

○동굴 흐름형성물의 밀도가 작은 원인에 대한 연구

정 영 성

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《…우리 나라의 자연환경을 과학적으로 조사하는것이 매우 중요합니다.》(《김일성전집》 제14권 487페이지)

○동굴은 사동굴이나 룡문대굴과 크기가 비슷한 동굴이지만 동굴안에 이루어진 지형체들의 특징에서는 일련의 차이가 있다.

우리는 카르스트동굴에서 용식 및 침전과정의 합법칙성에 근거하여 ○동굴에서 흐름형성물의 밀도가 작은 원인을 분석하였다.

1. ○동굴공기속의 CO₂함량

1) 카르스트동굴공기속의 CO₂함량에 영향을 주는 요인

동굴속으로 류입되는 카르스트수에서 나오는 CO₂은 동굴공기속의 CO₂농도를 높여준다. 카르스트수의 탄산가스분압 $P_{CO_2}^{\text{물}}$ 과 동굴공기의 탄산가스분압 $P_{CO_2}^{\text{공기}}$ 의 차이에 따라서 탄산가스가 이동한다.

동굴천정배태암이 통기대로 되어있을 때 균열공극에 존재하는 CO₂이 직접 동굴에 류입된다. 비가 내리면 비물이 토양층을 지나 암석층의 균열을 따라 흘러내리며 이때 균열공극속에 있던 공기를 밀면서 내려온다. 그러므로 균열공극속에 CO₂량이 얼마나 많은가에 따라 동굴속으로 류입되는 CO₂량이 규정된다.

동굴에 있는 유기물은 미생물의 작용밑에서 분해되면서 다량의 CO₂을 내보낸다. 또한 동굴에 존재하는 미생물과 기타 생물은 생존과정에 부단히 CO₂을 내보낸다.

카르스트동굴이 관광동굴인 경우에 참관자들이 호흡과정에 내보내는 CO₂에 의해 동굴공기속의 CO₂농도가 높아진다.

2) ○동굴공기속의 CO₂함량

일반적으로 동굴밖의 대기중의 CO₂농도는 0.035%, 카르스트동굴공기의 CO₂농도는 0.05%이다.[1] ○동굴과 사동굴공기속의 CO₂농도를 대비분석해보면 ○동굴은 사동굴에 비하여 그 값이 평균 약 2.7배, 입구에서는 약 3.9배나 더 높다.

○동굴의 CO₂농도를 높이는 요인들가운데서 동굴속으로 류입되는 카르스트수에서 나오는 CO₂이 CO₂농도를 높여주는 현상은 카르스트동굴에서 보편적인 현상이므로 이 요인은 제외된다.

그리고 ○동굴에는 다른 카르스트동굴에 비하여 미생물이 많이 존재하지만 지표면에서

와 같이 대부분의 면적을 차지할 정도로 풍부하지 않은 조건에서 미생물들의 활동에 의한 CO₂의 생성도 ○동굴의 CO₂농도변화에 큰 영향을 주지 못한다.

그러므로 ○동굴공기속의 CO₂농도에 결정적인 영향을 주는 요인은 동굴배태암균열공극속에 존재하는 CO₂이다. 동굴배태암균열공극속에 존재하는 CO₂농도에 영향을 주는 인자는 대체로 지표토양층속에 존재하는 생물기원의 CO₂이다. 그러나 이것도 다른 동굴에서도 볼수 있는 일반적인 현상이다.

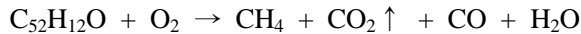
○동굴배태암균열공극속의 농도에 결정적인 영향을 주는 인자는 다른 요인 즉 무연탄의 형성과 변화과정에 생기는 CO₂이다.

동굴배태암은 만달주층의 암석으로 되어있는데 이 만달주층을 립석주층이 부정합으로 덮고있으며 여기에 무연탄층이 있다. 무연탄층에서는 탄의 형성과 변화과정에 많은 량의 CO₂과 CH₄이 방출된다.

