

## 冬季 Plastic house內 고추(*Capsicum annuum* L.) 育苗時 溫도와 光度가 生長에 미치는 影響

### I. 多重被覆 고추育苗 施設內的 溫度 및 光環境 變化

鄭淳柱·李範宣·權容雄\*

전남대학교 농과대학 원예학과, \*서울대학교 농업생명과학대학 농학과\*

## Effects of Temperature and Light Intensity on the Growth of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Plastic House During Winter.

### I. Fluctuations of Temperature and Light Environment in the Multilayered Plastic House Grown Red Pepper

Chung, S. J., B. S. Lee and Y. W. Kwon\*

Dept. of Hort., Col. of Agri., Chonnam Nat'l Univ., Kwangju, 500-757, Korea

\*Dept. of Agro., Col. of Agri. and Life Sci., Seoul Nat'l Univ., Suwon, 441-744, Korea

## Summary

This study was conducted to analyze the effects of fluctuations in temperature, light intensity and soil temperature on the growth of red pepper seedlings in the nonheated plastic houses with various number of layers and in the open field. Relationship between the optimal environment and the growth of seedlings was discussed, and the maximum and minimum outdoor temperatures in Kwangju area from 1941 to 1985 were analyzed. The results obtained were as follows;

1. The minimum temperature in tunnel with quadruple coverings of P. E. film from December 20 to February 25 was decreased to 5°C mostly, where the exposure to chilling temperature could not be avoided during this period. The maximum temperature was increased to 33°C mostly and 42°C in peak, where some ventilation was needed.

2. The diurnal differences of inside temperature, increasing with number of layers, were 16 to 38°C, while those of outside temperature were 5 to 10°C.

3. The cold injury in the quadruple coverings during winter occurred all the times below 12°C and as many as 200 times over 30°C, while effectiveness of thermal insulation in the multilayered nonheating plastic houses were clearly proved.

4. The inside light intensity was markedly reduced with the increment of layers and the minimum light intensity fallen down below the light compensation point for the growth of red pepper plants regardless of the number of layers.

5. Until 10 a. m., the temperature in the daytime during December 20 to mid-February showed below 10 to 12°C which was the limiting temperature for the growth of red pepper seedlings. After 4 p. m., the light intensity was sharply reduced despite of the air temperature

kept over 12°C. Therefore, limiting factors for the growth of red pepper seedlings were the temperature before 10 a. m. and the light intensity after 4 p.m.

6. The minimum soil temperature in quadruple coverings showed around 10°C where the physiological damage for red pepper seedlings might be occurred.

7. The minimum outdoor temperatures from 1941 to 1985 was -19.4°C, observed in the 5th January.

키 워 드 : 플라스틱 하우스, 광도, 온도, 고추, 피복

Key words : plastic house, light intensity, temperature, red pepper, covering

## 緒 言

고추(*Capsicum annuum* L.)는 남아메리카 原産의 高溫性 作物로 우리나라 食生活에 없어서는 안될 중요한 香辛菜蔬중의 하나이다<sup>3,4)</sup>. 고추는 우리나라에 1614年(光海君 6年)에 日本에서 波及된 것이 처음으로 알려졌으며, 그 다음에는 1710年(李朝 肅宗 36年)에 中國으로부터 전래된 것으로 記錄<sup>5)</sup>되고 있는데, 이의 生産 및 利用은 최근에 이르러 더욱 다양해지고 중요해지고 있다. 고추의 栽培面積은 1993년에 85,221ha에 이르고<sup>17)</sup> 栽培樣式도 종래에는 高溫期인 5월부터 10월에 걸쳐 露地栽培가 주종을 이루었으나 근래에는 半促成 및 早熟栽培가 급격히 增加하고 있다.

고추의 冬季 施設栽培는 經濟的으로 生育溫度를 확보하기 위해 無加溫 多重被服 plastic house栽培가 가능한 南部地方에서 많이 이루어지고 있다. 光州, 全南地域은 고추의 施設 栽培 面積이 23,333ha로 이 地域은 비교적 溫暖하고 積雪量이 적다는 氣象條件과 大都市 近郊라는 利點때문에 栽培園地가 형성되고 있다. 無加溫 plastic house를 이용한 고추의 冬季育苗은 90~110日이라는 장기간이 소요되고<sup>3)</sup> 南部인 光州地方에서도 1, 2月の 酷寒期에는 最低溫度가 -19.4°C까지 내려간 적이 있어서<sup>9)</sup> 적절한 保温管理가 일반적이고 가장 중요한 技術的 課題가 되고 있다. 그러나 고추재배 農家は 대부분 費用이 많이드는 加溫栽培는 회피하고 값이 싼 polyethylene(P. E.) 필름으로 고추를 3重 또는 4重으로 多重被服하여 保温栽培하고 있는 실정이다. 이러한 P. E. 필름에 의한 多重被服은 保温面에서는 효과적이라고 할 수 있으나 晝

間 高溫과 施設內 光度低下를 초래하며 특히 눈이 오거나 흐린날이 많은 冬季이므로 고추에 대한 收光量不足은 低溫 및 多濕問題와 함께 해결을 요하는 중요한 環境要因이다<sup>6,7,11)</sup>. 그러나 우리 나라에 있어서 施設의 類型이나 栽培樣式에 따른 施設內 環境要因의 動態와 그 問題點에 관한 研究는 소수가 있을 뿐이며<sup>2,5,11,18,19,23)</sup> 더우기 多重被服 施設內에서 育苗되는 고추의 溫度 및 光度에 대한 生長反應에 관한 研究는 國內外 모두 소수뿐이어서 고추의 冬季 plastic house 育苗上 問題點도 구체적으로 파악하지 못할 뿐더러 보다 安定的이고 生産性이 높은 고추재배를 위한 施設內 環境管理의 改善方向조차 제시하기 어려운 실정이다.

本 研究는 이상과 같은 現實과 觀點에서 고추의 施設栽培 主産園地의 하나인 光州地域에서 無加溫 多重被服 plastic house栽培 고추의 多重被服을 이용한 育苗時 施設內 P. E. 필름 被服回數에 따른 被服別 氣溫과 地溫 및 光度의 日中變化를 12월부터 3월까지 4개월간 測定하여 이들과 plastic house 外部氣溫, 地溫 및 光度變化와의 關係와 고추의 生育條件과의 關聯性을 파악하고자 수행하였다.

## 材料 및 方法

本 實驗은 1993年 가을에 全南大 農大 施設園藝 實驗園에 東西棟 plastic house(Fig. 1, Fig. 2)를 8棟 設置하고 house에 커튼을 설치하지 않은棟(P. E. 0.05mm 사용), house내 curtain(P. E. 0.04mm 사용)을 설치한 것, P. E. 필름을 사용하여 house내 3重被服(P. E. 0.03mm 사용)한 것과 4重

被服(P. E. 0.03mm 사용)한 것을 각각 2棟씩 설치하고, 露地와 house種類別로 P. E. 被服內의 氣溫, 光度, 地溫을 1개동당 5개지점에서 測定하였다 (Table 1). 測定은 1993年 12月부터 1994年 3月까지 4個月間 실시하였는데, 資料는 5日 移動平均으로 정리하였다. 또한 1993年 12月부터 1994年 3月까지 4個月間의 測定은 1個年에 한정되므로 氣溫의 年次變異를 알기 위하여 中央氣象臺 光州地方氣象廳의 1941年부터 1985년까지 45年間 測定值<sup>9)</sup>를 사용하여 光州地方에서의 最高, 最低溫度의 極值變化를 計算하였다.

