

# 지우천 유역의 퇴적지형 연구\*

오 인 순\*\*

## Depositional Landforms in Jiwoo Drainage Basin\*

Oh, In Sun\*\*

**요약** : 본 연구에서는 남강 최상류부의 지우천 유역을 대상으로 침식분지 내 퇴적지형의 형성과정을 고찰하였다. 퇴적지형의 형태적 특성과 퇴적상 분석을 통하여 밝혀진 형성과정을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 사평, 응암, 내동뚝들 지점의 고위퇴적지는 최종빙기 동안의 한랭한 주빙하 환경하에서 젤리플럭션 작용으로 퇴적되었으며, 상류에서 하류방향으로 하상비고가 낮아진다. 고위퇴적지의 범위는 지우천과 남강이 합류하는 곳에서 하류방향 약 1km지점인 것으로 추정된다. 둘째, 장승불들 지점에 분포하는 완경사면의 퇴적물은 심중풍화된 기반암이 완전한 사면을 형성한 이후 최종빙기 동안 젤리플럭션 작용으로 운반된 것이다. 셋째, 사평, 응추사, 등방들 지점의 저위퇴적지는 후빙기의 온난습윤한 환경하에서 고위퇴적지가 개석되는 동안 퇴적물의 일부가 하상에 남겨지고, 이후 고위퇴적지의 개석이 완료됨에 따라 하천의 지향(퇴적물양)보다 하천의 운반력이 초과함으로써 하상이 다시 침식되어 형성된 것으로 사료된다.

**주요어** : 지우천, 기후단구, 최후빙기, 젤리플럭션

**Abstract** : The purpose of this paper is to elucidate the formative processes of depositional landforms in Jiwoo drainage basin which located in the most upstream reach of Namgang River. Through the analysis of morphologic characteristics and sedimentary facies, the formative processes can be summarized as follow: First, the high depositional landforms(Sapyeong, Eungam, Naedongdytle site) were formed by gelifluction process in the periglacial environment during the last glacial period. And the relative height over river bed of them is getting lower from upper to downstream. The extent of the high depositional landforms is assumed about 1 kilometer downstream far from the confluence of Jiwoo stream and Namgang River. Second, the sediments in the gentle slope at Jangseungbulde were carried by gelifluction process during the last glacial stage after the deep-weathered bedrock had formed a gentle slope. Third, the high depositional landforms were dissected during warm and humid environment of postglacial stage, and some sediments of them were left in the river bed. Later, as the more upstream high depositional landforms were dissected completely, stream power was getting more than resistance(sediment storage) and the low depositional landforms(Sapyeong, Yongchusa, Deungbangdle site) were formed.

**Key Words** : Jiwoo stream, climatic terrace, last glacial period, gelifluction

## 1. 서론

### 1) 연구목적

인간은 신생대 제4기 동안 빙기/간빙기의 기후 변화를 겪으며 진화하였고, 지형 또한 변화해 왔다. 기후변화에 따른 지형변화를 다룬 연구는 지형이 인간 활동의 기반이라는 점에서 의미가 있다. 따라서 제4기의 지형변화는 지형학자들의 지속적인 연구의 대상이 되어 왔다. 우리나라에서 제4기 기후변화에 따른 지형발달을 다룬 연구는 해안단구와 하안단구 등을 중심으로 이루어져 왔다. 단구지형

은 기후변화의 기록을 유지할 뿐만 아니라 해수면 변동과 지반운동의 영향을 반영하므로 중요한 가치를 지닌다. 기후단구는 기후변화에 따른 하천의 유량과 하중의 변화로 만들어지는 단구이다. 하황 변화는 특히 높은 산지에서 발원하는 하천의 상류부에 큰 영향을 미치기 때문에, 기후단구는 하천의 상류~중류부에 분포하고, 제4기의 기후변동을 구명하는 중요한 지표 지형이 된다(장호·박희두, 2001).

우리나라에서는 하천 상류~중류부에 발달하는 침식분지 내 구릉지를 피복한 퇴적지형의 형성과정 연구에 있어서 빙기 퇴적/간빙기 침식이라는 모델을 적용하여 왔다. 이 모델은 20세기 초 Penk and

\* 이 논문은 2007년도 석사학위논문을 요약한 것임.

\*\* 국립환경과학원 생태조사단 전문위원(Research Fellow, Ecosystem Survey Team, National Institute of Environmental Research)(insun5@paran.com)

Brückner가 Alps 주변(독일의 Bavaria 지방 등)에서 퇴적단구가 모래인에 연결됨을 확인하고, 이를 빙기의 퇴적과 간빙기의 하방침식으로 발달한 융빙수 퇴적단구로 추정한 것에서 출발하였다. 그들은 이 기후단구를 기초자료로 이용하여 Alps의 제 4기를 Günz, Mindel, Riss, Würm 등 4회의 빙기로 편년하였다(장호·박희두(2001)에서 재인용). 그리고 Zeuner(1959)는 Pleistocene 동안 빙상 주변의 하천 상·중류부에서는 한랭건조한 주빙하기에 기후단구면이, 하류부에서는 온난습윤한 간빙기에 해변 변동단구면이 형성된다는 모델을 제시하여, 하곡 전체의 하안단구 발달을 종합한 바 있다.

그러나 우리나라는 Pleistocene 동안 백두산과 관모봉 일대를 제외하면 빙하지대에서 벗어나 있었다. 강수량은 500~1,000mm로서(손명원, 1999) 현재보다 적지만, 당시의 기온이 현재보다 4~5°C 낮았던 점을 고려하면 습윤한 편에 속하였다. 이러한 기후조건을 고려하면 한반도의 많은 지역은 최종 빙기 시 식생이 지표를 피복하여 기계적 풍화작용이 강력하지 못하였을 것으로 추정된다.

하안단구는 평형상태인 하천시스템이 자기조절 범위를 초과하는 외부요인의 영향을 받아 새로운 평형상태로 전이되는 과정에서 기존의 하도를 하방침식 함으로써 만들어진다(손명원, 2001). 하방침식을 가져오는 요인이 지형에 반영되는데까지 지체시간이 소요되고, 자기조절범위(threshold)를 초과하여 지형이 변화하고 평형을 유지하기까지도 시간이 걸린다.

우리나라에서 하천 상류~중류부에 발달하는 침식분지 내 구릉지에 분포하는 퇴적지형의 형성과정을 연구함에 있어서 각 지형면에 빙기 퇴적/간빙기 침식이라는 모델을 일괄적으로 적용하고 있는데, 분지 내에 분포하는 퇴적지형의 성격을 고찰하는 연구를 통하여 이 모델의 적용에 대한 재평가를 시도할 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 하천 상류부의 침식분지 내 퇴적지형이 잘 발달한 지우천 유역을 대상으로 퇴적지형의 형성과정을 고찰하고자 한다.

## 2) 연구지역 및 연구방법

연구지역은 경상남도 함양군 안의면 상원리·하

원리에 속한다. 남덕유산(1507m)의 남동사면에 위치한 지우천 유역분지는 북동쪽에 기백산(1331m), 북쪽에 금원산(1352m), 서쪽에 거망산(1184m), 남서쪽에 황석산(1190m)으로 둘러싸여 있다(그림 1). 연구지역을 관류하는 지우천은 수망령과 금원산에서 발원하여 남류하며 낙동강으로 흘러드는 남강 최상류의 지류이다. 하곡은 지질구조선을 따라 직선상을 띤다.

