

碩士學位論文

施肥量이 柑橘園 土壤 化學性 및
柑橘의 生育에 미치는 影響

濟州大學校 大學院

農化學科



韓 承 甲

1997年 12月

施肥量이 柑橘園 土壤 化學性 및
柑橘의 生育에 미치는 影響

指導教授 柳 長 杰

韓 承 甲

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

1997年 12月

韓承甲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

1997年 12月

**Effect of Fertilizer Application on Chemical
Properties of Orchard Soil and Growth of *Citrus
unshiu* Marc.**

Seung-Gab Han

(Supervised by professor Zang-Kual U.)



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

**DEPARTMENT OF AGRICULTURAL CHEMISTRY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

1997. 12.

목 차

Summary	6
I. 서 론	8
II. 재료 및 방법	10
1. 공시 품종	10
2. 시험구 배치	10
3. 토양 무기물분석	11
4. 지하수로의 용탈 이온 조사	11
5. 엽분석 및 엽의 특성 조사	11
6. 감귤의 당과 산함량 조사	12
7. 감귤 생산량 조사	12
8. 엽색 측정	12
9. Chlorophyll 함량 측정	12
10. 엽중 전질소 측정	13

III. 결과 및 고찰

1. 시험포장의 화학적 성질	14
2. 시비량별 용탈량과의 관계	18
3. 토심별 성분함량	19
4. 엽의 특성 및 무기성분 함량	21
5. 과실 품질과의 관계	23
6. 감귤 수확량과의 관계	25
7. 엽의 SPAD-502값과 chlorophyll 함량과의 관계	26
8. 엽의 Chlorophyll 함량과 질소함량과의 관계	27
9. 엽의 SPAD-502값과 질소 함량과의 관계	28
10. 엽색과 질소함량과의 관계	29
IV. 摘 要	31
V. 引用文獻	33

Summary

The practice of chemical fertilizers by citrus growers for high fruit yield has often caused over-fertilization of Cheju orchards. However, the excessive application of chemical fertilizer has brought about decrease of fruit quality, high cost and labor waste, soil acidification, and nitrate leaching resulted in ground water pollution. Therefore, this study was performed to investigate the influence of heavy N-P-K fertilization on the chemical properties of orchard soils and the growth of 20 years old *citrus unshiu* Marc. trees and to develop *in situ* method of measuring chlorophyll content by using chlorophyll meter (SPAD-200, Minolta, Japan) and of estimating nitrogen content in citrus leaves easily and rapidly by comparing with color chart. The five treatments; non-fertilizer plot (N:P₂O₅:K₂O=0:0:0 kg/10a), non-nitrogen fertilizer plot (0:40:28), standard plot (28:40:28: recommended amount), standard plot (28:40:28) with compost (2,000 kg/10a) and 3×standard plot (84:120:84) were arranged in a randomized complete block with 3 replications.

The soil pH of non-fertilizer plot, non-nitrogen plot, standard plot, standard plot supplemented with compost and 3×standard plot were 6.2, 6.4, 6.0, 5.9, and 5.4 respectively, showing that especially heavy nitrogen application caused soil acidification. The contents of exchangeable Ca and Mg were lower in the three times standard plot than in the non-fertilizer one.

NO₃-N content of leaching-water sampled at 40 cm soil depth was 57.6 mg/L in standard plot, but 280 mg/L in the three times standard plot, indicating that heavy nitrogen application may contaminate the ground water with NO₃-N.

There were no significant differences in leaf-N content between plots receiving N-fertilizer. However, leaf-N content in plot which did not receive N-fertilizer for 3 years decreased to 2.4 %. The contents of K in citrus leaves were the highest in non-N fertilizer plots while those of Ca in citrus leaves were the lowest in 3× standard plot. By applying heavy N-fertilization, juice acidity was increased, fruit peel was thickened and fruit coloring was delayed. Fruit yield also did not more increase in the 3× standard plot than in the standard plot.

The readings of chlorophyll meter were highly correlated with chlorophyll content by the N-N-dimethyl extraction, and therefore the chlorophyll content of citrus leaves can be measured non-destructively and rapidly using the chlorophyll meter.

The correlation between nitrogen content and leaf color showed a strong negative correlation. It appears that a color chart kit can be developed using the relation between nitrogen content and leaf color as a valuable diagnostic tool.



I. 서론

감귤산업은 제주도 농산물 총수입의 60%이상을 차지해 본도 1차 산업의 근간을 이루고 있으며 관광산업과 함께 주 소득원으로써 중요한 경제 기반이 되어 왔다.

감귤 재배 면적은 그동안 급성장하여 1996년 현재 24,000ha로써(제주도 통계연보, 1996) 우리나라 과수재배 면적의 14%를 차지하게 되었으며, 국내 과실 생산량에 있어서도 총생산의 27%에 해당하는 60만M/T이상의 감귤을 생산하고 있다. 그러나 과잉 생산은 오히려 농가소득을 감소시키는 원인이 되고 있기 때문에 적정 생산량을 유지해야 할 것이다.

1996년 외국산 오렌지가 20,000M/T이 수입되고, 금년부터는 관세만 부과하면 무한한 양의 오렌지가 수입되게 되었다. 따라서 제주산 감귤의 시장 경쟁력을 키우는 일은 본도의 최고 지상 과제이며 감귤의 품질을 향상시키기 위한 다각적인 노력이 시급히 요청되고 있는 시점이다.

제주도 감귤원 토양의 대부분은 현무암을 모재로한 화산회토로 표토에 부석이 많고, C.E.C가 높으며 NH_4^+ , K^+ 등과 같은 양이온이 용탈 되기 쉬운 특징을 가지고 있다. (임, 1975)

또한 비결정 규산염 광물인 allophane이 주 점토 광물인데 이것은 인산을 고정하는 힘이 커서 유효인산이 부족하기 쉽고 인산질 비료의 효과도 잘 나타나지 않는다고 하였다. (김, 1974)

그동안 척박한 화산회 토양의 성질 때문에 시비관리의 중요성이 많이 강조되어 왔는데 실제 농민들은 과실 생산성을 향상시키기 위해서 기준량 보다 훨씬 많은 양의 비료를 감귤원에 사용해 왔다. 감귤원의 평균 시비량은 질소가 86 kg/10a, 인산이 64 kg/10a, 가리가 82 kg/10a로 삼요소 합계치를 보면 전국 평균의 5.8배에 이르고 있으며, 이 양은 국내는 물론 전세계적으로 보기 드물게 과다시비되고 있음을 시사하고 있다.

특히, 최근 도내 일부지역의 감귤원에서 비료의 과용으로 야기된 염류 장해로 감귤 잎에 반점이 생기고, 심하면 낙엽이 되면서 나무가 고사되는 피해가 발생되고 있는 바, 과다 시비 문제가 하루 빨리 해결되어야 할 시점이다. 일본의 경우 이미 1960 년대에 과다 시비로 인한 부작용(토양 산성화, 세균 감소, 이상 낙엽 현상)을 경험

한 이후 시비량을 감소하게 된 계기가 되었다.

한편 질산성 질소 오염은 감귤원의 질소 과다시비로 인한 제주의 생명수인 지하수를 오염시킬 수 있다는 충분한 우려를 예상하게 하는 일이기 때문에 환경 보존 차원에서도 과다시비의 관행에 대한 대책은 시급히 마련되어야 할 것이다.

