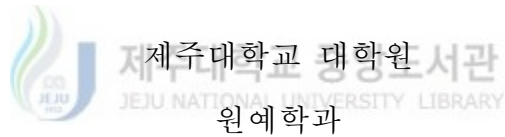


박사학위논문

하우스내 수상월동재배 궁천조생
온주밀감의 결실관리와 품질향상기술



김 영 호

2002년 12월


하우스내 수상월동재배 궁천조생
온주밀감의 결실관리와 품질향상기술

지도교수 문 두 길

김 영 호

이 논문을 농학박사학위 논문으로 제출함

2002년 12월

 제주대학교 중앙도서관
김영호의 농학박사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____

위 원 _____

위 원 _____

위 원 _____

위 원 _____

제주대학교 대학원

2002년 12월

Fruiting Control and Fruit Quality Improvement in
'Miyagawa Wase' Satsuma Mandarin with Fruit
Overwintered on Tree in Plastic House

Kim, Young-Hyo

(Supervised by Professor Moon, Doo-Khil)

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

DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2002. 12.

목 차

목차	i
Summary	ii
List of Tables	vi
List of Figures	x
I. 서 언	1
II. 연구사	3
III. 재료 및 방법	12
1. 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향	12
2. 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향	16
3. 부피 방지제 살포효과	20
IV. 결과 및 고찰	24
1. 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향	24
2. 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향	37
2.1. 월동기간 건조처리시기가 과실품질에 미치는 영향	37
2.2. 월동기간 토양수분 수준이 과실품질에 미치는 영향	42
2.3. 세포비대기 건조처리와 월동기간 토양수분 수준이 과실 품질에 미치는 영향	46
3. 부피 방지제 살포효과	58
V. 적 요	67
VI. 인용문헌	71
Appendix	83
감사의 글	85

Summary

In order to develop the cultural practices of delayed harvest after overwintering of fruit on tree in early-ripening satsuma mandarin, several experiments on methods of fruiting control, management of soil moisture and foliar spray of chemicals to alleviate peel puffing were conducted with 25-year old 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin (*Citrus unshiu* cv. Miyagawa Wase) grafted on trifoliolate orange in the plastic house for three years from May in 1999. The contents of experiments and the results obtained are summarized as follows;

1. Effect of fruiting control methods on yields and fruit quality.

Three methods of fruiting control were compared; annual bearing on the whole canopy (Canopy), annual bearing with branches of alternate bearing (Branch), and systematized biennial bearing (Biennial).

1-1. The fruit crop load delayed the date of sprouting and flowering and reduced fruit bearing in the following season. Annual mean yield per unit volume of canopy calculated from the data obtained for three years was the highest in the treatment of Branch with 3.55 kg/m^3 , those in the treatment of Biennial and Canopy were 2.31 and 2.17 kg/m^3 , respectively.

1-2. Ratio of medium-size fruits (No 3 through No 6) most popular in Korean market was the highest in the treatment of Biennial with 53%, those in the treatment of Branch and Canopy were 46 and 35%, respectively. Ratio of larger fruits was extremely high in the off-year of the treatment of Canopy.

1-3. Effect of fruiting control methods on juice Brix and acidity varied with year, peel puffing index tended to be lower in the treatment of Biennial.

1-4. It was suggested that systematized biennial bearing method be the most reasonable with consideration of fruit quality and management cost as well as yield.

2. Effect of soil moisture management on fruit quality.

Different managements of soil moisture were tested for fruit quality every year. In the first year, irrigation was suspended during the periods of maturing and overwintering (DD: Oct. through March), maturing only (DW: Oct. through Nov.), and overwintering only (WD: Dec. through March). A treatment without suspension of irrigation (WW) was also included. In the second year, three levels of soil moisture were maintained during the period of maturing and overwintering (Oct. through March); dry (-1.0 MPa), intermediate (-0.7 MPa), and wet (-0.1 MPa). In the third year, drought stress was induced by suspension of irrigation during the period of cell enlargement (July 21 through Sept. 19), thereafter three levels of soil moisture were maintained; dry (SD: -0.6 MPa), intermediate (SM: -0.1 MPa), and wet (SW: -0.05 MPa). A treatment of wet level without drought stress (NW) was also included.

2-1. The drier the soil from Oct., the higher the juice Brix and the lower the peel puffing index; juice Brix in the treatment of DD was 11.4 。 Brix which was 1.2。 Brix higher than that of WW, 95 % of fruits in

DD showed no symptom of peel puffing 34 % higher than that in WW.

2-2. The treatment of DD resulted in the reduction of root activity and the increase in the defoliation ratio.

2-3. The treatment of dry level, in the second year, increased juice Brix to 12.3. Brix which was 1.5. Brix higher than that in the treatment of wet level, and lowered peel puffiness index to 0.56 comparing to 0.66 in the treatment of wet level.

2-4. The treatment of dry level lowered leaf water potential and increased defoliation ratio during winter.

2-5. Juice Brix in the treatment of SD, in the third year, was 14.6. Brix. The difference of juice Brix between SD and NW was 2.5. Brix, of which 1.1. Brix was attributed to drought stress and 1.4. Brix to soil moisture level after drought stress.

2-6. Drought stress during cell enlargement increased the concentrations of glucose and fructose in juice by 0.5 %, respectively, and the effect was maintained until harvest after overwintering. Dry soil moisture level from the maturing stage increased the concentration of sucrose in juice by 1.0 %.

2-7. The treatment of SD inhibited peel puffing significantly, increased acidity slightly without any practical significance, but didn't increase defoliation ratio during winter.

2-8. It was concluded that fruit of excellent quality could be produced

by the combination of drought stress during cell enlargement and thereafter soil moisture control.

3. Effect of foliar spray of chemicals to alleviate peel puffing.

Various chemicals were sprayed on the canopy during the period of fruit maturing including Calcite (100x), Cellbine (300x), Kalk-H (300x), CaCl_2 (0.1 %), n-propyl dihydrojasmonate (PDJ; 50 ppm), and gibberellic acid (GA_3 ; 50 ppm). Fruit quality at harvest after overwintering was evaluated with emphasis on the degree of peel puffing.

3-1. Both Calcite and mixture of PDJ and GA_3 could not be recommended even though they were effective in the control of peel puffing, because Calcite attached to peel surface remained until harvest could be misunderstood as toxic residues, and the mixture of PDJ and GA_3 resulted in brown spot on peel surface.

3-2. Foliar spray of Cellbine three times (Oct 12, 26 and Nov. 9) or mixture of Cellbine and GA_3 once (Oct. 26) were recognized to be effective in the control of peel puffing.

List of Tables

Table 1-1. Chemical properties of soil in the orchard of this experiment (2000. 3. 28).	12
Table 1-2. Mineral composition of leaf in the orchard of this experiment (2000. 3. 28).	12
Table 1-3. Treatments of fruiting control during the period of from 1999 to 2001.	14
Table 1-4. Effect of fruiting control on leaf-fruit (L-F) ratio and the number of currunt shoots (CS) in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.	25
Table 1-5. Effect of fruiting control on the date of sprouting and full-bloom in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.	26
Table 1-6. Effect of fruiting control on fruit yield (kg/m ²) in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	30
Table 1-7. Effect of fruiting control on fruit quality in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	35
Table 2-1. Treatment to control soil moisture level in the 1999-00 season.	16
Table 2-2. Target soil moisture level in the 2000-01 season.	17
Table 2-3. Treatment to induce drought stress during cell enlargement and thereafter target soil moisture level in the 2001-02 season.	18
Table 2-4. Effect of soil moisture levels on leaf water potential, root activity and leaf drop ratio in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	38

Table 2-5. Effect of soil moisture levels on fruit quality in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in plastic house.	41
Table 2-6. Effect of soil moisture levels on peel puffing in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in plastic house.	41
Table 2-7. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on leaf water potential and old leaf drop ratio in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	43
Table 2-8. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on total soluble solids of fruit juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	44
Table 2-9. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on titratable acidity of fruit juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	44
Table 2-10. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on peel puffing index of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	45
Table 2-11. Effect of soil moisture control in the 2001-02 season on leaf water potential in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in the plastic house.	47
Table 2-12. Effect of soil moisture level on leaf drop ratio in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in the plastic house.	48
Table 2-13. Effect of soil moisture levels on the contents of free sugars in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2002 after	

overwintering on tree in the plastic house.	54
Table 2-14. Effect of soil moisture levels on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.	56
Table 3-1. Concentrations and dates of spray of chemicals for the control of peel puffing in the 1999-00 season.	20
Table 3-2. Treatments of growth regulators for the control of peel puffing sprayed on Nov. 7, 2000.	21
Table 3-3. Combinations of calcium compounds and GP for the control of peel puffing tested in the year of 2000.	22
Table 3-4. Soil moisture levels (main plot) and chemical sprays (split plot) in split plot design for the control of peel puffing in the 2001-02 season.	23
Table 3-5. Effect of the foliar spray of chemicals on specific gravity and peel puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in the plastic house.	58
Table 3-6. Effect of the foliar spray of chemicals on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in the plastic house.	59
Table 3-7. Effect of the foliar spray of plant growth regulators in the 2000-01 season on the changes in peel puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house.	60
Table 3-8. Effect of the foliar spray of plant growth regulators on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2001 after overwintering on tree in the plastic house.	61
Table 3-9. Effect of foliar spray of calcium compounds and GP in the 20001-01 season on changes in the index of peel	

puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house.	61
Table 3-10. Effect of foliar spray of calcium compounds and GP on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2001 after overwintering on tree in the plastic house.	62
Table 3-11. Effect of soil moisture control and folioar spray of chemicals on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.	64
Table 3-12. Effect of soil moisture control and folioar spray of chemicals on the peel puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.	65
Table 3-13. Effect of soil moisture control and folioar spray of chemicals on the concentration of free sugars in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.	66

List of Figures

Fig. 1-1. Patterns of physiological fruit drop as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.	27
Fig. 1-2. Seasonal changes in fruit transversal diameter as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.	28
Fig. 1-3. Seasonal changes in fruit longitudinal diameter as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.	29
Fig. 1-4. Seasonal changes in fruit shape index as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.	29
Fig. 1-5. Distribution of fruits by size harvested on March 29, 2000 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	31
Fig. 1-6. Distribution of fruits by size harvested on March 29, 2001 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	32
Fig. 1-7. Distribution of fruits by size harvested on March 29, 2002 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	32
Fig. 1-8. Mean distribution of fruits by size harvested in three seasons of 1999-00 to 2001-02 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.	33
Fig. 2-1. Seasonal changes in soil moisture levels as affected by different irrigation treatment in the 1999-00 season.	37

Fig. 2-2. Seasonal changes in total soluble solids of fruit juice as affected by different soil moisture levels in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house in the 1999-00 season.	39
Fig. 2-3. Seasonal changes in titratable acidity of fruit juice as affected by different soil moisture levels in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house in the 1999-00 season.	40
Fig. 2-4. Seasonal changes in soil moisture levels as affected by soil moisture control in the 2000-01 season.	43
Fig. 2-5. Seasonal changes in soil moisture levels as affected by different soil moisture control in the 2001-02 season.	46
Fig. 2-6. Seasonal changes in transversal diameter of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.	48
Fig. 2-7. Seasonal changes in total soluble solids in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.	49
Fig. 2-8. Seasonal changes in fructose concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.	50
Fig. 2-9. Seasonal changes in glucose concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.	51
Fig. 2-10. Seasonal changes in sucrose concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.	52

Fig. 2-11. Seasonal changes in total sugar concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season. 53

Fig. 2-12. Seasonal changes in the contents of acid as citric in the juice of Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season. 55

Fig. 2-13. Seasonal changes in the index of peel puffing of Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season. 55



I. 서 언

제주도의 감귤재배면적 25,796 ha(2000년 기준)의 80% 이상이 조생온주밀감원이다. 제주도 조생온주밀감의 맛은 여름과 가을의 강우량에 의해 크게 좌우되며 해에 따라 변이가 심한 편인데, 관행 수확기인 11월에 수확한 과실은 대체로 당함량이 낮고 산함량이 높은 편이다.

비클라이맥터릭형인 온주밀감 과실은 성숙기간 동안 꾸준히 과즙의 당함량이 증가하고 산함량이 감소한다(杉浦, 1991). 온주밀감의 과실을 나무에 달린 채 월동시키면 과실내 당의 변화는 성숙기부터 1~2월까지 계속 증가하는 경우(上田 등, 1982; 竹林 등, 1992; 矢羽田 등, 1994)와 12~1월에 변화가 없거나 감소경향을 나타내는 경우(大東와 佐藤, 1985)가 보고되어 있다. 그러나 수확기를 늦출수록 당함량이 높아지고 산함량이 낮아져 맛이 좋아지는데 해를 넘겨 수확하면 맛이 더욱 좋아진다고 알려져 왔다(山田 등, 1973; 重里 등, 1974; 池田, 1988; 竹林 등, 1994).

제주도에서는 1997년 일부 농가가 하우스내에서 만감류 품종인 진지향(津之香)으로 고접갱신 했던 중간대목인 궁천조생 온주밀감의 역지(力枝)에 착과된 과실과 무가온재배 및 봉지씌우기로 나무 위에서 겨울을 넘긴 과실을 다음해인 1998년 3월에서 4월에 수확하여 출하하였는데, 소비자의 반응이 좋아 수상월동재배법(樹上越冬栽培法)이 확대되기 시작하였다. 따라서 제주도에서 마련한 감귤산업 발전계획(감귤발전산업기획단, 2000)에는 목표연도인 2011년까지 수상월동 재배면적을 1,500ha로 확장하는 것으로 되어 있다.

봉지씌우기를 하거나 무가온 하우스내 나무 위에서 월동시켜 2~4월에 수확하는 수상월동 재배법은 품질향상과 출하기간 연장이라는 두가지 목적을 달성할 수 있다는 장점을 갖고 있다.

그러나 수상월동 중 과육과 껍질이 분리되는 부피현상이 발생되어 상품가치가 없어지기 쉬우며, 수확기가 늦음으로 인해 다음해 성장패턴이 교란되

기 때문에 월동수확 후 나무관리에 어려움이 있어 수상월동재배법을 보급하기 위해서는 선결되어야 할 문제들이 많다.

이 연구는 조생온주의 하우스내 수상월동 재배법을 확립하기 위하여 수관 전면결실에 의한 연년결실법, 가지별결실에 의한 연년결실법, 수관전체 격년결실법 등 결실관리방법에 따른 수량과 과실품질을 비교하였으며, 성숙기와 월동기간 토양수분 수준에 따른 과실의 품질과 세포질 증가기의 건조스트레스 효과를 평가하였고 칼슘제와 성장조절제의 엽면살포에 의한 부피방지 효과를 시험하였다.



II. 연구사

결실관리와 수량 및 과실품질

온주밀감은 해거리 현상이 심한 편인데 이는 착과부담에 의해서 화아분화가 억제되기 때문이라고 알려져 있다(清水 등, 1975; Monselise와 Goldschmidt, 1982; 森岡, 1987; 森岡와 八幡, 1988). 김(2002)은 제주도에서 조생온주밀감의 화엽비에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 전년도 엽과비라고 하였다. 엽과비가 같다고 할지라도 수확시기가 늦어질수록 다음 해의 꽃수가 감소된다는 보고도 많다(重里 등, 1974; 三田 등, 1976; 上田 등, 1982; 竹林 등, 1993).

착과부담에 의한 화아분화 억제의 원인은 광합성산물이 과실에 지나치게 분배되어 화아분화에 필요한 동화양분이 감소되기 때문이라고 생각해 왔다. 사과에서는 종자에서 생성된 지베렐린이 과경(果梗)을 통해서 나무의 여러 가지로 이행하여 이것이 화아분화를 억제하는 것이라고 알려졌다(清水 등, 1975; 森岡, 1987; 森岡와 八幡, 1989). 감귤에서도 착과지에서는 무착과지에 비해 지베렐린류의 활성이 높다(高木 등, 1989). 또한 수확시기에 따라서도 지베렐린 활성이 달라진다. 실버힐(Silverhill) 온주밀감 24년생 성목에서 10월 중순에 과실을 전부 수확하면 2개월후에 수확하는 것보다 다음 해 봄의 착화량이 많았는데 조기수확구의 11월말 및 1월말 내생 GA₂₀ 활성이 늦게 수확한 구보다 낮았다(尾形 등, 1996). 한편 착과부담이 크면 가지의 ABA함량이 높아져 이것이 화아분화를 억제할 가능성도 지적되었다(Okuda and Iwakaki, 1996).

橋本와 宮田(1990)의 보고에서 1 m²당 수량은 수확시기가 늦어질수록 수량은 약간 많아지고 부피과 발생도 많아졌지만 당도가 약간 높아지고 산함량이 낮아져 품질이 좋아지는 경향이 있다고 하였다. 다음해의 착화수는 조기수확구와 일시 수확 및 분할 조기 3회 수확구에서 많았고, 만기 수확구와

분할 만기 2회 및 3회 수확구에서 적었다. 三田 등(1976)과 上田 등(1982)도 수확시기가 늦어질수록 착화정도는 적어졌고 수확량의 변화에서는 1월 이후로 갈수록 감소가 컸다고 하였다. 그러나 竹林 등(1992)은 궁천조생과 임은주의 가지단위 수상월동기간을 연장하면 다음해도 그 착과지에 대한 착화량은 크게 감소하였으나, 나무 전체의 착화량에 큰 변화는 인정되지 않았다고 하였다. 그런데 山田 등(1975)과 竹林 등(1993)은 전년 결과량의 다소에 따라 착화수가 영향을 받았으나 수확시기가 늦어진다고 착화량이 감소한다는 경향은 인정되지 않았다고 하였다.

열매숙기는 오래 전부터 실행되어 온 결실관리방법인데 조생은주의 적정 엽과비는 25~30으로 알려져 있다(森岡와 八幡, 1989). 적정 엽과비의 유지는 당년도 과실품질 향상과 더불어 다음해의 꽃수확보를 위하여 필요하다는 보고가 많다((森岡, 1987, 1988; 森岡와 八幡, 1989). 문 등(1997)은 열매숙기의 생력화를 위하여 생장조절제의 이용 가능성을 보고하였다.

은주밀감의 적과는 슈음적과로 수관전체에 골고루 착과시키는 방법이 일반적이는데 격년결과 방지와 과실 품질향상 효과가 인정되었다. 그러나 적과가 충분하지 못하면 과실간 양분경합으로 과실비대가 억제되어 소과가 많이 생산되고 다음 해 착화 부족으로 이어진다. 반면 지나친 적과는 비대가 촉진되어 대과가 많이 생산되고 과면도 거칠고 맛이 담백하게 되어 품질은 떨어진다(木原 등, 1995; 森岡, 1988).

矢羽田 등(1995)은 하우스재배에서 엽과비 15일 때 10a당 6톤 전후, 엽과비 10은 7.8~7.9톤이 되는데, 당도 12~13 °Brix의 과실을 10a당 7톤을 수확하기 위해서는 엽과비 12~13 정도가 적당하다고 하였다.

수관전체 슈음적과의 대안으로 가지별 균상결실과 격년결실(포장별) 관리방법이 시도되었다(高橋, 1995). 균상결실의 실제적인 방법은 20년생의 청도은주(靑島濶州)의 경우 가지의 굵기가 2~2.5cm(착엽수 500~600매)인 곁가지를 20~25본 선정하여 균상결실 가지와 완전적과 가지를 1대1로 하여 수

관내에 배치시키고, 균상결실 가지는 관행 슈음적과의 1.5~2배의 과실을 착과시키는 것이다. 이는 격년결과성을 약화시켜 안정하게 높은 수량을 올릴 수 있으며, L·M급과 생산을 증대시키고 품질을 향상시킬 수 있게 된다(木原 등, 1995).

토양 수분과 과즙의 당·산함량

온주밀감에서 수분스트레스와 고품질 과실, 특히 당집적의 증대와 관계에 대해 시기, 정도, 방법, 그 효과 및 작용기작 등에 관하여 1960년대부터 많은 연구가 되고 있다(秋元 등, 1974; 間苧谷 등, 1976; 間苧谷와 町田, 1976, 1977, 1980; 星野, 1986; 현 등, 1990, 1994; 小野 등, 1986; 小野, 1987; 川野, 1988b; 宮本와 中野, 1990; 朝倉 등, 1991; 松本 등, 1991; 長谷部 등, 1992; 山西, 1999). 大東와 富永(1981)는 과실비대 후기부터 성숙기 사이에 수분스트레스가 과즙의 당도 및 산도를 높이는 관계가 있다고 하였다. 長谷部 등(1992)과 向井 등(1996)은 그 때 환원당의 증가가 뚜렷하고, 당대사 방향변화를 지적하였다.

수분스트레스 상태에서 광합성의 저하(高木 등, 1981; 森永 등, 1985; 小野, 1987)에도 불구하고 당집적이 증대하는 기구에 관해서는 뿌리로 분배되는 것을 저해하면서 과실의 수용부위 기능이 상대적으로 향상(朝倉 등, 1991)되고, 비대 억제에 따른 과즙의 물리적 농축효과(管井와 鳥潟, 1976)가 있다고 하였다. Kodaya(1973)는 $^{14}\text{CO}_2$ 를 사용하여 광합성 동화산물의 전류를 검토한 결과, 건조구에서 과실 당도의 상승이 단순한 수분의 공급부족에 의한 물리적인 농축효과보다는 과실로 전류한 광합성산물의 다당류로 합성하는 대사과정의 억제가 하나의 요인이라고 추찰하였다(藥師寺, 1993). Yakushiji 등(1996)은 건조스트레스에 의한 온주밀감의 과즙 당도증가 기작을 삼투조절(osmoregulation)에 의한 것이라고 설명하였다.

秋元 등(1974)은 1966~1969년에 여름철 관수 또는 강우에 의해 과즙 중

가용성고형물 및 산의 농도는 감소되었고, 건조처리에서 증가하였다고 보고하였다. 高辻(1993)와 藥師寺(1994)는 이를 응용한 재배기술로는 강우차단(토양피복, 시설재배 등), 배수촉진(높은 이랑재배, 경사지 재배 등), 근역제한(상자재배 등) 등이 있다고 하였다.

鈴木 등(1967)은 하계 7~8월과 9~10월의 단수구에서 평균과중이 낮았으며, 과즙의 산함량은 7~8월 단수구에서 가장 많고, 이어 9~10월 단수구에 많았으나 가용성 고형물함량 및 당함량은 9~10월 단수구에서 뚜렷하게 많았다. 松本 등(1991)은 성숙기에 당도 상승의 효과를 얻기 위해서는 8월 상순에는 토양수분을 pF 3.2 이상에서 건조시킬 필요가 있다고 하였다. 이처럼 토양건조에 의한 수분스트레스는 광합성산물의 전류에 관계가 있고, 과실품질에도 영향을 준다(高木 등, 1981, 森永 등, 1985).

국내에서는 현 등(1990) 몇몇 연구자에 의해 감귤시설재배에서 토양수분과 당도와의 관계를 조사한 결과 gypsum block 측정치 1이하인 토양에서는 과즙의 당도가 12.5 °Brix 이상이였으며, 측정치가 3-4인 토양에서는 약 10 °Brix이었고, 10 이상인 토양에서는 약 9 °Brix로 토양수분이 낮을수록 감귤의 당도가 증가되는 경향을 보고하였다.

