

동굴내부중력장의 역성장고드름 생성 기구

소 대 화*

Formation of Retro-icicle Grown Backward Against Gravity Field in Cave

Soh, Dea-Wha*

요 약 : 처마 끝에 열리는 고드름은 흔히 겨울철에 내린 눈이 지붕위에 쌓여 있다가 따사로운 햇살이 비치면 녹은 눈이 중력에 의해 흘러내리면서 영하의 찬 기류에 얼면서 성장하여 길게 매달린다. 그러나 땅바닥이나 물그릇 속에서 위로 자라 올라오는 역고드름은 특별히 그곳에서만 지상의 역 중력이 작용할 이유가 없기 때문에 간단히 해석되기가 쉽지 않다. 겨울밤에 정안수를 늦그릇에 띄우고 공불기도를 올리다가 물이 어면서 나타나는 기이한 역 고드름은 물이 얼면서 생긴 표면의 숨구멍을 통하여 물보다 저밀도인 얼음의 체적이 불어서 밀려나오면서 생길 수 있으나, 이 현상만으로는 역고드름이 그렇게 크게 자랄 수가 없다. 따라서 이 경우는 주변에서 불어오는 찬 기류가 지형지물에 부딪히면서 회오리쳐 소슬바람을 일으킬 때 일시적인 부압이 작용하여 그릇속의 물이 숨구멍을 통해 나오면서 얼어 성장되는 현상이 부가적으로 상승작용을 일으켜 길게 자라 올라온 것이다.

I. 서 론

세상에는 잘 알려진 현상도 많이 있지만, 일반적 지혜로는 잘 이해되지 않는 기이한 현상도 종종 있다. 우리가 보는 고드름은 위에서 아래로 줄기가 성장하여 내려오는 모습이 일반 적이다. 그러나 그와는 정 반대로 아래에서 위로 자라는 역 고드름 현상도 종종 나타난다. 누구나 알고 있듯이 지구 중력이 있기 때문에 물이 위에서 아래로 흐르듯이 물이 흘러 얼음줄기가 만들어 지는 고드름이 아래로 내려오면서 성장하는 것은 당연하다. 그러나 이와는 반대로 마치 역 중력이 작용하는 것과 같이 거꾸로 성장해 올라가는 고드름이 있다면 이상하게 생각하지 않을 수 없으며, 더욱이 이런 현상은 흔한 일이 아니기 때문에 이해하기 어려울 뿐만 아니라 사람들이 기이하게 생각하는 것도 당연하다 못해 신기한

일로 여겨서, 예로부터 어려운 일이 생겼을 때 신령에게 빌며 기도하는 대상물로도 사용되어왔다. 마이산의 역 고드름이 바로 그와 같은 실례로써, 특히 남아를 선호하는 한국 여인네들이 산 신령과 만날 수 있는 공불기도를 올리면서 대를 이어갈 아들을 낳기 위해 정성을 다하여 밤새워 빌던 곳에서 뜻밖에도 나타나는 역고드름의 기이한 현상 중의 하나였기에, 그 현상을 분석하여 원인을 밝혀보기로 한다.

석회 동굴의 천장에 남아있는 탄산칼슘이 물에 용해되어 떨어지면서 공기 중에서 물과 이산화탄소가 증발하면 다시 탄산칼슘만 남아 석출된다. 이것이 고드름 모양으로 매달리게 되는데 이것이 종유석이다. 그리고 바닥까지 떨어져 탄산칼슘이 석출 성장되면 대나무의 죽순처럼 자라는데 이것을 종유석순이라고 한다. 하지만, 물속에 미량으로 녹아있던 산탄칼슘이 석출되어

* 본학회 회장, 명지대학교 교수

종유석 기둥을 이루기에는 수많은 시간이 요구된다. 이와는 달리 물은 온도가 내려가 빙점에 도달하면 물 전체가 얼어 얼음덩어리가 된다. 따라서 물이 얼어서 만들어지는 고드름은 하루 밤새에도 수십 cm 씩 자랄 수 있는 것이다. 생성하는 현상은 유사하지만, 근본적 원리는 이 처럼 다른 것을 확인할 수 있다.

