

세계의 동굴개관

학회장 홍 시 환

1. 서 론

洞窟이란, 땅표면에 뚫려진 自然的인 구멍을 가리킨다.

이와같은 洞窟을 보통 自然洞窟이라 하는데 이는 그 생성원인에 따라 크게 몇가지로 分類된다.

그 하나는 鍾乳窟이라고 불리우는 石灰洞窟이다.

종 또는 젓과 같이 매달린 것이 많은 自然窟을 洞窟이라고 하여 鍾乳窟이라고 불리어 왔으나 최근에는 이 洞窟들이 石灰洞窟이라고 부르고 있다.

한편 熔岩洞窟 또는 火山洞窟이라 부르는 洞窟이 있다.

이를테면 폭발되어 흘러나온 熔岩層 속에서 이루어지기 때문에 용암굴이라 부르거나 火山지층에서 발달된다 하여 火山동굴이라고 부르는 것이다.

그리고 바닷가나 강가의 절벽을 파고 든 洞窟이 있는데 이를 가리켜 전자는 海蝕洞窟 후자는 河蝕洞窟이라고 한다.

이밖에도 빙하굴, 사암굴, 구조굴 등 여러가지가 있다.

그 중에서도 石灰洞窟은 洞窟속에 화려한 鍾乳石과 石筍등이 밀림의 숲으로 되는 장관을 이루고 있어 옛부터 많은 觀光客이 찾아 들게 하고 있다.

어둠과 캄캄한 땅속인 동시에 신비로운 갖가지 地形地物이 奇岩怪石으로 나타내고 있기 때문에 지하 궁전 또는 지하 伏魔殿이라고 부르고 있다.

우리나라 丹陽의 高叢洞窟, 蔚珍의 聖留窟, 그리고 寧越의 高氏窟등은 모두 이와 같은 이름난 觀光洞窟이다.

한편 火山동굴은 學術的 價値는 크다고 하겠으나 그 觀光的 價値는 비교적 희박하다.

이것은 石灰洞窟과 같은 화려한 鍾乳石과 石筍, 석주의 무리가 많지 않기 때문이다.

石灰洞窟은 먼저 洞窟이 형성된 다음에 2차적으로 그것도 계속적으로 종유석과 석순 등이 자라고 있어 “살아 있는 동굴”이라 할 수 있는데 반하여 화산동굴은 용암이 흘러 내릴 때 일단 냉각되어 굳어지면 이때 생긴 鍾乳나 石筍은 그대로 남지만 그 이후에는 냉각되어 버리기 때문에 계속 성장이 안되고 만다.

따라서 火山동굴은 1차 생성으로 끝나고 마는 것아.

이때의 용암종유나 석순등은 그 용암의 粘性과 관계되나 大規模的인 것은 없기 때문에 洞窟 内部에는 경관이 없어 그냥 길게 계속 되는 洞窟로만 남게 되므로 學術的 價値는 크겠지만 觀光的 價値는 적다고 할 수 있다.

여기에서는 몇 가지 동굴을 구분하고 이들의 세계적인 분포상태를 개관하고자 한다.

2. 石灰洞窟

세계동굴의 대부분은 石灰岩層에서 발달하고 있다. 같은 암석이면서, 동굴의 형태나 특징에는 놀라울 정도로 변화가 많다. 그때문에 한층 흥미를 끄는, 상상을 초월한 동굴도 있다. 때로는 이것이 석회암의 종류의 주요한 특징이 되기도 한다. 프랑스 북부의 부드러운 多孔質의 석회암 중에 생긴 동굴은 매우 다른 형태를 하고 있다. 오스트리아의 나라바평원의 多孔質의 석회암에는 지하수면을 따라 수많은 地底湖가 발달되어 있다. 대개의 동굴은, 갈라진 부분이 잘 발달한 두터운 석회암층에 형성되며, 이 점에 관해서는 세계의 동굴의 공통된 특징이다.

