

# 다테야마 칼데라(Caldera)를 다녀와서

김영근\*

지난 10월 2일부터 4일까지 (주)삼보기술단에서는 일본의 선진토목기술을 직접 보고 경험하기 위하여 토목기술 연수기회를 갖게 되었다. 본 연수는 댐, 경전철, 터널, 교량 등과 같은 다양한 토목구조물들을 직접 보면서 체험할 수 있도록 하였고, 또한 자연역경을 극복하기 위하여 노력한 토목기술의 힘과 감동을 느낄 수 있도록 실시되었는데, 이 중 지반기술자로서 기술적으로 관심이 많고 다른 기술자들에게도 도움이 될 만한 내용을 정리하여 소개하고자 한다.

## 1. 다테야마 칼데라 사방박물관

### 1.1 다테야마 구로베 알펜루트

일본 도야마 평야의 동쪽에 서있는 다테야마 연봉은 정상이 항상 눈으로 덮여 있는 해발 3015 m의 웅장한 산맥으로서, 봄부터 여름에 걸쳐 오픈되는 다테야마 구로베 알펜루트를 이용해 횡단할 수 있다. 알펜은 일본의 알프스라는 의미로 붙여졌으며 트롤리버스, 케이블카, 로프웨이 등을 이용하여 다테야마 연봉을 관광할 수 있도록 하였다. 이러한 아

름다운 알펜루트가 만들어 질 수 있었던 것은 해발 1470 m에 전력발전용 댐인 구로베댐이 건설되면서이다(사진 1). 현재는 댐을 건설하기 위하여 건설된 공사용 진입터널과 사갱 등을 적극 활용하여 토목구조물과 자연을 함께 볼 수 있도록 하여 자연과 인간 그리고 이를 극복하기 위한 인간의 무한한 노력에 대한 감동을 직접 느낄 수 있도록 관광코스로 개발하여 운영되고 있었다.

구로베댐과 다이칸보를 지나 트롤리버스와 케이블카를 타고 다테야마로 넘어오면 다테야마 칼데라가 보인다. 사진 2에서 보는 바와 같이 이곳은 전형적인 화산분화구의 형태로 현재 지질 및 사방관련 답사코스로 이용되고 있다.

### 1.2 다테야마 칼데라 사방박물관

다테야마 칼데라를 배경으로 사방박물관이 위치해 있는데, 본 박물관은 다테야마 칼데라에서 지진으로 인한 대규모 토석류 붕괴에 따른 일본 사방사업과 관련기술이 총체적으로 집약된 곳으로, 다테야마 칼데라의 지질학적 특성, 지진으로 인한 대규모 토석붕괴, 사방기술의 역사, 다테야마 칼데라의 변천과정 등이 잘 정리되어 있었다. 칼데라는 화산 정상에 형성된 깔대기 모양의 와지로서, 그 지름이 2 km

\* (주)삼보기술단 이사(babokyg@hanmail.net)

