

동굴학과 지구과학의 상관성

명예회장 홍시환

I. 개 요

동굴에는 석회동굴 그밖에 용암굴과 파식굴 등으로 구별되는데 그 대부분은 석회동굴이다.

석회동굴인 경우 이의 생성과정과 그 특성을 보면 다음과 같다.

지표면에 내린 빗물은 땅속에 스며들어가 지하수류를 이루어 투수층을 따라 흘러 빠져 들어간다. 이때 이 공동이 동굴이 되는데 공동의 천정면에서 떨어지는 물방울이 그 위 지층에서 석회암층을 스며 내릴 때에는 석회질이 용해된 물방울이 공동천정에서 고드름 모양으로 중유석을 발달시키거나 또는 공동바닥에 떨어져 석순을 성장시킨다. 이것이 석회동굴이다.

이와같이 생성과정으로 볼때에 지질과 지형학 분야가 이에 관련된다.

그리고 석회암의 용해작용은 화학과 밀접하게 관련되고 있으며 지하수류의 침식작용은 물리학과목과 관계된다.

이 밖에도 동굴생물은 암흑의 지하에서 살아오기 때문에 눈이 퇴화되고 더 드미인 촉각이 성장한다. 그리고 색깔은 퇴색되어 흰색이나 회색으로 되는데 이와같은 지하수생물은 특수한 생물학분야로 등장하게 된다.

그리고 동굴속은 항상 온도와 습도가 거의 같고 변화가 심하지 않기 때문에 이것 또한 기상학적인 측면에서도 많은 연구가 기대되고 있으며 이밖에도 선

사시대의 주거지로 이용되어 왔던 면에서 보아 고고학과 인류학적인 측면에서도 중요하다고 하겠다.

그리고 최근과 같이 동굴이 관광면으로의 개발이용, 저장고, 양송이 등의 재배지로 이용되고 있는 이때 동굴경제의 측면도 무시할 수 없는 중요한 분야로 등장하고 있다고 할 수 있다.

II. 석회동굴의 지리적 분포

1. 석회동굴의 지형과 지질구조

석회동굴은 Karst지형에 분포한다.

석회암이 널리 분포되고 있는 지역에서는 용식지형이 발달되어 이른바, Doline, Uvale와 같은 Karst지형이 발달한다.

우리나라에는 남한보다도 북한의 관서지방남부에 널리 석회암지역이 전개되고 있어 이곳에 갖가지의 지형이 발달하고 있다.

이제 우리나라의 주요 지형의 분포지역을 소개한다면 황해도의 서흥, 신막, 수안, 곡산, 물개지역과 평안남도의 덕천, 성천, 강동지방, 그리고 강원도의 삼척, 영월, 평창, 정선, 명주지방, 충청북도의 단양, 제천, 괴산지역 그밖에 경상북도의 울진문경들이 이에 속한다.

이 남한에서 가장 Karst 지형이 잘 발달하고 있는 곳은 태백산맥의 남쪽 끝 머리 지역인 강원도, 충청북도, 경상북도의 접속지역이며 이들 지역에서는 널리 Doline와 같은 Karst 지형이 도처에 전개되고 있다.

특히 강원도 삼척땅의 여삼 Polije 지역은 우리나라 남부에서는 가장 넓다란 Compound Doline 지역으로 되고 있다.

이밖에도 충북 단양의 가곡지구에서는 가장 모식적인 Compound Doline가 발달되고 있으며 삼척군 하장면의 고위평탄면에는 우리나라에서는 대표적인 고산 Karst 지형이 분포하는 지역으로 알려있다.

이와 같은 Karst 지형이 넓게 전개되고 있는 지역에서는 지하에 석회동굴이 발달되고 있는데 삼척지구가 그 대표적인 예라고 할 수 있겠다.

이 지역들은 대체로 Cambro-Ordovician Period의 조선계 양덕통과 대석회암통에 속하고 있는데 전라북도의 익산군 천호동굴지역은 고생대의 옥천계지층으로 넓게 전개되고 있는 결정질 석회암이 분포되고 있다.

그리고 충청북도의 영동지구, 전남의 장성지구와 화순은 결정편마암계에 석회암이 박층으로 개재하고 있어 그 동굴의 규모도 소규모이고 따라서 Speleothem의 경관도 보잘것 없는 것이 보통이다.

2. 지질과 석회동굴의 분포와의 상관

우리나라의 석회암은 그 지질시대가 오랜 지층으로 되고 있으므로 석회암의 화학성분의 CaO 45% 이상이고 MgO는 3% 이하의 품위를 지니고 있어 좋은 석회질로 평가받고 있다.

