

일본의 동굴 관리실태조사보고

문화부 문화재 1과장 정 태 진

1. 서 론

지난 2월 8일부터 2월 16일까지 9일간의 여정으로 본 학회 홍시환회장님과 같이 일본내 및 개소의 동굴과 특수 과학박물관의 관리실태를 조사하였다. 짧은 기간동안의 주마등 같은 시찰여행으로 일본에서 가장 알려진 대표적인 관광동굴 5개소와 10개소 이상의 특수 과학박물관과 자연사 및 고고학박물관에 대한 전시 및 보존관리상태, 그리고 환경보전과 합리적인 운영방안에 대한 시찰, 견학, 협의 등을 실시할 수 있게 되었음은 현지 동굴학회 회원들의 적극적인 협조의 공과라고 생각된다.

등록된 동굴 300여 개소인데 관광개발이 되어있는 동굴이 90여개소나 되는 이웃 일본의 동굴관리실태 특히 내부환경의 보전과 개발이 어떻게 조화를 이루고 있는가 등에 관한 문제와 개발, 설비, 운영, 또는 사회교육적 기능에 기여하는 방안을 비교검토 하는데 커다란 성과가 있었다고 보겠다.

앞으로도 관심있는 관계학자나 행정실무자 또는 동굴운영자의 지속적인 해외연수를 겸한 시찰여행이 시행되어야 하겠다고 본다.

다음은 주요 시찰기록과 우리나라의 당면과제를 간단히 소개하는 것이다.

II. 일본의 동굴 및 과학박물관 관리현황

1. 슈우호오도오 (秋芳洞)

야마구찌 (山口) 현 슈우호오초오 (秋芳町)에 위치하며, 총연장 1.8 km대 광장의 연속으로 되는 대형 종유굴이다. 동굴의 높이 20 m내외의 입구이나, 이 동굴에서 유출되는 지하수량은 아시아에서는 보기드문 많은 수량을 지니고 있다.

동굴의 기상은 연중 16~18℃를 이루고 있으며 약 1 km에 달하는 관광코스 중에는 동양에서 제일가는 높이 16 m의 황금주를 비롯하여 직경 5 m의 석순, 그의 논발을 말해주는 석회화단구지형이 전개되고 있어 동굴경관은 실로 세계적으로 자랑할만한 것이다.

년간 200 만의 관광객을 수용하고 있는 이 동굴은 그 경관이 웅장하기 때문에 세상에 알려있고 추길대의 카르스트지형과 함께 소중한 학술연구지역으로 되고 있다.

2. 카게키오도오 (景清洞)

야마구찌정 (山口県) 아키요시다이 (秋吉台)에 있는 동굴로 현재까지 1 km이상으로 추정되고 있으나 그중 700 m만이 개발되고 있는 유수종유굴이다.

이 수평동굴은 동굴의 넓이가 실로 15 m 내외의 길다란 지하동굴로 되고 있어 일본에서도 으뜸갈 수 있는 직선형이고 단조한 종유굴이다. 종유석과 서순등의 경관등은 거의 없으나 이 동굴은 천정에 수많은 용식구가 발달되고 있다는 점과 동굴내부가 사력층으로 피복되고 있는 범람원상태의 하상을 이루는 곳과도 같은 동굴로 된다.

역시 동굴기상은 16~17℃를 이룬다.

단조로운 동내경관을 이루고 있어서 2차대전 당시는 넓고 커다란 공동에 많은 “군수물자”를 저장하였던 사실이 있다.

3. 다이쇼오도오(大正洞)

야마구찌켄(山口県) 아키요시다이(秋吉台)에 다층구조를 이루는 경사동굴이다. 총연장 800m 중 400m가 개발되고 있으며 특히 수직굴과 가지굴이 많아 이 동굴은 천당과 지옥을 방불시키게 하는 아담한 종유굴로 되고 있다. 동굴생물이 비교적 많으며 동굴바닥은 북향하고 급경사를 이루는데 20m 기점에서 연못이 있고, 다시 동굴밖에는 소를 가둘 수 있는 크기의 침식선반이 발달되고 있다.

자동음향청취기의 이용으로 동굴내부의 곳곳에서 자동적인 음향방송 시설에 의하여 동굴내의 경관이 설명되고 있는 특수장치와 시설의 동굴이다. 한편 이층문의 시설도 있어 동내환경유지에 주력하고 있다.

4. 용암동혈

이 동굴은 1983년에 처음으로 관광동굴로 공개한 동굴이다. 戶田貞雄사장을 중심한 일가족의 꾸준한 노력끝에 개인경영의 동굴로 개발된 것인데 처음 발견된 것은 실로 1930년이였다.

이 동굴의 첫 학술조사는 1977년에 나고야대의 鹽崎교수팀에 의하여 실시되었는데 이때부터 개발에 착수하여 5년후 1983년 8월에 제 6차 한일합동동굴대회와 전일본동굴대회가 이곳에서 개최되어 마침내 전국에 그 이름이 떨치게 되었다.

우리나라에서는 건국대 홍시환교수가 수시로 개발공개작업에 자문에

용하였을 뿐만 아니라 학술적인 차원에서 매우 깊은 유대가 맺여지고 있는 동굴이다. 총길이 800 m, 동굴내에는 이차 생성물인 각종 종유석, 석순, 석주가 즐비한 지하궁전을 이루고 있다. 연간 50만의 관광객의 입동이 집계되고 있다.

