

우리나라 主要 觀光洞窟의 環境實態에 관한 調查研究

建國大 洪 始 煥

I. 序 論

우리나라에는 1,000 餘個에 達하는 洞窟이 있다. 그 中에서도 規模가 큰 洞窟만도 300 個所에 達하고 있다. 그 대부분이 古生代 大石 灰岩統에 속하는 地質層에 發達하고 있어 대체로 구조기질의 생성년 代는 약 4~5 億年 前의 것으로 알려져 있다.

대부분이 鍾乳石과 石筍 등의 地形景觀이 풍부하며 그 洞窟의 形 成年代는 대략 10 萬年 以後로 推定되고 있다. 따라서 이러한 洞窟은 옛부터 神秘로운 地下宮殿으로 알려져 왔으며 우리 조상들의 窟窟, 修道場 등의 場所로 利用되어 왔으며 때로는 避身하는 은신처로도 利 用되어 왔다. 이와같은 洞窟에 대한 研究調查는 地質學的인 方面에서 地形學的인 方面에서 19 世記末부터 시작되었는데 특히 20 世記後半의 세계 2 차대전 以後부터 科學的인 方面에서 研究調查가 시작 되었 왔다. 한편 우리 나라에 대한 洞窟에 대한 研究調查는 1970 年에 以後부터이다.

주 제창後 1958 年에 是 慶北師大 地理學科에서 慶北 蔚珍의 聖留窟의 學究調査를 시작함 다음 1960 年에 是 建國大學 地理學科에 의뢰하여 1963 年에 是 韓國洞窟保存協會와 中央日報社의 合同으로

계속 調査에 나섰다. 그 後 1970 年에는 韓日合同洞窟調査가 裴錫奎, 崔基哲, 金鳳均 教授들과 日本의 上野俊一 팀에 의하여 첫번째로 이루어졌으며 이리하여 많은 調査와 論文이 發表되었다.

한편 1970 年 建國大學洞窟調査班이 寧越의 高氏窟開發에 參加하였으며 1973 年에는 韓國洞窟學會(會長 朴魯植)가 創立되어 洪始煥, 徐茂松, 任文淳 教授들을 主軸으로 하는 全國적인 洞窟調査와 學會誌 發刊, 韓日合同洞窟調査의 계속적인 실지로 洞窟學 發展에 크게 기여한 바 있다.

本 研究는 現在 觀光洞窟로 開發되고 있는 石灰洞窟인 古藪窟, 高氏窟, 聖留窟 등 3 개 公開洞窟들의 環境現況과 이들 環境의 汚損에 대한 實態를 파악하고 이에 대한 自然保全對策을 講究하고자 調査研究한 論文이다.

Ⅱ . 洞窟의 環境保全

1 . 洞窟環境의 特殊性

洞窟은 暗黑의 世界이고 恆溫, 恆濕의 地下世界를 이루고 있는 特殊한 環境을 이루고 있다. 즉 洞窟의 溫度는 年中 거의가 一定한 것이 特徵이다. 그리고 캄캄한 暗黑의 世界라는 點도 特色의 하나이다. 대체로 洞窟의 大氣는 그 氣流의 움직임이 매우 느린 關係로 洞口附近에는 大氣온도와 洞壁의 온도가 크게 달리 나타나지만 차차 안으로 들어가면서 洞窟內의 大氣온도는 洞窟壁, 즉 洞窟의 온도와는 거의가 비슷하게 나타난다. 이 때문에 鍾乳窟속 깊은 지점의 온도는 石灰岩의 온도와 관계되고 있으며 그 온도는 대체로 地表의 年間 平均기온과 비슷하다.

地表의 溫度의 日較差와 年變化는 그 熱이 岩石層에 傳導되어 밑에 있는 地下의 洞窟에 이르면서 점차 그 溫度가 減少되는 傾向이 있다.

이와같은 洞窟의 環境은 마침내 洞窟生態系와 環境을 特殊하게 만들었으며 이른바 地下世界의 環境을 이루게 하였다. 즉 特異한 洞窟生物의 生態系를 이루게 하여 異質的인 地下水生物을 나타나게 하였다.

그리고 地表에서의 空間變化를 나타나게 하는 風化作用이 거의 없으며 反面 地下水流에 의한 水蝕地形이 나타나는 特殊環境을 나타나게 하고 있다.

2. 洞窟의 環境保全 必要性

최근 自然保護에 대한 온 國民의 關心이 커져가고 있음을 再言을 要하지 않는다. 그러나 계속적인 觀光開發과 産業開發에 따른 自然環境의 파괴 宅地造成에 얽힌 考古學的 遺跡의 파괴, 그 밖에 農藥에 의한 稀有生物과 微生物의 빈사상태의 야기 등은 우리들 自然愛護를 주장하며 國土保全에 관심가진 者에게 커다란 우려를 던져주고 있다.

예를 든다면 최근 日本에서는 石灰岩台地上的의 田畑地에서 살충을 위하여 撒布한 農藥이 地表水에 流出되어 地下로 滲透하여 地下洞窟流에 混入되어 洞窟內的 生物을 멸종시켰을 뿐만 아니라 다시 이 地下洞窟流가 谷地에 流出되어 이 洞窟流로 養魚하고 있던 송어 양식장에서 많은 稚魚를 죽여버린 사실이 發生하였었다.

그 밖에도 돌리베와 吸引口를 통하여 홍수기의 많은 水量이 洞窟속에 스며들어 洞窟內에 一大氾濫을 일으키는 경우도 있었는데 이와 같은 예는 우리나라에서도 平昌의 고마루地域과 永春의 南窟 등에서 가끔 겪는 일이다. 즉, 이때에 많은 洞窟生物들이 피해를 받게 되는 것이다.

한편 인위적인 破損의 경우도 많다. 즉, 石灰洞窟의 형성은 自然現象에 의하나 人間社會의 生産活動에 때로는 이들 石灰岩 地域에서의 채석장때문에 파괴되기도 한다. 물론 어떤 때는 채석하다가 洞窟이 發見되는 수도 있다. 全北 익산의 天靈洞窟도 旋善의 畫岩窟도 이렇게 發見된 것이다. 그리고 이들이 觀光洞窟로 開發되면서 洞窟은 파괴되며 생성물은 汚損되어 간다. 많은 觀光客의 出入은 洞窟의 氣象을 變質시키며 廢棄物은 生物에 해독을 끼친다.

이상과 같은 사례를 미루어 보아 우리는 이들 自然環境의 정상적

인 보전이 必要하게 됨을 알 수 있는 것이다.

즉, 自然環境의 保全이란 現在 殘存하고 있는 自然環境을 앞으로의 汚染과 破壞에서 保護할 뿐 아니라 이미 破損된 것이라 하더라도 過去의 원형대로 復舊시키는 努力이 包含되고 있는 것이다.

다시 말해서 경제개발이나 産業開發에 의하여 여태까지의 自然環境이 점차 파괴 또는 汚染되어 가고 있음이 사실이나 이들은 곳에 따라 그 정도에 차이가 있는 것이다. 어떻게 말하면 急速的인 地域開發에 의하여 自然이 汚染 또는 파괴되어 가고 있는 것이 現實이라 하겠다. 그러나 이것은 보다 나은 人間生活의 現象을 위하여 自然을 개조하거나 극복한다고 할 수 있으므로 이로 인한 環境破壞 때문에 地域開發을 기피하여서는 아니 될 일인 것이다.

예를 든다면 洞窟의 觀光開發을 위하여서는 鍾乳窟內部에 있어 통로의 擴張 우회로개설 등을 위하여 洞窟內部的 原形이 改造 또는 變形될 수도 있으며 그 觀光客들의 휴양을 위한 洞窟週邊에서의 自然環境 破壞 즉 變形이 있을 수 있는 것이다.

休養團地 즉, 숙박시설과 娛樂위안시설 뿐만 아니라 科學館 등의 施設을 위한 環境變形은 있을 수 있기 때문이다.

그러나 이와같은 自然環境의 汚染과 破壞가 無制限 있어서는 안될 것이다. 비록 住民의 所得增大를 위한 開發일지라도 이 洞窟이 길이 保存되면서 영구히 利用될 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

즉, 최소한의 破壞와 汚染으로 最大의 開發效果를 기하는 것도 自然保全의 일면이라 할 수 있기 때문이다.

