

千里浦 樹木園의 泥炭의 花粉分析

朴 仁 根

忠北大學校 師範大學 科學教育科

A Pollen Analytical Study of the Peat Sediments from the Chollipo Arboretum in Southwestern, Korea

Park, In-Keun

Dept. of Science Ed. Chungbuk National University

ABSTRACT

This paper deals with pollen analysis of a 190cm core collected from the Chollipo Arboretum sedimentary basin(N36° 47' 43", E126° 9' 7") in southwestern Korea in order to know the change of the climate and vegetation.

In this research it is found that the pollen zones are divided into two layers.

Pollen zone I, the lower layer, is flourished with broadleaved trees such as *Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, *Betula*, *Carpinus* and *Castanopsis*, and about 30~40% of pollen of those trees consist of that of *Q. acuta/glauca* and *Castanopsis* which are evergreen trees.

And pollen of *Trapa*, Typhaceae and Nymphaeaceae living in wet habitat, is dominant among the nonarboreal pollen.

Therefore we can conclude that it would be warmer and more humid than present in this area of the past.

In pollen zone, the upper layer, pollen of *Pinus* is dominant and those of *Artemisia*, Gramineae, Compositae and spore are increased in quantity, while pollen of *Quercus*, *Betula* and Nymphaeaceae decreased.

It is supposed that the climate of this zone was drier than that zone.

緒 論

한국에 있어서 화분 분석학적 연구는 매우 드물게 이루어진 편이어서 식생변천은 물론이거니와 기후 변동이라든가 후빙기에 있어서의 Pollen zone 설정 등이 미진한 실정이다. 한국에서 최초의 화분 분석학적 연구는 지리산 세석평전(15cm 두께)의 이탄층에 대한 화분분석을

본 연구는 1989년 한국학술진흥재단(자유공모과제)연구비 지원에 의한 것임.

보고한 Yamazaki(1940)는, 한국은 기후, 지질 그리고 지형학적 조건 등으로 산지에 습지 형성이 쉽지 않다고 주장한 바도 있기 때문이기도 하겠으나, 실제로 일인 학자들에 의해 1940년대에 내륙의 지리산(Yamazaki, 1940), 강원 평강(松島, 1941)과 서해안 평야지대 등 5개 지역인 평북의 용천, 평남의 안주, 황해도 평산의 온정리, 경기의 김포, 전북의 익산(松島, 1941)등에 대한 화분분석이 행해졌을 뿐이고, 광복후에는 김(1961)에 의하여 화분분석의 필요성이 인식되어 오다가 오(1971)의 경기 평택 지구를 비롯하여 Tsukada *et al.*, (1977, 1978)의 속초, 홍(1977)의 경기 군자, 조(1979)의 주문진, 포항, 방어진, 봉(1978)의 포항, 감포, 강(1979)의 대암산 예보, 김과 오(1981)의 김제, 봉(1981)의 장기, 장과 김(1982)의 월함지, 장(1987)의 대암산과 장 등(1988)의 연일지역 등 국내외의 학자에 의한 서해안 3개 지역, 동해안 7개 지역, 내륙 2개 지역에 대한 화분분석이 행해졌을 뿐으로 한반도의 과거의 식생을 추정함에 있어서 자료의 축적이 절실한 실정이다.

본 연구에서는 이제까지 한 지역의 연구도 행해지지 않은 충청남도 태안 반도의 늪지 퇴적층에 대한 화분분석을 행함으로써 그 지역의 식생변천과 기후 변동 및 한반도의 pollen zone 설정을 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

材料 및 方法

조사지의 개황

본 조사지는 충청남도 태안군 소원면 의항리 소재 천리포 수목원의 퇴적층이다. 퇴적층은 약 1ha의 크기로 북위 $36^{\circ}47'43''$ 동경 $126^{\circ}9'7''$ 에 위치한다(Fig. 1). 퇴적층의 대부분을 파내어 인공호소를 조성하였으며 나머지 일부는 논으로 경작하고 있다.

이곳의 년평균기온은 11.6°C 이고 년평균강수량은 1,189.7mm로서 서해안을 흐르는 황해 난류의 영향으로 한서의 차가 비교적 적은 온난대성 기후를 나타내고 있어서 가장 추운 1월의 예년평균기온이 -1.9°C 이고, 예년의 최저기온

이 -5.8°C 이나 지중 1m의 1월 예년 지중 온도는 6.8°C 에 이른다. 중앙기상대의 기후표(1950~1980)와 수목원 측정기록(1979~1983)에 의거, Yim and Kira(1975, 1976), Yim & Kim(1983)의 방법으로 기후도를 작성하여 보면 Fig. 2와 같다. 조사지의 부근 지역의 지형을 살펴보면 기반암은 Precambrian기에 형성된 편암암 Complex로 서산층군이며 주로 편암으로 구성되어 있으며, 편암중에 규암맥이 북동남서 방향으로 들어와 있다.

