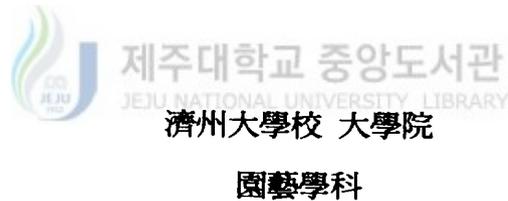

博士學位論文

施設栽培 溫州蜜柑의 生育特性和 土壤水分調節이
果實品質에 미치는 影響

Growth Characteristics and Effect of Soil Moisture on Fruit
Quality of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.)
under Plastic Greenhouse Culture.



宋 昌 訓

1995年 6月

博士學位論文

施設栽培 溫州蜜柑의 生育特性과 土壤水分調節이
果實品質에 미치는 影響

指導教授 韓 海 龍

宋 昌 訓

이 論文을 農學博士 學位論文으로 提出함

1995年 6月

宋昌訓의 農學博士 學位論文을 認准함

審査委員長

김 경호

委

員

한 해룡

委

員

鄭 泰 英

委

員

이 子 勳

委

員

문 두 길

濟州大學校 大學院

1995年 6月

Growth Characteristics and Effect of Soil Moisture on
Fruit Quality of Satsuma Mandarin(*Citrus unshiu* Marc.)
under Plastic Greenhouse Culture.

Chang-Hoon Song

(Supervised by Professor Hae-Ryong Han)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF AGRICULTURE



DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1995. 6.

目 次

< Summary >

I. 緒 論	4
II. 研究史	6
1. 施設栽培에서의 生育 및 品質特性	6
2. 土壤水分調節과 果實의 品質	11
III. 材料 및 方法	14
<試驗1> 加溫時期가 施設栽培 溫州蜜柑의 生育·光合成 能力 및 果實特性에 미치는 影響	14
1. 栽培管理 및 生育特性 調査	14
2. 가지의 生長과 잎의 形態 觀察	15
3. 잎의 光合成 能力 測定	16
4. 果實의 發育 및 特性 調査	17
<試驗2>土壤水分調節이 果實 品質에 미치는 影響	18
1. 栽培管理 및 土壤水分調節	18
2. 果實 特性 調査	19

IV. 結果 및 考察	20
<試驗1> 加溫時期가 施設栽培 溫州蜜柑의 生育·光合成 能力 및 果實特性에 미치는 影響	20
1. 加溫時期別 生育 狀況	20
2. 가지의 生長과 잎의 形態	24
3. 施設栽培 溫州蜜柑의 光合成 能力	30
4. 果實의 發育 및 品質特性變化	38
5. 施設栽培 溫州蜜柑의 果實特性	48
<試驗2> 土壤水分調節이 果實 品質에 미치는 影響	51
1. 土壤水分의 變化	51
2. 果實橫徑의 變化	52
3. 果形指數의 變化	56
4. 果皮두께의 變化	56
5. 糖度の 變化	59
6. 酸含量의 變化	62
7. 糖酸比의 變化	62
V. 摘 要	65
VI. 引用文獻	68

Summary

In order to develop an off-season production system for Satsuma mandarin, experiments were performed at Cheju Provincial RDA for 5 years from 1989 to 1994. Early Satsuma mandarin cultivars (*Citrus unshiu* Marc. cvs Okitsu wase, Miyagawa wase, Ueno wase) were grown under plastic greenhouse condition with various heating time, and the characteristics of plant growth such as flowering, leaf, shoot and fruit developments were compared to the control plants grown outdoors. Soil water contents were managed to improve the quality of fruits by cutting water supply from 60 days after full bloom and the changes of the fruit quality were investigated. The results obtained were as follows.

1. The fruit harvesting time could be controlled by growing plants in the greenhouse with or without heating. The fruits could be harvested from early June, early July and mid-July by growing plants in greenhouse with heating started from the 1st of December, the 22nd of December, and the 5th of January, respectively.
2. The growth periods were little different among the cultivars in greenhouse with heating. The harvesting time of Ueno wase, one of the super early lines, was eight days faster than those of Okitsu wase and Miyagawa wase.
3. More spring-shoots, less number of nodes, and longer shoot resulting from longer internodal length were observed in the plants grown in greenhouse with heating as compared to the control plants.

-
4. In the aspect of leaf structure, the palisade parenchyma was compact and three-fold outdoors, whereas thin and two-fold in the greenhouse. Larger intercellular spaces in sponge tissue, better developed vascular bundles, less stomata per unit leaf area and larger leaf area were shown as compared to those of leaves grown in the field.
 5. The photosynthetic rate of leaves of plants grown in greenhouse with heating was faster than that of outdoor under photosynthetic active radiation (PAR) 500-1,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ at noon.
 6. The photosynthetic rate of plants grown in the greenhouse with heating rose to the highest at between 9 and 10, decreased between 12 and 14 and increased between 15 and 16 o'clock, whereas for the outdoor plant reached the fastest at 8, gradually slowed to 12 o'clock, after that no changes. The photosynthetic amount per day of the plant in greenhouse with heating was two times as much as that of outdoor plant.
 7. The fruit juice Brix contents was 12°Bx for the greenhouse-grown Okitsu wase and 10.6°Bx for the control, but there were no significant differences in fruit juice Brix contents among cultivars used.
 8. The acid contents of fruit juice were 0.97% in Okitsu wase, 0.92% in Miyagawa wase, and 0.82% in Ueno wase. The ratio of juice Brix to acid was above 13 in all cultivars grown in the greenhouse with heating, so the quality of fruit was excellent.

-
9. The potential of soil moisture at 20cm depth was between -0.02 and -0.12 MPa in the greenhouse with normal irrigation, -0.8 and -1.5 MPa in greenhouse with drought treatment for 20 and 40 days, respectively. The width of fruit at harvest was 73.4mm in normal irrigation. As compared to that, the size of fruit was 7.2mm and 13.4mm smaller in drought treatment for 20 and 40 days, respectively. These show a tendency to suppress the enlargement of fruit as the time of cutting water supply was longer.
 10. As compared to the fruit peel thickness of 2.0mm in the greenhouse with normal irrigation, the thickness was 0.4mm and 0.9mm thinner in greenhouse with drought treatment for 20 and 40 days, respectively.
 11. The fruit juice Brix at harvest was 8.9°Bx in the greenhouse with normal irrigation, 10.8°Bx and 12.8°Bx in greenhouse with drought treatment for 20 and 40 days, respectively. These show $1.9\sim 3.9^{\circ}\text{Bx}$ higher in drought treatment than that in normal irrigation.
 12. The acid contents in fruit juice at harvest was about 1.0% without any significant differences among the treatments. The ratio of juice Brix to acid was 9 in normal irrigation, 11 and 14 in drought treatments for 20 and 40 days, respectively.

I. 緒 論

우리나라에서 柑橘栽培가 시작된지는 오래 되었으나, 濟州道에서 주로 栽培되었고 남해안에는 柚子만이 栽培되어 왔다. 근래에 주로 栽培되는 溫州蜜柑은 1911년에 日本으로부터 導入되어 栽培되기 시작하였으나, 1955년의 栽培面積은 18.4ha였는데 이중 成果園面積은 13ha이었으며 生産量은 약 17M/T에 불과하였다. 현재와 같이 經濟的栽培가 이루어진 것은 1960년 이후의 일이다. 1965년부터 栽植 畝이 일기 시작하여 1968년에는 정부에서 “農漁民 所得增大特別事業”의 一環으로 柑橘栽培를 장려함으로써 1977년에는 生産量이 115,500M/T으로 급증하였고, 1980년대 중반부터는 過剩生産으로 가격이 폭락하고 流通處理가 어려워지자 몇몇 농가에서는 出荷期 延長策의 一環으로 無加溫 施設栽培가 시도되었다. 그러나 재배경험과 기술부족으로 더 이상 진전은 없었다. 특히, 1980년대 중반부터는 Banana하우스재배가 성행하면서 柑橘栽培는 다소 위축되는 경향을 보였으나 1988년에 열대과수 수입자유화가 예고되면서 연구기관과 농민들 사이에서 Banana재배시설을 활용한 柑橘施設加溫栽培가 시도되었다.

溫州蜜柑 施設加溫栽培는 1987년부터 시작되어 1990년에는 22.3ha에서 1,277 M/T이 생산되었으나 그후 Banana 대체작목으로 栽培面積이 급증하여, 현재는 376ha에서 생산소득이 450억원에 이르는 제주도 施設農業의 主作目으로 발전되었다(농림통계, 1994, 白, 1994).

일본에서는 1960년대에 過剩生産에서 탈피하고 가격유지 및 수익성 확보를 위해 비닐被覆에 의한 早熟栽培가 시도되었으며, 1970년대 초에 온천열을 이용하거나, 석유난방기를 이용한 加溫栽培 溫州蜜柑이 시장에 출하되기 시작하였다. 현재 일본은 溫州蜜柑施設栽培 面積이 1,331ha로 蜜柑 전체 栽培面積의 1.9%, 生産量은 61,399M/T으로 전체 생산량의 3.4%에 이르고 있다(日本園藝農協連會, 1994, 谷口 1979, 深谷

1983, 山口 1977, 川野 1987).

溫州蜜柑의 施設栽培에 있어서는 果汁의 糖度を 높이기 위하여 栽培期間中 斷水處理가 약 6개월 이상 지속되고 있으므로 細根의 枯死를 유발하게 되고, 여러해 동안 계속 栽培할 경우 점차 樹勢가 약화되어 收量性和 品質이 떨어지는 문제를 고려할 때 확대 일로에 있는 濟州地方의 柑橘施設栽培에 대한 技術體系를 확립하는 것이 시급한 실정이다.

따라서, 濟州道의 環境條件에 알맞는 溫州蜜柑의 施設栽培技術을 확립 하는데 基礎資料로 활용코자 加溫時期에 따른 品種의 生育및 果實의 特性을 조사하고, 土壤水分調節에 의한 果實 品質向上 效果를 究明하기 위하여 본 시험을 실시하였다.



II. 研究史

1. 施設栽培에서의 生育 및 品質特性

溫州蜜柑의 栽培은 이 작물이 갖고 있는 生理生態의 特性에 맞도록 栽培環境을 調節하여 果實生産을 極大化시키는 方向으로 발전되어 왔으나 生産時期의 變動 또는 品質向上도 농가소득 增大에 크게 기여하기 때문에 環境制御를 통한 施設內 栽培技術을 개발 이용하고 있다.

柑橘의 施設栽培은 비닐하우스나 유리온실 속에서 冬節期 加溫으로 生育을 促進시켜 端境期에 柑橘을 生産하는 栽培法으로서 加溫程度 및 時期가 가장 중요한 栽培條件이다.

森永와 池田(1991a)에 의하면 溫州蜜柑의 果實收量은 露地栽培에서보다 施設栽培에서 1.5~2.5배로 높았고 5년간 累積收量도 露地栽培보다 약 2배정도 높아 生育環境의 변화는 生産性의 變化를 초래하고 作物의 形態의 生理的 特性의 變化를 隨伴 한다고 하였다.

氣象條件이 柑橘의 發芽 및 開花生理에 미치는 영향을 조사한 바에 의하면 露地栽培에서 發芽는 平均氣溫 11℃이상, 그리고 開花는 平均氣溫 14℃이상의 온도에서 온도가 높을수록 促進된다고 보고하고 있으며 加溫栽培時에는 發芽와 開花 모두 이보다 높은 溫度가 소요되는 것으로 알려져 있다(田端, 1983).

早生溫州蜜柑의 加溫開始期와 幼樹의 發芽 및 發根의 影響을 조사한 바에 의하면 12월에 25℃로 加溫하였을 때에는 1주일후에 發芽하고 20일 후에 發根하였다. 新根伸長이 활발한 時期는 1월 중순, 5월 상순, 7월 상순이었으며, 1월에 25℃로 加溫하였을 때에는 發芽所要日數는 같았으나, 發根은 10일이 늦었고 新根伸長期가 늦게 나타난다고 하였다(井上和 原田, 1987).

溫州蜜柑의 施設栽培에서 生育溫度條件을 加溫開始期부터 滿開期까지 最高溫度를 25℃, 30℃, 35℃로 維持한 結果 高溫일수록 發芽나 開花가 促進되었으나 滿開時 子房 發育이 불량하고 腰高果 발현이 조장되며(谷口, 1979a), 12월 하순에 加溫을 시작하여 最低溫度를 15℃ 이상으로 유지하고 最高溫度는 生育段階에 따라 調節한 結果 極早生 系統인 日南1號 品種이 果實의 着色, 果肉率, 糖度, 酸含量 등이 양호한 것으로 보고 하였다(加美, 1994b).

최근 육성 品種中 施設栽培에 適應성이 높은 極早生系統으로는 日南1號, 山川早生, 高林 및 白浜1號가 우수하다고 하였으며(加美 1994b, 靑水 1994, 大倉와 德留 1994), 만감류로서는 南香, 早春, 天蜂 및 사잔레드가 우수하고 不知火 品種은 4월에 加溫하는 것이 좋은 것으로 보고 되고 있다(須崎와 山田 1994a, 猪原와 岩崎 1994).

溫州蜜柑의 早期加溫栽培에서는 休眠때문에 生理的花芽分化가 불안전하여 開花 및 着果가 불량한 경우가 발생하는데, 矢羽田등 (1991, 1994a, 1994e, 1995)은 가을철 빠른 시기에 低溫에 遭遇시켜 休眠打破를 하는 것이 有效하고 早期加溫栽培時 花芽分化는 炭水化物的 貯藏供給器官인 莖의 역할이 커서 葉內 澱粉減少와 糖이 증대가 되면 結果母枝(夏枝)의 花芽分化가 進行되는데 莖에 IAA 및 GA활성이 低下되는 시기와 花芽分化의 時期는 일치한다고 하였으며, 宮本와 中屋(1990a)은 夏枝의 營養과 着花量 안정에 Mg, N, 乾物重 등이 크게 관여한다고 하였다.

응애방제를 위하여 기계유제 400배액을 加溫開始 40일전에 撒布할 경우 結果母枝當 新梢와 有葉花 및 直花數가 증가하는 효과가 있으며, 早期加溫栽培에서의 BA액제 撒布는 加溫當日에 실시하는 것이 結果母枝當 新梢와 着花數를 높일 수 있다고 하였다(須崎와 山田, 1994b, 1994). 그러나 BA사용을 전제로 한 早期加溫栽培에서 加溫直前에 기계유제를 撒布하면 發芽率을 저하시키고 撒布시기가 빠르고 늦음에 관계없이 果皮色이 나빠지므로 사용에 유의해야 한다고 하였으며(加美등 1994e), BA를 300배로 撒布하였을 때 發芽率과 着花數가 증가되었으며 無處理에 비해 子房重量이 높았다고 하였다(柴田등 1994c).

栽培環境의 변화는 잎의 크기 및 組織, 氣孔의 크기와 密度, 葉綠素 含量 등에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 新居等(1984)은 施設栽培와 露地栽培 條件에서 溫州蜜柑의 新梢伸長 및 가지와 잎의 形質을 조사한 바, 新梢의 節間長은 施設栽培에서 $2.33 \pm 0.72\text{cm}$ 이었고 露地栽培에서는 $0.96 \pm 0.38\text{cm}$ 로 施設栽培에서 길어졌으며, 新梢의 길이는 露地栽培에서 5cm이하인 것이 많은 반면 施設栽培에서는 5cm이상인 것이 많았다고 하였다.

溫州蜜柑 잎의 氣孔은 大型氣孔과 小型氣孔으로 분류되고 大型氣孔은 小型氣孔에 의해 둘러싸여 있으며 氣孔密度는 잎의 中央部에서 가장 높고 다음은 先端部와 下端部 순으로 높았다고 하였다. 氣孔數는 1 葉當 露地에서는 16.0×10^5 개이었는데 施設栽培에서는 23.4×10^5 개로 많았다고 하였다. 또한 잎의 두께 비교에서 施設栽培에서는 약 $300 \mu\text{m}$, 露地에서는 약 $340 \mu\text{m}$ 로 施設栽培에서 조금 얇아지는 경향이라고 하였으며, 柵狀組織 細胞의 層數도 施設栽培에서는 2층이고 露地에서는 3층으로 分化되었고 海綿狀組織의 두께도 얇았다고 보고하였다(Shiraishi 1989, 1990, 新居等, 1984).

森永와 池田(1991a, 1991b)와 白石(1989)도 施設栽培 溫州蜜柑 잎의 氣孔密度는 露地栽培 잎의 氣孔密度보다 낮고 葉面積은 증가하며 잎의 무게가 떨어진다고 하였는데, 이는 光量不足에 의해 柵狀組織層이 얇어지고 氣孔密度가 적어진 것 등 光量 부족에 따른 葉面積 확대가 원인이라고 하였다. 또한, 葉綠素 含量은 露地栽培에서보다 施設栽培에서 많았는데 이는 露地에서 겨울동안 저온과 찬바람, 日射 등에 의해 葉綠素가 일부 파괴되지만 施設栽培에서는 溫도와 水分條件이 적합한데 원인이 있다고 하였다.

施設栽培 溫州蜜柑에서 光合成은 柑橘收量에 지대한 영향을 줄 뿐 아니라 柑橘品質을 改善하는데 가장 중요한 역할을 하므로 施設內的 光量 부족 현상을 극복하기 위한 施設栽培時의 光合成에 대한 연구가 많이 수행되었다.

施設栽培에서 光合成能力에 대한 森永와 池田(1991a)의 연구에 의하면 7월에 출현한 夏葉이 차차 硬化됨에 따라 光合成速度가 증대되었고 10월에 비닐을 제거했을 때 다소 떨어지며 비닐被覆後 加溫을 시작하면 다시 증대된다고 하였다. 中間 斷水期에 光

합성속도가 높아졌는데 이는 加溫後에 출현한 새로운 잎이 中間斷水期까지 光合成速度가 증대되기 때문이라고 하였다. 露地栽培에서는 봄잎이 硬化된 여름에 높은 光合成速度를 보였으나 10월 이후 溫度가 낮아지면 光合成速度도 떨어져 施設栽培에 비하여 光合成速度가 $5 \mu \text{mol} \cdot \text{CO}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{sec}$ 이하였다고 하였다. 또 光條件과 光合成速度의 관계를 葉齡을 같게하여 施設과 露地栽培에서 $500 \mu \text{E} / \text{m}^2 \cdot \text{sec}$ 전후의 낮은 光量子密度에서 비교한 결과 光合成은 施設栽培에서 높아 낮은 照度條件에 대한 適應性을 보였고 $1,000 \mu \text{E} / \text{m}^2 \cdot \text{sec}$ 이상의 높은 光量子密度에서는 光合成速度의 값이 거의 같다고 하였다. 또한, 施設栽培에서 葉面積이 크고 葉重과 氣孔密度는 약간 떨어졌는데, 葉面積이 큰 것은 單位 葉面積當 光合成速度에는 영향을 미치지 않았지만 葉 1枚當 光合成速度는 葉面積이 작은 露地보다 높은 것이 확실하다고 하였다. 특히, 光量子密度는 비닐을 씌운 때에는 露地에 비해 50~60%였고 가장 낮은 11월에는 $800 \mu \text{E} / \text{m}^2 \cdot \text{sec}$ 으로서 柑橘의 光飽和點과 같다고 하였으며, 溫州蜜柑에서 根活性促進이 光合成速度 증가에 크게 관여하므로 겨울철 피복에 의한 樹體의 보호와 지온상승은 光合成速度를 높일 수 있다고 하였다.

