

사업구분 : 기관프로젝트	Code 구분 : ES0101	농업환경(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
고랭지농업 안정생산 기술개발	'02~'04	환경농업연구과 김승경
4) 경사지 토양유실 및 휴탕물 저감 연구	'02~'04	강원도농업기술원 환경농업연구과 안문섭, 김두열, 홍거표(033-258-5741) 강원대학교 농공학과 최중대(033-250-6464)
색인용어	토양유실, 부초, 상하경, 자생식물, 피복	

ABSTRACT

This study was carried out to prevent soil erosion from high slop upland in Hongcheon and Taebaeg alpine area. Soil erosion was higher in up and down cultivation than that of contour farming. The soil loss of contour farming was about 63% of up and down cultivation. During the surface of soil covered by potato stem and leaves the soil erosion was reduced regardless of amount and intensity of rainfall. The most effective method for reducing soil loss was up and down cultivation and non-woven fabric 10m covering. It was about 21.7% soil loss compared to non-treatment. In 30% slope, there was more soil loss, about 16.5 ~40.3% than 15%. The soil loss by the covered materials such as *Artemisia iwayomogi* KITAMURA, *Glechoma hederacea var. longituba* NAKAI. and Cocoa peat net was slightly reduced in Hongcheon and Taebaeg Alpine Area. but the soil hardness was slightly increased compared to non-treatment. As for the soil erosion in high slop up land area, It is more critical point that the surface of soil was covered by some plants or not than the amount and intensity of rainfall

1. 연구배경

고랭지(高冷地)라 함은 지대가 높은 곳으로, 기후 조건이 여름철에는 냉량하고, 겨울에는 매우추운 지대를 뜻한다. 고랭지를 흔히 표고로 나누어 표고 600m 이상인 곳을 고랭지, 그리고 표고 400~600m인 지대를 준고랭지로 나누는 데, 이는 편의상 구분이다. 왜냐하면, 태백산맥 일대의 북부고냉지와 소백산맥 일대의 남부고냉지, 그리고 제주도 한라산 고랭지가 같은 기후특성을 갖지 않기 때문이다. 강원도의 표고 600m 이상인 고랭지 농경지의 면적은 16,301ha로서 논은 954ha에 불과하고, 밭이 15,347ha이다. 이는 우리나라의 전체 고랭지 면적의 대부분인 98%를 점유하고 있다. 고랭지 밭에서 재배되는 주 작물은 일부 식량작물을 제외하고 대부분 채소 작물이다 강원도의 고랭지 채소중 무, 배추의 생산면적은 1990년대에 비해 2000년대에는 1.8배 증가하였다(5,209 ⇒ 9,306ha). 이는 계절적인 우위 작목으로 한여름 고랭지의 서늘한 기온이 채소 생산에 적지가 되면서 생산량이 증가하고 소득이 타작목에 비해 월등한 이유로 생산면적이 점차 증가하는 요인이 되었다. 강원도 고랭

지 농경지의 경사도는 경사가 0~2%인 평탄지가 5.2%, 2~7%인 매우약한 경사지가 15.6%, 약한경사지인 7~15%에 해당하는 포장은 31.8%이고, 15~30%인 D slop 의 포장 이 전체의 1/3이 넘는 35.8%를 차지하고 있으며 이러한 경사도를 지닌 고랭지의 농업의 토양관리는 대부분 대규모 면적 재배의 추구로 인한 임대농이 많아지고 토양관리가 제대로 이루어지지 않는 실정으로 일반적으로 3~5년 1주기로 마사토라 불리우는 토양을 성토를 하고 양분의 공급은 계분 유기질 퇴비와 일반화학비료에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 농업의 형태로 토양의 화학성은 악화되고 한여름 강우에 의한 토사유실이 빈번하고 그로인한 토양유실과 하천오염이 심각한 실정에 있다. 이러한 고랭지의 토양유실방지를 위해서는 여러 가지의 방법이 연구되어 왔다. 농업과학기술원에서는 '94년 강원도 정선군 신동읍 방제리 경사도 25%, 경사장 200m인 곳에 보전처리구로 자갈대, 승수로, 초생대, 계단전, 계곡 침식방지를 위해 시멘트 낙차공, 돌망태, 지하배수관, 배수로 등의 처리를한 토양보전 실용화연구포장 3ha를 조성하였고, '95년에는 평창군 용평면 재산리에 경사도 15%, 경사장 270m에 계단전, 초생대, 돌승수로, 초생수로등을 4ha설치하여 고랭지 토양유실에 관한 시험을 수행하여 토양유실에 관한 시험을 수행하였다.

