

碩士學位論文

비닐멀칭이 土壤水分과 柑橘의 品質에
미치는 影響

濟州大學校 大學院

農化學科



1992年 12月

비닐멀칭이 土壤水分과 柑橘의 品質에 미치는 影響

Effects of Polyethylene Film Mulching on Soil Moisture Content
and Fruit Quality of Satsuma Mandarin (*C. unshiu*)

指導教授 玄 海 男

文 斗 敬

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

1992年 12月 日



文斗敬의 農學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 _____

委 員 _____

委 員 _____

濟州大學校 大學院

1992年 12月

Effects of Polyethylene Film Mulching on Soil Moisture Contents
and Fruit Quality of Satsuma Mandarin (*C.unshiu*)

Doo-Gyung Moon

(Supervised by professor Hae-Nam Hyun)

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Agriculture



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Department of Agricultural Chemistry

Graduate School

Cheju National University

1992. 12.

목 차

Summary	1
I. 서론.....	2
II. 재료 및 방법	5
1. 시험포장의 물리화학적 성질	5
2. 토양수분과 삼상분포의 측정	5
3. 토양수분의 조절	6
4. 과실의 횡경, 당도, 산도 및 당산비 측정.....	7
III. 결과 및 고찰	8
1. 시험포장의 물리화학적 성질.....	8
2. 토양수분 특성 곡선과 삼상분포.....	9
3. 비닐멀칭 개시시기의 기상환경.....	9
4. 비닐멀칭 개시시기의 삼상분포와 과실 특성.....	13
5. 처리별 토양수분의 변화	15
6. 당도, 산도, 당산비 및 과실특성의 변화.....	19
IV. 적요	28
V. 참고문헌	29

SUMMARY

This study was conducted to investigate the relationship between the soil moisture condition and fruit characteristics and to determine the cultivation method for the improvement of fruit quality by polyethylene film mulch and root pruning during the period from Aug. 28 to Nov. 18. for Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*, Marc.) trees growing in field. Soil moisture potential and liquid phase of the soils, juice Brix, acid content, Brix/acid ratio and fruit width in the treatments were measured at interval of 10 days.

1. Average bulk density, particle density and porosity of the soils was 0.70 g/cm³, 2.40 g/cm³, and 71%, respectively. Gravimetric water content at the field capacity and wilting point was 62% and 26%, respectively.

2. Soil moisture contents at the beginning of treatments were slightly lower than field capacity. Soil moisture potential in P. E. film treatment was rapidly lowered in a few days after treatment and maintained -10 bar at 20 days after treatment.

3. Liquid phases of the soils at the beginning of treatments were in the range of 33 - 36.5%, without any difference in the treatments. Liquid phase at harvest was 20% in P. E. film mulch treatment and 29% in control .

4. Fruit width increase by the treatments was small in the order of P. E. film mulch, root pruning, root pruning+P. E. film mulch, and control. Relative increase of fruit width during the period from Aug. 28 to Nov. 18 was 134% in P. E. film mulch treatment, 138% in root pruning+P. E. film mulch, and 142% in control.

5. Brix at the beginning of treatments was 6 °Bx, without any difference among the treatments. At harvest, Brix in P. E. film treatment was 11.5 °Bx, Being 2.5 °Bx higher than other treatments.

I. 서론

제주도 감귤의 생산량은 '70년에 5,000 ha에서 4,970 M/T이 생산 되었던 것이 점차 증가하여, '90년에 19,414 ha에서 492,700 M/T(통계연보, 1991)로 점차 재배면적과 생산량이 증가하고 있다. 그동안 품질을 향상시키기 위한 연구는 다수 진행되었으나(Kazuo 등, 1972; Akiyoshi 등, 1981; 韓, 1985), 재배적인 측면에서 당도를 높이기 위한 연구는 거의 없는 실정이다.

과실의 품질은 품종, 착과 위치 및 착과량, 감귤원의 입지 조건 및 기상 환경에 의해 영향을 받는데 일반적으로 여름과 가을 사이의 강우가 감귤의 품질과 비대에 영향을 주며, 강우가 적은 해에 과실의 당도는 강우가 많은 해에 비하여 높은 것으로 알려져 있다(坂本, 1968; 富田, 1972). 특히, 과실의 비대기인 9 ~ 10월의 강우량이 과실의 비대와 당도에 직접적으로 영향을 미친다 (坂本, 1968; Carter 등, 1972)

이와 같은 원리를 이용하여 시설재배에서는 비대기인 수확전 120일 경에 단수를 실시하여 과실의 비대를 감소시키고 당도를 높이기 위한 연구가 다각적으로 진행되어 왔다(川野, 1982; 1983, 深谷; 林, 1991).

수확기에 당도가 높아지는 토양수분 포텐셜의 범위는 -10 bar로서 매우 건조한 상태이며, 관수처리를 하여 -0.2 bar 이상으로 토양수분을 충분하게 유지하면 당도는 낮아진다. 산도도 토양수분에 의하여 영향을 받는데 4 - 7월 사이의 강우량 및 강우일수가 많을수록 높으며, 9 - 10월의 강우일수와 부의 상관성이 있다고 하였다(神原 등, 1968; 富田, 1972).

토양수분을 -0.1 bar 이상으로 충분한 조건을 유지하면 광합성 속도는 최대에 이르며, 과실의 비대, 신초의 발생 등 수체생장이 왕성해지고 광합성 산물의 이용이 많아진다. 반면, 토양수분을 -3 bars 이하로 건조하게 유지하면 과실의 비대량을 감소시켜서 과즙내에 당의 농축현상이 일어나 당도가 높아지게 된다(川野, 1982 a).

토양수분을 건조하게 유지하는 것은 잎에 수분 스트레스를 유발시키는데 토양수분 포텐셜과 잎수분 포텐셜(ψ_{max})은 곡선적인 정의 상관관계가 있으며, ψ_{max} 는 토양수분 포텐셜에 비하여 5 ~ 7 bar 정도 낮다(玄 등, 1991). 토양수분은 잎에 비하여 과실의 비대에 더 민감하게 영향을 미쳐서 과실의 비대를 감소시키게 된다(閻亭谷 등, 1976; 森永과 池田, 1991). 이와 같이 과실의 비대에 토양을 건조하게 유지하는 것은 수분과 양분의 흡수를 감소시키고 과실의 비대를 감소시켜서 농축에 의해 과즙내의 당도를 높이는 것으로 보고있다.

비닐멀칭을 하여 당도를 높이기 위한 연구는 최근에 일본에서 이루어지고 있는데 대부분 재배적인 측면에서 비닐의 종류, 감귤원의 입지적 조건, 처리시기에 관한 연구는 일부 이루어졌으나 (竹林 등, 1990; 村松, 1991, a, b, c; 高井, 1991), 비닐멀칭이 토양수분과 당도의 변화에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

비닐멀칭 재배에서 증대에 가장 큰 영향을 미치는 것은 멀칭의 개시 시기와 멀칭시 토양수분 조건이다. 비닐 멀칭후에 토양수분함량을 낮게 유지하기 위해서는 멀칭전인 8월 상중순경에 10 - 15일간 맑은 날이 지속되어서 토양수분이 어느정도 건조된 상태가 유지되도록 하는 것이 필요하다(村松, 1991).

비닐멀칭 재배가 이루어질 수 있는 과수원의 토양 조건은 배수가 양호하여야 하며, 강우가 급속히 과수원 외부로 제거될 수 있도록 약간 경사지를 이루어야 한다고 알려져 있다(竹林 등, 1990). 온주 밀감의 당과 산의 토양조건에 따른 변화를 보면 당도는 역질경사지(稜質傾斜地) 과수원이 양질평탄지나 사질수전전환지(砂質水田轉換地) 과수원에 비하여 높은데, 이것은 역질경사지가 배수 조건이 양호하여 성숙기중의 토양수분이 건조상태로 유지되기 쉽기 때문이다(竹林 등, 1990).

이와 같은 연구의 결과들로 보아 노지감귤 재배에서의 품질향상은 적절한 시기에 비닐멀칭을 실시하여 강우가 토양으로 유입되지 않도록 처리하고 토양수분을 건조시키거나, 단근에 의해 토양수분의 흡수를 억제시킴으로써 횡경비대를 감소시키고 당도를 높일 수 있는 가능성이 크다.

