

과 제 구 분	공동연구	과 제 번 호	PJ016280	
과 학 기 술 분 류	LB0304	품 목 표 준 코 드	CP11	
주 관 과 제 명	주요 채소류의 고위험 문제병해 특성조사 및 조기 진단·방제정보 인벤토리 구축			
과 제 책 임 자	성 명	직 급	소속기관 및 부서	
	홍 성 기	농업연구관	국립농업과학원 작물보호과	
연 구 기 간	2021 ~ 2024	참여연구기관	농촌진흥청	
세부과제명		부서	세부책임자	연구기간
5) 주요 채소류의 고위험 문제병해 특성조사 및 조기 진단·방제정보 인벤토리 구축		농업환경연구과	이재홍	'21~'24
키 워 드	무, 배추, 병해, 이미지, 데이터세트, 딥러닝			

## ABSTRACT

Image data on major diseases occurring in radish and Chinese cabbage were collected for four years from 2021 to 2024. As a result of collecting image data on major diseases of radish and Chinese cabbage, a total of 10,330 cuts were collected for radish, including 1,878 healthy plants, 1,706 anthracnose, 1,100 downy mildew, 1,152 verticillium wilt, 1,820 clubroot, 1,285 black spot, and 1,389 soft rot. A total of 11,806 cuts were collected for Chinese cabbage, including 1,938 healthy plants, 2,270 root gall, 1,581 downy mildew, 1,521 wilt, 1,488 black spot, 1,532 soft rot, and 1,476 black rot. The standard image information collection for major diseases occurring in radish and Chinese cabbage was conducted for 6 types of radish diseases: black spot, downy mildew, soft rot, clubroot, and wilt; and for cabbage diseases: black spot, black rot, downy mildew, soft rot, verticillium wilt, and clubroot. For each of the 12 types of diseases occurring in radish and Chinese cabbage, 30 standard image data were collected.

## 1 연구목표

기후변화에 따른 병해충 발생의 급격한 변화로 병해충 정밀 예찰 및 신속 진단이 요구되고 있고, 기후변화에 따른 대응 실패는 도시구조의 변화, 농업 수확물 감소, 소비재 가격상승, 질병 재해 증가, 수자원 부족, 자원경쟁 가속화, 노동력 감소를 초래한다(Social and economic impact of climate change, IBERDROA, 2019, WHO, 2018). 최근 우리나라를 포함한 세계 각국에서 일어나는 급격한 기후변화에 따른 기온 상승, 강수량 증가 등은 농업환경에 있어서 중요한 문제이며, 특히 식물병 발생 증가에 따른 작물 생산성 감소는 농가의 막대한 피해를 야기하고 있다. 또한, 국제 교역, 해외여행객 증가에 따른 병해충의 유입 및 피해가 확산되고있는 추세로서 외래병해충의 유입이 지속적으로 증가하고 있으며, 이로 인한 피해발생이 우려되고 있다. 농업현장에 발생하는 이상 증상의 경우, 전문가 진단에 시간이 많이 소요되며, 일부 병에 대해서는 정확하고 신속한 진단이 어려워 적절한 방제가 늦어짐에 따라 피해가 증가하고 있다. 인공지능 기반 스마트팜 시장의 급격한 성장과 더불어 AI 기반 병해충 진단 및 관리 기술의 필요성이 대두되고 있으며, 전문가에 의해 검증되고 확인된 신뢰성 있는 방대한 데이터세트의 확보가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 무, 배추에 발생하는 주요 병해에 대해 모바일 진단앱 개발을 위한 딥러닝용 영상정보를 수집함과 동시에 표준영상자료를 수집하여 오래된 국가관리병해충(NCPMS)의 자료를 업데이트하고자 실시하였다.