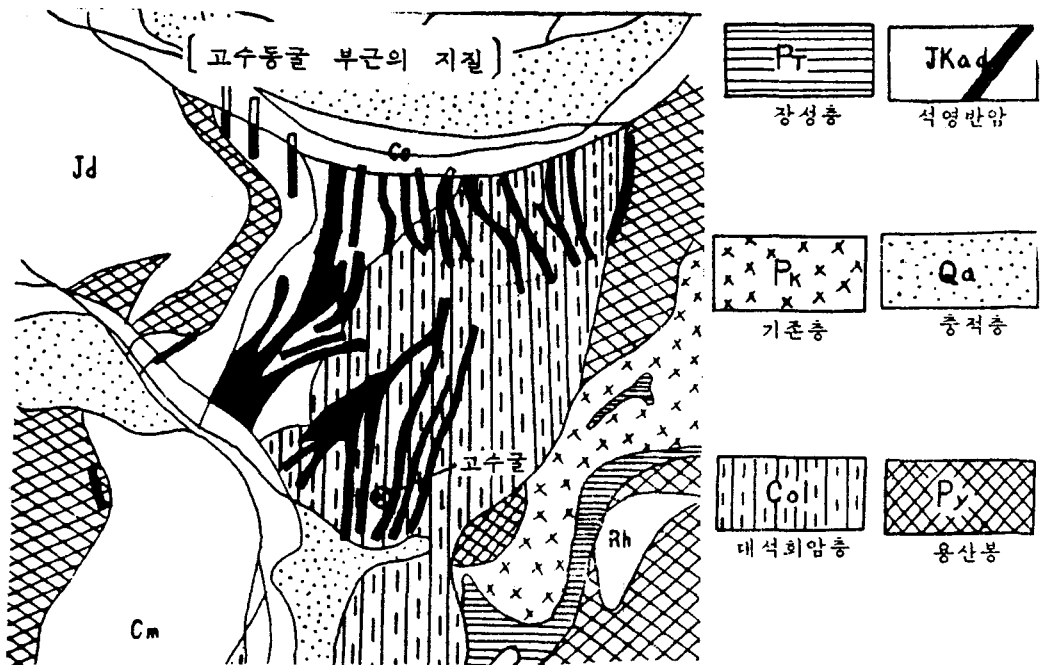
이와같은 것은 開發로 인한 所得으로 自然環境의 保全對策을 위한 長期對策이 樹立될 수도 있기 때문이다.

Ⅲ. 觀光洞窟의 環境實態

1. 고수洞窟의 洞窟現況

(1) 位置環境

이 古藪洞窟은 行政上으로는 忠淸北道 丹陽郡 大崗面 古藪里에 位置하고 經緯度上으로는 東經 $128^{\circ} 23' 08''$, 北緯 $36^{\circ} 59' 08''$ 지점에 이 洞窟의 洞口가 있고 自然的 位置로 보면 南漢江上流의 支流인 金谷川이 流入하는 北面인 높이 696 m의 燈郵峰의 줄기인 古藪峰 (높이 430 m)의 南斜面에 해당되는 海拔 170 m 지점에 位置한다.



(2) 地質構造

古藪洞窟은 우리나라 地質系統上 古生代の 朝鮮界 大石灰岩統의 中部에 속하는 두무골石灰岩層에 배태되어 있으며 이 岩層의 地質年代를 보면 지금으로부터 약 4~5億年前에 이루어진 地層이다. 그리고 周邊에서는 石英斑岩의 岩脈이 평행된 列을 지으면서 이 大石灰岩 統層을 가로뻗고 있어 洞窟속에서도 그 일부가 天井에 나타나고 있다.

(3) 地形概要

古藪洞窟地域은 태백山脈의 南쪽 끝머리에서 서쪽으로 가지쳐 떨어 내리기 시작한 소백산맥의 북사면 기슭에 해당하는 內陸山間盆地地域에 해당한다. 산세는 壯年期 지형에서 晚壯年期 지형의 기복이 심한 지형을 이루고 있는데 石灰岩地質 때문에 特殊한 급경사 산지를 이루면서 남한강 강변까지 육박하고 있다.

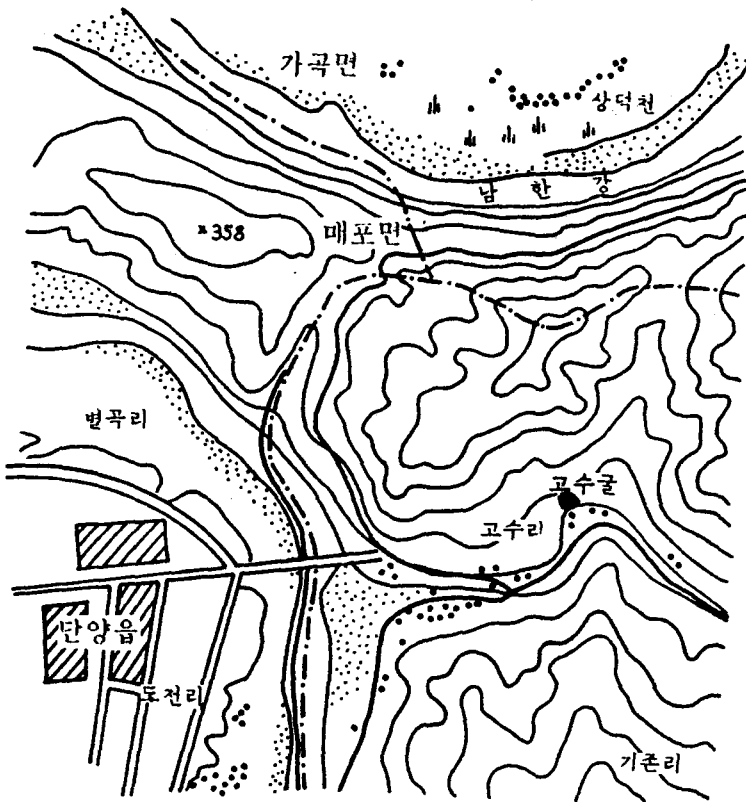
그리고 嶺西地方이라 불리우는 태백산맥의 서사면 기슭을 좁은 峽谷을 이루면서 開析하고 있는 남한강의 물줄기가 심한 하천의 侵蝕 작용으로 하식애를 높게 발달시키고 있고 맞은편 堆積面沿岸에는 느린 완사면과 冲積低地를 發達시키고 있다. 附近一帶는 메안다 하천지형과 가장 모식적인 카르스트지형이 널리 발달하고 있다.

燈郵峰은 南쪽 양방봉 실금산 그리고 서쪽의 天主峰들과 함께 흔히보는 만장년기 산지 지형을 이루고 있으며 고수굴 앞을 흐르는

金谷川은 연안의 협소한 하상충적지를 개척하고 있는 산간 계류로 이른바 측방侵蝕이 겨우 시작된 만장년기 계곡지형을 이루고 있다.

이 고수굴은 696 m의 燈臺峰이 서쪽으로 뻗어 남한강의 메안다렉스를 이루는 남쪽 사면 기슭에 있으며 높이 200 m 지점에 위치하며 남동쪽 1,349 m의 연화봉에서 시발하는 金谷川이 남한강에 합류하는 지점부근의 북쪽 기슭에 있다.

고수洞窟 부근의 地形



(4) 洞窟의 形成

古藪洞窟은 1 차적으로는 地表에서 침투된 地下水가 흘러나가서 생긴 洞窟이다. 즉 地表에서 스며든 물이 지하수가 되어 비투수층의 地層 위를 흘러 이른바 地下水流에 의한 洞窟로 된 것이다.

그리고 地表層이 石灰岩을 透水한 地下水는 이 石灰岩을 溶解시켜 洞窟 천정면과 벽면에 갖가지 洞窟 생성물인 鍾乳石과 石筍등을 發達시켰다.

한편 洞窟은 斷層線에 따라 發達 확장되고 있으므로 洞窟이 형성된 후에도 地下水의 물은 洞窟 바닥을 흘러 나오면서 그 洞窟의 벽면을 侵蝕削剝하여 마침내 낮치와 낮치 같은 侵蝕棚을 發達시킨다.