따라서 본 연구는 노지재배에서 과실품질을 향상시키기 위하여 여름부터 수확기까지 '비닐멀칭', '단근' 그리고 '단근 + 비닐멀칭' 처리를 하여 토양수분과 삼상분포의 변화를 조사하고 이에 따른 당도, 산도, 당산비 및 황경의 변화를 조사하기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험포장의 물리화학적 성질

시험은 감귤이 재배 되고 있는 제주도 서귀포시 소재 제주대학교 감귤원 포장에서 수행하였다.

토양의 pH(H₂O)는 토양과 물의 비를 1:5로 하여 60분 후에, pH(NaF)는 토양 1g에 1N NaF 용액(pH 7.0) 50ml를 가하여 2분 후에 초자전극(硝子電極)으로 측정하였다(Shin, 1978; 류등, 1984). 유기물은 Walkely-Black법으로 유기탄소를 구하여 유기물로 환산 하였으며, 유효인산은 Bray No. 1법으로 측정하였다. 치환성 Ca, Mg, K는 1N NH₄OAc(pH 7.0)로 침출하여 원자흡광분광광도계로 분석하였으며, 전 질소 함량은 Kjeldahl법으로 분석하였다(Black 등, 1982).

토양의 수분특성 곡선은 2 mm체를 통과 시킨 풍건시료를 사용하여 pressure plate extractor(Soilmoisture Equip., U.S.A)로 구하였다(klute 등, 1986). 토양의 용적밀도는 core법(Klute, 1986)으로, 입자밀도는 pycnometer법을 수정하여 Pycnometer 대신에 100ml vol. flask를 사용하여 구하였고, 공극률은 용적밀도와 입자밀도로 부터 계산하였다.

2. 토양수분과 삼상분포의 측정

토양수분 포텐셜의 측정은 자체 제작한 석고블록을 이용하였으며(林, 1991), 석고블록은 수관 밑에 토심 10cm와 30cm에 묻은 후 Soilmoisture tester (Soilmoisture Equip. model 9510A)로 측정하여 토양수분 포텐셜으로 환산하였다.

토양의 시기별 삼상분포는 토심 0 - 10 cm 사이의 토양을 core sampler로 채취하여 건조시켜 다음식으로 부터 계산하였다.

$$\rho_p = M_b / V_b \text{ ----- (1)}$$

$$\rho_b = M_b / V_t = M_b / (V_a + V_s + V_w) \text{ ----- (2)}$$

$$f = V_f / V_t = (V_a + V_w) / (V_a + V_s + V_w) \text{ ----- (3)}$$

$$w = M_w / M_b \text{ ----- (4)}$$

$$\theta = V_w / V_t = V_w / (V_a + V_f) \text{ ----- (5)}$$

$$\text{고상} = 1 - f \text{ ----- (6)}$$

$$\text{액상} = V_w / V_t \text{ ----- (7)}$$

$$\text{기상} = f - V_w / V_t \text{ ----- (8)}$$

여기서, ρ_p : 입자밀도

ρ_b : 용적밀도

w : 중량수분함량

θ : 용적수분함량

f : 공극률

V_f : 공극의 용적

M_w : 토양수분의 질량

M_b : 고형물의 질량

V_a : 공기의 용적

V_w : 토양수분의 용적

V_s : 고형물의 용적 V_t : 토양 전체의 용적

이다.

3. 토양수분의 조절

토양수분은 맑은날이 10일 지속된 8월 28일 부터 11월 18일 수확할 때까지 토양에 P.E. film을 멀칭하여 조절하였다.

토양 피복재료로 사용한 비닐은 두께 0.08 mm, 폭 120 cm의 투명 비닐을 사용하였다. 비닐멀칭 방법은 수관사이에 비닐을 깔아 수관 밑에 접착 테이프로 고정하고 비닐 사이는 비닐 접착 테이프와 clamp로 연결하여 강우가 주간부(主幹部)를 통하여 토양으로 침투되지 못하도록 하였다.

처리는 무처리구, 비닐멀칭구, 단근구 그리고 단근 + 비닐 멀칭구로 하였

다. 무처리구는 일반 노지재배 방법에 준하여 관리하였고, 비닐 멀칭구는 투명 비닐을 수간(樹間) 사이에 덮고, 강우가 급속히 처리구 외부로 제거되도록 배수구를 설치하였다.

단근구는 수관 밑 깊이 30 cm, 폭 30 cm가 되게 관리기로 흙을 만들어 단근 하였으며, 즉시 토양을 덮었다. 단근 + 비닐멀칭구는 단근을 행한 후 비닐멀칭을 하였다.

4. 과실의 횡경, 당도, 산도 및 당산비 측정

과실의 횡경변화는 토양수분을 측정된 위치의 나무에서 10개의 과실을 선정하여 10일 간격으로 측정 하였다. 과실 비대율은 처리시기인 8월 28일의 횡경을 100으로 하여 각 측정시기까지의 비대율을 구하였다.

당도, 산도 및 당산비는 횡경을 측정된 나무의 과실에서 크기 및 착색정도가 균일한 과실 5개를 채취하여 껍질을 벗기고 압착하여 과즙을 얻어 그중 일부는 Abbe 굴절계 (Atago, Type 1, Japan)를 이용하여 가용성 고형물함량 (Soluble solids content)을 구하여 당도 (°Bx)로 표시하였고, 산도는 과즙의 일부를 0.1N NaOH로 적정하여 구연산함량을 구하여 산도로 표시하였다. 당산비는 당도와 산도의 비로 나타내었다.

과실의 횡경, 당도, 산도는 1991년 8월 28일부터 1991년 11월 18일까지 10일 간격으로 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 시험포장의 물리화학적 성질

토양의 화학적 성질은 표 1과 같이 pH(H₂O), 유효인산, 치환성 Ca, Mg, K이 낮고, 유기물은 약 17 %로 높으며 pH(NaF)가 높아 전형적인 흑색 화산회토의 성질을 갖고 있었다.

Table 1. Chemical properties of the soils

Treatment	pH(H ₂ O)	pH(NaF)	O.M	Avail.P	Exch. cations			T-N
					Ca	Mg	K	
	(1:5)	(1:50)	(%)	(mg/Kg)	(cmol/Kg)			(%)
Control	4.9	11.3	16.96	6.4	1.28	0.48	0.67	0.43
P.E. film mulch	4.9	11.2	17.79	11.3	1.37	0.56	0.78	0.42
Root pruning	5.0	11.2	16.95	6.5	1.43	0.47	0.63	0.54
Root pruning+ P.E. film mulch.	5.0	11.3	17.29	6.4	1.47	0.59	0.79	0.45

물리적 성질은 표 2에서 보는 바와 같이 용적밀도는 0.68 - 0.71 g/cm³ 범위에 있었는데, 이것은 전국 농경지 용적밀도 1.34 g/cm³에 비하여 매우 낮은 편이었다(鄭 등, 1985). 입자밀도는 비화산회토에 비하여 약간 낮았으며, 공극률은 비화산회토에 비하여 약 20 % 높았고(농촌진흥청, 1986), 중량 수분함량은 48.4 - 53.1 % 범위에 있었다.

Table 2. Physical properties of the soils

Treatment	Bulk density	Particle density	Porosity	Grav. water content(w/w)
	g/cm ³	cm ³ /cm ³ x 100		g/g x 100
Control	0.71	2.40	70.4	49.9
P.E. film mulch	0.68	2.41	71.7	48.4
Root pruning	0.69	2.42	71.6	53.1
Root pruning + P.E. film mulch	0.70	2.39	70.5	49.0

2. 토양수분 특성 곡선과 삼상분포

그림 1은 토양의 각 토양수분 포텐셜별 삼상분포를 나타낸 것이다. 포장용수량에서의 고상의 비율은 29 % 이었고 액상은 44 % 이었으며, 기상은 27 % 이었는데, 토양수분포텐셜이 낮아짐에 따라 -15 bar 에서의 액상은 18 % 이었고 기상은 53 % 이었다.

3. 비닐피복 개시시기의 기상환경

그림 2는 평년('61 - '90의 平均)과 1991년도의 순별 강우량을 나타낸 것이다. 개화시기인 5월 초순부터 7월 초순까지의 강우량은 평년에 비하여 많은 편이나, 7월 이후부터 과실의 수확기까지의 강우량은 평년에 비하여 적은 편이었다.