현 등(1994)과 川野(1988b)는 가온 하우스재배에서 만개후 60일부터 40일간의 단수처리는 20일간 단수구 및 무단수구에 비해 수확기의 당도가 2.4 및 4.3 °Brix가 높은 12 °Brix 이상을 유지하기 위해서는 40일 정도의 단수가 필요하다고 하였다. 그리고 宮本(1993)에 따르면 만개후 108일 이후의 과즙당도와 수확시의 과즙당도에는 높은 상관성이 있었고, 하우스재배에서는 만개후 100일까지 빠른 시기에 수확과실의 당도가 결정되는 것 같다고 하였다. 만개후 108일의 과즙당도가 8.8 °Brix 이하가 되면 수확시 12 °Brix 이상의 과실생산은 어렵다고 하였다.

과실의 품질을 좌우하는 토양건조는 온주밀감의 하우스 재배에서는 과실횡경 30~40mm 사이에 실시한다. 이 때 토양의 종류와 하우스의 입지조건,

퇴비의 시용 등의 재배관리 조건에 따라 관수후 토양수분의 변화와 건조까지의 소요일수가 다르기도 하고 같은 수준의 토양수분에서도 수세, 착과의 다소, 신엽의 다소와 근군의 분포상태에 따라서 수체의 수분스트레스가 다르게 나타난다.

김과 문(2001)은 월동하우스재배에서 8월초부터 빗물의 유입을 막아 과실 비대기에 건조스트레스를 받도록 해야 과실 성숙기인 10월이나 11월에 피복하여 수확기 단수를 한 것보다 당도가 높은 과실을 생산할 수 있다고 하였다. 당의 집적은 외부 환경인 토양수분에 의해 영향을 받지만 토양수분 스트레스의 결과는 수체의 건조스트레스를 일으키기 때문이다. 따라서 토양수분은 잎과 과피의 마름 정도, 과실비대 상황 등을 건조스트레스의 수체 지표로 보고 관리를 하는 것이 바람직하다(川野, 1988b).

낮 동안의 잎수분포텐셜은 증산량이 많아지면서 낮아지고 야간에는 높아진다. 따라서 잎수분포텐셜은 해뜨기 전에 안정된 시점에서 측정하는 것이 일반적이다(朝倉, 1991).

森永(1991)에 따르면 잎수분포텐셜은 수분이 제어된 4~6월 온주밀감 시설재배의 중간단수 시기에 가장 낮았다. 그러나 다른 시기에는 $-1.5 \sim -2.0$ MPa 정도였다. 토양 및 잎수분포텐셜과 증산량과의 관계에 관한 연구에서는 일출전 확산저항은 $60-100 \text{ sec/cm}$ 이었으며, 낮 동안의 확산저항은 토양수분포텐셜이 높아짐에 따라 곡선 모양으로 감소하였고, 낮 동안 토양수분이 약 -0.01 MPa 일 때 확산저항은 평균 5.2 sec/cm , 증산량은 평균 $2.2 \mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 이었다고 하였다(현 등 1991).

小野(1987)는 토양의 건조상태가 재관수 후의 광합성에 미치는 영향을 검토한 바, 엽중 수분은 빠르게 회복하지만 건조정도가 클수록 광합성 회복이 늦어졌다. 이 결과 강한 건조스트레스는 광합성에 미치는 영향이 클 뿐만 아니라 증산과 N, P, K 등의 엽중 성분과 엽중 아미노산 및 ABA 함량에 큰 영향을 준다고 하였다.

池田 등(1989)은 하우스 밀감 과즙의 당조성이 과당:포도당:자당 = 1:1:2~3으로 노지에 비해서 환원당의 비율이 상당히 높다고 하였고, 宮本(1993)는 과당:포도당:자당이 40:29:32로 과당의 비율이 가장 높다. 하우스와 노지 밀감과의 당조성 차는 만개후 50일경 건조스트레스와 관계할 가능성이 크다고 하였다.

伊庭(1977)에 따르면 과즙 중 유리당의 변화는 총당이 9월부터 11월 사이에 급격히 증가하고 12월 이후 서서히 증가하며 그 경향은 2~3월까지 계속된다고 하였다. 그리고 池田(1988)의 수상월동재배에서 과즙 중의 총당함량은 6월 15일 수상월동 종료까지 계속 증가되었고, 증대율은 홍진조생이 가장 크게 나타났다. 월동과(越冬果)에서는 조생계통일수록 비환원당 비율이 높게 변화하고, 단당류가 낮았다.

伊庭(1977)와 岩垣(1981)는 개화결실 전후에 과실에서 왕성한 세포분열을 하고, 세포분열이 정지한 후, 7월 중순경부터 과즙의 축적을 개시하여 수확기까지 급격히 증가하며, 환원당의 증가는 8월부터 10월 상순경까지 뚜렷하다고 하였다. 그러나 성숙에 따른 감미의 향상은 가장 양이 많은 자당의 집적에 의한 것이라고 하였다(矢羽田, 1990; 金, 2002). 竹林 등(1993), 矢羽田 등(1994)과 高木 등(1996)에 의하면 가을철 강한 스트레스에 의해 온주밀감의 과피와 과즙의 당 중 환원당이 증가했다고 한다.

伊庭 등(1977), 竹林 등(1992)과 竹林 등(1993)은 월동기간 궁천조생의 과즙 중 총당의 변화는 11월부터 증가하여 3월까지 이어졌고, 최초의 증가는 자당의 증가에 의한 것이었고(Richardson 등, 1997), 재상승은 과당함량의 증가 때문으로 보았다. 福田(1985)는 적숙기로 수상(樹上)에서 가식(可食)상태가 된 단계, 완숙기는 과실이 본래 가질 수 있는 최고의 식미에 달한 단계이며, 수상에서 이 단계에 도달한 경우에는 적숙기의 후반이라 판단하고 있다. 따라서 궁천조생에서는 통상의 수확기에서 수상 완숙처리 종료시까지를 적숙기로 하고, 특히 그 후반을 완숙기로 하는 것이 타당하다고 하였다.

성숙기의 온주밀감 과즙내 당의 조성은 자당이 반 이상을 차지하고, 그 다음이 과당, 포도당 순이라고 하였다(大東와 佐藤, 1985).

長谷部 등(1992)은 건조스트레스를 받은 쪽에서 자당의 증가비율보다 과당 및 포도당의 증가비율이 높았다. 이것은 과실내로 과당 및 포도당의 전류가 촉진되나 과실내에서 자당의 합성이 방해되기 때문이다. 그러나 矢羽田 등(1994)은 수체에 건조스트레스를 주는 토양피복처리와 과즙내의 자당의 증가가 뚜렷한 월동완숙재배에서 과실내 당의 집적기구와 이러한 효소와의 관련성을 구명할 과제라고 지적하였다.

川野(1988b)와 Yakushiji 등(1996)은 산함량과 토양수분의 관계는 당과의 관계처럼 명확하지 않지만 토양수분이 적을수록 산함량은 높았다고 하였다. 과실의 발육기에 지나친 건조스트레스를 주면 성숙해도 산함량이 지나치게 높을 수도 있다. 과실의 발육기에 산함량이 지나치게 높은 경우에는 엽면살수와 소관수를 이용해 착색기 이전에 산함량을 저하시킬 필요가 있다. 中間(1991)에 의하면 수확기의 산함량, 과즙량을 비교하면 분해와 희석의 기여율이 계산되었다. 9월 20일부터 산함량은 20.1% 감소하나, 과즙량은 53.1% 증대한다. 결국 수확기의 산 농도의 감소에 대한 기여율은 산의 분해보다도 과즙의 증가에 의한 것이 2.6배 크다.

부피과의 발생기작과 제어

부피과는 수확할 때 가위에 의한 상처가 나기 쉽고, 선과, 박스포장, 수송 중에는 눌러져 과실 모양이 변형되고 외관이 불량하게 되거나 부패되기 쉽다. 부피가 발생하면 albedo 조직이 끊어져 ethylene이 생성되고 호흡이 상승하기 때문에 과즙의 산이 저하하고, 당이 오르지 않아 담백하게 된다(間葎谷 등, 1983).

온주밀감은 가을철에 온난다우한 지역에서는 과육선숙형을 나타내기 때문에 부피현상의 발생이 뚜렷하게 된다(末次 등, 1988). 부피발생의 원인은 11

월부터 12월에 결로현상(이슬)이 발생하고 다습하여 과피에서 수분흡수가 상당히 많아져 강우가 적어도 부피의 발생이 많아지기 때문인데, 이러한 것들을 차단시켜 부피를 뚜렷하게 억제시킬 수 있었다(河瀬, 1984).

과즙의 산함량을 낮추는데는 물을 뿌려 주는 것이 효과적이지만 성숙기 수관살수는 부피발생을 증가시킨다(川野, 1988b).

부피발생의 기구에 대해서 倉岡(1962)는 과피의 albedo세포가 변형발육하고, 성숙시에 비 또는 이슬에 노출되어 flavedo 내 유포가 흡수팽윤하면서 생기는 물리적인 힘에 의해 albedo 조직이 붕괴하기 때문에 발생한다고 하였다. 倉岡 등(1975)은 노지 온주밀감에서 과육의 비대가 정지한 10월 하순 이후에 flavedo부의 cellulose 활성이 거의 저하되지 않았으나 albedo부의 cellulose 활성은 저하되기 시작하여 flavedo부와의 신장력 차에 의해서 부피가 발생한다고 하였다. Kawase와 Hirai(1983)와 河瀬(1984)의 보고에서 과피중(果皮重)은 과육중(果肉重)의 증가가 정지한 후에도 증가를 계속하고, 이 시기에 과실이 부피가 되는데 이 과피무게의 증가는 가용성 당의 증가에 따르고, 과피 건물중의 증가 대부분이 당의 증가에 의한 것으로 당축적과 부피발생과 밀접한 관계가 있었다고 하였다.

大東와 佐藤(1984)의 보고에 의하면, 12월 하순이 되면 조생온주밀감 과실이 성숙됨에 따라 연화되는데 총 펙틴질에 대한 수용성 펙틴질의 비율은 점점 증가되면서 과피조직의 세포벽 접착부분이 감소하기 때문에 가성소다 가용성 펙틴질의 비율이 저하하여 1월까지 이어졌다고 하였다.

長谷部 등(1990)에 따르면 수상에서 월동하는 과실의 비중은 과실이 커질수록 낮아지는 경향이 되고, L, M급과는 부피과가 되었다고 하였다. 竹林 등(1993)은 수상에서 월동착과시 임온주는 궁천조생에 비해 부피과 발생이 빠르고, 그 비율이 높다고 하였다.

부피의 발생을 경감하는데는 토양건조 등의 기본적인 대책 외에 성장조절제를 이용하는 방법이 있다. 부피의 발생을 적게 하는 약제로 크레프논, 셀

바인과 휘가론 등이 실용화되었다(牧田, 1998).

石井 등(1981)의 보고에서 탄산칼슘(크레프논)은 미립자로서 기공의 폐쇄를 방해하고, 과실수분을 감소시켜 부피 억제작용을 하지만, 초산칼슘(셀바인)은 쉽게 albedo 조직까지 침투하고 그 세포벽의 강화 등에 관여하여 방지효과를 나타낸다고 하였다. 수용성 칼슘은 착색전에 살포하여 칼슘 흡수에 의한 펙틴산 칼슘의 작용으로 과피의 활성을 유지시키고 또한 에틸렌 발생을 억제하여 부피를 경감시키는 것 같다(間苧谷 등, 1983; 河瀬 등, 1985).

부피경감제로 이용하는 휘가론의 경우 착색시와 그후 2주가 지난 뒤 각각 2000배액을 살포하면 휘가론 살포에 의한 부피 경감효과는 있지만 착색이 약간 억제된다. 그러나 수확후 단기저장과 고온예조를 실시하면 과피색은 양호하게 된다. 이처럼 착색이 억제되어 부피가 경감되는 것은 휘가론의 옥신 활성에 의한 표피의 노화방지에 의한 것이기 때문에 살포에 의한 과피의 지표가 되는 수용성 펙틴의 증가가 억제되기 때문이라고 하였다(河瀬 등, 1985).

지베렐린의 부피방지 경감효과는 10월 중순 지베렐린 5ppm 처리효과가 인정되었으나(石井 등, 1981) 녹반이 남아 생식용으로는 부적하였고, 과즙성분에서는 당도의 상승이 뚜렷하였다(Kuraoka, 1977; 上田 등, 1982). 그러나 이러한 방법은 과피의 착색과 과실 성숙의 지연 등 약해를 발생시키기 때문에 실용화되지 않았다.

山西 등(1999)은 감귤 과실의 당도상승에 효과가 있다고 한 ABA와 유사한 효과를 가지고 있으면서 저농도에서 효과가 기대되는 자스몬산 유도체인 n-propyl dihydrojasmonate (PDJ, 일본 Nippopn Zeon Co. 제품)와 지베렐린(GA)의 혼합처리가 부피를 유의하게 감소시켰다고 하였다.

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향

가. 시험포장 조건과 시험수

이 시험은 제주도 북제주군 한림읍 월림리 해발 90 m에 위치한 무가온 플라스틱 하우스 안의 물 빠짐이 양호한 암갈색 화산회토에서 재배되고 있는 탕자대목의 25년생 궁천조생(宮川早生)온주밀감(*Citrus unshiu* cv. Miyagawa Wase)을 시험수로 하여 1999년 5월부터 2002년 5월까지 3개년에 걸쳐 수행하였다.

Table 1-1. Chemical properties of soil in the orchard of this experiment (2000. 3. 28).

Place	pH (1: 5)	EC (ds/m)	O.M.			Av. P ₂ O ₅	Mg	K	Ca
			(mg/kg)						
Plastic house	5.0	0.85	126	401	170.9	0.40	0.70	0.98	
Open field	5.1	0.37	114	48	407.9	0.55	0.62	2.56	

Table 1-2. Mineral composition of leaf in the orchard of this experiment (2000. 3. 28).

Place	Macro nutrient(%)						Micro nutrient(ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
Plastic house	2.36	0.15	0.89	1.30	0.40	0.02	87.7	48.5	2.27	52.8	43.5
Open field	2.15	0.10	0.43	2.75	0.55	0.05	82.7	44.7	2.01	81.1	55.0

일반재배 관리는 농가관행에 준하여 1, 2차년도에는 비교적 다습하게 관리하였다. 반면 3차년도에는 건조관리가 당도 증가에 중요하다는 것이 알려지면서 세포비대기부터 건조하게 관리하였고, 수확일은 매년 3월 29일이었다.

시험지 토양의 이화학적 성질은 Table 1-1, 잎의 무기성분 함량은 Table 1-2와 같았다.

나. 결실관리 방법의 처리

수관전면 결실구(樹冠全面結實區), 홀수해 결실구, 짝수해 결실구 그리고 노지 결실구로 처리하였다(Table 1-3). 수관전면 결실구는 매년 수관전체에 골고루 결실을 유도하여 연년결실(連年結實)시켰으며, 홀수해 결실구는 해거리를 인위적으로 유도하여 홀수해(1999, 2001년)에만, 짝수해 결실구는 짝수해(2000년)에만 격년결실(隔年結實)시켰다. 나무 1그룹을 시험수로 하여 3반복 완전임의배치법으로 시험하였다. 그리고 짝수해 결실수는 1999년 7월 14일 잎의 제거율 15~20% 정도의 자름전정 위주로 전정을 하고 난 뒤 모두 적과하였다. 2000년도부터 새롭게 가지별 결실구를 추가하였다. 아주지 단위로 격년결실을 하면서 수관전체로는 연년결실이 되도록 아주지를 2그룹으로 나누어 1그룹은 모두 적과를 하여 신초를 발생시켰고, 나머지 그룹은 최대한 착과시키는 방법으로 관리하였다.

다. 토양 및 식물체 무기성분 분석

토양시료는 시험포장의 처리수 주변 동서남북 4군데에서 토심 15cm 깊이의 흙을 채취하여 pH는 증류수와 풍건토 비율을 1 : 5로 하여 pH 메타로, 치환성 양이온은 1N-ammonium acetate로 침출하여 Inductively Coupled Plasma(ICP, JY-70C)로, 유기물함량은 Tyurin법, 유효인산함량은 Lancaster법으로 분석하였다(농촌진흥청, 2000).

잎의 시료는 나무의 동서남북에서 전년도 봄 가지의 3번째 잎 10매씩 총

40매를 채취하였다. 시료는 중성세제로 씻어내고 수돗물과 증류수로 잎을 행군 뒤 상온에서 말린 후 60~70 °C 통풍 건조기에 건조시켜 분쇄하여 40 mesh 체로 통과시켜 정제하였다. 전질소는 Kjeldahl 분해후 증류법으로, P, Ca, K, Mg 함량은 ICP를 이용하여 분석하였다(농촌진흥청, 2000).

라. 생육과 수량 및 과실품질 조사

생육조사는 농촌진흥청의 농사시험연구조사기준을 따랐다(농촌진흥청, 1995). 처리별로 눈의 과반수가 3mm 이상 발생된 시점을 발아기, 50% 정도 개화되었을 때를 개화기로 조사하였다. 신초 발생수와 착엽수, 착과수는 나무별 50cm 내외의 곁가지를 동서남북으로 4개를 선정하여 4월에 발생한 신초수를 조사하였고, 생리낙과기 이후 8월에 조사된 잎수를 과실수로 나누어 엽과비를 구했다.

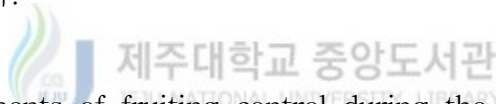


Table 1-3. Treatments of fruiting control during the period of from 1999 to 2001.

Year	Annual bearing		Systematized biennial bearing	
	Canopy ^z	Branch ^y	Odd year	Even year
1999	Fruiting	-	Fruiting	Non-fruiting
2000	Fruiting	Fruiting	Non-fruiting	Fruiting
2001	Fruiting	Fruiting	Fruiting	Non-fruiting

^zFruits evenly distributed every year in whole canopy.

^yForced alternate bearing by branches.

생리낙과 파상은 처리별로 각각 1그룹을 지정하여 수관주변에 그물망을 깔아 6월 상순부터 7월 하순까지 생리낙과 되는 과실의 개수를 전부 조사하

였다. 과실의 비대와 과형지수의 변화는 생리적 낙과가 끝난 뒤 처리당 3그룹에서 유엽과와 직과 각각 10과씩 20과를 표지하여 월동 후 수확 때까지 조사하였다.

매년 3월 29일 최종 수확 때 나무당 수량과 과실크기 분포를 조사하였는데, 수량은 시험구에서 수확한 과실 전체를 계량하고 유효용적(m^3)은 수관의 최장길이(m)× 최소길이(m)× 수고(m)×0.7로 산출하여 단위용적(m^3)당 수량으로 환산하였다(농촌진흥청, 1995).

과실크기별 분포 및 상품율은 수확한 과실을 시험 소재지 감귤선과장의 선과기를 이용하여 선과망별(Appendix 1)로 선별하고 크기별 분포 비율을 조사하였다.

당도와 산함량은 크기가 비슷한 과실을 대상으로 시험구당 10과씩 모아 착즙기로 과즙을 짜서 산당도분석장치(HORIBA 2000, 일본 園藝連)를 이용하여 조사하였다.



N L M S

Photo 1. Degrees of peel puffing are shown.

N(0): No puffing, L(1): Slight puffing,
M(2): Moderate puffing, S(3): Severe puffing.

1차년도에 부피지수는 수확한 모든 과실을 대상으로 하여 조사하였다. 과실의 꼭지부위를 눌렀을 때 눌러지는 정도에 따라 부피 심함, 약간, 없음 3등급으로 분류하였다. 부피지수=[{(1×약간의 과실수)+(2×심미 과실수)}/(2×총 과실수)]로 산출하여 표시하였다. 2차년도부터는 시험구당 40과에 대해 Photo 1과 같이 종으로 자른 다음 0(무), 1(경), 2(중), 3(심)으로 구분하여 달관으로 계급화 하였다. 부피지수의 산출공식은 부피지수=[{(1×경의 과실수)+(2×중의 과실수)+(3×심의 과실수)}/(3×총 과실수)]와 같았다. 비중은 수중중량법으로 수중의 바구니 무게(W2)를 측정하고, 과실무게(W1), 바구니 속에 넣어서 수중에서의 무게(W3)를 측정하여 과실의 비중 = $W1 / \{W1 - (W3 - W2)\}$ 으로 구하였다.

2. 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향

시험포장과 시험수 조건은 제1절 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향과 같았다.

1차년도에는 과실의 성숙기인 1999년 10월 1일부터 11월 30일까지 단수관리구(斷水管理區)와 관수관리구(灌水管理區) 2수준과 12월 1일부터 2000년

Table 2-1. Treatment to control soil moisture level in the 1999-00 season.

Treatment	Oct. ~ Nov.	Dec. ~ Mar
DD	Not irrigated	Not irrigated
DW	Not irrigated	Irrigated
WD	Irrigated	Not irrigated
WW	Irrigated	Irrigated

3월 29일 수확시까지 월동기간에 단수관리구와 관수관리구 2수준을 조합하여 4처리로 수행하였다(Table 2-1).

시험기간에는 외부로부터 비나 눈이 하우스 속으로 들어가지 않도록 천정 비닐을 완전하게 피복하여 차단하였다.

토양수분 측정은 석고블럭을 조사나무의 수관 하부 토심 15 cm에 설치하여 매일 오전 10시에 soilmoisture meter(model 5910-A)를 이용하여 토양수분장력을 측정하였다. 관수관리구에서는 이 결과에 따라 -0.05 MPa일 때 점적관수로 관수를 실시하였으며, 단수 기간은 관수를 중단하였다.

2차년도에는 성숙기부터 월동기 전기간 즉 10월 상순부터 최종수확기인 다음해 3월 하순까지 토양수분을 -1.0~-0.5 MPa 범위의 건조구, -0.5~-0.1 MPa 범위의 소습구, -0.1~-0.05 MPa 범위의 다습구로 나누어 관리하였다 (Table 2-2).



Table 2-2. Target soil moisture level in the 2000-01 season.

Treatment	Target soil moisture tension
Low level	-1.0 ~ -0.5 MPa
Medium level	-0.5 ~ -0.1 MPa
High level	-0.1 ~ -0.05 MPa

수분관리는 FLORICOM(네타팜사, 이스라엘)을 이용하여 토양수분장력이 목표범위를 벗어나면 자동 점적관수가 되도록 하였다.

1, 2차년도 시험결과 성숙기의 당도가 낮으면 그 이후의 당도의 증가는 크지 않다는 것이 밝혀졌으므로 3차년도에는 과실 비대기의 건조스트레스와 성숙기 이후 토양수분 수준 조합의 효과를 평가하였다. 2001년 7월 21일부터 9월 17일까지 단수를 실시하여 건조스트레스를 준 다음 2002년 3월 30일

수확할 때까지 소습(SD), 적습(SM), 다습(SW)의 3처리와 7월 21일부터 계속 다습(NW)으로 관리한 처리 등 4처리를 난괴법 2반복으로 시험하였다 (Table 3-3). 토양수분관리는 전년도와 같이 FLORICOM을 이용하여 관수량을 조절하였으며, 나무 8그루가 심어 있는 한 줄을 한 시험구로 처리하였는데 가운데 2그루의 나무에 대하여 과실품질을 조사하였다.

