

碩士學位論文

# 제주지역 참다래원 영양진단에 관한 연구

濟州大學校 大學院

園藝學科



1997年 12月

濟州地域 참다래園 營養診斷에 關한  
研究

指導教授 文斗吉

金千煥

이 論文을 農學碩士 學位論文으로 提出함



1997년 12월

제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

金千煥의 農學碩士 學位論文을 認准함

심사위원장 \_\_\_\_\_

위 원 \_\_\_\_\_

위 원 \_\_\_\_\_

濟州大學校 大學院

1997년 12월

---

Studies on the Nutritional Diagnosis of  
Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*  
'Hayward') in Cheju Island

Chun - Hwan Kim

(Supervised by Professor Doo-Khil Moon)

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



DEPARTMENT OF HORTICULTURE  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1997 .12

## 目 次

|   |    |
|---|----|
| Summary .....                             | 1  |
| I. 緒 言 .....                              | 3  |
| II. 研 究 史 .....                           | 5  |
| III. 材 料 및 方 法 .....                      | 7  |
| IV. 結 果 및 考 察                             |    |
| 1. 葉內 多量元素 含量의 時期別 變化 .....               | 9  |
| 2. 主要元素 葉內含量의 臨界值 .....                   | 10 |
| 3. 地域別 葉內 無機成分含量 .....                    | 15 |
| 4. 葉柄內 無機成分含量.....                        | 16 |
| 5. 참다래원 土壤分析 .....                        | 18 |
| 6. 生産量과 葉 및 葉柄의 無機成分 含量 .....             | 20 |
| 7. 非火山灰土壤과 火山灰土壤의 葉 및 葉柄內 無機成分含量 比較 ..... | 26 |
| 8. 葉內 無機成分 含量과 土壤 化學性과의 相關 .....          | 29 |
| 9. 葉色과 窒素와의 關係 .....                      | 34 |
| V. 摘 要 .....                              | 37 |
| VI. 引用 文獻 .....                           | 39 |

## Summary

The nutritional of the kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa* 'Hayward') trees in 110 orchards were examined through leaf and petiole analysis for 3 years from 1994 to 1996 in Cheju island.

The results obtained are summarized as follows :

1. The suitable time for sampling were from July 20 to August 20 when the concentration of macro nutrient elements was variable least.
2. The average contents of leaf elements in 'Hayward' kiwifruit were as follows; N 2.74, P 0.20, K 1.91, Ca 1.91, Mg 0.51%, and Fe 147.0, Mn 160.1, Zn 54.0 $\mu\text{g/g}$ .
3. The estimated critical levels of 'Hayward' kiwifruit leaf for macro nutrients were as follows ; N 2.5~3.0, P 0.16~0.24, K 1.80~2.44, Ca 1.95~2.63, and Mg 0.39 ~0.63%.
4. The percentage of kiwi orchards shown to be between the estimated critical levels for leaf macro elements were 54.7 for N, 65.0 for P , 52.9 for K, 38.8 for Ca, and 76.2% for Mg.
5. The average contents of petiole nutrient elements in 'Hayward' kiwifruit were as follows; N 1.6, P 0.28, K 5.03, Ca 2.07, Mg 0.93%, Fe 107.6, Mn 122.6, Zn 63.2 $\mu\text{g/g}$ . Highly positive correlation was recognized between contents of petiole and leaf elements.
6. The soil chemical properties of kiwifruit 'Hayward' orchards were as follows ; pH 5.46, OM 9.69, available  $\text{P}_2\text{O}_5$

---

220.7ppm, K 1.1, Ca 4.91, Mg1.48, CEC 16.18me /100g.

7. Contents of P and K and in leaf, pH and available  $P_2O_5$  of soil and yield were higher in non-volcanic ash soil than in the volcanic.
8. Yield was positively correlated with soil pH in non-volcanic ash( $r = 0.38^{**}$ ).
9. In volcanic ash soil yield was correlated with contents of all macro elements in leaf, P, K in petiole at 1% level , while negatively correlated with contents of organic matter and available  $P_2O_5$  and CEC of soil.
10. Contents of P in leaf was positively correlated with that of available  $P_2O_5$  in both non-volcanic and volcanic ash soil, whereas contents of N in leaf negatively with that of organic matter in volcanic ash soil.
11. Correlation coefficients between content of N in leaf and leaf color were calculated to be variable during seasons with the highest on August 5.

## I. 緒 言

中國 양자강 유역 원산인 참다래 (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*) 중에서 'Hayward' 품종이 다른 果樹에 비해 病害蟲이 적으면서도 栽培管理가 容易하고 貯藏力이 強할 뿐더러 독특한 맛이 있어 현재는 가장 많이 재배되고 있다(Warrington, 1990).

우리나라에는 1977년 뉴질랜드로부터 처음 도입되어 제주도, 전라남도 및 경상남도 남해안 일대에 주로 재배되고 있다. 栽培面積은 1995년 현재 1379ha(제주 210ha), 生産量은 9,000M/T(제주 2,092 M/T) 이다(金, 1990).

國際競爭力을 提高하기 위해서는 무엇보다도 높은 生産性과 高品質이 필요하다. 品質과 生産性을 높이기 위해서는 樹體 生長에 가장 알맞는 營養 狀態를 유지해야 한다. 따라서 果樹園의 適正 施肥量 究明은 고품질 다수 생산의 기본이 된다. 그런데, 실제로 시비량 결정을 위한 方法으로 土壤分析을 통한 토양의 物理 化學性과 肥沃度 究明도 필요 하지만 실제로 나무의 生育과 營養狀態가 가장 정확한 診斷이 된다는 前提 하에 나무에 손상을 주지 않고 가장 손쉽게 채취 분석이 가능한 잎을 분석하는 방법이 연구 발전되어 왔다(石原, 1982).

즉, 과수의 성장과 결실은 질소, 인, 칼리, 칼슘, 마그네슘과 같은 多量元素와 망간, 아연, 철 등과 같은 微量元素의 공급량에 의해서 직접적인 영향을 받는다. 따라서 樹體內의 이들 成分含量과 나무의 성장, 결실은 밀접한 關係가 있다는 점이 葉分析에 의한 營養診斷의 基礎가 되고 있다.

여러 必須元素 중에서 특히 질소의 多少는 과수의 樹體 生長 및 과실의 품질, 수량에 현저한 영향을 미친다. 그러므로 엽색, 잎의 크기, 가지의 길이, 과실의 크기, 과실의 착색도 등은 나무의 질소 營養狀態와 밀접한 관계가 있어 외관으로도 간접적인 판단의 기준이 될 수 있다. 그러나 질소 이외의 성분은 缺乏症狀 혹은 過多症狀 이외에는 나무의 외관으로

판단하기는 어렵다. 따라서 이들 성분의 營養診斷에는 葉分析이 필요하다. 또 나무의 영양에는 각 成分含量 뿐만 아니라 각 성분간 相互關係의 均衡도 중요하다.

사과에서 망간 과잉에 의한 적진병, 붕소 결핍에 의한 신초고사현상, 측과병(오와 신, 1986), 칼슘결핍에 의한 고두병(金, 1991), 포도에서 붕소 결핍에 따른 화진현상, 흑변과 발생(金, 1969) 그리고 칼리의 부족과 칼슘-마그네슘-칼리의 불균형에 의한 방고증상(辛 等, 1984)의 생리장애 발생으로 고품질 생산의 저해요소가 될 수 있다. 외국에서는 이미 참다래에서 질소부족에 의한 과실 품질저하, 마그네슘 결핍에 의한 수량저하 등 營養不均衡에 대해서 보고되고 있다(Buwalda와 Smith, 1990). 과수는 일단 생리 장애가 나타나면 치유가 어렵고 수량과 품질에 많은 영향을 미친다. 아직도 우리나라에서는 참다래 施肥量 試驗에 관한 研究는 물론 樹體內 營養 特性조사 조사한 바가 없다. 현재는 經驗 혹은 외국의 시비 시험 결과를 참고로 시비하고 있다. 일부 果樹에서는 營養診斷 뿐만 아니라 特定 成分(질소) 含量에 따른 葉色의 變化를 이용한 營養 診斷方法이 實用化 段階에 있다(松井, 1982).

이 研究는 제주 지역에서 재배되고 있는 참다래 잎의 無機物 含量 分析과 土壤 分析을 통해 樹體 營養 診斷 基準을 마련하여 施肥量 決定 및 施肥 方法의 基礎를 마련 하고자 실시 하였다.

## II. 研究史

과거에 果樹園 施肥는 주로 경험과 일부 肥料試驗 成績을 참고로 하여 왔다. 그러나 土壤의 物理 化學性과 나무의 營養狀態는 과수원에 따라 다르므로 단편적인 비료 시험 결과를 모든 과수원에 똑같이 적용 하기에는 어렵다. 따라서 이 문제를 해결하기 위해 새로운 방법으로 나무의 營養狀態를 보다 精密하고 정확하게 科學的으로 診斷하는 研究가 발전되어 왔다.

物質生産에 중요한 기관인 잎의 養分含量은 어떤 特定 生育段階에서는 收量은 물론 植物體 生育에 致命적 影響을 미친다(Goodall과 Gregory, 1947). 果樹園의 망간, 철, 아연, 붕소, 몰리브덴과 같은 微量元素와 인, 가리, 마그네슘 등의 缺乏症狀이 발생한 과수의 잎을 분석한 결과 그 成分 含量이 대단히 낮은 것이 발견되어 缺乏症 診斷法으로 葉分析을 이용하게 되었다(石原, 1982). 한편 缺乏 元素를 土壤施用 또는 葉面 撒布하면 그 증상이 사라지고 葉成分 含量이 정상으로 회복되었으며, 肥料成分의 吸收量과 葉成分含量은 밀접히 연결되어 있다는 것도 밝혀졌다(李 等, 1963). 즉 葉成分 含量으로 缺乏 診斷 뿐만 아니라 肥料成分 吸收와 利用 狀態도 判定이 가능하므로 葉分析에 의해 果樹園 施肥量의 適否를 判定하는 지침으로 하자는 생각이 1936년부터 발전되어 왔다(Chapman, 1961; Embleton과 Reuther, 1973). 植物 生育은 營養 成分 濃도와 이들 성분 간의 均衡에 의해 지배되므로 最適 濃도와 均衡이 동시에 이루어져야 最高 收量을 얻을 수 있다 (Shear 等 1946). 즉, 모든 營養 元素가 均衡을 이룬 상태에서 각 성분의 適正 含量을 찾아 適正 施肥量을 결정할 수 있다. 그런데 과수에서는 실제로 각 성분의 適正 含量 究明은 시일과 비용이 많이 들기 때문에 이러한 要因 試驗보다는 생장이 좋고 수량이 많은 나무를 엽 분석하여 적은 경비와 짧은 시간에 적정 함량을 구명 하는 방법이 연구되어 왔다(Smith와 Taylor, 1952).

