

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )발간등록번호( )

첨단생산기술개발 사업 제3차 연도 최종실적 보고서

발간등록번호

11-1543000-002539-01

# 스마트폰 기반 주요 시설원예작물 병해충 진단 처방 시스템 구축 및 실증

최종보고서

2019. 2. 10.

주관연구기관 / 세종대학교 산학협력단  
협동연구기관 / 국립원예특작과학원

농 립 축 산 식 품 부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “스마트폰 기반 주요 시설원예작물 병해충 진단·처방 시스템 구축 및 실  
증”(개발기간 : 2015.12.28 ~ 2018.12.27)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 2. 10.

주관연구기관명 : 세종대학교 산학협력단 (대표자) 백 성 욱 (인)

참여기관명 : 국립원예특작과학원 (대표자) 황 정 환

주관연구책임자 : 유 성 준

참여기관책임자 : 박 중 한

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의  
합니다.

## 보고서 요약서

과제고유번호	315091-03	해 당 단 계 연 구 기 간	2015.12.28 - 2018.12.27 (36개월)	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	침단생산기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	스마트폰 기반 주요 시설원예작물 병해충 진단·처방 시스템 구축 및 실증			
연구책임자	유성준	해당단계 참여연구원 수	총: 50명 내부: 50명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 500,000천원 민간: 0천원 계: 500,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 157명 내부: 157명 외부: 0명	총 연구개 발비	정부: 1,500,000천원 민간: 0천원 계: 1,500,000천원
연구기관명 및 소속부서명	세종대학교 산학협력단				

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음
----------------------	---

### 9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설· 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

### 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

<p>요약: 주요 시설원예작물 17종에 대해 병해충 이미지를 42,498장을 수집하고 93종의 병해충 텍스트 자료 및 77종 병해충 방제약제 자료를 수집, 정리 함. 수집한 병해충 이미지를 딥러닝으로 학습해 인공지능 모델을 만들고 이를 이용한 스마트폰 기반의 병해충 진단, 처방 시스템을 개발함. 그 결과 10개 작물 91개의 병해충의 검색 및 분류가 가능하며 정확도는 유사도 기반 평균 92%, 영상 인식 기반 95.83%를 보여 세계 최고 수준의 성능을 보임. 현재 구글 Play, 애플 스토어 등을 통해 App을 배포 중이며 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리 시스템(NCPMS)와 연계해 실시간 대국민 서비스를 제공할 예정</p>	보고서 면수: 303
--	----------------

## <요약문>

- 주요 시설원예작물 병해충의 DB 구축 및 이를 이용한 스마트폰 기반의 병해충 진단, 처방 시스템 개발 및 현장 적용성 평가를 통해 병해충에 대한 조기 방제가 가능토록 하여 농작물의 병해충 피해 감소와 농가소득 증대



연구의  
목적 및  
내용

- 시설원예작물의 주요 병해충 데이터베이스 구축
- 이미지 분석 기반 병해충 인식 및 판별 알고리즘 개발
- 스마트폰 이용 병해충 진단 프로그램 개발
- 스마트폰 기반 통합 병해충 진단 처방 프로그램의 현장 적용성 평가 5회를 통해 농민들의 사용성 향상 도모
- 연구범위
  - 작물의 범위: 채소, 과수, 화훼 주요 작물 10종 이상
  - 병해충의 범위: 주요 병해충 30종 이상
- 농촌진흥청 국가농작물병해충관리시스템 고도화를 통해 대국민 서비스 제공
- 병해충 진단을 통하여 방제의사결정을 지원하고, 방제방법을 제공함은 물론, 초기 방제가 가능토록 하여 연간 200억원 규모의 농작물 병해충 방제 비용 절감

### ■ 연차별 연구내용

년도	기관	연구내용
1차 년도	세종 대학교	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농작물 병해충 연구범위 결정</li> <li>• 온라인 상 병해충 이미지 수집을 위한 웹 크롤러 개발</li> <li>• 구글 API를 활용한 병해충 이미지 수집</li> <li>• 농촌진흥청 국가농작물병해충관리시스템과의 연동을 통한 자료 수집</li> <li>• 병해충 정보 및 처방 데이터베이스 설계 및 구축</li> </ul>



년도	기관	연구내용	
2차 년도		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유사도 및 머신 비전 기반 병해충 인식 기술 개발</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템의 프로토타입 개발</li> <li>• 연구범위               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물의 범위: 포도 등 3종</li> <li>- 병해충의 범위: 10종(포도 노균병, 꽃매미 등 주요 병해충)</li> </ul> </li> </ul>	
	국립 원예 특작 과학원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농작물 병해충 연구범위 결정</li> <li>• 병해충 정보 및 처방 DB 구축</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 현장적용 및 평가 1회 실시</li> <li>• 연구범위               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물의 범위: 포도 등 3종</li> <li>- 병해충의 범위: 10종(포도 노균병, 꽃매미 등 주요 병해충)</li> </ul> </li> </ul>	
	세종 대학교	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 웹 크롤러를 통한 온라인 상 병해충 이미지 수집</li> <li>• 검색엔진 API를 활용한 병해충 이미지 수집</li> <li>• 농촌진흥청 현장 촬영을 통한 자료 수집</li> <li>• 병해충 정보 및 처방 데이터베이스 확장</li> <li>• 유사도 및 머신 비전 기반 병해충 인식 기술 고도화</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 고도화</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 적용 및 평가</li> <li>• 연구범위               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물의 범위: 고추 등 3종</li> <li>- 병해충의 범위: 10종(고추 탄저병, 복숭아순나방 등 주요 병해충)</li> </ul> </li> </ul>	
	국립 원예 특작 과학원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 병해충 정보 및 처방 DB 확장</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 현장적용 및 평가 2회 실시</li> <li>• 연구범위               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물의 범위: 고추 등 3종</li> <li>- 병해충의 범위: 10종(고추 탄저병, 복숭아순나방 등 주요 병해충)</li> </ul> </li> </ul>	
	3차 년도	세종 대학교	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 웹 크롤러를 통한 온라인 상 병해충 이미지 수집</li> <li>• 검색엔진 API를 활용한 병해충 이미지 수집</li> <li>• 농촌진흥청 현장 촬영을 통한 자료 수집</li> <li>• 병해충 정보 및 처방 데이터베이스 확장</li> <li>• 유사도 및 머신 비전 기반 병해충 인식 기술 실용화</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 최적화 및 실용화</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 현장적용 평가</li> <li>• 연구범위               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물의 범위: 장미 등 4종</li> <li>- 병해충의 범위: 10종(장미 잣빛곰팡이병, 담배거세미나방</li> </ul> </li> </ul>

년도	기관	연구내용
		등 주요 병해충)
	국립 원예특작과학원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 병해충 정보 및 처방 DB 확장</li> <li>• 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 현장적용 평가 2회 실시</li> <li>• 연구범위               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물의 범위: 장미 등 4종</li> <li>- 병해충의 범위: 10종(장미 잭빛곰팡이병, 담배거세미나방 등 주요 병해충)</li> </ul> </li> </ul>

연구개발 성과

- 전 국민에게 수요자 중심의 맞춤형 병해충 정보 서비스를 통합하여 제공함으로써 정부 3.0의 서비스정부 구현에 기여
  - 병해충 조기진단을 통하여 방제의사결정을 지원하고, 방제방법을 제공함은 물론 초기방제를 가능하게 하여 약제절감과 친환경 방제를 통한 연간 5,000억원 규모의 농작물 품질 저하를 최소화하고 200억원 규모의 농업인의 경영비 절감과 소득증대 및 국민 건강에 기여
  - ICT 기술을 활용한 병해충 이미지의 분석을 통해 병해충 정보뿐만 아니라 방제 정보를 실시간으로 농업인들에게 제공할 수 있음. 또한 병해충 이미지 촬영 시 획득되는 지리 정보를 이용하여 돌발적으로 발생하는 농작물 병해충에 대해 신속하고 효율적인 대처가 가능함
  - 향후 전국 농촌진흥기관의 병해충 전문가를 네트워크로 연결하는 전문가 진단 시스템을 구축을 통해 새로운 병해충 발생 시 보다 정확한 조기 진단이 가능할 것으로 기대함
  - 기존 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리시스템의 고도화뿐만 아니라 추후 병해충 정보를 유관기관 시스템과 정보연계를 확대하여 국가적으로 농작물 병해충에 대처할 수 있는 시스템을 확립하는 계기를 마련함

연구개발성과의 활용계획 (기대효과)

■ 기대효과

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과			<b>1,500</b>	<b>3,500</b>	<b>5,000</b>	<b>10,000</b>
경제적 파급효과			<b>441,000</b>	<b>630,000</b>	<b>900,000</b>	<b>1,971,000</b>
부가가치 창출액			<b>1,050</b>	<b>2,450</b>	<b>3,500</b>	<b>7,000</b>
합 계			<b>443,550</b>	<b>635,950</b>	<b>908,500</b>	<b>1,988,000</b>

- 본 연구과제의 공익적, 범용적 특성을 위해 기존 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS)의 고도화 또는 연계하여 대국민 서비스를 제공함
- 개발기술은 ICT 농업 융합 기술로서 일차적 응용 분야는 병해충 진단 및 처방을

	포함하는 스마트 농업 분야임 ■ 개발 기술은 스마트 농업뿐만 아니라 스마트 임업 등의 분야로도 확대하여 광범위하게 활용 가능 ■ 예상 수요자 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 시설원예작물 전문 농업인</li> <li>• 귀농귀촌, 도시원예가, 생활원예인 등 비전문 농업인</li> <li>• 농작물 병해충 관련 공공기관 및 연구소</li> </ul>				
국문핵심어 (5개 이내)	농업 ICT	병해충 발생 예찰	병해충 진단	스마트폰	방제력
영문핵심어 (5개 이내)	Agricultural ICT	Disease and Pest Forecasting	Disease and Pest Diagnosis	Smartphones	Spray Schedule

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

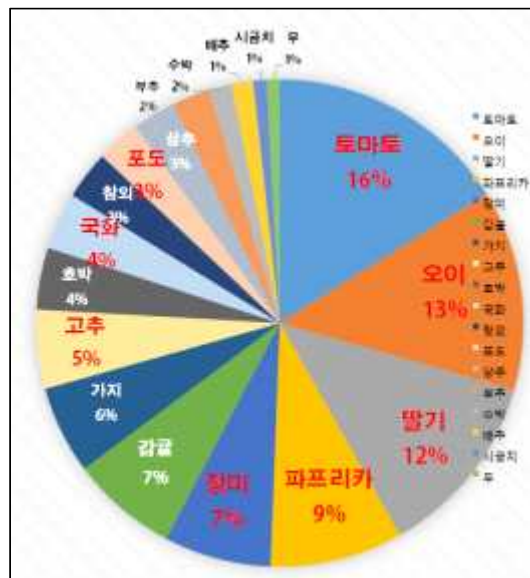
# 〈 목 차 〉

I. 연구개발과제의 개요 .....	1
1. 연구개발 목적 .....	1
2. 연구개발 필요성 .....	2
3. 연구개발 범위 .....	2
II. 연구개수행 내용 및 결과 .....	15
1. 병해충 이미지 수집 .....	15
2. 병해충 정보 수집 .....	24
3. 병해충 정보 및 처방 DB 구축 .....	25
4. 이미지 DB .....	25
5. 병해충 DB .....	26
6. 방제 정보 DB .....	28
7. 이미지 검수 시스템 .....	30
8. 유사도 이미지 기반 병해충 진단 및 처방 시스템 .....	45
9. 병해충 이미지 인식 기술 개발 .....	88
10. 통합 시스템 APP/WEB 개발 .....	167
11. 현장실증 .....	197
12. 공인인증시험 .....	208
III. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	215
1. 목표 .....	219
2. 목표 달성여부 .....	219
IV. 연구결과의 활용 계획 .....	221
부록. 주요 병해충 조사 .....	222

# 연구개발과제의 개요

## 1. 연구개발 목적

- 최근 농업부문에 ICT 기술의 융복합에 따른 스마트팜 기술력 상승에 따라 여러 분야에서 융복합 기술수요가 증가되고 있는 추세임
- 특히 전문적인 농업인뿐만 아니라 귀농귀촌, 도시원예가, 생활원예인들의 수가 늘어나면서 시설 농가의 재배포장, 텃밭, 베란다 등지에서 발견되는 병해충 피해에 따른 진단 및 처방에 있어서 스마트기반 앱을 통해 접근하고자 하는 수요가 커지고 있는 실정임
- 따라서 주요 시설 원예 작물을 대상으로 발생하는 병, 해충들에 대해 스마트 폰을 통한 진단 및 방제 정보를 제공하는 시스템을 개발할 필요가 있음
- 본 과제에서 선정된 작목은 통계청 자료 재배 농가수, 재배면적 및 광지역성, 수출 유망 작물 등을 종합적으로 고려하여 선정하였으며 2014년 최근 농산물 소득조사에 따르면 시설원예작물 (시설채소, 시설과수, 시설화훼)의 총 소득은 180,859,179원 (년 1기작/10a 기준)인 것으로 나타남
- 아래에서 설명하는 것과 같은 방법과 기준으로 소득 기준 국내 시설원예작물의 약 70%를 차지하고 있는 대표적인 작물들을 본 과제의 기본 연구 범위로 포함.



<2014년 농산물 소득 비율, 자료: 통계청>

- 또한 최근 귀농귀촌, 도시원예, 텃밭원예, 베란다원예 등에서 비전문 농업인의 관심이 고조되고 있는 난 (심비디움, 호접란)과 관엽류와 노지과수 2종(사과+배)을 본 과제의 연구 범위에 추가적으로 포함하여 모든 국민을 위한 범용성 있는 프로그램의 개발이 이루어지도록

연구 범위를 최대한 확대 설정함

- 따라서 본 과제는 시설원예작물을 재배하고 있는 전문 농업인뿐만 아니라 노지작물, 도시원예, 베란다원예 등에 관심이 있는 전문, 비전문 농업인을 위한 높은 범용성을 최종 목표로 하고 있음

## 2. 연구개발 필요성

- 병해충 관련 업무부서 및 인력 축소로 업무량 과중과 관련 부서 및 병해충 전문가 간 소통 채널 부재로 관련 업무에 대한 협력체계가 약화되었음
- 농가에서 병해충을 쉽게 진단하고 처방할 수 있는 정보의 이용체계가 필요함
- 농작물 병해충 진단을 위한 데이터베이스는 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리시스템, 각 지역 단위의 농업기술원 등의 홈페이지에 연동하여 서비스를 제공하고 있으나, 진단 정보와 방제 정보의 미연동, 제한적인 정보 제공 등으로 정보 획득의 효율성이 떨어져 농가들에게 실질적이고 효율적인 농작물 병해충 진단 및 방제 정보를 제공하지 못하고 있음
- 농작물 병해충 피해에 따른 진단 및 처방을 위하여 스마트폰 기반 앱을 통해 접근하고자 하는 수요가 커지고 있는 실정임
- 스마트폰, 스마트폰 카메라의 기술 수준 향상으로 최근 농작물 병해충 진단을 위한 앱이 개발되고 있으나, 스마트폰을 이용해 얻어진 이미지를 프로그램 상에서 분석하고 발생한 병을 스스로 진단하는 수준의 앱은 그 개발이 미약한 상황
- 연구 대상 시설채소작물로 고추, 토마토, 딸기, 오이, 시설과수작물로 사과, 배, 포도, 시설화훼작물로 장미, 국화, 난, 관엽류를 선정하고 관련 주요 병해충을 진단하는 시스템 개발을 목표로 함

## 3. 연구개발 범위

- ◆ 주요 시설 원예 작물을 대상으로 발생하는 병, 해충들에 대해 스마트 폰을 통해 진단 및 방제가 가능한 시스템을 개발하고자 함
- ◆ 연구 대상 작목은 통계청 자료 재배 농가수, 재배면적 및 광지역성, 수출 유망 작물 등을 종합적으로 고려하여 선정하였음
- ◆ 연구 대상 시설채소작물로 고추, 토마토, 딸기, 오이, 시설과수작물로 사과, 배, 포도, 시설화훼작물로 장미, 국화, 난, 관엽류를 선정하였음

### 3.1 시설채소

- 시설채소 부분에서는 토마토 (16%), 고추+파프리카 (14%), 오이 (13%), 딸기 (12%)의 순으로 소득이 높았으며 2014년 신선 과채류 수출은 2000년에 비해 2배 증가한 1.3억 달러로, 2011년 이후 매년 1억 달러 이상 수출을 유지하고 있음
- 특히, 고추+파프리카, 딸기, 토마토의 수출 점유율이 90% 이상을 차지하고 있음
- 이중 고추의 경우, 전년대비 생산량이 2.7% 증가하였을 뿐만 아니라 오이맛 고추에 대한 수요도 점차 증가함에 따라 재배 면적도 증가할 것으로 예상
- 토마토의 경우 시설 재배 과채류 면적의 16%로 두 번째로 높은 재배면적(7,070ha)과 생산량(499,960톤)을 보이고 있으며 최근 대추형 방울토마토의 재배면적과 생산량의 확대가 두드러지고 있음
- 딸기는 국내 재배면적, 생산량 및 해외수요의 꾸준한 증가로 수출증가 뿐 아니라 과채류 중 가장 많은 국가로(20여 개국) 수출되고 있는 작목임
- 오이 시설면적 비중은 2000년 이후 80%대를 유지하는 대표 시설재배 작목으로 신규 2014년에는 시설재배 확대되어 전년보다 14% 증가한 4,413ha임

### 3.2 시설과수

- 2014년 대표적인 6대 과일(사과, 배, 감귤, 단감, 포도, 복숭아)중 시설 과수작물인 포도는 재배면적 16,300ha로 과수 전체 재배면적의 11.5%를 나타내며 ‘00년 이후 시설재배도 꾸준히 증가하여 현재 17%가 확대된 2,810ha로 대표 시설 과수작물로 자리매김 하고 있음 (시설감귤의 경우 재배지역이 국지성과 재배농가의 특수성을 고려하여 본 과제에서 고려하지 않음) 이외 노지과수 2종(사과+배)을 추가하여 연구범위를 확대함
- 사과의 경우, 착과 수 감소로 생산량이 전년보다 1.4% 줄었으나 ‘14년 재배면적 30,702ha로 여전히 전체 과수재배면적 중 19.4%의 가장 높은 재배면적을 나타냄
- 과수 재배면적의 10.9%를 나타내는 배의 경우, 단수 증가로 전년대비 생산량도 7%(301.731톤) 증가하였으며 기상악화로 생산량이 크게 줄었던 시기를 제외하면 수출도 꾸준히 증가하고 있음

### 3.3 시설화훼

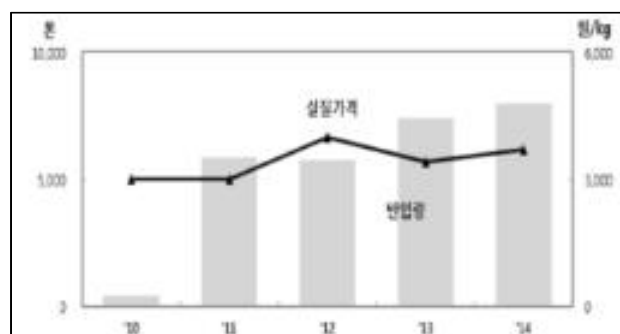
- 시설화훼의 경우 가장 대표적인 시설장미 (수출액: 7,807천\$)와 시설국화 (수출액: 4,723천\$)를 들 수 있으며 특히, 우리나라 화훼류 수출액 4,060만불 중 장미, 국화, 난 수출액은 약 61%의 비중을 차지함
- 장미의 경우, 높은 생산액과 증가율을 보여 왔으며 2014년 재배면적은 331ha(21.3%), 생산액은 745억원(28.1%)으로 재배면적당 생산액이 가장 높은 고소득 작목임

- 국화는 2014년 440ha(28.3%)로 절화류 중 가장 넓은 재배면적을 보였으며, 생산액은 752억원(28.4%)으로 절화류 중 가장 높은 것으로 나타남
- 난류 역시 분화류에서 181ha(19%)의 면적을 차지하는 주요 작목으로 생산량 역시 분화류에서 642억원(28.3%)으로 장미, 국화와 함께 고소득 작목

### 3.4 채소원예작물 국내 산업현황

#### 3.4.1 고추

- '14년 고추 생산량은 185,915톤으로 전년(181,069톤)보다 2.7% 증가하고 있음
- 오이맛 고추 반입량은 2010년 이후 크게 증가하여 최근에도 증가세는 지속되고 있음. 실질 가격은 반입량 증가 경향에도 불구하고 큰 변화가 없는데, 이는 오이맛 고추에 대한 수요가 타 품종에 비해 꾸준히 유지되기 때문
- 그러나 고추 재배시 품종 특성, 상품성, 재배 포장조건 등을 고려하지 않고 일률적인 비배 관리로 생육 불량 및 병해충 발생을 증가 시키고 있으며 또한, 친환경 병해충방제의 요구도는 높으나 현장적용 능력이 부족하여 노지고추의 경우 탄저병, 역병 등 토양 병해충 밀도가 증가하고 있음
- 특히, 정밀진단에 의한 병해충 적기방제가 미흡하고 생리장해와 병해 구분 능력이 부족한 실정임
- 다음 그림은 연도별 오이맛 고추도매시장 반입량과 가격추이를 보여주고 있음



<연도별 오이맛 고추 도매시장 반입량과 가격추이,  
자료: 서울시농수산물공사, 한국은행>

#### 3.4.2 토마토

- 토마토 재배면적은 '00년대 초반 이른바 웰빙 붐의 영향으로 '07년 7,353ha까지 급격하게 증가하였다가 이후 가격이 하락하면서 재배면적은 감소하였으나, 지자체의 시설지원사업, 타 작목에서 전환 증가 등으로 재배 면적은 다시 증가세를 나타냄



- '14년 생산량은 재배면적과 단수 증가로 전년보다 20% 증가한 46만 6천 톤
  - '15년 토마토 재배면적은 일반토마토와 대추형 토마토 정식면적 증가로 2014년 보다 2% 증가한 7,190ha로 전망
- 주로 신선토마토(9.8백만불)로 수출되나 일부는 케첩등 가공형태(3.9백만불)로 수출하고 있으며 대부분 일본으로 수출되고 케첩 등 가공품은 러시아, 중국, 미국 등으로 수출 함
  - 수출용도는 외식업소용이며 방울토마토는 57%, 대과토마토 43% 비율로 수출
  - 수출국가 별로는 일본수출이 98.9%를 차지하며, 그 외 홍콩, 러시아 등으로 방울토마토가 수출됨

(단위: 톤, ha, 천불)

구분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
재배면적(ha)		4,916	5,850	6,344	6,054	7,070
생 산 량(톤)		276,663	368,224	432,779	388,624	466,000
수 출	물 량(톤)	2,303	3,185	4,228	5,484	5,538
	금액(천불)	6,642	9,652	12,904	14,170	13,737
단가/kg(신선)	수출단가(불)	3.73	4.06	3.89	3.05	2.98
	국내가격(원)	1,693	4,090	4,052	3,775	3,246

<토마토 생산량 및 수출액 변화, 자료: 생산통계(통계청, 수출통계(KATI), 국내가격(KAMIS)>

- 최근 농자재 가격 및 인건비, 종묘비 등의 상승으로 생산비가 증가하고 있으며 시설재배, 재배토양, 품종 특성 등을 고려하지 않는 화학비료 위주의 일률적인 비배관리, 시비 등으로 토양환경 악화 및 생육불량을 나타내고 있음
- 재배시 정밀 진단에 의한 병해충 적기방제가 미흡하고 생리장해와 병해 구분 능력 부족, 시설 재배 연작으로 선충, 풋마름병, 시들음병 등 토양 병해충 발생이 증가하고 있기에 대응책이 필요함

### 3.4.3 딸기

- 채소류 중 가장 높은 수출증가를 보이고 있어 신선농산물중 가장 유망한 품목임
  - '14년 신선딸기 수출량은 전년보다 9% 증가한 3,657톤
  - 국내딸기 생산증가와 해외수요의 꾸준한 증가로 수출증가 뿐 아니라 과채류 중 가장 많은 국가로(20여개국) 수출되고 있음
  - 주요 수출국은 홍콩, 싱가포르, 말레이시아로 총 수출액중 79%를 차지하며, '14년 수출증가액(3,566천불)의 대부분(2,632천불)은 이들 3개국의 수출증가에 기인
  - 최근에는 주요시장 3개국 이외에 태국으로의 수출증가가 두드러지고 있어 제 2의 신규시장으로 부각됨

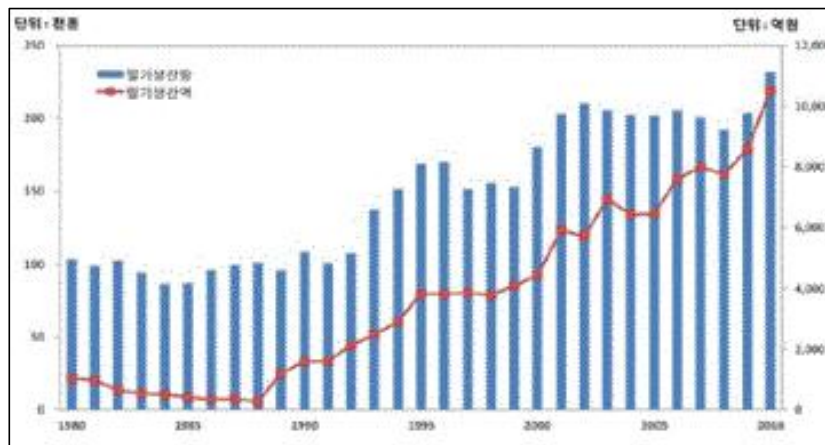
(단위: 톤, ha, 천불)

구분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
재배면적(ha)		7,090	5,816	6,435	6,890	6,875
생 산 량(톤)		180,501	171,519	192,140	216,803	230,000
수 출	물 량(톤)	3,470	2,425	2,525	3,117	3,657
	금액(천불)	9,531	20,606	24,270	29,808	33,374
단가/kg(신선)	수출단가(불)	4.6	9.4	10.4	10.1	10.3
	국내가격(원)	3,322	9,184	9,598	8,671	10,413

<딸기 생산량과 수출액 변화, 자료: 생산통계(통계청), 수출통계(KATI), 국내가격(KAMIS)>

○ 재배면적은 '12년 이후 증가세를 회복하여 현재 6,875ha에서 재배되고 있음

- 다수확, 내병성 신품종의 개발·보급 및 고설식 수경재배와 같은 시설재배방식의 확산으로 재배면적과 생산량이 증가하고 있음
- 시설 딸기 재배면적은 '10년 7,090ha로 딸기 면적의 97.1%를 차지하며 시설 채소의 10.3%를 차지
- '14년 생산량은 단수가 크게 늘어 전년보다 6% 많은 23만톤임



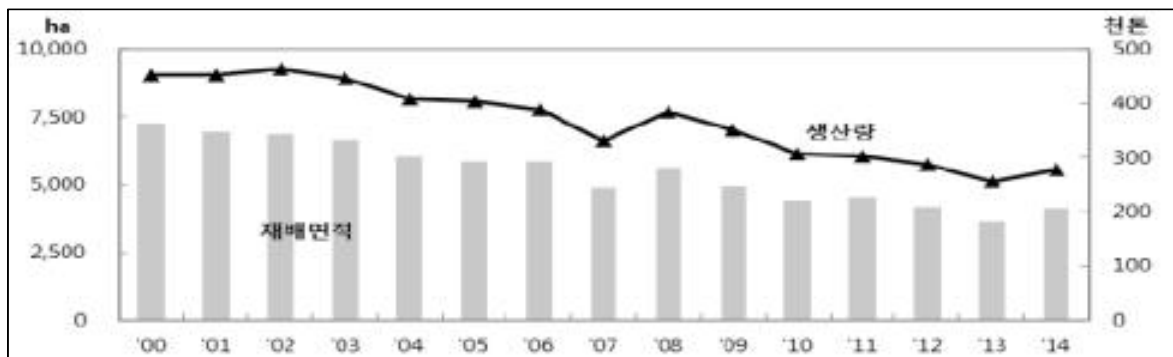
<딸기 생산량과 생산액 추이>

○ 딸기 재배 시 탄저병, 잿빛곰팡이병, 칼슘결핍, 정부연질과 등 장기간의 육묘 및 수확 기간 동안 발생하는 병해충 및 생리 장애를 정확히 자가 진단하고 해결할 수 있는 능력 배양이 시급

### 3.4.4 오이

○ 오이의 시설면적 비중은 2000년 이후 80%대를 유지하는 대표 시설재배 작목으로 일부 여름철 강원지역에서는 노지재배를 제외하면 하우스 등 시설 중심 재배 비중이 높음

- '14년에는 전년도 출하시 높은 가격으로 충청·영남지역에서 신규 시설재배가 확대되어 전년보다 14% 증가한 4,143ha이었음
  - 오이 단수는 자동화 하우스 관리 기술의 향상과 바이러스, 병해충 예방 약제 보급 등으로 꾸준히 향상되는 추세임
  - 오이 생산량은 단수 증가에도 불구하고 재배면적 축소로 계속 감소세를 보이고 있음
  - '14년은 기상 악화로 단수가 감소하였지만 재배면적 증가로 전년보다 9% 많은 27만 9천톤으로 예상됨
- 수출의 경우 '05년까지만 해도 1천 톤 내외의 수출이 이루어졌으나 주요 수출 대상국인 일본의 까다로운 검역 등으로 인해 최근 수출 실적은 미미한 수준임
  - 오이는 시설 내에서 연작하는 농가가 많아 각종 생리장해 발생이 많으며 이에 따른 정확한 진단이 되지 않아 각종 영양제의 살포로 경영비의 증가와 생리 부작용을 초래하고 있음
  - 특히, 작형으로 재배하는 지역이 많아 각종 병해가 발생하고 있으며 종합적인 방제보다 농약의 오남용으로 효율적인 방제가 이루어지지 않는 경우가 많음
  - 오이 재배면적과 생산량



<오이 재배면적과 생산량, 자료, 통계청>

### 3.5 과수원예작물 국내 산업현황

#### 3.5.1 사과

- 사과 재배면적은 최근 3년간 3만ha 내외로 큰 변화 없이 일정 수준을 유지
- 사과 생산량은 '09년까지 재배면적과 단수 증가로 증가하는 추세였으나 이 후 기상이변 등으로 생산량 변화 심화
- \* 재배면적 당 생산량 추이 : ('08) 15.7톤/ha → ('09) 16.2 → ('10) 14.9 → ('11) 12.2 → ('12) 12.8
- '15년 사과 생산량은 재배면적이 증가한데다, 착과수도 많아 전년보다 8% 증가한 51.3천톤으로 전망
- 사과는 수출 물량이 많지 않아 전체 생산량에서 차지하는 비중이 미미하고 주요 수출대상

국은 대만이었으나 잔류농약검사 강화 및 일본산과의 가격경쟁력 저하로 '14년 2,038 천달러에 그침, 전년 동기대비 48%('13년 3,901천달러) 급감

- 전체 사과 수출액에서 주요 수출국이었던 대만 수출액은 '10년 15,189천 달러(87%)에서 '14년 2,038천 달러(38%)로 급감. 대신 홍콩·싱가포르·러시아 등의 비중이 증가

\* 14년도 국가별 수출 비중 : 홍콩(23%), 싱가포르(16.8%), 러시아(9.8%)

(단위: 톤, ha, 천불)

구분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
재배면적(ha)		29,063	31,167	30,734	30,449	30,702
생 산 량(톤)		488,960	379,541	394,596	493,701	474,712
수 출	물 량(톤)	2,340	3,132	1,694	2,788	2,217
	금액(천불)	1,819	8,356	5,534	6,980	5,430
단가/kg(신선)	수출단가(불)	0.82	2.67	3.27	2.50	2.45
	국내가격(원)	2,095	4,567	4,495	4,735	3,682

<사과 생산량 및 수출량 추이, 자료: 생산통계(통계청), 수출통계(KATI), 국내가격(KAMIS)>

- 동절기 피복 및 백포제 도포 등 철저한 동해방지 대책이 시급하나, 충실한 결과지 확보와 수정을 향상을 위한 방화곤충방사, 인공수분 실시 등 정형과 생산노력이 지속된다면 앞으로 도 생산량은 꾸준히 증가할 것으로 보임

### 3.5.2 배

- 재배 면적은 '00년 이후 농가 고령화, 작목 전환 등으로 지속 감소하고 있으나 기술 발전으로 면적 대비 생산량은 증가
- 주 재배 품종은 중생종인 신고로 전체 배 생산의 약 83%를 차지하며, 신고 품종의 생산 집중화 현상이 더욱 심화됨
- '15년 배 생산량은 전년(30.3천톤)보다 12% 감소한 26.7천톤으로 전망됨
  - 성목면적이 전년보다 4% 감소하였을 뿐만 아니라 저온피해로 인한 착과 불량과 대과 감소로 전년보다 단수가 8% 적을 것으로 예상 됨
- 배의 '13년산 생산량 증가에 따른 수출단가 하락으로 '14년 상반기 수출은 증가하였으나 '14년 하반기 기상호조로 인한 대과 생산량 증가는 수출물량 수급차질로 이어져 전체 배 수출량은 감소
- 주요수출국인 미국은 지속적인 관촉사업을 비롯한 현지시장 집중 공략으로 중국산 배의 수입 허용에 적극 대처하여 증가세 유지

(단위: 톤, ha, 천불)

구분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
재배면적(ha)		26,206	15,081	14,353	13,740	13,127
생 산 량(톤)		324,166	290,494	172,599	282,212	302,731
수 출	물 량(톤)	8,734	17,988	15,677	20,120	23,096
	금액(천불)	17,097	47,261	49,815	54,869	62,159
단가/kg(신선)	수출단가(불)	1.96	2.63	3.18	2.73	2.69
	국내가격(원)	2,095	2,555	4,365	2,843	2,090

<배 생산량 및 수출액 변화 추이, 자료: 생산통계(통계청), 수출통계(KATI), 국내가격(KAMIS)>

- 검은별 무늬병과 붉은 무늬병 방제를 위해 매년 15회 이상 약제를 살포하고 있으나, 기상여건에 따라 병 방제효과가 떨어져 고품질 과실생산에 차질이 발생되고 있음
- 안정된 수량과 소득을 얻기 위해서는 약제 사용량 절감과 적기 방제에 따른 병해충 방제가 중요

### 3.5.3 포도

- 포도 재배면적은 2000년 2만9천ha이었으나 농가 고령화와 도시개발 등으로 지속적으로 감소하고 있음
- '14년에도 전년보다 3% 감소한 1만 6천ha로 '00년에 비해 44%나 줄어들음
- 포도생산량은 재배면적이 줄어 감소하는 추세로 '00년 47만 6천톤에서 최근 26만 톤까지 감소하였음
- 그러나 작형별로 시설포도 생산량이 전년보다 4%, 노지포도는 5% 증가할 것으로 예상됨
- 품종별로는 캠벨얼리와 거봉이 전년보다 각각 4%, 5% 증가하였고, 전년에 동해로 생산량이 줄었던 MBA는 성목면적 감소에도 불구하고 단수가 크게 늘어 전년보다 9% 증가한 것으로 추정 됨
- 이는 노지재배에 비해 기상여건과 병해에 따른 단수 변동이 적고, 농가 소득도 상대적으로 높기 때문
- 정밀 진단에 의한 병해충 적기 방제가 미흡하고 생리장해와 병해 구분 능력이 부족한 실정이며 친환경적인 병해충 관리의 요구는 높으나 방제가 높은 친환경 자제가 부족한 상황임

(단위: 천ha,%)

구분	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
재배면적	29.2	22.1	17.6	17.4	17.2	16.9	16.3

구분	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
성목면적	23.2 (79.5)	18.2 (82.5)	14.9 (84.5)	14.7 (84.4)	14.6 (85.2)	14.4 (84.9)	14.0 (85.8)
유목면적	6.0	3.6	2.7	2.7	2.5	2.6	2.3

<포도 재배면적 변화 추이, 자료: 생산통계(통계청)>

- 포도 수출량은 '00년 31톤에서 '14년 580톤으로 증가하는 추세이나 생산량에 비해 극히 미미한 수준임
- '15년 포도 재배면적은 전년보다 소폭 감소한 1만 6,280ha로 전망되며 작형별로는 노지 재배면적이 전년보다 1% 줄고, 시설재배는 2% 증가할 것으로 전망됨

### 3.6 화훼원예작물 국내 산업현황

#### 3.6.1 장미

- 재배면적은 '06년 863ha로 정점을 기록한 이후 지속 감소하는 추세이나 장미는 '14년 전체 절화 수출액의 2.3%로 화훼수출에 중요한 위치를 차지하고 있음
- 주요 수출국인 일본 수출 주력 품종인 스프레이의 소비 시장이 감소하고 있고 스탠다드 대비 비싼 인건비 및 생산비 부담으로 국내 농가들의 생산면적 점차 감소하고 있으나, 2014년 재배면적은 331ha(21.3%), 생산액은 745억원(28.1%)으로 재배면적당 생산액이 가장 높은 고소득 작목임

구분	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
재배면적(ha)	159	480	766	751	456	418	377	353	331.7
생산량(만본)	8,174	5,134	6,303	6,782	2,778	2,287	1,975	2,000	1,767
생산액(백만원)	10,158	63,019	127,049	182,343	99,574	90,645	78,125	78,631	74,520
수출액(천\$)	4	47	10,324	10,570	34,235	25,676	27,142	15,064	7,807
수입액(천\$)	-	5	40	70	53	140	295	497	486

<장미산업의 변화 추이(1990~2014), 출처: 2014 화훼재배현황, KATI 수출입정보(www.kati.net)>

- 장미는 병해충에 약하며 병해충 예방을 위한 최적환경 관리 시스템 및 방제 프로그램이 필요함
  - 천적 등을 이용한 친환경 병해충 방제의 시도가 있으나 안정적인 현장적용이 부족

#### 3.6.2 국화

- 재배면적은 '05년까지 증가세를 유지하다 이후 감소세를 나타내고 있으나 2014년 440ha(28.3%)로 절화류 중 가장 넓은 재배면적을 보였으며, 생산액은 752억원(28.4%)로 절화

류 중 가장 높은 것으로 나타남

- '10년 13.8백만불, '11년 11.2백만불로 수출 실적이 큰 폭으로 상승했으나 12년 이후로 다시 감소하고 있음
- 주 수출국은 일본으로 전체 한국산 국화 수출의 99% 이상을 차지하고 있으며, 최근 러시아 등으로의 수출다변화 노력이 이루어지고 있음
- 국화산업의 변화 추이(1990~2014)

구 분	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
재배면적(ha)	287	658	732	797	583	575	527	489	710
생산량(만본)	1,393	3,804	4,270	5,602	3,009	2,920	2,697	2,329	1,992
생산액(백만원)	12,484	45,588	56,175	103,023	77,390	73,396	70,514	74,302	75,271
수출액(천\$)	1	152	4,682	8,503	13,802	11,192	9,759	6,888	4,723
수입액(천\$)	-	-	29	49	664	1,240	2,880	6,736	8,077

<국화산업의 변화 추이(1990~2014), 출처: 2014 화훼재배현황, KATI 수출입정보(www.kati.net)>

- 국화 재배시 최대 병해인 흰녹병(백수병)에 대한 조기방제 미흡과 공중습도 저감을 통한 제어 시스템이 미비하며 우량 무병묘 생산에 대한 인식 부족으로, 흰녹병의 재배 포장 유입이 잦은 실정

### 3.6.3 난

- 분화 난의 경우, 전체 분화 생산액(226,733백만원)의 28.3%(64,282백만원)의 가장 높은 생산액을 나타내는 고소득 작물임

구 분	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
재배면적(ha)	53	202	308	332	227	212	201	181	162
생산량(만본)	3	16	60	98	34	33	28	22	19
생산액(백만원)	15,436	49,174	107,135	121,350	85,152	80,506	80,139	70,235	64,282
수출액(천\$)	25	216	4,422	16,668	19,279	13,867	9,916	11,845	6,430
수입액(천\$)	1,438	15,425	11,773	15,064	24,448	21,496	20,525	19,961	23,763

<양란 생산량 및 연도별 변화추이, 출처: 2014 화훼재배현황, KATI 수출입정보(www.kati.net)>

- 양란의 대부분은 분화로 절화의 경우 극소량만 수출하고 있으며 수출품목은 심비디움, 호접란이 주요 품목임
  - 심비디움+호접란의 재배면적은 전체 난 재배면적의 69%(113.5ha)를 차지함
  - 심비디움+호접란의 생산량은 전체 난 생산량의 65%(41,523ha)를 차지함

- '00년 이후 양란의 수출 실적은 꾸준한 증가세였으나 매년 수출기인 구정 시기가 달라 품종 및 재배온도에 따른 개화조절 불균일로 수출 품질 저하 및 수출 물량 부족 초래
  - '10년 19백만불 →14년 6백만불으로 하락
- 양란의 주 수출국은 중국으로 전체 수출국 중 93% 차지 (주로 심비디움)러시아로 수출이 4% 내외 불과
  - 중국 수출액: '11년(12,679천불)→14년(5,294천불)
- 병해충 정밀 진단과 적기 방제가 미흡하고 생리 장애와 병해 구분 능력 부족 등 고온, 다습 기 재배 주산지역 후사리움, 탄저병 등 병해충 밀도가 증가함

### 3.6.4 관엽류

- 국내 내수 경기침체에 따른 화훼류 소비위축에도 불구하고 상반기지방자치단체 행사, 꽃 박람회, 화단조성 등으로 봄철 납품용 꽃 거래가 활발히 이루어지고 있음
- 가정용 관엽 식물류는 언론홍보의 영향으로 실내인테리어 소품으로 활용되는 등 그 가치가 높아짐으로써 소비가 두드러지게 나타났으나 최근 소비 분위기가 다소 둔화되면서 고품질의 작물 및 시즌 인기 품목은 거래가 활발한 반면 그 외 품목들은 소강 상태를 보임
- 여름철 고온성 기후, 장마철 일기불순 및 휴가시즌 등으로 인하여 수요보다는 공급이 증가함으로써 가격하락 및 유찰 사태 등으로 거래가 감소되었으나, 겨울철 고품질 물량 및 시즌 인기품목(베고니아, 포인세치아, 아이비)을 집중 유치하여 화훼류 소비촉진을 꾀하였으며 이에 따라 '13년 대비 물량은 104%, 금액은 106%의 실적을 이루었음
- '13년 관엽류는 출하품목 총 320여종, 1,100만분 거래로 191억원을 달성하여 전년대비('12년 실적 180억원) 연 거래실적이 6% 증가하였음
- 시설 현대화에 따른 생산면적 증가 및 신품종 육성에 의한 작목변경으로 생산량이 증가하였고, 공영도매시장으로의 물량 유입 또한 증가하였음
- 관엽 주 중 소비량 증가품목은 “카랑코예, 포인세치아, 카네이션, 시클라멘, 패라고늄, 스킨답서스, 부기수, 고무나무, 아나나스 ”등으로 나타남

## 3.7 주요 시설원예작물 병해충

### 3.7.1 주요 시설원예작물병

구분	작물병	병해
채소 원예 작물	고추(파프리카)	오이모자이크바이러스, 궤양병, 무름병, 풋마름병, 세균점무늬병, 잿빛곰팡이병, 갈색점무늬병, 탄저병, 흰가루병, 역병, 잘록병, 점무늬병
	토마토	궤양병, 무름병, 풋마름병, 겹무늬병, 잿빛곰팡이병, 탄저병, 잎마름병, 잎곰팡



구분	작물명	병해
		이병, 흰가루병, 뿌리역병, 잎마름역병, 잘록병, 반쪽시들음병, 푸른곰팡이병, 점무늬병
	딸기	잿빛곰팡이병, 시들음병, 탄저병, 뱀눈무늬병, 역병, 눈마름병, 흰가루병
	오이	흰가루병, 검은별무늬병, 모자이크병, 노균병, 잿빛곰팡이병, 덩쿨썩김병
과수 원에 작물	사과	위축병, 뿌리혹병, 화상병, 점무늬낙엽병, 겹무늬씩음병, 탄저병, 줄기마름병, 갈색무늬병, 그을음병, 그을음점무늬병, 붉은별무늬병, 자주날개무늬병, 역병, 흰가루병, 흰날개무늬병, 은엽병, 부란병
	배	잎검은점병, 뿌리혹병, 화상병, 겹무늬병, 탄저병, 붉은별무늬병, 줄기마름병, 뒷면흰가루병, 흰날개무늬병, 검은별무늬병
	포도	뿌리혹병, 꼭지마름병, 잿빛곰팡이병, 새눈무늬병, 탄저병, 큰송이씩음병, 녹병, 노균병, 갈색무늬병, 흰가루병
화훼 원에 작물	장미	잿빛곰팡이병, 탄저병, 가지마름병, 검은무늬병, 노균병, 흰가루병, 뿌리혹병
	국화	위축병, 잿빛곰팡이병, 흰가루병, 역병, 녹병, 흰녹병, 반쪽시들음병, 검은무늬병
	심비디움	탄저병, 잎마름병, 검은잎마름병, 점무늬병, 줄기씩음병, 흰비단병, 무름병
	호접란	잿빛곰팡이병, 줄기씩음병, 탄저병, 흰비단병, 라이족토니아병, 그을음병, 세균갈색점무늬병, 무름병
	관엽류	줄기마름병, 잎씩음병, 역병, 점무늬병, 뿌리씩음병, 잿빛곰팡이병, 무름병, 잎마름병, 고무나무 탄저병

### 3.7.2 주요 시설원예작물해충

구분	작물명	충해
채소 원에 작물	고추(파프리카)	꽃노랑총채벌레, 담배가루이, 담배나방, 대만총채벌레, 목화진딧물, 복숭아혹진딧물, 뿌리혹선충, 싸리수염진딧물, 아메리카잎굴파리, 온실가루이, 왕담배나방, 작은뿌리파리, 점박이응애, 먼지응애
	토마토	꽃노랑총채벌레, 담배가루이, 담배거세미나방, 뿌리혹선충, 싸리수염진딧물, 아메리카잎굴파리, 온실가루이, 왕담배나방, 작은뿌리파리, 토마토녹응애
	딸기	꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레, 딸기잎선충, 목화진딧물, 민달팽이, 온실가루이, 작은뿌리파리, 점박이응애, 파밤나방
	오이	명주달팽이, 온실가루이, 담배거세미나방, 꽃노랑 총채벌레, 대만 총채벌레
과수 원에 작물	사과	갈색날개매미충, 갈색여치, 꽃매미, 목화진딧물, 무궁화밤나방, 미국선녀벌레, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 복숭아혹진딧물, 뽕나무하늘소, 사과굴나방, 사과면충, 사과무늬잎말이나방, 사과애무늬잎말이나방, 사과유리나방, 사과응애, 사과혹진딧물, 애무늬고리장님노린재, 오리나무좀, 왕풍뎅이, 으름나방, 은무늬굴나방, 점박이응애, 조팝나무진딧물

구분	작물병	충해
	배	가루깍지벌레, 갈색날개매미충, 꼬마배나무이, 꽃매미, 미국선녀벌레, 복숭아순나방, 애모무늬잎말이나방, 점박이응애, 조팝나무진딧물, 콩가루벌레
	포도	가루깍지벌레, 갈색날개매미충, 꽃매미, 미국선녀벌레, 볼록총채벌레, 애무늬고리장님노린재, 이슬애매미충, 점박이응애, 차면지응애, 큰유리나방, 포도뿌리혹벌레, 포도유리나방, 포도호랑하늘소
화훼 원에 작물	장미	꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레, 복숭아흑진딧물, 왜콩풍뎅이, 장미등에잎벌, 장미흰깍지벌레, 점박이응애, 찔레수염진딧물, 흰독나방
	국화	국화꼬마수염진딧물, 국화잎선충, 국화하늘소, 담배거세미나방, 목화진딧물, 뿌리썩이선충, 아메리카잎굴파리, 점박이응애, 파밤나방
	심비디움	난초핀깍지벌레, 대만총채벌레, 목화진딧물, 무화과깍지벌레, 민달팽이, 복숭아흑진딧물, 작은뿌리파리, 점박이응애, 파총채벌레
	호접란	긴꼬리가루깍지벌레, 긴털가루응애, 꽃노랑총채벌레, 난가루깍지벌레, 대만총채벌레, 무화과깍지벌레, 민달팽이, 양난주름응애, 작은뾰족민달팽이, 작은뿌리파리, 파총채벌레
	관엽류	목화진딧물, 복숭아흑진딧물, 점박이응애, 가루깍지벌레, 꽃노랑총채벌레, 대만총채벌레, 민달팽이, 작은뿌리파리

## 1. 병해충 이미지 수집

- 병해충 이미지는 두 가지 방법으로 수집함
- 하나는 농촌진흥청에서 현재 보유하고 있는 이미지를 활용해서 DB를 구축하는 방법이고 또 하나는 온라인상의 병해충 이미지를 수집하도록 함
- 현재 농진청에서 보유하고 있는 이미지 리스트는 병의 상세 이미지, 병원체의 상세 이미지, 해충의 상세 이미지, 작물에 기생하는 각종 곤충 및 잡초 이미지 등이 있음
- 온라인상의 병해충 이미지를 수집하는 방법으로는 래퍼 기반 웹 크롤러를 이용해 수집하는 방법과 기존에 있는 검색 API를 활용하는 방법이 있음

### 1.1 농촌진흥청 데이터베이스 활용

- 농촌진흥청 데이터베이스
  - 병해충 검색 Open API



○ 병해충 검색 서비스 목록

순번	서비스 명	서비스 내용
1	병 검색 서비스	작물에 발생하는 병 정보를 검색할 수 있는 서비스
2	병 상세정보 서비스	병의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
3	병원체 검색 서비스	병원체 정보를 검색할 수 있는 서비스
4	병원체 상세정보 서비스	병원체의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
5	해충 검색 서비스	작물에 기생하는 해충 정보를 검색할 수 있는 서비스
6	해충 상세정보 서비스	해충의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
7	곤충 검색 서비스	각종 곤충의 정보를 검색할 수 있는 서비스
8	곤충 상세정보 서비스	곤충의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
9	잡초 검색 서비스	작물에 기생하는 잡초 정보를 검색할 수 있는 서비스
10	잡초 상세정보 서비스	잡초의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
11	이미지 검색 서비스1	이미지로 작물을 검색할 수 있도록 하는 서비스 대분류 검색
12	이미지 검색 서비스2	이미지로 작물을 검색할 수 있도록 하는 서비스 중분류 검색
13	이미지 검색 서비스3	이미지로 작물을 검색할 수 있도록 하는 서비스 소분류 검색
14	천적곤충 검색 서비스	천적곤충의 정보를 검색할 수 있는 서비스
15	천적곤충 상세정보 서비스	천적곤충의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스

○ 요청 URL (Request URL)

- <http://ncpms.rda.go.kr/npmsAPI/service>

○ 제공방식 : REST(XML), AJAX(병해충 검색은 모두 동일)

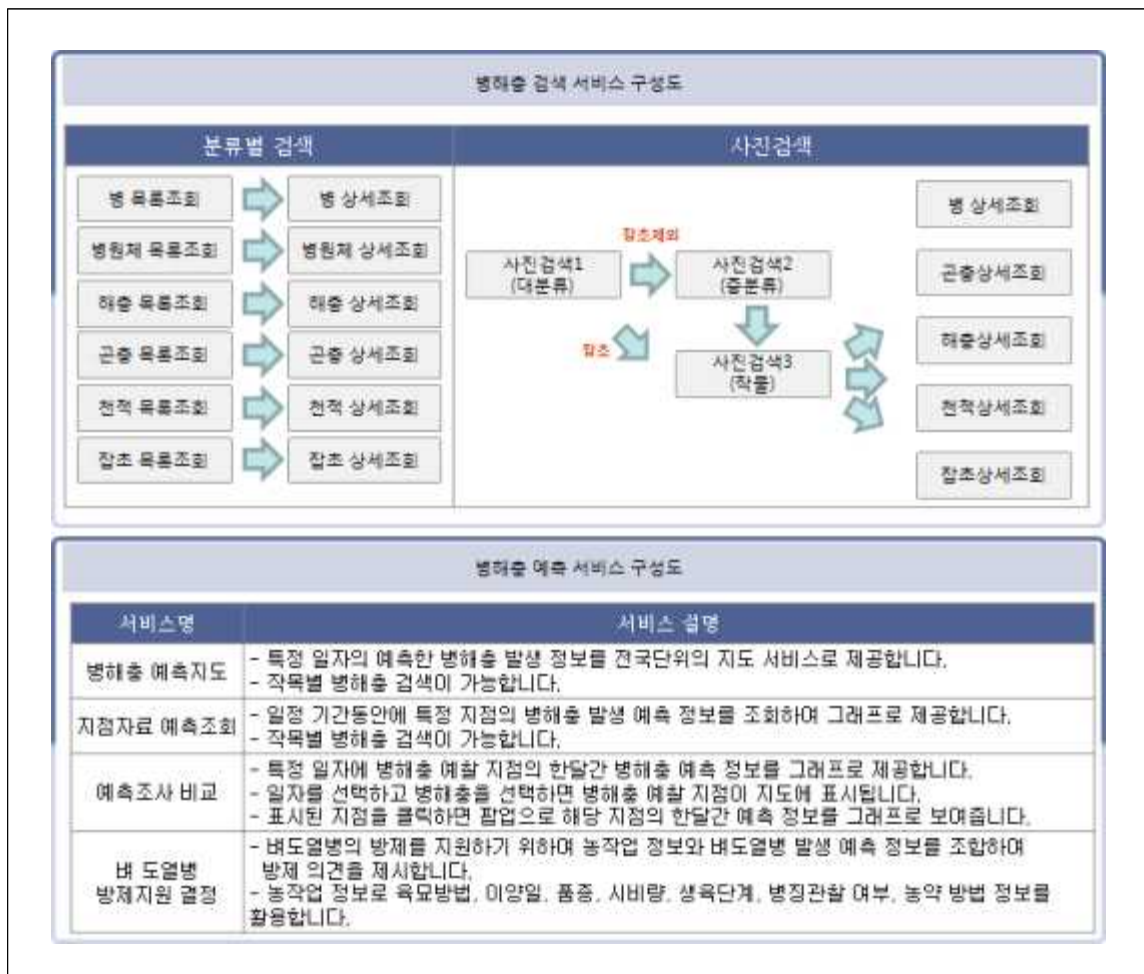
○ 요청 변수(Request Parameters)

요청변수	값	설명
apiKey	String(필수)	Open API 이용신청을 통해 받은 key
serviceCode	String(필수):SVC01	병 검색 서비스코드
serviceType	String(필수) [AA001:XML,AA002:Ajax]	서비스 타입 코드
displayCount	Integer:기본값 10, 최대 50	검색결과 출력건수(최대 50건)
startPoint	Integer:기본값 1, 최대 500	검색 시작 위치

○ 응답 결과(Response Element)

응답변수	값	설명
buildTime	Datetime	검색결과 생성시간
totalCount	Integer	검색결과 총 개수
startPoint	Integer	검색결과 중 시작점
displayCount	Integer	검색된 결과의 개수
cropName	String	작물명
sickNameKor	String	병 한글명
sickNameChn	String	병 한문명
sickNameEng	String	병 영문명
thumbImg	String	병 대표 이미지(썸네일) (병해충관리시스템 URL)
sickKey	Integer	병 상세정보 조회키

○ Open API 구성도



○ 병해충검색 구현(REST)

- <http://ncpms.rda.go.kr/npmsAPI/service>
- REST 방식은 국가농작물병해충관리시스템에서 연계 데이터를 XML로 담아 HTTP로 전송
- 구현 예시는 사진검색으로 진행하며, 개발언어는 JSP로 함
- 사진검색은 작물 중심의 사진을 제공
- 사진검색1은 작물의 대분류를 제공하며 사진검색의 출발점



- 사진검색2는 작물의 중분류를 제공하며 잡초를 제외한 나머지 작물의 중간 경로
- 다음 화면은 사진검색 3으로 이동
- 사진검색2는 페이지처리가 필요함



- 사진검색3은 작물 및 잡초의 목록을 제공합니다.
- 작물 및 잡초에 대하여 검색할 수 있음
- 다음 화면은 각 상세화면으로 이동
- 사진검색 3은 페이지처리 필요



- 병상세조회 화면은 작물의 병에 대한 기본정보와 병의 사진정보를 제공



- 해충 상세조회 화면은 작물과 관련이 있는 해충의 정보를 제공
- 해충 기본정보와 해충의 이미지 및 해당 해충의 천적곤충 정보를 제공
- 해충 상세조회 화면에서 천적정보 상세조회 화면으로 이동 할 수 있음



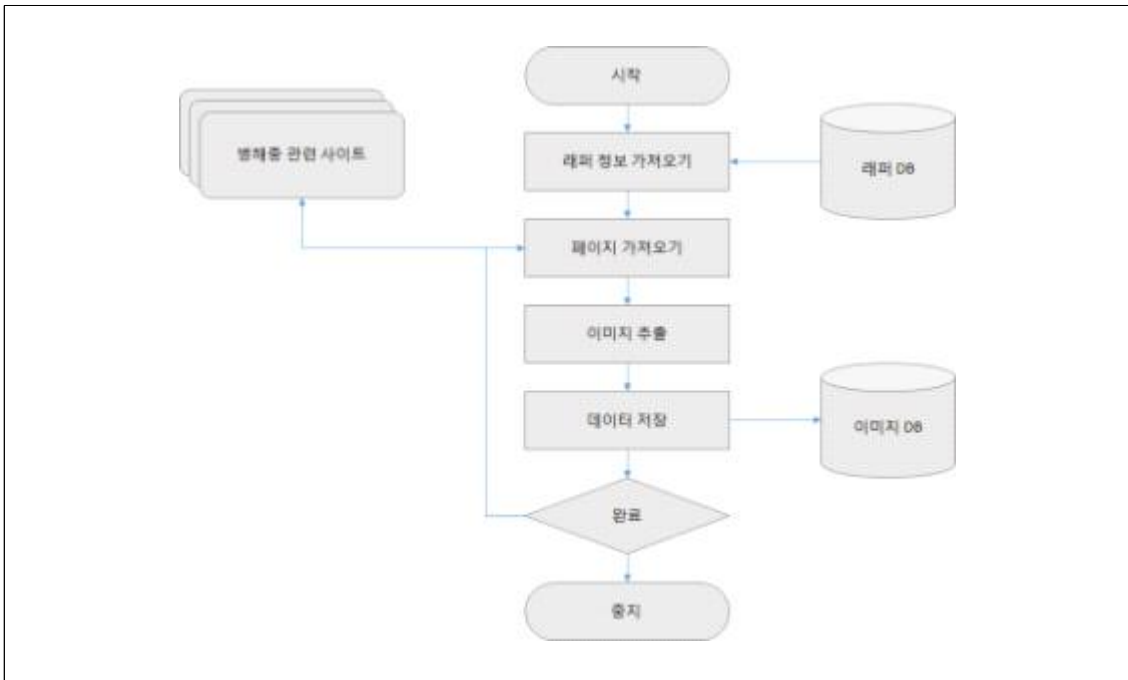


```


</noscript>
</div>
<div class="cf"></div>
</p>
<p><em>Allen Bates, University of Arkansas Cooperative Extension
Service</em></p>
</div>
</li>

```

- ‘IMG’태그는 이미지를 웹 페이지에서 보이기 위한 HTML 태그이며 ‘SRC’속성은 이미지의 URL을 지정
- 즉, ‘SRC’태그 안의 내용을 수집하면 이미지가 저장된 경로를 이용해서 수집하고자 하는 대상을 수집할 수 있음
- 구현은 JAVA를 이용하며, 이미지의 주소 및 태그 정보를 DB에 저장
- 래퍼 기반의 구조를 이용하여 이 외의 정보도 수집하도록 함



### 1.3 API를 이용한 수집

○ 구글 API

- 구글 이미지 검색결과를 사용
- 구글 Developers

- [https://developers.google.com/image-search/v1/jsondevguide#json\\_args](https://developers.google.com/image-search/v1/jsondevguide#json_args)

**URL arguments**

This section describes the arguments that can be used for Image Search requests.

The value of a CGI argument must always be properly escaped. This can be done via the functional equivalent of JavaScript's `encodeURIComponent()` method.

**Required URL arguments**

The following table lists the required URL arguments.

Argument	Example	Description
q	q=Fuzzy%20skay	This argument supplies the query, or search expression, that is passed into the search.
v	v=1.8	This argument supplies protocol version number. The only valid value at this point in time is 1.8.

**Optional URL arguments**

The following table lists the optional URL arguments.

- JAVA에서 구글 이미지 API 사용

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStreamReader;
import java.lang.reflect.InvocationTargetException;
import java.net.URL;
import java.net.URLConnection;
import java.net.URLEncoder;
import java.util.HashMap;
import java.util.Map;

import net.sf.json.JSONArray;
import net.sf.json.JSONObject;

public class CodeTest {

    /**
     * @param args
     * @throws IOException
     * @throws NoSuchMethodException
     * @throws InvocationTargetException
     * @throws IllegalAccessException
     */
}
```

```

public static void main(String[] args) throws IOException, IllegalAccessException,
    InvocationTargetException,
    NoSuchMethodException {
// TODO Auto-generated method stub

String query = "각시탈";
URL url = new URL("https://ajax.googleapis.com/ajax/services/search/
    images?v=1.0&q="+URLEncoder.encode(query, "UTF-8")+
    "&userip=127.0.0.1&rsz=8");
URLConnection connection = url.openConnection();
connection.addRequestProperty("Referer", "http://google.com");
String line;
StringBuilder builder = new StringBuilder();
BufferedReader reader = new BufferedReader(new InputStreamReader
    (connection.getInputStream())
    );

while((line = reader.readLine()) != null) {
    builder.append(line);
}

System.out.println( builder );

Map<String, Object> classMap = new HashMap<String, Object>();
JSONObject jsonObject = JSONObject.fromObject(builder.toString());
Map<String, Object> model = (Map<String, Object>)JSONObject.toBean
    (jsonObject, java.util.HashMap.class, classMap);

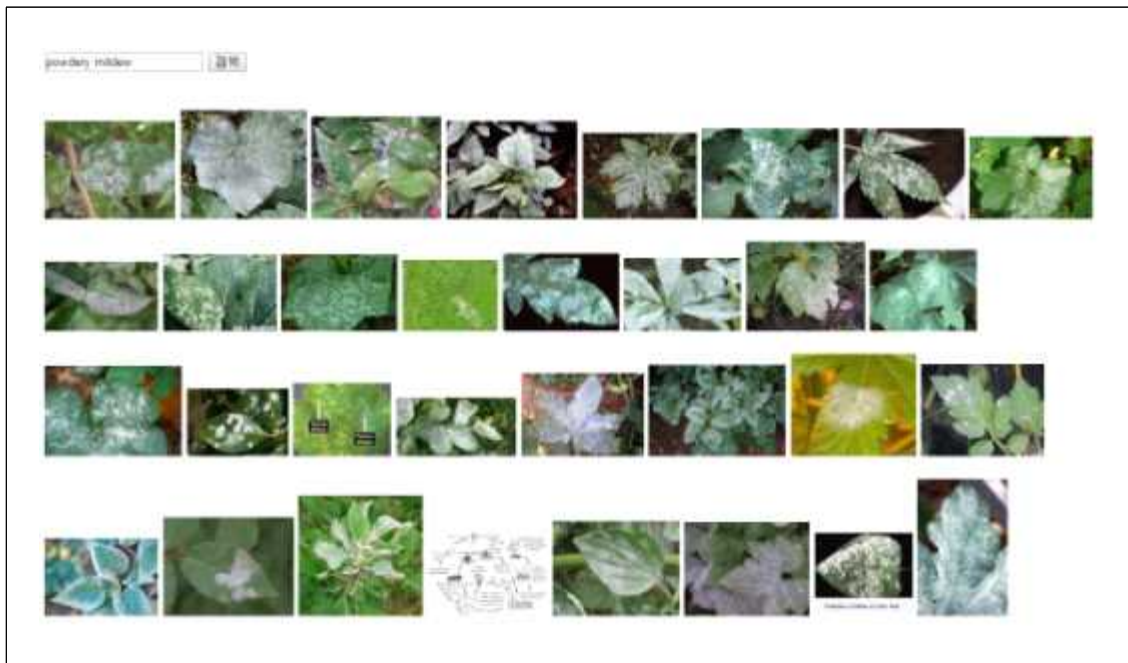
JSONArray responseData = JSONArray.fromObject(model.get
    ("responseData"));
JSONObject results = responseData.getJSONObject(0);
JSONArray image_data = JSONArray.fromObject(results.get("results"));

for (int i = 0; i < image_data.size(); i++) {
    //System.out.println( image_data.get(i) );
    JSONArray img_url = JSONArray.fromObject(image_data.get(i));

    System.out.println(JSONObject.fromObject(img_url.get(0)).get("url"));
}
}
}

```

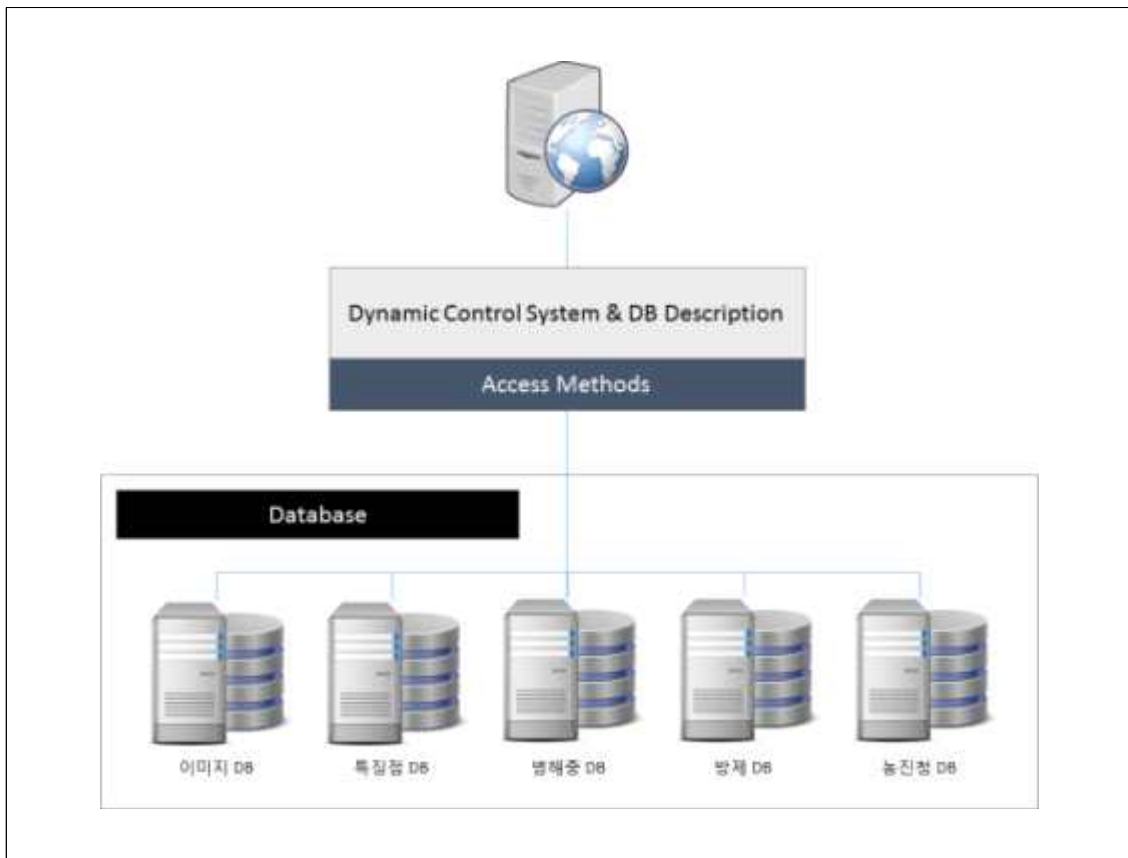
- 구글 이미지 API를 사용한 시제품



## 2. 병해충 정보 수집

- 병해충 정보는 농촌진흥청의 병해충 전문가들을 활용하여 문헌조사 등을 통해 수집함
- 문헌 조사
  - (신) 과수병해충 도감(농경과 원예, 2008)
  - 사과병해충원색도감(농촌진흥청, 국립원예특작과학원, 2013)
  - 사과-배의 병 진단과 방제(한국식물병리학회, 1997)
  - 배병해충원색도감(농촌진흥청, 국립원예특작과학원, 2013)
  - 한국포도 병해충(소문인쇄사, 2007)
  - NEW 포도재배(소문인쇄사, 2009)
  - 고품질 포도재배 매뉴얼(농협, 2006)
  - 식물병해충방제도감세트(농촌진흥청 국립특작원예과학원, 산림청국립산림과학원, 2013)
  - 한국식물병명목록(한국식물병리학회, 2009)
  - 식물 병해충 도감(학술편수관, 2008)
  - 한국의 식물역병(농촌진흥청, 농업과학기술원, 2000)
  - 호접란 주요 병해충 진단 및 관리(농촌진흥청 국립원예특작과학원, 2015)
  - 심비디움 주요 병해충 진단 및 관리(농촌진흥청 국립원예특작과학원, 2015)
  - 화훼병해 원색도감((농촌진흥청, 농업기술연구소, 1989)
  - 화훼해충 생태와 방제 (농촌진흥청, 농업기술연구소, 1992)

### 3. 병해충 정보 및 처방 DB 구축



<DB 서버 구성도>

- DB 서버는 이미지 DB 서버, 특징점 DB 서버, 병해충 DB 서버, 방제 DB 서버 등으로 데이터 별로 독립적으로 구성함
- 농촌진흥청 DB 서버와의 연동을 통해 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리시스템 연계될 수 있도록 함
- 병해충 진단 및 처방 서비스를 위한 서버를 통해 서비스를 제공함

### 4. 이미지 DB

- 병해충 이미지 데이터는 농촌진흥청 데이터베이스와 연동, 웹 크롤러, 구글 API를 통해 수집한 온라인 상의 병해충 이미지 등으로 구축됨
- 사용자가 등록한 이미지들도 이미지 DB에 저장, 대량의 이미지를 확보하여 병해충 이미지 판별의 정확도 향상을 위해 사용할 수 있도록 함
- 이미지 정보

- 식별정보 : 작물ID, 학명, 국명, 영명이미지
- 분류정보 : 계, 문 강, 목
- 기본정보 : 상세설명



<이미지 DB의 농작물 이미지 데이터 예시>

## 5. 병해충 DB

- 병해충 정보
  - 식별정보 : 작물ID, 품종ID, 학명, 국명, 영명
  - 기본정보 : 이미지

No	국명	이미지	학명, 국명, 영명, 품종	분포	병해충(병해)
1	갈색무늬병		<p>본 작물(작물ID)에 대한 병해충 정보는 품종(품종ID)에 따라 달라질 수 있습니다. 품종(품종ID)에 따라 병해충 발생 위험도가 달라질 수 있습니다.</p> <p>학명: <i>Parasitaxospora viticola</i> (Speg.) Sacc.          국명: 갈색무늬병          영명: Brown Spot Disease</p>	<p>이 병은 주로 온대 지역(북반구)에서 발생하며, 특히 여름철에 많이 발생한다.</p>	<p>이 병은 주로 온대 지역(북반구)에서 발생하며, 특히 여름철에 많이 발생한다.</p> <p>이 병은 주로 온대 지역(북반구)에서 발생하며, 특히 여름철에 많이 발생한다.</p>
2	갈색병				<p>이 병은 주로 온대 지역(북반구)에서 발생하며, 특히 여름철에 많이 발생한다.</p> <p>이 병은 주로 온대 지역(북반구)에서 발생하며, 특히 여름철에 많이 발생한다.</p>

- 질병 데이터



No	국명	이미지	병명(병명체)	발생생태	병징
1	국화재해 번이목이도			25°C가 일출후부터 처음 발육한 것은 100%성숙으로 대량으로 발생이 국한되며 관찰되고 있다. 알레미 무당 번이목이 되고 줄기의 색도가 적어져서 직립형으로 생육하는 경향이 있다. 또 알이 적어지고 알가장자리가 대다적으로 달린다. 마다사이가 벌어져서 열린다. 높은 품씨 적색계열 품종은 황색이 많이 붙어 치이치거나 재현가가 7~10일정도 발라지는 사이가 된다. 연대로 재현가 치이치는 사이도 있다. 삽이는 알레미 불알이다. 알스 무의 품종의 알레미는 2000년의 특징적인 황색반점-황색반점을 나타낸다. 건조한 것은 알을 유리 큰실 천위에 2개월 방치해도 병징을 가지고 있기 때문에 2000년 이전의 품종도 관찰이 가능하다. 병해감제에 의한 것은 물론이 무당 번이목이 있으나	병징은 26~28°C에서 7일 알레미 나타내지만 20~22°C에서 3~4개월, 20~26°C에서 3~4일이다. 그러나 최근 약제사용은 병을 통제해서 유충을 알레미로 나타내지 않고 통제로 있다. 병징에서의 병징은 고온기에 나타나는 2000년 종식이 나쁜, 자른거리는 삽이-삽이통제제도 병징이 나타내지 않는다.
2	농작물재해		무당재해는 알레미도 번이목이 있다. 나무가 되고 줄기 부분부터 부름이 다수의 무당재해가 발생한다. 무당재해는 무성, 직립형 내지, 난형으로 근세로 2000년 크기는 6.7~18.5x4.8~10.0mm이다. 광택은 특색의 부형형으로 피침상인자나 근세형상이다. 빛은 적다. 발생온도범위는 22~34°C, 발생기간은 20~34°C, 18~20°C에서 잘 형성된다.	이 알레미는 높은 직립형이다. 알레미는 20~22°C에서 3~4개월, 20~26°C에서 3~4일이다. 그러나 최근 약제사용은 병을 통제해서 유충을 알레미로 나타내지 않고 통제로 있다. 병징에서의 병징은 고온기에 나타나는 2000년 종식이 나쁜, 자른거리는 삽이-삽이통제제도 병징이 나타내지 않는다.	삽이나 물레 발생하여 저온에는 잘 불부리 알레미의 부형형을 형성하고 무당재해 경로의 품종이 발생한다. 병징은 카복 대의 것 같은 재현가 알레미로 알레미와 직립형으로 병징이 발생한다. 병징은 고온기에 나타나는 2000년 종식이 나쁜, 자른거리는 삽이-삽이통제제도 병징이 나타내지 않는다.

<농작물 질병 데이터 예시>

- 농작물 질병 데이터는 농작물 종류, 질병명칭, 발병부위, 발병원인, 발생생태, 병징 등으로 구성됨
- 농작물 질병 데이터는 농촌진흥청 데이터베이스 연동과 문헌조사 등을 통해 수집함
- 농작물 질병 데이터의 상세내용은 부록에 첨부하였음

○ 해충 데이터

No	국명	이미지	병명	과명	속명	발생생태	피해증상
3	국화재해					국화재해는 알레미도 번이목이 있다. 나무가 되고 줄기 부분부터 부름이 다수의 무당재해가 발생한다. 무당재해는 무성, 직립형 내지, 난형으로 근세로 2000년 크기는 6.7~18.5x4.8~10.0mm이다. 광택은 특색의 부형형으로 피침상인자나 근세형상이다. 빛은 적다. 발생온도범위는 22~34°C, 발생기간은 20~34°C, 18~20°C에서 잘 형성된다.	삽이나 물레 발생하여 저온에는 잘 불부리 알레미의 부형형을 형성하고 무당재해 경로의 품종이 발생한다. 병징은 카복 대의 것 같은 재현가 알레미로 알레미와 직립형으로 병징이 발생한다. 병징은 고온기에 나타나는 2000년 종식이 나쁜, 자른거리는 삽이-삽이통제제도 병징이 나타내지 않는다.

<농작물 해충 데이터 예시>

- 농작물 해충 데이터는 농작물 종류, 해충명, 해충구분, 발생생태, 피해증상 등으로 구성됨

- 농작물 해충 데이터는 농촌진흥청 데이터베이스 연동과 문헌조사 등을 통해 수집함
- 농작물 해충 데이터의 상세내용은 부록에 첨부하였음

## 6. 방제 정보 DB

### ○ 방제 정보

- 식별정보 : 살균제ID, 살균제명, 영문명
- 대상정보 : 작물, 병해
- 제품정보 : 유효성분, 대표상품명, 판매단위, 제조사, 독성
- 살포방법 : 사용적기, 사용방법, 사용량(희석량)
- 안전기준 : 안전사용시기, 안전사용횟수

### ○ 방제 정보 예시

병해충명	방제 정보
국화 왜화 바이로이드	무병묘를 이용하고 전염원을 제거하거나 전염경로를 차단해야 한다. 통상 바이러스는 성장점을 0.6mm이하로 채취하며 조직 배양 하면 100% 가까이 바이러스 무병주를 얻을 수 있지만 CSVd는 이러한 조건에서 거의 무병묘를 얻을 수 없다. 그러나 국화의 생장이 가능한 온도이면서 CSVd가 증식하기 어려운 온도(예 : 5-8°C)에서 생육시킨 후에 경정조직배양을 하면 무병묘가 얻어 질 수 있을 것으로 판단된다.
잣빛 곰팡이병	재배적 방제법으로는 과습하지 않도록 충분히 환기하는 것이 가장 중요하다. 또 병든 꽃은 일찍 따버려 소각하여 병균이 전파되지 않도록 한다. 약제방제는 벤레이트, 톱신, 스미렉스, 유파렌, 놀란 등이 효과적이다. 화색에 따라서는 농약의 흔적이 남으므로 개화전에 살포하거나 약흔이 없는 약제를 선택하여 쓰는 것이 좋다. 또 약제는 포기전체에 골고루 뿌릴 필요가 있다. 최근에 소비자 기호에 맞게 개발된 훈연제를 이용하면 약흔을 없앨 수 있다.
흰녹병	흰녹병에 강한 품종을 선택한다. 스탠다드 계통의 품종으로는 봉황, 청운, 적부사, 을녀앵 등이 강한 내성을 보이고, 스프레이계에서는 프린세스, 리퍼, 타켓, 핑크데이지 등이 강하다. 건전한 모본을 사용하고, 뿌리를 나눌 때 묘를 검사하고 병반이 발견되면 제거한다. 비가 올 때 흙이 튀어 오르면 발병하기 쉬우므로 비를 맞지 않게 한다. 습윤, 배수불량 시에 다발하기 때문에 건조한 토지를 선택하고 통풍을 좋게 한다. 질소질 비료의 과다사용은 발생을 조장하기 때문에 시비에도 충분히 주의한다. 병든 잎이나 포기는 지장이 없는 한 발병 즉시 제거한다. 또한 흑색비닐멀칭을 하면 방제에 매우 효과적이다. 약제로는 다이센, 다코닐, 샤프롤, 프란트박스, 베노밀, 파아람, 바이코, 트리후민, 시스템 등이 좋다. 발병이 심하면 일주일 간격으로 연속 살포한다. 이때에도 반드시 공중습도를 줄여주어야 효과를 높일 수 있다. 한 종류의 연용을 피하고 교호 살포한다. 그러나 약제내성균의 출현으로 더욱 문제가 되고 있다. 살포간격이 10일 이내면 약해가 발생하기 쉬우므로 10~15일 간격으로 4~5회 살포한다.
점무늬병	재배적 방제로는 질소질 비료의 과용을 피한다. 약제방제로는 생육초



병해충명	방제 정보
	기에 중점적으로 살포하고 적심 20일후 경부터 1주 간격으로 5~7회 살포하는 것이 좋다. 적심 후 비가 많이 오면 최초의 살포를 1주간 정도 일찍하여 살포회수를 늘린다. 방제약제는 다이젠엠 45, 다코닐수화제 등이 효과적이다. 전착제를 함께 사용하여 하엽부터 잎의 앞뒷면에 잘 묻도록 전면에 살포하는 것이 중요하다. 최초 살포시에 병든 잎이 있으면 제거하고 살포한다.
뿌리 썩음병	재배적 방제법으로는 지나친 질소시비를 하지 말고 배수에 주의하고 고온으로 관리하지 않도록 한다. 약제방제법으로는 몬세렌, 포리옥신디, 바리신, 지오판(톱신엠, 톱네이트 엠), 리프졸(트리후민), 이프로(로브랄), 카프로(로브동), 핵사코나졸, 휘나리, 리조렉스 등을 살포하며, 병발생이 심한 농가에서는 토양살균제 등을 이용하여 토양소독을 한다.
역병	배수를 철저히 하며 잦은 관수를 피한다. 병든 포기는 주변 흙과 함께 포장 밖으로 버리고 등록 약제를 병든 포기의 근권토양에 관주 한다.
시들음병	재배적 방제 삼목시 건전한 묘를 사용한다. 연작으로 인해 시들음병 발생이 많은 포장에서는 시들음병 저항성 품종을 선택하여 재배한다. 병이 발생한 포장의 토양은 재배묘상으로 이용하지 말아야 하며, 그 포장에는 연작을 피한다. 약제 방제 이병된 포장은 토양소독을 실시한다. 생육기에 발생하는 시들음병을 방제하기 위해서는 발생초기에 이병주를 제거하고 베노밀수화제(벤레이트수화제 1,500배액), 지오판수화제(톱신엠 1,500배액)를 1m <sup>2</sup> 당 3ℓ정도 토양관주 한다.
차면지 응애	일반적으로 응애약제를 살포하는 경우에는 발생이 적다. 생장점 부위를 집중적으로 가해하므로 순 부위의 어린 잎에 피해가 나타나는 초기에 약제 살포를 해야 한다. 약제 살포 후 전개되는 잎이 정상적으로 자라면 약효가 있는 것으로 보면 되나 밀도가 높을 경우 일부 살아남는 개체가 재발생하므로 7~10일 간격으로 2~3회 연속 살포하는 것이 좋다.
파밤나방	농약에 저항성이 잘 생겨 방제하기 쉽지 않은 해충이며, 비교적 1~2령의 어린 유충기간에는 방제 효과가 높으나, 3령 이후의 큰 유충이 되면 방제효과가 떨어진다. 파의 경우 유충이 파속으로 들어가 가해하므로 약제에 접촉되지 않아 방제가 더욱 어렵다. 교미교란용 페로몬을 이용하여 방제하기도 한다.

- 농작물 병해충에 대한 방제 데이터는 농작물 종류, 병해충에 따른 다양한 방제 정보들로 구성됨
- 농작물 병해충에 대한 방제 데이터는 농촌진흥청 데이터베이스 연동과 문헌조사 등을 통해 수집함
- 농작물 병해충에 대한 방제 데이터의 상세내용은 부록에 첨부하였음

## 7. 이미지 검수 시스템

### 7.1 기존 시스템의 문제점

A. 다른 이미지 검색 되는 경우	B. 배 화상병을 검색한 경우
C. 상관없는 이미지	D. 기존 이미지 확인 방법

- 이미지 수집 시 이미지 신뢰도, 정확성에 대한 문제
- A는 배 검은별무늬병과 유사하지만 다른 이미지인 배 화상병 이미지가 검색되어 사람들에게 혼동을 줌
- B는 배 화상병을 검색 했을 시 병명을 정확히 확인하기 위한 접사이미지를 수집하기 힘들
- C는 상관없는 이미지가 다수 포함되어 사용자에게 불편함을 줌
- D는 이미지 수작업으로 수집 시 시간 오래 걸림

### 7.2 DB 스키마(Schema)

- 초기 설계 이미지 기본 정보 테이블

no	Field	Type	Defaults	Null	Key
1	idx	int(10)unsigned		Not null	Primary

no	Field	Type	Defaults	Null	Key
2	type	varchar(255)			
3	disease_type	varchar(255)			
4	content_url	varchar(255)			
5	img_url	varchar(255)			
6	date_collected	varchar(255)			
7	regdate	varchar(255)			

no	Field	설명
1	idx	각 이미지의 식별 번호
2	type	작물의 종류(예: 사과, 배, 딸기 등)
3	disease_type	병해충 이름(예: 화상병, 검은별무늬병 등)
4	content_url	해당 이미지에 Web URL
5	img_url	해당 이미지에 주소 URL
6	date_collected	해당 이미지 수집 날짜
7	regdate	해당 이미지 수정 날짜

○ 초기 설계 이미지 검수 테이블

no	Field	Type	Defaults	Null	Key
1	idx	int(10)unsigned		Not null	Primary
2	type	varchar(255)			
3	disease_type	varchar(255)			
4	content_url	varchar(255)			
5	img_url	varchar(255)			
6	user1(y)	int(10)			
7	user1(n)	int(10)			
8	user2(y)	int(10)			
9	user2(n)	int(10)			
10	user1(text)	varchar(255)			
11	user2(text)	varchar(255)			
12	date_collected_1	varchar(255)			

no	Field	Type	Defaults	Null	Key
13	date_collected_2	varchar(255)			
14	regdate	varchar(255)			

no	Field	설명
1	idx	각 이미지의 식별 번호
2	type	작물의 종류(예: 사과, 배, 딸기 등)
3	disease_type	병해충 이름(예: 화상병, 검은별무늬병 등)
4	content_url	해당 이미지에 Web URL
5	img_url	해당 이미지에 주소 URL
6	user1(y)	사용자 1이 Yes라고 검수하면 값 1
7	user1(n)	사용자 1이 No라고 검수하면 값 1
8	user2(y)	사용자 2가 Yes라고 검수하면 값 1
9	user2(n)	사용자 2가 No라고 검수하면 값 1
10	user1(text)	사용자 1이 입력한 특이사항에 관한 내용
11	user2(text)	사용자 2가 입력한 특이사항에 관한 내용
12	Inspection_date1	사용자 1이 검수한 날짜
13	Inspection_date2	사용자 2가 검수한 날짜
14	regdate	해당 이미지 수정 날짜

○ 설계 이미지 기본 및 검수 정보 테이블

