

과제구분	Code : LS0208	수행시기	전반기	연구기간	1998-1999(2년차 완결)
연구과제명	동해안지역 특이농업여건 적응 주요 근채류 재배법 기술연구				
연구항목명	무가온 시설 동계작물 재배기술 확립				
색인용어	무, 시설재배, 화아분화, 추대				
연구원별임무					
구분	소속	성명	전화번호	담당임무	
연구책임자	해안농업시험연구팀	김상수	(0391) 648-2521	시험연구 총괄	
공동연구자	"	원재희	"	조사업무 수행	
	"	안수용	"	"	
	강릉시농업기술센터	김진호		개발기술 농가이전	

## ABSTRACT

This experiment was conducted to establish winter cropping system of non-heating plastic house using low temperature vegetables in the East coastal area. On the effect of keeping warm, average minimum temperature in the treatment of three folds of polyethylene film and heat-conservation screen was higher 6 to 10°C than it in the treatment of two folds of polyethylene film. In field germination of radish within 13 days at each treatment of keeping warm, the treatment of three folds of polyethylene film and heat-conservation screen, the treatment of three folds of polyethylene film, and the treatment of two folds of polyethylene film were 100, 93.3, and 73 percent, respectively. Income of the treatment of three folds of polyethylene film and heat-conservation screen which sowed from December to early February was 1,500,000 won/10a and upward. Suitable cultivars for winter cropping system were five cultivars, which bolting rates at 105 days after sowing were less than 10 percent, such as cv. 'Hanoldaehyeong'. The suitable concentration of carbon dioxide application in radish was 1,000ppm.

The maximum yield of 'Altari' radish and spinach were the treatment of three folds of polyethylene film and the treatment of three folds of polyethylene film and heat-conservation screen, respectively. The yield of leek was lowered in all treatments, so we considered to need selection and breeding of suitable cultivars for winter cropping system.

## 연구 배경

최근 무 재배동향은 국민 식생활의 변화에 따른 김치 소비량의 감소, 농업 생산여건의 변화에 따른 생산조정, 대량소비의 전제가 되었던 대가족 중심에서 핵가족 중심의 주거 생활 등으로 점진적으로 줄고 있으나, 농업기술 발달에 따른 재배작형의 다양화로 년중 분산되고 있다. 특히 김장김치로 대표되는 가을무의 수요가 줄고, 겨울 및 이른봄 무 수요가 급격히 늘고있어 앞으로 겨울무 재배면적이 확대될 것으로 전망된다.

무의 최대동화온도는 15℃ 전후로 30℃ 이상에서는 동화속도가 급격히 저하되는 저온성이고 유묘기에 12℃ 이하의 저온에 감응하여 꽃눈분화가 촉진되나 품종에 따라 현격한 차이가 있다(成訟, 1987). 뿌리의 산소요구도가 큰 작물로 조공극은 20~30%, 유효수분의 척도인 모세공극은 용적비 15% 정도의 사질양토가 알맞다. 따라서, 동해안 지역은 동계무 재배에 적합한 환경조건을 가지고 있으나 재배면적이 전무하고, 이에 대한 연구도 전혀 없는 실정이다.

리이크는 풋마늘의 대체작물로서의 가능성이 높고(김 등, 1998) 시금치등과 함께 비교적 내한성이 강해, 겨울철 무가온 시설에 적합한 작물이다. 본 연구는 최근 유류가 상승에 따른 경영비 압박으로 겨울철 영농에 어려움을 겪고있어 무가온 시설에 의한 저온성 작물 재배의 필요성이 증가하고 있고, 동해안 지역의 따뜻한 겨울철 기후를 이용한 저비용 에너지 절약형 재배작형을 개발하여 최근 급속히 늘어난 시설하우스의 겨울철 활용도를 높이고자 '98년부터 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 시험은 '97년 12월부터 '99년까지 2년간 해안농업시험장 1-3형 단동비닐하우스에서 수행되었다.