일년생 작물과는 달리 영년생 과수인 감귤은 비료에 대한 반응을 관찰하기가 매우 힘들다고 알려져 있는 바, 적정시비를 위해서는 과원의 재배환경, 토양 및 수체의 영양상태를 고려하여 시비량을 결정하는 것이 합리적 방법이나 시간과 경비가 많이 소요된다. 그래서 보다 간편하고 빠르게 수체의 영양을 판단할 수 있는 기술을 개발하기 위한 연구가 많이 진행되어 왔다. Robert 등(1987)과 Richard (1990)는 작물의 엽중 chlorophyll 함량을 비파괴적으로 측정하는 방법으로 chlorophyll 함량과 chlorophyll meter(SPAD. MINOLTA, 일본)값과의 관계를 보고한 바 있고, Denis 등(1995)은 사과에서 엽중질소 함량과 chlorophyll meter(SPAD-502. MINOLTA, 일본) 측정 값 간에는 고도의 유의 상관이 있음을 보고한 바 있다.

본 연구의 목적은 비료 시비량이 감귤원의 토양 및 과실수량, 품질, 수체에 미치는 영향을 조사함으로써 과다시비의 문제점을 구명하여 보다 합리적인 시비 방법을 마련하고, 또한 농민들이 신속하고 간편하게 수체의 엽중 질소함량을 판단할 수 있도록 엽중 질소함량과 엽색과의 관계를 구명하여 엽색판 제작의 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.



II. 재료 및 방법

1. 공시 품종

농암갈색 토양의 과원에 20년생 홍진조생 온주밀감(*Citrus unshiu* Marc. cv 'Okitsu')을 공시재료로 하였다.

2. 시험구 배치

제주도 남제주군 남원읍 하례리 소재 감귤연구소 비료시험포장에서 농촌진흥원의 감귤 시비기준량인 N : P : K = 28 : 40 : 28 kg/10a를 표준 시비구로 하여 무비료구, 무질소구, 표준+퇴비구(2,000kg/10a), 표준 3배구의 5처리를 두었다. 처리당 3반복을 두었고 반복당 수세가 비슷한 3주를 선정하여 조사주로 이용하였다. 질소질 비료(요소)와 가리질 비료(염화가리)를 3월, 6월, 10월에 각각 나누어 분시(질소 = 50 : 20 : 30, 가리 = 30 : 40 : 30)하였고 인산질 비료(용성인비)는 전량 기비로 3월 초에 시비하였다.

Table 1. Experimental design and fertilizer treatment.

Treatment	Code	Application amount
		(kg/10a) N-P-K
Non-fertilizer plot	N-f	0-0-0
Non-nitrogen plot	N-N	0-40-28
Standard fertilizer plot	S	28-40-28
Standard fertilizer plot+Compost plot	S+C	28-40-28+2(M/T)
3*Standard fertilizer plot	3×S	84-120-84

Table 2. Chemical properties of soil used for the field experiment.

pH(1:5)	N (%)	P (mg/kg)	Ex. cation (cmol/kg)		
			K	Ca	Mg
5.7	0.6	19.3	1.32	9.8	2.4

3. 토양분석

- 1) 토양 pH : 토양 5 g을 50 ml 비이커에 취하고 증류수 25 ml를 가한 후, 유리봉으로 저어주면서 30분간 방치 후 측정하였다.
- 2) 치환성 염기(Ca,Mg,K) : 토양 5 g에 1 N NH₄OAc용액 50 ml를 가하여 30분간 진탕한 뒤 여과하여 atomic absorption spectrophotometer (AA-200.Varian,호주)로 측정하였다. (농진청 토양화학 분석법. 1988)

4. 지하로의 용탈 이온 조사

- 1) 무비료구, 표준 시비구, 표준 3배구에 시비된 비료의 유거량 및 지하수로의 용탈량을 조사하기 위해 지표면과 수평으로 수집통을 설치하고, 지하 10 cm, 40 cm 깊이에 라이시메터를 설치하였다. 강우 후 vacuum pump로 시료를 채취하여 0.45 μ m의 필터로 여과한후 ionchromatography (Dx-500.Dionex,미국)로 Cl⁻, PO₄³⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻를 측정하였다. 양이온은 atomic absorption spectrophotometer (AA-200.Varian,호주)로 분석하였다.
- 2) 각 처리별로 표층, 20 cm, 40 cm, 60 cm 깊이의 토양을 augar로 채취하여 시료 5 g을 취하고 증류수 50 ml를 가해 진탕 여과하여 음이온을 분석하였고 양이온은 1 N NH₄OAc로 침출하여 분석하였다.

5. 엽분석 및 엽의 특성 조사

- 1) 1 m 높이의 열매가 없는 봄가지에서 한 주당 10매씩 채취하여 수돗물로 깨끗이 씻고 60℃에서 24시간 이상 건조시켜 분쇄한 후 분석에 이용하였다.

2) K, Ca, Mg 분석 : 시료 1 g을 산분해 후 회석하여 atomic absorption spectrophotometer(AA-200.Varian,호주)에서 분석하였다.(농진청 토양화학분석법, 1988)

3) N 분석 : 시료 0.5 g에 황산 5 ml를 가한후 400℃, 90분 동안 분해후 질소자동 측정기(KJELTEC AUTO 1030 Analyzer,스웨덴)에서 측정하였다.

4) P 분석 : 산분해한 시료를 vanadate법으로 측정.

5) 엽의 특성 조사

1 m 높이의 열매가 없는 봄순가지에서 엽을 주당 9매씩 채취하여 엽면적, 엽장, 엽폭을 조사하였다.

6. 감귤의 당과 산함량 조사

감귤 과즙의 당산비는 日園連酸糖度分析裝置(NH-1000. HORIBA,일본)로 측정하여 당도(°BX)와 산함량의 비율로 나타내었다.

7. 감귤 생산량 조사

반복당 수세가 비슷한 3주를 선정된 후 과실 전체를 11월초에 수확한 뒤 저울로 무게를 달아 조사하였다.

8. 엽색 측정

감귤나무 3주를 한처리하여 '97년 2월, 오전 10시경 동쪽방향의 수관 중앙 부분의 10cm 이상의 봄가지(결과모지)중 끝에서 3~4번째 엽을 채취하여 부드러운 형질으로 깨끗이 닦고 엽의 중앙부분을 색차계(Color-eye 2145.Macbeth,미국)를 사용하여 L값(명도), a값(적녹도), b값(황청도)를 각각 측정하였다.

9. Chlorophyll함량 측정

가. Chlorophyll meter에 의한 측정법 : 채취한 엽을 chlorophyll 측정기 (SPAD-502.MINOLTA,일본)로 옆의 중앙 양쪽부분을 엽당 20회 반복으로 측정하

었다.

나. 비색법 : 채취한 엽의 중앙 양쪽 부분의 일정한 면적을 취하기 위해 사무용 펀치를 이용하여 4곳을 뚫었다.

4개의 엽조각을 50 ml 삼각 flask에 넣고, *N,N*-Dimethylformamide 10 ml를 가하여 호일로 봉한후 암조건에서 75℃에서 5시간동안 항온 침출하였다. 침출액은 647 nm, 664.5 nm에서 흡광도를 측정(UV/VIS spectrophotometer.HEWLETT PACKARD, 미국)하여 $\text{Total Chl}=(17.9A_{647}+8.08A_{664.5}) \times 10\text{ml/시료 면적}$ 에 의해 계산하였다.

