

# 하천지형학 입문(II)

박 종 관

(정회원/건국대학교 이과대학 지리학과 조교수  
/임업연구원 산림수자원연구실 겸임연구원)

## 1. 머리말

하천의 가장 중요한 역할은 유역에 내린 비를 배수하는 것이다. 하천은 하천수를 단순히 흘려 보내는 것이 아니라 그 능력에 걸맞는 물리적 작용을 담당하고 있다. 유수(流水)가 일을 완수하는 능력은 위치에너지에 의해 결정된다. 하천수가 유하함에 따라서 유수가 갖는 위치에너지는 운반에너지와 열에너지로 바뀌어 소비된다. 유수에너지의 95-97%는 열에너지로 바뀌는데 이는 유수끼리 혹은 유수와 하상 경계면 사이의 마찰을 통해서 소실되기 때문이다.

유수가 행하는 물리적 일의 총량은 유수의 통로인 지표면을 깎아내고 그로 인해 생긴 물질을 하류로 옮기며 미처 옮기지 못한 물질을 그 자리에 남기는 작용을 더한 것과 같다. 우리는 이러한 작용을 하천의 침식, 운반, 퇴적작용이라고 하며 이는 하천의 3대 작용이다.

이번 호에서는 이러한 하천의 3대 작용을 중심으로 해 유수의 침식, 운반과 관련된 지형형성 및 지형발달 과정, 그리고 퇴적작용의 결과 만들어진 제지형을 중심으로 하천지형의 특징을 살펴보기로 한다.

## 2. 유수의 침식작용

하천의 침식은 대부분이 물리적 작용에 의해

일어나지만 석회암과 같이 물에 녹기 쉬운 암석이 지표면에 있는 경우에는 화학적 침식이 진행된다. 화학적 침식이란 유수와 지표면을 만들고 있는 물질과의 사이에서 일어나는 화학적 변화의 프로세스를 말하는데 이를 용식(溶蝕, corrosion)이라고 한다. 하천수 중에는 이온의 상태로 존재하는 다량의 용해물질이 포함되어 있는데 그들의 대부분은 지표하에서 오랜 시간동안 체류하고 있던 지하수로부터 공급된 성분이며, 지형과의 접촉시간이 짧은 하천수에 의한 용식작용은 극히 일부분으로 지형변화에 큰 영향을 주지 못한다.

하천의 침식작용에는 여러 종류가 있다. 하천수가 운반하는 암석은 기반암으로 이루어진 하상과 충돌해 하저와 하안을 깎아내는데 이러한 현상을 삭마(削磨, corrasion)라고 한다. 이 작용을 받으면 하상의 기반암과 자갈 표면은 아주 매끈해지게 된다. 한편, 하상퇴적물이 완전히 고화되어 있지 않은 곳에서는 암석편이 하천수에 포함되어 있지 않더라도 수류가 하상에 부딪히는 것만으로 침식이 일어날 수 있는데 이를 세굴(洗掘, scouring)작용이라고 한다. 하안이 사질 퇴적물인 경우에는 실토질이나 점토질이 많이 포함되어 있는 퇴적물보다는 일상의 수류로도 쉽게 세굴된다.

하천의 침식력은 유수가 갖는 자유 에너지와 유수에 포함되어 있는 물질의 양에 비례하며 하

상과 하안을 구성하고 있는 물질의 강도에 반비례한다. 일반적으로 유수가 자갈과 모래 등 한 개의 고체입자를 움직이는데 필요한 최소한의 힘을 갖고 있을 때 침식한계에 도달했다고 한다. 입자크기와 한계침식유속과의 관계는 반드시 비례관계에 있는 것은 아니다.

Hjulstrom(1935)은 한계침식유속에 관한 연구에서 입자크기가 0.2-0.4mm일 때 한계침식유속이 최소의 값을 갖는다고 밝힌 바 있다(그림 1). 이 그림을 보면 그보다 작은 크기의 입자를 움직이게 하기 위해서는 오히려 큰 유속이 필요하다는 것을 알 수 있다. 이것은 점토와 실트 등 미세입자의 응집력과 점착력이 입자의 크기가 작을수록 증가해 이를 움직이게 하기 어렵기 때문이다.