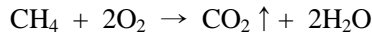
환원조건에서 무연탄이 형성되면서 CO₂이 방출된다.



또한 지층이 룡기되어 환원조건으로부터 산화조건으로 이행하였지만 무연탄은 변화과정에 CO₂을 방출한다.



이때 방출되는 CH₄도 오랜 기간의 느린 산화과정에 CO₂로 변화된다.



이렇게 무연탄의 형성과 변화과정에 생기는 CO₂은 대기 및 유기성인의 CO₂과 함께 균열을 따라 동굴에 류입된다.

2. 동굴공기속의 CO₂함량이 흐름형성물의 밀도에 미친 영향

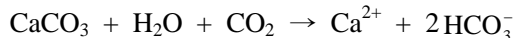
동굴에서 카르스트과정은 다음과 같이 진행된다.

$$\Delta P_{CO_2} = P_{CO_2}^{\text{물}} - P_{CO_2}^{\text{공기}}$$

$\Delta P_{CO_2} > 0$ 일 때에는 CO₂이 물면에서 날아나면서 카르스트수에 풀려있던 CaCO₃이 과포화상태에 도달하게 된다. 이때 CaCO₃이 침전되면서 퇴적지형체가 형성된다.



$\Delta P_{CO_2} < 0$ 일 때에는 CO₂이 물속으로 풀려들어가며 물은 불포화상태에서 보다 큰 용식능력을 가지고 용식작용을 한다. 이때 용식지형체가 형성된다.



$\Delta P_{CO_2} = 0$ 일 때에는 물속의 CO₂과 공기속의 CO₂이 평형에 도달하며 물속의 CaCO₃은 포화상태에 이르게 된다. 이때 용식과 침전과정이 진행되지 않으므로 그 어떤 용식 및 퇴적지형체도 생기지 않는다.

이렇게 동굴안에서 용식 및 침전과정을 조절하는 기본인자는 CO₂함량이다.

○동굴공기속의 CO₂함량이 다른 동굴에 비할바없이 높은것으로 하여 카르스트지형형성에서도 차이가 나타나고있다.

우선 동굴흐름형성물밀도에서 현저한 차이가 있다.

ㅅ동굴에서는 나이가 많은 제일 옷동단에서 흐름형성물들이 동굴의 전체 벽을 덮고 있으나 ㅇ동굴에서는 비록 동단의 나이는 많으나 흐름형성물들이 동굴 전체 벽의 30%밖에 덮지 못하고있다.

또한 ㅇ동굴에는 일부 흐름형성물들이 없다.

룡문대굴에서는 《천상수》와 같이 천정에서 물이 바닥에 떨어지면서 틈방울수침천물이 형성되어 석포도나 동굴진주를 이루고있으나 ㅇ동굴에서는 꼭같은 《천상수》가 있음에도 불구하고 침전과정이 진행되지 않고있다. 그리고 ㅇ동굴에는 ㅅ동굴과 같이 동굴호수는 있으나 ㅅ동굴에 있는 결정막층과 같은 수중형성물이 없다.

이것은 ㅇ동굴공기속의 CO₂함량이 다른 동굴에 비하여 현저히 높은데 있다.

맺 는 말

ㅇ동굴에서 흐름형성물의 밀도가 작은 원인은 CO₂함량이 현저히 높은데 있다.

참 고 문 헌

- [1] 宋林华; 地理研究, 1, 34, 2004.

주체104(2015)년 2월 5일 원고접수

Reason of Low Density of Speleothems in “ㅇ” Cavern

Jong Yong Song

We considered the reason of low density of speleothems in “ㅇ” cavern based on the law of corrosion and sedimentation process in the carst cavern. The reason is clarified that the content of CO₂ in the cave air is considerably high.

Key words: cavern, speleothem