10. 엽중 질소 측정

9의 실험에서 펀치로 뚫고 남은 부분을 60℃에서, 24시간이상 건조하여 H₂SO₄ 5 ml를 가한후 400℃에서 90분동안 분해하고 질소 자동 적정장치 (KJELTEC AUTO 1030 Analyzer,스웨덴)에서 측정하였다.



Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 시험포장의 화학적 성질

시험포장의 처리전 pH는 5.7 이었으나 포장 조성 당시 석회를 사용했기 때문에 3년이 지난 후 대부분의 처리구에서 pH가 높아졌다. 특히 질소를 사용하지 않은 무질소구(N-N)에서 가장 높게 나타났다. 그러나 3배 사용구에서는 5.4로 떨어져 질소 비료를 다량 사용 할 경우 토양이 산성화 된다는 정(1978)의 보고와 일치하였다.

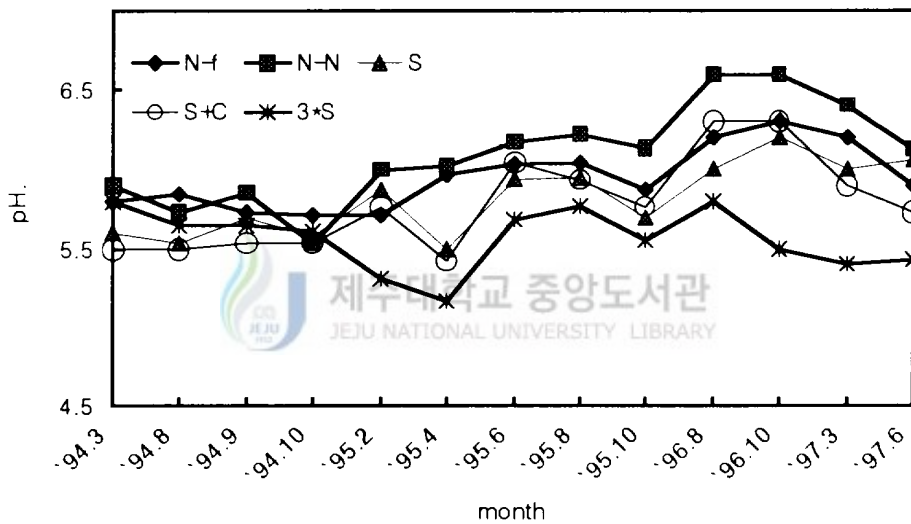


Fig. 1. Yearly change of soil pH in the experimental fields

그림 2와 3은 토양중의 전 질소 함량과 인산함량의 처리간 차이와 년차적으로 변화되는 양상을 나타낸 것이다. 토양중 전 질소 함량은 무비료구와 무질소구는 질소 시용구보다 낮은 경향이나, 통계적 유의차는 보이지 않았다. 인산의 경우 무비료구는 계속 낮아지고 있고, 표준 3배시용구 보다 오히려 무질소구와 표준+퇴비구가 다소 높은 경향이었다.

처리전 시험포장의 치환성 염기함량은 K 1.32 cmol/kg, Ca 9.8 cmol/kg, Mg 2.4 cmol/kg으로 고 등(1985)이 조사한 제주도 평균치인 1.37 cmol/kg, 6.37 cmol/kg, 2.36 cmol/kg과 비슷하였다. 이는 육지부 타지역에 비해 다소 높은 경향인데 양이온 치환용량이 큰 화산회 토양 특성에 기인한 것으로 사료된다.

'94년 3월부터 '97년 7월까지 주기적으로 조사한 시험 포장의 K함량은 그림 4에서 보는 것처럼 무비료구는 처리전에 1.32 cmol/kg이었는데 처리후 일년이 지나면서 점차 떨어지기 시작해 '97년 7월에는 0.35 cmol/kg이었다. 반면에 무질소구는 표준 3배시용구 보다 오히려 높은 함량을 보였다.

Ca과 Mg 함량(그림 5.6) 도 무질소구에서 가장 높은 경향인데, 이는 용성인비중에 함유한 석회와 고토 성분(Ca : 7.5kg, Mg : 5kg)외에 포장조성시 토양개량제로 사용한 석회 효과로 생각된다. 그러나 표준3배시용구에서는 용성인비를 가장 많이 시용함에도 불구하고 가장 낮은 함량을 보였다. 이는 질소를 많이 시용할수록 NH_4^+ 에 의한 염기 치환이 많이 일어나서 염기 용탈이 심했기 때문일 것으로 사료된다.

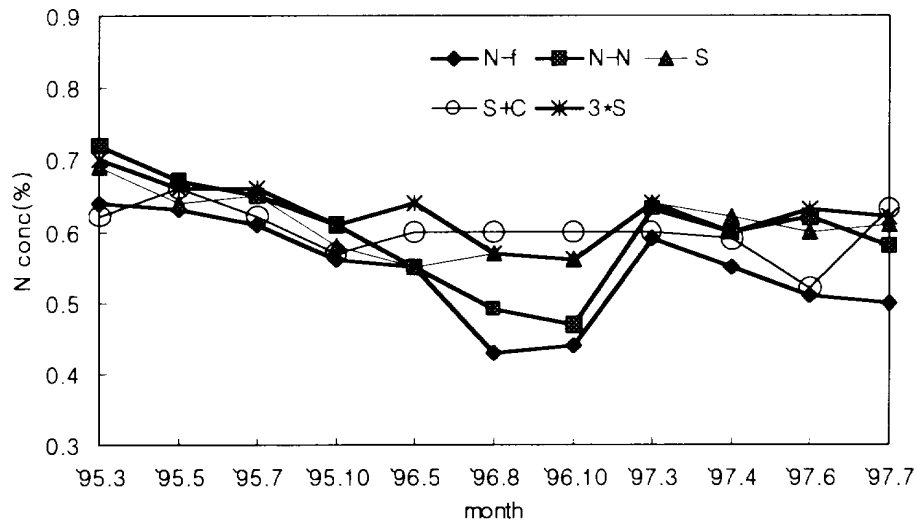


Fig. 2. Yearly change of exchangeable N content of soil in the experimental field.

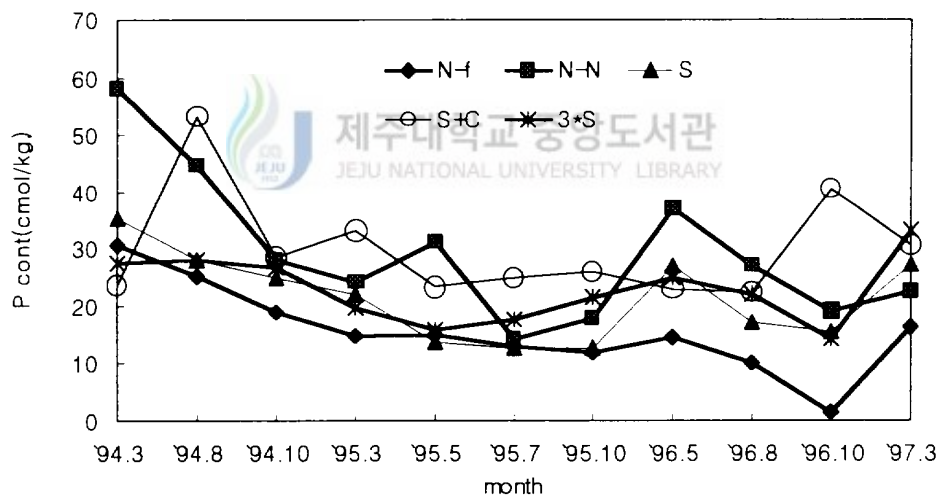


Fig. 3. Yearly change of exchangeable P content of soil in the experimental field.

