

# 석회암과 석회동굴의 상관성 연구

A Study on the Interrelationship with Limestone and Limestone - Cave

홍시환<sup>1)</sup>

## 국문 초록

석회동굴은 유구한 지구 표면 지층의 역사를 되새겨 주는 석회암 층에서 형성되는 지하동굴이다. 바다 속에서 퇴적되어 형성된 석회암 층이 용기 작용으로 지표면에 상승되어 이른 바 석회암 지표 층을 이루고 있는 곳에서는 빗물에 의한 화학작용으로 땅 표면에서 카르스트 윤회과정의 갖가지 지형지물이 발달되는데, 이 때에 지하에 스며든 지하수의 물리 작용으로 곧 지하수류가 흘러 지나간 공동이 생기게 되고, 나아가서는 낙반 및 확장 등으로 지하동굴이 확장되는데, 2차적인 지하수 침투작용으로 석회질 용해수에 의한 2차 생성물이 형성되어 이른 바 화려한 석회동굴이 이루어진다.

그 석회암의 화학 성분 여하에 따라, 그리고 지하수의 지하 투수량에 따라 석회동굴의 양상은 달리 나타나게 된다.

## I. 서론

본 연구는 석회동굴, 즉 종유굴에 관한 성인과 발달 과정을 연구한 논문이다.

오늘날 전 세계에는 약 10만 개소에 달하는 석회동굴이 분포하고 있는 것으로 알려져 있다. 그 중에서 우리 나라에서는 현재까지 알려진 석회동굴이 약 100개소로 추정되고 있는 실정이다.

사실상, 석회동굴들은 그 모두가 석회암지역에서 발달하기 때문에, 전 세계에서 석회암의 분포지역에서는 반드시 석회동굴이 형성·발달하고 있다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 일반적인 석회동굴의 성인과 그 성장과 발달에 관한 내용에만 치중하여 연구하였다.

\* 한국동굴학회 명예회장, 안산공업전문대학 이사장

## II. 석회암 지층의 카르스트 유희

그 옛날 바다 속에 퇴적된 산호층의 산호초들은 이른바 석회암 지층을 이루게 되었는데, 이 석회암 지층이 수면 위로 융기되어 오늘의 지표면의 석회암 층을 이룩하고, 이 석회암지역에 이른바 카르스트 유희가 시작된 것이다(그림 1 참조).

산호초로 이룩된 석회암은 탄산칼슘을 주성분으로 하는데, 산을 포함하는 물에는 매우 용해되기 쉬운 성질을 지니고 있는 것이 보통이다.

따라서 석회암은 빗물에도 서서히 용해되어 탄산수소칼슘으로 되는데, 이 지표면 석회암 층에 내린 빗물은 이들 석회암을 용해시키면서 땅 속으로 스며들게 된다(그림 2 참조).

원래 석회암 지층의 지표면에 빗물이 내리게 되면 이들 빗방울이 땅 속으로 스며드는 곳은 하나의 오목한 빨대 모양의 땅 구멍이 생기게 된다(표 1 참조).

표 1 주요 동굴 생성물

성인	생성 장소	천 정	동굴 바닥	동 굴 벽
	떨어지는 물	종 유 관 종 유 석 커 어 틈 베 이 컨	석 순 이 순 석 주	커 어 틈 유 혼 줄 기
	흐르는 물		플로우스톤(유석) 림스톤(휴석)	플로우스톤(유석) 종 유 폭 포 석회화 폭포
	그 밖의 원인	헬릭타이트(곡석) 견치상 결정 집삼 플라워	헬릭타이트(곡석)	헬릭타이트(곡석) 안소다이트(석화) 케이브코랄 (동굴 산호)

즉 술잔 같은 요지가 생기고, 이 요지는 점차 넓어지면서 땅 속으로 파고들게 되는데, 이와 같이 지표면에는 수많은 '돌리네(요지)'가 발달하게 되고, 다시 돌리네들은 점차 넓어지면서 서로 겹쳐져서 합치게 된다. 이와 같은 지형을 '우발라'라고 한다(표 2 참조).

