

# 幻仙窟 周邊地域의 氣候 및 水文環境에 관한 研究

신흥전문대 교수 金 秋 潤

## 1. 서론

三陟郡에 위치하는 幻仙窟 주변의 자연환경중에서 특히 洞窟 형성에 영향을 주는 氣候와 水文環境에 대하여 조사하여 그 특징을 파악하고자 하는 것이다. 먼저 삼척지방의 일반적인 地理的 특징을 살펴보면 대략 북위 37.5° 부근에 위치하고 있으며 평균 해발고도가 650m로 비교적 고지에 위치하고 있어서 최한월(1월) 평균기온이 -4°C 정도로 겨울철에는 한냉한 냉대기후(Dwb)에 해당한다. 그러나 地形과 海流의 영향으로 동위도상의 서해안 지역보다 온난하여 겨울철에도 온난한 온대습윤기후(CFa) 지역에 포함된다.

三陟郡의 서쪽에 남북 방향으로 길게 발달한 태백산맥은 겨울철에 한냉한 북서계절풍을 차단해 주고 있으며 또한 원현상으로 삼척지방에 승온현상을 일으키기도 한다.

삼척지방의 서쪽으로는 태백산맥이 위치하고 북서쪽에는 해발 1561m의 거리 왕산과 두타산(1353m)이, 남서쪽으로는 함백산(1573m)과 덕황산(1071m)이 위치하고 있고, 오십천이 남서쪽으로 흘러들고 있다.

東海에는 삼척이 위치한 해역까지는 연중 난류인 동한 난류가 흐르고 있다. 또한 태백지방의 지형조건은 우선 해발고도가 높은 지역이며, 주변에는 태백산(1547m), 연화봉(1053m), 함백산(1573m) 등 해발 1000m 이상 되는 7개의 연봉으로 둘러싸여 있는 분지를 형성하고 있다.

東海에는 쿠로시오의 지류인 동한난류가 흐르고 있어 겨울철의 기온을 온난하게 하여주고, 삼척지방도 우리나라의 대부분 지역과 같이 여름철에 우기가 나타나고 겨울철에는 건기에 해당하지만, 비교적 건기에 해당하지만, 비교적 여름철 강우집중도가 낮으며, 겨울철 강수도 눈으로 인하여 많은 편이다.

## 2. 氣候的 特性

삼척지방의 연평균 기온은 12.1°C이며, 최한월(1월) 평균기온은 -0.3°C, 최난월(8월) 평균기온은 23.9°C이며, 삼척지방의 최저기온 극값은 78년 2월 1일에 -15.6°C를 기록하기도 하였다.

삼척지방의 서쪽 태백산맥의 고도를 1300m라고 하고, 서해안의 인천지방의 2°C이고 상대습도 66%(월평균 상대습도 66%)인 경우를 고려하여 보자.

상대습도가 66% 이므로 대략 해발 200m 정도에서 응결을 하게 되어 이후 부터는 습윤단열변화를 하게된다. 그러므로 200m 부터 1300m까지는 0.5°C/100m 씩 변화하게 된다. 산맥을 넘은 공기는 건조단열변화(1°C/100m)를 하게 되므로 인천지방에 비하여 5.5°C정도가 상승하게 되어 삼척지방은 7.5°C정도가 된다. 물론 동해안의 온난한 이유를 이와 같이 단순하게 된현상에 의한 승온현상으로 설명하는 것은 곤란하다.

대기현상이 반드시 이론적으로만 진행되지 않고 많은 복잡한 과정이 작용할 것이다. 동해안 지방은 서해안 지방에 비하여 기온이 높은 것이라는 요인들이 그 반대의 경우보다 많은 것은 확실하다.

삼척지방의 여름철 기온은 7,8월에 각각 23.2, 23.9°C로 다른 지방과 비슷한 온도 분포를 나타낸다. 삼척지방의 여름철 최고 기온의 극값은 78년 7월 3일에 37.4°C를 기록한 바 있다.

(표 1) 삼척 지방의 월별 기온(0.1°C)

지역	요소	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
삼 척	평균	-3	9	54	117	168	195	232	264	193	142	79	23	121
	최저	-48	-33	5	59	110	153	196	213	148	91	30	-22	74
	최고	51	61	104	170	222	240	274	304	244	199	134	79	172

태백에 인접한 장성지방은 연평균 기온은 9.4℃로 삼척지방의 12.1℃에 비하여 2.4℃정도 낮은 값을 나타내며 최한월(1월)은 -4.3℃로 삼척에 비하여 4℃가 낮다.

최난월인 7월에도 21.8℃로 여름철에도 비교적 신선한 기후를 나타낸다. 이는 해발고도의 영향이라고 생각된다.

