

# 성류굴의 지형구조와 2차생성물 연구

김 원 진\*6)

## I. 성류굴의 형성과정

성류굴도 다른 석회동굴과 같이 지면에 침투된 지하수에 의하여 그 지반을 덮고 있는 석회암반이 용해, 용식되면서 형성된 동굴이다.

물론 지하수대가 순환수역인 경우도 있고 한편 포화수대상태에 있는 경우의 두 가지가 있는데 성류굴은 포화수역의 지하수면하에서 형성된 것이다. 그리고 그 후에 순환수류의 영향을 받게 되었다. 사실 동굴은 일반적으로 포화수역에서 석회암의 침식이 계속되게 되는데 이렇게 형성된 동굴은 처음에는 이른바 포화수역 속의 동굴로 있게 된다. 그 후 점차 지하수면이 낮아지면서 동해안의 지반이 상승함에 따라 동굴 속에 가득찼던 물은 동구 밖으로 배출되고 동굴은 지하수면 위에 있는 공동으로 된 것이다.

그 후부터 대기의 유입으로 동굴내에서는 이른바 2차적인 생성물이 생성한 것이다.

사실상 성류굴의 바닥은 그 후 왕피천의 수류에 영향받게 되었으며 지층에 따라 스며든 순환수역때문에 동굴내부가 밑바닥 침식지형을 보게 된 것이다.

---

\* 건국대 박사과정

## II . 성류굴의 형성분류

동굴의 형태는 그 분류방법에 따라 다르다. 지금까지 전세계적으로 인정받고 있고 스위팅의 분류방법에 의하면 침화수역의 동굴, 순환수역의 동굴, 수직동굴 등의 3가지로 구분하고 있었으나 최근에는 동굴을 직면적인 관점, 평면적인 관점, 지하수류에 의한 분류 그리고 성인발달사에 의하여 분류하고 있기 때문에 이에 의한 분류를 시도하였다. 먼저 직면적인 관점에 의하면 석회동이 어떤 방향으로 뻗고 있는가를 보아 분류하는 것이므로 수평방법의 수평굴과 수직방향의 수직굴의 두가지로 분류된다. 수평굴은 횡굴이라고도 하는데 보다 세분하면 수평굴에는 횡굴이면서도 평면적인 평평한 동굴이 넓게 전개된 평면동굴도 이에 속한다. 성류굴은 이와 같은 분류에 의하면 평평한 넓은 광장이 많지 않고 마냥 길게 옆으로 계속되기 때문에 횡굴인 수평굴이라 하겠다.

다음 평면적인 관점에서 본다면 이것은 동굴의 평면도로 판단하는 것이므로 전체적인 동굴의 형태를 관찰하여 분류하는 것이다. 이 방법을 화이트의 분류방법이라 하는데 선형, 면형, 분산형, 기타로 세분된다.

동굴은 위의 어떤 것 하나에 속하는 것보다 몇가지 유형에 속하는 경우가 많은데 성류굴은 선형에 속한다고 하겠다. 즉 성류굴은 비교적 처음에는 면형으로 되어 있다고 하겠다. 다시 말하면 그 중간에 넓은 광장을 많이 갖고 있는 한편 동굴의 통로가 비교적 넓기 때문에 이른바 선형이면서도 면형의 동굴로 간주하여야 하겠다. 대체로 선형과 면형동굴은 비슷하며 특히 동굴지하수류나 또는 단층구조선에 따라 발달되고 있어 이들의 수류에 의하여 개석삭박되어 통로가 넓어졌다고 보아야 하겠다. 더구나 성류굴은 바로 옆을 흐르고 있는 왕피천의 수류가 동굴 바닥면에 침입되어 동굴 바닥에 넓은 동굴호수를 이루게 하고 있는데 이들의 수식작용

으로 동굴바닥이 넓은 광장을 이루게 한 하나의 원인이 되기도 한다. 실로 성류굴은 개관하여 선형으로도 볼 수 있는데 단층 또는 절리에 따라서 발달되고 있는 동굴의 신장방향도 일정한 방향을 지니고 있다. 즉 단층지배와 절리지배를 받은 구조지배에 의한 동굴인 것이다.