5. 후가꾸후우케츠(富岳風穴)동굴

이 동굴은 후지산 기슭 이른바 관광코오스에 내부에서 떨어진 곳에 있는데, 그 규모는 350 m의 공동형 경사 용암동굴이다. 동구는 대형이나 수직경사를 이루고 있고, 동굴의 온도를 조절하기 위하여 천연빙을 내부에 간직하고 있는 동굴이다.

후지산기슭에 해당하는 지리적 위치이므로 동경에서 하코네를 거쳐 후지산지역을 여행하는 관광객들이 찾는 관광통로변에 있어 많은 관광객이 찾는다.

화산동굴중 용암동굴이나 처음에는 개스의 분출구가 동굴입구로 되고 있었으나 그 동구가 점차 함몰에 의하여 없어졌다.

6. 아키요시다이박물관

이 아키요시다이 과학박물관은 야마구찌켄 미네군 슈우호오초오라고 하는 우리나라의 읍과 같은 곳에 있는 박물관이다. 이 박물관에는 3억년에 이르는 아키요시다이의 토지의 역사를 주축으로 지질 고생물, 지형, 기상, 동굴, 식물 고고학을 비롯하여 이 아끼요시다이에 있어서의 주민 생활에 관한 많은 학습자료를 마련하여 진열하여 일반 학생, 희망자들에게 이용을 시키고 있다. 특히 수학여행과 교외학습 등으로 이 아끼요시다이의 자연관찰을 실시할 수 있는 자연학습 상담

실이 마련되고 있는 이들을 위한 시설로 영화 시청각교재등을 준비하고 있다. 더욱이 아끼요시다이의 화석, 지질, Krast지형, 동굴 동물과 식물등 특별 천연기념물에의 자연지물을 현지에서 관찰할 수 있는 시설과 지도자료가 준비되고 있다. 이 지역의 전시내용물로 일반적으로 아끼요시다이의 형성과 조산운동이라는 부분에서 아끼요시다이가 3억년이상 역사를 지닌 고장으로 이를 뒷받침해 주는 각종 화석과 도면과 표본과 진화의 과정을 소개한 것들이 마련되고 있다. 물론 이 안에는 아끼요시다이의 고생물 지층차 판단을 위한 작업의 경과도 전시하고 있으며 이로 인하여 이 고장이 어떠한 역사과정을 통하여 지각이 운동, 변화되어 오늘을 이룩하였는가 상세하게 설명하고 있다.

다음 아끼요시다이의 진화시대의 구분에서는 빙하시대라고 말할 수 있는 제 4기 전반기에 일본열도가 여러차례 변하고 때로는 대육과 육지를 계속되었던 시기에 있어서의 동물들의 분포등을 그림과 화석의 전시로 이를 설명해 주고 있다. 지금 일본열도에서는 이미 없어진 옛 코끼리, 대형사슴, 시베리아 살핁이, 소, 호랑이, 사자 등의 뼈화석과 이들의 모조품들이 이곳에 전시되고 있다. 한편 아끼요시다이의 전반적인 설명을 하고 있는 부분이 있는데 이것은 Karst지형의 발전과정과 상세한 지형의 설명과 이들 미지형의 사진 표본등의 전시로 이를 설명하고 있다. 또한 한 표면은 아끼요시다이의 동물과 식물을 전시하고 있는데 이 지역에 서식하고 있는 현재의 동식물 표본 모형등을 장식하고 이를 전시하고 있다. 이밖의 벽면에는 아끼요시다이를 관찰하는데 있어 의문되는 여러가지 단어 지형 모형들에 대한 그림

또는 사진에 의한 설명이 전시되고 있다.

이와같은 아끼요시다이의 과학박물관에서는 이 중요성을 강조하기 위하여 정기적으로 강좌, 강연회, 영사회, 자연관찰회등을 주재하고 있다. 즉 학예원이 연구자 교육자로서 자질을 높이고 있으며 이들을 수시로 학교연구기관 사회단체들과 연결되어 시청각교재를 사용한 강좌, 강연회를 실시하고 이들의 보급과 일상적인 이용을 보급하고 있다.

특히 자연과학회는 아끼요시다이의 아름다운 자연속에 휴양을 목적으로 하고 사회단체나 학생들의 집단적인 야외활동이 실시되고 있고 이밖에도 교외학습 수학여행 개별적 학습 상담에도 응하고 있다. 이 아끼요시다이의 박물관에서는 아끼요시다이의 자연속에 널리 분포하는 276개의 종유굴 즉 석회동굴을 종합 조사하는 조직으로서 과학박물관아래 일본동굴협회와 일본동굴학회의 야마구찌케이빙클럽 등의 사무국을 설치하고 전국의 동굴애호가와 연구가들이 항상 이 지역에서 탐험되는 조사 연구가 용이하게 할 수 있게 제반 편의를 제공하고 있다. 이곳에서는 대체를 박물관내에 전시실 8개, 강좌실 1개, 연구실 2개, 외래연구자용 연구실 1개, 도서실 1개, 표본실 3개, 석공실 1개, 암실 1개, 숙박실 2개, 관장실 1개, 사무실 1개등이 준비되고 있고 본 박물관 부속의 박쥐 지하 실험실이 마련되고 있다.

7. 북구주시립 자연사 박물관

서부 일본에서 유일한 자연사 박물관이다. 전시는 북구주의 하나의 근본을 캐고 지구의 역사를 더듬어 보는 이러한 계통으로 다섯개의 부문에 걸쳐 분류 전시되고 있다.