```

서버 : root@ir.sejong.ac.kr
DB : cbir
Table : web_based_img
홈페이지 : ir.sejong.ac.kr/inspector/gumsu.html

```

no	Field	Type	Defaults	Null	Key
1	idx	int(10)unsigned		Not null	Primary
2	type	varchar(255)			
3	disease_type	varchar(255)			
4	img_url	varchar(255)			
5	content_url	varchar(255)			
6	Text1	text			
7	Text2	text			

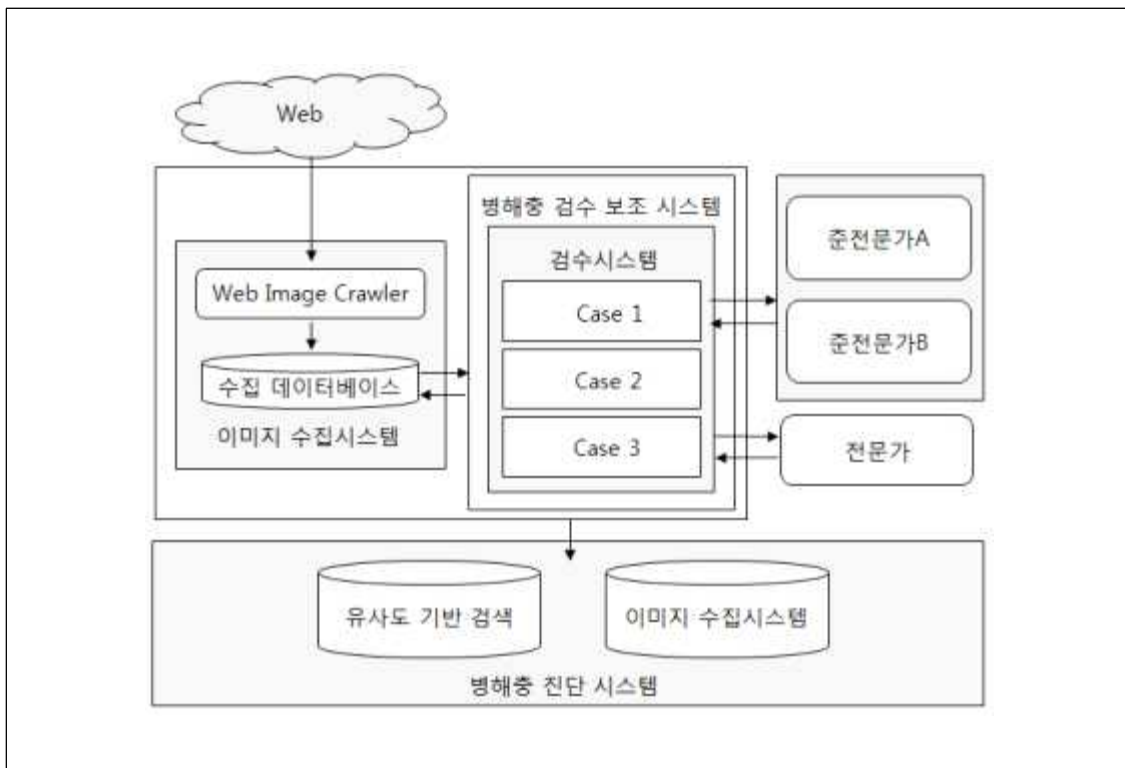


○ 이미지 검수 후 Table Capture

id	type	disease_type	img_url	content_url	Radio1	Text1	Radio2	Text2	Radio3	Text3
1	pear	fire blight pear	http://i.imgur.com/...	en.wikipedia.org/wiki/File:Fire_blight_...	1		1			-1 test
2	pear	fire blight pear	http://www.starfbros.com/blog/wp-content/uploads/...	www.starfbros.com/blog/wp-content/uploads/...	1		1	radio1		1 test
3	pear	fire blight pear	http://agrifocdn.tamu.edu/ftp/files/2012/04/fire-bl...	agrifocdn.tamu.edu/ftp/files/2012/04/fire-bl...	1		1	radio1		1, 1
4	pear	fire blight pear	http://www.starfbros.com/blog/wp-content/uploads/...	www.starfbros.com/blog/wp-content/uploads/...	0		1	radio1		0
5	pear	fire blight pear	http://www.regalree.net/Pear_20FireBlight.jpg	www.regalree.net/Insect-Disease-Control.html	0		1			0
6	pear	fire blight pear	https://fruitgardener.files.wordpress.com/2012/05/...	fruitgardener.wordpress.com/2012/05/...	0		1			0
7	pear	fire blight pear	http://agrifocdn.tamu.edu/ftp/files/2012/04/fire-bl...	agrifocdn.tamu.edu/ftp/files/2012/04/fire-bl...	0		1			0
8	pear	fire blight pear	http://media.npr.org/assets/img/2013/04/10/pearfir...	www.npr.org/blogs/thesalt/2013/04/10/17600669...	0		1			0
9	pear	fire blight pear	http://www.nyipm.com/edu/factsheets/fruitul...	homeguides.sfgate.com/effects-fire-blight-spray-pe...	0		1			0
10	pear	fire blight pear	http://www.aponet.org/edcenter/Intropp/lessons/br...	www.aponet.org/edcenter/Intropp/lessons/br...	0		1			1
11	pear	fire blight pear	http://news.ure.purdue.edu/images/2014/fire-blig...	www.purdue.edu/herson/releases/2014/Q1/disea...	1		0	radio1		1
12	pear	fire blight pear	http://www.walterseries.com/uploads/P/Ga/FireBli...	www.walterseries.com/gardening-q-and-a/for-...	1		1			-1
13	pear	fire blight pear	http://plantdoctor.pbworks.com/Fire%20FireBligh...	diynews.tv/index.php/en/education/148522-mea...	1		0	radio1		1
14	pear	fire blight pear	http://www.pn.astate.edu/pn/info/files/images/ik...	www.pn.astate.edu/pn/info/plant-diseases/fire-bl...	1		1	radio1		-1 [null]
15	pear	fire blight pear	http://www.pps.org/IM/Images/FireBlight-on-pear...	www.pps.org/IM/Images/FireBlight.html	1		0			1

### 7.3 시스템 설계

○ 시스템 구조도



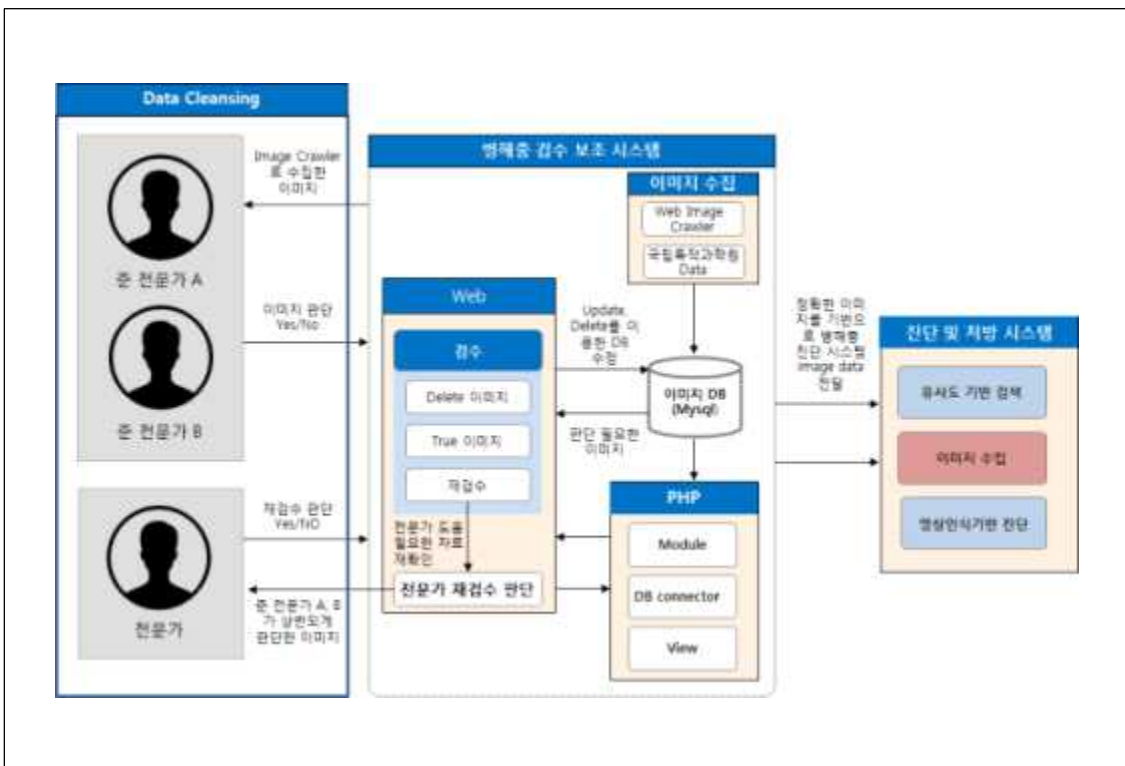
<시스템 구조도>

- 병해충 이미지 수집 및 검수 시스템은 크게 이미지 수집, 이미지 검수 두가지 모듈로 이루어졌음
- 병해충 수집 모듈은 Java 언어를 사용하여 Image search API를 이용해서 구현되었음
- 이미지 수집 DB는 MySQL을 사용함
- 이미지 검수 모듈은 총 3인의 전문가가 검수를 진행함

- 수집된 이미지 DB를 PHP와 HTML을 이용해서 구현한 Web사이트에서 검수를 진행함
- 검수자는 각기 다른 화면에서 수집된 이미지를 판단함
- Case 1, Case 2, Case 3 총 3가지 경우로 판단되어 검수된 이미지는 검수완료, 삭제, 재확인 으로 분류 되어 이미지 DB 구축함
- 구축된 이미지 DB는 병해충 진단 시스템에 전달되어 사용됨

○ 시스템 흐름도

- 이미지는 Web Crawler와 국립특작과학원에서 수집된 이미지를 사용
- Web사이트에 수집된 이미지를 각기 다른 검수자 화면에 출력
- 준전문가 A, B는 수집된 이미지를 검수하기 위해 각기 다른 화면에 접속
- 서로 다른 Web화면에서 이미지 판단(Yes, No)
- 준전문가 A, B가 판단했을 때 총 3가지 Case가 존재함
- Case 1은 준전문가 A, B가 똑같은 이미지를 Yes, Yes라고 판단했을 시 맞는 이미지라고 판단해서 Home화면에 표시함
- Case 2는 준전문가 A, B가 No, No라고 판단했을 시 잘못된 이미지라고 판단해서 삭제함
- Case 3는 준전문가 A, B가 Yes, No라고 서로 다른 판단을 했을 시 정확한 판단이 불가능하기 때문에 재검수 Page로 이동해서 해당분야에 전문가가 재확인해서 맞는 이미지면 Home화면에 표시, 잘못된 이미지면 삭제함



<이미지 수집 및 검수 흐름도>



## 7.4 화면 설계



<Home 화면>

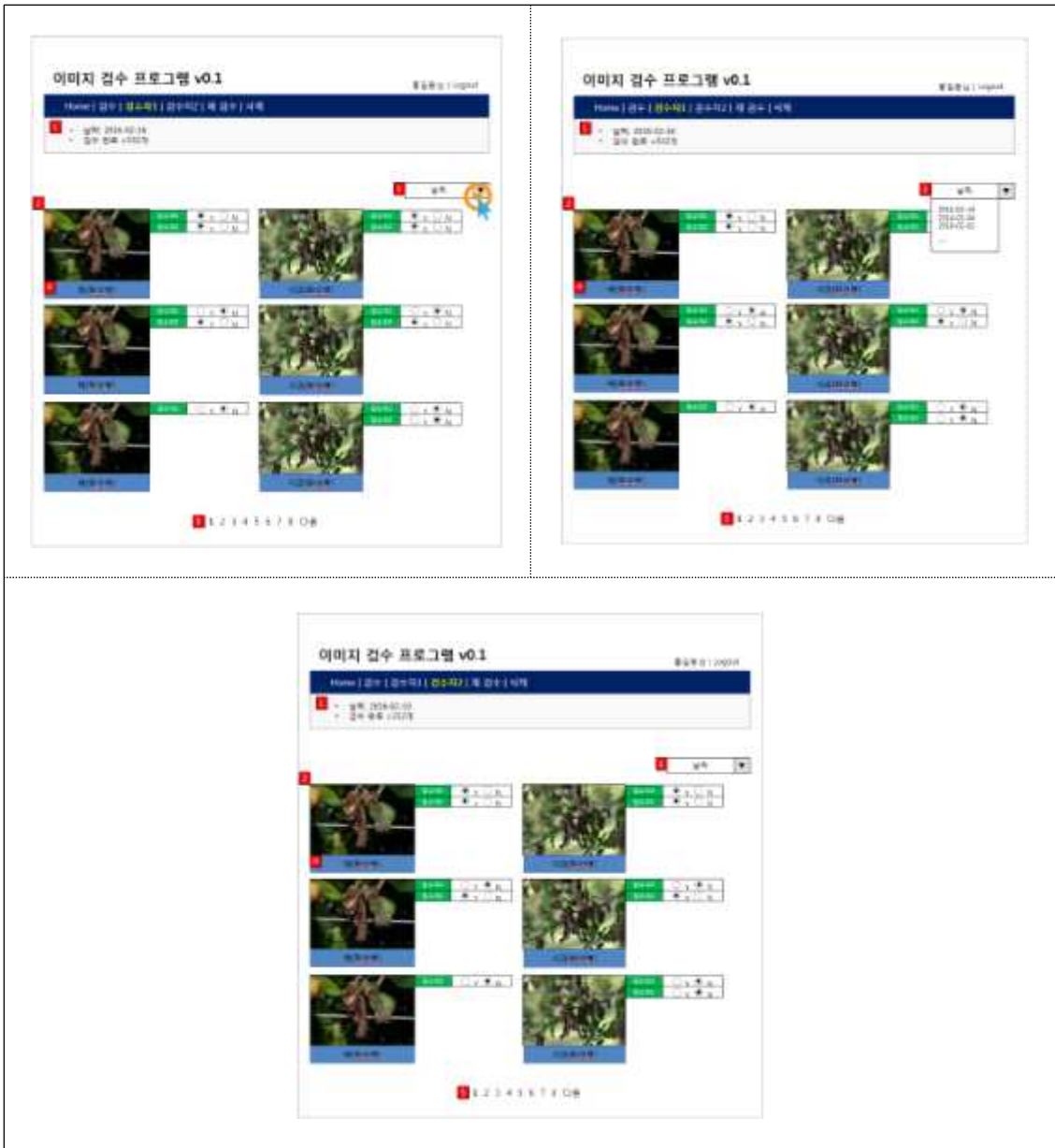
- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 Home 화면
- 1번 과정은 Logout 및 Login 입력
- 2번 과정은 다른 Tag로 이동
- 3번 과정은 종류, 이름, 병명으로 조회
- 4번 과정은 직접입력으로 검색
- 5번 과정은 검수 현황 정보 확인
- 6번 과정은 검색한 명칭에 대한 자료(검수 완료건만 표시)확인
- 7번 과정은 클릭한 자료 이전, 이후 이동 가능
- 8번 과정은 확대기능으로 정확한 확인





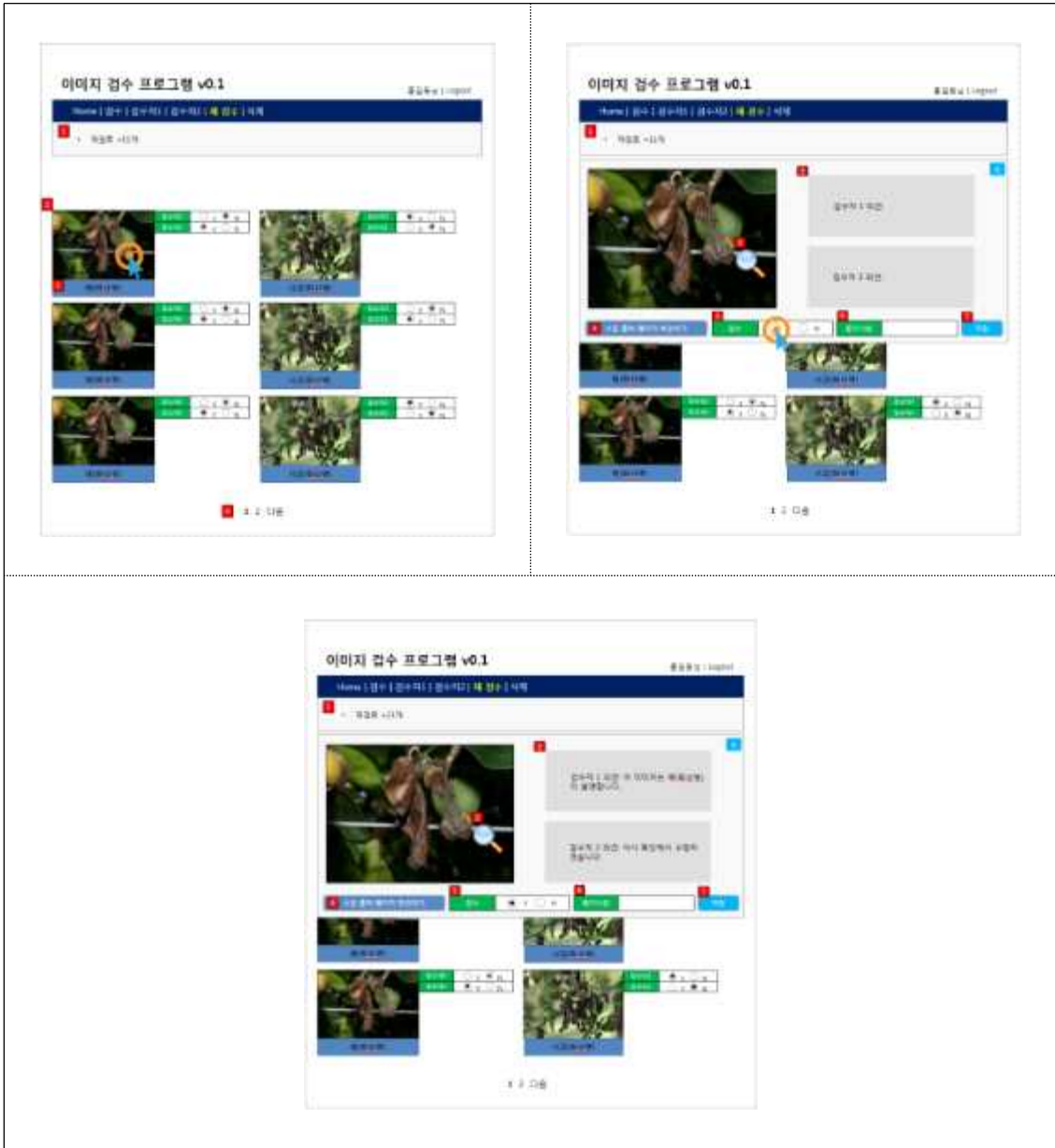
<검수 화면>

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 검수 화면
- 1번 과정은 다음 이미지로 이동
- 2번 과정은 확대기능으로 정확한 확인
- 3번 과정은 본문이동 버튼 클릭 시 상세 내용 확인 가능
- 4번 과정은 이미지 검수 결과 입력(Yes, No)
- 5번 과정은 특이사항 및 참고내용 등을 기록
- 6번 과정은 이미지 검수 결과 저장 버튼
- 7번 과정은 해당 목록의 이미지를 클릭하면 이동



<검수자1, 2 화면>

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 검수자1, 2 화면
- 검수자1, 2가 서로 다른 화면으로 각자가 검수한 내용 확인 가능
- 1번 과정은 검수 현황 정보
- 2번 과정은 검수자1이 검수한 목록 표시
- 3번 과정은 날짜 선택 가능
- 4번 과정은 명칭 표시
- 5번 과정은 다음 Page로 넘기는 것



<재검수 화면>

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 재 검수 화면임
- 검수자1, 2가 검수한 목록 중 (x, o)일 경우 재 검수
- 1번 과정은 검수 현황 정보이며 2번 과정은 확대기능으로 정확한 확인
- 3번 과정은 검수자 의견을 작성해서 보다 정확한 확인이며 4번 과정은 본문이동 버튼 클릭 시 상세 내용 확인 가능
- 5번 과정은 이미지 검수 결과 입력이고 6번 과정은 특이사항 및 참고내용 등을 기록
- 7번 과정은 이미지 검수 결과 버튼 클릭시 저장



<삭제화면>

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 삭제 화면
- 1번 과정은 검수 현황 정보
- 2번 과정은 검수자1, 2가 검수한 목록 중(x, x)일 경우 삭제
- 3번 과정은 날짜 선택 가능
- 4번 과정은 명칭 표시
- 5번 과정은 다음 Page로 넘기는 것
- 6번 과정은 삭제 보관 후 완전 삭제(사이트, DB)가능
- 7번 과정은 한 번 더 확인 후 완전 삭제(사이트, DB)가능

## 7.5 시스템 구현

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 Home 화면
- 시스템 URL 주소 : <http://ir.sejong.ac.kr/inspector/gumsu.html>
- 사용자는 작물의 종류(예: 사과, 배, 딸기 등)와 병해충 이름(예: 화상병, 검은별무늬병 등)을 선택하여 검수된 이미지를 화면에서 확인 할 수 있음
- 해당이미지를 클릭하면 확대된 화면을 확인 할 수 있음



<검수자 1, 2 화면>

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 검수자1, 2(준전문가) 화면
- 사용자가 로그인 하면 로그인 사용자에게 맞는 다른 검수 화면 호출함
- 사용자는 작물의 종류(예: 사과, 배, 딸기 등)와 병해충 이름(예: 화상병, 검은별무늬병 등)을 선택하여 이미지를 검수 할 수 있음
- 사용자는 이미지를 눌러서 확대해서 확인 할 수 있음
- 사용자는 확대된 상태에서 오른쪽으로 누르면 다음 화면으로 이동
- 사용자는 주소에 기입된 이미지가 있는 URL을 접속해서 정확한 내용을 확인 할 수 있음
- 사용자는 검수 상태 Yes, No 체크 박스를 이용해서 검수
- 사용자가 검수했을 시 참고할 내용 기입 가능

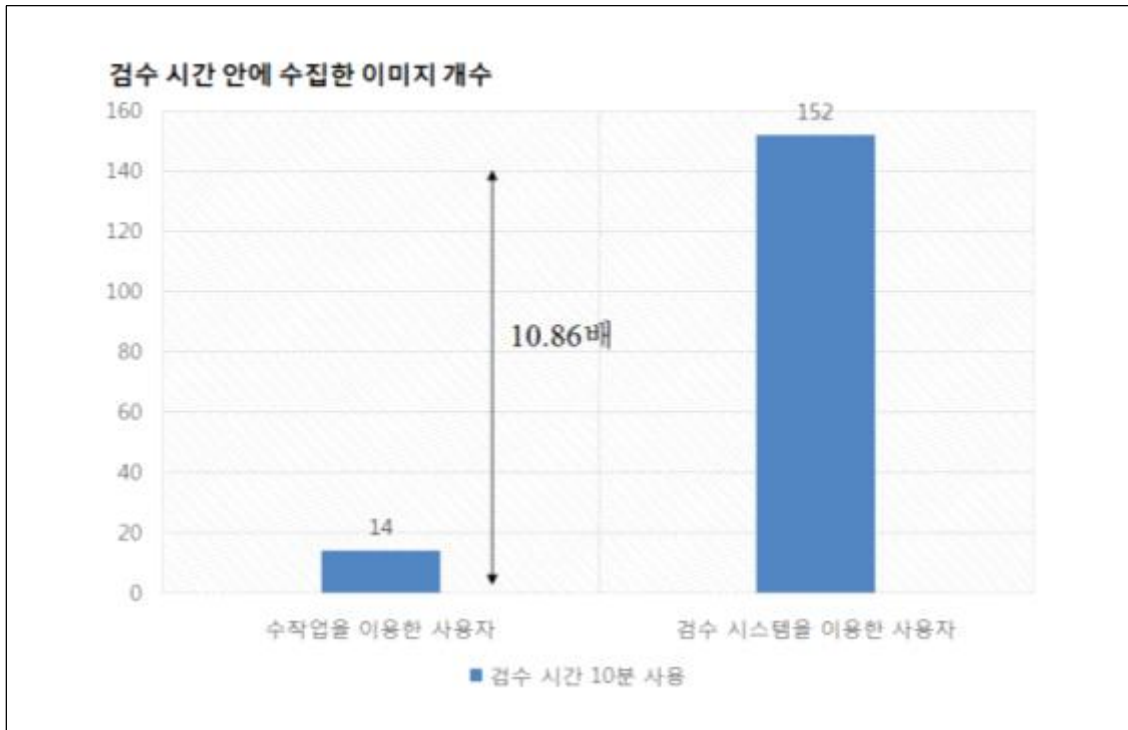


<재검수화면>

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 재검수 화면
- 재검수 화면은 검수자1, 2(준전문가)가 아닌 검수자 3(전문가)이 검수
- 재검수 화면에서 검수되는 이미지는 검수자1, 2(준전문가)의 검수 결과가 서로 다른 경우 (검수자 1(Yes), 검수자 2(NO)) 추가로 검수자 3(전문가)이 재 검수
- 검수자1, 2(준전문가) 화면과는 다르게 재 검수 화면은 작물의 종류, 병해충 이름을 선택하지 않음. 이유는 검수자1, 2(준전문가)가 서로 다르게 판단한 경우가 많지 않기 때문에 적은 양을 검수하려고 할 시 불편하기 때문임
- 사용자는 이미지를 눌러서 확대해서 확인 할 수 있음
- 사용자는 확대된 상태에서 오른쪽으로 누르면 다음 화면으로 이동
- 사용자는 주소에 기입된 이미지가 있는 URL을 접속해서 정확한 내용을 확인 할 수 있음
- 사용자는 검수 상태 Yes, No 체크 박스를 이용해서 검수
- 사용자가 검수했을 시 참고할 내용 기입 가능







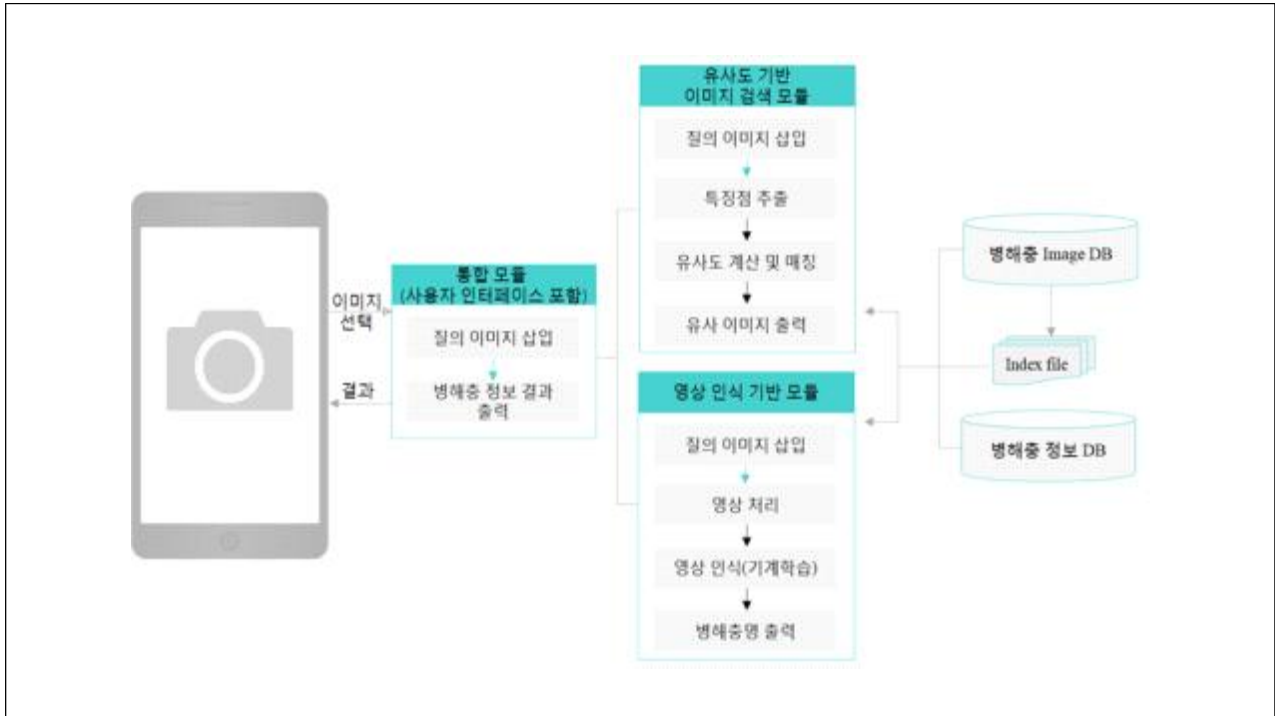
<성능 측정>

- 병해충 이미지 수집 및 검수시스템의 성능 측정 결과
- 표에서 알 수 있다시피 수작업을 이용한 사용자와 검수 시스템을 이용한 사용자는 약 11배에 차이를 보임
- 검수 시스템을 이용한 사용자는 검수자 3인이 검수하기 때문에 신뢰도 높고 정확도 높은 이미지임



## 8. 유사도 이미지 기반 병해충 진단 및 처방 시스템

### 8.1 통합 병해충 진단 및 처방 시스템



<병해충 진단 및 처방 시스템 구조도>

- 통합시스템은 크게 통합 모듈과 통합 모듈의 세부 모듈, DB 세 부분으로 구성되어 있음
- 통합 모듈은 세부 모듈에 사용자 인터페이스가 결합되었으며, 세부 모듈은 유사도 기반 이미지 검색 모듈과 영상 인식 기반 모듈로 나뉨
- 사용된 DB는 병해충 Image DB와 병해충 정보 DB 두 가지가 있음
- 통합 모듈은 사용자가 확인하고자 하는 이미지를 입력하여 병해충 정보를 결과로 확인할 수 있는 사용자 인터페이스와 결합
- 통합 모듈은 세부 모듈인 유사도 기반 이미지 검색 모듈과 영상 인식 기반 모듈 두 가지를 포함
- 사용자는 시스템에 직접 입력 이미지를 넣고 결과를 확인하여 상호 작용을 할 수 있음

### 8.2 DB 스키마(Schema)

- 이미지 기본 정보 테이블

no	Field	Type	Null	Key
1	idx	int(20)	Not Null	Primary
2	image_path	varchar(200)	YES	
3	category	varchar(200)	YES	
4	disease	varchar(200)	YES	
5	image_name	varchar(30)	YES	
6	sys_time	timestamp	Not Null	

no	Field	설명
1	idx	각 이미지의 식별 번호
2	image_path	서버에 저장되어 있는 이미지들의 절대 경로
3	category	작물의 종류(예: 사과, 배, 딸기 등)
4	disease	병해충 이름(예: 화상병, 검은별무늬병 등)
5	image_name	이미지 파일 이름
6	sys_time	이미지 삽입 혹은 업데이트 된 시스템 시간

○ 질병 정보 테이블

no	Field	Type	Null	Key
1	idx	int(11)	Not Null	Primary
2	disease	varchar(30)	YES	
3	amylovora	text	YES	
4	symptom	text	YES	
5	enviro_feature	text	YES	
6	prescription	text	YES	
7	sys_time	timestamp	Not Null	

no	Field	설명
1	idx	각 질병의 식별 번호
2	disease	병해충 이름(예: 화상병, 검은별무늬병)
3	amylovora	병원체 정보
4	symptom	병 증상 정보
5	enviro_feature	발생환경 정보

no	Field	설명
6	prescription	방제 정보
7	sys_time	정보 삽입 혹은 업데이트 된 시스템 시간

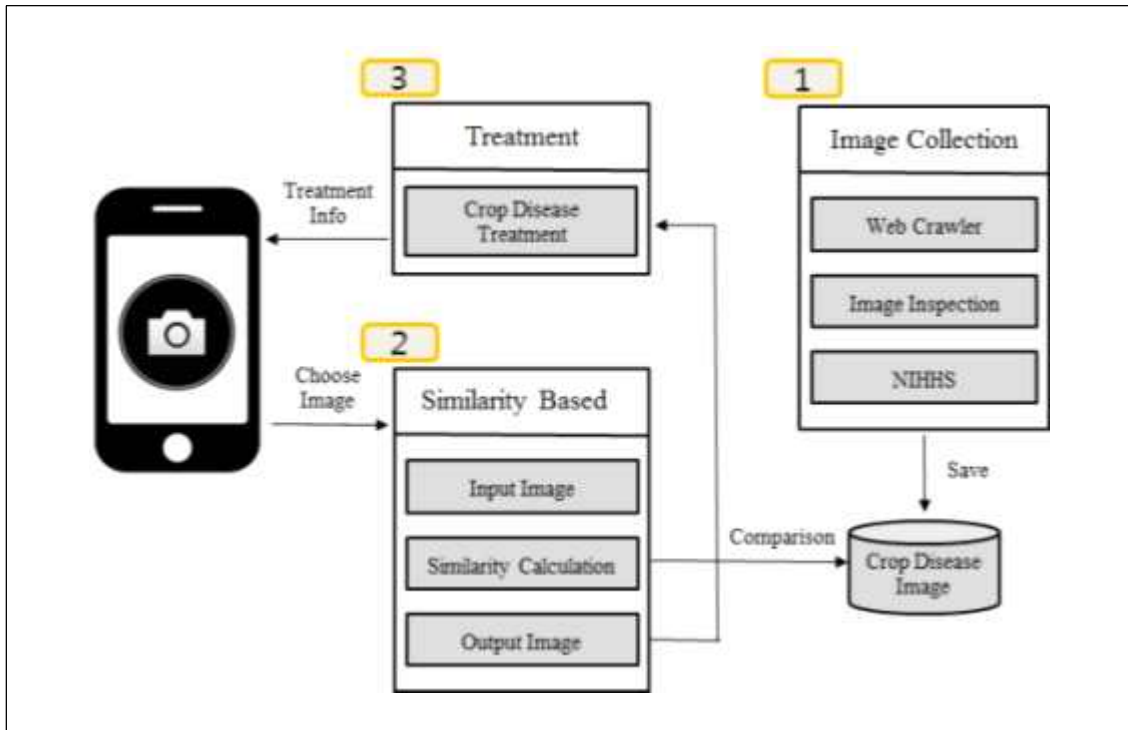
○ 방제 정보 테이블

no	Field	Type	Null	Key
1	idx	int(20)	Not Null	Primary
2	disease	varchar(100)	YES	
3	s1	varchar(200)	YES	
4	s2	varchar(200)	YES	
5	s3	varchar(200)	YES	
6	s4	varchar(200)	YES	
7	s5	varchar(200)	YES	
8	s6	varchar(200)	YES	
9	sys_time	timestamp	Not Null	

no	Field	설명
1	idx	각 질병의 식별 번호
2	disease	병해충 이름(예: 화상병, 검은별무늬병)
3	s1	약 제품(품목별) 정보
4	s2	상품명
5	s3	사용적기 정보
6	s4	사용약량(물 20L당)
7	s5	시기
8	s6	횟수
9	sys_time	정보 삽입 혹은 업데이트 된 시스템 시간

### 8.3 시스템 설계

○ 시스템 구조도



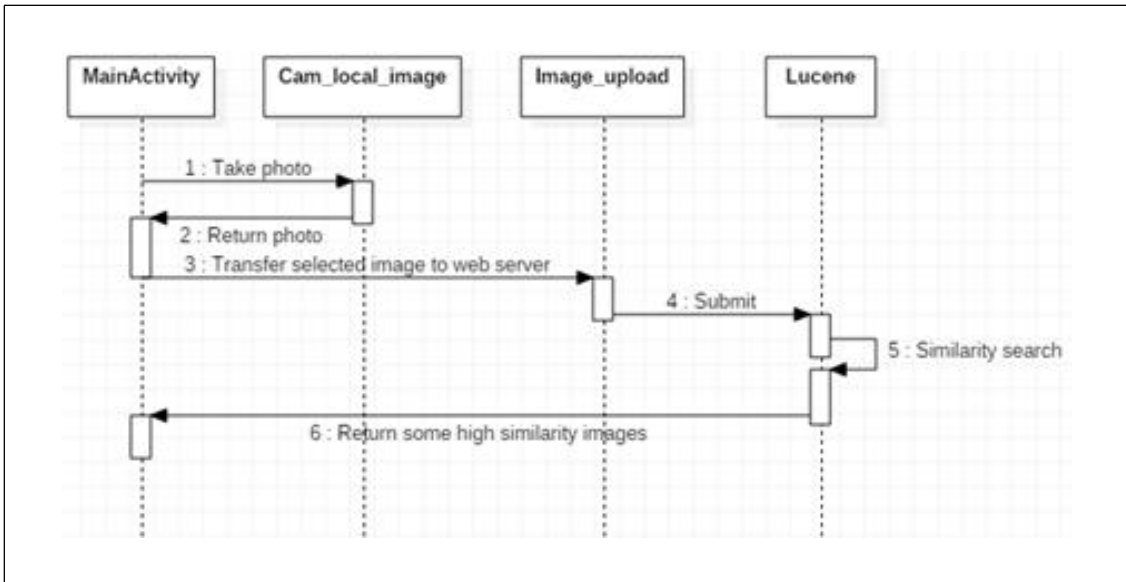
<시스템 구조도>

- 병해충 자동 진단 및 처방 시스템은 크게 병해충 이미지 수집, 진단, 처방 세 가지 모듈로 이루어졌음
- 병해충 진단 모듈은 유사도 기반 이미지 검색 엔진을 기반으로 하여 구현되었음
- 유사도 기반 이미지 검색 엔진은 이미지들의 특징점(Feature)을 추출함
- 이미지와 이미지간의 특징점을 비교하여 유사도를 계산함
- 유사도가 높은 순으로 입력 이미지와 가장 유사한 6장의 병해충 이미지를 출력함
- 사용자는 6장의 병해충 이미지들 가운데서 입력 이미지와 병 증상이 가장 비슷한 1장의 병해충 이미지를 선택
- 병해충 진단 모듈은 사용자가 선택한 병해충 이미지의 질병에 따라 병해충 진단 정보를 사용자에게 보여줌
- 진단 정보에는 병원체, 병 특징, 발생환경 및 방제 정보가 있음

○ 시스템 순차 다이어그램(Sequence Diagram)

- 아래 그림은 병해충 자동 진단 및 처방 시스템의 순차적인 동작과정을 볼 수 있는 순차 다이어그램임
- 사용자는 제일 처음에 병해충 자동 진단 및 처방 시스템에 접속함
- 과정 1은 사용자는 병해충 의심 작물의 사진을 스마트 폰 카메라 혹은 이미 저장되어 있는 파일 시스템을 통해 선택함
- 과정 2는 선택된 이미지는 시스템을 통해 사용자한테 보여줌
- 과정 3은 사용자가 ‘전송’ 버튼을 클릭하여 이미 선택한 이미지를 병해충 진단 서버에 전송함

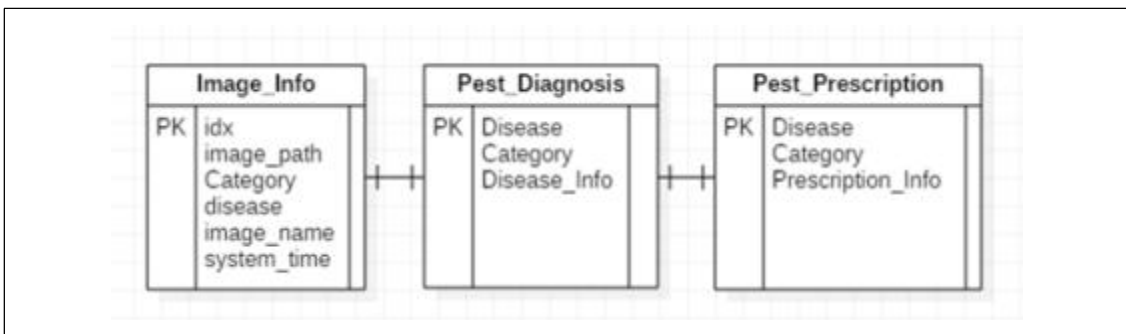
- 과정 4는 서버에 전달된 병해충 의심 이미지를 유사도 기반 이미지 검색 엔진에 입력



<순차 다이어그램(Sequence Diagram)>

- 과정 5에서는 전송 받은 병해충 의심 이미지의 특징점들을 추출하고 이미 구축된 병해충 이미지 DB에 있는 이미지들의 특징점들과 비교하여 유사도를 계산
- 과정 6은 이미지들의 특징점들을 비교한 후 유사도가 높은 순서로 6장의 병해충 이미지를 사용자에게 보여줌

○ 데이터 모델



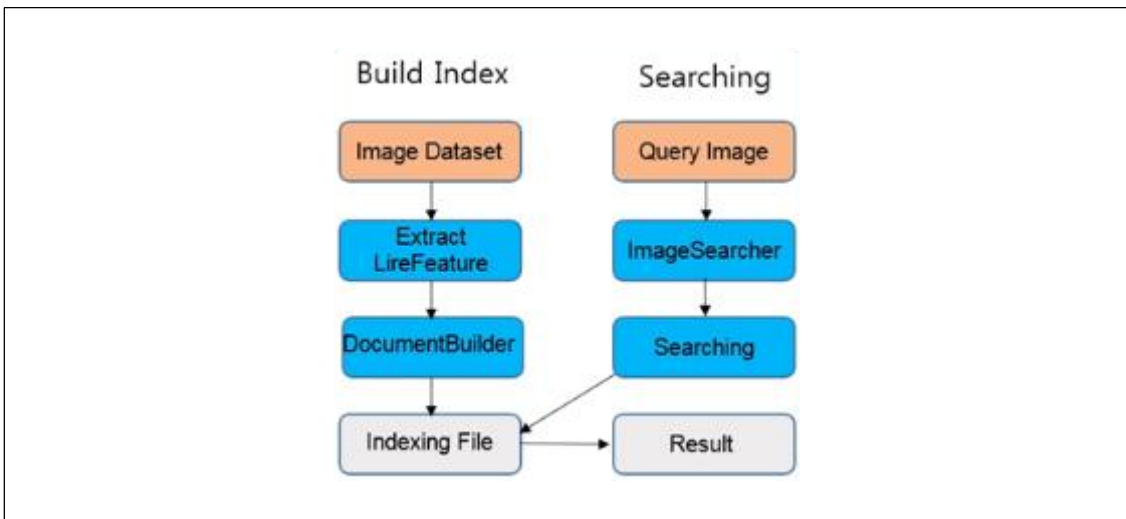
<ERD(Entity Relationship Diagram)>

- [그림 3]은 데이터를 효율적으로 저장하고 사용하기 위해 설계한 ER 다이어그램
- 총 3개의 테이블(Table)로 구성되었음
- Image\_Info 테이블은 병해충 이미지들의 기본정보(작물명, 질병명 등)와 이미지들이 저장되어 있는 위치정보를 저장함
- Pest\_Diagnosis은 병해충 진단 정보를 저장하는 테이블임
- Pest\_Prescription은 병해충 처방 정보를 저장하는 테이블임

## 8.4 유사이미지 검색 엔진: 라이어(Lire)

○ 라이어(Lire)는 내용기반 이미지 검색(Content-based Image Retrieval, CBIR) 라이브러리임

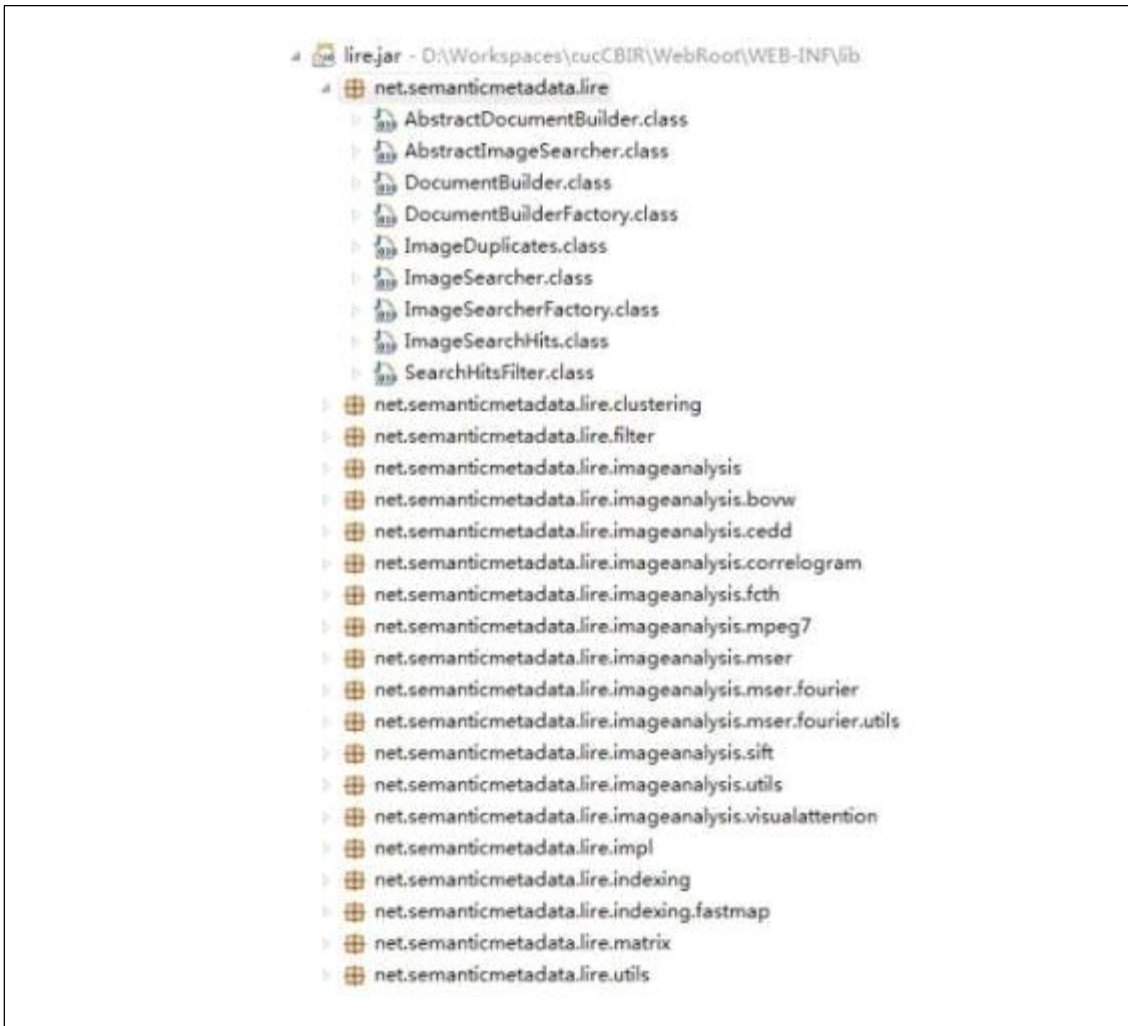
- 라이어는 Java 기반 라이브러리
- 전통적인 루씬처럼 텍스트만 다루는 것이 아니라 라이어는 이미지를 다룸
- 라이어는 이미지의 색상정보와 텍스트 특징점들의 정보를 이용해 이미지를 검색함
- 라이어는 이미지의 특징점들을 사용해 루씬의 인덱스를 만듦
- 기본적으로 MPEG-7 ScalableColor, ColorLayout, EdgeHistogram, Auto Color Correlogram, PHOG, CEDD, JCD, FCTH 등과 같은 특징점들을 추출하는 알고리즘이 존재함
- 개발자들은 부단히 업데이트 작업을 진행하고 있으며 현재는 더욱 고성능의 특징점 추출 알고리즘을 사용할 수 있음
- 라이어의 동작 과정



<라이어 동작 과정>

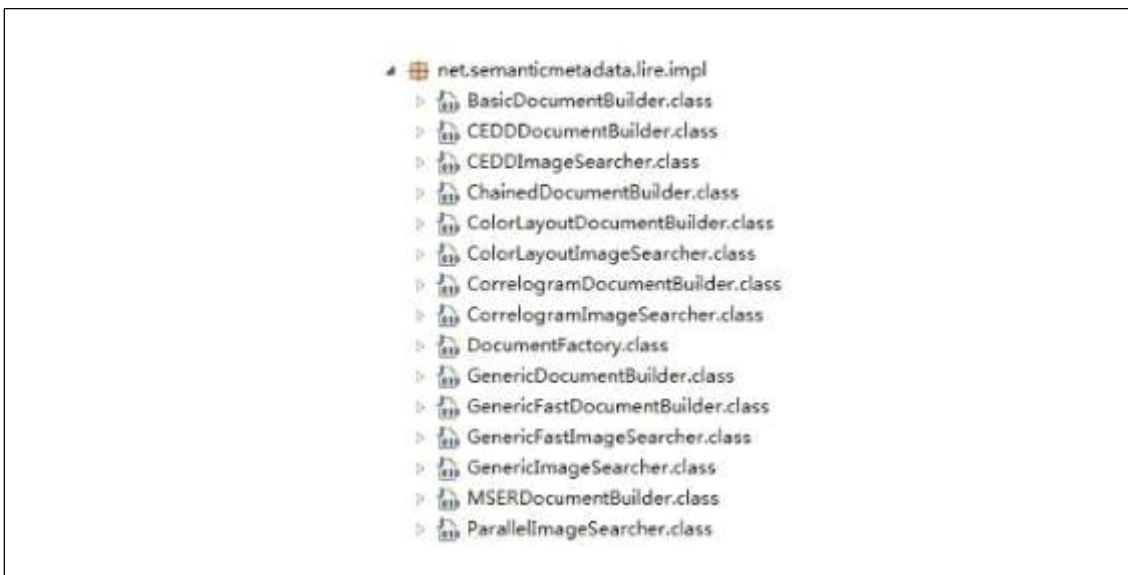
- 라이어는 크게 색인(Indexing) 과정과 검색 과정이 있음
- 색인 과정에서는 이미지의 특징점을 추출하고 추출한 특징점 정보를 사용해 문서를 만듦
- 검색 과정에서는 사용자의 입력 이미지의 특징점을 추출함
- 추출한 이미지의 특징점을 사용하여 문서 검색을 진행함
- 검색 결과는 입력 이미지와 가장 유사한 이미지를 n장 출력함

○ 라이어 전체 패키지

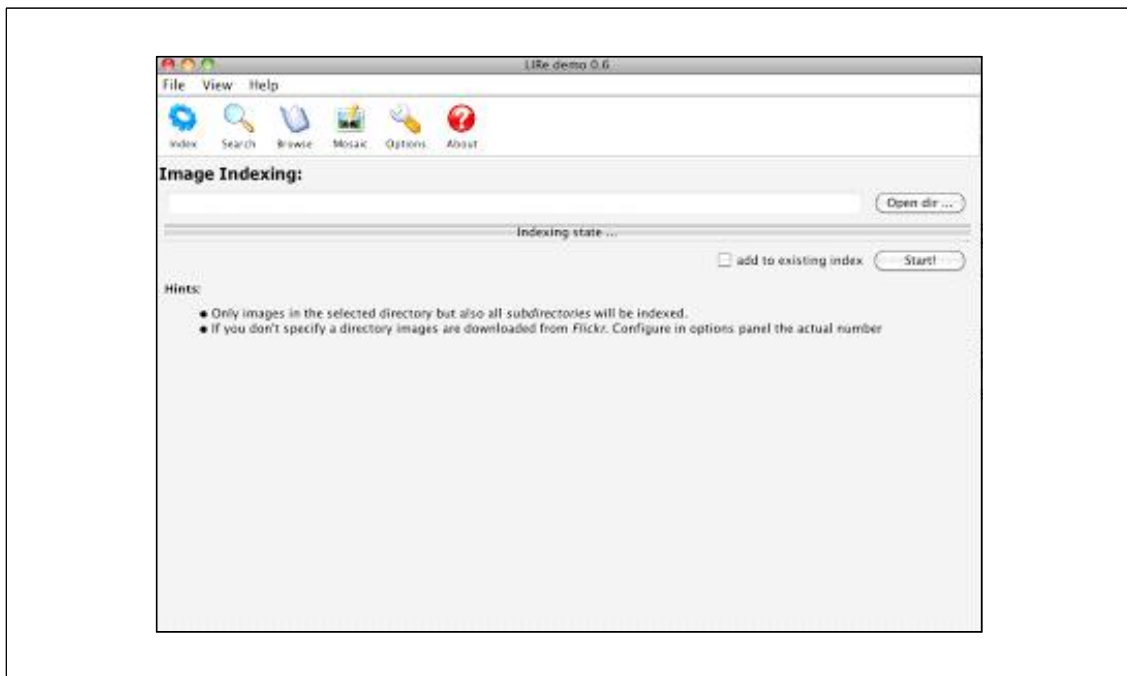


- DocumentBuilder.class는 인덱스를 생성
- ImageSearcher.class는 검색시에 사용

○ 라이어 알고리즘 구현 패키지



- 라이어에서 제공하는 알고리즘 패키지
  - 이들은 모두 이미지의 특징점을 추출하는 알고리즘임
- Lucene의 이미지 검색 라이브러리인 LIRE(Lucene Image REtrieval)를 이용하여 유사 이미지 검색을 수행
  - Image에서 몇 가지 descriptor를 추출한 다음 Lucene에 각 descriptor를 하나의 필드로 해서 indexing 및 retrieval하는 자바기반의 라이브러리
  - CBIR (Content Based Image Retrieval)용 오픈소스
  - LIRE의 소스
    - <http://www.semanticmetadata.net/lire/>
  - LIRE GUI 제공

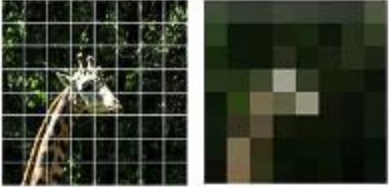


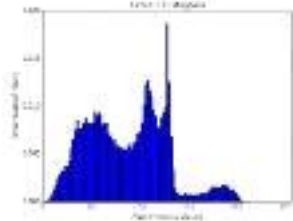

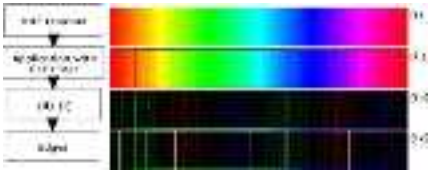
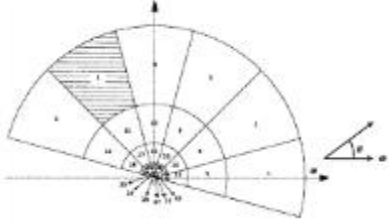


<LIRE의 이미지 인덱싱>

- LIRE가 이미지를 인덱싱하기 위해 사용하는 Descriptor
- 인덱싱하는 필드명 또한 Descriptor명을 그대로 사용

Concept	Descriptor
	<p>Scalable Color</p>

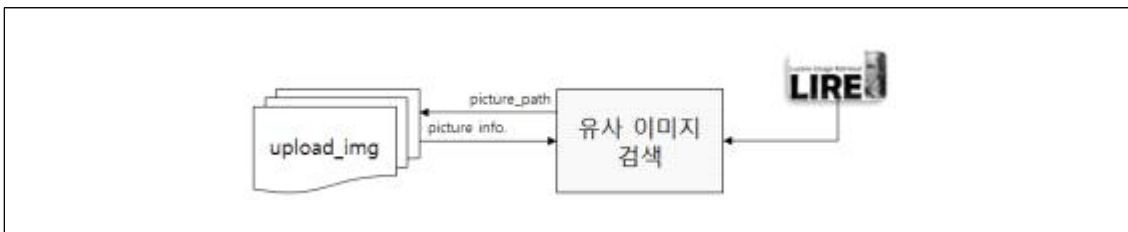


Concept	Descriptor
	Color Layout
	Edge Histogram
	Color Correlogram
	Color Histogram
	CEDD (Color and Edge Directivity Descriptor)
	FCTH (Fuzzy Color and Texture Histogram)
	TAMURA

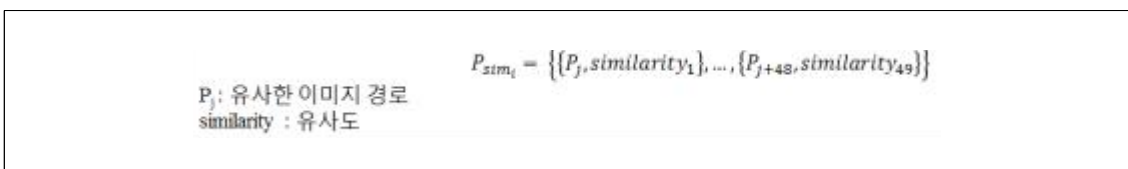
Concept	Descriptor
	Gabor
	SIFT
	SIFT Histogram

<LIRe 이미지 인덱싱을 위한 Descriptor>

- 유사 이미지를 검색하는 방법은 아래 그림과 같이 웹 서버에 저장되어 있는 사진들을 LIRe 라이브러리 중 하나인 CEDD(Color and Edge Directivity Descriptor)를 이용할 수 있음. 이를 이용하여 이미지의 특징을 추출하고 미리 색인하여 파일 형태로 저장함



- CEDD는 이미지 블록으로부터 HSV 색 공간에서 색 히스토그램을 추출하여 컬러 유닛을 계산하고, YIQ 색 공간에서 광도를 추출하여 텍스처 유닛을 계산하여 양자화하는 과정으로 이루어짐
- 타임라인에서 이미지  $P_i$ 를 클릭했을 때, 색인된 파일을 탐색하여 유사도 순서대로 다음과 같이 정의된 이미지  $P_{sim_i}$ 를 출력



- 선택한 이미지와 동일한 이미지도 색인이 되어있기 때문에, 유사도가 1인 이미지를 제외한 이미지가 최종적으로 출력됨
- 예를 들어  $img_n$ 과 같은 이미지를 선택하게 되면,  $img_n$ 과 유사한 이미지와 유사도를 가져와서 시각화함
- 유사 이미지 검색의 pseudocode는 다음과 같음

```

INPUT:
L = LIRE indexed files
P = A picture to search by similarity

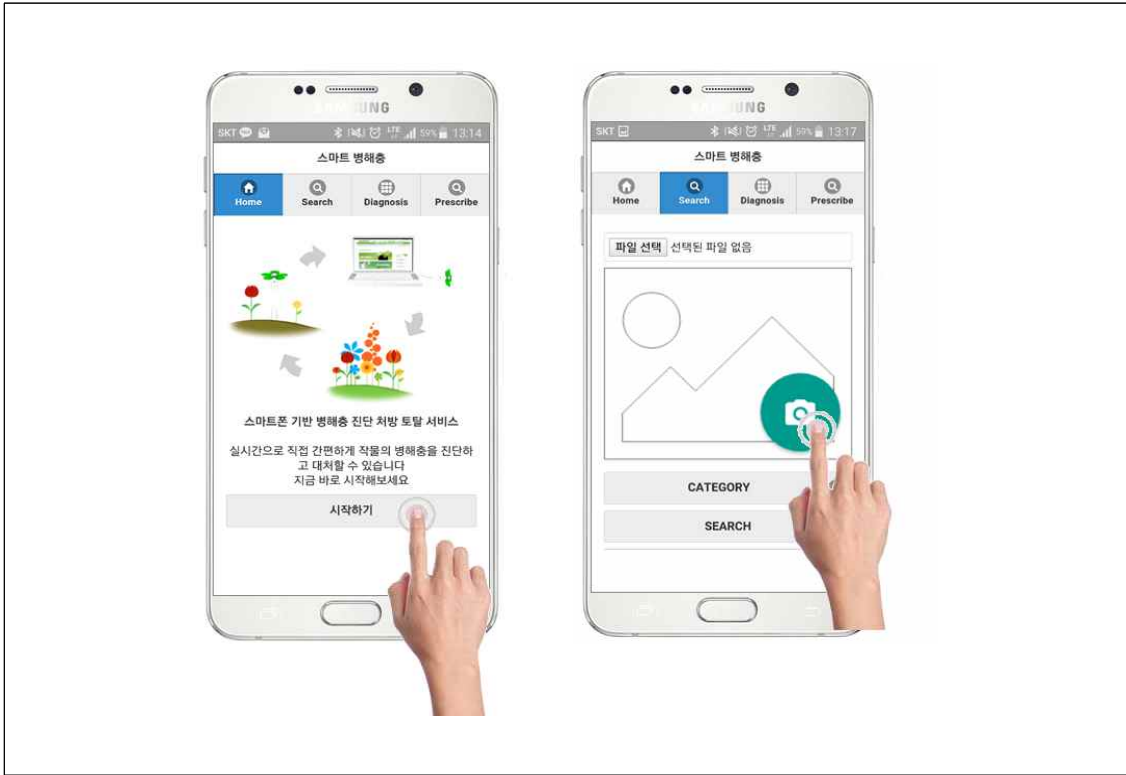
OUTPUT:
O = A set of similar picture with P
S = A set of similarity of O

Initialize:
O ← {}
S ← {}

simImageSearch(L, P, O, S)
1   arrTmp ← {}
2   arrTmp ← LiresSearch(L, P)
3   for result in arrTmp:
4       O ← Get picture path in result
5       S ← Get similarity in result
6       visualize(O + S)

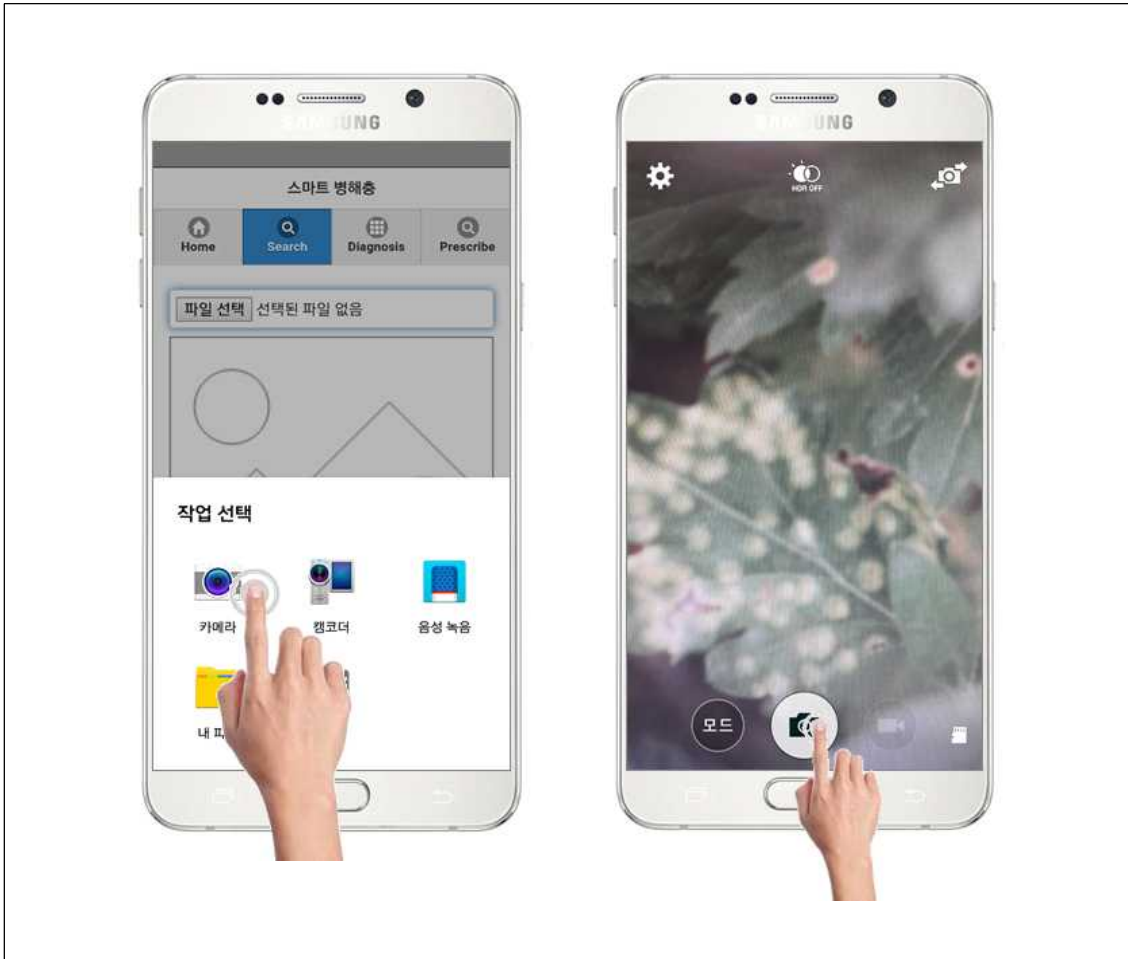
```

## 8.5 시스템 구현



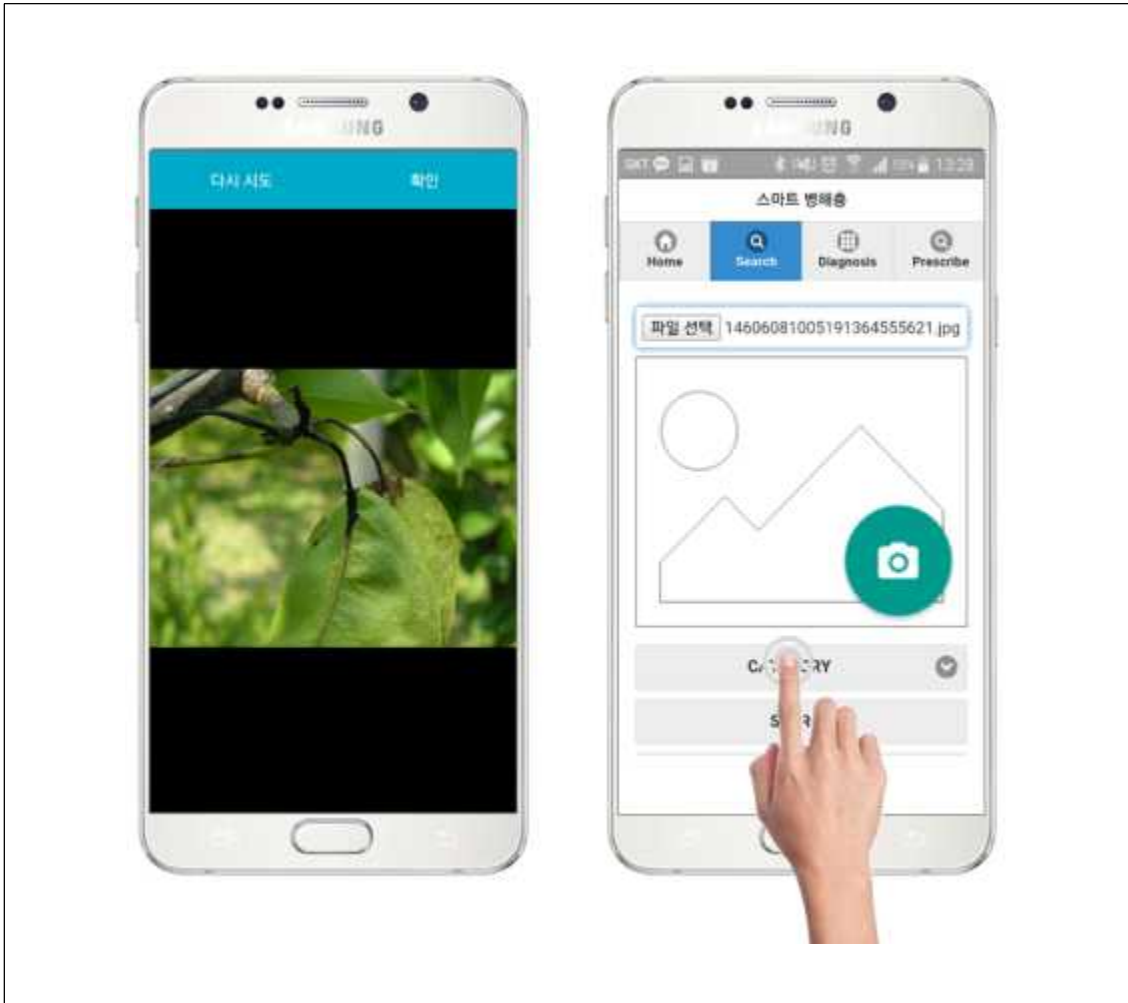
<시스템 초기화면>

- 좌측 화면은 병해충 자동 진단 및 처방 시스템의 초기화면임
- 시스템 URL 주소: <http://ir.sejong.ac.kr/cbir/>
- 사용자는 화면 하단의 '시작하기' 버튼 혹은 상단의 'Search' 버튼을 클릭하여 병해충 진단을 할 수 있음
- 우측 화면은 사용자가 직접 병해충 의심 이미지를 선택하고 작물의 종류를 선택하는 화면 (UI)임
- 사용자는 '파일 선택' 버튼 혹은 초록색 카메라 아이콘(Icon)을 클릭하여 병해충 의심 이미지를 선택할 수 있음



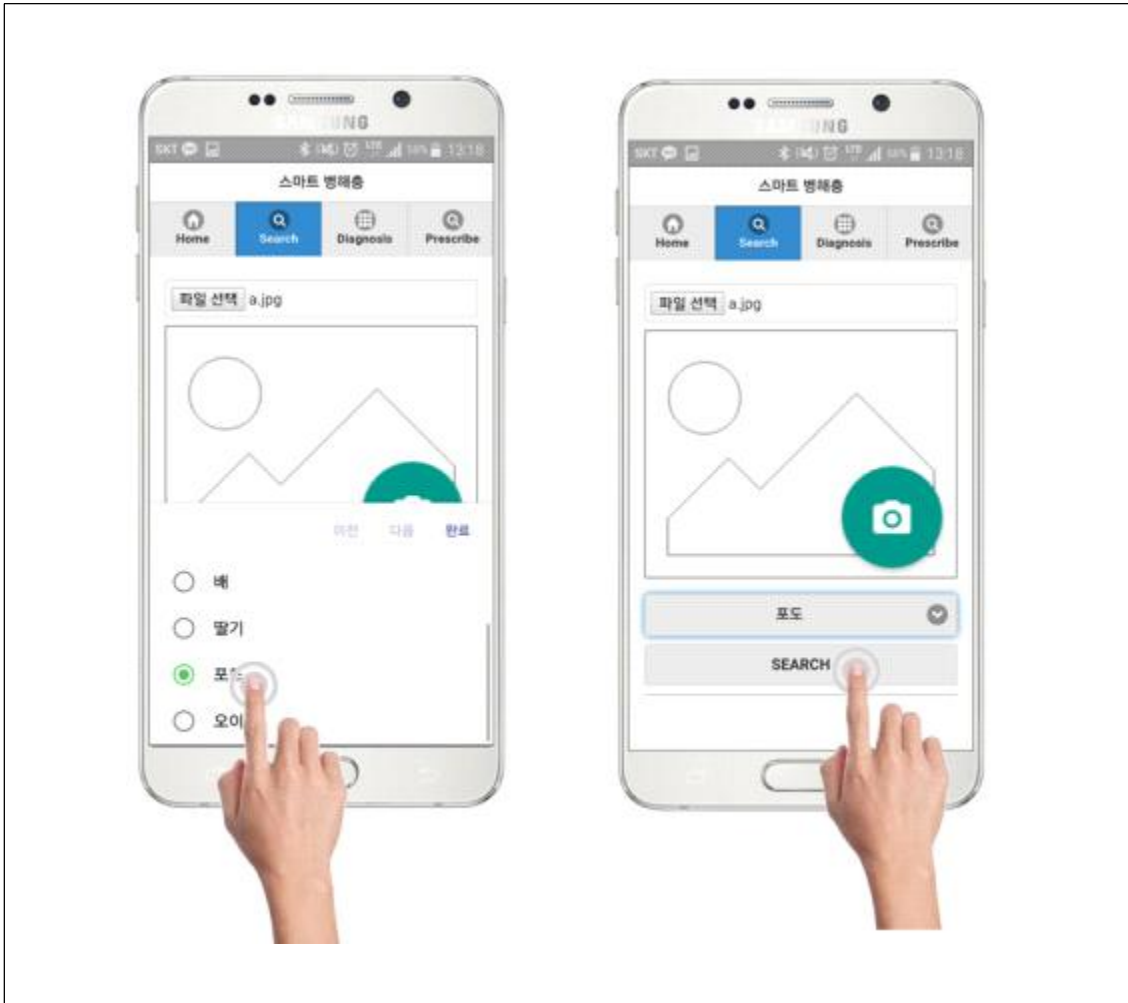
<이미지 촬영 화면>

- 사용자가 병해충 이미지를 선택 시 나타나는 화면임
- 사용자는 좌측 그림처럼 여러 가지 방식을 통해 이미지를 선택할 수 있음
- 사용자는 병해충 의심 이미지를 선택 시 스마트 폰 카메라를 통해 직접 사진을 찍을 수 있음
- 사용자는 병해충 의심 이미지를 선택 시 이미 저장되어 있는 갤러리(파일 시스템)을 통해 이미지를 선택할 수 있음



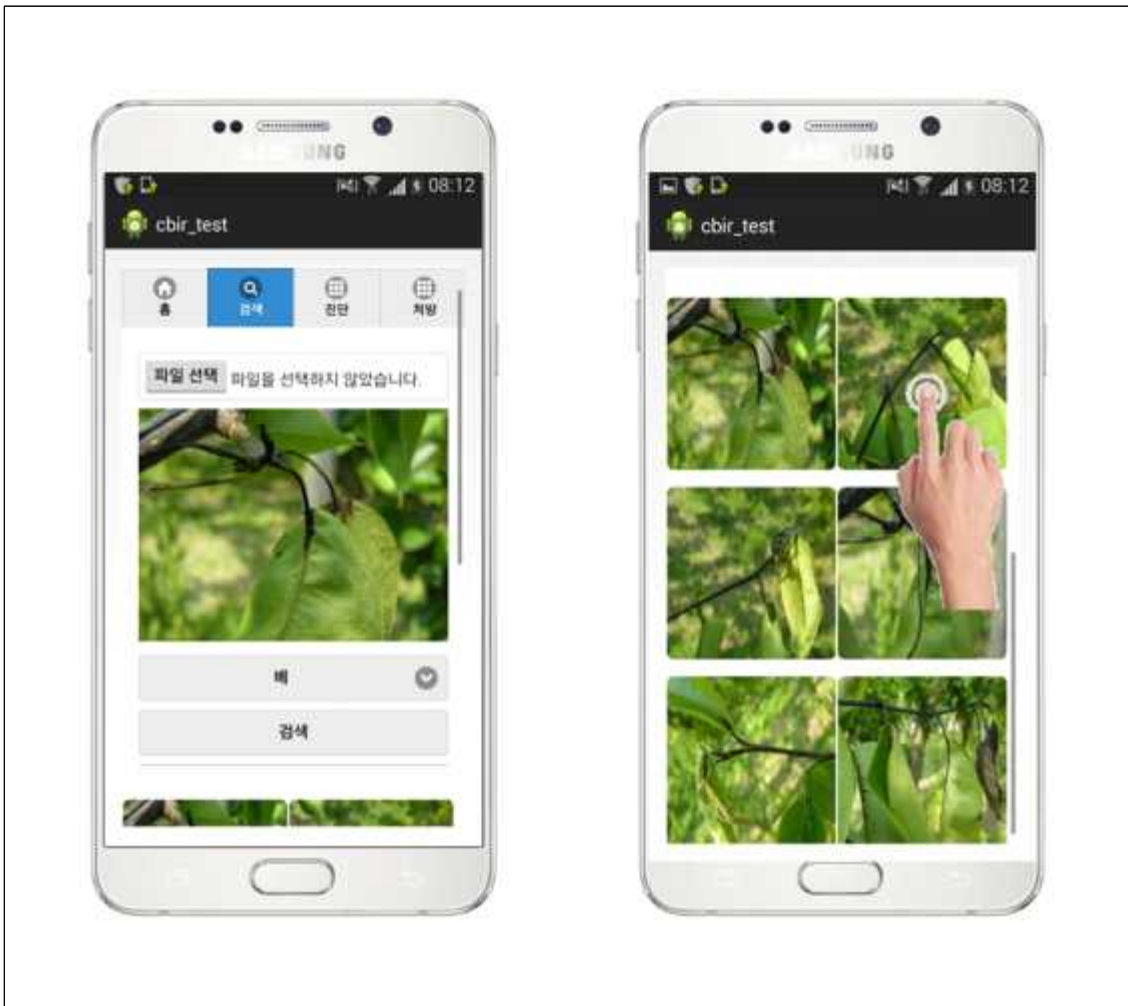
<이미지 선택 화면>

- 사용자가 이미지를 선택하는 화면
- 좌측 화면은 사용자가 스마트폰으로 사진 촬영한 이미지임
- 만약에 촬영한 이미지가 마음에 들지 않을 경우 화면 상단에 있는 ‘다시 시도’ 버튼을 클릭하여 재촬영 할 수 있음
- 만약 촬영한 이미지가 마음에 든다면 화면 상단에 있는 ‘확인’ 버튼을 클릭하여 병해충 의심 이미지 선택이 완료가 됨
- 이미지 선택 여부는 우측 화면 상단에 있는 ‘파일 선택’ 옆에 있는 이미지 이름으로 판단함
- 파일 이름이 생기면 이미지가 선택이 되었고 반대일 경우에는 파일이 선택되지 않았음
- 파일 선택이 완료된 후 선택한 이미지의 작물 종류를 선택해야 함



<이미지 선택 화면>

- 사용자가 선택한 병해충 의심 이미지의 작물 종류를 선택하는 화면
- 작물의 종류를 선택하였다면 'SEARCH' 버튼을 클릭함
- 'SEARCH' 버튼을 클릭하면 사용자가 선택한 병해충 의심 이미지와 가장 유사한 6장의 이미지가 출력하게 됨



<유사 이미지 출력 화면>

- 병해충 의심 이미지와 유사한 병해충 이미지를 출력하는 화면
- 스마트폰 화면 사이즈 제한으로 병해충 이미지를 6장 출력함
- 이미지는 유사도가 높은 순으로 정렬됨
- 사용자는 6장의 출력 이미지들 가운데서 병해충 의심 이미지와 병증이 가장 유사한 한 장의 이미지를 선택함
- 이미지를 선택한 다음 병해충 진단 페이지로 이동됨





<병해충 진단 화면>

- 병해충 진단 정보 출력 화면
- 진단 정보에는 병원체 정보, 피해증상, 발생환경, 방제 정보가 적혀있음
- 진단 화면 하단에는 ‘처방’ 버튼이 존재함
- 사용자는 해당 병해충에 대해 처방 정보를 알고 싶다면 ‘처방’ 버튼을 클릭



<병해충 처방 화면>

- 병해충 처방 정보 출력 화면
- 병해충 진단 화면 하단에 '처방' 버튼을 클릭하면 해당 병해충 처방 페이지로 이동
- 처방 정보에는 약제명(품목명), 사용적기, 사용약량(물 20L당), 시기, 횟수 정보가 들어있음
- 처방 화면에는 한가지의 처방 방법이 아니라 여러 가지 처방 약품이 들어있음

## 8.6 시스템 성능 측정

- 성능 측정 실험 설계
- 우리는 시스템 성능을 객관적으로 측정하기 위해 아래와 같은 2가지 실험을 진행
- 'Ranking'

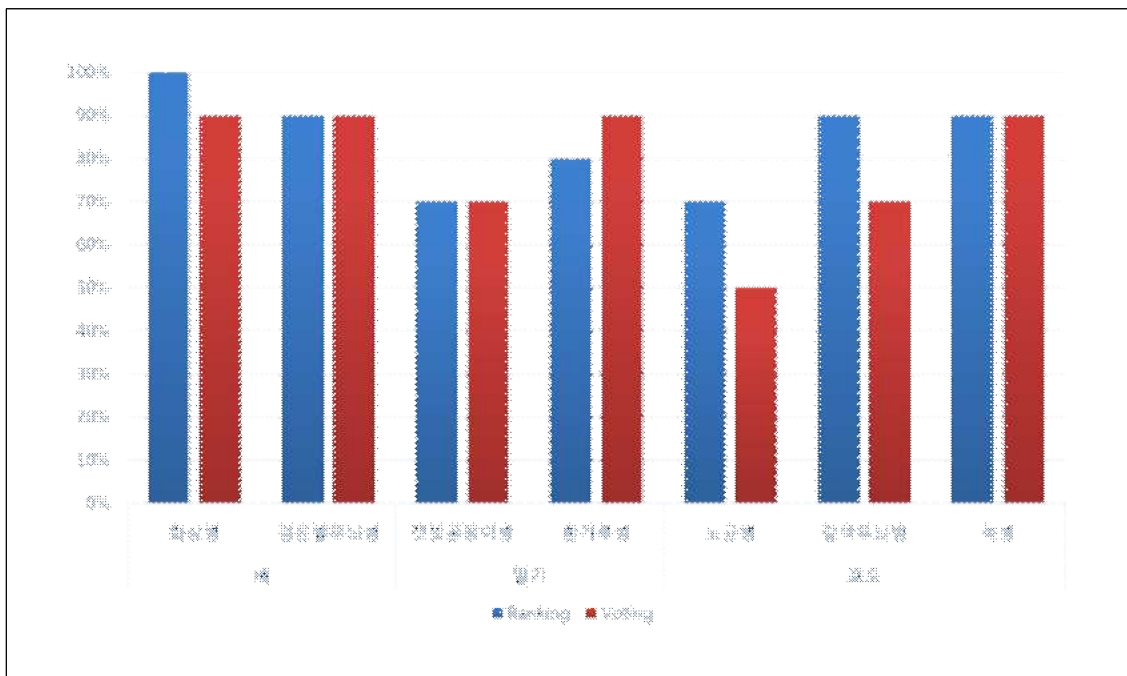
- 6장의 출력 병해충 이미지들 가운데서 유사도가 가장 높은 1장의 사진을 선택함
- 사용자가 입력한 병해충 이미지의 병해충 종류와 유사도가 가장 높은 이미지의 병해충의 종류를 비교 함
- 두 이미지의 병해충 종류가 동일할 때 정확도 1을 부여함
- 두 이미지의 병해충 종류가 상이할 때 정확도 0을 부여함

○ 'Voting'

- 입력한 병해충 이미지의 병해충 종류와 6장의 출력 병해충 이미지들의 병해충 종류를 비교함
- 동일한 병해충 종류의 이미지가 3장 보다 많을 때 정확도 1을 부여함
- 동일한 병해충 종류의 이미지가 3장 보다 적을 때 정확도 0을 부여함

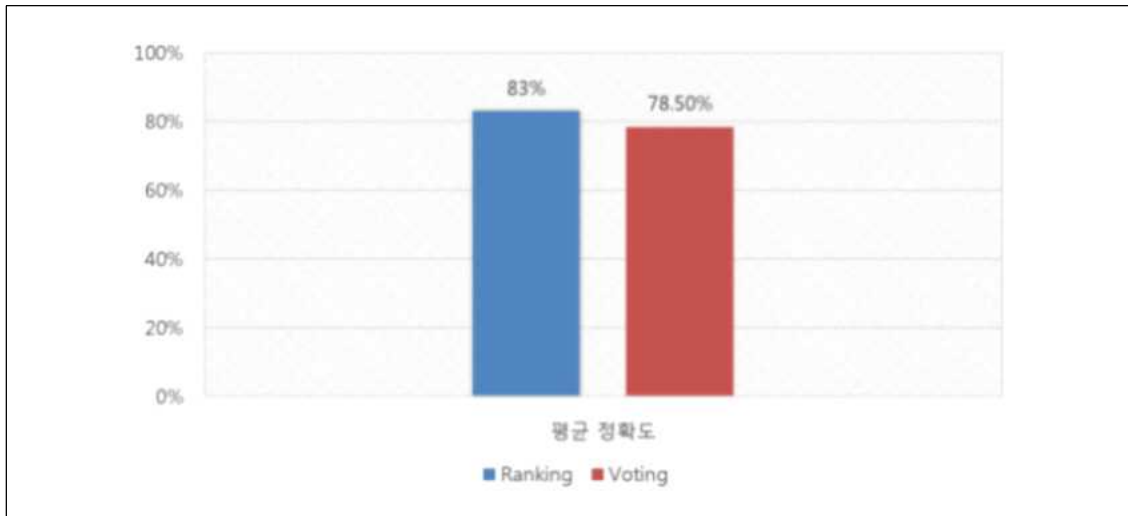
○ 실험 대상 작물: 배, 딸기, 포도 총 3종

○ 테스트한 이미지 장수: 각 질병 당 10장씩 총 70장



<성능 측정 결과>

- 병해충 자동 진단 및 처방 시스템 성능 측정
- 그림에서 알 수 있듯이 일부 작물 병해충에 대해서 정확도가 아주 높게 나옴
- 배 잣빛곰팡이병과 포도 노균병에 대해서 알고리즘 수정이 필요함



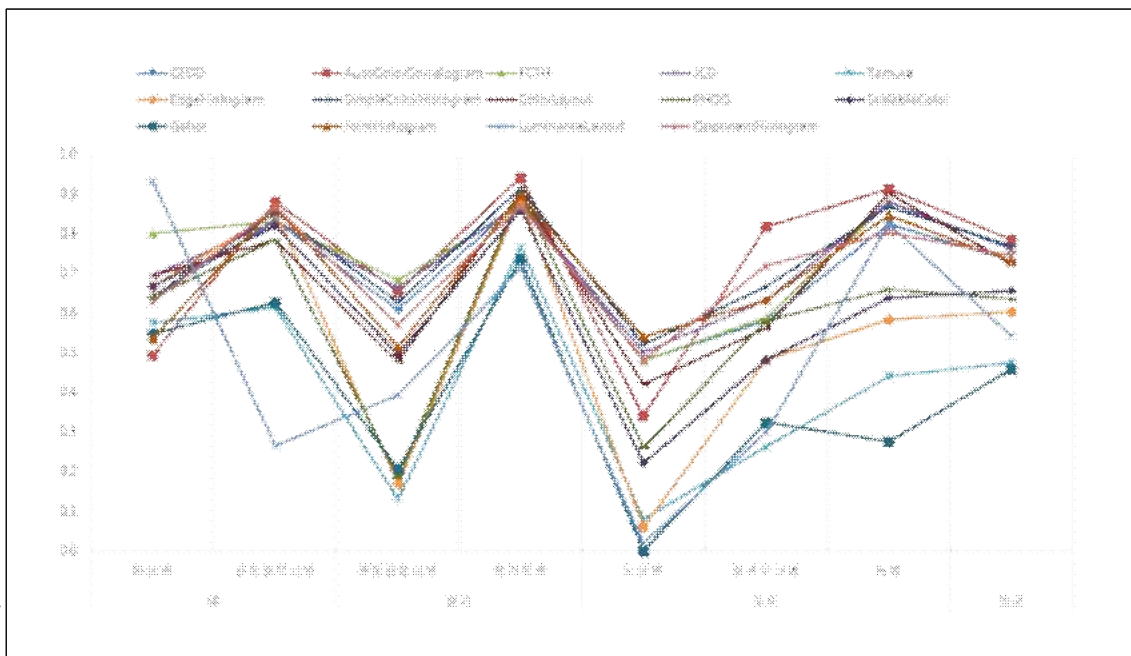
<평균 정확도>

- 병해충 자동 진단 및 처방 시스템 평균 정확도
- 'Ranking'은 83%의 정확도를 기록함
- 'Voting'은 78.5%의 정확도를 기록함
- 위 과정까지는 특징점을 추출하는 CEDD (Color and Edge Directivity Descriptor) 알고리즘 한 가지를 사용해 구현하였음
- 여러 개의 특징점을 추출하는 알고리즘을 사용해서 알고리즘 성능을 측정
- Lire를 사용해서 이미지를 검색 시 서로 다른 Descriptor를 사용하여 각각의 병해충에 적용함
- 실험 설계1
  - 6장의 출력 병해충 이미지들 가운데서 유사도가 가장 높은 1장의 사진을 선택함
  - 사용자가 입력한 병해충 이미지의 병해충 종류와 유사도가 가장 높은 이미지의 병해충의 종류를 비교 함
  - 두 이미지의 병해충 종류가 동일할 때 정확도 1을 부여함
  - 두 이미지의 병해충 종류가 상이할 때 정확도 0을 부여
- 실험 설계2
  - 입력한 병해충 이미지의 병해충 종류와 6장의 출력 병해충 이미지들의 병해충 종류를 비교함
  - 동일한 병해충 종류의 이미지가 3장 보다 많을 때 정확도 1을 부여함
  - 동일한 병해충 종류의 이미지가 3장 보다 적을 때 정확도 0을 부여함
- 실험 대상 작물: 배, 딸기, 포도 총 3종



<실험1 결과>

- 여러 개의 특징점을 추출하는 알고리즘을 사용해서 시스템 성능을 측정한 차트임
- 딸기와 포도의 정확도가 너무 이상적이지 않았음
- 특징점을 추출하는 알고리즘에 따라 성능이 많이 바뀜



<실험2 결과>

- 실험2에 대한 알고리즘 성능 측정 그래프
- 그래프에서 알 수 있듯이 부동한 특징점 추출 알고리즘을 사용함에 따라 성능 차이가 아주 큼

- 성능 측정 결과에 따라 각 병해충에 대해서 가장 높은 성능을 기록한 알고리즘을 사용 할 것

## 8.7 Descriptor Module

- LIRe에서 제공하는 14개의 단일 descriptor를 사용
  - Color and Edge Directivity Descriptor(CEDD)
  - Auto Color Correlogram(ACC)
  - Simple Color Histogram(SCH)
  - Fuzzy Color and Texture Histogram(FCTH)
  - JCD
  - Opponent Histogram(OH)
  - Scalable Color(SC)
  - Color Layout(CL)
  - Edge Histogram(EH)
  - Tamura
  - Gabor
  - Luminance Layout(LL)
  - Pyramid Histogram of Oriented Gradients(PHOG)
  - Joint Histogram(JH)
- 단일 descriptor별 query image와 searched image의 거리 값을 계산
- Query image와 searched image의 거리 값(distance)이 작을수록 두 image의 유사도가 더 높음
- 거리 값이 커지는 순으로 searched image를 시스템 화면에 출력
- 아래 table은 query image와 searched image의 거리 값을 descriptor 별로 정리한 sample임

<Query image와 searched image의 거리 값>

query image	query image 농작물질병	searched image	searched image 농작물질병	Distance <sub>CE</sub> DD	Distance <sub>ACC</sub>	...	Distance <sub>J</sub> H
Img <sub>1</sub>	A	S_img <sub>2</sub>	A	85.01	83.8	...	0.521
Img <sub>1</sub>	A	S_img <sub>3</sub>	A	92.38	89.97	...	89.97
Img <sub>1</sub>	A	S_img <sub>4</sub>	A	105	54	...	230
...	...	...	...	...	...	...	...
Img <sub>1</sub>	A	S_img <sub>n</sub>	A	88.02	84.98	...	84.98
Img <sub>2</sub>	A	S_img <sub>1</sub>	A	54.5	46.38	...	46.38

query image	query image 농작물질병	searched image	searched image 농작물질병	Distance <sub>CE</sub> DD	Distance <sub>ACC</sub>	...	Distance <sub>J</sub> H
Img <sub>2</sub>	A	S_img <sub>3</sub>	B	73.6	67.81	...	67.81
...	...	...	...	...	...	...	...
Img <sub>2</sub>	A	S_img <sub>n</sub>	B	90.51	82.98	...	82.98
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
Img <sub>n</sub>	B	S_img <sub>1</sub>	A	83.45	67.3	...	67
Img <sub>n</sub>	B	S_img <sub>2</sub>	A	52	46.3	...	460
...	...	...	...	...	...	...	...
Img <sub>n</sub>	B	S_img <sub>n-1</sub>	B	295	56.7	...	56

○ Descriptor를 조합하는 방법

- 조합하고자 하는 descriptor로 계산한 searched image의 거리 값을 더함
- example: Distance[CEDD+ACC+JH] = Distance[CEDD] + Distance[ACC] + Distance[JH]

## 8.8 작물별 적합한 조합 Descriptor 성능 측정

○ 우리는 배, 포도, 딸기 3가지 작물 7가지 질병에 대해 실험을 진행함

- 배 농작물 질병 이미지는 158장이며 질병은 scab, fire blight 를 포함
- 딸기 농작물 질병 이미지는 329장이며 질병은 gray mold, powdery mildew을 포함
- 포도 농작물 질병 이미지는 158장이며 downy mildew, left spot, rust를 포함
- 아래 table은 실험에서 사용한 병해충 이미지의 정보임

<Query image와 searched image의 거리 값>

	농작물 질병	Amount	Total
Pear	검은별무늬병 - Scab (학명:Venturia nashicola)	75	158
	화상병 - Fire blight (학명:Erwinia amylovora)	83	
Strawberry	잿빛곰팡이병 - Gray mold (학명:Botrytis cinerea)	107	329
	흰가루병 - Powdery Mildew (학명:Sphaerothecaaphanis)	222	



	농작물 질병	Amount	Total
Grape	노균병 - Downy mildew (학명:Plasmopara viticola)	50	255
	갈색무늬병 - Left spot (학명:Pseudocercospora vitis)	114	
	녹병 - Rust (학명:Gymnosporangium spp.)	91	
Sum		742	742

- 단일 descriptor의 성능을 비교하기 위해 시스템의 precision, recall, F-measure을 계산
- Precision은 검색된 문서들 중 관련 있는 문서의 비율을 표현함
- Precision을 계산하는 공식:

$$precision = \frac{|{\{relevant\ documents\}} \cap {\{retrived\ documents\}}|}{|{\{retrieved\ documents\}}|}$$

- ‘retrieved documents’는 검색된 문서를 표시하고 ‘relevant documents’는 검색한 문서와 관련 있는 문서를 표시함
- Recall은 관련 있는 문서들 중 실제로 검색된 문서의 비율을 표시함
- Recall을 계산하는 공식:

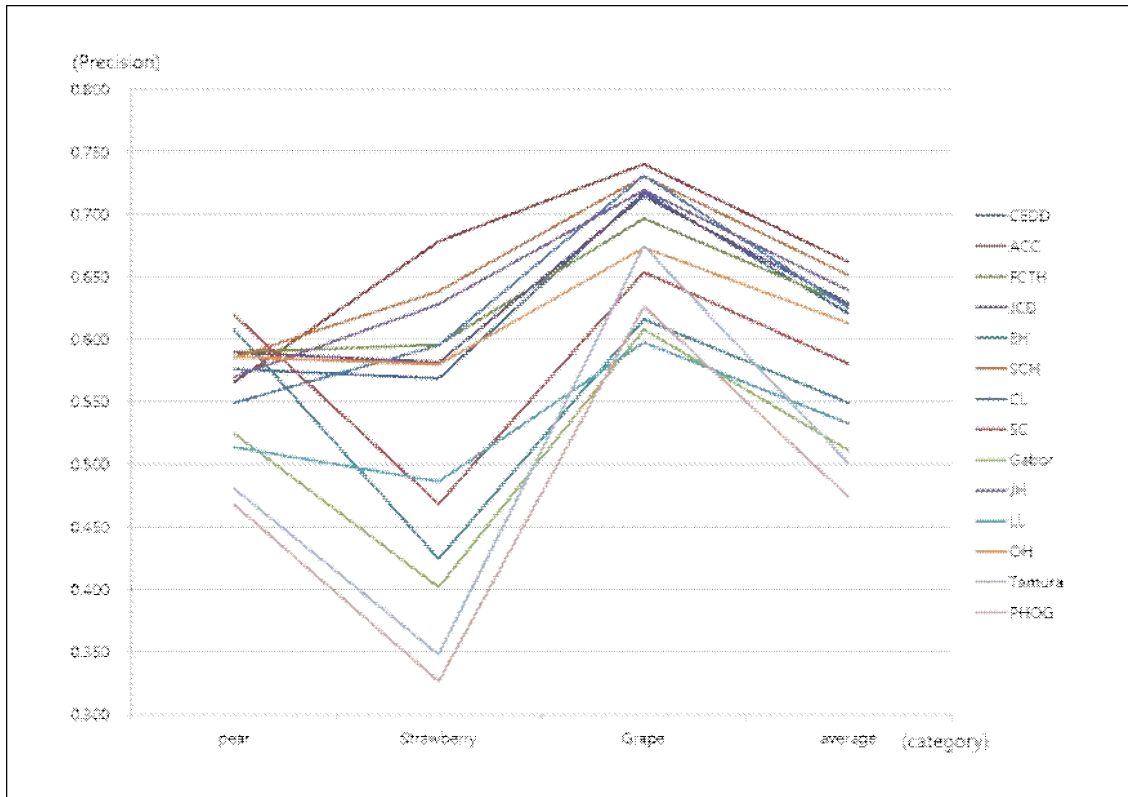
$$recall = \frac{|{\{relevant\ documents\}} \cap {\{retrived\ documents\}}|}{|{\{relevant\ documents\}}|}$$

- F-measure을 계산하는 공식:

$$F - measure = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall}$$

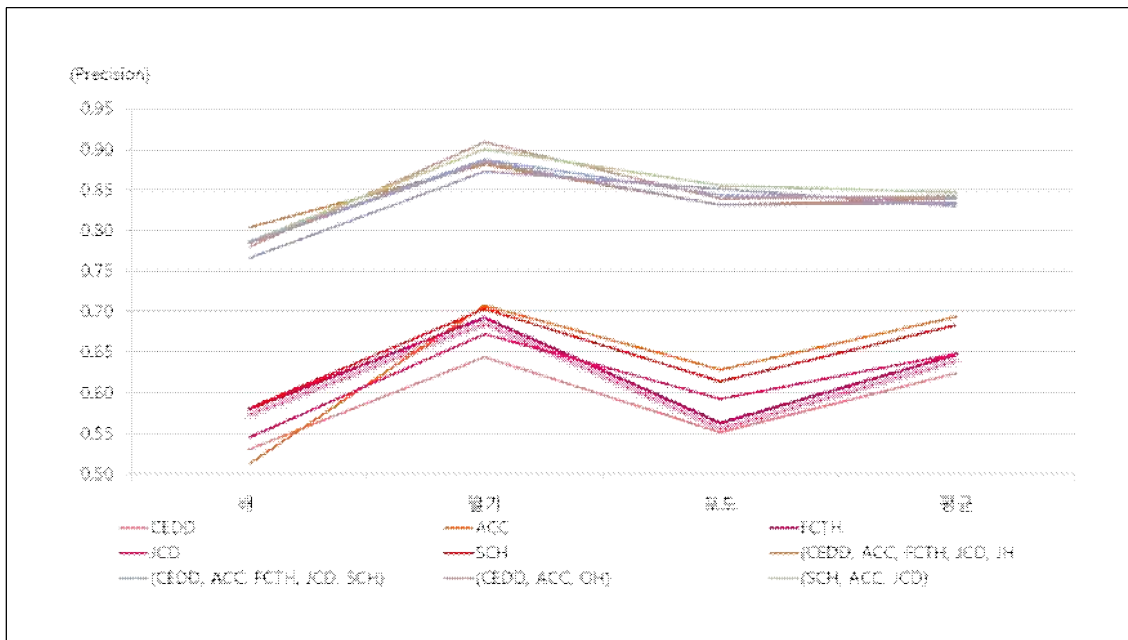
- 실험 1: precision을 이용해 단일 descriptor를 사용했을 때 성능이 우수한 6개의 descriptor를 선택
  - Query image에 해당하는 searched image에서 시스템 앞쪽에 출력되는 30 개의 searched image를 선택함
  - Query image와 searched image의 질병 이름을 비교한 결과가 동일하면 검색이 정확한 검색으로 판단함
  - 아래 그림은 단일 descriptor 사용했을 때 시스템의 precision 값을 비교한 결과임





<단일 descriptor를 사용했을 때 시스템의 precision 값 비교>

- 성능이 우수한 6개의 descriptor는 CEDD, ACC, FCTH, JCD, SCH, SC
- descriptor를 임의로 조합해 유사이미지를 검색함
- 아래 그림은 단일 descriptor와 조합 descriptor를 사용했을 때 시스템의 precision 비교한 결과임



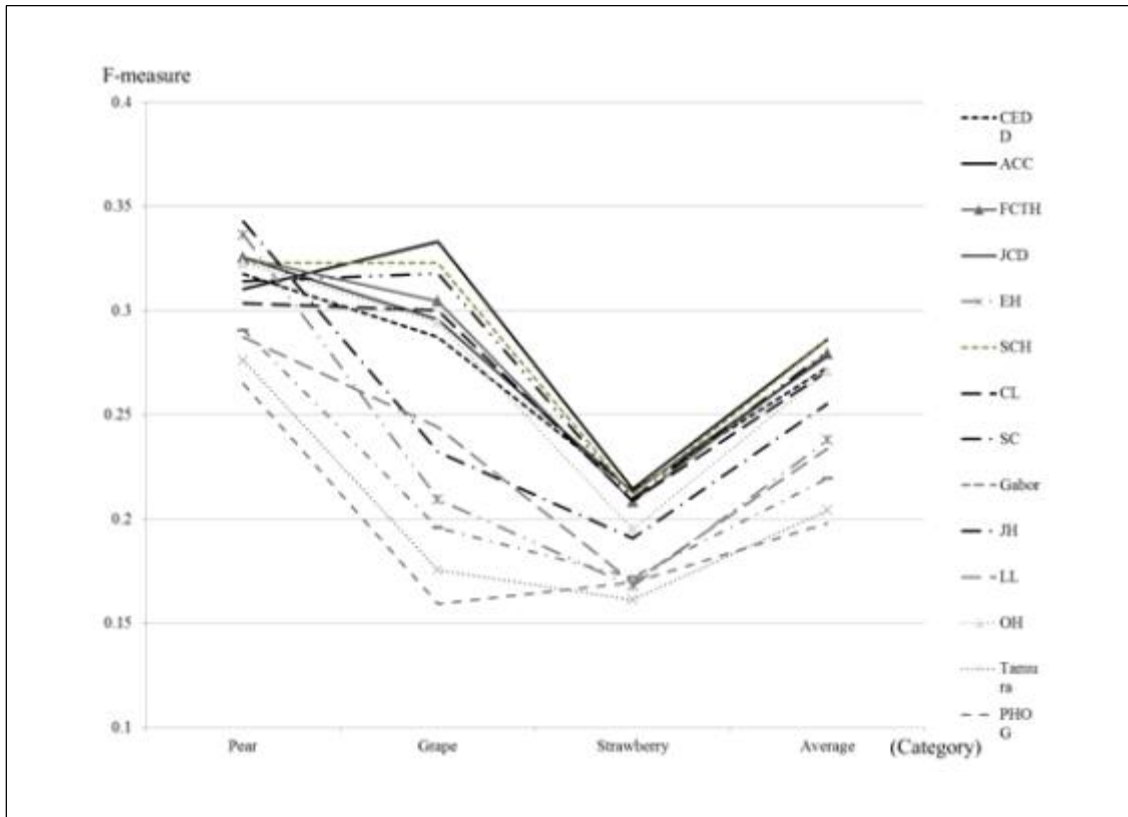
<일 descriptor와 조합 descriptor를 사용했을 때 시스템의 precision 비교>

- descriptor를 조합하면 시스템의 성능을 제고할 수 있다는 결론을 얻음
- 실험 2: F-measure를 이용해 단일 descriptor를 사용했을 때 성능이 우수한 6개의 descriptor를 선택
- Query image에 해당하는 searched image에서 시스템 앞쪽에 출력되는 30 개의 searched image를 선택함
  - Query image와 searched image의 질병 이름을 비교한 결과가 동일하면 검색이 정확한 검색으로 판단함
  - 단일 descriptor 사용했을 때 시스템의 F-measure 값은 아래 table과 같음

<단일 descriptor를 사용했을 때 시스템의 F-measure 값>

Descriptor	pear	grape	strawberry
CEDD	0.317	0.287	0.214
ACC	0.311	0.333	0.215
FCTH	0.326	0.305	0.208
JCD	0.325	0.296	0.213
EH	0.337	0.209	0.168
SCH	0.323	0.323	0.212
CL	0.304	0.300	0.209
SC	0.343	0.232	0.191
Gabor	0.291	0.196	0.172
JH	0.314	0.318	0.210
LL	0.287	0.244	0.170
OH	0.323	0.295	0.195
Tamura	0.276	0.176	0.161
PHOG	0.265	0.159	0.170

- 아래 그림은 단일 descriptor 사용했을 때 시스템의 F-measure 값을 비교한 결과임



<단일 descriptor를 사용했을 때 시스템의 F-measure 값 비교>

- 성능이 우수한 6개의 descriptor CEDD, ACC, FCTH, JCD, SCH, SC를 선택
- 성능이 우수한 6개의 descriptor를 3개를 하나의 묶음으로 조합
- 아래 table은 조합 descriptor를 사용했을 때 시스템의 F-measure 값임

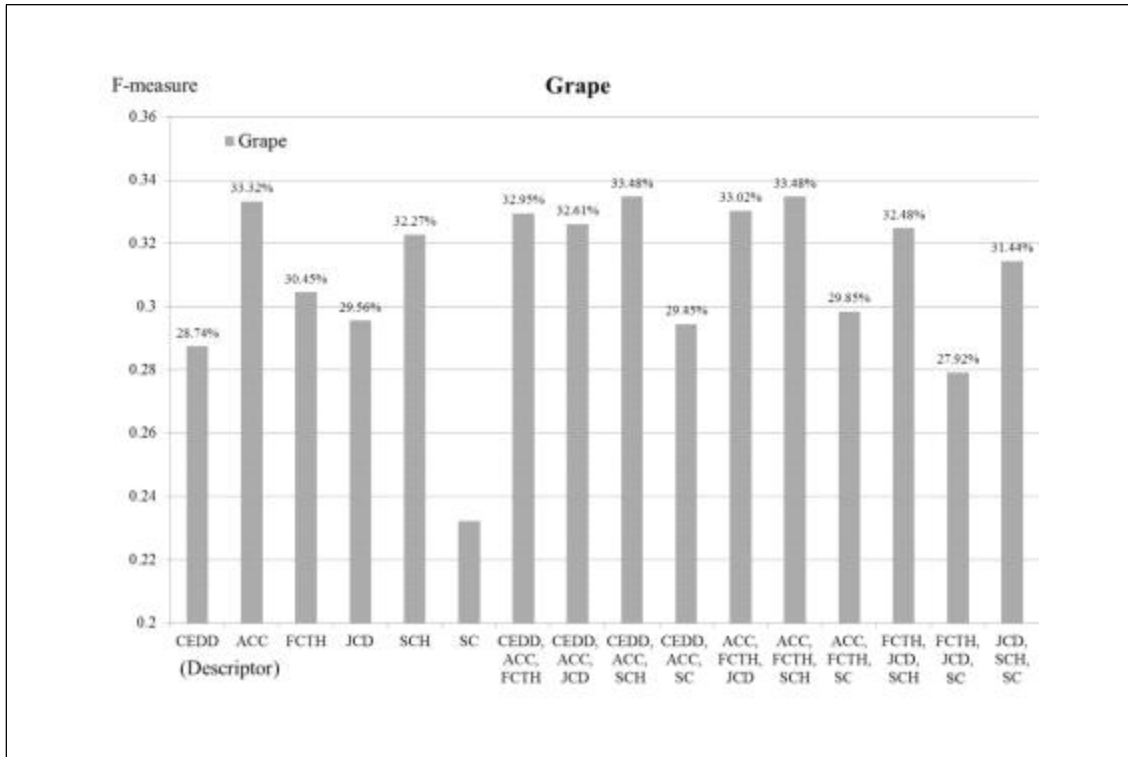
<조합 descriptor를 사용했을 때 시스템의 F-measure 값>

Descriptor	Pear	Grape	Strawberry	Average
CEDD, ACC, FCTH	32.27%	32.95%	22.29%	29.17%
CEDD, ACC, JCD	32.14%	32.61%	22.20%	28.98%
CEDD, ACC, SCH	32.44%	33.48%	21.75%	29.22%
CEDD, ACC, SC	34.66%	29.45%	20.93%	28.35%
ACC, FCTH, JCD	32.62%	33.02%	22.30%	29.31%
ACC, FCTH, SCH	32.50%	33.48%	21.80%	29.26%
ACC, FCTH, SC	34.92%	29.85%	20.86%	28.55%
FCTH, JCD, SCH	32.36%	32.48%	21.25%	28.70%
FCTH, JCD, SCH	34.91%	27.92%	20.01%	27.61%
JCD, SCH, SC	33.77%	31.44%	20.87%	28.69%

- 아래 그림은 단일 descriptor와 조합 descriptor를 사용해 배의 병해충을 검색했을 때 시스템의 precision 비교한 결과임



- 아래 그림은 단일 descriptor와 조합 descriptor를 사용해 포도의 병해충을 검색했을 때 시스템의 precision 비교한 결과임

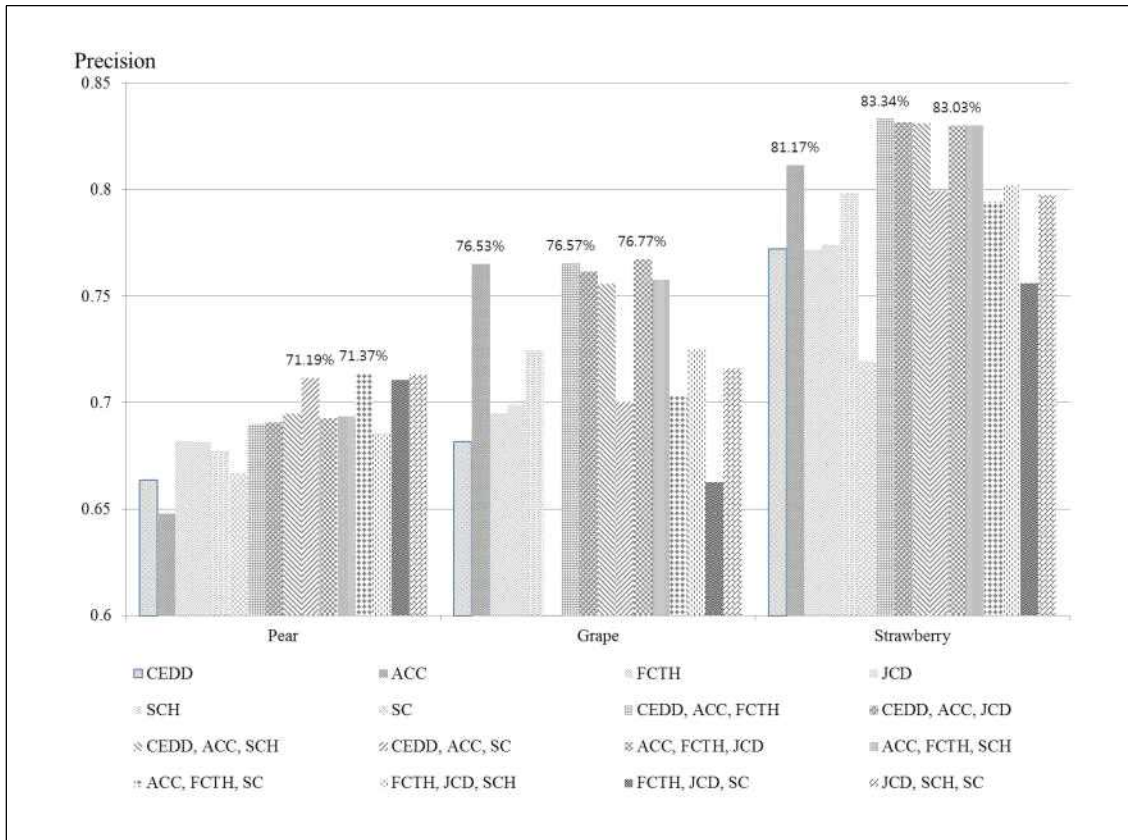


<포도를 검색했을 때 시스템의 F-measure 값>

- 실험 3: Precision에 가중치를 부여해 성능이 좋은 조합 descriptor를 선택
  - 검색 시스템의 목적은 유사한 이미지를 앞쪽에 많이 출력하려는 것임
  - Precision에 가중치를 부여하는 공식은 아래와 같음

$$precision_{weight} = \frac{\sum_{i=1}^n precision_i \cdot \frac{n-i}{n}}{\frac{1}{2}(1+n) \cdot n}$$

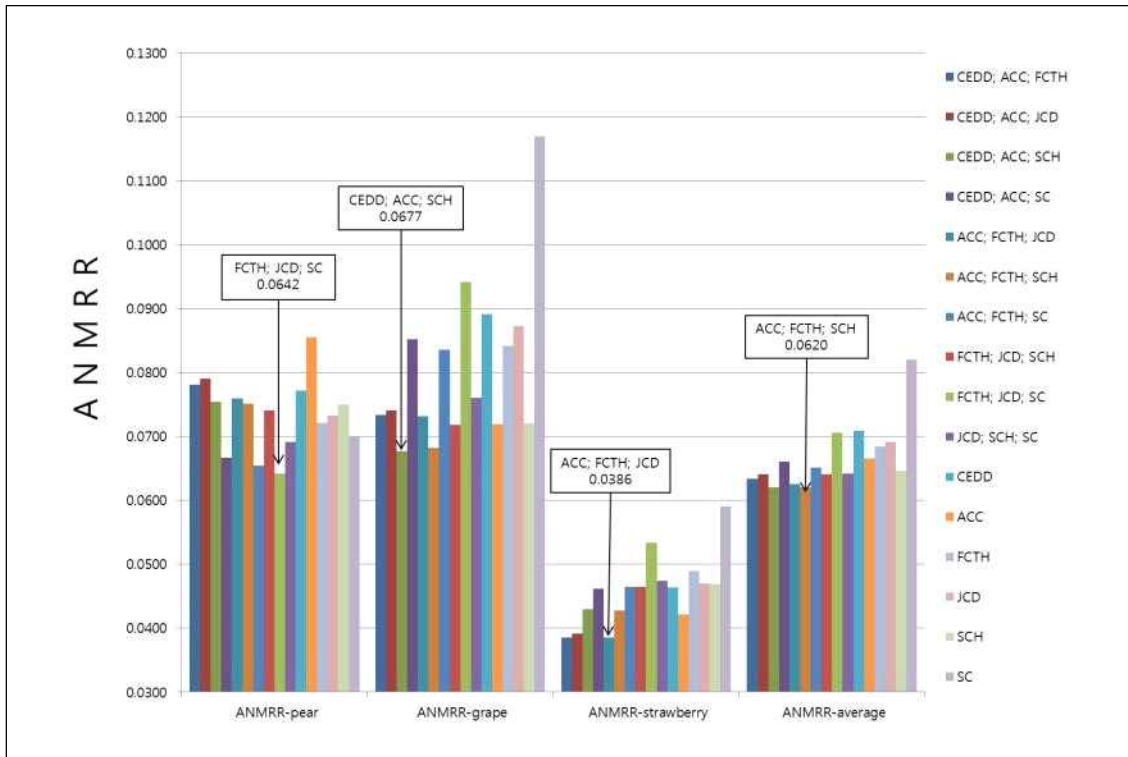
- 실험 2에서 찾은 성능이 좋은 descriptor와 조합 descriptor를 가중치를 부여한 precision으로 성능을 측정



<단일 descriptor와 조합 descriptor의 가중치일 부여한 precision 값 비교>

○ 실험 4: ANMRR를 이용해 시스템의 성능을 평가

- ANMRR은 MPEG-7에서 제기된 유사 이미지 검색 시스템의 성능을 측정하는 지표
- ANMRR의 값은 작을수록 시스템의 성능이 더 좋음임
- 실험 2에서 찾은 성능이 좋은 단일 descriptor와 조합 descriptor를 이용했을때 ANMRR를 계산
- Query image에 해당하는 searched image에서 시스템 앞쪽에 출력되는 30 개의 searched image를 선택함
- Query image와 searched image의 질병 이름을 비교한 결과가 동일하면 검색이 정확한 검색으로 판단함
- 아래 그림은 위 실험2에서 찾은 성능이 우수한 단일 descriptor와 조합 descriptor를 사용했을 때 유사이미지 검색 시스템의 ANMRR 값을 비교한 결과임



<단일 descriptor와 조합 descriptor의 ANMRR 비교>

- 딸기 질병 이미지 검색에서 우리가 실험 2에서 찾은 조합 descriptor CEDD, ACC, FCTH를 사용했을 때 ANMRR의 값이 0.0386으로 제일 낮음
- 배 질병 이미지 검색에 우리가 찾은 조합 descriptor ACC, FCTH, SC는 ANMRR로 검증하였을 때 FCTH, JCD, SC를 조합하였을 때 보다 ANMRR 값이 0.0012가 더 높음
- 포도는 ACC, FCTH, JCD의 조합이 CEDD, ACC, SCH를 조합하였을 때 보다 0.0055가 더 높음
- 하지만 시스템의 성능 차이가 매우 작음으로 우리가 작물별 적합한 조합 descriptor를 찾는 방법은 정확함

## 8.8 유사도 기반 검색 기술 고도화

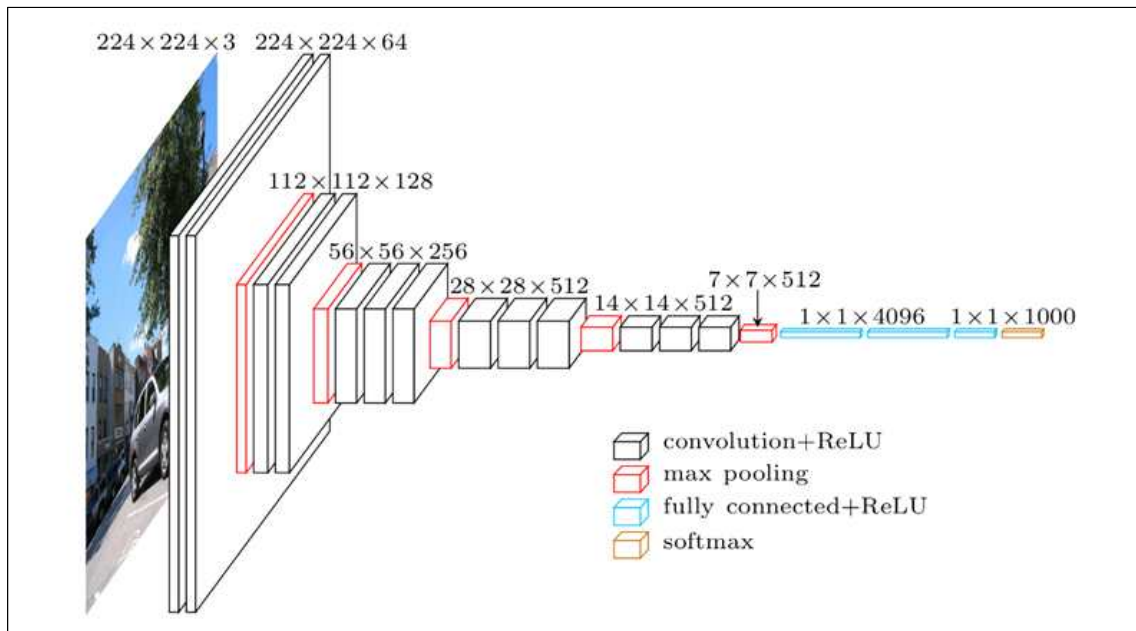
### ○ 기존 유사도 기반 검색 시스템 문제점

- 기존 유사도 기반 검색 시스템은 LIRE에서 제공하는 여러 가지 descriptor를 사용해 이미지의 특징을 추출하기 때문에 특정 병에 대한 descriptor 조합을 찾아야 함
- 또한 제공되는 descriptor의 종류가 제한적이기 때문에 해당 descriptor 이외의 특징을 추출할 수가 없고 따라서 검색 정확도가 매우 낮아짐
- 이러한 문제점을 해결하기 위해 이미지의 특징을 자동으로 검출하고 학습하는 딥러닝 알고리즘이 필요함

### ○ 초기 딥러닝 기법을 이용한 유사도 기반 검색 시스템의 문제점



- 기존 유사도 기반 검색 시스템은 검색 속도는 빠르나 검색 정확도가 현저히 낮은 단점을 가지고 있음
- 이러한 단점을 보완하기 위해 딥러닝 알고리즘을 적용하기로 했음
- 초기 딥러닝 기법을 이용한 유사도 기반 검색 시스템은 이미 학습한 VGG 19 모델을 사용해 병해충 이미지의 특징(feature)을 추출했음
- VGG 19 모델에는 많은 은닉 층들이 존재하며 초기 시스템에서는 특정 은닉 층에서 출력되는 값을 특징 값으로 사용했음
- 예를 들어 다음 그림들 중에서 특정 층에서 출력된 값을 특징 값으로 사용하려 한다면 특정 층의 이름을 지정하면 됨
- 초기 연구에서는 'Block4\_pool' 층에서 출력되는 값을 특징 값으로 사용했음
- 해당 층에서는 총 107,500개의 특징이 출력됨
- 크롭 이미지 10,000 장을 사용해 KNN 모델을 만들었을 경우 모델의 사이즈는 약 2.3GByte였고 검색 이미지 한 장당 약 5초의 검색 시간이 소요됐음
- 하지만 이는 파일 사이즈나 검색 속도 측면에서 상용 시스템으로 사용하기에는 적합하지 않음



<VGG 19 모델 요약 구조도>



