

# 침사구를 이용한 고랭지 유사방지 대책

Use of Sediment Trap to Control Sediment from Alpine Fields

최 중 대\* · 최 예 환 · 심 혁 호 (강원대)

Choi, Joong-Dae · Choi, Ye-Hwan · Sim, Hyeuk-Ho

## Abstract

Three sediment traps were placed at the toe of sloping fields in the alpine belt of Korea and sediment removal efficiency was estimated. Soil texture of the site was sandy soil and 5 runoff and sediment events were observed during 2002. Sediment was largely affected by both the amount and intensity of rainfall. Especially, rainfall intensity seemed to have profound effect on sediment yield from sloping sandy fields. Sediment removal of the sediments ranged widely from 266 kg/ha to 16,974 kg/ha depending on tillage method, slope and slope length, and amount and intensity of rainfall. Sediment removal efficiency was estimated to be more than 98.8%. It was suggested that rational combination of sediment trap and drainage channel might well contribute to control sediment discharge from alpine sloping fields.

## I. 서 론

고랭지는 일반적으로 표고 400 m 이상의 고산지대를 말하며, 세분하여 400-600 m 지역을 준고랭지, 600 m 이상 지역을 고랭지로 분류한다. 고랭지 농경지에서는 환금성이 높은 단경기 채소와 각종 특용작물 등이 재배되고 있다(농촌진흥청, 2000). 우리나라의 밭 면적은 약 75만 5천 ha이며 이중 62%에 해당하는 46만 8천 ha가 7%이상의 경사지 산지 토양이다. 600 m 이상 고랭지의 경지면적은 전국적으로 17,044 ha이며, 강원도의 고랭지 면적은 15,347 ha로서 전체 고랭지 경지의 90% 이상을 점유하고 있다.

내린천 상류유역에는 경사도 7% 이상의 농경지가 60% 이상으로 급경사 농경지가 많으며, 토양은 화강암풍화토 계열로 점착력이 매우 작은 사질 및 사질양토가 많다. 강우시 고랭지 농경지에서 유출되는 유사는 탁수를 형성하여 하류의 수질악화에 많은 기여를 하고 있다. 홍수시 소양호로 유입된 탁수는 3개월 이상 부유하며 하류로 방류되어 춘천시 상수원을 오염시키고 의암호는 물론 청평호의 부유물질 농도를 증가시켜 한강수계의 호수수질과 생태계에 악영향을 주고 있다.

농촌진흥청 밭토양 환경보전관리 종합보고서(2001)에서는 경사가 15% 미만인 지역은 부초, 심경, 유기물 시용, 등고선 재배, 그리고 합리적 작부체계로 토양침식을 방지할 수 있다. 그러나 경사도가 15% 이상의 경우 초생대, 승수로, 계단전, 그리고 자갈대 같은 적극적인 토양보전농법을 요구하고 있다. 본 연구는 고랭지 경사농경지의 유사배출을 저감할 수 있는 침사구를 설치하고 이의 효과를 측정하기 위하여 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

미국에서 발행된 침사지 설계기준을 참조하여 강원도 홍천군 내면 자운4리 해발 800 m

고지의 경사전에 3개의 침사구를 설치하였다. 경사전의 경사도는 3-15도로 지역에 따라 편차가 심한 굴곡을 보였으며, 토성은 화강암풍화토로 구성된 사질토이며, 감자를 재배하였다. 감자는 4월 20일 정식하여 9월 14일 수확하였다. 침사구의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of sediment trap

Sediment trap #	Detention volume (m <sup>3</sup> )	Watershed (m <sup>2</sup> )	Tillage mark	Cultivated crop
1	4	1,878.0	Contour	Potato
2	1.5	736.4	Up and down	Potato
3	0.5	209.9	Up and down	Potato

침사지구는 감자를 파종하기 전인 4월에 시공하였다. 침사구의 유출량을 측정하기 위하여 2곳의 침사구에는 H-Flume을 설치하고 유량계를 부착하여 유출이 발생할 경우 유량을 측정할 수 있는 시설을 설치하였다. 그리고 1개의 침사구에는 2 m<sup>3</sup> 용량의 물통을 설치하여 유출량을 측정하려고 했다. 수질시료는 강우시 손으로 채취하여 분석하였다.

