

최 종
연구보고서

고랭지 경사전 산채류를 이용한
Stubble mulch 농법에 관한 연구

Studies on the stubble mulch of wild edible greens
in alpine slope farmland

연구기관

강원도농업기술원 산채시험장

강원대학교 자원생물환경학과
강원도농업기술원 환경농업연구과

농 립 부

최 종
연구보고서

고랭지 경사전 산채류를 이용한
Stubble mulch 농법에 관한 연구

Studies on the stubble mulch of wild edible greens
in alpine slope farmland

연구기관

강원도농업기술원 산채시험장

강원대학교 자원생물환경학과

강원도농업기술원 환경농업연구과

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch 농법에 관한 연구”

과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2007년 06월 일

주관연구기관명 : 산채시험장

총괄연구책임자 : 안수용

세부연구책임자 : 안수용

연 구 원 : 김종환, 김영진, 송윤호,
변학수, 최성진

세부연구기관명 : 강원대학교 자원생물환경학과

세부연구책임자 : 주진호, 허장현

연 구 원 : 박동식, 김성수, 김대훈,
소염민

협동연구기관명 : 강원도농업기술원

세부연구책임자 : 김승경

연 구 원 : 최승출, 안문섭, 김세원

요 약 문

I. 제 목

과제명 : 고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch농법에 관한 연구

1. 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발
2. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양 유실 및 농약 저감효과 검증
3. 고랭지 경사전 산채류 재배에 알맞은 적정시비량 및 시비방법

II. 연구개발의 목적 및 필요성

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 물리 화학성 악화, 병해충 다발 등 많은 문제점이 제기되고 있다.

특히 한강 수계 상류에 위치하는 고랭지 경사전은 경지의 대형화로 강우시 유출수의 집중으로 인한 유사(흙탕물 혹은 탁수) 및 비점오염물질의 배출이 날로 증가하고 있는 실정이다.

2002년 8월 30일의 태풍 루사때 870mm의 기록적인 강우로 고랭지지역에 막대한 농경지가 유실되었고, 2006년 7월15일 강원도 평창, 인제 지역의 670mm의 폭우는 고랭지 경사전에서 토양을 유실시키고 하천을 범람하게 하여 많은 인명과 재산 손실을 보았을 뿐만 아니라 10개월이 지난 지금에도 소양댐 상류의 흙탕물 문제가 심각하게 대두되고 있다.

그동안 고랭지농업의 안정적 생산기반 확충과 경사도에 따른 토양유실 방지를 위하여 등고선재배, 계단전, 돌망태, 승수로 설치 등 많은 연구가 보고 되고 있으나, 막대한 기반 조성비에 비해 효율성이 낮고, 농작업의 불편성 등 실용화가 다소 미흡한 실정에 있으며, 광범위 하게 분포되어 있는 고랭지지역에 적용하기에는 많은 어려움이 있을 것으로 사료된다.

앞으로의 고랭지농업은 수탈적 농법을 탈피한 21세기형의 새로운 패러다임의 농업육성이 요구되고 있다. 21세기형의 농업방식은 환경과 친화적이면서 개발과 보전이 조화로운

「지속 가능한 농업」의 실천인 것이다. 따라서 고랭지 경사전의 친환경적이고 지속 가능한 농업의 시도를 위하여 최근 수요가 급증하고 있는 다년생 산채류를 입식하여 ① 무·배추보다 수익성이 높으면서 Stubble mulch 효과가 높은 산채류를 선발하고 ② 다년생 산채류를 입식하여 최소경운에 의한 토양유실 방지 효과를 검증하고 ③ 기존의 경종 작목 대비 비료·농약 저감 효과를 검증함으로써 환경친화적인 농업실천 방안을 제시하고자 하는데 목적이 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

Stubble mulch 농법은 바람과 강우에 의해 토양이 유실되는 것을 최소화하기 위하여 잔존 그루터기에 의한 지피(멀칭)효과가 우수한 작물을 재배함으로써 경제적 이윤을 추구하면서도 토양을 지속적으로 보존하는 환경친화형의 농업방식이며 미국 캘리포니아주 등 반건조 지대에서 발달된 농법이다.

강원도 고랭지면적은 전국의 90%에 해당하는 17,044ha이며, 이중 38%에 해당하는 6,400ha가 경사도 30%이상 지역으로 배추재배 지역의 경우 ha당 80여톤의 토양이 매년 강우에 의해 유실되고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

따라서 고랭지 30%이상의 경사전을 중심으로 무·배추보다 소득이 높으면서 Stubble mulch 효과가 높은 산채류를 선발하고, 다년생 산채류를 입식하여 최소 경운에 의한 토양의 질 변화와 토양유실 방지 효과를 검증 하고, 기존의 경종작목 대비 비료·농약 저감효과를 검증함으로써 현재 고랭지 지역에 문제 되고 있는 여름 채소류 작목 안배에 의한 수급안정, 토양유실 방지, 한강수계 지역의 비료·농약 등 오염원을 최소화하는 환경친화적이면서 지속가능한 농업실천 방안을 제시하고 시책화 해 나아가고자 한다.

고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch 농법에 관한 연구 개발 내용은 다음과 같다.

1. 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

- 가. 산채가 자생하고 있는 지역을 탐색하여 생태형을 파악하고 이들 자원 중 경제성이 충분히 있으면서 고랭지 경사전에 입식이 가능한 산채를 선발한다.
- 나. 작물은 지표면을 덮어 빗방울에 의한 직접적인 타격으로부터 토양입단을 보호하여 침식을 막고 작물의 잎과 줄기에 의하여 빗방울을 일단 멈추게 한 후 지표면에 도

달하게 하므로 강우의 운동에너지를 줄일 수 있는지를 산채류의 생육 단계별 생장량을 조사하고 평가한다.

- 다. 산채류가 생육을 하고 난 후의 낙엽과 줄기를 포함한 잔존물은 강우에 의한 유거수의 유속을 감소시키거나 토양의 입단을 좋게 하여 수분 보유력을 강화 시키게 되므로 산채류 종류별 잔존 부산물의 양과 피복도 등을 조사하고 평가한다.
- 라. 고랭지 경사전에서 재배된 산채 종류별 경제성을 분석하여 경제성이 있으면서 잔존물과 그루터기에 의한 mulch 효과가 우수한 산채를 선발한다.
- 마. 고랭지 경사전 적용 선발 산채에 대한 기초적 재배법을 확립함으로써 농업 현장 적용이 신속하게 이루어질 수 있도록 한다.

2. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양 유실 및 농약 저감효과 검증

- 가. 고랭지 채소재배 지대의 토양유실과 농약사용 및 잔류량 등 농업현장 실태를 분석하여 문제점을 도출한다.
- 나. 고랭지 경사전 산채 재배지에 라이시미터를 설치하고 토양 유실, 비점 오염물질 등을 조사하고 분석한다.
- 다. 고랭지 경사전 산채 재배지에 농약 사용량과 잔류량을 조사하고 분석한다.

3 고랭지 경사전 산채류 재배에 알맞은 적정 시비량 및 시비 방법

- 가. 경사전에 산채류 재배 확대를 위하여 참취, 곰취에 대한 적정 질소 시비량을 설정한다.
- 나. 두릅에 대한 고품비료 시비 효과를 검증한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구 개발 결과

본 연구는 고랭지 경사전 지역에서 바람과 강우에 의해 토양이 유실되는 것을 최소화하고, 잔존 그루터기에 의한 지피효과가 우수한 다년생의 산채류를 재배하여 농가소득을 추구하면서 토양을 지속적으로 보전할 수 있는 환경친화형 농업방식을 개발하고자 “고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch농법에 관한 연구”를 수행하여 다음과 같은 결과

를 얻었다.

가. 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

(1) 경사전 산채 도입을 위한 기초조사

고랭지 경사전에 입식이 가능한 산채를 선발하기 위하여 자생지 지역을 탐색하고 특성을 검정하여 재배적 가치가 있는 곶취(*Ligularia fischeri* Turcz.), 한대리곶취(*Ligularia fischeri* Turcz. var. *spiciformis* Nakai), 참취(*Aster scaber* Thunb.), 곤달비(*Ligularia stenocephala* Matsumura), 고려엉겅퀴(*Crisium setidens* Nakai), 두릅(*Aralia elata* Seem.), 음나무(*Kalopanax pictus* Nakai), 독활(*Aralia contientalis* Kitagawa), 눈개승마(*Aruncus americannus* Rafin.) 등 9종을 예비 선발하였다.

(2) 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

(가) 출현 시기는 식생에 의한 강우인자 값을 정하는데 중요한 요소로 출현시기가 빠르면 빠를수록 우식에 의한 유실계수는 감소되나, 경제적 측면에 있어서 출현 시기의 조만은 동해 및 서리피해 등 가식부위의 품질에 영향을 줄 수 있는데 고랭지 경사전에 식재된 산채류의 출현 시기는 4월 상순 ~ 5월 상순이었으며 이 시기에 곶취, 참취 등 대부분의 산채류는 동상해 피해가 없었으나 독활은 -1.5°C 이하로 내려갈 경우 신초에 수침상의 피해가 발생함으로써 경제성을 고려한 고랭지 재배는 부적합하였다.

(나) 고랭지 경사전에서의 산채류 성장 속도는 잡초경합, 표토 유실의 방지 기능, 산물 생산에 따른 수익성 등을 결정하는데 중요한 요소가 되는데 산채 종류별 지상부 성장량을 측정한 결과 엽을 이용하는 산채류에 있어서는 고려엉겅퀴와 참취가 우수하였고, 순을 이용하는 산채류에 있어서는 두릅과 독활, 눈개승마가 우수하였다.

(다) 엽면적과 피복도는 강우에 의한 완충능력을 향상시켜 토양 유실량을 적게 하고, 지표면의 온도 상승을 억제 하며 증발량을 최소화 하고, 잡초 발생을 경감시키는 등 계절적으로 엽면적의 다소에 따라 영향을 미치게 되는데 식재 2년차의 최대 LAI는 고려엉겅퀴 13.4, 독활 8.7, 참취 8.3, 두릅 8.3 등 이었으며 피복률 100%에 접근하였다.

(라) 표고 600m지대의 경사전 포장에 분포하는 우점 잡초는 계절별로 봄에는 개망초

(*Erigeron annuus* L.)가 주를 이루며, 바랭이(*Digitaria ciliaris* Koel.), 개여뀌(*Persicaria blumei* Gross), 쑥(*Artemisia princeps* Pampan.), 명아주(*Chenopodium album* L.) 등이었고, 가을에는 바랭이가 주를 이루며 돌피(*Echinochloa crus-galli* Beauv.), 개망초, 개여뀌, 쑥 등이었다.

잡초 발생량은 나지의 경우 건물중으로 763.5g/m²이 발생하였으며, 작물 재포에 따른 잡초 경감 효과는 배추가 79.8%이었던 것에 반해 산채류는 음나무 95.9%, 고려엉겅퀴 98.3%, 독활 97.6%, 참취 97.4%, 한대리곰취 97.2%, 눈개승마 97.2%, 두릅 97.1%, 곰취 96.9%, 곤달비 89.4% 등의 잡초 경감 효과가 있었다.

(마) 산채 재배후 잔존물은 지표피복으로 인해 수분 보지력을 향상시키고, 유기물 급원으로 토양에 환원됨으로써 토양 물리 화학성을 개선한다. 식재 2년차 산채류별 잔존물은 고랭지 배추가 연간 12~17kg/10a을 남기는데 반해 고려엉겅퀴 553kg/10a, 독활 421kg/10a, 참취 339kg/10a, 한대리곰취 241kg/10a, 두릅 218kg/10a, 눈개승마 118kg/10a 등 매우 우수하였다.

(바) 작물 근권부의 표면적이 크면 토양중의 함수계수인 포화수리전도도가 높아지는데 m²당 표면적은 배추 0.07m²에 비해 참취 2.60m², 한대리곰취 2.10m², 눈개승마 1.45m²로 우수하였다. 특히 눈개승마 식재 3년생의 근권은 세균 형태의 뿌리가 무수히 많이 발생하여 작토층 전체에 넓고 깊게 분포하고 있어 토양유실 방지 효과가 매우 우수할 것으로 판단되었다.

(사) 경운은 토양의 입단을 파괴함으로써 강우에 의한 유실을 촉진하게 되기 때문에 경사전에서의 토양 유실 방지를 위한 환경 친화적 방법은 경운 횟수를 적게하여 토양 침식을 최소화 하는 방법일 것이다. 고랭지배추의 작기당 재배년수는 3개월인데 비해 고려엉겅퀴 2년, 한대리곰취, 참취 5~7년, 두릅, 눈개승마 등은 10년 이상인 것으로 추정되었다.

(아) 고랭지 경사전에서 재배된 산채류를 산지에서 자생하고 있는 산채와 비교하여 품질을 평가한 결과 잎을 수확하는 곰취, 한대리곰취, 곤달비, 참취 등은 재배환경에 따른 품질의 영향이 민감하여 재배적지 선정에 세심한 주의가 필요하였고, 어린 순을 이용하는 두릅, 음나무, 눈개승마 등은 재배 환경에 따른 품질의 영향이 크지 않아 재배적, 경제적인 측면에서 우수하였다.

(자) 고랭지 경사전 산채의 수익성은 식재 당년인 1년차에 생산된 산물 없이 투입된

경영비를 포함하여 3년간의 누계소득을 산출하면 배추 2,391천원/10a에 비해 엽을 이용하는 산채인 고려엉겅퀴가 2,465천원/10a, 참취 1,713천원/10a, 한대리곰취 956천원/10a, 곰취 796천원/10a, 곤달비 -2,976천원/10a순이었고, 어린 순을 이용하는 산채류인 눈개승마 84천원/10a, 독활 81천원/10a, 두릅 16천원/10a, 음나무 -972천원/10a인 것으로 나타나 고려엉겅퀴를 제외한 여타의 산채류에서는 소득이 낮은 것으로 분석되었다.

수익성면에서 3년간의 누계소득이 고랭지배추보다 낮은 주 요인은 식재 당년에 수확 산물이 없다는 점과 종묘비가 현실적으로 일반 채소류에 비해 매우 높은 것이 소득 저하 요인으로 작용하였다.

다만 재배 년수가 5년 이상 되는 한대리곰취와 참취 등은 현재 수준의 생산성을 유지할 경우 연간소득이 866~1,238천원/10a이 가능할 것으로 판단되며, 재배 년수가 10년 이상 되는 두릅, 눈개승마의 재배성기 평균소득은 두릅 1,712천원/10a, 눈개승마 2,320천원/10a천원으로 재배년수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다.

(차) (나)~(자) 항의 결과를 종합하면 고랭지 Stubble mulch 농법에 적용가능 할 것으로 기대되는 9종의 산채를 고랭지 경사전에 식재하여 지상부 생육 특성과 지하부 근권 특성을 평가하고 이들 산채류에 대한 경제성을 분석한 결과 지상부 생육과 지하부의 근권 발달이 우수하여 고랭지 경사전에서 Stubble mulch농법 적용이 가능한 산채는 한대리곰취, 참취, 두릅, 눈개승마 등 4종의 산채류가 가장 우수 하였고 수익성면에서도 재배 연수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다.

(3) 선발된 산채의 재배법 확립

(가) 참취(*Aster scaber* Thunb.)

참취는 산채중에서 비교적 발아가 쉽고 채종량도 많아 경사전 도입이 용이한 편이다. 고랭지 경사전에 시기별로 파종한 결과 파종 시기는 5월까지이며 7월 강우기 파종하였을 때에도 비교적 양호한 발아율을 보였다. 봄 파종시 발아는 건조로 인하여 0.9cm 정도 복토 하는 것이 좋았으며 파종 방법은 산파하였을 때 발아율이 조파나 점파에 비하여 현저히 떨어졌다.

직파 했을 경우 잡초 방제는 8월10일 이전 4회 정도 제초가 필요 하였으며 육묘이식일 경우는 2회 정도 제초가 필요 하였다.

(나) 눈개승마(*Aruncus americanus* Rafin.)

눈개승마의 종자는 미세종자로 광조건에서 68% 발아되었으나 암조건에서는 발아되지 않는 광발아 종자로 밝혀 졌으며 휴면이 있어 발아시키기 위해서는 5℃ 저온에서 30일 정도 처리가 필요하였다. 적정 발아 온도는 20℃로서 73% 발아되었다.

적정 트레이 규격은 128공으로 매트형성은 45일 소요되었으며 직경 7cm 컵포트 육묘 시에는 60일이 소요되었다.

10a당 시비량은 N 23 : P 15 : K 10kg을 사용한 시비구에서 가장 생육이 왕성하였으며, 년차별 수량은 2년차에 비하여 3년차에는 34% 증가되었다.

(다) 두릅(*Aralia elata* Seem.)

두릅의 자생지는 자갈이 많은 배수 양호한 토양, 햇빛이 잘 드는 경사가 급한 장소에 밀생되어 분포되어 있었으며 근권은 대체로 10cm 내외에 분포하였다.

종자는 휴면을 타파하기 위해서는 60일 정도 저온처리가 필요하였으며, 발아 온도는 15~20℃의 비교적 낮은 온도 범위에서 발아되는 특성이 있었다.

적정 육묘 트레이 규격은 128공 이었으며, 162공에서는 생육이 저조하였고, 72공에서는 매트 형성이 미흡하였다.

잡초 방제는 육묘 이식할 경우 2회 제초가 필요하였으며 실생 3년차와 뿌리 삼목 2년차의 수량을 비교한 결과 삼목묘 2년차의 수량이 다소 높은 경향이였다.

(라) 한대리곰취(*Ligularia fischeri* TURCZ. var *spiciformis* Nakai)

한대리곰취의 생리적 특성은 동속의 곰취, 곤달비에 비하여 내서, 내건, 내병성이 강하였고 분얼력이 우수 하였으며 생육량도 많은 것으로 조사되었다.

종자의 휴면타파를 위하여는 30일 정도의 저온 처리가 필요하였으며, 적정 발아 온도는 15~20℃의 비교적 저온에서 발아하는 특성을 가지고 있었다. 한대리곰취도 적정 파종시기는 5월까지이며 이후 파종시 고온에 의해 2차 휴면 하는 것으로 조사되었다.

육묘 이식시 생존율은 128공 육묘 이식시 86%로 가장 양호하였으며 2회 정도 제초가 필요하였다. 2년차부터는 잡초보다 출현이 빠르고 피복도가 높아 별도의 제초작업이 필요 하지 않았다.

나. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양유실 및 농약 저감효과 검증

(1) 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양유실 방지 효과

고랭지 농업지대는 지역특이성으로 인해 환경에 건전한 토양관리가 필수적인 지역이다. 고랭지 농업은 표고가 높은 산지의 경사지에서 이루어지고 있고, 비료 및 퇴비 등의 고투입농법에 의존하고 있기 때문에 토양유실 가능성이 상당히 높고 따라서 환경에 악영향을 미칠 가능성이 크다. 이 연구는 식생을 이용한 토양 유실저감효과를 규명하기 위하여 경제성이 있는 산채작물을 재배함으로써 이들의 토양유실 저감 정도를 평가하였다.

시험포장은 강원도 횡계에 위치한 포장에 lysimeter를 15%, 30%, 45% 경사지에 각각 설치한 포장이며 재배작물로서는 배추, 두릅, 눈개승마, 곰취, 참취였으며, 2005, 2006년에 걸쳐 2년간 실험을 수행하였으며, 주요 분석항목인 토양 유실량과 유출수량을 측정하였다. 2005년 실험에 따르면 배추포장에 비하여 눈개승마와 참취 포장의 토양 유실량은 1/2로 저감되었으며, 유출량 또한 상대적으로 눈개승마 재배 포장과 참취 재배 포장에서 낮은 것으로 나타났다. 경사도(15%, 30%, 45%)에 따른 토양유실량은 경사도가 증가할수록 증가하였으며, 15% 포장에서 눈개승마의 경우 7.54 ton/ha, 30% 포장에서 눈개승마의 경우 15.55 ton/ha, 45% 포장에서 눈개승마의 경우 24.62 ton/ha로 나타났으며, 배추 포장의 경우는 눈개승마 포장에 비해 2~3배 많은 토양 유실량을 보였다.

(2) 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 농약저감 효과 검증

고랭지 산채 재배지에 대한 농약사용실태 조사결과 흰가루병, 역병, 더덩이병, 두점애기 비단나방 및 콩줄기명나방이 산채 재배지의 주요 병충해로 조사되었으며, 웨나리(fenarimol), 아зок시스트로빈(azoxystrobin), 디메쏘모르프(dimethomorph), 베노밀(benomyl) 및 에디졸(etridiazole)을 사용하여 방제하는 것으로 조사되었다.

고랭지 산채 재배지의 경작자들은 방제약제 선택 시 경작자 자신의 오랜 농사경험(44.4%)과 농약상의 추천(39.8%)에 의존하고 있으며, 이들이 사용하고 있는 농약 중에는 산채에 등록이 되어 있지 않은 농약들도 포함되어 있어 농약 선정에 문제가 있음을 확인하였다.

고랭지 작물(산채, 배추), 토양 및 강우 중 유출수의 농약 잔류량을 조사한 결과 고랭지 산채 재배지의 검출농약은 산채에서 endosulfan 외 5종이 0.002~0.841 mg kg⁻¹의 범위를 보였으며, 토양에서 endosulfan 외 4종이 0.002~0.094 mg kg⁻¹의 범위를 보였다. 그러나 같은 시기 배추 재배지의 검출농약은 배추에서 fenbuconazole 외 12종이

0.002~0.603 mg kg⁻¹의 범위를 보였으며, 토양에서 chlorpyrifos 외 8종이 0.002~0.119 mg kg⁻¹의 수준으로 검출되었다.

강우시 유출수에 대한 검출농약은 endosulfan이 둔내와 무이리에서 각각 0.005와 0.009 mg kg⁻¹이 검출되었고, 그 외 모든 지역의 수질시료에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.

다. 고랭지 경사전 산채류 재배에 알맞은 적정 시비량 및 재배법

(1) 적정 질소시비량 설정시험

(가) 시험후 토양화학성 변화는 참취, 곰취 시험포 모두 높아지는 모든 처리에서 높아졌고, 토양 유기물 함량은 요소처리 보다 부산물비료 퇴비 시용구가 높았다.

(나) 수확기 참취 건물의 총 질소 함량은 1.85~2.42%, 곰취는 1.85~3.25%수준이었으며 질소 처리가 높을수록 증가하였고, 엽색도도 같은 경향이였다.

(다) 참취, 곰취 모두 질소 시비량이 많을수록 생육이 양호하였고, 요소로 질소성분 12kg/10a 처리가 생육 및 수량이 가장 높았으며 부산물비료 퇴비 처리에서는 저조하였다.

(라) 질소처리 수준이 높을 수록 참취, 곰취의 질소 흡수량은 증가하였으나 질소시비 효율은 감소하였다. 부산물비료 퇴비 처리는 경향성이 없었고 질소시비 효율도 요소 처리 보다 매우 낮았다.

(마) 요소로 질소처리량과 참취 수량과의 관계에서 $y = -2.97x^2 + 73.8x + 525$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 12.4kg/10a임을 확인할 수 있었고, 곰취는 $y = -1.35x^2 + 32.9x + 52.9$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 10a 당 12.2kg이었다.

(2) 두릅의 고행비료 처리 효과

(가) 시험 후 토양의 pH와 유효인산의 함량은 높아지는 경향이었고, 질소와 염농도는 낮아졌다.

(나) 수확기 두릅 건물의 총질소 함량은 5.2~5.6% 수준으로 참취, 곰취보다 높은 수준이었고, 인산과 칼리는 각각 1.5, 3.6% 수준이었다.

(다) 두릅의 생육은 입상비료보다 고행비료 처리에서 수고, 경태, 엽수 등 생육이 우수하였으며 수량성은 고행비료 질소성분량 10a 당 36.8kg 처리가 가장 높았고, 고행비료

질소 성분량 18.4kg/10a 처리에서도 배량의 입상비료 처리 보다 높아 고품비료 처리 효과가 검증되었다.

2. 결과 활용에 대한 건의

가. 토사유출 방지 그루터기 농법의 실용화

고랭지 Stubble mulch농법에 적용가능 할 것으로 기대되는 9종의 산채를 고랭지 경사전에 식재하여 지상부 생육 특성과 지하부 근권 특성을 평가하고 이들 산채류에 대한 경제성을 분석한 결과 지상부 생육과 지하부의 근권 발달이 우수하여 고랭지 경사전에서 Stubble mulch농법 적용이 가능한 산채는 한대리곰취, 참취, 두릅, 눈개승마 등 4종의 산채류가 가장 우수하였고 수익성면에서도 재배 연수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다. 그동안 식생에 의한 경사전 토사유출 방지 연구는 작부체계에 의한 작물별 토사유출 저감 효과와(정 등, 1985 ; 오 등, 1991 ; 김, 1999) 목초 초종에 따른 토사유출 저감 효과(오 등, 1995), 과수원 등고선 및 초생대 설치 효과(황, 1966 ; 한 등, 1969), 부초에 의한 피복효과(한 등, 1970, 김 등, 1991 ; 오 등1992 ; 정 등, 1985) 등이 연구의 주요 골자이다.

EU등 선진 농업국에서는 이미 오래전부터 경사전에서의 농업은 환경에 부담을 많이 주기 때문에 영년생 작물인 과수, 베리류, 차나무, 목초류 등을 재배함으로써 환경과 주변경관을 중시한 농법을 전개해 오고 있다. 우리나라도 이제 국제협약인 아이젠다 21채택 등 세계적 흐름에 대처하는 지속 가능한 농법으로의 전환이 요구된다 하겠다.

이에 산채류는 무경운 재배가 가능하면서 피복도가 높고, 지피효과와 잔존그루터기에 의한 토사유출방지 효과가 우수하면서 무, 배추와 대등한 소득을 보전할 수 있는 작물을 선발하였다는 점에서 큰 의미가 있다 하겠다.

본 연구결과는 고랭지지역에 다년생 산채류를 정부차원에서 권장하고 지원해 줄 것을 건의 한다.

나. 타 산업과 연계한 산채자원의 활용

인간의 무차별적인 개발행위로 인하여 환경문제는 지구적 차원의 문제로, 최우선적으로 해결해야 할 과제가 되고 있다.

특히 인간의 개발행위에 의하여 발생하는 훼손지에 대한 복구, 복원의 노력이 활발히 이루어지고 있기는 하나, 종래의 방법은 생태계의 안정성, 다양성에 대한 고려가 미흡하여 오히려 잘못된 생물종-외래종, 귀화종 등을 여과 없이 도입함으로써 또다른 생태계의 교란을 유발하는 경우가 종종 있어 왔다.

따라서 훼손지의 복구 및 복원시 지역에 자생하는 식물을 적극적으로 활용하여 지역생태계의 안정성 및 다양성 증진을 도모하는 노력이 필요하다. 근래에 들어 쓰레기 매립장, 옥상 및 인공지반, 도로 신설 확포장에 따른 절개사면 등 생태계의 건강성을 회복하거나 창출하는 과정에 자생식물인 억새, 부들, 고마리, 갈대, 흰갈풀, 노랑꽃창포, 갯버들 등이 우수하다고 하였다(장 등, 2002).



그림 1. 눈개승마(*Aruncus americanus*) 지상, 지하부

본 연구에서 수행한 산채류 중 특히, 눈개승마(*Aruncus americanus* Rafin.)는 우리나라 각처에 자생하는 숙근성 다년초로 영년생이며, 키는 30~100cm이고, 10~30cm의 수상화서, 5~8월 황백색의 꽃이 20일 이상 개화한다(밀원 식물로도 가치가 사료됨).

근권은 세근 형태의 뿌리가 무수히 많이 발생하여 작토층 전체에 넓고 깊게 분포하고 있어 절개지 사면의 표토블레이식공법 등의 적용을 통해 침식 보호 및 토양 유실방지, 절개지의 조기 복원 및 녹화가 가능할 것으로 사료되어 눈개승마(*Aruncus americanus*) 활용 검토를 요청한다.

SUMMARY

I. Subject

Title : Studies on the stubble mulch methods of wild edible greens in alpine slope farmland

Subtitles

1. Selection of wild edible greens for effective stubble mulch in alpine slope farmland.
2. Soil management practices to reduce soil erosion by applying several wild edible greens in alpine slope farmland.
3. Establishment of the amount and the method of nitrogen application on cultivation of wild edible greens in alpine slope farmland.

II. Objectives and necessity of this study

Stubble mulch method is environmental protective for soil erosion by wind or rain. The cultivated alpine area of Gangwon province is 17,044ha(90% of the whole country's arable alpine land) and the 38% of it is slope land with gradient of 30% or more.

In Chinese cabbage fields of slope lands, 80 ton of soil is washed out by a flood every year, so it is necessary to consider about its counterplan.

Therefore, this study aimed to

1. Select wild edible greens of high profitable and effective for stubble mulch.
2. Evaluate the effect of soil erosion reduction by applying four wild edible greens and measure pesticide residues.
3. Find out the optimal amount of nitrogen application on cultivating wild edible greens.
4. Illuminate the merit of ball fertilizer and granular type on cultivating *Aralia elata* Seem. in alpine slope farmland.

III. Study contents and extent

1. Selection of wild edible greens for effective stubble mulch in alpine slope farmland.

This study was investigated for selecting wild edible greens of high profitable and effective for stubble mulch. Natural habitats and characteristics of wild edible greens to be applicable to alpine slope farmland were surveyed.

We surveyed the covering rate of 2 year old wild greens and the quantity of weeds in slop farmland where have an altitude of 600 meter.

And also the roots surface area of rhizosphere, the quality of leaf and browse vegetables were surveyed.

2. Soil management practices to reduce soil erosion by applying several wild edible greens in alpine farmland.

We monitored the amounts of soil loss and runoff, and also we analyzed the property of soil erosion and runoff, respectively. Plots planted with two wild edible greens showed reduction of soil erosion significantly compared to plot treated with Chinese cabbage. Runoff was also reduced in plots treated with two wild edible greens compared to plot where Chinese cabbage were planted.

Wild edible greens farmers in Gangwon alpine area have noxious diseases and pests, such as powdery mildew, rot, scab, *Scythris sinensis* and *Ostrinia scapulalis*, in their farmland. We measured pesticide residues within crops (Chinese cabbages and wild edible greens), soil and run-off water samples using multiresidue analysis. All of the samples were collected from 2004 to 2006 at Gangwon alpine area.

3. Establishment of the amount and the method of nitrogen application on cultivation

cultivation of wild edible greens at high-slope upland area.

The amount of nitrogen was treated none and 4, 8, 12, 16kg/10a by urea and 9.5, 19kg/10a by compost.

The amount of nitrogen treated as the ball fertilizer were 9.2, 18.4, 27.6, 36.8 kg/10a respectively, and the amount of nitrogen treated as the granular fertilizer was 36.8 kg/10a which was the highest level of that of ball.

IV. Study results and application

1. Selection of wild greens for effective stubble mulch in alpine slope farmland.

a. In this study natural habitats and characteristics of wild edible greens were surveyed and 9 species (*Ligularia fischeri* Turcz., *Ligularia fischeri* Turcz. var. *spiciformis* Nakai, *Aster scaber* Thunb., *Ligularia stenocephala* Matsumura, *Crisium setidens* Nakai, *Aralia elata* Seem., *Kalopanax pictus* Nakai, *Aralia contidentialis* Kitagawa, *Aruncus americanus* Rafin.) applicable to alpine slope areas were selected for preliminary

Selected species were planted at 30% gradient experimental plots that have an altitude of 600 meters in Hongcheon. Growth characteristics and profits were surveyed.

b. The covering rate of plant leaves depending on the times of the year affect reducing soil erosion, evaporation, weeds on the surface of farmlands and it prevent rising temperature. 2 years after planting, the max leaf-area-index (*Crisium setidens* : 13.4, *Aralia contidentialis* : 8.7, *Aster scaber* : 8.3, *Aralia elata* : 8.3) approached to 100% covering.

c. The kind of weeds and the growth of wild edible greens were surveyed in slope land that have an altitude of 600 meters.

In the spring, weed, *Erigeron annuus* L. dominated and *Digitaria ciliaris* Loel., *Persicaria blumei* Gross, *Artemisia princeps* Pampan., *Chenopodium album* L. grew in experimental fields.

In the autumn *Digitaria ciliaris* Loel. dominated and *Echinochloa crus-galli* Beauv., *Erigeron annuus* L., *Persicaria blumei* Gross, *Artemisia princeps* Pampan. grew.

The dried matters of weeds were 763.5g/m² in non planted plot. In Chinese cabbage experimental plot, weeds were reduced 79.8%. In wild edible greens' plots, weeds reduced from 89.4 to 98.3% (*Kalopanax pictus* : 95.9%, *Crisium setidens* 98.3%, *Aralia contientalis* 97.6%, *Aster scaber* 97.4%, *Ligularia fischeri* var. *spiciformis* 97.2%, *Aruncus americanus* 97.2%, *Aralia elata* 97.1%, *Ligularia fischeri* 96.9%, *Ligularia stenocephala* 89.4%)

d. The second year after planting, wild edible greens residues conserved water and returned organic matters to soil. These improved soil chemical and physical properties.

The second year's residues were 12 to 17kg/10a in Chinese cabbage plot. On the contrary, the residues of wild edible greens were 553kg/10a in *Crisium setidens*, 421kg/10a in *Aralia continetalis*, 339kg/10a in *Aster scaber*, 241kg/10a in *Ligularia fischeri* var. *spiciformis*, 218kg/10a in *Aralia elata*, 118kg/10a in *Aruncus americanus*.

e. As roots increased on the surface area, the saturated hydraulic conductivity rose up. Comparing Chinese cabbage to wild edible greens (*Aster scaber* : 2.6m²/m², *Ligularia fischeri* var. *spiciformis* : 2.1m²/m², *Aruncus americanus* : 1.45m²/m²), the root surface area of Chinese cabbage (0.07m²/m²) was smaller. Especially, 3 year old *Aruncus americanus*. had many feeder roots spreaded to rhizosphere. On this account, it was estimated that prevent soil erosion effectively.

f. Tillage destruct soil aggregated structure and promote soil erosion by rainfall. So reducing tillage is environmental conservative method.

Tillage was necessary in Chinese cabbage once or more every year. On the contrary, it was estimated that wild edible greens needs tillage once every 5 to 7 years in *Ligularia fischeri* var. *spiciformis*, *Aster scaber* and it needs tillage once every 10 years or more in *Aralia elata*, *Aruncus americanus*.

g. As a checked results of quality, leaf vegetables (*Ligularia fischeri*, *Ligularia*

fischeri var. *spiciformis*, *Ligularia stenocephala*, *Aster scaber*) were affected greatly by cultivated area environment and careful choice was necessary for proper cultivated land.

On the other hand, browse vegetables (*Aralia elata*, *Kalopanax pictus*, *Aruncus americanus*) were not affected greatly by cultivated land, so browse vegetables were expected profitable in economy aspects.

h. As a results, 9 species of wild edible plants were applicable to alpine slope land and 4 species (*Ligularia fischeri* var. *spiciformis*, *Aster scaber* Thunb., *Aralia elata*, *Aruncus americanus*) of these were higher profitable in a point of view of long time and more effective for stubble mulch than those of Chinese cabbage.

And the cultivation methods of 4 species were established in this study

2. Soil management practices to reduce soil erosion by applying several wild edible greens in alpine farmland

a. Plots planted with two wild edible greens showed reduction of soil erosion significantly compared to plot treated with Chinese cabbage. Runoff was also reduced in plots treated with two wild edible greens compared to plot where Chinese cabbage were planted. As slope degree increased, the soil loss and runoff concurrently increased. According to these results, several wild edible greens could be candidates for replacing representative crops, Chinese cabbage in alpine farmland.

b. Pesticides are not selected and used in a proper manner by wild edible green farmers: most of farmers selected pesticides by their experience (44.4% of the answered) and dealers recommendation (39.8% of the answered). We measured pesticide residues within crops (Chinese cabbages and wild vegetables), soil and run-off water samples using multi residue analysis. All of the samples were collected from 2004 to 2006 at Gangwon alpine area.

Six pesticides were detected in wild edible greens and soils, ranging from 0.002 to 0.841 mg kg⁻¹ and from 0.002 to 0.094 mg kg⁻¹, respectively.

However, 18 pesticides were detected in Chinese cabbages and soils, ranging from 0.002 to 0.603 mg kg⁻¹ and from 0.002 to 0.119 mg kg⁻¹, respectively.

Pesticides were not detected from water samples but Endosulfan, ranging from 0.005 to 0.009 mg kg⁻¹ in wild edible green farmland. This result showed that usage of pesticide in wild edible greens was lower than that of Chinese cabbages farmland.

3. Establishment of the amount and the method of nitrogen application on cultivation of wild edible greens in alpine slope farmland.

a. Establishment of the optimal amount of nitrogen application on cultivation of wild edible greens at high-slope upland Area.

This research was conducted to find out the optimal amount of nitrogen application on cultivating wild edible greens (*Aster scaber* and *Ligularia fischeri*) at high-slope upland area.

The amount of nitrogen was treated none and 4, 8, 12, 16kg/10a by urea and 9.5, 19kg/10a by compost. After experiment, the soil pH was higher all treatment both *Aster scaber* and *Ligularia fischeri* field than that of before experiment, and the content of organic matters in soil was higher at compost treatment than those of urea. In harvesting period, the total nitrogen content was 1.85~2.42% in dried *Aster scaber* and 1.85~3.25% in dried *Ligularia fischeri*.

Nitrogen content was increased at more nitrogen application treatment and the intensity of leaf color was increased too. When more nitrogen application was treated by urea, the growth and yield were better. But the growth and yield which was treated by-product compost were very poor. In case of *Ligularia fischeri*, we got the same result. As the level of nitrogen was increased the amount of N-uptake into *Aster scaber* and *Ligularia fischeri* was increased. But N efficiency was decreased as nitrogen level was increased. The N efficiency of by-product compost was very poor compared with that of urea.

In the relationship of the amount of nitrogen treated and the yield of *Aster scaber*, we could find out regression equation, $y = -2.97x^2 + 73.8x + 525$.

The amount of nitrogen for maximum yield was 12.4kg/10a. In case of *Ligularia fischeri*, the relationship of the amount of nitrogen treatment and the yield was $y = -1.35x^2 + 32.9x + 52.9$. The nitrogen requirement for maximal yield was 12.2kg/10a.

b. The effect of ball fertilizer on cultivating *Aralia elata* Seem.

The objectiveness of this study was to find out the effect of ball fertilizer on cultivating *Aralia elata* Seem. The amount of nitrogen treated as the ball fertilizer were 9.2, 18.4, 27.6, 36.8 kg/10a respectively, and the amount of nitrogen treated as the granular fertilizer was 36.8 kg/10a which was the highest level of that of ball. In soil characteristics after this experiment, soil pH and available phosphorus was tend to be increased but the content of nitrogen and soil conductivity were low. After harvesting, the total nitrogen level in dried *Aralia elata* Seem was 5.2~5.6%. It was much higher compared with *Aster scaber* and *Ligularia fischeri*. The levels of phosphorus and potassium were 1.5 and 3.5% respectively. As a whole, the growth of *Aralia elata* Seem. at ball was much better than that at granular fertilizer.

Even though a half of nitrogen was treated by ball fertilizer, the growth and yield were higher than those of granular fertilizer. As a result, ball fertilizer was more effective on cultivating *Aralia elata* Seem. at high-slope upland area.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of th project	22
Section 1. Purpose of research and developement	22
Section 2. Necessities of research and developement	23
Section 3. Research content and scope	26
Chapter 2. Present situation of technical developement	28
Chapter 3. Results and discussion	31
Section 1. Selection of wild edible greens for effective stubble mulch in alpine slope farmland.	31
Section 2. Soil management practices to reduce soil erosion by applying several wild edible greens in alpine slope farmland	85
Section 3. Establishment of the amount and the method of nitrogen application on cultivation of wild edible greens in alpine slope farmland	131
Chapter 4. Acomplishment and contribution of the research field	148
Chapter 5. Application plans of results	155
Chapter 6. Information obtained from foreign countries during research •	158
Chapter 7. References	159

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	22
제 1 절	연구개발의 목적	22
제 2 절	연구개발의 필요성	23
제 3 절	연구개발 내용 및 범위	26
제 2 장	국내외 기술개발 현황	28
제 3 장	연구결과	31
제 1 절	고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발	31
제 2 절	고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양 유실 및 농약 저감효과 검증	85
제 3 절	고랭지 경사전 산채류 재배에 알맞은 적정시비량 및 시비방법 ...	131
제 4 장	목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도	148
제 5 장	연구개발 결과의 활용계획	155
제 6 장	연구 개발과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	158
제 7 장	참고문헌	159

제 1장 연구개발 과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

우리나라 고랭지 면적은 전국적으로 50,972ha이며, 이중에 준고랭지가 33,928ha이고, 고랭지가 17,044ha이며, 강원도는 준고랭지 16,970ha(전국의 50%), 고랭지가 15,347ha(전국의 90%)에 이른다. 준고랭지와 고랭지가 주로 분포하고 있는 지역은 태백산맥을 중심으로 강원도와 경상북도의 북부 고랭지 지대와 소백산맥 주변의 남부 고랭지 지대, 그리고 제주도의 한라산 주변에 약간의 고랭지대가 있다(이, 1987).

또한 경사도가 D-slope 이상인 밭 분포는 전국 181,433ha 중 강원도가 26,648ha로 28.7%를 차지하고 있다. 이중 강원도 백두대간을 중심으로 한 평창과 강릉 등의 경우에는 경사도가 40%를 상회하는 지역이 많고, 지면이 피복되지 않은 채 나지로 남아 있는 기간이 길어 토양 유실이 많고 지력 손실이 크다. 그러므로 고랭지 지역의 농업 환경 관리의 핵심은 환경 친화적 방법에 의한 토양의 유실 방지와 수질 보전이라 할 수 있다(정 등, 2003).

경사지에서의 침식은 물에 의한 침식(수식 ; Water erosion), 바람에 의한 침식(풍식 ; Wind erosion), 경운에 의한 침식(경운침식 ; Tillage erosion)등 세 가지 물리적 과정에 의하여 일어난다. 물에 의한 침식은 경사지대에 많은 비가 올 때, 또는 눈이 한꺼번에 녹아내릴 때, 경작지 토양 현장에서 일어나는 침식으로 우리나라 농경지에서 가장 많이 발생하는 침식이다(정 등, 1999).

그동안 고랭지농업의 안정적 생산기반 확충을 위하여 경사도에 따른 토양유실 방지를 위하여 등고선재배, 계단진, 돌망태, 승수로 설치 등 많은 연구가 보고 되고 있으나 막대한 기반조성비에 비해 효율성이 낮고, 농작업의 불편성 등 실용화가 다소 미흡한 실정에 있을 뿐만 아니라 광범위 하게 분포되어 있는 고랭지 지역에 적용하기에는 많은 어려움이 있다.

앞으로의 농업은 수탈적 농법을 탈피한 21세기형의 새로운 패러다임의 농업육성이 요구되고 있다. 21세기형의 농업방식은 환경과 친화적이면서 개발과 보전이 조화로운 「지속 가능한 농업」의 실천인 것이다.

따라서 고랭지 경사전의 친환경적이고 지속가능한 농업의 시도를 위하여 최근 수요가 급증하고 있는 다년생 산채류를 입식하여 ① 무·배추보다 수익성이 높으면서 Stubble mulch 효과가 높은 산채류를 선발하고, ② 다년생 산채류를 입식하여 최소경운에 의한 토양유실 방지 효과를 검증하고, ③ 기존의 경종작목 대비 비료·농약 저감효과를 검증함으

로써 산채류를 이용한 Stubble mulch 농법을 개발하여 환경 친화적인 농업실천 방안을 제시하고 시책화해 나가고 하는데 목적이 있다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

김(1999)에 의하면 고랭지 지역에서 옥수수와 감자를 대상으로 화학비료 시용과 유기질비료의 시용, 등고선 재배와 무경운, 상하경, 그리고 잔재물 피복과 흑색비닐 등으로 조합하여 조사한 결과 경사도 12%에서 연간 토양 유실량은 ha당 10~40톤에 이르는 것으로 평가되었고 피복재배시 1/3~1/5로 감축시킬 수 있다고 하였다.

한편 작부체계에 따른 토양의 유실량의 차이를 조사한 정 등(1986)의 보고에 의하면 (표 1) 1ha의 나지에서 1년에 128톤의 토사가 유실 되었는데 이는 토양의 두께로 1cm에 해당되며, 1cm의 흙이 생성되려면 수백년에서 수천년이 걸린다고 하였다.

표 1. 경사지에서 작부체계에 따른 토양 보존 효과

작 부 체 계		나지에 대한 토양 유실율(%)
상 하 경 나 지		100(128 ton/ha)
단작 체계	옥 수 수	42.2
	고 추	38.8
	옥 도	35.2
	참 깨	32.2
2모작 체계	보리 - 옥수수	39.0
	보리 - 콩	26.3
	보리 - 고추	22.2
	보리 - 고구마	15.6
	밀 - 콩	21.8
짚 멀 칭	피복도 80%	2.0
	피복도 100%	1.0
식생이 울창한 산림		0.1-0.3

* 정 등(1999)

BMP(Best Management Practices)란 비점오염원(NPS)에 의해 초래되는 오염량을 수

질 목표에 상응하는 수준으로 줄이거나 억제하는 권장된 수단으로서 기술적, 경제적, 행정적으로 볼 때 가장 효율적으로 실현 가능한 영농방법이라고 정의할 수 있으며 BMP를 작부체계에 도입하는 것은 환경농업에서 추구하는 성공도에 기여할 바가 가장 크다고 하였다(정 등, 1999).

이와 같이 농경지에서 오염원 억제를 위한 적절한 BMP로 산채류는 20% 미만의 비료저감과 무농약 재배가 가능하고, 다년생 산채식재로 최소경운 이행과 나지 기간을 단축시킬 수 있고, 재배후의 그루터기와 잔유물로 적절하게 피복시켜 빗방울의 강도를 완화시키고, 유거수위의 속도를 줄일 수 있으며, 강우에 의한 유출이 많이 일어날 때 표토나 근권에 있는 토양용액 중의 수용성 농약, 식물영양소 및 기타 화합물의 농도를 최소화하거나 감소시켜 이들 물질이 유출수나 침투에 의한 이동을 최소화시킬 수 있을 것으로 기대된다.

2. 경제 · 산업적 측면

최근 고랭지 밭 면적이 증가하고 있는 원인과 문제점을 찾다보면 60년대에는 고랭지무 · 배추보다 재포 기간이 비교적 긴 옥수수(40%), 두류(29%), 감자(12%), 맥류(12%) 등이 주류를 이루어 토양을 피복할 수 있는 기간이 길었고, 70년대 복합 영농기의 전환기를 맞으면서 작물 분포는 무, 배추, 양채류 등으로 다양화되고 비닐멀칭, 경운작업기의 보급이 일반화되면서 경지 면적이 증가하고 환경에 부담을 가중시키기 시작하였다.

80년대 상업농시대가 전개되면서 재포 기간이 3개월 미만의 무 · 배추, 양과, 상추, 양채류 등이 고랭지의 현금 작목으로 자리 잡게 되면서 5천여 헥타의 논이 밭으로 전환되었고, 90년대 이후 투기성농업으로 인한 대형 농기계 · 대형 장비의 투입, 정기적인 성토작업, 무리한 농경지 확장, 계분 등 속효성 유기질비료 과다 투입 등으로 인해 토양이 악변하고, 토양 유실, 매몰 등 연간 천문학적 피해를 가져다준 것은 물론, 환경에 큰 부담을 주고 있어 이에 대한 대책이 시급하다 하겠다.

강원고랭지 지대의 주요 밭작물은 여름채소가 16,561ha로 가장 많고(이중 배추 42%), 여름감자(4,656ha), 약초(1,790ha), 화훼류(203ha) 순이다. 특히 채소 재배면적은 1990년도에 비해 옥수수, 콩 감소 면적 등의 영향으로 표고 400m이하 지역까지 무 · 배추 면적이 약 2.7배로 급격히 증가하는 경향을 보임으로써 수급 불안정으로 인한 가격 등락이 심해 수급안정을 위한 대체작목 개발이 시급한 실정이다.

산채는 사람에 의해 개량 육성되어 논밭에서 재배되고 있는 일반 농작물과는 달리 자연 그대로 산야에 자생하는 식물 중 식용이 가능한 것으로(홍 등, 1999), 고대로부터 한민족

의 부식으로 즐겨먹던 음식이다.

근대에 이르러 정책적으로 주곡 중심의 식량증산 정책에 밀려 산채 개발에 소홀함이 있었으나 최근 국민소득 증가와 함께 식생활 패턴이 변하여 산채 수요가 급증하고, 재배적 관심이 높아지고 있다. 강원도의 경우 매년 6.7%씩 면적이 증가되어 2006년도 기준 2,200ha에 이르고 있는 성장작목으로 평가 받고 있다.

10a당 산채 소득은 쌀 재배 기준으로 더덕 3,324천원, 곤달비 2,250천원, 곰취 2,220천원, 눈개승마 2,200천원, 고려엉겅퀴 1,943천원, 참취 1,871천원, 두릅 1,712천원, 음나무 1,453천원, 독활 1,250천원 등으로 고랭지배추 1,090천원/10a 보다 소득이 높고 가격이 매우 안정적이라 할 수 있다.

3. 사회·문화적 측면

고랭지 환경농업의 중요성은 상수원 특별관리 지역인 4대강 상류 수계에 대부분의 고랭지가 분포하고 있다는 점이다. 고랭지는 환경오염에 취약한 특성을 가지고 있어 경사도 15% 이상 밭 토양이 67%를 점유하고 있고, 환경을 고려하지 않은 수탈적 투기성 농업으로 인해 토양유실이 심화되고, 비료, 농약 사용량이 과다한 고투입 농법으로 환경부하 문제가 대두되고 있다(그림 2).

