

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
고랭지농업 안정생산기술 개발		LS0602	'93~'10	환경농업연구과	강안석
1) 고랭지 채소 병해 조기진단 및 발생 예찰 연구		LS0602	'93~'10	"	문윤기
색인용어	고랭지, 채소, 병해, 진단, 예찰, 기상				

ABSTRACT

Researches were conducted on chinese cabbages cultivated in summer in alpine area of Gangwon province from 1993 to 2010, to develop disease forecasting system and to find control measures based on early diagnosis and elucidation of disease ecology. Viral diseases occurred from late July to mid-September showing necrotic spots on leaves and malformation as major symptoms. Brittle root rot occurred from mid-July to early September. Downy mildew was observed in 1993 to 1998, most severely in early July to mid-August, and decreased thereafter. Club root disease was observed highest in mid-June, late July, mid-August, and mid-September. Soft rot started from late June, and reached its peak twice, late July and early August, respectively. Viral disease, brittle root rot and club root tended to decrease year after year, but soft rot showed an increasing trend. Monthly mean temperature of June to September in alpine areas was 15.1°C in 1993 and 19.2°C in 2010, showing consistent increase with 4.1°C difference. Rainfall amount was decreased in a period of 4~5 years from 1993, and then gradually decreased after 2003. Club root disease occurred severely in Samcheok-si with 221.4ha in 2000, Pyeongchang-gun with 220.2ha in 2003, and Jeongseon-gun 244.5ha in 2005, and decreased after 2006. Further researches are needed to be done on development of resistant varieties, establishment of economically-feasible crop rotation systems, and development of pretreatment methodologies of fungicides onto seeds and seedbeds.

1. 연구목표

2009년 기준으로 우리나라 배추의 전국 재배면적 및 생산량 34,321ha, 2,528천 톤 중 고랭지에서 재배되어 출하되는 배추의 재배면적은 6,587ha이고 생산량은 307천 톤으로써 각각 전국의 19.2%, 12.1% 정도를 차지하고 있으며 여름철에 출하되는 배추의 대부분이 강원지역의 고랭지에서 생산되고 있다. 우리나라 고랭지 주 분포지역은 강원 전북 등 4개도이며, '09년 전국 고랭지 배추 재배면적 5,553ha 중 강원지역이 4,813ha로서 약 86.7%를 차지하고 있다. 그러나 강원지역의 고랭지 배추생산은 매년 반복되는 기상이변에 따른 병해충 발생의 다변화에 따라 생산량 및 품질에 많은 영향을 받고 있으며 가격의 폭락과 상승으로 인해 매년 생산량의 변동도 심한 실정이다.

강원도의 배추재배지역은 해발 600m를 전후한 준 고랭지로서, 해에 따라 배추의 생육시기인 7, 8월의 고온으로 생육이 극히 불량해지고 특히 환경조건의 변화에 따라서 바이러스 병 등 병해충의 발생이 빈발하는 등 여러 가지 문제점을 안고 있으며(함 등, 1998), 돌발 병해충의 발생으로 인한 수급의 불균형으로 가격의 변동 폭이 심하여 농가 소득의 불안정뿐만 아니라 소비자에게는 물가불안을 야기하는 요인이 되고 있다. 병해충 중에서도 약제방제가 어려운 뿌리혹병 등은 고랭지배추생산에 가장 큰 문제이며 해마다 지역에 따라 매우 큰 피해를 초래하고 있다.

식생활의 변화에 따라 채소의 수요가 늘고 있는데 배추(*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*)는 국내에서 가장 많이 재배되는 채소로 현재 배추에는 바이러스 3종, 세균 5종, 곰팡이 병해 26종 등 모두 34종의 병해가 국내에 기록되어 있다(한국식물병리학회, 2009). 그 중 가장 피해가 큰 뿌리혹병 방제를 위하여 유용 길항균 이용(? 등, 2003), *Streptomyces* sp. AC-3을 이용한 생물학적 방제(주 등, 2004), Flusulfamide 입제 이용(장 등, 2005), 석회질소를 이용한 방제(김 등, 2006), 육묘용 상토이용(홍 등, 2003), 윤작작물 재배(김 등, 2009), 저항성 품종 선발(윤 등, 2010) 등의 연구가 수행되었으며 또한 이러한 여러가지 방법을 동시에 처리하여 실용 가능한 종합방제기술의 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

