

花粉分析을 중심으로 본 一山지역의 홀로세 環境變化와 古地理復元

尹 順 玉*

The Holocene Environmental Change and Reconstruction of the Palaeogeography at Ilsan Area with the Special Reference to Pollen Analysis

Soon-Ock Yoon*

요약 : 花粉, 沖積層의 堆積相, 炭素年代 등의 분석자료를 기초로 식생환경, 해면변동 및 홀로세 환경변화를 고찰하고, 각 시기별 古地理圖를 작성하였다. 각 花粉帶 별 環境특성은 다음과 같다. 1) 化분대 I (3.75~5.75m)은 8,000~4,200년BP 시기로서, 우점식생은 *Alnus*-EMW로 대표된다. 빠른 해면상승과 해진의 영향으로 매우 습윤하였다. 2) 化분대 II (5.75~6.35m)는 4,200~2,300년BP 시기로서, 해수면 하강 및 地下水面 하강으로 건록화된 환경하에 *Pinus*가 증가하고, 포자류와 초본류가 우점하였다. 3) 化분대 III (6.35~6.55m)은 2,300년BP에서 1,800년BP 까지 지속되었으며, 해진의 영향과 인간의 간섭을 모두 반영하는 초본류의 비율이 높은 시기였다. 아분대 IIb와 化분대 III의 경계는 베버의 限界層의 특징을 나타낸다.

主要語 : 化분분석, 環境변화, 古지리복원도, 한계층

Abstract : This paper concerns the Holocene environmental change with vegetational history and sea-level fluctuation at Ilsan area by the analytical data of pollen, sedimentary facies and C¹⁴-dating. The hypothetic palaeogeographic maps of the vegetation cover have been reconstructed with the reference to the periods of pollen zone. The environmental characteristics from the pollen zonation have been summarized as follows.

1) Pollenzone I(3.75~5.75m) showed the period of *Alnus*- and EMW-dominance. The study area was very humid under the influence of the transgression spreading widely from the rapid sea-level rise during the period(8,000~4,200y.BP). 2) Pollen zone II(5.75~6.35m) has been influenced by the fall of the sea-level and ground water surface. This zone(4,200~2,300y.BP) represented the period of spore- and NAP-dominance with the increase of *Pinus*. 3) Pollen zone III(6.35~6.55m) has reflected the influence of the transgression and human interferences together. This zone(2,300~1,800y.BP) represented the period of NAP-dominance. The boundary between Subzone IIb and Pollen zone III represents the same characteristics as what Weber says Grenzhorizont.

Key Words : pollen analysis, environmental change, the hypothetic palaeogeographic map, Grenzhorizont

1. 서 론

해안충적평야를 대상으로 한 후빙기 환경변화 연구는 퇴적상 분석, 연대측정, 화분과 규조 등 미화석 분석을 통하여 이루어지며, 퇴적환경, 해수면 변동, 식생환경 등이 밝혀질 수 있다. 규조분석과 화분분석을 동일한 층준에서 함께 행하여, 각 미화석의 출현 분대를 대비하고, 그 상호관련성을 검토

한 연구는 그리 많지 않다. 규조 및 화분화석은 지질시기를 통하여 퇴적물 내에서 장기간 보존되어져, 야외에서의 시료채취, 실험실 분석 및 현미경 동정의 일련의 과정을 거치게 된다. 그러나, 양자는 구성성분이 달라 보존에 유리한 퇴적층이 다르고, 실험과정도 역시 상이하다. 따라서 양자의 분석이 동일한 시료로 행하여지는에는 상당한 어려움이 따른다.

* 경희대학교 문리과대학 지리학과 조교수 (Assistant Professor, Department of Geography, Kyung Hee University)

한국 서해안 도대천 해안충적평야에서의 식생환경은 홀로세 해수면의 미변동에 민감하게 반응하는 것으로 밝혀졌다(尹順玉, 1994, 1995). 여기에는 해면변동에 따른 기후변화를 반영하는 지표로서 목본 뿐 아니라 초본류의 변화도 뚜렷하게 나타나므로, 이후 서해안의 후빙기 후기의 식생발달과 해수면 변화와의 관계를 명확하게 할 수 있는 가능성이 제시되었다. 유사하게 서해안 해안평야에 위치한 연구지역도 동해안에 비해 퇴적상에 있어서 토탄층 및 퇴적층 두께가 얇으면서도 다양한 층상 구조를 나타낸다. 토탄층의 형성은 지하수면과 밀접하게 관련되고, 해수면 변동에 의해 영향을 받으며, 주변지형 및 기후변화와도 민감하게 반응한다. 연구지역은 내륙하천인 한강 소지류의 일산 곡저평야에 위치하고 있으며, 한반도 최대하천인 한강의 하구에 가까워 조차의 영향도 크게 받고 있다.

본 연구는 기존에 발표된 가와지지역¹⁾의 화분분석결과 화분함량이 낮아서 화분다이아그램 작성시 제외된 층준을 대상으로 그 가능성을 살펴 재차 실험을 행하여 작성된 화분다이아그램에 근거하였다. 따라서 다수의 프레파라트를 추가로 동정하여 누락된 층준을 보완하였다. Hwang(1994)은 연구지역의 동일 보링코아(G2)를 사용하여 구조분석을 행하고, 汀線이 복원하여, 연구지역의 해수면 변동곡선을 복원하였다. 따라서 해수면변동에 따른 식생환경변화를 보다 면밀히 검토함으로써, 화분분대 및 아분대가 세분되었다. 결과적으로 화분분대는 일부구간을 제외한 거의 전 층준에 대하여 구조분대와 대비되었으므로, 본 연구에서는 홀로세 식생 및 기후변화와 해수면 미변동과의 관련성을 보다 면밀하게 규명할 수 있을 것으로 기대된다.

제4기의 지형발달과 기후, 식생 및 퇴적환경에 대한 연구의 최종단계는 시계열적으로 고지리를 복원하여 이것을 지도화하는 것이라고 할 수 있다(尹順玉, 1995). 층적평야는 그 지형발달이 홀로세의 해수면 미변동과 밀접하게 관련되므로, 구조분석으로 汀線이 복원된 각 시기별로 퇴적상과 화분분석의 성과를 이용하여 低濕地 분포와 植生환경을 복원한다면 古植生圖 또는 古地理圖를 작성할 수 있을 것이다.

본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 화분분대 및 아분대의 변화에 따라 가와지

곡에서의 홀로세 植生變遷 및 環境變化를 상세히 밝힌다.

둘째, 연구지역의 홀로세 植生變遷 및 環境變化를 해수면 미변동, 퇴적상 그리고 탄소연대 측정결과 및 고고학적 유물과 관련지워 종합적으로 파악한다.

셋째, 汀線이 복원된 각 시기에 대해, 퇴적상과 화분분석 결과를 이용하여 低濕地 분포와 古植生環境을 地圖化한다.

2. 연구지역 및 샘플지점

경기도 고양시 일산지역은 최근 신도시가 건설되면서 지표조사가 이루어져, 1992년에 “자연과 옛사람의 삶”이란 종합보고서가 나왔고, 이후 필자를 포함하여 몇 편의 관련 논문이 발표되었다. 하구에서 약 40km 상류쪽에 위치하는 한강의 범람원은 해발고도 약 6~8m에 나타나고, 주변에는 20~50m의 낮은 구릉지들이 넓게 나타난다. 이와 같은 구릉지들은 현재, 일산신도시개발로 원래의 모습이 거의 남아있지 않다. 구릉지들이 범람원과 만나는 곳에 좁은 곡저평야들이 형성되어 있다. 본 연구에서 화분분석과 고지리복원을 행한 가와지, 새말 일대는 30m의 낮은 구릉지 개석곡에 층적층이 매겨진 곡저평야로서, 한강범람원 쪽으로 열려있다. 인접한 성저곡저평야와 함께 이들 곡의 층적층에는 다같이 해성층, 토탄층, 육성층이 인정되므로 후빙기 해면의 미변동을 검토할 수 있는 좋은 조건을 갖추고 있다. 이들 세 곡저평야에 모두 두께 1m 이상의 토탄층이 형성되어 있으나 넓은 범람원 쪽으로 가면서 점점 얇아져 소실된다. 화분분석은 가와지곡저평야에서 구조분석이 행해진 보링지점 G2를 대상으로 하였다. G2는 3.7~7.3m 까지 총 3.6m의 깊이까지 굴삭기에 의해 노출된 노두이다. 퇴적상²⁾은 가장 하부에서부터 기저 I층(BI, 하부실트층), 기저 II층(BII, 유기질 실트 및 사질역층), 대화 I층(DI, 유기질이 거의 없는 점토질 회색실트층), 대화 II층(DII, 유기질 실트층), 가와지 I층(GI, 섬유질이 풍부한 흑갈색 토탄), 가와지 II층(GII, 섬유질이 완전히 분해된 검은색 토탄), 새말층(S, 암회갈색~황갈색 실트), 표층으로 구분된다

(그림 2, 표 1). 이 퇴적층은 대화 I 층의 40cm를 제외한 3.75~6.55m의 2.80m의 전 구간에서 10cm 간격으로 총 23개 층수에 대해 화분분석이 이루어졌다. 신도시 개발보고서에 의하면 가와지곡의 G1, G2, 새말지역의 DT3 그리고 성저의 HT14 등의 보링시료에서 22개의 연대측정이 미국 플로리다 베타연구소(β -Analytics INC, Radio Carbon Service)에 의해 행해졌으며, 서로 잘 대비되고 있다. G2에서는 6지점의 측정자료(2270±50년BP, 2460±70년BP, 2480±70년BP, 2770±60년BP, 3760±60년BP, 4720±50년BP)를 얻을 수 있었다. 고지리복원도에는 해수면변동에 따른 식생, 저습지 및 지형발달을 설명하기 위해 약 40개의 보링코아로 퇴적상이 검토되었으나, 설명에 유용한 C1, 2, 3, 10, G1, 4, DT1, 9, A, Oh 1, 2 의 11개 지점의 보링지점만을 기본도에 표시하였다³⁾(그림 1, 그림 5-9). 가와지와 새말곡저평야에서 한강으로 유입하는 큰 하천은 없으며, 다만 전에 갯골이었던 용수로들이 높은 밀도를 보이며 인공적으로 직선화되어 있다. 이 용수로의 밀도는 고도가 낮을수록 높다.