그리고 天井面에서 스며든 地下水는 계속 땅속으로 흘러 空洞을 넓히고 이 空洞에 많은 鍾乳瀑布, 石灰華瀑布 그리고 다른 堆積物들을 성장시켰다.

이와같이 古藪洞窟은 밑바닥의 통로는 地下水流가 흘러나아간 空間이고 萬物相地域이나 培學堂地域들은 地中에 스며든 地下透水들이 공간 즉 空洞을 넓혀서 이를 넓게 한 것이다.

(5) 主要地形 地物分布

[1] 特殊地形

① 퇴적지형 (석회화단구, 유석구름)

② 침식지형

가. 침식봉 (침식선반) → 낮찌 낮찌 나. 천정구
다. 천연교 라. 캐비티 (벨홀) 마. 구혈

③ 용식지형

가. 천정용식구 나. 스카람 다. 용식구

[2] 特殊地物 (동물퇴적물)

① 점적지물

가. 천정면에서의 퇴적물 종유관, 종유석, 커어틴종유석, 배어컨
시이트, 복스와아크지물

나. 동저면에서의 퇴적물
석순, 석주, 이순

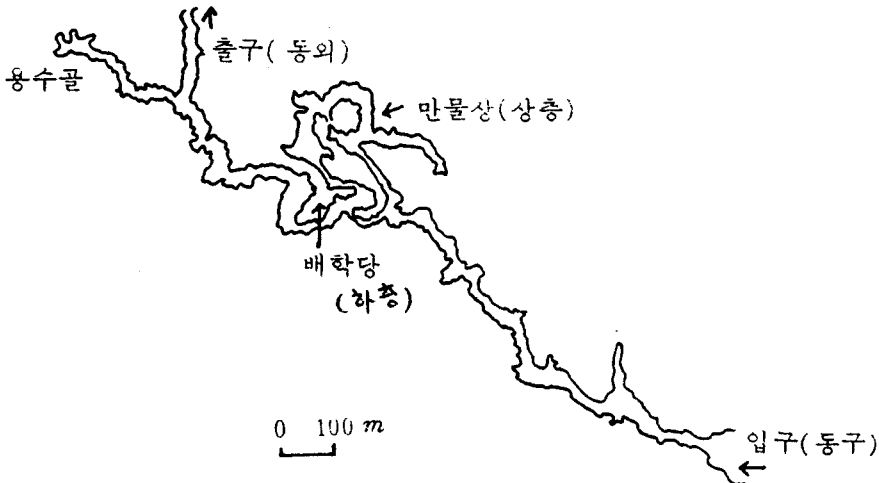
다. 동벽면에서의 퇴적물
동굴산호 커어틴

② 유하지물

가. 동저면에서의 퇴적물
유석, 제석

나. 동벽면에서의 퇴적물
유석

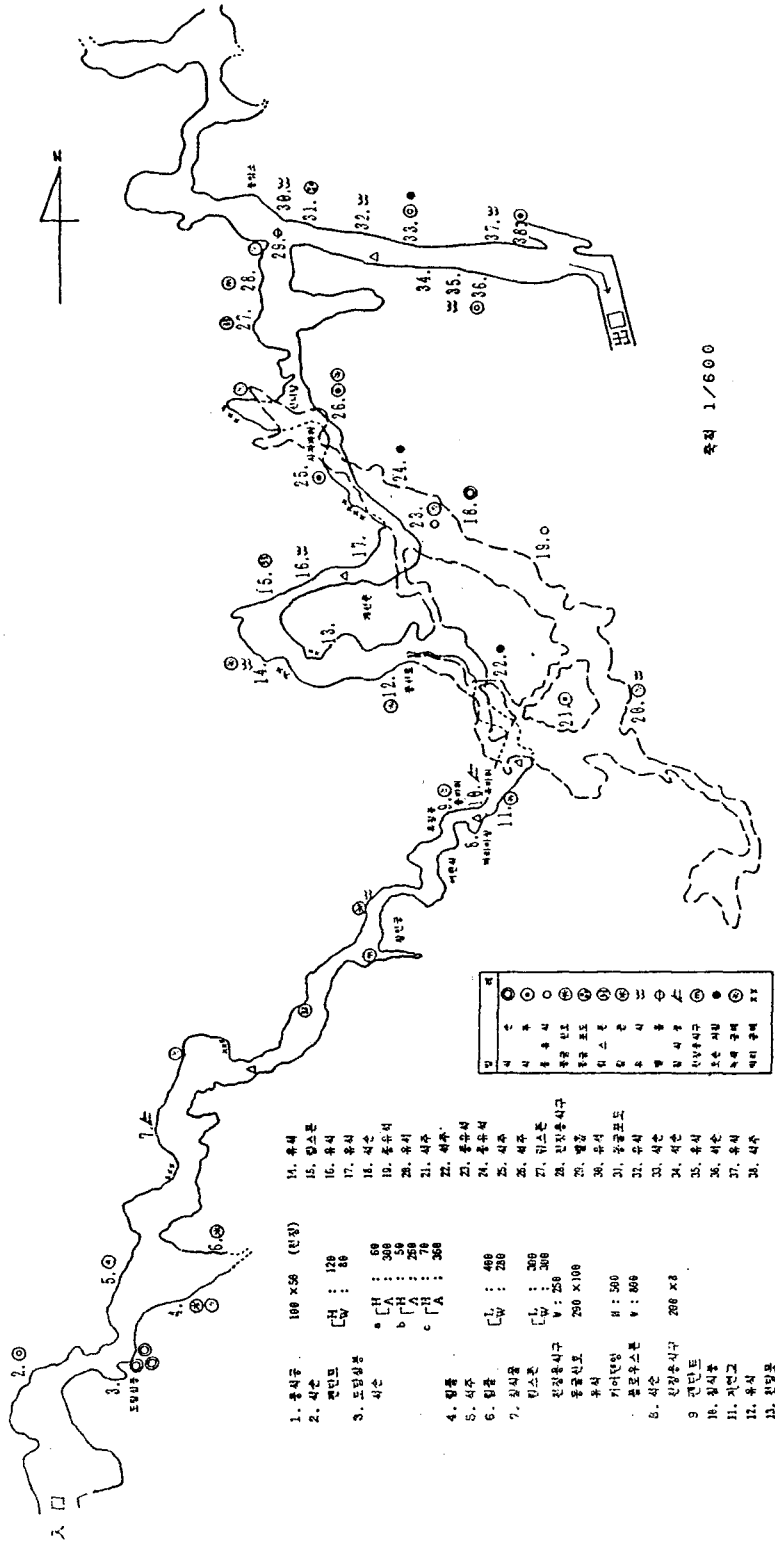
고수동굴 평면도



主要地形物分布現況

명 칭	규 모 (cm)	지 형 지 물 명
웅 석 공	L 150 W 120	펜 단 트
석 순 a	H 50 40	석 순
" b	H 30 20	
도 담 상 봉		이 순
(이 순) a	H 90 150	"
(") b	H 70 80	"
(") c	H 80 100	
유 석 구 룡	W 250, L 180, H 120	이순위의 유석
석 회 화 단 구		
(창 현 궁)		
(석 주) a		
(") b		
(") c		
림 플		
석 주	L 100 100	
림 플	H 150 400	
침 석 봉	H 40 L 400	
마 리 아 상	H 200 60	석 순
동 굴 산 호	L 100 150	

고구洞窟의 地型地物과 汚染·汚損 分布圖



(6) 氣候特性

古藪洞窟地域의 氣候는 大陸性氣候를 이루면서도 일교차가 심한 內陸性氣候를 이루고 있다. 다만 남한강이 옆을 흐르고 있어 이와같은 현상은 다소 완화되고 있다.

그리고 地表溫度的 일교차의 年變化는 그 地表熱이 石灰岩層 때문에 밑에 있는 地下의 洞窟에 이르면서 점차 그 溫度가 減少되는 경향이 있어 晝夜의 溫度 變化가 30℃인 경우에도 地表 밑에 1m 깊이의 地點에서는 그 變動이 거의 1℃밖에 안되고 있다.

그리고 洞窟내 氣溫은 여름에는 대체로 16℃내외 겨울에는 14℃내외이다.