葉分析으로 樹體內의 營養 狀態를 표현하는 방법으로 critical nutrient

percentage의 개념을 도입하여 luxury consumption, critical percentage, povertiy adjustment range, minimal percentage의 4 단계로 구분하고 이 중 critical percentage를 가장 이상적인 범위로 보았었다(Marcy, 1936).

그후 葉內 營養 含量을 지표로 한 營養 診斷 方法으로서 果樹園의 營養 狀態를 쉽게 알 수 있는 營養元素均衡圖表(nutrient element balance chart)로 작성되었다(Kenwarthy 1950). 이 圖表는 표본치의 표준치에 대한 백분율에 근거하여 均衡指數를 계산하고 모든 성분에 대하여 표준치의 지수를 100으로 하여 50과 150을 부족 및 과다의 臨界점으로 설정하여 부족, 정상, 과다로 3등분하여 果樹園 營養 狀態를 圖表로 작성하여 누구나 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 그러나 이 營養 元素 含量 均衡 圖表는 변이계수가 큰 微量 成分은 부족 또는 과다를 구분하기가 어렵다. 즉 변이계수가 40%가 넘는 경우는 부족을 알 수가 없고 80%를 넘으면 정상보다 부족 범위에 포함되는 것을 알 수가 없다(Sato, 1955).

이 도표는 그 뒤, 각 성분별 표준치에서 표준편차를 가감하여 임계치(critical value)를 정하는 營養元素均衡圖表로 발전되었다( Emmert 等, 1955; 尹 等, 1967; sato, 1955).

참다래의 주요 재배 국가인 뉴질랜드의 경우 성분별 엽내함량이 N 2.2~ 2.8, P 0.18~0.22, K 1.8~2.5, Ca 3.0~3.5, Mg 0.3~ 0.4 를 적정 범위라고 했고 (Warrington 等, 1990), Italy에서는N 2.11~ 2.5, P 0.21~0.26, K 1.61~2.00, Ca 2.31~2.80, Mg 0.31~ 0.70%를 적정 범위라고 하였다(Lalatta 等, 1990).

우리나라에서는 1962년부터 사과(辛 等, 1988; 尹, 1967), 배(尹, 1967)등의 엽분석을 시작으로 포도(정 등, 1971), 감귤(文 等 1980; 金 등, 1969; 韓과 金 1969), 단감(金 등, 1993), 복숭아(정 등, 1970) 등의 영양 진단에 관한 보고가 되었고 실제 적용되고 있다.

### Ⅲ. 材料 및 方法

이 연구는 1994년부터 1996년까지 3년간 濟州地域의 참다래園 110개소에서 Hayward 品種의 잎과 토양을 채취하여 분석하였다. 葉分析을 위한 시료 채취는 7월 10일에서 8월 10일 사이에 조사지 과수원에서 수령이 6~15년생의 수세가 비슷한 10주를 선정하여 착과지 마지막 착과부위에서 5~7마디의 건전엽을 주당 10매씩, 각 과원에서 100매씩 채취하였다. 채집한 잎은 빙초산 0.2% 액에 씻은 후 70~75℃로 24시간 건조시킨 다음 20mesh로 분쇄하여 시료로 하였고, 葉分析 方法은 다음과 같이 하였다.

질소는 잎 시료를 0.5g씩 평량하여 Conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 7ml씩 가하고 분해촉진제 selenium mixture를 넣어 360℃에서 2시간 분해한 후, Automatic Nitrogen Analyzer(Vapodest-5 No.6550, Gerhardt, Germany)로 측정하였다. 질소를 제외한 無機成分은 Ternary solution (HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : HClO<sub>4</sub> = 10 : 1 : 4 부피비) 10ml 을 넣고 220℃에서 2시간 정도 분해 후 분석에 사용하였다. 인산은 Vanadate 법으로 470nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였고, 칼리, 칼슘, 마그네슘, 철, 망간 등은 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer Perkin Elmer 2380 U.S.A)를 사용하였다(김, 1988).

土壤試料는 試驗樹 주위 반경 1m 내의 토심 20~30cm 흙을 채취하여 분석에 사용하였다. pH는 風乾細土 10g을 50ml 비이커에 넣고 50ml 증류수를 넣어 30분간 방치한 후 측정 전에 유리 막대로 저은 뒤 懸濁液을 pH meter(pH/millivolt meter, Orion 811 U.S.A)로 측정하였다(金, 1988).

土壤 有機物 分析은 Tyurin법으로 風乾細土 0.1~0.5g을 250 Elenmyer flask에 넣어 그 위에 10ml의 0.4N-K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 용액을 떨어 뜨린 다음 플라스크에 소형 濾斗로 밀봉 하였다. 그 다음에 200℃의 hot

plate 상에서 플라스크바닥에서 기포가 생기기 시작할 때부터 5분간 가열하여 냉각 시킨 후 150ml의 증류수를 부어 회석한 다음 85% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5ml 및 D.P.A. 용액 0.5ml를 가하여 0.2N-ferrous ammonium sulfate 로 적정하였다. 有效磷酸은 Lancaster법으로 風乾細土 5g을 100ml 삼각 플라스크에 취하고 20ml의 沈出液(CH<sub>3</sub>COOH 400ml, 10N 젓산 300ml 를 약 6 l 의 증류수에 녹이고 22.2g의 NH<sub>4</sub>F와 133.3g의 ammonium sulfate, 170g의 NaOH를 가하여 용해한 후 20 l 가 되게 회석한 후 pH 를 4.25로 조정함) 을 가한 후 10분간 진탕시켜 여과(Toyo No.2)하였다. 沈出液 중에서 각 3ml를 취하여 10ml photo cell에 넣고 0.4ml의 1, 2, 4-aminonaphthal sulfonic acid를 가한 후 잘 혼합한 다음 30분후 720nm에서 비색정량하였다. 치환성 칼리, 칼슘, 마그네슘은 風乾土壤試料(20mesh) 2.5g을 multi-stirrer 용기에 취하고 ammonium acetate 1N(pH 2.0) 25ml를 가한 다음에 30분간 진탕시켜 여과후(Toyo No.2) 원자흡광광도계로 측정하였다(金, 1988).

營養元素의 臨界值 산출은 金 등(1993)의 방법으로 표본치에 표준치를 뺀 값을 표준편차로 나눈 값(평균지수=I)이 -1~1범위를 정상(normal), +1~+3을 많음(above normal), +3 이상을 과다(excess), -1~-3을 부족(below normal), -3 이하가 되는 값을 결핍(deficiency)으로 분류 하였다.

#### IV. 結果 및 考察

##### 1. 葉內 多量元素含量的 時期別 變化

참다래 잎을 만개 15일 후 부터 10월 15일까지 매월 1~2회 잎을 채취하여 시기별로 질소, 인, 칼리, 칼슘, 마그네슘 등의 多量元素에 대한 성분함량을 분석한 결과 질소와 칼리는 생육이 진전됨에 따라 점차 그 함량이 낮아지고 칼슘은 점차 높아지는 경향을 나타내었다(그림 1). 마그네슘과 인은 그 변화의 폭이 아주 작았으며 생육기 전반에 걸쳐 비교적 일정한 수준을 유지하였다. 이러한 결과는 질소, 칼리, 칼슘은 Lalatta 等(1990), 福井 等(1985)의 보고와 일치하였고, 마그네슘은 점차 증가하고, 인의 경우는 반대로 낮아진다는 보고(Buwalda와 Smith,1990)와는 다른 경향을 나타내었으나, George等(1995)이 낙엽 과수인 배(이십세기), 단감(부유,서촌조생)에서, 石原(1982)이 복숭아, 포도 등과 상록과수인 밀감(보통온주)에서의 결과와는 일치하였다

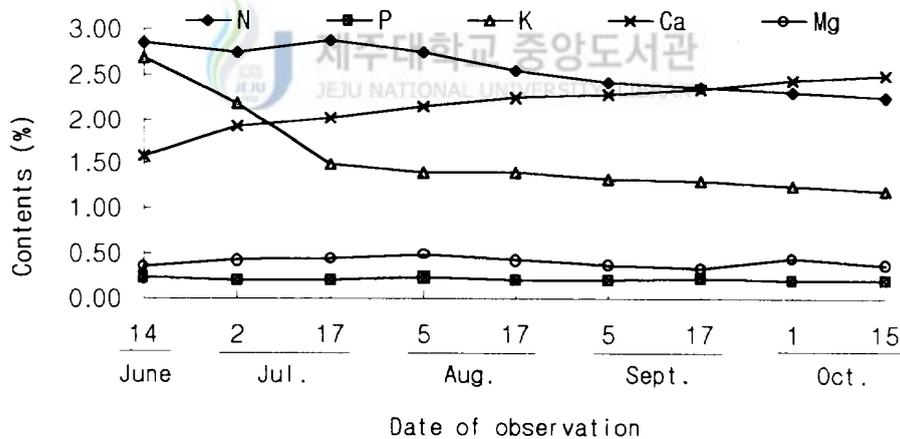


Fig.1. Seasonal changes in macro nutrient concentrations in 'Hayward' kiwifruit leaf.

한편 이러한 葉成分의 時期別 變化는 영양 생리적으로 많은 연구가 이루어졌다. 즉 질소와 칼리는 식물체내에서 이동이 용이하여 묵은 잎에서 점차 성장부분으로 이동하기 때문에 같은 잎도 생육이 진전될수록 그 함량이 낮아지고, 칼슘의 경우는 주로 식물의 잎에 존재 하며 세포벽 물질의 구성 성분으로 식물체내에서의 이동이 매우 어려워 老葉에서 그 함량이 높다. 마그네슘은 칼리, 칼슘보다 적게 흡수되므로 보통 建物重의 약 0.5%정도를 함유하나 흡수와 수체내 함량은 칼리와 망간등에 의해 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 칼슘과 비슷하게 자유로운 이동이 어렵다고 하였다(朴 等, 1991; 林, 1994).

