동굴, 51호, 1997, 9

카르스트 지형과 석회동굴 소고

강 승 삼*

I. 카르스트지형과 지리적 분포

석회암처럼 탄산을 내포하고 물에 용해되는 암석으로 형성된 지방에선 유수가 적은 탓에 골짜기가 잘 발달되지 않고 그 대신 여러 가지 특유한 지형이 발달한다. 이 현상을 총칭하여 카르스트라고 한다. 따라서 그 곳에서 이루어지는 윤회를 카르스트윤회라고 한다. 그 곳에 작용하는 영력은 용해에 의하기 때문에 용식이라고 부른다. 카르스트의 지형은 아드리안해에 인접한 지방에 많이 발달해 있었기에 그 한 지방의 이름인 카르스트를 따서 이 지형의 명칭으로 삼게 된 것이다.

우리나라에서는 황해도, 단흥, 신막, 안산, 물개, 평안남도의 덕천, 강동, 성천, 강원도의 삼척, 영월, 평창, 정선, 충청북도의 단양지구 및 경상북도의 울진지구 등에 분포한다.

그리고 세계적인 주요 분포지역은 유고슬라비아의 Karst지방, 남부 프랑스와 스페인의 피레네산맥지방, 그리스, Yucatan, 자메이카, 푸에르토리코, 북북 쿠바, 북부 Great Australian Bright, 연변의 해안평야, 미국의 Florida중부, Great Valley, Indiana남부, Kentucky중서부 Tennessee, 중북부 영국의 백악지방, 중국의 화남지방, 태국, 버마, Celebes남부, 자바, 일본의 추길대, 평미대, 아철대 등이다.

II. 카르스트지형의 윤회

카르스트윤회는 맨 처음 돌리네의 생성부터 시작된다. 먼저 땅이 융기하고 침

* 전남대학교 교수

식이 시작되고 지표의 토층이 벗겨져 밑에 있는 석회암이 노출되기 시작하면 그 틈새기로 땅속에 스며드는 빗물은 암석을 용해시키기 시작한다. 특히 두 개의 틈바귀가 엇갈린데를 따라 용해작용이 진행되면 이 때 거의 수직의 공동이 생긴다. 그 벽은 처음엔 가파롭지만 점차 깔때기 모양으로 넓어져 그 밑에는 주위에서 흘러들어 온 흙이 쌓이게 된다. 이와 같이 크고 작게 움푹 패인 곳을 돌리네라고 한다.

주위의 벽은 완만하지만 아직 암석이 노출돼 있고 그 밑 부분에만 흙이 쌓여 있는 돌리네는 장년기에 있다고 보아진다. 여러 돌리네가 있고 그 각자가 점차 커지면 그 중간부분은 좁은 모서리가 됐다가 나중에 낮아지면 무디게 되어 간다. 이리하여 수개의 돌리네가 합해져 커다랗게 움푹 패이게 된 곳을 우발레라 한다.

돌리네 밑으로부터 스며든 물은 암석을 용해하여 동굴을 만든다. 그 구멍이 넓어져 가는 동안은 아직 젊은 시기라고 보여지는데 그 구멍의 직경이 점차 커지면 물의 증발이 활발해지고 그 때문에 포화상태가 되므로 석회는 침전하여 종유석 등을 만들고 또 천정이 묽어지든가 흙탕이 흘러들기도 하여 그 바닥은 높아진다. 이 두가지 작용이 평균하여 구멍의 확대가 정지된 때를 장년기에 도달했다고 한다.

석회암은 순수한 탄산칼슘으로 성립되는 일은 드물고 반드시 불순물이 섞여 있기 때문에 용해가 진행됨에 따라 이들 불순물은 표면에 남아 불그스름한 흙의 층을 만든다. 이것을 테라로사라고 부른다. 아직 테라로사로 덮히지 않는 동안은 때때로 석회암이 지표에 들어나 있고 그 위엔 먼저 빗물이 흐른 방향으로 작은 홈이 생긴다. 빗물로 용해된 암석의 틈바귀 사이에는 날카롭고 뾰족한 잔등등 생기고 그 좌우에는 마치 산맥의 옆골짜기 같은 앞에서 말한 작은 홈 즉 도랑이 이여진다. 이것을 카렌(Karren) 혹은 슈라텐(Schratten)이라고 한다. 윤회의 초기에 있어서는 카렌을 도처에서 볼 수 있고 메마르고 돌 투성이의 표면을 만들지만 차차 테라로사가 두터워지고 나중에는 전면이 평탄하고 매끄러운 사면을 이루게 된다. 이 두종류의 표면을 각기 피복카르스트 및 나출카르스트라고 부르는 일이 있지만 양자의 차이는 근본적으로는 없다.