첫째 부문은 그 고장 향토의 역사, 즉 주로 북구주지역의 지질사를 비롯한 역사적인 배경을 더듬어 보는 것이다. 따라서 이 곳에는 부근에서 발굴된 화석들을 진열하고, 당시의 시대를 연상시킨 모형과 실물들을 화석을 통하여 진열하고 설명문이 붙어 있다. 특히 프로디스타스라고 하는 세계 최고의 담수어였던 화석을 진열하고, 또 아시아의 바다 즉, 2000 만년전 이 지역이 전부 바다였다는 근거되는 화석을 진열하고, 이런 것들이 오랜 세월을 거쳐서 석탄이 되어서 오늘날 중요한 탄전지대가 되고 있음을 보여 주고 있다. 뿐만 아니라, 북구주지역을 이루는 평미대의 석회암이 약 3억년전에 석회질의 껍질을 이루는 생물의 유해가 따뜻한 바다 속에서 두텁게 퇴적되어 이루어진 것임을 전시하고 있다. 또한, 일본의 4대 공업지대의 하나인 이 지역은 해운과 석탄자원을 끼고 있는 대공업지역으로서 발전되어 온 내용을 자원, 공장 특히 시멘트, 유리, 요업, 제철, 화학공업의 내용을 소개하고 있다.

둘째 부문은 북구주의 동식물 즉 그 지역에 가장 많고 특수한 동물과 식물 특히 조류와 짐승들, 곤충, 어류를 소개하고 있다.

세째 부문에서는 일본 전체의 자연을 소개하고 있다. 일본 대상의 열도를 이루고 있어서 남과 북쪽에 있어서 커다란 차이를 나타내고 있다. 이곳에서는 이런 자연의 차이를 그 생태, 산물을 통하여 소개하고 있으며 다른 박물관에서 보지 못한 특수한 전시를 하고 있다.

네째 부문에서는 무척추동물의 계통과 진화를 진열하고 있는데 특히 삼엽충은 고생대 것임을 말해주고, 최대의 것은 10 cm 이상이 되고 산호초나 그 부근의 바다 속에 있었음을 말해주고 있다. 그리고 암

모나이트는 보통 원방형의 껍질을 지니고 있는데, 때로는 탑모양을 이루고 있는 특별한 형태의 조개 모양을 이룬 것도 있다. 이것은 진화과정으로 보아 말기 이후로 이 후에 암모나이트는 없어지게 된 것으로 자세히 설명되고 있다.

다섯째 부문에서 척추동물의 계통과 진화를 말해주고 있다. 어류에서 시작되어 인류에까지 이르는 척추동물의 진화는 어떻게 진행되었느냐 하는 것을 아로자우르스 즉, 커다란 육식동물로 공룡 계통의 화석을 진열하고 대륙이동과 파충류와의 관계를 나타내는 담수성 파충류 세소자우르스와 부라지어자우르스(패름기)의 화석은 남미와 아프리카에서 알려져 있으며 당시에는 대서양이 없고 그 후 양대륙의 이동에 따라 두 대륙이 형성되었음을 설명하고 있다. 자메라고 하는 상어의 화석은 어류 중에서 가장 최대 종으로 18 m에 달하는 표본이 진열되고 있고, 옛날 일본에 가장 많이 있던, 나우만 코끼리의 일부 화석도 진열되고 있다. 이것은 瀬戸内海에서 수만점의 화석이 발견되고 있다. 또한 인류의 진화를 말해주는 배경원인을 비롯한 많은 그 골격이 표본으로 인류의 진화관계를 설명해 주고 있다.

대체로 이상에서는 진열의 전반적인 상태를 설명하였는데, 이 박물관의 진열은 특히 시민이 참가할 수 있게 마련되고 있다. 이는 각자가 갖고 있는 표본을 일정기간 동안 여기에 진열을 해서 그것을 널리 공개하는 시민 참가 코너가 마련되어 있고, 또한 많은 도서를 진열하여 이 고장에 대한 연구와 학습에 대한 자료를 제공하고, 항상 질문할 수 있게 지도할 수 있는 연구실을 마련하고 있다.

8. 아소화산 박물관

일본의 구주에 있는 세계의 명화산 아소산의 지질·지형은 물론이고 지질학적연구에 필요한 많은 자료와 표본이 전시되고 있으며 화산활동 뿐만 아니라 화산의 생태, 환경을 그대로 눈으로 볼 수 있게 전시된 박물관이다.

개인의 주식회사에서 개발 운영하고 있는 사설 박물관으로 더구나 170° 각도의 초광각의 멀티스크린을 통하여 무려 300명의 관중을 수용할 수 있는 비데오극장은 유명하다. 그리고 지저의 마그마랜드를 그대로 소개하는 지저탐검코스도 널리 알려져있다.

관람의 소요시간은 약 1시간, 동시관람 인원은 약 800인을 수용할 수 있는 대규모 시설이다.