## 2 재료 및 방법

### 〈Q. 제5세부과제 : 주요 채소류의 고위험 문제병해 특성조사 및 조기 진단·방제정보 인벤토리 구축〉

#### (시험 1) 무, 배추에 발생하는 주요 병해의 딥러닝 학습용 영상정보 수집('21~'24)

무, 배추에 발생하는 주요 병해에 대한 딥러닝용 영상이미지를 수집하였다. 대상 병해로서 무는 검은무늬병, 노균병, 무름병, 시들음병, 뿌리혹병, 탄저병 등 6종, 배추는 검은무늬병, 검은썩음병, 노균병, 무름병, 반쪽시들음병, 뿌리혹병 등 6종으로 하였다. 병해 영상이미지 수집은 주로 도내 무, 배추 주산지 농가포장을 방문하여 발병개체의 영상이미지를 수집하였고, 일부는 원내 무방제포장을 조성하여 봄재배, 가을재배 등 연 2회 재배하여 발생하는 병의 이미지를 수집하였다. 또한, 발병이 잘 되지 않는 병해는 온실에서 병원균을 접종하여 발병시킨 후 영상 이미지를 수집하였다. 병해별 영상이미지 수집목표는 1,300점으로 하였고, 이미지 수집은 스마트폰을 활용하였으며, 병 진단단계별 발병부위를 고려하여 촬영하였다.

#### (시험 2) 무, 배추에 발생하는 주요 병해 표준영상정보 수집 및 기초정보 작성('21~'24)

무, 배추에 발생하는 주요 병해에 대한 표준 영상정보를 수집하였다. 대상 병해로서 딥러닝용 영상정보 수집과 같이, 무는 검은무늬병, 노균병, 무름병, 시들음병, 뿌리혹병, 탄저병, 흰녹가루병 등 6종, 배추는 검은무늬병, 검은썩음병, 노균병, 무름병, 반쪽시들음병, 뿌리혹병 등 6종으로 하였다. 영상이미지 수집은 위의 딥러닝용 영상 이미지 수집방법과 같다. 병 발생 포장, 병반 근접, 진단 단계별 병징, 병원균 포자 및 배양 균종의 이미지를 수집하였고, 병해별 목표는 30점으로 하였다. 병 발생과 근접 촬영은 스마트폰과 DSLR 카메라(5D Mark IV)를 이용하였고, 병원균의 이미지 수집은 실체현미경과 광학현미경을 이용하였다.

### 3 결과 및 고찰

#### 〈제5세부과제 : 주요 채소류의 고위험 문제병해 특성조사 및 조기 진단·방제정보 인벤토리 구축〉

##### (시험 1) 무, 배추에 발생하는 주요 병해의 딥러닝 학습용 영상정보 수집('21~'24)

- 무, 배추 주요 병해 영상정보 수집시기 및 장소

표 1. 2021년도 무, 배추 주요 병해 영상정보 수집시기 및 장소

수집시기	장소	비 고
5.21	춘천	봄배추
5.31-6.1	춘천, 평창	봄배추, 봄무
6.8	영월	봄배추
6.21	춘천	봄배추
7.14-15	정선, 태백	여름배추, 여름무
8.25-27	정선, 태백, 삼척, 평창	여름배추, 여름무
9.7	정선	여름배추, 여름무
9.24	춘천	가을배추
10.13	춘천	가을배추
10.27	춘천	가을배추, 가을무

2021년도 무, 배추 주요 병해 영상자료 확보는 총 10회에 걸쳐 수행되어 졌다(표 1). 병해 영상자료의 수집은 5~6월에는 봄무, 봄배추를 중심으로 춘천, 평창, 영월 지역에서, 여름무와 여름배추는 7~9월 초까지 고랭지 지역인 정선, 태백, 삼척, 평창 지역, 그리고 가을무와 가을배추는 9~10월 춘천지역에서 수집하였다(표 1).

