

온달굴의 동굴생성물에 관한 연구

학회 고문 홍시환

I. 서론

溫達窟은 천연기념물 제261호로 1979년 6월 18일에 지정받은 문화재 동굴이다. 원래 南窟로 불리운 이 동굴은 忠淸北道 丹陽郡 永春面 下里의 南漢江이 西南流하여 굽이치는 南岸의 南山 기슭에 位置한다.

이 南山은 서남쪽에 下里와 柏子里에 경계를 이루고 있으며 남한강변에 우뚝 솟은 해발 427m 城山의 기슭에 해당하는 邱陵峰으로 석회암 지대의 山地地形인 급경사인 山勢를 이루고 있다.

이 南山의 산마루를 따라 城山으로 오르면 山頂 부근에서 능선을 따라 그 유명한 城山古城이 축조되어 있는데 이것이 현재 溫達城으로 불리우고 있는 古城이다. 溫達城은 사적 제264호로 지정받고 있으며, 이 산기슭의 땅속에 뻗고 있는 동굴을 溫達窟이라고 부르는 것이다.

溫達窟은 이미 朝鮮時代 부터 그 존재가 新增東國輿地勝覽 제14권 忠淸道 永春縣의 古跡條에 기록되어 있는데, 여기에는 石窟로 기록되어 있었고 또한 永春縣 地圖에는 南窟로 記入되어 있었다. 그후 일제시대에도 南窟로 불리워져 지도의 지명으로 기입되고 있었으나 해방후에는 溫達窟로 바꾸어 불리우고 있다.

溫達窟의 기록은 輿地勝覽에 동굴 내부의 모습이 소개되고 있는 점으로 보아 이미 많은 사람들의 출입이 있었던 것으로 보이며, 부근 주민들의 피신처나 修道場으로 이용되어 왔던 것으로 추측된다.

溫達窟의 학술적인 조사가 처음 실시된 것은 1966년 2월 23일 한국동굴보존협회 조사단이 浮袋를 타고 내부를 조사하였으며, 이후 1974년 8월 한국동굴학회의 조사가 趙炳煜 有志의 안내를 받아 조사가 시행되어졌다. 마침내 1975년 8월 부터 온달굴은 학교법인 裕信學園(代表 朴昌源)에 의하여 관광동굴로 개발되어 일반에게 공개되었으나 1979년에 교통불편 등의 이유로

폐쇄하여 非公開 洞窟로 오늘에 이르기까지 보전관리되어 왔다.

이미 관광개발된 통로는 약 380m로 간단한 조명시설과 통로시설만으로 최소한의 개발시설로 공개되어졌으나 폐쇄된 이후 15년 이상을 그대로 보전하고 있는 실정이다. 현재 이 지역은 國有林으로 되어 있어 丹陽郡에서 指名 받은 管理人에 의하여 管理保護되고 있다.

溫達窟의 전장은 주굴 302m, 지굴 283m로 총 586m인 것으로 알려져 왔으나 1993년에 조사된 한국동굴학회의 학술조사를 통하여 총연장이 683m인 것으로 밝혀졌는데 이는 그동안 주굴 막장부분의 동굴류로 인하여 측량이 이루어 지지 못한 부분이 학술조사시에 이 부분에 대한 측량이 이루어져 동굴의 총연장이 늘어난 것이다. 앞으로도 동굴류를 따라 탐험과 측량이 계속된다면 동굴의 총연장은 더욱더 늘어날 것으로 전망된다. 한편 이 溫達窟의 개발타당성 조사와 개발 조사가 계속 추진될 전망이다.

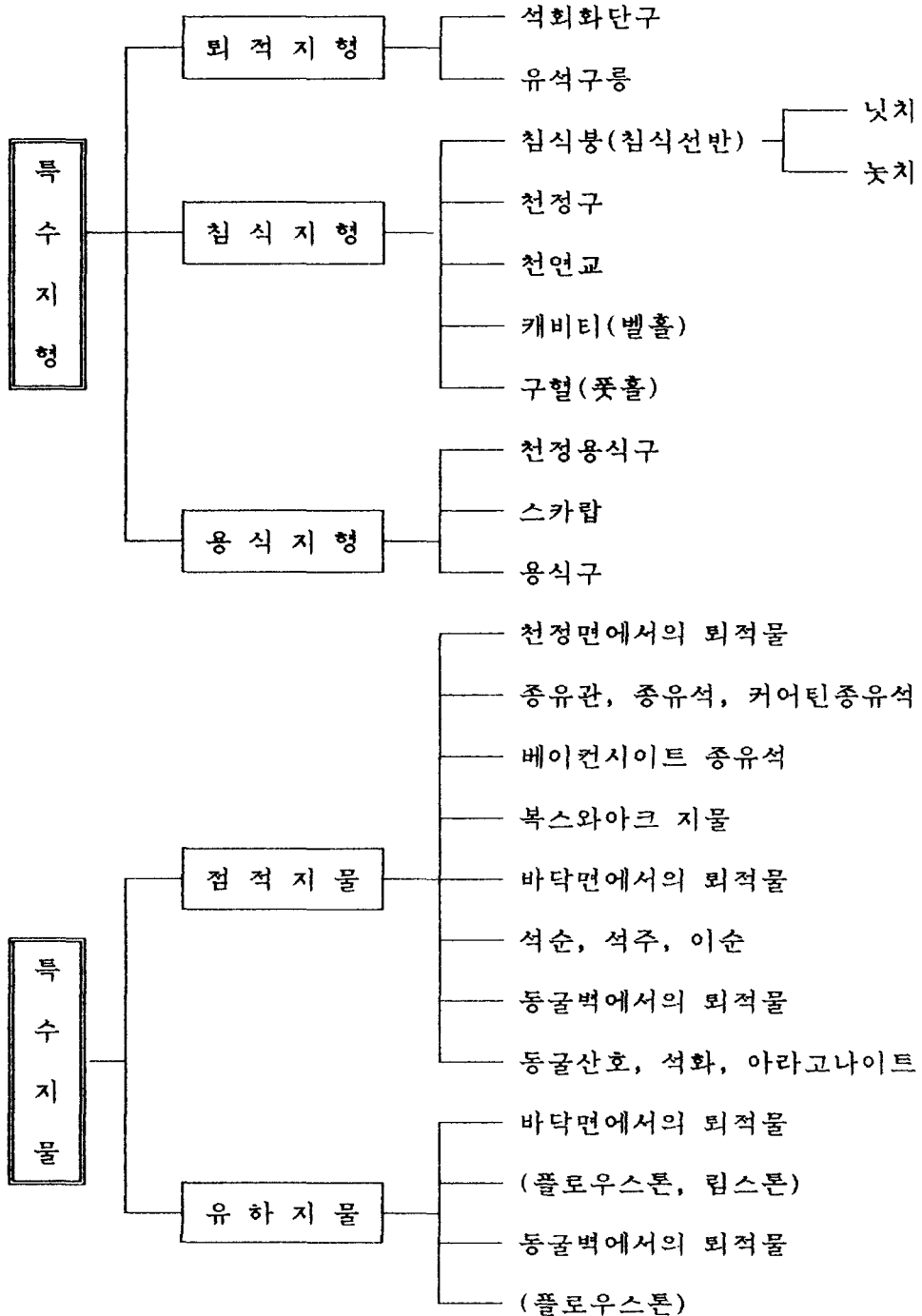
II. 동굴과 이차생성물의 형성과정

1. 서론

溫達窟의 生成過程은 地下의 飽和水帶 속에서 洞窟이 발달하다가 循環水帶 속에서 성장되어온 吐出型 石灰洞窟이다. 더구나 이 洞窟은 南漢江 언안에 立地하고 있어 홍수 때에는 南漢江 水位가 높아질때 洞窟속에 외부로부터 浸水되므로 洞窟속의 生態環境은 가끔 변화하고 있는 것이 사실이다. 즉, 이 洞窟속에는 항상 地下水流(洞窟流)가 흐르고 있으므로 多濕한 環境이 유지되고 있어 洞窟生成物이 계속 성장하고 있는 洞窟이라 하겠다. 따라서 일반적인 二次生成物 이외에 水蝕에 의한 物理的 作用과 溶蝕에 의한 化學的 作用에 의한 갖가지 微地形과 微地物들이 洞窟속 곳곳에서 발견되고 있는 것이다.

표 1.

석회동굴속의 지형과 지물



2. 성인과 형성과정

溫達窟을 배태하고 있는 古城里 石灰岩層은 그 地質年代로 보아 지금으로부터 4~5億年前에 바다밑에서 堆積되어 이루어진 石灰岩層이 육지위로 隆起되어 구릉성 山地가 된 것인데, 이것이 바로 오늘의 地表에 올라온 石灰岩層으로 된 것이다.

溫達窟이나 古藪洞窟의 지역에서 石灰岩層이나 石灰質 岩石層 등은 이들 海中生物들이 炭酸칼슘으로 固體화된 堆積物들이 이 지층에 섞여 있기 때문에 때때로 動物狀의 화석들이 이 지층속에서 관찰될 때가 있다. 그리고 海底에서 만들어진 石灰岩層이 海面위로 융기되었을 때 밑바닥의 岩層위에 그대로 있기도 하나 때로는 褶曲作用을 받아 砂岩이나 셰일 등과 함께 샌드위치 같은 地層配列을 이루기도 한다.

이 溫達窟의 主窟속에서도 이와같이 褶曲을 이루고 있는 地向斜 構造는 소규모적이거나 도처에서 볼 수 있다.

사실상 海底에서 地表面으로 융기한다는 것은 地殼에 거대한 造山力이 작용하기 때문에 地盤은 褶曲되거나 斷層이 생기거나 또는 커다란 龜裂이 생기기도 하는데 이 龜裂에 빗물이 스며들면서 마침내 洞窟이 생기게 된다.