연구지역의 지질은 선캄브리아기의 반상변정편마암과 중생대 백악기의 흑운모화강암이 주를 이룬다(국립지질조사소, 1968, 1970; 한국자원연구소, 1993, 1994). 선캄브리아기 반상변정편마암은 백악기 흑운모 화강암에 관입당하고 있고, 일부는 용추사 부근에 포획암체로 분포한다. 안의면 일대의 백악기 화성암류인 흑운모화강암은 조립질이고 반상구조를 띤다. 지우천 유역을 따라 비고화 제4기 층적층이 분포한다(그림 2).

본 연구에서는 침식분지 내 소규모 곡지 연안에 퇴적지형이 분포하고 완경사의 구릉지 상에도 거력의 피복이 있는 지우천 유역을 연구지역으로 선정하였다. 그리고 연구지역 내에서 1:5,000 지형도와 항공사진 판독을 통해 지형면을 분류하고, 야외 조사를 통해 이를 보정하였다. 사평, 용추사, 응암,

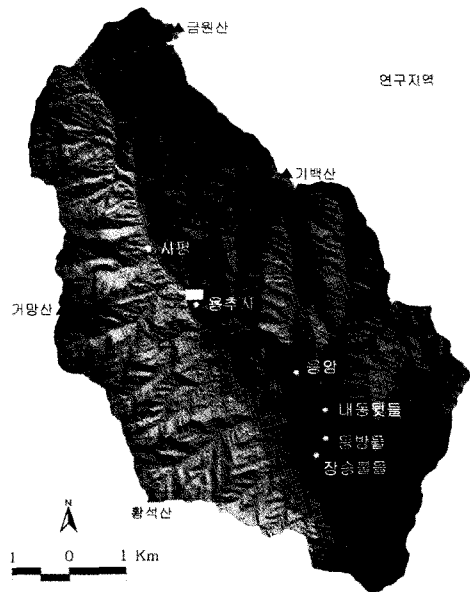


그림 1. 연구지역 음영기복도

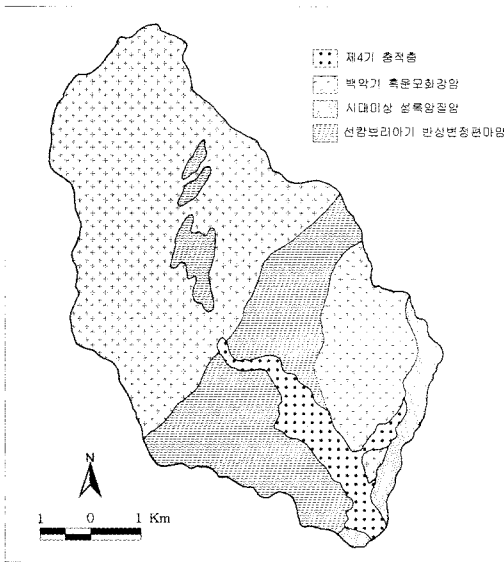


그림 2. 연구지역 지질도

내동뒀들, 장승분들, 등방들 지점을 선정하여 다음과 같이 분석하였다.

첫째, 각 지형면의 형태적 특성을 밝히기 위해 평면도와 단면도를 작성하였고, 주변 하천과의 관계를 검토하였다. 단면도상에서 지형면 말단부의 하상비고를 측정하였다. 지형면 경사와 주변 하천의 경사는 야외조사에서 경사계를 이용하여 측정 한 후 지형도상에서 도상거리와 하상비고를 통해 보정하였다.

둘째, 지형면의 퇴적 환경을 밝히기 위해 노두의 퇴적상을 분석하였다. 퇴적환경을 이해하기 위해 퇴적물의 성층과 분급도를 조사하였다. 퇴적물 기

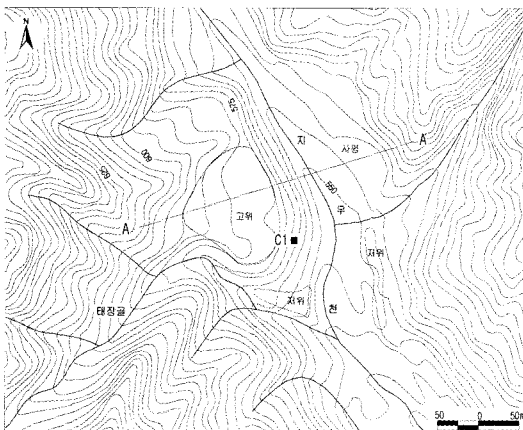


그림 3. 사평지점 퇴적지 지형면 분포도

원지에서 공급된 입자에 가해진 운반 과정의 영향을 알아보기 위하여 역의 원마도를 Fork(1955)의 원마도 도표와 대조하여 기술하였다. 퇴적물 이동 과정을 이해하기 위해 지표면에 노출된 거력의 크기와 방향을 측정하였다.

셋째, 퇴적지의 공간적 범위를 알아보기 위해 연구지역 내 지우천의 하상종단곡선과 고위퇴적지의 종단곡선을 비교 분석하였다. 분석에서는 지우천의 현 하상과 퇴적지의 높이가 거리에 직선관계일 것, 퇴적지의 높이는 현재 남아 있는 부분의 가장자리 일 것이라는 가정을 전제로 하였다.

## 2. 퇴적지의 형태적 특성

### 1) 사평지점

사평지점은 사평마을 맞은편의 서쪽에서 동쪽으로 흐르는 태장골과 지우천 하곡이 합류하는 곳의 북쪽에 위치한다(그림 3). 퇴적지는 하상비고 30m 정도의 고위퇴적지와 하상비고 10m 정도의 저위퇴적지로 구분된다<sup>1)</sup>. 고위퇴적지는 동쪽의 지우천 하곡과 남쪽의 태장골로 둘러싸여 있고, 서쪽의 배후산지와 연결된다. 규모는 지우천 하곡과 면한 부분에서 폭 약 150m, 태장골의 상류에서 하류로 길이 약 125m이다. 태장골을 따른 상류부에서 퇴적지의 하상비고는 약 15m이고, 하류부인 퇴적지 말단부 하상비고는 약 30m이다. 퇴적지의 사면경사는 약 7° 이고, 퇴적지 표면에는 최대 장경 약 2m 내외의 거력들이 산재한다. 퇴적지면은 발농사와 양봉이 이루어진다. 퇴적지의 지우천변은 급경사를 이

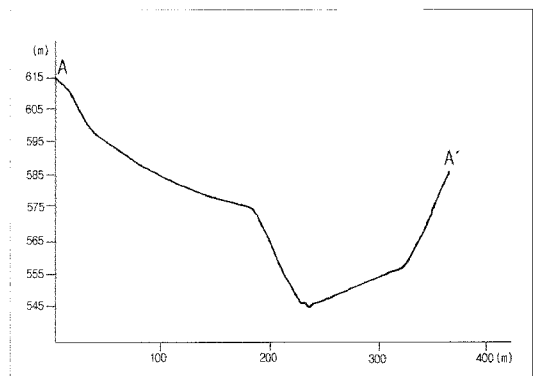


그림 4. 사평지점 횡단면도

룬다(그림 4). 퇴적지 남쪽을 흐르는 태장골 하상 경사는 약 11°이다. 지우천변의 퇴적지 급경사면에도 장경 약 1m 내외의 거력들이 산재한다. 퇴적지 하안의 사면에는 활엽수가 자란다.