이 지소의 동쪽은 기반암 산지가 둘러싸 있고 서쪽은 사구와 사구성 산지에 의해서 바다와 떨어진 채 저지대를 이루어 퇴적된 것으로 보인다. 현재는 남쪽 대부분이 수목원 조경의 일환으로 인공호소를 조성하여 파낸 퇴적층 토탄을 시비용으로 사용하고 있으며, 나머지 북쪽 저

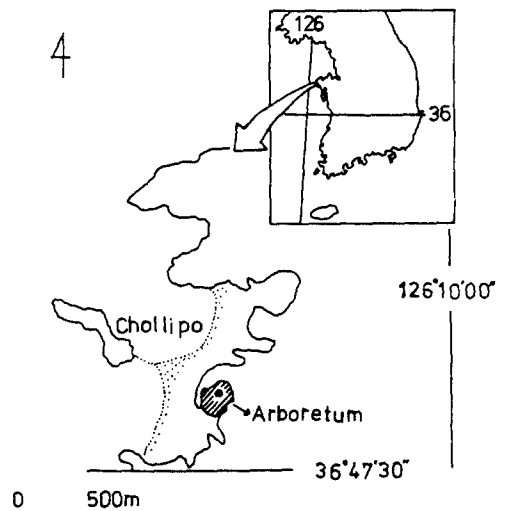


Fig. 1. Map showing the study site.

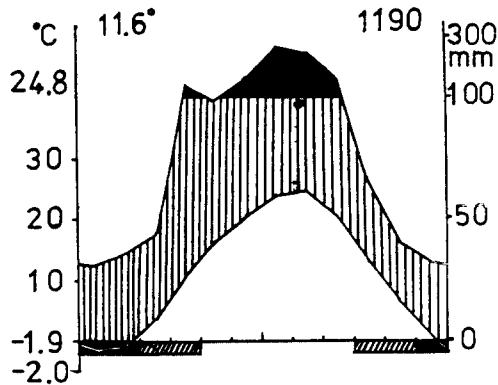


Fig. 2. Climate diagram of Chollipo near Seosan, which is based on the data of Seosan meteorological station for 30 years from 1951 to 1980.

지대에 조성된 전답의 하층에 토탄층이 일부 잔존할 뿐이다. 조사지의 총적층은 총상구조와 지형으로 유추하건데 깊이가 -5.0m 이상으로 추정되나 전술한 바와 같이 인공호소의 조성으로 총적층의 파괴와 교란이 심하였다.

주변의 식생은 온대 낙엽성 광엽수림으로 덮혀 있고 떡갈나무(*Quercus dentata*)가 우점종을 이루고 있으며 수목의 우점순위로 적기하면 풀싸리(*Lespedeza thunbergii* var. *intermedia*), 조복싸리(*Lespedeza maximowiczii*), 칩(*Pueraria thunbergiana*), 진달래(*Rhododendron mucronulratum*), 졸참나무(*Quercus serrata*), 해송(*Pinus thunbergii*), 초피나무(*Zanthoxylum piperitum*), 땃땃이덩굴(*Cocculus trilobus*), 소나무(*Pinus densiflora*), 해변싸리(*Lespedeza maritima*), 청미래덩굴(*Smilax china*), 청가시덩굴(*Smilax sieboldii*), 자귀나무(*Albizzia julibrissin*), 머루(*Vitis coignetiae*), 산딸기(*Rubus crataegifolius*), 붉나무(*Rhus chinensis*) 등의 순으로 켈레꽃(*Rosa multiflora*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), 피나무(*Tilia amurensis*), 굴참나무(*Quercus variabilis*), 참피나무(*Tilia amurensis* var. *glabra*), 신이대(*Sasa coreana*), 소태나무(*Picrasama quassioides*), 팽나무(*Celtis sinensis*), 야광나무(*Malus baccata*) 등이 군락을 이루고 있으며, 서해안으로 100m쯤 떨어진 크기 4ha의 닭섬(낭새섬)은 해송(*Pinus thunbergii*), 소사나무(*Carpinus coreana*), 노린재나무(*Symplocos chinensis* for *pilosa*) 등이 군락을 이루고 있으나 최근 수년전부터 수목원에서 상록 활엽수로 녹나무과 식물을 식재하고 있다.