1. 역고드름 현상

주위에서 흔히 볼 수 있는 것과 같이 지구중력 작용에 의하여 만들어지는 정상적인 고드름은 위에서 아래 방향으로 자라는 얼음(氷)순이 자란 형태로써, 영하의 저온에서 외부 지붕위에 쌓인 눈 등이 낮의 따사로운 햇볕에 녹아서 흘러내리면서 지붕 끝에서 주위의 낮은 기온 또는 저온 바람에 다시 얼면서 얼음이 성장하여 생기는 것이다.

그러나 역 고드름은 동굴 속 땅위에 종유석순이 자라는 것과 같이 땅바닥에서부터 자라 올라가는 얼음(氷)순을 말한다.

석회동굴 천장위에 남아있던 탄산칼슘 성분이 물에 용해되어 떨어지면서 공기 중에서 물과 이산화탄소가 증발하면 다시 탄산칼슘만 남아 석출된다. 이것이 고드름 모양으로 석출 성장하여 천정에 매달리게 되면 소위 종유석이 된다. 그리고 탄산칼슘이 용해된 물이 바닥에 떨어져 탄산칼슘이 석출되어 성장하면 마치 대나무의 죽순처럼 자라 올라오는데 이것을 종유석순이라고 한다. 하지만, 탄산칼슘은 물속에 미량이 녹아있는 관계로 많은 탄산칼슘이 석출되어 종유석 기둥을 이루기에는 수많은 장구한 시간이 요구됨으로 석회동굴의 생성기간은 수 만년이 되고도 남게 된다. 이와는 달리 물은 온도가 내려가 빙점에 도달하면 물 전체가 얼어 얼음덩어리가 된다. 따라서 물이 그 자체로 얼어서 만들어

지는 고드름은 하루 밤새에도 수십 cm 또는 수십 m씩(폭포빙벽) 자랄 수 있기 때문에, 생성하는 현상은 유사하지만 근본적 원리는 대상 물질에 따라서 이 처럼 전혀 다름을 확인할 수 있다.

1) 연천 역고드름

서울에서 의정부, 동두천, 양주를 거쳐 경기도 연천군 신서면 소재지를 지나 의정부-신탄리간 대광리역을 지나 마지막 정차역인 신탄리역에 도달하여 몇몇 군부대를 보면서 북쪽으로 좀 더 올라가다보면 도로변에 걸쳐진 작은 교량 입구에 ‘역고드름’ 안내표지를 보며 좁다란 농로를 따라가면 산모퉁이에서 낫선 굴 입구를 만나게 된다. 지금은 의정부에서 북쪽으로 기차를 타고 갈 수 있는 마지막역이 신탄리역이지만, 과거에는 경원선을 타고 원산으로 향해 달릴 수 있었던 철마길 이었다. 바로 이 경원선의 철길이 길게 이어지면서 산모퉁이를 터널로 뚫고 지나가던 이곳이 오늘의 화제를 모으는 ‘역고드름’의 산실이다. 자동차 길을 이용하려면 의정부에서 3번 국도를 따라 연천읍→신서면소재지→대광리역→신탄리역 앞을 지나 27연대 1대대를 통과하여 ‘오리숯불갈비식당’ 집을 막 지나면 뚝방길 같은 우측으로 작은 교량 입구에 앞에서 소개한 ‘역고드름’ 안내표지를 만날 수 있으며, 이 표지를 보고 농로 길을 따라가면 (구)경원선 철도길의 중단 지점에 도달하게 되고, 분단 남측의 최북단 지점의 어느 폐 터널에서 생기는 역 고드름을 만날 수 있는데, 이 역 고드름은 기이한 형상뿐만 아니라 규모면에서도 아름다운 장관을 이룬다. 옛 경원선 철도가 지나던 신탄리의 산모퉁이를 뚫었던 이 터널이 분단 이후 오랜 세월 동안 보수도 없이 방치되어오던 중 터널 천장과 내부가 부실해지면서 위에서 물이 스며들어 떨어지고, 산중별판의 찬바람 기류에 의해 땅바닥