9. 풍교지하자원관

지하자원관은 풍교시의 교육위원회에서 건립한 것으로 그 면적 2,200㎡, 건평 2,000㎡에 달하며 실내 전시실만도 1,100㎡에 달한다. 철근콘크리트 건물로 지상 1층, 지하 1층 터널을 마련하여 동양에서는 단 하나밖에 없다는 자원관이다. 이 지하 자원관의 1층의 A관에서는 지하자원이 어떤 것이며 어떠한 경유로 되고 있고 또한 이 지하자원관은 자원의 굴착하는 방식과 또는 지하자원의 현황을 설명하고 있다. 그리고 1층 B관에서는 금속자원의 정련 제품화의 과정과 이용등을 설명하는 코너로 되어 있다. 지하 1층의 C관에서는 비금속자원의 굴착하는 방식, 정밀제품화 과정 자원의 이용을 설명하는 전시실로 되어있고 지하 1층의 D관에서는 미래의 지하자원이 어떤것

이 있을 것이며 어떤 것에서 구할 수 있겠는가. 그리고 에너지의 여러가지 인식을 깊게하고 학습을 총정리하는 코너로 되어있다. 이곳에는 특히 중유굴을 복원시킨 모형 중유굴이 지하실에 마련되고 영상 코너에는 70인치 스크린으로 새로운 과학기술을 소개하는 영상회가 시간을 정하여 마련되고 있다. 지구역사코너, 광물암코너, 철광석코너 금속의 성질조사코너 각종 자원의 용도를 표시하고 시설 그밖의 해양 개발코너등 많은 전시물이 준비되고 있는데 이색적인 것은 세계의 광석들이 마련되어 있는 광물광석코너로 미국, 중국, 오스트렐리아 그밖의 우리나라의 표본들이 전시되고 있다.

특히 우리나라 표본들은 홍시환, 김기택 기타 유지들의 개인적인 성의로 기증한것 들이다.

10. 부사궁시 부사사방공사장

부사산의 서쪽기슭은 많은 산사태와 토사유실로 산기슭의 지형이 크게 변형되고 있다. 더구나 부사궁시의 변두리지역에서는 화산회의 유적으로 도시민의 생활에 커다란 지장을 주고 있으므로 건설성에서는 부사사방공사사무소를 설치하여 해마다 이 토사유실을 막기위한 여러 형태의 사방공사가 실시되고 있다.

부근이 화산회지역이므로 강우계절에는 특히 산사태가 많이 일어나고 있어 이에 대한 당국의 방지대책이 시행되고 있는 것이다. 다만 현재까지 부사산 산정부근이나 분화구 벽면의 사태현상에 대한 사방공사는 아직 시행되고 있지 않다. 이는 경관이 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 이층문의 시설을 인공적인 터널에 의해서 외기와 내부의 조절을 꾀하고 있다.
- ③ 수은등으로 그것도 어둡게 통로만을 비추고 있으며 겨우 특수지형지물을 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 하고 있다. 즉 인공적으로 지하수를 도입하거나 인공적인 폭포와 같은 상층부에서 특수시설을 하고 있다.
- ⑦ 조명등이 비추는 각도는 계절에 따라 일정한 기간을 두고 방향을 바꾸고 있다.
- ⑧ 모든 물품을 보관하는 설비를 하고 있고 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 시설낙반에 주력을 두고 있다.
즉 현상변경을 허가받아 수시로 낙반과 통로의 시설등을 변경 또는 개선하고 있다.
- ⑪ 동굴대는 비교적 어두운편이며 통로와 특수지형지물에만 조명하고 있다.
- ⑫ 동굴내의 구역별로 설명하는 녹음시설이 완비되고 있어 특수긴급 전달상황 이외에는 모두 설명된 녹음방송으로 대체되어 가고 있다.
- ⑬ 인공적인 시설로 환경의 보전에 주력두는 제안시설과 설비를 갖추고 있다.

2. 부대시설과 관리 분야

- ① 부대시설은 동굴이 지구과학을 중심으로 하는 대부분의 학과목과 관련된 종합적인 자연학습원임을 미루어 보아 모든 과목에 걸친 현장학습을 할 수 있게끔 종합적인 시설이 마련되고 있다.
- ② 많은 관광객들로 하여금 일시에 모여들지 않게 시간조직, 안내계획을 세워 질서있는 동굴관광과 자연학습을 할 수 있게 이를 제도화하고 있다.
- ③ 동굴주변의 부대시설을 완비함으로써 관광객을 교양향상면에서 유도하도록 하고 있다.
- ④ 안전관리시설을 곳곳에 마련해 두고 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 마련되어 있다.
- ⑦ 부대시설로는 향토 자료관, 암석원, 식물원, 동물원곤충관, 지하자원관, 열람실 이외에도 휴게 오락시설과 유흥시설을 갖추고 있다.
- ⑧ 청소년 학생은 물론 일반 관광객까지도 현지에서 교육받고 향토애를 고취시키거나 그 고장에 대한 이해를 촉진시킬 수 있는 제반시설이 마련되어 있다.
- ⑨ 이용하는 사람에게 부담을 적게 주는 그리고 안전하고 편하게 지낼 수 있는 시설을 설비함으로써 보다 많은 학생들과 일반관광객의 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 마련되어 있다.
- ⑪ 동굴주변의 모든 시설은 각 동굴마다 각양각색의 특징을 지나는 시설을 하고 있다.

IV. 우리나라에서의 당면과제

- ① 동굴의 환경 및 보전분야에 관한 안전진단의 시행이 제대로 되어있지 않고 있으므로 보다 철저한 시행과 감독이 요구된다.
- ② 동굴의 관람객수의 파악통제가 요구되며 이 입동객의 확인과 규

제에 지장없도록 제도화가 요구된다.

