

어젠다코드	1 - 1 - 1		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	E02	작목구분코드	SF-01-SF15
과제종류	기관고유		세세부사업		
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
고랭지 지속농업을 위한 토양 종합관리 실증 연구			'14~'16	환경농업연구과	임수정
1) 경사밭 토양유실 저감기술 실용화 연구			'14~'16	환경농업연구과	임수정
2) 토양유실 저감산채 눈개승마 현장실증			'14~'16	산채연구소	김세원
색인용어	고랭지, 경사밭, PAM, 눈개승마, 피복식물				

ABSTRACT

Soil erosion in alpine cultivation areas reduces soil fertility and productivity. It is also recognized as a major factor disturbing ecosystem. The soil of this area is mostly sand containing, thereby accelerate soil erosion and non-point source pollution. So the objectives of this study was to make functional lime fertilizer for reducing the soil erosion firstly and reduction effect of soil loss through barley and rye cultivation were carried out. In addition, biodegradation mulching film field demonstration was applied to radish and cabbage. The difference in growth of radish and Chinese cabbage is due to the use of functional lime fertilizer. In the functional lime fertilizer demonstration test, the farmer recognized the soil loss reduction effect, which was confirmed in the lysimeter test. When the barley and rye were cultivated between the valleys during the cultivation of the raddish, the soil loss reduction effect was more than 80% compared to the untreated. In addition, it is considered that the biodegradable mulching film can be used when applied to radish and cabbage. Especially, it is economically advantageous when cultivating cabbage.

This studies were investigated to demonstrate the effect of soil loss prevention by planting of *Aruncus dioicus* on the hill side farm. To expand the plant acreage of a goatbeard, which has a superiority in soil loss prevention, 6 demonstration fields were built, and about 390 thousand seedlings of a goatbeard were disseminated at a cost or free-of-charge for three years from 2014. The demonstration field in Taebaik, built in 2016, is expected to substitute highland Chinese cabbage in connection with the development of local specialty crops.

Investigation of actual condition of the goatbeard cultivating farmer and collection o best practices were carried out. The number of investigating target was 34 farmers and average cultivating career was 4.1 years. 3 years were needed to harvesting after planting and the number of crops was 2~4 times. The later the yield time was, the better the quality of goatbeard was.

Technical Support and Promotion of goatbeard cultivation was carried out in several directions. We have actively promoted technical support for farmers such as professional education on goatbeard cultivation training, on-the-spot training, and on-site consulting. We held topics such as forums and workshops to reduce soil loss, and held excellent news for the farmers' field and exhibited various events.

1. 연구목표

국내 해발 600m 이상 고랭지 밭면적은 17,044ha이고 그 중 강원도는 전국의 90% 면적을 차지하고 있다. 이들 지역은 여름철 우기의 집중강우로 매년 밭토양의 약 20톤/ha이 유실되며 (Yang and Jung, 2004), 이들 토양은 표층의 유용 영양분을 포함하고 있으므로 지력손실 외에도 하천유역의 비점오염원으로 작용하는 것으로 알려져 있다(Joo et al., 2004). 강원도 고랭지의 주요 밭작물은 여름채소가 16,651ha로 가장 많고, 감자(4,656), 약초(1,790), 화훼류(203) 순이다 (Joo et al., 2004). 특히 무, 배추 면적이 많아 재배 전이나 수확 이후 나지로 노출되어 우기에 토양유실로 탁수에 지대한 영향을 미치므로 대책이 시급한 실정이다. 2006년 7월에 집중호우로 소양강댐의 탁도가 최고 328NTU 수준의 흙탕물이 장기간 지속된 바 있어 심각한 사회적 관심사로 대두되었다. 강원도내 양구, 홍천, 인제 등 소양강 상류에 위치한 고랭지 밭에서 토양유실이 집중 발생하여 2007년 환경부는 고랭지 밭을 비점오염관리지역으로 지정하였고 정부에서는 고랭지 경작지 관리대책으로 2013년까지 3,895억원을 투입하여 토지매입 산림녹지 조성, 경작방법 개선, 재배작물 전환, 저감시설 설치 등 비점오염저감사업을 추진하고 있다.

비점오염원을 유발하는 토양유실 문제의 해결을 위한 정책은 크게 농공학적 방법으로 승수로, 우회수로, 배수로 정비, 돌망태, 계단전 조성 등이 있는데 많은 비용이 소요되고, 경종적 방법인 등고선 경작, 식생대 조성, 초생재배, 피복작물 입식, 녹비재배, 다년생 소득작목 식재, 무경운재배 등은 바람직한 방법이지만 농업생산 소득을 추구해야 하는 농가로서는 자발적인 실천의지를 유도하기에는 현실적으로 한계가 있다. 미국을 비롯한 일부 선진국은 토사유실 억제와 수자원 보호를 위해 탁월한 효과와 실용성이 입증된 음이온성 고분자응집제 PAM(Polyacrylamide)을 상용화 하는 단계이다. 국내에서는 고랭지 토양유실 방지를 위한 PAM의 이용에 관한 연구를 진행하고 있지만 실용적으로 활용되고 있지 못한 실정이다.

천연가스로부터 합성되는 PAM은 분자량이 1,000 이상인 고분자 물질로 강력한 흡착 관능기를 함유하여 토양내 양이온과 치환되고, 토양을 응집시켜 토양의 결합능력을 증대시키고 유출을 억제 하는 효과를 나타낸다. 고분자 토양응집제인 PAM은 다양한 용도로 활용되는 물질로 하수처리시 부유물질의 응집 침강제로 이용되기도 한다. PAM은 토양에 처리된 후 매년 약 10%가 자연분해 된다고 보고되었고, 음이온성 PAM은 장기연용을 하여도 환경영향에 대한 위해성이 확인되지 않았고, 생물에도 안전하다고 하였다. 토양유실 저감효과와 관련한 국내외 연구현황을 살펴보면 윤 등 (2003)은 경사도 13% 지역에서 40kg/ha적용시 토양유실량이 67% 저감되었다고 하였고, 최 등 (2010)은 PAM과 합성 Biopolymer를 이용한 작물재배 시험결과 경사도 20% 수준 농경지에서 23~42%의 토사유실 저감효과를 나타낸 것으로 보고하였다. 김 등(2012)은 PAM 2kg을 물 1톤에 용해, 정지작업 전에 살포할 경우 여름무의 수량은 관행농법과 대등하였고, 토양유실량은 60% 저감할 수 있다고 하였다. 또한 PAM 4kg과 석회 133kg을 골고루 섞어 정지전 살포 한 후 무를 재배할 경우 액상관주와 같은 결과를 보고하였다. 그러나 액상살포의 경우 추가되는 노동력과 번거로움 때문에 사용을 권장하기에는 한계가 있다. 현재 정부에서는 3년 주기로 입상석회를 농가에 무상

공급하고 있다. 입상석회 제조시에 PAM 물질을 혼합·제조하여 고랭지 지역에 공급할 경우 추가 되는 노동력 없이 토양유실 효과를 볼 수 있을 것으로 예상되었고, 2013년에 PAM과 석회질비료를 합성하여 기능성 석회질비료를 개발 하였다.

본 연구는 PAM에 대한 작물의 안정성 여부를 확인하고, 기능성 석회질비료의 실증과 더불어 농가에서 쉽게 적용 할 수 있는 초생피 재배의 실증을 통해 합리적인 토양유실 방지방법을 개발 하고자 수행하였다. 또한 고랭지 일손부족을 해결하고 작기 후 멀칭비닐이 완전 분해되어 환경에 친화적인 생분해필름 멀칭효과 시험도 수행하였다.