溫達窟은 크고 작은 많은 褶曲作用의 흔적을 볼 수 있기도 하다. 더구나 洞窟의 通路가 되고 있는 主窟은 그 대부분이 節理面을 따라 개석되었다고 할 수 있다.

溫達窟 속에서는 몇개소의 落磬이 通路와 洞窟流 바닥에 떨어져 있음을 볼 수 있다. 그러나 많은 落磬은 없기 때문에 넓은 洞窟廣場이 없고 線型이고 비교적 直線的인 水平한 橫窟로 발달된 것이라고 하겠다. 그리고 地表面의 溫達城이 쌓여 있는 城山山地 일대에 내리는 雨水가 모여 凹地나 들리네, 싱크홀(흡인구)등으로 땅속에 스며들어 溫達窟 속의 地下水流를 이루고 있으며 이 地下水路를 洞窟의 통로로 이용하고 있는데 이 洞窟水路를 따라 동굴의 입구가 開口되어 있다.

지금으로부터 20년전만 해도 이 溫達窟의 入口에서는 흘러나오는 물이 많아 이 물을 이용하여 물방아를 돌리던 흔적을 찾아 볼 수 있었다.

Ⅲ. 동굴생성물의 분포

1. 동굴의 특성과 형성

溫達窟은 대략 다음과 같은 特性을 지니고 있다.

첫째, 이 洞窟은 매우 단조롭고 直線的인 洞窟構造를 지니고 있는 洞窟이다. 이는 節理에 따른 線型洞窟通路가 개석되어 있으며 이 節理를 따라 鐘乳石과 流石 및 벽걸이 펜단트 등의 生成物들이 성장하고 있는 것을 도처에서 볼 수 있다.

둘째, 洞窟 속에는 현재 通路가 되고 있는 洞窟通路의 바닥 한편으로 계속적으로 많은 地下水流가 흘러 나오고 있는 물굴(水窟)이다. 물론 吐出型인데 이 洞窟地下水流의 源流는 地表面의 城山 南山山地에서 透水되고 있는 것으로 추측된다.

세째, 배태되고 있는 地層이 매우 오래된 古生代 下部에 속하는 古城里 石灰岩層에 속하고 있어 洞窟의 二次生成物의 成分이 잡다하고 탁도가 높아 깨끗하고 맑은 方解石質의 生成物들이 적은 것 또한 아쉽다고 할 수 있다.

즉, 風化 받은 紅粘土인 테라로사 土壤이 透水沈積되어 石灰質 溶滴水와 함께 洞窟沈積物로 되어 있기 때문이다.

네째, 洞窟이 循環水帶에서 이루어진 관계로 곳곳에 地下水流에 의한 側方侵蝕의 흔적이 있는 地形(닛찌 및 닛찌, 天然橋 등)이 산재하고 있으며 이 地下水流는 外因的인 영향으로 그 水位面도 크게 달라지고 있음을 보게 된다.

다섯째, 地表面의 南漢江이 洪水때에 범람하여 人工堤防을 넘어 洞窟內部가 浸水되었던 사실들이 여러차례 있었음으로 眞洞窟性 生物과 같은 特殊生物들이 발견되고 있지 않고 있다.

여섯째, 일반적인 洞窟의 地形地物들은 주로 洞窟天井 및 벽면에서 볼 수 있고 洞底面의 石筍, 泥筍 등의 발달이 미약한 편이다.

일곱째, 이 洞窟은 內部에 발달한 節理를 따라 溶蝕作用으로 형성된 洞窟로 계속적인 地下水流의 作用으로 側方侵蝕과 下刻侵蝕이 활발한 洞窟이다.

여덟째, 洞窟의 生成物들은 그대분이 洞窟地層의 東쪽 上層部에 발달한 支窟(제Ⅱ지구, 제Ⅳ지구)속에 볼 수 있는 바, 그 石質의 成分은 불순물이 많이 내포된 것으로 순백색의 方解石質 成分이 미약하게 나타나고 있다.

2. 이차생성물의 분포특성

(1) 지형지물의 분포에 따른 지역구분

洞窟의 特性에서 살펴본 바와같이, 溫達窟은 단조롭고 직선적인 洞窟構造를 갖고 있다. 동굴입구에서 거의 수평굴로 남쪽 방향으로 뻗어 있는데, 이것이 主窟에 해당된다. 이 主窟을 따라 100여m 들어간 곳에 主窟의 동쪽으로 가지굴이 뻗고 있으며 이 가지굴은 다시 主窟의 남쪽에서 합류한다. 다시 하나의 主窟을 형성하여 100여m 남쪽으로 뻗다가 溫達窟의 막장부에서 3개의 가지굴로 갈라지는 형태를 갖고있다. 따라서 이러한 洞窟의 형태적 特性에 따라 洞窟을 4개 地區로 區分하였다.

동굴 입구에서 비교적 단조로운 主窟을 형성하는 부분까지를 제Ⅰ地區로 하고, 우회하는 가지굴이 발달한 地域을 제Ⅱ地區로, 다시 단조로운 주굴부를 제Ⅲ地區, 마지막 부분을 제Ⅳ地區로 명명한다. 따라서 동굴 입구에서 洞窟 막장부에 이르는 순서대로 地區가 區分되어 있다.

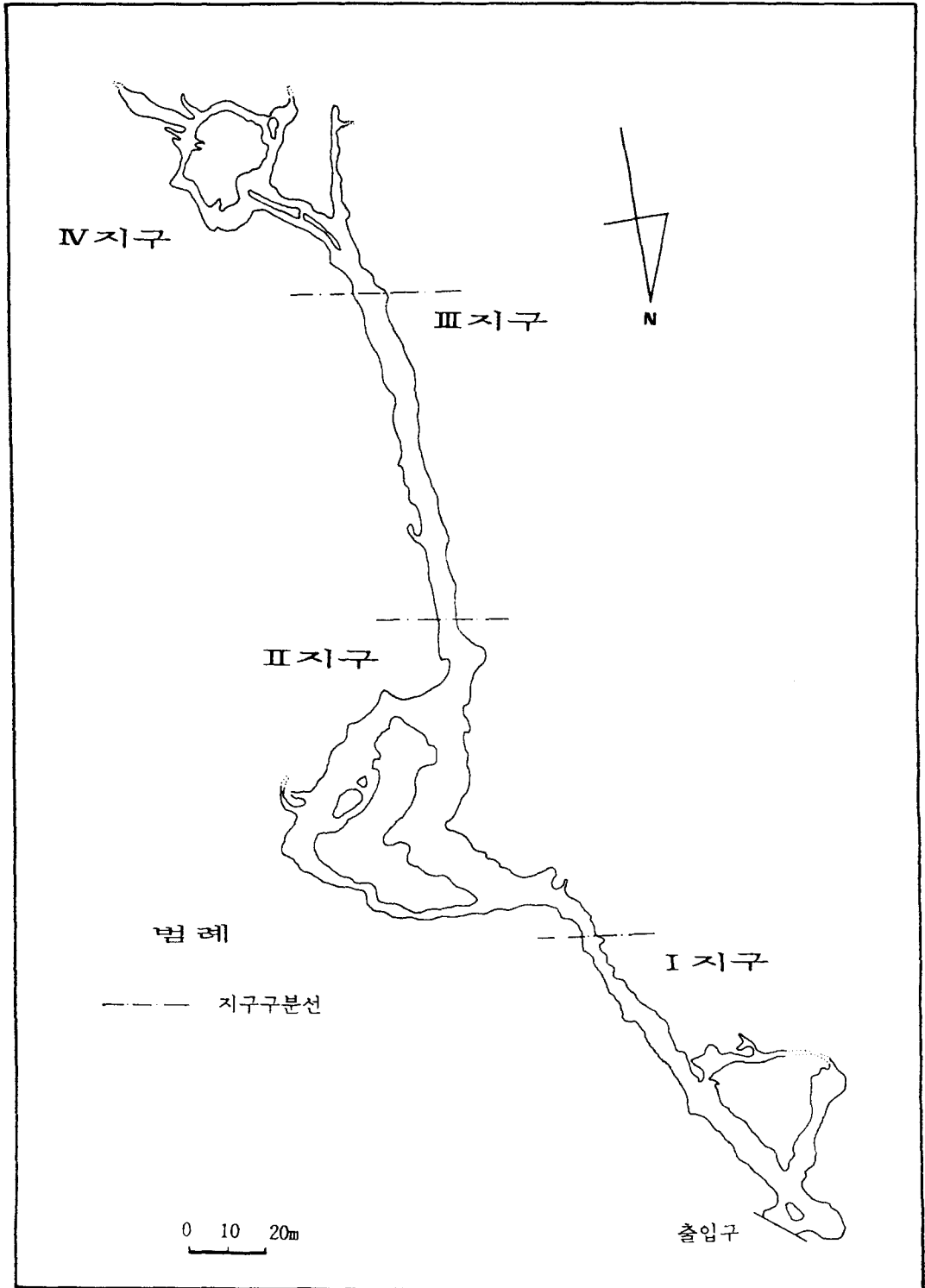
(2) 제Ⅰ地區 地形地物の 分布

Ⅰ地區의 범위는 溫達窟의 입구에서 남동쪽으로 곧게 뻗어 있는 主窟 부분과 洞窟 入口부근에서 남서쪽 및 서쪽으로 뻗어 있는 가지굴을 포함한다.