### <시험 1> 무가온 시설 동계무 재배작형 개발

동해안지역의 무가온 동계무 재배시 효과적인 보온방법과 출하기와 연계한 적정 파종기를 구명하기 위해 대형봄무계통인 한올대형봄무를 종묘사로부터 분양받아 '98년 12월 11일부터 20일 간격으로 파종하였다. 보온시설로는 3중 PE 필름+보온덮개, 3중 PE 필름(외부피복+내부커튼+터널), 2중PE 필름피복(외부피복+커튼) 등 3종류로 각 파종기별로 처리하였으며, 각 파종기부터 봄철 온도상승기인 3월8일에 보온덮개, 3월20일에 PE 필름을 모든 처리구에서 제거하였고. 재식거리는 120 cm 두둑에 40×30cm 간격으로 3열 재배하였다. 하우스 외부 및 보온처리별 내부 온도변화는 Thermo Recorder TR-71S를 사용하였다. 발아율, 생육특성 및 수량성 등을 생육단계 및 수확기에 조사하였다.

### <시험 2> 무가온 시설 동계무 적품종 선발

무가온 동계무 재배에 알맞은 내추대성, 저온비대성 품종을 선발하고자 각 종묘사로부터 분양받은 한올대형봄무 외 15종으로 '97과 '98년 12월30일에 40×30cm 간격으로 120

cm이랑에 3열로 파종하였다. 보온처리는 3중 PE 필름+보온덮개로 하였으며, 시비량은 기준 시비량에 준하였으며, 피복기간은 시험1 과 같이 하였고, 각 품종별 추대율, 생육특성을 조사하였다.

#### <시험 3> CO<sub>2</sub> 사용량이 동계무 재배에 미치는 영향

본 시험에 사용된 품종은 한울대형봄무이고 '98년 12월 23일에 파종하였고, 재식거리 및 보온처리는 시험2 와 같이 하였다. 하우스 내부의 CO<sub>2</sub> 공급은 액화 탄산가스 공급시스템을 이용하였고, 500,1000,1500ppm 농도로 처리하였다. 각 처리별 농도조절은 액화가스압력조절 및 타이머 조절방식을 사용하였으며, 각 처리별 ON/OFF 시간은 5,10,15초/15분으로 설정하여 파종후 본엽 8매 전개시 부터 수확기까지 사용하였고, 일중 공급시간은 일출개시시기인 오전 6시 30분부터 10시까지로 처리하였다. 하우스 내부의 CO<sub>2</sub>농도변화는 검지관식기체측정기인 GV-100S(GASTEC)으로 측정하였고 각 처리구별 생육특성 등을 조사하였다.

#### <시험 4> 동계 저온성 채소 재배기술 확립

본 시험은 저온성 채소의 동계 무가온 재배작형을 개발하여 동계 시설 활용도를 높이고자 3중 PE 필름+보온덮개, 3중 PE 필름(외부피복+내부커튼+터널), 2중PE 필름피복(외부피복+커튼)등의 무가온 보온시설을 이용하여 알타리 무, 리이크, 시금치 등의 저온성 채소의 경제적 보온 방법을 구명하기 위해 실시하였다.

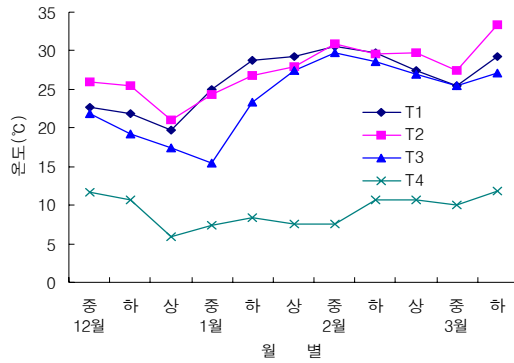
공시품종은 알타리 무는 신진알타리, 리이크는 Winter hursky, 시금치는 매트리스 품종을 사용하였고, 알타리 무 와 시금치는 '99년 1월 20일, 리이크는 '98년 12월 24일 온실에 파종하여 '99년 2월 2일에 비닐하우스에 정식하여 각 보온처리별 생육특성 및 수량성을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