그림 3은 일조시수를 나타낸 것으로 7월 이전의 일조시수는 평년에 비하여 적은 편이었으나 7월 이후부터 과실의 수확기까지의 일조시수는 평년에 비하여

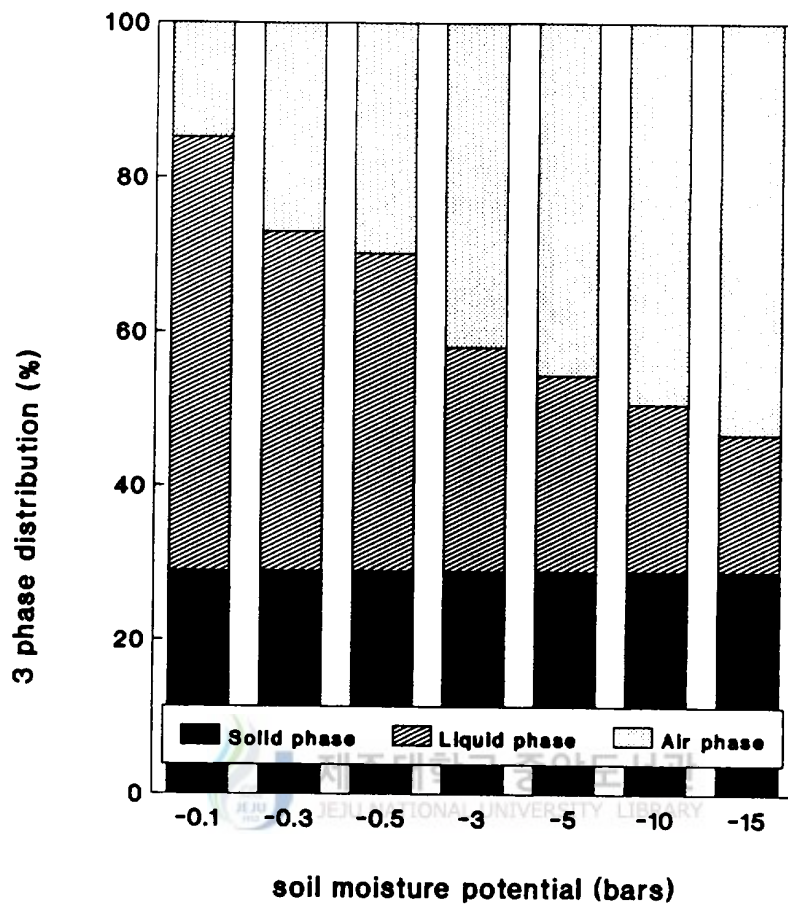


Fig. 1. Solid, liquid, and air phase distribution with soil matric potential.

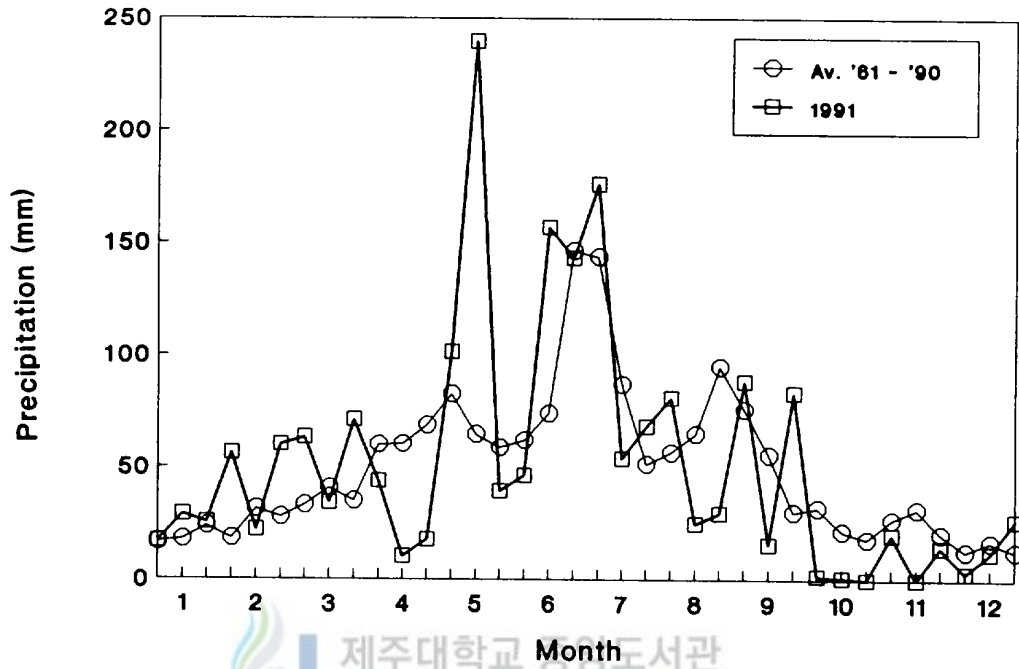


Fig. 2. Precipitation in 1991 and it's average in '61-'90.

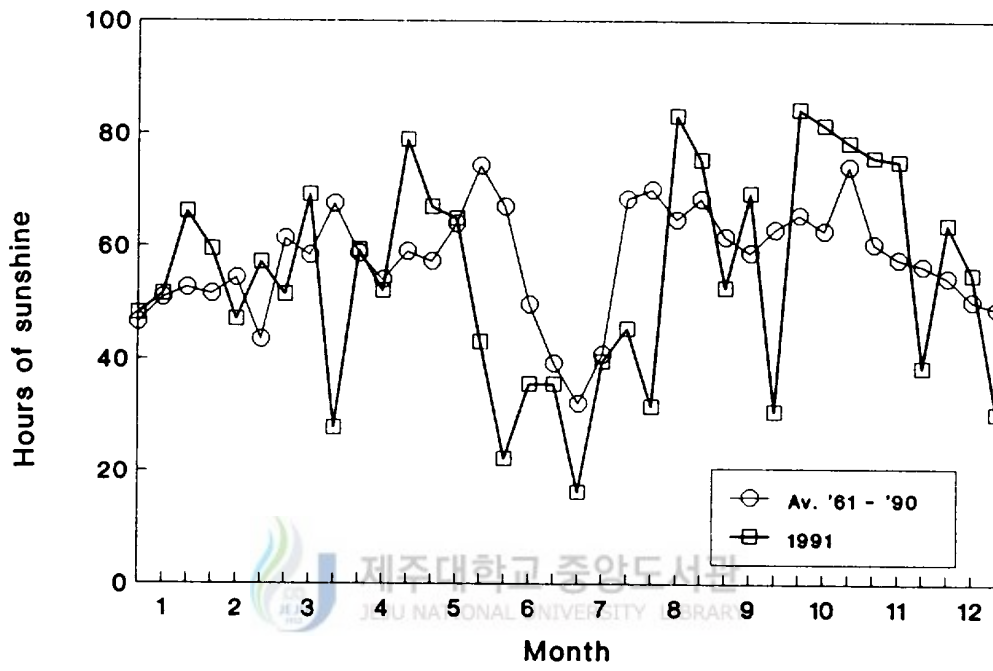


Fig. 3. Hours of sunshine in 1991 and average values in '61-'90.

많은 편이었다.

비닐멀칭에 의한 당도의 증가에 가장 중요한 것은 비닐멀칭의 개시시기이며, 피복시기는 8월경에 강우가 온 후 맑은 날이 15일 정도 경과하여 토양수분이 어느 정도 건조된 후에 실시하는 것이 당도 증가에 좋은 것으로 알려져 있다(村松, 1991 a, b, c).

비닐멀칭 적정 기간으로 알려진 8월중의 강우량은 8월 8일부터 8월 12일까지의 적산 강우량이 97mm로서, 토양중에 수분이 많을 가능성이 있어서 이 기간중에 비닐피복 처리를 하지 못했다. 그후 그림 2, 3에서 보는 바와 같이 8월 22일부터 24일까지 3일간의 강우량은 29 mm으로 적었으며, 이후 8월 28일 맑은 날이 계속되어 토양수분 조건이 건조상태로 유지되었다고 생각하여 이 시기에 비닐멀칭을 처리하였다. 비닐 멀칭후 수확기까지의 강우량은 평년에 비하여 적었으며, 일조시수는 약 3.5 hrs 많은 편이었다.

4. 비닐멀칭 개시시기의 삼상분포와 과실 특성

그림 4는 피복 처리시기에 토양의 삼상분포를 나타낸 것이다. 고상은 28.3 - 29.6 %, 액상은 33 - 36.5 %, 기상은 35 - 38.7 %로서 처리구간 삼상비가 비슷하였다. 그림 1의 각 포텐셜에서 삼상분포와 비교하여 보면, 토양 멀칭개시시기의 토양수분 조건은 포장용수량보다 약간 건조되었다.