洞窟내 지하수류의 水溫은 年中 12℃내외로 測定되었다. 洞窟내부의 水溫은 구별없이 그 차가 적다. 여름 계절의 洞窟내 氣溫의 차는 높은 位置에 있는 洞窟의 氣溫이 낮은 位置에 있는 洞窟보다 그 氣溫이 높게 나타난다. 외기의 溫度가 上昇하면 도리어 氣流는 洞窟내부 끝에서 洞窟 밖으로 흐르며 급격한 溫度 상승을 억제하고 비교적 낮은 溫度를 유지하게 된다. 밤이되면 공기는 차지고 기압은 낮아진다.

그러므로 공기는 해가 지면 굴속으로 流入되고 해가 뜨면 洞窟에서 流出하고 있다. 더구나 洞窟의 입구와 출구지역에서의 氣流의 이동은 현저하게 나타나고 있다.

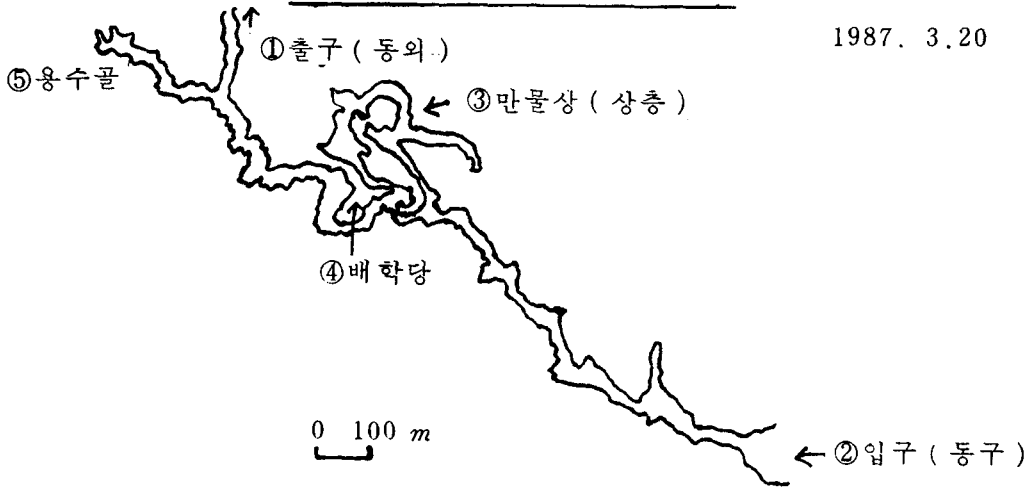
(7) 生物相

洞窟이 觀光개발 되면 洞窟生物相의 生態變化와 멸종은 각오하여야 한다. 사실상 古藪洞窟의 경우도 예외는 아니어서 開發以前보다 開發以後의 動物相은 점차 빈곤해져 가고 있음이 허뵙혀지고 있다.

원래 이 洞窟의 動物相은 그 종류수는 적은 편이나 다만 특수종인 “고수갈로와 벌레”와 “고수장님 딱정벌레” 등이 발견된 것이 특징으로 되어 왔다.

고수동굴의 환경 측정 지점

1987. 3.20



	① 洞 外	② 洞 口	③ 萬物相	④ 培學堂	⑤ 용수골	평균
濕 度	79 %	88 %	93 %	93 %	93 %	90 %
溫 度	26 ℃	20 ℃	18 ℃	18 ℃	18 ℃	19 ℃

그러나 최근에 많은 觀光客들의 출입 그리고 두개의 洞窟出入口의 시설설비 등의 외인적 작용이 洞窟생물의 서식환경에 汚染과 變化를 주게 되었다.

洞窟생물의 최근조사에 의한 動物相을 소개하면 다음과 같다.

古藪洞窟內部動物의 分布

(1987.3)

구 분	지 구 별	1	2	3	4	5	計	
							種	%
眞 洞 窟 性 動 物		-	1	1	2	-	2	13
好 洞 窟 性 動 物		2	5	2	2	2	6	38
外來 洞窟性 動物		8	2	1	1	-	8	49
計	種	10	8	4	5	2	16 種	
	(%)	35	29	14	17	5	100 %	

2. 高氏洞窟의 環境現況

(1) 地理的 位置

寧越은 江原道の 西南쪽에 位置하며 우리나라 脊梁山脈인 太白山脈의 西斜面인 嶺西地方에 占位한다.

이 寧越은 中原圈인 忠淸道地方과 首都圈인 京畿地方 그리고 東海岸地域인 嶺東圈地域등의 結節地點에 해당되는 交通 要地이라 하겠다.

더구나 高氏洞窟은 寧越邑 東南쪽 12 km地點의 南한강地域에 位置하고 있는데 下東面 津別里의 강 건너 河蝕崖에 位置하고 있다.

특히 山間奧地에 해당되는 太白山脈의 西斜面 地에 있어 山勢가 秀麗하고 遠隔한 閑寂의 秘境이었던 관계로 이 寧越은 朝鮮시대의 端宗의 流配地로 정해졌던 고장이다. 그리고 南한강 상류가 蛇行하는 메안다박크에 해당되고 있어 산수경치가 아름답다.

(2) 地質概要

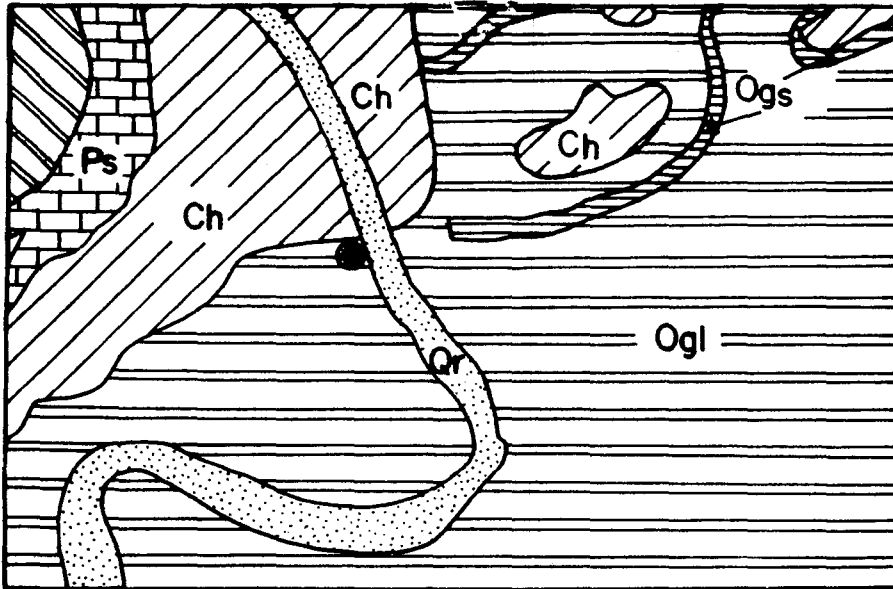
寧越은 沃川地向斜의 非變成帶內에 位置하여 있으며 公水院스라스트를 境界로 하여 그의 東部和 西部는 岩石의 分布와 地質構造에 있어서 달리하고, 東部地域은 白雲山向斜의 前캄브리아紀의 太白山統을 비롯하여 캄브로-오도비스紀의 朝鮮累層群, 下部石炭紀에서 부터 트라이아스紀에 이르는 平安累層群, 侏라기의 盤松層과 이들을 貫入한 侏라紀末 또는 白雲紀末의 大寶花崗岩 또는 佛國寺花崗岩 等으로 構成되어 있다.

前 캄브리아紀의 太白山統은 本域의 東南部に 分布한다. 이들은 片麻岩類와 片岩類 等으로 構成되어 있다.







公水院스라스트 西部에 發達하는 寧越型朝鮮累層群은 대체로 南北 方向의 走向과 西로 경사진 褶曲面을 갖는 심한 等斜褶曲의 구조를 나타낸다. 곳에 따라서는 寧越驛前 逢來山 山斜面에서와 같이 횡와褶曲구조를 보여주기도 한다. 따라서 寧越型朝鮮累層群의 分布는 매우 넓으며 복잡한 양상을 나타낸다.

