(뒷면) (옆면) (앞면)

3 cm

11505502

4cm

두더지 생태 파악을 통한 과수 피해 방지용 고설 진동형 퇴치기 개발

최종보고서

2018

농림축산식품부

(견고딕 17p)

Development of vibrator with elevated fan to avoidate wake in orchard based on ecological investigation

R&D Report

(견 고 딕 25p)

5cm

3 cm

보안과제( ), 일반과제(■) / 공개(■), 비공개( )

첨단생산기술개발사업 최종보고서

3cm

0.5cm 발간등록번호

2.5cm 9cm

5cm

두더지 생태파악을 통한 과수 피해 방지용 고설 진동형 퇴치기 개발

최종보고서

(0.1cm)

2018. 02. 02.

0.15cm

(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)

주관연구기관 / 주식회사 에코팜

협동연구기관 / 경북대학교산학협력단 2cm

(백색바탕)

농 림 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “두더지 생태파악을 통한 과수 피해 방지용 고설 진동형 퇴치기 개발”(개발기간 : 2015. 12. 18. ~ 2017. 12. 17.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 02 .

주관연구기관명 : 주식회사 에코팜 (대표자) 조 재 두 (인)
협동연구기관명 : 경북대학교 산학협력단 (대표자) 최 제 용 (인)

주관연구책임자 : 조 재 두
협동연구책임자 : 한 증 술

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>11505502</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2015.12.18.
~2017.12.17</td><td>단 계 구 분</td><td>1 / 1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>단 위 사 업</td><td colspan="4">농식품기술개발사업</td></tr>
<tr><td>사 업 명</td><td colspan="4">첨단생산기술개발사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">(해당 없음)</td></tr>
<tr><td>세부 과제명</td><td colspan="4">두더지 생태파악을 통한 과수 피해 방지용 고설 진동형 퇴치기 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">조재두</td><td>해당단계
참 여
연구원 수</td><td>총: 10명
내부: 10명
외부: 0명</td><td>해당단계
연 구 개 발 비</td><td>정부: 200,000천원
민간: 7,000천원
계: 267,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참 여
연구원 수</td><td>총: 10명
내부: 10명
외부: 0명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부: 200,000천원
민간: 7,000천원
계: 267,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="3">주식회사 에코팜 / 연구소</td><td colspan="2">참여기업명</td></tr>
<tr><td>협 동 연 구</td><td colspan="3">연구기관명:
경북대학교 산학협력단</td><td colspan="2">연구책임자:
한 증 술</td></tr>
<tr><td colspan="4">두더지는 먹이활동과 번식 등의 대부분 활동을 지하에서 영위하는 포유동물로 알려져 있지만 그 세부적 생태에 관한 보고 내용은 찾아보기 어려움. 작물 근권부에 두더지에 의해 굴착된 터널은 작물에 건조스트레스, 동해 등을 유발하는 것으로 알려져 있고 과거로부터 현재까지 상당한 수준의 피해가 꾸준히 있어왔지만 그 방지를 위한 방안이 마땅치 않았음. 기 개발된 초음파를 활용한 진동형 퇴치기나 기피 식물의 재식 또는 기피 식물 즙액의 살포는 일시적 효과에 그칠 뿐이어서 보다 효과적인 퇴치기 개발을 통한 작물 보호대책의 마련이 꾸준히 제기되어 왔음. 본 연구에서는 두더지 다발지역의 생태를 파악하는 한편 설치류와 두더지 등이 불규칙적인 소음에 민감하게 반응한다는 점에 착안하여 풍력에 의해 불규칙적인 소음을 발생시킬 수 있는 퇴치기를 개발하였음. 두더지 다발지역의 특징적 환경은 토양유기물 함량이 높다는 것으로, 이는 토양 미소동물을 밀도를 높이고 그에 따라 먹이활동을 위해 두더지를 유인하는 것으로 판단되므로 지나치지 않게 적정 수준의 유기물을 시용할 것을 제안함. 과원에서의 멀칭용 피복재 고정을 위한 벽돌 설치는 벽돌 하부가 두더지 생활에 적합한 환경을 조성하므로 과실 수확 후에는 제거할 것을 권장함.</td><td>57면</td></tr>
</table>

요 약 문

코드번호	D-01

연구의 목적 및 내용	■ 연구의 목적 - 고효율 진동형 두더지 퇴치기 시제품 개발과 제품화 - 과원 두더지 피해 해석과 생태정보 축적 ■ 연구의 내용 - 경북 사과 주산지에서 두더지 서식 밀도 조사 - 두더지의 생태 정보와 기피 요인 탐색 - 두더지 생태정보를 기반으로 한 퇴치기 시제품 개발과 성능개량 - 퇴치기 시제품의 현장 적응성 검증 - 퇴치기의 산업재산권 등록과 상품화 - 대농민 컨설팅 등으로 개발 퇴치기의 실용화 도모
연구개발성과	■ 경북 사과 주산지에서의 두더지 서식 밀도와 동식물상 정보를 학술발표 ■ 두더지 서식 밀도는 토양 유기물 함량 및 토양 소동물 군집 크기와 높은 상관관계 ■ 두더지 퇴치에 효과적인 퇴치기 시제품의 구조 - 회전체 무게 : 150g 플라스틱(몸통 70g, 날개 80g) - 회전체 색깔 : 짙은 갈색(몸통), 홀로그램 부착 유백색(날개) - 지주의 소재 : 철관 ■ 퇴치기 시제품의 현장 적응성 검증 - 적응성 검증 지속 - 시제품 우선 보급 중 ■ 개발 퇴치기의 산업재산권 획득 - 국내 : 특허 등록 1건, 특허 출원 2건, 디자인 등록 2건, 상표 등록 1건, 실용신안 출원 2건 - 국외 : 의장 등록(중국) 1건
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	■ 퇴치기 시제품의 지속 개량을 통한 성능 향상 ■ 개발 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용함으로써 두더지 피해 최소화 ■ 과원용 두더지 퇴치기를 개량하여 시설재배 포장용 또는 과원 유해 조류퇴치기로 확대 적용 ■ 두더지 생태와 서식환경에 관한 정보를 대외에 제공 ■ 두더지 퇴치기의 산업재산권 확보와 사업화로 참여 기업의 수익성 개선 ■ 참여 기업의 두더지 퇴치기 사업 확대로 일자리 창출 ■ 농가 소득 증대에 기여

중심어 (5개 이내)	두더지	퇴치	진동	조류퇴치	생태

SUMMARY

코드번호	D-02

Purpose& Contents	■ Purpose of study - Development and commercialization of highly efficient prototype mole-eradicator - Analysis of damages by moles in orchards and accumulation of ecological information of moles ■ Contents of study - Survey of mole density at chief producing district of apple in Gyeongbuk province - Investigation of ecological information and avoidance factors regarding mole - Development of prototype eradicator and its improvement based on ecological information of mole - Field verification of prototype mole-eradicator - Registration of industrial property right and commercialization of prototype mole-eradicator - Promotion of practical application of developed mole-eradicator by consulting farmers
Results	■ Submission of scientific report on relation between density of mole and fauna/planta in its habitat at chief producing district of apple in Gyeongbuk province ■ High correlation of mole density with soil organic contents and population size of soil small animals ■ Structure of prototype mole-eradicator with high efficiency - Weight of rotor : 150 g made of plastics (70 g body, 80 g pinwheel) - Color of rotor : deep brown (body), milky white (pinwheel with a hologram) - Of supplying preferentially prototype mole-eradicator ■ Acquisition of industrial property right for developed mole-eradicator - Domestic : one registration patent, two application for patent, two design registration, one trademark registration, two application for utility model - Foreign : one registraion patent in China
Expected Contribution	■ Improvement of efficiency through continuous modification of developed prototype mole-eradicator ■ Minimization of mole damage by using developed eradicator as a facility for fruit tree cultivation ■ Expended use of developed eradicator in field for protected cultivation and additional use for controling detrimental birds ■ External supply of various information on ecology of mole and environmental conditions about its habitat ■ Improvement of profitability of participating company by securing patents and commercializing mole-eradicator ■ Job creation by expanding mole-eradicator business of participating company ■ Boosting farmers' income

Keywords	mole	eradication	vibration	bird avoidance	ecology

< Contents >

01. Overview of the R&D Project ····· 01

02. Current Status of Domestic and Foreign Technology Development ····· 04

03. Contents and Results of the Research Execution ····· 06

04. Achievement Level and Contribution to Related Fields ····· 38

05. Plan to Utilize the Research Results ····· 41

06. Overseas Science and Technology Informations Collected during the Research Process ····· 47

07. Security Evaluation of the R&D Results ····· 48

08. Current Status of Research Facility and Equipment registered in the National Science & Technology Information Service (NTIS) ····· 48

09. Performance of Implementing Safety Measures in Research Laboratories Accompanying the R&D Project Execution ····· 48

10. Representative Achievements of the R&D Project ····· 48

11. Other Matters ····· 49

12. References ····· 49

[Attachment 1] Abstract of the R&D Report ····· 50

[Attachment 2] Self-assessment Opinion ····· 51

[Attachment 3] Plan on Utilization of the Research Results ····· 55

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 01

2. 국내외 기술개발 현황 ····· 04

3. 연구수행 내용 및 결과 ····· 06

4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 38

5. 연구결과의 활용계획 ····· 41

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 47

7. 연구개발결과의 보안등급 ····· 48

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황 ····· 48

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ····· 48

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 ····· 48

11. 기타사항 ····· 49

12. 참고문헌 ····· 49

[별첨 1] 연구개발보고서 초록 ····· 50

[별첨 2] 자체평가의견서 ····· 51

[별첨 3] 연구성과 활용계획서 ····· 55

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03

1-1. 연구개발 목적

○ 우리나라에 서식하는 두더지(*Mogera woguracoreana*)는 땃쥐목 두더지과에 속하는 포유류의 한 종이다. 땅에 터널을 파고 생활하며 몸은 원통형으로 그 길이가 9~18cm이고 꼬리 길이는 1.2~3.5cm이다. 목은 명확하지 않고 주둥이는 길고 뾰족한데 그 끝과 윗면은 겉으로 들어나 있다. 귓바퀴는 없으며 눈은 지극히 작아서 피하에 묻혀 있다. 앞다리는 매우 크며 발바닥의 길이와 나비가 거의 같고 5개의 길고 큰 발톱이 있어서 전체가 삽 모양을 띤다. 이빨은 매우 예리하며 한국, 중국, 일본 등지에 분포한다.

○ 두더지의 생태에 관해서는 그리 알려진 것이 많지 않다. 일부 알려진 생태적 특징은 다음과 같다. 두더지는 식물의 뿌리는 거의 먹지 않고 주로 흙 속의 곤충과 애벌레를 주식으로 한다. 최근에는 지렁이와 굼벵이류를 섭식하기 위하여 과수나 시설재배 채소의 근권부를 파헤치고 있어 그 피해가 심각한 실정이다. 두더지는 매일 자기 체중의 70~100%에 이를 정도로 다량의 먹이를 필요로 하기 때문에 불과 몇 마리만의 두더지가 농경지에 서식한다고 할지라도 그 피해는 상당할 수 있다. 체중 140g 두더지 한 마리가 연간 20kg 이상의 곤충이나 벌레를 잡아먹으며 땅굴 파는 속도는 시간당 5.5m이고 이미 파 놓은 터널을 통해서는 분당 약 25미터의 이동이 가능한 것으로 보고 된 바 있다. 또한 두더지는 큰나무 뿌리 밑이나 바위 아래의 터널과 연결된 곳에 은신처를 짓고 하루에 8시간 간격(오전 5시경, 오후 1시경, 오후 9시경)으로 먹이활동을 하는데 대부분의 시간(약 18시간)을 은신처에서 지낸다.

○ 먹이 활동을 위해 과수원 등에 파 놓은 터널은 식물체 뿌리에 건조스트레스를 유발하여 작물의 정상적 생장과 발육을 저해함으로써 결국 수확물의 품질을 떨어뜨리는 악영향을 미친다. 과수원과 비닐하우스 같은 시설재배지에 유기물을 시용하면 미생물군이 발달하게 되고 그에 따라 지렁이와 곤충의 애벌레 등 각종 토양 미소동물이 번성하게 되는데 이는 두더지의 좋은 먹이가 될 수 있다. 특히 겨울철에는 농경지가 두더지의 서식처 또는 먹이 공급처로 제공된다.

○ 우리 연구진이 과수원을 현지 답사하여 농업인을 일부 면담한 결과, 병해충의 화학적 방제 또는 화학비료 시용 시에도 두더지 피해가 심각한데, 친환경재배를 위하여 농약이나 화학비료 살포 횟수와 양을 줄이고 퇴비 시용량을 늘였을 경우에는 지렁이나 굼벵이 등 토양 미소동물을 먹이로 하는 두더지의 개 체 수가 확연히 늘어나 오히려 더 심각한 피해가 일어날 수도 있다는 점을 우려하고 있었다. 실제 일부 친환경 재배를 시도한 농가에서도 두더지가 먹이활동을 위해 터널을 파서 과수나무 뿌리에 물리적 손상과 2차적 건조스트레스 장해를 일으켜서 나무 전체의 세력을 약화시키고 그에 따라 봄철에 발아와 개화를 늦추게 되어 결국 수확량 감소로 이어진 예가 있다.

<사과 주산지 두더지 피해 일부 농가의 피해액 추산(2015년 현지조사결과)>

지역	농가명	재배면적(m^2)	추산 피해액(천원)
군위군	이용우	2,3000	6,000
청송군	윤덕희	9,900	4,000
영주시	박종천	16,500	3,000

○ 두더지 퇴치를 위해 약제나 덫을 사용하는 것은 두더지의 서식 영역이 워낙 넓어 큰 효과를 거두기가 어렵다고 알려져 있으며 과수류의 경우 재배법 자체가 두더지에게 우호적일 수 있다는 어려움이 있다. 즉, 두더지 피해를 받았지만 겨울철 휴면에 들어간 과수는 봄철 발아하기 전에는 지상부 관찰만으로 식물체가 피해를 받았는지 구분하기 어렵고 멀칭(부직포, 솔잎, 바크 등의 파쇄목)은 두더지가 서식하기 좋은 환경을 만들어 준다는 점 등이다.
○ 농촌진흥청 등은 두더지 퇴치방법으로 땅속 진동기와 식물성 유기체의 악취를 이용하는 퇴치법을 권장한 바 있다. 이는 청각과 후각이 예민한 두더지가 시끄러운 소리나 진동에 불안해하고 특이한 냄새를 싫어한다는 점에 착안한 것이다. 농촌진흥청에 따르면 유기농 비닐하우스에 20m 간격으로 지하 25~30㎝ 깊이에 진동형 두더지 퇴치기를 설치하거나 쇠파이프를 20~30m 간격으로 박아 놓고 가끔씩 망치를 두드려 진동을 일으키는 방법을 제안했다. 또 두더지가 싫어하는 마늘과 양파 등 다량의 황화합물을 함유한 인경채류를 밭 주변에 심거나 어성초 잎 또는 향나무 등을 태운 연기를 두더지 통로 등에 퍼지게 하는 방법이 효과가 있을 것이라고 조언했다. 그러나 이러한 방법 뿐 아니라 덫의 설치, 살서제 살포 및 유인먹이 등의 방법은 별다른 효과를 거두지 못한 것으로 전해졌다.
○ 본 연구에서는 농경지에 막대한 피해를 주는 두더지의 퇴치를 위한 지금까지 알려진 방법의 효과가 미미한 현실에서, 좀 더 효과적이고 현장 친화적인 방법의 하나로 '진동형 두더지 퇴치기'를 개발하여 보급하는 것을 최종 목표로 한다. 이를 위하여 두더지의 생태에 관한 정보를 수집함으로써 두더지가 기피하는 물리적, 화학적 및 생물적 요소를 도출하여 퇴치기 최종 개발의 아이디어로 활용할 것이다. 우리 연구진은 이미 현장답사를 통해 얻어진 정보를 바탕으로 두더지 퇴치 뿐 아니라 과수원에서 조류에 의한 피해까지 줄일 수 있는 간이 '풍력구동형 두더지 퇴치기'의 시제품을 개발하여 특허 출원(출원번호 10-2015-0138293)한 바 있다. 본 연구에 이 퇴치기 시제품도 포함시켜 얻어진 두더지의 생태적 기피요소를 과학적으로 반영할 수 있도록 하는 한편 농가에서 손쉽게 설치할 수 있도록 개량하고 유해조류의 퇴치효과도 극대화 할 수 있도록 할 것이다.

1-2. 연구개발의 필요성

○ 우리나라에 서식하는 두더지는 1종인 것으로 알려져 있는데 학명이 과거 *Talpa micrura coreana* 였다가 *Mogera robusta*로 변경되었으며 국가생물종지식정보시스템(www.nature.go.kr)에 따르면 현재는 *Mogera woguracoreana*로 불리고 있다. 일반영명은 mole 또는 large mole로 불리고 있다. 이와 같은 혼선은 우리나라 두더지에 관한 연구결과가 외국에 비해 턱없이 부족한 것에 원인이 있는 것으로 판단된다. 세계적으로 두더지의 생태에 관한 정보는 많지 않은 편이고 우리나라는 더욱 그러하다.
○ 두더지는 주로 지표면 근처 땅 속에 터널을 파고 생활하는데 식물의 뿌리는 거의 먹지 않고 주로 흙 속의 미소동물을 주식으로 한다. 이러한 생활습성으로 인해 두더지가 농경지에 서식하게 되면 작물의 근권에 손상을 입힐 수가 있고, 더 심각한 것은 근권 근처에 공동을 만들게 되어 근권이 공기에 노출되기 때문에 식물체가 건조스트레스를 받게 되어 정상적 생장과 발육이 어렵게 된다는 점이다. 또한 두더지는 매일 자기 체중의 70~100%에 이를 정도로 다량의 먹이를 필요로 하는 대식성으로 알려져 있다. 한 필지의 과수원에 두더지 몇 마리만 서식해도 이를 퇴치하지 않으면 과수원 전체가 피해를 입을 수 있는 위험성이 있다.

두더지는 섭식을 위해 시간당 5.5m의 속도로 터널을 파며 만들어진 터널 내부를 분당 약 25미터로 이동이 가능하다.

○ 실제로 우리 연구진이 답사한 바에 따르면 경북지역의 사과원 대부분이 두더지 피해를 받고 있는 것으로 파악된다. 일부 농가의 경우 순수익의 약 7%가 두더지 피해로 인해 소실되고 있다. 이러한 막대한 피해에도 불구하고 농가의 체감 정도는 무딘 경향인데 그 원인은 과거로부터 꾸준히 두더지 피해를 입고 있었기 때문일 것이다. 비단 두더지의 피해는 과수원에만 국한되지 않는다. 농촌진흥청 보고에 따르면 토마토, 딸기 등의 시설채소 재배지에도 그 피해가 심각한데, 딸기 재배 시설에서 두더지 피해를 일정부분 방지할 수 있다면 660m^2 당 약 341,500원의 추가 수익을 기대할 수 있다. 이와 같이 두더지 피해 방지를 통해 얻어지는 기대 수익은 당해 작목의 추가 수익으로 돌아오거나 경쟁력 강화로 이어질 수 있다고 하겠다.

○ 두더지를 방제하기 위해서는 1) 트랩설치를 통한 포획, 2) 올빼미 등 천적의 방사, 3) 담수를 통한 두더지 터널의 침수, 4) 견고한 토성으로 객토, 5) 진동 또는 소음발생, 6) 악취를 내는 소변 등의 이물질 분사, 8) 직접 포획, 9) 두더지 방제용 살서제 시용 등의 방법을 고려해 볼 수 있다. 세계적으로 생존하고 있는 두더지속 일부 종(우리나라 종의 경우는 해당 없음)의 경우는 세계자연보전연맹(IUCN)에서 보호종으로 관리하고 있다는 점, 현실적으로 농가가 시행할 수 있을 가능성, 전염병 전파 차단을 위해 다른 야생동물 또는 가축과의 접촉 최소화 및 광범위한 두더지의 행동반경 등을 기준으로 판단하면 인위적인 진동 또는 소음발생이 두더지 퇴치를 위한 가장 현실적 방법이 될 것이다. 두더지 퇴치를 위해 현재 몇 종의 음파(400~1,000 Hz) 발생기가 시판되고 있지만 그 효과가 크지도 않고 지속적이지도 않은 것으로 알려져 있어 차선책으로 무거운 도구를 이용하여 간헐적으로 토양에 충격을 가하거나 개나 고양이 등을 방사하는 비현실적 방법이 추천되기도 한다.