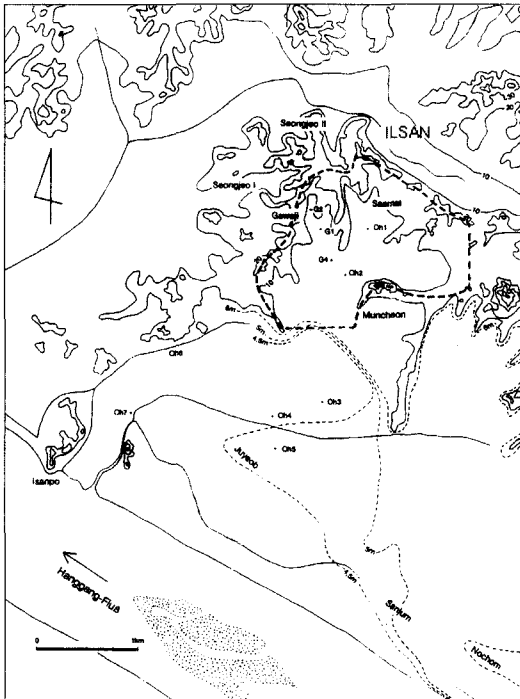


그림 1 연구지역 (Hwang, 1994의 자료에 필자가 가필하였음) ○는 고지리복원지역임

3. 화분다이아그램의 특색

연구지역의 화분분석은 몇 개의 굴삭지점 중 가와지2(G2)의 시료로 행해졌으며, 이 지점은 토탄층을 포함하는 유기질층이 비교적 두껍다. 분석결과가 나타난 화분다이아그램을 보면 총화분량 중 목본류(AP), 초본류(NAP) 그리고 포자류(Spore)의 변화가 뚜렷이 나타난다. 따라서 이러한 변화에 의해 화분대가 구분되며, 각 分類群간의 화분조성 변화와 함께 해수준 변동을 고려하여 아분대를 구분하였다.

이 지점의 주상도는 화분대 GWJ-I, GWJ-II, GWJ-III과 아분대 Ia, Ib, IIa, IIb로 세분된다(그림 2).

1) 화분대 GWJ-I (3.75-5.75m) : *Alnus*-EMW시기

이 시기는 거의 모든 층수에서 목본류가 총화분량의 90%를 넘고, 그 중에서 *Alnus*가 전체 목본화분(ΣAP)의 70~90%⁴⁾로 크게 우점한다. 또한 *Quercus*와 *Fraxinus/Oleaceae*를 포함하는 EMW가 10~30%를 차지한다. 이 화분대는 *Alnus*와 EMW의 화분조성의 변화에 따라 두개의 화분아분대 Ia와 Ib로 나누어진다.

(1) 화분아분대 Ia(3.75~4.95m): *Quercus*와 *Fraxinus*가 중심이 되는 EMW의 비율이 10~30%로 매우 높다. 이들의 변화곡선은 *Alnus*와 면상대칭관계에 있고 빈번하게 파동형을 나타낸다. 이 아분대는 다시 화분조성의 미세한 변화에 따라 4개의 소아분대, Ia₁(3.75~3.85m), Ia₂(3.85~4.25m), Ia₃(4.25~4.85m), Ia₄(4.85~4.95m)로 세분된다.

소아분대 Ia₁에서 12%에 불과하던 EMW가 소아분대 Ia₂에서는 28.3%까지 출현하고, 소아분대 Ia₃에서는 4.1%까지 감소하며, 소아분대 Ia₄에서는 다시 33.4%까지 증가한다.

침엽수로서 연속적으로 출현하는 것은 *Pinus*가 유일하며 소아분대 Ia₁에서는 1%에도 미치지 못하나, 소아분대 Ia₃에 이르러 1~2%로 약간 증가하다가 소아분대 Ia₄에서는 5%까지 증가한다.

NAP의 경우 *Artemisia*가 폐쇄곡선⁵⁾을 이루며

이 시기에 꾸준히 출현한다. 소아분대 I_{a1}에서 약간 증가하던 *Chenopodiaceae*, *Artemisia* 및 *Umbelliferae* 등이 소아분대 I_{a2}, I_{a3}에서는 거의 나타나지 않다가, 소아분대 I_{a4} 말기에 이르러 *Chenopodiaceae*가 3~5%, *Umbelliferae*도 2~3%까지, *Artemisia*는 급격히 증가하여 10~15%에 이른다. 이 소아분대에서는 이전에는 1%에도 미치지 못하던 *Spore*가 3.3%까지 증가한다.

화분아분대 I_a~I_b사이 즉, 5.0~5.2m 간은 퇴적상으로 볼 때, 대화 I층에 해당하며 화분출현율이 극히 낮다.

(2) 화분아분대 I_b (5.25~5.75m) : 여전히 *Alnus*가 우점하는 가운데 *Fraxinus*가 더 이상 폐쇄곡선을 이루지 못하고 거의 출현하지 않아, *Alnus*의 비율이 더욱 높아졌다. *Pinus*는 증가하여 거의 5% 수준을 유지한다. *Corylus*는 5.3m에서 2.7%이던 것이 5.4m에서 15.5%까지 증가한다. *Quercus*는 이 시기 초기에 약 4%였으나, 말기에는 12%까지 증가한다. 그밖의 목본류는 매우 드물게 출현한다. NAP의 경우 1~2%에도 미치지 못하던 *Gramineae*가 2~3%까지 증가하여 폐쇄곡선을 이루게 된다. *Artemisia*는 2%, *Chenopodiaceae*는 1% 내외로 감소한다. *Spore*의 비율은 2%수준을 계속 유지한다.

2) 화분대 GWJ-II (5.75 6.35m): Spore-NAP시기, *Pinus*증가시기

이 시기부터 총화분량에 대한 AP, NAP 그리고 *Spore*의 비율에 큰 변화가 나타난다. 이 시기 전반부는 *Spore*의 급증이, 후반부는 급감하는 *Spore* 대신에 NAP가 크게 증가하는 것이 특징이다. 또한 전 시기동안 *Quercus*가 감소하는 대신 *Pinus*는 증가하여 이 화분대 후기에는 *Quercus*보다 우점한다. 이와 같은 특징에 따라 이 화분대는 아분대 II_a와 II_b로 나누어 진다.

(1) 화분아분대 II_a(5.75~6.05m): 초본류는 말기에 다소 증가하여 약 10%까지 나타나고, *Spore*가 30%에서 70%까지 증가하는 대신 목본류는 61%에서 23%까지 큰폭으로 감소한다. 목본류 중 *Quercus*가 4~5%로 현저하게 감소하고, 물푸레나무屬은 더 이상 나타나지 않는다. 대신 *Pinus*는 본격적으로 증가하기 시작하여 약 10%까지 출현한

다. *Corylus*와 *Castanea*의 폐쇄곡선이 나타나지만, 다른 AP의 출현은 미미하다.

*Spore*는 크게 증가하여 AP의 200내지 300%에 이른다. NAP화분은 말기에 다소 증가하여 *Artemisia*는 19%까지 그리고 *Gramineae*도 거의 5%까지 증가한다. *Persicaria*와 *Compositae*도 폐쇄곡선을 이루기 시작한다.

(2) 화분아분대 II_b(6.05~6.35m): 총화분량 중 AP와 *Spore*의 비율은 이전 시기에 비해 약 20%와 30%까지 크게 줄고, 대신 NAP가 52% 정도로 크게 증가한다. 즉, 이제까지 우점하던 *Alnus*가 크게 줄면서, *Pinus*를 중심으로 *Betula*, *Corylus* 및 *Castanea* 등 대부분의 목본류 비율이 이전보다 비교적 크게 높아진다.

초본류 중에서는 *Artemisia*가 230%로 그 비율이 가장 높고, *Gramineae*와 *Typha*도 각각 20% 및 10%까지 증가한다. 특히 문화지표식물로 간주되는 *Persicaria*, *Bistorta vulgaris*, *Chenopodium* 및 *Fagopyrum* 등의 출현이 주목을 끈다. 이 시기를 통하여 *Spore*는 거의 초본류로 대체된다.

3) 화분대 GWJ-III (6.35 6.55m): NAP시기, 인간의 간섭시기

총화분량 중 AP의 비율은 거의 변화가 없으나, NAP가 크게 증가하여 80%에 이르고, 대신 *Spore*는 크게 감소되어 2%에 불과하다. AP 중 *Alnus*는 계속 감소하지만, *Quercus*가 다시 증가하였고, *Pinus*도 계속 증가하여 이들이 각각 20%씩 출현한다. 그밖에 *Betula*, *Corylus* 및 *Castanea*는 이전 시기와 유사한 비율로 꾸준히 나타난다.

NAP 중에서는 *Artemisia*가 이전시기에 이어 계속 증가하여 거의 300%에 이르며, *Gramineae*도 30%까지, *Chenopodium*도 7.6%까지 증가하였다. 그러나 *Typha*, *Persicaria*, *Bistorta vulgaris*, *Compositae* 및 *Fagopyrum* 등은 오히려 축소되었다.