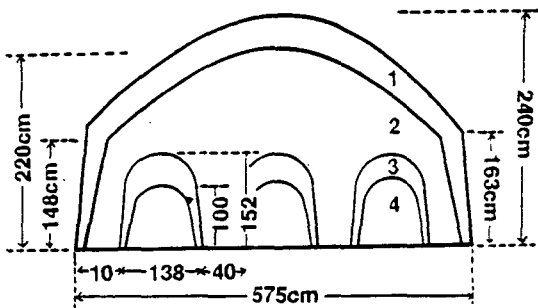


Fig. 1. The structure of plastic house with triple and quadruple coverings for raising red pepper seedlings.

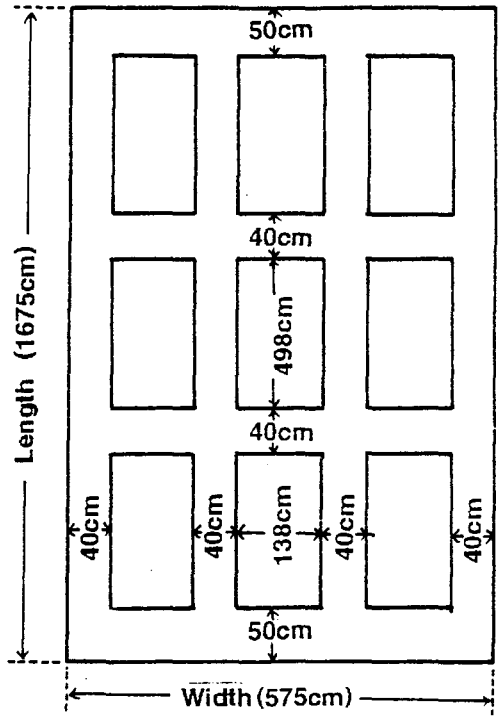


Fig. 2. Layout of plastic house for this experiment.

## 結果 및 考察

### 1. 日中 最高, 平均 및 最低溫度 變化

冬季 4個月間에 無加溫 多重 plastic house內의

Table 1. Measurement of climatic factors and measuring apparatuses used.

Factor	Measurement	Position	Aparatus
Temperature (°C)	1 hour intervals in day and night	1) Soil surface: within and between tunnel	Alcohol thermometer (bar type)
		2) Indoor: each covering layer	
		3) Outdoor	
Light intensity (Klux)	1 hour intervals in daytime	1) Indoor: Within each covering layer, respectively	Luxmeter (T. & J. Crump, UK)
		2) Outdoor	

被服回수가 다른 위치들 및 露地의 日中 氣溫變化를 測定하여 이들 측정값을 5日 移動平均値로 計算하여 Fig. 3에 나타내었다. 日中 最低溫度는 12月20일부터 2月25일까지의 66日間은 4重被服된 터널내에서도 대부분 5℃를 보인 低溫期였다. 이 기간중 4重被服 터널내에는 最低 -2℃, 대부분 2℃의 日中 最低溫度를 보였다. 그리고 plastic house 내 curtain내부(2重被服이라 칭함)는 日中 最低溫度가 霧下인 경우가 빈번하였다.

이러한 점으로 보아 고추는 熱帶地方이 原產地인 好溫性 菜蔬로서 고추의 冷害에 관한 기초적 研究報告<sup>3,14,15</sup>가 있으나 고추에 대해 구체적이지 못하고, 熱帶產地인 벼<sup>10</sup>, 옥수수, 고구마<sup>12</sup> 등의 作物에서 대부분 10℃전후의 溫度가 生育限界低溫이고 10℃이하에서는 冷害를 받게되는 점을 생각하면 光州地方에서의 無加溫 plastic house내 多重被服만으로는 고추재배는 4重被服을 하여도 계속적인 冷해를 받으면서 生育되고 있음을 알 수 있다<sup>1,15</sup>. 더구나 霧下의 日中 最低溫에도 간혹 처하게 되는 3重被服, 또는 霧下의 日中 最低溫에 빈번히 처하게 되는 curtain 설치만의 고추育苗는 農家에서 채택하지 않는 이유가 여기에 있는 것으로 생각된다.

한편 日中 最高氣溫은 最低溫 期間인 12月20日 ~ 2月25日사이에도 4重被服 터널내에는 42℃의 極値와 대부분 33℃를 보였고, 3重被服 터널내에는 39℃의 極値와 대부분 31℃를 보였는데 이러한 상태는 換氣를 적절히 하지 않을 경우 고추生長에 地장을 줄 것이며, 특히 2月25日 이후에는 4重 또는 3重被服內는 42~48℃까지 氣溫이 상승하여 高溫障害를 일으킬 우려가 있는 것으로 생각되었다. 그러나 冬季의 外氣溫은 대단히 낮기 때문에 換氣方法에 특별히 유의하지 않으면 換氣로 인한 피해도 입는 경우가 많다. 日中 平均氣溫은 最低溫期間中 4重被服 터널내에는 대체로 16℃, 3重被服 터널내에는 13℃로서 고추 定常生育溫度를 12℃이상으로 본다면 3重被服 터널재배는 冷害가 없다고 하더라도 生長速度가 너무 늦어 非實用的이며 4重被服 터널育苗는 어느정도의 生長을 확보하는 조건이나 定常育苗를 위한 溫度環境을 고려한다면 加溫이 필요하며, 특히 施設栽培에 있어서 고려할 온도는 最低溫度가 강조되기 때문에 光州地方에서의 無加溫 多重被服만으로는 고추育苗나 栽培에는 커다란 위험을 내포하고 있으며, 실제 栽培農家들도 이러한 경험들을 수회 갖고 있어 改善이 요구되는 중요한 栽培管理上의 問題가 되고 있다.

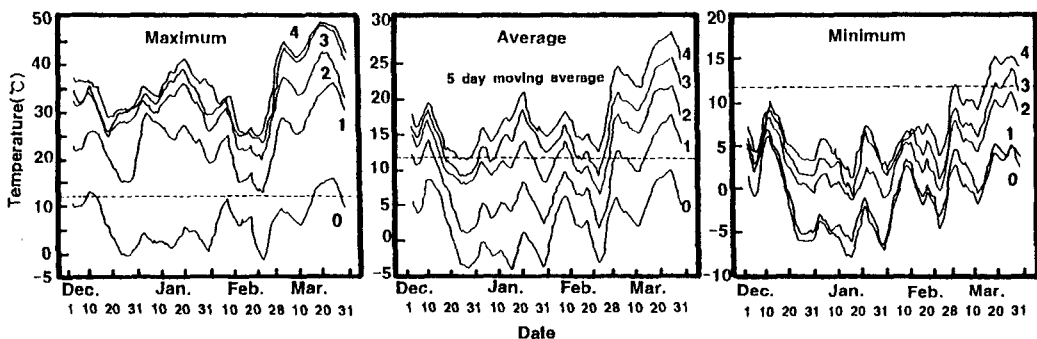


Fig. 3. Changes in maximum, average and minimum temperature with in quadruple coverings on Kwangju during winter.

