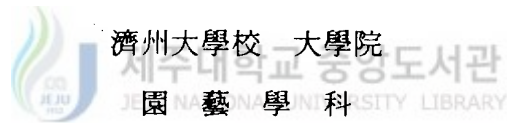


碩士學位論文

洞庭橘(*Citrus erythrosa*)을 母本으로한 몇개의  
交配組合에 있어서 幼苗 生育形質의 變異와  
同位酵素의 遺傳



玄 祐 宅

1994 年 12 月

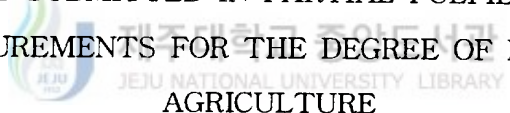
---

Genetics of Leaf Isozymes and Variations of Growth  
Characters in Hybrid Seedlings of *Citrus erythrosa*  
with Several Male Parents.

Woo-taek, Hyeon

(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

1994. 12.

洞庭橘을 母本으로한 몇개의 交配組合에 있어서  
幼苗 生育形質의 變異와 同位酵素의 遺傳

指導教授 文 斗 吉

玄 祐 宅

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

1994年 12月 日

玄祐宅의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員 長

白 子 勳



委

員

文 斗 吉

委

員

金 漢 鏞

濟州大學校 大學院

1994年 12月 日

# 目 次

Summary	1
I. 緒論	3
II. 研究史	5
III. 材料 및 方法	8
1. 人工受粉	8
2. 生育形質 調査	8
3. 電氣泳動	9
1) 分析對象植物 및 試料調製	9
2) 電氣泳動	9
4. 統計分析 및 同位酵素의 解析	9
IV. 結果 및 考察	10
1. 交配組合別 着果 및 實生個體 獲得	10
2. 交配組合別 幼苗의 生育形質 變異	11
3. 同位酵素의 遺傳型 分離	21
4. 同位酵素 遺傳子の 聯關	23
V. 摘要	28
參考文獻	29

## Summary

Monoembryonic *C. erythrosa* Hort. ex Tanaka, a biotype of *Citrus* growing in Cheju island, was artificially pollinated with pollens of 4 male parents; *C. iyo* Hort. ex Tanaka(cross EI), *C. natsudaidai* Hayata 'Hwangkuem'(cross EN), *C. platymamma* Hort. ex Tanaka(cross EP), and *C. hassaku* Hort. ex Tanaka(cross EH). Growth characteristics of the zygotic seedlings of 4 crosses 1.5 years after germination were measured. Leaf extracts of the zygotic seedlings of two crosses of EI and EP were analyzed by starch gel electrophoresis for isozymes of glutamate oxaloacetate(GOT), leucine aminopeptidase(LAP), phosphoglucose isomerase(PGI), phosphoglucomutase(PGM), and superoxide dismutase(SOD). Gene segregation and linkage were examined. The results obtained are summarized as follows:

- 1) Cross EN showed the highest ratios of fruits harvested to flowers artificially pollinated and seed germination.
- 2) Plant height was higher in crosses of EH and EN, and trunk circumference was longest in cross EN.
- 3) Number of summer shoots was similar among all crosses, while mean length of summer shoot was longest in cross EN.
- 4) Leaf length of zygotic seedlings was shorter than those of their both parents in all crosses, leaf width and leaf shape index were intermediate between those of their male and female parents except with cross EP showing narrower leaf than those of its both parents.

- 5) Genes specifying 5 isozymes analyzed, segregated as theoretically in both crosses of EI and EP.
- 6) Two gene pairs of *Got-1/Pgi-1* and *Lap/Pgm* seemed to be linked with the recombination frequencies of 28-35% and 34-47%, respectively.
- 7) The gene pair of *Lap/Pgi-1* was confirmed to be linked with the recombination frequency of 9.1%.



## I. 緒 論

1960년대부터 급성장하기 시작한 濟州道の 柑橘産業은 '93년 현재 노지 21,479ha, 시설 296ha, 생산량 62만톤으로 총 조수익이 3,948억원에 이르러<sup>41)</sup> 제주지역 경제를 이끌어 가는 주요산업이 되었다.

柑橘은 三韓時代 또는 그 이전의 선사시대 부터 제주도에 자생해온 것으로 추정되고 있으며 재배의 역사는 확실히 밝혀지지는 않았지만 고문헌상에 나타난 것을 종합해 볼때 고려시대 중엽에서 부터 활발한 재배가 이루어 졌다고 추측하고 있다.<sup>42)</sup>

在來 柑橘은 오랜기간 지역풍토 조건에 적응하여 왔기 때문에 외국에서 도입되고 있는 우량품질의 系統에 지역적응성을 부여시키기 위해 이들 새로운 系統과 在來柑橘과의 交配育種의 필요성이 논의 되어 왔고<sup>18,30,31)</sup>, 濟州 在來 柑橘에 대한 특성조사<sup>29)</sup>가 이루어졌다. 최근에는 UR로 인한 국제간의 품질경쟁에서 우위를 차지하기 위해 柑橘育種 연구가 더욱 강화되어야 할 시점에 있다.

柑橘屬의 대부분의 種들은 珠心胚를 형성하기 때문에<sup>12)</sup> 交雜育種시 交雜實生과 珠心胚實生을 구별해야 하는 문제에 부딪히게 된다. 열매가 달린 다음 交雜實生과 珠心胚實生을 구별하게 되면 母系와 遺傳的 組成이 동일한 珠心胚實生도 5-10년정도를 재배해야 하기 때문에 감귤의 交雜育種은 그 효율성이 매우 낮다. 또한 多胚性이라는 柑橘의 특수한 생식특성 때문에 遺傳子 分離比 및 聯關을 검토하기 위한 交雜集團을 얻으려면 單胚性인 母本을 선택하여 人工交配해야하는 어려움으로 인하여 감귤의 遺傳에 대한 연구는 극소수의 집단에 제한되어 있다.

交雜實生으로 얻은 개체에서 幼苗단계에 검출되는 여러가지 형질 중에서 미래의 그 나무에서 생산되는 과실의 형질과 높은 相關關係를 나타내는 형질이 있으면 그 형질을 기초로 育種作業의 效率을 높일 수 있을 것이다.

본 연구의 목적은 濟州 在來 柑橘 가운데 單胚性이라고 알려진 洞庭橘을 母本으로 하는 몇개의 交配組合을 얻어 각 交配集團에 대한 초기 생육특성을 관찰하고, 두개의 交配組合을 대상으로 遺傳子分離가 예상되는 glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), leucine aminopeptidase(LAP), phosphoglucose isomerase(PGI),

phosphoglucosmutase(PGM), superoxide dismutase(SOD) 등 5개 酵素系의 同位酵素 遺傳子 分離 및 聯關을 분석함으로써 在來柑橘에서 分子水準의 遺傳標識에 대한 정보를 얻어내어 淸후 柑橘育種에 대한 기초자료를 얻고자 하였다.





## II. 研究史

최근까지 柑橘類의 交雜育種은 單胚性인 품종을 母本으로 하여 이용되는 경우가 대부분이었다. 재배가치가 높고 경제성이 있는 雜種個體를 얻기 위해서는 우수한 형질을 보유한 品種을 母本으로 하여 交雜하는 것이 기본 요소가 된다. 그러나 대부분의 柑橘類, 또는 우량형질을 보유하여 재배적, 경제적 가치가 높은 溫州蜜柑이나 오렌지류 등은 多胚性이어서 人工交配를 해서 얻은 종자를 파종해도 交雜實生을 얻을 확률은 극히 낮다. 이러한 문제들로 인하여 지금까지 交雜實生에서의 획득율을 높이기 위한 많은 연구가 이루어져 왔다.

탱자의 三出複葉은 交配時 單葉에 대해 優性形質로 나타나므로<sup>6)</sup>, 多胚性 柑橘의 交配實驗은 주로 탱자가 花粉親으로 이용되어 왔다<sup>1,27,36)</sup>. 柑橘에 있어서 遺傳的 機作이 확실히 밝혀진 형태적 특성은 三出複葉 이외에는 거의 없는 실정이다. 花粉親의 형태적 형질이 種子親과 판이하게 다른 경우에는 형태학적으로도 交雜實生과 珠心胚實生을 구별할 수 있지만<sup>52)</sup> 自花受粉과 같이 양친의 형태가 같거나 또는 비슷할 때에는 交雜實生의 識別이 극히 어렵다. 양친의 형질이 상당히 다른 경우에도 母本을 닮은 交雜實生은 珠心胚로 誤判될 수 있다<sup>12)</sup>.

堀內<sup>20,21,22)</sup>은 多胚性인 溫州蜜柑을 母本으로한 交雜集團에서 單胚性 種자가 존재하는 것을 발견하고 이들 종자들로부터 交雜實生을 얻을 가능성이 있다고 하였다. 또한 單胚性 種자와 多胚性 種자는 외관상 형태적인 차이가 있어서 육안으로도 식별이 가능하다고 하였고, 多胚性 品種인 溫州蜜柑을 母本으로 하여 얻은 實生個體에 대해서 잎의 형태적 차이에 따라 交雜實生과 珠心胚實生을 識別할 수 있다고 하였다. 池田<sup>24,25)</sup>는 葉內 精油成分에 따라 交雜實生과 珠心胚實生의 識別이 가능하다고 하였으며 近泉와 松本<sup>8)</sup>도 감귤의 舊葉, 春葉, 秋葉에 대한 葉內 精油 成分에 대하여 검토하고 精油成分이 交雜實生의 早期檢定에 이용될 수 있다고 하였다. 그리고 Pieringer 등<sup>45)</sup>은 柑橘의 品種과 系統의 分類에서 葉內 精油成分이 효과적이라고 하였다.