본 연구는 고랭지 채소에 발생하는 주요 병해를 대상으로 발생예찰 및 조기진단기술을 개발하고 기상자료와 피해정도와의 상관을 분석하여 주요 병해의 생태적 특성을 구명함으로써 안전농산물 생산을 위한 종합방제체계를 수립하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 고랭지채소 주요 병해의 발생실태 조사

1993년부터 2010년까지 18년간 고랭지배추의 재배기간인 6월부터 9월에 걸쳐 강원도 평창군, 정선군, 삼척시, 태백시 등 고랭지배추 주산단지를 10일 간격으로 순회하면서 바이러스 병, 뿌리마름병, 뿌리혹병, 무름병 등 주요병해의 발생상황을 조사하였다. 병 발생 조사는 재배시기별로 배추의 결구기를 전후한 생육단계에 달한 포장을 대상으로 지역과 재배면적별로 안내하였다. 조사 포장마다 면적을 감안하여 100~300주를 무작위로 선정한 다음, 주요 병해의 발생상황을 발병주율로 조사하여 시기별 평균 발병율을 산출하였다.

나. 기상자료 조사분석

고랭지배추 병해의 발생에 영향을 주는 환경요인을 분석하기 위한 기상자료는 1993년부터 2010년까지 6~9월의 해발 600m 이상의 고랭지배추의 재배면적이 가장 넓은 지역인 대관령 기상대의 기상청 자료를 이용하였다. 기상요소로는 평균기온을 비롯하여 최고기온 최저기온, 강수량 및 일조시간 등 작물의 재배환경에 크게 영향을 주는 요소를 취하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 고랭지채소 주요 병해의 발생실태 조사

1) 년도와 시기별 고랭지채소 주요 병해 발생상황

표 1. 바이러스병

(단위 : 발병주율, %)

년도	6월		7월			8월			9월		
	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
1993	4.6	1.1	0.6	7.8	0.8	2.5	6.4	18.0	4.8	15.8	0
1994	0.7	1.0	9.0	2.8	1.5	43.0	55.0	39.0	37.8	21.0	0
1995	0.4	2.0	3.2	2.8	4.5	5.6	6.4	20.9	25.7	11.9	7.0
1996	13.8	8.8	3.5	1.8	12.4	30.3	20.5	27.3	29.5	31.8	13.0
1997	2.5	3.7	8.8	7.6	11.6	1.7	9.2	6.1	10.8	6.6	28.0
1998	0.4	4.5	0.0	6.4	4.8	3.4	1.5	12.5	0.5	27.8	22.1
1999	0.4	0.1	0.9	10.7	8.5	6.2	3.3	10.2	8.9	11.5	14.0
2000	-	-	0.8	1.7	4.5	4.1	2.1	3.3	10.9	18.5	-
2001	0.3	1.0	1.1	1.4	1.6	4.1	3.3	2.5	6.7	6.7	6.6
2002	-	0.7	0.1	0.2	0.3	1.5	2.1	2.6	5.2	6.3	7.4
2003	-	-	0.7	0.8	0.8	0.2	0.4	0.6	2.6	3.2	3.8
2004	0.3	0.9	0.3	0.2	0.1	1.4	0.7	0.0	2.6	1.6	0.6
2005	1.0	0.8	0.4	0.4	0.3	0.8	0.7	0.6	1.9	1.3	0.6
2006	-	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.2	0.8	1.4
2007	-	0.6	0.3	0.0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	-
2008	-	0.5	1.3	0.7	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	-
2009	-	0.2	1.2	1.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0
2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-

고랭지배추의 바이러스병은 조사를 처음 시작한 '93년 이후 발생이 관찰되었으며 '94년, '95년, '96년 최대 발생을 보였고 '00년까지 지속적으로 발생하여 배추 재배에 많은 피해를 안겨 주었으나, '01년 이후 발생이 감소하는 경향을 보였다(표 1). 비가림 망사하우스나 흑색비닐멀칭 배추 재배시 관행 노지재배에 비해 바이러스병, 무름병 등의 발생이 적었다(강원도원 1993). 고랭지배추 바이러스병 주병징을 보면 위축증상이 54.5%로 가장 많이 나타났고 6월 중순부터 7월 하순까지 가장 심하였다(강원도원 1997). 바이러스병은 매년 8월 상순부터 증가하기 시작하여 9월 중순까지 지속되는 경향을 보였으며, 병징은 다양하게 발현되었으나, 괴사반점 증상이 51.9%로 가장 많았고, 위축증상이 24.9%의 분포를 보였다. 바이러스병 발생에 미치는 가장 중요한 기상요인은 온도였으며 병 진전정도에 가장 큰 영향 요인은 최고기온과 비래 매개진딧물의 수로 분석되었다(최 등 1998).

