

[ 調查報告 ]

## 蔚珍聖留窟의 堆積物 調查

建國大學校 洪 始 煥

### 1. 聖留窟의 形成過程

聖留窟도 다른 石灰洞窟과 같이 地面에 透水된 地下水에 의하여 그 地盤을, 덮고있는 石灰岩層이 溶解, 溶蝕되면서 地面下에 洞窟이 生겼다.

물론 地下水帶가 循環水帶인 경우도 있고 한편 飽和水帶상태에 있는 경우의 두 가지가 있는데 聖留窟은 飽和水帶의 地下水面下에서 形成된 것이다. 그리고 그후에 循環水流의 영향을 받게 되었다. 사실 洞窟은 一般的으로는 飽和水帶에서 石灰岩의 溶蝕이 계속되게 되는데 이리하여 形成된 洞窟은 처음에는 이른바 飽和水帶속의 洞窟으로 있게 된다. 그 후 점차 地下水面이 낮아지면서 東海岸의 地盤이 上昇함에 따라 洞窟속에 가득찬던 물은 洞窟口밖으로 排出되고 洞窟은 地下水面 위에 있는 空洞으로 된 것이다.

그후부터 大氣의 流入으로 洞窟内에서는 이른바 二次的인 生成物이 生成한 것이다.

사실상 聖留窟의 바닥은 그後 王避川의 水流에 영향받게 되었으며 地層따라 스며든 循環水流때문에 洞窟内部가 밑바닥에 侵蝕地形을 보게 된 것이다.

### 2. 聖留窟의 形態分類

洞窟의 形態는 그 分類方法에 따라 다르다. 여태까지 全世界的으로 인정받고 있고 스워팅(Sweeting: 1973)의 分類方法에 의하면 飽和水帶의 동굴 循環水帶의 동굴 垂直동굴 등의 셋으로 區分하고 있었으나 최

근에는 洞窟을 鉛直面的視點, 平面的인 觀點, 地下水流에의 한 分類 그리고 成因發達史에 의하여 分類하고 있기 때문에 이에 의한 分類를 試圖하였다.

먼저 鉛直面的 視點에 의하면 石灰洞이 어떤 方向으로 떨어져있는가를 보아 分類하는 것이므로 水平方向的 水平窟과 垂直方向的 垂直窟의 두 가지로 分類된다. 水平窟은 橫窟이라고도 하는데 보다 細分하면 水平窟에는 橫窟이면서도 平面的인 平坦한 洞窟이 넓게 전개된 平面 洞窟도 이에 속한다. 聖留窟은 이와같은 分類에 의하면 平坦한 넓은 廣場이 많지않고 마냥 길게 옆으로 계속되기 때문에 橫窟인 水平窟이라 하겠다.

다음 平面的인 視點에서 본다면 이것은 洞窟의 平面圖로 판단하는 것이므로 全體的인 洞窟의 形態를 관찰하여 分類하는 것이다. 이 方法을 화이트(W. B. White :1960)의 分類方法이라 하는데 線型, 矩型, 分岐型, 其他로 細分된다.

洞窟은 위의 어떤 것 하나에 속하는 것보다 몇가지 類型에 속하는 경우가 많은데 聖留窟은 線型에 屬한다고 하겠다. 즉 聖留窟은 비교적 처음에는 矩型으로 되어있다고 하겠다. 다시 말하면 그 中間에 넓은 廣場(洞窟)을 많이 갖고있는 한편 洞窟의 通路가 비교적 넓기때문에 이른바 線型이면서도 矩型의 洞窟로 간주하여야 하겠다. 대체로 線型和 矩型洞窟은 유사하며 특히 洞窟地下水流나 또는 斷層構造線에 따라 발달되고 있어 이들의 水流에 의하여 開析삭박되어 通路가 넓어졌다고 보아야 하겠다. 더구나 聖留窟은 바로 옆을 흐르고 있는 王避川의 流水가 洞窟바닥面에 浸入되어 洞窟바닥에 넓은 洞窟湖水를 이루게 하고 있는데 이들의 水蝕作用으로 洞窟바닥이 넓은 廣場(洞窟)을 이루게 한 하나의

原因이 되기도한다.

