

## 제천 의림지 호저퇴적물 퇴적환경과 형성시기 고찰

김주용\* · 양동윤\* · 이진영\* · 김정호\*\* · 이상현\*\*\*

\*한국자원연구소 지질연구부 제4기 지질연구팀, \*\*탐사개발연구부 포템설전자팀  
\*\*\*자연재해방재사업단

### Depositional Environment and Formation Ages of Eurimji Lake Sediments in Jaechon City, Korea

J. Y. Kim\*, D. Y. Yang\*, J. Y. Lee\*, J. H. Kim\*\* and S. H. Lee\*\*\*

\*Geology Div., \*\*Resources Exploration Div.,

\*\*\*Center for Natural Hazard Prevention, Korea Institute of Geology, Mining and Materials

### 요 약

의림지 퇴적층의 형성환경, 성인 및 형성시기를 해석하기 위하여 제천시 모산동 일대에 위치하는 의림지 일대에서 제4기 지질조사와 물리탐사를 실시하였다. 연구의 목적을 달성하기 위하여 음향측심, 호저 표층 시료 및 수상시료에 의한 주상시료 채취, GPR 물리탐사, 호저 퇴적물의 입도분석, 화분분석 및 탄소연대를 측정하였다. 야외조사와 실내분석 결과, 의림지 호저 표층은 부분적으로 인위적으로 교란되거나 매립되기도 했던 흔적이 있으며, 호저의 자연구배를 따른 유수작용으로는 설명할 수 없는 굴곡부를 보이고 있다. 대부분의 호저 퇴적물은 계절적인 집중호우시에 발달하는 범람유수, 의림지 주변 교량부근 계곡과 수로들을 따라 유입되는 하천수 등에 의하여 의림지 안에 조약성 내지 부유성 입자들이 많이 유입되어 집적된 것으로 해석된다. 그리고 대부분 균질 부유물은 의림지의 중앙이나 제방이 있는 하류부에 집적되어 있다. 의림지 호저 표층에는 퇴적물의 CM 다이그램분석에서 나타나듯이 교란류나 니류작용이 발달하여 있으며 이는 의림지하부에 기반암 위에 발달하는 퇴적층으로부터 퍼압수가 형성되어 상승류가 작용하기 때문인 것으로 판단된다.

시추 주상시료 중에서 ER-1호공과 ER-3-1호공의 시료는 인간간섭이나 퇴적층의 교란이 적으며, 입도 분석 결과, 분급도는 불량하고, 대부분 세립질 모래와 니질물로 구성되어 있으며, 입도의 첨도와 왜도변화가 아주 다양하게 나타나고 있어, 의림지의 호저 퇴적층은 여러 번의 상이한 기작에 의한 퇴적작용이 중첩되어 형성된 퇴적층으로 해석된다. 시추주상도, 음향측심 및 GPR 물리탐사 단면과 이의 해석자료에 의하면 의림지의 퇴적층은 하류의 제방으로 갈수록 두꺼워지며, 바닥까지의 수심도 GPR 측선9에서와 같이 약 8m로 특히 깊어지는 것으로 나타났다. 한편, 의림지의 2개 시추주상시료(ER-1호공과 ER-3-1호공)에 대한 화분분석 결과, 2개의 화분대로 구분됨이 밝혀졌으며, 하부분대는 목본류 화분이 초본류보다 우점하고 있으며, 상부분대는 반대로 초본류가 목본류보가 더 우점하는 현상을 보이고 있다. 이들 화분대는 현재 습한 온대지역의 수성 혹은 수성주변 환경이 지배하는 산악이나 구릉지에서 흔히 나타나는 침엽수-낙엽활엽수의 혼합림 식생상태를 잘 대변해 주고 있는 것으로 판단된다.

끝으로, 의림지 호저 퇴적층 중에서 인위적인 교란흔적이 없는 암회색 유기질 나층에 대한 탄소연대측정 결과, 제1호공 12번 시료에서  $950 \pm 40$  years B.P을 얻었으며, 제3-1호공에서도 아래로 내려가면서 8, 10, 11번 시료에 대하여  $600 \pm 30$  years B.P,  $650 \pm 30$  years B.P,  $800 \pm 40$  years B.P의 연대측정 결과를 획득하

였다. 이상과 같은 의림지 호저 퇴적층의 형성환경과 형성시기 연구를 통하여 의림지의 제방축조의 최초시기를 해석해 보면, 의림지의 제방은 적어도 과거 약 827년 전에서 866년 전에는 이미 축조되어 있었음을 알 수 있다. 과거 제천 일대에 살았던 옛사람들이 의림지 하류의 곡지중앙과 고기 충적선상지에 대한 관계 용 용수조달의 필요성에 부응하여 상류부 곡지하천의 자연입지 환경을 최대한 이용하여 축조한 것으로 판단된다.

## ABSTRACT

Quaternary Geological and geophysical investigation was performed at the Eurimji reservoir of Jaecon City in order to interprete depositional environment and genesis of lake sediments. For this purpose, echo sounding, bottom sampling and columnar sampling by drilling on board and GPR survey were employed for a proper field investigation. Laboratory tests cover grain size population analysis, pollen analysis and  $^{14}\text{C}$  datings for the lake sediments.

The some parts of lake bottom sediments anthropogenically tubated and filled several times to date, indicating several mounds on the bottom surface which is difficult to explain by bottom current. Majority of natural sediments were accumulated both as rolling and suspended loads during seasonal flooding regime, when flash flow and current flow are relatively strong not only at bridge area of the western part of Eurimji, connected to stream valley, but at the several conduit or sewage system surrounding the lake. Most of uniform suspend sediments are accumulated at the lake center and lower bank area. Some parts of bottom sediments indicate the existence of turbid flow and mudflow probably due to piezometric overflowing from the lake bottom, the existence of which are proved by CM patterns of the lake bottom sediments.

The columnar samples of the lake sediments in ER-1 and ER-3-1 boreholes indicate good condition without any human tubation. The grain size character of borehole samples shows poorly sorted population, predominantly composed of fine sand and muds, varying skewness and kurtosis, which indicate multi-processed lake deposits, very similar to lake bottom sediments. Borehole columnar section, echo sounding and GPR survey profilings, as well as processed data, indicate that organic mud layers of Eurimji lake deposits are deeper and thicker towards lower bank area, especially west of profile line-9. In addition the columnar sediments indicate plant coverage of the Eurimji area were diveded into two pollen zones. Arboreal pollen(AP) is predominant in the lower pollen zone, whereas non-arboreal pollen(NAP) is rich in the upper pollen zone. Both of the pollen zones are related to the vegetation coverage frequently found in coniferous and deciduous broad-leaved trees(mixed forest) surrounded by mountaigns and hilly areas and prevailing by aquatic or aquatic margin under the wet temperate climate.

The  $^{14}\text{C}$  age of the dark gray organic muds, ER1-12 sample, is  $950 \pm 40$  years B.P. As the sediments are anthropogenetically undisturbed, it is assumed that the reliability of age is high. Three  $^{14}\text{C}$  ages of the dark gray organic muds, including ER3-1-8, ER3-1-10, ER3-1-11 samples, are  $600 \pm 30$  years B.P,  $650 \pm 30$  years B.P,  $800 \pm 40$  years B.P in the descending order of stratigraphic columnar section. Based on the interpretation of depositional environments and formation ages, it is proved that Eurimji reservoir were constructed at least  $950 \pm 40$  years B.P, the calibrated ages of which ranges from 827 years, B.P to 866 years B.P. Ancient people utilize the natural environment of the stream valley to meet the need of water irrigation for agriculture in the local valley center and old alluvial fan area.

## 서 론

충북 제천시 모산동에 위치하는 의림지 일대는 선캠브리아기 백운모 편마암류가 모산동 일대 제2의림지 부근에 나타나고 있으며, 의림지 부근에는 백악기 제천화강암이 화강암이 분포한다. 의림지가 발달하고 있는 계곡은 선캠브리아기 편마암과 백악기 화강암이 주향이동성 단층에 의하여 의림지 북쪽에 위치하는 산지가 상당히 교란되어 있고 화강암이 편마암내로 빼기모양으로 들어간 곳에 위치하고 있다. 의림지 계곡 상류를 거슬러 올라가면 제2의림지 부근에는 현 하상보다 더 높은 위치에 구하상 역층이 널리 발달하고 있다. 하상역들은 의림지의 북쪽 내지 북동쪽 경사면으로부터 북서쪽으로 발달한 계곡 중앙을 향하여 이동된 암쇄물들로 구성되고 있다. 의림지 상류의 계곡 남서쪽에는 편마암류가 분포하고 있고 비교적 가파른 산세를 보이지만 의림지로 내려 올수록 계곡의 양안에 모두 화강암이 분포하여 있다. 제천화강암류는 주로 흑운모가 많은 중조립질 화강암이므로 풍화작용에 비교적 약한 암석으로 분류된다. 이를 암석의 차별풍화에 의하여 제천분지가 형성된 것으로 해석된다. 의림지 주변 일대의 현하상에는 자갈을 위주로 하는 사력층이 널리 분포하는데, 제2의림지로 갈수록 이들의 분포는 더 두드러진다. 의림지보다 하류지역은 지표 풍화가 심하고, 의림지를 중심으로 계곡 양쪽에 하상퇴적층이 잘 발달해 있다. 의림지는 계곡 아래 쪽에 위치하며 화강암의 풍화와 차별침식이 촉진되어 하천계곡이 형성될 수 있었던 지역에 위치하고 있다. 의림지 하류는 신월동 방향으로 가면서 하천이 기반암 삭박에 의해 깊은 계곡이 발달하며, 반대로 구비행장 및 청전동 방향으로 가면서 전형적인 하상 모래층과 자갈층들이 호층을 이루면서 발달해 있다. 의림지 하류 중에서도 중간지대는 지형고도가 양쪽에 발달한 계곡에 비하여 상대적으로 높은 지역으로서 주로 경작지로 이용되고 있다.

본 연구는 충북 제천시 모산동 의림지 일대 지

질, 지형조사와 의림지내 시추조사와 물리탐사를 통한 퇴적물의 층위와 퇴적물의 분포해석, 퇴적물 입도분석, 화분분석 및 연대측정 등을 실시함으로써 의림지 호저퇴적물의 분포특성, 형성환경, 및 시기를 규명하는데 목적이 있다. 이를 위하여 의림지 호저 등수심도와 예상유로도 및 호저 층위단면도를 작성하였고, 퇴적물 입도분석 결과 퇴적물 이동 및 형성과정을 해석하고, 호저 유기질 점토에 대한 연대측정을 통하여 의림지 호저 퇴적물의 퇴적시기를 해석하고, 최초 제방축조 시기를 고찰하였다.

## 연구절차 및 방법

야외 제4기 지질조사 및 물리탐사의 일환으로 의림지 호저에 대한 측량조사, 연속음향측심, 측량 및 물리탐사 및 시추조사를 실시하여 의림지 호저 지형을 파악하였다. 호저표층 퇴적물의 특성과 분포상태를 파악하기 위하여 호저 표층시료를 채취하였다. 의림지 바닥 표층퇴적물은 음향측심선을 따라 20개소에서 채취하였다. 시추조사는 의림지 위의 바지선에서 실시하였으며, 수상시추를 통해 의림지 호저퇴적물의 주상시료를 획득하였다. 의림지 호저 퇴적물은 5개소에서 시추조사를 실시하였다. 시추위치 선정은 호저퇴적물이 인위적으로나 자연적으로 교란되지 않은 지점을 선정하도록 하였다. 의림지 호저 퇴적물의 수직 및 수평연장을 파악하기 위하여 GPR 물리탐사를 실시하였다. 우선, 측량조사를 위하여 국립지리원의 전자지도 (1:5,000 측척)를 이용하여 의림지 주변의 5개 지점에 대한 절대고도 값을 획득하였다. 이들을 중심으로 약 20개소의 측량기점(station)을 설정하였다.

연속음향측심은 모타보트에 음향측심기를 장착하여 의림지 위에서 측심조사를 실시하였다. 의림지 외곽의 20개 측량기점을 이용하여 모타보트에 적재된 음향측심기로 남북과 동서 방향으로 각각 연속측심조사를 실시하였다. 남북방향의 연속측심조사는 A1~A4까지 4개의 측선을 따라 실시하였고, 동서방향의 연속측심조사는 S1~A8까지 8개

의 측선을 따라 실시되었다. 측심결과 등수심도를 작성하여 의림지 수심의 분포특성을 해석하였다. 조사기간 중에 수시로 약 5회 측정된 저수지 수위는 50 cm 정도 변화폭을 보였다.