## 2. 日中 最高, 平均 및 最低光度 變化

冬季 4個月間 被服別 最高, 平均 및 最低光度를

5日 移動平均으로 計算하여 나타낸 것이 Fig. 4이다. 最高光度를 보면 12月에서 2月下旬까지는 月別, 被服別 차이가 크게 나타나지 않으나 多重被

服에 의해 plastic house內 光度는 현저히 저하하고 있음을 알 수 있다. 日中 平均光度로 보면 被服數 增加에 따른 光度減少現狀은 더욱 뚜렷하여 最高光度에 비하여 被服 1枚 증가에 따라 약 20%(20Klux)씩 低下를 보였고 4重被服 턴넬내에서는 12月부터 2月中旬까지의 기간에 15Klux에 지나지 않았으며, 3重被服 턴넬내에는 35Klux 정도였다. 한편 오전 8시부터 오후 4시까지 日中 最低光度에 있어서는 3~5Klux로 나타났으며, 被服間 差異도 크게 인정할 수 없었다. 12月부터 2月末까지

는 유사한 경향이었으며, 3월에 들어서는 露地와 被服別 光度가 크게 증가하였다.

이러한 결과는 고추의 光補常點이 1.5Klux이며<sup>2</sup> 4) 비교적 弱光에 適應力이 있는 作物로 알려져 있으나, 冬季 多重被服에 의한 光量減少는 실제로 고추의 生長에 커다란 制約을 주는 중요한 要素이며<sup>25, 26)</sup>, 더구나 이러한 현상에 低溫이라는 또 하나의 環境要因이 더하여 고추뿐만아니라 冬季 施設 栽培作物의 합리적인 재배에 있어서 개선되어야 할 커다란 문제점으로 지적되고 있다.

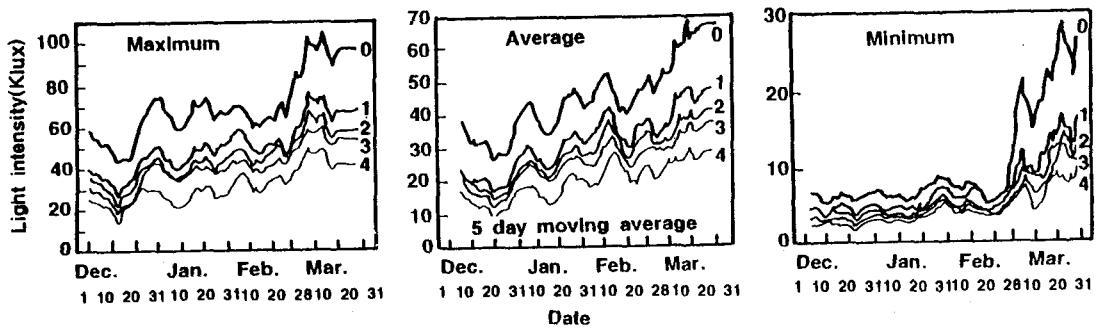


Fig. 4. Maximum, average and minimum light intensity as influenced by the number of coverings in the nonheated plastic house at Kwangju district during winter.

### 3. 地溫變化 및 氣溫의 日較差

冬季 4個月間 plastic house內 curtain을 설치한 경우의 地溫과 4重被服 턴넬내의 地溫變化와의 관련성을 검토하기 위해 外氣溫이 가장 높은 14時의 地溫과 外氣溫이 가장 낮은 6時的 地溫을 最高 및 最低地溫으로 간주하여 그 測定值를 비교한 결과는 Table 2와 같다.

冬季 4個月間 旬別로 最高地溫과 最低地溫은 다소 다르게 나타나서 被服에 따른 地溫變化에도 관심을 두어야 할 것으로 생각되었다. 1月中에 露地의 最高 및 最低溫은 큰 차이가 없었다. 그러나 curtain내 地溫은 最低가 12月下旬에 4℃까지 낮았으며, 1月中에는 5~7℃를 보였다. 2月과 3月中旬까지는 10℃를 보였으며 3月末에는 19.6℃로 높게 유지되었다. 반면에 最高地溫으로 보면 15~25℃를 보여 作物生長에 큰 무리가 없는 것으로 생각되었다. 실제 고추묘가 위치한 4重被服區인 소형턴넬내에는 12月下旬에 最低 4℃를 보였고, 그

이후에는 10℃이상을 보였으나 1月中에는 10~12℃로서 地溫도 生育에 문제점이 되고 있으며, 最高地溫은 3月中旬 이전에 13~19℃를 보였다. 그러나 3月中旬부터는 30℃이상을 보여 根生長에 지장을 주는 溫度를 나타내고 있었다. 이러한 점으로 미루어보아 最低 및 最高地溫 뿐만아니라 溫度變化의 幅도 作物生長에 중요한 의미가 있을 것으로 생각되었고, 極溫에 처한 시간도 문제가 될 것으로 여겨졌다<sup>20)</sup>. 따라서 冬季에는 多重被服만으로는 절대적으로 地溫不足狀態에 처하게 되어 地溫維持를 위한 對策이 講究되어야 할 필요성이 있었다.

施設內 被服別 氣溫의 日較差를 나타낸 결과는 Fig. 5와 같다. 外氣溫의 冬季 日較差는 5~10℃를 보인데 반하여 被服內에서는 16~38℃까지 크게 차이를 보여주었으며, 被服數가 증가할수록 日較差가 크게 나타났고, 外溫이 낮을수록 日較差가 적게 나타나 施設內 作物 주변의 溫度環境은 특이

Table 2. Variations in soil temperature under curtain and within small tunnel at the time of maximum outside temperature.

Month	Day	Outdoor		Below curtain		Below small tunnel	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Dec.	5	2.9	0.4	13.6	8.1	15.9	10.7
	15	10.2	6.5	16.2	14.7	17.3	16.7
	25	0.9	-0.3	16.2	4.0	12.8	4.0
Jan.	5	-0.3	-0.3	16.6	7.5	18.0	11.1
	15	-0.1	-1.3	17.6	5.0	19.0	10.3
	25	4.1	-0.2	19.0	7.0	20.4	12.6
Feb.	5	14.0	1.4	23.0	10.1	14.7	13.0
	15	7.5	0.8	20.0	11.0	19.7	14.4
	25	0.5	0.9	18.5	8.8	18.1	15.8
Mar.	5	9.1	1.0	22.9	10.0	24.6	15.0
	15	16.2	2.0	25.9	9.0	32.0	17.8
	25	19.0	8.1	28.2	19.6	31.9	21.0

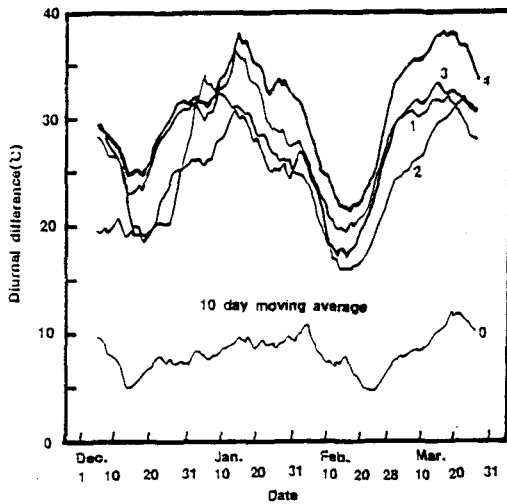


Fig. 5. Diurnal differences of mean temperature at different parts of nonheated plastic house with quadruple covering during experimental period.

적임을 알 수 있었다. 따라서 日中에도 큰 폭으로 변하는 온도에 대한 作物의 生理, 生態 및 形態의 適應에 관한 내용을 검토하는 것이 실제 시설내에서 재배되는 作物의 生長 및 發育을 이해하는데

보다 근접된 방법으로 생각되었다.