국내 고랭지 밭면적은 73,971ha로서 우리도는 전국의 63%를 차지하며, 그중 48%가 경사도 15%이상의 급경사지로 표토유실에 매우 취약하다. 2006년 7월 집중호우로 인해 소양강댐 수계의 흙탕물이 장기간 지속되어 사회적 관심이 고조되었다. 이에 정부합동으로 대처하고자 고랭지 특별 관리 비점오염저감사업 예산을 2007년부터 2013년까지 3,859억원 수준으로 집중투입한 바 있으며, 표토의 탄소저장, 오염정화 등 환경적 순기능의 경제적 가치는 26조 4천억 정도로 추정되는데, 표층토양 보전 5개년 종합계획도 수립되었다.(2013, 환경부)

토양보전을 위한 농공학적 방법은 고비용, 환경생태 부작용 우려되어 취약한 경사밭을 대상으로 최근 다년생 대체작물의 식재방안이 해결방안으로 부각되고 있다. 특히 유망 소득산채인 눈개승마 (*Aruncus dioicus* Fern.)는 다년생 초본류로 근권발육이 매우 탁월하여 식재후 2년차 이후부터 토사 유실량이 90%이상 저감시킬 수 있다고 보고된 바 있고, 경사밭 식재를 위한 중요건의를 추진 하였다.(2009년 강원도농업기술원) 고급나물로 고사리 대응으로 이용가능하며 경사지 토양보전 효과가 우수하여 농가의 관심이 증대되고 있다. 2013년도부터 강원도 흙탕물 비점오염저감사업에 정책 반영되어 소양호, 도암호, 골지천 유역 등 중점관리지역을 대상으로 식재가 본격 추진되고 있다(2013, 강원도) 따라서 정책사업의 원활한 추진을 위해 식재방법, 재배기술 지원 등 재배매뉴얼 기준마련과 농업인과 소비자 홍보가 시급하여 본 실증시험을 통해 눈개승마 보급 확산을 도모하고자 FTA대응 과제로 연구를 추진하였다

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제 : 경사밭 토양유실 저감기술 실용화 연구〉

(시험 1) 토양응집제 연속사용시 작물에 미치는 영향 구명

본시험에서 토양응집제(PAM) 단용으로 2, 4, 8, 16kg/10a 처리한 것과, 기개발된 기능성 석회질비료 100kg/10a(토양응집제 2, 4, 8, 16%)을 처리하여 무·배추를 재배하여 작물의 생육과 토양 환경에 미치는 영향을 검토 하였다. 시험에 사용된 토양응집제(PAM)는 중이온성으로 1.0% 용액의 점도는 4,500~8,000cps, pH는 5.5~7.5, 분자량은 12×10^6 Dalton의 것을 사용하였다. 시험은 1/2,000 pot에서 수행하였으며 품종은 대동무, 배추는 불암 3호, 무파종은 4월 21일, 배추는 무를 수확한 후 8월 20일 정식하여 3년간 수행하였다. 작물의 생육 및 수량은 농업과학기술 연구조사

분석기준(농촌진흥청, 2012)에 따라 조사하였고, 토양의 양분도 농촌진흥청 표준분석법에 의해 분석하였다.

(시험 2) 기능성 석회질비료 현장실증

2013년에 개발한 기능성 석회질비료(PAM 4%)를 재료로 하여 현장실증시험을 수행하였다(표 1). 우리도 대표 고랭지인 강릉 왕산, 홍천 내면, 평창 봉평, 양구 해안에서 현장실증 시험을 수행하였다. 강릉 왕산에서는 배추를 실증작물로, 홍천 내면에서는 무를 실증작물로 하여 기능성 석회질비료를 살포하고 작물의 생육 및 토양유실량을 조사하였으며('14~'15), 평창 봉평에서는 무를 대상으로('14), 양구 해안에서도 무를 대상으로('15) 실증시험을 수행하였다. 현지포장에서 토양유실량을 정량적으로 측정하기가 곤란하여 현지농가에 의견을 모아 토양유실정도를 나타내었다. 토양유실량의 정확한 측정을 위해 유포리 시험포장에 설치된 경사도 15% 라이시미터에서 봄에는 무, 가을에는 배추를 대상으로 하여 작물생육과 토양유실량 측정을 수행하였다. 라이시미터에서는 2014~2015년 현장실증과 같이 기능성 석회질비료와 무처리 두처리를 비교 하였다. 생육조사와 토양분석 방법은 시험1과 동일하게 수행하였다.

표 1. 실증포장 조성내역

지역	시험 장소		처리 내역		재배 내역			비 고
	해발 (m)	경사도 (%)	재료	시용일	작물	식재일	피복	
강릉(왕산)	1,100	20	기능성 석회질비료	5. 20.	배추	6. 27.	무멀칭	'14-'15
홍천(내면)	700	10	"	6. 12.	무	6. 25.	멀칭	'14-'15
평창(봉평)	670	25	"	5. 22.	무	6. 05.	멀칭	'14
양구(해안)	680	13	"	6. 01.	무	6. 10.	멀칭	'15

(시험 3) 친환경적 토양유실 저감방법 실증

친환경적 토양유실 저감방법을 찾고자 현지농가에서 부분적으로 실시하고 있는 초생피 재배에 의한 토양유실 저감효과 실증시험을 수행하였다. 시험은 홍천 내면에서 수행하였고, 시험작물은 대동무를 사용하였으며, 시험에 처리된 초생재료인 녹비작물은 (호밀, 보리) 6월 23일 파종하였고, 무의 재식거리는 80*20cm로 하여 6월 25일 파종, 9월 10일 수확하였다. 처리는 보리 20m, 40m, 보리+호맥(1:1) 20m 간격을 두었으며, 녹비작물의 파종방법은 골안에 5cm 간격 파종줄을 만들어 각 파종줄 마다 5g의 종자를 파종하였다. 본 시험도 토양유실의 정량적으로 측정하기 위해 라이시미터 시험을 동시에 수행하였다. 생육조사와 토양분석 방법은 시험1과 동일하게 수행하였다.

(시험 4) 생분해성 멀칭필름 현장실증

고랭지 농가의 일손부족을 해결하기 위해 무('14), 양배추('15, '16)를 대상으로 생분해성 멀칭필

름의 실증시험을 수행하였다. 무와 양배추의 품종은 대동무, 대박나 양배추를 사용하였으며, 무의 재식거리는 80*20cm, 양배추는 80*50cm 으로 하여 무는 6월 22일 파종, 8월 31일 수확 하였으며, 양배추는 5월 20일 정식, 8월 10일 수확하였다. 관행필름과 비교하여 토양환경, 수량성 등을 조사하였다.

〈제2세부과제 : 토양유실 저감산채 눈개승마 현장실증〉

(시험 1) 경사전 현장실증포장 조성 운영 및 종묘보급

본 시험은 기 개발된 눈개승마의 토사유실 저감효과와 농가소득화를 위해 일선 농가현장에서 재배 확대를 도모하고자 고랭지 경사밭 대상지를 실증포로 선정하였는데, 재배를 희망하는 농가를 중점으로 3개년간 추진하였다. 선정된 실증포에 종묘를 지원하고 직접 식재작업까지도 수행하였다. 식재장소는 포장전면, 밭둑 초생띠 등 다양한 형태로 적용하였고, 묘소질을 달리한 종묘를 식재함으로써 비점오염저감 사업에 적합한 묘 규격도 검토하였다. 보급확대를 위해 무상공급의 유상 분양도 동시에 적극 추진하였다. 년차별 강우상황(AWS, 기상청)을 비교함으로써 어린묘의 식재후 활착율도 살펴보았다. 기존 연구된 식재방법을 보완하고 최종 매뉴얼화하는 과정으로 결과도출을 유도하였다.

(시험 2) 눈개승마 재배농가 실태조사 및 우수사례 수집

2014년 도내 및 타지역을 포함하여 눈개승마 재배농가 42개소를 방문하여 재배실태를 조사하였다. 조사내용은 재배면적, 지형(경사도), 재배목적, 피복형태, 재식밀도, 식재년차 등이며, 간접적으로 유통판매와 애로사항 등도 수렴하였다. 특히 도내 경사밭 취약지역에 식재하거나 소득화를 위한 우수사례를 적극 수집하였다.

(시험 3) 눈개승마 재배 기술지원 및 홍보

아직 보급 초기단계인 눈개승마의 재배확대를 위해 적극적인 홍보 활동을 추진한 바, 작목반 구성, 현장컨설팅, 농업인교육, 현장연사회, 언론보도 등을 수시로 수행하고 결과물로 정리하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제 : 경사밭 토양유실 저감기술 실용화 연구〉

(시험 1) 토양응집제 연속사용시 작물에 미치는 영향 구명

본 시험은 포트 시험으로 수행하였으며, 수확기의 생육상황은 표 2와 같다. 무, 배추 모두 '14~'16까지 봄에는 무, 가을에는 배추로 하여 각 3작기 째의 생육상황이다. 응집제(PAM) 16kg/10a을 1년에 2회씩 총 6회를 사용하여도 무의 엽장과 엽수의 생육차이는 없어 무의 생육에 미치는 영향은 없는 것으로 생각된다.