저수지 위에서 의림지 퇴적층에 대한 GPR (Ground Penetration Radar) 탐사를 실시하였다. 본 탐사는 동서 4개 측선, 남북 4개 측선에 대하여 각각 실시하였다. GPR 탐사는 천부 반사법에 의한 탄성파탐사 원리와 유사하나 단지 송신파(source)로서 음파가 아닌 전자파(레이이다)를 이용한 것이다. 천부레이이다 반사법탐사는 지표에 송, 수신기를 위치시키고, 지하의 불균질대에서 반사되어온 레이이다파를 이용하여 지하구조를 고분해능으로 영상화하는 방법이다. GPR 안테나에서 방사되는 레이이다파 에너지는 수중으로 뿐만 아니라 공중으로도 전파되나 공기와 물의 물성의 차이에 의하여 대부분의 에너지는 수중로 전파된다. 그러므로 GPR 탐사의 영상은 곧 바로 그 측선 하부의 수중 및 지하단면으로 간주될 수 있다. GPR 탐사는 지표 물리탐사법 중 가장 분해능이 높은 탐사법으로 신속하게 수심 및 그 하부 퇴적층에 대한 정보를 얻을 수 있으나 전자파가 미고결 호성 내지 하성 퇴적층으로 전파되는 순간부터 감쇄가 일어나 지하 천부 자료만을 획득할 수는 제한 점이 있다. 지표 레이이다 반사법 탐사, 즉 GPR 탐사는 수신 안테나와 송신 안테나를 탐사용 보트에 장착시킨 후 측정시작점에서 측정을 시작한다. 보트는 측선을 따라 일정시간 간격으로 이동시키며 측정을 수행한다. 이와 같은 과정을 안테나 시스템이 측선의 종료지점에 도달할 때까지 반복 측정한다. 측정결과, 즉 수신안테나에 감지된 전자파 신호의 세기를 수평축이 측선상의 거리이며, 수직축이 심도 또는 전자파의 전파시간이다. 측선거리와 전자파 전파 시간을 이용한 천부퇴적층의 단면도를 작성하여 음영도로 나타냄으로써 지하 퇴적층준과 퇴적구조를 영상화한다. 실제측정에서는 수신된 레이이다파의 도달시간을 측정함으로써 반사대-지하 매질의 경계면 또는 공동 등의 심도를 계산할 수 있다. 퇴적층의 경계면과 같은 면반사대(plane reflector)와 공동과 같은 점반사원(point reflector)이 존재할 때 반사영상은 다르게 나타난다. 점반사원 이든 혹은 퇴적층의 경계면과 같은 면반사대이든 이들에 발생하는 회절파의 존재양태에 의해 지하 공동이나 퇴적층의 두께변화에 대한 정보도 획득 할 수 있다. 실제로 이들 퇴적층준의 수직분포 단면상에서 퇴적층의 두께는 다음 공식으로 계산된다.

$$S_d = D \text{ (nsec)} \times 1/2 \times Sv/10^9$$

이때  $S_d$ 는 실제퇴적층의 두께(m)이며,  $D$  (nsec)는 반사법 탐사에 의한 레이이다파의 전파에 의해 지표에 감지된 주시(travel time)으로 나노초 단위로 표시되는 수치이다. 그리고  $Sv$ 는 특정 매질을 통과하는 레이이다파의 속도를 의미한다. 본 GPR 탐사에서는 전자파가 매질을 통과할 때 나타나는 속도( $Sv$ )로서 물은  $3.4 \times 10^7 \text{ m/sec}$ , 젖어 있는 점토질 셀트층은  $5 \times 10^7 \text{ m/sec}$ , 셀트가 섞인 모래자갈층은  $7 \times 10^7 \text{ m/sec}$ 를 각각 적용하였다. GPR 탐사 결과의 해석으로서 의림지 퇴적층에 대한 동서 4개 측선, 남북 4개 측선에 대한 GPR 탐사 결과를 시추주상도 자료와 결부하여 해석하였다.

한편, 실내분석의 일환으로 의림지 호저 표층시료와 호저퇴적물 5개 시추공에서 채취한 주상시료 입도분석을 실시하였으며, 입도분석은  $63 \mu\text{m}$ 를 기준으로 하여 그 이상의 입자들은 채분석(sieve analysis)을 실시하였으며, 그 이하는 습식분석(pipette hydrometer)에 의해 입도분석을 실시하였다. 채분석은 16, 8, 4, 2, 1.00, 0.50, 0.25, 0.125, 0.063mm의 채들을 이용하였으며, 각 입도 구간별 무게를 전체시료 무게에 대한 백분율로 환산하여 입자들의 분포상태를 분석하였다. 이들은 50, 35, 20, 10, 5,  $2 \mu\text{m}$  크기의 아주 작은 입자들로서 pipette방법으로 입도분석을 실시하였다. 의림지 호저는 주로 주변 기반암의 풍화토나 곤지하천에 의해 비교적 근거리에서 이동되어 호저로 유입된 후 형성된 퇴적물이므로 이를 퇴적물의 형성환경의 미묘한 차이를 규명하기 위하여  $63 \mu\text{m}$  이하의 세립질 퇴적물 분석결과, 주요 입도구간별 자갈,

모래, 실트, 점토의 분포특성도를 작성하여 위치별 및 심도별 퇴적환경 차이를 규명하였다. 이들 입도 백분율의 누적분포곡선을 이용하여 평균입도, 입도표준편차, 왜도, 첨도와 같은 통계변수를 구하였고, 이들 변수간의 특성과 입도변화 특성을 해석하고, C-M 다이아그램 분석을 실시하여 퇴적물의 이동기작과 형성과정의 해석을 시도하였다.

그리고 화분분석을 위하여 의림지 호저에 대한 시추공 ER-1과 ER-3-1호공으로부터 시추시료를 채취하였다. 본 시추공 ER-1과 ER-3-1호공은 특히 입자간 분포비율이 다른 시추공에 비하여 상당히 안정되어 있고, 퇴적환경의 변화나 인위적인 교란이 심하지 않았단 위치로 판단되어 분석을 실시하였다. 주로 모래가 많았다는 사력층 부근까지 굴진된 본 시추공에서 15cm 일정한 간격으로 ER-1호공에서 12개, ER-3호공에서 8개 총 22개 시료를 채취하였다. 채취된 퇴적물 시료는 서로 혼탁되지 않도록 시추공의 이름과 깊이를 정확히 기재한 시료용 비닐봉지에 넣어 실내로 운반하여 건조한 후 20g의 시료를 표준실험 방법에 의거 화분을 추출하였다. 분석을 위하여 시료를 500ml 플라스틱 통에 넣은 후, KOH(5%)를 시료양의 2~3배 정도 붓고 중탕기(warm water bath)에서 50°C의 온도로 10분간 중탕하였다. 중탕이 끝난 후 원심 분리기를 이용하여 증류수로 3회 이상 세척을 하였다. 불필요한 유기물(예: 휴믹물질, 셀룰로오스)을 제거하여 화분의 집적도(concentration)를 높이기 위해 Acetolysis 처리한 후 증류수로 3회 이상 원심분리기를 이용하여 세척하였다. 세척된 시료는 다시 ZnCl<sub>2</sub>(비중 2.0)의 비중액을 이용하여 화분을 추출·농축한 후 glycerine jelly를 이용하여 슬라이드를 제작하였다. 화분분류를 위해 총 22개의 슬라이드를 Nikon 실체현미경을 이용하여 600배율 하에서 분석하였다. 화분분석은 각 시료 당 기준 개체수를 300으로 하여 포자, 화분이 300 개체가 도달할 때까지 세었으며, 그 이상의 숫자에서는 관찰(scanning)만을 하였다. 이들 분석된 자료를 이용하여, 각 시추공의 화분산출 도표를 작성하였다. 이 도표를 이용하여 화석화된 화분군집조

성의 생태학적 분석을 통하여 모식물이 서식했던 당시의 기후, 지형 및 식생 환경을 해석코자 하였다.

끝으로 의림지 수상 위에서 실시한 시추 주상시료 중에서 표층부분을 제외하고, 비교적 교란이 적은 제1호공(ER-1호공)과 제3호공(ER-3-1호공) 주상시료를 이용하여 유기질 점토층에 대한 탄소 연대를 측정하였다. 탄소연대 측정이 실시된 제1호공은 호저 심도가 호수면에서 약 5.65m이며, 제1층인 암갈색 유기 점토층은 약 6.3m까지 분포하며, 6.0~6.3m 부근에 기와조각이 나타나고 있다. 제3-1호공은 호저 심도가 호수면에서 약 6.75m이며, 상부의 제1층인 청회색 점토층이 약 8.4m까지 분포하며, 이보다 더 하부에는 제2층의 암회색 유기질 점토층이 시추공의 최종심도인 약 9.75m까지 분포하고 있다. 의림지 호저 시추공 ER-1과 ER-3-1호공의 시추시료 중에서 교란이 적고, 퇴적환경의 변화가 적은 구간에서 각각 3개씩 채취하여 연대측정을 실시하였다. 시추공 ER-1의 6, 6, 11번 시료와 ER-3-1호공의 8, 10, 11번 시료를 미국의 Geochron Inc.와 서울대학교 AMS분석실에 의뢰하여 분석하였다.

## 분석 및 연구결과

### 음향측심 결과

음향측심 결과, 본 의림지의 조사 당시 최대수심은 의림지 남서쪽에서 약 7,68m 이였고, 조사시점은 기준으로 의림지 면적은 약 117,000m<sup>2</sup>이며, 저수량은 334,000 m<sup>3</sup> 으로 나타났다. 특히 의림지 서쪽 교량부근에는 고도 322.2m 표식지점보다 아래 쪽으로부터 유람선 선착장 부근까지는 의림지 바닥에 여러 군데에 요철모양으로 나타나고 있음이 밝혀졌다(그림 1). 이러한 바닥형태는 과거 제방높이가 현재보다 약 4~5m 낮을 때 축조했던 북쪽의 제방 흔적이든지, 아니면 준설작업으로 인하여 저수지 바닥에 요철면이 생겼든지, 아니면 부분적으로 당시 저수지 물을 빼고 있었던 상황에서 준설지와의 경계부에 저수지 바닥흙을 여기 저기 성토해 두었던 성토위치와 일치할 수도 있다. 현재

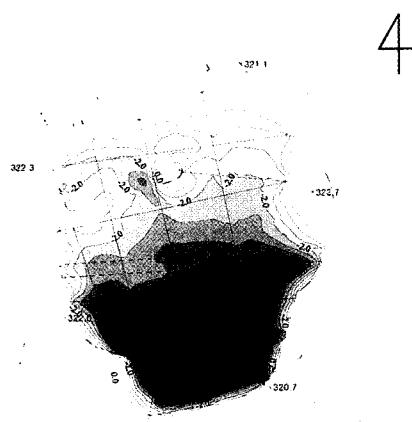


그림 1. 연속음향측심에 의한 측심결과 3D-등수 심도(조사시 최대수심 : 7.68m)

이러한 여러 해석 가능성을 좀더 입증하기 위하여 당시 작업자나 지역 거주자에 대한 팀문과 준설 당시 자료에 대한 추후 심층 검토가 필요하다. 이 지점보다 더 윗쪽 의림지는 바닥이 비교적 평坦하며 의림지의 서쪽에서 하수도관을 통해 유입되는 통로를 따라 약 3~4m의 수로가 보이며, 의림지의 동쪽에서는 완만한 등수심을 보이고 있다. 다만 부분적으로 하수도관을 통하여 유로가 형성된 곳에서는 수심이 다소 깊어지는 경향이 있고, 유수를 따라 유입된 유사들이 인접한 호저의 유로방향에 영향을 받아 선형이나 부채꼴 모양으로 퍼져나가든지 또는 한곳에서 확산되든지, 한 방향으로 수렴하는 양상을 보인다(그림 1). 의림지의 오철지역 보다 더 하류 남서쪽에는 수심이 약 6~7m 이상 되는 지점들이 나타나고 있으며, 이들은 1972년도 대홍수 때 뚝이 터질 때 저수지 바닥 퇴적층이 일시에 많이 씻겨 내려감에 따라 하방침식과 지층교란 및 재퇴적이 많이 일어났던 곳으로 판단된다. 그리고 의림지의 남쪽제방 정자부근보다 동쪽으로는 호저바닥이 비교적 덜 교란된 퇴적층이 밀집되어 있는 것으로 해석된다.

#### 시추주상도 퇴적상 분석결과

이 중에서 ER-1과 ER-3의 주상시료에는 과거 의림지의 퇴적층으로서 비교적 양호한 암회색 실트질 점토층(Ⅱ층)이 잘 발달해 있었다. 그러나 ER-2의 주상시료는 재퇴적과 교란에 의하여 주로 니사질층과 사력질 퇴적층(Ⅲ층)이 뒤섞여 나타나고 있는 양상으로 1972년도 대홍수 때 침식과 재퇴적을 받았던 시료로 간주되므로 분석을 실시하지 않고 참고로 하였다. 그리고 ER-4와 ER-5의 주상시료는 상대적으로 깊이가 얕으며, 주로 최근 세에 형성된 암갈회색 점토질 실트층(제Ⅰ층)이 우세하게 분포하며, 제Ⅱ층이 비교적 빈약하여 시료분석은 실시하지 않고 참고하였다. 시추주상 퇴적물의 분포특성에 대한 단면도를 작성하였다. 이들 5개의 주상도에서 암갈회색 점토질 셀트층(I 층), 암회색 셀트질 유기점토층(Ⅱ층) 그리고 암갈회색 사력층(Ⅲ층)과 같이 3개의 퇴적층준(sedimentary sequence)으로 세분하였으며, 이를 이용하여 종합주상도(fence diagram)을 작성하였다(그림 2). 본 다이아그램에서 대체로 의림지의 하류로 갈수록 고기에 형성된 제Ⅱ층의 발달이 두드러지고 상부로 갈수록 I 층이 우세해진다. 그리고 서쪽제방에서는 Ⅲ층이 호저바닥에 바로 깔려 있는 양상을 보여주므로 부분침식과 재퇴적된 것이 잘 나타나고 있다.

#### 의림지 천부레이더(GPR)탐사 결과

본 탐사에서 8개의 GPR탐사 주상도상에 나타나는 퇴적층준 I과 퇴적층준 II는 주로 수분이 많고, 미고결된 니층으로 구성되므로 매질을 통과하는 전자파 속도(Sv)는  $5 \times 10^7$ m/sec를 적용하였다. 본 GPR탐사 단면에서 교란되지 않은 퇴적층준 I과 퇴적층준 II의 경우, D값이 약 100(nsec) 이상으로 나타나는 경우가 많으므로 실제 퇴적층준의 두께는 호저에서부터 약 2.5m 보다 더 깊은 것으로 산정되었다.