표 2. 2022년도 무, 배추 주요 병해 영상정보 수집시기 및 장소

수집시기	수집장소	비 고
1-6월	춘천	무·배추 온실내 풋트재배
5. 23.	영월	봄배추
5. 26.	춘천	봄배추
6. 7.	춘천	봄무
6. 21-22.	평창, 영월	봄배추
6. 28.	춘천	봄배추
7. 11-12	정선, 태백, 강릉	여름배추
7. 27-28	태백, 삼척, 강릉, 평창	여름배추, 여름무
8. 17-18	정선, 태백, 강릉	여름배추, 여름무

8. 23-24	정선, 삼척, 태백, 강릉	여름배추, 여름무
8. 31-9. 2	정선, 삼척, 태백	여름배추
8. 19-20	영월, 태백, 평창	가을배추
8. 22	태백	여름배추
8. 23	춘천	가을무
9. 13	춘천	원내포장(무, 배추)
9. 22	춘천	원내포장(무, 배추)
9. 26	춘천	원내포장(무)
9. 27	춘천	원내포장(무)
9. 28-30	영월, 태백, 평창	가을무, 가을배추
10. 12	춘천	가을무, 가을배추
10. 14	춘천, 화천	원내포장(무), 가을배추
10. 20	춘천	원내포장(무)
11. 2	춘천	원내포장(무)
11. 8-10	춘천	원내포장(배추)

2022년도 무, 배추 주요 병해 영상자료 확보는 총 24회에 걸쳐 수행되어 졌다. 병해 영상자료의 수집은 2021년도와 마찬가지로 봄무, 봄배추는 5~6월 춘천, 평창, 영월 지역에서, 여름무와 여름배추는 7~8월 고랭지 지역인 정선, 태백, 삼척, 평창, 강릉 지역, 그리고 가을무와 가을배추는 9~10월 춘천, 화천, 영월지역에서 수집하였다(표 2). 2021년도와 달리 2022년에는 봄재배와 가을재배 2회에 걸쳐 무, 배추 무방제 포장을 조성하여 병해 영상자료를 수집하였다(표 2).

표 3. 2023년도 무, 배추 주요 병해 영상정보 수집시기 및 장소

수집시기	수집장소	비고
1-6월	춘천	무·배추 온실내 풋트재배
5.24.-25.	영월, 평창	봄배추
5.30.	영월	봄배추
6.7.	영월	봄배추
6.13-14.	평창, 영월	봄배추
6.30.	영월	봄배추
7.20-21	정선, 태백, 삼척, 강릉, 평창	여름배추
8.9.	정선, 태백	여름무, 여름배추
8.15	정선	여름무
9.6-7	정선, 태백, 삼척, 강릉, 평창	여름무, 여름배추
9.14	춘천	무 온실내 풋트재배
9.19	춘천	가을배추
9.26	평창	가을무
10.4	평창	가을무
10.26	춘천	가을배추
11.6-8	춘천	가을무, 가을배추

2023년도 무, 배추 주요 병해 영상자료 확보는 총 16회에 걸쳐 수행되어 졌다. 병해 영상자료의 수집은 2022년도와 마찬가지로 시기별, 지역별 봄재배, 여름재배, 가을재배로 나누어 수집되었다(표 3). 또한, 원내 봄재배와 가을재배 2회에 걸쳐 무, 배추의 원내 무방제 포장을 조성하여 병해 영상자료를 수집하였고, 겨울철에는 온실에서 병원균을 접종하여 병징 영상자료를 수집하였다(표 3).

표 4. 2024년도 무, 배추 주요 병해 영상정보 수집시기 및 장소

수집시기	수집장소	비고
1-6월	춘천	무·배추 온실내 풋트재배
5.3	영월	봄배추
5.22	영월, 평창	봄배추
5.27.	영월	봄배추
6.5.	평창, 영월	봄배추
6.10-17.	원내포장	봄무
6.20-26.	원내포장	봄배추
6.27-28.	정선, 태백, 삼척, 강릉, 평창	여름배추
7.11-12	정선, 태백, 삼척, 강릉, 평창	여름배추
7.24-25.	정선, 태백, 삼척, 강릉, 평창	여름무, 여름배추
7.31.	원내 온실	무(풋트)
8.12.	원내 온실	무(풋트)
8.27-28.	정선, 태백, 삼척, 강릉, 평창	여름무, 여름배추
9.11.	정선, 태백, 강릉	여름무, 여름배추
10.10.	춘천	가을무, 가을배추
10.14.	춘천	가을무, 가을배추
10.17.	원내포장	가을무
11.4.	원내포장	가을무

2024년도 무, 배추 주요 병해 영상자료 확보는 총 18회에 걸쳐 수행되어 졌다(표 4). 병해 영상자료의 수집은 2023년도와 같고 주로 수집이 미진한 병해를 대상으로 하였다.