표 2. 응집제 및 기능성 석회질비료 처리 재배 후 무·배추의 생육

처 리	무		배추		
	엽장(cm)	엽수(개/주)	엽장	엽폭	엽수
응집제 2kg/10a	41 a [@]	14 a	30 ab	15 a	38 a
응집제 4kg/10a	40 a	15 a	33 a	16 a	41 a
응집제 8kg/10a	42 a	14 a	35 a	16 a	35 ab
응집제 16kg/10a	41 a	14 a	34 a	12 b	36 ab
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 2%)	40 a	16 a	35 a	17 a	34 ab
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 4%)	42 a	15 a	34 a	15 a	35 ab
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 8%)	41 a	14 a	34 a	16 a	36 ab
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 16%)	40 a	15 a	35 a	16 a	35 ab
무처리	41 a	14 a	31 ab	16 a	36 ab

@ : DMRT

배추의 경우는 응집제(PAM) 16kg/10a를 처리 하였을때 무처리나 응집제(PAM) 8kg/10a 이하 처리시 보다 생육이 약간 떨어지는 것으로 보아 응집제(PAM)가 토양입단화와 통기성을 향상시킨다고는 하나(Orts 등, 2001) 일정 임계수준 이상의 과량이 투입되면 토양공극을 막고 물리성을 악화시켜 종자발아에 악영향을 미칠 수도 있는 것으로 확인되었다. 금후 과량사용에 의한 작물 생리적 부작용에 대한 우려를 불식하기 위해선 정밀한 기작 확인이 필요할 것으로 생각된다.

표 3은 시험전·후 토양의 화학성 변동을 나타내고 있다. 응집제(PAM) 처리량에 따른 토양 pH는 차이가 없었고, 기능성 석회질비료 처리에 따라 pH는 높아졌는데 이는 석회에 의한 것이며, 그밖의 다른 성분은 처리 간의 특정한 경향이 없었는데 이는 임 등(2013)의 결과와 유사하다.

표 3. 응집제 및 기능성 석회질비료 처리 재배 후 토양의 화학성 변동

처 리	pH	EC	OM	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(mg/kg)	cmolH/kg		
응집제 2kg/10a	5.9 bc [@]	0.17 a	16.7 ab	282 ab	6.5 ab	0.8 ab	1.2 a
응집제 4kg/10a	6.0 bc	0.06 b	18.0 a	266 ab	4.6 c	0.7 b	0.9 ab
응집제 8kg/10a	6.1 b	0.06 b	17.3 a	254 b	4.4 c	0.4 c	0.6 b
응집제 16kg/10a	6.0 bc	0.06 b	15.7 b	317 a	4.2 c	0.5 c	0.5 c
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 2%)	6.2 b	0.06 b	15.7 b	218 c	4.5 c	0.6 bc	0.7 b
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 4%)	6.6 a	0.09 b	15.6 b	170 d	5.7 b	0.8 ab	0.9 ab
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 8%)	6.3 b	0.06 b	17.0 ab	216 c	7.4 a	1.1 a	0.9 ab
기능성 석회질비료 100kg/10a(응집제 16%)	6.7 a	0.12 ab	17.7 a	163 d	7.0 a	0.9 ab	0.7 b
무처리	5.7 c	0.06 b	18.2 a	255 b	4.0 c	0.5 c	0.5 c
시험전	6.4 ab	0.18 a	15.5 b	220 c	7.6 a	1.10 a	0.7 b

@ : DMRT

(시험 2) 토양응집제 함유 기능성 석회질비료의 현장실증

〈현장실증〉

표 4는 현장실증 지역의 작기중 강수량을 나타내고 있다. 강릉 왕산의 강수량은 2013년은 평년과 비슷하였고, 2014년에는 평년에 비해 100mm 가량 많았고, 홍천 내면의 강수량은 2013년은 평년에 비해 298mm 많았던 반면 2014년에는 162mm가 적었다. 평창 봉평은 2013, 2014년 모두 평년보다 적었다. 양구 해안의 2015년 강수량은 732mm로 평년에 비해 26% 많았다.

표 4. 실증포장 조성지의 강수량 현황(6월1일 ~ 8월30일) (mm)

구 분	평년 (5년 평균)	2013	2014	2015	평균	지수 (평년대비)
강릉(왕산)	1,258	1,259	1,358	-	1309	104
홍천(내면)	546	844	384	-	614	112
평창(봉평)	637	332	149	-	241	38
양구(해안)	581	-	-	732	732	126

표 5는 현지농가에 토양유실에 대한 농가의 의견이다. 강릉 왕산, 홍천 내면 농업인은 저감효과가 양호한 것으로 평가했고, 평창 봉평은 인지하는 정도, 양구 해안은 우수한 것으로 평가 했는데 표 4의 지역별 강수량이 많을수록 좋은평가가 있었다. 그림 1은 현지포장 상황이다. 양구 해안의 경우 그림에서 보듯이 토양유실 저감효과가 뚜렷이 나타났다.

표 5. 현지포장 토양유실량 평가(농가의견)

구분	강릉 왕산	홍천 내면	평창 봉평	양구 해안
유실정도	++	++	+	+++

평가기준 : +++(저감효과 우수), ++(저감효과 양호), + (저감효과 인지), 0(저감효과 모르겠음)



그림 1. 현장실증 지역별 포장상황

현지포장 작물수량은 표 6과 같다. 시험 1에서와 같이 기능성 석회질비료 처리와 무처리간 수량 차이는 없는 것으로 보아 시험1과 같이 응집제 물질이 작물의 생육에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

표 6. 작목별 수량상황

(kg/10a)

구분	배추(강릉)		무(홍천)		무(평창)		무(양구)	
	처리	무처리	처리	무처리	처리	무처리	처리	무처리
수량	7,812	7,799	6,624	6,598	5,321	5,354	6,214	6,112

〈라이시미터 시험〉

그림 2는 라이시미터가 설치되어있는 춘천시 신북읍 강수량 현황이다. 2014년 강수량은 평년에 비해 적었고 특히 강수량이 집중되는 7월 장마기 때에도 강수량이 적었다. 2015년에는 9월을 제외 하곤 평년과 비슷한 강우패턴을 보였다. 4월부터 11월까지의 토양유실량은 그림 3에서 나타내었다. 기능성 석회질 비료를 사용하였을 때 토양유실량은 208kg/10a로 무처리 보다 65%의 토양유실을 저감할 수 있었고, 유거수량도 38,913L/10a로 무처리에 비해 12%의 유거수량을 줄일 수 있었다. 토양유실은 이전의 연구와 현장실증에서 농가의견과 일치하였고, PAM이 토양입단화와 통기성을 향상시켜 수직배수도 좋아진다는 Orts 등(2001)의 연구결과와 같았다.