#### <시험 1> 무가온 시설 동계무 재배작형 개발

동계무 재배기간중의 12~3월중의 하우스 내부의 온도변화는 그림1과 같다. 최저온도의 변화는 2중PE 필름피복처리구가 -9.2~5.2℃, 3중 PE필름처리구는 -3.7~6.1℃, 3중 PE필름+보온덮개 처리구는 -0.7~7.1℃이었다. 하우스 외부의 순별 최저 평균 기온은 -8.1~-0.9℃이었고, 각 보온처리별 야간보온효과가 2중 PE 필름피복처리구에서는 큰 효과가 없었으나, 3중 PE 필름+보온덮개 처리구에서는 외부온도에 비해 최대 8.2℃의 보온효과가 있었고 보온력의 차이는 외부기온이 저하할수록 큰 편차를 보였다. 일중 최고 기온의 순별 평균기온은 주간하우스 내부의 광합성을 위한 보온시설 제거 및 환기로 인해 외부온도와 각 보온처리별 큰 대차가 없었고 화아분화를 촉진시키는 야간 저온의 영향을 억제시키는 22.5℃이상의 온도로 하우스 내부 온도가 상승하였다

○ 최고온도



○ 최저온도

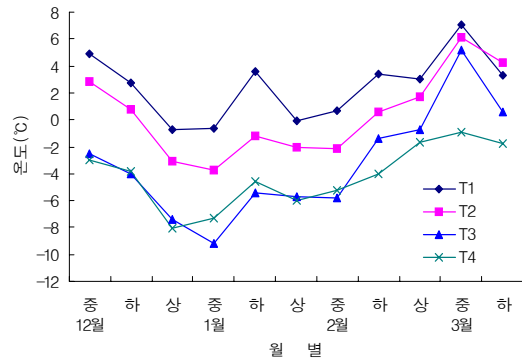


그림1. 최고·최저온도의 변화

각 파종기와 보온처리별 최종발아율(표 1)은 2월 중순이후 파종구에서는 보온처리에 관계없이 90%이상의 발아율을 보였으나, 혹한기인 12월11일~2월5일 까지의 파종기에서는 보온처리별 발아율 차이가 현저하여 3중PE 필름피복 처리구에서 95%이하, 2중PE 필름피복 처리구에서는 80%이하로 발아율이 낮았다. 이는 발아기간의 지속적인 야간 저온의 영향인 것으로 판단되고 발아종(발아율80%)까지의 소요일수는 파종기가 늦을수록 각 보온처리간 차이가 줄어드는 경향이였다.

표 1. 보온처리별 발아율

파종일	12월 11일			12월 23일			1월 15일			2월 5일			2월 26일			3월 16일		
보온처리	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
발아율 (%)	100	63.3	50	100	93.3	50	100	93.3	73.3	100	83.3	73.3	100	94.7	94.6	100	98.9	100
발아종 (월.일)	12.19	-	-	12.29	1.7	-	1.24	1.27	-	2.11	2.20	-	3.4	3.8	3.8	3.22	3.22	3.22

파종기 및 보온처리별 지상부 생육은 대차가 없었으나, 수량구성 요소인 근중은 2월 상순 까지의 파종구에서 현저한 차이를 보였고, 2월26일 이후의 파종구에서는 각 보온처리별 수량차이가 줄어드는 경향이였다(표2). 이것은 야간 저온에 의한 발아율 저하, 지온저하에 의한 근비대 억제(川成 등,1986)등의 원인인 것으로 사료된다.

