

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
증장기 Code		RIMS Code		2007B00110000024	
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
고랭지농업 안정생산 기술개발		토양ES 0101	'05~'09	환경농업연구과	김세원
고랭지 경사전 토양유실 저감기술 개발		토양ES 0101	'06~'09	환경농업연구과	김세원
3) 경사전 산채류 입식에 의한 토사 유실 저감효과		"	'07~'09	"	김세원
색인용어	산채, 눈개승마, 고려엉겅퀴, 참취, 토사유실, 유겨수, 고랭지, 경사전				

ABSTRACT

This study was carried out to see if alternative cropping could reduce soil erosion and ensure farm income in the mountainous highland agricultural region. Three edible wild plants including goatsbeards, Korean thistles, and asters, were selected to test as alternative crops in mountain agriculture of highland area in Gangwondo, Korea. The soil losses from the alternative cropping ranged from 28 to 60 percents of that from summer radish cultivation by conservation tillage with contour and plastic film mulching. The relative soil losses in the second year ranged from 2.8 to 5.5 percents in comparison with radish cultivation. Rapid surface coverage for these alternative crops was considered to attribute to successive soil loss protection. Farm income values of these crops were higher than that of radish. Three year rotation, however, might be necessary for economic cultivation of Korean thistles or asters due to yield reduction caused by consecutive production.

1. 연구목표

지금까지의 고랭지농업은 무, 배추, 감자 등 여름수급 농산물 생산기지로서의 절대적 주도권을 유지해 왔다. 그 결과 고랭지 지역 환금작목으로서의 명성과 농업소득에 크게 기여해 온 것도 사실이나 일부작목 편중, 투기성 농업에 의한 수급불안정, 무리한 농경지 확장 및 변형, 토양유실 및 물리화학성 악화 병해충 다발 등 많은 문제점이 제기되고 있다. 특히 한강 수계 상류에 위치하는 고랭지 경사전은 경지의 대형화로 강우 시 유출수의 집중으로 인한 흙탕물 탁수 발생 및 비점오염물질의 배출이 날로 증가하고 있는 실정이다.

'06년 7월 집중강우로 시작된 소양강 탁수오염 심각성으로 인해 사회적 문제가 심각하게 대두되었고 강원도농업기술원에서도 '07년 3월 경사전 토사유실 저감연구 종합실증시험포 운영계획 수립하여 해결책 모색을 추진하였다.

그동안 고랭지농업의 안정적 생산기반 확충과 경사도에 따른 토양유실 방지를 위하여 등

고선재배, 계단전, 돌망태, 승수로 설치 등 많은 연구가 보고되고 있으나, 막대한 기반조성비에 비해 효율성이 낮고, 농작업의 불편성 등 실용화가 다소 미흡한 실정에 있으며, 광범위하게 분포되어 있는 고랭지지역에 적용하기에는 많은 어려움이 있을 것으로 사료된다. 때문에 농공학적 방법보다 경종적 방법인 대체 피복작물 입식이 지속가능한 농업환경 유지보존을 위해 보다 바람직하다고 판단된다.

고랭지 경사전의 친환경적이고 지속가능한 농법의 시도를 위하여 토양유실이 심한 지역이나 흠탕물을 유발시킬 수 있는 수변지역을 중심으로 멀칭 효과가 높은 작물을 대상 식재 또는 국지적인 재배를 통해 채소의 수급 안정을 도모하고 지속적인 수익을 높일 수 있는 작목 도입이 요구되고 있다. 최근 수요가 급증하고 있는 산채류를 국지적으로 입식하여 무, 배추보다 높은 수익성을 창출하고, 최소경운에 의한 토양유실 방지효과를 검증할 필요가 있다. 산채류는 우리도 청정 환경에 적합하고 우위를 점하고 있는 유망작물로서 대부분의 산채류가 다년생으로 고랭지 토사유실 문제의 해법이 될 수 있지만, 특히 최근 대체소득원으로 개발된 눈개승마(삼나물, *Aruncus dioicus* Fern.)는 장미과의 다년생 초본 식물로(그림 1) 전국 고산지대에 서식하며 근권 형성이 매우 우수하고 고사리를 대응할 수 있는 고급 산나물로 경사지 토양보전 효과가 매우 클 것으로 기대된다.(2006. 산채시험장), 눈개승마의 어린순 묵나물은 100g당 8,000원 정도로 단보당 1,300천원의 소득도 가능하다.