초본은 국화과의 분취(*Saussurea seoulensis*), 사초과의 산거울(*Carex humilis*), 화본과의 기름새(*Spodiopogon cotulifer*), 새(*Arundinella hirta*), 참취(*Aster scaber*) 등 국화과, 화본과, 사초과 등이 높은 중요치를 나타내었다.

調査方法

주변의 식생조사는 1989년 8월 7, 8일에 20×20m의 방형구를 무작위로 5개소 설치하여 우점종과 순위를 결정하였다.

이탄채취는 전술한 바와 같이 인공호소의 조성으로 총적층의 교란과 파괴가 심하여 전답의 경작표토 50cm를 제거한 다음 sand층이 출현한 2m40cm 깊이까지 Post hand auger로 1m90cm를 기둥꼴로 채취하였다. 채취한 퇴적이탄은 곧 실험실로 운반하여 10cm간격으로 잘

라 분석하였다.

화분분석은 Erdtman방법(Faegri and Iversen, 1975)을 준용하여 시료 2g을 10% KOH로 처리한 다음, Acetolysis처리를 하고, $ZnCl_2$ 로 화분을 침적한 다음 갈리세린 젤리로 표본을 만들어 검경하였다. 각 층마다 300개 이상의 화분을 통정하여 그 수를 세었으며 수목화분을 기본수로 백분율을 계산하여 Pollen diagram을 작성하였다(Fig. 3).

結果 및 考察

Pollen diagram(Fig. 3)에서 나타낸 바와 같이 총적층은 0.5m~0.8m까지는 Organic silt 층, 0.8m~2.1m 이탄층, 2.1m~2.4m Organic silt층이고 그 밑은 모래층을 이루고 있다. 이 화분도의 화분 조성 및 수직적인 변화의 특징은 다음과 같다.

1.6m쯤을 경계로 하여 그 아랫 부분은 *Quercus*가 우세해서 전 목본화분의 30~50%를 차지하며, *Pinus*는 20% 이하로 낮은 출현율을 나타내고 있다. 같은 시기에 *Betula*, *Carpinus*, *Castanopsis* 등의 활엽수 화분이 상층부보다 높은 출현율을 나타내고 있다. *Quercus* 화분의 30~40%는 상록수인 *Q. acuta/glauca*등이 차지하였다.

1.6m보다 상층부는 *Pinus*가 급격히 증가하며 40~50%를 차지하는데 거꾸로 활엽수는 감소하는 경향을 나타냈다.

모든 층을 통해서 초본 화분율은 낮았으나 -2.0m가까이에서 부터 Gramineae의 출현율이 많아졌고 -1.6m쯤 부터 *Artemisia*가 집중하면서 Compositae, Cyperaceae 등이 증가하였다.

유기물 소실량은 이탄층에서 높았으며, pH도 이탄층에서 산성을 띠었다. 전 화분 중에서 수목화분(Arboreal Pollen, AP)은 64%, 비수목화분(Nonarboreal Pollen, NAP)은 34%, 포자는 2%로 나타났으며, 식별된 화분은 49속 67종이었다. 그중에서 대표적인 화분은 Plate 1, 2와 같다.

수목화분으로는 *Ginkgo*(은행나무), *Pinus*(소나무속), *Platycarya*(굴피나무속), *Juglans*(가래나무속), *Alnus*(오리나무속), *Betula*(자작나무속), *Carpinus*(서어나무속), *Corylus*(개암나무속), *Castanea*(밤나무속), *Castanopsis*(모밀잣밤나무속), *Quercus*(참나무속)에는 특히 상록활엽수인 *Q. acuta*(붉가시나무), *Q. glauca*(중가시나무), *Q. spp.*, *Ulmus*(느릅나무속)/*Zelkova*(느티나무속), *Morus*(뽕나무속), *Akebia*(으름덩굴속), *Rosa*(장미속), *Rhus*(옻나무속), *Tilia*(피나무속), *Fraxinus*(물푸레나무속) 등이며 비수목 화분으로는 *Cannabis*(삼속), *Asarum*(족도리풀속), *Persicaria*(여뀌속), *Rumex*(소리쟁이속), Chenopodiaceae(명아주과), *Thalictrum*(핑의다리속), *Pursatilla*(할미꽃속), *Sedum*(핑의비름속), *Saxifraga*(범의귀속), Rosaceae(장미과), Fabaceae(콩과), Balaminaeae(봉선화과), Malvaceae(아욱과), *Viola*(오랑캐꽃속), *Epilobium*(바늘꽃속), *Trapa*(마름속), *Haloragis*(개미탐속), Umbelliferae(산형과), *Primula*(앵초속), *Nymphoides*(어리연꽃속), *Plantago*(질경이속), Compositae(국화과), *Artemisia*(쑥속), *Typha*(부들속), Gramineae(벼과), Cyperaceae(사초과), Liliaceae(백합과) 등을 식별하였다.