Table 2-3. Treatment to induce drought stress during cell enlargement and thereafter target soil moisture level in the 2001-02 season.

Treatment	July 21 ~ Sep. 17	Sep. 17 ~ Mar. 30
SD	Not irrigated	-1.0~-0.5 MPa
SM	Not irrigated	-0.5~-0.1 MPa
SW	Not irrigated	-0.05~-0.03 MPa
NW	Irrigated (-0.05~-0.03MPa)	-0.05~-0.03 MPa

잎수분포텐셜은 해뜨기 직전에 전년도 봄가지의 세번째 잎을 채취하여 가압상법(pressure chamber)으로 측정하였다. 근활력은 수확후 4월 4일에 수관내 1 m 내에서 동서남북 4군데를 토심 10 cm 내외, 가로×세로 30 cm의 흙을 떠서 그 속에 있는 뿌리 선단 10 cm의 세근을 채취하여 TTC법으로 조사하였다.

낙엽율 조사는 1, 2차년도에 수확하는 날 50cm 정도의 결가지를 동서남북으로 선정하여 전체 가지의 마디수에 대한 남은 잎의 비율로 계산하였다. 3차년도에는 수확하기 전 3월 5일과 3월 18일에 1, 2차년도와 같은 방법으로 조사하였고, 수확후 낙엽에 미치는 영향을 알아보기 위하여 4월 13일 최종 조사를 하였다.

과실 횡경의 시기별 변화는 3차년도에 조사하였다. 생리적 낙과가 끝나는

시기인 2001년 7월 28일 시험구당 2그룹에서 각각 20과씩 40과를 표지하여 2주 간격으로 최종 수확시인 2002년 3월 29일까지 조사하였다.

과실품질의 변화는 1차년도에는 1999년 11월 25일부터 대략 한달 간격으로 5회에 걸쳐 처리당 3그룹을 대상으로 각 10과씩 채취하여 당도, 산함량, 비중, 부피지수를 조사하였다.

2차년도에는 월동기부터 최종 수확시까지 한달 간격으로 3회에 걸쳐 처리당 3그룹에서 과실 10과씩 30과를 채취하여 1차년도와 같은 방법으로 조사하였다.

3차년도의 과실 품질조사는 2001년 8월 20일부터 10일 또는 한달 간격으로 중앙부위에 달려있는 과실을 나무당 10과, 시험구당 20과씩을 채취하여 당도, 산함량, 부피지수 등을 조사하였다.

유리당 함량은 HPLC를 이용하여 분석하였다. 시료조제는 과피를 벗긴 후 과육을 일정량씩 분리한 후 착즙기를 이용하여 착즙한 과즙을 15 mL 튜브에 넣고 3000 rpm으로 10분간 원심분리하고 상징액을 취하여 0.45 μm 여과지로 여과한 후 200배로 희석하였다. HPLC를 이용한 유리당 분석에는 Waters 2690 XE(미국) 기기를 사용하였고 검출기는 Alltech ELSD 2000을 이용하여 검출하였다. 이동상은 75 : 25%(acetonitril : water)를 혼합하여 유기용매용 0.25 μm 여과지로 여과한 후 이용하였다. 기기조건은 유속 1.0 mL/min, 시료주입 10 μl , 분리시간 20분으로 하였다. 당분석 컬럼으로는 Waters사의 carbohydrate 컬럼(3.9×300 mm)을 사용하였다. 표준곡선은 유리당 중 sucrose, glucose, fructose를 각각 50, 100, 250, 500, 1000 ppm로 제조하여 검량선을 구하였다.

3. 부피방지제 살포효과

이 시험은 1999년 10월부터 2002년 3월까지 제1절 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향과 같은 월동 하우스내에서 수행하였다. 1차년도에는 칼사이트(상품명 크레프논)를 비롯한 칼슘제 4종과 자스몬산 유도체인 n-propyl dihydrojasmonate (PDJ, 일본 Nippon Zeon Co. 제품), gibberlic acid (GA) 2종 생장조절제의 단독 또는 혼합 살포처리 등 8처리를 난괴법 4반복으로 포장 배치하였다. 나무를 집구로 하고 50과 정도 달린 결가지를 시험구로 하여 약제 살포는 1차 1999년 10월 25일, 2차 11월 9일에 Table 3-1과 같이 처리하였다.

Table 3-1. Concentrations and dates of spray of chemicals for the control of peel puffing in the 1999-00 season.

Chemical	Concentration	Date of spray
Calcite	100 ×	Oct. 25 and Nov. 9
Cellbine	300 ×	
Kalk-H	300 ×	
CaCl ₂	0.1 %	
Control	-	Oct. 25
PDJ	50 ppm	
GA	50 ppm	
GA + PDJ	50 + 50 ppm	

과실품질 조사는 제1절. 결실관리방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향과 같은 방법으로 조사하였는데, 2000년 3월 29일 최종 수확시 처리된 모든

과실을 수확하여 부피정도는 과실의 비중과 관능평가법으로 제1절과 같은 기준을 적용하였다. 특히 과실표면에 나타난 약해를 전혀 없음, 약간 있음, 심함, 매우 심함 4등급으로 나눠 조사하였다.

2차년도에는 GA와 PDJ의 혼합약제(각 1%)인 GP의 희석농도를 중심으로 Table 3-2와 같은 처리를 시험하였다. 나무를 집구로 하고 측지를 시험구로 한 난피법 4반복으로 설계하여 2000년 11월 7일에 약제를 살포하였다.

Table 3-2. Treatments of growth regulators for the control of peel puffing sprayed on Nov. 7, 2000.

Growth regulators	Ingredients and concentrations
Control	-
GP 200×	GA 50 ppm + PDJ 50 ppm
GP 500×	GA 20 ppm + PDJ 20 ppm
GP 1000×	GA 10 ppm + PDJ 10 ppm
GA + PDJ	GA 20 ppm + PDJ 10 ppm

그리고 Table 3-3과 같이 칼사이트와 GP 혼용 효과를 평가하기 위한 6처리를 비교 시험하였다. 나무를 집구로 하고 측지를 시험구로 한 4반복 난피법으로 배치하여 2000년 11월 7일에 모든 처리의 약제를 살포하였다. 단 칼슘제는 2회 살포로 11월 20일에 추가 살포하였다.

2001년도에는 제2절 토양수분 관리방법이 과실품질에 미치는 영향 시험의 토양수분 처리를 주구로 하고, 부피방지제 종류를 세구로 배치한 분할구배치법 2반복으로 시험하였다. 즉 나무를 주구로 하여 건조스트레스 후 소습(SD), 건조스트레스 후 적습(SM), 건조스트레스 후 다습(SW), 전기간 다습(NW) 4처리를 두었으며, 결가지를 세구로 하여 GA 50 ppm, 셀바인 300배 1회, 셀바인 300배 3회 살포, GA 50 ppm + 셀바인 300배 3회 살포, GA 50

Table 3-3. Combinations of calcium compounds and GP for the control of peel puffing tested in the year of 2000.

Treatment	Date of spray time
Calcite 100×	Nov. 7 and Nov. 20
Cellbine 300×	Nov. 7 and Nov. 20
Calcite 100× + GP 500×	Nov. 7
Cellbine 300× + GP 500×	Nov. 7
GP 500× ^z	Nov. 7
Control	No spray

^zGP 500×: GA 20 ppm + PDJ 20 ppm.

ppm + 셀바인 300배 혼합 1회 무처리 등 5처리를 두었다. 토양수분 관리 방법은 제2절 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향의 3차년도 시험과 같았으며 부피방지제 살포일자는 1회 살포구는 10월 26일이었으며, 셀바인 3회 살포인 경우는 10월 12일, 10월 26일, 11월 9일이었다(Table 3-4).

부피발생 정도 조사는 수확 전에는 나무에 달린 과실의 과경부위를 눌렀을 때 눌러지는 정도에 따라 무(0), 경(1), 중(2), 심(3)으로 판정하였다. 수확 시에는 시험구당 40과를 대상으로 제1절 결실관리방법 시험에서와 같이 1차년도에는 부피발생정도를 3등급으로, 2차년도 이후는 4등급으로 판정하여 부피지수를 계산하였다. 약해정도는 과실 과실표면에 나타나는 녹색반점을 약해로 간주하여 전혀 없음, 약간 있음, 심함, 매우 심함과 같이 4등급으로 구분하여 조사하였다. 약반은 수확시 약제살포 흔적이 남아 있는 정도를 조사하였다. 그 외 과실품질은 제1절 결실관리 방법이 수량 및 과실품질에 미치는 영향 시험과 같은 방법으로 조사하였다.

Table 3-4. Soil moisture levels (main plot) and chemical sprays (split plot) in split plot design for the control of peel puffing in the 2001-02 season.

Soil moisture level ^z	Chemical concentration and date of spray
SD	Control
SM	G1: GA 50 ppm sprayed once on Oct. 26
SW	S1: Cellbine 300× sprayed once on Oct. 26
NW	S3: Cellbine 300× sprayed three times on Oct. 12, Oct 29, and Nov. 9
	SG: Cellbine 300× + GA 50 ppm sprayed once on Oct. 26

^zSee Table 2-3.



IV. 결과 및 고찰

1. 결실관리방법이 수량 및 과신품질에 미치는 영향

결실관리방법에 따른 엽과비와 신초 발생수의 연차간 변화는 Table 1-4와 같았다. 엽과비를 처리별로 보면 수관전면 결실구에서 1999년부터 3년간 각각 15.1, 27.0, 10.3이었다. 비록 연년결실을 목표로 관리하였지만 1999년도와 2001년도에는 엽과비가 낮았고 2000년도에는 높아 해거리 현상이 뚜렷하게 나타났다.

격년결실 관리에서 홀수해 결실구의 시험 1차년도인 1999년도 엽과비는 10.7이었지만 2000년도 짝수해 결실구와 2001년도 홀수해 결실구의 엽과비는 둘 다 6.5 정도로 착과량이 매우 많았다. 그러나 결실시키지 않은 해의 엽과비는 50 이상으로 거의 무착과 상태를 보였다. 착과부담이 다음 해 화아분화를 억제하며 격년결과의 원인이 된다는 것은 잘 알려져 있는 사실이다(清水 등, 1975; 山田 등, 1973).

2, 3차년도에만 시험된 가지별 결실구의 엽과비는 2년 연속 8.0 내외로 낮게 나타났는데 이는 열매 달린 가지를 대상으로 조사했기 때문에 나무천체의 엽과비보다 낮게 조사된 것으로 본다.

일반적으로 조생온주의 적정 엽과비는 25~30으로 알려져 왔으며(森岡와 八幡, 1989), 金(2002)이 제주의 평균 엽과비는 23.9로 적정 엽과비에 유사하다고 한 보고와 비교하면 수관전면 결실구에서 2000년도 엽과비 27.0은 적정 착과량이라고 볼 수 있다. 그러나 川野(1988a)의 보고에 의하면 높은 착과율을 나타내는 가온하우스에서 여름가지의 결과모지에서는 15매에 1과(엽과비 15), 봄가지를 모지로 한 조기가온에서는 잎이 크기 때문에 10~15매에 1과(엽과비 10~15)라도 좋다고 하였다. 특히 제주에서는 과실크기가 7

5~80g이 상품성이 높은 점을 두고 볼 때, 하우스재배에서 수관전면 결실구 2차년도의 엽과비 27.0은 착과부족을 나타낸다고 판단되었다.

신초의 발생 정도는 착과여부에 따라 뚜렷한 차를 보였는데 과실이 많이 달리면 신초는 거의 발생되지 않았다. 격년결실 관리에서 과실이 달리지 않은 해에는 50cm 내외의 곁가지에 150분 이상의 신초가 발생했다. 가지별 결실구에서 2년 연속 신초 발생이 거의 없는 것으로 나타난 것은 과실이 달린 가지를 대상으로 조사했기 때문이며, 과실이 달리지 않고 쉬는 곁가지에는 신초 발생이 많았다.

Table 1-4. Effect of fruiting control on leaf-fruit (L-F) ratio and the number of currant shoots (CS) in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.

Treatment ^z	L-F ratio			No. of CS		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Annual bearing (canopy)	15.1	27.0	10.3	73.8	113.8	65.9
Annual bearing (branch)	-	7.5	8.1	-	-	1.9
Systematized biennial bearing (odd year)	10.7	52.0	6.5	-	165.6	2.3
Systematized biennial bearing (even year)	64.0	6.4	46.5	86.4	-	171.5

^zSee Table 1-3.

결실방법에 따른 발아기와 개화기는 Table 1-5와 같았다. 전년도 착과 여부 및 착과정도가 발아 및 개화시기에 영향을 미쳤는데, 1999년도 과실이 달리지 않았던 짝수해 결실구의 발아기는 4월 15일이었는데 비하여 과실이 달렸던 홀수해 결실구는 4월 20일로 5일 늦어졌으며, 개화기도 같은 차이를

보였다. 시험 2, 3차년도에는 그 차이가 더욱 커졌다. 홀수해 결실구의 2001년 봄 발아기와 짝수해 결실구의 2002년 봄 발아기와 개화기는 전년도에 초과시키지 않았던 구보다 보름 이상 늦었다. 수관전면 결실구와 가지별 결실구의 발아기와 개화기는 전년도에 그 중간에 있었다. 전체적으로 착과부담이 클수록 발아기와 개화기는 늦어졌다.

Table 1-5. Effect of fruiting control on the date of sprouting and full-bloom in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.

Treatment ^z	Date of sprouting			Date of full-bloom		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Annual bearing (canopy)	Apr. 18	Apr. 17	Apr. 13	May 15	May 14	May 16
Annual bearing (branch)	Apr. 15	Apr. 15	Apr. 9	May 12	May 12	May 10
Systematized biennial bearing (odd year)	Apr. 15	Apr. 23	Mar. 26	May 12	May 21	May 6
Systematized biennial bearing (even year)	Apr. 20	Mar. 26	Apr. 13	May 17	May 2	May 22

^zSee Table 1-3.

개화기 이후 6월 2일부터 생리적낙과가 끝나는 7월 15일까지의 낙과과상은 Fig. 1-1에 나타냈다. 홀수해 결실구와 수관전면 결실구 모두 조사가 시작된 6월 10일 전후에 낙과가 많았으며, 낙과의 피크는 하우스 안이 빨랐다. 岡田와 小中原(1985b)의 보고에 의하면 낙과성기의 전반(5월 하~6월 상순)에 낙과율이 높아졌다고 하였는데 그와 비슷한 경향이였다. 모든 처리에서 1차 생리낙과는 6월 29일에 끝났으며, 2차 낙과는 6월 10일부터 시작되어 7월 5일 거의 끝났는데 노지에 비해 하우스 시설내 기온이 높아 고온에 의한

낙과 촉진(中川 등, 1984; 岡田와 小中原, 1985b; 原田 등, 1985) 생리낙과 파상에 큰 차이가 있을 것으로 예상되었지만 생리적 낙과가 끝나는 시기는 같은 것으로 보였다.

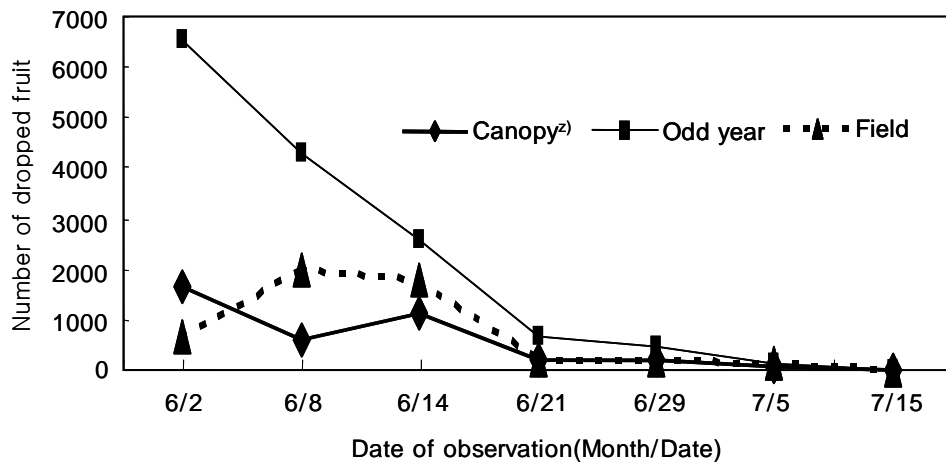


Fig. 1-1. Patterns of physiological fruit drop as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.

²⁾See Table 1-3.

수관전면 결실구와 홀수해 결실구의 시기별 과실 횡경의 비대는 Fig. 1-2와 같았다. 생리적 낙과가 끝나는 1999년 7월 상순부터 10월 중순 사이에 과실 비대속도가 빨라졌으며 11월 상순까지는 비대가 계속된 반면, 2000년 1월 5일 이후 최종 수확시까지의 오히려 감소하였다. 1999년 8월 하순 이후부터 결실관리 처리간 횡경이 차이를 보였는데, 해거리의 영향으로 착과량이 적은 수관전면 결실구는 착과량이 많은 홀수해 결실구보다 횡경비대가 많았다.

시기별 과실 종경의 비대는 Fig. 1-3과 같이 생리적 낙과가 끝나는 7월 상순부터 10월 중순 사이에 과실 비대속도가 빨랐고, 처리간 비대속도의 차이

는 횡경보다는 빠른 7월 하순부터 분명해졌다. 횡경과 같은 경향으로 착과량이 적은 수관 전면결실구에서 과실 종경의 비대가 많았다.

과실의 횡경과 종경이 12월에 최고를 보인 것은 수상월동재배에서 12월 상순에 과실 무게가 가장 무거웠으며 이후 감소한다는 기존의 보고(池田, 1988; 김 등, 1999)와 같은 경향이였다.

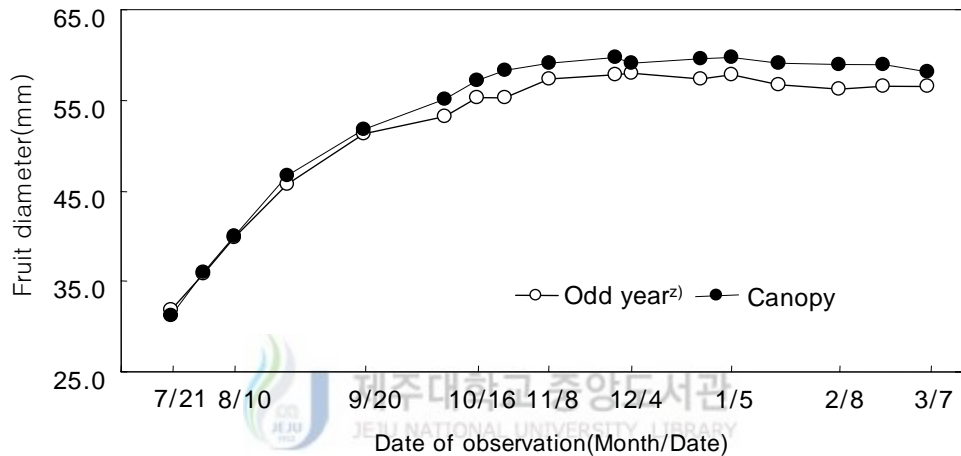


Fig. 1-2. Seasonal changes in fruit transversal diameter as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.

²⁾See Table 1-3.

과형지수를 조사한 결과(Fig. 1-4) 수관전면 결실구는 홀수해 결실에 비해 과실 종경보다 횡경의 비대가 컸기 때문에 1.10으로 과실모양이 구형에 가까워 상품성이 낮은 과실이 되었다.

결실관리 방법별 수량의 연차간 변화는 Table 1-6과 같았다. 수관전면 결실의 단위용적당 수량은 1차년도인 1999년도는 3.07 kg/m³이었으며, 2, 3차년도는 각각 0.82 kg/m³, 2.62 kg/m³으로 엽과비 조사 결과와 마찬가지로 해거리 현상을 보였으며 연평균 수량은 2.17 kg/m³이었다. 2차년도부터 시작된 가지별 결실구의 2, 3차년도 수량은 각각 3.05, 4.06 kg/m³으로 연차간 차이

가 적은 편이었으며 연평균 3.55 kg/m³이었다. 홀수 또는 짝수인 해에만 결

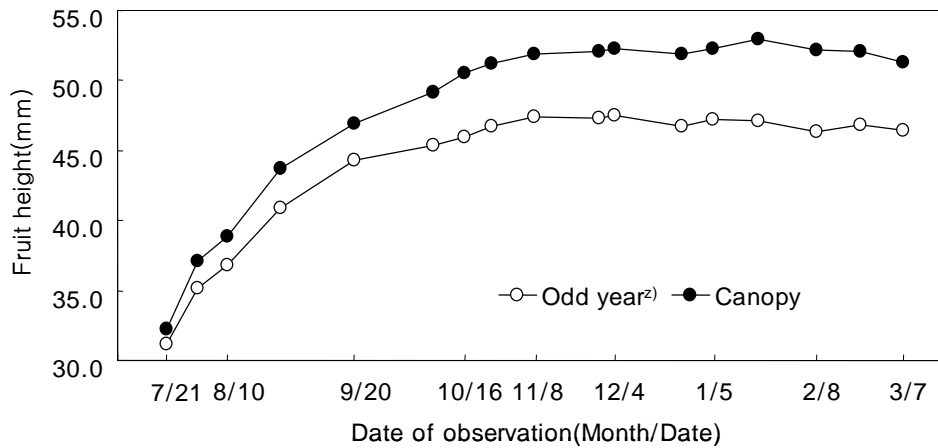


Fig. 1-3. Seasonal changes in fruit longitudinal diameter as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.

^zSee Table 1-3.

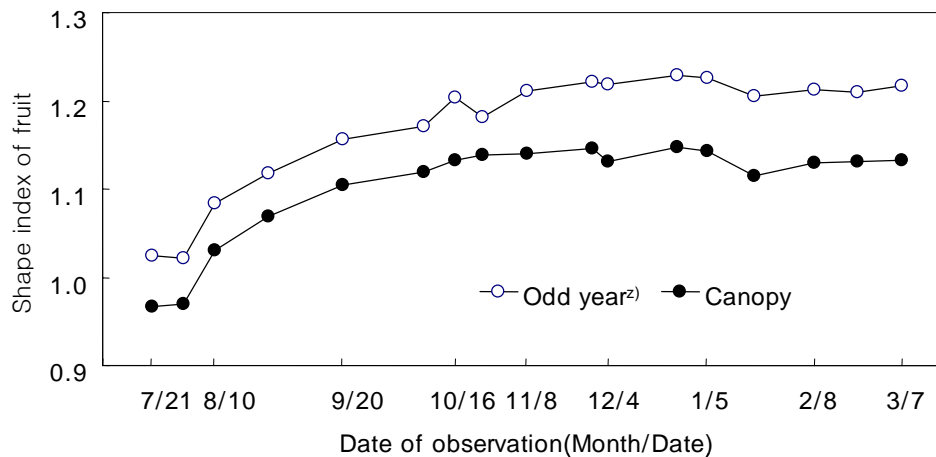


Fig. 1-4. Seasonal changes in fruit shape index as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin in plastic house.