- 무, 배추 주요 병해 연도별 영상정보 수집결과

표 5. 2021년 무, 배추 주요 병해 연도별 영상정보 수집결과

기주	확보대상	영상확보수(점)			계
		잎	뿌리	포기전체	
무	건전주	17		10	27
	시들음병			1	1
	탄저병	682			682
	노균병	308			308
	뿌리혹병		2		2
	기타(균핵병)		2		2
	소계				1,022

배추	건전주	33		22	55
	부리혹병		128	66	194
	노균병	433		88	511
	반쪽시들음병			10	10
	검은무늬병	8			8
	검은썩음병				0
	기타(갈색줄무늬병)			5	5
	소계				783
계		1,481	132	197	1,805

2021년도 무, 배추 주요 병해 덤핑농 영상자료 수집결과는 무에서는 건전주 27, 시들음병 1, 탄저병 682, 노균병 308, 부리혹병 2, 기타로 균핵병 2 등 1,022점을 수집하였고, 배추에서는 건전주 55, 부리혹병 194, 노균병 511, 반쪽시들음병 10, 검은무늬병 8, 기타 갈색줄무늬병 5 등 783점을 수집하였다(표 5).

표 6. 2022년 무, 배추 주요 병해 연도별 영상정보 수집결과

기주	확보대상	영상확보수(점)				계
		잎	부리	지제부	포기전체	
무	건전주	1,073		382	148	1,603
	시들음병			9	10	19
	탄저병	465				465
	노균병					0
	부리혹병		119			119
	잘록병			139		139
	기타(흰녹가루병)	36				36
	소계					2,381
배추	건전주	628		137	388	1,153
	부리혹병		305		615	920
	노균병	503				503
	반쪽시들음병			246	794	1,040
	검은무늬병	247				247
	검은썩음병	20				20
	기타					0
	소계					3,883
계		2,972	424	913	1,955	6,264

2022년도 무, 배추 주요 병해 덤핑농 영상자료 수집결과, 무에서는 건전주 1,603, 시들음병 19, 탄저병 465, 부리혹병 119, 잘록병 139, 기타 흰녹가루병 36 등 2,381점을 수집하였고, 배추에서는 건전주 1,153, 부리혹병 920, 노균병 503, 반쪽시들음병 1,040, 검은무늬병 247, 검은썩음병 20 등 3,883점을 수집하였다(표 6).

표 7. 2023년 무, 배추 주요 병해 연도별 영상정보 수집결과

기주	확보대상	영상확보수(점)				계
		잎	뿌리	지제부	포기전체	
무	건전주			174		174
	시들음병			341	793	1,134
	탄저병	123				123
	노균병	262				262
	뿌리혹병		269			269
	무름병				5	5
	검은무늬병	1,489				1,489
	소계					3,456
배추	건전주			667		667
	뿌리혹병		425	446		871
	노균병	432				432
	반쪽시들음병			113	381	494
	검은무늬병	1,253				1,253
	검은썩음병	1,246			215	1,461
	무름병				590	590
	소계					5,768
계					9,219	

2023년도 무, 배추 주요 병해 딥러닝용 영상자료 수집결과 무에서는 건전주 174, 시들음병 1,134, 탄저병 123, 뿌리혹병 269, 노균병 262, 무름병 5, 검은무늬병 1,489 등 3,456점을 수집하였고, 배추에서는 건전주 667, 뿌리혹병 871, 노균병 432, 반쪽시들음병 494, 검은무늬병 1,253, 검은썩음병 1,461, 무름병 590 등 5,768점을 수집하였다(표 7).