저위퇴적지는 태장골과 지우천하곡이 합류하는 곳에 하상비고 약 10m로 형성되어 있다. 저위퇴적지는 태장골 상류쪽으로 약 50m 가량 나타나며, 상류에서는 좁고 하류로 갈수록 넓어지는 형태이다. 퇴적지 표면에는 장경 약 1m 내외의 거력들이 산재한다. 저위퇴적지의 상류부에 해당하는 태장골의 하곡 폭은 약 6m이고, 하곡 연안에는 기반암이 3~5m 정도 나타난다. 이러한 저위 퇴적지는 지우천 하곡의 반대편인 사평마을에도 나타난다. 사평마을 저위퇴적지 표면에는 장경 약 1m 내외의 아각력 내지 아원력이 산재한다.

## 2) 용추사지점

용추사지점은 사평지점에서 하류방향으로 약 1 km 떨어진 용추사 건너편에 위치한다(그림 5). 용추사지점에서 상류쪽으로 약 50m 떨어진 곳에는 높이 약 10m의 용추폭포가 지우천 하상의 기반암을 두부침식하고 있다. 용추사지점의 지우천 하곡은 급경사의 사면으로 둘러싸여 깊은 골짜기를 이룬다. 용추폭포에서 하류방향 동쪽 연안에는 약

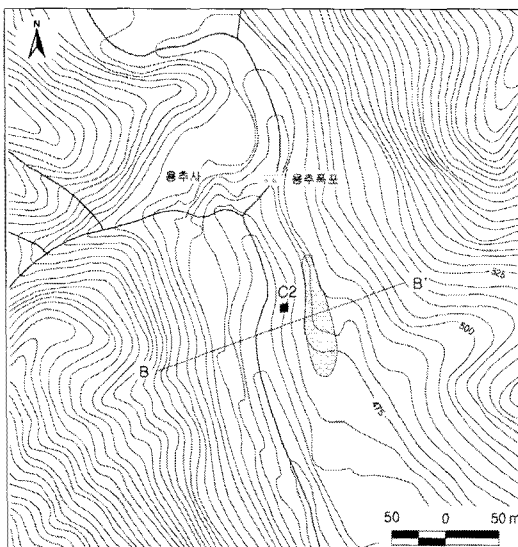


그림 5. 용추사지점 퇴적지 지형면 분포도

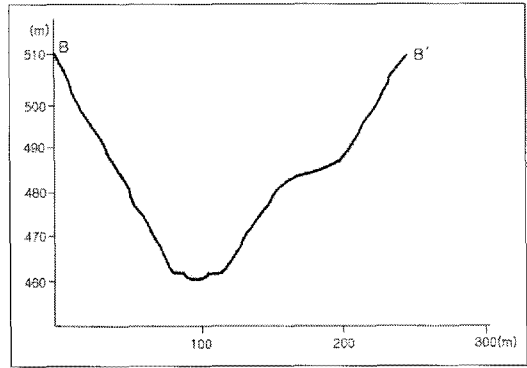


그림 6. 용추사지점 횡단면도

20m의 하상비고를 나타내는 퇴적지가 분포한다(그림 6). 퇴적지의 규모는 길이 약 100m, 폭 약 15m 정도이다. 하곡 연안에는 하상비고 약 10m 정도의 기반암이 노출되어 있다. 퇴적지 표면에는 장경 약 1m 내외의 아각력 내지 아원력들이 산재한다.

## 3) 응암지점

응암지점은 북쪽의 기백산지에서 남으로 흐르는 응암천<sup>2)</sup>이 지우천으로 합류하는 곳에 위치한다(그림 7). 동편 퇴적지는 뒷들이라고 하고 서편 퇴적지는 양지들이라 하며, 동편 퇴적지와 서편 퇴적지의 단면은 대칭을 이룬다(그림 9). 퇴적지의 규모

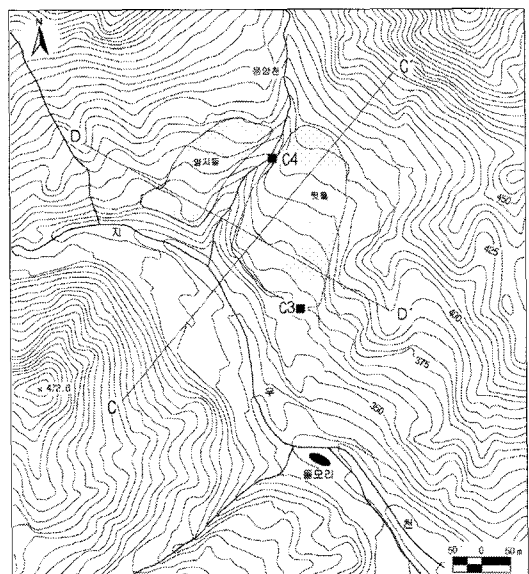


그림 7. 응암지점 퇴적지 지형면 분포도

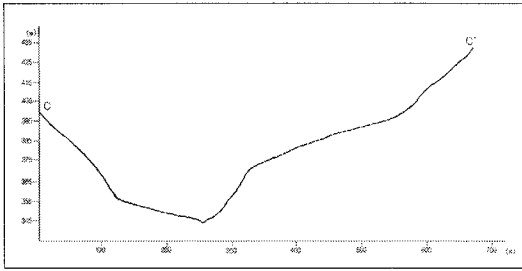


그림 8. 응암지점 횡단면도(C-C')

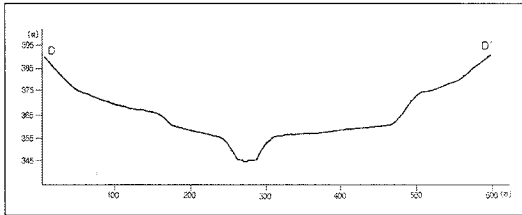


그림 9. 응암지점 횡단면도(D-D')

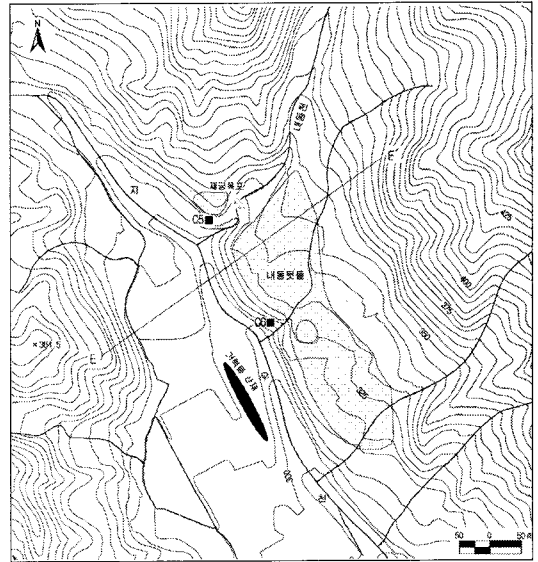


그림 10. 내동뿔들지점 퇴적지 지형면 분포도

는 지우천의 연안을 따라 길이 약 300m, 응암천의 연안을 따라 약 250m의 폭을 나타낸다. 퇴적지의 하상비고는 응암천을 따른 퇴적지의 상류에서 약 10m이고, 지우천과 만나는 하류 부분에서 약 25m이다(그림 8). 퇴적지면의 사면경사는 약 6~7°이고, 퇴적지 표면에는 장경 약 1~3m내외의 거력들이 산재한다. 퇴적지는 논과 밭으로 이용되고, 퇴적지면 하부에 무덤들이 있다. 동편 퇴적지에는 가옥들이 있다.