^zSee Table 1-3.

실시된 격년결실구는 4.33~4.99 kg/m³으로 매년 비슷한 수량을 얻을 수 있었으며 3개년 수량을 합하여 6으로 나눈 연평균은 2.35 kg/m³으로 수관전면 결실구의 수량보다는 많았지만 가지별 결실구보다는 적었다. 가지별 결실법이 격년결과성을 약화시켜 안정적으로 수량을 올릴 수 있다는 것은 보통은 주에서는 보고된 바 있다(木原 등, 1995).

Table 1-6. Effect of fruiting control on fruit yield (kg/m³) in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

Year	Annual bearing ^z		Systematized biennial bearing	
	Canopy	Branch	Odd year	Even year
1999	3.07	-	4.80	-
2000	0.82	3.05	-	4.33
2001	2.62	4.06	4.99	-
Annual mean	2.17	3.55	2.45	2.17

^zSee Table 1-3

결실관리방법에 따른 과실크기별 분포는 연도에 따라 다양하게 나타났으며, 착과량이 적을수록 큰 과실의 비율이 높아졌다. Fig. 1-5는 1차년도인 1999년도 결실관리 방법별 과실의 크기별 분포를 나타낸 것으로 1, 2번과(소과)의 비율은 홀수해 결실구가 25.4%에 비해 수관전면 결실구는 5.2%로 매우 낮았고, 7~9번과(대과)의 비율은 수관전면 결실구가 52.0%에 비해 홀수해 결실구는 19.2%로 매우 낮았다.

2차년도인 2000년도의 결실방법별 과실크기의 분포는 Fig. 1-6과 같았다. 짝수해 결실구와 가지별 결실구의 크기분포는 고른 반면 수관전면 결실구에서는 전체 과실의 75%가 9번과가 될 정도로 대과 비율이 높았다. 일본에서

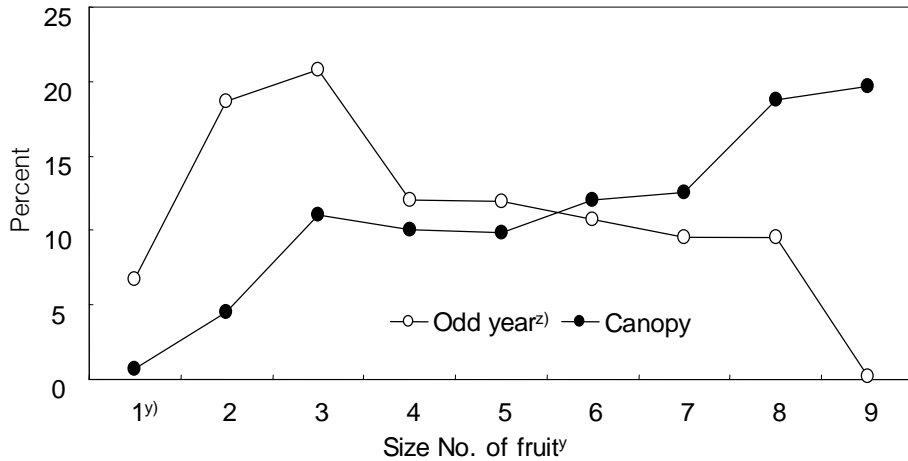


Fig. 1-5. Distribution of fruits by size harvested on March 29, 2000 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

^zSee Table 1-3. 제주대학교 중앙도서관

^yBy the regulation of Jeju-do, higher number indicates larger fruit.

는 노지에서 해마다 적정량의 과실을 달리게 하기 위한 이상적인 엽과비는 25~30이고 평균과중은 100~110g으로 알려져 있다(木原 등, 1995). 우리나라 시장에서 가장 선호하는 과실크기는 75~80g이다. 시험에서 수관전면 결실구의 엽과비가 27이었는데도 대부분 과실이 상품가치가 거의 없을 정도로 큰 9번호로 분류되었다.

3차년도인 2001년도의 결실방법별 과실크기의 분포는 Fig.1-7에서 보는 바와 같았다. 가지별 결실구가 소과에 속하는 1~2번호 비율이 가장 높은 30.9%를 차지하였고, 3~6번호는 홀수해 결실구가 54.3%, 수관전면 결실구 50.5%, 가지별 결실구 48.2% 순이었으며, 대과에 속하는 7~9번호는 수관전면 결실구가 31.5%로 가장 높게 나타났다.

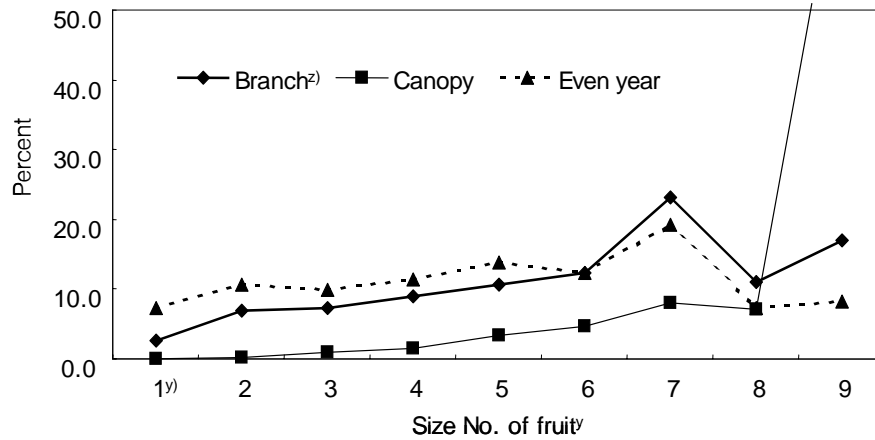


Fig. 1-6. Distribution of fruits by size harvested on March 29, 2001 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

^{z)}See Table 1-3. ^{y)}See Fig 1-5.

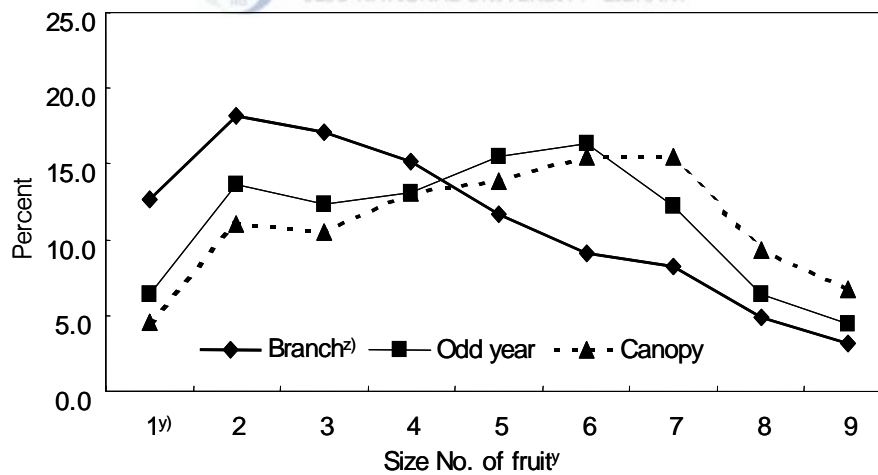


Fig. 1-7. Distribution of fruits by size harvested on March 29, 2002 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

^{z)}See Table 1-3. ^{y)}See Fig 1-5.

3년간의 결실방법별 과실크기의 평균분포는 Fig.1-8에서 보는 바와 같았다. 소과에 속하는 1~2번과 비율은 홀수 또는 짝수해에 결실시킨 격년결실구와 가지별 결실구에서 각각 21.1%와 20.3%로 비슷한 반면 수관전면 결실구가 6.9%로 매우 낮았다. 상품성이 가장 낮은 대과에 속하는 7~9번과는 수관전면 결실구에서는 57.7%로 가장 높게 나타났으며, 격년결실구가 가장 낮은 25.6%를 보였으며 가지별 결실구는 33.8%였다. 상품성이 가장 높은 것으로 선호되고 있는 3~6번과의 비율은 격년결실구가 53.4%, 가지별 결실구 46.2%, 수관전면 결실구 35.3% 순으로 격년결실관리(홀수·짝수해 결실)구에서 상품율이 가장 높은 것으로 나타났다.

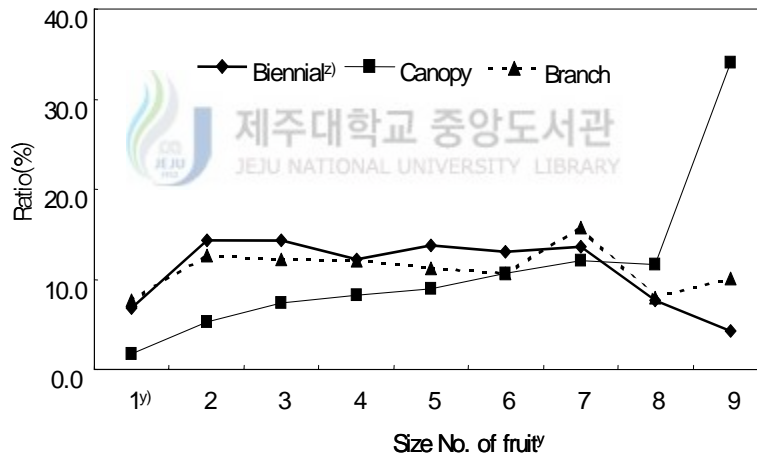


Fig. 1-8. Mean distribution of fruits by size harvested in three seasons of 1999-00 to 2001-02 as affected by different fruiting control in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

^{z)}See Table 1-3. ^{y)}See Fig 1-5.

결실관리 방법별 과실품질의 연차간 변화는 Table 1-7에 나타났다. 짝수 또는 홀수해에만 결실시킨 격년결실 관리구와 가지별 결실구의 평균과중은 70 g 내외였다. 수관전면 결실구의 평균 과중은 62~131 g으로 해거리에 의

한 착과량 차이가 그대로 반영되어 연차간 변이가 컸다.

과즙의 당도는 1~2차년도에서는 격년결실구가 12°Brix 내외로 12월 수확한 노지 관행구보다 2°Brix 정도 높았고 수관전면 결실구와 가지별 결실구는 그 중간인 11°Brix 내외였다. 3차년도에는 노지 관행구의 당도가 12°Brix 이상이었으며, 월동 수확한 과실의 당도는 모든 처리구에서 14°Brix 이상으로 높았다. 1, 2차년도와 같이 건조처리를 하지 않은 일반 재배조건에서는 나무에 착과부담을 크게 준 격년결실 관리방법이 당도를 높이는 효과가 있었다.

산함량은 1차년도 노지관행을 제외하고는 모두 0.95% 이하로 실용적인 면에서 문제가 되지 않을 것으로 보였다. 비중과 부피지수는 연도에 따라 변이가 심하여 처리간 차이에 일정한 경향을 찾을 수 없었다.

부피지수는 1차년도와 3차년도에서는 처리간 차가 없었으나, 2차년도에는 수관전면 결실구가 0.8로 0.5 이하인 다른 구보다 월등히 높았다. 이는 해거리 영향으로 대과 비율이 높았기 때문이라고 생각되었다. 수상에서 월동하는 과실이 커질수록 비중은 낮아지며, L, M급과는 부피과가 되었다는 長谷部 등(1990)의 보고와 일치하였다.

결실관리 방법이 과실의 수량과 품질에 미친 영향을 종합한 결과는 아래와 같았다. 격년결실구에서 총수량이 가장 많았고, 다음으로 가지별결실구, 수관전면 결실구 순이었다. 과실크기별 분포나 당도는 격년결실구에서 가장 좋았고, 수관전면 결실구에서 가장 나빴다. 그리고 과실의 부피지수도 착과량이 많을수록 적어지고, 해거리에 의해 착과량이 적으면 부피가 심하게 발생되었다. 따라서 월동하우스재배에서는 수관전면 결실관리법은 수량이 낮고 과실품질이 낮아 적당하지 못하다. 가지별 결실관리법은 수량이 많지만 세밀한 전정 등 많은 노동력을 필요로 하며, 새순과 과실을 동시에 균형있게 확보하여 관리하여야 하는 어려움이 있다. 격년결실구는 노동력이 절감되는 재배법이다. 전정도 2년에 1회로 줄일 수 있고, 결실하고 난 다음해에

Table 1-7. Effect of fruiting control on fruit quality in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

Season	Fruiting control ^z	Fruit width (mm)	Fruit weight (g)	TSS (°Brix)	Titrateable acidity (%)	Specific gravity	Puffing index
1999-00	Annual bearing (canopy)	51.7b ^y	62.0b	11.9a	0.69b	0.83a	0.47a
	Systematized biennial bearing (odd year)	54.3ab	69.0ab	11.5a	0.73b	0.83a	0.40a
	Conventional bearing in open field	56.0a	76.0a	9.9b	1.08a	0.73a	0.47a
2000-01	Annual bearing (canopy)	69.8a	131.2a	11.2b	0.63b	-	0.80a
	Annual bearing (branch)	56.3b	69.2b	10.6bc	0.59b	-	0.44b
	Systematized biennial bearing (even year)	56.2b	67.9b	12.3a	0.60b	-	0.46b
	Conventional bearing in open field	58.5b	82.3b	9.8c	0.88a	-	0.38b
2001-02	Annual bearing (canopy)	56.3b	72.1b	14.5a	0.89ab	0.86a	0.40a
	Annual bearing (branch)	54.5b	71.7b	15.2a	0.94a	0.88a	0.40a
	Systematized biennial bearing (odd year)	55.8b	70.1b	14.1a	0.79b	0.88a	0.35a
	Conventional bearing in open field	60.3a	92.9a	12.4b	0.81b	0.88a	0.31a

^zHarvested on March 29 for fruiting control and on Dec. 20 for conventional bearing in open field respectively.

^yMean separation by DMRT within column of the same season, at 5% level.

는 결실이 되지 않아 과실이 없기 때문에 병해충방제 횟수를 줄일 수 있다. 짝수해에 결실시키는 동(棟)과 홀수해에 결실시키는 동으로 구분하여 관리하면 매년 품질 좋은 과실을 안정적으로 수확하는 동시에 관리도 편할 것으로 결론되었다. 다만 이러한 결실관리 방법에서는 여름가지가 결과모지로 이용되며 너무 작은 과실의 비율이 높아지기 쉬우므로 이러한 조건에서의 전정법과 적과 방법을 계속 검토할 필요가 있다고 생각되었다.



2. 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향

2.1. 월동기간 건조처리시기가 과실품질에 미치는 영향

1차년도에 시험한 단수후관수관리구(DW)의 토양 수분포텐셜은 12월 중순부터 전기간관수관리구(WW)와 같은 수준이 되었다. 전기간단수관리구(DD)의 토양 수분포텐셜은 다음해 1월 중순에 -1.0 MPa이 될 때까지 계속 내려갔으며, 관수후단수구(WD)는 12월 중순부터 수분함량이 점차 낮아져 2월 하순에 DD와 같이 -0.1 MPa 수준으로 낮아졌다(Fig. 2-1).

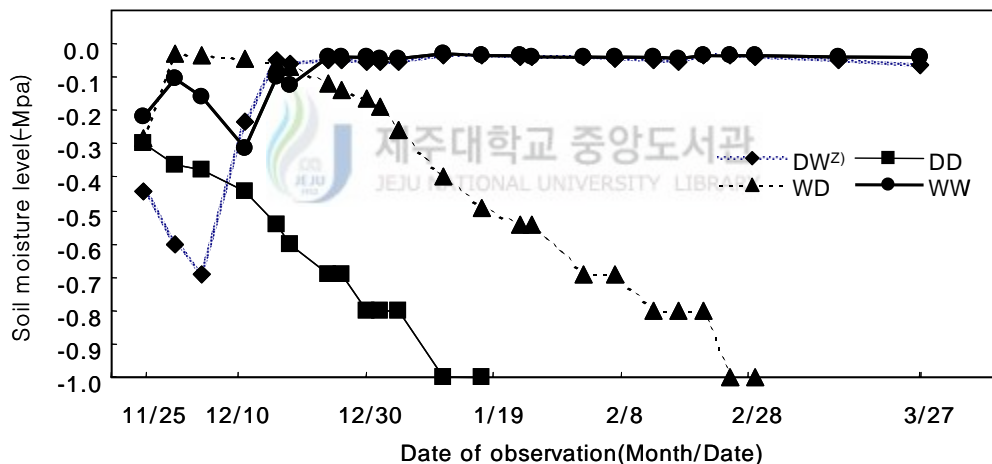


Fig. 2-1. Seasonal changes in soil moisture levels as affected by different irrigation treatment in the 1999-00 season.

^zSee Table 2-1.

과실성숙기 이후 단수시기가 수체생리에 미친 영향을 조사한 결과는 Table 2-4와 같았다. 2000년 3월 18일 일출전의 잎수분포텐셜은 DD구에서 -1.81 MPa로, WW구의 $-0.76 \sim -1.06$ MPa보다 훨씬 낮아 토양수분 상태가 그대로 반영되었다.

근 활력은 잎수분포텐셜과 반대로 WW구에서 가장 높고, DD구가 가장 낮았다. 이와 같은 결과는 小野(1987)가 근의 활성이 낮은 나무에서는 잎의 수분포텐셜이 낮고, 잎수분이 부족 상태가 되기 쉽다고 보고한 것과 비슷한 경향이였다.

Table 2-4. Effect of soil moisture levels on leaf water potential, root activity and leaf drop ratio in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house. Data are means \pm SE.

Treatment ^z	Leaf water potential ^y (-MPa)	Root activity ^x (mg/g · h)	Old leaf drop ratio ^w (%)
DD	1.81	1.957 \pm 0.031	39.3 \pm 3.62
DW	0.76	2.054 \pm 0.052	21.7 \pm 2.33
WD	1.08	2.101 \pm 0.064	15.4 \pm 2.30
WW	1.06	2.174 \pm 0.037	15.3 \pm 1.30

^zSee Table 2-1 and Fig. 2-1.

^yMeasured by pressure chamber method on March 18, 2000.

^xReduction rate of TTC by root investigated on April 4, 2000.

^wInvestigated on March 29, 2000.

처리별 구엽의 낙엽율은 단수기간이 길수록 높아지는 경향이였다. DD구에서 39.3%로 높게 나타나 수세를 약화시킬 것으로 생각되였다. WD구에서 낙엽율은 21.7%로 WW구나 DW구의 15.3~15.4%보다는 높은 경향이였다. 小野(1987)는 하추계의 토양 수분관리가 겨울부터 다음해 봄까지 낙엽율에서는 일정한 경향을 보이지 않았다고 하였으나, 현 등(1990)은 시설재배에서 단수기간 동안에 토양수분장력을 -0.5 MPa 이하로 장기간 유지하는 것은 당도는 증가되지만 단수기간 동안에 건조스트레스는 약 120일 이상 계속되

어 생육에 큰 영향을 미칠 가능성이 매우 크다고 보고하였다. 따라서 이 연구와 같이 성숙기와 월동기간에 토양수분을 건조하게 유지하는 것은 과즙의 당도는 높일 수 있으나 낙엽율을 높여 수세를 약화시킬 우려가 있을 것으로 생각되었다.

성숙기이후 토양수분관리에 따른 과실품질의 변화에 미치는 영향은 Fig. 2-2, 2-3과 같았다. 당도(Fig. 2-2)는 11월 25일까지는 9.3 °Brix 범위로 모든 처리구와 비슷한 경향이었으나, DD구에서는 이후 꾸준히 증가하여 11월 25일 9.3 °Brix에서 수확기인 3월 29일에는 11.5 °Brix로 월동기간 2 °Brix 상승하였다. 그러나 WW구에서는 같은 기간 당도 상승은 0.6 °Brix에 불과하였으며, WD구 또는 DW구에서는 관수기간에는 당도증가가 거의 없거나 적었다. 결과적으로 DD구의 당도가 가장 높았고, 다음으로 WD구에서 높았다.

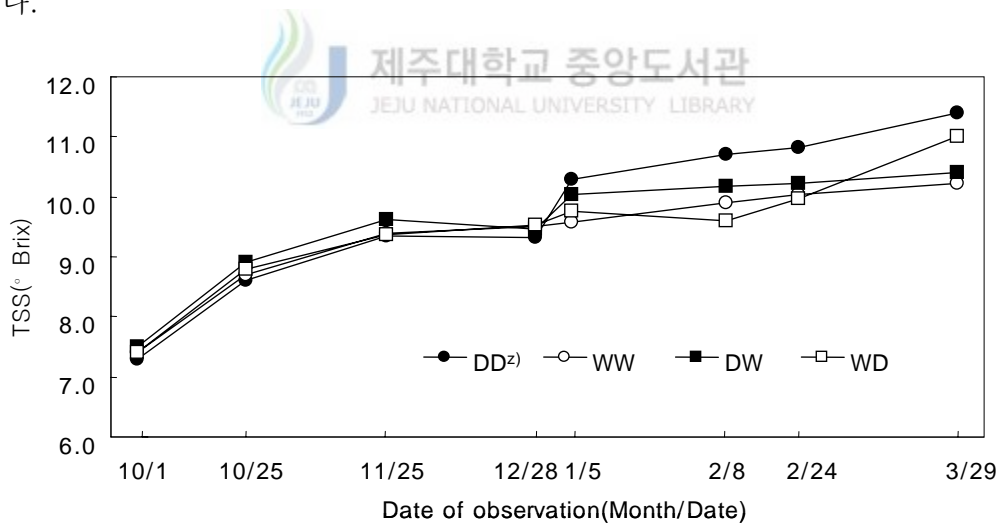


Fig. 2-2. Seasonal changes in total soluble solids of fruit juice as affected by different soil moisture levels in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house in the 1999-00 season.

^zSee Table 2-1.

산함량의 변화(Fig. 2-3)는 11월 하순까지도 1.20 % 이상으로 높은 수준이었다. 처리간에 따른 차이보다 월동기간이 길어질수록 산함량의 감소가 크게 나타나 수확시기까지 낮아져 0.60~0.70 %로 감산이 되었는데, 김 등 (1999)의 12월 하순부터 감소하여 2월 상순부터 크게 감소하였다는 보고와 일치하였다.

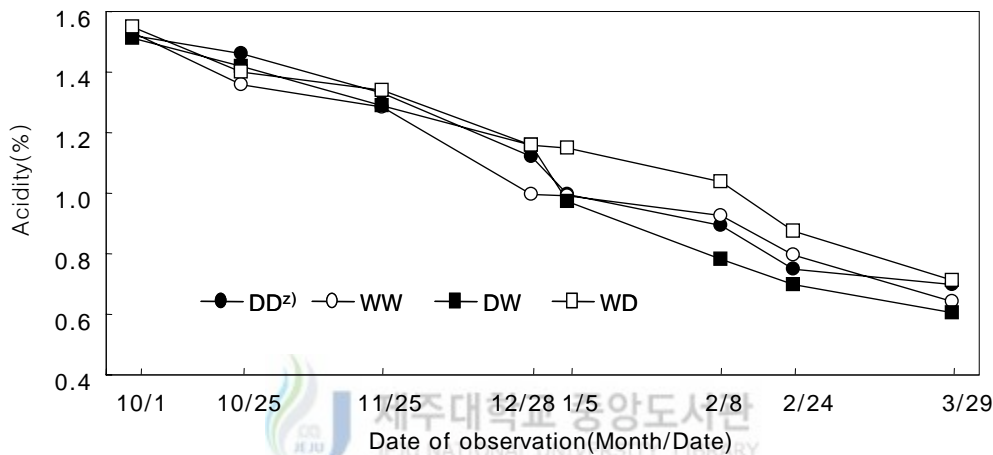


Fig. 2-3. Seasonal changes in titratable acidity of fruit juice as affected by different soil moisture levels in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house in the 1999-00 season.