○ 언급한 바와 같이 우리나라에서 두더지에 의한 피해가 예상외로 크고 이를 해결할 수 있는 방법이 마땅치 않은 것도 사실이다. 그러나 우리 연구진이 경북지역 사과 주산지를 중심으로 다년간 답사한 결과, 그 피해가 역시 크며 방제방법의 하나로 인위적인 진동발생이 효과적이라는 것을 확인하였다. 따라서 우리 연구진은 두더지 퇴치를 위해 풍력에 의해 구동되는 진동 발생기를 고안하여 최근 특허 출원하였다. 이 모델의 경우 두더지 퇴치 뿐 아니라 유해 조류에 의한 피해도 줄일 수 있는 것으로 판단된다. 그러나 이 모델의 경우도 두더지와 유해 조류의 퇴치 효율을 향상시킬 필요성이 있고 풍량이 부족할 경우 구동에 문제가 있을 수 있다는 단점이 있다. 따라서 본 연구를 통해 그 성능을 향상시키고자 한다.

○ 요약하면 우리 연구진이 기 개발하여 특허출원한 초기모델을 개량하여 두더지와 유해 조류 퇴치효율을 향상시키는 한편 동력원의 융합을 통한 자동화를 구현하기 위해서는 두더지가 어떤 종류의 진동에 가장 민감하게 반응하여 기피하는지에 관한 생태적 정보와 청정 동력원의 선발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 고효율 두더지 퇴치용 진동 발생기 제작 뿐 아니라 정보가 극히 부족한 두더지의 생태학적 정보를 확보하고자 하였다.

1-3. 연구개발 범위

○ 과수원의 두더지 서식 밀도, 주변 동식물상 및 재배환경 조사

최근 두더지 피해가 심각한 과수원을 대상으로 단위면적당 두더지 서식밀도를 조사하여 방

제가 필요한 한계 밀도를 설정함으로써 영농에 활용코자 한다. 또한 두더지 서식밀도가 높은 곳의 토양환경을 포함한 다양한 재배환경과 주변 동물상 및 식물상을 조사하여 두더지가 선호하는 농경지 환경을 파악한 후 두더지 발생 예찰의 정보로 활용한다.

○ 두더지 방제를 위한 생태학적 정보 축적

두더지 방제 또는 퇴치에 그 생태적 정보는 매우 중요하다. 그러나 아직까지 두더지의 생태적 정보는 미미한 실정이다. 따라서 문헌고찰과 현장조사 등을 통해 두더지의 생활환과 서식방법 등을 조사하고 두더지가 기피하는 물리적, 화학적 및 생물적 요소를 파악하여 퇴치기 개발의 단초로 활용한다.

○ 두더지 퇴치 진동의 종류와 강도 설정

두더지는 땅 속 포유류로 청각과 후각이 예민한 동물로 알려져 있으며 퇴치에 소음이 어느 정도 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 두더지 퇴치 가능성이 높은 진동형 시제품을 다수 제작하여 두더지 퇴치의 효율성을 검정할 것이다. 두더지 출몰 또는 서식 빈도가 높은 과수원을 대상으로 퇴치용 시제품 설치 전과 설치 후의 두더지 터널생성 유무를 기준으로 퇴치기의 퇴치 효율성을 판단한다. 한편, 퇴치기 시제품 작동 시 설치위치로부터의 깊이와 거리에 따른 진동의 주파수와 진동속도를 측정할 것이다.

○ 진동형 두더지 퇴치기 시제품 제작과 특허출원 및 등록

우리 연구진은 이미 간이 풍력구동 진동형 두더지 퇴치기 시제품을 제작하여 특허출원 하였다. 이를 좀 더 효율성이 높도록 개량한 다양한 형태의 시제품을 제작하여 현장에서 검정코자 한다. 지주의 소재 및 구조, 구동부의 색상(위해 조류 기피 검정용), 태양광을 활용한 전원공급의 효율성 및 설치간격 등을 검토한다.

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04

○ 국내

- 일정한 주파수의 초음파를 규칙적으로 발생시키는 수종의 두더지 퇴치기가 시판되고 있으나 가격이 대당 25,000원~130,000원으로 비교적 고가로 판단
- 시판 초음파 퇴치기의 유효범위는 33~990m^2로 다양하며 베터리 또는 태양광에 의해 구동되는 형태
- 초음파 퇴치기 설치 초기에는 그 효과는 인정되나 장기간 사용 시 초음파에 대한 두더지의 적응으로 인해 퇴치효과가 급격히 감소하는 것으로 사료 – 설치류의 규칙적 초음파 적응에 관한 내용이 국제 학술지(Scientific Reprot, 2016)에 게재된 바 있고 농민 면담 결과 초음파 퇴치기의 효과에 대해서 부정적 의견을 피력함.
- 발견된 두더지 굴착 터널의 입구에 설치할 수 있는 덫이 대당 4,000원~ 30,000원으로 판매되고 있으나 사전 퇴치 효과는 없으며 터널을 발견한 후 설치해야 되는 등 단점이 많고 그 효과 역시 극히 미미한 것으로 판단

○ 국외

- ‘두더지 제로’라는 상품명으로 음파 또는 진동을 발생시키는 미국 완제품이 수입되어 판매되고 있는데, 대당 44,000원~70,000원으로 고가임.

- 최근 일본에서 당해 연구에서 개발하고 있는 두더지 퇴치기와 유사한 작동원리를 가진 제품(아래 그림 참조)이 판매되기 시작하였으나 내구성이 극히 떨어지고(장난감 수준) 실제 우리 연구진이 입수하여 과원에 설치하여 퇴치 효과를 검토한 결과 그 효율이 미미한 것으로 판단됨.

<일본 시판 풍력 진동형 조류 및 두더지 퇴치기>

- 덫의 일종인 ‘Medium animal trap’이 대당 19.99 US$에 판매되고 있으나 덫이 가지는 한계로 인해 대규모 과원에 설치하기에는 어려움이 있고 효과도 미미함. (http://www.harborfreight.com)

○ 국내외 기술개발 현황 고찰

- 국내외에서 초음파 또는 진동을 발생시키는 두더지 퇴치기가 시판되고 있으나 설치 초기에는 퇴치 효과가 인정되나 시간이 지남에 따라 퇴치효과는 극감하는 것으로 판단됨. 이는 두더지의 규칙적 초음파 또는 진동에 대한 적응의 결과로 판단

- 덫을 활용한 두더지 포획방법이 고려될 수 있지만 현대 판매되고 있는 덫은 사전 방제의 효과를 기대하기 어렵고 두더지 발생 후 설치될 수 밖에 없는 한계가 있음. 또한 포획 효율이 극히 미미한 것으로 판단됨.

- 이상의 퇴치기 외에는 국내외에 뚜렷한 기술적 진보를 찾아보기 어려운 상황에서 우리 연구진이 개발하고 있는 풍력에 의해 불규칙적 진동 또는 소음을 유발할 수 있는 퇴치기는 친환경적이며 저렴하고 퇴치 효과가 높아 충분히 시장성을 가질 것으로 판단함. - 2017년 시제품 사용 농가의 반응이 매우 양호하였음.

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05

3-1. 연구개발의 추진전략 및 방법

○ 우리나라에서 두더지의 생태와 퇴치에 관한 정보 부족과 전문인력 부재를 연구원 편성으로 해결

- 세계적으로 두더지 연구에 관한 자료는 많지 않은 상황으로 그나마 미국, 유럽 및 일본 등에 비해 우리나라에서는 두더지의 분류와 생태 등에 관한 연구결과를 찾아보기 어렵다. 따라서 그 퇴치를 위한 방법 또한 확립되어 있지 않다.

- 작물에 미치는 두더지의 피해해석은 작물과 두더지 간의 상호작용 측면에서 다루어져야 한다. 우리 연구진은 실용화를 목표로 두고 원예학을 전공한 기업 CEO 연구원 뿐 만 아니라 생태환경 전공 교수 연구원, 그리고 생물학 전공 박사 후 연구원 등으로 구성되어 있어 두더지의 생태정보 축적과 퇴치방법 개발에 효율적으로 대응할 수 있다.

○ 다기능 두더지 퇴치기의 조기 실용화 접근

- 우리 연구진은 이미 실용화가 가능한 진동형 두더지 퇴치기의 초기모델을 개발하여 특허 출원하였다. 이는 단기간 내에 실용화가 가능하다는 것을 의미하며, 본 연구에서는 기 개발한 초기모델의 퇴치 효율성을 강화하는 내용으로 연구가 진행될 것이다.

- 본 연구에서 개량코자 하는 진동형 두더지 퇴치기는 고설형으로 과수원에서 두더지 이외에 또 하나 문제가 되고 있는 유해 조류에 의한 피해도 최소화 할 수 있도록 연구를 진행할 것이다. 본 연구진에는 조류를 전공한 박사급 연구원이 포함되어 있다.

○ 관련 전문가와의 협력 체계 구축

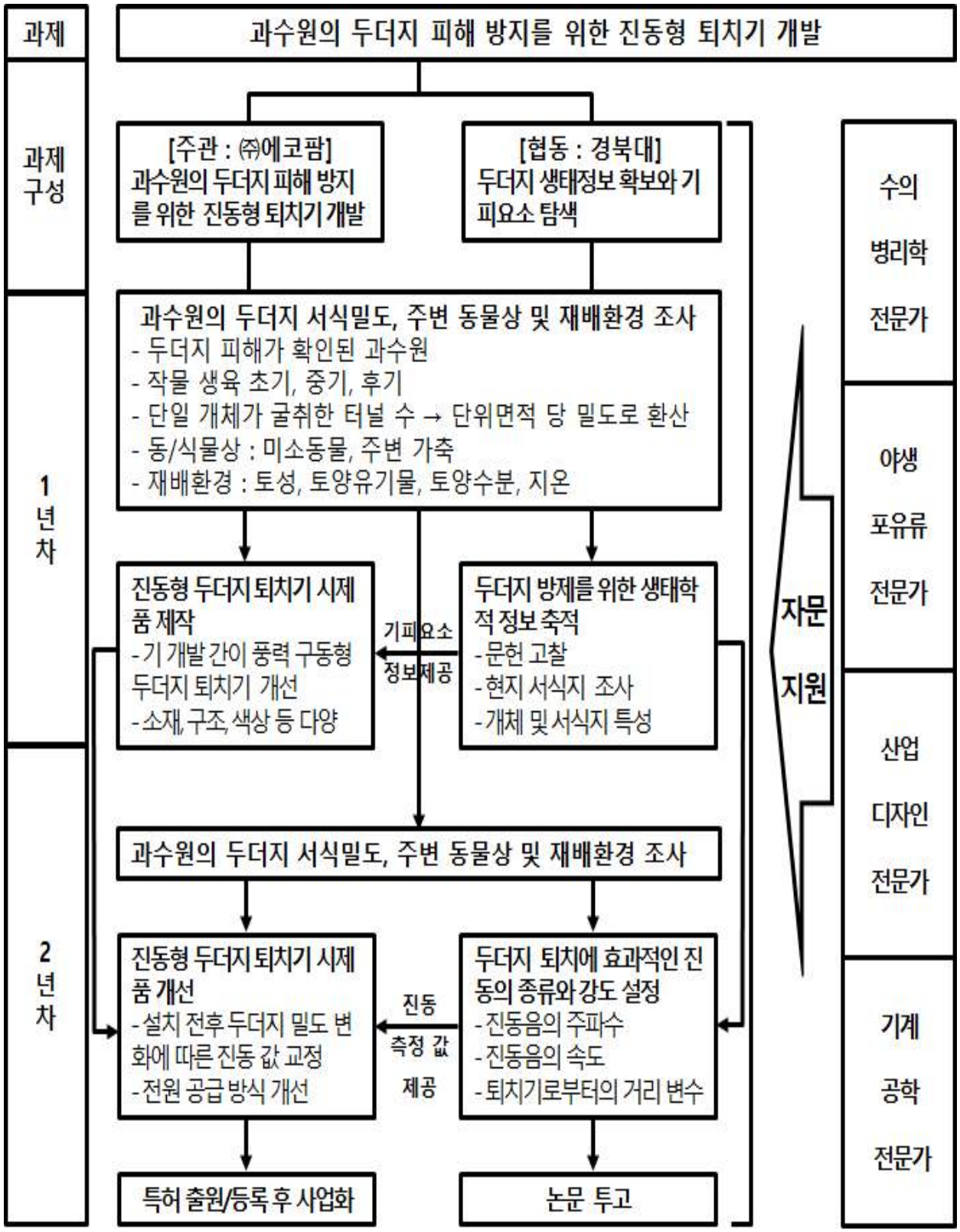
- 두더지는 야생동물로 취급되고 있어 법규에 따라 실험실에서 실험동물로 활용하는 연구는 제한을 받는다. 또한 포유류이기 때문에 전염병 유인원으로 작용할 가능성을 염두에 두어야 하고 야생에서의 행동범위가 상당히 넓고 땅속을 서식지로 하기 때문에 세밀한 연구를 하기에 상당한 어려움이 따른다. 본 연구진에는 포함되어 있지 않지만 충북대학교 수의학 전문가(충북대학교 김수종 교수)와 국립생물자원관 포유류 전문가와 긴밀하게 협조하며 자문을 받을 것이다.

- 두더지 퇴치기는 공학적 지식과 기술력이 융합되어야 비로소 실용화가 가능하다. 우리 연구진은 이미 진동형 두더지 퇴치기 초기모델을 개발하여 특허 출원하기는 하였지만 진동의 종류와 강도 조절 및 동력원으로서 태양광 등을 활용하는 분야는 기계공학 전문가의 도움이 필요하다. 우리 연구진은 이미 기계공학 전공 교수(경북대학교 이인수 교수)의 자문을 받고 있으며 향후에도 지속적으로 접촉하며 협력 체계 이어 갈 것이다.

○ 연구개발의 접근방법

- 두더지 퇴치의 방법으로 트랩, 올빼미 등 천적, 담수를 통한 터널 침수, 토성개량, 진동 또는 소음 발생, 악취 발생, 직접 포획 및 살서제 시용 등의 방법이 고려되고 있다. 그 중 천적, 침수, 토성개량, 악취 발생의 경우는 대규모 농지에서 활용하기 어렵다. 트랩과 직접 포획은 두더지의 행동반경이 워낙 넓어 현실성이 떨어진다. 또한 살서제 시용은 친환경적이지 못하며 가축 또는 유용 야생동물에 피해를 입힐 수 있어 주의를 요한다. 따라서 본 연구에서는 가장 친환경적이며 실현가능성이 높은 진동 또는 소음발생의 접근법을 활용한다.

3-2. 연구개발 추진체계


과제
과수원의 두더지 피해 방지를 위한 진동형 퇴치기 개발
과제 구성
[주관 : ㈜에코팜]
과수원의 두더지 피해 방지를 위한 진동형 퇴치기 개발
[협동 : 경북대]
두더지 생태정보 확보와 기피요소 탐색
1년차
과수원의 두더지 서식밀도, 주변 동물상 및 재배환경 조사
- 두더지 피해가 확인된 과수원
- 작물 생육 초기, 중기, 후기
- 단일 개체가 굴취한 터널 수 → 단위면적 당 밀도로 환산
- 동/식물상 : 미소동물, 주변 가축
- 재배환경 : 토성, 토양유기물, 토양수분, 지온
진동형 두더지 퇴치기 시제품 제작
-기 개발 간이 풍력 구동형 두더지 퇴치기 개선
-소재, 구조, 색상 등 다양
기피요소 정보제공
두더지 방제를 위한 생태학적 정보 축적
-문헌 고찰
-현지 서식지 조사
-개체 및 서식지 특성
2년차
과수원의 두더지 서식밀도, 주변 동물상 및 재배환경 조사
진동형 두더지 퇴치기 시제품 개선
-설치 전후 두더지 밀도 변화에 따른 진동 값 교정
-전원 공급 방식 개선
진동 측정 값 제공
두더지 퇴치에 효과적인 진동의 종류와 강도 설정
-진동음의 주파수
-진동음의 속도
-퇴치기로부터의 거리 변수
특허 출원/등록 후 사업화
논문 투고
자문 지원
수의 병리학 전문가
야생 포유류 전문가
산업 디자인 전문가
기계 공학 전문가

3-3. 연구개발 추진일정

연구내용	추진 일정											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
계획수립 및 자료조사												
과수원 두더지 서식 밀도,주변 동식물상 및 재배 환경 조사												
몸통 무게에 따른 회전수												
두더지 퇴치에 효과적인 진동의 종류와 강도 설정												
주요평가방법에 따른 성능평가항목 결정												
시제품 설계도면 작성												
시제품 금형 제작 및 시제품 생산												
시제품 가공 및 평가												

3-4. 연구범위 및 연구수행 방법

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 두더지 생태조사 과원의 선정	○ 국내 사과 주산지인 경북 사과원 일부를 대상 ○ 두더지 서식으로 인한 사과목의 피해가 알려진 과원과 무작위로 선정한 과원을 포함 ○ 경북 도내 사과원 중 가능한 한 분산된 과원을 선정	○ 경북사과산학연협력단(단장: 경북대 강인규 교수, 단원: 당해 과제 주관연구책임자 조재두 등)으로부터 회원농가에 관한 정보(사과 수령, 재식면적 등)를 입수 ○ 동 협력단의 활동 중 두더지 피해가 특히 심각한 것으로 파악된 3개 과원과 무작위로 6개 과원을 추가 선정 (IP01~IP09)

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 선정 사과원에 대한 두더지 굴착 터널 조사(두더지 서식 밀도 반영)	○ 활발한 이동을 하는 대동물, 특히 지중 서식 대동물의 생태학적 서식밀도 조사는 그 흔적(두더지의 경우 굴착한 터널 또는 구멍)을 기반으로 함.	○ IP01~IP09에 해당하는 과원은 재배면적이 상이하고 각각 부정형으로 재포되어 있어 각 과원에서 일부 지역을 추출함. ○ 조사 과원별로 상이하게 1,800m^2~6,400m^2를 대상으로 두더지 굴착 터널 수를 조사 ○ 두더지 구멍이 주로 멀칭용 필름 지지를 위한 벽돌 아래 또는 반사필름 아래에 위치하므로 이를 벗겨 조사 ○ 4월 29일(1차)과 10월 22일(2차) 2회 조사를 수행하였고, 1차 조사에서는 활동 중인 두더지 굴착 구멍 또는 터널이 부재하여 2차 조사 결과를 최종 결과로 제시 ○ 각 과원별 선정 plot내에서 조사한 터널의 수를 단위면적(100m^2)당 터널 수로 환산하여 밀도를 추정하는 한편 재배면적 전체에 대한 터널 수를 추정
○ 두더지 서식 과원의 잡초 식생 조사	○ 농업생태계는 특정 종만이 서식할 수 없고 다양한 생물적 요소와 상호관계를 유지하면서 유지됨. ○ 사과원은 인위적 요소에 의해 조절되는 생태계의 하나로 과원 내 식생은 단순하며 주로 잡초류로 구성됨. ○ 과원의 잡초 식생을 조사하여 두더지 서식밀도와의 연관성을 분석하는 것은 두더지 피해 방지를 위한 기초 정보를 획득하는 것임.	○ IP01~IP03과 IP07(두더지 서식 과원), IP04(과거 두더지 서식 과원) 및 IP04~IP06과 IP08~IP09(두더지 미서식 과원)으로 구분하여 과원 내 잡초 식생을 조사함. ○ 조사시기 : 2016년 5월~9월 ○ 과원별로 3개 지점을 무작위로 선정하고 각 지점별 4m^2에 발생한 잡초의 초종과 개체수를 조사함. ○ 포복경 또는 지하경을 통해 번식이 가능한 잡초가 다수 존재하여 개체 수 파악이 곤란하므로 신초를 기준으로 특정 종의 잡초가 차지하는 비율을 판단함. ○ 풍부도 : 조사 지점에서 특정 잡초 종의 신초가 차지하는 수적 비율을 기준으로 +(개체수 1% 미만), ++(개체수 1% 이상~5% 미만); +++(개체수 5% 이상~10% 미만) 및 ++++(개체수 10% 초과)로 5단계 구분 ○ 출현빈도 : 조사한 전체 지점(plot)에서 특정 종이 발견된 지점의 비율(%)로 표현, (특정 종이 발견된 plot의 수/조사한 전체 plot의 수)×100 ○ 잡초종의 동정 및 생활환 등에 관한 참고자료 : 원색도감 한국의 밭잡초(농촌진흥청, 1992)
○ 두더지 서식 유무에 따른 과원의 우점 잡초종 선정	○ 특정 지역의 우점 식물종은 대표종으로서 그 지역 환경을 대별하고 다른 생물종과 깊은 연관성을 가짐.	○ IP01~IP03과 IP07(두더지 서식 과원), IP04(과거 두더지 서식 과원) 및 IP04~IP06과 IP08~IP09(두더지 미서식 과원)으로 구분하여 각 그룹에서 1차 출현빈도, 2차 풍부도를 기준으로 1순위~5순위에 이르는 우점종을 선정
○ 대상 과원의 대동물상 조사	○ 평형을 유지한 생태계는 먹이망이 발달 ○ 과원의 대동물상은 과원 생태계의 균형 여부를 파악할 수 있는 척도가 되며 두더지의 포식자(미상) 출현 빈도가 두더지 밀도와 연관성이 있는지를 파악할 필요성이 있음.	○ IP01~IP09 각 과원 전체를 도보로 답사하여 주변에 서식 또는 방사한 대동물의 개체수를 조사 ○ 4월 29일(1차)과 10월 22일(2차) 2회 조사를 수행하고 각 종의 최대 개체수를 파악하여 제시