#### 4. 晝間の 氣溫과 光度의 經時的 變化

無加溫 多重被服 plastic house내의 晝間氣溫과 光度의 經時的 變化를 12月부터 3月の 4個月間 측정된 값을 月別로 정리하여 Fig. 6에 나타냈다. 冬季期間이기 때문에 露地의 晝間氣溫은 日中 最高氣溫이 대체로 오후 2時경에 나타났지만 10°C 이하이고 晝間の 溫度變化 범위가 크지 않았으나 露地의 光度는 오전 8時부터 오후 2時까지 급격히 상승하고 그후 다소 완만하게 낮아졌는데 最低氣溫인 12月 20日부터 2月中旬까지를 보면 氣溫은 오전 10時 이후에야 高추의 生育限界溫度인 10~12°C 이상이 되었고, 오후 4時 이후에는 氣溫은 12°C 이상이어도 光度가 급격히 낮아져 高추育苗의 光合成 및 生長에 制限要因이 되고 있었으며, 대체로 高추育苗는 4重被服 터널내에서 오전 11時경부터 오후 4時까지 5시간정도만 光合成을 하고 生長을 할 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 상태에서 高추의 生長을 도모하려면 氣溫이 12°C 이상되나 光度가 부족한 오후 4時경부터 8時까지 4시간 정도의 補光이나 시설의 보온방법 개선 또는 가온시설에 의한 광투과율의 향상이 필요할 것

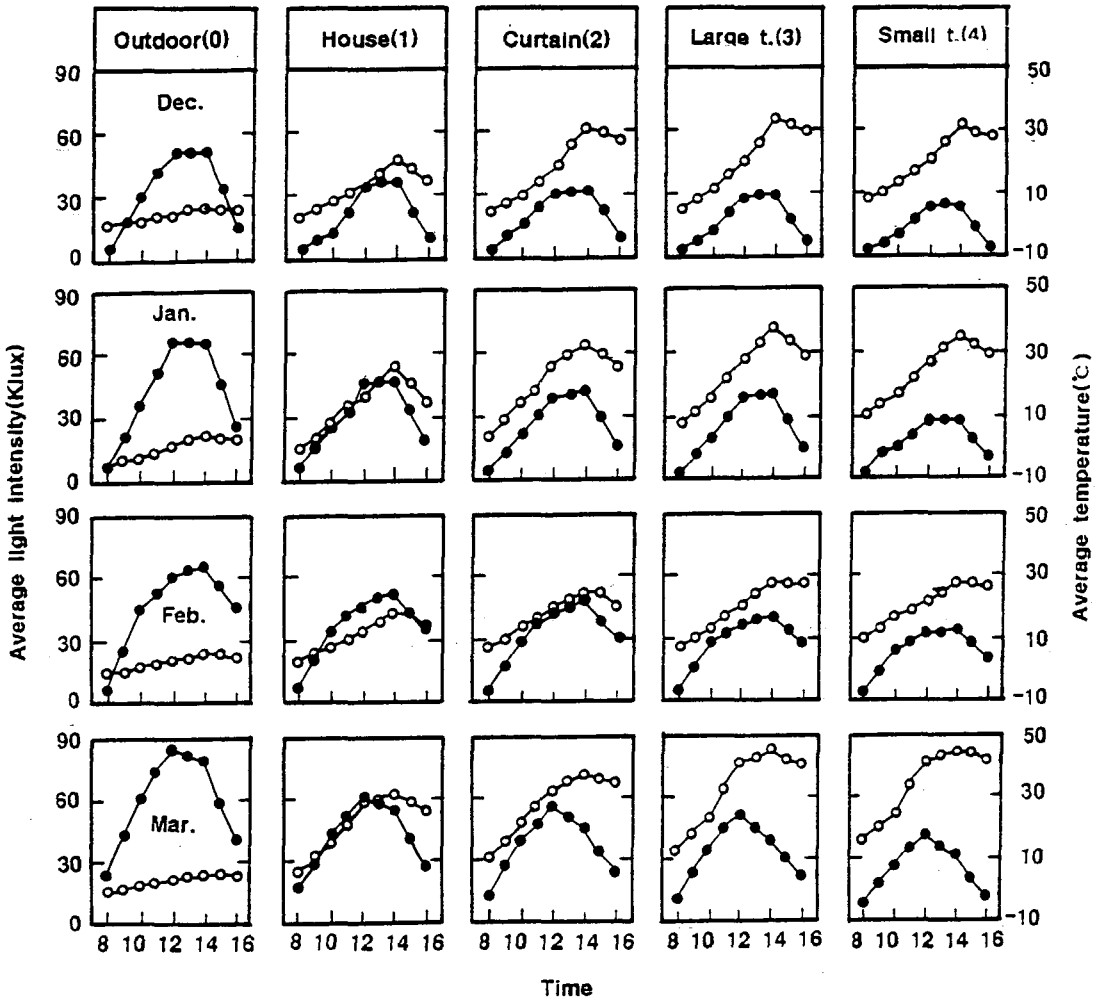


Fig. 6. Relationship between monthly average light intensity and temperature by coverings in nonheated plastic house at Kwangju district during winter.

으로 생각되며, 금후 이에 관한 研究가 필요할 것으로 생각되었다.

### 5. 被服別 月別 一定 以上 및 以下의 氣溫出現 回數

冬季 無加溫 多重被服 plastic house내 被服回數 別로 26°C 이상에서 34°C까지의 氣溫을 2°C간격으로 그 出現回數를 月別로 나타낸 것이 Fig. 7이다. 被服이 증가됨에 따라 高溫의 出現回數가 많아지

며 外溫이 높은 3月中에는 高溫의 出現이 크게 높아지고 있으나 外溫이 낮은 시기에는 30°C 이상의 氣溫出現은 많지 않았다. 그러나 被服回數가 많아질수록 高溫에 의한 障害에 유의하지 않으면 안되며, 栽培管理上 特定日의 高溫에 대비해야 할 것이며, 특히 이러한 일은 4月中에 많이 나타났고, 30°C 이상이 3重과 4重에서 200회를 상회하고 있어서 換氣에 유의할 필요가 있었다.

Fig. 8은 一定溫度 이하의 月別 出現回數를 나

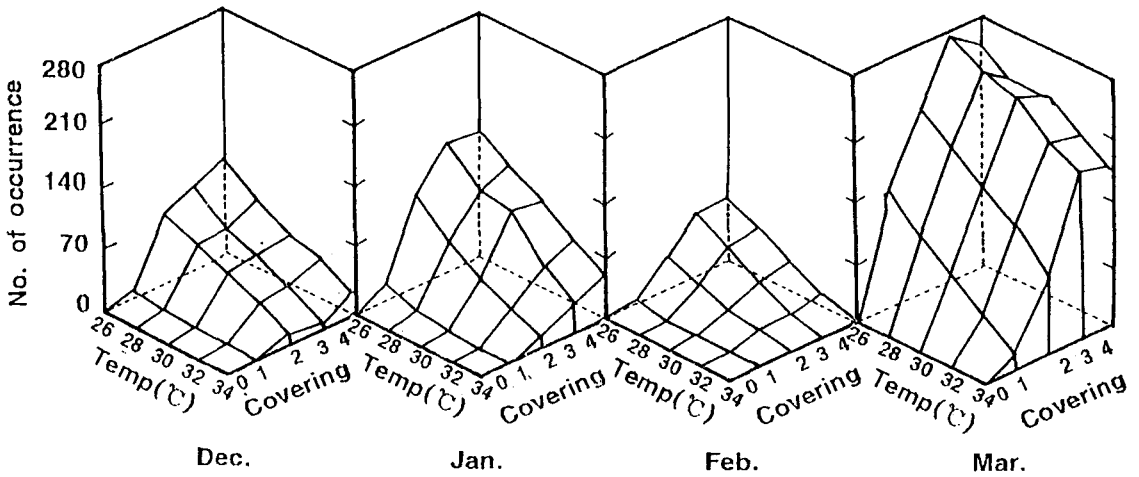


Fig. 7. The number of monthly occurrences when the temperature rises above 26, 28, 30, 32 or 34°C in nonheated plastic house during winter.  
 Parts of the house 0:outside of the house(outdoor 1:above curtain inside house 2:above large tunnel inside curtain 3:above small tunnel inside large tunnel 4:within small tunnel.