下部의 基底礫岩은 寧越邑 東北方 8 km 지점에 있는 完태산附近에서와 같이 넓은 分布를 보여주는 곳도 있으나 대부분의 分布地域에서는 砂岩과 셰일의 瓦層帶가 朝鮮累層群 또는 平安累層群위에 직접 不整合으로 被覆한다.

고씨洞窟의 地質圖



LEGEND

- | | | | |
|--|-------|---|--------|
|  Qr | 신기하성층 |  Ch | 홍점토 |
|  Rg | 고방산층 |  Ogl | 고성석회암층 |
|  Ps | 사동토 |  Ogs | 고성셰일층 |

쥬라紀末의 것으로 믿어지는 花崗岩은 上東面梨木里一帶와 酒泉面 酒泉里 西部一帶에 小規模의 岩樣相으로 區分한다. 이들은 前캄브리아紀의 片麻岩類와 朝鮮累群을 貫入하였으며 주위 岩石을 호온펠스化 시켰다. 水周面에 있는 玉嶺鑛山은 이들 花崗岩이 運鑛岩으로서의 역할에 의하여 石灰岩層內에 胚胎된 것으로 믿어진다.

이 洞窟이 形成된 地質 연대는 古生代의 大石灰岩統에 속하는 地層으로 약 4~5 億年 前에 形成된 것으로 알려져 있다. 主窟이 1,800 m, 支窟을 包含하면 총연장 3 km에 달하는 우리나라의 代表的 洞窟의 하나이다.

(3) 地形特性

寧越은 韓半島의 南北을 달리고 있는 太白山脈을 비롯하여 그에서 分岐된 小白山脈과 車嶺山脈을 包含하는 남한강유역내에 位置하고 있다.

太白山脈은 本域의 東端部에서 北北西 方向으로 뻗어 있으며 東端에 위치하는 太白山(1,549 m)은 小白山脈과의 分岐點에 해당된다.

小白山脈은 本域의 東南部에서 北東東 方向으로 뻗어 있으며 그의 山嶺은 寧越郡과 奉化郡과의 境界를 이룬다. 小白山脈의 峻嶺에는 九龍山(1,344 m) 先達山(1,234 m) 등의 高峯이 있다. 車嶺山脈은 本域의 西端에서 北東方向으로 發達한다.

本域의 水系는 모두가 남한강 상류부에서의 本流이거나 그의 支流들이다. 水系의 패턴은 地質構造 및 岩石의 風化와 侵蝕에 대한 地質構造에 지배된다. 公水院上스라이트의 東部에서는 대체로 西流하나 그의 西部에서는 南流한다.

白雲山向斜의 南翼에서는 石灰岩分布地帶에 따라서 玉洞川이 西流하여 남한강에 流入된다. 玉洞川은 上流部에서 小規模의 穿入蛇行을 이루나 下流에서는 直線적인 流路를 형성한다.

白雲山向斜의 西北翼에서는 義林川이 西南流하다가 公水院 스투스트 가까이에서 西流하여 남한강 本流인 東江으로 流入된다. 義林川에서도 小規模의 穿入蛇行이 觀察된다.

公水院스투스트의 西部地域의 水系는 寧越邑을 基點으로하여 남한강의 上流가 本流인 東江과 西江으로 分岐된다.

寧越邑이 홍수에 의한 피해가甚한 것은 寧越이 東江과 西江의 合流地點上에 있기 때문이다. 西江은 甚한 蛇行을 하면서 南北의 走向을 갖는 堆積岩層을 東西로 橫斷하나 그의 支流인 延德川 平昌江 酒泉江은 南流 또는 東南流한다.

寧越郡 芳節里에는 穿入蛇行을 하였던 舊河道의 殘跡이 남아 있고 淸冷浦에는 이 蛇行의 切斷된 木부분에 자리잡고 있다. 芳節里舊河道上에는 두터운 沖積層이 발달되어 있어 농경지로서 토지이용도가 매우 높다. 蛇行의 攻擊斜面은 甚한 側方侵蝕에 의하여 河蝕崖을 형성하여 絶景을 보여준다.

東江은 義林川과 五台川이므로 分岐되며 後者は 남한강의 本本流를 이루는 主流이다. 五台川은 蛇行을 하면서 本域의 中央部를 南流하여 橫斷한다.



(4) 洞窟 形成과 特性

이 洞窟은 循環水帶說에 해당하는 形成過程을 지니는 線型洞窟로 吐出型洞窟이라고 할 수 있는 傾斜窟이다.

즉 飽和水帶에서 이루어졌다고 볼 수 있는 廣場이 없으며 南쪽 山등면에서 浸透된 地表水가 地中에서 地下水流를 이루면서 선택侵蝕을 해 내려오다가 洞窟入口 附近에 이르러 伏流하여 남한강으로 吐出流入하면서 형성된 石灰洞窟이다.

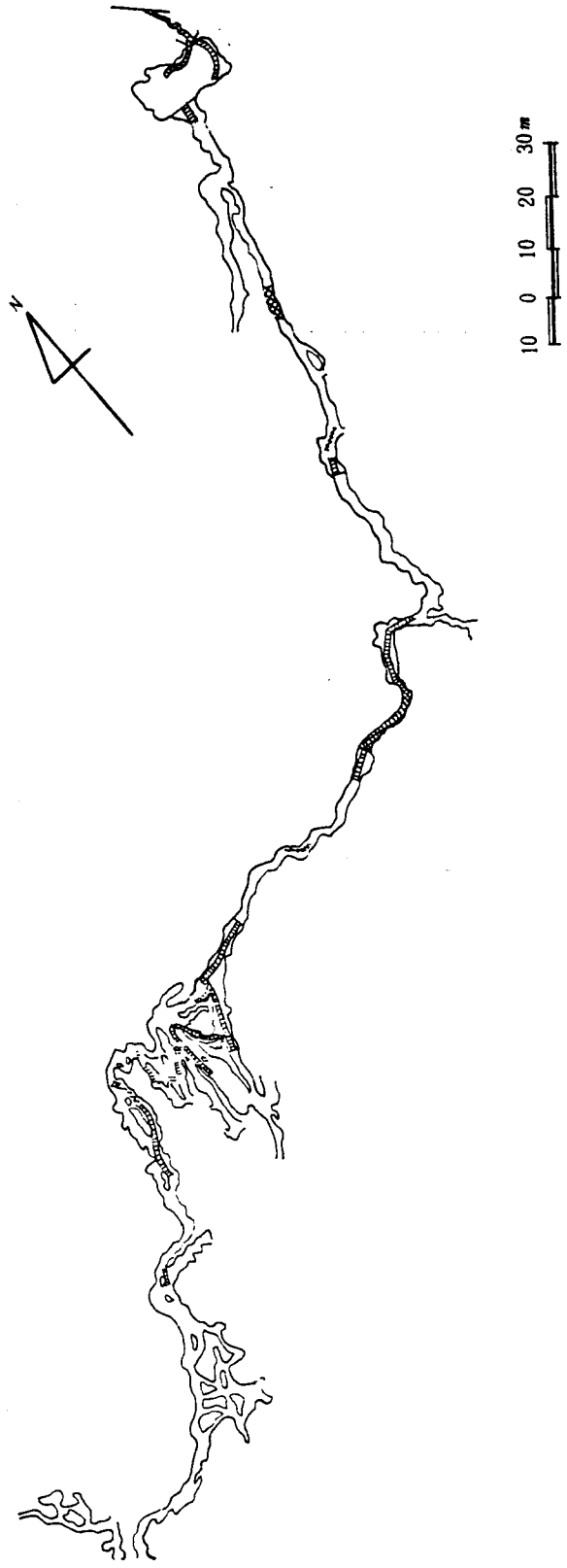
따라서 飽和水帶期間은 오래지 아니하였으며 계속 循環作用과 下刻 侵蝕作用이 進行되면서 형성된 洞窟이며 停帶期間이 길었던 시대는 없었던 걸로 추측된다.

더구나 남한강의 水位面과 洞窟바닥面과는 깊은 관련이 있는 것으로 남한강의 水位面이 낮아지면서 洞窟內에 滯水層이 飽和狀態가 되어 地下의 伏流할 수 있는 地層을 선택侵蝕하여 高氏洞窟入口의 下流 100 m 가까운 地點인 남한강 평균 水位面보다 2 m 높은 곳에 吐出口를 마련하고 있다.