4. 해수면 변동과 화분대별 식생환경변화

제4기의 식생환경변화(Climato-Vegetational Change)는 상대적 해수면 변동의 영향을 반영한다 (Goudie, A., 1992). 연구지역의 화분조성상의 측면

을 보면, 화분대 I의 경우 *Alnus*의 화분이 총 화분량의 80% 이상을 차지하고 *Quercus*와 *Fraxinus/Oleaceae*를 포함하는 EMW가 10~30%를 차지하면서 온난·습윤했던 환경을 나타낼 뿐 아니라 초본류 및 포자류의 비율도 극히 낮아 가와지 곡저평야가 이들의 성장에 불리할 정도의 수심이 있었거나 습윤한 환경이었음을 시사한다⁶⁾.

Wendelberger(1986)에 의하면 하천주변지역의 식생은 하천범람의 영향이 감소하고 결과 토양이 보다 비옥해질수록 초지중심의 개척단계→*Alnus*중심의 연목의 하반림→*Quercus*를 포함하는 EMW의 경목의 하반림→하천의 영향과 무관한 상부혼합림의 단계로 발전해간다고 하였다(그림 3). *Alnus*하반림은 고수위에서는 늘 물에 잠긴 상태에서 성장하는 연질의 수목이며, *Fraxinus* 등의 EMW 역시 홍수시의 고수위에 잠기는 하천저지에서 성장한다. 이와 같은 논의의 관점에서 볼 때 *Alnus*가 대부분을 차지하고 나머지는 EMW인 가와지 화분대 I시기는 매우 습윤했던 상태였음을 알 수 있다.

본 연구지역에서 Hwang(1994)은 화분분석이 행해진 G2 뿐 아니라 인접한 G1, G4의 구조분석 결과를 22개의 탄소연대측정자료를 통해 검증함으로써 가와지지역의 해수면 변동곡선을 복원하였다. 해수면 미변동에 따른 화분대별 식생환경변화를(그림 4)를 통하여 살펴보면 다음과 같다.

화분대 I은 약 8,000년BP와 약 4,200년BP 사이에 약 8,000년BP와 해당한다. 이 시기의 해수면은 아분대 Ia시기에 한번의 정체가 있었으나 계속 상승하였고, 화분아분대 Ib에 들어오면서 상승속

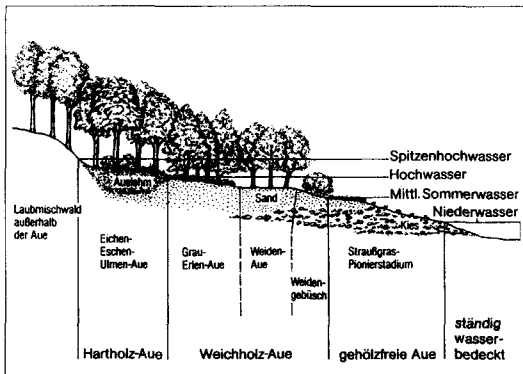


그림 3 하천주변지역의 식생발달 (자료: Wendelberger, 1986)

도가 매우 둔화되어 약 5.5m에서 정체된다. 해면변동이 식물상에 미치는 영향을 도대천지역에서 보면, *Alnus*와 *Quercus*가 목본류의 대부분을 차지하여 연구지역과 유사하게 습윤했으며, 해면미변동시 상승과 하강에 따라 각각 *Alnus*와 *Quercus*의 우점기가 반복되어 나타났다. 상대적으로 연구지역에서는 이 시기 동안 해면의 계속적인 상승 그리고 정체의 초기 상황을 반영하므로 *Alnus*가 크게 우점하였던 것이다.

화분아분대별로 보면 아분대 Ia에서는 *Fraxinus*가 폐쇄곡선을 이루며 *Quercus*와 유사한 증가경향을 보인다. 화분 아분대 Ib시기에서는 *Fraxinus*의 폐쇄곡선이 끊어졌으며, 초기에 *Corylus*가 크게 증가하였고 *Pinus*의 비율도 증가했다. 특히 초본류 중 Gramineae와 Spore가 화분아분대 Ia에 비해 다소 증가하였다.

*Fraxinus*는 *Alnus*와 *Quercus*에 비해 화분산포율이 낮기 때문에⁷⁾, 화분조성상의 비율보다 실질적으로 더 큰 의미를 부여할 수 있다. 또한 *Fraxinus/Oleaceae*는 후술하는 바와 같이 *Quercus*에 비해 보다 습윤한 환경에서 자라는 것으로 간주된다.

각 식물이 적응하는 습윤도(moisture gradient)에 따라 하천지역(riparian area)에서 고지대(upland)에 이르는 지역은 6개의 지대 즉, zone I (open water), zone II (swamp), zone III (lower hardwood wetlands), zone IV (medium hardwood wetlands), zone V (higher hardwood wetlands) 그리고 zone VI (transition to uplands)으로 나누어진다. Larson et al(1981)이 미국 남서부지역에서 이들 각 ecological zone에 적응

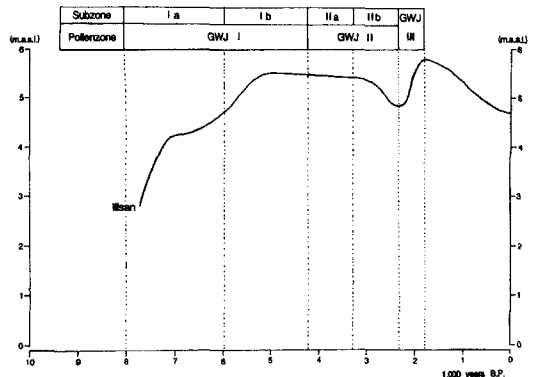


그림 4 해면변동곡선(Hwang, 1994)과 화분대의 대비

하는 식생군을 연구한 바에 의하면, *Fraxinus*(*F. Caroliniana*와 *F. Pennsylvanica*)는 zone III과 IV에 잘 적응하고 *Quercus*는 zone III에서 VI까지 다양한 환경에 걸쳐 잘 적응한다. 즉, *Fraxinus*는 *Quercus*와 공존할 수 있으나, *Quercus*가 잘 적응하는 지역 중에서도 상대적으로 더 습윤한 지역에 적응하는 수목이라고 볼 수 있다. 습지지역에서 식생군락을 분류한 Wharton et al.(1976)⁸⁾에 의하면, *Fraxinus*를 포함한 *Oleaceae*는 습윤성수목으로서 zone III(lake edge swamp)에 속함을 지적했다.

해수면은 아분대 Ia가 아분대 Ib보다 0.5~1.5m 더 낮았으나, 정선은 갯골을 벗어나지 못했다. 그럼에도 불구하고 당시의 빠른 해면상승으로 인하여 가와지 곡저평야가 광범위하게 해진의 영향을 받았던 화분아분대 Ib시기에 비해 *Fraxinus*의 비율이 더 큰 것은 화분아분대 Ia시기가 기후 및 토양 상태가 다소 더 습윤하였거나, 골짜기의 능선을 따라 주로 나타나는 개척식물로서의 특징을 나타냈다고 볼 수 있다.

아분대 Ia 내에서도 *Alnus*와 EMW 사이 그리고 초본류의 증감 곡선은 파동형을 이루는데, 이러한 경향은 이시기에 해면이 계속 빠르게 상승하면서 미변동을 동반했던 결과로 추정된다.

아분대 Ib 초기에는 *Corylus*의 갑작스런 증가가 특징이다. *Corylus*는 아분대 Ib시기 초기인 5.3m에서는 2.7%, 5.4m에서는 15.5%까지 증가하였으나 이후 축소된다. *Corylus*는 삼림을 이루는 수종은 아니지만, 유럽의 경우 후빙기에 일시적으로 특별한 역할을 하였다. *Corylus*는 그늘을 견디지 못하는 성격으로 인하여, 후빙기의 갑작스런 기후온난화와 함께 Boreal기에 급격히 증가하여 Firbas 화분대 VI 시기에 “*Corylus-Maximum*”을 이루나, 이후 EMW의 확대에 급격히 축소된다(Straka, H., 1975).

즉 가와지층이 퇴적될 때 (5.3 m.a.s.l.) 해진이 극상기에 달함으로서 곡저평야의 식생이 거의 소멸되고 난 후, 개척식물로서 *Corylus*가 나타났던 것으로 간주된다. 이때 해면은 대화층을 퇴적시킨 후 정체되기 시작했고 가와지곡은 비로소 조용한 내만의 환경이 조성되어 토탄층이 두껍게 형성된다. Firbas(1949)에 의하면 *Corylus*는 보다 해양성 입지를 선호한다고 했다. 따라서 이시기의 기후환경이 *Corylus*의 성장에 적절할 수 있었다고 본다.