酵素의 특이성이 동일하면서 分子의 형태가 다른 단백질들<sup>37)</sup>을 지칭하는 同位酵素의 분석은 種 또는 그 이하의 分類學的 연구에 유용하다<sup>14,51)</sup>. 원예작물에 있어서 同位

酵素分析을 이용하여 사과<sup>60)</sup>, 감<sup>32)</sup>, 앵두<sup>28)</sup>, 딸기<sup>4)</sup>, 포도<sup>43)</sup>, 동양난<sup>19)</sup> 등 여러 분야에서 品種區分을 위한 수단으로 이용되고 있고 감귤<sup>26,33,38,39)</sup>, 복숭아<sup>7,44)</sup>, 아몬드<sup>2)</sup>, 아보카도<sup>34)</sup> 등에서 種間交雜에서 交雜 여부를 확인하기 위한 遺傳標識로서 활용할 수 있음이 보고되고 있다.

柑橘에서 同位酵素의 존재는 莖頂部位의 esterase(EST), leucine aminopeptidase (LAP), peroxidase(PX) 및 amylase의 同位酵素 組成에 대하여 Warner와 Upadhy<sup>59)</sup>에 의해 처음 보고 되었다. 柑橘屬의 種 또는 系統사이의 類緣關係를 검토하기 위하여 Esen과 Soost<sup>11)</sup>, 上野<sup>57)</sup>는 PX, Esen과 Scora<sup>10)</sup>는 amylase 同位酵素를 비교분석하였고 平井 등<sup>16,17)</sup>은 GOT 등 8개 遺傳子分析을 통해서 東南亞地域, 中國, 日本에서 재배 또는 자생하는 品種을 대상으로 지역간 遺傳型의 차이와 품종간의 類緣關係를 추적 하였다.

Iglesias 등<sup>23)</sup>은 柑橘育種時 同位酵素를 이용하여 交雜實生과 珠心胚實生을 早期에 識別하려는 연구를 하였는데, 발아후 20일 된 幼苗의 잎을 供試하여 PX와 EST를 분석하여 遺傳的 機作이 밝혀지지 않은 상태에서 母本에는 없고 父本에만 존재하는 同位酵素가 나타나는 實生을 雜種으로 判別하였다. 上野·西浦<sup>58)</sup>는 珠心胚實生은 母本과 같은 PX 組成을 갖는다는 것을 확인하고 溫州蜜柑×八朔, 溫州蜜柑×탱자 및 日向夏×福原오렌지 등의 交配組合을 분석한 결과 이들의 잡종중 약 절반은 母本과 동일한 PX 組成을 보인 반면 伊豫柑×溫州蜜柑 조합의 雜종은 30개중 23개체가 母本과 같았다고 보고하였다. 柑橘에 있어서 PX 同位酵素에 대해서는 다른 어느 酵素 보다도 많은 연구보고가 있지만 그 遺傳型이 확실히 밝혀지지 않아 PX 同位酵素에 의한 交雜實生の 判別효율은 분명치 않다고 報告되고 있다<sup>5,35,50,53)</sup>.

Torres 등<sup>54,55,56)</sup>은 banding pattern이 비교적 간단한 PGI, PGM 등 9種의 同位酵素에 대해 12개의 遺傳子를 부여하여 그 遺傳型을 밝히고 遺傳子の 分離 및 聯關狀態의 검토를 통하여 柑橘의 遺傳育種에의 응용을 논하였다. Ashari 등<sup>3)</sup>은 만다린類의 種 또는 品種과 雜種 등 19系統을 구별하기 위하여 19개의 遺傳子座로 설명되는 16酵素系로 분석한 결과 3系統을 제외하고는 모두 구별된다고 하였다. 또한 이들 遺傳子の 분석을 통하여 몇몇 種 또는 品種의 기원을 추정하였다. Gogorcena 등<sup>13)</sup>은 식물체 기

관별 同位酵素를 분석하여 만다린류의 잡종을 식별하였다. 최근 Rahman<sup>46)</sup>은 4개의 屬間雜種 개체군에서 GOT 同位酵素에 대하여 2개의 遺傳子를 부여하여 遺傳機作을 검토하였다.

Soost 등<sup>49)</sup>은 PGI와 PGM의 同位酵素를 遺傳標識로 하여 'King' tangor × 'Parson Special' 만다린의 조합에서 交雜實生의 判別법을 실증하고 遺傳子의 分離가 이론치와 잘 일치함을 報告하였고, Moore와 Castle<sup>39)</sup>은 자연상태에서 受粉된 柑橘臺木의 15品種集團을 대상으로 형태적인 방법과 同位酵素遺傳型을 이용한 交雜實生의 判別효율을 비교하였는데 형태적으로는 분명치 않거나 交雜實生과 珠心胚實生을 잘못 판단한 경우에 있어서도 同位酵素 分析에 의해 정확히 判別할 수 있었다고 하였다.

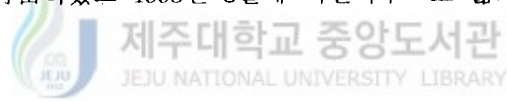
우리나라에서의 柑橘類에 대한 同位酵素 分析은 文<sup>36)</sup>에 의해서 처음 報告 되었는데 濟州 在來 柑橘을 대상으로 PX의 表現型을 밝히고 PGI, PGM 등 5종의 酵素系를 분석하여 7개의 遺傳子座로 해석하였으며, 23種 또는 品種으로 이루어지는 253개의 可能 交配組合에 대해 交雜實生의 判別효율을 추정하였고 高<sup>33)</sup>는 濟州 在來 柑橘에 대해 HK, LAP, SOD 등 3種의 同位酵素에 대한 遺傳型을 추가로 분석하고 이들 酵素系를 이용한 交雜實生의 判別效率를 추정하는 한편 伊豫柑과 日向夏에서 同位酵素의 遺傳機作을 검토하였다.

최근에는 식물체의 DNA를 이용한 RFLP(restriction fragment length polymorphism)와 RAPD(random amplified polymorphic DNAs)方法을 品種分類에 응용하는 한편 育種을 위한 選拔 標識因子로 활용하는 研究가 활발히 進行되고 있고<sup>15,37)</sup> 柑橘類에서도 遺傳子地圖를 작성하려는 연구가 同位酵素 分析과 더불어 DNA水準에서 이루어지고 있다<sup>9,15,26,40,47)</sup>.

### III. 材料 및 方法

#### 1. 人工受粉

交配組合은 애월읍 광령리에 있는 수령 약 250~300년 되는 洞庭橘(*Citrus erythrosa* Hort. ex Tanaka : 제주도 지정보호수 26호)을 母本으로 하고 伊豫柑(*C. iyo* Hort. ex Tanaka), 黃金夏橘(*C. natsudaikai* Hayata 'Hwangkeum'), 瓶橘(*C. platymamma* Hort. ex Tanaka), 八朔(*C. hassaku* Hort. ex Tanaka)을 花粉親으로 한 4개 組合을 설정하였다. 花粉親의 개화직전 꽃봉우리를 따서 葯을 채취하여 25℃ 항온기에서 開葯시켜 花粉을 얻었다. 人工受粉은 1992. 5. 22~24일 사이에 交配母本의 개화직전 꽃봉우리의 수술을 제거한 후 人工受粉 시켜 봉지를 씌우고 labeling 하였다. 生理的 落果가 끝났다고 생각되는 7월 중순에 봉지를 벗기고 각 交配組合을 구분할 수 있게 색깔을 달리한 라벨을 부착시켜 두었다. 果實이 완전히 착색된 12월 중순에 收穫하여 同一果實內에 있는 種子들끼리 각기 다른 petridish에 넣어 25℃ 항온기에서 發芽시킨 후 각 개체별로 육묘포트에 옮겨심어 西歸浦市 所在 濟州大學校 亞熱帶農業研究所의 온실에서 育苗하였고 1993년 5월에 비닐하우스로 옮겨 본 시험에 供試하였다.



#### 2. 生育形質 調査

'94년 10월에 伊豫柑 交雜集團 193개체, 黃金夏橘 交雜集團 183개체, 瓶橘 交雜集團 111개체, 八朔 交雜集團 68개체를 대상으로 樹高는 지표에서 부터 나무의 최상부 가지의 높이를 측정하였으며, 幹周는 지상부 5cm되는 부위에서 재었다. 夏枝의 생육은 당해년도 여름에 발생한 가지를 조사하였고, 葉形質은 각 개체의 春葉中 중간크기의 잎 5매씩을 임의선정하여 조사하였다. 葉型指數는 葉長을 葉幅으로 나누어 算出하였다.

### 3. 電氣泳動

#### 1) 分析對象植物 및 試料調製

遺傳子 分離가 예상되는 洞庭橘×伊豫柑, 洞庭橘×瓶橘 두개의 交配集團에서 각 100개체 정도씩 선택하여 1994년 봄에 發生한 건전한 葉을 供試하였다.

포장에서 잎을 채취하여 실험실에서 軟性洗劑(PonPon)와 수돗물로 씻었다. 이것을 증류수로 헹구고 나서 화장지로 물기를 깨끗이 닦아내고 플라스틱 봉지에 넣어 4℃에서 保管하면서 同位酵素 分析에 이용하였다.

試料調製는 두가지 방법으로 하였는데, 첫번째 방법으로는 主脈을 제외한 葉身을 여러겹으로 말아 簾紙 사이에 넣어 눌러 흘러나오는 즙액을 4×8mm 또는 적절한 크기의 濾紙切片에 흡착시켰다. 두번째 방법은 葉身 10mg과 해당 겔 緩衝液 20 $\mu$ l를 미리 냉장시켜 두었던 乳鉢에서 갈아 濾紙切片에 흡착시켜 試料로 이용하였다.

#### 2) 電氣泳動

160(w)×200(l)×8(h)mm 크기의 12% 전분 겔을 만들어 2~5℃의 冷藏庫內에서 水 平式으로 電氣泳動하였다. 陰電極쪽에서 4cm되는 위치에서 겔을 수직으로 잘라, 잎의 汁液을 흡착시켜둔 濾紙切片을 끼워 넣었다. 겔의 건조와 오염을 방지하기 위하여 겔 표면을 Kitchin Wrap으로 덮고 定電流를 通電하였다. GOT, PGI 및 PGM 등의 緩衝液, 電氣泳動 方法 및 發色方法은 文<sup>38)</sup>에 준하였으며 LAP와 SOD의 發色方法은 高<sup>33)</sup>의 方法에 따라 수행하였다.

