

편마암 산지에서의 우곡 형성 프로세스: 경기도 용인시 모현면 지역을 대상으로

공지혜(경희대학교 이과대학 지리학과), 전재범(일본 츠크바 대학 생명환경학부),
다나카 유키야(경희대학교 이과대학 지리학과)

1. 서론

고려시대, 조선시대, 일제시대를 겪으면서 반복된 외세의 침입과 내란 및 벌채에 의해 산지 황폐화가 지속되어 왔고, 그것이 한국 전쟁 이후 절정에 달했다. 이 당시 산지 황폐화로 인한 우곡 침식문제는 심각했지만 이후 행해진 산림 녹화사업으로 나지가 감소하였으며 현재 우곡 침식 문제는 우리나라에서는 큰 문제로 거론되지 않고 있다. 이로 인해 우리나라에서 우곡 침식에 관한 연구는 그 수가 매우 적을뿐더러 연구의 내용에 있어서도 미흡한 면이 있다. 즉 야외관찰을 통한 경험적 자료 없이 외국의 연구사례를 그대로 적용하여 분포특성을 설명하거나, 인구증가나 산림 정책과 같은 사회·문화적인 요인만으로 우곡지형을 해석한 것이다. 이것은 우곡이 인위적 간섭에 의해 지표면의 나지가 발생하고 그곳에 지표면류가 집중되어 발생한 지형이라는 인식이 강했기 때문이라고 본다. 하지만 우곡은 인위적인 간섭이 없이도 사면에 channel이 발생하는 과정에서 자연적으로 나타나는 지형으로 본 연구에서는 뚜렷하게 발달한 자연 우곡지형을 통해 우곡 발달의 특성을 설명하고, 그 형성과정에 대해 고찰해 보았다.

2. 연구지역 우곡의 발달 특성

연구지역은 경기도 용인시 모현면 오산리에 위치한 소규모 유역이다. 선캠브리아기 흑운모 편마암을 기반암으로 하며, 연평균 강수량은 1,256mm 이고, 낙엽성혼합림이 비교적 양호하게 발달하였다. Poesen(1993)의 구분을 따라 단면적 929cm² 이상을 우곡이라 정의하면 사면에서 고도 180m 부근에 커다란 headcut을 시작으로 불연속적으로 우곡이 나타난다. 현재 우곡은 너비 180~260cm, 깊이 130~140cm이다. 우곡의 headcut을 중심으로 600cm * 400cm의 셀을 만들어 2003년부터 2개월 단위로 측벽과 곡두벽의 침식량을 조사한 결과 지난 1년 반 동안 곡두벽은 20cm, 측벽은 최대 35cm 확대되었으며, 그동안 침식된 토양의 양은 약 2.2m³으로 상당히 빠르게 침식이 진행되고 있는 것을 알 수 있다.

또한 계절별 우곡 침식량을 볼 때, 우곡 측벽 및 곡두벽의 확장은 주로 하계에 활발하였고 이는 우리나라 기후 특성인 여름철 집중호우로 인해 침식이 발생했다고 생각된다. 또한 주목할 만한 것은 우곡측벽의 확장에 있어서 겨울의 경우

양적으로 여름보다 크진 않지만, 꾸준히 침식이 발생되고, 우곡 측벽의 방향에 따라 남동향의 측벽의 침식량이 북서향의 측벽보다 더 크다는 것이다. 이는 겨울 동안 반복되는 측사면 토양의 동결융해작용에 의해 토양이 느슨해지면서 측벽의 안정성이 저하되었기 때문이다. 이것은 방향이 다른 측벽의 표토의 온도변화조사를 통해서 뒷받침되었다. 따라서 우곡의 발달은 여름에는 강수량에 의해, 겨울에는 동결융해 작용에 의해 발생하는 특성을 갖는다고 할 수 있다.