표 8. 2024년 무, 배추 주요 병해 연도별 영상정보 수집결과

기주	확보대상	영상확보수(점)				계
		잎	뿌리	지제부	포기전체	
무	건전주					0
	시들음병					0
	탄저병	412	33			445
	노균병	536				536
	뿌리혹병		1,165		265	1,430
	무름병			1,366		1,366
	검은무늬병					0
	소계					3,777

배추	건전주			0	
	부리혹병		139	48	187
	노균병	135			135
	반쪽시들음병			10	10
	검은무늬병				0
	검은썩음병				0
	무름병			942	942
	소계				1,274
계				9,219	

2024년도 무, 배추 주요 병해 덩리닝용 영상자료 수집결과 무에서는 탄저병 445, 부리혹병 1,430, 노균병 536, 무름병 1,366 등 3,777점을 수집하였고, 배추에서는 부리혹병 187, 노균병 135, 반쪽시들음병 10, 무름병 942 등 1,274점을 수집하였다(표 8).

표 9. 연도별 무, 배추 주요 병해 덩리닝용 영상정보 수집

작물	병해	영상개수 (목표)	21년 (1차년도)	22년 (2차년도)	23년 (3차년도)	24년 (4차년도)	합계
무	건전식물	2,000	<b>27</b>	<b>1,712</b>	<b>139</b>	-	<b>1,878</b>
	탄저병	1,300	682	456	123	445	1,706
	노균병	1,300	308	-	256	536	1,100
	시들음병	1,300	-	18	1,134	-	1,152
	부리혹병	1,300	-	121	269	1,430	1,820
	검은무늬병	1,300	-	-	1,285	-	1,285
	무름병	1,300	0	18	5	1,366	1,389
계	6종	9,800	1,017	2,325	3,211	3,777	10,330
배추	건전식물	2,000	55	1,227	656	-	1,938
	부리혹병	1,300	194	1,018	871	187	2,270
	노균병	1,300	511	503	432	135	1,581
	반쪽시들음병	1,300	10	1,007	494	10	1,521
	검은무늬병	1,300	8	248	1,232	-	1,488
	무름병	1,300	-	105	485	942	1,532
	검은썩음병	1,300	-	20	1,456	-	1,476
계	6종	9,800	778	4,128	5,626	1,274	11,806

연도별 무, 배추 주요 병해 영상자료 수집결과는 표 9와 같다. 무에서는 건전식물 1,878점, 탄저병 1,706점, 노균병 1,100점, 반쪽시들음병 1,152점, 부리혹병 1,820점, 검은무늬병 1,285점, 무름병 1,389점 등 총 10,330점이 수집되었다(표 9). 배추에서는 건전식물 1,938점, 부리혹병 2,270점, 노균병 1,581점, 시들음병 1,521점, 검은무늬병 1,488점, 무름병 1,532점, 검은썩음병 1,476점 등 총 11,806점이 수집되었다(표 9).

- 무, 배추에 발생하는 주요 병해 표준영상정보 수집 및 기초정보 작성('21~'24)

표 10. 무, 배추에 발생하는 주요 병해 표준영상정보 수집결과

기주	확보대상		영상확보수 (점)
	병명	병원균	
무	시들음병	<i>Fusarium oxysporum, Verticillium dahliae</i>	30
	노균병	<i>Peronospora parasitica</i>	30
	탄저병	<i>Colletotrichum higginsianum</i>	30
	뿌리혹병	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	30
	검은무늬병	<i>Alternaria raphani</i>	30
	무름병	<i>Pectobacterium carotovora</i>	30
	소계		180
배추	뿌리혹병	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	30
	노균병	<i>Peronospora parasitica</i>	30
	반쪽시들음병	<i>Verticillium dahliae, V. longisporum</i>	30
	검은무늬병	<i>Alternaria brassicae, A. brassicicola, A. raphani</i>	30
	검은썩음병	<i>Xanthomonas campestris</i>	30
	무름병	<i>Pectobacterium carotovora</i>	30
	소계		180
계		<b>360</b>	