### 4. 統計分析 및 同位酵素의 解析

生育形質에 대한 統計分析은 PC용 SAS 통계프로그램을 이용하였으며, 同位酵素의 表現型 解析은 Torres 등<sup>54,55,56)</sup>의 方法으로 遺傳子 및 對立因子를 명명하였고 遺傳子의 分離比에 대한 適合度 및 獨立性 檢定은 G-統計量<sup>46)</sup>을 산출해서  $\chi^2$ -分布表와 비교하여 有意성을 檢定하였다.

### III. 結果 및 考察

#### 1. 交配組合別 着果 및 實生個體 獲得

各 交配組合別 着果率은 표 1에서와 같이 瓶橘 花粉親에서가 가장 좋았고 八朔 花粉親에서 낮았다. 收穫果率(着果數에 대한 收穫果率)은 黃金夏橘 花粉親에서 가장 많았고 八朔 花粉親에서 가장 적었는데 이는 봉지를 벗긴 후에도 生理的 落果가 지속되었기 때문으로 생각된다. 交配組合別 과실당 종자수는 瓶橘組合이 가장 많았고 발아율은 黃金夏橘조합이 가장 좋았으며 伊豫柑조합이 가장 낮았다(표 2).

Table 1. Effect of artificial pollination on the fruit set in *C. erythrosa*.

Item	No. of flowers pollinated	No. of fruits set (a)	% fruit set	No. of fruits harvested (b)	$\frac{(b)}{(a)} \times 100$
<i>C. iyo</i>	150	109	73	45	41
<i>C. natsudaidai</i> 'Hwankgeum'	100	68	68	36	53
<i>C. platymamma</i>	100	81	81	29	36
<i>C. hassaku</i>	100	53	53	15	28

Table 2. Effect of artificial pollinators on number of fruits, seeds and seedlings in the zygotic populations derived from *C. erythrosa* as female parent.

Item	No. of fruits	No. of seeds per fruit	No. of seedlings germinated(a)	% germination	No. of seedlings remained after 1.5 years(b)	$\frac{(b)}{(a)} \times 100$
<i>C. iyo</i>	45	8.6	7.1	83	4.8	68
<i>C. natsudaidai</i> 'Hwankgeum'	36	7.0	6.8	97	4.9	72
<i>C. platymamma</i>	29	9.1	8.3	91	4.6	55
<i>C. hassaku</i>	15	8.3	7.4	89	4.5	61

## 2. 交配組合別 幼苗의 生育形質 變異

交配集團別 樹高의 분포는 그림 1과 같다. 伊豫柑과 瓶橘을 花粉親으로 한 交配集團은 樹高가 10~120cm, 黄金夏橘과 八朔을 花粉親으로 한 交配集團은 20~120cm의 범위에 분포하고 있는데 伊豫柑과 黄金夏橘 花粉親 交配集團의 분포는 정규분포에 가까웠으나 瓶橘과 八朔 花粉親의 交配集團은 중심치를 중심으로한 집중경향이 거의 없었다. 樹高平均은 黄金夏橘과 八朔 花粉親 交配集團에서 큰 편이었으며 변이계수는 瓶橘 花粉親 交配集團이 큰 편이었다(표3).

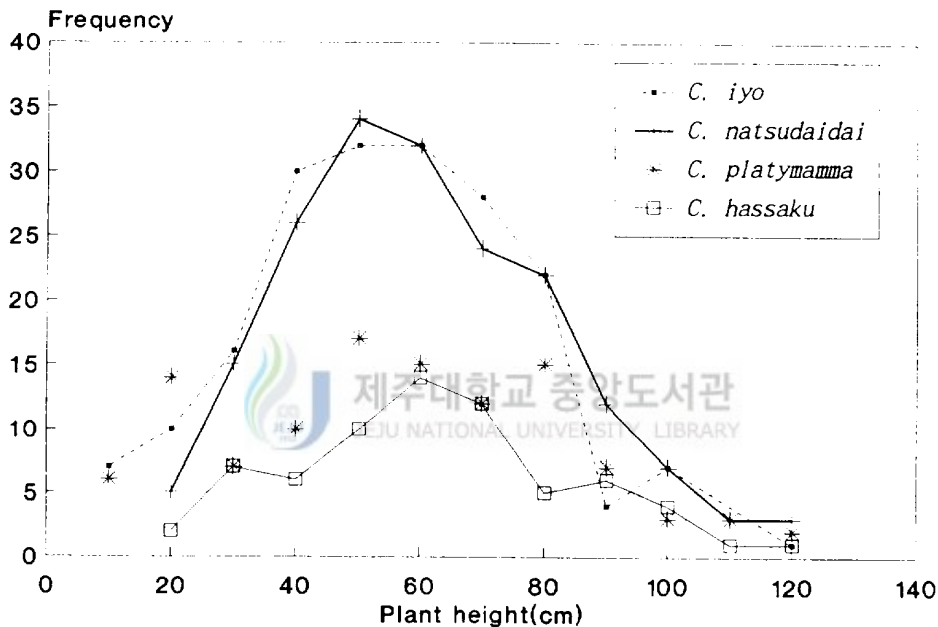


Fig 1. Distribution of plant height in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.

그림 2는 交配集團別 幹周의 분포를 나타낸 것인데 交配集團別 분포의 차이는 樹高의 분포와 비슷하였다. 黄金夏橘 交配集團에서의 평균幹周가 4.1cm로 가장 길었고 伊豫柑 交配集團의 평균은 3.6cm로 가장 짧았다(표 3). 瓶橘 交配集團에서는 樹高에서와 같이 다른 交配集團보다 변이계수가 컸다.

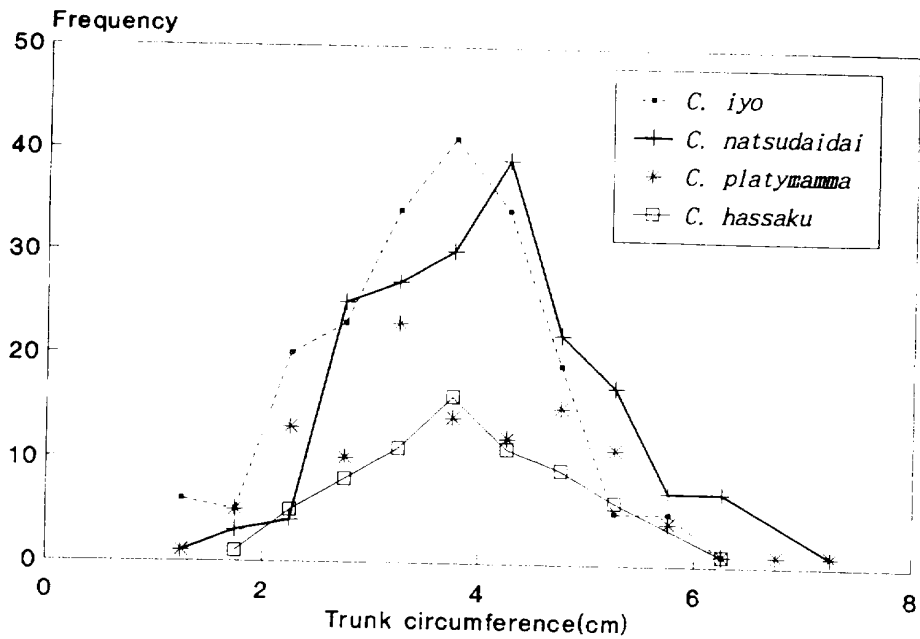


Fig 2. Distribution of trunk circumference in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.

Table 3. Effect of pollinators on plant height and trunk circumference in the zygotic populations derived from *C. erythrosa* as female parent.

Cross combination <sup>2)</sup>	Plant height(cm)		Trunk circumference(cm)	
	Mean ± S.E	C.V.	Mean ± S.E	C.V.
E I	55.4 ± 1.53	38.5	3.6 ± 0.07	27.3
EN	62.1 ± 1.64	35.5	4.1 ± 0.08	25.7
EP	57.3 ± 2.61	47.9	3.8 ± 0.11	31.0
EH	62.8 ± 2.74	36.0	3.9 ± 0.11	23.8
F-value	3.13**		6.56**	

<sup>2)</sup>E I *C. erythrosa* × *C. iyo*

EN *C. erythrosa* × *C. natsudaidai* 'Hwangkeum'

EP *C. erythrosa* × *C. platymamma*

EH *C. erythrosa* × *C. hassaku*



夏枝의 평균길이(그림 3)와 마디수(그림 4)의 분포는 모든 交配集團에서 오른쪽으로 편이되는 경향이있으며 夏枝의 마디길이(그림 5)의 분포는 伊豫柑과 黄金夏橘 화분친 交配集團 그리고 瓶橘과 八朔 화분친 交配集團이 각각 비슷하였다.

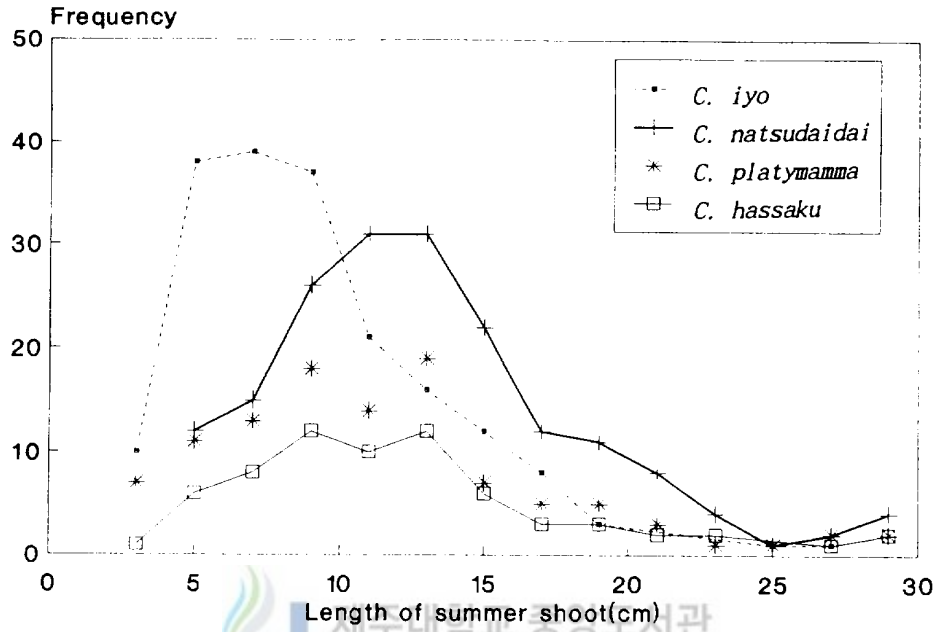


Fig 3. Distribution of mean length of summer shoot in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.