표 2. 뿌리마름병

(단위 : 발병주율, %)

년도	6월			7월			8월			9월	
	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
1993	0.0	0.6	0.2	4.2	0.0	0.3	0.0	1.0	0.0	0.2	0.0
1994	0.0	0.0	0.0	5.0	4.7	4.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
1995	0.1	0.0	0.0	0.2	1.5	17.5	17.7	11.4	14.5	2.3	0.2
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.9	0.7	0.0	0.0	0.0
1997	0.0	0.0	0.4	6.0	7.8	0.9	2.8	0.5	0.4	0.6	0.0
1998	0.0	0.0	0.0	10.5	1.3	0.3	7.0	2.7	1.5	1.3	0.1
1999	0.0	0.3	0.4	0.0	0.4	0.7	0.0	0.2	0.0	0.3	0.5
2000	-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6
2004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	-	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-
2008	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2009	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-

뿌리마름병은 1993년 처음 조사 이래 '95년 8월에 가장 높은 발병율을 보였고 그 이후 '98년까지 발병율이 낮았고 '00년 이후에는 거의 발생되지 않았다(표 2). 기상요인 중 7~8월의 강수량이 평년에 비해 매우 높았던 해는 발병이 증가한 것으로 분석되었다(강원도원, 1995).

표 3. 노균병

(단위 : 발병주율, %)

년도	6월			7월			8월			9월	
	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
1993	0.1	0.0	0.0	8.1	0.0	0.2	0.0	2.5	7.9	0.3	0.0
1994	0.0	0.0	4.5	7.5	1.3	39.6	43.2	28.9	13.3	0.0	0.0
1995	0.0	0.0	0.3	0.0	6.3	4.2	0.7	5.9	2.5	0.9	0.0
1996	0.0	1.5	0.0	0.0	6.0	5.5	11.1	20.2	11.8	1.9	13.6
1997	0.0	0.0	2.5	4.4	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0
1998	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	2.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0

'93년 조사이후 '94년 8월 상순~9월 상순 사이에 노균병 발생이 급증하였고, '96년에는 8월 상순부터 많이 발생하였고, '97년 이후로는 노균병 발생이 미미한 것으로 조사되었다(표 3).

표 4. 뿌리혹병

(단위 : 발병주율, %)

년도	6월		7월			8월			9월		
	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	0.8	2.3	0.7	3.8	0.0	0.4	6.8	0.0	3.9	9.8	1.3
1998	17.0	6.2	6.3	0.0	9.0	0.0	5.1	1.1	7.0	16.4	9.3
1999	1.2	3.1	0.0	0.0	1.9	3.8	11.1	0.4	4.4	-	5.6
2000	-	-	0.0	0.0	10.5	0.0	14.4	1.1	0.6	0.0	-
2001	1.9	4.0	1.4	1.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.9
2002	-	2.5	3.2	2.2	1.2	0.0	2.7	5.3	7.2	5.7	4.2
2003	-	-	2.7	2.0	1.3	0.0	0.9	1.8	1.4	3.2	5.0
2004	5.6	2.1	0.0	3.6	7.1	0.0	0.7	1.3	3.5	-	-
2005	0.9	3.0	3.2	2.8	2.3	1.9	7.3	12.6	4.2	-	-
2006	-	0.9	0.9	1.8	2.7	0.5	0.6	0.7	0.0	0.3	0.6
2007	-	0.4	0.5	0.5	0.2	0.7	1.7	2.6	1.8	1.0	-
2008	-	1.3	2.3	0.0	1.5	12.2	7.4	2.6	1.8	1.0	-
2009	1.3	1.3	0.9	0.4	0.8	1.6	0.1	0.1	0.5	1.6	1.6
2010	0.0	3.2	2.2	1.5	1.5	1.9	1.3	3.4	3.3	-	-

뿌리혹병은 '97년부터 조사하기 시작하여 '98년 ~ '00년에 6월 중순부터 7월 하순, 그리고 8, 9월 중하순에 발생이 심하였고(표 4), 특히 초기에 감염되면 수확을 포기해야 할 정도로 피해가 컸다.