퇴적지와 지우천이 만나는 부분은 절벽을 이룬다. 응암천 상류의 동편 퇴적지 하안은 절벽을 이루고, 서편 퇴적지 하안에는 하상비고 약 5~6m의 기반암이 나타난다. 퇴적지를 흐르는 응암천의 경사는 약 9°이다. 응암천 하류로 갈수록 하곡이 넓어지고 하상이 완만하여 하안에 식생이 자란다.

#### 4) 내동뿔들지점

내동뿔들지점은 북쪽에서 남쪽으로 흐르는 내동천<sup>3)</sup>이 지우천과 만나는 곳의 하류부에 위치한다(그림 10). 퇴적지는 3개의 소규모 지류들이 관류한다. 퇴적지는 내동천이 지우천과 합류하는 곳에서 하류방향으로 내동마을까지 약 350m 이어진다. 퇴적지의 하상비고는 약 15m이다(그림 11). 지형면의 사면경사는 약 7°이다. 지우천과의 합류지점에서

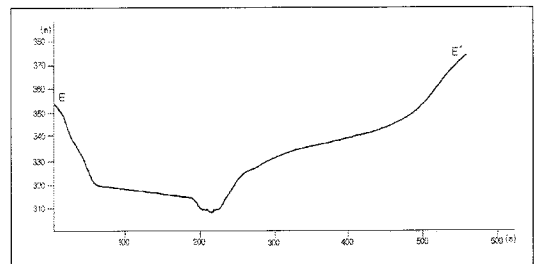


그림 11. 내동뿔들지점 횡단면도

내동천 상류쪽으로 약 50m 올라가면 재궁폭포가 있다. 폭포는 2개의 단을 이루며 높이는 약 10m이다. 재궁폭포 하류의 내동천은 급경사를 이루면서 지우천에 유입한다. 퇴적지의 지우천 하안은 식생으로 덮여 있고, 절벽을 이룬다. 퇴적지 표면에는 최대 장축 약 280cm의 거력들이 산재한다.

#### 5) 장승불들지점

장승불들지점은 황석산 동쪽 산록의 환경사면이다. 해발고도 320m까지 직선사면이고, 지우천 하안의 등방들과 급경사를 이루며 이어진다(그림 12). 장승불들지점 퇴적지 말단부의 지우천 하상비고는 약 30m이다(그림 13). 사면경사는 약 6°이고, 구릉성 저기복을 이룬다. 퇴적지 내에는 황석산에서부터 이어지는 구릉지가 나타난다. 지형면 위로 2개

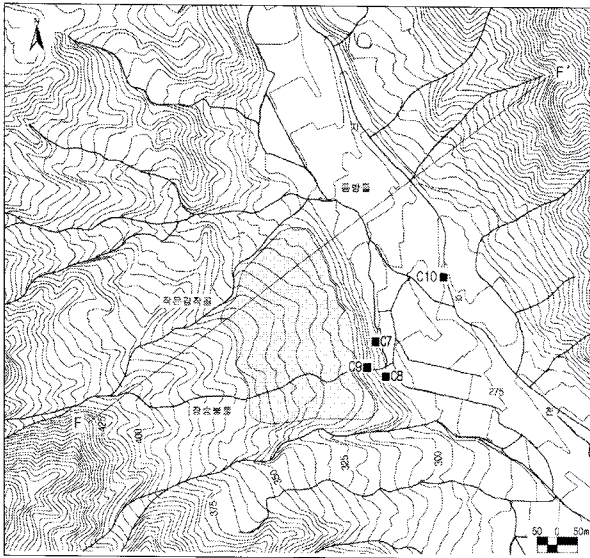


그림 12. 장승불들지점 퇴적지 지형면 분포도

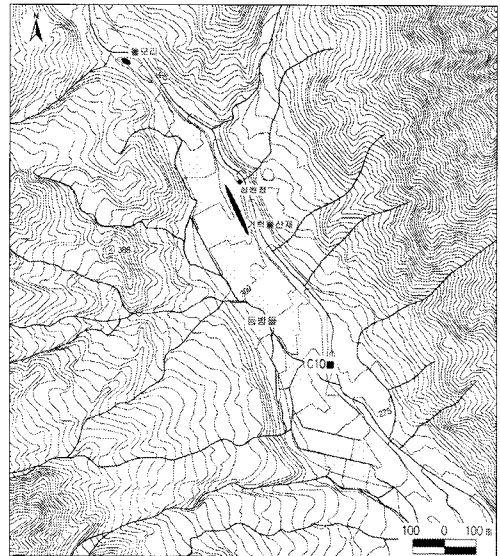


그림 14. 등방들지점 퇴적지 지형면 분포도

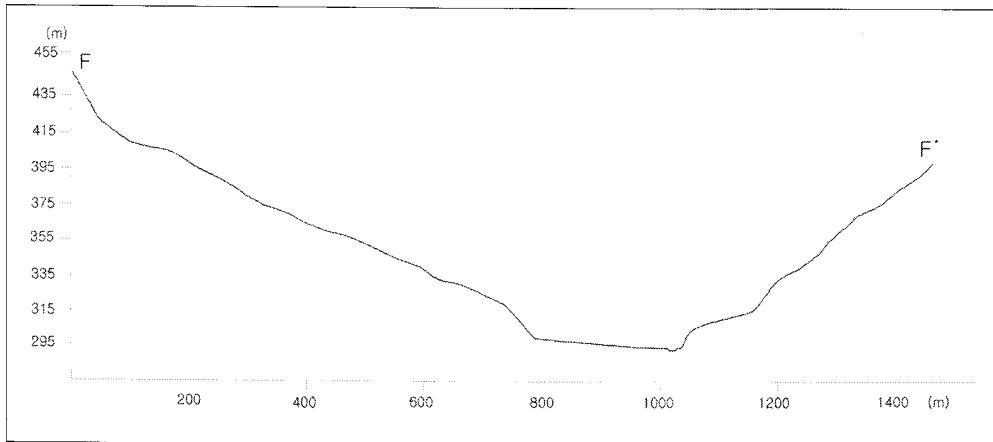


그림 13. 장승불들지점 · 등방들지점 횡단면도

의 지류가 흐르는데, 하나는 작은김작골에서 북동쪽으로 흘러 지우천과 만나고, 하나는 장승불들에서 동쪽으로 흘러 지우천과 만난다. 작은 김작골의 하상 경사는 7°로 퇴적지와 완만한 경사를 이루며 지우천과 합류한다. 장승불들의 하상 경사는 11°로 직선사면에서는 퇴적지와 완만한 경사로 흐르다가 퇴적지 말단부에서 급경사를 이룬다. 퇴적지는 과수원과 밭으로 이용된다.

지표 위에 드러난 거력은 많지 않다. 주민들과의 인터뷰 결과 장승불들 지점은 과수원을 만들기 위해 객토작업을 하면서 지표의 거력을 모아 땅에

묻거나 축대를 쌓는데 이용했다고 한다. 일부 밭에 남아있는 거력의 최대 직경은 약 3.5m이다. 장승불들과 작은김작골 지류 하안으로 지표 부근에 장경 약 50cm 내외의 거력들이 노출되어 있거나 세립질과 혼재된 상태로 반쯤 드러난 거력들이 나타난다.