유출수의 수질은 유사(sediment)에 대해서 분석하였다. 침사구의 유사 제거량을 측정하여 전반적인 침사지의 효과를 분석하였다. 강우자료는 시험지구에서 약 6 km 떨어진 홍천군 내면 창촌리의 자동기상대(AWS)의 측정자료를 이용하였다.

### III. 결과 및 고찰

사질토 시험지역에서 유출에 영향을 미칠 수 있는 10 mm/d 이상의 강우자료는 Table 2와 같다. 측정기간 동안 시험지역의 강우량은 1,371 mm으로 우리나라의 연평균 강우량 1,274 mm 보다는 다소 많으며 강우의 69.5%가 7월과 8월에 내렸다.

Table 2. Daily rainfall of 10 mm/d or greater at the experiment site(Unit: mm)

Date	Rainfall	Date	Rainfall	Date	Rainfall
02-4-16	34.5	02-7-6	16.5	02-8-8	20.0
02-4-29	34.5	02-7-7	16.0	02-8-23	58.0
02-4-30	49.0	02-7-14	135.0	02-8-27	13.0
02-5-3	10.0	02-7-17	31.0	02-8-31	111.5
02-5-7	24.5	02-7-19	22.0	02-9-1	20.5
02-5-16	13.5	02-7-22	27.0	02-9-14	12.5
02-6-10	46.0	02-7-23	51.5	02-9-29	10.5
02-6-12	24.5	02-8-5	61.5	02-10-5	20.0
02-6-20	15.5	02-8-6	129.5	02-10-6	10.0
02-7-5	47.0	02-8-7	154.0	02-10-26	20.5

10 mm/d 이상의 강우사상은 총 30회 관측되었으며 이 중에서 5회의 강우사상에서 유사 발생하였다. 7월 14일에는 135 mm/d의 많은 강우가 있었음에도 유출이 매우 작았고 유사 발생되지 않은 반면 8월 23일의 집중호우(58 mm/d)는 많은 양의 유사 발생시켰

다. 이는 강우량보다는 강우강도가 유사의 발생에 보다 많은 영향을 주고 있음을 의미한다. 8월 6일과 7일의 강우에는 상당한 양의 유출이 발생하였고 또한 유사의 발생량도 많았다. 이때는 폭 40 cm, 깊이 40 cm 이상의 결리가 발생하며 유사의 발생을 가속화시켰다. 강원도 동해안 지역에 천문학적인 홍수피해를 준 태풍 루사는 연구지역에 111.5 mm(8월 31일)과 20.5 mm(9월 1일)의 비교적 작은 비를 내려 큰 피해를 주지 않았으나 유출과 유사는 어느 정도 발생하였다. 8월 23일과 8월 31일의 유사발생량은 비슷하였다. 감자의 파종 10일 후에 내린 집중호우(4월 30일)는 투수성이 비교적 큰 침사지 1과 2 구역에는 영향을 주지 않았으나 세립자가 많아 투수성이 작을 것으로 예상되는 침사지 3에서 약간의 유사를 발생시켰다.

Table 3은 3개의 침사구에서 측정된 유출량과 유사량을 보여준다. 일부의 유출량과 유사량은 측정할 수 없었다. 침사구 1의 8월 6-7일 유출량과 유사량은 결리의 발생이 침사구 외부로 발생하여 침사구로 유입하지 못하고 밖으로 유출되어 측정할 수 없었다. 침사지 3은 자동계측기가 없이 2 m<sup>2</sup> 용량의 물탱크로 유출수를 측정하려 했으나 연구구역이 워낙 멀어 시기적절하게 측정할 수 없었다.

Table 3. Measured runoff and sediment at the sediment traps

Date		02-04-30	02-08-06	02-08-07	02-08-23	02-08-31
Rainfall (mm)		49.0	129.5	154.0	58.0	111.5
Runoff (m <sup>3</sup> )	Trap 1	0	n.m.	n.m.	65	
	Trap 2	0	25	73	63	
	Trap 3	0	n.m.	n.m.	6	
Sediment (kg)	Trap 1	0	n.m.	n.m.	840	
	Trap 2	0	1,250		930	
	Trap 3	40	62		50	

\* n.m. : Not measured.