```

base_model = VGG19(weights='imagenet')
model = Model(inputs=base_model.input, outputs=base_model.get_layer('block4_pool').output)

img_path = 'elephant.jpg'
img = image.load_img(img_path, target_size=(224, 224))
x = image.img_to_array(img)
x = np.expand_dims(x, axis=0)
x = preprocess_input(x)

block4_pool_features = model.predict(x)

# Block 4
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block4_conv1')(x)
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block4_conv2')(x)
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block4_conv3')(x)
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block4_conv4')(x)
x = MaxPooling2D((2, 2), strides=(2, 2), name='block4_pool')(x)

# Block 5
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block5_conv1')(x)
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block5_conv2')(x)
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block5_conv3')(x)
x = Conv2D(512, (3, 3), activation='relu', padding='same', name='block5_conv4')(x)
x = MaxPooling2D((2, 2), strides=(2, 2), name='block5_pool')(x)

```

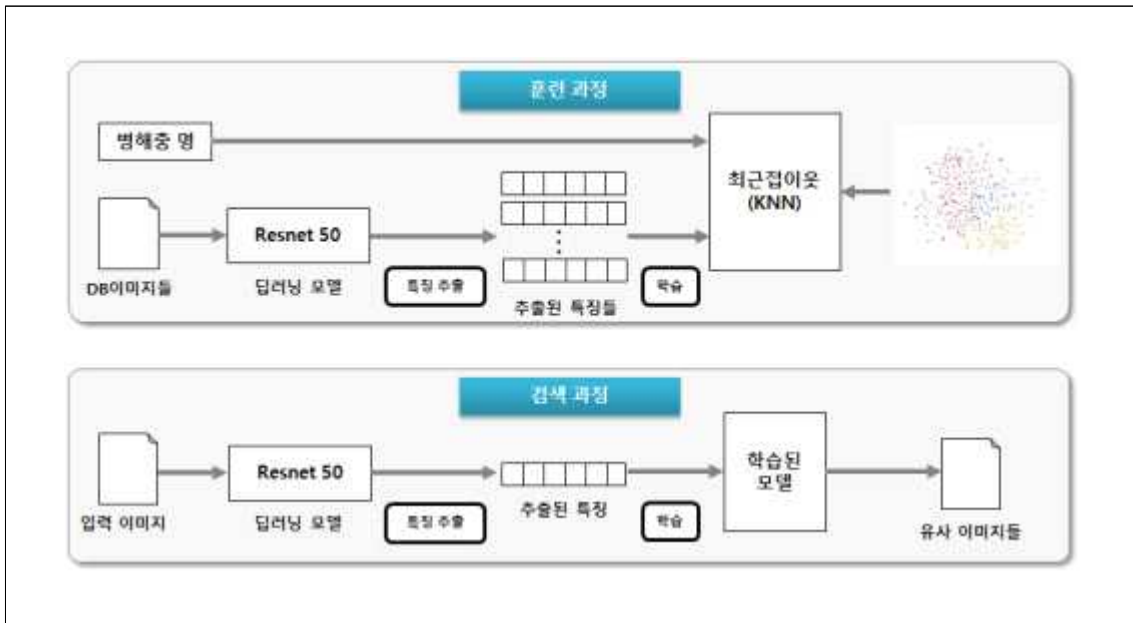
<특정 층의 값을 사용하는 예시 소스코드>

#### ○ 차원 축소 기법을 이용한 유사도 기반 검색 시스템

- 해당 시스템은 초기 딥러닝 기법을 이용한 유사도 기반 검색 시스템의 모델 사이즈, 검색 속도를 줄이고 단축시키기 위해 개발되었음
- 모델 사이즈가 크고, 검색 속도가 느린 이유는 각 이미지 당 107,500개의 많은 양의 특징을 사용했기 때문이라고 판단했음
- 해당 많은 양의 특징 값의 유용성을 판단하기 위해 0으로 기록되어 있는 자리수를 체크했음
- 0으로 기록되어 있는 자리수를 체크한 결과 약 75%의 자리에는 0으로 채워져 있고 이는 occupancy rate가 25%로 75%의 특징 값은 아무 작용을 하지 않는다는 것을 의미함
- 따라서 많은 양의 특징 값의 차원을 줄이기 위해 본 연구에서는 Truncated SVD라는 특징 값 분해 알고리즘을 사용해 해당 특징 값의 차원을 줄였음
- 본 연구에서는 기존 107,500개의 특징을 100차원으로 줄였음
- 10,000장의 이미지를 사용해 모델 개발을 진행한 결과 해당 모델은 약 7MByte로 기존 모델 사이즈보다 엄청나게 줄었고 검색 속도도 1초미만으로 되었음
- 하지만, 검색 속도와 파일 사이즈 줄이기는 성공했지만 기존 모델과 비교했을 때 검색 정확도가 많이 떨어졌음
- 이러한 문제점을 해결하기 위해 생성된 특징점에 대해 차원축소를 진행하는 것이 아닌 분류기 내부에서 차원축소를 진행하기로 했음
- 본 연구에서는 최종적으로 딥러닝 모델의 특정 은닉층의 출력을 사용하는 것이 아닌 최종 출력 이전의 층에 average pooling 층을 추가해 최종적으로 2048개의 특징을 사

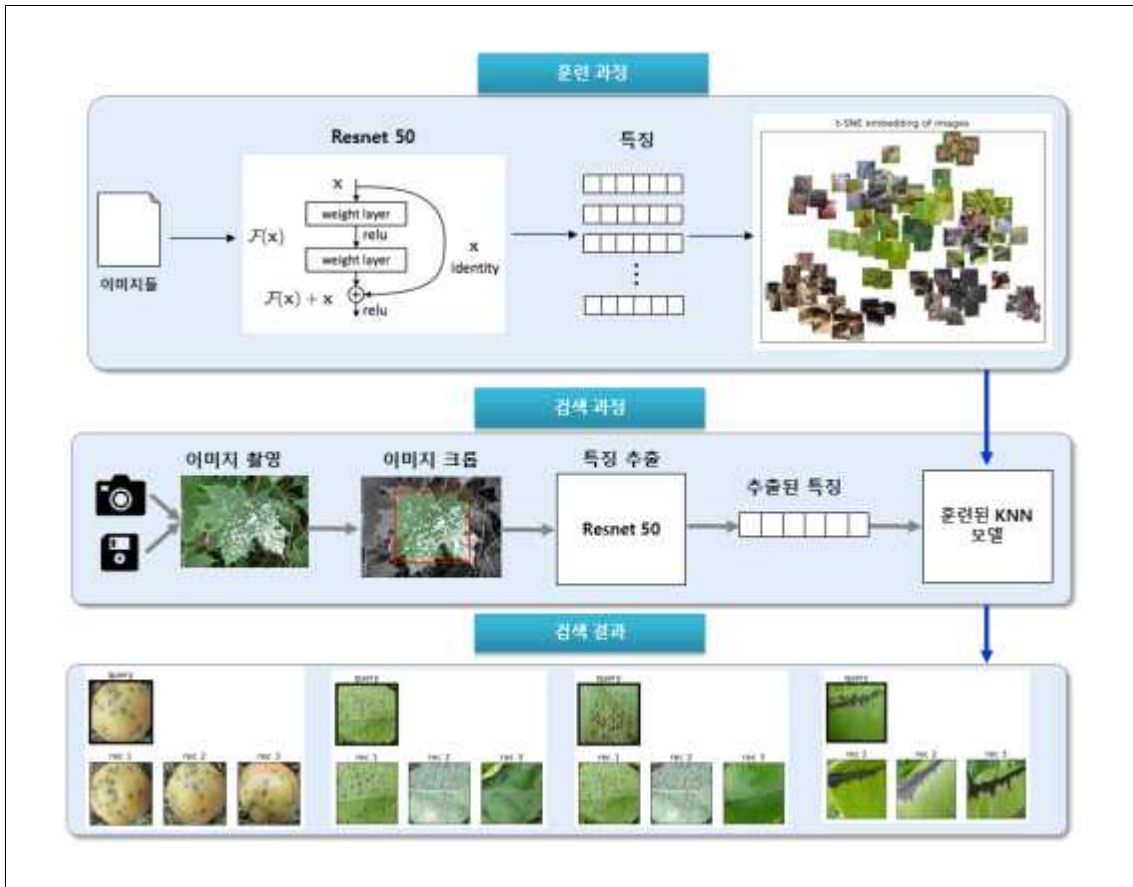
융합

○ 고도화 시스템



<병해충 검색 시스템 구조도>

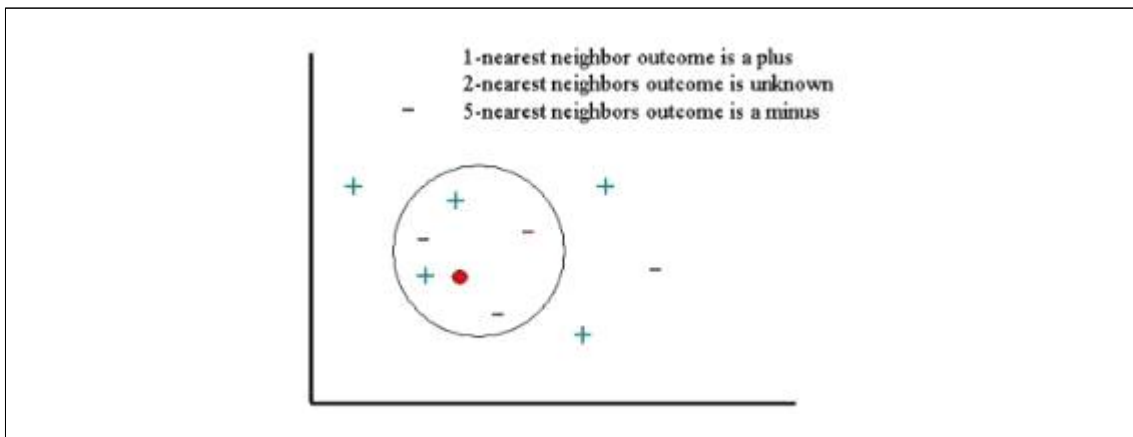
- 그림은 딥러닝 알고리즘을 적용한 유사도 기반 병해충 진단 및 처방 시스템의 구조도임
- 유사도 기반 병해충 진단 및 처방 시스템은 크게 학습 과정, 검색 과정으로 구분됨
- 학습 과정에서 우선 DB에 저장되어 있는 이미지들로부터 딥러닝 모델(Resnet 50)을 이용해 특징을 추출함
- 추출된 특징을 기반으로 기계학습 기법중 하나인 KNN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘으로 각 병해충 이미지의 특징을 벡터 공간(Vector Space)에 표현함
- 학습된 KNN 모델을 별도의 파일로 저장함
- 검색 과정에서 입력 이미지와 작물 종류를 입력변수로 입력 받고 Resnet 50모델을 거쳐 입력 이미지의 특징을 추출함
- 그리고 추출한 이미지의 특징을 해당 작물의 KNN 알고리즘에 입력해 입력 이미지와 가장 가까운 n개의 유사 이미지를 선택해 최종적으로 사용자에게 보여줌
- 사용자는 출력 이미지들 가운데서 입력 이미지와 가장 유사한 이미지를 선택해 해당 병해충 정보를 확인할 수 있음
- 본 연구에서는 국립원예특작과학원에서 제공한 고추, 포도, 배, 사과 등 10종 작물의 약 90종의 병해충 이미지 데이터와 진단 및 처방 데이터를 사용함



<병해충 검색 시스템 시나리오>

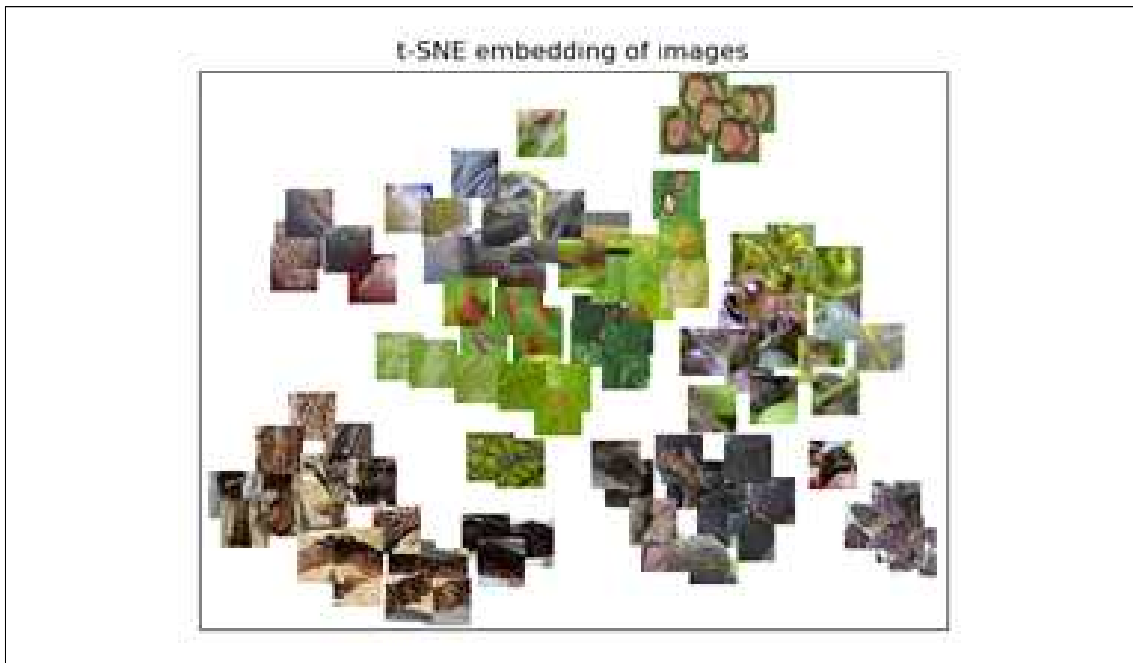
- 위의 그림은 병해충 검색 시스템에서 병해충 이미지를 검색하는 시나리오임
  - 사용자는 병해충 이미지를 촬영한 뒤 이미지에서 병해충 부위를 선택함
  - 시스템은 사용자가 선택한 병해충 부위에서 특징 값을 추출하고 사전에 학습된 KNN 모델에서 유사한 이미지를 검색
  - 검색 결과로 사용자에게 가장 유사한 이미지 n 장을 출력해 보여줌
  - 출력된 순서로 입력 이미지와 유사도가 가장 높은 이미지를 뜻함

○ 유사도 계산(KNN)



<KNN 알고리즘 분류 예시>

- LIRE에서는 검색 모듈을 제공하지만 고도화된 시스템에는 검색 기능이 없음
- 고도화된 시스템에서는 검색 기능을 구현하기 위해 최근접 이웃(KNN) 알고리즘을 사용했음
- 최근접 이웃 알고리즘은 기계학습(machine learning) 알고리즘 중 하나로 분류(classification) 혹은 회귀(regression) 문제 해결에 사용됨
- 최근접 이웃 알고리즘은 학습 데이터를 벡터 공간(vector space)에 표현(represent)하고 입력 데이터와 가장 가까운 K개의 데이터를 참조해 최종 의사결정을 함
- 예시 그림에서 입력점은(빨간색 원)은 가장 가까운 5개의 점을 참조해 최종 의사결정을 하려고함
- 최종적으로 입력 점의 주위에 빨간색 ‘.’가 많기 때문에 해당 클래스에 속함 하지만 본 연구에서 해결하려는 문제는 분류 문제가 아니기 때문에 분류과정을 없애고 n개의 점을 선택함



- 그림은 딥러닝 모델로 추출한 feature를 벡터 공간에 표기한 예시 그림임
- 일반적으로 최근접 이웃 알고리즘은 입력 데이터와 가장 가까운 K개의 점을 참조해 투표(voting) 방식을 통해 분류를 진행하지만 본 연구에서는 voting 방식을 사용하지 않고 가까운 K개 데이터를 출력했음
- 예시 그림에서 볼 수 있듯이 비슷한 특징(예: 색상, 모양 등)을 가지는 이미지들은 각각의 군집을 이룬다는 것을 알 수가 있음
- 입력 데이터가 KNN 알고리즘에 들어오면 가장 가까운 데이터의 이름과 거리(distance)를 출력하게 되고 두 데이터간의 거리의 값이 작을수록 두 데이터가 더 가깝다는 것을 의미함

○ 유사도 기반 병해충 진단 및 처방 시스템 성능 개선

- 딥러닝 모델을 사용해 병증 이미지의 특징(feature)을 추출함
- 딥러닝 학습 기법중 하나인 전이학습(transfer learning) 방법을 사용함
- 전이학습이란 이미 훈련된 모델의 지식(knowledge)을 사용해 우리가 해결하려는 문제를 푸는 학습 방식임
- 전이학습은 일반적으로 훈련 데이터의 개수가 적을 때 많이 사용되고 이미 많은 경진 대회에서 우수한 성적을 기록한 모델들이기 때문에 통상적으로 높은 정확도를 기록함
- kears.application에서는 ImageNet으로 학습한 성능이 우수한 딥러닝 모델 가중치를 open하고 있음
- ImageNet은 1,400만장의 이미지, 1,000개의 카테고리로 주어진 이미지 시각화에서 많이 사용되는 open 데이터셋임
- ImageNet의 1,000개 카테고리는 일반 명사로 주어져 현실에서 볼 수 있는 대부분의 이미지 유형이 포함되어 있음
- 연구에서는 ImageNet으로 학습한 딥러닝 모델의 가중치를 사용해 병해충 이미지의 feature를 추출함
- ImageNet 데이터 셋을 학습한 Resnet50, VGG16, VGG19, Xception, Inception, Inception+Resnet, DenseNet, MobileNet 8가지 모델의 성능을 측정했음
- 제시한 8가지 각각의 모델을 병증 이미지의 특징을 추출하는 특징 추출기(feature extractor)로 사용함
- 추출된 특징들은 KNN(K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 통해 벡터 공간(vector space)에 표현됨
- 입력 이미지의 특징은 벡터 공간에 입력돼 가장 가까운(유사) 점들을 찾음
- 출력 이미지의 장수를 10장으로 설정하고 성능측정 지표인 정밀도(precision)을 기록함

<고추 병에 대한 각 모델의 정밀도>

작물명	병해충명	정밀도(Precision)(%)							
		Resnet 50	Xception	Inception	VGG 16	VGG19	Incept Resnet	Dense Net	Mobile Net
고추 (병)	TSWV	74.65	39.76	37.77	65.64	63.78	13.70	60.99	33.22
	leafspot	95.39	60.28	52.60	93.91	94.17	25.95	74.01	68.30
	phytophthorabligh	81.00	22.15	21.35	70.96	70.21	9.96	56.83	39.48
	bacterialwilt	86.30	34.57	21.12	75.54	75.75	8.92	65.83	42.14
	blackmold	98.76	58.46	37.73	99.74	99.56	11.86	95.04	79.53
	bacterialsport	84.81	41.04	43.20	77.53	79.49	16.92	54.58	44.30
	hasse	88.18	59.64	46.83	85.21	87.05	29.48	79.78	62.21

작물명	병해충명	정밀도(Precision)(%)							
		Resnet 50	Xception	Inception	VGG 16	VGG19	Incept Resnet	Dense Net	Mobile Net
	bitterroot	75.39	28.90	24.08	70.56	69.22	19.75	47.22	32.28
	southernstem	75.26	19.73	9.07	53.06	50.37	5.99	57.38	25.46
	powderymildew	88.46	63.98	53.37	85.74	84.92	23.70	75.82	67.42
	dampingoff	93.14	43.46	33.98	88.88	90.84	9.48	66.01	77.78
	graymold	66.11	28.96	59.75	62.42	60.01	15.59	49.04	34.23
	grayleafspot	95.78	61.17	59.75	93.07	92.51	35.53	76.45	76.01
	pepmov	95.94	53.18	34.46	88.29	88.53	15.55	62.56	40.50
	cmv	84.90	32.93	15.22	81.26	79.65	7.07	62.23	35.21
	<b>Average</b>	<b>85.60</b>	<b>43.21</b>	<b>36.69</b>	<b>79.45</b>	<b>79.07</b>	<b>16.63</b>	<b>65.58</b>	<b>50.54</b>

<고추 해충에 대한 각 모델의 정밀도>

작물명	병해충명	정밀도(Precision)(%)							
		Resnet 50	Xception	Inception	VGG 16	VGG19	Incept Resnet	Dense Net	Mobile Net
고추 (해충)	aculops	99.89	45.52	40.12	99.53	99.32	20.56	90.91	70.45
	nezaraantennatascott	99.14	42.30	37.60	100.00	100.00	3.42	92.31	76.07
	helicovertapaassulta	66.66	21.92	8.04	50.00	46.49	2.78	46.78	19.30
	halyomorphahalys	89.91	24.01	13.40	88.12	86.97	5.87	51.34	41.51
	baccarum	100.00	50.21	42.96	99.95	100.00	21.07	93.06	82.42
	slug	100.00	47.04	43.18	99.96	99.97	29.02	93.67	81.86
	latus	99.89	70.16	43.54	98.93	98.97	17.76	93.40	68.77
	tetranychusurticae	96.91	55.18	48.99	89.51	88.35	16.88	80.72	74.81
	tabaci	99.36	60.04	58.95	97.59	98.40	22.12	85.53	70.84
	frankliniellaintonsa	88.30	23.83	16.81	64.91	62.28	7.46	30.56	40.79
	whitefly	89.00	61.01	60.05	85.89	87.64	24.62	83.00	71.27
	wintercherrybug	100.00	41.69	48.73	100.00	100.00	11.17	95.46	92.56
	thunberg	100.00	80.33	82.63	100.00	100.00	31.29	97.51	99.04
	stali	100.00	44.52	40.58	99.69	99.90	14.37	91.89	79.93
	ricaniasp	95.89	41.38	37.97	89.94	88.05	16.25	69.01	67.53
thrips	99.83	49.58	42.04	99.39	99.39	25.88	86.33	72.76	



작물명	병해충명	정밀도(Precision)(%)							
		Resnet 50	Xception	Inception	VGG 16	VGG19	Incept Resnet	Dense Net	Mobile Net
	spodopteralitura	80.34	27.59	28.96	66.71	65.91	23.13	49.06	37.20
	spodopteraexigua	81.57	23.35	18.42	65.70	67.42	8.65	42.27	41.69
	metcalfapruinosa	92.97	19.06	19.28	89.95	87.69	4.67	46.76	56.00
	<b>Average</b>	<b>93.62</b>	43.62	38.54	88.72	88.25	16.16	74.71	65.52

<포도 병에 대한 각 모델의 정밀도>

작물명	병해충명	정밀도(Precision)(%)							
		Resnet 50	Xception	Inception	VGG 16	VGG19	Incept Resnet	Dense Net	Mobile Net
포도 (병)	bitterrot	79.12	25.37	18.44	68.47	69.87	8.01	49.51	32.30
	downymildew	86.69	47.73	37.93	80.77	81.08	18.74	62.92	35.68
	crowngall	99.35	79.61	65.96	98.28	97.88	68.28	96.99	89.05
	whitemottle	93.43	40.95	23.93	86.21	86.82	8.74	74.85	38.89
	powderymildew	97.6	64.13	50.58	95.5	95.26	22.14	81.01	72.86
	graymold	68.88	8.88	7.28	47.46	50.49	3.20	23.11	12.80
	sclerotiniarot	86.43	51.88	46.41	78.65	76.56	19.43	74.47	56.07
	berryrot	92.14	25.54	25.44	84.82	82.05	9.07	53.96	56.44
	anthracnose	95.56	50.97	44.16	91.02	90.19	21.95	78.44	52.21
	rust	83.44	48.73	30.5	79.01	79.19	10.36	70.65	35.37
	leafspot	86.57	38.73	33.52	81.56	82.44	20.47	61.62	36.66
	peduncle rot	91.62	54.66	35.29	85.64	86.20	23.29	75.84	57.52
	whiterot	97.78	52.23	39.17	96.96	98.15	15.87	76.05	66.45
	<b>Average</b>	<b>89.12</b>	45.34	35.28	82.64	82.78	19.20	67.65	49.41

<포도 해충에 대한 각 모델의 정밀도>

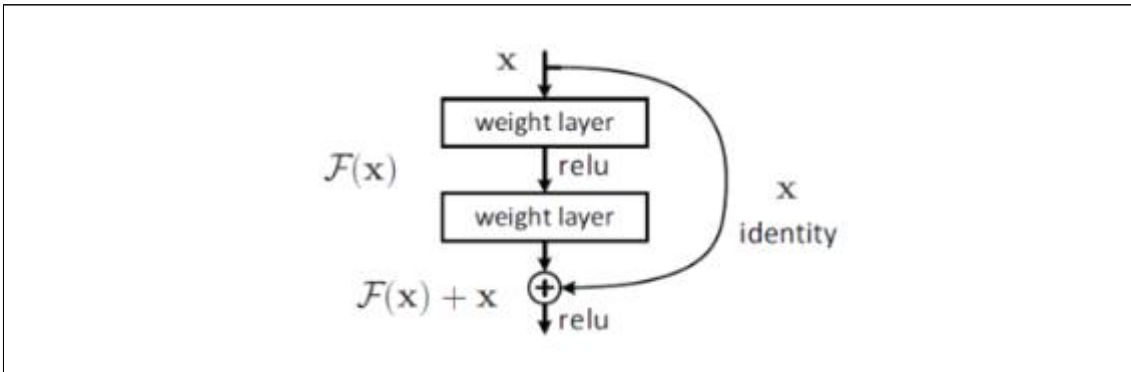
작물명	병해충명	정밀도(Precision)							
		Resnet 50	Xception	Inception	VGG16	VGG19	Incept Resnet	Dense Net	Mobile Net
포도 (해충)	homalodiscacoagulata	88.24	59.7	57.07	83.74	83.76	29.03	81.55	51.62
	metcalfapruninosa	93.91	18.8	20.53	90.98	87.91	3.87	51.78	55.96

작물명	병해충명	정밀도(Precision)							
		Resnet 50	Xception	Inception	VGG16	VGG19	Incept Resnet	Dense Net	Mobile Net
	facilis	100.00	94.09	92.96	100.00	100.00	55.84	100.00	99.88
	endoclytaexcrecens	89.55	64.06	48.72	83.35	83.41	28.43	87.54	66.14
	baccarum	100.00	52.43	46.31	99.97	99.98	15.82	93.86	86.87
	halyomorphahalys	92.97	23.37	12.13	89.66	91.70	5.24	51.72	46.49
	lemadecempunctata	81.72	39.48	21.82	71.42	73.82	11.68	64.87	38.99
	pseudococcuscomstocki	92.90	45.75	30.24	84.24	89.99	6.46	68.02	62.48
	lygocorisluorum	88.45	61.47	53.78	86.65	85.44	35.13	80.21	63.85
	paranthereneregalis	77.60	39.12	29.07	61.25	65.82	15.16	71.30	31.54
	slug	99.90	51.30	47.23	99.88	99.90	20.66	94.93	87.30
	lycormadelicatula	71.83	12.36	4.22	60.56	60.88	6.57	21.28	18.31
	hyphatriacunea	62.10	17.99	15.67	52.63	50.63	5.14	44.78	29.32
	tetranychusurticae	96.66	45.37	37.62	90.92	90.22	9.08	79.53	63.70
	ricaniasp	95.36	41.18	35.29	89.00	87.63	14.15	67.06	66.22
	acosmeryxnaga	91.94	28.05	15.83	84.58	81.81	3.75	66.26	50.42
	spodopteralitura	75.54	25.96	27.62	63.14	63.33	14.92	44.16	39.37
	spodopteraexigua	83.29	27.48	20.00	67.96	70.47	5.68	52.01	42.56
	borer	85.26	18.91	18.75	68.32	70.37	5.20	60.99	32.07
	<b>Average</b>	<b>87.75</b>	<b>40.36</b>	<b>33.41</b>	<b>80.43</b>	<b>80.90</b>	<b>15.36</b>	<b>67.47</b>	<b>54.37</b>

- 표는 각각 고추와 포도 작물의 병해충에 대해 정밀도를 기록한 결과임
- 고추, 포도 작물의 병해충에 대해 성능측정 결과 8가지 딥러닝 모델 중 Resnet50 모델이 가장 높은 성능을 기록했음
- 따라서 본 기술에서는 가장 높은 성능을 기록한 Resnet50을 사용해 모델을 구축했음
- Resnet50 모델은 곱성합신경망(convolutional neural network, CNN) 모델을 기반으로 새롭게 개발된 50개의 layer로 구성된 딥러닝 모델로 많은 분야에서 높은 정확도를 기록함
- 기존 많은 딥러닝 모델이 은닉층(hidden layer)이 깊어질수록 기울기 소실(vanishing gradient) 문제가 발생되었고 최근 연구들에서는 은닉층이 깊어지면 오히려 정확도가 낮아진다고 밝혔음
- Resnet은 이러한 문제점을 해결하기 위해 설계되었음
- Resnet 설계팀은 층을 100개 이상으로 깊게 하면서, 깊이에 따른 학습 효과를 얻을 수 있는 방법으로 Residual Learning 방법을 제안했음



- Resnet은 skip connection 방식을 통해 깊은 망도 쉽게 최적화할 수 있고 늘어난 깊이로 인해 정확도를 개선할 수 있는 장점이 있음



<Residual Block 예시>

○ 유사 이미지 기반 병해충 검색 시스템 속도, 파일 사이즈 비교

- 아래 표는 딥러닝 모델을 이용함에 있어 각 검색 시스템에 대한 성능표임
- 해당 표에서 특징 개수는 딥러닝 모델을 통해 출력된 이미지의 특징 개수이고 모델 사이즈는 생성된 모델 사이즈임
- 해당 실험은 약 12,000장의 이미지를 기준으로 진행했음
- 여러 가지 시행착오 결과 최종 검색 시스템이 상용 시스템으로 가장 적합함

<각 검색 시스템에 대한 성능>

구분	특정 층을 이용한 검색 시스템	차원 축소를 이용한 검색 시스템	최종 검색 시스템
특징 개수	107,500	100	2048
모델 사이즈	2.3GByte	7MByte	약 220MByte
검색 속도	5~6초	1초 미만	1~2초
정확도	약 80~85	약 50~60%	약 89%

○ 유사 이미지 기반 병해충 진단 및 처방 시스템 API 제공

- 웹과 앱 시스템에서 쉽게 접속할 수 있게 API 형식으로 제공되고 있음
- API는 파이썬(python) 프로그래밍 언어 기반으로 Django 웹 프레임워크를 사용해 개발했음
- 개발한 API는 크게 유사 이미지 검색 API, 진단과 처방정보 API, 약재정보 API로 이루어졌음
- 유사 이미지 검색 API



○ 이미지에 복합적인 병증이 있을 경우

- 한 이미지에 복합적인 병증이 있을 가능성이 있음
- 본 유사도 기반 검색 시스템은 원본 이미지를 받아들인 후 병증 부위를 사용자가 선택하고 최종적으로 선택된 병증 부위와 가장 비슷한 병해충 이미지를 검색함
- 따라서 한 이미지에 복합적인 병증이 있더라도 사용자의 이미지 크롭에 따라 병해충 이미지 검색이 진행됨
- 만약 사용자가 복합적인 병증을 모두 선택했을 경우 유사도 기반 검색 시스템은 각 병해충에 대한 이미지를 검색할 가능성이 있음
- 하지만 복합적인 병증이 있을 경우에는 단일 병증을 각각 크롭하는 것을 권장함

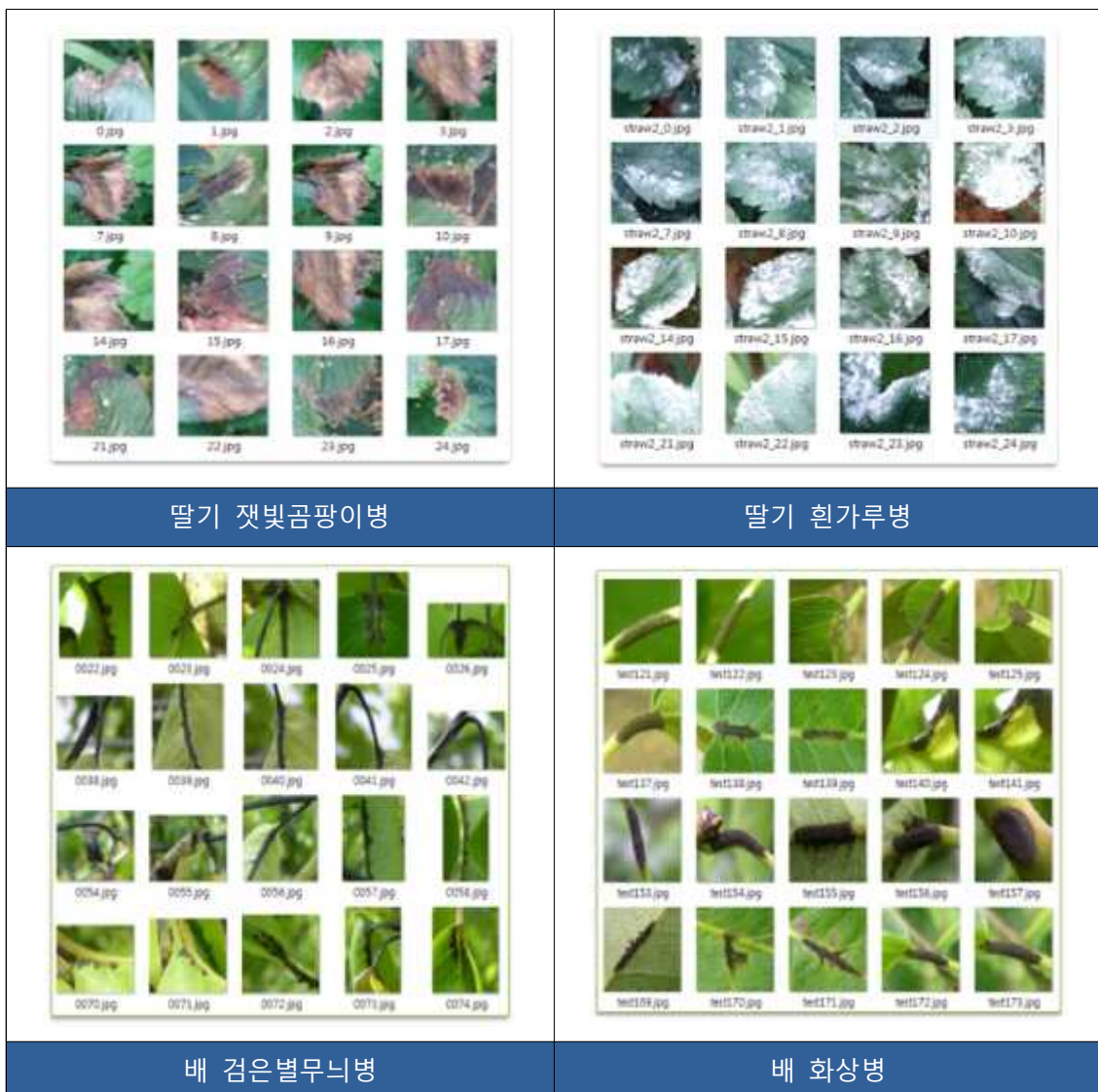
## 9. 병해충 이미지 인식 기술 개발

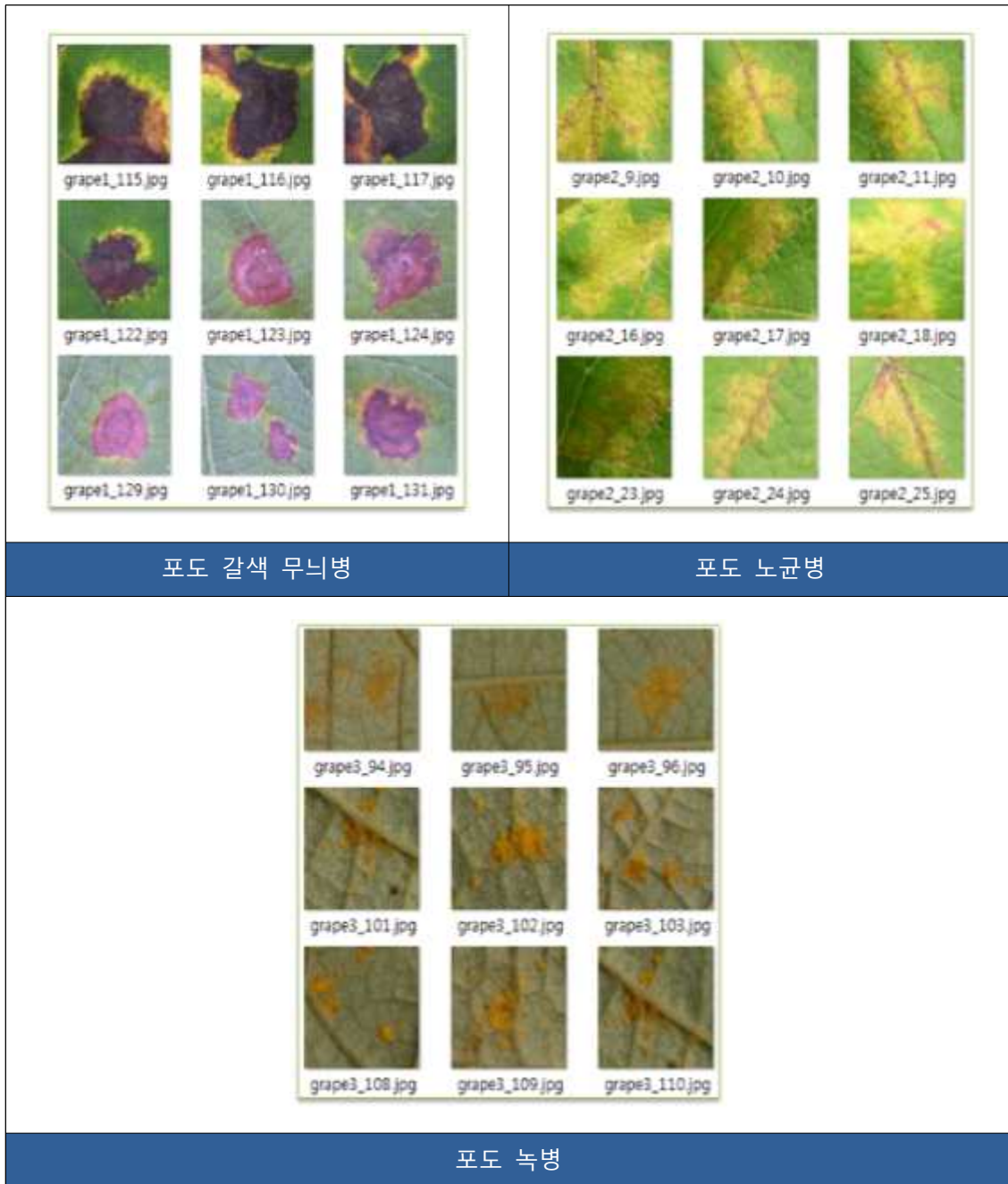
### 9.1 병해충 이미지 인식 기술 개발

#### 9.1.1 1차년도 목표 병해 종류

○ 병해 작물은 총 3종으로 딸기, 배, 포도로 구성됨

- 딸기 - 잿빛곰팡이병, 흰가루병
- 배 - 검은별무늬병, 화상병
- 포도 - 갈색무늬병, 노균병, 녹병





### 9.1.2 1차년도 목표 해충종류

- 해충 종류는 총 3종으로 구성됨
  - 포도 - 꽃매미
  - 호접란 - 긴꼬리가루깍지벌레
  - 심비디움 - 두줄민달팽이

 <p>꽃매미</p>	 <p>긴꼬리가루깍지벌레</p>																
 <p>두줄 민달팽이</p>	<table border="1" data-bbox="826 862 1332 1220"> <thead> <tr> <th>종류</th> <th>해충명</th> <th>증대전 개수 (장)</th> <th>증대된 개수 (장)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>포도</td> <td>꽃매미</td> <td>4</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>심비 디움</td> <td>두줄 민달팽이</td> <td>13</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>호접란</td> <td>긴꼬리가루 깍지벌레</td> <td>45</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>이미지 데이터 수(해충)</p>	종류	해충명	증대전 개수 (장)	증대된 개수 (장)	포도	꽃매미	4	50	심비 디움	두줄 민달팽이	13	50	호접란	긴꼬리가루 깍지벌레	45	50
종류	해충명	증대전 개수 (장)	증대된 개수 (장)														
포도	꽃매미	4	50														
심비 디움	두줄 민달팽이	13	50														
호접란	긴꼬리가루 깍지벌레	45	50														

### 9.1.3 입력 데이터 증대 및 가공

- 현재 본 연구에서 사용되는 딥러닝 구조에 학습이 되어있는 데이터들은 농촌진흥청에서 전달 받은 이미지와 구글링을 통해서 얻은 이미지만으로는 딥러닝 학습에 적합한 이미지들이 아니거나 사진 갯수가 절대적으로 적기 때문에 input 데이터의 증대 및 가공할 필요성이 존재
- 전달받은 input 데이터의 경우 해당 병해 또는 해충들을 여러 개 동시에 포함하거나 병징이 포함 된 작물 전체가 포함되도록 사진 촬영을 진행한 영상데이터임. 이러한 이유로 전달받은 이미지 자체를 딥러닝 학습에 바로 적용시키기는 어려운 점이 있음
- 이러한 점을 보강하기 위해 input 데이터 가공을 실시함. 병해의 경우 해당 병징이 나타난 영상을 128X128로 잘라 저장하는 작업을 실시하였고 해충의 경우 해충이 존재하는 위치만을 똑같은 크기로 잘라 저장하는 작업을 실시함. 해당 작업을 위해 병징 부위 추출 프로그램도 제작



- 또한 각 병충해의 특징에 따른 분류도 진행. 병해의 경우 작물의 열매, 잎, 줄기에 따른 병징의 영상적 특징이 다르기 때문에 똑같은 병징으로 분류한다 하더라도 열매, 잎, 줄기에 따라서 각각 서로 다른 클래스로 분류를 하도록 연구를 진행
- 해충의 경우 해충의 상단에서 촬영한 사진과 측면을 촬영한 사진의 특징이 각각 상이한 영상적 특징을 보유하고 있기 때문에 병해와 마찬가지로 다른 클래스로 분류를 하도록 연구를 진행



<병충해의 특징에 따른 분류 (왼쪽부터 줄기, 열매, 잎, 측면, 상단영상)>

- 부족한 영상개수를 늘리기 위해 본연구진은 rotation을 이용하여 학습이미지 개수를 증대시켜 트레이닝 정확도를 향상시킴

종류	병해명	증대전 개수 (장)	증대된 개수 (장)
딸기	잣빛곰팡이병	181	250
	흰가루병	222	250
배	검은별무늬병	100	250
	화상병	136	250
포도	갈색무늬병	128	250
	노균병	51	250
	녹병	92	250


영상 rotation을 통한 영상개수 증대
이미지 데이터 수 (병해)

- 그 결과 학습이 용이하도록 필요한 데이터를 입력 개수와 상관없이 전부 250장으로 증대시킴

### 9.1.4 2차년도 목표 병해/해충 종류

- 병해 작물은 총 3종으로 고추, 토마토, 오이로 구성
  - 고추(총 9종) - 탄저병, 토마토만점위조바이러스(TSWV), 오이모자이크바이러스(CMV), 모틀바이러스(PePMoV), 역병, 세균점무늬병, 흰비단병, 풋마름병, 흰가루병

- 토마토 (총 5종) - 잎곰팡이병, 잎마름역병, 잿빛곰팡이병, 점무늬병, 흰가루병
- 오이 (총 1종) - 노균병

 <p>20161101_160906.jpg 20161101_160911.jpg 20161101_160912.jpg 20161101_162226.jpg img_1772.jpg img_1773.jpg img_1971.jpg img_1972.jpg img_1973.jpg</p>	 <p>20160705_151718.jpg 20160705_151719.jpg 20160705_151720... 20160705_151750.jpg 20160705_151804.jpg 20160705_151911.jpg 20160705_151934.jpg 20160705_151935... 20160705_151936.jpg</p>
<p>탄저병</p>	<p>TSWV</p>
 <p>20160520_164342.jpg 20160520_164345.jpg 20160520_164346.jpg 20160520_164415... 20160520_164415... 20160520_164415... 20160520_164420... 20160520_164424.jpg 20160520_164437.jpg</p>	 <p>20160520_163303.jpg 20160520_163425.jpg 20160520_163416.jpg 20160520_163449.jpg 20160520_163756.jpg 20160520_163771.jpg 20160520_163775.jpg 20160520_163776.jpg 20160520_163777.jpg</p>
<p>CMV</p>	<p>PePMoV</p>
 <p>20161020_109800.jpg 20161020_109805.jpg 20161020_109806.jpg 20161020_109810.jpg 20161020_109800.jpg 20161020_109815.jpg 20161020_109816.jpg 20161020_109817.jpg 20161020_109818.jpg</p>	 <p>img_2205.jpg img_2202.jpg img_2201.jpg img_2205.jpg img_2207.jpg img_2209.jpg img_2205.jpg img_2208.jpg img_2205.jpg</p>
<p>역병</p>	<p>세균점무늬병</p>





<고추 병해 목록>



<오이 병해 목록>



앞곰팡이병

앞마름역병



젓빛곰팡이병

점무늬병



흰가루병

<토마토 병해 목록>

○ 해충 작물은 총 3종으로 토마토, 고추, 오이로 구성

- 토마토 (총 2종) - 녹응애, 온실가루이
- 고추 (총 5종) - 담배나방, 담배거세미나방, 대만총채벌레, 파밤나방, 풀색노원재
- 오이 (총 5종) - 긴털가루응애, 목화바둑병나방, 목화진딧물, 온실가루이, 아메리카잎굴파리



<토마토 해충 목록>





<고추 해충 목록>

### 9.1.5 병해충 분류기 개발 현황

○ tiny-cnn version

※ Deep Learning 개발 Library 변경으로 인한 개발 중단

작물	병해충명	생성일자	인식율
포도	갈색무늬병	17.03.10	93.8%
	꽃매미	17.07.02	89.71%
	노균병	17.03.10	93.8%
	녹병	17.01.19	99.94%
	흰얼룩병	17.02.21	92.5%
	새눈무늬병	17.03.31	97%
	흰가루병	17.04.07	94.562%

작물	병해충명	생성일자	인식율
	갈색날개매미충	17.04.12	91.667%
	미국선녀벌레	17.04.13	85.185%
	가루깍지벌레	17.06.02	100%
	애무늬고리장님노린재	17.05.30	92.35%
고추	탄저병	17.05.30	92.35%
	역병	17.06.02	100%
	세균점무늬병	17.07.07	93.25%
	흰가루병	17.06.02	100%
	온실가루이	17.06.30	81.45%
	잿빛곰팡이병	17.07.01	92.47%
배	화상병	17.04.18	99.125%
	검은별무늬병	17.01.14	91%
	잎검은점병	17.02.28	70.2%
오이	긴털가루응애	17.05.04	92%
	노균병	17.05.15	94.9%
	온실가루이	17.05.11	84.33%
	흰가루병	17.05.15	73.636%
	아메리카잎굴파리	17.05.26	89%
딸기	잿빛곰팡이병	17.03.02	75.278%
	흰가루병	17.02.20	75.278%
	뱀눈무늬병	17.05.08	97%

○ CNTK version

작물	병해충명	생성일자	인식율
포도	갈색무늬병	17.08.16	98.917%
	꽃매미	17.08.16	98.714%
	노균병	17.08.16	98.917%
	녹병	17.08.16	98.917%
	흰얼룩병	17.08.16	98%
	새눈무늬병	17.08.16	98.917%
	흰가루병	17.08.16	98.917%
	갈색날개매미충	17.08.16	98.917%
	미국선녀벌레	17.08.16	98.714%
	가루깍지벌레	17.08.16	98.714%
	애무늬고리장님노린재	17.08.16	98.714%



작물	병해충명	생성일자	인식율
고추	탄저병	17.08.21	83.25%
	역병	17.08.21	83.25%
	세균점무늬병	17.08.21	83.25%
	흰가루병	17.08.21	83.25%
	대만총채벌레	17.08.21	82.75%
	온실가루이	17.08.21	82.75%
	젓빛곰팡이병	17.08.21	83.25%
	담배거세미나방	17.08.21	82.75%
	씩덩나무노린재	17.08.21	82.75%
	풀색노린재	17.08.21	82.75%
	CMV	17.08.21	83.25%
	갈색점무늬병	17.08.21	83.25%
	TSWV	17.08.21	83.25%
	궤양병	17.08.21	83.25%
	꽃노랑총채벌레	17.08.21	82.75%
	목화진딧물	17.08.21	82.75%
	복숭아혹진딧물	17.08.21	82.75%
	왕담배나방	17.08.21	82.75%
	작은뿌리파리	17.08.21	82.75%
	미국선녀벌레	17.08.21	82.75%
배	화상병	17.08.22	86.75%
	검은별무늬병	17.08.22	86.75%
	앞검은점병	17.08.22	86.75%
오이	긴털가루응애	17.08.22	99.5%
	노균병	17.08.22	95.125%
	목화진딧물	17.08.22	99.5%
	온실가루이	17.08.22	99.5%
	흰가루병	17.08.22	95.125%
	아메리카잎굴파리	17.08.22	95.125%
딸기	젓빛곰팡이병	17.08.16	95.75%
	흰가루병	17.08.16	95.75%
	뱀눈무늬병	17.08.16	95.75%
사과	화상병	17.08.21	93.833%
	복숭아순나방	17.08.21	93.833%

### 9.1.6 최종년도 목표 병해 종류

○ 최종년도에 추가된 병해 작물은 장미, 심비디움, 관엽류 등의 총 3종이며 전체적으로 10종의 작물이 업데이트됨

- 배 (총 4종) - 화상병, 검은별무늬병, 꼬마배나무이, 잎검은점병
- 오이 (총 3종) - 노균병, 흰가루병, 아메리카잎굴파리
- 장미 (총 2종) - 잣빛곰팡이병, 흰가루병
- 사과 (총 2종) - 화상병, 복숭아순나방
- 딸기 (총 4종) - 잣빛곰팡이병, 흰가루병, 꽃곰팡이병, 뱀눈무늬병
- 국화 (총 3종) - 반쪽시들음병, 흰녹병, 녹병(흑수병)
- 심비디움 (총 2종) - 점무늬병, 줄기썩음병
- 관엽류 (총 2종) - 고무나무 녹병, 산세베리아 탄저병
- 포도 (총 12종) - 갈색무늬병, 노균병, 녹병, 흰얼룩병, 뿌리혹병, 새눈무늬병, 탄저병, 큰송이썩음병, 나무좀, 흰가루병, 애무늬장님고리노린재, 흰빛썩음병
- 고추 (총 13종) - 탄저병, 역병, 흰비단병, 세균점무늬병, 흰가루병, 풋마름병, 궤양병, 잣빛곰팡이병, CMV, PePMoV, TSWV, 흰별무늬병, 갈색점무늬병



<배 최종 병해 목록>

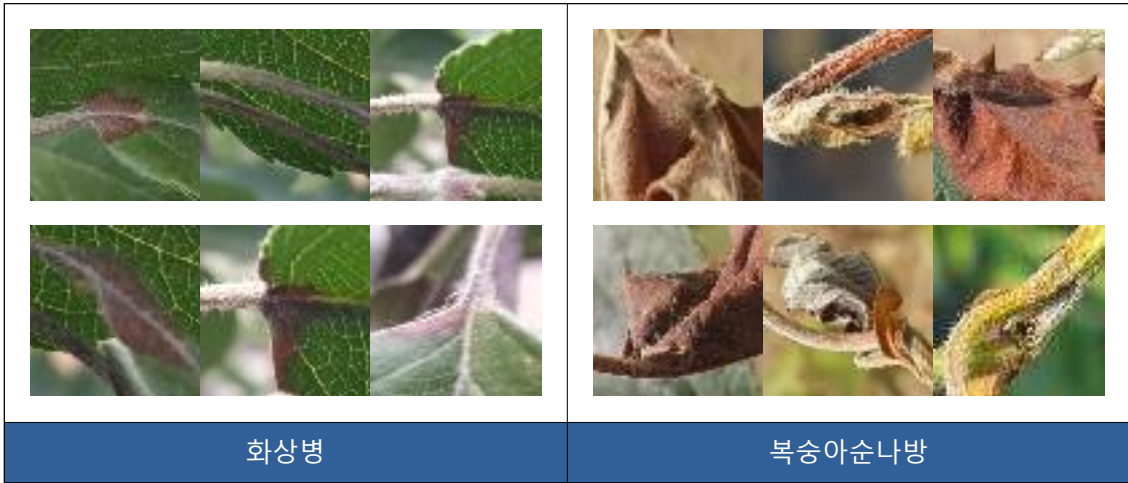


<오이 최종 병해 목록>



<장미 최종 병해 목록>





<사과 최종 병해 목록>



<딸기 최종 병해 목록>



<국화 최종 병해 목록>



<심비디움 최종 병해 목록>



<관엽류 최종 병해 목록>





	
<p>뿌리혹병</p>	<p>새눈무늬병</p>
	
<p>탄저병</p>	<p>큰송이썩음병</p>
	
<p>나무좀</p>	<p>흰가루병</p>

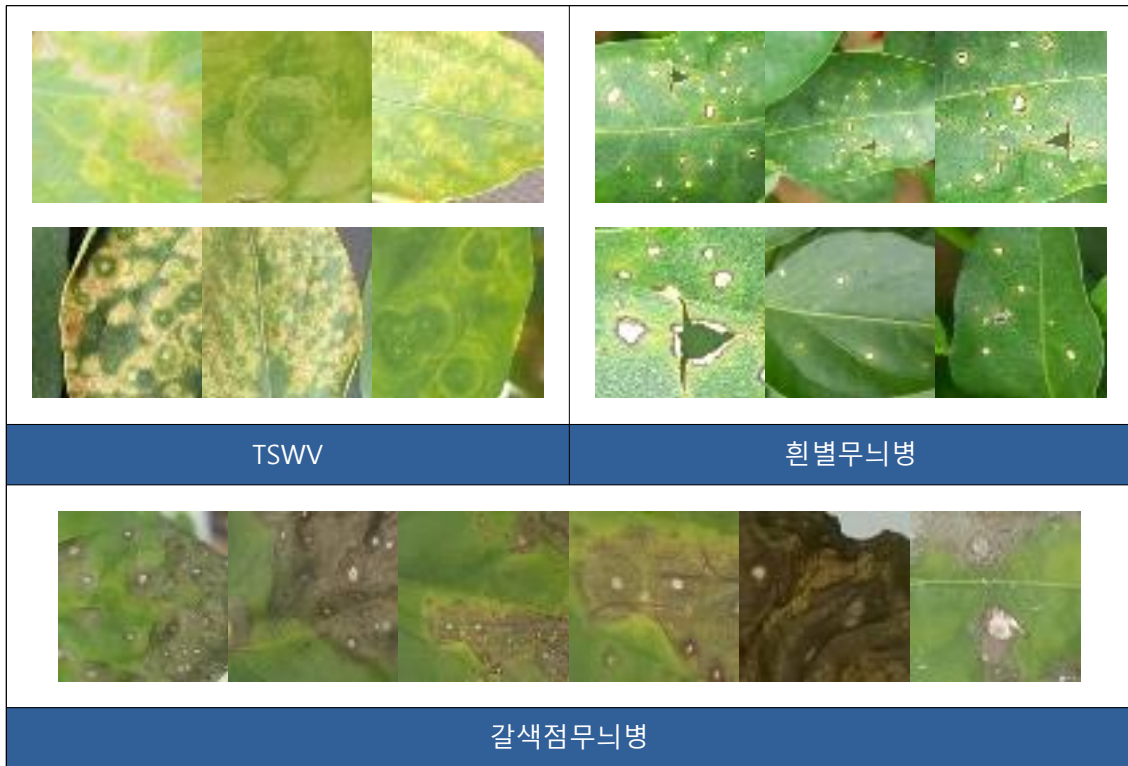


<포도 최종 병해 목록>





	
<p>흰가루병</p>	<p>풋마름병</p>
	
<p>궤양병</p>	<p>꺾빛곰팡이병</p>
	
<p>CMV</p>	<p>PePMoV</p>









<고추 최종 병해 목록>

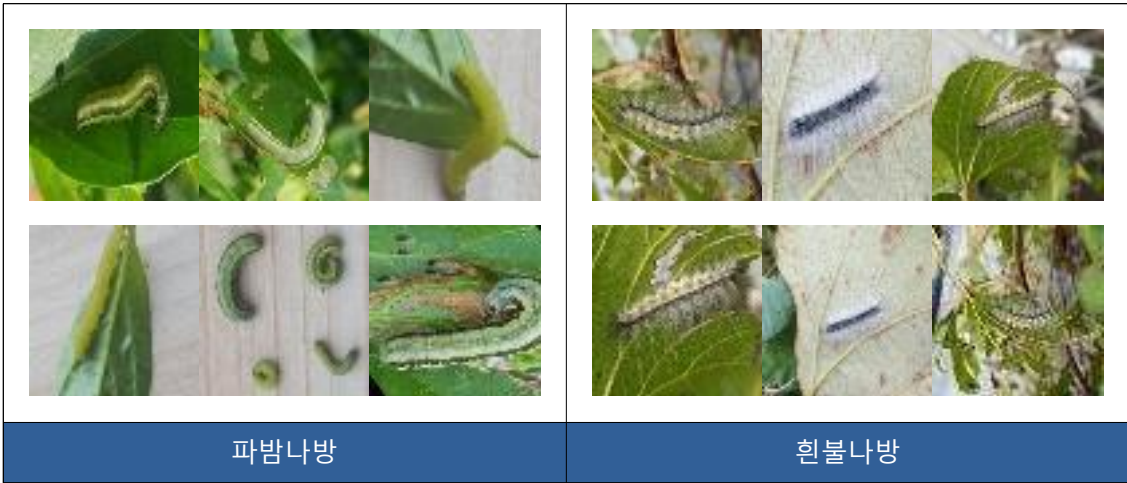
### 9.1.7 최종년도 목표 해충 종류

- 최종 해충 작물은 포도와 고추로 구성되며 구성되는 기준은 데이터가 충분하고 사진으로 분류가 가능한 대상을 기준으로 함
- 포도 (총 14종) - 가루깍지벌레, 갈색날개매미충, 꽃매미, 담배거세미나방, 민달팽이, 박각시, 박쥐나방, 부채날개매미충, 썩덩나무노린재, 알락수염노린재, 열점박이잎벌레, 유리나방, 파밤나방, 흰불나방
- 고추 (총 17종) - 파밤나방, 총채벌레, 담배나방, 꽃노랑총채벌레, 민달팽이, 갈색날개매미충, 미국선녀벌레, 녹응애, 담배거세미나방, 알락수염노린재, 목화진딧물, 복숭아진딧물, 점박이응애, 썩덩나무노린재, 온실가루이, 작은뿌리파리, 풀색노린재

	
<p>가루깍지벌레</p>	<p>갈색날개매미충</p>
	
<p>꽃매미</p>	<p>담배거세미나방</p>
	
<p>민달팽이</p>	<p>박각시</p>



	
<p>박쥐나방</p>	<p>부채날개매미충</p>
	
<p>썩덩나무노린재</p>	<p>알락수염노린재</p>
	
<p>열점박이잎벌레</p>	<p>유리나방</p>



<포도 최종 해충 목록>







민달팽이



갈색날개매미충



미국선녀벌레

녹응애



담배거세미나방

알락수염노린재



목화진딧물



복숭아진딧물



점박이응애



씩덩나무노린재



온실가루이



작은뿌리파리



풀색노린재

<고추 최종 해충 목록>

### 9.1.8 데이터 확장용 크로핑 프로그램 개발

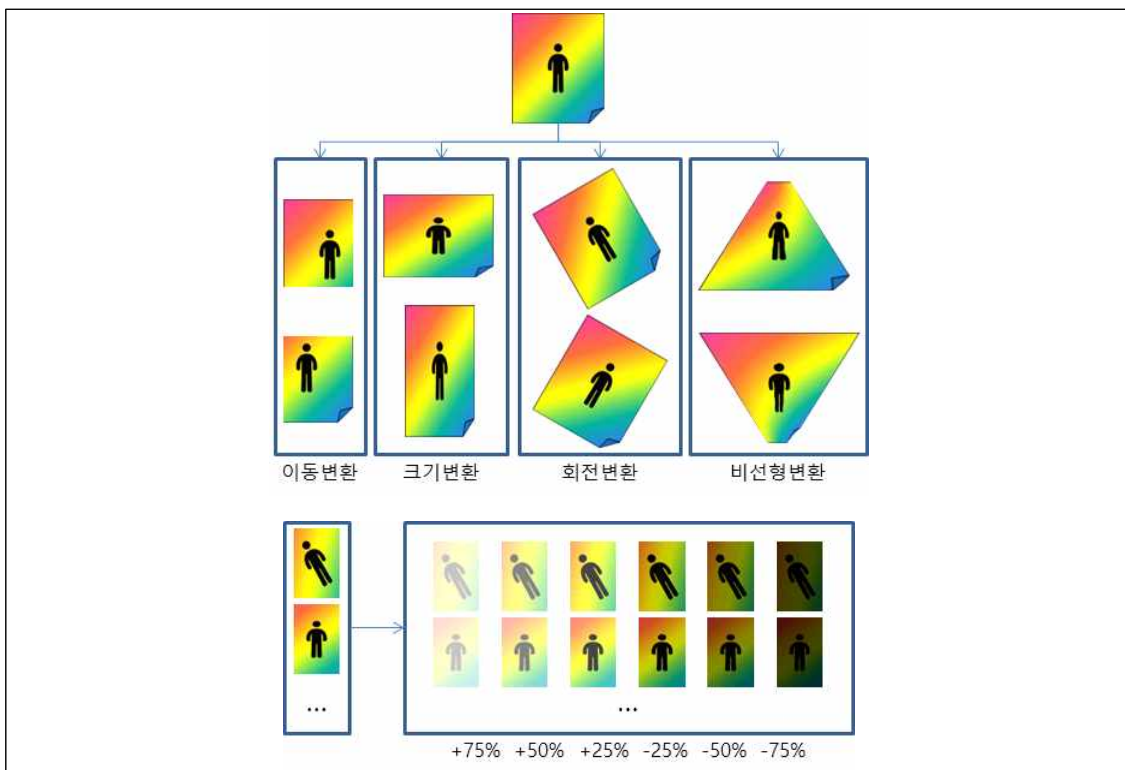
- 최근의 사진이나 스마트폰으로 촬영된 이미지는 해상도가 높아 상세한 영상 정보를 확보할 수 있음
- 그러나 수작업으로 촬영되므로 데이터를 대량으로 확보하기 어려움
- 또한 병해의 특성 상 원하는 시기를 골라서 촬영하기 어려움

#### ○ Keras 라이브러리 기반 데이터 확장 툴

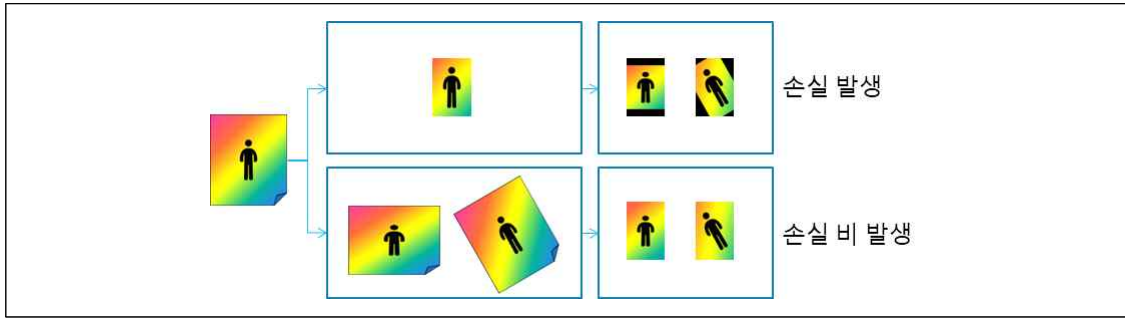
- 데이터를 확장하기 위해 주로 사용되는 라이브러리에 해당
- 다양한 촬영 환경을 가장하여 학습하기 위해 촬영된 영상을 기반으로 영상을 변환하는 과정을 수행
- Keras 라이브러리를 사용할 때 네트워크영역과 데이터 확장영역을 함께 사용할 수 있어 전처리처럼 활용이 가능
- 회전, 왜곡, 크기조절 등의 기능을 가지며 원하는 개수만큼 조합하여 생성

#### ○ OpenCV 라이브러리 기반 이미지 크로핑 프로그램

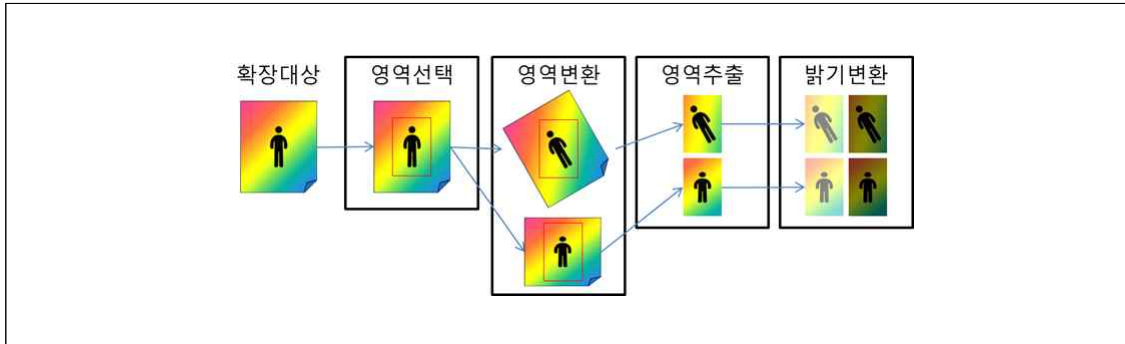
- 병징에 대한 디테일한 정보를 얻을 수 있으나 비병해 영역 또한 불필요하게 확보되어 해당 영역을 제외하는 과정이 필요함
- 때문에 다양한 환경을 가장하여 변환하면서 동시에 불필요한 영역을 제외하는 과정을 수행함
- 불필요한 연산 방지를 위해 영역변환, 영역추출, 밝기변환 등의 과정을 순차적으로 적용하여 손실된 영역을 계산해서 다시 채우는 현상을 방지



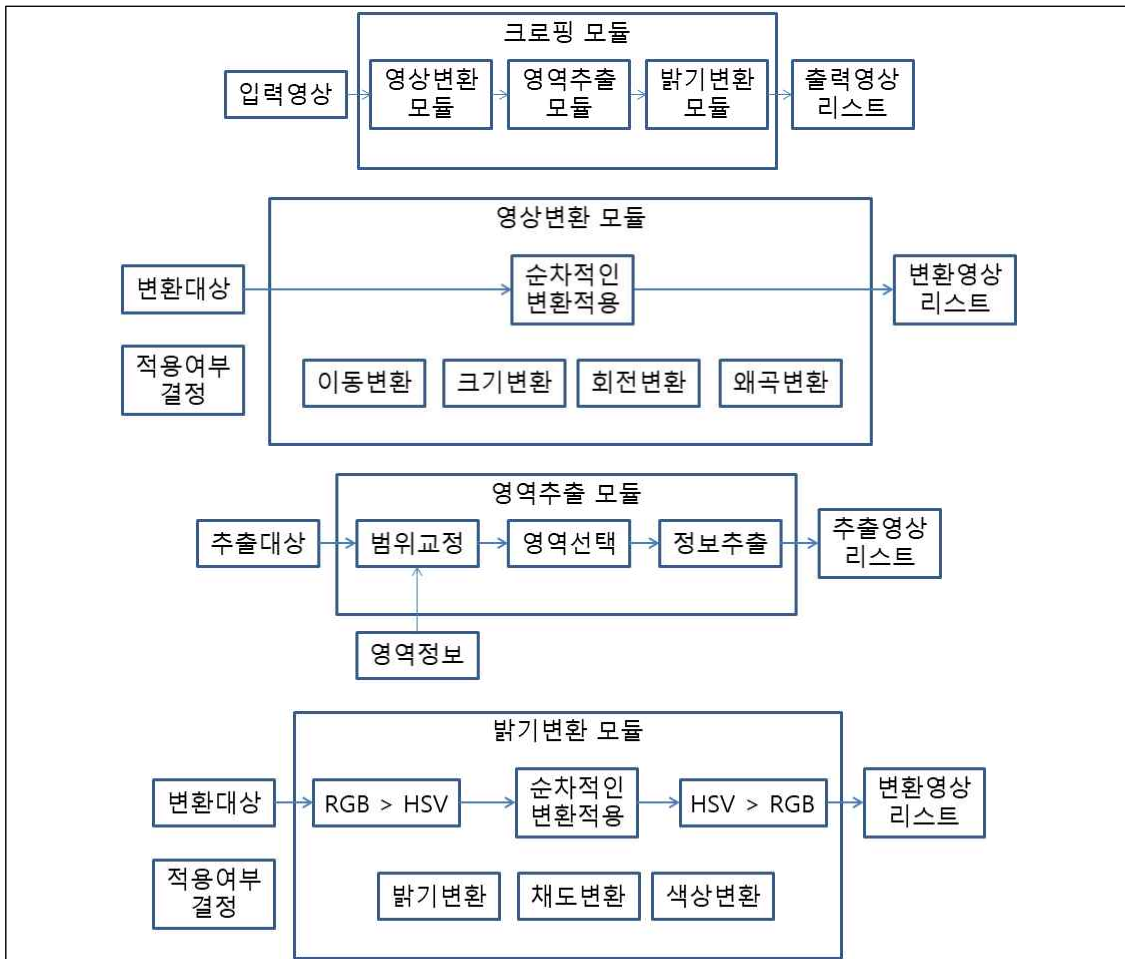
<각 촬영된 환경에 대한 경우의 수를 모사하는 변환 예시>



<변환의 순서에 따른 영상 결과 차이>



<이미지 크로핑 프로그램의 과정을 나타낸 데이터 흐름 예시>



<이미지 크로핑 프로그램의 과정 별 데이터 흐름을 나타내는 순서도>



### ○ 영역선택 과정

- 영역선택 과정은 추출할 영역수집 기능을 수행
- 추출할 영역수집 기능은 포커싱하기 위한 영역을 지정하는 역할을 수행
- 권장하는 크기는 128x128이며 너무 작게 영역이 잡힌 경우 무시됨
- 가로 및 세로의 비율이 다를 수 있으나

### ○ 영역변환 과정

- 영역변환 과정은 순차적인 영상변환적용 기능을 수행
- 영상변환적용에 사용되는 변환은 이동변환, 크기변환, 회전변환, 비선형변환이 존재
- 이동변환은 카메라에 잡히는 증상 및 해충의 포커스 위치를 옮기는 과정을 수행
  - 사람이 직접 들고 찍기 때문에 흔들릴 수 있다는 점을 모사
- 크기변환은 카메라의 거리에 따른 크기를 조절하는 과정을 수행
  - 촬영 거리가 항상 동일하지 않으므로 크기가 다르게 나타난다는 점을 모사
- 회전변환은 증상 및 해충을 회전시키는 과정을 수행
  - 위치에 따라 촬영하기 용이하게 카메라가 회전될 수 있다는 점을 모사
- 비선형변환은 증상 및 해충을 한쪽으로 작거나 크게 몰아넣는 과정을 수행
  - 정면에서 촬영되지 못하여 촬영각이 기울어질 수 있다는 점을 모사
- 4종류의 변환은 독립적인 변환이므로 변환배수는 곱 연산으로 증가됨

### ○ 영역추출 과정

- 영역추출 과정은 변환된 영상에 지정되지 않은 영역을 제외하는 기능을 수행
- 범위교정, 영역선택, 정보추출 등의 과정이 존재하며 영상에 순차적으로 적용
- 영역정보는 포커싱될 증상 및 해충의 영역을 저장하는 기능을 수행
- 범위교정은 영역변환 이후에 포커싱된 영역이 벗어나지 않도록 교정하는 역할을 수행
- 영역선택은 교정된 영역의 영상정보를 확보하는 역할을 수행
- 정보추출은 확보된 영상정보를 하나의 임시이미지로 복사 및 생성하는 역할을 수행
- 포커싱 영역은 변환과 독립적이므로 영역 개수만큼 곱 연산으로 증가됨

### ○ 밝기변환 과정

- 밝기변환 과정은 영상의 색상 및 밝기를 교정하는 기능을 수행
- 밝기변환적용에 사용되는 변환은 밝기변환, 채도변환, 색상변환이 존재
- 적용여부 결정은 데이터에 따라 적용할 변환을 미리 선정하는 기능을 수행
  - 색상변환과 같이 데이터에 따라서는 불필요한 변환이 존재할 수 있기 때문
- 밝기, 채도, 색상 정보를 가지는 HSV색상으로 변환하고 교정한 후 RGB색상으로 변환
- 밝기변환은 영상 내 빛의 세기를 조절하는 역할을 수행
  - 태양 또는 조명의 세기에 따라 전반적인 밝기가 달라지기 때문

- 채도변환은 색차를 키우거나 줄이는 역할을 수행
  - 너무 밝거나 어두울 경우 색상 차가 적어 색상 추출에 어려움이 발생하기 때문
- 색상변환은 베이스 색상을 다른 색상으로 바꾸는 역할을 수행
  - 같은 빛의 세기라도 태양의 위치에 따라 색온도가 달라질 수 있기 때문
- 3종류의 변환은 독립적인 변환이므로 변환배수는 곱 연산으로 증가됨

○ 데이터 실험 결과

- 어떤 DB가 보다 정확하게 학습을 유도할 수 있는지를 검증하기 위해 진행
- DB와 DB로 학습된 분류기로 구분해서 다음과 같은 방식으로 정확도를 도출
  - Keras 버전 DB로 학습하고 Keras 버전 DB로 검증한 정확도
  - Keras 버전 DB로 학습하고 제안된 버전 DB로 검증한 정확도
  - 제안된 버전 DB로 학습하고 Keras 버전 DB로 검증한 정확도
  - 제안된 버전 DB로 학습하고 제안된 버전 DB로 검증한 정확도

<학습된 DB에 따른 정확도 비교 결과표>

학습된 분류기 종류	Keras 버전으로 생성된 DB 정확도	제안된 버전으로 생성된 DB 정확도
Keras 버전 분류기	99.29%	71.35%
제안된 버전 분류기	99.76%	98.31%
변화량	+0.47%	+26.96%

- 제안된 버전 분류기가 Keras 버전 분류기보다 높은 정확도를 보유
- Keras 버전 분류기는 Keras 버전 DB에서만 정확도가 보장
- 제안된 버전은 DB구분 없이 비교적 높은 정확도를 유지

○ 데이터의 전제 조건

- 데이터는 크게 학습, 검증, 평가 등의 3종류로 구분되며 모든 영상은 3종류 중에 한 종류에만 속하며 중복되지 않음
- 원본은 스마트폰 및 카메라의 종류 및 설정에 따라 해상도와 품질이 달라지며 이는 학습이나 진단을 수행할 때 정적인 형태로 변환되는 과정을 거침
- 이러한 과정에서 특징이 유실되고 정상과 구분할 수 없게 되는 현상도 발생함
- 때문에 학습과정이 제대로 수행되지 않으므로 원본 자체는 학습되지 않음
- 원본은 웹 및 앱 환경에서 실질적인 작동 성능을 분석하기 위해 사용
- 크로핑된 데이터는 일괄적으로 분류기 자체 성능을 분석하기 위해 사용
- 크로핑 영상은 증상 또는 해충에 포커스를 가지며 128x128크기를 기본 값으로 클리핑을 수행
- 진단 시스템은 128x128의 크기에 최적화되어 있으며 크로핑 과정에서 크기가 고정됨
- 크로핑된 영상이 시각적으로 알아보기 힘들 경우 해당 데이터는 사용되지 않음
- 확실한 분석을 유도하기 위해 복수의 증상이 포함된 데이터도 사용되지 않음



### 9.1.9 병해충 분류기 최종 개발 현황

○ 병해 분류기

- 병해는 작물 외에도 부위 별로 구분하여 인식을 수행
- 일부 특징이 상이하게 나타나는 병해충은 이름만 같은 다른 병해충으로 수행

<웹 환경 병해 테스트 성능 결과표>

작물	병해충명	원본영상	분류	Training	Test	인식률	평균
배	화상병	720	앞1	3,973	15	100.00%	87.39%
			앞2	6,259			
	검은별무늬병	91	앞	11,472	15	72.22%	
			과육	5,904			
	꼬마배나무이	104	앞	13,375	15	97.33%	
앞검은점병	62	앞	7,536	15	80.00%		
오이	노균병	448	앞	10,523	30	93.33%	94.78%
	흰가루병	106	앞	14,819	60	94.33%	
	아메리카잎굴파리	43	앞	8,830	30	96.67%	
장미	젓빛곰팡이병	369	앞	2,430	10	100.00%	100.00%
	흰가루병	227	앞	2,440	10	100.00%	
사과	화상병	98	앞	2,056	30	88.00%	91.42%
	복숭아순나방	171	앞	2,364	31	94.84%	
딸기	젓빛곰팡이병	74	앞	16,308	30	95.00%	97.50%
	흰가루병	102	앞	14,711	30	95.00%	
	꽃곰팡이병	235	앞	2,000	30	100.00%	
	뱀눈무늬병	116	앞	10,257	30	100.00%	
국화	반쪽시들음병	33	앞	1,646	30	96.52%	93.87%
	흰녹병	321	앞	7,228	50	91.67%	
	녹병(흑수병)	547	앞	2,893	50	93.42%	
심비디움	점무늬병	73	앞	1,600	30	93.33%	88.33%
	줄기썩음병	71	앞	1,200	30	83.33%	
관엽류	고무나무 녹병	60	앞	1,600	30	72.23%	81.87%
	산세베리아 탄저병	286	앞	1,676	30	91.50%	
포도	갈색무늬병	111	앞	7,527	15	83.33%	83.33%
	노균병	166	앞	6,822	15	90.00%	
	녹병	65	앞	6,520	15	86.67%	
	흰얼룩병	50	줄기	6,780	15	73.33%	
	뿌리혹병	131	줄기	6,660	15	86.67%	

작물	병해충명	원본영상	분류	Training	Test	인식률	평균
	새눈무늬병	131	잎	6,213	15	80.00%	
			열매	1,972			
	탄저병	43	열매	2,688	30	73.33%	
	큰송이썩음병	34	열매	2,220	30	86.67%	
			줄기	1,894			
	나무좀	26	줄기	6,912	15	83.33%	
	흰가루병	54	열매	2,532	30	86.67%	
애무늬장님고리노린재	41	열매	3,382	30	80.00%		
흰빛썩음병	146	열매	2,342	30	90.00%		
고추	탄저병	494	열매	5,125	29	73.80%	77.49%
	역병	150	줄기	1,899	30	66.67%	
	흰비단병	43	줄기	2,336	29	81.67%	
	세균점무늬병	197	잎	5,599	15	83.33%	
	흰가루병	406	잎	5,146	30	86.67%	
	풋마름병	55	줄기	2,470	30	66.67%	
	궤양병	144	잎	1,320	30	86.67%	
	젯빛곰팡이병	229	잎	5,494	15	88.50%	
			열매	5,336			
			줄기	2,852			
	CMV	47	잎	6,132	15	66.67%	
	PePMoV	41	잎	4,656	15	83.33%	
	TSWV	60	잎	5,976	15	73.33%	
열매			5,808				
흰별무늬병	220	잎	1,800	30	83.33%		
갈색점무늬병	227	잎	4,578	30	66.67%		

○ 해충 분류기

- 특정 작물에서 촬영된 데이터를 기반으로 분류기가 생성되었으며 해충의 촬영 방향에 따라 세부적으로 분류
- 해충 대부분의 작물에 발생이 가능하므로 타 작물의 해충도 분류 대상에 포함

<웹 환경 해충 테스트 성능 결과표>

작물	병해충명	원본영상	분류	Training	Test	인식률	평균
포도	가루깍지벌레	93	해충	930	30	83.33%	81.87%
	갈색날개매미충	159	해충	1647	30	86.67%	

작물	병해충명	원본영상	분류	Training	Test	인식률	평균
	꽃매미	652	해충	2539	30	93.33%	
	담배거세미나방	30	해충	930	30	93.33%	
	미국선녀벌레	72	해충	922	30	86.67%	
	점박이응애	400	해충	1871	30	76.67%	
	민달팽이	33	해충	7124	30	83.33%	
	박각시	149	해충	5391	30	76.67%	
	박쥐나방	63	해충	453	30	83.33%	
	부채날개매미충	40	해충	1081	30	93.33%	
	씩덩나무노린재	139	해충	539	30	76.67%	
	알락수염노린재	63	해충	627	30	53.33%	
	열점박이잎벌레	42	해충	980	30	90.00%	
	유리나방	94	해충	1820	30	66.67%	
	파밤나방	68	해충	1612	30	93.33%	
	흰불나방	47	해충	1801	30	73.33%	
고추	파밤나방	100	해충	2673	10	90.00%	84.90%
	총채벌레	28	해충	1915	10	86.67%	
	담배나방	30	해충	980	10	93.33%	
	꽃노랑총채벌레	24	해충	660	10	80.00%	
	민달팽이	33	해충	327	30	83.33%	
	갈색날개매미충	159	해충	1647	30	83.33%	
	미국선녀벌레	72	해충	922	30	86.67%	
	녹응애	33	해충	576	30	66.67%	
	담배거세미나방	30	해충	930	30	93.33%	
	알락수염노린재	63	해충	627	30	80.00%	
	목화진딧물	300	해충	1463	30	86.67%	
	복숭아진딧물	300	해충	1756	30	86.67%	
	점박이응애	40	해충	1871	30	73.33%	
	씩덩나무노린재	40	해충	2841	30	93.33%	
	온실가루이	100	해충	677	30	96.67%	
작은뿌리파리	100	해충	888	30	73.33%		
풀색노린재	26	해충	391	30	90.00%		

○ 실험실 내부 결과와 웹 환경 결과 비교

- 연구실 정확도와 웹 환경 정확도의 차이는 영상을 전달하는 방식에서 발생
- 연구실 실험 환경은 원본에서 직접 크로핑된 데이터가 활용

- 원본에서 직접 크로핑되므로 불필요한 크기 교정은 발생하지 않음
- 원본 해상도가 클 경우 보다 좋은 화질의 데이터가 확보
- 좋은 화질의 데이터를 학습과 테스트에 활용되어 좋은 결과가 반환됨
- 웹 환경 실험 환경은 클라이언트에서 서버로 영상이 전달되는 과정에서 손실이 발생
  - 큰 해상도를 가진 영상은 큰 용량으로 인하여 작게 축소되어 서버에 전달
  - 크로핑 영상은 원본이 아닌 서버로 전달된 축소 영상에서 추출됨
  - 크로핑 영역이 작을 경우 아무리 원본 해상도가 커도 일그러지는 현상이 발생
  - 작게 일그러진 영상을 분류기가 필요로 하는 크기에 맞게 확장이 수행됨
- 이러한 데이터 처리 과정으로 인하여 같은 구조임에도 차이가 발생

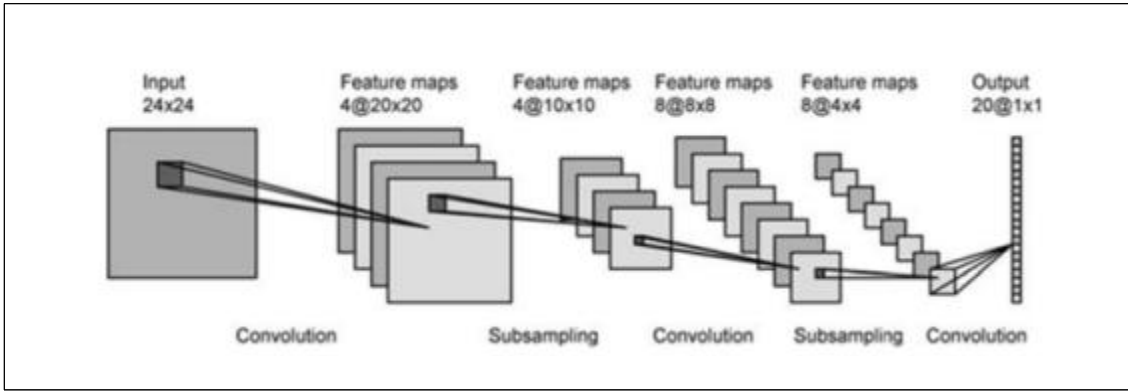
<웹 환경 정확도와 실험실 정확도의 결과 비교표>

작물	클래스 개수	웹 환경 정확도	실험실 정확도
배	4	87.39%	<b>91.12%</b>
오이	3	94.78%	<b>99.85%</b>
장미	2	<b>100.00%</b>	94.64%
사과	2	91.42%	<b>100.00%</b>
딸기	4	<b>97.50%</b>	96.69%
국화	3	93.87%	<b>95.32%</b>
심비디움	2	88.33%	<b>100.00%</b>
관엽류	2	81.87%	<b>97.65%</b>
포도	28	82.38%	<b>90.84%</b>
고추	30	81.34%	<b>92.18%</b>
평균		89.89%	<b>95.83%</b>

## 9.2 인식율 향상을 위한 알고리즘 개선

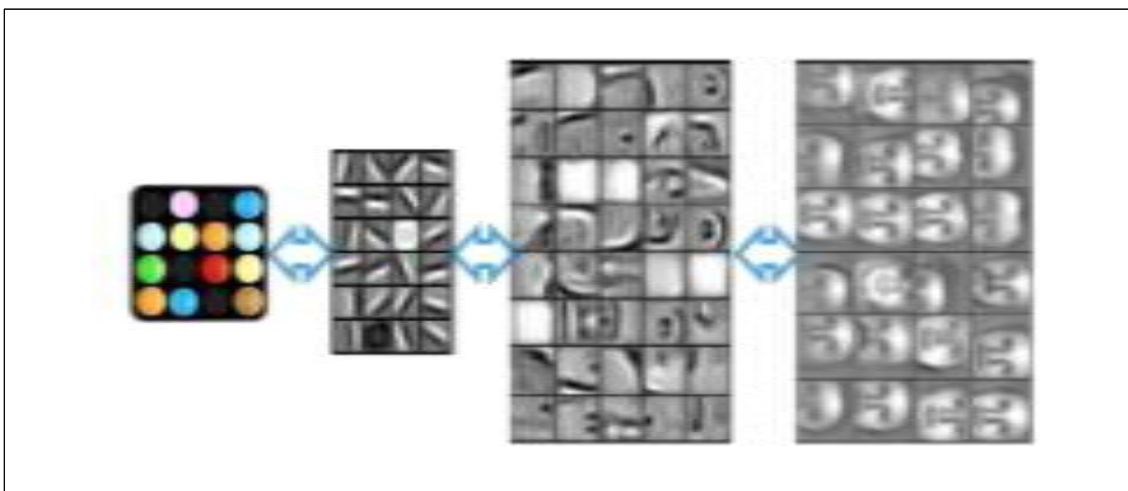
### 9.2.1 CNN(Convolutional Neural Network)구조 사용

- 기존의 multi-layered neural network의 경우 입력영상이 비교영상과의 차이가 크지 않다면 굉장히 좋은 성능을 나타내나, 입력된 데이터의 변형이 조금이라도 생길 경우 좋은 결과를 기대할 수 없는 반면 CNN은 Convolution특성을 활용한 Convolutional Layer를 사용하는 구조로서 데이터의 변형에 둔감하며 여러 가지 특징을 추출 할 수 있기 때문에 영상처리에서 유용한 구조
- CNN구조 패턴의 경우 Convolutional Layer와 Max-pooling Layer를 번갈아 가며 배치를 해 영상내의 특징을 뽑아내게 되는데 이는 Convolutional Layer만으로는 데이터의 많은 특징을 고려하게 되어 연산량이 증가하게 되므로 sub-sampling 기술이 필요



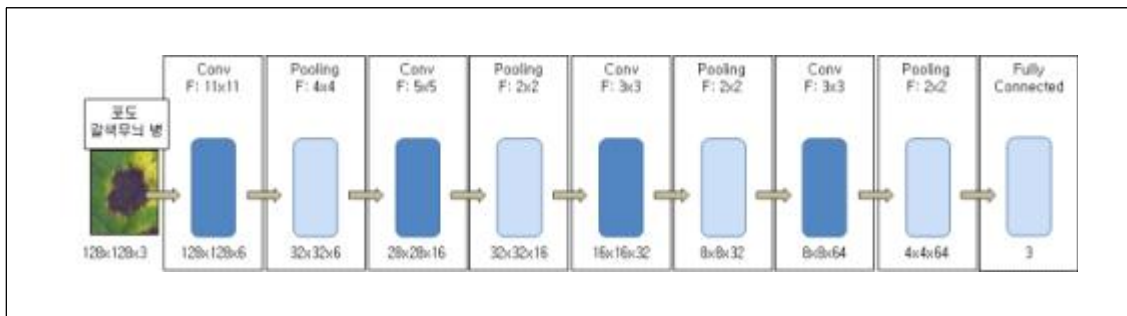
<CNN 구조 예시>

- CNN에서 sub-sampling 기술은 Max-pooling 기술을 사용하는데 이는 신경세포학적으로 살펴보면 통상적으로 강한 신호만 전달하며 다른 약한 신호는 무시하게 되는 특징을 토대로 여러 데이터 중에 가장 강한 데이터를 남기기 위해서임
- 또한 이동이나 변형 등에 둔감한 학습결과를 보이려면 강하고 global한 특징을 추출해야하기 때문