그림 1. 눈개승마 50일묘(좌), 생육초기 순나물 상태(중양), 지하부 근권발육양상(우)

따라서 본 연구는 산채시험장과 공동으로 눈개승마의 재배기술 개발을 함께 수행하면서 눈개승마를 포함한 수종의 산채류를 경사전에 입식할 경우 년차별 토사유실 저감효과를 구명하고 조건불리지역 직불제에 대응한 경사전 정책지원 기초자료 확보하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2007년부터 2009년까지 3개년간 고랭지 경사전 토사유실 저감 종합실증 시험포를 흥천 내면 자운리에 조성하여 수행하였다. 시험포장은 경사장 18m, 폭 3M, 경사도 15% 내외의 간이라이시미터를 설치하였고 시험작물인 산채류는 눈개승마, 고려영경귀, 참취 등 선행 연구를 토대로 선발된 초종을 2007년 5월 10일 2반복구로 식재하여 연차별로 기상조건

에 따른 토사유실 저감효과를 살펴보았다. 고려영경귀와 참취는 162공 포트묘를 40×25cm의 재식밀도로 정식하였고 눈개승마는 파종상자에서 2006년 육묘하여 포트에 이식한 후 2년생 포트묘 상태로 60×30cm 폭으로 정식하였다. 대조구인 여름무는 매년 상하경으로 두둑을 만들고 비닐피복을 하였으며 75×25cm의 재식거리로 6월하순 파종하였다.

산채류를 정식한 2007년부터 매년 여름무를 대조하여 작물별 피복도와 토사유실량, 유거수량을 분석하였고, 수확량과 투입비용을 고려한 경제성분석을 검토하였다. 피복도는 지표면 2m에서 사진을 찍어 달관 조사하였으며, 토사유실량은 라이시미터에 하단에 30L의 유거수 버킷을 3단계로 설치하고 유실토양이 포함된 유거수를 교반기로 진탕시켜 버킷별로 300ml 용기에 3반복 채취하고 실험실에서 여과 후 유실량과 유거수량을 조사하였다(그림 2, 3).



그림 2. 라이시미터 유실토양 채수



그림 3. 토사 및 유거수 채취용 버킷

3. 결과 및 고찰

시험작물인 산채 초종의 정식전 육묘단계에서 발아특성과 정식후 시험포장에서의 생존율은 표 1과 같다. 눈개승마의 경우 육묘상자에서 발아하기까지 가장 많은 시간이 소요되어 약간 경실종자의 특성을 나타내었다.

표 1. 산채 초종의 발아특성

구 분	발아시	발아기	발아율(%)
눈개승마	파종후 30일	파종후 45일	82
고려영경귀	파종후 10일	파종후 25일	92
참 취	파종후 12일	파종후 26일	87

* 파종기 2007. 2. 16 (눈개승마의 경우 2006년 상자육묘), 정식기 2007. 5. 10

라이시미터에 정식후 산채류의 시기별 초장 변화는 표 2와 같다. 고려엉겅퀴의 경우 정식 후 지상부가 매우 번성하여 지표면의 피복효과가 가장 양호하였다.

표 2. 정식 당해연도(2007년) 산채 초종별 초장 생육의 경시변화 (단위 : cm)

시험작물	6월 10일	7월 10일	8월 10일	9월 10일
눈개승마	23	30	51	68
고려엉겅퀴	12.7	31	83	156
참 취	9.7	16.8	42.2	58

산채류는 다년생 작물로 일단 한번 지표면을 피복할 경우 생육기 지상부와 월동기 잔재물, 왕성한 뿌리활착으로 수년간 피복효과가 지속될 수 있다. 여름무를 대비한 년차별 지표면 피복도는 그림 4와 같다.