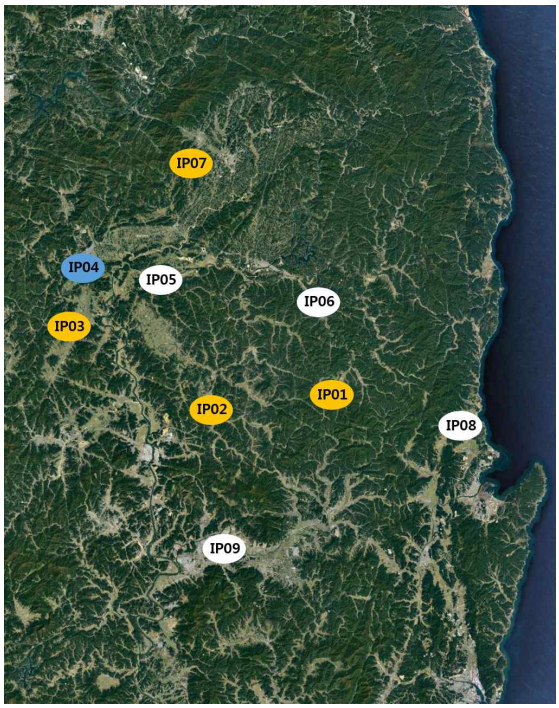
연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 대상 과원 토양의 소동물상 조사	○ 과수에서의 두더지 피해는 터널 굴착에 따른 과수 근권부 건조 등에 기인하는 것으로 알려짐. ○ 두더지는 과수의 뿌리보다 토양 내 서식하는 소동물을 주로 포식함. ○ 토양 소동물의 종다양성과 군집의 크기는 토양환경의 건강성을 반영하기도 하지만 두더지 먹이원으로서의 역할을 수행함. ○ 두더지 먹이가 될 수 있는 토양 소동물의 밀도는 두더지 서식밀도와 관련성이 높을 것으로 추정됨.	○ 조사 시기 : 8월(조사 과원별로 일자 상이) ○ 9개 조사 과원별로 각각 무작위로 3개 지점을 선택 ○ 50(가로)×50(세로)×15cm의 토양을 채취 ○ 실험실로 운반 ○ 육안으로 지렁이류 및 절지동물 수거 ○ Berlese & Tullgren funnel을 이용하여 잔여 토양에서 미소동물 추출(48시간 이상), 1개 샘플에 대해 10개 funnel 활용 ○ 해부현미경으로 관찰 ○ 목(Order) 분류군별로 개체수 판단 ○ 참고문헌 : 토양동물학(최성식, 1996, 원광사), 한국유기농업학회지 19(1):93-107, Ecological diversity(Pielou EC, 1975, Wiley)
○ 대상 과원의 토양 분석	○ 토양은 미소동물의 서식처로서 역할을 수행하며 그 특성은 당해 동물의 생존에 큰 영향을 미침. ○ 토양 미소동물의 풍부도는 토양특성에 직접 영향을 받을 수 있으므로 토양분석은 필수적임. ○ 토양 특성과 두더지 서식밀도와의 상관관계가 확인되면 두더지 서식가능성을 추정하는 지표로 활용할 수 있음.	○ 조사 시기 : 8월(조사 과원별로 일자 상이), 토양 소동물 조사시기와 일치 ○ 9개 조사 과원별로 각각 무작위로 5개 지점을 선택 ○ 과수 수관 가장자리에서 분석용 시료 채취 ○ 표면 흙을 약 1cm 제거하고 30~40 cm 깊이의 흙을 지점별로 100g씩 채취(과원별 합 500g) ○ 채취한 흙을 잘 섞은 후 응달에서 건조 ○ 경북대학교 농화학과에 의뢰 분석 : 토양표준분석, 측정법(1986, 박우사) 적용
○ 두더지 퇴치기 시제품의 바람에 대한 반응성 검정	○ 과원에서의 바람은 풍향, 풍압 및 풍량 등이 상당히 불규칙적으로 발생하기 때문에 퇴치기는 가능한 한 미풍에도 신속하게 반응하여 구동되어야 함. ○ 퇴치기 시제품의 재질과 모양에 따라 반응시간이 상이할 수 있음.	○ 대상 시제품 : 가장 원시적인 형태의 EP01 시제품으로부터 가장 개량된 형태인 EP08 시제품 ○ 선풍기를 이용하여 퇴치기 시제품의 전면 풍속이 3.8±0.4 m/sec로 고정시킨 후 회전체를 구동 - 풍속계 : Testo 410-2(Testo AG, Germany) ○ 소음계를 활용하여 퇴치기 회전체로부터의 이격 20 cm에서 최대 음압 레벨(A웨이팅 필터: dBA)에 도달하는데 걸리는 시간을 측정 - 소음계 : Sound Level Meter EM2242(ALLOSUN, China) ○ 측정 횟수 : 회전체별 3~5회

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 두더지 퇴치기 시제품 회전체별 소음 발생 조사	○ 두더지 퇴치기 시제품의 회전체 재질과 무게에 차이가 있어 회전 시 발생되는 소음의 정도에 차이를 보일 수 있음. ○ 두더지는 소음에 민감한 것으로 알려져 있으나 민감하게 감지하는 소음 또는 진동의 주파수 영역은 알려져 있지 않음. ○ 다양한 주파수의 음파가 혼합되어 소음을 발생시키는데 고주파 또는 저주파 영역의 발생정도는 필터의 종류를 달리하여 측정되어야 함.	○ EP01~EP08 회전체가 최대 회전 속도에 도달했을 때의 최대 음압 레벨을 측정 ○ 퇴치기 회전체 시제품의 전면 풍속이 3.8±0.4 m/sec로 되도록 바람 발생 ○ 회전체 이격 20 cm에서 소음계를 활용하여 A 웨이팅 필터와 C 웨이팅 필터에서의 소음(dB)을 측정 - C 웨이팅 필터의 dB가 A 웨이팅 필터의 dB보다 현저히 높을 경우는 저주파 발생량이 높음. ○ 측정 횟수 : 회전체별 7~9회
○ 두더지 퇴치기 시제품 회전체별 지주로의 전달 진동	○ 퇴치기 시제품은 다양한 재질과 무게 및 형태를 가지고 있어 동일한 바람에도 다른 진동을 발생시킬 것으로 예상됨. ○ 두더지는 불규칙적인 진동에 민감한 것으로 알려져 있고 퇴치기는 보다 풍부한 진동을 발생시킬 필요가 있음.	○ 대상 회전체 : EP01~EP08 ○ 지주 : 철관 ○ 회전체 전면부 풍속 : 3.8±0.4 m/sec ○ 측정 시점 : 회전체가 최대 속도로 회전 ○ 측정 지점 : 회전체가 삽입된 지주의 가장 높은 위치 ○ 측정 진동 단위 : Displacement peak to peak (mm) ○ 측정 횟수 : 회전체별 3~4회 ○ 진동계(Vibration meter) : VB-8206SD (Lutron, Germany)
○ 두더지 퇴치기 시제품 회전체별 지표면 거리에 따른 진동 전달	○ 퇴치기로부터 발생한 진동이 토양에 효과적으로 전달되어야 함. ○ 퇴치기 설치 지제부로부터 거리에 따라 진동을 측정함으로써 퇴치기 설치 간격을 추정할 수 있음.	○ 대상 회전체 : EP01~EP08 ○ 지주 및 회전체 전면부 풍속 : 철관, 3.8±0.4 m/sec ○ 측정 시점 : 회전체가 최대 속도로 회전 ○ 측정 지점 : 지제부, 지주로부터 1m, 2m, 3m ○ 측정 진동 단위 : Displacement peak to peak (mm) ○ 측정 횟수 : 회전체 및 거리별 4~5회 ○ 진동계(Vibration meter) : VB-8206SD (Lutron, Germany)
○ 선발 회전체(EP8)의 지주 재질별 소음 발생	○ 퇴치기의 회전체 뿐 아니라 지주의 재질에 따라 발생되는 소음의 정도에 차이가 있음. ○ 고주파에서부터 저주파에 이르는 다양한 주파수 영역의 소음이 발생되는 것이 두더지 퇴치에 효과적일 수 있음.	○ 대상 회전체 : EP08 ○ 회전체가 최대 회전 속도에 도달했을 때 회전체로부터 20 cm거리에서의 최대 음압 레벨을 측정 ○ 회전체 전면 풍속 : 3.8±0.4 m/sec ○ 측정 음압 : A 웨이팅 필터와 C 웨이팅 필터에서의 소음(dB) ○ 측정 값 : 회전체 최대 속도에서 인위적으로 소음계를 holding했을 때의 값, 소음계에 저장된 최대 값 ○ 측정 횟수 : 지주 재빌별 4~5회

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 선발 회전체(EP8)의 지주 재질별 진동 전달	○ 회전체에서 발생한 진동이 지주의 재질에 따라 다르게 전달될 것으로 예상됨. ○ 발생한 진동은 효과적으로 지주에 전달되고 최종적으로 토양으로 전해져야 두더지 퇴치 효과가 높아질 수 있음. ○ 퇴치기는 농가의 과원에 설치하는 것이므로 효과가 높으면서 최대한 저렴한 가격으로 공급되어야 함.	○ 대상 회전체 : EP08 ○ 지주 : 철관, 동관, 백관(플라스틱) ○ 회전체 전면부 풍속 : 3.8±0.4 m/sec ○ 측정 시점 : 회전체가 최대 속도로 회전 ○ 측정 지점 : 회전체가 삽입된 지주의 가장 높은 위치와 지제부 ○ 측정 진동 단위 : Acceleration (m/sec^2) ○ 측정 횟수 : 회전체별 3~4회

3-5. 연구결과

○ 두더지 생태조사 과원의 위치

과원 구분	지도상 위치	좌표	주소	고도 (m)
IP01		36°14′13.5″N 128°55′44.3″E	경북 청송군 현서면 백자리	393
IP02		36°14′52.4″N 128°33′02.3″E	경북 군위군 군위읍 내양리	79
IP03		36°24′43.8″N 128°08′45.6″E	경북 상주시 낙양동	66
IP04		36°34′31.7″N 128°10′09.8″E	경북 상주시 함창읍 대조리	94
IP05		36°32′35.1″N 128°23′18.2″E	경북 예천군 지보면 마전	90
IP06		36°29′02.2″N 128°53′24.2″E	경북 안동시 임하면 오대리	134
IP07		36°47′56.9″N 128°29′51.0″E	경북 영주시 봉현면 노좌리	267
IP08		36°11′04.6″N 129°20′01.6″E	경북 포항시 북구 청하면 하대리	60
IP09		35°53′36.7″N 128°36′49.6″E	대구광역시 북구 대학로(경북대학교 실험실습장)	42

※ 황색원(IP01, IP02, IP03, IP07): 두더지 서식 과원, 청색원(IP04): 과거 두더지 서식 과원, 흰색원(IP05, IP06, IP08, IP09): 두더지 미서식 과원

○ 두더지 생태조사 선정 과원의 사과 수령과 재배 규모

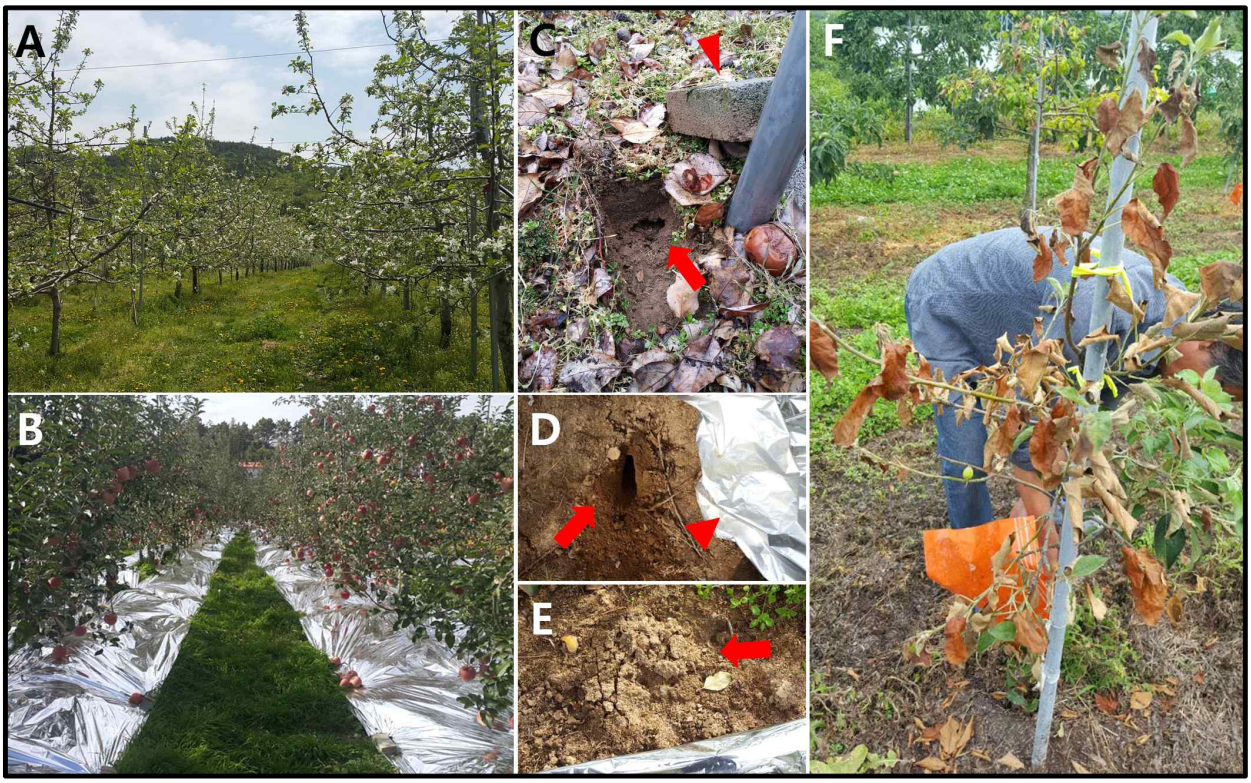
과원 구분	사과 수령	면적(m^2)
IP01	4~8년	6,400
IP02	5~9년	16,500
IP03	4~6년	19,800
IP04	4~6년	9,720
IP05	10~14년	37,350
IP06	3~6년	6,980
IP07	8~12년	26,060
IP08	5~10년	7,400
IP09	2~5년	3,300

※ 현지조사 결과 및 사과산학연협력단 제공 정보 참고하여 작성된 자료임.

○ 선정 사과원에 대한 두더지 굴착 터널 조사 <1년차(2016년)와 2년차(2017년) 평균>

과원 구분	실 조사 면적 (m^2)	관찰 터널 수 (개)	단위면적당 터널 수 (개/100m^2)	전체 과원의 터널 수 추정 (개)
IP01	2,500 = 50×50	16	0.64	41.0
IP02	6,400 = 80×80	32	0.50	82.5
IP03	2,500 = 50×50	7	0.28	55.4
IP04	2,500 = 50×50	0	0.00	0.0
IP05	3,600 = 60×60	0	0.00	0.0
IP06	1,800 = 2 plot×(30×30)	0	0.00	0.0
IP07	5,000 = 2 plot×(50×50)	13	0.26	67.8
IP08	2,500 = 50×50	0	0.00	0.0
IP09	3,300	0	0.00	0.0

○ 두더지 굴착 터널 및 피해 조사 전경



※ A: 두더지 발생 과원 춘계(4월 29일) 전경, B: 두더지 발생 과원 추계(10월 22일) 전경, C: 피복재 지지용 벽돌 아래에 위치한 두더지 터널, D: 반사필름 아래에 위치한 두더지 터널(화살표: 터널, 화살표머리: 반사필름), E: 반사필름 아래에 위치한 두더지 이동 터널 흔적(화살표), F: 터널 굴착으로 인한 사과목 고사

○ 건전주와 두더지 피해주의 광합성능 측정을 위한 형광소멸분석

<건전주>

Leaf No.	F	Fm'	Temp	Y (II)	ETR	Fo'	qP	qN	qL	NPQ	Fo	Fm	Fv/Fm
01	472	1792	26.8	0.737	11.8	409	0.954	0.290	0.827	0.329	434	2382	0.818
02	484	1827	26.9	0.735	11.7	423	0.957	0.282	0.836	0.315	448	2403	0.814
03	457	1760	27.0	0.740	11.8	392	0.952	0.283	0.817	0.319	414	2322	0.822
04	508	1911	27.0	0.734	11.7	426	0.945	0.270	0.792	0.300	449	2484	0.819
05	495	1858	27.1	0.734	11.7	423	0.950	0.276	0.812	0.308	447	2430	0.816
06	544	2092	23.5	0.740	11.8	416	0.924	0.247	0.707	0.271	434	2659	0.837
07	545	2013	23.6	0.729	11.6	411	0.916	0.253	0.691	0.279	430	2575	0.833
08	504	1929	23.6	0.739	11.8	397	0.930	0.246	0.733	0.268	415	2446	0.830
09	488	1779	23.0	0.726	11.6	398	0.935	0.301	0.763	0.349	422	2399	0.824
10	467	1312	23.2	0.644	10.3	415	0.942	0.365	0.837	0.426	458	1871	0.755
11	518	1683	23.5	0.692	11.0	423	0.925	0.343	0.755	0.411	456	2374	0.808
12	513	1765	23.6	0.709	11.3	427	0.936	0.281	0.779	0.310	453	2313	0.804
13	512	1898	23.7	0.730	11.7	406	0.929	0.254	0.737	0.278	426	2426	0.824
14	456	1775	23.7	0.743	11.9	369	0.938	0.251	0.759	0.275	386	2264	0.830
15	512	1985	24.3	0.742	11.8	411	0.936	0.240	0.751	0.259	429	2499	0.828
16	517	1730	23.6	0.701	11.2	425	0.930	0.328	0.765	0.386	456	2397	0.810
17	491	1703	24.0	0.712	11.4	401	0.931	0.323	0.760	0.381	429	2352	0.818
18	501	1490	24.2	0.664	10.6	451	0.952	0.337	0.857	0.382	492	2059	0.761
19	492	1101	24.4	0.553	8.8	462	0.953	0.519	0.895	0.716	560	1889	0.704
평균	**499**	**1758**	**24.6**	**0.711**	**11.3**	**415**	**0.939**	**0.299**	**0.783**	**0.345**	**444**	**2344**	**0.808**