實로 聖留窟은 개관하여 線型(Linear pattern)으로도 볼 수 있는데 斷層 또는 節理에 따라서 發達되고 있는 洞窟의 伸長方向도 一定한 方向을 지니고 있다. 즉 斷層支配와 節理支配를 받은 構造支配에 의한 洞窟인 것이다.

다음 地下水流에 의하여 分類하여 본다면 크게 나누어 流入型窟과 流出型으로 大別되고 다시 流入型은 吸引型和 流入型으로, 流出型은 吐出型和 流出型으로 各各 2分된다.

聖留窟은 앞에서도 言及하였지만 王避川의 水流가 聖留窟의 地面 밑으로 流入되어 洞窟湖水를 이루고 있기때문에 이는 前者의 流入型에 속하고 있다고하겠다. 즉 細分한다면 流入型 중의 吸引型에 속한다. 이는 즉 聖留窟의 洞窟湖水의 깊이가 外部의王避川의 水面바닥보다 보다 깊은바닥으로되고 있어 地面의 龜裂과 裂隙으로 王避川의 水流를 流入 즉 吸引시키고 있기때문이다.

한편 聖留窟 第3洞房과 같이 洞窟内に 地下水가 많이 고여있어 洞窟内空氣가 비교적 排除되었다고 할 수 있는 石灰洞窟은 일명 滯水洞窟 또는 飽和水洞窟이라한다. 물론 全體面에서 볼 때 聖留窟은 많은 洞窟水流를 갖고있지 못하기는 하나 部分的으로 볼 때에는 滯水洞窟이라하겠다.

사실 聖留窟은 滯水洞窟때문에 空氣의 流通이 排除되고있지 아니하므로 完全한 滯水洞窟이라고는 할 수 없다.

그리고 成因과 發達面에서 본다면 石灰洞窟의 그 大部分은 地下水에 의한 溶蝕의 所產物이라고 할 수 있다. 그러나 일부분은 地

質構造의 作用에 결과 裂隙性的 洞窟도 있는 것이다.

洞窟이 地盤을 이루고있는 岩石層이 相對的인 地盤運動이나 地殼變動에 의하여 生인 空洞 즉 廣場으로서는 洞窟이 바로 이것이다. 例를 든다면 斷層에 의해 生인 裂隙(틈바구니)가 洞窟이 되거나 動力의 作用으로 構造岩石이 틈바구니가 擴大되어 洞窟이 된 것을 이른바 構造洞窟이라고 부른다.

### 3. 聖留窟의 特殊地形

聖留窟속에는 石灰洞窟의 어느곳에도 볼 수 있는 모든 地形地物을 지니고 있다. 물론 그 數나 規模에 있어서 多少의 차이는 있으나 聖留窟은 모든 二次生成物을 지니고있는 代表的인 石灰洞窟로 한눈으로 石灰洞窟의 地形物 전반에 걸친 觀察할 수 있는 곳이라고 하겠다.

첫째 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 보기때문에 이 線에 따라 特殊地形도 分布되고 있다고 하겠다.

둘째 聖留窟은 넓고 깊은 洞窟湖水를 지니고있음이 特殊하다고 하겠다.

이 洞窟湖水는 湧泉에 의하여 이루어진 것이 아니고 앞서 말한바와같이 王避川의 水流가 地盤의 列隙을 따라 스며들어와서 고인 것인데 特別히 第3空洞(洞窟)은 그 湖水바닥 깊이가 水面下 -6.3 m를 이루고있어 같은 王避川의 바닥 깊이보다 3 m나 더 깊은 凹地를 이루고 있음을 알 수 있다. 이와같은 洞窟生物의 棲息環境에 크게 도움되고있다.

이 洞窟湖水를 龍神池라고 하는데 이 湖水의 넓이는 약 200㎡로 東

西길이 17 m, 南北 12 m에 달하는 廣大한 것으로 깊이는 평균깊이 3 m, 最深이 6.3 m이다. 지금부터 5年前 韓國洞窟保存協會의 調査보다 그 넓이나 깊이가 줄어든 것은 水位面의 降下 그리고 搬入된 沈積物들이 많아서 水深이 얕아진 것이라고 볼 수 있다.