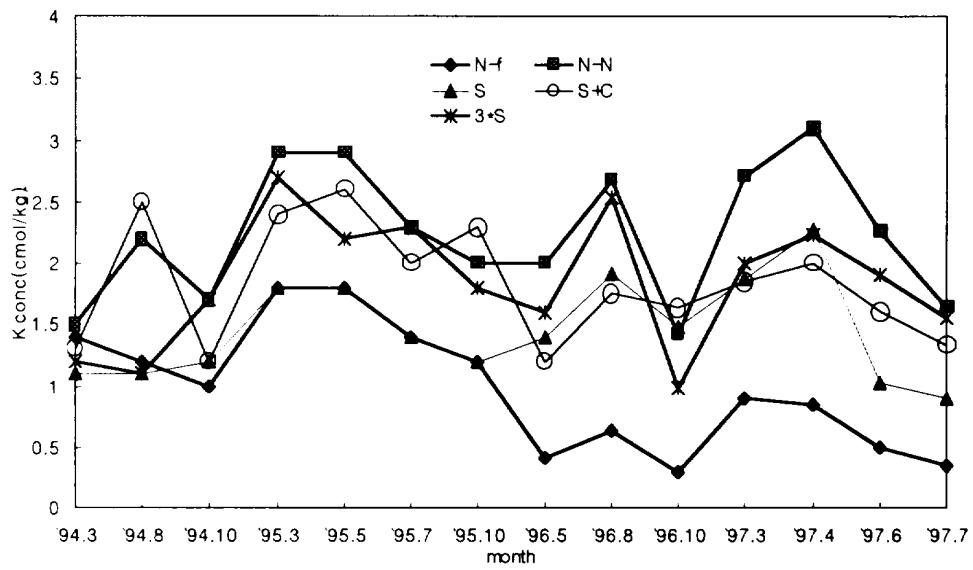


Fig. 4. Yearly changes of exchangeable K content of soil in the experimental field.

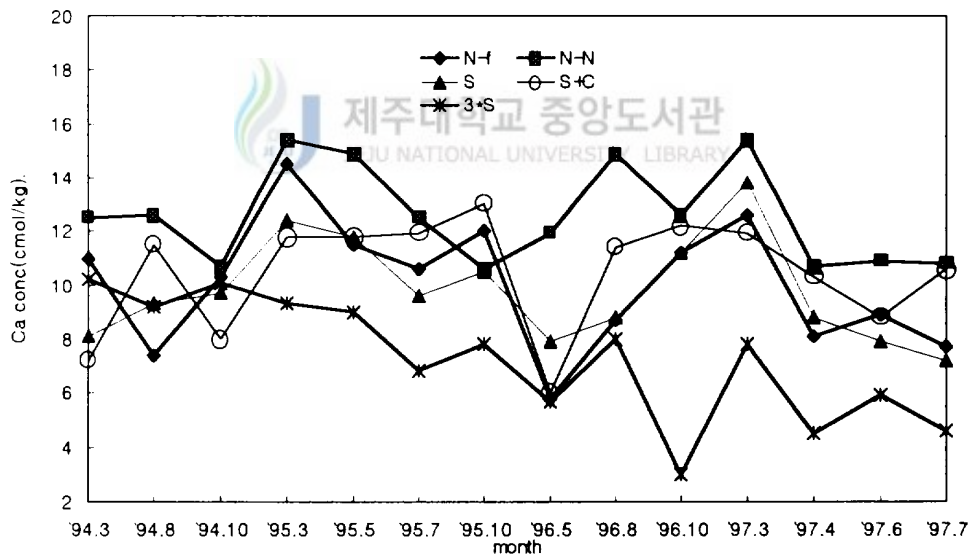


Fig. 5. Yearly change of exchangeable Ca content of soil in the experimental field.

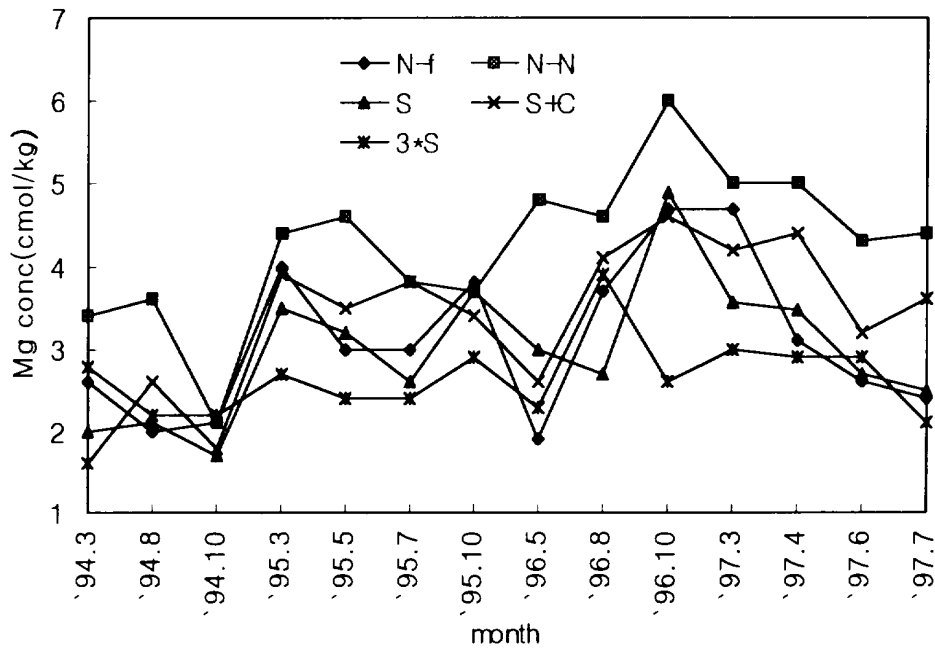


Fig. 6. Yearly change of exchangeable Mg content of soil in the experimental field.

2. 시비량과 양분 용탈량과의 관계

표 3은 시비량별 지표면 유거수와 지하로 용탈되는 이온의 함량을 조사한 결과이다. 시비를 많이 할수록 유거되는 양이나 지하로 용탈되는 양이 많았다.

특히 지하수 오염의 가장 문제가 되는 질산성 질소의 경우 40 cm의 심층에서 표준구는 58 mg/L에 비해 3배시용구에서는 280 mg/L로 5배의 용탈량이 검출되었다.

K, Ca, Mg의 경우도 시비량이 많을수록 지하로 용탈되는 양이 많았으며, 보통 Ca와 Mg는 심토로 이동성이 적다고 생각되나 심토에서 많은 양이 검출되는 것으로 보아 이들 성분도 이동성이 크다고 사료된다.

Table 3. Concentration of ions leached at the different soil depth after fertilizer application.