<피해주>

Leaf No.	F	Fm'	Temp	Y (II)	ETR	Fo'	qP	qN	qL	NPQ	Fo	Fm	Fv/Fm
01	636	2100	25.7	0.697	11.1	486	0.907	0.260	0.693	0.283	512	2694	0.810
02	625	2007	25.6	0.689	11.0	477	0.903	0.265	0.689	0.288	504	2585	0.805
03	629	2114	25.7	0.702	11.2	466	0.901	0.239	0.668	0.255	488	2653	0.816
04	620	1998	25.7	0.690	11.0	469	0.901	0.233	0.682	0.244	492	2486	0.802
05	574	1932	26.9	0.703	11.2	421	0.899	0.238	0.659	0.255	441	2425	0.818
06	637	1881	27.4	0.661	10.5	432	0.859	0.282	0.583	0.316	457	2476	0.815
07	621	1893	27.4	0.672	10.7	437	0.874	0.261	0.615	0.284	461	2430	0.810
08	615	1904	27.6	0.677	10.8	437	0.879	0.262	0.625	0.286	460	2448	0.812
09	600	2050	26.7	0.707	11.3	461	0.913	0.255	0.701	0.278	485	2619	0.815
10	568	1867	26.8	0.696	11.1	439	0.910	0.261	0.703	0.283	463	2395	0.807
11	632	2064	26.5	0.694	11.1	473	0.900	0.244	0.674	0.261	497	2602	0.809
12	561	1888	26.6	0.703	11.2	431	0.911	0.237	0.700	0.251	452	2362	0.809
13	584	1969	28.0	0.703	11.2	443	0.908	0.278	0.689	0.311	468	2581	0.819
14	615	1978	28.1	0.689	11.0	466	0.901	0.250	0.683	0.266	490	2505	0.804
15	600	2006	28.2	0.701	11.2	450	0.904	0.272	0.678	0.303	475	2613	0.818
16	619	2041	28.4	0.697	11.1	470	0.905	0.230	0.687	0.240	492	2531	0.806
17	723	2141	21.2	0.662	10.6	448	0.838	0.235	0.519	0.252	468	2680	0.825
18	624	1996	21.5	0.687	11.0	416	0.868	0.227	0.579	0.240	433	2476	0.825
19	676	2149	21.1	0.685	10.9	440	0.862	0.246	0.561	0.268	460	2726	0.831
20	517	1808	24.3	0.714	11.4	379	0.903	0.285	0.662	0.326	400	2398	0.833
21	512	1824	24.2	0.719	11.5	398	0.920	0.257	0.715	0.282	418	2338	0.821
22	639	1941	24.4	0.671	10.7	441	0.868	0.270	0.599	0.298	465	2519	0.815
23	485	1619	24.6	0.700	11.2	365	0.904	0.351	0.680	0.435	392	2323	0.831
24	576	1888	21.7	0.695	11.1	397	0.880	0.260	0.607	0.288	417	2432	0.829
25	576	1904	21.8	0.697	11.1	400	0.883	0.252	0.613	0.277	419	2431	0.828
26	592	1984	21.9	0.702	11.2	408	0.883	0.228	0.609	0.243	425	2466	0.828
27	662	2144	23.4	0.691	11.0	509	0.906	0.263	0.697	0.285	537	2755	0.805
28	578	2030	23.6	0.715	11.4	437	0.911	0.237	0.689	0.253	457	2544	0.820
29	577	1889	24.9	0.695	11.1	433	0.901	0.254	0.676	0.274	455	2407	0.811
30	592	1591	23.9	0.628	10.0	513	0.927	0.384	0.803	0.459	571	2321	0.754
평균	**602**	**1953**	**25.1**	**0.691**	**11.0**	**441**	**0.894**	**0.261**	**0.658**	**0.286**	**465**	**2507**	**0.814**

○ 두더지 서식 과원(IP01, IP02, IP03, IP07)의 잡초 식생

과명 / 학명		한국명	생활환[A]	풍부도[B]	출현빈도(%)[C]
Amarantaceae(비름과)					
Amaranthus	*lividus*	개비름	a	+	16.7
Amaranthus	*mangostanus*	비름	a	+ +	16.7
Amaranthus	*retroflexus*	털비름	a	+	8.3
Asclepiadaceae(박주가리과)					
Metaplexis	*japonica*	박주가리	p	+	8.3
Borraginaceae(지치과)					
Trigonotis	*peduncularis*	꽃마리	b	+ +	58.3
Cannabinaceae(삼과)					
Humulus	*japonicum*	환삼덩굴	a	+	41.7
Caryophyllaceae(석죽과)					
Arenaria	*serpyllifolia*	벼룩이자리	b	+ +	58.3
Stellaria	*aquatica*	쇠별꽃	p	+ +	66.7
Chenopodiaceae(명아주과)					
Chenopodium	*album*	명아주	a	+ + +	91.7
Chenopodium	*ficifolium*	좀명아주	a	+ +	58.3

과명 학명		한국명	생활환[A]	풍부도[B]	출현빈도(%)[C]
Compositae(국화과)					
Artemisia	*princeps*	쑥	p	+	41.7
Bidens	*bipinnata*	도깨비바늘	a	+	8.3
Erigeron	*canadensis*	망초	b	+++	66.7
Ixeris	*chinensis*	선씀바귀	p	+	33.3
Ixeris	*stolonifera*	좀씀바귀	p	+	8.3
Ixeris	*dentata*	씀바귀	p	++	58.3
Lactuca	*indica*	왕고들빼기	b	+	33.3
Sonchus	*asper*	큰방가지똥	b	+	8.3
Sonchus	*oleraceus*	방가지똥	b	+	8.3
Taraxacum	*coreanum*	흰민들레	p	+	8.3
Commelinaceae(닭의장풀과)					
Commelina	*communis*	닭의장풀	a	++	50.0
Covolvulaceae(메꽃과)					
Calystegia	*hederacea*	애기메꽃	p	+	33.3
Calystegia	*japonica*	메꽃	p	+	8.3
Cruciferae(배추과)					
Capsella	*bursa-pastoris*	냉이	b	+++	83.3
Cardamine	*flexuosa*	좁쌀냉이	b	+	8.3
Draba	*nemorosa*	꽃다지	p	+	33.3
Lepidium	*apetalum*	다닥냉이	b	+	8.3
Lepidium	*virginicum*	콩다닥냉이	b	+	8.3
Rorippa	*indica*	개갓냉이	p	++	16.7
Rorippa	*islandica*	속속이풀	b	+++	75.0
Euphorbiaceae(대극과)					
Acalypha	*australis*	깨풀	a	+	58.3
Euphorbia	*supina*	애기땅빈대	a	+	8.3
Equiseraceae(속세과)					
Equiserum	*arvense*	쇠뜨기	p	+	33.3
Gramineae(화본과)					
Agropyron	*tsukushiense*	개밀	p	+	8.3
Alopecurus	*aequalis*	뚝새풀	b	++	66.7
Digitaria	*sanguinalis*	바랭이	a	++++	83.3
Eleusine	*indica*	왕바랭이	a	++	8.3
Poa	*pratensis*	왕포아풀	p	+++	8.3
Leguminosae(콩과)					
Kummerovia	*striata*	매듭풀	a	+	8.3
Trifolium	*repens*	토끼풀	p	+	16.7
Oxalidaceae(괭이밥과)					
Oxalis	*corniculata*	괭이밥	p	++	8.3
Portulacaceae(쇠비름과)					
Portulaca	*oleracea*	쇠비름	a	++	66.7
Polygonaceae(마디풀과)					
Persicaria	*aviculare*	마디풀	a	++	41.7
Persicaria	*blumei*	개여뀌	a	++	33.3
Persicaria	*hydropiper*	여뀌	a	++	41.7
Persicaria	*nodosa*	큰개여뀌	a	+	8.3
Persicaria	*perfoliata*	며느리배꼽	a	++	8.3
Persicaria	*senticosa*	며느리밑씻개	a	+	8.3
Persicaria	*thunbergii*	고마리	a	++	8.3
Persicaria	*vulgaris*	봄여뀌	a	+	33.3
Scrophulariaceae(현삼과)					
Vandellia	*angustifolia*	논뚝외풀	a	+	8.3
Solanaceae(가지과)					
Solanum	*nigrum*	까마중	a	+	8.3

※ 생활환[A]: a, 일년생; b, 이년생; p, 다년생

※ 풍부도[B]: +, 개체수 1% 미만; ++, 개체수 1% 이상~5% 미만; +++, 개체수 5% 이상~10% 미만; ++++, 개체수 10% 초과

※ 출현빈도(%)[C]: (당해 종이 발견된 plot의 수/ 조사한 plot의 수)×100

○ 과거 두더지 서식 과원(IP04)의 잡초 식생

과명 학명		한국명	생활환[A]	풍부도[B]	출현빈도(%)[C]
Amarantaceae(비름과)					
Amaranthus	*lividus*	개비름	a	+	33.3
Amaranthus	*mangostanus*	비름	a	+	33.3
Borraginaceae(지치과)					
Trigonotis	*peduncularis*	꽃마리	b	+	66.7
Cannabinaceae(삼과)					
Humulus	*japonicum*	환삼덩굴	a	+	33.3
Caryophyllaceae(석죽과)					
Stellaria	*alsine*	벼룩나물	b	++	66.7
Chenopodiaceae(명아주과)					
Chenopodium	*album*	명아주	a	+	33.3
Compositae(국화과)					
Artemisia	*princeps*	쑥	p	+	33.3
Erigeron	*annus*	개망초	b	++	66.7
Commelinaceae(닭의장풀과)					
Commelina	*communis*	닭의장풀	a	++	100.0
Covolvulaceae(메꽃과)					
Calystegia	*japonica*	매꽃	p	+	66.7
Cruciferae(배추과)					
Capsella	*bursa-pastoris*	냉이	b	++	66.7
Rorippa	*globosa*	구슬갓냉이	p	+	33.3
Euphorbiaceae(대극과)					
Acalypha	*australis*	깨풀	a	+	33.3
Equiseraceae(속세과)					
Equiserum	*arvense*	쇠뜨기	p	+	66.7
Gramineae(화본과)					
Digitaria	*sanguinalis*	바랭이	a	+++	100.0
Leguminosae(콩과)					
Trifolium	*repens*	토끼풀	p	+	33.3
Portulacaceae(쇠비름과)					
Portulaca	*oleracea*	쇠비름	a	+	66.7
Polygonaceae(마디풀과)					
Persicaria	*hydropiper*	여뀌	a	++	33.3

※ 생활환[A]: a, 일년생; b, 이년생; p, 다년생

※ 풍부도[B]: +, 개체수 1% 미만; ++, 개체수 1% 이상~5% 미만; +++, 개체수 5% 이상~10% 미만; ++++, 개체수 10% 초과

※ 출현빈도(%)[C]: (당해 종이 발견된 plot의 수/ 조사한 plot의 수)×100

○ 두더지 미서식 과원(IP05, IP06, IP09)의 잡초 식생

과명 학명		한국명	생활환[A]	풍부도[B]	출현빈도(%)[C]
Amarantaceae(비름과)					
Amaranthus	*lividus*	개비름	a	++	25.0
Amaranthus	*mangostanus*	비름	a	+++	33.3
Amaranthus	*retroflexus*	털비름	a	+	8.3
Araceae(천남성과)					
Pinellia	*ternata*	반하	p	+	8.3
Asclepiadaceae(박주가리과)					
Metaplexis	*japonica*	박주가리	p	++	16.7
Borraginaceae(지치과)					
Trigonotis	*peduncularis*	꽃마리	b	+++	41.7
Cannabinaceae(삼과)					
Humulus	*japonicum*	환삼덩굴	a	++	25.0

과명 학명		한국명	생활환[A]	풍부도[B]	출현빈도(%)[C]
Caryophyllaceae(석죽과)					
Arenaria	*serpyllifolia*	벼룩이자리	b	++	8.3
Stellaria	*alsine*	벼룩나물	b	++	16.7
Stellaria	*aquatica*	쇠별꽃	p	++	50.0
Chenopodiaceae(명아주과)					
Chenopodium	*album*	명아주	a	+++	66.7
Chenopodium	*ficifolium*	좀명아주	a	++	16.7
Compositae(국화과)					
Artemisia	*princeps*	쑥	p	+++	75.0
Erigeron	*annus*	개망초	b	+	8.3
Erigeron	*canadensis*	망초	b	++	75.0
Helianthus	*tuberosus*	뚱단지	p	+	8.3
Ixeris	*polycephala*	벌씀바귀	a	+	8.3
Ixeris	*stolonifera*	좀씀바귀	p	+	16.7
Ixeris	*dentata*	씀바귀	p	++	25.0
Lactuca	*indica*	왕고들빼기	b	+	8.3
Sonchus	*oleraceus*	방가지똥	b	++	16.7
Covolvulaceae(메꽃과)					
Calystegia	*japonica*	매꽃	p	+	41.7
Calystegia	*sepium*	큰매꽃	p	+	8.3
Cruciferae(배추과)					
Capsella	*bursa-pastoris*	냉이	b	++++	91.7
Cardamine	*lyrata*	논냉이	a	+	8.3
Draba	*nemorosa*	꽃다지	p	+	41.7
Rorippa	*globosa*	구슬갓냉이	p	+	8.3
Rorippa	*indica*	개갓냉이	p	++	16.7
Rorippa	*islandica*	속속이풀	b	++	58.3
Euphorbiaceae(대극과)					
Acalypha	*australis*	깨풀	a	++	83.3
Euphorbia	*supina*	애기땅빈대	a	+	8.3
Equiseraceae(속세과)					
Equiserum	*arvense*	쇠뜨기	p	+	58.3
Gramineae(화본과)					
Alopecurus	*aequalis*	뚝새풀	b	+++	83.3
Bromus	*japonicus*	참새귀리	a	++	8.3
Digitaria	*sanguinalis*	바랭이	a	+++	83.3
Eleusine	*indica*	왕바랭이	a	++	8.3
Poa	*pratensis*	왕포아풀	p	++	16.7
Leguminosae(콩과)					
Kummerovia	*striata*	매듭풀	a	+	8.3
Trifolium	*repens*	토끼풀	p	++	25.0
Liliaceae(백합과)					
Allium	*monanthum*	달래	p	+	8.3
Portulacaceae(쇠비름과)					
Portulaca	*oleracea*	쇠비름	a	++	83.3
Polygonaceae(마디풀과)					
Persicaria	*aviculare*	마디풀	a	+	50.0
Persicaria	*blumei*	개여뀌	a	++	41.7
Persicaria	*hydropiper*	여뀌	a	++	41.7
Persicaria	*nodosa*	큰개여뀌	a	+	16.7
Persicaria	*perfoliata*	며느리배꼽	a	++	16.7
Persicaria	*viscosa*	기생여뀌	a	+	8.3
Persicaria	*vulgaris*	봄여뀌	a	+	8.3
Scrophulariaceae(현삼과)					
Vandellia	*angustifolia*	논뚝외풀	a	+	16.7
Solanaceae(가지과)					
Solanum	*nigrum*	까마중	a	++	8.3
Physalis	*alkekengi*	꽈리	p	+	8.3

※ 생활환[A]: a, 일년생; b, 이년생; p, 다년생

※ 풍부도[B]: +, 개체수 1% 미만; ++, 개체수 1% 이상~5% 미만; +++, 개체수 5% 이상~10% 미만; ++++, 개체수 10% 초과
※ 출현빈도(%)[C]: (당해 종이 발견된 plot의 수/ 조사한 plot의 수)×100

○ 두더지 서식 유무에 따른 과원의 우점 잡초종

순위	두더지 서식 과원 (IP 01, 02, 03, 07)			과거 두더지 서식 과원 (IP 04)			두더지 비서식 과원 (IP 05, 06, 08, 09)		
	잡초명	출현빈도 (%)[A]	풍부도[B]	잡초명	출현빈도 (%)[A]	풍부도[B]	잡초명	출현빈도 (%)[A]	풍부도[B]
1	명아주	91.7	+++	바랭이	100.0	+++	냉이	91.7	++++
2	바랭이	83.3	++++	닭의장풀	100.0	++	바랭이	83.3	+++
3	냉이	83.3	+++	냉이	66.7	++	뚝새풀	83.3	+++
4	속속이풀	75.0	+++	개망초	66.7	++	깨풀	83.3	++
5	망초	66.7	+++	벼룩나물	66.7	++	쇠비름	83.3	++

○ 두더지 서식 조사 과원의 대동물상

과원 구분	Pet[A]		양서류	파충류	조류					
	개	고양이	청개구리, 참개구리	유혈목이	까치	참새	물까치	직박구리	멧비둘기	구분 미상
IP01	0	0	5	0	5	4	3	2	2	7
IP02	0	0	8	0	4	3	0	8	0	3
IP03	0	0	2	0	2	4	0	7	1	6
IP04	1	1	3	0	2	8	2	3	0	4
IP05	0	0	2	0	2	12	0	9	2	0
IP06	0	0	4	0	4	3	0	0	3	4
IP07	0	0	1	0	1	4	2	8	2	0
IP08	0	0	3	1	3	9	0	7	1	2
IP09	0	0	2	0	2	4	3	0	2	3

※ Pet[A]: 농장주가 여러 가지 목적을 위해 인위 방사한 것

○ 두더지 서식 조사 과원 토양의 소동물상

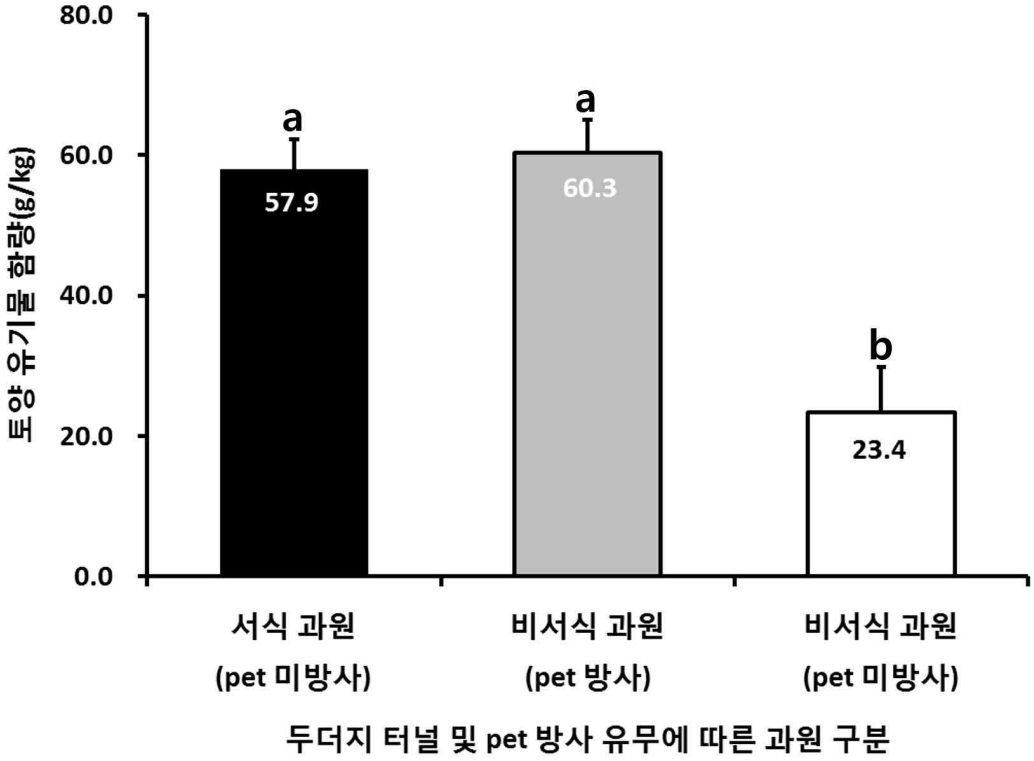
목(order)		과원구분								
목명 (Order name)	비고	IP01	IP02	IP03	IP04	IP05	IP06	IP07	IP08	IP09
Actinedida	응애류	32	28	19	21	20	11	18	24	29
Acaridida		15	14	9	44	23	14	16	9	8
Oribatida		124	98	243	128	110	98	196	145	83

목(order)		과원구분								
목명 (Order name)	비고	IP01	IP02	IP03	IP04	IP05	IP06	IP07	IP08	IP09
Araneae	거미류	4	5	8	3	2	1	2	3	0
Coleoptera	딱정벌레류	14	11	23	15	9	4	19	6	12
Collembola	톡토기류	48	23	29	50	21	33	49	15	19
Cryptodesmidae	노래기류	8	6	3	0	0	2	1	3	7
Diplura	좀붙이류	0	0	1	1	0	1	1	0	0
Diptera	파리류	2	4	5	3	1	2	3	0	4
Geophilomorpha	지네류	1	2	0	0	0	0	0	0	1
Scolopendromorpha		0	3	1	0	1	0	0	1	0
Hymenoptera	벌류 (벌, 개미 등)	43	25	42	38	16	23	37	33	28
Isopoda	등각류 (쥐며느리 등)	3	2	3	5	0	0	4	1	3
Lepidoptera	나비류	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Orthoptera	직시류 (메뚜기 등)	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Plesiopola	지렁이류	13	9	8	5	4	5	8	6	9
Opisthopora		5	8	2	6	3	2	4	4	5
Stylommatophora	달팽이류	1	2	1	3	0	0	1	0	1
Thysanoptera	총채벌레류	0	2	5	1	0	0	0	3	1