따라서 최근 공익기능 향상을 위한 친환경 산지농업 문제가 활발히 논의되고 있으며, 고랭지 경사전을 농업생산 조건의 불리정도에 따라 기반시설지원 또는 직접지불제 도입, 산지로 환원하는 방안 등이 검토되고 있다.



배추밭 세류침식

배추 수확후 적토작업

소양댐 하류 흙탕물 (06.12.17)

그림 2. 고랭지 경사전 토사유출과 수질오염

그러므로, 지속적 농업을 위해 토양유실 방지, 대기 정화, 경관성 등 공익기능을 극대화하는 측면과 과다 시비에 따른 토양 및 수질오염 등 OECD 국가 수준의 농업환경 지표 개

발 측면, 안전농산물에 대한 선호도 증가와 세계시장 규제강화로 인한 IPM기술 등을 고려한 바탕으로 추진되어야 한다고 본다.

산채류는 90년대 이후 건강식품으로, 저공해 채소로, 산촌 관광자원으로 확대되면서 안정적 고수익 작목으로 연간 재배 면적이 증가하는 추세에 있으며, 비료·농약 오남용에 따른 거부감으로부터의 안전성, 약리효과 및 기능성이 우수한 저공해 건강식품으로, 철따라 맛과 향취를 달리하는 향미와 개성있는 식품으로 인식되고 있다.

산채류는 대부분 다년생 식물로 최소경운 농법에 의한 토양유실 방지 및 비료·농약 저감이 가능하여 고랭지 대체작목으로서의 안정적 수익 증대와 지속 가능한 농업의 실천이 기대되는 작목이다.

제 3 절 연구개발 내용 및 범위

Stubble mulch 농법은 바람과 강우에 의해 토양이 유실되는 것을 최소화하기 위하여 잔존 그루터기에 의한 지피(멀칭)효과가 우수한 작물을 재배함으로써 경제적 이윤을 추구하면서도 토양을 지속적으로 보존하는 환경친화형의 농업방식이며 미국 캘리포니아주 등 반건조 지대에서 발달된 농법이다.

강원도 고랭지면적은 전국의 90%에 해당하는 17,044ha이며, 이중 38%에 해당하는 6,400ha가 경사도 30%이상 지역으로 배추재배 지역의 경우 ha당 80여톤의 토양이 매년 강우에 의해 유실되고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

따라서 고랭지 30%이상의 경사전을 중심으로 무·배추보다 소득이 높으면서 Stubble mulch효과가 높은 산채류를 선발하고, 다년생 산채류를 입식하여 최소 경운에 의한 토양의 질 변화와 토양유실 방지 효과를 검증 하고, 기존의 경종작목 대비 비료·농약 저감효과를 검증함으로써 현재 고랭지 지역에 문제 되고 있는 여름 채소류 작목 안배에 의한 수급안정, 토양유실 방지, 한강수계 지역의 비료·농약 등 오염원을 최소화하는 환경친화적이면서 지속가능한 농업실천 방안을 제시하고 시책화 해 나가고자 한다.

고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch 농법에 관한 연구 개발 내용은 다음과 같다.

1. 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

가. 산채가 자생하고 있는 지역을 탐색하여 생태형을 파악하고 이들 자원 중 경제성이 충분히 있으면서 고랭지 경사전에 입식이 가능한 산채를 선발한다.

- 나. 작물은 지표면을 덮어 빗방울에 의한 직접적인 타격으로부터 토양입단을 보호하여 침식을 막고 작물의 잎과 줄기에 의하여 빗방울을 일단 멈추게 한 후 지표면에 도달하게 하므로 강우의 운동에너지를 줄일 수 있는지를 산채류의 생육 단계별 생장량을 조사하고 평가한다.
- 다. 산채류가 생육을 하고 난 후의 낙엽과 줄기를 포함한 잔존물은 강우에 의한 유거수의 유속을 감소시키거나 토양의 입단을 좋게 하여 수분 보지력을 강화 시키게 되므로 산채류 종류별 잔존 부산물의 양과 피복도 등을 조사하고 평가한다.
- 라. 고랭지 경사전에서 재배된 산채 종류별 경제성을 분석하여 경제성이 있으면서 잔존물과 그루터기에 의한 mulch 효과가 우수한 산채를 선발한다.
- 마. 고랭지 경사전 적용 선발 산채에 대한 기초적 재배법을 확립함으로써 농업 현장 적용이 신속하게 이루어질 수 있도록 한다.

2. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양 유실 및 농약 저감효과 검증

- 가. 고랭지 채소재배 지대의 토양유실과 농약사용 및 잔류량 등 농업현장 실태를 분석하여 문제점을 도출한다.
- 나. 고랭지 경사전 산채 재배지에 라이시미터를 설치하고 토양 유실, 비점 오염물질 등을 조사하고 분석한다.
- 다. 고랭지 경사전 산채 재배지에 농약 사용량과 잔류량을 조사하고 분석한다.

3 고랭지 경사전 산채류 재배에 알맞은 적정 시비량 및 시비 방법

- 가. 경사전에 산채류 재배 확대를 위하여 참취, 곰취에 대한 적정 질소 시비량을 설정한다.
- 나. 두릅에 대한 고품비료 시비 효과를 검증한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내의 관련기술 현황

우리나라 고랭지는 지리적으로 표고를 기준으로 하여 고도 600m 이상인 지역을 고랭지라 하고, 고도 400~600m 인 지역을 준고랭지 라고 한다.

준고랭지와 고랭지가 주로 분포하고 있는 지역은 태백산맥을 중심으로 강원도와 경상북도의 북부 고랭지 지대와 소백산맥 주변의 남부 고랭지 지대, 그리고 제주도의 제주 고랭지 지대가 있다(이, 1987). 고랭지의 일반적인 기후 특성은 평지보다 기온이 낮고 비가 많으며, 국지적으로 기상변화가 심한 특성을 가지고 있다. 작물의 재배에 알맞은 온도가 유지되는 기간이 짧아 저온을 좋아하는 작물이 많이 재배되며, 1년에 한번 재배하는 작형이 주종을 이룬다. 고랭지 밭은 대부분 경사지에 있다. 따라서 지면이 피복되지 않은 채 나지로 남아 있는 기간이 길어 토양 유실이 많고 지력 손실이 크다. 그러므로 산지에서의 농업 환경 관리의 핵심은 토양의 유실 방지와 수질 보전이라 할 수 있다(정 등, 2003).

경사지에서의 침식은 물에 의한 침식(수식 ; Water erosion), 바람에 의한 침식(풍식 ; Wind erosion), 경운에 의한 침식(경운침식 ; Tillage erosion) 등 세가지 물리적 과정에 의하여 일어난다. 물에 의한 침식은 경사지대에 많은 비가 올 때, 또는 눈이 한꺼번에 녹아내릴 때 경작지 토양 현장에서 일어나는 침식으로 우리나라 농경지에서 가장 많이 발생하는 침식이다(정 등, 1999). 바람에 의한 침식은 건조지대 모래가 많은 토양에서 국지적으로 발생하나(정 등, 1988 ; 정 등, 1988), 물에 의한 침식만큼 광범위하게 심각하지는 않다. 경운에 의한 침식은 경사지에서 경운을 반복하면 경사면 하부로 토양이 이동하여 침식과 동일한 효과로 나타난다고 한다.

우리나라는 특히 물에 의한 침식이 많이 일어날 수 있는 지형적 특성과 기상적인 특성을 가지고 있는데 수식에 영향을 미치는 주요한 인자로는 기후, 토양, 식생, 토양관리 방법 및 지형 등을 들 수 있다. 수식에 의한 토양유실은 지표 유출수의 양과 속도를 조절하는 강우의 성질, 농지의 경사도와 경사길이, 그리고 토양의 침투성에 의하여 작물의 종류와 작부체계 및 강우의 성질에 의하여 결정된다고 한다(정, 1998).

또한 수식과 관계가 깊은 토양의 특성은 강우에 대한 토양의 투수성과 토립의 분산으로 나눌 수 있는데 토양의 투수성은 토양의 공극상태, 토양구조, 토양의 수분함량 및 배수조건 등에 따라 차이가 있고 물에 대한 토양의 분산작용이나 운반작용은 토양의 내수성 입단, 토

성, 점토광물의 종류 및 토양중 이온의 종류 등에 의하여 지배된다고 하였다(정 등, 1976).

지형의 특성은 토양 유실량과 유거수 양을 결정하는데 중요한 요인이며, 특히 경사도와 경사 길이는 경사지 농업에서 비옥한 표토를 보전하여 작물 생산성을 유지하는 중요한 요인이다. 정 등(1990)은 경사 길이별 토양 유실량을 조사한 결과 경사길이가 증가하는데 따라 사면장이 길어질수록 토양 유실량이 증가하고, 사면장이 길어지는데 따라 경사도가 증가하면 토양 유실량이 증가하며, 침식정도는 사면장보다 경사도에 더욱 큰 영향을 미치며, 단위 면적당 유거수량은 경사도에 비례하고 경사길이에 반비례한다고 하였다.

작물은 지표면을 덮어 빗방울에 의한 직접적인 타격으로부터 토양입단을 보호하여 침식을 막고, 작물의 잎과 줄기에 의하여 빗방울을 일단 멈추게 한 후 지표면에 도달하게 되므로 강우의 운동에너지를 줄일 수 있다.

또한 작물은 뿌리에 의한 토양의 입단구조를 발달시키고 피복에 의한 유속의 감소 및 작물의 증산으로 인한 토양건조 등의 효과가 있다. 그러므로 작물관리에 의한 토양 침식 방지 효과는 작물 종류, 작부체계, 재식밀도, 파종 및 수확기에 따라 다르다.

토양은 유기물이나 석회 등을 사용하여 토양입단의 형성을 좋게 하여 주는 등 토양개량을 통하여 토양의 이화학적성을 개선해 줌과 동시에 적절한 경운방법 및 멀칭방법 등에 의하여 토양침식을 현저하게 줄일 수 있고, 무경운 파종은 토층내 수분 함량을 높일 뿐만 아니라 강우의 타격력으로부터 토립의 분리 및 비산을 줄이고 그루터기 주위로 강우시 투수를 촉진시켜 토양침식을 줄일 수 있는 방법으로 등고선 재배에 비하여 1/3정도 토양 유실량을 줄일 수 있다고 하였다.

토양유실을 효율적으로 방지하기 위해서는 침식정도에 따라 보전농법을 달리 하여야 한다. 경사지 토양에서 퇴비 시용으로 무시용에 비해 토양 유실량은 33.6~44.6% 감소하였으며(윤 등, 1996), 콩재배시 부초에 의한 토양 유실량은 1/14로 감소하였고 적정 부초량은 200kg/10a이라고 하였다(김 등, 1991).

정 등(1985)은 작물 종류 및 작부체계별로 토양 유실량을 조사한 결과 나지 12.8, 옥수수 5.4, 보리-콩 3.1, 목초 1.7로 감소하며 작물을 재배함으로써 나지에 비하여 토양 유실량을 약 1/6~1/2이하로 줄일 수 있었으며, 옥수수 단작, 보리-옥수수, 밭벼 등은 토양 침식이 심하고, 콩, 보리, 콩-보리, 고추, 참깨 등은 보통이며, 고구마, 땅콩, 목초 등 피복률이 높은 작물은 토양침식이 적었다고 하였다.

제 2 절 외국의 관련기술 현황

전통적으로 농업을 보는 관점은 동서양에서 뚜렷한 차이점을 보이고 있다. 미국 유럽 등 서양에서 농업은 환경부하 산업으로 인식되어 일찍부터 친환경농업 방향으로 발전되어 온 반면에 한국 일본 등 동양에서는 농업을 자연의 일부인 녹색산업으로 취급, 안이하게 대처하여 현재의 농약 비료 등 농자재 에너지를 고투입하는 환경 파괴 농업의 결과를 초래하게 된 한 요인으로 작용하기도 하였다.

또한 산지농업의 발전단계는 해당국가의 경제 발전정도와 국민의 의식 수준에 따라서 구분된다. 선진 농업국은 직접지불제, 친환경농업 등 환경보전 농업이 제도화되고 있으며 식량 생산보다는 다면적인 기능성과 공익성을 중요시 하여 최소 경운과 함께 피복작물이 상시 지표면을 덮을 수 있는 과수, 차나무, 초지 등 영년생 작물이 재배되고 있으나 후진 농업국에서는 식량증산 위주의 농업활동이 이루어지고 있다.

미국과 유럽에서도 산지농업은 차이점이 있는데, 미국의 산지농업은 토양유실 경감에 비중을 두는 반면에 유럽에서는 경사지에 초지와 과수 등 영년생 작물을 친환경적으로 재배하는 등 특이 지형과 주어진 자연경관을 최대한 이용하는 국가 계획적 산지 농업으로 발전되고 있다.

최근 리우환경회의 이후 환경보전 문제가 세계의 주요 현안으로 대두됨에 따라 생산기 지로서의 역할 못지않게 각종 오염물질의 유일한 정화기능을 지니고 있는 토양에 대한 관심이 지대하게 되었으며, 21세기를 맞아 지구 환경보전의 행동 강령인 아이젠다 21의 지속가능한 농업 및 농촌발전 전략에도 토양지원의 합리적 이용계획 수립, 토양보전 및 복구에 대하여 강조하고 있다.

최근 외국에서 수행되어온 연구내용을 살펴보면 토양유실에 따른 유기수 중 질소인산 등 양분소실로 인한 호수 및 하천의 오염과 이러한 양분유실을 예측할 수 있는 비점오염원 예측 모형개발이 활발히 진행 중에 있다. 특히 컴퓨터 산업의 발달로 토양유실, 물 유출, 양분유실 및 농약성분의 유실을 예측할 수 있는 수학적 접근과 생태계 내 여러 가지 요인을 고려한 모델이 개발되고 있다. 그리고 토양 유실방지를 위한 첨단소재 개발과 인공 강우를 이용한 침식기작 해석 등 깊이 있는 연구가 활발히 진행되고 있다.

제 3 장 연구결과

제 1 절 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

1. 연구방법

가. 경사전 산채 도입을 위한 기초 조사

고랭지 경사전 산채 재배 가능성을 조사하기 위하여 자생 식물 자원중 현재 식용되고 있거나 시장 거래되고 있는 127 종을 조사 하였다. 고랭지 경사전에 적용하기 위해 29종에 대한 재배면적, 이용, 유통현황, 수익성, 지대별 특성 등 기초적인 검정을 실시하였다.

나. 경사전 mulch 효과 높은 산채류 선발

본 연구는 홍천군 내면 자운리에 소재한 해발고도 600m, 경사도 30%인 고랭지 경사전에서 수행하였고, 시험 재료로는 산채시험장에서 육묘한 종묘를 이용하여 2004년 11월 10일 식재하였으며 배추는 6월 상순 파종하여 8월 중순에 수확하였다. 시험구당 면적은 $4m \times 12m = 48m^2$ 로 하였고, 식재 종류별 처리 내용은 표 1-1과 같다.

표 1-1. 산채 종묘 소질 및 재식 밀도

구 분	공시 산채									
	곰취	한대리 곰 취	곤달비	참취	고 려 영경취	두릅	음나무	눈개 승마	독 활	배추
묘 령 (일)	50	50	150	50	40	150	150	50	60	20
재식거리 (cm)	40×20	40×20	30×20	20×20	40×20	100×50	150×50	50×40	60×40	60×30
10a 주수(주)	12,375	12,375	16,500	24,750	12,375	1,980	1,320	4,950	4,125	5,500

산채류 시험구는 난괴법 3반복으로 하였으며, 시비량은 경운 작업시 1년차에 전량 밑거름으로 10a 당 질소 수준으로 N 8, P 10, K 10kg 을 10a에 공통적으로 사용하였고, 2, 3년차에는 출현기 직전 웃거름으로 각각 N 8을 사용하였다. 배추는 작기당 N 32, P 7.8, K 19.8, 퇴비 3,000 kg/10a을 기비 및 웃거름으로 사용하였으며, 기타 관리는 농촌진흥

청 표준 경종법에 준하였다.

생육특성을 평가하기 위하여 출현시기, 초장 경엽중, 엽면적, 건물중, 잡초 발생량, 잔존물, 근권중, 뿌리 표면적 등을 농촌진흥청 농사시험연구 기준에 따라 조사하였다.

아울러 식미 검정을 실시하여 품질을 평가하였으며 작목별 수익성을 농촌진흥청 표준 소득표 산출 기초에 의거 분석하였다.

다. 선발 산채류의 재배법 확립

고랭지 경사전에서의 토사 유출 방지 효과가 높고 생육 적응력이 우수하면서 재배농가의 소득화가 가능할 것으로 선발된 산채를 대상으로 재배기술을 확립하고자 하였다.

선발 산채의 자생지 환경은 서식지 표고, 토양, 피음도 및 경사도를 조사하여 재배에 참고하고자 하였다. 산채는 아직 육묘 시장이 형성되어 있지 않으며 경사전 재배 사례가 없어 선발 산채의 초기 도입을 위하여 가장 중요한 번식기술을 검토하였다.

종자의 특성은 기존 문헌을 참고할 수 있는 참취, 두릅은 제외하고 눈개승마, 한대리곰취에 대해서는 종자의 무게, 천립중, 종자의 크기를 조사하여 파종시 참고할 수 있도록 하였다. 번식 방법으로는 고랭지 경사전에 직파하여 시기별로 발아율 및 생존율을 조사하였으며, 육묘 이식은 트레이 육묘방법에 대하여 적정 육묘기간과 트레이 규격을 검토하였다. 트레이 육묘와 직파를 비교 할 수 있도록 생존율을 조사하였으며, 고랭지 경사전에서의 초기 발 조형시 잡초 발생에 따른 효율적 관리를 위하여 제초 횟수별 생존율도 조사하였다. 눈개승마의 시비량에 대하여는 연구된 바가 없어 본 연구에서 시비량별 4처리구를 두어 경의 직경, 경수, 초장 등 생육과 건물 수량을 비교하였다.

눈개승마, 두릅은 발 조성 후 수량이 계속 증가하므로 년차별 수량을 조사하였다.

2. 연구결과 및 고찰

가. 경사전 산채 도입을 위한 기초 조사

우리나라에 자생하는 식물은 학자에 따라 다소 차이는 있으나 대체로 4,200 여종으로 보고 되어 있고, 그 중에서 이용이 가능한 자생식물 중 산채로 이용이 가능한 것은 480 여종으로 보고 되고 있으나(홍 등, 1999) 식용 가능한 품목을 조사한 결과 127종 으로서 국화과가 37종으로 가장 많았고 산형과 21종, 백합과 16종 순이었으며 이용 자원 현황은

표 1-2와 같다. 그러나 이 표에서 제시한 품목들 중에서도 기호도 등을 감안하여 볼 때 실제 식용되고 있는 품목수는 수십여종에 지나지 않는다(강 등, 1995).

이러한 식물들은 농가에서 일부 재배되고 있는 것들도 있지만, 대부분은 야생성을 그대로 가지고 있기 때문에 재배가 가능한지의 여부와 경제성도 검토되어야 할 것이다. 또한 경제성은 시장성 여부에 따라 크게 달라지므로 소비자 기호도 반영되어야 한다.

표 1-2. 산채 이용식물 자원 현황

<p><u>국화과(Compositae)</u> 참박쥐나물, 민박쥐나물, 박쥐나물, 수리취, 곰취, 한대리곰취, 곤달비, 참취, 삽주, 민들레, 흰민들레, 씀바귀, 선씀바귀, 별씀바귀, 번음씀바귀, 산씀바귀, 우산나물, 왕고들빼기, 고들빼기, 이고들빼기, 머위, 영경취, 고려영경취, 톱풀, 구절초, 병풍쌈, 삼잎국화, 당분취, 단풍취, 서덜취, 각시서덜취, 개미취, 쑥부쟁이, 미역취, 쑥, 땅초, 사테풀</p>
<p><u>산형과(Umbelliferae)</u> 참나물, 큰참나물, 가는참나물, 갯기름나물, 참당귀, 파드득나물, 갯방풍, 미나리, 강활, 갯기름나물, 기름나물, 산기름나물, 누룩치, 어수리, 고본, 바다나물, 참반디, 붉은참반디, 궁궁이, 토천궁, 전호</p>
<p><u>백합과 (Liliaceae)</u> 층층등굴레, 등굴레, 밀나물, 원추리, 비짜루, 비비추, 달래, 청미래덩굴, 산부추, 참산부추, 산마늘, 산옥잠화, 윤판나물, 풀솜대, 무릇, 열레지</p>
<p><u>초롱꽃과(Campanulaceae)</u> 잔대, 모시대, 영아자, 초롱꽃, 섬초롱꽃, 더덕, 도라지</p>
<p><u>두릅나무과(Araliaceae)</u> 두릅나무, 읍나무, 오갈피나무, 가시오갈피, 독활</p>
<p><u>명아주과(Chenophodiaceae)</u> 수송나물, 나문재, 땀싸리</p>
<p><u>배추과(Cruciferae)</u> 싸리냉이, 논쟁이냉이, 냉이, 황새냉이, 개갓냉이, 속속이풀, 미나리냉이</p>
<p><u>장미과(Rosaceae)</u> 눈개승마, 양지꽃, 질신나물</p>
<p><u>기타</u> 조팝나무(조팝나무과), 나비나물, 갈퀴나물, 활랑나물(콩과), 메꽃(메꽃과), 참죽나무(멸구슬나무과), 방아풀, 팥대수염, 속단, 소엽(꿀풀과), 줄(벼과), 마타리(마타리과), 뚝갈(마타리과), 국수나무(장미과), 참바위취, 바위취, 고향나무(범의귀과), 화살나무(노박덩굴과), 고비(고비과), 고사리(고사리과), 비름(비름과), 질경이(질경이과), 다래나무(다래과), 산초나무(산초과), 큰까치수영(앵초과), 돌나물, 기린초(돌나물과)</p>

산채류 자원들 중에서 비교적 포장 적응성, 수량성, 번식방법 등이 용이하며 소비자 식품으로 이용하기가 좋은 품목들은 농가에서 재배화 되고 있다. 농가 재배품목은 표 1-3 과 같이 29종 이었으며 재배면적은 더덕이 가장 많았고 도라지, 참취 순이었다. 거래량이 많은 품목들은 도매시장에서 거래되고 있었으며 일부 품목들은 일반 채소와 같이 소비자가 언제나 접할 수 있도록 시장에서 구매가 가능하였고 소비 시장이 작고 계절 편중이 심한 품목들은 아직까지 직거래 수준에서 벗어나지 못하고 있는 품목들도 있었다. 소득이 높은 품목은 독활, 산마늘, 씬바귀, 참취 등이었다.

표 1-3. 농가재배 품목의 소득 및 유통형태

식 물 명	재배면적 (ha)	소 득 (천원/10a)	유통형태		
			직거래	중간상	도매시장
고들빼기	225	1,833			
고 사 리	473	1,579			
고려엉겅퀴	19	1,949			
곤 달 비	108	1,175			
곰 취	42	2,220			
한대리곰취					
냉 이	67	1,193			
누 룩 치	2	1,500			
눈개승마	31	1,250			
달 래	378	1,749			
참 당 귀	1				
더 덕	3,045	1,327			
도 라 지	740	1,737			
돌 나 물	51	825			
두 름	557	1,989			
머 위	49	1,373			
미 역 취	1				
쑥부쟁이	1				
산 마 늘	9	2,900			
어 수 리	4				
엉 겅 퀴	1				
영 아 자	1				
음 나 무	75	1,354			
음 원 추 리	18	1,867			
잔 대	10	1,109			
참 취	721	2,471			
독 활	179	4,973			
쑥	106	2,367			
썬 바 귀	17	2,489			

이용 형태는 짚, 무침, 절임, 국거리, 목나물 등 이었으며 이용 부위는 각 식물별로 잎, 순, 줄기, 뿌리, 꽃 등 다양하나 잎과 순을 이용하는 식물이 대부분이고 뿌리를 이용하는 식물은 소수였다.

표 1-4. 이용 부위 및 이용 형태

식물명	이용부위				이용형태		
	전초	순	잎	뿌리	생채	목나물	기타
고들빼기	○						○
고사리		○				○	
고려엉겅퀴		○	○			○	○
곤달비			○		○	○	○
곰취			○		○	○	○
한대라곰취			○		○	○	○
냉이	○						○
누룩치			○		○		○
눈개승마		○			○		
달래	○				○		
참당귀			○		○		○
더덕				○	○		○
도라지				○			○
돌나물		○			○	○	
두릅		○					○
머위			○			○	
미역취		○	○			○	○
쑥부쟁이		○	○		○		○
산마늘			○		○		
어수리			○			○	
영경취			○		○		
영아자			○				○
음나무		○					○
원추리			○		○		
잔대			○	○	○	○	○
참취			○			○	○
독활		○					○
쑥			○		○		○
쑥바귀				○	○		○

고랭지 경사전 산채 도입을 위해서는 stubble mulch 효과가 높으면서 농가의 소득화가 가능한 품목을 선정해야 한다. 따라서 농가에서 재배되고 있으면서 시장 유통이 가능한 품목을 대상으로 하여 지대별 환경 적응성을 검토하였다.

표고 600m 이상 지역에서 적응성이 좋은 산채류는 표 1-5에서 보는 바와 같이 고려엉

경취, 곤달비, 곰취, 한대리곰취, 누룩치, 참당귀, 더덕, 두릅, 영아자, 음나무, 참취, 독활이었으며 12종 중에서 최종적으로 9종을 본 시험 대상으로 선정하였다. 참당귀는 2년만에, 더덕은 2~3년만에 뿌리를 굴취하여 수확해야 하므로 작토층 반전에 의한 토양유실을 촉진하게 되고, 수확후 포장 갱신 주기가 짧은 편이어서 대상 작목에서 배제하였고, 영아자는 미세종자로서 직파가 어렵고 파종 후 생존율이 매우 낮아 제외하였다.

표 1-5. 지대별 도입 가능 품목

지대별	도입 가능 품목
400m이하 평산지	고들빼기, 고사리, 냉이, 도라지, 돌나물, 두릅, 머위, 독활, 쪽, 씌바귀
400~600m 준고랭지	고들빼기, 고사리, 고려엉겅퀴, 곤달비, 곰취, 한대리곰취, 달래, 더덕, 도라지, 두릅, 미역취, 쪽부쟁이, 어수리, 엉겅퀴, 음나무, 원추리, 잔대, 참취, 독활, 산마늘
600m이상 고랭지	고려엉겅퀴, 곤달비, 곰취, 한대리곰취, 누룩치, 참당귀, 더덕, 두릅, 영아자, 음나무, 참취, 독활

나. 경사전 mulch 효과 높은 산채류 선발

(1) 지상부 생육특성 평가

작물은 지표면을 덮어 빗방울에 의한 직접적인 타격으로부터 토양입단을 보호하여 침식을 막고 작물의 잎과 줄기에 의하여 빗방울을 일단 멈추게 한 후 지표면에 도달하게 하므로 강우의 운동에너지를 줄일 수 있다.

또한 작물이 생육을 하고 난 후의 낙엽과 줄기를 포함한 잔존물은 강우에 의한 유거수의 유속을 감소시키거나 토양의 입단을 좋게 하여 수분 보지력을 강화시키게 되므로 작물의 생육 속도와 피복도는 경사지 보전에 있어서 매우 중요한 의미를 갖는다.

(가) 출현

강원도 고랭지 지역의 주산작목은 대체로 여름 무 배추를 비롯하여 감자, 양채류 등인데 감자의 경우에는 4월 하순경 파종하면 5월 중순경에 경엽이 출현하게 되며, 무·배추는 5월 하순부터 본밭 정식이 이루어지게 되므로 5월 중순 이전에는 경제적 이윤을 추구하면서 토양을 피복할만한 대응작물이 거의 없는 실정이므로 거의 나지상태로 표토가 노

출될 수밖에 없다.

출현 시기는 식생에 의한 강우인자 값을 정하는데 중요한 요소로 출현시기가 빠르면 빠를수록 우식에 의한 유실계수는 감소할 것으로 사료되나, 경제적 측면에 있어서는 출현시기의 조만에 따라 동해 및 서리피해 등 가식부위의 손상 등 경제적인 면에 영향을 줄 수 있으므로 상호 관계를 고려하여 출현시기의 적정성을 선발 지표로 삼아야 한다고 본다.

표 1-6은 표고 600m지대 산채 재배지의 출현 시기에 해당하는 4월 상순 ~ 5월 상순의 최저온도 극값을 2005년부터 2007년까지 3년간 조사하고, 출현 중에 있는 산채류 품목별로 가식부위를 채집하여 0.5℃ 단위로 실내의 Growth Chamber 내에서 3시간씩 경과시킨 후 시료를 Reconditioning하여 동상해 피해로부터 안전한지를 시험한 결과이다.

표 1-6. 산채 출현 시기의 동상해 온도와 동상해 안전성 평가

(2005~2007년, 홍천 내면, 표고 600m)

구 분	곰취	한대리 곰 취	곤달비	참취	고 려 영경취	두릅	음나무	눈개 승마	독활
출 현 시 기(월.일)	4.12 ~ 4.16	4.12 ~ 4.16	4.12 ~ 4.14	4.16 ~ 4.22	4.26 ~ 5.2	5.2 ~ 5.7	5.4 ~ 5.9	4.13 ~ 4.18	4.23 ~ 4.28
최저온도극값(℃)	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.2	-0.3	-0.3	-2.4	-2.3
동상해 온도(℃)	-4.5	-5.0	-5.0	-4.5	-4.5	-2.5	-2.5	-4.0	-1.5
동상해 안전성	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+

* +++ 안전성 강 ~ + 안전성 약

고랭지 지역 600m 지대에서 있을 이용하는 초본성의 산채류 출현시기는 곤달비 4.12~4.14, 곰취 및 한대리곰취 4.12~4.16, 참취 4.16~4.22, 고려영경취 4.26~5.2일 순이었고 숙근 내지는 목본의 어린순을 이용하는 산채류의 출현시기는 눈개승마 4.13~4.18, 독활 4.23~4.28, 두릅 5.2~5.7, 음나무 5.4~5.9일 순이었다.

산채 종류별로 출현하는 시기에 3년간 최저 극 기온은 4월 중순 -2.4℃, 4월 하순 -2.2℃, 5월 상순 -0.3℃로 영하의 기온으로 하강하는 빈도가 높았다.

Chamber 내에서 처리한 산채류 중 곤달비는 -5.0℃, 곰취와 참취, 고려영경취는 -4.5℃, 눈개승마 -4.0℃, 음나무, 두릅 -2.5℃, 독활 -1.5℃에서 잎 끝이 수침상으로 변하면서 동상해 피해가 발생하기 시작하는 것이 관찰되었다.

자연환경 하에서 이 시기의 대부분 산채류는 품질에 손상을 주는 정도로의 기상재해는 거의 없었던 것으로 보아 안전한 것으로 판단되나 독활의 경우 실내 실험에서 -1.5°C 에서 동해 피해가 발생되었다.

실제로 2007년 4월 26일 일찍 출현한 개체에서 어린 싹의 잎 끝이 동상해 피해를 입은 경우가 관찰 되었는데 기상자료 관독결과 최저 극기온이 -2.2°C 에 짧은 시간동안 조우된 상태로 기록되어 있음을 확인하였다(그림 1-1).

이의 결과로 고찰해 볼 때 표고 600m이상의 지대에서 순채 이용을 목적으로 독활을 재배한다면 어린순이 동해 피해를 입을 수 있는 가능성이 있으므로 고랭지보다는 남부지역이나 표고가 낮은 저지대에서 재배하는 것이 바람직할 것으로 으로 판단된다.



정상 생육

동해 피해

그림 1-1. 곰취와 독활의 생육초기 내 저온성 비교

(나) 초 장

농작물의 지상부 특성 중 초장 신장능력은 실제로 재배포장에 있어서 잡초 경쟁에 유리할 뿐만 아니라 강우에 의한 완충능력에 영향을 미친다고 한다.

윤 등(1995)에 의하면 초장 신장 능력이 큰 화본과의 상번초와 줄기가 길지 않고 잎이 지표 가까이에만 무성한 화본과의 하번초를 초지 조성하여 비교 시험한 결과 상번목초가 하번목초에 비해 잡초경감과 토양유실 방지 효과가 우수하다고 하였다.

그림 1-2는 고랭지 경사전에서의 산채 종류별 초장 성장 특성을 비교한 것으로 엽 이용 산채류인 고려영경귀는 초장 생장이 1~2년차에서 가장 왕성한 신장력을 보이다가 3년

차에는 생장이 현저히 저조한 경향을 보였다.

고려엉겅퀴는 생육이 왕성할 경우 1년만에 추대하나 생육이 부진한 경우에는 2~3년 만에 추대하게 되며 추대된 식물체의 약 70%는 고사하는 것이 일반적이다. 따라서 고랭지 경사전에 고려엉겅퀴를 재배할 경우 약 50~60%가 식재당년에 개화하고 나머지 40~50%가 이듬해 개화함으로써 3년차에는 고려엉겅퀴가 거의 사멸한 상태가 되므로 2년마다 한번씩 재식재하여야 할 것으로 판단되었다.

참취는 다년생의 숙근성 식물로 발아 1년차에는 추대하지 않고 근출엽 성장을 하는 것이 일반적이다. 그림에서 보는 바와 같이 1년차에는 지표면 30cm 내외에서 생장을 하고 2년차 6월부터 추대 의한 화경신장이 급격히 진전되어 9월경에 최대에 도달하였다. 3년차에도 2년차와 같은 왕성한 성장반응을 보였으며 고랭지에서의 적응력이 우수한 것으로 판단되었다.

한대리곰취는 1~2년차 모두 성장 속도가 다소 둔화된 반응을 보였는데 이는 곰취 특성상 근출엽 성장을 하기 때문에 키가 작은 것으로 풀이된다, 아울러 곰취와 곤달비는 음지성 식물로 양지에서의 생육이 매우 둔화되는 경향을 보였다.

엽채

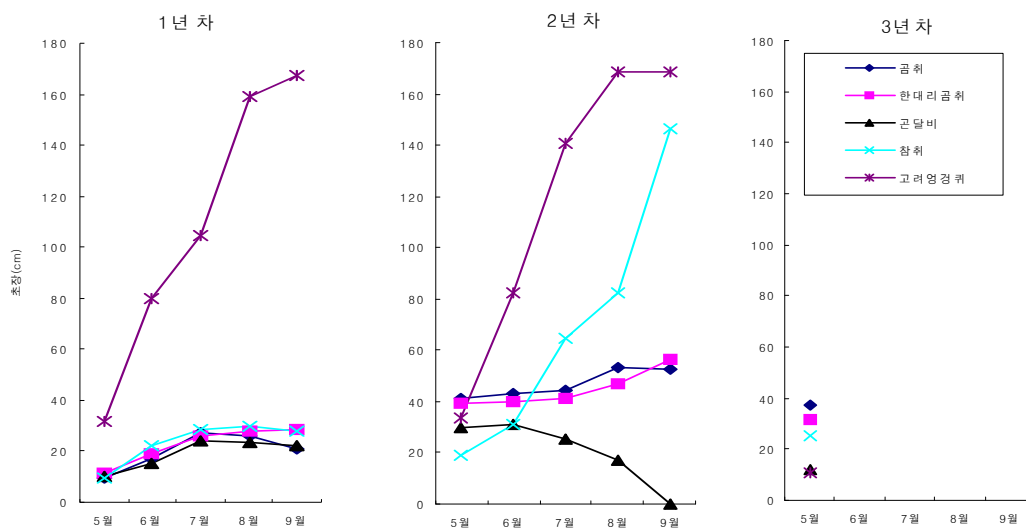


그림 1-2. 고랭지 경사전 식재 산채류의 초장 생육

(그림 계속)

순채

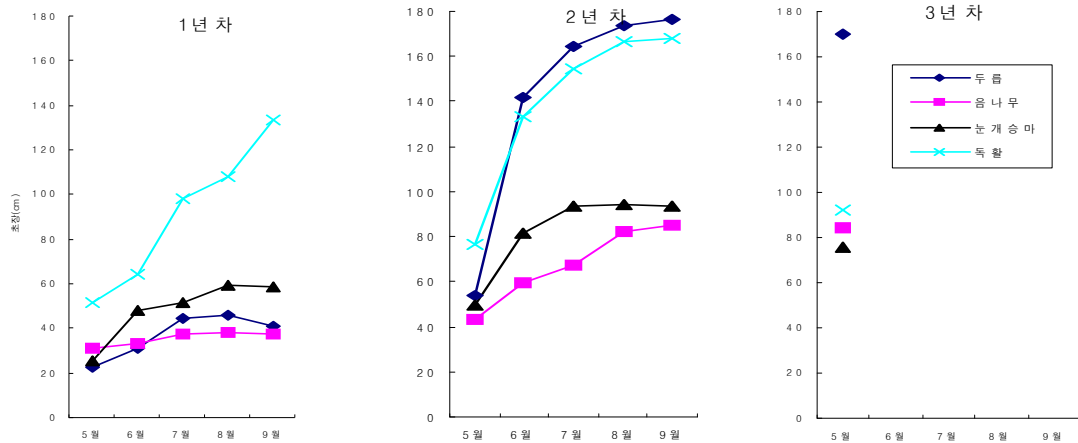


그림 1-2. 고랭지 경사전 식재 산채류의 초장 생육

순채류 중 독활은 식재 1년차에도 이식성이 뛰어나 활착과 동시에 7월까지 빠른 생장을 나타냈으며 9월에 최대 생장에 도달하였고 식재 연한이 길수록 더욱더 왕성한 성장 패턴을 나타내었다.

두릅은 식재 1년차에는 다소 완만한 성장량을 보이다가 2년차부터 왕성한 생육을 보였는데 식재 직후의 활착 기간이 다소 긴 특성을 가진 때문으로 풀이 된다. 눈개승마는 식재 1, 2, 3년차 모두 안정적인 성장량을 보였는데 5~7월의 초기 성장력이 우수한 특성을 보였다. 음나무는 식재 당년에는 거의 생장을 하지 않은 상태를 보이다가 식재 2년차부터 다소의 성장반응을 보이는 것으로 나타났다.

결론적으로 초장신장에 있어서 엽 이용 산채는 고려영경퀴와 참취가 우수하였고 어린순 이용 산채 중에는 독활, 두릅, 눈개승마가 우수하였다.

(다) 경엽 발달

토양침식은 바람에 의하여 혹은 흐르는 물에 의하여 일어나는 것이지만 우리나라는 7~8월의 장마기 집중 호우에 의한 토양유실이 가장 심각하다.

수식에 영향을 미치는 주요한 인자로는 기후, 토양, 식생, 토양관리 방법 및 지형 등을 들 수 있으며 이들 인자 가운데 기후인자와 지형인자는 인력으로 조절하기가 사실상 불가

능하지만 식생과 토양관리 방법 그리고 토양특성 인자에 대하여는 침식에 대한 억제와 조절이 가능하다.

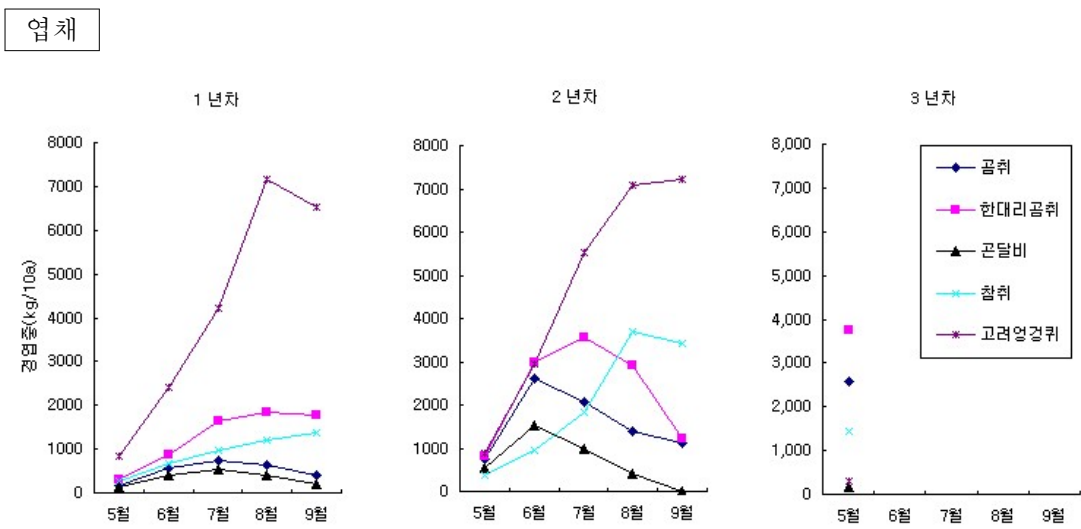
강우기의 식생은 지표면의 직접적인 타격을 막고 지표면에서의 유속을 감소시키며, 경엽의 증산작용은 토양수분의 함수율을 낮게 하는 효과가 있으며 작물관리에 의한 토양침식 방지 효과는 작물의 종류, 작부체계, 재식밀도, 파종 및 수확기 등에 따라 다르다고 한다(정 등, 1998).

고랭지 경사전에서의 산채류 성장속도는 잡초 경합, 표토 유실의 방지 기능, 농가의 산채 재배 수익성 등을 결정하는데 중요한 요소가 되는데 산채 종류별 지상부 성장량을 측정한 결과는 다음과 같다(그림 1-3).

엽채류인 경우 고려엉겅퀴는 1~2년차 모두 초기의 왕성한 성장반응을 보였으며 8월경에 최대 경엽중에 도달하였다. 또한 한대리곰취는 식재 1년차에도 꾸준한 경엽 신장력을 보여 9월에 최대 경엽중에 도달하였으나 2년차에는 7월이후 점차 쇠퇴하는 경향을 보였다. 이는 2년차에 집중호우의 영향으로 조기낙엽이 유도된 결과로 풀이 된다.

그러나 참취의 경우에는 식재 1~2년차에 걸쳐 꾸준한 경엽 신장량을 보여 8~9월경에 최대에 달한 것은 강우에 대한 병해 발생 등 재해 적응력이 높은 결과로 해석된다.

반면 곰취, 곤달비는 완만한 경엽중 증가를 보이다가 6~7월 장마기에 조우되면서부터 경엽이 쇠퇴하는 경향을 보였다.



(그림 계속)

순채

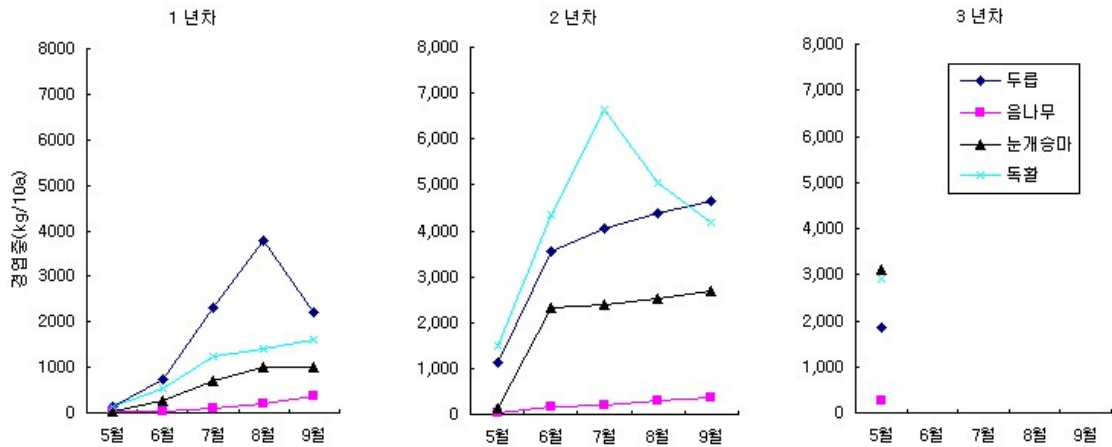


그림 1-3. 고랭지 경사전 식재 산채류의 경엽중

순채류에 있어서 경엽 성장량은 두릅과 독활이 가장 왕성한 생육을 보였는데 식재 1년차에서는 독활이 두릅 생육보다 우세하였고 반면 2년차에는 독활보다 두릅이 우세한 경향을 나타내었으며, 이들 모두 장마기에 해당하는 7월 이후에 최대 경엽중을 나타내고 있어 토양 유실방지에 매우 효과적일 것으로 판단되었다.

다음은 눈개승마로 경엽 성장량은 1~2년차 모두 꾸준히 증가하여 9월경에 최대에 도달하였다. 경엽중의 지속적인 증가는 병해충, 고온, 건조, 강우 등에 적응력이 강한 것으로 판단되었다.

음나무는 순채류 중 매우 완만한 성장증가 속도를 보였는데 이러한 현상은 일반 평지지역의 밭에서도 흔히 관찰되는 사항으로 식재후 5~7년이 경과하여 재배성기에 도달한 재배포장은 지상부 성장량이 매우 왕성하게 이루어지고 있음을 알 수 있다.

따라서 본 실험에서 식재후 3년까지의 유묘단계의 지상부 특성만을 언급하는 것은 단위기간내에 얼마나 빨리 경엽중 증가 있었느냐 하는 문제를 고찰하는 것이고 3년 이후의 특성 평가는 별개의 측면에서 평가가 이루어져야 할 것이다.



3년생



7년생

그림 1-4. 음나무 재배 연차별 생육 전경

주요 시기별로 산채류의 물질생산 특성을 알아보기 위하여 생육 시기별로 단위 면적당 1일 건물 생산량을 나타내는 개체성장속도(CGR)를 분석한 결과는 표 1-7에서 보는 바와 같다.

곰취의 1일중 건물생산량은 1년 중 5월이 가장 높은 신장율을 보였는데 3년차에 도달할 때까지 계속 증가하는 경향을 보였다. 7월경에는 매우 완만한 증가량을 보이거나 2년차의 경우 오히려 감소하는 것으로 나타났는데 이의 원인은 7월중 장마기에 경엽이 고사한 때문으로 판단된다.

한대리곰취의 1일중 건물생산량은 1년 중 5~7월 중에 가장 높은 증가율을 보였으며 연차별로는 3년차 5월에 가장 높은 왕성한 성장을 하였다. 한대리곰취는 곰취와는 달리 7월 중에도 왕성한 생육이 이루어진 것은 고온 적응성이 높았던 것으로 풀이된다. 다만 2년차 7월에 건물중의 감소는 장마기와 조우시 경엽의 고사가 있음을 시사해 준다. 한대리곰취의 생육은 9월경에 쇠퇴기에 접어들면서 고사경엽이 증가함으로서 지상부 건물중이 점차 감소하는 경향을 보였다.

곤달비의 1일중 건물생산량은 곰취, 한대리곰취에서와 같이 5월에 높은 증가율을 보였으며 2년차 5월에 최고의 증가율을 나타낸 이후 3년차 5월에는 성장량이 급격히 저하하였는데 대체로 곤달비는 고랭지 경사전에 적응력이 낮아 7월이후 급격한 지상부 고사가 이듬해 경엽의 성장에 크게 영향을 미친 때문으로 풀이된다.

참취의 1일중 건물생산량은 계절별로 살펴보면 대부분의 산채류는 5월이 가장 왕성한 성장을 보이는 반면, 참취는 7월에 가장 높은 성장량을 나타냈으며, 건물중의 감소 없이 5

월부터 9월까지 꾸준한 성장을 하였음을 알 수 있다. 이는 고온과 장마 등의 강우에도 경영의 고사가 없었음을 시사해주며 연차별 성장량이 꾸준히 증가하는 것으로 보아 고랭지 경사전에서의 적응력이 높은 것으로 판단되었다.

또한 참취 식재 1년차에는 비교적 완만한 생장이 이루어고 2년차부터 성장량이 높게 나타났는데 이는 참취 특성상 1년차에는 유효기간이 길고 근출엽 상태로 생장이 이루어지다가 2년차 7월부터 추대에 의한 경영신장이 활발히 이루어지기 때문이다.

고려엉겅퀴의 1일중 건물생산량을 계절별로 보면 위에서 언급한 산채와는 달리 식재 1년차에도 5월부터 7월까지 왕성한 성장량 증가를 보였으며, 7월이 가장 높은 증가량을 나타냈다. 고려엉겅퀴는 생육환경이 좋으면 식재 당년부터 추대하는 특성을 가지고 있는데 최대 성장시기는 추대가 왕성하게 이루어지는 시기가 7월경에 해당된다. 시기적으로 9월은 고려엉겅퀴의 개화 결실기로 경영의 과번무에 의해 하엽이 점차 고사하게 되면서 경영중이 급속하게 감소로 이어지게 된다. 고려엉겅퀴는 일단 추대하게 되면 약 70%가 고사하게 되는데 실제 재배포장에서는 추대하지 않은 개체들이 2년차에도 지속적인 성장을 하게 됨으로서 외견상으로는 정상적인 생육과 경영의 감소가 없는 것으로 보이지만 3년차에 이르러서는 10%내외만이 생존하기 때문이다.

따라서 3년차 5월에 경영의 급격한 감소의 원인은 2년차에 걸쳐 고려엉겅퀴가 추대하여 전년도 10월경에 낙엽과 동시에 고사하였기 때문이며, 고려엉겅퀴를 고랭지 경사전에 식재할 경우 2년에 한번씩 식재를 하여야 한다는 문제점이 있다.

두릅의 1일중 건물생산량은 식재 1년차 5월에 낮은 성장율을 보이다가 활착이 완료된 7월경에 최대 증가율을 보였다. 연차별로 살펴보면 1년차의 식재 직후 활착기를 제외하고는 2~3년차의 5월에 가장 왕성한 성장량을 나타냈다.

음나무의 1일중 건물생산량은 식재 1~3년차 모두 매우 낮은 성장량을 보였다. 음나무는 평지의 일반 밭토양에서도 3~4년간은 대체로 생장이 느리며 5~7년이 되면 비로소 왕성한 성장을 하게 되므로 장기재배에 대한 별도의 고찰이 요구된다 하겠다. 또한 음나무는 생육환경이 부적합할 경우 생장이 매우 느린 경향이 있는데 이는 음나무 재배지의 토양이 식질토양 일수록 토양 통기성이 좋지 않을 경우 생육은 더욱 더 저조한 경향이 있으므로 음나무 재배시 고려해야 할 사항으로 판단된다.

