

룡문대굴명소의 색변화원인과 그 방지대책에 대한 연구

정영성, 최철남

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《명승지를 보호관리하는데서 중요한것은 명승지의 생태환경을 파괴하지 않고 원상대로 보존하는것입니다. 산불과 산림람벌, 지하자원개발과 병해충, 오수와 공업폐설물로 인하여 명승지가 파괴되거나 오염되지 않도록 철저한 대책을 세워야 합니다.》

우리는 룡문대굴명소에서 최근시기 나타나고있는 색변화의 원인과 그 방지대책에 대하여 연구하였다.

1. 룡문대굴명소의 색변화원인

룡문대굴명소의 전형적인 색변화는 천정과 석순의 흰색과 황색이 검은색으로 변하는 것이다. 천정에는 검은색이 줄무늬형태로 나타나있고 석순에는 검은색이 띠형태로 수직방향으로 나타나있다. 천정의 검은색부분에는 굳지 않은 검은색알갱이들이 침전되어 검은색을 나타내고 석순의 검은색부분에는 검은색의 알갱이들이 방해석결정사이에 침전되어 검은색을 나타낸다.

석순의 검은색부분을 분석해보면 검은색알갱이들이 겉층에 얇게 덮여있고 얇은 방해석층으로 피복된것을 볼수 있다. 이로부터 검은색알갱이들이 동굴천정의 락수흐름과 함께 흘러내리면서 침전되며 검은색알갱이들이 락수속에 항상 포함되어있는것이 아니라 어떤 특이한 조건에서 포함되었다는것을 알수 있다.

천정의 검은색알갱이에 대한 분석 룡문대굴명소천정의 검은색시료를 분석하였는데 육안으로는 다 검게 보이지만 개별적인 알갱이들로 세분화되어있으며 검은색알갱이와 투명한 알갱이가 따로 존재하고있다. 검은색물질은 대부분 검은색의 탄산염결정속에 존재하며 함량은 극히 적다. 검은색물질에 대한 기구분석결과는 표와 같다.

표. 룡문대굴명소천정의 검은색물질에 대한 기구분석결과

분석기구	물질조성
X선회절분석기(《SMARTLAB》)	석영 8.3%, 고회석 77.9%, 방해석 13.8%
푸리에변환적외선분광기(《NICOLET-6700》)	철고회석, 고회석, 일리석, 마그네탄산망간광 석탄; 질량감소변화온도 380.54~572.00℃, 질량감소를 1.358%(석탄연소온도 400~800℃)
열무게분석기(《TGA-50》)	칼시움-마그네시움탄산염; 질량감소변화온도 570~930℃, 질량감소를 40.304%(탄산마그네시움연소온도 650~750℃, 탄산칼시움연소온도 900℃이상)

표에서 보는바와 같이 열무게분석기(TGA-50)에 의한 열무게분석에서 석탄물질이 검출되었다. 이 분석에서 시료의 질량감소변화온도는 $380.54 \sim 572.00^{\circ}\text{C}$, 질량감소율은 1.358%이다. 석탄의 연소온도는 $400 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 이다.

룡문대굴명소천정의 검은색물질에 대한 현미경 및 기구분석결과에 대한 해석 우선 탄산염결정속에 미량으로 함유되어있는것은 석탄물질이다. 또한 토양속에 혼한 일리석이 있는것으로 보아 지표수의 영향을 받았다. 그리고 검은색결정과 투명한 결정이 존재하는것으로 보아 석탄물질은 지표수와 함께 주기적으로 동굴안으로 들어오면서 탄산염결정속에 혼입되었다. 그러므로 검은색물질은 석탄이며 이것은 지표의것이라는 결론을 얻을수 있다.

석순의 검은색물질에 대한 불대에 의한 분석 검은색물질의 립도는 약 1mm이하이며 대부분이 $20\mu\text{m}$ 이하로서 석순의 결면부터 일정한 깊이까지 매우 작은 알갱이상태로 불규칙적으로 분산되어있다. 검은색물질이 섞인 종유석시편을 염산과 반응시킬 때 종유석은 염산과 세차게 반응하여 풀리지만 검은색물질은 염산에 풀리지 않고 잔사로 남았다. 잔사로 남은 검은색물질을 불대로 열을 주면 CO_2 로 산화되어 날아나고 연한 황색 또는 무색의 잔사가 남는다. 남은 잔사의 대부분은 석영(SiO_2)이며 황색물질은 산화철(Fe_2O_3)로서 석영의 결면을 씌운 상태로 나타난다. 불대의 온도는 약 900°C 이상이며 불대에서 탈수 있는 검은색물질은 석탄성분뿐이다. 이상의 실험결과로부터 석순의 검은색물질은 석탄이라는것을 알수 있다.

검은색물질의 원천에 대한 해석 룡문대굴주변에는 여러개의 탄광이 개발되어 저탄장과 운반도로가 존재하고있다.

탄광의 저탄장은 동굴보호구역안에 있으며 운반도로는 동굴분포구역의 중심을 가로 지르고있다. 그리하여 운반도로에서 흘러내린 석탄물은 동굴입구에 모이게 된다.

카르스트동굴은 지질구조선을 따라 형성되었으므로 동굴분포구역에 지질구조선이 존재하는것은 합법칙적이다. 저탄장과 운반도로에서 씻긴 석탄물은 지표를 따라 흐르다가 구조선을 통하여 동굴안으로 흘러든것이라고 볼수 있다. 그러므로 동굴안의 석탄물질은 저탄장과 운반도로의것이다.

2. 색변화의 방지대책

룡문대굴명소의 색변화를 방지하기 위해서는 지표에서 검은색물질인 석탄이 비물에 씻겨 흐르지 않도록 하여야 한다.

그러자면 보호구역을 과학적으로 정하고 보호구역에서 개발활동을 금지해야 하는데 이것은 동굴내부에 들어오는 불순물의 원천을 제거하기 위한 선차적인 문제이다.

동굴보호구역의 경계는 물모임구역을 고려하여야 하기때문에 보호구역경계는 분수령선을 따라 정하여야 한다.[1, 2]

그러나 종전의 보호구역경계는 이러한 원칙에서 정해지지 않았다. 즉 명소위치로부터 200m까지의 구역을 보호구역으로 하였기때문에 경계가 산허리를 따라 정해졌다.

보호구역을 새롭게 정하고 이 구역에서 진행되는 모든 개발활동을 중지하도록 해야 하며 빠른 시일안으로 수림화하여 지표에서 석탄물흐름이 일어나지 않게 해야 한다.

맺는 말

룡문대굴명소의 검은색물질은 지표의 석탄물질이다. 지표의 석탄물질이 동굴에 류입되는것을 막기 위하여서는 동굴보호구역을 합리적으로 정하고 보호구역에서 개발활동을 금지해야 한다.

참고 문헌

[1] 김일성종합대학학보(자연과학), 62, 10, 144, 주체105(2016).

[2] 宋林华; 地理研究, 1, 41, 2004.

주체105(2016)년 11월 5일 원고접수

Cause of Color Change and Its Prevention of the Beauty Spot in Ryongmun Cavern

Jong Yong Song, Choe Chol Nam

We studied the cause of color change and prevention in Ryongmun cavern. We analyzed black matter by instrument, discovered the cause and suggested the prevention proposal.

Key words: Ryongmun cavern, color change