측선별로 분석해 볼 때, 남북방향의 측선 line 10, line 11, line 12, line 4 자료에 의하면, 의림지 하류로 갈수록 수심이 깊어지고, 매질이 강도가 약하며 주로 유기질니층으로 구성된 퇴적층준 I과 II를

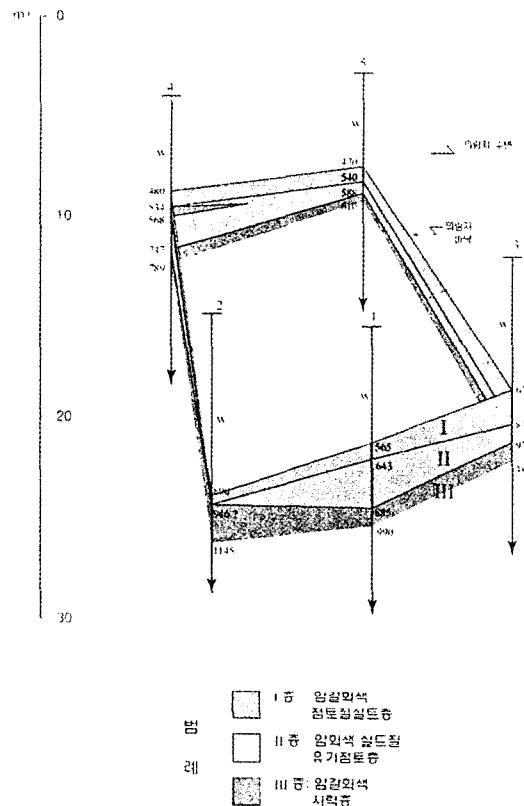


그림 2. 의림지 호저 시추공 위치별 층위종합도

합한 반사파의 두께는 비교적 일정하다. 그러나 홍수로 인해 뚫이 떠진 위치에 가까워짐에 따라 이를 퇴적층준은 교란되는 현상을 보이고 있다. 그리고 제방 가까이 갈수록 퇴적층준 I과 II를 합한 반사파의 두께는 아주 얕아지고, 제방 축조구조와 관련되어 경사가 급한 경계면을 보이는 반사파의 특징을 보인다(그림 3). 그리고 퇴적층준 II은 주로 고기의 하성사력층으로 구성되어 있어 상부의 퇴적층준에 비하여 반사파의 특성상 의림지 중앙에서는 요철형 반사파의 형태를 보이며, 이는 과거 부분적인 침식곡이나 하상의 형태를 지시하는 것으로 판단된다. 그러나 의림지의 주변부로 갈수록 과거 기반암의 풍화대나 이들로부터 해체되어 형성된 쇄설물들이 의림지를 이루었던 곡지중앙으로 이동했던 사면기원 퇴적물들이 분포하고 있다. 대체로 의림지 상류부에서는 천부의 기반암 풍화

대나 고기의 사면기원퇴적물이 부분적으로 분포하는 양상을 보이고 있고 이 위에 의림지 퇴적층준이 부정합으로 피복하고 있는 양상을 보인다. 한편, 동서방향의 측선 line 7, line 5, line 8, line 9에 나타나는 반사면의 특징에 의하면, 의림지 중앙의 동서퇴적단면에서는 전체적으로 퇴적층준 I과 II를 합한 반사면의 두께가 거의 유사한 경향을 보이고 있다. 의림지 중앙부를 지나는 line 7 등에서 보듯이 의림지 바닥에 여러 개의 요철구조가 보인다. 이들은 과거 의림지 바닥준설 등으로 인하여 약 5m 내외의 높이를 가지는 웅덩리 구조를 가지게 된 것으로 판단되고 있다. 이들 웅덩이 구조의 하부 반사면이 주로 고기 하성사력층으로 보이는 퇴적층준 III의 반사면까지 도달하고 있는 것으로 보아 사력층의 일부가 채취되었던 것으로 판단되며, 이로 인해 반사면이 부분적으로 교란되든지 웅덩이 주변에서 급한 경사면을 보이고 있다. Line 9에서는 의림지의 남서방향으로 수심이 깊어지고 퇴적층준 I과 II를 합한 반사면의 두께도 급격히 감소하며 하부의 고기 하성사력층의 반사면의 교란도 심하게 나타나고 있다. 이는 홍수로 인해 하부 퇴적층의 일부가 침식되어 호저면이 하강했던 것으로 해석된다. Line 9의 반사면 좌측에 나타나는 용기부는 기반암이 높아진 곳으로 홍수 이전 과거 제방선과 관련되는 것으로 판단되며, 현재의 제방은 홍수로 인해 제방이 유실된 후 남서방향으로 더 후퇴하여 다시 쌓은 것이다. 본 의림지에서 실시한 GPR탐사 결과와 시추조사 결과를 결부해 볼 때, 의림지 일대 세립 니사질퇴적층은 후기의 부분침식이나 혹은 인위적 준설로 인한 교란이 없는 지점에서는 약 2.5m 내지 3.5m 두께로 발달했던 것으로 해석된다. 그리고 의림지에 적용한 GPR탐사의 해상력(resolution)과 신뢰도(reliability)는 아주 높은 것으로 판단된다.

#### 제방위 시추자료 분석결과

노후된 의림지 땅의 보존을 위한 그리우팅 작업의 일환으로 실시되었던 기존의 시추자료와 물리탐사 자료를 결부하여 해석해 보면, 의림지 서쪽제

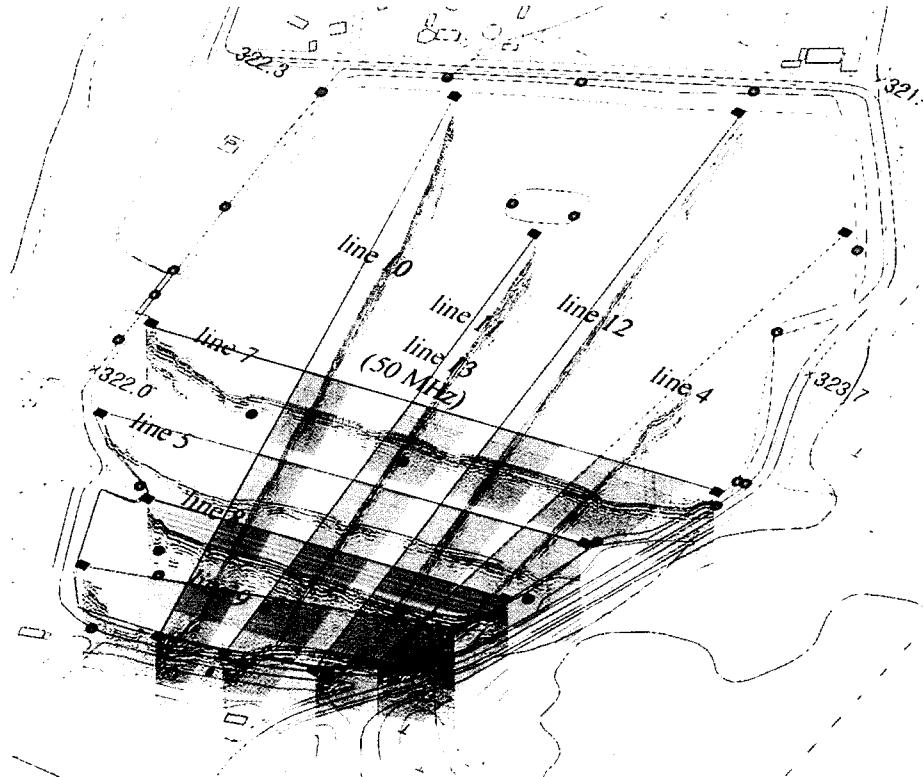


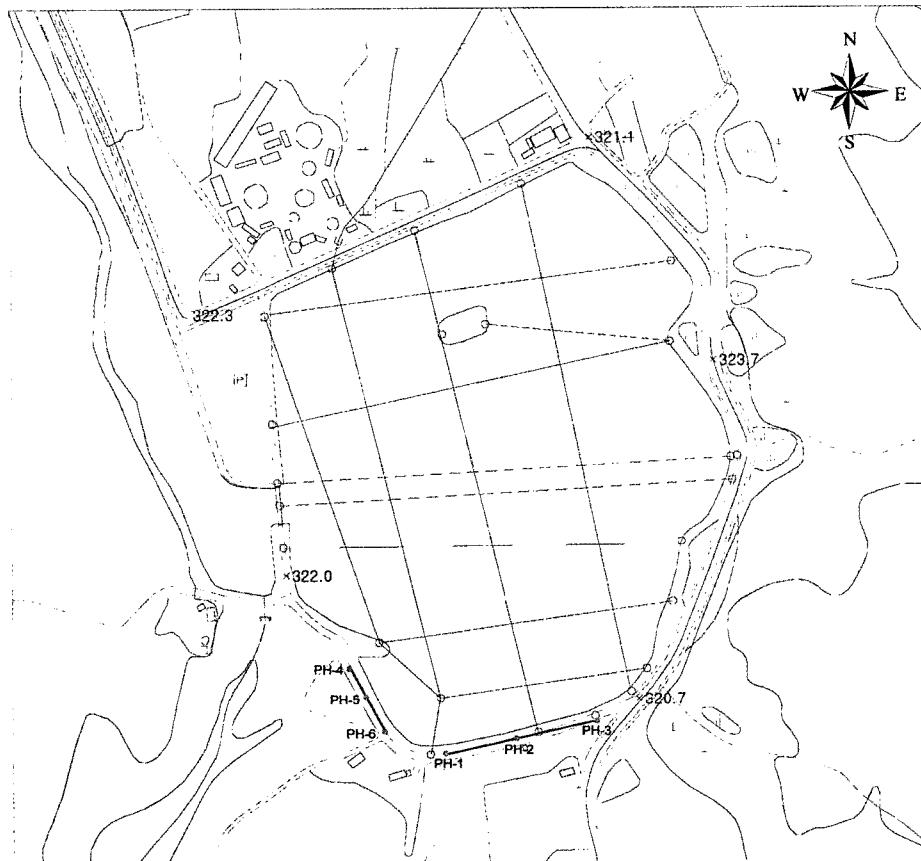
그림 3. 의림지 호저 퇴적층에 대한 시추위치 및 GPR탐성파 탐사단면 해석도

방(1972년도 대홍수 때 뚝이 터진 곳)은 제방 가운데로 가면서 약 14~15m 정도의 기반암 심도를 보이고 있다(그림 4). 제방 양쪽 말단부로 갈수록 제방고는 기반암 상부로부터 약 9~10m 위치에 놓여있다. 의림지 남쪽 제방의 경우, 남쪽으로 갈수록 12m에서 약 17m로 더 깊어지고 있음을 알 수 있다. 따라서 고기 하천수로가 의림지 계곡의 동쪽에도 발달하고 있었던 것으로 판단된다. 시추 및 물리탐사 자료해석 결과, 저수와 용수를 목적으로 한 의림지 축조의 필요성에 따라 현재의 의림지 동쪽계곡과 서쪽계곡을 연결시켰을 가능성이 크다.

#### 표층퇴적물 입도분석 및 통계변수 분석결과

의림지 호저 음향측심선을 따라 20개소에서 채취된 표층퇴적물의 입도의 개략적인 분포특성을 보면, 저수지의 상류로 갈수록 점토질 실트와 가는

모래가 많아지며 하류로 갈수록 유기물이 포함된 실트질 점토가 많아지며, 부분적으로는 호저에 잔자갈이 분포하는 경우도 있다. 의림지 호저 표층시료의 입도별 분포특성은 주로 모래와 실트로 구성된 니사질 퇴적층으로서 라바댐 부근을 제외한 의림지의 전체 호저에서는 약 95%를 점유하고 있고, 이 중에서도 1과 5번 측선과 같이 부분적인 예외는 있으나 대개 실트가 우세한 모래질 실트로 분류된다. 그리고 1과 8번 측선의 우측과 의림지 교각에서 곡지하천 쪽에서는 잔자갈이 약 25%에서 48% 정도 존재하고 있고, 이 속에는 실트가 거의 없고, 모두 자갈과 모래로 구성되므로 사력퇴적물로 분류된다. 의림지의 중앙부 호저에는 모래에 실트 유입이 많아지는데, 셀트의 분포는 특히 2번 측선 전체와 3번 측선의 2, 3번 시료지점, 5번 측선의 3번 시료지점에서 약 85~95% 정도로 실트가 모래의 10배 이상 많이 포함되어 있다. 의림지 중,



제천의림지 제방위 기반암 분포 심도

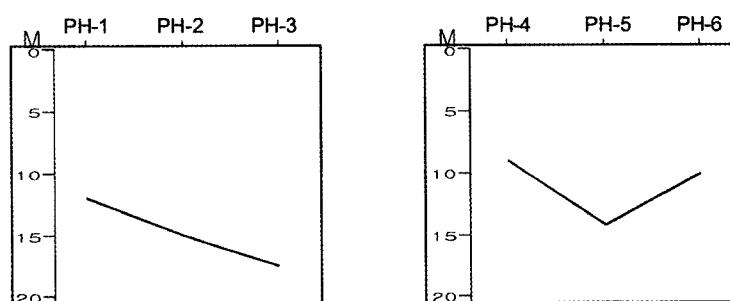


그림 4. 제방위 시추 및 물리탐사 자료분석을 통한 기반암 심도해석도  
 (a) 제방위 시추위치도, (b) 남쪽방향의 시추공, (c) 남서방향의 시추공

하단부에 호저 표층퇴적물의 입도가 다소 적어지는 경향이 있고, 이밖의 구간에서도 모래보다 실트가 2~3배 이상 많이 함유되어 있다.