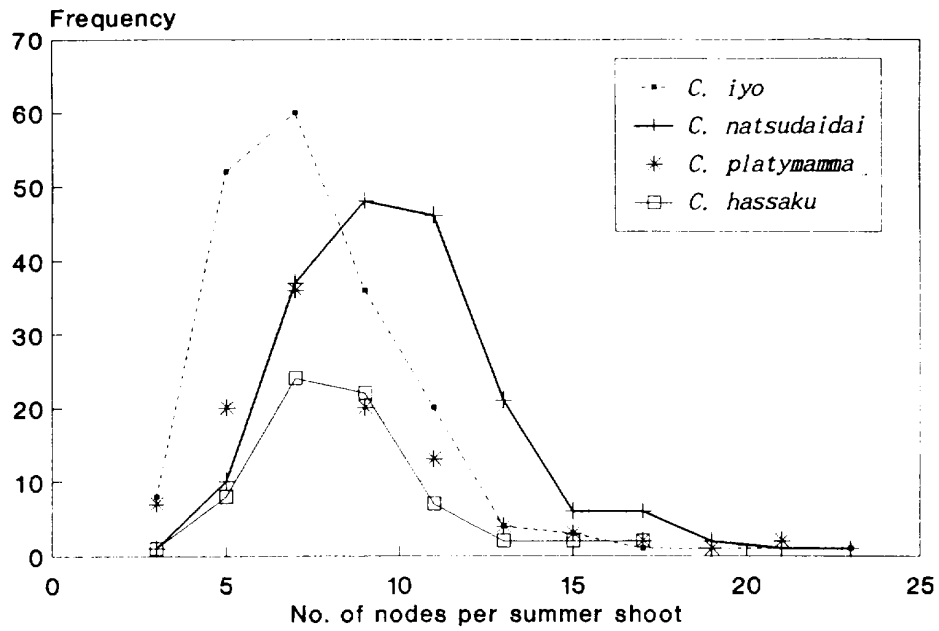


Fig 4. Distribution of numbers of nodes per summer shoot in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.

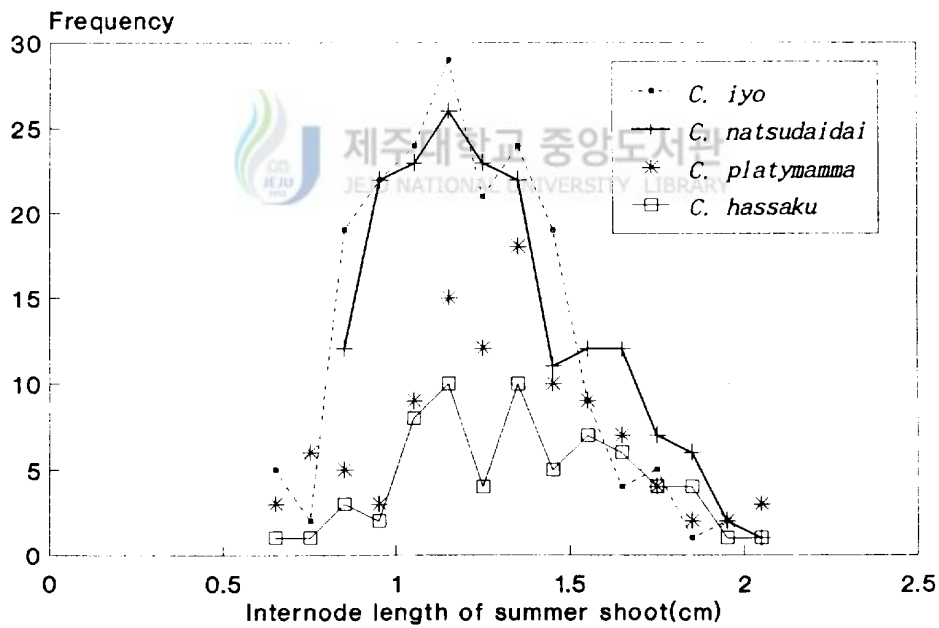


Fig 5. Distribution of internode length of summer shoot in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.

夏枝의 평균길이는 黄金夏橘 交配集團이 13.3cm로 가장 길었고 伊豫柑 交配集團에서 9.2cm로 가장 짧았다. 夏枝의 마디수는 黄金夏橘 交配集團에서 10.3개로 가장 많았고 변이계수도 적었다. 交配集團別 마디길이는 伊豫柑 交配集團과 黄金夏橘 交配集團에서 1.2cm와 1.3cm 였고, 瓶橘 交配集團과 八朔 交配集團에서는 다 같이 1.4cm였으나 변이계수는 각각 70.3, 32.7%로 차이가 컸다(표 4).

Table 4. Effect of pollinators on the growth of summer shoot in the zygotic populations derived from *C. erythrosa* as female parent.

Cross combination <sup>2)</sup>	Mean length of summer shoot		No. of nodes per summer shoot		Internode length of summer shoot	
	Mean±S.E	C.V.	Mean±S.E	C.V.	Mean±S.E	C.V.
E I	9.2±0.17	67.7	7.3±0.11	51.8	1.2±0.01	30.8
EN	13.3±0.24	63.0	10.3±0.14	48.2	1.3±0.01	37.9
EP	11.8±0.38	86.8	8.1±0.19	63.6	1.4±0.04	70.3
EH	12.5±0.47	77.0	8.4±0.23	55.6	1.4±0.02	32.7
F-value	18.47***		23.25***		7.08***	

<sup>2)</sup> See table 3.



각 交配集團別 葉長의 분포(그림 6)는 八朔 交配集團에서 다른 交配集團보다 변이가 큰 분포를 보였고 나머지 세 交配集團에서는 비교적 정규분포에 가까웠다. 葉幅의 분포(그림 7)는 八朔 交配集團에서 왼쪽으로의 편이를 보인 반면 다른 交配集團에서는 중심치에서 오른쪽으로 편이되었다. 伊豫柑 交配集團과 黄金夏橘 交配集團에서는 분포의 범위가 대략 1.5cm~4.6cm로 비슷하게 나타났고 瓶橘 交配集團에서의 분포 범위는 1.5cm~4cm, 八朔 交配集團에서는 2cm~4.6cm로 두 집단간에 뚜렷한 차이를 보였다. 葉形指數(그림 8)는 伊豫柑, 黄金夏橘, 瓶橘을 화분친으로한 交配集團에서는 정규분포에 가까운 분포를 보였고 이들 세 집단의 범위도 비슷하였지만 八朔 交配集團에서는 쌍봉형 분포를 보이며 다른 交配集團보다 작은 범위의 분포를 보였다.

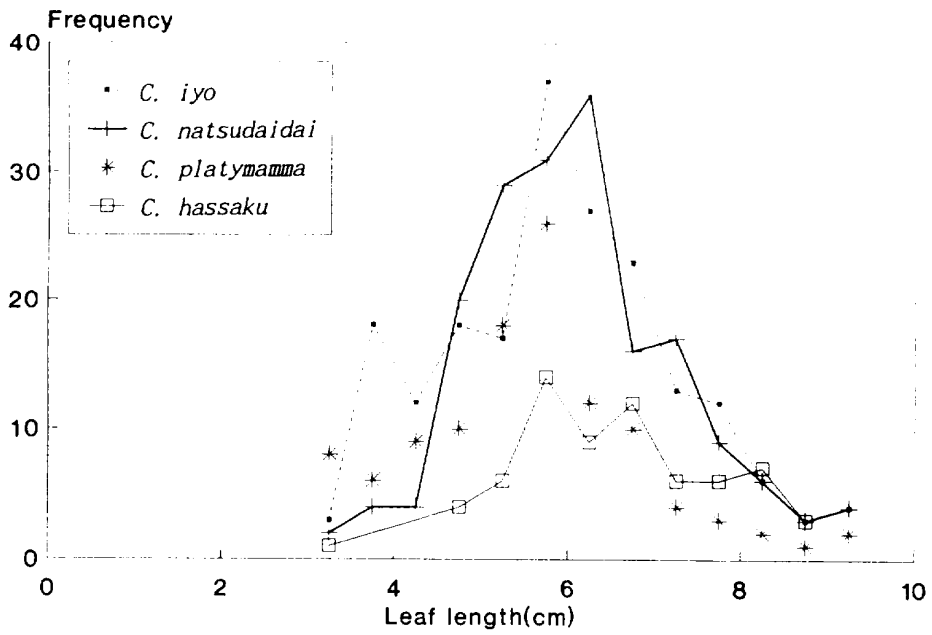


Fig 6. Distribution of leaf length in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.