그러나 이러한 구조물의 설치는 예산이 많이 드는 단점이 있어 실제 농가에서는 적용하기 어려운 면이 많은 것이 현실적인 문제로 대두 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 농가에서 쉽게 토양유실을 방지할 수 있는 방법을 연구하게 되었다.

2. 재료 및 방법

경사지 토양유실 및 흙탕물 저감방안연구를 위하여 경사도 15.8~17.6%되는 곳 감자재배지에 경운방법으로 상하경운과 등고선 경운을 실시하고 여기에 부직포와 차광막을 10, 15m 간격으로 30cm의 넓이로 피복하는 처리와 무재배지에 경사도 15%와 30%를 선정하여 등고선 경운을 하고 10m간격으로 비닐멀칭, 코아넷, 부직포를 재배작물 두둑에 피복하고 인진쑥, 긴병꽃풀(자생식물)을 두둑에 식재 처리를 하여 강우에 의한 물의 이동이 두둑을 넘었을시 유실되는 토양의 량을 최소화 하기위한 방법을 찾고자 하였으며 처리당 10개지점에 토양유실 조사 막대를 설치하여 토양유실량을 측정 하였다(골 5개, 뚝5개). 토양유실량은 최초 표시지점으로부터 토양유실에 의한 간격을 조사후 10a당 무게로 환산 하였다.

또한 객토포장 주변처리에 따른 토사유실 저감기술을 개발하고자 무재배지에 등고선경운을 한 포장을 대상으로 하여 객토포장 물이 하천으로 낙하하는 하천변 뚝에 대하여 비닐, 코아넷, 부직포를 설치하고 인진쑥, 긴병꽃풀을 식재 하여 뚝의 유실을 방지하므로 토사유실을 방지할 수 있는 방법을 개발 하고자 하였다. 또한 경사도 및 강우강도와 토양유실과의 관계를 구명하고자 강원대학교 인공강우 실험실에서 미국 인디애나주 퍼듀대학교 미농무성 산하 토양유실 실험실에서 개발된 인공강우 실험기를 사용하여 강우강도를 20mm/h에서 100mm/h이상까지 조절하였으며, 토양유실측정 토양상자는 1m x 1m x 0.2m(가로x세로x높이)의 상자에 한쪽면에는 지표유출수 수집 거터(Gutter)를 부착하고 밑면에는 지하수 유출을 모의 할 수 있는 배수 파이프 6개로 침투수를 배제할 수 있는 상자 장치를 사용하였으며, 실험은 강우강도 30, 60, 90mm/h, 경사도 0%, 10%, 20%, 30% 및 지표피복도(지프라기) 0%, 50%, 100%로 하여 실험을 수행하였다. 인공강우는 전반 30분 강우, 30분 휴식, 후반 30분 강우로 구분하여 지표유출량, 토양유실량의 모의시험을 수행하였고, 시험에 사용

된 화강암 풍화토(마사토) 토양의 비중은 2.60 으로 점토 2%, 실트 8.9%, 모래 82.4%로 삼각분류표상의 토성은 모래를 사용하여 시험을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

경사지 토양유실 및 흙탕물 저감연구를 위해 경운방법을 상하경과 등고선으로 경운을 하여 부직포 와 차광망을 처리한 결과 상하경 경운시 무처리 20.45 ton/10a에 비해 부직포나 차광망을 처리시 7.34~13.72 ton/10a이었으며, 등고선 경운시 무처리 13.36ton/10a에 비해 차광망 부직포 처리시 4.45~8.30ton/10a로 토양유실이 있어 상하경이나 등고선경운이나 부직포나 차광망 처리가 효과가 있음을 알 수 있었다. 시험수행 당시의 강우량은 8월 27일까지 243.5mm, 9월 20일에 387.0mm로 다른 조사시점보다 많은 강우량이 유지되었으며 시간당 최대 강수량은 8월 25일 39.5mm로 가장 많은 강우량을 보여 이 시기에 주로 토사유실이 발생되는 경향이였다.