의림지 호저 표층퇴적물 시료의 입도분석으로

결과 산정된 입도의 평균값(mean), 중앙값(median), 조립질 1%(coarsest-1 percentile), 표준편차(standard deviation), 왜도(skewness), 첨도(kurtosis)를 통하여 호저에 분포하는 다양한 퇴적

물의 위치별 분포특성을 파악하였다. 먼저, 호저 표층시료의 입도 평균값과 중앙값 및 조립질 1%의 입도는 의림지 교각에서 곡지하천 지점, 1번 측선의 최우측, 8번 측선 최우측에서 등지에서는 평균 값이  $-1.148 \sim -1.794\text{phi}$ 이며, 중앙값은  $-1.360 \sim -1.960\text{phi}$ 로 나타났다(그림 5). 조립질 1%의 입도는  $-3.890 \sim -4.640\text{phi}$ 의 범위값을 보이고 있다. 그 외의 의림지 호저에서는 입도 평균값과 중앙값 및 조립질 1%의 입도가 전반적으로  $2.411 \sim 5.072\text{phi}$ ,  $3.860 \sim 4.580\text{phi}$ ,  $-1.890 \sim 2.470\text{phi}$ 의 범위값을 각각 보여 주고 있다. 한편, 표준편차의 분포특성으로는 범위값이  $0.693 \sim 2.049$ 이며, 거의 대부분  $1.000 \sim 1.990$  사이에 분포하므로 입자의 분급도가 빈약하다(poorly-sorted)고 볼 수 있다. 의림지 호저 표층퇴적물의 왜도와 첨도는 각각  $-2.060 \sim 4.316$ 와  $-4.179 \sim 8.072$ 와 같이 분포하므로 아주 다양하게 변화함을 알 수 있으며, 호저의 위치에 따라 특이한 분포형태를 파악하기 어려운 편이다. 한편, 표층퇴적물의 C-M 다이아그램 특성을 보면, 의림지 호저 표층 퇴적물의 주요 형

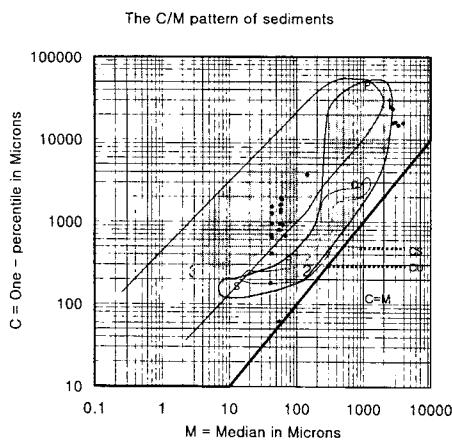
성과정은 우선 유수작용에 의한 바닥침(bed load) 상태로 윤동(rolling)작용에 의하여 형성되었으며, 또한 호저에서 저탁류가 상존하는 상황에서 점성이 비교적 큰 니류작용으로 형성된 퇴적물의 특성을 보이고 있다(그림 6a). 이밖에도 뜬침상태로 균질부유작용(uniform suspension)에 의하여 퇴적된 니질물이 국부적으로 나타나고는 있으나, 호저의 교란에 의하여 드문 편이다. 표층시료의 입도분석 결과, 호저의 유수작용으로 인하여 형성된 퇴적물의 특성을 보이는 지점으로는 의림지 교각에서 곡지 사이의 라바댐 지점, 측선1의 S3 시료지점, 그리고 측선 8의 S4 시료지점들을 들 수 있다. 균일한 부유성 니질퇴적물의 특성을 보이는 지점은 측선 3의 S3 시료지점이며, 니질 입자들이 균일한 크기를 보이는 저탁류(turbidity current) 상태에서 퇴적물이 주로 형성된 지점은 측선 2의 S2 시료지점으로 나타났다. 의림지 호저 퇴적물이 인위적으로 교란되거나 부분적으로 매립된 경우도 있을 수 있지만, 주로 자연적으로 형성되었다는 가정하에 입도분포 특성을 고찰해 보면, 의림지의 호저는 조용한 환경하의 부유성 퇴적물이 서서히 퇴적되었다기보다 호저에 교란류가 상존하든지, 점성이 큰 니류의 발달이 현저한 것으로 판단되며, 이와 더불어 호수 주변으로부터 곡지하천이나 세류천의 유입이 있어 부분적으로는 유수작용도 발달하여 바닥을 구르는 바닥침의 형태로 퇴적물이 이동하여 유속의 감소로 퇴적되었음을 알 수 있다.



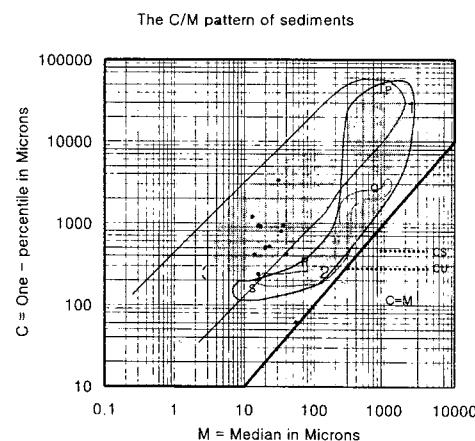
그림 5. 의림지 호저 표층퇴적물 입도 평균값의 등분포도(0.5phi 간격)

#### 시추 주상시료의 입도분석 결과

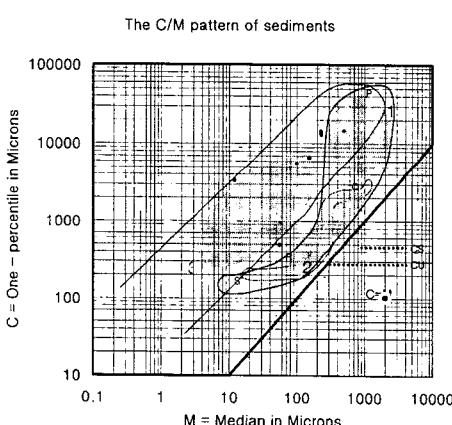
의림지 시추공별로 채취한 시추시료의 입도별 누적백분율을 이용하여 시추공별, 심도별 자갈, 모래, 실트, 점토의 함유비율을 산정하였다(그림 7). 제1호공 시추시료의 입도별 분포특성은 전반적으로 모래와 점토가 소량 포함되어 있기는 하나, 실트가 약 50%에서 95%에 이르는 모래점토질 실트로 분류되며, 따라서 제1호공의 제1층과 제2층은 거의 니질물로 구성되어 있음을 알 수 있다(그림 7a). 제1층과 제2층 상부인 4번 시료지점과 7번 시



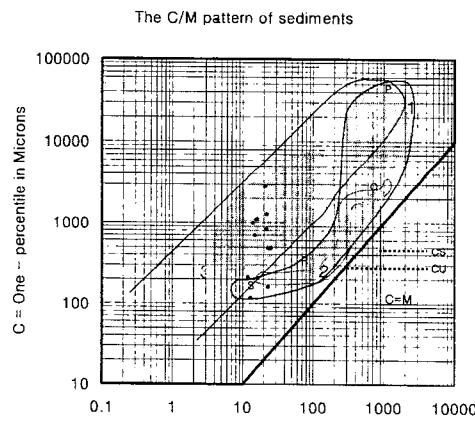
(a) 호저 표층시료



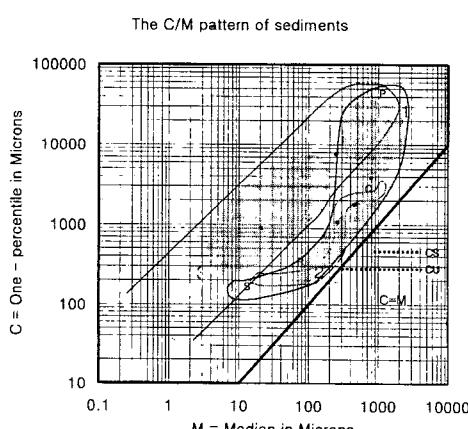
(b) 제1호공 시료



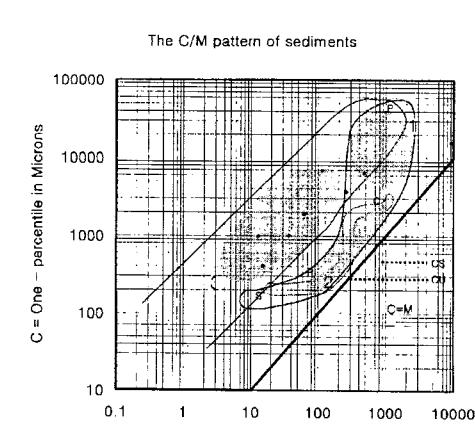
(c) 제2호공



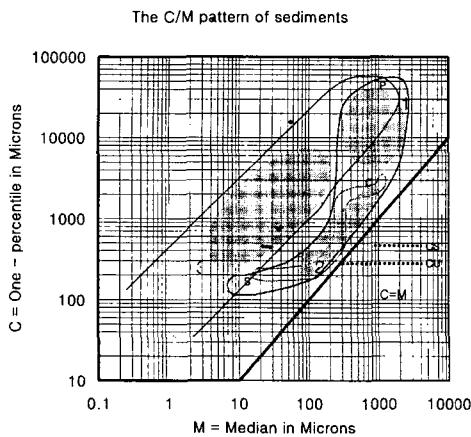
(d) 제3-1호공



(e) 제3-2호공



(f) 제4호공



(g) 제5호공

그림 6. 의령지 호저표층 및 시추주상시료 입도분석에 의한 C-M 다이아그램 분석

료지점에서는 20~40% 정도 모래를 함유하고 있으나 그 밖의 구간에서는 모래가 5~15% 정도 포함되어 있다. 본 시추공 주변은 입자간 분포비율이 비교적 안정되어 있어 심도별 퇴적환경 변화나 인위적인 교란이 적은 위치로 판단된다.

제2호공 시추시료의 입도별 분포특성은 전반적으로 약 75% 이상이 모래와 실트로 구성되어 있는 니사질층이며, 점토는 4, 5, 6번 시료에서 약 15~25%를 보이나 전체적으로는 약 10%미만 포함되어 있다(그림 7b). 모래와 실트의 비율은 상부 9.9m 부근까지는 교란되지 않은 경우 실트가 약 40~50% 정도로 함유하여 우세한 경향을 보이나, 이보다 하부에서는 모래가 약 40~50% 함유되어 더 우세하나 경향을 보인다. 자갈의 함량은 1, 2, 4번 시료에서는 거의 없으며, 3, 6, 7, 8, 9번 시료에 약 10% 정도 포함되어 있고, 7번 시료에서는 각력질 암편이 나타나고 있다.

제3-1호공 시추시료의 입도별 분포특성은 제1호공과 전반적으로 비슷한 경향이 있으나 모래함량이 다소 적고 대신에 점토가 다소 증가하며, 전체적으로 심도에 관계없이 니질물 입자간의 분포비율이 거의 일정한 특징을 보인다(그림 7c). 전체구간에서 자갈은 포함되어 있지 않으며, 실트의 함량은 55~75% 정도 포함되어 있고, 모래는

10% 미만이다. 점토는 전구간에서 약 15~30% 범위로 비슷한 비율로 포함되어 있는 편이다. 본 시추공 주변은 입자간 분포비율이 다른 시추공에 비하여 상당히 안정되어 있어 퇴적환경의 변화나 인위적인 교란이 심하지 않은 위치로 판단된다.

제3-2호공은 제3-1호공의 하부에 대한 지질정보를 보충하기 위하여 제3-1호공 주변에서 추가로 굴진하였으며, 상부 니사질층은 무시하고 하부의 모래층을 대상으로 시료를 채취하였다. 본 시추시료의 입도별 분포특성은 그림 7d에서 보는 바와 같이 2번 시료를 제외한 전구간에서 모래가 60% 이상 포함되어 있으며, 약 10.1m에서는 자갈이 10% 정도 포함되어 있다. 니질물은 1, 6번 시료에서 dir 15~20% 포함되어 있으며, 2번 시료에서는 예외적으로 약 67%까지 포함되어 있다.