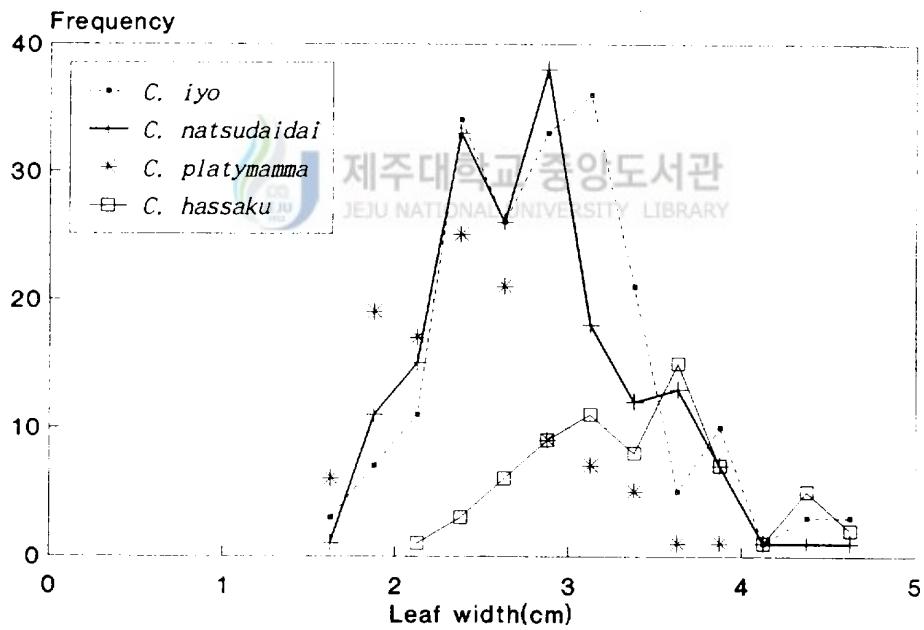


Fig 7. Distribution of leaf width in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.

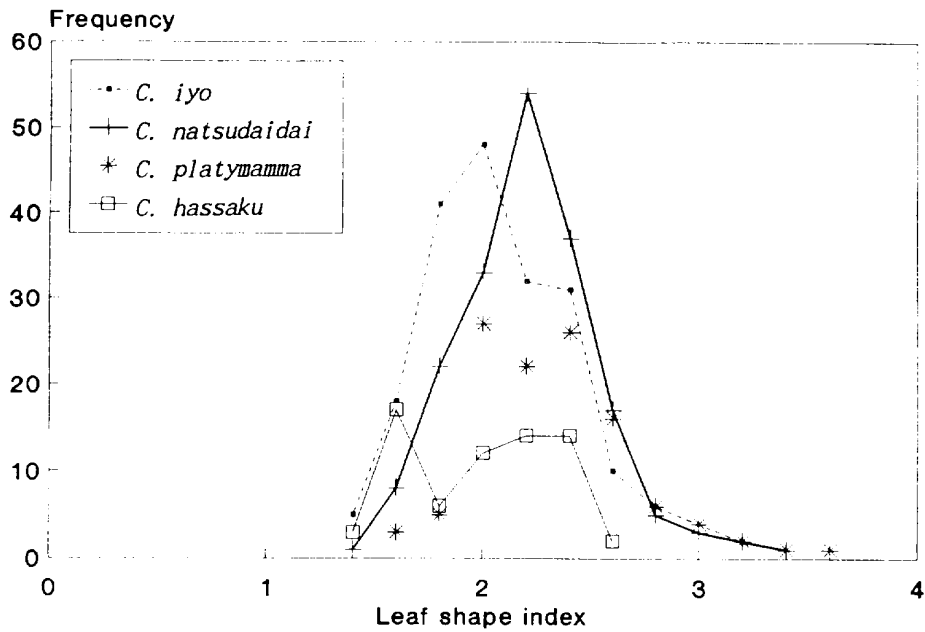


Fig 8. Distribution of leaf shape index in the zygotic populations of *C. erythrosa* with several pollinators.



표 5는 母本과 花粉親의 葉形質을 나타낸 것으로 化分친으로 쓰였던 모든 품종이 모본인 洞庭橘보다 葉長과 葉幅이 컸고, 잎의 모양을 나타낸 葉形指數는 瓶橘이 가장 커 길쭉한 형태의 잎이었고 八朔의 잎 형태가 가장 둥근 모양이었다.

각 交配集團別 엽형질은 표 6과 같았다. 葉長은 모든 交配集團에서의 양친의 葉長보다도 짧았다. 葉幅은 瓶橘 交配集團에서 2.4cm로 양친의 葉幅보다 좁게 나타났고 이를 제외한 나머지 세 交配集團에서는 양친의 葉幅 중간크기를 보였다. 葉形指數는 伊豫柑과 瓶橘을 化分친으로한 交配集團에서 양친의 葉形指數보다 작았고 黃金夏橘과 八朔을 化分친으로한 交配集團에서는 양친의 중간값으로 나타났다.

Table 5. Characters of leaves in *C. erythrosa* as female parents and pollinators.

Item	Leaf length		Leaf width		Leaf shape index
	Mean ± S.E	C.V.	Mean ± S.E	C.V.	Mean
Parents					
<i>C. erythrosa</i>	7.0 ± 0.17	16.72	2.7 ± 0.07	17.23	2.6
<i>C. iyo</i>	7.4 ± 0.18	17.30	3.3 ± 0.08	18.03	2.2
<i>C. natsudaidai</i> 'Hwangkeum'	7.6 ± 0.15	13.88	3.9 ± 0.10	18.19	2.0
<i>C. platymamma</i>	7.4 ± 0.12	11.59	2.8 ± 0.06	15.81	2.6
<i>C. hassaku</i>	9.0 ± 0.20	15.81	5.2 ± 0.11	14.47	1.7

Table 6. Effect of pollinators on characters of leaves in the zygotic populations derived from *C. erythrosa* as female parent.

Cross combination <sup>2)</sup>	Leaf length		Leaf width		Leaf shape index
	Mean ± S.E	C.V.	Mean ± S.E	C.V.	Mean
E I	6.0 ± 0.10	23.6	2.9 ± 0.04	17.5	2.1
EN	6.7 ± 0.09	19.0	2.8 ± 0.04	20.2	2.2
EP	5.7 ± 0.15	23.7	2.4 ± 0.05	19.4	2.4
EH	6.6 ± 0.14	17.5	3.4 ± 0.07	21.0	2.0
F-value	7.74***		41.64***		18.45***

<sup>2)</sup> See table 3.

표 7은 각 交配組合에서의 생육형질간의 相關關係를 분석한 결과이다. 樹高, 幹周, 夏枝의 생육등의 형질간에는 대부분의 交配集團내에서 고도로 유의한 相關關係를 보였다. 樹高와 葉長, 葉幅 사이에는 0.1% 수준의 상관관계가 인정되었으나 樹高와 葉形指數 사이의 相關係數에 대한 유의성 검정결과는 交配集團에 따라 다르게 나타났는데 樹高의 생육이 가장 좋았던 黃金夏橘 交配集團과 八朔 交配集團에서는 무의, 초장의 생육이 나빴던 伊豫柑 交配集團과 瓶橘 交配集團에서 유의한 상관을 보였다.

幹周와 葉長 또는 葉幅 사이에도 0.1%수준의 상관관계가 인정되었으나 葉形指數와는 상관이 없는것으로 나타났다. 夏枝길이와 葉長 사이에서는 葉長이 가장 길었던 八朔 交配集團에서는 상관이 없었고, 葉長이 짧았던 伊豫柑 교배조합과 瓶橘 교배조합에서 상관을 보였다. 葉形指數와 夏枝의 생육형질간에는 대부분의 交配集團에서 상관이 없는 것으로 나타났다. 葉長과 葉幅 그리고 葉長과 葉形指數 사이에는 0.1% 수준의 상관관계가 인정되었으나 葉幅과 葉形指數 사이에는 부의 상관계수가 나왔지만 유의성 검정 결과는 交配集團에 따라 달랐다.

이 연구에서는 幼苗의 몇가지 생육특성 사이의 상관만을 분석하였지만 앞으로 나무가 자람에 따라 耐病性, 耐寒性, 着果能力, 果實品質 등 원예적으로 실용적인 형질을 조사하여 幼苗時의 生育特性과의 相關關係를 究明하면 감귤의 育種效率을 높일 수 있을 것으로 생각된다.



Table 7. Correlation coefficients among vegetative growth characters in the zygotic population of *C. erythroa* with different pollinators.

		(a) Plant height	(b) Trunk circumference	(c) Leaf length	(d) Leaf width	(e) Leaf shape index	(f) Length of summer shoot	(g) No. of nodes per summer shoot
(h) <sup>z)</sup>	①	0.371***	0.363***	0.319***	0.339***	0.048 <sup>ns</sup>	0.623***	0.163*
	②	0.127 <sup>ns</sup>	0.202**	0.188*	0.113 <sup>ns</sup>	0.096 <sup>ns</sup>	0.582***	0.156*
	③	0.487***	0.561***	0.485***	0.476***	0.198*	0.558***	0.144 <sup>ns</sup>
	④	0.493***	0.399***	0.085 <sup>ns</sup>	0.445***	-0.346**	0.741***	0.346**
(g)	①	0.375***	0.201**	0.288***	0.264**	0.089 <sup>ns</sup>	0.855***	
	②	0.362***	0.238**	0.106 <sup>ns</sup>	0.023 <sup>ns</sup>	0.123 <sup>ns</sup>	0.844***	
	③	0.412***	0.294**	0.212*	0.203*	0.095 <sup>ns</sup>	0.858***	
	④	0.370**	0.364**	-0.031 <sup>ns</sup>	0.043 <sup>ns</sup>	-0.059 <sup>ns</sup>	0.855***	
(f)	①	0.473***	0.326***	0.385***	0.367***	0.109 <sup>ns</sup>		
	②	0.371***	0.315***	0.201**	0.104 <sup>ns</sup>	0.133 <sup>ns</sup>		
	③	0.620***	0.531***	0.406***	0.384***	0.177 <sup>ns</sup>		
	④	0.509***	0.437***	0.035 <sup>ns</sup>	0.258*	-0.204 <sup>ns</sup>		
(e)	①	0.154*	0.117 <sup>ns</sup>	0.516***	-0.193**			
	②	0.003 <sup>ns</sup>	0.050 <sup>ns</sup>	0.338***	-0.384***			
	③	0.271**	0.271**	0.720***	-0.104 <sup>ns</sup>			
	④	0.007 <sup>ns</sup>	-0.014 <sup>ns</sup>	0.511***	-0.441***			
(d)	①	0.590***	0.569***	0.723***				
	②	0.371***	0.370***	0.727***				
	③	0.481***	0.428***	0.606***				
	④	0.463***	0.416***	0.537***				
(c)	①	0.617***	0.579***					
	②	0.373***	0.409***					
	③	0.548***	0.528***					
	④	0.475***	0.380**					
(b)	①	0.765***						
	②	0.689***						
	③	0.664***						
	④	0.746***						

<sup>z)</sup>(h) : Internode length of summer shoot.