눈개승마의 1일중 건물 생산량은 계절별로 보면 식재 1년차인 5월에 매우 낮은 성장율을 보이다가 활착이 완료된 7월경에 최대 증가율을 보였고 9월경에 생육이 둔화되는 경향이 있었다. 2년차에는 5월경에 왕성한 경영 신장율을 보였고 3년차 5월에 더욱더 증가된 건물생산이 이루어짐으로서 고랭지 지역에서의 적응력이 우수한 것으로 판단되었다.

표 1-7. 고랭지 경사전 식재 산채의 1일 성장량(CGR)

(g/m²/day)

구 분	1년차			2년차			3년차
	5월	7월	9월	5월	7월	9월	5월
곰 취	0.56	0.06	-1.40	1.79	-2.91	-0.48	2.39
한대리곰취	0.95	4.45	-0.37	1.81	1.73	-2.77	5.40
곤 달 비	0.42	-0.66	-0.51	1.00	-2.27	0.00	0.45
참 취	0.65	0.99	0.79	0.69	4.51	2.69	3.09
고려엉겅퀴	4.15	5.95	-5.19	2.75	8.03	-4.83	1.31
두 립	0.76	8.69	-6.50	5.17	3.16	1.31	10.02
음 나 무	0.01	0.19	0.57	0.18	0.12	0.11	1.19
눈개승마	0.04	2.07	0.70	0.72	0.10	0.11	18.98
독 활	0.74	2.52	0.75	8.98	9.09	-0.81	14.36

(라) 엽면적 지수

엽면적은 경엽을 이용하는 산채의 수량을 결정짓는 중요한 요소가 될 뿐만 아니라 강우에 의한 완충 능력을 향상시켜 토양 유실량을 적게 하고 지표면 온도상승을 억제하여 수분 증발량을 적게 하고 잡초 발생을 경감시키는 등 계절적으로 엽면적의 다소에 따라 영향을 미치게 된다.

그림 1-5는 산채류 종류별 엽면적의 경시적 변화를 나타낸 그래프이다. 엽을 이용하는 산채류 중에 고려엉겅퀴가 엽신장 속도가 가장 높았는데 식재 당년인 1년차 엽면적 지수는 5월부터 급속하게 증가하여 9월경에 14.7로 최대에 도달하였고, 10월 중순경에 4.5내외로 감소하였다. 2년차에도 1년차와 마찬가지로 엽면적 증가는 9월경에 최대에 도달하였는데 엽면적 지수는 13.4 내외로 1년차보다 다소 낮은 경향치를 보였다. 3년차 5월의 엽면적 지수는 0.1 내외로 전년 동기에 비해 급격히 저하하였는데 고사 개체수 증가에 따른 엽면적 감소와 비료 부족에 의한 생육 저조에 따른 것으로 판단되었다.

참취는 1년차에 엽면적이 매우 완만한 증가 경향을 보이다가 9월에 엽면적 지수 2.1로 최대에 달하였다. 2년차에는 화경 신장과 함께 엽면적 증가가 급속하게 이루어져 9월에 8.3으로 최대에 도달하였고, 10월 중순경에 1.6 내외로 감소하였다. 3년차 5월의 엽면적 지수는 1.9로 전년 동기 4배에 가까운 엽면적 증가량을 보여 우수하였다.

한대리곰취는 1년차에 엽면적이 매우 완만한 증가 경향을 보였으며 7월에 엽면적 지수 1.1로 최대에 달하였고 2년차에 다소 증가하여 엽면적 지수 3.7로 최대에 도달하였다. 3년차 5월의 엽면적 지수는 3.3으로 전년 동기 0.7에 비해 무려 5.3배에 가까운 증가량을

보였는데 이는 분얼경이 증가하여 분얼경당 엽수 확보에 따른 영향으로 경사전 피복효과 측면에서 고찰해 볼 때 매우 우수하였다.

그 외 곰취와 참취는 엽신장력이 빈약하고 7월 이후에 고온과 장마 등 경영 손실이 심하였고 3년차에 고사 개체수가 증가하는 등 전반적으로 고랭지 경사전에서 적응력이 떨어지는 것으로 판단되었다

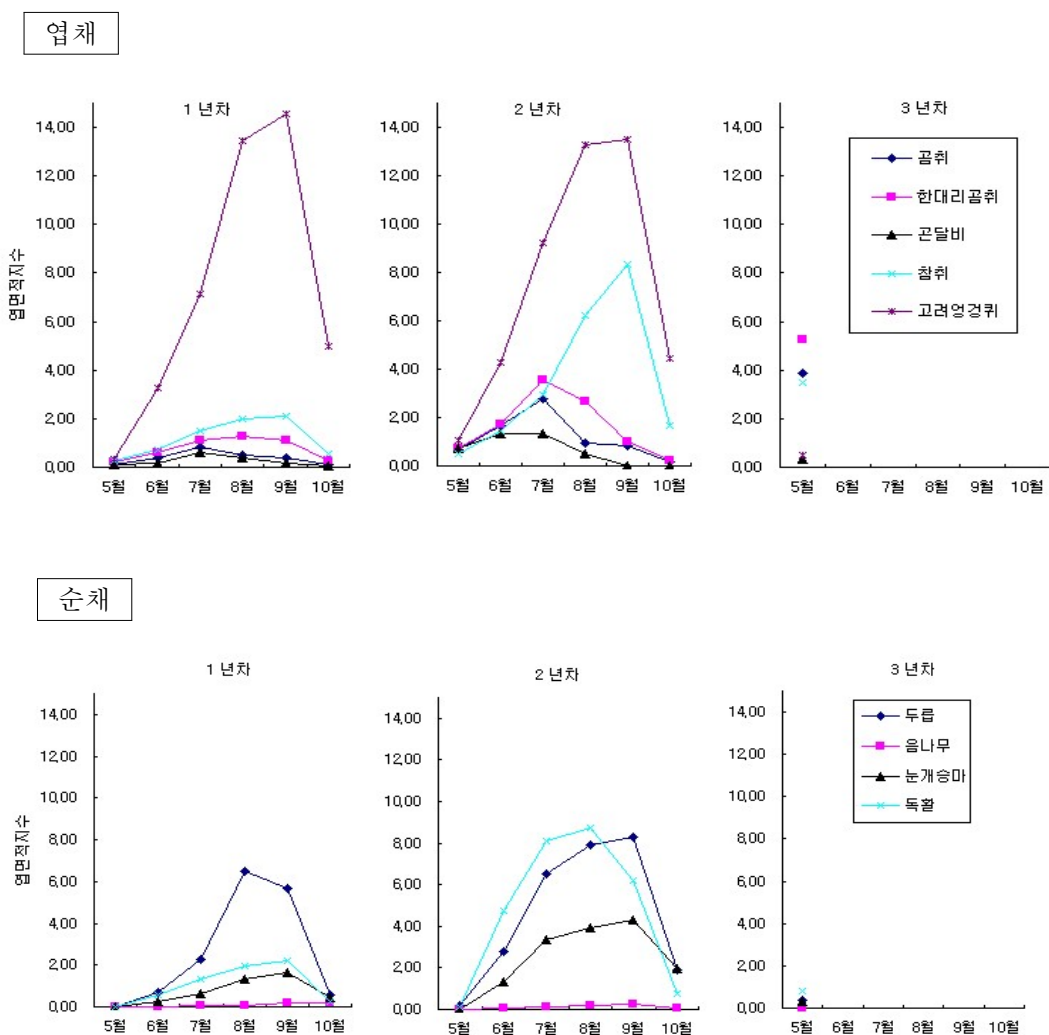


그림 1-5. 고랭지 경사전 산채류의 엽면적 지수(LAI)

순을 이용하는 산채류 중에 두릅의 경우 엽면적이 우수하였는데 1년차 8월의 엽면적 지수는 7.0이었고 2년차에는 9월에 8.3으로 최대에 달했다. 3년차 5월의 엽면적 지수는 0.4로 전년 동기 0.2 에 비해 2배 높은 증가율을 나타내 고랭지 경사전에서 적응력이 우수한 것으로 판단되었다.

독활은 식재당년인 1년차 9월의 엽면적 지수는 2.2 였고 2년차에는 8월에 8.7로 최대에 달했다. 3년차 5월의 엽면적 지수는 0.8로 전년 동기 0.1에 비해 8배의 높은 증가율을 나타내 고랭지 경사전에 적응력이 우수한 것으로 판단되었다.

눈개승마는 식재당년인 1년차 9월의 엽면적 지수는 1.6이었고 2년차에는 9월에 4.3으로 최대에 달했다. 3년차 5월의 엽면적 지수는 0.4로 전년 동기 0.1에 비해 무려 4배의 증가율을 나타내 고랭지 경사전에 적응력이 우수한 것으로 판단되었다.

옴나무는 식재당년인 1년차 9월의 엽면적 지수는 0.2이었고 2년차에는 9월에 0.4로 최대에 달했다. 3년차 5월의 엽면적 지수는 0.2로 매우 저조한 생육을 하여 고랭지 경사전에서의 단기간내 회복을 할 수 있는 작목으로는 미흡하였다.

결론적으로 단기간 내의 엽면적 확보 면에서 가장 유리한 엽이용 산채로는 고려엉겅퀴, 참취, 한대리곰취 순이었고 어린순을 이용하는 산채로는 두릅, 독활, 눈개승마 등이었으며 곰취, 곤달비, 옴나무는 적응성이 떨어지는 것으로 사료되었다.

그림 1-6은 고랭지 경사전 식재 산채류 종류별로 장마기 직전인 6월 30일에 엽면적과 피복도를 조사한 그래프이다.

엽면적 지수와 피복도가 높은 산채는 고려엉겅퀴와 두릅, 독활이었으며 고려엉겅퀴는 1년만에 두릅과 독활은 2년만에 지표면 피복도 1에 접근하는 왕성한 생육을 나타내 단기간 피복작목으로 매우 우수하였다.

정 등(1995)은 작물종류 및 작부체계별로 토양 유실량을 조사한 결과 나지 12.8 Mg /10a, 옥수수 5.4 Mg /10a, 보리-콩 3.1 Mg /10a, 목초 1.7 Mg /10a로 감소하며 작물을 재배함으로써 나지에 비하여 토양 유실량은 약 1/6~1/2이하로 줄일 수 있다고 하였으며, 옥수수 단작, 보리-옥수수, 밭벼 등은 토양 침식이 심하고, 콩, 보리, 콩-보리, 고추, 참깨 등은 보통이며, 고구마, 땅콩, 목초 등 피복률이 높은 작물은 토양침식이 적었다고 한바와 같이 엽면적과 피복도 높은 산채류가 토양 유실량을 저감시키는 효과가 클 것으로 사료된다.

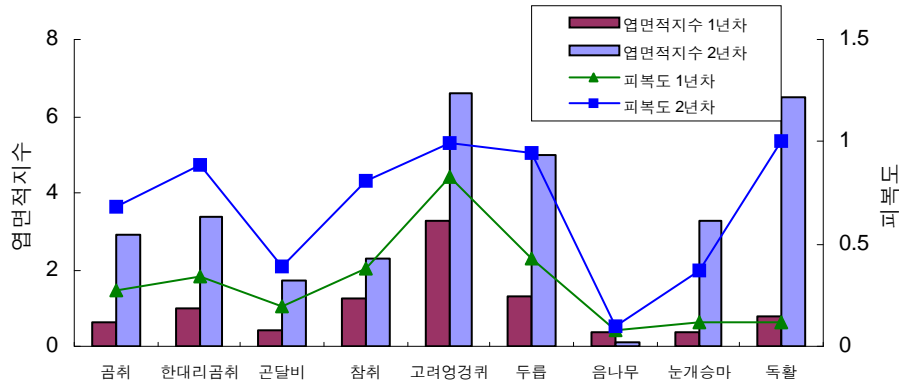


그림 1-6. 고랭지 경사전 산채류의 엽면적 지수(LAI)와 피복도

(마) 잡초 경합

표고 600m 지대의 경사전 포장에 분포하는 우점 잡초는 계절별로 봄에는 개망초 (*Erigeron annuus* L.)가 주를 이루며, 바랭이(*Digitaria ciliaris* Koel.), 개여뀌 (*Persicaria blumei* Gross), 쑥(*Artemisia princeps* Pampan.), 명아주(*Chenopodium album* L.) 등이었고, 가을에는 바랭이가 주를 이루며 들피(*Echinochloa crus-galli* Beauv.), 개망초, 개여뀌, 쑥 등이었다.

표 1-8. 고랭지 경사전 지역의 우점 밭 잡초

구 분	우 점 초 종 (%)
봄	개망초(45), 바랭이(17), 개여뀌(13), 쑥(12), 명아주(8), 기타(5)
가을	바랭이(52), 들피(16), 망초(13), 여뀌(7), 쑥(6), 기타(6)

고랭지 경사전에 산채류를 식재하였을 때 식재 1년차부터 3년차까지 밭잡초 발생량을 조사한 결과는 표 1-8에서 보는 바와 같다.

잡초 발생량은 전반적으로 나지상태보다 작물이 재포되어 있는 상태에서 현저한 잡초경감 효과를 가져왔는데 재포기간이 배추처럼 짧은 작목보다는 산채류와 같이 긴 작목이 잡초경감 효과가 큰 것으로 나타났으며 산채류 중에서도 생육이 왕성하여 피복도가 높은 산채가 그렇지 않은 산채에 비해 잡초 경감효과가 탁월하였다.

표 1-9. 고랭지 경사전 산채류 재배지의 잡초 발생량 비교

구 분	잡초 건중 (g/m ²)					비율 (%)	잡초경감 효과	
	1년차	2년차	3년차	3년평균	누계			
곰 취	12.2	6.3	5.5	8.0	24.0	3.1	++	
한대리곰취	11.7	6.2	3.2	7.0	21.1	2.8	+++	
곤 달 비	13.3	38.3	29.2	26.9	80.8	10.6	+	
참 취	12.7	6.1	1.1	6.6	19.9	2.6	+++	
고려영경취	5.4	4.1	3.6	4.3	13.1	1.7	+++	
두 립	11.2	6.3	4.4	7.3	21.8	2.9	+++	
음 나 무	15.1	11.3	5.2	10.5	31.6	4.1	++	
눈 개 승 마	11.2	7.9	2.4	7.2	21.5	2.8	+++	
독 활	10.7	5.2	2.6	6.2	18.5	2.4	+++	
대 비	배추	54.4	73.2	27.0	51.5	154.6	20.2	+
	나지	319.4	412.8	31.3	254.5	763.5	100	

* 잡초량 : 산채 재포기간 기준 3회 제초 발생량 (단, 3년차는 5월30일까지의 1회 제초 발생량)

* +++ 강함~ + 약함

잡초 발생량은 나지의 경우 m²당 건물중으로 763.5g이 발생한데 비해 재포기간이 짧은 배추는 잡초가 154.6g으로 79.8%의 경감 효과가 있었는데 반해 재포기간이 긴 산채류는 곤달비 89.4, 음나무 95.9, 곰취 96.9, 참취 97.4, 한대리곰취 97.2, 눈개승마 97.2, 두릅 97.1, 고려영경취 98.3, 독활 97.6% 등의 잡초 경감효과가 있었다.



그림 1-7. 나지와 산채 재배지간 잡초 발생 비교

연차별로 보면 산채류 식재 1년차에는 2~3년차보다 전반적으로 잡초발생이 많은 경향이었는데 재포기간 중 이는 지표면 피복속도와 관련이 있는 것으로 판단된다.

이와 같은 결과를 가지고 예측컨대 산채류 중 한번 식재하면 거의 영년적으로 수확할

수 있는 음나무, 두릅, 독활, 눈개승마 등의 순을 이용하는 산채류는 해를 거듭하면 할수록 잡초경감 효과는 훨씬 높아질 것으로 사료된다.

실제로 이의 효과를 확인하기 위하여 눈개승마, 음나무 재배지를 관찰한 바 식재 후 4~5년 부터는 제초를 거의 하지 않고도 재배가 가능함을 확인할 수 있었다(그림1-8).



두릅 (3년생)



음나무(5년생)

그림 1-8. 수목성 산채 조성 포장

그림 1-9는 참취재배 포장과 대비구인 배추 재배포장의 잡초발생과 침식을 비교하기 위하여 식재 3년차 5월 14일의 전경으로 배추 재포 기간은 6월 2일 정식하여 8월 20일 수확한 포장이다.



참취포장

배추포장

그림 1-9. 산채류 재포기간에 따른 잡초방지 효과 비교

배추 수확후 바랭이 등 잡초가 발생하였으나 월동기간 동안 고사된 바랭이 등의 잔재물은 모래와 함께 바람에 날려 마치 사막화된 상태로 지표면이 노출되어 있고, 눈녹은 물에 의한 우곡침식 흔적이 있으며 월동잡초가 자라고 있는 상태로 표토가 노출되어 있음을 볼 수 있다. 이와 같이 피복작목이 재포되어 있는 기간에 따라서 토양의 잡초 제어는 물론 침식방지에도 상당한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

(2) 잔존물 및 근권 평가

Adams(1966), 정 등(1985) 및 오 등(1998)은 초생재배 및 부초는 강우의 지면 타격력을 차단하고 토양입단의 분리 및 비산을 막고, 토양 입단구조를 발달시켜 토양 공극율을 높인다고 보고하였고, 하부로 유거되는 양이 적어 토립의 운반을 감소시킨다고 하였다.

또한 잔존물은 지표피복으로 수분 보지력을 향상시키고, 유기물 급원으로 토양에 환원함으로써 토양 물리 화학성을 개선하여 작물생육에 이로운 효과를 주는 등의 지표가 되기 때문에 고랭지 경사전에 식재된 산채의 낙엽이 진 다음 그루터기를 포함한 경엽의 잔존물의 양이 얼마나 되는지를 조사하였다(표 1-10).

엽을 이용하는 산채류 중에 고려엉겅퀴가 잔존 부산물량이 가장 많았는데 식재 당년인 1년차에 476.3kg/10a, 2년차에 552.5kg/10a이었다. 다음은 참취로 식재 당년인 1년차에는 56kg/10a으로 낮았던 반면 화경신장이 이루어지는 2년차에는 338.8kg/10a이었다.

한대리곰취도 식재 당년인 1년차에 127.2kg/10a, 2년차에 241.1kg/10a으로 비교적 많은 양의 잔존물을 남겼다. 어린 순을 이용하는 산채류 중에 독활의 잔존 부산물이 가장 많았는데 식재 당년인 1년차에 72.7kg/10a, 2년차에 420.9kg/10a이었다. 두릅은 식재 당년인 1년차에 89.4kg/10a, 2년차에는 217.6kg/10a이었으나 3년차부터 목질부분을 낮추 베기할 때 발생하는 수목 잔재물을 포함할 경우 연간 발생량은 500kg/10a을 상회할 것으로 추정된다. 눈개승마는 식재 당년인 1년차에 64.7kg/10a, 2년차에는 118.26kg/10a으로 다소 적은 발생량을 보였으나 3년차 이후부터 발생하는 경질의 잔존물은 400kg/10a을 상회할 것으로 추정된다.

이와 같이 산채류 재배를 통하여 발생하는 잔존물은 인위적으로 부초하지 않고도 토양 피복도를 높이게 되는데 논벼 재배 시 벧짚 550kg 목초 220kg, 보릿짚 생산량 250kg/10a인 점을 감안해 보면 상당한 량의 잔존 부산물이 매년 생성되어 부초효과를 발휘하는 것으로 볼 수 있다.

김 등(1991)은 콩 재배시 부초에 의한 토양유실 방지 효과와 적정 부초량을 구명하기

위하여 보릿짚의 양을 달리하여 시험한 결과 적정 부초량은 200kg/10a가 적당하다고 하였으며 토양 유실량은 1/14로 감소하였다고 한다.

부초 200kg/10a로 인한 토양 피복률은 81.6%였으며 부초는 토양의 수분 조건, 가비중, 공극율 및 토양 입단이 개선되는 효과가 있었다고 하였다. 가장 경제적이고 효과적인 보릿짚 부초량은 보통 보리 재배일 경우 보릿짚 건물 생산량인 180-280kg/10a가 가장 적당하다고 하였다.

또한 McCool 등(1987)은 1987년까지의 9년간 자료를 분석하여 겨울에 일어나는 유출은 여름에 일어나는 유출보다 지면 피복도에 의하여 더 큰 영향을 받는다고 지적하였고, 1,100kg/ha의 지면 피복 잔재물은 토양 유실을 80%까지 줄일 수 있다고 하였다.

고려엉겅퀴, 독활, 참취, 한대리곰취, 두릅 등은 200kg/10a 이상의 잔존물을 남김으로써 매우 우수한 자원으로 평가되었다.

표 1-10. 경사전 산채류 재배 후 잔존물

구 분	재배후 잔존 건물중(kg/10a)									
	곰취	한대리 곰 취	곤달비	참취	고 려 엉겅퀴	두릅	음나무	눈개 승마	독활	배추 (대비)
1 년차	44.1	127.2	66.6	56.2	476.3	89.4	24.6	64.7	72.7	17.0
2 년차	152.8	241.1	38.7	338.8	552.5	217.6	78.4	118.2	420.9	12.0

* 조사시기 : 익년도 4월

그림 1-10 은 고랭지 경사전 식재 2년차 산채류별 잔존물의 사진이다. 고랭지 배추는 연간 12~17kg/10a의 잔존물을 남기는데 반해 산채류는 고랭지배추 대비 고려엉겅퀴 46, 독활 35, 참취 28, 한대리곰취 20, 두릅 18, 눈개승마 10배의 잔존물을 남기는 것으로 조사되었다.

잔존물의 섬유소, 경도에 따라서 잔존물의 부식화 속도는 상당한 차이가 있을 것으로 사료되는데 배추 등은 부식속도가 빨라 5~6개월 후에는 외견상 잔존물의 흔적을 찾아볼 수 없게 되지만 고려엉겅퀴, 참취, 한대리곰취, 두릅, 독활, 눈개승마 등은 조직이 단단한 경질의 상태로 토양에 2~3년간 잔류하게 됨으로써 피복효과를 극대화시킬 수 있을 것으로 사료되었다.



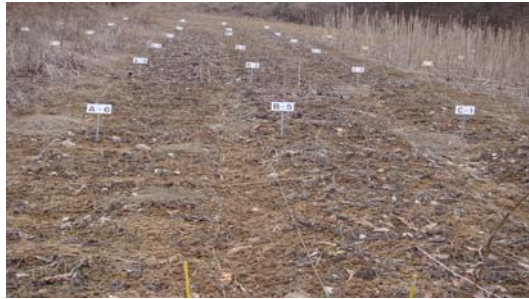
고려영경취



참취



곰취



몬달미



한대리곰취



두릅



독활



눈개승마

그림 1-10. 고랭지 경사전 식재 2년차의 잔존물

(그림 계속)



음나무

배추

그림 1-10. 고랭지 경사전 식재 2년차의 잔존물

그림 1-11은 경사전 지역에 한번 식재하면 반영구적 재배가 가능한 눈개승마 식재 5년 생의 포장으로 잔유물은 4~5cm로 지표면을 덮어 100%에 가까운 피복상태를 유지하고 있을 뿐만 아니라, 단단한 그루터기는 토립의 이동을 억제하는 효과가 상당히 클 것으로 판단되었다.



그림 1-11. 식재 5년차 눈개승마의 그루터기와 지피상태

고랭지 경사전 식재 산채의 근권부 특성을 조사한 결과는 표 1-11에서 보는 바와 같다. 생근중은 독활, 참취, 한대리곰취 순이었으며 곤달비, 음나무는 생근중이 가장 작았는데 곤달비는 2년차에 뿌리가 썩은 개체가 많았으며 음나무는 이식성이 낮아 뿌리 활착에 장시간이 소요되고, 근권부 발달이 늦어져 근중이 작은 것으로 조사되었다.

총 근장은 눈개승마, 한대리곰취, 곰취가 길었으며 고려엉겅퀴는 세근이 없이 주근만 발달하는 특성이 있어 뿌리에 의한 유실 방지효과는 상대적으로 낮을 것으로 사료된다. 뿌리의 표면적은 토양과 밀착되어 있는 부분으로 표면적이 많을수록 토양 유실을 방지하는 효과가 있을 것으로 판단된다.

표 1-11. 고랭지 경사전 식재 산채류 종류별 근권분포

(식재 후 2년차 조사)

구분	m ² 당				
	식재주수 (주)	생근중 (g)	총근장 (m)	표면적 (m ²)	부피 (cm ³)
곰 취	12.4	446.5	486.8	0.56	225.2
한대리곰취	12.4	1,109.8	1,003.4	2.10	601.4
곤 달 비	16.5	116.0	182.7	0.27	67.2
참 취	25.0	2,190.0	728.5	2.60	1,009.0
고려엉겅퀴	12.4	570.4	7.8	0.14	260.7
두 립	2.0	328.0	113.6	0.36	1,298.8
음 나 무	1.3	98.4	6.3	0.09	166.1
눈 개 승 마	5.0	520.0	1,859.7	1.45	546.7
독 활	4.1	2,665.0	137.1	0.65	1,396.3
배 추	5.6	150.4	4.5	0.07	221.8

※ 뿌리 직경 0.2mm이상 조사

눈개승마는 근중은 작았으나 세근이 많아 주당 표면적은 가장 컸으며 m²당 표면적은 식재 주수가 많은 참취, 한대리곰취, 눈개승마 순이었다.

독활, 두릅은 뿌리의 굵기가 굵었으며 참취는 전년도 근권부의 목질화 부분 발생 및 단위면적당 식재 주수가 많은 관계로 뿌리의 부피가 크게 나타났다.

오 등(1995)에 의하면 목초류에서 알팔파와 같이 뿌리가 굵고 길 경우 강우의 지하 침투를 용이하게 하지만 단위면적당 뿌리수가 적어 잔근량이 많고 깊게 분포하는 오차드글라스가 물 유출량을 적게 하고 포화수리전도도도 높았다고 한 바와 같이 눈개승마, 한대리곰취, 참취 등은 우수한 것으로 평가 되었다

그림 1-12는 경사에 식재된 산채류별 뿌리 발달 상태를 경시적으로 관찰하기 위하여 식재 2년차에 촬영한 사진이다.

곰취와 곤달비는 뿌리썩음병으로 근권 발달이 쇠퇴하였으며, 참취와 한대리곰취는 넓고 길게 분포하였으며, 두릅과 독활은 굵은 뿌리 중심으로 길게 분포하였다. 눈개승마는 가

는 뿌리형태로 매우 밀생하였고 작토층 전체에 깊고 넓게 분포하였다. 음나무는 굵은 뿌리 중심으로 몇 개의 뿌리만 발생한 형태로 빈약한 경향이였다.



곰 취



참 취



고려엉겅퀴



한대리곰취,



두 립



독 활

그림 1-12. 고랭지 경사전 식재 2년차의 근권

(그림 계속)



음나무

눈개승마

그림 1-12. 고랭지 경사전 식재 2년차의 근권

그림 1-13은 경사전 지역에 식재된 눈개승마 식재 3년생의 근권을 나타낸 것으로 세근 형태의 뿌리가 무수히 많이 발생하여 작토층 전체에 넓고 깊게 분포하고 있어 토양유실 방지효과가 매우 우수할 것으로 판단되었다.



그림 1-13. 식재 3년차 눈개승마의 근권

농작물을 재배하는 경작지에 있어서의 경운 횟수와 방법, 작부체계 등은 토양 유실과 밀접한 관계를 갖는다.

우선 경운은 토양의 입단을 파괴함으로써 강우에 의한 유실을 촉진하게 되기 때문에 경사전에서의 토양방지를 위한 환경 친화적 방법은 경운 횟수를 적게하여 토양침식을 최소화 하는 방법일 것이다.

이와 관련하여 볼 때 산채류는 한번 심으면 몇 년에서 십여 년에 이르기까지 작토층을 보전하면서 농사를 지을 수 있는 장점이 있다.

표 1-12에서 보는 바와 같이 고랭지 지역에 산채를 식재할 경우 작기당 재배년수를 추정할 때 고려영경귀는 재배기간이 짧아 최소한 1~2년을 주기로 식재하여야 할 것으로 판단되며 곱취와 곤달비 역시 고랭지 경사전에서의 적응성이 낮아 해를 거듭할수록 고사개체수가 증가하는 등 2년 이상의 장기재배가 어려울 것으로 사료되나 참취와 한대리곱취는 고사개체 없이 생육이 왕성하여 5~7년의 재배가 가능할 것으로 판단되었다.

어린 순을 이용하는 산채인 두릅, 독활, 음나무, 눈개승마 등은 한번 심으면 10년 이상 무경운 재배가 가능하므로 고랭지배추 재배지 토양에 비해 작토층을 안정화하여 유실을 방지하는데 효과적이라고 판단된다.

신 등(1980)에 의하면 무경운 재배는 토층내 수분함량을 높일 뿐만 아니라 강우의 타격력으로부터 토립의 분리 및 비산(splash)을 줄이고 그루터기 주위로 강우시 투수를 촉진시켜 토양침식을 저감할 수 있는 방법으로 등고선 재배에 비해 1/3정도 토양 유실량을 줄일 수 있다고 한 바와 같이 무경운 상태에서 영년 재배가 가능한 두릅, 독활, 눈개승마 등은 유실방지에 매우 효과적일 것으로 판단되었다.

표 1-12 고랭지 경사전 산채류 작기당 재배 연수

작기당 재배 연수(년)									
곱취	한대리 곱취	곤달비	참취	고 려 영경귀	두릅	독활	음나무	눈개승마	배추 (대비)
3	5~7	2	5~7	2	10 이상	10이상	10이상	10이상	0.3

(3) 품질 및 경제성 평가

(가) 품 질

산채는 일반 채소와는 달리 야생의 고유특성 및 성분을 그대로 유지하고 있고 고대로부터 우리민족의 중요한 부식으로 식생활에 중요한 비중을 차지해 왔으며, 현대에도 그 가치

가 새롭게 인식되고 있다.

산채류는 독특한 향과 각종 비타민, 그리고 미네랄이 일반 채소류보다 대체로 많이 함유되어 있어 기호성이나 건강식품으로 인기가 매우 높은 천연식품이라고 볼 수 있다.

산채류에 함유된 다량의 섬유소는 장관의 연동작용을 자극해서 소화 및 배설을 촉진하는 효과가 크며, 체내에서 독성분을 제거할 뿐만 아니라 혈중 콜레스테롤 수치를 저하시키는 역할을 한다고 한다. 또한 거의 모든 산채류가 발암 물질에 대하여 억제 활성을 나타내어 예방을 비롯한 건강유지에 중요한 요인으로 작용한다는 연구 결과들이 보고되고 있다. 바로 이점에서 산채가 소비자들로부터 커다란 인기를 얻고 있는 이유가 되고 있는데 소비자들이 선호하는 고품질의 산채란, 간단하게 정의하기는 어려우나 자생지에서 생육된 원형 그대로의 맛을 기준으로 판단하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

표 1-12는 농촌진흥청 식품성분 분석표를 인용한 자료이다.

표 1-12 산채류 성분분석

(가식부 100g 당)

종 류	일반성분(%)				무기물(mg)			비타민(mg)				
	수분	조지방	조섬유	탄수화물	칼슘	철분	칼륨	A		B ₁	B ₂	C
								비타민 A	베타카로틴(μg)			
곰취	87.5	0.3	7.8	1.7	44	3.3	-	94	551	0.28	0.13	52
참취	91.3	0.4	1.6	3.0	48	2.0	149	339	2,032	0.03	0.05	0
고려엉겅퀴	10.6	3.9	13.0	40.9	88	2.7	-	44	226	0.04	0.07	1
두릅	91.1	0.4	1.4	2.3	15	2.4	446	67	403	0.12	0.25	15
독활	95.4	0	0.5	3.0	9	0.1	200	0	0	0.01	0.02	3
음나무	90.4	0.51	1.81	2.7	62	2.9	457	156	601	0.06	0.02	16
눈개승마	7.5	2.2	10.8	50.5	25	2.4	-	15	88	-	0.34	0
배추	94.3	0.2	0.7	2.4	51	0.3	230	9	56	0.05	0.06	46

산채류 소비형태는 대체로 전통적인 관습과 풍습에 의해 식용하는 습성이 있는데 표 1-13에서 보는 바와 같이 공시된 산채류의 식용형태를 살펴보면 어린잎을 이용하는 산채는 곰취, 한대리곰취, 곤달비 등이며 주로 생채인 쌈이나 데침으로 식용한다. 또한 어린잎과 줄기를 함께 채취해서 이용하는 산채는 참취와 고려엉겅퀴가 이에 속하며 주로 데침이나 묵나물로 식용한다.

어린순을 이용하는 산채로는 두릅, 음나무, 눈개승마, 독활이며 주로 데쳐서 식용한다.

표 1-13 산채류의 이용 형태

식 물 명	이용부위	생채			데침	목나물
		쌈	무침	절임		
곰취	잎	○	○		○	
한대리곰취	"	○	○		○	
곤달비	"	○			○	
참취	잎, 줄기				○	○
고려엉겅퀴	"					○
두릅	어린순				○	
음나무	"	○			○	
눈개승마	"					○
독활	"				○	

고랭지 경사전에서 재배된 산채류를 산지에서 자생하고 있는 산채와 비교하여 품질을 평가한 결과는 표 1-14에서 보는 바와 같다.

곰취, 한대리곰취, 참취, 곤달비는 자생 채취산에 비해 질기고 역세어 조직감이 떨어지고 직사광선에 노출된 원인으로 쓴맛이 강하면서 색택이 나빠 대체로 품질이 저하하는 경향이 있었다. 품질향상을 위해서는 햇볕이 적게 드는 협곡이나 북향의 경사지 지역에서 재배하는 것이 품질향상 측면에서 유리할 것으로 판단되었다.

특히 한대리곰취는 노지의 직사광선 하에서 재배할 경우 잎이 두꺼워지고, 조직감이 떨어져 생채로 식용하기에는 거부감이 있을 정도로 맛과 품질이 저하하였다. 이를 해결하기 위해 어린잎 시기에 실험실내에서 간장과 식초를 50 : 50으로 혼합액에 10kg을 염장한 다음 20일후에 식용한 결과 맛이 좋아 상품화가 가능하다는 평을 얻을 수 있었다.

한대리곰취가 고랭지 경사전에 식재되기 위해서는 향후 다양한 가공방법 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참취는 자생 채취산에 비해 질감과 색택이 다소 떨어지는 경향이었으나 경영의 충실도 면에서는 고랭지밭 재배산이 우수하였다. 햇볕이 적게 드는 협곡이나 북향의 경사지토양에 식재할 경우 품질이 우수한 참취가 생산될 것으로 기대되었다.

고려엉겅퀴는 주로 목나물로 이용하기 때문에 재배산과 자연산의 품질 차이를 식별할 수 없을 정도로 품질에 차이가 없었다. 다만 고려엉겅퀴가 매우 다비성 식물이어서 비료가 부족할 경우 수량이 감소하고 경영이 질겨져 조직감이 저하하는 원인이 되므로 보수력 있는 경사전 토양에서 적당한 시비관리가 이루어진다면 양질의 산물을 수확할 수 있을 것으로 사료되었다.

어린 순을 이용하는 산채류인 두릅, 음나무, 눈개승마 등은 자생 채취산에 비해 품질이 향상되는 결과를 얻었는데 이는 비배관리에 의한 충실도가 개체 중량과 식미, 조직감을 향상시킨 결과로 풀이 된다.

다만 독활은 노지의 강한 일사량에 조우될 경우 새싹이 암적색을 나타내고 독활 특유의 향이 지나치게 증가하는 경향이 있었다.

특히 출현기 저온에 의해 동해를 받았던 부위는 쓴맛을 내게 되므로 품질 저하의 원인이 될 수 있다. 독활은 생육기간 중에 음지 양지 어느 곳에서도 생육이 잘되는 편이나 품질이 우수한 산물생산을 위해서는 보습력 있는 북향의 재배지에서 재배하는 것이 유리할 것으로 판단되며 어린순의 동해 방지를 위해서는 독활의 생육이 정지되는 10월경에 경엽을 잘라 그루터기를 지피하면 상당한 효과가 있을 것으로 사료된다.

표 1-14. 고랭지 경사전 식재산채의 품질비교

식 물 명	고랭지 재배산				자생 채취산			
	색택	맛	질감	계	색택	맛	질감	계
곰 취	3	4	2	3.0	5	5	4	4.7
한대리곰취	2	2	2	2.0	4	3	3	3.3
곤 달 비	4	4	3	3.7	5	4	5	4.7
참 취	4	4	3	3.7	5	5	5	5.0
고려영경취	5	5	4	4.7	5	5	4	4.7
두 립	5	5	5	5.0	5	5	4	4.7
음 나 무	5	5	5	5.0	5	5	4	4.7
눈 개 승 마	5	5	4	4.7	5	5	4	4.7
독 활	3	4	4	3.7	5	5	5	5.0

* 1(나쁨) ~ 5(좋음)

산채 수확은 일반작물과는 달리 이른 봄철에 어린 싹이나 잎을 수확물로 하기 때문에 환경에 의한 영향을 많이 받는다. 예를 들어 산물 수확시기의 가뭄은 경엽의 생장을 둔화시켜 수량 감소로 이어지게 되며, 노지의 강한 일사량과 낮은 상대습도는 경엽을 빨리 억제시키게 하여 조직감을 나쁘게 하기 때문에 이를 감안한 조기 수확이 이루어질 수밖에 없고 수량감소가 불가피하게 된다.

고랭지 경사전의 산채재배는 평지의 비가림 등 시설재배에 비해 조방적인 경종 방법일 수밖에 없다. 따라서 가뭄이나 건조, 일사량의 세기 등을 고려하여 재배할 경우에만 정상적인 산물 수확이 가능한데 대체로 잎을 수확하는 곰취, 한대리곰취, 곤달비, 참취 등은 재

배적지에 따른 품질의 영향이 민감하였고, 어린 순을 이용하는 두릅, 음나무 등은 재배적지에 따른 품질의 영향이 크게 나타나는 것 같지는 않았다.

(나) 수량성

고랭지 경사전에서의 산채재배 수량성은 표 1-14에서 보는 바와 같다. 산채류는 대부분 이른 봄에 출현되는 어린 잎과 순을 채취하기 때문에 식재 1년차에는 고려엉겅퀴를 제외하고 다른 산채류는 수확할 수 없었다.

엽을 이용하는 산채류 중 곱취와 곤달비, 고려엉겅퀴는 2년차에 최대 수량에 도달하였고, 3년차부터 수량이 감소하는 경향을 나타낸 반면, 한대리곱취와 참취는 3년차에 최고 수량에 도달하였으며 적응력이 높아 5~7년간 안정적인 산물을 수확할 수 있을 것으로 사료되었다.

어린순을 이용하는 산채류 중 두릅, 독활, 음나무, 눈개승마 등은 숙근성 내지는 목본성으로 2년차부터 소량의 산물 수확이 가능하였으며 해를 거듭 할수록 증가하는 경향으로 장기적인 산물수확이 가능할 것으로 판단되었다.

표 1-14. 경사전 산채류 재배 수량

구 분	수 량 (kg/10a)								
	곱취	한대리 곱 취	곤달비	참취	두릅	음나무	눈개 승마	독활	고 려 엉겅퀴
1년차	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,200
2년차	547	823	288	793	56	23	17	156	911
3년차	430	1,200	30	816	86	41	23	370	93

(다) 경제성

표 1-15는 고랭지 경사전 재배 산채류의 소득 분석표로 고랭지배추는 농촌진흥청 3개년 평균 자료를 인용하였으며, 산채류는 시험지에서 생산된 산물을 대상으로 분석하였다.

고랭지 여름배추는 해에 따라서 풍흉이 심하고, 생산된 시기에 따라서 가격의 등락폭이 매우 심해 고랭지 채소 재배상 문제점으로 지적되고 있는 실정이다. 고랭지 경사전 산채의 수익성은 식재 당년인 1년차에 생산된 산물 없이 투입된 경영비를 포함하여 3년간의 누계소득을 산출하면 배추 2,391천원/10a에 비해 엽을 이용하는 산채인 고려엉겅퀴가 2,465천원/10a, 참취 1,713천원/10a, 한대리곱취 956천원/10a, 곱취 796천원/10a, 곤달비 -2,976천원/10a순이었고, 어린 순을 이용하는 산채류인 눈개승마 84천원/10a, 독활

81천원/10a, 두릅 16천원/10a, 음나무 -972천원/10a인 것으로 나타나 고려엉겅퀴를 제외한 여타의 산채류에서는 소득이 낮은 것으로 분석되었다. 수익성면에서 3년간의 고랭지 배추보다 소득이 낮은 주 요인은 식재 당년에 수확 산물이 없다는 점과 종묘비가 현실적으로 일반 채소류에 비해 매우 높은 것이 소득저하 요인으로 작용하였다.

표 1-15. 고랭지 경사전 산채류 재배 수익성

(10a당)

비 목 별	곰취	한대리 곰 취	곤달비	참취	고 려 엉겅퀴	두릅	음나무	눈개 송마	독활	배추	
1 년 차	수량(kg/10a)	0.0	0.0	0.0	0.0	1,200	0.0	0.0	0.0	0.0	4,548
	kg당 단가(원)	-	-	-	-	2,000	-	-	-	-	376
	조수입(천원)	-	-	-	-	2,400	-	-	-	-	1,710
	경영비(천원)	1,667	1,296	3,780	677	1,391	1,240	1,306	1,270	1,105	913
	소 득(천원)	-1,667	-1,296	-3,780	-677	1,009	-1,240	-1,306	-1,270	-1,105	797
2 년 차	수량(kg/10a)	547	823	288	793	911	56	23	17	156	4,548
	kg당 단가(원)	3,000	1,500	4,000	1,800	2,000	11,000	10,000	40,000	2,500	376
	조수입(천원)	1,643	1,235	1,152	1,427	1,822	616	230	680	390	1,710
	경영비(천원)	234	234	234	253	333	153	153	123	128	913
	소 득(천원)	1,407	1,001	918	1,174	1,489	463	77	557	262	797
3 년 차	수량(kg/10a)	430	990	30	816	93	86	41	23	370	4,548
	kg당 단가(원)	3,000	1,500	4,000	1,800	2,000	11,000	10,000	40,000	2,500	376
	조수입(천원)	1,290	1,485	120	1,469	186	946	410	920	925	1,710
	경영비(천원)	234	234	234	253	333	153	153	123	128	913
	소 득(천원)	1,056	1,251	-114	1,216	147	793	257	797	924	797

* 산지 평균 판매가격 기준

* 농촌진흥청 표준소득 기준

다만 재배 년수가 5년 이상 되는 한대리곰취와 참취 등은 현재 수준의 생산성을 유지할 경우 연간소득이 866~1,238천원/10a이 가능할 것으로 판단되며, 재배 년수가 10년 이상 되는 두릅, 눈개송마의 재배성기 평균소득은 두릅 1,712천원/10a 눈개송마 2,320천원/10a으로 재배 년수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할

수 있을 것으로 사료 되었다.

산채류에 있어서 경영비에 종묘비가 차지하는 비중은 표 1-16에서 보는 바와 같다. 배추의 경우 10a당 종묘비는 165천원으로 경영비의 18% 내외에 불과하나 산채류에 있어서는 번식기술이나 종묘가 일반화 되어 있지 않은 탓으로 곱취, 곤달비, 두릅, 음나무, 눈개승마, 독활 등은 종묘비가 경영비의 70%를 상회하고 있는 실정이어서 앞으로 해결해야 할 과제가 되고 있다.

표 1-16. 산채류별 경영비중 종묘비가 차지하는 비중

(10a당)

비 목 별	곱취	한대리 곱 취	곤달비	참취	고 려 영정취	두릅	음나무	눈개승 마	독활	배추
식재주수(주)	12,375	12,375	16,500	24,750	12,375	1,980	1,320	4,950	4,125	5,500
주당단가(원)	100	70	200	50	50	800	1,000	300	300	30
종자비(천원)	1,237	866	3,300	247	619	990	1,056	990	825	165
종자비율(%)	74.2	66.8	87.3	36.5	44.5	79.8	80.9	78.0	74.7	18.1

다. 선발 산채의 재배법 확립

(1) 참 취

(가) 성장 및 이용현황

참취(*Aster scaber* Thunb.)는 국화과에 속하는 여러해살이 식물로 8~9월에 꽃이 피고 종자는 9~10월에 익으며 털이 있어 매우 가볍다. 잎과 줄기는 생채, 묵나물 또는 한약재(東風菜根, 山白菜, 白之草)로 진통, 현기증, 해독, 요통 치료제에 이용되었으며, 이 등(2001)에 의하면 참취의 건분 및 녹즙 분말은 지방 배설량을 증가시킴으로서 혈장 및 간의 cholesterol 수준을 낮추어 주고 항산화능을 증진시킨다고 하였다.



그림 1-14. 참취 생육기 및 개화모양

참취는 엽채 이용 산채 중에는 재배면적이 가장 많으며 도매시장 거래가 이루어지는 품목 중의 하나이다.

재배 형태는 주로 노지이나 비가림 하우스 대단위 단지가 남부 지역을 중심으로 일찍 출하하는 조기 재배가 증가하고 있는 추세에 있다. 노지재배 면적은 459ha로 비가림 재배 124ha의 3.7배로 아직까지 노지 재배가 주를 이루고 있으며(강원도농업기술원, 2005) 노지 적응성이 비교적 좋은 편으로 산지 임간 재배도 시도되고 있다.

소득은 비가림 재배에 비하면 약간 떨어지지만 시설 감가상각비 등을 감안하면 큰 차이는 없는 것으로 판단된다.

(나) 재배기술

1) 자생지 환경

참취 서식지 환경을 조사하기 위하여 강원도 춘천 지역의 용화산 등 3 곳을 조사하였다. 참취는 산채 중에서는 가장 흔하게 발견할 수 있는 식물이며 자생지는 낮은 곳부터 높은 곳까지 골고루 분포되어 있었으나 산의 정상 부분에는 서식 개체수가 현저히 줄어드는 것으로 보아 800m 이상의 높은 지역보다 400~600m 정도의 중산간 지역의 환경이 서식 환경에 적합한 것으로 판단된다.

토양은 식양토에서 생육이 양호하였으나 토질에 따른 분포에 있어서 큰 차이를 보이지는 않았다. 자생지의 광량은 맑은 날 기준으로 39~46 Klux 정도로 산지 환경으로 볼 때는 햇빛이 비교적 양호한 장소에 분포 되어 있었고, 자생지 경사도는 대체로 급경사 보다는 완만한 20~30% 정도에서 많이 발견 되었다.

서식지 3곳을 조사한 결과는 표 1-17과 같다.

표 1-17. 서식지 환경

조 사 지 역			자생지 표 고 (m)	생육지 토 양	피음 조도 (Klux)		경사도 (%)	공중습도 (%)
산	위 치	높이(m)			맑은날	흐린날		
용화산	춘천 동산면	878	220~670	식양토	46	4	0~62	50~66
태기산	평창 봉평면	1,261	580~860	식양토	35	3	0~73	63~75
청태산	횡성 둔내면	1,200	530~720	식양토	39	4	0~70	56~71

2) 과중방법

참취는 산채 중에서 다른 종에 비해 비교적 발아가 잘 되며 채종량도 많은 편이다. 고랭지 경사전에 초기 발 조성시 재식 밀도는 30×20cm 정도로 밀식 재배 하는 것이 잡초 경감 및 초기 수량 측면에서 유리할 것으로 판단된다. 육묘 이식할 경우 노동력이 많이 투입 되어야 하므로 노동력 절약 차원에서는 직파하는 것이 좋으나 초기의 적절한 생육관리가 필요하다.

자생식물들은 일반적으로 고온에 의해 발아되지 않는 특성을 가진 종류들이 많으므로 과중 시기가 늦으면 발아가 어렵게 된다. 참취 발아 온도는 일반 채소에 비하면 상당히 낮은 편이며(성기철, 1995), 참취를 고랭지 경사전에 직파할 경우 고온에 의해 발아율이 저하되지 않도록 적절한 시기에 맞추어 과중하는 것이 필요하다.

5월 중순 과중 하였을 때 발아율은 71%로 양호하였으며 6월 중순 과중 하였을 때에는 발아율이 48%로 현저히 떨어졌다. 이는 6월 이후의 온도 상승 및 봄 가뭄으로 인하여 발아장해 요인이 많은 때문으로 생각된다. 7월 중순 과중시 발아율은 72%로 현저히 높았는데 이 시기에 잦은 강우로 표토의 온도 상승 방지 및 수분 공급이 원활했기 때문에 발아에 문제가 없었으며, 8월 중순 과중시에는 발아율이 14%로 매우 저조한 경향이었다.

이러한 결과로 볼 때 참취의 노지 과중은 4~5월까지이나 수분 관리가 적절히 이루어진다면 7월까지도 발아에 문제가 없으며 8월 이후에는 고온으로 인하여 노지 과중은 불가능한 것으로 판단되었다.

표 1-18. 고랭지 경사전 노지 과중 시기별 발아율(%)

5월	6월	7월	8월
73	38	76	12

과중 방법별 발아율은 5.10일 과중 하고 30일 후 조사한 결과 조파나 점파가 산파에 비해 높았는데 산파의 경우는 종자 복토 깊이가 일정하지 않았고 고랭지의 경사전에서 인위적인 관수가 불가능하므로 봄 과중시 너무 얇게 복토된 종자는 건조로 인한 발아율 저하가 발생되었다. 발아 향상을 위해서는 조파, 점파 방법이 좋았으며 성(1995)에 의하면 참취 발아에 복토를 두껍게 하면 발아율이 떨어지므로 가능하면 복토를 얇게 하는 것이 좋다고 하였으나 복토의 깊이는 0.9cm 정도로 하여 경사전에서의 건조를 방지하는 것이 오히려 적절하였다.

다만 복토를 얇게 하였을 때는 차광망이나 벚짚 등으로 표토의 건조 방지 및 온도 상승을 막아 줄 수 있는 방법도 있다.