제4호공 시추시료의 입도별 분포특성은 본 공의 입도분포 특성은 그림 7e에서 보는 바와 같이 특히 상부에 모래가 많은 지층이 포함되어 있는데, 1, 2, 3, 4번 시료에는 모래가 약 50~80%까지 포함되어 있고, 이보다 하부의 5, 6, 7, 8번 시료에서는 모래가 10~30%정도 포함되어 있다. 모래가 많아지면 상대적으로 니질물들이 적어지는 경향이 있으며, 6, 7번 시료를 제외하면 니질물은 거의 가 실트로 구성되어 있다. 특히 6, 7번 시료에서는

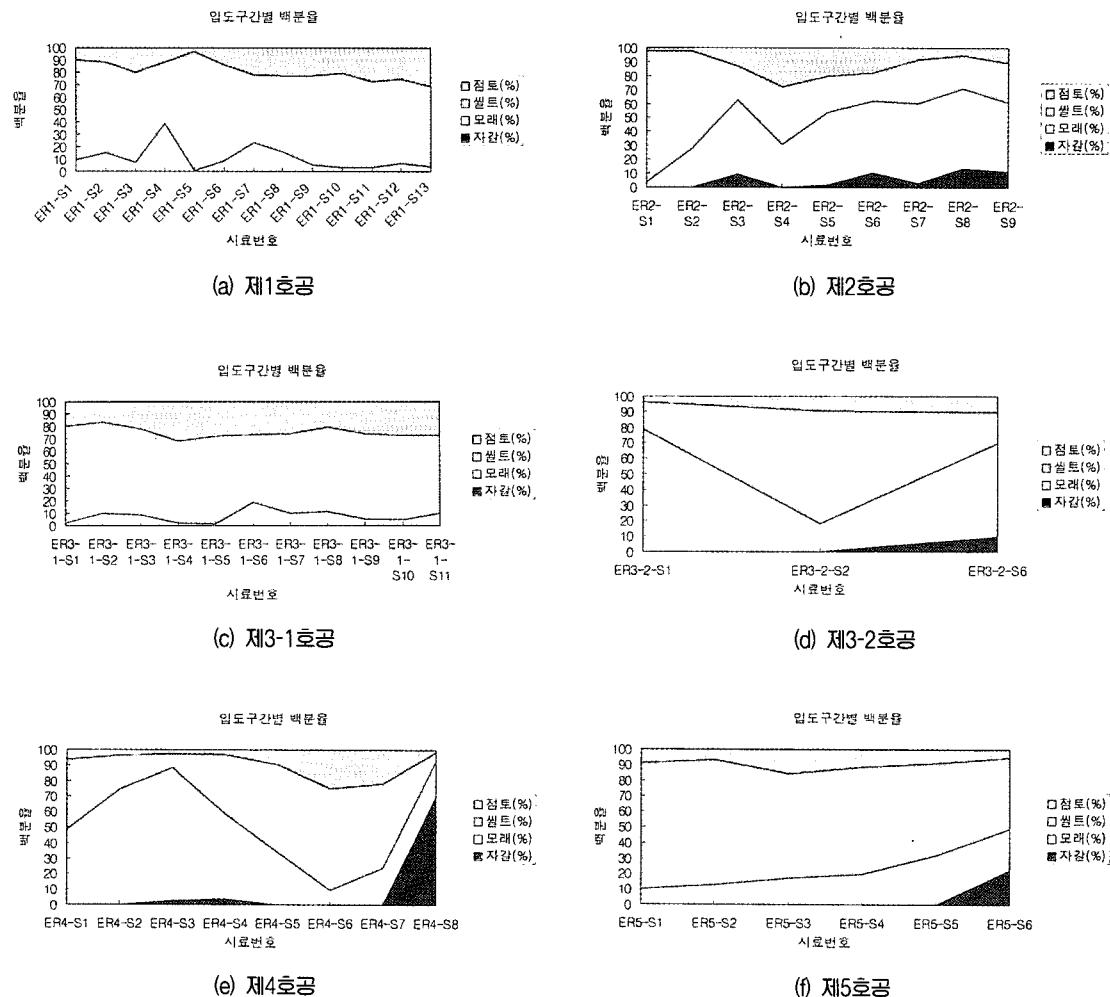


그림 7. 의림지 시추공 심도별 주상시료 입도분석 결과

니질물이 약 75~90% 함유되어 있으며 이 중에서 점토가 20% 내외로 포함되어 있다. 시추공의 기저부인 심도 약 7.5m부터 자갈이 약 70% 가량 함유되고 있어, 호저 바닥은 구하상사력층으로 회복되어 있을 것으로 추정된다.

의림지의 중,하단부인 제5호공에 대한 시추시료의 입도별 분포특성은 본 공의 입도분포 특성은 그림 7f에서 보는 바와 같이 1, 2, 3, 4번 시료에서는 모래가 10~20%, 실트가 70~80%로 구성되어 있으며, 이보다 하부에서는 모래가 25~30%, 실트가 45~60%정도 포함되어 전체적으로 실트가

우세하다. 전토는 전구간에서 거의 동일하게 5~10%내외로 일정하게 함유되어 있다. 본 시추공에서 5.9m 부근에서 자갈을 확인하였으며, 이는 니사질층 하부의 구하상 사력층의 상부인 것으로 추정된다.

#### 시추 주상시료의 입도 통계변수 분석 결과

의림지 시추공별 퇴적물 시료의 입도 통계변수 분포특성은 그림 8a~그림 8f와 같다. 제1호공 시추 시료의 입도별 통계변수의 분포특성은 그림 8a에서 보는 바와 같이 입도 평균값과 중앙값은 각각

4.543~6.567phi, 4.190~6.220phi의 범위를 보이고 있으며, 3번에서 5번 시료까지는 다소 조립질로 변하다가, 5번 시료부터는 심도가 깊어질수록 입도 평균값을 볼 때 완만하게 세립질화 하는 경향이 있다. 조립질 1%는 극세립모래(4.0phi) 크기가 최대 입도임을 나타내는 5번 시료를 제외하면 전체적으로 2.080~-1.760phi의 범위로서 중립질 모래에서 왕모래 크기를 나타내고 있고, 7번 시료보다 더 깊어질수록 다소 세립질로 변하다가 11번 시료에서부터 입도크기가 변화가 다시 심해진다. 표준편차의 분포 범위값은 1.052~2.767를 나타내며, 입자의 분급도가 전체적으로 아주 불량한 (very poorly-sorted) 특징을 보이고 있다. 제1호 공 퇴적물의 왜도와 첨도의 심도별 분포범위는 각각 -0.771~2.834와 -0.754~8.792로 나타나며, 전체구간에서 아주 다양하게 변화함을 알 수 있으며, 심도별로 왜도는 very coarse skewed~very fine skewed, 첨도는 very platykurtic~extremely leptokurtic의 분포특징을 보이고 있다.

제2호공 시추시료의 입도별 통계변수의 분포특성은 그림 8b에서 보는 바와 같이 입도 평균값과 중앙값은 각각 1.870~5.545phi, 1.010~6.410phi의 범위를 보이고 있으며, 5번 시료부터 심도가 깊어질수록 입도 평균값을 볼 때 미약하게 더 조립질로 바뀌고 있다. 조립질 1%는 심도가 깊어질수록 뚜렷하게 더 조립화하고 있음을 보여 주며 입도변화 정도는 둔화되고 있고, 전체적으로 1.030~-3.870phi의 범위로서 조립질 모래에서 잔자갈 크기를 보이고 있다. 표준편차의 분포 범위값은 1.130~4.034의 범위를 나타내며, 입자의 분급도가 전체적으로 불량한(poorly-sorted) 특징을 보이며, 하부로 갈수록 극히 불량한 특징을 보인다. 제1호 공 퇴적물의 왜도와 첨도의 심도별 분포범위는 각각 -0.463~0.401와 -0.750~7.542로 나타나며, 전체구간에서 아주 다양하게 변화함을 알 수 있으며, 심도별로 왜도는 very coarse skewed~very fine skewed, 첨도는 very platykurtic~extremely leptokurtic의 분포특징을 보이고 있다.

#### 제3-1호공 시추시료의 입도별 통계변수의 분포

특성은 그림 8c에서 보는 바와 같이 입도 평균값과 중앙값은 각각 5.723~6.619phi, 5.300~6.360phi의 범위를 보이고 있으며, 주로 중립질 실트의 크기를 보이며 심도에 따라 큰 차이를 나타내지 않고 있다. 조립질 1%는 6번 시료까지는 변화가 심한 편이나 이보다 더 깊어지면 거의 조립질 모래크기로 변하며, 전체적으로 조립질 1%는 3.080~-1.490phi의 범위로서 조립질 모래에서 잔자갈 크기를 보이고 있다. 표준편차 분포의 범위값은 1.764~2.526의 범위를 나타내며, 입자의 분급도가 일률적으로 불량한(poorly-sorted) 혹은 아주 불량한(very poorly-sorted) 특징을 보인다. 제3-1공 퇴적물의 왜도와 첨도의 심도별 분포범위는 각각 -0.848~0.643과 -0.669~1.509로 나타나며, 전체구간에서 아주 다양하게 변화함을 알 수 있으며, 심도별로 왜도는 very coarse skewed~very fine skewed, 첨도는 very platykurtic~very leptokurtic의 분포특징을 보이고 있다.

제3-2호공 시추시료의 입도별 통계변수의 분포특성은 그림 8d에서 보는 바와 같이 입도 평균값과 중앙값은 각각 0.574~5.442phi, 0.340~5.550phi의 범위를 보이고 있으며, 주로 조립질 모래에서 중립질 실트의 크기를 보이며, 2번 시료를 제외하면 심도에 따라 큰 차이 없이 모래크기를 나타내고 있다. 조립질 1%는 전체적으로 0.140~-2.920phi의 범위로서 조립질 모래에서 잔자갈 크기를 보이며, 심도가 깊어질수록 입도가 더 조립질로 바뀌고 있다. 표준편차 분포의 범위값은 0.916~3.396의 범위를 나타내며, 입자의 분급도가 불량한(moderately-sorted) 하며, 본 시추공의 상하부에서는 아주 불량한(very poorly-sorted) 특징을 보인다. 제3-2공 퇴적물의 왜도와 첨도의 심도별 분포범위는 각각 -0.272~0.937과 -0.746~-1.903으로 나타나며, 전체구간에서 각각 아주 다양하게 변화하며, 전체 심도에서 왜도는 coarse skewed~very fine skewed, 첨도는 very platykurtic~very leptokurtic의 분포특징을 보이고 있다.

#### 제4호공 시추시료의 입도별 통계변수의 분포특

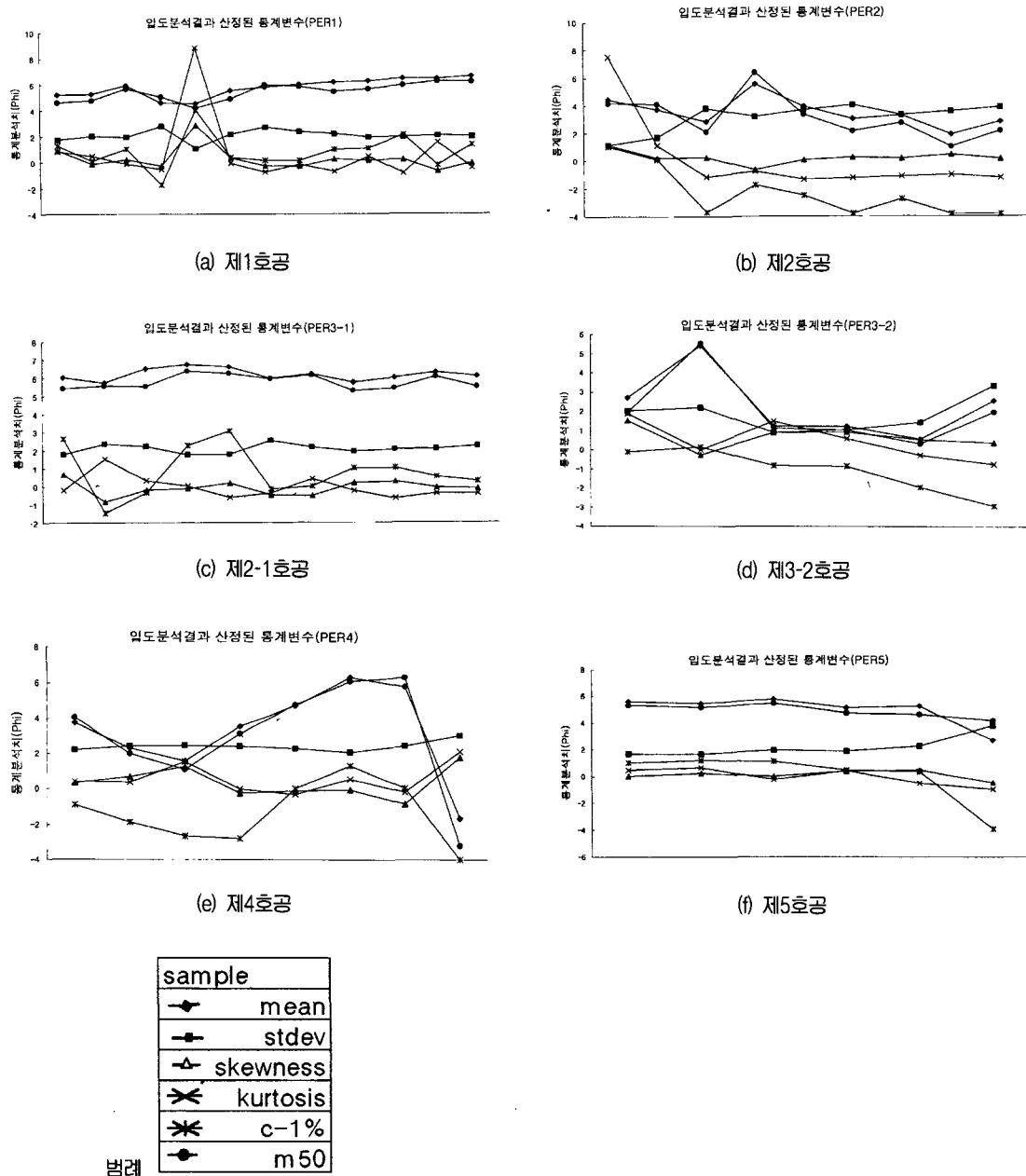


그림 8. 의림지 시추공 심도별 주상시료의 통계변수 분석결과

성은 그림 8e에서 보는 바와 같이 입도 평균값과 중앙값은 각각  $6.310 \sim -1.684\text{phi}$ ,  $6.310 \sim -3.210\text{phi}$ 의 범위를 보이고 있으며, 주로 조립질 모래에서 중립질 실트로 변하였다가 더 깊어지면 잔자갈 크기를 보이므로 심도에 따른 변화가 비교적 큼

편이다. 조립질 1%는 심도별 입도 변화가 평균값의 변화와 거의 유사한 변화를 보이고 있으며, 5, 6, 7번 시료에서는 중조립질 모래 크기를 보이나 이밖의 구간에서는 왕모래와 잔자갈 크기로 변하며, 전체적으로 조립질 1%는  $0.000\text{phi} \sim -3.990\text{phi}$

phi의 범위로서 조립질 모래에서 잔자갈 크기를 보이고 있다. 표준편차 분포의 범위값은 2.039~3.021의 범위를 나타내며, 입자의 분급도가 하부로 갈수록 다소 낮으나 전반적으로 아주 불량한(very poorly-sorted) 혹은 극히 불량한(extremely poorly-sorted) 특징을 보인다. 제4공 퇴적물의 왜도와 첨도의 심도별 분포범위는 각각 -0.844~-0.673과 -0.328~1.511로 나타나므로 전체구간에서 아주 다양하게 변화함을 알 수 있으며, 심도별로 왜도는 very coarse skewed~very fine skewed, 첨도는 very platykurtic~very leptokurtic의 분포특징을 보이고 있다.