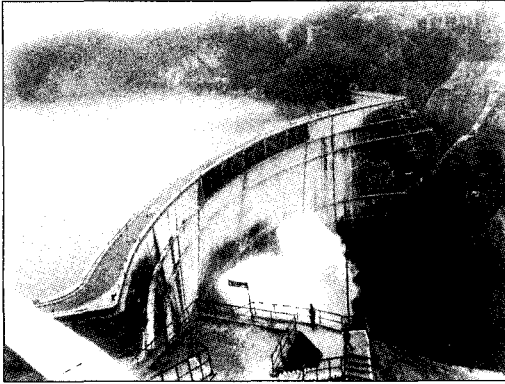


사진 1. 구로베 댐

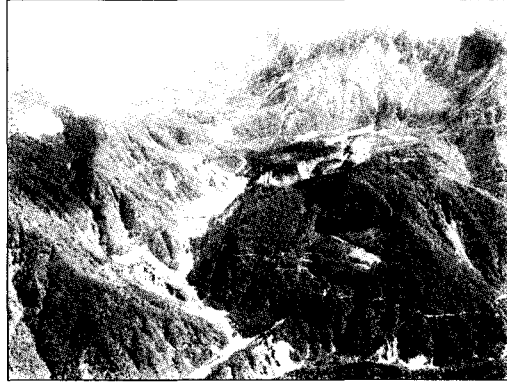


사진 2. 다테야마 칼데라

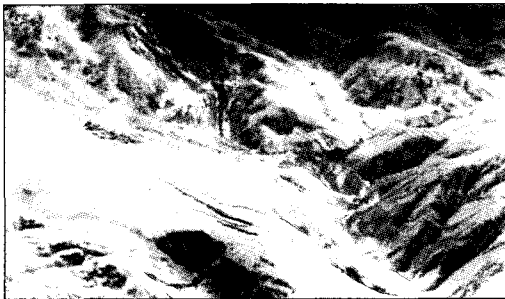


사진 3. 대지진 및 붕괴발생(1858년)

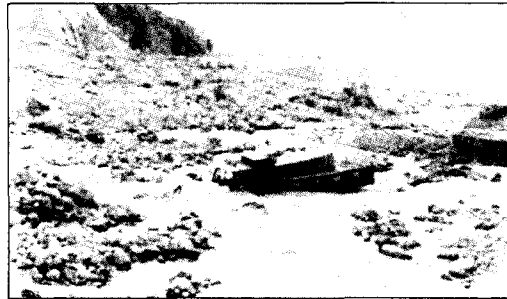


사진 4. 계속되는 토석류 피해(1969년)

이상으로서 화구보다 훨씬 큰 와지를 일반적으로 칼데라로 구분한다. 칼데라는 대규모의 폭발 분화로 산정부의 일부가 파열되어 날아가 버리는 한편 대부분이 화산체 밑으로 함몰됨으로서 형성된다. 다테야마 칼데라는 화산지대에서 나타나는 전형적인 칼데라로서 1858년 대규모 지진이 발생하면서 급경사라는 지형적 특성과 눈이 녹아 흘러내리면서 대규모 토석류 붕괴가 발생하였는데(사진 3), 붕괴된 토석류가 4억1천  $m^3$ 라고 하니 실로 대단한 규모가 아닐 수 없다. 사진 4에서와 같이 이후 계속되는 토석류 붕괴로 인하여 지형이 황폐화되고 있으며, 아직까지 2억  $m^3$ 의 토사체가 남아 있다고 한다.

따라서 추가적인 토석류 붕괴를 방지하고, 황폐화된 지형을 자연복원하려는 목적으로 약 150년 전부

터 대규모 사방사업이 진행되고 있었다. 사방사업은 계곡 중간마다 댐을 설치하여 1차적으로 물의 흐름을 차단하여 토석류를 분산하도록 하였는데, 사진 5와 6에는 사방사업으로 구축된 제방의 모습을 보여 주고 있다. 또한 주변 사면의 추가적인 붕괴를 방지하기 위하여 다양한 공법을 사용하여 사면을 대대적으로 보강하고, 사면을 녹화하여 본래 자연지형으로 복원하려는 노력을 기울이고 있었다. 또한 각종 건설장비의 운송수단으로서 사방용 협궤철도를 개발하여 운영하고 있었다(사진 7). 참고로 이 지역은 눈이 많은 관계로 6월부터 10월까지만 작업이 가능하다고 한다.

이러한 사방사업에는 엄청난 예산이 소요되기 때문에 처음에는 지방정부에서 관리하다가 지금은 건

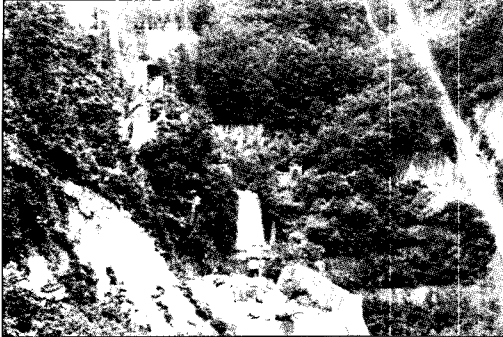


사진 5. 사방시설(백암제방)