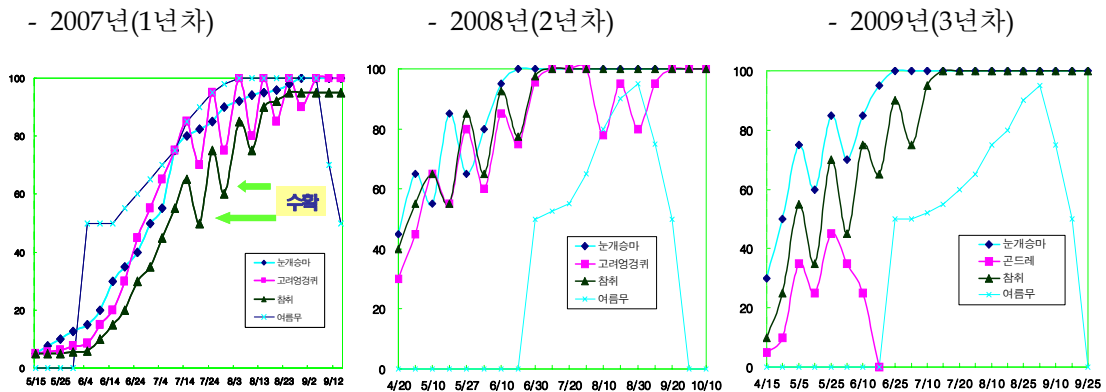


그림 4. 년차별 시험작물의 피복도 경시변화

고려엉겅퀴는 정식후 첫해에도 가장 왕성하게 지상부가 번무하여 피복효과가 뛰어났으나 년차별로 생존율이 급격히 저하되어 갱신이 필요하였으며, 눈개승마는 영년생 작물로 다른 산채류와 달리 생존율이 지속 유지되어 퇴화, 갱신 문제가 없었다.(표 3)

표 3. 공시산채류 년차별 생존율 (%)

구분	눈개승마	고려엉겅퀴	참취
1년차	86.0	83.5	82.0
2년차	84.1	53.7	78.2
3년차	84.0	14.5	71.5
갱신주기	장기식재	2년	3~4년



그림 5. 지상부 피복 생육양상(좌 : 눈개승마, 우 : 고려엉겅퀴)

산채류 초종별 지하부 근권분포와 월동기 잔존물 양상 조사결과는 표 4와 같다. 눈개승마는 뿌리발육이 매우 왕성하여 지속가능한 토양보전을 위해 경사전 토사유실 저감뿐 아니라 토양 탄소저장 능력도 우수할 것으로 판단되어 이에 대한 연구를 심화할 필요가 있다(그림 6).

표 4. 산채 근권분포 및 지상부 잔존물 양상

공시작물	근권분포(식재2년차)		잔존건물(kg/10a)	
	총근장(m/m ²)	생근중(g/m ²)	1년차	2년차
눈개승마	1860	520	64.7	118.2
고려엉겅퀴	7.8	570	476.3	552.5
참취	729	2190	56.2	338.8
여름무	가식부		14.5	14.5



눈개승마

참취

고려엉겅퀴

그림 6. 산채류 초종별 지하부 근권분포와 월동기 잔존물 양상

여름무를 대비한 산채 식재 3개년간 년차별 토사유실량과 유거수량의 저감효과는 그림 7, 8과 같다. 경사전에 산채류를 년차별 재배시 여름무 대비 토사유실량은 식재 1년차에 눈개승마의 경우 66%, 참취 37%, 고려엉겅퀴는 74%가 저감되었고 2년차이후 모두 95%이상 양호한 저감효과가 나타났다. 참고로 고려엉겅퀴는 3년차 재배 중단으로 2개년을 평균하였다.