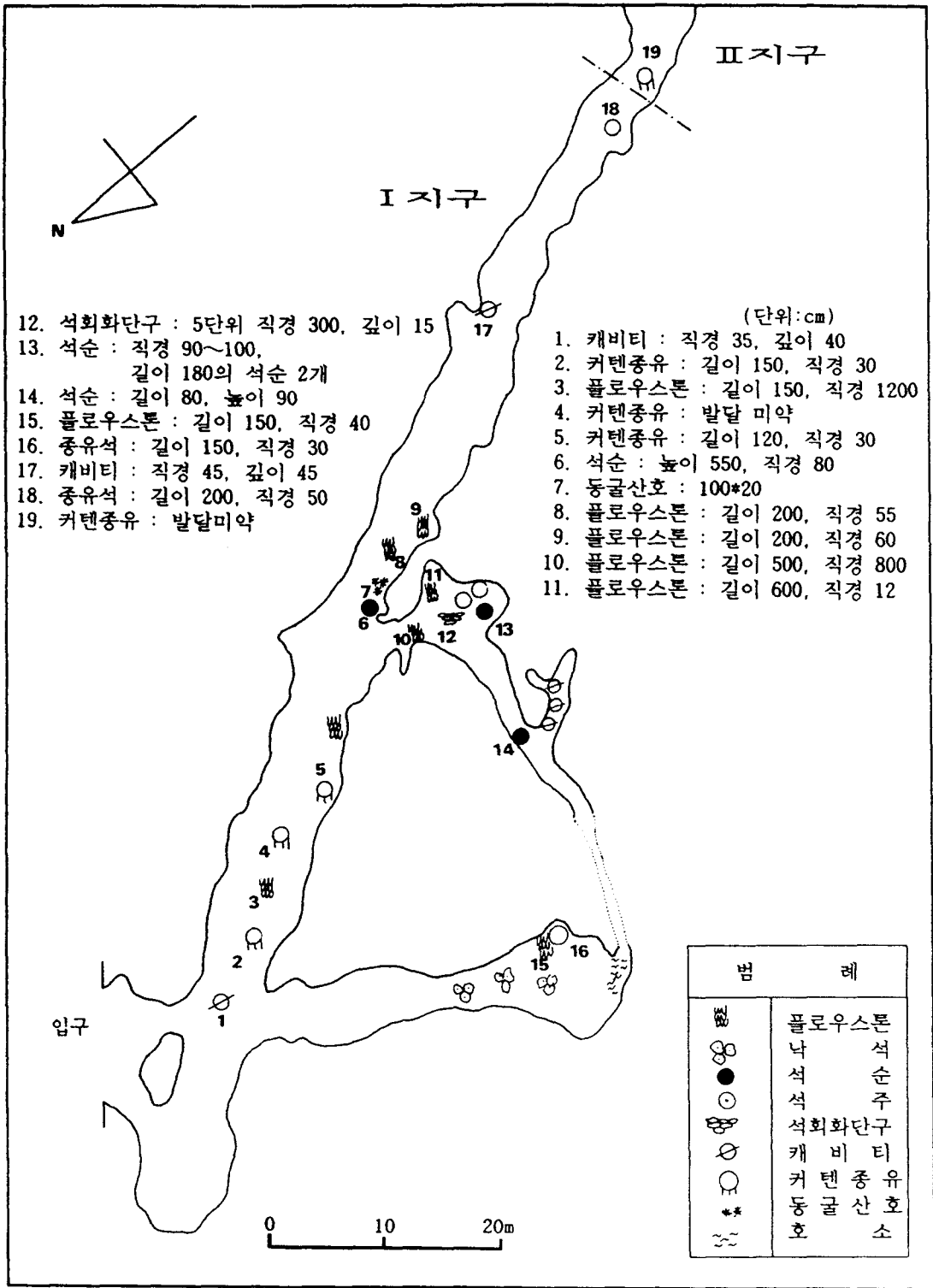
이 地區內에는 地形地物이 비교적 떨어져 分布하는 特性을 지니고 있고, 2번째의 가지굴 부분에 비교적 地形地物이 밀집되어 分布한다.

이 地區內에는 플로우스톤이 가장 많이 分布하고 있으며, 그 밖에도 石灰華段丘, 鐘乳石, 石筍, 石柱, 케비티 등이 分布하고 있다.

洞窟 入口에서 조금 들어간 主窟의 천정에는 직경 35cm, 깊이 40cm 정도의 케비티가 발달하고 있다. 이 케비티를 중심으로 가지굴이 남서 방향으로 뻗고 있는데, 이 가지굴은 낙반이 심하여 二次生成物의 分布가 미약하다. 가지굴의 막장은 연못으로 연결되어져 있는데, 가지굴이 발달하고 있는 절리면으로 볼 때 제Ⅰ地區의 두번째 가지굴과 연결되고 있는 것으로 추



온달굴의 지구 구분도



I 지구의 지형지물 분포도

측된다. 이 가지굴의 좌측 벽면에는 流石과 鐘乳石이 分布하고 있는데, 流石은 150cm*40cm의 규모이며, 鐘乳石의 높이는 150cm, 하단직경 30cm에 달한다.

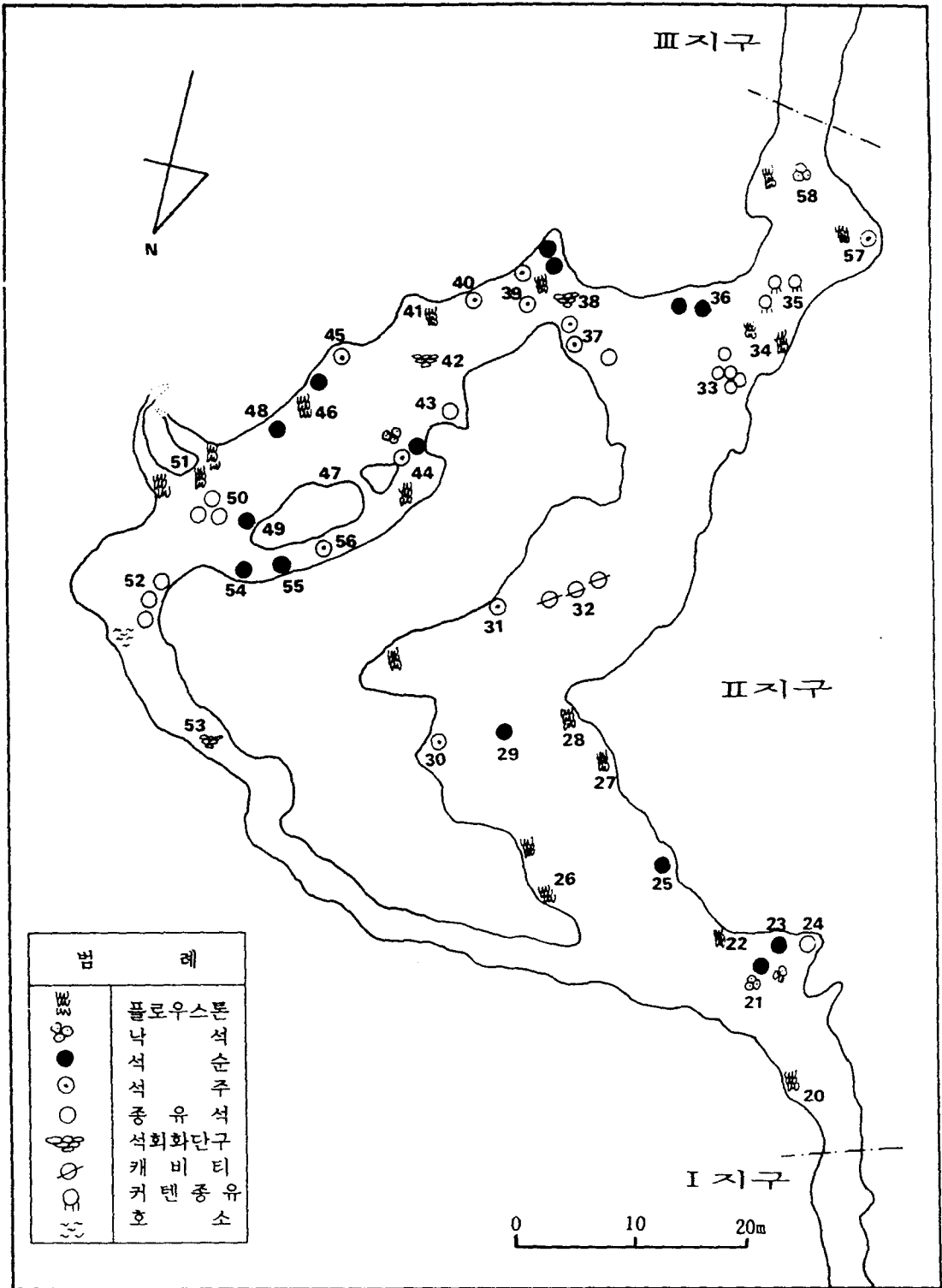
동굴 입구의 캐비티에서 洞窟의 主窟을 따라 들어가면서 두번째 가지굴까지는 鐘乳石과 流石의 發達이 눈에 띈다. 流石의 경우는 길이 150cm, 너비 1200cm 정도의 대규모적인 것이며, 流石은 현수상 鐘乳石과 함께 어울려 아름다운경관을 이루고 있다.