표 2 석회암 대지와 지형 관계

구 분	침 식 지 형	퇴적물과 침적물	물 의 움 직 임
대지 상의 지형	카렌(라피에) 돌리네 우발라 폴리에 콕크 핏트 포노르	테라로사 (홍 점 토) 화산재 산의 자갈, 흙	<p>(샘) 표류수 침투수 복류</p>
지하의 지형	동굴내 라피에 동굴내 낫치 침식붕(선반) 핏트홀 수직굴 ↓ 경사굴 수평굴 ✓	중유석 석 주 석 순 석회화단구	<p>열극수 ↓ 동굴류 ↓ 용천(샘)</p>
협곡의 지형	천연교 동 문 핏트홀 낫 짜 닛 짜 협 곡	애 추 단 구	<p>용천 ↓ 간헐천</p>

사실상 이와 같은 지속적인 발달로 우발라는 보다 넓게 확장 발달하게 되는데, 이 때 이 바닥은 물줄기가 이루어지는 넓은 평탄면으로

되는데, 이것을 ‘폴리에’라고 부른다.

이런 폴리에 지형이 계속 발달되면 이 평탄면에 남아있는 석회암의 잔해는 수많은 날카로운 석탑이 산재하는 ‘카렌 필드’가 전개된다. 이때에 이들 석탑은 카렌, 라피에 등으로 구분되어 불린다(그림 3 참조).

### III. 석회동굴의 발달과 미지형

땅 속에 스며든 석회암의 용해물방울들은 땅 속 지층을 누비며 물줄기를 이루면서 지하수류를 형성하는데, 이 물줄기는 점차 밑으로 하강 삭박하면서 지하수계의 공동이 생기게 되는데 이것이 ‘석회동굴’이다(그림 4 참조).

즉, 석회동굴이 석회암 지층에서 형성된다는 사실을 주지하는 사실이다. 실제로 석회암은 여러 가지 생물의 화석을 포함시키고 있다. 이는 석회암이 오랜 지질시대를 거치면서 바다 속에서 침적·형성되었기 때문이다.

우리가 석회암의 암석 표면을 자세히 관찰해 보면 그 암질 표면에서 프즈리나 또는 산호와 같은 그 옛날 옛날의 생물화석을 보게 된다. 하기야 수 억년의 세월에 걸친 산호들이기 때문이다.

이들 석회암 지층을 누비며 투수한 지하수가 땅 속에서 지하수계를 이루면서 지층을 따라 흘러가게 되는데, 이 때에 지하수류가 지하 공동을 메우고 있는 상태를 ‘포화수대’라고 한다.

물론 이와 같은 지하수의 용식작용이 석회동굴을 성장시키기도 하지만, 지하수류에 의하여 반입된 사토 또는 점토들에 의하여 이른바 물리적인 침식작용도 활발하게 되어 제대로의 석회동굴을 형성하게 된다(그림 7 참조).

대체로 포화수대의 환경 속에서 발달한 동굴 속에는 천정이나 동굴 바닥, 그리고 동굴의 벽면에 거의 비슷한 모양의 용식작용에 의한 원형의 단면을 지니는 통로, 그리고 역시 원형을 지니는 천정, 벽면에서의 벨홀, 또는 캐비티라고 불리는 용식된 흔적 지형을 보게 된다.

한편 지하수류가 지층을 따라 흘러내려 가면서 동굴 벽면에 깊은 침식봉(침식선반)들을 이루는 경우도 있는데, 이들 낮찌, 늦찌지형들은 지하수류가 매우 세차게 흘러 내려가면서 강력한 측방침식작용으로 이룬 지형들인데, 이는 순환수대 동굴에서 보는 특징이라 하겠다.