#### 6) 등방들지점

등방들지점은 지우천 서편 하안의 응암~내동땃들 구간에 길게 나타난다(그림 14). 퇴적지 하류부 외연의 높이는 지우천 하상비고 약 5m이고, 규모

는 길이 약 1500m, 폭 약 150m이다. 장승불들지점의 완경사면과 급사면으로 만난다. 등방들지점 지표면의 경사는 2~3°로 완만하다.

등방들지점 퇴적지가 지우천과 만나는 가장자리에는 두 지점에서 약 1m 내외의 거력들이 선상으로 나타난다. 등방들지점 최상류부에는 하상비고 약 5m에 30~100cm 정도의 거력들이 무더기로 있어 '돌모리'로 불린다. 돌모리의 규모는 대체로 가로 10m, 세로 10m, 높이 3m이다. 안내판에는 넓이가 수백 평, 깊이가 수십 미터였으나 도로 확장공사로 훼손되었다고 기록되어 있다. 전국자연환경보고서(1999)에는 폭 30×15m 규모로 30~200cm 아원력으로 구성된 압곡원으로 보고하고 있다.

돌모리에서 하류쪽으로 400m 떨어진 곳에는 장경 약 1~2m의 거력들이 도로변에 약 200m 정도로 선상(線狀)으로 타나난다. 이 거력들이 위치한 부분보다 서쪽의 등방들 지형면 높이가 약간 낮아 등고선이 상류쪽으로 만곡된 형태이다. 등방들 서편 배후산지에는 기반암이 높이 약 3m, 길이 약 15m로 나타난다.

등방들은 현재 지우천에 의해 침식되고 있으며, 등방들 맞은편 내동뿔들지점 퇴적지의 지우천 하안에는 하상비고 약 5m의 기반암이 나타난다. 등방들은 주로 논농사로 이용되고 있으며 지우천 하안은 도로로 이용된다.

### 3. 퇴적지의 퇴적상 특성

#### 1) 사평지점

사평지점의 고위퇴적지는 사평마을 맞은편의 태장골에 분포하여 하상비고 약 30m를 나타내며 식생으로 덮여있다. 지우천 연변의 하상비고 약 15m 부분에 도로 개설을 위해 절개 한 노두 C1은 높이 최대 약 3.3m, 길이 약 50m 를 나타낸다(그림 2).

자갈(pebble), 왕자갈(cobble), 거력(boulder) 등 다양한 크기의 역이 혼재되어 있어 분급은 매우 불량하고, 층리와 외상구조(imbrication)는 나타나지 않는다. 역은 원마도 1.7의 정도 각력(angular)이다. 매트릭스 물질은 모래, 실트, 점토가 혼합되어 있다. 노두에서 기반암은 나타나지 않으며 역질 퇴적물이 세립질 내에 떠있는 상태로 나타난다(그

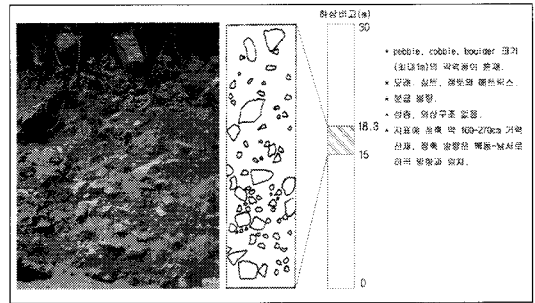


그림 15. 사평지점 노두 C1의 주상도

림 15). 이러한 퇴적물은 주빙하 환경에서 이동하는 젤리플렉션 퇴적물과 동일하다.

퇴적지 표면에는 최대 장경 약 160~270cm의 거력들이 산재한다. 장축 방향은 북동~남서로 지류인 태장골의 방향과 거의 일치한다.

태장골 상류부의 연안에는 기반암이 하상비고 약 3~5m, 길이 약 15m로 나타난다. 이는 사평지점의 고위퇴적지가 후빙기에 제거되면서 지우천의 하상이 낮아짐에따라 태장골의 하곡이 기반암을 침식한 것으로 사료된다.

#### 2) 용추사지점

용추사지점의 노두 C2는 용추폭포에서 지우천 하류쪽으로 약 100m 떨어진 곡의 동편에 위치한다(그림 5). 노두의 높이는 하상비고 20m 정도이다. 용추폭포의 높이와 동일한 노두의 하부 0~10m는 비교적 신선한 기반암으로 이루어져 있으며, 상부 10~20m는 아각력(subangular)의 자갈과 거력이 혼재된 퇴적층이다(그림 16). 퇴적지 표면에는 아원력 형태의 거력들이 산재한다.

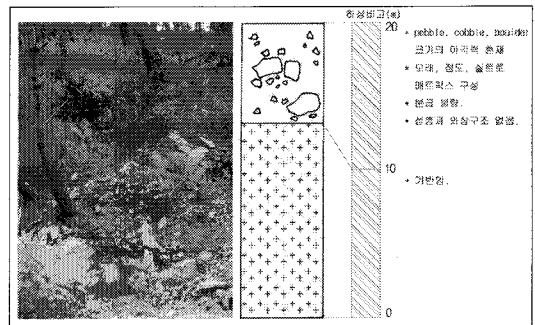


그림 16. 용추사지점 노두 C2의 주상도 (아래에서 위로 올라다보고 촬영하여 기반암이 더 높게 보인다.)

### 3) 응암지점

응암지점의 노두는 지우천 연변과 지우천으로 유입되는 응암천 양안에 나타난다(그림 7). 지우천 연변에 위치한 노두 C3는 응암 동편 퇴적지에서 도로를 만들기 위한 절개로 드러난 곳이다. 응암교를 건너 응암마을로 올라가는 길에 관찰할 수 있다. 노두는 지우천 하상비고 19~22m에 분포하며 층후는 약 3m이다. 역은 원마도 약 2.6 정도의 아각력이다. 분급과 층리는 불량하고, 외상구조는 없다. 자갈, 왕자갈, 거력의 다양한 역이 혼재되어 있고, 매트릭스 물질은 이토(泥土)이다. 거력의 최대 직경은 약 110cm이다. 역은 비교적 풍화가 진전되어 표면이 거칠고, 풍화된 세립물질이 붙어 있다. 모래, 점토, 실트의 매트릭스로 구성되어 있다(그림 17).

양지들 연안에는 약 2m 높이의 기반암이 나타나고, 하상과 연결되어 낮은 폭포를 이룬다. 뒫들 연안에는 하상에서 1m 높이에 기반암이 나타나고, 연안의 절벽에는 각력 퇴적층이 드러나 기반암과의 경계를 이룬다.