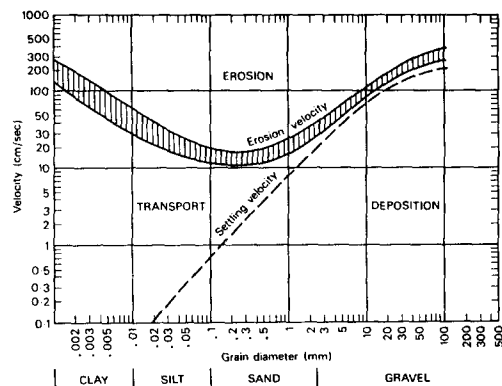


그림 1. 하천유속에 따른 입경별 침식·운반·퇴적의 관계(Hjulström, 1935)

하천의 침식작용에 의해 하상은 저하되고 골짜기는 깊어 간다. 곡의 침식이 활발히 진행되기 위해서는 유수에 의해 깎인 물질과 골짜기 양측사면에서 붕괴되어 떨어진 물질이 하류로 이동되어야 한다. 이는 곡이 발달하기 위한 기본조건이다. 한편, 하천이 상류로 곡을 발전시키기 위해서는 상류구배의 침식이 진전되어야 하는데 1차수의 하천이 곡두를 침식하는 현상을 두부침식(頭部侵蝕, headward erosion)이라고

한다. 인접하고 있는 두개의 하천에 침식력 차이가 있을 때 침식력이 큰 하천이 두부침식을 받아 곡두부를 향해 유로를 연장, 분수계를 넘어 침식력이 작은 하천과 연결되는 경우가 있다. 이를 하천쟁탈(piracy, river capture)이라고 하며 자연계에서 하천쟁탈이 일어나게 되는 경우를 우리는 흔히 발견할 수 있다.

이 밖에도 유수의 침식으로는 지표유출(overland flow)로 인해 발생하는 릴류(rill flow)에 의한 릴침식에 있으며, 릴침식이 활발히 일어나 그 규모가 커지면 우곡(雨谷, gully)이 형성된다. 릴과 우곡은 식생이 없는 지역에서 만들어지는 토양침식 지형이며, 우곡이 무수히 파여서 형성된 지형을 악지(惡地, badland)라고 한다. 이들 지형은 비고결 점토층이나 실트층으로 구성된 반건조지역에 널리 분포한다.

### 3. 하천의 물질운반

하천의 운반작용에는 침식작용과 마찬가지로 화학적 운반과 물리적 운반이 있다.

화학적 운반은 하천수에 공급된 용해물질을 운반하기 때문에 용류(溶流, solution)라고 한다. 용류의 형태로 운반되는 물질의 양은 하천수의 염분농도를 지표로 하여 구할 수 있다. 바닷물과 달리 하천수의 염분농도는 일반적으로 적지만 하천은 밤낮없이 흐르고 있기 때문에 1년간의 용류물질량은 엄청난 양이 된다. 그러나, 석회암지대를 제외하고는 눈에 떨 정도의 지형 변화는 일어나지 않는다.

물리적 운반은 고체를 운반하는 현상을 말하며 여러가지 크기의 자갈, 모래, 점토, 실트 등이 하상위를 구르거나 물에 떠서 하류로 흘러간다. 같은 크기의 입자라 하더라도 하천수류의 강약에 따라 하상부근을 소류(掃流, traction)하거나 물속을 부류(浮流, suspension)하기도 한다. 홍수시에는 직경 256mm 이상의 거력(boulder)이 수면부근을 떠서 흘러가는 경우가 있다. 홍수의 초기에 하천수가 흙탕물로 변하는