김 등(2000c)의 조사결과에 의하면 뿌리혹병균의 밀도는 토양의 심도가 깊어질수록 급격히 감소하였으며, 뿌리혹병균의 97%가 지하5cm 이내의 표토에 분포하며, 뿌리혹은 온도가 높을수록 부패가 빨라서 32°C 이상의 고온에서는 3일 안에 흑이 완전히 연화 부패된다고 하였다(김 등, 2000a). 일반적으로 뿌리혹병에 감염된 배추의 지상부는 건전한 배추에 비해 생육이 부진하며, 특히 생육초기에 감염될 경우 수확이 불가능하고, 후기에 감염될 경우, 수확은 가능하나 수량성과 상품성이 매우 부진한 것으로 알려져 있다. 배추 뿌리혹병균의 휴면포자 발아는 28°C까지는 온도가 높을수록 높아지는 경향을 보였으며 pH6 ~ 7 범위에서 발아율이 높았으나, 배추재식전의 전작물에 따라 휴면포자 발아가 영향을 받으므로(김 등, 2000b) 배추 뿌리혹병 방제는 윤작이나, 토양 pH조절 및 화학적 방제 등에 의존하고 있다. 그러나 이러한 방법은 방제효율이 낮고 농약의 과도한 사용으로 인한 환경오염 등의 부작용이 있기 때문에 저항성 품종의 육성이 매우 시급하나 뿌리혹병균의 생리적 분화(race)가 많이 일어나므로 저항성 품종을 이용한 방제 또한 쉽지 않다. 뿌리혹병균의 분화형은 현재 세계적으로 16종 알려져 있으며, 우리나라에는 race 10과 12를 제외한 모든 race가 존재한다고 보고되었다(Cho 등, 2003; 김 등, 2003). 특정 포장에 존재하는 레이스에 대해 저항성인 품종을 식재하면 효과적인 방제가 가능하나 모든 레이스에 저항성인 품종은 아직 개발된 바 없다.

표 5. 무름병

(단위 : 발병주율, %)

년도	6월			7월			8월			9월	
	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
1993	2.2	1.7	6.0	6.1	12.4	1.5	3.6	7.5	4.3	1.2	0.0
1994	0.0	0.6	2.1	5.2	6.7	10.3	9.0	11.7	3.3	1.3	0.0
1995	0.0	2.3	1.0	2.1	21.5	6.6	6.7	11.6	12.8	8.0	4.2
1996	0.4	3.2	7.2	1.8	10.6	4.2	6.8	5.3	0.0	3.3	0.8
1997	0.0	4.3	4.2	11.7	1.6	6.2	13.4	0.9	2.0	0.8	1.0
1998	0.3	0.4	8.4	10.6	4.6	16.7	11.0	5.4	2.7	14.7	6.6
1999	0.0	0.0	0.7	0.4	7.6	14.8	5.1	2.8	3.9	3.3	2.6
2000	-	-	6.6	1.6	3.9	5.1	2.8	2.6	2.3	2.0	-
2001	0.0	3.1	3.8	3.2	2.6	7.0	5.4	3.8	2.9	2.0	1.1
2002	-	0.2	1.0	2.9	4.8	9.2	7.2	5.1	7.5	4.3	1.0
2003	-	-	0.5	1.3	2.0	2.3	3.8	5.2	2.4	2.4	2.4
2004	0.1	2.1	1.4	6.6	11.8	2.9	6.2	9.4	0.7	-	-
2005	0.1	0.4	1.2	2.8	4.5	3.1	2.9	2.7	3.6	-	-
2006	-	0.8	0.8	6.4	11.9	1.3	0.9	0.5	1.3	0.7	0.0
2007	-	2.6	3.2	3.8	1.2	1.6	2.7	3.7	3.6	3.5	-
2008	-	3.8	3.8	6.4	8.5	13.2	8.5	3.7	3.6	3.5	-
2009	0.0	0.5	2.9	6.9	3.4	5.0	2.8	2.8	3.3	3.3	3.3
2010	0.0	0.0	1.4	1.1	4.5	2.8	4.5	3.4	3.7	-	-