따라서 이들 지층에 해당되는 강원도의 태백지구 동쪽 부분의 석회동굴들은 그 대개가 대규모적이고 Speleothem들의 경관도 매우 훌륭한 양상을 나타내고 있다.

석회암은 다른 암석에 비하여 가장 용식작용이 현저하므로 이 석회암 지역에 Karst 지형이 가장 발달한다. 대체로 우리나라 석회암의 지리적분포를 본다면 네개의 광대지역과 그밖에 수많은 석회암의 산재지역으로 나뉜다.

즉 가장 넓게 석회암이 분포되고 있는 지역은 이른바 평안남도 동부지역과

함경남도의 남부접경지역 그리고 황해도 서남부 그리고 강원도 남부지역 그리고 추가령지구대의 일부들이 이에 속한다.

특히 남한의 석회암 분포지역을 상술한다면 문경-단양-제천-영월-평창-정선-삼척-강릉에 걸친 지역들이다.

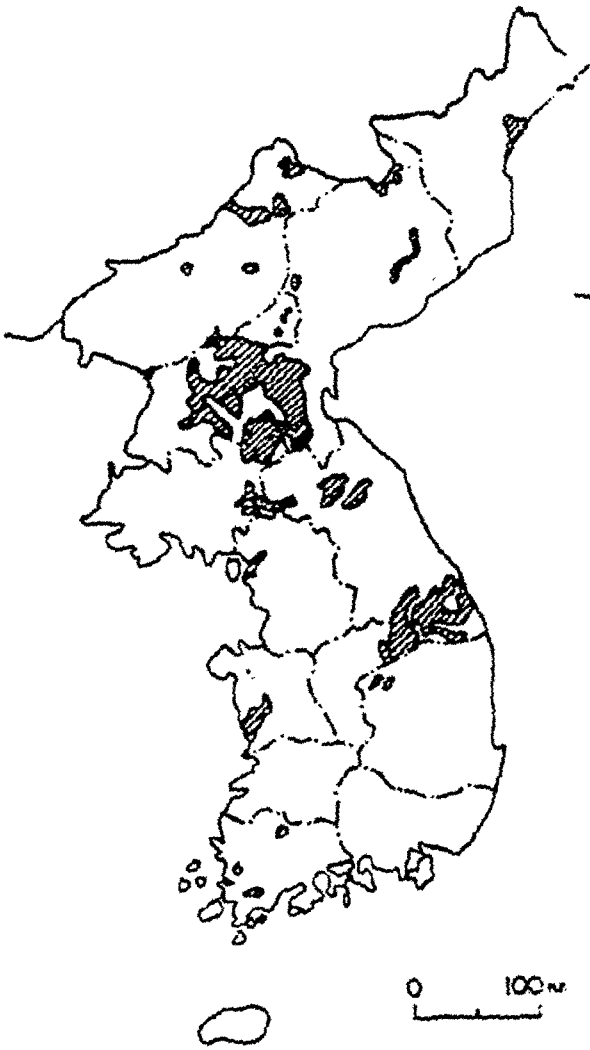
이 지역들의 지질년대는 전술한 바와 같이 Cambro-Ordovician Period의 조선계의 대석회암통이 속하는데 이 조선계 지층의 분포면적은 남한 총면적의 8.5%에 달하는 18,622km²에 달한다.

이와같이 광대하게 분포되고 있는 석회암중에는 사암, 규암, Shale 점판암등이 발달되고 있는데 이 석회암중에는 불순물이 비교적 많은 이질석회암, Dolomite질 석회암들이 소개되고 있어 동굴발달에 박차를 가하고 있는 실정이다.