포자로는 Monolete spore, Trilete spore 등이 나타났다. 이외에 식별할 수 없는 것은 Unknown pollen으로 처리하였다.

Fig. 3의 Pollen diagram에서 AP와 NAP의 비율과 화분의 출현양상이 뚜렷한 유형으로 나

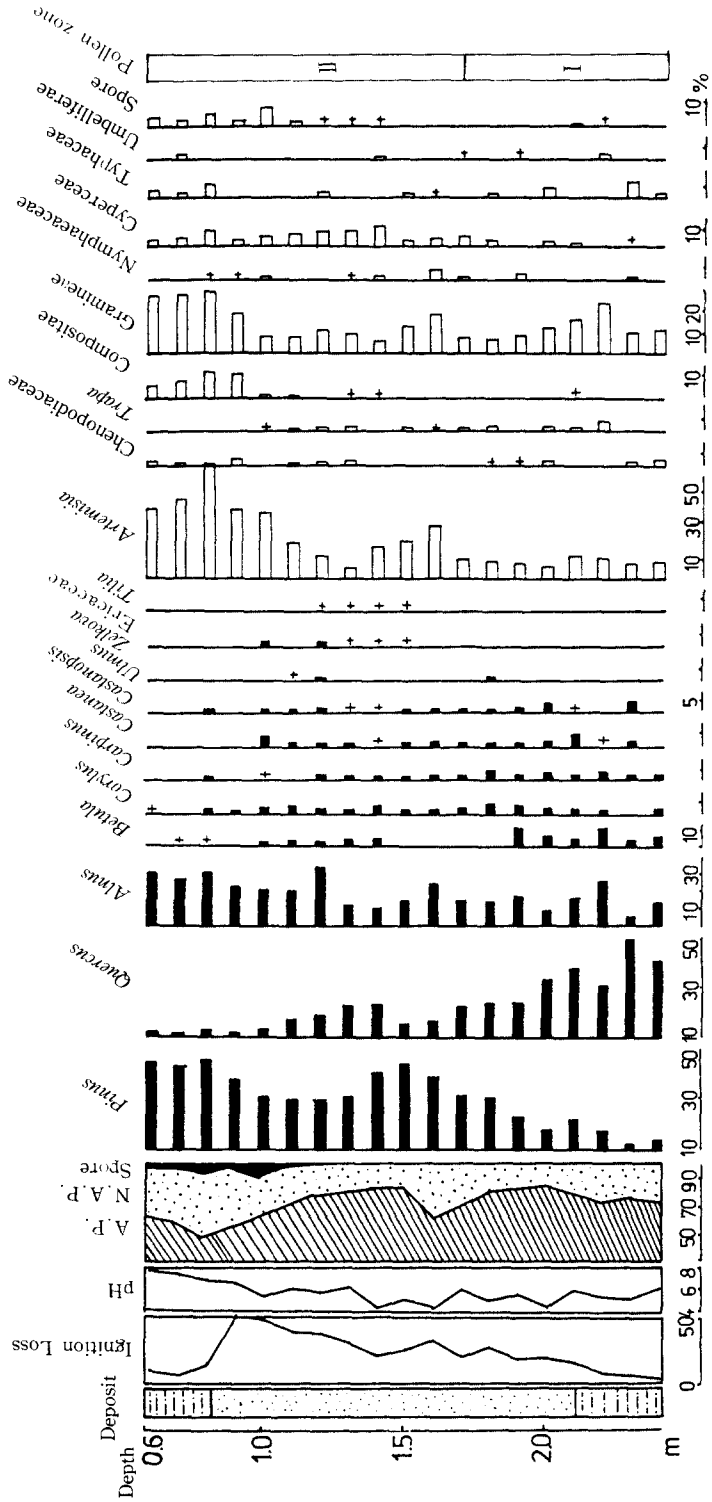


Fig. 3. Pollen diagram of sediments from Chollipo Arboretum basin.
■ Organic silt □ Peat