- ③ **형상변경**, 그밖의 **안전진단상**의 시정을 요한 건의사항등이 사문화 또는 묵살되지 아니하도록 나중에 확인할 수 있는 제도가 요구된다.
- ④ 기념물로 지정된 동굴의 대한 **획일적인 재평가와 분석**이 요구된다. 평가의 기준을 책정하고 이들 기준에 맞추어 천연기념물 지방기념물등의 등급책정을 재조정하여야 하겠다.
- ⑤ 동굴이 지구과학의 **현지학습장**으로 일상 이용될 수 있도록 학술적인 설명과 명칭으로의 간단한 설명란을 부착하도록 하여야 하겠다.
- ⑥ 동굴의 **표준조명도 입동객의 한도**등을 계측하는 **환경영향평가**가 실시되어야 하겠으며 이로 인하여 **체인인구의 한계수**, **조명의 조도 한계**등의 철저한 시행으로 동굴의 **환경보전**에 유의토록 하여야 하겠다.

V. 일본에서의 환경보전 대책

1. 환경보전에 대하여

- ① 동굴의 **환경보존**을 위한 온도와 습기 유지에 주력을 하고 있다. 즉 **인공적으로 지하수를 도입**하거나 **인공적인 폭포와 같은 상층부에서의 투수시설**을 하고 있다.
- ② **녹색 공해 즉 하등 식물에 대한 제거 및 오염방지대책**을 비교적 소홀히 하고 있다. 물론 아키요시다이 지구에서는 주기적인 약

분세척, 산수세척등으로 녹색공해에 대한 대책을 세우고 있으나 그밖에 동굴에서는 양치류나 이끼류들이 자란채 그대로 방치한 상태를 많이 볼 수 있다.

- ③ 관광객의 수요가 많아도 이에 대한 인원의 통제나 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 많다.
- ④ 되도록 입구와 출구를 달리하여 동굴내 온도의 상승을 막게 하고 관광객 출입의 소통을 원활히 하고 있다.
- ⑤ 때로는 환기를 목적하였다고 볼 수 있는 다른 통로를 설정하는 것도 있는데 이 통로는 주기적으로 또는 계절적으로 이용하고 있다.
- ⑥ 대기 오염의 방지를 위하여 이중문 시설을 하거나 인공적인 터널의 굴착에 의해서 외기(바깥공기)와 내부의 조절을 꾀하고 있다.
- ⑦ 밝은 조명 시설을 하지 않고 수은등으로 그것도 어둡게 통로만을 비추고 있으며 겨우 특수 지형지물을 먼데서 비춰지고 있는 설비를 하고 있다.
- ⑧ 오물처리를 위하여 곳곳에 휴게장소를 마련하고 있다.
- ⑨ 조명등이 비추는 각도는 계절에 따라 일정한 기간을 두고 방향을 바꾸고 있다.
- ⑩ 동굴입구에 들어가기전 관리소에서는 모두 물품을 보관하는 설비를 하고 있고 카메라 이외의 반입을 허락하지 않고 있다.

2. 부대시설과 개발에 대하여

- ① 동굴주변의 모든 시설은 각 동굴마다 각양각색의 특징을 지니는 시설로 하여야 하겠다. 일본의 경우는 그 시설을 이용하기 위하여 그 동굴에 꼭 찾아가야만 한다는 예가 많다. 따라서 각 동굴마다 특수시설을 마련해 놓고 관광객의 유도과 유치에 주력을 하여야 하겠다.
- ② 건전한 국민관광에 주력을 두는 부대시설이 요구된다. 예를 든다면 아스레틱크 즉 건전하고 국가적인 차원에서 심신단련에도 매우 필요한 시설들은 건전한 국민관광을 기도하는 목적에 순응하는 부대시설이라야 하겠다. 이것은 또한 우리나라가 당면한 과제이라고도 볼 수 있다.
- ③ 동굴주변의 부대시설은 동굴이 지구과학을 중심으로 하는 대부분의 학과목과 관련된 종합적인 자연학습원임을 미루어 보아 되도록이면 모든 과목에 걸친 현장학습을 할 수 있게끔 종합적인 시설이 마련되고 있다.
- ④ 이용하는 사람에게 부담을 적게 주는 그리고 안전하고 편하게 지낼수 있는 시설을 설비함으로써 보다 많은 학생들과 일반 관광객의 이용을 꾀하고 있다.
- ⑤ 이 자연 학습원이 될 수 있는 동굴과 그 부근의 시설들은 학생 뿐만이 아니고 일반인들도 이용할 수 있는 대상임을 고려하여 보다 폭 넓은 시설대책이 마련되고 있다.
- ⑥ 각 동굴들은 그 동굴자체가 지닐 수 있는 특색을 발견하고 이들의 특색을 살릴 수 있는 중심목표를 내걸고 되도록이면 이용

하는 사람들의 층하가 없이 평범한 동굴의 관찰이나 야외실습이 요구되는 시설을 하고 있다.