노두 C4는 뒫들의 연안에 높이 약 8m로 나타난

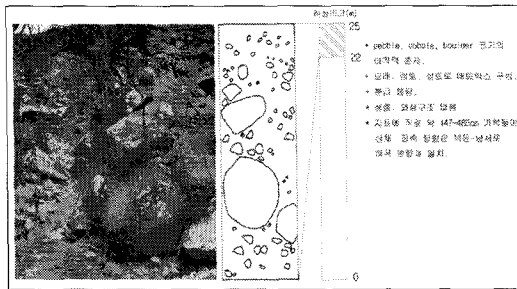


그림 17. 응암지점 노두 C3의 주상도

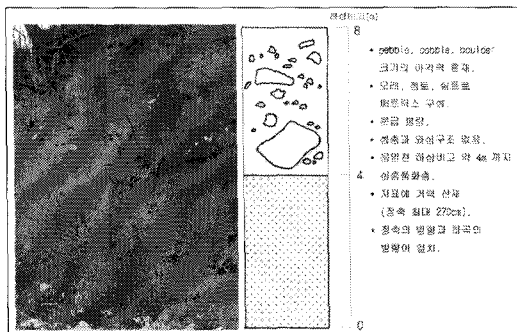


그림 18. 응암지점 노두 C4의 주상도

다. 하부 0~4m에는 기반암 심층풍화층이 나타난다. 상부 4~8m에는 거력과 자갈, 세립물질이 혼재되어 있다. 분급과 층리는 불량하고, 외상구조는 나타나지 않는다. 원마도는 약 2.2로 아각력이다(그림 18).

지표에는 비교적 원마도가 좋은 거력들이 산재한다. 거력의 규모는 장경 147~485cm이다. 장축의 방향은 대부분 북동~남서 방향으로 응암천의 방향과 일치한다.

### 4) 내동뒫들지점

내동천과 지우천이 만나는 부분에 위치한 노두 C5는(그림 10) 높이 약 2m이다. 지우천 하상비고 13~15m에 자갈, 왕자갈, 거력급 역들과 매트릭스가 혼재되어 나타난다. 내동천은 급경사를 이루며 지우천과 합류한다. 내동천 상류쪽으로 약 50m 지점에는 높이 약 10m의 재궁폭포가 있다.

내동천과 지우천이 만나는 지점에서 약 150m 하류에 위치한 노두 C6는 심원정(尋源亭) 정자에서 관찰할 수 있다. 노두의 높이는 하상비고 약 15m이다. 하부의 0~5m는 기반암이고, 약 5~15m는 아각력의 자갈, 왕자갈, 거력급 역들과 매트릭스가 혼재된 퇴적층이다.

퇴적지 표면에는 비교적 큰 경우 직경 약 270~550cm의 거력이 존재하는데, 장축 방향은 북-남 방향과 북동-남서 방향으로 나타나 대체로 내동천의 방향과 일치한다.

### 5) 장승불들지점

장승불들과 등방들의 경계를 이루는 단에서 장승불들의 노두를 관찰하였다(그림 12). 노두 C7은 지우천 하상비고 약 10~11m에 나타난 하부 약 60cm는 심층풍화층이고, 상부 약 40cm는 각력이 혼재된 표토층이다(그림 19).

노두 C8은 장승불들의 소계류가 등방들로 흘러드는 지점의 지우천 하상비고 10~12m에 나타난다. 하부에는 약 170cm 심층풍화층이 나타나고, 심층풍화층 위로 약 30cm에는 각력이 혼재된 표토층이 나타난다. 최대직경 약 20cm 정도의 각력은 형태만 유지한채 거의 풍화된 상태이다(그림 20).



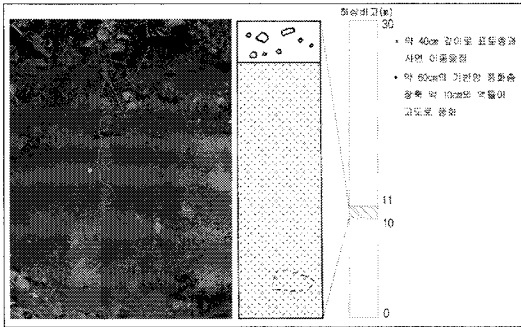


그림 19. 장승불들지점 노두 C7의 주상도

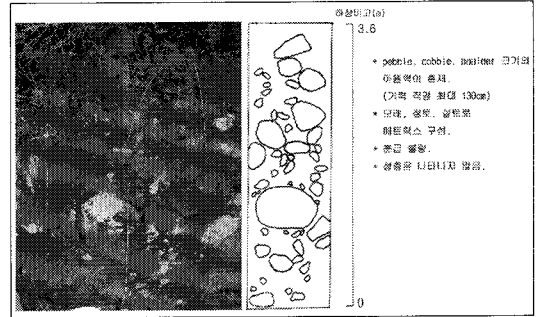


그림 22. 등방들지점 노두 C10의 주상도

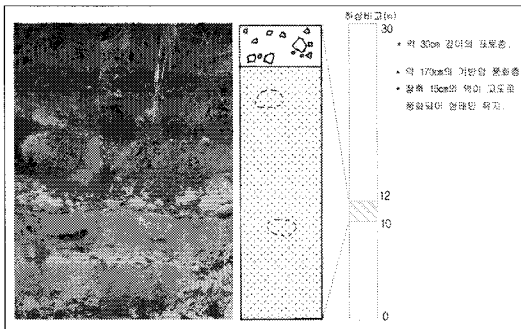


그림 20. 장승불들지점 노두 C8의 주상도

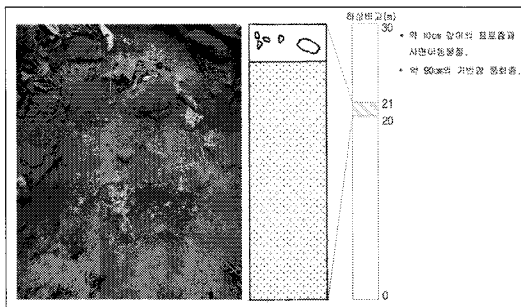


그림 21. 장승불들지점 노두 C9의 주상도

노두 C9는 장승불들 소계류의 중간부분인 지우천 하상비고 약 20~21m에 나타난다. 노두 하부의 약 90cm에는 침층풍화층이 나타나며 상부로 약 10cm에는 각력이 혼재된 퇴적물이 덮여 있다(그림 21).

#### 6) 등방들지점

노두 C10은 내동교에서 지우천 상류쪽으로 150m 떨어진 지점에 위치한다(그림 14). 노두의 높이는 지우천 하상비고 약 0~3.6m이고, 길이는 약

50m 정도이다. 퇴적물은 분급과 층리가 불량하며, 기반암은 나타나지 않는다. 역은 자갈, 왕자갈, 거력이 혼재되어 있고, 모래, 실트, 점토가 매트릭스를 구성한다(그림 22). 비교적 큰 역의 장경은 약 130cm이며 역의 원마도는 3.7 정도의 아원력이다. 퇴적상에서 거력들은 약간의 외상구조를 나타내어 이 퇴적물이 하천의 영향을 받았음을 의미한다.

#### 4. 종합 고찰

지우천 유역에 분포하는 퇴적지의 형태적 특성과 퇴적상 특성을 고려하여 퇴적지를 고위퇴적지, 완사면, 저위퇴적지로 구분하여 형성과정을 고찰하였다.

