 39.14~39.67 m)를 포함하는 시기로서, 낙엽활엽수의 참나무속은 이전 시기와 산출비의 변화가 거의 없는 반면, 상록성 활엽수의 가시나무와 호습윤성 초본류의 급감은 기후가 한랭화가 진행되었으면 습윤도 역시 건조한 환경으로 변화하였음을 시사한다. 호건조성 벼과의 급증은 이런 해석을 잘 뒷받침해준다. 그러나 비록 가시나무의 산출비가 떨어졌지만 꾸준히 산출되는 것으로 보아 중부 내륙산간지역의 후기 홀로세의 기후조건은 건조한 온대기후조건이었으며 전 지구적인 신빙하기와 대비된다고 볼 수 있다.

침엽수-낙엽활엽수 혼합림 (mixed of conifer-deciduous broadleaved forest): 최후기 홀로세, 한랭온대

본 연구지역의 제 4화분대 (Pollen Zone IV, 39.73~40.05 m)는 참나무속과 소나무속이 주요 수종으로 하는 혼합림이다. 또한 농경활동 지표종인 옥수수과 메밀속이 처음으로 출현하는 시기이다. 따라서 산림형태는 자연환경변화에 의해 지배를 받기 보다는 인위적인 간섭활동에 의해서 산림형태가 변화였다. 오늘날 영동지역을 제외한 한반도의 중부 내륙산간지역에는 대부분 소나무와 참나무류가 주요 수종을 하는 혼합림 형태를 이루고 있다. 따라서 기후조건은 오늘날과 비슷한 조건이었을 것으로 추정된다.

5. 결론

충북 청주시 원평 II-3 보조단면 (B11칸 서벽)의 퇴적물로부터 분석한 화분자료를 이용하여 홀로세로 판단되는 이 지역의 식생을 복원하고 기후변화를 추정하였다. 트렌치단면에서 퇴적상에 따라 화분의 산출량이 변화하였음을 알 수 있었다. 단면의 퇴적물들은 주로 조립질의 퇴적물로 구성되어 유기물의 함유량이 낮음을 예상할 수 있었다. 전체적으로 화분의 산출량은 높지가 않았지만 우점 종과 일부 중요 종으로부터 한반도 내륙 산간지역에 기후변화에 따른 식생이 변화가 있었음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 화분군집상의 변화를 선행 화분자료들과 대비하여 간접적인 연대를 추정할 수 있었다. 초기 홀로세의 식생은 후기 플라이스토세의 한랭기에서 온난화로 전이되는 시기로 한랭기동안 번성하였던 주요 수목들이 사라지면서 단순한 산림형태화 되었던 것으로 간주된다. 중기 홀로세에 접어들면서 온난, 습윤의 최적화된 생육조건으로 낙엽활엽수림과 상록수형 활엽수 및 온난온대를 선호하는 소나무 등이 번성하였던 것으로 추정된

다. 후기 홀로세동안 기후는 다시 한랭화되어 본 연구지역은 침엽수-낙엽활엽수 혼합림 천이되었다. 최상부 구간에는 농경활동 지표 종들의 산출로 본격적인 농경활동이 이루어졌던 것으로 생각되며, 산림형태는 자연환경변화보다는 인간간섭에 의해 더 영향을 받은 특징을 보여주며 기후조건은 오늘날과 비슷하였다.

사 사

논문의 심사과정에서 많은 조언과 건설적인 비판을 통해 논문의 질적 향상에 많은 도움을 주신 익명의 심사위원께 감사사를 드린다. 화분분석용 시료는 한양대학교 박물관에서 제공해 주었다. 본 연구는 한국지질자원연구원 기본사업인 ‘극한재해와 해수면변동 예측을 위한 돌발기후변화 연구 (GP2009-005)’ 과제의 일환으로 수행되었다.

참고문헌

- 김주용, 양동윤, 봉필윤, 이용조, 박지훈, 2001, 청원 옥사 소로리 유적지 일대 유기질 니층의 화분분석에 의한 식생변천사에 관한 연구. 한국제4기학회지, 15, 75-84.
- 윤순옥, 1997, 화분분석을 중심으로 본 일산지역의 홀로세 환경변화와 고지리 복원. 대한지리학회지, 32, 15-30.
- 윤순옥, 조화룡, 1996, 제4기 후기 영양분지의 자연환경변화. 대한지리학회지, 31, 447-468.
- 이상현, 김주용, 오근창, 양동윤, 류은영, 오규진, 2006, 화분분석을 이용한 아산 풍기동 지역의 후기 플라이스토세 고환경. 지질학회지, 42, 57-68.

- 이상현, 김주용, 2007, 청주시 복대동 유적발굴지의 화분분석 연구, 고생물학회지, 23, 177-185.
- 이상현, 김주용, 2009, 청주시 사천동 유적발굴지 일대의 홀로세 식생 및 고환경변화 연구. 고생물학회지, 25, 63-76.
- 이우철, 임양재, 2002, 식물지리. 강원대학교 출판부, 412 p.
- 이창복, 1985, 대한 식물도감. 경문사, 990 p.
- 장남기, 1986, 한국동식물도감: 제29권 식물편(화분류). 문교부, 899 p.
- 장남기, 임영득, 1979, 한국화분도감: 한국식물의 화분형태에 관한 연구. 서울대학교 출판사, 62 p.
- 최기룡, 1992, 일산지역의 꽃가루 분석. 일산 새도시 개발지역 학술조사보고, I, 146-154.
- 최기룡, 1993, 중부지방 저지의 식생사와 인간간섭의 관계에 관하여. 한국자연보존협회 연구보고서, 12, 31-36.
- 최기룡, 2003, 한반도의 벼농사 개시기와 자연환경. 한국고고학회 “한국 농경문화의 형성”, 9-24.
- Moore, P.D., Webb, J.A. and Collinson, M.E., 1991, Pollen Analysis (2nd. Edition). Blackwell Scientific Publications, Oxford, 216 p.
- Yi, S., Kim, J.Y., Yang, D.Y., Oh, K.C. and Hong, S.S., 2008, Mid- and Late-Holocene palynofloral and environmental change of Korean central region. Quaternary International, 176-177, 112-120.

투 고 일 10. 04. 01
심 사 일 10. 04. 05
심사완료일 10. 05. 31