삼척지방의 연평균 강수량은 1180.9mm로 우리나라 평균 강수량 정도에 해당하며, 비교적 습윤한 편이다.

최다우월인 8월에 199.3mm이며 최소우월인 12월에는 36.1mm를 기록하고 있다. 여름철(6, 7, 8월)과 겨울철(12, 1, 2월)을 비교하여 보면 여름에는 435.4mm, 겨울에는 158.3mm로 여름이 겨울철의 2.7배 정도에 불과하며, 여름철 강수 집중도는 36.8%에 불과하다.

삼척지방의 강수의 계절별 분포 특징의 하나는 가을철인 9, 10, 11월에 각각 160.4, 120.9, 100.6mm로 많은 분포를 보인다. 즉 각 계절간의 강수 차이가 우리나라의 다른 지방에 비하여 적다고 할 수 있다.

겨울 강수가 다른 지방에 비하여 많은 편인데 이는 겨울철에 나타나는 북동기류에 의한 지형효과에 의하여 형성되는 강수에 기인한다.

삼척지방의 강수량의 극값 중 최다 강수량은 81년 9월 3일에 198mm를 기록한 바 있다.

(표 2) 삼척과 태백의 월별 강수량(mm)

지 점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
삼 척	64	58	61	84	60	96	140	199	160	121	101	36	1181
태 백	17	26	52	106	68	240	195	259	154	46	50	24	1086

삼척지방의 바람은 다른 해안 지방에 비하여 비교적 풍속이 약한 편이므로 연중평균 풍속은 1.1-1.6m/sec 이다. 연평균 평균 풍속은 1.4m/sec 이

며, 계절별로 볼 때는 여름철에는 1.1m/sec 정도로 가장 약하고 겨울철에는 1.6m/sec로 비교적 강하다.

풍향은 연중 서풍이 우세하게 불고 있으며, 계절별로는 여름철인 6, 7월에 동남동풍이 각각 불고 있고 그 외에 서풍의 빈도가 가장 높다.

삼척 지방의 풍속의 극값을 월별로 보면, 1월에는 제 4위의 값까지 남서풍 계열로 불고 있고, 제 5위의 값은 북북서 풍이 불었다.

풍속 제 1위의 값은 81년 1월에 나타났고 12.0m/sec를 기록하였다. 2월에 제 5위까지의 극값 중에는 북풍 남서계열의 바람이 불었으며, 최고값은 75년 25일에 8.5m/sec를 기록하였다.

(표 3) 삼척지방의 풍향 및 풍속

지역	요소	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
삼	풍향	SW	NE	WSW	SW	SW	W	ESE	SW	NE	WSW	W	W	W
척	풍속	1.6	1.5	1.6	1.7	1.4	1.3	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.4

### 3. 水文 概觀

이 幻仙窟이 배태되고 있는 지역은 石灰岩地域이므로 이 지역의 地表水는 거의가 地下로 스며들고 있어 비교적 적은 양의 地表流水가 있을 뿐이다.

즉 대부분의 물은 伏流하여 地下水流를 이루고 있는데 따라서 地表面에서는 여름철의 강우 계절에나 地表流水를 보게된다.

유고슬라비아와 이탈리아의 국경지대인 아드리아해(Adriatic Sea)의 北東海岸을 따라 카르스트(Karst)라는 지역이 있는데 이곳에는 대소의 低地가 많이 발달되어 있다. 이러한 地形은 이 지대가 石灰岩地帶이고 地下水의 용해 작용에 의해서 형성되었기에 카르스트 地形이라고 부른다.

카르스트 地形에는 지표에 돌리네, 우발레, 폴리에 등 각종 지표 地形이

나타나고 지하에는 절리를 따라 스며들어온 地下水에 의해서 空洞이 생기고 여기에 石筍, 石柱, 鐘乳石 같은 二次生成物이 생긴다.

이러한 경관은 地下水의 溶蝕作用 때문에 일어나는데 이때 岩石의 成分에 따라 地下水의 水質에 큰 차이를 가져오게 된다.

빗물과 같은 순수한 地下水를 발견할 수 있는 장소는 석영모래(Quartz Sand)로 이루어진 모래 퇴적층의 하부 층서 뿐이다. 地下水를 분석해 보면 용해되어 있는 이산화탄소의 量이 雨水와 거의 같은 정도이며 또 미량이나 마 다른 物質도 포함되어 있다.

石灰洞窟이 있는 카르스트 地形의 地下水는 硬水로 용존칼슘과 약간의 마그네슘을 함유하므로 비누가 잘 풀리지 않는다.