²⁾See Table 2-1.

2000년 3월 29일 최종 수확시의 과실 품질은 Table 2-5와 같았다. 과실크기가 비슷한 과실을 대상으로 조사된 과즙성분 중 당도는 토양의 수분관리에서 WW구가 11.4 °Brix로 가장 높았고, 다음으로 WD구 11.0 °Brix, DW구 10.4 °Brix, WW구 10.2 °Brix 순으로 토양건조가 심할수록 당도가 유의하게 높았다. WD구가 DW구보다 당도가 높은 것은 단수시기의 차이뿐만 아니라 단수기간의 차이에서 비롯된 것이라고 생각된다. 그러나 산함량은 처리간 별 차이 없이 0.61~0.71 %로 식미에 별 문제가 되지 않을 것으로

판단되었다.

Table 2-5. Effect of soil moisture levels on fruit quality in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in plastic house.

Data are means \pm SE.

Treatment ^z	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	TSS (°Brix)	Titrateable acidity (%)
DD	55.2 \pm 0.90	59.4 \pm 3.28	11.4 \pm 0.12	0.70 \pm 0.027
WD	53.8 \pm 0.79	59.4 \pm 4.37	11.0 \pm 0.10	0.71 \pm 0.020
DW	54.8 \pm 1.12	60.8 \pm 2.87	10.4 \pm 0.15	0.61 \pm 0.032
WW	54.8 \pm 0.85	63.9 \pm 2.92	10.2 \pm 0.18	0.64 \pm 0.012

^zSee Table 2-1

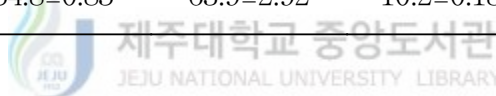


Table 2-6. Effect of soil moisture levels on peel puffing in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in plastic house.

Data are means \pm SE.

Treatment ^z	Number of observed fruits	Distribution of fruits by the degree of puffing (%)			Index of peel puffing	Specific gravity
		Non	Middle	Severe		
DD	1284	94.0	6.0	0	0.03 \pm 0.008	0.86 \pm 0.009
WD	1143	93.7	6.3	0	0.03 \pm 0.019	0.86 \pm 0.011
DW	933	71.9	18.2	9.9	0.19 \pm 0.020	0.84 \pm 0.007
WW	972	60.7	27.9	11.4	0.25 \pm 0.047	0.84 \pm 0.006

^zSee Table 2-1

토양수분이 과실의 부피발생에 미치는 영향은 Table 2-6에 나타난 것과 같이 토양을 건조하게 관리할수록 부피억제 효과가 크게 나타났다. 부피가 전혀 발생되지 않은 과실비율은 DD구에서 94%, 그리고 WD에서 93.7%이었으나, DW구에서 71.9%, WW구가 60.7%였다. WW구에서는 부피과 발생 정도가 보통이 27.9%, 심하게 나타난 것은 11.4%로 높아 이를 종합한 부피지수는 DD구에서는 0.03으로 토양건조가 부피억제에 매우 효과적이었다. 비중도 DD구와 WD구에서 높았다.

2.2. 월동기간 토양수분 수준이 과실품질에 미치는 영향

2차년도 토양수분의 변화는 Fig. 2-4와 같았다. 성숙기 이전 즉 처리 이전의 토양 수분포텐셜은 0 MPa에 가까울 정도로 다습한 상태였다. 10월 1일부터 토양수분 수준을 달리하여 관리하기 시작한 이래 토양수분이 점차 감소하여 12월 하순에는 건조구, 소습구, 다습구의 토양 수분포텐셜이 각각 -1.0, -0.7, -0.1 MPa로 되어 건조구와 다습구의 토양 수분포텐셜은 목표 수준범위로 유지되었으나 소습구는 다소 건조상태로 되었다.

2차년도에 토양수분 수준을 다르게 조절한 처리구에서 조사한 잎수분포텐셜은 Table 2-7과 같았다. 건조구의 잎수분포텐셜은 -1.12~-1.74 MPa로 가장 낮았으며, 소습구와 적습구에서는 각각 -0.75~-0.81 MPa, -0.61~-0.71 MPa로 모든 처리구에서 토양 수분포텐셜보다 약간 낮게 나타났다. 낙엽율은 토양수분을 건조하게 관리할수록 높아지는 경향으로, 건조구에서 30.6%로 가장 높았지만 1999년도 성숙기 이후 전기간 단수구의 39%보다 낮았다 (Table 2-7). 소습구의 낙엽율이 적습구보다 높은 편이었지만 그 차이는 크지 않았다.

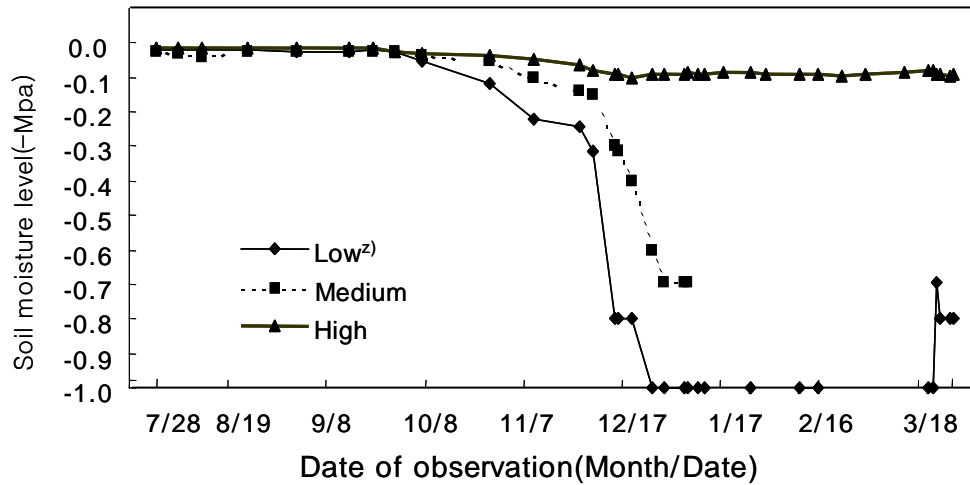


Fig. 2-4. Seasonal changes in soil moisture levels as affected by soil moisture control in the 2000-01 season.

^zSee Table 2-2.

Table 2-7. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on leaf water potential and old leaf drop ratio in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

Data are means \pm SE.

Soil moisture level ^z	Leaf water potential(-MPa)			Leaf drop ratio (%)
	Mar. 22	Mar. 23	Mar. 24	
Low	1.12	1.74	1.25	30.6 \pm 6.56
Medium	0.81	0.97	0.75	23.7 \pm 2.86
High	0.64	0.71	0.61	18.9 \pm 4.28

^zSee Table 2-2 and Fig. 2-4.

과즙의 당도는 토양수분이 건조할수록 높아졌는데 시간이 경과할수록 처리간 차이가 커졌다(Table 2-8). 수확기 건조구의 당도는 12.3 °Brix로 다습

구 10.8 °Brix보다 1.5 °Brix 높았다.

Table 2-8. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on total soluble solids of fruit juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house. Data are means \pm SE.

Soil moisture level ^z	Total soluble solids (°Brix)		
	Jan. 31	Feb. 28	Mar. 29
Low	10.9 \pm 0.23	11.0 \pm 0.23	12.3 \pm 0.63
Medium	10.8 \pm 0.32	10.9 \pm 0.21	11.1 \pm 0.21
High	10.0 \pm 0.27	10.4 \pm 0.47	10.8 \pm 0.18

^zSee Table 2-2 and Fig 2-4.

과즙의 산함량은 1월말까지는 건조구가 가장 높은 것으로 보였으나 2월 이후에는 모든 처리구에서 비슷하게 0.6 % 수준이었다(Table 2-9).

Table 2-9. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on titratable acidity of fruit juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house. Data are means \pm SE.

Soil moisture level ^z	Acid as citric(%)		
	Jan. 31	Feb. 28	Mar. 29
Low	0.80 \pm 0.019	0.60 \pm 0.041	0.63 \pm 0.008
Medium	0.70 \pm 0.016	0.58 \pm 0.020	0.64 \pm 0.011
High	0.74 \pm 0.016	0.59 \pm 0.015	0.63 \pm 0.011

^zSee Table 2-2 and Fig. 2-4.

2차년도에 토양수분 수준이 과실의 부피발생에 미친 영향은 Table 2-10에 나타난 것과 같았다. 1월말까지는 모든 처리구에서 0.15 이내로 부피가 거의 발생되지 않았지만 2월말에는 모든 처리구의 부피지수가 0.40에 가까웠으며, 3월말에는 건조구에서 0.56인데 비하여 다습구에서는 0.66으로 0.1 정도 높았다. 즉 수확기가 늦어질수록 그리고 토양수분이 많을수록 부피가 심해지는 경향이었는데 소습구와 건조구는 거의 비슷하였다.

2차년도 시험결과 성숙기 이후 월동기간에 토양 수분포텐셜을 -1.0 MPa 정도로 건조하게 관리하면 토양 수분포텐셜을 -0.1 MPa 정도의 습윤조건으로 관리한 것보다 과즙 당도를 1.5 °Brix 정도 높일 수 있으며, 부피발생도 억제할 수 있다고 판단되었다. 그러나 낙엽율이 증가되어 수세가 약해질 위험이 있으며, 성숙기 이후의 건조처리에 의한 당도 증가만으로는 맛 좋은 밀감을 생산하기에는 미흡하여 성숙기 이전의 당도 증가 방안을 검토할 필요가 있다고 생각되었다.

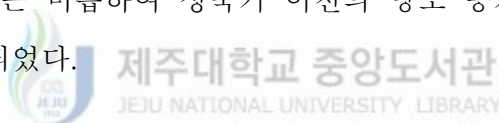


Table 2-10. Effect of soil moisture levels in the 2000-01 season on peel puffing index of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin with fruit overwintered on tree in plastic house.

Data are means \pm SE.

Soil moisture level ^z	Peel puffing index		
	Jan. 31	Feb. 28	Mar. 29
Low	0.14 \pm 0.007	0.39 \pm 0.004	0.56 \pm 0.032
Medium	0.14 \pm 0.008	0.39 \pm 0.003	0.58 \pm 0.009
High	0.15 \pm 0.004	0.40 \pm 0.006	0.66 \pm 0.015

^zSee Table 2-2 and Fig. 2-4.

2.3. 세포비대기 건조처리와 월동기간 토양수분 수준이 과실품질에 미치는 영향

3차년도인 2001~2002년도 토양수분의 변화는 Fig. 2-5와 같았다. 건조스트레스를 주지 않아 전기간 다습을 유지한 처리구(NW)의 토양 수분포텐셜은 계속 -0.08 MPa 내외로 유지되었다. 7월 21일부터 관수를 중지한 건조스트레스구들의 토양 수분포텐셜은 -0.6 MPa 내외까지 내려갔으며, 재관수로 일시 높아졌다가 소습구(SD)는 다시 -0.6 MPa, 적습구(SM)는 -0.15 MPa, 다습구(NW)는 -0.09 MPa 수준으로 유지되었다.

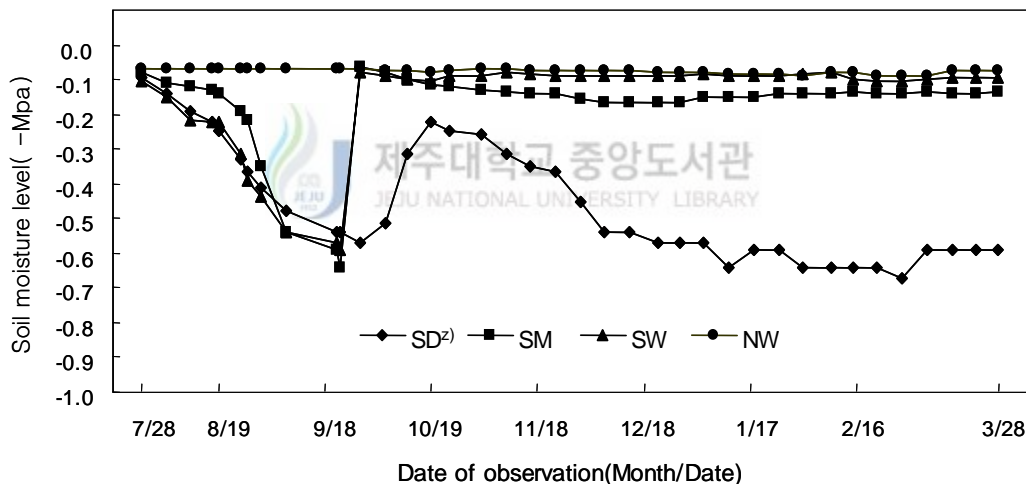


Fig. 2-5. Seasonal changes in soil moisture levels as affected by different soil moisture control in the 2001-02 season.

^zSee Table 2-3.

2002년 2월 7일부터 9일까지 3일간 일출전 잎수분포텐셜을 조사한 결과 (Table 2-11), SD구에서 -0.25 MPa 내외, SM구에서 -1.6 MPa 내외, 그리고 과실 비대기 건조스트레스에 관계없이 조사시점에서 다습으로 관리되고 있었던 SW와 NW구는 모두 -1.4 MPa 내외로 SD구에서만 특히 낮았다. 현

등(1990)은 토양수분장력이 -0.5 MPa 이하로 유지된 시설내 토양에서 잎수분포텐셜의 Ψ_{\max} 은 -2.1 MPa , Ψ_{\min} 은 -2.8 MPa 정도였다고 보고했으며, 藥師寺 등(1995)은 새벽 잎수분포텐셜이 약 -1.50 MPa 이하로 저하되면 온주밀감은 보다 강한 건조스트레스를 받기 시작한다고 하였다. 이 시험에서 다습구를 제외하고는 정도 차이는 있지만 건조스트레스를 받았다고 생각되었다.

낙엽율은 3월 18일까지는 모든 처리구가 11% 정도로 대체로 낮았다 (Table 2-12). 수확후 14일에는 15% 내외로 전반적으로 4% 정도의 증가를 보였으나 처리간 차이는 없었으며, 낙엽에 의한 수세약화의 염려는 없었다. SD구의 토양 수분포텐셜은 -0.6 MPa 정도로 유지되었는데 낙엽율 증가가 없어 이 정도의 건조 상태는 수세를 약화시키지는 않는다고 생각되었다.

Table 2-11. Effect of soil moisture control in the 2001-02 season on leaf water potential in 'Miyagawa Wase' Satsuma Mandarin with fruit overwintered on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Leaf water potential (-MPa)		
	Feb. 7	Feb. 8	Feb. 9
SD	2.50	2.55	2.38
SM	1.50	1.59	1.94
SW	1.19	1.39	1.54
NW	1.28	1.35	1.41

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

과실 횡경의 비대과정은 Fig. 2-6에 나타낸 바와 같았다. 7월 25일 횡경은 36.0~37.0 mm로 가온 하우스재배에서 중간단수 시기의 횡경 기준과 같았다. 이후 건조스트레스 기간에도 꾸준히 증가하다가 11월 6일 이후 비대가

거의 되지 않고 오히려 약간 감소하였는데 秋元 등(1974)과 김(1999)의 보고와 일치하였다.

Table 2-12. Effect of soil moisture level on leaf drop ratio in 'Miyagawa Wase' Satsuma Mandarin with fruit overwintered on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Root activity (mg/g · h)	Percent drop		
		Mar. 5	Mar. 18	Apr. 13
SD	1.503	10.8	11.9	15.9
SM	1.584	10.6	11.7	14.8
SW	2.008	10.7	10.9	15.1
NW	2.076	10.4	11.8	14.9

NS within column at 5% level.

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

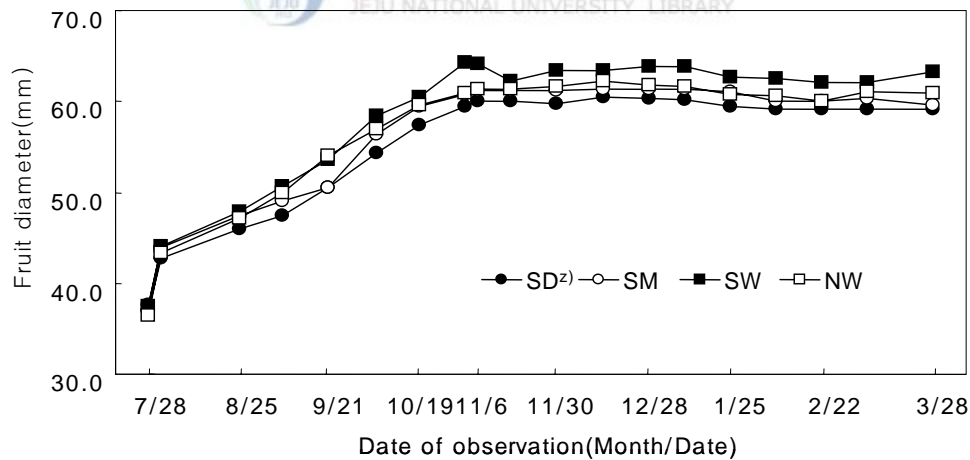


Fig. 2-6. Seasonal changes in transversal diameter of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

과즙 당도의 경시적 변화는 Fig. 2-7과 같았다. 건조스트레스를 주기 위하여 관수를 중단한지 1개월이 되는 8월 20일에도 과즙의 당도는 처리간 차이 없이 7.0 °Brix 미만이었다. 9월 중순에는 건조스트레스를 주지 않은 다습구는 7.6 °Brix에 불과한 반면 건조하게 관리한 다른 구에서는 8.6 °Brix 이상으로 토양이 건조스트레스에 의해 1 °Brix 이상 당도가 증가되었다. 9월 중순 이후에도 토양이 건조할수록 당도 증가가 높았는데 건조스트레스 후 다습으로 관리한 SW구와 건조스트레스 없이 계속 다습으로 관리한 NW구 사이에는 건조스트레스 직후의 당도 차이가 수확기까지 그대로 계속되었으며, 건조스트레스 후 계속 건조로 관리한 SD구는 건조스트레스 이후 월동기간까지 당도 증가도 가장 많아 수확기에는 NW구보다 2.5 °Brix 높았다. SW구와 NW구의 차이는 1.1 °Brix이므로 SD구와 NW구의 차, 즉 2.5 °Brix 중

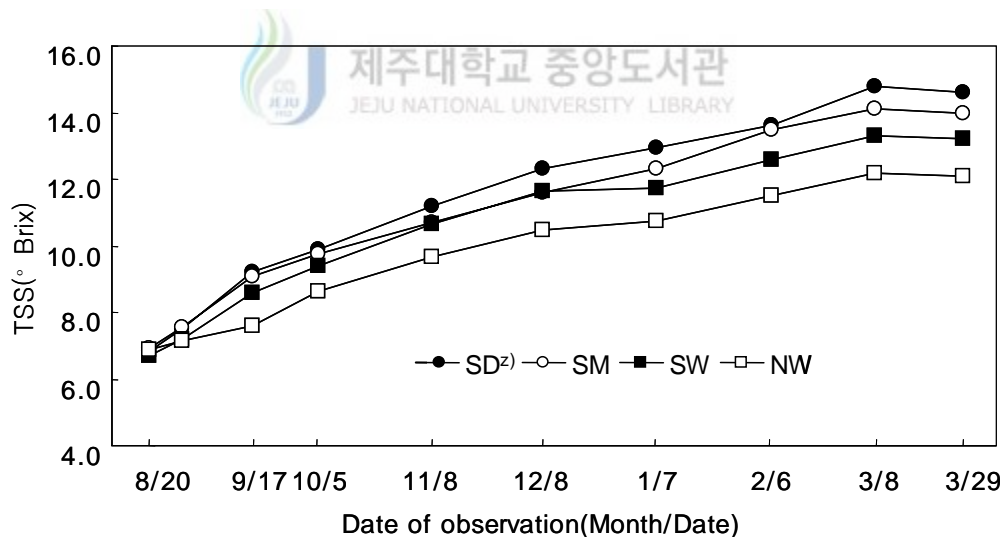


Fig. 2-7. Seasonal changes in total soluble solids in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

1.1 °Brix는 건조스트레스 효과이며, 나머지 1.4 °Brix는 성숙기 이후 건조관리 효과라고 분석되었다.

과즙 중 과당 농도의 시기별 변화(Fig. 2-8)를 보면 모든 처리구에서 10월 부터 1월 상순까지는 별 변화를 보이지 않았으나, 1월 상순부터 3월 상순까지 다소 증가하다가 그 이후부터 수확시까지 오하러 약간 감소하는 경향을 보였다. 건조스트레스를 받은 처리구들은 받지 않은 구보다 0.5% 정도 높아 처리간 차이가 전기간 대체로 유지되는 가운데 건조구가 다소 높아졌다.

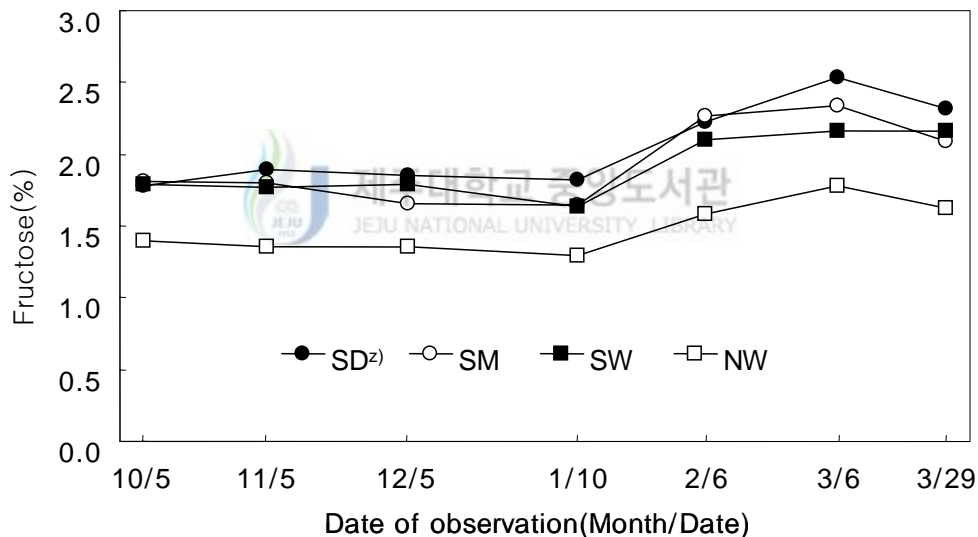


Fig. 2-8. Seasonal changes in fructose concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

²See Table 2-3 and Fig. 2-5.