- 이러한 특징 추출 과정이 끝나게 되면, fully connected network의 입력으로 입력이 되어 multi-layered neural network와 같이 좋은 인식결과를 나타 낼 수 있음
- fully-connected Layer는 학습을 통해 다양한 경우에 대응할 수 있게 해주는 것이 목표이며 이전 단계의 모든 노드들과 연결된 상태로 이를 통해 이미지를 분류하여 학습시킬 수 있음
- 신경망의 크기가 커지고 입력과 출력의 개수가 많아지면 가중치와 바이어스를 조절하여 loss function이 최솟값이 되도록 하는 작업이 방대해지기 때문에 편미분 시켰을 때 출력 구간에 생기는 작은 구간의 선형적인 관계를 이용하여 출력에서 생긴 오차를 반대로 입력 쪽으로 전파시키면서 가중치와 바이어스를 갱신해 나가는 역전파 (backpropagation)를 통해 훈련 데이터에 최적화된 값들을 얻을 수 있음



<영상으로부터의 여러 가지 feature 추출과정>

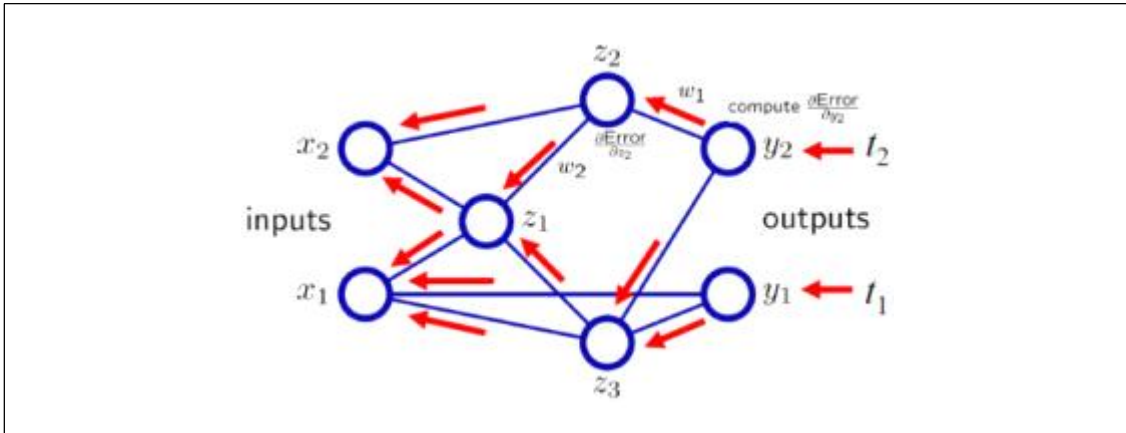
- 이 때, 사용하는 활성화 함수는 ReLU(Rectified Linear hidden Unit) 함수로 기울기가 0 또는 1로 학습되는 경우에도 100% error가 전파되어 소멸하지 않는 장점이 있으며 [0,1]로 제한되는 것이 아닌 범위가 무제한이기 때문에 더 확실한 표현력을 가진다고 볼 수 있음
  - 또한 ReLU 함수는 상당 부분의 연산량을 줄일 수 있어 속도적인 면과, 필요 없는 값을 줄일 수 있기 때문에 여러모로 적합하다고 할 수 있음
- 이를 바탕으로 본 연구는 현재 데이터에 적합한 구조를 새로 제작하였다. 그 구조를 도시화한 그림은 아래와 같음



<본 연구의 병해충 인식을 위한 CNN 구조>

- 입력 영상의 크기는 128x128로 지정하였다. 학습이 가능하게 하기 위해서는 이미지의 크기가 지나치게 커서도 작아서도 안 된다. 따라서 128, 혹은 256으로 지정해야 하는데 병징의 크기가 256 크기만큼 크지 않으므로 128로 설정함
- 첫 번째 Convolutional Layer의 마스크 크기는 11x11로 총 6개의 featuremap을 생성
  - 이 후 sub-sampling 단계로 진입하는 데 본 연구는 연산량을 줄이기 위해 max-pooling 방법을 도입하여 그 크기를 4x4로 설정
  - 이 때 sub-sampling Layer에서 featuremap은 그 개수가 이전 layer의 개수로 연결됨
  - 이러한 Convolutional Layer와 max-pooling layer를 4번 반복
  - 4번의 반복 후, Fully-connected Layer를 시행하게 되는데 해당 layer는 2번 중첩되게 하였음
  - 이러한 방식으로 Fully-connected Layer를 2번 중첩하여 사용할 경우 기존보다 더욱 복잡한 패턴 학습이 가능하게 됨
  - 이 때, 첫 번째 Fully-connected Layer의 dropout계수를 0.5로 설정함
  - 이는 overfitting의 문제를 해결하기 위한 방법
  - overfitting이란 샘플에만 잘 적용될 뿐 새로운 데이터에 대해서는 능숙하게 그 검출을 정확하게 하지 못하는 문제 상황을 일컫음
  - 이러한 문제를 해결하기 위해 dropout 방법을 적용
  - 즉, 모든 노드들을 서로 연결시켜 활성화 시키는 것이 아니라 2개 중 1개의 노드만 연결하여 활성화 하는 것





<Fully-connected layer상의 backpropagation 예시>

- Fully-connected Layer를 2개 중첩함으로써 overfitting문제가 강화되기 때문에 dropout이 더욱 효과적임
  - 두 번째 Fully-connected Layer에서는 모든 노드들이 서로 연결되어 활성화 되도록 중첩되게 사용
  - 또한, 이 때 Fully-connected Layer에서 사용하는 활성화 함수는 tanh함수로 기울기가 0 또는 1로 학습되는 경우에도 100% error가 전파되어 소멸하지 않는 장점이 있으며 [0,1]로 제한되는 것이 아닌 범위가 무제한이기 때문에 더 확실한 표현력을 가진다고 볼 수 있음
  - 또한 tanh함수는 상당 부분의 연산량을 줄일 수 있어 속도적인 면과, 필요 없는 값을 줄일 수 있기 때문에 여러 모로 적합하다고 할 수 있음

## 9.2.2 CF(convolutional fully-connected) 구조

- CNN 구조를 제작하는 데 있어서 최근 동향은 max-pooling layer와 같은 sub-sampling layer를 사용하지 않고 그 대신 convolutional layer를 사용하는 것임
  - 즉, convolutional layer, fully-connected layer만을 이용하여 CNN 구조를 제작하는 것임
  - 하지만 convolutional layer만 순수하게 사용할 경우 입력 데이터의 양이 줄어들지 않는다는 한계점이 있음
  - 이를 해결하기 위해서 짝수 번째 convolutional layer를 적용할 경우 stride의 크기를 홀수 번째와 다르게 2로 설정함
  - 예를 들어 stride=2로 설정할 경우 픽셀 하나씩을 뛰어 넘으면서 convolution 처리를 함
  - 이는 sub-sampling의 윈도우 사이즈가 2인 경우와 동일하게 입력 데이터의 양의 절반으로 줄어드는 효과를 볼 수 있지만 실질적인 효과에서는 두드러지는 차이가 있음
  - sub-sampling을 적용할 경우 단순히 입력 데이터의 양만 줄어들지만 convolution을 적용할 경우 양도 줄어들면서 global한 특징점들을 마스크의 계수를 통해 그 특징을 더욱 두드러지게 할 수 있음

- 이러한 CF 구조는 최근 ImageNet에서 우승한 팀들의 구조에서도 쉽게 확인할 수 있음
- 따라서 이러한 경향을 따라 기존과 다른 CF 구조를 제작하여 그 성능을 실험함
- 기존 제작한 구조는 sub-sampling 방법으로 max-pooling을 선택하였고 fully connected layer를 중첩적으로 사용함과 동시에 dropout 정도를 일반적인 값인 0.5로 설정함
- 반면 새로 제작한 구조는 sub-sampling layer 대신 convolutional layer를 대체함과 동시에 stride 값을 2로 설정
- 이는 max pooling layer의 윈도우 크기가 2인 점을 고려하여 동일하게 기존 데이터에서 절반만큼 그 양이 줄어들 수 있을 정도
- 기존 구조와 유사하게 fully connected layer를 중첩적으로 사용하지만 dropout 값을 설정하지 않았음
- dropout 값을 설정할 경우 연산 횟수가 증가하여 처리 속도가 늦어지기 때문

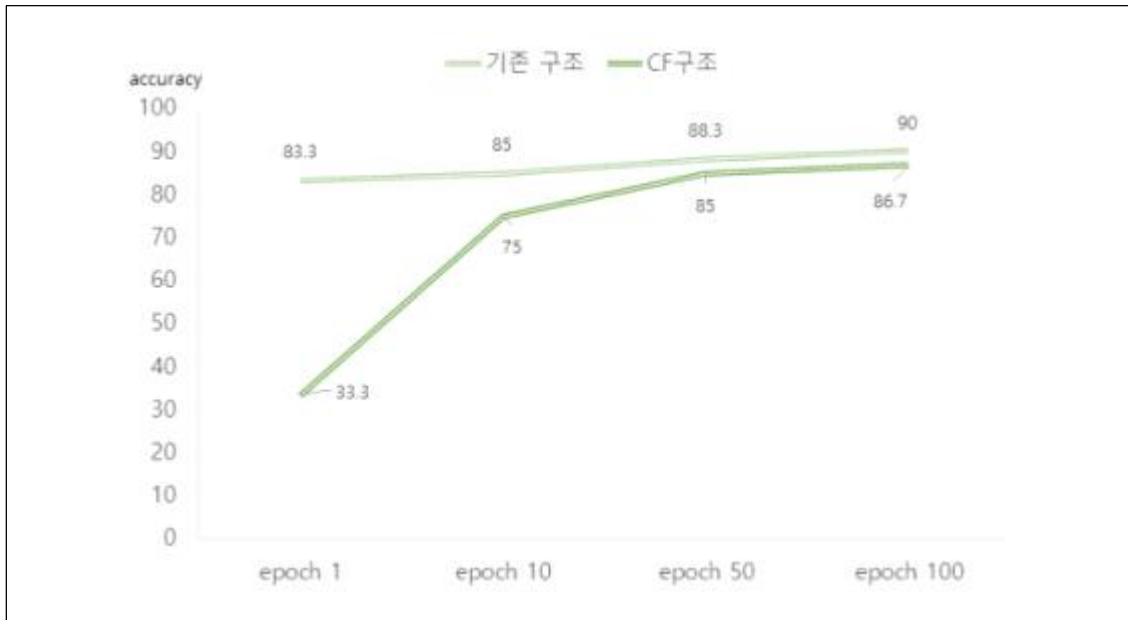
○ 기존 구조와 새로운 구조는 아래 그림과 같음



<기존 구조와 CF 구조>

- 두 개의 구조의 성능을 비교하기 위해서 설정한 실험 환경은 다음과 같음
- 노균병, 갈색무늬병, 녹병에 대해서만 학습 및 테스트를 함
- 학습 횟수는 각각 1,000번이었다. 학습을 위한 원본 이미지는 230장, 테스트를 위한 원본 이미지는 20장을 사용

○ 두 개 구조의 성능 비교의 결과는 아래 그림과 같음



<기존 구조와 CF구조의 성능 비교 결과 그래프>

- 기대했던 바와 달리 CF 구조 보다 기존 구조의 성능이 더 좋게 나타남
  - 두 개의 실험의 정확도가 비슷한 수준으로 수렴하는 양상을 보이기는 했으나 기존 구조의 정확도가 CF 구조의 정확도 보다 계속해서 높게 나타남
  - 물론 기존 구조의 정확도가 훨씬 더 높게 나와 CF 구조의 성능보다 더 나아 보이나 CF 구조의 구성면에서 다소 아쉬운 점은 있음
  - 앞서 언급한 ImageNet에서 우승을 거둔 팀들이 제작한 구조와 현재 본 실험에서 제작된 구조는 convolutional layer로 sub-sampling layer을 대체했다는 점에서 유사하지만 중요한 차이점이 있음
  - 우승팀들의 구조에는 Batch Normalization layer(BN)가 추가되어 있는 반면 본 실험의 구조는 BN이 구현되어 있지 않음
  - 현재 보유하고 있는 CNN 툴킷이 BN을 지원하고 있지 않기 때문
  - BN은 앞서 설명한 바와 같이 강력한 효과를 나타냄
  - 즉, BN의 적용 유무는 정확도에 큰 영향을 끼침
  - CF 구조 자체의 문제뿐만 아니라 기존 구조 자체에도 큰 문제점이 있음
- 기존 구조의 초기 정확도는 83.3%로 그 수준이 초반부터 굉장히 높지만 이는 향후 overfitting의 문제가 발생할 수 있는 가능성이 있음. 즉, 현재 주어진 데이터에만 집중되어 제작된 구조이기 때문에 향후 더 추가되는 전혀 새로운 데이터에는 능숙하게 대처하지 못할 수 있는 문제점도 내포하고 있음
- 또한, 활성화 함수를 최근에 가장 성능이 좋은 것으로 평가받는 adam 함수를 적용하지 않았다는 문제점이 있음
  - 이는 문제가 많은 활성화 함수를 여전히 사용함으로 인해 정확도에 영향을 끼칠 수 있음

- 따라서 향후 CF구조의 한계를 보완하고 추가한다면 기존 구조 만큼의 성능과 정확도를 낼 수 있을 것으로 기대됨

$$\frac{R(T)}{T} = O\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)$$

<adam 함수>

### 9.2.3 밝기 정도에 따른 정확도 차이

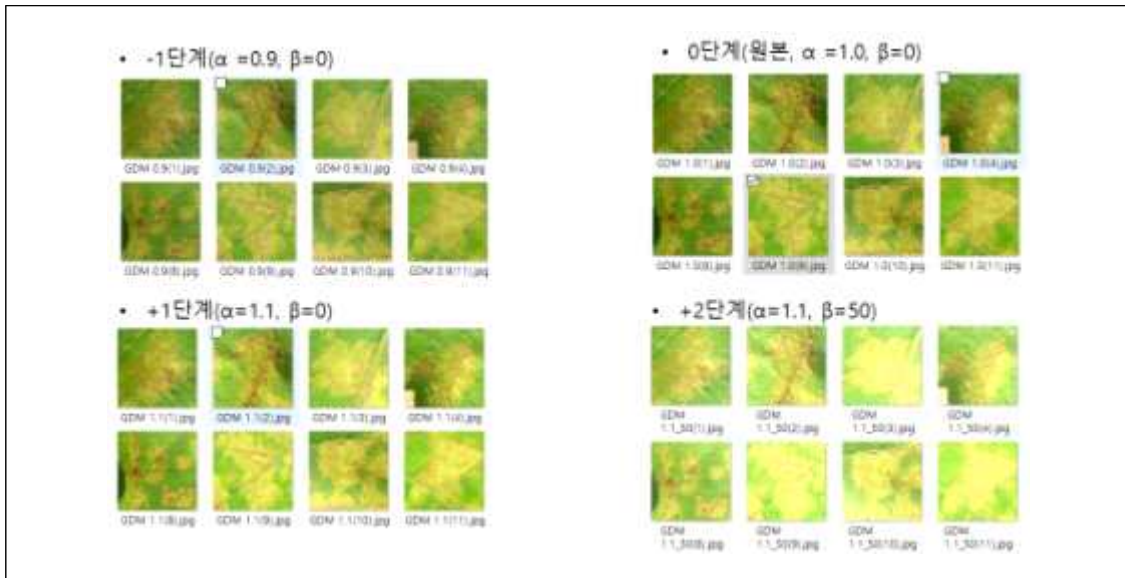
- 태양광 조도에 따라 검출률의 신뢰도가 낮아지는 문제를 해결하기 위해 학습 이미지를 밝기 정도에 따라 새로 생성하여 학습 및 테스트를 진행함
  - 실험실 내에서 검출기를 학습하고 실험하여 검출하는 것은 그 한계가 있음
  - 내부 공간은 태양광의 영향을 거의 받지 않기 때문임
  - 설령 외부로 나가 테스트를 한다 하더라도 농가에서 받는 태양빛을 받지 않기 때문에 역시 한계가 있음
- 원본 이미지의 조도를 조절하는 방법으로 Opencv에서 제공하는 기본적인 밝기를 대비하게 하는 식을 사용

$$Output(x) = \alpha * Input(x) + \beta$$

$\alpha$ : gain(> 0),  $\beta$ : bias

<brightness function>

- 밝기의 단계를 -1단계 ( $\alpha=0.9$ ,  $\beta=0$ ), +0단계( $\alpha=1.0$ ,  $\beta=0$ ), +1단계( $\alpha=1.1$ ,  $\beta=0$ ), +2단계( $\alpha=1.1$ ,  $\beta=50$ )로 총 4단계로 나눔
- 이 때, +0단계는 원본이미지
- 단계 별로 조도의 정도를 바꿔 이미지를 재생성 한 것은 아래의 그림과 같다. 실험은 총 3번으로 나누어서 시행함

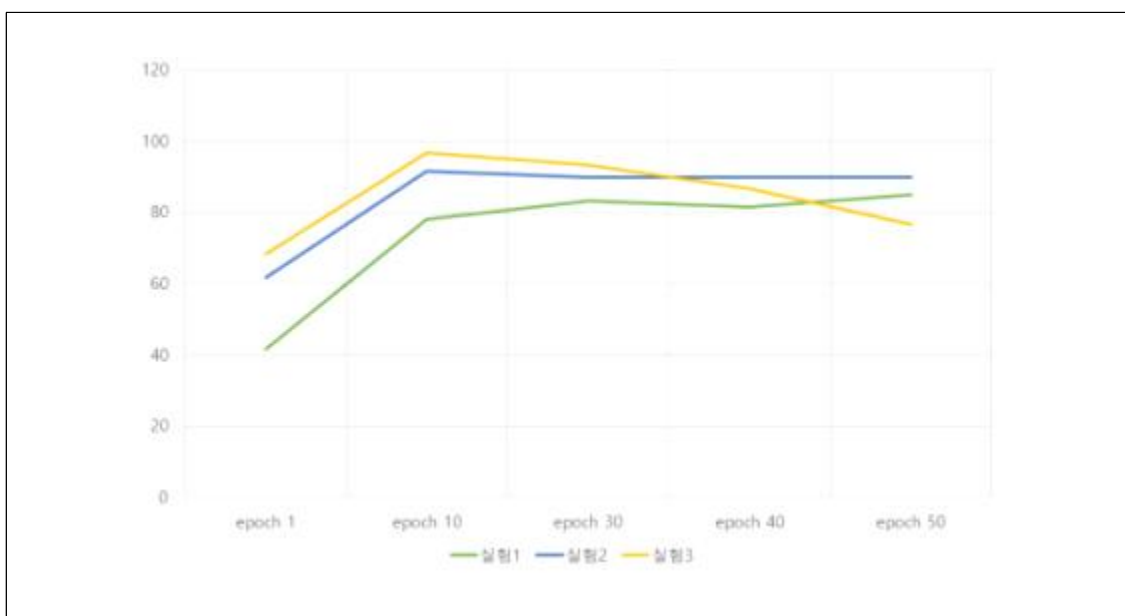


<단계별 조도에 따른 이미지>

<단계별 조도에 따른 이미지 개수(단위: 장(%))>

	실험 1	실험 2	실험 3	테스트
-1단계	0 (0)	42 (20)	52 (25)	5 (25)
+0단계	210 (100)	84 (40)	52 (25)	5 (25)
+1단계	0 (0)	42 (20)	52 (25)	5 (25)
+2단계	0 (0)	42 (20)	52 (25)	5 (25)

○ 모든 실험의 결과는 아래 그림과 같음



<조도에 따른 이미지 학습 정확도 결과>

- 모든 실험에서 나타나는 첫 번째 공통점은 실험 정확도의 편차가 일정하지 않음
- 각각 70~85%, 83~96%, 68~96%로 이는 테스트 데이터 세트의 구성이 기존 실험과 다르게 구성되었기 때문
- 또한 두 번째 공통점은 50회에 가까워질수록 정확도가 낮아지는 추세를 보임
- 이는 학습 횟수가 50회로 딥러닝 분야에서 적은 편에 속함
- 따라서 이러한 상황은 학습 횟수를 500회로 확대할 경우 정확한 결과를 도출할 수 있을 것으로 예측됨
- 본 연구진은 학습 횟수를 확대하여 진행할 수 있었으나 불필요한 실험을 비중 있게 실행하지 않았다. 해당 문제점에 대한 해결책이 원시적인 것으로 판단했기 때문임
- 즉, 이미지가 추가될 때마다 일일이 지속적으로 조도 단계에 따라 새로운 이미지를 생성해야 하며 이는 곧 불필요한 업무 및 데이터 용량이 급증할 수 있는 또 다른 문제점을 야기할 수 있기 때문임
- 해당 문제에 대한 근본적인 해결방안은 영상처리를 통해 태양광 조도의 영향을 줄이는 것으로 가능하다고 판단됨

## 9.2.4 해충 라벨링 이슈

- 병해의 경우 이미지가 작물의 피해 상태만 나타나 있음
- 반면, 해충의 이미지 데이터는 해충의 모습이 나타나 있음
- 해충의 모습이 위에서 찍은 경우, 옆에서 찍은 모습으로 나뉜다. 해충의 옆모습, 윗모습의 양상은 아래 그림과 같음



<꽃매미 영상의 측면, 상단 영상 (차례대로 측면, 상단, 측면, 상단)>

- 그림에서 알 수 있듯이 측면 영상, 상단 영상은 그 영상적 특징이 전혀 다름
- 상단에서 본 경우, 날개의 전체적인 모습이 다 보이지만 측면에서 본 경우에는 해충의 다리와 날개의 절반만 보임
- 이렇게 차이점이 큰 이미지들을 동일한 클래스 내에서 학습을 시킬 경우 테스트 이미지를 검출하는 정답률이 낮아짐



- 특징점들이 통일되지 않으면 그 특징을 분류하는데 어려움을 겪기 때문
- 일관되지 않은 이미지들을 학습시킬 경우 정답률이 낮아질 수 있는 문제를 라벨링 차원에서 그 해결책을 모색함
- 측면영상, 상단영상 각각 다른 번호로 라벨링 하여 학습시킴
- 이와 동시에 동일한 해충의 측면영상, 상단영상을 일정 번호로 취합될 수 있도록 라벨링을 따로 함으로써 해결
- CNN구조를 거친 후 결과 값을 바탕으로 라벨링을 하는 단계에서 동일한 해충을 가리킬 경우 라벨링 번호를 정정
- 예를 들어, 꽃매미의 측면영상을 0번, 상단영상을 1번이라고 라벨링 하도록 함
- 그리고 꽃매미의 측면영상, 상단영상에 상관없이 최종 라벨링 결과 꽃매미로 가리킬 수 있게 10번이라고 라벨링 함
- 원본 이미지는 CNN구조를 지난다. 이후 CNN의 결과 값을 바탕으로 분류기는 라벨링함
- 이 때 결과값에 대해 0번, 1번으로 라벨링 될 경우 10번으로 재 라벨링이 되도록 함
- 즉, 꽃매미로 가리킬 수 있게 라벨링 번호를 수정함

○ 이와 같은 실험을 ‘그룹화’라고 명명한다. 이에 대한 실험 결과는 아래 표와 같음

- 윗모습: 31장
- 옆모습: 31장

<해충 라벨링 결과>

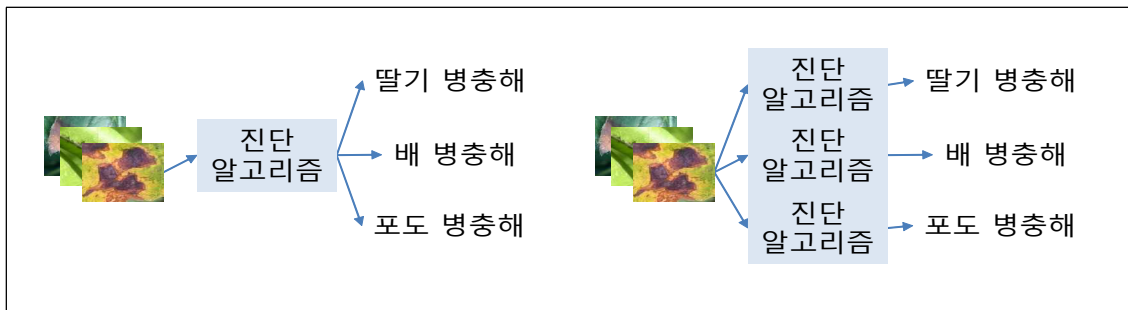
	오류율(%)		
	상단 영상	측면 영상	최종
그룹화	21.16%	12.61%	16.89%
비그룹화	17.58%	22.27%	19.93%

- 꽃매미의 결과는 상단영상이나 측면영상이나를 인지하는 것보다 꽃매미 자체를 인지하는 것이 중요하므로 꽃매미가 아닐 확률을 위주로 비교하였음
- 표에 그룹화된 결과는 비그룹화된 결과보다 조금 더 낮은 오류 검출률을 보이는데 이는 그룹화가 꽃매미를 더 잘 찾아낸다는 것을 의미함

## 9.2.5 특정 작물 집중 알고리즘

- 기본적인 딥러닝 구조에서는 입력영상에 대한 분류를 라벨링된 클래스로 분류
- 현재 본 연구에서는 병해 작물은 딸기, 배, 포도 3가지로 이에 대한 병해가 잣빛곰팡이병, 흰가루병, 검은별무늬병, 화상병, 갈색무늬병, 노균병, 녹병의 7종이 구분되는 구조를 구축함
- 해당 구조에 분류시 특정 작물에 집중하는 알고리즘을 추가하지 않는다면 딸기 병해 영

상에 대해 배 병해로 판단할 가능성이 존재하기 때문에 정확도를 해칠 수 있는 요소가 된다. 따라서 특정 작물에 집중하는 알고리즘을 추가하였음



<집중 알고리즘 적용 전 예시(좌) 집중 알고리즘 적용 후(우)>

- 해당 알고리즘은 딸기 병충해영상을 입력할 예정이라면 딥러닝 구조에 사용자가 어떠한 작물의 병충해에 대해 진단을 원하는지 선택을 하게 만들어 상기한 내용대로 해당 작물에 대해서만 판단 및 비교를 하게 만들어, 딥러닝에서의 다른 작물상의 병충해에 대한 데이터들을 배제하게 되어 정확도 향상을 할 수 있었음

<집중 알고리즘 적용 전후비교 표>

	작물개수	Precision	Accuracy
집중 알고리즘 적용 전	6종	87.25%	87%
집중 알고리즘 적용 후	7종	90.95%	90.57%

## 9.2.6 비 병해충 판단 클래스

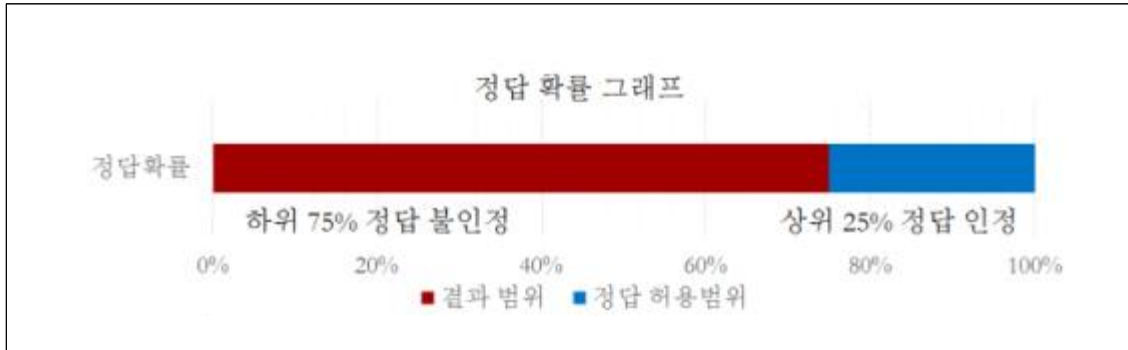
- 비 병해충 판단이란, 병해충 인식 알고리즘 상에 입력되는 일반적인 입력영상이 병충 또는 해충의 해를 입은 영상이 아닐 경우에 사진을 촬영하였을 경우 병해충의 피해가 없음을 인식하는 알고리즘이다. 이를 구현하기 위해 여러 가지 시험을 진행하였음



<비 병해충 판단 클래스 예시>

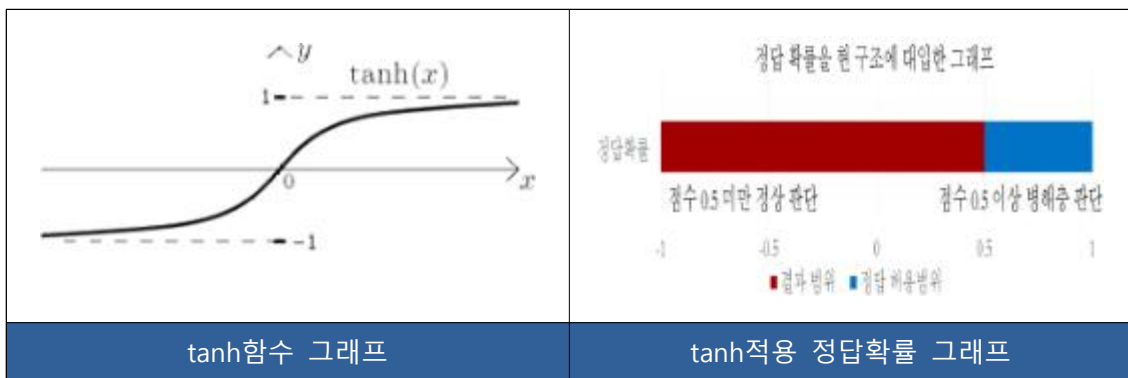
- 활성화 함수를 이용한 비 병해충 판단 방법

- 현재 개발한 본 연구진의 딥러닝 시스템의 경우 해당 영상에 대한 정답확률이 각 영상에 대해 출력이 가능함
- 이를 통해 해당 영상이 얼마나 해당 병충해영상에 가까운지 구분 할 수 있음



<정답확률 그래프 적용 방법>

- 해당 구조에는 활성화 함수를 tanh함수로 사용하여 최종 점수를 결정해서 최종 점수의 범위는 -1에서 1사이로 한정됨
- 해당 구조에서는 실험적으로 상위 25%의 결과를 정답으로 인정하는 방식을 사용
- 따라서 아래와 같이 점수가 0.5이상일 경우 병해충으로 판단
- 0.5 미만의 결과는 병해충이 아닌 비 병해충 즉 병해충의 해를 입지 않은 영상으로 인지하게 됨

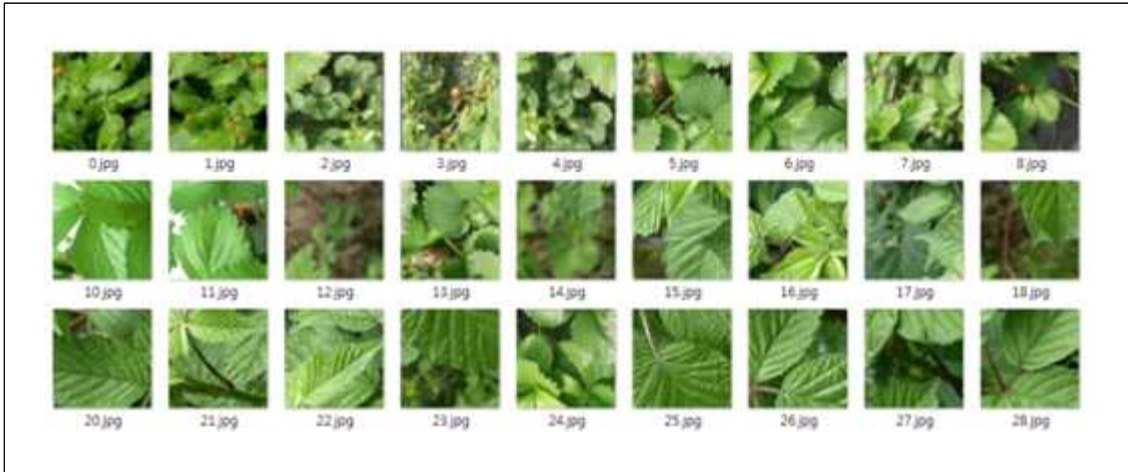


- 비 병해충 클래스 자체를 추가하는 것 외에는 다른 변경사항 없이 해당 방법을 진행 하였음

○ 비 병해충 클래스 추가

- 다른 병해충 이미지의 병해/해충 이미지와 같이 이미지의 크기를 128x128로 분할하여 진행함
- 비 병해충 클래스에 입력되는 이미지는 병해충의 피해를 입지 않은 이미지를 학습시켰음

- 총 920장 제작 (회전 이미지 포함)



<비 병해충 이미지>

○ 병해충 분류 결과

- 우선 본 연구진은 비교를 위해 비 병해충 학습데이터가 존재 하지 않는 기존 병해충 인식 구조에 비 병해충 데이터를 테스트 세트로 입력하여 비교를 진행해 보았음
- 딸기를 대상으로 비 병해충 영상만을 추가하여 실험결과를 도출하였음
  - 잿빛곰팡이병 200장
  - 흰가루병 200장
  - 비 병해충 클래스 200장
  - 정확도 : 65.83% (395/600)

<기존 병해충 인식 구조 결과>

	잿빛곰팡이병	흰가루병	비 병해충 클래스
잿빛곰팡이병	198	3	62
흰가루병	2	197	138
비 병해충 클래스	0	0	0

- 결과를 요약하자면 기존 구조의 경우 비 병해충 영상이 전부 병해충으로 판단되었음
- 원인을 분석해 본 결과 비 병해충 입력영상의 분류결과를 정답확률로 계산하였을 때 잿빛곰팡이병 또는 흰가루병일 확률이 0.5이상으로 나타난 결과가 56.5%(113/200)를 차지하기 때문에 비 병해충 입력영상의 절반 이상이 병해충으로 판단됨
- 기존 구조를 사용하며 활성화 함수를 tanh로 사용한 방식만으로는 비 병해충 클래스를 나누는 것은 어려움이 있음을 발견했음
- CNN구조에서 비 병해충 이미지를 추가하여 학습을 진행한 구조의 결과는 아래와 같음

- 잿빛곰팡이병 200장
- 흰가루병 200장
- 비 병해충 클래스 200장
- 정확도 : 96.16% (577/600)

<비 병해충 이미지 학습결과>

	잿빛곰팡이병	흰가루병	비 병해충 클래스
잿빛곰팡이병	189	2	0
흰가루병	2	188	0
비 병해충 클래스	9	10	200

- 큰 정확도의 감소 없이 비 병해충 클래스를 인식하는 것이 확인됨
- 기존 구조의 경우 65.85%로 굉장히 낮은 수치를 기록한 반면 학습을 통한 비 병해충 인식 방법으로는 96.17%로 30.34%의 증가를 나타내었음

○ 안드로이드 클라이언트를 사용한 결과

- 실험결과와는 별개로 안드로이드 클라이언트에서의 실험을 진행해 보았음



<안드로이드 클라이언트 테스트 이미지>

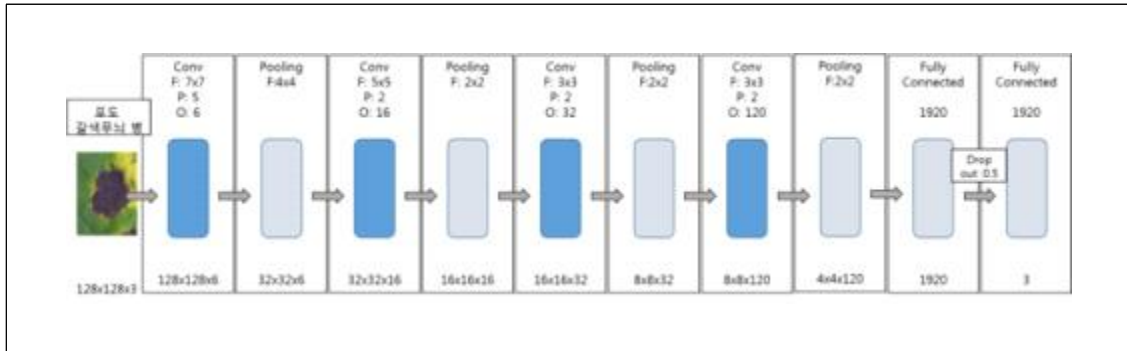
<안드로이드 클라이언트 테스트 결과>

	흰가루병	잿빛곰팡이병	정상잎	정상잎
잿빛곰팡이병(진단)	12.40%	95.39%	9.40%	10.41%
흰가루병(진단)	96.40%	1.59%	9.60%	9.26%
기타(진단)	4.72%	15.20%	91.02%	89.82%

- 딥러닝 진행시에 확인 하였던 것과 같이, 안드로이드 클라이언트 결과에도 큰 변동사항은 없는 것을 확인함

○ 최종 실험 결과

- 상기 모든 알고리즘을 현재 CNN구조에 적용하여 데이터들의 결과값을 출력함
- 최종 테스트에 사용된 CNN구조는 다음과 같음



<병해충인식 CNN 구조>

<병해에 대한 전체 결과 표>

작물	병명	Precision	Recall	Accuracy	Average
딸기	잣빛곰팡이병	97.78%	96.97%	97.39%	95.86%
	흰가루병	97%	97.8%		
배	검은별무늬병	94.92%	96.16%	95.5%	
	화상병	96.11%	94.85%		
포도	갈색무늬병	97.32%	87.67%	94.69%	
	노균병	90.17%	97.83%		
	녹병	97.21%	98.58%		

- 위와 같은 성능을 나타내는 테스트 결과를 얻을 수 있었으며, 해당 결과는 tiny-cnn 진행시에 보유하고 있는 자료를 통해 트레이닝 세트와 테스트 세트를 이용하여 테스트한 결과임
- 또한 해충 데이터에 대한 테스트 결과값은 다음과 같음
  - 학습횟수: 500회
  - 각각의 해충 트레이닝 셋 개수: 50장
- 실험시에 해충에 대한 데이터가 적어 트레이닝 세트와 테스트 세트가 전부 동일하여 출력된 결과가 현재 학습된 데이터에 overfitting문제가 발생하여 현재 어떠한 해충에 대해서도 100%의 정확률을 보이고 있음
- 이는 현재 보유한 데이터에 한해서는 분류를 정확히 하고 있으나, 이러한 결과가 정확한 결과라고 생각될 순 없음
- 하지만 본 연구에서는 현재 해충에 사용되는 분류기가 해충 인식에 적합한 분류기구



조임을 테스트 할 수 있는 지표로는 사용될 수 있음

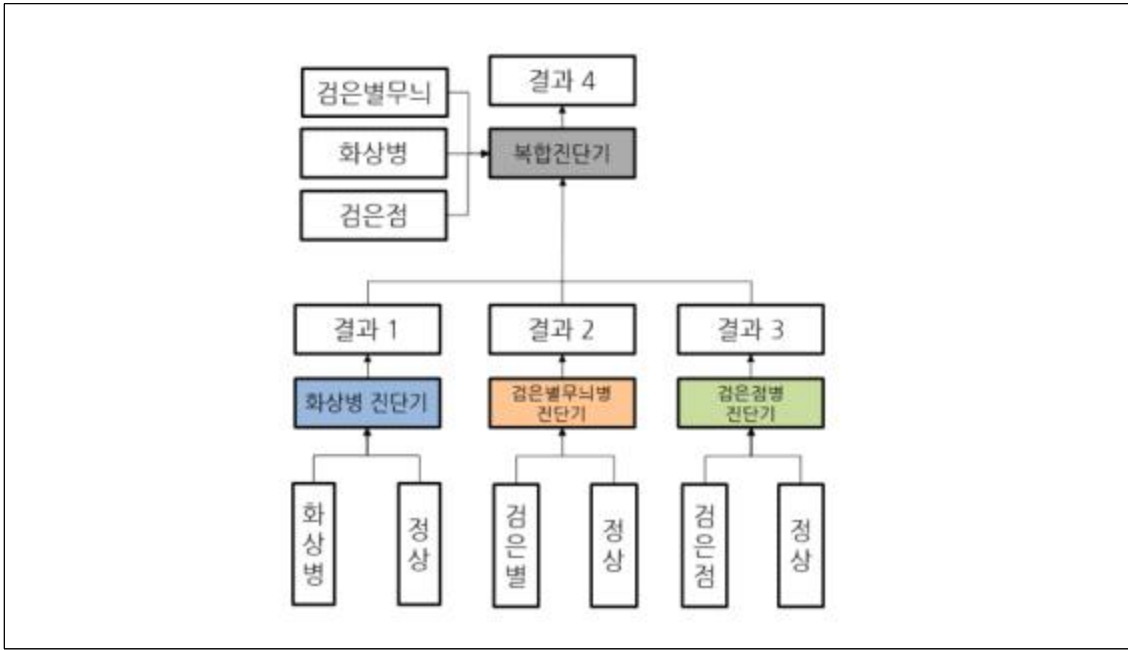
### 9.2.7 토너먼트 방식 도입

- 토너먼트란, 경기 진행 방식 중의 하나로 일정한 대진에 의해 승리한 팀만 그 다음 경기를 진행하여 최종 우승자를 가르는 방식임

<분류기 성능 테스트를 위한 해충 인식 테스트 결과 표>

해충 종류	Precision	Recall	Accuracy
긴꼬리가루깍지벌레	100%	100%	100% (350/350)
난초핀깍지벌레	100%	100%	
난충채벌레	100%	100%	
두줄민달팽이	100%	100%	
무화과깍지벌레	100%	100%	
배꼽달팽이	100%	100%	
온실가루이	100%	100%	

- 본 연구에서는 병충해 진단의 정확도 향상을 위해 토너먼트 방식을 도입
  - 토너먼트 대진을 편성하는 방법은 2팀이 짝지어 1경기를 치루는 방식임
  - 토너먼트 방식 진행을 위해 진단기를 단일 진단기, 복합진단기 총 2개의 종류로 구분하여 각각 제작
  - 단일 진단기는 병징 클래스 하나와 정상 클래스로 이루어진 진단기로 병징 개수만큼 제작. 단일 진단기는 토너먼트 대진 방식에서 최초로 1회전 게임을 하는 경우에 해당하므로 단일 진단기 개수만큼 1차 진단 결과가 도출
  - 복합 진단기는 정상 클래스를 제외한 모든 병징 클래스들로 구성되어 학습이 진행 이 는 2개 이상의 단일 진단기의 결과가 병이 있는 것으로 도출될 경우 모든 병해의 가 능성을 열고 진단하기 위함
  - 예를 들어, 3개의 단일 진단기의 결과 중 2개 이상이 병이 있는 것으로 판단될 경우 질병 클래스로만 구성된 복합 진단기를 구동하여 2차 진단 결과를 도출
  - 따라서 진단결과는 총  $N(\text{단일 진단기} * \text{병징 개수}) + 1$  (복합진단기)개로 구성
  - 이를 바탕으로 최종 진단결과는 아래와 같은 방식에 따라 결정
    - 모든 단일 진단기가 정상으로 판단할 경우: 정상
    - 1개의 단일 진단기만 병징으로 판단할 경우: 해당 단일 진단기의 결과
    - 2개 이상의 단일 진단기 결과가 병징일 경우: 복합 진단기의 결과
  - 앞서 설명한 토너먼트 방식을 도입한 진단기는 아래 그림에 도식화 되어 나타냄



<토너먼트 방식을 도입한 배 병해 진단 예시>

- 위의 그림은 배 작물의 병해에 대한 예시에 해당
- 사용자가 병해충을 진단 받고 싶은 작물을 선택한 후 영상을 입력하면 그 작물의 단일 분류기는 모두 동시에 구동
- 배의 병해 종류는 화상병, 검은별무늬병, 검은점병 총 3가지로 단일 분류기는 총 3개 제작됨
- 이와 더불어 진단결과의 총 개수는 4개임
- 그림에서 결과 1, 2, 3은 단일 분류기의 결과이고, 이 중 2개 이상의 결과가 병징으로 진단될 경우 복합 진단기가 구동되어 사용자에게 최종 진단 결과를 제공
- 그 외의 경우는 앞서 언급한 방식에 따라 최종 진단 결과를 도출
- 최종 결과는 아래의 진단표에 간략하게 표현

<진단표>

결과1	결과2	결과3	진단
정상	정상	정상	정상 진단
화상병	정상	정상	화상병 진단
정상	검은별무늬병	정상	검은별무늬병 진단
정상	정상	검은점병	검은점병 진단
화상병	검은별무늬병	정상	복합진단기 결과 채택
화상병	정상	검은점병	복합진단기 결과 채택
정상	검은별무늬	검은점병	복합진단기 결과 채택

- 토너먼트 방식을 도입한 배 병해의 단일, 복합 진단기 각각의 검출율 및 결과표는 아래와 같음. \*Precision: TP/(TP+FP), Recall: TP/(TP+FN))

<배 병해 각 학습기 검출율>

학습기 구분	클래스 개수	테스트 영상 개수 (각 클래스당)	*Precision (%)	*Recall (%)	비고
정상, 화상병	2	250	99.5	93.2	
정상, 검은별무늬	2	250	99.59	97.6	
정상, 검은점병	2	250	93.38	79.2	
복합 진단기	3	150	100	86.70	화상병
			62.6	100	검은별무늬병
			100	81.96	검은점병

<배 병해 복합 진단기 결과표>

	화상병	검은별무늬병	검은점병
화상병	150	23	0
검은별무늬	0	94	0
검은점병	0	33	150

- 토너먼트 방식을 도입한 검출율과 기존 방식 검출율 각각의 검출율과 결과표는 아래와 같음
  - 기존 방식

<배 병해 기존 방식의 검출율>

학습기 구분	클래스 개수	테스트 영상 개수 (각 클래스당)	*Precision (%)	*Recall (%)	비고
기존	4	150	60.66	79.82	화상병
			76.66	70.55	검은별무늬병
			98.0	84.97	검은점병
			93.33	93.33	정상

<배 병해 기존 방식의 결과표>

	화상병	검은별무늬병	검은점병	정상
화상병	91	22	0	1
검은별무늬	43	115	3	2
검은점병	13	6	147	7
정상	3	7	0	140

- 토너먼트 방식

<배 병해 토너먼트 방식의 검출율>

학습기 구분	클래스 개수	테스트 영상 개수 (각 클래스당)	*Precision (%)	*Recall (%)	비고
통합	4	150	96.66	88.41	화상병
			68.0	79.06	검은별무늬
			84	81.81	검은점병
			94.66	94.66	정상

<배 병해 토너먼트 방식의 결과표>

	화상병	검은별무늬병	검은점병	정상
화상병	91	22	0	1
검은별무늬	43	115	3	2
검은점병	13	6	147	7
정상	3	7	0	140

## 9.2.8 시스템 성능 평가 기준 설정

### ○ Recall/Precision

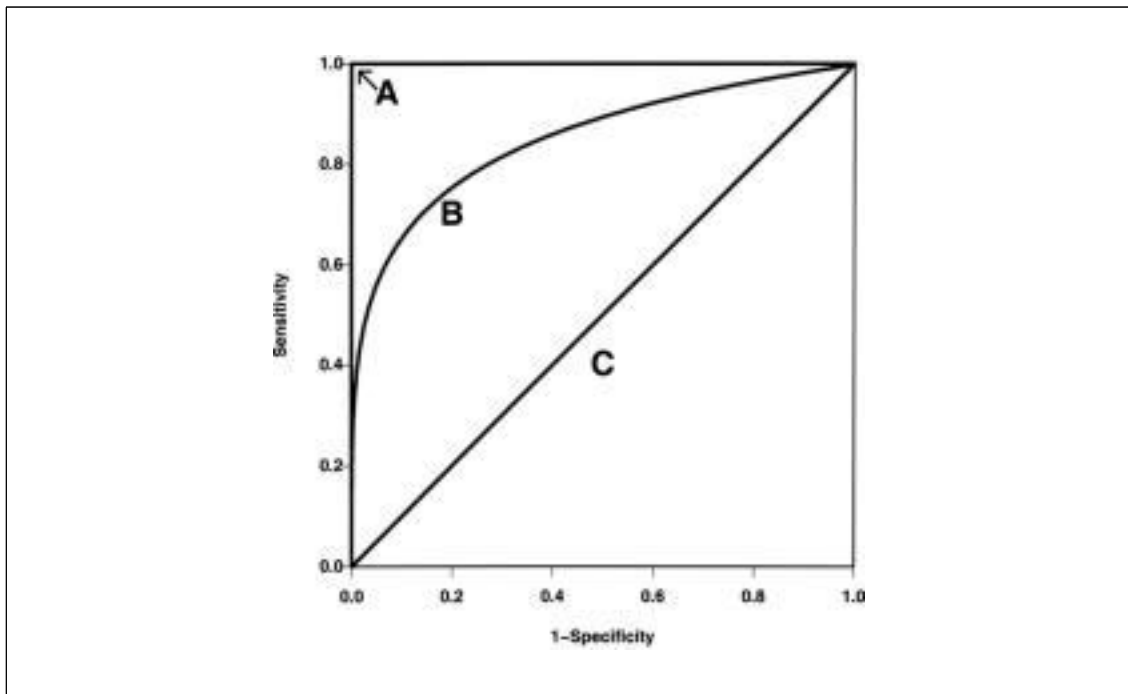
- 아래 표는 confusion matrix로 실제 정답과 예측한 결과에 따른 상태를 명시화 한 것이며 알고리즘의 성능을 평가하는 지표로 많이 사용
- 이 때, 인식/탐지 기술의 성능 평가하기 위해 검출율과 정확도를 동시에 고려해야 함.
- Recall은 대상 물체를 빠뜨리지 않고 얼마나 잘 잡아내는지 나타냄
- Precision은 검출된 결과가 얼마나 정확한지를 나타냄
- 즉, 검출 결과들 중 실제 물체가 얼마나 포함되어 있는지를 의미함.
- 일반적으로 알고리즘의 검출율인 Recall과 정확도인 Precision은 서로 반비례 관계를 가짐
- 예를 들어, 오검출을 줄인다면 검출율이 떨어짐

<confusion matrix>

		actual value	
		Postiive	Negative
prediction	Positive	True Positve (TP)	False Positive (FP)
	Negative	False Negative (FN)	True Negative (TN)

○ ROC curve

- 본 평가 방법 역시 모델 성능 평가를 위해 많이 사용되는 방법
- ROC curve는 위에서 언급한 적중확률(TP) 대 오검출(FP)에 대한 곡선 그래프를 나타냄
- 아래 그림에서 만약 성능 평가 대상인 알고리즘이 제대로 분류한 비율이 높을 경우, ROC curve의 곡선 그래프는 윗쪽으로 이동



<ROC curve>

### 9.2.9 딥러닝 라이브러리 변경

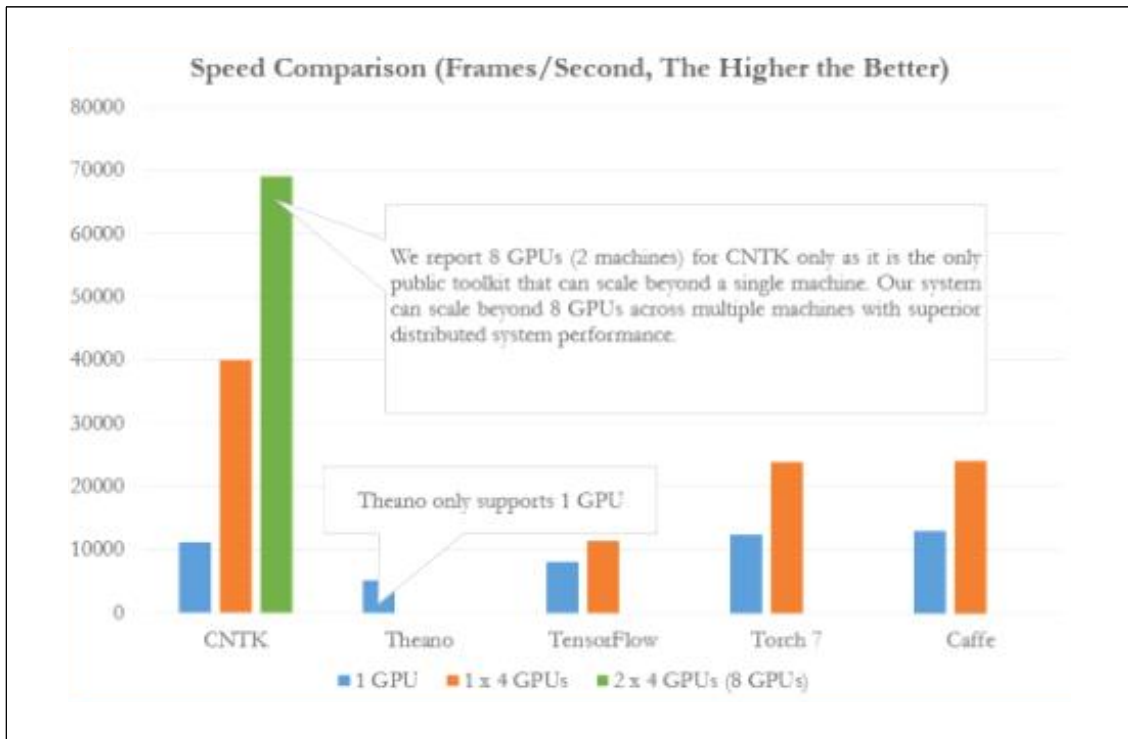
○ 1차년도부터 사용한 tiny-cnn 딥러닝 라이브러리의 문제점은 그 전부터 지속적으로 지적되었음

- 기존 라이브러리의 문제점은 크게 2가지로 아래와 같음
  - CPU로만 연산을 수행하기 때문에 깊은 망의 네트워크를 이용하여 진단기를 제작할 수 없음
  - 비주류 딥러닝 라이브러리기 때문에 기하급수적인 속도로 출연하는 딥러닝의 최신 트렌드를 적용할 수 없음
- 이러한 문제점은 CNTK 및 TensorFlow에서 극복 가능하며 해당 라이브러리의 장점 및 특징은 아래와 같음

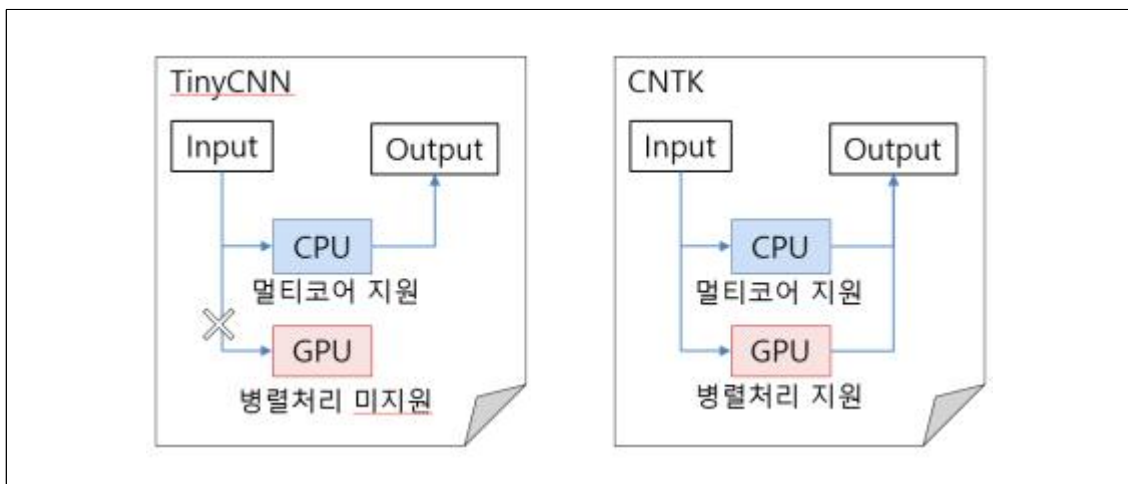
○ CNTK

- Microsoft 제작
- GPU 연산이 가능하여 깊은 망 구조 네트워크를 이용한 진단기 제작 가능

- GPU 연산이 가능하여 학습 속도가 빠른 라이브러리
- 딥러닝의 트렌드를 빠른 속도로 반영



<CNTK 성능 비교 그래프>



<tiny-cnn과 CNTK 구성 비교>

○ TensorFlow

- Google 제작한 것으로 오픈소스 라이브러리
- GPU 연산이 가능하여 깊은 망 구조 네트워크를 이용한 진단기 제작 가능
- 가장 사용자가 많으며 사용법에 대한 오픈 소스 다양
- 각 라이브러리의 성능을 비교한 결과는 아래 다음과 같음



- 이 때, 성능 평가를 위한 실험의 조건은 총 4가지로 진행
  - 학습 시, 각 클래스 별 학습 이미지 개수: 1000장
  - 테스트 시, 각 클래스 별 테스트 이미지 개수: 200장
  - 1: 잿빛곰팡이병 vs 정상잎
  - 2: 흰가루병 vs 정상잎
  - 3: 잿빛곰팡이병 vs 흰가루병
  - 4: 잿빛곰팡이병 vs 흰가루병 vs 정상잎

tiny cnn	1	2	3	4
Training Time	10hr	8hr	8hr	Out of memory(OOM)
Volume(MB)	69.7	69.8	69.8	-

tensorflow	1	2	3	4
Training Time	2m 9sec	2m 9sec	2m 11sec	2m 17sec
Volume(MB)	43.2	43.3	43.3	43.3

CNTK	1	2	3	4
Training Time	4m 18sec	4m 19sec	4m 20sec	6m
Volume(MB)	14.6	14.6	14.6	14.6

기준: 분류기 한 개 당

<tiny-cnn, CNTK, TensorFlow 학습기 제작 시 성능 비교>

<tiny-cnn, CNTK, TensorFlow 테스트 시 성능 비교>

	1	2	3	4
tiny-cnn	99	66.5	78.2	-
TensorFlow	93.75	100.0	90.62	93.17
CNTK	84.0	91.0	99.0	95.375

<딸기 병해 CNTK의 결과표>

	흰가루병	잿빛곰팡이	정상
흰가루병	166	0	1
잿빛곰팡이	5	200	1
정상	27	0	197

<딸기 병해 TensorFlow의 결과표>

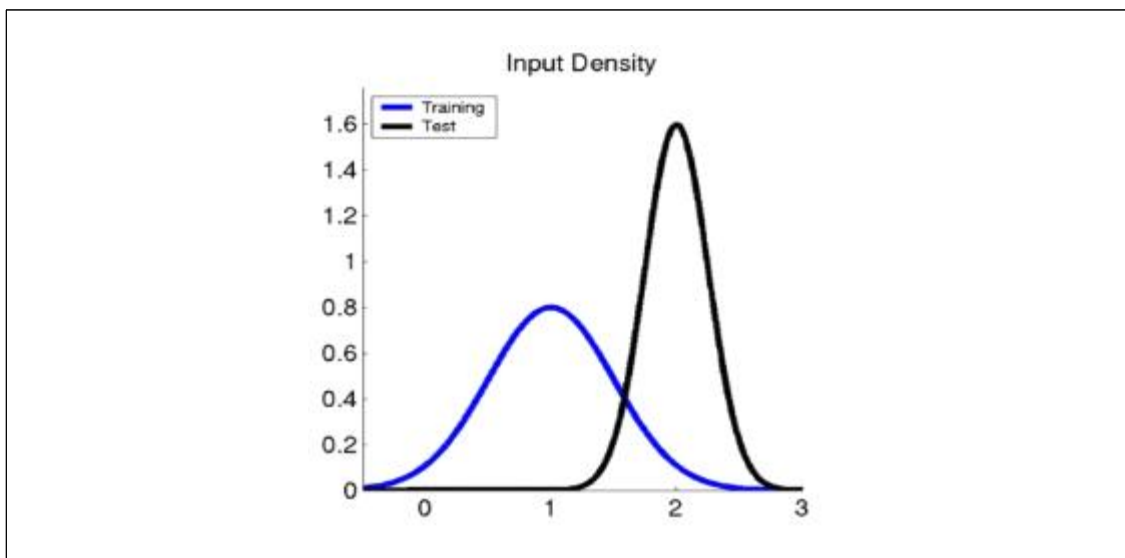
	흰가루병	잿빛곰팡이	정상
흰가루병	185	0	5
잿빛곰팡이	0	182	18

	흰가루병	잣빛곰팡이	정상
정상	0	8	192

## 9.2.10 딥러닝 아키텍처 수정 및 개선

○ 딥러닝 라이브러리를 CNTK, TensorFlow로 변경함에 따라 여태껏 가장 성능이 좋은 것으로 평가 받은 기술을 적용하여 기존 딥러닝 아키텍처 즉, 네트워크 구조를 수정 및 개선

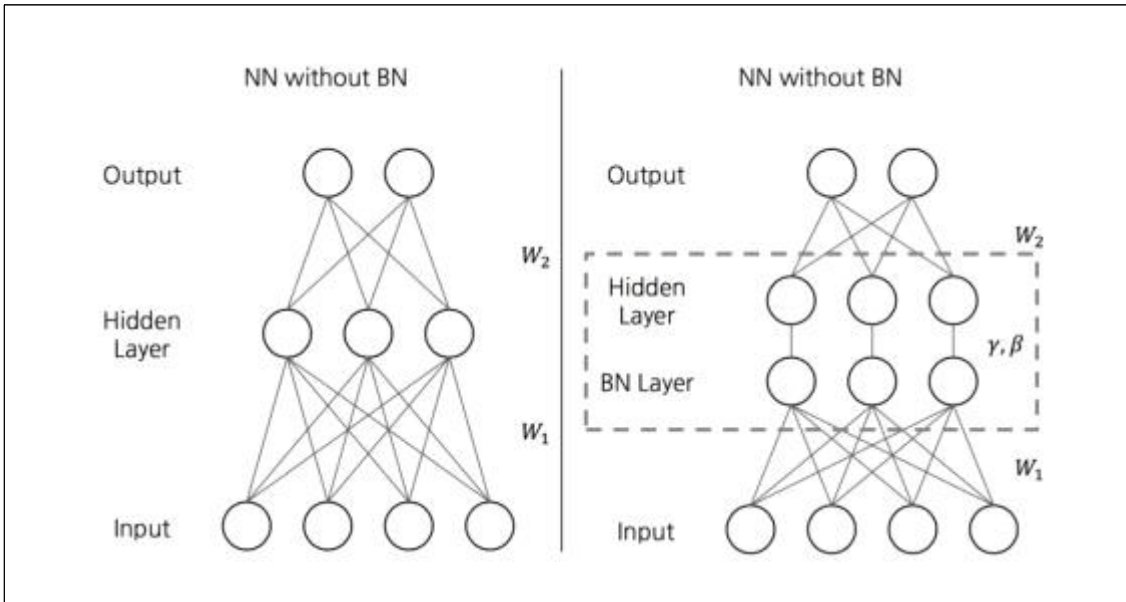
- 기존 딥러닝 네트워크에 반영한 점은 Batch Normalization, PReLU 총 2가지이며 각 기술에 대한 상세한 설명은 아래와 같음
- Batch Normalization(BN)
  - 입력 영상을 학습시키는 과정에서 가중치 값들의 미분값이 0으로 수렴하여 역전파 시 학습 내용이 사라지는 현상은 딥러닝에서 가장 이슈가 되고 현재까지도 진행되고 있는 문제
  - 이는 딥러닝 네트워크의 망 깊이가 깊어질수록 gradient vanishing/exploding 문제가 발생하여 학습이 제대로 이루어지지 않는 것이 주요 문제
  - 이러한 문제는 Covariate Shift라는 공분산 현상으로 수학적 개념으로 해석될 수 있음
  - 머신 러닝에서 공분산 현상이란, 아래 그림과 같이 학습 데이터와 테스트 데이터의 분포 상태가 다른 것을 의미함



<Covariate Shift>

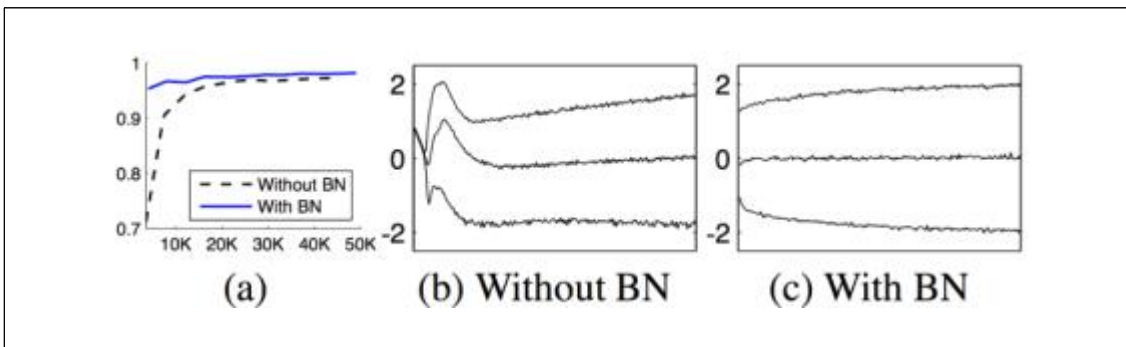
- 동시에 각 레이어들의 입력 분산이 학습과정에 일정하지 않아 발생하는 것으로 문제점을 분석이 가능
- 해당 문제는 각 레이어마다의 평균과 분산, 그리고  $scale(\gamma)$ ,  $shift(\beta)$ 를 구해 동일한 공간에서 학습하는 것으로 해결이 가능

- 아래 그림의 오른쪽과 같이 기존 레이어 사이에 BN 레이어를 추가하여 학습 공간을 동일하게 함



<BN 레이어 적용 전/후>

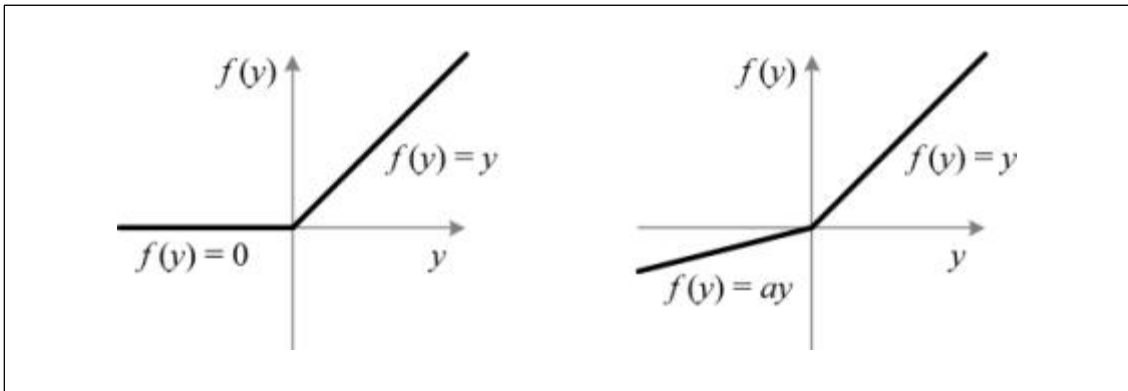
- 테스트 시, 학습 때 저장한 각 입력들의 평균과 분산을 바탕으로 평균함
- BN 레이어 적용 유무에 따른 성능은 아래 그림과 같음
- 이 때, 학습 및 테스트 데이터는 숫자 데이터를 모은 MNIST를 사용함
- BN 레이어는 parameter scaling에 영향을 받지 않고, covariate shift를 감소시켜 learning rate를 더 크게 적용할 수 있다는 점에서 장점을 가짐



<BN 적용 유무에 따른 정확도>

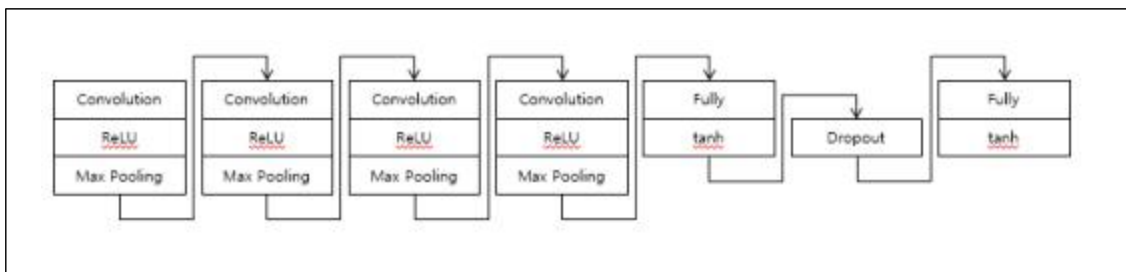
- Parametric Rectified Linear Unit(PReLU)
  - PReLU는 Rectified Linear Unit(ReLU)를 수정 및 개선한 활성화 함수
  - sigmoid 함수의 단점을 극복하여 현재 딥러닝 네트워크에서 활발하게 사용되고 있는 ReLU는 아래 그림에서 알 수 있듯이 가중치 값이 0 이하일 경우 문제점이 발생
  - $x < 0$ 일 경우, 기울기가 0으로 고정되어 뉴런들이 죽는 경우가 발생

- 이러한 dying ReLU 현상을 해결하기 위해 PReLU는 파라미터  $\alpha$  를 추가하여  $x < 0$  일 때의 기울기를 학습

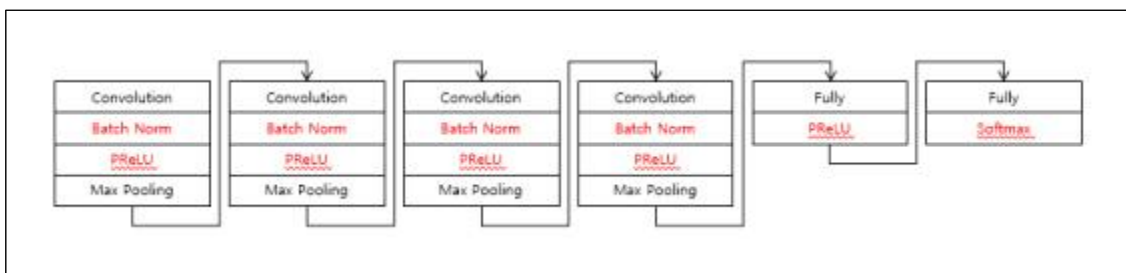


<좌: ReLU, 우: PReLU>

- 앞서 설명한 BN, PReLU를 기존 딥러닝 구조에 적용해 보도록 함
- 기존 구조는 일반적인 딥러닝 네트워크와 같이 {Convolutional layer(ReLU) - Pooling layer} \*3 + Fully connected layer \*2 구성
- 이러한 기존 구조를 BN, PReLU를 적용하여 수정 및 개선한 구조는 {Convolutional layer - BN(PReLU) layer - Pooling layer} \*3+ Fully connected layer\*2와 같음
- 기존 구조와 개선된 구조는 아래 그림과 같음



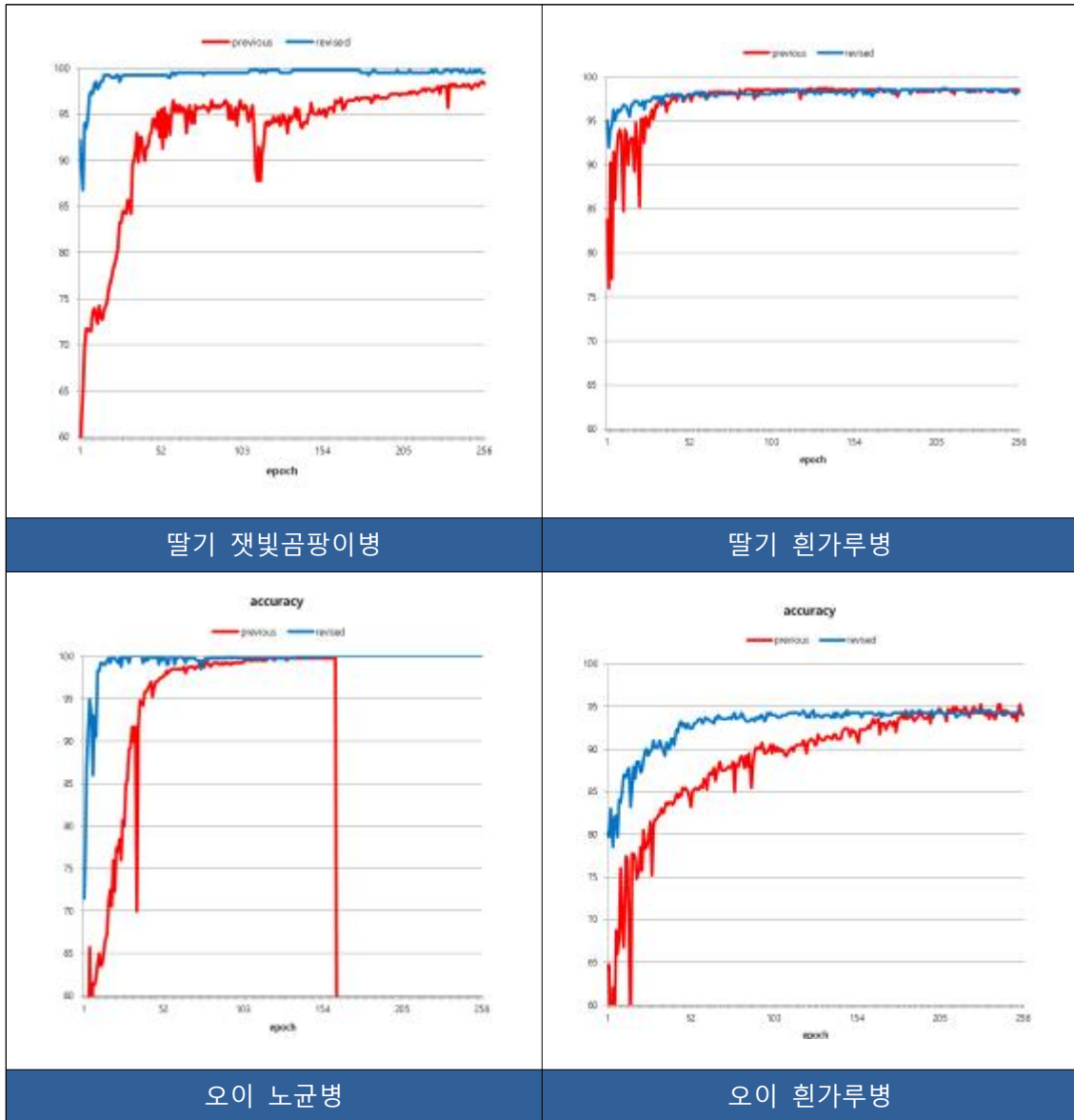
<기존 딥러닝 구조>



<개선된 딥러닝 구조>

- 상위 구조 2개를 바탕으로 실험을 진행하여 성능평가를 진행함. 이 때 실험 조건은 아래와 같음

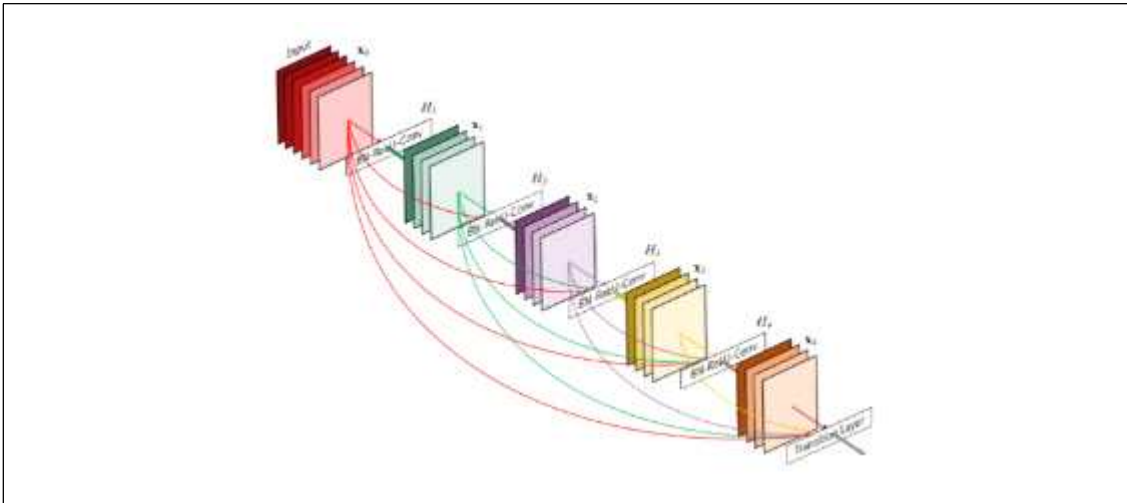
- 학습 이미지 수 : 800장
- 학습 epoch : 256
- Batch size : 200
- 실험 대상 종류: 딸기 잿빛곰팡이병, 딸기 흰가루병, 오이 노균병, 오이 흰가루병



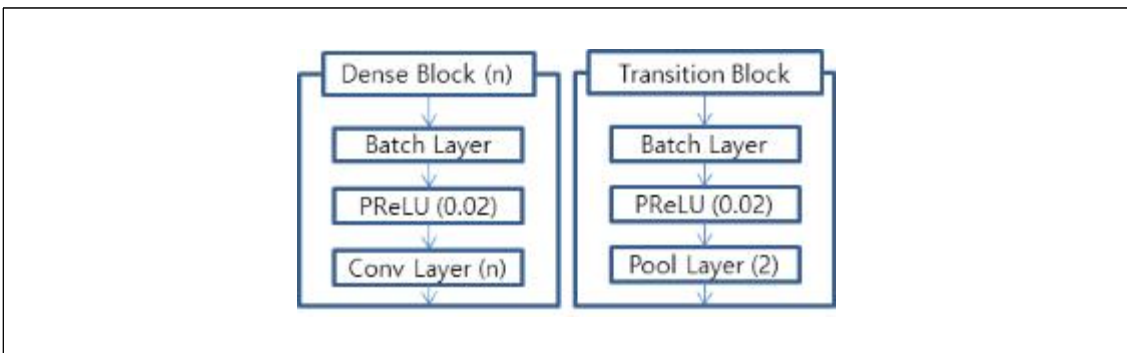
- 위 실험결과에서 알 수 있듯이 수렴 속도면에서 큰 차이를 보임
- 기존 구조는 학습율을 100%로 수렴하는데 꽤 많은 epoch가 지나야 했지만 개선된 구조는 초기 52 epoch 내로 수렴
- 오이 노균병의 경우, 기존 구조에서는 gradient가 exploding하여 학습이 중단됨
- 딸기 잿빛곰팡이병의 경우, 기존 구조에서는 256 epoch 내에도 학습이 수렴되지 않음
- 이를 통해 개선된 구조의 성능이 증명됨

## 9.2.11 병해충 분류기 최신 구조 반영 및 최적화

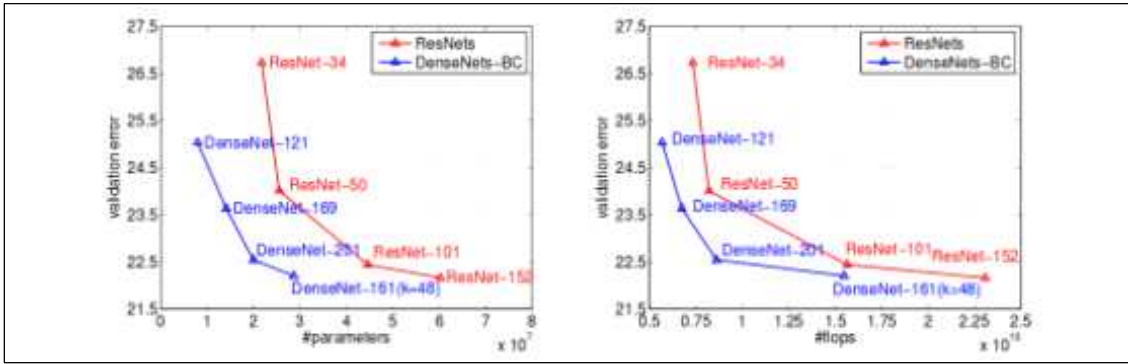
- 높은 성능을 보유하여 범용 적으로 활용되는 네트워크 구조를 분류하고자 하는 대상에 최적화하여 보다 적은 리소스로 좋은 결과를 반환할 수 있는 시스템 구축
  - 구동 원리는 단순하지만 높은 성능을 이끌어내는 DenseNet을 기반으로 분류 과정에 사용될 분류기 구조를 구축
  - DenseNet의 원리를 적용한 구조는 크게 Mini DenseNet, Revised Mini DenseNet 총 2가지이며 기존 구조에 어느 수준으로 반영했는지에 따라 구분됨
  - DenseNet
    - 원본이 깊은 계층일수록 사라지는 현상을 극복하기 위해 이전에 생성된 특징을 지속적으로 중첩시키는 과정을 수행
    - 구현이 단순하며 이전의 특징을 중첩시키는 과정이 반복적으로 수행
    - 특징 중첩 과정은 특징 크기를 축소하기 전까지 반복하며 이러한 과정이 반복되어 하나의 구조를 형성
    - 특징 중첩이 반복되는 구조로 인하여 깊은 신경망 구조를 가지며 추상적인 특징의 분류가 다른 신경망 구조에 비해 단순하고 활용하기 용이함



<DenseNet 구동 원리를 나타낸 블록도>



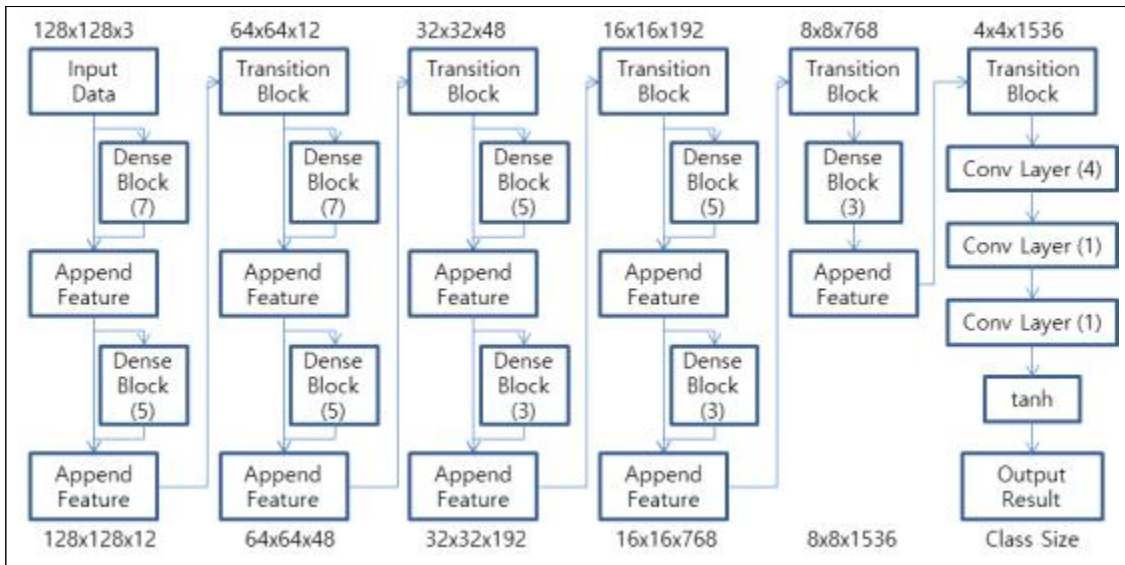
<DenseNet를 구성하는 블록의 기능 별 과정을 나타낸 흐름도>



<DenseNet과 ResNet과의 리소스 사용량에 따른 오류 값을 나타낸 그래프>

• Mini DenseNet

- DenseNet의 구동 원리를 2차 년도에 사용된 구조에 적용하여 성능을 보다 향상시킴
- 2차 년도의 구조는 직렬로 구성되어 단순하고 데이터의 구성에 따라 높은 성능을 가질 수 있으나 깊이가 깊어질수록 학습 시에 특징 유실이 발생할 가능성이 높음
- 특징 유실이 발생할 경우 해당 분류기는 학습을 제대로 수행할 수 없게 되어 사용이 불가능해지며 새롭게 학습을 수행해야 함
- 보다 안정적으로 새로 학습을 수행하기 위해서는 학습 데이터를 재정리하거나 구조를 수정해야 하므로 시간적 소모가 발생함

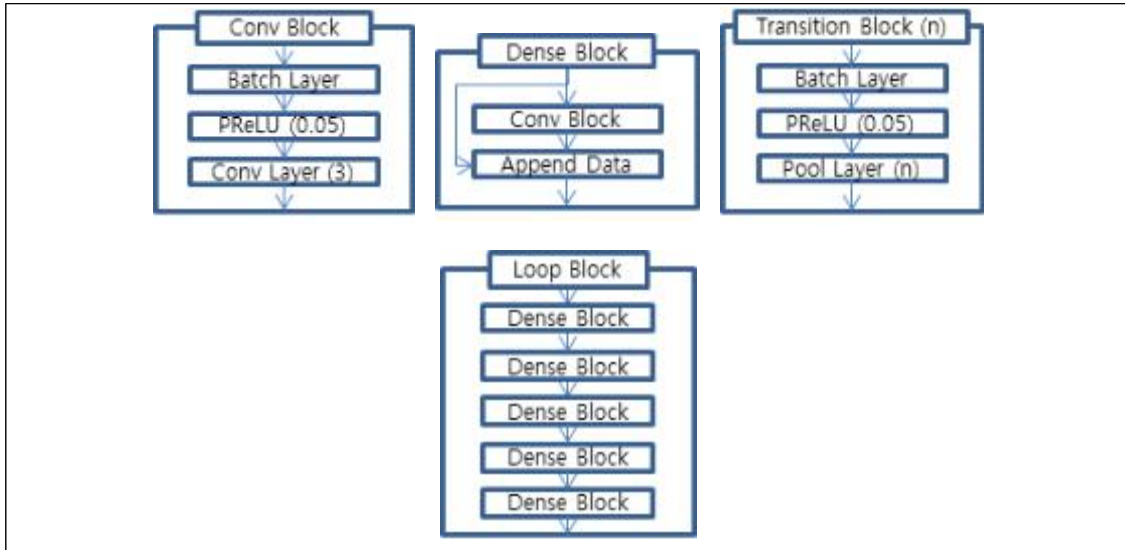


<인식 시스템에 반영된 Mini DenseNet를 구성하는 구조의 전체 흐름도>

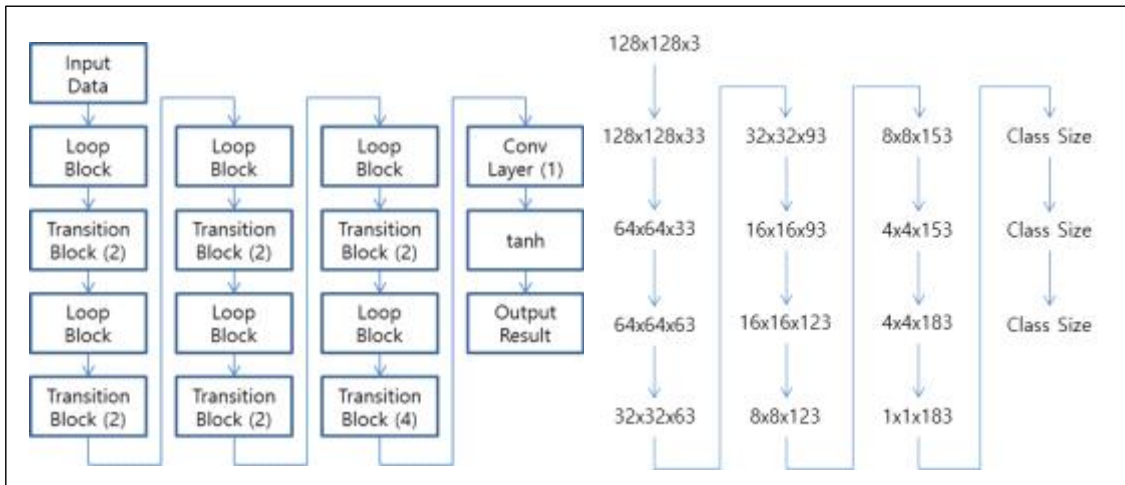
• Revised Mini DenseNet

- Mini DenseNet은 다양한 특징 확보와 Fully Connected 기반의 정교한 가중치 조합 성능을 보유하고 있으나 구조의 크기에 비례하여 매우 많은 리소스를 사용
- 분류 대상이 많아질수록 정확도 대비 리소스 사용량이 크게 증가하여 효율이 크게 떨어짐
- 생성되는 특징의 양을 제한하여 과도하게 구조가 확장되는 것을 방지





<Revised Mini DenseNet를 구성하는 블록의 기능 별 과정을 나타낸 흐름도>



<인식 시스템에 반영된 Revised Mini DenseNet를 구성하는 구조의 전체 흐름도>

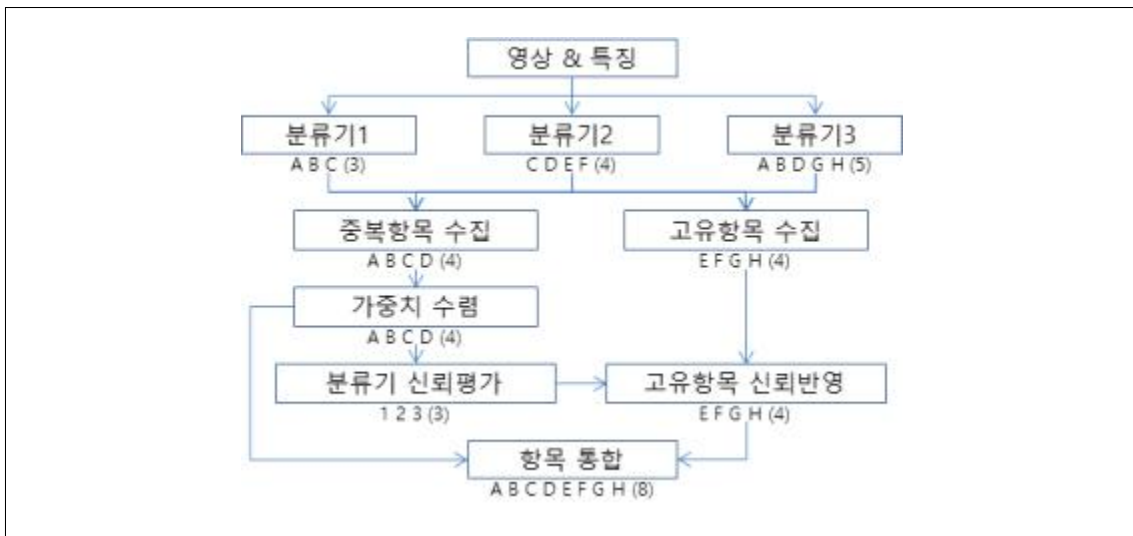
- 아래의 비교표는 분류기 구조에 따른 파라미터, 깊이, 정확도를 나타냄
- Revised Mini DenseNet 구조는 다음과 같은 인자로 실험을 진행
  - Revised v1: Conv Block 출력크기 3, Loop Block 반복횟수 9
  - Revised v2: Conv Block 출력크기 6, Loop Block 반복횟수 5

<분류기 구조와 파라미터에 따른 정확도 비교표>

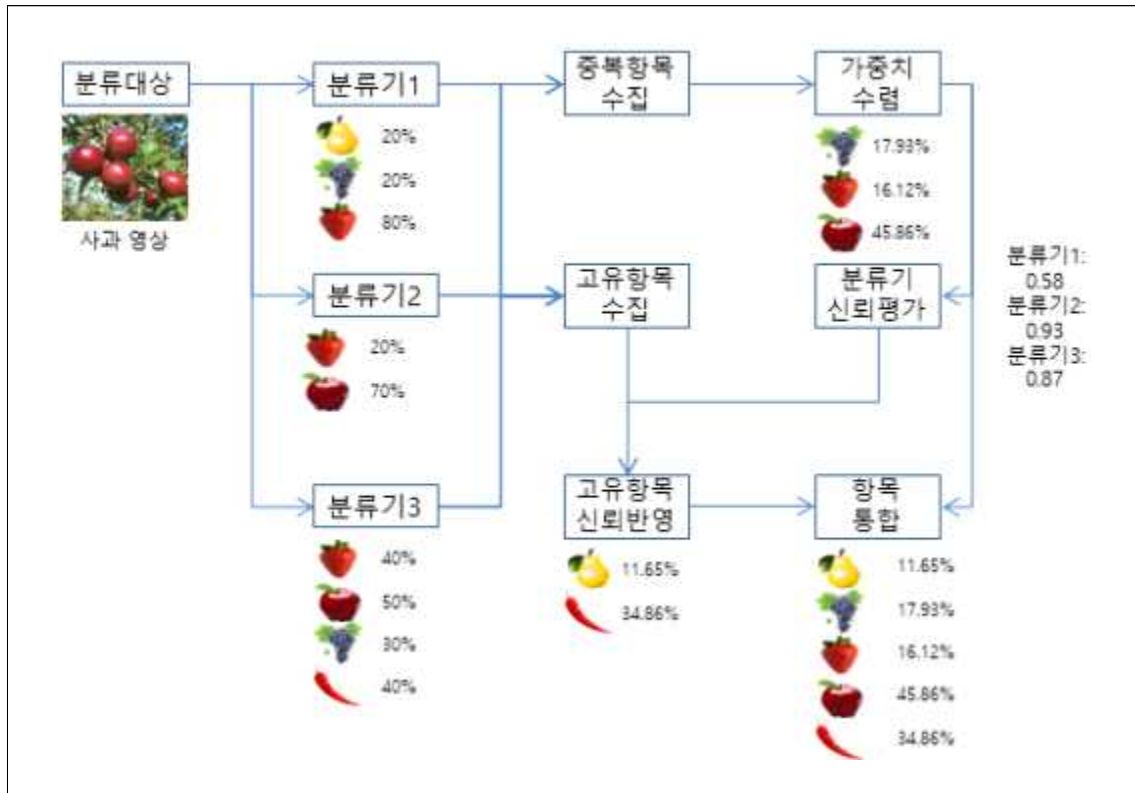
Model	Parameters	Layers	Accuracy
Mini DenseNet	45677567	52	99.19%
Revised v1	131025	230	99.74%
Revised v2	153228	134	99.78%

## 9.2.12 개별 분류기의 분할 예측 알고리즘 개발

- 여러 종류의 분류기를 사용하여 고유항목과 중복항목을 구분하고 가중치를 조절한 후에 다시 통합하여 보다 신뢰성을 가진 결과를 반환
  - 많은 데이터를 기반으로 가중치를 조절하는 학습의 특성 상 짧지 않은 시간이 사용되며 빠르게 분류기를 양산하는 것은 쉽지 않음
  - 이러한 특성으로 인하여 신속하게 항목이 추가하거나 변경해야 하는 상황에 매우 취약하며 경우에 따라서는 새로 학습을 수행해야함
  - 분류하고자 하는 대상을 부분 그룹화 하여 특화된 항목에 대해서는 높은 정확도를 보유하도록 개별 학습된 분류기를 활용
  - 각 분류기 별 신뢰 값을 가지며 중복항목의 값이 다른 분류기와 큰 차이가 없을 경우 높은 신뢰 값을 가지나 차이가 클 경우 해당 분류기의 정확도를 상실함
  - 고유항목은 해당하는 분류기의 신뢰 값에 영향을 받으며 신뢰 값을 기반으로 반환 값을 교정한 후 통합하여 최종 반환 값을 생성



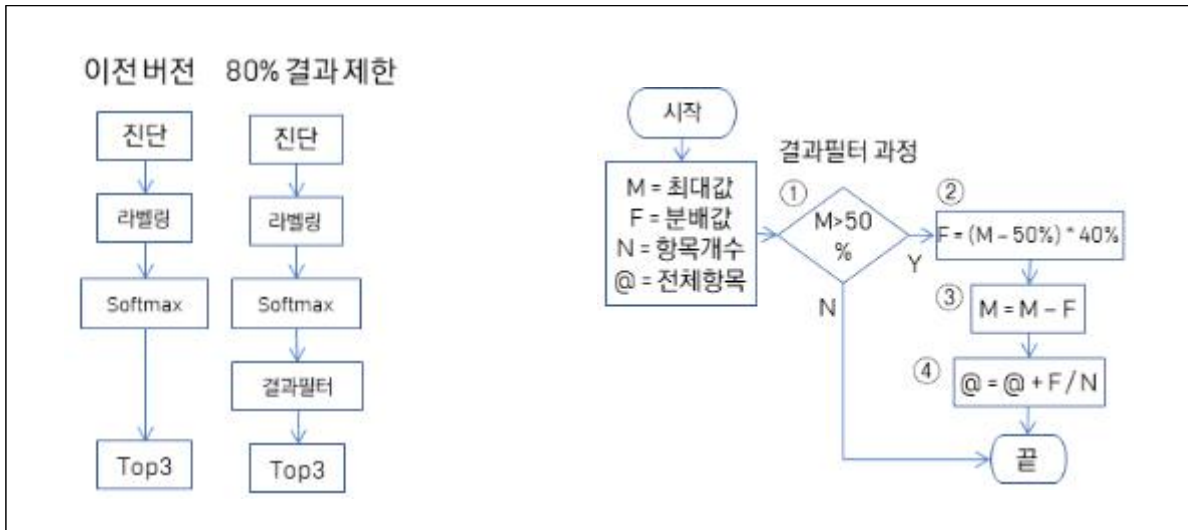
<분할 예측 알고리즘의 반환 값을 나타낸 흐름도>



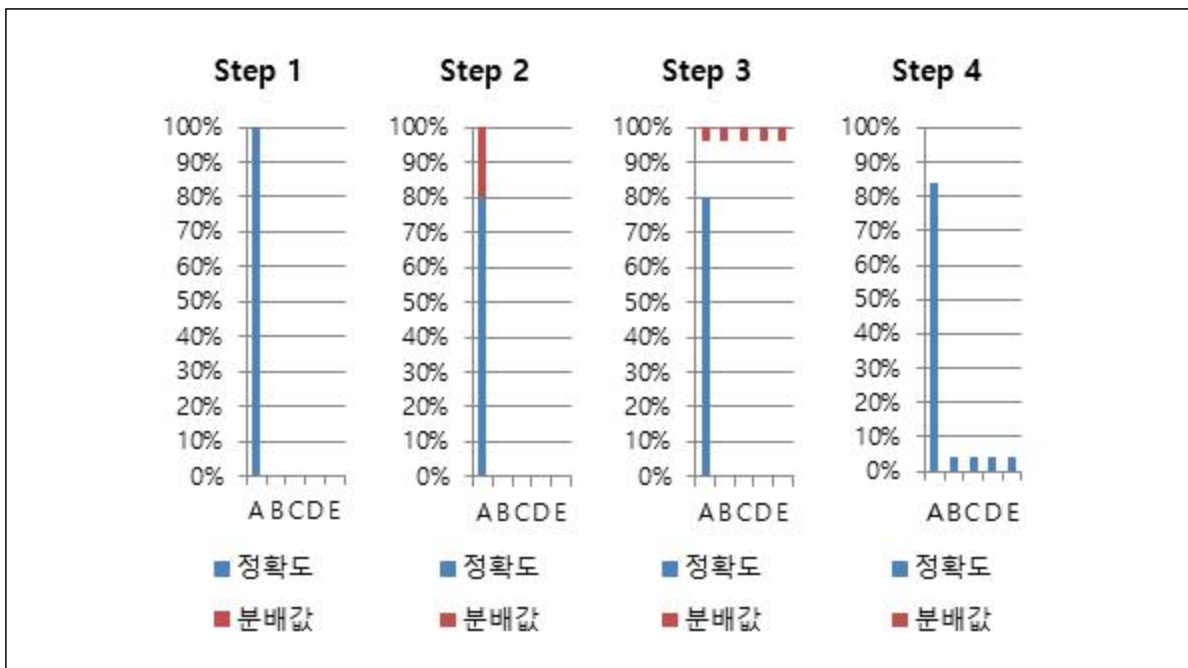
<분할 예측 알고리즘의 분류 수행 예시>

### 9.2.13 분류기 출력 결과 후처리 교정 적용

- Activation에 의존적인 분류 결과를 상대적으로 변환하여 분류기의 출력 범위를 교정
  - 분류기의 출력 결과는 마지막 과정의 Activation함수에 따라 출력 범위가 결정됨
  - 분류기의 결과를 일괄적으로 변환하기 위해 주로 Softmax가 활용
  - Softmax는 결과값을 0%에서 100%로 영역을 변환하는 과정을 수행
  - 병해충 진단은 영상 외에도 세부적인 진단이 필요하기 때문에 100%에 가까운 매우 높은 결과는 오히려 사용자에게 확신을 심어 줄 수 있음



<분류기 출력 결과의 출력을 제한하는 과정을 나타낸 흐름도>



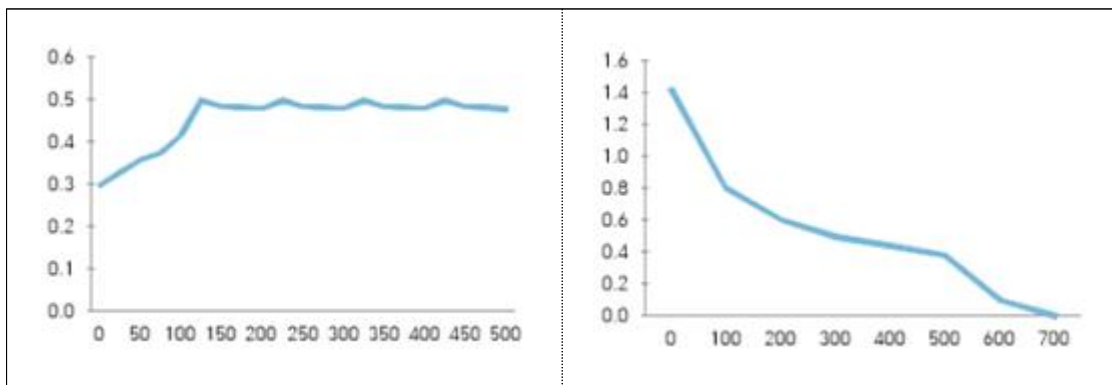
<분류기 출력 결과의 출력을 제한하는 과정에 대한 결과 예시>

### 9.2.14 불균형한 데이터 세부 분할

- 불균형하게 구성된 데이터로 인한 학습의 부작용을 극복하기 위해 효율적으로 많은 양을 보유한 데이터를 분리하여 분류기의 올바른 최적화를 유도
  - 일반적으로 분류기가 높은 성능을 갖추기 위해서는 다양한 경우의 수와 데이터에 대해서 학습되어 있어야 학습되지 않은 대상에 대해서도 높은 정확도를 가질 확률이 높아짐
  - 너무 많은 데이터로 인해 클래스 간 비율이 불균형할 경우 데이터가 적은 클래스는 학습 과정에서 언더피팅 현상을 보일 수 있음

<불균형한 데이터로 인한 분류기 정확도 비교>

Model	원본영상	결과	
		원본	크로핑
나무좀	29	100.00%	100.00%
뿌리혹병	139	0.00%	53.33%
꼭지마름병	30	93.33%	100.00%
균핵병	13	86.67%	100.00%
흰얼룩병	42	93.33%	100.00%
평균		74.67%	90.67%



<불균형한 데이터를 사용한 분류기의 오류 값>

<균형 잡힌 데이터를 사용한 분류기의 오류 값>

<데이터 분할 기준에 따른 학습된 분류기 정확도 비교>

Model	Recall	Precision	Accuracy
분할 없이 학습된 분류기	74.49%	90.00%	87.44%
평균값 기준으로 2 클래스 분할된 분류기	85.67%	88.13%	91.72%
중앙값 기준으로 2 클래스 분할된 분류기	<b>97.10%</b>	94.86%	<b>96.86%</b>
중앙값 기준으로 4 클래스 분할된 분류기	95.96%	<b>96.86%</b>	96.81%

### 9.2.15 시각적 특징에 따라 분류하는 라벨링 알고리즘 개발

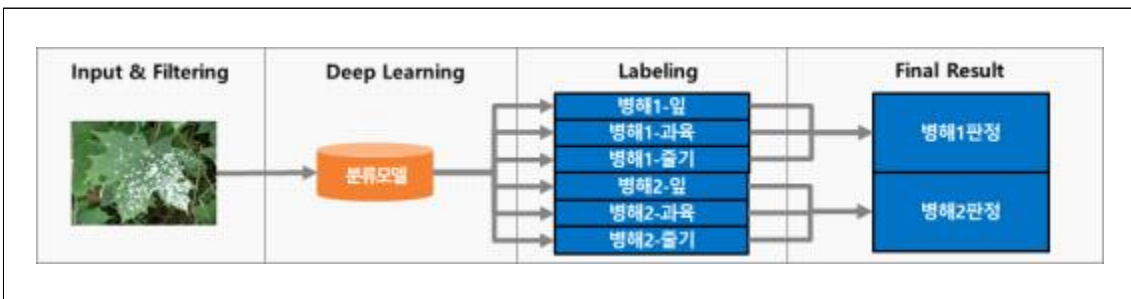
- 같은 증상에 해당하는 병해충이지만 상이한 특징을 가진 경우 상이한 특징을 기준으로 분리하여 또 다른 병해충인 것처럼 정보를 처리
  - 상이한 특징이 하나의 클래스에 존재할 경우 클래스에 대한 특징이 흐려질 수 있음
  - 특징이 흐려짐에 따라 명확한 기준점이 없어서 정확도가 감소하는 방향으로 이어짐



<뿌리혹병 (혹형) 예시>

<뿌리혹병 (뿌리고사형) 예시>

- 위와 같은 현상은 해충의 라벨링 이슈와 같은 현상에 해당하며 해충에만 적용되었던 기능을 전체적으로 반영하기 위해 시스템적으로 확장
- 학습과 분류를 수행할 때에는 특징 단위로 분리하여 분류기를 최적화시켜 특징 분산에 의한 정확도 감소를 극복
- 분리된 특징은 분류 수행이 끝난 이후 같은 병해층으로 통합하는 과정을 수행

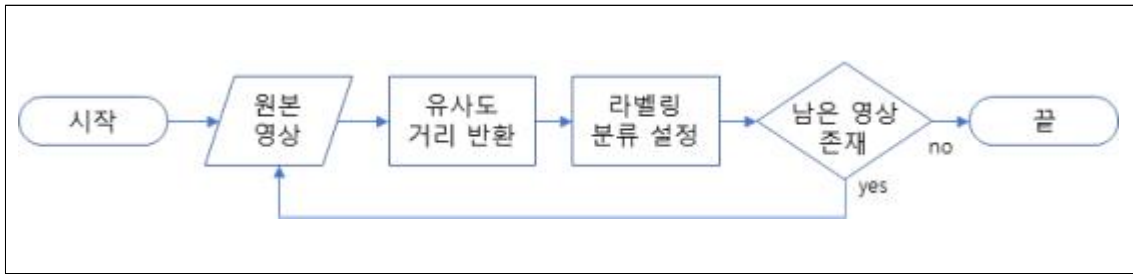


<라벨링 알고리즘의 작동 과정을 나타낸 흐름도>

### 9.2.16 유사도 기법을 활용한 클래스의 특징 별 분류 학습

- 사람의 관점에서는 큰 차이를 못 느낄 수도 있으나 컴퓨터의 관점에서는 큰 차이로 느껴질 수 있으며 이를 극복하기 위해 컴퓨터 관점에서 분류를 수행
  - 라벨링을 이용한 특징 분류를 사용할 때 사람이 직접 특징을 분류하는 방식과 컴퓨터가 특징을 분류하는 방법이 존재함
  - 사람이 직접 특징을 분류하는 방식은 사람이 상이하다 느끼는 특징을 기준으로 분류를 수행하며 다양한 증상에 대한 예시 별 분류가 가능함
  - 사람이 분류하는 기준은 학술적으로 구분에는 용이하지만 컴퓨터가 구분하기 용이한 기준이라고는 할 수 없음
  - 컴퓨터가 특징을 분류하는 방식은 기준이 되는 영상을 기반으로 비슷한 영상과 상이한 영상을 구분하며 알고리즘을 통한 거리를 통해 분류됨
  - 사람의 관점에서는 큰 차이가 없을 수는 있으나 컴퓨터의 관점에서 영상의 차이를 구분하므로 특징이 수렴되지 않아서 분산되는 현상에 보다 용이함





<유사도를 통해 클래스 내의 영상을 분류하는 흐름도>

- 실험에 사용된 유사도 알고리즘은 CORREL, FCTH, CEDD, CORREL & FCTH 등의 4가지가 사용되었으며 각 알고리즘을 통해 구한 결과의 예시는 아래와 같음
  - CORREL : Correlation Coefficient
  - FCTH : Fuzzy Color and Texture Histogram
  - CEDD : Color and Edge Directivity Descriptor



<CORREL 예시>

<FCTH 예시>



<CEDD 예시>

<CORREL & FCTH 예시>

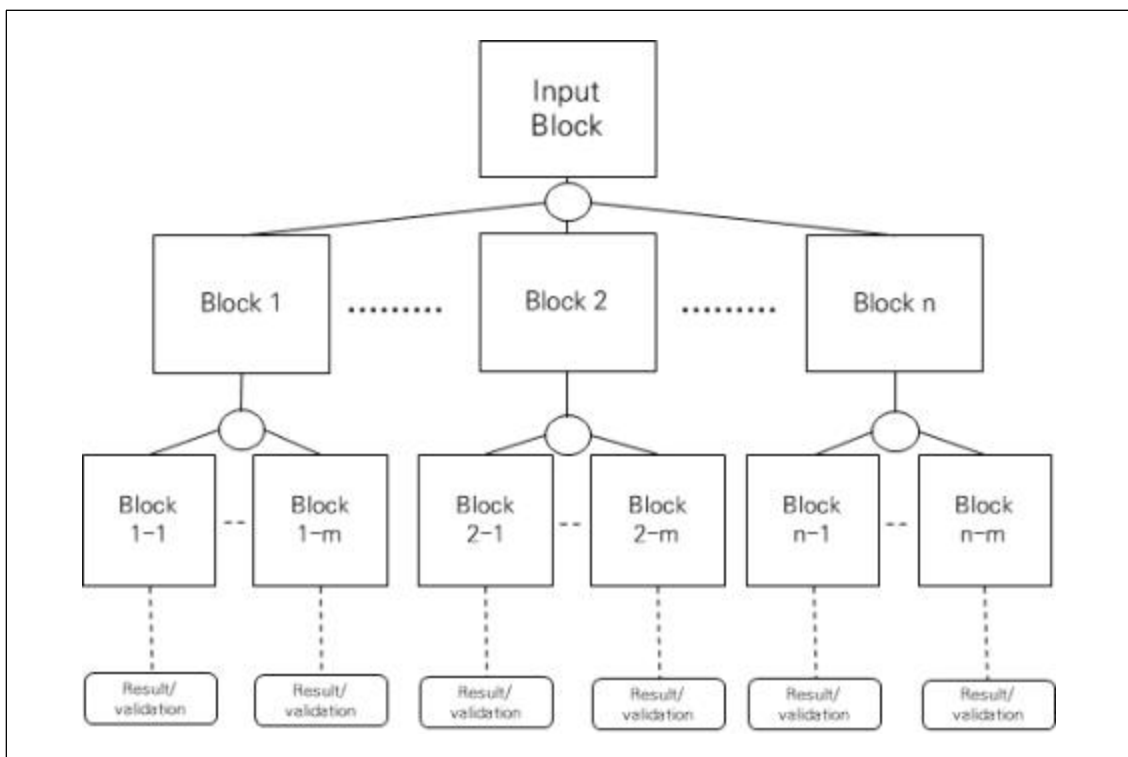
<딸기 병해 CNTK의 결과표>

Model	Recall	Precision	Accuracy
Huristics	97.10%	94.86%	96.86%
Random	86.55%	86.56%	92.74%
CORREL	96.68%	<b>97.28%</b>	96.52%
FCTH	95.23%	95.07%	95.92%
CEDD	95.10%	93.41%	95.97%
CORREL & FCTH	<b>98.12%</b>	96.12%	<b>97.51%</b>

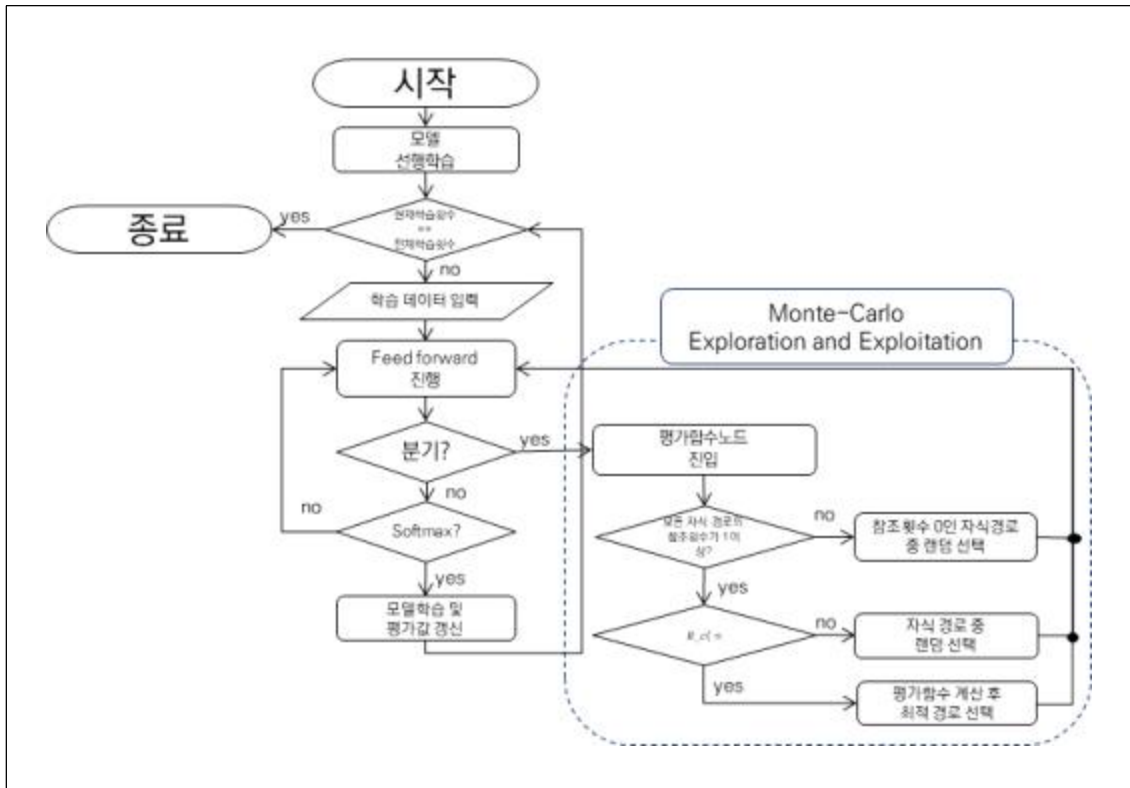


## 9.2.17 몬테카를로 트리 탐색 기반 학습 알고리즘 개발

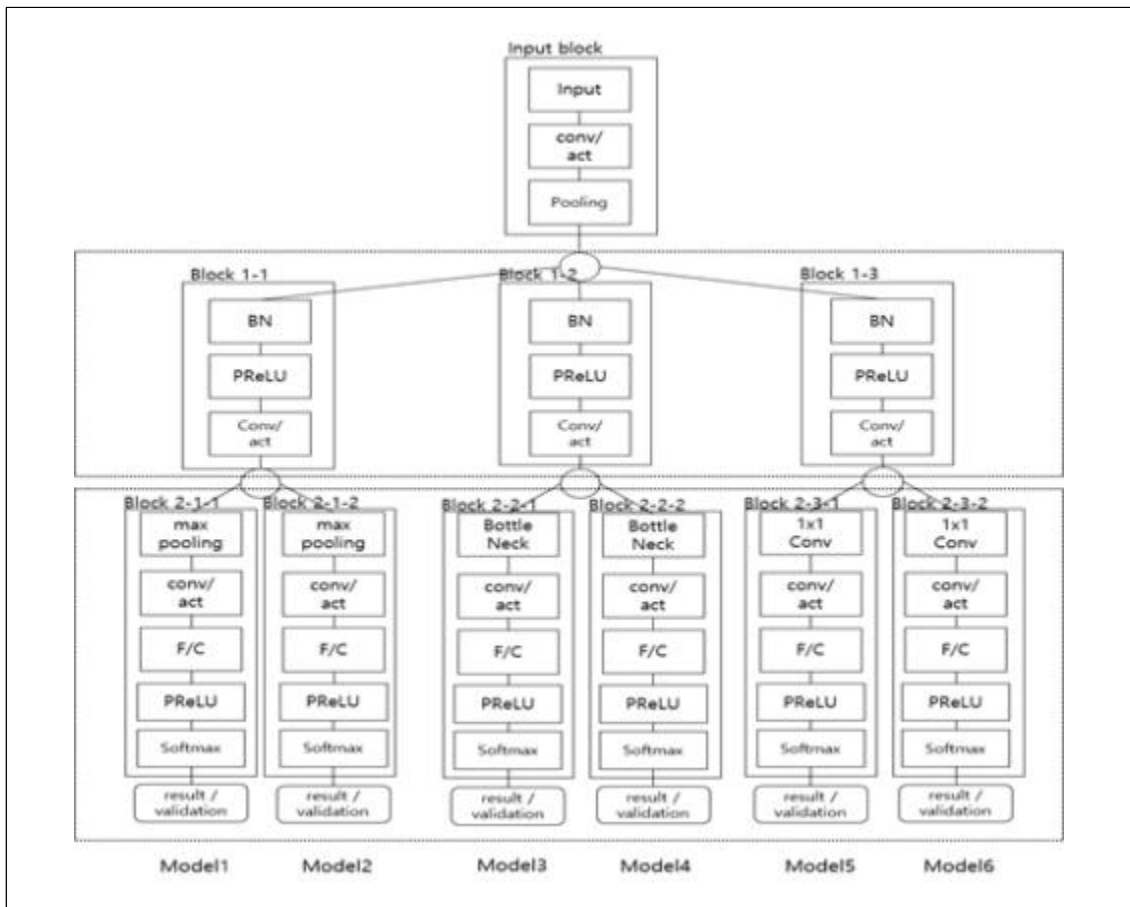
- 분류하고자 하는 데이터에 최적화된 분류기 구축을 위해 각각의 구조를 블록으로 분리하여 경로를 형성하고 가장 최적화된 경로 위주로 학습을 수행
  - $n$ 번의 학습을 통해 분류기의 성능을 비교한다고 할 때,  $m$ 개의 분류기의 성능을 비교하기 위해서는  $n*m$ 번의 학습이 수행됨
  - 이는 결과가 좋지 않은 분류기도 결과 확인을 위해  $n$ 번의 학습을 수행해야 하므로 불필요하게 시간과 리소스의 소모가 발생
  - 결과가 좋지 않은 경우의 수는 사전에 걸러내고 가장 최적화된 블록만을 선택하여  $n*m$ 보다 적은 횟수로 가장 최적화된 조합의 분류기를 생성



<확장 가능한 학습 시스템을 나타낸 탐색 트리 구조도>



<몬테카를로 알고리즘이 반영된 시스템 흐름도>



<인식 실험에 사용된 블록 트리 구조도>

- 몬테카를로 알고리즘은 의사결정을 위한 체험 기반의 탐색 알고리즘에 해당
- 결과에 따라 가중치를 부여하여 이후의 플레이아웃에서 선택될 가능성을 교정
- 무작위 추출에 기초하여 동작하며 선택, 확장, 시뮬레이션, 역 전달로 구성
- 선택
  - 연속적으로 분기를 선택하여 내려가는 과정
- 확장
  - 선택된 분기에서 최종 결과가 되지 않으면 다음의 분기를 생성
- 시뮬레이션
  - 생성된 분기에 대해서 무작위의 플레이아웃을 실행
- 역 전달
  - 지금까지 지나간 경로를 되돌아가며 정보를 갱신

<인식 실험에서 학습 횟수에 따른 학습시간표>

Model	독립모델 6개 (100회)	1차 실험 (100회)	2차 실험 (200회)	3차 실험 (200회)
Time	20h 28m	5h 17m	13h 08m	13h 43m

<각 테스트 별 분류기 정확도>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Model1	91.13	88.24	91.19	89.43	<b>94.59</b>	87.30	86.02	87.66	<b>93.57</b>	<b>93.39</b>
Model2	87.10	88.94	<b>93.40</b>	87.76	90.11	88.43	89.31	86.62	90.26	91.42
Model3	<b>93.67</b>	91.89	92.79	<b>92.78</b>	92.13	91.21	91.84	<b>92.19</b>	92.69	90.87
Model4	91.27	89.32	92.47	90.80	89.99	<b>92.52</b>	91.49	88.89	89.46	89.54
Model5	89.97	<b>93.31</b>	89.12	91.53	92.71	92.31	<b>93.82</b>	91.98	91.14	90.68
Model6	87.19	90.51	86.34	89.91	90.35	90.23	90.95	89.27	89.53	89.13

<테스트에 대한 결과 요약>

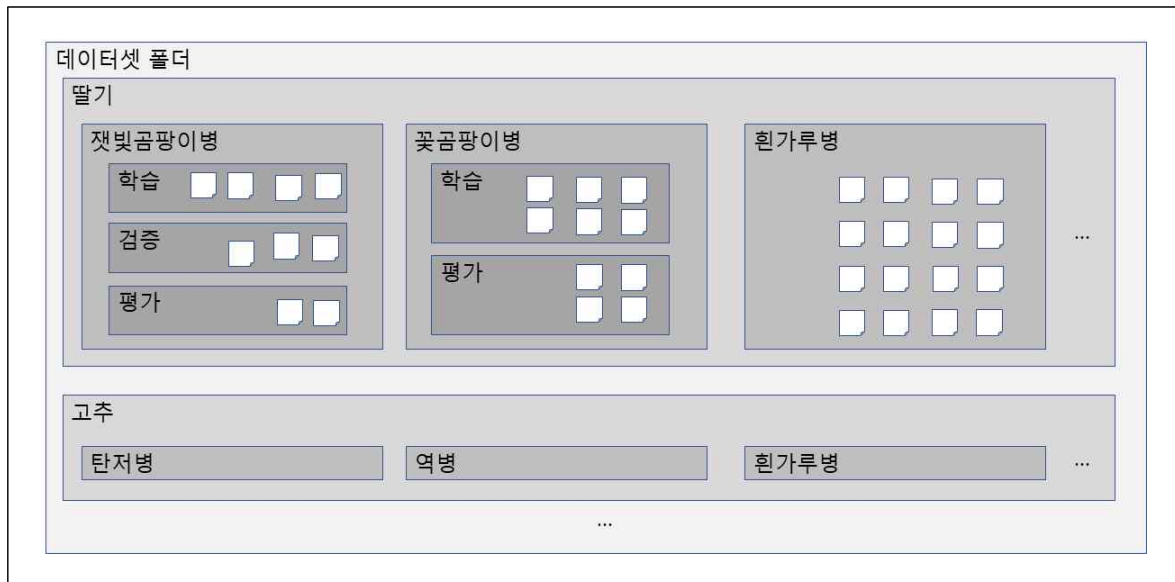
	경로가 선택된 횟수	개별 분류기 정확도	선택된 분류기 평균	정확도 향상
Model1	3	<b>93.78</b>	<b>93.85</b>	0.07
Model2	1	89.15	93.40	4.25
Model3	3	92.56	92.75	0.19
Model4	1	91.84	92.52	0.68
Model5	2	92.66	93.57	0.91
Model6	0	90.91	0	

## 9.2.18 병해충 분류기 학습을 위한 시스템 구축

- 효율적인 학습을 위해 데이터의 구성을 설계하고 이러한 구성을 기반으로 학습인자를 손쉽게 적용할 수 있게 하여 비교적 쉽게 학습된 분류기를 생성하는 시스템을 개발

### ○ 데이터 구성

- 데이터는 작물 명, 병해충 명, 세부분류 폴더로 계층을 이루는 형태로 구성
- 작물 명
  - 분류할 작물의 종류와 데이터 구축 날짜를 포함하여 폴더가 형성됨
  - 구축 날짜는 기존 데이터가 변경되었을 때를 기점으로 폴더가 새로 추가됨
- 병해충 명
  - 병해충의 학술명칭과 부위를 포함하여 폴더가 형성됨
  - 클래스로 구분되는 기준이며 특징에 따른 분류도 여기서 나뉨
- 세부분류
  - 병해충 데이터를 학습, 검증, 평가로 구분하기 위해 폴더를 이용
  - 일반적으로 폴더로 구분하나 그대로 누적되어 개수로 나누는 방법 또한 존재
  - 폴더로 구분할지 개수로 구분할지는 폴더의 여부로 결정



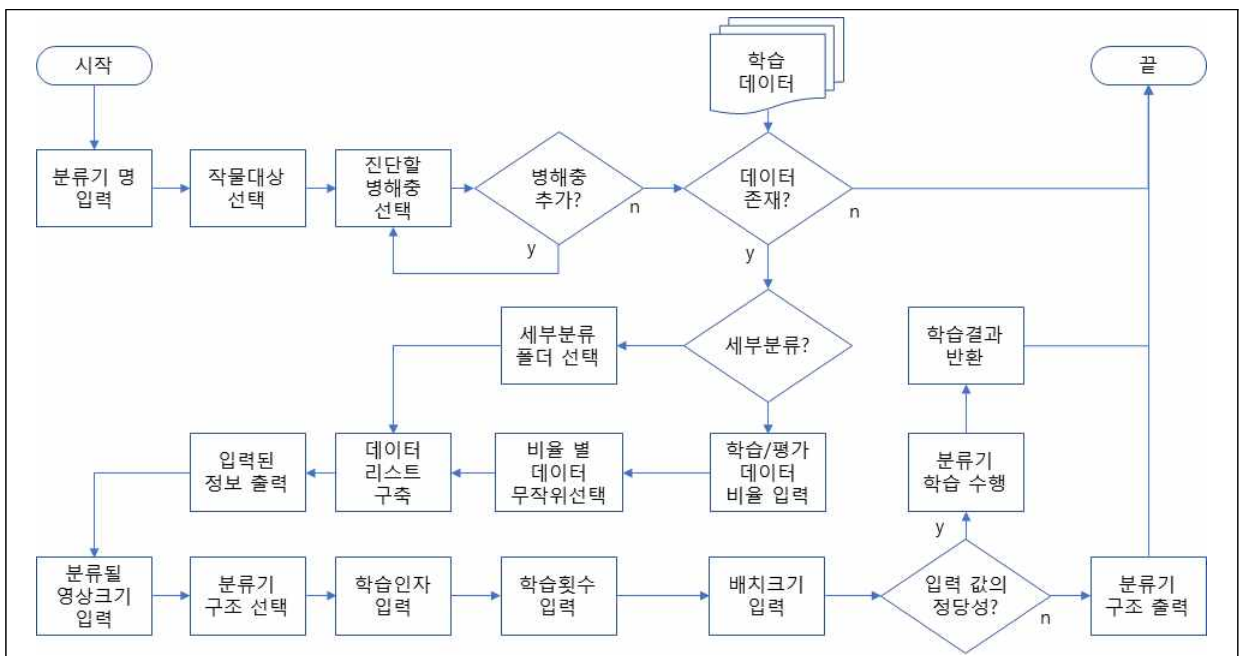
<데이터의 계층에 따른 구성을 나타낸 구조도>

### ○ 시스템 구성

- 학습 시스템은 CNTK라이브러리를 기반으로 수행되며 병렬학습을 수행하기 위해 MS-MPI을 통하여 각 그래픽카드간의 학습정보를 공유하는 방식을 사용
- 네트워크 구조와 데이터셋을 선택하고 다양한 인자를 입력받을 수 있게 하여 분류기

의 생성에 필요한 과정을 최소화

- 학습 데이터와 학습된 분류기가 제각기 다른 위치에 분산 배치되어 찾지 못하게 되어 버리는 현상을 방지하기 위해 전용 폴더를 구축
- 시스템은 분류기 명, 작물대상, 작물의 병해충, 입력영상크기, 분류기 구조, 학습인자, 학습 횟수, 배치크기를 순차적으로 입력받음
- 남은 학습 횟수와 현재 오류율을 주기적으로 반환하며 최종적으로 학습이 완료될 경우 학습정확도와 학습에 걸린 시간을 반환
- 학습 시스템에 대한 전체적인 흐름은 아래와 같음

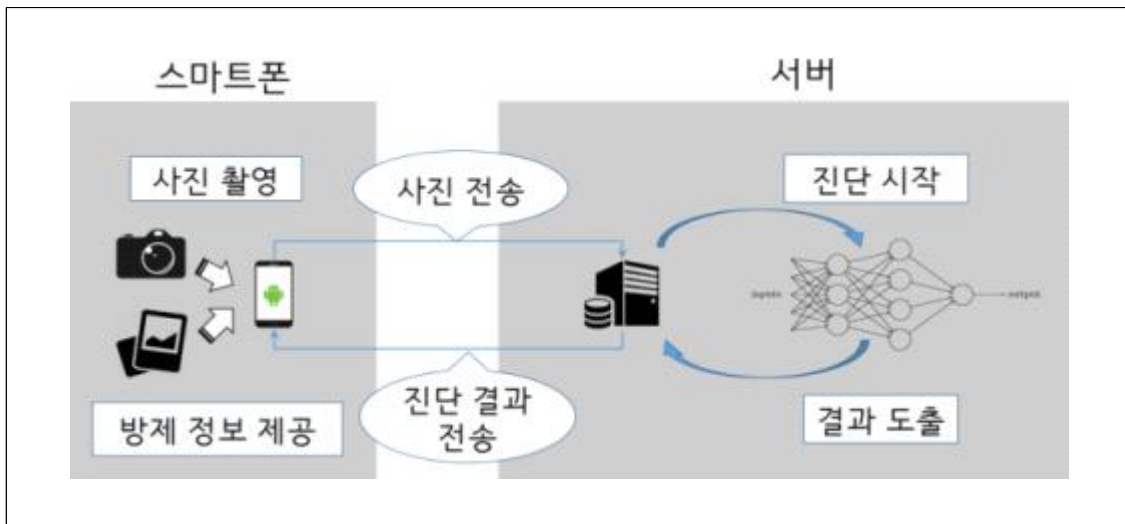


<시스템의 처리 과정을 나타낸 데이터 흐름도>

- 새로운 병증이나 해충이 있을 경우 데이터셋 폴더에 넣는 것으로 사용할 수 있게 되지만 넣기만 해서는 학습되지 않음
- 분류기를 학습하기 전에 입력받는 과정에서 진단하기 위한 병해충을 선택해서 추가하는 과정이 수행되며 이 과정에서 새로운 병증이나 해충을 추가해야 학습이 수행됨
- 작물대상과 진단할 병해충의 선택리스트는 폴더에 따라서 결정되며 실제 데이터의 유무는 확인하지 않음
- 때문에 데이터 존재 단계는 실제 학습 데이터가 존재하는지를 확인하는 과정을 수행
- 세부분류는 학습, 검증, 평가 등으로 폴더가 분류되어있는지 아닌지를 확인하는 과정을 수행하며 폴더로 분류되어있지 않을 경우 비율을 통해서 데이터를 결정함
- 입력 값의 정당성은 학습인자, 학습 횟수, 배치크기 등의 정보가 제대로 된 정보인지를 확인하며 학습할 수 있는 값이 아닐 경우 분류기의 구조 정보를 반환하고 종료됨

### 9.3 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템의 프로토타입 개발

○ 전체적인 흐름도는 아래와 같음