제5호공 시추시료의 입도별 통계변수의 분포특성은 그림 8f에서 보는 바와 같이 입도 평균값과 중앙값은 각각 2,700~5,792phi, 4,180~5,480phi의 범위를 보이고 있으며, 주로 중립질 실트의 크기를 보이다가 가장 깊은 곳인 8번 시료에서는 왕모래와 잔자갈 크기를 보이고 있다. 조립질 1%는 5번 시료까지는 아주 완만하게 조립화되면서 0.360~1.190phi까지 주로 중조립질 모래크기를 보이다가 최하부에서는 잔자갈 크기로 조립화된다. 표준편차 분포의 범위값은 1.668~3.804의 범위를 나타내며, 입자의 분급도가 하부로 갈수록 다소 낮으나 전반적으로 불량한(poorly-sorted) 혹은 아주 불량한(very poorly-sorted) 특징을 보인다. 제5공 퇴적물의 왜도와 첨도의 심도별 분포범위는 각각 -0.477~-0.456과 -0.970~-0.646으로 나타나므로 전체구간에서 아주 다양하게 변화함을 알 수 있으며, 심도별로 왜도는 very coarse skewed~very fine skewed, 첨도는 very platykurtic~platykurtic의 분포특징을 보이고 있다.

끝으로, 의림지 시추공별 퇴적물 시료의 입도분석 백분율을 이용하여 C-M 다이아그램 분석결과를 통하여 퇴적물 형성과정을 해석 보면, 제1호공 (ER-1)의 경우, 유수작용에 의한 바닥침상태의 윤동작용에 의해 형성된 퇴적물이라기보다 호저에서 부분적으로 저탁류가 상존하는 상황에서 점성이 비교적 큰 니류작용으로 형성된 퇴적물의 특성을 보이고 있다. 특히 인위적인 교란이 심했던

제1퇴적층내의 2번과 5번 시료에서는 저탁류의 특성을 강하게 나타내고 있다(그림 6b). 그러나 제2호공(ER-2)의 경우, 홍수로 인한 제방유실 등이 있었던 지점으로서 유수작용에 의한 바닥침 상태의 윤동작용에 의해 형성된 일부 퇴적물이 분포한다. 주로 암청회색 니사질로 구성된 제1층 퇴적물과 사질의 제4층 퇴적물에 하천 유수작용으로 이동된 퇴적물 형태가 나타나고 있다. 그러나 제2호공의 경우에도 대부분의 퇴적물은 저탁류가 상존하는 상태에서 점성이 비교적 큰 니류작용으로 형성된 퇴적물의 특성을 보이고 있다(그림 6c). 의림지의 하류 정자와 도로 쪽에 위치하는 제3-1호공(ER-3-1)의 경우는 하천유수 작용에 의해 균일한 부유성 니질물이 부분적으로 나타나는 지점이다. 특히 제1층 퇴적층에 속하는 1, 5, 6번 시료에서 균일한 부유성 니질물이 우세하다. 제1층과 제2층에서 하천유수의 윤동작용에 의해 형성된 사질들은 나타나지 않으며, 대부분의 퇴적물은 역시 저탁류가 상존하는 상태에서 점성이 비교적 큰 니류작용으로 형성된 퇴적물의 특성을 보이고 있다(그림 6d). 제3-2호공(ER-3-2)은 제3-1호공의 하부에 대한 시추시료를 추가로 인양하기 위하여 실시하였던 관계로 제2층 하부와 제3층에 해당하는 퇴적물에 속한다. 제2층 하부에 속하는 니사질 퇴적물에서은 점성이 큰 니류작용으로 형성된 퇴적물 특성을 보이고 있으나, 이 보다 하부의 제3층에 속하는 퇴적물은 하천유수의 조약작용이나 윤동작용 등에 의하여 형성된 퇴적물에 속한다(그림 6e). 의림지 중앙의 좌측에 위치하는 제4호공(ER-4)의 경우는 상부에 암갈색 사질층이 협재하고 있으며 이들은 하천유수의 윤동작용에 의해 형성된 사질물로 해석된다. 그러나 하부의 제2층 퇴적물은 저탁류가 상존하는 상태에서 점성이 비교적 큰 니류작용으로 형성된 퇴적물의 특성을 보이고 있다(그림 6f). 의림지 중앙에 위치하는 제5호공 (ER-5)의 경우 최상부의 제1층을 구성하는 암청회색 니질층에서부터 이의 하부에 발달하는 제2층을 구성하는 암회색 사질층은 모두 저탁류가 상존하는 상태에서 점성이 비교적 큰 니류작용으로 형

성된 퇴적물의 특성을 보이고 있다(그림 6g).

요컨데 의림지내의 호저의 사질퇴적층은 홍수시 곡지하천이나 세류천을 통해 유수작용이 왕성해지면 부유성 니사질물이나 조약과 유통작용에 의한 사질물이 주로 퇴적되었다. 그러나 평상시에는 호저에 상승류 등으로 인하여 저탁류가 발생하고 점성이 다소 있는 상태에서 저탁류와 니류작용에 의해 니사질 퇴적층이 많이 퇴적되었던 것으로 판단된다.

#### 화분분석을 통한 고식생해석 결과

제천 의림지에서 산출된 오리나무속(*Alnus*), 소나무속(*Pinus*), 가문비나무속(*Picea*) 및 벼과(*Graminae*) 등 주요 화분의 출현율을 기준으로 2개 화분대가 구분되었으며, 하부에서 상부로 화분대 I과 II로 각각 설정하였다(표 1, a, b). 제I 화분대는 전체적인 화분군집조성비를 볼 때, 목본화분(*Arboreal Pollen: AP*)이 초본화분(*Non-arboREAL Pollen: NAP*)보다 풍부하게 산출되는 것이 특징적이다(표 1a). 낙엽활엽수인 오리나무속은 본 화분대의 전 구간에 걸쳐 최우점을 차지하면서 제2화분대와의 경계부분에서 급격히 감소하는 반면, 벼과 화분은 뚜렷하게 증가하는 것이 본 화분대의 특징이다. 또한 벼과는 본 화분대의 중간 깊이에서 감소하다가 상부로 가면서 다시 증가한다. 쑥속(*Artemisia*) 및 명아주과(*Chenopodiaceae*)들도 비교적 높은 산출도를 보인다. 포자 중 물고사리속(*Ceratopteris*) 역시 본 화분대의 전 구간을 통해 높은 산출도를 보인다. 본 화분대의 시기동안 식생은 목본식물로서 침엽수인 소나무속, 가문비나무속과 함께 오리나무속, 참나무속(*Quercus*) 낙엽활엽수가 우점하는 침엽-낙엽활엽수 협림으로 판단되며, 산악으로 둘러싸인 구릉지대의 산림지대였을 것으로 해석된다. 또한, 냇가 혹은 저수지 주변(aquatic margin)에서 주로 서식하는 호습성인 오리나무속, 낙우송과(*Taxodiaceae*) 및 수서식물(*aquatics*)인 물고사리속, 개연꽃속(*Nuphar*) 및 물봉선화속(*Polygonum*) 등이 풍부 혹은 양호하게 산출되며, 이 외에 참나무속

같은 낙엽활엽수가 비교적 양호하게 산출상태로 보아 이들이 서식했던 토양은 하성 혹은 저수지 주위의 과습한 조건이 오래 지속되었음을 알 수 있다. 이 시기의 기후는 낙엽성 활엽수들이 서식하기에 좋은 기후인 온대의 습한 기후조건이었을 것으로 해석된다.

제2 화분대의 전체 화분군집조성은 초본화분의 산출도가 목본화분의 산출도 보다 높게 나타나는 것이 특징이다(표 1b). 벼과 화분은 전 구간에 걸쳐 최우점으로 산출되는데 상부로 갈수록 산출도가 약간 감소하는 것이 특징이며, 명아주과, 사초과(*Cyperaceae*)와 쑥속도 높은 산출도를 보인다. 제1화분대에 이어서 침엽수인 소나무속과 가문비나무속이 대체적으로 더 높은 산출도를 보여 주고 있으며, 상부 구간으로 갈수록 증가하는 경향을 보이고 있다. 그 외 참나무속, 잎갈나무속/미송속(*Larix/Pseudotsuga*) 및 낙우송과도 비교적 양호한 산출도를 보여 주고 있다. 고란초과(*Polypodiaceae*)와 물고사리속도 역시 풍부한 산출을 나타낸다. 제2화분대는 소나무림 시대를 잘 보여 주는 시기로, 제1화분대와는 달리 목본화분인 오리나무속과 낙우송과의 급격한 감소와 함께 소나무속, 가문비나무속이 전 구간을 걸쳐 우점으로 산출되며, 이와 함께 사초과, 쑥속, 벼과, 모밀속(*Fagopyrum*) 및 명아주과 같은 초본식물들의 산출이 급증하는 것이다. 즉 낙엽성 활엽수림은 식생분포 면적이 좁아지며, 침엽수림의 분포면적이 점차 확대되는 시기라 할 수 있다.

의림지 호저 퇴적물내에서 산출되는 초본류 중 벼과식물(*Graminae*)은 재배종으로 해석할 수 있겠으나, 이들은 습지식물 혹은 물가에서 서식하는 억새풀 또는 갈대식물의 화분일 가능성도 있고, 이들은 의림지 주위에서 주로 서식했던 것으로 해석된다. 그리고 비교적 수분이 풍부한 곳에 발달하는 벼드나무속(*Salix*), 개암나무속/서어나무속(*Corylus/Carpinus*)의 화분도 연속적으로 출현하므로 저수지 주변의 수분이 풍부한 환경에서 이들이 서식하였던 것으로 추정된다. 또한 사초과, 여뀌속(*Persicaria*), 물고사리속 등의 수서식물 혹은

**표 1.** 의림지 시추공 E-1호공 및 E-3-1호공의 화분산출 상태. (a)E-1호공, (b)ER-3-1호공 (단, Depth는 시추시료 길이)

(a) E-1호공

Depth(cm)	Sample No.	Pollen																		Vegetation type								
		AP									NAP																	
		Bisaccate pollen	Taxodiaceae	Ahnus	Betula	Castanea	Corylus/Carpinus	Larix/Pseudotsuga	Pterocarya	Quercus	Salix	Tsuga	Ulmus/Zelkova	Compositae	Chenopodiaceae	Cyperaceae	Gramineae	Artemisia	Fagopyrum	Nuphar	Persicaria	Plantago	Polygonum					
0~5	ER-1-1	40	8	18	10	5	3	10	3	9	8	3	1	6	15	8	60	25	5	2	1	15	9	42	148	118	308	II Coniferous vegetation
15~20	ER-1-4	32	10	15	9	5	3	10	3	9	8	3	1	6	15	8	60	25	5	2	1	15	9	36	108	155	299	
30~35	ER-1-7	38	9	10	5	2	4	5	1	10	5	5	1	8	33	7	75	12	6	2	1	15	9	40	95	168	303	
45~50	ER-1-10	46	12	19	7	6	1	12	11	6	6	2	2	34	12	68	9	6	1	4	6	6	31	128	148	307		
60~65	ER-1-13	28	7	20	10	1	9	11	3	4	10	4	2	7	10	2	50	7	2	2	1	4	5	15	109	90	214	
75~80	ER-1-16	20	15	12	12	3	25	12	2	10	5	3	2	5	19	3	74	34	2	1	1	5	3	30	121	147	298	
90~95	ER-1-19	25	25	11	8	5	13	15	9	6	5	2	7	15	8	85	18	1	4	2	3	4	31	124	147	302		
105~110	ER-1-22	9	18	110	3	2	3	5	4	6	4	8	23	7	4	5	19	23	4	7	1	1	6	32	195	77	304	
120~125	ER-1-25	22	11	89	2	1	4	4	1	8	8	3	2	2	43	2	57	8	2	3	3	4	5	17	155	129	301	
135~140	ER-1-28	20	20	112	2	3	4	6	3	2	5	4	7	6	10	5	25	2	2	3	4	3	2	51	188	62	301	
150~155	ER-1-31	18	15	106	3	1	2	6	2	5	4	2	5	2	20	7	35	8	3	4	1	3	3	48	169	86	303	
160~163	ER-1-33	39	7	98	3	3	1	4	3	4	3	4	1	3	15	4	36	13	4	2	2	4	5	42	170	88	300	

(b) E-3-1호공

Depth(cm)	Sample No.	Pollen																		Vegetation type								
		AP									NAP																	
		Bisaccate pollen	Taxodiaceae	Ahnus	Betula	Castanea	Corylus/Carpinus	Larix/Pseudotsuga	Pterocarya	Quercus	Salix	Tsuga	Ulmus/Zelkova	Compositae	Chenopodiaceae	Cyperaceae	Gramineae	Artemisia	Fagopyrum	Nuphar	Persicaria	Plantago	Polygonum					
0~5	ER-3-1	70	2	5	1	2	2	2	2	1	27	4	2	1	15	23	100	17	2	4	1	5	3	18	118	171	307	II Coniferous vegetation
15~20	ER-3-4	47	18	9	1	1	3	2	1	19	6	2	3	16	33	96	15	3	2	4	4	4	15	109	176	300		
30~35	ER-3-7	20	9	20	2	1	7	1	1	28	1	1	1	8	28	106	33	1	1	1	1	2	31	91	182	304		
45~50	ER-3-10	19	14	35	2	2	5	4	1	21	1	5	4	7	40	65	15	3	2	3	3	3	50	109	142	301		
60~65	ER-3-13	35	17	30	3	1	4	3	2	20	4	3	1	7	45	45	9	2	3	1	5	5	55	122	123	300		
75~80	ER-3-16	16	10	104	2	1	3	1	1	33	6	7	4	6	27	31	1	1	1	1	2	45	184	74	303			
90~95	ER-3-19	22	19	55	1	2	5	5	1	20	3	3	1	5	25	60	12	2	3	1	2	2	55	136	113	304		
105~110	ER-3-22	35	20	67	1	1	2	4	1	16	2	1	2	3	14	64	17	1	3	2	2	2	40	150	110	300		

고란초과, 낙우송과의 습지식물들이 제1화분대에서부터 제2화분대에까지 연속적으로 산출되는 것으로 보아, 의림지가 축조될 당시부터 비교적 습한 온대기후 조건하에서 산지로 둘러싸인 구릉성 습지 혹은 소택지로 발달하였던 것으로 해석된다.

