

진주 집현 장흥리 유적 제4기 퇴적층 형성 및 식생환경 연구

김주용¹, 박영철², 양동윤¹, 봉필윤¹, 서영남³, 이윤수¹, 김진관¹
한국지질자원연구원¹, 연세대학교², 부산대학교³

Formation Environment of Quaternary deposits and Palynology of Jangheung-ri Archaeological Site (Jiphyeon County, Jinju City), Korea

Kim Ju-Yong¹, Park Young-Chul², Yang Dong-Yoon¹, Bong Pil-Yun¹, Suh Young-Nam³,
Lee Yun-Su¹, Kim Jin-Kwan¹

Korea Institute of Geosciences and Mineral Resources¹, Yonsei University², Busan University³

요 약

한국의 후기 구석기 유적 중에서 하성기원의 한테유적은 주로 하상 비고 약 30m 이내의 저평한 구릉지와 곡간지, 그리고 충적평야를 이루고 있으며, 이런 지형은 옛사람의 생활공간으로 널리 이용되었다. 본 연구는 집현 장흥리 후기 구석기 유적지의 제4기층의 분포, 입도분석, 연대측정, 화분분석, 지화학과 점토광물, 박편분석, 대자울 분포 등의 연구를 통하여, 장흥리 유적의 제4기말 고토양층과 퇴적층 형성환경과 식생환경을 규명하는데 목적이 있다. 유적지층 분류와 형성시기 연구결과, 장흥리 구석기 유적지는 하부로부터 (1) 사면기원퇴적층/하부 고토양층, (2)신기하성사력층과 유기질 점토층, (3)신기 고토양층으로 3대분할 수 있다. 이 중 신기 고토양층은 홀로세 동안 하성범람과 범람 기간 사이의 정지기 동안 형성된 건열(dessication cracks)을 포함하고 있다. 장흥리 유적의 신기 하성사력층과 유기질 니층은 최종빙기 최성기 이후에 형성된 지층이다. 약 17Ka 이후에는 신기하성사력층과 유기질 점토층의 형성이 활발했으며, 장흥리 유적에서 약 15,000yrsB.P와 11,000yrsB.P에 걸치는 것으로 나타났다. 신기 하성퇴적층은 플라이스토세 최말기인 Bölling, Older Dryas, Alleröd, 그리고 Younger Dryas에 걸쳐서 유기질 니층이 현저히 발달되고 있다. 장흥리 유적 일대의 약 14만년전 이후에서 약 1만년전 까지 고기 남강의 주기적 범람이 있었으며, 배후 습지에는 유기질 니층을 형성시켰다. 화분연구 결과, 약 만년전까지 북본류(*Abies/Picea-Betula*)와 초본류(*Ranunculaceae*, *Compositae*, *Cyperaceae*) 등이 번성했던 것으로 판단된다. 장흥리 유적의 하부 고토양층에서는 석기유물이 출토되고 있으며, 후기 구석기 유적들의 입지환경을 검토해 볼 때, 하천주변과 자연 제방 위의 범람으로 인하여 후기 구석기인들의 생업활동이 매몰되었음을 시사한다. 장흥리 유적의 하부 고토양층의 형성시기는 약 22,170yrsB.P(구덩-R35)에서 18,730yrsB.P(구덩-K17)에 걸치며, 장흥리 유적 일대는 고기 남강의 하상변동이 심했다. 특히, 장흥리 유적 남쪽에서 북쪽으로 지형사박이 활발했으며, 최종빙기 최성기 초기에서 약 17,000yrsB.P까지 활발히 일어났던 것으로 해석된다.

주요어 : 고토양층, 하성사력층, 유기질 니층, 건열, 최종빙기최성기, 뵐링-알러뢰드

ABSTRACT

In Korea, many open-air upper palaeolithic sites are located at the river valley, particularly exposed in

gently rolling terrain along the river course. They are situated at an altitude less than 30 m above present river bottom, and covered with the blankets of slope deposits of several meters in thickness. The purpose of this research is to elucidate depositional and vegetational environment of the alluvial upper palaeolithic Jangheung-ri sites on the basis of analytical properties of grain size population, chronology, palynology, soil chemistry and clay mineralogy and magnetic susceptibility of the Jangheung-ri Quaternary formations.

The lithostratigraphy of Jangheung-ri site is subdivided into 3 layers based on the depositional sequence and radiocarbon ages. From bottom to top, they are composed of slope deposits with lower paleosol layers, young fluvial sand and gravel with backswamp organic muds, and upper paleosol layers. The upper paleosol was formed under rather dry climatic condition between each flooding period. Dessication cracks were prevalent in the soil solum which was filled with secondarily minuted fragments due to pedogenetic process. The soil structure shows typical braided-typed cracks in the root part of cracking texture, and more diversified pattern of crackings downward.

The young fluvial sand and gravel were formed by rather perennial streams after LGM. The main part of organic muds was particularly formed after 15Ka. Local backswamp were flourished with organic muds and graded suspension materials in the flooding muds were intermittently accumulated in the organic muds until ca. 11Ka. This episode was associated with migration of Nam River toward present course. Organic muds were formed in backswamp or local pond. *Abies/Picea-Betula* with *Ranunculaceae*, *Compositae*, *Cyperaceae* were prevalent. This period is characterized with Bølling, Older Dryas, Allerød, and Younger Dryas (MIS-1).

Stone artefacts were found in the lower paleosol layers formed as old as 18Ka-22Ka. Based on the artefacts and landscape setting of the Jangheung-ri site, it is presumed that settlement grounds of old people were buried by frequent floodings of old Nam River, the river-beds of which were heavily fluctuated laterally and river-bed erosions were activated from south to north in Jangheung-ri site until the terminal of LGM(ca 17Ka).

Key Word : Paleosol, fluvial sand and gravel, organic mud, dessication crack, last glacial maximum(LGM), Bølling-Allerød

1. 서 언

진주 장흥리 유물 출토지는 행정구역상 경상남도 진양군 집현면 장흥리에 소재한다. 진주시로부터 약 3.8km 북동편 남강 주변의 평지에 위치하고 있다. 남강은 소백산계에서 발원하여 남류하다가 진주시를 지나서 사행하면서 북류에서 동류로 유로변경을 하는 위치에 분포하여 있다. 진주 일대는 경상계 퇴적층인 진주층이 널리 분포하여 있으며, 서쪽으로는 지리산계를 구성하는 소백산복합체가 분포하여 있다.

2. 유적지 주변 지형

유적지 주변 북서쪽의 산지는 장대산(197.5), 집현산(572.2), 천황산(364), 망룡산(441.6), 벽화산(520) 등이 있으며, 남동쪽으로는 월아산(470.7),

장군대산(482), 천황산(213.3), 실봉산(185) 등이 있다. 유적지 주변을 흐르는 남강은 함양군 서상면(西上面) 남덕유산(南德裕山:1,503m)을 흐르는 남계천(濫溪川)에서 발원하여, 대체로 남남동의 유로(流路)를 따라서 소백산지(小白山地) 동사면(東斜面)에서 진양호(晉陽湖)로 흘러든다. 진양호에서 남강댐을 거친 뒤부터 남강으로 불리면서 동북동으로 유로를 바꿔 곡류(曲流)하여, 하류부에서 함양군·의령군 군계(郡界)를 이루다가 창녕군 남지읍(南旨邑) 대안(對岸)에서 낙동강에 합류한다. 상류부의 남계천은 지우천(智雨川)·위천(渭川)·단계천(丹溪川) 등 지류를 합치면서 안의(安義)·함양·산청(山淸) 등 분지를 형성하여 그곳에 지방중심지를 발달시키고, 진양호에서 덕천강(德川江)을 합친 뒤, 하류부의 남강은 진주시를 관류하고 나서 유천강(類川江)·향양천(向陽川)·검암천(儉岩川) 등 지류를 남북으로 받아들이며서

유역에 진주분지를 비롯한 유역평지를 띠모양으로 전개시킨다. 남강 유역평지는 수해상습지였으나, 남강댐이 구축된 뒤 수해를 면하게 되었다. 연구지역의 북서쪽과 남동쪽은 산지로 이루어져 있으며, 그 가운데를 남강이 흐르고 있다.