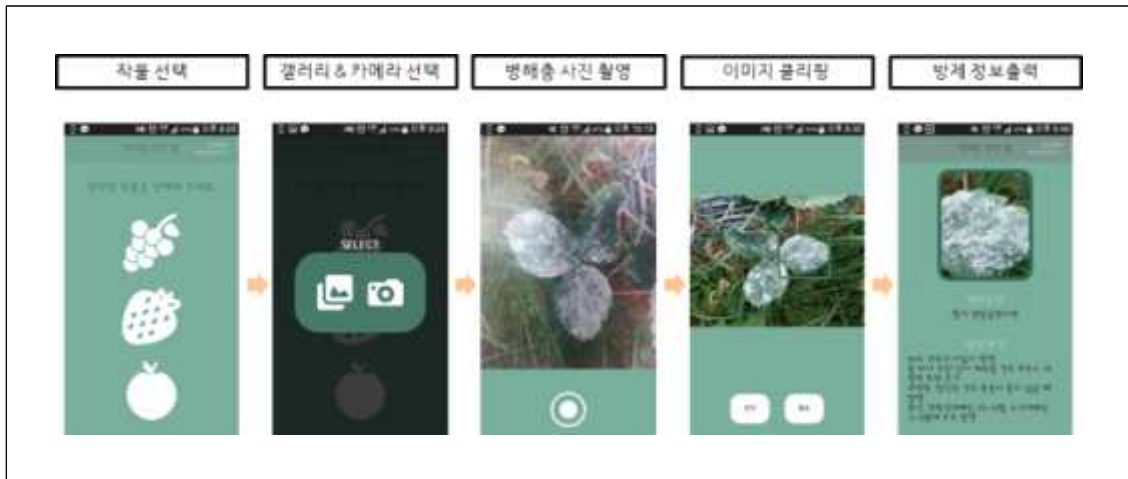
<스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템의 흐름도>

#### 9.3.1 클라이언트 개발

○ 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템의 프로토타입 중 클라이언트는 현재 안드로이드 환경에서 설계됨

- 클라이언트의 기능
  - 작물 선택, 영상 선택, 클리핑, 영역전송, 결과출력
- 작물 선택
  - 클라이언트 상에서 어떠한 작물의 병해충여부를 검사할지 사용자가 선택
- 영상 선택
  - 스마트폰 환경에서 이미 촬영된 이미지를 사용
  - 또는, 어플을 통해 직접 이미지를 촬영
- 클리핑
  - 선택된 영상의 병징부분을 사용자가 선택하여 서버로 전송하는 기능을 담당
- 영역전송
  - 클리핑된 이미지를 분류기가 적합한 이미지로 수정하는 작업과 해당영상을 서버로의 전송하는 기능을 실시함
  - 현재 사용되는 분류기의 경우 128X128의 영상만을 input으로 받기 때문에 클리핑된 영상을 분류기 input에 맞춰 resize한 후, TCP/IP통신을 통해서 서버로 전송

- 결과출력
  - 서버에서의 진단 결과가 전송되면 병해충 피해에 대한 방제정보(병해충 명, 발생환경, 증상, 재배적 방제, 약제 방제, 방제 약제)를 출력하여 사용자에게 제공



<클라이언트 실제 화면>

### 9.3.2 분류기 서버 구축

- 스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템의 프로토타입 중 분류기 서버는 현재 윈도우 환경에서 작동되며 딥러닝 구조를 탑재하고 있음
  - 서버의 기능
    - 이미지 수신, 이미지 전처리, 특징 추출, 분류 및 판단, 병해충 대책, 결과 반환
  - 특징 추출과 분류 및 판단
    - 딥러닝 구조를 사용하며 입력된 영상에 대한 특징 추출 및 분류를 통해 결과출력
  - 병해충 대책과 결과반환
    - 출력된 결과에 대한 DB를 클라이언트로 전송하는 기능을 수행

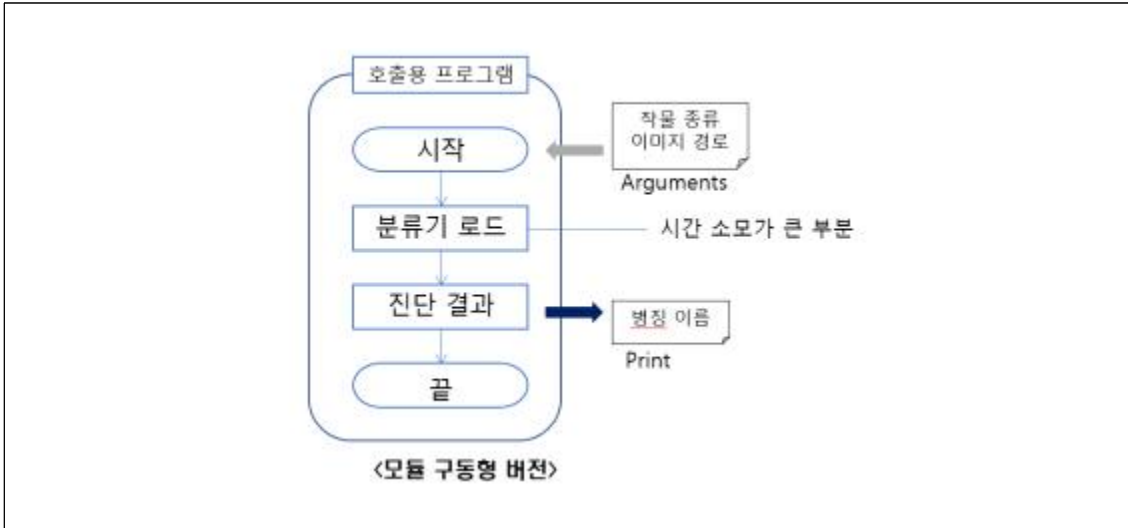
### 9.3.3 통합용 서버 구축

- 기존 진단 시스템의 한계
  - 앞서 구축한 분류기 서버는 유사도 인식 기술과 구조가 달라 통합하는 데 어려움
  - 통합 환경에서의 원활한 진단을 위해 통합용 서버를 구축
- 초기 서버 시스템 구축
  - 인자값(작물 이름, 이미지 경로)를 이용한 모듈 구동형 방식
  - 호출 시에만 구동 인자 값을 이용한 모듈 구동형 방식의 결과를 반환함으로써 서버와



의 연동이 용이하도록 함

- 해당 서버 시스템의 구조는 아래 그림에 간략하게 도식화하여 나타냄
- 진단기 1개 당 서버모델 로딩은 1~2분, 통신시간은 1~2초 소요

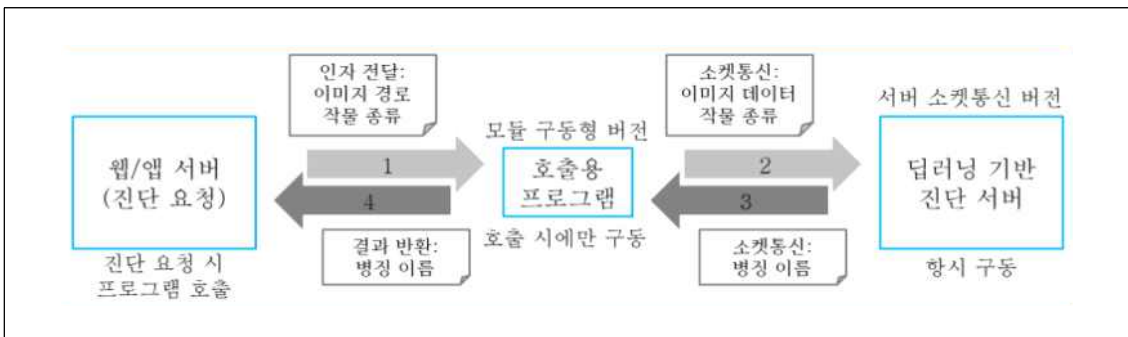


<tiny-cnn 버전의 서버 통합 시스템 구조>

- 이 때, 병해충 분류기 제작을 위해 사용한 딥러닝 라이브러리의 종류인 tiny-cnn 프로그램을 호출할 때마다 앞서 설명한 단일, 복합 진단기를 로드하여 많은 시간이 소요.
- 진단과정이 아닌 로딩과정에서 시간 소모가 크다는 점에서 해당 서버 시스템은 문제점이 발생
- 따라서 앞서 설명한 문제점은 해당 서버 시스템의 자체 문제가 아니므로 보다 효율적인 딥러닝 라이브러리로 변경하는 것이 근본적인 해결책

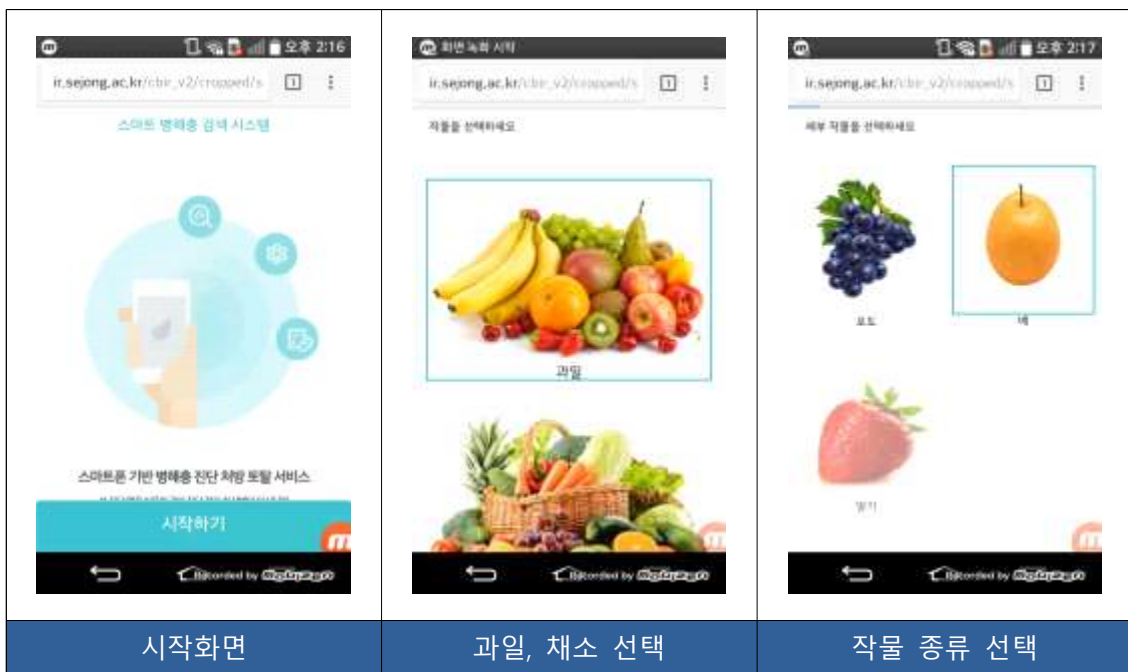
○ 호출용 프로그램 사용 서버 시스템

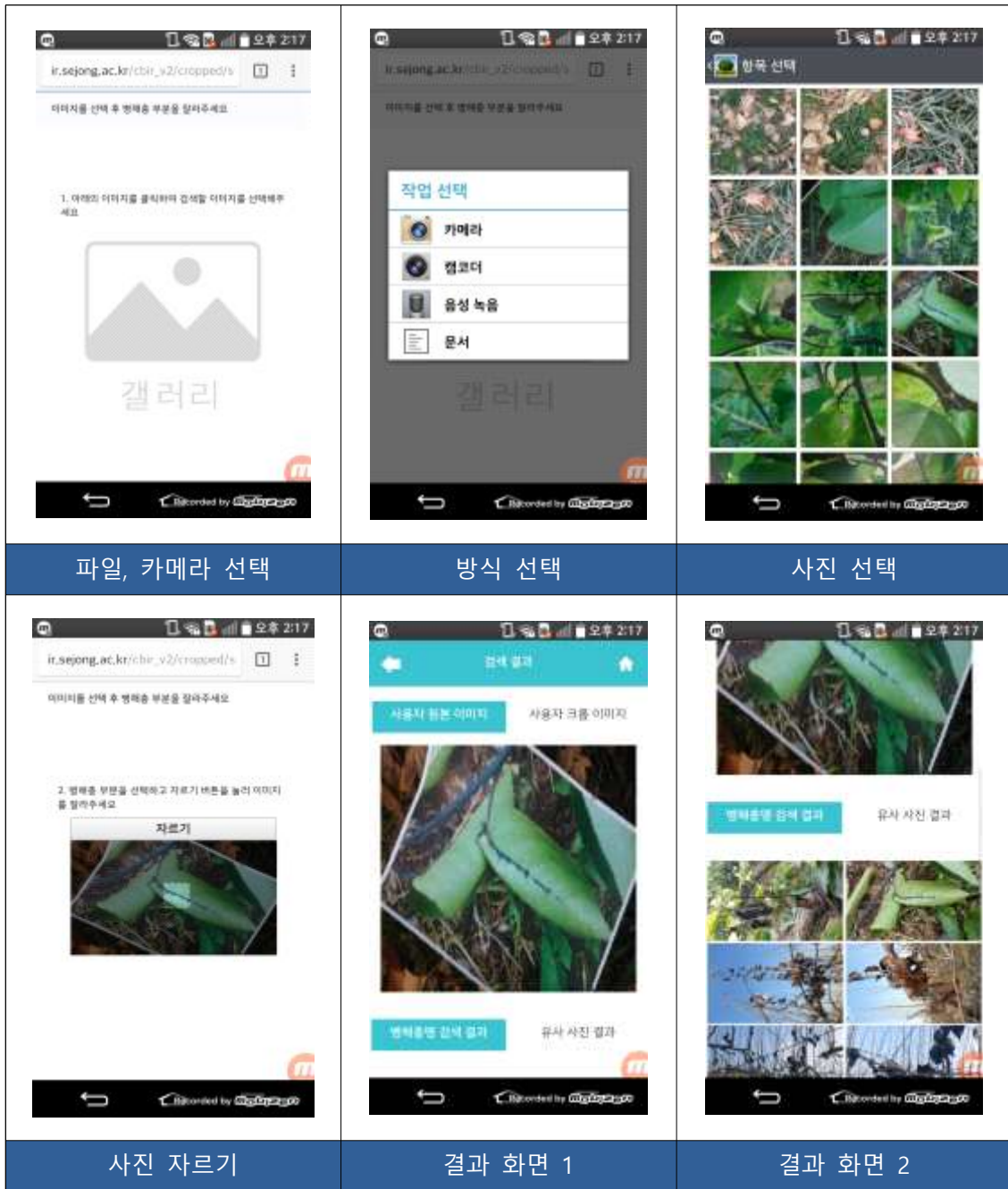
- 초기 통합 서버 시스템인 소켓 통신 방식과 이전의 통신 방법인 소켓 통신을 결합하여 보다 빠른 결과를 통신할 수 있도록 초기 구조를 수정 및 개선
- 호출 시에만 구동하는 서버와 딥러닝 기반 프로그램 사이를 연결하는 호출용 프로그램을 제작



<tiny-cnn 버전의 서버 통합 시스템 구조>

- 웹/앱 서버
  - 호출용 프로그램을 필요시에 호출
  - 호출용 프로그램에게 작물 종류, 이미지 경로를 전달
  - 이후 호출용 프로그램으로부터 진단 결과를 전달 받아 사용자에게 정보를 제공
- 호출용 프로그램
  - 해당 프로그램은 호출 시에만 구동되는 안드로이드 서버 시스템에서 사용된 모듈 구동형에 해당
  - 유사도 기반 프로그램으로부터 작물 종류와 이미지 경로를 전달인자로 받아 딥러닝 기반 프로그램에 전달하는 역할을 수행
  - 또한 딥러닝 기반 프로그램의 진단결과를 다시 유사도 기반 프로그램에 전달
  - 이 때, 호출용 프로그램 크기는 45.0kb이며 응답 속도는 0~1초만큼 소요
- 딥러닝 기반 프로그램
  - 딥러닝 라이브러리인 tiny-cnn의 진단기가 로드될 때 시간을 많이 소요
  - 때문에 해당 프로그램이 항상 구동되도록 함
  - 호출용 프로그램으로부터 작물종류, 이미지 데이터를 받아 진단 결과를 실시간으로 호출용 프로그램에게 다시 전달
  - 서버 소켓통신 버전으로 호출용 프로그램과 TCP/IP 방식으로 통신
  - 진단기 1개당 용량 및 메모리는 70MB, 300MB를 사용함
- 위의 서버 시스템 구조를 바탕으로 한 실제 사용자 결과화면은 아래 그림과 같음



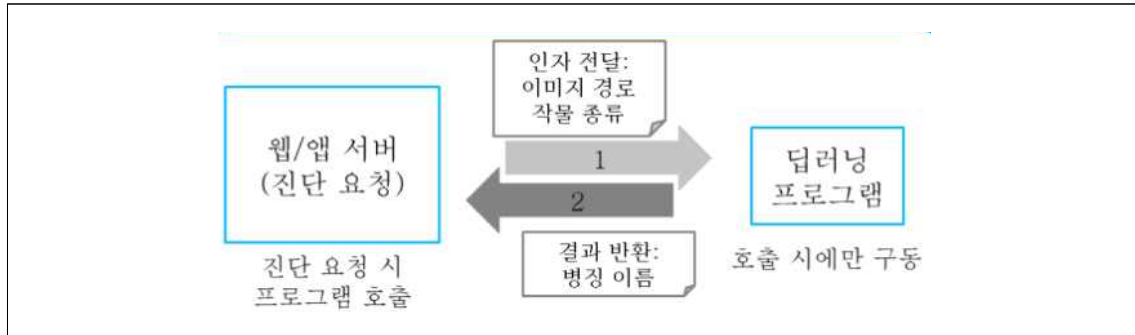


<배 병해 진단 사용자 화면 예시>

### 9.3.4 통합용 실행 파일 제작

- 딥러닝 라이브러리를 tiny-cnn에서 CNTK로 변경함과 동시에 상위 서버 통합 방식을 변경해야 할 필요성이 제기됨
- tiny-cnn 버전에서는 효율적인 방식이지만 실제적으로 python으로 제작된 주축 서버와의 통합방식으로는 효율적이지 않음
- 하지만 python 개발 언어를 사용하는 CNTK로 변경함에 따라 주축 서버 방식과 잘 연동될 수 있는 환경이 가능해짐

- 따라서 효율을 높이기 위해 병해충 이미지 인식 기술을 이용한 진단 결과를 주축 서버에 전달하는 방식으로 변경
- 새로운 통합 방식은 아래 그림과 같음



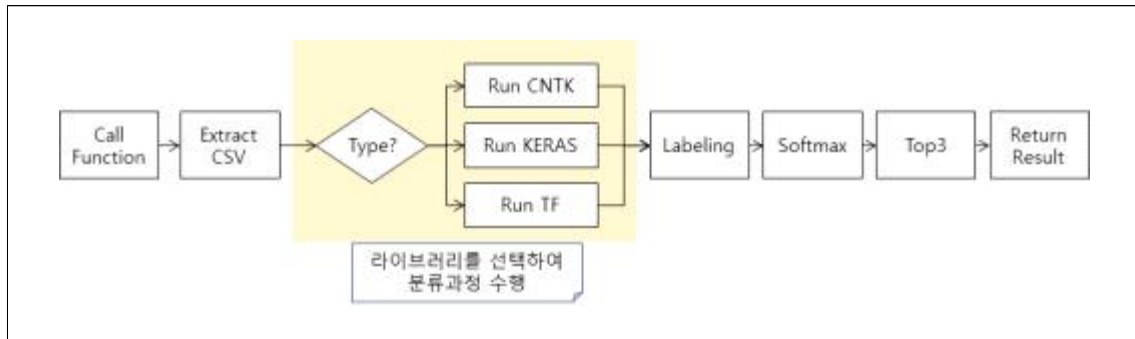
<CNTK 버전 서버 통합 방식>

- 웹/앱 서버
  - 딥러닝 기반 프로그램을 필요시에 호출
  - 해당 프로그램에게 작물 종류, 이미지 경로를 전달
  - 이후 진단 결과를 전달 받아 사용자에게 정보를 제공
- 딥러닝 기반 프로그램
  - 기존의 딥러닝 기반 프로그램과 호출용 프로그램이 합쳐진 형태
  - 딥러닝 라이브러리 CNTK는 웹/앱 서버가 호출할 경우 서버로부터 직접 작물 종류와 이미지 데이터를 수신
  - 그리고 진단 결과를 다시 웹/앱 서버에게 전달
  - 진단기 1개당 용량 및 수행시간은 각각 약 14.6MB, 1~2초 소요

### 9.3.5 라이브러리 선택 분기점 형성

○ 보다 안정적인 구동을 위한 라이브러리 선택 분기점 생성

- python에서 구동 가능한 라이브러리는 cntk, keras, tensorflow가 대표적이며 각 라이브러리마다 내부 작동에 관한 구현이 다름
- 실행 환경에 따라 설치가 되지 않았거나 사용할 수 없는 라이브러리가 존재할 수 있으며 분기점을 통해 안정적으로 구동할 수 있는 환경을 구축
- 또한 구현이 다르기 때문에 같은 구조일지라도 정확도가 라이브러리마다 다르게 나타날 수 있으며 특정 구조에 대한 특화된 대상 또한 동일하지 않음
- 보다 좋은 결과를 내는 구조와 라이브러리를 선택할 수 있도록 선택 분기를 구성



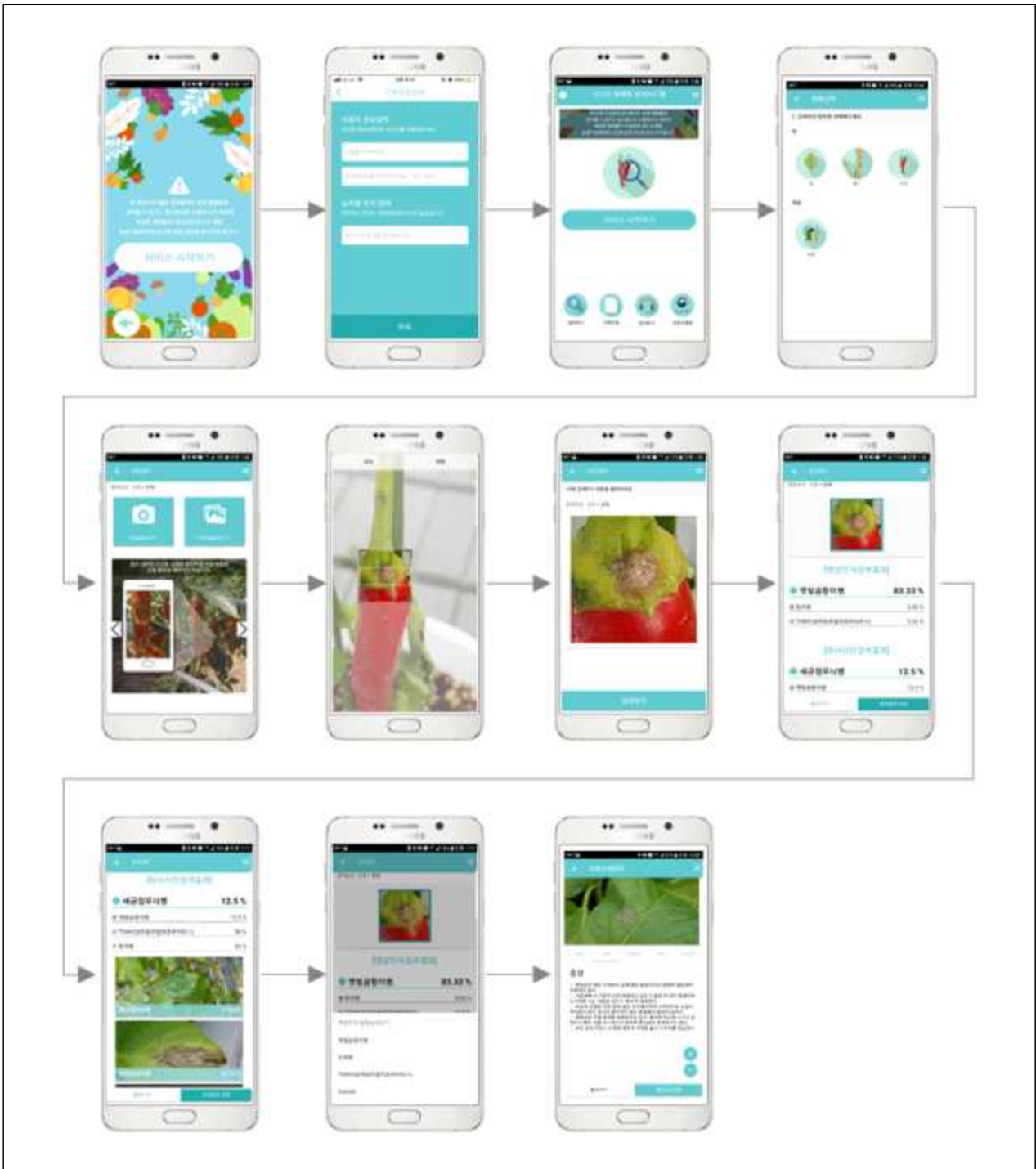
<라이브러리 별 분류수행 및 수렴 과정>

### 9.3.6 영상인식 기반 분류 시스템의 구동 원리

○ 분류 시스템은 진단 요청이 발생하였을 때 초기화 과정이 시작되며 각 라이브러리의 결과를 반환하고 종료되는 흐름을 가져야 하므로 작동 흐름은 단순해야 함

- 분류 시스템은 보다 좋은 성능의 분류기를 적용할 수 있도록 CNTK, Keras, Tensorflow 등을 지원할 수 있는 형태로 구현
  - 분류기 적용과는 다르게 각 라이브러리의 학습은 API와 인자가 매우 상이함
  - 때문에 학습을 관리할 수 있는 학습 시스템은 CNTK를 기반으로 작동
  - 이러한 이유로 분류기는 CNTK 버전이 가장 많은 비율을 차지
  - 학습 시스템에 대응하기 위해 분류 시스템 또한 CNTK에 가장 최적화되어 있음
- 작물 종류에 따른 분류기 호출 처리 방법
  - 분류기를 호출하기 위한 분류기 기반 정보파일은 CSV파일 포맷을 사용
  - CSV파일은 분류기의 전체적인 정보를 포함하고 있는 핵심 데이터에 해당
  - 분류기마다 진단할 수 있는 작물과 병해충 정보를 포함
  - 분할예측에 활용되기 위해 작물 항목이 중복되는 경우도 허용
  - 작물 항목이 중복될 경우 해당 분류기들이 모두 수행됨
- 분류기의 병해충 진단 처리 방법
  - labeling 과정을 통해 명칭으로 저장되게 하여 분류 결과를 관리하기 용이하게 함
  - 전체 순위에서 top3에 해당하는 정확도를 반환하여 다른 증상일 가능성도 제시
- 복합적으로 나타나는 증상에 대한 처리 방법
  - softmax 함수의 특성 상 최대 최소의 값이 절대적이지 않음
  - 때문에 여러 후보자를 찾아내는 과정에는 용이하지 않음
  - 그러나 정확도 순위가 바뀌지는 않으므로 후보자의 예측은 가능함
  - 최대와 최소의 차가 클수록 1위 항목의 정확도가 높다고 할 수 있음
  - 이때 최대에 근접하는 항목이 존재할 경우 1위 항목과 함께 발병 판단 가능

## 10. 통합 시스템 APP/WEB 개발



<통합 시스템 APP/WEB 전체 흐름도>

- 그림은 최종 산출물인 스마트 병해충 검색 앱의 전체 흐름도임
- 해당 앱은 무료 배포되어 안드로이드에서 설치해 사용할 수 있음



- 농가에서 전문가의 정보를 실시간으로 현장에 적용하기가 쉽지 않은 문제가 있음. 즉, 농업인이 원하는 때에 전문가의 의견을 얻기에는 어려움이 따른다는 것임
- 만약 전문가의 답변이 길어지게 되면, 국가병해충관리시스템이 추구하고자 하는 목적을 잃을 수 있음. 자칫하면 농작물의 치료시기를 놓쳐 품질저하가 발생할 수 있기 때문임
- 따라서 실시간으로 농작물 병해충 피해에 따른 진단 및 방제 정보를 제공하는 스마트 폰 기반 앱이 필요함
- 본 스마트 병해충 검색 앱은 스마트폰의 카메라를 이용해 얻어진 이미지를 실시간으로 딥러닝을 이용해 분석하고 발생한 병을 스스로 검색해주며 그에 따른 방제 정보도 함께 제공함
- 스마트 병해충 검색 앱을 통해 병해충 정보뿐만 아니라 방제정보를 실시간으로 농업인들에게 제공할 수 있으며 돌발적으로 발생하는 농작물 병해충에 대해 신속하고 효율적인 대처가 가능함

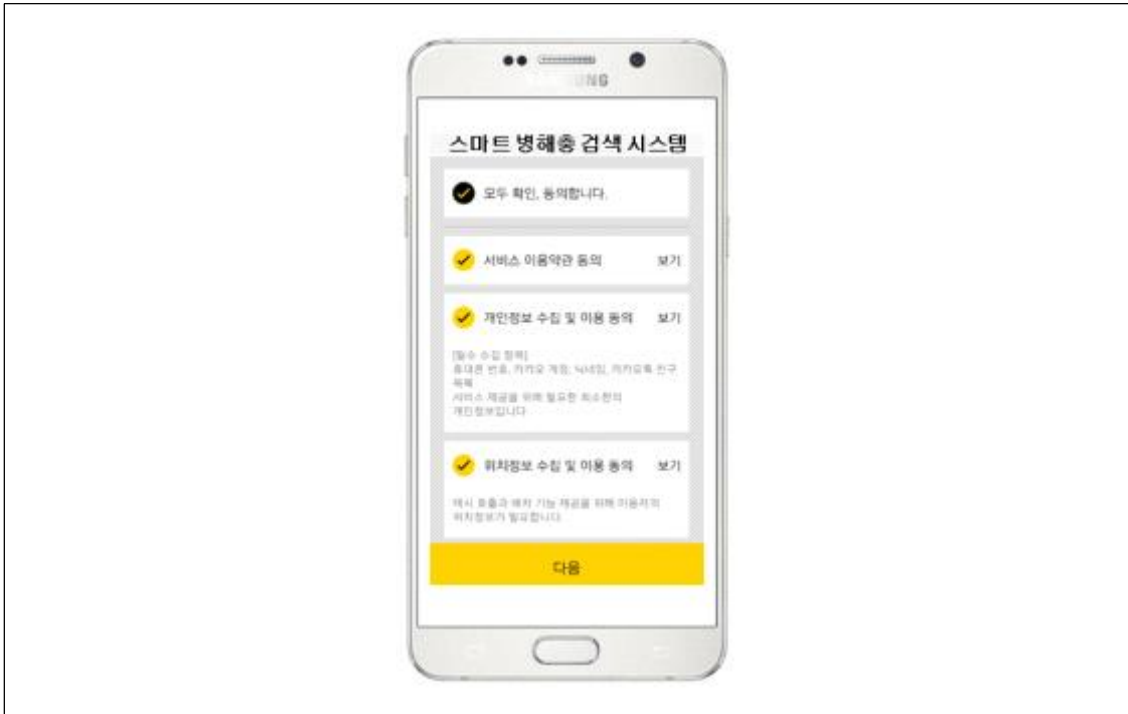
## 10.1 화면 설계



<앱 초기 구동 시 가입 화면>

- 초기 구동 시 각 계정으로 가입하기, 후에 접속 시 자동로그인 됨
- 계정을 클릭 하면 해당 계정으로 가입 후 ① 화면으로 이동





<앱 초기 구동 시 이용약관 화면>

- 이용약관 동의 후 앱 이용가능
- 서비스 이용약관
- 개인정보 수집
- 위치정보 수집



<홈 화면>

- 메인 홈 화면
- 검색을 클릭하면 검색초기화면① 화면으로 이동
- 시작하기 클릭 하면 검색 초기화면 ① 화면으로 이동



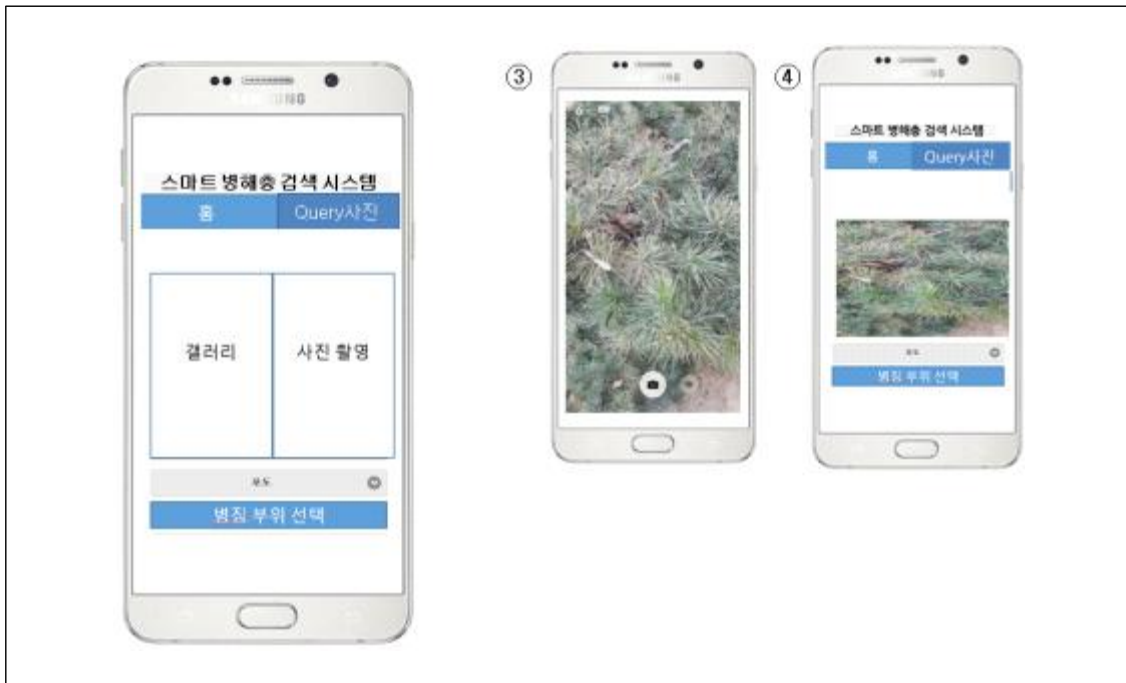
<검색 초기 화면>

- 작물을 선택하여 데이터베이스에 카테고리 설정
- 검색 하고자 하는 작물을 선택하면 ① 화면으로 이동



<사진 촬영, 선택(1)>

- 이미지 검색을 위한 이미지 선택, 촬영
- 홈 클릭 시 ①화면으로 이동
- 갤러리 클릭 시 ②화면으로 이동하여 검색하고자 하는 이미지 선택



<사진 촬영, 선택(2)>

- 이미지 검색을 위한 이미지 선택, 촬영

- 사진 촬영 클릭 시 ③ 화면으로 이동하여 사진 촬영 후 ④ 화면과 같이 갤러리, 촬영 이미지 표시



<사진 촬영, 선택(3)>

- 이미지 검색을 위한 이미지 선택, 촬영
- 병징 부위 선택 클릭 시 이미지를 자르는 화면 ⑥로 이동
- 앞에서 선택한 작물을 표시 다른 작물 선택 시 클릭을 하여 ⑤ 화면에서 선택



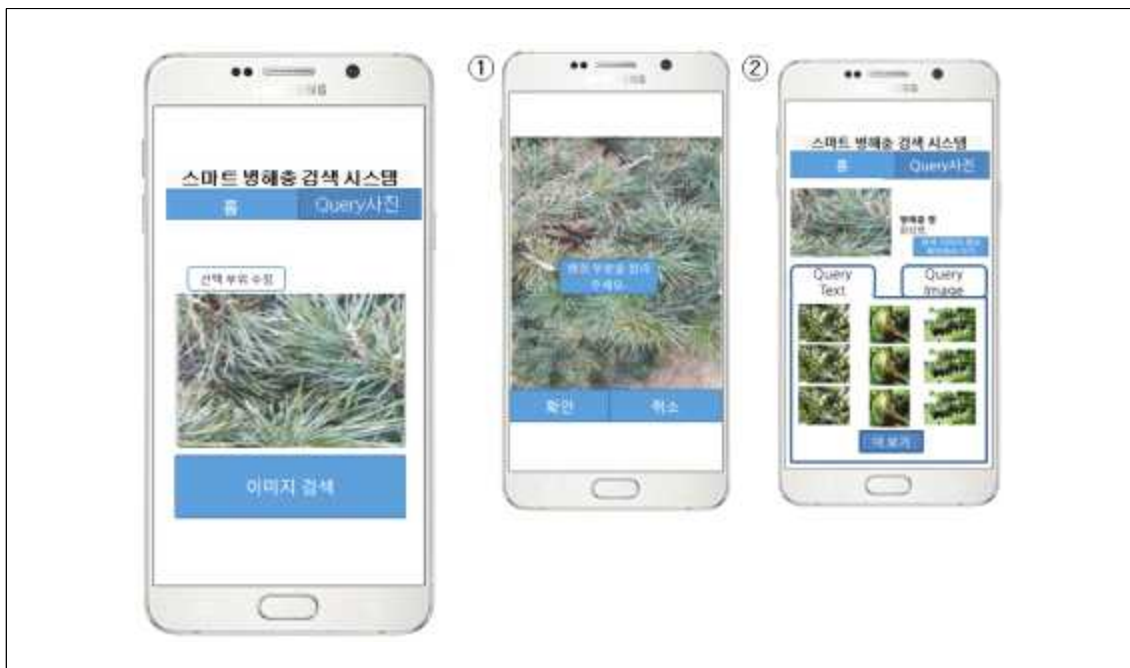
<병징 부위 선택(과정 1)>

- 사용자가 촬영한 이미지를 사용해 병징 부위 선택
- 화면에 손을 대면 정사각형 모양이 생성되어 이미지 자를 준비를 함 화면①과 같음



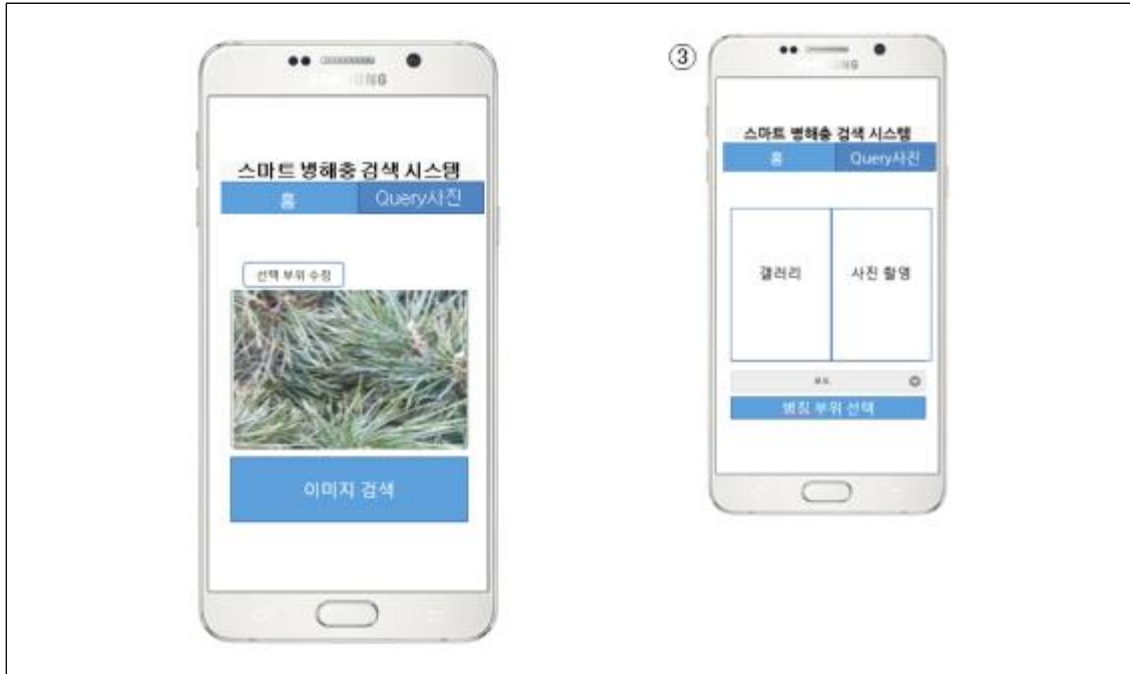
<병징 부위 선택(과정 2)>

- 사용자가 촬영한 이미지를 사용해 병징 부위 선택
- 정사각형 크기를 조절하여 병징 부위 선택 후 확인 클릭 시 ②화면으로 이동
- 취소 클릭 시 이전 화면③으로 이동해 수정 가능



<병징 부위 선택(재수정 1)>

- 선택한 병징 부위 화면에 출력하고 필요 시 재수정
- 선택 부위 수정을 하고 싶다면 클릭 시 ①화면으로 이동
- 이미지에 이상이 없다면 이미지 검색 클릭 시 ②화면으로 이동



<병징 부위 선택(재수정 2)>

- 선택한 병징 부위 화면에 출력하고 필요 시 재수정
- 갤러리/사진촬영 화면으로 돌아가고 싶다면 Query사진 클릭 시 ③화면으로 이동



<이미지 검색(Query Text 1)>



- 이미지 검색에 기본 값으로 Query Text 출력(Query Text는 병해충 명에 따른 이미지)
- 해당 이미지는 ①화면과 같이 병징 부위 선택한 이미지 사용
- Query Text이미지가 사용자 이미지와 유사하다면 클릭 후 ②화면으로 이동
- Query Text이미지는 검색된 병해충 명에 따른 이미지 출력, 화면에 9개 이미지 출력



<이미지 검색(Query Text 2)>

- 이미지 검색에 기본 값으로 Query Text 출력(Query Text는 병해충 명에 따른 이미지)
- 이미지로 비교한 것을 확인하고 싶다면 “Query Image”클릭하여 ③화면 으로 이동
- 이미지를 더 보고 싶다면 더 보기 클릭하여 확인
- 해당 이미지와 유사하다면 클릭하여 ④ 검색 이미지 정보 화면으로 이동



<이미지 검색(Query Image)>



- 이미지 검색에 화면에서 Query Image 클릭 시 출력(Query Image는 사용자 이미지에 따라 검색된 이미지, 유사도이미지검색 결과 전체)
- Query Text 클릭하여 ①화면으로 이동
- Query Text이미지는 검색된 병해충 명에 따른 이미지 출력, 화면에 9개 이미지 출력
- 이미지를 더 보고 싶다면 더 보기 클릭하여 확인
- 해당 이미지와 유사하다면 클릭하여 ② 검색 이미지 정보 화면으로 이동



<검색 이미지 정보(초기화면 1)>

- 검색된 이미지에 대한 정보가 있음
- 진단 정보, 처방 정보
- 해당 이미지는 ①화면에서 촬영 또는 선택한 이미지 사용
- 해당 병해충에 대한 대표이미지 출력
- 더욱 많은 검색 이미지 정보를 확인 하고 싶을 시 스크롤 방식으로 내려 정보 확인 화면②로 이동



<검색 이미지 정보(초기화면 2)>

- 검색된 이미지에 대한 정보가 있음
- 진단 정보, 처방 정보
- 진단 정보와 처방 정보에 대한 내용 출력, 나열 순서는 다음과 같음( 병명, 증상, 처방 약품, 방제법, 발생시기, 발생환경 등등 순)
- 해당 약품에 해당하는 이미지 출력
- 각 약품 별 화면을 나누어 출력



<검색 이미지 정보(마지막 화면)>

- 검색된 이미지에 대한 정보가 있음
- 진단 정보, 처방 정보
- 앞에서 보여준 검색 이미지 정보 뒤에 이어서 출력
- 스크롤 올릴 시 앞에 이미지 정보 출력 화면 ①로 이동
- 농업 진흥청 연결 클릭 시 대표 농업 진흥청 번호로 통화

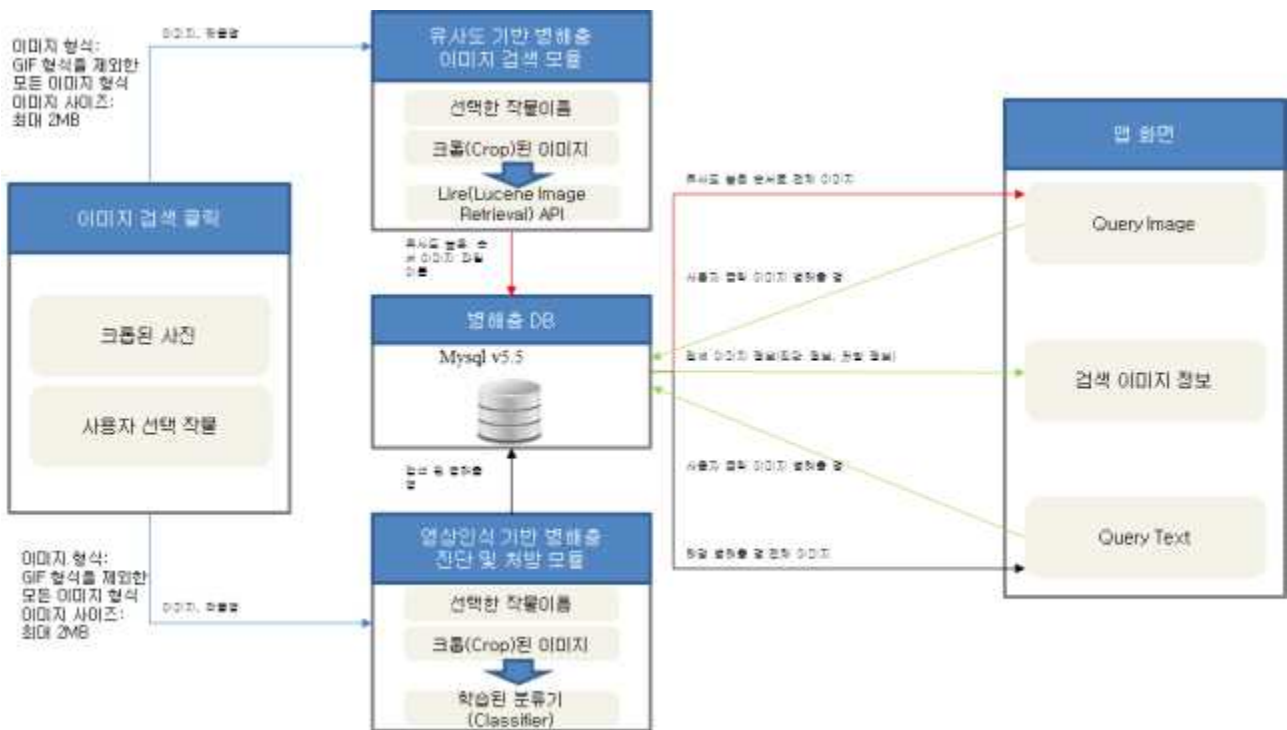


<검색 이미지 정보(처방 약품 없을 시)>

- 검색된 이미지에 대한 정보가 있음
- 진단 정보, 처방 정보
- 처방 약품 없을 시 매우 위험한 병으로 간주 되어 가까운 농업 진흥청에 연결
- 농업 진흥청 연결 클릭 시 대표 농업 진흥청 번호로 통화

## 10.2 안드로이드, IOS App 배포

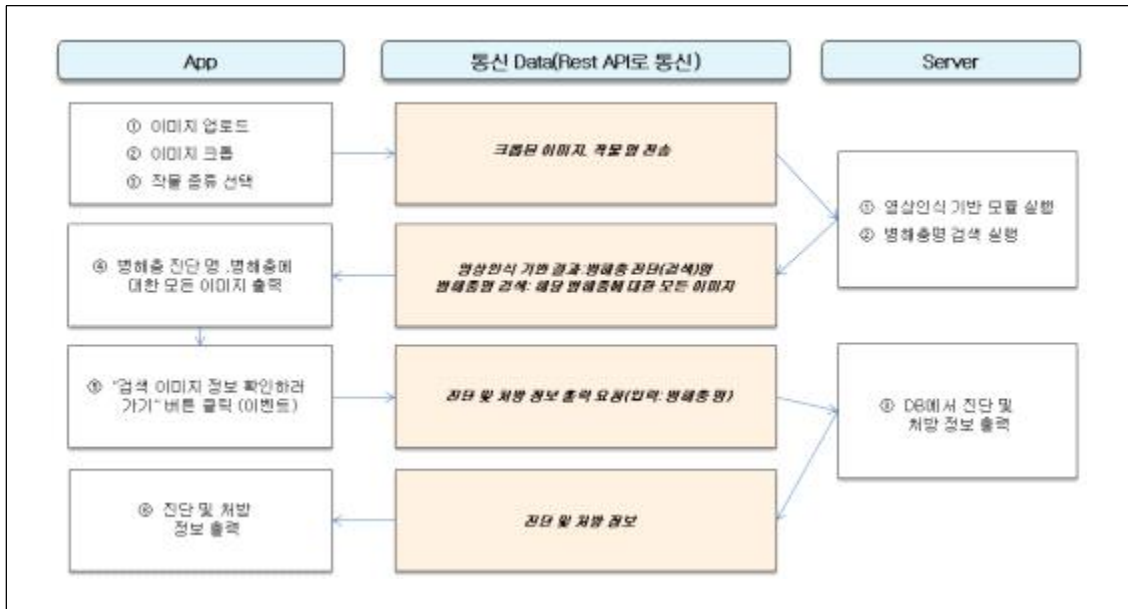
### ○ 시스템 구조도



<App 시스템 구조>

- GIF 형식을 제외한 모든 이미지형식 지원
- 입력 이미지 사이즈 최대 2MB를 주어 해상도와 속도 문제 해결
- 서로 다른 두 시스템을 연동해 정확도를 높임
- 각각에 시스템을 확인할 수 있게 페이지 처리
- 다중사용자를 위해 RestAPI이용
- 같은 병해충 DB를 사용해 DB와 연결하는 시간 단축

### ○ 데이터 처리프로세스



<데이터 처리프로세스>

- 데이터 처리 프로세스는 App, 통신 Data, Server로 나뉘어짐
- App은 사용자는 이미지 업로드, 이미지 크롭, 작물종류 선택을 함
- 사용자가 선택한 사항들은 통신 Data를 통해 Server로 전달
- Server는 유사도이미지검색, 영상인식 기반 모듈 실행을 통해 검색한 데이터를 넘겨줌
- 통신 Data는 다중사용자 접속을 용이하게 하기위해 Rest API통신으로 개발 됨

○ UI/UX 초기기획



<홈 화면>

- 병해충 진단, 병해충 발생정보, 병해충 검색 카테고리가 있음
- 병해충 진단 클릭 시 작물 선택과 병해충 촬영화면으로 이동



<작물선택 화면>

- 작물선택은 대분류에서 과일, 채소, 화훼 종류를 다룸
- 세부작물은 각 대분류에 따른 대중성 높은 작물로 이루어짐
- 작물을 클릭하여 선택할 수 있지만 검색용어를 입력해 원하는 작물을 선택할 수 있음



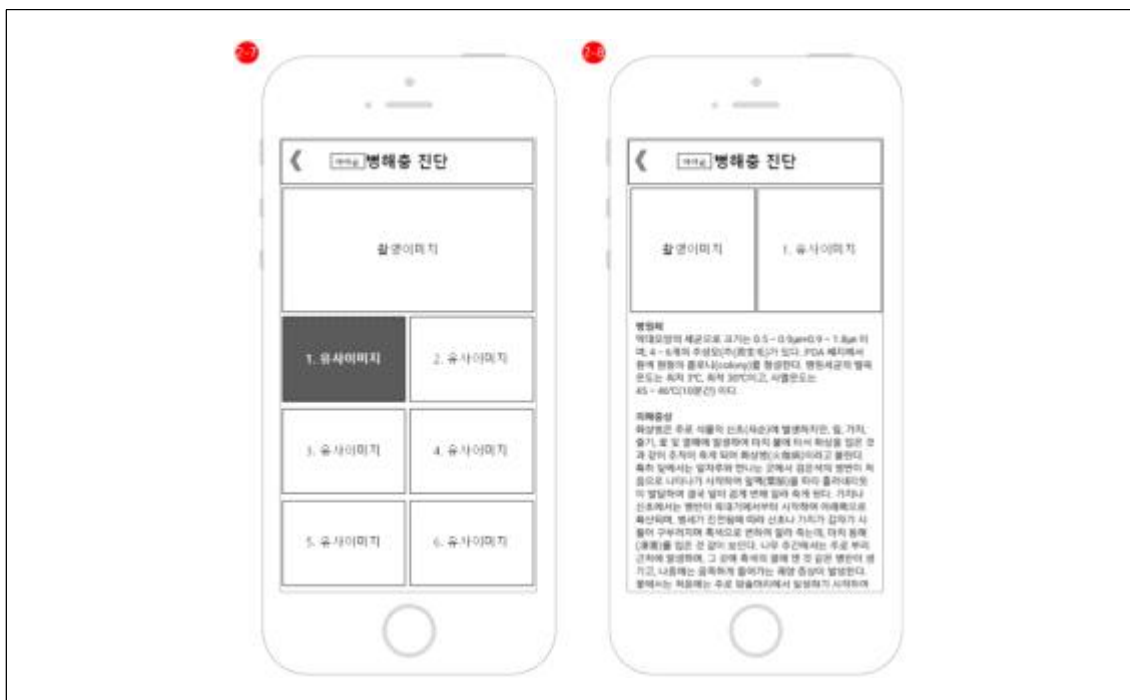
<사진선택 화면>

- 작물을 입력했는데 아래에 비슷한 작물이 검색 안될 시 요청을 통해 업로드 해줄 수 있음
- 사진촬영과 갤러리 둘 중에 하나를 선택하여 검색할 이미지 입력



<사용자선택 화면>

- 병해충 진단은 작물 선택과 사용자가 이미지를 업로드 해야만 다음화면으로 이동할 수 있음



<검색결과 화면>



- 검색된 결과 화면은 촬영한 이미지 아래 유사이미지가 나열됨
- 해당 이미지를 클릭하면 병해충에 대한 정보를 보여줌



<병해충 발생정보 화면 1>

- 홈 화면에 병해충 발생정보를 클릭하면 세부적으로 해당 정보를 볼 수 있음
- 날짜를 클릭하여 도를 클릭 후 세부적인 카테고리를 선택 가능



<병해충 발생정보 화면 2>

- 세부적인 구를 선택하면 해당 구에 가장 빈도 높게 발생한 병해충 정보 확인가능
- 해당 병해충에 이미지와 병해충 설명을 간략히 작성함



<병해충 발생정보 화면 3>

- 병해충 이미지를 클릭 시 더욱 자세한 병해충 정보를 확인 가능함

○ App 서비스 디자인



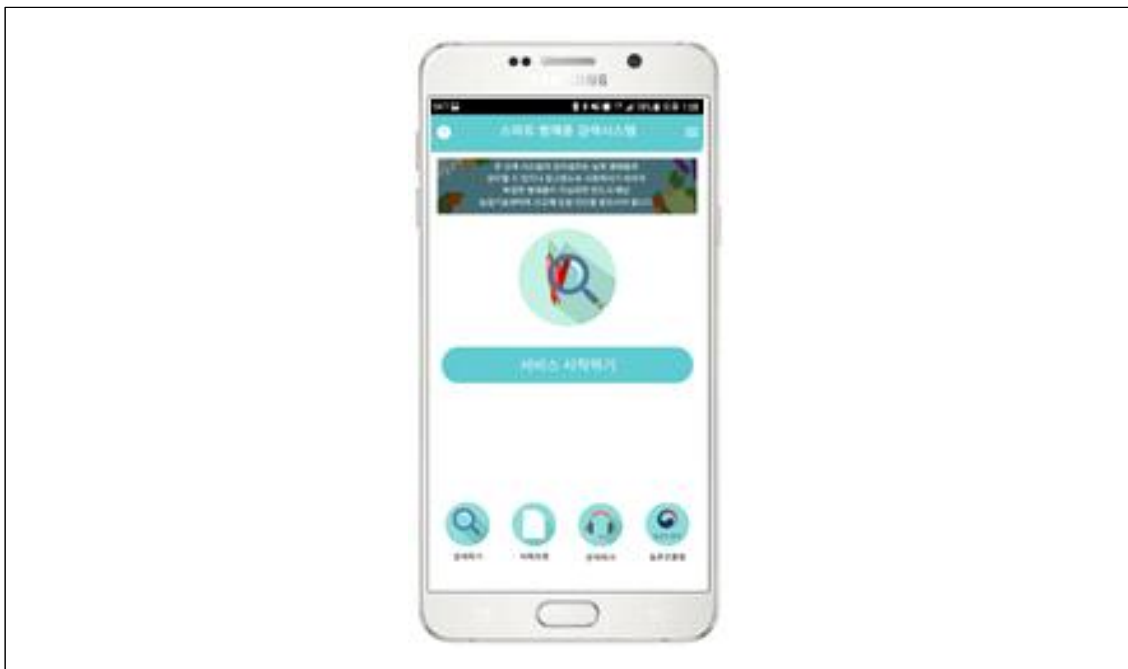
<서비스 시작 화면>

- 처음 앱에 접속 했을 시 다음과 같이 앱 사용 시 주의사항을 표시함
- ‘서비스 시작하기’ 클릭하면 초기 사용자 정보를 입력할 수 있는 화면으로 이동함



<사용자 정보 입력>

- 사용자 정보를 입력할 수 있는 화면으로 각종 분석을 통해 사용자에게 정보를 전달하기 위해 이용함
- 만약 사용자가 화상병과 같은 병해충 증상이 진단되었을 시 빠른 조치와 대응을 할 수 있게 도와주기 위함



<메인 화면>

- 메인 화면은 사용자가 시스템을 시작했을 때 처음 마주하는 화면으로 ‘서비스 시작하기’ 버튼을 통해 본격적으로 병해충 검색 및 방제 정보를 확인할 수 있음
- 메인 화면에는 배와 사과에 생겨 나무 자체를 완전히 말라 죽게 만들고 확실한 치료법이 없어 심각하게 여겨지는 병해인 ‘화상병’에 대하여 ‘본 시스템을 이용한 간이 확인 결과, 화상병이 의심되면 반드시 해당 농업 기술 센터에 신고하여 정밀 진단을 받으셔야 합니다.’라는 문구를 적어 그 위험성을 강조함



<카테고리 선택 화면>

- 카테고리 선택 화면은 사용자가 메인화면에서 ‘서비스 시작하기’ 버튼을 클릭 시 이동하는 화면임
- 처음화면은 작물선택 화면으로 크게 과일, 채소, 화훼 3종류로 나누어짐
- 예를 들어 사용자가 ‘과일’을 클릭했을 시 그림과 같이 세부작물을 선택할 수 있는 화면으로 이동함
- 사용자가 검색하고자 하는 작물을 선택 시 병해충이 위치하는 곳을 선택할 수 있음
- 따로 카테고리 선택을 하는 이유는 사용자에게 더욱 정확한 검색 결과를 보여주기 위함임



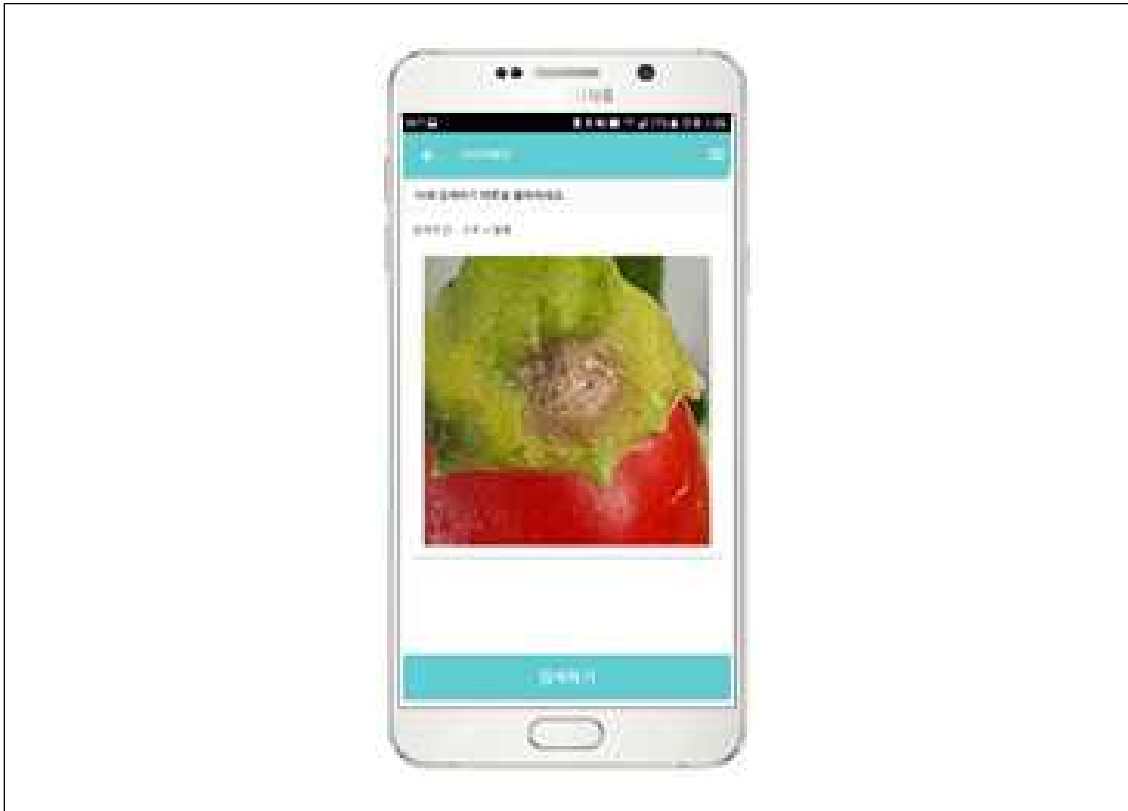
<이미지 선택 화면>

- 이미지 선택 화면은 실제로 통합 모듈에 들어갈 사용자 입력 이미지를 선택하는 화면임
- 사용자는 화면 중간에 있는 ‘갤러리 이미지’를 눌러 스마트폰에 탑재된 카메라 기능으로 사진을 촬영하거나 기존 스마트폰 안에 저장된 이미지를 사용함
- 이미지 선택 후 사용자는 이미지에서 스마트폰 화면의 터치-드래그를 통해 병해충 부위로 의심되는 부위를 크롭(자르기)하여 검색하게 됨



<병징 부위 선택 화면>

- 병징 부위 선택 화면은 사용자가 촬영하거나 갤러리에서 선택한 후 이동하는 화면임
- 왼쪽 화면은 병해충으로 의심되는 병징 부위에 범위를 사용자가 선택해서 자르는 역할을 함
- 병징 부위 선택한 이미지는 서버로 이동되어 시스템에서 해당 이미지가 어떤 병해충인지 판단을 할 때 사용함



<검색 화면>

- 검색하기 화면은 병징 부위 선택 화면에서 크롭한 이미지를 ‘검색하기’ 버튼을 통해 서버에 전송하는 화면임
- 오른쪽 화면 하단에 있는 ‘검색하기’ 버튼을 클릭하여 서버에 전송하기 전 ‘선택부위 수정’ 버튼을 클릭해 재수정 가능함
- ‘선택 부위 수정’ 버튼을 클릭하면 도면 5 화면에 오른쪽 화면으로 이동해서 다시 병징 부위 선택이 가능함
- 서버에 전송된 이미지는 통합모듈을 통해 결과화면을 화면에 보여줌





<검색 결과 화면 1>

(왼쪽: 영상인식 기반 검색 결과, 오른쪽: 유사도 기반 이미지 검색 결과)

- 검색 결과 화면 1에서는 선택한 병해충 의심 이미지를 입력 값으로 사용해 출력된 유사도 이미지 검색 결과와 영상 인식 기반 검색 결과 값을 보여줌
- 가장 위의 내비게이션 바의 왼쪽에 있는 화살표 버튼을 누르면 이미지를 다시 선택할 수 있고, 오른쪽에 있는 홈 버튼을 누르면 메인 화면으로 돌아감
- 중간에는 사용자가 선택한 원본 이미지와 크롭 이미지 각각을 탭 형식으로 번갈아 볼 수 있게 되어있음
- 원본이미지 아래에는 ‘영상 인식 기반 모듈’에 의해 검색된 병해충 명이 출력 됨
- 병해충명들 중 하나를 선택하여 누르면 병해충의 상세 정보를 담은 검색 결과 화면 2로 넘어가게 됨
- 아래에는 ‘유사 사진 검색 결과’를 나타내며 ‘유사도 기반 이미지 검색 모듈’에 의해 검색한 유사 병해충 이미지들이 유사도가 높은 순으로 출력됨
- 마찬가지로 6개씩 뿌려지며 ‘더보기’ 버튼을 눌러 추가로 볼 수 있음
- 이미지들은 유사도가 높은 순으로 보이며, 마찬가지로 이미지를 클릭하여 해당 병해충에 대한 정보를 확인할 수 있음



<검색 결과 화면2>

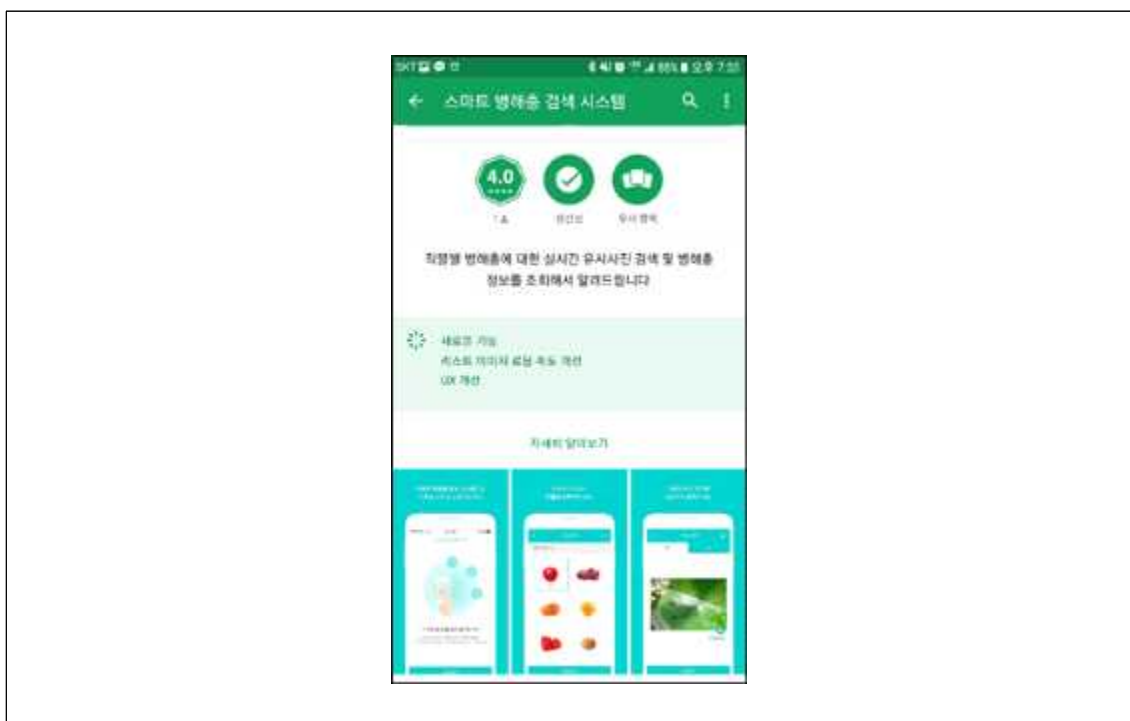
- 검색 결과 화면 2에서는 검색 결과 화면 1에서 사용자가 클릭한 병해충의 상세 정보를 담은 결과 화면을 볼 수 있음
- 먼저 위의 상단 내비게이션 바에서 왼쪽의 화살표 버튼을 누르면 이전에 검색한 검색 결과 화면 1로 돌아갈 수 있고 홈 버튼을 누르면 도면 2 화면으로 돌아가 처음부터 다시 시작할 수 있음
- 중간에는 해당 병해충의 대표 이미지를 나타냄
- 밑에는 선택한 병해충에 대한 간단한 설명과 증상, 처방 방법, 발생환경, 그리고 처방 약제에 대한 설명을 볼 수 있음
- 처방 약제는 사진을 첨부해서 사용자가 쉽게 알 수 있게 했음
- 한 화면에서 클릭을 통해 한 번에 쉽고 빠르게 볼 수 있게 개발함

○ 안드로이드 앱 정보



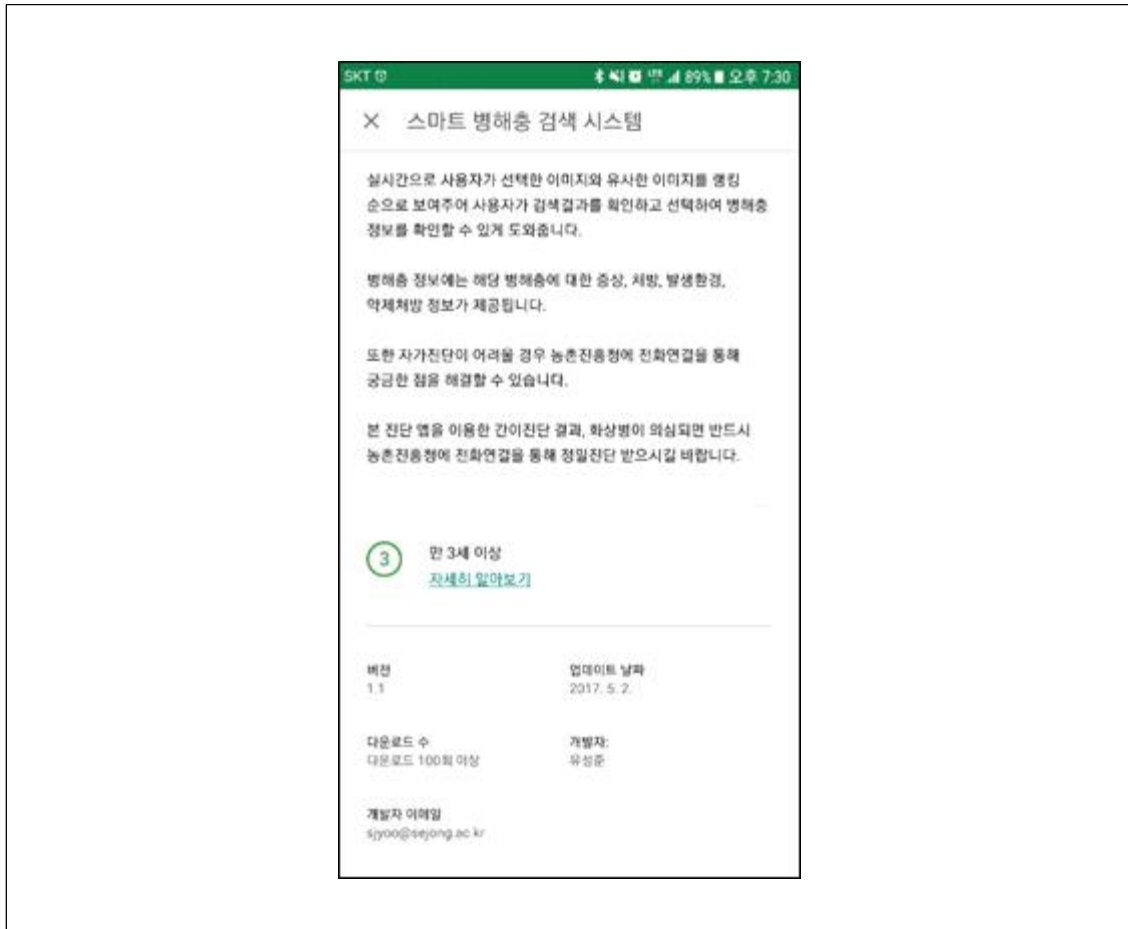
<안드로이드 App 화면>

- Play 스토어에서 스마트 병해충 검색 시스템 검색 시 다음과 같이 다운로드 받을 수 있음
- 사용자관점에서 UI를 제공하기 위해 지속적인 업데이트 중
- 기능과 화면은 서비스 디자인과 동일



<안드로이드 앱 정보 1>

- 해당 앱을 대표할 수 있는 화면을 제공함
- 앱에 대한 간략한 설명과 이미지를 제공해 사용자가 쉽게 이용할 수 있음



<안드로이드 앱 정보 2>

- 자세히 알아보기 클릭 시 다음과 같이 앱에 대한 자세한 설명을 확인 가능

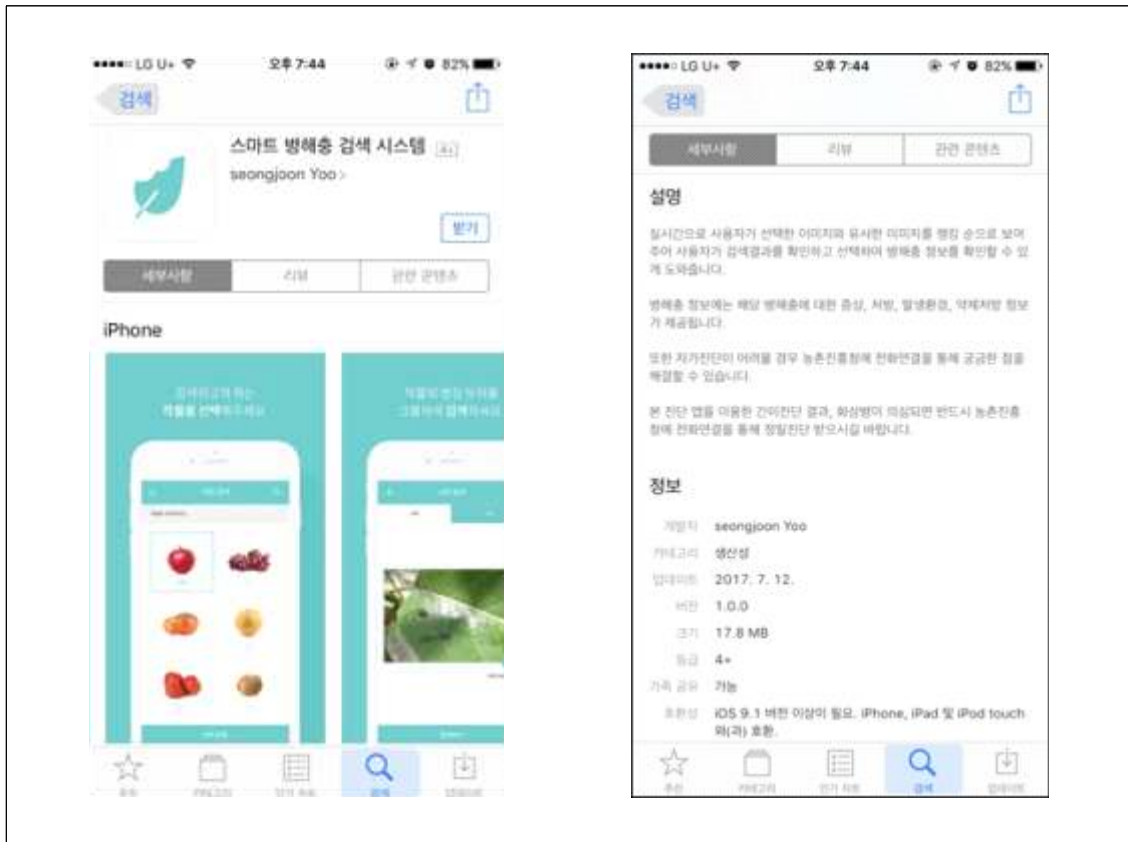


<안드로이드 앱 정보 3>

- 앱 출시 일은 2017년 4월 25일 임

- 전체이용가로 모두 사용가능

○ IOS 앱 정보



<IOS App 화면>

- 기능과 화면은 서비스 디자인과 동일
- I Phone에서도 이용가능하게 IOS 전용 앱 개발함
- 앱 출시 일은 2017년 7월 12일 임
- iPad 및 iPod touch기종도 같이 호환 가능함

### 10.3 WEB 개발현황

○ 메인화면



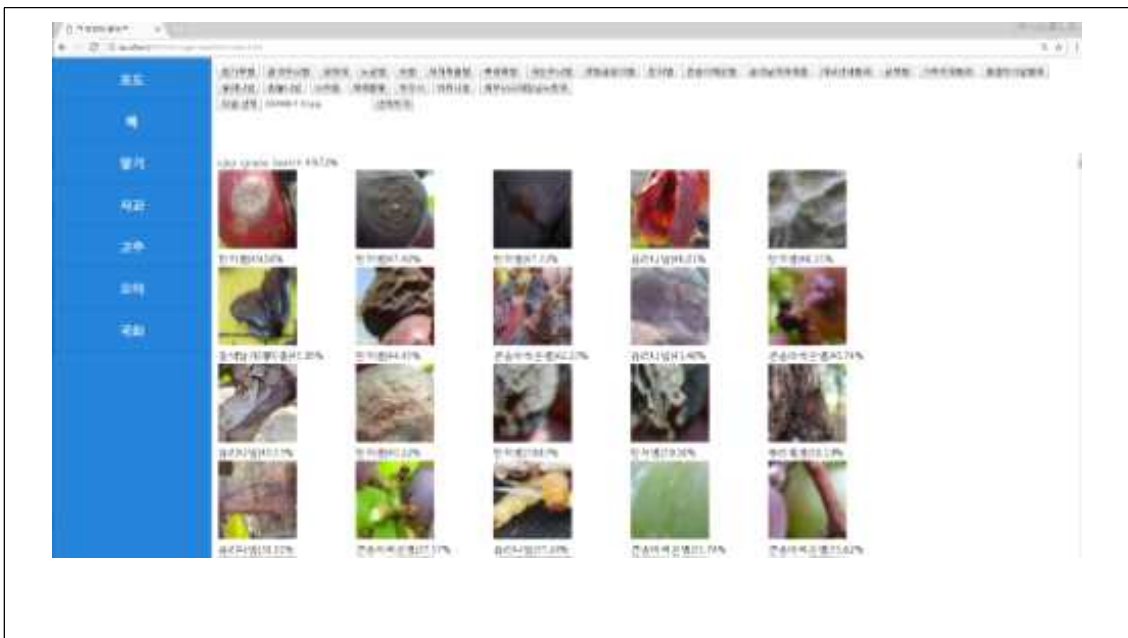
○ 유사도 검출



○ 사용자 업로드 테스트(구글 다운로드 이미지)



○ 사용자 업로드 테스트 결과





# 11. 현장실증 결과









































세종대학교  
SEJONG UNIVERSITY



농촌진흥청  
국립원예특작과학원



## 첨단생산기술개발사업 개발 시스템 현장실증 실시 결과

현장실증 1	현장실증 2												
<p>관제 결과</p> <p>사용자 원본 이미지    사용자 크롭 이미지</p> 	<p>관제 결과</p> <p>사용자 원본 이미지    사용자 크롭 이미지</p> 												
<p>유사 사진 결과</p> <table border="0"> <tr> <td>                       유사도: 92.03%                      화상병                 </td> <td>                       유사도: 74.08%                      화상병                 </td> </tr> <tr> <td>                       유사도: 73.94%                      화상병                 </td> <td>                       유사도: 73.86%                      화상병                 </td> </tr> <tr> <td>                       유사도: 73.07%                      화상병                 </td> <td>                       유사도: 72.70%                      화상병                 </td> </tr> </table> <p>더보기</p>	 유사도: 92.03% 화상병	 유사도: 74.08% 화상병	 유사도: 73.94% 화상병	 유사도: 73.86% 화상병	 유사도: 73.07% 화상병	 유사도: 72.70% 화상병	<p>유사 사진 결과</p> <table border="0"> <tr> <td>                       유사도: 96.17%                      은실가루이                 </td> <td>                       유사도: 95.49%                      은실가루이                 </td> </tr> <tr> <td>                       유사도: 94.89%                      은실가루이                 </td> <td>                       유사도: 94.72%                      은실가루이                 </td> </tr> <tr> <td>                       유사도: 91.28%                      은실가루이                 </td> <td>                       유사도: 89.86%                      은실가루이                 </td> </tr> </table> <p>더보기</p>	 유사도: 96.17% 은실가루이	 유사도: 95.49% 은실가루이	 유사도: 94.89% 은실가루이	 유사도: 94.72% 은실가루이	 유사도: 91.28% 은실가루이	 유사도: 89.86% 은실가루이
 유사도: 92.03% 화상병	 유사도: 74.08% 화상병												
 유사도: 73.94% 화상병	 유사도: 73.86% 화상병												
 유사도: 73.07% 화상병	 유사도: 72.70% 화상병												
 유사도: 96.17% 은실가루이	 유사도: 95.49% 은실가루이												
 유사도: 94.89% 은실가루이	 유사도: 94.72% 은실가루이												
 유사도: 91.28% 은실가루이	 유사도: 89.86% 은실가루이												

← 검색 결과 ★

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:88.60%  
데미송류



유사도:85.87%  
데미송류



유사도:85.76%  
녹병



유사도:85.10%  
흰가루병



유사도:84.77%  
데미송류



유사도:84.77%  
예무늬고리장님노린재

더보기

← 검색 결과 ★

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



포도·노균병

병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:93.36%  
뿌리혹병



유사도:92.52%  
뿌리혹병



유사도:92.26%  
뿌리혹병



유사도:92.23%  
뿌리혹병



유사도:92.07%  
갈색날개데미송



유사도:91.10%  
뿌리혹병

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지    사용자 크롭 이미지



포도 - 노균병

병해충명 검색 결과    유사 사진 결과



유사도:54.54%

미국선녀벌레



유사도:52.78%

새눈무늬병



유사도:51.86%

박각시



유사도:49.24%

박각시



유사도:48.70%

큰송이뽕은병



유사도:48.50%

유리나방

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지    사용자 크롭 이미지



포도 - 노균병

병해충명 검색 결과    유사 사진 결과



유사도:78.92%

박각시



유사도:75.01%

박각시



유사도:74.60%

박각시



유사도:72.54%

새눈무늬병



유사도:72.30%

박각시



유사도:72.17%

박각시

더보기



← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



포도 - 노균병

병해충영 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:64.28%

흰불나방



유사도:62.66%

탄저병



유사도:62.01%

메미충류



유사도:58.26%

새논무늬병



유사도:57.91%

꼭지마름병



유사도:57.60%

새논무늬병

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



포도 - 노균병

병해충영 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:84.61%

꼭지마름병



유사도:83.48%

꽃메미



유사도:81.15%

꼭지마름병



유사도:80.01%

갈색날개메미충



유사도:79.33%

흰얼룩병



유사도:79.01%

꼭지마름병

더보기

← 검색 결과 ★

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충영 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:51.16%

잣빛곰팡이병



유사도:44.13%

역병



유사도:32.85%

역병



유사도:32.13%

세균점무늬병



유사도:29.22%

흰비단병



유사도:29.18%

TSWV(토마토반점위조바이러스)

더보기

← 검색 결과 ★

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충영 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:81.92%

세균점무늬병



유사도:78.60%

파밤나방



유사도:74.61%

세균점무늬병



유사도:74.30%

세균점무늬병



유사도:74.02%

파밤나방



유사도:73.78%

잣빛곰팡이병

더보기



← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:75.58%

세균점무늬병



유사도:75.28%

세균점무늬병



유사도:73.29%

갯빛곰팡이병



유사도:73.05%

세균점무늬병



유사도:72.80%

갯빛곰팡이병



유사도:72.63%

파밤나방

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:95.11%

흰가루병



유사도:94.24%

세균점무늬병



유사도:93.61%

TSWW(토마토반점위조바 이러스)



유사도:93.14%

흰가루병



유사도:92.98%

세균점무늬병



유사도:92.46%

세균점무늬병

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지    사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과    유사 사진 결과



유사도:94.60%

PePMoV

유사도:92.25%

파뱀나방



유사도:92.21%

잣빛곰팡이병

유사도:91.04%

PePMoV



유사도:89.93%

파뱀나방

유사도:89.87%

PePMoV

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지    사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과    유사 사진 결과



유사도:65.43%

잣빛곰팡이병

유사도:63.41%

질록병



유사도:62.50%

세균점무늬병

유사도:60.79%

썩당나무노린재



유사도:60.08%

담배나방

유사도:59.72%

질록병

더보기



← 검색 결과 ☆

사용자 기본 이미지      사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과      유사 사진 결과



유사도:60.64%

파밤나방

유사도:56.36%

대만총채벌레



유사도:55.26%

씩당나무노린재

유사도:53.47%

세균점무늬병



유사도:53.11%

쫄빛곰팡이병

유사도:52.84%

세균점무늬병

더보기

← 검색 결과 ☆

사용자 기본 이미지      사용자 크롭 이미지



포도 - 노균병

병해충명 검색 결과      유사 사진 결과



유사도:76.41%

갈색날개매미충

유사도:74.91%

갈색날개매미충



유사도:72.90%

미국선녀벌레

유사도:72.34%

가루깍지벌레



유사도:71.40%

흰불나방

유사도:71.10%

갈색날개매미충

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충영 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:75.65%  
썩덩나무노린재



유사도:74.18%  
썩덩나무노린재



유사도:70.39%  
썩덩나무노린재



유사도:69.57%  
썩덩나무노린재



유사도:68.62%  
세균점무늬병



유사도:68.36%  
썩덩나무노린재

더보기

← 검색 결과 →

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충영 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:85.13%  
파범나방



유사도:85.09%  
젓빛곰팡이병



유사도:83.51%  
파범나방



유사도:83.06%  
PePMoV



유사도:82.85%  
파범나방



유사도:82.46%  
대만총채벌레

더보기

← 검색 결과 🏠

사용자 원본 이미지

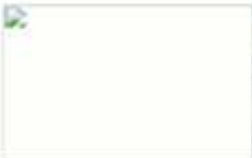
사용자 크롭 이미지



포도 - 노균병

병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:86.22%

박쥐나방



유사도:84.68%

박각시



유사도:83.16%

박각시



유사도:81.01%

박각시



유사도:80.91%

박각시



유사도:80.87%

박각시

더보기

← 검색 결과 🏠

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:70.32%

새눈무늬병



유사도:65.34%

새눈무늬병



유사도:64.82%

새눈무늬병



유사도:64.75%

새눈무늬병



유사도:64.63%

새눈무늬병



유사도:64.50%

새눈무늬병

더보기



← 검색 결과 🏠

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:78.61%  
젓빛곰팡이병



유사도:68.97%  
젓빛곰팡이병



유사도:68.78%  
질록병



유사도:68.73%  
질록병



유사도:68.00%  
흰가루병



유사도:66.52%  
새눈무늬병

더보기

← 검색 결과 🏠

사용자 원본 이미지

사용자 크롭 이미지



고추 - 세균점무늬병

병해충명 검색 결과

유사 사진 결과



유사도:91.48%  
흰가루병



유사도:91.38%  
젓빛곰팡이병



유사도:90.69%  
흰가루병



유사도:90.54%  
PePMoV



유사도:90.03%  
PePMoV



유사도:89.58%  
젓빛곰팡이병

더보기

## 12. 공인인증 시험

- 개발한 영상인식 기반 모델과 유사도 기반 모델의 시스템 성능을 측정하기 위해 공인인증 시험을 진행했음
- 시험항목
  - 이미지 유사도 기반 시설원예작물 병해충 이미지 분석 시스템 성능 측정
  - 영상인식 기반 시설원예작물 병해충 이미지 분석 시스템 성능 측정
  - 이미지 유사도 기반 고추, 포도 작물의 병해충 이미지 분석 시스템 성능 측정
  - 영상인식 기반 고추, 포도 작물의 병해충 이미지 분석 시스템 성능 측정
- 시험방법
  - 병해충 이미지를 입력하고 병징 부위를 선택함(이미지 크롭)
  - 크롭된 이미지를 기반으로 각각 영상인식 기반 모델의 결과, 이미지 유사도 기반 모델의 결과를 출력함
  - 각 병해충 당 10장의 이미지로 테스트함
  - 시설원예작물 병해충 질병(총 10개 작물, 30개 병해충) = 총 100개의 테스트 이미지
  - 고추, 포도 병해충 질병(총 2개 작물, 73개 병해충) = 총 100개 테스트 이미지(고추 병해충 10종, 포도 병해충 10종, 각 병해충 당 10장 이미지)
- 성능측정 방법
  - 유사도 기반 모델: 입력된 이미지의 질병과 유사도 검색 결과에서 얻은 상위 3개의 유사 이미지의 병 이름을 비교하고 3개 중 1개라도 일치하면 정확하다고 판단
  - 영상인식 기반 모델: 입력된 이미지의 질병과 영상인식 결과에서 얻은 병 이름을 비교하고 해당 두 병명이 일치하면 정확하다고 판단함
  - 정확도 계산 방법: 각 병해충 정확도 = (정확히 분석한 횟수 / 총 시험 횟수) \* 100%
  - 각 작물의 정확도 계산 방법: 각 작물에 포함된 병해충 정확도 SUM / 포함된 병해충 개수
- 시험목표
  - 유사도 기반, 영상인식 기반 모델 정확도가 75% 이상
- 예외사항

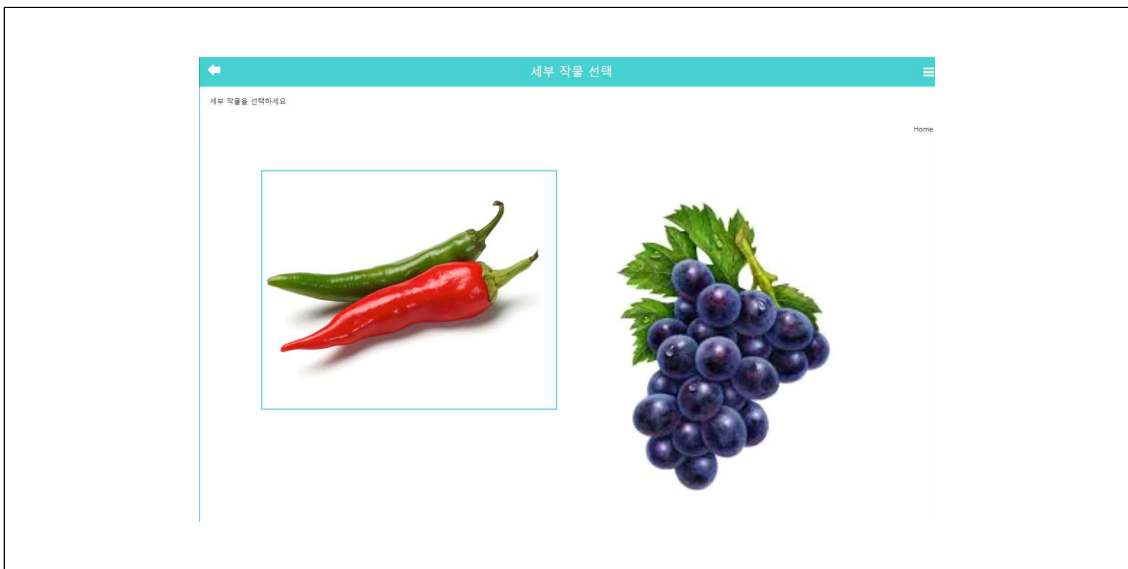
- 병해충 부위를 잘못 선택한 경우에 시험결과에서 제외함

○ 시험절차

- 웹 페이지에 접속(내부서버 URL([http://drplant/cbir\\_v6/index.php](http://drplant/cbir_v6/index.php)))

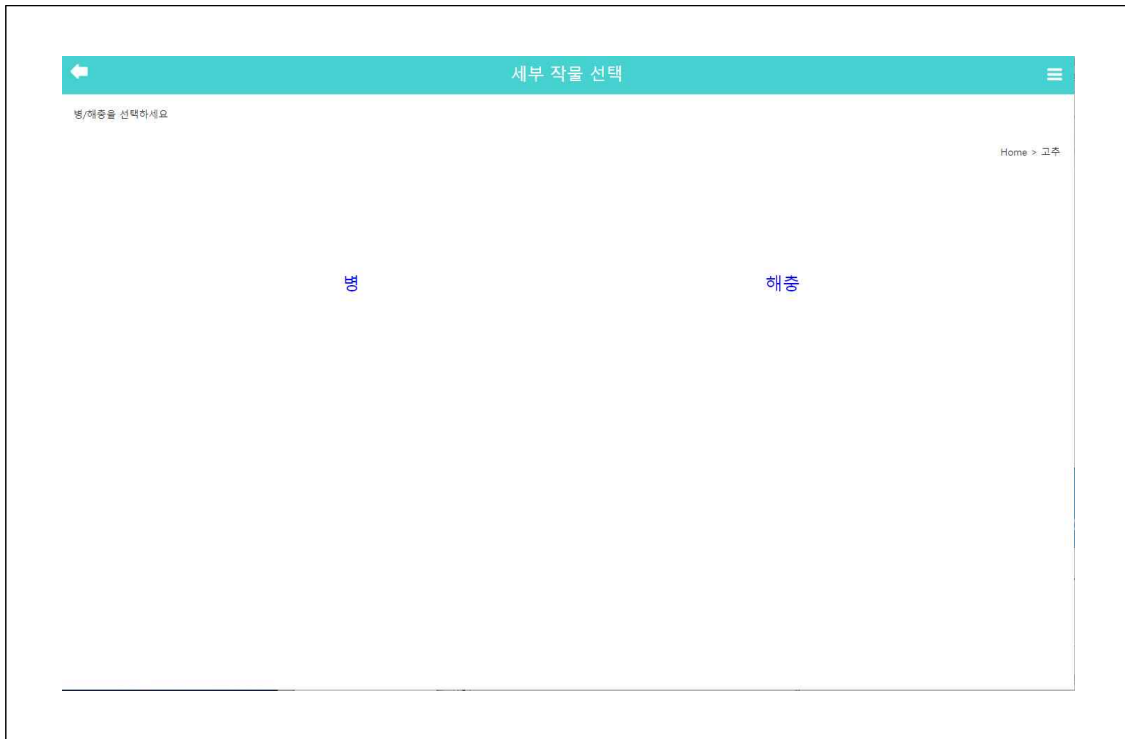


- ‘시작하기’ 버튼을 클릭
- 화면에서 세부작물을 클릭



- 분석하고자 하는 대상(병, 해충)을 클릭함

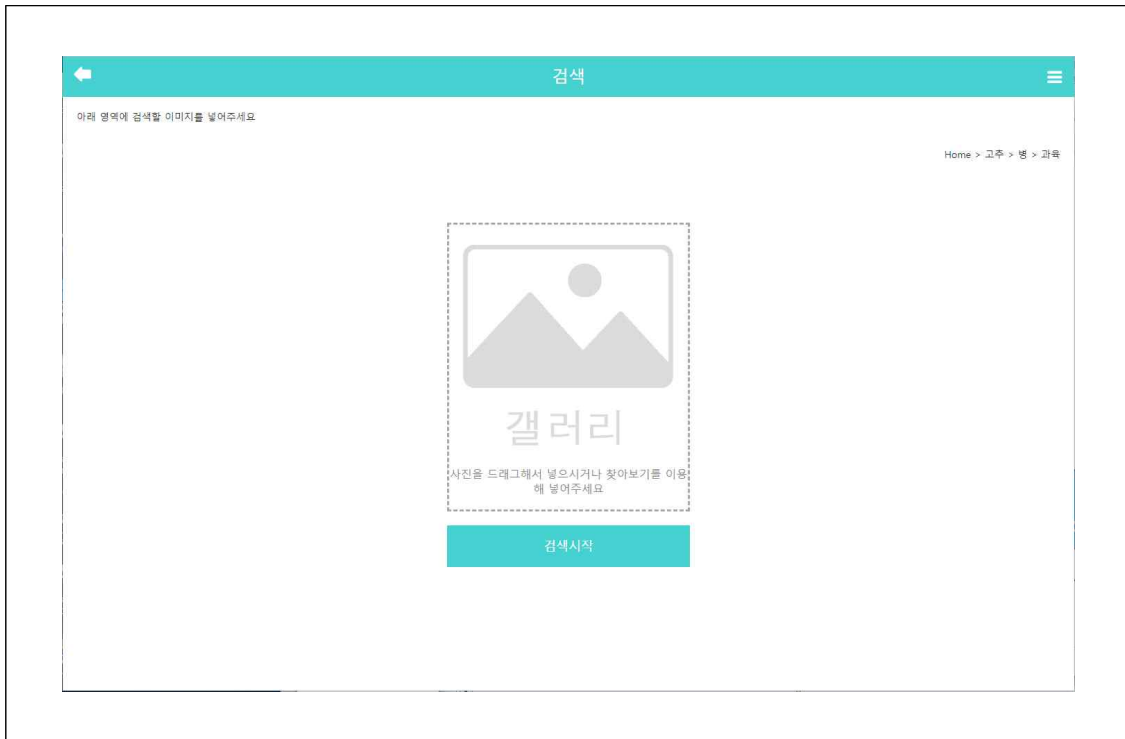




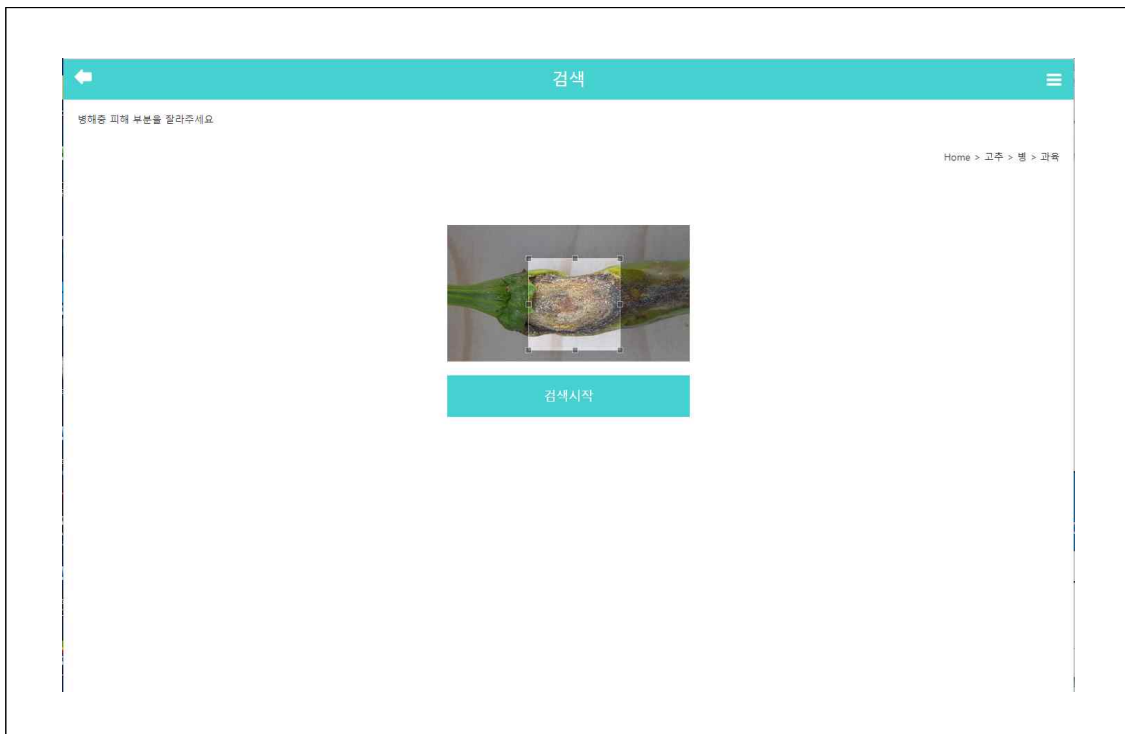
- 분석하고자 하는 세부대상(병일 시) 클릭
- 병징 부위가 속해있는 세부대상(과육, 잎, 줄기)을 클릭



- 화면을 클릭해 병해충 이미지를 업로드



- 원본 이미지에서 병해충 피해 부위를 선택함(이미지 크롭)




- '검색시작' 버튼을 클릭
- 검색 결과에서 영상인식 결과 중에서 가장 정확도가 높은 병 이름을 선택함(그림에서 '탄저병')

- 유사도 검색 결과에서 상위 3개 이미지를 선택함(그림에서 ‘잿빛곰팡이 병’과 ‘탄저병’)

←
검색 결과
☰

Home > 고추 > 병 > 과육





이미지



영상인식 검색 결과

작물 - 병명	정확도
고추 - 탄저병	83%
고추 - 풋마름병	3%
고추 - <b>blackmold</b>	3%

유사도 검색 결과

이미지	병명	유사도
	잿빛곰팡이 병	0.42
	탄저병	0.44
	잿빛곰팡이 병	0.44
	--	

## 2018년 원예특작시험연구 국민정책참여단 회의결과

○ 국민정책참여단 운영 목적

- 개발기술 수혜자인 농업인의 의견을 적극 수렴하고 기술개발에 반영하여 현장 중심의 연구개발 시스템 구축

○ 일시 및 장소 : 2018. 10. 16(화) 13:00~15:00, 원예원 영상회의실

○ 참석자 : 11명 (외부 재배농가 6명, 퍼실리에이터 1; 내부 4)

○ 회의 내용(앱 사용 후기 등 문제점 제시)

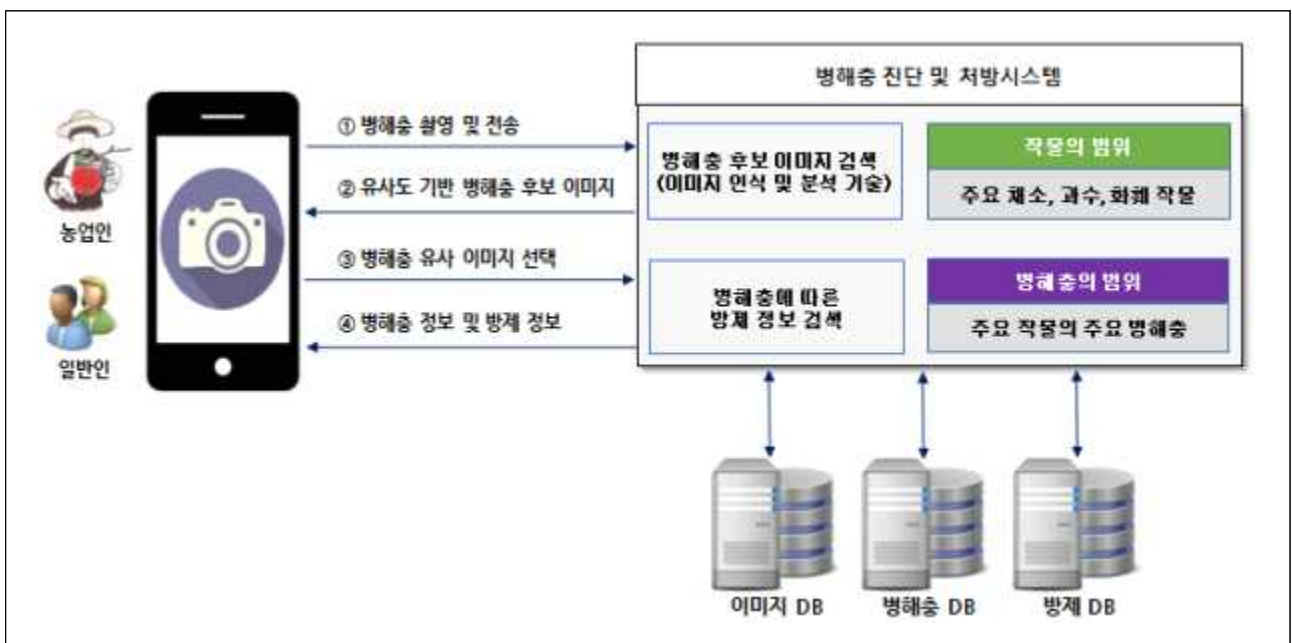
위원명	의견 내용
이광식 (고추농가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트폰 기반 앱을 활용한 병해충 진단 및 처방 정보제공은 초보 농업인에게는 매우 유용한 정보임</li> <li>• 앱에서 제공되는 정보만 정확하다면 귀농 활성화하는데 큰 영향을 미칠 수 있음. 그 만큼 현장에서 가장 많이 필요로 하는 기술임</li> <li>• 병반 사진이 진딧물로 검색되는 오류발생</li> <li>• 앱의 개발 목적 대상은 경험이 많은 농업인 보다는 초보 농업인이 사용할 수 있도록 개발되어야 함</li> </ul>
김상원 (고추농가)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본인의 경우 밴드 등 SNS 기반 소통 체계가 갖추어져 있어 병해충, 생리장애 등에 관한 정확한 정보를 회원간 공유하고 있음</li> <li>• 개발된 앱은 밴드 보다 신속하고 정확한 정보를 제공해야만 농업인들이 활용할 것으로 사료됨</li> <li>• 병해충 특성 상 수많은 경우의 수가 발생하므로, 기관차원으로 만 정보를 채울 수 없음. 여러 농업인들로부터 정보를 수집할 수 있는 집단지성 체계를 구축할 필요가 있음</li> </ul>
김희주 (고추)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 귀농인 등 초보 농업인의 경우 병 발생 시 주변 동료들로부터 정보를 습득하여 방제하고 효과가 없을 시 기술원 또는 시군기술센터의 정보를 얻고 그래도 효과가 없을 시 농약업체를 방문하는 순으로 방제하고 있지만 그럼에도 실패하는 사례가 있음</li> <li>• 앱사용 후 느낀 점으로 과연 초보 농업인에게 정확한 정보를 줄지 아직도 의문이 감</li> </ul>

위원명	의견 내용
이대훈 (포도)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 앱 사용 시 마그네슘 결핍 등 생리장애에 의한 현상과 병 발생에 의한 현상을 구분하지 못함</li> <li>• 앱 보급 시 개발 의도와는 다르게 오류 진단에 따른 약제 사용은 농가의 경제적 손실을 입히므로 정확도를 높이는 것이 매우 중요함</li> <li>• 포도의 경우도 카페을 활용하여 정보를 오랫동안 공유하고 있음. 초보 농업인이 증상을 올리고 경험이 많은 농업인이 댓글로 방제 방향을 제시하는 방식으로 운영 중. 카페 회원 중 20년 이상 포도 재배를 한 고수들을 활용하여 앱의 정확도를 높이기를 제안함</li> </ul>
경만철 (포도)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 병발생 시 농업인의 가장 큰 애로사항은 시군센터 등 공공기관의 병에 대한 처방이 매우 오래 걸림</li> <li>• 정확한 병을 진단해 주는 앱이 개발된다면 24시간 병해 정보를 얻을 수 있어 큰 도움이 될거라 생각됨</li> </ul>
김중원 (포도)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 앱 사용 시 줄기에 발생한 병해를 업로드 해도 잎 등 타 부위의 정보가 검색될 뿐만 아니라 병해 정보도 정확하지 않음</li> </ul>

## 1. 목표

## 1.1 최종목표

- 주요 시설원예작물 병해충의 DB 구축 및 이를 이용한 스마트폰 기반의 병해충 진단, 처방 시스템 개발 및 현장 적용성 평가

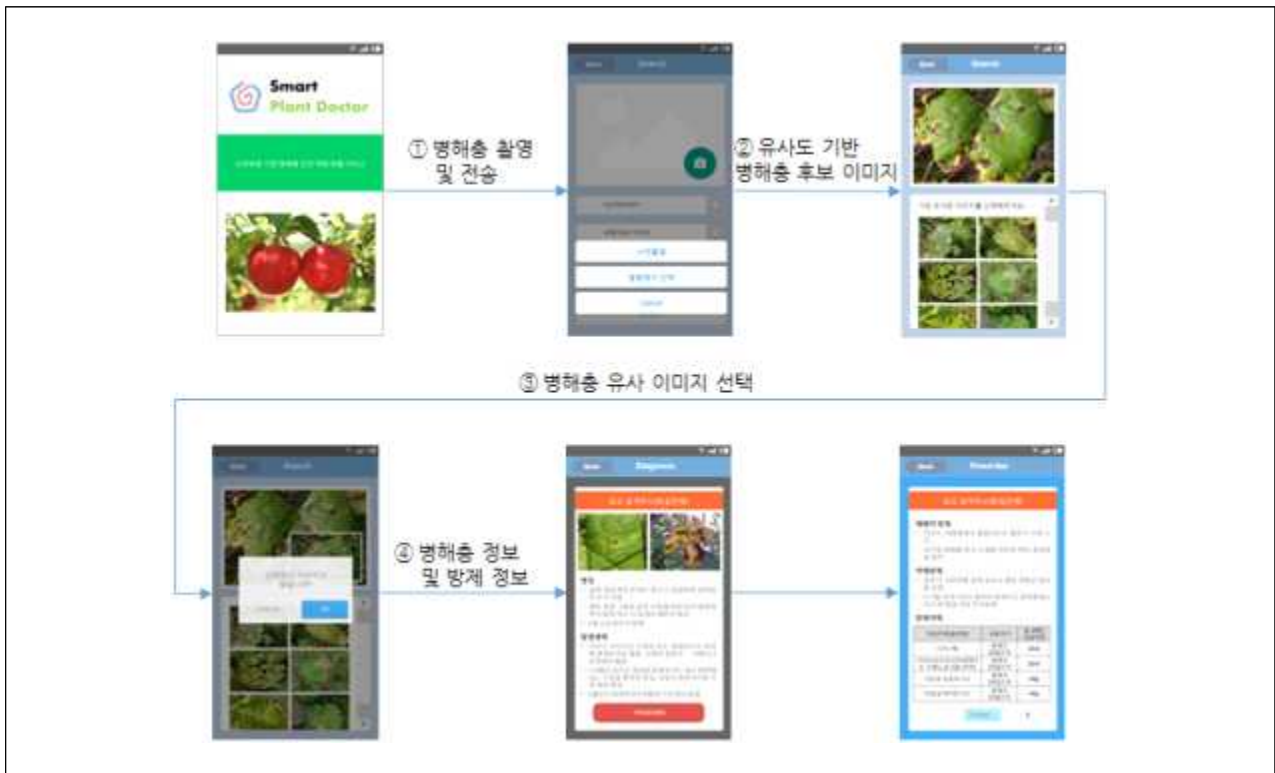


- 시설원예작물(시설채소, 시설과수, 시설화훼)의 주요 병해충 데이터베이스 구축
  - ICT 기반 작물별 주요 병해충 정보(명칭, 이미지, 증상, 원인, 처방 등) 수집
  - 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리시스템 데이터베이스와의 연계
- 이미지 분석 기반 병해충 인식 및 판별 알고리즘 개발
  - 작물별 주요 병해충 이미지 분석을 통한 증상별 특징 추출 및 판별 알고리즘 개발
  - 이미지 비교를 통한 인식결과의 정확도 및 유사도 가중치 부여 기준 설정
- 스마트폰 이용 병해충 진단 프로그램 개발
  - 병해충 이미지 촬영 및 촬영 이미지 분석 모듈 개발
  - 병해충 이미지 인식 유사도에 따른 주요 시설원예작물의 병해충 후보 진단 모듈 개발
  - 주요 시설원예작물의 병해충 진단 결과 및 처방 모듈 개발
- 스마트폰 기반 통합 병해충 진단처방 프로그램의 현장적용성 평가



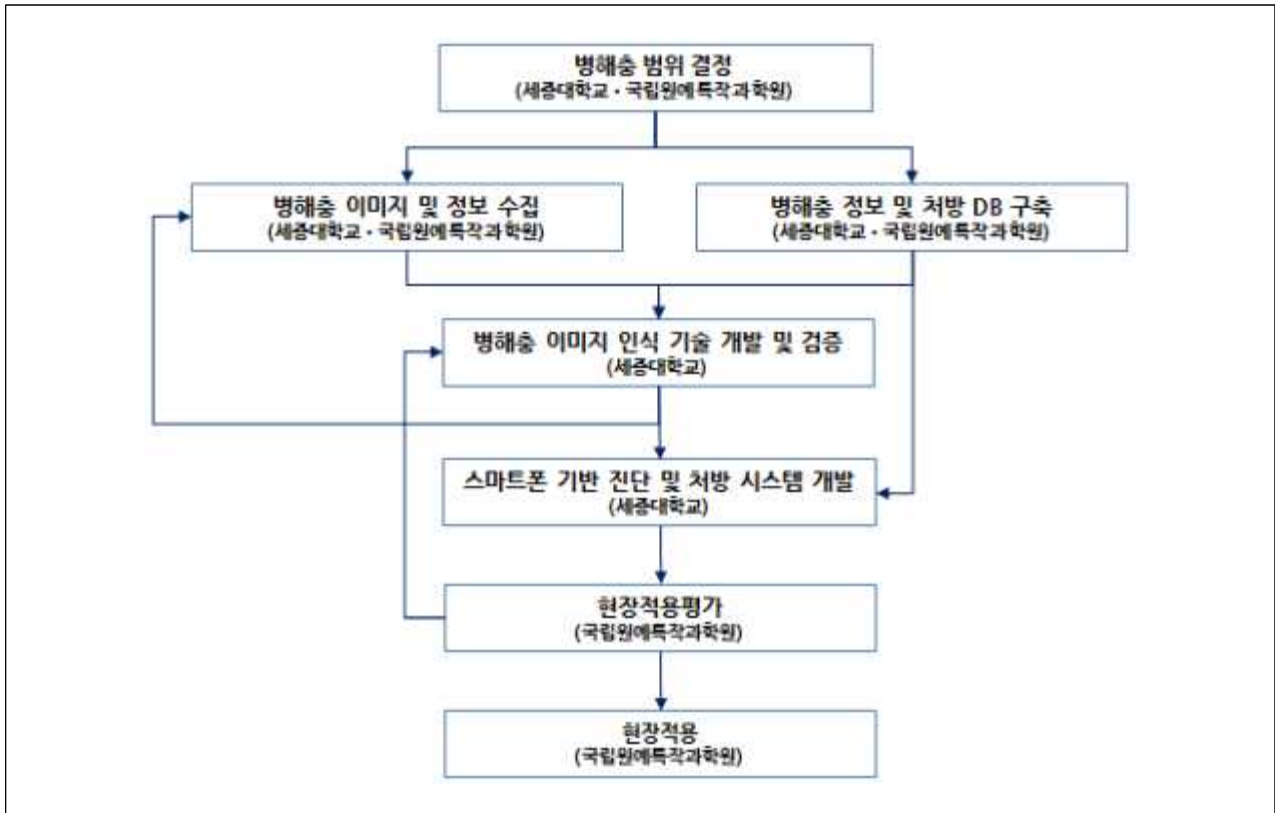
- 각 작물별 주용 병해충에 대한 현장 실증 및 신뢰성 평가
- 농업인뿐만 아니라 일반 사용자들에게 수요자 중심의 맞춤형 병해충 진단 및 처방 서비스를 통합하여 제공

○ 최종목표시스템의 사용자 시나리오



- 사용자는 사용자 인터페이스를 통해 진단하고자 하는 병해충 작물의 이미지 분석 요청함
  - 스마트폰을 통한 직접 영상 촬영 후 병해충 인식뿐만 아니라 스마트폰에 저장된 영상에 대한 인식 기능 포함
- 사용자는 이미지 분석 요청하고자 하는 작물의 종류를 제공하거나 작물의 종류를 제공하지 않고도 촬영된 영상만을 이용한 병해충 진단이 가능하도록 함
- 사용자의 병해충 이미지와 데이터베이스에 구축된 작물별 병해충 이미지 비교를 통하여 정확도 및 유사도 기반의 후보 병해충 이미지들을 제공함
- 사용자는 구글 이미지 검색 방식과 같이 썸네일(thumbnail) 형태로 제공된 후보 병해충 이미지 중 가장 유사한 이미지를 선택함
- 사용자가 선택한 병해충 이미지와 관련한 병해충 진단 정보(명칭, 이미지, 증상, 원인 등)와 처방 정보를 제공함

○ 주요내용

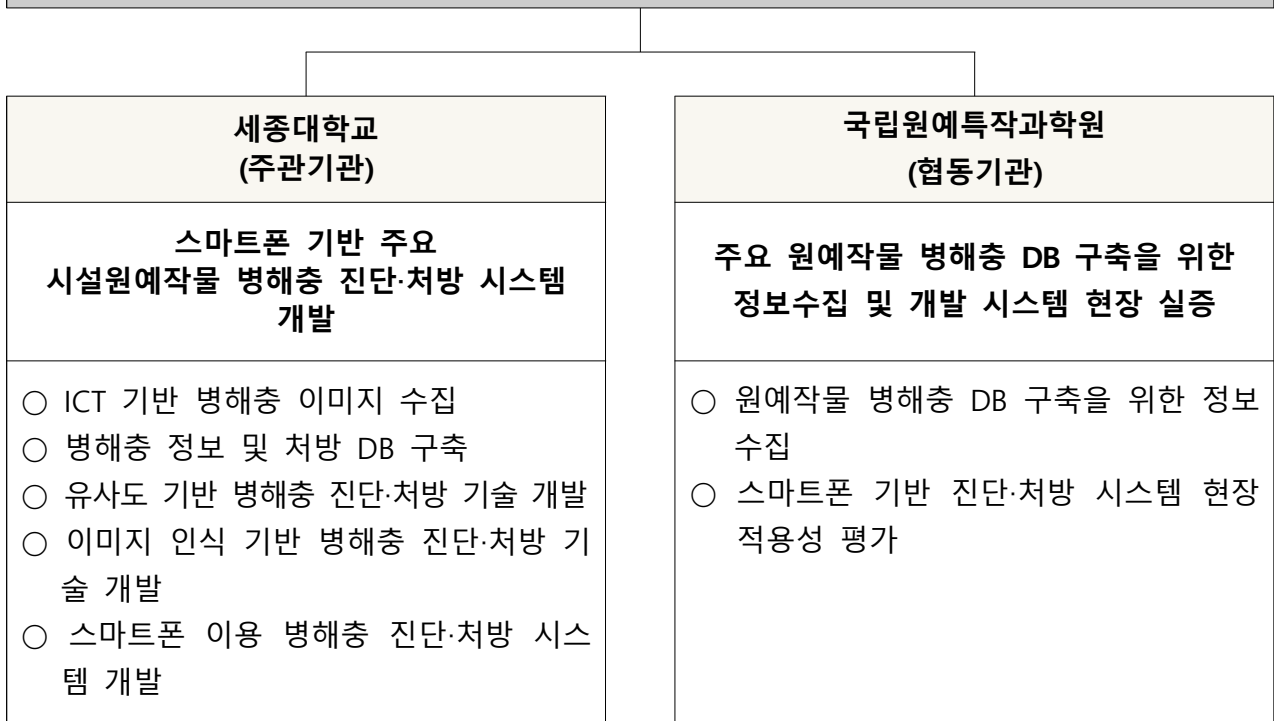


목표	세부 내용
시설원예작물의 주요 병해충 DB 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT 기반 작물별 주요 병해충 DB 구축 : 명칭, 이미지, 증상, 원인, 처방(방제) 등</li> </ul>
이미지분석 기반 병해충 인식 및 판별 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>이미지 비교를 통한 인식결과의 정확도 및 유사도 가중치 부여 기준 설정</li> <li>주요 병해충 이미지 분석을 통한 증상별 특징 추출 및 판별 알고리즘 개발</li> </ul>
스마트폰 이용 병해충 진단 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>병해충 이미지 촬영 및 촬영 이미지 분석 모듈 개발</li> <li>분석된 촬영 이미지의 DB 검색·비교를 통한 진단 모듈 개발</li> <li>입력된 원예작물정보와 입력 병해충 영상에 대한 병해충 증상 판별 및 유사도 정보 제공</li> <li>진단 결과에 따른 처방 모듈 개발</li> </ul>
스마트폰 기반 통합 병해충 진단 처방 프로그램의 현장적용성 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 작물별 주요 병해충에 대한 현장 실증 및 신뢰성 평가</li> </ul>

## 1.2 과제별(세부.협동) 연구개발의 목표 및 내용

- ◆ 시설원예작물(과수류, 채소류, 화훼류 등)의 주요 병해충 및 방제 데이터베이스 구축
- ◆ 농촌진흥청 데이터베이스 연동, 웹 크롤러, 구글 API를 이용한 병해충 이미지 수집 시스템 개발
- ◆ 농작물 병해충과 각 병해충과 관련한 진단 및 방제 검색 시스템 개발
- ◆ 이미지분석 기반 병해충 인식 및 판별 알고리즘 개발
- ◆ 스마트폰 기반의 주요 시설원예작물 병해충 진단·처방 시스템 개발 및 실용화 평가

### 스마트폰 기반 주요 시설원예작물 병해충 진단·처방 시스템 구축 및 실증



## 2. 목표 달성여부

### 2.1 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
병해충 이미지 수집 및 데이터베이스 구축	20	100	병해충 이미지 작물 17종 원본이미지 42,498 장 수집, 병해충 부위 크롭 이미지 72,855개
스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 개발	60	100	유사도 기반 병해충 검색 시스템 성능 92%, 영상 인식 기반 병해충 분류 시스템 성능 95.83%
병해충 정보 및 처방 DB 구축	10	100	93종 병해충 텍스트 자료 및 77종 병해충 방 제약제 자료정리수집
스마트폰 기반 진단 및 처방 시스템 현장적용 및 평가	10	100	현장적용 및 평가 6회 이상 진행
합계	100	100	

- 연구개발을 성실히 수행하여 본 과제의 성과목표를 대부분 초과 달성하였음
- 10개 작물 91개의 병해충의 검색 및 분류가 가능하며 정확도는 유사도 기반 평균 92%, 영상 인식 기반 95.83%를 보여 세계 최고 수준의 성능을 보임
- 본 연구과제의 공익적, 범용적 특성을 위해 기존 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리시스템 (NCPMS)의 고도화 또는 연계하여 대국민 서비스를 제공함
- (주)에드잇에 기술이전을 실시해 스마트 병해충 검색시스템 모바일 App을 개발해 배포함

## 2.2 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용 홍보		기 타 (타 연구 활용 등)	
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시		
												SCI	비 SCI							논 문 평 균 IF
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건		건	명	건	건		
가중치																				
최종목표	3	5		2		1						3	2		5	3		2	1	1
연구기간내 달성실적	3	8		2	2	1	2					4	2	1.95	30	16	12	1	3	1
달성율(%)	100	100		100	100	100	100					100	100		100	100	100	50	100	100

\* 특허등록은 소프트웨어등록도 포함한 숫자임

- 원예작물 재배현장에서 촬영한 병해충 이미지를 스마트폰을 이용해 실시간으로 등록하고 ICT 기술을 활용한 병해충 이미지의 분석을 통해 병해충 정보뿐만 아니라 방제정보를 실시간으로 농업인들에게 제공할 수 있음. 또한 병해충 이미지 촬영 시 획득되는 지리 정보를 이용하여 돌발적으로 발생하는 농작물 병해충에 대해 신속하고 효율적인 대처가 가능함
- 원예작물 재배 농업인부터 아파트 베란다에서 관상식물을 키우거나 텃밭을 가꾸는 도시민은 물론 귀농인, 학생, 농업연구와 지도에 종사하는 전 국민에게 수요자 중심의 맞춤형 병해충 정보 서비스를 통합하여 제공함으로써 정부 3.0의 서비스정부 구현에 기여
- 국제교역의 증가와 기후변화의 영향으로 병해충의 피해와 방제비용이 급증하는 시대에 농업 현장에서 병해충 조기진단을 통하여 방제의사결정을 지원하고, 방제방법을 제공해 농업인의 피해를 최소화하는데 기여
- 농업인은 스마트폰을 이용하여 병해충 발생 시 현장에서 즉시 병해충 진단 및 방제정보를 확인할 수 있으므로, 농작물 병해충에 대해 초기방제를 가능하고, 주기적으로 여러 농약을 혼용하여 살포하던 관행에서 벗어나 병해충 발생이 우려되지 않는 상황에서는 농약 사용을 줄일 수 있어 약제절감과 친환경 방제를 통하여 농업인의 경영비 절감, 소득증대뿐만 아니라 국민 건강에 기여
- 향후 전국 농촌진흥기관의 병해충 전문가를 네트워크로 연결하는 전문가 진단 시스템을 구축을 통해 새로운 병해충 발생 시 보다 정확한 조기 진단이 가능할 것으로 기대함
- 기존 농촌진흥청의 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS)의 고도화뿐만 아니라 추후 병해충 정보를 유관기관 시스템과 정보연계를 확대하여 국가적으로 농작물 병해충에 대처할 수 있는 시스템을 확립하는 계기를 마련하여 연구개발 성과의 공익적, 범용적 활용을 도모함
- 본 연구과제의 파생기술을 확대하여 기상관측 데이터 서비스 등과 같은 심층 서비스 모델로 사업화를 유도하거나 이 연구과제에서 도출되는 식물체 인식 기술을 응용하여 야생초·야생화 인식 시스템, 피노타이핑(Phenotyping) 시스템, 산림병해충 진단 시스템 등을 포함한 분야에서의 이미지 빅데이터 분석 시스템 등을 개발하고자 하는 기업체들의 사업화를 도모함