Treatment	Soil depth (cm)	Cl ⁻	NO ³⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	K	Ca	Mg
		mg/L				mg/L		
N-f	surface	2.1	1.6	0.0	5.1	3.2	1.5	0.5
	20	3.8	4.4	1.8	14.3	1.4	7.6	2.7
	40	6.7	17.2	0.0	23.4	4.0	11.0	3.9
S	surface	2.5	2.7	2.8	1.7	11.6	1.8	1.5
	20	68.0	383.5	3.2	19.6	94.7	77.9	25.4
	40	43.8	57.6	2.2	39.7	12.8	27.5	12.3
3×S	surface	5.6	7.2	13.6	2.8	26.4	3.8	1.9
	20	77.1	401.8	16.8	28.2	104.3	71.5	34.3
	40	90.2	280.7	12.1	26.1	29.0	62.3	32.0

Measurement date '97. 6. 30



3. 토심별 pH와 질산태 질소함량

그림 7은 토양 깊이별 pH의 변화를 나타낸 것으로 심토에서도 3배 시용구가 가장 낮은 값을 나타냈다.

그림 8은 토층별 질산태 질소 농도를 조사한 것이다. 무비료구와 무질소구는 질산태 질소 농도가 4 mg/L인데 반해 표준 3배시용구에서는 45 mg/L이상이었고 토심이 깊을수록 많은 양이 검출되어 라이시메타로 채집한 경우와 비슷한 양상을 보였다.

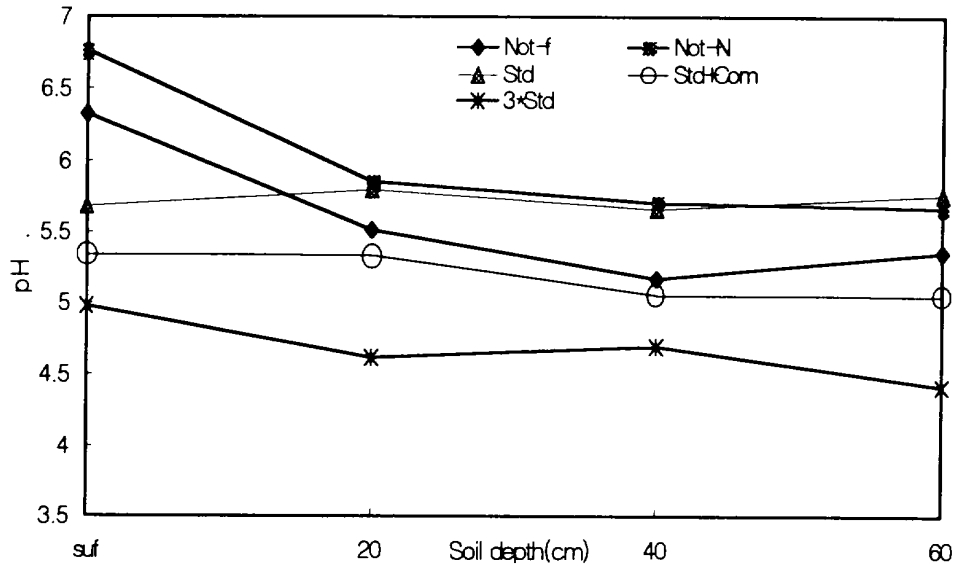


Fig. 7. pH change at the different soil depth.

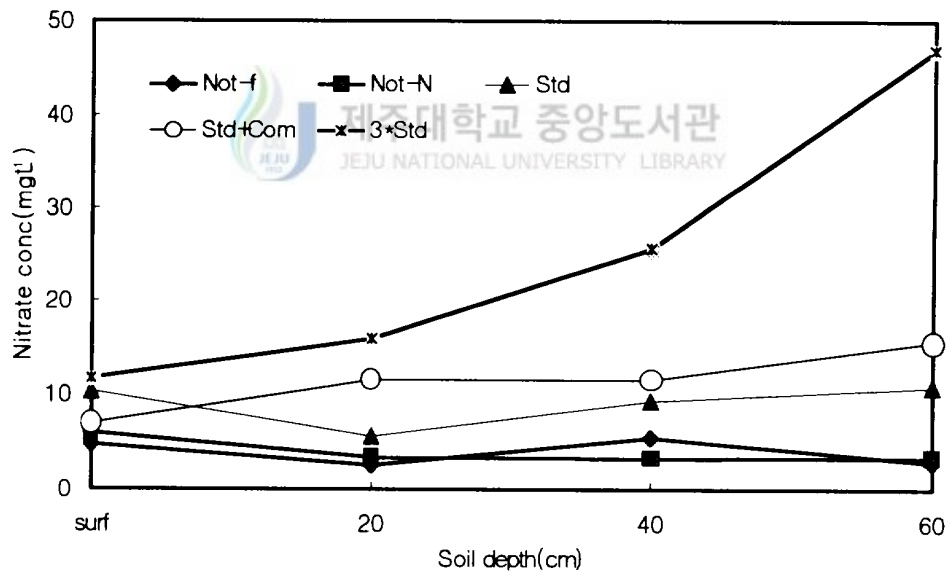


Fig. 8. Change of nitrate concentration at the different soil depth.

4. 엽중 무기성분 함량 및 엽의 특성

엽분석은 과수에서 수체의 영양을 진단하고 시비량을 결정하기 위해 가장 합리적인 방법으로 과거부터 널리 이용되어 왔다. 시험포장의 엽중 질소함량은 약 2.9%로 정 등(1980)이 설정한 적정범위 3.0~3.3% 보다는 조금 낮고 鈴木 등의 2.6~2.8% 보다는 조금 높은 함량이었다. 또한 김(1969)과 Embleton(1973), 문(1980) 등에 의한 적정 범위는 질소가 2.4~2.8%, 인산 0.15~0.19%, 가리 1.2~1.7%, 칼슘 2.3~3.9%, 마그네슘 0.3~0.56%로 보고되어 있다. 시험전 포장 감귤나무의 무기성분 함량은 질소 2.9%, 인산 0.14%, 가리 1.46%, 칼슘 1.62%, 마그네슘이 0.35%로 대부분 적정 범위에 있었으나 칼슘 함량만이 조금 낮은 경향이었다.

표 4는 '94년 3월부터 '97년 3월까지의 엽중 무기성분의 변화를 나타낸 것이다. 무비료구와 무질소구의 엽중질소 함량은 일년이 지나면서 차츰 떨어져 '97년 3월에 무비료구, 무질소구의 엽중질소 함량은 각각 2.43%, 2.48% 였다. 그러나 표준구, 표준+퇴비구, 표준 3배시용구는 연도별로 일정한 경향이 없었다. 또한 '97년도의 성적을 보면 무질소구와 무비료구에 비해 질소 처리구에서 엽중 질소함량은 높은 경향이나 표준 시용구와 3배 시용구간에 통계적인 유의차가 없었다.

또한, 엽중 P 함량이 무비료구 보다 표준 3배시용구에서 낮은 이유는 P 와 N 간에 길항작용 (고 등, 1985; Chapman, 1951)때문인 것으로 생각된다.

엽중 K 함량은 질소 시용구보다 무질소구에서 높은 경향이었는데 이는 토양 중 NH_4^+ 와 K와의 길항작용에 기인한 것이라고 사료된다.

Ca 함량은 표준 3배시용구가 가장 낮은 함량을 보였고, Mg 함량은 처리간 차이가 없었다.

Table 4. Contents of inorganic materials in citrus leaves as affected by the different fertilizer treatment.