표 2. 생육특성 및 수량성

파종일 (월. 일)	보온처리	엽 장 (cm)	엽 수 (매)	근 장 (cm)	근 중 (g)	수 량 (kg/10a)
12/11	T1	54.2	28.5	34.9	1,309 ab	6,192
	T2	53.6	31.1	30.3	1,023 cd	3,064
	T3	51.5	28.3	39.5	952 d	2,252
12/23	T1	55.8	24.9	28.1	1,028 cd	4,864
	T2	56.5	25.0	22.4	1,008 cd	4,449
	T3	51.5	24.8	26.5	969 d	2,292
1/15	T1	56.9	28.0	36.3	1,401 ab	6,628
	T2	58.5	28.8	33.2	1,311 ab	5,786
	T3	56.0	27.7	33.1	1,320 ab	4,577
2/5	T1	53.6	28.3	37.9	1,426 ab	6,746
	T2	57.3	25.8	37.9	1,398 ab	4,187
	T3	58.7	22.9	37.3	1,211 bc	4,199
2/26	T1	50.1	24.6	35.6	1,430 ab	6,764
	T2	56.6	25.0	36.1	1,411 ab	6,321
	T3	55.4	23.8	35.0	1,318 ab	5,900
3/16	T1	46.5	23.7	35.2	1,514 a	7,162
	T2	44.4	22.6	35.4	1,483 a	6,938
	T3	43.4	18.7	35.6	1,232 bc	5,828

각 파종기 및 보온처리별 수량은 표3과 같이 3월16일 파종구의 3중 P.E.필름+보온덮개 처리구가 7,162kg/10a 로 가장 수량이 많았으나 출하기인 6월 중순에 터널 봄무 출하기지역 복상에 따른 출하량이 늘어 소득이 감소하였다. 12월11일 ~ 2월 5일 파종구의 3중 P.E.필름+보온덮개 처리구가 기타 보온처리구 보다 높은 수량과 출하기의 가격상승으로 10a당 1,773천원 이상의 비교적 높은 소득을 얻을 수 있었다. 저장무의 출하물량이 줄어들고 상품성이 좋은 하우스 시설무의 소비량이 늘어나 출하기의 가격이 상승했기 때문이다.

표 3. 경제성 분석

파종일 (월/일)	12/11			12/23			1/15		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
수량 (kg/10a)	6,192	3,064	2,252	4,864	4,449	2,292	6,828	5,786	4,577
조수익 (천원/10a)	2,718	1,345	989	2,612	2,389	1,231	3,195	2,707	2,142
소득 (천원/10a)	1,879	556	310	1,773	1,610	552	2,356	1,928	1,463

파종일 (월/일)	2/5			2/26			3/16		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
보온처리									
수량 (kg/10a)	6,746	4,187	4,199	6,764	6,321	5,900	7,162	6,938	5,828
조수익 (천원/10a)	2,334	1,448	1,453	1,535	1,434	1,339	1,748	1,693	1,422
소득 (천원/10a)	1,495	669	774	696	655	660	909	914	743

\* T1: 3중 P.E.필름+보온덮개, T2: 3중 P.E.필름, T3: 2중 P.E.필름

#### 〈시험 2〉 무가온 시설 동계무 적품종 선발

무가온 동계무 재배시 수량과 품질에 영향을 미치는 주요한 요인인 내추대성과 저온비대성이 양호한 품종을 선발하고자 각 종묘사로부터 16개 품종을 분양받아 시험한 결과는 표4와 같다. 한울대형봄무, 장춘대형봄무, 하우스봄무, 농춘대형봄무, 춘백무등이 파종 105일 후에도 추대율 10% 미만의 내추대성이었고 근부비대도 양호하여 동계재배에 알맞은 것으로 판단되었다. 파종 119일 후에는 공시품종 모두가 90%이상의 추대율을 보여, 동계무 재배작형의 적정 수확기는 105~110일경으로 판단된다. 품종별 생육특성을 조사한 결과 만백무 등 5종이 엽수가 적고 근중이 1.8kg 이상으로 밀식재배에 알맞은 품종들이었으나 추대율이 높아 동계재배용 품종으로는 부적합하였다.

제한된 공간에서 재배할 수밖에 없는 동계 하우스무 재배의 특성상 초형이 직립성이고 엽수가 적고, 내추대성이며 근부 저온비대성이 양호한 품종육성이 필요한 것으로 사료된다.