## 1. 과수

## 1.1 사과·배

## 1.1.1 화상병

○ Fireblight, *Erwinia amylovora*



○ 피해증상

- 화상병은 주로 식물의 신초(새순)에 발생하지만, 잎, 가지, 줄기, 꽃 및 열매에 발생하여 마치 불에 타서 화상을 입은 것과 같이 조직이 죽게 되어 화상병(火傷病)이라고 불린다. 특히 잎에서는 잎자루와 만나는 곳에서 검은색의 병반이 처음으로 나타나기 시작하여 잎맥(葉脈)을 따라 흘러내리듯이 발달하여 결국 잎이 검게 변해 말라 죽게 된다. 가지나 신초에서는 병반이 꼭대기에서부터 시작하여 아래쪽으로 확산되며, 병세가 진전됨에 따라 신초나 가지가 갑자기 시들어 구부러지며 흑색으로 변하여 말라 죽는데, 마치 동해(凍害)를 입은 것 같이 보인다. 나무 주간에서는 주로 뿌리근처에 발생하며, 그 곳에 흑색의 물에 툰 것 같은 병반이 생기고, 나중에는 움푹하게 들어가는 궤양 증상이 발생한다. 꽃에서는 처음에는 주로 암술머리에서 발생하기 시작하여 나중에는 꽃잎까지 파급되어 꽃 전체가 시들고 흑색으로 변하게 됩니다. 열매에서는 처음 뜨거운 물에 툰 것 같은 반점이 생겨 점차 흑색으로 변색합니다. 병세가 진전되면서 열매, 줄기, 신초 등에서 황색의 점액이 흘러 내리기도 한다.

○ 발병환경 및 특징

- 화상병 병원균(*Erwinia amylovora*)은 나무줄기의 궤양 가장자리의 살아있는 조직에서 월동을 하며 봄에 기온이 18℃ 이상이 되면 활성화가 된다. 개화된 꽃이 가장 감염되기 쉬운 조직이며 바람, 비, 곤충에 의해 꽃의 감염이 이루어지고 벌과 같은 화분매개 곤충에 의해 건전한 꽃으로 계속 전파된다. 비, 이

슬, 농약 살포 등에 의해 꽃받침으로 세균이 이동하여 식물체 감염이 본격화 된다.

- 꽃의 조기 마름증상은 감염 후 5~30일 사이에 관찰되며 2차 감염은 생육기간 내내 발생할 수 있으며 심각한 피해의 주요 원인이 된다. 또한, 2차 전염은 고온다습한 조건에서 피목, 기공 등을 통해 일어날 수 있으며 주로 흡즙해충(진딧물, 매미충류, 흑과리류, 노린재류 등), 바람에 의한 마찰 및 모래, 우박 등에 의한 상처를 통해 일어난다.
- 전파경로는 국가 간에는 주로 감염된 기주식물(寄主植物)에 의해 전파되는 것으로 알려져 있으며 과수 세균병 발생국으로부터 반입되는 감염된 수분용 꽃가루, 꿀벌, 곤충류 등에 의하여 유입될 위험성도 있다. 국내 과수원 간에는 감염된 식물에서 흘러나오는 세균점액이 비바람이나 안개에 섞여 전파되거나 꿀벌 등 곤충류에 의해 전파되기도 하고, 특히 전정 가위 등에 세균 점액이 묻어서 전파될 수 있다.

## ○ 방제법

- 병 발생을 예방하기 위한 방법으로 모과나무 등 과수원 주변의 가능한대로 기주식물을 제거하고 사과, 배의 개화시기 중 만개기 1주일 이후 뒤늦게 피는 꽃은 결실에 도움이 되지 않으며 꽃을 통한 병의 감염 가능시기를 연장 하므로 제거한다. 전정작업을 할 때 외부에서 가지고 온 작업도구는 사용하지 못하도록 하고, 전정에 사용하는 도구를 70% 알코올 액 등으로 철저히 소독한다.
- 동계 방제로 국가의 ‘화상병 예찰·방제 지침’에 따라 발생지역의 관리구역 및 그 외 전국 사과·배 재배 지역은 동계약제로 등록된 약제방제를 실시한다. 방제 시기는 사과는 신초 발아 시, 배는 꽃눈 발아 직전이며 배 과수원에서 발아기와 전엽기가 적기이다. 이때 동제는 다른 약제 또는 석회유황합제, 보르도액 등과 절대 혼용하지 않으며 석회유황합제를 살포 할 경우 석회유황합제 살포 7일 후에 동제 방제적기가 될 수 있도록 석회유황합제 처리시기를 앞당겨 조절할 필요가 있다. 동제화합물 살포가 어려운 친환경 재배농가는 동제화합물 살포시기에 석회유황합제나 보르도액을 1회 살포한다.
- 개화기 방제는 국가의 ‘화상병 예찰·방제 지침’에 따라 발생지 시·군 전체 및 인접시군 관리구역(발생지 반경 5km) 사과·배 과수원이 대상이며 개화기 방제 사용가능 화상병 등록약제를 참고하여 1차, 2차 방제로 구분하여 실시한다. 방제시기는 1차방제는 만개(꽃이 전체 과수원의 80% 수준 개화시기) 이후 5일±1일이고 2차 방제는 만개 이후 15일±1일(1차 방제일 이후 10일±1일) 이다. 마이신 계통의 약제는 반드시 다른 농약과 혼용을 금지하고 배의 경우 1차 방제시기에 비가 올 경우 검은별무늬병 약제 살포 후 2~3일 이상 간격을 두고 살포한다.
- 뒤영벌, 가위벌 등의 방화곤충은 감염된 나무의 화분을 운반하여 화상병균을 인접한 나무로 이동 시킬 가능성이 있으므로 병 발생 당시 발생구역 내에 있는 벌 및 화분매개곤충 방사를 중단시키고 벌통은 폐기한다. 발생구역 및 방제구역 내에서는, 방화곤충 등의 기주식물에 발생, 만연하는 곤충류를 제거하기 위해 살충제를 살포한다. 이때에는 사전에 벌 및 화분매개곤충의 사육자 등에 살포장소, 사용약제, 살포시기, 살포량 등의 정보를 제공하고 사용상 주의 하도록 한다. 화상병 관리구역 이내의 벌 생산자 등에 대하여, 꿀 채취나 수분 등을 위해 방사를 하지 않도록 지도한다.

## 1.1.2 검은별무늬병

### ○ Scrab, *Venturia nashicola*



### ○ 피해증상

- 배나무의 잎, 잎자루, 과실, 열매자루(과경), 줄기 등에 발생하나 주로 잎과 과실에 피해가 크다. 처음에는 잎의 잎맥을 따라 뚜렷하지 않은 부정형 또는 타원형의 검은 병반이 생기고, 점차 진전되면서 그을음 모양의 포자들이 무수히 밀생한다. 병에 걸린 잎의 가장 큰 피해는 조기 낙엽으로 동화작용에 지장을 주는 것이다. 과일에는 유과기 때부터 검은 부정형의 병반이 생겨 진전되면 검은 그을음 모양의 병반이 된다. 심하면 과일의 표면이 더덩이 모양으로 변하며 이로 인하여 열매는 움푹해지고, 때로는 기형과가 되며 균열이 생긴다. 신초에도 검은 그을음 병반이 생기며, 심하면 병반주위가 굳어지고 쪼개지며, 부러지기도 한다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 배나무 검은별무늬병은 전국적으로 널리 분포하고 있는 병으로 피해는 해에 따라 지역에 따라 또는 개별 농가의 방제 상태에 따라 차이가 크다. 비교적 저온에서 생육이 왕성한 병원균의 특성 때문에 봄철에 비가 자주 내리고 저온이 되면 많이 발생하고 여름철 고온기에는 발생이 비교적 적어지나 가을철에 기온이 서늘해지고 습도가 높으면 다시 심하게 발생한다.

### ○ 방제법

- 배나무 검은별무늬병 방제대책으로는 도장지와 밀생지를 제거하여 채광과 통풍을 좋게 하고, 지소질 비료의 과다 시용을 피하며 배수관리에 철저를 기한다.
- 감염이 이루어지기 전까지는 병원균의 포자발아를 억제하는 예방위주의 보호용 살균제를 살포하여 방제를 실시하고 꽃이 지고 비가 온 후에는 감염이 이루어진 시기로 군사생장을 억제시켜 치료효과가 있는 치료용 살균제를 방제약제로 선정하여 충분한 양의 약제를 살포해야한다.
- 병든 잎이 증가하는 5월 상순 이후 봄의 병 발생이 많으면 그 후의 강우조건에 따라서 발병상황이 달라지므로 예방살포에 주력해야 한다.
- 9월 하순 이후의 가을철에는 다음해 전염원을 방제를 위해 방제를 실시하고 전염원이 되는 병든 잎을 모아 땅속 깊이 묻거나 태운다.

## 1.1.3 잎검은점병

○ Pear black necrotic leaf spot, Apple stem grooving virus (ASGV)



○ 피해증상

- 5월 중하순 경부터 웃자란 가지 기부 잎과 열매송이 잎이 성엽이 되어 경화되면서 발생한다. 초기에는 대부분 잎 표면에 투명하게 보이는 황색반점이 발생하기 시작하여 황색반점 의 표면이 점차 적자색으로 변하면서, 곧 흑갈색으로 변한다. 흑갈색 반점은 시간이 지나면서 갈색으로 색택이 열어지며 후기에는 점차 회백화 되어 조직이 고사하면서 종종 구멍이 생기기도 한다. 구멍이 나지 않은 반점의 죽은 부분은 함몰되어 경계가 뚜렷하다. 반점의 모양은 초기에는 주로 타원형 또는 부정다각형의 반점이 잎의 가장자리나 소엽맥 주위에서부터 발생하나 시간이 지나면서 심해져 잎 전체로 번진다. 반점의 크기는 초기에 직경이 0.9~2.5mm의 범위(평균 1.47mm)로 일단 발생하면 대부분 더이상 커지지 않지만 발병 최성기에 갈수록 작은 반점이 합쳐져 큰 반점이 되고 점차 불규칙한 병반으로 확대되어 잎이 지저분해진다. 가을에 발생하는 잎은 주로 여름에 자란 잎에서 발생하는데 황색 반점이 적자색에서 흑갈색으로 변하는 과정에서 기온이 15℃ 이하로 떨어지는 시기에 도달하면 흑갈색으로 변하지 못하고 잎에 그대로 황색과 적자색으로 남아 있는 경우도 있다.

○ 발병환경 및 특징

- 발생시기는 아랫부분의 잎이 자라 굳어지는 시기다. 중부지방은 5월 중순경부터 반점이 발생하기 시작하여 6월초에는 최고 20~30%의 발병률을 보이기도 한다. 6월 중·하순에는 발병의 최대치에 이르며 7월이 되어 기온이 올라가면 발생이 정지된다. 이 상태가 8월까지 계속되다가 기온이 서늘해지는 9월 하순 부터 다시 발생하기 시작하여 10월 중순까지 계속된다.
- 발병의 최적온도 조건은 주간 23~25℃, 야간17~19℃ 범위에 있다. 이보다 낮은 온도에서도 발병하지만 병의 증세가 나타나는 것이 늦어진다. 또한 낮에 29℃ 이상 되는 날이 계속되면 발생이 정지된다. 가지 별로 반점의 발생 위치를 보면 햇가지 3/4 이하의 아래에서 발생이 많고 끝 부분에서는 발생이 적다.
- 일단 한번 발생한 나무에서는 매년 발생하게 된다. 대체로 나무 전체에 발생하지만 몇 개의 가지에 한정해서 발생하는 경우도 있다. 이 병은 고접갱신한 과수원에서 많이 발생하였는데 그것은 이병된 접수로부터 전염된 것으로 생각된다. 이 병에 감염된 배나무는 수량이 평균 26%, 당도는 평균 0.5°Bx 감소한다.

○ 방제법



- 잎검은점병은 바이러스 병으로 현재 시판되는 어떠한 약제로도 방제하거나 예방할 수 없다.
- 무병묘목을 생산해서 심고 잘 관리하는 것이 최상의 방법이다. 무병묘목을 생산하는 방법은 여러 가지가 있겠으나 먼저 무병모수를 잘 선정해야 한다.
- 모든 묘목생산 및 고접 할 접수는 무병모수로부터 접수를 채취하여 접목을 해야한다. 농가에서 현재 이 병에 걸렸다고 성과기에 접어든 나무를 베어내면 경제적 손실이 상당히 크다. 따라서 발병엽률이 80% 이상 되는 나무는 베어내는 것이 경제적이다. 또한 발병엽률이 중정도 되는 나무는 수황배, 감천배, 행수, 풍수, 신수 등과 같은 저항성 품종으로 고접갱신하고, 그 이하 가벼운 증세를 보이는 나무에서는 과실의 비대를 정상적으로 만드는 것이 중요하다.

### 1.1.4 꼬마배나무이

○ Pear sucker, *Cacopsylla pyricola* Foerster



<꼬마배나무이 피해 이미지>

○ 생태정보

- 배나무 개화기 전후에는 꽃봉오리나 과경 및 엽맥 틈, 그리고 전개되는 잎에서 흡즙하나 생육기에는 주로 잎의 앞·뒷면에서 가해한다. 흡즙하면서 흰 왁스물질과 감로를 분비하므로 초기 가해부위는 끈적끈적한 점액과 흰납물질로 오염되고, 6~7월 이후에는 그을음병이 생겨서 검게 뒤 덮인다. 다발생할 경우에는 과실도 가해하는데 봉지를 씌운 경우에도 과경과 봉지를 여민 부분의 틈으로 침입하여 과실 표면에서 흡즙하면서 감로를 분비하므로 과실에 그을음병을 유발시킨다. 배나무 발아초기에 다발생 할 경우에는 전개되는 눈을 집중적으로 흡즙하기 때문에 착과를 불량하게 하고, 생육기에는 그을음병으로 엽을 심하게 오염시키므로 나무의 광합성 능력을 크게 떨어뜨려 과실 성장에 나쁜 영향을 미친다.

○ 방제법

- 꼬마배나무이 발생은 기상과 밀접히 관련되어 있기 때문에 철저한 발생예찰을 바탕으로 연간 방제대책을 세워야한다.
- 첫째 월동기 발생밀도를 철저히 예찰하여야 한다. 2월 중순경 배나무 거친 껍질 밑을 살펴보아 벌레가 있는지를 확인하고 월동성충이 나무위로 모두 올라오는 3월 상순경이 방제적기이다. 이때는 기계유유

제를 살포하며 월동밀도가 낮은 경우는 기계유유제 1회 살포로도 효과적으로 방제할 수 있다.

- 둘째는 개화전 발생상황을 철저히 예찰하여야 한다. 월동밀도가 낮은 경우는 월동기 기계유유제로 충분히 방제되나, 월동밀도가 높은 경우는 개화전 방제가 필요하다. 즉 개화 전부터 월동성충이 산란한 알이 부화하여 과경 틈이나 잎자루 틈 등으로 깊이 숨게 되므로 낙화 후에는 방제효과가 떨어진다. 개화 전까지 방제를 마무리한 경우는 낙화 후부터는 다른 해충과 동시방제 하면 된다. 개화전까지 방제를 마무리하지 못한 경우에는 낙화 후 방제를 해야한다. 이때는 약제가 과경틈이나 엽병틈 깊숙이 들어갈 수 있도록 10a당 300l 이상 충분량 살포하는 것이 중요하다.
- 셋째는 수확 후 철저히 예찰하여야 한다. 수확 후에 다발생하는 경우 월동밀도가 높아져 다음해 다발생하게 되므로 필요에 따라 약제를 살포한다.
- 방제 시 주의할 점은 꼬마배나무이는 약제에 대하여 쉽게 저항성(내성)을 획득하므로 월동기부터 수확 후까지 방제시기를 분산시켜서 약제방제가 동일한 시기에 집중되지 않도록 해야 한다.

### 1.1.5 복숭아순나방

○ Oriental fruit moth (Peach moth), *Grapholita molesta* (Busck)



<복숭아순나방에 의한 피해 이미지>

○ 생태정보

- 복숭아순나방의 기주 식물은 사과나무, 배나무, 복숭아나무, 자두나무, 살구나무 등이다. 유충이 신초의 선단부를 파고 들어가므로 신초가 꺾여서 말라죽게 된다. 과실에도 피해를 주는데 어린 과실의 경우는 보통 꽃받침 부분으로 침입하여 과심부를 식해하고 다른 큰 과실에서는 과경부근에서 식입하여 과피 바로 아래의 과육을 식해하는 경우가 많고 곁에 똥을 배출하는 점에서 다른 심식충과 구별할 수 있다.

○ 방제법

- 봄철 거친 껍질을 벗겨 월동유충을 제거한다.
- 발생예찰 성페로몬트랩을 3월 하순경에 사과원에 설치하여 세대별 성충의 발생시기를 정기적으로 관찰하여 적기 방제하도록 한다.



- 피해과실은 따서 물에 담구어 유충을 죽인다.
- 과실에 산란하는 시기인 6월 이후에 2~3회 전문약제를 살포해야 하며, 복숭아심식나방과 동시방제가 가능하다.
- 9월~10월까지 사과, 배의 과실을 가해하는 수가 있으므로 이때 발생여부를 잘 예찰하여 방제대책을 세워야 한다. 특히 복숭아 수확 후 신초에 대발생할 경우 신초 끝을 잘라 불태우면 방제에 효과적이다.

## 1.2 포도

### 1.2.1 갈색무늬병

○ Leaf spot, *Pseudocercospora vitis*



○ 피해증상

- 잎에 흑갈색의 반점이 생기고 밀생하며 갈변되어 조기에 낙엽된다. 병든 잎은 미국종에서는 6월 낙화기경 세가지 밑부분 3~4장의 작은잎에 원형 또는 다각형의 흑갈색 병반이 나타나고 주위는 적갈색으로 되나 경계는 명확하지 않다. 병반이 진전됨에 따라 점차 확대되어 융합되고 잎마름 증상이 나타난다. 유럽종에서는 원형~타원형의 흑갈색 병반으로 크기는 미국종에서 보다 약간 작다. 품종에 관계없이 병반 뒷면에는 그을음 같은 가루(분생포자)가 밀생하는 것이 특징이며 하나의 잎에 하나~수십개의 병반이 형성된다.

○ 발병환경 및 특징

- 대부분 주지나 부지의 수피와 또는 결과모지의 표면에 분생포자로 월동하나 수명이 길기 때문에 낙엽이나 토양에서 월동한다. 5~6월의 강우로 형성된 분생포자는 잎의 뒷면에 있는 기공을 통하여 침입하고 15일의 잠복기간을 걸쳐 병반을 형성한다. 6월부터 발생하기 시작하며 8~9월에 발생이 가장 많다. 밀식원에서는 월동 전염원이 많아 발생이 많고 장마기가 길고 비가 많은 해에 다량 발생된다.

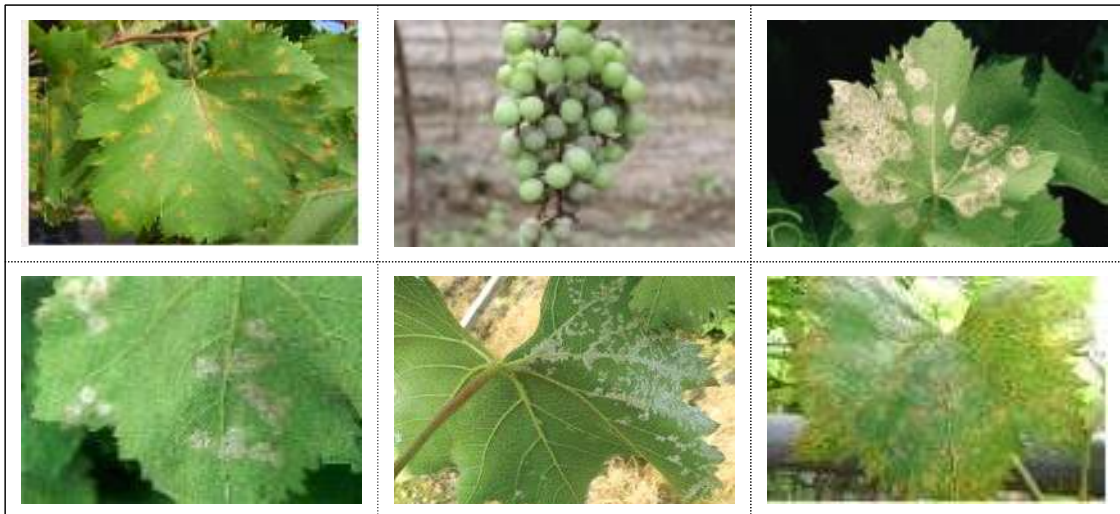
○ 방제

- 재배적 방제

- 봄철에 거친 껍질을 제거하여 병원균의 밀도를 낮추도록 하고 병든 낙엽을 긁어모아 땅속에 묻거나 불에 태운다. 밀식한 과원에서 발생이 많으므로 간벌해서 통풍이 잘 되도록 나무 관리를 해야 하며 질소질 비료를 과용하면 병에 걸리기 쉽게 된다.
- 약제 방제
  - 월동 직후 석회유황합제를 살포하여 월동 병원균의 밀도를 낮추도록 하며 약제살포는 6월부터 수확 후까지 다른 병해 방제와 겹해서 살포하는 것이 효과적이다. 특히 장마철에 약제 살포를 실기하지 않도록 주의하여야 한다. 방제약제로 등록된 약제는 다음과 같은 약제가 있다.

## 1.2.2 노균병

### ○ Downy mildew, *Plasmopara viticola*



### ○ 피해증상

- 여름부터 가을에 걸쳐 발생되며 주로 잎에 발생되나 새순과 과실이 피해를 입기도 한다. 잎에서의 병반은 초기에는 윤곽이 확실하지 않은 담황록색의 병반이지만 이 부분을 햇빛에 비추어 보면 마치 기름이 뱀 것처럼 수침상으로 보인다. 병반 형성(4~5일) 후에 잎의 표면에 흰색의 흰가루병과 비슷한 곰팡이를 형성한다. 병반은 점차 갈색으로 변하고 심하면 잎 전체가 불에 덴 것 같이 말라 낙엽된다. 꽃송이(花穗)와 과실에도 피해가 나타나며 어린 포도송이에 감염되면 열매꼭지로부터 쉽게 떨어지게 된다. 늦게 감염된 포도알은 시들고 갈색으로 변하며 결국 미이라과가 되어 열매꼭지로부터 떨어지게 된다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 병든 잎에 형성된 난포자로 월동하며 병반 1mm<sup>2</sup>내에 200~600개 이상의 난포자가 있다. 난포자는 토양에서 2년 이상 생존이 가능하며 다음해 4월경에 온도가 11℃ 이상 되고 10mm 이상의 강우가 있으면 발아하여 대형 분생포자를 형성한다. 난포자 형성 후 저온에서 3개월 정도의 휴면 후에 다시 수분을 함유하여 발아한다. 이러한 분생포자가 비산해서 제 1차 전염원이 되고 약한 잎, 줄기 등에 도달한 후에 발아해서 감염한다. 유주자는 잎에 형성된 물방울 속을 헤엄쳐 기공부근에 도달하면 운동을 멈추고 발아

하여 침입한다. 감염은 20℃일 때에는 1시간 정도 사이에 행하여지고 29℃까지의 범위내에서는 기온이 높을수록 빠르다. 잠복기간은 온도에 따라 다르며 5월 중순경에는 10~12일, 6~7월에는 4일 정도이다. 포자형성은 주로 야간에 이루어지고 습도가 높을 때 가장 왕성하다. 병반 위에 다량으로 형성된 분생 포자는 바람에 의해 잎과 과실을 침입하여 2차 감염한다. 감염은 5월경부터 늦가을까지 발생하지만 한 여름에는 발병이 일시 정지된다. 어린 과실에 발병하면 과실의 표면에 백색의 곰팡이를 생성하지만 과실이 직경 2cm 정도 이상이 되면 포자를 만들어 회백색~담황갈색으로 변하며 일소증상을 나타낸다.

### ○ 방제

- 재배적 방제
  - 병든 잎은 모아서 땅속에 묻거나 불에 태워 과원에 병원균의 밀도가 낮도록 하여야 한다.
  - 통풍이 불량한 과원에서 발생이 심하므로 전정과 순치기로 햇빛과 바람이 잘 통하게 해야 한다.
  - 생육이 연약한 경우에는 발병이 많으므로 질소과비와 토양이 과습하지 않도록 피한다.
- 약제 방제
  - 병성 품종의 경우는 개화 전부터 예방살포가 필요하다. 가장 감염이 심한 시기는 7월 중순경이므로 이 기간에 중점적으로 약제 살포해야 한다.
  - 방제약제로는 메타실 동수화제(700배), 포스만 수화제(600배), 디치수화제(1,000배), 알리펫수화제(600배) 등이 있다.

## 1.2.3 녹병

### ○ Rust, *Phakopsora ampelopsidis*



### ○ 피해증상

- 주로 잎에 발생하며 9월경 발병하여 10월 이후에 심해진다. 발병 초기에는 황색의 소반점이 생겨 다수 병반이 융합되면 황색 병반으로 된다. 잎 뒷면에는 직경은 0.1~0.2mm의 등황색, 가루모양의 하포자층이 형성된다. 늦가을에는 황색 가루 모양의 물질이 소실되고 흑갈색의 다각형 반점이 나타나며 심하면 조기에 낙엽된다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 잎에 발병해서 조기낙엽의 원인이 된다. 병원균은 하포자로 월동하여 봄철에 발아해서 분생자를 내며 4~5월경 기주에 도달해서 침입하고 약10일 정도 잠복한 후에 발병한다. 가장 많이 형성되는 것은 6~7월경이다. 포도에서의 발병은 6월 하순경부터 하엽부터 시작되어 병반이 증가하며 표면에 황색의 얼룩을 형성하고 후에 흑갈색으로 변하면서 낙엽 된다. 발병은 7월 중,하순의 장마철에서 8월 고온 건조기에 가장 심하다.

### ○ 방제법

- 재배적 방제법
  - 병든 잎을 모아서 땅속에 묻거나 불에 태워 과원에 병원균의 밀도가 낮도록 관리하며 햇빛과 바람의 소동이 불량한 과원에서 발생이 심하므로 전정과 순치기로 나무속을 관리해야 한다.
- 약제 방제법
  - 발병이 상당히 진전되고 나서 약제살포는 효과가 없으므로 6월 중순 초기 단계부터 10~15일 간격으로 방제해야 하며 방제약제로 고시된 약제는 없으나 보르도액, 만코지수화제, 캡탄수화제 등이 효과가 있으며 병원균 침입부위인 잎 뒷면에 충분한 약제가 묻도록 골고루 살포한다.
  - 보르도액과 대부분의 유기 살균제로 쉽게 방제되므로 탄저병과 동시방제하면 효과적이다.

## 1.2.4 흰얼룩병

### ○ White mottle, *Trichothecium roseum*



### ○ 피해증상

- 포도나무의 결과지와 과실에 과일의 성숙기 이후에 주로 나타나는 증상으로 흰 얼룩이 결과지나 과실의 표면을 덮고 있어서 마치 흰가루병과 유사한 증상을 나타낸다.
- 관여하는 미생물은 흰가루병균과는 전혀 다른 부생성이 강한 미생물 2종 또는 그 이상이며, 과실 조직을 침입하여 해를 끼치지 않으나 과실의 외관을 해쳐 상품성을 저하시키고 심지어 약제를 과다 살포한 것으로 오해하기도 한다.



○ 발병환경 및 특징

- 대체로 부생성이 강한 미생물이 논 주위에 심겨진 포도 과원처럼 주변의 습도가 높거나, 환기가 불량한 시설 내에 많이 발생하고 있다.
- 또한 친환경 농업을 실천하면서 전반적으로 약제 살포가 극히 적거나 없는 경우에 심하며, 약제 대응으로 살포하는 제재에 포함된 당분도 미생물 증식을 조장하는 것으로 알려지고 있다.

○ 방제법

- 현재 포도에 본 병해 방제를 위해 등록된 약제는 없으나 약제 선발 결과 흰가루병에 등록되어 사용하고 있는 디페노코나졸 유제가 효과적이었다.

### 1.2.5 꼭지마름병

○ Black rot, Peduncle rot, Physalospora baccae, Botryosphaeria dothidea



○ 피해증상

- 병든 과실은 부패되지 않고 검은 보랏빛으로 건포도처럼 되어 과방에 잔류한다. 과축에는 과립의 부착부에 근접하고 원형, 타원형, 또는 부정원형, 암갈색 ~ 흑갈색의 반점을 형성한 후 약간 요철한다. 과축은 부분적으로 말라서 과립의 생육은 현저하게 불량하게 되어 과면이 쭈글쭈글해 진다. 과립의 병반은 짙은 암색 또는 자갈색으로 후에 병자각이 형성되며 발병과는 미이라화 되어 오랫동안 잔존한다.

○ 발병환경 및 특징

- 포도나무 꼭지마름병(방고병)은 *Botryosphaeria dothidea* 라는 병원균이 원인이 되는 경우와 생리적인 원인에 의해 발생하는 경우가 있다. 품종에 따라 저항성 및 발생정도가 다르며 주로 과실이 익어갈 무렵 과실과 열매꼭지에 발병되는데 미국종 보다는 유럽종에 피해가 심하다. 병원균에 의한 경우에는 어린 열매꼭지에 발병하면 담갈색 점무늬가 생기고 이것이 확대되면 고사하며 과실은 검게 되거나 검은 보랏빛으로 되어 시들며 과실에 발병되면 2~3개의 병반이 생겨 서로 커져서 합쳐지고 과실은 검게 마르는데 후에 병반에는 검고 작은 입자가 생긴다. 병원균은 병든 과실이나 가지의 병환부에서 병자각이나 자낭각 및 균사상태로 월동하였다가 이듬해 적당한 환경에서 누출된 병포자나 자낭포자로 전염한다.

## ○ 방제법

- 우선 합리적인 비배관리와 배수에 유의하여 나무의 세력을 강하게 유지해 주어야 하며 병든 포도송이는 바로 제거하고 생리적인 경우는 결실조절 및 봉지재배나 비가림 재배로 방지해야 한다.
- 약제방제는 장마기에 예방위주로 철저히 방제하여야 하나 잠복기가 길기 때문에 성숙기에 발병하면 방제하기 곤란하므로 1차전염을 막는 것이 중요하다. 약제살포는 낙화 후부터 8월말까지 10~14일 간격으로 살포한다. 방제 약제로 등록된 약제는 없으나 사과 겹무늬썩음병과 병원균이 같으므로 이제 준하여 방제하는 것이 효과적이다.

## 1.2.6 뿌리혹병

### ○ Crown gall, *Agrobacterium vitis*



### ○ 피해증상

- 이 병은 땅가부위(지제부)를 비롯하여 가지와 줄기에 침입하는 병으로 처음에 작은 혹같은 것이 생기고 이것이 점차 커지면서 굳어지고 그 표면에는 주름이 생기면서 짙은 갈색으로 변하게 된다. 피해를 입은 나무는 발육이 아주 약해지고 과실은 가을에 비정상적으로 조기착색 되는데 대개는 수년 후에 죽게 된다. 포도나무를 비롯하여 사과, 배, 밤, 감, 호두나무 등 여러 과종에 발생되며 특히 땅에 묻는 포도나무의 경우에 피해가 더욱 심하게 나타나고 있다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 땅속에 퍼져 있던 병원균이 묘목의 접목부나 뿌리의 상처를 통하여 침입해서 발병하게 되며 빗방울의 의한 전반으로 다른 상처부위를 침입하여 줄기에 발생하기도 한다. 그러므로 뿌리를 가해하는 토양해충이나 소동물, 각종 작업도구나 농기구 및 작업중의 상처 등은 병 발생을 유발시키는 원인이 되기도 한다. 이 병의 전염은 주로 병든 묘목, 접목도구 및 전염된 관개수나 토양에 의해 주로 옮겨지므로 전염원 차단에 세심한 주의가 필요하다. 병원균이 상처를 통하여 침입하였을 경우 침입부위에 혹이 형성된다. 혹의 형성은 일반적으로 22~30℃ 범위에서 왕성하고 품종에 따라 혹이 형성되는데 필요한 기간이 다르나 포도나무는 1년 이상이 걸린다. 또한 이 병원균은 나무의 도관조직에 존재하기도 하는데 삼목이나 접목에 의해서 감염되기도 한다.

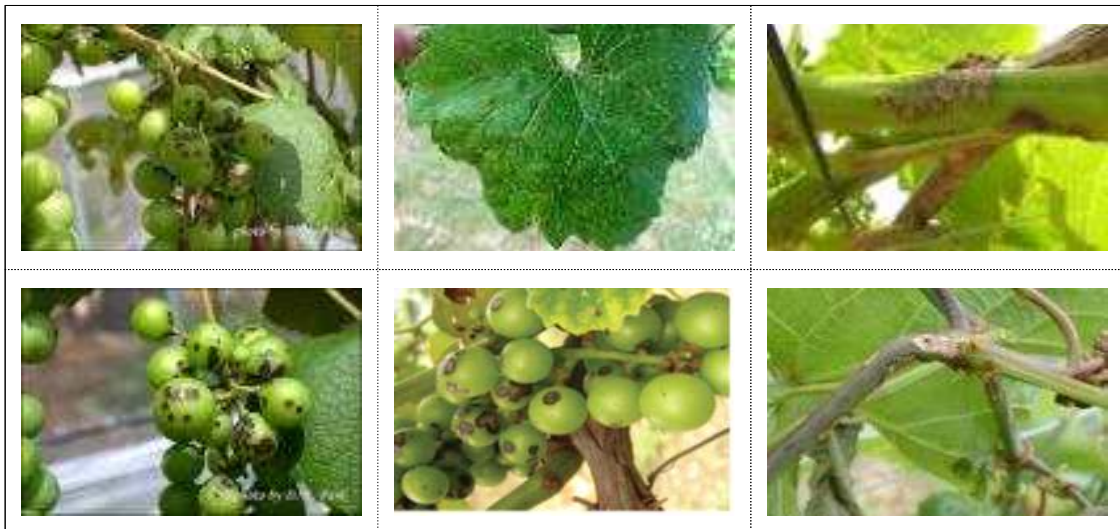


○ 방제법

- 주로 묘목에 의해 전염되므로 묘목을 구입할 때 특히 주의하여 뿌리에 흙이 있는 것은 구입하지 말아야 하며, 포도원에서 이 병이 발견되면 캐내어 불에 태우고, 그 부위에 있던 흙은 파내고 가능하면 다른 흙으로 객토한다. 이 병은 나무의 새로운 상처로 침입하므로 특히 뿌리부위가 상처를 받지 않도록 조심하고 뿌리를 가해하는 해충을 방제하며 겨울철 땅에 묻어 주는 품종은 비닐이나 피복재료로 싸서 묻어준다. 감염이 우려되는 묘목은 석회유(물 20 l 에 생석회 4kg을 녹인 것)에 10분 동안 담그거나 8-8 식 보르도액에 1시간 동안 침지 소독한 후 심고, 묻었던 포도나무는 파내어 거친 껍질을 제거한 다음 석회유황합제를 처리한다.

### 1.2.7 새눈무늬병

○ Bird's eye rot, Anthracnose, *Elsinoe ampelina*



○ 피해증상

- 봄철 비가 잦으면 선단부위의 유엽, 줄기, 덩굴손 등에 발생하여 신초생장을 억제시킨다. 앞에는 흑갈색의 작은 반점이 생기고 나중에는 구멍이 뚫리고 기형이 된다. 신초의 줄기에는 긴 타원형의 흑갈색 반점이 생기며, 심하면 선단이 고사되기도 한다. 화수에 발생하면 흑갈색으로 고사되어 꽃떨이 현상을 나타낸다.

○ 발병환경 및 특징

- 유과에도 발생하나 특히 7~8월 성숙시의 과립에 발생하여 새눈 모양의 반점을 만든다. 봄철에 기온이 낮고 비가 많을 때에 많이 발생하고 약한 앞에서의 잠복기간은 3~5일이 소요되고 앞의 생육과 함께 잠복기간은 길어진다.

○ 방제법

- 재배적 방법
  - 재배적 방제법으로는 병든 가지, 과실, 덩굴손 등을 제거하고 질소비료의 과용이 되지 않도록 하며

수세를 충실하게 관리하며 비에 의해 병원균이 비산되므로 비가림 재배로 병 발생을 줄인다.

- 약제 방제
  - 약제 방제로는 월동직후 석회유황합제를 살포한다.
  - 신초가 5cm정도 신장한 시기부터 장마철까지의 기간 특히 장마시기가 중요한 방제시기이며 개화까지의 기간에는 2~3회, 낙화 후에는 7~10일 간격으로 살포해 준다. 방제 약제로는 만코지수화제, 디치수화제, 프로피수화제, 지오판수화제·액상수화제, 이프로수화제, 이프로·프로피수화제, 타노닐·마이탄수화제, 베노밀수화제, 포세칠알수화제 등이 있다.

## 1.2.8 잿빛곰팡이병

○ Gray mold (rot), *Botrytis cinerea*



○ 피해증상

- 개화기 무렵에 습도가 높으면 꽃송이의 수축이나 지경 또는 꽃봉오리에 발생하여 착립이 불량해진다. 성숙기의 과립에는 연한 갈색 반점이 생기고 열과되며, 열과 부위에는 회색의 곰팡이가 밀생한다. 심하면 송이 전체가 발병하여 과립이 위축 탈락한다.

○ 발병환경 및 특징

- 꽃과 신초에 이른 봄에 감염되어 갈색으로 변하여 마르며 늦은 봄이나 꽃이 피기 전에는 크고 부정형의 검붉은 반점이 잎에 나타나 육안으로 확인이 가능하다. 꽃을 통해 침입한 병원균은 부패 및 건조되어 떨어지고, 성숙한 과실에서는 상처 또는 표피를 통해 직접 침입하여 전체 포도송이를 감염시킨다. 감염 및 부패속도가 빨라 검붉은 색을 나타내며 건조하면 마르나 다습 시는 파열되어 표면에 곰팡이가 형성된다. 잿빛곰팡이병 발생은 주로 생육초기 시설재배에서 많으며 피해도 크고, 생육초기에 흑변고사한 화립과 후기까지 flower cap이 붙어 있는 것은 잿빛곰팡이병의 피해였으며 화수가 밀착된 상태, 연동하우스의 연결부위 포도나무와 과원내 습지 쪽에 심겨진 나무에서 병 발생이 많다.

○ 방제법

- 재배적 방법

- 밀식, 강전정, 질소과용 등을 피하고 수관 내부까지 햇빛과 바람이 잘 들도록 한다. 발병과립들은 2차 전염원이 될 수 있으므로 따서 땅에 묻는다.
- 특히 비닐하우스 재배에서는 환기가 불충분하면 발생하기 쉬우므로 환기와 배수에 유의한다.
- 약제 방제
  - 발아전에 석회유황합제를 살포하고 생육기에는 탄저병 방제를 겸해서 등록약제를 개화전 및 성숙기에 각각 1-2회 정도 살포한다.
  - 동일약제를 계속 살포하면 저항성이 생기므로 성분이 다른 약제를 교호로 살포해야 한다.

## 1.2.9 탄저병

○ Bitter rot, Ripe rot, *Glomerella cingulata* (무성세대: *Colletotrichum*)



○ 피해증상

- 유과기 : 포도알이 콩알 정도의 크기 때부터 발생하는데 담갈색 또는 흑갈색의 파리똥 모양의 작은 반점이 생긴다. 과립이 어느 정도 비대했을 때 발병하면 흑두병의 병반과 유사한 반점이 생긴다. 대체로 유과기에 증상이 나타나는 경우는 흔하지 않다.
- 성숙기 : 처음에는 담갈색의 작은 반점이 형성된다. 성숙함에 따라 병반이 점차 확대되며 운문을 이루기도 한다. 병반 위에는 흑색의 작은 포자 덩어리가 발생하여 붉은색의 끈끈한 점액을 분비한다. 성숙기의 병든 과립은 쉽게 열과된다.

○ 발병환경 및 특징

- 여름철에 비가 잦은 우리나라에서는 매년 발생이 심하다. 방제를 소홀히 하면 포도를 거의 수확하지 못할 정도로 치명적인 피해를 주기도 하므로 방제의 초점이 되고 있다. 과피가 얇은 유럽계 품종에 잘 발생하고 미국계 품종이라도 비가 많은 8월에 성숙되는 캠벨얼리, 텔라웨어 등에서는 피해가 심하다.
- 포도에 탄저병을 일으키는 병원균은 *Colletotrichum gloeosporioides* 라는 곰팡이로 포도뿐만 아니라 사과를 비롯한 여러 과수 및 채소류에도 탄저병을 일으킨다.

○ 방제법

- 탄저병의 발생정도는 포도원의 재배환경과 관리방법에 따라 크게 차이가 난다. 따라서 탄저병의 방제는 철저한 약제살포와 더불어 재배적인 측면에서도 병이 발생하지 않도록 관리에 힘써야 한다.
- 재배적 방법
  - 밀식과 강전정을 피하고 나무속까지 통광, 통풍이 좋도록 한다.
  - 질소비료의 과다사용을 삼가고 배수에 유의한다.
  - 겨울전정시 이병송이, 덩굴손 등을 제거하고 생육기에도 발병과립은 발견하는 대로 솎아주거나 송이째 따준다.
  - 빗물에 의해 전염되므로 늦어도 6월말 포도 알이 콩알만 한 크기 때까지 봉지 씌우기를 끝내야 한다.
  - 비가림 시설을 설치하는 것이 극히 효과적이다.
- 약제 방제
  - 발아전 살포 : 석회유황합제를 탄저병 뿐만 아니라 새눈무늬병 등의 월동 병원균의 방제를 위해서 살포한다.
  - 생육기 살포 : 생육기의 약제살포는 발아 후부터 10-15일 간격으로 살포하되 7~8월 비가 잦을 때에는 7~10일 간격으로 살포한다. 특히 개화전 약제살포를 소홀히 하기 쉬운데 이때는 결과모지에서 포자가 형성되어 전파되는 시기이므로 약제를 살포하여 1차 전염을 막아 주어야 한다.
  - 방제 약제는 만코지수화제, 지오관수화제, 타로날·마이탄수화제, 이미녹타린트리아세테이트 외에도 다수의 약제가 등록되어있다.

## 1.2.10 큰송이씩은병

### ○ Berry Rot, Pestalotiopsis uvicola



### ○ 피해증상

- 포도알의 표면에 짙은 갈색의 작은 반점이 나타나는데, 차츰 진전되면서 껍질 전체가 어두운 갈색으로 바뀌며 쭈그러들어 군데군데 주름이 잡힌다. 시간이 지남에 따라 여기에 검은색의 작은 돌기들이 생기는데, 이것이 병을 일으킨 곰팡이의 포자덩어리이다. 마침내는 썩으면서 검고 단단해진다. 주로 포도알에 나타나지만, 자세히 살펴보면 과경에도 많이 나타나는 것을 볼 수 있다.



### ○ 발병환경 및 특징

- 이 병을 일으키는 곰팡이는 종류가 무척 많다. 또한, 병징들이 비슷비슷하기 때문에 발생생태에 대해서는 아직까지 자세하게 밝혀지지 않았으나, 일반적으로 비가 많은 여름철에 많이 발생한다. 앞에서 말했듯이 상처를 통해서만 침입하는 병원균이 많기 때문에 특히 상처가 많으면 병 발생도 늘어난다. 그러나 실제로 과수원에서는 탄저병, 꼭지마름병, 흰빛썩음병 등과 섞여서 나타나므로 증상만으로 이들 병과 구분하기는 힘들다.

### ○ 방제법

- 병원균이 다양하며, 피해가 크지 않은 까닭에 아직까지 정확하게 알려진 방제법은 없다. 우리나라에는 아직까지 이 병의 방제약제가 등록되어 있지 않다. 외국에서도 특정한 약제를 사용하고 있는 않으며, 다만 베노밀 등 일반 광범위 살균제를 사용하여 탄저병, 세눈무늬병 등과 동시 방제하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있다.

## 1.2.11 흰가루병

### ○ Powdery mildew, *Uncinula necator*



### ○ 피해증상

- 신초, 잎, 화수, 과립 등에 발생하며 발병이 심한 경우는 발아 후부터 신초 전체가 말라 위축된다. 잎에는 3~5mm 정도의 원형, 황록색의 반점을 생성하고 이어 표면에 담백색의 포자덩이로 퍼져 나간다. 어린잎은 뒤틀리거나 위축되고 황백색으로 탈색되면서 낙엽이 되며 가지에는 회백색의 곰팡이를 만들고 후에 적갈색~암갈색으로 변하게 되며 발병이 심하면 신장 및 비대가 불량하게 된다. 과방에서는 유과기부터 성숙기까지 감염하고 과병, 과립 등에 회백색의 곰팡이를 만든다. 극히 약한 시기에 발병하면 과립은 발육하지 못하고 낙과하거나 약간 발육 후 기형화 또는 갈라지고 미숙한 채 경화되어 소위 돌포도가 된다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 병든 부위 또는 눈의 인편 등에 부착하여 군사상태로 월동하고 다음해 개화기를 전후하여 포자를 형

성하여 어린잎에 전염한다. 그늘진 부위나 연한 조직을 가해하므로 개화기부터 가을에 걸쳐 새가지, 꽃송이, 노출된 잎의 뒷면 그리고 수관에 가려진 잎과 과실에 발병한다. 병반 상에 형성된 분생포자는 바람에 비산되고 강우가 계속될 때보다 오히려 적당한 온도가 유지되고 일조가 많은 때에 발병이 많다. 병원균의 활동은 24~30℃일 때에 가장 왕성하기 때문에 이른봄부터 초여름까지 기온이 높은 날이 계속되고 강우가 적을 경우 발병이 많다. 발병은 5월 상중순부터 시작하여 10월까지 계속되며 최대 발생시기는 6월 하순~7월 상순으로 유럽 품종에서는 성숙전 과실에서 발생하여 착색을 나쁘게 하고 열과의 원인이 되기도 한다.

### ○ 방제법

- 재배적 방제
  - 전정 시에 병반이 있는 가지는 제거하고 병과는 발병 초기에 따 버린다.
  - 통풍이 불량한 과원에서 발생이 심하므로 전정과 순치기로 바람과 햇빛이 잘 통하도록 관리하며 병든 가지는 병원균이 월동장소이므로 제거하고 피해낙엽은 모두 모아 땅속 깊이 묻거나 불에 태운다.
- 약제 방제
  - 월동이후에 석회유황합제를 나무전체에 철저히 살포하며 과경에 발병되는 것을 방지하기 위해서 과립이 밀착되기 전에 보르도액을 살포한다.
  - 유럽종과 다발품종에는 개화전(5월 중-하순)에 1-2회, 낙화 후의 유과기부터 7월 중순사이에 2-3회 적용약제를 살포한다.
  - 방제 약제는 디페노코나졸유제, 리프졸수화제, 마이탄수화제, 티디폰수화제, 웨나리수화제·유제 외에 도 다수의 약제가 등록되어있다.

## 1.2.12 균핵병

### ○ Sclerotinia shoot rot, Sclerotinia sclerotiorum



### ○ 피해증상

- 당해 발생한 연약한 신초에 주로 발병한다.



- 가지에 수침상의 병반이 생기고, 손가락으로 누르면 표피는 부서진다.
- 목질부까지 무름증상이 생기고, 상부는 마르고 고사한다. 병반부에는 바로 흰색의 균사가 발생하여 균핵을 형성한다.
- 목질부에도 흰색의 균사가 발생하고 균핵이 형성되어 부러지기 쉬운 상태가 된다.

○ 발병환경 및 특징

- 병원균은 균핵으로 지면에 떨어져 토양 중에서 월동한다. 다음해 자낭각이 형성되며, 자낭각 위에 새로 자낭포자가 만들어져 바람에 의해 분산되어 포도의 신초에 전염, 주로 봄부터 발병된다.

○ 방제법

- 이 병은 발생이 알려진지 오래되지 않아서 구체적인 방제법이 연구된 바 없다.
- 포장위생 관리에 주의하고 발아 전에 석회유황합제 살포로 다른 병과 함께 동시방제 효과를 기대할 수 있다.
- 생육기에 병든 가지가 발견 시 우선 제거하여 2차 감염을 막아준다.

### 1.2.13 꽃매미

○ Spot clothing wax cicada, *Lycorma delicatula*



○ 생태정보

- 년 1회 발생하며, 알로 겨울을 보낸다. 월동한 알은 5월 상중순에 부화하여 어린 약충이 되며, 약충은 4회 허물을 벗은 후 7월 중순부터 성충이 되어 11월까지 활동한다. 2006~2007년 서울, 청주, 천안에서 가축나무에 발생하였고, 충남 연기군에서 포도나무에서 발생하였다. 2008~2009년에는 정읍에서 포도, 배, 복숭아, 사과, 매실 등 과원에 발생하였으며, 발생량은 많지 않았으나 넓은 면적에 발생하였다. 포도나무에 크게 피해를 주는 꽃매미 피해면적은 2006년에는 1ha, 2007년에는 91ha, 2008년에는 2,765ha로 급증했다. 예찰은 성충은 몸길이가 1.5cm되는 매미로 날개에 검은 점이 있고, 약충은 빨간 점이 많이 있어 쉽게 확인이 할 수 있다. 방제를 하여도 주변 산에서 이동하여 다시 발생할 수 있으므로 자주

발생 여부를 관찰한다.

○ 피해정보

- 나무줄기의 수액을 빨아먹고, 배설물은 그을음병을 생기게 한다. 2006~2007년 서울, 청주, 천안에서 가축나무에 발생하였고, 충남 연기군에서 포도나무에서 발생하였다. 2008~2009년에는 정읍에서 포도, 배, 복숭아, 사과, 매실 등 과원에 발생하였으며, 발생량은 많지 않았으나 넓은 면적에 발생하였다. 포도나무에 크게 피해를 주는 꽃매미 피해면적은 2006년에는 1ha, 2007년에는 91ha, 2008년에는 2,765ha로 급증했다.

○ 방제법

- 월동기에 포도나무 껍질을 벗겨 월동 알을 소각한다. 나무 밑동에 끈끈이를 붙여 놓아 나무 위로 올라가는 벌레를 죽인다. 성충은 농약을 뿌리면 근처 다른 나무로 도망가기 때문에 농경지 주변 산야지에도 방제하고, 이웃 농경지도 공동방제가 필요하다.

### 1.2.14 갈색날개매미충

○ *Ricania shantungensis*



○ 형태정보

- 암컷성충의 몸길이는 약 9mm이며 날개 길이는 약 15mm이다.
- 수컷의 복부 선단부는 뾰족한 반면 암컷은 둥글어 쉽게 구분이 되고 전체적으로 어두운 갈색을 띠며 날개 중앙에는 물결 모양의 무늬가 있다.
- 알의 크기는 길이와 폭이 1.2mm, 0.5mm로 유백색(발육하면서 연두빛을 띠는) 밥알 형태이며, 난괴의 길이는 약 17mm 이나 기주에 따라 다양하다 알에서 나온 약충은 1-5령까지 존재하며 몸길이는 평균 4.5mm 정도이다.
- 4령부터는 등 부위에 대칭의 3쌍 점이 존재하며, 흰색의 밀랍 물질을 달고 있는데 자라면서 점점 늘어난다.

- 노란색을 띠는 흰색 밀랍 물질 덕분에 전체적으로 희끗희끗해 보이며 나무나 풀 줄기에서 쉽게 찾을 수 있다.

#### ○ 피해정보

- 약충기간 동안 농작물이나 과일나무 등의 수액을 빨아 먹으므로 식물의 생장에 지장을 초래하고, 열매의 수량이 적어질 수 있다. 약충의 분비물이 과일이나 잎, 가지 등에 남아 그을음병을 일으키는 등 과일의 상품성을 떨어뜨린다.
- 특히, 1년생 어린 가지 속에 알을 낳는 갈색날개매미충의 습성 때문에 가지 내부에서 수분이동을 막아 말라 죽게한다. 작물에 따라 갈색날개매미충 성충이나 약충이 수액을 흡즙해서 일어난 피해보다 알의 산란으로 인한 피해가 큰 사례도 있다.
- 산림 속 수목 및 관목에도 산란하여 농경지내 방제에도 불구하고 성충이 지속적으로 날라들어 산림에 의한 피해를 준다.

#### ○ 방제방법

- 물리적 방제법
  - 8월 중순부터 다음해 5월 이전까지는 산란된 나뭇가지를 제거한다. 갈색날개매미충은 가지 겉면이 아닌 조직 속에 산란하므로 해당 부위를 제거하지 않으면 방제가 어렵다. 성충이 나타나는 7월 중순부터 8월 중순까지는 산란을 막기 위해 끈끈이 트랩을 이용한다. 노란색 끈끈이 트랩은 약 3m 간격으로 설치하며 높이는 1~1.5m 정도가 적합하다. 방충망을 설치하여 과원으로 성충의 유입을 막는다.
- 화학적 방제
  - 알에서 약충이 부화하는 5월~6월 무렵이 가장 효과적이다. 알에서 부화한 지 얼마 되지 않은 약충일 수록 약제에 감수성을 보이기 때문이다.
  - 성충은 산란하기 전인 8월 초순부터 9월초순까지 방제적기이다.
  - 방제약제 : 아세타이프리트, 디노테푸란 등 21종이 등록되어 있다.
- 유기농업자재
  - 고삼, 테리스(Derris), 님(Neem), 제충국 추출물 등을 사용할 수도 있다. 단 사용할 때는 1,000배 정도 희석하여 사용한다.
- 적용약제
  - 리무진, 오신, 보스, 팬텀, 청실홍실, 트랜스폼, 모스피란, 천하평정, 직격탄, 만장일치, 충도사, 젠토시대, 피리처, 텔타포스, 세베로, 쏘라원 등

### 1.2.15 미국선녀벌레

#### ○ Citrus flatid planthopper, Metcalfa pruinosa



### ○ 형태적 특징

- 성충 : 몸길이 5.5-8mm, 처음에는 얼핏 보아 나방으로 오인할 수 있으나 넓은 삼각형의 앞날개가 몸에 수직으로 달라 붙어 있고, 위에서 볼 때 옆쪽이 압착된 썩기모양을 이루며, 앞날개는 가로로 맥을 이룬 전연실과 과립을 이룬 조상부(clavus)가 잘 발달하고 뒷다리 종아리마디는 정상적으로 끝에 가시와 함께 옆쪽에 2개의 가시가 있음
- 약충 : 유백색으로 동쪽으로 강하게 압착되어 있고, 머리는 앞가슴 등판보다 훨씬 좁으며, 앞가슴등판은 비스듬하게 돌출된 줄이 있는 역 V자 모양이고 중앙에서 분기하는 원형의 홈이 있음
- 알 : 유백색이며 등쪽으로 납작하고 날개로 기주식물의 수피 틈이나 눈 사이에 있으며, 외부환경에 견디기 쉽게 난각이 매우 단단하고 두꺼움

### ○ 피해 증상

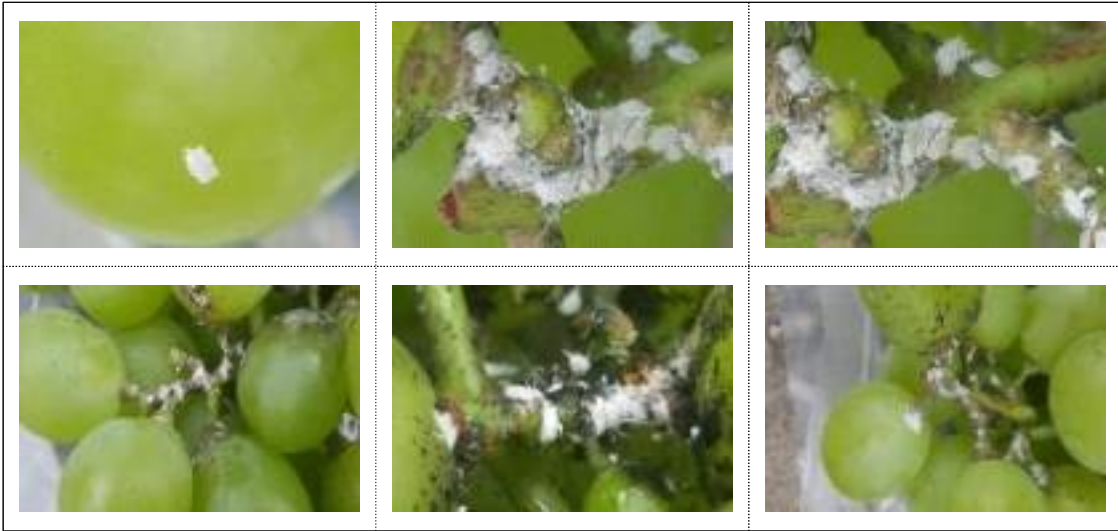
- 미국선녀벌레는 약충, 성충이 집단적으로 작물의 즙액을 빨아먹어 생육저해 등 직접적 피해를 줌
- 간접적인 피해로 감로를 배출하여 잎, 줄기 또는 과실에 그을음병을 유발하며, 특히 다량의 왁스물질을 분비하여 관상수의 경우 미관을 해침
- 우리나라에서 미국선녀벌레는 아까시나무 등이 많은 산림에서 1차 증식한 후 인접한 농경지로 유입되는 경향을 보임

### ○ 방제법

- 미국선녀벌레는 점프 및 비행을 통해 이동성이 좋아 방제가 쉽지 않아 여러번 방제해야 함.
- 발생지역 주변 야산에 많이 서식하기 때문에 주변 야산까지 방제해야 효과가 있음.
- 등록약제 : 16개 품목명 등록(티아메톡삼, 디노테푸란, 에토펜프록스 등) 20개 상표 등록(오신, 팬텀, 스트레이트 등)
- 방제 시기는 성충보다 약제 감수성이 높고 이동력이 떨어지는 약충시기에 단지별로 공동으로 방제하는 것이 효과적임.
- 성충이 나타나는 7월 이후에 약제 방제를 할 때에는 과수원과 인접한 산림을 동시에 방제하는 것이 중요함
- 단감의 경우에 감관총채벌레, 각지벌레, 노린재류등에 대해 등록된 약제로도 방제가 가능함

## 1.2.16 가루깍지벌레

○ Mulberry mealybug, *Pseudococcus comstocki*



○ 형태

- 다른 깍지벌레와는 달리 깍지가 없고 부화약충기 이후에도 자유로이 운동할 수 있는 특징이 있다. 성충은 길이가 3~4.5mm이고, 타원형이며 황갈색으로서 백색 가루로 덮여 있다. 몸 둘레에는 백납의 돌기가 17쌍이 있으며, 배끝의 1쌍이 특히 길어 다른 가루깍지벌레와 구별할 수 있다. 수컷에는 1쌍의 투명한 날개가 있으며 날개를 편 길이가 2~3mm이다. 알은 길이가 0.4mm 정도이고, 황색이며 넓은 타원형이다.

○ 피해증상

- 피해과실은 흡즙부위가 움푹움푹 들어간 기형과로 되고, 배설물로 그을음병이 유발되어 과실의 상품가치를 저하시킨다. 복숭아의 경우 과경부위르 흡즙하여 조기낙과 피해를 주기도 한다. 나무의 경우는 절단면 잘 아물지 않은곳 또는 거친껍질밑 새살이 나온곳에 서식하면서 납물질과 감로를 배설하므로 그을음병이 발생된다.

○ 발생생태

- 년 3회 발생하고, 알덩어리로 보통 거친껍질 밑에서 월동한다. 지제부 토양에서 월동한다고 간혹 알려져 있으나 땅속에서 월동하는 종류는 버들가루깍지벌레이다. 월동난은 보통 4월하순에서 5월상순경 부화하여 나무의 동공내 새살이 있는곳 또는 절단면 새살이 나오는 곳 등에서 서식하며, 봉지내 과실로 이동은 2세대 발생 약충이 나타나는 7월상순경부터 이다. 1세대 성충은 6월하순, 2세대는 8월상중순, 3세대는 9월하순부터 발생되고 3세대 성충이 월동난을 낳는다.

○ 방제법

- 월동기에 동공, 절단면 주위 등 거친껍질을 긁어내고 기계유유제를 살포한다(포도제외)
- 성충의 경우는 납물질로 싸여 있어 방제효과가 떨어지므로 약충부화기에 맞추어 적기방제하는 것이 필요하다. 방제적기는 월동난이 부화하는 5월상순, 2세대 약충발생기인 7월상순 그리고 3세대 약충발생기인 8월하순경이며 피해가 심한 과원은 이때 전문약제를 주간부가 충분히 묻도록 해서 살포한다.



- 생육기에는 과실봉지를 벗겨보아 발생이 확인되면 약제를 살포하고, 이때는 봉지가 젖어 과실에 붙을 정도로 충분히 살포해야만 효과가 있다.
- 기생봉 천적으로 가루깍지벌레, 가루깍지좀벌, 남색강총좀벌 등이 다수 존재하고 있으므로 이들 천적에 저독성인약제를 살포한다.

## 1.2.17 열점박이잎벌레

○ Grape leaf beetle, *Oides decempunctatus*



○ 특징

- 몸길이는 10~14mm로 약간 길지만 둥글고 높은 풍선을 가른 모양이다. 몸 윗면은 노란 갈색이며 일부 개체는 앞가슴등판이 적갈색을 띠는 경우도 있다. 더듬이는 실모양으로 끝부분 여러마디는 흑갈색이고, 딱지날개에는 5쌍의 둥근 흑색 무늬가 있다.

○ 생태

- 성충은 7월 초순부터 10월 중순까지 볼 수 있으나 8~9월에 가장 많다. 8월 초순부터 덩어리로 땅 속이나 흙 표면에 산란을 시작하며, 알로 월동하여, 이듬해 4월 초순에 부화한다. 알은 타원형으로 갈색을 띠며 부화한 유충은 잎 표면이나 이면을 가해한다. 발육기간은 평균 23일이며, 3회의 탈피를 거쳐 종령이 된 후 땅속에서 흙으로 방을 짓고 그 안에서 용화한다. 유충시기에 군집생활을 하며, 우화 후 일시적으로 군집생활을 한 후 흩어진다. 유충과 성충시기에 모두 방어선에서 노란색의 기피물질을 분비하여 천적으로부터 자신을 방어한다. 교미 시 수컷이 암컷을 붙들고 불규칙적으로 온몸을 떠는 특이한 교미 습성이 있다.

○ 방제법

- 피레스유제, 에바멕틴벤조에이트유제, 델타린유제, 노발루론액상수화제, 할로스린수화제, 클로티아니딘액상수화제 등의 성분 약제를 살포한다.



## 1.2.18 유리나방

○ Grape clearwing moth, *Paranthrene regalis*



○ 생태

- 연 1회 발생하고 가지속에서 노숙유충으로 월동한다. 피해받은 가지는 유충이 있는 부분에서 방추형으로 부풀게 되므로 월동중 비교적 발견이 용이하다. 다음해 봄에 용화하여 우화하는데 이때 용각은 가지에서 반쯤 내놓은 형으로 남는다. 성충은 밤에 활동하면서 신초의 엽맥에다 점점이 산란하는데 부화 유충은 신초속으로 파고 들어간다. 유충이 들어간 구멍은 자색으로 변하고 말라버린다.

○ 피해증상

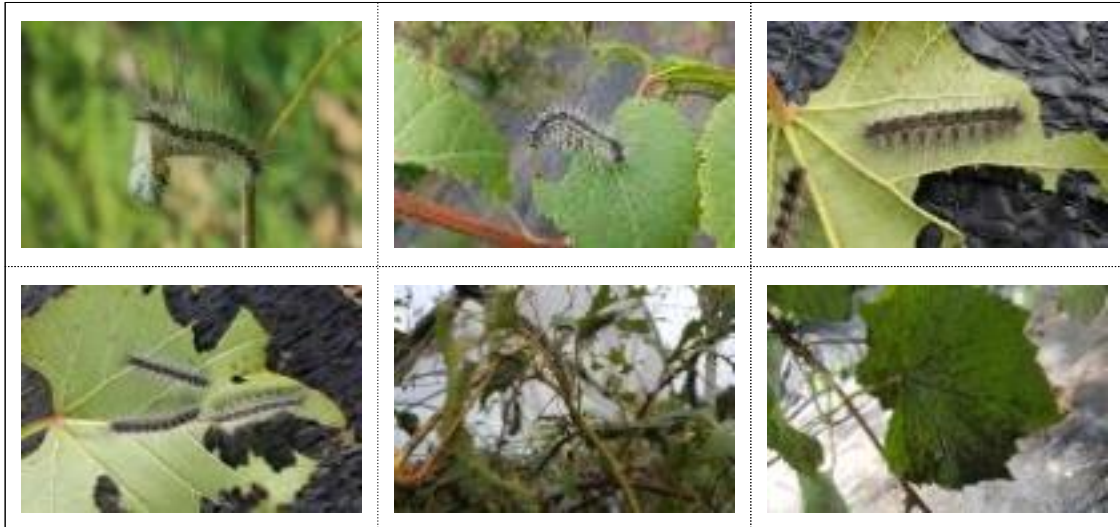
- 도유충이 신초나 잎자루에 식입해서 그 생육을 정지시키고 가지부위로 이동하여 목질부에 굴을 뚫고 다니며 식해한다. 유충이 파고 들어가면 새로 나온 가지의 끝이 시들시들 말라 죽는다. 특히 어린나무에서 주 가지가 피해를 받을 경우 치명적이다. 거봉과 텔라웨어 품종에서 피해가 심한 편이다.

○ 방제법

- 성충의 발생시기가 일정치 않고 일단 줄기속으로 들어가면 약제 방제가 곤란하다. 피해가 많은 과수원에서는 6-8월 우화 최성기에 약제를 살포해 주어야 한다.

## 1.2.19 미국흰불나방

○ Fall webworm, *Hyphantria cunea*



### ○ 생태정보

- 보통 1년에 2회 발생한다.
- 겨울나기는 나무껍질 사이에 고치를 짓고 번데기 상태로 한다.
- 1화기는 5월 중순~6월 상순경이며 600~700개의 알을 낳는다. 부화유충은 실을 토하여 잎을 싸서 집단으로 가해한다.
- 2화기 성충은 7월 하순~8월 상순에 우화하여 산란한다. 부화한 애벌레는 50여일의 기간을 보낸 뒤 번데기로 겨울나기를 한다.
- 예찰은 흑색형광등으로 유인하여 성충을 예찰한다.
- 나무의 하단부에 끈끈이 또는 전착제를 섞은 수반트랩을 놓아 유살하여 관찰한다.
- 1화기 발생 시기에 육안으로 예찰을 철저히 하여 산란된 알 덩어리나 군서하는 어린유충의 발생 유무를 조기에 확인한다.

### ○ 피해정보

- 유충 한 마리가 먹는 잎의 양은 100~150cm<sup>2</sup>에 달한다.
- 3령 유충까지는 실을 토해 잎을 철하고 집단생활을 한다.
- 4령 이후에는 분산하여 가해한다.
- 가로수나 정원수에서 쉽게 피해가 눈에 띄고 경관을 심하게 훼손한다.

### ○ 방제법

- 늦가을에 가로수나 정원수에 잠복소를 설치하여 월동하는 노숙유충을 포살한다.
- 이듬해에 1화기 성충이 낳은 알 덩어리나, 어린 유충이 군서하고 있는 나뭇가지들은 잘라 없앤다.
- 유충 발생초기에 적용약제를 살포하여 방제한다.

## 1.2.20 나무좀

○ Brak beetle, Xyleborus



<나무좀 피해>

○ 피해정보

- 암컷이 큰 나무의 줄기나 어린나무의 주간부에 직경 1~2mm의 구멍을 뚫고 들어가는데, 성충의 침입을 받은 가지의 잎이 시들고 나무의 수세가 급격히 쇠약해지며 심하면 고사한다. 침입구멍으로 하얀 가루를 내보내고 성충과 유충이 목질부를 식해할 뿐만 아니라 유충의 먹이가 되는 공생균(암브로시아균)을 자라게 하므로 이 균에 의해서 목질부가 부패되어 수세가 더욱 쇠약해져 고사를 촉진하게 된다.

○ 방제법

- 나무좀은 2차 가해성 해충으로서, 건전한 나무에는 가해하지 않고, 수세가 약한 나무를 집중 가해하므로 비배 및 토양관리와 수분관리 등을 철저히 하여야 한다. 토양관리와 관수를 철저히 하여 포도나무가 스트레스를 받지 않도록 한다.
- 겨울철 동해피해(동고병)나 여름철 가뭄피해 또는 일소 피해 등으로 줄기가 스트레스를 받은 나무를 집중 가해한다. 폐원상태로 방치된 과수원의 조기정비와, 주변에 쌓아놓은 전정가지 또는 산지의 나무좀 피해주를 적기에 소각 또는 분쇄해야 한다.

## 1.2.21 매미충류

○ Leafhopper, the family Cicadellidae



## ○ 피해증상

- 성충과 약충이 포도나무 잎, 과실에서 즙액을 빨아먹는다. 잎 뒷면에서 주로 가해하며 잎 표면에 바늘로 찌른 듯한 흰 반점이 생긴다. 피해가 심하면 잎이 엽록소를 잃어 표면이 하얗게 되고 심하면 잎이 기형으로 약간 오그라드는 경우도 있다. 포도뿐만 아니라 사과, 배, 뽕나무, 양말기나무 등에도 같은 증상이 나타난다. 잎에 심한 피해를 받으면 광합성이 불량하여 열매도 성숙하지 못하고 착색이 불량해지며 품질도 떨어진다. 흡즙하면서 감로(배설물)를 분비하기 때문에 그을음병이 유발되어 과실을 오염시킨다.

## ○ 발생생태

- 1년에 3회 정도 발생하며 성충으로 거친껍질 밀, 낙엽 밀 또는 풀밭에서 겨울나기를 한다. 봄철 기온이 올라가면 잡초에서 서식하다가 포도 발아기부터 가해를 시작하여 제 1회 성충 발생은 6월 하순, 제 2회 발생은 8월 상중순, 제 3회 발생은 9월 중하순에 나타나는데, 발육이 고르지 못하여 여름부터 가을까지 계속 각 충태를 볼 수 있다.

## ○ 방제법

- 이른 봄 과원내의 낙엽이나 거친껍질, 잡초 그리고 울타리의 잡초 등 월동 잠복처를 제거하여 월동성충을 방제한다. 울타리의 잠복처에서도 제거해야 효과를 볼 수 있다. 밀식하여 지주 밀이 어둡거나 통풍이 나쁘면 다발생하므로 새 줄기를 잘 유인하여 지주 밀을 밝게 한다. 봄철 발아기(4월 중순)부터 월동성충이 활동하여 알을 낳고 그 후 1세대 약충이 출현하므로 새로운 성충이 출현하기 전 방제해야 효과가 좋다. 6월 중하순부터는 2세대 성충이 발생하여 번식하므로 이 이전 방제에 주의한다.
- 방제약제
  - 아세타미프리트(모스피란), 에토펜프록스(트레본), 티아메톡삼(아타라), 이미다클로프리트(코니도), 클로티아니딘(빅카드), 페니트로티온(메프치온, 시미치온) 등이 고시되어 있다. 매년 다발생하는 포도원은 수확후에도 약제를 살포하여 월동성충의 밀도를 줄이는 것이 좋다.
- 천적을 이용한 매미충류 생물적 방제
  - 외국(미국)에서 생물적 방제로 쓰이는 천적은 알 기생봉 일종(*Anagrus epos* 등), 풀잡자리, 무당벌레류, 애꽃노린재, 거미류, 포식성 응애류(*Anystis agilis*) 등이다. 알 기생봉은 포도 생육기 기간동안 가장 흔히 발생하는 천적류이며, 포도원 주변에 매실, 자두 등 매미충류 야생기주가 있는 경우 그 곳에서 천적이 증식되어 포도원으로 날아오기 때문에 도움이 된다. 기생봉에 감염된 매미충 알을 적색으로 변색되고 결국 죽게 된다. 국내에서는 아직 알기생봉이 보고되어 있지 않다. 이리응애 천적은 1령충의 매미충을 주로 잡아먹는다. 미국에서는 풀잡자리를 대량으로 사육하여 ha당 2만 마리(유충) 정도를 방사한 결과 약 30%의 매미충 방제효과가 있었다.