표 3은 8월 28일 처리시 과실의 특성을 나타낸 것으로 과실의 당도는 약 6 °Bx 이었으며, 산도는 4 % 내외이어서 각 처리별 횡경, 종경, 과중, 과육중, 당도, 산도 함량은 비슷하였다.

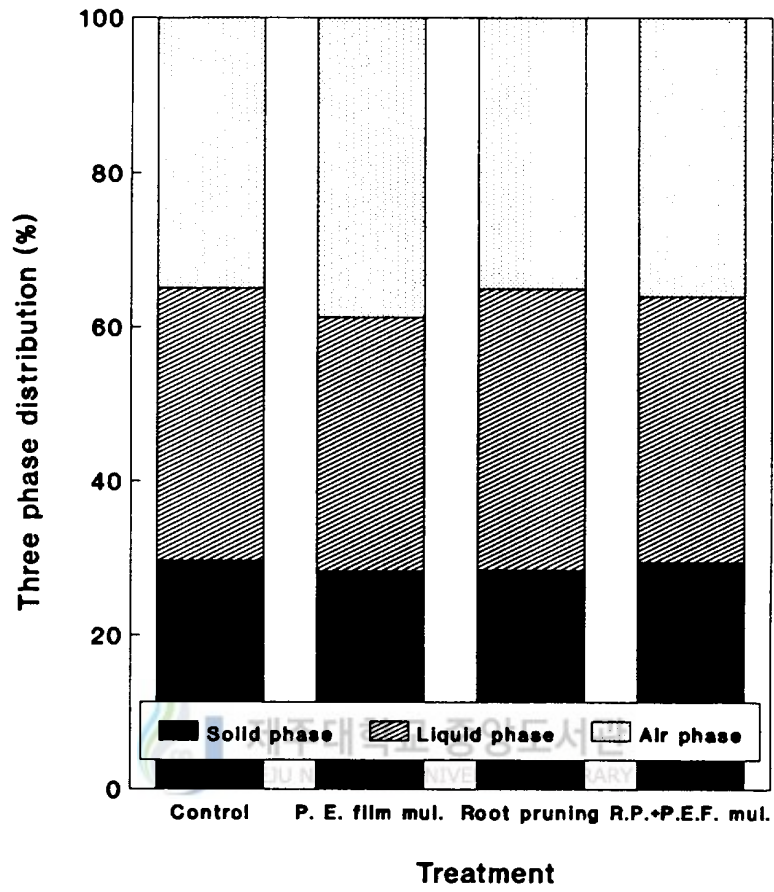


Fig. 4. Three phase distribution at the beginning of treatments (Aug. 28).

Table 3. Fruit characteristics at the beginning of treatments

Treatment	Fruit width	Fruit length	Fruit weight	Fresh weight	Degree Brix	Acid content
	mm		g		°Bx	%
Control	53.5	41.9	51.9	35.2	6.0	3.93
P.E. film mulch	52.9	43.6	56.6	39.8	6.1	4.34
Root pruning	54.4	48.1	71.4	52.4	6.1	4.06
Root pruning+ P.E. film mulch	53.5	45.4	60.5	41.4	6.1	3.84

5. 처리별 토양수분의 변화

각 처리별 토양깊이 10 cm와 30 cm에서 토양수분 포텐셜의 변화는 그림 5와 같다. 측정기간 동안의 토양수분 포텐셜은 비닐멀칭구가 가장 낮게 유지되었으며, 그 다음은 단근 + 비닐멀칭구, 단근구, 무처리구 순서이었다. 비닐멀칭구의 토양수분 포텐셜은 처리 직후부터 급격히 낮아져서 토심 10 cm에서는 9월 18 부터 토심 30 cm에서는 9월 28일부터 -10 bar 이하로 유지되었다.

무처리구와 단근구의 토양수분 포텐셜은 10월 8일까지 약 -1 bar 보다 약간 높은 상태로 유지되었으며, 그 이후부터는 점차 낮아져서 -7 ~ -10bar를 유지하다가 11월 8일에 일시적으로 높아진 후 다시 낮아졌다. 멀칭시기 부터 10월 8일까지 토양수분 포텐셜이 높게 유지된것은 약 85 mm의 강우가 내렸기 때문이며, 11월 8일에 토양수분 포텐셜이 일시적으로 높아진 것은 그시기에 약 20 mm의 강우가 내렸기때문이다.

단근 + 비닐멀칭구의 토양 수분 포텐셜은 10월 8일까지는 약 -2 bar로 비

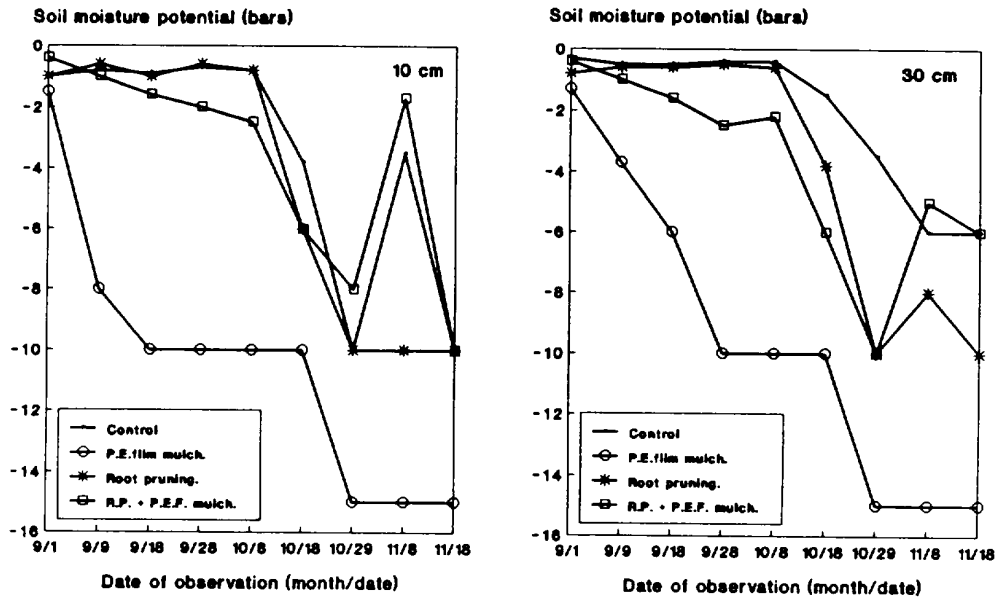


Fig. 5. Changes in soil matric potential at 10cm and 30cm soil depth of control, P. E. film, root pruning and root pruning P. E. film treatments.

닐멀칭구에 비해서는 높고 다른 처리구에 비해서는 낮게 유지되었으며, 그 이후 부터는 무처리구와 단근구와 비슷한 경향이었다.

비닐멀칭 처리 시기부터 토양수분 포텐셜이 급격히 낮아지기 시작한 것은 비닐 멀칭에 의해 강우가 토양으로 유입되지 않았고 증산에 의해 토양수분이 건조되었기 때문으로 생각된다. 특히, 비닐멀칭구에서 처리초기에 수분감소속도가 큰 것은 토양이 과습시에 증산량이 많기 때문이라고 생각된다 (玄 등, 1991)

시설재배 감귤원 토양에서 -15 bar 이하로 되는데 소요되는 기간은 약 2개월이 소요되는데(宮本과 中屋, 1991; 玄 등, 1991), 비닐멀칭구는 이와 유사한 토양수분 감소속도를 보였다.

그림 6은 처리시기 부터 수확시까지의 액상과 기상의 변화를 나타낸것이다. 처리초기의 액상은 35% 내외로서 처리간 차이가 적었는데 비닐멀칭구가 다른 처리에 비하여 액상의 감소속도와 기상의 증가속도가 컸다.

전 기간을 통하여 비닐멀칭구의 액상은 다른 처리구에 비하여 현저히 낮았다. 그외의 처리구의 액상은 10월 18일 까지는 큰 차이가 없었으나, 그 이후부터는 단근 + 비닐멀칭구가 무처리구, 단근구에 비해 낮은 경향이었다.

수확기인 11월 18일의 비닐멀칭구, 무처리구, 단근구 및 단근 + 비닐멀칭구의 액상은 20.0, 28.8, 34.4 및 26.6 %로서 비닐멀칭구와 단근 + 비닐멀칭구가 처리시기에 비하여 각각 15.4 %, 7.9 % 감소하였다. 자연 강우가 토양으로 직접 침투되도록 나지상태를 유지한 무처리구와 단근구에서의 액상은 처리초기에 비하여 2.1 - 6.6 % 감소한 것이다.