### 방사성 탄소연대 측정결과

탄소연대 측정이 실시된 제1호공에서는 부분적으로 교란되긴 했으나 기와조각 등이 출토되므로

이 부근시료 (ER1-6)에 대하여 방사성탄소연대 측정을 실시하였던 결과, 연대가  $1,010 \pm 210$ 으로 나타났다(표 2). 이 절대연대는 오차가 큰 점으로 미루어 보아, 수면에서 약 8m보다 더 하부의 니질 층에서 홍수시 제방유실에 따라 혹은 인위적인 요인에 의한 부분침식 등으로 인해 하부 퇴적층의 교란이 일어나 하부 니질물이 상부지층 위로 이동되어 재퇴적된 것으로 추정된다. 제1호공 제2층 상부는 식물편들이 다량 함유된 유기질 점토층으

표 2. 방사성 탄소연대 측정의 보정연대

시료번호	측정값	보정연대		비고(B.P)
		16	26	
ER1-6	1,010±210	AD 859 ~ 1,221	AD 648 ~ 1,320	16 : 1091~729 B.P 16 : 1302~630 B.P
ER1-9	460±140	AD 1,391 ~ 1,529	AD 1,274 ~ 1,681	16 : 559~421 B.P 16 : 676~269 B.P
ER1-12	950±40	AD 1,084 ~ 1,123	AD 1,017 ~ 1,164	16 : 866~827 B.P 16 : 933~786 B.P
ER3-1-8	600±30	AD 1,305 ~ 1,333	AD 1,300 ~ 1,372	16 : 645~617 B.P 16 : 650~578 B.P
ER3-1-10	650±40	AD 1,352 ~ 1,389	AD 1,339 ~ 1,398	16 : 667~618 B.P 16 : 611~552 B.P
ER3-1-11	800±40	AD 1,218 ~ 1,274	AD 1,178 ~ 1,285	16 : 732~676 B.P 16 : 772~665 B.P

로서 약 7.8m까지 분포하고 있다. 약 7.4m 부근에서 채취한 유기질 점토층 시료(ER1-9)의 방사성 탄소연대는  $460 \pm 140$ 으로 나타났다. 이 절대연대도 오차가 상당히 큰 점으로 미루어 보아, 퇴적층의 교란으로 인한 재퇴적 가능성이 있는 것으로 판단된다. 그리고 제1호공 제2층 하부는 석물편이 소량함유된 암회색 셀트층이 분포하는 구간으로서 약 8.1m까지 분포하고 있다. 약 8m 부근에서 채취한 실트층 시료(ER1-12)의 방사성탄소연대가  $950 \pm 40$ 으로 나타났으며, 절대연대의 오차가 적고 상당히 심부의 퇴적층이므로 교란으로 인한 재퇴적 가능성이 비교적 적은 것으로 판단되어 신뢰도가 높은 연대로 판단된다(그림 9).

제3-1호공은 시추주상도에서 하부 약 8m 부근에 점토 덩어리가 나타나므로 교란되었을 가능성 이 있는 것으로 간주되며, 연대측정 시료는 제2층 중부에 해당하는 약 8.6m(ER3-1-8), 9.2m (ER3-1-10), 9.5 m(ER3-1-11)부근에서 채취하였다. AMS방법에 의한 절대연대는 ER3-1-8, ER3-1-10, ER3-1-11에서 각각  $600 \pm 30$ 년전,  $650 \pm 30$ 년전,  $800 \pm 40$ 년 전으로 나타났다. 이 절대연대는 오차가 비교적 적으나, 시추주상도 해석을 통해 제

3-1호공의 제2층의 절대연대는 제1호공의 제2층 하부에서 나타난 연대보다는 후기에 속하는 연대로 나타났다.

이상의 탄소연대 측정결과를 Stuiver 외(1993)의 보정방법을 이용하여 연대보정을 실시해 보면, 보정연대값 중에서 1편차 한도내의 보정연대가 오차가 적고 확률이 높다. 의림지의 제방 축조의 최초시기는 적어도 제1호공과 제3-1호공의 제2층 중 하부에 형성된 암회색 유기질 니층이 형성시기인 600년 전과 950년 전보다는 고기에 형성된 것으로 판단되며, 이 시기를 다시 보정연대로 산정해 보면, 617년 전~745년 전으로부터 827년 전~866년 전까지의 시기에 해당된다.

## 결 론

제천 의림지 호저 퇴적층에 대한 제4기 지질조사와 물리탐사를 실시하였으며, 야외조사 자료와 실내분석 자료해석을 통하여 의림지 호저 퇴적물의 분포특성과 형성환경 및 형성시기를 해석하고자 하였다. 제4기 지질 야외조사로서 주변의 수문-지형-지질조사와 연속음향측심에 의한 호저지형

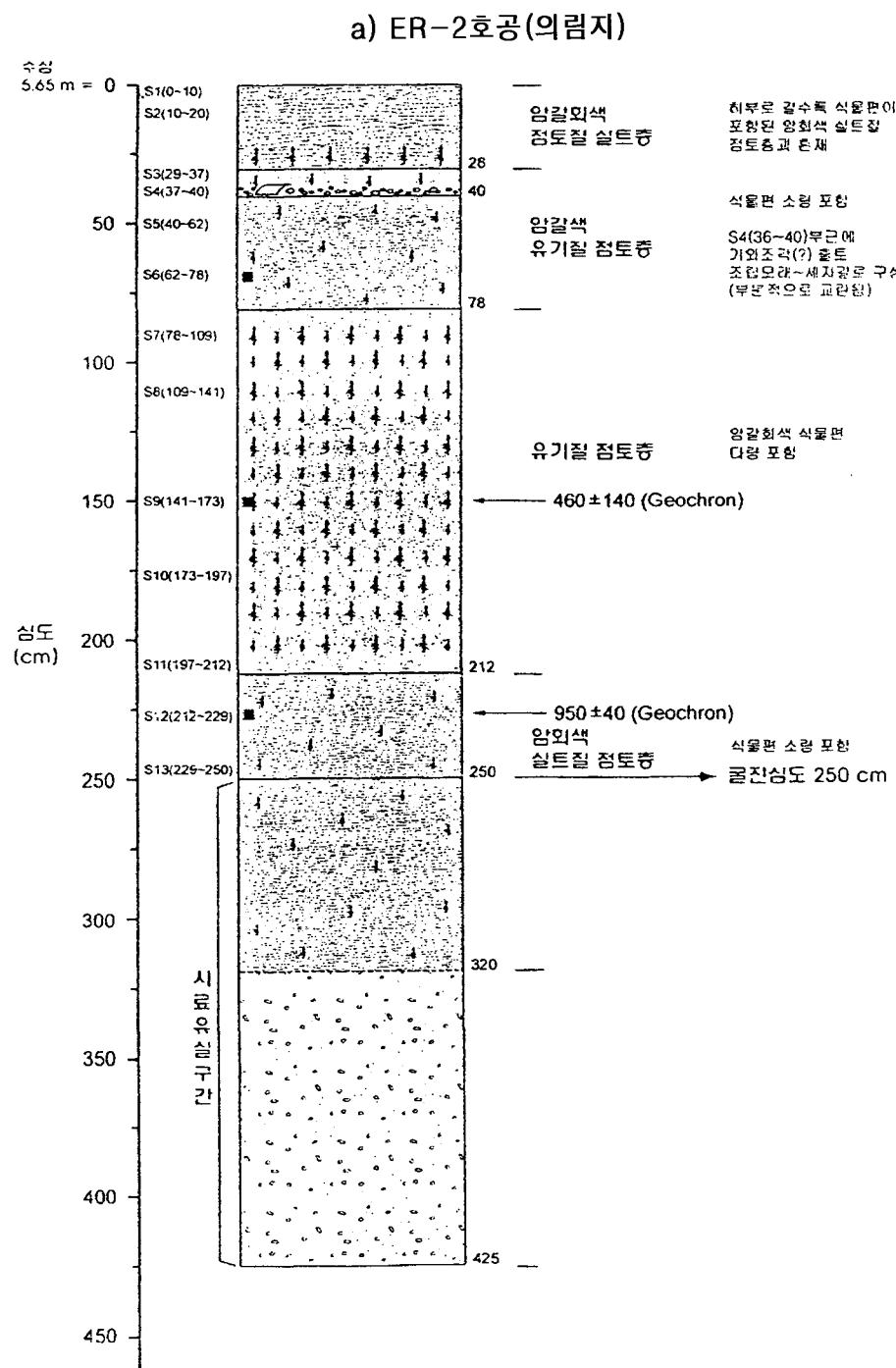


그림 9. 의림지 호저주상시료 제1호공 연대측정 결과

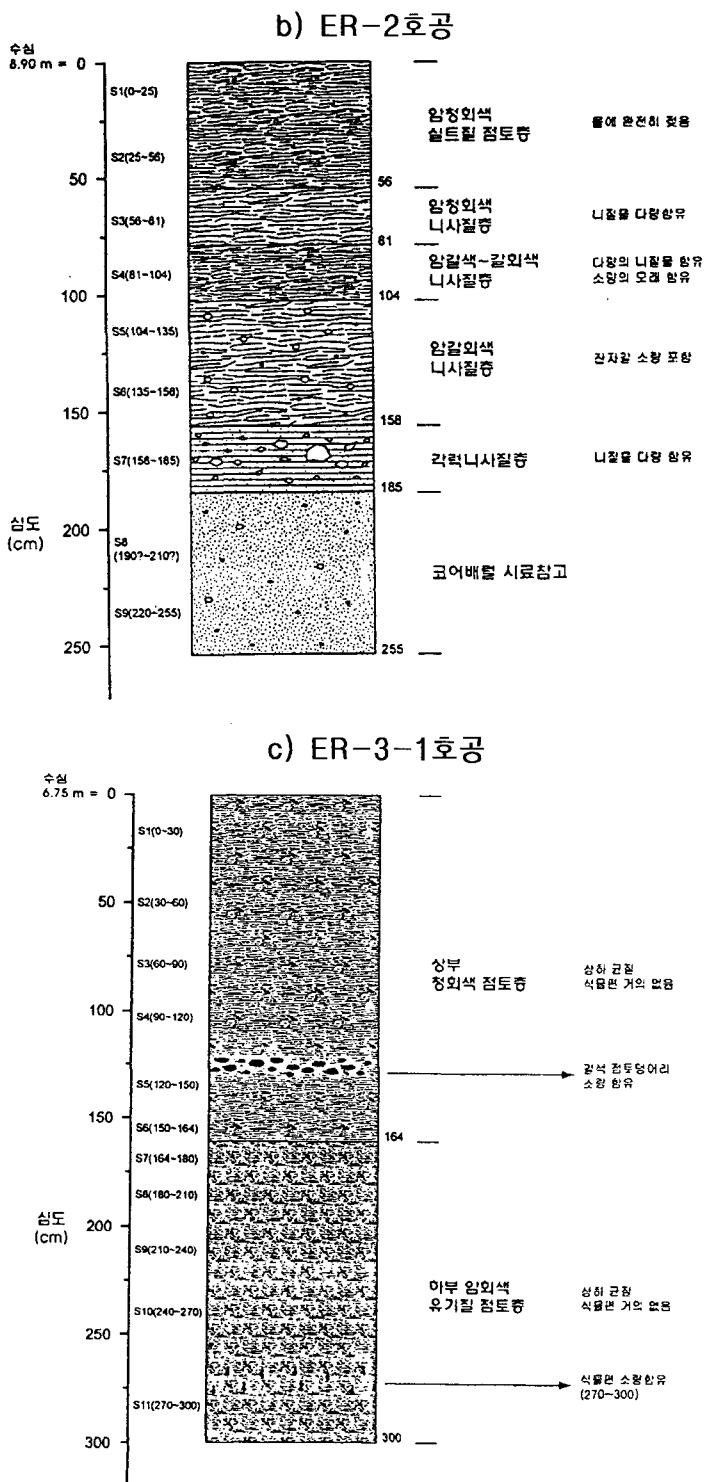
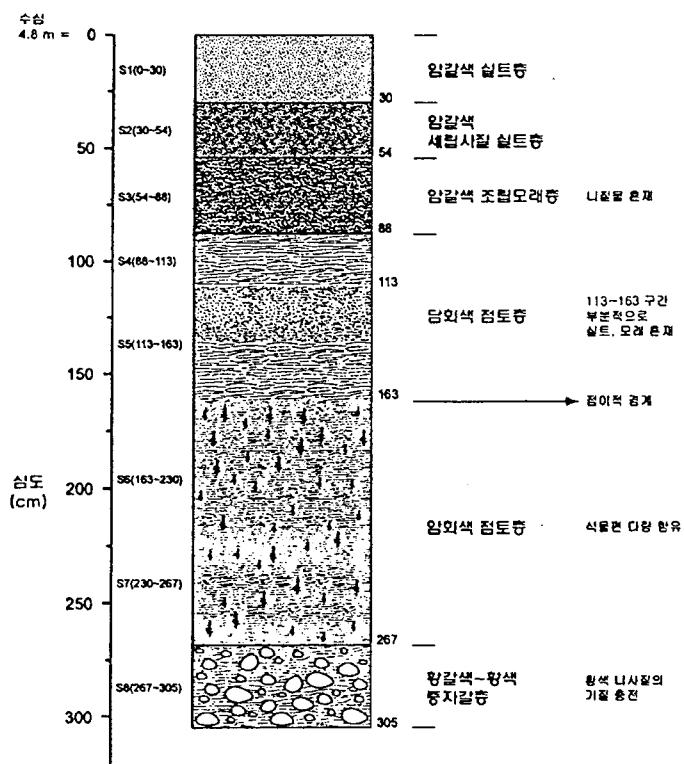