에서 얼어 위로자란 고드름이 일종의 역고드름이다. 하지만, 이런 기이한 현상은 간단한 것 같지만 쉽게 설명되지 않는다. 이 경우는 굴의 규모도 꽤 크기 때문에 천장에서 내려와 자란 고드름과 아래에서 자라 오른 역고드름이 함께 어우러져서 더욱 장관이다.

위에서 내려 자란 천장 고드름은 별로 기이한 느낌을 받지는 못한다. 그러나 바닥면에서부터 아래에서 위로 거꾸로 자란 역고드름은 마치 석회동굴의 종유석순과 같이 자란 모습이어서 더욱 신기하지 않을 수 없다.

겨울철의 외부기온이 영하 10℃ 이하로 충분히 내려가면 상대적으로 지하의 온도는 외기보다 높아서 흔히 지표 근처의 지온(~10℃)으로 유지되며, 따라서 산 중턱쯤에 있는 동굴의 내부 온도는 외기에 비하여 높은 18℃ 근처의 온도로 유지되고 있는 것이 일반적인데, 굴 입구가 열려 있는 평탄한 구조의 경우는 외기의 유통이 내부까지 원활하여 지온보다 다소 낮은 기온으로 유지된다. 이때 굴의 천정 위쪽에서 흐르는 지하수가 굴 내부로 흘러들어와 내려오면 추운 겨울날에는 천정에서 흘러나오는 물이 얼어서 고드름이 열린다. 때로는 이 고드름이 계속 열면서 크게 성장하다가 굴 내부의 온가 변화되면 성장한 고드름이 다시 녹아서 녹은 물이 아래로 떨어져서 열면서 아래쪽에서부터 고드름이 위쪽으로 성장하는 소위 역 고드름이 생기게 된다. 이와 같은 특별한 조건은 아무 때나 이루어지는 것은 아니며, 굴 내부로 유입되는 영하의 찬 외기가 굴 밑바닥 쪽으로 거슬러 들어와 안쪽으로 진행하면서 굴속의 지온에 의하여 온도는 점점 올라간다. 그런데 신탄리의 폐광 굴은 아주 깊고 길지도 않을 뿐 아니라 안으로 들어가면 굴이 막혀있어서 유입된 찬 외기는 굴 끝에서 막힌 벽에 부딪혀 되돌아 올라가 천정을 따라서 흘러

다시 굴 입구 쪽으로 돌아나가면서 굴속의 지온에 의하여 이미 공기온도는 영상으로 변하고 영상의 공기는 천정에 얼어붙은 고드름에 부딪혀 지나가면서 녹여 내린다. 녹은 물은 흘러내려 바닥에 떨어지고 바닥은 찬 외기에 의하여 이미 영하의 낮은 온도가 되어있기 때문에 위에서 떨어지는 물방울이 지면에 닿으면서 얼어붙어 쌓이면서 점점 위로 성장하여 올라가서 역 고드름이 형성된다.

따라서 외기와 외기의 유통에 의한 굴 내부 온도의 변화가 찬 바닥 온도를 만들고 기류는 안으로 흘러들어가면서 온도가 높아져서 천정의 고드름을 녹여 흐르게 하여 바닥에 떨어지면 바닥의 찬 온도에 의해 다시 바닥으로부터 역고드름을 얼리게 하는 과정이 원활하고 적절한 온도 조건을 이룰 때 이루어지는 현상이다.

2) 마이산 역고드름

전북 진안군에 있는 마이산은 암마이봉과 솟마이봉으로 이루어지고 그 사이와 주변이 계곡으로 이루어졌다. 그러므로 계곡주변에 기류가 솟고 회오리가 치는 일이 허다하다.