표 4. 품종별 생육특성

품종	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (kg)	추대율(파종후 소요일수)			
					101일	105	113	119
한울대형봄무	51.5	35.6	9.4	2.0	0%	7	43	96.7
평강대형봄무	66.9	31.7	9.1	1.8	3	17	73	100
만백무	54.0	36.8	8.5	1.8	0	27	67	96.7
91144	55.8	36.3	8.1	1.6	76	100	100	100
하우스봄무	57.6	35.6	8.9	2.1	0	0	60	96.7
백광무	56.0	35.6	8.2	1.5	26	60	87	100
천하대형봄무	57.4	36.2	8.8	1.9	10	57	97	100
장춘대형봄무	61.0	32.5	9.0	1.6	0	0	10	90
TR91	57.6	29.6	8.6	1.2	16	53	97	100
백옥무	62.9	34.0	9.6	1.8	13	57	83	100
농춘대형봄무	65.2	36.1	9.2	1.9	0	7	30	96.3

품 종	엽 장 (cm)	근 장 (cm)	근 경 (cm)	근 중 (kg)	추대율(파종후 소요일수)			
					101일	105	113	119
ROO7	53.6	36.9	9.2	2.1	33	83	100	100
새로운대형봄무	59.6	39.3	8.4	1.9	13	30	100	100
RA 83-1	57.3	35.5	7.8	1.3	23	47	70	100
춘하무	58.5	34.4	7.5	1.2	80	90	100	100
춘백무	59.7	35.4	7.7	1.5	0	0	30	90.4

### 〈시험 3〉 CO<sub>2</sub> 사용량이 동계무 재배에 미치는 영향

액화탄산 가스 공급 시설을 이용하여 광합성 촉진을 위한 적정 CO<sub>2</sub>농도를 구명하기 위해 실시한 시험 결과, 처리전 생육상황은 엽수 8.1매로 경제적 CO<sub>2</sub>처리개시기에 알맞은 생육상황이었다(표5).

표 5. CO<sub>2</sub> 처리전 생육상황(파종후49일)

엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽 수 (매)	근 경 (mm)	초 장 (cm)	생체중(g)	
					근 중	엽 중
20.5	5.3	8.1	9.5	14.6	2.0	14.0

야간의 하우스 외부 및 내부의 CO<sub>2</sub>농도를 측정된 결과 대기중의 CO<sub>2</sub>농도는 450 ~ 550ppm, 하우스내부 에서는 550 ~ 800ppm정도의 농도가 유지되었다. 야간의 하우스 내부의 CO<sub>2</sub>농도가 외부 대기중의 농도보다 높은 것은 식물체 군락의 호흡작용에 의한 것으로 생각된다. 오전중의 밀폐된 하우스 내부에서의 CO<sub>2</sub>농도변화는 일출과 동시에 식물체 광합성 작용에 의해 내부의 CO<sub>2</sub> 농도가 급속하게 저하되는데, 따라서 본 시험에서는 일출개시기인 오전 6시 30분부터 CO<sub>2</sub>를 사용하였고 각 처리별 적정농도에 이르기까지 60분 정도의 시간이 소요되었다. 500ppm 처리구에서는 처리전의 하우스 내부 농도보다 오히려 낮아졌는데 이는 일출후 식물체가 광합성 작용을 시작하면서 CO<sub>2</sub>소비량이 공급량보다 많은 것으로 기인하는 것으로 판단된다.

각 농도처리별 생육 및 수량은 표6과 같이, 1,000ppm 처리구에서 기타 처리구보다 엽장이 길고, 엽수가 많고, 엽중 및 근중이 무거운 등의 생육이 양호한 경향을 보였고 수량도 7,312kg/10a으로 CO<sub>2</sub>농도처리구중 가장 효과가 좋았다. 따라서 무가온 하우스 동계무 재배시 CO<sub>2</sub> 사용농도는 1,000ppm 적당한 것으로 사료된다.