- ⑦ 자작 실습을 할 수 있게 동굴내 설명은 물론 자연학습원 교재와 그밖에 많은 자료를 주어 학생들이나 관광객들이 현장에서 보고 무엇인가를 이해하고 잘 관찰할 수 있는 준비와 시설이 되고 있다.
- ⑧ 안전관리에 치중하는 시설과 대책이 마련됐다. 동굴속에서의 특종과 계측, 관찰을 위해서는 일반관광 통로뿐만 아니라 그밖의 장소에도 출입하게 되므로 안전관리시설을 곳곳에 마련해 두고 안전원들이 이들의 지도안내에 전력을 다하고 있다.
- ⑨ 동굴내부는 물론 동굴주변에 대한 조경과 미화작업이 되어있다. 가능한한 전반적인 개발계획에 포함시켜 동굴주변이 하나의 공원단지와 같은 휴계소다운 시설이 되어있다.
- ⑩ 많은 관광객들로 하여금 일시에 모여들지 않게 시간조직, 안내 계획을 세워 질서있는 동굴관광과 자연학습을 할 수 있게 이를 제도화 되어있다.
- ⑪ 동굴주변의 부대시설을 완비함으로써 관광객을 교양향상면에서 유지 하도록 되어있다.
- ⑫ 부대시설로는 향토 자료관, 암석원, 식물원, 동물원, 곤충관, 지하자원관, 열람실 이외에도 휴계·오락시설과 유흥시설을 갖추어져 있다.
- ⑬ 그 이외에도 청소년 학생은 물론 일반 관광객까지도 현지에서 교육받고 향토애를 고취시키거나 그 고장에 대한 이해를 촉진

시킬수 있는 제반시설이 마련되고 있다.

3. 개발시설의 이용과 관리에 대하여

- ① 동굴의 경관이 없거나 보잘것 없어도 만약, 그곳에서 화석이 나왔다면 그 지점에 설명판을 게시하고 그 외부 즉, 동굴밖에 그 동물의 모형과 그 당시의 생활상과 주민의 모습을 도시하거나 표본화한 전시관을 두고 있다.
- ② 주차장은 물론 동굴에 이르는 차동차 도로의 개발과 부근 일대의 숙영 및 휴양시설을 완비하고 있다.
- ③ 안내지도, 그림, 안내판, 특히 동굴내부 경관에 대하여 명칭만을 밝힌 곳도 있으나 그 생성물 즉 지형과 지물등에 대한 학술적 설명판이 게시되고 있다.
- ④ 국가 즉, 지방행정기관에서 공공시설의 개설과 설비건설을 위한 협조가 많다. 그 예로서도 합숙훈련소, 향토관 등은 지방행정기관에서 운영하고 있으며, 국민숙사, 야영장 등은 각종 공공기관에서 용자건립하고 있다.
- ⑤ 동굴개발도 지방행정기관(예로는 시·군 교육위원회)에서 개발하여 책임자를 임명하거나 법인체에 위임 운영시키고 있다.
- ⑥ 동굴개발과 운영에 관한 것은 주로 교육청이 담당하고 있다.
- ⑦ 동굴의 선전팸프렛 등이 많으며 동굴내부에 관한 소개 안내문들이 모두 학술적인 면에서 설명되고 있다.

4. 오염, 오손, 방지 및 처리대책

- ① 일본의 동굴은 녹색공해에 대한 항구적 대책이나 그 시설이 없다. 예를 들건데, 추방동과 대정동에서는 약물세계인 하이클론으

로 이를 방지하고 있으며, 정창동과 만기동, 옥천동에서는 물세조를 실시하고 있다.

- ② 수은등의 설비로 방지대책을 세우고 있는데 이는 추방동, 대정동, 경청동, 옥천동, 수련동, 천불동, 정창동, 만기동, 부사풍혈 등지에서 볼 수 있다.
 - ③ 어둡게 조명하거나 지형 지물의 후방에서 조명 및 원격조명으로는 오염을 방지하고 있다.
 - ④ 지하수의 도입 및 배수작업으로 동내의 풍화, 건화를 예방하고 있는데, 그 예를 들면 정창동, 옥천동 등에서 볼 수 있다.
 - ⑤ 이중문, 이중통로의 시설로 건화 및 외기의 영향을 방지하고 있다. 이는 대정동에서 볼 수 있다.
 - ⑥ 관광시간의 조절로 동내의 오염방지나 환경보전에 노력하고 있으며, 그 예로는 승용동, 만기동, 천불동에서 볼 수 있다.
 - ⑦ 인조빙의 반입비축으로 동내온도의 일정을 도모하려는 대책으로서 그 예로는 부사풍혈, 빙혈 등이 있다.
 - ⑧ 가능한 지면에 그리고 낮게 설비하여 외관상 노출되지 않게 하고 있으며, 동굴의 생물의 보전 대책에 위배되지 않게 플라스틱제를 많이 사용하고 있다.
- 동내의 조명 시설로서는 수은등을 많이 사용하고 있으며, 가능한 통로와 지형 지물에 주안을 두어서 설비하고 있다. 배선과 그외의 시설도 노출되지 않게 설비하고 있으며, 가능한한 어둡게 하여 환경보전에 유의하고 있다.

5. 주변환경 조성에 대하여

- ① 이질적인 관광자원과 이질적 휴양 시설의 계열화, 단지화로 관광객 유치에 만전을 기하고 있다.
- ② 계절별로 볼 수 있는 화초, 중년 서식할 수 있는 식물경관을 이루게 하고 있는 한편, 야외관찰의 현장 학습장으로 이용될수 있게 암석원, 식물원, 동물원, 곤충표본실 등의 시설이 마련되고 있다.
- ③ 과잉 개설시설과 설비를 금지 또는 제한하고 있으며, 자연로, 산책도로, 아베크 코오스 등의 소로를 마련하여 자연환경의 보전을 꾀하고 있는 한편, 연례적인 소전작업으로 토질의 비옥화를 도모하고 있다.
- ④ 자연환경 원형 유지와 환경보전으로 동내의 서식환경의 변화를 방지하고 있다.
- ⑤ 숙박시설의 설비로 장기간의 체류를 가져오게 하는 시설과 대책을 세우고 있다.