이러한 연구 결과를 종합 하여 볼 때 葉分析을 위한 적당한 葉採取 時期는 新梢의 신장이 정지되고 葉成分 含量 變動이 비교적 적은 시기여야 함을 알수 있다. 新梢의 신장기나 전엽기는 葉成分 含量 變異도 크고, 늦가을이 되면 수체내의 養分 轉移 때문에 葉成分 含量도 크게 변화되므로 葉採取 시기로는 부적당하다(石原, 1982).

참다래는 7월 중순에서 8월 초순까지가 엽내 성분 함량이 가장 안정된 시기라고 알려져 있으며, 본 조사 결과 질소, 칼리, 칼슘의 시기별 변화가 Lalatta 等(1990), 石原(1982)등의 보고와 일치하여 적정 葉採取 시기는 7월 중순 ~ 8월 초순으로 판정되었다(그림 1).

## 2. 主要元素 葉內含量의 臨界值

1994년부터 1996년까지 3년에 걸쳐 濟州道 전역의 참다래園을 대상으로 葉分析을 한결과를 표 1에 나타냈다. 葉內 질소 함량은 최저 2.07%에서 최고 3.67%의 범위였고 평균은 2.74%였다. 변이계수는 10.9%로 다른 성분의 변이계수에 비해 가장 작았다. 이것은 Lalatta 등(1990)이 최저 1.47에서 최대 2.80%, 평균 2.34%와 Buwalda(1987)가 평균 2.3%

라고 보고한 것 보다 높았다. 矮性사과(후지/M26)의 경우 평균 2.70%(慎等, 1988)로 濟州地域 참다래의 葉內 含量과 비슷한 경향을 보였다. 인은 최저 0.12%에서 최대 0.38%의 범위로 평균 0.20%였다. 변이계수는 20.0%로 함량의 변이 폭이 적었다. 이 수치는 Warrigton 等(1990)의 0.16% 보다 높았고, Lalatta 等(1990)의 최소 0.07%에서 최대 0.50%, 평균 0.23%보다는 낮았다. 文 等(1980)은 溫州 蜜柑의 경우 평균 0.17 최소 0.08에서 최대 0.25%의 범위라 했는데 이에 비해 濟州地域 참다래는 인의 함유량이 비교적 높았다.

Table 1. Contents of elements in leaf of 110 'Hayward' kiwifruit orchards in Cheju island

| Element               | Mean  | Standard deviation | CV (%) | Max   | Min  |
|-----------------------|-------|--------------------|--------|-------|------|
| N (%)                 | 2.74  | 0.30               | 10.9   | 3.67  | 2.07 |
| P (%)                 | 0.20  | 0.04               | 20.0   | 0.38  | 0.12 |
| K (%)                 | 1.91  | 0.46               | 24.1   | 3.2   | 1.11 |
| Ca (%)                | 1.91  | 0.34               | 17.8   | 3.05  | 1.09 |
| Mg(%)                 | 0.51  | 0.11               | 21.6   | 0.87  | 0.26 |
| Fe( $\mu\text{g/g}$ ) | 147.0 | 52.2               | 35.5   | 567.3 | 99.1 |
| Mn( $\mu\text{g/g}$ ) | 160.1 | 81.1               | 50.6   | 436.4 | 43.8 |
| Zn( $\mu\text{g/g}$ ) | 54.0  | 20.4               | 37.8   | 159.3 | 31.1 |

칼리의 경우 평균 1.91% 최소 1.11에서 최대 3.2%였고 변이 계수는 24.1%로 변화폭이 비교적 작아 臨界值 設定이 용이했다. 이 결과는 이태리의 1.95%(Lalatta등, 1990)와 비슷하고 뉴질랜드의 1.55%(Warrigton 등, 1990) 보다 높은 경향이였다. 복숭아 대구보에서 평균 1.99%, 최소

Table 2. The standard estimated critical of each nutrient elements in 'Hayward' kiwifruit leaf

| Element      | Standard |           | Estimated critical levels |              |             |              |        |
|--------------|----------|-----------|---------------------------|--------------|-------------|--------------|--------|
|              | value    | deviation | Deficiency                | Below normal | Normal      | Above normal | Excess |
| <b>N(%)</b>  | 2.74     | 0.27      | <1.93                     | 1.93 ~ 2.47  | 2.47 ~ 3.01 | 3.01 ~ 3.55  | >3.55  |
| <b>P(%)</b>  | 0.20     | 0.04      | <0.08                     | 0.08 ~ 0.16  | 0.16 ~ 0.24 | 0.24 ~ 0.32  | >0.32  |
| <b>K(%)</b>  | 2.12     | 0.32      | <1.16                     | 1.16 ~ 1.80  | 1.80 ~ 2.44 | 2.44 ~ 3.05  | >3.05  |
| <b>Ca(%)</b> | 2.29     | 0.34      | <1.27                     | 1.27 ~ 1.95  | 1.95 ~ 2.63 | 2.63 ~ 3.31  | >3.31  |
| <b>Mg(%)</b> | 0.51     | 0.12      | <0.15                     | 0.15 ~ 0.39  | 0.39 ~ 0.63 | 0.63 ~ 0.87  | >0.87  |

1.08%에서 최대 3.55% 로 비슷한 경향이었고 백도에서 평균2.36%, 최소 0.86%에서 최대 3.82%보다 낮았다 (정 등, 1970).

칼리와 질항작용을 한다는(石原, 1982) 칼슘은 평균 1.91%, 최소 1.09에서 최대 3.05%의 범위로 나타났다. 이는 New Zealand의 추천량 3.4~4.4%(Buwalda 등, 1988) 및 Italy의 최소 2.00에서 최대 3.32%, 평균 2.57%보다는 낮았다. 국내 과수 중 사과(국광, 홍옥, 후지 )에서 1.01~1.23%, 배(장십량, 금촌추)의 1.61-1.49% 보다 높았다(尹, 1967).

철은 평균 147.0 $\mu\text{g/g}$ 이며 최소 99.1에서 최대567.3 $\mu\text{g/g}$ , 망간 평균함량은 160.1 $\mu\text{g/g}$  이고 최소 43.8 $\mu\text{g/g}$ 에서 최대436.3 $\mu\text{g/g}$ 였고 아연은 평균 54.0 $\mu\text{g/g}$ 이며 최소 31.1 $\mu\text{g/g}$ 에서 최대159.3 $\mu\text{g/g}$  의 범위에 있었다. 이들 미량원소의 엽내 함량의 경우 변이계수가 35.6~50.6%로 비교적 높았고 철과 망간함량은 뉴질랜드에 비해 낮은 경향이었고 아연은 높았다.

표 2는 엽내 각 성분함량의 臨界值를 設定한 결과를 나타낸 것이다. 질소 적정 함량 범위는 2.5~3.0%, 인산 0.16~0.24%, 칼리 1.8~2.4%, 칼슘 1.95~2.63%, 마그네슘 0.39 ~0.63%였다. 뉴질랜드와 캘리포니아의 참다래에서 조사한 葉內 適正 無機成分 含量은 질소 2.0~2.8%, 인산 0.13~0.3.0%, 칼리 1.5~2.5%, 칼슘 2.0~4.0%, 마그네슘 50~200 $\mu\text{g/g}$  이라고 했다 (strik, 1997). 이태리에서는 질소 2.1~2.5%, 인산 0.21~0.26%, 칼리 1.6~2.0%, 칼슘 2.3~2.8%, 마그네슘 0.31~0.7%로 보고되었다(Lalatta 등, 1990). 제주 지역은 이들과 비교했을 때 질소는 함량이 높았고 칼슘은 비교적 낮았다. 그러나 철, 망간, 아연등 미량원소는 변이계수가 높아 臨界值를 설정할 수 없었다.

그림 2는 참다래 葉內 無機成分 含量別 농가 분포 조사치로서 질소는 54.7%가 정상 범위에 속하고 과다는 24.4%, 부족은 20.9%로서 비교적 정규분포를 보이고 있다. 인의 경우 65.0%가 정상이고 부족은 22.7%

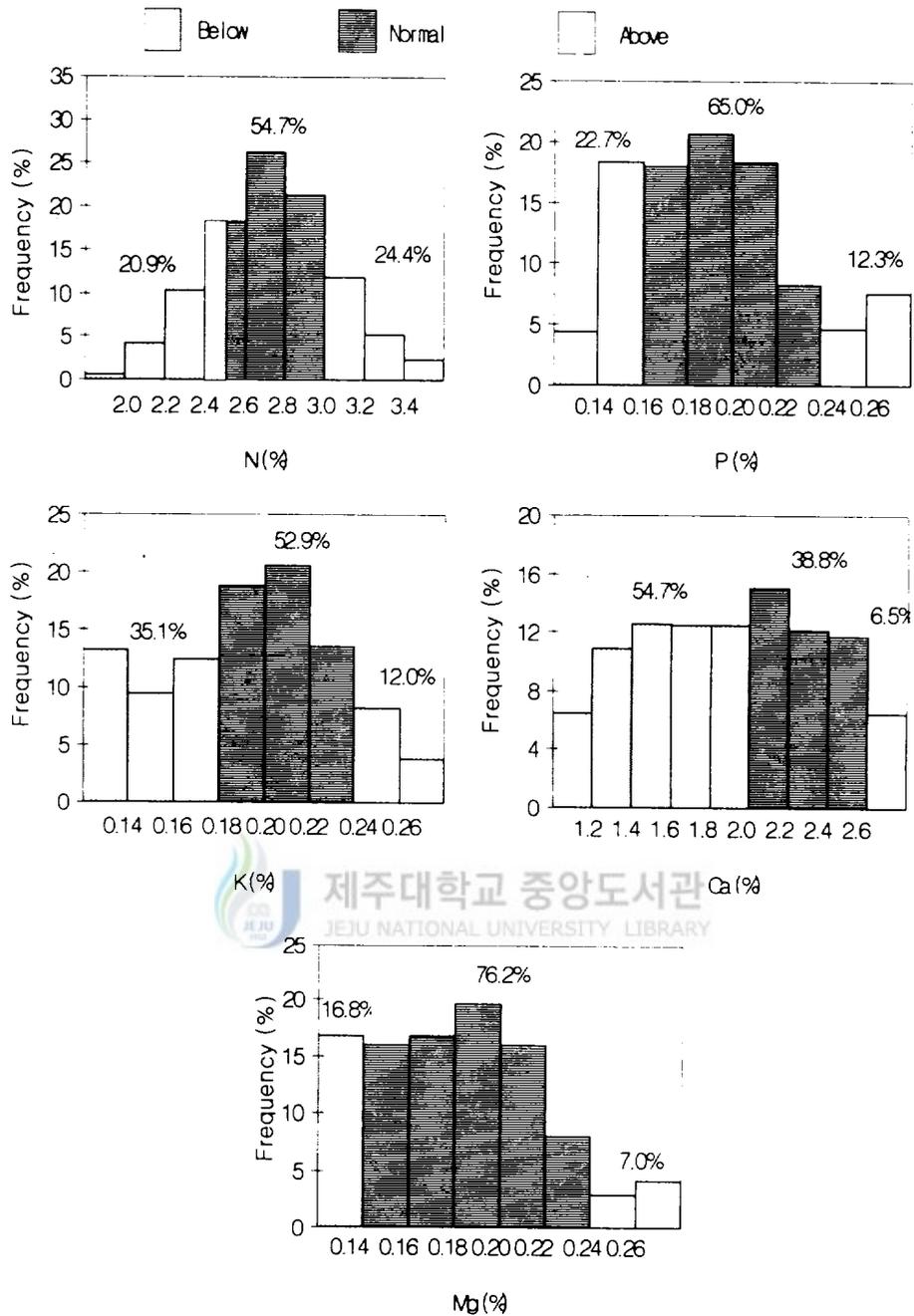


Fig. 2. Frequency distribution of macro element content in leaf of 110 'Hayward' kiwifruit orchards.