## 1.2.22 박각시

### ○ hawk moth, *Agrius convolvuli* L.



○ 형태적 특징

- 나비목 박각시과에 속하며 성충은 흑갈색이고 몸 전체가 작은 털같은 인편으로 덮여 있다. 유충은 대형으로 다 자라면 7~8cm 가량된다. 유충의 체색은 녹색이고 노숙된 것은 갈색을 띠는 경우도 있다. 유충의 복부 끝에 꼬리모양의 돌기가 있는 것이 특징이다.

○ 기주와 피해

- 포도, 머루, 기타 야생수목을 가해하며, 잘 발달된 씹는 입이 있기 때문에 엽 전체를 갉아먹는다. 한 마리가 여러잎을 먹어 치우며 피해엽은 엽병만 남는다.

○ 발생생태

- 연 2회 발생하고 지면에서 낙엽 등을 철하여 고치를 짓고 용태로 월동한다. 유충은 6~7월과 8~9월에 나타난다. 이외에 머루박각시나방 등 3~4종도 발생한다. 과원주변의 숲에서 발생한 성충이 포도나무로 이동해 산란하는 경우가 있으므로 발생여부를 수시로 살펴야 한다.

○ 방제법

- 해에 따라 발생량이 다르므로 다발생시에만 약제방제를 실시한다. 현재 등록된 약제는 없으나 유기인계 약제가 효과가 있다.

## 1.2.23 박쥐나방

○ Swift moth, *Endoclyta excrescens*





<박쥐나방 피해>

○ 형태적 특징

- 성충의 몸은 갈색이고 가늘며 길이가 40mm 정도이다. 앞날개의 중실 밑과 끝에 황백색의 무늬가 있고, 밑에서 2/3 부근에 얇은 갈색사대가 있다. 유충의 몸은 뿌연 흰색이고 각 마디에 작은 갈색무늬가 흩어져 있다.

○ 피해증상

- 어린 애벌레가 풀줄기 속을 먹고 자라다가 나무로 옮겨가 나무줄기 속으로 파고 들어가 살면서 벌레 구멍 밖으로 배설물을 배출한다. 처음에는 표피를 빙 둘러가며 먹지만, 나중에는 줄기 속으로 먹어 들어간다. 특히 이 벌레는 실을 토하여 배설물을 구멍밖에 흑같이 묶어 놓기 때문에, 먹어 들어간 구멍이 쉽게 눈에 띈다. 일반적으로 땅가 부위를 가해한다.

○ 발생생태

- 성충은 6월과 9월에 발생한다. 암컷 한 마리가 땅 위에 보통 2,000 ~ 3,000개, 많으면 10,000개까지의 알을 낳는다. 성충이 될 때, 번데기 껍질의 1/2 가량이 피해를 입은 구멍에서 밖으로 나와 있다.

○ 방제법

- 어린 유충은 잡초를 먹고 자라므로 포도원 안팎의 잡초를 제거하고, 먹어 들어간 구멍이 발견되면 철사 등으로 속에 있는 애벌레를 죽인다.
- 포도나무주위 토양에 유기인제 살충제를 살포하는 것도 효과적이다 (5월 ~ 6월 상순).

## 1.2.24 애무늬고리장님노린재

○ Pale green plant bug, *Lygocris spinolae*





<애무늬고리장님노린재 피해>

○ 형태적 특징

- 성충의 몸 길이는 5mm 내외인 작은 노린재로서 성충의 몸색은 선녹색이며 촉각은 담갈색이다. 앞가슴 등쪽에 흑색의 짧은 선이 세줄 있으며 앞날개는 선녹색이나 막질부는 담흑색이다. 약충도 성충과 비슷한 모양이나 날개만 덜 발달되어 있다.

○ 피해증상

- 약충과 성충이 어린잎과 과실을 가해한다. 어린잎이 피해를 받게 되면 즙액을 빨아먹은 부위의 조직이 죽어 바늘로 찌른 것처럼 갈색으로 변하고, 나중에 잎이 자라면서 이 부위에 크게 구멍이 생기고, 전체 잎은 너털너털해 지거나 기형이 된다.
- 개화전후 또는 착립기에 흡즙 피해를 받게 되면, 꽃송이가 말라 죽거나 과피혹 변, 코르크화, 소립과 증상이 나타난다. 또한 피해 과실은 수확기가 되면 열과 되거나 착색이 불량해지게 된다.
- 휴면중인 포도 눈의 인편 틈에서 알로 월동하고 이듬해 봄에 신초가 약 3cm 정도 자랄 무렵인 3~4엽기에 알에서 부화한다. 부화한 약충은 새가지 끝부분에 있는 잎을 가해하다가 꽃송이가 출현하면 과방을 가해하기 시작한다.
- 1세대 성충은 5월 하순~6월 상순, 2세대 성충은 6월 하순~7월 중순, 3세대 성충은 8월 중순에 나타난다. 8월 중순이후에 1~2세대가 더 발생하는 것으로 추정된다.
- 초기의 과실비대가 끝나면 더 이상 과실을 가해하지 않으며 옷자람가지의 어린잎을 가해한다. 또한 포도원 주변에 있는 감자, 가지, 잡초 등 다른 식물을 가해한다. 포도원내부나 과원 주변에서 서식하던 성충은 10월 중순경에 포도나무 가지에 월동 알을 낳는다.

○ 방제법

- 방제 적기는 발아기(3~4엽기)부터 꽃송이 형성기까지이며, 평소 피해가 심한 포도원의 경우 이 기간에 2회 정도의 적용약제 살포가 필요하다.

## 1.2.25 민달팽이

○ Japanese native slug, *Incilaria confusa*



○ 피해

- 성체나 유체 모두 잡식성으로 잎, 신초 등 연약한 부분을 식해하며, 피해가 심한 잎은 잎맥만 남기고 거친 그물모양으로 된다. 과일에도 피해를 주며, 피해를 받은 과일은 갇아먹은 흔적이 남아 상품가치가 떨어진다. 피해부위에는 점액이 부착되어 있고 구불구불한 검은 배설물을 볼 수 있다. 딸기에는 물을 자주 대어주기 때문에 습기가 많아 민달팽이의 생식과 번식에 좋은 조건이 되므로 피해가 많다. 노지재배에서는 4~5월에 피해가 많으나 하우스 재배에서는 겨울에도 피해를 준다.

○ 형태

- 다 자란 민달팽이는 몸길이가 60mm 정도이며, 전체가 담갈색인 것이 많으나 몸색은 변이가 있다. 등면에는 3개의 암색 세로선이 있으나 중앙의 것은 잘 나타나지 않는다.

○ 생태 및 생활사

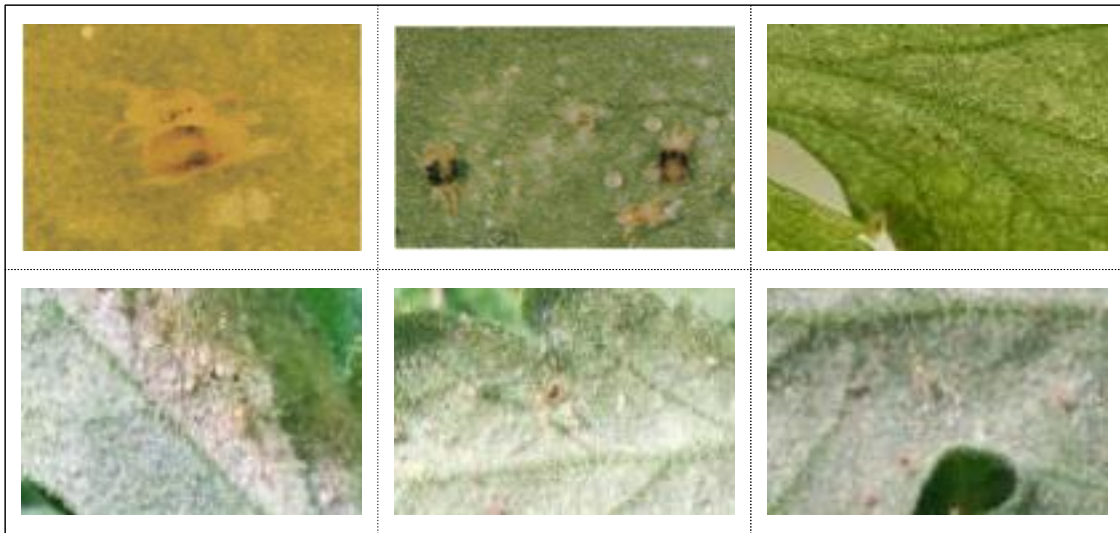
- 성체로 월동하여 3월경부터 활동을 시작한다. 연 1회 발생하며, 월동한 성체는 3~6월에 걸쳐서 산란한다. 40개 정도의 알덩어리로 줄기나 잡초에 낳으며, 알에서 부화한 유체는 가을에 성체가 된다.
- 많은 작물을 가해하며, 피해를 받은 잎은 잎맥만남아 그물모양으로 된다. 일반적으로 토양속이나 낙엽 등 습기가 많은 장소에서 월동한다.

○ 방제대책

- 낮에는 그늘에 숨어 있고 밤에 나와 식해하므로 피해가 나타나기 전에는 발견하기 어렵다. 또한, 딸기에서는 적당한 예방약제가 없기 때문에 피해가 나타나기 시작하면 유인제를 살포하여 피해를 방지한다. 유인제는 강우나 관수에 의해 약효가 오래 지속되지 못하여 보통 살포 후 4~5년 일에 효과가 없어 지므로 발생이 많은 곳에는 4~5일 간격으로 약제를 살포한다. 발생이 많은 곳에서는 잠복처가 되는 작물, 잡초 등을 제거하고 토양표면을 건조하게 한다.

## 1.2.26 점박이응애

○ Two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*



○ 형태

- 암컷 성충은 몸길이가 0.4-0.5mm이고, 여름형은 담황록 바탕에 몸통 좌우에 두 렷한 검은 점이 있지만 월동형은 등색(골색)으로 검은 점이 없다. 수컷 성충은 0.3mm 정도이고 몸이 담갈색으로 흘쭉하며 배 끝이 뾰족하고 다리가 긴 특징이 있다.
- 알은 투명하고 공 모양이며 직경은 0.14mm이다.
- 유충은 알보다 약간 크며 처음에는 투명하지만 점차 연녹색으로 변하고 검은 점이 생기며 눈은 빨갛고 다리가 3쌍인 것이 특징이다.
- 약충은 세 가지 형태(유충, 제1약충, 제2약충)로 구분된다.
- 제1, 제2약충은 유충보다 몸과 검은 점이 점점 커지며 녹색이 진해지고 성충처럼 다리가 4쌍이다. 각각의 발육태 중간에는 세 번의 정지기가 있으며 정지기가 끝나면 매번 탈피한다.

○ 피해증상

- 사과나무 외에도 배나무의 주요 해충이며 옥수수·콩 등 전작물과 채소, 화훼, 잡초에도 가해해 기주범위가 매우 넓다.
- 과수원의 살충제 사용이 증가함에 따라 천적류의 감소 또는 멸종과 함께 약제 저항성이 증대돼 발생이 문제 되므로 종합적인 관리대책이 필요하다.
- 사과응애와 달리 잎 뒷면에만 주로 서식하며, 구기를 세포 속에 찢러 넣고 엽록소 등 내용물을 흡즙하므로 겉면에는 피해증상이 잘 나타나지 않는다. 피해 잎은 황갈색으로 변색돼 광합성 및 증산작용 같은 잎의 기능이 저하되며, 심하면 8월 이후 조기낙엽이 되고 과실의 비대생장, 착색, 꽃눈형성 저하 등에 영향을 주기도 한다.

○ 발생생태

- 연 8~10세대를 경과하며 교미한 암컷 성충으로 나무줄기의 거친 껍질 틈새나 지면의 잡초·낙엽에서 월동한다. 3월 중순경부터 월동 장소에서 이동하는데 지면에서 사과나무로 또는 사과나무에서 지면으로 이동이 동시에 일어난다.
- 이때 사과나무 눈이나 잡초 등 적당한 먹이를 찾으면 섭식을 시작한다. 몸 색깔이 여름형으로 변하면

서 2~5일 후부터 알을 낳는데, 월동형 성충은 20여 일 동안 약 40개 산란하지만 이후 세대부터는 30여 일 동안 100개 정도 산란한다.

- 4~5월에는 지면의 잡초와 사과나무의 수관 내부, 특히 주지나 아주지 등에서 나오는 도장지에 밀도가 높고 점차 수관 외부로 분산한다. 잡초에서는 먹이상 태가 좋은 5월까지의 증가하지만 6월 이후 감소하고 7월에는 극히 밀도가 낮으며 8월 이후는 사과나무에서 이동한 개체군에 의해 다시 밀도가 증가한다.
- 사과나무에서는 6월 중순부터 급격히 밀도가 증가해 7월에는 피해를 받는 사과원이 나타난다. 8~9월 최고 밀도에 이르며 11월까지 높은 밀도를 유지하는 경우가 많다.
- 9월 하순에 월동형 성충이 나타나기 시작해 가지나 주간을 따라 이동하며, 대 부분 사과나무의 거친 껍질 틈새에서 월동한다. 반면 낙엽과 함께 지면에 떨어지는 것들은 낙엽 또는 잡초 등에서 월동한다. 일부는 수확 전에 과실의 꽃받침 부위로 이동하는데 이러한 점박이용애의 수확 전 과실 부착은 사과 수출 시 큰 문제가 되고 있다.

### ○ 발생예찰

- 응애는 크기가 작아서 초기에는 발견하기가 어렵지만 다발생해 피해가 심하면 차를 타고 가면서도 피해를 구분할 수 있다. 본래의 발생예찰법은 일주일마다 1나무의 사방 신초 중간에서 10잎씩 10나무에서 총 100잎을 채취해 응애밀도를 조사하고, 잎당 평균밀도가 6월 이전에는 1~2마리, 7월 이후에는 3~4마리 이상 이면 응애약을 살포하는 것이다. 이 방법은 시간이 많이 걸리는 문제가 있다.
- 현재는 발생잎률에 따른 잎당 가해밀도 간이추정법이 선호되고 있다. 이는 포 장에서 확대경을 이용해 움직이는 발육태의 응애가 1~2마리 이상 발생하는 잎의 비율(발생잎률)을 구해 평균밀도를 추정할 수 있다. 발생잎률이 40%이면 2 마리, 60%이면 4마리 정도로 추정된다.
- 점박이용애의 경우 발생잎률이 85%를 넘으면, 즉 잎당 10마리 이상 발생하면 정확한 밀도추정이 곤란하다. 발생예찰 시기는 5월 하순부터 8월까지 5~10일 마다 나무에서 발생밀도를 조사한다.

### ○ 방제

- 점박이용애의 약제방제 1차 적기는 사과나무 수관 내부에서 증식한 개체들이 점차 분산을 시작하고, 지면 잡초의 먹이상태가 좋지 않거나 예취를 해 잡초에서 사과나무로 이동하는 시기이다. 대체로 6월 상순경에 사과나무 잎당 2마리 (25잎 조사해 점박이용애가 10잎 내외에서 발견되는 수준임) 정도일 때이다.
- 그 뒤 장마기에도 계속 관찰하되 특히 온도조건이 좋아지는 시기인 7월 상순에 발생정도를 관찰해 잎당 3~4마리 이상이면 2차 방제를 실시한다. 이때 방제가 부적절하면 7월 하순~8월에 피해를 입는다.
- 3차 방제적기는 8월 상중순 고온기로, 잎당 3~4마리 이상이면 응애약을 살포해 야 한다. 그러나 이상과 같은 방제적기는 연도 및 사과원에 따라 차이가 있을 수 있으므로 정기적으로 관찰해서 각자의 상황에 적당한 방제시기를 선정한다.
- 점박이용애는 약제 저항성 유발이 문제 되므로 같은 약제는 물론 계통이 같은 약제를 연속 살포하는 것을 금하고, 가급적 천적인 포식성 이리응애에 영향을 주지 않는 약제를 선택한다.



## 2. 채소

### 2.1 고추

#### 2.1.1 탄저병

○ Anthracnose, *Colletotrichum* sp.



○ 피해증상

- 주로 과실에 발생한다. 과실에는 처음에 감염부위가 수침상으로 약간 움푹 들어간 원형반점으로 나타나고, 진전되면 병반이 원형 내지 부정형의 겹무늬증상으로 확대된다. 병반부위에는 담황색 내지 황갈색의 포자덩어리가 형성되고, 심하게 병든 과실은 비틀어지고 미이라처럼 말라버린다. 성숙과의 병반은 간혹 흑색의 겹무늬증상을 띠는 것도 있으며, 수확 후 건조하는 과정에서 병증상이 나타나는 것도 있다.

○ 발병환경 및 특징

- 병원균은 종자 혹은 병든 부위에서 자낭각과 균사의 형태로 월동하여 1차전염원이 된다. 병의 전반은 주로 분생포자에 의해 이루어지며, 시설재배 포장보다는 노지포장에서 병발생이 심하다. 노지포장에서는 여름철 장마기에 분생포자가 주로 비바람에 의해 전반된다. 노지재배의 풋고추에서는 7월 초순부터 병이 발생하기 시작하여 수확기까지 계속 발생한다.

○ 방제법

- 건전종자를 파종하고, 무병묘(無病苗)를 이식한다.
- 종자를 소독하여 파종한다.
- 이 병에 잘 걸리지 않는 품종을 선택하여 재배한다.
- 고시약제를 병발생 초기부터 살포한다.
- 방제 약제로는 디메토모르프 디티아논 등 21종의 약제가 등록되어 있다

## 2.1.2 역병

### ○ Phytophthora blight, *Phytophthora capsici*



### ○ 피해증상

- 유평기부터 전 생육기에 발생되며, 주로 뿌리와 땅가 줄기부위에 발생되지만 병원균이 빗물에 튀어 올라 잎, 열매, 가지 등의 지상부에 발생되기도 한다. 유평기에 감염되면 그루 전체가 심하게 시들고 죽는다. 생육중기나 후기의 병든 그루는 처음에 시들다가 후에 적황색으로 변해 말라죽는다. 병든 그루의 줄기지체부와 굵은 뿌리는 수침상으로 썩는데, 껍질을 벗겨 보면 줄기내부가 연한 갈색이나 암갈색으로 썩어 있다. 잎, 열매, 가지 등은 수침상으로 썩으며, 감염부위에는 병원균의 포자 덩어리가 하얗게 보이기도 한다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 육묘상에서부터 전 생육기에 발생되며 시설재배에서는 연중 발생된다. 노지에서는 6월 초순부터 발생되고, 장마기에 주로 전반되어 8, 9월에 발생이 가장 심하다. 토양이 장기간 과습하거나 배수가 불량하고, 침수되면 병 발생이 조장되는데 연작지에서 발생이 많다. 병원균은 종자전염이 가능하나 대부분의 전염원은 토양에서 유입된다. 병원균은 병든 식물체의 조직에서 균사나 난포자 상태로 월동후 다시 발아하여 1차전염원이 되는데, 병원균은 전국적으로 널리 퍼져 있으며, 두가지의 유성생식형 (A1, A2형)도 거의 전 재배지역에서 분리된다.

### ○ 방제법

- 건전토양에서 육묘하고 토양이 장기간 과습하지 않도록 배수를 철저히 한다.
- 병든 포기는 뿌리주변 흙과 함께 제거하여 포장 밖으로 버리고 등록된 약제를 병든 포기 주변에 흙뻑 관주한다.
- 발생포장에서는 3년 이상 비기주 작물로 돌려짓기를 한다.
- 방제 약제로는 디메토르프 등 21종의 약제가 등록되어 있다.



### 2.1.3 흰비단병

#### ○ Southern Blight, *Sclerotium rolfsii*



#### ○ 피해증상

- 지체부의 줄기가 수침상으로 물러지고 부패하면서 암갈색으로 변하고 시들면서 말라 죽는다. 병반부에 흰색의 곰팡이가 솜털처럼 생기고, 병반 부위와 토양 표면에 갈색의 둥근 균핵이 많이 형성된다. 지체부를 기준으로 땅위 2cm에서 지하부와 뿌리에 비단같은 흰 곰팡이가 (균사) 발생하며 초기에는 뿌리와 지체부 사이가 갈변 및 흑변되고 정상 뿌리는 거의 볼 수 없다. 피해주 외형은 정상으로 보이나 내부 목질부 10cm 이상이 갈변 및 흑변되어 있다. 진전되면 지상부가 시들어 심하면 고사한다.

#### ○ 발병환경 및 특징

- 노지 터널재배 (반축성재배)의 경우 정식 후 5월 중순 부터 6월말까지 발생이 심하며 후기에는 가지까지 전염된다. 하우스 축성재배에서도 발생이 되며 노지재배도 피해 면적이 증가하고 있다.

#### ○ 방제법

- 병든 식물체는 그 주변의 흙과 함께 일찍 뽑아내어 땅속 깊이 파묻는다. 시설 재배포장에서는 저온다습하지 않도록 주의한다. 현재까지 등록된 약제는 없으나 균핵병을 일으키는 병원균과 유사하므로 균핵병에 등록된 약제를 적용할 수 있다.

### 2.1.4 세균점무늬병

#### ○ Bacterial spot, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*



### ○ 피해증상

- 세균점무늬병은 최근 발생이 증가하고 있으며 간혹 육묘 중에 대 발생해 큰 피해를 주기도 한다. 잎과 과일 및 줄기에 3mm 전후의 부정형의 병반을 형성하는데 주로 잎에 발생한다. 병반이 진전되면 잎 전체가 누렇게 변해 떨어지거나 구멍이 나기도 한다. 침입 초기에는 수침상의 병반을 형성하고 부정형의 병반 가장자리에 황갈색의 테두리를 가지며 안쪽은 흰색으로 변한다. 시간이 지나면 병반 주위의 테가 없어지며 약간 움푹 들어간 병반을 형성한다.

### ○ 발병 환경 및 특징

- 병 발생의 최적 온도는 27~30℃ 정도이며 종자 수집 과정에 오염된 종자가 파종되어 병을 일으키기도 하고 토양 중의 병든 식물체 잔체로부터 오염되기도 한다. 과일과 잎의 상처 조직 또는 수공을 통해 침입하며 비, 바람에 의해 매개된다. 주로 식물체의 상처 부위를 통해 침입하는데 유기물 등 시비량이 불충분하거나 질소질 과잉으로 쇠약하게 자랄 때 많이 발생한다. 정확한 원인은 밝혀지지 않았으나 비닐 피복이 세균성점무늬병의 발생을 조장하는 것으로 조사되었다.

### ○ 방제법

- 세균점무늬병과 궤양병은 건전 종자를 사용해야 하고 육묘 중에 감염되지 않도록 해야 한다. 모든 세균은 건조에 매우 민감하므로 토양이 침수되거나 과습하지 않도록 관리해야 한다. 병든 포기나 과실은 일찍 제거해 전염원을 조기에 차단하는 것이 대단히 중요하다. 그리고 병든 포기에서 세균이 흘러나와 빗물이나 관수 혹은 비닐하우스 천장에서 떨어진 물방울에 튀겨져 포장 주위로 확산되지 않도록 주의할 필요가 있다. 화학적 방제로 차아염소산나트륨이나 초산 등은 종자에 묻은 병원 세균의 소독제로 활용할 수 있는데 적절한 농도로 희석해 사용해야 한다.

## 2.1.5 흰가루병

### ○ Powdery mildew, *Leveillula taurica*



### ○ 피해증상

- 주로 잎에 발병하고 발병 초기에는 잎 뒷면의 한 부분이 흰 가루가 묻은 것처럼 보이는데, 이것은 흰가루병균이 잎 표면에 정착한 후 만들어낸 분생포자이다. 병이 진전되면 잎 뒷면은 지저분하게 흰 가루가 퍼지고 오래된 병반 주위에 흑색소점으로 보이는 자낭각이 형성된다. 잎의 앞뒷면에 발생하며 뒷면에 병이 더 심하게 발생한다. 병 발생이 지속되면 잎은 점차 누렇게 변하고 얼룩덜룩해지면서 아랫잎부터 말라 떨어진다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 병든 잔재물이나 자낭각에서 월동한 병원균이 발아해 자낭포자를 형성한 다음 공기 중으로 날려 고추 잎에 부착하고 침입하게 된다.
- 정착된 병원균은 식물체로부터 양분을 탈취해 계속적으로 분생포자를 형성하고 2차 전염을 일으킨다. 흰가루 병균은 하우스 내에서도 난방기가 설치된 곳이나 남쪽 출입구 부근에서 많이 발생 하는 것을 볼 수 있다. 3월 중순 이후 기온이 점차 높아짐에 따라 환기창의 개폐가 잦아지는데 이때 병이 급속하게 번지고 다른 하우스로의 전파도 활발해진다. 이처럼 흰가루병 발생은 일교차와 일조 부족 및 환기 불량 등 환경 요인에 의해 절대적으로 영향을 받는다. 질소비료 과다와 밀식으로 인한 과번무한 상태에서의 병 발생도 많다.

### ○ 방제법

- 재배적 및 화학적 방제
  - 흰가루병은 하우스 내의 일교차를 줄이고, 일조를 좋게 하며, 통풍과 환기가 원활 하도록 재배 환경을 개선하는 것이 무엇보다 중요하다. 오이, 딸기, 상추 등에 발생하는 흰가루병은 하우스 내에 공기 순환팬이나 강제환풍팬을 설치해 온·습도 등 재배 환경을 개선하는 것만으로도 방제 효과가 60% 이상으로 나타난다고 보고되었다. 특히 밀식을 하지 않아야 하며 질소비료를 줄이고 작물이 건전하게 자라게 해야 한다. 병든 잎은 모아서 불에 태우거나 땅속에 묻어 전염원의 밀도를 줄여야 한다. 고추 흰가루병에 등록된 적용농약을 안전사용기준에 맞게 살포한다.
- 난황유 등 친환경 자재를 이용한 방제
  - 흰가루병 방제를 위해 가장 널리 사용되는 친환경 자재가 유황이다. 유황은 각종 작물에 발생하는 흰가루병 방제에 탁월한 효과를 나타내는데, 참외 흰가루병 방제 기술을 소개하면 다음과 같다. 유황

훈증기를 하우스에 10~15m 간격으로 매달아 야간에 1~2시간 정도 훈증하면 85% 이상의 방제 효과를 얻을 수 있다. 작물의 생육 상태와 흰가루병 발생 정도에 따라 훈증 시간을 조절하며 하루에 2시간 30분이 넘지 않도록 해야 한다. 유황은 유기농업 허용 자재로 값이 싸고, 효과가 높으며, 병원균의 저항성 발현이 없는 등 여러 가지 장점이 있다. 하지만 유황을 오남용하면 작물에 약해를 나타낼 우려가 높고 비닐이나 부직포 등의 농자재를 부식시키기도 한다. 난황유는 각종 작물의 흰가루병 방제 효과가 탁월한 유기농 작물 보호제로 최근 에 농촌진흥청에서 개발한 자재이다. 난황유란 유채기름(채종유, 카놀라유)이나 해바라기유 등 식용유를 계란 노른자로 유화시킨 현탁액으로 농가에서 직접 제조해 사용할 수 있는데 흰가루병뿐만 아니라 응애 방제 효과도 매우 높다.

## 2.1.6 토마토반점위조바이러스

### ○ Tomato spotted wilt virus (TSWV)



### ○ 피해증상

- 토마토반점위조바이러스에 감염된 고추는 잎에 괴사증상이 나타나고 과실의 크기가 작아지며 기형이 되고 색이 얼룩덜룩하여 고르게 착색이 되지 않기 때문에 상품성이 전혀 없다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 토마토반점위조바이러스(TSWV)는 꽃노랑총채벌레, 꽃송이총채벌레, 담배총채벌레, 영경귀총채벌레 및 파총채벌레 등 많은 종의 총채벌레에 의하여 전염된다. 꽃노랑총채벌레의 경우 1령충과 2령충 총채벌레가 바이러스를 획득하게 되면 유충 내에서 증식하게 되어 전 생육기 동안에 전염성을 갖게 된다.
- 현재 농가에서는 토마토반점위조바이러스 피해예방을 위해 농약 살포에 의존하고 있는 상황이며 종묘 회사 및 연구기관에서는 저항성 품종을 만들고자 노력하고 있다.

### ○ 예방법

- 끈끈이 트랩과 온실에 방충망 시설 설치하고 소독 강화
- 온실 주변 청결하게 유지하고 토양훈증처리와 저항성 품종 재배
- 지구온난화를 고려해 고온에서도 TSWV 저항성 품종 육종



## 2.1.7 풋마름병

○ Bacterial wilt, *Ralstonia solanacearum*



○ 피해 증상

- 초기에는 식물체의 지상부가 푸른 상태로 시들고, 발병이 좋은 환경이 되면 급속히 전체적으로 시든다. 초기증상이 나타난 후 2~3일이 지나면 완전히 시든다. 줄기 내부는 갈색으로 변하며, 줄기를 잘라 물에 담가 보면 하얀 우유빛의 세균액이 분출된다.

○ 발병환경 및 특징

- 병원균은 토양 내에서 수년간 생존할 수 있으며, 병든 식물체의 잔재 속에서 월동한다. 주로 식물의 지하부에 생겨난 상처를 통해 침입하지만, 간혹 지상부의 조직에 생긴 상처를 통해 침입한다. 병원균은 농기구, 곤충 및 인축(人畜)에 의해 전파된다. 고온다습한 조건에서 급격히 발생한다.

○ 방제법

- 연작을 피하고, 육묘를 건전하게 하여야 한다.
- 포장을 청결하게 하고 관리 작업 시 상처를 방지한다.
- 기온이 높지 않도록 피복물로 토양피복을 한다.
- 배수구를 설치하고, 질소비료를 적정으로 시비한다.
- 토양소독제를 활용한다.

## 2.1.8 잿빛곰팡이병

○ Gray mold, *Botrytis cinerea*



### ○ 피해 증상

- 과실과 줄기 및 가지에서 발생한다. 과실에서는 꽃고추의 꽃이 달린 부위에서부터 회색으로 물러 썩으며 진전되면 과실의 안쪽으로 썩어 올라간다. 감염부위에는 후에 잿빛의 곰팡이가 많이 형성된다. 줄기와 가지에서는 상처부위 혹은 꽃잎이 떨어져 붙어 있던 자리를 중심으로 병반이 형성되어 진전되면 줄기와 가지가 빙둘러 썩으며 병반이 확대되고, 감염부위 위쪽은 말라죽게 된다.

### ○ 발병 환경 및 특징

- 병원균은 병든 부위에서 균핵 혹은 분생포자의 형태로 월동하여 전염원이 된다. 시설재배시 기온이 20°C내외이고 습도가 높을 때 많이 발생하며, 노지재배시는 여름철 장마기때 주로 발생한다. 과실의 감염은 주로 꽃이 달린 부위에서부터 시작되므로 과실이 커지면서 꽃이 쉽사리 떨어지지 않는 품종에서 발생이 심하다.

### ○ 방제법

- 내의 온도와 습도관리에 특히 유의해야 한다.
- 병든 과일이나 잎은 제거하고 포장을 청결하게 한다.
- 통풍과 투광을 좋게 한다.
- 분생포자의 밀도증가가 매우 빠르므로 초기방제가 매우 중요하다.
- 병원균의 약제내성이 매우 빠르므로 계통이 다른 약제를 교호 살포한다.
- 방제 약제로는 디클로플루아니드 등 9종의 약제가 등록되어 있다.

## 2.1.9 잘록병

- Damping-off, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*





○ 피해증상

- 유포기에 잘록 증상으로 나타나며, 병든 묘는 잘 쓰러지고, 말라죽는다.

○ 발병환경 및 특징

- 발병에 관여하는 병원균의 균사융합군 및 배양형은 AG-1(IB), AG-2-1, AG-4인데, 주 로 AG-4에 의해서 병이 발생한다. 병원균은 병든 식물체의 조직 혹은 토양내에서 균사나 균핵의 형태로 존재하며, 월동 후 발아하여 균사가 식물체의 지체부 혹은 지하부를 침해하여 병을 일으킨다. 보통 습기가 많은 토양에서 발병이 잘 된다.

○ 방제법

- 병이 발생하지 않은 포장의 토양을 상토(床土)로 사용하다.
- 묘상(苗床)의 토양이 다습(多濕)하지 않도록 주의한다.
- 파종전 싸이론훈증제로 토양소독을 하거나 파종직전 혹은 파종직후에 고시약제를 토양에 관주한다.
- 방제 약제로는 에트리디아졸 티오파네이트메틸 이 등록되어 있다.

## 2.1.10 CMV(오이모자이크바이러스)

○ Cucumber mosaic virus



○ 피해 증상

- CMV는 전 세계적으로 분포하고 가장 넓은 기주 범위를 갖는 바이러스로서 고추의 잎, 꽃, 열매에 얼룩, 변색, 기형 등을 일으킨다. 감염된 고추는 잘 자라지 못하며 심한 경우 죽기도 한다. 감염된 포기에서 수확을 하더라도 고추 품질은 매우 나쁘다.

○ 발병환경 및 특징

- CMV는 보통 포장 주변의 잡초, 화훼류, 작물 등의 뿌리에서 월동하고 이른 봄에 지상부로 나와 진딧물에 의해 고추에 전달된다. 그 후로는 매개충과 사람 농사 작업 등에 의해 다른 고추로 옮겨진다.

#### ○ 방제법

- 첫째, 바이러스를 보독하고 있는 잡초를 제거하는 것이 일차적인 방제 수단이다.
- 둘째, 바이러스병은 생육 후기에 감염될 경우 생산량에 큰 영향을 미치지 않으므로 생육 초기 바이러스에 감염되지 않도록 진딧물 방제를 철저히 해야 한다.
- 셋째, 진딧물을 회피하는 재배 방법으로 고추 이랑 사이에 반사피복물(알루미늄 줄무늬, 백색 또는 회색 피복 재료)을 깔아주면 진딧물이 피복물의 자외선 반사로 인해 기피 효과를 일으켜 전염을 줄일 수 있다.
- 최선의 친환경적 고추 바이러스병 방제는 바이러스 저항성 품종을 재배하는 방법이다. 최근에는 일부 바이러스에 대해 어느 정도의 저항성을 가진 품종들이 보급 되고 있으나 다양한 바이러스에 대해 높은 저항성을 나타내는 것은 거의 없다. 하지만 식물체의 병 저항성 향상을 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있어 머지않아 이를 이용할 수 있을 것으로 기대한다. 현재까지 바이러스병을 방제할 수 있는 농약은 개발되어 있지 않으므로 병든 포기를 발견하는 즉시 뽑아 버리는 것이 전염원을 줄이는 최선의 방책이다.

### 2.1.11 PePMoV(고추모틀바이러스)

#### ○ Pepper mottle virus



#### ○ 피해 증상

- 엽맥에 녹색띠가 있으며 황반모자이크를 보인다. 또한, 잎의 아랫쪽에서 엽맥투명(葉脈透明)의 증상이 나타나 위쪽으로 진전되어 올라간다.

#### ○ 방제법

- 복숭아혹진딧물의 기주 식물인 가지과, 십자화과 등을 주위에 재배하지 않는다.
- 자연 발병 기주인 담배, 고추, 감자 등을 연속재배하지 말아야 한다.
- 이병주는 조기에 제거한다.
- 살충제를 살포하여 진딧물을 구제한다.
- 저항성 품종을 재배한다.

## 2.1.12 갈색점무늬병

○ Cercospora leaf spot, frog-eye, Cercospora capsici



○ 피해증상

- 잎, 잎자루, 과경, 가지에 발생한다. 잎에서는 처음에 흰 점무늬로 나타나고, 진전되면 원형의 등근 갈색 병반으로 확대된다. 병반의 안쪽에는 눈동자와 같은 작은 원형병반이 한 개 형성되어 있어 두 개의 겹무늬반점으로 보인다. 병반의 모양이 개구리눈과 닮았다 하여 일명 개구리눈무늬병이라고도 불린다. 심하게 감염된 잎은 마르고 잘 떨어진다. 잎자루와 과경 및 가지에서는 암갈색의 원형 내지 부정형 반점을 형성한다.

○ 발병환경 및 특징

- 병원균은 병든 조직에서 월동 후 분생포자를 형성하여 공기전염 한다. 여름에서 가을까지 고온다습한 시기에 많이 발생한다.

○ 방제법

- 병든 잎은 조기에 제거한다.
- 고온 시 비료가 부족하면 많이 발생하므로 비배관리(肥培管理)에 유의한다.
- 병발생 초기에 고시약제를 살포한다.
- 방제 약제로는 비터타놀이 등록되어 있다.

## 2.1.13 궤양병

○ Bacterial canker, Clavibacter michiganensis



○ 피해 증상

- 잎에 처음에는 수포(水泡)와 같은 작은 흰색의 반점으로 나타나고, 진전되면 점점 커진다. 반점의 중심에는 괴사가 일어나고 갈색으로 변하며, 약간의 하얀색 테두리가 형성된다. 잎 뒷면에는 반점이 돌출되어 더뎠이를 형성한다. 피망의 과실에서는 작고 희며 돌출된 둥근 반점이 생겨 진전되면서 점점 커져 새눈 모양의 반점이 형성된다.

○ 발병환경 및 특징

- 발생생태 및 전염경로는 아직 조사된 바 없으나, 종자 및 토양으로부터 전염되는 것으로 추정되고 있다.

○ 방제법

- 건전한 종자를 사용한다.
- 전년도 병들었던 식물의 잔재는 제거한다.
- 국내에는 아직 등록된 약제가 없으나 외국에서는 토마토 궤양병에 농용 항생제를 사용하고 있다.

## 2.1.14 무름병

○ Bacterial soft rot, *Erwinia cartovora* pv. *carotovora*



○ 피해증상

- 과실에 발생한다. 주로 과실의 상처부위에서 감염이 시작되며, 병든 과실은 물러 썩고 속이 소실되며, 회백색으로 변한다. 잎이나 줄기에도 발생하지만 크게 문제되지 않는다.

○ 발병환경 및 특징

- 병원균은 병든 식물체의 잔재(殘滓), 혹은 토양 속에서 존재하다가 1차전염원이 된다. 또한 고자리파리를 위시한 파리목 곤충의 번데기 속에서 독립적으로 월동하여 다음해의 1차전염원이 되기도 한다. 병원균은 보통 곤충의 유충이 기주를 가해함과 동시에 침입하며, 또한 일반적인 상처를 통해 침입하기도 한다. 침입한 세균은 펙틴분해효소를 분비하여 세포벽 중엽(中葉)의 펙틴질을 분해하고, 또한 섬유소 분해효소로 세포벽 섬유소를 분해하여, 세포사이로 이동하면서 인접한 세포를 파괴함으로써 무름증상을 나타낸다.

○ 방제법

- 경종적방제
  - 벼과나 콩과 작물로 윤작한다.
  - 이 병원균은 건조에 약하므로 배수와 통풍이 잘되는 밭을 선택한다.

- 담배나방 유충을 제거한다.
- 약제방제
  - 국내에는 아직 등록된 약제가 없으나 배추의 무름병에는 농용신수화제, 옥소리넥에시드수화제를 살포한다.

### 2.1.15 점무늬병

○ *Ascochyta* leaf spot, *Ascochyta capsici*



○ 발생환경

- 병원균은 병든 부위에서 병자각으로 겨울을 지낸 후, 전염원이 되는 것으로 추정되나 아직 확실하게 밝혀지지 않았다.
- 여름철 노지포장에서 간혹 발생하나 고추의 병해로서 큰 문제는 되지 않는다.

○ 증상설명

- 잎에 처음에는 갈색의 작은 점무늬로 나타나고, 진전되면 원형 내지 부정형의 암갈색 반점으로 확대된다. 후에 병반의 내부에는 검은 소립점이 보이고, 오래된 병반은 잘 찢어지며, 구멍이 생기기도 한다. 잎의 가장자리로부터 병반이 형성된 경우에는 대부분 병반의 내부가 탈락하여 없어진다.

○ 방제방법

- 재배 시 균형시비(均衡施肥)를 한다.

### 2.1.16 흰별무늬병

○ White leaf spot, *Stemphylium solani*, *Stemphylium lycopersici*.





○ 발병증상

- 처음 잎에 작은 갈색점이 찍혀 직경 2~3mm정도로 확대되면서 중심부는 오목해지고 흰색으로 된다.
- 반점의 직경은3mm이상 확대되지는 않으나 잎에 수많은 반점이 형성되어 흰별이 흩뿌려진 것 같이 된다. 초여름부터 나타나기 시작하여 8~9월에 심하게 발생하며 잎이 떨어지면서 초세가 약해져 감수를 초래한다.

○ 병원균

- *Stemphylium solani*, *S. lycopersici*. 병원균은 종자전염을 할 수 있으며 병든 식물조직에 붙어서 월동하여 다음해의 작물에 병을 일으킨다.

○ 방제방법

- 만코지수화제, 타로닐 수화제, 지오판수화제 등을 7~8월에 1~2회 살포한다. 가을에 병든 경엽 등을 청소하여 다음해의 전염원을 없앤다.

## 2.1.17 담배나방

○ Oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta*



○ 생태정보

- 1년 3회 발생하고 번데기로 땅속에서 월동한다. 잎에 피해를 받는 담배보다 과일이 피해를 받는 고추가 피해는 심하지만 발생량은 담배가 더 많다. 1세대는 담배에서 재내고 2세대는 고추로 이동하는 것으로 추정되며, 담배와 고추가 동시에 재배되는 지역에 발생이 많다. 성충발생은 1회6월상~하순, 2회 7월하순~8월 상순, 3회 9월 상순이다. 1세대경과기간은 보통26~32일이다. 성충 1 마리당 300~400개 산란하지만 산란수는 개체에 따라 큰 차이가 있어 많이 낳는 개체는 약700개까지도 산란한다. 산란위치는 고추의 잎, 꽃, 과일에 날개로 낳아 찾기가 쉽지 않다. 성페로몬 예찰은 콘(Cone)트랩을 설치하여 예찰할 수 있다. 왕담배나방 성페로몬과 가까이 설치하지 말아야 한다.

○ 피해정보

- 유충이 과실속으로 들어가 종실을 가해함으로써 피해를 주고 피해를 받은 과실은 썩게 되고 낙과의 원인이 된다. 비가 오면 피해구멍으로 빗물이 스며들어 썩어 떨어진다.

○ 방제법



- 방제적기는 1차 6월중순, 2차 7월말, 3차 8월초 이다.
- 1차는 소발생시 생략할 수 있다. 심하게 발생하면 농약을 10일 간격으로 살포한다.
- 담배나방 유충은 고추의 과일 속에 들어가 가해하므로 농약살포는 고추 과일에 집중 살포하여 담배나방 유충이 뚫고 들어간 곳으로 농약이 침투하도록 한다.
- 알기생봉인쌀좀알벌(Trichogramma evanescens)이 판매되고 있으나 효과가 높지는 않다.
- 다른 나방류에서와 같이 BT제, IGR계, 곤충기생선충을 이용하여 방제도 가능하다.

## 2.1.18 대만총채벌레

○ Garden thrips, Flower thrips, Frankliniella intonsa



○ 생태정보

- 노지에서는 봄부터 가을까지 각종 꽃에서 흔히 볼수 있다. 5월 상순부터 발생하여 6월중순에서 7월중순에 발생량이 가장 많으며 성충으로 월동한다. 25℃에서 난기간은 3일, 유충기간은 4일, 번데기기간은 3일로 난에서 우화까지 0일정도 걸리는데암컷은 50일 정도 살면서 500개 정도의 난을 낳는다.

○ 형태정보

- 성충은 1.0~1.5mm로서 암컷은 흑색 또는 암갈색이고, 수컷은 황색이나 황갈색이다. 약충과 번데기는 황색이다. 더듬이 제1, 제2마디는 암갈색, 3~5마디는 앞 끝이 갈색인 황색, 6~8마디는 암갈색이다. 겹눈 뒤 제4자모가 흘눈사이 자모의 약 1/3로길지 않으며, 가운데 가슴방패판에는 종상감각기가 없다.

○ 방제법

- 오염되지 않은 건전한 묘를 사용하고 한랭사를 설치하여 시설내로 성충의 유입을 막는다.
- 약제에 약한 약충이나 성충은 약제 살포시 방제효과가 높으나 땅속의 번데기는 방제가 어렵다.
- 정식 전에 전작물의 잔존물, 잡초 등 발생원을 제거하고, 토양소독을 하여 번데기를 죽인다.
- 끈끈이를 설치하여 유인하여 죽인다.
- 토양에서 번데기가 되는 것을 막기 위하여 은색 필름으로 멀칭한다.
- 시설재배에서 작물재배 후 50℃ 이상으로 5~7일간 밀폐하여 고온으로 죽인다.

## 2.1.19 온실가루이

○ Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*



○ 형태

- 성충의 크기는 1.5mm 정도이며 몸 색은 옅은 황색이지만 몸 표면에 밀가루모양의 흰 왁스가루로 덮여 있어 흰색을 띤다. 알은 포탄모양으로 길이가 0.2mm이며 알 자루가 잎의 조직 내에 삽입되어 잎 표면에 대해 수직으로 서 있다. 산란 직후에는 알 색깔이 흰색 또는 옅은 황색이지만 부화가 가까워지면 검푸른 색으로 바뀐다. 약충은 흰색 또는 옅은 황색이며 1령 충은 이동이 가능하나 2령 이후는 이동하지 않고 고착 생활을 한다. 번데기는 타원형이며 등위에 가시모양의 왁스돌기가 있고 크기는 0.7~0.8mm 정도인데, 처음에는 편평하나 성충이 될 시기가 가까워지면 두터워진다.

○ 피해증상

- 약충과 성충이 토마토의 즙액을 빨아먹어 잎과 새순의 생장이 저해되거나 퇴색되며 발생이 많을 경우 시들음이 나타나고 심하면 말라죽는다. 또한, 배설물인 감로가 분비된 곳에 그을음병이 발생하여 광합성 능력을 감소시키고 과실을 오염시켜 상품성을 저하시킨다. 대발생한 경우에는 흰색의 작은 성충이 많이 날아다니기 때문에 다른 작업을 하는 데에도 큰 불편을 준다.

○ 방제법

- 화학적 방제
  - 온실가루이 노숙약충과 번데기 단계에서는 방제효과가 낮으므로 노란색끈끈이트랩을 설치하여 성충의 발생이 확인되면 조기에 적용약제를 살포하여 피해 확산을 미리 방지하는 것이 바람직하다. 이 해충은 겨울철에도 시설 내에서 방제하지 않으면 많은 피해를 유발하기 때문에 세심한 주의가 필요하다.
- 생물적 방제
  - 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*)을 이용한다. 성충의 크기는 0.6mm 정도로 머리는 검고 가슴과 배는 노란색이며, 수컷은 암컷보다 약간 크고 체색은 모두 검은색이다. 온실가루이 3령과 4령 유충에 주로 산란하여 온실가루이를 죽인다.
  - 온실가루이좀벌의 이용방법 : 황색점착트랩을 200평당 5~10개를 설치하고, 트랩에 온실가루이가 발견되면 온실가루이좀벌을 m<sup>2</sup>당 5마리씩 1주 간격으로 4주 이상 연속 방사해야 한다. 좀벌 방사 2주 후부터 온실가루이좀벌이 기생하여 검은색으로 변한 온실가루이 죽은 유충(머미)이 생겼는지 확인한다. 검은색으로 변한 머미의 주내 분포는 하위 엽에서 가장 먼저 생기고 점차 상위엽에서 생긴다.

## 2.1.20 파밤나방

○ Beet armyworm, *Spodoptera exigua*



○ 생태정보

- 노지에서 1년에 4~5회 발생하며 제주도 및 남부 해안지역의 따뜻한 지역에서는 1회 이상 더 발생할 수 있다. 제주도는 5월말부터 11월말까지, 그 외 우리나라에서는 6월부터 10월까지 발생한다. 포장에서 상대적으로 빠르게 세대를 경과한다. 한 세대는 24일이면 경과하고, 알은 2~3일이면 부화하고, 3령까지는 8~10일이 걸린다. 번데기로 토양 등에서 6~7일 보낸다. 잎 표면에 길게 알 덩어리로 산란하며 암컷 한 마리가 600~1,700개의 알을 낳는다. 예찰은 페로몬 트랩을 설치하여 발생예찰을 할 수 있다.

○ 피해정보

- 유충은 잡식성으로 채소, 화훼류, 전작물 등을 널리 가해한다. 파에서는 잎 속으로 들어가 안에서 가해하며, 결구 식물에서는 결구 속으로 파고 들어가 피해를 주고, 그 외 작물은 잎을 가해한다. 2~3령까지는 집단으로 가해하고 그 후에는 분산하여 가해한다.

○ 방제법

- 농약에 저항성이 잘 생겨 방제하기 쉽지 않은 해충이며, 비교적 1~2령의 어린 유충기간에는 방제 효과가 높으나, 3령 이후의 큰 유충이 되면 방제효과가 떨어진다. 파의 경우 유충이 파속으로 들어가 가해하므로 약제에 접촉되지 않아 방제가 더욱 어렵다. 교미교란용 페로몬을 이용하여 방제하기도 한다.

### 2.1.21 담배거세미나방

○ Tobacco cutworm, *Spodoptera litura*



○ 생태정보

- 가온을 하는 시설에서는 연중 발생한다. 남부지방에서 많이 발생하며, 연 5세대를 경과하는 것으로 추정된다. 성충발생 최성기는 5월상순, 6월중하순, 7월하순, 8월하순, 9월 하순으로 추정 된다. 알은 7일, 유충 1~6령까지 13일, 번데기10~13일이고 성충의 수명은 10~15일, 산란수 1,800개, 난괴로 낳으며, 산란한 알은 인편 등으로 덮여있다.

○ 피해정보

- 거의 모든 채소류와 발작물을 가해하며, 알에서 부화한 어린 유충은 군집생활을 하고 2~3령이 되면 분산한다. 발생이 많으면 식물체의 줄기만 남기고 폭식하는 경우도 있다.

○ 방제법

- 시설에서는 방충망을 설치하여 외부에서 침입을 막는다. 야간에 황색등 설치로 교미를 못하게 하여 알을 낳지 못하게 한다. 어린 유충발생기(3령이하)에 약제를 살포해야 효과적이며, 유충은 야간에 활동하는 습성이 있어 작물체에 붙어있는 아침이나 저녁에 약제를 살포하면 방제효과를 높일 수 있다. 곤충병원성선충, 또는 곤충기생균을 이용한다. 곤충병원성선충의 살포는 자외선이 없는 햇빛이 없는 시간에 하고 젖을 정도로 흠뻑 뿌려 줘야 한다.

## 2.1.22 썩덩나무노린재

○ Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*



○ 생태정보

- 주로 큰 나무의 껍질 속에서 성충으로 월동하며, 연간 1~2회 발생한다. 고온 건조 시 발생이 많고, 고온 다습 시 발생량이 적다.
- 알은 25~35개 정도씩 무더기로 낳으며, 부화한 유충은 집단생활을 하고, 성충이 되면 한낮에는 그늘에 숨어 있다가 이른 아침이나 저녁에 주로 가해한다.
- 착색전의 유과에서는 피해가 적고, 9월 ~ 10월에 피해가 크다.
- 감귤 잎에 20~30개 정도의 알을 낳는다.

○ 피해정보

- 과실의 착색이 시작될 무렵, 보통 극조생의 경우 9월초부터, 조생 온주밀감은 9월 말부터 피해가 나타나기 시작한다.

- 특히, 제초가 안되어 잡초가 많이 있는 과원의 경우 발생이 더 심하다.
- 구침으로 흡즙하여 가해하는데, 가해 받은 과실은 초기에 외관으로 볼 때에는 별 이상이 없어 보이거나 몇일 있다가 과경부부터 노랗게 변하면서 낙과되며 과피를 벗겨보면 과피에 흑갈색 반점이 생기며, 과육은 스폰지 모양이 되고 착색이 나쁘게 된다.
- 낙과되지 않은 과실은 피해과는 저장 중에 부패하기 쉽다.

### ○ 방제법

- 그 해의 발생상황에 따라 다르나 노지에서는 보통은 9월 하순경부터 가해하므로 과원을 수시로 둘러보아 발생이 확인되면 약제를 살포한다.
- 유충의 번식 장소가 과원 주위의 기주식물 혹은 간작 작물이므로 발생이 확인되면 가능한 과원 주변에도 약제를 살포한다.
- 주변 울타리 및 야산 등 식생에서 계속 날아 들어오므로 약제 방제가 쉽지 않다. 특히, 잔류성이 긴 유기합성 농약을 사용하지 못하는 경우 피해를 받기 쉽다.
- 무농약 재배의 경우 특별한 방제약제가 없으므로 물리적 방제를 동원해야 한다.
- 노린재는 건드리면 밑으로 떨어지는 성질이 있으므로, 수관 밑에 망사천 등을 바치고 떨어진 성충을 포살한다.
- 고추나무에 잘 유인되므로 과원에 고추 포트 묘를 두었다가 모여든 노린재를 구제한다.
- 노린재는 합성 피레스로이드 계통약제에 매우 감수성이므로 제충국제를 살포하여 방제한다.

## 2.1.23 풀색노린재

### ○ Green stink bug, *Nezara antennata*



### ○ 형태정보

- 몸길이 암컷 14~17mm, 수컷 11~14mm이다. 몸 색깔은 선명한 녹색이며 남쪽풀색노린재보다 짙은 색이다. 몸 색깔에 변이가 많아서 전형적인 녹색형, 노란색 무늬형, 녹색 무늬형, 갈색형 등이 있다. 뒷머리의 뒤쪽(앞가슴에 가려진 부분)은 흑갈색이고 촉각(더듬이)은 대체로 연한 녹색이며 5마디이다. 가운데가슴등판은 광택이 있는 흑갈색이다. 앞가슴등판의 옆모서리는 배의 양 옆보다 튀어나왔다.

### ○ 생태정보

- 성충으로서 겨울을 지낸다. 남부지방에서는 남쪽풀색노린재가 같은 암컷은 콩과식물이나 채소의 잎 풀숲 뒷면에 알 덩어리를 낳는 습성이 있다. 과수원, 정원, 토마토, 콩, 목화, 가지 등 작물에 발생하며, 5월부터 서리 내리기 전까지 바늘 같은 주둥이로 식물의 즙액을 빨아먹는다. 과일이 없을 때는 잎이나



줄기를 빨아먹어 피해를 준다.

- 부화한 약충은 군생하고 약충 기간은 약 1개월이다. 6~7월에 제1세대 성충이 나타나고, 이어서 9월에 제2세대 성충이 발생한다. 성충은 낮동안 활발하게 날아다니며, 사람이 계속 걸어 다니는 모습을 보면 자취를 감춘다. 냄새샘에서 지독한 냄새를 뿜어낸다. 포충망으로 채집하여 발생을 확인 할 수 있으며, 페로몬 트랩을 이용하여 발생을 조사한다.

#### ○ 피해정보

- 잡식성이며 콩과식물에 기생한다. 콩꼬투리를 가해하면 결실을 하지 못하고 껍질만 남는다. 그 밖에도 가지, 토마토 등 채소나 각종 재배식물에 피해를 준다. 성충과 약충이 식물의 즙액을 빨아 먹으면 잎이 위로 말리고 줄기가 굳어져 퍼지지 않는다.

#### ○ 방제법

- 이동성이 커 농약으로 방제가 쉽지 않은 해충이다. 노린재의 천적으로 *Trissolcus nigripedius*, 풀잠자리, 무당벌레, 애꽃노린재 등이 있다.

### 2.1.24 꽃노랑총채벌레

#### ○ Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*



#### ○ 생태정보

- 외국에서 유입된 해충으로, 1993년 9월에 제주도 감귤하우스에서 처음으로 피해가 관찰되었으며, 1995년 말까지 충남북, 전남북, 경남북의 총 23개 시군에서 발생이 확인되었고 현재는 전국적으로 확산되어 시설 원예작물의 주요 해충으로 되었다. 온실 내의 적합한 환경 하에서는 년 10회 이상 발생할 수 있을 것으로 추정된다. 성충은 식물의 조직에 산란하고 알에서 깨어난 약충은 식물체를 가해하면서 성장하여 2령 약충을 경과한 후 땅속에서 제1, 제2번데기 기간을 거친 후 성충이 된다. 알에서 성충까지의 기간은 약18일(25℃)이고, 성충 수명은 60일(20℃)로 오이총채벌레 보다 길고, 암컷 한마리당 산란수도 많아 번식력이 뛰어나다. 암컷성충은 교미를 한 것이 교미를 하지 않은 개체보다 생식력이 우수하다. 고온 건조한 환경이 계속될 때 많이 발생한다. 예찰의 경우 어린 유충과 성충의 예찰은 작물체의 잎 뒷면을 확대경을 이용하여 주기적으로 관찰한다. 백색 또는 황색 끈끈이트랩을 작물의 상부 20~30cm 위에 매달아 놓고서 총채벌레 성충이 끈끈이에 부착하였는지 확인하는 방법으로 쉽게 총채벌레 발생을 예찰할 수 있다.

#### ○ 피해정보

- 주로 꽃봉오리와 어린잎을 가해한다. 어린잎은 총채벌레가 가해하였을 때 기형으로 되어 쭈그러진다.



앞에는 은백색 반점이 많이 생기고 심하면 회색~담갈색 얼룩이 생긴다.

### ○ 방제법

- 오염되지 않은 건전한 묘를 사용하고 한랭사를 설치하여 시설내로 성충의 유입을 막는다. 약제에 약한 약충이나 성충은 약제 살포 시 사망률이 높으나 땅속의 번데기는 방제가 어렵다. 정식 전에 전작물의 잔존물, 잡초 등 발생원을 제거하고, 토양소독을 하여 번데기를 죽인다. 끈끈이를 설치하여 유인하여 죽인다. 토양에서 번데기가 되는 것을 막기 위하여 은색 필름으로 멀칭한다. 시설재배에서 작물재배 후 50℃ 이상으로 5~7일간 밀폐하여 고온으로 죽인다.

## 2.1.25 담배가루이

### ○ Tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*



### ○ 생태정보

- 1998년 6월 충북 진천군 시설장미단지에서 최초로 발생이 확인된 담배가루이는 B계통은 긴급방제와 타 지역으로 확산방지 노력에 힘입어 2003년까지 충북 진천, 경기 고양 등 일부지역에서만 발생되었다. 그러나, 2004년부터 경남과 전남지방의 일부 토마토 농가에 문제가 되기 시작한 담배가루이는 Q계통은 전국적으로 확산되어 2007년 현재 9개도 25시군 12작물에서 발생하고 있다. 담배가루이는 각태 모두 기주식물의 잎 뒷면에 기생하며, 암컷 성충의 수명은 작물에 따라 10~24일 정도로서 식물의 어린잎에 66~224개(b biotype 320개) 정도의 알을 산란한다. 알에서 부화한 유충은 식물체를 이동, 분산하여 한 곳에서 고착생활을 한다. 1세대 기간은 27℃에서 약 3주, 8℃이하에서는 생장이 정지되며, 야외에서는 연간 3~4세대, 시설 내에서는 10세대 이상 발생이 가능한 것으로 보고되어 있다. 담배가루이는 온실가루이보다 높은 온도를 좋아하며, 암컷 성충은 높은 온도(28~30℃)에서 10~15일 사는 반면, 겨울철에는 1~2개월 살기도 한다. 산란습성으로 온실가루이는 작물 상단 어린잎에 알을 낳으나 담배가루이는 작물 위 아래 구별 없이 작물 전체 잎 뒷면에 산란한다. 따라서 작물 한잎에서 알부터 번데기까지 함께 관찰되기도 한다. 담배가루이의 발생은 점착트랩을 이용하여 예찰을 하면 해충 발생초기에 발생지점과 발생량을 확인할 수 있다. 점착트랩은 황색을 사용하며 작물보다 30cm 정도 높은 곳에 매달아 두며, 1주일 이내의 간격으로 조사하고 새로운 트랩을 교체해 준다. 점착트랩에 담배가루이가 1마리 이상 보이면 트랩을 설치한 주변 작물의 잎 뒷면에 담배가루이 성충과 알, 약충 발생여부를 육안으로 조사하여 방제를 결정한다.

### ○ 피해정보

- 담배가루이의 피해는 성충 및 유충이 잎 뒷면에 기생하여 식물체의 즙액을 흡즙하여 작물 생육억제, 잎의 퇴색 위축 또는 낙엽, 수량감소 등의 피해를 주며, 토마토, 파프리카, 가지 등의 과실 은착색이 불

규칙하게 된다. 약충이 배설하는 감로는 식물에 그을음병을 유발시킬 뿐만 아니라 정상적인 광합성을 저해하여 과실의 수량에도 영향을 준다. 또한 토마토 황화위축병, 담배잎말림병, 토란잎말림병 등 60여종의 바이러스병을 매개하는 것으로 알려져 있다.

## ○ 방제법

- 작물을 정식하기 전에 포장내부와 주변의 잡초, 앞작물의 잔재물등 담배가루이 또는 담배가루이가 매개하는 바이러스의 발생원을 모두 제거하여 완전히 깨끗한 상태로 포장을 정리하고 작물재배를 시작해야 한다. 또한 온실에 작물이 아직 정식되지 않았지만 온실 주변 밭두렁에 있는 호박, 고추, 콩, 해바라기 등에 담배가루이가 많이 발생하는 경우에는 온실 주변의 작물과 잡초를 제거하거나 약제를 살포하여 방제를 한 후 온실 내 작물을 정식한다. 새로 정식할 묘는 담배가루이가 기생되지않은 건전한 묘를 사용하고, 시설재배지에서는 측창, 통풍구 및 출입구에 방충망(16~17mesh)을 설치하여 외부로부터의 유입을 차단시킨다. 담배가루이는 온실 입구와 난방기 주변에 정착하는 경향이 많으므로 이지점에서 예찰을 강화하여 발생이확인되면 발생초기부터 국부적으로 약제를 살포하여 방제를 한다. 담배가루이는 주로 식물 잎의 뒷면에 서식하므로 잎 뒷면에 약액이 도달하도록 충분히 농약을 살포한다. 담배가루이 알과 유충은 방제효과가 낮으므로 1주일 간격으로 3~4회 연속적으로 약제방제를 실시해야 한다. 담배가루이 Q계통은 B계통과는 달리 약제에 대한 저항성이 높아서 일반 가루이류 약제로 방제가 잘되므로 최근 담배가루이 방제약제로 등록된 약제를 사용한다. 담배가루이 천적으로는 지중해이리응애, 담배장님노린재와 같은 포식성 천적과 좀벌류(온실가루이좀벌, 황온좀벌, 담배가루이좀벌) 등의 기생성 천적이 있다. 지중해이리응애는 꽃가루를 먹고 증식할 수 있기 때문에, 담배가루이가 발생하기 이전에 예방적으로 처리할 수 있으며, 파프리카처럼 꽃가루가 많은 작물에서 효과가 높다. 토마토에서는 지중해이리응애는 정착을 하지 못하기 때문에 사용할 수 없으며, 담배장님노린재가 매우 뛰어난 효과를 보이지만 담배장님노린재 자체가 토마토 신초부위를 가해하는 습성을 지니고 있기 때문에, 너무 천적밀도가 높아 방제효과보다 작물 피해가 염려될 때에는 농약을 사용하여 이 천적을 죽여야 한다.

## 2.1.26 목화진딧물

### ○ Cotton aphid, *Aphis gossypii*



### ○ 형태

- 목화진딧물은 진딧물과에 속하며 날개가 있는 충태(有翅蟲)은 머리와 가슴이 흑색, 배는 녹색, 황록색이며 흑색반점이 있다. 날개가 없는 충태(無翅蟲)는 농암록색이며 겹눈은 암적갈색, 더듬이는 6마디, 빨관은 흑색이다.

### ○ 피해증상

- 연중 발생하며 주로 개화기 이후에 문제되며, 보온개시기 이후 방제를 소홀히 하면 수확기에 과방을 중심으로 생육을 지연시키며 잎의 전개가 불량해진다. 직접적인 흡즙 외에도 바이러스병을 매개하며 배설물인 감로로 그을음병을 유발하여 광합성을 저해하거나 상품가치를 저하시킨다.

#### ○ 방제법

- 진딧물은 비가 많이 오면 밀도가 떨어진다. 이와 반대로 가뭄이 지속되면 다발생할 가능성이 높아 방제조치를 해야한다.
- 시설재배에서는 방충망을 설치하여 외부에서 비래해 오는 진딧물을 차단한다. 입제 농약을 정식할 때 구멍을 파고 0.5~2g씩 넣어주거나, 희석제를 살포한다.
- 약제 살포여부 결정은 진딧물 발생추이를 관찰하여 천적 발생이 없거나, 발생환경이 좋아 지속적으로 밀도 증가가 예상될 때 살포한다.
- 이와 달리 천적 발생이 많거나 발생환경이 좋지 않아 밀도증가가 멈출 때는 약제방제를 하지 않는다. 천적으로 콜레마니진디벌, 진디혹파리, 무당벌레, 풀잡자리, 꽃등애 등이 있다. 이 중에서 콜레마니진디벌이 시설작물에서 널리 이용된다.

### 2.1.27 복숭아혹진딧물

#### ○ Green peach aphid, *Myzus persicae*



#### ○ 생태정보

- 1년에 9~23세대를 경과하며, 복숭아나무 겨울눈 아래에서 알로 월동하고, 날씨가 따뜻해지면 3월 하순~4월 상순에 부화한 간모는 단위생식으로 증식하고 5월 상중순에 유시충이 생겨 여름기주로 이동하여 6~18세대를 경과하고 10월 중하순이 되면 다시 겨울기주인 복숭아나무, 자두나무 등으로 이동하여 산란성 암컷이 교미 후 11월에 월동하는 알을 낳는다. 시설에서는 가온하고 전등을 켜주면 월동 없이 계속 번식한다. 약충은 1~5령까지 있고, 발육기간은 약 10일이며, 암컷은 죽을 때까지 평균 20일간 새끼를 낳는다. 평균수명은 41일이고, 출산 수는 75마리이다. 진딧물의 예찰은 황색끈끈이트랩을 설치하고 트랩에 유인하여 잡히는 마릿수를 조사한다. 작물의 잎을 육안으로 직접 조사하여 발생을 조사할 수 있다. 신초나 새잎을 주로 조사하며, 잎 뒷면을 주로 조사한다. 배설물은 그을음으로 나타나 쉽게 발생을 확인 할 수 있다. 녹색개체와 홍색개체가 섞여있으면 복숭아혹진딧물로 1차 판별한다.