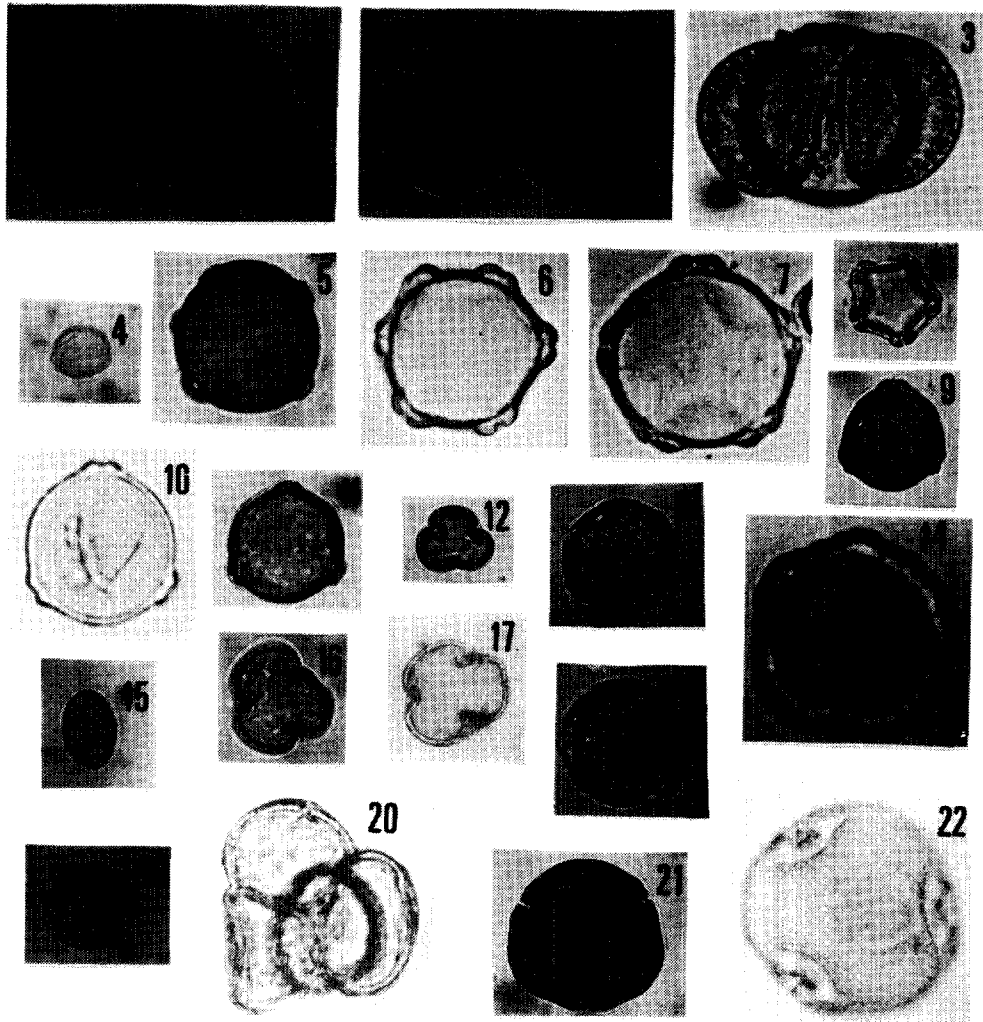


Plate. 1. Photomicrographs of pollen and spores from the Chollipo Arboretum(1)
 1.2.3. *Pinus* ($\times 500$) 4. *Platycarya* 5. *Juglans* 6.7.8. *Alnus* 9. *Betula* 10. *Carpinus* 11.
Corylus 12. *Castanopsis* 13.14. *Ulmus/Zelkova* 15. *Castanea* 16.17. *Quercus acuta/glauca*
 18.19. *Quercus* 20. *Ericaceae* 21. *Tilia* ($\times 600$) 22. *Tilia* 4, -20, 22 ($\times 1000$)

타나는 특정한 식물의 화분을 기준으로 하면 다음과 같이 2부분인 pollen zone I, pollen zone II로 나눌 수 있다.

앞에서 살핀 화분분석의 결과로 부터 우선 조사지역의 후빙기에 있어서의 식생의 변천을 고찰하였다. Tsukada *et al.*, (1977, 1978)의 속초의 Pollen zone, 조(1979)의 동해안, 김 등(1981)의 김제, 장 등(1987)의 대암산과 Nakamura(1967)의 일본의 Pollen zone과 비교 검토