첫째, 사평지점, 응암지점, 내동뒀들지점의 고위퇴적지는 지류와 본류의 합류부에 위치한다. 퇴적지는 지류의 상류에서 하류 방향으로 완만한 경사를 나타낸다. 퇴적지가 지우천과 만나는 부분의 하상비고는 사평지점에서 약 30m, 응암지점에서 약 25m, 내동뒀들지점에서 약 15m로서, 지우천 상류에서부터 하류쪽으로 갈수록 점차 낮아지고 있다. 이것은 기후단구가 하천 상류부에서 빙기에 기계적 풍화에 따른 암설의 생산량이 하천의 운반능력을 초과하여 퇴적되고, 간빙기에 기계적 풍화가 둔화되고 식생이 무성하여 암설의 생산량이 하천의 운반능력에 미치지 못하여 개석 되면서 퇴적층이 하류로 갈수록 얇아지는(손명원, 1993) 경우와 일치한다.

고위퇴적지는 거력, 자갈, 왕자갈로 이루어진 다양한 크기의 각력 내지 아각력이 모래, 실트, 점토를 매트릭스로 하여 퇴적되어 있다. 분급과 층

이 불량하고 외상구조가 나타나지 않으며 경사방향에 따라 역의 장축이 배열되어 솔리플렉션(젤리플렉션) 퇴적물의 특징(Galloway, 1961; Büdel, 1982; 권순식, 1977, 1980; 장호, 1983)과 일치한다. 주빙하 기후환경하에서는 동결-융해의 반복에 따른 동파작용으로 각력질 암설이 많이 생산되는데 반해서 암설을 운반할 수 있는 유수량은 상대적으로 적기 때문에 다량의 각력질 암설이 하곡에 쌓이게 된다(장재훈, 1980). 퇴적지 표면 거력들의 장축 방향이 대체로 하곡의 방향과 일치하며 사면의 방향과 평행하게 나타나는 현상은 거력들이 느리게 미끌어졌음을 의미한다. 퇴적지의 경사는 6~7°로 솔리플렉션(젤리플렉션)은 사면경사 3° 정도의 완만한 사면에서도 이동이 가능하다(전영권, 2000).

퇴적지가 본류인 지우천과 만나는 부분은 대체로 절벽을 이루고 있다. 이는 하천의 운반력보다 퇴적물 공급량이 많았던 시기에 퇴적물이 지우천의 하곡을 메우고, 이후 하천의 운반력이 증가하면서 침식되었기 때문이다. 그리고 퇴적지를 통하여 흐르는 지류의 하상경사가 퇴적지 경사보다 급한 것은 퇴적지를 형성한 시기의 하천 환경과 현재의 하천 환경이 다르기 때문이다. 주빙하 환경에서 젤리플렉션 작용으로 지우천과 지류에 퇴적이 이루어졌고, 온난습윤한 기후로 변화하면서 퇴적물 공급양보다 유량의 운반능력이 증가하여 개석된 것으로 판단된다.

둘째, 장승불들지점은 황석산 동쪽 완경사면에 위치한다. 구릉성 저기복을 이루는 퇴적면의 하단으로 지우천 하상비고 약 30m를 나타낸다. 퇴적지 내에는 퇴적지보다 해발고도가 높은 구릉지가 황석산에서부터 선상(線狀)으로 배열되어 있다. 완경사면에 배후산지에서 이어지는 선형의 구릉지가 있고, 각력질 암설퇴적물은 구릉지들 사이의 낮은 부분에 분포하고 있다. 심층풍화층 위에 각력질 암설 퇴적물이 나타난다. 따라서 완경사면은 심층풍화를 받은 기반암이 완만한 사면을 형성한 이후 배후산지에서 각력질 암설들이 공급되면서 현재의 완경사지를 형성한 것으로 보인다.

장재훈(1984)은 산록완사면의 발달은 기반암면의 심층풍화가 온난습윤한 기후환경과 관련되고, 그 위에 피복된 각력 또는 암괴 퇴적물은 주빙하적 한랭한 기후에 운반되었다고 보았다. 따라서 완사

면은 지난 간빙기에서 마지막 빙기에 걸쳐 이루어진 것으로 추정하였고, 피복된 각력 및 암괴퇴적물은 지난 마지막 빙기와 관련 있다고 추정한 바 있다. 장승불들지점은 완사면과 유사하기 때문에 온난습윤한 기후에 형성된 심층풍화층 위에 빙기 주빙하 환경하에 각력의 사면이동물질이 퇴적된 것으로 사료된다.

셋째, 사평지점 저위퇴적지는 지우천 하상비고 약 10m로 지우천 양안에 나타나고, 용추사지점 저위퇴적지는 하상비고 약 20m, 등방들지점 저위퇴적지는 지우천 하상비고 약 5m 내외이다. 퇴적물 특성은 거력의 형태가 아원형이고, 등방들지점에서 약간의 외상구조가 나타나는 것으로 보아 하천의 영향을 어느 정도 받은 것으로 추정된다.

기후변화는 하천의 침식과 퇴적에 많은 영향을 미치는데, 외부 변수 하나가 변하면 하곡을 따라 변화의 빈도·규모·기간이 다양하다. 예를 들어 유역분지가 회춘하면, 유역의 입구에서 시작된 하상 침식이 상류 쪽으로 진행되면서 충적물을 파내어 단구가 형성된다. 침식이 상류의 지류들로 더욱 진행되면 본류의 하상은 지류에서 생산된 다량의 퇴적물로 채워진다. 지류들까지 새로운 침식기준면에 조정되면 퇴적물 공급량이 줄어들므로 본류의 하상은 다시 침식되고 보다 낮은 단구가 형성된다. 이처럼 하안단구는 침식기준면이나 유량의 변화 없이도 형성될 수 있다(손명원, 2003) 따라서 저위퇴적지는 후빙기의 온난습윤한 환경하에서 고위퇴적지가 개석되는 동안 퇴적물의 일부가 하상에 남겨지고, 이후 고위퇴적지의 개석이 완료됨에 따라 하천의 저항(퇴적물양)보다 하천의 운반력이 초과함으로써 하상이 다시 침식되어 형성된 것으로 사료된다.

용추사지점의 퇴적지는 깊은 골짜기를 이루는 지우천연변의 급사면에 하상비고 약 20m로 나타난다. 퇴적지에서 약 50m 상류쪽에 하상비고 약 10m 높이의 용추폭포가 나타나는 것으로 보아, 이 퇴적지는 폭포의 두부침식이 전진됨으로써 급사면 위에 분포하게 된 것으로 사료된다. 용추사의 상류지점인 사평지점과 하류지점에는 이와 같은 기반암이 나타나지 않는 점으로 보아 용추사지점 약 1km 하류에 나타나는 지질적 차이를 고려할 수 있다. 반상면정편마암에 흑운모화강암이 관입하면 접촉

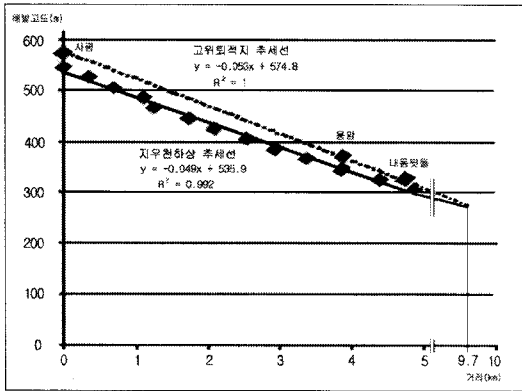


그림 23. 퇴적지 범위 추세선

부의 침식에 대한 저항력이 강해진다. 용추폭포의 두부침식은 화강암의 관입에 따른 접촉변성으로 단단해진 부분이 잔존하다가 후빙기에 하천의 침식력이 증가하면서 제거됨으로써 나타나게 된 것으로 추정된다.