것은 세립토사가 부유(浮流)토사의 형태로 흘러가기 때문이다. 흙탕물의 정도는 물의 단위면적당 포함되어 있는 토사의 건조중량을 말하는데 이를 부유토사농도(suspended sediment concentration, 단위 : mg/l)라고 한다. 부유토사농도에 유량을 곱한 것이 부유토사량(suspended sediment load, 기본단위 : g/sec)이다. 이것은 어떤 지점의 하천 횡단면을 단위시간에 떠서 흘러가는 토사의 양을 말하며 부유토사의 관측은 하천의 유량을 관측하는 것보다 더욱 어렵다. Park(1992)의 연구에 의하면 일반적으로 한 강우를 단위로 볼 때 강우초기에 부유토사의 상당량이 유출되고 있는 것으로 밝혀졌다. 이는 비가 내리기 시작해서 1-2시간 이후에 부유토사 관측에 임할 경우 현장관측의 의미가 없음을 뜻한다(그림 2).

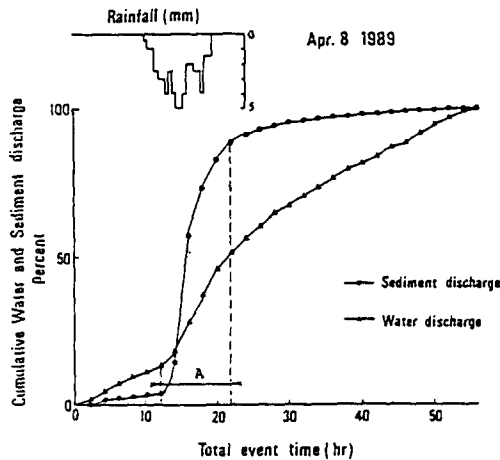


그림 2. 1989년 4월 8일 강우시의 총강우시간과 누적 부유토사량간의 관계 (Park, 1992)

부유토사량과 소류토사량을 강우시 현장에서 관측하기 위해서는 여러가지 도구와 설비가 필요하며 이를 직접 측정할 수 없을 경우에는 유량과의 rating curve를 사용해 이들을 추정하는 방법이 널리 사용되고 있다(예를 들면, Walling, 1977; Collins, 1981; Park, 1988; 박종

관, 1994). 일반적으로 부유토사량을  $Q_s$ , 유량을  $Q$ 라고 하면 다음과 같은 식이 성립된다.

$$Q_s = \alpha Q^m \quad (1)$$

$\alpha$ 값은 하천에 따라 다른 계수값을 지니나 특정 지점에 대해서는 거의 일정한 값을 갖는다. 일반적으로  $Q_s$ 가  $Q$ 의 2승에 비례한다.

한편, 하상부근을 구르거나 미끄러지면서 혹은 퇴면서 유하하는 소류사의 경우는 부유사에 비해 그 실측 데이터가 적으나 자연하천에서의 소류토사량을  $Q_b$ , 유량을  $Q$ 라고 할 경우 이들 사이에도

$$Q_b = \alpha Q^{0.9} \quad (2)$$

의 관계가 있다. 그러나, 부유토사량과 유량과의 관계만큼 실측데이터가 없어서 일반성은 없다. 상기의 식에 나타난 바와 같이 유량  $Q$ 에 대한 증가의 비율은  $Q_s$ 가  $Q_b$ 보다 크다. 온대기후지역에서는 일반적으로 소류토사량  $Q_b$ 는 부유토사량  $Q_s$ 의 10% 전후의 값을 갖는다. 부유토사량과 소류토사량을 합쳐 유송(流送)토사량이라고 한다. 水山(1980)은 저수지나 댐 건설 이후의 퇴사량 구성비를 보면 부유토사가 소류사의 비율을 훨씬 초과하고 있다고 보고하고 있어, 자연계에서의 유송토사량은 비록 입자의 크기는 작으나 그 양에 있어서는 부유사가 소류사를 압도하고 있는 것으로 알려지고 있다.

#### 4. 하천 퇴적지형

##### 4.1 유수의 퇴적작용

하천의 유로는 각각 독자의 기하학적 형태를 이루며 끝없이 변화하고 있다. 특히 홍수 전후에는 유로의 형태가 현저하게 변한다. 하천의 유로는 입체적인 형태로서 취급되어야 하며 종단면, 횡단면, 평면으로 나누어 구분하면 이해하

기 쉽다.