○ 조사 과원별 토양분석 결과

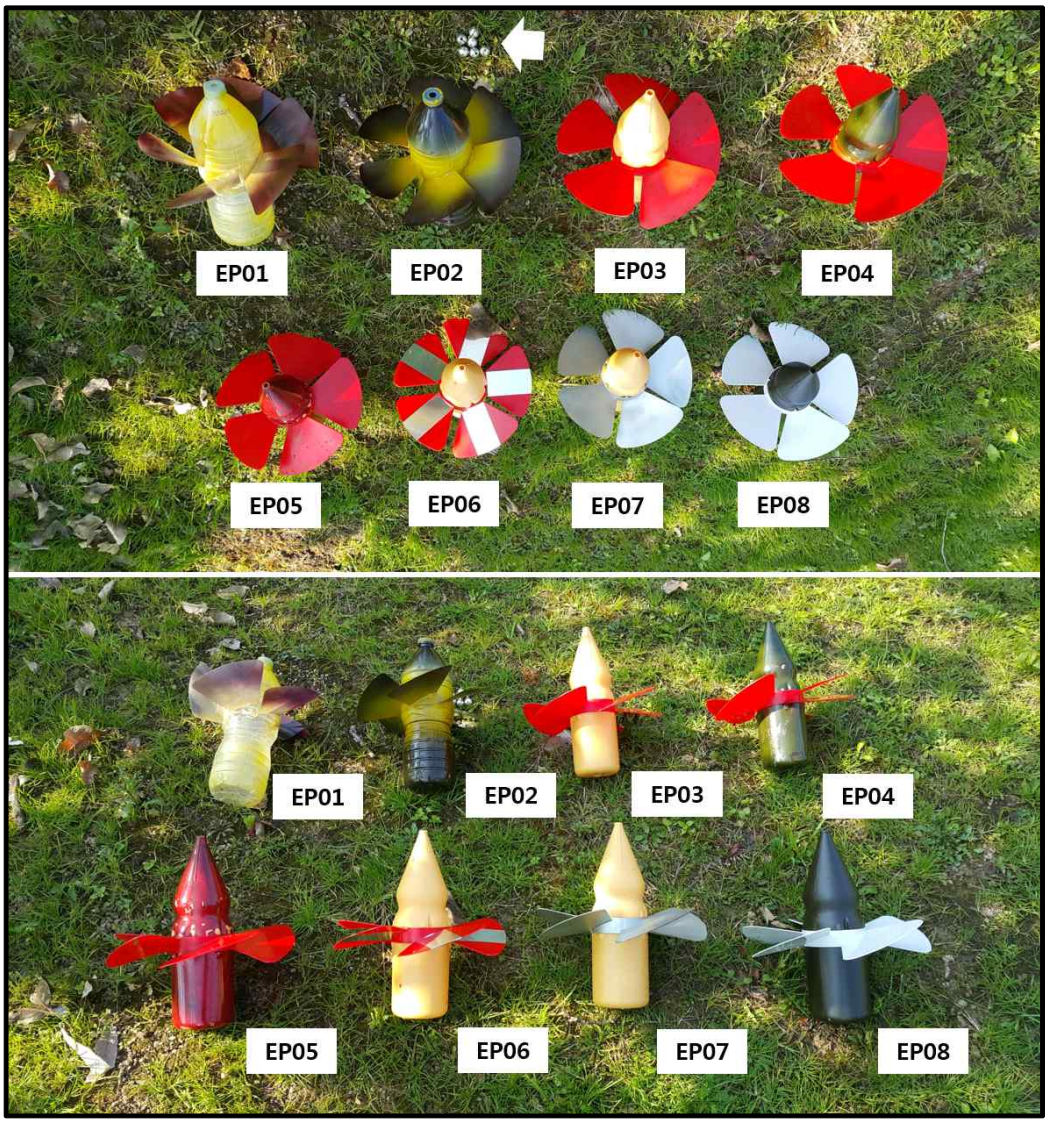
과원 구분	pH (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온 (cmol+/kg)			전기전도도 (dS/m)
				K	Ca	Mg	
IP01	6.8 a	64.0 a	284 b	0.40 c	6.6 bc	0.8 de	0.32 b
IP02	5.3 b	58.0 a	287 b	0.08 e	3.6 de	0.3 e	0.41 a
IP03	6.0 ab	54.1 a	128 d	0.58 b	6.7 bc	0.5 e	0.36 ab
IP04	5.9 ab	60.3 a	187 cd	0.19 d	4.4 d	2.8 b	0.30 b
IP05	6.6 a	18.7 c	78 e	0.15 d	3.6 de	0.8 de	0.20 c
IP06	6.7 a	21.3 c	450 a	0.68 a	3.9 de	1.0 d	0.38 ab
IP07	6.3 a	55.4 a	207 c	0.44 c	7.8 b	1.9 c	0.35 ab
IP08	6.4 a	32.9 b	89 e	0.19 d	2.9 e	0.6 e	0.22 c
IP09	6.1 ab	20.7 c	177 cd	0.76 a	9.7 a	4.1 a	0.43 a

○ 과원 토양 유기물 함량 및 pet 방사가 두더지 발생에 미치는 영향



○ 퇴치기 시제품 제작을 위한 모형 구상

○ 퇴치기 시제품의 회전체 외형



※ 흰색 화살표 : EP2 시제품 회전체 내부에 삽입한 방울 및 스틸바

○ 퇴치기 시제품의 바람에 대한 반응성

시제품 회전체 모델	최대 소음 속도 도달 시간(sec)
EP01	6.2 b
EP02	7.3 a
EP03	5.8 b
EP04	5.7 b
EP05	4.6 c
EP06	4.8 c
EP07	4.3 c
EP08	4.6 c

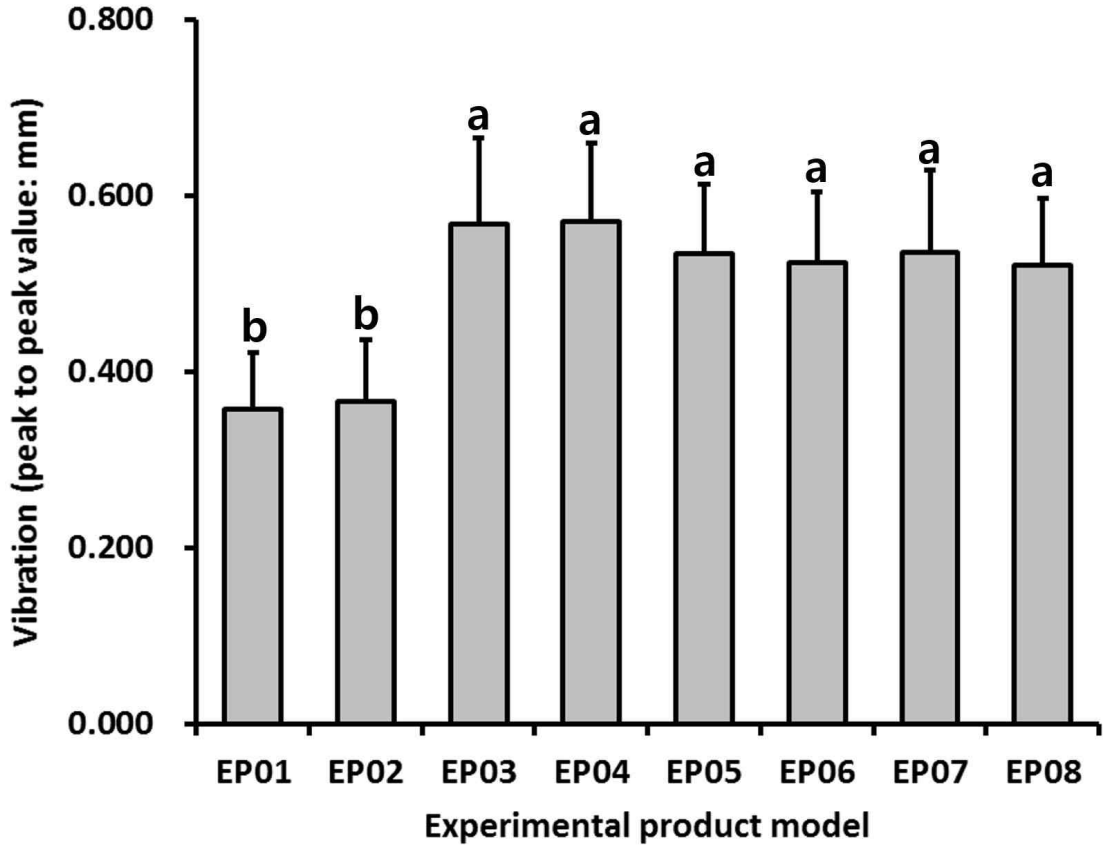
※ 회전체 전면 풍속 : 3.8±0.4 m/sec

※ 회전체로부터 이격거리 20 cm에서 소음(dBA)이 최대값에 도달했을 때의 시간을 측정

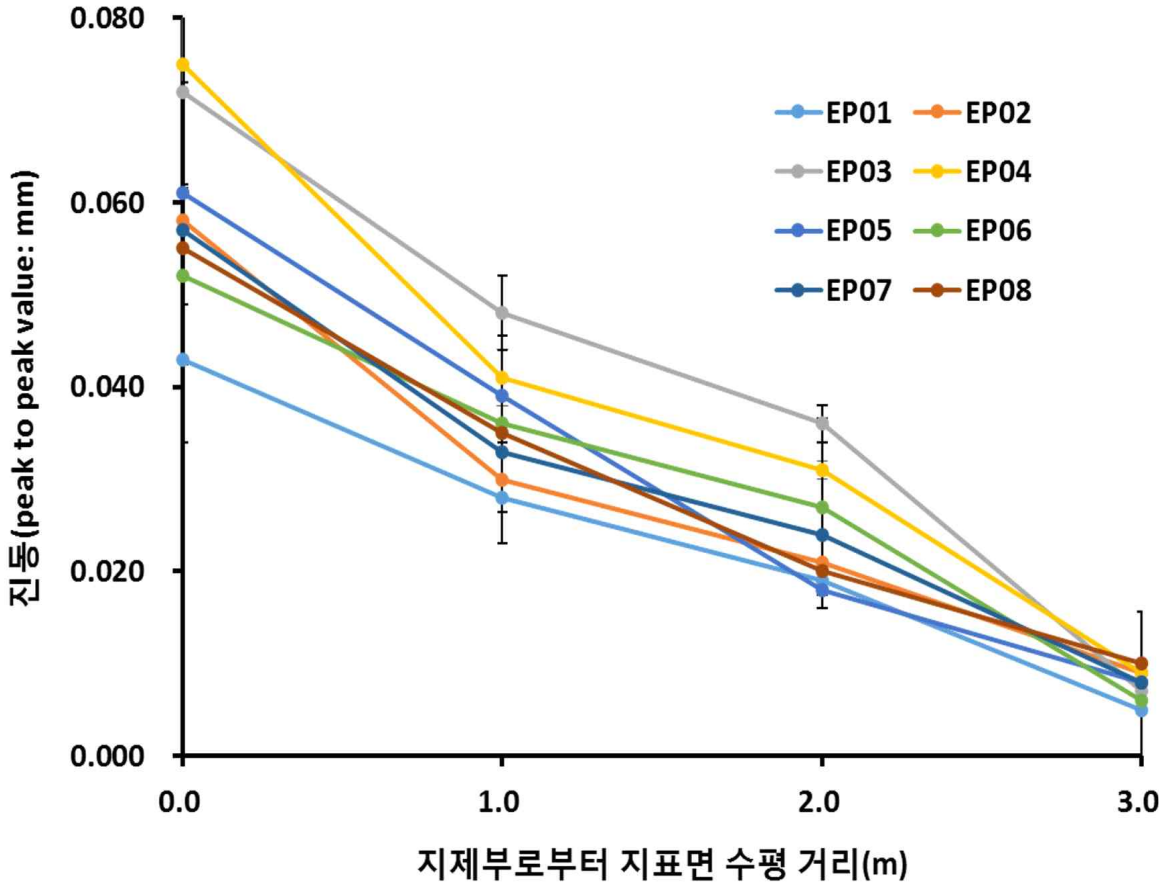
○ 퇴치기 시제품의 회전체별 소음 발생

시제품 모델	최대 음압 레벨(Sound pressure level)	
	A 웨이팅 필터(dBA)	C 웨이팅 필터(dBC)
EP01	88.5 b	89.0 b
EP02	89.6 b	89.8 b
EP03	94.2 a	94.7 a
EP04	93.3 a	94.1 a
EP05	93.8 a	95.3 a
EP06	94.3 a	94.2 a
EP07	93.5 a	95.4 a
EP08	92.7 a	93.4 a

○ 퇴치기 시제품 회전체별 철관 지주로의 전달 진동



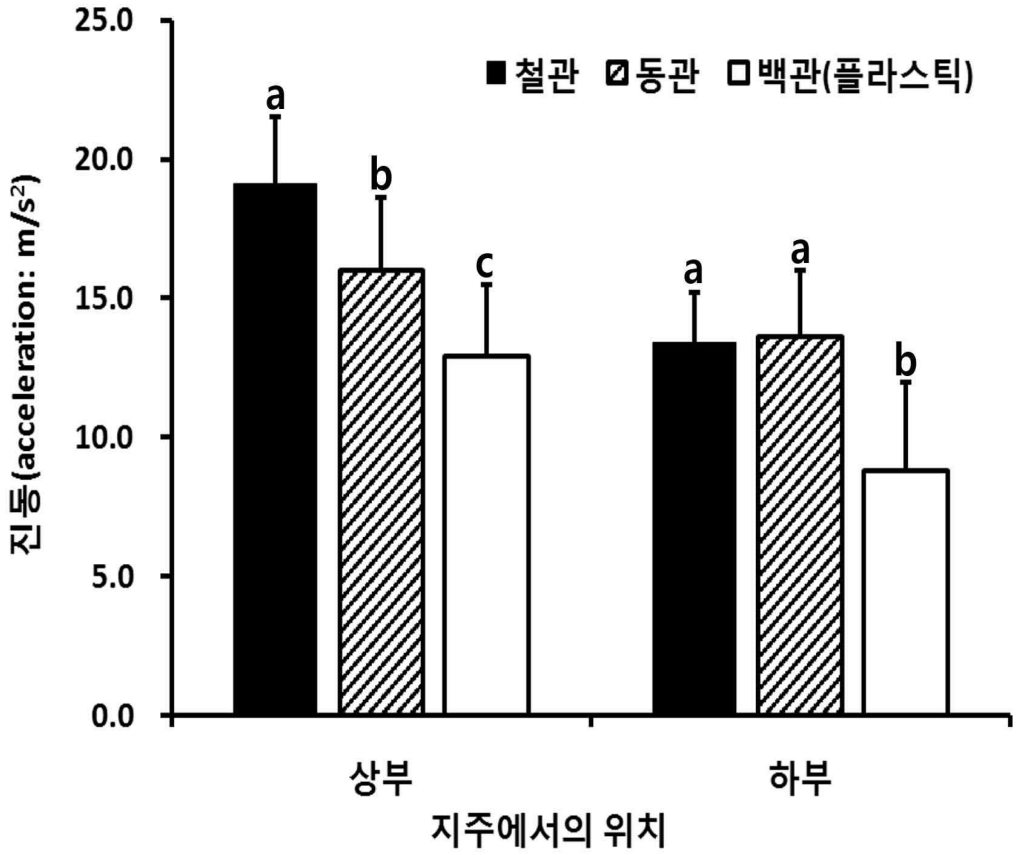
○ 퇴치기 시제품 회전체별 지표면 거리에 따른 진동 변화



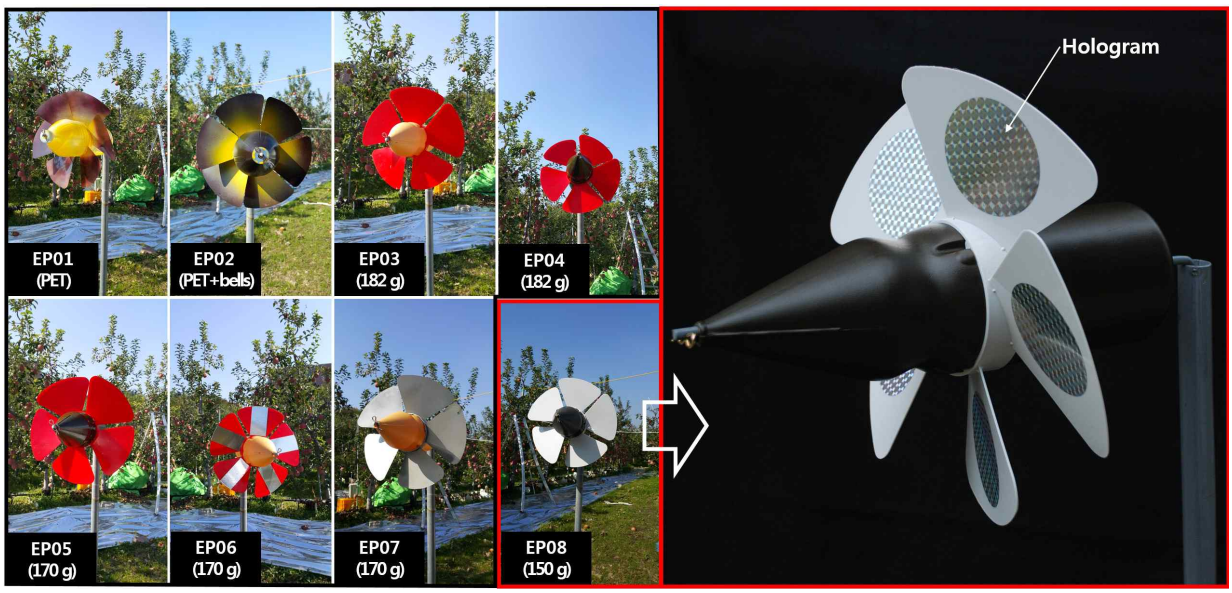
○ 퇴치기 시제품 회전체 'EP08'의 지주 재질별 소음 발생

지주 재질	음압 레벨(Sound pressure level)			
	A 웨이팅 필터(dBA)		C 웨이팅 필터(dBC)	
	Hand-hold 값	최대 값	Hand-hold 값	최대 값
철관	92.0 a	92.7 a	92.9 a	93.4 a
동관	92.5 a	93.2 a	93.8 a	95.7 b
백관 (플라스틱)	91.5 a	96.6 b	91.4 a	93.1 a

○ 퇴치기 시제품 회전체 'EP08'의 지주 재질별 진동 발생



○ 퇴치기 시제품 회전체 'EP08'의 개량(홀로그램 부착)



※ 최종 시제품 회전체 날개부의 홀로그램 : 금 후 부가적으로 조류 퇴치 효과를 획득하기 위함 (지속 개선 예정)

3-6. 연구개발성과

○ 논문 발표

- 박명진, 서동완, 김경아, 조재두, 한증술 (2017) 두더지 피해 사과원의 최근 생물상과 토양환경. 원예과학기술지 35(별호I):216. 2017 한국원예학회 제106차 춘계학술발표회

○ 특허성과

번호	구분	특허명	기관명	특허등록국가	특허등록 및 출원일	등록 및 출원
1	특허	조류 또는 두더지 퇴치기	㈜에코팜	대한민국	2017.03.29	등록
2	디자인	두더지 퇴치기 (방향키)	㈜에코팜	대한민국	2017.09.07	등록
3	디자인	두더지 퇴치기	㈜에코팜	대한민국	2017.04.21	등록
4	상표	NO두조	㈜에코팜	대한민국	2016.07.29	등록
5	특허	두더지 기피용 천연 조성물 및 그 제조 방법	㈜에코팜	대한민국	2016.01.14	출원
6	특허	말벌, 두더지 기피용 천연 조성물 및 그 제조 방법	㈜에코팜	대한민국	2016.07.07	출원
7	실용신안	난반사 표면을 구비하는 조류 또는 두더지 퇴치기	㈜에코팜	대한민국	2017.03.09	출원
8	실용신안	두더지퇴치기(바람)	㈜에코팜	대한민국	2018.01.11	출원
9	의장	두더지퇴치기	㈜에코팜	중국	2018.02.01	등록