남강은 자유곡류하면서 주변에 지형적으로 범람원(floodplain), 하안단구(river terrace), 곡류핵(meander core)을 형성하고있다. 범람원의 발달은 측방퇴적(lateral accretion)과 수직퇴적(vertical accretion)으로 이루어지는데, 일반적으로 측방퇴적에 의해 범람원의 발달한다. 곡류대를 중심으로 하천의 곡류부가 확장하면서 기존의 포인트바(point bar)가 확장하는 것으로, 이와 같은 것이 모식적으로 잘 나타나는 곳에는 미엔더스크롤(meander scroll)같은 지형이 나타난다. 범람원이 모식적으로 발달한 곳에는 자연제방과 배후습지와 같은 지형이 나타나기도 한다(그림 1).

하안단구는 구범람원으로서 하천의 하방침식력이 상대적으로 강해지면서 현재의 범람원보다 높은 고도에 나타나는 지형으로, 침수되지 않는 지역이다. 이는 범람원과 배후산지의 중간지역에 위치하며, 예로부터 피수대로서 인간의 거주지가 되었던 곳이다. 하천의 하방침식력이 강해지는 경우는 해수면의 하강, 지반의 융기, 유량의 증가, 하천 퇴적물의 감소 등 여러 경우가 있다. 우리

나라의 경우, 하천 하구에서 나타나는 하안단구는 일반적으로 해수면의 변동과 관련되어 있으며, 빙기에 해수면의 하강에 따른 기후단구의 연구가 활발이 이루어지고 있다. 기존의 연구에서 하안단구의 하상비고로 나누었을때, 저위단구(약 10m)는 최종빙기 때 형성된 것으로 나타나고 있다.

연구지역인 장흥리 일대에 나타나는 곡류핵(meander core)은 과거의 남강이 흘렀던 구유로로서 이에 대한 증거는 지층에서 나타나는 구하성역층과 사력층이 이를 뒷받침하고 있다. 또한 곡류핵 주변의 사면경사는 유로주변을 제외한 다른 지역에 비해 급한 것으로, 이는 하천의 사면하방침식(undercut)으로 인한 급사면형성 후, 이후 식생의 정착으로 인한 사면안정으로 해석된다. 구유로와 현재 남강의 유로의 모습은 cut-off 현상으로 곡류대의 성장에 의해 잘리는 neck-cut와는 다른 모습을 띠고 있다. 이와 같은 경우에는 큰 유량에 의해 갑자기 절단되는 형태로서 큰 홍수에 의해 형성되는 것이 일반적이다. 그리하여 갑자기 새로운 하도가 형성된 후, 구유로는 비교적 주변보다 비고가 낮으므로, 세립질의 퇴적물로 채워지거나, 배수의 불량으로 인한 습지의 형태를 갖게 된다.

또한 이 지역에서는 구유로는 지류와의 합류지였으므로, 기존의 구하도에 세립질 퇴적 및 습지조성이 더욱 용이했을 것으로 추정된다. 그리고 하천의 cut-off 되면서 현재 지류의 합류지가 예전의 본류에서보다 하류방향에서 합류하게 되어 base-level이 낮아지는 효과가 나타나게 된다. 그리하여 합류지에서부터 지류의 상류방향으로 하방침식이 진행되면서 원래의 하상기울기를 회복하려는 경향을 보인다. 상대적으로 급해진 하상기울기가 감소되는 방향은 하천환경에 따라 차이는 있지만, 대개 측방침식 증가로 인한 하천의 사행과 하방침식이 상류방향으로 이동하는 현상이 야기된다. 이와 같이 이 지류는 기존의 본류 퇴적층을 사행(meander)하거나, 하각작용을 하면서 원래의 퇴적층에 사이에 새로운 퇴적층을 형성시켰을 것이다. 또한 장흥리 일대는 위치

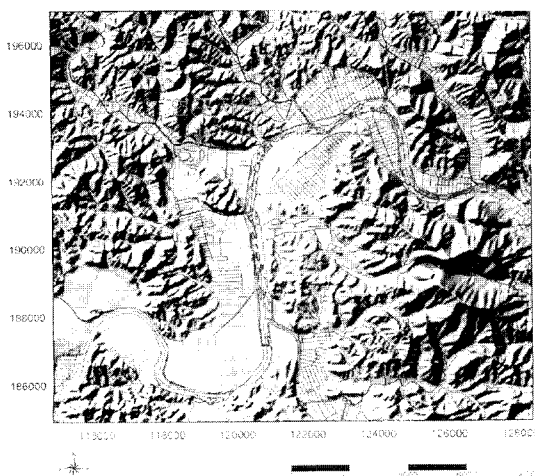


그림 1. 연구지역 일대의 수계음영도

상 합류지로서 범람시 지류 상류방향으로의 침수가 용이할 뿐 아니라, 구유로였던 지역이므로 배수 및 범람에 취약한 지역이다. 그리하여 이 일대는 상당기간 동안 습지 또는 범람원상 배후 저지대로서 세립물 퇴적이 용이하였을 것으로 사료된다.

3. 유적지 주변 지질

진주지역 일대는 경상계 퇴적분지인 경상분지의 서편에 위치하는 지역으로서 백악기 퇴적층들이 주로 분포하고 있다. 진주 장흥리 유적지의 150km 서편에는 북북동방향으로 발달하는 경상계 퇴적층이 하위로부터 낙동층(km1), 하산동층(km2), 진주층(km3), 칠곡층(km4)이 대상으로 분포하고 있다. 이 퇴적층 분포지의 서편에는 선캄브리아기 편마암류들이 대부분을 차지하고 있다. 또한 장흥리 유적지의 북서편에는 중생대 주라기 화강암류(Jgr)들이 분포한다. 선캄브리아기 편마암류와 경상계 퇴적층들이 분포하는 경상분지는 커다란 지구조적 경계이며 이 지구조적 경계부에 속하는 경상분지 지역은 커다란 골(trough)에 해당되는 지역으로서 낙동층(km1), 하산동층(km2), 진주층(km3), 칠곡층(km4)에 퇴적암류들이 퇴적되었다. 편마암류들이 분포하는 서편지역은 상대적으로 고도가 높고 수류가 동쪽으로 흐르는 지형적 특징을 가지고 있다. 따라서 장흥리 유적지의 토양층과 퇴적층은 주로 서편에 분포하는 선캄브리아기 편마암류 또는 경상계 퇴적암류들을 근원암으로 한 풍화분해물들이 이동되어 퇴적되었을 가능성이 지질 및 지형특성상 추측되어진다.