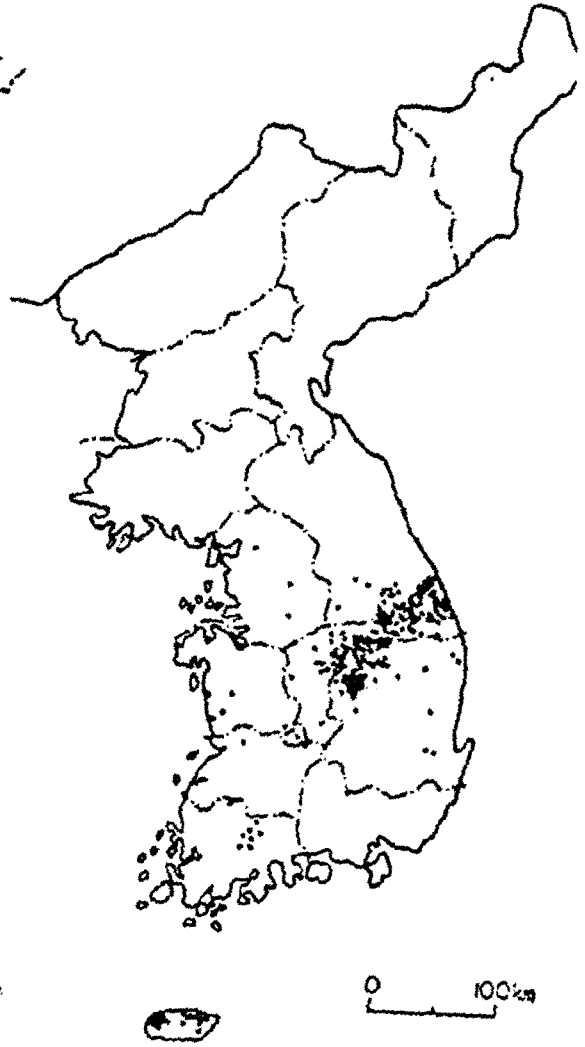
따라서 우리나라의 대석회동굴은 그 대부분이 조선계 대석회암통의 막동 석회암지층에 분포되고 있다.

이밖에도 그 지질시대가 아직 확인되지 않고 있는 옥천계 창이층내의 석회암층에도 석회동굴이 발달하고 있는데 이의 좋은 예는 강원도 울진의 성유굴이다.

영월의 고씨굴과 용담굴, 단양의 온달굴과 고수굴, 노동굴, 천동굴, 정선의 화암굴과 비룡굴, 평창의 대화광천굴, 문경의 관산굴, 삼척의 관음굴, 환선굴, 초당굴, 평창의 백룡굴 등이 대석회암통지층의 대표적 석회동굴이다.



석회암의 분포도



남한의 동굴분포도

Ⅲ. 과학으로서의 동굴학

동굴학이 종합과학이라는 학술적 정의는 이미 1900년에 프랑스에서 “마텔”(E.A.Martel)의 “스펠레올로지 또는 동굴의 과학”이라는 논문에서 제창되었고, 그후 독일에서는 1906년에 쿠네벨(W.Knebel)이 동조하였으며, 같은해 오스트리아의 키를레(G.Kyrle)가 비인대학에서 “동굴학”이란 강좌를 개설하였다. 그리고 계속하여 1908년에는 스펠레올로지(동굴)연구소를 설치하기에 이르렀다.

또한 1923년 간행된 키를레(G. Kyrle)의 저작인 “이론적 동굴학의 개요”에서는 동굴학은 일반적으로 자연동굴의 이론이며 특히 자연동굴에 관한 현상 및 형태와 이의 영향의 방법론적 과학이라고 하였고 보글리(A. Bogli)는 동굴학은 “동굴경관의 기재”를 중심한 지형학이라도 논하고 있다.

위에서 말한 바와같이 동굴은 지형학, 지질학, 생물학, 기상학 그리고 화학, 물리학 분야에 이르기까지 관련되고 있는 분야이므로 이들의 종합적인 상호 관련에서 나타난 환경과 특성들의 연구는 종합과학으로서의 동굴학의 제창을 뒤늦게나마 들을 수 있다고 하겠다. 그리고 동굴학을 다시 세분하여 분류는 이미 1923년에 키를레(G. Kyrle)가 다음과 같이 시도하였다.

- ┌ 이론적동굴학 (과학적동굴학=동굴생성학, 문화사적동굴학)
- ├ 응용적동굴학 (동굴연구=연구조사기술동굴보전)
- └ 동굴경제학 (동굴개발이용)

한편 1953년에는 트리멜(Trimmel, H)은 다시 세분하였는데 다음과 같다.

- ┌ 지적동굴학→카르스트, 동굴현상의 생성조건, 상태, 분포등
- └ 생적동굴학→동식물의 생활공간

- 인문적동굴학→과거, 현재에 있어서의 인간과의 관계
- 응용적동굴학→ 과거, 현재에 있어서의 인간과의 관계
- 역사적동굴학→ 동굴의 이용, 역사적발달
- 기술적동굴학→동굴탐험, 조사기술

요컨대 1960년대 이후의 동굴학의 체계는 대체로 다음과 같은 구분으로 나누어지고 있다.

