

# 일본동굴의 개발과 보존관리

---

북제주군 관공계장 고 봉 언

## I. 서론

지난 6월 15일 부터 6월 20일 까지 9日間の 旅程으로 本學會 洪始煥 박사님과 같이 日本內 몇 個所의 洞窟과 特殊 科學博物館의 管理 實態를 調査하였다. 짧은 期間동안의 走馬燈 같은 視察旅行으로 日本에서 가장 알려진 代表的인 觀光洞窟 5 個所와 10 個所 以上の 特殊科學博物館과 自然史 및 考古學博物館에 對한 展示 및 保存管理狀態, 그리고 環境保全과 合理的인 運營方案에 對한 視察, 見學, 協議등을 實施할 수 있게 되었음은 現地 洞窟學會 會員들의 積極적인 協助의 공과라고 생각된다.

登錄된 洞窟 300餘 個所인데 觀光開發이 되어있는 洞窟이 90餘 個所나 되는 이웃 日本의 洞窟管理實態 특히 內部環境의 保全과 開發이 어떻게 調和를 이루고 있는가 등에 關한 問題와 開發, 設備, 運營, 또는 社會教育的 機能에 기여하는 방안을 比較檢討 하는데 커다란 成果가 있었다고 보겠다.

앞으로도 關心있는 關係學者나 行政實務者 또는 洞窟運營者의 계속적인 해외연수를 겸한 視察旅行이 시행되어야 하겠다고 본다.

다음은 主要 視察記錄과 우리나라의 當面課題를 간단히 紹介하는 것이다.

## Ⅱ. 日本의 동굴 및 科學博物館 管理現況

### 1. 슈우호오도오 (秋芳洞)

야마구찌 (山口) 현 슈우호오초오 (秋芳町) 에 위치하며, 총연장 1.8 km대 광장의 연속으로 되는 大型 鍾乳窟이다. 洞窟의 높이 20 m 내외의 입구이나, 이 洞窟에서 유출되는 地下水量은 아시아에서는 보기 드문 많은 水量을 지니고 있다.

洞窟의 기상은 年中 16~18℃를 이루고 있으며 약 1 km에 달하는 觀光코스 中에는 동양에서 제일가는 높이 16 m의 黄金柱를 비롯하여 직경 5 m의 석순, 그의 논발을 말해주는 石灰華段丘地形이 전개되고 있어 洞窟景觀은 실로 世界的으로 자랑할만한 것이다.

년간 200 만의 관광객을 수용하고 있는 이 동굴은 그 景觀이 웅장하기 때문에 세상에 알려있고 秋吉台的 카르스트地形과 함께 소중한 學術研究地域으로 되고 있다.

### 2. 카게키오도오 (景清洞)

山口縣 아키요시다이 (秋吉台) 에 있는 洞窟로 현재까지 1 km이상으로 추정되고 있으나 그중 700 m만이 개발되고 있는 流水鍾乳窟이다.

이 水平洞窟은 洞窟의 넓이가 실로 15 m 내외의 길다란 地下洞窟로 되고 있어 日本에서도 으뜸갈 수 있는 직선형이고 단조한 중

유굴이다. 鍾乳石과 石筍 등의 경관 등은 거의 없으나 이 洞窟은 天井에 수많은 溶蝕溝가 발달되고 있다는 점과 洞窟內部가 사력층으로 피복되고 있는 氾濫原상태의 河床을 이루는 곳과도 같은 洞窟로 된다. 역시 洞窟氣象은 16 ~ 17 °C를 이룬다.

단조로운 洞內景觀을 이루고 있어서 2차대전 당시는 넓고 커다란 공동에 많은 “군수물자”를 저장하였던 사실이 있다.

### 3. 다이쇼오도오 (大正洞)

山口縣 아키요시다이 (秋吉台)에 있는 多層構造를 이루는 傾斜 窟이다. 총연장 800 m 중 400 m가 개발되고 있으며 특히 수직굴과 가지굴이 많아 이 洞窟은 天堂과 地獄을 방불시키게 하는 아담한 鍾乳窟로 되고 있다. 洞窟生物이 비교적 많으며 洞窟바닥은 北向하고 급경사를 이루는데 20 m 기점에서 연못이 있고, 다시 洞窟밖에는 소를 가둘 수 있는 크기의 침식선반이 발달되고 있다.