① *C. erythroa* × *C. iyo*    ② *C. erythroa* × *C. natsudaidai* 'Hwangkeum'

③ *C. erythroa* × *C. platymamma*    ④ *C. erythroa* × *C. hassaku*

\* Significant at the 5% level. \*\* Significant at the 1% level.

\*\*\* Significant at the 0.1% level. <sup>ns</sup> Not significant.



### 3. 同位酵素의 遺傳型分離

표 8은 洞庭橘×伊豫柑, 표 9는 洞庭橘×瓶橘 交配集團에 있어서 각 同位酵素의 遺傳型分離를 나타낸 것이다. GOT-1의 遺傳型은 두 交配集團의 양친 모두 FS×FS로 그 雜種集團에서 遺傳型은 FF:FS:SS가 1:2:1의 比率로 分離 될 것이다. 표 8과 9에서 보는 바와 같이 두 交配集團에서 모두 예상되는 分離比를 따랐다. LAP의 遺傳型은 洞庭橘과 伊豫柑 모두 FS이므로 그 交配集團에서는 FF:FS:SS가 각각 1:2:1로 分離 될 것으로 예상할 수 있는데 관찰 결과는 18:50:15로 G-통계량의 유의성 검정결과 무의로 나타나 이론적인 分離比를 따랐다고 판단되었다. 瓶橘의 LAP 遺傳型은 FF인데 洞庭橘×瓶橘의 交配集團은 FF:FS가 27:29로 나타나 1:1의 분리비를 따르는 것으로 나타났다.

PGI-1 遺傳型은 洞庭橘이 FF, 伊豫柑 FS, 瓶橘 WF였는데 洞庭橘×伊豫柑, 洞庭橘×瓶橘의 交配集團에서 각각 FF:FS와 FF:WF가 모두 1:1로 분리되었다. 高<sup>31</sup>는 日向夏(FF)×瓶橘(WF)의 交配組合에서 WF가 많은 쪽으로 偏倚되어 1%수준에서 유의 했다고 보고 하였다. 본 실험에서 瓶橘 交配組合에서는 WF가 많은 쪽으로 偏倚되는 경향이 있었지만 통계적으로 5%수준에서 무의하였다.

Table 8. Segregation of single-genes specifying leaf isozymes in the zygotic population of *C. erythrosa* × *C. iyo*.

Genes	Genotypes of parents	Genotypes of zygotic seedlings	G <sub>adj</sub>
<i>Got-1</i>	FS × FS	FF : FS : SS 19 : 46 : 18	0.997 <sup>ns</sup>
<i>Lap</i>	FS × FS	FF : FS : SS 18 : 50 : 15	1.875 <sup>ns</sup>
<i>Pgi-1</i>	FF × FS	FF : FS 47 : 36	1.453 <sup>ns</sup>
<i>Pgm</i>	FS × FS	FF : FS : SS 21 : 52 : 10	4.144 <sup>ns</sup>
<i>Sod-1</i>	SS × FF	FS 83	—

PGM의 遺傳型은 洞庭橘과 伊豫柑 모두 FS이고, 瓶橘은 FF였으며 洞庭橘×伊豫柑 交配集團은 1FF:2FS:1SS, 洞庭橘과 瓶橘의 交配集團에서는 1FF:1FS로 分離比를 따랐다. Torres등<sup>54)</sup>은 *C. grandis*' Chandler'×탱자 交配組合의 일부 소집단에서 그리고 文<sup>38)</sup>은 伊豫柑×瓶橘의 交配組合에서 PGM의 分離가 偏倚 됨을 보고 하였다. 그러나 高<sup>33)</sup>의 보고에서는 이론적인 分離比를 따랐다고 하였다. 文<sup>38)</sup>은 交配組合에 따라 遺傳子의 分離가 다소 다르게 나타난다고 하였는데 高<sup>33)</sup>의 報告와 본 실험에서의 PGM 遺傳子의 分離가 이론적인 分離比를 따르고 있지만 약간씩 異型接合쪽으로 偏倚되고 있고 文<sup>38)</sup>이 報告한 PGM의 偏倚現象도 FF와 FS중 異型接合인 FS쪽에서의 偏倚를 보이고 있는 것은 흥미롭다.

洞庭橘×伊豫柑 交配組合에서 양친의 SOD-1 遺傳型은 SS×FF로 交配集團에서의 遺傳型은 FS만이 기대되는데 分析한 83개체 모두 FS임을 확인하였다. 洞庭橘×瓶橘 交配組合에서 양친의 遺傳型은 SS×FS로 交雜集團에서의 遺傳型은 SS와 FS가, 1:1의 分離比를 보였다.

Table 9. Segregation of single-genes specifying leaf isozymes in the zygotic population of *C. erythrosa* × *C. platymamma*.

Gene	Genotypes of parents	Genotypes of zygotic seedlings	<i>Gadj</i>
<i>Got-1</i>	<i>FS</i> × <i>FS</i>	<i>FF</i> : <i>FS</i> : <i>SS</i> 14 : 31 : 11	0.497 <sup>ns</sup>
<i>Lap</i>	<i>FS</i> × <i>FF</i>	<i>FS</i> : <i>FF</i> 27 : 29	0.071 <sup>ns</sup>
<i>Pgi-1</i>	<i>FF</i> × <i>WF</i>	<i>FF</i> : <i>WF</i> 24 : 32	1.137 <sup>ns</sup>
<i>Pgm</i>	<i>FS</i> × <i>FF</i>	<i>FS</i> : <i>FF</i> 32 : 24	1.137 <sup>ns</sup>
<i>Sod-1</i>	<i>SS</i> × <i>FS</i>	<i>SS</i> : <i>FS</i> 26 : 30	0.283 <sup>ns</sup>

#### 4. 同位酵素 遺傳子의 聯關

獨立性檢定이 可能한 4개의 遺傳子로 이루어지는 6개의 遺傳子쌍에 대한 分離比의 獨立性檢定 結果는 表 10에 나타낸 바와 같다. 3개의 遺傳子쌍에서는 두 交配組合 모두 독립적인 分離를 한것으로 나타났고 *Got-1/Pgi-1*, *Lap/Pgi-1*, *Lap/Pgm* 등 다른 3개의 遺傳子雙은 두 交配集團에서 聯關이 인정되었다. 다만 洞庭橋×瓶橋 交配組合에서의 *Lap/Pgi-1* 양친의 遺傳型은  $FS \times FF/FF \times WF$ 로 獨立性檢定을 할 수 없었다. 실제로 이들 세 遺傳子쌍이 聯關狀態에 있다면 GOT, LAP, PGI-1, PGM 등 4개 酵素가 同一 染色體上에 있게되어 *Got-1/Lap*, *Pgi-1/Pgm* 遺傳子쌍도 聯關을 보이겠지만 分析結果 이들 두 遺傳子쌍에서는 聯關이 認定되지 않았다.

Table 10. Gene pairs analyzed for linkage and the G-statistics for the test of independence in *C. erythroa*×*C. iyo*(upper) and *C. erythroa*×*C. platymamma*(lower) crosses.

Gene	<i>Got-1</i>	<i>Lap</i>	<i>Pgi-1</i>
<i>Lap</i>	6.036 3.878		
<i>Pgi-1</i>	6.402* 6.900*	26.392** —	
<i>Pgm</i>	0.772 0.260	16.684** 5.824*	0.520 0.150

\* Significant at the 5% level.

\*\* Significant at the 1% level.

LAP와 PGM 遺傳子쌍의 獨立性檢定 결과 두 交配組合 모두 聯關이 認定되어 聯關을 分析한 결과는 표 11과 12와 같다. 伊豫柑에서의 再組合頻도는 47%였고 交叉에 의한 개조합형인 FS/FS가 특별히 많이 나타난 것은 설명이 불가능하였다. 瓶橋에서의 再組合頻도는 34%로 이 遺傳子쌍은 聯關이 있다 할지라도 아주 약한 聯關을 보인 것으로 추정되었다. 高<sup>33)</sup>의 報告에서도 伊豫柑과 紅橋의 交配組合에서 이 遺傳子쌍이 再組合頻도가 35%로 약한 聯關을 보이고 있다고 하였다. 본 실험에서의 분석대상 개체수가 적어 이들이 확실한 聯關狀態에 있다고 결론짓기는 어렵다. 특히, 伊豫柑組合에서의 再組合頻도는 47%로 거의 聯關이 없는 水準의 분석결과이다. 그렇지만 瓶橋의 交配組合에서는 高<sup>33)</sup>의 伊豫柑×紅橋組合에서의 再組合頻도가 비슷한 것으로 보아 추후 보다 많은 개체수를 대상으로 再檢討가 필요하다고 思料된다.

Table 11. Analysis of linkage for *Lap/Pgm* gene pair in *C. erythrosa*×*C. iyo*.

Conformation of gene pair on the parental chromosome	Genotype of progeny	No. of seedlings
$\frac{\begin{array}{cc} \text{Lap } F & \text{Pgm } S \\ \hline \text{Lap } S & \text{Pgm } F \\ \text{C. suavissima}(\text{♀}) \end{array}}{\times}$	Parental types	
	<i>FF/FS</i>	12
	<i>FS/SS</i>	8
	<i>FS/FF</i>	13
	<i>SS/FS</i>	11
	Subtotal : 44	
	Recombinant types	
	<i>FF/FF</i>	6
	<i>FF/SS</i>	0
	<i>FS/FS</i>	29
	<i>SS/FF</i>	2
	<i>SS/SS</i>	2
	Subtotal : 39	
	Grand total	56
	<i>G</i> for independence	16.684**
	Recombination frequency(%)	47

Table 12. Analysis of linkage for *Lap/Pgm* gene pair in *C. erythrosa* × *C. platymamma*.