화분대 II시기는 화분대 I의 화분조성과 크게 다르다. 전체 화분량에 대한 AP의 비율이 크게 축소된다. 아분대 IIa시기는 포자식물의 증가로 아분대 IIb시기는 NAP시대로 특징지워진다. 또한 전 시기를 통해 *Pinus*는 비교적 증가하고 *Quercus*는 크게 축소된다. Spore는 아분대 IIa에 급속히 증가하기 시작하여 이 시기 말기에는 peak를 이루지만, 아분대 IIb시기에는 급속히 축소되어 NAP로 대체되어 간다. 초본식물의 경우, 아분대 IIa시기까지는 여전히 성장에 불리한 수심이 있는 환경이었기 때문에 매우 낮은 출현율을 보였으나 아분대 IIb시기에 이르러 Spore가 축소한 대신 *Artemisia*, *Gramineae* 및 *Typha*를 비롯한 초본류 등이 크게 증가하여 NAP시대를 이룬다. 이 시기 해수면은 아분대 Ib에 이어 IIa시기에도 계속 정체되어 있었고 이후 아분대 IIb시기에 해수면은 하강하게 된다. 따라서 아분대 IIa시기에는 수심이 계속 줄어들어, 포자식물이 번성하기에 유리한 보다 건조한 환경이 이루어졌고, 아분대 IIb시기에는 지하수면의 하강으로 전시기 보다 더 건조한 환경으로 전환되었다. 즉, 수심이 있던 환경에서 초본류가 입지하기에 유리하도록 지면이 공기 중에 노출되었을 것이다. 아분대 IIb시기에 *Typha*가 급증한 것은 약 2,300년BP경으로 한반도에서는 동해안 뿐 아니라 서해안의 평택지역에서도 공통적으로 나타난다. 따라서 이와 같은 현상을 국지적인 것으로 볼 수 없고, 조화룡(1979)의 지적처럼 해안지역에서 나타나는 해면하강기의 공통적인 현상으로 볼 수 있을 것이다. *Typha angustifolia*가 출현하는 환경은 온난하고 다소 영양이 풍부한 담수지역임을 의미하며 또한 육지화의 선구종으로서의 특징을 지닌다(Bludau, 1985). 이 시기 가와지곡에는 해면이 하강하고, 지하수면도 하강한 결과 토탄의 분해가 진행되어 퇴적상에서 언급한 가와지 II층이 형성되었다.

또한 지표층 가까운 층준에서 *Artemisia*와 *Gramineae*가 급격히 증가하는 현상은 많은 지역에서 공통되는 현상이며 이는 인간활동에 의한 작물(*Gramineae*)이나 전답의 잡초(*Artemisia*)에서 유래한다고 볼 수 있다. 사실 아분대 IIb시기에서는 그 밖에도 인간에 의한 영향이 뚜렷하게 나타난다. 즉, *Alnus*의 급격한 감소, *Gramineae*의 급속한 증가 그

리고 *Bistorta vulgaris*, *Fagopyrum*, Caryophyllaceae, *Persicaria*, Chenopodiaceae 등이 문화지표식물로서 크게 증가한다. 이전까지는 계속되는 해면상승과 이로 인한 해진으로 가와지곡에서의 농경활동은 불리했다. 그러나 아분대 IIb 시기에 이르러 해면저하로 인해 해퇴가 일어나고 상대적으로 건조해지면서 농경지가 넓어지고 따라서 인간의 거주활동도 활발해졌다. 결과 농경지 확보를 위해 인간에 의해 저습지상의 오리나무숲은 급속히 벌채되고 벼의 재배는 확대된 것이다. 이러한 사실은 가와지 II층 상부에서 대단히 많은 청동기 시대 유물이 발견된 사실과도 잘 부합된다.

이상의 화분조성상의 특징으로 볼 때 화분대 II 시기는 다소 냉량·건조한 기후특색을 나타내며, 시기적으로도 유럽의 Subboreal기에 대비될 수 있을 것이다.

화분대 III 시기의 특색은 Gramineae와 *Artemisia*의 비율은 여전히 높으나, 이전시기에 현저하게 증가했던 문화지표식물이 Chenopodiaceae (*Chenopodium sp.*)을 제외하면 크게 축소된 것이다. 이시기의 화분산출량의 계산 결과에서도 한 프레파라트당 극소수의 화분이 동정될 정도로 적다. 이러한 것은 하강했던 해수면이 다시 상승함으로써 해진이 일어났고 이후 한강의 주기적인 범람의 영향에 기인한 것으로 본다. 이 시기 Gramineae 중에서 해면상승의 영향을 반영하는 *Phragmites*가 증가하고 또한 Chenopodiaceae 중에서는 *Suaeda asparagoides*, *Salicornia herbacea*, *Salsora collina* 등이 해면상승의 지표로서 증가했을 가능성이 크다. 또한 염생습지성이나 전답의 잡초로서, 또는 구릉지에서 날아왔을 것으로 보이는 *Artemisia* 등의 초본류가 여전히 높은 비율을 차지하고 있다. 이들 초본류는 해진의 영향과 경작의 산물로서, 인간의 간섭 양자를 모두 반영할 수 있다.

목본류 중에서 *Alnus*는 계속 급속히 축소되어가는데, 이것은 지금까지 보아온 해면상승기의 현상과는 완전히 배치되는 현상이다. 이러한 사실은 이미 이전시기부터 행해진 인간의 간섭에 의한 영향이 가속화된 것에서 원인을 찾아야 한다고 본다.

*Pinus*의 계속적인 증가는 인류의 삼림남벌이나 산불로 인한 이차림으로 성립했거나 또는 한반도의 척박한 토양에 소나무의 주요수종인 *Pinus*

*densiflora*의 생태적 적응력이 강하다는 데 기인한 것으로 추정된다.

화분조성에서 볼 때 이 시기는 일견 기후변화에 따른 식생변화를 보여주는 하지만, 인간에 의한 삼림남벌 또는 인위적인 보존 및 농경등 복합적인 요소가 작용한 것으로 볼 수 있다.

위에서 언급한 특징들에서 판단할 때 화분대 III 시기는 유럽의 Subatlantic기와 대비된다.

5. 가와지곡의 종합적인 퇴적환경

가와지곡 층적층은 화분분석, 규조분석 결과, 특히 규조분대와 화분분대와의 대비를 통한 해수면 변동경향, 퇴적상 그리고 탄소연대 측정결과를 종합하여 고찰해 보았다(표 1). 규조분석결과로 보면

표 1 일산지역의 종합적 퇴적환경변화(G2)

해발고도 (m)	퇴 적 상	DZ	규조환경 (%)	DZ로 분 MSS	PZ	식생환경	PZ로 분 MSS	형성 연대
7.0	표층 경작토							
	S II 황갈색 실트	F III	SA:60	↓				1800
	S I 암회갈색 실트	M III	ZA:80	↗	III	Gr, Ch, Ar Pi, Qu		2300
6.0	G II 부식된 토	F II	SA:98	↓	II	b NAP-우점	↓	3200
	G I 흑갈색 섬유질 토	M IIa ↑ M IIc ↑ M IIb				a Spore-우점	—	4200
	D II 유기질 실트점토		ZA:70-100	↗		b <i>Alnus Quercus</i>		5000
	D I 회색실트	M IIa			I	a4 <i>Alnus Quercus Fraxinus</i>		6500
4.0	B II b2 실트점토	F I	ZA:38 SA:55	—		a3		7000
	B II b1 유기질 실트층	M I	ZA:50-54 SA:44-48			a2		
	B II a 유기질 실트층					a1		
	B I 하 부 실트층							

DZ : 규조분대 PZ : 화분분대 MSS : 해면승강
SA : 담수규조 ZA : 염수규조 Gr : Gramineae
Ch : Chenopodiaceae Ar : *Artemisia* Pi : *Pinus*
Qu : *Quercus*

후빙기 해면상승에 의한 해진으로 바닷물의 영향이 가와지곡에 도달한 것은 기저 BII_b층이 퇴적된 시기로 볼 수 있다. 따라서 기저 BII_a층이 퇴적될 때까지는 marine의 환경이 이 곡에 이르지 못했고 기저 BII_b층이 퇴적될 때는 해수와 담수가 만나는 기수성 환경을 이루었다. 이때 규조조성은 염수규조가 50~54%, 담수규조가 44~48%로 정선이 이 곡에 도달한 것을 알 수 있다(규조분대 MI). 기저 BII_b층이 퇴적될 때는 일시적으로 담수가 우세한 환경이 된다(규조분대 FI). 따라서 이 시기의 해면은 더 이상 상승하지 않고 정체된 상태에 머문 것으로 볼 수 있다. 이 시기는 약 7,000년BP경으로 추정된다.

이후 대화층이 퇴적되기 시작하는데 염수규조가 크게 증가하면서 5.4m에서는 100%까지 이른다(규조분대 MII_a). 이 시기에는 해면이 다시 상승하였고 해진이 일어나 가와지 곡저평야는 해성실트로 덮이게 된다. 이 시기는 화분아분대 Ia시기에 해당한다.

화분아분대 Ia 내에서의 식생변천은 해면변동의 영향을 반영한다. 가와지 곡저평야에 해수가 도달하지 않았던 기저 BII_a층에서도 *Alnus*가 우점하여 빠른 해면상승기의 환경을 반영하였고, 파동상으로 변화할때 EMW가 면상대칭으로 이에 대응하는 것을 볼 수 있다. 이러한 경향은 해면이 파동하면서 상승할 때의 화분조성과 일치하는 것으로서 규조분대도 MI → FI → MII_a로 변한다.

대화 I(DI)층은 해수면의 상승으로 해진이 일어나 가와지 곡저평야가 marine환경에 의해 크게 영향을 받을때 퇴적되었다. 대화 II(DII)층은 해면상승이 둔화, 정지 또는 소폭의 저하로 곡저평야 상류부에 해퇴가 일어났던 시기에 퇴적된 것으로 추정된다. 즉 유기질이 거의 없는 대화 I층에서 유기질이 풍부하고 보다 더 세립질로 이루어진 대화 II층으로 퇴적상이 바뀐 것은 marine영향의 감소를 시사한다. 이에 따라 대화 I층은 화분이 다이어그램상에 표현될 수 없을 정도로 극소량 출현하였으나 대화 II층은 화분의 출현이 상대적으로 많아 200~600개에 이르렀다. 탄소연대측정 결과에서 볼 때 대화층은 약 6,000~6,500년BP사이에 퇴적된 것으로 추정된다.