自動音響청취기의 이용으로 洞窟內部的 곳곳에서 自動的인 음향방송시설에 의하여 동굴내의 경관이 설명되고 있는 특수장치와 시설의 동굴이다. 한편 二重門의 시설도 있어 洞內환경유지에 주력하고 있다.

### 4. 龍岩洞穴

이 洞窟은 1983년에 처음으로 觀光洞窟로 公開한 동굴이다. 戶田眞雄社長을 중심한 일가족의 꾸준한 노력 끝에 개인경영의 동굴로 개발된 것인데 처음 발견된 것은 실로 1930년이었다.

이 동굴의 첫 學術調査는 1977년에 名古屋大의 鹽崎教授 팀에 의하여 실시되었는데 이때부터 開發에 착수하여 5년후 1983년 8월에 제 6차 韓日合同洞窟大會와 全日本洞窟大會가 이곳에서 개최되어 마침내 전국에 그 이름이 떨치게 되었다.

우리나라에서는 建國大 洪始煥교수가 수시로 開發公開作業에 자문을 응하였을 뿐만 아니라 학술적인 차원에서 매우 깊은 유대가 맺여지고 있는 동굴이다. 총길이 800 m, 동굴내에는 오차 생성동물인 각종 종유석, 석순, 석주가 즐비한 지하궁전을 이루고 있다. 연간 50 만의 관광객의 입동이 집계되고 있다.

##### 5. 후가꾸후우케츠(富岳風穴) 洞窟

이 洞窟은 후지산 기슭 이른바 觀光코오스에 내부에서 떨어진 곳에 있는데, 그 규모는 350 m의 공동형 경사 熔岩洞窟이다. 洞口는 대형이나 수직경사를 이루고 있고, 洞窟의 溫度를 조절하기 위하여 天然水을 내부에 간직하고 있는 洞窟이다.

富士山기슭에 해당하는 地理的 位置이므로 東京에서 箱根을 거쳐 富士山지역을 旅行하는 觀光客들이 찾는 觀光通路변에 있어 많은 觀光客이 찾는다.

火山洞窟중 熔岩洞窟이나 처음에는 개스의 噴出口가 洞窟入口로 되고 있었으나 그 洞口가 점차 함몰에 의하여 없어졌다.

## 6. 秋吉台 博物館

이 秋吉台 科學博物館은 山口縣 미네郡 秋芳町라고 하는 우리나라의 邑과 같은 곳에 있는 博物館이다. 이 博物館에는 3億年에 이르는 秋吉台的 土地의 歷史를 주축으로 地質 古生物, 地形, 氣象, 洞窟, 植物 考古學을 비롯하여 이 아끼요시다이에 있어서의 住民 生活에 관한 많은 學習資料를 마련하여 진열하여 일반 學生, 希望者들에게 利用을 시키고 있다. 특히 修學旅行과 校外學習 등으로 이 아끼요시다이의 自然觀察을 실시할 수 있는 自然學習 相談室이 마련되고 있는 이들을 위한 施設로 영화 視聽覺教材등을 준비하고 있다. 더욱이 아끼요시다이의 化石, 地質, Krast 地形, 洞窟 動物과 植物등 특별 天然紀念物에의 自然地物을 현지에서 觀察할 수 있는 施設과 指導資料가 준비되고 있다. 이 지역의 展示內容物로는 일반적으로 아끼요시다이의 형성과 造山運動이라는 部分에서 아끼요시다이가 3億年以上 歷史를 지닌 고장으로 이를 뒷받침해 주는 각종 化石과 圖面과 표본과 進化의 過程을 소개한 것들이 마련되고 있다. 물론 이 안에는 아끼요시다이의 古生物 地層차 判斷을 위한 作業의 經過도 展示하고 있으며 이로 인하여 이 고장이 어떠한 歷史過程을 통하여 地殼이 運動, 變化되어 오늘을 이룩하였는가 상세하게 說明하고 있다.