柑橘 잎의 光合成能力은 最先端의 完熟된 잎에서 가장 빠른 光合成速度를 나타내었고 下位에 있는 잎은 늘어졌으며 봄에 출현한 잎에 비하여 여름잎이나 2년생 잎은 光合成速度가 각각 86%, 76%로 떨어진다고 하였다(森永 등 1985a). 小野 등(1987)은 光이 비치는 方向, 光이 잎 表面 또는 裏面に 照射되는데 따라 변화되었고 약한 光과 강한 光을 交互로 照射하였을 때에는 변화되는 시간이 짧을수록 光合成速度가 높아지는 경향이라고 발표하였다.

天野 등(1972)이 溫州蜜柑의 環境條件과 光合成速度와의 관계를 조사한 바에 의하면 光飽和點은 약 40Klux이고, 補償點은 1~3Klux 범위였으며, 生育期間中에 受光量이 떨어짐에 따라 葉面積은 현저하게 증가하였으나, 葉身 및 柵狀組織의 두께, 氣孔數, 光合成速度 및 光飽和點은 낮아졌고, 잎 溫度가 光飽和點에 미치는 영향을 보면, 溫州蜜柑은 25℃에서 최대가 되고 그 이상의 溫度에서는 떨어진다고 하였다.

小野와 大東(1978)는 光補償點은 疎植樹 및 密植樹에서 각각 2~5Klux, 5~6Klux로 密植할 경우가 높았는데 이는 散亂光 이용과 관계가 있다고 하였으며, 生育期間中 약 간 흐린 날은 1일 光合成速度가 맑은 날에 비해 50%이고, 氣溫의 영향은 여름철(7~9 월) 약 29℃, 10월에는 22℃로 最大 光合成速度를 나타낸다고 하였다.

溫州蜜柑에서 光合成速度의 계절 변화에 대하여 日野등(1974)의 연구결과를 보면 봄에는 旧葉의 光合成速度가 크나, 新葉이 전개된 7월에는 旧葉보다 新葉의 光合成速度가 커졌으며, 그후 가을철까지 계속되다가 氣溫이 떨어지면 光合成速度도 급격히 떨어진다고 하였다. 또한 施設栽培에서 光合成은 낮은 照度條件에서도 잘 이루어지며, 光飽和點은 500~600 $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 로 추정되었고, 下位部の 果實이 上位部 果實에 비해 果實肥大나 品質이 우수한 것으로 나타났다고 하였다(小野와 大東 1982, 森永등 1985a, 久保와 平塚 1992, 宇都宮등 1991).

小野(1980, 1982, 1983)는 樹形의 차이와 光合成速度를 구명하였는데 誘引形의 경우가 開心自然形에 비하여 光 利用率이 높았고 1株當 光合成能이 높았다고 하였으며, 樹冠 部位別 光飽和點은 最上部는 50~60Klux, 中央部는 40~50Klux 下位部에서는 10Klux였고, 光合成能은 頂部葉에 비해 下位葉은 80%, 中央部の 葉은 50% 정도 減少된다고 하였다.

奥田등(1990, 1991)이 溫州蜜柑에서 發育枝와 結果枝의 着果有無에 따른 光合成速度에 미치는 영향을 經時的으로 조사한 결과, 6월에는 外見上 光合成速度는 큰 차이가 없었으나 9~10월에는 着果하지 않은 發育枝의 光合成速度가 빨랐고, 한 側枝內에서 發育枝와 結果枝가 혼재되어 있을 때 發育枝의 충실과 다음해 着花에도 負의 영향을 미친다고 하였다.

澤野(1990)는 溫州蜜柑 果實의 光合成能力調査結果 에서의 光飽和點과 거의 같은 光量에서 飽和되었고, 明暗條件에서 CO_2 의 呼吸 및 排出 速度의 差를 果實의 光合成能力이라고 판단한다면 開花 1개월후 果實에서 높았고 土壤乾燥 條件에서는 감소하는 경향을 보였다고 하였다(白, 1994).

2. 土壤水分調節과 果實의 品質

施設栽培 柑橘의 品質은 果實內의 糖度와 酸含量이 가장 큰 요인이므로, 土壤水分調節로 糖度を 높여 消費者 嗜好에 맞는 果實을 생산할 수도 있으나 土壤水分은 果實의 肥大 熟期 및 收量性에 큰 영향을 미치기 때문에 합리적인 土壤水分 管理는 柑橘 施設栽培에서 가장 중요한 문제가 된다.

施設栽培에서 土壤水分이 過濕狀態下에서는 果實肥大, 新梢發生 등 樹體生長이 왕성하여, 果汁이 많아지나 다량의 光合成 産物이 糖濃度を 증가시키지는 못하여 果實 肥大量과 糖濃도와는 높은 負의 相關($r=-0.693$)이 있고, 또한 滿開期後 115일~145일 경에 土壤水分과 果實 糖含量과는 有意한 相關이 있어 土壤水分 含量이 낮을수록 着色이 잘되었고 糖含量이 높았으며 果皮도 얇어져 果實品質이 良好하고 상품비율이 높을 뿐만 아니라 收量性도 안정될 수 있다고 하였다(川野, 1982a, 1982b, 1988c, 1988d).

永田과 池田(1991)는 施設栽培 温州蜜柑의 시기별 乾燥處理 효과는 생육단계에 따라 달라졌는데 滿開後 75일에서 110일과 수확전 1개월의 乾燥處理에 의해 瓢囊皮가 얇어지고 sucrose의 함량이 증가되어 糖度向上에 크게 영향을 준다고 하였으며, 加美(1994d)는 幼果期에 斷水管理開始時期를 慣行보다 1개월 정도 늦은 橫徑이 45mm 전후에서 개시하여도 糖度は 12°Bx 를 상회하였고 果實肥大가 뛰어나 收量이 증가되므로 土壤水分管理가 쉬운 土壤에선 응용될 수 있다고 하였다.

玄 등(1990)은 柑橘施設栽培에서 土壤水分과 糖度와의 관계를 조사한 결과 gypsum block 측정치 1 이하인 土壤에서는 果汁의 糖도가 12.5°Bx 이상이었으며, 측정치가 3~4인 土壤에서는 약 10°Bx 이었고, 10 이상인 土壤에서는 약 9°Bx 로서 土壤水分이 낮을수록 柑橘의 糖도가 증가되는 경향을 보고하였다. 土壤 및 잎 水分 potential과 蒸散量과의 관계 연구에서는 日出前 擴散抵抗은 60~100 sec/cm이었으며, 낮동안의 擴散抵抗은 土壤水分 potential이 높아짐에 따라 曲線的으로 감소하였고, 낮동안 土壤水

分potential이 약 -0.1bar일때 擴散抵抗은 평균 5.2 sec/cm, 蒸散量은 평균 2.2 μ g/cm²·sec이었으며, 土壤水分potential이 -15bar 이하에서의 擴散抵抗은 14 sec/cm, 蒸散量은 약 0.20 μ g/cm²·sec이었다고 밝혔다(현등, 1991).

土壤水分potential과 光合成速度와의 관계는 土壤水分potential이 현저히 낮아지는 滿開後 120~130일에 斷水區에서 光合成速度는 光量子密度에 영향을 받지 않았고 3 μ mol·CO₂/m²·sec 이하였으며, 無斷水區는 斷水區에 비하여 光合成速度가 높았으며, 光量子密度와 正의 相關을 보였다고 하였다(현등, 1994).

森永와 池田(1991)는 잎의 水分potential은 露地栽培에 비해 施設栽培에서는 中間斷水期부터 收穫期까지 떨어졌으나, 겨울철에는 2배 정도로 높았다고 하였으며, 施設栽培에서 뿌리의 活性은 잎과 土壤의 水分含量이 적은 시기에 떨어졌다고 하였다.

宮本와 中屋(1990b)는 斷水處理를 여러해 동안 실시할 경우 나무를 쇠약하게 하고 뿌리 분포를 깊게하므로써 水分stress를 받기 어렵게되는 根群分布로 변하게 된다고 하였다. 그러므로 施設栽培에서 深耕에 의한 土壤 物理性 向上과 퇴비 등 유기물 투입에 의한 土壤肥沃度 改善 및 地下水位 調節이 가능한 暗渠排水 施工 등 근본적인 基盤造成이 필요하다고 하였다(深谷, 1983).

富田와 松本(1985)는 1983년도 여름철 旱魃時 温州蜜柑 品質에 대한 圃場試驗에서 果汁濃度는 8월 이후에 平年値에 비하여 현저하게 높고 糖度는 收穫時에 灌水한 果樹園은 11~12%, 無灌水 果樹園은 12~13%까지 높아졌고, 早生温州는 8~9월, 보통은주는 9~10월의 降水量 多少가 크게 영향을 준다고 하였다.

大谷등(1994a, 1994b)은 果肉은 完熟되었으나 高溫에 의해 着色이 늦어지므로 早期에 收穫된 果實이 着色促進과 鮮度維持를 위하여 20℃에서 28일간 貯藏한 結果 50% 이하 着色果實은 70% 이상 着色果實에 비하여 붉은 색이 엷었고 貯藏中 減量은 5% 정도였으며, 50% 이하 着色果實은 구연산 含量 감소가 컸다고 하였는데, 濱口와 岸野(1981)등도 비슷한 결과를 보고하였다.

中島 등(1992)은 文旦 幼樹의 開花와 結實에 미치는 生育後期の 葉水分stress는 9월 상순부터 2개월 이상 또는 10월 상순부터 3개월 이상 처리하는 것이 開花를 증가시키는데 효과적이었다고 하였다.

水分stress에 의한 温州蜜柑의 ABA 濃度增加에 대하여 奥田等(1995)은 水分 potential이 $-1.0\text{MPa} > \Psi W > -1.8\text{MPa}$ 의 범위일때 果肉에서 果梗木部로 ABA가 이동됨을 알 수 있었고, $\Psi W = -1.8\text{MPa}$ 인 水分stress에서 果肉과 잎의 ABA 濃度增加는 다른 기관으로부터의 移入에 의한 가능성은 낮았고, 果肉中の ABA 濃度는 水分stress를 받고 있지 않을 때에도 果皮나 잎에 비해 高濃度로 존재하고 있었으며, 더불어 강한 水分stress에 의해서도 증가되는 것은 ABA가 果肉의 sink力에 參與함을 알 수 있었다고 하였다.

加溫施設栽培에서 品質向上을 위한 生育段階別 土壤水分 調節은 비닐피복에서 滿開期까지는 pF 1.5~2.0, 滿開後 6일간은 pF 2.0~2.3, 滿開後 60일에서 100일은 pF 2.4~2.6, 滿開後 100일에서 130일은 pF 2.7~3.0, 滿開後 130일에서 收穫期까지는 pF 2.6前後로 관리하였을 때 뿌리의 分布狀態를 고르게 하며 品質이 높은 果實을 生産할 수 있다고 하였다(川野, 1982b).

최근에는 灌水調節에 의해 果實의 品質을 높이기 위하여 地上部生育과 뿌리伸長抑制, 葉果比調節, 摘果時期, 適應品種選拔 등 土壤水分을 人爲적으로 조절할 수 있는 根域制限 栽培研究가 활발히 이루어지고 있다(矢羽田 등 1994b, 1994c, 1994d, 1994e, 1994f, 1994g, 田中과 谷岡 1993e, 串間와 德滿 1994).

Ⅲ. 材料 및 方法

<試驗 1> 加溫時期가 施設栽培 溫州蜜柑의 生育·光合成 能力 및 果實特性에 미치는 影響

본 시험은 1989년 12월부터 1994년 7월까지 제주도 농촌진흥원 종합시험포(제주도 북제주군 애월읍 상귀리)에서 실시하였으며, 施設栽培와 露地栽培에서 溫州蜜柑의 生育特性 및 光合成能力과 果實의 特性을 比較하였다.

1. 栽培管理 및 生育特性調査



加溫時期 또는 加溫方法을 主區로 하고 品種을 細區로 한 分割區 配置法을 變形하여 포장을 배치하였다.

加溫區의 加溫 開始를 12월 1일, 12월 20일, 1월 5일로 달리한 加溫栽培 3처리와 1월 5일부터 最低 12℃를 유지한 補助加溫栽培, 1월 5일부터 비닐피복을 한 無加溫 및 露地栽培 등 6처리를 主區로 하였으며, 細區에는 興津早生, 宮川早生, 上野早生 3品種 (*Citrus unshiu* Marc. cvs. Okitsu wase, Miyagawa wase, Ueno wase)을 공시하였는데 露地栽培區에는 興津早生 1品種을 공시하였다.

栽植距離는 2.7×3m(120주/10a)로 品種當 10株씩 栽植하였으며, 비닐하우스 규모는

30×11m이었다.

加溫區의 비닐피복은 加溫開始 1주일전에 실시하였으며 補助加溫區와 無加溫區는 1월 5일에 피복하였고 加溫區의 生育段階別 溫度는 表 1-1과 같이 調節하였으며, 5월 30일에 加溫處理를 終了하였고, 피복한 비닐의 제거는 12월 1일 加溫區는 8월 상순, 12월 20일 加溫區, 1월 5일 加溫區, 補助加溫區, 無加溫區는 10월 중순에 각각 제거하였다.

Table 1-1. Temperature management according to the growth stage

(unit : °C)

Growth stage	Budding	Flowering	Physiological fruit drop	Maturing
Highest temp.	22~28	28	21~23	28~30
Lowest temp.	16~23	23	16~18	24~25

發芽期는 눈이 50%가 3mm 이상 자랐을 때, 開花期는 50%의 꽃이 피었을 때, 滿開期는 70~80%의 꽃이 피었을 때, 着色開始期는 果實의 頂部에 노란빛이 50%일때를 기준으로하여 조사하였다.

2. 가지의 生長과 잎의 形態 觀察

가지와 잎의 형태는 12월 1일 加溫區와 露地區에서 各 3株에서 株當 10개의 가지와 잎 10개(上位部 3, 中央部 4, 下位部 3)를 채취하여 가지길이, 마디수, 마디길이, 잎길이, 잎폭, 잎두께를 조사하였으며, 葉面積은 日本盟化 회사의 葉面積 測定器(Delta-T)를 사용하여 測定하였다.

3. 잎의 光合成能力 測定

光合成率 測定을 위하여 공시된 試驗樹는 黑色火山灰土壤을 채운 대형 pot(200 l)에 栽植하였다. 12월 1일에 加溫한 施設內에서 栽培한 興津早生 6년생 3株와 施設栽培區와 인접한 圃場內에 있는 露地栽培 興津早生 6년생 3株였다.

기타 재배관리는 제주도 농촌진흥원에서 실시하는 露地栽培 및 加溫施設栽培 경종기준에 준하여 재배하였다.

光合成能力을 평가하기 위하여 加溫栽培에서는 1994년 5월 18일과 7월 15일, 露地栽培에서는 1994년 7월 15일에 光合成速度를 測定하였다. 測定時 氣象條件은 淸명한 날씨(雲量 5% 이하)였으며, 測定對象 잎의 선정은 樹冠 外部를 上位部, 中央部, 下位部로 구분하여 果實 바로 밑의 잎을 株當 10枚 測定하였다(山本, 1995a, 1995b).

光合成速度 변화는 일출전(05:00)부터 일몰시(20:00)까지 1시간 간격으로 測定하였으며, 잎의 溫度, 光量 및 잎 水分potential도 동시에 測定하였다.

光合成速度는 LI-cor회사의 휴대용 光合成 測定器(LI-6200)를 사용하여 測定하였으며, 測定時 葉面積은 8.36cm^2 , CO_2 농도 520ppm으로 固定하였다.

光의 強度에 따른 光合成速度는 光合成 測定器의 chamber 下端部를 완전히 遮光하고 상부에만 일정한 強度의 光線을 照射하면서 測定하였다. 정오의 太陽光線을 照射하면서 가제와 한냉사의 조합으로 만든 필터를 이용하여 $\text{PAR } 50\sim 1,800\ \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 의 光量子密度 範圍에서 光의 強度를 조절하였고, 잎의 표면과 뒷면에 光을 쬐이면서 光合成速度를 測定하였다.

4. 果實發育 및 特性 調査

橫徑과 縱徑은 樹冠 部位別 10개의 果實을 지정하여 滿開後 80일부터 收穫期까지 10일 간격으로 調査하였고, 果形指數는(橫徑/縱徑)×100으로 나타내었다.

果重과 糖度 및 酸含量은 樹冠 外部의 上位部, 中央部, 下位부와 內部로 구분하여 각 部位에서 果實 5개씩을 채취하여 果重은 디지털 稱량계로 測定하였고, 糖度は 껍질을 벗기고 果汁을 압착시켜 얻은 果汁을 간이굴절당도계로 測定하여 Brix로 표시하였다. 酸含量은 果肉의 일부를 0.1N NaOH용액으로 적정하여 구연산함량으로 換算하였다.

<試驗 2 > 土壤水分調節이 果實 品質에 미치는 影響

1. 栽培管理 및 土壤水分調節

土壤水分調節이 果實品質에 미치는 影響은 1990년부터 1993까지 제주도 농촌진흥원 농가조사 포장에서 실시하였다. 溫度管理는 일반 관행재배법에 준하여 관리하였는데, 加溫을 시작하면서 晝間 20℃, 夜間 16℃를 시작으로 하루에 1℃씩 온도를 높여 7일 후에는 晝間 28℃, 夜間 22~24℃가 되도록 하였다.

斷水處理의 시작은 橫徑을 測定하여 平均 30mm가 되는 시점을 기준으로 滿開後 60일 전후에 시작하였으며, 그림 2-1에서 보는 바와 같이 斷水期間을 無斷水, 20일 斷水 및 40일 斷수로 조절하였다. 1990년에는 無斷水 와 20일 斷水를 실시하였으며, 1992년에는 20일 斷水와 40일 斷水, 1993년에는 40일 斷水를 실시하였다.