이 洞窟의 地形地物의 分布特徵은 계속된 洞窟堆積物이 分布되지 않고 地下水 통로에 따라 곳곳에 散在分布하고 있으며 이것도 오랜 세월을 거쳐 大型의 洞窟堆積物을 발달시킨 과정을 겪어 온 것으로 본다. 물론 이는 上層 地殼의 構造岩石인 石灰岩質의 構造成分과 地表에서의 浸透 水量 및 期間과 集中度와 관련되고 있다고 보겠다.

이 洞窟속에 胚胎되고 있는 2차생성물 중 代表的인 것들을 들어 본다면 鍾乳石과 石筍, 石柱, 流石(플로우스톤), 石灰華段丘, 포켓이라고 할 수 있는 캐비티 등이 있으나 주로 石筍景觀이 주로 되는 洞窟이다. 鍾乳管이나 헬렉타이테스 같은 재생 리사이클현상이 보기 드물며 곳곳에 落盤위험을 안고 있는 岩塊와 岩盤이 壁面에 걸쳐 있어 地形形成이 오래된 것으로 추측되고 있다. 대체로 水位面이 비교판단과 氣候現象으로 보아 7~8萬年の 형성기간을 거쳐왔다고 보겠으며 傾斜도가 비교적 큰 洞窟이고 迷路型的 支窟과 개륙이 발달하고 있는 線型 傾斜窟이다.

高氏洞窟の 洞窟地形



(5) 氣象環境

單孔洞인 高氏窟은 비교적 氣溫의 연교차가 적다. 1986年 11月16日 14時경에 측정한 洞窟內의 氣溫을 表示한 것이 다음에 나올 表와 같다. 해발고도 210 m인 江邊에 位置하는 洞窟入口의 안쪽의 氣溫은 4.5℃이고 바깥쪽은 그보다 약간 낮은 3.2℃였다.

洞窟內의 氣溫은 入口에서 멀어짐에 따라 점차 상승하여 중간 지점인 구름다리 앞에서는 10.2℃였고, 가장 안쪽인 廣場의 氣溫은 16.2℃였다. 즉 외부보다 13℃정도 높게 나타나고 있다.

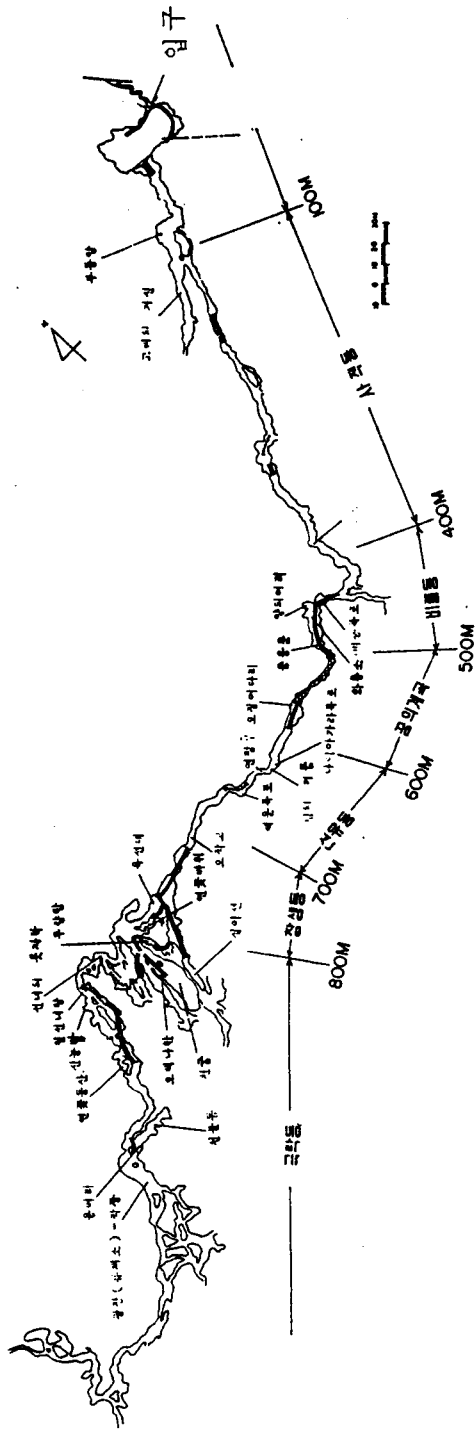
高氏洞窟內에는 6개의 작은 웅덩이에 물을 담고 있는 곳이 있었으나 다른 洞窟에 비하여 습도가 상당히 낮았다.

洞口에서 300 m지점까지는 상대습도 50%미만이었으나 깊어짐에 따라 습도는 높아졌고 특히 주변에 물이 있는 곳에서는 60%를 상회하였다. 습도가 가장 높았던 곳은 주변에 물웅덩이가 있는 여인상 부근으로 74%에 달했다.

洞窟氣象의 일반적인 특성은 습도가 높고 溫度의 변화가 적은 것이다. 洞窟內의 大氣溫度는 石灰岩의 溫度와 관련되고 있으며, 대체로 地表의 年平均氣溫과 비슷하다고 報告되고 있다. 그러나 계절의 變化, 洞口의 數에 영향을 받으므로 실제로 洞窟의 氣溫은 1年을 통해서 보면 恒溫을 나타내지 않는다. 일반적으로 洞窟의 入口 附近이 크고, 깊은 곳으로 갈 수록 적다.

洞窟部の 最高氣溫은 8月 평균 29.7℃, 最低氣溫은 6月の 평균 19.4℃이며 最高較差는 8月の 5.4℃, 最低較差는 6月の 3.2℃이며 平均最高氣溫은 21.5℃로서 상당한 變化를 보이고 있다. 比較的

고씨 동굴의 지형지물



安定的인 内部에서는 平均 0.5℃의 較差를 나타내어 대체로 恒溫이 維持되고 있다.

水溫은 12℃이고 계절적인 변화는 0.6℃ 内外이며, 外氣變化의 영향은 적은 편이다.

洞窟의 環境條件中 적합한 습기의 維持는 洞窟形成部の 생성 발달에는 물론 洞窟動物의 생존유지에 절대적인 영향을 미친다. 本 洞窟 内部의 습도는 60% 内外이며 전체적인 습도변화는 10% 内外로 恒濕이 維持되고 있는 것으로 판단된다.

寧越 高氏窟의 氣象資料

관측지점	기온(℃)	습도(%)	관측지점	기온(℃)	습도(%)
1	4.5		12	9.4	52
2	5.3	47	13	10.2	54
3	5.6	45	14	10.5	56.5
4	6.4	44	15	11.6	59
5	7.1	44	16	12.5	62
6	7.3	44	17	12.8	
7	8.3	43	18	13.9	
8	8.7	45	19	15.8	74
9	9.4	48	20	15.5	
10	9.3	48	21	15.7	72
11	9.4	50	22	16.2	

(6) 高氏窟의 生物環境

상당수의 眞洞窟性 動物의 分布調査가 되어 왔으며 특히 内部의 호수에는 白色의 엽새우들이 많이 서식하고 있다. 1965 年에 20 種의 洞窟生物을 발견했고 1971 年에는 소과 2 種, 게새우 5 種, 지네 4 種 곤충類 17 種, 포유동물 3 種, 거미 10 種등 41 種이 서식하고 있음은 確認하였다. (南宮 俊調査)

本 洞窟의 動物은 모두 41 種으로 밝혀졌으며 生態的 分布面에서 眞洞窟性이 14 %, 好洞窟性이 36 %, 外來洞窟性이 50 %로서 나타났다. (1986.11.20)

採集된 動物

種	類	高 氏 窟
Gastropoda	(소 라 網)	2 種
Crustacea	(게 새 우 網)	5 "
Myriapoda	(지 네 網)	4 "
Insecta	(곤 충 網)	17 "
Mamma Iia	(포 유 동 물 網)	3 "
Arachnoide	(거 미 網)	10 "
計	6 網	41 "

3. 聖留窟의 環境現況

(1) 位置環境

聖留窟은 行政的으로 慶尙北道 蔚珍 郡, 近南面九山里에 位置하는 洞窟로 東經 129°50' 北緯 36°58' 地點에 있다.