I 地區의 안쪽에 형성되어 있는 두번째 가지굴은 主窟에서 약 10여m 상층부에 형성되어 있다. 이 主窟과 가지굴로 연결되는 부분에는 아름다운 流石의 發達이 탁월하다. 이 流石은 길이 200cm*50~60cm 정도의 규모를 보인다. 이 가지굴의 입구와 가지굴 入口 안쪽에는 石筍과 流石, 石柱의 發達이 보인다. 동굴 입구부의 석순은 높이 500cm 넘는 것으로 규모가 비교적 크다. 또한 이 石筍 옆에는 洞窟珊瑚의 발달도 보인다. 가지굴의 바닥에는 石筍 뿐만아니라 石灰華段丘가 발달하고 있다. 이 石灰華段丘는 5개의 계단으로 이루어져 있고, 장방형의 가장 긴 직경은 300cm에 달하고 림스톤의 깊이는 15cm에 이른다. 가지굴의 가장안쪽 天井에는 3~4개의 캐비티를 볼 수 있는데 복합 캐비티의 형태를 갖추고 있다.

제 I 地區의 안쪽에는 직경 45cm 깊이 45cm의 캐비티와 鐘乳石의 發達을 볼 수 있다. 따라서 제 I 地區의 特徵을 간략히 정리하면 主窟을 통해 들어가면서 鐘乳石과 流石의 발달하고 있고, 2개의 가지굴 중에서 동굴 입구에 있는 가지굴에는 낙석이 심하며, 두번째 가지굴을 중심으로 流石, 石花, 石柱, 캐비티 등 화려한 경관이 전개되고 있다.

(3) II 地區 地形地物の 分布

II 地區는 I 地區에서 남쪽으로 뻗고 있으며, 동측벽면을 통해 연결되는 가지굴과 제 III 地區의 상층부로 연결되는 부분까지의 범위이다. 이 地區內에 分布하는 二次生成物의 特徵을 보면, I 地區보다 流石의 발달이 많고 石灰華段丘, 캐비티, 현수상 鐘乳石, 石柱 등 다양한 二次生成物의 發達을 들 수 있다.



II지구의 지형지물 분포도

번호	명 칭	규 모 및 비 고 (단위:cm)
20	플로우스톤	길이 300, 직경 10
21	석 순	높이 70, 직경 30
22	플로우스톤	길이 70, 직경 400
23	석 순	높이 40, 직경 20
24	종 유 석	발달미약
25	석 순	발달미약
26	플로우스톤	길이 120, 직경 70
27	플로우스톤	길이 200, 직경 80
28	플로우스톤	길이 130, 직경 20
29	석 순	높이 210, 직경 30
30	석 주	발달미약
31	석 주	길이 150, 직경 30
32	캐 비 티	직경 45, 깊이 60
33	종 유 균	20여개의 종유석과 커텐종유균 직경 0~40, 길이 120~150
34	플로우스톤	길이 150, 직경 1200
35	커텐종유균	10여개의 종유와 커튼이 어우러짐
36	석 순	높이 200, 직경 25
37	석 주	길이 150~170, 직경 50~80
38	석회화단구	직경 250, 깊이 10의 4단
39	석 주	길이 120~180, 직경 80~120
40	석 주	길이 270, 직경 80
41	플로우스톤	길이 60, 직경 200
42	석회화단구	가로 300, 세로 150, 깊이 15의 3단
43	종 유 석	길이 230, 직경 10
45	석 주	길이 60, 직경 300
46	플로우스톤	길이 40, 직경 60
47	플로우스톤	길이 40, 직경 150
48	석 순	길이 30, 직경 80
49	석 순	길이 90, 직경 20
50	종 유 석	길이 250, 직경 120
51	플로우스톤	길이 90, 직경 20
52	종 유 석	가로 150, 세로 70, 4단
53	석회화단구	길이 25, 직경 50
54	석 순	길이 50, 직경 40
55	석 순	길이 50, 직경 15
56	석 주	길이 120, 직경 230
57	플로우스톤	길이 50, 직경 240

主窟을 따라 남쪽으로 들어가면서 동측 벽면에는 길이 300cm 너비 10cm의 플로우스톤이 發達하고 있다. 동측벽면에는 石筍과 플로우스톤, 鐘乳石이 分布하고 있는데 鐘乳石의 發達은 미약한 편이다. 그러나 플로우스톤은 길이 70cm 너비 4000cm로 규모가 상당히 큰 二次生成物을 形成하고 있다. 가지굴 入口를 지나 主窟로 들어가면서 양측벽에는 流石이 發達하고 있는데 그 크기는 길이 100~200cm 너비 70~80cm 정도의 플로우스톤이 발달하고 있다. 또한 이곳에 發達하고 있는 石筍은 높이 150cm~200cm 정도의 규모이다. 主窟의 중앙부 천정에 分布하고 있는 腔體의 규모는 직경 45cm, 깊이 60cm 정도이다. 이 主窟의 너비는 약 10m~20m로 溫達窟內에서 가장 넓은 공간을 보유하고 있고, 洞窟바닥의 동측벽면을 따라 洞窟流가 흐르고 있다.

제Ⅱ地區의 가지굴은 동측벽면에서 남동쪽으로 뻗다가 다시 남서쪽으로 구부러져 主窟과 이어지는 構造를 갖고 있다. 남측에 主窟과 合流되는 部分은 비교적 10m 이상의 空洞을 형성하고 있으나 가지굴 入口는 좁다. 이곳에도 각종 二次生成物이 發達하고 있는데, 地形地物의 경관 또한 뚜렷하고 수려하다. 가지굴을 따라 洞窟 바닥에는 石灰華段丘가 3~4곳에 分布하고 있다. 이들 石灰華段丘는 3~4단의 구조를 이루고 있고 최장 직경이 150cm ~ 250cm 정도에 달하는 것으로 비교적 규모가 크고 뚜렷한 경관을 이루고 있다고 하겠다. 그러나 림플의 깊이는 10cm~20cm가 대부분을 차지하고 있다.

또한 洞窟바닥에는 石筍이 發達하고 있으나, 주굴바닥에 發達하고 있는 石筍에 비해 그 규모가 작아 높이 100cm를 넘지 않는 것이 대부분이다. 또한 이 가지굴은 비교적 많은 流石이 發達하고 있지만 그 규모가 主窟에 비하여 작다. 主窟과 合流되는 가지굴의 남측에 石筍이 밀집되어 分布하고 있으며 石筍, 鐘乳石 등과 어우러져 화려한 景觀을 이루고 있다.

제Ⅱ地區와 제Ⅲ地區과 연결되는 地區는 鐘乳石, 현수상 증유석, 流石들이 화려한 경관을 이루고 있는데, 이들은 하나의 群을 形成하고 있다. 약 30~40여개의 鐘乳石이 펼쳐진다. 그 규모는 100cm~150cm 정도의 길이를 갖고 있다.

이상을 요약하면, 主窟보다 가지굴내의 景觀이 화려하며, 主窟 벽면을 따라 流石이 발달하고 있다. 곳에 따라 대규모 流石이 發達하기도 한다.

洞窟바닥에는 石筍이 발달하고는 있으나 主窟바닥에 發達하고 있는 石筍에 비해 가지굴 바닥의 石筍이 그 규모가 작다. 비교적 화려한 景觀은 가지굴과 主窟이 合流되는 地域에 分布하고 있는 鐘乳石群과 流石이라고 할 수 있다.

(4) Ⅲ地區 地形地物の 分布

제Ⅲ地區는 제Ⅱ地區와 제Ⅳ地區를 연결하는 통로부에 속하며, 洞窟 바닥은 洞窟流가 흐르고 있다. 또한 이 主窟은 거의 정남 방향에서 정북방향으로 뻗고 있으며, 地形地物の 發達이 매우 미약한 部分이라고 하겠다.

地區內에 分布하는 地形地物の 種類는 다양하나 石筍과 鐘乳石 등의 규모는 크지않다.

제Ⅲ地區의 북단에는 플로우스톤이 分布하는데 길이 250cm, 너비 450cm의 규모를 갖고 있고, 洞窟을 따라 올라가면서 鐘乳石과 石筍이 發達하고 있다. 石灰華段丘는 가로 70cm, 세로 50cm의 소규모적인 것이 分布하고 있다.

제Ⅲ地區의 남단에는 鐘乳石이 發達하고 있는데 길이 350cm, 하단 직경 40cm의 규모를 갖고 있다.