<표 1> 처리방법에 따른 시기별 토사유실량 비교 (단위 : ton/10a)

처 리 내 용	7월 24일		8월 8일		8월 14일		8월 27일		9월 20일		
	유실량	%	유실량	%	유실량	%	유실량	%	유실량	%	
무처리	2.42	100	4.33	100	6.50	100	10.35	100	20.45	100	
상 하 경	부직포 10m	1.80	74.4	2.77	64.0	3.49	53.7	3.85	36.5	7.34	35.9
	" 15m	2.53	104.6	3.91	90.3	5.53	85.1	8.06	76.5	10.95	53.6
	차광막 10m	1.56	64.5	2.77	64.0	3.97	61.1	4.21	40.0	7.70	37.7
	" 15m	0.84	34.7	3.13	72.3	5.89	90.6	7.82	74.3	13.72	67.1
등 고 선 경	무처리	1.93	100	2.65	100	4.09	100	7.46	100	13.36	100
	부직포 10m	2.53	131.1	2.41	90.9	2.89	70.7	3.01	40.4	4.45	33.3
	" 15m	1.20	62.2	2.89	109.1	3.13	76.5	4.85	65.0	7.34	54.9
	차광막 10m	1.44	74.6	1.80	67.5	2.65	64.8	4.09	54.8	5.53	41.4
" 15m	1.68	87.1	2.53	95.5	3.37	82.4	4.94	66.2	8.30	62.1	
강우량(mm)	334.0		44.0		67.5		243.5		387.0		
호우량(mm)	73.5(5.7)		44.0(8.7)		67.5(8.11)		41.5(8.19)		37.5(9.2)		
	64.0(6.27)						52.0(8.23)		86.5(9.7)		
	42.0(7.18)						73.5(8.25)		48.0(9.8)		
	34.5(7.21)						76.5(8.27)		42.0(9.12)		
	120.0(7.22)								42.5(9.13)		
시간당최대강수량(mm)	16.0 (7.21)		24.5 (8.7)		37.5 (8.11)		39.5 (8.25)		25.5 (9.7)		

상하경운과 등고선 경운을 시기별로 표 2에서 비교해 보면 토사유실량은 7월 24일에는 등

고선 경운이 상하경에 96.2%로 토사유실량이 차이가 없었으나 9월 20일 에는 63%까지 줄어들었다. 이는 조사시기 초반에는 토사유실량이 작아 그 비율차이가 적었으나 시기가 지나면서 토사유실량이 증가되어 상하경운에 비해 등고선 경운이 63%적게 토사유실이 일어나는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 오등이 경사지토양의 토양관리에 따른 토양유실 방지 시험에서 등고선 재배구는 상하경재배구에 비해 1/2정도 토양유실이 감소한다고 하였는데, 이는 등고선 이랑 자체가 물의 흐름을 차단하여 유속을 느리게 한 반면 상하경 이랑은 경사하부로 내려오면서 유속이 가속되어 토립의 운반이 증가되는 결과와 일치 하는 경향을 보였다.

<표 2> 경운방법 및 시기별 토사유실량 비교

경운방법	경사도 (%)	경사장 (m)	토사유실량 (ton/10a)							
			7월 24일	8월 8일	8월 14일	8월 27일	9월 10일	9월 20일		
상 하 경 운(A)	15.8	30	1.83	3.39	5.08	6.86	12.38			
등고선경운(B)	17.6	30	1.76	2.66	3.23	4.82	7.80			
B/A (%)			96.2	78.5	63.5	70.3	63.0			

저감 방법에 따른 토사유실량은 부직포 및 차광막 처리가 무처리에 비해 토사유실이 적게 발생하는 것을 알 수 있으며 처리재료별 거리는 15m 간격으로 처리한 것 보다 10m간격으로 처리한 것이 토양유실이 감소하는 것을 알 수 있었다.