과다는 12.3%로서 과부족 농가가 질소보다 적었다. 칼리의 경우 52.9%가 정상이고 31.5%가 부족이며 과다는 12.0%로서 부족한 농가 비율이 비교적 높았다. 칼슘의 경우 정상 범위가 38.8%이고 54.7%가 부족, 과다는 6.5%로서 濟州 地域에서 칼슘부족이 문제가 되는것으로 나타났다. 마그네슘의 경우 76.2%가 정상이고 16.8%가 부족이며 7.0%는 과다로서 마그네슘은 다량원소 중 가장 안정적인 施肥가 되고 있음을 보여 주었다. Buwalda와 Smith(1990)에 의하면 뉴질랜드의 참다래과원의 50%가 질소함량 과다, 80%가 칼리함량 과다, 25%가 인함량 부족이라고 했는데 비하면 제주지역 참다래원 영양균형이 비교적 안정적이었다.

### 3. 地域別 葉內 無機成分含量

표 3은 地域別 참다래 葉內 無機成分 含量을 조사한 것이다. 제주시 지역에서 질소 함량이 3.63%로 가장 높았고 칼슘 함량은 2.10%로서 타 지역 1.67~1.91% 보다는 비교적 높았다. 서귀포 지역에서는 칼슘, 철이 타지역에 비해 비교적 낮은 경향치를 보였고 칼리와 망간은 비교적 높았다. 남제주 지역에서는 인산 함량이 타 지역 보다 현저히 높았다. 이러한 지역간 차이는 토양의 物理 化學的 特性, 기후적인 특성, 각 과원의 施肥量과 시비 시기가 서로 다른데 기인한 것으로 추정 되었다(石原, 1982).

이러한 차이는 단감(부유)에서도 우리나라의 평균 질소함량 2.51% (金 等, 1993)와 , 호주의 질소 함량 2.91%(George 等 1995)등으로 같은 과종이라도 국가간에 차이를 보인것 처럼 참다래(Hayward)도 지역 별로 다양하게 나타나고 있다.

Table 3. Average nutrient composition of 'Hayward' kiwifruit leaves in different regions of Cheju.

| Element                | Cheju city | Seogwipo | Puk Cheju | Nam Cheju |
|------------------------|------------|----------|-----------|-----------|
| N (%)                  | 3.63       | 2.85     | 2.84      | 2.64      |
| P (%)                  | 0.19       | 0.18     | 0.21      | 0.19      |
| K (%)                  | 1.77       | 2.11     | 1.95      | 1.91      |
| Ca (%)                 | 2.10       | 1.67     | 1.91      | 1.90      |
| Mg (%)                 | 0.52       | 0.38     | 0.53      | 0.51      |
| Fe ( $\mu\text{g/g}$ ) | 139.2      | 130.0    | 142.5     | 151.5     |
| Mn( $\mu\text{g/g}$ )  | 148.6      | 231.7    | 181.7     | 173.4     |
| Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) | 51.4       | 58.5     | 55.2      | 51.6      |

#### 4. 葉柄內 無機成分 含量

葉 형태가 비슷하고 덩굴성 과수인 葡萄의 경우 葉分析 대신 葉柄分析도 이용되는데 (徐, 1994; 정 등, 1971), 참다래도 전체 잎 중 葉柄이 차지하는 비율이 높기 때문에 葉柄 分析의 가능성을 검토 하고자 葉柄內의 無機成分 含量을 조사한 결과를 표 4에 나타냈다.

참다래 葉柄內의 질소 함량은 평균 1.60%로 최저 0.55에서 최고 2.29%의 범위였고 변이계수는 18.1%로 葉內 질소 함량 변이계수보다 높았다.

Table 4. Contents of elements in petiole of 110 'Hayward' kiwifruit orchards in Cheju island

| Element                | Mean  | Standard deviation | CV(%) | Max   | Min  |
|------------------------|-------|--------------------|-------|-------|------|
| N (%)                  | 1.60  | 0.29               | 18.1  | 2.29  | 0.55 |
| P (%)                  | 0.28  | 0.08               | 28.6  | 0.56  | 0.11 |
| K (%)                  | 5.03  | 1.07               | 21.3  | 7.81  | 2.33 |
| Ca (%)                 | 2.07  | 0.28               | 13.5  | 2.86  | 1.18 |
| Mg (%)                 | 0.93  | 0.26               | 24.2  | 1.57  | 0.51 |
| Fe ( $\mu\text{g/g}$ ) | 107.6 | 40.3               | 37.4  | 311.6 | 38.0 |
| Mn( $\mu\text{g/g}$ )  | 122.6 | 64.5               | 52.6  | 372.0 | 21.6 |
| Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) | 63.2  | 32.9               | 52.1  | 227.2 | 29.5 |

인의 함량도 평균 0.28%, 최저 0.11에서 최고 0.56%의 범위로 葉에 비해 비교적 높았다. 변이계수 역시 28.6%로 잎의 경우 보다 높았다. 칼리 함량은 평균 5.03%로 최저 2.33에서 최고 7.81%의 범위로 잎에 비해 상당히 높았고 변이계수는 21.3%로 낮았다. 칼슘 함량은 평균 2.07%로 최저 1.18에서 최고 2.86%의 범위로 葉內 함량보다 많은 경향 이었으며 변이계수는 13.5%로 잎 보다 낮았다. 마그네슘 함량은 평균 0.93%로 최저 0.51에서 최고 1.57%의 범위로 葉內 함량에 비해 상당히 많았으며 변이계수는 24.2%로 잎에 비해 상당히 높았다. 철 함량은 평균 107.6 $\mu\text{g/g}$ 으로 최저 38.0에서 최고 311 $\mu\text{g/g}$  범위로 변이계수는 37.4%로 비교적 높다. 망간 함량은 평균 122.6 $\mu\text{g/g}$ 으로 최저 21.6에서 최고 372.0 $\mu\text{g/g}$  범위로 변이계수는 52.6%로 높았다. 아연 함량은 평균 63.2 $\mu\text{g/g}$ 으로 최저 29.5에서 최고 227.2 $\mu\text{g/g}$  범위로 변이계수는 52.1%로 높았다. 변이계수가 40%를 넘으면 부족 범위를 볼 수가 없기 때문에 臨界值 設定이 어려

워진다(Sato, 1955).

비록 변이계수가 40%를 넘는 성분은 망간과 아연 들이지만 칼리와 칼슘을 제외한 나머지 성분들도 엽내 함량의 변이계수 보다 커서 영양진단을 위해서는 엽병분석 보다 엽분석이 좋을 것으로 생각되었다.

### 5. 참다래園 土壤分析

濟州地域 土壤의 평균 산도는 pH 5.46으로 pH 4.18~7.91범위였다(표 5, 표 6).

Table 5. Soil chemical properties of 110 'Hayward' kiwifruit orchards in Cheju

| Element                              | Mean  | Standard deviation | CV(%) | Max    | Min  |
|--------------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|------|
| pH (1:5)                             | 5.46  | 0.60               | 11.0  | 7.91   | 4.18 |
| OM (%)                               | 9.69  | 5.80               | 59.9  | 25.16  | 1.31 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (μg/g) | 220.7 | 285.6              | 129.4 | 1509.6 | 8.77 |
| K (me/100g)                          | 1.1   | 1.58               | 143.6 | 3.16   | 0.29 |
| Ca (me/100g)                         | 4.91  | 3.88               | 79.0  | 22.83  | 0.38 |
| Mg (me/100g)                         | 1.48  | 0.94               | 63.5  | 5.36   | 0.15 |
| CEC(me/100g)                         | 16.18 | 3.95               | 23.5  | 26.79  | 9.16 |

이것은 참다래 생육의 적정 산도인 pH 6.5~7(金 等, 1990)범위보다 넓으며 전반적으로 pH가 낮았다. 그러나 뉴질랜드의 참다래원 역시 pH 5.8 내외 정도로 알려져 있으며(Buwalda 等, 1987), 이태리의 경우 pH6.1~7.1(Lalatta 等,1990)로 참다래 생육에 적당한 산도를 유지하고

있다.

土壤 有機物 含量은 평균 9.69%로 1.3~25.2% 범위를 보이고 있는데 이는 우리 나라 토양의 평균 유기물 함량 2.6%에 비하면 상당히 많은 것이다.