타낸 결과로서 熱帶原産의 果菜類에 적용된 冷害 誘發溫度인 12°C이하 2°C간격으로 4°C까지의 氣溫출현횟수를 보면 多重被服에 의해 低溫의 出現回數를 크게 輕減시킬 수 있음을 알 수 있었다.

그러나 無加溫下에서 4重被服으로 3月을 제외하고는 4°C이하의 氣溫이 出現하는 것을 回避할 수 없음이 나타났다. 生育障害 低溫을 月別로 보면 1月中에 가장 높게 나타났으며, 12月과 1月은 유사

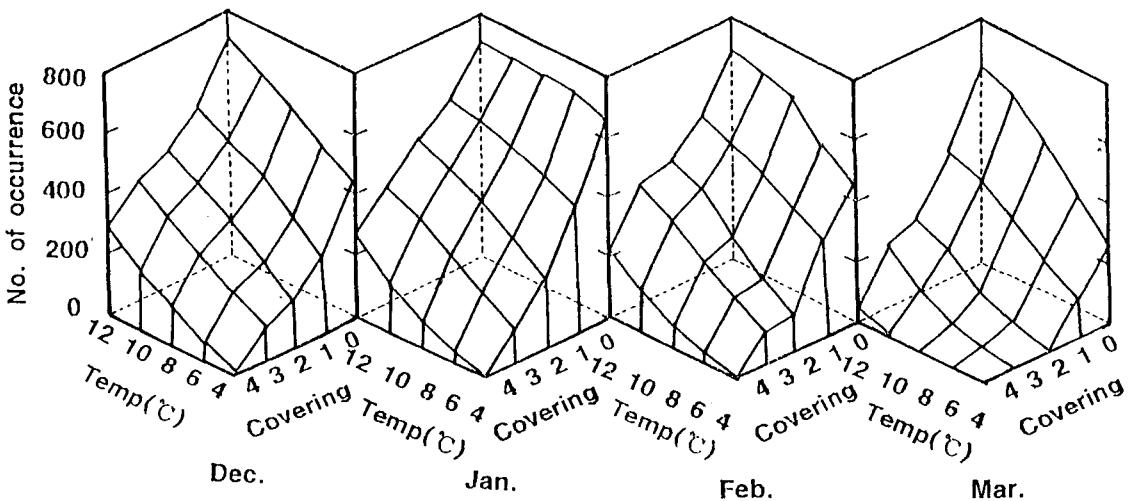


Fig. 8. The number of monthly occurrences when the temperature drops below 12, 10, 8, 6 or 4°C in nonheated plastic house during winter season.  
 Parts of the house 0:outside of the house(outdoor) 1:above curtain inside house 2:above large tunnel inside curtain 3:above small tunnel inside large tunnel 4:within small tunnel.



한 경향을 보였고, 3월에 들어서면서 低溫의 出現 回數가 크게 감소되는 것을 알 수 있었다. 따라서 冬季 無加溫 plastic house에서는 多重被服에만 의존하여 高溫性 果菜類를 栽培한다는 것은 低溫에 의한 被害를 충분히 예상할 수 있으며<sup>13,14)</sup>, 심한 경우 冷害나 冬害의 被害도 常存하고 있음을 고려해야 할 것이다.

6. 光州地方 冬季 45年間 最高, 最低溫度의 月別 極值變化

作物生長의 地域間, 位置間의 差異는 그 지역의 局部的인 氣象差異를 크게 반영한다. 光州地方의 45年間の 月別 最高, 最低溫度의 極值變化를 나타낸 결과는 Fig. 9와 같다. 冬季 施設園藝에 가장 중요한 의미가 있는 最低溫度의 極值는 1月5일에  $-19.4^{\circ}\text{C}$ 로 기록되었고, 12月과 2月은 거의 유사한 경향을 보였으며, 3월에 들어서면서 극값은 크게 높아졌다. 露地의 最高溫度는 3月中旬이후를 제외하고는  $20^{\circ}\text{C}$ 미만으로 나타났으며, 1月中에는  $10^{\circ}\text{C}$ 미만도 기록되었다.

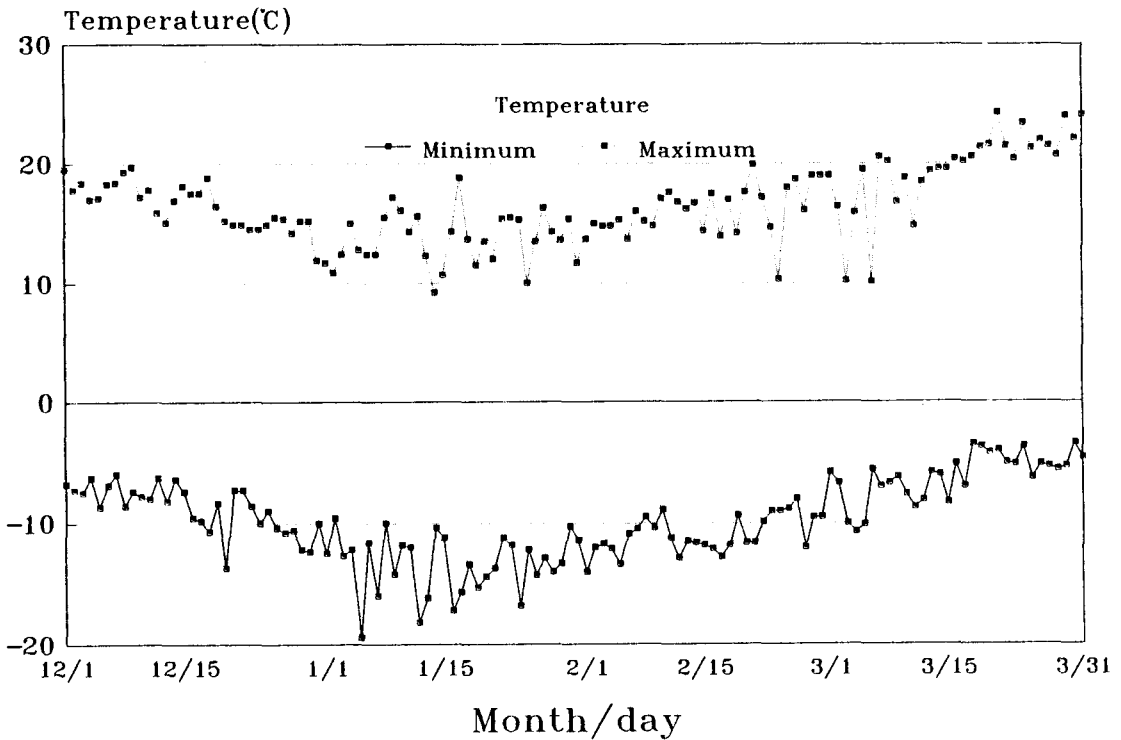


Fig. 9. Peak of daily maximum temperature in Kwangju for 45 years(1941~1985) during winter.

