

23. 6. 8
29. 3. 2

최 종
연구보고서

저투입 지속농업에 적합한 온·아열대 토란
유전자원의 screening 및 대형 괴경식물체 선발

Screening of proper genetic resources for the Low
Input Sustainable Agriculture and selection of large
typic tuber in Taro

연구기관

전북대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “저투입 지속농업에 적합한 온·아열대토란 유전자원의 screening 및 대형 괴경식물체 선발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 12. .

주관연구기관명 : 전북대학교

총괄연구책임자 : 최 경 구

연 구 원 : 김 진 기

연 구 원 : 윤 성 중

연 구 원 : 나 의 식

연 구 원 : 유 남 희

연구보조원 : 경 은 선

연구보조원 : 백 소 현

연구보조원 : 김 미 숙

연구보조원 : 한 미 숙

요약문

I. 제목

저투입 지속농업에 적합한 온·아열대토란 유전자원의 screening 및
대형 괴경식물체 선발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

WTO, UR 등 국제 무역 경쟁에 대처하기 위해서는 우리 나라 재배환경에 최적 품종을 개발하는 것이 직면해 있는 열악한 농업경영환경 등 농업문제점을 해결할 수 있는 대책의 하나일 것이다. 따라서 괴경작물인 토란의 품종개발과 재배법 개선으로 농경지 이용률을 높일 수 있고 관행의 재배방식을 탈피함으로써 농가 소득을 향상시킬 수 있는 연구가 절실히 요구되고 있다.

작물생산에 직접적인 영향을 미치는 화학비료의 사용과 농약투입은 환경오염의 직간접적인 요인이 되고 있다. 이 농업활동에 의한 환경오염에의 부담을 감소시키기 위해서는 저투입지속 농업(유기농업)을 실행하여 농업환경에 미치는 제반 악영향을 최소화 시켜야 할 것이다. 또한, 생활 수준의 향상에 따라서 건강식품에 대한 욕구와 인식이 소위 자연식품을 선호하는 경향이 두드러지고 있으며 미곡에 대한 주식이식이 변화하고 있다. 이에 따라 식생활 패턴에 이르기까지 서구화·다양화되는 경향에 처해 국내의 밀, 옥수수, 감자, 콩 등의 수입이 급증하여 농가 경영에 큰 타격을 주고 있으나 현재까지 국내 식생활의 변화를 주도할 수 있는 대체 작목으로서는 전무한 상태다.

토란의 복합환경농업에 적합한 품종 즉, 환경적응력이 크며 기존의 경작지 등에서 작물생산이 높아야 한다. 이에 따라서 척박한 토양에서도 양분을 흡수

할 수 있는 광범한 근계의 발달로 자생력이 강하며 병충해 저항성 및 잡초와의 경쟁력이 높은 품종개발이 절실히 요구되고 있다. 그러나 현재까지 국내에서는 이에 관한 연구가 아주 미진하다.

본 연구에서는 우리 나라와 동북아에서 널리 재배하고 있는 토란의 유전자원을 수집·동정하고 영양계 선발과 기내 배양법 등을 이용하여 우량한 품종을 선발 육성하였다. 이로서 사회의 구조적 변화에 따라 식품 문화에 미치는 역할에 기여하고자 하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구범위

본 연구범위는 우리 나라를 비롯한 각국에서 재배되고 있는 토란의 유전자원을 수집, 동정하여 토란의 유전자원을 체계적으로 관리하는 한편 이들 계통에 대한 재배, 육종 등 다각적인 범위에서 활용가능성을 연구 조사하였다.

2. 연구내용

실험 1) 토란의 유전자원 수집·증식, 기내배양 및 주요 특성조사

- (1) 국내외 토란 유전자원 수집, 증식,
- (2) 주요 농업특성 조사
- (3) 조직배양에 의한 재분화 식물체 획득
- (4) 식물학적 측면에서의 화기 구조
- (5) 우량계통 유관 기관 분양

(6) 종구의 일반성분 분석

실험 2) 토란 유전자원의 유연관계 분석

(1) 다변량해석법에 의한 계통군의 분류

- i. 주요 농업형질(생리, 생태 및 형태적 특성)을 조사한 자료 분석
- ii. 변량 해석법으로 계통간의 유연관계를 분석(dendrogram을 작성)

(2) RAPD 방법에 의한 계통군의 분류

- i. PCR 산물을 효율적으로 얻기 위한 PCR 반응 최적 조건 확립
- ii. 계통간의 유연관계 분석은 NTSYS(Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) computer program의 UPGMA(Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic average) 분석방법(Rohlf 1989)으로 실시하였다.

실험 3) LISA 및 HISA에 적합한 유전자원 선발

- (1) 재배조건(시비량, 점적관개 등)을 달리하여 저투입과 고투입 재배로 이들 농법에 적합한 계통을 선발하였다.

실험 4) 토란의 재배법 개선 및 수량 제고에 관한 방법

- (1) 토란의 재배기간을 연장하기 위한 조기재배
- (2) 정식심도가 토란의 생육에 미치는 영향
- (3) 내염성 계통선발
- (4) 적정 시비량 선정
- (5) 담수재배
- (6) 주요 병해충 조사 및 저항성 검정

3. 연구결과

- 1) 토란의 유전자원 수집·증식, 기내배양 및 주요 특성조사

본 연구에서 수집한 토란은 81계통이었다. 그중 우리 나라에서는 54계통을 수집하였으며 일본, 대만, 중국 등지에서 27계통이 수집되었다. 이들 유전자원은 엄격한 계통분류와 지속적인 계통의 계대 유지로 영양 순계 분리가 이루어졌다.

출현기가 가장 빠른 계통은 구례2이었고 평균 출현일수는 21.7일이었다. 대부분은 엽병색이 녹색으로 초형이 직립형 혹은 개장형이었으나 엽병색이 자색류인 계통은 초형이 총생형이었다. 葉柄束數는 청주2와 수원1이었고 1개의 엽병속당 평균 4-5매의 엽이 부착되었다. 총엽수는 하동1과 정읍2, 엽장은 진천3과 완주4, 엽폭은 완주1과 진천3, 엽병장은 대만1과 구례2, 엽병경은 대만1과 완주1 등이 우수한 계통이었다. 수집종 대부분이 일반적인 자구생성을 보였으나 대만1만이 기다란 runner외에 자구의 생성이 거의 없는 전형적인 모구종이었다. 자구의 형태는 엽병색이 자색인 이천1, 음성1 등 20계통이 환형이었고 수원1을 포함한 30계통이 장환형, 제천1, 송주2 및 김해1은 장형이었다. 주당 총자구종이 우수한 계통은 부안2>영주1>완주3대>대천2>청주1>완주1>이리1 순이었으며 토란의 상품 가치를 좌우하는 평균자구종이 높은 계통은 수원1>진천1>정읍1>음성1 등이었고 총자구종과 평균자구종이 함께 높은 계통은 청주1>부안2>완주1 등이었다. 모구종은 대만1이 458g으로서 다른 계통들보다 월등히 높았다. 총자구종과 평균자구종, 그리고 모구종까지 동시에 양호한 계통으로는 청주1과 완주1이었다.

본 연구에서 수집한 토란유전자원을 전라북도 농업기술원 진안 속근초 시험장에 분양하였다. 이로서 분양된 재료를 재배, 관리케 함으로써 장래 양질의 토란 신 품종 육성과 농가 보급에 있어서 효과적인 관리 체계를 구축할 수 있는 기반을 조성하였다.

토란의 종구를 비닐 하우스내 움저장법, 개방형 움저장법, 옥외간이움저장법, 저온 저장법 등으로 구분하여 월동 저장한 결과는 종구의 무게, 출현능력, 부패의 정도는 모두 비닐 하우스내 움저장법이 가장 양호하였다.

토란의 꽃은 spadix의 화서를 지니며 20-30cm 길이의 佛燄苞(spathe)로 형성

되어 있는 것이 관찰되었다. 주두는 유두상으로서 분비물이 존재하였으며 지방 내에는 다수의 유병무색배주가 차있었다. 수꽃은 방사상으로 관찰되었다.

Callus 유기는 식물생장조절제 중에서 TDZ를 고농도로 첨가한 조합일수록 callus 유기가 잘 되었으며 TDZ와 함께 2,4-D, NAA, IAA순대로의 혼용처리구에서 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 배양기간이 75일 배양하였을 때 90% 이상 활착율을 보였다. 배양 30일후 생체중을 조사한 결과 membrane filter 부착구에서 미부착구이 비하여 60%이상 높았고 수원 2계통의 membrane filter 부착구에서 250mg으로 가장 양호하였다. 생체중에 있어서 당류의 효과는 공시 계통간 다소 차이가 보였으나 sucrose가 단연 양호하였으며 계통간에 있어서도 차이를 보였다.

공시한 계통의 종구에 함유된 일반성분을 분석한 결과 수분 함량은 66.2%-79.52%였다. 회분의 함량은 대천 2가 5.18%로 가장 높았으며 단백질 함량은 이리1 등 13계통 다른 계통에 비하여 대체로 높았으나 일본 2와 완주 3은 가장 적었다. 종구내 지방 함량은 0.25-0.47% 범위였는데 인도네시아 1이 가장 많았다. 탄수화물의 함량이 20% 이상인 계통은 음성 1 등 13계통이었다. 토란 종구의 무기성분 중 인은 1.65-2.32 범위이었으며 칼슘과 마그네슘은 진천 1이 가장 높았고, 나트륨의 함량은 옥천 1이 가장 많이 함유하고 있었다. 단당류인 glucose와 fructose의 함량은 수원 1과 완주 1이 청주 1에 비하여 월등히 많았다. 2당류인 sucrose함량은 단당류보다 현저히 많았다.

2) 토란 유전자원의 유연관계 분석

주요 24개 형질을 대상으로 다변량 해석법에 의한 유연관계 분석에서 지상부 엽병색이 56.8%, 자구의 형태가 44.4%로서 비교적 변이계수가 크게 나타났다. D가 110인 선에서 11개의 계통군으로 분류할 수 있었는데 일본1을 포함하여 가장 많은 21 계통이 제2군에 포함되어 있고 대만1이 가장 유연관계가 먼 것으로 나타났다. 엽병색이 자색인 계통은 제3군의 3계통 중 두 계통(음성1과 이천1), 제9군(부안2), 제10군(이리1)에 각각 한 계통씩 포함되어 있어서 다른 계통들

과 구별되었다. 제8군에 포함된 청주1, 완주1, 완주3 및 대천2는 모두 총수확량이 높은 공통점을 가지고 있었다.

RAPD의 최적조건은 template DNA는 30ng/25 μ l이 가장 재현성 있는 band의 선명도를 보였으며 dNTP는 200 μ M이 양호하였고 300 μ M 이상의 농도에서는 매우 불량하였다. Primer는 300nM 농도가 가장 양호하였고 *Taq* DNA polymerase는 1.5 unit, MgCl₂는 3.0mM에서 가장 선명한 band를 나타냈다. 또한 annealing temperature는 34 $^{\circ}$ C에서 40 $^{\circ}$ C까지 대체로 양호한 결과를 보였다.

UBC primer 26개를 선발하여 RAPD-PCR을 실시하였던 결과 polymorphic DNA band를 생성한 20개의 primer와 87개의 polymorphic band를 얻을 수 있었다. RAPD-PCR에 의해 얻어진 dendrogram에서 유연계수 0.895를 기준으로 수집계통을 10개의 계통군으로 분류할 수 있었는데 제5군에 대부분의 국내 계통이 포함되는데 반해 제주1은 유일하게 제10군에 속하여 유연관계가 가장 멀었고 다음으로 제9군에 속한 대만1이 다른 계통들에 비하여 유연관계가 멀었다. 다변량 해석법에 의한 분류에서처럼 제2군, 제3군, 제4군에는 엽병색이 자색인 계통만이 포함되어 다른 계통군들과 구별되었다. 4종의 외국 계통들은 다변량 해석법에 의한 분류에서와는 달리 제7군, 제8군, 제9군에 별도로 포함되어 국내 계통들과 유전적 거리가 멀었다.

3) LISA 및 HISA에 적합한 유전자원 선발

LISA에 적합한 유전자원을 선발하기 위한 퇴비시용구에서 지상부 및 지하부 형질 대부분이 생육초기부터 생육후기까지 대조구에 비해 낮은 수준이었으나 처리중에서 T-4(퇴비시용, 계분시용, 멀칭)가 가장 양호한 결과를 보였다. 괴경의 비대 과정을 보면 자구는 9월에, 모구는 8월에 비대가 가장 왕성하였다. 퇴비 시용구에서 지상부 생육이 양호한 계통은 대만1과 구례2, 자구의 생육이 양호한 계통은 부안2>이리1>영주1>보성2>대천2 등이었고 모구는 대만1과 청주1이 우수하였다. 자구와 모구가 동시에 우수한 계통은 청주1과 완주1 등이었다.