우선 하천 종단면이란 하천의 유하방향을 따라서 일정간격의 거리를 측정한 후 그 지점의 하상고도가 유하거리에 따라 어떻게 변해 가는가를 나타낸 것이다. 하천유로는 상류에서 하류쪽으로 구배가 감소하며 하상종단면은 상류를 향해 구부러진 곡선의 모양을 갖는다. 이것은 경험적으로 알려진 사실인데 유역의 자연환경과 하천의 크기에 관계없이 성립되는 일반적 사실이다. 하상종단면의 형태는 지수곡선에 가깝기 때문에 반대수 그래프를 사용해 그리면 직선의 형태를 띤다. 직선은 1개만이 아니라 2개 이상의 꺾은선이 되는 경우도 있다.

하천의 종단면은 지표면에 대해서 그 위를 흐르는 수류의 침식, 운반, 퇴적작용의 결과로 하천수류는 최종의 안정상태의 종단면에 도달하기 위해 지표면을 변형시킨다. 안정상태의 종단면형은 하상구배가 유역에서 공급된 토사운반에 필요한 만큼의 유속을 발생시킬 수 있도록 미묘하게 조절되어 있다. 유수의 운반능력이 유송토사량에 균형이 맞게 되어 있어 침식도 퇴적도 일어나지 않거나 일어난다 해도 침식량과 퇴적량은 거의 같게 된다. 이와 같이 균형이 갖추어진 상태를 평형이라 하며 그 상태에 있는 구배를 평형구배, 그와 같은 하천을 평형하천(graded river)이라고 한다. 일반적으로 평형하천의 종단면은 지수곡선으로 나타난다. 평형하천에 댐 등의 구조물이 만들어질 경우 하천은 새로운 평형상태를 향해서 침식과 퇴적을 반복하게 되어 상류측에는 토사가 쌓이고 하류측에서는 침식작용이 활발히 일어나 하상이 저하된다.

한편, 하천의 한 지점에서 유하방향에 직교하는 하천 횡단면형은 단시간 동안에도 변화하고 있다. 육안으로는 홍수전후의 하상횡단형이 거의 변하지 않은 것으로 보이나 실제로는 상당한 양이 침식되고 재퇴적된 것으로서 이를 조사하기 위해서는 홍수중의 하상면을 자세히 조사하지 않으면 안된다.

횡단면을 단위시간에 통과하는 물의 체적이

유량이기 때문에 유량  $Q$ 는 단면을 통하는 평균 유속  $v$ , 횡단면의 평균수심  $h$ , 수면폭을  $B$ 라고 하면

$$Q = v \times h \times B$$

이다. 이 함수로부터  $v, h, B$ 는 어느 것이나  $Q$ 의 함수이다.  $a, \beta, \gamma$ 를 정수,  $m, f, b$ 를 지수라 하면 각각

$$v = aQ^m, h = \beta Q^f, B = \gamma Q^b$$

이다. 이를 수리기하학적 관계라고 한다.

유량이 늘어나면 수심, 수면폭, 유속도 증가하기 때문에 횡단면의 형태도 변화할 것이다. 같은 하천이라도 상류로부터 하류로 갈수록 유량이 증가하며, 한 지점에서 유량은 시간적으로 변한다. 그림 3은 한 지점 및 유하방향으로의 유량과 횡단면형의 변화를 모델화해 그린 것이다. 습윤지역의 하천은 유하함에 따라 유량이 늘어나기 때문에 유로는 유량이 증가한 만큼 어떤 형태로든 이를 수용하지 않으면 안된다. 수심과 하폭이 일정할 경우 유속이 커지며, 만약 유속이 변하지 않을 경우 수심과 하폭이 늘어나 유수는 어떤 형태로든 유량의 변화에 따라 스스