이러한 관계를 45年間の 平均에 대한 日別 偏差로 나타낸 것이 Table 4이다. 대부분 平均을 중심으로한  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 의 偏差를 보였다. Table 4의 성적은 앞서 plastic house내 4重被服 턴닐내 溫度는 日中 最低溫度에 있어서 外溫이  $-5^{\circ}\text{C}$ 정도일때  $2^{\circ}\text{C}$ 로서  $7^{\circ}\text{C}$ 차이를 보였는데 이를 光州地域의 45年間 日中 最低氣溫變異와 관련시켜 보면 冬季 4

箇月中 12月下旬부터 2月中旬까지의 最低溫期間에 平均 日中 最低氣溫은 12月下旬에  $-2.5 \pm 3.3^{\circ}\text{C}$ , 1月에는  $-5 \pm 4^{\circ}\text{C}$ , 2月上旬에는  $-4 \pm 4^{\circ}\text{C}$ , 2月中旬에는  $-3 \pm 4^{\circ}\text{C}$ 로서 氣溫의 年次變異가 正規分布임을 가정할 경우 平均土標準偏差가 68%의 確率을 갖게 되고, 따라서 光州地域에서 露地氣溫이 대체로 보아 12月下旬에  $-6^{\circ}\text{C}$ 이하, 1월에

Table 3. Average and deviation in minimum and maximum temperatures in Kwangju for 45 years(1941~1985) during winter.

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Month\Temp.											
Dec. Min.	0.3±3.8	0.1±3.7	-0.8±3.2	-0.3±3.2	-0.4±2.9	-1.0±2.8	-0.9±3.1	-0.7±3.4	-0.8±4.1	-0.7±3.8	
Dec. Max.	9.5±4.4	9.4±4.0	9.4±4.3	9.3±4.3	9.0±4.0	8.6±4.1	8.6±3.7	8.1±4.6	7.7±4.7	8.3±4.4	
Jan. Min.	-3.2±3.3	-3.5±3.2	-4.1±3.3	-4.4±4.3	-4.4±4.1	-4.9±4.2	-4.4±4.0	-4.3±3.4	-3.6±4.2	-3.2±3.9	
Jan. Max.	4.3±3.0	4.1±3.7	4.4±4.1	4.0±4.3	3.5±4.4	3.3±3.8	4.3±4.0	4.7±4.2	5.2±4.2	4.7±4.2	
Feb. Min.	-4.6±4.2	-4.3±3.9	-4.3±4.4	-4.3±3.7	-4.0±4.1	-3.1±4.1	-3.0±3.3	-3.0±3.9	-2.9±4.1	-3.3±3.5	
Feb. Max.	3.7±4.3	4.1±4.3	4.2±4.8	4.2±4.2	4.5±4.3	5.2±4.0	4.9±4.0	5.2±4.1	5.2±4.1	5.6±4.7	
Mar. Min.	-0.6±3.6	-0.6±3.9	-1.0±4.1	-1.2±3.5	-1.0±3.5	-0.6±4.0	-0.7±3.6	-1.2±3.9	-0.1±3.2	0.0±3.7	
Mar. Max.	9.3±4.4	9.9±4.2	9.4±4.5	9.2±4.4	9.5±4.1	9.1±4.3	8.9±4.5	9.9±4.4	10.0±4.0	10.5±4.3	
Day	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Month \ Day											
Dec. Min.	-1.2±3.5	-1.5±3.4	-1.8±3.6	-1.7±3.5	-2.0±3.0	-1.8±3.3	-2.0±3.3	-2.3±3.1	-1.9±3.3	-2.2±3.5	
Dec. Max.	8.4±4.6	8.0±4.0	7.7±4.9	7.0±4.4	7.2±4.4	6.8±4.6	7.0±4.6	6.5±4.6	6.6±4.2	6.6±3.7	
Jan. Min.	-3.5±3.5	-4.0±4.0	-4.4±4.1	-4.4±3.2	-5.1±2.9	-6.0±4.3	-5.5±4.8	-5.4±4.2	-4.4±4.0	-4.7±4.1	
Jan. Max.	4.3±4.0	4.2±4.1	3.8±3.7	4.0±3.7	3.2±4.1	2.6±4.6	3.5±4.6	3.3±4.2	3.8±3.8	4.5±3.9	
Feb. Min.	-3.5±4.2	-3.4±3.7	-3.1±4.5	-2.9±4.2	-2.9±4.4	-3.3±4.2	-2.6±4.2	-2.7±4.0	-2.7±3.8	-2.8±3.8	
Feb. Max.	5.5±4.6	5.6±4.8	6.3±4.2	6.6±4.2	5.6±4.6	6.1±4.7	6.6±4.4	6.3±4.6	6.4±4.1	6.3±5.1	
Mar. Min.	-0.9±3.5	-1.4±7.3	0.4±4.1	0.1±3.4	0.0±3.4	1.0±3.1	1.0±3.8	0.8±3.0	0.8±6.3	2.2±3.4	
Mar. Max.	10.8±4.6	10.5±5.0	10.5±4.5	11.4±3.8	12.0±3.6	11.3±4.4	12.8±4.1	13.0±3.9	12.7±4.0	13.2±4.3	
Day	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Month \ Day											
Dec. Min.	-1.9±2.9	-2.1±3.2	-2.4±3.6	-2.7±3.4	-3.2±3.4	-2.6±3.9	-2.9±3.6	-3.8±3.3	-3.8±3.8	-3.8±3.3	-2.8±3.5
Dec. Max.	6.8±3.8	6.7±4.3	6.4±4.1	5.6±4.6	5.4±4.4	5.8±4.6	4.5±4.3	5.0±4.7	6.7±4.8	5.0±4.2	4.6±3.5
Jan. Min.	-4.2±3.7	-3.9±3.4	-4.6±3.5	-4.4±4.7	-4.1±3.6	-4.2±3.7	-4.7±3.3	-3.9±4.2	-3.5±4.0	-4.0±3.3	-5.0±3.3
Jan. Max.	4.3±3.9	4.4±3.9	4.4±5.0	4.5±4.8	4.3±4.0	4.3±4.2	4.6±4.9	4.7±4.9	5.0±3.8	4.1±4.3	3.5±4.5
Feb. Min.	-2.9±4.2	-2.7±4.4	-2.6±3.4	-2.5±3.1	-1.5±4.0	-1.9±4.0	-1.6±3.3	-1.6±3.6			
Feb. Max.	6.4±5.2	7.5±4.0	7.4±4.6	7.6±4.8	8.2±4.9	8.7±4.7	8.1±4.6	9.3±4.5			
Mar. Min.	2.2±3.9	1.9±4.0	1.7±4.2	1.4±3.3	1.1±3.9	1.4±3.7	2.1±3.6	2.7±3.5	4.1±4.2	3.4±3.5	2.9±3.7
Mar. Max.	12.9±4.5	12.4±4.4	11.9±3.9	12.0±4.1	12.4±3.7	13.1±4.2	13.6±4.0	14.8±4.2	14.6±3.9	15.4±3.8	15.2±3.6

Data indicate the  $X \pm Sd$

-9°C이하, 2月上旬에 -8°C이하, 2月中旬에 -7°C이하로 떨어지고, 4重被服턴널내의 氣溫이 12月下旬 1°C, 1월에 -2°C, 2月上旬에 -1°C, 2月中旬에 0°C가 될 위험은 16%, 즉 6년에 1회이상 될 것이다. 문제는 이러한 低溫이 거의 연속적으로 발생하게 됨을 시사하고 있다. 실제로 비록 日中에 이러한 低溫에 처하게 되는 시간은 짧을지라도 고추의 生長에는 심한 冷害를 입힐 수 있는 溫度이므로<sup>15)</sup> 農家에서는 plastic house外部 또는 内部에 섬피 등 保溫材를 夜間에 덮고 있으나 그 효과의 정도와 被服 또는 除去에 소요되는 勞力에 관해 재검토가 되어야 할 것으로 사료된다.