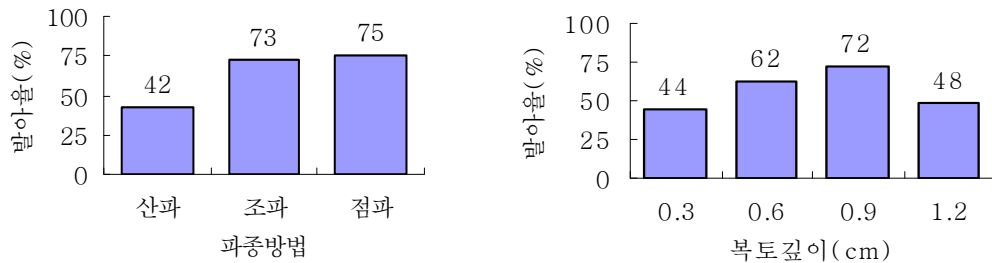


그림 1-14. 파종방법 및 복토 깊이별 발아율

잡초의 발생은 작물의 생육을 저해하고 다량의 잡초 발생으로 인하여 재배를 불가능하게 한다. 본 연구에서는 5월 10일 파종 후 0~4회 제초를 실시하였다. 각 시험 포장별 생존율을 조사한 결과 무 제초 시험구에서는 시간이 지날수록 생존율이 떨어져 10월 10일 조사 시 생존율은 8%로 현저히 낮았으며 2회 제초한 시험구에서의 생존율은 41%였다. 파종 후 60일내에 2회 제초 및 추가로 2회 실시한 시험구의 생존율은 70%로 제초 횟수에 따라 생존율에 있어서 큰 차이를 보였다.

이러한 결과로 볼 때 고랭지 경사지에서 참취는 파종 후 60일 이내에 4회 정도 제초 작업이 필요한 것으로 나타났으며 제초 시기는 우(1988)에 의하면 대부분의 잡초 종은 5월 하순부터 8월 상순이 발생 최성기라고 하였는데 본 시험에서도 비슷한 경향이였다.

표 1-19. 파종묘의 제초 횟수별 생존율(%)

제초작업 (회)	조 사 시 기			제 초 시 기
	6.10	8.10	10.10	
0	100	22	8	-
2	100	58	41	6.10, 7.10
4	100	78	70	6.10, 6.30 7.20, 8.10

3) 육묘 이식 방법

참취는 비교적 종자의 휴면 정도가 약하므로 종자 전처리 없이 육묘 트레이 규격별로 파종하여 매트 형성 및 묘소질을 조사하였다.

트레이 규격은 72, 128, 162, 200공을 이용하였다. 묘소질 및 매트 형성 정도를 조사한 결과 128공~162공 규격 육묘가 생육 및 매트 형성이 양호하였으며 육묘 소요 일수는

45~50일 이었다. 이식후 생존율은 128공 육묘가 85%로 가장 높았으며 72공 육묘는 매트 형성이 불량하여 생존율이 63%로 가장 떨어지는 것으로 나타났다.

표 1-20. 포트 규격별 매트 형성 및 묘 소질 비교

구 분	포 트 규 격			
	72공	128공	162공	200공
육묘 일수(일)	60	50	45	40
매 트 형 성	불량	양호	양호	양호
묘 소 질	불량	양호	양호	불량
생 존 율 (%)	63	85	80	76

* 생존율 : 이식 60일 후 조사

노지에서 정식시 어린묘는 잡초와 공간 및 양분에 있어 경쟁 관계에 놓이게 되어 잡초가 많이 발생하게 되면 고사하거나 성장하는데 지장을 초래하게 된다. 따라서 육묘기 잡초 제거는 중요한 문제이다.

1년차에 제초 횟수에 따른 육묘 이식묘의 생존율을 조사한 결과 무제초시에는 10월 10일까지 17%만이 생존한 반면, 4회 제초한 경우 생존율은 78% 였다. 직파시와 마찬가지로 육묘 이식한 경우에도 1년차에는 최소한 2회 정도 제초가 필요한 것으로 조사되었다.

표 1-21. 육묘 이식묘의 제초 횟수별 생존율(%)

제초작업 (회)	생 존 율 (%)			제 초 시 기
	6.10	8.10	10.10	
0	78	43	17	-
2	81	77	72	6.10, 7.10
4	80	78	78	6.10, 6.30 7.20, 8.10

* 5. 10일 육묘 이식

4) 생육관리

고랭지 경사전에서의 관리는 적절한 수분 유지 및 잡초 관리이다. 특히 육묘기 때에는 건조 피해로 고사하기 쉽기 때문에 지피물을 덮는 것이 좋으며 지피물은 수피, 짚, 낙엽 등을 이용할 수 있다. 피복 재료별 시험 결과 수분 보지력 및 잡초 발생량에서 수피, 짚, 낙엽, 무피복 순이었으며 이듬해 수확시 상품의 품질도 무피복구는 거칠고 길긴데 반하여 피복구는 적절한 수분 유지로 무피복에 비해 경엽의 질감이 우수하였다.

고랭지 경사전에서의 지피물 피복은 1년차에는 인위적으로 지피물을 덮어 주는 것이 효과적이거나 2년차부터는 추대 된줄기를 포함한 잔유물들이 지표면을 덮어 자연적으로 피복되므로 더 이상 덮지 않아도 되었다.

표 1-22. 피복 재료별 토양 수분, 잡초 발생량 비교

구 분	무피복	수피	짚	낙엽
수 분 (%)	18	26	21	22
잡초 발생량(g)	0.75	0.12	0.21	0.18

* 조사시기 : 5월 중순 조사

* 잡초발생량 : 3.3m²당 건물 중량(g)

(2) 눈개승마

(가) 성장 및 이용

눈개승마(*Aruncus americanus* Rafin.)는 장미과에 속하는 여러 해 살이 식물로 우리나라 각처의 고산에 서식하고 있으며 지역에 따라 삿갓바리, 장각, 삼나물 등의 이름으로 불리어 진다. 5~8월에 황백색 꽃이 피고, 종자는 9~10월에 익으며 꽃은 암수 단그루로 되어 있다. 4월 중, 하순경 새순이 나오면 수확하여 끓는 물에 살짝 데쳐 말렸다가 비빔밥, 무침, 국거리로 이용하는데 질감과 맛이 좋아 앞으로의 소비전망은 지속적인 증가가 예상된다.

울릉도에서는 삼나물이라 하여 2004년에 27ha 경사전에서 재배된 생산액은 7억원에 이른다.

(나) 종자의 발아특성

눈개승마의 종자는 표 1-23 에서와 같이 미세종자로서 영아자(*Asyneuma japonicum* Briq.) 종자의 약 3분의 1정도로 먼지 같은 정도로 작아서 파종하기에 어려움이 있으므로 육묘상을 별도로 만들거나 육묘상자에 파종하였다가 이식하여야 한다.

표 1-23. 눈개승마 종자의 형태적 특성

1L 중 (g)	종자수 (천립)	종자두께 (mm)	종자길이 (mm)
461	18,312	0.08	0.59



그림 1-15. 개화 및 종자 결실

눈개승마의 종자를 광, 암조건을 주어 발아시킨 결과 광조건에서는 68% 발아되었으나 암 조건에서는 전혀 발아 되지 않음으로써 광발아 종자임을 확인하였다.

이러한 결과는 명, 암 조건에서 종자의 발아는 대체로 눈개승마, 잔대, 영아자와 같은 크기가 작은 종자들에 있어서는 암조건에서 발아되지 않았으며 큰 종자들은 암조건에서도 발아가 잘 되는 경향이라는 결과(농림부, 2004)와 일치하였다.

표 1-24. 명, 암 조건별 종자의 발아율(%)

광조건	암조건
68	0

눈개승마의 종자는 휴면에 있어 파종전 저온처리를 하여야 발아 되었다. 저온 처리의 기간은 5℃에서 30일 정도 저장 했을 때 발아율이 높았으며, 발아상의 온도는 20℃내외가 가장 적절한 것으로 판단되었다.

표 1-25. 종자의 저온처리 일수 및 적정 발아온도

발아상 온도 (℃)	저온(5℃) 처리일수(일)		
	10	20	30
15	5	42	67
20	12	50	73
25	10	46	70
30	10	21	26

25℃ 이상에서는 점차 발아율이 떨어졌으며 30℃ 이상의 고온 하에 조우되면 거의 발아 되지 않았는데 이는 종자가 발아 도중 고온 등 환경이 부적할 경우 2차 휴면에 돌입하기 때

문인 것으로 사료되었다,

김 등(1996)에 의하면 산채류에 있어서 2차 휴면의 돌입은 일반적으로 고온과 건조 등 발아기간 중의 부적합한 타발적 요인에 의해 영향을 받으며, 감응의 정도는 일반작물보다 매우 민감하게 반응한다고 하였다. 대체로 30℃ 이상의 고온 하에서는 음나무(*Kalopanax pictus* Nakai), 누룩치(*Pleurospermum camtshaticum* Hoffm.) 등과 같이 2차 휴면에 돌입하는 식물들이 많은 것과 마찬가지로 눈개승마도 이들과 비슷한 경향을 나타내었다.

(다) 육묘방법

육묘상자 파종 방법은 상토를 채운 후 종자를 뿌린 다음 T1 처리구는 무처리, T2 처리구는 흰 종이를 덮고, T3 처리구는 2mm정도 상토로 복토하고 발아시킨 결과 T2처리구가 가장 양호한 발아를 보였다.

눈개승마는 광발아 종자로서 복토의 깊이를 깊게 하면 발아되지 않았으며 T1에서와 같이 복토하지 않으면 수분 유지가 어려우므로 T2 처리구처럼 적정 광량과 수분이 유지되는 조건 하에서 발아가 잘 되었다.

표 1-26. 복토 방법별 발아율 비교

구 분	처 리 구		
	T1	T2	T3
발아율(%)	46	64	58

* T1(무처리), T2(흰종이 피복) T3(상토 2mm 복토)

발아가 시작되어 20일 정도 지났을 때 발아묘는 초장이 1cm 정도 자랐는데 이 때에 육묘 트레이에 이식한 후 45일 경과하였을 때 생육 및 매팅 정도를 조사한 결과는 표 1-27과 같

표 1-27. 트레이 규격별 묘 소길 및 매트 형성

구 분	컵포트(직경 7cm)	72공	128공	162공
초 장 (cm)	16	9	7	4
매 트 형 성 소요기간(일)	62	50	45	40
생 존 율(%)	68	49	63	53

* 초장 : 45일 생육묘 조사, 생존율 : 정식 60일 후 조사

이 128공에서 생육과 매팅이 양호하였으며 162공에서는 초장을 비롯한 생육이 저조하였고 72공 트레이에서는 생육은 양호하였으나 매팅 형성이 불량하였다.

따라서 눈개승마 육묘시 트레이 규격은 128공이 유리하였으며 직경 7cm의 컵포트 육묘시에는 육묘기간이 60일 정도 소요 되었다.

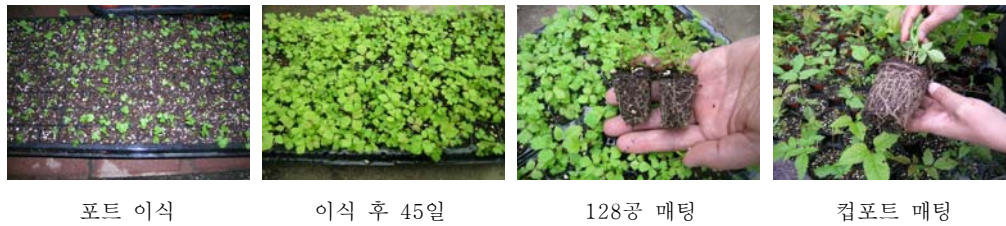


그림 1-16. 트레이 및 컵포트 육묘

(라) 시비량별 수량

시비량에 따른 생육을 조사하기 위하여 표. 에서와 같이 4처리를 한 결과 1년차에 경의 직경은 시비량이 많을 수록 컸으며 경수는 1.7~2개로서 처리구간 큰 차이를 보이지는 않았다.

2년차에는 경의 숫자가 4.4~5.1개로 증가 하였으나 1년차와 마찬가지로 처리구간 경의 숫자는 큰 차이는 없었다. 초장은 시비량에 따라 증가하는 경향을 보였다.

2년차의 수량은 무처리구는 건채 중량으로 10a당 17kg이었으며 시비량이 가장 많은 T4 처리의 수량은 23kg으로 가장 많아 눈개승마 재배시 적당한 시비를 하는 것이 수량 증대를 위해 필요한 것으로 조사되었다.

표 1-28. 눈개승마 시비량별 수량

구 분			처 리 구			
			T1	T2	T3	T4
1년차	생 육	경 직 경 (cm)	0.3	0.3	0.5	0.5
		경 수 (개)	1.8	2.0	1.7	1.7
		초 장 (cm)	23	35	50	54
2년차	생 육	경 직 경 (cm)	0.5	0.7	0.9	0.9
		경 수 (개)	4.6	5.1	4.4	4.5
		초 장 (cm)	48	63	76	81
	건채수량(kg/10a)	15	16	19	21	

* T1(무처리), T2(N:P:K=12:8:5), T3(17:11:7), T4(23:15:10)

* 시비시기 : 6, 8월(2회), 생육조사 : 9월 14일

(마) 눈개승마 재배 년차별 수량

눈개승마 순의 수확은 길이가 12cm 정도 되었을 때 하였으며 10a당 수량은 건채 중량으로 2년차에는 17.2kg이었으며 전체 수량의 54.7%는 1차에 45.3%는 2~3차에 수확 가능하였으며 최종 수확일은 5월 10일 이었다.

본 시험에서는 2년차 및 3년차의 수량을 조사하였다. 눈개승마는 동절기부터 이듬해 봄까지 분얼이 진행되어 3년차 수확에서는 경수가 2년차 대비 1.9배 증가하였다. 따라서 4~5년차에도 수량은 계속해서 증가될 것으로 예상 되었다.

표 1-29. 재배 년차별 건채 수량(kg/10a)

구 분	수확경수 (개/주)	건채 수량			
		계	1차(4.20)	2차(4.30)	3차(5.10)
2 년차	3.8	17.2	9.4	5.2	2.8
3 년차	7.1	23.1	12.3	8.0	2.8

(3) 두 립

(가) 성장 및 이용

두릅나무(*Alaiar elata* Seem.)는 우리나라 각처의 산록 양지 및 골짜기에 자생하며 키는 3~4m, 잎은 호생, 엽장은 40~100cm에 이르는 낙엽 관목이다. 꽃은 7~9월에 피며 산형화서가 겹총상화서로 이루어진다.

두릅은 주로 순을 나물로 이용하며 끓는 물에 살짝 데쳐 먹거나 냉동하였다가 양념에 무쳐 먹는다.

특수성분으로는 올레아노린산, 알파타랄린, 베타타랄린, 이라로시드 A.B.C, 사포닌 등을 함유하고 있는 것으로 알려져 있으며 두릅의 crud sanponin과 두릅 분말은 정상쥐에서 혈청 중 중성 지방 및 총 콜레스테롤의 축적을 효과적으로 억제하는 것으로 연구된 바 있다(김 등, 1999). 한약명으로는 수용아 송목피(樹龍芽, 松木皮)라고 하며 민간에서는 해열, 강장, 진위, 이뇨, 진통 등에 이용되고 있다.

두릅나무는 대부분 자연산 채취에 의존해 오고 있었으나 산림 조성에 따른 울폐도 증가로 인하여 밭 재배 또는 시설 재배산 두릅이 시중에서 주로 판매되고 있다.

(나) 자생지 환경

두릅나무의 서식지는 낮은 지역부터 높은 지역까지 고루 분포되어 있었고 토양 특성은 대체로 자갈 섞인 배수 양호한 토양에 많이 자생하였으며 대부분의 근권은 10cm 내외에 주로 분포되고 있었다. 광환경은 햇빛이 잘 들면서 습기가 있는 계곡 근처에 분포하였고, 경사도는 10~60%로 경사가 급한 장소에 밀생되어 있었다.

표 1-30. 두릅나무 자생지 환경

조사 지역	서식지 표고(m)	토양	자생지 광환경	경사도 (%)	근권깊이 (cm)
			조도(KLux)		
용화산 (춘천시 사북면, 표고 878m)	230~620	양토	40~70	10~60	2~10
태기산 (평창군 봉평면, 1,261)	580~710	"	37~70	30~60	2~10

(다) 종자 발아 특성

두릅나무의 종자의 형태는 표 1-28 과 같으며, 미세 종자로서 종자의 휴면을 타파하여야 발아하는 특성을 가지고 있다. 두릅나무는 노지 직파 할 경우 초기 생장이 느리고 초세가 약하여 잡초 발생이 심한 곳에서는 묘 생산이 불가능해 지므로 삼목상자에 파종하여 3cm 정도 자랐을 때 포트에 옮겨심기 하거나, 노지에 이식 재배하는 것이 유리 하였다.

표 1-31. 두릅나무 종자의 형태적 특성

천립중 (g)	종자수 (천립)	종자두께 (mm)	종자길이 (mm)
0.49	896	1.01	1.63

두릅나무 종자의 휴면타파에 소요되는 기간을 조사하기 위하여 5℃의 저온에서 20~60일간 3처리 및 발아상 온도를 15~30℃의 4처리를 하여 조사한 결과 5℃ 저온에서 60일 정도 파종전 처리를 했을 때 발아율이 좋았으며 발아 온도 15, 20℃ 처리구에서 발아율이 높았다. 30℃ 이상의 고온하에서는 발아율이 저조 하였다.

따라서 두릅나무 종자도 음나무(*Kalopanax pictus* Nakai), 누룩치(*Pleurospermum camtshaticum* Hoffm.)와 마찬가지로 고온하에서는 2차 휴면하는 것으로 판단되었다.

표 1-32. 종자의 저온처리 일수 및 적정 발아온도

발아상 온도 (°C)	저온 처리일수(일)		
	20	40	60
15	8	37	54
20	12	38	53
25	13	40	46
30	7	13	18

* 저온 처리온도 : 5°C

(라) 육묘 방법

두릅나무의 번식 방법에는 종자 실생 방법과 뿌리 삽목 방법이 있다. 대량 번식의 경우에는 종자를 이용한 번식법이 좋으며 뿌리를 이용한 삽목법은 두릅 삽수의 제한으로 인하여 대량번식을 하기에는 한계가 있다.



삽수조제

삽목묘

실생발아

포트육묘

그림 1-17. 삽목 및 실생번식

본 시험에서는 종자를 이용한 트레이 규격별 육묘 방법에 대하여 시험하였다. 두릅나무의 종자를 삽목 발아상에서 발아시켜 20일 경과 후 초장 3cm 되었을 때 트레이에 이식한 후 생육 및 매트 형성을 조사하였다.

트레이 규격은 72공 등 4종을 이용하여 육묘한 결과 생육은 72공 규격 트레이에서 좋았으나 정식후의 생존율은 128공 육묘보다 약간 떨어지는 것으로 조사되었는데 72공 규격 트레이 육묘는 매트에 소요되는 기간이 55일 정도로 5일 정도 더 소요되었으며 매팅의 정도는 128공 규격 육묘보다 약간 떨어지는 경향을 나타내었다. 162공의 작은 셀 규격의 묘는 초장 및 생육에서 불리하였으며 이식 후 생존율도 저하하는 경향이였다.

표 1-33. 트레이 규격별 묘소질 및 매트 형성

구 분	72공	128공	162공
초 장 (cm)	11	9	6
매 트 형 성 소요기간(일)	55	50	45
생 존 율(%)	89	92	84

* 초 장 : 45일 생육묘 조사

* 생존율 : 정식 60일 후 조사

(마) 잡초방제

두릅나무는 낙엽관목으로서 지상부 3~4m까지 크므로 다른 잡초와의 경쟁에서 비교적 유리하지만 어린 유묘기일 때에는 잡초 발생량에 따라 큰 영향을 받는다. 따라서 1년차 유묘기 제초 횟수별 생존율을 비교한 결과는 표 1-34와 같다.

제초 작업을 하지 않은 처리구는 생존율이 34%로 낮았으나 2~3회 제초한 처리구에서는 정식 후 건조 피해로 인하여 고사된 개체를 제외하고는 고사 개체가 거의 없었다. 따라서 두릅나무는 정식 후 2회 정도 제초가 필요 하였으며, 2년차부터는 두릅 잔존 지피물과 생육엽의 피복으로 더 이상 제초는 필요하지 않았다.

표 1-34. 육묘 이식묘의 제초 횟수별 생존율(%)

제초작업 (회)	생존율(%)			제 초 시 기
	6.10	8.10	10.10	
0	83	57	34	-
2	81	78	76	6.10, 7.10
4	82	80	80	6.10, 6.30 7.20, 8.10

* 5. 10일 육묘 이식

(바) 연차별 수량

두릅나무는 순을 나물로 이용하므로 순의 개수를 많게 하는 것이 좋으나 순의 수확 가능 갯수가 증가하면 순의 크기가 작아지므로 적절한 가지수를 유지하는 것이 중요하다. 두릅순의 수확은 실생묘일 경우 3년차부터 가능하였으며 뿌리 삼목하였을 경우는 2년차부터 가능하였다.

실생 3년차 및 뿌리 삽목묘 2년차의 수량을 비교하면 그림 1-18과 같이 수확 경수는 뿌리 삽목묘가 약간 작았으나 순의 크기가 약간 커 수량에 있어서도 약간 높게 나타났다.

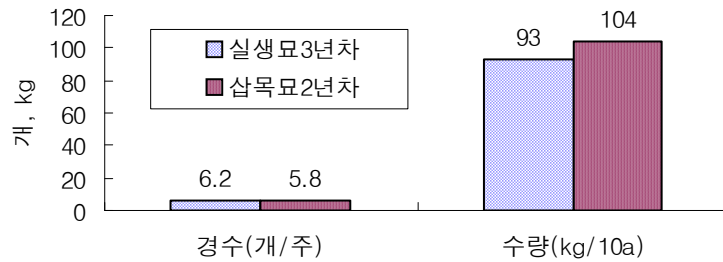


그림 1-18. 실생묘와 삽목묘의 수량 비교

(4) 한대리곰취

(가) 식물의 성장

한대리곰취(*Ligularia fischeri* Turcz. var. *spiciformis* Nakai)는 한국 특산으로 부전곰취, 이삭곰취라고도 불리워지며 곰취에 비해 두상화서(頭狀花序)의 자루가 짧아 화서가 수상화서(穗狀花序)로 보인다. 대체로 곰취속 식물들은 습기가 많은 음지에 적응되어 왔으며 한대리곰취도 음지성이지만 곰취속 식물중 나지 광환경에서의 적응성이 매우 높은 편이었고 내병, 내서성도 강하였다.

표 1-35. 나물 이용 곰취속 식물의 생리적 특성

식물명	내서성	내건성	내병성	분얼성	초세
한대리곰취	강	강	강	중	강
곰취	약	약	중	약	중
곤달비	중	중	약	강	약

잎의 크기는 곰취와 비슷하나 엽육이 두껍고 세근이 곰취에 비해 많은 편이다. 2년 이상 묵은 근두 부분은 딱딱한 목질화 된 덩어리가 형성되며 묘령이 오래 될 수록 옆으로 퍼지면서 분얼되어 나가는 특징이 있었다. 곰취와 마찬가지로 잎을 묵나물, 장아찌 등의 이용으로 적합 하며 쌈용으로는 향이 너무 강한 편이다.



그림 1-19. 한대리곰취 생육 및 개화

(나) 종자의 발아특성

한대리곰취의 종자는 표 1-36 에서와 같이 곰취, 곤달비 보다 크기가 크며 곰취와 곤달비는 검은 갈색인 반면 한대리곰취는 갈색을 띄고 있어 구별되며 종자의 크기도 곰취, 곤달비에 비해 약간 컸다.

표 1-36. 한대리곰취 종자의 형태적 특성

구분	천립중 (g)	종자수 (천립/L)	종자두께 (mm)	종자길이 (mm)	종 자 색
한대리곰취	4.7	81	1.6	8.7	갈 색
곰 취	4.8	84	1.5	7.8	검은갈색
곤 달 비	3.2	136	0.8	5.9	"

곰취와 마찬가지로 종자는 휴면이 있어 저온 처리를 통하여 휴면을 타파해야 발아시킬 수 있었다.

표 1-37. 저온처리 일수별 발아율(%)

구 분	5℃ 저온 처리 일수			
	10	20	30	40
한대리곰취	23	64	83	84
곰 취	15	56	75	76
곤 달 비	18	48	77	79

휴면타파를 위해서는 물에 불린 종자를 저온 5℃에 저장하였다가 일정한 시간이 지나면 꺼내어 적절한 온도에서 발아 시켜야 하며 표 1-37은 한대리곰취와 곰취, 곤달비의 저온 처리 소요일수 및 발아율을 비교한 것이다. 저온처리 소요 일수는 30일 정도 처리시 75~83% 발아되는 것으로 조사 되었고 한대리 곰취의 발아율이 곰취와 곤달비에 비해서는 약간 높은 경향이였다.

권 등(1993)에 의하면 산채류 종자에서 휴면타파를 위한 저온 처리기간은 2℃ 조건에서 곰취가 10일 이었다고 하였으나, 본 시험에서 곰취의 휴면타파를 위한 저온처리 일수는 곰취와 마찬가지로 30일 정도 소요되었는데 이는 저온 처리 조건의 차이에 기인한 것으로 판단 되었다. 또한 최적의 발아온도는 20℃라고 하였는데 본 시험에서는 15℃에서 발아율이 가장 높은 것으로 나타났으나 20℃의 발아율과 큰 차이를 보이지는 않았다.

표 1-38. 한대리 곰취의 온도별 발아율(%)

10℃	15℃	20℃	25℃	30℃
42	84	81	72	56

(다) 파종 방법

한대리곰취의 종자를 경사지에 5월 중순 파종 시 발아율은 68%였으나 6월 중순 파종 시에는 발아율이 43%로 떨어졌으며 7월 중순 파종 시에는 6월 중순 보다는 약간 높은 52%였는데 이는 참취 발아율이 7월 중순경 높아진 것과 마찬가지로 잦은 강우로 충분한 수분 공급이 이루어진 것이 원인으로 판단되었다. 8월 중순 파종 시는 전혀 발아 되지 않았으며 이 시기에는 고온 건조로 인하여 2차 휴면에 돌입 하는 것으로 사료되었다.

따라서 종자의 파종은 이른 시기에 하여야 발아율을 높일 수 있으며 5월까지의 저온으로 발아에 적합한 온도를 유지하나 6월부터는 고온에 의하여 종자의 휴면타파가 어려운 것으로 생각된다.

표 1-39. 파종 시기별 발아율(%)

5월	6월	7월	8월
68	43	52	0

이와 같이 고온에서 발아가 어려운 종자들은 가을에 파종하여 겨울에 자연적으로 저온을

받은 상태에서 이른 봄에 받아되도록 유도하면 좋은 결과를 얻을 수 있지만 지표면이 동결되었다가 녹는 과정을 반복하면서 서릿발에 의해 토양의 공극량이 늘어나게 되면 건조 피해를 받을 수 있기 때문에 해동 후 일찍 파종하는 것이 좋은 방법이라 판단된다.

(라) 옥묘 이식 방법

한대리곰취 옥묘 이식을 위해 포트 규격별로 파종하여 매트 형성 및 묘소질을 조사한 결과 128공 규격에서 양호하였으며 옥묘 소요일수는 45일 이었다.

이식 후 생존율은 128공 옥묘에서 86%로 가장 높았으며 72공 옥묘는 묘의 생육은 다른 규격보다 좋았으나 매트 형성율이 떨어졌으며 200공의 작은 규격 포트에서는 묘의 생육이 떨어져 이식시 적응력이 약하였다.

표 1-40. 포트규격별 매트 형성 및 묘소질 비교

구 분	포트 규격			
	72공	128공	162공	200공
옥묘 (일)	55	45	40	40
매트 형성	불량	양호	양호	양호
묘 소 질	불량	양호	양호	불량
생존율(%)	64	86	75	52

* 생존율 : 이식 60일 후 조사

(마) 잡초 방제

한대리곰취는 노지에서 유묘기 적응력이 곰취나 곤달비에 비해 높은 편이었다. 1년차에 제초 횟수에 따른 옥묘 이식묘의 생존율을 조사한 결과 무제초시에는 가을까지 38%만이 생존한 반면 2~4회 제초한 경우는 78~82%로 생존율을 높일 수 있었다.

표 1-41. 옥묘 이식묘의 제초 횟수별 생존율(%)

제초작업(회)	생존율(%)			제초시기
	6.10	8.10	10.10	
0	78	61	38	-
2	85	79	78	6.10, 7.10
4	86	84	82	6.10, 6.30 7.20, 8.10

* 5. 10일 옥묘 이식

따라서 1년차에는 최소한 2회 정도 제초가 필요하였으며 2년차부터는 이른 봄 잡초 출현보다 한대리곰취의 출현이 빠르며 엽면적이 커 잡초와의 경쟁에서 유리하여 별도의 제초 작업은 필요하지 않았다.

3. 결과 요약

가. 경사전 산채 도입을 위한 자생지 탐색

고랭지 경사전에 입식이 가능한 산채를 선별하기 위하여 자생지 지역을 탐색하고 특성을 검정하여 재배적 가치가 있는 곰취(*Ligularia fischeri* TURCZ.), 한대리곰취(*Ligularia fischeri* TURCZ. var *spiciformis* Nakai), 참취(*Aster scaber* Thunb.), 곤달비(*Ligularia stenocephala* Matsumura), 고려엉겅퀴(*Crisium setidens* Nakai), 두릅(*Aralia elata* Seem.), 음나무(*Kalopanax pictus* Nakai), 독활(*Aralia contientalis* Kitagawa), 눈개승마(*Aruncus americannus* Rafin.) 등 9종을 예비 선별하였다.

나. 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선별

(1) 출현 시기는 식생에 의한 강우인자 값을 정하는데 중요한 요소로 출현시기가 빠르면 빠를수록 우식에 의한 유실계수는 감소되나, 경제적 측면에 있어서는 출현시기의 조만은 동해 및 서리피해 등 가식부위의 품질에 영향을 줄 수 있는데 고랭지 경사전에 식재된 산채류의 출현 시기는 4월 상순 ~ 5월 상순이었으며 이 시기에 곰취, 참취 등 대부분의 산채류는 동상해 피해가 없었으나 독활은 -1.5°C 이하로 내려갈 경우 신초에 수침상의 피해가 발생함으로써 경제성을 고려한 고랭지 재배는 부적합하였다.

(2) 고랭지 경사전에서의 산채류 성장속도는 잡초경합, 표토 유실의 방지 기능, 산물생산에 따른수익성 등을 결정하는데 중요한 요소가 되는데 산채 종류별 지상부 성장량을 측정된 결과 엽을 이용하는 산채류에 있어서는 고려엉겅퀴와 참취가 우수하였고, 순을 이용하는 산채류에 있어서는 두릅과 독활, 눈개승마가 우수하였다.

(3) 엽면적과 피복도는 강우에 의한 완충능력을 향상시켜 토양 유실량을 적게 하고, 지표면의 온도 상승을 억제 하며 증발량을 최소화 하고, 잡초 발생을 경감시키는 등 계절적으로 엽면적의 다소에 따라 영향을 미치게 되는데 식재 2년차의 최대 LAI는 고려엉겅퀴 13.4, 독활 8.7, 참취 8.3, 두릅 8.3 등 이었으며 피복률100%에 접근하였다.

(4) 표고 600m 지대의 경사전 포장에 분포하는 우점 잡초는 계절별로 봄에는 개망초 (*Erigeron annuus* L.)가 주를 이루며, 바랭이(*Digitaria ciliaris* Koel.), 개여뀌 (*Persicaria blumei* Gross), 쑥(*Artemisia princeps* Pampan.), 명아주(*Chenopodium album* L.) 등이었고, 가을에는 바랭이가 주를 이루며 돌피(*Echinochloa crus-galli* Beauv.), 개망초, 개여뀌, 쑥 등이었다. 잡초 발생량은 나지의 경우 건물중으로 763.5g/m²이 발생하였으며, 작물 재포에 따른 잡초경감효과는 배추가 79.8%이었던 점에 반해 산채류는 곤달비 89.4% , 음나무 95.9%, 곰취 96.9%, 참취 97.4%, 한대리곰취 97.2%, 눈개승마 97.2%, 두릅 97.1%, 고려엉겅퀴 98.3%, 독활 97.6% 등의 잡초 경감효과가 있었다.

(5) 산채 재배후 잔존물은 지표피복으로 인해 수분 보지력을 향상시키고, 유기물 급원으로 토양에 환원됨으로써 토양 물리 화학성을 개선한다. 식재 2년차 산채류별 잔존물은 고랭지 배추가 연간 12~17kg/10a을 남기는데 반해 고려엉겅퀴 553kg/10a, 독활 421kg/10a, 참취 339kg/10a, 한대리곰취 241kg/10a, 두릅 218kg/10a, 눈개승마 118kg/10a 으로 매우 우수하였다.

(6) 작물 근권부의 표면적이 크면 토양중의 함수계수인 포화수리전도도가 높아지는데 m²당 표면적은 배추 0.07m²에 비해 참취 2.60m², 한대리곰취 2.10m², 눈개승마 1.45m²로 우수하였다. 특히 눈개승마 식재 3년생의 근권은 세근 형태의 뿌리가 무수히 많이 발생하여 작토층 전체에 넓고 깊게 분포하고 있어 토양유실 방지효과가 매우 우수할 것으로 판단되었다.

(7) 경운은 토양의 입단을 파괴함으로써 강우에 의한 유실을 촉진하게 되기 때문에 경사전에서의 토양방지를 위한 환경 친화적 방법은 경운 횟수를 적게하여 토양침식을 최소화하는 방법일 것이다. 고랭지배추의 작기당 재배년수는 0.3년인데 비해 고려엉겅퀴 2년, 한대리곰취, 참취 5~7년, 두릅, 눈개승마는 10년 이상인 것으로 추정되었다.

(8) 고랭지 경사전에서 재배된 산채류를 산지에서 자생하고 있는 산채와 비교하여 품질을 평가한 결과 잎을 수확하는 곰취, 한대리곰취, 곤달비, 참취 등은 재배환경에 따른 품질의 영향이 민감하였고, 어린 순을 이용하는 두릅, 음나무, 눈개승마 등은 품질의 영향이 크지 않아 경제적인 측면에서 우수하였다.

(9) 고랭지 경사전 산채의 수익성은 식재 당년인 1년차에 생산된 산물 없이 투입된 경영비를 포함하여 3년간의 누계소득을 산출하면 배추 2,391천원/10a에 비해 엽을 이용하는 산채인 고려엉겅퀴가 2,465천원/10a, 참취 1,713천원/10a, 한대리곰취 956천원/10a,

곰취 796천원/10a, 곤달비 -2,976천원/10a순이었고, 어린 순을 이용하는 산채류인 눈개승마 84천원/10a, 독활 81천원/10a, 두릅 16천원/10a, 음나무 -972천원/10a인 것으로 나타나 고려엉겅퀴를 제외한 여타의 산채류에서는 소득이 낮은 것으로 분석되었다.

수익성면에서 3년간의 고랭지배추보다 소득이 낮은 주 요인은 식재당년에 수확 산물이 없다는 점과 종묘비가 현실적으로 일반채소류에 비해 매우 높은 것이 소득저하 요인으로 작용하였다. 다만 재배 년수가 5년 이상 되는 한대리곰취와 참취 등은 현재 수준의 생산성을 유지할 경우 연간소득이 866~1,238천원/10a이 가능할 것으로 판단되며, 재배 년수가 10년 이상 되는 두릅, 눈개승마의 재배성기 평균소득은 두릅 1,712천원/10a 눈개승마 2,320천원/천원으로 재배 년수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다.

(10) 1-9 항의 결과를 종합하면 고랭지 Stubble mulch농법에 적용가능 할 것으로 기대되는 9종의 산채를 고랭지 경사전에 식재하여 지상부 생육 특성과 지하부 근권 특성을 평가하고 이들 산채류에 대한 경제성을 분석한 결과 지상부 생육과 지하부 근권 발달이 우수하여 고랭지 경사전에서 생육이 왕성하면서 Stubble mulch농법 적용이 가능한 산채는 한대리곰취, 참취, 두릅, 눈개승마 등 4종의 산채류가 가장 우수하였고 수익성면에서도 재배연수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다.

다. 선발된 산채의 재배법 확립

(1) 참취(*Aster scaber* Thunb.)

참취는 산채중에서 비교적 발아가 쉽고 채종량도 많아 경사전 도입이 용이한 편이다. 고랭지 경사전에 시기별로 파종한 결과 파종 시기는 5월까지이며 7월 강우기 파종하였을 때에도 비교적 양호한 발아율을 보였다. 봄 파종시 발아는 건조로 인하여 0.9cm 정도 복토 하는 것이 좋았으며 파종 방법은 산파하였을 때 발아율이 조파나 점파에 비하여 현저히 떨어졌다.

직파 했을 경우 잡초 방제는 8월10일 이전 4회 정도 제초가 필요 하였으며 육묘이식일 경우는 2회 정도 제초가 필요 하였다.

(2) 눈개승마(*Aruncus americanus* Rafin.)

눈개승마의 종자는 미세종자로 광조건에서 68% 발아되었으나 암조건에서는 발아되지 않는 광발아 종자로 밝혀 졌으며 휴면이 있어 발아시키기 위해서는 5℃ 저온에서 30일 정

도 처리가 필요하였다. 적정 발아 온도는 20℃로서 73% 발아되었다.

적정 트레이 규격은 128공으로 매트형성은 45일 소요되었으며 직경 7cm 컵포트 육묘 시에는 60일이 소요되었다.

10a당 시비량은 N 23 : P 15 : K 10kg을 사용한 시비구에서 가장 생육이 왕성하였으며, 년차별 수량은 2년차에 비하여 3년차에는 34% 증가되었다.

(3) 두릅(*Aralia elata* Seem.)

두릅의 자생지는 자갈이 많은 배수 양호한 토양, 햇빛이 잘 드는 경사가 급한 장소에 밀생되어 분포되어 있었으며 근권은 대체로 10cm 내외에 분포하였다.

종자는 휴면을 타파하기 위해서는 60일 정도 저온처리가 필요하였으며, 발아 온도는 15~20℃의 비교적 낮은 온도 범위에서 발아되는 특성이 있었다.

적정 육묘 트레이 규격은 128공 이었으며, 162공에서는 생육이 저조하였고, 72공에서는 매트 형성이 미흡하였다.

잡초 방제는 육묘 이식할 경우 2회 제초가 필요하였으며 실생 3년차와 뿌리 삼목 2년차의 수량을 비교한 결과 삼목묘 2년차의 수량이 다소 높은 경향이였다.

(4) 한대리곰취(*Ligularia fischeri* TURCZ. var *spiciformis* Nakai)

한대리곰취의 생리적 특성은 동속의 곰취, 곤달비에 비하여 내서, 내건, 내병성이 강하였고 분얼력이 우수 하였으며 생육량도 많은 것으로 조사되었다.

종자의 휴면타파를 위하여는 30일 정도의 저온 처리가 필요하였으며, 적정 발아 온도는 15~20℃의 비교적 저온에서 발아하는 특성을 가지고 있었다. 한대리곰취도 적정 파종시기는 5월까지이며 이후 파종시 고온에 의해 2차 휴면 하는 것으로 조사되었다.

육묘 이식시 생존율은 128공 육묘 이식시 86%로 가장 양호하였으며 2회 정도 제초가 필요하였다. 2년차부터는 잡초보다 출현이 빠르고 피복도가 높아 별도의 제초작업이 필요하지 않았다.

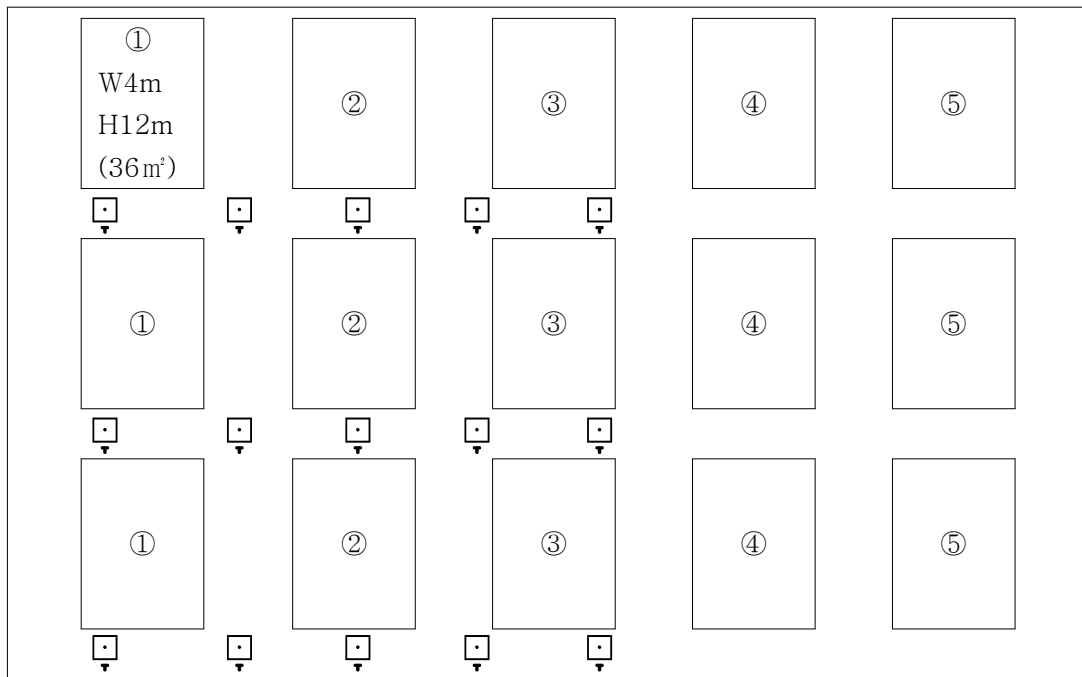
제 2 절 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양 유실 및 농약 저감효과 검증

1. 재료 및 방법

가. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양유실 방지 효과

(1) 토양 유출량 및 물 유출량 조사를 위한 포장 조성

고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 시험 장소는 강원도 횡성군 둔내면 소재 포장이며 표고는 600m 이다. 이 포장은 목초 생산을 위해 산을 개간하여 만든 경사지이다. 시험 포장 경사도는 각각 15%, 30%, 45% 이며, 포장조성은 그림 2-1과 같다.



* 작목배치 : ① 두릅 ② 눈개승마(삼나물) ③ 곰취 ④ 참취 ⑤ 배추

* 유출수와 토사유출량 catchment 탱크(용량 1,000 L)

그림 2-1. 고랭지 경사전에 설치된 라이시미터의 모식도

재배작물을 살펴보면, 2005과 2006년 모두 강원도 고랭지에서 성행하고 있는 배추를 포함하여 강원도 고랭지 대표적 산채인 두릅, 눈개승마(삼나물), 곰취, 참취를 공시 재료로 토양의 유실과 유출수의 영향을 조사하였다.

포장의 크기는 가로 4m × 세로 12m로 조성 하였으며, 테두리는 폭 30 cm의 선라이트를 15 cm를 토양에 묻고 15 cm를 노출시켜 조성하였다. 포장의 유거수를 모으기 위해서 각 plot의 끝에 함석으로 유거수 모음장치를 만들어서 선라이트와 만나도록 하였다. 한 곳으로 집중된 유거수와 유출 토사는 1,000 L 수집탱크에 저장되도록 한 후 채취하였다.

(2) 유출수 조사

유출수는 1000 L의 수집탱크에 plot으로부터 유거되어 온 유실시험포장 유거수로 단일 사상에 대한 유거량을 조사하여 시험기간 동안의 양을 합산하여 전체 유출수량을 산정하였다. 그리고 유출율은 춘천기상대에서 관측된 같은 기간 동안의 강수량 자료를 이용하여 유출율을 계산하였다.

수질 분석을 위한 유출수는 1.5 L 수질시료 채취병에 담아서 ice 박스에 넣어 실험실로 운반하였다. 운반 즉시 pH, 전기전도도, 질산태 질소, 그리고 암모늄태질소를 분석하였다. 시료는 4°C의 냉암소에 보관하였다. 유출수의 수질은 pH, EC, T-N, T-P, 양이온 등을 분석하였다. pH와 전기전도도는 초자전극을 이용하여 측정하였고, T-N은 킬달장치로, 인산은 몰리브덴청법으로, 양이온은 membrane filter로 여과하여 원자흡수분광광도계로 정량하였다.

(3) 유출토사 조사

유출토사는 유거수와 함께 이동한 것으로 수집탱크에 저장되게 된다. 수집탱크의 수질 분석용 물을 채취하고, 남아 있는 물을 교란이 되지 않도록 조심스럽게 제거한 후, 바닥에 가라앉아 있는 토사를 채취하여 채취병에 담아서 실험실로 운반하였다. 운반해온 토사는 말려서 무게를 재서 토양유실량으로 평가하였으며, 2 mm 체로 쳐서 자갈과 토양을 분리하여 각각의 분포를 결정하였고, 유출토양은 화학성분 함량을 분석하였다.

(4) 포장의 토양 조사

포장의 토양 조사는 시험 전과 후에 실시되었으며, plot의 위, 중간, 아래 부분에서 각각 채취하여 오염되지 않은 깨끗한 비닐 백에 넣어서 실험실로 운반하여 풍건하였다. 풍건한

토양은 2 mm 체로 쳐서 자갈을 분리하였다. 화학성 분석은 토양화학분석법에 준하여 실시하였다.

나. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 농약저감 효과 검증

(1) 고랭지 산채 재배지에 대한 농약사용 실태 조사

고랭지 산채 재배지에 대한 농약사용실태를 조사하기 위하여 2004년 6월부터 2006년 10월 까지 강원도 고랭지 산채 재배지 거주 경작자 30명을 대상으로 10개의 문항이 담긴 설문지를 이용하여 1:1 면담 설문조사를 실시하였다(그림 2-2). 이를 바탕으로 작성된 데이터를 통계처리 소프트웨어인 SPSS version 10.0 (SPSS Inc., Chicago)을 이용하여 각 문항에 대한 빈도분석과 문항-문항 간 상호관계를 알아보기 위하여 교차분석을 행하였다.

<p>1. 귀하의 산채재배지는 다음 중 어느 곳에 위치하고 있습니까? (1) 태백시 (2)정선군 (3)평창군</p> <p>2. 귀하의 산채재배지 면적은 얼마나 됩니까? (1) 3천평 미만 (2) 3천평~6천평 (3) 6천평~1만평 (4) 1만평 이상</p> <p>3. 병해충이 산채재배에 있어서 피해를 준다고 생각하십니까? (1) 아주 큰 피해를 준다. (2) 다소 피해를 준다. (3) 전혀 피해를 주지 않는다.</p> <p>4. 귀하의 산채재배지에서 가장 큰 문제가 되는 병해충·잡초는 무엇입니까?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>병</th> <th>해충</th> <th>잡초</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>2.</td> <td>2.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>3.</td> <td>3.</td> </tr> </tbody> </table> <p>5. 문항 4에서 언급한 병해충·잡초가 왜 문제가 된다고 생각하십니까? (1) 마땅한 방제방법을 알지 못하기 때문에 (2) 모든 방제방법을 동원하여도 잘 죽지 않기 때문에 (3) 산채의 수확을 방해하기 때문에 (4) 농약을 살포해도 잘 죽지 않기 때문에</p> <p>6. 병해충을 어떻게 방제하고 있습니까? (1) 농약에 전적으로 의존한다. (2) 윤작(블러짓기)하거나, 해충발생시기를 피해 작물 재배시기를 조절한다.</p>	병	해충	잡초	1.	1.	1.	2.	2.	2.	3.	3.	3.	<p>(3) 해충의 권적 죽은 미생물을 이용한다. (4) 위에 열거한 1-3번까지를 혼용(1+2, 1+3, 1+2+3)</p> <p>7. 산채재배지에 어떤 농약을 주로 사용하고 계십니까?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>삼충제</th> <th>삼균제</th> <th>제초제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>1.</td> <td>1.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>2.</td> <td>2.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>3.</td> <td>3.</td> </tr> </tbody> </table> <p>8. 주로 사용하고 있는 농약은 어떻게 선택하십니까? (1) 본인의 오랜 농사경험으로 (2) 농업연구 담당자의 추천으로 (3) 이웃의 추천으로 (4) 농약사용지침서를 보고</p> <p>9. 농약을 기준약량에 맞추어 살포를 합니까? (1) 기준량을 살포한다. (2) 기준량의 2배를 살포한다. (3) 기준량의 3배를 살포한다. (4) 기준량의 4배 혹은 그 이상을 살포한다.</p> <p>10. 앞으로 농업교육, 연구기관에서 해충방제 혹은 농약사용에 관한 교육이 열린다면 참석하시겠습니까? (1) 기꺼이 참석한다. (2) 시간이 되면 참석하겠다. (3) 별로 관심이 없다. (4) 참석하지 않겠다.</p>	삼충제	삼균제	제초제	1.	1.	1.	2.	2.	2.	3.	3.	3.
병	해충	잡초																							
1.	1.	1.																							
2.	2.	2.																							
3.	3.	3.																							
삼충제	삼균제	제초제																							
1.	1.	1.																							
2.	2.	2.																							
3.	3.	3.																							

그림 2-2. 강원도 고랭지 산채 경작자들의 농약 사용 실태에 대한 설문지

(2) 시험작목별 사용농약 잔류분석

(가) 잔류농약 다성분 분석법 확립

1) 분석 대상 농약

강원도 고랭지 산채 재배지 중 검출이 예상되는 농약으로 국내에 등록되어 있고, MRL (maximum residue limit)이 설정된 농약을 선정하였다.