이 洞窟은 關東 8景의 하나고 望洋亭 近處로 흘러내려 東海岸에 유입하는 王遊川가에 자리 잡고 있다.

옛날부터 神仙이 놀고 갔다고하여 仙遊窟 또는 仙留窟이라고도 하였으며 때로는 壹天崖, 특히 壬辰倭亂때에 附近의 佛像을 피신시켰었다는데 유래되어 이른바 오늘의 聖留窟이라고 부르게 되었다.

1963年 5月 7日부로 天然紀念物 155號로 指定받고 있는 觀光 洞窟이다.

(2) 地質 및 地形

이 洞窟地域의 地質은 始生代의 變成堆積岩層의 石灰岩地帶로 되어 있다.

높이 99 m의 仙遊山이 王遊川의 水流에 침식받아 이루어진 河蝕地帶에 발달된 이 洞窟은 특히 洞窟밑바닥으로 王遊川의 水流가 스며들어 洞窟內에 洞窟流와 洞窟湖沿를 지니고 있어 이름났다.

王遊川은 老年期河川으로 河床面이 넓게 전개되고 있는 天井川에 가까운 河川 水系로 洞窟附近一帶를 개석하고 있다.

地質上으로 本地域에 分布한 石灰岩은 先 Cambrian紀에 屬하는 代表的인 보기이며, 이 將軍石灰岩中에서도 本 研究地域에는 暗灰色乃至 白色 粗粒質 縞狀石灰岩이 發達하였고, 그 두께는 약 400 m정도

이며, 餘化 地域의 石灰岩에 比하여 一般的으로 品位가 낮다.

本 地域은 石灰岩 分布가 극히 좁고 高度가 얇은 丘隆地形이나, 200 m의 정상부를 中心으로 周圍에 發達한 Karst 地形의 여러과정의 특성을 살펴보면 高度가 얇은 地形임에도 불구하고, 비교적 여러가지 地形이 미약하게나마 잔존하는 景觀을 찾아 볼 수 있다.

各 地形은 分명한 원형대로 남은 것은 아니나, 그 中에서도 Karrenfeld가 가장 높은 陵線上에 오랜 溶蝕을 받아 高는 얇으나 벼개 개크기로 나열되고 있는 점등을 고찰하고, 仙遊山 地塊의 Karst Cycle 과정을 晩壯年期를 지나 老年期에 屬한다고 추정한다. 이는 내부의 輪迴過程 또한 같은 시기인 것과 일치하는 것이다. 다만 窟內部 地形이 縮少過程에 있다하나 파괴되고 落盤된 지점은 인정하기 어려운바, 地表面의 溪谷地形 發達은 洞窟落盤에 의한 低下는 아닌것으로 보아야 할 것이다.

(3) 聖留窟의 特殊地形

聖留窟속에는 石灰洞窟의 어느 곳에도 볼 수 있는 모든 地形地物을 지니고 있다. 물론 그 數나 規模에 있어서 다소의 차이는 있으나 聖留窟은 모든 2차생성물을 지니고 있는 대표적인 石灰洞窟로 한 눈으로 石灰洞窟의 地形物 전반에 걸친 觀察할 수 있는 곳이라고 하겠다.

즉 聖留窟의 洞窟地形은 크게 나누어 9개의 空洞(廣場) 즉 內容으로 크게 나누게 된다. 이는 9개의 空洞이 結合되었다고 볼 수 있는데 연속된 空洞이 構造線에 따라 길게 發達하였다고 보기 때문

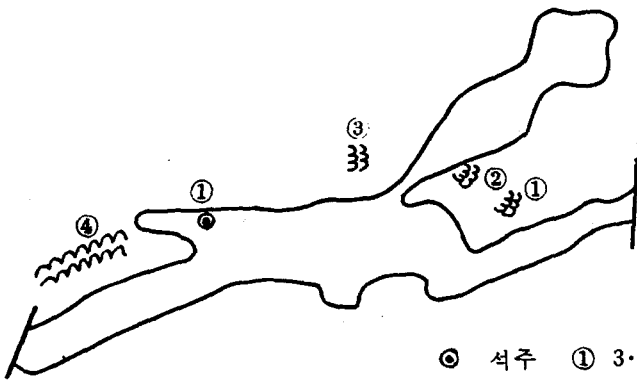
에 이 線에 따라 特殊地形도 分布되고 있다고 하겠다.

그리고 聖窟窟은 넓고 깊은 洞窟湖水를 지니고 있다.

이 洞窟湖水는 湧泉에 의하여 이루어진 것이 아니고 王避川의 水流가 地盤의 裂隙을 따라 스며들어 와서 고인 것인데 특히 第3空洞(洞窟)은 그 湖水바닥 깊이가 水面下 $-6.3 m$ 를 이루고 있어 같은 王避川의 바닥 깊이보다 $3 m$ 나 더 깊은 凹地를 이루고 있음을 알 수 있다. 이와같은 洞窟生物의 棲息環境에 크게 도움되고 있다.

巨大한 2차생성물들이 즐비하고 있다. 洞窟 中에서도 제 5 洞房과 제 6, 7 洞房에는 華麗한 鍾乳石과 石筍 그리고 石柱등이 곳곳에서 大規模的인 發達을 보여주고 있는데 모두가 훌륭한 景觀을 보여 주고 있다.

(第 2 洞房)

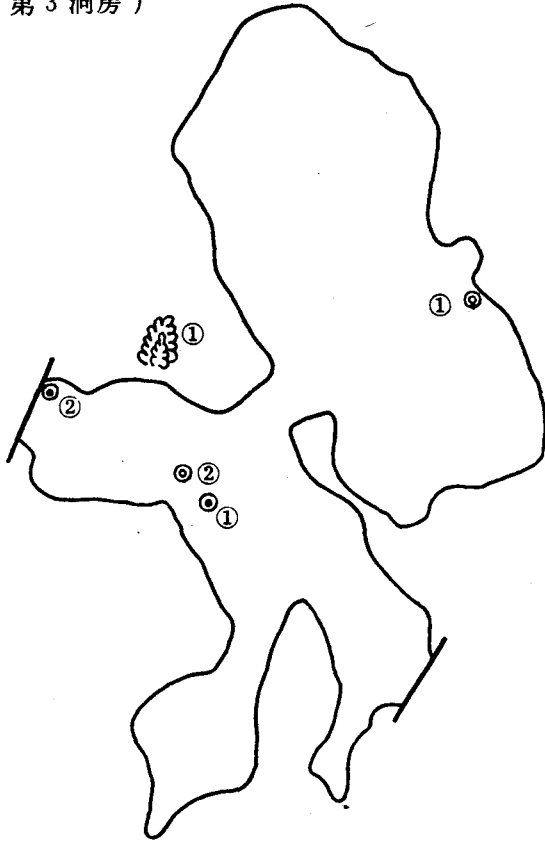


◎ 석주 ① 3·1기념탑 { h - 950
c - 290

ㄴㄴ 종유폭포 ① { h - 720
c - 中 - 140
下 - 240
② { h - 520
w - 430

③ h - 470
④ 대중유벽 { h - 920
w - 990

(第 3 洞 房)



- 鍾유목포 ① { h - 480
w - 350
- 석순 ① 수면에서 h - 170
 ② { h - 330
 c - 上 200
 中 280
 下 320
- 석주 ① { h - 570
 c 中 - 470
 下 - 550
 ② { h - 720
 c 上 - 40
 下 - 90

(4) 聖留窟의 氣象

다른 石灰洞窟과 같이 洞窟속의 氣溫과 濕氣는 거의 비슷하다.