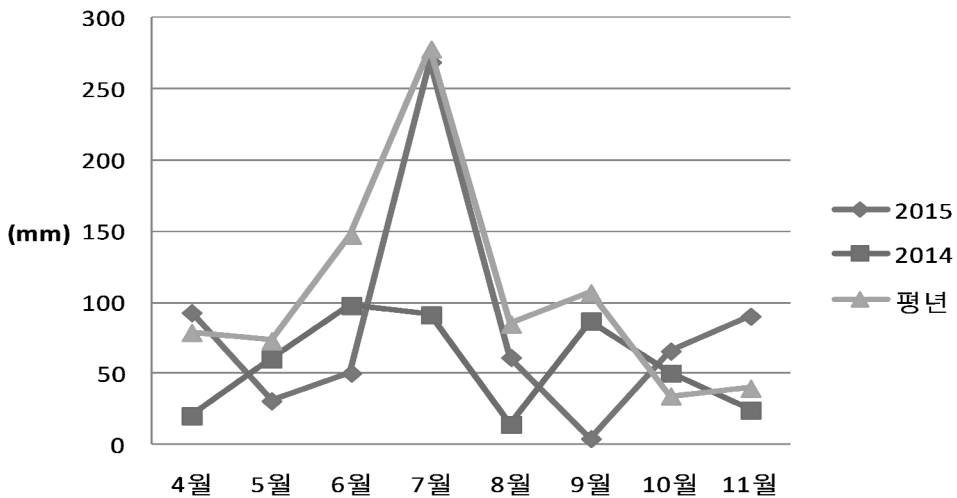


그림 2. 춘천지역 월별 강수량 현황

표 7. 처리별 토양유실 및 유거수량

처 리	토양유실량 (kg/10a)	유거수량 (L/10a)
기능성 석회질비료	208	38,913
무처리	587	44,143

표 8은 유실토양에 의한 양분유실 총량이다. 기능성 석회질비료 처리의 유실된 토양의 양분함량은 무처리구 보다 적어 수질오염방지와 토양유실에 의한 양분유실 저감효과도 있는 것으로 판단된다.

표 8. 유실토양에 의한 양분유실량

처 리	양분유실 총량(kg/10a)		
	T-N	Av-P ₂ O ₅	K
기능성 석회질비료	22.9	4.7	0.3
무처리	52.8	17.4	0.8

처리별 무, 배추의 생육과 수량은 표 9, 10과 같다. 시험 1과 실증포장에서와 같이 기능성 석회질비료 처리에 의해 작물의 생육과 수량에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

표 9. 처리별 무 생육 및 수량('14~'15)

처 리	근경 (cm)	근장 (cm)	근중 (g/주)	상품율 (%)	상품수량 (kg/10a)
기능성 석회질비료	9.1	34.9	1,398	63	4,012 a [@]
무처리	9.0	35.2	1,401	62	4,015 a

@ : DMRT 0.05

표 10. 처리별 배추의 생육 및 수량('14~'15)

처 리	구고 (cm)	구폭 (cm)	엽수 (개/주)	주중 (g)	상품율 (%)	수량 (kg/10a)
기능성 석회질비료	29	19	73	3.72	72	9,258 a [@]
무처리	28	19	73	3.37	68	9,114 a

@ : DMRT 0.05

(시험 3) 친환경적 토양유실 저감방법 실증

보리, 호맥, 보리+호맥(1:1)처리별 피복률은 표 11과 같다. 파종 후 10일 약 30~40% 지표를 피복하였으며, 파종 후 시간이 갈수록 피복률은 높아졌으나 고랭지무의 경우 파종이나 정식후 바로 우기가 시작될 가능성이 크므로 골작업이 끝나자마자 초생피복을 하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 초생파종 후 15일후 초생때 상황은 그림 4와 같다. 무처리의 경우 수식에 의해 골이 많이 파여 있는데 7월 상순에 300mm의 집중호우에 의한 것이며(그림 5), 그림에서 보듯이 초생으로 처리한구는 무처리에 비해 파어나간 토양이 현저히 적음을 알 수 있다. 현장에서 표준막대로 표식하여 토양유실량을 측정된 결과는 그림 6과 같다. 관행적으로 재배한 구보다 보리나, 호맥+보리를 20m 간격으로 처리 하였을 때, 토양유실량을 80% 이상 저감할수 있어, 농가에서 손쉽게 토양유실방지를 할수 있는 간편한 방법으로 생각된다.

표 11. 초생재료별 피복률(달관)

(%)

구분	파종후 10일	파종후 30일	파종후 50일
보리	40	70	80
호맥	30	45	50
보리+호맥(1:1)	40	80	85



20m 간격 파종(보리+호맥)

40m 간격 파종(보리+호맥)

무처리

그림 4. 처리별 토양유실 상황(파종후 15일)

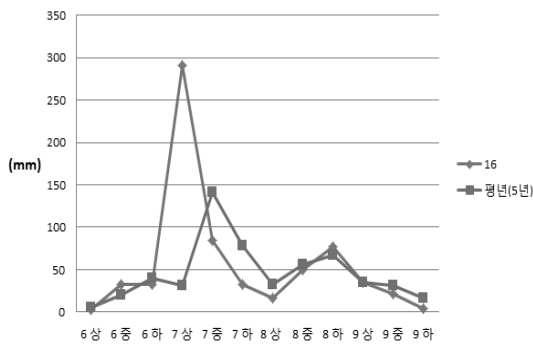


그림 5. 흥천 내면지역 강수량 현황

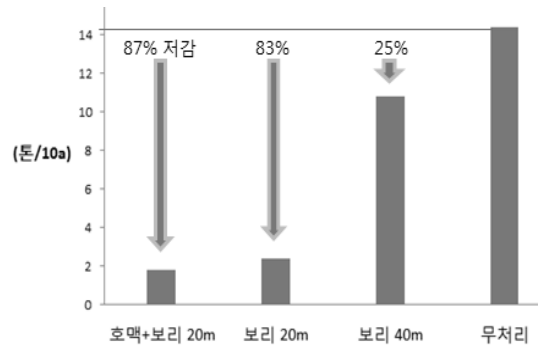


그림 6. 처리별 토양유실량

<라이시미터 시험>

정량적인 토양유실량을 구하기 위해 라이시미터 시험을 춘천에서 수행하였다. 강수량은 평년과 달리 7월상순 400mm에 가까운 집중 호우가 있었다(그림 7). 집중 호우가 끝난 후 토양유실량을 측정 하였다(그림 8). PAM 처리구에서 무처리구보다 토양유실량을 49% 저감할 수 있었으며 그간의 연구(김 등, 2013, 임 등, 2014)와 같은 경향 이었으며, 발독 초생을 처리 하였을 때 무처리구에 비해 66%의 토양유실량을 저감할 수 있어, PAM 처리보다 효율적으로 토양유실을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

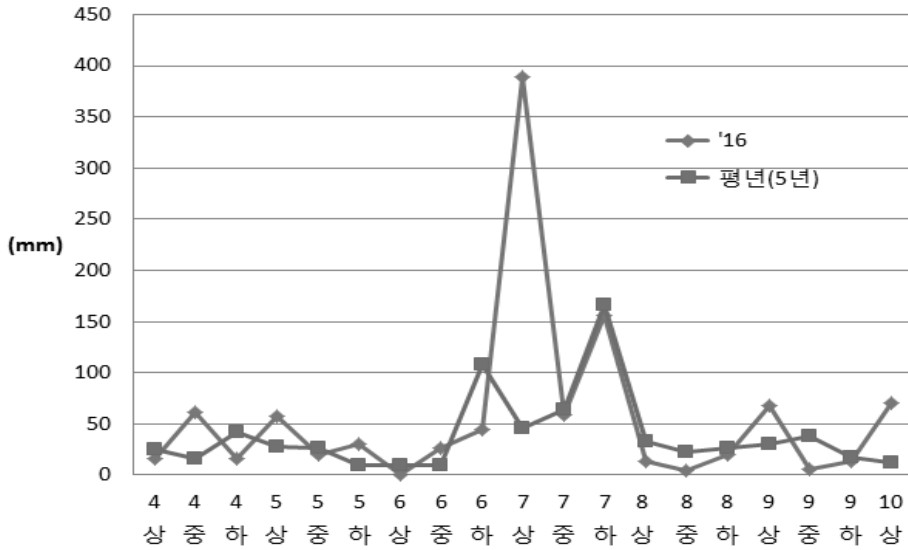


그림 7. 춘천지역 강수량 현황



【발독 초생】

【PAM4kg/10a】

【무처리】

유실량(지수)	160kg/10a(34)	240kg/10a(51)	471kg/10a(100)
---------	---------------	---------------	----------------

그림 8. 처리별 유실량 비교

(시험4) 생분해성 멀칭필름 현장실증

무 재배시 생분해필름으로 멀칭하였을 때 관행필름과 생육·수량의 차이는 없었으며, 토양의 성분변화도 없었다(표 13, 14).