과즙 중 포도당 농도의 시기별 변화는 Fig. 2-9와 같이 과당 농도의 변화와 비슷한 경향으로 10월 상순부터 1월 상순까지는 큰 변화를 보이지 않았

다. 1월 상순이후부터 3월 상순까지 약간 증가를 보인 후 3월 하순에는 오히려 약간 감소하는 경향이었으며, 건조스트레스를 받은 구는 받지 않은 구보다 0.5% 정도 높아 처리간 차이가 전기간 대체로 유지되는 가운데 건조구가 다소 높아졌다.

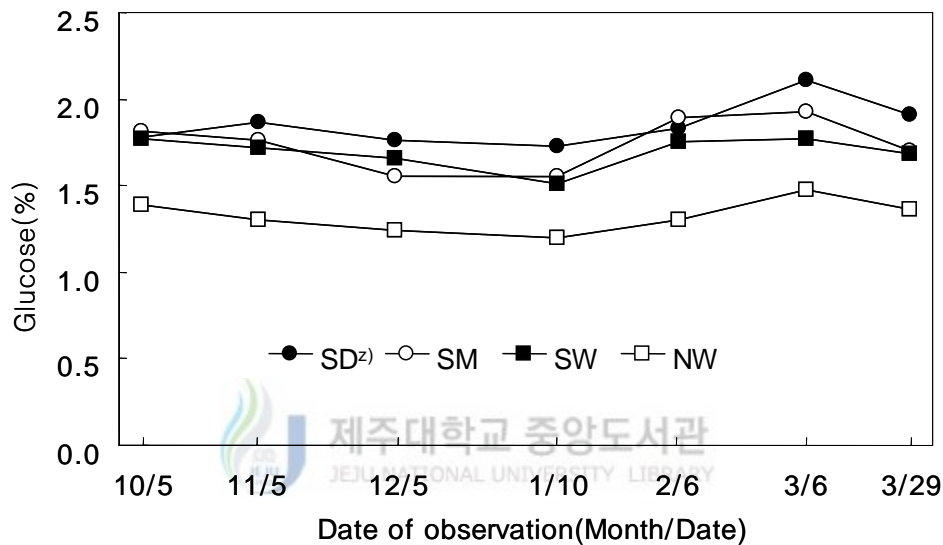


Fig. 2-9. Seasonal changes in glucose concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

²⁾See Table 2-3 and Fig. 2-5.

과즙 중 자당 농도의 시기별 변화(Fig. 2-10)는 과당이나 포도당 농도와는 달리 10월부터 3월 상순 사이에 꾸준한 증가를 보였는데 토양이 건조할수록 자당 농도의 증가가 컸다. 건조스트레스의 영향은 나타나지 않아 10월초까지 모든 처리구가 3.9% 내외였으며, 이후 토양수분 수준이 같게 관리된 NW구와 SW구의 자당 농도는 비슷하게 변화되었다.

과즙 중 총당 농도의 시기별 변화는 Fig. 2-11에 나타냈다. 모든 처리구에

서 10월부터 3월 상순까지 꾸준한 증가를 보이다가 이후 3월 하순까지는 오히려 감소하는 경향이었는데, 10월초에는 NW구에 비해 건조스트레스를 받은 처리들은 1% 정도 높았는데 이후 토양이 건조한 구일수록 총당 농도의 증가는 많아져 3월 하순에는 NW구 10%에 비해 SD구는 12.3%로 2.3%나 높았다.

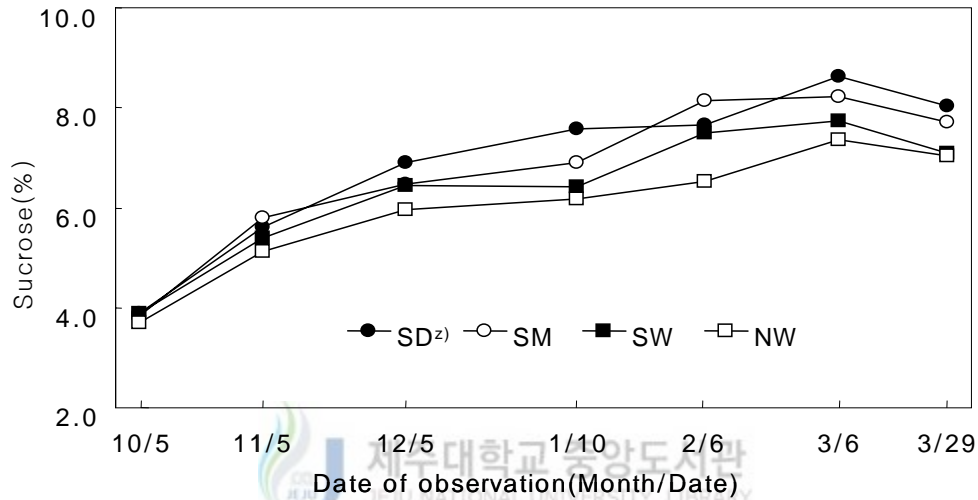


Fig. 2-10. Seasonal changes in sucrose concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

이상의 과즙 당도와 유리당 농도의 변화를 종합해 보면 세포비대기의 건조스트레스는 과당과 포도당의 농도를 각각 0.5%씩, 즉 환원당의 농도를 합계 1% 높여서 당도를 1°Brix 정도 높이는데, 이 효과는 월동이후까지 계속되었으며, 자당 농도에는 영향이 없었다. 성숙기부터는 주로 자당 농도의 증가에 의하여 총당 농도와 당도가 꾸준히 증가되었으며, 이 기간 토양이 건조할수록 자당 농도의 증가가 촉진되었지만 환원당 농도는 별 영향을 받지 않았다. 결과적으로 세포비대기에 건조스트레스 없이 계속 다습으로 관

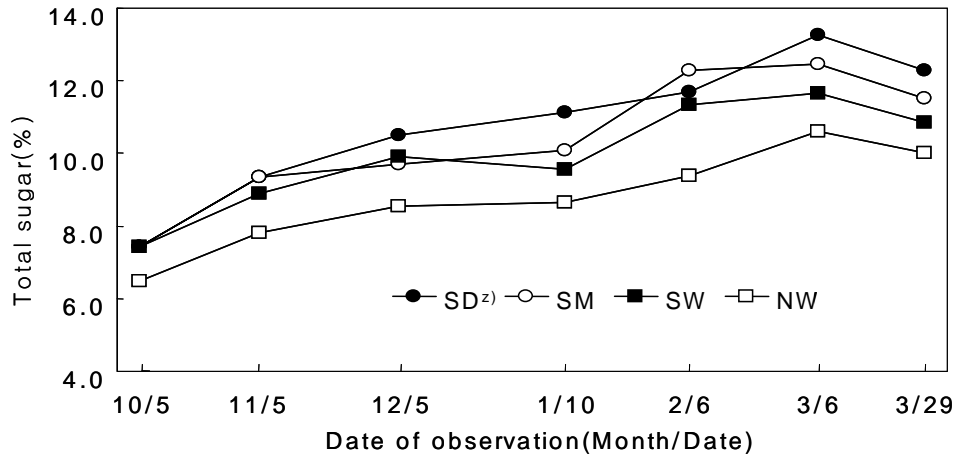


Fig. 2-11. Seasonal changes in total sugar concentration in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.



리한 구에 비하여 건조스트레스를 준 다음 토양을 건조하게 관리하면 월동 후 수확시 과즙 중 과당, 포도당, 자당 농도가 모두 높아졌는데 건조스트레스를 준 다음 다습으로 관리하면 과당과 포도당 농도만 높아졌다(Table 2-13). 온주밀감 과즙의 당 농도는 온도, 광, 토양수분의 영향을 크게 받는다. 특히 조생온주의 시설재배에서 과즙의 당 농도를 높이기 위하여 만개후 60일부터 40일 정도 단수하여 건조스트레스를 주고 있다(川野, 1988b; 현 등, 1994). 노지재배에 있어서도 7월 하순부터 다공질필름으로 멀칭하여 빗물을 차단시켜 건조스트레스를 일으킴으로써 과즙 당도를 높이고 있다(藥師寺, 1994). 온주밀감 과즙의 유리당은 자당, 포도당, 과당이 대략 2:1:1이다. 성숙기 이전까지는 거의 같은 비율로 축적되다가 성숙기가 시작되면서 자당의 축적이 많아지며(伊庭, 1977), 월동수확전 조생온주에서는 자당 비율이 높아진다(池田, 1988). 토양수분이 낮을수록 당도와 총당 농도가 증가하

는데 주로 과당과 포도당 농도가 증가된다(長谷部 등, 1992; Yakushiji 등, 1996). 이 시험에서 세포비대기 건조스트레스가 과당과 포도당 농도를 증가시키고 월동기 자당 농도의 증가가 많은 것은 기존의 보고와 일치한다고 판단되었다.

Table 2-13. Effect of soil moisture levels on the concentration of free sugars in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Sugar concentraion(%)				TSS (°Brix)
	Fructose	Glucose	Sucrose	Total sugar	
SD	2.32a ^y	1.91a	8.04a	12.27a	14.6a
SM	2.09ab	1.70ab	7.72ab	11.51ab	14.1a
SW	2.07ab	1.68ab	7.10b	10.84bc	13.3b
NW	1.62b	1.36b	7.03b	10.012c	12.1c

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

^yMean separation by DMRT within column at 5% level.

과즙의 산함량은 전반적으로 8월 하순부터 12월까지 급격히 감소하였으며 (Fig. 2-12), 월동 중에는 매우 완만한 감소를 보였는데 건조스트레스 이후 토양건조는 산함량 감소를 지연시켰으며, 월동후 수확시 산함량을 높게 하였는데 모든 처리구에서 1.0% 미만으로 실용적인 면에서는 문제가 되지 않았다.

과실의 부피지수는 Fig. 2-13과 같이 1월 상순까지는 모든 처리구에서 부피지수가 0.2 이하였으나, 그 이후 급격히 증가되었는데 월동 중 토양수분이 건조할수록 억제되는 경향이였다.

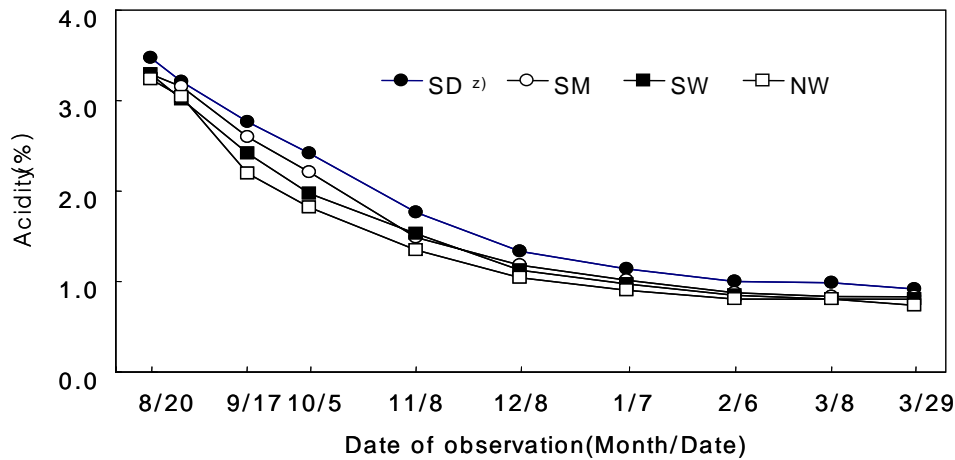


Fig. 2-12. Seasonal changes in the contents of acid as citric in the juice of Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

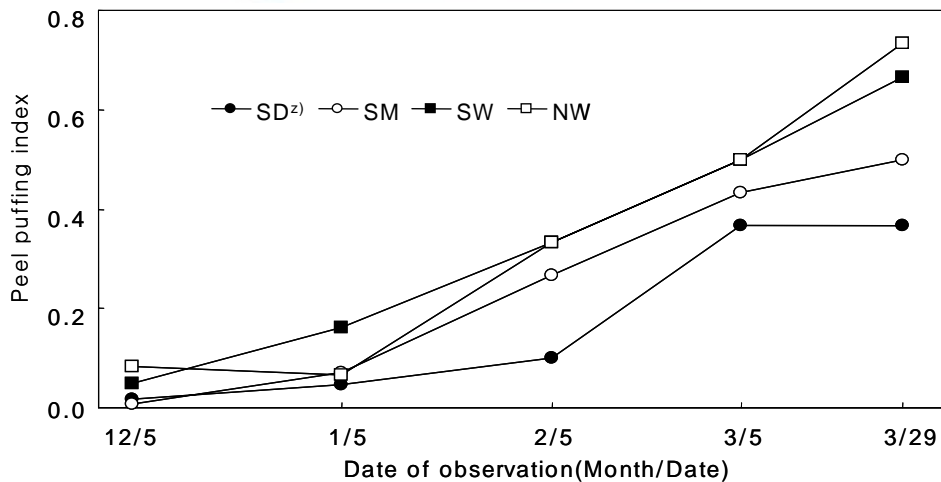


Fig. 2-13. Seasonal changes in the index of peel puffing of Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house as affected by different soil moisture levels in the 2001-02 season.

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

월동후 수확시 과실품질은 Table 2-14와 같았다. 비록 통계적 유의성은 없었지만 건조스트레스를 주고 이후 토양을 건조하게 관리할수록 과실 횡경과 과중이 작아지는 경향이었는데 과실이 가장 작은 처리구에서도 과중이 79 g으로 상품성은 좋은 것으로 판단되었다. 건조스트레스를 주고 이후 토양을 건조하게 관리할수록 과즙의 당도와 산함량은 높아졌으며, SD구의 당도는 14.6 °Brix, 산함량은 0.92 %로 최상의 식미를 보이는 과실을 생산할 수 있었다.

부피정도는 기계적인 측정방법인 비중으로 판정(鳥濁 1976)할 수도 있는데, SW구와 NW구의 비중은 0.80이었는데 비하여 SD구와 SM구는 각각 0.87과 0.83으로 비중이 무거워 부피가 적음을 알 수 있었다. 부피지수는 비중과 정반대의 경향으로 비중이 무거울수록 부피가 적었다.

Table 2-14. Effect of soil moisture levels on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Fruit width (mm)	Fruit weight (g)	TSS (°Brix)	Acidity (%)	Specific gravity	Puffing index
SD	58.5a ^y	79.0a	14.6a	0.92a	0.87a	0.35b
SM	59.5a	82.0a	14.1a	0.83b	0.83b	0.48b
SW	61.1a	89.0a	13.2b	0.81b	0.80b	0.68a
NW	62.1a	91.5a	12.1c	0.74b	0.80b	0.72a

^zSee Table 2-3 and Fig. 2-5.

^yMean separation by DMRT within column at 5% level.

이상 3년간의 성적을 종합해 보면 성숙기 이후 월동기간 토양을 건조하게 유지할수록 당도를 증가시키고 부피발생을 억제할 수 있었다. 그러나 토양 수분포텐셜 -1.0 MPa 이하가 되도록 하는 지나친 건조는 수세를 약화시킬

우려가 있었으며, -0.6 MPa 정도의 건조관리로 수세를 약화시키지 않고 당도 증가효과를 얻을 수 있었다. 월동기간 토양건조에 의한 과즙 당도 증가는 주로 자당 농도의 증가에서 비롯되었으며, 그 효과는 3년 연속 1.5 °Brix 정도로 산출되었다. 토양을 건조하게 유지하지 않았을 때 11월 하순이후 3월말까지 월동기간 당도 증가량은 $0.6\sim 1.5$ °Brix였고, 월동 후 수확시 당도는 $10.0\sim 12.1$ °Brix로 해에 따라 차이가 있었다.

토양수분의 다소가 과실의 당도에 영향을 주는 시기인 세포비대기 7월부터 액포발달기 9월까지 강우량을 비교하면 평년 481.7 mm에 비해 1차년도에는 $1,118.2$ mm로 2배 이상의 많은 비가 내렸고, 2차년도에는 521.9 mm로 약간 많았지만 3차년도는 오히려 적은 378.7 mm를 보였다(Appendix 3).

따라서 월동기간 토양을 건조하게 유지하는 것만으로는 어떤 해에는 수확시 과즙당도가 12 °Brix 미만이 되어 식미가 우수한 과실을 생산하는데 한계가 있었다. 과실의 세포비대기 즉 과실 횡경이 35 mm되는 시기부터 47일간 단수하여 토심 15 cm의 토양 수분포텐셜이 -0.6 MPa로 낮아질 정도로 건조 스트레스를 주면 주로 환원당 농도가 1% (과당과 포도당이 각각 0.5%) 증가되어 당도가 1 °Brix 증가되었으며, 이 증가량은 월동 후 수확시까지 계속 유지되었다.

따라서 세포비대기에 건조스트레스를 주고 이후 토양을 건조하게 관리하면 과즙 당도를 관행 관리구보다 2.5 °Brix 높일 수 있어서 월동 후 수확과실은 당도가 항상 12 °Brix 이상이 될 것으로 판단되었다. 과즙 중 산함량은 월동수확 재배에서 문제가 되지 않을 것으로 생각되었다.

3. 부피 방지제 살포효과

1차년도에 공시한 칼슘제와 생장조절제 중 부피방지효과가 가장 좋게 나타난 것은 칼사이트(크레프논)였으며, 다음으로 GA + PDJ의 혼용살포, 셀바인 순이었다(Table 3-5). 가루키와 염화칼슘 그리고 GA 또는 PDJ 단독 살포는 부피방지효과가 전혀 없는 것으로 나타났다.

Table 3-5. Effect of the foliar spray of chemicals on specific gravity and peel puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Specific gravity	Index of puffiness	Chemical injury ^y	Chemical blotch
Control	0.83	0.58	-	-
Calcite	0.87	0.41	-	+
Cellbine	0.86	0.49	-	-
Kalk-H	0.82	0.67	-	-
CaCl ₂	0.83	0.80	-	-
PDJ	0.83	0.68	-	-
GA	0.84	0.54	-	-
GA+PDJ	0.87	0.45	+	-

^zSee Table 3-1.

^y-: None, +: Low, ++: Medium, +++: Severe

과즙의 당도는 가루키 살포구에서 11.8 °Brix로 가장 높았고, 칼사이트 살포구가 10.4 °Brix로 가장 낮았으나 산함량은 0.61~0.76 % 범위로 처리간 별 차이가 없었다.

Table 3-6. Effect of the foliar spray of chemicals on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 29, 2000 after overwintering on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Fruit width (mm)	TSS (°Brix)	Titrateable acidity (%)
Control	56.2	11.0	0.65
Calcite	56.9	10.4	0.73
Cellbine	55.3	10.9	0.73
Kalk-H	54.9	11.8	0.76
CaCl ₂	56.3	10.8	0.69
PDJ	56.5	11.0	0.62
GA	55.8	11.4	0.61
GA + PDJ	55.2	11.3	0.65

^zSee Table 3-1.

2차년도에 생장조절제 살포 후 한달 간격으로 부피정도를 관능평가하여 부피지수로 환산한 결과는 Table 3-7과 같았다. 12월 하순까지는 모든 처리구에서 부피발생이 거의 없었으나, 1월 하순이후 증가되는 경향을 보였는데 처리간 차는 일정한 경향이 없었다.

Table 3-7. Effect of the foliar spray of plant growth regulators in the 2000-01 season on the changes in peel puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Dec. 5	Dec. 20	Jan. 19	Feb. 21
Control	0.03	0.05	0.11	0.13
GP 200×	0.04	0.04	0.09	0.17
GP 500×	0.04	0.05	0.10	0.16
GP 1000×	0.07	0.04	0.09	0.12
GA 20 ppm + PDJ 20 ppm	0.03	0.05	0.18	0.21
GA 20 ppm + PDJ 10 ppm	0.07	0.03	0.14	0.20

^zSee Table 3-2.

생장조절제 살포는 수확과실의 부피지수, 당도 그리고 산함량 등에 유의한 영향을 미치지 않았다(Table 3-8). 호반증과 유사한 약해가 GP 500배 처리구와 GA 20 ppm 및 PDJ 20 ppm 혼합처리구에서 나타났다. GP 또는 GA와 PDJ 혼합처리는 약해 발생의 우려 때문에 부피방지 목적으로 사용할 수 없다고 판단되었는데 上田 등(1982)도 부피방지 효과는 인정되었으나 녹반이 남아 생식용으로 부적하다고 하였다.

칼슘제와 GP 혼용살포 후 부피정도를 달관 조사한 결과 12월 하순까지는 모든 처리구에서 0.1 이하였으나 그 이후 월동기간이 길어질수록 부피지수가 증가하는 경향이었는데 처리간 차이는 뚜렷하지 않았으며 오히려 무처리구에서 부피지수가 낮은 편이었다(Table 3-9).

Table 3-8. Effect of the foliar spray of plant growth regulators on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2001 after overwintering on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Fruit width (mm)	TSS (°Brix)	Titratable acidity (%)	Puffiness index	Chemical injury index
Control	58.1	12.0	0.58	0.83	0.08a ^z
GP 200×	57.9	11.3	0.60	0.80	0.00a
GP 500×	59.4	11.7	0.59	0.79	0.30b
GP 1000×	59.1	11.8	0.57	0.78	0.00a
GA 20 + PDJ 20 ppm	58.7	11.2	0.57	0.77	0.10a
GA 20 + PDJ 10 ppm	58.5	12.2	0.58	0.85	0.00a

^zSee Table 3-2.

^zMean separation by DMRT within column at 5% level.



Table 3-9. Effect of foliar spray of calcium compounds and GP in the 2000-01 season on changes in the index of peel puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit overwintered on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Dec. 5	Dec. 20	Jan. 19	Feb. 21
Control	0.057	0.070	0.085	0.136
Calcite 100× + GP 500×	0.035	0.047	0.125	0.153
Calcite 100×	0.045	0.063	0.119	0.191
Cellvine 300× + GP 500×	0.074	0.092	0.126	0.152
Cellvine 300×	0.037	0.049	0.137	0.155
GP 500×	0.109	0.107	0.130	0.183

^zSee Table 3-3.

칼슘제와 GP 혼용살포는 수확과실의 당도, 산함량, 부피지수 등에 유의한 영향을 미치지 않았다(Table 3-10).

1차년도 시험에서는 칼사이트, 셀바인, GP 등의 살포가 부피발생을 억제 하였으나 2차년도 시험에서는 부피발생 억제효과를 찾기 어려웠다. 이런 결과에 대한 원인으로는 2차년도 약제 살포시기가 11월 7일로 1차년도 10월 25일 보다 10일 이상 늦었기 때문이라고 생각할 수 있었다. 따라서 부피방지제는 살포시기가 중요하다고 판단되었다.

또한 칼사이트는 약반이 수확후까지 과피에 하얗게 부착된 상태로 남아 있어서 청정 농산물 이미지를 훼손시킬 우려가 있었으며 GP는 약해를 유발시킬 우려가 있었다.

Table 3-10. Effect of foliar spray of calcium compounds and GP on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2001 after overwintering on tree in the plastic house.