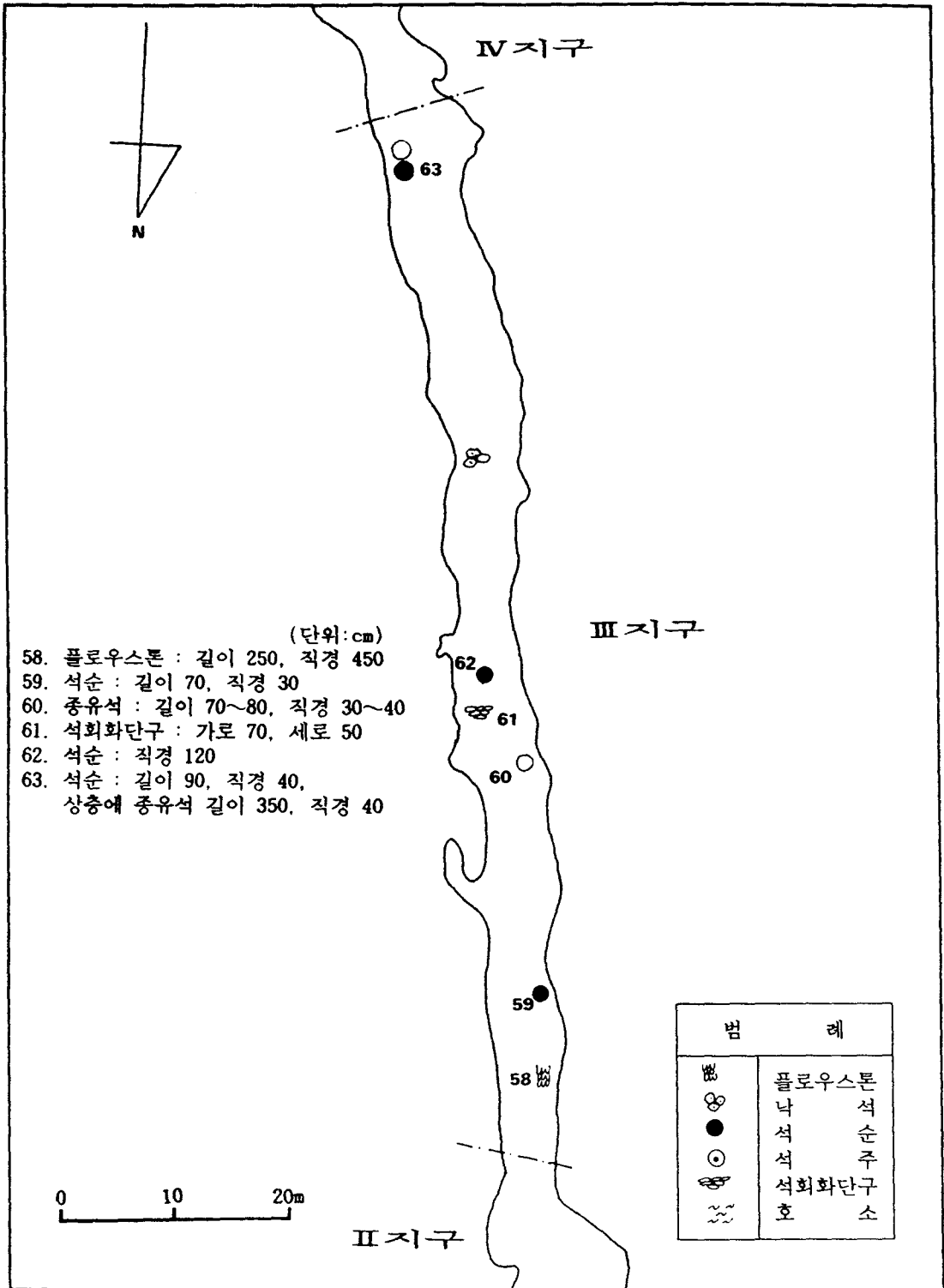
이 地區의 地形地物の 分布는 溫達窟內에서 가장 미비한 分布를 갖고 있으며, 通路의 폭도 다른 地區에 비하여 좁아 10m를 넘지 않는다.

또한 이 地區內에는 규모가 그다지 크지않은 二次生成物로 이루어져 있다.

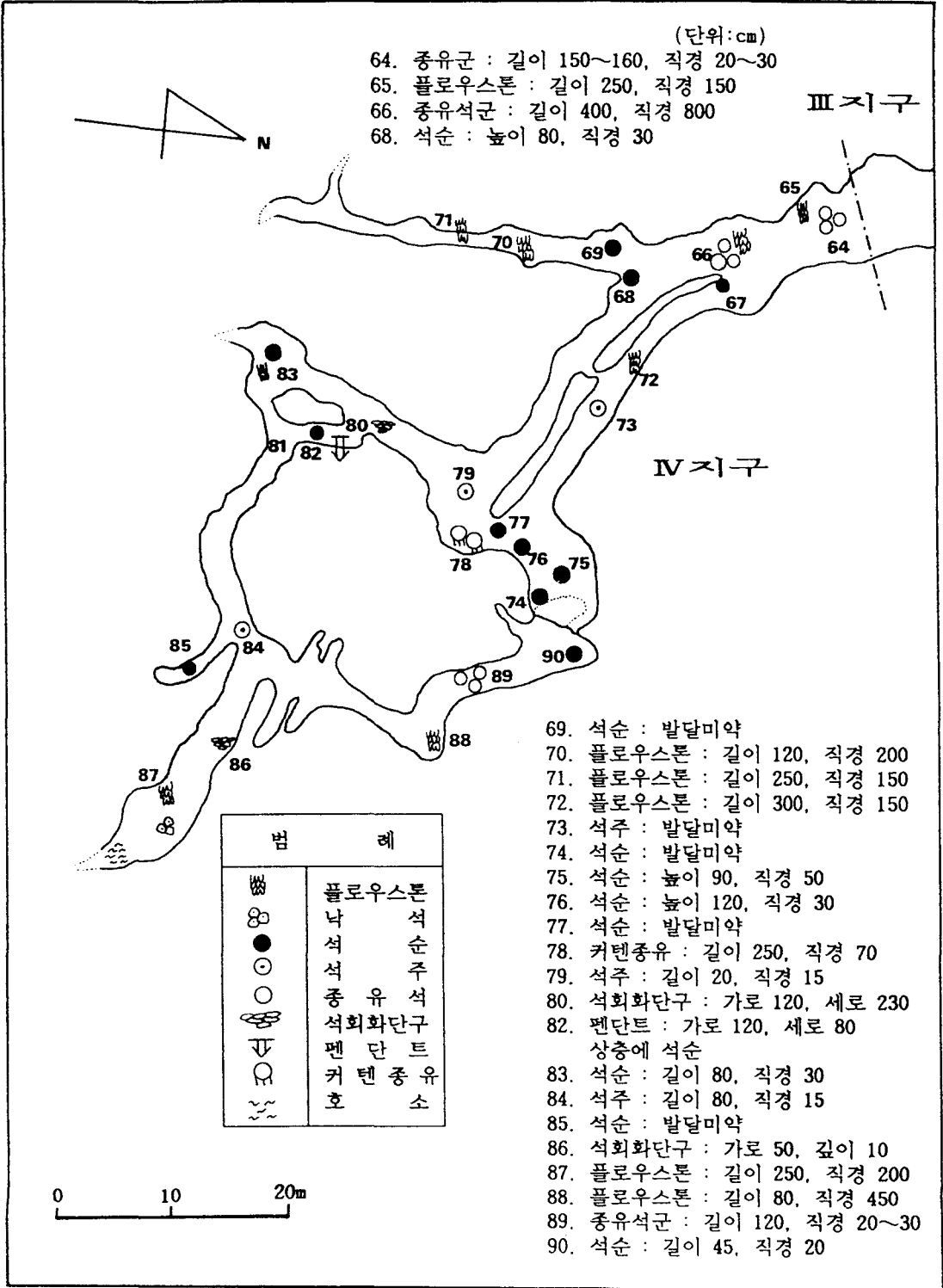
(5) Ⅳ地區 地形地物の 分布

제Ⅳ地區는 溫達窟의 막장부를 접하는 地區로 洞窟의 끝은 洞窟流로 막혀 있어 정확한 洞窟 모양은 측정할 수 없다. 제Ⅳ地區의 方向은 제Ⅲ地區 方向과 동일하게 남쪽으로 뻗고 있는 가지굴과 남서쪽으로 2개의 通路를 통해 主窟이 연결되는데, 2개의 通路는 合流된 후 원형 고리모양의 형태를 이루고 있다. 이 원형고리의 남서방향으로 약 15m 主窟이 다시 뻗고 있다.

제Ⅳ地區內의 二次生成物の 分布를 보면, 제Ⅳ地區 북단은 주로 鐘乳石이 分布하고 있다. 이들 鐘乳石은 현수상 鐘乳石이 대부분으로 하나의 거대한 鐘乳石群을 形成한다. 鐘乳石들의 규모는 길이 150cm~160cm 정도의 크기를 이루고 있으며 鐘乳石의 상단 직경은 20cm~30cm이다.



III 지구의 지형지물 분포도



IV지구의 지형지물 분포도

主窟에서 남쪽으로 뻗고 있는 가지굴은 20m~30m 들어가면서 완전히 막혀 있다. 이 가지굴의 벽면에는 流石의 發達이 보이는데, 이들의 규모는 길이 100cm~300cm, 너비 150cm~200cm로 아름다운 경관을 이룬다.

主窟로 향하는 通路와 원형고리 형태의 主窟部에는 鐘乳石과 石筍, 그리고 이들이 어우러져 형성되는 石柱 등이 발달하고 있다. 비교적 二次生成物의 發達은 미약하지만 石柱는 높이 100cm 이하의 규모이고, 石筍은 높이 100cm 전후의 규모를 보이고 있다. 이들 이외에도 洞窟 바닥에 형성된 石灰華段丘나 벽면내 형성된 流石 등이 있다.

이 主窟은 通路의 폭이 좁고 천정의 높이도 낮으며 二次生成物의 크기도 그다지 크지않지만 제Ⅱ地區와 마찬가지로 화려한 景觀을 이루고 있어 溫達窟內的 가장 화려한 景觀을 보유하고 있는 곳이기도 하다.

溫達窟의 막장부에 해당되는 부분은 溫達窟의 가장 남동쪽에 位置하고 있으며 이곳은 호소를 형성하여 洞窟이 수중으로 연결되어 있다. 이곳에는 길이 100cm 이상의 鐘乳石이 즐지어 있고, 벽면은 流石이 발달하고 있다.

IV. 이차생성물의 성인분석

1. 飽和水帶와 微地物

(1) 아나스토모시스(anastomoses)

일반적으로 洞窟의 天井面에 벌레가 구멍을 파먹은 듯 하게 溶蝕하고 있는 상태이며 흔히 溶蝕管이 복잡하게 엉켜있는 상태를 가리킨다.

다만 아나스토모시스는 洞窟속에 물이 가득차 있는 飽和水帶 속에서 洞窟의 空洞이 형성되는 초기단계에 이루어지는 경우인데 이들 溶蝕管들이 節理에 따라 溶蝕된 것 중에서도 많은 溶蝕管들이 節理面에 따라 복잡하게 교합되고 발달한 복잡한 溶蝕管의 집합체를 가리킨다.