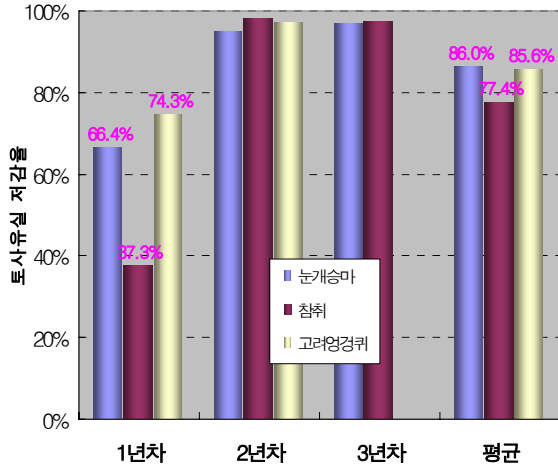


그림 7. 여름무대비 토사유실 저감율(%)

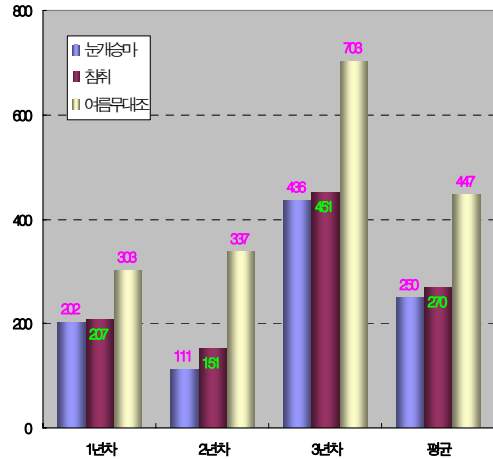


그림 8. 유거수량(톤/10a)

경사전에 고랭지 여름무 재배를 산채류로 대체할 경우 년차별 생산된 수량은 표 5와 같다. 산채초종 중 눈개승마는 초세 확대를 위해 정식 당해연도에는 수확이 불가하였으나 고려엉겅퀴는 지상부가 번성하여 3회까지 수확이 가능하였고 수량도 많았다. 하지만 3년차 이후 급격히 수량이 감소하여 재배년수가 2년에 불과한 단점이 확인되었다.

표 5. 공시작물의 년차별 수량

공시작물	1년차(07)	2년차(08)	3년차(09)
	(kg/10a)		
눈개승마	-	421	460
고려엉겅퀴	1,447	1,590	630
참 취	472	1,180	1,109
여 름 무	4,186	4,191	4,379

산채류 재배시 소득은 그림 9와 같다. 여름무 대비 참취의 경우 최대 97%까지 소득향상이 있어 산채류가 고소득 작물임을 확인할 수 있었으나, 과다생산에 의한 가격폭락 위험도 있으므로 적정 재배면적을 유지하고 특히 일정 경사도 이상의 취약 농경지에 우선적으로 재배가 권장될 필요가 있다. 손실과 이익적요소를 고려한 수익액은 토양환경보전에 의한 공익적, 다원적 기능 효과분석이 안 되어 추정이 곤란하였다.

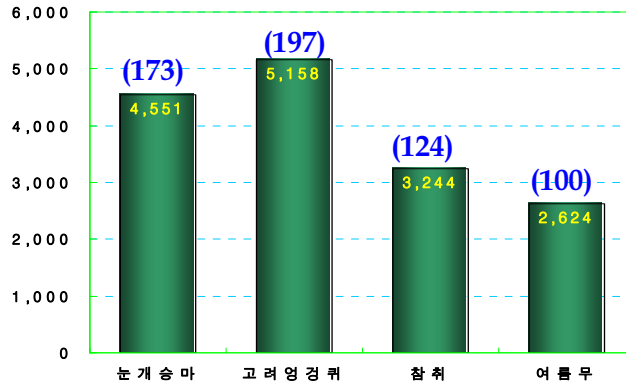


그림 9. 3년간 소득합계(천원/10a)

상기 연구결과를 토대로 토사유실 저감을 위한 취약농경지 작목선발과 경사전 대체작물 입식에 따른 소득보전 기초자료를 확보할 수 있을 것으로 판단되며, 참취의 경우 화사한 꽃이 하절기에 만개하여 고랭지 경관성 향상이라는 효과도 기대된다.(그림 10, 11)