셋째 巨大한 洞窟의 二次生成物들이 즐비하고있다. 聖留洞窟 中에서도 第5洞房과 第6,7洞房에는 華麗한 鍾乳石과 石筍 그리고 石柱등이 곳곳에서 대규모적인 발달을 보여주고 있는데 모두가 훌륭한 景觀을 보여주고 있다.

위에서 말한 바와같이 聖留窟은 洞窟의 二次生成物이 즐비한 地下宮殿임에 틀림없다. 더구나 이들의 規模가 매우 커서 우리나라에서는 물론 東洋에서도 보기드문 壯觀을 이루고 있는 것이다.

그 중에서도 石柱와 石筍이 壓倒的으로 많고 또한 規模가 큰데 特히 石柱로서는 第2洞窟에 있는 "三一紀念塔이라고부르는 높이 950 cm의 石柱가 第一이다.

이밖에도 石柱로 큰것은 第4洞房에 있는 "統一祈願塔"이라고 불리는 높이 850 cm의 石柱가 있고 그밖에 높이 5~7 m以上에 달하는 石柱들이 第3洞房에 2개, 第4洞房에 5개 第5洞房에 2개 第6洞房에 1개등 총 11개의 5 m以上の 大石柱가 이 洞窟속에 分布한다.

한편 플로우스톤인 鍾乳壁 또는 鍾乳폭布는 높이 920 cm의 大鍾乳壁이 第2洞房이 있는데 이밖에도 9개의 5 m以上の 鍾乳壁이 있어 우리나라는 물론이고 東洋에서 제1가는 狀嚴한 景觀을 이룬다.

그리고 石筍도 높이 4 m이상이 10여개나 이洞窟속에 있어 大型의 二次生成物로되는 洞窟堆積物의 綜合展示場이라 하겠다(그림참조).

사실상 이 聖留窟은 洞窟內에 깊고 넓은 洞窟湖水를 지니고있음이 우리나라 손꼽는 洞窟인데 그 모두가 오랜동안의 環境汚染으로 黑色公害· 剝離現象 그리고 綠色公害등을 받고 있음은 안타까운 일이다.

#### 4. 聖留窟의 二次生成物成長

우리나라에서 가장 일찍부터 觀光洞窟로 利用되어온 이 聖留窟에는 매우 아름답고 화려한 대규모의 洞窟生成物이 발달하고있다.

원래 洞窟生成物이란 石灰洞內部에서 물방울에서 鑛物이 沈積되어 이론 것을 洞窟生成物이라고하는데 이들의 生成物을 二次生成物 또는 石灰生成物이라고도 한다. 二次生成物이라고 하는 것은 一次로 地下水流 또는 裂隙作用 등에 의하여 洞窟이 먼저 形成되기 때문에 이때에 洞窟은 一次的이고 洞窟속의 生成物들은 二次的인 生成物이 되는 것이다. 石灰란 칼슘이란 뜻인데 石灰洞窟속의 生成物은 거의 대부분이 순수한 炭酸칼슘으로 되고 있기 때문에 이와같이 불리운다.

즉 洞窟生成物은 鑛物學的으로 거의가 칼사이트(方解石)로되고 때로는 아라고나이트(霏石)나 磷酸鹽鑛物이 포함되어 있음이 보고되고 있을뿐이다.

聖留窟의 경우도 이와같은데 洞窟上層部에 덮고있는 將軍石灰岩層이 二酸化炭素가 용해되어 섞여진 地下水에 의하여 溶蝕되어 節理面따라 곳곳에 空洞(洞窟)이 발달되었는데 이것이 연결되어 오늘의 聖留窟이다.