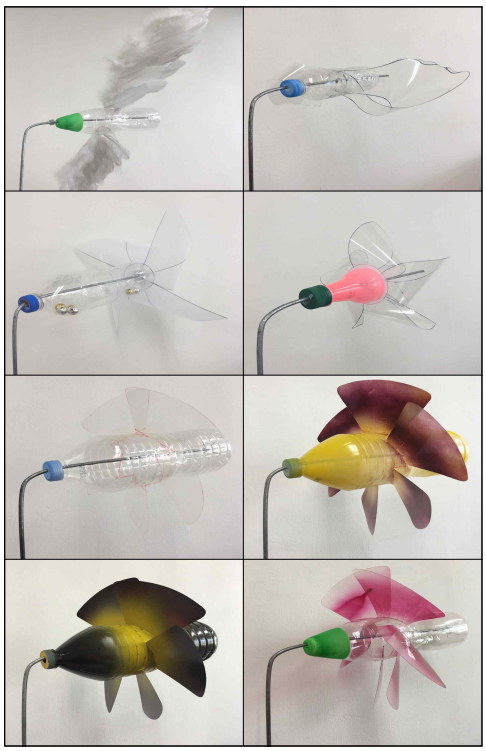
○ 기술요약정보

- 연도 : 2018 현재
- 기술명 : 풍력 구동 고설 진동형 두더지 퇴치기
- 요약내용 : 과원 지주에 설치하여 자연 풍력에 의한 불규칙적 구동으로 진동과 소음을 발생시키는 장치. 불규칙적 진동과 소음으로 인해 작물에 피해를 주는 근권부 서식 두더지를 퇴치할 수 있는 장치.
- 기술완성도 : 실용화 단계
- 특허 등록 번호 : 제10-1723304호

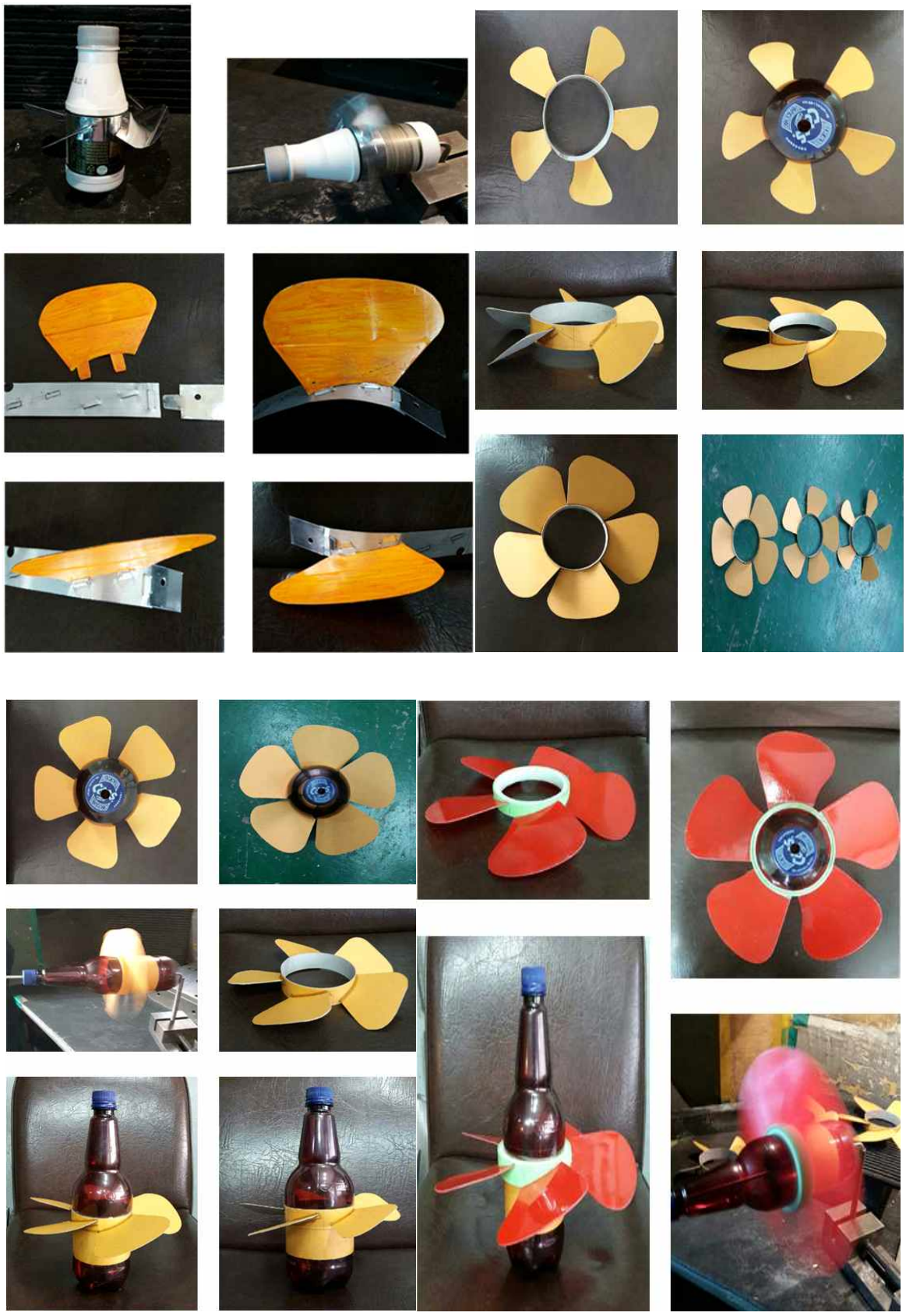
○ 연구결과

- 기술적 성과 : 회전체 개발을 위한 단계적 접근법 활용

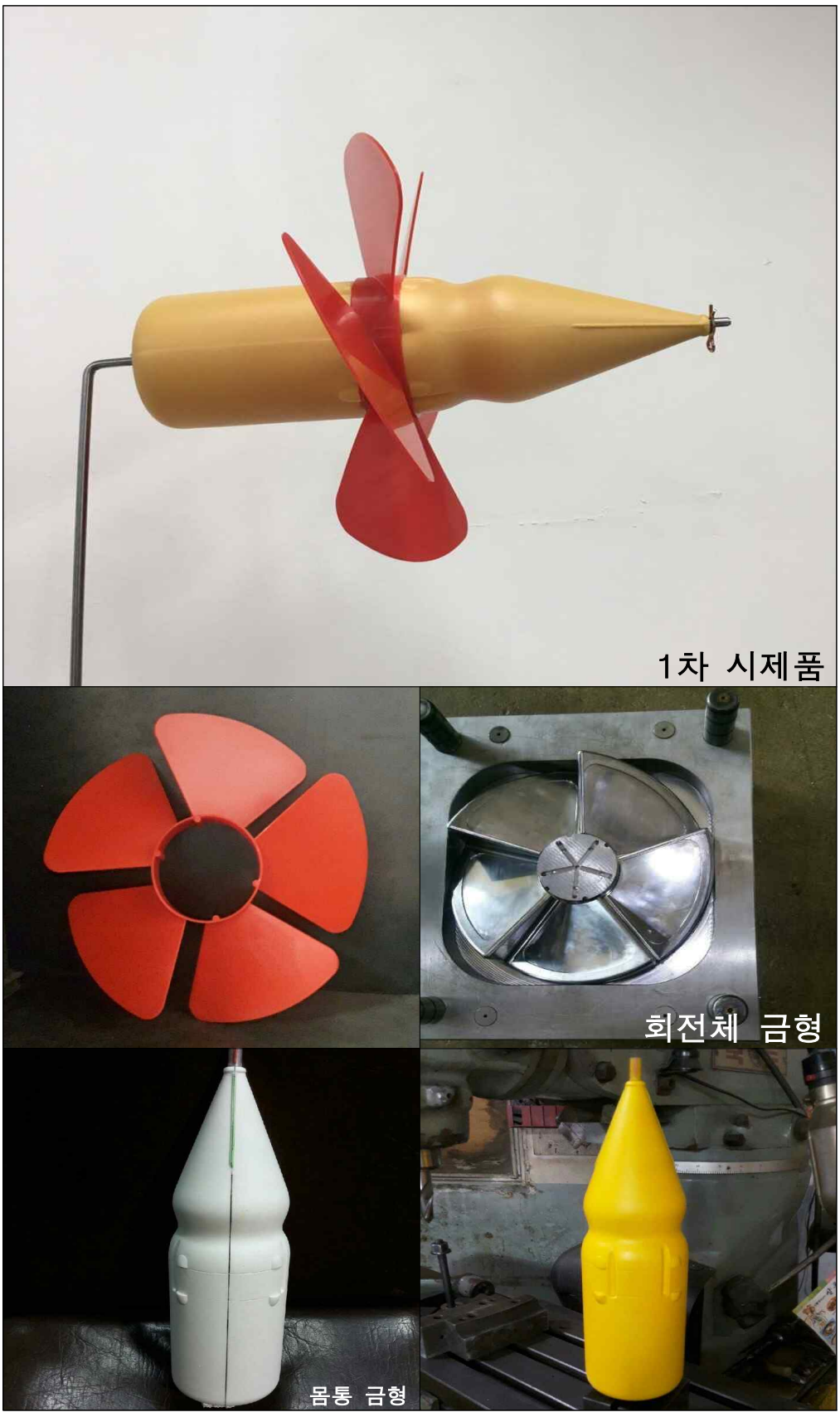
<재활용품을 이용한 회전체 모형 구상 : 24종>



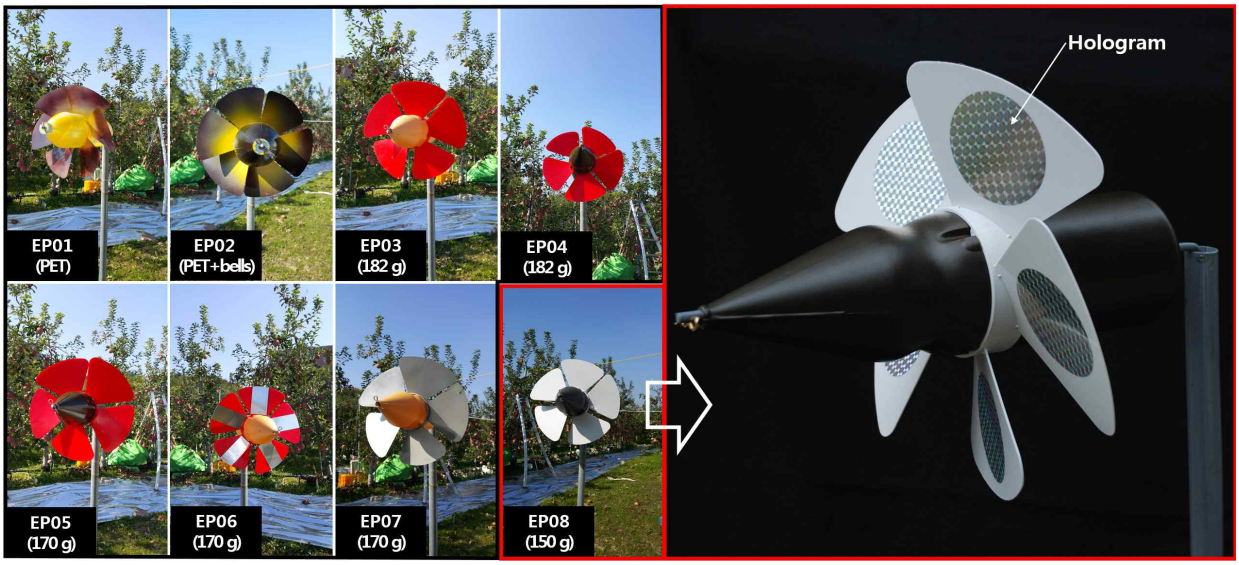
<선발된 구상의 실현을 위한 모형 제작 : 몸통부, 날개부>

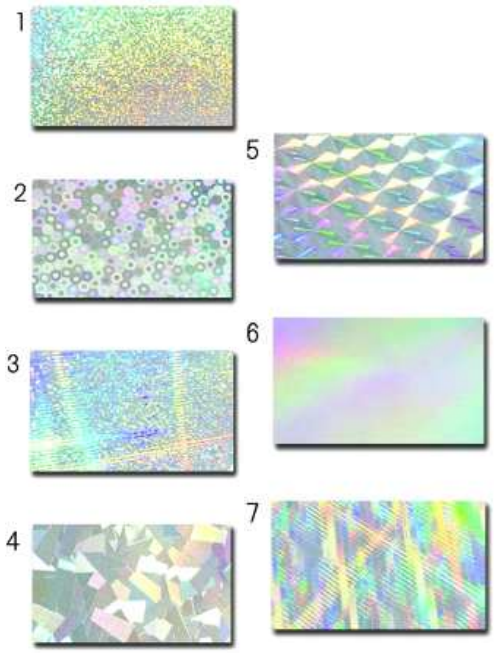


<금형 및 1차 시제품 제작>

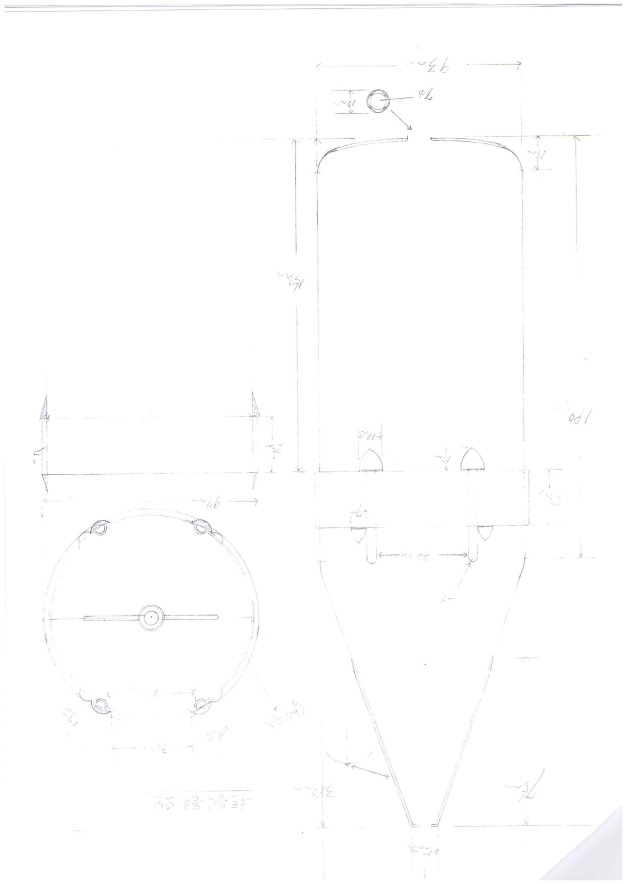


<시제품 성능검증, 홀로그램(유해조류 퇴치 효과 발생) 및 진동링 부착 성능개량 최종 시제품 완성>

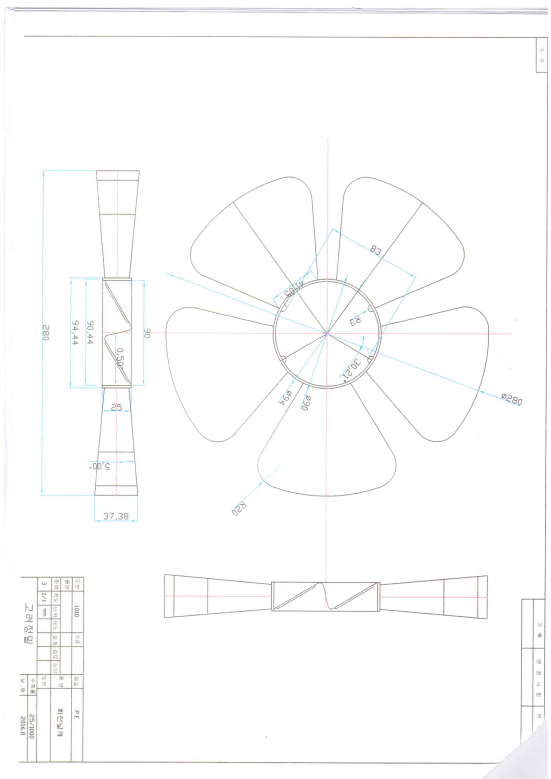




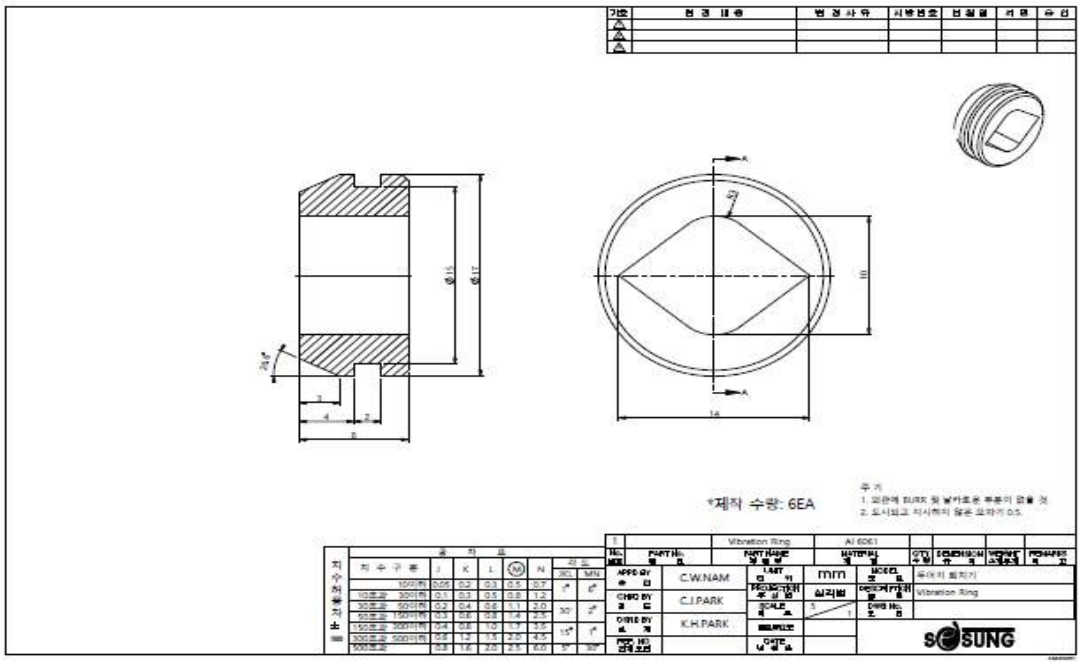
<회전체 몸통부 설계 도면>



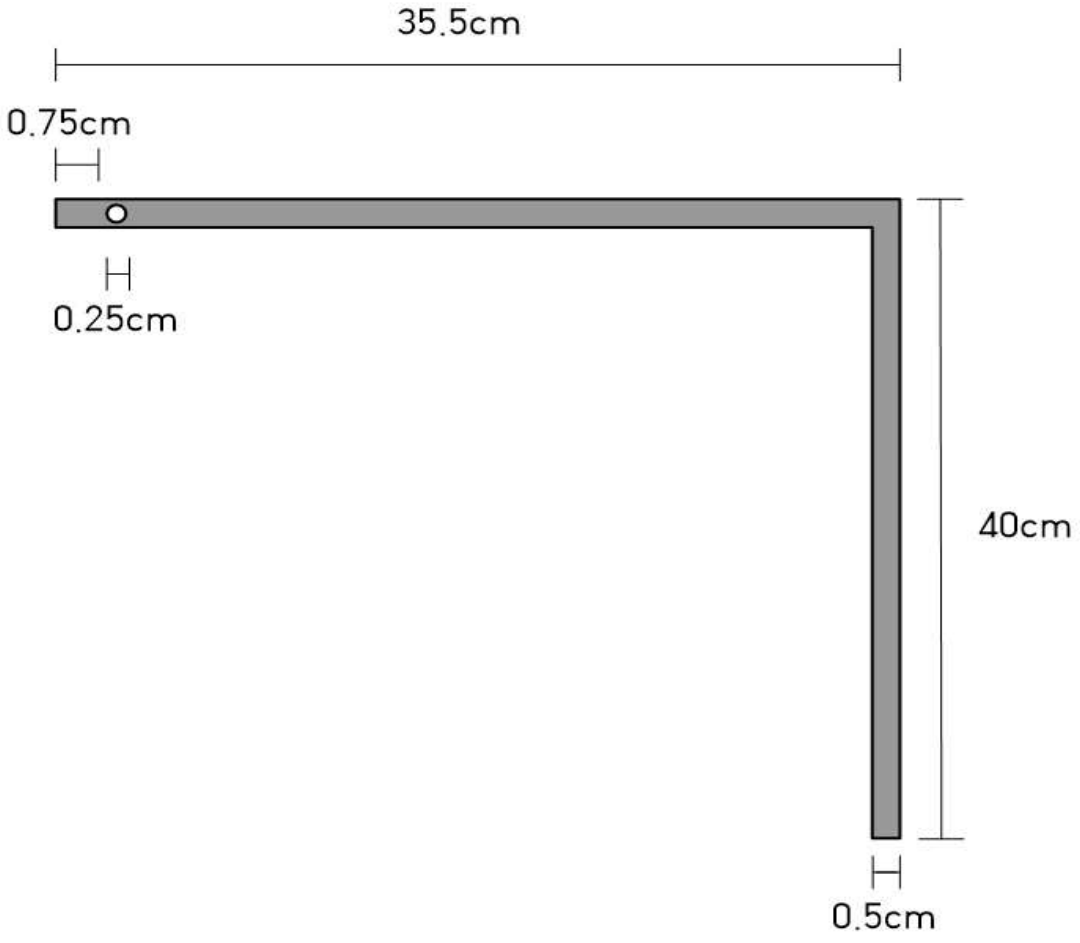
<회전체 날개부 설계 도면>



<진동링 설계 도면>



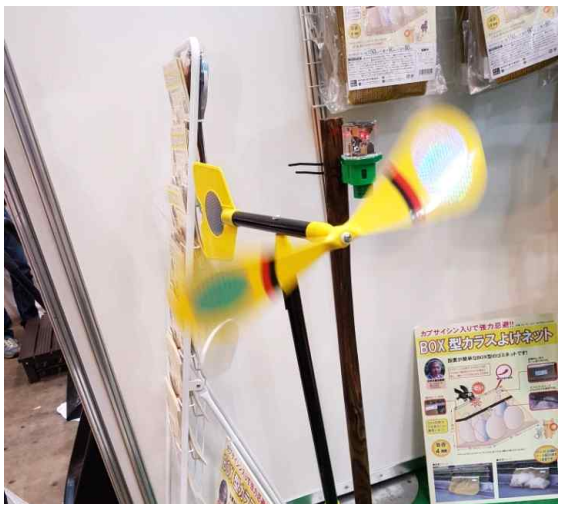
<회전체 축 설계 도면>



<선진국 대비 기술 수준 및 국산화율>

· 본 연구를 통해 개발된 퇴치기와 유사한 원리를 가진 제품이 최근 일본에서 시판(아래 그림 참조)되고 있으나 내구성, 퇴치 성능 및 가격 등에서 **당해 과제 개발 퇴치기가 우위**에 있는 것으로 판단함.