6. 기타 운영관리에 대하여

- ① 관광코오스가 아닌 지점(지굴)속에 미생물의 서식을 위한 물체만을 목재, 사체의 방치 대책을 하고 있다.
- ② 동굴내 화초의 시험재배, 그외에 곤충의 서식환경 조건의 시험소가 설치되고 있다. 추길대에 박쥐연구소가 있다.
- ③ 2차 생성물질들에 대한 생성발달 수명의 계측으로 그 설명문을 게시하고 있다.
- ④ 들리네, 싱크홀을 통한 투수작용으로 인한 2차생성물의 보전을

피하고 있다.

- ⑤ 여가선도를 위한 시설과 이의 육성·조직에 정부에서 협력하고 있다.
- ⑥ 예치금제도가 없으며 특히 개인경영의 경우에는 개성을 살리는 방향으로 개발계획이 진행되고 있다.
- ⑦ 부조 인술학술단체나 교육 및 연구기관 중심의 씨어클·연구팀 조직이 되어 지속적인 동굴이용이나 현지 조사실습 활동에 임하고 있다.

Ⅶ. 결론 및 건의사항

세계에서도 그 신비함과 화려함을 자랑할 수 있는 이 고수동굴의 자연자원을 보다 항구적이고 보다 효율적인 자연보전과 개발운영의 병진운영을 위하여 다음과 같은 결론 및 건의사항을 예거한다.

1. 환경보전에 관하여

- ① 동굴은 상암, 상온, 상습의 환경을 지녀왔고 또 지녀야 하므로 이들의 환경을 지어줄 수 있게 최선을 다하여야 한다. 즉, 동굴입구를 좁게 하여 외부환경에 영향을 덜 받을 수 있게 한다.
- ② 동굴내에 최류되는 과도한 관광객에 의한 이산화탄소량의 감소와 그밖의 환경요인을 개선유지를 위하여 지나친 기류이동이 일어나지 않도록 이중문의 시설이 필요하다.
- ③ 관광개발은 즉 환경의 파괴변화에 직결되기는 하나 지속적인 환경보전을 위하여 다습과 저온상태의 환경유지를 위하여 동내에 인공폭포 그밖에 환기구 등의 시설이 필요하다고 본다.
- ④ 외부로부터의 오염수의 침투를 방지하기 위하여 무해약품의 투

입에 의한 지하수계의 연결지점을 발견하고 과다침수오염의 폐단이 없도록 대책을 강구한다.

- ⑤ 동굴내생물의 영양소가 되는 구아노를 공급하는 박쥐의 채식조건을 지어주기 위하여 출입문의 철창의 간격을 고려한다.
- ⑥ 환경오염을 주는 산소의 화학반응을 일으킬 자료를 앞으로 쓰지 않고 무공해의 플라스틱자료·자재를 이용토록 한다.
- ⑦ 지나친 조명가열로 가온변화를 일으키지 말도록 겨우 통로와 특수지형지물만을 볼 수 있는 한도로 제한한다.
- ⑧ 조명등의 주기적 점등, 방향변경 등에 의하여 녹색공해를 극소한 저지시킨다.
- ⑨ 관광출입객의 오염폐기를 방지할 수 있는 시설과 사전 교육이 요구된다. 방료는 물론 담배꽂초, 전지약, 음식물의 찌꺼기 등 모두가 생물의 채식환경을 변화시키는 요인이 된다.
- ⑩ 동굴지표면의 동산일대는 사계에 계속 꽃을 볼 수 있게 조경한다.
- ⑪ 동굴주변일대에 박쥐서식에 도움을 줄 수 있는 경작지로 개발하여 박쥐의 증식을 꾀하는 환경을 조성한다.
- ⑫ 조림계획의 합리적인 실시로 자연학습원이나 국민휴양지로서의 환경을 조성한다.
- ⑬ 동굴내의 환경보전을 위하여 동굴생물의 보호구역을 설정하고 이의 통행출입을 통제한다.
- ⑭ 동굴내의 시설을 되도록이면 억제하고 그 동굴관광통로는 계절 또는 일정한 기간을 주기로 하여 통행하는 등의 환경오염방지에 노력한다.

- ⑮ 동굴주변에서는 소음(자동차 기타)방지는 물론 악취 기타 등의 공해요인이 되는데에 대한 사전예방대책을 세운다.

2. 개발시설에 관하여

- ① 관광동굴이니만큼 동굴내부주변의 일정한 장소에 동굴경관사진을 제시하여 전시하는 시설이 아쉽다.
- ② 동굴입구 부근에 있는 화장실의 확충, 세면소 등의 설치로 사전 준비대책을 강구해주도록 한다.
- ③ 동굴의 통로시설이 필요 이상으로 시설되고 있다. 자연의 신비를 만끽하기 위한 탐승객들에게 과도한 시설설비로 부담을 주어서는 안된다. 불요의 철제난간·철강 그라코 조명등시설이 이것이다.
- ④ 되도록 열이 적은 수은등이나 형광등의 사용으로 전력절약은 물론 신비로운 암흑세계와 동굴생물의 섭식환경을 지어줘야 하겠다.
- ⑤ 안내시설과 설비가 동굴내에 필요하다. 위험표식은 물론 지구과학, 자연사의 현지학습장으로서의 간단한 학술적 설명안내판이 필요하다.
- ⑥ 지하궁전, 복마전 같은 관광동굴다운 시설, 조명, 채색 등등이 필요하다.
- ⑦ 오염장소 물체에 대한 세척작업이 요구된다. 무공해화학약품과 화학처리에 의하여 흑색, 녹색공해의 제거미화와 박 리풍화오염지점의 재생작업이 시급하다.(실험구간을 설정하여 실험공사할것임)
- ⑧ 동굴내 이차생성물 중 특출한 것에 대하여는 생성년대측정과 학술적 설명판의 부착으로 탐승이나 흥미위주보다 자연에 대한 애착심을 키우고 자연을 공부할 수 있는 학생, 사회인들의 현지학습장(자연관찰원)이 되도록 하여야 하겠다.