석회암의 地質구조는 동굴형성에 많은 영향을 미친다. 작은 규모에서는, 개개의 空洞의 단면이나 그 패턴에 잘 나타나고 있다. 거시적으로는 동굴전체의 형태는 地質構造에 의존한다. 수평으로 발달한 석회암에서는, 여러개의 수직굴로 연결한 계단같은 동굴이 발달한다. 경사진 석회암에서는 일정하게 밑으로 내려가는 동굴이 생기기도 한다. 거의 수평된 지층의 낮고 평탄하고 커다란 석회암 台地에는, 길고 커다란 동굴이 발달하는 경우가 많다. 이러한 예로는 미국의 서애팔래치아 지방이 있고, 세계 최장의 프린트·맘모스동굴이 발달되어 있다. 이 외에도 많은 대규모의 동굴이 알려져 있다. 반대로, 매우 깊은 동굴은 높은 산과 깊은 계곡의 지역에 발달한다. 예를 들면, 유럽·알프스에는 세계에서 가장 깊은 동굴의 대부분이 모여 있다. 지하수를 펄펄 흘러가게 하는 급경사의 석회암층도, 깊은 동굴을 발달시킨다. 깊이 세계 5위까지의 동굴은, 급경사진 석회암의 지층면을 따라 형성되어 있는 것으로부터 수궁할 수 있다.

氣候의 영향도 결코 무시할 수 없다. 자마이카에는 커다란 地下水가 쿵쿵흐르는 거대한 동굴이 있다. 이것은 적어도 일부는 높은 降水量과 정기적으로 범람하는 강때문이다. 한편, 오스트리아·알프스와 같은 고산지대에서는 이것과 정반대이다. 土壤은 없고, 바위는 벌거숭이이고 하천도 없다. 동굴내에는 보통 하천이라 불리울 만한 것을 볼 수 없다. 더우기 중요한 것은, 알프스지방의 地形형성은 氷河시대에 까지 거슬러 올라간다는 것이다. 이 지방은 당시 氷河에 의한 대규모의 심한 侵蝕을 받았다. 氷河가 물

러간 후, 토양이 없는 깊은 溪谷이 형성된 地形이 나중에 남게된 것이다. 이때문에, 석회암층의 지하수는 전부 이들의 溪谷을 향해 흘러 내려가듯이 되고, 지하를 심하게 침식하게끔 된다.

그러나, 거의 대부분의 洞窟은 충분한 크기까지 발달할 시간이 없었다. 그래서, 거의가 폭이 좁고, 천정이 높은 峽谷이 되어 있다.

熱帶의 高山지대에는 대규모 스케일의 洞窟이 발달하기 쉽다. 熱帶기후 밑에서 두터운 석회암층이 고산지대를 만들고 있다는 이 들도 없는 좋은 조건 때문에, 세계에서든 가장 흥미로운 洞窟을 갖게 된다. 하지만 한편으로는 이러한 환경이 동시에 이런 지역의 探險을 곤란하게 만드는 원인이 되기도 한다.

氣候는 동굴안의 장식작용에도 커다란 영향을 미친다. 鍾乳石이나 石筍등의 형성이 水中의 이산화탄소의 역할이 좌우 되기 때문이다. 이산화탄소의 움직임은 地表의 植生 상태, 즉 기후와 깊은 관계가 있다. 과거 氣候의 영향을 관련시켜 생각해 보면, 식생이나 地形과 동굴내의 二次生成物과의 사이에는, 매우 확실한 보편적인 관계를 볼 수 있다. 中緯度の 氣候에서는, 프랑스나 유고슬라비아의 평지부에 발달하고 있는 온난성 카르스트가 있다. 이곳에는 돌리네라 불리우는 평탄한 지형을 만들고, 草原이나 드문드문 樹林을 형성한다. 이 지역의 동굴내에서는 장식이 일반적으로 잘 발달되어 있다.