Table 6. Soil chemical properties of 'Hayward' kiwifruit orchard in different regions of Cheju

| Element                              | Cheju city | Seogwipo | Puk Cheju | Nam Cheju |
|--------------------------------------|------------|----------|-----------|-----------|
| pH (1:5)                             | 5.71       | 5.11     | 5.42      | 5.44      |
| OM (%)                               | 5.44       | 11.33    | 6.74      | 13.17     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (μg/g) | 319.7      | 115.7    | 345.0     | 97.3      |
| K (me/100g)                          | 1.11       | 1.18     | 1.18      | 1.06      |
| Ca (me/100g)                         | 6.12       | 4.13     | 5.02      | 4.75      |
| Mg(me/100g)                          | 1.32       | 1.17     | 1.72      | 1.35      |
| CEC(me/100g)                         | 14.56      | 16.99    | 15.93     | 16.68     |

有效磷酸함량 평균은 220.7μg/g이나 범위는8.8~1509.6μg/g로 그 변이가 아주 심하게 나타났다. 특히 火山灰土 분포가 많은 서귀포지역과 남제주군 지역의 有效磷酸 含量이 적었다. 치환성 양이온 역시 변이가 비교적 크게 나타났으며 인산의 경우 濟州地域의 토양특성상 인산 흡착력이 강하기 때문에 그 함량이 많더라도 식물이 이용 가능한 함량은 많지 않다 (朴 等, 1974). 이는 allopane의 등전점이 매우 높아서 중성 가까이에 있기 때문에 약한 산성 토양에서도 양성 colloid가 되어 인산을 다량으로 흡착할 뿐만 아니라 allopane으로부터 유리된 다량의 활성 Al과 인산이 결합하여 불용화되기 때문이다(柳 等, 1975) . 그러나 磷酸化合物이 식

물생육에 이용도가 낮은 결정성 또는 비결정성광물로 전환된다 하더라도 어느 시기에는 토양 용액중에 방출되어 식물이 흡수 이용될 수 있기 때문에 인산흡착을 불용화를 뜻하는 고정(fixation)보다는 보유, 보전(retention) 개념으로 보는 경향이 있어(愼과 嚴, 1980) 화산회토양의 유효인산 함량이 낮아도 식물체 내의 함량은 부족하지 않은 부분을 설명하고 있다. 치환성칼리 역시 전국 평균 0.5me/100g 보다 높은 1.1me/100g으로 최고 3.16me/100g으로 아주 높았다. 치환성칼슘은 전국 평균 5.0me/100g 와 비슷한 4.9me/100g이었다. 치환성 마그네슘은 전국 평균 0.48me/100g에 비해 현저히 높은 1.48me/100g이었고 CEC는 평균 16.2me/100g이었다.

제주도 전체면적의 80%가 火山灰土壤으로 알려져 있으며 이 토양은 母材인 火山灰의 영향을 지배적으로 받고있는 간대성 토양으로 그 형태나 성질에 있어 일반 토양과는 특이한 점이 많다(金, 1974). 즉 濟州地域 火山灰土壤은 일반 토양에 비하여 CEC는 높으나 침투성이 과다하여 염기 특히  $\text{NH}_4^+$ 와  $\text{K}^+$ 가 용탈, 유리되기 쉬운 반면 인산을 흡착하는 능력은 대단히 크고(柳, 1975), 난분해성 유기물 집적을 유발 시킨다(宋과 柳, 1991). 또한 濟州道土壤은 有機物含量은 높지만 母材인 火山灰는 Allopane을 함유한 점토 광물에 의해 부식산의 부식화도가 최대로 안정되어 있고  $\text{Si}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  등은 무정형 유기물과 견고히 결합되어 있어 미생물에 의한 유기물 분해가 극히 어려워(李 等, 1983) 식물생육에 잘 이용되기 어려운 문제점이 있다..

## 6. 收量과 葉 및 葉柄內 無機成分 含量과의 相關

비화산회 토양에서 葉內 질소 함량과 조사 당시 과실 크기와 착과수를 측정하여 산출한 수량과는 상관이 인정되지 않았다. 즉 2000kg/10a 이

상 생산하는 과수원의 葉內 질소 함량은 2.80~2.83% 인데 반해 2000kg/10a이하 생산하는 과수원은 2.98%로 더 높았지만 收量과의 相關은 有意性이 없어 분석된 葉內 질소 함량 수준은 수량을 제한 한다고 볼 수 없었다(표 7). 또한 인산, 칼슘, 마그네슘 모두 수량이 적은 과수원과 수량이 많은 과수원간에 일정한 경향이 없었다.. 그러나 칼리는 생산량이 적은 과수원이 높았으나 상관 분석에서 유의성이 없었다.

Table 7. Contents of leaf macro element in relation to yields of 'Hayward' kiwifruit in non-volcanic ash soil

| Element | Yield(kg/10) |           |       | Correlation coefficient with yield |
|---------|--------------|-----------|-------|------------------------------------|
|         | <2000        | 2000~3000 | >3000 |                                    |
| N (%)   | 2.98         | 2.80      | 2.83  | -0.22ns                            |
| P (%)   | 0.23         | 0.21      | 0.24  | 0.16ns                             |
| K (%)   | 3.32         | 2.07      | 2.16  | -0.17ns                            |
| Ca (%)  | 2.10         | 2.39      | 2.21  | 0.12ns                             |
| Mg (%)  | 0.50         | 0.53      | 0.46  | -0.08ns                            |

葉柄에서 질소와 칼리는 수량이 적은 과수원에서 높은 반면에 칼슘은 수량이 많은 과수원이 높은 경향이었고 수량과의 상관은 무의했다. 葉柄의 인, 칼리 함량은 수량이 적을수록 함량이 많은 경향이 있었지만 수량과의 相關은 없었다. 칼슘은 수량이 많을수록 함량도 많아졌고, 마그네슘 함량도 수량에 따른 차이가 없다고 보아지며 이들 모두 수량과는 相關이 없었다(표 8).

토양의 경우 pH는 수량이 높은 과수원일수록 높아져 제주도 참다래원의 산성화가 수량의 제한인자가 되고 있음을 알 수 있었다. 有機物 含

량과 양이온 치환 용량도 수량과는 관계가 없는 것으로 나타났다. 치환성 칼리와 마그네슘은 수량이 많은 과수원에서 낮은 경향이었으며 반대로 유효인산과 치환성 칼슘함량은 수량이 많은 과수원이 높은 경향이었고, 상관 분석에서는 고도로 有意한 正의 相關을 보였다(표 9).

Table 8. Contents of petiole macro elements in relation to yields of 'Hayward' kiwifruit in non-volcanic ash soil

| Element | Yield(kg/10a) |           |       | Correlation coefficient with yield |
|---------|---------------|-----------|-------|------------------------------------|
|         | <2000         | 2000~3000 | >3000 |                                    |
| N (%)   | 1.93          | 1.71      | 1.83  | 0.08ns                             |
| P (%)   | 0.31          | 0.30      | 0.29  | -0.16ns                            |
| K (%)   | 6.66          | 5.99      | 5.90  | -0.16ns                            |
| Ca (%)  | 1.90          | 2.07      | 2.04  | 0.08ns                             |
| Mg (%)  | 0.74          | 0.74      | 0.72  | -0.02ns                            |



Table 9. Soil chemical properties in relation to yields of 'Hayward' kiwifruit in non-volcanic ash soi

| Variables                            | Yield(kg/10a) |           |       | Correlation coefficient with yield |
|--------------------------------------|---------------|-----------|-------|------------------------------------|
|                                      | <2000         | 2000~3000 | >3000 |                                    |
| pH (1:5)                             | 5.40          | 5.50      | 5.90  | 0.38**                             |
| O.M (%)                              | 4.6           | 5.30      | 4.30  | -0.10ns                            |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (μg/g) | 364.8         | 352.0     | 669.9 | 0.33*                              |
| K (me/100g)                          | 1.70          | 1.40      | 1.43  | 0.08ns                             |
| Ca (me/100g)                         | 4.36          | 4.30      | 6.81  | 0.41ns                             |
| Mg (me/100g)                         | 2.08          | 1.73      | 1.74  | 0.07ns                             |
| CEC (me/100g)                        | 16.2          | 15.8      | 16.8  | 0.23ns                             |

화산회토양에서는 생산량이 3000kg/10a 이상인 과수원이 없었고 2000 ~3000kg/10a 생산과수원의 葉內 질소 함량은 2.80~2.82%였으며 수량과 고도로 유의한 正의 相關을 보이고있다. 인산과 마그네슘 함량은 저위생산 과수원에서 많았는데 인산과 수량은 고도로 유의한 正의 相關이 인정되었으나, 마그네슘과의 수량과는 부의 상관을 보였다. 칼리는 2000~3000kg/10a 생산 과수원에서 많았고 수량과 고도로 유의한 負의 相關을 보였다(표 10).

Table 10. Contents of leaf macro elements in relation to yields of 'Hayward'kiwifruit in volcanic ash soil

| Element | Yield(kg/10a) |           |       | Correlation coefficient with yield |
|---------|---------------|-----------|-------|------------------------------------|
|         | <2000         | 2000~3000 | >3000 |                                    |
| N (%)   | 0.82          | 2.80      | -     | 0.70**                             |
| P (%)   | 2.20          | 0.19      | -     | 0.83**                             |
| K (%)   | 1.85          | 2.07      | -     | -0.75**                            |
| Ca (%)  | 2.34          | 2.33      | -     | 0.40*                              |
| Mg (%)  | 0.61          | 0.46      | -     | -0.47**                            |

葉柄內 질소 함량은 2000kg/10a이하 생산 과수원은 1.77%, 2000 ~ 3000kg/10a 생산과수원 1.87%로 수량과의 관련은 없었다. 인산과 마그네슘 함량은 생산량이 적은과수원에 많았는데 인산은 수량과 고도로 有意한 正의 相關을 보였으나 마그네슘은 수량과의 관련이 없었다. 칼리는 2000 ~ 3000kg/10a 생산 과수원에 많았으나 수량과의 관계는 고도로 有의한 負의 相關을 보였다(표 11).

토양의 pH는 5.31~5.45 였으며 2000kg/10a 이하 과수원이 높았다. 유기물, 유효인산, 치환성 칼슘, 치환성 양이온 함량은 2000~3000kg/10a 생산 농가에서 많았으며 有機物과 有效磷酸, 置換性양이온은 수량과는 고도로 有의한 負의 相關을 보였다. 그러나 마그네슘은 正의 相關을 보였으며 치환성 칼리와 마그네슘은 수량이 적은 과수원에서 많았지만 수량과 고도로 有의한 正의 相關을 보였다(표 12).