가와지층은 이제까지 계속된 염수환경이 담수환

경으로 바뀌는 시기에 만 내에 토탄이 형성되면서 이루어진 층이다. 가와지 I(GI)층은 규조분석결과에 의하면 아래에서부터 위로 MII_b→MII_c→MII_d로 변화하는데 이들 각 규조아분대는 염수규조의 비율이 상당히 높으나 규조아분대 MII_a시기보다 marine의 영향이 상대적으로 약해진 것이다. 가와지층은 약 5,000년BP경까지 상승한 해면이 정체한 시기에 퇴적되기 시작한다.

가와지 I층은 화분아분대 Ib와 IIa시기에 퇴적되었다. 아분대 Ib시기는 해면이 상승한 후 정체상태가 시작된 초기에 해당하며, 이때 토탄층은 빠르게 퇴적되었다. 이 시기는 5,000년~4,200년BP로 간주된다. 이후 해면이 계속 정체되면서 가와지 토탄층의 퇴적속도는 상대적으로 느려졌다. 포자식물이 급증하는 아분대 IIa는 이전 시기보다 상대적으로 건조했던 것으로 추정된다. 탄소연대측정결과는 대략 4,200년~3,200년BP이다.

가와지 II층은 분해가 심하게 이루어진 흑색토탄층이다. 이 층군은 담수규조가 90%이상, 염수규조가 10%이하를 접하는 규조분대 FII에 대비된다. 이 층군에서 출현하는 담수규조들은 대부분 benthic 내지 부착성종으로서 수심이 거의 없는 담수습지환경을 반영한다. 또한, 화분아분대 IIb시기에 대비되며 포자식물의 생장에 불리할 정도로 건조한 환경이었음을 시사한다. 해수면하강으로 인해 해퇴가 일어나고 지하수면의 하강도 있었다. 이시기는 문화지표식물로서 *Bistorta vulgaris*, *Fagopyrum*, *Carophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Gramineae* 그리고 *Typha* 등 초본류가 크게 증가하였다. 탄소연대측정결과에 의하면 3,200년~2,300년BP사이에 해당한다.

화분분대 II시기에 목본류 화분조성상의 특징은 *Pinus*가 증가하고 *Quercus*가 축소된다는 것이다. 이러한 현상은 한반도에서 공통적으로 나타난다. 그러나 내륙지방의 영양(尹順玉, 1994, 1996) 및 동해안 지역의 주문진·포항(조화룡, 1979), 강릉·방어진(Chang et al., 1982) 그리고 운산·주문진(Yoon, 1994)은 약 6,000년BP경부터 *Pinus*가 급격히 증가하는데 비해, 연구지역은 시기적으로 많이 늦은 4,200년BP경부터 나타난다. 또한 *Pinus*의 증가폭과 *Pinus*와 *Quercus*와의 상호증감관계도 서해안에서는 동해안에 비해 크게 현저하지 않다. 그

이유는 후술하듯이 동서해안 간의 해수면고도차에 기인하며, 이는 해수면에 영향을 미치는 조차의 차이, 동서해안의 지형차이에서 기인한다고 본다.

가와지 II층이 퇴적될 때 해퇴현상으로 물러간 정선은 새말 I층이 형성될 때 다시 해진현상이 일어났다. 이 층은 구조분대 MIII에 대비되며, 이때 가와지곡은 외해의 영향을 직접 받지 않는 비교적 조용한 내만의 환경이었음이 구조분석결과 인정된다. 이시기는 또한 화분대 III시기에 해당하는 데 화분조성상으로도 해면상승의 증거 및 인간에 의한 영향 등이 인정되고 있다.

가와지 II층과 새말 I층과의 경계는 한계층(Grenzhorizont)으로서의 특징을 나타낸다. 화분분석 결과에 의하면 화분아분대 IIb와 III의 경계가 되며 시기적으로는 2,300년BP경이다. Weber(1910)가 밝힌 한계층의 기본적인 특징은 Subboreal의 온난건조한 기후에서 저온다습한 Subatlantic기로 이행하는 경계층으로서의 특징 즉, 퇴적상으로는 부식화가 진행된 토탄층위에 부식화가 극히 낮은 토탄이 퇴적된다는 것이다. 또한 Iversen(1973)과 Godwin(1945)의 연구결과에 의하면 해면변동과의 관계에서 볼 때, 한계층은 전반적으로 Subboreal의 해면이 하강했던 시기와 이후의 Subatlantic기의 해면이 상승했던 시기사이의 경계에 대비된다. 고고학적으로는 청동기시대에서 철기시대로 이행하는 시기이기도 하다.

연구지역은 가와지 II층의 분해가 진행된 흑색토탄층위에 새말 층의 황갈색실트가 퇴적되어 있다. 즉, 가와지 II층은 해수면 하강으로 인한 지하수면 하강으로 공기 중에 노출되면서 퇴적되어 분해된 흑색토탄이 퇴적된 것이며 당시의 건조한 기후를 반영한다. 이후 퇴적된 새말층은 분해가 되지 않은 갈색토탄이 아니라, 황갈색실트층이지만 해면상승기의 습윤기후 하에서 퇴적된 것으로 볼 수 있다. 해면변동곡선에 의하면 가와지 곡저평야에서는 2,300년BP경부터 해면은 다시 상승하여 Holocene 최고수준에 이른다. 따라서 이 황갈색실트층은 인간의 영향으로 삼림이 남벌되어 식생이 파괴된 결과 상류나 주변구릉지에서부터 운반된 것이 퇴적된 것으로 추정된다. 또한 이 지역의 고고학 발굴조사 결과에 의하면 가와지 II층에서 새말 I층으로의 경계는 청동기시대에서 철기시대로 전환하는

경계에 해당한다. 위에서 언급한 것들에서 볼 때 가와지 II층과 새말 I층과의 경계는 Weber가 말한 한계층에 해당한다고 볼 수 있다.

가와지 II층에서는 가와지지역에서 민토기(접입술토기)와 화살촉등이, 새말지역에서는 민토기(접입술토기)등의 청동기 유물이 발굴되었다. 새말층에서는 성저 I 지역에서 회청색 질그릇과 적갈색 질그릇이, 가와지지역에서 회청색 질그릇이 발굴되어 철기시대에 해당하는 것이 입증되었다.

가와지 II층에서는 특히 가와지지역에서 대량의 청동기 유물이 발견되고 있다. 이것들은 대부분 토탄층위에 얇게 얹힌 황갈색 실트층위에서 솟과 함께 발견되고 있다. 이 황갈색의 얇은 실트층은 가와지 II층이 형성된 후 우기시에 주위의 사면에서 운반된 것으로 보인다. 이때는 해수준 하강으로 인해 해퇴현상이 일어났으며, 높은 구릉지나 산기슭에서 살던 사람들이 건기에 단단하게 굳고 평탄한 이 곳에서 일시적으로 살았을 가능성이 있다.

새말층에서는 약간의 철기시대 토기가 발견될 뿐이다. 이것들도 제자리에서 퇴적된 것이 아니라, 딴 곳에서 운반되어져 온 것이다. 이것은 새말 I층이 퇴적될 때 해수면 상승으로 인한 해진때문에 거주지가 다시 구릉지 윗쪽으로 옮겨갔기 때문인 것으로 추정된다.

새말 I층 형성시 해진은 수평적으로는 대화층 형성시 보다 내만깊이까지 이르지 못했으나 평균 고조위의 해수면의 고도는 대화층 형성시의 5.5m 보다 더 높은 약 5.7m에 이르렀다. 이때의 시기는 약 1,800년BP경이다. 이 후 해면은 다시 하강하기 시작하고 새말 II층이 퇴적될 당시는 담수환경으로 변화한다.

6. Holocene 일산지역 고식생 및 고지리 복원

황상일(1994)은 층적층 층상구조, 구조분석결과 및 탄소연대측정 결과를 이용하여 Holocene 일산지역의 해진·해퇴에 따른 정선변화를 복원하였다. 이 정선변화를 基圖로 하고 화분분석결과를 이용하여 약 7,000년BP 이후 고지리 및 식생환경을 복원한 것이(그림 5~9)에 나타나 있다.

식생환경복원에는 Straka(1975), Larson *et al.* (1981), Delcourt *et al.*(1987, 1991), Wendelberger (1986), 曹華龍(1987), 尹順玉(1995) 등의 식생의 생태적 분류체계(ecological zonation)를 참고하였다.

연구지역은 Holocene의 해면 변동에 따른 汀線이 복원되어 있고, 海面變動曲線이 복원되어 있을 뿐 아니라 화분조성이 비교적 단순하고, 정선변화에 따른 화분조성의 특징이 뚜렷하여, 개략적인 식생환경 복원과 함께 후빙기 고지리 복원이 가능하다고 생각된다.

복원대상 식생은 그 출현율이 비교적 높고 변천 과정이 주목되는 목본류의 *Alnus*, *Pinus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Corylus*, *Castanea*와 *Betula*, 초본류의 *Artemisia*, *Gramineae*, 그리고 포자류이다. 식생분포 기준으로서 토양습윤도 및 토양염도 그리고 기후에 대한 개개 식생의 생태적 특징을 고려하였다.

식생환경 및 고지리 복원은 절대연대자료가 있고 정선변화 및 화분조성변화가 뚜렷한 약 7,000년 BP, 5,000년BP, 3,200년BP, 2,300년BP 그리고 1,800년BP에 대해서 이루어졌다. 연구지역의 고지리 복원은 주상도 G2를 기준으로 하였으나, 일산지역 보고서(1992) 가운데 崔基龍에 의해 이루어진 성저리, 새말의 화분분석결과도 참고하였다.

1) 약 7,000년 BP

해진이 각 곡저평야에 도달하기 전 곡저평야에는 고하곡이 있었으며, 주위 평야면과 고하곡 하상과의 고도차는 3~5m에 이르고 곡의 상류부 근처가 곡구쪽보다 그 차이가 더 컸다. 가와지 곡저평야의 경우 종단면도들과 횡단면도들을 종합해 볼 때, 이 고하곡은 가파른 곡벽을 가지고 있었다.