비닐멀칭구와 단근 + 비닐멀칭구의 토양수분이 무처리구와 단근구에 비하여 건조된 상태로 유지된 것은 비닐멀칭에 의해 자연 강우의 토양침투가 방지되고 증산에 의하여 토양수분이 건조되었기 때문이라고 생각된다.

전 처리기간을 통하여 단근 + 비닐멀칭구의 토양수분이 비닐멀칭구에 비하여 많이 유지되었는데, 이것은 단근 + 비닐멀칭구에서 단근에 의해 뿌리가 손상을 입었기 때문에 비닐멀칭구에 비하여 토양으로부터 수분 흡수량이 적어, 증산량도 적어졌기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

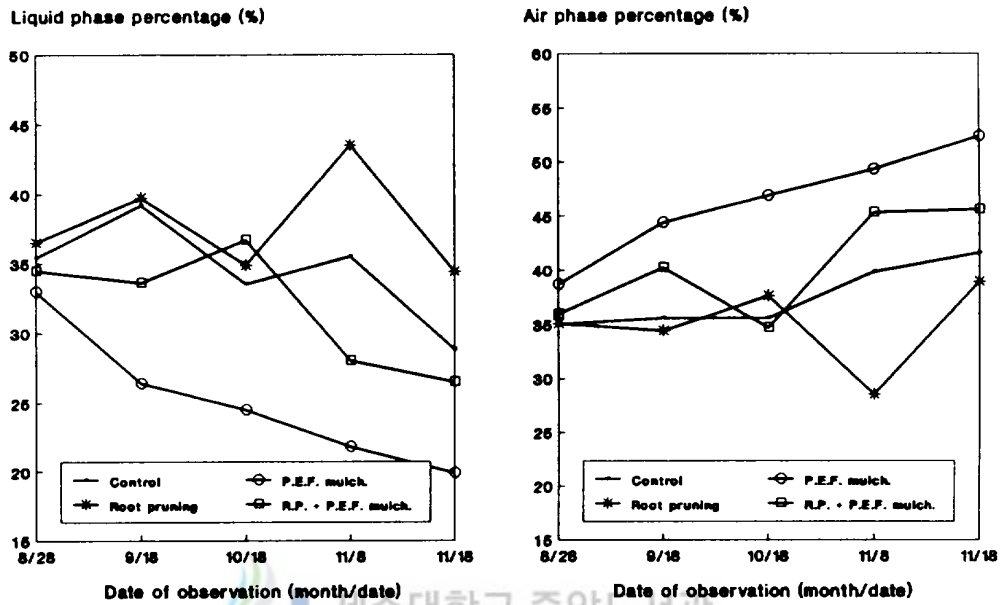


Fig. 6. Changes in liquid and air phases at 10 cm and 30 cm soil depth of control, P. E. film, root pruning and root pruning P. E. film treatments.

6. 당도, 산도, 당산비 및 과실특성의 변화

그림 7은 처리시기인 8월 28일을 기준으로 한 과실 비대율을 나타낸 것이다. 과실 비대율은 9월 9일까지는 처리간 크지 않았으나, 그 이후부터의 과실비대율은 무처리구, 단근구, 단근 + 비닐멀칭구, 비닐멀칭구의 순서로 컸다. 처리시기부터 수확기까지 80일간의 과실 비대율은 비닐멀칭구가 134%, 단근구와 단근 + 비닐멀칭구가 약 138%, 무처리구가 142%로서 비닐멀칭구와 무처리구간의 과실 비대율의 차이는 9%이었다.

토양수분이 다른 조건에서 흥진조생(興津早生)을 7월 18일부터 9월 12일까지의 과실비대율은 토양을 건조상태로 유지하여 잎수분 포텐셜이 -20 - -30 bar이었을 때 120%이었으며, -11 - -13 bar이었을 때 170%라고 보고된 바 있다(森永 등, 1990). 또한, 8 - 9월의 토양 건조 정도는 과실 비대율에 큰 영향을 미치는데, 7월 23일부터 9월 17일까지의 과실 비대율은 이 기간 동안의 잎수분 포텐셜이 -5 bar 내외로 유지되었을 때는 약 160%이었으며, -27 - -23.8 bar로 유지되었을 때는 135%로 토양 건조 정도에 따라 과실 비대율이 큰 영향을 받는 것으로 보고되었다(小川 등, 1991; 森永과 池田, 1991).

그림 8은 횡경의 일일 비대량의 변화를 나타낸 것으로서 비닐멀칭구가 다른 처리구에 비하여 적었으며, 10월 18일 이후부터는 전처리구가 일일 횡경 비대량이 현저히 감소하였다.

그림 9는 처리시기인 8월 28일 부터 11월 18일까지의 당도 변화를 나타낸 것으로 처리시기의 당도는 전 처리구가 6.0 - 6.1 °Bx로 차이가 없었으며, 기간이 경과함에 따라 당도는 비닐멀칭구, 단근 + 비닐멀칭구, 단근구, 무처리구 순서로 높아졌다. 수확기 과실의 당도는 비닐멀칭구가 11.6 °Bx로 처리시기에 비하여 약 5.5 °Bx 높아졌으며, 그외의 처리구는 9.3 - 9.7 °Bx로 처리시기에 비하여 약 3.3 - 3.7 °Bx 높았다.

처리기간이 경과함에 따라 처리별 당도의 차이는 점차 커졌는데 10월 8일의

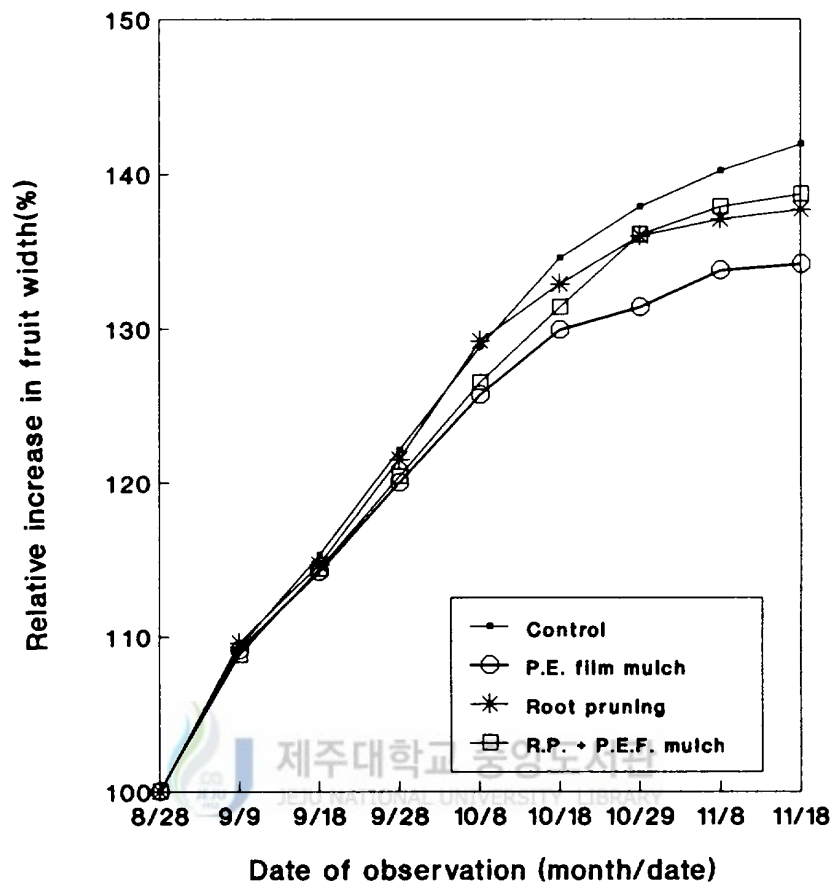


Fig. 7. Changes in relative of increase fruit width during the period from Aug. 28 to Nov. 18 (Standards were widths at Aug. 28).