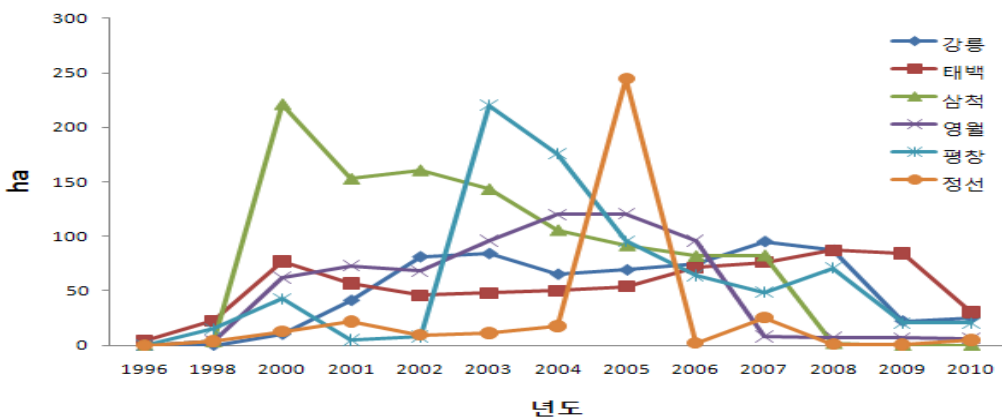
무름병의 시기적 발생을 보면 6월 하순에 발병하기 시작하여 7월하순 ~ 8월 중순 사이에 발생이 가장 높았는데(표 5), 이것은 7월 중순 이후의 고온 및 우기인 7 ~ 8월의 강수량이 다른 달에 비해 매우 많았던 것이 원인으로 분석되었다. 무름병은 여름 배추의 생산에 가장 큰 제한요인이었으며, 수송, 판매 그리고 저장 중에도 발생하여 막대한 피해를 일으키고, 배추 이외에도 무, 감자, 당근, 양파 등에서도 피해가 심각한 병해로 알려져 있다(임, 1995). 무름병은 세균병이면서 토양병이므로 약제 방제효과가 대단히 낮기 때문에 효과적인 방제를 위해서는 예방적으로 약제를 살포하고, 뿌리 및 땅가줄기에 상처를 주는 토양해충을 구제해야 한다(김, 1989) 지금까지의 방제는 보르도액과 같은 구리화합물 streptomycin, oxolinic acid 등 화학적 방제에 크게 의존하고 있는데 이러한 방법은 토양내 유용미생물의 사멸, 환경오염, 작물에 대한 약해를 유발하고 항생제에 대한 저항성 병원균의 출현 등 여러가지 문제점을 안고 있다(김 등, 1993). 최근에는 친환경적인 방제 방법으로 비병원성 *Erwinia*를 이용한 미생물 농약이 개발되어 배추의 세균병 방제용 미생물농약으로 일본에서 등록되었고 감자, 무, 양파, 양배추의 무름병 방제에 효과가 있다고 알려져 있다(Takahara, 2000; 정 등 2003).

표 6. 강원도내 고랭지배추 재배지역별 뿌리혹병의 년차적 발생상황 (단위: ha)

구분	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
춘천	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
원주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
강릉	-	-	10	41	81	84	65	69	75	95	87	22	25
동해	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
태백	4	22.4	76.8	56.8	45.6	48	49.9	54	71	76	87	84.3	30.3
속초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
삼척	-	3.3	221.4	152.8	160.7	143.3	105.6	91.6	81.8	82.4	1.6	-	-
홍천	1	2.1	3.5	11.5	2.5	4.5	8.2	1.4	0.6	0.1	0.3	0.5	0.6
횡성	0.5	20.4	6.6	4.4	6.3	13	15.7	7.6	1.5	2.4	0.9	1	1.2
영월	-	4	62	73	68	96	120	120.6	96	8	6.8	6.4	6.3
평창	-	15.2	42.7	4.7	8	220.2	175.7	95.5	64	48.6	70.9	20.4	20.2
정선	-	3.7	12.7	21.7	9.3	11.1	17.6	244.5	1.9	25.1	0.9	0.6	4.7
철원	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
화천	-	-	-	-	-	3	-	-	1.3	0.4	0.2	-	-
양구	-	-	-	-	1.2	3.7	10	2.2	3.3	2.2	7	3.4	-
인제	1	53.9	18	15.5	16	16.5	8	5.1	4	3	1.5	0.5	0.3
고성	-	-	4.2	2.1	0.8	0.4	0.5	0.5	1.2	1.3	-	0.1	0.5
양양	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
계	6.5	127	457.9	383.5	399.4	643.7	576.2	692	401.6	344.5	264.1	139.2	89.1