<표 3> 토사유실 저감방법 및 시기별 토사유실량 비교

저감방법	토 사 유 실 량 (ton/10a)					비 율 (%)
	7월 24일	8월 8일	8월 14일	8월 27일	9월 10일	
무 처 리	2.18	3.45	5.30	8.91	16.91	100
부직포 10m	2.17	2.59	3.19	3.43	5.90	34.9
" 15m	1.87	3.40	4.33	6.46	9.15	54.1
차광막 10m	1.50	2.47	3.31	4.15	7.91	46.8
" 15m	1.26	3.49	4.63	6.38	10.60	62.7

최대의 토사유실은 상하경 무경운에서 20.45ton/10a로 가장 많은량의 토사가 유실되었으며 가장 적은 토사유실은 등고선 부직포 10m처리에서 4.45ton/10a으로 가장 적은 토사가 유실되어 10m간격으로 부직포를 처리하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

<표 4> 처리방법에 따른 시기별 최대 및 최소 토사유실량 비교

처 리 내 용	토사유실량 (ton/10a)				
	7월 24일	8월 10일	8월 14일	8월 27일	9월 10일
상하경 무경운(최대)	1.20	4.33	6.02	10.35	20.45
등고선부직포10m(최소)	2.53	2.41	2.89	3.01	4.45
대 비 (%)	211	55.7	48.0	29.1	21.8

또한 더위지기(인진숙)와 긴병꽃풀의 자생식물과 코아넷, 비닐, 부직포 재료를 사용한 처리방법별 토양유실 저감방법 기술을 개발하고자 홍천(경사15%, 30%)과 태백(경사30%)에서 시험을 수행하여 토사유실량 관찰 결과 표 5에서 보면 홍천의 경우 경사 30%에서 토사

<표 5> 처리방법에 따른 시기별 토양유실량(홍천) (단위 : ton/10a)

구 분	경사 15%			경사 30%			B/A (%)	
	(7. 20)	(8. 20)	(9. 20) (A)	(7. 20)	(8. 20)	(9. 20) (B)		
무처리	독	3.8	4.3	4.8	5.5	6.3	6.5	135.4
	골	2.8	3.0	3.5	3.0	3.8	4.0	114.3
	평균	3.3	3.7	4.2	4.3	5.1	5.3	124.8
더위지기 (인진숙)	독	3.5	3.8	4.3	4.5	5.5	6.0	139.5
	골	2.5	3.0	3.3	2.8	3.3	3.5	106.1
	평균	3.0	3.4	3.8	3.7	4.4	4.8	122.8
긴병꽃풀	독	3.8	4.0	4.3	4.0	4.8	5.0	116.3
	골	2.0	2.8	3.0	3.0	3.8	3.5	116.7
	평균	2.9	3.4	3.7	3.5	4.3	4.3	116.5
코아넷	독	3.3	3.8	4.0	4.3	4.8	5.8	145.0
	골	2.3	2.5	2.8	3.0	3.5	3.8	135.7
	평균	2.8	3.2	3.4	3.7	4.2	4.8	140.3
비닐	독	4.0	4.3	4.5	5.5	6.3	6.5	144.4
	골	2.5	2.8	3.3	3.5	4.0	4.3	130.3
	평균	3.3	3.6	3.9	4.5	5.2	5.4	137.4
부직포	독	3.3	3.8	4.0	5.3	5.5	5.8	145.0
	골	2.0	2.3	3.3	2.8	3.5	3.8	115.2
	평균	2.7	3.1	3.7	4.1	4.5	4.8	130.1
강수량(mm)	578.9	220.5	189.6					
호우량 (mm/월.일)		41.7(7.7)	26.3(8.4)	24.3(9.11)				
		133.9(7.12)	20.2(8.16)	48.5(9.13)				
		113.5(7.13)	51.0(8.17)	20.7(9.16)				
		24.9(7.15)	55.7(8.18)					
		87.5(7.16)	34.2(8.19)					
	103.4(7.17)							
시간당최대 강수량(mm)	31.6(7.13)	8.5(8.18)	14.7(9.13)					