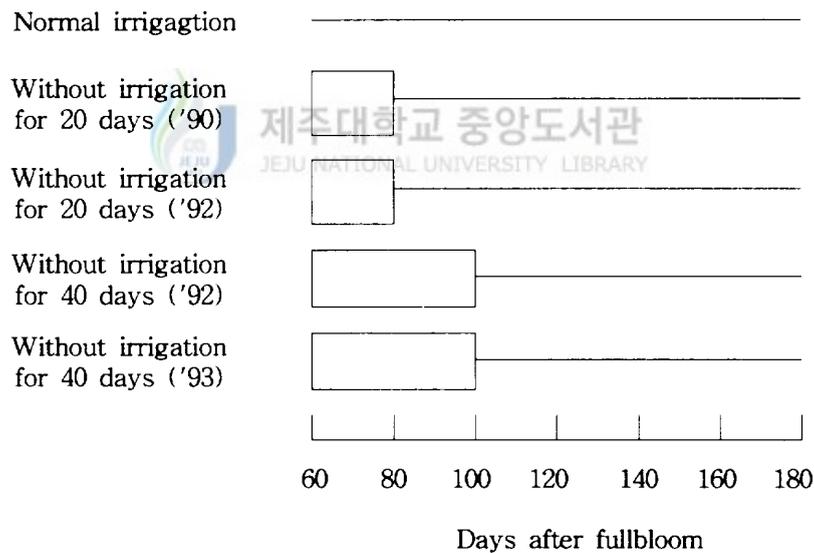


Fig. 2-1. Drought treatment in the plastic greenhouse

□ Indicates the time of suspending irrigation.

2. 果實 特性 調査

果實의 橫徑과 縱徑은 1990년에는 滿開後 43일, 1992과 1993년에는 滿開後 30일부터 試驗樹 3株에서 株當 果實 10개를 선정하여 약 10일 간격으로 測定하였다.

糖度, 酸度, 果皮두께 등은 1990년에는 滿開後 84일, 1992년에는 滿開後 77일, 1993년도에는 滿開後 93일부터 약 10일 간격으로 處理區中에서 크기, 색깔 등이 중간인 果實 5개를 채취하여 測定하였다. 果皮두께는 果實을 4등분하여 껍질을 겹쳐 測定하여 平均하였다. 糖도와 酸度の 測定은 試驗1과 같았다.



IV. 結果 및 考察

<試驗 1> 加溫時期가 施設栽培 溫州蜜柑의 生育·光合成 能力 및 果實特性에 미치는 影響

1. 加溫時期別 生育狀況

發芽所要日數는 加溫區는 加溫開始日과는 關係없이 加溫後 7~10일, 補助加溫區에서 22일, 無加溫區에서 40일이 소요되었고, 露地區의 發芽期는 4월 8일이었다. 發芽後 滿開期까지의 所要日數는 加溫區에서 20~30일, 無加溫區에서 50일이 소요되었는데, 露地區에서는 42일이 소요되었다(表 1-2). 이처럼 發芽부터 滿開期까지의 일수는 栽培 方法에 따라 큰 차이를 보였는데 이는 施設內와 自然狀態의 溫度가 서로 다르기 때문에 큰 차이를 나타낸 것으로 생각되었다.

井上和 原田(1987)도 25℃로 가온하였을 때 12월 加溫區와 1월 加溫區 모두 1주일 후에 發芽되었고, 20℃로 加溫하였을 때 12월 加溫區는 12일 후, 1월 加溫區는 8일 후에 發芽되었다고 하였다.

처리별 收穫開始期는 12월 1일 加溫區는 다음해 6월 중순부터 가능하였고, 12월 20일 加溫區는 7월 상순, 1월 5일 加溫區는 7월 중순, 補助加溫區는 10월 상순, 無加溫區는 10월 중순에 수확할 수 있어 加溫時期에 따라 收穫期를 달리 할 수 있었다.

施設栽培에서 加溫區는 品種間 生育特性의 차이는 크지 않았으나, 極早生系統인 上

野早生은 興津早生이나 宮川早生에 비하여 着色時期가 빠른 경향이였다.

清水(1994), 大倉과 德留(1994)등도 施設栽培에서 收穫期는 極早生系統이 빠르지만, 收量이 다소 떨어지므로 計劃的 密植栽培로 收量性을 보완하는 연구가 필요하다고 하였다.

施設栽培區에서 加溫區는 加溫開始期부터 滿開期까지 最高溫度는 22~28℃, 最低溫度는 16~23℃가 유지되므로써 生育이 순조로웠으나, 無加溫區는 밤과 낮의 溫度差가 컸고, 果形指數가 낮고 酸含量이 높아 品質이 떨어지므로 1993년에는 最低溫度를 12℃로 유지하는 補助加溫을 실시한 결과 無加溫區에 비하여 果實品質이 크게 改善되지는 않았으나 收穫期는 10일정도 短縮되었다. 이는 加美등(1994b)이 極早生系統인 日南 1號 품종을 12월 하순에 最低溫度 15℃를 유지하는 加溫栽培로 고품질의 果實을 9월에 생산할 수 있었다는 결과와 비교할 때 最低溫度를 12℃보다 더 높여 주는 것이 유리하다고 판단되었다.

生育段階別로 露地區와 12월 1일 加溫區의 生育日數와 積算溫度를 비교한 결과는 表 1-3에서와 같이 露地區에서 發芽所要日數는 1일 平均氣溫이 10℃ 이상이 되는 3월 11일부터 28일이 경과된 4월 8일이었으며, 이 기간동안 平均氣溫 10℃ 이상의 積算溫度는 183.4℃였고, 平均溫度는 10.8℃였는데 12월 1일 加溫區의 發芽所要日數는 加溫後 8일이며, 積算溫度는 140℃였고, 平均溫度는 17.5℃였다. 發芽期에서 開花期까지 所要日數는 露地區 31일, 加溫區 19일이었으며, 積算溫度는 露地區 455.5℃, 加溫區 433℃였고, 平均溫度는 露地區 14.7℃, 加溫區 22.8℃ 였다. 開花期에서 滿開期까지 露地區의 生育所要日數는 11일, 積算溫度는 193.2℃였으며 加溫區는 生育所要日數 10일, 積算溫度 228.5℃였다.

滿開期에서 着色開始期까지 露地區의 生育日數는 147일, 積算溫度는 3,204.6℃, 平均溫度 21.8℃였으며, 加溫區는 生育所要日數 136일, 積算溫度는 3,347.5℃, 平均溫度 24.6℃였고, 發芽期부터 着色開始期까지 總 生育所要日數는 露地區 217일에 비하여 加溫區 173일로 加

Table 1-2. Developmental stages of Satsuma mandarins grown in plastic greenhouse heated from the different dates.

Treatment ¹⁾	Cultivar	Developmental stage (Month, date)				
		Date of bud emergence	Date of flowering	Date of full bloom	Date of peel coloration	Duration of harvest
Heated from Dec. 1	Okitsu	12. 8	12. 28	1. 8	5. 24	6. 15 ~ 7. 25
	Miyagawa	12. 9	12. 28	1. 8	5. 24	6. 15 ~ 7. 25
	Ueno	12. 9	12. 29	1. 8	5. 20	6. 5 ~ 7. 25
Heated from Dec. 20	Okitsu	12. 28	1. 17	1. 28	6. 9	7. 10 ~ 8. 30
	Miyagawa	12. 31	1. 20	1. 30	6. 10	7. 10 ~ 8. 30
	Ueno	12. 26	1. 15	1. 25	6. 4	7. 2 ~ 8. 30
Heated from Jan. 5	Okitsu	1. 12	1. 31	2. 5	6. 15	7. 14 ~ 9. 10
	Miyagawa	1. 12	2. 1	2. 6	6. 14	7. 14 ~ 9. 10
	Ueno	1. 11	1. 30	2. 4	6. 10	7. 5 ~ 9. 10
Supplemental heating from Jan. 5	Okitsu	1. 27	3. 8	3.13	8. 16	10. 5 ~ 11. 5
	Miyagawa	1. 27	3. 8	3.14	8. 16	10. 5 ~ 11. 5
	Ueno	1. 26	3. 8	3.14	8. 13	9. 30 ~ 10. 20
No-heating	Okitsu	2. 14	3. 19	3. 26	8. 25	10. 15 ~ 11. 10
	Miyagawa	2. 14	3. 19	3. 26	8. 25	10. 15 ~ 11. 10
	Ueno	2. 14	3. 18	3. 25	8. 17	9. 30 ~ 10. 20
Outdoor	Okitsu	4. 8	5. 9	5. 20	10. 25	11. 15 ~ 12. 5

¹⁾ Heating ended on May 30 for all treatment

溫區가 44일이 短縮되었고, 總 積算溫度는 露地區가 4,037℃, 加溫區는 4,149℃로 加溫區가 다소 높았다. 이는 發芽期에 露地栽培의 平均氣溫 12.5℃, 施設栽培는 16℃ 이상, 開花期까지 平均氣溫은 露地에선 14.4℃, 施設栽培는 17℃ 이상이 필요하다는 보고와 비슷한 경향이였다(田端, 1983)

Table 1-3. Average and accumulated air temperature, and duration of developmental stage in Okitsu wase Satsumma mandarin under plastic greenhouse and outdoor condition.

Growth stage	Days to budding	Budding to flowering	Flowering to full blooming	Full blooming to coloring	Total
Outdoor					
Duration (day)	28	31	11	147	217
Accumulated temperature(℃)	183.4	455.5	193.2	3,204.6	4,037
Average temperature(℃)	10.8	14.7	17.6	21.8	
Plastic greenhouse (Dec. 1)					
Duration (day)	8	19	10	136	173
Accumulated temperature(℃)	140.0	443.0	228.5	3,347.5	4,149
Average temperature(℃)	17.5	22.8	22.9	24.6	

이상의 結果를 종합하여 加溫區와 露地區의 生育狀況을 比較하여 보면, 發芽期에서 滿開期 까지 所要日數의 差가 큰 것은 栽培方法別 生育期 溫度 등 栽培 環境條件이 다르기 때문이며 加溫區에서 品種間에는 極早生 系統인 上野早生이 다소 빠름을 觀察할 수 있었다.

2. 가지의 生長과 잎의 形態

加溫區와 露地區에서 春枝의 發生 및 特性을 조사한 결과는 表 1-4와 같이 加溫區에서 春枝의 發生수는 株當 378개로 露地區 482개에 비해 22%가 적었다. 가지의 길이는 加溫區에서 22.2cm로 露地區보다 6cm가 길었으며, 마디수는 평균 7.8개로 2.2개가 적었고, 마디의 길이는 2.8cm로 1.2cm가 길었다.

이는 新居等(1984)이 新梢의 길이별 분포 상황은 露地栽培나 施設栽培 모두 1~5cm 범위에서 가장 많았고 露地栽培에서는 5cm 이상의 新梢 분포수가 적는데 비하여 施設栽培에서는 5cm 이상의 범위에도 많았다고 하였고, 新梢의 평균 節間長이 施設栽培에서 2.33 ± 0.72 cm, 露地栽培에서는 0.96 ± 0.38 cm가 되어 露地栽培와 비교하여 施設栽培에서는 高溫多濕으로 生長이 良好한 가지들이 많았다는 보고와 같은 경향이였다.

Table 1-4. Characteristics of spring-shoot in Okitsu wase Satsuma mandarin grown in plastic greenhouse and outdoor

	Number of spring-shoots (No./tree)	Length (cm/shoot)	Number of nodes (No./shoot)	Length between nodes (cm)
Heated plastic greenhouse	378 ± 36	22.2 ± 2.7	7.8 ± 1.6	2.8 ± 0.9
Outdoor	482 ± 54	16.2 ± 4.3	10.0 ± 2.1	1.6 ± 0.7

加溫區와 露地區 잎의 특성은 表 1-5에서와 같이 加溫區는 평균 1葉當 面積이 40.4cm^2 로 露地區 21.5cm^2 보다 약 2배정도 넓었다. 加溫區에서 잎의 길이가 길었고, 잎의 폭도 넓었던 반면, 잎의 두께는 露地區에서 0.377mm로 加溫區 잎보다 0.055mm

두꺼웠다. 加溫栽培에서 잎 면적이 증가되는 것은 森永와 池田(1991a), Shiraishi(1989, 1990), 新居 등(1984)이 보고한 일반적 陰葉現狀과 같이 비닐피복으로 光度가 낮고 溫度가 높았기 때문인 것으로 생각된다.

Table 1-5. Characteristics of leaf in Okitsu wase Satsumma mandarin grown in plastic greenhouse and outdoor

	Area (cm ²)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)
Plastic greenhouse	40.4 ± 15.9	10.57 ± 1.79	5.44 ± 1.12	0.322 ± 0.049
Outdoor	21.5 ± 5.0	8.26 ± 1.01	4.01 ± 0.47	0.377 ± 0.041

잎의 구조를 보다 정밀하게 관찰하기 위하여 走査電子顯微鏡 撮影으로 氣孔數를 조사한 결과, 氣孔密度는 加溫區의 잎이 露地區 잎에 비하여 단위면적당 氣孔數는 적었으나(그림 1-1), 葉面積이 약 2배 정도이기 때문에(表 1-5) 1 葉當 氣孔數는 비슷하였다. 또한 잎의 構造가 光合成作用에 영향이 있을 것으로 생각되어 잎의 斷層撮影을 실시한 결과 露地區의 잎은 柵狀組織의 細胞가 緻密하고 3層인데 반해 加溫區 잎은 細胞가 잘 발달 되었으나 2層으로 얇았고, 海綿狀組織은 잎은 細胞間隙이 크고 葉脈의 維管束이 잘 발달되어 있음을 관찰 할 수 있었다(그림 1-2, 1-3).

이와같은 氣孔의 분포나 잎의 단면 組織의 構造變化에 대하여 新居 등(1984)은 施設栽培와 露地栽培 溫州蜜柑의 枝葉과 果實의 形질비교 연구에서, Shiraishi(1989, 1990)는 溫州蜜柑의 葉面cuticle 및 氣孔의 電子顯微鏡 調査에서 類似한 관찰 결과를 보고한 바 있다.

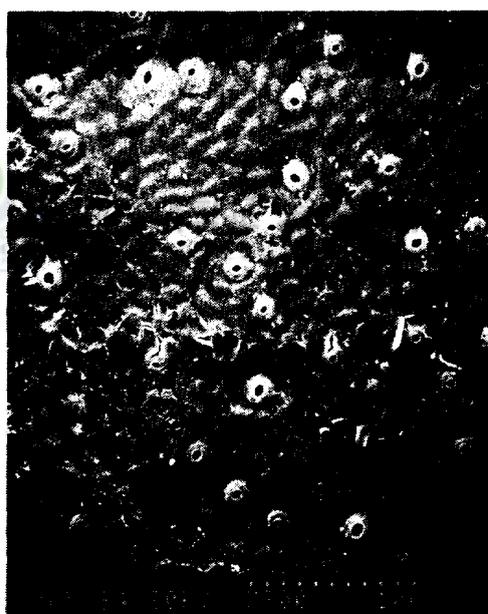
이와같이 加溫區에서는 葉面積이 넓고 葉肉 組織內 海綿狀組織 사이의 細胞間隙이 잘 發達되어있어 同化量이 많아지고 導管 발달이 양호하여 뿌리에서 흡수된 養·水分의 공급이 원활히 이루어지므로써 결과적으로 加溫區가 露地區에 비하여 증수요인으로

작용할 수 있음을 알 수 있었다.

가지의 生長과 잎의 形態를 관찰한 결과를 요약해 보면, 新梢는 加溫區에서 發生數가 많았고 節間長이 길어 늘어지는 경향이므로 剪定, 가지숙기, 摘果, 溫濕度 調節 등의 栽培管理로 樹形調整이 중요한 것으로 推察되었다. 溫區 施設栽培區가 葉面積이 넓고, 葉脈組織이 잘 발달되므로서 養·水分의 貯藏 轉流가 잘 이루어져 增收要因이 되는 것으로 생각되었다.

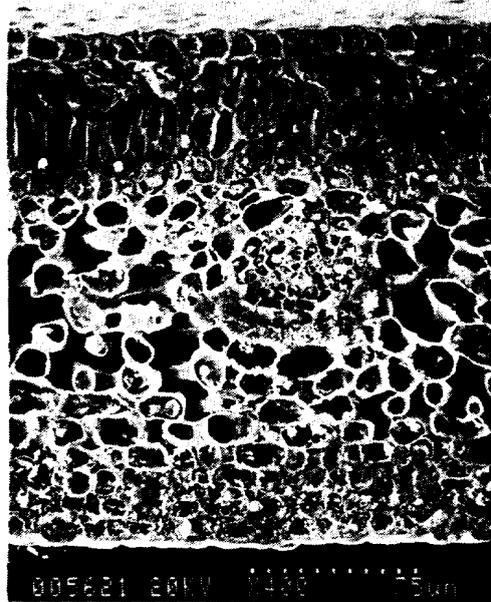


Outdoor

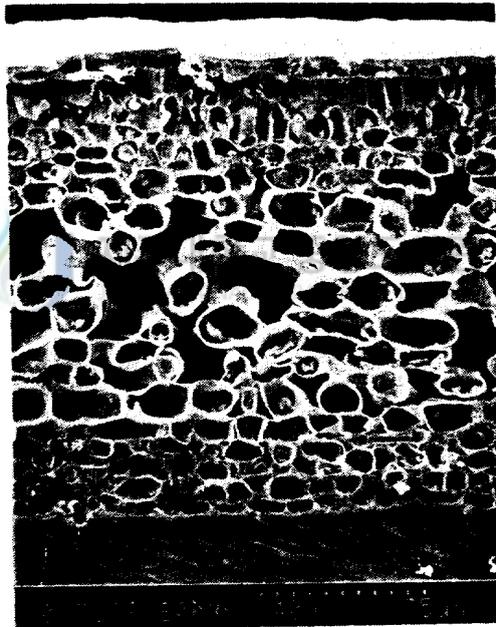


Plastic greenhouse

Fig. 1-1. Electron-micrograph of the lower surface of leaves of Okitsu wase Satsuma mandarin grown in plastic greenhouse and outdoor

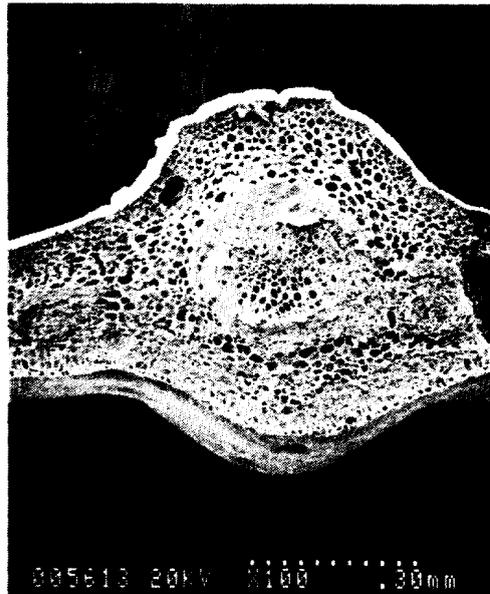


Outdoor

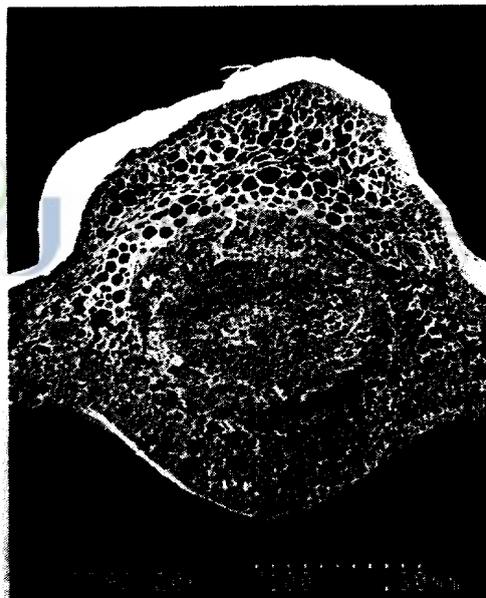


Plastic greenhouse

Fig. 1-2. Transverse-section of leaves of Okitsu wase Satsuma mandarin grown in plastic greenhouse and outdoor



Outdoor



Plastic greenhouse

Fig. 1-3. Transverse-sections of midrib of Okitsu wase Satsuma mandarin grown in plastic greenhouse and outdoor

3. 施設栽培 溫州蜜柑의 光合成 能力

溫州蜜柑 재배에서 果實의 生長과 成熟에 影響을 많이 주는 要因으로 가장 중요한 것은 炭水化物 蓄積의 원천이 되는 光合成能力이다. 施設內 光의 強度는 光合成有效放射(Photosynthetic active radiation ; PAR) 900~1,100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 로 露地의 PAR 1,800~1,900 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 에 비해 50~60% 낮은 수준이었다. 光의 強度에 따른 光合成速度의 變化는 잎의 表面에만 光線을 照射하는 경우(그림 1-4) 加溫區의 잎은 낮은 光量子密度에서도 光合成速度가 빨라 施設內 條件인 PAR 1,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 하의 CO_2 固定速度는 露地條件 PAR 1,900 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 에서의 露地잎의 CO_2 固定速度보다도 빨랐다. 잎의 裏面에만 光線을 照射했을때는(그림 1-5) CO_2 固定速度 絕對量이 表面에 照射했을때보다 크게 줄어 들었지만 加溫區 앞에서 CO_2 固定速度가 빠른 경향은 마찬가지였다.