퇴비무시용에 따른 주요 지상부 및 지하부 형질은 대조구에 비하여 T-6(퇴비

무시용, 화학비료사용, 멀칭) 및 T-7(퇴비무시용, 무시비, 비멀칭)이 전반적으로 낮은 경향이였다. 지상부 생육이 우수한 계통으로는 수원1>부안2>완주1 등이, 자구는 수원1>완주1>부안2, 모구는 완주1>익산2>김제1 등이였으며 자구와 모구의 수량성이 동시에 우수한 계통은 완주1 등이였다.

점적관수처리는 공시계통중 T-8(퇴비사용, 무시비, 멀칭, 비닐하우스)에서는 진안1과 승주4가 지상부 및 지하부 모든 형질에서 가장 우수하였으며 T-9(퇴비사용, 무시비, 멀칭, 노지)에서는 지상부에서 칠곡1과 승주4, 지하부 괴경에서 김제1과 칠곡1 등이 가장 우수하였다.

4) 토란의 재배법 개선 및 수량 제고에 관한 연구

조기재배를 위한 텐넬과 멀칭 처리시 토란의 지상부 생육을 조사한 결과는 표 5-1과 같다. 엽병속수는 6월과 7월의 생육조사에서 조기 파종 I 처리구(3월 20일)가 4월 20일 파종 처리구(대조구)에 비해서 다소 많았고 8월 조사에서는 북주기와 슈아주기로 인해서 대체로 비슷하거나 내냉성 처리구가 약간 적은 경향을 보였다. 총엽수는 6월 조사에서 대조구가 5.2매인 것에 비해 조기 파종 I 처리구는 텐넬, 멀칭, 두 처리 모두 5매 정도 많았고 조기 파종 II 처리구는 비슷하거나 다소 적은 경향이였으며 7월과 8월 조사에서는 엽병속수와 비례하였다. 엽장은 6,7월 조사에서 대조구에 비해 조기 파종 II 처리구의 멀칭처리에서 비슷하며 나머지 처리는 약간 높은 수치를 보였고, 8월 조사에서는 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구의 텐넬처리만 비슷하며 나머지 처리구는 다소 작은 경향을 보였다. 엽병장은 6월과 7월 조사에서 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구 텐넬처리, 조기 파종 I 처리구 멀칭처리, 조기 파종 II 처리구 텐넬처리, 조기 파종 II 처리구 멀칭처리 순으로 양호한 결과를 보였다. 엽병경은 6월 조사에서 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구 텐넬처리에서 상당히 양호한 결과를 보였으며 나머지 처리구도 조기 파종 I 처리구 멀칭, 조기 파종 II 처리구 텐넬처리, 조기 파종 II 처리구 멀칭 순으로 양호한 결과이었다.

엽폭, 엽병장, 경경 및 자구중은 모두 파종 심도가 깊을수록 양호하였는데 완

주 1과 수원 1에서 처리간 현저한 차이로 증가하는 경향이였다. 파종 심도에 따라 자구층의 무게는 현저히 증가하였는데 15cm 심도의 파종처리구가 5cm처리구에 비하여 공시 계통 모두 100g이상 증가하였다.

염분 농도의 차이에 따른 토란의 계통간 내염성의 반응은 염분농도가 증가할수록 엽병속수와 총엽수는 변화가 거의 없었으나 엽장과 엽폭 엽병장은 대조구에 비해 0.25%와 0.5%가 거의 동일한 비율로 감소함을 알 수 있었다.

질소질 비료와 인산질 비료를 10a당 각각 18kg, 10kg 공히 처리한 다음 가리질 비료를 3수준으로 처리하여 엽병속, 총엽수를 조사한 결과 이들 주요형질들은 가리질 비료의 첨가량이 증가할수록 양호한 반응을 보였다. 종구중은 가리비료 30kg처리구는 10kg과 20kg 처리구에 비하여 수량이 감소하는 경향을 보였다.

선발한 완주1, 수원1, 부인2 계통을 공시 재료로 하여 전주, 무안, 수원 등 3 지역을 선정하여 지역별 계통간에 있어서 HISA처리가 LISA처리에 비하여 엽병속수, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽병경에 있어서 다소 차이가 있었으나 그 차이는 그다지 현저하지 않았다. 완주 1의 종구중은 3 지역에서 LISA재배시 HISA재배보다 수량이 증가하였으나 수원 1과 부인 2는 감소하는 경향을 보였다.

토란에 발생하는 주요병해로는 경부병이었으며 갈색무늬병은 미약하게 발생하였다. 경부병은 점촌 1, 이천 2 및 김해 1이 초 저항급으로 나타났고, 논산 1이 초감염급으로 이병율이 가장 높았다. 갈색무늬병은 진천 3, 광양 1 및 김천 1에서 1%로 미만으로 미약하게 발생 하였고 상주 1등 27품종은 전혀 발생하지 않았다. 경부병징으로부터 분리된 *Rhizoctonia solani* 52개 균주를 토란줄기에 재 접종한 결과 43균주에서 병원성이 나타났다. *Spodoptera litura*에 대하여 지역별 조사에서 발생율이 높았으며 그 밖에도 *Theretra pnastrina*, southern blight (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) 및 *Aracecerus facciculatus* 등의 피해가 조사되었다. soft root의 감염율은 전계통의 평균 9.7%가 감염을 보였으며, 수원 1과 유성 1이 가장 저항성을 보였다.

IV. 연구 개발결과 및 활용에 대한 건의

토란의 국내외 다양한 유전자원을 확보함으로써 재배기술을 개선하는데 활용할 수 있었다. 또한 조직배양을 이용하여 재분화 식물체를 획득과 화기 구조 관찰 등을 통하여 유전 육종학적 기초 자료를 제공할 수 있게 되었다. 본 연구에서 얻어진 실험 결과의 자료는 관계기관에 배부하여 적극적으로 활용할 수 있도록 할 예정이며 농가 현장에서도 우량 계통이 유용하게 활용할 수 있도록 행정적인 조치가 요구된다. 뿐만 아니라 관행의 작부체계와 식품 인식에서 있었던 고정관념을 탈피해서 지속농업의 방법을 개선하고 양질의 토란을 생산하기 위한 농법의 홍보가 절실히 요망된다. 이로써 본 연구의 기술 개발 결과는 다양화되어 가는 식생활 변화에 긴밀한 재배 생리적, 육종적 대처 방안으로 활용될 것으로 생각한다.

Summary

Taro genetic resources, 54 domestic and 27 foreign accessions, were collected and examined their genetic relationships based on the major physiological, ecological and morphological characters and RAPD marker characteristics of the strains. Performance of the accessions under the various kinds and levels of compost application and irrigation systems was also investigated to select accessions suitable for the environmentally friendly low input sustainable agriculture (LISA). The results obtained from the study are summarized as follows:

Twenty-four major morphological and physiological characters of the 81 accessions were observed in the growing seasons of 1995 and 1998 in Chŏnju, Korea. The average days to emergence of the accessions were 21.7 and the accession which had the shortest days to emergence was Kurye #2. Petiole color of the most of the accessions was green, except Ichŏn #1, Iri #1, Puan #1 and Taiwan #1 which had purple petioles. Green petiole accessions had the erect or spreading plant type but all the purple petiole accessions had the fascicular plant type.

Leaf length, leaf width, petiole length and petiole diameter increased during the growing season, and growth was most vigorous in July and August. At the late growing stage, on September 20, the following accessions were superior for the corresponding characters: Chŏngju #1 and Suwon #1 for the number of petiole bundles, Hadong #1 and Chŏngup #2 for the number of total leaves, Chinchŏn #3 and Wanju #4 for the leaf length, Wanju #1 and Chinchŏn #3 for the leaf width, Taiwan #1 and Kurye #2 for the petiole length, and Taiwan #1 and Wanju #1 for the petiole diameter, respectively.

All the accessions had cormels except Taiwan #1 which had long runners

without cormels. Cormels could be classified into three different types, ring, long-ring, and long types, based on the cormel shapes. Twenty accessions including the purple petiole accessions, Ichön #1 and Umsöng #1, had ring-type cormels, thirty accessions including Suwon #1 long-ring type, and Chechön #1, Seungju #2 and Kimhae #1 long type. Most of the accessions propagated through cormels or second cormels. Average cormel weight 797g/plant, average cormel number 39.2/plant, average cormel weight 20.3 g/cormel, maximum cormel weight 43.4g/cormel, and average corm weight 263.6g/plant, respectively. Total cormel weight/plant, Puan #2, Youngju #1, Wanju #3, Taechön #2, Chöngju #1, Wanju #1 and Iri #1 were higher in the following accessions. Average cormel weight, the most important character determining taro product quality, Suwon #1 being the highest, was higher in the following order of the accessions: Suwon #1, Chinchön #1, Chöngup #1, and Umsöng #1. Accessions superior in both total cormel weight and average cormel weight were Chöngju #1, Puan #2 and Wanju #1. Corm weight was highest in Taiwan #1, 458g/plant, and the accessions, Chöngju #1, Nonsan #1, and Chönan #1, also had a relatively higher corm weight. Accessions Chöngju #1 and Wanju #1 showed superiority in the three important characters, total cormel weight/plant, average cormel weight, and corm weight

Seed cormels stored in trenches in a vinyl house during wintering gave heavier cormel weight, higher germination rate and lower decay rate than cormels stored using other methods.

Better callus induction was obtained from media containing a hormone combination of 2,4-D, NAA, and IAA with higher concentrations of TDZ. Attachment of membrane filter on a culture container was effective for better growth of callus resulting in 60% fresh weight increase on average.

Spathe of the spadix type inflorescence of taro was 20~30 cm long and

ovary was filled with many colorless ovules with stalks.

Chemical compositions of taro were : 0.25-0.47% fat, phosphorus 1.65~2.32 ppm. Thirteen taro accessions including Eumseong #1 contained over 20% of carbohydrate. Content of glucose and fructose was highest in Suwon #1 and Wanju #1.

Multivariate analysis for the 24 characters indicated that petiole color and cormel type had relatively higher coefficient of variation, 56.8 and 44.4%, respectively. Fifty four taro strains could be grouped into 11 subgroups with $D(\sqrt{D^2})$ value of 110. Most accessions were grouped into Group II and the Group I in which Taiwan #1 was included was genetically most distant from the other groups. Accessions with purple petioles were grouped into the three different subgroups in which green petiole accessions were not included indicating distant genetic relationships between the different petiole color accessions. All the accessions grouped into the Group 8, Chöngju #1, Wanju #1, Wanju #3, and Taechön #2, had higher total yield. Some accessions collected from the same district showed a distant genetic relationship by being classified into the different subgroups.

To develop genetic markers for the phylogenetic analysis of taro accessions, taro genomic DNAs were randomly amplified with the UBC primers by polymerase chain reactions (PCRs). Optimal condition of each PCR reaction component for the random amplification of taro genomic DNAs was as follows: template DNA: 30 ng/25 μ l, dNTP: 200 μ M, primer: 300 nM, Taq DNA polymerase: 1.5 unit/25 μ l, MgCl₂: 3.0 mM, and annealing temperature: 34 to 40°C. One hundred UBC random primers were screened for the randomly amplified polymorphic DNAs (RAPD), and 87 RAPD markers were obtained from the 20 primers selected. Among the RAPD markers those obtained from the primer #223, #232, #244, #265, #266, and #269 were most

useful for the analysis of genetic diversity of the taro strains. More RAPD markers could be generated by using *EcoRI*-digested genomic DNAs as templates.

Genetic similarity matrices of RAPD profiles were generated via coefficients of variation and the data were processed by the cluster analysis (UPGMA). The accessions were classified into 10 subgroups with the coefficient of similarity value of 0.895. Domestic and foreign accessions were clearly separated. Most of the domestic accessions showed close genetic relationship, except Cheju #1 which was the accession most distantly related to the other domestic accessions. Four foreign accessions which were not separated from the domestic accessions by the multivariate analysis using the physiological and morphological characters were clearly separated from the domestic accessions and from each other indicating a distant genetic relationship.