유실량이 15%보다 16.5%~40.3%의 더 많은 량의 토양유실이 일어났으며 경사 15% 경우

무처리에서 4.2ton/10a의 토사유실이 일어난 반면 처리구는 3.4~3.8ton/10a정도의 토사유실이 있었고, 경사30% 경우 무처리 5.3ton/10a에 비해 4.3~5.4ton/10a정도의 토사유실이 관찰되었으며 자생식물은 긴병꽃풀과 토양유실 방지로 코아넷 자재가 효과적인 것으로 나타났다. 이는 긴병꽃풀에 의한 지표 피복과 코아넷 자재 독처리시 코아넷 사이에 잡초의 발생이 강우의 흐름을 저지시켜 토양유실량이 감소한 것으로 생각되며, 태백의 토양유실 처리경우도 홍천과 비슷하게 나타나는 경향이였다.

<표 6> 시기별 토양유실량 비교(태백) (단위: ton/10a)

구 분	경사 30%		
	(8. 20)	(9. 20)	
무처리	독	5.4	5.5
	골	2.6	3.0
	평균	4.0	4.3
더위지기 (인진쑥)	독	3.9	4.0
	골	2.0	2.3
	평균	3.0	3.2
긴병꽃풀	독	4.4	4.5
	골	2.1	2.5
	평균	3.3	3.5
코아넷	독	4.6	4.8
	골	2.3	2.8
	평균	3.5	3.8
비닐	독	4.8	5.0
	골	2.5	3.0
	평균	3.7	4.0
부직포	독	4.6	4.8
	골	2.1	2.5
	평균	3.4	3.7
강우량	735.1	277.0	
호우량 (mm/월.일)	93.2(7.4), 29.5(7.7), 42.4(7.12),81.3(7.13), 23.1(7.15),23.6(7.16), 26.9(7.17),88.9(8.1), 21.6(8.4),29.5(8.16), 24.6(8.17),81.3(8.18) 103.4(8.19)	26.7(8.22),28.4(8.23), 29.7(9.6),36.3(9.7), 21.6(9.10),67.6(9.11), 29.7(9.20)	
시간당최대 강수량(mm)	26.9(7.13)	7.6(9.11)	

토양유실 방지를 위해 처리한 자재별 두둑의 토양경도를 측정된 결과 긴병꽃풀과 코아넷처

리가 각각 0.8, 1.4 kg/cm²으로 가장 높게 나타나는 경향으로 이는 상대적으로 토양유실을 줄일수 있는 또 하나의 요소가 될 수 있다.

<표 7> 토양유실방지 자재처리별 토양경도 (단위:kg/cm²)

구 분	무처리	인진쑥	긴병꽃풀	코아넷	비닐	부직포
홍 천	0.30	0.75	0.80	1.40	0.10	0.25
태 백	0.38	0.46	0.43	0.55	0.31	0.32

객토포장 주변처리에 따른 토사유실 저감 기술개발을 위해 포장의 가장자리로 물이 흘러 내려가는 독을 피복하여 독의 유실을 방지하고 토양을 보전하고자 실험을 수행한 결과 무처리 11.75kg/10a에 비하여 자재처리 한 곳의 토사유실은 4.25~6.0ton/10a로 자재처리한 곳의 토사 유실이 적게 나타났으며 그중 긴병꽃풀이 4.25ton/10a로 가장 적었고, 비닐피복이 6.0ton/10a로 처리중 가장 많은량의 토양유실이 일어나는 경향이었다. 인는 긴병꽃풀의 경우 독의 표면을 완전히 피복하여 토사유실이 감소하나 비닐의 경우 피복후 피복물의 파손으로인한 강우의 침투로 독이 약해짐으로 상대적으로 토양유실이 더 많이 발생하는 것으로 관찰 되었다.