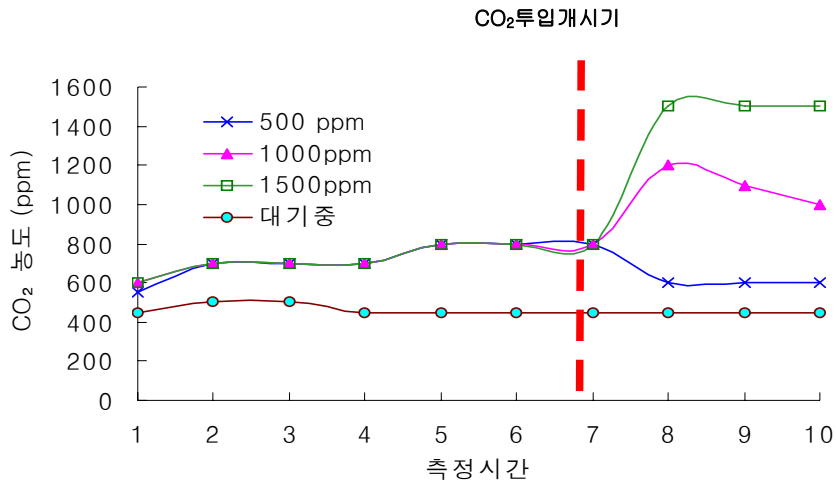


그림 2. 하우스 내부의 CO<sub>2</sub> 변화

표 6. 생육 상황 및 수량

구 분	엽 장 (cm)	엽 수 (매)	엽 중 (g)	근 장 (cm)	근 중 (g)	수 량 (kg/10a)
500ppm	52.0	24.4	343.1	30.7	1,152.3 b	5,451 b
1000ppm	53.7	25.0	430.2	33.1	1,546.1a	7,312a
1500ppm	49.7	25.4	381.9	34.1	1,307.7a	6,186a

#### 4. 동계 저온성 채소 재배기술 확립

동계 무가온시설에서 저온성 채소인 알타리무, 시금치, 리이크재배에 적합한 보온방법을 구명하고자 실시한 시험 결과, 보온처리별 보온효과는 시험1과 같은 경향을 나타내었고 각 작목별 생육특성 및 수량은 표7과 같이 알타리무는 3중P.E필름 처리구에서 3,895kg/10a으로 가장 많았고, 시금치에서는 3중P.E필름+보온덮개처리구에서 1,285 kg/10a으로 가장 수량이 많았다. 리이크는 모든 처리구에서 상품성 있는 생산물을 수확할 수 없었다. 따라서 리이크의 동계하우스 재배를 위해서는 내한성이 품종육종 및 선발이 우선되어야 할 것으로 사료된다.

**표 7. 작목별생육 특성 및 수량**

작목	보온 처리	엽,초장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매)	근,경장 (cm)	주중 (g)	근중 (g)	수량 (kg/10a)	수량지수 (%)
알타리 무	T1	45.8	12.0	10.6	8.6	-	70.4	3,253	104
	T2	46.6	12.3	10.6	9.0	-	84.3	3,895	125
	T3	37.0	10.1	10.8	8.4	-	67.4	3,114	100
시금치	T1	20.3	5.4	15.7	-	29.2	-	1,285	695
	T2	15.7	4.7	15.2	-	18.2	-	801	433
	T3	10.2	2.8	10.3	-	4.2	-	185	100
리이크	T1	10.5	-	2.9	1.5	-	-	-	-
	T2	9.2	-	2.7	1.0	-	-	-	-
	T3	9.3	-	2.5	1.0	-	-	-	-

\* T1: 3중P.E필름+보온덮개, T2 : 3중P.E필름, T3 :2중P.E필름

## 적 요

### 1. 무가온시설 동계무 재배작형 개발

- 보온시설별 보온효과는 3중P.E필름+보온덮개 처리가 가장 양호하여 흑한기인 1월 ~ 2월 중순까지 2중P.E필름 처리구보다 최저 평균온도가 6~10℃ 높게 형성되었고, 저온일수록 보온효과가 큰 것으로 나타났다.
- 보온처리가 무 발아에 미치는 영향을 검토한 결과 3중P.E필름+보온덮개 처리가 모든 파종기에서 13일 이내에 100% 발아하였으나 흑한기인 2월 상순 파종기까지 3중 P.E필름처리구는 93.3%이하, 2중P.E필름처리구 73%이하의 저조한 발아율을 보였다.
- 각 파종기별 수량은 3월 16일, 3중P.E필름+보온덮개 처리구가 가장 많았으나 조수의 및 소득은 은 1월 15일, 3중P.E필름+보온덮개 처리구가 가장 많았다. 이는 출하기인 4 월중·하순의 저장무 출하량의 단절과 고품질의 하우스 사설 무 출하에 따라 무 가격이 고가로 형성됐기 때문인 것으로 분석되었다.