표 2-1. 산채 중 다성분 농약 잔류분석을 위한 GC 및 HPLC의 기기분석 조건

	GC	HPLC
	HP-6890 Plus with G2614A autosampler	HP-1100 series
Column	DB-5 Capillary column (50 m×0.25 mm i.d.)	Phenomenox (25 m, particle size 5 µm, C ¹⁸)
Inlet	Temperature : 250℃, Injection volume : 1 µL, split. Constant flow : 1.2 mL min. ⁻¹	Injection volume : 10 µL
Detector	Electron capture detector Temperature : 320℃ Make up (N ₂) : 10 mL min. ⁻¹ Nitrogen-phosphorus detector Temperature : 320℃, Make up (N ₂) : 10 mL min. ⁻¹ Fuel gas (H ₂) : 3.1 mL min. ⁻¹ Air : 60 mL min. ⁻¹	UV-Visible detector Wavelength : 220 nm Fluorescence detector Excitation : 286 nm Emission : 316 nm
Oven	Total 40 min. : 130℃ (2 min. hold) → increased at 7℃ min. ⁻¹ . to 200℃ → at 2℃ min. ⁻¹ . to 220℃ (4 min. hold) → finally at 10℃ min. ⁻¹ . to 300℃ (6 min. hold)	40℃
Mobile phase	—	H ₂ O/acetonitrile (45/55, v/v) : 0 min.~5 min. ⇒ 1.0 mL min. ⁻¹ H ₂ O/acetonitrile (30/70, v/v) : 5.1 min.~25 min. ⇒ 1.3 mL min. ⁻¹

분석기기는 GLC (ECD, NPD)와 HPLC (FLD, UVD)를 사용하였고 분석 조건은 표 2-1과 같다. 이 조건하에서 농약의 머무름시간(retention time)을 기준으로 하여 GLC/ECD 분

석농약을 E1 (alphamethrin 외 27성분), E2 (acetamiprid 외 23성분) 및 E3 (bromopropylate 외 21성분)로, GLC/NPD 분석농약은 N1 (bitertanol 외 21성분), N2 (amitraz 외 18성분) 및 N3 (cyprodinil 외 18성분)로 각각 분류하였다. HPLC 분석농약은 UV detector 및 FL detector 사용 농약으로 분류하여 각각 5종 및 6종을 포함, 총 145 성분을 분석대상으로 하였다(표 2-2). 회수율 실험 및 검량선 작성에 사용한 농약표준품은 순도 90% 이상의 Dr. Ehrenstorfer사(독일), ChemService사(미국) 및 WAKO사(일본) 제품을 구입하여 사용하였다.

표 2-2. 산채 중 다성분 농약잔류분석 대상 농약

Analytical instrument	Pesticides
GLC/ECD (E1 group)	anilofos, alphamethrin, butachlor, chlorfenapyr, chlorfluazuron, cyfluthrin, dichlofluanid, difenoconazole, fenvalerate, fipronil, fluazinam, fonofos, hexaflumuron, imazail, imibenconazole, iprodione, metobromuron, nuarimol, phosalone, pretilachlor, pyrazofos, pyridaben, tecloftalam, trafluraloin, triadimefon, triflumizole, trifluralin, vinclozolin (28 pesticides)
GLC/ECD (E2 group)	acetamiprid, acrinathrin, alachlor, bifenox, bifentnrin, chinomethionat, chlorfenson, cypermethrin, dichlobenil, dicofol, diniconazole, ethoprophos, fenarimol, flufenoxuron, fluvalinate, folpet, isoprothiolane, metribuzin, oxadizon, penconazole, phorate, probenazole, prochloraz, tralomethrin (24 pesticides)
GLC/ECD (E3 group)	bromopropylate, chlorothalonil, cyhalothrin, deltamethrin, dimethylvinphos, endosulfan, esfenvalerate, ethlfluralin, etridiazole, fenpropathrin, fluoromide, fthalide(phthalide), linuron, nitralin, oxyfluorfen, permethrin, procymidone, propanil, propargite, prothiofos, tetradifon, tolclofos-m (22 pesticides)
GLC/NPD (N1 group)	bitertanol, bromacil, cadusafos, chlorpropham, chlorpyrifos, clofentezine, cyproconazole, DDVP(dichlorvos), hexaconazole, hexazinone, IBP(iprobenfos), malathion, mefenacet, methidathion, myclobutanil, pendimethalin, prometryn, pyridaphenthion, quinalphos, simazine, tebufenpyrad, terbuthylazine (22 pesticides)
GLC/NPD (N2 group)	amitraz, azinphos-m, BPMC(fenobucarb), buprofenzin, chlorpyrifos-m, dazomet, diazinon, EPN, isofenphos, isoprocarb, metalaxyl, napropamide, parathion, pirimicarb, pirimiphos-m, profenofos, propaquizafop, tebuconazole, triazophos (19 pesticides)
GLC/NPD (N3 group)	cyprodinil, demeton-s-m, dimethoate, edifenphos, fenbuconazole, fenitrothion, fenthion, flusilazole, isazofos, mepanipyrim, mevinphos, phenthoate, phosmet, piperophos, propamocarb, pyraclofos, terbufos, thiobencarb, tricyclazole (19 pesticides)
HPLC/UV	carbendazim, diflubenzuron, dimethomorph, imidacloprid, teflubenzuron (5 pesticides)
HPLC/FL	carbaryl, carbofuran, furathiocarb, isoprocarb, methiocarb, methomyl (6 pesticides)

2) 분석방법

시료 중 잔류농약 분석은 그림 2-3과 같은 과정으로 추출, 정제 및 분석을 하였다. 분석대상 농약의 정성분석은 분석기기상에 나타나는 토양, 수질 및 작물(산채 및 배추) 시료

와 표준품의 retention time을 비교하였고, 각 그룹에서 retention time이 같을 경우 mass spectrometer(Shimadzu QP-5000, JAPAN)를 이용하여 검정하였다(그림 2-3).

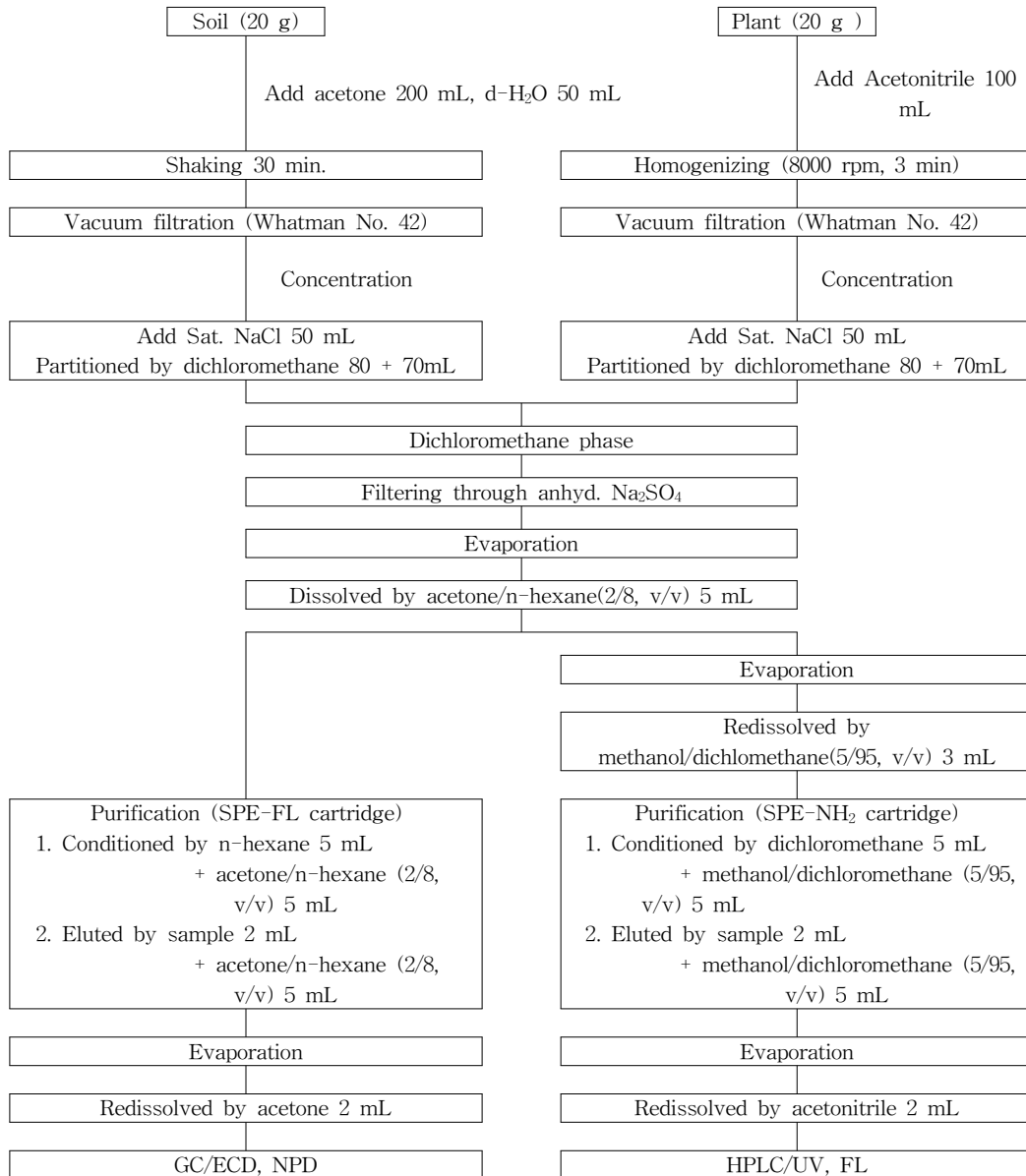


그림 2-3. 시료 중 다성분 농약잔류분석 방법

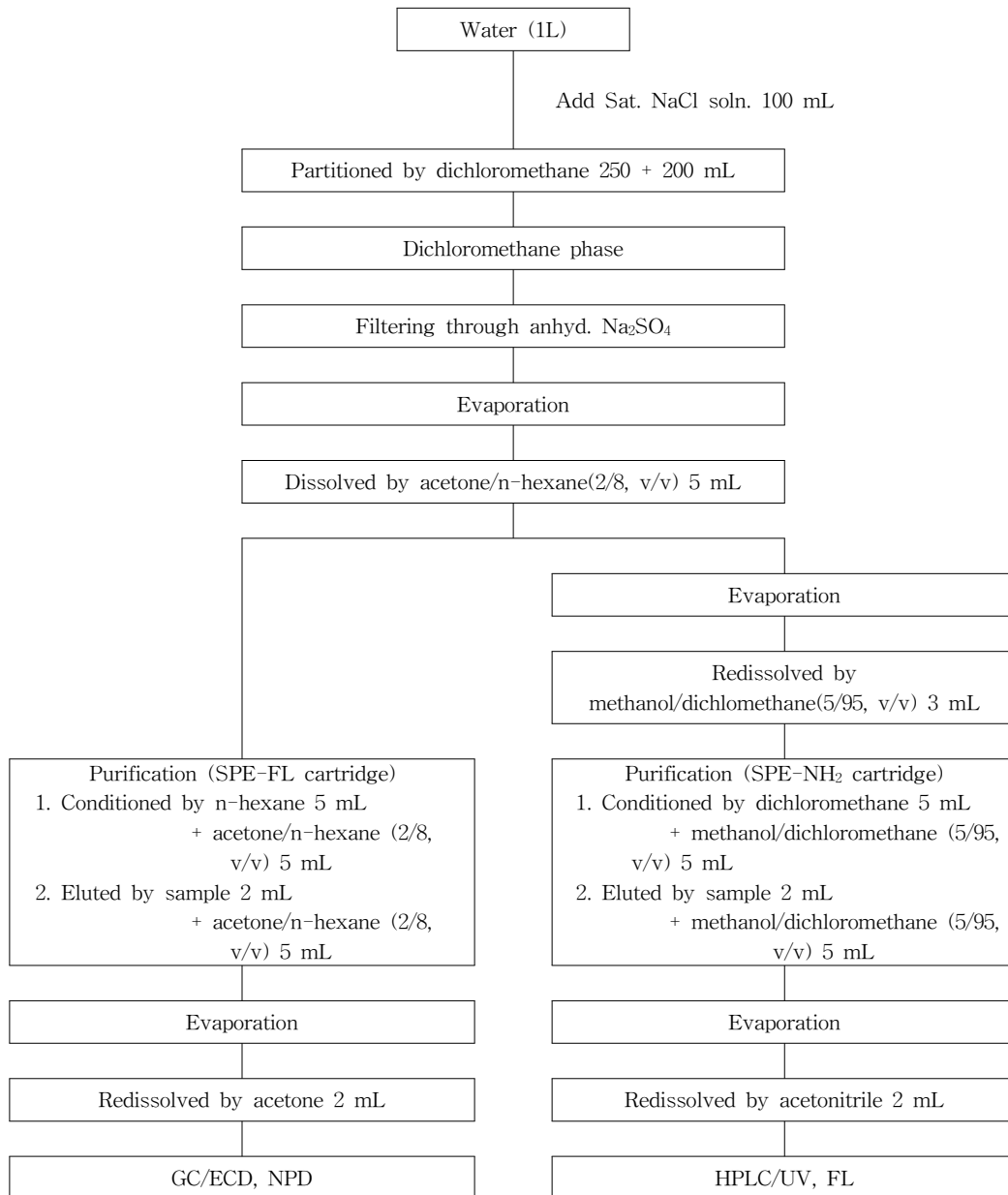


그림 2-3 계속

3) 회수율 실험

각각의 표준품을 정칭한 후 유기용매로 용해하여 1,000 mg kg⁻¹의 stock solution을 조제하였다. 분석대상 농약의 혼합 표준용액 1,000 mg kg⁻¹ 으로부터 4.0 mg kg⁻¹과 2.0 mg kg⁻¹용액을 조제하여 토양, 수질 시료에 각각 0.1, 0.002 mg kg⁻¹ 수준으로 처리한 후 토양, 수질 및 작물 시료의 분석방법과 동일하게 수행하여 회수율을 구하였다.

(나) 고랭지 배추 및 산채(취나물) 중 농약 잔류 실태조사

고랭지 배추 및 산채(취나물) 중 농약 잔류 실태를 조사하기 위하여 2004년 6월부터 10월 까지 강원도 고랭지 산채(취나물) 재배지와 배추재배지에서 산채(5개 지역) 및 배추(5개 지역) 시료를 채취하여 그림 2-3의 분석방법으로 농약잔류 실태를 조사하였다. 시료의 채취지역은 표 2-3과 같다.

표 2-3. 산채 및 고랭지 배추 중 농약 잔류 실태조사를 위한 시료 채취 지역

Wild vegetables	Chinese cabbages
강원도 평창군 봉평면 원길리	강원도 정선군 북면
강원도 평창군 봉평면 진조리 (2개소)	강원도 평창군 도암면
강원도 강릉시 왕산면	강원도 태백시 장성동
	강원도 태백시 동동
	강원도 강릉시 왕산면

(다) 고랭지 작물(산채, 배추) 및 토양 중 시기별 농약 잔류량 조사

고랭지 작물(산채, 배추) 및 토양 중 농약 잔류량을 조사하기 위하여 2005년 9월부터 10월 까지 강원도 평창군 봉평면 평촌리, 무이리 및 흥정리에서 참취 (*Aster scaber*), 곰취 (*Ligularia fischeri*), 고려엉겅퀴 (*Cirsium setidens*), 배추 (*Brassica campestris subsp. napus var. pekinensis*) 및 각 재배지의 토양 시료를 채취하여 그림 2-3의 분석방법으로 농약 잔류량을 조사하였다. 시료의 채취지역 및 채취 시기는 표 2-4와 같다.

표 2-4. 고랭지 작물 및 토양의 시료 채취 지역 및 일시

	Date	September 8, 2005			September 23, 2005			October 13, 2005		
	Sites	Pyeongchon -ri	Mui -ri	Hungjung -ri	Pyeongchon -ri	Mui -ri	Hungjung -ri	Pyeongchon -ri	Mui -ri	Hungjung -ri
Wild vegetables	<i>Aster scaber</i>	○	○	○	NA ^{a)}	NA	NA	○	○	○
	<i>Ligularia fischeri</i>	○	○	○	NA	NA	NA	○	○	○
	<i>Cirsium setidens</i>	○	○	○	NA	NA	NA	○	○	○
	Soil	○	○	○	NA	NA	NA	○	○	○
Chinese cabbages	Chinese cabbage	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Soil	○	○	○	○	○	○	○	○	○

a) not available

(라) 고랭지 산채경작지 및 배추경작지의 강우 시 농약 유실량 조사

고랭지 산채경작지 및 배추경작지의 강우 시 농약 유실량을 조사하기 위하여 2006년 9월부터 10월 까지 강원도 횡성군 및 평창군 산채재배지에서 강우 시 유출수를 채취하여 그림 2-3의 분석방법으로 농약 유실량을 조사하였다. 시료의 채취지역 및 채취 시기는 표 2-6과 같다.

표 2-5. 고랭지 산채 및 배추 경작지의 강우 시 농약 유실량 조사를 위한 시료채취 지역 및 일시

Sites	Crops	Date
Hengseong Dunne	wild vegetables (<i>Ligularia fischeri</i>)	1 st : September 9, 2006
Pyeongchang Mui-ri	wild vegetables (<i>Allium victorialis</i> var. <i>platyphyllum</i>)	
Pyeongchang Jinbu	wild vegetables (<i>Cirsium setidens</i>)	
Pyeongchang Deaha-ri	wild vegetables (<i>Cirsium setidens</i>)	2 nd : September 19, 2006
Pyeongchang Yukbaekmajigi	Chinese cabbages	3 rd : October 23, 2006
Pyeongchang Hoenggye-ri	Chinese cabbages	

2. 연구 결과

가. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 토양유실 방지 효과

(1) 유출수 수질

농업지대에서 유실되어 수계에 영향을 미치는 주요 인자인 질소와 인산의 함량을 조사하였다. 질소는 총질소의 함량을 검정하였고, 인산의 함량은 총인산의 함량을 분석하였다. 포장실험 결과에 따르면, pH는 평균 7.26(경사도 15%), 6.84(경사도 30%), 6.84(경사도 40%) 이었으며 EC는 평균 72.22 μ S/cm(경사도 15%), 61.44 μ S/cm(경사도 30%), 71.40 μ S/cm(경사도 45%) 값을 나타냈다. T-N과 T-P의 경우는 15% 경사도 포장에 비해 30%, 45% 경사도 포장에서의 값들이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 또한 15%에 비해 30%, 45% 경사도 포장의 물 유출량이 상대적으로 많아 오염부하가 높을 것으로 사료된다.

2006년 포장실험에 의하면 T-N의 경우 2005년의 T-N에 비해 상대적으로 높은 농도를 나타냈으며 T-P는 다소 낮은 값을 보였다. 경사도(15%, 30%, 45%)에 따른 T-N과 T-P의 함량은 2005년의 경향과 유사함을 보였다.

표 2-6. 경사도 및 재배작물에 따른 유거수 수질 분석(2005년)

경사도	재배작물	pH	EC	T-N	T-P
			μ S/cm	mg/L	mg/L
45%	두 립	7.27	67.8	9.18	5.86
	눈개승마	6.56	55.7	8.18	6.57
	곰 취	7.02	72	9.75	15.59
	참 취	6.59	77.5	10.44	3.92
	배 추	6.74	84	28.22	25.60
평균		6.84	71.40	13.15	11.51
30%	두 립	6.86	26.48	2.13	4.30
	눈개승마	6.82	42	3.37	1.96
	곰 취	6.67	62.1	6.77	4.54
	참 취	6.72	80.1	9.09	6.24
	배 추	7.13	96.5	9.92	20.68
평균		6.84	61.44	6.26	7.54
15%	두 립	7.52	66.5	1.16	1.55
	눈개승마	7.26	50.6	0.96	1.13
	곰 취	7.09	65.6	0.97	2.02
	참 취	7.19	70.3	1.43	1.91
	배 추	7.26	108.1	2.62	3.08
평균		7.26	72.22	1.43	1.94

표 2-7. 경사도 및 재배작물에 따른 유거수 수질 분석(2006년)

경사도	재배작물	pH	EC	T-N	T-P
			$\mu\text{s}/\text{cm}$	mg/L	mg/L
45%	두 립	6.89	38.4	28.88	6.12
	눈개승마	6.44	64.4	35.54	11.80
	곰 취	7.17	74.5	27.79	19.19
	참 취	7.04	56.0	27.89	2.18
	배 추	6.65	79.5	64.92	1.78
평균		6.84	62.56	37.00	8.21
30%	두 립	6.93	30.5	6.80	1.27
	눈개승마	6.89	41.8	9.65	1.89
	곰 취	6.79	53.3	18.35	3.00
	참 취	6.11	118.1	16.10	4.72
	배 추	6.38	68.7	16.00	3.10
평균		6.62	62.48	13.38	2.80
15%	두 립	6.99	25.6	8.17	1.84
	눈개승마	7.02	36.7	6.72	1.16
	곰 취	7.29	74.6	7.64	1.49
	참 취	7.73	68.8	11.94	1.29
	배 추	7.02	71.2	5.87	2.13
평균		7.21	55.38	8.07	1.58

(2) 토양 유실량 조사

표 2-8. 강원도 횡성군 고령지 경사전 lysimeter 실험을 통한 유출수 및 토양유실량 (2005)

경사도	재배작물	유출수	토양유실량	토양	S/R	유출율
		(R, m ³)	(S, kg)	ton/ha		%
15%	두 립	9.07	77.25	15.53	8.52	31.90
	눈개승마	8.09	37.50	7.54	4.64	28.46
	곰 취	14.72	131.88	26.51	8.96	51.78
	참 취	10.13	46.25	9.30	4.57	35.63
	배 추	14.72	131.88	26.51	8.96	51.78
30%	두 립	12.64	113.13	22.74	8.95	44.46
	눈개승마	9.95	77.38	15.55	7.78	35.00
	곰 취	16.54	125.38	25.20	7.58	58.18
	참 취	12.31	106.00	21.31	8.61	43.30
	배 추	16.60	189.38	38.06	11.41	58.39
45%	두 립	20.00	163.50	32.86	8.18	70.35
	눈개승마	18.00	122.50	24.62	6.81	63.31
	곰 취	22.00	175.35	35.25	7.97	77.38
	참 취	17.00	150.00	30.15	8.82	59.80
	배 추	23.00	284.00	57.08	10.92	80.90

표 2-9. 강원도 횡성군 고령지 경사전 lysimeter 실험을 통한 유출수 및 토양유실량 (2005)

경사도	재배작물	유출수	토양유실량	토양	S/R	유출율
		(R, m ³)	(S, kg)	ton/ha		%
15%	두 립	13.15	108.15	21.74	8.22	34.15
	눈개승마	11.73	52.50	10.55	4.48	30.46
	곰 취	21.34	184.63	37.11	8.65	55.42
	참 취	14.69	64.75	13.01	4.41	38.14
	배 추	21.34	184.63	37.11	8.65	55.42
30%	두 립	18.33	158.38	31.83	8.64	47.59
	눈개승마	14.43	108.33	21.77	7.51	37.46
	곰 취	23.98	175.53	35.28	7.32	62.27
	참 취	17.85	148.40	29.83	8.31	46.35
	배 추	24.07	265.13	53.29	11.01	62.50
45%	두 립	29.00	228.90	46.00	7.89	75.30
	눈개승마	26.10	171.50	34.47	6.57	67.77
	곰 취	30.00	245.49	49.34	8.18	77.89
	참 취	24.65	210.00	42.21	8.52	64.00
	배 추	31.00	397.60	79.92	12.83	80.49

2005년도 실험에 의하면 강우 유출량은 15% 경유 배추 및 곰취에서 14.72m³으로 가장 높았고, 눈개승마, 두릅, 참취는 낮게 나타났다. 유출율의 경우에도 강우 유출량과 같은 경향을 나타내었다. S/R비의 경우 배추에 비해 눈개승마, 참취가 약 1/2에 해당하는 것으로 나타났다. S/R비는 단위유출량에 대한 유실량 비를 나타내는 것으로 동일유출량에서 발생하고 있는 토양유실량의 정도를 나타내는 것이다. 즉, S/R비의 차이는 토양유실을 막는 효과가 산채작물인 눈개승마 및 참취가 매우 효과가 뛰어난 것으로 사료된다. 토양유실량은 배추와 곰취가 가장 많은 것으로 나타났으며 눈개승마와 참취가 각각 7.54ton/ha, 9.30ton/ha로 낮은 토양유실량을 나타내어 토양유실 저감효과가 있는 것으로 평가된다.

산채작물의 토양유출 및 유출수 저감효과는 경사도 30%, 45%인 경우도 15%와 유사한 경향을 나타내었으며 경사도에 따른 유출수 및 토양유실량도 증가하는 것으로 나타났다. 2006년도 시험의 경우 15%, 30%, 45% 모든 실험포장에서 유출수 및 토양유실량이 증가하였는데 이는 2005년에 비해 강우량이 상대적으로 많기 때문인 것으로 사료된다.

경사도에 따른 유출수와 토양유실량은 경사도가 클수록 유출수량과 토양유실량이 증가하였다. 15% 경사도 실험포장의 경우 배추가 37ton/ha의 토양유실량을 나타낸 반면 눈개

승마와 참취 재배 plot의 경우 토양유출량이 각각 10.5ton/ha와 13ton/ha로서 3배 정도의 토양유실저감효과가 있는 것으로 조사되었다. S/R비도 역시 눈개승마와 참취 plot의 경우 4.48과 4.41로서 배추 재배 plot에 비해 1/2정도의 낮은 수치를 나타내었다. 30%, 45% 포장에서도 눈개승마와 참취의 토양유실량과 유출수 저감효과가 나타남으로서 시험한 산채작물 중 눈개승마와 참취가 고랭지 경제작물로서 대체가 가능할 것으로 기대된다.

표 2-10. 유실 토사의 자갈함량 및 입경 분포 (2005)

구 분	입경 분포 (%)					
	자갈함량 > 2mm	2~1mm	1~0.5mm	0.5~0.25mm	0.25~0.1mm	< 0.1mm
평균	4.0	26.4	31.3	30.5	4.8	3.0
범 위	1.2~5.7	19.8~31.0	7.2~39.2	13.4~37.0	2.9~13.5	1.7~6.7

유실에 대해 저항성을 갖는 입자의 크기를 확인하기 위하여 유출된 토사를 채취하여 입자의 크기별 분포를 살펴보았다. 2 mm 이상의 자갈은 토사에서 평균 4 %를 차지하고 있었다. 이는 고랭지 경사지의 경작지 토양에 포함되어 있는 20 % 이상의 함량에 비하면 낮게 유출된 것으로 2 mm 이상의 입자는 강우 유출시 저항력이 다른 입자의 크기에 비해 높기 때문으로 판단되었다. 유실 토사에 가장 많은 부분을 차지하는 입경은 1~0.5 mm의 크기를 갖는 것으로 31.3 %의 함량을 보였다. 미사와 점토를 포함하고 있는 0.1 mm 이하의 입자는 유출 토사의 3 %를 차지하고 있었다(표 2-11).

표 2-11. 유실 토양의 화학적 특성

경사도	재배작물	pH	EC	OM	P ₂ O ₅	CEC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Ext. cations(cmol _c kg ⁻¹)			
			μS cm ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		Ca	Mg	K	Na
15%	두 립	7.2	6.88	4.0	7.0	12.0	51.2	40.5	5.5	2.7	0.3	0.04
	눈개승마	7.1	6.20	4.0	8.0	12.0	48.7	32.8	6.1	2.7	0.3	0.07
	곰 취	7.0	7.46	5.0	10.1	13.1	50.4	28.3	5.7	2.8	0.4	0.14
	참 취	7.4	10.27	5.0	9.1	12.0	46.9	30.5	7.9	2.6	0.3	0.05
	배 추	6.2	10.74	4.0	8.0	11.0	47.3	27.4	5.4	2.0	0.3	0.05
30%	두 립	6.9	4.99	7.7	112.8	8.2	31.0	20.6	4.7	1.7	0.2	0.06
	눈개승마	6.9	6.96	11	121.7	7.3	31.0	22.6	3.8	1.4	0.2	0.07
	곰 취	6.9	9.07	8.7	70.9	8.9	39.8	25.4	5.2	1.9	0.2	0.06
	참 취	6.9	8.48	37	97.2	9.0	36.4	23.9	5.3	1.8	0.2	0.07
	배 추	6.5	6.71	14.5	114.8	9.6	37.6	19.6	4.9	1.7	0.3	0.06
45%	두 립	7.1	12.59	9.7	130.2	8.4	29.2	21.0	4.7	1.7	0.2	0.08
	눈개승마	6.9	9.32	12.6	123.1	8.8	31.5	24.8	4.8	1.9	0.3	0.07
	곰 취	7.0	8.21	8.1	132.5	8.3	33.8	21.8	4.4	1.8	0.3	0.07
	참 취	7.2	6.60	7.5	109.7	7.6	29.9	25.9	4.8	1.5	0.1	0.06
	배 추	7.0	5.41	8.0	115.1	7.6	46.1	27.9	4.2	1.6	0.2	0.07

표 2-11은 2006년 포장 유실 토양에 대한 화학적 분석 결과이다. 전기 전도도는 처리구 간에 차이가 크지 않았으며, 조사된 전기전도도 값은 5.4~10.74 μS cm⁻¹으로 조사되었다. 유출 토사의 암모늄태 질소 농도는 질산태 질소의 농도에 비해 다소 높은 것으로 분석되었다. 암모늄태의 경우는 토양흡착력이 있어서 유출토사에서 상대적으로 높은 농도가 검출되었고, 질산태 질소의 경우는 토양에 대한 흡착력이 낮은 관계로 유출토사 보다 유출수에서 높은 농도를 나타낸 것으로 판단된다.

유실 토사의 유기물 함량과 양이온치환용량 및 양이온 함량에 대해 조사하였다. 유출 토사의 입자가 대부분 양이온에 대한 흡착 능력이 낮은 모래여서 토사의 CEC가 처리구 전체에서 7.3~13.1 cmol kg⁻¹으로 나타났다. 유출토사의 유기물 함량은 4.0~14.5 g kg⁻¹이 포함되어 경작지 밖으로 유거되는 것으로 조사되었다. 토양에 뿌려진 경작지의 유기

부산물 비료 및 각종 퇴비의 유출이 발생하는 것을 알 수 있으며, 유기부산물 비료와 퇴비가 토양의 안정화에 기여하여 토양의 유실을 줄이는 기능도 하지만, 과도한 투입이나 부적절한 시기에 투입될 경우 강우와 함께 수계로 유입되어 2차적인 오염원으로 작용할 수 있음을 짐작하게 한다. 또한 유기부산물의 잔재가 토양과 함께 유실되는 것으로 미루어 토양에 뿌려진 각종 화학비료의 경우, 특히 쉽게 물에 녹는 성분은 유거수나 침투수와 함께 하천과 지하로 이동하여 각종 퇴비와 더불어 수계의 오염원이 될 것으로 판단된다.

(3) 포장의 토양조사

표 2-13은 시험이 이루어지기 전의 토양과 작물을 재배하고 강우에 의한 토사 유출의 발생 시험이 끝난 후에 채취하여 분석한 토양의 특성을 나타낸 것이다.

표 2-12. 강원도 횡성군 둔내 지역의 물리적 특성 분석

경사도		Sand	Silt	Clay	Soil Texture
		----- % -----			
15%	두 립	80.44	4.46	15.10	사양토(SL)
	눈개승마	83.19	2.48	14.33	사양토(SL)
	곰 취	87.32	1.51	11.17	양질사토(LS)
	참 취	83.86	3.32	12.83	양질사토(LS)
	배 추	88.95	0.65	10.40	양질사토(LS)
30%	두 립	89.70	0.47	9.83	양질사토(LS)
	눈개승마	75.51	11.08	13.41	사양토(SL)
	곰 취	72.75	11.50	15.75	사양토(SL)
	참 취	76.83	7.05	16.13	사양토(SL)
	배 추	81.64	6.50	11.87	사양토(SL)
45%	두 립	78.75	5.39	15.86	사양토(SL)
	눈개승마	69.25	14.65	16.10	사양토(SL)
	곰 취	71.20	12.67	16.13	사양토(SL)
	참 취	71.08	13.47	15.45	사양토(SL)
	배 추	72.62	12.51	14.87	사양토(SL)

시험 전과 후의 토양에서 유기물의 함량이 2% 도 되지 않았다. 자갈과 모래 성분이 많은 부분을 차지하는 사양토(마사토)지대에서 포장을 조성하여 시험이 이루어졌기 때문으로 생각된다. 시험 전에 채취한 토양의 화학성은 처리구간에 크지 않았으나, 유기물의 함량이 사경 나지, 사경 무처리, 등고선 무처리에서 상대적으로 낮았고, 질산태 질소는 등고선 무처리에서 인산은 사경 무처리에서 낮았다.

시험 전과 후의 토양의 화학적 변화는 크게 나타나지 않았으며, 암모늄태 질소가 증가하고 질산태 질소가 감소한 것이 가장 큰 변화로 나타났다. 이는 암모늄태 질소는 토양 흡착이 잘 되고, 질산태 질소는 토양 흡착이 매우 낮은 것으로 설명이 가능하다.

강원도 횡성군 둔내 지역 토양의 토성 분석 결과 일부 plot이 양질사토의 토성을 보인 반면 대부분 plot의 토성은 사양토로 나타났다. 또한 강원도 횡성군 둔내 lysimetet 실험 포장은 sand의 함량이 70%를 넘을 정도로 sand의 함량이 높았다. 이것은 이지역이 산림 지대를 개간하였고, 모재성토로 객토를 하였기 때문에 sand의 함량이 높은 것으로 사료된다. 반면 이 지역은 silt의 함량에 비해 clay의 함량이 높은 것으로 나타났다(표 2-12).

(4) 강원도 횡성군 둔내지역 토양의 이화학적 특성 조사

표 2-14는 강원도 횡성군 둔내 실험포장 토양의 화학적 특성 분석 결과로 pH는 6.6 ~ 7.3 범위 내에 있어 차이가 나지 않는 것으로 판단되었다. EC는 전체 평균이 $30.8 \mu\text{s cm}^{-1}$ 이고, $12.5 \sim 57.5 \mu\text{s cm}^{-1}$ 로 나타났다. 암모늄태 질소는 질산태 질소에 비하여 상대적으로 높은 값을 나타내었으며, $26.3 \sim 35 \text{ mg kg}^{-1}$ 범위에 있어서 plot간 차이가 크지 않은 것으로 나타났으며 질산태 질소의 경우도 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. P_2O_5 함량의 경우 $168.5 \sim 256.6 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로 나타났다. 유기물 함량은 $14.1 \sim 24.9 \text{ mg kg}^{-1}$ 의 범위 안에 있었다. Exc. Cations의 분석 결과 K는 평균 $0.31 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 이고, $0.2 \sim 0.4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 으로 나타났고, Ca의 경우 평균 $4.95 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $4.1 \sim 6.2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 의 값을 보였다. Mg의 경우 평균 $1.55 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, $1.1 \sim 1.7 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 으로 나타났다. Na의 경우는 평균 $0.83 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 의 값을 보였고, $0.81 \sim 0.87 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 으로 비슷한 값을 나타냈다.

토양의 중금속은 토양에 생육하는 작물에 직접적으로 장해를 일으켜 고사하게 하거나, 작물의 식물체 내에 축적되어 인간이나 동물의 체내에 축적되는 생물농축에 의한 간접적 피해를 일으키는 경우 등이 있다(정, 1944; 김, 1993).

표 2-13. 강원도 횡성군 둔내 라이시미터 설치 포장의 중금속 함량

경사도 및 재배작물		Fe	Mn	Ni	Zn	Cd	Cr	Cu	Pb
		----- mg/kg -----							
15%	두 립	39.47	37.11	10.04	1.73	0.11	0.31	0.05	3.04
	눈개승마	67.75	41.45	8.67	2.29	0.07	0.07	0.01	3.15
	곰 취	20.49	30.22	0.05	1.28	0.10	0.03	0.00	3.49
	참 취	79.30	24.06	11.35	2.39	0.07	0.06	0.00	2.10
	배 추	91.80	47.99	0.14	3.46	0.06	0.16	0.01	3.10
30%	두 립	38.53	19.99	6.32	2.00	0.06	0.04	0.10	2.31
	눈개승마	30.02	38.13	0.13	2.03	0.10	0.22	0.04	4.01
	곰 취	36.93	34.97	6.56	1.69	0.08	0.15	0.02	3.47
	참 취	41.30	32.23	7.85	1.93	0.10	0.22	0.15	4.06
	배 추	41.01	29.52	5.43	1.53	0.10	0.05	0.00	3.44
45%	두 립	55.60	35.76	0.12	2.28	0.10	0.13	0.09	3.65
	눈개승마	48.54	25.06	4.40	2.85	0.06	0.10	0.04	3.59
	곰 취	46.04	20.76	5.15	1.13	0.10	0.10	0.07	3.29
	참 취	50.35	23.64	5.16	0.91	0.08	0.09	0.05	3.81
	배 추	57.25	30.89	0.16	1.35	0.10	0.10	0.02	3.52
한국밭토양 평균		-	-	1.31	4.17	0.13	0.57	3.78	4.17

표 2-14. 시험포장의 화학적 특성(2006)

경사도	재배 작물	pH	EC	OM	P ₂ O ₅	CEC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Exch cations(cmolec kg ⁻¹)			
			μS cm ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmolec kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		Ca	Mg	K	Na
15%	두 립	7.1	45.5	19.6	209.7	8.3	33.3	18.5	5.6	1.6	0.2	0.86
	눈개승마	6.9	21.8	20.8	236.9	8.2	29.4	17.4	4.4	1.4	0.3	0.85
	곰 취	6.8	18.2	18.0	256.6	8.3	29.1	19.3	4.4	1.5	0.4	0.81
	참 취	6.6	23.2	17.0	172.5	8.6	31.4	21.3	4.4	1.1	0.4	0.82
	배 추	6.6	57.5	16.7	193.2	9.0	29.1	15.7	4.6	1.3	0.3	0.83
30%	두 립	7.1	27.2	24.2	237.3	8.9	33.9	18.8	5.5	1.7	0.3	0.84
	눈개승마	7.0	43.6	24.9	247.5	9.0	31.4	16.2	5.0	1.6	0.4	0.82
	곰 취	6.9	38.2	22.4	205.9	7.7	35.0	17.9	4.7	1.6	0.4	0.82
	참 취	6.9	12.5	23.3	191.6	8.6	35.8	17.6	4.6	1.7	0.4	0.81
	배 추	6.6	20.7	19.8	176.8	8.3	25.8	16.0	4.1	1.4	0.2	0.82
45%	두 립	7.2	28.4	21.9	210.0	9.1	33.0	19.6	6.2	1.5	0.3	0.82
	눈개승마	7.3	25.5	20.4	215.1	8.0	26.3	17.6	4.9	1.8	0.2	0.84
	곰 취	7.2	31.5	17.8	217.0	8.0	30.8	17.4	4.6	1.6	0.4	0.85
	참 취	6.8	25.3	21.9	168.5	9.5	30.5	22.7	5.5	1.7	0.2	0.85
	배 추	6.8	32.4	14.1	185.0	9.6	35.0	21.3	5.8	1.7	0.2	0.87

표 2-13은 강원도 횡성군 둔내 실험포장 토양의 중금속 분석결과이다. 분석결과 Zn, Cd, Cr, Cu, Pb의 경우는 우리나라 밭 토양의 평균 중금속 수치에 비해 낮은 값을 보인 반면, Ni은 몇몇 지역에서 평균 수치보다 높은 값을 나타냈다. Ni의 경우 우리나라 밭 토양의 평균 함량은 1.31 ppm인데 비해 최대 11.35 ppm(0.05 ppm ~ 11.35ppm)을 나타냈고, 대부분 평균수치보다 높은 수치를 보였다. 강원도 횡성군 둔내 지역은 주변에 공장 지대가 위치하지 않은 것으로 봐 공장폐수나 매연에 의한 오염보다는 토양의 모암에서 유래된 자연 함유량일 가능성이 가장 높고, 농약이나 비료의 영향도 있으리라 사료된다.

나. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 농약 저감 효과 검증

(1) 고랭지 산채 재배지에 대한 농약사용 실태 조사

고랭지 산채 재배지에 대한 농약사용실태를 조사하기 위한 설문조사 결과 조사 응답자들은 산채 재배지에 발생하는 병해로 흰가루병, 역병 및 더덩이병을 꼽았고, 충해로는 두점애기비단나방과 콩줄기명나방이 산채재배지에 발생하고 있다고 응답하였다(표 2-15). 특히, 주요 병충해의 발생시기는 7월과 8월에 집중적으로 발생하고 있다고 응답했으며, 흰가루병과 콩줄기명나방의 피해가 심한 것으로 응답하였다.

산채 재배지에 발생하는 병해를 방제하기 위하여 취나물(곰취, 참취)의 흰가루병은 웨나리(fenarimol) 및 아зок시스트로빈(azoxystrobin)을 사용하고 있었으며, 두릅의 역병과 입고역병은 디메소모르프(dimethomorph) 및 베노밀(benomyl)을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 음나무의 경우는 역병과 입고역병을 방제하기 위하여 에디졸(etridiazole) 및 다찌밀(hyhexazol + metalaxyl)을 사용한다고 응답하였다.

조사 대상자의 대부분은 산채 재배지의 병해충을 방제하기 위한 농약 선택은 경작자 자신의 오랜 농사 경험(44.4%)과 농약상의 추천(39.8%)에 의존하고 있지만(그림 2-4), 이들이 사용하고 있는 농약 중에는 산채에 등록이 되어 있지 않은 농약들도 포함되어 있어 농약 선정에 문제가 있음을 확인하였다. 이를 해결하기 위해서는 올바른 농약 사용법에 대한 지도 및 교육이 이루어져야 할 것이라 사료된다.

표 2-15. 산채 재배지에서 발생하는 주요 병해충 종류 및 발생 양상

품목	병해충	발생시기 (월)	발생정도 (1약-5심)
곰 취	흰가루병(<i>Sphaerotheca fusa</i>)	8	3
	두점애기비단나방(<i>Sythis sinensis</i>)	8	2
	콩줄기명나방(<i>Ostrinia scapularis</i>)	7, 8	1
	역병(<i>Rhizoctonia solani</i>)	7, 8	1
참 취	흰가루병(<i>Sphaerotheca fusa</i>)	9	3
	콩줄기명나방(<i>Ostrinia scapularis</i>)	7, 8	1
두 립	역병(<i>Phytophthora cactorum</i>)	7	1
	더데미병(<i>Elsinoe araliae</i>)	7	1
음나무	역병(<i>Phytophthora cactorum</i>)	7	1

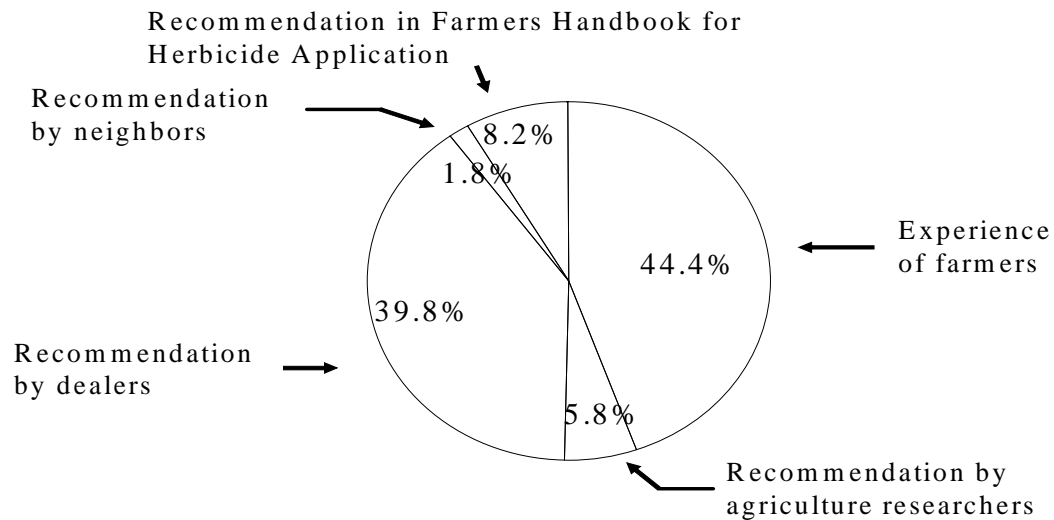


그림 2-4. 강원도 산채 경작자의 농약사용 패턴

(2) 시험작목별 사용농약 잔류분석

(가) 잔류농약 다성분 분석법 확립

1) 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram

농약 안전사용 기준과 MRL이 고시된 농약을 선정하여, 농약성분의 peak가 겹치지 않게 3개 그룹으로 분류하여 분석 하였다. GLC/ECD 분석은 E1, E2, E3 그룹으로 나누었으

며, E1 그룹은 alphamethrin, anilofos, 등 28성분(그림 2-4), E2 그룹은 acetamiprid, acrinathrin 등 24성분(그림 2-5), E3 그룹은 bromapropylate, chlorothalonil 등 22성분(그림 2-6)이었다. GLC/NPD분석은 ECD분석과 같이 3개의 그룹으로 나누어 분류하였다(N1, N2, N3). N1 그룹은 bitertanol, bromacil, 등 22성분(그림 2-7), N2 그룹은 amitraz, azinphos-m 등 19성분(그림 2-8), N3 그룹은 cyprodinil, demeton-s-m 등 19성분(그림 2-9)이었다. HPLC분석은 UV/FL detector별로 나누어 carbendazim 등 각각 5성분, 총 10성분(그림 2-10)을 분석하였다.