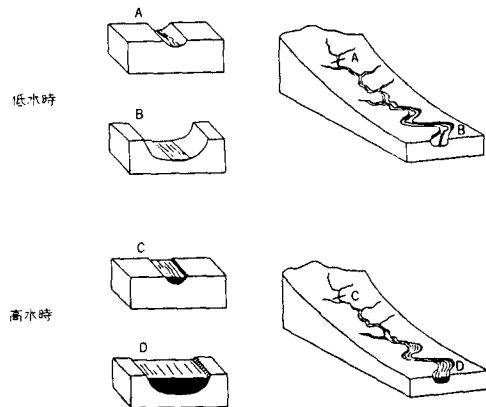


그림 3. 유하방향에 따른 임의지점의 수리기하학적 관계 변화(Leopold and Maddock, 1953)

로 조절을 하게 된다. 어떠한 형태로 조절을 하던간에 유속과 횡단면 형태의 변화는 동시에 유로구배의 변화를 요구한다. 크기와 자연조건이 다른 하천이 유량의 유하방향으로의 증가에 대해 동일한 조절법을 띠고 있다고 하는 것 자체가 조절의 방법을 지배하고 있는 일반원칙이 존재하고 있다는 것을 뜻한다. 앞에서 설명한 수리학적 관계를 보면 한 지점에서의 지수의 합( $b+f+m$ )은 1.0이며, 정수의 곱( $a \times \beta \times \gamma$ )도 1.0이 되어야 함을 알 수 있다.

하천의 평면형은 대략 직선유로(直線流路), 망상유로(網狀流路), 굴곡유로(屈曲流路, 혹은 사행유로)의 3가지로 구분된다(그림 4). 자연하천의 경우 짧은 구간에서의 하천 평면형이 직선의 형태를 띠고 있다고 하더라도 유로폭의 10배 이상의 거리까지 직선유로가 형성되어 있는 경우는 아주 드물다. 직선유로의 경우에도 그 유로의 최대수심을 연결한 선(이를 곡선(谷線)이라 한다)은 직선으로 되어 있지 않다. 구배가 완만한 평야지역을 흐르는 자연하천은 망상유로나 굴곡유로를 띠는 경향이 있다. 왜냐하면 직선유로는 망상유로나 사행유로와 비교해 볼 때 수리학적으로 불안정하기 때문이다.

한편, 망상유로는 하중도와 같은 퇴적지형 위를 하천이 분류와 합류를 거듭해 흐르면서 망과 같은 평면형을 갖는 유로를 말한다. 그러나, 홍수시에는 모래와 자갈로 이루어진 퇴적지형이 물속으로 들어가 한개의 유로로 합쳐지는 점이 삼각주나 선상지를 흐르는 하천과 다른 점이다. 따라서, 삼각주나 선상지를 흐르는 하천은 엄밀한 의미에서 망상하천이라고 할 수 없다. 망상유로는 빙하지역의 용빙수 하천, 건조지역의 하천 등에서 발달된다.

굴곡유로는 글자 그대로 직선이 아닌 곡류하는 하천의 평면형을 말하며, 그 가운데 뱀이 기어가는 것과 같이 약간의 규칙적인 사인커브에 가까운 평면형을 띠는 유로를 사행유로(蛇行流路)라고 한다. 사행유로의 침식이 진행되는 공격사면과 퇴적이 진행되는 활주사면이 발달되면서 하천의 곡류는 더욱 진행된다. 사행이 왜 일어나는가를 설명하기란 매우 어렵다. 과거에는 하안침식이 그 원인으로 생각되어 왔으나 양안을 콘크리트로 만든 실험수로내에서도 수류는 사행한다. 또 유리판 위에서도 수류는 사행하기 때문에 사행은 토사와 관련이 없음을 알 수 있다. 난류의 흐름에 의한 나선류의 발생이 사행의 원인이라고 생각되나 이에 대한 수학적 해석은 거의 불가능하다.