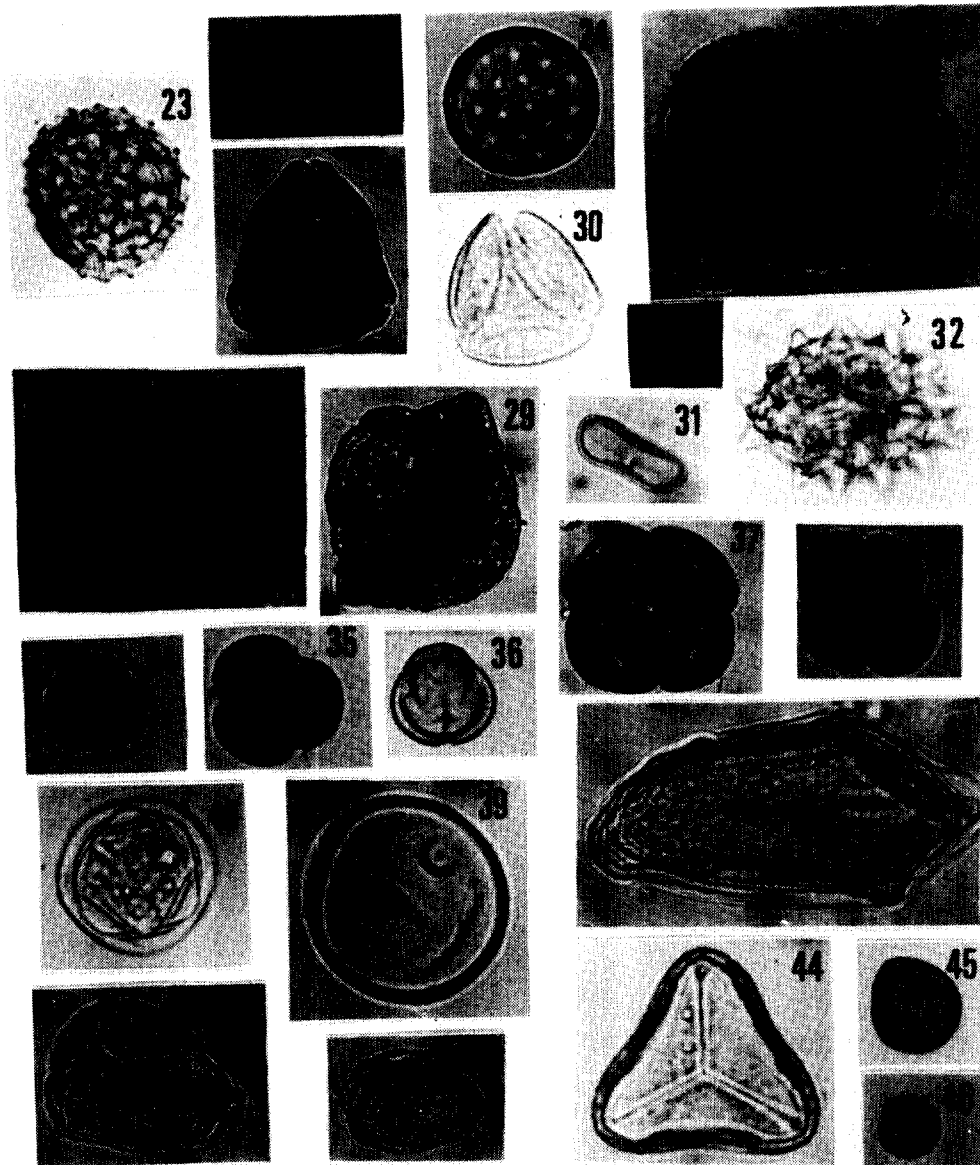


Plate. 2. Photomicrographs of pollen and spores from the Chollipo Arboretum(2)
 23. *Persicaria* 24. *Chenopodiaceae* 25. *Sedum* 26. *Epilobium* 27. 28. 29. *Trapa* 30.
Nymphaeoides 31. *Umbellifereae* 32. 33. *Compositae* 34. 35. 36. *Artemisia* 37. 38.
Typhaceae 39. 40. *Gramineae* 41. 42. 43. *Cyperaceae* 44. Spore (Trilete type) 45. 46.
 Spore (Monolete) 23. - 46. ($\times 1000$)

하였다. 그런데 우리 나라에서 C¹⁴ 연대 측정방법에 따른 Pollen zone 설정은 주로 동해안 지역에 한정되었으나, 그외 내륙과 서해안 지역의 Pollen diagram과 동해안 지역의 Pollen diagram을 대비하여 고찰하면 거의 비슷하리라고 유추된다. 조(1979)에 따르면 동해안 지역의 10,000년 B.P. 이후의 식생의 변천은 *Pinus* 와 *Quercus*가 증감하는 특징을 띠었다고 하였다.

본 조사지에 대한 Pollen diagram은 C¹⁴에 의한 연대측정을 하지 않았기 때문에 B.P. 년대는 알 수 없으나 Pollen diagram에서 나눈 바와 같이 AP와 NAP의 비율과 특정식물 화분의 출현양상에 따른 유형을 기준으로 zone I 과 zone II로 구분하였다.