잎 表面과 裏面の 光合成率이 절대수치가 다소 낮은 경향이었던 것은 表面과 裏面の 光合成 調査 測定時間이 비교적 光合成速度가 낮은 12시경에 실시하였기 때문으로 생각되었다.

小野등(1987)은 감귤 잎의 光合成能力은 잎 表面과 裏面の 양면에서 光이 照射되고 약한 光과 강한 光이 交互로 照射되는 시간이 짧을수록 높아졌으며, 森永등(1985a)는 最先端의 完熟된 잎에서 가장 높은 光合成速度를 나타내었고, 天野등(1972)은 光飽和點은 약 40Klux이고 補償點은 1~3Klux 라고 발표하였다.

溫州蜜柑 잎의 1일중 光合成速度의 經時的 變化를 1994년 5월 18일과 7월 15일 2회에 걸쳐 調査한 結果, 그림 1-6에서 보는 바와 같이 光合成速度가 加溫區에서는 오전 9시에 16 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 로 최고치를 보이고 13시에 빨라졌다가 16시에 다시 10 $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 로 빨라진 후 서서히 느려지는 경향이였다. 露地區에서는 오전

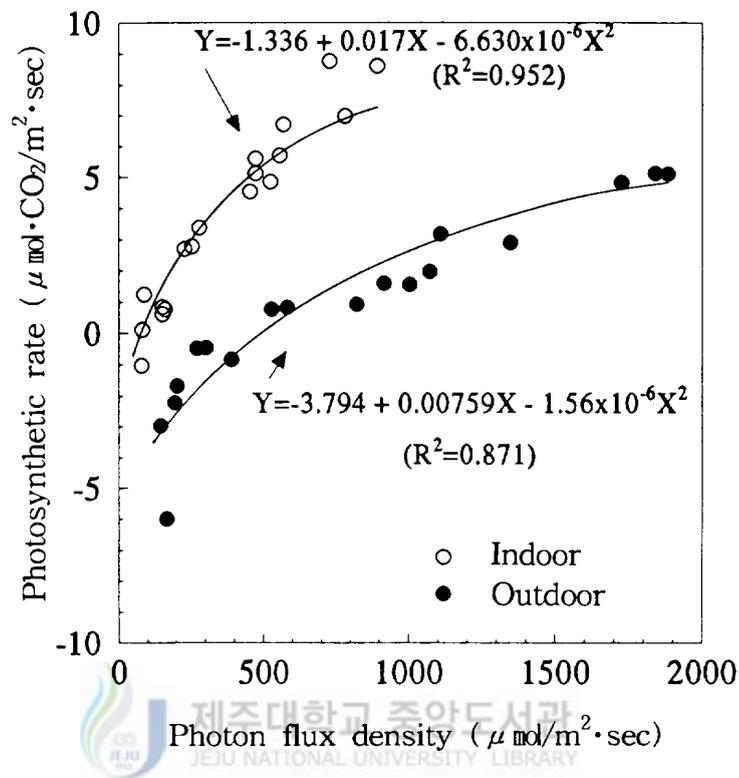


Fig. 1-4. Photosynthetic response of Okitsu wase Satsuma mandarin to the different photon flux density illuminated on the upper surface of leaf grown in plastic greenhouse and outdoor

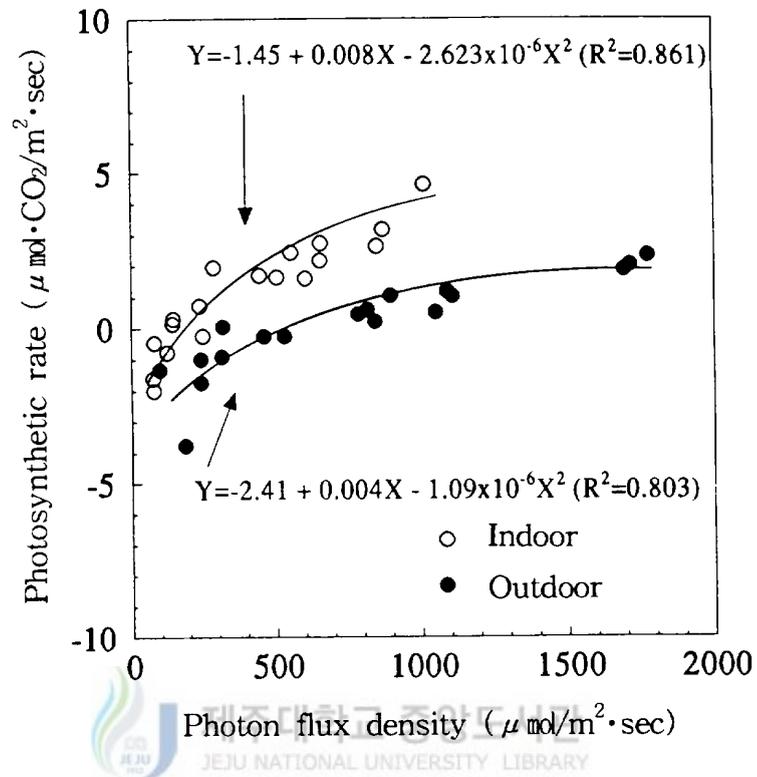


Fig. 1-5. Photosynthetic response of Okitsu was Satsuma mandarin to the different photon flux density illuminated on the lower surface of leaf grown in plastic greenhouse and outdoor

8시에 최고치인 $7 \mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 였으며, 서서히 느려져 12시 이후에는 차이없이 진전되었다. 1일중 光合成量은 加溫區가 露地區보다 2배정도 많은 것으로 나타났다.

小野등(1980)은 10월 상순 맑은 날 1일중 光合成速度는 오전 10시에서 11시 사이에 가장 높은 값을 나타내었다고 하였는데, 본 연구와 1시간의 차이를 보이는것은 조사 시기의 계절 차이에 따른 결과라고 생각되었다.

光合成速度의 1일중 經時的 변화에서 13시경에 光合成速度가 낮아진 것은 그림 1-7에서 보는 바와 같이 13시는 잎의 溫度가 가장 높은 시점과 일치하여 잎 溫度의 상승으로 인한 呼吸量 증가에 의한 것으로 推定된다. 이는 天野등(1972)이 溫州蜜柑에서 眞正光合成速度는 葉溫이 35°C 이상에서는 呼吸增大에 따라 低下되고 25°C 내외에서 가장 높았다는 보고와 같은 경향이었다.

光合成速度와 光量과의 經時的 변화를 비교하여 보면(그림 1-8) 光合成速度가 가장 빨랐던 PAR은 $700\sim 800 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 이었다. 이는 天野등(1972)과 森永와 池田(1991)의 보고에 의하면 $800 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 의 光量子 密度가 照度로는 약 40Klux에 해당되며, 溫州蜜柑의 光飽和點이라는 결과와 같은 경향이었다.

小野와 大東(1978)는 生育期間中 光合成量은 약간 흐린 날이 맑은날에 비해 50%이고 氣溫의 影響은 여름철(7~8월) 약 29°C , 10월에는 22°C 에서 최대 光合成速度를 나타내었다고 하였다.

잎 水分potential의 經時的 변화를 보면 낮동안 -1.5MPa 이하로 떨어졌다(그림 1-9).

森永등(1985_b)은 잎 水分 potential이 $-1.5\text{MPa}(-15\text{bar})$ 이하가 되면 잎에서 光合成速度가 低下하기 시작하고 光合成作用의 유지는 -1.5MPa 이상이어야 한다고 하였다(安宅등, 1994_b).

이상의 결과로 보아 果實生長期中 잎에서의 光合成能力이 露地栽培區에 비해 加溫區에서 월등히 높은 것을 알 수 있으며, 잎의 組織 및 生理的 特性이 弱光下에서도 光合成能力을 높일 수 있도록 변화된 것을 볼 수 있었고, 施設栽培에서 1일중 光合成速度가 가장 빠를때는 오전 9시 전후였음을 알 수 있었다.

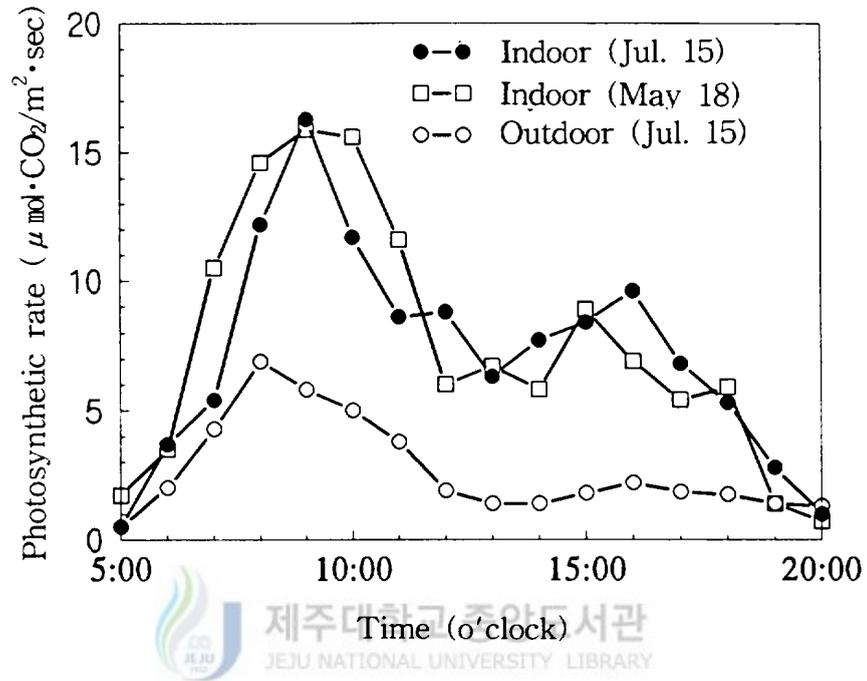


Fig. 1-6. Diurnal changes in photosynthetic rate of Okitsu wase Satsuma mandarin leaf grown in plastic greenhouse and outdoor

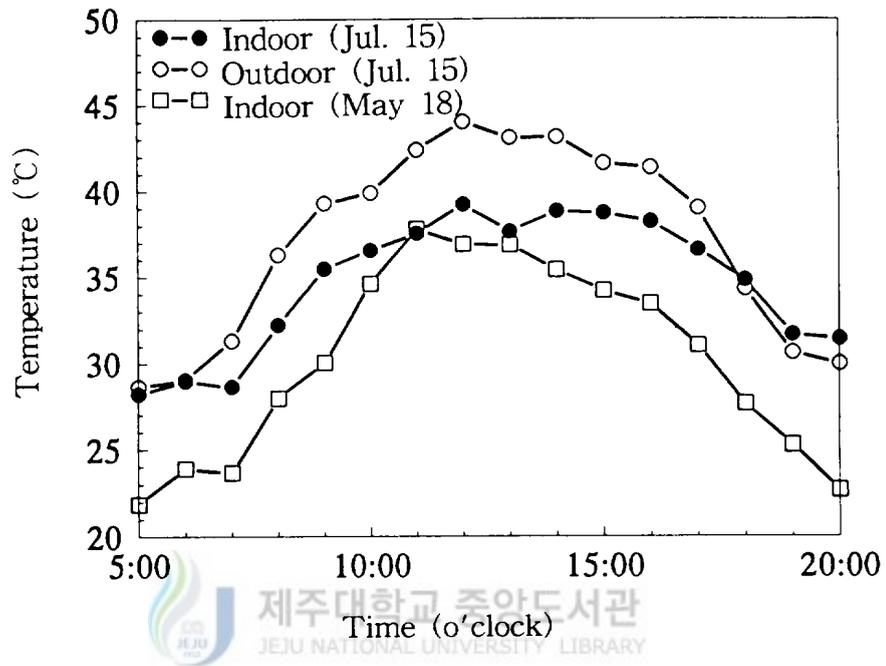


Fig. 1-7. Diurnal changes in leaf temperature of Okitsu wase Satsuma mandarin grown in plastic greenhouse and outdoor

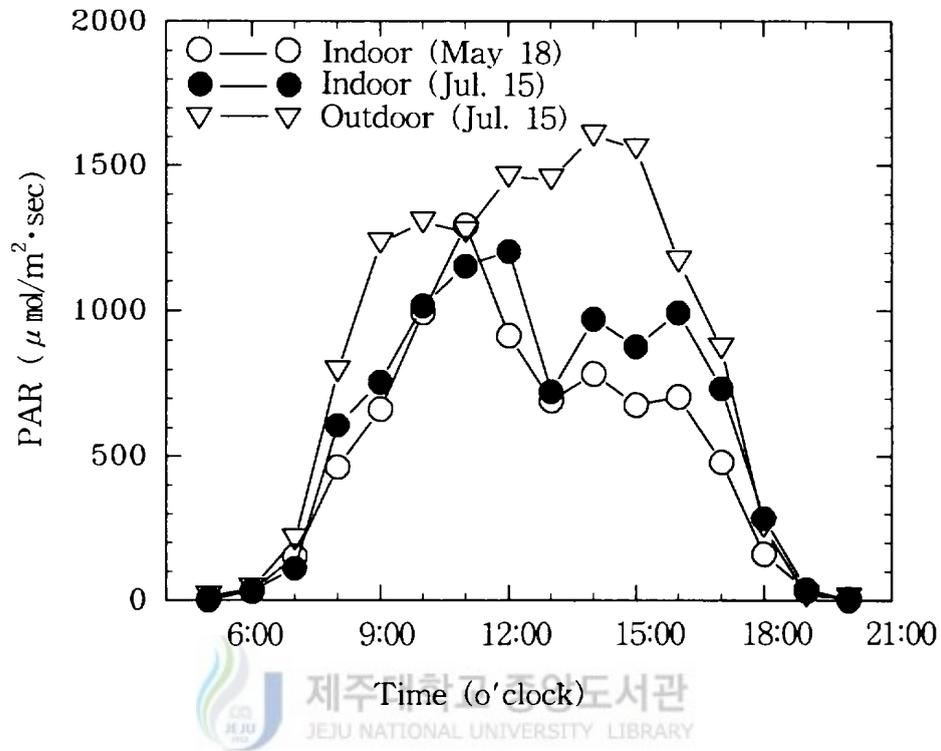


Fig. 1-8. Diurnal changes of photosynthetic active radiation (PAR) in and out the plastic greenhouse.

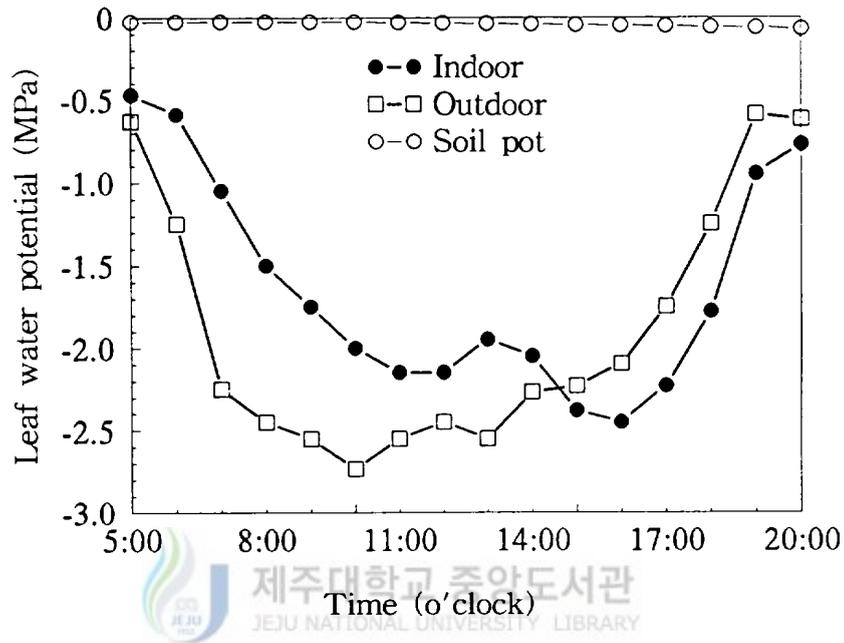


Fig. 1-9. Diurnal changes in leaf water potential of Okitsu wase Satsuma mandarin grown in plastic greenhouse and outdoor

4. 果實의 發育 및 品質特性 變化

果實의 發育段階別 品質特性을 經時的으로 검토하기 위하여 滿開後 80일부터 10일 간격으로 調查한 橫徑과 果形指數의 經時的 變化를 보면(그림 1-10, 1-11) 12월 1일 加溫區와 1월 5일 加溫區는 滿開後 80일에 서서히 增大하다가 滿開後 100일부터 급속히 增大되고 滿開後 140일부터 다시 完만하게 증가되어 190일에는 60mm내외가 되었는데 滿開後 150일부터 190일까지의 1일 肥大量이 0.1mm로 露地區에 비하여 떨어졌다.