등방들 상류부분의 지우천변으로 등방들지점 가장자리에 거력들이 길게 분포한다. 거력들이 위치한 지우천연변보다 등방들의 높이가 비교적 낮고, 지형도에서 등고선의 형태도 상류쪽으로 만곡되어 있으며, 등방들 서편 배후산지에 하식애로 추정되는 기반암이 나타는 것으로 보아 등방들 내측으로 흐르던 하천이 있었을 것으로 추정된다. 내동뒀들 지점의 심원정 주변 노두에서 기반암이 노출되어 있는 것은 심원정 서편에서 지우천이 후빙기에 침식력이 증가하면서 현하도 쪽으로 유로를 변경하였기 때문으로 판단된다.

고위퇴적지의 범위를 알아보기 위해 연구지역 내 지우천의 하상중단곡선과 고위퇴적지의 중단곡선을 비교분석하였다. 지우천 하상의 해발고도와 사평지점으로부터의 거리를 측정하여 추세선으로 나타내고, 고위퇴적지인 사평, 응암, 내동뒀들지점의 해발고도와 사평지점으로부터의 거리를 추세선으로 나타내어, 두 추세선이 만나는 지점을 계산하였다(그림 23). 두 추세선을 근거로한 고위퇴적지의 범위는 사평지점에서 약 9.7km, 지우천과 남강천의 합류점에서 약 1km 떨어진 지점이다. 이 분석은 대체적으로나마 주빙하 환경하에서 퇴적된 고위퇴적지의 범위를 시사한다는 점에서 의미가 있다. 그러나 이것은 하천의 실제 중단곡선을 반영한 것이 아니라 추세선을 연장한 값이고, 고위퇴적지

는 젤리플렉션 작용에 따른 퇴적이므로 하천에 의한 퇴적과는 차이가 있을 것이다.

## 5. 결론

본 연구에서는 남강 최상류부에 해당하는 지우천 유역을 대상으로 침식분지 내 퇴적지형의 형성 과정을 고찰하였다. 퇴적지형의 형태적 특성과 퇴적상의 분석을 통하여 밝혀진 형성과정을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 사평, 응암, 내동뒀들 지점의 고위퇴적지는 최종빙기동안의 한랭한 주빙하 환경하에서 젤리플렉션 작용으로 퇴적되어, 상류에서 하류방향으로 하상비고가 낮아진다. 고위퇴적지의 범위는 지우천과 남강천이 합류하는 곳에서 하류방향으로 약 1km까지인 것으로 추정된다.

둘째, 장승불들 지점에 분포하는 완경사면의 퇴적물은 심층풍화된 기반암이 완만한 사면을 형성한 이후 최종빙기동안 젤리플렉션 작용으로 운반된 것이다.

셋째, 사평, 용추사, 등방들 지점의 저위퇴적지는 후빙기의 온난습윤한 환경하에서 고위퇴적지가 개석되는 동안 퇴적물의 일부가 하상에 남겨지고, 이후 고위퇴적지의 개석이 완료됨에 따라 하천의 저항(퇴적물양)보다 하천의 운반력이 초과함으로써 하상이 다시 침식되어 형성된 것으로 사료된다. 용추폭포의 두부침식은 화강암의 관입에 따른 접촉변성으로 단단해진 부분이 잔존하다가 후빙기에 하천의 침식력이 증가하면서 제거됨으로써 나타나게 된 것으로 추정된다. 내동뒀들지점의 심원정 주변 노두에서 기반암이 노출되어 있는 것은 심원정 서편에서 지우천이 후빙기에 침식력이 증가하면서 현하도 쪽으로 유로를 변경하였기 때문으로 판단된다.

본 연구에서 지형면에 대한 절대연대 측정이 이루어지지 않은 점은 논의의 어려움을 가중시키는 원인으로써 앞으로 해결해야할 과제로 남아있다.

## 주

- 1) 본 연구에서 고위퇴적지와 저위퇴적지는 단순히 하상비고의 높낮이를 지칭한다. 지우천 하상비고가 높

- 은 부분이 고위퇴적지, 낮은 부분이 저위퇴적지이다.  
 2) 지류의 이름이 없으므로 본 연구에서는 응암천으로 부르기로 한다.  
 3) 지류의 이름이 없으므로 본 연구에서는 내동천으로 부르기로 한다.

## 문헌

- 국립지질조사소, 1968, 1:50,000 안의 도폭 지질도 및 설명서.  
 국립지질조사소, 1970, 1:50,000 거창 도폭 지질도 및 설명서.  
 권순식, 1977, 동래 금정산록의 Soilfluction 퇴적물에 관하여, 서울대학교대학원 석사학위논문.  
 권순식, 1980, 동래 금정산록의 Soilfluction 퇴적물에 관한 연구, 지리학연구, 5, 295-306.  
 손명원, 1993, 낙동강 상류와 왕피천의 하안단구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.  
 손명원, 1999, 하안단구의 퇴적물 분석에 의한 고기후 추정, 사회과학연구, 6(3), 125-137.  
 손명원, 2001, 우리나라 저위하안단구의 형성요인, 한국지역지리학회지, 7(2), 71-81.  
 손명원, 2003, 하천지형, 자연환경과 인간, 한국자연지리연구회 편(강철성·공우석·권동희·김종규·김종욱·김창환·김태호·박병익·박종관·박철웅·오종우·윤순옥·윤혜철·이민부·장은미·전영권·최한성·황상일·황유정), 한울, 파주, 342-362.  
 장재훈, 1980, 완사면과 피복퇴적물에 관한 연구, 지리학연구, 5, 116-133.  
 장재훈, 1984, 한국의 산록완사면에 관한 지형학적 연구, 성신연구논문집, 19, 225-338.  
 장호, 1983, 지리산지 주능선동부(세석-재석봉)의 주빙하지형, 지리학, 27, 31-50.  
 장호·박희두, 2001, 한국의 하안단구, 한국의 제4기 환경(강영복·공우석·김연옥·김주용·김태호·박경·박선주·박승필·박원규·박용안·배기동·오건환·우한준·윤순옥·이기화·이연규·임동일·장순근·장진호·정영화·제종길·조화룡·최성길·한영희·황상일), 서울대학교출판부, 서울, 193-236.  
 전영권, 2000, 한국 화강암질암류 산지에서 발달하는 암괴류에 관한 연구, 한국지역지리학회지, 6(2), 71-82.  
 한국자원연구소, 1993, 1:50,000 장계 도폭 지질도 및 설명서.  
 한국자원연구소, 1994, 1:50,000 함양 도폭 지질도 및 설명서.  
 환경부, 1999, 전국자연환경조사 보고서.  
 Büdel, J., 1982, *Climatic Geomorphology*, (Fisher, L. and Busche, D., trans.), Princeton Univ. Press, 96-97.  
 Folk, R. L., 1955, Student operator error in determination of roundness, sphericity, and grain size, *Jour. Sed. petrol.*, 25, 297-301.  
 Galloway, R., 1961, Periglacial Phenomena in Scotland, *Geografiska Annaler* XLIII. 3-4, 348-353.  
 Zeuner, F. E., 1959, *The Pleistocene Period: Its Climate, Chronology and Faunal Successions*, Hutchinson Scientific & Technical, London.  
 (접수: 2009.2.24, 수정: 2009.3.27, 채택: 2009.4.13)