* 물리적동굴학

- (1) 지적동굴학 (카르스트지형학, 지질학, 생성론, 수리학, 광물, 및 암석학, 동굴퇴적물론, 동굴기상학)
- (2) 생적동굴학 (동국식품, 동물, 고생물학)
- (3) 인문학동굴학 (선사유적, 인문적발견물, 역사와 전설)

* 응용적동굴학

카르스트농업, 카르스트상수도, 카르스트위생학, 동굴개발

* 실용적동굴학

역사적동굴학, 동굴사진, 동굴탐험, 통행기술, 동굴측량

마침내 1969년 9월에 서독에서 열린 제5회 국제동굴학회의에서는 카르스트 지형분야, 동굴생성학분야 생적동굴생물분야, 동굴개발이용 및 환경보전 분야 그리고 동굴의 역사, 고고학, 인류학적분야, 그 밖에 동굴탐험 및 기술분야등으로 분과위원회가 설립되고 용암동굴인 화산동굴분야는 따로 국제 화산동굴 학회의가 분리되어 세계대회를 열기로 되었다.

사실상, 동굴학의 학문적성격은 인정받게 되었다고 할 수 있다.

IV. 동굴의 학술적연관성

1. 동굴과 인류고고학

동굴을 주거지로 이용한것은 우리나라 보다도 유럽쪽이 본거지로 삼아 왔으며 최근에 구석기시대의 주거지의 유적들이 많이 나타나고 있다.

한편 인류의 먼 선조들이 대부분 아프리카의 동굴 속에도 나타났는데 200만 년전 생존하였다고 추측되는 오스트랄로 피소스크 아프리카인의 뼈는 베추아나 랜드의 타운즈에 가까운 채석장의 석회동굴속에서 처음으로 발견되었다. 이는 완전한 인간이라고는 생각되지 않지만, 간단한 곡기와 악기를 사용하였다는 증거가 있다.

사실상 도처에서 우리들의 조상들은 이 동굴속에 화려하고도 사실적인 생존의 기록을 남겨 놓고 있다.

즉, 크로마농인의 유적이 남겨져 있는 영국 사우스웰즈의 파질란 동굴을 비롯하여, 유럽대륙에서만도 수많은 동굴벽화들이 남겨져 있다.

그들은 동굴속 암벽에 몇 천이나 되는 동물의 모습을 사실적으로 그려 놓고 있는 것이다.

그리고 우리나라에서는 전술한 단양의 고수동굴 이외에도 임진왜란때 피난굴로 이용되었던 영월의 고씨굴, 울진의 성류굴, 정선의 화암굴 등에서 인골화석이며 토기들의 유편을 찾아보게 된다.

요컨대 동굴은 우리 조상들의 숨결이 담겨진 곳이고 보니 그 인류고고학의 가치는 매우 크다고 하겠다.

따라서 동굴벽화가 있거나 노지, 성혈등 그밖의 석기류와 벽화석들이 풍부한 동굴들은 그 학술적 가치가 매우 크다고 하겠다.

2. 동굴과 지질 및 지형학

동굴은 그 지역의 지질구조, 구조암석, 지층형성 그밖의 지질적 조건과 지표면의 지형조건 등에 따라서 그 동굴의 형성과정이 달라지고 또한 특징이 워진다고 하겠다.

우선 석회암지역인 경우에서만 화려한 종유석과 종유관, 유석과 석순과 석주등의 2차 생성물들이 성장할 수 있는것이고 그것은 석회암질과 성분에 의하여 크게 좌우된다고 하겠다.

실지로 지질시대에 따라서도 동굴의 성장이 달리되고 지표면의 지형양상에 따라 특히 암층의 배열, 주향등은 동굴의 성장, 2차 생성물들의 발달과 직결되고 있는 것이다.

학문적인 차원에서 볼때에도 석회동굴의 내부는 지하수류가 수식작용 즉, 침식작용으로 통로가 발달하였고, 나아가서는 밖의 지표면에서의 풍화작용과 같은 외적영력을 받지 아니한 원지형을 그대로 볼 수 있기 때문에 동굴속의 지형관찰은 현지학습장이 될 수 있다.

뿐만아니라 동굴속에서 천정, 벽면 그 밖의 바닥등의 지질과 지층구조도 우리가 지표면에서 보는것 보다는 훨씬 직관적으로 땅속에서 변화받지 않는 상태의 지층, 지질 상태를 볼 수 있어 현장관찰에 커다란 도움이 된다.