Table 11. Contents of petiole macro elements in relation to yields of 'Hayward' kiwifruit in non-volcanic ash soil

| Element | Yield(kg/10a) |           |       | Correlation coefficient with yield |
|---------|---------------|-----------|-------|------------------------------------|
|         | <2000         | 2000~3000 | >3000 |                                    |
| N (%)   | 1.77          | 1.87      | -     | 1.12ns                             |
| P (%)   | 0.28          | 1.27      | -     | 1.51**                             |
| K (%)   | 5.28          | 5.93      | -     | -0.77**                            |
| Ca (%)  | 2.03          | 2.15      | -     | -0.25ns                            |
| Mg (%)  | 0.95          | 1.84      | -     | -0.29ns                            |

Table 12. Soil chemical properties in relation to yields of 'Hayward' kiwifruit in volcanic ash soil

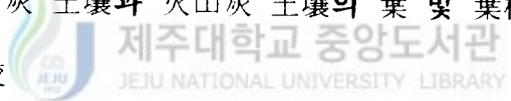
| Element                              | Yield(kg/10a) |           |       | Correlation coefficient with yield |
|--------------------------------------|---------------|-----------|-------|------------------------------------|
|                                      | <2000         | 2000~3000 | >3000 |                                    |
| pH (1:5)                             | 5.45          | 5.31      | -     | 0.03ns                             |
| O.M (%)                              | 15.4          | 16.5      | -     | -0.56**                            |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (μg/g) | 72.6          | 76.9      | -     | -0.38**                            |
| K (me/100g)                          | 112           | 0.99      | -     | 0.75**                             |
| Ca (me/100g)                         | 4.58          | 5.01      | -     | 0.48**                             |
| Mg (me/100g)                         | 1.60          | 1.31      | -     | 0.78**                             |
| CEC (me/100g)                        | 18.3          | 18.7      | -     | -0.79**                            |

이처럼 화산회토양에서의 有機物함량이 수량과 고도로 有意한 부의 상관성이 나오는 이유는 제주도 토양은 有機物 含量은 매우 높으나 알루미늄

의 복합 물질로서 염기 흡착력이 약하며 난분해성이므로 일반 부식과 같은 지력 증진 효과는 거의 없고 오히려 가비중을 낮게 하는 등 물리적으로 많은 문제를 야기 시키며 난분해성 유기물 함량이 많을수록 오히려 질소응수(應酬)가 커서 수량이 감소되기(宋, 1982)때문이라고 생각된다.

토양에서 CEC의 본체는 유기물과 점토로 볼 수 있으며 이들의 함량과 종류 및 상태에 따라 차이가 크다. 제주도의 화산회토양에서 유기물에 의하여 CEC가 크게 영향을 받기 때문에 유기물이 많으면 CEC도 높아진다(朴 等, 1985; 柳 等, 1984). 또한 유효인산도 난분해성 유기물 함량과 負의 相關을 이루기 때문에 有效磷酸 증가의 효과를 보기 힘들다(嚴 等, 1977). 따라서 有效磷酸과 CEC에 대한 상관은 유기물과의 상관이 간접적으로 나타난 것이라고 볼 수 있다.

#### 7. 非火山灰 土壤과 火山灰 土壤의 葉 및 葉柄內 無機成分含量 比較



葉內 또는 엽병內 無機物 含量은 비화산회토양이 화산회토양보다 인, 칼리 함량은 현저히 높았으나 마그네슘 함량은 낮았고 질소와 칼슘은 토양간에 차이가 없었다(표 13, 표14).

Table 13 . Contents of leaf macro element in non-volcanic and volcanic ash soil

| Soil         | N    | P      | K     | Ca   | Mg    |
|--------------|------|--------|-------|------|-------|
| Non-volcanic | 2.85 | 0.22   | 2.11  | 2.31 | 0.50  |
| Volcanic     | 2.78 | 0.19   | 1.97  | 2.34 | 0.52  |
| Difference   | 0.07 | 0.03** | 0.14* | 0.04 | 0.02* |

Table 14. Content of petiole macro element in non-volcanic and volcanic ash soil

| Soil         | N    | P      | K     | Ca   | Mg     |
|--------------|------|--------|-------|------|--------|
| Non-volcanic | 1.81 | 0.30** | 6.2** | 2.01 | 0.74   |
| Volcanic     | 1.82 | 0.27   | 5.7   | 2.10 | 0.87** |
| Difference   | 0.01 | 0.03** | 0.5** | 0.09 | 0.13** |

토양 유기물 함량은 화산회토양이 현저히 많았고 有效磷酸은 비화산회 토양이 현저히 높았다. 그 밖의 pH, 칼리, 칼슘, 마그네슘과 양이온치환용량은 토양간에 차이가 없었다(표 15). 이러한 결과는 濟州地域 火山灰土壤에 함유된 Allophane 이 유기물과 인산에 대한 흡착력이 강하기 때문이다(柳와 宋, 1993).

Table 15 . Soil chemical properties of non volcanic and volcanic ash soils

| Soil         | pH   | O.M    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K    | Ca  | Mg   | CEC  |
|--------------|------|--------|-------------------------------|------|-----|------|------|
| Non-volcanic | 5.59 | 4.9**  | 360**                         | 1.38 | 4.7 | 1.74 | 15.7 |
| Volcanic     | 5.45 | 15.9   | 70                            | 1.09 | 5.5 | 1.75 | 19.3 |
| Difference   | 0.14 | 11.0** | 290**                         | 0.29 | 0.8 | 0.01 | 3.6  |

또한 수체 생육과 수량에 있어서는 비화산회 토양이 화산회 토양보다 도장지는 현저히 많았고 수관면적은 작은 반면 수량은 현저히 많았다. 그 외 간주 비대량, 과중에서는 차이가 없었다. 착과수는 비화산회토양이 많은 경향을 보였다 (표 16). 이 표의 결과는 愼과 金(1975) 이 지적 한 대로 화산회토양의 저위생산성을 보이고 있다.

Table 16. Vegetative and reproductive growth of 'Hayward' in non-volcanic and volcanic ash soil

| Soil         | Trunk girth (mm) | Canopy area (m <sup>2</sup> ) | No. of water sprouts | No. of fruit | Weight of fruit(g) | Yield (kg/10a) |
|--------------|------------------|-------------------------------|----------------------|--------------|--------------------|----------------|
| Non-volcanic | 261              | 16.8                          | 13.0                 | 608.3        | 58.6               | 2,158          |
| Volcanic     | 255              | 17.3                          | 10.3                 | 519.3        | 59.6               | 1,764          |
| Difference   | 6                | 0.5*                          | 2.7**                | 99.0         | 1.0                | 494**          |

### 8. 葉內 無機 成分 含量과 土壤化學性과의 相關

비화산회토양에서 葉內 無機 成分含量과 토양 化學性的 相關關係를 검토한 결과 토양 pH는 잎의 인산 함량과 正의 相關을 보였으며, 유효 인산 함량은 잎의 질소와 인산 함량과 正의 相關, 마그네슘 함량과는 負의 相關을 나타내었다. 한편 토양의 치환성 칼슘함량은 잎의 인산 함량과 正의 相關을 보였다. 그러나 나머지 성분간에는 有意的인 相關이 없었다 (표 17).

토양 pH와 엽병의 인산 함량과는 相關이 없었으며, 유효 인산함량은 葉柄의 질소 및 인산함량과 正의 相關을 보인 것은 잎에서와 같았으나 마그네슘과는 相關이 인정되지 않았다. 또한 葉柄의 질소 함량은 토양 칼리 함량 및 양이온 치환 용량과는 有意的인 正의 相關이 있었다(표18).

Table 17. Correlation coefficients between contents of leaf macro element and soil chemical properties in non-volcanic ash soil orchard (n=62)

| Soil properties               | Leaf  |        |       |       |        |
|-------------------------------|-------|--------|-------|-------|--------|
|                               | N     | P      | K     | Ca    | Mg     |
| pH                            | 0.04  | 0.28*  | 0.04  | 0.04  | -0.1   |
| O.M                           | 0.07  | -0.17  | 0.01  | 0.09  | -0.03  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.33* | 0.60** | 0.04  | 0.16  | -0.26* |
| K                             | 0.21  | 0.19   | 0.02  | 0.02  | -0.19  |
| Ca                            | 0.14  | 0.27*  | 0.02  | 0.04  | -0.23  |
| Mg                            | 0.06  | 0.21   | -0.13 | -0.11 | 0.06   |
| CEC                           | 0.18  | 0.17   | -0.04 | 0.00  | -0.17  |

Table 18. Correlation coefficients between contents of petiole macro element and soil chemical properties in non-volcanic ash soil orchard(n=62)

| Soil properties               | Petioles |        |       |       |        |
|-------------------------------|----------|--------|-------|-------|--------|
|                               | N        | p      | k     | Ca    | Mg     |
| pH                            | -0.05    | 0.11   | 0.15  | -0.19 | -0.16  |
| O.M                           | 0.07     | -0.02  | 0.02  | 0.21  | 0.07   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.26*    | 0.35** | 0.08  | 0.10  | -0.04* |
| K                             | 0.33*    | 0.13   | 0.16  | 0.08  | -0.04  |
| Ca                            | 0.15     | 0.10   | 0.07  | -0.07 | -0.03  |
| Mg                            | 0.23     | 0.18   | -0.03 | -0.13 | 0.17   |
| CEC                           | 0.27*    | 0.08   | 0.07  | -0.10 | 0.05   |

한편, 葉과 葉柄內 無機成分含量과의 相關에서는 잎과 葉柄內 질소, 인산, 칼리, 칼슘, 마그네슘간에는 고도로 유의한 正의 相關을 보였다. 또한 질소와 인산간에도 고도로 유의한 正의 相關이 있었다. 반면에 葉柄의 질소와 칼리는 잎의 칼슘과 마그네슘과는 고도로 유의한 負의 相關을 나타내었다. 또한 엽병의 마그네슘과 잎의 칼리간에도 고도로 유의한 負의 相關을 나타내었다(표 19).