한편, 露地區에서는 滿開後 160일부터 肥大 速度가 빨라 加溫區와 差를 나타내었다. 果形指數는 加溫區가 露地區에 비해 전기간 높은 傾向이었는데 이는 平均溫度가 露地區보다 높고 開花期 所要日數가 짧으며, 지온이 높아진데 기인된 것으로 판단되었다. 井上와 錢長(1988)가 施設栽培에서 橫徑肥大가 잘되고 果形指數가 높았다는 보고와 유사한 結果라고 생각되었다.

果重의 經時的 變化를 보면(그림 1-12) 果重의 增加 趨勢도 橫徑의 變化와 같은 傾向이었는데 滿開後 140일부터 果重이 完만하게 증가되었고 果重의 1일 肥大量은 12월 1일 加溫區 0.68g, 1월 5일 加溫區 0.47g에 비하여 露地區는 0.81g로 증가 速度가 빨랐다.

糖度の 經時的 變化를 보면(그림 1-13) 露地區는 滿開後 100일에 6.8°Bx에서 수확 10.6°Bx가 될 때까지 糖도가 全生育期間 동안 고르게 계속 增加되었으나 加溫區에 서는 滿開後 100일에 7.2~7.8°Bx로 서서히 증가되다가 滿開後 140일부터 급속히 增加되어 滿開後 190일에는 12.7°Bx로 높아졌다.

이처럼 加溫區에서 糖도가 높았던 것은 果實 發育期間中 光合成能力이 높았고(그림 1-4, 1-5), 또한 果實의 橫徑, 肥大速度가 억제되었기 때문이라고 推定할 수 있었다.

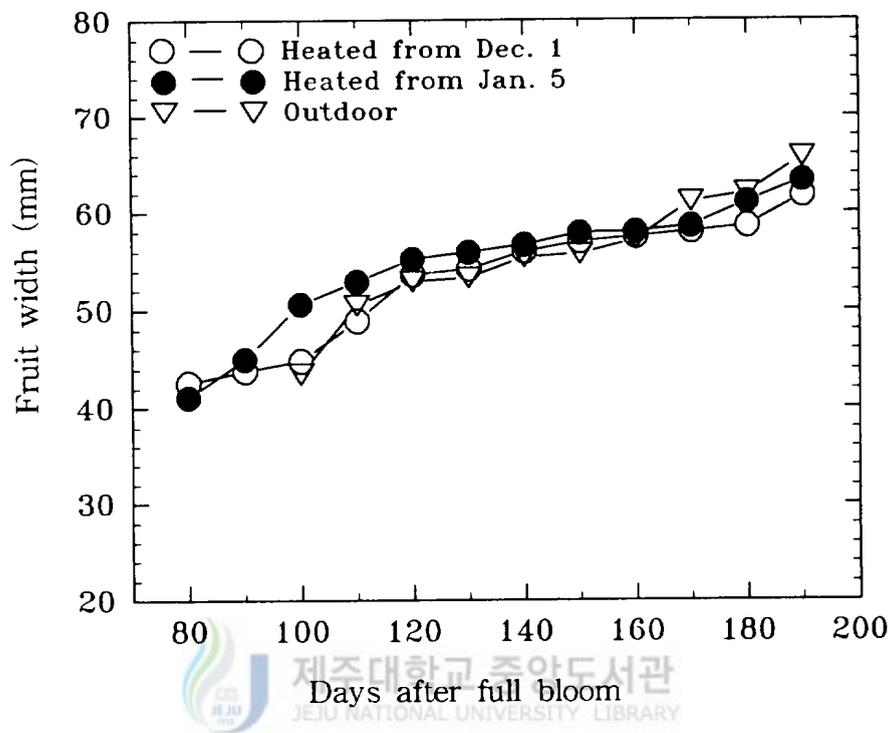


Fig. 1-10. Changes of fruit width of Okitsu wase Satsuma mandarin during fruit developmental stage

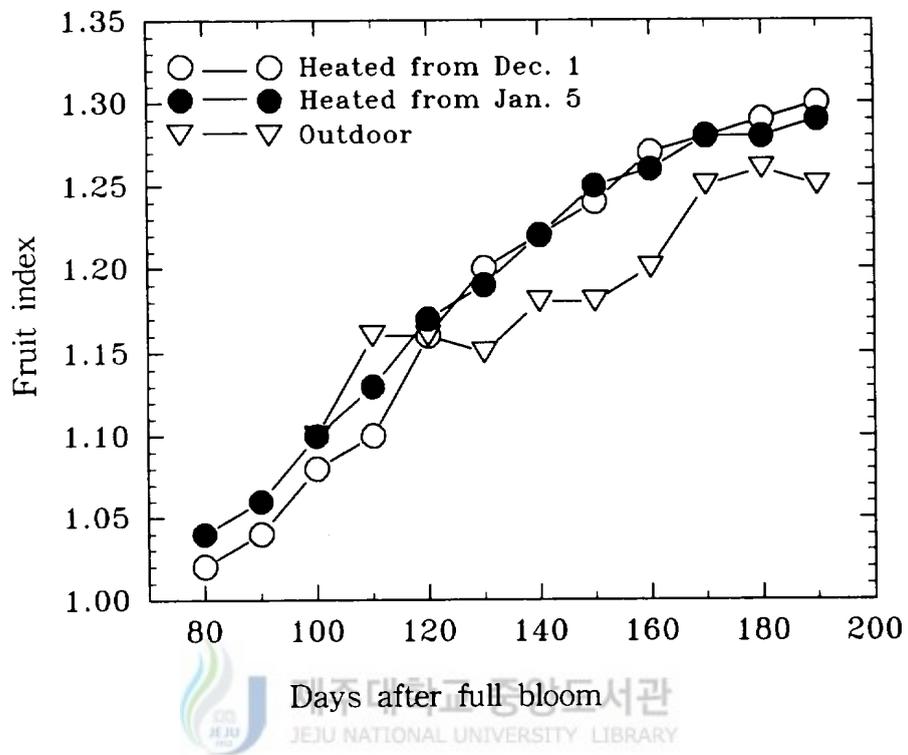


Fig. 1-11. Changes of fruit index of Okitsu wase Satsuma mandarin during fruit developmental stage

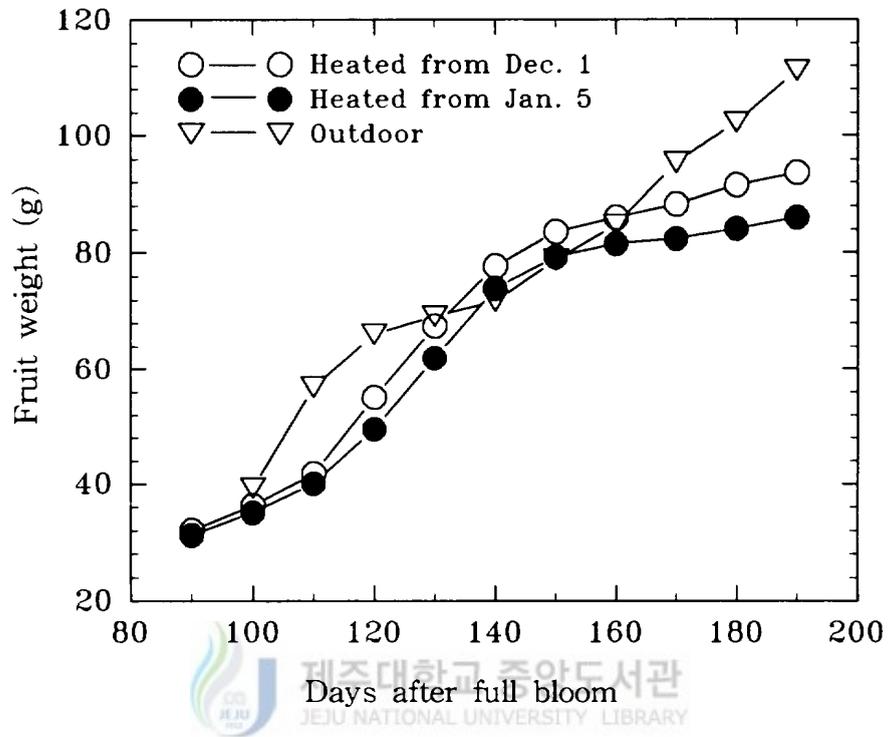


Fig. 1-12. Changes of fruit weight of Okitsu wase Satsuma mandarin during fruit developmental stage

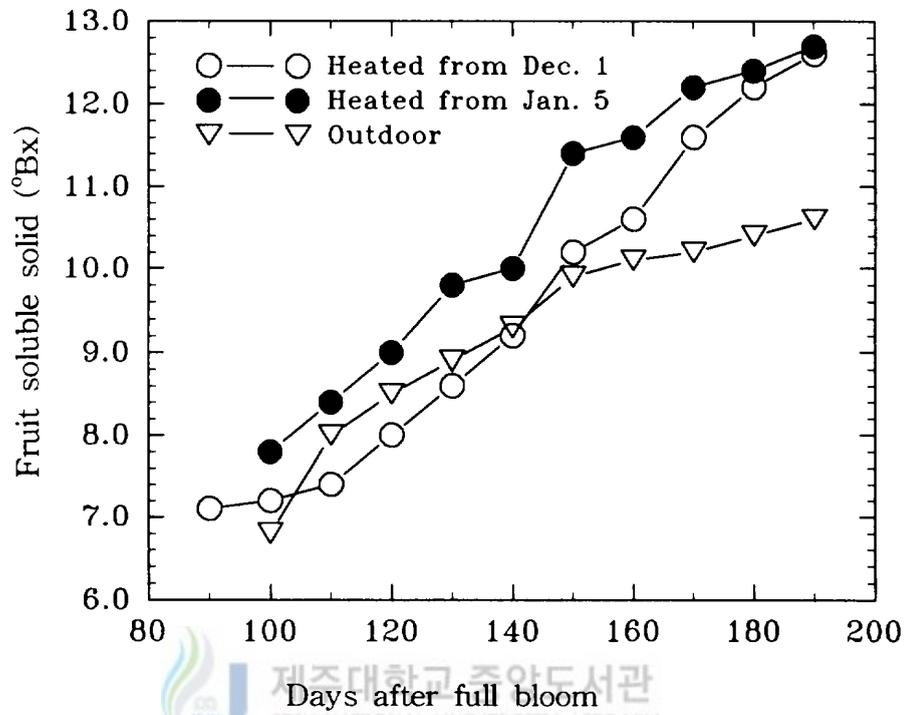


Fig. 1-13. Changes of the juice brix of Okitsu wase Satsuma mandarin during fruit developmental stage

安宅 등(1994a)은 果實肥大와 品質關係 實驗에서 1일당 果實의 橫徑肥大량과 糖度간에는 높은 負의 相關($r=-8.872$)이 있고 구연산함량도 負의 相關($r=-0.717$)이 있어 本試驗 결과와 일치되는 것으로 볼 수 있었다.

柴田 등(1994b)은 果實肥大期의 溫度가 果實發育 및 品質에 미치는 影響을 試驗한 結果에서 果實肥大는 밤온도를 24℃로 조절한 區는 억제되었고, 밤온도를 20℃로 조절한 區에서 果形指數가 높고 酸含量도 다소 높았으나, 다른 品質에는 큰 차가 없었다고 하였다. 加美 등(1994a)은 2차 生理的 落果 終了後 밤온도 24℃區에서는 水分 stress를 강하게 받아 20℃區에 비하여 果實肥大가 억제 되었으나 성숙이 빨라지고 品質이 向上되었다고 하였다.

生育段階別 果汁糖類의 組成比率을 調査한 結果(表 1-6), 果實肥大期에는 glucose 26.6%, fructose 27.2%, sucrose 46.2%로 sucrose가 가장 높았으나, 着色期에는 glucose 35.6%, fructose 36.5%, sucrose가 27.9%로 組成비가 변화되었고, 收穫期에는 glucose 25.6% fructose 24.6%, sucrose 50.0%로서 sucrose 比率이 다시 가장 높아졌다.

Table 1-6. Sugar composition in fruit juice by fruit-maturing stage

Sugar	Fruit-maturing stage (%)		
	Size-increasing	Coloring	Harvesting
Glucose	1.274 (26.6)	4.197 (35.6)	3.268 (25.6)
Fructose	1.305 (27.2)	4.311 (36.5)	3.166 (24.6)
Sucrose	2.214 (46.2)	3.299 (27.9)	6.455 (50.0)
Total	4.793 (100)	11.807 (100)	12.884 (100)

() indicates the ratio of each sugar to the total sugar

이 결과는 生育後期에 sucrose 함량이 증가된다는 向井 등(1995)과 永田와 池田(1991)의 과실 당대사에 관한 보고와 일치됨을 알 수 있었다.

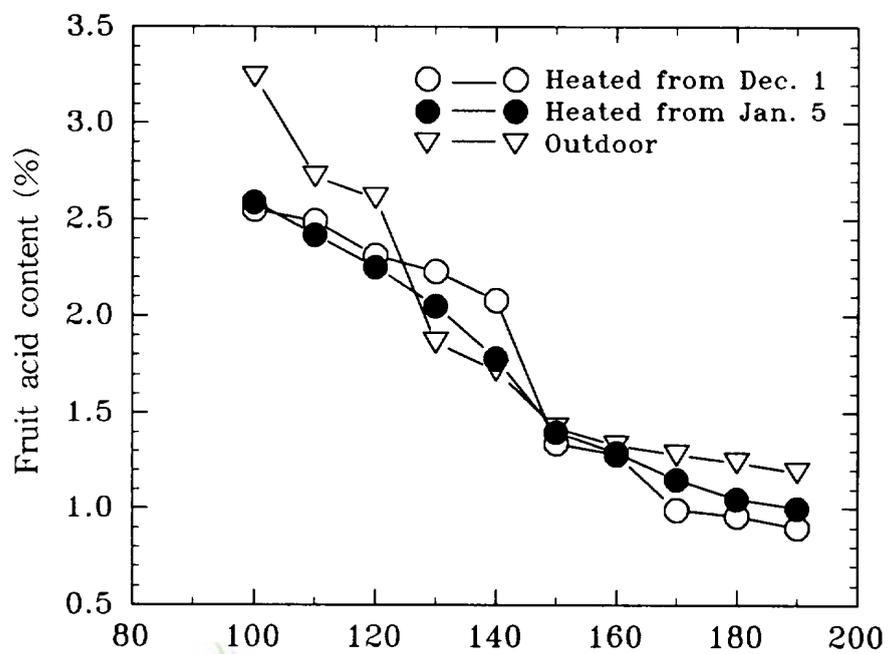
酸含量的의 經時的 변화를 加溫區와 露地區를 비교하여 보면(그림 1-14) 12월 1일 加溫區와 1월 5일 加溫區는 滿開後 100일에서 2.5%였으나 滿開後 140일에서 150일 사이에 0.7%가 감소되었다. 이는 12월 1일 加溫區와 1월 5일 加溫區에서는 施設內 平均溫度가 25℃ 내외로 경과되므로 呼吸作用이 增大되었기 때문에 감산이 급속히 진행된 것으로 생각되었으며 이후에는 減酸率이 완만하게 진전되어 滿開後 190일에는 0.90~1.00%로 낮아졌다. 露地區에서는 만개후 100일부터 160일까지 減酸速度가 빠르게 진전되었다가, 이후 減酸速度가 완만한 것은 11월이 되면서 氣溫이 下降하였기 때문으로 추측되었다. 平野(1979)는 果實의 크기와 酸含量과의 관계 연구에서 果汁의 可溶性 固形物의 濃度 및 酸의 濃度는 果重이 증가함에 따라 감소한다고 하였는데, 糖酸比의 經時的 변화를 보면(그림 1-15) 加溫區는 滿開後 170일에 糖酸比가 13 이상으로 높아져 소비자의 기호성에 맞는 수준이 되었으나, 露地區는 滿開後 190일에도 糖酸比가 9로 낮은 결과를 보였는데 이는 果汁의 增糖, 減酸이 氣溫下降으로 완만해졌기 때문이라 본다.

新居 등(1984)이 收穫期 果實의 品質을 調査한 結果 施設栽培 溫州蜜柑의 糖酸比가 13 이상으로 露地栽培에 비교하여 현저히 높았고 果汁속의 糖組成을 보면 施設栽培에서는 全糖中에 차지하는 還元糖 含量 특히 果糖含有率이 높았고 果肉中の 有機酸組成을 보면 Malic acid 含量이 낮은 경향이었던 보고와 일치됨을 볼 수 있었다(白 1994, 向井 등 1995)

果實의 發育特性 變化를 綜合하여 보면 果實肥大는 滿開後 100일에서 140일 사이에 급격히 增加되었고 그후 增加趨勢가 완만하여 加溫區의 果重이 80g 내외로 商品性이 좋은 果實을 생산할 수 있었다. 糖度の 변화는 加溫區에서 滿開後 100일부터 계속 증가되어 滿開後 170일에 12°Bx가 되어 收穫이 가능하였으나, 露地區는 滿開後 150일 이후는 완만히 증가되어 加溫區와 큰 차이를 보였다. 酸含量은 加溫區나 露地區 모두

滿開後 100일 부터 減酸速度가 급격히 進行되어 滿開後 150일에는 1.4% 내외가 되었
고, 그후 加溫區는 收穫期까지 높은 溫度가 유지되어 0.90~1.00%로 낮아졌고, 露地區
는 氣溫下降으로 收穫期에도 1.21%로 높았다. 그러므로 糖酸比는 加溫區가 13이상
있고, 露地區는 9 정도로서 큰 차이를 보여 加溫區에서 高品質의 果實을 生産 할 수
있다는 것을 알 수 있었다.