이 시기 해수면 고도는 주상도 G2의 규조분대 FI의 고도로 볼 때, 해발 45m에 이르렀다. 그리고 곡 상류부에서는 정선의 전면에 높아진 지하수면에 대응하여 토탄층이 형성되기 시작했다. 곡저평야 대부분에서 해수는 고하곡을 크게 벗어나지 못했다.

이 시기에 해당하는 식생환경은 화분아분대 Ia의 해발 4.5m 부근에서 유추할 수 있다. *Alnus*, *Quercus*와 *Fraxinus*가 총 화분량의 약 90%를 차지하여 중심식생으로 나타난다. 그 중 *Alnus*는 목본류 중 80%이상으로 크게 우점하고 있다. *Alnus*는

Wendelberger(1986)에 의해 가장 습윤한 저지대 식생으로 구분되므로 연구지역에서도 가장 저지대에 주로 분포한다고 볼 수 있다. *Quercus*와 *Fraxinus*는 Delcourt *et al.*(1991)가 분류한 Mesic Vegetation에 속하는 습윤성 수목이다. *Quercus*와 *Fraxinus*와의 관계는 Larson *et al.*(1981)의 생태지역구분(ecological zonal classification)에 근거할 때, *Fraxinus*는 *Quercus*와 함께 공존하지만 *Quercus*의 성장범위 중에서 가장 저지대에 분포하므로, 연구지역이 비교적 낮은 구릉지이므로, *Quercus*는 저지대를 제외한 전지역에 걸쳐 가장 광범위하게 분포한다고 볼 수 있다. *Pinus*는 이시기에 약 1%의 낮은 비율을 차지한다. Delcourt *et al.*(1991)에 의하면 Xeric Vegetation에 속하고, Larson *et al.*(1981)의 ecological zone I에서 IV 가운데 가장 건조한 V와 VI에 *Pinus*가 주로 분포한다. 따라서 이시기는 Holocene 중에서도 매우 습윤했던 시기였으므로, *Pinus*는 가장 높은 지역에 약간 분포했다고 볼 수 있다. 초본류로서는 *Artemisia*가 폐쇄곡선을 이루며 1~2%정도 출현한다(그림 5).

2) 5,000년BP

계속된 해면상승으로 대화층이 퇴적되고 해면은 해발 55m까지 도달했으며, 이에 따라 해진이 일어났다. 종단면도들과 횡단면도들에서 나타난 대화층의 상한고도로 볼 때, 고하곡은 해수가 운반한 퇴적물로 약 해발 3m까지 메워졌고, 곡저평야의 대

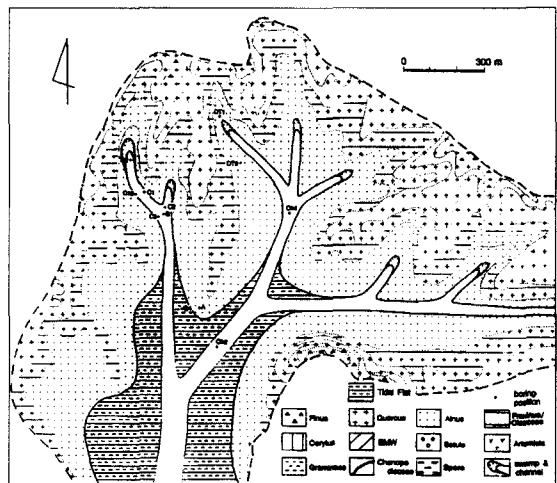


그림 5 7,000년BP경의 고지리복원도

부분은 해수의 영향하에 있었다. 따라서 이전의 고하곡은 갯골의 역할을 하였다. 곡저평야 상류부에서는 두껍게 퇴적되었으나 곡구부근에는 거의 퇴적이 이루어지지 않았다.

이시기 식생환경은 화분아분대 I b의 초기에서 볼 수 있다. 목본류의 조성은 7,000년BP경과 크게 달라져 *Alnus*가 축소된 반면 *Corylus*가 급증했고 *Pinus*도 다소 크게 증가했다. 이때 높아진 해수면으로 인해 평탄했던 저지대는 해수의 영향을 받게 되어, *Alnus* 분포지역이 다소 좁아졌을 것으로 보인다. 이시기에 *Corylus*가 크게 증가했는데, *Corylus*가 그늘을 견디지 못하는 양지성수목인 점을 고려할 때, 이전에 이 지역에서 분포했던 *Fraxinus*가 해침의 영향으로 사라진 지역에 pioneer식물로서 나타난 것으로 보인다. *Quercus*는 큰 변화없이 구릉지를 중심으로 넓은 지역에 걸쳐 분포한다. *Pinus*는 가장 높은 지역을 중심으로 그 범위가 다소 확대되었을 것이다(그림 6).

3) 3,200년BP

해수면이 해발 5.5m 부근에서 계속 정체한 가운데 대부분의 곡저평야에서는 대화II층이 퇴적되었으나, 곡저평야 상류쪽에서는 가와지 I 층이 퇴적되어 곡저평야에서는 해퇴가 일어났다. 해수준이 거의 정체했기 때문에 가와지 I 층의 퇴적속도는 처음에는 빨랐으나 해수의 영향이 상대적으로 약해진 약 4,200년BP경부터 퇴적속도는 매우 느려졌다.

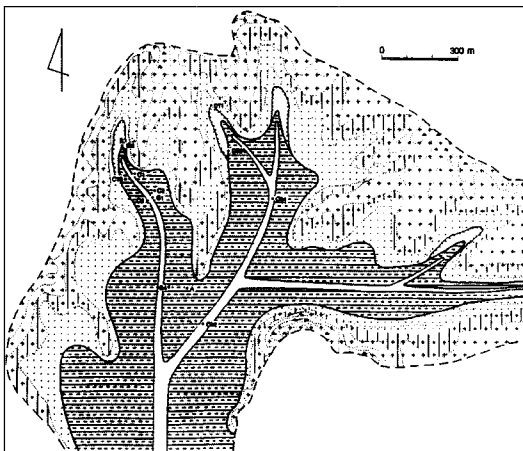


그림 6 5,000년BP경의 고지리복원도

따라서 3,200년BP경부터는 해면이 하강함에 따라 토탄층의 분해가 진행되었다. 따라서 이때 곡저평야 상류부에는 수심이 거의 없는 담수성 습지가 형성되기 시작했다. 그리고 정선은 5,000년BP에 비해 많이 후퇴하였다. 또한 갯골도 점점 메워져 갯골 바닥의 고도도 해발 약 4.2-4.9m에 이르렀으며 그 폭도 좁아졌다.

이 시기 식생환경은 화분아분대 II a시기 말기에 해당한다. Spore가 총화분량의 67%를 차지하여 절정기를 이룬다. 초본류가 전체 화분량의 9.6%를 차지하여, 23.2%를 차지한 목본류에 비해, 상대적으로 그 이전시기보다 증가했다. 목본류 중 *Alnus*가 70%이상을 차지하여 여전히 크게 우점하고 있으나, 전체 화분량에서 볼 때 이전 시기에 비해 크게 감소되었다. 이는 해면의 정체현상으로 인해 해퇴작용이 일어나 저지대도 비교적 건조하였음을 반영한다. 이러한 저지대에는 여전히 *Alnus*가 번성했고 또한 Spore의 성장에 적절한 환경을 이루었던 것으로 보인다. 따라서 해수면 변동패턴과 달리 습윤한 기후영향은 *Pinus* 감소, *Quercus* 증가의 결과를 가져왔다. *Pinus*는 이시기 감소되었으나, *Corylus*와 *Castanea* 등과 함께 구릉지에서 *Pinus*와 혼합림을 이루었을 것이다. 초본류는 *Artemisia*가 대부분을 차지하고 있다(그림 7).

4) 2,300년BP

3,200년BP경부터 해면은 하강하여 이 시기에는

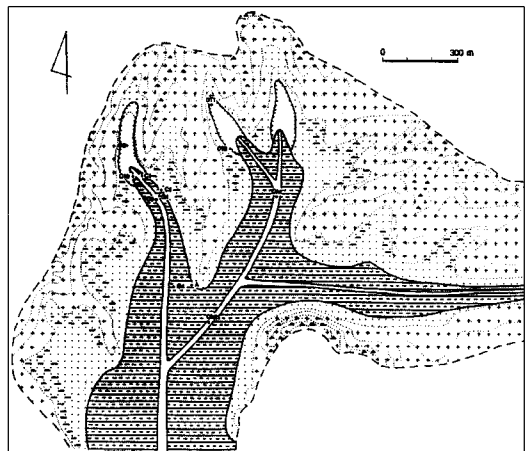


그림 7 3,200년BP경의 고지리복원도

대략 해발 4.85m까지 떨어졌다. 이때 해퇴의 범위는 가와지Ⅱ층의 퇴적범위와 대략 일치하는 것으로 추정된다. 왜냐하면 회색실트로 된 대화Ⅱ층이 4.85m까지 퇴적된 지역에서는 가와지Ⅱ층이 전혀 나타나지 않고 담수규조도 거의 검출되지 않기 때문이다. 퇴적층 층상구조에서 볼 때, 상류로부터 퇴적물 공급이 거의 없었기 때문에 갯골의 길이와 폭은 3,200년BP경에 비해 큰 변화는 없었으나 상류부에서 갯골은 다소 협소해졌을 것으로 추정된다.