Performance of the accessions was evaluated under the compost-application condition to screen the adaptability of the accessions to a LISA system. Performance of the accessions was poor compared with that under the control treatments. Among the compost-application LISA conditions tested, accessions showed best performance under the treatment combination of compost-application, chicken-dung-application, and mulching. Under this treatment combination, growth of corms and cormels was most vigorous in September and August. Accessions showed different response to the compost-application treatment. Taiwan #1 and Kurye #2 showed most vigorous aerial part growth. Puan #2, Iri #1, Youngju #1, Posŏng #2, Taechŏn #2 showed good cormel growth, Taiwan #1 and Chŏngju #1 good corm growth. Chŏngju #1 and Wanju #1 showed good growth of cormel and corm.

Growth of the accessions under the no compost-application treatments was also evaluated. Growth of aerial and ground parts was poor compared

with that under the control treatments. Suwon #1, Puan #2, Wanju #1 showed good aerial part growth. Suwon #1, Wanju #1, Puan #2 showed good cormel growth, and Wanju #1, Iksan #2, Kimje #1 good corm growth. Wanju #1 showed good cormel and corm growth under the no compost-application treatments.

Growth of the accessions under the treatment of trickle irrigation was better than that under the control treatment. Chinan #1 and Seungju #4 showed good aerial part and ground part growth under the treatment combination of compost-application, no chemical fertilizer application, mulching, and planting in the plastic film house. Chilgok #1 and Seungju #4 showed good aerial part growth, Kimje #1 and Chilgok #1 good ground part growth under the treatment combination of compost-application, no chemical fertilizer application, mulching and planting in the field.

Cormel weight increased with increase in planting depth to 15cm resulting in over 100g increase than in 5cm planting depth.

Three collections, Wanju #1, Suwon #1 and Puan #2, were selected to investigate performance in HISA and LISA conditions in three different locations, Chonju, Muan and Suwon. Performance of collections in different locations was affected a little in total leaf numbers, leaf length, leaf width, petiole weight and length. Only Wanju #1 performed better in LISA than in HISA resulting in higher cormel weight in the three locations.

Among the pest insect occurring in taro *Spodoptera litura* was more harmful than *Theretra pnastrina*, Southern blight and *Aracecerus facciculatus*. Soft rot infection rate was 9.7% on average, and Suwon #1 and Yuseong #1 was resistant to the disease.

Collections of taro were distributed to Jinan Medicinal Herbs Exprement Station, North Cholla Province, RDA.

CONTENTS

PRESENTATION -----	i
SUMMARY -----	1
CONTENTS -----	15
Chapter 1. Introduction	
1. Research purpose and objective -----	19
2. Research outcomes -----	21
Chapter 2. Collecting, propagation, tissue culture and characterization of taro genetic resources	
1. Introduction -----	22
2. Materials and methods -----	24
3. Results and discussion -----	29
4. Conclusion -----	53
Reference -----	56
Chapter 3. Analysis of phylogenetic relationship of taro genetic resources	
1. Introduction -----	59
2. Materials and methods -----	61
3. Results and discussion -----	69

4. Conclusion -----	104
Reference -----	106
Appendix -----	110

Chapter 4. Selection of taro genetic resources suitable for
LISA and HISA

1. Introduction -----	113
2. Materials and methods -----	115
3. Results and discussion -----	119
4. Conclusion -----	154
Reference -----	155
Appendix -----	158

Chapter 5. Studies on improvements of taro cultivation
methods for yield increase

1. Introduction -----	160
2. Materials and methods -----	162
3. Results and discussion -----	165
4. Conclusion -----	181
Reference -----	183

목 차

제출문	-----	i
요약문	-----	1
목차	-----	17
제 1 장 서론		
제 1 절 연구 개발의 목적과 범위	-----	19
제 2 절 연구 내용	-----	21
제 2 장 토란의 유전자원 수집·종식, 기내배양 및 주요 특성조사		
제 1 절 서설	-----	22
제 2 절 재료 및 방법	-----	24
제 3 절 결과 및 고찰	-----	29
제 4 절 적요	-----	53
제 5 절 참고 문헌	-----	56
제 3 장 토란 유전자원의 유연관계 분석		
제 1 절 서설	-----	59
제 2 절 재료 및 방법	-----	61

제 3 절 결과 및 고찰	-----	69
제 4 절 적요	-----	104
제 5 절 참고 문헌	-----	106
부표	-----	110

제 4 장 LISA 및 HISA에 적합한 유전자원 선발

제 1 절 서설	-----	113
제 2 절 재료 및 방법	-----	115
제 3 절 결과 및 고찰	-----	119
제 4 절 적요	-----	154
제 5 절 참고 문헌	-----	155
부표	-----	158

제 5 장 토란의 재배법 개선 및 수량 제고에 관한 연구

제 1 절 서설	-----	160
제 2 절 재료 및 방법	-----	162
제 3 절 결과 및 고찰	-----	165
제 4 절 적요	-----	181
제 5 절 참고 문헌	-----	183

제 1 장 서론

제 1 절 연구개발의 목적과 범위

미래의 세계는 식량안보에 어느 정도 접근할 수 있을까? 1996년 이탈리아 로마에서 열린 세계식량정상회의에서 각국의 정상들은 식량안보의 개념을 '모든 사람이 어느 때라도 활동적이고 건강한 삶을 위해 충분하고 안전하며 영양가 있는 식량의 확보가 물리적 경제적으로 접근이 가능한 상태'라고 정의했다. 그러나 과학 기술문명의 눈부신 발전에도 불구하고 기아는 여전히 오늘날 우리 인류가 해결해야 할 최대의 과제이다. FAO 통계에 의하면 세계의 인구 59억 가운데 약 15%에 해당하는 약 8억 - 9억명이 만성적인 영양결핍 상태에 있고 매년 약 1천3백만명이 굶어 죽고 있다고한다. 이러한 심각한 세계적인 식량문제는 개선되기보다는 악화 가능성이 높다.

우리 나라에서는 최근 가트조약에 근거하여 국제적으로 농산물의 자유무역이 대두되고 국제가격보다 수배 비싼 우리 나라 농산물시장에 외국의 값싼 농산물의 수입이 급속히 증가하고 있는 실정이다. 이들 현상은 곡물에만 국한하지 않고 농산물 전반에 걸쳐 야기되고있는 현실이다. 쌀 주식 문화의 변천으로 외국 산 잡곡물의 수입이 급증하여 본래 국내의 발작물을 침체시키는 것은 물론 식부율이 감소되고 유희지가 증가하고 지피율이 감소되어 토양을 황폐화 할 우려가 크며 토양유실 등에 대한 취약성을 높이게 되는바 이에 따른 대처가 시급한 실정이다. 또한 농산물에 있어서 식품의 다양화는 곧 수입농산물 의존도가 상대적으로 낮추는 효과가 있으므로 쌀 주식 대체 작목개발은 무엇보다도 중요하다.

토란(*Colocasia antiquorum* Schott)은 다년생 단자엽 식물로(陳 1978) 식물학적 분류는 괴경의 특성과 화기의 구조에 의해 var. *esculenta*와 var. *antiquorum* 두 종으로 나누고 있는데 국내에 재배되고 있는 종들은 var.

*antiquorum*이나 토란에 대한 분류학적 기초연구가 미흡한 실정이다. 별명은 里芋, 土地, 土芋, 芋, 白芋, 土蓮, 芋頭, 土頭子, 芋莖 등이며 생약명은 芋子이고 영명은 taro, cocco, coccoyam 혹은 elephant's ear 등으로 불리며 일본명은 サトイモ이다(박과 정 1995). 괴경의 비대 및 분구의 진행과정은 정아가 신장 발달하면서 엽병 기부가 비대하여 모구를 형성하고 모구의 액아가 다시 비대, 신장하여 엽병속을 만들며 자구를 형성하고 다시 자구의 기부에서 손구가, 손구에서 손손구가 형성되는 것이며 이러한 과정은 품종, 종구의 크기 및 환경 조건 등에 크게 좌우된다(熊澤 1955).

괴경의 주성분은 탄수화물중 전분으로 70%에 이르며 대부분의 곡물류와 같이 A형이며 소립의 형태이어서 소화 흡수가 용이하다(星川 1980). 토란은 감자보다도 영양가 높은 성분이 많고 알칼리성 식품으로 그 효용가치가 높아 우리나라, 일본, 중국, 대만 등지에서도 다양한 용도로 이용하고 있다. 특히 전분립(starch grains)이 용이하게 소화흡수(星川 1980) 되어 부식, 가공식품(빙수, 제과, 케익 등), 제분, 등 용도가 다양하고, 세계 인구의 10%가 주식으로 하고 있으며(Herklot 1972; 옥 1980; 진 1978), 엽병에는 다량의 칼슘, 인, 철분, 비타민A 및 C 등이 풍부하게 함유되어 채소용으로 많이 쓰이고 있다(Liou 1984).

토란은 타작물에 비하여 화학비료나 농약사용이 적고 재배과정에서 노동력 투입이 비교적 적은 작물로서 LISA이 가능한 작물로 생각된다. LISA에 의한 토란 재배를 위해서는 이에 적합한 환경적응력이 높은 품종의 개발이 절실히 요청되는데 국내에서는 현재까지 적은 규모의 재배면적, 한정된 소비 그리고 영양번식작물로서 갖는 특성 때문에 품종 분류와 보존조차도 거의 이루어져 있지 않다. 우량품종을 선발, 육성하기 위해서는 계통 및 품종간의 유전변이와 유연관계를 명확히 밝히는 것이 선결되어야 할 것이다.

본 연구에 있어서는, (1) 국외 토란 유전자원과 우리 나라에서 재배하고 있는 지방재래종을 수집, 동정하고, 증식 및 보관을 위한 저장기술 개발, (2) 토란 유전자원의 유연관계 분석, (3) LISA 및 HISA에 적합한 유전자원 선발,

(4)토란의 재배법 개선 및 수량 제고에 관한 방법을 확립하고자 한다.

제 2 절 연구 내용

본 연구에 있어서는 국내외에서 수집한 토란의 유전자원을 효율적으로 활용하는 방안을 개발하기 위한 연구로서,

(1) 국내외 토란 유전자원 수집, 증식, 주요특성조사, 이 조사를 위하여 우리 나라에 인접한 국가를 중심으로 계통을 수집하여 증식하였다. 계통의 주요 특성 조사, 수집 유전자원의 분양, 종구의 월동시 보관법과 식물학적 측면에서 화기의 구조 관찰, 조직배양, 유전자원의 기내보관법 및 종구의 일반성분 분석 등을 연구하였다. 수집 계통중 우량계통을 유관 기관에 분양하였다.

(2) 토란 유전자원의 유연관계 분석, 이 연구를 수행하기 위하여 계통을 몇 가지 주요 생리, 생태 및 형태적 특성만을 이용한 다변량해석법이 이용되었다. 분자생물학적인 표지인자를 얻는 방법으로 RAPD 방법이 사용되었는데 본 연구에서는 PCR 산물을 효율적으로 얻기 위해 PCR 반응용액 내의 최적 조건을 구명하였다. 이 방법으로 수집한 계통의 유연 관계를 밝혔다.

(3) LISA 및 HISA에 적합한 유전자원 선발, 이 연구에서는 재배조건(시비량, 점적관개 등)을 달리하여 저투입지속농업에 적합한 계통을 선발하였다. 아울러 고투입에 적합한 우량계통을 선발하였다.

(4)토란의 재배법 개선 및 수량 제고에 관한 방법, 이 연구 내용은 지금까지 관행적으로 토란을 재배하는 재배법을 개선코자 실시하였다. 토란의 재배기간을 연장하기 위한 조기재배, 정식심도, 내염성 계통선발, 적정 시비량 선정, 담수재배, 주요 병해충 조사 등에 관한 연구를 수행하였다.