 제주대학교 중앙도서관
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 1-14. Changes of acid content in juice of Okitsu wase Satsuma mandarin during fruit developmental stage

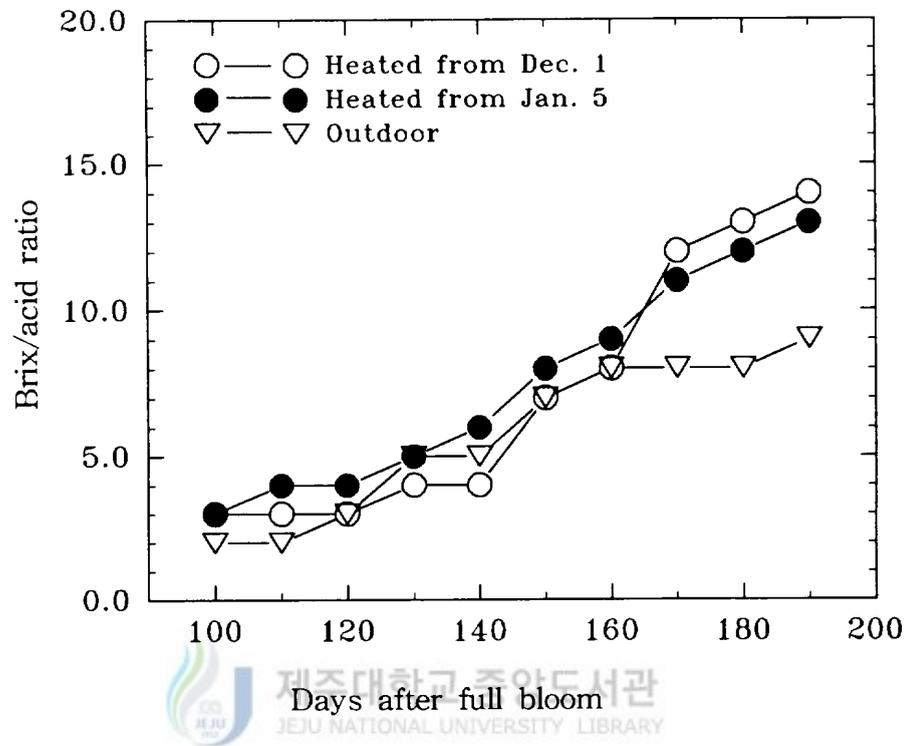


Fig. 1-15. Changes of the ratio of brix/acid in juice of Okitsu wase Satsuma mandarin during fruit developmental stage

5. 施設栽培 温州蜜柑의 果實 特性

收穫期 果實特性을 加溫區와 露地區를 비교하여 보면(表 1-7), 加溫區의 果實橫徑은 60mm 내외이었고 果形指數는 128~136으로 평평한 편이었으며, 果重은 85~108g, 果肉率은 77~82% 이었다. 露地區에서는 果形指數가 125로 縱徑이 다소 길며, 果重은 112g로 큰 편이었고, 果肉率은 72%로 加溫區가 果實크기는 작았으나 果肉率이 높았고 형태적으로 상품성이 좋은 것으로 나타났다. 柑橘의 맛을 높이는 糖度는 加溫區에서 12°Bx 이상이었고, 酸含量은 0.9% 내외였으며, 柑橘의 맛을 판정하는 糖酸比가 14 내외로서 露地區의 9보다 높아 消費者의 嗜好에 알맞는 수준인 것으로 판단되었다. 極早生系統인 上野早生은 酸含量이 낮은 경향이었으므로 一般早生系統보다 收穫期를 앞당기는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 특히, 加溫區의 果肉率이 높은 것은 施設內의 最低溫度가 20℃ 이상의 조건에서 果實肥大가 이루어져 果皮의 두께가 얇아졌기 때문으로 판단되었다. 이는 井上和 錢長(1988)는 果實肥大와 溫度의 영향을 검토한 보고에서 수확시 果重은 露地區가 가장 무겁고, 溫度 처리별로는 25℃區, 30℃區, 20℃區, 15℃區 순이었으며 果皮의 두께는 30℃區에서 가장 얇았고 다음으로 25℃, 노지, 20℃, 15℃區 順으로 두꺼웠다는 결과에서와 같이 施設栽培時 果實成熟期의 기온이 露地栽培보다 높았던데 기인된 결과임을 알 수 있었다.

補助加溫區와 無加溫區의 果實의 特性中 果實의 크기와 果肉率은 加溫區와 비슷한 경향이었으나 果形指數와 糖度 및 酸含量은 露地區와 비슷하여 생육 및 과실특성을 종합하여 볼 때 無加溫栽培는 止揚하고 補助加溫栽培는 加溫費節減과 省에너지차원에서 이용될 가능성이 높다고 생각되었다(加美와 西山 등 1994).

果實의 品質을 높이면서 生産費를 節減할 목적으로 極早生 温州蜜柑을 이용한 加溫栽培에 의한 短期生産에 알맞는 品種으로는 日南1號, 山川早生, 高林, 白浜1號 품종이

우수하였다(加美 등1994a, 清水 1994, 大倉와 德留 1994). 晩柑類는 南香, 淸峰, 天草, 샤잔레드 品種을 2월에 加溫하여 收穫期를 50~60일 短縮하였고, 不知火品種은 4월에 加溫하는 것이 적합하다고 하였다(須崎와 山田 1994d, 猪原와 岩崎, 1994).

이상의 조사결과로 보아 溫州蜜柑의 高品質 果實生産은 加溫栽培이어야 하고 生産 時期 목표 설정은 環境條件, 品種의 特性, 樹勢의 정도 등을 고려한 加溫時期가 결정 되어야 하며 生産費 節減을 위한 省에너지 栽培技術을 발전시켜야 할 것으로 본다.



Table 1-7. Characteristics of fruits in Satsuma mandarins grown under different heating conditions

Treatment	Cultivar	Fruit width	Shape index	Fruit weight	Ratio of flesh	Brix	Acidity	$^{\circ}\text{Bx/acid}$
		mm	g	%	%	$^{\circ}\text{Bx}$	%	
Heated from Dec. 1	Okitsu	61.7	130	93.6	80.4	12.6	0.90	14
	Miyagawa	60.3	136	87.0	80.0	13.0	0.90	14
	Ueno	60.9	132	87.1	79.0	12.0	0.70	17
Heated from Dec. 20	Okitsu	60.2	128	93.8	81.8	12.8	1.03	12
	Miyagawa	64.3	133	108.6	81.3	13.5	0.91	15
	Ueno	61.0	135	96.0	78.4	12.6	0.91	14
Heated from Jan. 5	Okitsu	59.2	129	86.0	77.3	12.7	1.00	13
	Miyagawa	58.0	128	95.3	78.6	13.0	0.96	14
	Ueno	59.3	129	85.3	78.7	11.9	0.85	14
Supplemental heating from Jan. 5	Okitsu	63.2	128	99.2	78.3	11.4	0.76	15
	Miyagawa	63.3	126	100.9	79.9	11.8	0.73	16
	Ueno	59.4	125	75.5	72.7	10.0	0.65	15
No-heating	Okitsu	61.0	126	92.6	81.8	11.8	1.21	10
	Miyagawa	58.0	127	90.0	81.3	12.4	1.19	10
	Ueno	60.6	123	86.8	78.4	10.1	1.05	10
Outdoor	Okitsu	65.7	125	112.2	72.0	10.6	1.21	9

< 試驗 2 > 土壤水分調節이 果汁成分 變化에 미치는 影響

1. 土壤水分의 變化

斷水 처리后 土壤水分의 變化를 보면(그림 2-2) 灌水區는 수확기까지 거의 圃場容水量에 가까운 水分을 보유하고 있었으나, 20일 斷水區와 40일 斷水區는 斷水 30일 전후부터 현저히 낮아졌다. 20일 斷水區의 土壤水分은 斷水處理가 끝나 절수를 시작하는 시기부터 乾燥되기 시작하여 斷水 100일 후에는 -0.5MPa 을 나타내었으며, 그후에도 계속 土壤水分potential이 낮아져 收穫期에는 -0.8MPa 을 나타내었다. 또한, 40일 斷水區의 土壤水分은 20일 斷水區에 비하여 더 빠른 속도로 건조되어 斷水 120일 후에는 -1.5MPa 을 나타내었다. 이 시험에서 사용된 gypsum block의 측정한계가 -1.5MPa 이었기 때문에 40일 斷水區의 收穫時期 土壤水分은 측정이 불가능하였으나 乾燥 速度로 보아 -1.5MPa 이하일 것으로 推測된다. 측정년도가 달라도 斷水處理 기간이 같을 경우 土壤水分의 變化는 큰 차이 없이 비슷하였다.

溫州蜜柑 施設栽培에서는 土壤水分狀態가 柑橘의 糖度에 직접적인 影響을 미치기 때문에 土壤水分 -0.005MPa 이하로 유지하는 기간을 달리하거나 斷水時期 또는 期間을 달리하여 果實의 糖度を 높인 예는 많았다(川野 1982a, 1882b, 1988c, 1988d, 宮本와 中屋 1990b, 永田와 池田 1991). 본 연구에서도 斷水處理를 20일 내지 40일간 예비시험한 결과를 토대로 처리기간을 설정하였다. 施設栽培 포장의 土壤水分 乾燥速度를 보면, 20일 斷水區에 비하여 40일 斷水區가 현저히 빨랐는데, 이는 현등(1994a, 1994b)이 보고한 것과 비슷한 경향으로서 20일 斷水區에서 斷水가 끝나고 절수기간중 空中 撒水한 水分이 土壤의 表土에 스며들어 土壤水分 含量이 높아지므로 인하여 深土의 土壤水分 乾燥速度가 느려진 것으로 생각된다.

2. 果實橫徑의 變化

果實의 橫徑은 그림 2-3에서 보는 바와 같이 斷水處理間 차이가 현저하였는데, 收穫期인 滿開後 180일 전후를 기준으로 하였을 때 無斷水區의 果實 橫徑은 73.4mm로 가장 컸고, 20일 斷水區는 66.0~66.3mm, 40일 斷水區는 57.9~62.0mm로서 적었다.

橫徑이 30mm 내외가 되는 斷水處理 開始期인 滿開後 60일을 기준으로 하여 收穫期인 滿開後 180일까지의 橫徑肥大 增加率을 보면(그림 2-4), 無斷水區 142%, 20일 斷水區 99~121%, 40일 斷水區 93~130%가 증가되었고, 土壤水分이 급격히 낮아진 滿開後 120일부터 180일까지 60일간의 橫徑肥大 增加率은 無斷水區 22%, 20일 斷水區 19~20%, 40일 斷水區 14~17%로 無斷水區와 20일 斷水區는 큰 차가 없으나 40일 斷水區에서는 土壤水分 乾燥가 橫徑肥大에 뚜렷한 影響을 주는 것으로 생각되었다.

그림 2-7에서 보면 無斷水區의 果實糖度가 40일 斷水區에 비하여 현저히 낮았는데 이것은 無斷水區는 土壤水分이 충분하여 樹體生育이 왕성하고 光合成 生産物 이용이 증대되어 果實肥大가 촉진되었으므로, 果汁中 糖含量 比率이 相對적으로 낮아진 것으로 볼 수 있다. 이는 川野(1982_a)와 현등(1990)이 보고한 橫徑肥大량과 糖濃도와는 負의 相關이 있다는 結果와 일치됨을 알 수 있다.

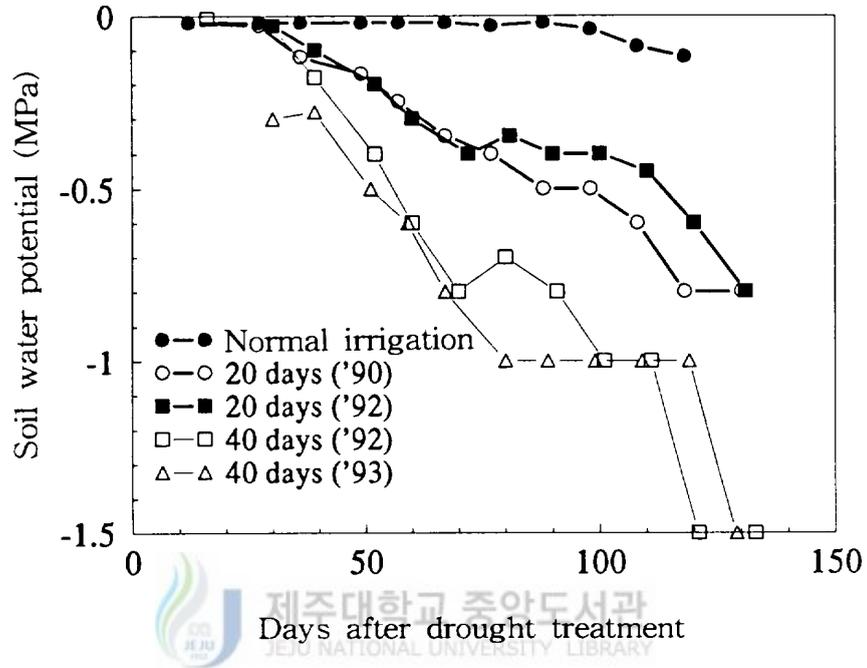


Fig. 2-2. Changes of soil water potential at the depth of 20cm in soil as affected by the different durations of suspending irrigation.

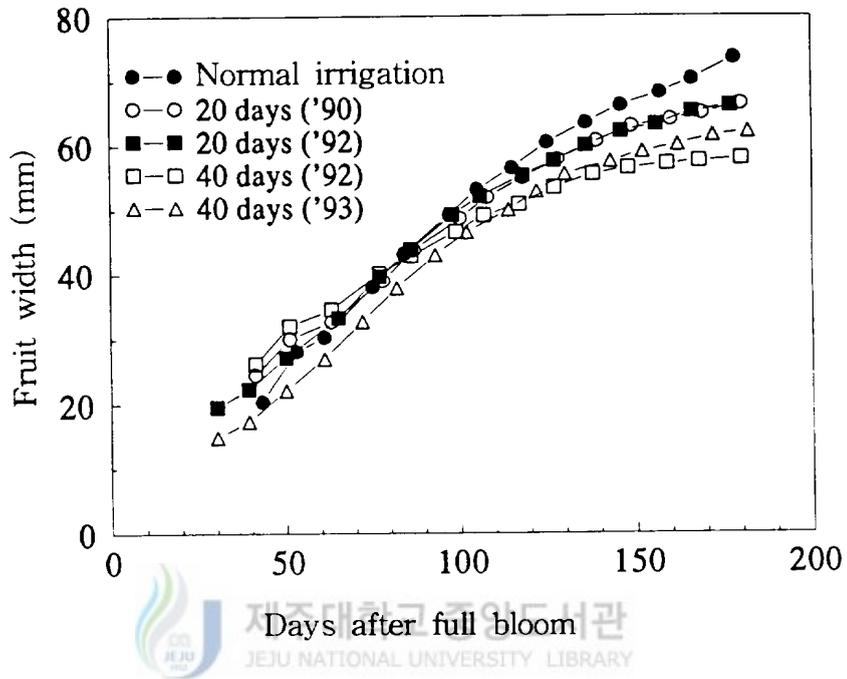


Fig. 2-3. Changes of fruit width of Okitsu wase Satsuma mandarin as affected by the different durations of suspending irrigation.

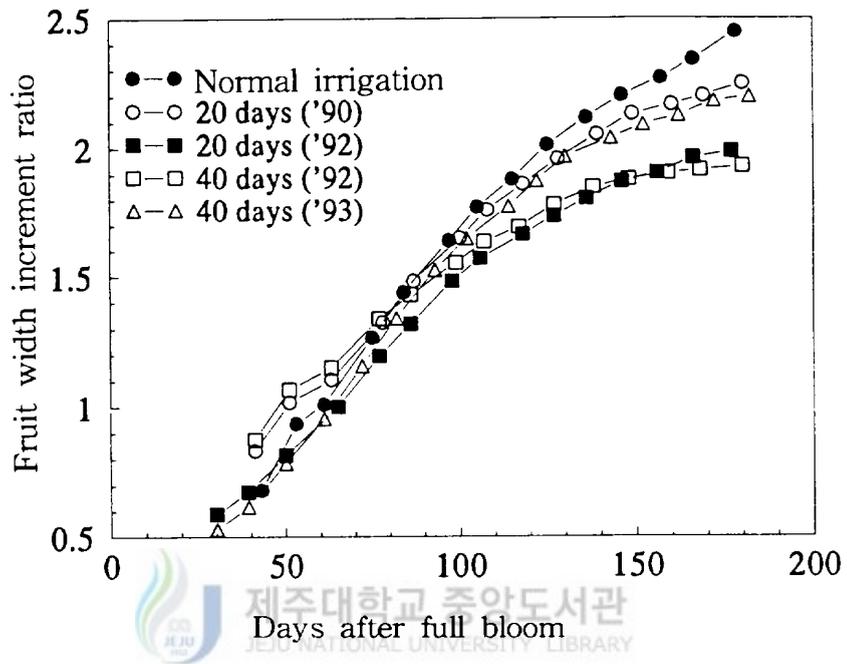


Fig. 2-4. Changes of increment ratio of fruit width of Okitsu wase satsuma mandarin as affected by the different durations of suspending irrigation. Increment ration based on the width at the beginning of the treatment.

3. 果形指數의 變化

果形指數는 그림 2-5에서 보는 바와 같이 20일 및 40일 斷水區가 無斷水區에 비하여 높아졌으며, 생육기간이 길어짐에 따라 果形指數가 커졌다. 收穫期의 果形指數는 無斷水區가 118, 20일 斷水區 136, 40일 斷水區가 130~136으로서 20일 斷水區와 40일 斷水區는 果形指數의 차이가 거의 없었으나, 無斷水區는 이들 처리보다 현저히 낮았다. 따라서, 斷水處理期間이 길수록 果實은 납작한 모양을 띠고 있는 것으로 나타났다. 露地栽培에서 一般早生の 果形指數는 125~130으로 보고되었으며, 鈴木등(1988a, 1988b)은 遮光을 한 경우에는 낮아진다고 보고하였다. 또한 비닐피복후 開花期까지 土壤水分條件이 낮게 유지될 경우 果形指數가 낮아진다는 谷口(1979a)의 보고와 일치하였다.

4. 果皮두께의 變化



果實의 겹질 두께는 그림 2-6에서 보는 바와 같이 1990년 20일 斷水區를 제외하고 20일 및 40일 斷水區가 無斷水區에 비하여 얇은 것으로 나타났다. 收穫期의 果皮 두께는 無斷水區가 2.0mm, 20일 斷水區가 1.4~1.8mm, 40일 斷水區가 1.1mm로서 無斷水區에 비하여 20일 斷水區는 평균 0.4mm, 40일 斷水區는 0.9mm로 얇았다.

斷水處理時期와 處理期間에 따른 果實特性은 滿開後 75일에서 110일까지 35일간 斷水處理를 할 경우 果皮의 두께가 無處理에 비하여 70%였고, 果肉率도 5.7% 增加되었으며(永田와 池田, 1991), 川野(1982a)가 발표한 土壤水分과 果皮率은 有意한 負의 相關($r=-0.628$)이 있다는 보고와 일치되었다.