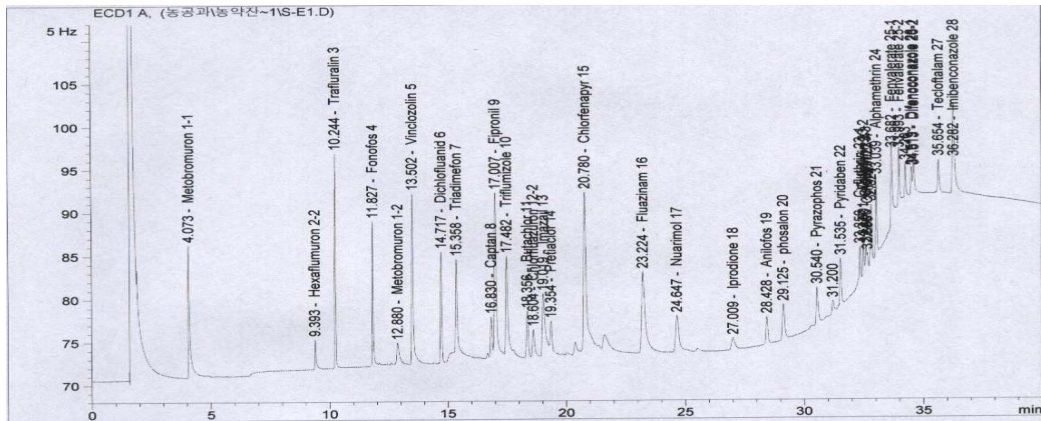


그림 2-4. 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram (GLC/ECD-1, 28성분)

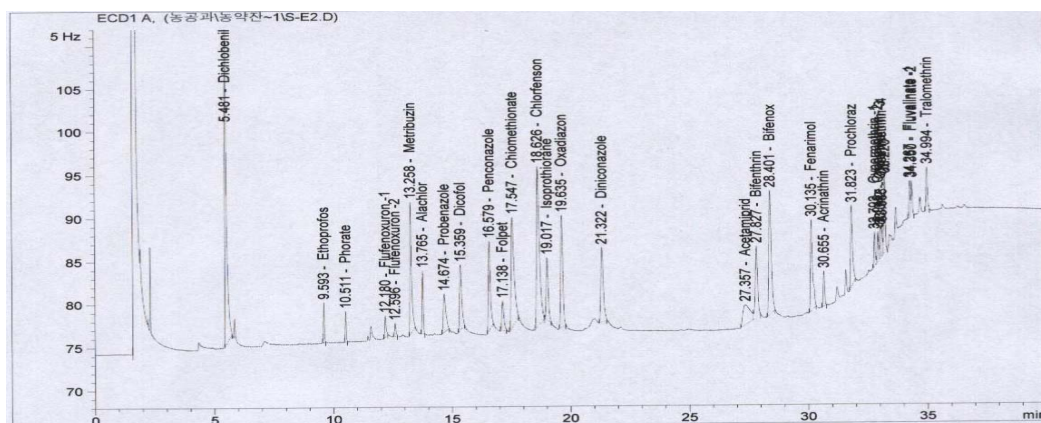


그림 2-5. 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram (GLC/ECD-2, 24성분)

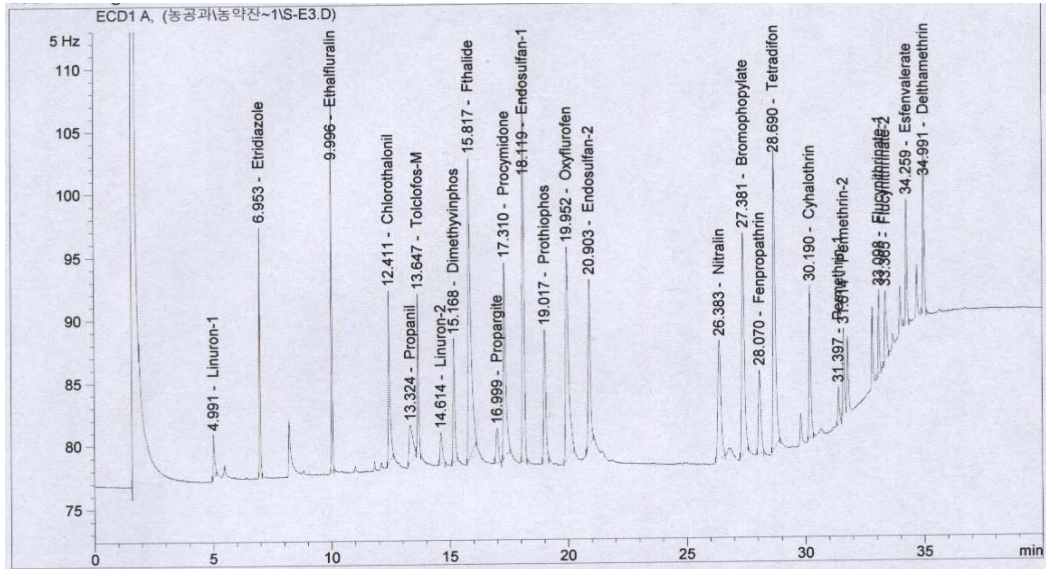


그림 2-6. 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram (GLC/ECD-3, 22성분)

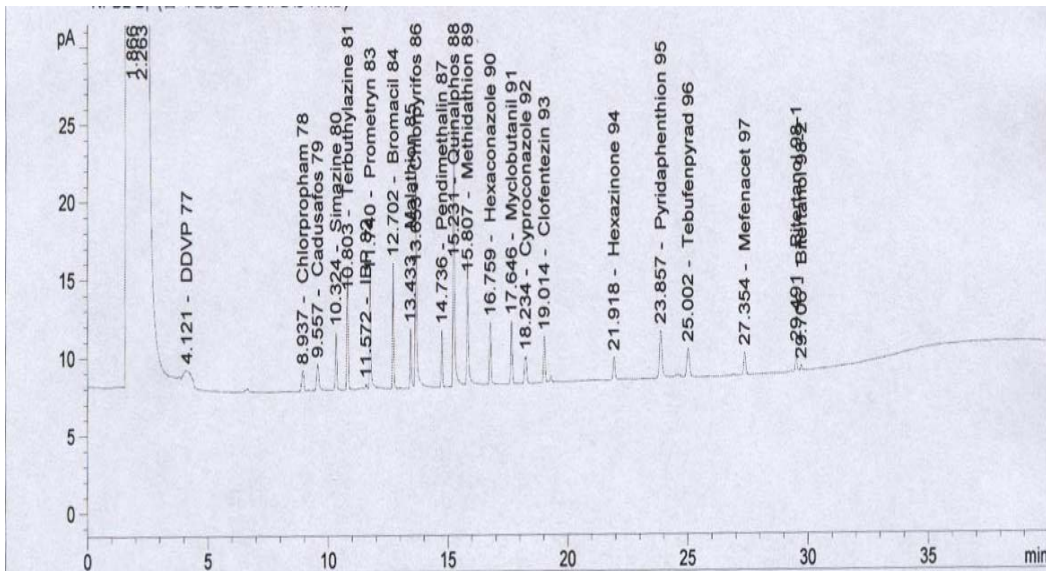


그림 2-7. 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram (GLC/NPD-1, 22성분)

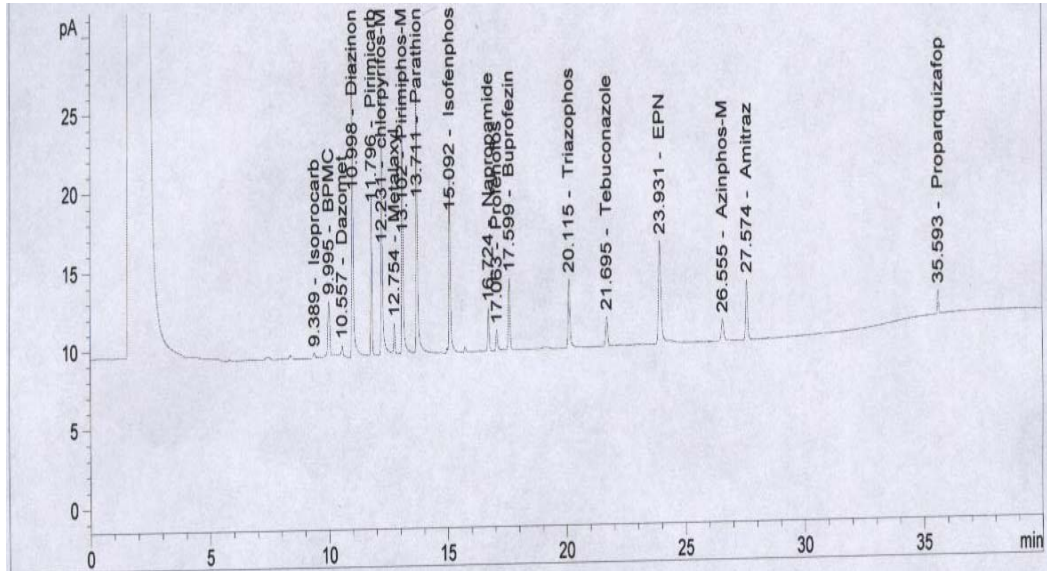


그림 2-8. 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram (GLC/NPD-2, 19성분)

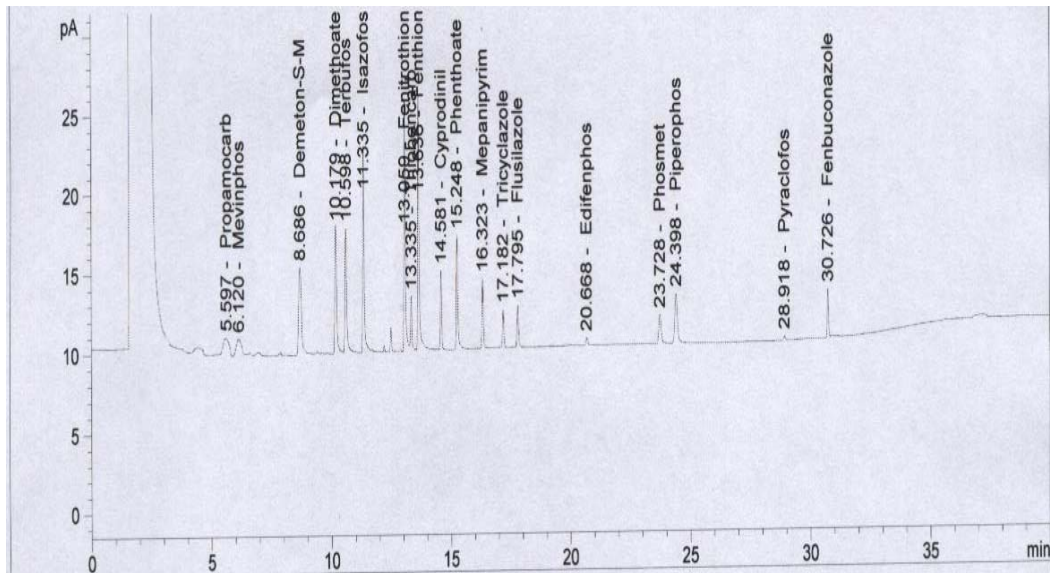


그림 2-9. 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram (GLC/NPD-3, 19성분)

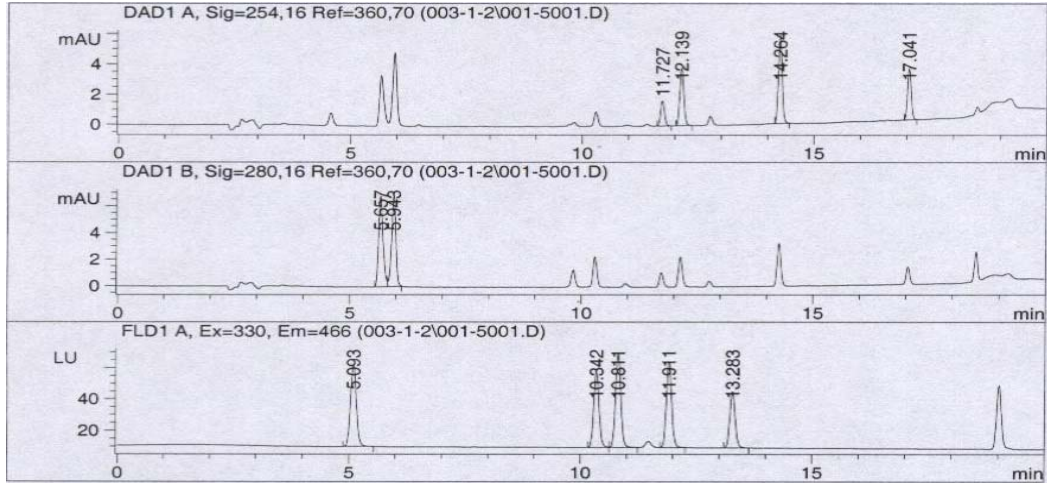


그림 2-10. 분석대상 농약 표준품(1.0 ng)의 chromatogram (HPLC/UV-FL, 10성분)

2) 토양, 물 및 작물 시료 중 농약의 회수율

토양시료 중 E1, E2, E3 그룹의 농약을 다성분분석법에 준하여 회수율을 검정하였다. 그 결과, E1 그룹(그림 2-11)의 28성분의 농약에서 44.8~138.9%의 회수율(표 2-16)을, E2 그룹(그림 2-12)의 23성분의 농약에서 40.9~139.0%의 회수율(표 2-17)을, E3 그룹(그림 2-13)의 23성분의 농약에서 46.7~139.0%의 회수율(표 2-18)을 보였다.

표 2-16. 토양시료 중 분석대상 농약(28성분)의 회수율 (GLC/ECD-1)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Metobromuron	99.0	Chlorfenapyr	130.9
Hexaflumuron	78.7	Fluazinam	44.8
Triflumizole	115.4	Nuarimol	108.2
Fonofos	123.7	Iprodione	136.7
Vinclozolin	138.9	Anilofos	134.5
Dichlofluanid	113.8	Phosalone	100.8
Triadimefon	127.1	Pyrazofos	100.6
Captan	117.6	Pyridaben	119.9
Fipronil	135.6	Cyfluthrin	139.8
Trifluralin	111.1	Alphamethrin	136.5
Butachlor	130.0	Fenvalerate	62.5
Chlorfluazuron	96.8	Difenoconazole	49.3
Imazail	56.0	Tecloftalam	47.1
Pretilachlor	138.0	Imibenconazole	106.2

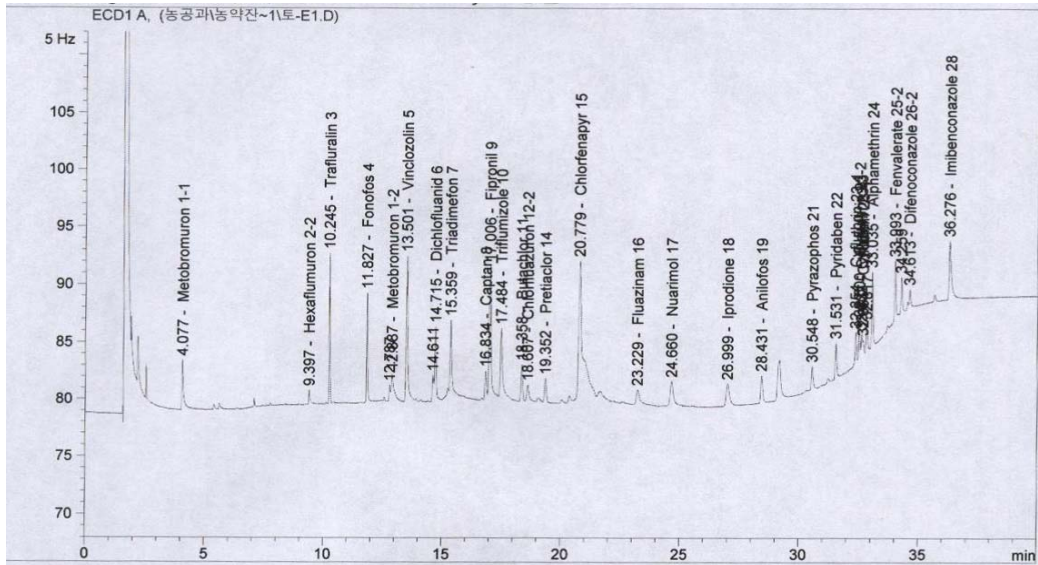


그림 2-11. 분석대상 농약의 토양 회수율 chromatogram (GLC/ECD-1, 28성분)

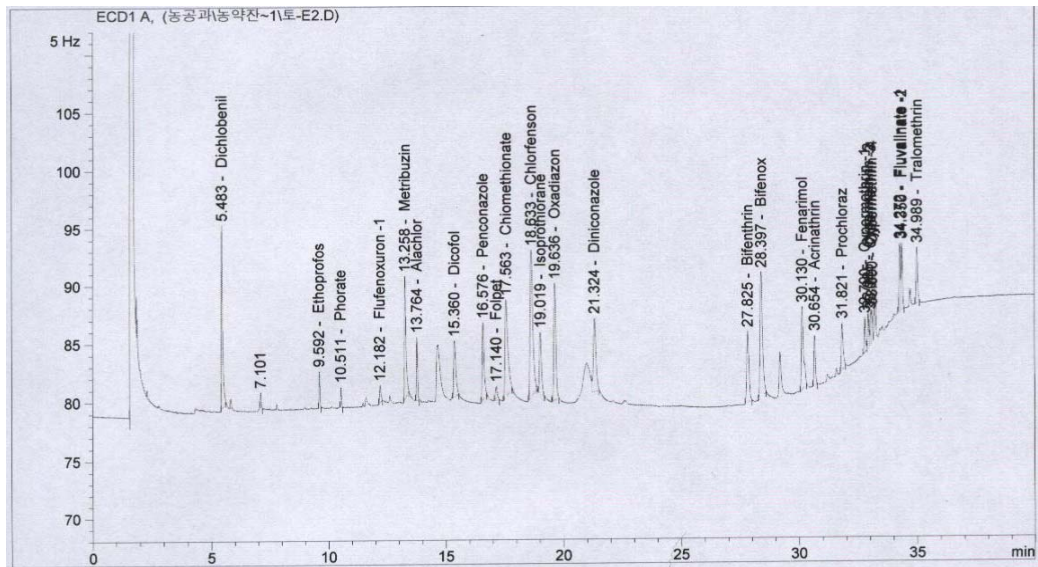


그림 2-12. 분석대상 농약의 토양 회수율 chromatogram (GLC/ECD-2, 23성분)

표 2-17. 토양시료 중 분석대상 농약(23성분)의 회수율 (GLC/ECD-2)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Ethoprophos	66.4	Oxadizon	75.2
Phorate	46.2	Diniconazole	73.7
Flufenoxuron	45.0	Acetamiprid	50.0
Metribuzin	66.1	Bifentnrin	68.5
Alachlor	72.2	Bifenox	76.2
Probenazole	48.0	Fenarimol	67.1
Dicofol	62.4	Acrinathrin	106.3
Penconazole	61.0	Prochloraz	40.9
Folpet	47.0	Cypermethrin	78.1
Chinomethionat	63.8	Fluvalinate-1	139.0
Chlorfenson	64.6	Tralomethrin	99.7
Isoprothiolane	71.2		

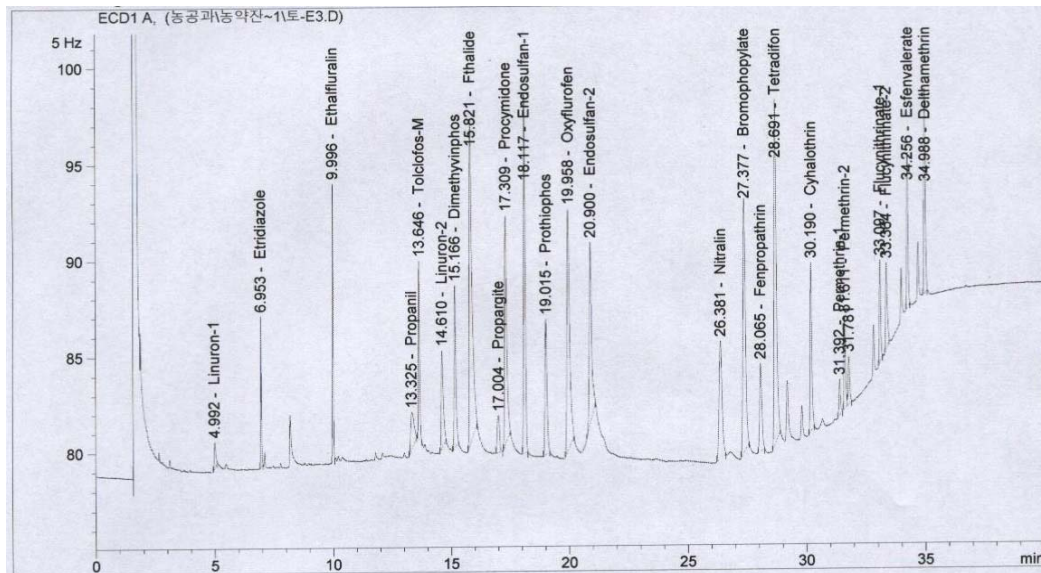


그림 2-13. 분석대상 농약의 토양 회수율 chromatogram (GLC/ECD-3, 23성분)

표 2-18. 토양시료 중 분석대상 농약(23성분)의 회수율 (GLC/ECD-3)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Etridiazole	46.7	Nitralin	79.3
Ethfluralin	55.3	Bromopropylate	90.0
Chlorothalonil	83.7	Fenpropathrin	82.8
Propanil	77.3	Tetradifon	90.1
Tolclofos-m	88.1	Cyhalothrin	89.5
Dimethylvinphos	107.0	Permethrin	59.6
Fthalide(phthalide)	87.8	Flucynithrin	87.8
Propargite	87.1	Esfenvalerate	101.0
Procymidone	89.6	Deltamethrin	104.7
Endosulfan	85.0	Fluvalinate-1	139.0
Prothiophos	81.7	Tralomethrin	99.7
Oxyfluorfen	86.3		

토양시료 중 N1, N2, N3 그룹의 농약을 다성분분석법에 준하여 회수율을 검정하였다. 그 결과, N1 그룹(그림 2-14)의 23성분의 농약에서 47.0~102.6%의 회수율(표 2-19)을, N2 그룹(그림 2-15)의 18성분의 농약에서 45.0~95.9%의 회수율(표 2-20)을, N3 그룹(그림 2-16)의 18성분의 농약에서 41.4~86.0%의 회수율(표 2-21)을 보였다.

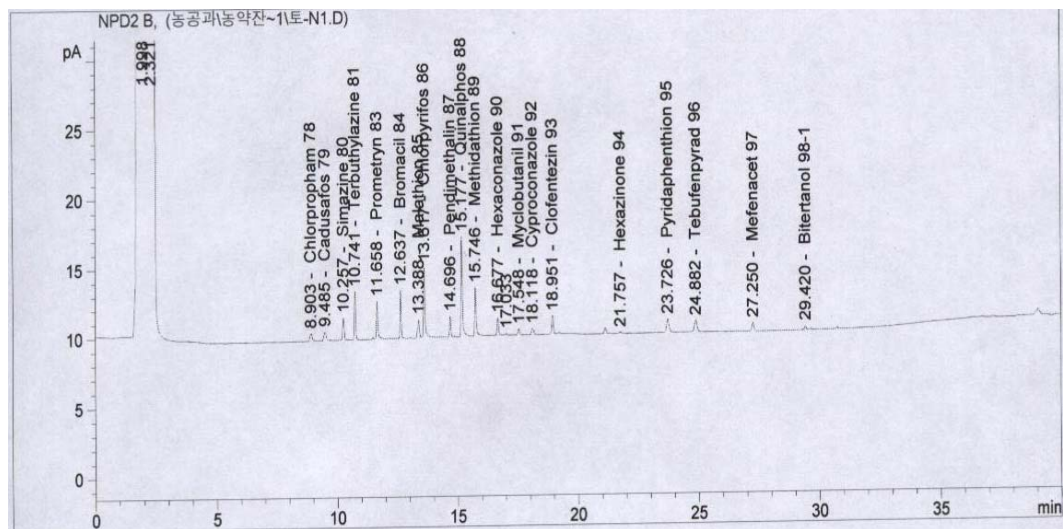


그림 2-14. 분석대상 농약의 토양 회수율 chromatogram (GLC/NPD-1, 23성분)

표 2-19. 토양시료 중 분석대상 농약(23성분)의 회수율 (GLC/NPD-1)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Chlorpropham	92.1	Hexaconazole	70.3
Cadusafos	85.3	Myclobutanil	53.3
Simazine	100.1	Cyproconazole	57.1
Terbuthylazine	100.1	Clofentezine	100.3
IBP(iprobenfos)	47.7	Hexazinone	64.9
Prometryn	84.0	Pyridaphenthion	67.4
Bromacil	97.7	Tebufenpyrad	100.3
Malathion	102.6	Mefenacet	97.4
Chlorpyrifos	79.7	Bitertanol-1	47.0
Pendimethalin	93.2	Bitertanol-2	60.5
Quinalphos	89.6	Tralomethrin	99.7
Methidathion	91.4		

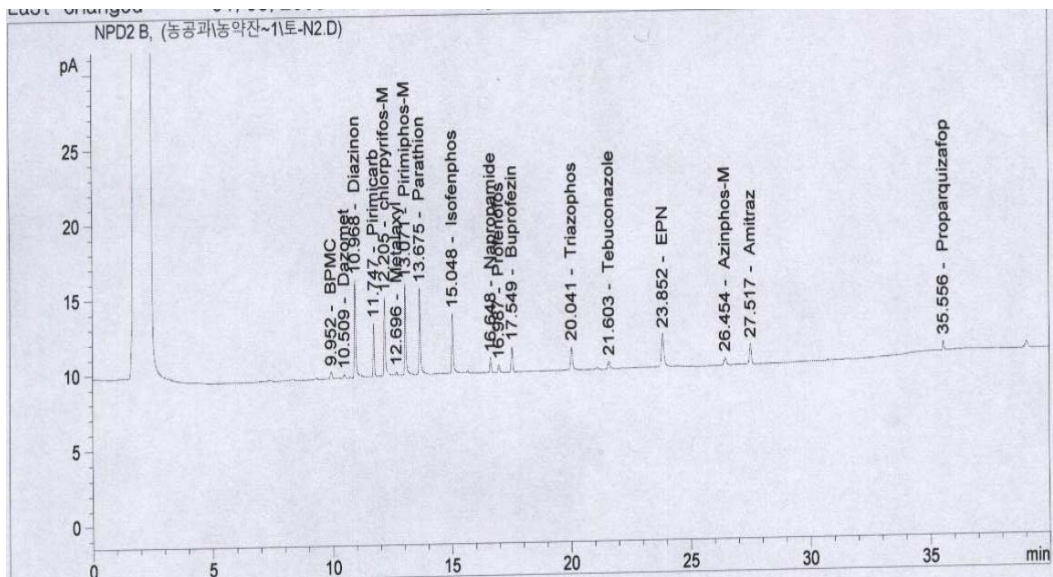


그림 2-15. 분석대상 농약의 토양 회수율 chromatogram (GLC/NPD-2, 18성분)

표 2-20. 토양시료 중 분석대상 농약(18성분)의 회수율 (GLC/NPD-2)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
BPMC(fenobucarb)	45.0	Napropamide	78.6
Dazomet	87.6	Profenofos	88.7
Diazinon	69.9	Buprofenzin	82.2
Pirimicarb	78.4	Triazophos	77.3
Chlorpyrifos-m	61.8	Tebuconazole	62.9
Metalaxyl	56.0	EPN	75.0
Pirimiphos-m	71.4	Azinphos-m	86.0
Parathion	74.4	Amitraz	81.3
Isofenphos	74.1	Propaquizafop	95.9

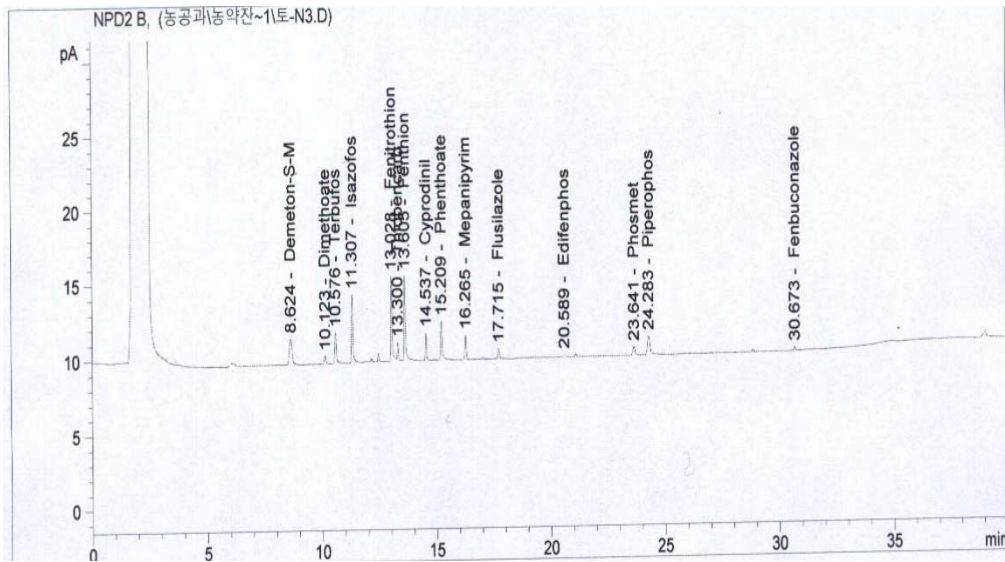


그림 2-16. 분석대상 농약의 토양 회수율 chromatogram (GLC/NPD-3, 18성분)

표 2-21. 토양시료 중 분석대상 농약(18성분)의 회수율 (GLC/NPD-3)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Mevinphos	41.4	Phenthoate	76.8
Demeton-s-m	70.8	Mepanipyrim	85.3
Dimethoate	56.0	Tricyclazole	44.3
Terbufos	58.0	Flusilazole	58.9
Isazofos	75.2	Edifenphos	39.8
Fenitrothion	75.5	Phosmet	67.9
Thiobencarb	81.5	Piperophos	86.0
Fenthion	77.5	Pyraclofos	50.2
Cyprodinil	82.9	Fenbuconazole	53.1

UV/FL detector(HPLC) 별로 나눈 농약의 회수율은 다성분분석법에 의하여 검정하였다. 그 결과, carbendazim 등 10성분의 농약에서 75.1~93.7%의 회수율(표 2-22)을 보였다.

표 2-22. 토양시료 중 분석대상 농약(10성분)의 회수율 (HPLC/FL-UV)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Carbofuran	93.3	Carbendazim	93.7
Carbaryl	88.8	Imidacloprid	81.8
Isoprocarb	84.9	Dimethomorph	79.7
Methiocarb	78.3	Diflubenzuron	81.8
Furathiocarb	75.1	Teflubenzuron	75.8

다성분 농약 잔류분석법에 준하여 회수율 검정 결과 monocrotofos-propamocarb 등과 같은 농약은 Kow logP 값이 -0.22~2.6으로 유기용매 보다 물에 더 잘 녹는 것으로 확인 되었고(monocrotofos는 water 100%, acetone 70% · propamocarb는 water 1005 g L⁻¹, acetone 560 g L⁻¹, dichloromethane > 626 g L⁻¹, hexane < 0.01 g L⁻¹), 나머지 농약은 물보다 유기용매에 더 잘 녹는 것으로 확인되었다. Kow logP 값이 3보다 큰

값을 갖는 75종의 농약은 70.0-104.8%의 회수율을 보였다.

물 시료 중 E1, E2, E3 그룹의 농약을 다성분 분석법에 준하여 회수율을 검정하였다. 그 결과, E1 그룹(그림 2-17)의 23성분의 농약에서 49.0~129.8%의 회수율(표 2-23)을, E2 그룹(그림 2-18)의 24성분의 농약에서 42.4~132.5%의 회수율(표 2-24)을, E3 그룹(그림 2-19)의 21성분의 농약에서 41.0~93.3%의 회수율(표 2-25)을 보였다.

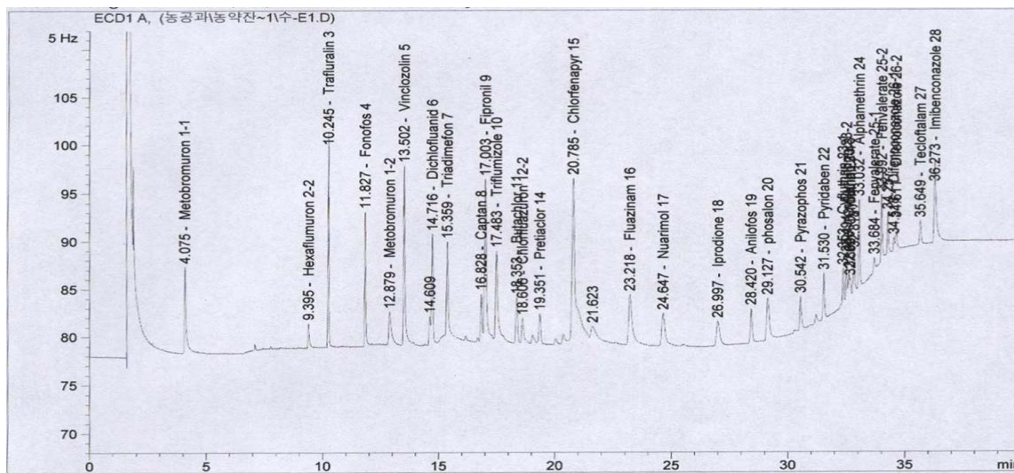


그림 2-17. 분석대상 농약의 수질 회수율 chromatogram (GLC/ECD-1, 23성분)

표 2-23. 수질시료 중 분석대상 농약(23성분)의 회수율 (GLC/ECD-1)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Metobromuron	72.2	Chlorfenapyr	88.7
Hexaflumuron	73.1	Fluazinam	53.4
Triflumizole	89.0	Nuarmol	83.2
Fonofos	85.5	Iprodione	125.0
Vinclozolin	95.9	Anilofos	109.0
Dichlofluand	92.5	Phosalone	129.8
Triadimefon	87.5	Pyrazofos	78.9
Captan	110.0	Pyridaben	82.6
Fipronil	90.9	Cyfluthrin	99.3
Trifluralin	80.8	Alphamethrin	103.7
Butachlor	86.8	Fenvalerate	47.1
Chlorfluazuron	79.0	Difenoconazole	55.2
Imazail	49.0	Teclotalam	62.1
Pretilachlor	102.0	Imibenconazole	79.8

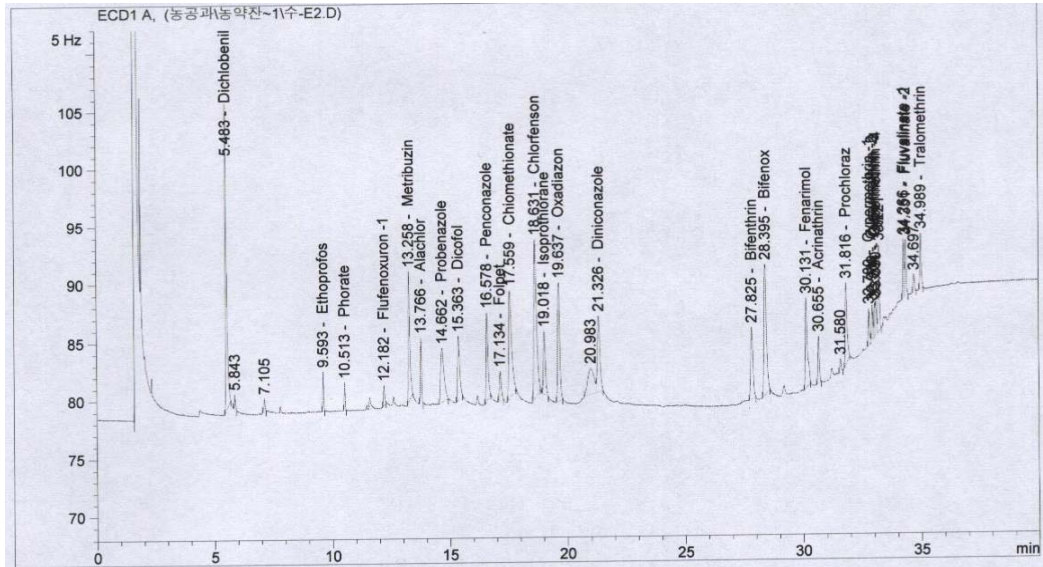


그림 2-18. 분석대상 농약의 수질 회수율 chromatogram (GLC/ECD-2, 24성분)

표 2-24. 수질시료 중 분석대상 농약(24성분)의 회수율 (GLC/ECD-2)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Dichlobeni	47.9	Isoprothiolane	76.1
Ethoprofos	73.3	Oxadizon	77.3
Phorate	68.8	Diniconazole	77.4
Flufenoxuron	42.4	Acetamiprid	42.0
Metribuzin	70.0	Bifenthrin	71.8
Alachlor	76.5	Bifenoxy	78.6
Probenazole	132.5	Fenarimol	72.2
Dicofol	71.4	Acrinathrin	98.2
Penconazole	70.8	Prochloraz	73.4
Folpet	75.2	Cypermethrin	79.5
Chinomethionat	71.2	Fluralinate-1	119.9
Chlorfenson	70.1	Tralomethrin	96.3

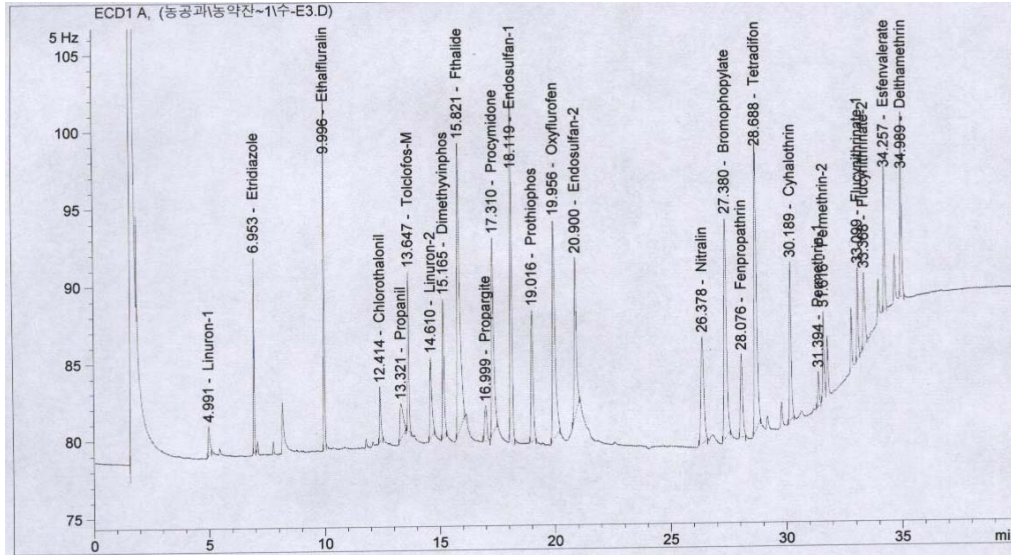


그림 2-19. 분석대상 농약의 수질 회수율 chromatogram (GLC/ECD-3, 21성분)

표 2-25. 수질시료 중 분석대상 농약(21성분)의 회수율 (GLC/ECD-3)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Etridiazole	62.2	Oxyflurofen	78.6
Ethfluralin	74.0	Nitalin	72.2
Chlorothalonil	41.0	Bromopropylate	79.6
Propanil	72.5	Fenpropathrin	78.9
Tolclofos-m	80.8	Tetradifon	78.6
Dimethylvinphos	89.4	Cyhalothrin	83.4
Fthalide(phthalide)	77.2	Permethrin	56.9
Propargite	82.5	Flucynithrin-2	81.5
Procymidone	77.7	Esfenvalerate	90.3
Endosulfan	77.5	Deltamethrin	93.3
Prothiophos	78.3		

수질시료 중 N1, N2, N3 그룹의 농약을 다성분분석법에 준하여 회수율을 검정하였다.

그 결과, N1 그룹(그림 2-20)의 23성분의 농약에서 42.0~71.0%의 회수율(표 2-26)을, N2 그룹(그림 2-21)의 18성분의 농약에서 21.8~114.2%의 회수율(표 2-27)을, N3 그룹(그림 2-22)의 18성분의 농약에서 39.6~93.4%의 회수율(표 2-28)을 보였다.

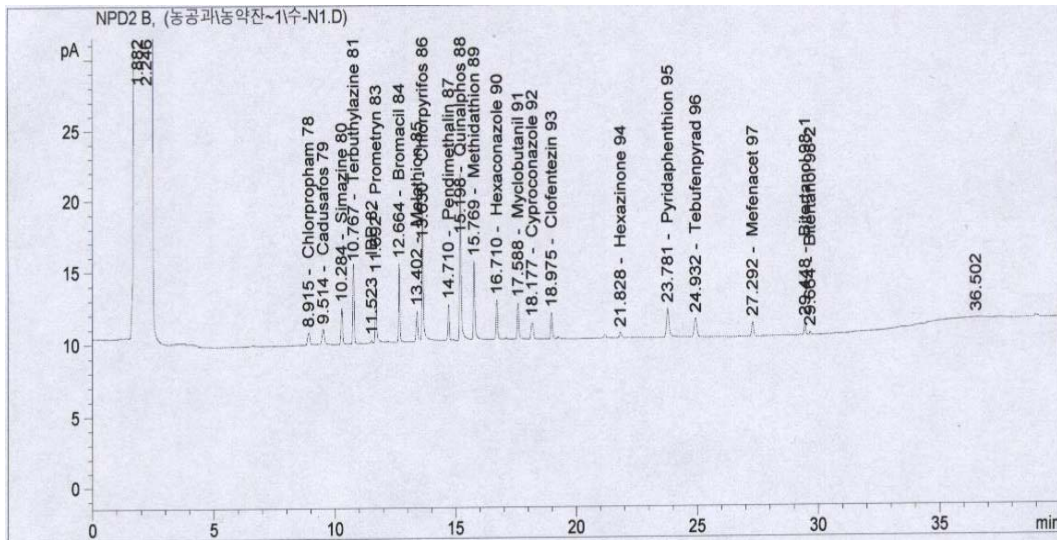


그림 2-20. 분석대상 농약의 수질 회수율 chromatogram (GLC/NPD-1, 23성분)

표 2-26. 수질시료 중 분석대상 농약(23성분)의 회수율 (GLC/NPD-1)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Chlorpropham	50.0	Hexaconazole	64.2
Cadusafos	65.9	Myclobutanil	67.8
Simazine	61.3	Cyproconazole	60.7
Terbutylazine	71.0	Clofentezine	67.3
IBP(iprobenfos)	70.8	Hexazinone	62.1
Prometryn	70.7	Pyridaphenthion	42.0
Bromacil	61.8	Tebufenpyrad	63.9
Malathion	68.2	Mefenacet	70.4
Chlorpyrifos	69.2	Bitertanol-1	67.5
Pendimethalin	63.8	Bitertanol-2	63.2
Quinalphos	70.3	Tralomethrin	56.2
Methidathion	65.1		

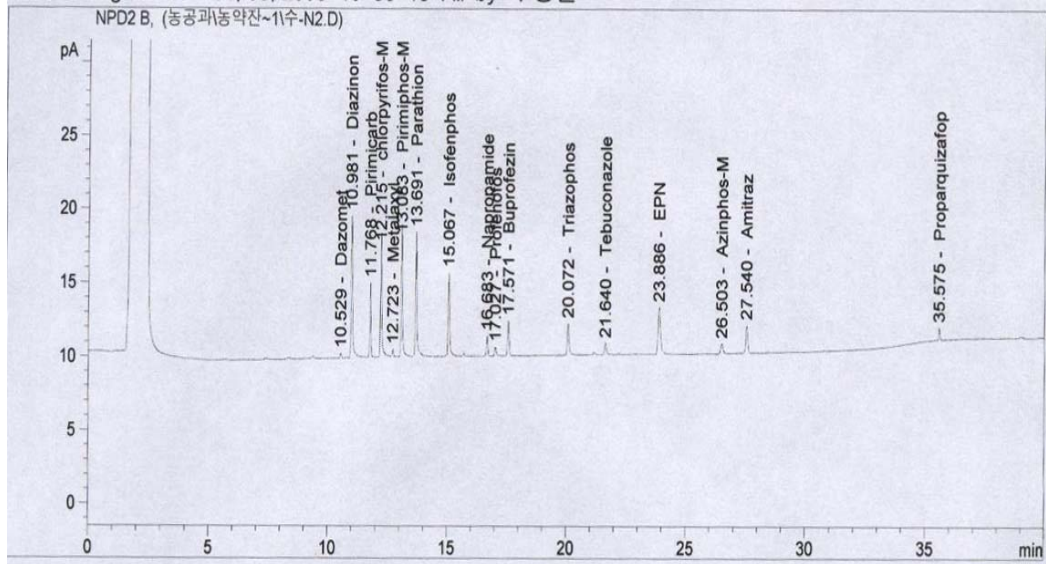


그림 2-21. 분석대상 농약의 수질 회수율 chromatogram (GLC/NPD-2, 18성분)

표 2-27. 수질시료 중 분석대상 농약(18성분)의 회수율 (GLC/NPD-2)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
BPMC(fenobucarb)	21.8	Napropamide	101.6
Dazomet	107.0	Profenofos	95.4
Diazinon	93.2	Buprofezin	104.0
Pirimicarb	98.8	Triazophos	99.2
Chlorpyrifos-m	87.8	Tebuconazole	81.4
Metalaxyl	53.6	EPN	95.6
Pirimiphos-m	95.2	Azinphos-m	96.6
Parathion	97.4	Amitraz	98.6
Isofenphos	93.4	Propaquizafop	114.2

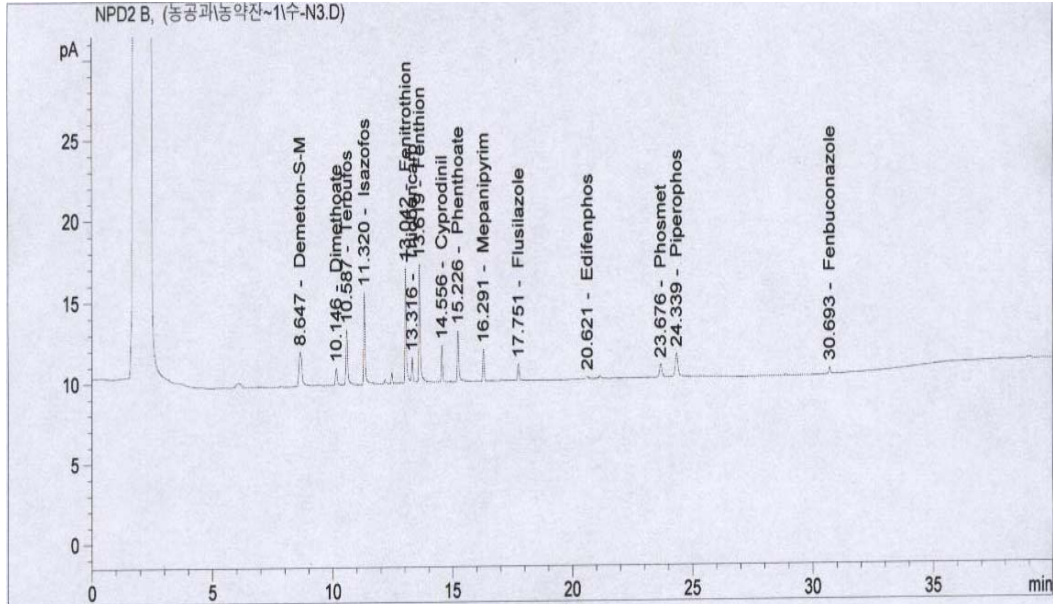


그림 2-22. 분석대상 농약의 수질 회수율 chromatogram (GLC/NPD-3, 18성분)

표 2-28. 수질시료 중 분석대상 농약(18성분)의 회수율 (GLC/NPD-3)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Mevinphos	40.0	Phenthoate	86.2
Demeton-s-m	80.0	Mepanipyrim	92.2
Dimethoate	58.0	Tricyclazole	44.0
Terbufos	86.4	Flusilazole	78.6
Isazofos	87.0	Edifenphos	56.0
Fenitrothion	87.6	Phosmet	89.2
Thiobencarb	91.4	Piperophos	93.2
Fenthion	89.2	Pyraclufos	39.6
Cyprodinil	93.4	Fenbuconazole	39.8

UV/FL detector(HPLC) 별로 나눈 농약의 회수율은 다성분분석법에 의하여 검정하였다. 그 결과, carbendazim 등 10성분의 농약에서 74.8~101.3%의 회수율(표 2-29)을 보였다.

표 2-29. 수질시료 중 분석대상 농약(10성분)의 회수율 (HPLC/FL·UV)

분석대상 농약	회수율(%)	분석대상 농약	회수율(%)
Carbofuran	86.9	Carbendazim	81.8
Carbaryl	93.9	Dmidacloprid	74.8
Isoprocarb	84.4	Dimethomorph	88.5
Methiocarb	85.0	Diflubenzuron	101.3
Furathiocarb	98.0	Teflubenzuron	87.4

수질시료에서 다성분 농약 잔류분석법에 준하여 회수율을 검정한 결과 분획 용매 dichloromethane에 높은 용해도를 갖는 91종의 농약에 대해서 70.0~104.8%의 회수율을 얻을 수 있었다. Hexane에 더 많은 성분의 농약이 녹았지만, hexane과 dichloromethane의 용해도를 비교한 결과 dichloromethane 1.8~1000 g L⁻¹, hexane 0.01~1000 g L⁻¹ 용해도 값을 가져 분획용매로 dichloromethane을 사용하였다.

작물 시료에서 다성분 농약 잔류분석법에 준하여 회수율을 검정한 결과 GLC/ECD를 이용한 E1, E2 및 E3 그룹 농약에서는 각각 57.9 ~ 124.8%, 73.7 ~ 136.6% 및 51.2 ~ 246.9%, GLC/NPD를 이용한 N1, N2 및 N3 그룹 농약에서는 각각 88.9 ~ 152.4%, 88.9 ~ 152.4% 및 79.4 ~ 165.5%, HPLC/UV, FL detector로 분석한 11성분 농약에서는 각각 86.1 ~ 110.6%, 76.5 ~ 112.8%의 회수율 결과를 보였다(표 2-30). 분석대상 농약의 검출한계 및 최소검출량의 범위는 GLC의 경우 각각 0.002~0.2 mg kg⁻¹, 0.02~0.5 ng, HPLC의 경우 각각 0.004~0.2 mg kg⁻¹, 0.02~2 ng이었다.

표 2-30. 산채 중 다성분 잔류농약 분석 회수율 결과

Analytical instrument	Recovery (%)
GLC/ECD (E1 group) 28 pesticides	57.9 - 124.8
GLC/ECD (E2 group) 24 pesticides	73.7 - 136.6
GLC/ECD (E3 group) 22 pesticides	51.2 - 246.9
GLC/NPD (N1 group) 22 pesticides	88.9 - 152.4
GLC/NPD (N2 group) 19 pesticides	88.9 - 152.4
GLC/NPD (N3 group) 19 pesticides	79.4 - 165.5
HPLC/UV 5 pesticides	86.1 - 110.6
HPLC/FL 6 pesticides	76.5 - 112.8

(나) 고랭지 배추 및 산채(취나물) 중 농약 잔류 실태조사

고랭지 배추 및 산채(취나물) 중 농약 잔류실태를 조사하기 위해 그림 2-3의 분석법에 준하여 수행하였다. 실험결과 취나물은 평창군 봉평면 원길리와 진조리 지역에서 채취된 시료의 경우 농약이 검출되지 않았지만 강릉시 왕산면 지역에서 채취된 시료의 경우 alachlor (0.119 mg kg⁻¹), bifenthrin (0.182 mg kg⁻¹), ethoprophos/ethoprop (0.013 mg kg⁻¹), methiocarb (0.026 mg kg⁻¹) 및 vinclozolin (0.09 mg kg⁻¹)이 잔류허용기준 이하 검출 되었다. 배추는 정선군 북면 지역에서 채취된 시료의 경우 농약이 검출되지 않았지만, 평창군 도암면, 태백시 장성동, 태백시 동동 및 강릉시 왕산면 지역에서 채취된 시료의 경우 chlorfenapyr (0.088, 0.07 mg kg⁻¹), chlorpyrifos (0.032, 0.052 mg kg⁻¹), procymidone (0.048 mg kg⁻¹), carbendazim (0.98, 0.95 mg kg⁻¹), dimethomorph (0.243, 0.10 mg kg⁻¹), cypermethrin (0.093 mg kg⁻¹), flufenoxuron (0.138 mg kg⁻¹), iprodione (0.163 mg kg⁻¹) 및 lufenuron (0.132 mg kg⁻¹)이 잔류 허용기준 이하로 검출 되었다.

(다) 고랭지 작물(산채, 배추) 및 토양 중 시기별 농약 잔류량 조사

고랭지 작물(산채, 배추) 및 토양 중 시기별 농약 잔류량을 조사한 결과는 표 2-30과 같다. 고랭지 산채 재배지의 검출농약은 산채에서 endosulfan 외 5종이 $0.002\sim 0.841\text{ mg kg}^{-1}$ 의 범위를 보였으며, 토양에서 endosulfan 외 4종이 $0.002\sim 0.094\text{ mg kg}^{-1}$ 의 범위를 보였다. 그러나 같은 시기 배추 재배지의 검출농약은 배추에서 fenbuconazole 외 12종이 $0.002\sim 0.603\text{ mg kg}^{-1}$ 의 범위를 보였으며, 토양에서 chlorpyrifos 외 8종이 $0.002\sim 0.119\text{ mg kg}^{-1}$ 의 수준으로 검출되었다.

평창군 평촌리의 산채시료에서는 endosulfan이 17%의 검출빈도를 보였으며, 산채재배지 토양시료에서는 chlorpyrifos, diazinon 및 endosulfan이 모든 시료에서 검출되었다. 반면 동 지역의 배추시료에서는 chlorpyrifos가 67%의 검출빈도를 보였으며, 배추재배지 토양시료에서는 alachlor, cadusafos 및 chlorpyrifos가 모든 시료에서 검출되었다(표 2-31). 특히, 산채재배지 보다는 배추재배지에서 좀 더 다양한 농약이 검출되었으며, 이는 산채와 배추의 발생 병해충 및 발생 빈도 그리고 이에 따른 방제용 농약이 다르기 때문인 것으로 사료된다.