Table 19. Correlation coefficient between contents of petiole and leaf macro element in non-volcanic ash soil orchard(n=62)

| Petiole | Leaf   |        |         |        |        |
|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
|         | N      | p      | k       | Ca     | Mg     |
| N       | 0.35** | 0.37** | 0.36**  | -0.27* | -0.29* |
| P       | 0.37** | 0.73** | 0.23    | -0.03  | -0.24  |
| K       | 0.10*  | 0.14** | 0.61**  | -0.29  | -0.29* |
| Ca      | 0.25   | 0.08   | -0.15   | 0.35** | -0.21  |
| Mg      | -0.16  | 0.02   | -0.53** | 0.25   | 0.63** |

화산회토양에서(표 20) 葉內 질소 함량과 토양의 유기물 및 양이온치 환용량 간에는 고도로 유의한 負의 相關이 있었고 칼리, 칼슘, 마그네슘과는 고도로 유의한 正의 相關이 있었다. 葉內 인산과 토양의 유효인산, 양이온 치환용량 간에는 고도로 유의한 負의 相關이 있었고 치환성 칼리, 칼슘, 마그네슘과는 고도로 유의한 正의 相關이 있었다. 葉內 칼리함량은 질소의 경우와는 반대로 토양의 유기물, 양이온 치환용량 간에는 고도로 유의한 正의 相關이, 치환성 칼리, 칼슘, 마그네슘과는 고도로 유의한 負의 相關이 있었다. 葉內 칼슘함량은 토양의 pH와 有機物과는 고도로 유의한 負의 相關을, 치환성 칼슘, 마그네슘과는 正의 相關이 있었다. 葉內 마그네슘 함량은 칼리의 경우와 비슷하게 토양유기물, 양이온 치환용량 간에는 고도로 유의한 正의 相關이 있었고 칼슘과는 고도로 유의한 負의 相關이 있었다.

Table 20. Correlation coefficients between contents of leaf macro element and chemical properties of soil in volcanic ash soil orchard(n=36)

| Soil properties               | Leaf    |         |         |         |         |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                               | N       | p       | k       | Ca      | Mg      |
| pH                            | -0.09   | 0.54**  | 0.00    | -0.55** | 0.64**  |
| O.M                           | -0.67** | -0.28   | 0.61**  | -0.70** | 0.82    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | -0.31   | -0.44** | 0.28    | 0.09    | 0.024*  |
| K                             | 0.53**  | 0.96**  | -0.54** | -0.05   | 0.04    |
| Ca                            | 0.59**  | 0.38*   | -0.51** | 0.39*   | -0.45** |
| Mg                            | 0.46**  | 0.69**  | -0.56** | 0.37*   | -0.30   |
| CEC                           | -0.64** | -0.78** | 0.65**  | -0.19   | 0.29    |

葉柄內 질소함량과 토양의 유기물, 양이온 치환용량 간에는 고도로 유의한 負의 相關이 있었다. 葉柄內 인산과 토양의 有效磷酸, 양이온 치환용량 간에는 고도로 유의한 負의 相關이 있었고 치환성 칼리, 마그네슘과는 고도로 유의한 正의 相關이 있었다. 葉柄內 칼리 함량과 토양내 유기물, 유효인산, 양이온 치환용량 간에는 正의 相關이 있었고, 토양 pH, 치환성 칼리, 칼슘, 마그네슘과는 負의 相關이 있었으며 또한 葉柄內 칼슘 함량도 토양의 pH, 치환성 칼리와 고도로 유의한 負의 相關이 있었다. 葉柄內 마그네슘 함량은 토양의 pH와 유기물에는 고도로 유의한 正의 相關이 있었고 치환성 칼슘과는 負의 相關이 있었다(표 21). 비화산회토양과는 다르게 화산회토양에서 토양의 물리 화학성질과 잎 또는 엽병의 무기성분 함량사이에 관련이 깊게 나타나는 것은 화산회토양의 양이온 치환용량이 높은 것과 연관되어 (柳와 宋, 1993) 토양내 양이온을 많이 흡착하고 있는 때문이라 생각된다.

Table 21. Correlation coefficients between contents of petiole macro element and chemical properties of soil in volcanic ash soil orchard(n=36)

| Soil properties               | Petiole |         |         |         |        |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                               | N       | p       | k       | Ca      | Mg     |
| pH                            | -0.64** | 0.84**  | -0.37*  | -0.53** | 0.86** |
| O.M                           | 0.48**  | 0.13    | 0.39*   | -0.30   | 0.76** |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | -0.03   | -0.38** | 0.38*   | 0.32    | -0.13  |
| K                             | -0.29   | 0.90**  | -0.79** | -0.50** | 0.31   |
| Ca                            | 0.32    | 0.17    | -0.40** | 0.107   | -0.33* |
| Mg                            | 0.05    | 0.45**  | -0.59** | -0.19   | -0.16  |
| CEC                           | -0.02   | -0.53** | 0.75**  | 0.33    | 0.10   |

화산회토양에서 잎과 엽병의 다량원소 함량 사이에는 고도의 정의 상관  
이 인정되었다(표 22). 더불어 잎의 질소 함량은 엽병의 칼리와 마그네슘  
함량과 그리고 잎의 인함량은 엽병의 칼리와 칼슘 함량과 부의 상관  
이 인정되었으며 잎의 칼슘 함량은 엽병의 질소와 마그네슘 함량과는 정의 상  
관이 그리고 인 함량과는 부의 상관  
이 인정되었다. 또한 잎의 마그네슘 함량은 엽병의 질소와 칼슘 함량과는 부의 상관  
이 그리고 인 함량과는 정의 상관이 있었다.

Table 22. Correlation between petiole and leaf macro nutrition element soil in volcanic ash soil orchard(n=36)

| Petiole | Leaf    |         |        |        |         |
|---------|---------|---------|--------|--------|---------|
|         | N       | p       | k      | Ca     | Mg      |
| N       | 0.44**  | -0.24   | -0.27  | 0.46** | -0.66** |
| P       | 0.23    | 0.88**  | -0.30  | -0.33* | 0.36*   |
| K       | -0.58** | -0.84** | 0.72** | -0.14  | 0.099*  |
| Ca      | -0.10   | -0.53** | -0.17  | 0.64** | -0.44** |
| Mg      | -0.46** | 0.24    | 0.30   | 0.74** | 0.87**  |

### 9. 葉色과 窒素와의 關係

근래에는 과수원의 營養 診斷을 쉽게 하기 위하여 簡易 營養 診斷用 칼라차트의 이용이 점차 확대(徐, 1994; 松浦, 1982) 되고 있어 이에 대한 기초 자료를 마련 코자 참다래 엽내 질소 함량과 엽색과의 상관계수를 조사한 결과 시기별로 큰 변화를 보였는데 7월중순에서 8월상순에 높게 나타났다(그림 3). 상관관계가 가장 높았던 8월 5일 조사에서 엽내 질소 함량이 높을수록 엽색(GY)은 녹색으로 짙어져 직선적인 회귀관계로 나타낼 수 있었다(그림 4).

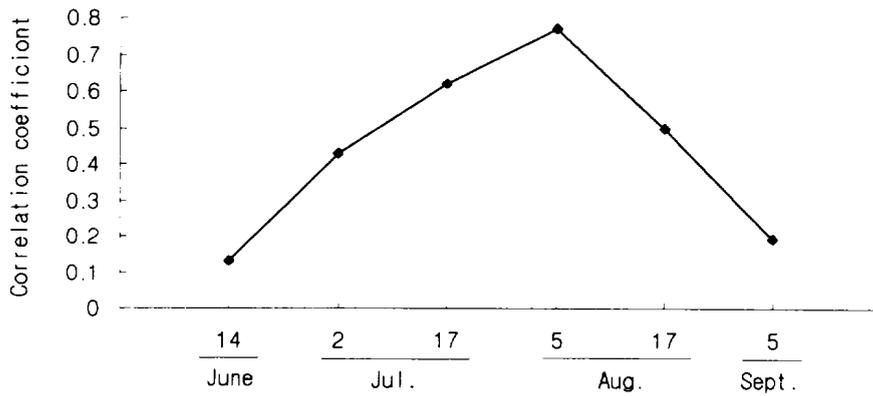


Fig. 3. Seasonal changes correlation coefficient between leaf color and nitrogen content in 'Hayward' kiwifruit leaf.

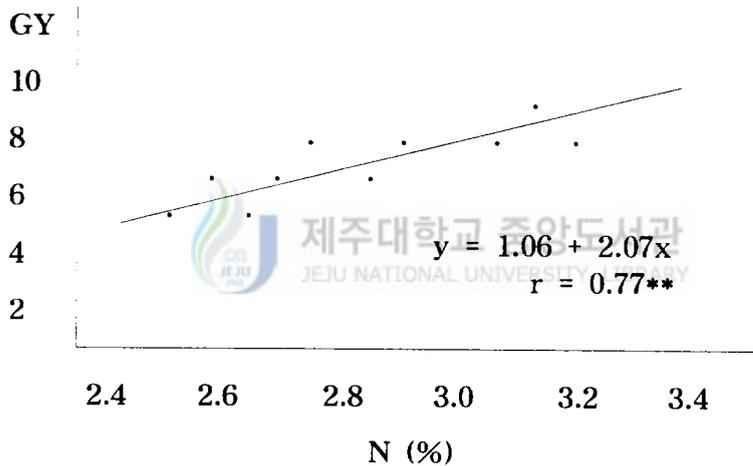


Fig. 4. Correlation between leaf color(GY) and Nitrogen content in 'Hayward' Kiwifruit leaf.

참다래 'Bruno' 품종에서 질소가 결핍된 잎은 노엽의 경우 연녹색이었고 성엽기에 있는 어린잎은 노랗게 되었다(Lionakis 등, 1985). 松浦(1982) 등은 포도의 엽색이 시간이 흐름에 따라 점점 짙어지고 질소 함

량도 점차 많아진다고 했다. 또한 사과, 와감에서 엽색과 질소 함량이 정  
의 상관을 이룬다고 하였다(金原 등, 1982 ). 포도 거봉은 전생육기 동안  
엽색과 질소는 고도로 유의한 正의 相關이 인정되어 엽색을 통한 葉內 질  
소함량의 추정이 가능한데 5월에 相關係數가 가장 높았고 이후로는 점차  
낮아진다고 하였다(徐, 1994).

엽내 질소함량이 적정범위 이상에서 조사된 이 실험결과는 엽내 질소  
함량과 엽색 사이의 상관계수가 가장 높았던 8월 5일에도 비록 두 변량  
간에 직선적인 관계가 인정되긴 하였지만 결정계수가 0.59에 불과해 엽색  
을 가지고 엽내 질소 함량을 추정하기는 어려울 것으로 보였다.