AP : NAP의 비율을 고려하여 조립밀도와 퇴적상태의 안정도를 정할 수 있다는 Tsukada (1958)에 따르면 zone I의 경우, AP : NAP의 비율이 0.4정도로 이 경우에는 수목이 우세하여 비교적 안정된 상태로 Pollen diagram에서 보면 zone I은 *Quercus*, *Alnus*가 수목으로서 우세하고, 초본 화분으로는 *Artemisia*, Gramineae와 함께 *Trapa*, Typhaceae같은 수중식물이 우세하여 퇴적상태가 안정된 늪지이었다.

Zone II에서는 AP : NAP의 비율이 -1.2m정도까지는 거의 zone I 과 비슷한 경향을 나타내나, -0.8m 쯤에서는 그 비율이 1.84로 숲은 초본이 우세하여 *Artemisia*, Gramineae, Compositae, Cyperaceae같은 건생초본과 Gramineae중에서도 재배종의 화분출현이 증가하였고 *Pinus*가 우세하게 출현하였다. Pollen zone의 설정을 塚田 等(1977, 1978)의 Pollen zone을 준용할 경우에는 zone을 5로 나누고 있는 가운데 Pollen zone I은 제4번째인 IV *Pinus-Quercus* stage에 상당하고 Pollen zone II는 *Pinus*가 우세하게 나타나므로 제5번째인 UV *Pinus* zone에 대응한다. 그리고 조(1979)의 동해안 Pollen zone을 준거하면 zone I은 크게 I, II로 나눈 zone II의 b인 IIb *Pinus-Quercus*에, zone II는 IIc Upper *Pinus* zone에 상당한다. 또 中村(1967)의 일본 화분대를 비교할 경우에는 zone II는 R IIa인 침엽수가 활엽수림을 침입하는 점차로 기온이 저하하는 시대이고, zone I은 R IIb인 *Pinus*가 급격히 우세하게 나타나는 시대에 대응된다고 보인다.

그리고 *Pinus*, *Quercus*, *Alnus* 등은 거의 모든 층에서 화분이 매우 많이 출현하고 있는 것은 그곳에 그 수종들이 오랫동안 우세하였음을 나타내기도 하나, 아울러서 이 수종들의 화분 생산량이 많은데에서도 기인한다고 보고 있다(Tsukada, 1958; Anderson, 1967).

전층에 걸쳐서 *Alnus*는 많이 출현하고 있으며 표층에 가까워지면서 우세하게 나타나는 것은 방어진(조, 1979)과 김제(김과 오, 1981)를 제외하고는 거의 모든 지역에서 비슷한 경향을 보이고 있다.

이상에서 살핀 바와 같이 C¹⁴연대 측정을 하여 설정한 Pollen zone과 장 등(1987)의 Pollen zone등을 참고하면 본 조사지의 식생은 zone I 시대는 *Quercus*, *Alnus*, *Betula*가 우세하였고, *Trapa*, Typhaceae 등이 우세하였으나 zone II에서는 *Pinus*가 급격히 우세를 보이며, Gramineae, *Artemisia*, Compositae 등도 아울러 번성하였을 것이다. 따라서 과거 이 지역은 현재보다 온난하고 다소 습윤한 조건에 있었을 것이며 비교적 안정된 퇴적을 하였을 것으로 추정된다.

그리고 C¹⁴ 연대 측정을 실시하면 식생과 기후변천의 정확한 퇴적년대를 알 수 있겠으나, 이상에서 살핀 여러 자료를 참고하면 이 조사지는 약 2,000년 B.P. 정도로 추정된다고 볼 수 있겠다. 그리고 결과에서도 적기한 바와 같이 상록활엽수인 *Q. acuta/glauca*종과 *Castanopsis*를 식별할 수 있었는데 약 100m쯤 떨어져 있는 닭섬(낭새섬)에는 수 10년전 까지만 해도 상록활

엽수가 우점종으로서 군락을 이루고 있었다고 일컬어지고 있는 까닭에서도 이 지역의 과거 식생은 적어도 상록활엽수(*Quercus*)가 우세하였을 것으로 유추된다.

要 約

식생의 변천과 기후의 변동을 밝히기 위하여 한국 남서부의 천리포 수목원(N36° 47' 43", E126° 9' 7")에서 채취한 190cm의 기둥꼴의 퇴적 이탄에 대한 화분분석을 하였다.

밑층에서는 활엽수인 *Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, *Betula*, *Carpinus* 및 *Castanopsis*가 번성하였는데, 그 화분의 약 30~40%는 상록활엽수인 *Q. acuta/glauca*, *Q. spp.*와 *Castanopsis* 등이었다. 초본으로는 수생식물인 *Trapa*, Typhaceae와 Nymphaeaceae 등이 대부분을 차지하였다. 그러므로 과거 이 지역은 현재보다 더 온난하고 습윤하였을 것으로 유추된다.