Treatment ^z	Fruit width (mm)	TSS (°Brix)	Titratable acidity (%)	Puffiness index
Control	58.7	12.4	0.61	0.82
Calcite 100× + GP 500×	58.2	12.4	0.61	0.85
Calcite 100×	63.3	12.4	0.61	0.88
Cellbine 300× + GP 500×	58.5	12.5	0.58	0.91
Cellbine 300×	60.2	12.5	0.61	0.86
GP 500×	58.1	12.7	0.62	0.83

NS within column.

^zSee Table 3-3.

토양수분관리방법을 주구로 하고 부피방지제 종류를 세구로 한 분할구배치법 시험에서 수상월동 후 수확과실의 횡경, 과육율, 과즙 당도는 토양수분관리방법의 영향은 인정(이에 대한 논의는 2. 3. 세포비대기 건조처리와 월동기간 토양수분 수준이 과실품질에 미치는 영향을 참조)되었으나, 부피방지제 살포영향은 인정되지 않았다(Table 3-11). 산함량은 셀바인 3회 살포구에서 높고, 셀바인과 GA 혼합살포구에서 낮게 나타났으나 실용적인 의미는 없다고 생각되었다.

과즙 중 유리당 농도에 미친 영향은 당도의 경우와 마찬가지로였다(Table 3-12).

과피의 시들음 정도는 수분관리방법이나 부피방지제 살포 영향이 없으므로 나타났으며, 과피의 녹반이 GA 살포구에서 관찰되었는데 그 정도가 미미하여 상품성에 영향을 미치지 않을 것으로 생각되었다(Table 3-13).

부피지수는 토양 수분관리방법 뿐만 아니라 부피방지제 살포 영향도 받았다. 토양을 건조하게 관리할수록 부피지수가 적었으며, 셀바인 3회 살포 또는 셀바인과 GA 혼용살포는 부피지수를 유의하게 감소시켰다.

과실비중은 토양이 건조할수록 무거워졌지만 부피방지제 살포효과는 인정되지 않았다. 비록 부피방지제 살포에 의한 부피경감 효과가 유의하긴 했지만 토양수분의 영향이 매우 크고 부피방지제에 의한 경감효과는 미미하였다.

Table 3-11. Effect of soil moisture control and folioar spray of chemicals on the quality of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.

Soil moisture control ^z	Chemical ^y	Fruit width (mm)	Pulp ratio (%)	TSS (°Brix)	Titratable acidity (%)
SD	CC	56.6	77.5	13.6	0.81
	G1	57.6	75.0	13.9	0.79
	S1	57.0	78.0	13.9	0.79
	S3	58.7	76.2	14.0	0.82
	SG	55.2	76.9	14.5	0.72
	Mean	57.0	76.7	14.0	0.78
SM	CC	57.3	76.7	14.4	0.85
	G1	57.8	77.3	14.8	0.85
	S1	58.8	74.4	14.5	0.84
	S3	57.0	75.8	14.9	0.90
	SG	55.6	76.2	14.9	0.76
	Mean	57.3	76.1	14.7	0.84
SW	CC	57.3	73.2	13.5	0.70
	G1	58.3	73.9	13.6	0.69
	S1	56.9	74.8	12.8	0.77
	S3	58.3	75.6	12.8	0.75
	SG	58.3	76.2	13.4	0.75
	Mean	57.8	74.7	13.2	0.73
NW	CC	59.5	76.0	12.4	0.72
	G1	60.7	74.9	12.5	0.73
	S1	61.5	74.3	12.4	0.73
	S3	58.0	75.6	12.7	0.82
	SG	60.0	75.8	12.5	0.73
	Mean	59.9	75.3	12.5	0.74
Mean	CC	57.7	75.9	13.4	0.77
	G1	58.6	75.3	13.7	0.76
	S1	58.6	75.4	13.4	0.78
	S3	58.0	75.8	13.6	0.82
	SG	57.3	76.3	13.8	0.74
LSD _{0.05}	Soil moisture(A)	1.94	1.33	0.84	0.08
	Chemical spray(B)	ns	ns	ns	0.53
	A×B	ns	ns	ns	ns

^{zy}See Table 2-3 and 3-4.

Table 3-12. Effect of soil moisture control and folioar spray of chemicals on the concentration of free sugars in the juice of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.

Soil moisture control ^z	Chemical ^y	Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
SD	CC	1.8	1.7	6.9	10.4
	G1	1.9	1.8	7.0	10.7
	S1	1.9	1.8	7.5	11.1
	S3	2.1	1.9	7.3	11.4
	SG	2.1	2.0	7.7	11.7
	Mean	2.0	1.8	7.3	11.1
SM	CC	2.0	1.8	7.6	11.4
	G1	2.0	1.9	7.9	11.9
	S1	1.3	1.2	4.9	7.4
	S3	2.5	2.3	7.9	12.6
	SG	2.3	2.1	7.8	12.2
	Mean	2.0	1.9	7.2	11.1
SW	CC	1.9	1.7	7.6	11.1
	G1	2.0	1.8	7.6	11.4
	S1	1.8	1.7	6.9	10.5
	S3	1.9	1.8	7.2	10.9
	SG	2.2	2.0	7.7	11.8
	Mean	2.0	1.8	7.4	11.1
NW	CC	1.5	1.4	6.7	9.6
	G1	1.5	1.4	6.0	8.9
	S1	1.5	1.4	6.1	8.9
	S3	1.4	1.3	6.2	8.8
	SG	1.4	1.3	6.3	9.0
	Mean	1.5	1.3	6.2	9.0
Mean	CC	1.8	1.7	7.2	10.6
	G1	1.9	1.7	7.1	10.7
	S1	1.6	1.5	6.4	9.5
	S3	2.0	1.8	7.2	10.9
	SG	2.0	1.8	7.4	11.2
LSD _{0.05}	Soil moisture(A)	0.2373	0.2291	0.7775	1.1503
	Chemical spray(B)	ns	ns	ns	ns
	A×B	ns	ns	*	ns

^{zy}See Table 2-3 and 3-4.

Table 3-13. Effect of soil moisture control and folioar spray of chemicals on the peel puffiness of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin fruit harvested on March 30, 2002 after overwintering on tree in the plastic house.

Soil moisture control ^z	Chemical ^y	Peel wilting index	Green blotch index	Puffing index	Specific gravity
SD	CC	0.00	0.00	0.52	0.87
	G1	0.10	0.43	0.50	0.85
	S1	0.00	0.00	0.44	0.88
	S3	0.00	0.00	0.50	0.86
	SG	0.10	0.00	0.42	0.88
	Mean		0.04	0.09	0.48
SM	CC	0.00	0.03	0.67	0.84
	G1	0.03	0.00	0.53	0.85
	S1	0.00	0.00	0.63	0.82
	S3	0.03	0.00	0.53	0.85
	SG	0.00	0.00	0.54	0.80
	Mean		0.01	0.01	0.58
SW	CC	0.00	0.00	0.71	0.83
	G1	0.10	0.40	0.68	0.79
	S1	0.03	0.00	0.67	0.83
	S3	0.00	0.03	0.54	0.84
	SG	0.00	0.47	0.66	0.85
	Mean		0.03	0.18	0.65
NW	CC	0.00	0.00	0.92	0.81
	G1	0.00	0.00	0.90	0.78
	S1	0.00	0.00	0.91	0.79
	S3	0.00	0.00	0.82	0.80
	SG	0.00	0.07	0.88	0.80
	Mean		0.00	0.01	0.89
Mean	CC	0.00	0.01	0.70	0.84
	G1	0.06	0.21	0.65	0.82
	S1	0.01	0.00	0.66	0.83
	S3	0.01	0.01	0.60	0.84
	SG	0.03	0.13	0.63	0.83
LSD _{0.05}	Soil moisture(A)	ns	ns	0.06	0.02
	Chemical spray(B)	ns	ns	0.06	ns
	A×B	ns	ns	ns	ns

^{zy}See Table 2-3 and 3-4.

V. 요약

조생온주 밀감의 수상월동재배법을 확립하기 위하여, 무가온 하우스에서 재배되고 있는 탕자대목의 25년생 궁천조생 온주밀감(*Citrus unshiu* cv. Miyagawa Wase)을 대상으로 1999년 5월부터 3개년 동안 결실관리방법, 토양수분 관리방법, 부피방지제 살포효과 등에 대한 일련의 시험을 수행한 내용과 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 결실관리방법이 수량 및 과신품질에 미치는 영향

결실관리방법을 매년 수관 전체에 골고루 결실시키는 수관전면결실구, 수관을 아주저 단위로 나누어 가지별로 격년결실시키는 가지별결실구, 인위적 격년결실 유도에 의한 홀수해 결실구와 짝수해 결실구 등으로 달리하여 과실을 나무에 달린 상태로 월동시켜 다음해 3월말 수확하여 수량과 품질을 조사하였다.

1-1. 결실관리에 따라 전년도 착과량이 많으면 발아기와 개화기가 늦어지고 착과량도 적어졌다. 3년 수량을 기초로 계산한 수관 단위부피당 연평균 수량은 가지별 결실구에서 3.55 kg/m³으로 가장 많았고 격년결실구와 수관전면결실구는 각각 2.31, 2.17 kg/m³이었다.

1-2. 과실 크기별 분포에서 상품성이 높다고 인정되는 3~6번과의 비율은 격년결실구에서 53%로 가장 높았고 가지별 결실구와 수관전면 결실구에서는 각각 46, 35%였다. 수관전면 결실구에서 흉년에는 대과의 비율이 매우 높았다.

1-3. 과즙의 당도와 산함량의 결실관리방법간 차이는 해에 따라 경향이 일정하지 않았으며 부피지수는 비록 통계적 유의차는 인정되지 않았지만 격년결실구에서 가장 낮은 경향이였다.

1-4. 수량뿐만 아니라 수확과실의 품질과 재배관리의 편의성을 고려하면 하우스를 짝수해 결실동과 홀수해 결실동으로 나누어 격년결실방법으로 관리하는 것이 합리적이라고 결론되었다.

2. 토양수분관리 방법이 과실품질에 미치는 영향

토양수분관리 방법을 매년 달리하면서 과실의 품질에 미치는 영향을 평가하였다. 1차년도에는 성숙기(10~11월)와 월동기(12월~다음해 3월)로 나누어 단수시기를 달리하여 전기간 단수, 성숙기 단수, 월동기 단수, 전기간 관수 등 4처리를 두었다. 2차년도에는 성숙기와 월동기 전기간을 건조(-1.0MPa), 소습(-0.7MPa), 적습(-0.1MPa)으로 관수량을 조절하였으며, 3차년도에는 세포비대기(7월 21일~9월 17일)에 단수하여 건조스트레스를 준 다음 소습(-0.7MPa), 적습(-0.1MPa), 다습(-0.05MPa)으로 관수량을 조절하는 처리와 더불어 건조스트레스 없이 전기간 다습으로 관리하는 처리를 두었다.

2-1. 성숙기부터 단수처리에 의하여 토양이 건조할수록 과즙의 당도 상승이 많아지고 부피발생이 적어졌으나 산함량 감소에는 별 영향이 없었는데 전기간 단수구의 수확과는 전기간 관수구에 비하여 당도는 1.2. Brix가 높은 11.4. Brix, 부피되지 않은 정상과의 비율은 34% 포인트가 높은 94%나 되었다. 건조효과는 성숙기 단수구 보다 월동기 단수구에서 큰 것으로 나타났다.

2-2. 성숙기부터 전기간 단수에 의한 지나친 건조는 뿌리활력을 감소시키고 겨울철 낙엽율을 40% 가깝게 증가시켰다.

2-3. 성숙기부터 토양관리를 건조하게 할수록 당도 상승이 많아지고 부피발생이 적어졌으며 산함량 감소에는 별 영향이 없었다. 수확시 건조구의 과즙당도는 12.3 °Brix로 가장 높았고, 소습구 11.1 °Brix, 다습구 10.8 °Brix 순이었으며 건조구의 부피지수는 0.56 이었는데 적습구는 0.66으로 높았다.

2-4. 성숙기부터 토양을 건조하게 관리할수록 잎수분포텐셜이 낮아졌으며 겨울철 낙엽율이 증가하였다.

2-5. 세포비대기에 건조스트레스를 준 다음 소습관리구에서 월동후 수확과의 당도는 14.6 °Brix로 건조스트레스 없는 다습관리구보다 2.5 °Brix가 높았는데 이 중 1.1 °Brix 는 건조스트레스 효과였으며 나머지 1.4 °Brix는 성숙기부터의 토양수분 수준 효과라고 분석되었다.

2-6. 세포비대기의 건조스트레스는 과즙의 과당과 포도당 농도를 각각 0.5% 포인트씩 증가시켰으며 그 효과는 월동 후까지 계속되었다. 성숙기부터의 토양건조에 의한 당 농도 증가는 자당 농도 증가에 의한 것이었으며 그 증가량은 1% 포인트였다.

2-7. 세포비대기의 건조스트레스와 이후 소습관리는 월동후 수확과의 부피발생을 유의하게 감소시켰다. 또한 산함량을 높였으나 그 절대량은 0.9% 수준으로 산함량 과다의 염려는 없었으며, 낙엽율을 증가시키지도 않았다.

2-8. 세포비대기의 건조스트레스와 이후 토양수분 수준의 조절로 당도가

높고 부피가 적은 품질 좋은 과실을 생산할 수 있다고 판단되었다.

3. 부피 방지제 살포효과

성숙기(10~11월)에 칼사이트(크레프논) 100배, 셀바인 300배, 가루키 300배, 염화칼슘 0.1%액, n-propyl dihydrojasmonate(PDJ)와 gibberellic acid (GA₃) 각 50 ppm을 단독 또는 혼합으로 살포하여 다음해 3월말 수확과의 과실품질을 부피 발생정도에 중점을 두어 조사하였다.

3-1. 칼사이트(크레프논) 살포는 부피억제효과가 우수하였으나 수확시 과피에 약반이 남아 있어서 농약이 묻은 것으로 오인될 우려가 있었고, GA와 PDJ의 혼용살포도 부피억제효과가 있었으나 과피에 갈색 반점이 생기는 약해가 나타나 실용성에 문제가 있다고 판단되었다.

3-2. 셀바인 300배 3회(10월 12일, 26일, 11월 9일) 살포 또는 셀바인 300배 + GA 50 ppm 1회 살포(10월 26일)는 부피억제 효과가 인정되었는데 살포시기가 중요하다고 생각되었다.

VI. 인용문헌

- 秋元稔万, 古橋信哉, 小川勝利. 1974. 瀬戸内カンキツ園の水管理に関する研究. (第3報) 夏秋季の土壤水分の多少が温州ミカンの樹勢と果實の形質に及ぼす影響. 廣島果試研報. 2 : 39-47.
- 朝倉利員. 1991. 樹園地における樹体及び環境計測技術の評価と利用. 平成2年度 果樹課題別研究会資料. 農林水産省果樹試験場編集 - 樹体の水分動態の計測 83-90.
- 朝倉利員, 小川勝利, 本條均, 壽松木章, 間葶谷徹. 1991. ^{13}C トレーサー法による水ストレス下ウンシュウミカンの糖集積機構の解析. 日園學雜. 60 別 2 : 22-23.
- 大東 宏, 佐藤義彦. 1984. ウンシュウミカン果實の成熟に伴うペクシン質含量の變化. 日園學雜. 53(2) : 150-156.
- 大東 宏, 佐藤義彦. 1985. ウンシュウミカン果實の成熟に伴う糖, 有機酸の變化. 日園學雜. 54(2) : 155-162.
- 大東 宏, 富永茂人. 1981. 瀬戸内地域における中晩生カンキツ果實の品質に関する研究(第2報) 果汁中糖組成と含量の時期別變化. 四國農試報. 37 : 53-61.
- GARCIA-LUIS. A., 岩堀修一. 1994. 柑橘の着花の生理. 農及園. 69(6) : 51-57.
- 감귤산업발전계획수립기획단. 2000. 濟州道 柑橘産業 發展計劃 p. 1-80.
- 福田博之. 1985. 果實の成熟と追熟. 養賢堂. 東京 p. 7-23.
- 高橋和義. 1995. 隔年交互着果法利用技術の確立. 1) 整枝, せん定技術の確立. 2) 樹体管理技術の確立. 特定農産物緊急技術開發事業研究成果-果實編 [第2分冊] - 日本農林水産技術會議事務局振興課 p. 127-138.
- 古野信雄. 1974. ウンシュウミカンの越年採收に関する試験. 昭和49年度常緑果樹試験研究打合せ會議資料 I p. 203-204.

- 葦澤正義, 根籐權一, 中條利明. 1981. 温州ミカン果實の夏期の日肥大に及ぼす土壤水分の影響. 香川大農學報. 33 : 87-94.
- 葦澤正義, 割石俊哉, 眞部 桂. 1983. 夏季における温州ミカン樹の水管理の指標としての葉の蒸散速度. 香川大農學報. 35 : 115-123.
- 原田 豊, 錢 長發, 井上 宏. 1985. 하우스ミカンの温度管理と生長周期似ついて. 農試研報. 37 : 55-65.
- 橋本和光, 宮田明義. 1990. 早生温州ミカンの高熟度期採收に関する試験. 昭和63年度 常緑果樹試験研究成績概要集(栽培・流通利用編). 日農林水産省果樹試験場 p. 141-142.
- 長谷部秀明, 柴田好文, 佐金信治. 1990. 早生温州の越年完熟について(1)果實の大きさと果實品質. (2)越年量と果實品質. 昭和63年度 常緑果樹試験研究成績概要集(栽培・流通利用編). 日農林水産省果樹試験場 p. 145-148.
- 長谷部秀明, 安宅雅和, 森 聰, 柴田好文. 1992. ウンシュウミカンの土壤被覆處理が果汁中の糖含量及び糖組成に及ぼす影響. 徳島果試研報. 20 : 1-10.
- 星野和生. 1986. 水ストレスによる被害發生機構解明と技術開發上の問題點. 農及園. 61 : 803-810.
- 本條 均, 朝倉利員, 鴨田福也, 中川行夫. 1989. 人工氣象室における果樹の生育反應. 第2報. 人工光の種類と果樹の生育. 果樹試報 A. 16 : 83-98.
- 深谷勝郎, 鈴木唯志, 竹中 肇. 1983. ハウスミカン栽培での灌水の實態と必要性. 日農土紙. 51 : 111-116.
- 현해남, 한해룡, 김영효, 임한철, 문두경. 1994. 시설감귤에서 단수처리가 광합성과 과실의 품질에 미치는 영향. 2. 단수처리가 과실 품질에 미치는 영향. 농업논문집('93농업산학협동) 36 : 31-36.
- 현해남, 한해룡, 문두길, 임한철. 1990. 柑橘시설내 土壤水分 조절이 잎수분 포텐셜과 果實 品質에 미치는 영향- 土壤水分, 잎수분 포텐셜 및 果汁의 糖度와의 관계-. 農試論文集(농업산학협동편) 33 : 81-89.

- 池田富喜夫. 1888. ウンシュウミカン果汁の糖集積に関する研究. 第11報 越年果の果汁の糖含量と糖組成について. 日園學要旨. 昭63秋(果樹) : 28-29.
- 池田富喜夫, 森永邦久, 永田賢嗣. 1989. ウンシュウミカン果汁の糖集積に関する研究(第13報) 하우스ミカンの糖集積の特徴について. 日園學雜. 58別2 : 90-91.
- 伊庭慶昭. 1977. ウンシュウミカンの品質管理に関する研究 = 主として收穫及び貯藏方法が果實の品質に及ぼす影響について=京大學位論文 p. 1-130.
- 井上 宏, 錢 長發. 1987. ウンシュウミカンの早期落果と晝夜の溫度條件. 香川大農學報. 39 : 11-19.
- 井上 宏, 原田 豊. 1988. ウンシュウミカンの幼樹の生長と養分吸收の溫度條件. 日園學雜. 57 : 1-7.
- 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. 香川大農學報. 40 : 31-36.
- 石原正義. 1982. 果樹の榮養生理. 農文協. 102-105.
- 石井孝昭, 水谷房雄, 岩崎一男. 1981. カルシウム化合物が温州ミカンの浮皮防止に及ぼす影響. 農及園. 56(6) : 809-810.
- 岩垣 功, 泉 嘉郎, 荒木忠治, 廣瀬和榮. 1981. ウンシュウミカンの成熟生理に関する研究. II. 果肉, 果皮中の糖, 有機酸及よびアミノ酸の變化. 果樹試報 B. 8 : 37-54.
- 제주도, 제주도감귤출하연합회. 2000. '99년산 감귤유통처리분석. 노지온주 월별도매시장가격 동향 -노지온주 감귤 규격별 평균가격 비교. 제주도감귤출하연합회 p. 65-67.
- 제주도, 제주도감귤출하연합회. 2002. 2001년산 감귤유통처리분석. 제주도감귤출하연합회 p. 9.
- Kadoya. K. 1973. Studies on the translocation of photosynthates in satsuma mandarin. III. Effects of water stress on the metabolism of

- sugars in the fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 42:210-214.
- 鴨田福也. 1989. 水ストレスと作物の生長. 日熱研集報. 64:19-29.
- 垣内典夫, 伊庭慶昭, 伊藤三郎. 1970. カンキツ果實の基礎的研究. I. 温州ミカンの有機酸および糖分の時期別變化. 園試報 B. 10:149-162
- 川野信壽. 1988a. ハウスミカンの生産安定と品質向上(4). 農及園. 63:737-740.
- 川野信壽. 1988b. ハウスミカンの生産安定と品質向上(5). 農及園. 63:847-854.
- 河瀬憲次. 1984. 温州ミカン果實における浮皮發現の要因と防止法に関する研究(2報)果實周邊の濕度條件と浮皮發現. 果樹試報 D. 6:41-56.
- 河瀬憲次, 平井康市, 禿 泰雄, 間苧谷 徹. 1985. ウンシュウミカンに對するエチクロゼートの浮皮輕減效果について. 日園學雜. 54(2):17-177.
- Kawase, K., H. Masashi. 1983. Growth, sugar accumulation and puffiness of the mandarin peel during coloring. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52(3):231-237.
- 김영효, 송인관, 송정흡, 강호준, 문두길. 1999. 월동수확 감귤 수확하는 농가 실증시험. 제주도농업기술원. 제주농업시험연구보고서 p. 54-61.
- 金昌明. 2002. 氣象要因이 濟州地方 温州蜜柑의 開花・結實 및 果實品質에 미치는 影響. 濟州大博士學位論文 1-115.
- 김창명, 문영일. 2001. 하우스 온주밀감의 생리장애에 관한 연구 2) 조생온주 밀감의 수상월동재배에 관한 연구. 제주시시험장. 시험연구보고서 p.149-161.
- 木原武士, 伊庭慶昭, 西浦昌男. 1981. ウンシュウミカン果實の特性が糖・酸含量とその變動に及ぼす影響. 果樹試報 B. 8:13-36.
- 木原武士, 岩垣 功, 奥田 均, 河瀬憲次. 1995. ウンシュウミカンの部分摘果による群狀結實技術 - 隔年結果防止及び果實 品質向上效果. 果樹試報 27:11-26.
- 小中原 實. 1975. カンキツの寒害發生機構と防除法に関する實驗的研究. 静岡柑試特報. 3:1-164.