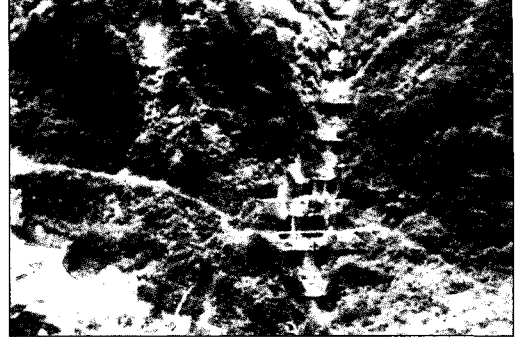


사진 6. 사방시설(이곡제방)

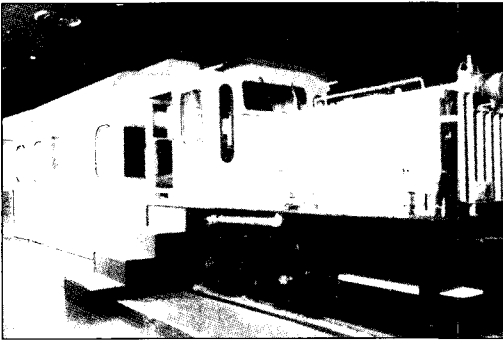


사진 7. 사방용 협궤철도



사진 8. 사방박물관



사진 9. 다테야마 칼데라 모형전시

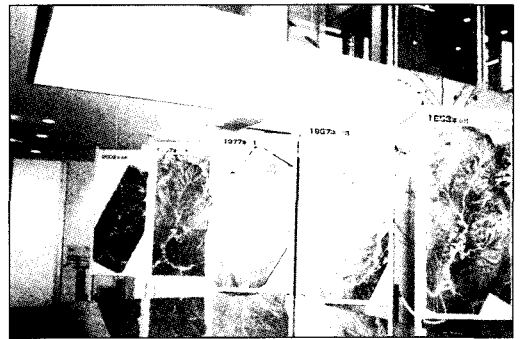
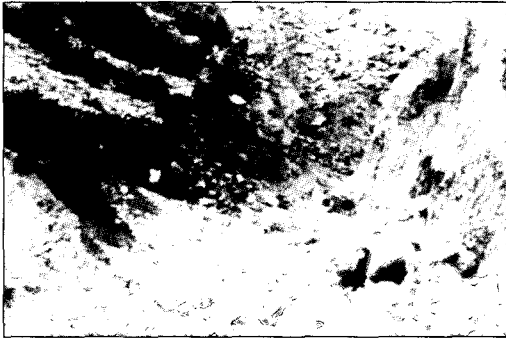


사진 10. 다테야마 칼데라의 변천과정

설성 산하로 편성되어 국가의 지원하에 사방사업이 지속적으로 진행될 수 있다고 한다.

사진 8과 같이 사방박물관에는 다테야마 칼데라 모형(사진 9)을 제작하여 지진에 의한 토석류의 붕괴과정을 입체적으로 시뮬레이션을 통하여 보여줄

수 있도록 하였으며, 또한 1858년 대지진 당시의 시대적 상황과 피해정도를 다양한 형태의 전시물로 이해할 수 있도록 하였다. 또한 150년 전부터 시작한 대규모 사방사업에 대한 변화를 기술적으로 잘 설명하고 있으며, 그 동안 사방사업에 대한 다테야마 칼



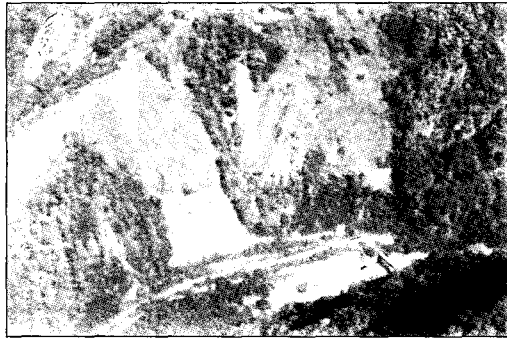
(a) 황폐화된 육구곡



(b) 복원된 육구곡



(c) 황폐화된 수곡평



(d) 복원된 수곡평

사진 11. 다테야마 칼데라 황폐지의 회복

데라의 변천 및 복원과정을 생생하게 보여 주었다 (사진 10).