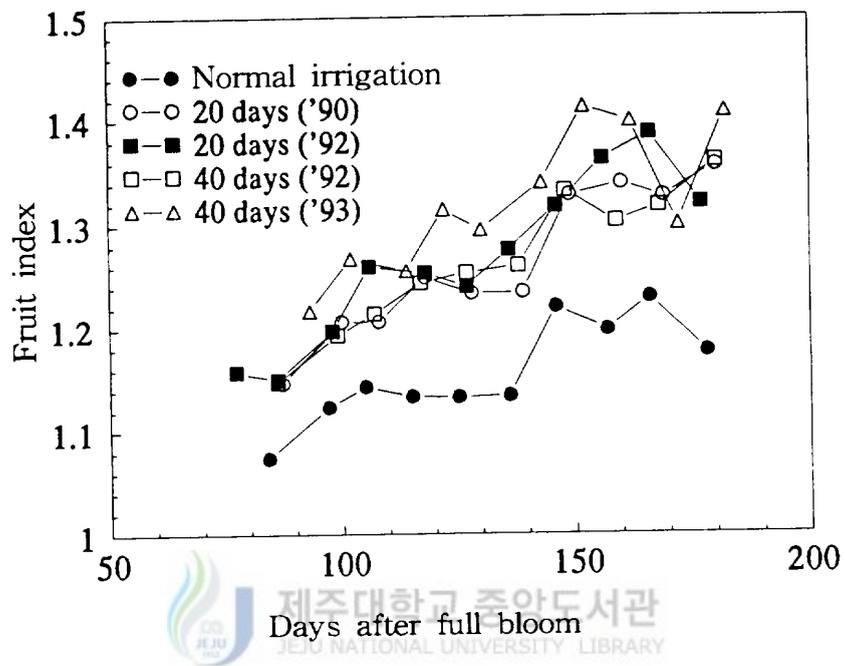


Fig. 2-5. Changes in fruit index of Okitsu wase Satsuma mandarin as affected by the different durations of suspending irrigation.

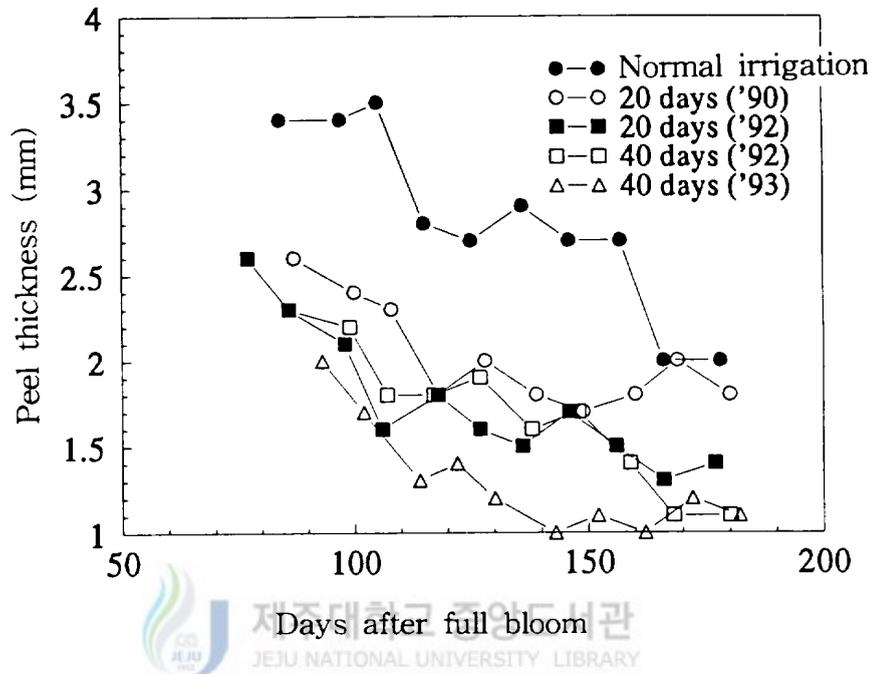


Fig. 2-6. Changes of peel thickness of Okitsu wase Satsuma mandarin as affected by the different durations of suspending irrigation.

5. 糖度の變化

收穫期 果汁의 糖度는 그림 2-7과 같이 斷水處理 기간이 길수록 糖度가 높았다. 無斷水區에서 糖度는 生育期間이 經過되어도 거의 높아지지 않았으며, 20일 斷水區와 40일 斷水區에서는 生育期間中 栽培年度에 따라 약간의 차이는 있었으나 果實 성숙에 따른 糖度 增加가 뚜렷하였다. 收穫期에 糖度는 20일 斷水區에서 10.8°Bx, 40일 斷水區가 12.8°Bx로 無斷水區에 비하여 1.9~3.9°Bx 높았다. 이 결과는 川野(1982b)가 40일 斷水區에서 조사한 糖度보다 약간 높은 편이었으나, 20일 斷水區와 無斷水區에서는 비슷한 경향이었으며, 永田와 池田(1991)의 연구결과보다는 無處理區의 糖度가 다소 낮은 결과를 보였다.

增糖效果는 斷水期間 뿐만아니라 斷水時期에 의해서도 영향을 받는데, 만개후 75일부터 34일간 斷水한 것보다 生育後期인 109일부터 32일간 斷水한 과실의 糖度가 0.6°Bx 높다는 보고도 있다(永田와 池田, 1991).

果實의 糖이 증가하는 時期를 보면 20일 斷水處理는 滿開後 130일 이후에서, 40일 斷水處理는 滿開後 100일 정도로부터 급격히 증가되는 경향으로 조사되어 川野(1982b, 1988c)가 행한 斷水處理 試驗結果와 비교할 경우 增糖時期에 多少間의 차이는 있었으나 전체적으로 비슷한 경향이라고 생각되었다. 또한, 하우스栽培에서 장기간의 斷水處理는 表土部位의 뿌리를 손상시켰으나 節水處理에 비하여 增糖효과는 매우 컸으며, 露地栽培에서도 비닐멀칭에 의해 降雨를 遮斷하고 土壤을 건조시켰을때 增糖효과가 큰 것으로 보고되었다(玄 등, 1933). 제주도에서는 糖度を 높이기 위하여 果實의 發育時期인 滿開後 60일부터 40일간 斷水하는 것이 일반화되어 있다. 그러나, 永田와 池田(1991)은 뿌리 생육의 저해를 감소시키기 위하여 斷水期間을 30일 내외로 하고 斷水開始時期도 滿開後 75일, 109일 또는 141일로 하는 연구가 보고되었고, 加美등(1994a,

1994c, 1994d)은 斷水時期를 관행(橫徑 35mm내외)보다 1개월 늦은 橫徑 45mm내외에서 斷水處理를 할 경우 糖度 12°Bx 이상이고 果實肥大가 양호하였으며, 斷水期에 밤 온도를 24℃로 높였을 때 水分stress를 강하게 받아 成熟이 빨라지고 品質도 우수하였다고 하였다.

收穫期에 果實糖度 향상을 위한 斷水處理로 水分stress가 심하였던 나무에서는 껍질에 凹凸현상을 발견할 수 있어 長期間의 심한 斷水處理는 다음해의 生産성과 직결되는 樹勢弱화를 초래 할 수 있으므로 收穫期の 土壤水分은 pF 2.6내외로 조절되어야 할 것으로 판단되었다(川野 1982b, 1988d, 宮本와 中屋 1990b).

早期加溫하우스 재배를 제외하고는 10월 중순까지 가을순 발생방지를 위하여 灌水를 하지 않기 때문에 土壤水分은 계속하여 乾燥된 상태로 유지해야 하며, 이와같은 土壤乾燥는 樹體에 심한 水分stress를 주는 것으로 본다. 따라서, 土壤水分 건조에 의한 식물체의 水分stress를 감소시키고 增糖效果를 높이기 위해서는 斷水開始時期에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.



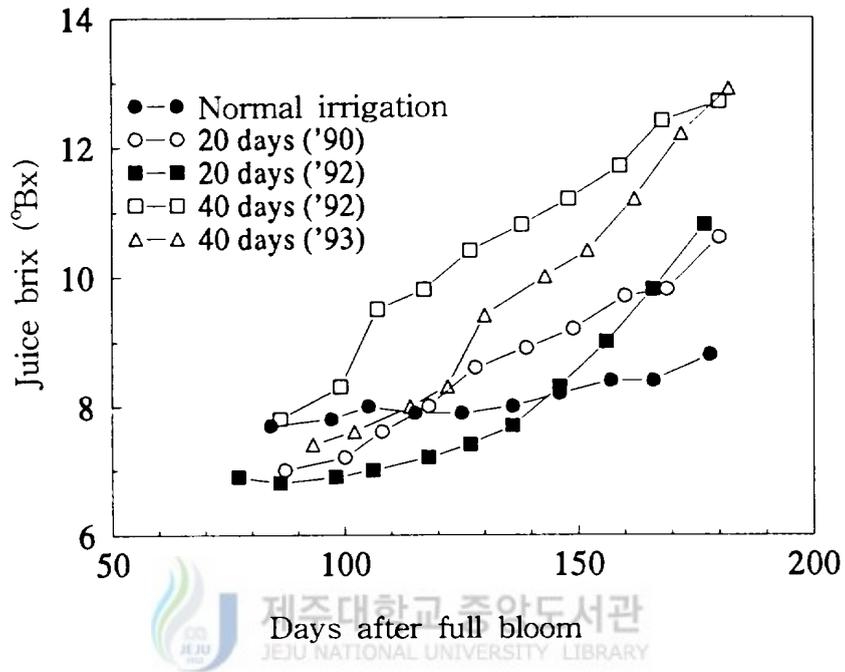


Fig. 2-7. Changes of juice Brix Okitsu wase Satsuma mandarin as affected by the different durations of suspending irrigation.

6. 酸含量的 變化

果實의 酸含量은 그림 2-8에서 보는 바와 같이 滿開後 80일 내외에서 4%를 약간 상회하였으나 成熟이 진행됨에 따라 처리간 큰 차이없이 酸含量이 감소하였으며, 滿開後 150일에서는 1.1%에 달하여 그 이후는 거의 비슷하였다.

宮本와 中屋(1990_b)에 의하면 장기간 斷水處理한 區는 節水處理區에 비하여 酸度가 약간 높았으나, 加美(1994_d)는 果實이 成熟됨에 따라 糖含量은 증가되고 酸含量은 감소하는 결과를 발표하여 본 연구결과와 같은 경향이였다. 따라서, 果實의 酸含量은 斷水處理의 영향보다는 果實의 成熟時期와 밀접한 관계를 갖는 것으로 생각되었다.

7. 糖酸比의 변화

糖酸比는 糖도와 거의 비슷한 경향으로 斷水期間이 길수록 높아졌는데(그림 2-9), 1992년 40일 斷水區에서는 측정 초기부터 다른 처리에 비하여 높았으며, 1994년 40일 斷水區에서는 收穫期 前까지 다른 처리와 큰 차이가 없었으며, 모든 처리구에서 滿開後 160일 이후부터 糖酸比는 급속히 상승하였다. 無斷水區의 糖酸比 8.8에 비하여 20일 斷水區에서는 평균 11.0, 40일 斷水區에서는 14.2로 높았으며, 40일 斷水區의 糖酸比는 永田와 池田(1991)의 조사 성적에 비하여 높은 것이었으며, 無斷水區에서는 낮은 것이었다.

糖酸比는 斷水期間을 길게하여 土壤을 乾燥시키므로써 糖酸比가 항상 높은 것은 아니며, 糖도가 높아짐에 따라 酸度も 높아지기 때문에 오히려 斷水處理 기간이 짧은 시설재배에서 糖酸比가 높게 나타나는 경우도 있고, 斷水處理가 無斷水區에 비하여 糖酸比는 낮았으나, 21일 斷水區가 29~34일간 斷水한 것에 비하여 높다고 하였다(永田과 池田, 1991). 그러나, 本 研究에서 斷水處理 期間이 길수록 糖酸比가 높은 것은 처리간 酸含量의 차이가 적었기 때문으로 생각되었다.

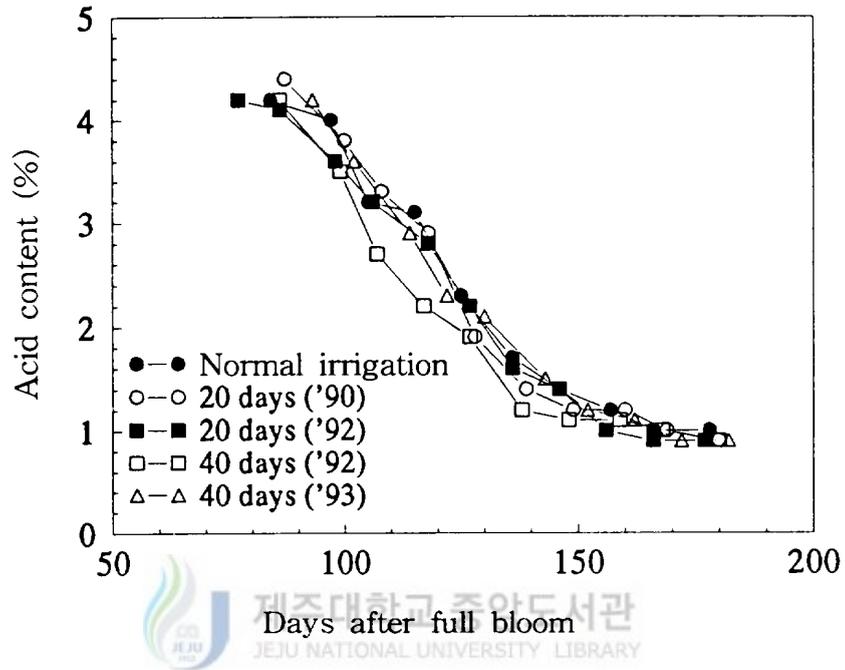


Fig. 2-8. Changes of acid content in fruit juice of Okitsu wase Satsuma mandarin as affected by the different durations of suspending irrigation.

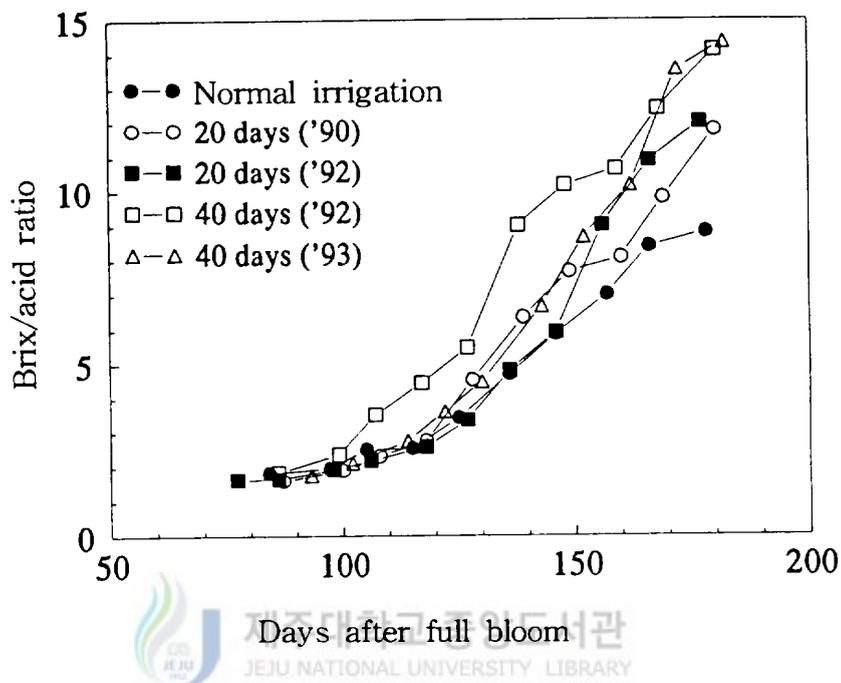


Fig. 2-9. Changes of brix/acid ratio in fruit juice of Okitsu wase Satsuma mandarin as affected by the different durations of suspending irrigation.

V. 摘 要

溫州蜜柑의 端境期 加溫體系를 확립하고자 1989년부터 1994년까지 제주도 농촌진흥원 試驗圃場을 이용, 興津早生, 宮川早生, 上野早生(*Citrus unshiu* Marc. cvs Okitus wase, Miyagawa wase, Ueno wase) 품종을 施設內에 供試하고, 加溫開始期를 달리하여 生育 및 品種特性을 露地栽培와 비교 검토하였다. 또한 早生溫州의 商品性 向上을 위하여 滿開後 60일부터 斷水處理로 土壤水分을 조절한 후 果實의 品質變化를 調查 分析하였던 바, 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 施設栽培의 果實收穫期는 12월 1일 加溫區는 6월 상순, 12월 20일 加溫區는 7월 상순, 1월 加溫區는 7월 중순, 補助加溫區는 10월 상순, 無加溫區는 10월 중순, 露地栽培는 11월 중순부터였다.
2. 加溫區에서 品種間 生育時期의 차는 크지 않았으나 收穫期는 極早生系統인 上野早生이 興津早生이나 宮川早生에 비하여 8~10일 빨랐다.
3. 加溫區는 露地區에 비하여 春枝 발생수가 많았으며, 마디수는 적었으나 마디길이 가 길어 가지의 길이가 길었다.
4. 잎의 구조는 露地區가 柵狀組織이 緻密하고 3겹인데 반해 加溫區는 2겹으로 얇았다. 海綿狀組織은 間隙이 크고 葉脈의 維管束이 잘 發達되었으며, 氣孔의 密度는 낮았고 葉面積은 넓었다.

5. 정오 Photosynthetic active radiation $500\sim 1,000 \mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{sec}$ 조건의 施設內에서 加溫區 앞의 光合成速度는 露地區 앞 보다 5배정도로서 施設內의 낮은 光量子密度에서 加溫區 앞의 光合成量이 많았다.
6. 1일중 光合成速度는 加溫區에서는 오전 9시부터 10시에 가장 빨랐으며 12시에서 14시에 느려졌다가 15시부터 16시 사이에 일시 상승하였고, 露地區는 오전 8시에 가장 빨라졌다가 12시까지 느려져 그 이후는 차이없이 진행되었다. 1일중 光合成量은 加溫區가 露地區보다 2배정도 높은 것으로 나타났다.
7. 果實의 糖度는 加溫區에서 興津早生은 12.0°Bx 이상이였으나, 露地區는 10.6°Bx 로 낮았으며, 品種間에는 큰 차이가 없었다.
8. 果實의 酸度는 加溫區에서 興津早生 0.97%, 宮川早生 0.92%에 비하여 上野早生은 0.82%로 낮았으며 糖酸比는 3품종 공히 13이상으로 露地區 9에 비하여 品質이 우수하였다.
9. 土壤水分調節試驗에서 無斷水區의 토심 20cm 깊이에서 土壤水分potential은 $-0.02\sim -0.12\text{MPa}$ 범위였는데 비하여 20일 斷水區는 -0.8MPa , 40일 斷水區는 -1.5MPa 까지 乾燥되었으며, 果實의 肥大를 收穫期 果實 橫徑으로 비교할때 無斷水區 73.4mm에 비하여 20일 斷水區는 7.2mm, 40일 斷水區는 13.4mm가 각각 작아져 斷水期間이 길수록 果實肥大는 억제되는 경향이였다.
10. 果皮의 두께는 無斷水區의 2.0mm에 비하여 20일 斷水區는 0.4mm, 40일 斷水區는 0.9mm 얇아졌다.