평창군 무이리의 경우 산채시료에서는 chlorpyrifos와 diazinon이 각각 100%와 50%의 검출 빈도를 보였으며, 산채 재배지 토양시료에서는 chlorpyrifos, diazinon 및 endosulfan이 각각 100%, 50% 및 50%의 검출 빈도를 보였다. 반면 동 지역의 배추시료에서는 fenbuconazole, chlorpyrifos 및 diazinon이 각각 100%, 67% 및 67%의 검출빈도를 보였으며, 배추 재배지 토양시료에서는 diazinon, prothiofos 및 chlorpyrifos가 각각 100%, 100% 및 67%의 검출빈도를 보였다(표 2-31). 이 지역도 평창군 평촌리와 마찬가지로 산채재배지 보다는 배추재배지에서 좀 더 다양한 농약이 검출되었으며, 검출된 농약은 평촌리와 다소 차이를 보였으나 산채의 경우 chlorpyrifos와 endosulfan이 배추의 경우 chlorpyrifos와 fenbuconazole이 공통적으로 검출되고 있었다. 이는 시료의 채취지역 별로 다소 차이는 있었으나 산채와 배추의 발생 병해충 및 발생빈도 그리고 이에 따른 방제용 농약이 다르기 때문인 것으로 사료된다. 특히, 다빈도 검출농약 모두 산채 및 배추에 미등록 된 약제로 재배지의 병충해를 방제하기 위해 사용되는 농약을 선택하는데 있어 경작자 자신의 오랜 농사경험(44.4%)과 농약상의 추천(39.8%)에 의존(그림 2-4)하고 있다는 이 지역의 농약사용 설문 조사결과가 잔류 실태에 반영된 것으로 판단되며, 이 지역에 대한 농약의 안전사용에 대한 교육이 필요할 것으로 사료된다.

평창군 흥정리의 경우 산채시료에서는 endosulfan, fenpropathrin 및 trifluralin이 각각

17%의 검출빈도를 보였으며, 산채재배지 토양시료에서는 chlorpyrifos가 100%의 검출빈도를 보였다. 반면 동 지역의 배추시료에서는 fenbuconazole, chlorpyrifos가 각각 100% 및 67%의 검출빈도를 보였으며, 배추 재배지 토양시료에서는 chlorpyrifos, chlorthalonil, ethoprophos, fenoxanil 및 pendimethalin이 모든 토양시료에서 검출되었다(표 2-32). 이 지역 역시 다른 지역과 마찬가지로 산채 재배지보다는 배추 재배지에서 다양한 농약이 검출되었으며, 검출되는 농약의 종류 역시 다른 지역과 비슷한 경향을 나타내었다.

배추 경작지의 경우 fenbuconazole 외 18종의 농약이 배추 및 배추 재배토양에서 각각 27회 및 36회가 검출되었으며, 검출된 농약 중 chlorpyrifos, fenbuconazole, diazinon 및 ethoprophos가 각각 13회, 9회, 5회 및 5회 검출되었다. 많은 검출횟수를 보인 chlorpyrifos는 $0.002\sim 0.033 \text{ mg kg}^{-1}$ 의 잔류량을 보였고, fenbuconazole은 $0.056\sim 0.603 \text{ mg kg}^{-1}$ 의 잔류량을 보였다. 특히, 배추 경작지에서 높은 검출횟수를 보인 chlorpyrifos, fenbuconazole, diazinon 및 ethoprophos는 현재 배추에 미등록된 약제로서 배추 재배 중에 발생하는 병해 방지 및 출하시 상품성을 높이기 위하여 사용한 것으로 사료되며, 이는 이 지역 농약 오염의 실태를 보여주는 것이라 하겠다.

산채 경작지의 경우 endosulfan 외 6종의 농약이 산채 및 산채 재배토양에서 각각 17회 및 13회가 검출되었으며, 검출된 농약 중 endosulfan과 chlorpyrifos가 각각 6회와 12회 검출되었다. 다른 약제에 비해 많은 검출 회수를 보인 endosulfan의 경우 $0.102\sim 0.841 \text{ mg kg}^{-1}$ 의 잔류량을 보였고, chlorpyrifos의 경우 $0.002\sim 0.011 \text{ mg kg}^{-1}$ 의 잔류량을 보였다. 이는 endosulfan과 chlorpyrifos가 산채 재배지에 빈번하게 사용되고 있음을 시사하며, endosulfan의 물리 화학적 특성상 작물에서의 반감기는 3~7일이나 토양 중 반감기는 60~800일인 점을 감안 한다면, 이 약제의 산채 재배지에서의 연용은 재고되어야 할 것이라고 사료된다.

이상의 결과에서 강원도 고랭지 재배지에서 검출된 잔류농약을 배추와 산채를 비교해 보았을 때 각각 19종과 6종으로 배추 보다는 산채에서 적은 종류의 농약수가 검출되었다. 배추의 경우 chlorpyrifos, fenbuconazole, diazinon, ethoprophos 등 배추에 미등록된 다양한 농약이 잔류 되고 있었으며, 산채의 경우 endosulfan과 같은 반감기가 긴 농약이 사용되고 있었다. 향후 강원도 고랭지에서 더욱 안전한 산채 재배 및 생산을 위해서는 지속적인 농약 사용 교육을 실시해야 할 것으로 사료된다.

표 2-31. 고랭지 작물(산채, 배추) 및 토양 중 시기별 농약 잔류량 분석 결과

Date	Samples		Wild vegetables			Chinese cabbages		Soils	
	Sites	<i>Aster scaber</i>	<i>Ligularia fischeri</i>	<i>Cirsium setidens</i>	Soil	Chinese cabbages	Soils		
September 8, 2005	Pyeongchon -ri	endosulfan(0.146 ¹⁾)	ND ²⁾	ND	chlorpyrifos(0.006) endosulfan(0.095)	fenbuconazole(0.216)	alachlor(0.035) cadusafos(0.002) chlorpyrifos(0.002)		
	Mui -ri	chlorpyrifos(0.009) diazinon(0.004) endosulfan(0.102) fenpropathrin(0.156)	chlorpyrifos(0.008)	chlorpyrifos(0.005) toctofos-methyl (0.010)	chlorpyrifos(0.011) diazinon(0.002) endosulfan(0.054)	diazinon(0.002) fenbuconazole(0.220)	chlorpyrifos(0.002) diazinon(0.002) prothiofos(0.002)		
	Hungjung -ri	fenpropathrin(0.144)	endosulfan(0.841) trifluralin(0.049)	ND	chlorpyrifos(0.004)	chlorfenapyr(0.033) fenbuconazole(0.115) simazine(0.022)	chlorpyrifos(0.003) chlorthaloni(0.034) ethoprophos(0.005) fenoxanil(0.029) pendimethalin(0.013)		
September 23, 2005	Pyeongchon -ri	NA ³⁾	NA	NA	NA	chlorpyrifos(0.002) fenbuconazole(0.290)	alachlor(0.031) cadusafos(0.005) chlorpyrifos(0.002) ethoprophos(0.002)		
	Mui -ri	NA	NA	NA	NA	chlorthaloni(0.025) chlorpyrifos(0.003) diazinon(0.003) fenbuconazole(0.255) prothiofos(0.042) triadimefon(0.007)	diazinon(0.004) prothiofos(0.056)		
	Hungjung -ri	NA	NA	NA	NA	cadusafos(0.002) ethoprophos(0.003) fenbuconazole(0.603) indoxacarb(0.349) simazine(0.036)	chlorpyrifos(0.002) chlorthaloni(0.085) ethoprophos(0.003) fenoxanil(0.022) pendimethalin(0.119)		

표 2-31. 계속

Date	Samples Sites	Wild vegetables				Chinese cabbages	
		<i>Aster scaber</i>	<i>Ligularia fischeri</i>	<i>Cirsium setidens</i>	Soil	Chinese cabbages	Soils
October 13, 2005	Pyeongchon -ri	ND	ND	ND	alachlor(0.011) chlorpyrifos(0.004) diazinon(0.002) endosulfan(0.094) fenpropathrin(0.061)	chlorpyrifos(0.003) fenbuconazole(0.061) indoxacarb(0.098) thiobencarb(0.005)	alachlor(0.043) cadusafos(0.002) chlorpyrifos(0.002)
		chlorpyrifos(0.005) diazinon(0.002) fenpropathrin(0.139)	chlorpyrifos(0.008) diazinon(0.002)	chlorpyrifos(0.004)	chlorpyrifos(0.002)	chlorpyrifos(0.003) fenbuconazole(0.113)	chlorpyrifos(0.002) chlorthalonil(0.012) diazinon(0.004) phosparidon(0.022) prothiofos(0.069)
	Hungjung -ri	ND	ND	ND	chlorpyrifos(0.003)	chlorpyrifos(0.002) fenbuconazole(0.056)	alachlor(0.021) chlorpyrifos(0.002) chlorthalonil(0.108) ethoprophos(0.004) fenoxanil(0.057) pendimethalin(0.081)

¹⁾ mg kg⁻¹, ²⁾ ND : not detected, ³⁾ NA : not available

(3) 고랭지 산채 경작지 및 배추 경작지의 강우 시 농약 유실량 조사

고랭지 산채경작지 및 배추경작지의 강우 시 농약 유실량을 조사하기 위하여 강우 시 경작지 유출수에 대한 잔류농약을 분석하였다(표 2-32). 채취된 수질시료 중 횡성군 둔내와 평창군 무이리에서 endosulfan이 각각 0.009 mg kg^{-1} 와 0.005 mg kg^{-1} 이 검출되었고, 그 외 모든 지역의 수질시료에서는 잔류농약이 검출되지 않았다. 이러한 결과는 산채재배지에서 다빈도 검출농약이었던 endosulfan외에는 수계로의 이동 중 많은 양이 희석되어 검출되지 않았던 것이라 판단된다. 이상의 결과는 박(2004) 등에 의해 보고된 강원도 고랭지 배추경작지의 토양 및 수질 중 농약 오염 실태 조사 결과와 같은 결과를 나타내었으며, 이 시기 농약 사용의 제한과 적은 강수량으로 인해 농약의 이동이 용이하지 않았을 것이라 사료된다.

표 2-32. 고랭지 산채경작지 및 배추경작지의 강우 시 농약 유실량 조사 결과

Regions sites Date	Wild vegetables				Chinese cabbages	
	Hengseong Dunne	Pyeongchang Mui-ri	Pyeongchang Jinbu	Pyeongchang Deaha-ri	Pyeongchang Yukbaekmajiki	Pyeongchang Hoenggye-ri
September 9, 2006	endosulfan(0.009 ¹⁾)	endosulfan(0.005)	ND ²⁾	ND	ND	ND
September 19, 2006	ND	ND	ND	ND	ND	ND
October 23, 2006	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾ mg kg⁻¹, ²⁾ ND : not detected

(4) 강원도 고랭지 산채 및 재배 환경에서의 농약 안전성 평가

고온 다습한 강원도 고랭지에서 재배되고 있는 산채는 취나물(곰취, 참취), 참나물, 고려엉겅퀴(곤드레), 음나무, 두릅 등으로 주로 겨울철부터 여름철까지 수확이 이루어지기 때문에 병해충의 발생이 적으며, 산채 재배 시 농약의 사용량과 사용횟수도 다른 작목에 비해 적다는 특징이 있다. 고랭지 산채 경작자의 설문조사결과 병해충의 발생시기가 7월에서 9월까지가 가장 심각하다는 응답과 고랭지 산채 재배지에서의 농약 잔류량 조사 결과 alachlor, chlorpyrifos, diazinon, endosulfan, fenpropathrin, toclofos-methyl, trifluralin 등이 0.1 mg kg^{-1} 이하로 검출된 것이 산채의 재배 특성과 일치한다. 그러나 병해충을 방제하기 위해 사용되는 농약 선택은 경작자 자신의 오랜 농사경험(44.4%)과 농약상의 추천(39.8%)에 의존한다는 농약사용 설문조사 결과와 검출된 농약 중 미 등록 약제가 검출된 점은 이 지역 경작자들이 농약 사용에 있어 오용할 여지를 보여주는 것이라 하겠다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 지속적인 농약 안전사용 교육 프로그램이 마련되어야 할 것으로 사료되며, 부가적으로 청정 무공해 농산물이라는 소비자의 인식에 맞춰 환경친화적 재배 방법을 개발하여 더욱더 고품질의 안전한 산채를 생산해야 할 것으로 판단된다.

3. 결과요약

가. 고랭지 경사지 산채류 재배에 의한 토양유실 방지 효과

고랭지 농업지대는 지역특이성으로 인해 환경에 건전한 토양관리가 필수적인 지역이다. 고랭지 농업은 표고가 높은 산지의 경사지에서 이루어지고 있고, 비료 및 퇴비 등의 고투입농법에 의존하고 있기 때문에 토양유실 가능성이 상당히 높고 따라서 환경에 악영향을 미칠 가능성이 크다. 이 연구는 식생을 이용한 토양 유실저감효과를 규명하기 위하여 경제성이 있는 산채작물을 재배함으로써 이들의 토양유실 저감 정도를 평가하였다.

시험포장은 강원도 횡계에 위치한 포장에 lysimeter를 15%, 30%, 45% 경사지에 각각 설치한 포장이며 재배작물로서는 배추, 두릅, 눈개승마, 곰취, 참취였으며, 2005, 2006년에 걸쳐 2년간 실험을 수행하였으며, 주요 분석항목인 토양 유실량과 유출수량을 측정하였다. 2005년 실험에 따르면 배추포장에 비하여 눈개승마와 참취 포장의 토양 유실량은 1/2로 저감되었으며, 유출량 또한 상대적으로 눈개승마 재배 포장과 참취 재배 포장에서 낮은 것으로 나타났다. 경사도(15%, 30%, 45%)에 따른 토양유실량은 경사도가 증가할수

록 증가하였으며, 15% 포장에서 눈개승마의 경우 7.54 ton/ha, 30% 포장에서 눈개승마의 경우 15.55 ton/ha, 45% 포장에서 눈개승마의 경우 24.62 ton/ha로 나타났으며, 배추 포장의 경우는 눈개승마 포장에 비해 2 ~ 3배 많은 토양 유실량을 보였다.

나. 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 농약저감 효과 검증

고랭지 산채 재배지에 대한 농약사용실태 조사결과 흰가루병, 역병, 더덩이병, 두점애기 비단나방 및 콩줄기명나방이 산채 재배지의 주요 병충해로 조사되었으며, 훼나리 (fenarimol), 아зок시스트로빈(azoxystrobin), 디메쏘모르프(dimethomorph), 베노밀 (benomyl) 및 에디졸(etridiazole)을 사용하여 방제하는 것으로 조사되었다.

고랭지 산채 재배지의 경작자들은 방제약제 선택 시 경작자 자신의 오랜 농사경험 (44.4%)과 농약상의 추천(39.8%)에 의존하고 있으며, 이들이 사용하고 있는 농약 중에는 산채에 등록이 되어 있지 않은 농약들도 포함되어 있어 농약 선정에 문제가 있음을 확인 하였다.

고랭지 작물(산채, 배추), 토양 및 강우 중 유출수의 농약 잔류량을 조사한 결과 고랭지 산채 재배지의 검출농약은 산채에서 endosulfan 외 5종이 0.002~0.841 mg kg⁻¹의 범위를 보였으며, 토양에서 endosulfan 외 4종이 0.002~0.094 mg kg⁻¹의 범위를 보였다. 그러나 같은 시기 배추 재배지의 검출농약은 배추에서 fenbuconazole 외 12종이 0.002~0.603 mg kg⁻¹의 범위를 보였으며, 토양에서 chlorpyrifos 외 8종이 0.002~0.119 mg kg⁻¹의 수준으로 검출되었다.

강우 시 유출수에 대한 검출농약은 endosulfan이 둔내와 무이리에서 각각 0.005와 0.009 mg kg⁻¹이 검출되었고, 그 외 모든 지역의 수질시료에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.

제 3 절 고랭지 경사전 산채류 재배에 알맞은 시비량 및 시비방법

1. 연구방법

가. 적정 질소시비량 설정시험

(1) 시험작물 및 토양

본 연구는 홍천군 내면 자운리에 소재한 해발고도 600m, 경사도 20%인 고랭지 경사전에서 수행하였고, 시험재료로는 강원도농업기술원 산채시험장(평창, 봉평)에서 생산된 참취와 곰취의 묘를 이용하였으며 식재는 2004년 가을과 2005년 봄에 각각 실시하였다. 시험포장 토양의 시험전 토양의 화학성은 pH 5.2로 산성이었고, 유기물 15.8g/kg, 유효인산 함량 193mg/kg으로 나타나 일반 노지 밭 토양보다 비옥도가 낮은 경향이였다.

표 3-1. 시험전 토양의 화학성 (2004).

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)
				cmol+/kg				
5.2	0.64	16	193	0.40	3.02	1.27	24.15	1.93



그림 3-1. 산채 시비량 시험포장

(2) 처리내용

시험구 처리는 참취, 곰취 모두 10a 당 무처리, 질소수준으로 4.0, 8.0, 12.0, 16.0kg으로 각각 요소로 조정하여 시비하였고, 부산물 비료로는 퇴비 500kg, 1000kg 등 모두 7 처리를 두고 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 인산과 칼리는 용성인비와 염화加里로 각각 12kg으로 고정하여 기비로 사용하였다. 이때 시험구의 면적은 4.32m²(3.6 x 1.2m), 재식거리는 20 x 20cm로 하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준경종법에 준하였다.

본 시험에서 사용한 부산물비료 퇴비는 춘천시 신북읍 소재 신농퇴비에서 구입하였는바 그 성분은 표 3-2에서 나타난 바대로 유기물 43%, 질소 1.9%, 인산 1.0%, 칼리 0.7% 이었다. 염분 및 중금속류의 함량은 비료공정법(2003, 농촌진흥청)의 부산물비료 퇴비 규정에 적합하였다.

표 3-2. 부산물비료 퇴비의 화학성

(단위 : %)

수분	O.M	T-N	OM/T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	NaCl
47.3	43	1.9	22.6	1.0	0.7	2.4	0.3	0.3

(3) 조사내용

토양의 화학성 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(1988)에 따라 분석하였다. 토양의 pH는 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 초자전극으로 측정하였고, 유기물 함량은 Walkely-Black법으로 풍건토 0.5g에 1N-중크롬산칼리용액 10ml과 농황산 20ml을 가한 후 0.2N-황산제1철암모늄용액으로 적정하였다. 유효 인산 함량은 Lancater법으로 풍건토 5g에 20ml의 침출액을 가하여 10분간 진탕후 여과하여 몰리브덴산암모황산 희석혼합액과 1-Amino-2-Naptol-4 -Sulfonic acid를 혼합 한 후 발색제를 가하여 30분후 720nm에서 측정하였다(H.P. 8452A Spectrophotometer). 치환성 양이온은 풍건토 5g을 1N-CH₃COONH₄ (pH7.0)용액 50ml을 가한 후 30분간 진탕하여 각 이온을 유도플라즈마분광광도기(GBC SDS-270)로 측정하였다.

참취, 곰취의 엽색도는 포장에서 측정하였으며, 식물체의 무기성분을 분석하기 위하여 건조시료 0.5g을 평량한 후 전열판 위에서 H₂O₂ 와 H₂SO₄로 습식 분해한 후 여액을 이

용, 총질소(T-N)는 Kjeldahl법으로(KJELTEC AUTO SAMPLER SYSTEM 1035 Analyzer), P₂O₅는 Vanadate법으로, K₂O 및 CaO, MgO는 유도플라즈마분광광도기로 각각 분석하였다. 참취, 곰취의 생육 및 수량은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 의하였다(1997).

나. 고품비료 시용 효과

(1) 시험작물 및 토양

본 시험포장은 홍천군 내면 자운리 해발고도 600m, 경사도 20%인 고랭지 경사전으로 적정질소 시용량 설정시험과 동일포장에서 수행되었고, 시험재료는 강원도농업기술원 산채 시험장(평창, 봉평)에서 생산된 묘를 이용하였고 2004년 가을에 식재하였으나 월동이 불량하여 다시 2005년 봄에 횡성군 소재 농원에서 1년생 묘목을 구입하여 포장에 식재하였다.

(2) 처리내용

두릅에 대한 고품비료의 시비반응 효과를 알아보기 위해 10a 당 질소수준으로 9.2, 18.4, 27.6, 36.8kg의 각 4수준, 입상비료는 36.8kg 1처리 등 모두 5처리를 두고 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하였으며, 인산과 칼리는 각각 용성인비와 염화가리를 이용하여 고품비료의 인산, 칼리 수준에 준하여 시비하였다.

한 시험구의 면적은 13.0m²(5.0 x 2.6m), 재식거리는 100 x 50cm로 각각 하였다. 기타의 재배관리는 농촌진흥청 표준 경종법에 준하였다.

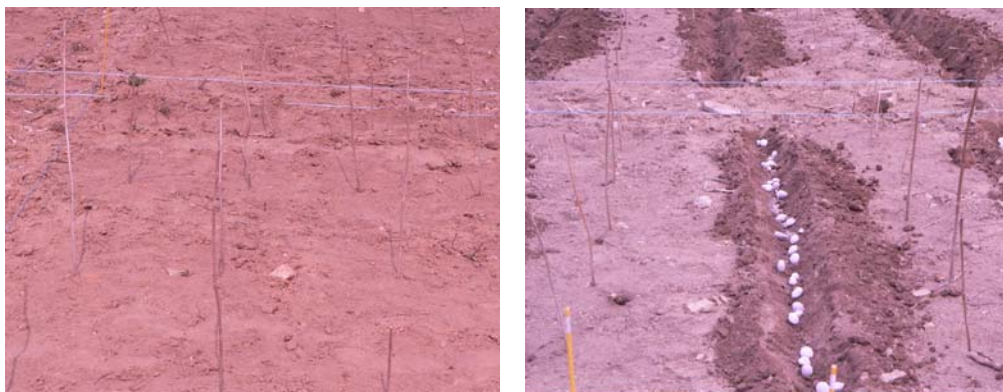


그림 3-2. 두릅 묘목 정식 및 고품비료 처리(2005. 04.)

(3) 조사내용

토양은 농촌진흥청 토양화학분석법(1988)에 따라 분석하였다. 토양의 pH는 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 초자전극으로 측정하였고, 유기물 함량은 Walkely-Black법으로 풍건토 0.5g에 1N-중크롬산칼리용액 10ml과 농황산 20ml을 가한후 0.2N-황산제1철암모늄용액으로 적정하였다. 유효 인산 함량은 Lancater법으로 풍건토 5g에 20ml의 침출액을 가하여 10분간 진탕후 여과하여 몰리브덴산암모황산희석혼합액과 1-Amino-2-Naptol-4-Sulfonic acid를 혼합한 후 발색제를 가하여 30분후 720nm에서 측정하였다.(H.P. 8452A Spectrophotometer) 치환성 양이온은 풍건토 5g을 1N-CH₃COONH₄(pH7.0)용액 50ml을 가하고 30분 진탕 후 각 이온을 유도플라즈마분광광도기(GBC SDS-270)로 측정하였다.

두릅의 엽색도는 포장에서 측정하였으며, 식물체의 무기성분은 0.5g을 전열판 위에서 H₂O₂ 와 H₂SO₄로 습식분해하여 총질소(T-N)는 Kjeldahl법으로(KJELTEC AUTO SAMPLER SYSTEM 1035 Analyzer), P₂O₅는 Vanadate법으로, K₂O 및 CaO, MgO는 유도플라즈마분광광도기로 분석하였다. 두릅 생육 및 수량은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 의하였다(1997).

2. 연구 결과

가. 적정 질소시비량 설정시험

일반적으로 작물재배에서 수량을 증대하기 위해서는 여러 가지 양분의 적정량을 시용해야 하며, 그 중에서 참취, 곰취 등 엽채류의 생육과 수량에 가장 관계가 깊은 양분은 질소라 할 수 있다. 그러나 질소는 용탈, 휘산 등으로 유실되기 쉬울 뿐만 아니라 작물에 따라 이용도가 다르므로 적정량의 질소 시용이 요구된다. 적정질소 시용량에 관여하는 토양 인자는 매우 다양하고 토양의 특성과 관리법, 작물의 종류와 품종, 기후 및 환경 등 여러 조건에 따라 달라질 수 있어(Godwin and Allan, 1991), 질소 시비량을 결정하는 것은 대단히 어려운 일이다. 특히 고랭지 경사전은 일반토양에 비해 토심이 얇고, 유기물 함량이 적어 비옥도가 낮은 토양이 많다(정기태, 1986).

우리나라에서 자생하는 취나물은 6속 60여종이 있는 것으로 분류되고 있으며 이중 참취, 곰취, 개미취, 미역취, 수리취, 각시취 등 10여종이 산채로 주로 이용되고 있다. 이들 중 주로 묵나물로 이용되고 있는 참취(*Aster scaber* Thunb)와 쌈채소로 이용되고 있는 곰취(*Ligularia fischeri*)는 소비자 선호도가 가장 높은 작물로 그 재배면적이 크게 증가

되고 있으며 노지재배에서 최근에는 시설재배 면적이 급증하면서 조기재배, 보통재배, 역제재배, 축성재배 등 재배작형이 세분화되는 등 재배기술의 발달 뿐만 아니라, 양액재배 등 시비기술도 많이 개발되고 있다(1998, 산채시험장).

그러나, 노지재배에 관한 시비 및 재배 기술에 대한 보고는 적으며 특히 환경조건이 열악하여 한랭하고 경사도가 높은 고랭지 경사전에서의 참취(Aster Scaber THUNB) 및 곰취(*Ligularia fischeri*) 재배 기술에 대한 보고는 거의 없는 실정이다.

(1) 토양화학성 변화

환경조건이 불량한 고랭지 경사전에서 산채류의 생육 및 수량과 질소흡수량의 관계를 검토하고자 시험을 실시한 결과, 시험후 토양의 화학성 변화를 보면(표 3-3) 토양 pH는 5.2~5.8로 시비처리 수준에 따른 경향성은 없었으나 모든 처리에서 시험 전 보다 높아졌고, 인산과 칼리는 무처리보다 높아졌으며, 칼슘과 마그네슘은 일정한 경향을 보이지 않았다. 질산태, 암모니아태 질소의 함량은 무처리에 비해 다소 높아졌으며 질소 시비처리 간에는 일정한 경향은 보이지 않았고, 유기물의 함량은 요소 처리구 보다 퇴비 처리구에서 높게 나타났다.

표 3-3. 참취 재배후 토양 화학성 변화

처 리 (kg/10a)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)
					cmol+/kg				
무처리	5.2	0.05	19	371	0.14	2.9	1.3	0.95	1.07
N 4	5.8	0.07	23	406	0.28	3.0	1.4	1.43	1.78
N 8	5.4	0.08	23	422	0.19	1.6	0.6	1.28	1.66
N 12	5.5	0.10	24	429	0.32	2.5	1.2	1.48	1.21
N 16	5.8	0.06	21	511	0.30	2.2	0.9	1.13	1.23
퇴비500(T-N 9.5)	5.7	0.07	26	468	0.24	2.9	1.3	1.40	1.01
퇴비1000(T-N 19)	5.7	0.07	29	402	0.21	3.0	1.4	1.25	2.51

곰취 재배 후 토양의 화학성 변화를 보면(표 3-4), pH는 5.6~5.9로 처리간에 차이가 없었으나 시험전 보다 높아지는 경향이었고, 인산과 칼리는 무처리에 비하여 다소 높았으나 적정수준이 유지되었고, 칼슘과 마그네슘은 특별한 경향을 보이지 않았다. 질산태질소는 0.8~1.5mg/kg, 암모니아태 질소는 3.6~4.6mg/kg, 염농도(EC)는 0.063~0.080dS/m

로 대부분의 영양성분이 곰취에 흡수 이행됨을 알 수 있었다. 유기물의 함량은 질소처리구보다 퇴비 처리구에서 높게 나타났다.

표 3-4. 곰취 재배후 토양 화학성 변화

처 리 (kg/10a)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)
무처리	5.9	0.06	18	253	0.25	2.3	0.9	1.5	3.6
N 4	5.8	0.07	19	352	0.46	2.2	0.8	1.2	4.6
N 8	5.7	0.08	20	323	0.48	1.9	0.7	1.0	4.5
N 12	5.7	0.08	20	299	0.39	2.2	0.8	1.1	4.3
N 16	5.6	0.08	19	512	0.45	1.7	0.6	0.8	3.8
퇴비500(T-N 9.5)	5.9	0.07	23	327	0.37	2.7	1.1	1.3	4.3
퇴비1000(T-N 19)	5.9	0.07	25	295	0.34	2.4	1.0	1.1	4.3

(2) 수확기 참취, 곰취의 무기성분 함량

수확기 참취 건물의 총질소(total nitrogen) 함량은 질소시비량 간에는 질소의 시용량이 많을수록 높아졌으나 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘함량은 질소시용량 차이에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다. 화학비료와 퇴비시용 간의 차이는 인산이 퇴비시용구에서 다소 높게 나타났으나 다른 무기성분의 차이는 보이지 않았다(표 3-5).

표 3-5. 수확기 참취의 무기성분 함량

(단위:%)

처 리 (kg/10a)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
무처리	1.85	0.95	2.69	2.16	0.58
N 4	2.05	0.82	2.75	1.92	0.63
N 8	2.04	0.78	2.48	1.90	0.51
N 12	2.31	0.85	2.93	1.93	0.55
N 16	2.42	0.70	3.00	1.85	0.57
퇴비500(T-N 9.5)	2.09	0.98	2.76	1.84	0.61
퇴비1000(T-N 19)	1.86	0.95	2.94	2.02	0.62

수확기 곰취 건물의 총질소(total nitrogen) 함량은 요소 처리구에서는 질소 시용량이

많을수록 증가하였으나, 부산물비료 퇴비 시용구에서는 경향성이 없었다. 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등 다른 무기성분 함량은 질소시용 차이에 따라서 큰 차이를 보이지 않았다. 화학비료와 퇴비시용 간의 차이는 인산이 퇴비 시용구에서 다소 높게 나타났으나 다른 무기성분의 차이는 보이지 않다(표 3-6).

표 3-6. 수확기 콩취의 무기성분 함량

(단위:%)

처 리 (kg/10a)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
무처리	1.85	0.77	3.78	1.13	0.48
N 4	2.80	0.61	4.30	1.44	0.66
N 8	3.04	0.61	4.18	1.24	0.62
N 12	3.13	0.59	3.84	1.19	0.60
N 16	3.25	0.64	3.52	1.18	0.69
퇴비500(T-N 9.5)	1.92	0.75	3.90	1.25	0.56
퇴비1000(TN 19)	1.89	0.73	4.19	1.16	0.53

(3) 질소시비 수준에 따른 생육 및 수량

참취의 생육상황(표 3-7, 그림3-3)을 보면, 엽장은 12.2~15.5cm, 엽폭은 7.8~10.2cm, 주당엽수는 12.4~14.4매 였으며 질소시비량이 많을수록 생육이 양호한 경향이였으며, 요소로 질소 4kg/10a 처리구에서 가장 양호 하였고 요소처리가 부산물비료 퇴비 처리구 보다 생육이 양호한 경향이였으며 수확기 포장에서 측정한 엽색도는 질소시비 수준에 따라 확연히 높아지는 경향이였고 요소 처리구가 부산물비료 퇴비 시용구 보다 높았다. 참취의 수량은 질소 처리 수준이 많을수록 증가하는 경향이였고, 질소 12kg/10a 처리구가 975kg/10a로 가장 높았으며 질소 16kg/10a에서는 다소 감소하였다. 수량 또한 부산물비료 퇴비 시용구 보다는 요소처리구가 좋았다.

표 3-7. 참취 생육 및 수량

처 리 (kg/10a)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽 수 (개)	엽색도 (SPAD)	수량 (kg/10a)
무처리	12.2	7.8	12.4	32.5	518
N 4	12.9	9.1	13.4	35.8	787
N 8	13.4	9.7	13.3	37.0	921
N 12	15.5	10.2	14.4	38.4	974
N 16	15.4	9.6	14.4	40.9	951
퇴비 500(T-N 9.5)	13.3	8.7	13.3	33.0	761
퇴비 1000(T-N 19)	13.8	9.5	14.3	35.0	810



그림 3-4. 참취 생육 상황

곰취의 생육상황(표 3-8, 그림 3-5)은 엽장 9.4~16.3cm, 엽폭 13.2~22.9cm, 주당엽 수는 6.7~11.8매로 각각 나타났으며 질소 시비량이 많을수록 생육이 양호한 경향이었으며 질소 처리가 부산물비료 퇴비 처리구 보다 생육이 양호하였는데, 요소로 10a 당 질소 성분량 12kg 시용구가 생육 및 수량이 가장 높았는데 이는 참취와 같은 경향이였다. 수확기 곰취의 엽색도를 포장에서 측정한 결과, 요소 시용구는 처리 질소 수준이 증가함에 따

라 높아 졌으나, 부산물비료 퇴비 시용구에서는 경향성이 없었다. 이는 부산물비료 퇴비 보다는 화학비료가 토양 용액에 쉽게 용해되어 토양에 흡착되는 성질이 강하여 경사전에 서 강우 등 외부환경 요인으로 유실이 적었고 또한 부산물비료 퇴비는 토양미생물에 의해 작물이 이용 가능한 형태로 분해되는 속도가 일반 노지에 비해 느려 화학비료 보다 이용 도가 낮은 것으로 사료된다.

표 3-8. 곰취의 생육 및 수량

처 리 (kg/10a)	엽 수 (cm)	엽 폭 (cm)	엽 수 (개)	엽색도 (SPAD)	수 량 (kg/10a)
무처리	9.4	13.2	6.7	25.0	142
N 4	14.6	21.3	9.9	27.2	294
N 8	14.8	20.4	10.8	37.1	301
N 12	16.3	22.9	11.5	40.3	359
N 16	15.4	22.4	11.2	43.4	334
퇴비 500(T-N 9.5)	10.6	15.8	9.5	29.0	211
퇴비 1000(T-N 19)	10.9	15.6	10.0	27.6	161

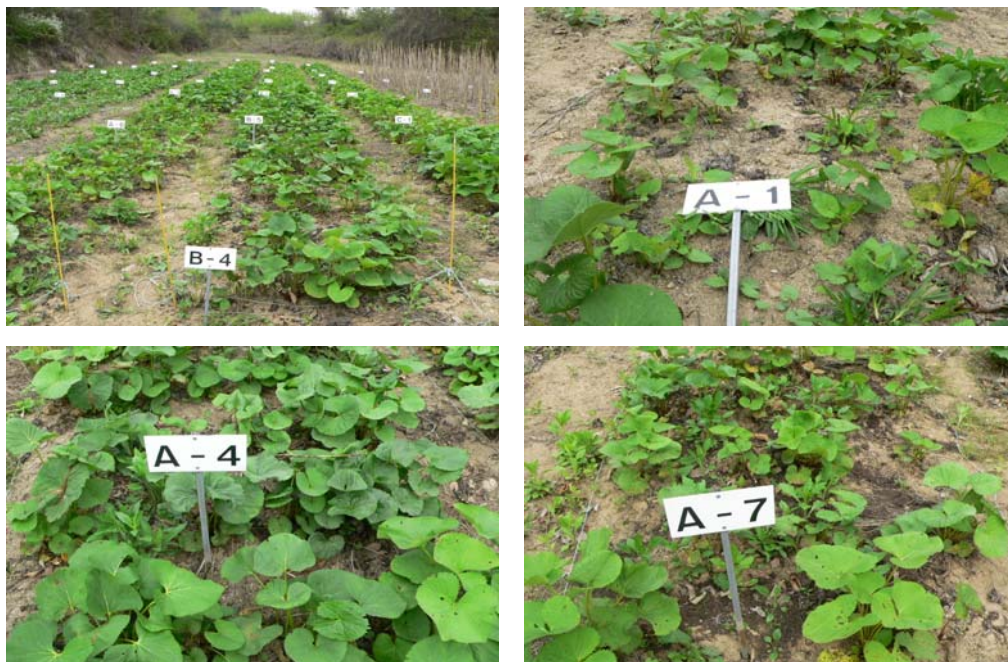


그림 3-5. 곰취 생육 상황

(4) 질소시비량과 질소시비 효율

질소시비량 차이가 참취 생산효율에 미치는 영향을 알기 위하여 질소 수준에 따른 질소 시비 효율을 조사한 결과를 보면 표 3-9와 같다. 질소시비 효율은 질소비료 성분 kg당 흡수량으로 나타내었다. 주로 지력 질소에 의하여 생산되는 것으로 볼 수 있는 질소 무시용구의 질소 흡수량은 4.79kg/10a 였으며 이때 참취의 수량은 518kg/10a 이었다. 토양의 질소 공급력은 재배 작물의 특성은 물론 토양유기물, 총 질소함량 등 토양의 이화학성과 재배환경 등의 차이에 따라 달라진다. 이와 같은 질소공급력의 크기는 무질소구에서의 작물의 생산력으로 나타난다(곽 등, 1985). 수확기 참취 건물의 총질소(total nitrogen) 함량이나 질소 흡수량은 시비 수준이 증가함에 따라 증가되는 경향이였다. 반대로 질소시비 효율은 시비수준이 증가함에 따라 감소되는 경향이였다. 그러나 부산물비료 퇴비 시용구에서는 총질소 시용량과 질소 함량 및 질소 흡수량과의 경향성이 없었고, 질소 시비 효율도 화학비료에 비해 상당히 낮았다. 곱취의 질소 수준에 따른 질소시비 효율을 조사한 결과를 보면 표 3-10과 같다. 질소 무시용구의 질소 흡수량은 1.31kg/10a 였으며 질소흡수량은 시비수준이 증가함에 따라 증가되는 경향이였고, 질소시비 효율은 시비 수준이 증가함에 따라 감소되는 경향이였다. 그러나 부산물비료 퇴비 시용구에서는 총 질소 시용량과 질소함량 및 질소 흡수량과의 경향성이 없었고, 질소 시비 효율도 화학비료에 비해 상당히 낮았다. 이는 고랭지 경사전에서 퇴비에 함유된 질소성분이 작물에 이용 가능한 형태로 분해가 불리하며 또한 유실에 의한 손실이 큰 것으로 사료된다.

이상의 결과는 소량의 질소시용은 질소효율은 크지만 수량이 적고, 다량의 질소 시용은 수량은 높아지지만 질소 효율이 감소된다고 하는 Murayama의 보고(1979, IRRRI)와 일치되고 있다. 따라서 질소 증시로 감소되는 생산효율을 어느 수준까지 허용하고 또는 어느 수준으로 결정할지가 중요한 과제라 할 수 있다.

표 3-9. 수확기 참취의 질소흡수량과 질소 시비 효율

처 리 (kg/10a)	T-N (%)	Dry-weight (kg/10a)	N uptake (kg/10a)	N efficiency (%)
무처리	1.85	2.59	4.79	-
N 4	2.05	3.93	8.06	81.8
N 8	2.04	4.51	9.20	55.1
N 12	2.31	4.87	11.25	53.8
N 16	2.42	4.66	11.27	40.5
퇴비 500(T-N 9.5)	2.09	3.73	7.80	31.9
퇴비 1000(T-N 19)	1.86	4.05	7.53	14.4

표 3-10. 수확기 콩쥐의 질소 흡수량과 질소 시비 효율

처 리 (kg/10a)	T-N (%)	Dry-weight (kg/10a)	N uptake (kg/10a)	N efficiency (%)
무처리	1.85	0.71	1.31	-
N 4	2.80	1.44	4.03	68.0
N 8	3.04	1.51	4.59	41.0
N 12	3.13	1.76	5.51	35.0
N 16	3.25	1.67	5.43	25.8
퇴비 500(T-N 9.5)	1.92	1.03	1.98	7.1
퇴비 1000(T-N 19)	1.89	0.79	1.49	0.9

(5) 질소 시비량 결정

참취의 수량은 질소 처리 수준이 증가할수록 수량은 증가하여 질소 12kg/10a 처리구에서 가장 높았으며 16kg/10a 처리구에서는 오히려 다소 감소하였다. 부산물비료 퇴비 사용구에서는 수량성이 불량하였다(그림 3-6). 따라서 부산물비료 퇴비 처리구를 제외하고 질소 처리량과 참취 수량간에는 그림 3-7에서 보면 $y = -2.97x^2 + 73.8x + 525$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 12.4kg/10a임을 확인할 수 있었다.

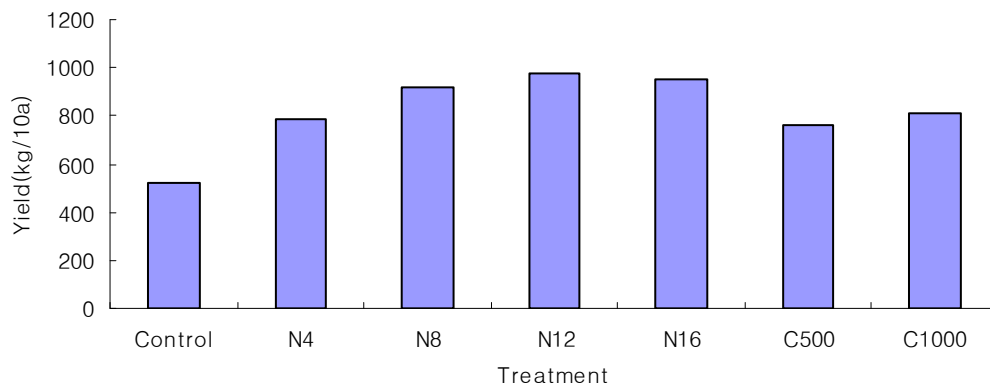


그림 3-6. 질소 처리에 따른 참취 수량

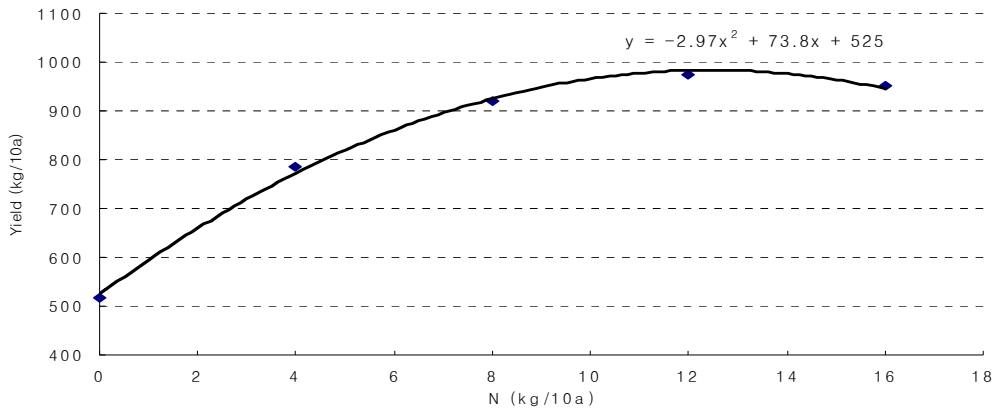


그림 3-7. 질소 시비량과 참취 수량과의 상관관계

곰취의 수량은 질소처리 수준이 증가할수록 수량은 증가하여 질소 12kg/10a 처리구에서 가장 높았으며 16kg/10a 처리구에서는 오히려 다소 감소하였다.

부산물비료 퇴비 시용구에서는 수량성이 불량하였다(그림 3-8). 따라서 부산물비료 퇴비 처리구를 제외하고 질소 처리량과 곰취 수량간에는 그림 3-9에서 보면 $y = -1.35x^2 + 32.9x + 52.9$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 12.2kg/10a임을 확인할 수 있었다.

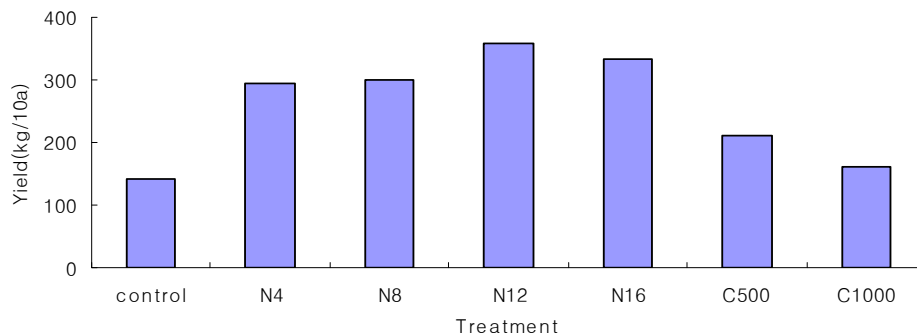


그림 3-8. 질소 처리에 따른 곰취 수량

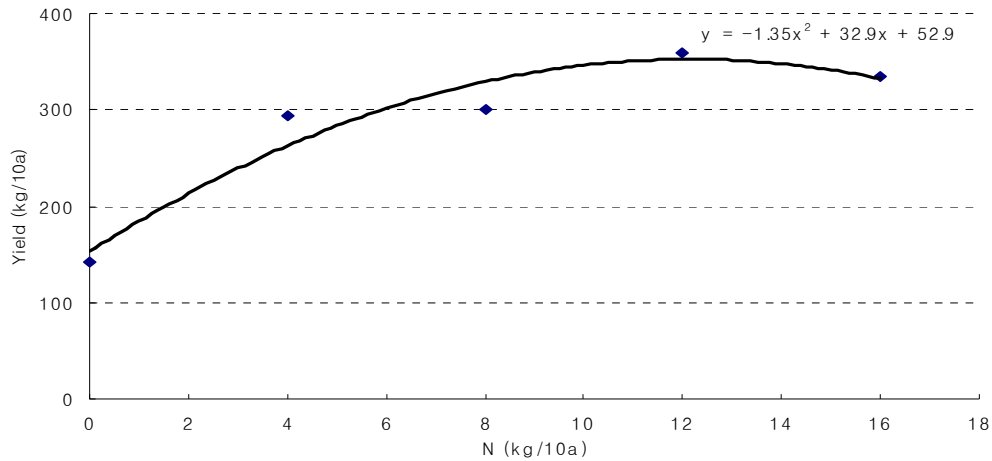


그림 3-9. 질소 시비량과 곶취 수량과의 상관 관계

나. 곶취 처리 효과

두릅(*Aralia elata* Seem.)은 두릅나무과에 속하는 낙엽관목으로 나무 높이는 3~5m에 이른다. 두릅은 우리나라 어디서나 재배가 가능하며 토양도 가리지 않는 편이지만 재배할 경우 호기성 작물이기 때문에 물빠짐이 안되는 경우에는 뿌리가 썩어 말라죽게 되므로 물빠짐이 잘 되는 토양을 선정해야 한다.

두릅은 자연산 채취에 의존하여 왔는데 수요가 증가하는 반면 채취 인력이 부족해지면서 농가에서 재배된 두릅이 생산되기 시작되었고 이런 추세는 점차 증가할 것으로 전망된다. 생산량은 대부분이 산에서 자연산으로 채취되는 관계로 정확히 알 수 없고 출하 시기는 주로 4월 이후에 이루어지지만 최근에는 비닐하우스를 이용하여 1~2월에 출하하고 있다.

표 3-11. 두릅 재배 현황(2005, 전국)

계		노지		비가림		시설	
농가수(호)	면적(ha)	농가수(호)	면적(ha)	농가수(호)	면적(ha)	농가수(호)	면적(ha)
2,800	556.6	2,761	552.6	14	2.7	25	1.3

두릅의 재배에 관한 시비 및 재배 기술에 대한 보고는 적으며 특히 환경 조건이 열악하여 한랭하고 경사도가 높은 고랭지 경사전에서의 두릅(*Aralia elata*)재배 기술에 대한 보

고는 거의 없는 실정이다. 두릅은 엽채류인 다른 산채류와는 달리 나무에서 생성된 새순을 채취하여 이용하므로 산림용으로 효과가 인정된 고품비료의 적용가능성을 알고자 입상비료를 대비로 하여 검토하였다.

(1) 토양화학성 변화

두릅에 대한 고품비료의 시비반응 효과를 알아보기 위해 고품비료 4수준과 입상비료를 처리한 직후 토양시료를 채취하여 분석한 결과(표 3-12)를 보면 입상비료 처리구에서 pH, 염농도(EC), 인산, 칼리, 암모니아태질소, 질산태질소의 성분함량이 높게 나타났다. 이는 입상비료와 고품비료 성상에 의한 차이로 판단된다.

표 3-12. 비료 처리 후 토양 화학성 변화(1년차, '05.04)

처 리 (kg/10a)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)
					cmol+/kg				
입상 N36.8	6.0	0.45	22	625	1.09	2.2	1.0	20.4	180.7
고형 N 9.2	5.4	0.14	20	208	0.41	2.3	1.1	2.6	2.7
고형 N18.4	5.5	0.13	19	284	0.47	2.6	1.3	2.2	2.1
고형 N27.6	5.4	0.15	21	291	0.44	2.4	1.2	2.5	3.3
고형 N36.8	5.3	0.15	17	316	0.49	2.1	1.0	2.1	4.7

두릅재배 후 토양화학성을 분석한 결과(표 3-13) pH는 5.5~5.9의 분포를 보였으며 모든 시험구에서 증가하는 경향이었고 유기물은 18~21mg/kg, 유효인산은 259~324mg/kg의 분포를 보였다. 치환성 양이온류는 칼리 0.34~0.42, 칼슘 1.8~2.3, 마그네슘 0.7~1.0 cmol+/kg 수준이었고, 토양 염농도와 질소는 매우 낮은 수준으로 처리간 일정한 경향성은 없었다.

표 3-13. 시험 후 토양의 화학성 변화

처 리 (kg/10a)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)
					cmol+ /kg				
입상 N36.8	5.9	0.07	18	277	0.34	2.3	1.0	2.1	3.5
고형 N 9.2	5.7	0.08	21	259	0.38	2.1	0.8	1.4	3.4
고형 N18.4	5.6	0.08	19	324	0.34	1.9	0.7	1.4	3.1
고형 N27.6	5.5	0.10	21	290	0.37	1.8	0.7	1.9	5.4
고형 N36.8	5.7	0.12	19	261	0.42	2.3	0.7	2.0	7.4

(2) 두릅의 무기성분 함량

수확기 두릅건물내의 총질소(total nitrogen) 함량은 5.2~5.6%로 참취, 곰취 보다 높았으며, 질소 처리 수준에 따라 증가하는 경향성은 없었다. 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등 다른 무기성분 함량은 각각 1.5, 3.5, 0.5, 0.5% 수준 이었다(표 3-14).