#### IV. 주요 석회동굴의 지층과 동굴 형성

이제 우리 나라의 주요 동굴의 지층과 동굴 형성과정을 약술한다면 다음과 같다.

첫째, 단양 고수동굴의 경우, 이 동굴의 만물상지역을 이른바 낙반에 의한 공동확대에 의해 이루어졌다고 하겠으나, 지하 통로는 포화수대와 순환수대 시기가 한 동안씩 계속되었던 지질시대를 추측할 수 있다.

둘째, 영월 고씨굴의 경우, 이 동굴은 대부분이 순환수대에 형성된 동굴이고, 광장동굴지역만이 낙반에 의한 공동 확대에 의한 것으로 본다.

셋째, 정선 화암동굴의 경우는 낙반에 의한 공동 확대로 형성된 석회동굴이다. 중앙 광장이 바로 낙반으로 형성된 것이다. 이 화암굴의 지층은 수평 구조를 지니고 있는 지질구조를 이루고 있어 낙반이 심하게 일어나 이른바 광장동굴이 형성된 것이다.

넷째, 동해의 천곡동굴은 주로 순환수대, 그리고 동굴 입구 부근은 포화수대로 인해 생성된 석회동굴로 판단된다. 더구나 동굴 입구 부

근의 점토질로 코오팅되고 있는 지형지물, 그 밖에 이토질 이순 등의 발달은 바로 이를 말해 준다고 하겠다.

다섯째, 울진 성류굴도 순환수대와 포화수대에서 형성된 동굴이다. 다른 동굴에 비해 석회암지층이 보다 오래되고, 기후환경 조건에 의한 용해 침투율이 많아 이른바 북마전 같은 거대한 동굴 생성물들이 발달된 것이다.

## V. 결론

요컨대 석회동굴은 석회암 지층 밑에서 형성 발달되는 것으로 더구나 동굴의 형태는 지표, 즉 지각을 이루고 있는 구조지층의 상태에 따라 동굴의 형태가 달리 나타나는 것이다.

물론, 이 동굴지역 지표면의 기후환경과 그리고 지표지층의 지질구조, 그 밖에 석회암 지층의 성분에 따라 동굴의 형성과정과 규모 형태와 동굴 속 2차 생성물들의 양상들이 달리 나타나게 된다.

즉, 동굴지역의 지표면을 이루는 석회암 층은 상술한 환경조건들에 따라 석회동굴의 규모, 형태, 특성들을 달리 성장시키는 것이다.

## 참고문헌

정창희, 1992, “고수동굴의 지질에 관한 연구,” 「동굴」, 제33호.

홍시환, 1976, “우리 나라 동굴의 성인에 관한 연구,” 「동굴」, 제2호.

홍시환, 1979, “종유굴의 형성 과정에 관한 연구,” 「동굴」, 제4호.

홍시환, 1996a, “우리 나라 순환수대 성인의 동굴 미지형에 관한 연구,” 「동굴」, 제45호.

홍시환, 1996b, “우리 나라 포화수대 성인의 동굴 미지형에 관한 연구,” 「동

굴」, 제47호.

아끼요시다이 과학 박물관, 1975, 「아끼요시다이의 석회동」.