특히 겨울철에는 찬 기류가 아래에서 중턱으로 올라오면서 비교적 온화한 중턱의 기온이 순간적으로 낮은 온도로 변하는 일이 생긴다.

또 하나는 야간에 산중과 같은 환경에서 갑작스런 기온변화가 생기면 용기(특히 금속용기)에 담겨있는 물은 찬 외기의 영향으로 물이 담긴 용기의 외벽으로부터 얼어서 고체로 되는데, 외벽의 액체(물)가 고체로 되는 고화과정에서 체적이 증가하면서 물이 중심부로 이동하고 고화과정의 점성의 차이로 인하여 점차 액체가 중심부로 밀려가면서 수 표면이 상승하여 중심부에서 촛대 모양으로 솟아오른 얼음줄기 즉 역 고드름이 형성되는 기이한 현상을 나타내게 된다.

이러한 현상의 원인으로 그 동안 기이하게만 느껴왔던 산중에서의 신령기도 중에 약수 또는 정안청수, 정화수 그릇의 물이 얼면서 중심부가 솟아오르는 역 고드름이 얼어 생기면서 이를 원리적으로 깨닫지 못한 사람들이 마치 신령이 내린 신성한 물로 여기는 민간풍속의 전통으로 전해 내려왔던 것으로 분석된다.

이에 대한 실증은 오늘날에도 겨울철이면 어김없이 마이산 은수사 앞에서 공들여 기도하는 여인네들의 정안수의 그릇 속에서 신기한 역고드름이 성장하는 모습을 확인할 수 있다.

3) 냉동고 속의 역 고드름

앞에서와 같은 이러한 현상들은 요즘 가정에서 쓰는 냉장고의 냉동고 속에서도 종종 발생하는데, 냉동고 속의 공기와 그 기류가 문을 열고 닫는 과정에서 외부 공기의 기류와 혼합되면서 냉동고 속의 온도차와 천정에 맺혀 있거나 얼어있는 상태의 수분 및 물방울이 얼고 녹는 과정에서 위에서부터 얼어 내리는 정상 고드름과 바닥에서부터 얼어 올라가 성장하는 역고드름이 생기면서 나타나는 현상으로 일반인이 무심코 보게 되면 매우 신기하고 기이한 현상으로 여겨 때로는 이상한 일로 착각하는 경우도 있게 된다.

2. 역고드름의 성장 형성

1) 실내 냉동고 실험하기

금속 용기에 더운 물을 7부 정도 채운 뒤 냉동고 속에 넣은 다음, 더운 물이 증발하여 냉동고의 천정에서 응고되어 물방울을 맺히게 하여 다시 얼음으로 얼어 고드름이 열리게 한다. 그 다음 냉동고의 전원을 끄고 문을 살짝 열어 밖으로부터 찬 공기가 적당히 유입되도록 한다. 유입되는 찬 공기의 온도가 냉동고의 바닥을 영하의 온도가 유지되도록 조절하고 전원이 꺼진 상

태에서 냉동고의 위 천정온도는 영상이 되도록 하여 천정에 얼어붙은 고드름이 서서히 녹아 흘러내리게 하면 고드름이 녹아 흘러내린 물이 바닥에 떨어지면서 얼어붙도록 외기의 양과 온도를 조절하고 유지시키면 냉동고의 바닥에서 역고드름이 성장된다.

이때 외기의 온도와 냉동고 바닥의 온도 및 천정의 기류온도를 측정하여 기록하고, 그 상태를 변화시켜 나타나는 현상을 관찰한다.

이 경우, 동굴 속에서 성장하는 역 고드름의 형성과정과는 동일하지 않지만, 얻어진 결과는 유사하다.

2) 실외 동굴모형 관 실험하기

또 다른 방법은 영하의 추운 날을 택하여 동굴과 유사한 모양을 가진 관을 준비하여 관의 위쪽을 영상의 따뜻한 온도를 유지하고 관의 한쪽은 막고 다른 한 쪽을 공기가 유출입할 수 있도록 열어놓은 다음, 열린 입구 쪽에서 영하의 외부공기를 유입시키면서 관의 위쪽에서 가느다란 물방울 줄기를 흘러내리면 물이 바닥에 떨어지면서 유입된 찬 외기온도의 영향으로 얼면서 얼음줄기가 위로 성장된다.