자료 : 2010 강원도원 농촌지도사업 기본계획

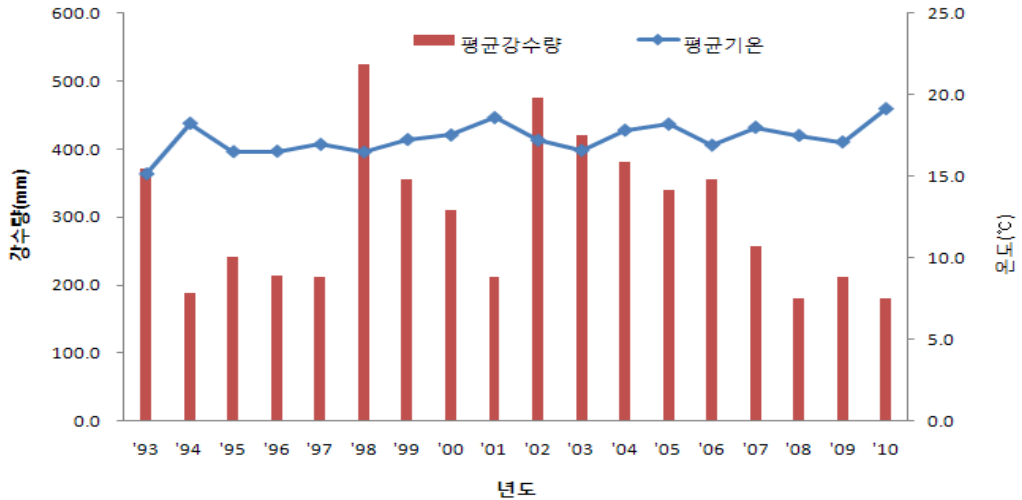
뿌리혹병의 발생면적을 보면 '98년 급격히 증가하기 시작하여 '05년 발생면적이 최대에 달하였고 그 이후부터 점차 감소하는 경향을 보였다(표 6).



<그림 1> 주요 배추재배지역별 뿌리혹병의 년차적 발생상황

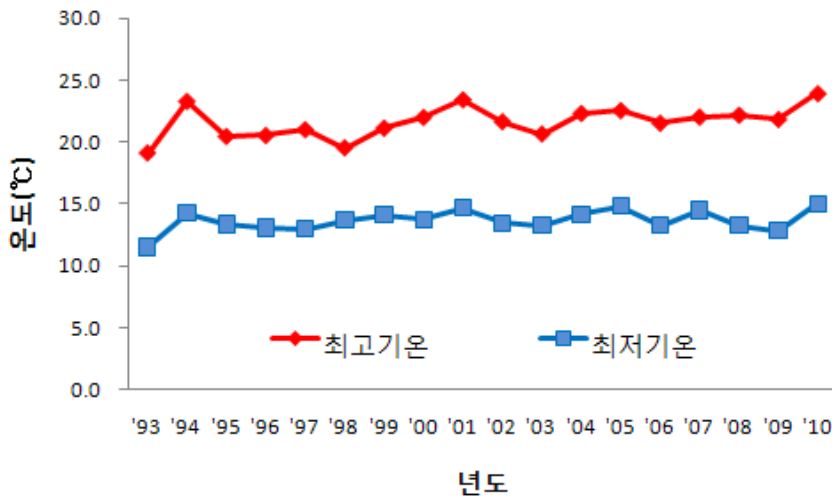
그림 1에서 보는 바와 같이 '00년에는 삼척에서 221.4ha, '03년에는 평창에서 220.2ha, '05년에는 정선에서 244.5ha로 뿌리혹병 발생이 가장 많았으며, '06년 이후 전 지역 모두 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

나. 기상상황 조사



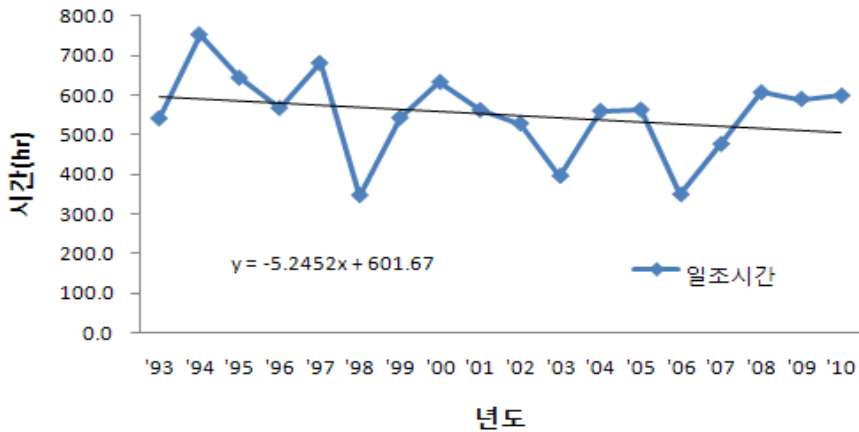
<그림 2> 년도별 6~9월의 평균기온 및 평균강수량의 변화대관령기상대)

대관령지역의 평균기온은 '93년도에는 15.1°C에서(그림 2), '10년도에는 19.2°C로 4.1°C 상승하였고, 강수량은 4~5년 주기로 높았으나, '03년 이후부터는 점차 감소하는 경향을 보였다.