다음 지하수류에 의해 분류하여 본다면 크게 나누어 유입형과 유출형으로 대별되고 다시 유입형은 흡입형과 유입형으로, 유출형은 토출형과 유출형으로 각각 세분된다.

성류굴은 앞서도 언급하였지만 왕피천의 수류가 성류굴의 지면 밑으로 유입되어 동굴호수를 이루고 있기 때문에 이는 전자의 유입형에 속하고 있다고 하겠다. 즉 세분한다면 유입형 중의 흡인형에 속한다. 이는 성류굴의 동굴호수의 깊이가 외부의 왕피천의 수면바닥보다 깊은 바닥으로 되고 있어 왕피천의 수류를 유입 즉 유인시키고 있기 때문이다.

한편 성류굴 제3광장과 같이 동굴내에 지하수가 많이 고여있어 동굴내 공기가 비교적 소통되었다고 할 수 있는 석회동굴은 일명 대수동굴 또는 포화수동굴이라 한다. 물론 전체면에서 볼 때 성류굴은 많은 동굴수류를 갖고 있지 못하기는 하나 부분적으로 볼 때는 대수동굴이라 하겠다.

사실 성류굴은 만수동굴때문에 공기의 유통이 잘되고 있지 아니하므로 완전한 대수동굴이라고는 할 수 없다.

그리고 성인과 발달면에서 본다면 석회동굴의 그 대부분은 지하수에 의한 용식의 소산물이라고 할 수 있다. 그러나 일부분은 지질구조의 작용에 결과의 동굴도 있는 것이다. 동굴이 지반을 이루고 있는 암석층이 상대적인 지반운동이나 지각변동에 의하여 생긴 공동, 즉 광장으로서의 동굴이 바로 이것이다. 예를 든다면 단층에 의해 생긴 틈바구니가 동굴이 되거나 활력의 작용으로 구조암석이 틈바구니가

증대되어 동굴이 된 것을 이른바 구조동굴이라고 부른다.

### Ⅲ . 성류굴의 특수지형

석류굴속에는 석회암층의 어느 곳에도 볼 수 있는 지형지물을 지니고 있다. 물론 그 수나 규모에 있어서 다소의 차이는 있으나 성류굴은 모든 2차생성물을 지니고 있는 대표적인 석회동굴로 한눈으로 석회동굴의 지형물 전반에 걸쳐 관찰할 수 있는 곳이라고 하겠다. 첫째 성류굴의 동굴지형은 크게 나누어 9개의 공동 즉 내곡으로 크게 나누게 된다. 이는 9개의 광장이 결합되었다고 볼 수 있는데 연속된 공동이 구조선에 따라 길게 발달하였다고 보기 때문에 이 선에 따라 특수지형도 분포되고 있다고 하겠다.

둘째 성류굴은 넓고 깊은 동굴호수를 지니고 있음이 특수하다고 하겠다.

이 동굴호수는 용천에 의하여 이루어진 것이 아니고 앞에 말한 바와 같이 왕피천의 수류가 지반의 열극을 따라 스며 들어와서 고인 것인데 특히 제3광장은 그 호수 바닥 깊이가 수면하 6.3m를 이루고 있어 같은 왕피천의 바닥 깊이보다 3m나 더 깊은 요지를 이루고 있음을 알 수 있다. 이와같은 동굴생물의 환경에 크게 도움이 되고 있다.

이 동굴호수를 용신처라고 하는데 이 호수의 넓이는 200m<sup>2</sup>로 동서길이 17m, 남북 12m에 달하는 광대한 것으로 깊이는 평균깊이 3m, 최심이 6.3m이다.

셋째 거대한 동굴의 2차생성물들이 즐비하고 있다. 성류굴 중에서도 제5광장과 제6,7광장에는 하려한 종유석과 석순 그리고 석주등이 곳곳에서 대규모적인 발달을 보여주고 있는데 모두가 훌륭한 경관을 보여주고 있다.