이때 대개의 경우 溶蝕管의 직경은 5~15cm에 달하는 것들이 많다. 물론 母岩의 粒子成分, 溶蝕作用을 가하게 하는 洞窟속에 가득찬 水質의 농도에 따라서도 그 크기는 달리 나타난다.

즉, 이 아나스토모시스(Anastomosis)는 岩層의 構造에 따라 溶蝕된 작은 管狀 여러개의 이들이 복잡하게 오블고블 서로 엉켜있는 상태를 가리킨다.

이때 이 溶蝕管의 크기가 점차 커지게 되면 그 모양은 타원형으로 변하게 된다. 그리고 이들의 오목한 부분을 溶蝕管이라 부르고 이 溶蝕管들의 엉켜있는 상태를 아나스토모시스라고 한다.

또한 아나스토모시스와 溶蝕管의 차이는 아나스토모시스의 오목한 부분이 그물모양으로 발달하고 있는데 비하여 溶蝕管의 오목한 부분은 매우 단조롭다는 점이다.

그리고 아나스토모시스는 洞窟 通路의 확대의 모체가 된다. 즉 이들이 확대·연결되므로써 붕괴되거나 또는 융합·융해되므로써 溶蝕 구멍의 공간은 더욱더 확대되어 洞窟의 通路는 보다 커지는 것이다.

이 溫達窟 속에서는 石筍이 불순물이 많기 때문에 그 성장이 매우 粗雜하다. 이른바 확실한 형태를 나타내지는 않고 있으나 이들에 해당하는 흔적을 곳곳에서 보게된다.

(2) 포켓(pocket)

주로 飽和水帶의 洞窟속 天井에서 볼 수 있는 微地形으로 飽和地下水에 의하여 대량적인 溶蝕作用으로 생성된 半球 모양의 오목한 微地形이다.

이 洞窟 속에서는 곳곳에서 많이 볼 수 있는데, 이 半球狀 凹地形이 단조로운 單一포켓들이 많지 않고 복합적인 2중, 3중의 포켓 地形이 많다.

대체로 이 포켓의 반경의 크기는 그 직경이 50cm 가 넘는 것이 많으나 때로는 길게 계속되어 1m 길이의 포켓도 발달하고 있다.

이들은 洞窟속 天井에 있을 때에는 시어링포켓, 洞窟의 벽면 위쪽에 발달하고 있을 때에는 워얼포켓이라고 부른다.

이들의 微地形은 飽和水帶 속에서 空洞이 점차 확장해 나아가는 시기에 발달한다.

이 포켓地形은 構造岩層의 節理나 走向하고 관계없이 발달한다. 즉 이 포켓은 洞窟내의 飽和水帶 地下水의 亂流에 의하여 天井이나 벽면에서 생긴 소용돌이 흐름(渦流)에 의하여 溶蝕되어 이루어진 것이라는 學說이 대표적인 成因說이다.

그러나 커다란 규모의 洞窟속에서도 이와같은 포켓이 나타나는 것으로 보아 渦流에만 의하여 이루어졌다는 成因說도 완전하지 않다고 사료된다.

따라서 飽和水帶의 洞窟 空洞 확장이 계속된 후기의 산물로 풀이되고 있으며 그 후 循環水帶의 洞窟로 됨에 따라 洞窟空洞 下部에의 확대가 증대되므로 洞窟 바닥인 洞床에서도 나타나는 경우가 있다. 이때에는 獸穴 (pothole)과 비슷한 微地形을 이루게 되는데 관찰상 혼돈되는 경우가 있다.

이 溫達窟 속에서는 포켓 地形은 캐비티와 같이 곳곳에서 볼 수 있다.

(3) 캐비티(cavity)

포켓과 비슷하며 洞窟 天井이나 洞窟의 벽면에서의 형성도 비슷한 微地形이다. 다만 이 캐비티는 構造岩層의 節理에 溶蝕作用으로 이루어지는 微地形이다.

역시 洞窟 天井에 형성된 것은 시일링캐비티, 洞窟벽면의 캐비티는 워얼 캐비티라고 부르고 있는데 그 크기도 포켓과 비슷한 직경 50cm 내외이나 대체로 타원형을 이루고 있다.

이는 岩層의 節理에 따라 溶蝕되어 이루어진 微地形이다. 그리고 이 캐비티의 모양으로 보아 이는 동력작용에 의하여 낮아지는 循環水帶의 地下水에 의하여 이루어진 것이 아니라 도리어 통로에서 윗쪽으로 향하여 飽和水帶 地下水가 이 岩層의 節理에 따라 침투하여 溶蝕한 결과 이루어진 것으로 보인다. 즉 節理에 따라 하강하는 循環水帶 地下水가 통로로 스며들어 이루어지기 때문에 이 오목골은 循環水帶 地下水가 차있는 곳에까지 계속되어 이루어져 있을것이 예측된다.

따라서 節理선이 계속되고 있는 곳까지는 반드시 캐비티의 생성물을 볼 수 있음이 예측되기도 한다. 이 溫達窟 속에서는 도처에서 이 캐비티 地物을 볼 수 있다.

(4) 보아팻세이지(bore passage)

洞窟의 天井面에 발달하는 地形이다. 특히 洞窟天井面의 岩層의 構造面에 따라 둥근모양 또는 반달모양의 橫斷面을 이루는 微地形으로 대개의 경우 이는 얽드려서 통과하는 통로로 이용되는 경우가 많다. 일명 프레아틱 터널 (phreatic tunnel)이라고도 한다.

반달모양의 洞窟天井 통로 공간의 넓이는 직경 50~200cm 에 달하는 것도 있다. 즉 空洞이 이루어지는 초기단계에서는 地下水의 환경에 관계없이 地下水는 層理, 節理 등의 構造面에 의하여 이동하거나 스며들게 된다. 특히 循環水帶중에 있어서는 地下水는 重力에 의하여 지배되는 下降流로 되는데 반하여 飽和水帶중의 地下水는 水壓에 의하여 압력을 받고 있는 관계로 이 重力에 반사작용을 하게되는 경우도 있게 된다.

그리고 洞窟의 空洞化는 천정부, 동벽, 동상부분 등에 비슷한 溶蝕作用을 가하게 되기도 하고 점차 확산되기도 한다.

이와같은 飽和水帶의 溶蝕作用으로 아나스토모시스나 溶蝕管의 생성을 보게되고 이 단계를 거쳐서 점차 커다란 圓形의 橫斷面을 이루는 보아팻세이지의 微地形을 이루게 된다.

그리고 이와같은 地形에 계속 地下水流의 혼합溶蝕이 가해지면 때로는 그 당시의 地下水환경에 따라 타원형으로 변형하기도 한다.

또한 확대작용이 진행하면 원형이나 타원형에서 또다른 형태의 橫斷面을 지니는 通路型으로 나타나기도 한다.

이 溫達窟 속에서는 2개의 支窟을 올라가는 洞窟 通路가 있는데 이곳에서 볼 수 있다.

2. 循環水帶와 微地形

(1) -notch와 nitch)

溫達窟 主窟 通路에서 보게되는 侵蝕地形이다. 흔히 nitch와 함께 이루어지는 경우가 많은데 notch 地形에서는 이른바 侵蝕棚(선반)을 볼 수 없는 것이 특징이다.

일반적으로 循環水帶속에서 洞窟이 성장하고 있을때 水流에 의하여 側方 侵蝕을 洞窟벽면에 작용하게 되는데 이때의 洞窟壁의 岩石 構造의 여하에 따라 깊게 또는 크게 侵蝕과 溶解作用을 가하게 된다.

특히 notch 地形은 洞窟內에 흘러 들어간 地下水 河川의 흔적인데 流水에 의하여 洞窟벽면이 대규모로 패어들어간 상태이고, nitch 地形은 보다 깊게 패어 들어갔기 때문에 이른바 침식선반(erosion shelter)을 이루게 된다.

즉, 낫치 地形은 패여 들어간 깊이 보다도 높고 넓게 나타나는 地形이고 낫치 地形은 깊게 침식된 地形을 가르킨다.

현재 이 溫達窟 속의 바닥 通路에서는 낫치와 낫치 地形 그리고 侵蝕欄 地形을 곳곳에서 볼 수 있다. 낫치는 蛇行 상태가 심하기 때문에 蛇行 낫치 (meander nitch)라고도 부른다.

(2) 뚫홀(pothole)

循環水帶期에 이루어지는 微地形으로 溫達窟속에서는 下層의 洞窟 通路에서 가끔 보게되는 微地形이다.

흔히 獸穴이라고 하는데 洞窟 바닥에 이루어진 圓形의 오목한 地形을 가리킨다. 地表에서는 폭포가 떨어지는 곳에서 많이 볼 수가 있는데 洞窟속의 뚫홀 地形은 地下水流가 자갈이나 粘土를 동반하면서 흘러내려가고 있을때 형성된 微地形이다.

특히 洞窟내의 地下水流가 흘러내려갈 때에는 洞床의 틈바구니나 節理를 따라 差別侵蝕作用을 하게 되는 경우 이때에 저항력이 적은 洞窟 바닥에서 형성된다.

그 크기를 살펴보면 때로는 그 규모가 지경 1m 이상되는 곳도 있고 이것의 깊이가 50cm 이상에 달하는 것도 있다.

(3) 水平天井(flat ceiling)

地下水面이 洞窟內에 충만하게 정제하고 있을때 洞窟속의 側方擴大가 이루어지고 있을때 물론, 地質構造의 層序面에도 관계있으나 水平으로되는 洞窟 天井을 이루고 있는 것을 가리킨다. 溫達窟에서는 支窟로 올라가는 通路 부근에서 보게된다.