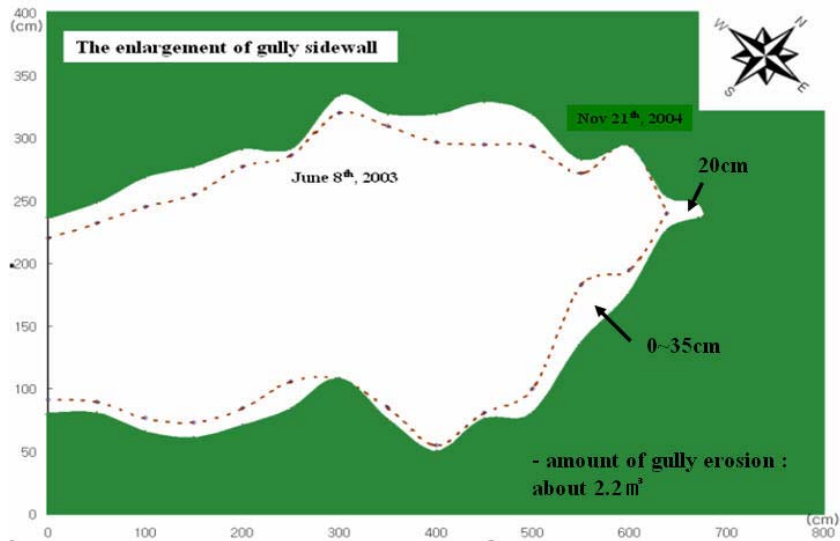


그림 4. 우곡의 침식량 측정

3. 사면 풍화층 및 우곡 토양 단면 분석 및 결과

전체사면과 우곡의 풍화층의 두께를 알아보기 위해 관입시험을 행하였다(10cm를 관입시키는데 타격수가 30 이상인 경우부터 기반암으로 간주함). 그 결과 우곡 상부의 사면에서 풍화층의 두께는 약 100cm로 나타났으나, 우곡 주변은 140~160cm로 두껍게 나타났다.

우곡이 발달한 곳의 토양층 단면의 토색과 함수율, 투수성을 조사해 보고 입도 분석과 XRD 분석을 해 보았다. 그 결과 토층은 상부, 중부, 하부의 세 층으로 나뉘며, 상·중부 층과 구별되게 하부 층의 토색이 짙어있을 때(10YR 2/2)와 건조했을 때(10YR 5/2) 모두 상·중부 층 보다 짙게 나타났다. 함수율의 경우도 상부 층과 중부 층이 각각 18%, 19%를 보였으나 하부 층은 훨씬 높은 31%를 나타내었다. 투수성의 경우도 상·중부 층과 달리 하부에서 훨씬 낮은 값이 나타

났다. 입도 분석의 결과는 상·중·하부 층 모두 분급이 양호하지 않았으나 상부 층에서는 조립의 모래가, 중부 층에서는 중·세립의 실트, 하부 층에서는 세립 실트와 점토가 가장 첨두를 나타내었다. 마지막으로 광물의 조성을 보기 위해 행한 XRD분석에서는 상·중·하부 층에 따라 큰 차이는 나타나지 않았지만 기반암인 흑운모의 풍화산물인 카올리나이트와 팽윤성 광물인 스멕타이트가 상·중·하부 전 층에서 나타났다.

또한 사면 곳곳에서 파이프와 소규모 산사태(shallow landslide)가 발견되었다. 사면의 방향을 따라 선적으로 파이프아울렛이 나타나거나, 파이프가 군데군데 붕괴된 채 터널을 형성하기도 하고, 여러 개의 작은 파이프아울렛이 나란히 모여 소규모 산사태(shallow landslide)를 이루고 있었다.

4. 우곡 침식에 있어서 지중수의 역할

풍화층이 두껍게 발달하여 지표면류가 탁월하지 않은 편마암 지역의 산지에서는 지중수의 역할이 중요하다. 본 연구지역의 우곡이 발달한 곳과 같은 무른 토양층에 비가 내리면, 앞서 언급한 토양단면의 특성상 하부에 불투수층이 형성되



그림 5. 파이프(상, 하)와 소규모 산사태(shallow landslide)

어 토양 내부에서 파이프류와 같은 지중수의 흐름이 활발해 진다. 그리고 시간이 지남에 따라 지중의 파이프가 군데군데 붕괴되거나 여러 개의 파이프를 따라 면

적으로 소규모 산사태가 발생하게 되면 지표에 와지가 형성되고 그곳에는 사면의 물이 집중되게 된다. 이곳에서 물이 가진 위치에너지는 운동에너지로 전환되면서 곡두벽(channel head)에서 두부침식을 가속화시켜 곡두벽과 곡저의 고도차를 점차 크게 만들게 되며 이것이 바로 headcut이다.

본 연구지역과 같이 풍화층이 두껍게 발달하여 지표면류가 우세하지 않은 곳에서 우곡의 발생은 파이프류와 같은 지중수에 의해 자연적으로 형성된 것으로 생각된다. 따라서 우곡지형은 사면의 0차 곡에서 상시하천으로 이어지는 중간단계의 지형으로 불연속적인 유로를 형성하고 있다. 이는 바꾸어 말하면 사면에서 하천으로 이어지는 channel network 형성에 있어서 우곡지형이 큰 중요성을 가지고 있다고 할 수 있다.

참고문헌

국립방재연구소, 1998, 개발에 따른 토사유출량 산정에 관한 연구, 행정자치부, pp6~36

박경석, 1986, "한국의 우곡 지형연구", 경북대학교 교육대학원, 석사학위 논문, pp44

산림청, 1988, 황폐지 복구사, pp65~70

송윤화, 2003, "광명시 도덕산 서사면 일대의 우곡지형 분석", 한국교원대학교 교육대학원, 석사학위 논문, pp21~83

전재범, 2003, "경기도 남부 편마암 산지의 강우 유출 특성", 경희대학교 대학원, 석사학위 논문, pp6~36

황유정, 1998, "Forest land disturbance and geomorphological effects in Korea", Univ. of Oregon, 박사학위 논문, pp 3

Terrence J. Toy et al., 2002, "Soil erosion", John wiley & sons, pp 65~103