표 13. 처리별 무의 생육 및 수량

처 리	근경 (cm)	근장 (cm)	근중 (g/주)	상품율 (%)	상품수량 (kg/10a)
생분해필름	11.9	37.5	1,623	63	5,012 a [@]
관행필름	12.0	36.9	1,599	65	5,094 a

@ : DMRT 0.05

표 14. 시험전·후 토양의 화학성

구 분	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅	LR	
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	—cmolH/kg—			(mg/kg)	(kg/10a)	
시험후	생분해필름	5.5	0.06	22.4	4.1	0.4	0.5	25	266
	관행필름	5.5	0.06	22.2	3.8	0.3	0.5	15	266
시험전		5.5	0.07	14.8	1.6	0.2	0.4	11	398

양배추에 생분해 필름을 적용하여 관행필름구와 비교 하였을 때 수량 차이는 없었다(표 15). 표 16은 생분해 필름사용시 경제성 분석한 결과를 보여주고 있다. 비닐가격은 3배정도 비싸지만, 수확후 비닐을 걷기위해 수확 잔여물의 고사를 위해 관행적으로 수행하는 생장억제제 살포비용 등을 합한 비용과 비교하면 오히려 생분해필름을 사용할 때 비용을 29% 저감할 수 있었다.

표 15. 처리별 양배추의 생육 및 수량

처 리	수량 (kg/10a)
생분해필름	11,320 a
관행필름	11,150 a




표 16. 생분해성 필름 사용시 경제성 분석

(원/10a)

구분	비닐구입가격	생장억제제 구입비용	생장억제제 살포비용 (인건비)	인건비 (비닐제거)	계 (지수)
생분해필름 멀칭	68,400	—	—	—	68,400 (100)
관행멀칭	22,800	20,000	24,000	29,000	95,800 (71)

〈제2세부과제 : 토양유실 저감산채 눈개승마 현장실증〉

(시험 1) 경사전 현장실증포장 조성 운영 및 종묘보급

농가 현지 실증포장을 조성하고자 2014년 평창 봉평면에 소재한 급경사면을 시작으로 3개년간 다양한 지역에 식재작업이 추진되었다.(표 1, 그림 1) 본 실증시험에 참여한 농가들은 대체소득원 창출, 취약밭 토양보전 관리 등 다양한 식재목적의 가진 분들로 대표적 고랭지채소 단지인 표고 1100m의 안반덕에서도 이루어졌다. 대상지역은 총 6시군으로 53,900본의 다양한 규격모가 지원 되었으며, 식재면적은 7.1ha이었다.

표 1. 현지 실증포장 조성 및 종묘지원 추진현황

년도	대상지역	보급량	요규격	면적 (ha)	지형특성
2014	평창 봉평면 평촌리	9,000본	성묘(5년생), 트레이 등 3종	1	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 600m, 경사도 25~30%, 남서향 ■ 기존 두릅밭 대체소득 제고 ■ 전면식재
	양구 동면 팔랑리	2,500본	성묘(5년생), 트레이 2종	0.5	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 500m, 경사도 30%이상 남향 ■ 오미자 지주시설 혼작 목표 ■ 사질 석비레 토양으로 유실취약
2015	홍천 내면 자운4리	2,500본	컵포트묘 (300ml) 50구트레이묘 등 2종	0.3	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 650m, 경사도 100%이상 ■ 감자채종포 비탈면 초생대 100m ■ 성토지 법면
	강릉 왕산면 대기리	8,000본	컵포트묘 (300, 500ml) 50구트레이묘 등 3종	0.3	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 1100m, 경사도 25%내외 ■ 기존 배추 재배지 (안반덕) ■ 전면식재
2016	태백 창죽동	6,000본	컵포트, 105구 등 2종	1.5	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 900m, 경사도 30~50% ■ 기존 배추 재배지 대체소득작목 ■ 태백시 시범사업 확대 기술지원
	홍천 내면 광원리	6,800본	50, 105구 트레이 등 2종	0.8	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 800m, 경사도 25%내외 ■ 산림 개간지형 ■ 취약지 부분식재
	강릉 왕산면 대기리	8,400본	컵포트, 105구 등 2종	1	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 1100m, 경사도 30%이상 ■ 기존 배추 재배지의 밭둑(안반덕) ■ 취약지 부분식재
	고성 간성읍	10,700본	컵포트, 105구 등 2종	1.7	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표고 200m, 일부 경사지 ■ 마을단위 소득화, 접경유휴지 활용 ■ 전면식재 혹은 부분식재
합계	6시군	53,900본		7.1	



평창 봉평면



홍천 내면



태백 창죽동(매봉산 배추밭)

그림 1. 실증시험포 조성을 위한 식재 장면

농가 입장에서 눈개승마 실증포 조성 목적이 매우 다양한데, 일례로 태백의 경우 고랭지 배추밭 무사마귀병, 씨스트선충 등 피해지에 대한 대체소득 작목 필요성, 고성의 경우 마을 유효 공동관리, 강릉의 경우 경사밭 주변 취약지 토양보전 등이다. 특히 태백의 경우 2016년부터 시범사업으로 32농가가 참여하여 센터에서 종묘지원도 이루어지고 있다. 실증포 조성후 확인된 문제점은 농가의 사후관리가 미흡하다는 점인데 정식후 초기에 관수관리, 제초, 양분관리에 좀더 신중할 필요가 있다.

실증시험 조성 외에도 농가들의 관심도가 증진되어 3개년간 분양공급된 종묘는 390,290본, 종자는 2.15kg으로 약 12ha 분에 해당되어 도내 확산에 크게 기여했다고 할 수 있다.(표2, 그림 2)

표 2. 2014~2016년 연구기간중 종묘분양 실적

작목별	2014	2015	2016.10	계
종묘(본)	133,080	183,015	74,195	390,290
종자(kg)	0.5	1.25	0.4	2.15
추정면적(ha)	3.9	5.9	2.3	12.1



포트묘 종묘분양(고성)



종묘운반 현지컨설팅(강릉)

그림 2. 눈개승마 종묘분양 및 컨설팅

눈개승마 정식시 묘소질에 따른 생육특성을 살펴보았다. 2014년부터 2개년간의 식재 초기단계에서의 강우상황은 그림 3과 같다. 평년보다 강우량이 매우 적은 극한 상태였는데 대부분의 고랭지 경사밭은 자연강우에 의존하므로 눈개승마 초기활착 여부 확인에 유리한 조건이었다.

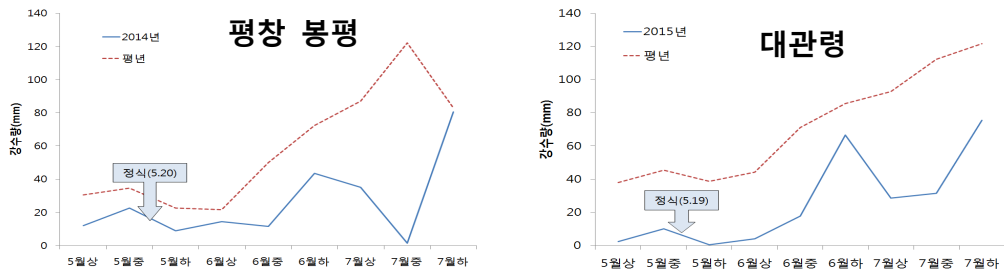


그림 3. 눈개승마 식재후 활착초기 강우조건(기상청 AWS자료)

식재묘의 년생별 종묘비용 및 초기활착 양상을 비교하고자 다양한 묘소질의 종묘를 식재하였다(그림 4).