<표 8> 독 유실방지를 위한 처리자재별 토사유실량 (단위 : ton/10a)

구 분	1차 (7. 20)	2차 (8. 20)	3차 (9. 20)
무처리	8.75	9.75	11.75
더위지기(인진쑥)	2.75	3.25	4.75
긴병꽃풀	2.5	3.0	4.25
코아넷	2.25	2.5	4.25
비 닐	3.0	4.25	6.0
부직포	3.25	4	4.5

자생식물이나 독 유실 방지 자재처리별 토양경도는 자생식물 더위지기(인진쑥)와 코아넷 처리에서 각각 0.46, 0.55 kg/cm²으로 높게 나타나 다른 처리에 비해 독의 강도가 높은 것을 알 수 있어 독의 유실을 방지할 수 있는 하나의 좋은 자재로 생각된다.

<표 9> 자생식물 및 유실방지 자재 처리별 토양경도

구 분	무처리	인진쑥	긴병꽃풀	코아넷	비닐	부직포
경도(kg/cm ²)	0.38	0.46	0.43	0.55	0.31	0.32

인공강우 실험기를 사용하여 경사도와 강우강도를 달리 하였을 경우 토양유실과의 관계를 실험한 결과 강우강도가 30mm/h의 호우에서는 경사도나 피복도에 관계없이 지표물유출이

거의 나타나지 않고 모든 강우는 거의 거의 지하로 침투되는 양상을 보였으며, 강우강도가 60mm/h의 강한 호우에서는 경사도보다는 피복도에 따라 유출량의 변화가 크게 나타났다. 지표가 100% 피복되었을 경우의 최대유출계수는 0.155이었다. 그러나 경사도 10%와 20%에서는 여전히 유출이 거의 나타나지 않았다. 지표피복으로 강우수의 지하 침투량이 현저히 증가하여 지표유출량이 매우 작게 나타났기 때문이다. 고령지의 유사배출에 가장 핵심적인 역할을 하는 유출수량을 작게 만들기 위해서는 지표피복이 가장 중요한 변수임을 나타내고 있다. 강우강도 60mm/h, 지표피복 50%조건에서의 유출계수는 0.06~0.57로 비교적 많은 유출이 발생하였으며 경사가 급할수록 많은 유출이 나타나는 경향을 보였다. 강우강도 60mm/h, 지표피복 0%, 경사도 10~30%의 조건에서의 유출계수는 0.18~0.31로 비교적 많은 유출이 발생하였다. 강우강도 60mm/h, 경사도 0%인 평지조건에서는 유출량이 다른 처리에 비해 매우 높게 나타났다. 이는 토양상자의 지하유출배수구가 균등히 배열되지 않은 관계로 지하유출이 원활히 이루어지지 않았기 때문으로 생각된다. 이와 같은 현상은 강우강도 90mm/h 시험에서도 비슷하게 나타났다. 토양상자의 지하유출배수구를 크게 할 경우 가장 작은 유출이 나타날 것으로 예상된다. 강우강도 90mm/h, 경사도 0%에서는 토양상자의 배수구 부족으로 다른 경사도에 비해 많은 유출량이 발생하였다. 따라서 경사도 0%의 경우를 제외하고 유출량을 분석 하였다.

<표 10> 강우강도와 경사도 및 피복도에 따른 지표유출량(mm)

강우강도 (mm/h)	경사도 (%)	피복도(지푸라기 피복)		
		0%	50%	100%
30	0	1.0	0.0	0.0
	10	0.6	0.0	0.0
	20	0.0	0.0	0.0
	30	0.7	0.8	0.5
60	0	39.2	27.7	3.1
	10	11.9	7.2	0.0
	20	10.9	3.7	0.0
	30	18.7	34.3	9.3
90	0	32.0	22.3	12.8
	10	13.4	12.8	0.0
	20	27.9	17.7	1.3
	30	28.0	20.4	9.3