다음 秋吉台的 進化時代의 區分에서는 氷河時代라고 말할 수 있는 第4紀 前半期에 日本列島가 여러차례 변하고 때로는 大陸과 陸地를 계속되었던 時期에 있어서의 動物들의 分布등을 그림과 化石의 展示로 이를 說明해 주고 있다. 지금 日本列島에서는 이미 없어진 옛 코

끼리, 대형사슴, 시베리아 살쾡이, 소, 호랑이, 사자 등의 뼈化石과 이들의 模造品들이 이곳에 展示되고 있다. 한편 아끼요시다이의 전반적인 說明을 하고 있는 부분이 있는데 이것은 Karst 地形의 發展過程과 상세한 地形의 설명과 이들 미지형의 사진 표본등의 展示로 이를 說明하고 있다. 또한 한 表面은 아끼요시다이의 動物과 植物을 展示하고 있는데 이 地域에 서식하고 있는 現在의 動植物 표본 模型등을 장식하고 이를 展示하고 있다. 이밖의 벽면에는 아끼요시다이를 관찰하는데 있어 疑問되는 여러가지 單語 地形 模型들에 대한 그림 또는 사진에 의한 說明이 展示되고 있다.

이와같은 아끼요시다이의 科學博物館에서는 이 중요성을 강조하기 위하여 定期的으로 講座 講演會 映寫會 自然觀察會등을 주재하고 있다. 즉 學藝員이 研究者 教育者로서 資質을 높이고 있으며 이들을 수시로 學校研究機關 社會단체들과 연결되어 視聽覺教材를 使用한 講座 講演會를 실시하고 이들의 보급과 일상적인 利用을 보급하고 있다.

특히 自然科學會는 아끼요시다이의 아름다운 自然속에 休養을 目的으로 하고 社會단체나 학생들의 集團的인 野外 活動이 실시되고 있고 이밖에도 校外學習 修學旅行 個別的 學習 相談에도 응하고 있다. 이 아끼요시다이의 博物館에서는 아끼요시다이의 自然속에 널리 分布하는 276개의 鍾乳窟 즉 石灰洞窟을 綜合 조사하는 組織으로서 科學博物館아래 日本洞窟協會와 日本洞窟學會의 山口 케이빙 클럽등의 사무국을 설치하고 全國의 洞窟愛好家와 研究者들이 항시 이 地域에서 탐험되는 조사 研究가 용이하게 할 수 있게 諸般 편의를 제공하고 있다. 이곳에서는 대체를 博物館內에 展示室 8개, 講座室 1개, 研究

室 2 개, 外來研究者用 研究室 1 개, 圖書室 1 개, 標本室 3 개, 石工室 1 개, 暗室 1 개, 宿泊室 2 개, 관장실 1 개, 事務室 1 개 등이 준비되고 있고 본 博物館 부속의 박쥐 地下 實驗室이 마련되고 있다.

## 7. 北九州市立 自然史 博物館

西部 日本에서 유일한 自然史 博物館이다. 展示는 北九州의 하나의 根本을 개고 地球의 歷史를 더듬어 보는 이러한 계통으로 다섯개의 部門에 걸쳐 分類 展示되고 있다.

첫째 部門은 그 고장 郷土의 歷史, 즉 주로 北九州 地域의 地質史를 비롯한 歷史적인 背景을 더듬어 보는 것이다. 따라서 이 곳에는 부근에서 發掘된 化石들을 진열하고, 당시의 時代를 연상시킨 模型과 實物들을 化石을 통하여 진열하고 說明文이 붙어 있다. 특히 프로디스타스라고 하는 世界 最古의 淡水魚였던 化石을 진열하고, 또 아시아의 바다 즉, 2000 萬年 前 이 地域이 全部 바다였다는 根據되는 化石을 진열하고, 이런 것들이 오랜 세월을 거쳐서 石炭이 되어서 오늘날 중요한 炭田地帶가 되고 있음을 보여 주고 있다. 뿐만 아니라, 北九州地域을 이루는 平尾臺의 石灰岩이 약 3 億년 전에 石灰質의 껍질을 이루는 生物의 유해가 따뜻한 바다 속에서 두텁게 堆積되어 이루어진 것임을 展示하고 있다. 또한, 日本의 四大 工業地帶의 하나인 이 地域은 海運과 石炭資原을 끼고 있는 大 工業地域으로서 발전되어온 내용을 資原, 工場 특히 시멘트, 유리, 窯業, 제철, 化學工業의 내용을 소개하고 있다.