## V. 摘 要

濟州地域 참다래園의 營養診斷을 통해 참다래 樹體內 營養狀態를 파악하여 施肥基準을 설정하기 위해 연구한 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. 참다래의 葉分析 시기 결정을 위해 시기별 葉內 成分 變化를 조사한 결과 7월 중순~8월초가 葉採取에 알맞은 기간이었다.
2. 濟州地域 참다래 葉內 無機成分 平均 含量은 질소 2.74, 인산 0.20, 칼리 1.91, 칼슘 1.91, 마그네슘 0.51% , 철 147.0, 망간 160.1, 아연 54.0 $\mu\text{g/g}$  이었다.
3. 濟州地域 참다래 葉內 無機成分 含量의 豫想 臨界值를 設定하여 정상 범위를 구한 결과 질소는 2.5-3.0, 인산은 0.16-0.24, 칼리는 1.80-2.44, 칼슘은 1.95-2.63, 마그네슘은 0.39-0.63%였다.
4. 참다래 葉內 無機成分별 農家分布를 조사한 결과 질소는 54.7, 인산은 65.0, 칼리는 52.9, 칼슘은 38.8, 마그네슘은 76.2%의 농가가 정상범위에 있었다.
5. 참다래 葉柄內 無機成分 含量은 질소 1.6, 인산 0.28, 칼리 5.03, 칼슘 2.07, 마그네슘 0.93%, 철 107.6, 망간 122.6, 아연 63.2 $\mu\text{g/g}$ 이었다. 葉柄 成分含量과 葉成分 含量은 고도로 有意한 正의 相關關係를 보였다.
6. 濟州地域 참다래원 土壤의 理化學性은 pH 5.46, 有機物 9.69%, 有效磷酸 220.7 $\mu\text{g/g}$ , 置換性 칼리 1.1, 칼슘 4.1, 마그네슘 1.48, 양이온 交換容량 16.18me/100g이었다.
7. 非火山灰土壤이 火山灰土壤보다 葉內 인산과 칼리함량이 높았고

- 토양pH와, 有效磷酸 含量이 높았으며 수량도 많았다.
8. 비화산회토양에서 pH와 수량은 고도로 유의한 正의 相關을 보였다 (r=0.38\*\*).
  9. 화산회토양에서 수량은 葉內的 多量元素 모두와 葉柄內 인산 및 칼리 함량과 고도로 유의한 正의 相關을 보였고 土壤의 有機物과 有效磷酸 및 양이온 치환용량과는 負의 相關을 보였다.
  10. 비화산회토와 화산회토 모두 토양의 有效磷酸과 葉內 磷酸 含量은 고도의 正의 相關을 보였으며 화산회토양에서는 土壤有機物 含量과 葉內 窒素 含量간에 고도로 有意한 負의 相關을 보였다.
  11. 엽내 질소함량과 엽색 사이의 상관계수는 시기에 따라 달라졌는데 8월5일에 가장 컸다(r=0.77\*\*).

## VI. 引用 文 獻

Battelli, G. and Renzi. 1990. A nutritional survey of kiwi orchards in northern Italy. *Acta Horticulturae* 282 : 173-185.

Buwalda , J. G. and G. S. Smith.1990. Acquisition and utilization of carbon, mineral nutrient, and water by the kiwifruit vine. *Horticultural Reviews* 12 : 326-328.

Buwalda, J. G. and G. S. Smith. 1988. A mathematical model for predicting annual fertilizer requirements of kiwifruit vines. *Scientia Horticulturae* 37 : 71-86.

Carter Martin ,R.. 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis p141-145. Canadian Society of Soil Science.

Chapman , H. D. 1961. The status of present criteria for the diagnosis of nutrient condition in citrus. (In) 石原正義, 1982. 果樹の營養生理 p17. 農山漁村文化協.

정석문, 공성재, 이상직, 이재창. 1970. 엽분석에 의한 우리나라 복숭아나무의 영양진단에 관한 연구. *農試報告* 13(원예) : 11-18.

정석문, 임열재, 이광연. 1971. 엽분석에 의한 우리나라 포도원의 영양진단에 관한연구. *農試報告* 14 : 57-64.

Embleton, T. W. and W. Reuther. 1973. Leaf analysis as a Diagnostic tool and guide to fertilization. Reuther , W. ed : The citrus industry. III: 183-210.

Emmert, E. M. 1955. Foliar analysis results from forty connecticut apple orchards. Conn. Agr. Exp. Sta. Bull(stors) 317 : 18.

Goodall, D. W. and F. G. Gregory. 1947. Chemical composition of plants as an index of their nutritional status p17. Imperial Bureau of Hort. And Plantation Crops Tech. Comunication.

George, A. P., R. J. Nissen, R. J. Collin and G. F. Haydon. 1995. Seasonal leaf nutrient pattern and standard leaf nutrient levels for non-astringent perimmon in subtropical Australia. J. Hort. Sci. 70(5) : 807-816.

韓海龍, 金翰琳. 1969. 濟州道 柑橘의 葉分析에 關한 研究 濟州大學校論文集 1 : 275-281.

福井正夫 1985. 果樹全書 キウイ編. p 567 日本農山漁村文化協

石原正義 1982. 果樹の營養生理 p19-104. 日本農山漁村文化協

林善旭. 1994. 식물영양 비료학 p14-23. 일신사.

Kenworthy A. L. 1950. Interpreting the balance of nutrient element in leavea of fruit tees. (in) Plant analysis and fertilized problems(Walter Reutber) p28-43. Amer. Institute of Biological Science.

金種天. 1969. 葡萄 Campbel Early 品種에 發生되는 果肉黑變 現象의 誘起要因 및 防除에 關한 研究. 農試報告 12(2):1-28.

金種天, 鄭碩文, 孔聖宰. 1969. 葉分析에 의한 우리나라 柑橘樹(溫州蜜柑)의 營養狀態에 關한 研究. 農試報告 12(2) : 45-51.

金正浩. 1990. 새소독과수재배기술(1). p109-179. 농진회.

金東秀. 1988. 토양화학분석법. p226-229. 농업기술연구소.

金夢燮. 1991. 사과 苦痘病 發生과 無機成分, 品種 및 臺木의 關係. 서울대학교 박사학위논문.

金夢燮, 李漢讚, 金聖奉, 金正浩, 宋南顯, 金睦種, 辛建哲. 1993. 단감園 營養診斷에 關한 研究. 農試論文集(2) : 311-320.

金滢玉. 1974 濟州道 柑橘園 土壤의 磷酸形態 및 吸着에 關한 研究. 한국농화학회지 17(3) : 1-14.

Lalatta, F. , C. Visai and O. Failla. 1990. Application of Leaf Analysis on Kiwifruit orchards in Northern Italy. Acta Horticulturae 282 : 187-192.

Lionakis, S. M. and W. W. Schwabe. 1985. Some effect of mineral deficiencies on the growth of *Atinidia chinensis* Planch. J. Hort. Sci.60(3) : 411-422.

Macy, P. 1936. The quantititive mineral nutrient requirement of plant. Plant physiol 11 : 749-764.

松井巖. 1982. 葉의 컬러-챠트による 無袋ふじ의 營養診斷 p371-371. 日本農林水産省果樹試驗場 (編集). 果實び葉의 컬러-챠트의 開發と利用

apple in Pennsylvania orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.  
60 : 33-41.

Smith, G. S., J. G. Buwalda and C. J. Clark. 1988. Nutrient  
dynamics of kiwifruit ecosystem. Scientia Horticulturae 37  
: 87-109.

徐喜淑. 1994. Color Chart를 이용한 葡萄잎의 早期營養診斷에 關한 研  
究. 서울대학교 석사학위논문.

愼鎔華, 金滢玉. 1975. 火山灰土의 特性에 關하여. 韓土肥誌 8(3)  
: 113-119.

愼齊晟, 嚴基泰. 1980. 火山灰土壤의 Phosphorus Retention Value에  
關하여. 農試報告 22 : 7-13.

辛建哲, 崔鍾升, 金夢燮, 金聖奉, 金正浩, 文鍾烈, 李溶宰. 1988. 倭性사  
과 營養診斷에 關한 研究. 農試論文集(園藝篇) 30(3) : 38-48.

辛建哲, 文鍾烈, 崔鍾升, 金聖奉. 1984. 葡萄 房枯症狀에 關한 研究. 農試  
報告 26(2) : 10-14

Song, K. C. and Muneehide I. 1992. Effect of Solution pH Ion  
Transport in Allophanic Andisol. Soil Sci. Plant Nutr.38(3)  
: 477-484.

宋寬哲. 1982. 濟州道 土壤의 化學的 特性 調查 研究. 서울대학교 석사  
학위논문.

宋寬哲, 柳順昊. 1991. 濟州道 代表土壤의 Andic特性에 관한 研究. 韓土肥誌 24(1) : 86-94.

Strik, B. C. 1997 Fertilization of Established Kiwifruit Vines. Growing Kiwifruit. Oregon state University Extension Publication. (In) Internet site.

嚴基泰, 朱永熙, 李景洙, 愼鏞華. 1977. 濟州道 綜合開發 計劃을 위한 土壤特性의 研究. 農試報告 19 : 1-19.

Warrington, I. J. and G. C. Weston. 1990. Kiwifruit: Science and Management p 273-280.

柳順昊, 宋寬哲. 1984. 濟州道 土壤의 化學的 特性 調查研究. 韓土肥誌 17 : 1-6.

柳順昊, 宋寬哲. 1992. 土壤과 農業資源. p41-56. 서울대학교.

尹勤煥. 1967. 사과, 배나무 營養診斷에 관한 研究. 農試報告 10(2) : 1- 36.

이재석. 1989. 토양과 식물영양(II). 홍익출판사. p25-28.

李光然 朴興燮, 金正浩, 尹勤煥. 1963. 葉分析에 依한 사과원의 營養狀態 調查. 農試報告 5 : 113-129.

이상규, 차규석, 김인탁, 1983. 제주도 화산회토양의 이화학적 특성 및 유기물 성상에 관한 연구. 韓土肥誌 6(1) : 20-26

## 감사의글

이 논문이 완성되기까지 지도와 격려를 아끼지 않으신 문두길 교수님과 한해룡교수님께 감사드리오며 바쁘신 가운데도 세심하게 논문을 바로잡아주신 제주농업시험장 김휘천과장님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 평소 애정과 관심으로 이끌어주신 백자훈교수님, 장전익교수님, 박용봉교수님, 소인섭교수님, 강훈교수님께도 감사드립니다.

시료채취와 분석을 도와주신 제주농업시험장 김두섭 선생님, 강애신씨, 이운영씨 그리고 동료직원들과 자료 정리에 많은 도움을 주신 한국농업전문학교 김몽섭교수님께 감사드립니다.

또한 늘 건강을 염려하여주신 부모님과 어려움속에서도 원고를 마칠수 있도록 도와준 아내와 현영, 현우와 이 보람을 함께 나누고자 하며, 세분 누님과 두 동생에게도 이 작은 결실을 전합니다.