Conformation of gene pair on the parental chromosome		Genotype of progeny		No. of seedlings
		<i>Lap/Pgm</i>		
<u><i>Lap F</i></u>	<u><i>Pgm S</i></u>	Parental types	<i>FF/FS</i>	16
<u><i>Lap S</i></u>	<u><i>Pgm F</i></u>		<i>FS/FF</i>	21
<i>C. erythrosa</i> (♀)				Subtotal : 37
×		Recombinant types	<i>FF/FF</i>	8
			<i>FS/FS</i>	11
<u><i>Lap F</i></u>	<u><i>Pgm F</i></u>			Subtotal : 19
<i>C. platymamma</i> (♂)		Grand total		56
		<i>G</i> for independence		5.824*
		Recombination frequency(%)		34

표 13과 14는 *Got-1/Pgi-1* 遺傳子쌍에 대한 聯關을 분석한 것으로 伊豫柑에서의 再組合頻도가 35%, 瓶橘의 再組合頻도가 28%로 이 遺傳子雙은 瓶橘에서가 伊豫柑 보다 同一 染色體上에서 보다 가까운 거리에 위치한다고 생각되었다. 高<sup>33)</sup>의 보고에서는 伊豫柑 × 紅橘, 日向夏 × 瓶橘 두 交配組合 모두에서 이 遺傳子쌍에서는 獨立的으로 분리 되었다고 하였고 Torres 등<sup>54)</sup>도 분석한 *C. grandis* × *C. jambhiri*와 *C. grandis* × 탕자 두 交配組合 모두에서 獨立的으로 분리 되었다고 보고하였는데 본 실험의 결과에서는 이들의 報告와 다르게 나타났다.

*Lap/Pgi-1*의 遺傳子쌍에 대해서 高<sup>33)</sup>는 伊豫柑 × 紅橘, 日向夏 × 瓶橘 두개의 交配組合 모두에서 고도로 유의한 聯關을 보였으며 再組合頻度も 각각 10%와 3%로 同一 染色體上에서 아주 가까운 거리에 있다는 것을 報告하였는데, 본 실험에서도 이 遺傳子쌍에 대해 분석이 가능했던 洞庭橘 × 伊豫柑 組合에서 고도로 유의한( $p < .01$ ) 수준에서 聯關이 인정 되었고 再組合頻度も 9.1%로 算出되어(표 15) 高<sup>33)</sup>의 報告와 같이 同一 染色體上에 위치하는 聯關狀態에 있다는 結論을 얻을 수 있었다.

Table 13. Analysis of linkage for *Got-1/Pgi-1* gene pair in *C. erythroa* × *C. iyo*.

Conformation of gene pair on the parental chromosome	Genotype of progeny <i>Got-1/Pgi-1</i>	No. of seedlings
<u><i>Got-1 F Pgi-1 F</i></u>	Parental types <i>FF/FS</i>	13
	<i>SS/FF</i>	11
<u><i>Got-1 S Pgi-1 F</i></u> <i>C. erythroa</i> (♀)		Subtotal : 24
×	Recombinant types <i>FF/FF</i>	6
	<i>SS/FS</i>	7
		Subtotal : 13
<u><i>Got-1 F Pgi-1 S</i></u>	Grand total	37
<u><i>Got-1 S Pgi-1 F</i></u> <i>C. iyo</i> (♂)	<i>G</i> for independence	6.402*
	Recombination frequency(%)	35

Table 14. Analysis of linkage for *Got-1/Pgi-1* gene pair in *C. erythroa* × *C. platymamma*.

Conformation of gene pair on the parental chromosome	Genotype of progeny <i>Lap/Pgm</i>	No. of seedlings
<u><i>Got-1 F Pgi-1 F</i></u>	Parental types <i>FF/FW</i>	12
	<i>SS/FF</i>	6
<u><i>Got-1 S Pgi-1 F</i></u> <i>C. erythroa</i> (♀)		Subtotal : 18
×	Recombinant types <i>FF/FF</i>	2
	<i>SS/FW</i>	5
		Subtotal : 7
<u><i>Got-1 F Pgi-1 W</i></u>	Grand total	25
<u><i>Got-1 S Pgi-1 F</i></u> <i>C. platymamma</i> (♂)	<i>G</i> for independence	6.900*
	Recombination frequency(%)	28

Table 15. Analysis of linkage for *Lap/Pgi-1* gene pair in *C. erythrosa* × *C. iyo*.

Conformation of gene pair on the parental chromosome		Genotype of progeny <i>Lap/Pgi-1</i>		No. of seedlings	
<u><i>Lap F</i></u>	<u><i>Pgi-1 F</i></u>	Parental types	<i>FF/FF</i>	16	
			<i>SS/FS</i>	14	
				Subtotal : 30	
<u><i>Lap S</i></u>	<u><i>Pgi-1 F</i></u>	×	Recombinant	<i>FF/FS</i>	2
			types	<i>SS/FF</i>	1
				Subtotal : 3	
<u><i>Lap S</i></u>	<u><i>Pgi-1 F</i></u>	Grand total		33	
<i>C. erythrosa</i> (♀)		<i>G</i> for independence		26.392***	
		Recombination frequency(%)		9.1	
<i>C. iyo</i> (♂)					

## V. 摘 要

濟州 在來柑橘 中 單胚性인 洞庭橘(*Citrus erythrosa* Hort. ex Tanaka)을 母本으로 伊豫柑, 黃金夏橘, 瓶橘, 八朔을 花粉親으로 人工交配하여 얻은 種子의 발아 후 1년 6개월이 경과된 幼苗를 대상으로 樹高 및 夏枝의 生育形質과 잎의 形질을 측정하여 交配集團別 生育특성을 조사하고, 伊豫柑과 瓶橘을 花粉親으로한 交配集團에 대해 水 平式 전분겔 전기영동법으로 glutamate oxaloacetate transaminase(GOT), leucine aminopeptidase(LAP), phosphoglucose isomerase(PGI), phosphoglucomutase(PGM), superoxide dismutase(SOD) 등 5개의 酵素系를 분석하여 同位酵素 遺傳子의 分離 및 聯關을 검토한 結果를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 交配花數에 대한 收穫果의 비율과 종자의 발아율은 黃金夏橘을 花粉親으로한 집단에서 가장 좋았다.
- 2) 樹高는 八朔과 黃金夏橘 花粉親 交配集團에서 높았으며 幹周는 黃金夏橘 花粉親 交配集團에서 가장 길었다.
- 3) 夏枝의 발생수는 모든 交配集團에서 비슷하였고 夏枝의 生長은 黃金夏橘 花粉親 集團에서 왕성하였다.
- 4) 葉長은 모든 交配集團에서 양친의 葉長보다 짧게 나타났고 葉幅은 瓶橘 交配集團에서만 양친의 葉幅 보다 좁았고 다른 세 交配集團에서는 양친의 중간 크기였으며 葉型指數는 모든 交配集團에서 양친의 중간 값으로 나타났다.
- 5) 伊豫柑과 瓶橘을 花粉親으로 한 두 交配集團에서 5개 同位酵素의 遺傳子는 이 론적인 분리비를 따랐다.
- 6) *Got-1/Pgi-1*, *Lap/Pgm* 遺傳子雙은 聯關狀態인 것으로 計算되었으나 再組合 頻도가 *Got-1/Pgi-1*은 28~35%, *Lap/Pgm*은 34~47%로 만일 聯關狀態에 있다 할 지라도 同一 染色體上에서 먼거리에 있다고 생각되었다.
- 7) *Lap/Pgi-1* 遺傳子雙은 고도로 유의한 聯關을 보였고 再組合 頻도는 9.1%로 算 出되었다.



## 引 用 文 獻

1. Anderson. C.A., W.S. Castle, and Moore. G.A. 1991. Isozymic identification of zygotic seedlings in Swingle Citromelo *Citrus paradisi* × *Poncirus trifoliata* nursery and field populations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(2) : 322-326.
2. Arus P., C. Olarte, M. Romero, and V. Francisco. 1994. Linkage analysis of ten isozyme genes in F<sub>1</sub> segregating almond progenies. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(2) : 339-344.
3. Ashari S., D. Aspinall, and M. Sedgley. 1989. Identification and investigation of relationships of mandarin types using isozyme analysis. Scientia Horticulturae. 40 : 305-315.
4. Bringhurst, R.S., S. Arulsekhar, J.F. Hancock Jr., and V. Voth. 1981. Electrophoretic characterization of strawberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(5) : 684-687.
5. Button, J., A. Vardi, and P. Spiegel-Roy. 1976. Root peroxidase isoenzymes as an aid in *Citrus* breeding and taxonomy. Theor. Appl. Genet. 47 : 119-123.
6. Cameron, J.W. and H.B. Frost. 1968. Genetics, breeding, and nucellar embryony. p. 325-381. In W. Reuther, L.D. Batchelor, and H.J. Webber(eds.) The Citrus industry(Revised ed.) Vol. II. Univ. Calif. Div. Agri. Sci., Berkley, Calif.
7. Chaparro, J.K., R.E. Durham, G.A. Moore, and W.B. Sherman. 1987. Use of isozyme techniques to identify peach × 'Nonpareil' almond hybrids. Hortscience 22(2) : 300-302.
8. 近泉 次郎, 松本 和夫. 1978. カンキツの育種における交雑の實生早期選抜に関する研究. 日園學雜 46(4) : 435-441.
9. Dirham, R.E., P.C. Liou, F.G. Gmitter Jr., and G.A. Moore. 1992. Linkage of

- restriction fragment length polymorphisms and isozymes in *Citrus*. *Theor. Appl. Genet.* 84 : 39-48.
10. Esen, A. and R.W. Scora. 1977. Amylase polymorphism in *Citrus* and some related genera. *Amer. J. Bot.* 64(3) : 305-309.
  11. Esen, A. and R.W. Soost. 1976. Peroxidase polymorphism in *Citrus*. *J. Hered.* 67 : 199-203.
  12. Frost, H.B. and R.K. Soost. 1968. Seed reproduction : development of gametes and embryos. p. 290-324. *In* W. Reuther, L.D. Batchelor, and H.J. Webber(eds.) *The Citrus industry*(Revised ed.) Vol. II. Univ. Calif. Div. Agri. Sci., Berkley, Calif.
  13. Gogorcena Y., H. Zubrzycki and J.M. Ortiz. 1990. Identification of mandarin hybrids with the aid of isozymes from different organs. *Scientia Horticulturae* 41 : 285-291.
  14. Harborne, J.B. and B.L. Turner. 1984. *Plant chemosystematics*. Academic Press, London.
  15. Helentjaris, R., M. Slocum, S. Wright, A. Schaefer and J. Nienhiars. 1986. Construction of genetic linkagetic maps in maize and tomato using restriction fragment length polymorphism. *Theor. Appl. Gent.* 72 : 761-769.
  16. 平井 正志, 梶浦 一郎. 1986. 칸キシ類의 아이소자임分析. *日育種學雜誌* 36(2) 別冊 : 4-5.
  17. 平井 正志, 小崎 格, 梶浦 一郎. 1986. 칸 키트의 이소자임分析. *日本園藝學會春季大會發表要旨*.
  18. 홍순범, 오성도, 한해룡, 김한용, 권혁모. 1976. 감귤 육종에 관한 연구, 제주재래 감귤 수집조사. *농진청 제주시험장 1976년도 농시연보* 159-170.
  19. 홍성숙. 1990. 전기영동법에 의한 동양난의 특성연구. *서울여자대학교 석사학위논문*.