4. 연구방법

장흥리 유적에 대한 수문지형과 지질특성을 파악하고, 유적지 내에 분포하는 대표단면과 계단트랜취에서 나타나는 고토양층과 퇴적층 층위를 알아보았다. 특히 최종빙기 동안 형성된 토층내에서 잘 발달하는 토양 균열조직(토양빼기)의 특성에

유의하여 지층을 구분하였다. 또한 토양과 퇴적층의 형성환경을 규명하기 위하여 대표단면과 트랜취 발굴구덩 단면에서 채취한 시료에 대하여 입도분석과 연대측정을 실시하였으며, 선정된 시료에 대한 점토광물과 화학조성 특성을 분석하였다. 그리고 토층내 고지자기 분석으로서 대자율 측정을 실시하였고, 고기 식생환경을 파악하기 위해 화분분석을 실시하였다. 최종적으로 제4기 지층의 층위와 형성환경 및 형성시기를 해석하였다.

5. 연구결과

(1) 유적 주변 고토양과 퇴적층 층위

가. 발굴지점 층위단면

1) 대표단면 (JHR 단면)

진주 장흥리 대표단면의 절대고도는 약 19m이며, 절대고도 18.7m까지가 현재 경작층이다(그림 2). 18.7m부터 약 10cm두께로 경작층의 토양색이 암갈색으로 변화하며, 그 아래로 약 10cm두께로 녹황색 매립층이 존재한다. 이로부터 절대고도 18.3m까지는 암갈색 찰흙층이 존재하는데 상부의 매립층

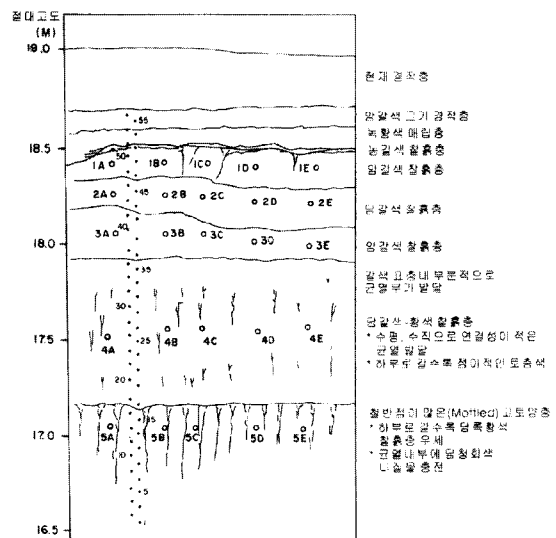


그림 2. 진주 장흥리 대표 토양단면(S-trench 서벽면)의 암상분포와 시료채취 위치

과의 사이에 농갈색 찰흙층이 얇게 협재한다. 18.3m부터 지하로 약 15-20cm두께로 찰흙층의 색이 다소 밝아진 갈색 찰흙층이 분포하다가 다시 17.9m까지 암갈색 찰흙층이 연장된다. 이로부터 약 17.2m까지는 담갈색-황색 찰흙층이 넓게 분포하는데 연약면을 따라 상부로부터 유입된 갈색 토층이 수직선상으로 발달하고 있다. 절대고도 17.2m부터는 얼룩반점이 산재하는 고토양층이 존재하는데, 연약면을 따라 수직방향으로 담청회색 니질물이 충전되어 있다. 단면의 최하부에 분포하는 찰흙층은 하부로 갈수록 남쪽황색이 우세하게 나타난다.

2) 계단형 트랜취 단면

계단형 트랜취는 4개의 주요 계단형 트랜취로 구성되며, 이들은 토양 기준단면의 형성과정을 해석하기 위하여 보조단면으로 균착하였다(그림 3).

① 진주 장흥리 TS 1단면

진주 장흥리 TS 1단면 최상부의 절대고도는 약 34.6m이며, 약 20cm두께로 경작층이 분포한다. 경작층아래로는 갈색의 사질 찰흙층이 30cm

정도의 두께로 존재하며, 다시 이로부터 단면의 끝인 절대고도 33.7m까지는 황갈색 찰흙층이 분포하는데 이 구간내의 33.9m부터는 토양층기가 발달하고 있다.

② 진주 장흥리 TS 2A단면

진주 장흥리 TS 2A단면 최상부의 절대고도는 약 33.8m이며, 최하부의 절대고도는 약 32.9m이다. 절대고도 33.8m부터 시작된 토양층기를 포함한 황갈색 찰흙층은 절대고도 33.5m까지 분포하며, 토양층기의 꼬리는 약 33.4m까지 연장되어 나타난다. 절대고도 33.5m부터 33.0m까지 약 50cm두께를 갖는 구간은 점토층이 협재한 갈색의 니사질 찰흙층이 존재하며, 이로부터 최하부의 청회색 유기질 점토층사이에는 녹색의 점토층이 불과 수 cm의 두께로 협재한다.

③ 진주 장흥리 TS 2B단면

진주 장흥리 TS 2B단면은 TS 2A단면의 우측에서 동일한 구간이며, 횡적으로 퇴적상이 TS 2A단면과 상이하므로 구간에서도 시료를 채취하였다. 단면의 최상부와 최하부의 절대고도는 TS 2A단면과 동일한 약 33.8m에서부터 32.9m까지이다. 절대고도 33.8m부터 시작된 토양층기를 포함한 황갈색 찰흙층은 절대고도 33.5m까지 분포하며, 토양층기의 꼬리는 약 33.4m까지 연장되어 나타난다. 절대고도 33.5m부터 33.0m까지 약 50cm 두께를 갖는 구간은 점토층이 협재한 갈색의 니사질 찰흙층이 존재하며, 이로부터 최하부의 청회색 유기질 점토층사이에는 녹색의 점토층이 수 cm의 두께로 협재한다.

④ 진주 장흥리 TS 3단면

진주 장흥리 TS 3단면은 절대고도 33.0m부터 32.1m까지의 구간에 분포한다. 약 32.5m구간에 협재하는 약 10cm두께의 청회색 조립 니질층을 기준으로 상부에는 청회색의 유기질 점토층이 분포하며, 하부에는 다시 청회색 조립 니질층부터 해발고도 32.3m까지는 회색찰흙층이 분포하

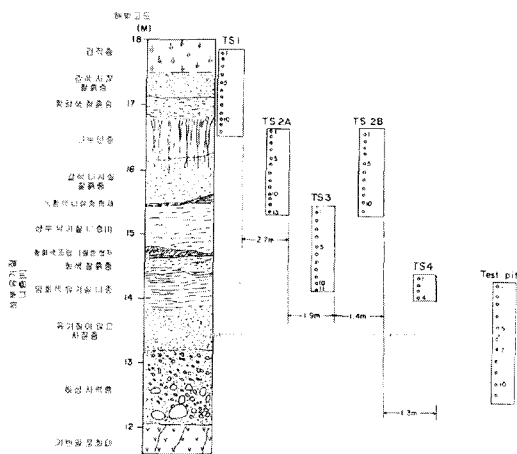


그림 3. 진주 장흥리 계단 트랜취 단면(TS)의 암상분포와 시료채취 위치 (연대측정 결과, TS2A-13(유기질니층) : 10,780 ± 100yrsB.P, TS3-11(유기질니층) : 14,600 ± 190yrsB.P, Test Pit-No7(사질층하부목편) : 15,070 ± 20yrsB.P)

며, 이로부터 단면의 최하부인 해발고도 32.1m까지는 암회색의 유기질 점토층이 분포한다.