강우강도 90mm/h의 초강도 호우에서도 지표피복도가 100%인 경우, 경사도 30%에서 최대유출계수가 0.10으로 매우 낮게 나타났다. 지표피복으로 강우수가 지하로 많이 침투할 수 있었기 때문에 고령지의 토양유실방지 대책을 위해서는 가능한 농지의 지표가 지푸라기 등의 농업부산물로 많이 피복될 수 있는 영농방법이 필요하다. 강우강도 90mm/h의 초강도 호우에서 지표피복도가 50%와 0%로 낮아짐에 따라 지표유출이 많이 발생 하였다. 피복도가 0%인 경우의 유출계수는 0.15~0.31로 1시간 강우로는 매우 높게 나타났다. 이와 같은 호우가 1시간 이상 지속될 경우 토층이 지속적으로 포화되기 때문에 유출계수는 급격히 증가하며 유출량이 증가하게 된다. 지표유출이 증가하면 거리등이 발생하기 때문에 농경지에

서의 토사유실발생이 현격하게 증가한다. 이상의 실험결과, 화강암 풍화토(마사토) 경지에서 유출은 경사도와 강우강도 보다는 지표피복도에 많은 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 마사토의 특성상 유출이 발생하면 토양유실이 많이 발생할 수 있기 때문에 토양유실을 줄이기 위해서는 물의 유출을 줄여야 한다. 따라서 고령지 경사농경지의 토양유실 발생억제를 위해서는 유출량을 감소시키기 위한 영농관리 정책에 최우선을 두어야 할 것으로 판단된다.

토양유실량은 강우강도가 크고, 경사가 급하며, 피복도가 낮은 처리구에서 높게 나타났다. 경사도 30%의 급경사 시험포에 강우강도 90mm/h의 초고강도 호우조건에서도 피복도가 100%일 경우에는 유출량은 5.3kg/10a인데 반하여 피복도가 0%인 나지에서는 107.9kg/10a로 100%피복에 비하여 20배 이상의 높은 토양유실량을 보였다. 경사도와 강우강도에 관계없이 피복도 100%인 처리구에서는 토양유실이 발생되지 않았거나 매우 낮은 토양유실량을 보인 반면 피복도가 낮아질수록 토양유실량은 경사가 급할수록 또한 강우강도가 클수록 높게 나타났다. 1x1m 의 작은 처리구에서 토양유실량은 유출량보다는 빗방울의 타격력(강우에너지)에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 실험처리별 유출량의 변화보다 토양유실량의 변화가 작아 실험처리의 효과가 크게 나타남을 의미한다. 즉, 작은 시험포에서의 토양유실기작은 주로 강우에너지에 의해 발생되므로 지면에 떨어지는 강우에너지를 분산시키거나 소멸시킬 수 있는 지표피복이 토양유실 방지에 가장 큰 영향을 미치고 있음을 의미한다. 그러나 시험포가 커지면서 토양유실은 강우에너지 뿐만 아니라 유출수의 영향을 받아 커지게 된다. 유출수가 세류를 형성하며 점진적으로 커지면 걸리를 발생하게 되기 때문에 이 경우의 토양 유실량을 지배하는 인자는 강우에너지에서 세류와 걸리의 운반능(transport capacity)과 토양의 특성으로 바뀐다.

<표 11> 경사도와 강우강도 및 피복도에 따른 토양유실량 (단위 : kg/10a)

경사도 (%)	강우강도 (mm/h)	피복도(지프라기피복)		
		0%	50%	100%
0	30	5.8	0.0	0.0
	60	11.9	5.5	5.0
	90	32.5	8.6	1.5
10	30	10.3	0.0	0.0
	60	28.0	9.6	0.0
	90	42.3	11.9	0.0
20	30	0.0	0.0	0.0
	60	36.6	6.9	0.0
	90	83.8	14.5	0.6
30	30	5.6	2.2	0.3
	60	81.1	16.0	3.1
	90	107.9	26.3	5.3

마사토 경지의 토사유출은 강우에너지에 의한 토양유실보다 세류와 걸리에 의한 운반능에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났기 때문에 농경지의 유출수 발생을 최소화할 수 있도록 지푸라기 등의 농업부산물을 이용하여 지표피복을 충분히 할 수 있도록 지도할 필요가 있다. 또한 농경지에서 발생하는 유출수를 분산하여 세류와 걸리의 발생을 억제할 수 있는 영농방

법과 농경지외에서 유입하는 지표 및 지하수를 차단할 수 있는 우회수로(승수로)의 설치, 농경지의 유출수가 안전하게 하천으로 배수될 수 있는 배수로의 설치, 유출수와 함께 배출되는 토사를 차단하기 위한 침사구 등이 서로 유기적인 상승작용을 하여 토사유출을 방지할 수 있는 영농방법과 농경지 관리가 요구된다.