## 綜合考察

施設園藝에 있어서 가장 중요한 氣象要因은 氣溫과 日射인데, 日射의 多少 및 有無가 室內氣溫을 지배하며, 作物生育에 커다란 영향을 미치기 때문이다<sup>6,7,11,16)</sup>. 無加溫 多重被服栽培時 夜間의 溫度低下는 被服材가 얇아 保溫性이 나쁘기 때문에 被服資材의 熱傳道率이 작은 것이 중요하다. 그러나 多重被服에 의한 energy節減效率는 대단히 크지만 被服數에 따라 室內溫度 및 光量이 달라지며 시설내 溫度分布 또한 日中 外氣溫이 낮거

나 氣密性이 낮은 경우에는 溫度傾斜가 커서 作物生育을 遲延시키며, 外部空氣의 對流關係가 施設外的 風速, 風向에 따라 溫도의 수직, 수평분포가 다르게 나타난다.

多重被服 plastic house내 冬季 高추育苗時의 문제점으로는 無加溫이라는 特殊條件에 있기 때문에 12월부터 2월 25일까지의 低溫期間에 4重은 晝間 最高 33°C, 日平均 16°C, 夜間最低 4°C이고, 地溫은 晝間最高 13~20°C, 夜間은 10°C이고 일시적으로 4°C까지 이르러서 생육적은 밖에 있으며, 2월 25日 이후 溫度上昇期에는 3月中 晝間 高溫은 42~48°C까지 상승하여 換氣를 하지 않을 경우 高溫障害가 우려되나 이때에도 夜間에는 아직도 保溫의 필요성이 인정되었다.

朴 등<sup>18)</sup>은 作物에 따른 最低限界溫度란 施設栽培에서 溫度管理에 중요한 指標가 되며 高추의 경우 晝間溫도의 最高限界를 35°C, 適溫을 25~30°C, 夜間溫도의 最低限界를 12°C, 適溫을 15~20°C, 그리고 地溫은 最高限界를 25°C, 適溫은 18~20°C, 그리고 最低限界를 13°C로 報告했으며, 이에 根據하여 주요 施設栽培作物에 대한 期間暖房 (degree hour)을 12월부터 3월까지 구한 결과 高추를 最低 13°C로 설정했을때 光州地方은 25,590°CChr으로서 토마토 6°C의 10,839°CChr나 오이 9°C의 18,212°CChr보다 월등히 높게 報告하고 있다.

施設內 被服別 地溫의 日較差를 보면 露地에 비해 크게 나타나 특이적인 溫度環境을 보이며, 이들 溫度에 대한 作物의 生理, 生態 및 形態的 適應關係를 檢討하는 것이 作物의 生長 및 發育을 調節하는데 도움이 될 것으로 생각되었다. 한편 冬季 4個月間 最高 最低溫도의 성적을 正規分布理論에 의하여 해석해 본 결과 冬季期間中 약 20日間은 4重被服下에서도 치명적인 冷害溫도와 조우할 수 있는 것으로 나타났으며, 오히려 高溫域에서는 큰 문제가 없으나 低溫域에 문제가 큰 것으로 나타났다.

被服別, 月別 一定 以上 및 以下の 氣溫出現 回數에서 보면 2월까지의 高溫으로 오는 문제는 없었으나 3월에 들어서면서 30°C이상의 氣溫出現日數가 많아져 換氣에 유의해야 하며, 특히 3월에 들어서는 3重과 4重에서는 30°C된 日數가 200회를 상회하고 있어서 被服數 增加에 따라 高溫出現

回數도 증가했다. 한편 低溫域을 보면 被服數 增加에 따라 低溫의 出現回數를 크게 감소시킬 수는 있었으나 高추生育에 安全性을 확보하는데는 큰 차이가 있었다.

光度變化를 보면 冬季 4個月間 無加溫 多重被服 plastic house내의 日中光度의 peak는 12時에서 2時이후 6時까지는 光度가 부족하여 溫度가 유리하여도 光合成이 어렵다는 것이 문제가 될 수 있었다<sup>22,24)</sup>. 被服數가 증가함에 따라 光度는 현저히 감소되었다. 被服數 1枚 增加에 따라 露地光度의 약 20%씩 低下를 보여주었으며, 4重 被服下에서는 高추의 光飽和點의 1/2에 해당된 정도였으며 일중 오전 8時부터 오후 4時까지의 最低光度는 3~5Klux로서 거의 光補常點에 가까웠다. 이러한 점으로 보아 無加溫 多重被服 plastic house내의 晝間氣溫과 光度의 經時的 變化를 본 결과 被服數 增加에 따라 保溫 및 弱光化現狀이 현저하게 나타났다.

低溫期인 12월 20日부터 2月中旬까지를 보면 氣溫은 오전 10時이후에야 高추의 生育限界溫度인 10~12°C이상 이 되었고, 오후 4時이후에는 氣溫이 12°C이상 이 되어도 光度가 급격히 낮아져 高추幼苗의 光合成 및 生長에 制限要因이 되고 있었으며, 대체로 高추는 4重被服 터널내에서 오전 11時경부터 오후 4時까지 5시간정도만 활발한 光合成 및 生長을 할 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 이유때문에 高추육묘의 短期化 또는 健苗生産을 위해서는 氣溫이 12°C이상 되어도 光度가 부족한 오후 4時경부터 8時경까지 4시간 정도의 補光이나 가온 및 보온방법의 개선으로 시설내 광환경을 개선하는 것이 필요한 것으로 생각되었다.

한편 地溫에 있어서도 4重被服을 한 경우에도 12月下旬에 最低 4°C를 보여주고 있어 生育에 큰 문제가 되고 있었다. 특히 植物體는 低溫에 대한 반응을 地上部보다는 地下部가 더 빨리 感應하므로 低溫은 根의 生長뿐만 아니라 養分과 水分吸收에도 중요한 영향을 하게 된다. 조사된 測定值 (Table 3)를 보면 2月中旬까지 最低溫度가 生長에 강한 制限을 줄 정도로 낮았다. 따라서 高추의 冬季育苗期間이 길다고 하는 일반적 規程은 합리적인 環境이 갖춰진 경우에는 수정되어야 할 것으로 생각되었다.