### 2. 무가온시설 동계무 적품종 선발

- 한울대형봄무, 하우스 봄무, 장춘대형봄무, 춘백무 등 5품종이 적정 수확기인 파종 105일 후에도 10%미만의 추대율과 저온비대성이 양호하여 동계 무 재배에 적합하였고, 동계 무 재배에서는 생육후기 추대가 급속히 이뤄지므로 적기수확에 유의해야 할 것으로 판단된다.

### 3. CO<sub>2</sub> 시용량이 동계 무 재배에 미치는 영향

- 야간 CO<sub>2</sub>의 농도는 대기중이 400~500ppm, 하우스 내부에는 550~800ppm 정도가 유지되었다. CO<sub>2</sub> 공급개시시기인 오전 6시30분 이후 1000, 1500ppm 처리구에서는 급격히 CO<sub>2</sub> 농도가 높아졌으나 500ppm 처리구에서는 다소 떨어지는 경향으로 이는 식물광합성에 의한 CO<sub>2</sub> 소비량이 늘어난 것으로 분석되었다.
- 각 CO<sub>2</sub> 농도별 1000ppm에서 7,312kg/10a로 가장 수량이 많고 생육이 양호하였다. 금후 저가 CO<sub>2</sub> 공급체계 및 효율적 관리방법, 온도, 습도 등 하우스내부 기상조건과 연계된 연구가 요구되었다.

### 4. 동계 저온성 채소 재배기술 확립

- 저온성 채소의 보온시설 효과를 검토한 결과, 알타리무는 3중PE필름 처리구가 10a당 수량이 3,895kg으로 비교적 저온에 강하여 보온덮개를 하지 않는 경제적 재배작형이 가능하였고, 시금치는 3중PE필름+보온덮개 처리구의 생육이 가장 양호하였으나 경제적 상품수량이 떨어졌고, 리이크는 모든 처리구에서 생육적정온도가 유지되지 않아 상품수량이 없었다. 시금치와 리이크는 생육이 매우 저조하여 내한성이 강한 품종육성 및 선발이 요구되었다.

## 인용문헌

- 川成英夫·武田英之.1986. 根菜類の生育並びに根形に及ぼす土壤環境の影響(第1報)ダイコンの生育並びに根形に及ぼす地温と土壤水分の影響.千葉農試年報.
- 成松次郎·平岡達他.1987.青首ダイゴンの被覆栽培による冬季どり作型確立に関する研究.神奈川農總研報.129: 15-28.
- 박 권우.1993.서양채소론.pp54~60.
- 渡邊誠三.1939.大根子葉の形狀と根部形質との關係(1),(2).日園學雜9(2),10(3).
- 施山紀男·高井隆次.1982.ダイゴンの抽台に及ぼす晝温の影響.野菜試報.B4:47-60.
- John,M.S and George,W.W.1980.Producing Vegetable Crops.pp301-305.
- 유근창 등.1998.무배추,경쟁력 있는 기술과 경영.농민신문사.pp45-47.
- 서울시농수산물 도매공사.1999.농수산물 가격월보(4~6월)
- 山島信彦.1991.施設内におけるCO<sub>2</sub>施用に関する研究.第3報.イチゴの生育に對する效果.奈良農試研報.22: 65-72
- 川成英夫·武田英之.1986. 根菜類の生育並びに根形に及ぼす土壤環境の影響(第1報)ダイコンの生育並びに根形に及ぼす地温と土壤水分の影響.千葉農試年報.

## 활용 계획

- 대상지역 : 동해안 지역 동계 무가온 시설재배 농가
- 영농활용 : 무가온시설 동계무 재배 적정 보온방법, 무가온 시설 동계무 적품종 선발