둘째 部門은 北九州의 動植物 즉 그 地域에 가장 많고 특수한 動物과 植物 특히 鳥類와 짐승들, 昆蟲, 魚類를 소개하고 있다.

세째 部門에서는 日本全體의 自然을 소개하고 있다. 日本 帶狀의 列島를 이루고 있어서 南과 北쪽에 있어서 커다란 차이를 나타내고 있다. 이곳에서는 이런 自然의 차이를 그 生態, 産物을 통하여 소개하고 있으며 다른 博物館에서 보지 못한 특수한 展示를 하고 있다.

네째 部門에서는 無脊椎動物의 계통과 進化를 진열하고 있는데 특히 三葉蟲은 古生代 것임을 말해주고, 最大의 것은 10 cm 이상이 되고 珊瑚礁나 그 부근의 바다 속에 있었음을 말해주고 있다. 그리고 암모나이트는 보통 圓方形의 껍질을 지니고 있는데, 때로는 탑모양을 이루고 있는 특별한 형태의 조개 모양을 이룬것도 있다. 이것은 進化 과정으로 보아 末期 이후로 이 後에 암모나이트는 없어지게 된 것으로 자세히 說明되고 있다.

다섯째 部門에서는 脊椎動物의 系統과 進化를 말해주고 있다. 魚類에서 시작되어 人類에까지 이르는 脊椎動物의 進化는 어떻게 진행되었느냐 하는 것을 아로자우르스 즉, '커다란 肉食動物로 恐龍 계통의 化石을 진열하고 大陸移動과 파충류와의 관계를 나타내는 淡水性 파충류 세소자우르스와 부라지어자우르스(패름기)의 化石은 南美와 아프리카에서 알려져 있으며 당시에는 大西洋이 없고 그 後 兩大陸의 移動에 따라 두 大陸이 形成되었음을 설명하고 있다. 자메라고 하는 상어의 化石은 魚類 중에서 가장 最大 種으로 18 m에 달하는 標本이 진열되고 있고, 옛날 日本에 가장 많이 있던, 나우만 코끼리의 일부 化石도 진열되고 있다. 이것은 瀬戶內海에서 수만點의 化石이 發



見되고 있다. 또한 人類의 進化를 말해주는 北京原人을 비롯한 많은 그 골격이 표본으로 人類의 進化 關係를 說明해 주고 있다.

대체로 이상에서는 진열의 전반적인 상태를 설명하였는데, 이 博物館의 진열은 특히 市民이 참가할 수 있게 마련되고 있다. 이는 각자가 갖고 있는 標本을 일정기간 동안 여기에 진열을 해서 그것을 널리 공개하는 市民 참가 코너가 마련되어 있고, 또한 많은 圖書를 진열하여 이 고장에 대한 研究와 學習에 대한 資料를 제공하고, 항상 질문할 수 있게 지도할 수 있는 研究室을 마련하고 있다.

## 8. 阿蘇火山 博物館

日本の 九州에 있는 世界의 名火山 阿蘇山の 地質·地形은 물론이고 地質學的 연구에 필요한 많은 資料와 標本이 전시되고 있으며 火山活動 뿐만 아니라 火山의 生態, 環境을 그대로 눈으로 볼 수 있게 전시된 博物館이다.

個人的 株式會社에서 개발 운영하고 있는 私設 博物館으로 더구나 170° 각도의 초광각의 멀티스크린을 통하여 무려 300 명의 관중을 수용할 수 있는 비데오극장은 유명하다. 그리고 地底의 마그마랜드를 그대로 소개하는 地底探險코스도 널리 알려있다.

관람의 所要時間은 약 1 시간, 동시관람 인원은 약 800 인을 수용할 수 있는 대규모 시설이다.