-
11. 果實 收穫期 果汁의 糖度는 無斷水區 8.9°Bx였는데 비하여, 20일 斷水區는 10.8°Bx, 40일 斷水區는 12.8°Bx로 無斷水區에 비하여 1.9~3.9°Bx로 높았다.
 12. 果實 收穫期 果汁의 酸含量은 처리간에 큰 차이가 없이 1.0% 내외였으나, 糖酸比는 無斷水區 9에 비하여 20일 斷水區 11, 40일 斷水區는 14로 높았다.

VI. 引用文献

1. 天野勝司, 日野 昭, 大東 宏, 倉岡唯行. 1972. 果樹の光合成作用に関する研究(第1報). 環境条件が光合成速度に及ぼす影響. 日園學雜 41(2):144~150.
2. 安宅雅和, 柴田好文, 長谷部秀明. 1994a. ハウスミカン品質向上試験. (2) 果實肥大と品質の関係. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):653~654.
3. 安宅雅和, 柴田好文, 長谷部秀明. 1994b. ハウスミカン品質向上試験. (3) 着色促進のための遮光資材・塗布剤の検討. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):655~656.
4. 白子勲. 1994. 果實生理學(柑橘). 光文堂. pp 17~24, 139~182
5. 濱口壽幸, 岸野 功. 1981. 施設栽培ウンシュウミカン收穫果實の着色促進と新鮮度保持に関する研究(第2報). 20℃豫措による實用的な出荷調整法. 日園學會九州支部要旨: 794.
6. 日野 昭, 天野勝司, 澤村泰則, 佐佐木專治, 倉岡唯行. 1974. 果樹の光合成作用に関する研究(第2報). 光合成速度の季節的變化. 日園學雜 43(3):209~214.
7. 平野 曉. 1979. 温州ミカンにおける果實の大きさと糖及び酸含量との関係. 日園學雜. 48(2):162~168.
8. 深谷勝郎. 1983. ハウスミカン栽培における灌水の必要性と対策. 農業および園藝. 58(5):57~62.

9. 현해남, 임한철, 한해룡, 문두경. 1993. 土壤비닐 被覆과 斷根이 土壤水分과 柑橘의 品質에 미치는 影響. 韓園誌. 34(5):368~377.
10. 현해남, 한해룡, 문두길, 임한철. 1990. 柑橘施設內 土壤水分 調節이 畝水分 포텐살과 果實品質에 미치는 影響. 農試論文集(農業産學協同篇). 33:81~89.
11. 현해남, 한해룡, 문두길, 임한철, 문두경. 1991. 柑橘施設內 土壤水分調節이 畝水分 포텐살과 果實品質에 미치는 影響-土壤 水分포텐살 蒸散量 및 擴散抵抗과의 關係. 農試論文集(農業産學協同篇). 34:53~60.
12. 현해남, 한해룡, 김영훈, 임한철, 문두경. 1994a. 施設柑橘에서 斷水處理가 光合成과 果實의 品質에 미치는 影響(2). 斷水處理가 果實品質에 미치는 影響. 農業論文集(農業産學協同篇). 36:31~36.
13. 현해남, 문두길, 임한철, 문두경. 1994b. 施設柑橘에서 斷水處理가 光合成과 果實의 品質에 미치는 影響(1). 斷水處理가 土壤水分 potential과 光合成 速度에 미치는 影響. 農業論文集(農業産學協同篇). 36:21~29.
14. 猪原健一, 岩崎守光. 1994. '不知火'의 加溫時期가 春梢や花に及ぼす 影響. 日本果試. 成績概要(育種·栽培·流通):677~678.
15. 井上 宏, 原田 豊. 1987. 早生ウンシュウミカンの冬季の加溫開始期および加溫の程度と幼樹の根の生長. 農業および園藝. 62(6): 81~82.
16. 井上 宏, 錢長 發. 1988. 生理落果終了後のウンシュウミカン果實の肥大と品質に及ぼす溫度の影響. 香川大 農學部學術報告 40(1):31:~36.

17. 川野信壽. 1982_a. 早生温州の加温ハウス栽培における土壌水分管理(1). 農業および園藝. 57(9):67~71.
18. 川野信壽. 1982_b. 早生温州の加温ハウス栽培における土壌水分管理(2). 農業および園藝. 57(10):65~70.
19. 川野信壽. 1987. ハウスミカンの生産安定と品質向上(1). 農業および園藝. 62(12):53~60.
20. 川野信壽. 1988_a. ハウスミカンの生産安定と品質向上(2). 農業および園藝. 63(2):66~70.
21. 川野信壽. 1988_b. ハウスミカンの生産安定と品質向上(3). 農業および園藝. 63(3):64~66.
22. 川野信壽. 1988_c. ハウスミカンの生産安定と品質向上(4). 農業および園藝. 63(6):57~60.
23. 川野信壽. 1988_d. ハウスミカンの生産安定と品質向上(5). 農業および園藝. 63(7):57~64.
24. 川野信壽, 小原 誠. 1991. ハウスミカンの生産安定と品質向上に関する研究(第4報). 光が果實品質に及ぼす影響. 日園學雜. 60 別1(果樹):676~677.
25. 加美 豊, 毛利幸喜, 矢野 隆. 1994_a. ハウスミカンの品質向上技術確立試験. (1) 2次生理落果終了後の夜温の高低と水分ストレス及び果實品質. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):663~664.
26. 加美 豊, 毛利幸喜, 矢野 隆. 1994_b. 温州ミカンの極後期加温栽培技術確立試験. (1) 省加温栽培に適する品種の選定. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):671~672.

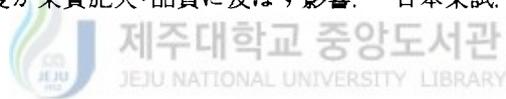


-
27. 加美 豊, 毛利幸喜, 矢野 隆. 1994c. ハウスミカンの品質向上技術確立試験. (2) 摘果開始の時期及び程度の違いと果實品質. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):665~666.
28. 加美 豊, 毛利幸喜, 矢野 隆. 1994d. ハウスミカンの品質向上技術確立試験. (3) 幼果期における節水管理の開始時期と果實品質. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):667~668.
29. 加美 豊, 毛利幸喜, 矢野 隆. 1994e. ハウスミカンの品質向上技術確立試験. (4) 機械油乳劑撒布が着花及び果實品質に及ぼす影響. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):669~670.
30. 加美 豊, 西山富久, 毛利幸喜. 1994. 温州ミカンの極後期加温栽培に関する研究. 日園學會中四國支部要旨 33(1):700.
31. 久保達也, 平塚 伸. 1992. ウンシュウミカンの發育枝葉における光合成能力の經時的變化. 日園學雜. 61 別1(果樹):4~5.
32. 串間新一, 徳滿憲治. 1994. 極早生温州「日南1號」のベンチ栽培による根域制限法. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):679~680.
33. 농림수산부. 1994. 농림수산통계연보 pp 82~119.
34. 宮本久美, 中屋英治. 1990a. ハウスミカン夏枝の營養と着花量の關係. 日園學雜. 59 別1(果樹):20~21.
35. 宮本久美, 中屋英治. 1990b. ウンシュウミカンのハウス栽培における長期間の斷水處理が根群分布, 果實品質および新梢發生に及ぼす影響. 日園學雜. 59 別2(果樹):40~41.

36. 森永邦久, 池田富喜夫. 1991a. 施設栽培ウンシュウミカンの光合成の特性と果實生産力. 日園學雜. 60(1):61~69.
37. 森永邦久, 池田富喜夫. 1991b. ウンシュウミカンの二, 三の栽培管理法が光合成に及ぼす影響. 四國農試報. 54:137~146.
38. 森永邦久, 池田富喜夫, 木原武士. 1985a. カンキツの光合成作用と果實生産に関する研究(第1報). ウンシュウミカンの光合成作用の個葉間差異について. 四國農試報. 45:147~156.
39. 森永邦久, 池田富喜夫, 木原武士. 1985b. カンキツの光合成作用と果實生産に関する研究(第2報). ウンシュウミカンの光合成作用に及ぼす水分の影響. 四國農試報. 45:157~166.
40. 向井啓雄, 高木敏彦, 山本孝行, 野田勝二, 相川博志, 鈴木鐵男. 1995. ホストレス處理したウンシュウミカン果實における糖代謝酵素. 日園學雜. 64 別1(果樹):66~65.
41. 永田賢嗣, 池田富喜夫. 1991. ハウスミカンの時期別乾燥處理が果實特性に及ぼす影響. 日園學雜. 60別1(果樹):12~13.
42. 中島芳和, スラメト スサント. 1992. ハウスブンタン幼樹の開花と結實に及ぼす生育後期のホストレスの影響. 日園學雜. 61 別1(果樹):42~43.
43. 日本園藝農協連會. 1994. 日本果樹統計. 76~125.
44. 新居直祐, 岡川弘臣, 尾崎功浩. 1984. 加温ハウスと露地栽培温州ミカンの枝葉と果實の形質比較. 農業および園藝. 59(11):55~60.

45. 奥田 均, 木原武士, 岩垣 功. 1990. ウンシュウミカン發育枝の光合成速度と着花の關係. 日園學雜. 59 別2(果樹):52~53.
46. 奥田 均, 木原武士, 岩垣 功, 島井弘夫. 1991. ウンシュウミカン發育枝の光合成速度-着果の有無と發育枝の光合成速度の經時的變化. 日園學雜. 60 別2(果樹):16~17.
47. 奥田 均, 木原武士, 岩垣 功. 1995. ホストレスによるウンシュウミカン果實のABA濃度の増加. 日園學雜. 64 別1(果樹):14~15.
48. 大倉野壽, 徳留秀昭. 1994. 加温ハウス栽培における極早生温州の系統比較. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):681~682.
49. 小野祐幸. 1982. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究(第5報). 解體調査からみた開心自然形仕立ての幼木と若木の生産構造. 四國農試報. 40:78~91.
50. 小野祐幸. 1983. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究(第6報)-解體調査からみた開心自然形仕立ての成木と老木の生産構造. 四國農試報. 41:84~100.
51. 小野祐幸, 大東 宏. 1978. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究(第2報). 圃場における環境要因が成木の光合成速度に及ぼす影響について. 四國農試報. 32:1~12.
52. 小野祐幸, 大東 宏. 1982. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究(第4報). 樹冠内光合成作用の部位別相違と果實の發達. 四國農試報. 40:59~77.
53. 小野祐幸, 岩垣 功, 高原利雄. 1987. カンキツの光合成に及ぼす光條件および栽培に関連した諸要因の影響. 果樹試報 D. 9:25~49.

54. 小野祐幸, 工藤和典, 大東宏. 1980. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究(第3報). 樹形のちがいが光合成速度に及ぼす影響. 四國農試報. 35:41~54.
55. 大谷 衛, 森末文徳, 豊島貴司. 1994_a. 施設カンキツ高度生産システム開発事業. (4) ハウスミカン果實の20℃貯藏の期間の違いが果實品質に及ぼす影響. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通): 783~784.
56. 大谷 衛, 森末文徳, 豊島貴司. 1994_b. 施設カンキツ高度生産システム開発事業. (4) ハウスミカン果實の收穫時の着色程度の違いが20℃条件下における果實品質の變化に及ぼす影響. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通): 783~784.
57. 澤野郁夫. 1990. ウンシュウミカン果實の光合成能力. 日園學雜. 59 別1(果樹):14~15.
58. 柴田好文, 安宅雅和, 長谷部秀明. 1994_a. ハウスミカンの品質向上に関する試験. (1) 摘果の時期・程度が果實肥大・品質に及ぼす影響. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):651~652.
59. 柴田好文, 安宅雅和, 長谷部秀明. 1994_b. ハウスミカンの温度管理に関する試験. (2) 果實肥大期の温度と果實の發育・品質. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):657~658.
60. 柴田好文, 小池明, 長谷部秀明. 1994_c. 水分制御による花芽分化促進技術の確立. (3) 植調劑の利用と花芽分化. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):207~208.
61. 清水秀巳. 1994. 極早生温州の加温ハウス栽培. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):649~650.



62. 白石雅地, 1989. ミカンのハウス栽培. 農文協. pp 37~65.
63. Shiraishi, M. 1990. Scanning electron microscopical observations of leaf epicuticular waxes and the stomatal complex of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Environ. Control in Biol.* 28(2):79~86.
64. 須崎静夫, 山田 鍾. 1994_a. 早生ウンシュウの加温栽培における樹體營養と結實管理.
(1) 夏期せん整の程度と結果母枝の形質. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):641~642.
65. 須崎静夫, 山田 鍾. 1994_b. 早生ウンシュウの加温栽培における樹體營養と結實管理.
(2) 加温開始前のマシン油撒布と加温後の發芽, 着花. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):643~644.
66. 須崎静夫, 山田 鍾. 1994_c. 早生ウンシュウの加温栽培における樹體營養と結實管理.
(3) 加温開始前後のビ-エ-液劑の撒布と加温後の發芽, 着花. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):645~646.
67. 須崎静夫, 山田 鍾. 1994_d. カンキツ新品種の施設栽培適應性. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):647~648.
68. 鈴木鐵男, 高木敏彦, 増田 勇, 岡本 茂. 1988_a. ウンシュウミカン樹の生長, 光合成および果實品質に及ぼす相対照度の影響(第1報). 通年照度處理と樹體生長, 果實品質との關係. 農業および園藝. 63(9):93~94.
69. 鈴木鐵男, 高木敏彦, 増田 勇, 岡本 茂. 1988_b. ウンシュウミカン樹の生長, 光合成および果實品質に及ぼす相対照度の影響(第2報)-夏秋季の時期別および萌芽期からの照度處理が樹體の形態・生長, 光合成, 果實品質に及ぼす影響. 農業および園藝. 63(10):88~90.

70. 田端市郎. 1983. 気象条件がカンキツの生育および果實に及ぼす影響. 三重縣農業技術センター-研究報告. 11:23~31.
71. 田中滿稔, 谷岡英明. 1993. ハウス温州ミカンのベッド栽培に関する試験. B. 温州ミカンのハウス栽培技術體系化に関する研究. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):673~674.
72. 谷口哲微. 1979. カンキツ類の施設栽培に関する研究(第1報). 早生ウンシュウの開花前における施設内環境と發育生態との關係. 日園學雜 秋季研究發表要旨:24~25.
73. 谷口哲微. 1979. カンキツ類のハウス栽培の現状と問題點. 農業および園藝 54:1365~1372
74. 富田榮一, 松本圭司. 1985. 夏季の干ばつ年における温州果實品質. 農業および園藝 60(5):96~99.
75. 宇都宮直樹, 樋口浩和, 大久保昌孝, 米本仁巳, 山下重良. 1991. ハウス栽培下での成熟期におけるチェリモヤ果實の發育と葉における光合成速度. 日園學雜 60 別1(果樹):38~39.
76. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1994. 温州ミカンの施設栽培における高品質果實の多收生産技術. (1) 夏枝内の炭水化物, α -アミラーゼ及びGA様活性と花芽分化. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):675~676.
77. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1994. 温州ミカンの施設栽培での根域制限による生育制御. (1) かん水量と樹體水分ストレス及び果實品質. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):621~622.
78. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1994. 温州ミカンの施設栽培での根域制限による

- 生育制御. (2) 根域制限程度と樹の生育及び果實品質. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):623~624.
79. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1994d. 温州ミカンの施設栽培での根域制限による生育制御. (3) 根域制限程度と樹の生育及び根量. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):625~626.
80. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1994e. 温州ミカンの施設栽培での根域制限による生育制御. (4) 葉果比が収穫後の夏枝発生と着花に及ぼす影響. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):627~628.
81. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1994f. 温州ミカンの施設栽培での根域制限による生育制御. (5) 葉果比が果實品質に及ぼす影響. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):629~630.
82. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1994g. 温州ミカンの施設栽培での根域制限による生育制御. (6) 摘果時期が果實品質に及ぼす影響. 日本果試. 成績概要(育種・栽培・流通):631~632.
83. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原 實. 1995. ウンシュウミカンの早期加温栽培に関する研究(第3報). 夏枝の葉柄及び芽の α -アミラーゼ, IAA, GA様活性と花芽分化. 日園學雜. 64 別1. (果樹):64~65.
84. 矢羽田第二郎, 大庭義材, 松本和紀, 津田勝男. 1991. 温州ミカンの早期加温栽培に関する研究(第1報). 休眠・花芽分化に及ぼす低温の影響. 日園學雜. 60 別1(果樹):675~676.

-
85. 山口勝市. 1977. ミカンのハウス栽培技術と問題点. 農業および園藝 52(1):233~239.
86. 山本隆儀, 伊藤博祐, 野堀秀明. 1995a. 果實葉の光合成ポテンシャルの測定方法の検討. 日園學雜. 64 別1(果樹):92~93.
87. 山本隆儀, 伊藤博祐, 野堀秀明. 1995b. 果實葉の光合成ポテンシャル関連の葉形質要因の測定方法. 日園學雜. 64 別1(果樹):94~95.



謝 辭

本 論文이 完成되기까지 始終一貫 激勵와 指導를 배풀어주신 指導教授 韓海龍博士님께 眞心으로 感謝드리오며 本 論文 審査에 指導助言과 激勵로 審査委員長을 맡아주신 金正浩博士님, 審査委員이신 白子勳博士님, 鄭泰英博士님, 文斗吉博士님께 깊이 感謝드립니다.

本 大學校 大學院 入學後부터 本 論文이 이루어질 때까지 學問指導에 애써주신 園藝學科 張田益博士님, 蘇寅燮博士님, 朴庸奉博士님, 康勳博士님을 비롯하여 園藝學科 관계관 여러분과 특히 試驗研究事業遂行과 成績整理에 적극 協助해주신 玄海男博士님과 朴才昊博士님께 感謝드립니다.

本 試驗研究事業調査에 애써주신 濟州道 農村振興院 高一雄院長님, 金永孝연구사님, 姜聖根연구사님, 高泰信연구사님, 李信燦연구사님, 姜鐘勳연구사님, 秦石天연구사님과 試驗局 관계관 여러분께 그동안의 고마움을 몇자의 글로 제 뜻을 표합니다.

本 論文作成에 協助해 주신 農村振興廳 研究管理局 李銀鐘局長님, 金石東博士님, 金宗範博士님, 鄭京浩博士님, 奇光錫博士님, 申淑양 그리고 園藝研究所長 金聖奉博士님을 비롯한 花卉 2科 同僚職員 여러분께 感謝드립니다.

항상 物心兩面으로 걱정해주신 어머니와 두분형님, 형수님 그리고 집안에서 내조에 힘써준 아내 韓貞眞과 明姬, 禎佑, 潤姬 모든가족과 고마움을 같이하며 국민학교 3학년때 돌아가신 아버지 靈前에 이 論文을 바칩니다.