컵 포트묘(300ml)

50구트레이 월동묘

1년생 트레이묘(128구)

그림 4. 다양한 규격별 눈개승마 식재묘

일반적으로 농가에서 생산 판매되는 종묘는 128~162공의 소묘인데 실증포 활착양상을 보면 컵 포트묘나 50구 트레이묘와 같이 대묘가 현저히 활착율과 초기생육이 양호하였다.(표 3, 그림 5)

표 3. 년생별 식재 종묘비용 및 초기활착 양상

구 분	평창 봉평(2014년 정식)			홍천 내면, 강릉 왕산(2015년 정식)		
	컵포트묘 (300ml)	트레이 (128구)	3년생 노지묘	컵 포트묘 (500ml)	컵포트묘 (300ml)	트레이 (50구)
재식거리(cm)	60×40 (4,200주/10a)					
종묘단가(원/주)	800	150	500	1200	800	300
종묘대(천원/10a)	3,360	630	2,100	5,040	3,360	1,260
묘소질(초장, cm)	26	12	21	35	25	18
활착율(%)	100	75	<50	100	98	92
초장(cm)	62	45	34	41	34	22

※ 식재후 초장 조사시기 : '15. 8. 20일

관수와 제초관리가 곤란한 경사전 지형특성상 어린묘보다 활착율이 높고 생육이 빠른 50구 트레이묘, 컵포트묘 월동묘(2년생)를 식재할 경우 생육관리에 유리할 것이므로, 경제성 측면을 고려하여 50구 트레이묘가 적합하다. 따라서 지방환경청 등에서 추진하고 있는 비점오염저감사업을 위한 눈개승마 종묘지원시 50구트레이 대형묘에 대한 계약재배 생산이 필요할 것으로 판단되어 정책제안하였다.



컵포트묘(500ml)

컵포트묘(300ml)

50구 트레이묘

그림 5. 묘 규격별 초기활착 양상(정식후 50일, 강릉 왕산)

(시험 2) 눈개승마 재배농가 실태조사 및 우수사례 수집

2014년 울릉도를 제외한 전국의 눈개승마 재배 34농가 42개소를 대상으로 실태를 조사한 결과, 아직까지 평균 4.1년으로 재배경력이 짧은 편이었고, 무농약 유기재배를 목표로 하는 경우는 적었다. 이는 눈개승마의 병해충 피해가 거의 없기에 굳이 친환경 재배에 대한 필요성을 느끼지 않고 다만 잡초관리를 위한 제초제 사용이 불가피하다는 농가가 많았다. 눈개승마는 소득작물로서 기대심리가 크고, 토양유실 방지, 산림농법 군락조성 등 재배목적도 다양하다. 지형별로는 경사도 20%이상의 재배지를 선호하는 농가가 많았다. 정식시 식재종묘 실태는 직파는 거의 없고 트레이 규격묘를 선호하였으며, 자가육묘하는 경우는 16농가였다.(그림 6) 당해년도 육묘된 1년생 트레이묘의 경우 봄 파종후 7~8월이후 여름, 가을정식시 관수, 제초 등 초기관리 어려움을 호소하는 경우가 많았다.

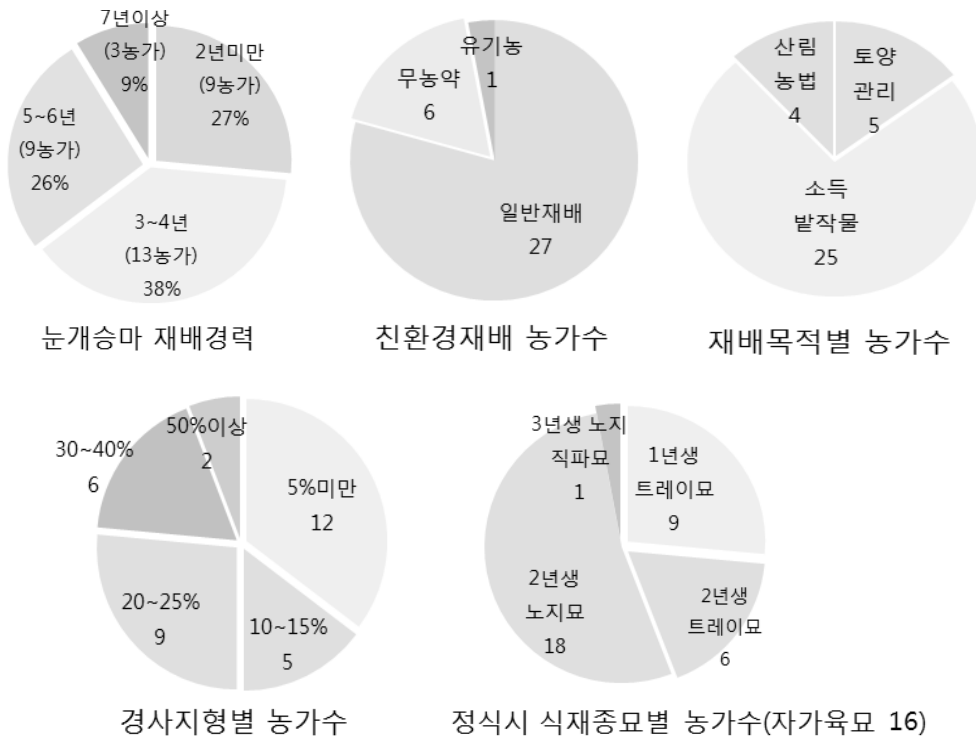


그림 6. 눈개승마 재배농가 실태

제초와 수분관리를 위해 피복재배하는 농가의 경우 흑색필름 멀칭이 가장 많았고, 부직포와 농산부산물(수피, 벧짚)을 사용하는 경우도 있었다.(그림 7) 눈개승마 재식간격은 농가별로 일관성 없이 매우 다양한 양상을 보이는데 한번 식재후 10년 이상 장기간 생육하게 된다. 밀식할 경우 과도한 종묘비와 연차별 개체간 생육경합 문제가 있으며, 너무 드물게 심으면 생육초기에 제초관리에 어려움이 발생한다. 산채연구소에서 추천하는 표준 재식간격은 30×60cm 혹은 40×60cm를 추천하는데 이는 생육중 제초와 월동전 복토를 위한 관리기 배토작업이 편리하기 때문이다. 경사

지의 경우 토사유실 방지가 중요하므로 재식간격을 탄력적으로 조정할 필요가 있는데 등고선 방향으로 조밀하게 식재하는 것이 효과가 좋다.

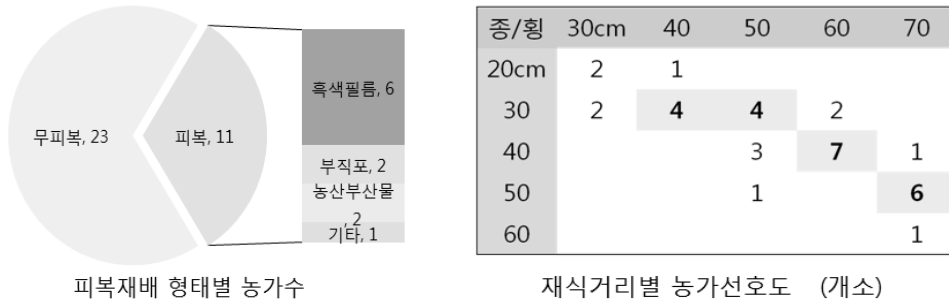


그림 7. 눈개승마 피복형태 및 재식거리 실태

보통 정식 3년차부터 년 2~3회 수확이 가능하며, 재식년차가 경과 할수록 순채 수량이 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었다.(그림 8) 지속적인 생육관리 차원에서 3년차 수확을 최소화하고 4년차 이후부터 수확하는 것이 바람직하다고 판단된다.

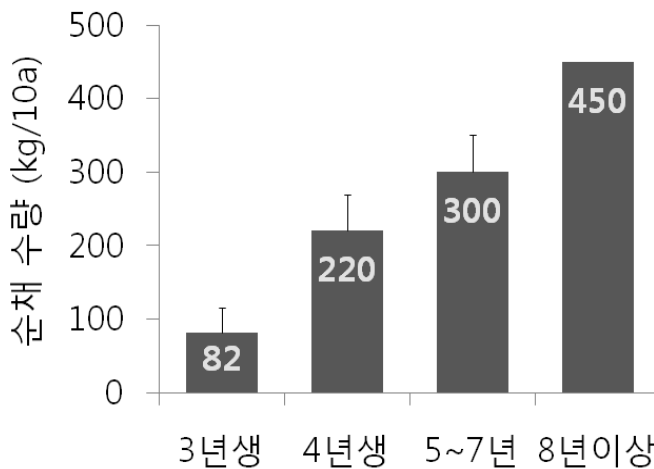


그림 8. 눈개승마 년차별 순채수량

조사대상 농가의 눈개승마 재배지 토양화학성을 조사한 결과(표 4), 아직 표준화된 시비기준이 마련되지 않은 작목이라 편차가 매우 심하게 나타났다. 평균 산도(pH)는 6.3, 염농도(EC)는 0.31dS/m 수준이었고 경사지 혹은 새로 개간한 밭에 식재한 경우가 많아 염농도는 전반적으로 낮은 편이었는데 유기질비료를 다량 살포한 농가의 경우 염농도가 최대 2.18dS/m로 높았다. 유효 인산도 적정 범위값을 나타내었다.