이와같은 地形의 하나는 節理面을 따라 天井이 봉락한 경우에 나타나기도 하고, 또한 地下水面이 오랫동안 安定되어 水平으로 側方侵蝕을 하게 되어 낫치 地形이 대규모로 나타날때 이때의 天井은 水平을 이루게 된다.

(4) 스카랍(scallops)

地下水面停滯期에서 循環水帶期로 이행되는 時期 동안에 地下水流의 침식 작용으로 말미암아 洞窟의 天井은 물론 벽면, 바닥면에 조개껍질 모양의 오목한 地形을 이루고 있는 것을 가리킨다.

이는 水流의 侵蝕作用에 의하여 패여진 流痕(current mark)이라고 한다. 이때의 조개껍질 모양의 오목한 상태를 스카랍이라고 한다. 이의 크기는 5~10cm 내외이다.

溫達窟 속에서는 너무도 불규칙하게 나타나고 있으므로 확인하기 어려우나 대개의 경우 이 스카랍의 크기나 깊이는 거의 같은 형태로 나타나고 있는 것이 특징이다.

이 스카랍에 의하여 地下水流의 方向, 流速까지도 측정할 수 있는데 급사면 쪽이 上流이고 완사면쪽이 下流方向이다.

이 스카랍 地形은 보아 팻세이지(bore passage)地形이 있는 곳에서 볼 수 있다.

(5) 洞內 圓筒 空洞

洞窟內的 垂直구멍 또는 垂直 洞窟을 이루고 있는 곳을 가리킨다. 下降하는 循環水帶의 地下水에 의해서 垂直洞窟의 空洞이 擴大되어간 것이다.

이때 윗쪽으로 圓筒 또는 垂直空洞이 발달하고 있는 것을 돔(dome)이라고 하고 밑으로 洞窟이 垂直 또는 圓筒으로 발달한 것은 핏트(pit)라고 부른다. 한편 洞窟 通路의 위와 아래쪽으로 圓筒型의 空洞이 발달하고 있을때 이는 돔핏트(domepits)라고 부른다.

이 溫達窟에서는 3개소의 支窟들이 모두 이에 속하는 空洞 즉, 광장으로 되어 있다.

(6) 垂直條痕(vertical groovings)

溫達窟속의 主窟 양쪽 벽면에서 볼 수 있는 微地形이다. 垂直洞窟 벽면에서 수직적으로 흘러내린 상태가 뚜렷한 地形을 가리킨다.

이 垂直條痕의 너비는 1~10cm 내외인데 이의 높이는 그 규모에 따라 달리 나타나고 있으나 古藪洞窟속에서는 10~20m에 달하고 있다.

이의 成因은 벽면을 흘러내리는 循環地下水의 侵蝕에 의하여 이루어 지는 地形이다. 이때에 洞窟壁面의 경사가 완만할 때에는 流石(flowstone)이라고 하는데 대개의 경우 垂直에 가까운 洞窟壁面의 流石을 가리킨다.

이 溫達窟 속에 발달한 流石의 표면에는 垂直條痕이 빈약하게 나타나고 있다.

V. 이차생성물의 특징적 분석

1. 概要

溫達窟 속에서 볼 수 있는 洞窟生成物은 대개가 石質의 不純物과 地表風化土壤의 침투혼합으로 그 規模는 비교적 대규모인 것도 있기는 하나 혼탁하고 회색빛과 紅粘土色으로 조잡한 地物들이 보통이다.

더구나 1975년에서 수년간에 걸친 觀光開發하여 公開하였던 사실은 그동안 洞窟 生成物에 많은 훼손과 오염을 가져오게 하였던 것이다.

물론 이후 15년에 가까운 時日을 環境保全을 위한 保護管理로 많은 生成物들이 어느정도까지는 복원되었다고는 보겠으나 일단 開發施設과 사람들의 出入 등으로 인한 環境破壞는 아직까지 殘存하고 있다고 볼 수 있다.

따라서 이 항목에서는 生成物들의 成因과 生成過程에 대해서만 언급하기로 하고, 生成物의 그 자체에 대한 것은 다른 항목에서 다루기로 한다.

즉, 이와같은 洞窟生成物들은 洞窟의 二次生成物 또는 石灰生成物이라고도 하는데 洞窟속 生成物의 거의가 탄산칼슘으로 되어있어 이와같은 이름이 붙여지는 것이기도 하다.

이 洞窟生成物은 鑛物學的으로는 거의가 方解石(calcite)을 이루고 있다. 물론 때에 따라서는 霏石(aragonite)이나 또는 磷酸鹽鑛物이 포함되어 있다 고도 發表되고 있다.

요컨대 石灰岩이 二酸化炭素가 溶解된 地下水에 의하여 溶蝕되어 空洞이 형성되었고, 이 洞窟生成物들은 石灰岩의 溶解反應의 逆反應으로 生成되는 것이다.

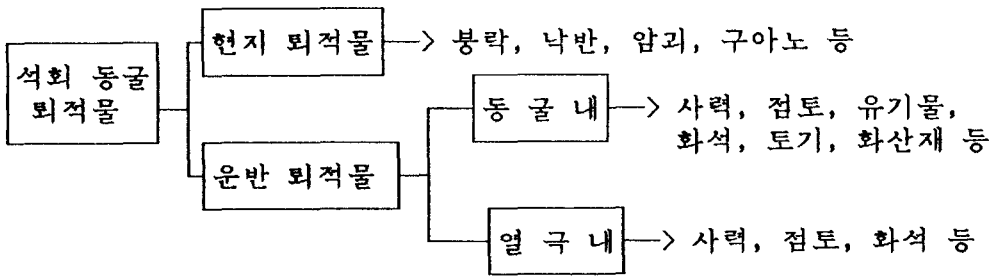
반응이 왼쪽으로 진행되면 洞窟生成物은 沈積하게 되는 것이다.



더구나 濕度가 거의 100%에 가까운 多濕한 洞窟속에서는 이 反應은 물의 증발에 의한것이 아니고 二酸化炭素가 氣스로 되어 大氣속으로 방출되므로 위 式의 <— 형식으로 왼쪽으로 진행되는 것이다.

그리고 石灰岩의 틈바구니를 따라 洞窟의 天井이나 洞窟壁面, 洞窟바닥에 침출된 地下水는 물방울이나 膜狀의 水流로 되어 洞窟內의 大氣에 부딪힐때에 大氣 中의 二酸化炭素 分壓과 物理化學적 平衡을 이루게 하기위한 二酸化炭素의 발산을 보게되는데 地下水 中의 重碳酸칼슘은 方解石(탄산칼슘의 結晶)으로 되어 沈積하게 되어 洞窟生成物이 이루어지는 것이다

2. 石灰洞窟 堆積物의 種類



이제 현지 堆積物은 洞窟 内部에서 낙반에 의하여 洞窟 天井이나 벽면에서 地殼의 일부가 洞窟 바닥에 떨어져 이루어지는 낙반암석, 암괴들 그리고 洞窟 内部에 서식하고 있는 洞窟 박쥐가 天井에 매달려 잠자거나 또는 기나긴 겨울철에 冬眠을 하고있게 되는데 이때에 배설한 鳥糞石(Guano), 그리고 이들 구아노가 변질하여 磷鑛과 같은 鑛物로 변질된 것이 대부분이다.

한편 운반 堆積物이라하는 다른 地域에서 반입되어 이 洞窟속에 堆積物로 남아있는 경우인데 이 원인은 地下水流에 의한 반입이나 地表面에서 떨어져 洞窟내 틈바구니(열극)나 또는 洞窟속에 반입 堆積된 경우이다. 이와같은 운반 堆積物 中에서는 많은 古生物들의 化石들이 발견되기도 한다.

3. 동굴생성물의 종류 및 특성

(1) 鐘乳管(Straw)

洞窟 天井面의 곳곳에 내려 뺏은 투명체인 빨대모양의 生成物로 스트로오 또는 소오다 스트로우라고도 불리운다.

이것의 크기는 직경 5mm 정도의 가느다란 管狀生成物로 管의 두께는 0.1~0.5mm 것이 보통이다.

이는 洞窟의 天井面에 침출된 地下水가 물방울이 되어 天井에 부착되고 있을때 물방울 표면에서 二酸化炭素가 발산되어 미세한 方解石의 結晶은 그 물방울의 크기에 따라 管모양으로 맺혀지는 것이다.

이 과정이 계속되어 方解石의 管의 길게 성장하게 된다.

대체로 成長이 계속되고 있는 이른바 살아있는 洞窟에서는 이와같은 鐘乳管을 많이 보게된다.

(2) 鐘乳石(stalactite)

보통 鐘乳石이란 洞窟의 天井이나 壁面에서 내려 뺀 生成物을 가리키나 넓은 뜻에서는 石筍이나 石柱까지 모든 洞窟 生成物을 총칭하는 경우도 있다. 이 鐘乳石이 성장하는 기초는 鐘乳管에 있다. 즉, 鐘乳石의 斷面을 살펴보면 나무의 年輪같은 것의 중심부에 구멍이 있거나 있었던 흔적을 볼 수 있는데 이밖에 투명한 方解石 부분도 보게된다.

이 年輪과 같은 石輪 현상은 그 洞窟속의 環境, 예를 든다면 氣流, 石質, 溶解能力 등에 관계된다.

溫達窟 속에는 鐘乳石이 적으나 그 형태와 크기는 매우 다양하게 나타나고 있다.

(3) 石筍(stalagmite)

天井에서 또는 壁面에서 떨어지는 溶解水滴에 의하여 洞床에 이루어지는 堆積物을 石筍이라고 한다.