· 따라서 본 퇴치기에 관한 한 선진국 제품을 추월한 것으로 판단하며, **국산화율은 100%**라고 할 수 있음.



<최근 일본에서 개발되어 선보이고 있는 두더지 퇴치기>

<일본제품 수입 후 우리나라 포장에서 시험 전경(당해 과제): 두더지 퇴치 효과가 극히 미미>

○ 사업화 성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발 후 현재까지	**0.66억원**
			향후 3년간 매출	**30억원**
		관련제품	개발 후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발 후 현재까지	**국내 : 2 %** **(국내 사과재배 면적 대비)** **국외 : 0 %**
			향후 3년간 매출	**국내 : 30 %** **국외 : 5 %**
		관련제품	개발 후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		**1위**
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		**1위**

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2년 (완제품 시판 소요 기간, 현재는 시제품 판매 중)		
	소요예산(백만원)		600		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년 후	5년 후
			0.66	30	70
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	2%	30%	70%
		국외	0%	5%	10%
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		**- 기 등록 및 출원된 지식재산권을 활용하여 유해 조류 퇴치 기능이 겸비된 난반사 두더지/유해 조류 퇴치기 개발** **- 시설재배지에 피해가 심각한 두더지와 설치류를 퇴치 할 수 있는 소형 모델 개발**		
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년 후	5년 후
	수입대체(내수)		0	10	50
	수 출		0	5	20

- 중국 수출을 위한 제품 홍보, 수출 및 중국 의장등록, 중국 농업전문 기관과의 협조 체계 구축

<중국 연태 농과원>

<연태 농과원 소장 현지 방문/설명>

<중국 현지 시연회>

YANTAI KOREA BLUEBERRY AGRICULTURE SCIENCE & TECHNOLOGY CO.,LTD

◎ Tel : +86-535-462-5518 ◎ Fax : +86-535-462-5518 ◎ E-mail :sti7456@naver.com
◎ Add. : Xiaozhai-cun,Yulindian-Zhen,Muping-Qu,Yantai-City,Shangdong,China

ORDER SHEET

Offer No. : HL-20170926-01
Date : 26-Sep-2017

Messrs. : Eco Farm Co.,Ltd
Attn. to :

We are pleased to order you the undermentioned goods on the terms and conditions as follows :

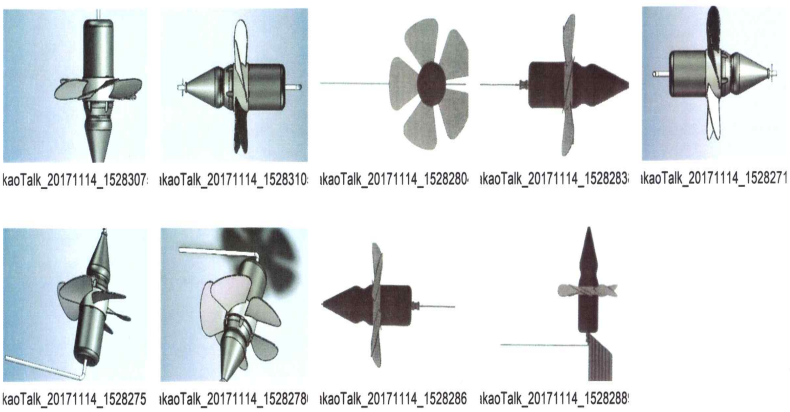
Origin	: Korea	**Shipping Port**	: Busan
Payment term	: By T/T	**Destination**	: Yantai
Price term	: USD11	**Shipment**	: EMS
Validity	: 20OCT,2017	**Packing**	: 2 Box
Delivery date	:		

TOTAL AMOUNT USD 440.00

Item No.	Description	Q'ty (EA)	Unit price (USD)	Amount (USD)	Remarks
E-4	Nodujo	40	11	440	
Grand Total				440.00	

<주문서>

<시제품 중국 수출 주문서>



<중국 의장등록서에 기재한 퇴치기 외형>

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호	D-06

4-1. 목표달성도

성과 목표		사업화지표											연구기반지표							
		지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
													논문							
		특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액 (건)	수출액 (건	고용 창출	투자 유치		SCI	비SCI	학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
최종목표		2	2	-	-	-	2	4	-	2	-	-	-	2	3	60	2	1	16	3
1차년도	목표	1	0	-	-	-	0	1	-	1	-	-	-	0	1	5	1	0	3	0
	실적	5	1	-	-	-	0	3	-	1	-	-	-	0	0	18	0	0	3	0
2차년도	목표	0	1	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	1	1	5	1	1	7	1
	실적	4	5	-	-	-	1	10	1	1	-	-	-	0	1	15	1	1	9	0
소계	**목표**	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	**1**	**2**	**-**	**2**	**-**	**-**	**-**	**1**	**2**	**10**	**2**	**1**	**10**	**1**
	실적	**9**	**6**	**-**	**-**	**-**	**1**	**13**	**1**	**2**	**-**	**-**	**-**	**0[a]**	**1[b]**	**33**	**1[c]**	**1**	**12**	**0[d]**

[a,b] 두더지 생태와 과원 생물상 관련 2018년 관련 학회 학술발표회에서 발표 및 논문 제출 예정

[c] 학부생 졸업(1명: 박병수), 대학원생 자퇴/휴학(2명: 강석환, 박명진) 및 재학 중(1명: 정부 초청 외국인 학생)

[d] 풍기 인삼연구소와 성주 참외과채류연구소에서 연구과제 응모 전 사전 예비연구 중. 시설 재배지 활용 가능 퇴치기로 확대적용에 관한 자체 연구 진행. 유해 조류 퇴치기능을 겸비한 '난반사 두더지/조류 퇴치기 개발' 자체 연구 진행.

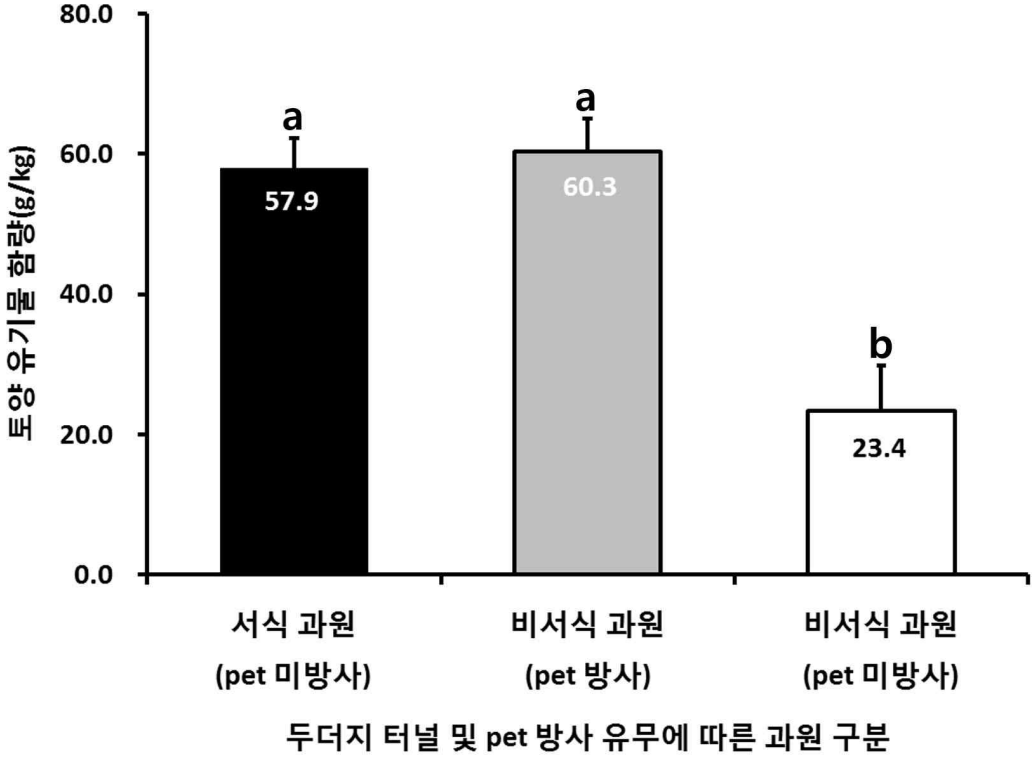
4-2. 관련분야 기여도

○ 두더지 서식지에 관한 학술적 내용

- 지하부 서식 포유류인 두더지의 생태에 관한 보고는 극히 드문 실정에서 대상 먹이가 되는 토양 소동물(지렁이 등)의 밀도와 두더지 서식밀도가 깊은 상관관계가 있음을 밝힘.
- 토양 소동물의 밀도는 토양 유기물 함량과 상관관계가 높음을 구명함.

- 밭토양 유기물 시용은 농업적 측면에서 지력을 높이며, 생태적 측면에서 친환경적이라 할 수 있지만 지나친 유기물 시용은 먹이연쇄에 따라 토양 소동물의 밀도를 높이고 연이어 두더지 서식밀도를 높일 수 있다는 결과를 도출함.

- 과원에서 멀칭용으로 활용하는 플라스틱 필름을 고정하기 위해 콘크리트 벽돌을 빈번하게 사용하는데, 이는 두더지 서식 과원의 경우 벽돌 하부에 두더지가 은신할 수 있는 적절한 온도와 습도 환경을 조성함으로써 주 은신처로 활용될 수 있으므로 멀칭 제거 시에 벽돌을 함께 제거해야 함.



※ 두더지 퇴치를 위해 개, 고양이 등의 반려동물을 방사할 수도 있지만 수의학적 측면에서 바람직하지 않는 것으로 판단(충북대 수의학과 교수의 협의 내용)

○ 국내외 두더지 퇴치기 개발현황 대비 당해 과제의 우월성

- 국내외에 두더지 퇴치를 위한 초음파 퇴치기가 개발되어 판매되고 있으나 전원공급, 장기 사용 시 두더지의 초음파 적응, 높은 가격 등과 더불어 현장에서 두더지 퇴치 효과에 대한 의문 제기 등의 문제점이 있음.

- 최근 일본에서 개발된 풍력 구동형 퇴치기는 본 연구과제에서 개발된 퇴치기와 원리 측면에서 유사성이 있지만 소형으로 과원 적용 곤란, 내구성 취약, 높은 가격 등의 문제점이 있음.

- 반면, **당해 과제에서 개발된 퇴치기**는 자연 바람을 활용하여 불규칙적인 소음과 진동을 발생시킴으로써 두더지의 적응성을 회피하며, 전원 공급이 불필요하고 가격이 저렴하며 내구성 또한 높아 **가장 진보된 형태**로 판단됨.

- 당해 과제를 통해 개발된 퇴치기 시제품을 현재 농가에 공급하여 그 반응을 탐문한 결과 농민의 선호도가 높은 것으로 판단되며 지속적으로 주문이 되고 있음.

<대구 사과연구소의 당해 두더지 퇴치기 설치 전경>

<일반 농가 사과원에 설치된 당해 두더지 퇴치기 설치 전경>

5. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07

○ 본 연구를 통해 개발된 두더지 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 정착

- 2018년도 경상북도 도 보조사업으로 선정되어 농가의 당해 퇴치기 초기 설치비용 부담 경감
- 두더지 피해가 발생하는 농가를 대상으로 우선적으로 보급

친환경 두더지포획기 지원

➢ 이 사업시행 지침에 대한 해석기관은 경상북도 친환경농업과이며, 동 지침에 적시하지 못한 사항은「농식품사업시행지침서」준용

담당기관	담당과	담당자	전화번호
경상북도	친환경농업과	과 장 나영강 담 당 백승모 주무관 임경태	054-880-3360 054-880-3371 054-880-3366

Ⅰ. 사업개요

1. 목 적

○ 친환경농산물 재배에 따른 토양유기물의 증가로 토양생물의 서식밀도가 높아짐에 따라 지렁이, 곤충(굼벵이, 땅강아지)의 증가와 농약 및 화학비료 사용감소로 먹이가 풍부해짐에 따라 두더지 개체수 증가

○ 두더지의 왕성한 먹이활동으로 과원 및 시설하우스 등 뿌리 부분 공간(터널)발생으로 인한 공기유입으로 동해 및 고사목 발생

＊사과(유목)와 수입품종인 블루베리, 아로니아 등 신과종에 고사목 피해사례 발생

2. 근거법령

○ 농업·농촌 및 식품산업 기본법 제8조(농업의 구조개선과 지속가능한 발전)

○ 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률 제16조(친환경농수산물 등의 생산 · 유통 · 수출 지원)

○ 경상북도 농수산업 지원에 관한 기본 조례 제8조(농수산업의 경쟁력 제고)

3. 추진방향

○ 일반 관행농업보다는 친환경 재배지역에 피해가 심각함에 따라 토양오염을 유발시킬 수 있는 약품 배제

＊두더지 방제를 위하여 일부에서는 고독성 농약 등의 투입증가로 토양오염 우려

○ 친환경 집단재배지역에 우선 지원하여 농업환경보전 및 친환경농업 정착 도모

4. 연도별 지원계획

(단위 : 백만원)

재원별	총사업비	기투자	2017년 투자	2018년 계획		2019년
				예산액	%	
계	587	0	500	87	100	100
도 비	88		75	13	15	15
시군비	206		175	31	35	35
자부담	293		250	43	50	50

Ⅱ. 사업계획

1. 2018년 사업계획

○ 사업기간 : 2018. 1 ~ 12

○ 사 업 량 : 1,740대

○ 사 업 비 : 87백만원

○ 사업단가 : 50,000원 이내/개

○ 지원조건 : 도비 15%, 시군비 35%, 자부담 50%

○ 지원대상

- 친환경 농산물 재배농가
- 과수 재배농가 및 일반 농업인 등
- 시설하우스재배농가(참외, 오이, 딸기 등)

2. 사업시행 요령

○ 사업주관 : 시장·군수

○ 제품선정

- 농업인들이 설치하기 쉽고 취급상 안전성이 있는 제품
- 성능이 우수하고 포획률이 높은 기종을 우선 선정
- 제품 선정시 시험검정기관의 시험을 받은 제품 또는 한국농기계공업협동조합 발행 당해 연도 농업기계목록집 책자에 수록된 기종 등

○ 설치기준 : 30평～50평당/ 1대(최소 10a 이상 공급)

○ 본 연구를 통해 개발된 두더지 퇴치기를 개량하여 타 밭작물 재배지로 확대 적용

- 피해가 심한 시설 채소재배지에 적용 가능한 type으로 우선 개량
- 피해가 알려진 인삼 육묘장에서 활용 가능한 type으로 추가 개량

<체리 시설재배 적용>

<다래 재배지 적용>

<산채 재배지 적용>

<살구 과원 적용>

<땅콩 재배지 적용>

<벼 재배지 적용>

<참외 시설재배지 적용>

<포도 비가림 재배지 적용>

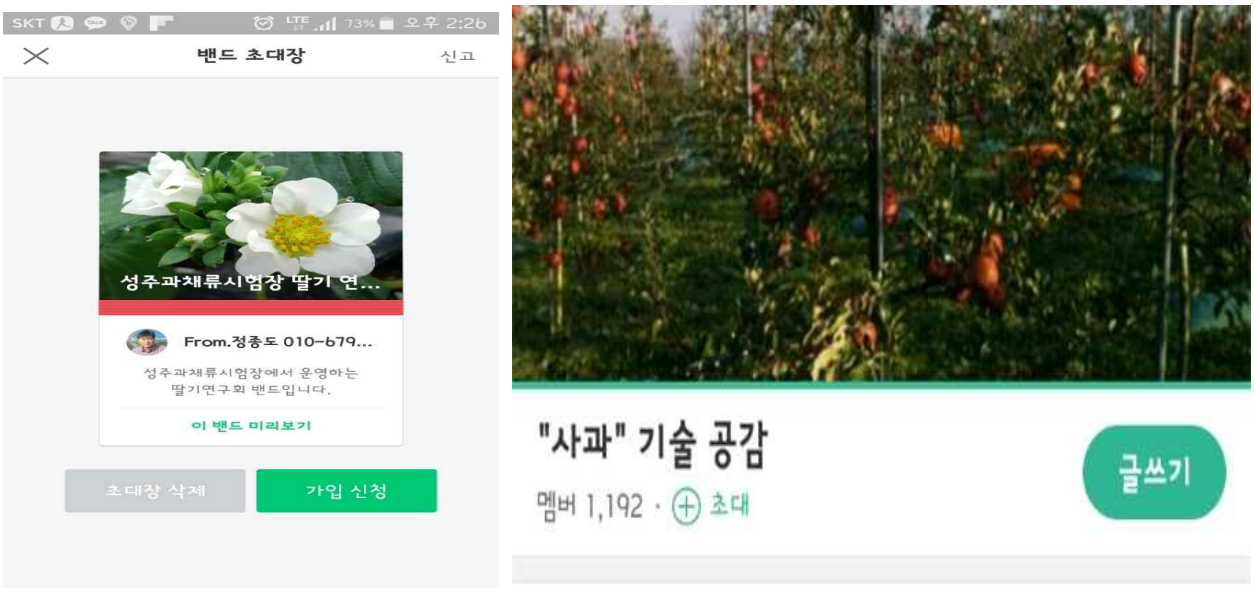
<선인장 시설재배지 적용>

<인삼 재배포 적용>

○ 개발 두더지 퇴치기의 홍보를 통한 농가 소득 증진과 기업매출 확대에 기여

<국가 및 지자체 주관 창업콘테스트 등 참가>

<대농민 워크숍, 심포지엄 등 개최 / 퇴치기 개량을 위한 실수요자 정보 수집>



<SNS를 통한 개발 두더지 퇴치기의 대농민 지원>

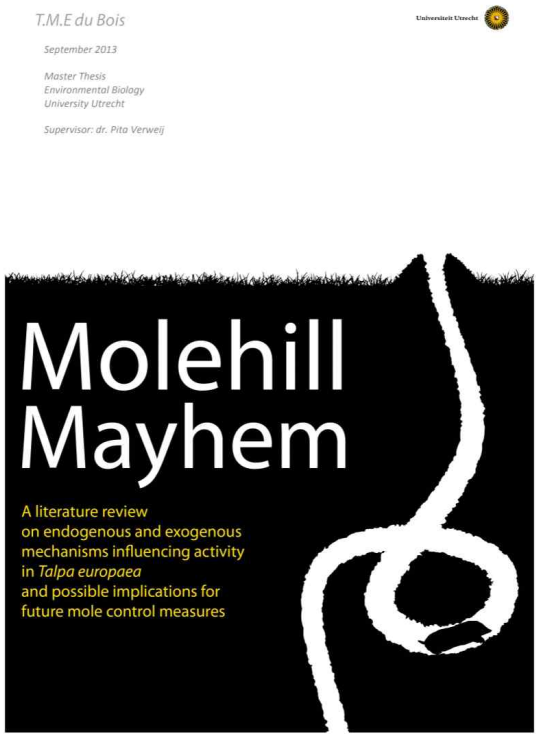
<각종 전시회 출품>

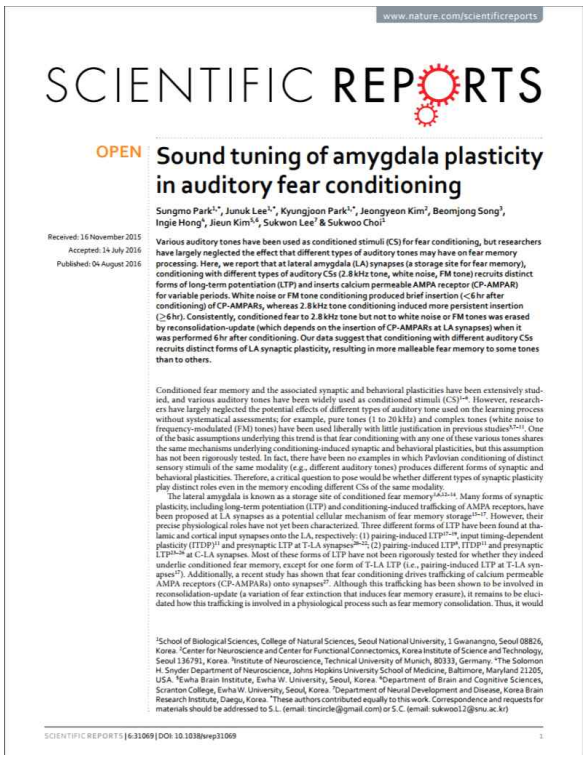
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08

○ 학술 논문

- T.M.E du Bois (2013) Molehill Mayhem: A literature review on endogenous and exogenous mechanisms influencing activity in *Talpa europaea* and possible implications for future mole control measures. Master Thesis, Environmental Biology Univesity Utrecht
- S. Park, J. Lee, K. Park, J. Kim, B. Song, I. Hong, J. Kim, S. Lee, S. Choi (2016) Sound tuning of amygdala plasticity in auditory fear conditioning. Scientific Reports 6:31069





○ 특허

- US Patent 5205066 A (특허 유지 비용 미납으로 2001년 7월 3일 특허 소멸)

7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09

○ 보안등급분류 : 일반과제
○ 결정사유 : “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정” 제24조의 4에 해당하지 않음.