<그림 3> 년도별 6~9월의 평균 최고기온과 최저기온의 변화대관령기상대)

평균 최고기온은 '93년도에는 19.1℃에서(그림 3), '10년도에는 23.9℃로 4.8℃ 상승하였고, 6~9월 평균 최저기온은 '93년도의 11.5℃에서 '10년도에는 15.0℃로 3.5℃ 높아졌다. 이와 같이 지구온난화에 의한 기온상승이 지속된다면 21세기말에 가서는 태백산 및 소백산 지역을 제외한 서해안, 동해안 중부까지 아열대 기후지역으로 변화된다는 전망이 나오고 있어(심 등, 2010) 이에 대비한 고랭지 채소작물에 대한 전반적인 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.



<그림 4> 년도별 6~9월 일조시간의 변화(대관령기상대)

일조시간(그림 4)은 '94년에 752.6시간으로 가장 길었고, '98년도에 346.9시간으로 가장 짧았으며 해가 갈수록 점차 감소하는 경향을 나타내었다.

4. 적 요

강원도 고랭지지역의 채소 병해 발생생태 조사 및 방제대책 수립을 위한 18년간의 병해 조기진단 및 발생예찰에 대한 주요 연구결과는 다음과 같다

1. 고랭지배추 바이러스병은 주로 7월 하순부터 9월 중순 사이에, 뿌리마름병은 7월 중순에서 9월 상순까지 발생하였다. 노균병은 '93년 ~ '98년에 많이 발생하였고, 계절적으로는 7월 상순에 발생하여 8월 중하순에 최대 발병을 보이고 이후 감소하는 경향이였다. 뿌리혹병은 고랭지배추 정식기 이후인 6월 중순, 7월 하순, 8월 중순, 9월 중순에 분산되어 발생하였고, 무름병은 6월 하순에 발생하여 7월 하순, 8월 상순에 최대발생을 보였다. 바이러스병과 뿌리마름병, 뿌리혹병의 발생은 년차적으로 감소하는 경향이이며, 무름병은 증가하는 경향을 보였다.
2. 대관령지역의 6 ~ 9월 평균기온은 '93년도의 15.1℃에서 '10년도에는 19.2℃로 4.1℃ 지속적으로 상승하였고, 강우량은 4 ~ 5년 주기로 많았고 '03년 이후부터 점차 감소하는 경향을 보였다.
3. 뿌리혹병은 '00년에는 삼척에서 221.4ha, '03년에는 평창에서 220.2ha, '05년에는 정선에서 244.5ha로 발생면적이 가장 많았으며, '06년 이후 전 조사지역에서 감소하는 경향을

나타내었다.

4. 뿌리혹병의 피해를 줄이기 위해서는 앞으로 저항성 품종 육성 경제성 있는 작부체계 개발, 적은 약량으로 종자나 유묘에 처리하는 약제방제 방법 생물학적 방제방법의 개발이 필요하며, 상기 방법을 조합한 종합방제기술의 개발에 많은 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다.