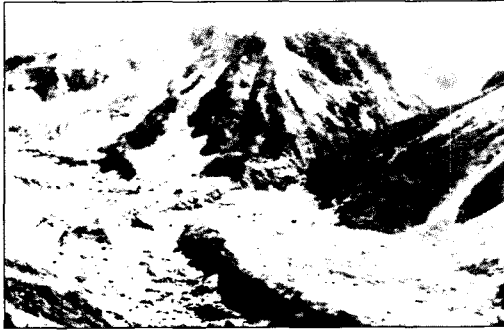
사진 11에는 토석류 붕괴로 인해 황폐화된 자연이 인간의 지속적인 복원노력으로 회복된 모습을 보여주고 있으며, 사진 12에는 다테야마 칼데라의 과거로부터 현재의 변천모습을 잘 보여주고 있다. 다테야마 칼데라에서의 토목기술자들의 복원노력을 보면서 자연이 인간에게 많은 시련을 주지만 이를 극복하려는 인간의 무한한 노력과 자연에 대한 도전 의식을 느낄 수 있었다. 또한 일본이 왜 토목기술이 발전할 수밖에 없었는가를 이해할 수 있었으며, 단기간이 아닌 오랜 시간동안 서두르지 않고 계획을 세워 사업을 수행하는 점에서 우리 모두 배울 점이

라 생각되었다. 그리고 이러한 모든 것을 하나로 묶어 관광코스로 개발하여 일반인들에게 보여줌으로써 토목기술에 대한 이해를 돕도록 하는 것은 우리에게도 필요하다고 생각되었다.

## 2. 기술연수를 마치고

### 2.1 자연에 대한 도전과 공존

일본을 견학할 때마다 느끼는 두 가지는 첫째 일본인들은 참으로 기록을 잘하는 민족이구나 하는 것이고, 둘째 이것을 잘 이용하고 활용한다는 점이다.



(a) 과거



(b) 현재

사진 12. 다테야마 칼데라의 변천

특히 이번 경우는 험준한 산악지형에 댐과 터널 그리고 교량을 건설해야 했기 때문에 상당한 난공사였지만, 공사당시의 상황을 잘 기록하고 정리하여 일반인들에게도 공개하여 토목기술에 대한 이해를 돕고, 토목기술이 자연을 파괴하는 것이 아니고 자연을 이용하고 자연과 공존하기 위한 인간의 노력임을 알리는 모습이 좋았다고 생각되었다. 또한 자연을 극복하기 위하여 당장은 자연을 훼손하지만 지속적인 복원노력을 통하여 결국에는 인간이 만든 구조물이 자연을 이용하고, 자연속에 전혀 다른 개체가 아닌 하나의 동화된 또 하나의 자연물이게 만드는 것이 정말 중요하다고 생각되었다. 자연과의 공존 그리고 조화 이것은 우리 모두의 궁극적인 목표라는 것을 가슴깊이 느낄 수 있었다.

## 2.2 토목의 힘

이번 연수에서는 항상 느끼는 것이긴 하지만 자연을 극복하고자 하는 토목기술의 힘을 느꼈다. 그 당시 열악한 기술 환경에서도 깎아지른 절벽에 공사용 진입터널을 뚫고, 댐을 건설하는 기술자들의 노력, 엄청난 토석붕괴를 방지하지 않고 150년간 꾸준히 재해를 방지하고 이를 복원하려는 노력, 급경사 협

곡사이사이를 터널과 교량으로 가로지르는 철도를 놓는 노력, 이 모두가 자연을 극복하고 자연에 굴하지 않은 인간들의 의지가 있음으로 가능한 것이고, 이는 토목기술이 바탕이 되지 않고서는 불가능한 일이라 생각된다.