제 2 장 토란의 유전자원 수집·증식, 기내 배양 및 주요 특성조사

제 1 절 서설

모든 생물의 특성은 유전인자에 의하여 지배되며 유전인자는 생물개체에 의하여 보존되고 후대에 유전하여 계속해서 그 특성이 유지되어 간다. 최근에 여러 환경변화(기상, 병충해 등)에 따른 재해가 발생하고 있으며 이러한 재해는 저항성인 유전인자에 의해서만 극복할 수 있을 것이다. 여러 유용한 특성(형질)을 발현할 수 있는 유전자를 갖는 재배종, 근연야생종 및 미개발 자원들의 식물 유전자원은 작물 육종의 근본이 될 뿐만 아니라 생명공학의 토대가 되기도 한다. 하지만 최근에는 새로운 품종육성 보급으로 재래종이 급속도로 사라지고 있으며 특히 산업화로 자연의 훼손이 급진전되면서 기상 이변과 함께 야생유전자원의 유실이 증가되고 있는 실정이다(Soule M.E. 1991)

농작물의 종류나 품종 수는 계속 감소하는 경향인데 그 이유는 경제적 타산이 맞는 다수성 우량품종에만 농민이 재배하기 때문이다(안 등 1993). 따라서 재배농작물의 유전적 단순화는 자연재해에 대한 저항성에 차질을 가져올 수 있으므로 이에 대한 대비를 위해서 다양한 유전자원의 확보가 중요하다. 재배 및 육종의 관건은 여러 가지 개량목표에 알맞은 유용 유전자의 확보에 달려 있다. 1960년 이후 식량증산에 중추적 역할을 한 식량작물에 있어서 품종개량의 성과는 모두 유용 유전자원을 활용한 결과이다(Ohba 1985). 따라서 유전자원의 확대 보존은 작물육종 사업에 있어서 필수적 요건으로 등장하게 되었으며 이에 따라 국제기구는 국제적 협력을 통해 각종 농작물 유전자원의 수집보존에 역점을 두고 있다.

우리 나라의 유전자원의 수집, 보존연구는 외국에 비하여 시작시기와 규

모 면에 있어서 낙후되어 있는 게 사실이다. 다행히도 1980년 후반에 들어서 각 분야별로 관심도가 높아지고 있으나 특정유전자원에 편향된 연구가 이루어지고 있다. 현재 우리 나라의 유전자원의 보존은 작물종자의 경우 농촌진흥청에서 종자은행을 발족 운영하고 있지만 영양계번식 작물에 대하여는 작물의 특성상 어려운 점이 많다.

최근 국민들의 식생활 의식과 패턴이 다양화 되어가고 있는 시점에서 부식으로 활용성이 높은 토란의 유전자원 확보는 실로 큰 의의를 지닌다. 그러나 지금까지 국내에서는 토란의 유전자원을 수집하여 이들 보존 자원에 대한 평가와 보급이 미흡하다.

따라서 본 연구는 국내외 토란의 유전자원을 수집, 증식하여 이에 대한 주요 형질조사, 화기구조의 관찰, 수집된 계통을 이용한 기내증식 체계확립, 유전자원의 장기 기내보관법, 종구의 성분조사 등을 통하여 재배, 가공식품 및 육종의 이용성 효율을 높이고자 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 유전자원 수집 및 증식

가. 국내외 토란 유전자원 수집

1)수집대상지역

한국, 일본, 중국, 대만, 인도네시아, 하와이

나. 유전자원 증식 및 주요 특성조사

1) 공시재료 : 총 81 계통

2) 처리내용 및 재배법 : 慣行栽培法(시비량: N:P:K=18:10:15)

파종일(4월 20일). 재식밀도(70 x 30cm)

3) 실험구배치 : 완전임의배치법

4) 조사항목 : 초장, 종구 수량 등 주요 특성조사

다. 유전자원 분양

1) 분양계통 : 연구기간동안 수집한 71계통

2) 분양기관 : 전라북도 농업기술원

2. 유전자원 종구 월동 보관법 개발

토란의 저장법을 개선하고자 저장 방법을 구분하여 연구를 수행하였다

가. 공시재료 : 수원 1, 완주 1, 부안 2 등 3계통

나. 처리 방법

1) 비닐 하우스내 움저장법

토란을 수확한 후 2-3일간 음건 시킨 다음 일정한 간격으로 땅을 파고 나서 호흡열의 일산을 막기 위하여 구덩이의 기부와 사면에 전충재료(왕겨)를 넣었다. 퇴적 방식은 저장 중에 온도가 낮아지기 쉬운 경우를 감안하여 호흡열을 충분히 이용하기 위하여 퇴적 표면적이 최소가 되도록 입방체로 쌓았다(그림 2-7).

2) 개방형 움저장법

이 방법은 비닐하우스내 움저장법과 동일한 조건으로 저장조건을 갖추었으나 외부는 개방된 상태로 월동 시켰다.

3) 옥외간이움저장법

포장에서 수확하지 않은 채 직접 흙으로 매몰시켜 월동 시켰다.

4) 저온 저장법

수확한 토란의 자구를 $10^{\circ}\text{C} \pm 1$ 의 저온 창고에 저장하여 월동을 시켰다.

다. 조사항목 : 종구중, 출현능력, 부패정도

3. 식물학적 기초연구

가) 화기구조의 특성연구

화기를 고정액에 고정하여 내부구조를 형태학적으로 조사하였다.

4. 기내배양을 통한 대량증식

가. 기내배양을 통한 대량증식

1) Callus 유기배지 선정

가)공시재료: 공시재료의 生長點, 葉, 葉柄, 塊莖의 組織

나)배지조성(MS 배지) : 호르몬 처리는 오옥신류와 카이네틴류의 혼합처리 후 TDZ처리를 처리하여 17조합의 배지를 조제하여 사용하였다(표 2-1).

Table 2-1 combination of plant growth regulator

Medium No.	NAA	IAA	2.4 - D	Kinetin	TDZ
1	0.5		2	0.2	
2	0.5				0.2
3	1.0			0.5	
4	1.0				0.5
5	2.0				0.5
6	2.0				1.0
7		0.5		0.2	
8		0.5			0.2
9		1.0		0.5	
10		1.0			0.5
11			2.0		0.5
12			2.0		1.0
13	1.0		0.5	1.0	
14	1.0		0.5		1.0
15		1.0	0.5	1.0	
16		1.0	0.5		1.0
17		1.0			1.0

2) 생장점배양 : Direct shoot 선발

① 기본배지조성 : MS 배지, 1/2 MS 배지, V/W 배지

② 호르몬처리 : NAA와 BA 및 IAA 혼용처리(표 2-2)

5. 유전자원의 장기 기내보존법 연구

가. 기내보관법

1) 공시재료: 완주1 등 2계통

Table 2-2. combination of plant growth regulator

No. of medium	Hormone		
	BA	NAA	IAA
1	1	0.1	
2	1	0.5	
3	1		0.1
4	1		0.5
5	2	0.1	
6	2	0.5	
7	2		0.1
8	2		0.5
9	4	0.1	
10	4	0.5	
11	4	1.0	
12	4		0.1
13	4		0.5
14	4		1.0
15	6	0.1	
16	6	1.0	
17	6		0.1
18	6		1.0

2) 배지조건 : MS배지 + 0.4mg/l thiamine-Hcl + 100mg/l myo-inositol + 1mg/l IAA, 25±1℃, 1,500lux로 16시간 조명

3) 처리방법 :

-탄소원(lactose, maltose, fructose, galactose, glucose, arabinose, sucrose)이 기내 생장에 미치는 영향

-sucrose 농도(0, 3, 6, 9, 12, 15%)가 기내 생장에 미치는 영향

-glucose 농도(0, 3, 6, 89, 12, 15%)가 엽병신장 억제에 미치는 효과

나. 기내배양을 이용한 성묘 생산 체계확립(기내배양 환경 개선)

1) Membrane filter와 광원: 광원에 따른 파장별 광량 조사, 성장량 조사

2) Membrane filter와 photosynthetic photon flux density(PPFD)

3) Membrane filter와 sucrose의 영향

6. 토린의 성분조사

수집한 계통의 당함량, 열량, 단백질, 지방, 탄수화물, 회분, 섬유질, 전분 등을 조사하였다. 이들 성분에 대한 조사는 상법에 준하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 유전자원 수집 및 증식

가. 국내외 토란 유전자원 수집

1)수집대상지역

한국, 일본 등 8개 국으로부터 수집한 토란의 유전자원은 표 2-3과 같다.

Table 2-3. Taro strains collected from domestic and abroad.

No.	Name of strains	No.	Name of strains	No.	Name of strains	No.	Name of strains
1	Suwon 1	22	Puan 1	42	Chilgok 1	62	Taiwan 2
2	Suwon 2	23	Puan 2	43	Andong 1	63	Taiwan 3
3	Icheon 1	24	Kimje 1	44	Kimcheon 1	64	Taiwan 4
4	Icheon 2	25	Chinan 1	45	Jeomchon 1	65	Taiwan 5
5	Posung 3	26	Wanju 4	46	Sangju 1	66	Japan 6
6	Taecheon 2	27	Wanju 1	47	Youngju 1	67	Japan 7
7	Nonsan 1	28	Wanju 3	48	Kimhae 1	68	China 1
8	Taejeon 1	29	Namwon 1	49	Kimhae 2	69	China 2
9	Cheonan 1	30	Seungju 4	50	Cheju 1	70	China 3
10	Yuseong 1	31	Koksung 3	51	Hongcheon 1	71	China 4
11	Chinchon 1	32	Koksung 1	52	Samcheak 1	72	China 5
12	Eumseong 1	33	Kurye 1	53	Sealak 1	73	China 6
13	Chincheon 3	34	Kurye 2	54	Kangleung 1	74	Hawai 1
14	Cheongju 1	35	Suncheon 1	55	Indonesia 1	75	Hawai 2
15	Checheon 1	36	Kwangyang 1	56	Japan 1	76	India 1
16	Pouin 1	37	Poseong 1	57	Japan 2	77	India 2
17	Okcheon 1	38	Poseong 2	58	Japan 3	78	Vetnam 1
18	Cheonguip 1	39	Hadong 1	59	Japan 4	79	Mexico 1
19	Chonguip 2	40	Seungju 2	60	Japan 5	80	Canada 1
20	Iri 1	41	Haenam 1	61	Taiwan 1	81	Canada 2
21	Iksan 2						

* : Cord number of strains

본 연구에서 수집한 토란은 81계통이었다. 그중 우리 나라에서는 54계통을 수집하였으며 일본, 대만, 중국 등지에서 27계통이 수집되었다. 이들 유전자원은 엄격한 계통분류와 지속적인 계통의 계대 유지로 영양 순계 분리가 이루어졌다(그림 2-1, 그림 2-2).

2. 유전자원 증식 및 특성조사

가. 수집토란의 유전자원의 특성조사

1) 표충 출현상태

수집계통의 출현일수는 국내외종간의 차이나 없었으며 파종 후 18- 23일 에 모두 출현하였다(표 2-4). 공시 계통중 구례 2의 출현일수는 18일로서 가장 빨랐다. 이들 계통의 출현률은 90% 이상이었다.

2) 엽병색과 초형

토란의 엽병색은 적자색, 자색, 연자색 및 녹색으로 구분되었다. 본 연구에서 수집한 계통중, 엽병색이 적자색을 띠는 계통은 인천1 외 2계통, 자색은 이리1 외 5종, 연자색을 띠는 계통은 대만1 등 5계통이었으며 나머지 계통은 모두 녹색이었다. 초형은 직립형, 개장형, 총생형으로 구분하여 조사하였던 바 엽병색이 자색 계통인 대만1 등 6계통이 총생형, 수원1 외 45종이 직립형, 완주1 외 55계통이 개장형이었다.

3) 자구의 형태

공시한 계통의 자구 형태는 자구의 수가 많은 계통과 자구를 3-4개 유지하는 모구용 토란으로 구분 되었다. 대만에서 수집한 계통과 중국일부에서 수집한 계통이 모구용이었으며 그 밖의 지역에서 수집한 계통은 모두 자구생산용 토란으로 분류되었다(그림 2-3). 모구용 토란의 자구 특성은 자구 생산용과는 달리 자구가 모구로부터 일정한 거리를 두고 형태를 유지하고 있어 흡사 런너(포복경)와 같은 형태를 지닌다(그림 2-4). 모구용 자구는 지표면 위에서 자

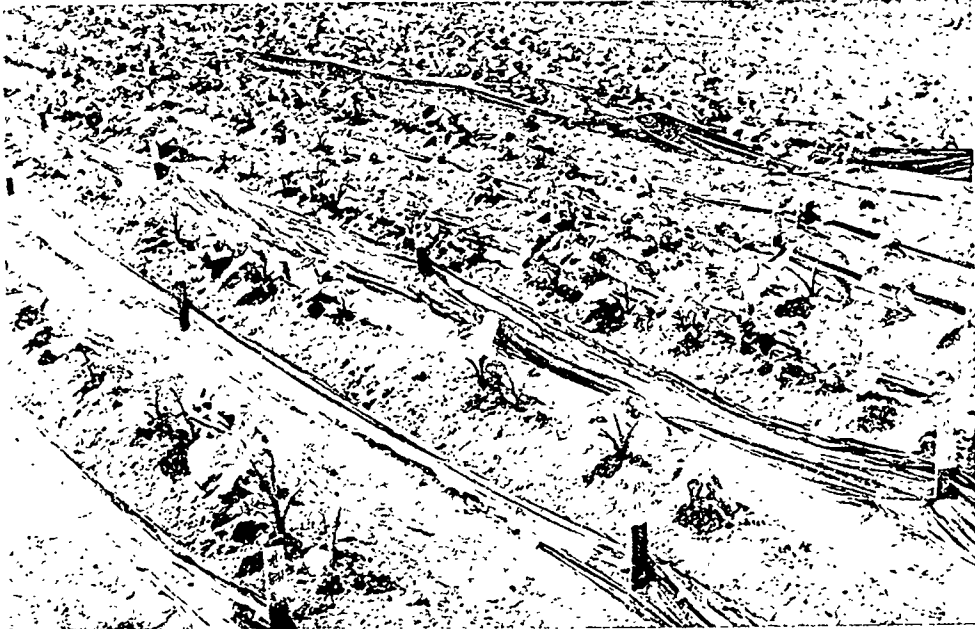


Fig. 2-1. Propagation of taro collections using second cormels.