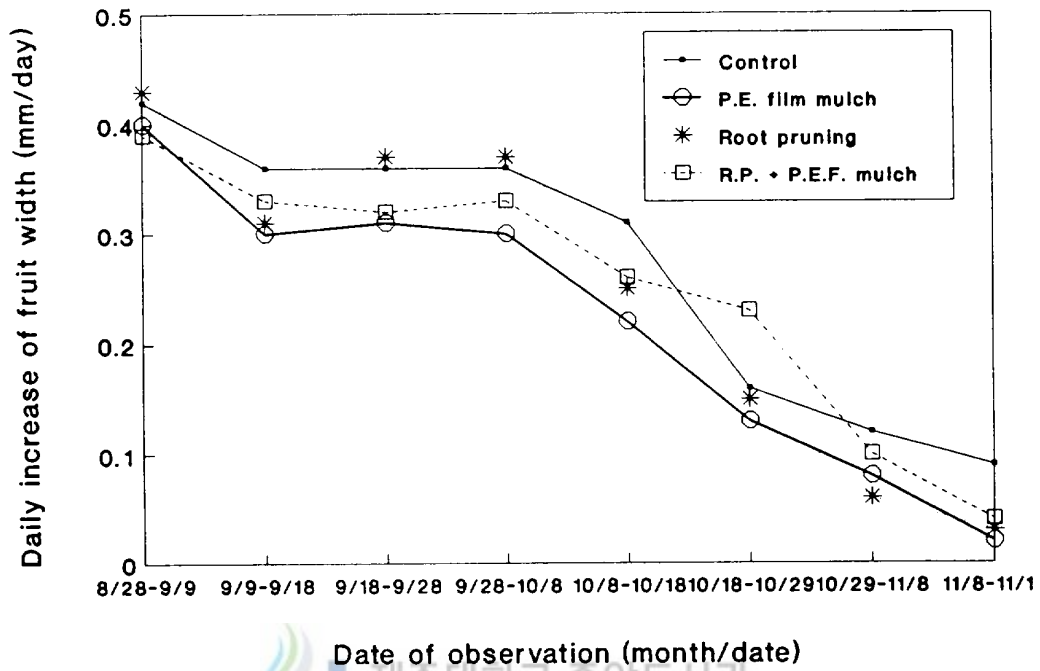


Fig. 8. Changes in daily increment of fruit width during the period from Aug. 28 to Nov. 18.

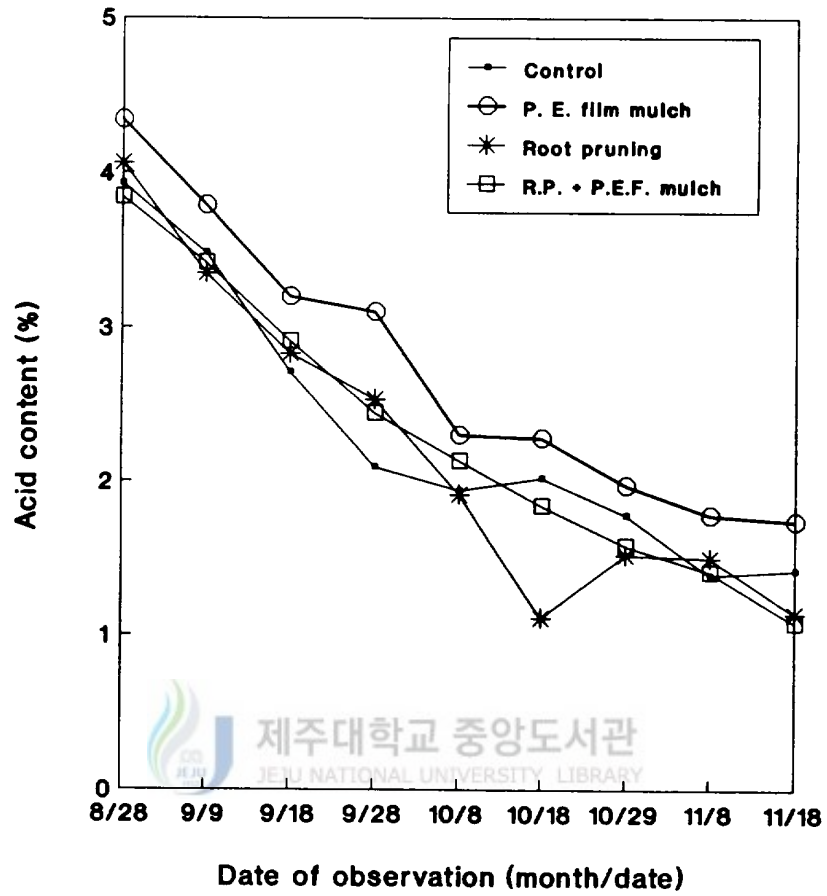


Fig. 10. Changes in acid content during the period from Aug. 28 to Nov. 18.

과실의 당도는 비닐멀칭구가 9.1 °Bx로 가장 높았고 단근구와 단근 + 비닐멀칭구가 8.4 °Bx 내외이었으며, 무처리구는 7.7 °Bx로서 비닐멀칭구와 무처리구와의 당도 차이는 1.4 °Bx이었다. 이시기의 비닐멀칭구의 액상이 24.5%로서 다른 처리구에 비해 9 ~ 12% 낮았고 토양수분 포텐셜도 다른 처리에 비하여 낮은 것(그림 5와 6)으로 보아 토양수분의 차이가 처리별 당도의 차이에 직접적으로 영향을 미친 것으로 보인다. 처리기간이 경과함에 따라 처리간 토양수분과 당도의 차이는 커졌다.

노지감굴 재배에서 과실의 성숙기간중의 경우는 과즙의 당도를 낮게 하는 것으로 알려져 있다 (Blondel과 Cassin, 1972; Carter 등, 1972; 富田, 1972). 이것은 강우가 많은 해일수록 토양수분이 과습한 상태로 유지되는 기간이 길고 충분한 토양수분 조건에서 양분과 수분 흡수가 용이하여 과실의 비대가 커지기 때문이다. 또한 적습상태(pF 2.7, - 0.5 bar) 이하로 계속 유지한 과원에서 수확기 과실의 당도는 10° Bx 이하였으며, 건조상태를 유지한 과원의 과실당도는 12 °Bx 이상이라고 하였다(宮本와 中屋, 1990).

일본에서 7, 8, 9월에 홍진조생을 단근 처리를 하였을 때 11월 초의 당도는 9.0 - 10.1 °Bx로서 무처리구에 비하여 0.5 - 1.6 °Bx 높은 것으로 보고되었다(眞子, 1990).

그림 10은 처리별 산도의 변화를 나타낸 것으로 처리초기의 산도는 4 %를 약간 상회하였으며, 기간이 경과함에 따라 점차 낮아져서 수확기의 산도는 1.4 - 1.7 % 정도이었다. 이것은 하우스 감굴에 비하여 약 0.5 % 이상 높은 것이며(川野, 1982; 林 등, 1991), 일본의 비닐멀칭한 덕림조생 (徳林早生)과 임온주(林溫州)에 비하여 약 0.5 % 높은 것이다 (高井, 1991). 산도가 감소하는 정도는 처리별 큰 차이가 없었으나, 토양수분이 건조상태로 유지된 비닐멀칭구가 약간 높은 편이었다. 이것은 卍野(1979)가 토양을 과습 상태로 유지하여 과중이 무거울수록 산도가 낮아진다는 결과와는 차이가 있었다. 각 처리에서의 감산 속도는 수확기까지 서서히 감소하였는데, 이것은 시설재배 감굴의 감산속도에 비하여 현저히 느린 것이었다(林, 1991).

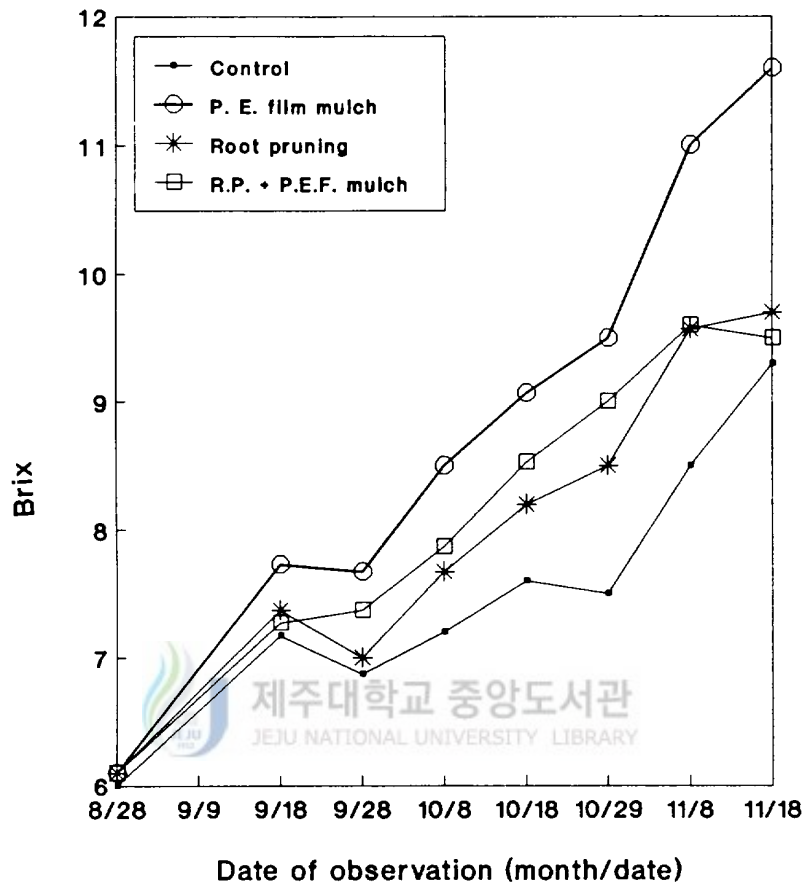


Fig. 9. Changes in juice Brix during the period from Aug. 28 to Nov. 18.