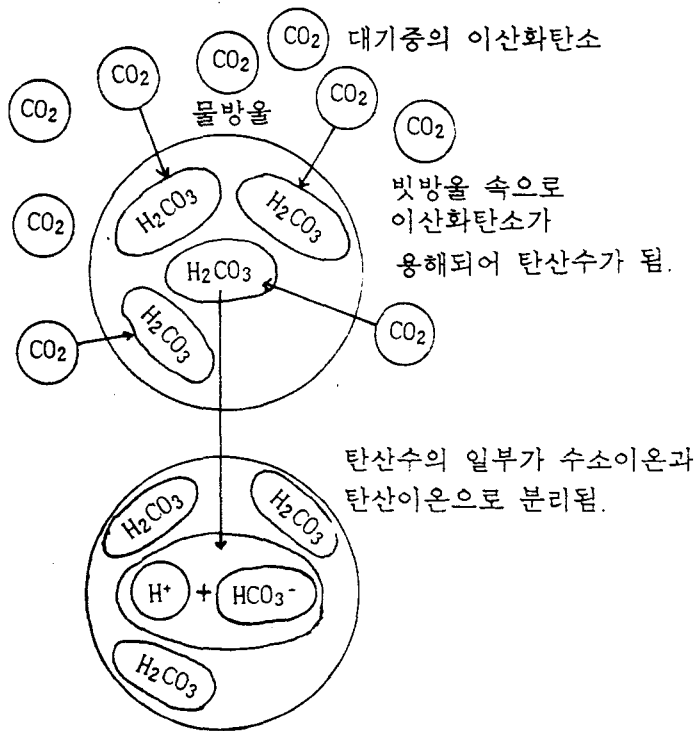
地下로 침투한 雨水는 岩石과 토양을 化學的으로 변화시키거나 반응함으로써 地下水는 많은 용존 이온을 함유하며 토양과 表層으로부터 공급된 다른 成分도 함유하게 된다.

순수한 모래층이 아닌 石灰岩이나 세일층은 地下水에 의해서 많은 성분들이 용해되어 물맛을 해치는 경우가 많다.

소량의 地下水는 자연적으로 軟性化가 가능한데 이같은 현상은 地下水가 지올라이트(Zeolite) 광물을 함유하는 지층을 통과하거나 또는 그런 地層과 서로 반응하므로써 이루어지게 된다. 지올라이트는 水化된 규산염으로써 물 속에 있는 어떤 이온이 고체에 결합되어 있는 어떤 이온과 교환됨으로써 화학적으로 흡착하는 것이다.

카르스트 地形의 地下水는 쉽게 오염되는데 그것은 陷落孔과 균열된 석회암의 기반암을 통해서 지상의 오염물질이 帶水層으로 빠르게 운반되기 때문이다. 우리가 보통 약수라고 부르는 탄산수는 地下水의 일종인데 물에 이산화탄소가 용해되어 있는 것이다. 이산화탄소의 성분은 우리가 일상생활에서 항상 접하고 있는 물질이다.

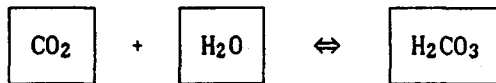
대기중의 CO<sub>2</sub>는 분자비로 0.03% 가 포함되어 있어서 매우 희소하지만 질소(78%), 산소(21%), 아르곤(0.9%) 다음으로 많은 성분이다.



(그림 1)  $\text{CO}_2$ 가스가 우수에 용해되어 약한 탄산수를 만들고, 이는 다시 물과 반응하여 수소이온과 탄산이온으로 되는 모식도.

탄산수는 극히 약한 산이기 때문에 염산 또는 황산에 비해 물질에 대한 화학적 影響力이 매우 약하지만 지표에서 다량으로 그리고 지속적으로 장기간 공급될 수 있으므로 암석의 풍화에는 충분한 힘을 발휘하는 것이다. 대기중의 CO<sub>2</sub>와 雨水와의 반응에서 탄산수의 생성을 모식적으로 보여주고 있다(그림 1).

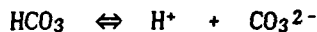
이의 반응은 아래 식으로 간단히 표현되지만 CO<sub>2</sub>의 용해도가 극히 낮으며 온도와 압력에 따라 可逆反應이 된다.