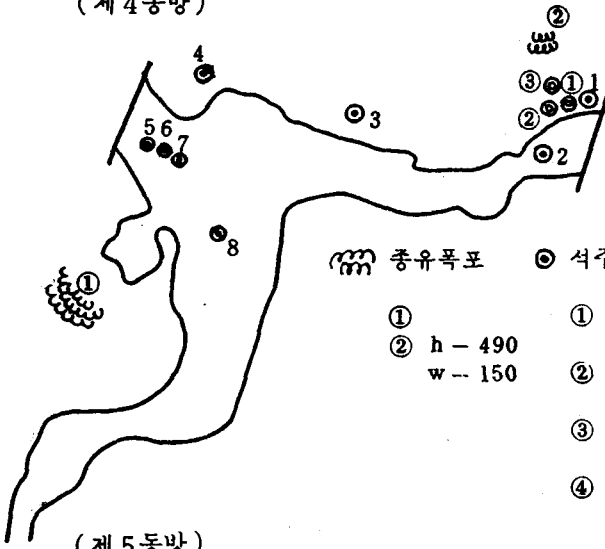
물론 廣場에 따라서 그 洞窟環境이 다소 차이가 있으나 실제로 季節에 따라서도 약간의 차이가 생기는 것도 당연하다.

대체로 洞窟內의 氣溫과 濕度는 다음표와 같다.

(7월 20일)

지역 / 구분	동구	제 1 광장	2	3	4	5	6	7	8	9
기 온 °C	17.2	16.3	15.0	15.6	16.2	16.2	15.8	15.8	15.0	15.1
수 온 °C	16.1	14.7	14.4	13.6	-	14.8	14.4	-	13.4	-
습 도 %	82	88	90	93	92	92	94	90	90	92

(제 4 동방)



(m) Chungyu Mokpo (o) Seokju

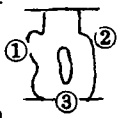
①
② h - 490
w - 150

① h - 700
c - 150
② h - 600
c - 170
③ h - 520
c - 310
④ h - 380
c - 上 200
下 290

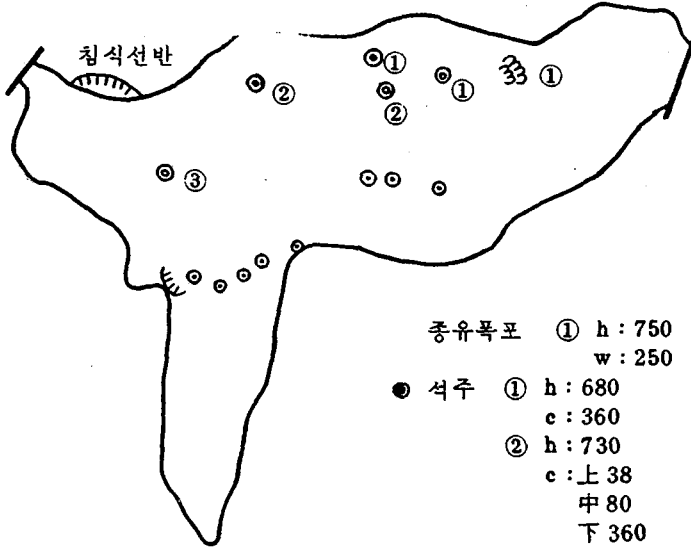
⑤ h - 580
⑥ h - 420
c - 中 270
上 180
⑦ h - 520
c - 上 120
中 180

⑧ 통일기원탑 h - 850
c - 550

● 석순 ① h - 700
c - 150
② h - 520
c - 210
③ 삼다리석주
h - 650
c - ① 80
② 65
③ 210



(제 5 동방)

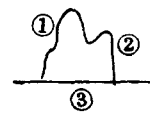


침식선반

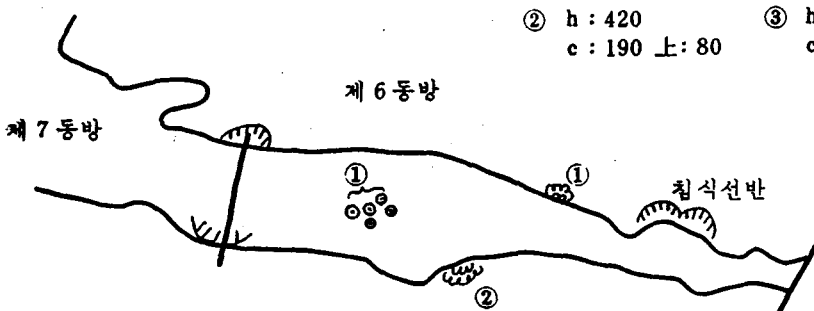
중유목포 ① h : 750
w : 250

● 석주 ① h : 680
c : 360
② h : 730
c : 上 38
中 80
下 360

● 석순 ① 복합석순 h : 400 360 400
c : 160 200



(제 6 · 7 동방)



② h : 420
c : 190 上 : 80
③ h : 550
c : 440

제 6 동방

제 7 동방

침식선반

(m) Chungyu Mokpo ① h : 620
w : 250
② h : 600
w : 400

● 석주 ① h : 500
(5개 모두)

이때 濕度가 높은 것은 洞窟湖와 洞窟流가 많기 때문이며 여름계절인 관계로 氣溫과 水溫이 높은 편이다.

(5) 生物相

聖留窟은 그 地質年代가 오래되었음에도 불구하고 王避川의 水流가 스며들거나 洞內出入이 많았던 관계로 그 生物相은 풍부하다고 하지만 그러나 순수한 眞洞窟性生物은 發見되지 않고 있다.

그러나 聖留窟은 다음과 같은 生物相을 이루고 있다.

種 類	種 類 數
소 라綱 (Gastropoda)	4 種
게 새 우綱 (Crustacea)	7 種
지 네綱 (Myriopoda)	3 種
곤 충綱 (Insecta)	11 種
포유동물綱 (Mammalia)	4 種
거 미綱 (Arachnoida)	14 種
計	43 種

結 論

以上에서는 우리나라의 數 많은 洞窟 中에서도 觀光開發되고 있는 石灰洞窟 몇개소의 環境實態를 보았다.

모든 觀光地가 그러하듯이 이미 開發되고 있는 觀光洞窟들이 開發當時 環境의 그 때 모습을 그대로 지니고 있다고는 볼 수 있다.

많은 觀光客의 出入으로 말미암아 洞窟의 自然環境은 破壞 및 汚損되어가고 있는 그 生態도 점차 變해가고 있는 것이 사실이다.

蔚珍의 聖留窟을 제외하고는 그 모두 開發된지 10년 밖에 되지 않고 있어 그 洞窟環境은 아직도 잘 保全되고 있다고 보아야 하겠으나 일부 몰지각한 사람들에 대한 부주의와 행위로 洞窟의 環境이 破壞되어 가고 있음은 매우 안타까운 일이라 할 수 있다.

물론 開發工事때의 확장공사나 觀光客에 의한 汚損破壞 以外에도 洞窟의 環境은 점차 變化되어가고 있다.

이는 通路나 洞窟景觀을 밝혀주기 위한 照明施設 等の 光度에 따라 그리고 土壤속의 바이러스, 構造岩石들의 化學成分 그 밖에도 溫度와 濕度の 差異때문에 오는 環境의 變化는 이른바 綠色公害, 黑色公害 및 白色公害(剝離, 風化) 등이 나타나고 있다. 이들의 要素가 바로 洞窟의 環境破塊因子로 등장하고 있는 것이다.

사실상 洞窟은 地球科學의 自然學習 現場으로서 뿐만아니라 우리 人間에게 現代的으로도 利用이 가능한 貯藏庫, 修道場, 隱遁所, 避難處로도 利用되어 왔고 또한 作戰基地로서도 중요한 몫을 하여 왔다.

앞으로는 또한 폐기물처리장으로서도 重要하게 다루어지게 될 것이다.

이미 觀光開發되어 住民의 所得을 增大시켜 주는 資源으로서도 부각되고 있거니와 앞으로 이 洞窟의 資源管理를 위한 꾸준한 環境保全對策이 세워져야 하겠다.

參 考 文 獻

- 한국의 자연동굴 (홍시환, 금화사, 1978)
- 한국의 용암동굴 (홍시환, 한국동굴학회, 1981)
- 한국의 석회동굴 (홍시환, 한국동굴학회, 1983)
- 한국의 동굴 I (문화공보부, 1973)
- 성류굴 환경보전 진단보고서 (홍시환, 한국동굴학회, 1982)
- 고수굴 환경보전 진단보고서 (홍시환 한국동굴학회, 1983)
- 고씨동굴 내부 정비 공사계획 (홍시환, 한국동굴학회, 1985)
- 평창 대화 광천 선굴지구 관광개발 기본계획 (홍시환, 광천개발주식회사, 1989)