그림 11은 당산비의 변화를 나타낸 것으로 처리초기의 당산비는 1.5 내외에, 기간이 경과함에 따라 점차 높아졌으며, 수확기의 당산비는 비닐멀칭, 단근 + 비닐멀칭이 각각 6.2, 8.7 이었다. 이와 같은 결과는 하우스 감귤에 비하여 매우 낮은 수준이며(林 등, 1991), 이는 그림 10에서 보는 바와 같이 산도가 높기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

그림 12는 수확기에 각 처리별에서 평균이 다른 30개의 과실을 채취하여 횡경과 당도와의 관계를 나타낸 것이다. 비닐멀칭구, 단근구 및 단근 + 비닐멀칭구에서의 당도는 과실의 횡경과 부의 상관관계가 있었으며 ($Y=15.5-0.071X$, $r=-0.628$; $Y=12.9-0.046X$, $r=-0.462$; $Y=22.0-0.037X$, $r=-0.393$), 동일한 과실의 크기에서 비닐멀칭구의 당도는 단근구 및 단근+비닐멀칭구에 비하여 약 1 °Bx, 무처리구에 비하여 약 2 °Bx 높았다. 이와 같은 결과는 수확기 과실의 크기가 클수록 과실의 당도가 낮으며(川野, 1982, b)가, 횡경 비대량과 과실의 당농도와는 부의 상관을 갖는다는 연구보고(廣瀨, 1983)와 유사한 결과이었다.



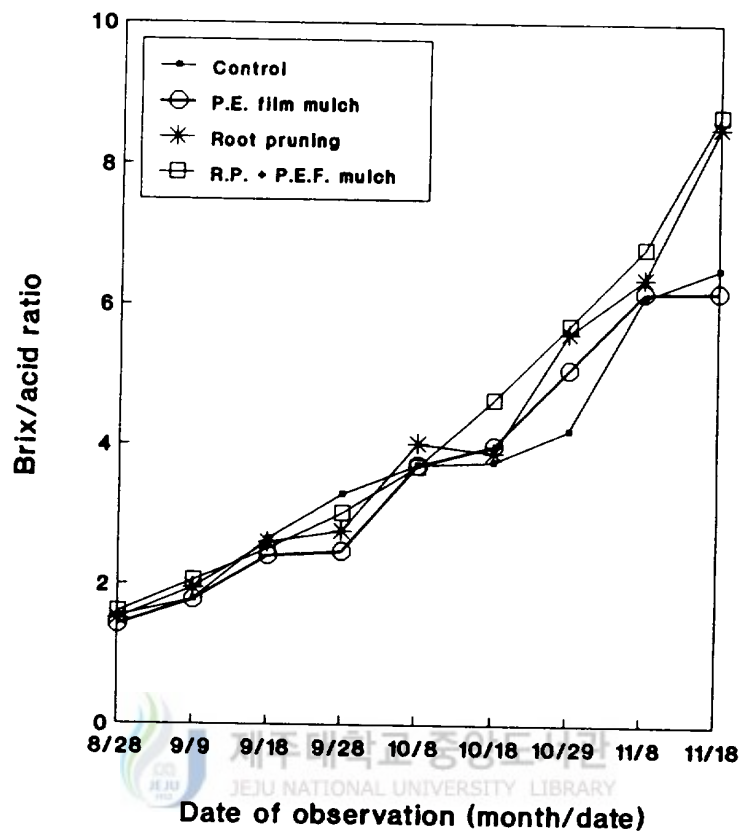


Fig. 11. Changes in Brix/acid ratio during the period from Aug. 28 to Nov. 18.

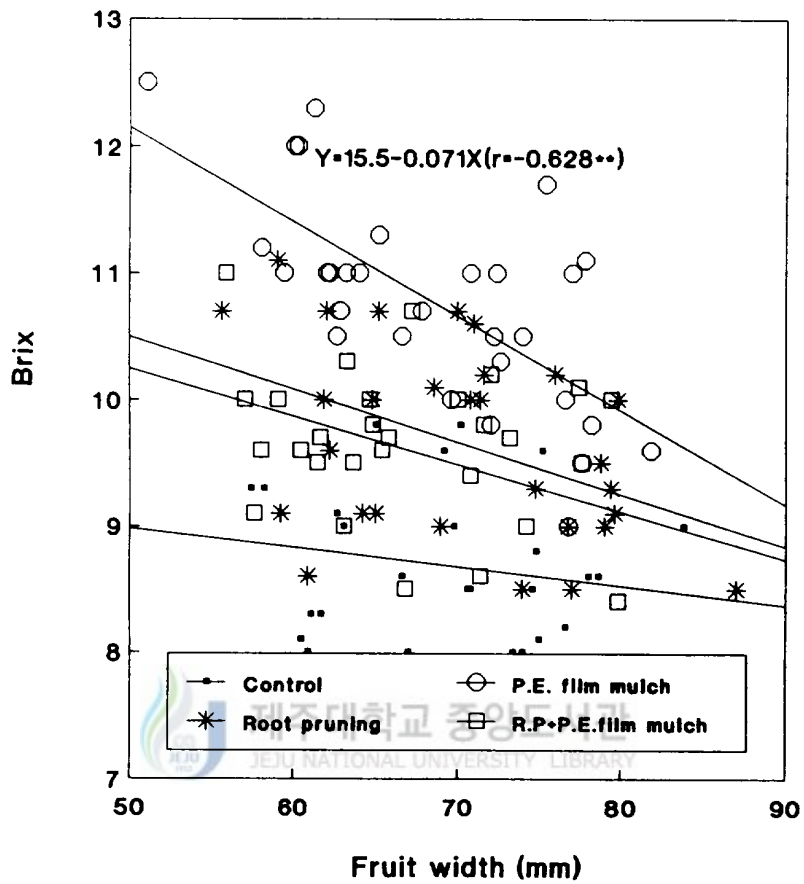


Fig. 12. Relationship between fruit width and juice Brix of fruit harvested from trees grown in control, P.E.film mulch, root pruning, root pruning + P. E. film mulch.

IV. 적 요

본 연구는 노지감귤 재배에서 여름부터 수확기까지의 비닐멀칭, 단근 및 단근 + 비닐멀칭 토양수분 포텐셜, 삼상분포 및 횡경, 당도, 산도 등의 과실품질에 미치는 영향을 밝히기 위하여 수행되었다. 시험포장은 흑색화산회토이었으며, 시험품종은 홍진 이었다. 처리기간은 1991년 8월 28일 부터 11월 18일까지 이었으며, 10일 간격으로 토양수분 포텐셜, 삼상분포 및 과실의 특성을 조사하였다.

1. 시험포장 토양의 용적밀도는 0.70 g/cm^3 , 입자밀도는 2.40 g/cm^3 이며, 공극율은 71.0% 이었다. 포장용수량에서 증량수분함량은 62% 이고 위조점에서 증량수분함량은 26% 이었다.

2. 비닐멀칭 개시 시기의 각 처리구의 토양수분은 포장용수량보다 약간 건조되어 있었으며, 비닐멀칭구의 토양수분 포텐셜은 처리 직후부터 급격히 낮아져서 처리후 20일 이후부터는 -10bar 이하를 유지하였고 다른 처리구에서는 처리후 60일 이후에 -10 bar 이하를 유지하였다.

3. 처리초기의 토양삼상 분포중 액상은 35% 내외로서 처리간 차이가 거의 없었으며, 수확기의 액상은 비닐멀칭구가 20.0% 로서 처리시기에 비하여 13% 감소하였으며, 그외의 처리구는 $2.1 - 7.9\%$ 감소 하였다.