3) 실외 금속용기 실험하기

열전달속도가 큰 금속용기 내의 물을 이용하여 나타나는 현상을 관찰하기 위한 실험방법은, 영하의 추운 겨울날 밤을 택하여 금속용기에 영상의 물을 반쯤 담아 실외에 내놓은 뒤 찬 공기 바람이 간헐적으로 교차하여 물이 담긴 금속용기에 소용돌이쳐 불어오도록 하면 용기의 물이 금속용기 벽 쪽에서부터 서서히 얼어 표면을 따라 얼음이 덮여오면서 동시에 팽창하여 시간이 갈수록 용기의 중앙부로 얼음이 얼면서 밀려와 중앙부에 일종의 숨구멍이 생기고, 이 중앙부의

숨구멍을 통하여 얼음의 체적 팽창에 따른 부피만큼 내부의 물이 밀려 숨구멍으로 조금씩 솟아 오르면서 얼어붙어 고드름 모양이 성장하는 현상이 나타난다. 더구나 바람이 회오리쳐 솟을 바람이 불어 오르면 부압이 형성되면서 이 현상은 더욱 가속되고 상승작용을 받을 것으로 분석된다.

따라서 이 현상을 적절히 조절하면서 실험을 한다면 다양한 모양의 촛대모양 역 고드름 성장체를 얻을 수 있다. 결국 차가운 물이 표면 중앙부에 생긴 숨구멍으로 조금씩 밀려 올라가면서 얼게 되면 위로 솟아 거꾸로 성장하는 고드름이 만들어지게 된다. 집에서 한 번 시도해 볼 만한 일이다.

II. 결과 및 고찰

1. 역고드름의 성장

몹시 신기한 것은 사실이지만 그와 비슷한 자연 현상은 흔히 관찰되는 것이다. 겨울에 서리가 내리고 나면 흙이 푸석푸석해지고, 조금씩 솟아 오르기도 한다. 자갈이 많은 지역에서는 바늘처럼 생긴 뾰족한 얼음 위에 작은 자갈이 올라앉아 있는 경우도 있다. 겨울에 짝이 트기 시작한 보리밭을 애써 밟아주는 것도 그런 이유 때문이다. 알래스카나 시베리아에서는 그런 자연 현상 때문에 도로·철도·송유관에 심한 손상이 생기기도 한다.

흔히 겨울철에 “서릿발이 솟았다”고 하는 경우는, ‘서리 융기(frost heave)’ 또는 ‘동상(凍上)’이라고 부르는 현상으로서, 이런 자연 현상은 물 분자의 특이한 성질과 열역학 원리 때문에 나타난다. 우선 겨울밤에 기온이 떨어지면 지표면에 가까이 있던 물이 얼기 시작한다. 그렇게 되면 환파가 밀어닥칠 때 수도관이 얼어 터지듯이 부

피가 늘어난다. 이 때문에 단단하던 흙이 갈라져서 푸석푸석하게 되는 것이다.

그런데 고체인 얼음의 표면에 노출된 물 분자들은 이상하게도 액체와 비슷한 상태로 존재한다. 표면에 노출된 물 분자들은 내부에 있는 분자들과는 달리 강한 수소결합을 할 수 있는 이웃이 없기 때문에 비교적 자유롭게 움직인다는 뜻이다. 이는 1980년대에 미국의 과학자들이 밝혀낸 새로운 사실이다. 몸무게가 가벼운 어린 아이가 운동화를 신고 얼음 위에 가만히 서 있어도 미끄러운 것이 바로 그런 이유 때문이다. 더욱이 땅 밑에서 생긴 얼음의 표면에 묻어 있는 물에는 온갖 화학물질이 녹아 있기 마련이고, 그런 물은 온도가 내려가도 쉽게 얼지 않는다. 겨울에 장독대에 있는 간장이 쉽게 얼지 않는 것과 똑같은 일이다.