그림 10. 눈개승마 개화최성기(6월)



그림 11. 참취의 개화최성기(8~9월)

4. 적 요

고랭지 경사전에서 산채류를 년차별 재배시 여름무 대비 토사유실 저감효과를 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 가. 눈개승마의 경우 식재 1년차에는 66%, 2년차 이후 95%이상 저감효과가 나타났으며, 뿌리발육이 매우 왕성하고 영년생으로 퇴화, 갱신의 문제가 없어 지속가능한 토양보전에 매우 적합한 우수 산채로서 도내 취약농경지를 대상으로 우선 보급되어야 할 것으로 판단된다.
- 나. 참취의 경우 식재 1년차에는 37%로 초기생육과 피복이 지연되어 토사유실 저감효과가 미흡하였으나, 2년차 이후 98%이상 저감되었다.

- 다. 고려엉겅퀴의 경우 식재 1년차에는 74%로 지상부 생육이 매우 빨라 가장 양호하였고 2년차에는 97% 저감되어 우수하였으나 3년차에 생존율이 매우 저조하여 계속 갱신을 해야만 하는 단점이 있어 장기적인 피복작물로서는 상대적으로 효과가 낮았다.
- 라. 공시된 3종의 산채초종을 재배할 경우 여름무보다 24~97%정도까지 소득향상이 기대되어 대체소득과 환경보전이라는 두 가지 문제를 해결할 수 있는 유망한 작물로 판단된다.

5. 인용문헌

- 농업과학기술원. 2001. 토양 및 식물체 분석법. 농촌진흥청
- 농촌진흥청. 2003. 제4판 농업과학기술 연구조사분석기준
- W. T. Pinson, et al. 2004. Design and evaluation of an improved flow divider for sampling runoff plots. Applied Eng. in Agric. 20(4) : 433~438
- 강원도. 2006. 고랭지 밭 농업인 설문조사 결과 보고서
- 농촌진흥청. 2008. 더덕, 도라지, 산채류 등 재배 통계자료
- 작물시험장. 1999. 환경친화형 농경지 고도이용기술 학술심포지엄. 농촌진흥청
- 고령지농업시험장. 2001. 공익기능 향상을 위한 친환경 산지농업 개발 방향 학술심포지엄. 농촌진흥청
- 농업과학기술원. 2002. 경사지 토양보전 및 관리대책 학술심포지엄. 농촌진흥청
- 고령지농업연구소. 2006. 고랭지농업분야 영농활용 자료집. 농촌진흥청
- 강원도농업기술원. 2007. 고랭지 경사전 토양보전 산채자원 활용 시책건의.
- 산채시험장. 2007. 고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch농법에 관한 연구. 농림특정연구보고서
- 강원대학교. 2002. 고랭지 농경지의 친환경 토양관리 기술개발. 농촌진흥청
- 강원대학교. 2005. 내린천 상류 농경지 토사유출 저감방안 연구. 특성화대학 강원도비지원 연구과제. 강원도농업기술원

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2009(3년차)	영농활용	경사전 산채류 식재시 년차별 토사유실 저감효과(도자체) 고랭지 경사전 채소대체 피복작물 식재에 의한 년차별 토사유실 저감 효과(중앙활용)
2009(3년차)	학회발표	Three alternative crops to reduce soil erosion for mountain agriculture in Gangwondo, Korea(세계토양학회)

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
					'07	'08	'09
책 임 자	환경농업연구과	농업연구사	김세원	세부과제 총괄	○	○	○
공동연구자	산채시험장	"	송운호	산채 재배 및 조사	○		
"	"	"	김종환	산채 재배 및 조사		○	○
"	환경농업연구과	"	안문섭	분석업무 지원	○	○	○
"	"	"	서영호	유실량측정 지원	○	○	○
"	"	농업연구관	강안석	연구자문 및 평가	○	○	○