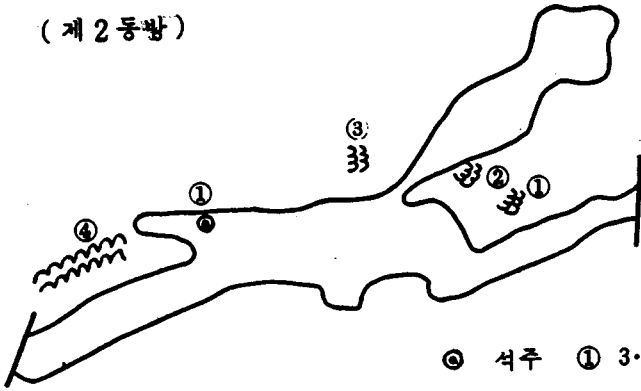
그리고 聖留窟의 洞窟生成物 등은 다른 洞窟에서와 같이 石灰岩의 溶解反應의 逆反應現象으로 生成되고있다. 즉  $Ca^{2+} + 2H \cdot CO_3 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$  로 洞窟의 生成物들은 沈積되고있다. 더구나 聖留窟같이 濕度가 100%에 가까울 정도로 높은 洞窟속에서는 이와같은 逆反應은 물의 蒸

發에서가 아니고 二酸化炭素가 개스로되어 大氣 中에 없어서 비리기때문에 이루어지는 現象인 것이다. 따라서 石灰岩의 龜裂을따라 洞窟의 天井과 洞壁, 洞床(바닥)에 滲出한 地下水가 물방울이나 膜狀의 水流로되어 洞窟속의 空氣와 접할때 大氣 中の 二酸化炭素分壓과 物理化學的인 平衡을 유지시키위해 二酸化炭素가 發散하여 地下水 中の 重炭酸칼슘은 炭酸칼슘의 結晶인 方解石으로 되어 沈澱되게 되는 것이다.

##### 5. 聖窟 洞窟生成物의 分類

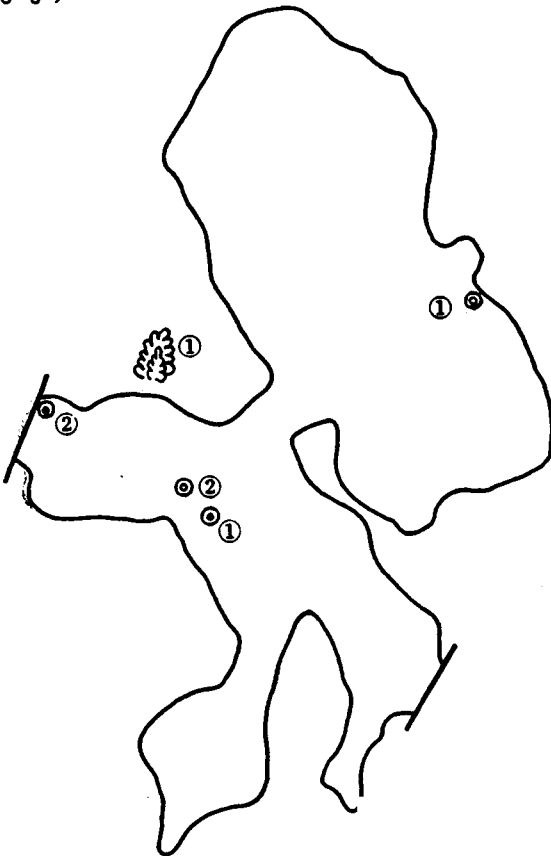
聖窟속에는 갖가지 洞窟生成物이 발달되고 있음은 앞서말한바 같다. 이제 이들 生成物들은 大別한다면 떨어지는 물방울에 의하여 발달하는 生成物과 흐르는 물에 의하여 생기는 生成物 그리고 그밖의 복합적인 원인에 의하여 생기는 生成物 등으로 나누게되는데 이것은 다음 표와 같다.

( 제 2 동방 )



- ◎ 석주 ① 3.1 기념탑 { h - 950  
c - 290
- ㉿ 종유폭포 ① { h - 720  
c - 中 - 140  
下 - 240
- ② { h - 520  
w - 430
- ③ h - 470
- ④ 대종유벽 { h - 920  
w - 990