⑤ 진주 장흥리 TS 4단면

진주 장흥리 TS 4단면이 분포하는 구간은 절대고도 32.4m부터 32.0m까지의 약 40cm두께를 갖는 구간으로 이 구간의 시료는 전술한 TS 3단면의 최하부구간인 암회색의 유기질 점토층에 해당한다.

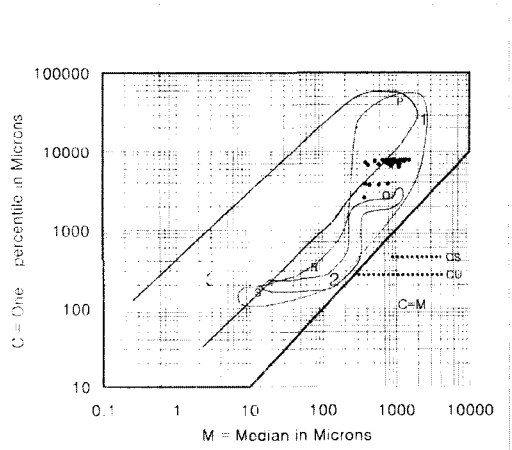
⑥ 진주 장흥리 TS 5단면

진주 장흥리 TS 5단면이 분포하는 구간은 절대고도 31.9m부터 31.0m까지의 약 90cm두께를 갖는 구간으로 유기질 성분을 다량 함유한 사질층이 해발고도 31.5m까지 약 40cm두께로 분포하고 이로부터 단면의 최하부인 해발고도 31.0m까지는 하부로 갈수록 직경이 커지고 자갈의 비율도 높은 하성 사력층이 분포한다.

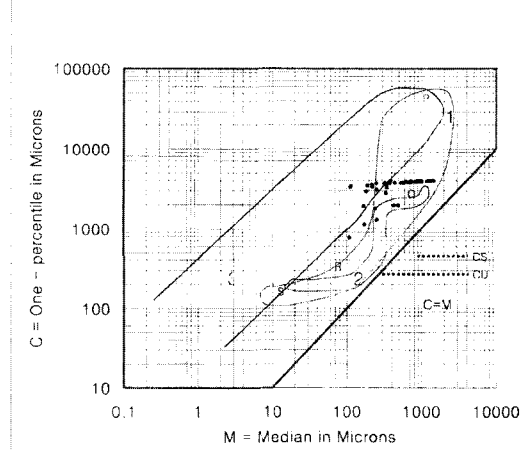
(2) 퇴적물의 이동과 집적양상

진주 장흥리 대표토양 단면과 계단트랜취 단면에서 채취한 토양과 퇴적물 시료에 대한 입도 분석 결과를 이용하여 입도중양값(ϕ_{50} , M)과 조립물-1% 입도(C)를 구하고, 이를 이용하여 C-M

다이아그램 분석을 실시하였다. 대표단면의 토층에 나타나는 C와 M 변수를 대수방안지에 표시해 보면, C=M 선을 중심으로 P-Q 영역에 분포하는 경향을 강하게 보이고 있다. 이러한 분포양상은 Bull(1962)의 해석을 토대하면, 퇴적물 구성 입자들은 일시천(ephemeral stream)의 유수작용에 의하여 바닥짐(bed load) 형태로 이동한 것으로 해석된다(그림 4a, 4b). 특히 조립사들은 차별적으로 견인작용(traction)에 의해 이동되다가 하천이 돌아갈 때, 유수에너지가 감소되어 강가에 집적되었을 것으로 판단된다. 장흥리 일대는 남강이 현재 위치로 천이하기 전에 유수가 곡류하는 지점에 위치하여 있었으며, 이러한 위치는 특히 유수에너지가 비교적 강했던 지역으로 보인다. 한편, 계단 트랜취 단면의 토층에 대한 C와 M 변수를 대수방안지에 표시해 보면, C=M 선을 중심으로 Q 영역 주변에 많이 모이며, 일부는 영구천에 나타나는 성층부유(graded suspension)에 의한 퇴적물로 분류되며, 다른 일부는 일시적 하천 범람에 따른 니류작용에 의해 이동된 것으로 보인다. 이러한 입도분포 양상은 퇴적물 입자들이 일시천(ephemeral stream)의 유수작용에 의한 바닥짐(bed load) 형태의 이동과 더불어 국부적으로 영구천(perennial stream)도 점점 더 우세



4a : 대표 토양 단면



4b : 계단트랜취 단면

그림 4. 진주 장흥리 퇴적물에 대한 C-M 다이아그램 특성도

해지면서 부유물 이동과 집적도 상당히 포함된 지층임을 말해 준다(Bull,1962; Passega,1964; Passega, et al,1969). 장흥리 일대의 고기 남강 혹은 남강의 소지류는 초기에 일시천이었으며, 장흥리는 하천유수가 곡류하는 지점에 위치하여 있어 유수 에너지가 강할 때는 주기적으로 범람이 일어났다. 범람성 유수 유입으로 인하여 집적된 퇴적물은 후속되는 토양화 과정으로 인해 2차적으로 더 세립화되었을 것으로 판단된다. 요컨대 장흥리 유적에서 나타나는 조립사가 우세한 퇴적물은 주로 얇게 흐르는 일시천에 흔히 나타나는 망상하천(braided stream)의 유수작용 형태와 상당히 유사하며, C-M 분포특성상 P-Q 영역에 집중되는 경향을 보여주고 있고, 국지적으로 부유작용과 니류작용에 의한 퇴적물이 협재하여 있는 것으로 해석된다(그림 4a, 4b).

(3) 토양 균열조직 특성

약 16m부근에 나타나는 니질 고토양층에서 균열조직을 발견할 수 있었는데, 기존의 다른 지역에서의 토양췌기(soil wedge)와는 형태적으로 다른 모습을 띄고 있다. 첫 번째로 형태상으로는 수직적이기는 하나 그 형태가 망상으로 많이 교란되어 있으며, 두 번째로 공간분포나 고도상 연속성이 제한되며, 각각의 개체간의 연장방향이 다양하다. 기존의 동결과 융해작용에 의한 토양 췌기는 위쪽이 비슷한 고도에서 하방으로 직선의 형태가 많으며, 위에서 볼 때, 다각형으로 형성된 부분, 즉 평면형태는 각각의 췌기가 그물형태로 연결되어 있다. 이와 같은 동토성 균열조직은 한랭·건조한 상태에서 토양조직이 덩어리별로 깨어져 그 사이에 흠이 생기고, 물이 통과하면서 주변토양이나 광물질이 충전되기도 하고 수화작용을 일으키기도 하면서 한 방향으로 지속적인 발달 결과 수직적으로 상당히 연장되어 발달한다. 그러나 본 연구지역 균열조직은 형태상 매우 불량하고 교란되어 있어 이러한 모습과는 상당히 다르다. 그 이유는 토양 특성과 형성 과정 형성환경의 차이 때문이라 여겨진다. 특히

장흥리 일대의 토양은 니질이 상당히 많으며, 수분의 함유에 따라 부피 변화도 큰 편이다. 그리하여 대기상태의 건조에 따른, 토양수분의 건조상태가 유발되면서 토양조직내의 수축(shrinkage) 효과에 의해 균열(cracks)이 발달한다. 이러한 균열작용은 전반적으로 건조한 환경이 계속 유지되면, 상당히 깊은 심도까지 발달하나, 다시 토양내 수분 공급으로 인해 습윤한 토양환경으로 되면, 수축효과에 의한 균열형태를 잃으며 오히려 토양팽윤(swelling)이 발생하기 쉬워진다. 요컨대, 본 장흥리 일대의 균열조직 혹은 토양췌기의 형태는 기존의 동결과 융해성 토양췌기와는 달리 상당히 건조한 환경하에서 형성되는 일종의 건조균열(dessication crack)으로 보는 것이 타당할 것으로 사료된다.