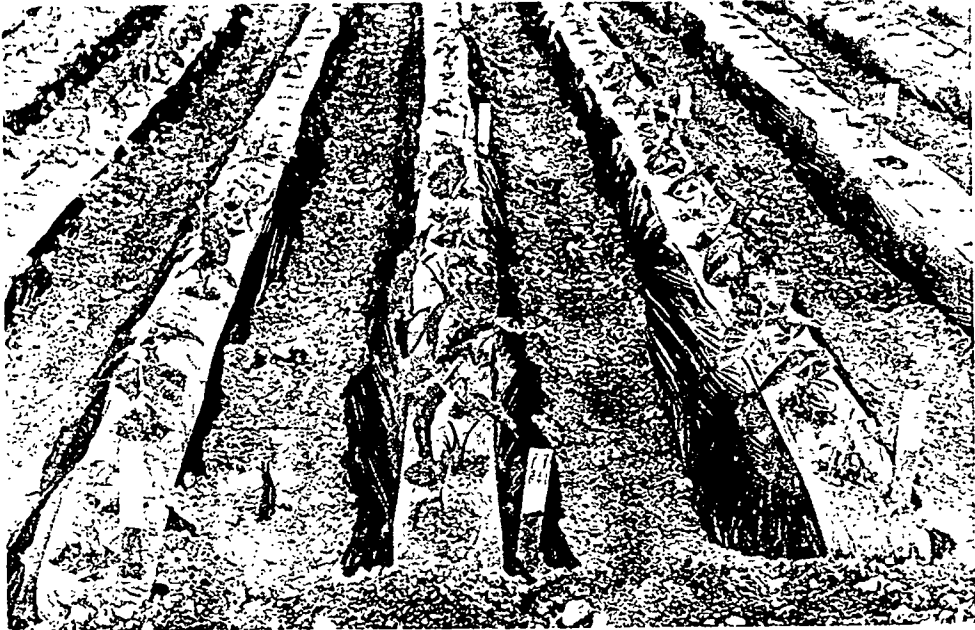


Fig. 2-2. Propagation of taro collections using cormels.

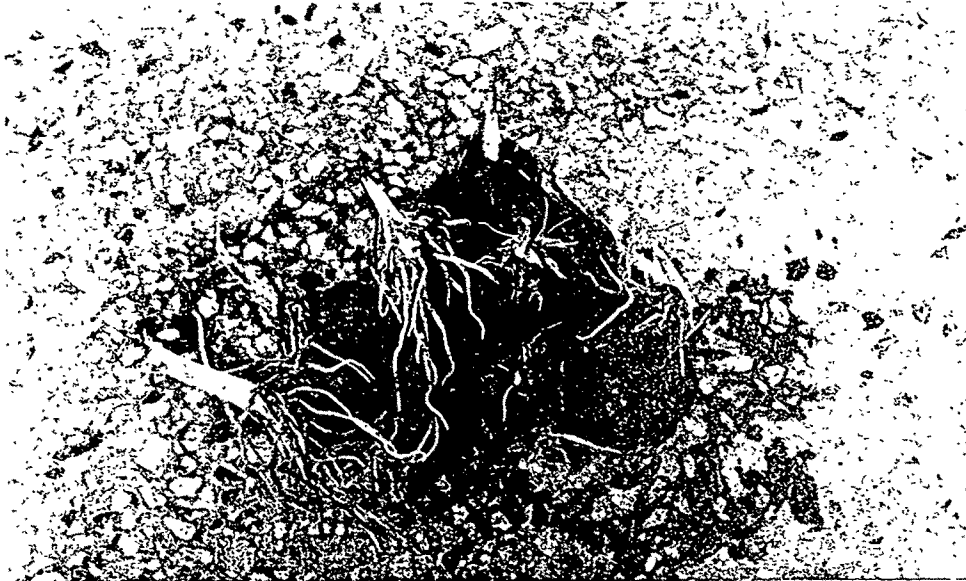


Fig 2-3 Most of the accessions propagated through cormel or second cormels.



Fig. 2-4. Taiwan accessions propagated through long runners without cormels.

구의 형태를 유지하는게 특이하다.

자구의 형태는 환형, 장환형 및 장형으로 구분하였다. 또한 모구에서 1차 분구된 자구가 주를 이루는 계통은 보은1이었으며, 1차 분구된 자구와 자구에서 2차 분구된 손구가 주를 이루는 계통은 수원1 외 21계통이었고, 2차 분구된 손구만이 주를 이루는 계통은 이천1 외 27계통으로서 가장 많았으며, 손구에서 3차 분구된 손손구가 주를 이루는 계통은 천안1과 유성1이었다. 대만에서 수집한 창화1 계통은 모구생산용 토란으로서 지상부 생육이 월등히 양호하였다. 또한 담수재배에서도 생육이 가능하였다. 이들 계통은 차후 배양식을 달리한 재배법을 개량시 이용될 수 있는 계통이라고 판단된다.



Fig 2-5. Taiwan accession (Taiwan #2) forming cormels.



Fig. 2-6. Performance of taro under flooding conditions for the entire growth period

Table 2-4. Emergence, petiole color, plant type in some botanical characters of taro strains after sowing

Strain	Initiation of emergence	Emergence date	Date to emergence	Emergence rate(%)	Color type	Plant type**
1	May 9	May 11	21	100	Green	E
2	May 8	May 11	21	95	Green	E
3	May 8	May 11	21	90	Purple	E
4	May 8	May 11	21	90	Green	E
5	May 9	May 12	22	100	Green	E
6	May 9	May 12	22	95	Green	E
7	May 10	May 12	22	100	Green	E
8	May 10	May 13	23	95	Green	S
9	May 9	May 13	23	95	Green	S
10	May 8	May 13	23	95	Green	S
11	May 8	May 11	21	100	Green	S
12	May 8	May 11	21	100	Purple	S
13	May 9	May 12	22	95	Green	S
14	May 7	May 11	21	95	Green	S
15	May 9	May 13	23	95	Green	E
16	May 10	May 13	23	90	Green	E
17	May 9	May 13	23	90	Green	E
18	May 8	May 12	22	100	Green	E
19	May 10	May 13	23	100	Green	S
20	May 8	May 11	21	100	Red Purple	E
21	May 8	May 13	23	95	Green	E
22	May 6	May 11	21	100	Green	E
23	May 8	May 13	23	100	Red Purple	E
24	May 7	May 12	22	95	Green	E
25	May 8	May 12	22	100	Green	E
26	May 5	May 10	20	95	Green	S
27	May 8	May 11	21	100	Green	S
28	May 8	May 11	21	95	Green	S
29	May 9	May 12	22	95	Green	S
30	May 7	May 11	21	100	Green	S
31	May 8	May 11	21	100	Green	S
32	May 8	May 12	22	95	Green	S
33	May 9	May 11	21	90	Green	S
34	May 4	May 8	18	95	Green	S
35	May 9	May 12	22	95	Green	E
36	May 9	May 11	21	100	Green	E
37	May 8	May 12	22	90	Green	S
38	May 7	May 12	22	95	Green	S
39	May 6	May 11	21	95	Green	S
40	May 9	May 12	22	95	Green	S
41	May 7	May 10	20	95	Green	E
42	May 7	May 11	21	90	Green	E
43	May 10	May 13	23	90	Green	E
44	May 9	May 13	23	95	Green	S
45	May 10	May 13	23	90	Green	S
46	May 9	May 13	23	95	Green	S
47	May 7	May 11	21	100	Green	S
48	May 6	May 10	20	100	Green	S
49	May 7	May 10	20	95	Green	S
50	May 7	May 9	19	100	Green	E
51	May 10	May 13	23	95	Green	S
52	May 11	May 13	23	90	Green	S
53	May 11	May 13	23	90	Green	S
54	May 10	May 13	23	100	Light purple	T

Continued

Strain	Initiation of emergence	Emergence date	Date to emergence	Emergence rate(%)	color type	Plant type
55	May 9	May 12	22	95	Light purple	E
56	May 8	May 11	21	100	Red purple	S
57	May 9	May 12	22	95	Light purple	E
58	May 7	May 11	21	95	Green	S
59	May 9	May 13	23	95	Red Purple	S
60	May 10	May 13	23	90	Green	S
61	May 9	May 13	23	90	Green	S
62	May 8	May 12	22	100	Red Purple	E
63	May 10	May 13	23	95	Green	E
64	May 8	May 11	21	100	Green	S
65	May 8	May 13	23	95	Green	S
66	May 6	May 11	21	100	Green	E
67	May 7	May 13	22	100	Green	S
68	May 7	May 12	22	95	Green	E
69	May 8	May 12	22	100	Green	E
70	May 6	May 10	21	95	Green	E
71	May 8	May 11	21	100	Green	S
72	May 9	May 11	20	95	Green	S
73	May 8	May 11	21	100	Light purple	S
74	May 8	May 11	21	100	Green	S
75	May 9	May 12	22	95	Green	S
76	May 7	May 11	21	95	Light purple	S
77	May 9	May 13	23	95	Green	E
78	May 10	May 13	23	100	Green	S
79	May 9	May 13	23	100	Green	S
80	May 8	May 12	22	100	Green	S
81	May 10	May 13	23	100	Green	F

* : See Table 2-3, ** : E(erect type), F(fascicular type), S(spreading type)

3) 조사 시기별 지상부의 주요 형질 조사

엽병속수, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽병경의 형질을 파종 60일후와 120일후 조사한 결과는 표 2-5와 같다. 초기생육은 모구의 발아에 의한 엽병속의 발달로 시작되어지나 1-2주 정도의 차이를 두고 측아의 발아가 진행되어 또 다른 엽병속이 출현하였다. 엽병속수는 파종후 60일, 120일후 조사에서 각각 1.2개 1.2개로 증가되지 않았는데 이는 재배 기간중 비배관리시 복주기와 함께 일부 미약한 엽병속을 제거하였기 때문이다.

총엽수는 엽병속수에 영향을 받는 형질로서 파종후 60일 조사에서 5.3매였다. 파종후 120일 조사에서는 5.4매로 변화가 없었던 것은 생육후기의 기온저

하로 엽병의 도복에 의한 결과이었다.

엽장은 조사 시기별로 각각 38.9, 42.4cm로 점차 증가하는 경향을 보여 주었으며 엽폭 또한 엽장과 비례하여 각각 22.1, 37.0cm로 생육이 진행됨에 따라 증가하였다. 엽병경은 1.4, 5.7로 엽병장과 동일하게 생육이 진전될수록 비대해지지만 초기생육이 왕성했던 계통중에서 순천1, 광양1, 보성1, 점촌1 및 상주1 등은 생육후기인 9월에 엽병의 도복이 오히려 빨리 진행되어 다소 감소하는 경향이었다.

한편 엽병속수는 파종후 60일 조사에서 보성3, 진천1 및 광양1 등이 1.7개로 많았고, 파종후 120일 조사에서 청주2의 2.2개를 비롯하여 수원1과 대천2, 승주4 등이 비교적 많았다. 총엽수는 파종후 60일 조사에서 진천1과 보은1이 각각 7.6, 7.4매로 가장 많았고 일본1, 일본2 및 제주1 등이 4매로서 적었으며, 파종후 120일 조사에서는 하동1과 정읍2가 각각 7.6, 7매로 많았고 칠곡1, 일본1이 3.6, 3.2매로 낮았다. 1개의 엽병속당 평균 4-5매의 엽이 발생하였고 엽병속수가 증가할수록 엽병속당 발생하는 엽수는 감소하는 경향이었다.