위에서 말한 바와같이 성류굴은 동굴의 2차생성물이 즐비한 지하궁전임에 틀림 없다. 더구나 이들의 규모가 매우 커서 우리나라에서는 물론 동양에서도 보기도문 장관을 이루고 있는 것이다.

그 중에서도 석주와 석순이 화려한데 한편 규모도 큰데 특히 석주로서는 제2광장에 있는 “삼일기념탑이라고 부르는 높이 950cm의 석주가 제일이다.

이 밖에도 석주로 큰 것은 제4광장에 있는 “통일기원탑”이라고 불리우는 높이 850cm의 석주가 있고 그밖에 높이 5~7m이상에 달하는 석주들이 제3광장에 2개, 제4광장에 5개, 제5광장에 2개, 제6광장에 1개 등 총 11개의 5m이상의 대석주가 이 동굴속에 분포한다.

한편 플로우스톤인 종유성 또는 종유폭포는 높이 920cm의 대종유석이 제2광장이 있는데 이밖에도 9개의 5m이상의 종유석이 있어 우리나라는 물론 동양에서 제1가는 장엄한 경관을 이룬다.

그리고 석주도 높이 4m 이상이 10여개나 이 동굴속에 있어 대형의 2차생성물로 되는 동굴퇴적물의 종합전시장이라 하겠다.

사실상 성류굴은 동굴내 깊고 넓은 동굴호수를 지니고 있음이 우리나라 손꼽는 동굴인데 그 모두가 오풀동굴의 환경오염으로 흑색공해, 박리현상 그리고 녹색공해 등을 받고 있음은 안타까운 일이다.

## **N . 성류굴의 이차생성물성상**

우리나라에서 가장 일찍부터 관광동굴로 이용되어온 이 성류굴에는 매우 아름답고 화려한 대규모의 동굴생성물이 발달하고 있다.

원래 동굴생성물이란 석회동굴내부에서 용해수에 의해 화학적 결정으로 이룬 것을 동굴생성물이라고 하는데 이들의 생성물을 2차생성물이라고도 한다. 2차생성물이라고 하는 것은 1차로 지하수류등에 의하여 동굴이 먼저 형성되기 때문에 이때에 동굴은 일차적이고 동굴속의 생성물들은 2차적 생성물이 되는 것이다. 석회동굴속의 생성물은 거의 태반이 순수한 칼슘으로 되고 있다.

즉 동굴생성물은 거의가 칼싸이트로 되고 때로는 아라고나이트를 포함되고 있음이 보고되고 있기도하다.

성류굴도 이 경우와 같은데 동굴상층부에 덮고 있는 장군석회암층이 용해되어 섞여진 지하수에 의하여 침투되어 절리면을 따라 곳곳에 공동이 발달되어 있는데 이것이 연결되어 오늘의 성류굴이다.

그리고 성류굴의 동굴 생성물들은 다른 동굴에서와 같이 석회암의 용해반응의 역반응현상으로 생성되고 있다. 즉  $Ca^{2+} + 2H \cdot CO_3 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$  로 동굴의 생성물들은 침적되고 있다. 더구나 성류굴같이 습도가 100%에 가까울 정도로 높은 동굴속에서는 이와같은 역반응은 물의 증발에서가 아니고 이산화탄소가 개스로 되어 대기 중에 없어져 버리기 때문에 이루어지는 현상인 것이다. 따라서 석회암의 용식을 따라 동굴의 천정과 동벽, 동상(바닥)에 침출한 지하수가 물방울이나 수류로 되어 동굴 속의 공기와 접할 때 대기중의 이산화탄소성분과 물리화학적 평형을 유지시키기 위해 이산화탄소가 발산하여 지하수 중의 중탄산칼슘은 탄산칼슘의 결정인 방해석으로 되어 침적되게 되는 것이다.

**참 고 문 헌**

문화공보부, 1971, 한국의 동굴.

신유영, 1982, 한국의 용암동굴, 한국동굴학회.

홍시환, 1979, 한국의 자연동굴, 금화출판사.

——, 1981, 한국의 용암동굴, 한국동굴학회.

——, 1982, 성류굴 환경보전진단 보고서, 한국동굴학회.

——, 1983, 한국의 석회동굴, 한국동굴학회.