Sampling date	Treatment	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
'94.3	N-f	2.88	0.14	1.37	2.28	0.37
	N-N	2.90	0.14	1.41	2.30	0.34
	S	2.75	0.14	1.33	2.09	0.34
	S+C	2.97	0.15	1.34	2.37	0.37
	3×S	2.99	0.15	1.39	2.15	0.36
'95.3	N-f	2.69	0.16	1.09	2.36	0.32
	N-N	2.68	0.16	1.11	2.11	0.31
	S	3.20	0.15	1.11	2.41	0.36
	S+C	3.01	0.16	1.28	2.02	0.29
	3×S	3.04	0.15	1.08	2.19	0.31
'96.3	N-f	2.56ab	0.16a	1.24ab	2.23a	0.36a
	N-N	2.43b	0.15ab	1.47a	2.06a	0.35a
	S	2.64ab	0.14b	1.18b	2.28a	0.38a
	S+C	2.8a	0.14b	1.27ab	2.14a	0.36a
	3×S	2.9a	0.13b	1.33ab	2.04a	0.33a
'97.3	N-f	2.43b#	0.19a	1.38ab	2.23a	0.34a
	N-N	2.48b	0.15b	1.57a	1.99ab	0.33a
	S	2.82a	0.13b	1.20b	2.11ab	0.36a
	S+C	2.83a	0.14b	1.20b	1.93b	0.32a
	3×S	2.93a	0.13b	1.48a	1.92b	0.33a

Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

표 5는 엽의 생육상태를 조사한것으로 처리별 엽의 면적, 엽장, 엽폭은 비료시비

유무에 의해 크게 영향을 받지 않은 것으로 나타났는데 이는 감귤의 엽 생육은 심하게 결핍된 영양 상태가 아닌 경우 비배관리 보다는 환경요인(결실량, 광 등)에 의해 더 크게 영향을 받는다는 것을 시사하는 것이다.

Table 5. Citrus leaf growth as affected by the different fertilizer treatment.

Treatment	Leaf area (cm ²)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Length/width
N-f	28.2a [*]	10.85a	4.11a	2.64a
N-N	27.7a	10.27a	4.10a	2.51a
S	27.0a	10.01a	4.31a	2.31a
S+C	27.6a	10.27a	4.10a	2.51a
3×S	29.6a	10.49a	4.44a	2.36a

Measurement date : '97.10.15

^{*} Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

5. 과실 품질과의 관계

표 6은 수확기 처리간 과실의 당함량과 산함량을 조사한 결과인데 당함량은 처리간 차이가 없었으나 산함량은 무비료구에서 가장 낮고, 표준 3배시용구가 가장 높았다. 질소를 증시함에 따라 산 함량이 증가한다는 보고(Smith, 1966; Reitz, 1960)와 가리의 시용이 증가됨에 따라 산 함량이 높아지지만 당은 크게 증가되지 않아서 감미비가 떨어진다는 보고(石原正義, 1965)를 참고로 할때 표준3배시용구가 무비료구에 비해 산 함량이 높은 이유는 시비된 질소와 가리비료의 영향에 의한 것으로 사료된다.

Table 6. Content of Brix sugar and acid as affected by the different fertilizer treatment.

Date	Treatment	Brix Sugar(°Bx)	Acid(%)	Sugar/acid
	pre-treatment	10.6	1.46	7.23
'95.11	N-N	10.6	1.53	6.98
	S	10.7	1.55	6.91
	S+C	10.0	1.51	6.58
	3×S	10.7	1.52	7.02
'96.11	N-f	11.5	1.13	10.17
	N-N	11.3	1.15	9.82
	S	11.2	1.23	9.10
	S+C	11.2	1.12	10.0
	3×S	11.5	1.24	9.27
'97.10	N-f	9.6a [#]	1.28b	7.5a
	N-N	9.4a	1.57ab	5.98b
	S	9.8a	1.62a	6.04b
	S+C	9.6a	1.48ab	6.48b
	3×S	9.7a	1.66a	5.84b

[#] Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

표 7은 과피의 착색도 및 과피두께를 조사한 결과이다. 표준 3배시용구에서는 다른 처리보다 과실의 착색이 뚜렷하게 나뉘었으며 과피의 두께도 가장 두꺼웠음을 알 수 있었다. 이는 과다시비된 질소질 비료의 영향때문인 것으로 생각된다.(Reitz, 1960)

Table 7. Degrees of color and thickness of peel of fruit

Treatment	L*	a	b	Thickness of Peel(mm)
N-f	53.397a#	7.842a	30.210a	2.70b
N-N	54.088a	5.520b	30.364a	2.74b
S	53.045a	5.350b	29.362a	2.90b
S+C	53.707a	3.844b	29.604a	3.0b
3×S	48.852b	-0.639c	26.428b	3.36a

* Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

Measurement date: '97.10.14

* L: Lightness a : green-60~red+60 b : blue-60~yellow+60



6. 감귤 수확량과의 관계

상기한 시비 처리 조건하에서 3년동안 수확량을 조사한 결과 무비료구는 점차 감소하였으나, 표준 3배시용구의 수확량은 표준구, 표준+퇴비구와 차이가 없는 것으로 조사되었다.

고 등(1985)이 시비량과 수확과는 고도의 정의 상관을 갖는다고 하였고, 岩本(1970)은 최고수확을 얻을 수 있는 질소시비량은 10a당 45 kg내외라고 보고한 바 있으나, 표 5와 6의 엽 생육 및 과실품질의 조사결과를 종합해 볼 때 표준구보다 높은 시비량은 감귤의 생육과 생산성에 영향을 주지 못할뿐만 아니라 오히려 감귤의 품질을 악화시키고 있기 때문에 표준구 보다 2~5배 과다하게 시비하는 농민들의 시비 관행은 제고 되어야 할 것으로 사료된다.

Table 8. Fruit yield of citrus trees as affected by the different fertilizer treatment. (unit : kg/tree)

Treatment	'94	'95	'96
N-f	36.0a [#]	31.6b	28.6b
N-N	38.1a	43.9ab	46.8a
S	39.8a	56.4a	52.9a
S+C	36.7a	40.7ab	58.7a
3×S	38.2a	43.3ab	57.4a

[#] Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

7. Chlorophyll meter(SPAD-502)값과 chlorophyll 함량과의 관계

벼 및 기타 작물에서도 chlorophyll meter(SPAD-502)와 chlorophyll 함량간에 고도의 정의상관을 보인 것처럼 감귤엽에서도 고도의 유의 상관($r=0.813^{**}$)이 있었다.

따라서 chlorophyll meter(SPAD-502)를 이용하면 엽을 채취하지 않고도, 비파괴적으로 현장에서 신속하게 chlorophyll 함량을 측정할 수 있으리라 생각된다.