冬季 4個月間 光州地方의 45年間 溫度資料를 분석해 본 결과 1月中 極値는  $-19.4^{\circ}\text{C}$ 로 이때는 하우스내 4重被服을 하여도  $-12\sim-15^{\circ}\text{C}$ 로 모두凍死를 면키 어려우며, Table 3에 나타난 자료를 正規分布로 볼때 6년에 1회의 재현빈도가 될 것으로 생각되며 無加溫 plastic house 고추육묘시 가장 큰 문제는 冷害問題라고 볼 수 있으며, 溫度가 유리하여도 光度不足으로 인하여 溫度利用이 불가능하고, 年次間을 보면 대단한 危險性을 내포하고 있어 夜間의 保溫問題가 栽培에 가장 중요한 문제점으로 지적되고 있다. 또한 溫室被服은 극히 斷熱性이 결여되어서 外氣의 氣象條件에 의해 강하게 좌우된다<sup>18)</sup>. 따라서 지역의 氣象의 立地條件을 알지 못한다면 作物에 알맞은 관리를 효과적으로 행할 수 없다. 局部的인 地上資料의 이용에 있어서도 지나친 短期間 또는 當該年度만으로서의 이용은 불합리하다. 保溫을 효과적으로 하는데는 保溫資材와 勞力 등을 生産費 面에서 검토할 필요가 있으며, 장차 施設園藝發展을 위하여 冷害問題 및 溫度問題와 관련된 保溫, 補光方法에 관한 구체적인 研究가 따라야 할 것이다. 營利的 施設栽培에 있어서 環境調節은 最適을 구하는 것이 아니고 經營的으로 最適을 구하는 것이다. 많은 環境條件에는 理論的으로 각각 最適이 존재하기는 하지만 그 구체적인 제시는 극히 곤란함과 동시에 그들만 중요한 것도 아니다<sup>25)</sup>. 결론적으로 현재와 같은 無加溫 多重被服에만 의존한 고추육묘는 지양되어야 하고, 보다 발전된 施設 및 設備에 대한 검토를 요하며 이를 위한 作物 및 環境과의 相互關係에 관한 지속적인 검토가 따라야 할 것이다.

## 摘 要

冬季 無加溫 多重被服 plastic house內 고추육묘의 生長에 영향을 미치는 溫度, 光度 및 地溫의 變化를 露地와 施設內 被服別로 조사 분석하여 고추의 適定 育苗生長 環境과 실제 無加溫 多重被服 plastic house내의 環境要因과의 關聯性을 파악코자 수행한 結果는 다음과 같다.

1. 12月20일부터 2月25일까지 P. E. 필름으로 4重被服된 텃밭내에서도 最低溫度는 대부분  $5^{\circ}\text{C}$ 를

보여 고추의 冷害溫度에 대한 露出을 피할 수 없었고 이 기간에 最高溫度는 대부분  $33^{\circ}\text{C}$ 를 보였으며 극값은  $42^{\circ}\text{C}$ 를 보여 다소간 換氣의 필요도 인정되었다.

2. 被服이 增加할수록 溫度 日較差가 크게 나타나 露地는  $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 를 보인 반면 被服內에는  $16\sim 38^{\circ}\text{C}$ 의 日較差를 보였다.

3. 低溫期에 多重被服에 의한 保溫效果는 뚜렷하였으나 4重被服下에서도  $12^{\circ}\text{C}$ 이하의 溫度出現이 많아서 고추 施設內 育苗時 冷害被害 可能性이 상존하며,  $30^{\circ}\text{C}$ 이상의 高溫出現回數도 200회 이상이었다.

4. 光度에 있어서도 被服이 增加할수록 光度는 減少하였고 溫度增加는 크게 光依存性이었으며, 最低光度는 被服에 관계없이 고추의 光補常點 이하를 보여주었다.

5. 12月20일부터 2月中旬까지 氣溫은 오전 10時 이후에야 고추의 生育限界溫度인  $10\sim 12^{\circ}\text{C}$  이상이 되었고, 오후 4時 이후에는 氣溫은  $12^{\circ}\text{C}$  이상이 되어도 光度가 급격히 낮아 고추幼苗의 光合成 및 生長에 제한적일 것으로 사료되었다.

6. 施設內 最低地溫은 冬季 4重被服內에서도  $10^{\circ}\text{C}$ 내외로서 고추생장에는 生理的 被害溫度 범위에 속하였다.

7. 光州地方에 45年間 溫度資料를 보면 露地 最低溫度의 극값은 1月5일에  $-19.4^{\circ}\text{C}$ 를 기록하였으며 대부분 長期資料로부터 얻은 平均에서  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 의 偏差를 보였다.

## 引用文獻

1. Ali, A. M., and W. C. Kelly. 1982. Effects of the early growing temperature on the fruit size and shape of sweet peppers(*Capsicum annuum* L.). I. S. H. S. Abstract No. 1562.
2. 潘采敦, 尹千種, 崔台鉉. 1982. 低溫經過時間이 토마토의 生育에 미치는 影響. 園試研報. 釜山 - 13 : 791-797.
3. 崔寬淳, 嚴榮鉉, 俞昶在, 李昌煥. 1982. 고추의 低溫低抗性에 關한 基礎研究. 園試研報. 42-132.

4. 崔周星, 安鍾吉, 潘采敦. 1982. 고추 育苗期の 低溫이 生育 및 開花結實에 미치는 影響. 農試研報. 24(園藝) : 93-101.
5. 中央觀象臺 調查研究部. 1971. 園藝作物을 爲한 氣象環境調査. 비닐하우스內 微氣象調査.
6. 喬木傳好. 1980. 하우스의 多層被服方式と燃費 節減效果. 農業および園藝 55(9) : 1135-1140.
7. 久富時男. 1971. 低溫期における トマト栽培の 要點(2). 農業および園藝 46(12) : 1704-1706.
8. 洪萬選. 1710. 山林經濟
9. 光州地方氣象臺. 1985. 湖南地方의 氣候資料. p.22.
10. Kwon, Y. W. 1984. Fundamental physiological constraints in breeding for a higher yielding cold tolerant rice variety. International Crop Science Symposium.
11. 李龍範, 權永杉, 朴尙根. 1985. 施設園藝 栽培環境 安全基準 設定研究. 2. 施設園藝 暖房積算溫度의 地理的 分布. 農試論文集(園藝) 27:1-5.
12. Lieberman, M., C. C. Craft, W. V. Audia, and M. S. Wilcox. 1958. Biochemical studies of chilling injury in sweet potatoes. Plant Physiol. 33:307-311.
13. Lyons, J. M. 1973. Chilling injury in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 24:445-466.
14. 禁田純行. 1974. 大型ビニールハウスの微氣象と溫度調節の要點. 農業および園藝 49(12) : 1493-1496.
15. Morris, L. L. 1982. Chilling injury of horticultural crops : An overview. Hort. Sci. 17(2) : 161-162.
16. 內藤文南. 1978. 施設園藝とエネルギー(3)現場における環境調節の問題点. 農業および園藝. 53(12):1516-1522.
17. 農林水産部. 1994. 작물통계.
18. 박상근, 김희태, 배성국. 1975. 施設地帶別 環境調査. 園試研報告 釜山支場. 703-707.
19. 朴華性. 1978. 菜蔬의 生長 및 收量에 影響을 미치는 施設内の 溫度, 炭酸가스 環境에 關한 研究, 圓光大學校 大學院 博士學位 論文.
20. Powles, S. B., J. A. Berry and O. Bjorkman. Interaction between light and chilling temperature in the inhibition of photosynthesis in chilling sensitive plants. Plant, Cell and Environment, 6(2):117-123.
21. Rylsky, I. 1972. Effect of the early environment on flowering in pepper(*Capsicum annum* L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(5):648-651.
22. Schoch, P. G. 1972. Effects of shading on structural characteristics on the leaf and yield of fruit in *Capsicum annum* L. H. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(4):461-464.
23. 孫賢秀. 1979. 施設園藝의 實態와 改善에 關한 研究. 農村振興廳. 産學協同 79-25:1-13.
24. 宋基元. 1975. 고추의 光合成 特性에 關한 研究. 韓園枝 16(2) : 192-199.
25. Tanner, C. B. 1974. Microclimatic modification : Basic concepts. Hort. Sci. 9(6) : 555-563.
26. Taylor, A. O. and J. A. Rowley. 1971. Plants under climatic stress. I. Low temperature, high-light effects on photosynthesis. Plant Physiol. 47 : 713-718.