얼음에 묻어 있는 ‘차가운’ 액체 상태의 물이 신기한 역할을 한다. 땅속 더 깊은 곳에 있는 ‘따뜻한’ 수분을 빨아올리는 펌프와 같은 일을 하는 것이다. 열역학적으로 따뜻한 물이 차가운 물보다 더 많은 자유에너지를 가지고 있어서 나타나는 ‘열분자압력’ 때문이다. 소금물에 절인 배추의 조직에서 물이 빠져나가는 것과 똑같은 열역학적 원리에 의해서 나타나는 자연 현상이다. 그렇게 빨려온 수분도 차가운 공기에 의해서 식으면 결국은 얼어붙게 된다.

결국 지표면 바로 밑에서 생기기 시작한 얼음은 땅속 더 깊은 곳에 있는 수분을 끌어올려서 점점 더 커지고, 그렇게 만들어진 얼음의 부피는 더욱 더 늘어나서 위로 솟아오르게 된다. 땅속의 온도가 섭씨 1도 올라갈 때마다 열분자압력은 대략 1cm²의 면적에 11kg의 추를 올려놓은 정도가 된다. 흙을 푸석푸석하게 만들고, 자갈을 밀어 올리고, 심지어 철로와 송유관을 구부러지게 만들기에 충분한 힘이다.

서리용기(frost heave) 또는 동상(凍傷) 현상은 북향보다 남향언덕배기에서 현저하다. 해진 뒤 밤에 기온이 떨어지면 지표가 얼면서 주위 수분을 흡수하여 결빙시키고 지표 밑 흙속의 수분이 확산되어 오르면서 역시 결빙되어 흙을 밀고 올라가 자라서 흙을 푸석푸석하게 만든다. 밤새 언 흙은 아침 해가 떠오르면서 햇빛을 받아 녹아내림이 반복되고 지표 흙의 결빙-해빙 반복현상으로 푸석해진 흙속은 마치 얼음기둥을 세운 듯 조형물을 연상케 한다.

비슷한 현상이 전북 진안의 마이산에서도 일어난다고 한다. 기도를 하기 위해 떠놓은 정화수에 고드름이 솟아오른다는 것. 이 현상은 흙에서 생기는 것과는 약간 다른 현상이다. 기온이 떨어지면 열용량이 적은 그릇이 먼저 차가워지기 때문에 그릇과 맞닿은 부분으로부터 얼음이 생기기 시작한다. 추운 겨울에 쉽게 볼 수 있는 일이다. 시간이 지나면 중앙에 일종의 ‘숨구멍’이 생기게 되고, 내부에 있는 액체의 물은 차가워지면서 부피가 늘어난다. 결국 차가운 물이 숨구멍으로 조금씩 밀려 올라가면서 얼게 되면 위로 솟는 고드름이 만들어지게 된다. 집에서도 한 번 시도해 볼 만한 일이다.

이에 대하여 일부 과학자들이 마이산 주변에서 일어나는 대류현상이라고 해석하는 경우가 있는데(<http://greenman.pe.kr/fun36.htm>), 대류현상이라기 보다는 산 계곡으로 불어오는 찬바람이 계곡을 지나면서 거센 회오리로 치솟을 때 나타나는 부압(負壓)발생 현상으로 해석하는 것이 타당할 것이다.