5. 인용문헌

- Cho, W. D., Kim, W. G. and Takahashii, K. 2003. Occurrence of clubroot in cruciferous vegetable crops and races of the pathogen in Korea. *plant Pathol. J.* 19(1) : 64~68.
- 최준근, 이재홍, 이세원, 함영일, 안재훈, 최장경. 1998. 고랭지배추 바이러스병의 발생 및 피해요인 분석. *한국식물병리학회지*. 14(5) : 433~439.
- 강원도농업기술원. 1994~1997. 시험연구보고서.
- 강원도농업기술원. 1998~2009. 시험연구설계서 및 연구과제계획서
- 홍순성, 김진영, 박경열. 2003. 배추 뿌리혹병 방제를 위한 육묘용 상토와 농약처리 효과 식물병연구. 9(2) : 64~67.
- 한국식물병리학회. 2005. 한국식물병명목록. 제5판. pp. 106~110.
- 함영일, 권민, 김점순, 서효원, 안재훈. 1998. 강원도 고랭지 주요 원예작물의 병해 발생 상황. *한국식물병리학회지* 14 : 668~675.
- 장현철, 이선옥, 김점순, 윤여순, 최근숙, 김학기, 김병섭. 2005. Flusulfamide 입제에 의한 배추무사마귀병의 방제효과. *식물병연구* 11(1) : 43~47.
- 정은경, 장현철, 용영록, 김병섭. 2003. 고랭지 배추 무름병 방제를 위한 우수약제 선발. *한국농약과학회지*. 7(1) : 32~37.
- 주길재, 김영목, 김정우, 김원찬, 이인구, 최용화, 김진호. 2004. *Streptomyces* sp. AC-3을 이용한 배추 무사마귀병의 생물학적 방제. *한국미생물생명공학회지*. 32(2) : 172~178.
- 김두욱, 오정행. 1997. 배추 무사마귀병의 발생상황과 병원균(*Plasmodiophora brassicae*)의 병원성 및 배추품종의 병저항성. *한국식물병리학회지* 13(2) : 95~99.
- 김점순, 이정태, 이계준. 2006. 석회질소에 의한 배추뿌리혹병 방제효과. *식물병연구*. 12(3) : 278~283.
- 김점순, 이정태, 이계준. 2009. 윤작작물에 의한 배추 뿌리혹병 방제 효과. *식물병연구*. 15(3) : 242~247.
- 김충희. 1989. 고랭지 배추의 병해와 그 방제. *최신원예* 30 : 26~31.
- 김영철, 송동업, 조백호, 정갑채, 김기청. 1993. 식물세균성 연부병균 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*의 Tn5 유발 약병원성 돌연변이주의 선발. *한국식물병리학회지* 9 : 63~69.
- 김충희, 조원대, 이상범. 2003. 우리나라 배추 뿌리혹병 연구현황과 향후과제. *식물병연구*. 9(2) : 57~63.

- 김충희, 조원대, 김홍모. 2000a. 배추무사마귀병 뿌리혹의 부패에 미치는 몇가지 환경요인 한국농약과학회지. 4(4) : 61~65.
- 김충희, 조원대, 김홍모. 2000b. 배추무사마귀병균 휴면포자의 발아 및 생존에 미치는 몇가지 환경요인. 한국농약과학회지 4(4) : 66~71.
- 김충희, 조원대, 김홍모. 2000c. 배추무사마귀병균의 토양내 분포. 식물병연구. 6(1) : 27~33.
- 임춘근. 1995. *Erwinia cartovora* subsp. *cartovora*에 의한 치커리 세균성무름병. 한국식물병리학회지 11: 116~119.
- 심교문, 정현철, 이덕배. 2010. 최근 국내 기상상황 변화 및 미래 예측 기후변화대응 국내 세균병 발생억제 대책. pp 3~24.
- 심홍식, 박진우, 이정운, 성재모. 1998. 배추 무사마귀병 피해양상과 약제방제에 관한 연구. 농촌진흥청 작물보호논문집 40(1) : 23~28.
- Takahara, Y. 2000. Biokeeper wettable powder: The research and practical application of microbial pesticide for soft rot disease. pp. 57~65, In Biological control for Crop Protection. Rural Development Administration.
- 윤철수, 정은경, 이상준, 장연, 이재은, 김병섭. 2010. 고랭지 배추재배를 위한 뿌리혹병 저항성 품종선발. 식물병연구. 16(1) : 59~65.
- 용영록, 김종훈, 김병섭, 전지영, 윤철수. 2003. 유용길항균이 배추 뿌리혹병 방제에 미치는 영향. 원예과학기술지 21(3) : 194~198.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
1994(2년차)	영농활용	배추 뿌리마름병(뚝딱병)의 조기간이진단 및 잡초기주
1995(3년차)	"	망사재배에 의한 배추 바이러스병 방제
1996(4년차)	"	재배유형에 따른 고랭지 배추 바이러스병 방제
1997(5년차)	"	고랭지 채소 바이러스병 및 무름병 발생과 기온과의 관계
1997(5년차)	"	고랭지 배추 뿌리마름병 발생소장 및 방제시기
1997(5년차)	"	배추 뿌리마름병의 잡초기주식물
2007(15년차)	리플릿 배부	배추·무의 뿌리혹병 방제는 이렇게 합니다.

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'07	'08	'09	'10
책임자	환경농업연구과	농업연구사	문윤기	과제 총괄	○	○	○	○
공동연구자	"	농업연구관	강안석	분석업무 지원	○	○	○	○
"	"	농업연구사	최준근	분석업무 지원	○	○	○	○
"	"	"	김성일	분석업무 지원	○	○	○	○
"	"	"	이재홍	조사업무 지원				'99~'06
"	인삼약초시험장	"	정태성	조사업무 지원				'00~'06