표 11. 무, 배추에 발생하는 주요 병해 표준영상정보 수집결과

작물	병해	영상목표	포장	병징 단계 (초기, 중기, 후기)			근접 사진	균총	현미경	합계
무	탄저병	30		5	10	5		5	5	30
	노균병	30		5	10	10			5	30
	시들음병	30	2		10	10		5	3	30
	뿌리혹병	30	10		5	10	5			30
	검은무늬병	30			5	5	5	5	5	30
	무름병	30	5		5	10	10			30
배추	노균병	30	5		5	10	5		5	30
	뿌리혹병	30	10			15		3	2	30
	반쪽시들음병	30	10		5	5		5	5	30
	검은무늬병	30			5	10	5		5	30
	검은썩음병	30	5		5	10	10			30
	무름병	30	5		5	10	10			30

무, 배추에 발생하는 주요 병해 표준영상정보 수집결과는 표 11, 12와 같다. 대상병해는 덩리닝용 영상수집과 마찬가지로 무에서는 검은무늬병, 노균병, 무름병, 뿌리혹병, 시들음병 등 6종, 배추에서는 검은무늬병, 검은썩음병, 노균병, 무름병, 반쪽시들음병, 뿌리혹병 등 6종을 대상으로 하였다. 무, 배추 12종의 병해에 대해 표준영상자료는 각 병해별 30점씩을 수집하였다(표 11, 12).

## 5 인용문헌

농촌진흥청, 2024, 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS) 병해충정보

<https://ncpms.rda.go.kr/npms/VegitableImageListR.np>

쿠니헤이 키시, 2020, 식물병해대사전, 차병진, 아카데미서적, 서울, 한국, p333-338.

농촌진흥청, 2020, 농업기술길잡이 무, 승일미디어그룹, 서울, 한국, p114-125.

농촌진흥청, 2021, 농업기술길잡이 배추, 내일날씨, 서울, 한국, p62-76.

농촌진흥청, 2012, 농업기술길잡이 채소병해충, 정진인쇄제본, 서울, 한국, p40-66.

농촌진흥청, 1990, 채소의 병충해 방제, 삼안출판사, 서울, 한국, p101-123.

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	농가기술지도	무, 배추 주요 병해 진단 및 방제 현장기술 지원 컨설팅
	농가기술지도	대만 수출배추 농가 안전성 교육
2022(2년)	농가기술지도	무, 배추 주요 병해 진단 및 방제 현장기술 지원 컨설팅
	영농활용	배추 검은무늬병 피해증상 영상정보 제공
	영농활용	배추 노균병 피해증상 영상정보 제공
2023(3년)	농가기술지도	대만 수출배추 재배농가 병해충 방제 교육
2024(4년)	영농활용	무 뿌리에 발생하는 탄저병의 병징 정보 제공

성과지표	연도	1년차 (2021)		2년차 (2022)		3년차 (2023)		4년차 (2024)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
영농 활용	기술										
	정보			1	2	1		1	1	3	3
기술이전											
정책활용											
농자재 등록											
홍보											
현장컨설팅		1	2	1	1	1	1	1		4	4
계		1	2	2	3	2	1	2	1	7	7

## 7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'21	'22	'23	'24
과제책임자	국립농업과학원	농업연구관	홍성기	과제 총괄	-	-	○	○
세부책임자	농업환경연구과	농업연구관	이재홍	세부주관 수행	○	○	○	○
공동연구자	연구협력과	농업연구사	이광재	병해조사 및 분석	○	○	-	-
	감자연구소	농업연구사	원헌섭	병해조사 및 분석	○	○	-	-
	농업환경연구과	농업연구사	문윤기	병해조사 및 분석	-	-	○	○
	농업환경연구과	농업연구사	황세정	병해조사 및 분석	○	-	○	○
	농업환경연구과	농업연구사	김문중	병해조사 및 분석	-	-	-	○
	농업환경연구과	농업연구관	김기선	조사결과 분석	○	-	○	○
	농업환경연구과	공무직	이선주	병해조사 보조	○	○	○	○
	농업환경연구과	공무직	함승민	병해조사 보조	○	○	○	○