(4) 유적지 퇴적층의 형성환경 변천

본 연구내용을 종합하면, 약 15,000년 이전에 남강이 이 지역을 흘러가면서 하성퇴적물을 남겼으며, 그 하상고는 12.4m 였던 것으로 여겨진다. 그리고 점차적으로 사력층, 사층, 니층이 쌓여진 형태로 보아 전체적으로 상향세립화 층준을 형성시켰다. 이는 유수 에너지가 점차 작아지는 환경으로 유량이 줄어들거나, 본류의 유로에서 공간적으로 점차 더 멀어져 전형적인 범람원 퇴적상을 형성하는 환경으로 변천을 의미한다. 이후 유기질이며 세립질 퇴적층이 형성되는 환경이 조성되었는데, 이는 당시 배수가 불량했던 습지환경에 기인하는 것으로 사료된다. 습지환경이 조성되기 위해서는 주변보다 고도가 낮은 환경을 이루어야 하기 때문에, 이 시기에 이미 남강본류의 cut-off가 일어나 이 지역이 구유로가 되었던 것으로 추정된다. 남강본류의 cut-off의 발생시기는 약 15,000~14,500년경으로 추정되며, 이 시기에 큰 홍수가 있었던 것으로 사료된다. 이후 구유로 및 범람에 의해 세립질의 퇴적이 이루어졌으며, 국지적 지형이 와지였던 곳이나, 지류에 의해 침식되었던 곳이 범람으로 인한 니질물이 렌즈상으로 채워졌다.

(5) 광물과 지화학 조성 특성

장흥리 유적의 대표단면인 서벽면의 토층은 전반적으로 갈색, 암갈색, 황갈색을 띠며 석영, 장석, 흑운모(녹니석), 백운모 및 각섬석 결정편과 녹니석, 일라이트, 고령토, 질석과 같은 점토 광물이 산화철 및 수산화철 광물과 혼화되어 기질부를 구성한다. 석영 결정편들은 둥글고 기질부가 더 많은 퇴적물인 점으로 보아 퇴적물은 원거리에서부터 범람시 빠른 시간에 형성되었을 것으로 추측된다. 토층에 함유된 압편들은 편마암류가 가장 우세하고, 사암도 산출되는 점으로 보아 본 유적지 토양층은 남강의 상류부에 위치한 주로 선캄브리아기 편마암복합체로부터 유래되었고, 일부는 주변 지역의 중생대 경상계 퇴적층(진주층 등)이 유래되어 혼화된 특성을 보인다. 토양의 지화학적 특성은 SiO₂의 함량이 59% 내외로 상당히 결핍되어 있고, Fe₂O₃가 7% 이상으로 극히 부화되어 있으며, Al₂O₃, MgO, K₂O 및 TiO₂가 다소 부화됨이 특징을 보인다. 전체적으로 각 단면의 토양 구성광물이나 지화학적은 토층단면의 수평 혹은 수직 방향으로 큰 차이를 보이지 않으며, 매우 균질한 특성을 보인다.

(6) 고지자기 대자율

장흥리 대표단면인 서벽면 2.23m 시료에 대한 대자율의 분포특성은 하부로부터 JJc_1 (paleomagnetic cycle_1 at Jinju section)에서 JJc_2까지 크게 3개의 지층으로 구분 가능하다(그림 5).

- 1) JJc_1(2.23-1.55 mbs) : 대자율 값의 기복을 보이는 부분(A와 C)과 기복이 거의 없는 부분(B와 D)이 두 번 반복되고 있다(JJc_1A (2.23-2.05 mbs), JJc_1B (2.05-1.83 mbs), JJc_1C(1.83-1.65 mbs), JJc_1D(1.65-1.55 mbs))
- 2) JJc_2(1.55-0.12 mbs) : 대자율 변화 체계로부터 5개의 커로 구분된다.(JJc_2A, 1.55-1.35 mbs; JJc_2B, 1.35-0.95 mbs; JJc_2C, 0.95-0.74 mbs; JJc_2D, 0.74-0.24 mbs; JJc_2E, 0.24-0.12 mbs). 토양화과정이 진행될수록 토양색이 붉

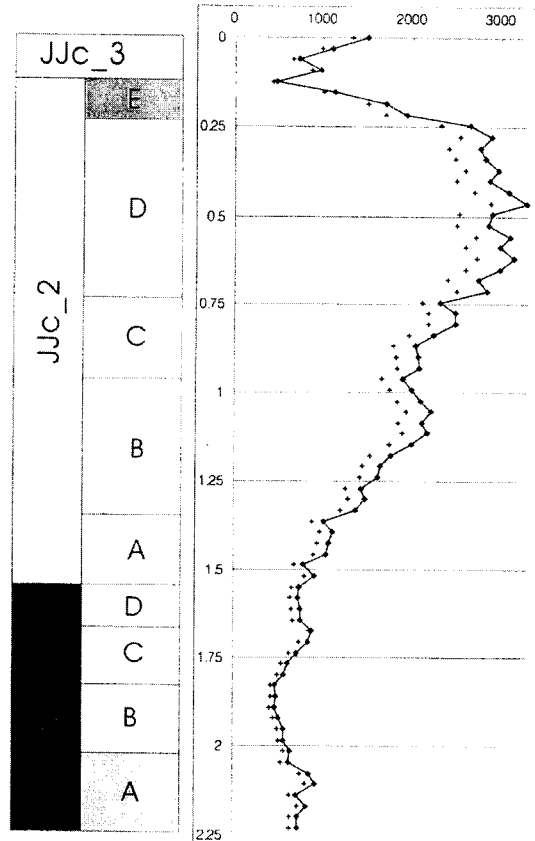


그림 5. 진주 장흥리 유적 대표 토양단면의 대자율 변화 특성

을수록 대자율 값이 커지는 경향이 있다.

- 3) JJc_3(0.12-0 mbs) : 하부 지층인 JJc_2와 토양 색상으로 구분이 가능하다. 대자율 감소 패턴이 갑자기 v 자로 꺾이는 0.12 mbs 지점부터이다.