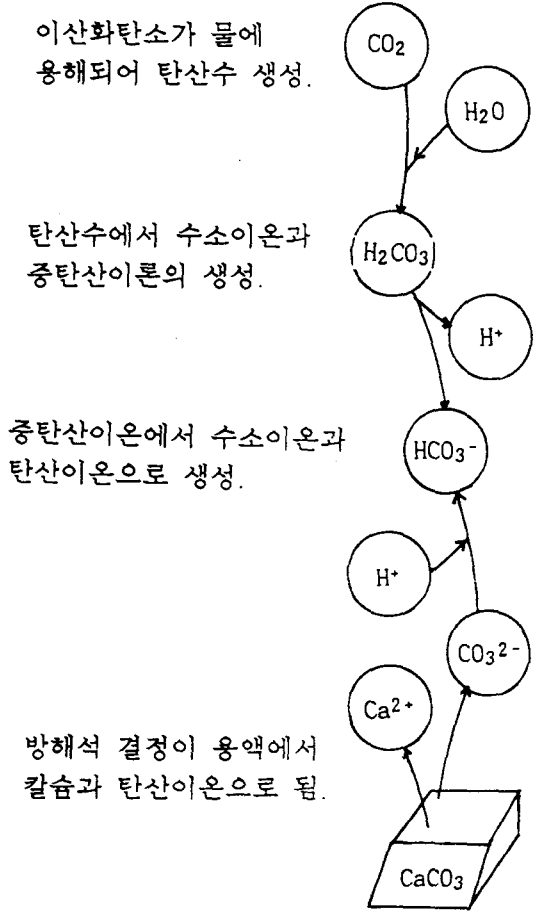
대기중에서 CO<sub>2</sub>의 용해도는 1ℓ의 순수한 물에 0.0006gr의 탄산수가 평형을 이루는 정도이지만 장구한 時間을 고려하면 석회암의 風化를 충분히 시킬 수 있다.

최근 자동차 배기가스나 공장의 굴뚝에서 배출되는 유황가스가 산성비(Acid Rain)를 내리게 해서 환경오염의 문제로 등장하고 있다. 이때 산성비는 황산을 미량 용해시킨 것으로 탄산에 비해서 월등히 강한 것이다.

탄산수는 약황산이기 때문에 동식물의 생존에는 큰 피해를 주지는 않는다. 탄산수가 H<sup>+</sup> 이온과 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 이온으로 되는 올은 HCl, KCl 등과는 달리 매우 희소하며 분자비로는 탄산수의 1,000분의 1 정도이며 여기서 아래 식으로 이온화되는 올은 10만분의 1 정도이다.



이산화탄소는 대기중에서 보다 토양내에서 더욱 풍부하다. 동식물의 호흡이나 유기물의 부식에서 발생하는 양이 많기 때문에 토양 하부로 滲透되는 물에는 탄산수의 공급량이 많아지므로 암석의 화학적 風化는 地表 下部에서



(그림 2) 방해석과 같은 탄산염 광물이 탄산수에 의해 용해되는 모식도



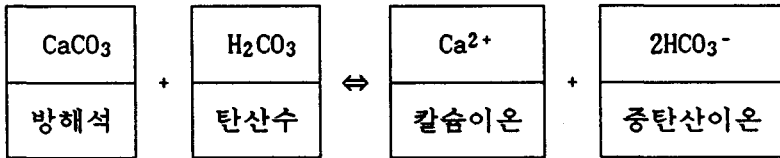
보다 더욱 활발하게 이루어진다.

탄산수에 의해서 장석(長石) 등도 분해되지만 가장 크게 영향을 받는 것은 석회동굴의 주성분인 方解石( $\text{CaCO}_3$ ) 이나 苦灰石( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )과 같은 탄산염 광물이다.

韓國의 丹陽, 寧越, 蔚珍을 비롯하여 三陟郡의 곳곳에는 石灰洞窟이 산재하는 것을 흔히 볼 수 있다. 이것은 石灰岩의 절리(Joint)로 흘러 들어간 地下水가 탄산가스를 많이 함유하고 있어 암석의 化學的 風化 즉 溶蝕作用을 일으켜서 큰 空洞을 1차적으로 만들고 그 큰 공간에 2차적으로 鐘乳石, 石筍, 石柱 등을 만든 것이다.

石灰石을 용해한 물이 통풍이나 기타 요인에 의해서 수분이 증발되면 그 속에 용해되었던 石灰岩 성분이 재차 침전되어 石筍, 鐘乳石 등을 만드는 것이다.

方解石이 탄산수와 반응해서 화학적 풍화작용을 일으키는 반응식은 아래와 같다.



분해과정을 모식적으로 살펴보면 그림 2와 같다. 즉 중탄산이온은 수소이온과 탄산이온으로 분리되어 방해석내의  $\text{CO}_2$  성분을 가스로 소멸되기도 한다. 또한 칼슘 이온과 중탄산이온이 중탄산칼슘( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) 용액으로 되어 제거되기도 하는데 이 용액은 다시 반응식의 가역반응을 일으켜 방해석 성분으로 재 침전될 수도 있다. 이와같이 재침전된 것이 鐘乳石이나 石筍이 된다. 그러나 예를 들면 처음부터  $\text{SiO}_2$ 가 주성분인 石英은 거의 용해되지 않고 모래로 남는다.