표 4. 눈개승마 재배지 토양화학적 특성

통계값	pH (1:5)	염농도 (dS/m)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmol+/kg)		
					Ca	K	Mg
평균	6.3	0.31	25	482	4.5	0.55	1.3
표준편차	0.6	0.41	17	308	2.0	0.26	0.9
최대	7.8	2.18	88	1293	10.4	1.20	5.2
최소	5.0	0.05	5.6	12	0.8	0.21	0.3

* 조사지점 : 42개소

눈개승마 재배년차 경과에 따른 변화양상을 살펴본 결과(표 5), 재배년수가 경과 할수록 유기물과 인산, 치환성양이온 함량이 증가 추세를 보였으나, 식재 4년차 이후에는 퇴비나 유기질비료 등 화학비료보다는 유기물 위주로 양분관리가 이루어져 염농도가 오히려 낮아지는 경향을 보였다.

표 5. 눈개승마 재배년차 경과에 따른 토양화학적 변화 양상

식재년차	지점수 (개소)	pH (1:5)	염농도 (dS/m)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온 (cmol+/kg)		
						Ca	K	Mg
1년	6	6.3	0.15	12.4	255	3.8	0.36	0.9
2년	11	6.2	0.35	21.0	447	3.9	0.56	1.2
3년	11	6.3	0.41	19.3	454	4.4	0.43	1.3
4~5년	9	6.2	0.27	35.7	659	4.8	0.74	1.5
6년이상	5	6.3	0.28	42.0	574	6.4	0.65	1.3

눈개승마의 효과적인 이용과 식재방법을 체계화하기 위해 재배 우수사례를 적극 발굴하였다. (그림 9) 대체소득원으로서의 포장전면 식재 뿐만 아니라 수로변, 법면, 하천경계 등에 토사유실 차단을 위한 효율적인 식재농가가 많았다. 계단식 과수원을 조성하여 초생재배하는 경우도 있었고, 고성에서는 태양광발전을 위해 훼손된 산림의 법면 보호식물로도 활용되었다. 평창에서는 눈개승마 연구회가 구성되어 재배기술 공유 및 유통 체계화에 앞장서고 있다.



그림 9. 다양한 눈개승마 식재 활용 우수사례

소양강 상류의 대표적 고랭지밭인 양구 해안면의 한 농가는 약 7년전 식재된 눈개승마로 토양 유실도 막고 소득창출도 겸하는 일석이조의 효과를 거두고 있다. 최근 화천군 파로호 수변공원에는 약 7ha이상의 눈개승마가 식재되어 하천 보호에 일익을 담당하고 있으며, 금후 지역특산물로 성장할 것으로 기대된다.

(시험 3) 눈개승마 재배 기술지원 및 홍보

아직은 신작물인 눈개승마에 대한 농업인과 소비자 모두의 인식제고를 위해 그간 많은 노력을 기울여 왔다. 특히 강원도에서 가장 시급히 해결할 과제인 토양유실로 인한 탁수문제 해결을 위해 여러차례에 걸쳐 환경청 등 유관기관에서 주관하는 포럼과 협의회에 참석하여 주제발표를 하였고 우수농가 현장연사회도 개최한 바 있다.(표 6) 이러한 행사를 통해 고랭지 토양보전을 위한 눈개승마 식재사업을 안내하고 농업, 환경분야 등 유관기관 관계관과 농업인의 상호정보 공유도 도모하였으며, 눈개승마 요리체험도 추진하였다.

표 6. 눈개승마 홍보를 위한 각종행사 주제발표 및 현장연사회 추진현황

시기	행사명 및 주요내용
2014.8.5일	비점오염원 관리 정책포럼 주제발표, 대학 및 관계공무원 포럼구성
2014.9.26일	소양댐관리단 환경협의회 운영회의 눈개승마 홍보
2014.11.13~14일	비점오염원 관리 흙탕물 저감 워크숍, 지역농업인 홍보
2015.2.2일	소양호 흙탕물저감사업 주민간담회(인제 상남면)
2016.5.4일	재배농가 우수사례 현장연사회(양구, 산채연구소 주관, 60명)
2016.5.26일	비점오염원 흙탕물저감 워크숍(양구, 원주환경청 주관, 200명)

눈개승마 재배기술 교육 및 대외홍보를 위해 2016년에는 3시군 250명을 대상으로 한 전문교육과 연구소 방문안내를 위해 년 30회 이상의 상시교육을 추진하였다. 더욱이 3개소 2만명 정도를 인원을 대상으로 주요행사 및 축제장 부스홍보를 운영함으로써 눈개승마를 소개하였다. 리후렛을 제작하여 2만매를 배부하였고, 그간 연구된 내용과 수집정보를 집대성하여 눈개승마 교육교재 단행본을 제작 발간배부하였다. 재배기술 상담 및 현장방문 컨설팅도 년 20회 이상 추진하고 있다. 그간 언론보도도 상당히 많이 이루어졌는데 최근 3년간 TV 5회, 잡지 3회, 신문 등 50건의 보도 성과를 거두었다.(그림10, 11) 특히 원주MBC와 환경청 공동제작 다큐멘터리 “흙탕물 다이어트를 시작하다”가 제작되어 눈개승마에 대해 집중 조명되어 공개되고 있다.



그림 10. 눈개승마 소개를 위한 주제홍보 활동



비점오염저감포럼 내용 MBC뉴스 방영 (14)



현장연사회 행사 KBS 9시뉴스 뉴스광장(16)



다큐멘터리 “흙탕물 다이어트를 시작하다” 영상중 중점 소개

그림 11. 눈개승마 방송 소개로 소비자 인식 확대

4. 적 요

〈제1세부과제 : 경사밭 토양유식 저감기술 실용화 연구〉

(시험 1) 토양응집제 연속사용시 작물에 미치는 영향 구명

가. 무와 배추에 대하여 응집제를 기준량 2~16kg/10a 처리하여 3작기씩 재배 하였을 때 생육과 수량에 미치는 영향은 없었음.

나. 시험전·후 토양의 화학성은 응집제 처리량에 따른 변동은 없었으며 기능성 석회질비료 처리구는 pH가 높아졌는데 석회에 의한 것임.

(시험 2) 토양응집제 함유 기능성 석회질비료의 현장실증

가. 강릉 왕산, 홍천 내면 농업인은 저감효과가 양호한 것으로 평가했고, 평창 봉평은 인지하는 정도, 양구 해안은 우수한 것으로 평가 했는데, 강수량이 많을수록 좋은평가가 있었다.

나. 현지포장 작물 수량은 처리간 차이가 없었음.

다. 기능성 석회질 비료를 사용하였을 때 토양유실량은 208kg/10a로 무처리 보다 65%의 토양 유실을 저감할 수 있었고, 유거수량도 38,913L/10a로 무처리에 비해 12%의 유거수량을 줄일 수 있었다

(시험 3) 친환경적 토양유실 저감방법 실증

가. 보리, 호맥, 보리+호맥(1:1)처리별 피복률은 파종후 10일 약 30~40% 지표를 피복하였음.

나. 호맥+보리를 20m 간격으로 처리 하였을 때, 무처리(관행)의 토양유실량 보다 80% 이상 저감할 수 있었음.

(시험 4) 생분해성 멀칭필름 현장실증

가. 무 재배시 생분해필름으로 멀칭하였을 때 관행필름과 생육·수량의 차이는 없었으며, 토양의 성분변화도 없었음

나. 양배추에 생분해 필름을 적용하여 관행필름구와 비교 하였을 때 수량 차이는 없었음

다. 양배추 재배시 비닐가격은 3배정도 비싸지만, 수확후 비닐을 걷기위해 수확 잔여물의 고사를 위해 관행적으로 수행하는 생장억제제 살포비용 등을 합한 비용과 비교하면 오히려 생분해 필름을 사용할 때 비용을 29% 저감할 수 있었다.