위층에서는 *Pinus*가 우세하게 되고 Gramineae, Compositae, Cyperaceae와 포자 등이 증가하는데 반하여 *Quercus*, *Betula*와 Nymphaeaceae 등은 감소하고 있다. 따라서 이 지역은 밑층보다는 위층시대에 비교적 건조한 상태였을 것으로 생각된다.

사 사

층적토의 채취에 협조와 호의를 베푸신 千里浦 樹木園 理事長 閔丙藹 先生과 직원 여러분 그리고 실험에 조력해 준 교실의 대학원생 및 학생들에게 심심한 감사를 드린다. 그리고 화분동정에 많은 조언과 자료를 제공해 주신 曹華龍 教授와 內山 降 教授에게 감사드린다.

引 用 文 獻

- Anderson, S. T. 1967. Tree-pollen rain in a mixed deciduous forest in south Jutland (Denmark). *Rev. Palaeobotan. Palynol.*, 3 : 267-275.
- 奉弼倫. 1978. 浦項地域에 分布된 第三期 堆積層의 微古生物學의 研究. 延世大學校 碩士論文.
- Bong, P. Y. 1979. Tertiary stratigraphy and palynology of the Gampo area, Gyeong sang bugdo, Korea. Report on Geoscience and Mineral Resources, KIGAM, 9 : 5-14.
- 奉弼倫. 1981. 장기地域의 花粉研究. 韓國動力資源研究所 調查研究報告, 10 : 7-17.
- Chang, C. H. and C. M. Kim. 1982. Late-Quaternary vegetation in the lake of Korea. *Korea J. Bot.* 25 : 37-53.
- 張楠基. 1986. 韓國動植物圖鑑 제29권 식물편(화분류). 문교부. pp.79-711.
- 張楠基·金永福·吳仁惠·孫永熙. 1987. 大岩山 濕原의 泥炭의 花粉分析에 의한 植物變遷에 관한 研究. *Korea J. Ecol.* 10(4) : 195-204.
- 張楠基·金起完·金載根. 1988. 延日地域 新生代 第三期 마이오 世層의 化石花粉 分析에 관한 研究. *Korea J. Ecol.* 11(3) : 137-144.
- Faegri, K. and J. Inversen. 1975. Textbook of Pollen analysis. Blackwell Scientific Publ., Copenhagen, pp.23-209.

- 洪淳喆. 1977. 君子面 일대의 土炭의 花粉分析. 서울大學校 碩士學位論文.
- 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. 日本國東北地理, 31(1): 23-35.
- Kang, S. J. 1980. A Preliminary Pollen Analytical Study of High Moor in the Dae-am Mountain. 忠北大學校 論文集, 19: 253-260.
- 金遵敏. 1961. 植物生態學. 弘志社, pp. 64-67.
- 金遵敏·吳仁惠. 1981. 김제지역의 제4기의 식피기록에 대하여. 朴奉奎博士 回甲紀念論文集, pp. 18-26.
- 李昌福. 1985. 大韓植物圖鑑. 郷文社, pp. 1-990.
- 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.
- 中村純. 1967. 花粉分析. 古今書院, pp. 1-198.
- 中村純. 1980. 日本産花粉の 標徵. 大阪市立自然史博物館收藏 資料目錄 第13集, pp. 1-248.
- 吳智泳. 1971. 平澤地域 土炭의 花粉分析. 한국식물학회지, 14(3): 66-73.
- 島倉巳三郎. 1974. 日本植物の花粉形態. 大阪市立自然史博物館收藏 自然目錄 第5集 pp. 1-182.
- Tsukada, M. 1958. Untersuchungen über das Verhältnis zwischen dem Pollengehalt der oberflächenproben und der Vegetation des Hochlandes Shiga. J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. D, 9: 217-234.
- 塚田松雄·金遵敏·任良宰·洪淳喆·安田喜憲. 1977. 韓國における 環境變遷史 I. 束草における 植生史. 日本第4期學會講演要約集. 6, 21.
- 塚田松雄·安田喜憲. 1978. 韓國における 環境變遷史と 農耕の 起源, 自然科學 手法による 遺跡古文化財等 研究. 1978年 報告書, pp. 190-198.
- 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.
- Yim, Y. J. and K. S. Kim. 1983. Climate diagram map of Korea. Korean J. Ecol., 6: 261-272.
- 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. Japanese. J. Ecol., 25: 77-78.
- Yim, Y. J. and T. Kira. 1976. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula. II. Distribution of climatic humidity/aridity. Japanese J. Ecol., 26: 157-164.

(1990年 11月 27日 接受)