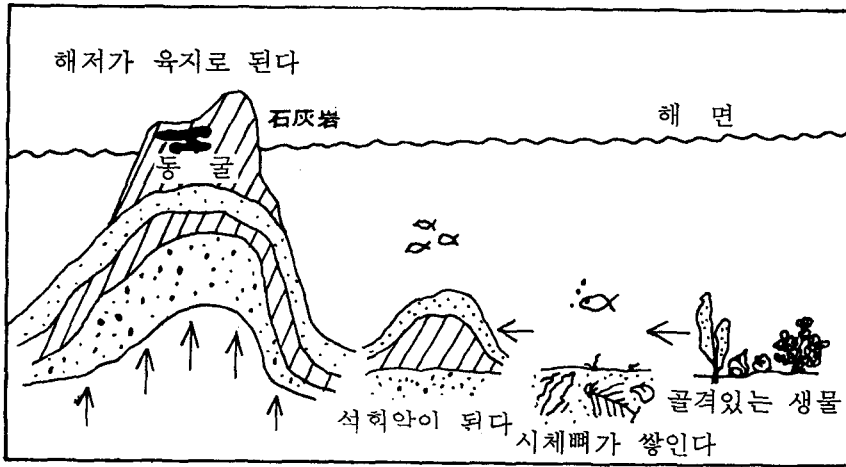


그림 1 석회암의 형성 (1)

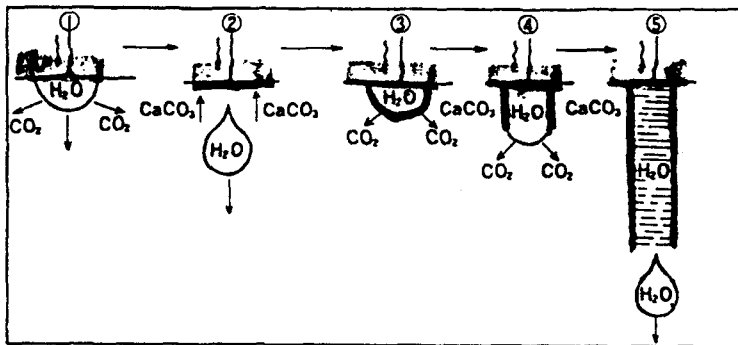


그림 2 석회암의 형성 (2)

석회암과 석회동굴의 상관성 연구

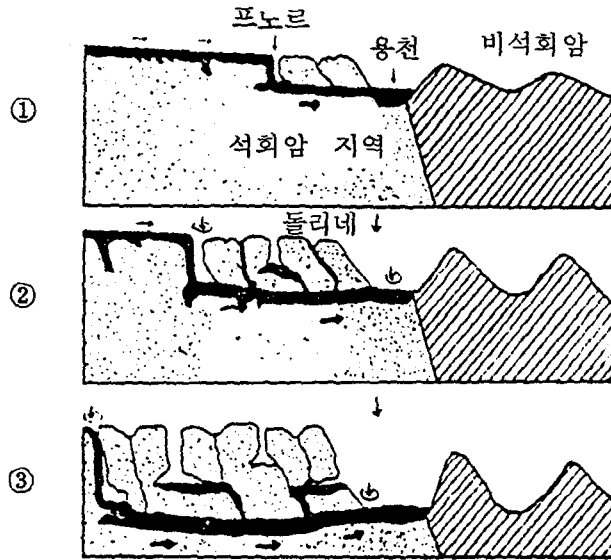
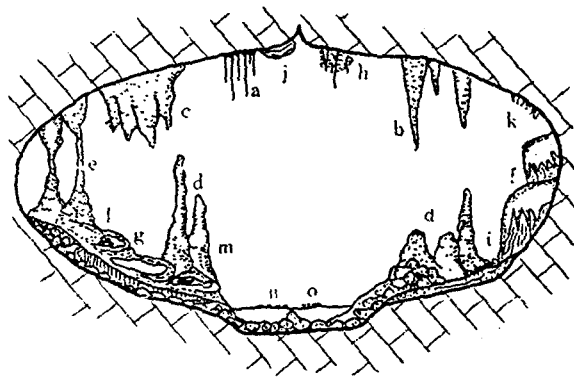


그림 3 동굴의 형성



- a. 종유관 b. 종유석 c. 커어틴 d. 석순 e. 석주
- f. 플로르스톤 g. 링스톤 h. 할락타이트 i. 할리그마이트
- j. 바이콘 k. 케이프코랄 l. 케이프 퍼콜 m. 케이프코랄
- n. 무유칼사이트 o. 포상칼사이트

그림 4 석회동굴 속의 2차 생성물