이 시기 식생환경은 화분아분대Ⅱb의 말기에서 유추된다. 총화분량 중 포자류의 비율이 크게 줄어 약 30%, 목본류의 비율은 계속 감소하여 약 20%에 이른 반면 초본류는 약 50%로 급격히 증가한다. 목본류 중 *Alnus*가 크게 감소한 반면, *Pinus*는 크게 증가하며 또한 *Betula*, *Corylus*, *Castanea*와 *Magnolia* 등 목본류의 증가가 두드러진다. 이 시기는 *Pinus*와 *Betula*가 다소 큰 폭으로 증가한 것에서 볼 때 기후가 냉량했다고 보여진다. *Alnus*는 가와지Ⅱ층이 분포한 저습지 중에서도 특히 수분공급이 용이한 곡을 따라서 밀집분포했을 것이다. 높은 구릉지에 주로 분포했던 *Pinus*도 그 분포범위가 낮은 구릉지까지 확대되어 *Quercus*와 혼합림을 이루는 지역이 넓어졌을 것이다. *Quercus*는 *Alnus*분포지대와의 경계부인 저지대부근에는 양지성 수목인 *Corylus*와 혼합림을 이루고, 고도가 높은 산지 쪽으로는 *Castanea*, *Magnolia* 그리고 *Pinus*와 혼합림을 이루었을 것으로 보인다. 초본류는 3,200년BP 이후 급격히 증가한 *Artemisia*가 절정기에 이르러 목본류의 230%에 달한다. 그밖에 Gramineae, Chenopodiaceae와 *Typha* 뿐 아니라 *Persicaria*, *Bistorta vulgaris* 등의 Polygonaceae 및 Compositae, *Fagopyrum*, *Thalictrum*와 Umbelliferae 등의 다양한 문화지표식물이 증가했던 시기이다.

이 시기 가와지Ⅱ층을 이루는 저습지에는 *Alnus* 등이 여전히 분포하고 있으나, 인간에 의해 대량으로 벌채되었을 가능성이 크고, 그 자리에 벼농사가 이루어졌을 것으로 보인다. 이 시기에 증가한 Chenopodiaceae는 문화지표식물로서 경작지에 나타났던 것으로 보인다. 이 시기에 다양한 종류의 문화지표식물의 비율이 증가하는 것에서 볼 때, 인간 활동의 영향이 커지기 시작했음을 알 수 있다. 실

제로 절대연대가 약 2,300년BP경으로 나타난 가와지Ⅱ층 상부에서 청동기 시대의 유물이 대량으로 발굴되었다.

조화룡(1987)에 의하면 Chenopodiaceae의 *Suaeda glauca* Bunge는 간석지 고조위 정선부근에 자생하는 염생초본으로서 현재 서해안에서 많이 볼 수 있다. Gramineae 특히 *Phragmites*는 완전한 염수환경에서는 자생하지 않고 염수와 담수가 혼합되어지는 하구부를 연하여 자생하며, *Typha*는 *Phragmites*보다 더 상류부, 즉 염수의 영향이 거의 미치지 않는 곳에 분포하고 있는 것이 현재 서해안 하구부 식생분포로 보아 알 수 있다. 이와같은 사실로 볼 때, 이 시기 Chenopodiaceae는 정선부근에, Gramineae는 하구부근의 저지대에 그리고 *Typha*는 하구부에서 보다 상류쪽에 분포하고 있는 것으로 보았다.

*Artemisia*는 기후가 냉량건조해지고 농경이 활발해짐에 따라 그 분포범위가 확대되어 전체 화분량 중 매우 큰 비율로 차지한 것으로 보인다. *Artemisia*는 일반적으로 후빙기에, 모레인이나 화산활동 등으로 형성된 열린 공간에서 개척식물로 출현하는 경우가 많다. 연구지역의 경우도 인간이 벌채를 통해 조성한 농경지에 특히 집중적으로 분포한 것으로 보인다. 이는 이제까지 높은 해수면이 유지되어 *Alnus*가 집중적으로 분포하여 초본류성장에 불리했던 저지대가 농경지로 조성되면서 *Artemisia*가 크게 번성할 수 있는 열린공간이 제공되었기 때문으로 보인다. Frenzel(1969)에 의하면 *Artemisia*는 Chenopodiaceae와 함께 스텝형의 초본으로서 만빙기의 냉량·척박한 토양에 확산되었다. 포자류는 크게 감소했으나, 다소 건조해진 저지대를 중심으로 여전히 많이 분포하였다(그림 8).

5) 1,800년경BP

퇴적층 층상구조에서 볼 때, 해면은 해발 5.8m까지 상승하였고, 이에 따라 해진이 일어난 시기였다. 정선의 범위는 5,000년BP경과 비슷했을 것으로 추정된다. 곡저평야에서 갯골은 메워지고 해수는 전체 평야면에 넓게 퍼지면서 저 에너지 상태에서 비교적 빠르게 운반물질을 퇴적시킨 것으로 본다. 이 때의 식생환경은 화분대Ⅲ과 일치한다. *Alnus*가 저지대를 중심으로 벌채되고 계곡의 후면을 따라

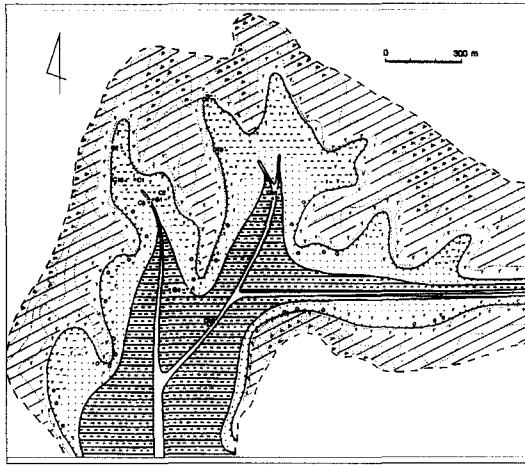


그림 8 2,300년BP경의 고지리복원도

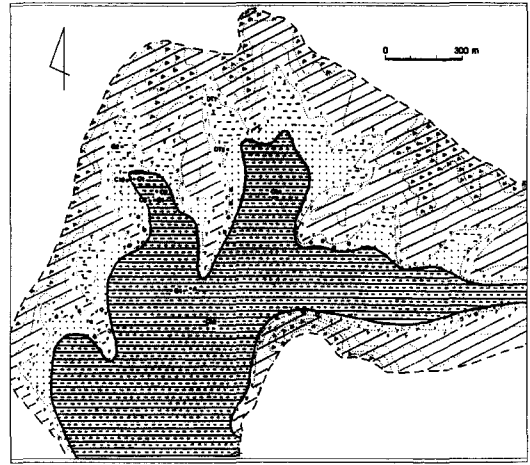


그림 9 1,800년BP경의 고지리복원도

비교적 좁은 지역에 국한되어 나타날 것으로 보여진다. *Pinus*는 언덕 아래로 확장되어 가거나 저지대에서는 화전 및 벌목으로 인해 개척식물로 존재하면서 그 범위가 확장되어 갈수 있을 것이다. 따라서 EMW와 혼합림을 이루는 지역이 넓게 분포할 것으로 간주된다. 또한 *Betula*, *Corylus*, *Castanea*, *Magnolia* 등 다양한 수목이 비교적 고르게 분포하므로 현재와 유사한 식생환경을 가정할 수 있을 것이다. 그러나 이전에 비해 화분총량이 감소되어 삼림밀도는 낮아진 상태이다. 당시 해면상승 및 범람으로 인해 저지대의 초본류가 크게 감소되었는데 그럼에도 불구하고 벼과식물(*Gramineae*)이 증가하고, 농경지의 잡초로 볼 수 있는 *쑥속* (*Artemisia* sp.), *명아주속* (*Chenopodium* sp.), *여뀌* (*Persicaria* sp.), *질경이* (*Fagopyrum* sp.) 등의 비율이 높아져 농경지가 확대되었을 가능성이 높다(그림 9).

7. 要約 및 結論

한강 하류 一山지역의 가와지 곡저평야에서 이루어진 花粉분석결과를 토대로 홀로세 환경변화를 고찰하였다. 또한, 이 연구성과에 의하여 후빙기 汀線변동시기별로 연구지역의 古地理圖를 작성하였다. 다음은 花粉造成變化에 따른 植生變遷 및 環境變化를 연구지역에서의 海水面변동, 堆積相變化

그리고 炭素年代測定値와 관련지워 요약한 것이다.

1) 화분대 GWJ-I (3.75~5.75m)은 8,000~4,200년BP에 해당하며, 오리나무(*Alnus*)屬-참나무혼합림(EMW)이 우점하는 시기이다. 빠른 해면상승으로 가와지 곡저평야는 광범위하게 海進의 영향을 받았고, AP가 약 90%로 대부분을 차지하며 NAP, Spore는 그 비율이 매우 낮다. 이러한 습윤한 식생환경은 다음의 두 시기로 구분된다. (1) 화분아분대 Ia (3.75~4.95m)는 약 8,000~6,000년BP 사이에 해당하며, 퇴적상으로는 기저역층(BII)의 형성기이다. 이 시기의 식생은 오리나무(*Alnus*)屬, 물푸레나무(*Fraxinus*)屬, 참나무(*Quercus*)屬으로 대표된다. (2) 화분아분대 Ib (5.25~5.75m)는 약 6,000~5,000년BP 경의 고해면기에 해당하며 대화II층(D II)과 가와지 I층(G I)의 형성기이다. 이 시기 식생은 *Alnus*屬, *Quercus*屬, 개암나무(*Corylus*)屬이 특징적이다. 화분아분대 Ia와 Ib 사이에는 곡저평야가 해진의 영향을 크게 받아 해성실트층인 대화I층(5.0~5.2m)이 퇴적되었고, 화분은 거의 출현하지 않았다. 대화II층은 해면이 상승했으나 상류부에 해퇴가 일어났으며 유기질이 집적되기 시작하면서 화분함량이 높아진다. 해면은 더 이상 상승하지 않고 정체된 상태에 머물렀다. 이후 가와지곡은 비로소 조용한 내만의 환경이 조성되어 전층을 통하여 화분함량이 가장 높은 퇴적층인 토탄층(가와지 I층)이 두껍게 형성되었다.