熱帶氣候 지대에서의 극단적인 예는 멕시코나 자마이카이다. 塔과 같은 石灰岩山이 밀림을 이루고, 콕핏트라 불리우는 날카롭게 깎긴 바위가 생기고, 구멍이 뚫린 지형을 만든다. 地表는 울창한 밀림으로 덮혀 있다. 동굴내에도 밀림같은 많은 이차생성물로 가득차게 된다. 중유석이나 석순은 아주 크게 발달한다. 그리고 이와는 전혀 반대인 것이 氷河性 카르스트이다. 이 특수한 지형의 하나로 림스톤 페이브먼트라 불리우는 石灰岩의 돌발이 펼쳐진 것 같은 氷蝕形의 露岩지형이 있다. 페나인산지의 잉글보로 지방이 좋은 예이다. 그러나 동굴에는 이차생성물이 적다. 페나인지동굴에도 이차생성물이 있기는 있지만 빨대같은 작은 鍾乳管이 압도적으로 많다. 노르웨이까지 북쪽으로 올라가 寒冷氣候帶가 되면, 이차생성물은 거의라고 말할 수 있을 정도로 찾아볼 수가 없다. 동굴생성물에 영향을 미치는 다른 한 요인은 地質이다. 예를 들어, 석회암의 위를 비투수

성의 地層이 덮혀 있으며, 동굴내로의 地下水의 침투가 곤란하다. 이런 경우는 그다지 많지 않지만, 종유석을 볼 수 없는 洞窟이 되고 만다. 같은 의미로, 쥘섬형의 石膏는 鍾乳石이 형성되는 시기에도 지질조건이 관련된다. 쥘섬은 유산칼슘이기 때문에, 외부로부터 유산이온이 공급되는 장소에서만 쥘섬의 鍾乳石이 생긴다. 이와 같은 쥘섬의 결정이나 石灰華가 많이 보이는 장소로서는 미국의 동부지방 동굴들이 유명하다. 이 지방동굴에는, 석회암층 위에 다공질의 砂岩층이 있고, 이 砂岩안에 소량의 黃鐵鑛이 포함되어 있다. 이 황철광은 침투수로서 酸化되어, 유황분이 유산이온이 되고, 이것을 포함한 地下水가 석회암 속으로 들어가 方解石과 반응하여 쥘섬을 형성하는 것이다. 맘모스동굴에 이와같은 쥘섬石筍등이 많은 것은 이런 이유때문이다.

3. 火山洞窟 (용암굴)

火山洞窟의 발달은 물과는 관계가 없다. 火山洞窟의 생성은 熔岩의 생성과 같은 시기이다. 火山으로부터 흘러내리는 뜨거운 熔岩은 흘러내려감에 따라, 점차 식어 굳어지기 시작한다. 먼저 약간 굳어진 껍질이 熔岩의 표층에 생긴다. 내부는 아직 뜨겁고, 流動性을 갖은 상태가 계속된다. 어떠한 계기로 인하여 내부의 熔岩이 껍질 밖으로 급히 흘러나오기 시작하면, 그 후에 洞窟이 생겨 용암굴이 된다. 공동안에는 새로운 熔岩의 흐름도 생겨 여러색색의 특징이 생긴다. 바닥 부분은 녹아내려, 하천 흔적같은 도랑이 생긴다. 높이가 다른 두개의 용암굴이 부딪치면, 熔岩이 높은 쪽에서 낮은 곳으로 흘러 떨어져 熔岩瀑布가 생긴다. 대부분의 熔岩동굴은 지표면에 아주 가깝고, 입구는 보통 엷은 천정이 무너져 떨어진 곳이다. 때로는 매우 대규모적인 것도 있다. 우리나라의 濟州道 그리고 미국서부, 하와이, 日本, 케냐, 카나리아제도, 아이슬란드 등에 잘 발달되어 있다. 튜브모양의 터널은 직경 30mm이상의 것도 있으며, 수 Km까지 펼쳐진 것도 있다. 이외의 다른 이렇다할 景觀은 없다. 보통은 완만한 경사로 발달되어 있지만, 경사진 熔岩層에 생긴 것은 매우 깊은 것도 있다. 카나리아제도의 터널리혜섬에 있는 비엔트동굴은 478미터에 걸쳐 길게 연결되어 있지만, 중간 정도에서 일부가 무너져내린 장소가 있기 때문에 통과할 수는 없다. 전체에 걸쳐, 地表 밑의 겨우 몇미터 장소에 길게

뻗쳐져 있다.