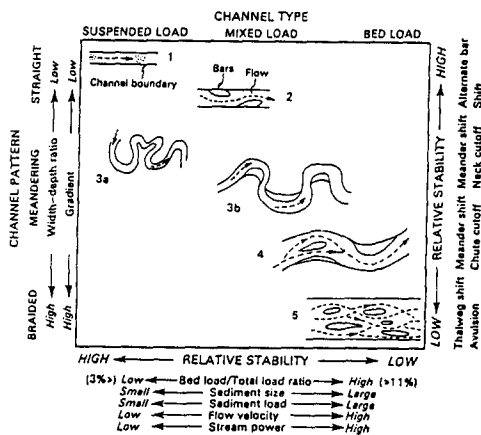


그림 4. 토사량, 하천횡단면, 하천안전성에 따른 하천평면형의 변화(Schumm, 1985)

## 4.2 하천 퇴적지형

홍수시 산지상류에서 다량으로 공급된 토사는 하류로 갈수록 그 양을 더해 하천이 범람하면서 다양한 하천 퇴적지형을 이룬다. 다음은 하천의 대표적인 퇴적지형을 열거한 것이다.

- ① 범람원(氾濫原, floodplain) : 하천 중·하류부의 하도와 인접되어 홍수시에 범람을 받는 비교적 평탄한 지형을 말한다. 범람원 위에는 하도(river channel), 미안더(meander, 곡류하천)가 절단되어 생긴 우각호(ox-bow lake), 하천 완곡부의 활주사면측에 모래와 자갈로 퇴적된 포인트바

(point bar), 미안더스크롤(meander scroll), 자연제방(natural levee), 배후습지(backswamp) 등 여러 하천 퇴적지형이 분포되어 있다.

- ② 자연제방(自然堤防, natural levee) : 하도를 따라 발달하는 범람원보다 약간 높은 지형. 홍수가 하안을 넘칠 때 퇴적된 조립물질로 구성된다. 일반적으로 완곡부의 공격사면측에 잘 발달한다. 그때의 횡단면은 하안에 급사면을, 외측에 완사면을 형성해 비대칭형을 이룬다. 자연제방의 퇴적물은 모래, 실트가 중심이다. 흔히 자연제방에는 홍수를 피하기 위한 목적으로 일찍이 자연취락이 형성되어 있다.
- ③ 하안단구(河岸段丘, river terrace) : 하천이 용기 등 지각변동의 원인으로 다시 깊어져 침식이 부활되어 지금까지 형성된 넓은 범람원에 새로운 곡을 깎으면 유로를 따라 계단상의 지형이 만들어 지는데 이를 하안단구 혹은 하성단구(河成段丘, fluvial terrace)라고 한다. 원래의 범람원의 평탄한 부분을 단구면, 부활한 침식에 의해 만들어진 급애를 단구에라고 부른다. 단구면은 구(舊)하상면이기 때문에 그 표면에는 많은 적년간에 사력층의 하천퇴적물(fluvial deposits)이 존재한다. 이것을 단구역층(terrace gravels)이라고 한다.
- ④ 삼각주(三角洲, delta) : 하천이 바다와 호소에 접한 경우에는 지금까지 운반해 왔던 토사를 하구부근에 퇴적해 해면 높이의 평탄한 지형을 만드는 경우가 많다. 이렇게 해서 만들어진 저평한 퇴적지형을 삼각주라고 한다. 삼각주는 하천의 퇴적과 바다의 침식작용이 서로 합쳐져 만든 지형이다. 이 형상과 규모는 하천이 운반해 온 토사의 양과 크기, 하구부의 수심, 해저지형, 파랑, 연안류, 조류 등의 영향을 받는다. 일반적으로 삼각주는 그 형태에 따라 조족상, 호상, 첨각상 삼각주 등으로 분류

된다. 우리나라는 낙동강 삼각주가 유명하다.