엽장과 엽폭에서는 엽장은 파종후 60일 조사에서 진천3, 대만1이 27.5, 27.2cm로 길었고 일본2, 제천1이 18.9, 18.7cm로 짧았다. 파종후 120일 조사에서 완주4, 진천3이 52.8, 52cm로 길었고 상주1, 음성1이 34, 30cm로 짧았다.

엽폭은 파종 60일 조사에서 완주4와 수원2 등이 길었고 일본2와 인도네시아 1 등이 짧은 계통이었다. 파종 102일 조사에서 완주1과 진천3 등이 가장 길었고 음성1과 유성1 등이 짧은 계통이었다.

한편, 엽병장은 파종 60일 조사에서 대만1과 완주4가 36, 35cm 가장 컸고 제천1과 인도네시아1 등이 가장 작았다. 파종 20일 후의 조사에서는 대만1과 구례2가 115, 110cm로 가장 큰 계통이었고 음성1, 제천1 등이 가장 작은 계통으로 분류되었다. 엽병경은 파종후 60일 조사에서는 대만1과 완주4가 각각 2.3, 1.8cm로 가장 굵었고 일본2와 제천1이 가장 얇았으며, 파종후 120일 조사에서는 대만1과 완주1이 8.0, 7.6cm로 다른 계통보다도 상당히 양호하였으나 음성1과 유성1 등의 생육은 부진하였다.

Table 2-5. Botanical characters of aerial part of taro strains

Code	60 days after seeding						120 days after seeding					
	No. of strains	Number of petiole bundles of leaves	Total number length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)	Petiole diameter (cm)	Number of petiole bundles	Total number of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)
1	1.0	5.0	25.6	19.8	31.3	1.66	2.0	4.0	42.0	37.0	90.3	5.56
2	1.2	5.6	25.9	23.0	32.1	1.66	1.4	4.5	38.3	34.0	91.5	5.56
3	1.0	5.4	20.7	19.6	29.7	1.34	1.0	5.0	34.5	30.5	80.5	4.75
4	1.2	5.6	25.9	23.0	32.1	1.66	1.4	4.5	38.3	34.0	91.5	5.56
5	1.8	6.2	23.8	20.8	32.6	1.58	1.6	6.3	39.5	34.5	93.0	6.01
6	1.0	4.6	24.4	20.3	28.4	1.41	2.0	4.0	48.0	43.8	102.5	6.19
7	1.0	4.8	25.0	22.3	30.9	1.67	1.8	6.6	49.3	43.8	107.5	6.51
8	1.0	4.4	21.2	19.5	30.5	1.33	1.2	5.0	40.0	33.5	83.0	5.85
9	1.2	5.8	23.0	19.5	26.6	1.38	1.2	4.8	48.5	44.3	98.5	6.20
10	1.4	5.4	21.4	19.4	28.7	1.36	1.2	5.0	34.0	28.5	82.0	4.65
11	1.8	7.6	26.8	19.4	30.5	1.51	1.6	4.5	45.0	38.0	93.3	5.44
12	1.6	6.8	19.7	17.3	30.0	1.32	1.5	5.0	30.0	25.0	72.3	3.81
13	1.4	6.2	27.5	23.4	32.1	1.56	1.2	4.0	52.0	47.0	104.8	5.65
14	1.2	5.0	21.7	17.7	31.1	1.26	2.2	6.8	45.0	40.8	97.8	6.40
15	1.4	6.0	18.7	17.0	22.2	0.99	1.0	5.0	36.0	31.3	78.3	5.01
16	1.6	7.4	22.5	20.6	31.7	1.35	1.0	4.0	42.5	35.0	91.5	6.42
17	1.0	4.6	22.6	18.5	27.9	1.20	1.0	4.5	39.5	33.3	87.8	4.93
18	1.2	5.6	26.1	21.5	27.6	1.45	1.6	4.0	48.8	43.8	106.0	5.99
19	1.2	5.4	23.0	19.8	29.3	1.65	1.1	7.0	36.3	31.3	78.3	4.86
20	1.4	6.2	22.1	19.5	29.0	1.32	1.4	5.6	37.5	32.5	82.5	5.58
21	1.0	5.0	25.1	21.7	28.8	1.46	1.2	5.0	50.8	46.0	100.0	6.42
22	1.0	5.0	25.1	21.8	29.7	1.46	1.6	6.2	47.0	40.0	103.8	5.90
23	1.2	5.8	20.3	18.2	27.8	1.47	1.3	5.8	36.5	31.0	99.5	6.24
24	1.2	5.8	24.5	20.7	27.3	1.34	1.2	4.8	42.5	39.0	102.3	6.31
25	1.0	5.4	22.4	20.6	28.7	1.34	1.2	4.8	47.8	40.5	99.3	5.91
26	1.6	6.6	27.3	25.4	35.4	1.84	1.6	6.4	42.5	36.0	93.5	6.63
27	1.0	4.6	24.6	22.9	30.2	1.57	1.2	4.6	52.8	48.5	108.5	7.55
28	1.2	5.2	25.1	21.9	27.1	1.43	1.4	5.6	47.0	42.3	99.8	6.86
29	1.2	4.8	26.5	22.6	29.7	1.63	1.2	5.0	37.5	34.0	92.5	6.53
30	1.2	5.6	24.9	22.1	28.9	1.66	2.0	6.8	45.5	40.3	102.8	6.09
31	1.0	4.4	21.3	19.4	28.4	1.37	1.4	5.4	43.0	38.8	90.3	5.78
32	1.2	5.6	25.4	20.6	27.7	1.50	1.2	4.4	46.3	39.8	100.0	6.34
33	1.0	4.4	22.3	20.8	29.5	1.42	1.2	4.4	44.5	40.0	101.5	6.02
34	1.0	4.4	23.7	20.6	29.1	1.48	1.0	3.6	44.5	39.3	110.0	6.19
35	1.0	4.4	22.8	21.4	27.9	1.32	1.0	4.4	34.5	30.0	83.5	4.88
36	1.8	6.6	25.7	22.1	32.9	1.42	1.2	5.0	41.5	35.5	95.0	5.45
37	1.0	5.2	25.0	22.4	29.7	1.43	1.2	4.0	45.5	40.5	100.3	5.59
38	1.0	4.2	22.3	19.2	24.6	1.29	1.2	4.0	38.0	35.5	88.0	5.64
39	1.4	6.2	25.1	22.2	31.6	1.63	2.0	7.6	44.5	37.8	109.0	6.78
40	1.4	6.0	21.7	18.2	25.9	1.34	1.6	5.2	40.0	35.5	95.8	6.43
41	1.0	4.4	23.2	19.1	30.3	1.44	1.2	4.6	42.3	34.8	85.3	6.37
42	1.0	4.6	23.1	20.0	28.0	1.43	1.0	3.6	43.3	38.0	95.0	6.21
43	1.0	4.4	20.7	17.4	27.2	1.19	1.8	5.8	41.8	35.5	91.0	6.15
44	1.0	4.2	22.5	20.3	28.0	1.35	1.4	5.2	42.3	38.3	96.0	5.89
45	1.6	6.0	25.1	22.0	33.5	1.43	1.0	4.2	38.5	35.0	92.5	4.89

46	1.0	5.0	26.1	22.0	31.0	1.47	1.2	4.6	34.0	30.0	86.0	5.13
47	1.4	5.6	23.8	20.7	26.7	1.39	1.6	5.4	43.0	36.5	89.5	5.23
48	1.2	5.2	24.3	20.5	29.7	1.54	1.6	5.8	46.3	39.3	100.5	6.70
49	1.4	5.8	21.1	17.1	26.8	1.21	1.2	4.6	43.3	39.8	91.0	5.82
50	1.2	4.0	23.0	20.4	32.2	1.36	1.8	6.3	40.0	34.0	92.8	5.28
51	1.2	5.2	19.5	16.3	21.8	1.11	1.4	5.4	42.5	37.8	104.0	7.02
52	1.0	4.0	20.8	17.3	27.6	1.18	1.0	3.3	42.3	37.8	99.0	5.49
53	1.0	4.0	18.9	15.8	24.1	1.06	1.2	4.8	45.5	40.0	89.3	5.70
54	1.0	4.4	27.2	23.6	35.9	2.26	1.0	5.6	46.3	43.5	114.8	8.05
55	1.0	4.4	23.2	19.1	30.3	1.44	1.2	4.6	42.3	34.8	85.3	6.37
56	1.0	4.6	23.1	20.0	28.0	1.43	1.0	3.6	43.3	38.0	95.0	6.21
57	1.0	4.4	20.7	17.4	27.2	1.19	1.8	5.8	41.8	35.5	91.0	6.15
58	1.0	4.2	22.5	20.3	28.0	1.35	1.4	5.2	42.3	38.3	96.0	5.89
59	1.6	6.0	25.1	22.0	33.5	1.43	1.0	4.2	38.5	35.0	92.5	4.89
60	1.0	5.0	26.1	22.0	31.0	1.47	1.2	4.6	34.0	30.0	86.0	5.13
61	1.4	5.6	23.8	20.7	26.7	1.39	1.6	5.4	43.0	36.5	89.5	5.23
62	1.2	5.2	24.3	20.5	29.7	1.54	1.6	5.8	46.3	39.3	100.5	6.70
63	1.4	5.8	21.1	17.1	26.8	1.21	1.2	4.6	43.3	39.8	91.0	5.82
64	1.2	4.0	23.0	20.4	32.2	1.36	1.8	6.3	40.0	34.0	92.8	5.28
65	1.0	4.4	21.3	19.4	28.4	1.37	1.4	5.4	43.0	38.8	90.3	5.78
66	1.2	5.6	25.4	20.6	27.7	1.50	1.2	4.4	46.3	39.8	100.0	6.34
67	1.0	4.4	22.3	20.8	29.5	1.42	1.2	4.4	44.5	40.0	101.5	6.02
68	1.0	4.4	23.7	20.6	29.1	1.48	1.0	3.6	44.5	39.3	110.0	6.19
69	1.0	4.4	22.8	21.4	27.9	1.32	1.0	4.4	34.5	30.0	83.5	4.88
70	1.8	6.6	25.7	22.1	32.9	1.42	1.2	5.0	41.5	35.5	95.0	5.45
71	1.0	5.2	25.0	22.4	29.7	1.43	1.2	4.0	45.5	40.5	100.3	5.59
72	1.0	4.2	22.3	19.2	24.6	1.29	1.2	4.0	38.0	35.5	88.0	5.64
73	1.4	6.2	25.1	22.2	31.6	1.63	2.0	7.6	44.5	37.8	109.0	6.78
74	1.4	6.0	21.7	18.2	25.9	1.34	1.6	5.2	40.0	35.5	95.8	6.43
74	1.4	5.6	23.8	20.7	26.7	1.39	1.6	5.4	43.0	36.5	89.5	5.23
76	1.2	5.2	24.3	20.5	29.7	1.54	1.6	5.8	46.3	39.3	100.5	6.70
77	1.4	5.8	21.1	17.1	26.8	1.21	1.2	4.6	43.3	39.8	91.0	5.82
78	1.2	4.0	23.0	20.4	32.2	1.36	1.8	6.3	40.0	34.0	92.8	5.28
79	1.2	5.2	19.5	16.3	21.8	1.11	1.4	5.4	42.5	37.8	104.0	7.02
80	1.0	4.0	20.8	17.3	27.6	1.18	1.0	3.3	42.3	37.8	99.0	5.49
81	1.0	4.0	18.9	15.8	24.1	1.06	1.2	4.8	45.5	40.0	89.3	5.70

* See Table 2-3.