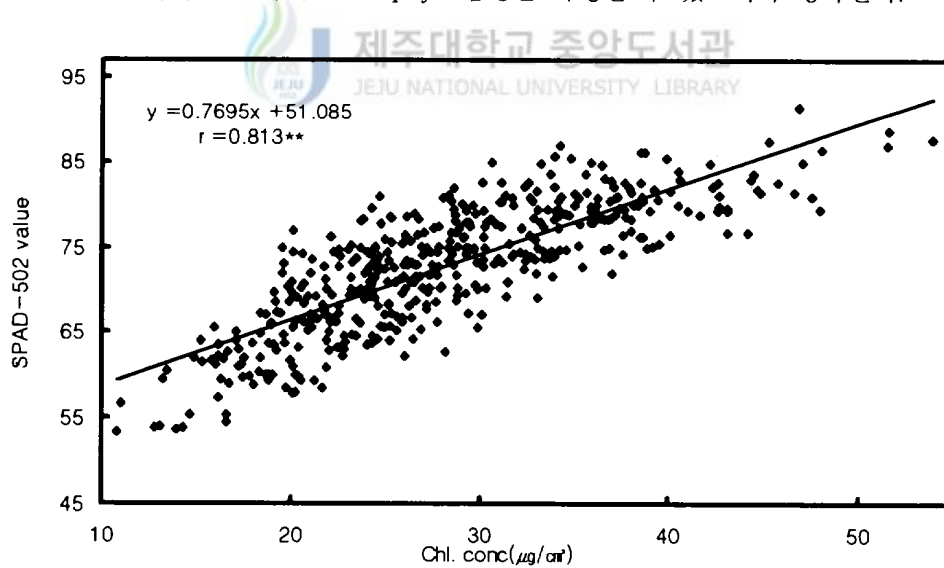


Fig. 9. Relationship between the value of chlorophyll meter(SPAD-502) and chlorophyll contents.

8. 엽의 chlorophyll 함량과 질소 함량과의 관계

표 9에서 보는 바와 같이 엽중질소 함량은 시비량이 증가할수록 높아지는 경향이나 chlorophyll 함량은 엽중 질소 함량이 약 2.9% 이상이 되면 처리간 차이를 보이지 않았다.

Table 9. Chlorophyll content and N concentration in citrus leaves as affected by the different fertilizer treatment.

Date of investigation	Treatment	N(%)	Chlo($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) [*]
'97.2.5	N-f	2.54	24.09
	N-N	2.49	26.89
	S	2.86	36.30
	S+C	2.86	39.18
	3×S	3.00	41.21
'97.2.12	N-f	2.50	21.46
	N-N	2.48	22.15
	S	2.91	28.51
	S+C	2.97	32.25
	3×S	2.97	35.17
'97.2.19	N-f	2.55	22.17
	N-N	2.52	25.05
	S	2.87	28.97
	S+C	2.97	36.61
	3×S	3.06	36.78
'97.2.26	N-f	2.48	23.25
	N-N	2.47	25.28
	S	2.86	28.16
	S+C	2.85	31.3
	3×S	2.83	34.07
Mean	N-f	2.49c [*]	22.66d
	N-N	2.48c	24.96c
	S	2.86b	30.02b
	S+C	2.90b	34.65a
	3×S	2.98a	35.91a

^{*} Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

9. Chlorophyll meter(SPAD-502)값과 질소 함량과의 관계

엽중 질소 함량과 chlorophyll meter(SPAD-502)와의 관계 역시 질소 함량이 2.9% 이상이 되면 처리간 차이를 보이지 않았다.

Table 10. Chlorophyll meter value and N concentration in citrus leaves as affected by the different fertilizer treatment.

Date of investigation	Treatment	N(%)	SPAD
'97.2.5	N-f	2.54	74.9
	N-N	2.49	72.52
	S	2.86	76.29
	S+C	2.86	77.17
	3×S	3.00	78.56
'97.2.12	N-f	2.50	67.9
	N-N	2.48	69.65
	S	2.91	76.94
	S+C	2.97	78.66
	3×S	2.97	80.8
'97.2.19	N-f	2.55	67.52
	N-N	2.52	70.4
	S	2.87	76.97
	S+C	2.97	79.69
	3×S	3.06	79.33
'97.2.26	N-f	2.48	65.9
	N-N	2.47	67.05
	S	2.86	73.99
	S+C	2.85	75.69
	3×S	2.83	77.4
Mean	N-f	2.49c#	67.8c
	N-N	2.48c	69.0c
	S	2.86b	75.0b
	S+C	2.90b	77.6a
	3×S	2.98a	78.4a

Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

10. 엽색과 질소함량과의 관계

엽분석은 작물의 영양 상태를 진단하는데 널리 이용되고 있지만 시간과 경비가 많이 소요되므로 농민들이 쉽고 간편하게 수체의 상태를 판단할 수 있는 방법을 확립하고자 엽색과 엽중질소 함량과의 관계를 조사한 결과는 표 11과 같다.

엽중 질소함량이 많을수록 L값이 낮아지고 엽색이 짙어짐을 알수 있었다. 질소 함량과 엽색과는 고도의 유의한 상관을 보여(표 12) 엽색을 이용하면 수체의 질소 함량을 알수 있다고 사료된다.

Table 11. Leaf color value and N concentration in citrus leaves as affected by the different fertilizer treatment.

Date of investigation	Treatment	N(%)	L	a	b
'97.2.5	N-f	2.54	27.92	-2.11	9.57
	N-N	2.49	27.76	-2.14	10.24
	S	2.86	26.91	-1.88	8.92
	S+C	2.86	26.27	-2.26	8.19
	3×S	3.00	26.06	-1.93	7.86
'97.2.12	N-f	2.50	32.03	-1.11	12.58
	N-N	2.48	31.08	-1.10	12.03
	S	2.91	28.04	-1.42	9.97
	S+C	2.97	27.63	-1.77	9.86
	3×S	2.97	26.39	-1.83	8.95
'97.2.19	N-f	2.55	32.87	-0.36	14.04
	N-N	2.52	32.47	-0.36	13.12
	S	2.87	29.49	-0.22	12.06
	S+C	2.97	27.79	-0.77	10.95
	3×S	3.06	28.76	-0.36	11.35
'97.2.26	N-f	2.48	32.34	-1.42	13.51
	N-N	2.47	31.50	-1.30	12.99
	S	2.86	28.81	-1.45	11.35
	S+C	2.85	28.17	-1.70	10.82
	3×S	2.83	27.58	-1.99	10.19
Mean	N-f	2.49c [#]	31.84a	-1.37a	12.86a
	N-N	2.48c	31.38a	-1.27a	12.56a
	S	2.86b	28.79b	-1.37a	11.02b
	S+C	2.90b	27.70c	-1.70b	9.94c
	3×S	2.98a	27.44c	-1.64b	9.88c

Duncan's multiple range test ; significant at 5% level.

* L:Lightness a : green -60~ red +60 b : blue -60~ yellow +60

Table 12. Correlation and regression model of Leaf color value and N concentration in citrus leaves.

Relationship	Correlation	Regression model
N to L	$r=-0.635^{**}$	$y=-6.430x+47.74$
N to b	$r=-0.521^{**}$	$y=-3.962x+22.81$

IV. 摘要

본 연구는 비배관리 차이가 감귤원 토양의 화학성 및 감귤의 생육에 미치는 영향을 조사하고 chlorophyll meter(SPAD-502)를 이용한 감귤 잎의 간이 엽록소 측정과 엽색에 의한 엽중 질소 함량을 산정하는 방법을 확립 하고자 수행되었다. 20년생 조생 온주밀감을 공시재료로 하여 무비료구, 무질소구, 표준시용구, 표준+퇴비구, 표준 시용구의 3배 처리구로 시험구를 배치하고 3년간 시험을 수행하여 토양의 화학성, 양분 용탈, 엽중 무기 성분, 감귤의 품질과 생산량, 엽록소 함량과 엽색 등을 조사하였다.