#### ○ 피해정보

- 채소작물, 화훼작물, 과수작물 등의 원예작물을 가해하여 바이러스병을 매개는 해충으로 직접피해 뿐만 아니라 바이러스병을 일으켜 큰 피해를 준다. 신초나 새로 나온 잎의 즙액을 빨아먹어 피해부위가

생장을 멈춰 세로로 말리고 위축되며 신초의 신장을 억제한다. 밀도가 높아지면 오래된 잎에도 발생한다.

## ○ 방제법

- 진딧물은 비가 많이 오면 밀도가 떨어진다. 이와 반대로 가뭄이 지속되면 다발생할 가능성이 높아 방제 조치를 해야한다. 시설재배에서는 방충망을 설치하여 외부에서 비래해 오는 진딧물을 차단한다. 입제 농약을 정식할 때 구멍을 파고 0.5~2g씩 넣어주거나, 희석제를 살포한다. 약제 살포여부 결정은 진딧물 발생추이를 관찰하여 천적 발생이 없거나, 발생환경이 좋아 지속적으로 밀도 증가가 예상될 때 살포한다. 이와달리 천적 발생이 많거나 발생환경이 좋지 않아 밀도증가가 멈출때는 약제방제를 하지 않는다. 천적으로 콜레마니진디벌, 진디혹파리, 무당벌레, 풀잡자리, 꽃등애 등이 있다. 이 중에서 콜레마니진디벌이 시설작물에서 널리 이용된다.

## 2.1.28 뿌리혹선충

### ○ Root knot nematodes, *Meloidogyne* spp



### ○ 형태

- 암컷 선충은 서양배 모양으로 길이는 0.5mm 내외, 최장 폭은 0.35mm 정도이다. 수컷은 뿌리 주위나 토양 중에 있으며, 회충 모양으로 길이는 1.0~1.4mm, 폭은 0.03mm 정도이다. 유충은 길이가 0.4mm 전후이며, 끝이 뾰족한 회충 모양이다.

### ○ 피해

- 뿌리혹선충이 뿌리에 기생하면 뿌리의 조직이 혹 모양으로 되는데 이 혹에는 여러 개의 작은 뿌리가 존재하지만 기생이 적을 때는 문제가 되지 않는다. 수확기에 이르러 선충의 밀도가 높아지게 되면 뿌리 전체가 혹으로 변하며 잔뿌리는 거의 없고 울퉁불퉁한 혹덩어리가 된다. 뿌리 속에서 수분을 탈취하여 생육을 저해하는 1차적 피해 이외에도 토양 병원균의 침입을 도와주는 2차적인 피해도 크다. 이 어긋기한 곳의 배수가 좋은 사질 토양이나 염류 집적 토양에서 피해가 많이 나타나고 있는데 뿌리가 선충 피해를 받으면 토양의 영양 상태가 좋더라도 식물체의 전체적 생육이 지연되거나 부실하게 되고 과실의 크기도 작아진다.

### ○ 예찰

- 뿌리혹선충은 토양 중에 서식하고 있기 때문에 가장 좋은 예찰 방법은 지체부 부근을 4등분하여 각각의 위치에서 100g 이상의 토양을 채취하는 것이다. 이러한 방법으로 시설 내의 5지점 이상에서 채취된 토양을 가까운 시·군 센터나 도원 및 농촌진흥청에 의뢰하여 토양 중 뿌리혹선충의 밀도를 조사하는 것이다. 이러한 방법이 여의치 않으면 수확이 종료된 작물체의 뿌리를 뽑아 뿌리혹이 형성되었는지 혹

은 정식 전 시설 내에 자라고 있던 별꽃, 명아주 등 잡초를 뽑아서 뿌리혹이 형성되었는지를 관찰하면 쉽게 예찰할 수 있다.

○ 방제법

- 선충은 토양에 서식하고 뿌리 속에 기생하기 때문에 다른 해충에 비해 농약에 의한 방제 효과가 상대적으로 낮고, 약제 방제가 매우 곤란하므로 예방 차원에서의 방제와 토양 소독이 가장 좋은 방제법이다. 이를 위해서는 선충 피해가 상습적으로 발생하는 포장에서는 저항성 대목을 이용하여 접목 재배를 한다. 연속 사용한 토양에서는 돌려짓기를 하면 좋는데 그 중에서도 벼를 재배하면 다음해에 선충의 밀도를 90% 정도 감소시킬 수 있다. 돌려짓기가 어려운 경우에는 담수, 태양열 소독을 하며, 휴한기에 물을 충분히 대고 갈아엎어 비닐로 멀칭을 하고 하우스를 밀폐시켜 고온으로 유지한 후 작물을 재배하면 선충 피해는 크게 줄어든다. 한편 예방적 차원에서 조치가 어려운 경우에는 심기 전에 적용약제를 포장에 살포하고 잘 섞어 작물을 재배한다.

### 2.1.29 싸리수염진딧물

○ Glasshouse tomato aphid, foxglove aphid, *Aulacorthum solani*



○ 피해증상

- 가지과 작물중에는 가지에 많이 발생하나 가지뿐만 아니라 고추, 감자, 오이, 상추, 콩 등에 발생하여 피해를 준다. 흡즙에 의한 직접적인 피해를 주고, 30여 종의 바이러스를 매개하여 피해를 준다.

○ 발생생태

- 싸리나무에서 알로 월동하며, 월동한 알은 4월 하순경 부화하여 겨울기주에서 증식한 후 날개가 있는 성충이 나타나 여름기주로 이동한다. 날개가 있는 성충은 6월 상순과 8월 하순에 발생최성기를 보이고 10월 하순에 겨울기주로 이동하여 알을 낳는다. 5~6월에는 발생이 적은 편이나 9~10월에 많이 발생한다.

○ 방제법

- 바이러스병의 전염을 방지하기 위해 묘상이나 정식후 포장에 진딧물이 날아오는 것을 방지한다. 작물을 정식하기 전에 입제농약을 주당 0.5~2g정도를 토양중에 사용하여 진딧물 번식을 억제하거나 희석제 농약을 7일 간격으로 10a당 120~180 l 를 살포한다. 비닐하우스에는 창문이나 환기구에 한랭사를 설치한다.

### 2.1.30 왕담배나방



○ Corn earworm, *Helicoverpa armigera*



○ 생태정보

- 연간 발생세대수는 2~3세대로 번데기 상태로 땅속에서 지낸 후 5~6월에 우화하여 10월까지 피해를 준다. 알은 잎당 1개씩 산발적으로 낳지만 때로 5~10개를 집단으로 낳기도 하며, 500개 내외의 알을 낳는다. 산란~부화까지의 기간은 실온에서 약 3~4일, 알~우화까지는 17~20일 정도가 소요되며, 성충 수명은 10~12일이다.

○ 형태정보

- 성충의 날개 편 길이는 35mm 내외이고 더듬이는 채찍모양이며, 뒷날개의 외연부는 검다. 성충은 담배나방과 비슷하나, 담배나방은 앞날개에 콩팥무늬와 고리무늬가 뚜렷한데 비해 왕담배나방은 고리무늬가 없거나 희미하며, 갈색 횡선사이에 7개의 유백색 무늬가 있어 구별된다. 유충은 머리 주위에 흰털이 있고, 네 번째 마디와 머리 뒤쪽에 어두운 색이 있다.

○ 피해정보

- 해충은 광식성으로 채소, 과수, 화훼류에 널리 가해한다.
- 담배, 감자, 목화, 콩, 녹두, 땅콩, 토마토 등의 꽃잎이나 새잎을 가해하며, 감귤원에서는 5~9월에 주로 새순의 잎을 갉아먹으며 과실에서는 유과기로부터 수확 시까지 과실에 구멍을 뚫으면서 먹는다.

○ 방제법

- 포장에서 각 충태가 중첩되어 발생하고 알에서 깨어난 유충이 곧바로 과실속으로 들어가기 때문에 약제살포 적기를 포착하기가 어렵다.
- 일반적인 약제살포 적기는 알에서 깨어난 어린유충기이다.
- 성충은 알을 새잎이나 신초에 산란하므로 적심한 신초나 잎을 수거하여 외부에 버리거나 태워야 한다.

## 2.1.31 작은뿌리파리

○ *Bradysia difformis*(=*agrestis*)





○ 생태정보

- 온실 내에서 성충은 4월 중순에 증가하고, 5월 하순에 가장 많이 발생한다. 여름에는 적어졌다가 가을에 다시 증가하여 9~10월에 발생이 많고 20~25°C의 시설하우스에서는 월 2회 발생이 가능 하다. 어둡고 습하며 잡초가 많은 시설환경에서 많이 발생한다. 예찰은 황색 끈끈이 트랩을 설치(지상 30cm이내 1m 간격)로 성충 발생 초기에 예찰한다.

○ 피해정보

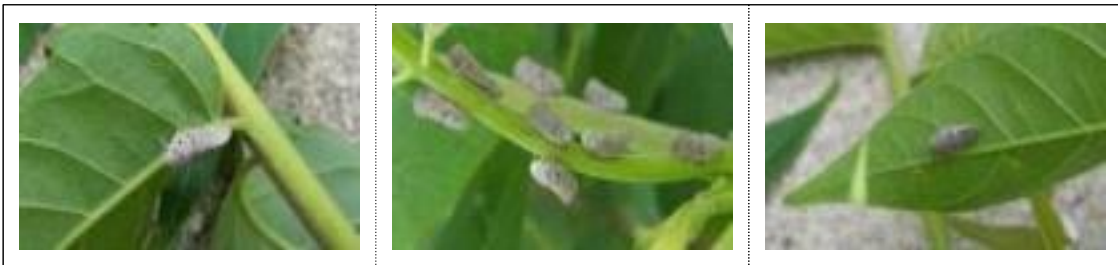
- 유충이 곰팡이와 섞은 유기물뿐만 아니라 작물의 뿌리를 가해한다. 피해증상은 뿌리의 발달이 불량해지고, 수분이나 영양의 이동을 방해하여 생장이 늦다. 뿌리나 지제부에 상처를 내면 병원균의 침투가 용이해져 병 발생을 유발 시키는 간접적인 피해가 크다.

○ 방제법

- 감자를 절단하여 절단면을 뿌리 근처지면에 놓으면 유충이 감자에 유인되어 발생을 확인 할 수 있다.
- 측창이나 출입문에 방충망을 설치하여 유입을 차단한다.
- 육묘상 아래 또는 통로의 습기와 잡초를 제거하여 육묘환경 개선하고 관수량을 조절하여 배지가 너무 습하지 않도록 관리한다.
- 천적으로 가는빨다리좁은애와 곤충기생선충이 있다.
- 파종, 정식 전에 약제를 토양에 시용하고 생육 중 피해가 나타나면 유제 등을 뿌리에 관주한다.

## 2.1.32 미국선녀벌레

○ *Citrus flatid planthopper, Metcalfa pruinosa*



○ 형태적 특징

- 성충 : 몸길이 5.5-8mm, 처음에는 얼핏 보아 나방으로 오인할 수 있으나 넓은 삼각형의 앞날개가 몸에

수직으로 달라 붙어 있고, 위에서 볼 때 옆쪽이 압착된 썩기모양을 이루며, 앞날개는 가로로 맥을 이룬 전연실과 과립을 이룬 조상부(clavus)가 잘 발달하고 뒷다리 종아리마디는 정상적으로 끝에 가시와 함께 옆쪽에 2개의 가시가 있음

- 약충 : 유백색으로 등쪽으로 강하게 압착되어 있고, 머리는 앞가슴 등판보다 훨씬 좁으며, 앞가슴등판은 비스듬하게 돌출된 줄이 있는 역 V자 모양이고 중앙에서 분기하는 원형의 홈이 있음
- 알 : 유백색이며 등쪽으로 납작하고 날개로 기주식물의 수피 틈이나 눈 사이에 있으며, 외부환경에 견디기 쉽게 난각이 매우 단단하고 두꺼움

### ○ 피해 증상

- 미국선녀벌레는 약충, 성충이 집단적으로 작물의 즙액을 빨아먹어 생육저해 등 직접적 피해를 줌
- 간접적인 피해로 감로를 배출하여 잎, 줄기 또는 과실에 그을음병을 유발하며, 특히 다량의 왁스물질을 분비하여 관상수의 경우 미관을 해침
- 우리나라에서 미국선녀벌레는 아까시나무 등이 많은 산림에서 1차 증식한 후 인접한 농경지로 유입되는 경향을 보임

### ○ 방제법

- 미국선녀벌레는 점프 및 비행을 통해 이동성이 좋아 방제가 쉽지 않아 여러번 방제해야 함.
- 발생지역 주변 야산에 많이 서식하기 때문에 주변 야산까지 방제해야 효과가 있음.
- 등록약제 : 16개 품목명 등록(티아메톡삼, 디노테푸란, 에토펜프록스 등) 20개 상표 등록(오신, 팬텀, 스트레이트 등)
- 방제 시기는 성충보다 약제 감수성이 높고 이동력이 떨어지는 약충시기에 단지별로 공동으로 방제하는 것이 효과적임.
- 성충이 나타나는 7월 이후에 약제 방제를 할 때에는 과수원과 인접한 산림을 동시에 방제하는 것이 중요함
- 단감의 경우에 감관총채벌레, 깍지벌레, 노린재류등에 대해 등록된 약제로도 방제가 가능함

## 2.1.33 점박이응애

### ○ Two spotted spider mite, Tetranychus urticae



### ○ 형태

- 암컷 성충은 몸길이가 0.4-0.5mm이고, 여름형은 담황록 바탕에 몸통 좌우에 두 렷한 검은 점이 있지만

월동형은 등색(꿀색)으로 검은 점이 없다. 수컷 성충은 0.3mm 정도이고 몸이 담갈색으로 훌쭉하며 배 끝이 뾰족하고 다리가 긴 특징이 있다.

- 알은 투명하고 공 모양이며 직경은 0.14mm이다.
- 유충은 알보다 약간 크며 처음에는 투명하지만 점차 연녹색으로 변하고 검은 점이 생기며 눈은 빨갛고 다리가 3쌍인 것이 특징이다.
- 약충은 세 가지 형태(유충, 제1약충, 제2약충)로 구분된다. 제1, 제2약충은 유충보다 몸과 검은 점이 점점 커지며 녹색이 진해지고 성충처럼 다리가 4쌍이다. 각각의 발육태 중간에는 세 번의 정지기가 있으며 정지기가 끝나면 매번 탈피한다.

#### ○ 피해증상

- 사과나무 외에도 배나무의 주요 해충이며 옥수수·콩 등 전작물과 채소, 화훼, 잡초에도 가해해 기주범위가 매우 넓다. 과수원의 살충제 사용이 증가함에 따라 천적류의 감소 또는 멸종과 함께 약제 저항성이 증대돼 발생이 문제 되므로 종합적인 관리대책이 필요하다.
- 사과응애와 달리 잎 뒷면에만 주로 서식하며, 구기를 세포 속에 찔러 넣고 엽록소 등 내용물을 흡즙하므로 겉면에는 피해증상이 잘 나타나지 않는다. 피해 잎은 황갈색으로 변색돼 광합성 및 증산작용 같은 잎의 기능이 저하되며, 심하면 8월 이후 조기낙엽이 되고 과실의 비대생장, 착색, 꽃눈형성 저하 등에 영향을 주기도 한다.

#### ○ 발생예찰

- 응애는 크기가 작아서 초기에는 발견하기가 어렵지만 다발생해 피해가 심하면 차를 타고 가면서도 피해를 구분할 수 있다. 본래의 발생예찰법은 일주일마다 1나무의 사방 신초 중간에서 10잎씩 10나무에서 총100잎을 채취해 응애밀도를 조사하고, 잎당 평균밀도가 6월 이전에는 1~2마리, 7월 이후에는 3~4마리 이상 이면 응애약을 살포하는 것이다. 이 방법은 시간이 많이 걸리는 문제가 있다. 현재는 발생잎률에 따른 잎당 가해밀도 간이추정법이 선호되고 있다. 이는 포장에서 확대경을 이용해 움직이는 발육태의 응애가 1~2마리 이상 발생하는 잎의 비율(발생잎률)을 구해 평균밀도를 추정할 수 있다. 발생잎률이 40%이면 2 마리, 60%이면 4마리 정도로 추정된다. 점박이응애의 경우 발생잎률이 85%를 넘으면, 즉 잎당 10마리 이상 발생하면 정확한 밀도추정이 곤란하다. 발생예찰 시기는 5월 하순부터 8월까지 5~10일 마다 나무에서 발생밀도를 조사한다.

#### ○ 방제법

- 점박이응애의 약제방제 1차 적기는 사과나무 수관 내부에서 증식한 개체들이 점차 분산을 시작하고, 지면 잡초의 먹이상태가 좋지 않거나 예취를 해 잡초에서 사과나무로 이동하는 시기이다. 대체로 6월 상순경에 사과나무 잎당 2마리 (25잎 조사해 점박이응애가 10잎 내외에서 발견되는 수준임) 정도일 때이다.
- 그 뒤 장마기에도 계속 관찰하되 특히 온도조건이 좋아지는 시기인 7월 상순에 발생정도를 관찰해 잎당 3~4마리 이상이면 2차 방제를 실시한다. 이때 방제가 부적절하면 7월 하순~8월에 피해를 입는다.
- 3차 방제적기는 8월 상중순 고온기로, 잎당 3~4마리 이상이면 응애약을 살포해 야 한다. 그러나 이상과 같은 방제적기는 연도 및 사과원에 따라 차이가 있을 수 있으므로 정기적으로 관찰해서 각자의 상황에 적당한 방제시기를 선정한다.
- 점박이응애는 약제 저항성 유발이 문제 되므로 같은 약제는 물론 계통이 같은 약제를 연속 살포하는 것을 금하고, 가급적 천적인 포식성 이리응애에 영향을 주지 않는 약제를 선택한다.

## 2.1.34 차면지응애

### ○ Broad mite, *Polypagotarsonemus latus* Banks



<차면지응애 피해>

### ○ 형태

- 암컷 성충은 0.2~0.25mm 정도의 크기로 모양은 계란형이다. 갓 부화한 암컷은 보통 무색 또는 흰색을 띠며 노숙함에 따라 미색 또는 담황색을 보인다. 수컷은 암컷보다 작으며 마름모꼴이다. 알은 타원형으로 표면에 작은 돌기가 많다.

### ○ 피해증상

- 잎, 가지, 과실에 발생하는데 주로 어릴 때 피해를 주며 가해 후 한 달 정도 되야 피해증상이 나타난다. 과실 피해증상은 회색의 미세한 그물망으로 덮인 것처럼 보인다. 밀도가 높을 경우 잎에는 회갈색 상처가 생기며, 심할 경우 기형 잎과 잎 말림 증상이 나타난다.

### ○ 발생생태

- 열대 및 아열대성 과수와 정원수, 채소류, 광엽잡초 등 기주식물이 다양하고 연 간 15~20세대 발생한다. 발육단계는 알, 유충(다리 3쌍), 정지기, 성충(다리 4 쌍)을 경과하는데 약충기는 없다. 월동형태는 명확하지 않으나 차나무에서는 액아 속에서 자성충으로 월동한다. 발육기간은 25°C에서 약 7일이 소요된다. 차면지응애는 다소 습한 환경을 좋아해 노지에서는 여름철에 발생이 많아 8월 이후 피해가 나타나고, 시설 내에서는 가온 직후 발생하기 시작해 낙화 후 유과 기부터 과경이 20mm 정도 되는 시기에 주로 가해한다.

### ○ 방 제

- 크기가 작아 육안으로 관찰이 안 되기 때문에 예찰이 쉽지 않아 방제 여부 결정에 어려움이 따른다. 또한 특성상 과경지의 잎자루 속이나 배꼽 등과 같이 약제가 잘 들어가지 않는 부위에서 주로 서식하기 때문에 더욱 방제가 어렵다. 하지만 일단 약제에 노출되면 꿀응애보다 훨씬 약제에 민감한 것으로 알려져 방제가능성은 높을 것으로 생각된다. 따라서 방제약제를 살포할 경우 구석구석 골고루 충분한 양을 살포하는 것이 중요하다. 예찰에 의해 발생이 확인된 후 방제약제를 살포하는 것이 가장 이상적이지만 예찰이 힘들 경우 일단 발생이 우려되는 과원(전년도 발생이 심했던 과원)의 경우 장마 끝 무렵(통상 7월 상중순경)과 8월 중순경, 2회 정도 살비제를 살포해주는 것이 좋다. 다만 어느 정도 발생이 우려되면 7월 중하순경 1회 정도 살비제를 살포할 수도 있다. 기계유유제나 석회유황합제도 방제효과가 있다. 하우스감귤의 경우 주로 피해가 발생하는 시기는 낙화 후 유과기부터 과경 20mm 이내일 때이므로 꽃이 모두 진 다음에 약제를 살포한다.

## 2.2 오이

### 2.2.1 덩굴마름병

○ Gummy stem blight, *Didymella bryoniae* (Auersw). Rehm.



○ 증상 및 발병조건

- 잎, 줄기, 열매에 발생하며 육묘기 부터 생육 전 기간 동안 발생하나 4월 이후 하우스 내 고온이 유지 되면 병 발생이 줄어든다. 줄기에는 균열이 생겨 갈라지며 분홍색 즙액이 누출되고, 잎에는 가장자리에서 시작하여 잎맥을 따라 부채꼴의 병반과 둥근 무늬를 형성한다. 열매는 꽃자리부터 갈변하기 시작한다. 죽은 덩굴의 병반부에는 작은 검은점(병자각)이 많이 생긴다.

○ 방제법

- 오래된 잎을 제거하여 통풍을 좋게 하고, 건조하게 재배한다. 아주심을 때 접목부위가 토양에 접촉하지 않도록 하며, 심하게 감염된 식물체는 제거한다. 오이, 수박 등에는 적용농약을 살포한다.

### 2.2.2 과일썩음병

○ Bacterial fruit blotch, *Acidovorax citrulli*



○ 피해증상



- 잎에서는 수침상의 작은 갈색반점이 생기고 식물체 줄기를 따라 흑갈색의 줄무늬 병징을 보인다. 과실 표면에는 암록색의 반점이 나타나고 세로로 점차 커지다가 과실은 표면이 거북 등처럼 균열이 생기면서 과실 내부가 썩어서 내용물이 새어 나온다.

#### ○ 발병환경 및 특징

- 종자 또는 토양을 통해서 전염되는 세균성 병으로 육묘기부터 전 생육기간 동안 발생하고 감염된 식물체를 통해 전염되는데 접목 또는 순지르기 작업이나 물방울이 병든 식물에 튀어 옆의 건전한 식물로 전염된다. 고온다습한 환경에서 많이 발생한다. 1차 전염은 종자나 포장에 남아있던 식물체의 병든 잔재물이 다음해의 발생 원인이 되며, 2차 전염은 접목 또는 물대기 작업 시 주변 건전한 모종에 전염되기도 한다.

#### ○ 방제법

- 고온·다습한 환경이 되지 않도록 관리하며 잔재물을 철저히 제거한다. 이 병을 예방하기 위해서는 건전한 종자와 대목을 사용하고 농작업 도구는 차아염소산칼슘 500배액으로 소독을 하여 사용해야 하고, 육묘 시에는 환기를 철저히 하고 접목 후 30℃ 이상 고온이 되지 않게 관리해야 한다. 정식 초기에 발견하면 건전묘로 교체하고, 생육 중기에 발생할 경우 동제와 항생제 성분이 포함된 약제를 주기적으로 살포하여 방제효율을 높이고 수확 후에는 반드시 병든 식물체를 하우스 밖으로 제거한다.

## 2.2.3 노균병

#### ○ Downy mildew, *Pseudoperonospora cubensis*



#### ○ 피해증상

- 초기에는 잎의 앞면에 퇴록된 부정형 반점이 생기고 옅은 황색을 띠는데, 잎 뒷면에는 불분명하게 보인다. 아랫잎에서 먼저 발생되고 위로 번지며, 반점들이 합쳐지면 병반은 커지고 잎이 말라죽는다. 이때 병든 잎은 잘 찢어지고, 황갈색을 띤다. 잎 뒷면에는 이슬처럼 보이는 곰팡이가 다량 형성되어 흰색 혹은 회색으로 보인다.



### ○ 발병환경 및 특징

- 노균병은 거의 모든 박과 채소작물에 발생하지만 특히 오이에 피해가 큰 중요 병해로서 보통 생육중기 이후부터 잎에 발생한다. 생육후기에 저온 다습하면 아랫잎부터 발생하여 큰 피해를 주는데, 최소 6시간 동안 100%의 상대습도가 유지되어야만 병원균의 포자낭이 형성되고, 발병온도 범위는 5~30℃이며, 발병적온은 15~20℃이다. 병원균은 병든 식물체의 조직속에서 난포자 상태로 월동하여 이듬해 새로운 식물체가 과중되어 성장하면 다시 발아하여 지상부로 침입하고, 잎 뒷면에서 다량의 포자를 형성하여 공기 중으로 쉽게 전파된다. 병원균의 균사가 잎의 기공이나 수공으로 침입하여 세포간극에서 성장하며 흡기를 내어 세포의 영양을 흡수한다.

### ○ 방제법

- 환기를 철저히 하고 하우스 토양이 과습하지 않도록 한다.
- 병든 잎은 조기에 제거하여 불에 태우거나 땅속 깊이 묻는다.
- 방제 약제로는 디메토모르프 등 61종의 약제가 등록되어 있다.

## 2.2.4 흰가루병

### ○ Powdery mildew, *Podosphaera xanthii*



### ○ 피해증상

- 주로 잎에 발생한다. 처음에는 잎의 표면에 소량의 흰가루가 밀생하며, 진전되면 잎 전체가 흰가루로 뒤덮인다. 오래된 병반상에서는 흰가루가 회백색으로 변하고, 흑색의 소립점(자낭각)이 형성된다. 후에 병든 잎은 고사한다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 자낭각의 형태로 병든 식물체의 잔재(殘滓)에서 월동하여 1차전염원이 되며, 시설재배에서는 분생포자가 공기전염 되어 계속해서 발생한다. 본 병은 일반적으로 15~28℃에서 많이 발생되며, 32℃ 이상의 고온에서는 병 발생이 억제된다. 노지포장에서는 억제재배 오이에서 심하게 발생한다. 특히 일조(日照)

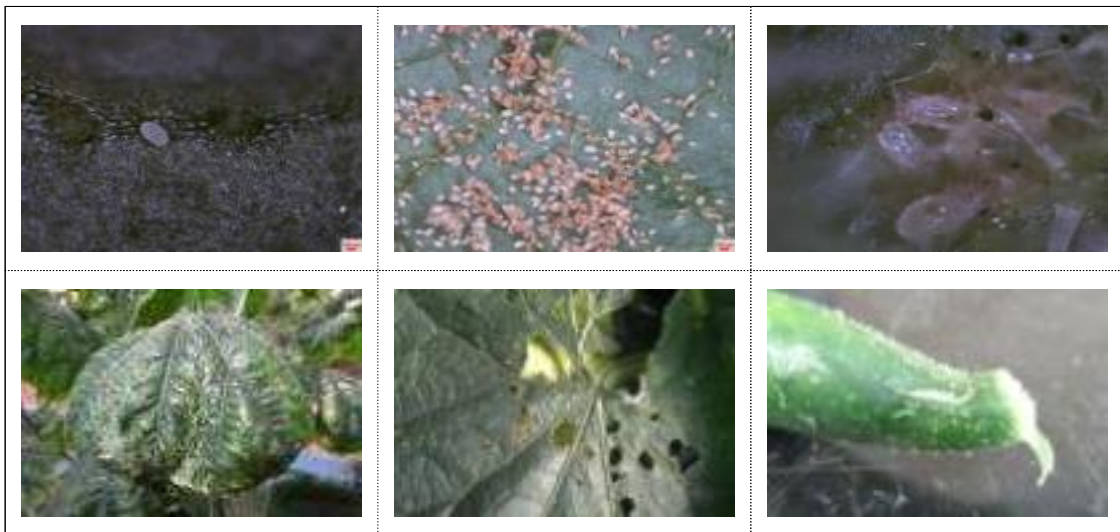
가 부족하고, 밤낮의 온도차가 심하며, 다비재배(多肥栽培)를 할 때 병 발생이 많아진다.

### ○ 방제법

- 수확 후 이병 잔재물을 제거 소각한다.
- 밀식을 피하고 통풍이 잘되게 하여준다.
- 질소질 비료의 편용을 피한다.
- 발병초기에 약제를 살포한다.
- 방제 약제로는 디노캡 마이클로뷰타닐 등 65종의 약제가 등록되어 있다.

## 2.2.5 긴털가루응애

### ○ Mould mite, *Tyrophagus putrescentiae*



<오이긴털가루응애 피해>

### ○ 형태

- 긴털가루응애(*Tyrophagus putrescentiae*)는 크기가 0.5mm 이내의 작은 해충으로 유백색의 몸체에는 투명하고 가는 털로 덮여있고 작고 움직임이 느려서 육안으로 관찰하기는 매우 어렵다.

### ○ 피해증상

- 약충과 성충이 생장점과 어린잎, 꽃 등의 연한 부위를 가해하는데 초기 피해확인이 어렵고 피해가 진전되면서 점차 표면이 갈변되면서 찌그러지기도 하고 심하면 코르크화 되고 작은 구멍이 생기기도 한다.

### ○ 발생생태

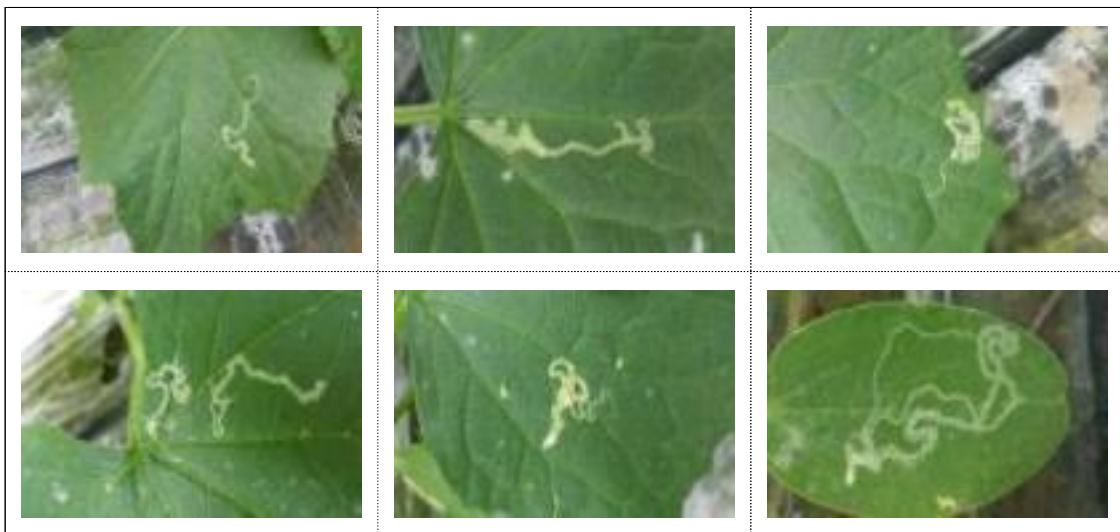
- 저온다습(20℃ 전후 온도, 70~90% 습도)한 환경을 선호하고 35℃ 이상의 고온과 60% 이하의 습도에서는 발육을 잘 하지 못하므로 여름철 보다는 이른 봄 난방 재배하는 시기에 발생하는 경우가 많다. 벧짚, 갈대 등 유기물을 사용한 농가에서 많이 발생하는 것으로 알려져 있고 시설 및 주변 토양 속 0~5 cm 정도 에서 많이 존재한다.

## ○ 방제법

- 벧짚이나 갈대, 낙엽 등 미숙유기물을 파다 사용한 포장에서 나올 수 있는데 발생 초기에는 큰 특징이 없어서 다른 증상으로 오인하여 방제하지 않아 피해가 증가하기도 한다. 장기적으로는 벧짚이나 갈대, 낙엽 등 미숙유기물을 되도록 사용하지 말고 초기 유사 피해 증상 발견 시 정확한 진단을 수행하여 정확한 방제 시기에 관리를 하여야 한다.
- 응애류는 내성이 크므로 적용약제로 약액이 골고루 묻도록 살포하며, 5일 간격 3회 이상 다른 종류의 약제로 교호 살포하여 방제하고 특히 땅속으로부터 응애가 올라오는 식물체 밑부분도 방제하여야 효과적이다.

## 2.2.6 아메리카잎굴파리

### ○ American serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* Burgess



### ○ 생태정보

- 성충은 300~400개를 산란하며, 알은 대부분 잎의 앞면에 산란하지만 뒷면에 산란하는 경우도 있다. 알부터 성충까지 발육기간은 15℃에서 47~58일, 20℃에서 23~28일, 25℃에서 14~15일, 30℃에서 11~13일로 온도가 증가함에 따라 모든 기주에서 발육기간이 급격하게 짧아지는 양상을 보인다. 우리나라에서는 1994년 1월 전남광주 광산구 거베라 하우스에서 최초 발견되었으며, 유럽으로부터 화훼류 수입 시 침입된 것으로 추정하고 있다. 국내에서 노지월동 여부는 불확실하나, 시설에서는 휴면 없이 연중 발생하므로 15회 이상 발생할 수 있다. 예찰은 황색끈끈이트랩을 이용하여 예찰할 수 있다.

### ○ 피해정보

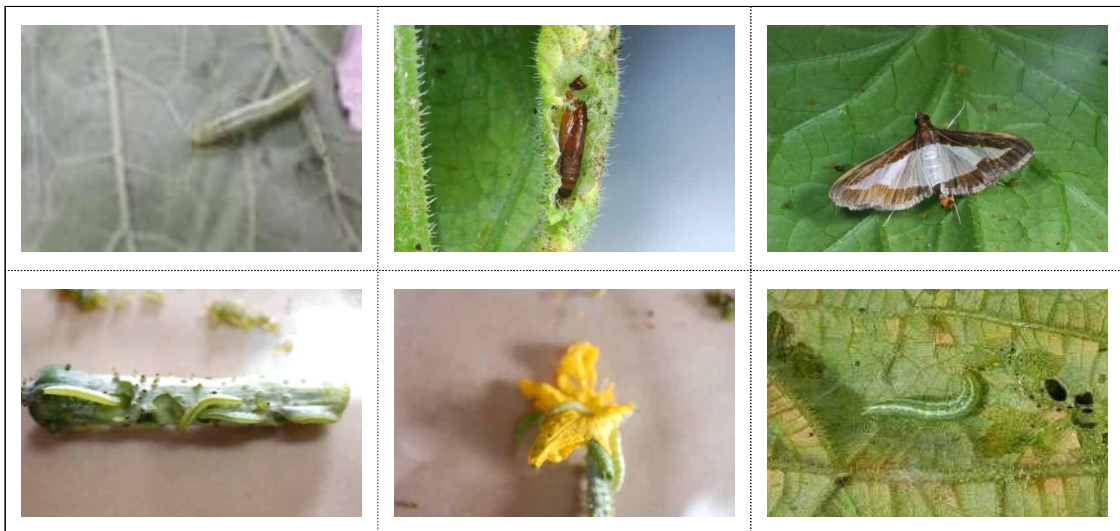
- 유충은 잎에 구불구불한 구멍을 뚫어 가해하며, 성충은 잎에 붙어 즙을 빨아먹거나 산란하여 잎에 작은반점을 남기는 피해를 준다. 피해는 국화과, 가지과, 박과, 미나리과, 쥐손이풀과 등에서 나타난다. 유충이 엽육 속에서 굴을 파고 다니면서 가해하며 피해 흔적이 흰색으로 보인다. 초기 피해는 불규칙하게 도로가 난 모양이나 심하면 잎 전체가 갈색으로 말라 죽는다.

### ○ 방제법

- 시설재배지에서는 방충망을 설치하여 성충의 유입을 차단시킨다. 유충의 피해가 없는 건전한 묘를 정식한다. 천적으로 기생벌인 꿀파리좀벌, 잎굴파리고치벌이 있다. 이 해충은 잎에 피해를 주는 것으로 생육에 간접적인 영향을 주고 과실에는 직접 영향을 주지않기 때문에 피해가 직접 손실로 연결되지 않는 경우가 많으며 자생 천적의 발생이 많아 심한 발생이 염려되는 경우를 제외하고 농약사용은 신중히 해야한다. 경제적 피해 허용수준을 고려하여 약제방제를 한다.

## 2.2.7 목화바둑명나방

○ Cotton caterpillar, *Diaphania indica* Saunders



○ 증상

- 알에서 갓 깨어난 작은 애벌레는 잎 뒷면에서 잎 살만을 갉아먹지만 성장하면 잎을 말고 그 속에서 잎줄기만 남기고 모두 갉아 먹는다. 발생량은 많지 않으나 최근에 시설재배 면적의 증가로 그 피해가 점차 증가하고 있다.

○ 형태적 특징

- 어른벌레 몸길이는 10~13mm정도이며 머리, 가슴, 배 끝은 황갈색 털 뭉치가 있다. 애벌레의 머리는 옆은 녹색이고 몸은 연녹색이며 등 면의 좌우에 2줄의 선명한 흰 선이 머리 뒤쪽에서부터 배의 끝마디까지 연결되어 있는 것이 특징이다.

○ 발생생태

- 건물, 나무줄기의 틈에 고치를 짓고 번데기로 월동한다. 첫 번째 어른벌레는 6월경부터 발생하고, 두 번째 어른벌레는 7월경부터 발생한다.
- 어른벌레는 밤에 활동하면서 잎 뒷면에 점점이 1~7개씩 알을 낳으며, 알에서 막 부화한 애벌레는 잎의 표층만 남기고 잎 살을 갉아먹지만, 애벌레가 자라면 잎을 말고 그 속에 살면서 잎맥만 남기고 갉아먹은 후 다 자란 유충이 되어 말린 잎 속에 고치를 짓고 번데기가 된다.

○ 방제법



- 첫 번째 어른벌레는 발생량이 적고 피해가 작아 그다지 큰 문제가 되지 않는다. 따라서 두 번째 어른벌레가 낳은 알에서 부화한 애벌레에 의한 피해가 급격히 증가하기 시작하는 8월 중·하순이 방제적으로 생각된다.

## 2.2.8 목화진딧물

### ○ Cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover



<목화진딧물 피해>

### ○ 생태정보

- 우리나라에서는 주로 시설박과작물에서 가장 문제되는 해충 중 하나이다. 무궁화, 석류나무등의 겨울눈이나 겉껍질에서 알로 겨울을 지낸다. 이 진딧물은 복숭아혹진딧물과 같이 여름기주로 이동하여 10여 세대를 단위생식으로 번식한다. 7~8월부터 한여름에는 밀도가 줄지만 9월부터 다시 번식이 왕성해진다. 한세대 발육기간은 약8일, 생식기간은 19일, 수명은 약 29일 정도이다. 암컷은 70마리 정도의 새끼를 낳는다.

### ○ 피해정보

- 성충이나 약충이 기주식물의 잎뒷면, 순등에서 집단으로 서식하면서 가해를 한다. 진딧물에 의한 작물의 피해는 일차적 흡즙에 의해 탈색, 왜소해질 뿐만 아니라 각종 식물바이러스를 전염시키므로 그 피해는 더 크다. 또한 이들이 배설한 감로는 식물체의 잎을 오염시키고 그을음병을 유발시켜 동화작용을 억제시키거나 배설물에 의한 오염으로 상품성을 크게 떨어뜨린다.

### ○ 방제방법

- 진딧물은 비가 많이 오면 밀도가 떨어진다. 이와 반대로 가뭄이 지속되면 다발생할 가능성이 높아 방제조치를 해야한다. 시설재배에서는 방충망을 설치하여 외부에서 비래해 오는 진딧물을 차단한다. 입제 농약을 정식할 때 구멍을 파고 0.5~2g씩 넣어주거나, 희석제를 살포한다. 약제 살포여부 결정은 진딧물 발생추이를 관찰하여 천적 발생이 없거나, 발생환경이 좋아 지속적으로 밀도 증가가 예상될 때 살포한다. 이와달리 천적 발생이 많거나 발생환경이 좋지 않아 밀도증가가 멈출때는 약제방제를 하지

않는다. 천적으로 콜레마니진디벌, 진디혹파리, 무당벌레, 풀잠자리, 꽃등애 등이 있다. 이 중에서 콜레마니진디벌이 시설작물에서 널리 이용된다.

## 2.2.9 온실가루이

○ Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)



○ 생태정보

- 알에서 성충까지 약 3~4주가 소요되며, 성충수명의 경우 암컷은 17.7~30일이고, 수컷은 13.9~24.5일이고, 암컷은 1일 평균 8개씩 산란 하여 150~300개를 낳는다. 성충은 위쪽의 어린잎에 알을 낳으며, 작물이 성장함에 따라 위쪽으로 이동하여 잎 뒷면에 서식하고, 거의 고착성인 유충과 용은 중간 잎이나 아래 잎에 집중 분포한다. 남부 내륙지방에서 온실가루이의 연중 발생세대수는 노지에서 7세대를 경과하나 가온 시설이 있는 온실에서는 연 10회 이상 발생한다. 예찰은 식물체를 흔들어서 하얀 성충이 날아가는 가 관찰하여 발생을 확인할 수 있다. 확대경으로 잎 뒷면을 살펴보면 납작하게 생긴 약충과 번데기가 붙어 있는 것을 관찰할 수 있다. 황색끈끈이를 매달아 정식 후부터 5일 간격으로 유인되어 잡힌 성충수를 기록한다.

○ 피해정보

- 약충과 성충이 식물체의 즙액을 빨아먹어 식물체의 잎과 새순의 생장이 저해 되거나 퇴색되며, 발생이 많을 경우에는 시들음 현상이 나타난다. 해충의 배설물에 의해 그을음병이 발생되어 광합성을 저해하며 황화병 등 여러 가지 바이러스 병을 옮긴다.

○ 방제방법

- 온실 내부나 외부에 잡초에 발생한 온실가루이가 침입하여 발생할 수 있으므로 작물 주변 잡초를 없애거나 방제를 철저히 해야 한다. 전(前) 작물 재배 후 이어짓기를 하면 전작물에 발생한 온실가루이가 후 작물로 이동하여 계속 발생하므로 전 작물 수확 후 방제를 잘 해야 한다. 온실의 경우 측창과 환기구에 망사를 설치한다. 유묘를 구입할 때는 잎 뒷면을 잘 살펴보고 약충이나 성충이 붙어 있는지 확인하여 건전한 유묘를 구입하도록 한다. 생물적방제로 이용할 수 있는 천적은 10여종이 있으며, 이 중



온실가루이의 천적으로 온실가루이좀벌이 주로 이용된다.

## 2.3 딸기

### 2.3.1 잿빛곰팡이병

○ Gray mold, *Botrytis cinerea*



○ 피해증상

- 과실, 꽃받침, 과경, 잎, 엽병 등 지상부위에 주로 피해가 나타나며, 특히 과실에 큰 피해를 입힌다. 어린 과실에 침입하여 갈색으로 마르고 심하면 흑갈변하고 다습시에는 부패하고 잿빛의 병원균이 발생한다. 꽃에 침입할 경우 수정 후 꽃잎이 떨어지지 않고 붙어 있을 때 꽃받침이 적색으로 되며 갈변 또는 흑갈변하며 썩는다.

○ 발병조건 및 특징

- 20℃ 전후의 다습시 많이 발생하며 봄비나 흐린 날이 계속되면 하우스내의 발병이 심해진다. 과번무, 밀식한 경우 통풍이 불량할 때 많이 발생하며, 축성, 반축성재배는 12~4월, 노지재배는 3~5월에 많이 발생한다. 처음에 하엽의 고사한 부분에 병원균이 분생포자를 형성하여 비바람에 의하여 비산 전염된다. 잿빛곰팡이병원균은 포자에 의한 눈마름병 발생부위, 상처부위나 꽃잎, 암술, 수술 등, 꽃의 각 기관을 통해 침입한다. 화분매개용 벌의 몸에 부착되어 꽃을 통해 전염되기도 한다.

○ 방제법

- 통풍을 양호하게 하고 관수에 주위하며 다습을 피한다.
- 고사엽, 노화엽, 발병엽, 발병과를 제거하여 깊이 묻는다.
- 약제 연용을 피하고 예방위주로 안전사용기준을 준수하여 살포한다.

## 2.3.2 흰가루병

○ Powdery mildew, *Podosphaera aphanis* (= *Sphaerotheca macularis*)



○ 피해증상

- 딸기의 잎, 엽병, 꽃, 화경, 과일 등 여러 부분에 발생한다. 잎에서는 흰가루 모양의 작은 반점을 형성하며, 하엽의 뒷면에 적갈색의 반점 형성이 진전되면 회백색의 곰팡이가 발생하게 되며 잎이 휘어진 다. 꽃에 발생하면 꽃잎에 안토시아닌 색소가 형성되어 자홍색으로 변한다. 과일에서는 침해된 부분이 생육이 늦어지고, 착색이 진행되지 않고 하얗게 되어 상품 가치가 떨어진다.

○ 발병조건 및 특징

- 병원균의 최적온도는 20℃ 이고 발병에 필요한 상대습도는 30~100%까지 넓은 범위를 가지고 있으며, 특히 높은 습도뿐 아니라 건조한 조건에서도 발병한다. 노지육묘에는 포자가 빗물에 씻겨 사멸하기 쉽기 때문에 잘 발생되지 않으나, 비가림 육묘 시에는 발생하기 쉽고 야냉단일육묘, 저온 암흑 처리 육묘, 고랭지육묘 등 축성재배에서 많이 발생한다. 축성, 반축성재배는 2~4월, 노지재배는 3~5월에 대 발생된다. 발병 주에서 주변포기로 포자가 비산하여 주로 전염되다. 화분매개용 꿀벌에 부착되어 전염되기도 한다. 포자의 비산은 12시 전후, 습도 55%이하, 날씨가 맑은 날 활발하게 이루어진다. 이전에 감염된 식물의 조직에서 월동한다.

○ 방제법

- 무병주를 선정 채묘하여 묘의 추비를 강건하게 한다.
- 통풍이나 환기, 관수에 주의를 요하며 발생 잎이나 발병과는 바로 제거한다.
- 정식시의 묘는 본 엽을 3장정도만 남기고 하엽을 제거한다.
- 수확기에 발생이 심하면 방제하기 어렵기 때문에 육묘기와 보온개시기, 개화기 이전에 약제 살포를 철저히 하여 예방에 힘쓴다.

### 2.3.3 SMYEV(딸기 누른오갈바이러스)

○ Strawberry mild yellow edge virus (SMYEV)



○ 피해증상

- 잎에서 황색모자이크로 나타나며, 감염된 잎은 기형 및 축엽이 된다.

○ 발병환경 및 특징

- 몇 종류의 진딧물에 의해 영속전염을 하며, 접목전염이 가능하다. 접촉전염과 종자전염 및 화분전염은 되지 않는다.

○ 방제법

- 무병 모주 및 자료를 선별 재배한다.
- 살충제를 살포하여 진딧물 등 곤충을 방제한다.
- 육묘장은 진딧물 발생이 적은 곳에서 재배한다.
- 이병주는 즉시 제거한다.

### 2.3.4 꽃곰팡이병

○ Blossom blight, *Cladosporium cladosporioides*





○ 피해증상

- 특히, 설향품종에 피해가 극심한 것 같고 꽃의 암술머리에 잿빛의 곰팡이가 피고 심해지면 꽃받침까지 꽃 전체가 흑변한다.

○ 발병조건과 특징

- 이 병은 잿빛곰팡이병이 창궐하는 1~4월에 걸쳐 피해를 입히는데 특히 주야간의 온도교차가 극심한 3월에 가장 심한 피해를 입히게 된다. 병원균은 부생성이 강한 특성을 가지고 있어 상처나 하우스내 밀도의 증가가 높아지거나 주야간의 온도교차가 심하면 피해가 극심해 진다. 병원균의 군사 생육적온이 20℃의 저온성 병이고 높은 습도나 수분이 많은 환경을 선호한다.

○ 방제법

- 비닐하우스내 습도가 병 발생에 가장 주요한 요인으로 습도를 낮게 관리하여야 한다. 특히 2화방이 출되되는 시기에 발생이 많으므로 이 시기에 예방적으로 적용약제나 미생물제를 처리한다. 약제로는 딸기 흰가루병으로 등록된 트리아졸계 살균제를 처리하거나 친유기농업자재인 바실러스 벤데젠시스 NSB-1(슈퍼베리, 탄저자비)을 처리한다. 또한 이 병의 꽃은 바로 제거하고 바람이나 꿀벌에 의해 전파되기 때문에 병 발생 전 예방적으로 방제하며 초기 발생 시에는 꽃에 발생한 곰팡이가 약제에 충분히 묻게 처리해야 한다.

### 2.3.5 뱀눈무늬병

○ Strawberry leaf spot, *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau





○ 피해증상

- 잎, 엽병 등에 발생한다. 처음에는 농녹색~적갈색의 작은 원형반점을 형성하고 점차 중심부가 회백색으로 변하여 주변부까지 적자색을 나타낸다. 병반은 그다지 크지 않고 직경 2~3mm정도의 것이 많다. 심하게 발생 할 경우에는 잎이 고사하나 과실에서는 그다지 심하지 않다. 잎에 자홍색의 불명확한 소형병반이 형성되고, 진전되면 직경 3~6mm의 원형 내지 타원형 병반으로 확대된다. 병반의 중앙은 회백색, 주위는 자갈색으로 뱀눈모양의 특이한 병 무늬가 형성된다. 심하면 병반과 병반이 합쳐져 불규칙한 대형병반으로 되어 잎이 마른다.

○ 발병환경 및 특징

- 병원균은 병든 식물체의 잔재에서 월동하여 1차전염원이 된다. 우리나라에서는 흔 하게 볼 수 있는 병으로 봄과 가을에 피해가 크다. 발생적온은 20℃전후이며, 다습 한 환경에서 병발생이 심하다.

○ 방제법

- 모판에 배수가 잘되게 하여 과습하지 않도록 하며, 피해를 받은 줄기와 잎을 한곳에 모아 불태워 버린다.
- 질소질의 과용을 피하고 인산과 칼리를 충분히 사용하여 건전한 포기로 양성한다.
- 약제 살포는 육묘기간 중에는 만코지 수화제 400배액을 3~4회 살포하여 철저하게 방제하고, 본포에는 군타임수화제 1,000배액, 트리달엠수화제 500배액을 약액을 충분히 묻도록 골고루 살포해 준다. 트리달 엠 수화제는 침투이행성 살균제는 누리아몰과 보호살균제인 만코지와와의 혼합제로서 예방 및 치료효과가 있다.

### 2.3.6 시들음병

○ Fusarium wilt, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Fragariae* Winks&Williams



○ 피해증상

- 새잎이 황록색이 되거나 작아지고, 3개 소엽중 1~2소엽이 기형으로 작아져 짝엽이 되어 나온다. 피해

포기의 관부와 엽병을 잘라보면 도관을 따라 갈변하고 병이 진전되면 하엽이 시들고 하얀 뿌리는 거의 없고 흑갈색으로 부패한 것이 많고 포기전체가 위축되고 말라 죽는다. 피해포기의 관부, 엽병, 과병을 절단해 보면 도관의 일부 또는 전체가 갈색이나 흑갈색으로 변하고 채묘상의 모주에 발생하면 런너 발생수가 적어지고 런너의 새잎에도 기형엽이 발생한다. 수확기에 발생하면 착과가 적게 되고 과실 비대도 나빠진다.

#### ○ 발병환경 및 특징

- 토양 중에 있는 후막포자가 주 전염원으로 딸기의 뿌리로 들어가 도관 안에 균사를 신장하여 증식한다. 고온기 육묘기에 많이 발생하며, 감염된 모주로부터 런너줄 기(도관)를 타고 자묘로 이동하여 전염원이 된다. 분생포자는 토양입자가 비산할 경우 전염하고 관계수를 통해서 전염한다.

#### ○ 방제법

- 무병주 모주 이용, 이병되지 않은 포장, 무병토양을 이용한다.
- 발병지, 발병 잔사에서 격리, 비바람 전염이나 관계수에 의한 전염회피 및 육묘자제 등의 소독을 철저히 한다.
- 연작을 피하고, 하우스 토양에서 토마토, 옥수수, 메론, 호박, 콩을 3~4개월 간 2년에 3회 윤작한다.
- 런너 삼목법은 위황병균이 모주에서 제1자묘까지의 전염되는 기간이 27일로 이전에 모주에서 런너 절단해주면 자묘까지 감염되는 것을 차단할 수 있다.
- 정식 후 쿠퍼수화제를 100ml/1주 토양관주 처리한다.

### 2.3.7 탄저병

#### ○ Anthracnose, *Glomerella cingulata* (무성세대: *Colletotrichum*)



#### ○ 피해증상

- 런너와 엽병에 나타나기 쉽고 분홍색의 분생자층을 형성한다. 크라운부에 침입할 경우 크라운 부위를 잘라보면 바깥부분 안쪽으로 갈변하며 묘 전체가 시들어죽는다. 엽병, 런너에 발병할 경우 수침상으로



움푹하게 들어가는 검은색 병반을 형성하며 다습시 분홍색의 포자퇴 형성한다.

○ 발병조건 및 특징

- 고온다습(25~35℃)과 장마시기인 6월 하순에서 9월 상순에 빗물에 의해 많이 발생한다. 잠재감염주와 이병잔해물이 1차전염원이며 강우나 관수에 의해 포자가 이동하여 2차전염원이 된다. 비바람이나 위에서 강한 관수시 감염주에서 형성된 분생포자가 물방울과 함께 비산하여 주위 건전주에 쉽게 전염된다.

○ 방제법

- 건전한 모주 선택, 비가림 재배, 포트나 격리벤치를 이용하여 육묘를 한다.
- 강한 관수는 발병을 조장하므로 점적관수를 실시하고 배수가 잘되도록 관리하고 피해주, 피해경엽은 바로 제거해준다.
- 약제살포 연용을 피하고 발병 전 예방적으로 강우 전에는 2주간 격으로 살포하고 강우와 고온기에는 10일 간격으로 살포해준다.
- 런너 절단 작업 후에는 바로 탄저병 약제를 살포하여 예방하고 절단용가위도 약제나 알콜로 소독 후 사용한다.
- 모주정식시 오티바액상수화제 2,000배액에 30분간 침지하면 예방적 효과를 나타낸다.

### 2.3.8 담배거세미나방

○ Tobacco cutworm, *Spodoptera litura*



○ 생태정보

- 가온을 하는 시설에서는 연중 발생한다. 남부지방에서 많이 발생하며, 연 5세대를 경과하는 것으로 추정된다. 성충발생 최성기는 5월상순, 6월중하순, 7월하순, 8월하순, 9월 하순으로 추정 된다. 알은 7일, 유충 1~6령까지 13일, 번데기10~13일이고 성충의 수명은 10~15일, 산란수 1,800개, 난괴로 낳으며, 산란한 알은 인편 등으로 덮여있다.

○ 피해정보

- 거의 모든 채소류와 밭작물을 가해하며, 알에서 부화한 어린 유충은 군집생활을 하고 2~3령이 되면 분산한다. 발생이 많으면 식물체의 줄기만 남기고 폭식하는 경우도 있다.

○ 방제법

- 시설에서는 방충망을 설치하여 외부에서 침입을 막는다.
- 야간에 황색등 설치로 교미를 못하게 하여 알을 낳지 못하게 한다.
- 어린 유충발생기(3령이하)에 약제를 살포해야 효과적이며, 유충은 야간에 활동하는 습성이 있어 작물체에 붙어있는 아침이나 저녁에 약제를 살포하면 방제효과를 높일 수 있다.
- 곤충병원성선충, 또는 곤충기생균을 이용한다. 곤충병원성선충의 살포는 자외선이 없는 햇빛이 없는 시간에 하고 젖을 정도로 흠뻑 뿌려 줘야 한다.

### 2.3.9 점박이응애

○ Two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*



○ 형태

- 식물을 먹는 응애과(Tetranychidae)에 속하며 알, 유충, 제1약충(전약충), 제2약충(후약충), 성충의 5단계가 있다. 유충은 3쌍의 다리를 가지며 부화직 후 무색에서 녹색, 암록색을 띠고 등에 검은 반점이 형성된다. 전약충은 4쌍의 다리를 가지며 연한녹색에서 진녹색으로 유충 때보다 반점이 진해진다. 후약충은 전약충보다 크고 암수의 구별이 있게 된다.

○ 피해증상

- 발생초기 밀도가 낮아 피해증상이 잘 나타나지 않으나 잎의 표면에서 보면 백색의 작은 반점이 나타난다. 밀도가 증가하면 잎뒷면에서 성충과 약충이 무리지어 가해하여 잎이 작아지고 기형이 되며, 엽록소가 파괴되어 누렇게 변하면서 말라 죽는다. 아랫잎에 발생이 많으며, 점차 상위잎으로 이동한다.

○ 방제법

- 발생초기에 철저히 방제하며, 약제가 잎 뒷면까지 충분히 묻도록 살포한다. 약제 연용을 피하고 유효 성분이 다른 약제를 바꾸어가며 살포한다.
- 발생이 많을 때에는 성충 약충 알이 함께 있기 때문에 5~7일 간격으로 2~3회 약제살포가 필요하다.
- 생물학적 방제는 천적인 칠레이리응애를 접박이응애 발생을 0~10%이내 일 때 200평당 2,000마리를 1~3회 5m간격으로 어긋나게 전 포장에 골고루 방사한다.

### 2.3.10 차먼지응애

○ Broad mite, *Polypagotarsonemus latus* Banks



<차먼지응애 피해>

○ 형태

- 암컷 성충은 0.2~0.25mm 정도의 크기로 모양은 계란형이다. 갓 부화한 암컷은 보통 무색 또는 흰색을 띠며 노숙함에 따라 미색 또는 담황색을 보인다. 수컷은 암컷보다 작으며 마름모꼴이다. 알은 타원형으로 표면에 작은 돌기가 많다.

○ 피해증상

- 잎, 가지, 과실에 발생하는데 주로 어릴 때 피해를 주며 가해 후 한 달 정도 되야 피해증상이 나타난다. 과실 피해증상은 회색의 미세한 그물망으로 덮인 것처럼 보인다. 밀도가 높을 경우 잎에는 회갈색 상처가 생기며, 심할 경우 기형 잎과 잎 말림 증상이 나타난다.

○ 발생생태

- 열대 및 아열대성 과수와 정원수, 채소류, 광엽잡초 등 기주식물이 다양하고 연 간 15~20세대 발생한다. 발육단계는 알, 유충(다리 3쌍), 정지기, 성충(다리 4쌍)을 경과하는데 약충기는 없다. 월동형태는 명확하지 않으나 차나무에서는 액아 속에서 자성충으로 월동한다. 발육기간은 25℃에서 약 7일이 소요된다. 차먼지응애는 다소 습한 환경을 좋아해 노지에서는 여름철에 발생이 많아 8월 이후 피해가 나타나고, 시설 내에서는 가온 직후 발생하기 시작해 낙화 후 유과 기부터 과경이 20mm 정도 되는 시기에 주로 가해한다.

### ○ 방제법

- 크기가 작아 육안으로 관찰이 안 되기 때문에 예찰이 쉽지 않아 방제 여부 결정에 어려움이 따른다. 또한 특성상 과경지의 잎자루 속이나 배꼽 등과 같이 약제가 잘 들어가지 않는 부위에서 주로 서식하기 때문에 더욱 방제가 어렵다. 하지만 일단 약제에 노출되면 굴응애보다 훨씬 약제에 민감한 것으로 알려져 방제가능성은 높을 것으로 생각된다. 방제약제를 살포할 경우 구석구석 골고루 충분한 양을 살포하는 것이 중요하다. 예찰에 의해 발생이 확인된 후 방제약제를 살포하는 것이 가장 이상적이지만 예찰이 힘들 경우 일단 발생이 우려되는 과원(전년도 발생이 심했던 과원)의 경우 장마 끝 무렵(통상 7월 상중순경)과 8월 중순경, 2회 정도 살비제를 살포해주는 것이 좋다. 다만 어느 정도 발생이 우려되면 7월 중하순경 1회 정도 살비제를 살포할 수도 있다. 기계유유제나 석회유황합제도 방제효과가 있다. 하우스감귤의 경우 주로 피해가 발생하는 시기는 낙화 후 유과기부터 과경 20mm 이내일 때이므로 꽃이 모두 진 다음에 약제를 살포한다.

## 3. 화훼

### 3.1 국화

#### 3.3.1 역병

- Phytophthora rot, Phytophthora cactorum



- 피해증상

- 주로 줄기의 지체부(地際部)에서 암갈색, 수침상(水浸狀)의 병반이 나타나 위쪽으로 진전된다. 하엽(下葉)부터 시드는 증세가 나타나고, 순차적으로 잎이 암갈색으로 변하여 고사(枯死)한다. 뿌리는 갈색으로 변하여 부패한다.



### ○ 발병조건 및 특징

- 병원균은 주로 토양에 존재하며 물속에서 증식 전파된다. 포장이 과습하고 물빠짐이 나쁘거나 침수되면 병 발생이 조장된다. *Phytophthora cactorum*(병원체) 크로미스타계의 반균문에 속하는 운동성이 있는 유주자를 형성하는 반 수생균으로 물속에서 증식하고 물을 따라 전파된다. 병원균은 과수와 화훼 등 매우 다양한 식물을 침해한다. 생육적온이 25 °C 정도로 비교적 고온균이며 병든 기주 식물의 조직이나 토양에서 난포로 생존하고 이듬해 다시 전염원이 된다.

### ○ 방제법

- 배수를 철저히 하며 잦은 관수를 피한다.
- 병든 포기는 주변 흙과 함께 포장 밖으로 버리고 등록 약제를 병든 포기의 근권토양에 관주 한다.

## 2.3.2 흰녹병

### ○ *Chrysanthemum white rust, Puccinia horiana*



### ○ 피해증상

- 잎에 발생한다. 처음에는 잎 뒷면에 작은 백색 병반이 생기고 곧 확대되어 사마귀 형태로 되며 오래되면 백색에서 담갈색으로 변한다. 잎 표면에서는 병반의 주위가 불투명한 담황색의 반점으로 나타난다. 심할 때는 잎 뒤 전면에 발생하는 수도 있다. 초여름 및 가을에 많이 발생하며 하우스 재배에서는 2~3월부터 발생하고, 늦가을이 되어 포기가 죽을 때 병균이 새로 나온 싹에 잠복하여 다음해 봄에 묘에 발생한다. 이 병은 기후와 밀접한 관계가 있어 맑은 날씨가 계속되면 발생이 적고 강우가 계속되면 급격히 발생한다. 잎에 발생하는 사마귀상의 병반은 이 병균(*Puccinia horiana* Henn.)의 동포자퇴이다.

### ○ 발병환경 및 특징

- 동포자의 형성은 연중 가능하지만 5월부터 증가하여 7월에 가장 많다. 8월에는 적게 발생하지만 9월이 되면 재발생한다. 동포자는 발아하여 소생자를 형성하고, 이것이 바람에 날려 전염한다. 잎 뒷면에 날라든 소생자는 발아하여 균사를 발생시키고 건전 조직에 침입한다(각피 감염). 동포자의 발아 온도는

6~36℃, 적온은 18~28℃이며 소생자 형성은 6~24℃, 적온은 13~22℃(최적 17~22℃)이다. 소생자의 발아 온도는 0~36℃이며 25℃ 이하가 적온이다. 습도는 동포자 및 소생자의 발아 시 상대 습도 100%가 좋고, 동포자의 발아는 광과 무관하나, 소생자의형성은 광선에 의해 적어진다.

- 적온, 적습에서 감염 시간을 보면 소생자는 3시간 만에 형성되고, 소생자의 발아는 2시간 반으로 최대에 달하여 잎의 각피 침입에는 2시간이 소요된다. 따라서 소생자 형성기에 있는 동포자퇴에서 소생자가 형성되어 감염이 종료되기까지 7시간 정도 소요되며 잠복 기간은 10일 정도이다. 감염되어 소생자가 형성될 때까지는 20일 정도 걸린다.

### ○ 방제법

- 방제를 위해서는 먼저 흰녹병에 강한 품종을 선택한다. 스탠더드 계통의 품종으로는 봉황, 청운, 적부사, 을녀 등이 강한 내성을 보이고 스프레이계에서는 프린세스, 리퍼, 타켓, 핑크데이지 등이 강하다. 건전한 모본을 사용하고, 뿌리를 나눌 때 묘를 검사하고 병반이 발견되면 제거한다.
- 비가 올 때 흙이 튀어 오르면 발병하기 쉬우므로 비를 맞지 않게 한다. 습윤, 배수 불량 시에 다발하기 때문에 건조한 토지를 선택하고 통풍을 좋게 한다.
- 질소질 비료의 과다 사용은 발생을 조장하기 때문에 시비에도 충분히 주의한다.
- 병든 잎이나 포기는 지장이 없는 한 발병 즉시 제거한다.
- 화학적 방제법으로는 적용농약을 살포하는 것이 좋다. 발병이 심하면 일주일 간격으로 연속 살포한다. 이때에도 반드시 공중 습도를 줄여주어야 효과를 높일 수 있다. 한 종류의 연용을 피하고 교호 살포한다. 그러나 약제내성균의 출현으로 더욱 문제가 되고 있다. 살포 간격이 10일 이내면 약해가 발생하기 쉬우므로 안전사용기준을 준용하여 살포한다.

## 2.3.3 반쪽시들음병

### ○ Verticillium wilt, Verticillium dahliae



### ○ 피해증상

- 포기 전체에 발생하며 처음에는 하엽에 황갈색의 불규칙한 병반이 생기고, 병징이 진전될수록, 잎자루



부터 생기를 잃고 결국은 시든다. 주로 꽃봉오리가 형성된 직후 급격히 잎이 생기를 잃고 시들며 심하게 진전되면 포기 전체가 말라죽게 된다. 초기 병징을 나타내는 식물체를 뽑아보면 뿌리생육이 좋으나 시들음 증상이 뚜렷해진 식물체를 뽑을 경우 뿌리상태가 급격히 나빠지고 뿌리썩이선충이 복합감염되어 있으면 피해가 더욱 커지게 된다. 후기 병징을 나타내는 식물체에서는 잎자루 기부 뿐 아니라 유관 속까지도 갈변되어 있는 것을 관찰할 수 있다. 초기 병징이 종종 식물체의 한쪽 면에서만 나타나기 때문에 반쪽시들음병으로 불리우며 병이 진행됨에 따라 포기 전체로 퍼지는 특징을 가진다.

○ 발생생태

- 병원균은 사상균의 일종이며, 토양전염을 하고 피해줄기에서 균사(菌絲)의 형태로 오랫동안 생존한다. 병원균은 병든 식물체의 잔사체에서 토양으로 전염되어 후막포자로 월동을 한다. 또한 삼수에 의해 감염된 식물체는 잠복감염되어 있다가 꽃봉오리가 형성된 직후 식물체에서 병징이 나타나기 시작해 일반적인 생리장해 증상으로 혼동되기도 한다. 토양이 과습하거나 저온인 조건에서 많이 발생한다.

○ 방제

- 삼수에 의한 전염이 많으므로 병든 식물체나 발병포장에서 삼수를 채취하지 않도록 하고 발병이 많은 포장에서는 연작을 피한다. 관수는 토양이나 재배상토가 물방울에 튀어 잎에 묻지 않도록 점적을 이용해 관수하는 것이 좋고, 과습이나 배수가 불량할 경우에 발생이 많기 때문에 밀식을 피해 통풍이 좋게 해야 한다. 반쪽시들음병을 효과적으로 예방하기 위한 모주 관리요령으로는 우선 하위엽의 고사된 조직이나 엷은 황색의 소형반점이 있는 잎과 지상부의 식물체 잔재물을 수시로 제거해 줘야 한다. 발병할 가능성이 많은 연작 포장에서는 토양소독을 한다. 병든 포기는 발견 즉시 제거, 태워버리고 발병이 많은 지역에서는 저항성 품종을 선별하여 재배한다. 국화 반쪽시들음병에 등록된 방제약제는 없다. 토양전염성으로, 어린 묘 또는 농기구에 부착된 흙으로 전염되며 뿌리의 상처나 선충의 밀도가 높으면 발병이 심하므로 선충방제도 철저히 해야 한다.

### 2.3.4 대만총채벌레

○ Garden thrips, Flower thrips, *Frankliniella intonsa* (Trybom)



### ○ 생태정보

- 노지에서는 봄부터 가을까지 각종 꽃에서 흔히 볼수 있다. 5월 상순부터 발생하여 6월 중순에서 7월 중순에 발생량이 가장 많으며 성충으로 월동한다. 25℃에서 알기간은 3일, 유충기간은 4일, 번데기 기간은 3일로 알에서 우화까지 10일정도 걸리는데 암컷은 50일 정도 살면서 500개 정도의 알을 낳는다.
- 꽃노랑총채벌레, 오이총채벌레와 같이 우리나라 시설원예작물에 크게 피해를 주는 해충으로 전국에 발생한다.
- 예찰의 경우 어린 유충과 성충의 예찰은 작물체의 잎 뒷면을 확대경을 이용하여 주기적으로 관찰한다. 백색 또는 황색 끈끈이트랩을 작물의 상부 20~30cm 위에 매달아 놓고서 총채벌레 성충이 끈끈이에 부착하였는지 확인하는 방법으로 쉽게 총채벌레 발생을 예찰할 수 있다.

### ○ 피해정보

- 각종 화훼류, 가지과작물, 채소류를 가해하며 특히 딸기의 꽃과 열매를 가해하여 큰 피해를 준다. 토마토, 오크라 등에서는 흰색의 부패증상이 나타나고, 완두 강낭콩 등에서는 불에 타 부패증상이 나타난다. 화훼류에는 꽃잎이 탈색되고 위축하는 증상이 나타난다. 피망, 토마토의 황화병을 매개하는 것으로 알려져 있다.

### ○ 방제방법

- 오염되지 않은 건전한 묘를 사용하고 한랭사를 설치하여 시설내로 성충의 유입을 막는다.
- 약제에 약한 약충이나 성충은 약제 살포시 방제효과가 높으나 땅속의 번데기는 방제가 어렵다.
- 정식 전에 전작물의 잔존물, 잡초 등 발생원을 제거하고, 토양소독을 하여 번데기를 죽인다.
- 끈끈이를 설치하여 유인하여 죽인다.
- 토양에서 번데기가 되는 것을 막기 위하여 은색 필름으로 멀칭한다.
- 시설재배에서 작물재배 후 50℃ 이상으로 5~7일간 밀폐하여 고온으로 죽인다.