## 9. 豊橋地下資源館

地下資源館은 豊橋市の 教育委員會에서 建立한 것으로 2 面積 2,200  $m^2$ , 建坪 2,000  $m^2$ 에 달하며 室內 展示室만도 1,100  $m^2$ 에 달한다. 철근

콘크리트 건물로 地上 1층, 地下 1층 터널을 마련하여 東洋에서는 단 하나밖에 없다는 資源館이다. 이 地下 資源館의 1층의 A館에서는 地下資源이 어떤 것이며 어떠한 경유로 되고 있고 또한 이 地下資源館은 資源의 굴착하는 方式과 또는 地下資源의 現況을 說明하고 있다. 그리고 一層 B館에서는 金屬資源의 精鍊 製品化의 過程과 利用등을 說明하는 코너로 되어 있다. 地下 1층의 C館에서는 非金屬資源의 굴착하는 방식, 정밀製品化 過程 資源의 利用을 說明하는 展示室로 되어있고 地下1層의 D館에서는 未來의 地下資源이 어떤 것이 있을 것이며 어떤 것에서 구할 수 있겠는가. 그리고 에너지의 여러가지 인식을 깊게하고 學習을 총정리하는 코너로 되어있다. 이곳에는 특히 鍾乳窟을 復元시킨 模型 鍾乳窟이 地下室에 마련되고 영 상코너에는 70인치 스크린으로 새로운 科學技術을 소개하는 영사회가 시간을 정하여 마련되고 있다. 地球歷史코너, 鑛物岩코너, 철광석코너 金屬의 性質調査코너 각종 資源의 용도를 표시하고 施設 그밖의 海洋 開發코너등 많은 展示物이 준비되고 있는데 이색적인 것은 世界의 鑛石들이 마련되어 있는 鑛物鑛石코너로 미국, 中國, 오스트렐리아 그 밖의 우리나라의 標本들이 展示되고 있다.

특히 우리나라 標本들은 洪始煥, 金基澤 기타 有志들의 개인적인 誠意로 기증한것 들이다.

## 10. 富士宮市 富士砂防工事場

富士山の 西쪽기슭은 많은 山사대와 土砂流失로 山기슭의 地形이 크게 변형되고 있다. 더구나 富士宮市の 변두리지역에서는 火山灰의 流

積으로 都市民의 生活에 커다란 支障을 주고 있으므로 建設省에서는 富士砂防工事事務所를 설치하여 해마다 이 土砂流失을 막기 위한 여러 형태의 砂防工事が 실시되고 있다.

부근이 火山灰地域이므로 降雨季節에는 특히 山사태가 많이 일어나고 있어 이에 대한 당국의 防止對策이 시행되고 있는 것이다. 다만 현재까지 富士山 山頂부근이나 噴火口 壁面의 사태현상에 대한 砂防工事は 아직 시행되고 있지 않다. 이는 景觀이 나빠지기 때문에 고려되고 있지 않다는 것이다.

### Ⅲ. 일본의 동굴 개발실태 개요

#### 1. 환경보존 분야

- ① 관광객의 인원통제나 시간의 통제에 신경을 쓰지 않고 있다. 물론 몇 곳에서는 시간간격으로 관광객의 출입을 통제하거나 계절별로 관광코스를 따로 하는 경우도 있다. 이것은 주로 관광객의 수요가 적기 때문에 시간간격으로 안내하는 경우가 있다.
- ② 대기 오염의 방지를 위하여 이중문의 시설을 인공적인 터널에 의해서 외기와 내부의 조절을 꾀하고 있다.
- ③ 수은등으로 그것도 어둡게 통로만을 비추고 있으며 겨우 특수 지형지물을 면에서 비춰지고 있는 설비를 하고 있다.
- ④ 곳곳에 휴게장소를 마련하고 있다.

- ⑤ 통로는 주기적으로, 또는 계절적으로 이용하고 있다.
- ⑥ 동굴의 환경보존을 위한 온도와 습기 유지에 주력을 하고있다.  
즉 인공적으로 지하수를 도입하거나 인공적인 폭포와 같은 상층부에서 투수시설을 하고 있다.
- ⑦ 조명등이 비추는 각도는 계절에 따라 일정한 기간을 두고 방향을 바꾸고 있다.
- ⑧ 모든 물품을 보관하는 설비를 하고있고 카메라 이외의 반입을 허락하지 않고 있다.
- ⑨ 아키요시다이 지구에서는 주기적인 약분세척, 산수세척등으로 녹색공해에 대한 대책을 세우고 있으나 그밖에 동굴에서는 양치류나 이끼류들이 자란채 그대로 방치한 상태를 많이 볼 수 있다.
- ⑩ 해마다 수시로 안전진단을 실시하고 있으며 이들은 주로 시설 낙반에 주력을 두고 있다.  
즉 현상변경을 허가받아 수시로 낙반과 통로의 시설등을 변경 또는 개선하고 있다.
- ⑪ 동굴내는 비교적 어두운편이며 통로와 특수지형지물에만 조명하고 있다.
- ⑫ 동굴내의 구역별로 설명하는 녹음시설이 완비되고 있어 특수긴급전달상황 이외에는 모두 설명된 녹음방송으로 대체되어 가고 있다.
- ⑬ 인공적인 시설로 환경의 보전에 주력두는 제안시설과 시설과 설비를 갖추고 있다.