4. 적 요

경사 농경지에 대한 토사유실방지기술 개발로 농경지 보호 와 흙탕물발생을 저감하고자 실험을 수행한 결과;

- 가. 상하경운은 등고선 경운보다 토사유실이 심하였으며 특히 골에서 그 경향이 뚜렷하고 등고선경운이 상하경운의 63% 수준이었으며, 강우량, 강우강도에 관계없이 감자 경엽으로 피복된 시기에는 적었음
- 나. 토양유실은 저감방법 처리중 부직포 또는 차광망으로 피복할 경우 무처리의 34.9 ~ 62.7%정도로 유실량이 적었으며, 토사유실이 가장 적은 방법은 등고선 경운, 부직포 10m처리로 상하경운, 무처리의 21.7% 이었음
- 다. 경사도별 토양유실은 경사30%가 15%보다 16.5~40.3%정도의 토양유실이 더 발생되는 경향이었음
- 라. 피복재료 처리간 토양유실은 흥천, 태백 공히 더위지기(인진숙), 긴병꽃풀, 코아넷 처리가 다소 저감되는 효과를 보이는 경향이었고, 토양의 경도는 무처리에 비해 더위지기(인진숙), 긴병꽃풀, 코아넷처리에서 다소 높은 경향이었음.
- 마. 화강암 풍화토(마사토) 경지에서의 유출은 경사도와 강우강도 보다는 지표 피복도에 많은 영향을 받고 있는 것으로 나타 났으며 피복도 100%인 처리에서는 토양유실이 발생되지 않았거나 매우 낮은 토양 유실량을 보인 반면 피복도가 낮아질수록 경사가 급할수록 또한 강우강도가 클 수록 높게 나타났다.

5. 인용문헌

김진택, 박승우. 1994. 경사지의 경종에 따른 유출 및 토양유실에 관한 연구. 한국농공학회지 36(1) :73~82

김영호, 정필균, 오세진, 고문환. 1991. 부초수준별 토양유실방지 효과. 농시논문집(토양비료편) 33(1):29~34

박창영. 1999. 영남지역 경사지 토양보전농법 연구. 영남농업연구소 시험연구보고서

신복우. 1998. 호남지역 경사지 토양보전농법 실용화 연구. 호남농업연구소 시험연구보고서

오세진, 정필균, 엄기태. 1992. 작물별 비닐피복에 따른 토양유실 방지효과. 농시논문집(토양비료편) 34(2) : 30~35

오세진, 정필균, 김영호. 1991. 경사지토양의 토양관리에 따른 토양유실 방지. 농시논문집(토양비료편) 33(3) : 68~72

오세진. 1999. 밭토양 보전농법 실용화 연구. 농업과학기술원 시험연구보고서

이경국. 2003. 지속가능한 강원도 고냉지 농업. 지속가능 산지농업의 발전방향모색(강원대 · 고령지시험장 공동 Symposium). p 1~28

- 정영상, 권영기, 임형식, 하상건, 양재의. 1999. 강원도 경사지 토양유실 예측용 신USLE의 적용을 위한 강수인자와 토양 침식성 인자의 검토. 한토비지 32(1) : 31~38
- 정필균, 고문환, 엄기태. 1989. 경사지 토양보전을 위한 토양관리인자 구명. 농시논문집(토양비료편) 31(4) : 16~22
- 정영상, 양재의, 김정제, 박철수. 2002. 경사지 토양에서 토사유출 저감을 위한 최적 영농관리 방안. 경사지 토양보전 및 관리대책(2002학술 심포지움) p 57~100
- 최중대. 경사지토양보전을 위한 표토유실 방지대책. 강원 친환경농업 추진방안(강원농업 발전방안 심포지움). p37~58

6. 연구결과 활용제목

- 고랭지 경사전 토사유실 방지(2004, 영농활용)