(7) 화분분석

장흥리 산출 화분은 관목이나 교목의 화분 산출이 매우 미약한 반면에, 초본식물의 화분이 주종을 이루는 양상을 보이며, 양치류 포자와 담수 조류화석이 전 층준에 걸쳐 지속적으로 다량 산출된다. 5개 구분되는 화분분대는 (1) JH-I : *Abies-Betula* Zone (해발 14.0 - 14.7 m), (2) JH-II : Non-arboreal pollen Zone (해발 14.7 - 15.2 m), (3) JH-III : *Pinus-Quercus-Alnus* Zone (해발

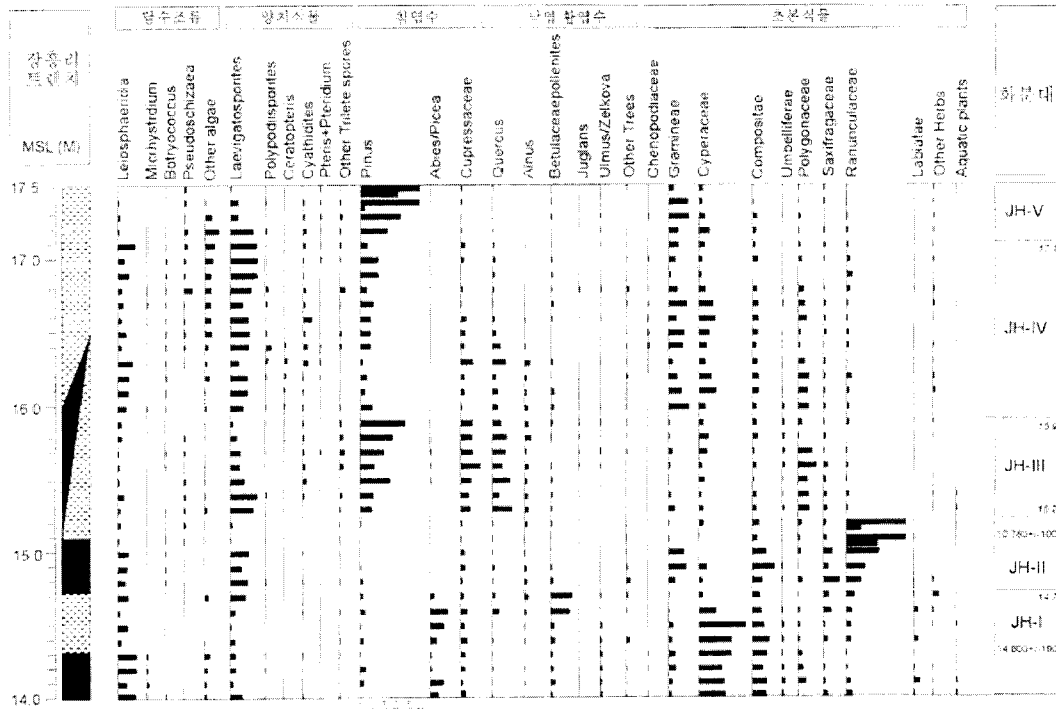


그림 6. 진주 장흥리 유적의 화분도표

표 1. 진주 장흥리 화분분석에 의한 화분대 구분표

화분대	암상	화분, 포자군집		식생	고기후
		목본	초본		
JH-V	암녹갈색 니질토	<i>Pinus</i>	(<i>Gramineae</i>)	침엽수림	온랭
JH-IV	암회색 니질토 및 토탄질 점토	<i>Pinus-Quercus</i>	(<i>Polypodiaceae Gramineae</i>) * <i>Ceratopteris</i>	침엽수/활엽수 혼효림	온난
JH-III	니질 고토양	<i>Pinus-Quercus-Alnus</i>	(<i>Polypodiaceae Polygonaceae</i>)	활엽수/침엽수 혼효림	온랭
JH-II	유기질 점토	<i>Non-arboreal pollen</i>	(<i>Ranunculaceae</i>)	저습지 식물군	
JH-I	담회색 니질토 및 갈회색 니층	<i>Abies-Betula</i>	(<i>Cyperaceae-Compositae</i>)	고산 식물군	한랭

15.2 - 15.9 m), (4) JH-IV : *Pinus-Quercus* Zone (해발 15.9 - 17.1 m), 그리고 (5) JH-V : *Pinus* Zone (해발 17.1 - 17.5 m)이다(그림 6, 표1). 화분 분대에 나타나는 고식물을 근거로 환경을 고찰해보면, (1) 고산 식물군 (JH-I), (2)저습지 식물군 (JH-II), (3) 활엽수/침엽수 혼효림 (JH-III), (4) 침엽수/활엽수 혼효림 (JH-IV), 그리고 (5) 침엽수림 (JH-V)으로 변천하였다. 전체적으로 진주

장흥리 지역은 계속하여 저습지 환경을 유지하여 왔으며, 주변의 산지는 오리나무류 - 참나무류 - 소나무류로 우점종이 전이하는 정상적인 식생변천 과정을 거쳐왔다. 저습지 초본식물의 화분군집으로 구성된 NAP (Non-arboreal pollen) 화분대는 이 구간의 유기질 점토층을 형성시킨 국지적인 환경을 반영하는 것으로 추정된다. 이 구간에서는 10.780±100 yr.BP의 절대연령이 측정되었

표 2. 진주 장흥리 화분분석 결과 갱신세말-현세 퇴적물의 화분대 비교

시대 (년 전)	화성 만년제 (전희영 외, 1988)	함평 당하산 유적지 (김주용 외, 2001)	진주 장흥리 유적지 (급변연구)	식생
1000	Pollen Zone II <i>Pinus</i>	HP-III <i>Pinus</i>	JH-V <i>Pinus</i>	침엽수림
2000				
3000	Pollen Zone I <i>Alnus-Quercus-Pinus</i>	HP-II <i>Pinus-Quercus</i>	JH-IV <i>Pinus-Quercus</i>	침엽수/활엽수 혼효림
3500		HP-I <i>Quercus-Alnus</i>	JH-III <i>Pinus-Quercus-Alnus</i>	
		10,780±100 →	JH-II <i>Non-arboreal pollen</i>	저습지 식물군
		14,600±190 →	JH-I <i>Abies-Betula</i>	고산 식물군

다. 최하부의 *Abies-Betula* 화분대는 현재로서는 한반도 현세 화분대에서 대비층을 찾을 수 없고, 탄소동위원소에 의한 절대연령측정결과 14,600±190 yr.BP의 연대를 얻었으며, 이는 장흥리 유적 일대 식생이 최종빙기말의 한랭한 환경과 관계있음을 의미한다(표 2).

6. 제4기 지층 형성환경 요약 및 종합 논의

장흥리 유적의 토층을 구성하는 암편들은 편마암류가 가장 우세하며, 사암도 산출되고 있다. 본 유적지 토층 구성물은 남강 상류에 위치한 선캄브리아기 편마암복합체로부터 유래되었으며, 일부는 주변의 중생대 경상계 퇴적층인 진주층 내 사암 등에서 유래되고 있다. 장흥리 일대의 퇴적층은 고기 남강과 그 지류의 유로와 관련되어 있다. 특히 최종빙기말의 주로 소계곡의 말단부에 위치하여 일시천(ephemeral stream)이 발달하였으며, 이러한 유수작용에 의하여 바닥짐(bed load) 형태로 퇴적물이 이동되고 집적되었을 것으로 해석된다. 그러나 최종빙기말 이후 남강이 현재의 위치로 이동하면서 현재의 장흥리 유적지 일대는 배후습지가 조성되었고 국지적인 하천 범람도 수반되면서 성층부유(graded suspension)

에 의한 퇴적물이 많아지게 되었다. 일시적인 하천 범람에 따른 혼탁류와 니류 작용도 국부적으로 일어났던 것으로 판단된다. 범람성 유수 유입으로 인하여 집적된 퇴적물은 후속된 토양화 과정으로 인해 2차적으로 토층매질이 세립화되었을 것으로 판단된다.

장흥리 대표단면 서벽면의 형성시기별 대자율 분포특성은 하부로부터 JJc_1, JJc_2, JJc_3와 같이 3개로 분대가 가능하다.

첫째, JJc_1(2.23-1.55 mbs) 분대는 대자율이 상대적으로 낮으며 수회 기복을 보이며 지층의 특징을 보인다. 이들의 형성시기는 적어도 약 2만년 전 이전으로 판단된다.