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

코드번호	D-10

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11

○ 「연구실 안전 환경 조성에 관한 법률」 및 「산업안전보건법」 등 관련 법령에 따름.
- 해당 연구실 안전점검 및 청소 : 주 1회 점검
- 관련근거 「연구실 안전 환경 조성에 관한 법률」 제6조의 2 및 시행령 제5조
  - 「연구실 안전 환경 조성에 관한 법률」 제6조 및 시행규칙 제2조
  - 「연구실 안전 환경 조성에 관한 법률」 제8조 및 시행령 제7조
- 정밀안전진단 실시 : 6개월에 한 번씩 학교 관계자에게서 년 2회 점검
- 참여연구원의 교육훈련 : 매달 한 번씩 교육 훈련을 하여 성과 지표로 반영
- 건강검진 실시 : 년 1회 의료보험공단에서 실시하는 건강 검진으로 대체
- 보험 가입 : 운전자 보험으로 대체

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

코드번호	D-12

번호	구분 (특허)	특허명	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인용횟수 등)
1	특허	조류 또는 두더지 퇴치기	㈜에코팜	주	대한민국	-	2017.03.29	-	-
2	디자인	두더지 퇴치기 (방향키)	㈜에코팜	주	대한민국	-	2017.09.07	-	-
3	디자인	두더지 퇴치기	㈜에코팜	주	대한민국	-	2017.04.21	-	-
4	상표	NO두조	㈜에코팜	주	대한민국	-	2016.07.29	-	-
5	논문발표	두더지 피해 사과원의 최근 생물상과 토양환경	경북 대학교	주	원예과학 기술지	-	2017.05.25	-	-

11. 기타사항

코드번호	D-13

12. 참고문헌

코드번호	D-14

○ T.M.E du Bois (2013) Molehill Mayhem: A literature review on endogenous and exogenous mechanisms influencing activity in *Talpa europaea* and possible implications for future mole control measures. Master Thesis, Environmental Biology Univesity Utrecht

○ S. Park, J. Lee, K. Park, J. Kim, B. Song, I. Hong, J. Kim, S. Lee, S. Choi (2016) Sound tuning of amygdala plasticity in auditory fear conditioning. Scientific Reports 6:31069

○ 박명진, 서동완, 김경아, 조재두, 한증술 (2017) 두더지 피해 사과원의 최근 생물상과 토양환경. 원예과학기술지 35(별호I) 216

○ Rural Development Service Technical Advice Note 03 – Moles (2005) Wildlife Administration Unit, Defra, Burghill Road, Westbury-on-Trym, Bristol, BS10 6NJ

○ Torfaen County Borough Council (2016) Moles-Pest Control Advice.

○ 한상훈 (2018) 두더지. 국립생물자원관-동물정보

○ Website

- https://www.pest-control-products.net/938/moles/mole-control-tips
- https://bpca.org.uk/a-z-of-pest-advice/mole-control-how-to-get-rid-of-moles-bpca-a-z-of-pests-/189000
- http://pestandcrittercontrol.com/mole-and-vole-removal
- https://www.hometips.com/repair-fix/pest-control-mice-moles.html
- https://www.rentokil.gp/en/pest-guides/mice-rats-rodents/moles/index.html
- https://www.canada.ca/en/health-canada/services/pest-control-tips/moles-voles.html
- http://www.pestprofessionals.co.uk/pest-control-central-london/mole-catcher-central-london/

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

<table>
<tr><td rowspan="2">과 제 명</td><td colspan="5">(국문) 두더지 생태 파악을 통한 과수 피해방지용 고설진동형 퇴치기 개발</td></tr>
<tr><td colspan="5">(영문) Development of vibrator with elevated fan to eradicate moles in orchard based on ecological investigation</td></tr>
<tr><td>주관연구기관</td><td colspan="2">주식회사 에코팜</td><td rowspan="2">주 관 연 구
책 임 자</td><td colspan="2">(소속) 주식회사 에코팜</td></tr>
<tr><td>협 동 기 관</td><td colspan="2">경북대학교 산학협력단</td><td colspan="2">(성명) 조 재 두</td></tr>
<tr><td rowspan="4">총연구개발비

(267,000천원)</td><td>계</td><td>267,000,000원</td><td>총 연 구 기 간</td><td colspan="2">2015.12 18.~2017.12.17.(2년)</td></tr>
<tr><td>정부출연
연구개발비</td><td>200,000,000원</td><td rowspan="3">총 참 여
연 구 원 수</td><td>총 인 원</td><td>10명</td></tr>
<tr><td>기업부담금</td><td>67,000,000원</td><td>내부인원</td><td>10명</td></tr>
<tr><td>연구기관부담금</td><td>-</td><td>외부인원</td><td>-</td></tr>
</table>

○ 연구개발 목표 및 성과

- 고효율 진동형 두더지 퇴치기 시제품 개발과 제품화
- 과원 두더지 피해 해석과 생태정보 축적
- 경북 사과 주산지에서의 두더지 서식 밀도와 동식물상 정보를 학술발표
- 두더지 퇴치에 효과적인 퇴치기 시제품의 구조
  · 회전체 무게 : 150g 플라스틱(몸통 70g, 날개 80g)
  · 회전체 색깔 및 소재 : 짙은 갈색(몸통), 홀로그램 부착 유백색(날개), 철관
- 퇴치기 시제품의 현장 적응성 검증 : 지속 수행, 시제품 우선 보급 중
- 개발 퇴치기의 지식재산권(등록) 획득
  · 국내 : 특허 1건, 디자인 2건, 상표 1건
  · 국외 : 중국 의장 1건

○ 연구내용 및 결과

- 경북 사과 주산지에서 두더지 서식 밀도 조사 : 두더지 서식 밀도는 토양 유기물 함량 및 토양 소동물 군집 크기와 높은 상관관계
- 두더지의 생태 정보와 기피 요인 탐색 : 생태정보를 기반으로 한 퇴치기 성능개량 정보 획득
- 부가적으로 유해 조류 퇴치의 효과 탐색
- 퇴치기 시제품의 현장 적응성 검증
- 개발 퇴치기 시제품의 특허출원과 상품화
- 대농민 컨설팅과 세미나 개최로 개발된 퇴치기의 실용화 도모

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 퇴치기 시제품의 지속 개량을 통한 성능 향상
- 개발 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용함으로써 두더지 피해 최소화
- 과원용 두더지 퇴치기를 개량하여 시설재배 포장용 또는 과원 유해 조류퇴치기로 확대 적용
- 두더지 생태와 서식환경에 관한 정보를 대외에 제공
- 두더지 퇴치기의 산업재산권 확보와 사업화로 참여 기업의 수익성 개선
- 참여 기업의 두더지 퇴치기 사업 확대로 일자리 창출
- 농가 소득 증대에 기여

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

				코드번호	D-15
		과제번호			1150552
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사 업 명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제				총괄책임자	
과 제 명	두더지 생태 파악을 통한 과수 피해방지용 고설 진동형 퇴치기 개발			과제유형	개발
연구기관	주식회사 에코팜			연구책임자	조재두
연구기간 연 구 비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2015.12.18. ~2016.12.17	100,000	33,500	133,500
	2차년도	2016.12.18. ~2017.12.17	100,000	33,500	133,500
	계	2015.12.18. ~2017.12.17	200,000	67,000	267,000
참여기업	협동기관 : 경북대학교 산학협력단				
상 대 국		상대국연구기관			

2. 평가일 : 2018. 1. 31.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
주식회사 에코팜	대표이사	조 재 두

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	

- 51 -

Ⅰ. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

국내에서는 효과가 미미한 미국의 특허 제품(일정 진동음)과 두더지 방제를 위한 약제가 두더지 퇴치의 차선적 방안으로 지금까지 활용되어 왔으나 본 연구를 통해 개발된 “고설 진동형 퇴치기(NO두조)”는 지지부진한 국내외 두더지 퇴치의 효과적 방안으로 제시될 수 있으며 조기 상업화를 가속화시킬 수 있는 기술적 토대가 됨.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

□ 농가 소득 증대에 기여 - 매년 손실이 당연시 되고 있는 두더지 피해액을 농민 수익으로 전환 - 예) 두더지 퇴치율 50% : 약 326억/년 수익(추가 생산액-설치 비용) - 부가적으로 유해조류 피해액을 농민 수익으로 전환 - 예) 유해조류 퇴치율 50% : 약 428억/년 수익(추가 생산액-설치 비용 기 부담) □ 참여 기업의 수익성 개선 - 국가적 중소기업 육성 정책에 부합 □ 참여 기업의 사업 성공은 고용증대로 파급 - 국가적 일자리 창출 정책에 부합

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

□ 개발된 두더지 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용 및 향후 정착 - 두더지 피해가 발생하는 농가를 대상으로 우선적으로 보급 - 국가/ 지자체 영농보조사업과 연계하여 퇴치기 설치의 농가 초기 부담 경감 □ 개발된 두더지 퇴치기를 개량하여 다른 원예/특용작물에 확대 적용 - 피해가 심한 시설 채소재배지에 적용 가능한 type으로 우선 개량 - 피해가 알려진 인삼 육묘장에서 활용 가능한 type으로 추가 개량 □ 두더지의 생태정보와 기피요소에 관한 정보를 대외에 제공 - 주파수 혼합 음파 등의 효과 정보 : 상기 원예/특용작물용 퇴치기 개발에 참고 - 서식지 환경 정보 : 농민 컨설팅 등을 통해 전파하여 서식지 환경 회피에 활용 - 학술적 내용의 발표 : 국가 R&D 사업의 결과 홍보로 위상 제고

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

주관기관인 주식회사 에코팜과 협동기관인 경북대학교산학협력단은 상호 주어진 연구내용을 성실히 수행하였을 뿐아니라 개발 퇴치기의 현지적응 테스트 등에 있어 긴밀하게 의사소통하고 협조함으로써 소기의 목표를 달성하였으므로 연구개발 수행노력의 성실도가 아주 우수하다고 판단함.

5. 공개발표 된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

- 산업재산권 : 특허등록 1건, 디자인 등록 2건, 상표 등록 1건 / 특허출원 2건, 실용신안 출원 2건, 의장 출원(중국) 1건 - 논문 발표 : 1건 - 창업콘테스터 참가 : 1건 - 기타 : 다수

Ⅱ. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
경북 사과 주산지에서 두더지 서식 밀도 조사	15	100	충분한 표본 지역을 조사
두더지의 생태 정보와 기피 요인 탐색	15	100	서식지 밀도가 토양 유기물함량 및 토양 소동물 밀도와 밀접한 관계가 있음을 구명
두더지 퇴치 효율	20	100	목표로 한 두더지 퇴치효율 50%이상을 넘어 약 82%에 가까운 퇴치 효율을 달성
기피 요인 정보를 기반으로 한 prototype 퇴치기 성능개량 및 시제품 개발	15	100	다수의 prototype을 대상으로 현장 검증을 수행하여 최종 시제품을 개발
퇴치기 시제품의 현장 적응성 검증	15	100	현장 적응성 검증을 통해 두더지 퇴치효율을 확인하고 농가의 긍정적 반응을 획득
완성 퇴치기의 특허출원 및 등록과 상품화	20	100	특허등록 1건, 디자인등록 2건,상표등록 1건 / 특허출원 2건, 실용신안출원 2건 및 의장출원(중국) 1건 달성
합계	100	100	

Ⅲ. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구를 통해 개발된 “고설 진동형 퇴치기”는 지지부진한 국내외 두더지 퇴치기 상업화를 가속화시킬 수 있는 초석이 됨.

2. 평가 시 고려할 사항 또는 요구사항

□ 무풍지대에서 당해 퇴치기의 활용성에 의문을 품을 수 있으나 불규칙적 바람이 오히려 두더지 퇴치에 효과적인 것으로 판단되고, 태양광 등의 천연 에너지 활용은 개발 퇴치기의 단가를 상승시키는 요인이 되므로 이를 평가 시 고려할 필요가 있음.

□ 전력공급을 통한 모터 구동, 내열 기능 및 방수기능 부가 등의 방법을 퇴치기에 적용할 수 있지만 이 또한 판매단가를 상승시켜 농가에 부담을 줄 수 있고 퇴치 효율에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료됨.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

□ 개발된 두더지 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용 및 향후 정착
- 두더지 피해가 발생하는 농가를 대상으로 우선적으로 보급
- 국가/ 지자체 영농보조사업과 연계하여 퇴치기 설치의 농가 초기 부담 경감

□ 두더지의 생태정보와 기피요소에 관한 정보를 대외에 제공
- 주파수 혼합 음파 등의 효과 정보 : 상기 원예/특용작물용 퇴치기 개발에 참고
- 서식지 환경 정보 : 농민 컨설팅 등을 통해 전파하여 서식지 환경 회피에 활용

Ⅳ. 보안성 검토

1. 연구책임자의 의견

2. 연구기관 자체의 검토결과

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	■자유응모과제 □지정공모과제	분 야	첨단생산기술개발사업
연 구 과 제 명	두더지 생태 파악을 통한 과수 피해방지용 고설진동형 퇴치기 개발		
주관연구기관	주식회사 에코팜	주관연구책임자	조 재 두
연 구 개 발 비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	200,000,000원	67,000,000원		267,000,000원
연구개발기간	2015.12.18. ~ 2017. 12. 17 (2년)			
주요활용유형	■산업체이전 ■교육 및 지도 ■정책자료 ■기타(영농활용) □미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 고효율 진동형 두더지 퇴치기 시제품 개발과 제품화	시제품을 개발하여 특허등록 하였으며 현재 농가에 시제품을 보급 중임.
② 과원 두더지 피해 해석과 생태정보 축적	두더지 피해 과수의 광합성능 저하, 두더지 서식 과원의 동식물상, 토양 소동물상, 토양 유기물 함량, 구조물(벽돌) 제거 필요성 등을 확인 함.

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식재산권			기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과5				교육지도	인력양성	정책활용·홍보		기타(타연구활용 등)
												논문								
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		SCI	비SCI	논문평균IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
단위	건	건	-	-	-	건	건	건	명	-	-	-	건	-	건	건	명	건	건	건
가중치	10	15	-	-	-	10	15	5	5	-	-	-	5	-	5	5	5	5	13	2
최종목표	1	1	-	-	-	1	2	-	2	-	-	-	1	-	2	10	2	1	10	1
연구기간 내 달성실적	9	6	-	-	-	1	13	1	2	-	-	-	0	-	1	33	1	1	12	0
달성율 (%)	900	600	-	-	-	100	650	목표외 달성	100	-	-	-	0[a]	-	50[b]	330	50[c]	100	120	0[d]

[a,b] 두더지 생태와 과원 생물상 관련 2018년 관련 학회 학술발표회에서 발표 및 논문 제출 예정

[c] 학부생 졸업(1명: 박병수), 대학원생 자퇴/휴학(2명: 강석환, 박명진) 및 재학 중(1명: 정부초청 외국인 학생)

[d] 풍기 인삼연구소와 성주 참외과채류연구소에서 연구과제 응모 전 사전 예비연구 중. 시설재배지 활용 가능 퇴치기로 확대적용에 관한 자체 연구 진행. 유해 조류 퇴치기능을 겸비한 '난반사 두더지/조류 퇴치기 개발' 자체 연구 진행.

4. 핵심기술

구분	핵 심 기 술 명
①	조류 또는 두더지 퇴치기
②	난반사 표면을 구비하는 조류 또는 두더지 퇴치기
③	두더지 퇴치기(디자인)
④	두더지 서식 환경 등 생태 정보

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		√				√ (등록)	√	√		
②의 기술	√	√				√			√	
③의 기술		√				√				
④의 기술		√						√		영농활용 예정

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	개발 퇴치기의 보급으로 효과적으로 두더지를 퇴치함으로써 농가 소득 증대에 기여
②의 기술	난반사 표면을 부가하여 두더지 뿐 아니라 유해 조류 퇴치 겸비(실증 시험 예정)
③의 기술	산업재산권 확보로 참여 기업의 가치 제고
④의 기술	두더지 생태정보 전파로 두더지 연구 기초자료로 활용 및 농가 응용 가능

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식재산권			기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책활용·홍보		기타(타연구활용등)
												논문		논문평균IF	학술발표					
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		SCI	비SCI					정책활용	홍보전시	
단위	건	건	-	-	-	건	건	건	명	-	-	-	건	-	건	건	명	건	건	건
가중치	10	20	-	-	-	10	20	10	5	-	-	-	2	-	2	5	1	8	5	2
최종목표	2	2	-	-	-	2	4	0	2	-	-	-	2	-	3	60	2	1	16	3
연구기간내 달성실적	9	6	-	-	-	1	13	1	2	-	-	-	0	-	1	33	1	1	12	0
연구종료후 성과창출 계획	1	2	-	-	-	1	200	30	3	-	-	-	2	-	2	50	1	1	15	3

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명[1]			
이전형태	□무상 □유상	기술료 예정액	천원
이전방식[2]	□소유권이전 □전용실시권 □통상실시권 □협의결정 □기타( )		
이전소요기간		실용화예상시기[3]	
기술이전시 선행조건[4]			

1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "두더지 생태파악을 통한 과수 피해 방지용 고설 진동형 퇴치기 개발"(개발기간 : 2015. 12. 18. ~ 2017. 12. 17.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 02 .

주관연구기관명 : 주식회사 에코팜 (대표자) 조 재 두 (인)
협동연구기관명 : 경북대학교 산학협력단 (대표자) 최 제 용 (인)

주관연구책임자 : 조 재 두
협동연구책임자 : 한 증 술

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

				코드번호	D-15
		과제번호		1150552	
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사 업 명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제				총괄책임자	
과 제 명	두더지 생태 파악을 통한 과수 피해방지용 고설 진동형 퇴치기 개발			과제유형	개발
연구기관	주식회사 에코팜			연구책임자	조재두
연구기간 연 구 비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2015.12.18. ~2016.12.17	100,000	33,500	133,500
	2차년도	2016.12.18. ~2017.12.17	100,000	33,500	133,500
	계	2015.12.18. ~2017.12.17	200,000	67,000	267,000
참여기업	협동기관 : 경북대학교 산학협력단				
상 대 국		상대국연구기관			

2. 평가일 : 2018. 1. 31.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
주식회사 에코팜	대표이사	조 재 두

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	