이 과정을 좀 더 살펴보면, 금속용기에 담긴 정안수가 열전도성이 큰 금속용기 벽과, 그리고 벽으로부터 물 표면을 따라서 안쪽으로 먼저 얼어 들어오면서 중앙부에 일종의 얼음숨구멍이 만들어지고, 그러는 사이에 이미 용기내부의 물

은 부분적으로 얼음으로 얼게 되고, 또한 얼음이 얼은 만큼의 물에 대한 얼음부피의 증가 현상으로 이 구멍을 통하여 물이 조금씩 밀려올라 나오면서 얼어가는 도중에, 앞에서 언급한 회오리 기류의 부압 현상으로 인하여 용기 내부의 물이 구멍 밖으로 빨려서 올라 나오는 현상이 가중되고 불어오는 찬 기류의 영향으로 빨려나온 물이 얼어붙는 상태에 도달하면서, 전, 후의 두 가지 현상이 서로 상승작용을 일으키면서 위쪽으로 고드름이 얼어 성장하는 정도가 일반적으로 우리가 생각할 수 있는 정도보다 훨씬 강하여 생각보다 긴 빙주(또는 빙순)로 성장하게 되는 것이다.<필자분석>

III. 결 론

처마 끝에 열리는 고드름은 흔히 겨울철에 내린 눈이 지붕위에 쌓여 있다가 따사로운 햇살이 비치면 녹은 눈이 중력에 의해 아래로 흘러내리면서 영하의 찬 기류에 결빙 성장하여 길게 매달린다. 그러나 땅바닥이나 물그릇 속에서 위로 자라 오르는 역고드름은 특별히 그곳에서만 지상의 역 중력이 작용할 이유가 없기 때문에 간단히 해석될 수 없다. 겨울밤에 늦그릇에 정안수를 떠놓고 공불기도를 올리다가 물이 얼면서 나타나는 기이한 역고드름은 물이 얼면서 생길 표면의 숨구멍을 통하여 물보다 저밀도인 얼음의 체적이 증가하여 내부의 물이 밀려나와 얼면서 생길 수 있으나, 이 현상만으로는 역고드름이 그렇게 크게 자랄 수가 없다. 따라서 이 경우는 주변에서 불어오는 찬 기류가 지형지물에 부딪히면서 회오리쳐 소슬바람을 일으킬 때 일시적인 부압이 작용하여 그릇속의 물이 숨구멍을 통해 빨려나오면서 얼어 성장되는 현상이 부가적으로 상승작용을 일으켜 위로 길게 자라 올라온 것으

로 주로 산간지역이나 산 중턱에서 나타나는 현상이다.

이와는 달리 장구한 세월을 거쳐 지하 동굴에서 석순이 자라듯이, 추운 겨울에 동굴 내에서 빙순(氷筍)이 자라서 만들어진 거꾸로 자란 고드름 즉, 역고드름이 있는데, 이는 역고드름이 성장된 환경조건에 따라서 다소 차이는 있지만, 마치 지하의 물이 석회석 등의 광물질을 녹여 탄산수로 되어 지하를 흐르다가 동굴과 같은 동공에서 물이 증발하면서 용해질이 석출되어 형성된 석순과 같이, 지하공간에서 흐르던 물이 동굴의 공간을 만나 그 속에서 흐르거나 물방울이 떨어져 내리면서 주위의 찬 기온에 의해 얼은 지면 또는 빙면에 부딪혀 함께 얼어서 점점 위로 자라 성장한 얼음순(氷筍) 또는 얼음기둥(氷柱)이 바로 그것이다. 이에 대한 사례가 경기도 포천군에 있는 (구)경원선의 끊어진 철길 페터널에서 찾아볼 수 있다. 이 터널은 현재 사용되지 않기 때문에 한쪽 입구는 뚫려있고 다른 쪽 입구는 막혀있는 마치 동굴과 같은 상태로 있어서, 영하의 추운 겨울에는 터널 위쪽에서 흐르는 일부의 지하수가 누수 되어 아래로 흘러 터널바닥으로 떨어지는데, 터널 밖이 매우 추운 영하의 날씨에는 찬 기류가 열린 입구의 지면 위 즉, 땅바닥으로 유입되어 안으로 들어오면서 지온에 의해 점점 온도상승의 변화와 함께 내부기류를 형성하여 위로 돌아서 다시 밖으로 유출되는 순환기류를 지속하면서 터널 위쪽 즉, 천정으로부터 떨어지는 물방울이 땅바닥에 떨어질 때 밖에서 유입된 순환 냉기류에 의해서 얼어붙어 빙순으로 자란 역고드름을 만들게 된 것이다.