둘째, JJc_2(1.55-0.12 mbs) 분대는 대자율이 전반적으로 증가하며 5개로 세분대가 가능하다. 대체로 토양화가 많이 진행될수록 적색내지 적갈색을 띠며 대자율 값도 커지는 경향을 보인다. 이 분대는 약 2만년 이후에서 약 6천년 전에 걸친 지층에서 나타난다.

셋째, JJc_3(0.12-0 mbs) 분대는 약 5천년 전 이후 지층으로서 녹황색과 암갈색의 고기 및 현재의 경작층으로서 대자율이 급격히 v 자로 꺾이고 있다.

이러한 대자율의 변화 양상은 다른 고고유적 지에서도 흔히 나타나는 양상으로서 약 2만년

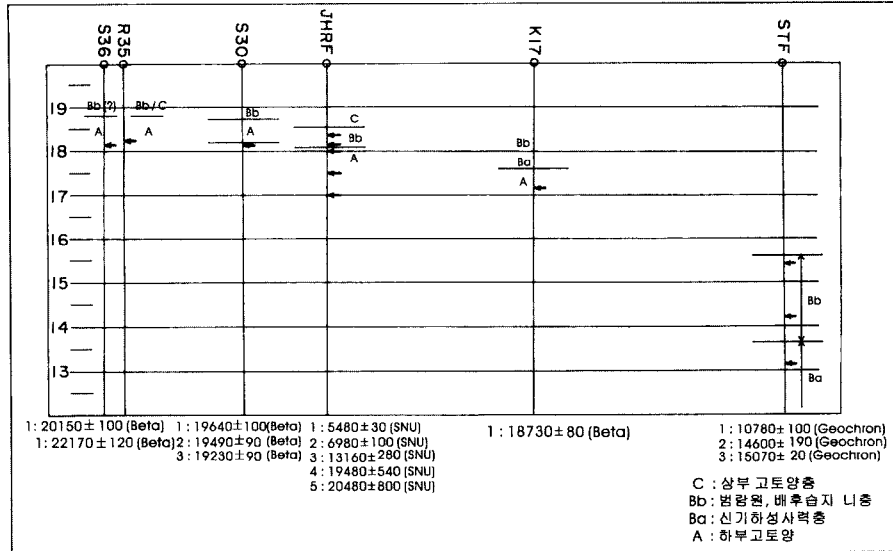


그림 7. 진주 장흥리 유적의 발굴구덩별 퇴적상 및 연대측정 자료

이전 하부 고토양층은 대자율이 아주 낮게 나타나고 있는데, 이들은 LGM 당시의 미약한 생물 활동과 박테리아 활동과 관련이 있는 것으로 잠정 추정된다. 이것은 LGM이후의 기후호전기와 광역적 해수면 상승기와 관련된 1만 8천년전에서 6천년전까지에 걸치는 제2분대에서 대자율이 변화하면서 증가하는 것에서 지지될 수 있는 것으로 판단된다.

한편, 장흥리 조사지점의 화분분석 결과에 따르면, 약 1만년전에는 *Abies-Betula Zone* (JH I : 해발 14.0 - 14.7 m)과 Non-arboreal pollen Zone (JH-II : 해발 14.7 - 15.2 m)이 현저하게 나타나고 있으며, 약 1만년전 이후 홀로세 동안에는 *Pinus-Quercus-Alnus Zone* (JH-III : 해발 15.2 - 15.9 m), *Pinus-Quercus Zone* (JH-IV : 해발 15.9 - 17.1 m), 그리고 *Pinus Zone* (JH-V : 해발 17.1 - 17.5 m)이 우세하게 분포하여 있다.

퇴적층과 방사성탄소연대를 결부해서 해석해보면, 약 14-13만년전 이후 주기적 구남강 범람으로 인하여 유기질 니층이 널리 형성되었고, 약 1만년전까지 지속된 것으로 판단된다. 화분연구에서 약 만년전까지 목본류(*Abies/Picea-Betula*)와 조본류(*Ranunculaceae, Compositae, Cyperaceae*) 들

이 번성했던 것으로 판단된다.

또한 장흥리의 조사 지점에서 균열이 발달한 니질 고토양층은 약 1만년전 이후 범람니질층이 비교적 장기간 대기에 노출됨으로써 형성되었으며, 균열층은 지류성 유수작용으로 인해 극부가 형성되었다. 이 유기질 니층은 렌즈상으로 퇴적되었고, 형성시기는 약 6천년전 이후로 해석된다. 장흥리 지역에서 1만년전 이후 홀로세 기간에는 *Pinus-Quercus-Alnus, Pinus Quercus, Pinus*가 우점하였던 시기이며, 남한의 다른 내륙 지역과 대비가 가능하다(김주용 외, 2001; 전희영 외, 1998; 최기룡, 1990; Park, 1990; Yi, et al, 1996).

끝으로 장흥리 유적지점에 나타나는 제4기 퇴적층의 분포양상과 형성시기를 종합한 후, 이를 기초로 하여 장흥리 일대 제4기 지층 형성환경을 고찰하였다(그림 7). 우선 제4기 지층 분포와 형성시기를 고찰하면, 장흥리 대표단면(JHR-Profile)에서는 최하부 절대고도 약 16m에서 황갈색 니사질 찰흙층이 나타나며, 이 고토양층 내부에서 균열조직을 잘 발견할 수 있다. 이보다 더 상부에는 황색 찰흙층, 암갈색 찰흙층, 농갈색 찰흙층이 나타난다. 대표단면의 토층에 대한 절대연대는 아래에서 위로 가면서 20,480±800yrsB.P (SNU02-336),

19,480±540yrsB.P(SNU02-335), 13,160± 280 yrs B.P (SNU02-334), 6,980±100 yrsB.P (SNU 02-333), 5,480±30yrsB.P (SNU02-332)로 나타났다. 한편, 장흥리 유적 발굴지의 구덩들에서 채취한 숯에 대한 탄소 절대연대를 측정된 결과, 구덩S36에서는 20,150±100yrsB.P(Beta-171404), 구덩S30에서는 19,640±100yrsB.P (Beta-171405), 19,490±90yrsB.P(Beta-171406), 19,230±90yrsB.P (Beta-171409), 구덩 R35에서는 22,170±120yrsB.P (Beta-171407), 그리고 구덩 K17에서는 18,730± 80yrsB.P (Beta-171408) 절대연대를 각각 얻었다. 유적발굴 구덩의 연대는 대표단면의 하부에 나타나는 연대와 유사하다(그림 7).

상기 자료를 기초로 하여 장흥리 일대 제4기 지층 형성환경을 해석해 보면, 약 2만에서 1.8만 년전에는 유적발굴지 남쪽이 북쪽에 비하여 상대적으로 더 높았던 지형을 보였으며, 이로 미루어 볼 때, 최종빙기 최성기의 지형사박이 북쪽방향으로 진행되었음을 알 수 있다. 특히, K15발굴구덩에서 약 17.3m에서 출토된 숯의 절대연대가 K17에서는 약 18.7Ka인 점을 고려하면, 약 19Ka에서부터 지형사박이 현저히 일어나기 시작했다고 판단된다. 이러한 증거는 장흥리 유적지의 북쪽 계단트랜취 단면에 나타나는 최하부 고기 하상역층과 사질층의 경계부에 나타나는 목편 연대가 15,070± 20yrsB.P(GX-28664)인 것에서 유추할 수 있다. 요컨대, 남쪽에서 북쪽으로 지형사박 작용은 최종빙기에서 시작하여 약 1.7만년 전 내지 1.6만년전까지 일어났던 것으로 볼 수 있을 것이다. 본 장흥리 유적은 약 14-13만년전 이후에는 주기적인 범람이 있었던 것으로 판단된다. 이러한 주기적 범람은 유기질 니층의 상한의 절대연대가 10,780± 100yrsB.P(13.3m)인 것을 볼 때, 약 1만년전까지 지속된 것으로 보인다.