- ⑤ 선상지(扇狀地, alluvial fan) : 선상지에는 충적선상지와 암석선상지(rock fan)가 있다. 충적선상지는 건조지역에 형성되는 암석선상지와 구별하기 위해 사용되는 일반적인 선상지를 말하며, 흔히 하천의 퇴적작용에 의해 만들어졌다는 의미를 분명히 하기 위해 충적선상지라고도 부른다. 보통 선상지는 산지로부터 평지를 향해 하천이 흘러가는 곳에 형성된 부채꼴 모양의 퇴적지형을 말한다. 선상지의 구배는 30°에 달하는 급구배로부터 5°내외의 여러가지 것이 있다. 선상지 퇴적물은 일반적으로 삼각주와 같이 하류의 충적평야의 퇴적물에 비해 조립질이며 분급정도가 나쁘다. 그 가운데에서도 선정부가 조립이고 선단으로 갈수록 입경은 감소한다. 이에 따라서 구배도 선정이 크고 선단으로 갈수록 완만하게 된다. 한편, 암석선상지는 건조지역에서 하천의 망상류의 이동에 의한 측방침식에 의해 산지가 후퇴되어 암석으로 이루어진 평지를 말한다. 경사는 20-26°, 넓이는 수 ha부터 경사 0.5-7°, 넓이 수 km<sup>2</sup>이상의 다양한 크기를 지닌다. 포상 홍수침식에 의해 그 평탄화가 더욱 진행되어 두꺼운 암설의 피복층이 있는 경우에는 암석선상지라고 하지 않는다. 우리나라에는 노년기 지형의 영향으로 추가령 구조곡의 석왕사 선상지, 경남의 사천 선상지, 강릉의 금광평 선상지 등을 제외하고는 선상지의 발달이 아주 저조하다(권혁재, 1990).
- ⑥ 충적평야(沖積平野, alluvial plain) : 곡저평야, 선상지, 삼각주와 같이 상류로부터 운반되어 온 하중이 전부 운반되지 못하고 퇴적된 기복이 작은 평탄한 평야를 말한다. 충적이라는 말은 원래 라틴어로 홍수를 의미하는데 이는 하천의 퇴적작용

을 뜻한다. 일반적으로 층적평야는 상류로부터 하류로 선상지, 자연제방 지대(중간 지대) 및 삼각주의 세가지 지형적 배열이 보이며 이는 층적평야의 기본형이 되고 있다.

## 5. 유수에 의한 지형발달이론

### 5.1 침식기준면

지형은 크게 지구내적작용과 지구외적작용에 의해 형성된다. 지구내적작용이란 용기·습곡·지진 등의 지각운동과 화산작용에 의한 지형형성 작용을 말하며, 지구외적작용이란 풍화, 매스무브먼트, 유수·파랑·바람 등으로 인한 침식 및 퇴적 등 삭평형작용(削平衡作用, degradation)과 적평형작용(積平衡作用, aggradation)을 받아 형성되는 일련의 지형발달 작용을 뜻한다. 이중 하천 유수는 지형에 영향을 미치는 지구외적작용 인자 가운데 가장 중요한 역할을 담당하고 있다. 유수는 지표를 침식, 저하시킬 수 있는 기준면을 갖고 있는데 이를 침식기준면(base level of erosion)이라고 한다. 일반적으로 해면은 하천의 침식기준면으로 간주된다. 침식기준면으로서의 해면은 고정되어 있지 않고 빙하의 성장 및 쇠퇴와 함께 변한다. 지금으로부터 200여만년전인 신생대 제4기 플라이스토세에는 100m 이상의 해면변동이 수차례 반복되었다.

### 5.2 데이비스의 지형유희설

미국의 유명한 지형학자인 데이비스(William Morris Davis, 1850-1934)는 온대습윤 기후지역에서 유수에 의해 진행되는 지형형성 발달과정을 1899년 정규침식유희(cycle of normal erosion) 혹은 하식유희(fluvial cycle of erosion)라는 학설로 설명하고 있는데 이는 오늘날에도 지형형성 단계를 설명하는 하나의 도구로 자주 사용되고 있다.

데이비스는 지형을 지배하는 기본적인 인자로서 조직(組織, structure), 과정(過程, process), 단계(段階, stage) 등의 세가지를 내세우고 있다. 조직이란 지형의 외력에 의해 변화가 일어나기 이전의 전제조건으로서의 상태를 말하며, 영역이란 지형의 변화에 의한 외인적 작용, 시기란 조직을 바탕으로 영역이 어느 기간동안 작용해서 만들어진 지형발달의 단계를 말한다.