5) 지하부 수량형질

주당 평균 총자구중은 787g, 자구수는 39.2개, 평균자구중은 20.3g, 모구중은 263.6g, 최대자구중은 43.4g이었다. 총자구중은 1,150-960g 사이로 부안2>영주1>완주3>대천2>청주1>완주1>이리1 순이었으며, 평균자구중은 29.8- 23.4g 범위로 수원1>진천1>정읍1>음성1>천안1>남원1>진안1>청주1 순이었다. 평균자구

Table 2-6. Comparison of tuber characters among the taro strains

Code No. of strains	Cormel ^a type	Yield character of tuber(g/plant)					
		Division ^b type	Corn weight	Total cormel weight	No. of cormel	Mean weight of cormel	Max. weight of cormel(g/ea)
1	2	3	223	833	28.0	29.8	56.0
2	3	4	190	683	35.9	19.0	36.0
3	3	4	145	820	42.0	19.5	45.0
4	3	4	230	583	31.7	18.4	34.8
5	2	4	355	670	35.6	18.8	33.4
6	2	4	297	997	50.9	19.6	37.9
7	2	4	397	840	44.2	19.0	47.2
8	2	3	220	724	46.7	15.5	33.3
9	2	5	363	833	34.0	24.5	55.4
10	2	5	181	740	41.6	17.8	38.0
11	2	4	180	787	28.6	27.5	48.7
12	3	4	146	840	32.0	26.3	44.2
13	3	4	249	850	39.2	21.7	41.3
14	2	3	407	990	42.3	23.4	52.8
15	1	4	300	600	40.5	14.8	39.1
16	2	2	269	640	28.7	22.3	34.2
17	3	3	220	610	34.3	17.8	44.7
18	3	4	227	796	29.8	26.7	33.2
19	3	3	197	686	44.8	15.3	39.8
20	3	4	148	960	47.0	20.4	43.3
21	3	4	307	713	37.0	19.3	41.2
22	3	4	243	620	33.7	18.4	45.3
23	3	4	151	1150	51.6	22.3	49.0
24	2	4	250	777	40.0	19.4	42.8
25	2	4	303	767	32.6	23.5	43.0
26	2	3	245	860	49.7	17.3	41.3
27	3	3	345	980	44.3	22.1	44.2
28	3	4	283	1020	56.0	18.2	44.9
29	2	3	280	760	31.4	24.2	34.7
30	2	4	253	796	36.5	21.8	39.2
31	3	3	297	793	40.1	19.8	56.5
32	2	4	300	720	33.6	21.4	36.6
33	3	4	267	657	32.0	20.5	40.3
34	2	3	283	674	33.7	20.0	50.0
35	2	3	240	813	41.9	19.4	38.0
36	2	3	271	820	45.6	18.0	44.3
37	3	4	249	913	49.1	18.6	48.0
38	2	3	250	950	50.0	19.0	42.2
39	3	4	310	883	38.7	22.8	57.1
40	1	4	340	740	33.9	21.8	43.3
41	2	4	242	813	41.1	19.8	42.4
42	2	3	272	750	44.4	16.9	43.2
43	2	4	286	820	45.1	18.2	40.0
44	2	4	240	760	39.8	19.1	43.7
45	3	3	205	720	34.8	20.7	41.2
46	2	3	287	654	30.7	21.3	49.9
47	2	3	273	1110	63.5	17.5	40.5
48	1	3	331	703	35.0	20.1	53.7
49	3	3	263	880	44.0	20.0	43.2
50	3	3	299	795	36.3	21.9	49.4
51	2	3	247	753	34.9	21.6	42.6
52	3	3	190	753	41.1	18.3	38.4
53	2	4	230	853	41.2	20.7	40.1
54	4	1	458	247	15.0	16.4	53.2

a : 1(long), 2(long ring), 3(ring), 4(Runner) b : 1(Corn), 2(First cormel), 3(First cormel and second cormel), 4(Second cormel), 5(Third cormel)

중과 총자구중이 동시에 높았던 계통은 청주1, 부안2 및 완주1 등으로 판명되어 다수확 계통으로 간주된다. 모구중은 대만1이 458g으로 다른 국내 또는 외국계통보다 높았다(그림 2-6). 엽병이 자색인 국내계통은 모두 모구중이 가장 낮아서 대표적인 자구종으로 판명되었다. 한편 자구생산이 가능하면서 대만1과 같이 모구의 생육도 양호한 계통은 청주1>논산1>천안1>보성3>완주1 순이었는데 이중에서도 청주1과 완주1은 총자구중과 평균자구중이 높아 다수확 계통이면서도 모구의 수량까지도 양호함에 따라 모구와 자구의 생산성이 우수한 계통으로 판단된다.

다. 유전자원 분양

본 연구를 수행하는 과정에서 있어서 국내, 국외에서 수집한 토란유전자원을 전라북도 농업기술원 진안 속근초 시험장에 분양하였다. 이로서 분양된 재료를 재배, 관리케 함으로써 앞으로 양질의 토란 육성과 농가 보급에 있어서 효과적인 관리 체계를 구축할 수 있게 되었다.

2. 토란의 저장법 개선

토란의 종구를 110일 동안 비닐 하우스내 움저장법, 개방형 움저장법, 옥외간이움저장법, 저온 저장법 등으로 구분하여 월동 저장한 결과는 표 2-7와 그림 2-7과 같다. 종구의 무게는 옥외간이움저장과 비닐하우스내 움저장법에서 가장 양호하였으나 저온 저장시에는 공시 계통 모두 무게가 현저히 감소하였다. 부안 2의 경우 감고의 폭이 특히 심하였다. 출현능력에 있어서는 비닐 하우스내 움저장법, 개방형 움저장법, 옥외간이움저장법, 저온 저장법 순으로 차이를 보였다. 부패의 정도도 저장방법에 따라 달랐는데 공시계통 모두 비닐 하우스내 움저장법이 가장 양호하였으나 저온저장시 부패의 정도가 매우 심했으며 부안 2는 41.1%가 부패되었다.

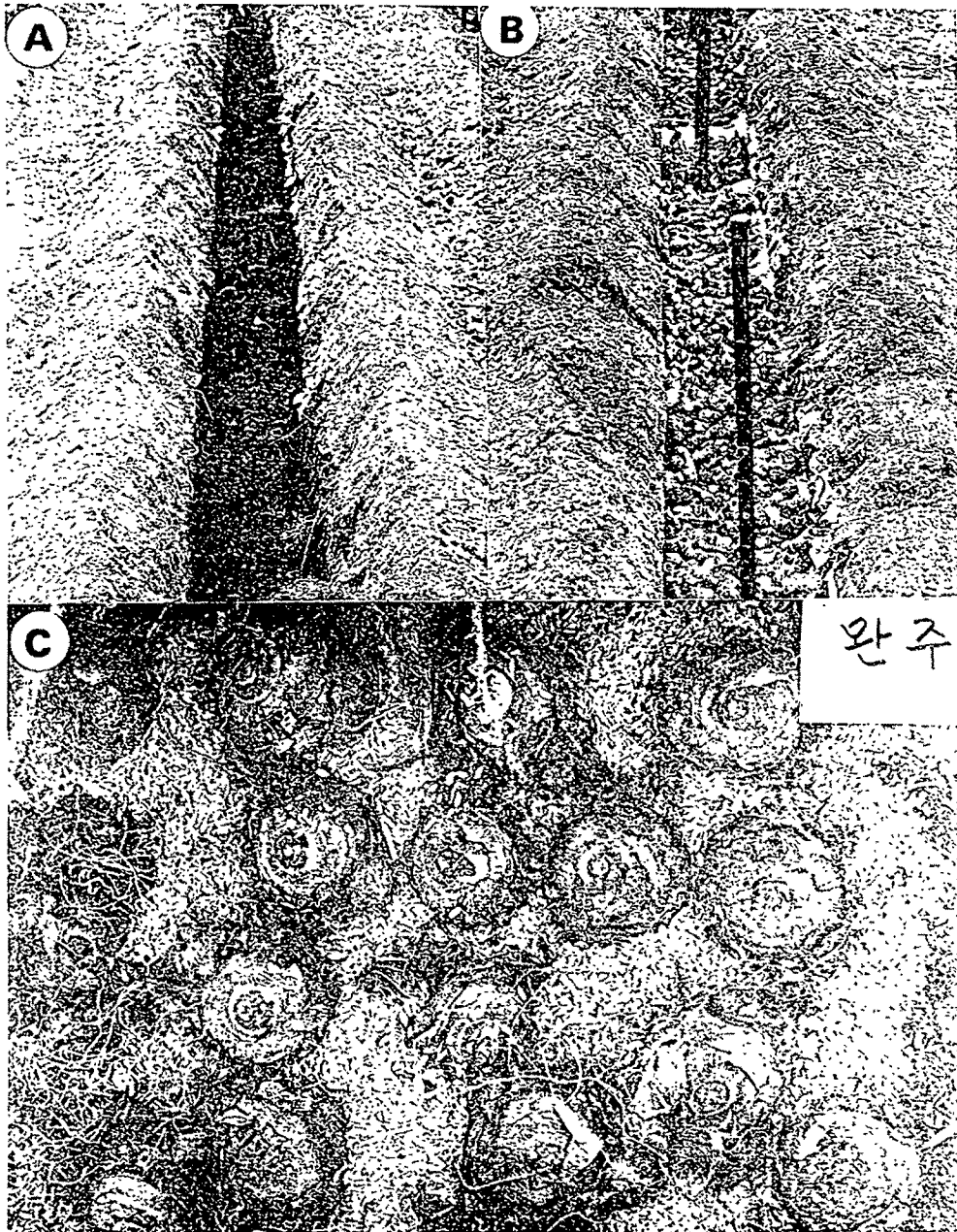


Fig. 2-7. Storage methods of taro

- A : Preparation of storage trenches in a vinyl house.
- B : Second cormels in the process of storage in trenches.
- C : Cormels under storage.

Table 2-7. Cormel weight, emergence ability and degree of putrefaction of taro strains by the different storages

Strain	Treatment	Weight of cormel(g)	Emmergence ability	Degree of putrefaction(%)
Suwan 1	T-1	211.2 ^{ab}	++++	0.7
	T-2	190.1 ^b	+++	5.9
	T-3	233.8 ^a	+	8.3
	T-4	140.6 ^c	+	36.3
Wanju 1	T-1	316.4 ^{ab}	++++	2.0
	T-2	288.4 ^b	+++	8.4
	T-3	338.5 ^a	+	14.3
	T-4	241.9 ^c	+	32.8
puan 2	T-1	193.4 ^b	++++	2.3
	T-2	178.3 ^c	+++	12.0
	T-3	211.0 ^a	+	21.7
	T-4	111.7 ^d	-	41.1

T-1; Trenches in a vinyl house, T-2: Trenches, T-3: Field, T-4: Cold room

3. 식물학적 기초연구

가) 화기구조의 특성연구

화기를 고정액에 고정하여 내부구조를 형태학적으로 조사하였다. 토란의 꽃은 spadix의 화서를 지니며 20-30cm 길이의 佛燄苞(spathe)로 형성되어 있는 것이 관찰되었다. 불염포의 하부는 녹색이고 상부는 황백색을 띠고 있었다. 토란은 자웅이화로서 肉穗에 꽃을 피웠다. 옥수는 원통형으로서 바로 위에 암꽃이 형성되고 그 최상단에 수꽃이 맺힘이 관찰되었다(그림 2-8). 주두는 유두상으로서 분비물이 존재하였으며 자방내에는 다수의 有柄無色胚珠가 차있었다. 수꽃은 放射狀으로 직경이 3.5mm 정도로 측정이 되었다. 본 연구에서는 개화후 종자가 형성되는 것을 관찰할 수 없었다.