그림 9. 계속

d) ER-4호공



e) ER-5호공

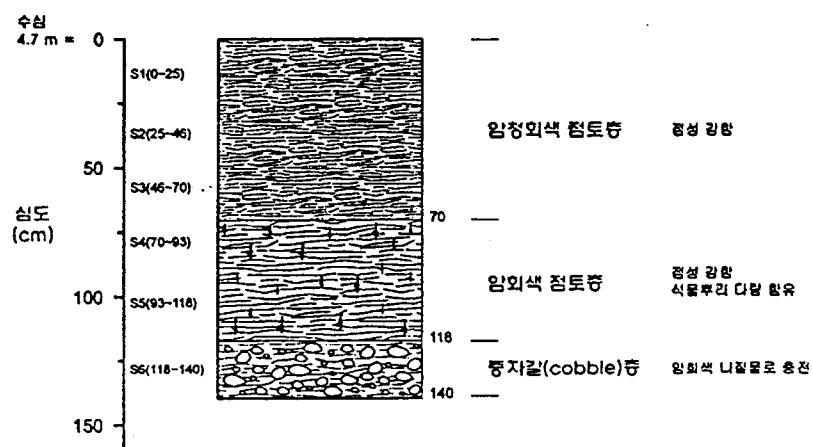


그림 9. 계속

특성을 규명하였다. 또한 호저 퇴적물 채취, 호저 퇴적층의 GPR 물리탐사, 호저 시추에 의한 주상 시료 채취하였다. 야외조사 및 탐사자료의 분석결

과 주상퇴적층 분포도를 작성하고, 호저퇴적층의 분포특성과 퇴적상 대비, GPR 물리탐사에 의한 퇴적층의 연속적 분포특성 해석을 실시하였다. 그

리고 의림지 호저표층 및 시추 주상시료에 대한 입도분석을 실시하고, 2개공의 시추시료에 대하여 화분분석을 실시하고 탄소연대를 측정하였다.

### 형성환경 종합해석

제4기 지질 및 물리탐사 자료해석, 의림지의 호저 및 하부 퇴적물의 과학분석에 의한 퇴적물 형성환경 특성, 시추주상 시료의 분포특성, 화분포자 분포특성과 결부하여 의림지의 형성환경을 해석해 보면 다음과 같다.

의림지 호저 표층퇴적물은 제1층과 제2층의 중간 내지 상부에서는 인위적으로 교란되거나 부분적으로 매립된 경우가 많다. 대개 자연적으로 퇴적된 경우, 하천의 유수작용에 의하여 균일한 부유작용으로 니질물이 형성되거나, 호저의 윤동작용으로 사질층이 형성되기도 하였다. 그리고 의림지의 호저는 아주 조용한 환경하에서 부유성 퇴적물이 퇴적되었다기보다는 호저에 교란류가 상존하든지, 점성이 큰 니류의 발달이 현저한 것으로 판단된다. 호저 표층퇴적물의 입도분석 결과, 호저의 유수작용으로 인하여 형성된 사질 퇴적물은 의림지 교각에서 곡지 사이의 라바댐 지점, 하류부의 최우측지점, 그리고 상류부의 최우측지점 등을 들 수 있다. 균일한 부유성 니질 퇴적물은 지점은 의림지의 거의 중앙에 해당지점이다.

한편, 의림지 호저 시추퇴적물의 입자분석 결과에서도 의림지 제방부근에 위치하는 제1호공과 3-1호공에서는 교란의 흔적이 지극히 적고, 2호공과 4호공 5호공 지역은 부분적으로 인위적인 교란층이 개재 되어 있다. 시추시료는 대부분 분급도가 불량하고, 니사질의 함량이 우세하며 왜도와 첨도도 극히 다양하게 변화하므로 퇴적환경이 단일하거나 안정된 것으로 보이지 않는다. 이는 시추시료의 C-M 분포다이아그램 분포특성 해석 결과, 니사질 퇴적물의 경우 유수작용에 의한 윤동작용에 의해 퇴적물이 이동하기보다 호저에서 부분적으로 저탁류가 상존하며 점성이 비교적 큰 니류작용이 우세한 가운데 이동되어 집적된 퇴적물 특성을 보이고 있다. 한편, 의림지내 일부 호저의 시추시

료에 분포하는 사질퇴적층의 경우, 홍수시 곡지하천이나 세류천을 통해 유수작용이 왕성해지는 상황하에서 부유성 니사질물이나 조약과 윤동작용에 의해 사질물이 우세하게 퇴적되었다. 그러나 평상시에는 의림지 호저에 유입류나 상승류 등으로 인하여 부분적으로 저탁류가 발생하고 점성이 있는 상태하에서 저탁류와 니류작용이 합력하여 니사질 퇴적층을 많이 퇴적시켰던 것으로 판단된다.

의림지의 과거 식생을 화분분석을 통해 규명하기 위하여 화분분석 결과 의림지 세립질 유기질 퇴적층은 2개의 화분대로 구분되는데, 하부의 제1화분대는 전체 화분군집상에서 목본화분류가 초본화분류보다 더 높은 산출을 보이는 반면, 상부의 제2화분대는 반대로 초본화분류가 목본화분류보다 산출도가 더 높게 나타났다. 제1화분대는 오리나무속이 우점으로 산출되고, 더불어 참나무속, 소나무속, 가문비나무속의 목본화분과 벼과, 사초과 및 쑥속 등의 초본화분이 양호하게 산출되는 침엽낙엽활엽수 혼합림의 특징을 보인다. 제2화분대는 소나무속, 가문비나무속이 우점으로 산출되고 이와 함께 벼과, 사초과 및 참나무속이 풍부-양호한 수준으로 산출되는 침엽수림으로 각각 특징 지워진다. 이 두 화분대를 통해서 의림지의 과거 식생분포 특징은 산악이나 구릉대에서 주로 서식하는 침엽수와 낙엽활엽수 목본화분이 풍부하게 산출되고 있음을 알 수 있고, 호습성인 오리나무속, 벼드나무속의 목본화분과 벼과, 사초과, 쑥속의 초본식물 역시 풍부하게 산출되는 것으로 보아서, 현재와 비슷한 환경조건인 주위에 산악으로 둘러싸인 지형으로 습한 온대조건이었던 것으로 판단된다.

### 퇴적층 형성시기 해석

의림지의 제1호공 제3층 암회색 유기점토층에서 채취한 시추시료(ER1-12)의 방사성탄소연대가  $950 \pm 40$ 이며, 절대연대의 오차가 적고 비교적 심부의 퇴적층으로 교란으로 인한 재퇴적 가능성에 비교적 적어 절대연대의 신뢰도가 높은 것으로 판단된다(그림 9). 제3-1호공에서는 주로 제2층 중부인 암회색 유기질 점토층을 대상으로 AMS방

법에 의해 연대측정하였으며, ER3-1-8, ER3-1-10, ER3-1-11에서 각각  $600 \pm 30$ 년 전,  $650 \pm 30$ 년 전,  $800 \pm 40$ 년 전으로 나타났다. 이들 연대는 시추 주상도상의 제2층에 속하나, 제1호공에서 보는 바와 같이 제3층 하부의 연대보다는 후기에 속하는 것으로 해석된다. 제1호공의 또 다른 연대는 제1층과 제2층 상부에 각각 해당하며,  $1,010 \pm 210$ 년 전(ER1-6)과  $460 \pm 140$ (ER1-9)으로 나타났는데, 이 절대연대는 오차가 상당히 큰 점으로 미루어 보아, 호저와 하부의 퇴적층의 제1층과 제2층 상부까지는 자연적 혹은 인위적으로 교란이나 간섭 효과가 아주 큰 것으로 간주되며, 부분적으로 재퇴적되었을 가능성도 큰 것으로 해석된다.

### 의림지 최초 제방축조 시기고찰

본 연구에서 절대연대 분석치를 이용하여 의림지 제방축조 역사와 관련하여 고찰해 보면 다음과 같다. 의림지의 제1호공 제2층의 대표적인 암회색 유기질 니질층은 제방이 축조된 이후에 퇴적된 지층으로 해석된다. 이 지층 내의 ER1-12시료의 방사성탄소연대가  $950 \pm 40$ 이며, 연대오차가 적고 심부 퇴적층이므로 교란으로 인한 재퇴적 가능성이 적은 것으로 판단된다. 따라서 적어도 이 시기에는 의림지 제방이 축조되어 있어 곡지로부터 유입되는 하천 유수를 부분적으로는 저류하기 시작하였던 것으로 추정된다. 그 결과 제방축조 이전에 주로 형성될 수 있었던 하천기원 사력질퇴적층 위에서는 유기물이 많이 포함된 세립질 니질물이 퇴적되어 제2층을 형성하였던 것으로 판단된다. 연대측정이 실시된 비교적 교란이 덜 된 유기질 니층은 고기 곡지하천의 유로가 막히든지 에너지가 떨어짐에 따라 사질보다는 사질실크나 실크가 퇴적되는 환경하에서 형성되었음을 의미하기 때문에 의림지 축조는 이러한 퇴적층의 퇴적시기 이전에 실시되었을 것이 분명하다. 본 퇴적물의 형성 시기 중에서 특히 제1호공과 제3-1호공의 제2층 중, 하부에 분포하는 암회색 유기질니층의 형성시기가 600년 전과 950년 전으로 밝혀졌기 때문에 의림지 제방축조는 적어도 이보다는 더 고기에 형

성된 것이 확실한 것으로 판단된다. 의림지 제방축조 시기판단을 위하여 퇴적층 형성시기를 보정연대로 환산해 보면, 617년 전~745년 전으로부터 827년 전~866년 전까지의 시기에 해당된다. 그러나 제1호공의 시추시료 인양시 굴진심도가 약 9.9m이며, 현장 굴진도중 자갈이 함유된 모래층으로 판단되는 지층이 약 8.9m에서부터 나타나기 시작했던 점을 고려하면, 제3층의 하한은 8.9m까지 연장될 수 있는 것으로 판단된다. 그러나 금번 시추시료는 약 8.15m까지만 인양되었고, 이보다 하부 주상시료는 대부분 인양에 실패하였다. 또한 제1호공 ER1-12시료는 인양된 시추시료 중에서도 최하부에서 약 0.2m 높은 곳에서 분석한 결과이며, 본 시추공 시료의 최하부 지층내의 유기질 점토의 절대연대는 기존 분석치보다는 더 고기의 연대를 지시할 것으로 추정된다(약 1.1mm/년의 퇴적율을 적용하여 최하부 유기질 점토층의 연대를 산정해 보면, 약 1,140년 전이 되며, 오차를 고려하면 약 1,034년 전~1,223년 전으로 판단됨).

### 사사

본 연구는 제천시청 문화관광과 지역개발 사업의 일환으로 실시되었고, 충북대학교 박물관에서 연구비를 제공하여 수행되었다. 본 연구가 가능하도록 연구비 지원과 현장조사에서 물심양면으로 지원해준 제천시청의 윤종섭 과장님, 최남용 계장님, 권기현님, 충북대학교의 이용조 교수님, 우종윤 학예연구관님 어려운 여건하에서 현장 시추작업을 실시해 준 오수정 이사님 등 여러분께 심심한 사의를 표합니다.

### 참고문헌

- 김주용, 양동윤. 1999. 한국 후기 구석기 이후 세립질 토양 및 퇴적층의 형성환경, 영남고고학회 학술발표전문, p.14-17.  
제천농지개발조합 1996. 영호조수지 개보수 설계서. 농어촌 진흥공사 충북지사(시추 및 물리

탐사자료).

- Bull, W. B. 1962. Relation of textural (CM) patterns to depositional environment of alluvial-fan deposits. *Jour. Sed. Petrol.*, 32 (2), p.211-216.
- Kim, J. Y., Lee, D. Y and Choi, S. G. 1999. A research on Pleistocene Stratigraphy. *Korean Jour. Quat. Res.*, vol. 12(1), p.77-87
- Lee, D. Y. and Kim, J. Y. 1992. Review on the Quaternary Stratigraphy of the Korean Peninsula, Sino-Korean Prehistory Work shop, p.69-99.
- Passega, R. 1964. Grain size representation by CM patterns as a geological tool. *Jour. Sed. Petrol.*, 34(4), p.830-847.
- Passega, R. and Byramjee, R. 1969. Grain-size image of clastic deposits. *Sedimentology* 13, p.233-252.
- Stuiver, M. and Reimer, P. J. 1993. Radiocarbon Calibration Program Rev 4.2. *Radiocarbon*, 35, p. 215-230.

(Accepted : May 9, 2000)