미국서부의 熔岩窟에는 여러모양의 동굴이 있어 흥미롭다. 많은 주에 대규모의 熔岩洞窟이 있다. 와싱턴주의 에프동굴은 관광화되어 있다. 같은 주의 다이내마이멧트동굴은, 몇단에 걸쳐 완만하게 뻗쳐져 있다. 얼어붙은 熔岩瀑布같은 것이 있어, 놀랄만한 멋진 동굴이다. 아이다호주의 사우드·구룟동굴은 가장 멋지다. 스넵강의 熔岩原을 둘러 가르고 있는 글렛·리프타 불리우는 거대한 틈에 형성되어 있다. 깊이 150미터까지 탐험할 수 있는데, 그 이하는 무너져내린 암괴때문에 내려갈 수가 없다.

4. 靑섬동굴(석고동굴)

대개의 동굴은 석회암층에 생기지만, 그것 이외의 巖石에도 비교적 커다란 동굴이 생기는 경우가 있다. 그중 가장 주요한 것이 靑섬동굴과 용암적이다. 석회동굴에 지지 않을 정도의 규모의 동굴을 찾아볼 수가 있다.

石膏岩은 물에 잘 용해되는 함수유산칼슘을 성분으로 되고 있어, 석회암에 비하여 10배의 可溶性이 있다. 용해는 석회암이 이산화탄소를 필요하는 것에 반해, 石膏岩은 다른 이온이 필요없다. 반대로, 이 때문에 석회동굴과 특징인 재침전, 재용해의 반사작용이 거의 일어나지 않는다. 실제로, 石膏洞窟에는 鍾乳石이나 石筍은 볼 수 없다. 석고함의 분포는 石灰岩에 비해 매우 적으며, 대규모의 洞窟이 발달한 靑섬·카르스트를 볼 수 있는 것은 아주 적은 몇 나라 뿐이다. 그중 하나는 독일의 할쯔산지로, 십여개의 洞窟이 있다. 중규모정도의 洞窟이 몇개 있고, 커다란 구멍이나 수류(水流)가 있다. 터키 북부의 시바스 근처에도 넓은 靑섬·카르스트가 있다. 아직 충분히 탐험되지 않고 있다. 앞으로 더많은 洞窟이 발견되리라 믿는다. 靑섬·카르스트로서 가장 멋진 곳은 소련이다. 西러시아에는 아주 복잡한 迷宮같은 石膏洞窟이 많이 있다. 이들의 총연장은 놀랄만한 길이로, 하나는 세계 제3위의 장대한 洞窟系를 형성하고 있다.

5. 海蝕洞窟

海岸洞窟이라고도 불리우는 파도의 侵蝕작용에 의해 만들어진 것이다. 어느 해안에서도 절벽같이 되어 있는 곳에서는 대략 발견할 수 있다. 지금은 陵地가 되어버렸어도,

면 예날에 海岸線이었던 장소나, 또 바다에 국한되지 않고 湖水에서도 볼 수 있다. 이것과 아주 다른 것으로는 海中洞窟이 있다. 바하마제도에는 부루·홀이라 불리는 크고 유명한 해중동굴이 있다. 이와같은 동굴은, 빙하시대에, 지금보다 훨씬 해면이 내려가 乾陸化되어 있던 시대에, 육상의 보통 용식작용에 의해 石灰岩이 침투되어 생겨진 것이다. 그 후에 氷河가 녹아, 海綿이 올라가 동굴이 바닷속으로 들어가 버린 것이다. 그리스의 안도로스섬 부근에는, 잠수탐험에 의해 이와같은 동굴이 몇개씩이나 발견되었다. 동굴내에는 멋진 석순등이 남아 있고, 멋지게 받아들인 구멍등도 볼 수 있다.