- 小中原 實, 酒井 昭 1967. カンキツの寒害防除に関する研究. 日園學雜. 36(2) : 170-178.
- 後藤明彦. 1991. カンキツのジベレリン(2). 日農及園. 66(9) : 18-21.
- 倉岡唯行. 1962. 温州蜜柑果實の發育に関する組織學的研究(特に浮皮の發現機構について). 愛媛大紀要第6部(農學) 8 : 106-154.
- 倉岡唯行, 岩崎一男, 日野 昭, 辻 博美. 1975. ウンシュウミカンの浮皮に関する研究. 第3報. 果皮内ペクチン質ならびにカルシウム含量について. 日園學雜. 44 : 15-21.
- Kuraoka, T., K. Iwasaki, and T. Ishi. 1977. Effects of GA₃ on puffing and levels of GA-like substances and ABA in the peel of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 651-654.
- 倉岡唯行, 岩崎一男, 辻 博美. 1975. ウンシュウミカンの浮皮に関する研究. 第2報. 果皮細胞の形態的變化ならびに果皮内セルラーゼ活性について. 日園學雜. 44 : 7-14.
- 牧田好高. 1998. ミカンの貯藏について. 静岡縣柑橘試験場 p. 1-26.
- 間葶谷 徹, 河瀬憲次, 秀 泰雄, 平井康市. 1983. ウンシュウミカンの浮皮に及ぼすエチレンの影響. 日園學雜. 52 : 238-242.
- 間葶谷 徹, 町田 裕. 1976. 果樹の葉内水分不足に関する研究(第5報). ウンシュウミカンの葉の水ポテンシャルおよび葉内水蒸氣擴散抵抗の時期別推移について. 日園學雜. 45 : 261-266.
- 間葶谷 徹, 町田 裕. 1977. 果樹の水分不足に関する研究(第7報). 夏季の葉の水ポテンシャルが温州ミカンの收穫時の果實形質に及ぼす影響について. 日園學雜. 46 : 145-152.
- 間葶谷 徹, 町田 裕. 1980. 夏季におけるウンシュウミカン樹の水管理の指標としての葉の水ポテンシャル. 日園學雜. 49(1) : 41-48.
- 間葶谷 徹, 町田 裕, 山律憲治, 山崎隆生. 1976. 果樹の葉内水分不足に関する

- 研究(第3報). 土壤要因がカンキツ葉のwater potentialに及ぼす影響について. 日園學雜. 44 : 367-374.
- 松本明芳, 白石眞一. 1982. カンキツの有機酸に関する研究. 第8報 温州ミカンの酸含量に及ぼす標高の影響. 福岡農綜試研報B-1 : 57-61.
- 松本和紀, 大庭義在, 矢羽田第二郎, 津田勝男. 1991. 温州蜜柑のフィルムマルチ栽培に関する研究 第1報 温州蜜柑の品質に及ぼす土壤水分制御の影響. 福岡農總試研報 B-11 : 73-76.
- 眞部正敏, 猶原 順. 1986. 温州ミカンのペクチンの特性. 日食工誌. 33 : 602-608.
- 眞部 桂, 杉村和則, 葦澤正義. 1977. 温州ミカンの生理落果に及ぼすしゃ光および薬剤摘果の影響. 香川大農學報. 29 : 203-210.
- 眞部 桂, 文室政彦, 葦澤正義. 1982. 温州蜜柑の生理落果と摘花, 葉數, 無機成分との關係. 香川大農學報. 34 : 165-173.
- Matsumoto, A., S. Shiraishi. 1981. Seasonal changes in the titratable acids of satsuma mandarin fruit. J. Japan. Soc. Sci. 49(4) : 512-518.
- Matsumoto, A., S. Shiraishi. 1981. Seasonal changes in organic acid levels in satsuma mandarin fruit. J. Japan. Soc. Sci. 49(4) : 519-522.
- 三田豊久, 白井敏男, 野呂徳男. 1975. 採收勞力分散調整(越年採收)に関する試験(Ⅱ) 後期採收が翌年の樹体に及ぼす影響. 静岡縣柑橘試験場 p. 225-226.
- 宮本久美. 1993. ウンシュウミカンのハウス栽培における果實の期間肥大量と果實品質との關係. 和歌山果試研報. 9 : 1-15.
- 宮本久美, 中屋英治. 1990. 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. 58 別 2 : 40-41.
- Monselise, S. P. and E. E, Goldschmidt. 1982. Alternate bearing in fruit trees. Hort. Rev. 4 : 128-173.
- 문두길, 한해룡, 김창명, 김영효, 고상욱, 강중훈, 양창식. 1997. 조생은주의

- 화학적 적과와 품질향상. 농림부 p. 1-132.
- 森永邦久, 池田富喜夫, 木原武士. 1985. 칸킥의 光合成作用과 果實生産에 關する 研究 第2報 ウンシュウミ칸의 光合成作用에 及ぼ는 水分의 影響. 四國農試報, 45: 147-158.
- 森永邦久, 池田富喜夫. 1991. 施設栽培 ウンシュウミ칸의 光合成特性과 果實生産力. 日園學雜. 60: 61-69.
- 森永邦久, 藥師寺博. 1995. 칸킥의 優良台木과 樹體制御에 由는 樹勢調節及 び 高品質果實生産技術의 開發-糖及 び 酸의 生成集積, 分解機構의 解明. 特定農産物緊急技術開發事業研究成果-(果實編) [第2分冊] 農林水産技術會議事務局振興課 p. 102-112.
- 森岡節夫. 1987. ウンシュウミ칸 若木의 着果程度及 び 摘果가 果實의 形質. 翌年의 着花などに 及ぼ는 影響. 日園學雜. 56: 1-8.
- 森岡節夫. 1988. ウンシュウミ칸 成木의 着果程度及 び 摘果가 果實의 大きさ及 び 形質, 翌年의 着花などに 及ぼ는 影響. 日園學雜. 57: 351-359.
- 森岡節夫, 八幡茂木. 1989. ウンシュウミ칸의 摘果直前의 着果程度가 果實大小, 收量及 び 翌年의 着花などに 及ぼ는 影響. 日園學雜. 58: 97-103.
- 向井啓雄, 高木敏彦, 手島洋二, 鈴木鐵男. 1996. 秋期에 水ストレス을 与えた ウンシュウミ칸 樹의 果實各部位에 於ける 糖含量. 日園學雜. 65: 479-485.
- 中川行夫, 小中原實, 岩崎正男, 岩崎 尙, 上村賢治. 1993. 低溫時 칸킥 園 윈드マシン에 由는 溫度上昇效果. 日農業氣象. 48: 375-378.
- 中川行夫, 眞子正史, 原 節生. 1984. ウンシュウミ칸의 着花, 生理落果, 果實肥大에 及ぼ는 氣象의 影響. 日農業氣象. 40: 59-62.
- 中間和光. 1991. 溫帶露地 柑橘의 施肥法과 周邊技術의 改善(4). 日農及園. 66(4): 59-64.
- 新居直祐, 岡本 茂. 1973. 溫州미칸의 樹體生長および 開花・結實에 及ぼ는 葉齡과 摘葉處理의 影響. 日園學雜. 42: 7-12.

- 新居直祐. 1998. 果實の成長と發育. 朝倉書店. 日本 東京. p. 132.
- 西田和男. 1982. 温州ミカンの根群分布と土壤の化學性. 廣島果試研報. 8:1-11.
- 농춘진홍청. 1995. 농사시험연구조사기준 p. 370-375.
- 농춘진홍청 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법 p. 1-202
- 尾形凡生, 蓮川博之, 鹽崎修志, 堀内昭作, 河瀬憲次, 岩垣 功, 奥田 均. 1996, ウンシュウミカンの榮養器官における内生ジベレリン含量の時期的消長とパクロブトラゾール處理がジベレリン生合成におよぼす影響. 日園學雜. 65(2) : 245-253.
- 岡本五郎. 1992. 果實の發育とその調節. 日農及園. 67(6) : 721-726.
- 岡田正道, 小中原 實. 1985a. カンキツ果實に對アルミ蒸着フィルムによる袋掛けの寒害防止効果. 日農及園. 60 : 941-942.
- 岡田正道, 小中原 實. 1985b. ウンシュウミカンの幼果期における生理落果の波相に影響する要因. 静岡柑試研報. 21 : 1-8.
- 岡崎哲二, 坂井 堅, 小川勝利. 1979. 1977年寒波による果樹の被害と對策技術. (第1報)カンキツ被害の事例調査結果と技術對策. 廣島果試年報. 5:1-15.
- 重里 保, 加藤彰宏, 西尾隆吉. 1974. 温州ミカン果實の樹上越冬に關する試験 (第3報) 採收時期と果實について. 昭和49年度常綠果樹試験研究打合せ會議資料 I p. 195-196.
- Okuda, H., T. Kihara and I. Iwakaki. 1996. Effect of fruit removal on photosynthesis, stomatal conductance and ABA level in the leaves of vegetative shoots in relation to flowering of satsuma mandarin. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65 : 15-20.
- 小野祐幸. 1987. カンキツの光合成に及ぼす土壤水分と細根の活性の影響. 日果樹試報 D. 9:1-11.
- 小野祐幸, 岩垣 功, 高原利雄. 1986. カンキツの根群分布と葉の着生との關係. 日果樹試報 D. 8:25-36.

- Richardson, A. C., K. B. Marsh and E. A. Macrae. 1997. Temperature effects on satsuma mandarin fruit development. *Journal of Horticultural Science*. 72(6) : 919-929.
- 坂本辰馬. 1968. 温州みかん果實の酸, 可溶性固形物に及ぼす気温の影響. *日園學雜*. 37(2) : 115-121.
- 佐金信治. 1982. ウンシュウミカンの摘果方法の相違が翌年の着果に及ぼす影響. *徳島果試研報*. 10 : 1-6.
- 清水達夫, 鳥潟博高, 鳥居鎮男. 1975. 温州蜜柑の着果負擔に関する研究. (第3報) 葉果比が收穫期の樹体内炭水化物ならびに翌春の着花數・新葉數に及ぼす影響. *日園學雜*. 43 : 423-429.
- 白石雅也, ピアル. モハメド, 河野健一, 木野本恵造, 門根孝男. 1995. 冬から夏季にかけて樹勢の異なるウンシュウミカン樹の細根内テンブン粒の變動と形態的特性. *日園學雜* 64 別2 : 120-121.
- 静岡縣・静岡縣肥料協會. 1992. 静岡縣土壤肥料ハンドブック p. 178-182.
- 宋本和紀, 大庭義材, 矢羽田第二朗, 津田勝男. 1991. 温州ミカンのフィルムマルチ栽培に関する研究. 第1報. 温州ミカンの品質に及ぼす土壤水分制御の影響. *福岡農總試研報*. B. 11 : 73-76.
- 菅井晴雄, 鳥潟博高. 1976. 秋季の土壤水分含量が温州ミカンの果實の發育と果汁の成分に及ぼす影響. *日園學雜*. 44 : 330-337.
- 末次信行, 岩永秀人, 野方俊秀. 1988. 加温ハウスにおけるウンシュウミカンの果實肥大と品質. *佐賀果試研報* 10 : 9-6.
- 杉浦 明. 1991. 新編 果樹園藝 ハンドブック. 養賢堂 p. 168-677.
- 鈴木鐵男, 金子 衛, 田中 實. 1967. カンキツ幼樹の生育と結實におよぼす時期別土壤乾燥處理の影響. *日園學雜*. 36(4) : 387-398.
- 高木敏彦, 加藤信夫, 鈴木鐵男, 岡本 茂. 1981. 温州ミカン樹における水ストレスが葉中水ポテンシャル光合成及び呼吸に及ぼす影響. *静岡大農研報*.

31 : 21-25.

高木敏彦, 向井啓雄, 市川珠世, 鈴木鐵男. 1994. ウンシュウミカンの着色に及ぼす温度と果實の糖集積の影響. 日園學雜. 62 : 725-731.

高木敏彦, 富安章子, 松島美登里, 鈴木鐵男. 1989. ウンシュウミカンの果實及び枝葉中のジベレリン様物質の輕視的變化. 日園學雜. 58 : 569-573.

高辻豊二. 1991. 温州ミカンの水分制御による糖度向上技術. 日農業技術. 46 : 398-302.

高辻豊二. 1993. 根域制限栽培と樹体生理. 日本園藝學會平成5年度秋季大會シンポジウム講演要旨 p. 1-12.

高崎和義. 1995. カンキツの優良台木と樹体制御による樹勢調節及び高品質果實生産技術の開発-隔年交互着果法利用技術の確立. 特定農産物緊急技術開発事業研究成果-(果實編) [第2分冊] 農林水産技術會議事務局振興課 p. 127-142.

竹林昶男, 片岡丈彦, 行永壽二郎. 1992. ウンシュウミカンの樹上完熟栽培と普通栽培ならびに銘柄産地の果實品質比較. 日園學雜. 61(1) : 39-47.

竹林昶男, 片岡丈彦, 行永壽二郎. 1993. かんきつ類の樹上完熟栽培果實の輕視的變化. 日園學雜. 62(2) : 305-316.

竹林昶男, 片岡丈彦, 行永壽二郎. 1994. 樹上完熟栽培におけるウンシュウミカンの膜の變化. 日園學雜. 63(2) : 267-275.

富田榮一. 1991. 樹園地における計測研究の現状と問題點-土壤及び樹体の水分状態の計測. 平成2年度 果樹課題別研究會資料 樹園地における樹体及び環境計測技術の評価と利用. 農林水産省果樹試験場編集 p. 61-70.

鳥渴博高. 1976. 果樹の生理障害と對策(ミカンの浮皮症). 誠文堂新光社 p. 66-71.

上田 實, 平田 勳, 三島恭一. 1982. ウンシュウミカンの越年採收に関する研究. 熊本縣果樹試験場研究報告書 4 : 21-72.

- 薬師寺 博. 1993. 水分ストレスと果實への糖集積. 平成4年度果樹課題別研究会資料. 日農林水産省果樹試験場 p. 15-18.
- 薬師寺 博. 1994. 乾燥ストレスによる温州ミカンの果實品質の向上技術. 農業技術 49(3) : 22-26.
- 薬師寺 博, 居石知成, 森永邦久. 1995. 乾燥ストレスの進行および回復過程におけるウンシュウミカンの水分特性. 日園學雜. 64別 2 : 124-125.
- Yakushiji, H. H. Nonami, T. Fukuyama, S. Ono, N. Takagi and Y. Hasimoto. 1996. Sugar accumulation enhanced by osmoregulation in satsuma mandarin fruit. J. Ame. Soc. Hort. Sci. 121 : 466-472.
- 山西弘恭, 中尾誠司, 長谷川美典, 山口正洋. 1999. 中山間カンキツ作における軽労型高品質果實生産技術體系の確立(2) 軽労型高品質果實生産システムの開発②カンキツ果樹水分生理制御技術による高品質果實生産技術の開発-薬劑撒布によるカンキツ果實の高品質化- 平成11年度 地域基幹農業技術體系實用化研究成績書 p. 9-11.
- 山田 壽, 向井啓雄, 三浦 明, 苫名 孝. 1987. カンキツの耐寒性に及ぼす水分ストレスの影響. 日園學雜. 56 : 273-279.
- 山田彬雄, 伊庭慶昭, 西浦昌男. 1973. 採收遅延が果實の品質および翌年の着花におよぼす影響(昭和45-49年). 昭和48年度常緑果樹試験研究打合せ會議資料 I p. 227-228.
- 矢羽田第二朗, 大庭義材, 松本和紀. 1990. ウンシュウミカンの完熟栽培における果實品質及び糖組成の變化. 日園學雜. 59 別1 : 602-603.
- 矢羽田第二朗, 大庭義材, 松本和紀. 1993. ウンシュウミカンの施設栽培における根域制限技術の確立 (1) 根域制限の程度が樹の生育・果實品質に及ぼす影響. 福岡農總試研報 B(園芸). 12 : 47-52.
- 矢羽田第二朗, 大庭義材, 桑原實, 松本和紀. 1994. ウンシュウミカンの完熟栽培果實の品質と糖組成に及ぼす品種, 地域及びフィルムマルチの影響. 福

岡農綜試研報 B-13 : 53-58.

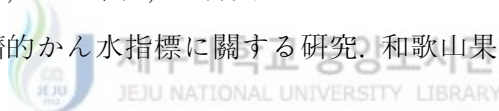
矢羽田第二郎, 大庭義材, 桑原實, 松本和紀. 施設栽培で根域制限を行ったワセ
ウンシュウの着果量が樹体の水分ストレス, 果實の品質, 収量ならずに
花芽分化に及ぼす影響. 日園學雜. 63(4) : 745-752.

八卷良和. 1989. カンキツ類果汁中の有機酸組成. 日園學雜. 58(3) : 587-594

山西弘恭, 中尾誠司, 長谷川美典, 山口正洋. 1999. 中山間カンキツ作における軽
労型高品質果實生産技術体系の確立(2) 軽労型高品質果實生産システムの
開發②カンキツ果樹水分生理制御技術による高品質果實生産技術の開發-
薬劑散布によるカンキツ果實の高品質化- p. 9-10.

山下重良. 1991. ウンシュウミカン園の灌漑法と用水量の再検討. 日農土論集.
151 : 19-25.

山下重良, 北野欣信, 和田年裕, 山村文三. 1979. ウンシュウミカンの夏季早魁
時における經濟的かん水指標に関する研究. 和歌山果試臨報. 2 : 1-21.



Appendix

Appendix 1. Criteria of classification by size of Satsuma mandarin in Jeju island.

Size No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fruit diameter (mm)	46~51	51~54	54~56	56~58	58~60	60~62	62~66	66~70	70~77
No. offruits in 15kg box	261~300	231~260	201~230	181~200	161~180	141~160	121~140	111~120	100~110
General classification	Specific small	Small		Medium			Large		Extra large
Price index	63	77	86	100	99	87	79	65	55

Appendix 2. Monthly mean air temp.(°C) in the western part(Gosan) of Jeju island.

Month	Year				
	1999	2000	2001	2002	Normal
Jan.	6.6	6.0	5.6	7.6	5.0
Feb.	6.7	4.3	6.2	6.9	5.6
Mar.	9.9	9.0	9.0	10.8	8.7
April	13.3	12.3	13.9	13.7	13.2
May	17.0	16.0	17.4	16.5	17.0
June	20.5	20.2	20.5	20.9	20.9
July	22.9	25.4	25.7	23.5	25.1
Aug.	24.4	26.8	26.5	24.9	26.5
Sept.	24.0	21.9	23.0	22.4	22.5
Oct.	18.1	18.2	19.1	17.2	18.2
Nov.	13.0	12.5	12.6		12.6
Dec.	8.0	8.7	7.3		7.7
Mean	15.4	15.1	15.6		15.3

Appendix 3. Monthly mean precipitation(mm) in the western part(Gosan) of Jeju island.

Month	Year				
	1999	2000	2001	2002	Normal
Jan.	96.6	58.1	82.2	28.8	37.0
Feb.	34.5	7.4	59.7	50.2	56.7
Mar.	110.7	37.2	9.8	62.0	74.7
April	65.3	28.5	57.1	70.6	114.6
May	117.1	67.7	44.7	96.1	119.1
June	120.3	121.5	237.1	52.1	200.2
July	575.3	94.4	163.3	273.7	213.3
Aug.	371.2	229.3	196.7	308.7	165.2
Sept.	171.7	198.2	18.7	111.0	103.2
Oct.	36.8	71.3	136.4	76.6	61.0
Nov.	21.8	90.0	57.4		52.3
Dec.	23.0	10.7	99.0		41.7
Total	1,744.3	1,014.3	1152.3		1,239

Appendix 4. Monthly mean sunshine(hr) in the western part(Gosan) of Jeju island.

Month	Year				
	1999	2000	2001	2002	Normal
Jan.	128.7	62.6	97.6	102.0	127.9
Feb.	158.3	149.0	115.4	187.0	155.6
Mar.	142.1	205.1	310.2	166.7	209.2
April	241.4	217.0	226.0	132.3	224.9
May	257.5	216.0	175.3	122.9	265.0
June	178.2	146.8	128.3	200.0	178.8
July	142.3	211.6	231.8	121.7	238.0
Aug.	125.5	254.7	443.7	166.6	291.2
Sept.	157.7	194.0	664.7	230.1	243.2
Oct.	206.1	164.4	190.2	175.1	234.0
Nov.	153.3	156.7	177.5		181.4
Dec.	143.6	140.3	80.5		137.1
Total	2118.2	2034.7	2050.3		2,536

감사의 글

한참 어렸을 때인 1960년대 초반 서귀포 보목동 ‘외가댁에서 먹었던 밀감 만치 맛있는 밀감은 없다’고 하는 기억을 가지고 있다. 대학에서 감귤을 공부하고, 기술원에서 연구사업과 일본에서 하우스밀감 재배기술 연수를 하고, 출하연합회에서 유통을 맡고, 다시 기술원에서 월동하우스 재배에 관한 연구를 하면서 맛보았던 밀감의 맛은 가지각색이었다. 지금 시중에서 판매되고 있는 밀감은 제대로 익은 것만 따는 게 아니라 가격형성에 따라 수확해서 유통이 되기 때문에 천차만별의 맛을 나타낸다.

예전에 “어떤 밀감이 가장 맛있었지?” 하고 물어왔다면 당연 “외가댁 밀감”이라고 답했을 게다. 그러나 겨울을 넘기면서 완숙이 된 월동 하우스밀감은 외가댁 밀감보다 뛰어난 최상의 맛이라고 자랑할만하다.

이러한 밀감을 만들어낼 수 있게 연구하고 논문을 쓸 수 있도록 지도해주신 문 두길 교수님께, 논문이 완성되도록 심사를 맡아주신 원예학과 강훈 교수님, 송관정 교수님, 농화학과 현해남 교수님 그리고 제주시험장 감귤과장 김한용 박사님께, 아울러 원예학과 장전익, 박용봉, 소인섭 교수님과 퇴임하신 한해룡, 백자훈 박사님께 진심으로 감사드립니다.

이 연구를 수행하면서 시험포장을 선뜻 제공해주신 김문치 사장님과 진지향영농조합법인 김찬오 회장님을 비롯한 회원 여러분, 하우스내에서 조사하고 시료를 분석하면서 밤샘도 마다하지 않았던 송인관, 박영철 연구사와 원예학과 과수연구실 강석범 조교님, 김시현, 채치원 대학원생, 김성학, 조광일, 김미선, 강보경, 그리고 제주도농업기술원 김광호 원장님, 강명선 국장님을 비롯하여 직원 모두에게 감사드린다.

이 연구는 농림부 농림기술관리센터에서 지원하고 제주대학교에서 주관한 현장애로기술개발과제 (과제번호 199036-3) ‘월동수확 감귤의 품질향상과 생산안정화 기술개발’의 일부분으로 이루어진 것으로서 지원해준 관계관계 감사드린다.

끝으로 사랑 하나로 살아온 아내 강경림, 열심히 공부하고 있는 딸 혜정, 아들 태현, 함께 하는 가족 모두, 그리고 항상 곁에서 힘이 되어준 친구들과 기쁨을 나누고 싶다.