지형유희설이란 유희의 출발점이 되는 원지형(原地形, initial form), 침식이 진행되면서 만들어지는 차지형(次地形, sequential form), 침식의 최종결과로서 생기는 종지형(終地形, ultimate form)으로 이루어져 있다. 초기지형인 원지형이란 바다밑으로부터 급속하게 용기한 후 안정상태를 유지하는 고원상의 평탄한 지형을 말하는데 이는 지형유희설을 설명하는 출발점이다. 원지형은 유수의 침식에 의해 변해 간다고 하며 그 경과 순서에 의해 유년기(幼年期), 장년기(壯年期), 노년기(老年期) 지형으로 구분하였다. 이들 지형의 특색은 하곡의 형태가 주된 기준이 되고 있는데 유년기 지형이란 하천의 하각작용(deepening)이 탁월해 30°이상의 V자곡으로 이루어진 유년곡을 갖고 있으며, 장년기 지형에는 측방침식(lateral erosion)작용이 활발해 넓은 곡을 갖고 폭포와 급류로 이루어진 장년곡이 발달되어 있다. 또한, 노년기 지형은 잔구를 포함해 대개 5° 정도의 사면경사를 갖는 구릉성 산지가 포함된 넓은 지형단면을 갖는 것이 특징이다. 이 단계에서는 하천이 대개 자유곡류를 시작하고 침식기준면이 해면에 근접하게 된다. 우리나라의 지형은 강원도의 일부의 장년기 지형을 제외하고는 노년기 산지에 해당된다.

이러한 지형유희는 지반이 용기하거나 해수면이 변동되면 하천의 침식기준면이 변화되어 하천을 중심으로 일어나던 침식유희는 중단된다. 하안단구나 감입곡류하천 등은 침식기준면의 변화로 인해 하각작용이 활발히 진행되어 침식력이 부활되어 만들어진 지형이다.

## 6. 맺는말

하천은 유수로 인해 오랫동안 침식과 퇴적이 반복되어 만들어진 다양한 지형을 포함하고 있는 자연의 역사적 산물이다. 유수의 지형형성과정의 이해가 곧 하천지형 형성과정의 파악이라는 시각에서 유수가 갖는 하천의 3대 작용에 관한 내용은 하천을 다루는 모든 사람에게 있어 하천입문서에 속한다.

이번 호에서는 하천을 중심으로 유수에 의해 형성되는 여러 지형적 특징에 대해 서술하였다. 다음에는 마지막으로 하천지형이 갖는 환경적 의미와 우리의 생활과 관련된 하천지형 보전의 필요성 등 인간과 하천지형간의 관계에 대해 살펴보기로 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. Collins, M.B., 1981, Sediment yield of headwater catchments in Sussex, S.E. England. *Earth Surface Processes and Landforms*, 6, 517-539.
2. Hjulström, F., 1935, Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris. *Bulletin of the Geological Institute, Univ. of Uppsala*, 25, 221-527.
3. Richards, K., 1982, Rivers form and process in alluvial channels, Methuen, 358p.
4. Leopold, L.B. and Maddock, T., 1953, The Hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. *Professional Paper. U.S.G.S.*, 252, 1-57p.
5. Newson, M., 1992, Land, water and development. Routledge, 351p.
6. Park, J.K., 1988, Suspended sediment behavior in an artificially modified catchment. M.Sc. Thesis, Univ. of Tsukuba, 73p.
7. Park, J.K., 1992, Suspended sediment transport in a mountainous catchment. *Science Reports of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba, Section A*, vol. 13, 137-197.
8. Schumm, S.A., 1985, Patterns of alluvial rivers. *Annual Review of Earth Planet Sciences*, 13, 5-27.
9. Walling, D.E., 1977, Assessing the accuracy of suspended sediment rating curves for a small basin. *Water Resources Research*, 13-3, 531-538.
10. 渡辺光, 1981, 新版地形學. 古今書院, 318p.
11. 水山高久, 1980, 山地河川の浮遊砂觀測. 土木技術資料, 22-5, 46-51.
12. 町田貞, 1984, 地形學. 大明堂, 404p.
13. 권혁재, 1990, 지형학. 법문사, 502p.
14. 박종관, 1994, SRC Method에 의한 산지 소유역의 부유토사 유출량 산정. *한국지형학회지*, 1, 17-31. ☞