수많은 돌리네로 뚫어진 젊은 카르스트의 표면에서 돌리네의 수가 늘어나고 동시에 확대되면서 서로 접근해 있던 것이 합쳐져 우발레가 됨에 따라 맨 처음의 면이 없어진다. 그리하여 3개 혹은 그 이상의 돌리네 또는 우발레 사이에 낀 부분은 원추형으로 뾰족한 구릉정을 나타낸다. 이리하여 전지역이 용식되어 특유한 울퉁불퉁한 면으로 바뀌었을 때를 카르스트의 장년기라 한다. 그리고 이들 울퉁불퉁한 언덕을 콕핏트라고 하는데 이것은 자마이카의 지명에서 딴 이름이다.

석회암의 용해는 지하수면에 도달함으로써 비로소 멈춰진다. 그러므로 돌리네의 지형 즉 카르스트의 침식이 이 면에 대해 이루어지는 것은 수식이 기준면에서 이루어지는 것과 마찬가지이다. 그런 의미에서 지하수면을 용식기준면이라고도 한다. 지하를 흐르는 물의 운동은 이 면에 도달하자 갑자기 느려지기 때문에 용해물질의 운반은 거의 정지되고 만다. 그러므로 이 수준면보다 지표면이 높을수록 카르스트의 침식은 신속하다. 이것을 유년기로 한다면 이 이후 지표가 저하함에 따라 점차로 접근해 간다. 더욱이 기준면이 부동인데 반해 지하수면은 석회의 침전으로 서서히 높아지는 경향이 있다. 마침내 두 면이 일치할 때는 지표는 완만한 기복을 나타내고 돌리네는 얕아져 테라로사로 덮여진 카르스트준평원으로 바뀌어 버린다.

그런데 만약에 지반이 다시 융기하고 골짜기의 침식이 시작돼 지하수면이 낮아질 때 카르스트의 윤회는 또다시 개시될 것이 틀림없다.

이상에서 말한 변화는 석회암이 비교적 불순물이 적고 틈 사이가 풍부하며 아울러 비가 주기적으로 갑자기 오는 경우가 많은 지중해 연안 같은 카르스트에서 이루어진다. 이데 대하여 모든 것에 있어서 반대인 중부유럽의 카르스트에선 윤회의 순서가 다소 다르기 때문에 지중해형 카르스트윤회에 대하여 중구형카르스트윤회라고 부르고 있다.

중구형에 있어서의 테라로사는 즉시로 두텁게 생기고 또한 빗물 때문에 씻겨 내려가지 않기 때문에 일단 만들어진 돌리네는 곧 흙탕으로 막히게 된다. 그리고 또 그 융합이 속히 이루어지면 지하수면은 아직 깊은 곳에 있는데도 일단 카르스트침식은 정지되고 만다. 따라서 돌리네 밑으로는 주위로부터의 물이 스며

들 수가 없어서 그 때문에 습지를 만드는 경우가 많고 만약에 그 급수구역이 크고 충분하다면 작은 호수를 이루는 일조차 있다. 적어도 강우시에 있어서의 일시적인 호소를 보게 되는 것은 드물지 않다.

또 수개의 돌리네가 연합되어 좁고 길다란 골짜기를 만들고 그 밑으로 물이 흐르게 하는데 골짜기의 끝은 막다른 골목처럼 막혀 있어 물은 복수가 되어 땅속으로 잠입한다. 이와같은 지하수로의 입구를 포노르라고 불리우기도 한다. 일단 복류가 된 강도 하류지방에서 갑자기 지상으로 용출하여 보통의 강으로 되는 경우가 때때로 있다.

카르스트지방에는 때때로 비교적 넓은 구역을 점유한 움푹 파진 곳이 있는데 일반적으로 이것을 폴리에라고 부르고 있다. 그 어떤 것은 단순히 우발레의 큰 것쯤에 지나지 않으나 어떤 것은 지반이 몰락함으로써 생긴 것이라고 믿어진다. 만약에 단층으로 인해 생긴 분지가 석회암이 아닌 지방에 있다고 한다면 보통은 즉시 암설로 가득 차고 이윽고 강 때문에 개석되는 것이지만 석회암지에서는 유수작용이 없기 때문에 오랫동안 분지로 보존될 것에 틀림이 없다. 우량이 많은 시기엔 폴리에 속으로 흘러들어 가는 물은 당장에 지하로 흡수되지 않고 일시적인 호수를 만드는 일도 드물지 않다.

참 고 문 헌

홍시환, 1990, 한국동굴대관, 삼주출판사.

홍시환 · 배두안, 1990, 협재동굴지대, 한국동굴학회.

원종관, 1975, 제주도의 형성과정과 화산활동에 관한 연구, 건국대 대학원.