<제2세부과제 : 토양보전 산채자원 눈개승마 현장실증>

(시험 1) 경사전 현장실증포장 조성 운영 및 종묘보급

가. 경사밭 토양유실 저감 효과가 뛰어난 눈개승마의 확대보급을 위해 2014년부터 3개년간 6시군 7.1ha의 면적을 대상으로 53,900본의 종묘를 보급하고 실증포를 조성하였다.

나. 최근 3개년간 유무상으로 공급된 눈개승마는 약 39만본으로 12ha보급에 기여하였다.

다. 2016년 태백에 조성된 실증포는 지역 특산작목 육성과 연계하여 사업확대가 추진되고 있는데 고랭지 배추밭 대체소득작물로도 유망할 것으로 기대된다.

라. 흙탕물저감 비점오염저감사업에 적합한 묘소질은 50구트레이모가 적정할 것으로 판단되어 정책제안하였다.

(시험 2) 눈개승마 재배농가 실태조사 및 우수사례 수집

- 가. 조사대상 34농가 42개소의 평균 재배경력은 4.1년이었고 최장 13년으로 친환경 재배는 6농가였다. 25농가의 작목선택 동기는 소득성이었고 5농가는 토양유실 방지가 주목적이었다.
- 나. 경사도 20%이상의 급경사지에서 17농가가 재배를 하였고 재식거리는 60*40cm가 가장 많았다. 11농가에서 피복재배를 하였는데 피복재료는 멀칭필름, 유공부직포, 코아네트, 농산부산물 등 다양하였다. 정식시 식재종묘는 자가육묘하는 경우가 16농가였으며, 2년생 노지묘가 가장 많았다.
- 다. 수확은 정식후 3년차부터 가능하고 수확횟수는 2~4회 걸쳐 이루어지며, 수확기가 늦을수록 품질이 저하되며, 재배 년차가 경과할수록 수확량이 급격히 증가되는 것으로 확인되었는데 4년생 이후가 적합하였다.
- 라. 재배지 토양의 이화학적성을 분석한 결과 유기질비료를 다량 살포한 농가의 경우 EC가 최대 2.18dS/m였으며, 경사지 혹은 새로 개간한 밭에서 식재한 경우 0.2dS/m미만으로 낮았고, 재배년수가 경과할수록 유기물과 인산, 치환성양이온 함량이 증가하는 경향을 나타내었다.
- 마. 눈개승마 재배 우수사례 현장을 살펴보고 다양한 이용방식이 가능함을 확인하였다.

(시험 3) 눈개승마 재배 기술지원 및 홍보

- 가. 눈개승마 전문교육, 방문안내 상시교육, 현장컨설팅 등 대농업인 기술지원을 적극 추진하였다.
- 나. 토양유실 저감을 위한 포럼, 워크숍 등 주제발표와 우수농가 현장연사회 개최, 각종 행사장 전시 등 적극 대외 홍보를 추진하였다.
- 다. TV, 라디오, 잡지, 신문 등 연구기간중 50건의 언론홍보가 이루어졌다.
- 라. 간략히 압축된 리플렛과 재배기술 매뉴얼로서 단행본 책자를 제작 배부하였다.

5. 인용문헌

- 국무조정실. 2007. 정부합동 소양강댐 탁수저감대책(안).
- 김세원 등. 2012. 고랭지농업 안정생산기술 개발. 강원도농업기술원 보고서. pp. 284~303.
- 농촌진흥청. 2010. 토양화학분석법.
- 농촌진흥청. 2012. 농업과학기술 연구조사분석기준.
- 박철수 등. 2004. 강원도 고랭지의 석비레 성토지 토양특성. 한국토양비료학회지 37(2). pp. 66~73.
- 임수정 등. 2013. 경사전 토사유실 저감기술 실용화연구. 강원도농업기술원 보고서
- 전만식. 2015. 강원도 비점오염원 관리지역의 제도적 관리방안. 정책포럼 주제발표
- 강원도농업기술원. 2016. 산채류 통계 결과
- 농림부. 2007. 고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch 농법에 관한 연구. 농림기술개발사업 연구보고서. 강원도농업기술원 산채시험장

환경부. 2013. 표층토양 보전 5개년 종합계획

국무총리실. 2007. 정부합동 소양강댐 탁수저감 종합대책

Barvenik, F. W. 1994. Polyacrylamide characteristics related to soil application. Soil Sci, 25, pp. 125-243.

Joo, J. H., et al. 2004. Evaluation of the dressed soil applied in mountainous agricultural land. Korea J. Soil Science and Fertilizer, pp. 37 : 245-250.

Orts, W. J., et al. 2007. Use of Synthetic Polymers and Biopolymers for Soil Stabilization in Agricultural, Construction and Military Applications. Journal of Materials in Civil Engineering, 19(1), pp. 58-66.

Yang, J. E., et al. 2004. Evolving sustainable production system in sloping upland areas-land classification and option. Asian Productivity Organization, Tokyo, Japan, pp. 136~155.

Yoon, J. H., et al. 2003. Soil erosion of tillage and the plan for reducing of turbid-water occurrence, Proceedings of the 2003 fall Conference of Korean Society on Water Quality and Korean Society of Water and Wastewater, pp. 55-58.

S. W. Kim, et al. 2011. Three Alternative Crops to Reduce Soil Erosion for Mountain Agriculture. Korean J. Soil Sci. Fert, 44(4) : 534-538

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2014(1년)	영농활용	PAM함유 석회질비료 비용으로 양분유실 저감
	정책제안	비점오염 저감을 위한 경사전 취약지 눈개승마 식재확대(자체)
	영농활용	눈개승마 초기활착율 증진을 위한 시비방법(자체)
	종묘보급	눈개승마 우량종묘 보급 : 종묘 133천본, 종자 0.5kg
	홍보자료	TV 1회, 신문 5회
2015(2년)	영농기술	양배추 생분해 멀칭필름 재배효과
	정책제안	비점오염저감사업용 눈개승마 종묘수급 계약재배 생산 건의(자체)
	자료발간	눈개승마 홍보용 리후렛 제작배부
	학술발표	눈개승마 농가실태 및 재배지 토양의 화학성(국내)
	종묘보급	눈개승마 우량종묘 보급 : 종묘 183천본, 종자 1.25kg
	홍보자료	신문 7회
2016(3년)	정책제안	고령지 경사밭 토양유실 및 흙탕물저감을 위한 녹비작물 증가지원
	영농정보	고령지 경사밭 초생띠 재배에 의한 토양유실 저감효과
	자료발간	토양보전 기능이 뛰어난 고급 산나물 눈개승마
	종묘보급	눈개승마 우량종묘 보급 : 종묘 74천본, 종자 0.4kg
	홍보자료	TV 4회, 잡지 3회, 라디오 1회, 다큐제작 1, 신문 26회

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'14	'15	'16	
과제책임자	환경농업연구과	농업연구사	임수정	과제 총괄	○	○	○	
1세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	임수정	세부주관 수행	○	○	○	
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	허수정	토양분석 지원	○	○	○	
	"	"	최승출	연구협력	○	○	○	
	"	"	윤병성	연구협력	○	○	○	
	"	공무직	김장수	작물 재배관리	○	○	○	
	"	농업연구관	박영학	연구협력	-	-	○	
	"	"	최준근	연구협력	○	○	-	
	"	"	김인종	연구조언	-	-	○	
공동연구자	"	"	김재록	연구조언	○	○	-	
	2세부책임자	산채연구소	농업연구사	김세원	세부주관 수행	○	○	○
	공동연구자	특화작물연구소	농업연구관	김종환	연구사업 지원	○	-	-
		"	농업연구사	최성진	연구사업 지원	○	○	-
		산채연구소	"	김용복	연구사업 지원	○	○	○
		"	"	최병곤	연구사업 지원	-	○	○
		"	"	문윤기	연구사업 지원	-	-	○
		"	기계운영서기	신동근	포장생육관리	○	○	○
"		운전서기보	김대진	포장생육관리	○	○	○	
"	농업연구관	홍대기	연구평가 자문	-	○	○		