3. 동굴속의 주요 지형지물

(1) 종유관(straw)

동굴 천정면의 곳곳에서 내려 뻗은 투명체인 빨대모양의 생성물로 스트레오 또는 소오다스트로오라고도 불리운다.

(2) 종유석(stractite)

보통 종유석이란 동굴의 천장이나 벽면에 내려 뺀은 생성물을 가리키나 넓은 뜻에서는 석순이나 석주까지 모든 동굴생성물을 총칭하는 경우도 있다.

(3) 베이콘종유

동굴천정면에 또는 느린 경사의 동굴벽면에 길게 그리고 얇게 막장을 이루면서 성장하는 이차생성물로 베이콘과 비슷하다고 하여 베이콘종유 라고 한다.

(4) 석순 (stalagmite)

천정에서 또는 벽면에서 떨어지는 지하수에 의하여 이루어지는 퇴적물을 석순이라고 한다.

(5) 석주 (column)

천정에서 매달리는 물방울이 종유석을 만들고 이들이 떨어져서 동굴 바닥에 이른바 석순을 발달시키고 있는데 이들 종유석과 석순의 발달이 계속되어 서로 연결되었을때 이것을 석주라고 한다.

(6) 케이브퍼얼(cave pearl)

동굴생성물중에는 동굴의 천정이나 벽면에 부착되지 않은 생성물의 하나로는 케이브퍼얼(동굴진주)이다. 이는 그 크기가 직경수 1cm에 달하는 것도 있는데 그 모양은 원형이나 구형을 이룬다.

(7) 플로우스톤(유석) (flowstone)

동굴벽에서 흘러내리는 용암에 의하여 생성되는 생성물로 폭포가 흘러내리는 듯한 경관을 말한다.

(8) 케이브코랄 (동굴산호)

흔히 어떤 동굴에서도 볼 수 있는 동굴생성물로 구상을 이루는 돌기

지물로 산호모양을 이루는 것을 말한다.

(9) 수직조흔 (vertical groovings)

수직동굴의 벽면에서 흔히 볼 수 있는 수직으로 뺀어내린 줄기를 말하며 그 줄기의 도량 크기는 그 넓이가 1-30cm이고 길이는 벽면에 계속 내려 뺀고 있어 다양하다

4. 동굴과 기상학

동굴속의 기상은 커다란 변화가 없는것이 특징이다. 항상 캄캄하고 항상 동굴내 대기의 변화가 없는것이 보통이기 때문이다.

더구나 석회동굴의 경우 동굴입구가 2개소의 이상일때는 기류의 이동이 생겨서 동굴의 대기상태가 고르지 못할 것이나 대부분의 동굴은 밀폐된 폐쇄형 동굴의 경우가 많기 때문에 이때의 경우에는 동굴의 기상 즉 대기의 상태는 학술연구의 좋은 자료가 된다.

즉 동굴 생성의 서식환경을 이루고 있는 대기상태의 건습, 기온의 고저, 온도의 변화 등등에 따라 때로는 2차 생성물의 성장 발달에 커다란 요인의 하나가 되고 있기 때문이다.

이밖에도 다습한 동굴의 서식환경은 동굴생물의 서식에 유리한 조건을 제공해주고 있기 때문에 다습한 동굴의 서식환경의 연구조사는 생물생태하고는 크게 관계가 되고 있어 학술연구에 도움이 된다.

5. 동굴과 생물학

동굴생물은 진동굴성, 호동굴성 그리고 외래성동물들의 셋으로 대별되고 있다. 동굴생물은 캄캄하고 대기의 변화가 적은 항온, 항습의 대기환경 속에서

서식하고 있기 때문일 뿐만 아니라 더구나 영양분과 사료가 될 수 있는 미생물의 서식조건이 나빠서 동굴생물의 서식조건이 매우 불리하다고 볼 수 있다.

따라서 동굴생물은 그 형태가 왜소하고 진화의 템포가 매우 느린 관계로 동굴생물들은 때로는 원래의 모습을 그대로 지니고 있지 않으면 조금 진화된 상태의 모습을 지니고 있는 경우가 많다.

또한 동굴생물은 캄캄한 환경속에서 서식하고 있어 눈이 없고 더드미가 길게 발달되고 있어 이밖에 햇볕을 받지 못해 희미한 회색빛을 띄우는 경우가 많아 학술연구의 좋은 대상이 되고 있다.