이 二次生成物은 天井으로 부터 洞窟바닥에 溶解水의 물방울이 떨어질때 이 물방울을 확산하게 되는데 즉 洞窟바닥에 膜狀을 이루면서 사방으로 뒹겨된다. 이때에 二酸化炭素가 발산되고 方解石이 바닥에 沈積된다. 이것이 그대로 윗쪽으로 쌓여져 方解石의 언덕구렁이 생기거나 또는 方解石成分이 竹筍과 같이 위로 堆積하여 기둥모양으로 자란것이 石筍이다.

이 石筍은 鐘乳石보다도 매우 굵고 커다란 것이 일반적으로 많다. 그리고 鐘乳石에는 중심에 구멍이 있는 것이 보통이지만 石筍에는 이와같은 구멍이 없다. 사실상 鐘乳石과 石筍은 上下로 한줄기를 이루면서 生成되는 것이 원칙이다.

이 溫達窟 속에서는 주로 洞窟 通路 주변의 경사지면에 石筍들이 많이 분포한다. 그리고 石筍이 자라기 전에 물방울이 떨어지면서 가운데가 오목하게 되는 경우 마치 접시컵 같이 생겼다하여 滴碗(splashcup)이라는 微地形이 있기도 하나 이 洞窟에서는 아직 발견하지 못하였다.

(4) 石柱(column)

天井에서 매달리는 물방울의 鐘乳石을 만들고 있는데 이들이 떨어져서 洞窟 바닥에 이른바 石筍을 발달시킨다. 이들 鐘乳石과 石筍의 발달이 계속되어 서로 연결되었을때 이것을 石柱라고 한다.

石柱는 岩柱(柱岩)이라 불리우는 地形과는 그 成因이 다르다. 石柱는 鐘乳石과 石筍이 연결된 기둥을 가리키는데 岩柱(柱岩)는 母岩이 그대로 洞窟天井과 洞窟바닥에 맞닿고 있는 상태이다. 溫達窟 속에서는 石柱의 발달이 매우 미약하다.

(5) 커튼종유(curtain like stractite)

洞窟天井이나 벽면에서 떨어지는 물방울에 의하여 생성되는 종유석의 일종으로 그 모양의 커튼을 걸어 놓은듯 얇게 길게 발달되는 것이다.

즉,天井이나 洞窟의 벽면에서 地下水의 물방울이 넓게 매달리거나 그 일부가 경사진天井을 따라 흘러내리면서 커튼이 만들어 진다.

이 커튼종유는 얇고 넓게 생성되므로 전등빛에 비치거나 또는 두들겼을때 독특한 소리를 내기도 한다. 이 溫達窟 속에서는 도처에서 이 커튼종유를 볼 수 있다.

(6) 플로우스톤(流石·flowstone)

洞窟 벽에서 흘러내리는 地下水에 의하여 생성되는 二次生成物로 瀑布가 흘러내리는 듯한 경관을 말한다.

즉, 洞窟벽면이나 洞窟바닥을 地下水가 넓게 그리고 얇게 흘러내리고 있을때 이 地下水는 大氣하고 접하게 되므로 이때에 二酸化炭素가 발산하기 쉽게된다. 따라서 方解石이 沈積되어 이와같은 生成物이 생긴다.

이 沈積된 플로우스톤(流石)은 地下水의 흐름을 그대로 응고시킨것과 같은 상태를 이루고 있다.

그 중에서도 不純物이 적은 맑은 方解石이 두껍게 沈積하고 있을때 이를 케이브 오닉스(cave onyx)라고 부르고 있다.

이 溫達窟의 가장 대표적인 洞窟生成物의 하나가 바로 이 流石경관이다.

(7) 림스톤(rimstone)

地下水가 느린 경사를 가진 洞窟 바닥을 흘러 내리면 이때 流路 바닥면에서 증발작용이 일어나 마치 논두렁 같은 침적물이 생긴다. 이때 논두렁 같은 쪽을 림스톤, 물이 고인 곳을 림푸울이라 한다.

이 림스톤은 溫達窟 속에서는 支窟속에 仙女湯이라고 하는 지역이 대표적이다.

이 림스톤 돌려 쪽의 안쪽과 바깥쪽 경사를 살펴보면 안쪽의 경사가 바깥쪽의 경사 보다도 급경사를 이루고 있다. 때로는 안쪽의 경사가 수직에 가까운 것도 있다.

(8) 림푸울(rimpool)

흔히 石灰華段丘 地形속에서 보는 논두렁같은 림스톤에 쌓여져있는 작은 물탱크인데 경사가 느린 사면의 洞窟바닥에 형성된다.

이 림푸울은 地下水가 떨어지거나 흘러내려 가면서 림스톤에 막혀서 물이 고여있게 되는데 이곳에서 케이브 퍼얼, 케이브 피솔라이트 등이 발견되고 있다. 溫達窟 支窟 속의 仙女湯으로 불리우는 림푸울은 깊이가 200cm 이상이다.

(9) 케이브 코랄(洞窟珊瑚·cave coral)

흔히 어떤 洞窟에서도 볼 수 있는 洞窟 生成物로 球狀을 이루는 돌기 지물로 珊瑚모양을 이루는 것을 말한다.

즉, 洞窟의 天井 또는 벽면에 부착되어 있는 地物로 벽면이나 천정면에서 地下水 水滴이 침출되어 方解石의 結晶을 보게되는데 이때 珊瑚 또는 솔방울 같이 성장하는 地物이다.

이 동굴산호가 水中에 잠겨있을때에는 갈갈한 結晶體의 모양을 하지않고 표면이 부드러운 손가락이나 작은 주먹 같은 突起物 지물을 이룬다. 溫達窟의 곳곳에서 볼수 있다.

(10) 부유 칼싸이트(浮遊 calcite)

洞窟속에 水流가 없는 늪, 언뿔의 水面에 方解石의 미세한 結晶이나 매우 얇은 幕狀의 結晶들이 물위에 떠있는 경우가 있다. 이것을 부유 칼싸이트라고 한다. 이것은 얇은 幕모양을 이루는 흰색가루의 칼싸이트 水面에 떠있을 때 이를 泡狀칼싸이트라고 부르기도 한다.

(11) 코눌라이트(conulite)

洞窟바닥에 접시가 놓여져 있는 상태로 堆積되어 있는 地物이다. 石筍이라고 있는 상태와 같으나 水滴이 계속 떨어지거나 많은량이 떨어지면서도 그 물방울속에 方解石質이 많이 내포되어 있을때에 접시 모양의 테두리만 남게 된다. 이 테두리의 두께는 보통 수 mm, 크기는 직경이 5~6cm에 달하는 것도 있으며 粘土 堆積物위에 生成되는 경우가 많다. 溫達窟에서는 主窟의 通路에서 볼 수 있었다.

(12) 泥筍(mud stalgmite)

粘土로 만들어진 것과 비슷한 石筍이다. 天井에서 떨어지는 地下水가 粘土를 포함하여 洞窟바닥에 石筍을 형성시키는 것을 가리킨다. 때로는 方解石이 같이 沈滴되어 泥筍인지 石筍인가를 분간하기 어려운데 대체로 표면이 方解石質이고 내부는 泥土, 粘土로 되어있는 것이 石筍이다. 이 溫達窟의 내부에서는 通路 사면에서 볼 수 있는데 이것이 泥筍이다.

VI. 결론

본 연구는 현재 관광동굴로 재개발이 추진되고 있는 丹陽郡 溫達窟의 동굴생성물에 대한 연구이다.

동굴이란 암흑의 세계이고 향온, 향습의 환경을 지속적으로 지녀왔으므로 이에 적응된 지형지물의 생성, 지하수 생물의 서식 등이 이루어져 오늘에 이르렀다고 할 수 있다. 그러나 최근에 들어서는 동굴 중 특히 석회동굴에 있어서는 그 동굴 내부의 기암괴석을 비롯한 갖가지 학술적인 표본이나 연구자료로서가 아니라 점차 장식품과 기호품으로 훼손해 버리는 경우가 많

아지고 있다.

이제 동굴은 하나의 자연학습장으로 뿐만 아니라 오랜 기간 동안에 걸쳐 다져온 지구과학의 현장우로서 그 자연의 모습을 그대로 관찰하고 연구하는 실습장으로 소중한 존재가 되고 있다.

사실상 동굴속의 이차생성물들은 동굴 상층부의 암석구조와 그 성분, 지하수의 투수량과 수질 성분, 투수상태, 그리고 지층의 배열과 동굴내의 기류, 온도, 습도등과 밀접하게 관계되고 있는 것이다.

예를 든다면 동굴 퇴적물의 크기, 성장속도 등은 반드시 위와같은 동굴속 환경과 직결되는 것이므로 동굴 현상의 유지 및 보전을 위한 방안은 위와같은 원래의 동굴환경 상태를 유지시켜주기 위한 각종 대책이 마련되어야 하는 것이다.

이와같이 소중한 고이하며 오랜세월에 걸쳐 천연의 작품들이 순식간에 오손되어 간다는 것은 참으로 통탄할 일이라 할 수 있다.

참고문헌

- 홍시환, 1978, 우리나라의 자연동굴, 금화사.
1983, 한국의 석회동굴, 한국동굴학회.
1990, 한국 동굴대관, 삼주출판사.
유신학원, 1992, 고수동굴학술조사 보고서
단양군, 1992, 온달굴 관광개발계획.
山口大洞穴研究會, 1975, 石灰洞報告書
山内浩, 1964, 洞穴探險, 筑摩書房
1983, 洞穴の科學, 日本洞穴學 研究所
鹿島愛彦, 1971, 洞穴地質學入門④.
河野通弘, 1972, 秋吉台의 石灰洞 形成, 岩井論文集.
洞窟團研 GROUP, 1971, 洞窟の地學, 地學雙書.
洞窟學研究, 1978, 石灰洞の研究②