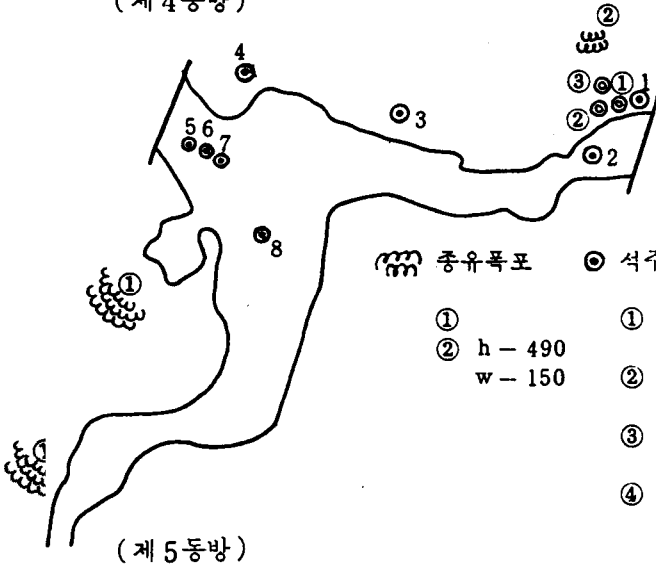
( 제 3 동방 )



- ㉿ 종유폭포 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



(제 4 동방)



종유폭포

석주

- ①
- ② h - 490  
w - 150

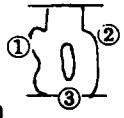
- ① h-700  
c-150
- ② h-600  
c-170
- ③ h-520  
c-310
- ④ h-380  
c-上 200  
下 290

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

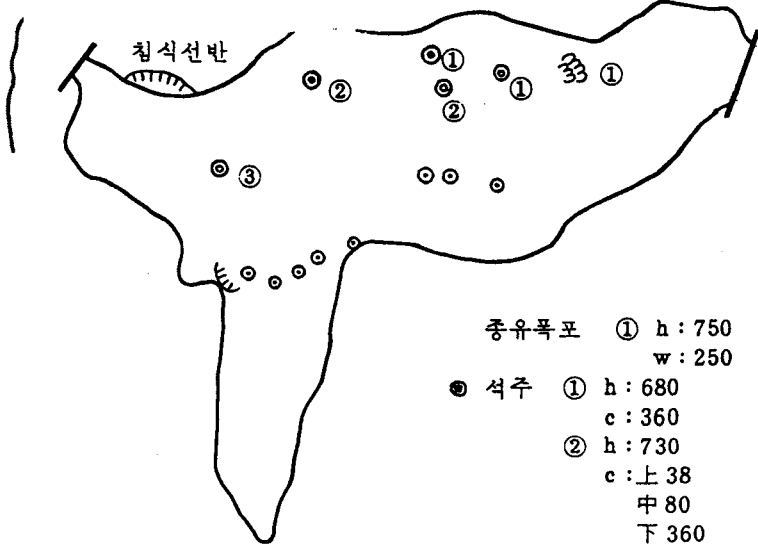
- ⑧ 통일기원탑 h-850  
c-550

석순

- ① h-700  
c-150
- ② h-520  
c-210
- ③ 쌍다리석주  
h-650  
c-① 80  
② 65  
③ 210



(제 5 동방)



침식선반

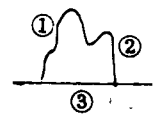
종유폭포 ① h : 750  
w : 250

석주

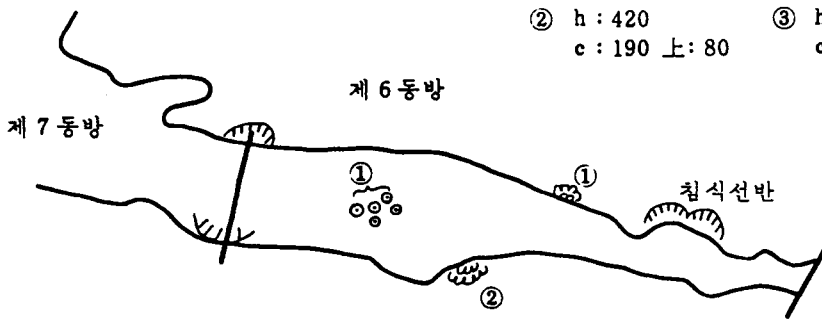
- ① h : 680  
c : 360
- ② h : 730  
c : 上 38  
中 80  
下 360

석순

- ① 복합석순 h : 400 360 400  
c : 160 200



(제 6 · 7 동방)



제 6 동방

제 7 동방

침식선반

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

종유폭포

- ① h : 620  
w : 250
- ② h : 600  
w : 400

석주

- ① h : 500  
(5개 모두)