1. 표준 3배시용구의 토양 pH는 현저히 낮아졌고, Ca, Mg 함량도 낮은 경향이였다. 반면 무질소구는 토양 pH가 가장 높았고, K, Ca, Mg 함량이 높은 경향이였다.
2. 비료를 많이 시용 할수록 지하로 용탈되는 음이온과 양이온 함량은 많았으며, 지하수 오염원이 되는 질산성 질소의 경우 40 cm 토심에서 표준구는 58 mg/L인데 표준 3배시용구는 280 mg/L였다.
3. 3년간 질소를 시용치 않은 처리구의 엽중 질소 함량은 약 2.4%로 떨어졌으나, 질소 시비구는 2.8~2.9%로 처리간 차이가 없었다. 특히 엽중의 K 함량은 무질소구가 높은 경향이였고, Ca은 표준 3배시용구가 가장 낮은 함량을 보였다.
4. 과실의 당함량은 처리간 차이가 없으나 산함량은 무비료구가 가장 낮았다. 특히 표준 3배시용구는 과실의 산 함량이 높고, 과피가 가장 두꺼웠으며, 착색도 가장 불량했다.
5. 3년간 감귤 수확량을 조사한 결과 무비료구는 점차 낮아지는 경향이냐 표준구와 표준+퇴비구, 3배 시용구는 처리간 차이가 없었다.
6. Chlorophyll meter(SPAD-502) 값과 chlorophyll 함량과의 상관은 ($r=0.813^{**}$)

고도의 유의성을 가져 chlorophyll meter(SPAD-502)로 신속,간편하게 비파괴적으로 엽록소 함량 측정이 가능할 것으로 사료된다.

7. 시비량이 증가할수록 엽중 질소함량인 2.9%이상에서는 chlorophyll meter(SPAD-502)함량 및 chlorophyll 함량은 처리간 차이가 없었다.
8. 엽색과 엽중 질소함량과도 높은 상관을 보였기 때문에 엽색을 이용해 엽중 질소 함량의 판정이 가능하리라 사료된다.

V. 引用文獻

1. Anderson, C.A, and F.G. Nartin. 1969. Effects of soil PH and Calcium on the growth and mineral uptake of young citrus trees. Proc. Fla. State Hort. Soc., 82, 7~12
2. Chapmen, H.D. 1951. Why so much nitrogen?. Citrus leaves, 31(4):5
3. Denise Neilson, E. J. Hogue. 1995. Using SPAD-502 values to access the nitrogen status of apple trees. Hort Sci. 30(3) : 508~512
4. Embleton, T.W., J.D. Kirkpatrick and E.R. parker. 1952. Visible response of phosphorus-deficient orange trees to phosphate fertilizers and seasonal changes in mineral constituents of leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 60:55-61.
5. 韓國果樹. 1996. 6,7월, p 24~26
6. 廣部 誠. 1981. ウンシュウミカンに對する窒素窒素施肥量試驗.(第一報) 樹の生育, 收量, 果實品質および貯藏性, 神察川園試研報, 28, 1-13.
7. 洪淳範, 鄭舜京. 1979. 溫州蜜柑에 對한 三要素 施用水準이 樹體生育, 收量 및 品質에 미치는 影響, 農試報告, 21 (園藝, 農工), 67-75
8. 石原正義 1965. 溫州ミカンのカリ營養に 關する 研究. 溫州ミカンと生長, 葉分析, 樹體分析ならびに果實の品質に及ぼす窒素とカリの相互作用. 日園試報 A(4) : 19-44
9. 石原正義. 1982. 果樹の 營養生理 pp 37~74

10. 岩本數人, 1970. 温州ミカンの養分吸収量と施肥量の算定, 農及園, 45(4), 49-52
11. 濟州道. 1996. 濟州道 統計年譜
12. Jones, W.W., T. W. Embleton and R. G. Platt. 1968. Leaf analysis and nitrogen fertilization of oranges. The california citrograph. 53(10) : 367-376.
13. 農村振興廳 農業技術研究所, 1988. 土壤化學分析法. pp 28. 89~91, 97~98
14. 金種天, 鄭碩文, 1969, 葉分析에 의한 우리 나라 柑橘樹의 營養狀態에 관한 研究. 農試報告12(2) : 45~51
15. 고관달, 1985. 제주도 柑橘園의 施肥 및 營養에 관한 研究. p 1~29.
16. 金滢玉, 1975. 火山灰土의 特性에 關하여 . 韓土肥誌, 8(3) : 113~120
17. 鈴木鐵男. 岡木茂, 片木新作. 1977. 温州ミカン 幼樹に おける 夏秋の 葉中 N 量どの 果實品質 關係. 園學誌 45(4) : 323~328
17. Marguard Robert D. and Tipton Jimmy L. . 1987. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. Hort. Sci. 22(6) 1327
18. 文德永, 權赫謀, 李運植, 洪停範 1980. 葉分析에 의한 濟州道 柑橘園의 營養診斷에 關한 研究, 農試報告 22(원예): 63~70
19. 文德永, 1993. 柑橘園 營養 및 管理實態 調査에 의한 綜合技術 電算化에 관한 연구 '92. 果研試報告 : 585
19. Moran and Dan, P. 1980. Chlorophyll determination in intact tissues using N, N-dimethylformamide. Plant Physiol., 65 : 478~479.

20. 中間和光, 1967. 温州 みかんじ對する施肥效果の判定に關する研究. 特じ稀釋作用 について. 静岡縣 柑橘試験場 特別報告 第一号; 1-46
21. Reuther, W., and P.F. Smith. 1960. "A preliminary report on the relation of nitrogen, potassium, and magnesium fertilization to yield, leaf composition, and the incidence of zinc deficiency in oranges", Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 56, 27~33.
22. Richard J. Campbell. Kendrick N. 1990. Growing conditions alter the relationship between SPAD-501 values and apple leaf chlorophyll. Hort. Sci. 25(5) : 330~331.
23. 坂目辰馬. 1963. 温州蜜柑成木(對する 6年間する 肥料施用のかり影響 ついで) 園學誌. 32(4) : 10~17
24. 植物營養實驗法 編纂爲 1990. 植物營養實驗法 147~151
25. Smith, P.F., and G.K. Rasmussen. 1960. "Relationship of fruit size, yield and quality of marsh grapefruit to potash fertilization", Proc. Fla. State Hort. Soc., 73, 42~49(1960).
26. Smith, P.F. 1960. "Mineral analysis of citrus", In: N.F. Childers(ed.), Temperate to tropical fruit nutrition, 2nd ed., (Hort. Publ., New Jersey, pp 208~228.
27. 宋成俊, 1992. ^{32}P Bioassay에 의한 柑橘나무의 磷酸營養診斷法 開發 pp. 7~23
28. 柳順昊, 1984. 濟州道 土壤의 化學的 特性調査研究. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. Vol. 17 No.1 : 1-16

-
29. Undei L. Yadava. 1986. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. Hort Sci 21(6) : 1149~1450
30. William P. Inskeep and Paul R. Bloom. 1985. Extinction coefficients chlorophyll an and b in *N, N*-dimethylformamide and 80% acetone. Plant Physiol. 77, 483~485
31. 柳順昊, 1984. 濟州道 土壤의 化學的 特性調查研究. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. Vol. 17 No.2 : 161-165