6. 동굴과 물리화학

화산동굴의 경우 동굴속에서 물리적인 현상과 화학적 현상을 찾아보기 힘들다. 다만, 석회동굴은 지하수의 물리적인 침식작용으로 지하동굴이 생기고 2차적으로는 석회암이 화학적인 용해 용식작용으로 성장하기 때문에 물리학적 작용이나 화학적 작용이 매우 중요하게 여겨지고 있다.

또한 석회암이나 구조암석의 성분등의 분석 규명도 동굴성장이나 퇴적물의 발달에 크게 관계되고 있으므로 물리학이나 화학등의 학습현장으로서도 동굴은 매우 중요하다고 하겠다.

7. 동굴의 학술문화적 가치성

“동굴”하면 캄캄한 암흑세계를 바로 생각하게 된다. 그리고 무시무시한 북마전을 연상케 하기도 하고 한편 신비로운 지하궁전을 방불케도 한다.

사실상 어떤 동굴들은 그 옛날 우리조상들의 생활터전으로 이용되어 왔을 뿐만 아니라 때로는 전란을 피하는 피난지로 또는 마음을 가다듬고 수양하는

수도장으로도 이용되어 왔다.

다시말해서 오랜 역사를 통하여 동굴은 우리 인간 생활에 밀접하게 관계하여 왔으며 또 앞으로도 계속될 것이다.

이와같은 동굴들이 어떤것은 학술적으로 희기하기도 하고 또 그 경관이 매우 화려하기도 하여 오늘날 각급 문화재로 지정 받고 있는 것이다.

현재 우리나라의 동굴중 10개소는 천연기념물로 지정되어 있으며 15개소의 동굴은 지방문화재로 보호되고 있다. 실제 우리나라에는 수많은 자연동굴들이 문화재로 지정되어 보존되고 있다. 대체로 전국에 약 400개소의 동굴이 있는 것으로 파악되고 있으나 구중에는 세계 제일가는 화산동굴이 있는가 하면 한편 세계에서도 그 유례를 찾아보기 힘든 화려하고도 기이한 석회동굴들이 많이 있어 이름났다.

이제 우리나라 동굴들의 문화재적 가치 판단을 다시 한번 재확인하는 시점에 이르렀다고 하겠다.

즉 제주도에는 세계에서 제일가는 화산동굴 길이를 가진 빌레못동굴(11,749m)이 있는가 하면 그 화산동굴시스템으로도 세계 최장을 자랑하는 협재굴 화산동굴시스템(17,174m)이 있다. 또한 만장굴은 그 동굴의 규모가 세계적인 뿐만 아니라 동굴속에 지닌 각종 지형지물이 많거나 희귀하여 널리 세계에 이름나기도 했다.

이밖에도 육지부에는 그 경관이 화려한 단양의 고수동굴, 천동굴, 노동굴을 비롯하여 삼척의 관음굴과 그 규모가 큰 초당굴과 환선굴등이 알려져 있는가 하면 영월땅에는 고씨굴, 용담굴, 등이 땅속에 도사리고 있고 정선땅에는 화암굴을 비롯하여 이색적인 동굴 산호의 산호동굴이 발견되고 있다.

실로 자연동굴의 대부분은 오랜 역사를 통하여 이루어져온 자연적 소산이기

때문에 이들의 관찰로 우리는 지구과학적 자연현상의 변천 역사를 이해할 수 있을 뿐만 아니라 그 옛날 선사시대의 주거지로서의 우리 조상들의 숨결을 찾아볼 수 있는 곳이기도 하기 때문에 그 환경의 보전에 더욱더 심혈을 기울여야 하겠으며 이 천혜의 희귀자원을 자손만대에 그대로 물려줘야 하겠다.

V. 결론

요컨대 동굴학분야는 지구과학분야에 포함된다고 하겠다.

문제는 동굴이 탐사, 관광의 터전으로만 생각치 말고 되도록이면 그 학술적 가치를 부각시켜 자연관찰을 각분야에 걸쳐 할 수 있는 내고장의 자연학습의 현장으로 보아야 하겠다.

따라서 동굴과학 동굴학은 종합적인 지구과학의 분야이라 하겠다.

내고장에 동굴이 있다면 동굴학 즉 지구과학(고등학교), 과학(중학교), 자연(국민학교)등의 자연관찰의 현장으로 개발 이용하고 나아가서는 내고장의 자랑일 뿐만 아니라 이에 대한 긍지를 갖게하여 애항심을 키우는 도장으로 이용할 수 있다고 하겠다.