2) 화분대 GWJ-II (5.75~6.35m)는 4,200~2,300

년BP에 해당하며, 해면은 계속 정체하다가 하강한다. 가와지 I 층의 섬유질이 풍부한 갈색토탄층과 그위에 점토질의 분해된 흑색토탄인 가와지 II 층이 퇴적되어 있다. 가와지 II 층은 해수면 하강으로 인한 地下水面 하강으로 공기 중에 노출되면서 분해되어 당시의 건록화된 환경을 반영한다. 이러한 환경하에서 포자류와 초본류가 우점할 수 있었으며, 소나무(*Pinus*)屬이 증가하므로서 보다 냉량건조해진 기후환경을 반영한다. (1) 아분대 IIa(5.75~6.05m)는 4,200~3,200년BP에 해당하며, 해면은 계속 정체하여 가와지 I 층이 형성되었다. 식생환경은 Spore 우점기로서 포자식물이 번성하기에 유리한 보다 건조한 환경으로 전환되었다. (2) 아분대 IIb(6.05~6.35m)는 해수면이 2,300년BP까지 하강했던 시기이다. NAP의 우점기로서 총 화분량의 80%까지 도달했다. AP 중에는 이제까지 우점하던 *Alnus*屬이 크게 줄면서, *Pinus*를 중심으로 자작나무(*Betula*)屬, *Corylus*屬, *Castanea*屬 등의 기타 목본류 비율이 이전보다 비교적 높다. 초본류 중에서는 쭉(*Artemisia*)屬이 크게 증가하고, 벼과(*Gramineae*)와 부들(*Typha*)屬도 증가한다. 특히 문하지표식물로 간주되는 여뀌(*Persicaria*)屬, 범의 귀(*Bistorta vulgaris*)屬, 명아주(*Chenopodium*)屬 및 매밀(*Fagopyrum*)屬 등의 출현이 주목을 끈다. 이 시기를 통하여 Spore는 거의 草本類로 대체된다. 이 시기 말기에는 先史人의 생활과 관련된 인간의 간섭이 뚜렷하게 나타나기 시작한다.

3) 화분대 GWJ-III(6.35~6.55m)은 2,300~1,800년BP에 해당하며 NAP로 대표된다. 하강했던 해수면이 다소 상승했으며, 가와지 II 층위에 새말층의 황갈색실트가 퇴적되었다. 화분으로 명확하게 구분하기는 어려우나 屬에 따라 해진의 영향과 인간의 간섭, 양자를 모두 반영할 수 있는 *Gramineae* (*Phragmites*포함), 명아주과(*Chenopodiaceae*), *Artemisia*屬 등의 초본류가 여전히 높은 비율을 차지하고 있다.

화분아분대 IIb와 화분대 III의 경계는 2,300년BP 경으로, 가와지 II 층 새말 I 층의 전환기로서 限界層(*Grenzhorizont*)의 특징을 나타낸다. 해면의 하강기에서 상승기로 이행하여 기후는 냉량건조에서 냉량습윤해진다. 考古學的으로는 청동기시대에서 철기시대로 이행하는 시기이기도 하다. Weber에 의

하면 Subboreal~Subatlantic의 이행기로서 부식화가 진전된 토탄층위에 부식화가 극히 낮은 토탄이 퇴적된다고 하나 연구지역에서는 한강의 주기적인 범람의 영향을 받아 황갈색 실트가 퇴적되어져 있다.

註

- 1) 曹華龍·黃相一·尹順玉, 1994, "후빙기 후기 가와지곡의 환경변화", 한국지형학회지, 1(1):3~16.
- 2) 본 연구의 퇴적층의 명칭은 일산신도시 학술조사 보고서 및 기존문헌에 따른 것임.
- 3) C, G, A는 가와지곡저평야에서, DT는 새말곡저평야에서, Oh는 오은규에 의해 이루어진 보령코아이다.
- 4) %는 특별한 설명이 없는 경우 AP 총합에 대한 비율을 뜻한다.
- 5) 출현율이 높은 화분의 경우 어떤 층준에서도 끊임없이 출현하여 일연의 연속성을 보이는 폐쇄곡선
- 6) 조화룡 등, 1994, *op. cit.*, p.12
- 7) Faegri & Iversen, 1992, *Textbook of Pollen Analysis*, p.116~129참조. 이에 의하면 Andersen (1970)은 삼림내의 수목조성과 화분스펙트럼과의 관계에서 수정인자를 발견하였다. 즉, *Quercus*, *Alnus*는 과다한 화분산포율로서 1/4를, *Fraxinus*는 1×2의 값을 적용하였다.
- 8) Larson *et. al*(1981)에서 재인용.

文 獻

- 權赫在, 1975, "韓國의 海岸地形과 海岸分類의 諸問題", 教育論叢, 高대教育大學院, 3:73-88.
- 權赫在, 1984, "漢江下流의 沖積地形", 高大師大論集, 高大師大, 9:79-113.
- 吳銀奎, 1984, "漢江下流의 沖積平野 地形研究", 高대教育大學院 석사학위논문, p. 50.
- 曹華龍, 1979, "韓國東海岸における後氷期の花粉分析學的研究", 東北地理, 31(1):23-35.
- 曹華龍, 1980, "韓國東海岸における完新世の海水準變動", 地理學評論, 53(5):317-328.
- 曹華龍, 1987, 韓國의 沖積平野, 教學研究社.
- 曹華龍·黃相一·尹順玉, 1994, "후빙기 후기의 가

- 와지곡의 환경변화”, 한국지형학회지, 1:3-16.
- 尹順玉, 1994, “道岱川 沖積平野의 홀로세 堆積環境”, 地理學叢, 21·22:1-22.
- 尹順玉, 1995, “道岱川 沖積平野의 홀로세 환경변화를 기초로 復元한 古地理”, 地理學叢, 23:20-40
- 尹順玉·曹華龍, 1996, “第4紀 後期 英陽盆地的 自然環境變化”, 地理學, 31(3):447-468.
- 일산새도시개발지역 조사보고 I, - 자연과 옛사람의 삶 -, 1992, 한국선사문화연구소.
- 黃相一, 1994, “道岱川 沖積平野의 地形發達”, 地理學叢, 21·22:41-60.
- 黃相一, 1995, “GIS기법으로 복원한 일산지역의 Holocene 古地理”, 地理教育, 경북대 사대 지리교육과, 8:113-130.
- Bludau, W., 1985, *Zur Paläoökologie des Ammergebirges im Spät- und Postglazial*, Schäuble.
- Chang, C. H. & Kim, J. M., 1982, Late Quaternary Vegetation in the Lake of Korea, Korean Jour. Bot., Vol.25, No.1:37-53.
- Delcourt, H. R. & Delcourt, P. A., 1987, *Long-Term Forest Dynamics of the Temperate Zone*, Springer Verlag.
- Delcourt, H. R. & Delcourt, P. A., 1991, *Quaternary Ecology -A paleoecological perspective*, Chapman & Hall.
- Fægri, K. & Iversen, J., 1992, *Textbook of Pollen Analysis*, John Wiley & Sons.
- Firbas, F., 1949, *Waldgeschichte Mitteleuropas I*, Jena(Fischer).
- Frenzel, B., 1969, Floren- und Vegetationsgeschichte seit dem Ende des Tertiaers (Historische Geobotanik), Fortschr. d. Bot., Vol. 31:309-319.
- Godwin, H., 1945, “Coastal Peat-Beds of the North Sea Region, as Indices of Land and Sea-Level Changes”, *New Phytol.*, Vol. 44:152-155.
- Goudie, A., 1992, *Environmental Change*, Oxford Univ. Press.
- Haggart, B. A., 1987, Relative Sea-Level Changes in the Moray Firth Area, Scotland. -In Tooley, M. J. & Shennan, I(ed.): *Sea-Level Changes*, Oxford(Basil Blackwell Ltd).
- Hwang, S. I., 1994, *Holozänes Sedimentationsmilieu der Küstenebenen Koreas*- Diss. Uni. Freiburg.
- Hwang(Yoon), S. O., 1994, *Untersuchungen zur jungquartären Vegetationsentwicklung in den Flußgebieten des Gawaji-, Dodaecheon-, Youngyang-, Unsan- und Jumunjin-Gebietes Südkoreas* -Diss. Uni. Freiburg.
- Hwang, S. I. & Hwang(Yoon), S. O., 1995, *Holozänes Sedimentationsmilieu der Küstenebenen Koreas und Untersuchungen zur jungquartären Vegetationsentwicklung in den Flußgebieten des Gawaji-, Dodaecheon-, Youngyang-, Unsan- und Jumunjin-Gebietes Südkoreas*, Freiburger Geographische Hefte, Heft 46.
- Iversen, J., 1973, The development of Denmark's nature since the last glacial.- In Faegri, K. & Iversen, J., 1992, *Pollen Analysis*, John Wiley & Sons.
- Larson et al., 1981, “Transition from wetlands to uplands in southeastern bottomland hardwood forests”: In *Wetlands of Bottomland Hardwood Forests*, Elsevier.
- Straka, H., 1975, *Pollen und Sporenkunde, Grunbegriffe der modernen Biologie*, Gustav Fischer Verlag.
- Weber, C. A., 1910, Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über die Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit, *Zeitschr. Dtsch. Geol. Ges.*, 62, 143-162.
- Wendelberger, E., 1986, *Pflanzen der Feuchtgebiete -Gewaesser, Moore und Auen*, BLV Verlagsgesellschaft.