20. 堀内 昭作. 1978. 칸킷트의 育種에 於ける 胚培養ならび에 組織培養의 利用. 育種學最近의 進歩 19 : 71-81.
21. 堀内 昭作. 1979. 칸킷트類의 胚培養에 關する 研究-幼胚培養による 交雜實生의 育成. 園藝學研究 9 : 54-60.
22. 堀内 昭作, 湯田 英二, 中川 昌一, 森本 純平, 我藤 雄. 1990. 多胚性 칸킷트類에 於ける 發芽可能한 交雜胚를 含む 種子의 形狀. 日園學雜 52(2) : 225-235.
23. Iglesias, L., H. Lima, and J.P. Simon. 1974. Isoenzyme identification of zygotic and nucellar seedlings in *Citrus*. J. Hered. 65 : 81-84.
24. 池田 勇. 1972. 칸킷트의 育種에 於ける 精油에 關する 研究(第1報). 二三의 品種とそ の 實生의 葉油成分에 於いて. 日本園藝學會秋季大會發表要旨 : 2-3.
25. 池田 勇, 小林 省. 1974. 칸킷트의 育種에 於ける 精油에 關する 研究(第2報). 葉油成分による 交雜實生と 珠心胚實生의 識別. 日本園藝學會春季大會發表要旨 : 26-27.
26. Jarrell, D.C., M.L. Roose, S.N. Traugh and R.S. Kupper. 1992. A genetic map of citrus based on the segregation of isozymes and RFLPs in an intergeneric cross. Theor. appl. Genet. 84 : 49-56.
27. Khan, I.A. and M.L. Roose. 1988. Frequency and characteristics of nucellar and zygotic seedlings in three cultivars of trifoliate orange. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(1) : 105-110.
28. 金大一. 1993. 다변량 해석과 동위효소 분석에 의한 앵두나무속 식물의 분류학적 연구. 서울대학교 석사학위논문.
29. 金漢鏞. 1988. 濟州 在來 柑橘(*Citrus* spp)의 分類와 有用形質 및 遺傳標識에 關한 研究. 全南大學校 大學院 博士學位論文.
30. 김한용, 전승중, 1987. 감귤 육종에 관한 연구, 감귤 품종 개량에 관한 시험. 농진청 제주시시험장 1987년도 농시연보 137-146.
31. 김한용, 전승중, 김광식. 1985. 감귤 육종에 관한 연구, 감귤 배배양에 관한 시험. 농진청 제주시시험장 1985년도 농시연보 160-167.

32. 金泰春. 1993. 다변량 해석과 동위효소 분석에 의한 감의 분류학적 연구. 서울대학교 박사학위논문.
33. 고정환. 1988. 柑橘에 있어서 數種 同位酵素의 遺傳機作. 濟州大學校 碩士學位論文.
34. Lavi U., E. Lahav, C. Degani, S. Gazit. 1992. The genetic of the juvenile phase in avocodo and its application for breeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(6) : 981-984.
35. 李明烈, 柳榮鎭, 鄭泰英, 朴用煥. 1993. 同位酵素 및 DNA標識因子 의한 濟州 柑橘類의 品種分類. 農業論文集 35(2) : 193-197.
36. Manzocchi, L.A., N. Tusa, and G. Geraci. 1981. Correlation between phenotypic and biochemical genetic markers in offsprings of sour orange × *P. trifoliata*. Genet. Agr. (Italy) 35 : 367-376.
37. McCouch, S.R., G. Kochert, Z.H. Yu, Z.Y. Wang, G.S. Khush, W.P. Coffman and S.D. Tanksely. 1988. Molecular mapping of rice chromosomes. Theor. Appl. Genet. 76 : 815-829.
38. 文斗吉. 1987. 濟州 在來 柑橘의 同位酵素 分析과 交雜實生の 早期識別 方法에 關한 研究. 서울大學校 大學院 博士學位論文.
39. Moore, G.A. and W.S. Castle. 1988. Morphological and isozymic analysis of open-pollinated *Citrus* rootstock population. J. Hered. 79 : 59-63.
40. Motohashi, R., T. Matsuyama, and T. Akihama. 1992. DNA fingerprinting in *Citrus* cultivar. Proc. Int. Soc. Citriculture : 221-224.
41. 농협중앙회 제주도 지회. 1994. '93산 감귤 유통처리 실태분석.
42. 吳胤沃. 1994. 濟州道 柑橘栽培의 起源과 分布에 關한 研究. 高麗大學校 碩士學位論文.
43. Parfitt D.E., S. Arulsekhar. 1989. Inheritance and isozyme diversity for GPI and PGM among grape cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3) : 486-491.

- 
44. Parfitt, D.E., S. Arulsekar, and D.W. Ramming. 1985. Identification of plum × peach hybrids by isoenzyme analysis. *HortScience* 20(2) : 246-248.
  45. Pieringer, A.P., G.J. Edwards., and R. Wolford. 1964. The identification of citrus species and varieties by instrumental analysis of citrus leaf oils. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84 : 204-212.
  46. Rahman M.M., N. Nito. 1994. Use of glutamate-oxaloacetate transaminase isozymes for detection of hybrids among genera of the 'true citrus fruit trees'. *Scientia Horticulturae* 58 : 197-206.
  47. Roose, M.L., D.C. Jarrel, and R.S. Kupper. 1992. Genetic mapping in a *Citrus* × *Poncirus* F2 population. *Proc. Int. Soc. Citriculture* : 210-213.
  48. Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Co. San Fransisco.
  49. Soost, R.K., T.E. Williams, and A.M. Torres. 1980. Identification of nucellar and zygotic seedlings of *Citrus* with leaf isozymes. *HortScience* 15(6) : 728-729.
  50. Spiegel-Roy P., A. Vardi, and A. Shani. 1977. Peroxidase isoenzymes as a tool for early separation of nucellar and zygotic *Citrus* seedlings. *Proc. Int'l. Soc. Citriculture*. 2 : 619-624.
  51. Tanksley, S.D. and T.J. Orton(eds.). 1983. *Isozymes in plant genetics and breeding*(Part A and B). Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York.
  52. Teich, A.H. and P. Spiegel-Roy. 1972. Differentiation between nucellar and zygotic *Citrus* seedlings by leaf shape. *Theor. Appl. Genet.* 42 : 314-315.
  53. Torres, A.M. 1983. Fruit trees. p.401-421. *In* S.D. Tanksley and T.J. Orton(eds.) *Isozymes in plant genetics and breeding*(Part B). Elsevier. Amsterdam-Oxford-New York.
  54. Torres, A.M., T. Mau-Lastovicka, T.E. Williams, and R.K. Soost. 1985.

- Segregation distortion and linkage of *Citrus* and *Poncirus* isozyme genes. J. Hered. 76 : 289-294.
55. Torres, A.M., R.K. Soost, and U. Diedenhofen. 1978. Leaf isozymes as genetic markers in *Citrus*. Amer. J. Bot. 65(8) : 869-881.
56. Torrese, A.M., R.K. Soost, and T. Mau-Lastovicka. 1982. *Citrus* isozymes, genetics and distinguishing nucellar from zygotic seedlings. J. Hered. 73 : 335-339.
57. 上野 勇, 1976. サイモグラフィーのカン キツ育種への應用 II. カン キツ類の種, 品種, 系統間におけるパーオキシダーゼアイソザイムの着異について. 果樹試報 B(興津) 3 : 9-24.
58. 上野 勇, 西浦 昌男. 1976. サイモグラフィーのカン キツ育種への應用 I. パーオキシダーゼアイソザイムにより珠心はい雑種實生との 識別. 果樹試報 B(興津) 3 : 1-8.
59. Warner, R.M. and M.D. Upadhy. 1968. Effect of photoperiod on isoenzymic composition of *Citrus* and *Poncirus*. Plantarum 21: 941-948.
60. Weeden, N.F. and R.C. Lamb. 1985. Identification of apple cultivars by isozyme phenotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(4) : 509-515.



## 謝 辭

본 논문을 완성하기 까지 전과정에 걸쳐 열과 성을 다하여 지도하여 주신 문두길 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한, 논문을 심사하고 세심한 조언을 해 주신 백자훈 교수님과 제주 감귤연구소 김한용 연구관님께 감사드립니다. 그리고 평소에 많은 가르침을 주신 한해룡 교수님, 장전익 교수님, 박용봉 교수님, 소인섭 교수님, 강훈 교수님께도 감사드립니다.

아울러 바쁜 일정중에서도 본 논문이 수행될 수 있도록 많은 시간을 허락하여 주시고 격려를 하여주신 아열대농업연구소 직원들, 실험과정에서 많은 도움을 준 고익진 학생과 원예학과 학생들에게 고마움을 표합니다.

끝으로 늘 염려해 주시며 뒷바라지 해 주신 아버님과 어머님, 어려울때마다 항상 힘이되어준 아내 부경선, 그리고 형님 내외분과 동생에게 이 작은 결실을 전합니다.