시험포의 유출계수는 강우량과 지속시간에 따라 변하였으며 본 연구에서는 0.20에서 0.64 사이에서 변하였다. 높은 유출계수는 선행강우량과 당일 강우량이 많았던 8월 7일에 나타났고 낮은 유출계수는 등고선 경운을 한 침사지 1에서 나타났다. 강우사상당 유사제거량은 0.27 톤/ha에서 17.0 톤/ha까지 심하게 변화하였다. 최대 유사제거량(17.0 톤/ha)은 상하경의 제2침사지에서 8월 6일과 7일 호우에서 나타났다. 제한된 자료지만 연간 유사제거량으로 환산하면 등고선경운을 하는 침사지 1 구역에서는 12 톤/ha/yr, 상하경을 하는 침사지 2와 3에서는 각각 22 톤/ha/yr, 3 톤/ha/yr으로 나타났다. 경사농경지에서의 유사발생량은 경운방법뿐만 아니라 경지의 크기, 경사 및 토성에 따라서도 매우 상이하게 나타남을 알 수 있었다. 특히, 토성이 같다면 경운방법과 경지의 크기, 경사 및 경운방법이 유사발생에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다.

Table 4에는 유사의 제거효율을 나타냈다. 총발생유사는 침사구에 침전된 유사량에 유출수와 함께 유출된 SS 농도를 무게로 환산하여 구했다. 침사구의 유사제거효율은 모두

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2003년 11월 1일)

98.8% 이상으로 매우 높게 나타났다. 이는 시험포의 토성이 화강암풍화토로 구성된 사질토로 강우시 토양유실은 쉽게 일어나나 침사구와 같이 유속이 감소되는 지점에서는 매우 빠르게 침전되어 제거되기 때문인 것으로 분석되었다. 따라서 고랭지 경사전에서의 유사를 방지하기 위해서는 침사구와 배수로를 효과적으로 배합하여 설치할 경우 본 실험에서와 같이 99%에 상당하는 유사까지는 제거할 수 없을 지라도 매우 높은 유사를 제거하여 하류의 탁수와 수질오염문제 해결에 많은 기여를 할 것으로 예상되었다.

Table 4. Sediment removal efficiency of the sediment traps

Sediment trap #	Date	Sediment removal (kg)	Discharged sediment (kg)	Total Sediment (kg)	Sediment removal efficiency (%)
Trap 1	02-08-31	840.0	5.0	845.0	99.4
Trap 2	02-08-07	1,250.0	15.0	1,265.0	98.8
Trap 2	02-08-31	930.0	5.0	935.0	99.5

#### IV. 결 론

고랭지 경사전에서 발생하는 유사를 통제하기 위하여 3개의 침사구를 설치하고 유사제거효율을 측정하였다. 시험지역은 사질토 지역으로 유사는 측정기간 중 5회 발생하였으며 유사발생량은 강우강도에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 침사구의 유사제거량은 경운방법, 경사 및 경사장, 강우량 및 강우강도 등에 따라 266 kg/ha에서부터 16,974 kg/ha 까지 큰 변화를 보였으며 유사의 제거효율은 98% 이상으로 측정되었다. 규모가 작은 침사구이었지만 유사제거효율이 탁월하여 침사구가 배수로와 함께 조화롭게 조합되어 설치될 경우 고랭지 경사전의 유사억제에 매우 좋은 효과를 나타낼 것으로 예측되었다.

#### 참고문헌

- Harbor, J., B. Bhaduri, D. Nighman, L. Angelakis and J. Snyder. 1996. SEDIMENT BASINS using modified stormwater management basins and sediment basins to reduce water pollution from construction sites in Ohio. Sediment Basin Manual, Department of Geology, Kent State University, Kent, OH 44242, USA.
- Nighman, D. 1994. Use of baffles in sedimentation basins to control non-point source pollution in construction sites. MS Thesis, Kent State University, Department of Geology. 127pp.
- Ohio Department of Natural Resources(ODNR). 1996. Rainwater and Land Development: Ohio standards for stormwater management, land development and urban stream protection. (2nd Edition).
- Rausch, D. L. and Schreiber, J. D. 1981. Sediment and nutrient trap-efficiency of a small flood-detention reservoir. J. Environ. Qual., 10: 288-293.