- ⑨ 오염처리상자를 보기좋은 것으로 배치 그밖의 시설물들은 되도록 눈에 보이지 않는 곳에 매물 또는 부착시킨다.
- ⑩ 비상연락의 인터폰, 특수지형지물의 안내등의 녹음시설이 필요하며
- ⑪ 동굴주변에만 부대시설을 설립할 것이 아니고 그 부근 일대(금곡천 계곡과 남한강변)에 까지에 이르는 광범위한 지역공간에 부대시설을 설립한다.
- ⑫ 관광휴양객과 학생들에게 현지에서 부담없게 휴식할 수 있는 휴게시설을 곳곳에 배치하여 써비스 본위의 각종시설에 유의한다.
- ⑬ 봄, 여름, 가을, 겨울의 사계를 통하여 항상 어느때에도 이용할 수 있는 부대시설이 필요하다.

3. 운영관리에 관하여

- ① 개인 경영에서 벗어나 국가기관이나 공공단체의 협조를 얻어 보다 넓은 차원에서 대규모적인 운영관리가 필요하다. 이곳을 새로운 단장지구의 개발과 함께 고려되어야 하므로 국가공공기관에서의 협조가 필요하다.
- ② 동굴의 자연보호와 환경보전을 위하여 지속적인 안보전진단을 실시한다. 되도록 단편적이 아니고 계속 책임지울 수 있게 지질지형, 수질대기, 동굴생물 그리고 종합개발면의 각 부문에서의 전문적인 진단이 아쉽다.
- ③ 자연학습원으로서의 교육보조교재로서는 물론, 관광안내와 선전이 될 수 있는 동굴팸프렛의 발간이 요구된다.
- ④ 초중고등학생은 물론 사회인들이 이곳에 왔다가 스쳐지나가는 통

과객상대의 관광유치를 벗어나서 이곳에서 체류하며 연구학습하고 휴양할 수 있는 부대시설이 아쉽다. 즉, 향토자료관, 식물원, 동물원, 암석원, 곤충관 그리고 각종 위락 및 체육시설과 간이합숙소 등의 시설개발이 요구된다.

- ⑤ 보다 나은 환경보전과 관광개발을 위하여 관광재개발세부계획의 수립 그리고 일부지역의 실험공사가 요구된다.
- ⑥ 공개굴주변과 하천계곡 그리고 동굴부근을 포함시킨 자연학습단지조성계획을 수립하여 학생, 사회인의 휴양지로 개발에 기여한다.
- ⑦ 동굴내의 자연학습원적 체질개선을 위하여 특수지형지물의 간단한 설명문간판을 부착하는 작업이 요구된다.
- ⑧ 공개동굴주변에 우선 동굴박물관에 해당되는 지구과학관의 설립계획이 필요하다. 동굴을 보고 과학관에서 보다 구체적인 연구활동을 할 수 있는 시설이 요구된다.
지구과학관에는 우주관, 암석관, 식물관, 동물원, 곤충관, 향토관을 비롯하여 각종 지구과학에 관한 전시실과 도서실, 연구실 등을 마련하여 현지학습과 대조연구에 도움주도록 마련되어야 하겠다.
- ⑨ 보다 효율적인 개발이용을 위하여 각공공단체(예를 든다면 교육연합회나 농협, 관광협회 등)의 단체에서 이와같은 시설을 분담 건설하여 이용케 하는 것도 한 방법이다.
- ⑩ 예치금의 사용한계를 대폭 완화시켜(동굴경영에 부합되는 한) 보다 개성적이고도 능률적인 경영관리가 되도록 제도화되어야 한다.

4. 동굴주변의 소요시설

① 관리시설과 비품

동굴의 관리시설은 사무실, 숙직실, 관리실을 비롯하여 동굴출입의 관리, 매표, 질서유지등을 관장한다. 더구나 출입구 부근에는 관광객의 안전관리를 위한 제반시설 비품 즉 전등, 헬멧, 비상약상자, 그밖에 동굴관광에 소요되는 기재도 마련되어야 한다.

② 휴게시설

동굴의 입구나 출구 부근에는 출입전후에 휴식을 목적인 간이휴게 시설이나 매점, 그밖의 대기실, 물품보관실 등이 필요하다.

이들은 극히 간이한 시설로 되어야 한다. 물론 동굴출구부근에는 관광마추고난 후의 휴식장소가 필요하다.

③ 교육시설

동굴주변에는 자연학습원이나 현지학습장으로서 이용될수 있게끔, 각종의 교육안내 설명시설이 필요하다. 특히 동굴박물관, 식물원, 암석원, 수동물원, 향토자료관등은 이 동굴이 지구과학의 현지실습과 학습현장이므로 반드시 시설해야 하겠다.

④ 기타시설

그밖에 이 지역이 수많은 학생, 사회인들의 관광지, 휴양지, 실습현장이기 때문에 이들에 수반되는 연구시설등이 요구된다.