이러한 이유로 해서 일본이나 유럽의 경우에는 토목기술자들의 자부심이 대단하여, 또한 일반인들로 토목기술자들을 바라보는 시각이 매우 좋다고 한다. 우리도 이제는 자연과의 공존을 위해 부단한 노력을 하는 토목기술로서 자리매김할 수 있도록 모두가 노력해야겠다는 다짐을 해본다.

## 2.3 감사하는 마음으로

일본의 토목기술은 선진화되었고, 세계 최대, 최고를 향해 지속적인 기술개발을 위해 노력하는 모습을 보면서 참으로 대단하다는 생각이 든다. 우리도 배울 것은 배우고 받아들여 선진터널기술의 강국이 되는 그날까지 노력을 더해야 할 것이다.

이 글을 통해 소중한 기회를 제공하여 주신 삼보기술단 이두화 사장님에게 진심으로 감사드리는 바이며, 연수기간 내내 직접 안내를 맡아주시고 설명 해주신 박경부 회장님에게도 감사드리는 바입니다.

## 제 10회 신년하례 산행 안내

어느덧 2004년 甲申年을 마무리하는 12월의 문턱에 들어섰습니다. 회원여러분의 가정에 풍성한 한해의 결실이 있기를 바라며 2005년 乙酉年의 새해를 열고자 지반공학회 회원여러분들과 함께 제 10회 산행을 "아래"와 같이 시행하고자 하오니 가족과 함께 많이 참석하시어 새해를 산의 정기와 함께 하시기 바랍니다.

- 아 래 -

1. 산 행 지 : 검단산(새하남교회측)
2. 집합일시 : 2005. 2. 12(토)
  - ① 13:00 (강변역)
  - ② 14:00 (새하남교회주차장)
3. 집합장소 : 강변역 또는 새하남교회 주차장
 

※ 찾기 쉽도록 우리 학회 등산 동호회 현수막이 걸려 있을 것임.
4. 교통편
  - ① 전철 이용시(강변역) : 강변역 동측(테크노마트 북측) 112번 버스정류장
  - ② 개인차량 이용시(새하남교회) : 중부고속도로 만남의 광장 → 하남IC → 애니메이션 고등학교 → 새하남교회앞 주차장에서 집결
5. 저녁식사 시간 및 장소
 

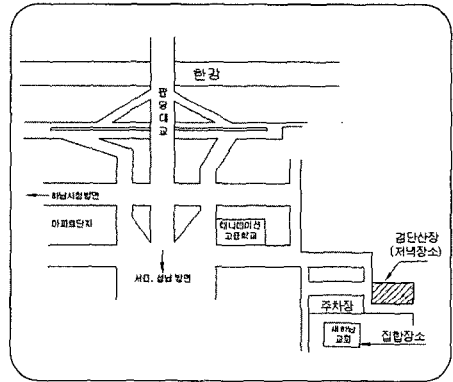
- 시간 : 17:30 ~ 19:30

- 장 소 : 검단산장(구 산설령탕) Tel (031)791-0239
6. 유의사항
  - ① 부득이 저녁식사에만 참석할 경우 옆의 "검단산장"으로 오시기 바람.
  - ② 동계 안전한 산행을 위하여 아이젠, 방한복, 장갑, 마스크를 준비하시기 바람.
7. 참석범위 : 본회 회원 및 가족
8. 회 비 : 10,000원, 학생(직장없는 대학원생) : 5,000원
 

※회원동반가족은 무료
8. 참석여부 연락처
 

장찬수 총무 : Tel) 02-561-3131, Fax) 02-561-3135, e-mail : boss@geogroup.cc

또는 이래철 총무 : Tel) 02-400-9969, Fax) 02-400-9134, e-mail : sqrclee@yahoo.co.kr



2004. 12

우리 학회 등산동호회 회장 천병식  
총무(1) 장찬수  
총무(2) 이래철