6. 氷河洞窟

얼음을 암석이라고 부르는 사람은 거의 없지만, 세계유수의 아름다움을 자랑하는 동굴의 몇몇은 얼음안에 형성되어 있다. 여름철에는 氷河로 대량의 물이 氷河 위를 녹여 내려, 氷河의 말단에서 다시 지표에 흘러내려간다. 氷河는 아주 작지만 움직이고 있기 때문에, 이와같은 氷河동굴은 수명이 비교적 짧다. 그 때문에, 잘 알려져 있지는 않는다. 알프스나 노르웨이, 미국의 록키산맥 등에서 볼 수 있다. 록키산맥의 레나산에 있는 파라다이스·아이스동굴이 아마 세계 제일일 것이다. 폭넓은 아치형의 터널로, 천정이 넓은 곳을 통해 들어오는 희미한 푸른 빛으로 洞窟 전체를 채우고 있다. 얼음의 鍾乳石은 장관이며, 물이 흐르기도 한다.

동굴내에 얼음이 있는 것은 물론 氣候의 영향이다. 氷穴은 洞窟이 얼음으로 아름답게 장식되어 있는 것으로, 얼음안에 생긴 氷河洞窟과는 다른 것이다. 어느 정도 추운 지방에서는 흔히 볼 수 있다. 알프스나 필레네, 노르웨이, 록키산맥 등이 주요한 지역이다. 동굴내에는 얼음을 보존시키는 기상조건은 복잡하다. 차가운 공기는 따뜻한 공기보다 무겁기 때문에, 겨울의 냉기는 동굴안으로 쉽게 흘러들어온다. 그 결과, 겨울에는 洞窟안과 바깥공기 사이에는 활발한 순환이 일어나고, 반대로 여름에는 공기의 흐름은 거의 정체상태이다. 이렇기 때문에, 지표에서는 얼음이 녹아 버리는 따뜻한 지방에서도, 洞窟내에는 연중 얼음을 볼 수 있는 현상이 생긴다.

빙혈에서는 얼이붙은 地底湖나 地底氷河등 외에, 반투명의 얼음으로 만들어진 무수

한 종유석이나 석순등을 발견할 수 있다. 이와같은 빙혈은 믿기어려울 정도로 장관이다. 오스트리아에는 매우 아름다운 두개의 빙혈이 있다. 놀랄 정도로 미묘하여, 옆을 스쳐지나가는 사람들의 체온만으로 간단히 녹아버릴 정도이다. 세계 제일로 아름다운 얼음의 결정이 사람의 발길이 뜸한 장소에 있는 것은 정말 다행스런 일이다. 캐나다의 록키산맥의 산속깊은 곳에 있는 프라트·마운틴氷穴은, 겨우 수백미터의 깊이밖에 되지 않지만, 손바닥 크기의 아름다운 얼음의 투명한 결정이, 벽 가득히 덮혀 발달되어 있다. 정말로 진기한 광경으로, 결코 잊지 못할 멋진 洞窟이다.

7. 砂岩洞窟

물이나 바람의 侵蝕作用에 의해 절벽에 생긴 것으로 그다지 깊은 것은 아니다. 어디든지 있지만, 특히 미국남서부나 중앙오스트레일리아에 많다. 우리의 선조가 住居地로 많이 이용했으며, 멋진 벽화가 그려진 洞窟도 있다.

8. 構造洞窟

땅이 내려앉음에 의해 암층이 천천히 미끄러떨어져, 갈라진 틈에 생기는 洞窟이다. 영국북동부에 있는 윈디핏트동굴이 가장 대표적이다. 깊이 75미터가 넘는 것으로, 그 반정도는 지금도 무너져 내릴듯한 바위가 몇개씩이나 갈라진 틈에 끼여 있어, 매우 위험하다.

9. 결 론

아직도 세계도처에서 갖가지 특이한 동굴이 계속 발견되고 있다.

더구나 미국을 비롯하여 중국 그리고 동남아시아의 각지역에는 아직도 수많은 동굴이 땅속에 빼태되고 있는 것으로 전해지고 있다.

마치 우리나라에서도 최근에도 곳곳에서 크고 작은 동굴들이 발견되고 있듯이 말이다.

앞으로 세계각지역의 동굴들에 대하여 소개하기로 하고 이것으로 매듭짓는다.