4. 처리기간중 과실의 횡경비대는 비닐멀칭구, 단근구와 단근 + 비닐멀칭구, 무처리구 순으로 작았다. 처리시기를 기준으로 한 수확기 까지의 과실 비대율은 비닐멀칭구가 134% 이었고 단근구와 단근 + 비닐멀칭구가 138% 이었으며, 무처리구가 142% 이었다.

5. 처리초기의 당도는 약 $6 \text{ }^\circ\text{Bx}$ 이었으며, 수확기의 당도는 비닐멀칭구가 $11.5 \text{ }^\circ\text{Bx}$ 서 다른 처리구에 비하여 $2.0 - 2.5 \text{ }^\circ\text{Bx}$ 높았다.

V. 참고 문헌

Akiyoshi Matsumoto, Shin-ichi Shiraishi. 1981. Seasonal change in the titratble acids of Satsuma Mandarin fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49(4):512-518.

Blondel, L. and J. Cassin. 1972. Influence of ecological factors on corsican clementine quality: fluctuations in the dry extract of the juice(preliminary note). Fruit 27:425-432.

Carter, R., B. S. Bulsing, and J. A. Atterway. 1972. The effect of precipitation on maturity parameter of Florida citrus. Proc. Florida. State Hort. soc. 4:92-95.

제주도 통계연보. 1991. 농업편. pp. 94 -95.

조백현, 조성진, 박천서. 1984. 신고 토양학. 향문사. pp. 136-167.

富田榮一, 1972. かんか温州 成木の果實の數量, 品質および葉内成分に及ぼす影響. 日本雜誌. 41:353-360.

Gardner, W. R. 1964. Relation of root distribution to water uptake and availability. Agron. J. 57:41-45.

韓海龍. 1985. Ethychlozate가 温州蜜柑의 落果와 果實品質 및 樹體에 미치는 影響. 忠南大博士論文學位.

平野曉. 1979. 溫主ミカンにおける果實の大きさと糖及び酸含量との關係. 園藝學雜誌. 48(2):162-168.

廣瀬和榮. 1983. かんキツ類ハウス栽培の新技術. 誠文堂新光社. pp. 84-103.

현해남, 한해룡, 문두길, 임한철. 1991. 감귤 시설내 토양수분 조절이 잎수분 포텐살과 과실 품질에 미치는 영향 1. 농업산학협동조합편 33.

현해남, 한해룡, 문두길, 임한철, 문두경. 1991. 감귤 시설내 토양수분 조절이 잎수분 포텐살과 과실 품질에 미치는 영향 2. 농업산학협동조합편 34.

鄭弼均, 李光植, 高文煥, 嚴基泰, 河浩成. 1985. Mulching方法別 土壤溫度와 土壤物理性 變化. 韓土肥誌. vol. 18(4): 366-372.

神原正義, 領木鐵果. 1968. 温州ミカンの發芽と開化時期なびに果實の肥大と品質におよぼす二, 三, の氣象要因の影響. 愛知園試研究. 7:1-14.

川野信壽. 1982. 早生温州の加温ハウス栽培における土壤水分管理[1]. 農業および園藝. 57(9):1157-1162.

川野信壽. 1982. 早生温州の加温ハウス栽培におかる土壤水分管理[2]. 農業および園藝. 57(10):1275-1280.

Kazuo Matsumoto, Sojiro Chikazumi, Hoe in Oku., Junichiro Watanabe. 1972. Studies on the contribution of environmental and internal factors affecting the edible quality and exterior appearance of Satsuma Mandarin

fruits. J.Jan. Soc. Hort. Sci. 41(2):171-178.

Klute, A. ed. 1986. Methods of soil analysis. Part 1-Physical and mineralogical methods. Am.soc.Agron,Inc.

임한철. 1991. 토양수분 조건이 시설 감귤의 품질 및 수분 스트레스에 미치는 영향. 제주대학교 석사학위논문.

임선옥. 1990. 최신 토양학 통론. 문운당. pp. 83-106.

眞子正史. 1990. ウンツエウミカン樹に對す樹の特ち上げ, 斷根, ビニルマルチとの2年間のツリ-ズ處理が數量, 果實品質に及ぼす影響. 園藝雜. 59別. 2:26-27.

間苧谷徹, 町田谷. 1976. 果樹の葉内水分不足に關する研究.(제5집)ウンミコウミカンの葉の水ポテンツル及び葉内水分蒸氣擴散抵抗の時期別推移につえにて. 園藝學雜誌. 45(3):261-266.



間苧谷徹, 町田谷. 1976. 果樹の葉内水分不足に關る研究.(제6집)ウンミコウミカンの葉の水ポテンツル及び葉内水分蒸氣擴散抵抗の時期別推移につえにて . 園藝學雜誌. 45(4):329-334.

深谷勝郎. 1983. 하우스ミカン栽培における灌水の必要性と對策. 農業および園藝. 58(5):667 - 672.

宮本久美, 中屋英治. 1990. ウンツコウミカの栽培におか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す影響. 園藝學雜誌. 59(別2): 40-41.

森永邦久, 池田副喜夫. 1991. ウンツコウミカの水ストレスが夏季の果實肥大に及ぼす影響および乾燥後の給水による光合成の回復についで. 園藝學雜誌. 60(別1):789.

村松久雄. 1991. a. 温州ミカンのマルチ栽培. 果樹園藝. 44:8-14.

村松久雄. 1991. b. マルチ栽培成功の秘訣. 柑橘. 43:12-17.

村松久雄. 1991. c. ミカンアルチ栽培のすべて. 果實日本. 46:40-45.

永田賢嗣, 池田富喜夫. 1991. ハウスミカンの時期別乾燥後処理が果實特性に及ぼす影響. 園藝學雜誌. 60(別[果樹]):12-13.

農村振興廳 農業技術研究所. 1986. 原色圖鑑 韓國의 田土壤(附 林地土壤). 水原.

小川藤利, 朝創利員, 壽松木陣, 本第均, 伊藤壽, 眞子正史, 間亭谷嶽. 1991. 夏季の水ストレスガウヌコミカンの果實品質, 光合成及び樹體の呼吸にびす影響. 園藝雜誌. 60別 2:20-21.

Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2-Chemical and Microbiological properties .Am. soc. Agron, Inc

Roy L., Donahue, Raymond W. Miller, John C. Shickluna. 1983. soils an introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632. pp. 46-207.

류순호, 송관철. 1984. 제주도 토양의 화학적 특성 조사연구 III. 감굴원 토양에서의 알루미늄 특성. 2:161-172.

Shin, J. S. 1978. Composition and genesis of volcanic ash soils derived from basaltic materials in Jeju Island(korea). Ph.D. Thesis. state univ. of Ghent, Belgium.

高汁. 1991. ミカンアルチ栽培の被服資料の利用技術. 果實日本. 46:42-43.

竹林男, 片岡丈彦, 行永壽二郎. 1990. 完熟栽培におけるウンツコウミカンの糖及び糖含量の季節的變化. 園藝雜. 59別. 2:50-51.

Yang, S. J and De Jong, E. 1971. Effect of soil water potential and bulk density on water uptake patterns and resistance to flow of water in wheat plants. Can. J.soil sci. 51:211-220.



감사의 글

본 논문이 완성되기 까지 끊임없는 지도와 격려를 해 주신 현 해남 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

본 논문이 완성되기 까지 많은 조언을 해주신 강 순선 교수님, 유 장걸 교수님께 감사를 드리며, 항상 따뜻한 마음으로 이끌어주신 고 정삼 교수님, 류 기중 교수님, 김 찬식 교수님께도 감사를 드립니다.

또한 실험수행에 있어서 항상 사랑하는 마음으로 처음부터 마지막까지 많은 도움을 주신 임 한철 선배님과 고정은 선배님께도 감사를 드리며 동료 대학원생과 농화학과 조교 선생님께도 감사를 드립니다.

특히 어려운 환경속에서도 많은 충고를 해준 친구 한 재진과 항상 나를 염려 해준 친구분들에게도 우정의 마음을 전합니다.

그리고 연구조사에 많은 도움을 주신 김 영효 연구사님께도 감사를 드리며, 실험을 수행하는데 많은 도움을 주신 고 승학 대학원 학형과 이 윤숙 후배에게도 감사를 드립니다.

끝으로 어려운 여건속에서도 사랑과 보살핌으로 키워주신 부모님과 가족들에게 이 논문을 올립니다.