끝으로, 계단 트랜취 단면에서 약 16-17m 구간에서 나타나는 황색 및 암회색 반점과 균열이 발달한 니질 고토양층은 동결과 융해에 의해 나타나는 균열조직과 다르며, 이들은 주로 망상 균열부가 현저하고, 분지가 심하며, 다양한 방향으로 토

양조직이 균열되어 있는 특징을 보인다. 장흥리 유적에서 상부에 나타나는 건열층은 범람과 후속된 범람 기간 사이 비교적 장기간에 걸쳐 대기에 노출됨으로써 형성된 건열(dessication cracks)일 가능성이 크다. 본 건열층은 소규모 지류성 유수작용으로 인해 곡부가 형성되었으며, 이 속에 유기질 니층(토탄질 점토층)이 렌즈상으로 퇴적되었다.

7. 결론

(1) 경남 진주시 집현면 장흥리 일대는 제4기 동안에 현재 남강이 우회했던 지점이다. 장흥리 일대 제4기 퇴적층을 구성하는 퇴적물의 주구성 암편들은 편마암류가 가장 우세하며 사암도 산출되고 있다. 장흥리 일대 제4기 지층 구성물질은 남강 상류에 위치한 선캄브리아기 편마암복합체로부터 주로 유래되었으며, 일부는 주변 중생대 경상계 퇴적층인 진주층내 응회질 사암 등에서 유래되고 있다. 장흥리 일대 제4기 하성퇴적층은 트랜취 단면 연구결과 하부로부터 하부 고토양층, 신기하성 사력층, 범람원과 배후습지 기원의 유기질 니층, 그리고 상부 고토양층으로 구분가능 하다. 고토양층내에 균열조직이 발견되며, 황색 니사층, 암갈색 니사층, 농갈색 니사층들로 구성된다.

(2) 장흥리 퇴적물의 입도분석 결과, 장흥리 일대 퇴적물은 고기 남강과 그 지류와 관련되어 집적되었는데, 특히 최종빙기말 소계곡 말단부에 위치하는 일시천(ephemeral stream)의 유수작용에 의하여 초기에는 바닥짐(bed load) 형태로 이동, 집적되었다. 최종빙기말 이후 고기 남강이 현 위치로 이동되면서 장흥리 일대는 배후습지가 조성되었는데, 습지내로 주기적인 하천 범람이 수반되면서 성층부유물(graded suspension load)에 의한 퇴적물이 상부에 많이 집적되었다. 장흥리 일대 퇴적층의 시험구덩(pit)에서 채취한 숯에 대한

탄소 절대연대를 측정한 결과, 18Ka-22Ka에 형성되었음을 알 수 있다.

- (3) 장흥리 지점의 화분분석 결과, 화분분대는 약 1만년 전에는 *Abies-Betula Zone* (JH-I : 해발 14.0 - 14.7 m)과 Non-arboreal pollen Zone (JH-II : 해발 14.7 - 15.2 m)으로 구분가능하며, 약 1만년전 이후 홀로세 동안에는 *Pinus-Quercus-Alnus Zone* (JH-III : 해발 15.2 - 15.9 m), *Pinus-Quercus Zone* (JH-IV : 해발 15.9 - 17.1 m), 그리고 *Pinus Zone* (JH-V : 해발 17.1 - 17.5 m)으로 구분 가능하다.
- (4) 장흥리 제4기 퇴적층의 분포와 형성시기를 기초로 제4기 하성지형 변화, 발달시기 및 지층형성 환경을 해석하면 다음과 같다.
- 1) 장흥리 조사지점은 약 2만에서 1.8만년전에는 장흥리의 남쪽이 북쪽에 비하여 상대적으로 더 높았던 지형을 보였으며, 이로 미루어 볼 때, 최종빙기 최성기의 지형사박이 북쪽방향으로 진행되었음을 알 수 있다.
 - 2) 장흥리 북쪽에서 최하부 고기 하상역층과 사질층은 장흥리 남쪽에서 북쪽으로 일어난 지형사박 이후, 약 1.7만년전 내지 1.6만년전까지 일어났던 것으로 해석된다.
 - 3) 장흥리 지점 일대는 약 14-13만년전 이후에 주기적인 구남강의 범람이 있었던 것으로 보며, 이러한 범람은 유기질 니층의 형성과 관련하여 약 1만년전까지 지속된 것으로 판단된다. 화분연구 결과에 의해, 약 1만년 전에 *Abies-Betula*와 초본류들이 번성했으며, 이들은 최종빙기 최성기 이후의 주요 식생으로 판단된다.
 - 4) 장흥리의 조사 지점에 나타나는 황색 및 암회색 반점과 균열 발달 니질 고토양층은 건열층이 발달하며, 이들은 범람과 후속된 범람 기간 사이 비교적 장기간에 걸쳐 대기에 노출됨으로써 형성된 되었다. 건열층은 지류성 유수작용으로 인해 곡부

가 형성되었으며, 이 안에 유기질 니층이 렌즈상으로 퇴적되었으며, 이의 형성시기는 약 6천년전 이후로 해석다. 1만년전 이후, 홀로세에는 *Pinus-Quercus Alnus*, *Pinus-Quercus*, *Pinus*가 우점하였던 시기로서 이 화분대는 남한 내륙 다른 지역과의 대비가 가능하다.

참고문헌

김주용, 양동윤, 봉필윤, 남옥현, 이진영, 김진관, 2001, 서해안 고속도로 함평-영광간 발달조사 지역 자연과학 분석. 목포대학교박물관 학술총서 제72책. 함평 장년리 당하산유적. pp. 379~509. 목포대학교박물관/한국도로공사.

전희영, 김유봉, 김복철, 최용석, 최홍규, 이상헌, 1998, 경기도 화성군 태안읍 안령리 일대의 만년제 복원을 위한 시추 및 지질환경 조사연구 사업 보고서. p. 106, 한국자원연구소.

최기룡, 1990, 익산미륵사지의 화분분석연구. 문연 35360-846 연구보고서.

Bull, W.B., 1962. Relation of textural (CM) patterns to depositional environment of alluvial-fan deposits. Jour. Sed. Petrol., 32(2), pp. 211~216.

Park, I. K., 1990, A pollen analytical study of the peat sediments from the Chollipo Arboreum in southwestern Korea. Korean Journal of Ecology, v.13, no.4, pp. 309~318.

Passega, R., 1964. Grain size representation by CM patterns as a geological tool. Jour. Sed. Petrol., 34(4), pp. 830~847.

Passega, R. and Byramjee,R.,1969. Grain-size image of clastic deposits. Sedimentology 13, pp. 233~252.

Yi, M.S, Kim, J.M, Kim, J.W & Oh, J.H, 1996. Holocene pollen records of vegetation history and inferred climatic changes in a western coastal region of Korea. J. Paleont. Soc. Korea, v.12, no.2, pp. 105~114.