표 3-14. 수확기 두릅의 무기성분 함량

(단위:%)

처 리 (kg/10a)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
입상 N36.8	5.6	1.6	3.5	0.6	0.5
고형 N 9.2	5.3	1.5	3.4	0.6	0.5
고형 N18.4	5.6	1.6	3.7	0.5	0.5
고형 N27.6	5.2	1.4	3.6	0.5	0.5
고형 N36.8	5.4	1.5	3.6	0.5	0.5

(3) 두릅의 생육 및 수량

두릅 1년생 묘목을 2005년 4월 시험포장에 정식하고, 30cm로 전정해 준 후, 그 해 10월에 조사한 생육상황은 표 3-15에 나타난 바와 같다. 두릅나무의 높이는 72.6~91.7cm, 굵기는 7.9~9.9cm 이였고, 고품비료 질소성분량 36.8kg/10a 처리구가 가장 좋았고, 주 당 엽수는 고품비료 질소성분량 18.4kg/10a가 10.7개로 가장 많았다. 전반적으로 고품비료 처리구가 입상비료 처리에 비해 적은 질소 성분량 처리에서도 생육이 우수하였다. 표 3-16은 2006년 첫 수확한 두릅의 수량과 그해 말 두릅나무의 생육 상황을 나타내었다.

두릅의 수량은 고품 비료로 질소 성분량 36.8kg/10a 처리구가 68.5kg/10a로 동량의 입상비료 처리구 57.2 kg/10a 보다 많았다. 고품비료 질소 성분량 18.4kg/10a 처리구에서도 수량이 60.2 kg/10a로 배량의 입상비료 처리구보다 높았다. 두릅나무의 생육도 같은 경향이 었다. 따라서 두릅과 같은 목본류의 경우 고랭지 경사전에서 재배시 유실의 가능성이 적고 완효성인 고품비료가 입상비료보다 효과적임을 확인할 수 있었다(표 3-16, 그림 3-10).

표 3-15. 처리별 두릅의 생육 (1년차, '05. 10.)

처 리 (kg/10a)	측지고 (cm)	신초경 (cm)	입 수 (개)
입상 N 36.8	78.9	7.9	9.0
고형 N 9.2	72.6	8.1	9.2
고형 N 18.4	80.7	9.0	10.7
고형 N 27.6	90.8	8.1	9.4
고형 N 36.8	91.7	9.9	10.5

표 3-16. 처리별 두릅의 생육 및 수량

처 리 (kg/10a)	수 고 (cm)	경 태 (cm)	측지수 (개)	수량 (kg/10a)
입상 N36.8	153.5	15.8	4.9	57.2
고형 N 9.2	147.8	16.4	5.2	54.3
고형 N18.4	165.7	18.3	5.7	60.2
고형 N27.6	173.5	17.6	5.0	61.8
고형 N36.8	171.7	18.9	6.1	68.5



그림 3-10. 두릅의 생육 상황

3. 결과 요약

가. 적정 질소시비량 설정시험

- (1) 시험 후 토양 화학성 변화는 참취, 곰취 시험포 모두 높아지는 모든 처리에서 높아졌고, 토양 유기물 함량은 요소처리 보다 부산물비료 퇴비 시용구가 높았다.
- (2) 수확기 참취 건물의 총 질소 함량은 1.85~2.42%, 곰취는 1.85~3.25% 수준이었고 질소 처리가 높을수록 증가하였고, 엽색도도 같은 경향이였다.
- (3) 참취, 곰취 모두 질소시비량이 많을수록 생육이 양호하였고 요소로 질소 성분 12kg/10a 처리가 생육 및 수량이 가장 높았으며 부산물비료 퇴비 처리에서는 저조 하였다.
- (4) 질소처리 수준이 높을 수록 참취, 곰취의 질소 흡수량은 증가하였으나 질소시비 효율은 감소하였다. 부산물비료 퇴비 처리는 경향성이 없었고 질소시비 효율도 요소 처리보다 매우 낮았다.
- (5) 요소로 질소처리량과 참취 수량과의 관계에서 $y = -2.97x^2 + 73.8x + 525$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 12.4kg/10a임을 확인할 수 있었고, 곰취는 $y = -1.35x^2 + 32.9x + 52.9$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 10a 당 12.2kg이었다.

나. 두릅의 고품비료 처리 효과

- (1) 시험 후 토양의 pH와 유효인산의 함량은 높아지는 경향이었고, 질소와 염농도는 낮아졌다.
- (2) 수확기 두릅 건물의 총질소 함량은 5.2~5.6% 수준으로 참취, 곰취보다 높은 수준이었고, 인산과 칼리는 각각 1.5, 3.6% 수준이었다.
- (3) 두릅의 생육은 입상비료보다 고품비료 처리에서 수고, 경태, 엽수 등 생육이 우수하였으며 수량성은 고품비료 질소성분량 10a 당 36.8kg 처리가 가장 높았고, 고품비료 질소 성분량 18.4kg/10a 처리에서도 배량의 입상비료 처리 보다 높아 고품비료 처리 효과가 검증되었다.

제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

1. 연구개발 목표

Stubble mulch농법은 바람과 강우에 의해 토양이 유실되는 것을 최소화하기 위하여 잔존 그루터기에 의한 지피(멀칭)효과가 우수한 작물을 재배함으로써 경제적 이윤을 추구하면서도 토양을 지속적으로 보존하는 환경친화형의 농업방식이며 미국 캘리포니아주 등 반건조 지대에서 발달된 농법이다.

강원도 고랭지 면적은 전국의 90%에 해당하는 17,044ha이며 이중 38%에 해당하는 6,400ha가 경사도 30%이상 지역으로 배추재배 지역의 경우 ha당 80여톤의 토양이 매년 강우에 의해 유실되고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

따라서 고랭지 30%이상의 경사전을 중심으로 무·배추보다 소득이 높으면서 Stubble mulch효과가 높은 산채류를 선발하는 것이다.

2. 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도

본 연구는 고랭지 경사전 지역에서 바람과 강우에 의해 토양이 유실되는 것을 최소화하고, 잔존 그루터기에 의한 지피효과가 우수한 다년생의 산채류를 재배하여 농가소득을 추구하면서 토양을 지속적으로 보전할 수 있는 환경친화형 농업방식을 개발하고자 “고랭지 경사전 산채류를 이용한 Stubble mulch 농법에 관한 연구”를 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

가. 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

(1) 경사전 산채 도입을 위한 기초조사

고랭지 경사전에 입식이 가능한 산채를 선발하기 위하여 자생지 지역을 탐색하고 특성을 검정하여 재배적 가치가 있는 곶취(*Ligularia fischeri* TURCZ.), 한대리곶취(*Ligularia fischeri* TURCZ. var *spiciformis* Nakai), 참취(*Aster scaber* Thunb.), 곤달비(*Ligularia stenocephala* Matsumura), 고려영경취(*Crisium setidens* Nakai), 두릅

(*Aralia elata* Seem.), 음나무(*Kalopanax pictus* Nakai), 독활(*Aralia contionalis* Kitagawa), 눈개승마(*Aruncus americannus* Rafin.) 등 9종을 예비 선발하였다.

(2) 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

(가) 출현 시기는 식생에 의한 강우인자 값을 정하는데 중요한 요소로 출현시기가 빠르면 빠를수록 우식에 의한 유실계수는 감소되나, 경제적 측면에 있어서 출현 시기의 조만은 동해 및 서리피해 등 가식부위의 품질에 영향을 줄 수 있는데 고랭지 경사전에 식재된 산채류의 출현 시기는 4월 상순 ~ 5월 상순이었으며 이 시기에 곰취, 참취 등 대부분의 산채류는 동상해 피해가 없었으나 독활은 -1.5°C 이하로 내려갈 경우 신초에 수침상의 피해가 발생함으로써 경제성을 고려한 고랭지 재배는 부적합하였다.

(나) 고랭지 경사전에서의 산채류 성장 속도는 잡초경합, 표토 유실의 방지 기능, 산물 생산에 따른 수익성 등을 결정하는데 중요한 요소가 되는데 산채 종류별 지상부 성장량을 측정된 결과 엽을 이용하는 산채류에 있어서는 고려영경퀴와 참취가 우수하였고, 순을 이용하는 산채류에 있어서는 두릅과 독활, 눈개승마가 우수하였다.

(다) 엽면적과 피복도는 강우에 의한 완충능력을 향상시켜 토양 유실량을 적게 하고, 지표면의 온도 상승을 억제 하며 증발량을 최소화 하고, 잡초 발생을 경감시키는 등 계절적으로 엽면적의 다소에 따라 영향을 미치게 되는데 식재 2년차의 최대 LAI는 고려영경퀴 13.4, 독활 8.7, 참취 8.3, 두릅 8.3 등 이었으며 피복률 100%에 접근하였다.

(라) 표고 600m 지대의 경사전 포장에 분포하는 우점 잡초는 계절별로 봄에는 개망초(*Erigeron annuus* L.)가 주를 이루며, 바랭이(*Digitaria ciliaris* Koel.), 개여뀌(*Persicaria blumei* Gross), 쑥(*Artemisia princeps* Pampan.), 명아주(*Chenopodium album* L.) 등이었고, 가을에는 바랭이가 주를 이루며 돌피(*Echinochloa crus-galli* Beauv.), 개망초, 개여뀌, 쑥 등이었다.

잡초 발생량은 나지의 경우 건물중으로 $763.5\text{g}/\text{m}^2$ 이 발생하였으며, 작물 재포에 따른 잡초 경감 효과는 배추가 79.8%이었던 것에 반해 산채류는 음나무 95.9%, 고려영경퀴 98.3%, 독활 97.6%, 참취 97.4%, 한대리곰취 97.2%, 눈개승마 97.2%, 두릅 97.1%, 곰취 96.9%, 곤달비 89.4% 등의 잡초 경감 효과가 있었다.

(마) 산채 재배후 잔존물은 지표피복으로 인해 수분 보지력을 향상시키고, 유기물 급원으로 토양에 환원됨으로써 토양 물리 화학성을 개선한다. 식재 2년차 산채류별 잔존물

은 고랭지 배추가 연간 12~17kg/10a을 남기는데 반해 고려엉경귀 553kg/10a, 독활 421kg/10a, 참취 339kg/10a, 한대리곰취 241kg/10a, 두릅 218kg/10a, 눈개승마 118kg/10a로 매우 우수하였다.

(바) 작물 근권부의 표면적이 크면 토양중의 함수계수인 포화수리전도도가 높아지는데 m²당 표면적은 배추 0.07m²에 비해 참취 2.60m², 한대리곰취 2.10m², 눈개승마 1.45m²로 우수하였다. 특히 눈개승마 식재 3년생의 근권은 세근 형태의 뿌리가 무수히 많이 발생하여 작토층 전체에 넓고 깊게 분포하고 있어 토양유실 방지 효과가 매우 우수할 것으로 판단되었다.

(사) 경운은 토양의 입단을 파괴함으로써 강우에 의한 유실을 촉진하게 되기 때문에 경사전에서의 토양 유실 방지를 위한 환경 친화적 방법은 경운 횟수를 적게하여 토양 침식을 최소화 하는 방법일 것이다. 고랭지배추의 작기당 재배년수는 3개월인데 비해 고려엉경귀 2년, 한대리곰취, 참취 5~7년, 두릅, 눈개승마 등은 10년 이상인 것으로 추정되었다.

(아) 고랭지 경사전에서 재배된 산채류를 산지에서 자생하고 있는 산채와 비교하여 품질을 평가한 결과 잎을 수확하는 곰취, 한대리곰취, 곤달비, 참취 등은 재배환경에 따른 품질의 영향이 민감하여 재배적지 선정에 세심한 주의가 필요하였고, 어린 순을 이용하는 두릅, 음나무, 눈개승마 등은 재배 환경에 따른 품질의 영향이 크지 않아 재배적, 경제적인 측면에서 우수하였다.

(자) 고랭지 경사전 산채의 수익성은 식재 당년인 1년차에 생산된 산물 없이 투입된 경영비를 포함하여 3년간의 누계 소득을 산출하면 배추 2,391천원/10a에 비해 엽을 이용하는 산채인 고려엉경귀가 2,465천원/10a, 참취 1,713천원/10a, 한대리곰취 956천원/10a, 곰취 796천원/10a, 곤달비 -2,976천원/10a순이었고, 어린 순을 이용하는 산채류인 눈개승마 84천원/10a, 독활 81천원/10a, 두릅 16천원/10a, 음나무 -972천원/10a인 것으로 나타나 고려엉경귀를 제외한 여타의 산채류에서는 소득이 낮은 것으로 분석되었다.

수익성면에서 3년간의 누계소득이 고랭지배추보다 낮은 주 요인은 식재 당년에 수확 산물이 없다는 점과 종묘비가 현실적으로 일반 채소류에 비해 매우 높은 것이 소득 저하 요인으로 작용하였다.

다만 재배 년수가 5년 이상 되는 한대리곰취와 참취 등은 현재 수준의 생산성을 유지할 경우 연간소득이 866~1,238천원/10a이 가능할 것으로 판단되며, 재배 년수가 10년 이상 되는 두릅, 눈개승마의 재배성기 평균소득은 두릅 1,712천원/10a, 눈개승마 2,320천원

/10a으로 재배년수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다.

(차) (나)~(자) 항의 결과를 종합하면 고랭지 Stubble mulch농법에 적용가능 할 것으로 기대되는 9종의 산채를 고랭지 경사전에 식재하여 지상부 생육 특성과 지하부 근권 특성을 평가하고 이들 산채류에 대한 경제성을 분석한 결과 지상부 생육과 지하부의 근권 발달이 우수하여 고랭지 경사전에서 Stubble mulch농법 적용이 가능한 산채는 한대리곰취, 참취, 두릅, 눈개승마 등 4종의 산채류가 가장 우수 하였고 수익성면에서도 재배 연수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다.

(3) 선발된 산채의 재배법 확립

(가) 참취(*Aster scaber* Thunb.)

참취는 산채중에서 비교적 발아가 쉽고 채종량도 많아 경사전 도입이 용이한 편이다. 고랭지 경사전에 시기별로 파종한 결과 파종 시기는 5월까지이며 7월 강우기 파종하였을 때에도 비교적 양호한 발아율을 보였다. 봄 파종시 발아는 건조로 인하여 0.9cm 정도 복토 하는 것이 좋았으며 파종 방법은 산파하였을 때 발아율이 조파나 점파에 비하여 현저히 떨어졌다.

직파 했을 경우 잡초 방제는 8월10일 이전 4회 정도 제초가 필요 하였으며 육묘이식일 경우는 2회 정도 제초가 필요 하였다.

(나) 눈개승마(*Aruncus americanus* Rafin.)

눈개승마의 종자는 미세종자로 광조건에서 68% 발아되었으나 암조건에서는 발아되지 않는 광발아 종자로 밝혀졌으며 휴면이 있어 발아시키기 위해서는 5℃ 저온에서 30일 정도 처리가 필요하였다. 적정 발아 온도는 20℃로서 73% 발아되었다.

적정 트레이 규격은 128공으로 매트형성은 45일 소요되었으며 직경 7cm 컵포트 육묘 시에는 60일이 소요되었다.

10a당 시비량은 N 23 : P 15 : K 10kg을 시용한 시비구에서 가장 생육이 왕성하였으며, 년차별 수량은 2년차에 비하여 3년차에는 34% 증가되었다.

(다) 두릅(*Aralia elata* Seem.)

두릅의 자생지는 자갈이 많은 배수 양호한 토양, 햇빛이 잘 드는 경사가 급한 장소에 밀생되어 분포되어 있었으며 근권은 대체로 10cm 내외에 분포하였다.

종자는 휴면을 타파하기 위해서는 60일 정도 저온처리가 필요하였으며, 발아 온도는 15~20℃의 비교적 낮은 온도 범위에서 발아되는 특성이 있었다.

적정 육묘 트레이 규격은 128공 이었으며, 162공에서는 생육이 저조하였고, 72공에서는 매트 형성이 미흡하였다.

잡초 방제는 육묘 이식할 경우 2회 제초가 필요하였으며 실생 3년차와 뿌리 삽목 2년차의 수량을 비교한 결과 삽목묘 2년차의 수량이 다소 높은 경향이였다.

(라) 한대리곰취(*Ligularia fischeri* TURCZ. var *spiciformis* Nakai)

한대리곰취의 생리적 특성은 동속의 곰취, 곤달비에 비하여 내서, 내건, 내병성이 강하였고 분얼력이 우수 하였으며 생육량도 많은 것으로 조사되었다.

종자의 휴면타파를 위하여는 30일 정도의 저온 처리가 필요하였으며, 적정 발아 온도는 15~20℃의 비교적 저온에서 발아하는 특성을 가지고 있었다. 한대리곰취도 적정 파종시기는 5월까지이며 이후 파종시 고온에 의해 2차 휴면 하는 것으로 조사되었다.

육묘 이식시 생존율은 128공 육묘 이식시 86%로 가장 양호하였으며 2회 정도 제초가 필요하였다. 2년차부터는 잡초보다 출현이 빠르고 피복도가 높아 별도의 제초작업이 필요하지 않았다.

나. 고령지 경사전 산채류 재배에 의한 토양유실 및 농약 저감효과 검증

(1) 고령지 경사전 산채류 재배에 의한 토양유실 방지 효과

고령지 농업지대는 지역특이성으로 인해 환경에 건전한 토양관리가 필수적인 지역이다. 고령지 농업은 표고가 높은 산지의 경사지에서 이루어지고 있고, 비료 및 퇴비 등의 고투입농법에 의존하고 있기 때문에 토양유실 가능성이 상당히 높고 따라서 환경에 악영향을 미칠 가능성이 크다. 이 연구는 식생을 이용한 토양 유실저감효과를 규명하기 위하여 경제성이 있는 산채작물을 재배함으로써 이들의 토양유실 저감 정도를 평가하였다.

시험포장은 강원도 횡계에 위치한 포장에 lysimeter를 15%, 30%, 45% 경사지에 각각 설치한 포장이며 재배작물로서는 배추, 두릅, 눈개승마, 곰취, 참취였으며, 2005~2006년

에 걸쳐 2년간 실험을 수행하였으며, 주요 분석 항목인 토양 유실량과 유출수량을 측정하였다. 2005년 실험에 따르면 배추포장에 비하여 눈개승마와 참취 포장의 토양 유실량은 1/2로 저감되었으며, 유출량 또한 상대적으로 눈개승마 재배 포장과 참취 재배 포장에서 낮은 것으로 나타났다. 경사도(15%, 30%, 45%)에 따른 토양유실량은 경사도가 증가할수록 증가하였으며, 15% 포장에서 눈개승마의 경우 7.54 ton/ha, 30% 포장에서 눈개승마의 경우 15.55 ton/ha, 45% 포장에서 눈개승마의 경우 24.62 ton/ha로 나타났으며, 배추 포장의 경우는 눈개승마 포장에 비해 2 ~ 3배 많은 토양 유실량을 보였다.

(2) 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 농약저감 효과 검증

고랭지 산채 재배지에 대한 농약 사용실태 조사결과 흰가루병, 역병, 더덩이병, 두점애기비단나방 및 콩줄기명나방이 산채 재배지의 주요 병충해로 조사되었으며, 웨나리(fenarimol), 아зок시스트로빈(azoxystrobin), 디메쏘모르프(dimethomorph), 베노밀(benomyl) 및 에트리졸(etridiazole)을 사용하여 방제하는 것으로 조사되었다.

고랭지 산채 재배지의 경작자들은 방제약제 선택 시 경작자 자신의 오랜 농사경험(44.4%)과 농약상의 추천(39.8%)에 의존하고 있으며, 이들이 사용하고 있는 농약 중에는 산채에 등록이 되어 있지 않은 농약들도 포함되어 있어 농약 선정에 문제가 있음을 확인하였다.

고랭지 작물(산채, 배추), 토양 및 강우 중 유출수의 농약 잔류량을 조사한 결과 고랭지 산채 재배지의 검출농약은 산채에서 endosulfan 외 5종이 0.002~0.841 mg kg⁻¹의 범위를 보였으며, 토양에서 endosulfan 외 4종이 0.002~0.094 mg kg⁻¹의 범위를 보였다. 그러나 같은 시기 배추 재배지의 검출농약은 배추에서 fenbuconazole 외 12종이 0.002~0.603 mg kg⁻¹의 범위를 보였으며, 토양에서 chlorpyrifos 외 8종이 0.002~0.119 mg kg⁻¹의 수준으로 검출되었다.

강우시 유출수에 대한 검출농약은 endosulfan이 횡성 둔대와 평창 봉평에서 각각 0.005와 0.009 mg kg⁻¹이 검출되었고, 그 외 모든 지역의 수질시료에서는 잔류농약이 검출되지 않았다.

다. 고랭지 경사전 산채류 재배에 알맞은 적정 시비량 및 재배법

(1) 적정 질소시비량 설정시험

(가) 시험후 토양화학성 변화는 참취, 곰취 시험포 모두 높아지는 모든 처리에서 높아졌고, 토양 유기물 함량은 요소처리 보다 부산물비료 퇴비 시용구가 높았다.

(나) 수확기 참취 건물의 총 질소 함량은 1.85~2.42%, 곰취는 1.85~3.25% 수준이었고 질소 처리가 높을수록 증가하였고, 엽색도도 같은 경향이였다.

(다) 참취, 곰취 모두 질소시비량이 많을수록 생육이 양호하였고 요소로 질소성분 12kg/10a 처리가 생육 및 수량이 가장 높았으며 부산물비료 퇴비 처리에서는 저조하였다.

(라) 질소처리 수준이 높을수록 참취, 곰취의 질소 흡수량은 증가하였으나 질소시비 효율은 감소하였다. 부산물비료 퇴비 처리는 경향성이 없었고 질소시비 효율도 요소 처리보다 매우 낮았다.

(마) 요소로 질소처리량과 참취 수량과의 관계에서 $y = -2.97x^2 + 73.8x + 525$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 12.4kg/10a임을 확인할 수 있었고, 곰취는 $y = -1.35x^2 + 32.9x + 52.9$ 의 2차 회귀방정식을 얻을 수 있었으며 최대 수량을 올리기 위하여 요구되는 질소 시용량은 10a 당 12.2kg이었다.

(2) 두릅의 고행비료 처리 효과

(가) 시험 후 토양의 pH와 유효인산의 함량은 높아지는 경향이었고, 질소와 염농도는 낮아졌다.

(나) 수확기 두릅 건물의 총질소 함량은 5.2~5.6%수준으로 참취, 곰취보다 높은 수준이었고, 인산과 칼리는 각각 1.5, 3.6% 수준이었다.

(다) 두릅의 생육은 입상비료보다 고행비료 처리에서 수고, 경태, 엽수 등 생육이 우수하였으며 수량성은 고행비료 질소성분량 10a 당 36.8kg처리가 가장 높았고, 고행비료 질소 성분량 10a당 18.4kg 처리에서도 배량의 입상비료 처리 보다 높아 고행비료 처리 효과가 검증되었다.

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

제 1 절 연구결과의 활용방안

1. 고랭지 경사전 Stubble mulch 효과 높은 산채류 선발

가. 토사유출 방지 그루터기 농법의 실용화

고랭지 Stubble mulch농법에 적용가능 할 것으로 기대되는 9종의 산채를 고랭지 경사전에 식재하여 지상부 생육 특성과 지하부 근권 특성을 평가하고 이들 산채류에 대한 경제성을 분석한 결과 지상부 생육과 지하부의 근권 발달이 우수하여 고랭지 경사전에서 Stubble mulch농법 적용이 가능한 산채는 한대리곰취, 참취, 두릅, 눈개승마 등 4종의 산채류가 가장 우수하였고 수익성면에서도 재배연수가 경과함에 따라 고랭지배추보다 안정적이면서 높은 소득을 추구할 수 있을 것으로 사료 되었다.

그동안 식생에 의한 경사전 토사유출 방지 연구는 작부체계에 의한 작물별 토사유출 저감 효과와(정 등, 1985 ; 오 등, 1991 ; 김, 1999) 목초 초종에 따른 토사유출 저감 효과(오 등, 1995), 과수원 등고선 및 초생대 설치 효과(황, 1966 ; 한 등, 1969), 부초에 의한 피복효과(한 등, 1970, 김 등, 1991 ; 오 등, 1992 ; 정 등, 1985) 등이 연구의 주요 골자이다.

EU등 선진농업국에서는 이미 오래전부터 경사전에서의 농업은 환경에 부담을 많이 주기 때문에 영년생 작물인 과수, 베리류, 차나무, 목초류 등을 재배함으로써 환경과 주변경관을 중시하는 농법을 전개해 오고 있다.

우리나라도 이제 국제 협약인 아이젠다 21채택 등 세계적 흐름에 대처하는 지속 가능한 농법으로의 전환이 요구된다 하겠다.

이에 산채류는 무경운 재배가 가능하면서 피복도가 높고, 지피효과와 잔존 그루터기에 의한 토사 유출방지 효과가 우수하면서 무 배추와 대등한 소득을 보전할 수 있는 작물을 선발하였다는 점에서 큰 의미가 있다 하겠다.

본 연구결과를 토대로 고랭지 지역의 환경 친화적 농법을 고려한 다년생 산채류 재배를 위한 정부차원에서의 다방면으로의 지원을 건의한다.

나. 타 산업과 연계한 산채자원의 활용

인간의 무차별적인 개발행위로 인하여 환경문제는 지구적 차원의 문제로, 최우선적으로 해결해야 할 과제가 되고 있다. 특히 인간의 개발행위에 의하여 발생하는 훼손지에 대한 복구, 복원의 노력이 활발히 이루어지고 있기는 하나, 종래의 방법은 생태계의 안정성, 다양성에 대한 고려가 미흡하여 오히려 잘못된 생물종(외래종, 귀화종) 등을 여과 없이 도입함으로써 또 다른 생태계의 교란을 유발하는 경우가 종종 있어 왔다. 따라서 훼손지의 복구 및 복원시 지역에 자생하는 식물을 적극적으로 활용하여 지역생태계의 안정성 및 다양성 증진을 도모하는 노력이 필요하다

근래에 들어 쓰레기 매립장, 옥상 및 인공지반, 도로 신설 확포장에 따른 절개사면 등 생태계의 건강성을 회복하거나 창출하는 과정에 자생식물인 억새, 부들, 고마리, 갈대, 흰갈풀, 노랑꽃창포, 갯버들 등이 우수하다고 하였다(장 등, 2002).

본 연구에서 수행한 특히 눈개승마(*Aruncus americanus* Rafin.)는 우리나라 각처에 자생하는 숙근성 다년초로 영년생이며, 키는 30~100cm이고, 10~30cm의 수상 화서, 5~8월 황백색의 꽃이 20일 이상 개화한다(밀원 식물로도 가치가 사료됨). 근권은 세균 형태의 뿌리가 무수히 많이 발생하여 작토층 전체에 넓고 깊게 분포하고 있어 절개지 사면의 표토블럭이식공법 등의 적용을 통해 침식보호 및 토양유실방지, 절개지사면의 조기 복원 및 녹화가 가능할 것으로 사료되어 눈개승마(*Aruncus americanus*.) 활용 검토를 요청한다.



그림 1. 눈개승마(*Aruncus americanus*.)의 식재 3년차의 생육상

다. 영농활용, 학술회의 및 학회발표

- (1) 고랭지 경사전 산채류 Stubble mulch 농법에 의한 토양보존 효과(시책건의, 2007)
- (2) 고랭지 경사전 무 배추 대비 수익성 높은 산채류 선발(영농활용, 2007)
- (3) 고랭지 경사전 재배작목에 따른 토양유실방지효과(영농활용, 2007)
- (4) 고랭지 경사전 산채류 재배에 의한 농약저감효과(영농활용, 2007)
- (5) 산채류 병해충 방지용 농약저감을 위한 대안방법(영농활용, 2007)
- (6) 산채류 산지재배시 3요소 적정시비량(영농활용, 2007)
- (7) 산채류 산지재배에 알맞는 비료형태(품목고시, 2007)
- (8) 환경보전형 농업에 대한 대농민 교육자료(영농활용, 2007)
- (9) 학술회의 및 학회 발표(3건)

제 2 절 추가연구의 필요성

1. 다년생의 산채류는 5~7년, 장기간의 생육특성과 수익성을 고려한 연구가 이루어져야 하고, 고찰되어야 할 것으로 사료되었다.
2. 향후, 기획연구과제로 전환, 고랭지 농업환경을 장기적으로 모니터링 할 수 있는 시험 연구시설이 확충되어야 할 것으로 사료된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술정보

1. 토양 보전 연구 동향

가. 최근 리우환경회의 이후 환경보전 문제가 세계의 주요 현안으로 대두됨에 따라 생산 기지로서의 역할 못지않게 각종 오염물질의 유일한 정화기능을 지니고 있는 토양에 대한 관심이 지대하게 되었으며, 21세기를 맞아 지구환경보전의 행동강령인 아이젠다 21의 지속가능한 농업 및 농촌발전 전략에도 토양지원의 합리적 이용계획 수립, 토양보전 및 복구에 대하여 강조하고 있다.

나. 최근 외국에서 수행되어온 연구내용을 살펴보면 토양유실에 따른 유거수 중 질소인산 등 양분소실로 인한 호수 및 하천의 오염과 이러한 양분유실을 예측할 수 있는 비점오염원 예측모형개발이 활발히 진행 중에 있다. 특히 컴퓨터산업의 발달로 토양유실, 물 유출, 양분유실 및 농약성분의 유실을 예측할 수 있는 수학적, 접근과 생태계 내 여러 가지 요인을 고려한 모델이 개발되고 있다. 그리고 토양 유실방지를 위한 첨단소재개발과 인공강우를 이용한 침식기작 해석 등 깊이 있는 연구가 활발히 진행되고 있다.

2. 산채연구 동향

가. 2005. 10월 중국 흑룡강성 동북임업대학 방문 결과 흑룡강성은 인공조림에 의한 숲 가꾸기 사업이 중국 내에서 가장 잘 이루어진 곳으로 평가 받고 있었으며 최근 한국, 일본 수출을 겨냥한 산나물과 경제 수종에 깊은 관심을 가지고 있었으며 강원도-흑룡강성간 산채연구교류와 고사리, 두릅 합작생산을 희망하였다.

나. 2006. 11월 중국 길림성 연변 임업과학원 방문 결과

길림성 연변임업과학원은 장백산 산채자원을 수집하여 자체연구를 착수하였는데 동해에 강한 가지 없는 두릅을 선발하고 있었다. 연변 임업과학원에서는 강원도와 산나물의 공동연구를 희망하였으며 대상품목은 화살콘달비(화살곰취?), 산마늘, 고비 등 이었다.



그림 1. 중국 연변 임업과학원 두릅 품종육성 포장

제 7 장 참고문헌

- 강창용, 정은미. 1999. 친환경농산물의 생산과 소비형태 분석. 한국농촌경제연구원 연구보고서 제 22권 : 61-74
- 권태룡, 조지형, 권형석, 이승필. 1993. 유망 산채류 종자의 휴면타파 및 발아촉진 방법에 관한 연구. 농업논문집 35(2) : 416-421
- 김동수, 엄기철, 윤성호, 윤순강, 황선웅. 1994. 논, 왜 지켜야 하는가?. 도서출판 따님.
- 김선희 외11. 1995. 본초학. 영림학.
- 김영희, 임정교. 1999. 두릅 추출물이 정상쥐 및 당뇨쥐에 미치는 영향. 한국식품영양학회지 28(4) : 912-916
- 김재길. 1995. 동양전통약물원색도감. 영림사.
- 김진석, 황인택, 조광연. 1996. 저장 조건이 잡초 종자의 휴면타파와 2차 휴면 유도에 미치는 효과. 한국잡초지 16(3) : 200-209
- 노재향, 권순국. 1984. 강우특성을 이용한 강우에너지 산정에 관한 연구. 서울대 농학연구. 9(2) : 23-31
- 농림부, 농촌진흥청. 1996. 상시영농체계확립 실천계획(강원도). 경영상담자료 제32호
- 농업과학기술원. 1999. 한국의 토양환경 정보 시스템. 농업과학기술연구원, 농촌진흥청 : 189
- 농촌진흥청. 2001. 식품성분표 : 48-74
- 농촌진흥청 고령지농업시험장. 2001. 고령지농업 40년사 : 191
- 농촌진흥청 농시논문집(토양비료편) 31(1) : 24-28
- 농촌진흥청 농업생명공학원. 2004. 채소작물의 유전자원 증식 및 이용형질 특성 평가. 농림부 특정 연구보고서 : 204
- 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법
- 농촌진흥청. 1997. 농사시험연구조사기준
- 농촌진흥청. 2001. 산채류 재배현황
- 농촌진흥청. 2003. 비료관리법령 및 관리 시행령
- 박동식, 김대한, 김성수, 이상민, 김성문, 허장현. 2004. 강원도 고령지 배추경작지의 토양 및 수질 중 농약 오염 실태. 농약과학회지 : 8(3)
- 박성우. 1984. 농지보전공학. 1983 문교부 대학원 중점지원육성비 보고서. 서울대학교 : 84

- 박성택, 유한열. 1977. 경사도 및 경사장이 토양침식에 미치는 영향에 관한 연구. 서울대 농학연구. 2(1) : 206-218.
- 박승우, 김진택, 김병진. 1988. 소유역의 토양침식의 집적모형의 응용. 서울대농학연구. 13(2) : 37-45.
- 박철수. 1999. 울문천 소유역에서 토지이용에 따른 불특정 오염 monitoring. 강원대학교 석사학위논문.
- 성기철. 1995. 참취(*Aster scaber* Thunb.)의 발아, 휴면 및 생장특성. 원광대학교 박사학위 논문
- 신제성, 신용화. 1980. 토양보전 인자가 토양유실에 미치는 영향. 농시연보(농사기술편) 22 : 36-41
- 안상진, 이종필. 1984. 저수지 퇴사량과 퇴사인자와의 상관. 한국수문학회지. 17(2):107-112
- 안재훈, 신관용, 이춘수, 강기경, 김태곤, 정영상, 임정남. 2003. 산지 친환경 농업 구현을 위한 선진국의 정책 및 연구 동향. 농촌지흥청 : 240
- 양재의, 정영상. 2001. 강원도 토양 환경 관리 및 공익 기능 제고 방안. 강원도 환경 가치의 제고 및 자원화 전략. 강원비전 포럼 2001 제 2차 포럼. 강원비전 포럼·강원발전 연구회 : 5-108
- 양재의, 조병옥, 신영호, 김정제. 2001. 강원도 고랭지 채소 재배지의 토양 비옥도 관리 현황과 전망. 한국토양비료학회지 34(1) : 1-7
- 오세진, 김태순, 정필균, 고문환. 1989. 인공강우에서 점토함량과 경사도에 따른 토양침식 양상. 농시논문집(토비편). 31(4) : 29-41.
- 오세진, 정필균, 고문환, 김영호, 김상효. 1987. 산지사과원에서 경사장 및 심경별 토양 유실방지 효과. 농시논문집(토비편). 29(1) : 66-70.
- 오세진, 정필균, 김영호, 엄명호, 엄기태. 1989. 경사지에서 초지 조성 방법별 토양유실방지 효과. 농시논문집(토비편). 31(1) : 24-28.
- 오세진, 정필균, 김영호. 1991. 경사지 토양의 토양관리에 따른 토양유실 방지. 농시논문집(토비편). 33(3) : 68-72.
- 오세진, 정필균, 엄기태. 1992. 작물별 비닐피복에 따른 토양유실방지 효과. 농시논문집(토비편). 34(2) : 30-35.
- 오세진, 정필균, 이남중. 2000. 토양유실 방지에 의한 상수원 오염저감 현장연구. 농촌진흥청. 상수원 보호지역 환경보전형 농업 현장 연구 : 57-73.
- 오세진, 정필균. 1995. 산지 초지 조성시 목초 초종별 토양유실 방지 효과. 1995. 농시논문집(토비편). 37(2) : 246-250.
- 우인식. 1988. 원예 경작지에서의 잡초 발생 특성에 관한 연구. 충남대학교 박사학위 논문
- 이경국, 홍정기, 안명훈, 방순배, 박영학, 권순배, 장광진. 2000. 새소득원 산채류 재배. 농민신문사

- 이완, 정경진, 이향숙, 오흥석, 최규열, 정의호. 1996. 강원도 산지에서 자생하는 산채류의 미량성분 조사. 강원도보건환경연구원보. 7 : 60-66.
- 이정태, 이계준, 박철수, 황선웅, 용영록. 2005. 고랭지 배추 재배지에서 헤어리베치 초생재배에 의한 토양유실 경감 및 질소비료 공급효과. 한국토양비료학회지 38(5) : 294-300
- 이정태, 이계준, 장용선, 황선웅, 임수정, 김장배, 문영훈. 2006. 고랭지 주요작물의 시비 및 토양관리 실태. 한국토양비료학회지 39(6) : 357-365
- 이춘수, 신관용, 이정태, 이계준, 안재훈. 2003. 계분퇴비 시용시 고랭지 배추에 대한 질소 시비량 결정. 한국토양비료학회지 36(5) : 280-289.
- 이춘수, 이계준, 이정태, 신관용, 안재훈, 조현준. 2002. 고랭지 배추 재배농가의 시비실태 조사 연구. 한국토양비료학회 35(5) : 306-313
- 이혜진, 한대석, 김미경. 2001. 참취의 건분 및 녹즙이 흰주의 지방대사와 항산화 능에 미치는 영향. 한국영양학회지 34(4) : 375-383
- 정기태. 1986. 방제과학 Workshop "농업피해와 방제". 한국과학기술단체연합회관
- 정동채, 홍순달, 이운환. 1985. 한국토양비료학회지 18(2) : 169-174
- 정영상, 권영기, 임형식, 하상건, 양재의. 1999. 강원도 경사지 토양 유실예측용 신USLE 적용을 위한 강수인자와 토양침식성 인자 검토. 한국토양비료학회지 32(1) : 31-38
- 정영상, 김정제, 조병옥, 안재훈. 2000. 고랭지 토양의 보전과 지력 증진 대책. 강원도 고랭지 농업개발 추진 전략. 강원도 농업기술원, 강원대학교 농업과학연구소 : 37-81
- 정영상, 양재의, 김복영. 1997. 한국의 농업 용수 수질 기준 현황과 확산성 오염 문제 및 개선 대책. 우리 나라 농업 환경 기준. 97 농업 환경 심포지움. 한국환경농학회 : 65-94
- 정영상, 양재의, 김정제, 박철수. 2002. 경사지 토양에서 토사 유출 저감을 위한 최적 영농 관리 방안. 2002 학술심포지움. 경사지 토양보전 및 관리 대책. 농업과학기술원. 농촌진흥청 : 57-100
- 정영상, 양재의, 박철수, 권영기, 주영규. 1998. 북한강 울문천 소유역에서 수질변화와 농업활동에 의한 N, P 부하량. 한국토양비료학회지 31(2) : 170-176
- 정영상, 양재의, 박철수, 안재훈. 2001. 산지 농업환경의 최적영농관리방안. 공익 기능 향상을 위한 친환경 산지 농업 개발 방향. 농촌진흥청. 고령지농업시험장 : 149-223
- 정영상, 양재의, 엄기철. 1999. 작부체계에 따른 환경 영향 평가. 환경 친화형 농경지 고도 이용을 위한 심포지움. 농촌진흥청 : 61-143
- 정영상, 양재의, 주영규, 이주영, 박용성, 최문현, 최승출. 1997. 농업형태가 다른 한강 상하류 소유역의 하천수 및 지하수 수질. 한국환경농학회지 16(2) : 199-205
- 정영상, 양재의, 한연규, 김문현. 1995. 토양 및 식물체 중 질산태 질소 간이측정 방법 탐색. 농사시험연구 논문집 36집 : 79-85
- 정영상, 엄기철. 1998. 토양의 물리적 질과 비옥도. 토양 검정과 시비처방에 관한 심포지움. 제주대학교 아열대 원예산업연구센터 : 3-25

- 정영상, 진제성, 진용화. 1976. 경사지 토양의 침식성 인자에 관하여. 한토비지. 9(2) : 107-113
- 정영상. 2000. 토양의 질 변화와 올바른 토양관리. 4회 흙살리기 심포지움. 농민신문사 : 53-81
- 정영상. 양재의 박철수, 안재훈. 2001. 산지 농업환경의 최적 관리방안. 공익기능 향상을 위한 산지 농업 개발 방향. 농촌진흥청. 고령지 농업시험장 : 149-223
- 정필균, 고문환, 엄기태. 1985. 경사지 토양 보전을 위한 토양 관리 인자 구명. 농시논문집(토비판) 31(4) : 16-22
- 정필균, 고문환, 엄기태. 1985. 토양 유실량 예측을 위한 토양인자검토. 한토비지. 18(1) : 7-13.
- 정필균, 고문환, 엄기태. 1989. 경사지 토양보존을 위한 토양관리인자 구명. 농시논문집(토비판). 31(4) : 16-22
- 정필균, 고문환, 엄정남, 엄기태, 최대용. 1983. 토양 유실량 예측을 위한 강우 인자의 분석. 한토비지. 16(2) : 112-118
- 정필균, 오세진, 김영호, 김진관. 1985. 토성별 토양 및 양분 유실량 조사. 농업기술연구소 시험연구보고서. 158-160.
- 정필균, 오세진. 1995. 산지초지 조성시 목초 초종별 토양유실 방지 효과. 농촌진흥청 농업논문집 37(2) : 246-250(1995)
- 조인상, 김이열. 1999. 우리 나라 농경지 관리 실태와 발전 방향. '99 농업과학기술 학술회의. 환경 친화형 농경지 고도 이용기술. 농촌진흥청. 작물시험장 : 31-60
- 조국광, 박성택. 1981. 경사지에서의 토양유실지형인자를 중심으로 . 한국농공학회지. 23(2) : 50-60.
- 주진호, 정영상, 김정제, 박철수, 양재의. 2002. 내린천 상류 농경지의 모재성토 특성과 토사 유출 저감 방안. 강원대학교 농업과학연구소 논문집 제 13호 : 108-115
- 진제성, 진용화. 1980. 토양보존인자가 토양유실에 미치는 영향. 농시보고 22 : 36-41
- 최영전 1991. 산나물 재배와 이용법. 오성출판사.
- 최유미, 이종남, 이정태, 조기욱, 김원배. 2000. 고랭지양과 재배지 완효성복비 시용에 따른 수량 및 저장성. 한국원예학회지 41(5) : 499-502
- 한정금, 한옥동, 안연우. 1970. 경사지 밭의 보릿짚 덮음(mulching)에 의한 농지보존 효과 시험. 농사연보(농공편). 13 : 1-12
- 함승시, 이진하. 1988. 정성균 산지 부존자원 조사연구. 강원대학교 식량자원연구소.
- 홍정기, 함승시, 박철호, 장광진, 김원배. 1999. 산채생산이용학. 도서출판진솔. : 6-16
- 黒柳俊雄. 2000. 農産物輸入國日本における 農業農村價値の喪失. 농업-농촌의 가치 재발견. 농업메신저 사업 국제학술대회. 한국농촌경제연구원 : 55-71.
- Ames, B. N., W. E. Durston, E. Yamasaki and F. ED. Lee. 1973. Carcinogen are mutagen; A simple test system combining liver homogenates for activation and bacteria for detection. Proc. Natl. Acat. Sci. U.S., 70(8) : 2281-2285.

- Barnett, V., R. Payne and R. Steiner. 1995. Agricultural sustainability: Economic, environmental and statistical considerations. John Wiley & Sons, Chichester.
- Barnett, V., R. Payne, R. Steiner. 1996. Agricultural Sustainability—Economic, environmental and statistical considerations. John Wiley & Sons : 266
- Baver L. D., W. H. Gardner and W. R. Gardner. 1972. Soil Physics, Four edition John Wiley & Sons Inc : 446–473.
- Busk, L. and U.G. Ahlborg. 1980. Retinol(Vitamin A) as an inhibitor of the mutagenicity B1. *Toxicol. Lett.* 6:243–249
- Godwin, D. C. and C. Allan Jones. 1991. Nitrogen Dynamics in Soil–Plant Systems. p287–321. In *Modeling Plant and Soil Systems*. J. Hanks and J.T Ritchie(ed.) Soil Sci. Soci. Am. Inc. Publ. Wisconsin USA.
- Hudson N. W. 1981. Soil conservation. Second edition Cornell University Press, Ithaca Newyork : 191–223.
- Joo. J. H., J. E. Yang, J. J. Kim, Y. S. Jung, J. D. Choi, S. Y. Yun, K. S. Ryu. 2000. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 33(1) : 61–70
- Jung Pil–Kyun and N. J. Lee. 1997. Technology for conservation of soil and water resources in Korea. p47–52. in *The 4th JIRCAS International Symposium on Sustainable Agricultural Development Compatible with Environmental Conservation in Asia*. Japan.
- Jung Pil–Kyun and S. J. Oh. 1995. Soil and water conservation of sloped farm land : p5–15. in *Proceedings of International Seminar on Soil Conservation and Management for Sustainable Slope Land Farming*. FFTC. Pint–tung, Taiwan.
- Jung Pil–Kyun. 1986. Cropping management factor and its relationship to soil loss. p43–63. in *Proceedings of Korea–China Bilateral Symposium on Reclamation and Soil Conservation of Sloped Farm Land*. Rural Development Administration. Republic of Korea.
- Jung, K.H, W. T. Kim, S. H. Hur, S. K. Ha, P. K. Jung, Y. S. Jung. 2004. USLE factors for national scale soil loss estimation based on the digital detailed soil maps in Korea. *KSSSF*(on publication)
- Jung, Y. S, K. C. Eom. 1992. Changes and problems in soil management for agricultural production and their countermeasures in Korea. 1992 *TASAE*. University of Tsukuba : 31–43
- Karlen, D. L., M. J. Mausbach, J. W. Doran, R. G. Cline, R. F. Harris, G. E. Schuman. 1997. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation(A guest editorial). *SSSJ*. 61 : 4–10

- Lal R. 1984. Soil erosion from tropical arable lands and its control, *Advances in Agronomy* Vol.37 : 183–248.
- Lal, R., N.R. Fausey and D.J. Eckert. 1995. Land use and soil management effects of emissions of radiatively gases active gases from two Ohio soils. p.41–59. In R. Lal et al. (ed.) *Soil management and greenhouse effect. Advances in soil science.* Lewis Publ., CRC Press, FL.
- Larson, W. E., F. J. Pierce. 1996. conservation and enhancement of soil quality. *The Soil quality Concept.* Soil Quality Institute. USDA : 11–38
- Loehr, R.C. 1984. *Pollution control for agriculture.* Academic Press, New York.
- Logan, R.J. 1990. Agricultural best management practices and groundwater protection. *J. Soil Water Conserv.*, March–April, . 201–206
- McRae, T., C.A.S. Smith, and L.J. Gregorich (eds.). 2000. *Environmental sustainability of Canadian agriculture: Report of the Agri–Environmental Indicator Project. A summary.* Agriculture and Agri–Food Canada, Ottawa, Ont., Canada.
- Murayama, N. 1979. The importance of nitrogen for rice production. *Nitrogen and Rice.* IRRI 5–23
- Owens, L.V. 1994. Impact of nitrogen management on the quality of surface and subsurface water : p. 137–162. In R. Lal and B.A. Stewart (ed). *Soil processes and water quality.* *Advances in Soil Science,* Lewis Press, FL.
- Panday, K. K. 1992. Sustainability of the environmental resource base development priorities of mountain community. Nepal. *ICIMOD Paper No 19:*72
- Park B. G., T. H. Jeon, Y. H. Kim and Q. S. Ho. 1994. Status of Farmer's Application Rates of Chemical Fertilizer and Farm Manure for Major Crops. *Korean J. Soil Sci. and Fert.* 27(3) : 238–246
- Renard, K. G., G. R. Foster, G. A. Weesies, D. K. Cool, D. C. Yoder. 1997. Predicting soil erosion by water : A guide to conservation planning with the Revised Universal soil Loss Equation(RUSLE). USDA, ARS/NTIS:384
- Robillard, P.D., M.F. Walter, and L.M. Bruckner. 1982. *Planning guide for evaluating agricultural nonpoint source water quality control.* EPA–600/3–82–021. US EPA. Environmental Research Laboratory, Athens, GA.
- Ryu, K. S., B. J. Kim. W. C. Park, R. K. Cho. 1998. Use of NIR spectroscopy estimating soil components for fertilizer recommendation. 토양 검정과 시비처방에 관한 심포지움. 제주대학교 아열대 원예산업연구센터 : 43–58

- Sharpley, A.N. and A.D. Halvorson. 1994. The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. p.7–90. In R. Lal and B.A. Stewart (ed). Soil processes and water quality. Advances in Soil Science, Lewis Press, FL.
- Shaw J H. and Sweeney E A. Modern nutrition in health and disease. Philadelphia:855
- Shirmohannadi, A., W.L. Magette, and L.L. Shoemaker. 1991. Reduction of nitrate loadings to ground water. Ground Water Monitoring Review, Winter, p. 112–118.
- The simple in situ methods to Monitor Nitrate in Soil and Plant Sap
- Uzawa, H. 2000. Rediscovery of agricultural and rural values.
- Warkentin, B. 1995. The changing concept of soil quality. J. Soil and Water Conservation. 50:226–228
- Whischmeier, W. H., D. D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses—A guide to conservation planning. USDA HB 282 : 58
- Wild, A. 1993. Soils and the Environment. Cambridge Univ. Press:287
- Wischmeier W. A. and D. D. Smith 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. Agri. Handbook. No. 537. U.S. Dept. Washington. D.C. 58.