일반적으로 고드름은 물이 흘러내리면서 얼어서 된 얼음기둥인데, 물의 속성상 아래로 흘러내리면서 만들어지는 경우가 일반적이므로, 따라서 고드름은 처마 끝이나 지붕에 매달린 채로

아래로 성장될 수밖에 없다. 그러나 역고드름은 이에 대하여 특수한 경우로, 사례에 따라서 성장 메커니즘이 다르기 때문에 간혹 그에 대한 해석이 모호하게 되는 경우가 있으므로 명백한 분석이 필요하다. 가끔 볼 수 있는 사례로, 냉장고의 냉동실 바닥에 자란 역고드름은 이 경우와 비슷한 조건에 해당된다고 할 수 있으며, 겨울에 땅바닥 흠속에서 자라 올라오는 얼음순은 지표의 수분이 흡착 증발하는 과정에서 찬 기류 또는 기온에 의해 얼어서 자란 빙순에 해당된다.

따라서 중력장 역성장고드름은,

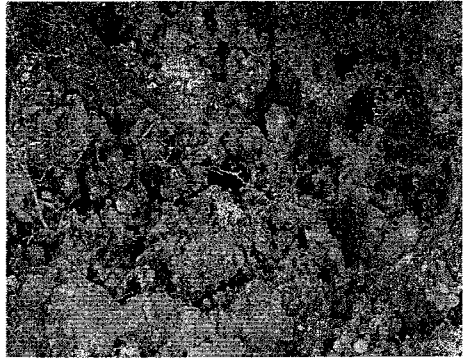
- 1) 지표면의 수분 증발로 결빙된 서릿발 결빙기둥,
- 2) 숨구멍으로 역류하는 정안수가 냉기류에 의한 부압으로 결빙된 경우,
- 3) 천정의 누수방울이 외기에 의하여 결빙된 경우 등으로 크게 나뉘며,

이는 각각 인위적 실험으로도 입증된다.

文 獻

- <http://greenman.pe.kr/fun36.htm> : 마이산의 불가사이-이갑룡 관련 자료
- <http://blog.daum.net/cloversbd/5705047> : 연천군 신탄리 역고드름 관련 자료
- <http://blog.empas.com/gyscym/10636001> : 마이산 역고드름 관련 자료
- <http://www.santafelove.com/zeroboard/> : [과학칼럼] 거꾸로 솟는 고드름의 정체

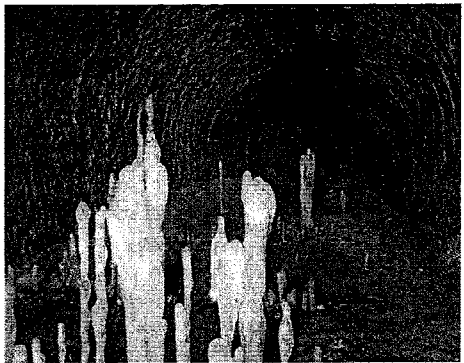
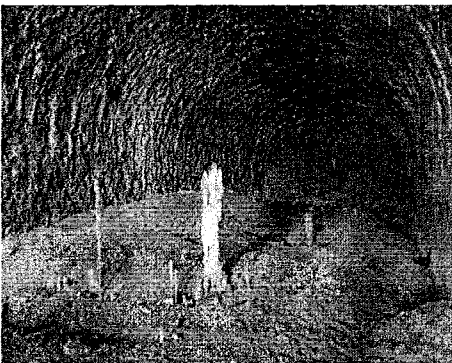
<상황별 역고드름 형성 관찰자료 사진>



<겨울철 서릿발 빙주가 형성된 모습/1월22일 08-09시경 용인시 보정동 아산마루에서 관찰>



<전북 진안군 마이산 탐신 앞의 정안수가 얼어 성장한 역 고드름>



<경기도 연천군 신서면 신탄리 폐 터널속의 역고드름>