## 2. 부대시설과 관리 분야

- ① 부대시설은 동굴이 지구과학을 중심으로 하는 내부부의 학과목과 관련된 종합적인 자연학습원임을 미루어 보아 모든 과목에 걸친 현장학습을 할 수 있게끔 종합적인 시설이 마련되고 있다.
- ② 많은 관광객들로 하여금 일시에 모여들지 않게 시간조적, 안내계획을 세워 질서있는 동굴관광과 자연학습을 할 수 있게 이를 제도화하고 있다.
- ③ 동굴주변의 부대시설을 완비함으로써 관광객을 교양향상면에서 유지하도록 하고있다.
- ④ 안전관리시설을 곳곳에 마련해두고 안전원들이 이들의 지도안내에 전력을 다하도록 하고 있다.
- ⑤ 건전한 국민관광을 기도하는 목적에 순응하는 부대시설을 하고 있다.
- ⑥ 자작실습을 할 수 있게 동굴내 설명은 물론 자연학습원 교재와 그밖에 많은 자료를 주어 학생들이나 관광객들이 현장에서 보고 무엇인가를 이해하고 잘 관찰할 수 있는 준비와 시설이 마련되고 있다.
- ⑦ 부대시설로는 향토 자료관, 암석원, 식물원, 동물원, 곤충관, 지하자원관, 열람실이외에도 휴게 오락시설과 유흥시설을 갖추고 있다.
- ⑧ 청소년 학생은 물론 일반 관광객까지도 현지에서 교육받고 향토애를 고취시키거나 그 고장에 대한 이해를 촉진시킬 수 있

는 제반시설이 마련되고 있다.

- ⑨ 이용하는 사람에게 부담을 적게 주는 그리고 안전하고 편하게 지낼 수 있는 시설을 실비함으로써 보다 많은 학생들과 일반 관광객의 이용을 꾀할 수 있게 하고 있다.
- ⑩ 이 자연학습원이 될 수 있는 동굴과 그 부근의 시설들은 학생뿐만이 아니고 일반인들도 이용할 수 있는 대상임을 고려하여 보다 폭 넓은 시설대책이 마련되고 있다.
- ⑪ 동굴주변의 모든 시설은 각 동굴마다 각양각색의 특징을 지니는 시설을 하고 있다.

#### IV. 결론 (우리나라 동굴관리의 당면과제)

- ① 동굴의 환경 및 보전분야에 관한 안전진단의 시행이 제대로 되어 있지 않고 있으므로 보다 철저한 시행과 감독이 요구된다.
- ② 동굴의 관람객수의 파악통제가 요구되며 이 입동객의 확인과 규제에 지장없도록 제도화가 요구된다.
- ③ 현상변경, 그밖의 안전진단상의 시정을 요한 건의사항등이 사문화 또는 묵살되지 아니하도록 나중에 확인할 수 있는 제도가 요구된다.
- ④ 기념물로 지정된 동굴의 대한 확실적인 재평가와 분석이 요구된다. 평가의 기준을 책정하고 이들 기준에 맞추어 천연기념물 지망기념물등의 등급책정을 재조정하여야 하겠다.

- ⑤ 동굴이 지구과학의 현지학습장으로 일상 이용될 수 있도록 학술적인 설명과 명칭으로의 간단한 설명판을 부착하도록 하여야 하겠다.
- ⑥ 동굴의 표준조명도 입동객의 한도등을 계측하는 환경영향평가가 실시되어야 하겠으며 이로 인하여 체인인구의 한계수, 조명의 조도 한계등의 철저한 시행으로 동굴의 환경보전에 유의토록 하여야 하겠다.