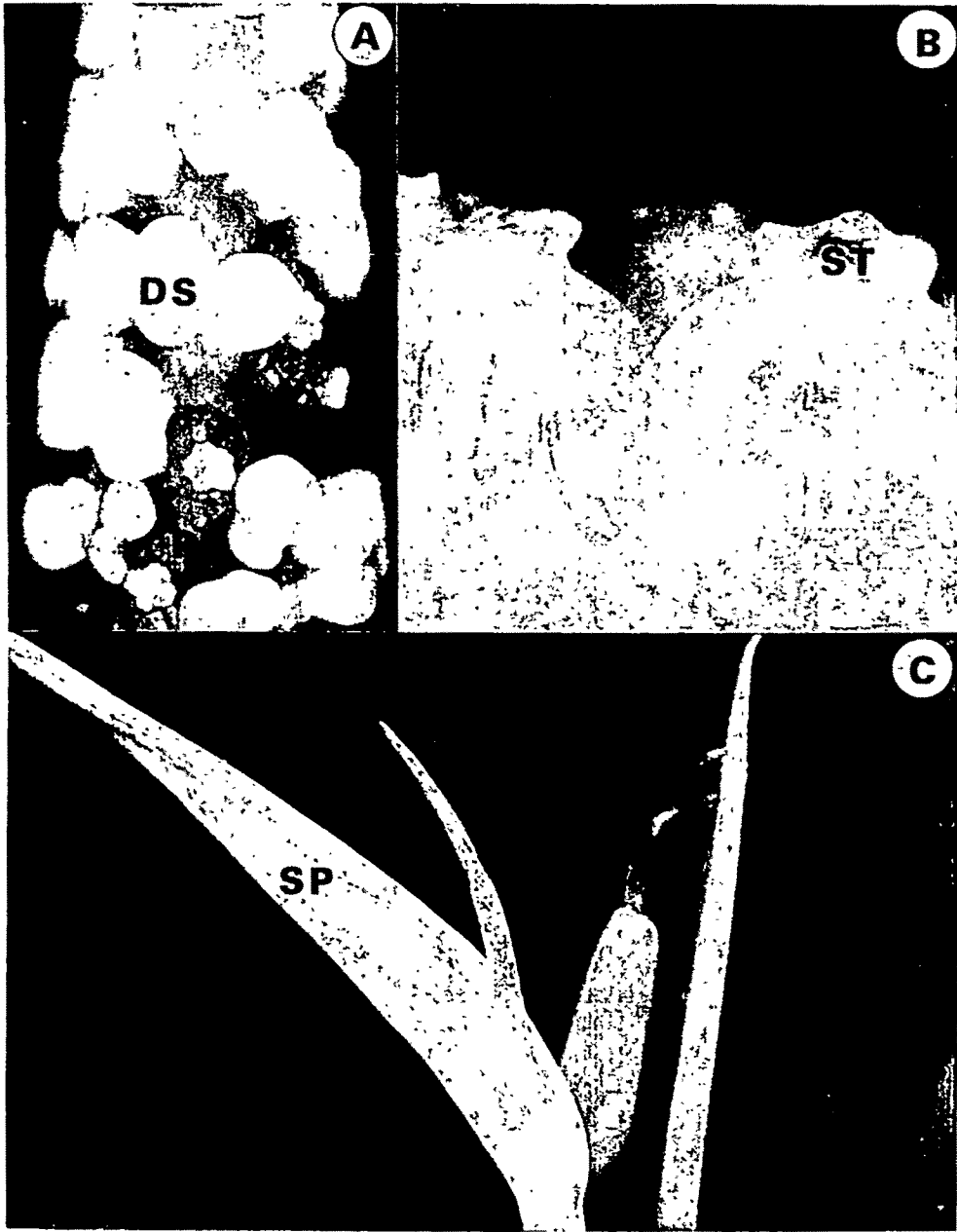


Fig. 2-8. Flower of *Colocasia antiquorum* Schott

A: Boundary region between the pistil and stamen (DS: Degenerated stamen, PI: Pistil), B: Cross section of a ovary (ST: Stigma), C: Tro flower (SP: Spathē)

4. 기내배양을 통한 대량증식

가) Callus 유도 및 분화

Callus 유기가 우수한 배지는 medium No. 2, 4, 5, 6, 11, 12, 14, 16, 17번이었으며 그중 11, 12, 14번 배지가 가장 양호하였다(표 2-7). 식물생장조절제 중에서 TDZ를 고농도로 첨가한 조합일수록 callus 유기가 잘되었으며 TDZ와 함께 2,4-D, NAA, IAA순대로의 혼용처리구에서 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 유기된 callus에서 shoot가 분화된 배지는 medium No. 6, 14, 16으로서 TDZ와 NAA 혹은 IAA, 2,4-D의 혼용처리조합이었으며 세가지 배지 모두 TDZ의 농도가 비교적 높은 1ppm 처리구였다(그림 2-9).

나) 성장점배양을 통한 식물체 재분화

거의 모든 배지에서 Direct shoot가 분화되었고 성장점배양후 shooting까지는 평균 6주가 소요되었으며 BA처리가 가장 주요한 요인으로 작용하였으며 BA 4ppm과 NAA 혼용처리구가 가장 양호한 결과를 나타내었다(그림 2-9). shoot의 직접유기에 적정한 배지는 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17가 선정되었으며 성장점 치상 후 재분화까지 소요기간은 약 6주 소요 되었다.

다) 기내배양을 이용한 성묘 생산

(1) 기내생산 토란의 재배 실용화

배양용 기내에서 토란 괴경형성을 위하여 일정기간 배양일수를 경과시킨 다음 상토에 이식하여 활착율을 조사한 결과는 표 2-8과 같다. 배양기간이 35-45일 이하에서는 66-74%의 활착율을 보였으나 75일 배양하였을 때는 90% 이상 활착율을 보였다. 엽병의 수와 괴경의 생육에 있어서도 배양기간이 증가할수록 양호하였는데 토양 활착을 위해서는 일정 배양기간의 확보가 필요하다고 생각한다(그림 2-10).

Table 2-7. Inducted callus

No. of medium	Petiole						Leaf			
	1	GL	GL	GPL	GL	GL	GYL	GL	GL	GL
2	Callus	Callus	GPL	GPL	GL	Callus	GL	GL	GL	BL
3	GL	GL	PL	PL	GL	GL	GL	G	GL	GBL
4	GL	Callus	Callus	PL	GL	GL	GL	GL	GL	GB
5	GL	GL	PL	Callus	Callus	Callus	GL	G	Callus	GL
6	Callus	Callus	PL	GPL	Callus	GL	GL	GL	GL	Callus
7	GL	GL	PL	PL	GL	GYL	GL	G	GBL	B
8	GL	GL	GL	GPL	GL	GYL	GL	GL	GL	GBL
9	GL	GL	PL	PL	GPL	YL	GL	GL	G	GL
10	GL	GL	GPL	GPL	Callus	GYL	GL	GL	GL	GL
11	Callus	GL	GPL	Callus	GL	Callus	GL	GL	Callus	GBL
12	Callus	GL	PL	Callus	GL	Callus	GL	G	Callus	GL
13	GL	GL	PL	GPL	GL	GYL	GL	GL	G	GBL
14	Callus	Callus	Callus	Callus	Callus	Callus	GL	G	Callus	G
15	GL	GL	GPL	GPL	GL	GYL	GL	GL	Callus	G
16	GL	GL	GPL	Callus	GL	GL	GL	GL	G	Callus
17	GL	GL	PL	PL	GL	Callus	Callus	GL	Callus	G

Callus: bcallus induction B:brown G:green L:large P:purple Y:yellow

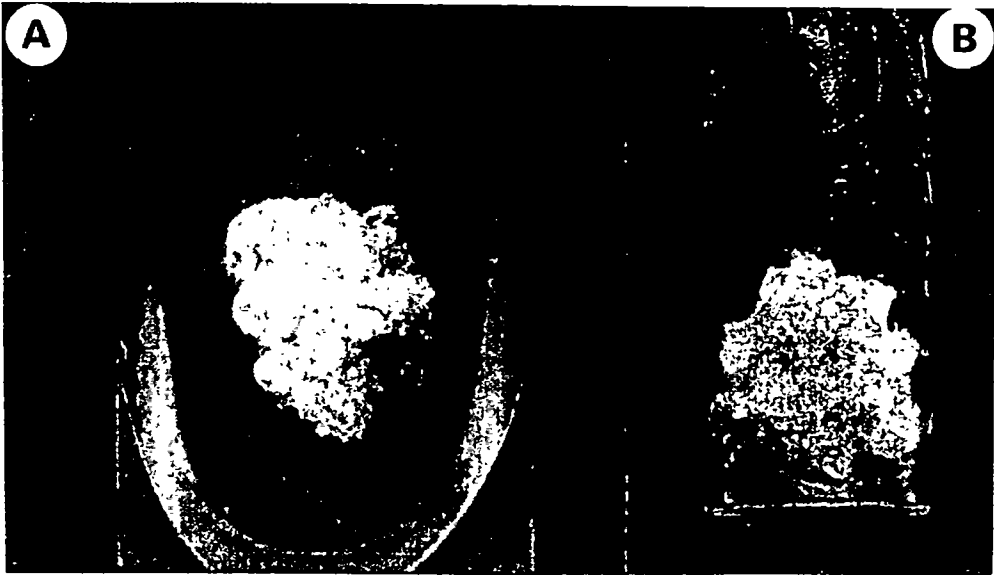


Fig. 2-9. Induction of callus from tissue (A) and taro shoot tip (B).

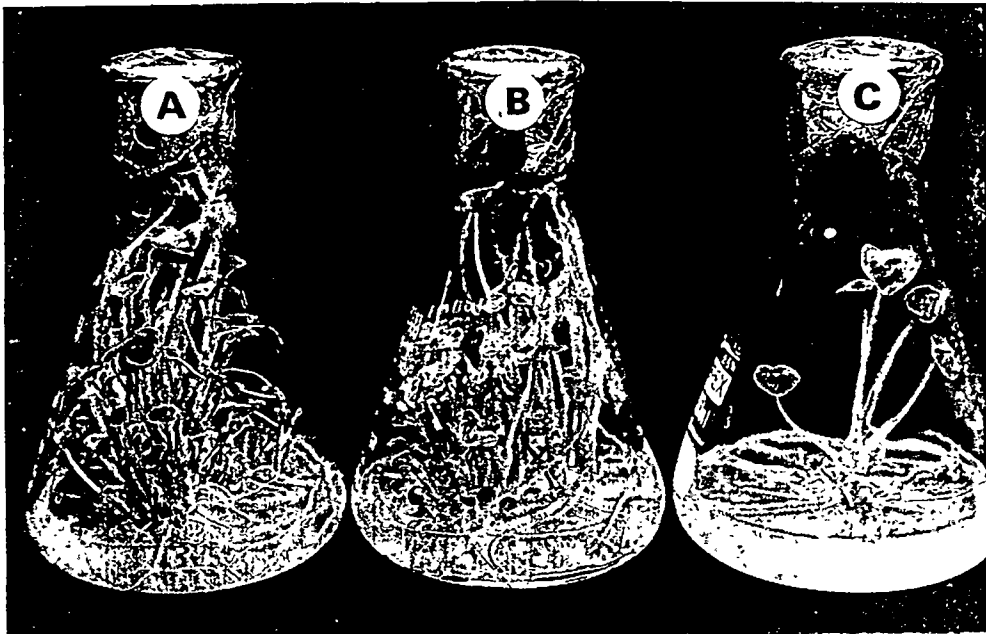


Fig. 2-10. Plantlet growing on MS medium before transplanting to soil.
MS medium containing (A) NAA 1.0mg/l+2,4-D(0.5)+TDZ(1.0mg/l), (B) NAA

Table 2-8. Growth of plantlet according to culture duration *in vitro* on the vermiculite of nursery soil in taro

Culture duration(days)	Rooting rate(%)	No. of petiole/plant	Tuber diameter(cm)
30	66	3.2	7.1
45	74	3.6	7.7
60	85	4.1	8.4
75	90	5.0	9.3
90	95	5.3	10.2

2) Membrane filter의 효과

membrane filter의 사용에 따른 토란 기내배양묘의 생장에 미치는 영향을 살펴보고자 생체중과 건물중을 조사한 결과는 표 2-9와 같다. 배양 30일후 생체중을 조사한 결과 membrane filter부착구에서 미부착구이 비하여 60%이상 높았고 수원 2계통의 membrane filter 부착구에서 250mg으로 가장 양호하였다. 건물중의 경우에서도 membrane filter부착구에서 미부착구이 비하여 무거운 경향을 나타냈다.

Table 2-9. Effect of membrane filter attachment on fresh/dry weight of plantlet *in vitro* at 30 days after treatment

Strain	Treatment*	Fresh weight(mg)	Dry weight(mg)
Cheongju 1	NMF	129±2.1	10± 1.5
	TMF	211±9.8	42±10.2
Boeun 1	NMF	101±4.7	9±11.6
	TMF	233±6.2	46± 5.9
Suwon 2	NMF	136±8.5	9±15.5
	TMF	250±3.3	49± 6.7

* : NMF; Without membrane filter attachment, TMF; Membrane filter attachment

5. 유전자원 기내 보존 및 저장법 개선

유전자원의 기내장기보존법에 관한 연구로 기내환경개선을 목적으로 실험하였던 바 그 결과는 표 2-10과 같다.

Table 2-10. Effect of sugar source on the growth and development of taro shoot segments cultured for 50days on modified MS medium

Sugar	Fresh weight(mg/shoot)		Plant height(cm)	
	Koksung 1	Taiwan 3	Koksung	Taiwan 3
Lactose	99 ^a *	55 ^e	3.2 ^a	2.6 ^e
Maltose	298 ^c	591 ^b	6.2 ^b	8.5 ^b
Fructose	489 ^b	410 ^c	5.3 ^c	6.0 ^c
Galactose	0 ^e **	0 ^f	0 ^e	0 ^f
Glucose	197 ^d	105 ^{de}	3.6 ^d	3.1 ^d
Sucrose	802 ^a	1,009 ^a	8.8 ^a	12.4 ^a

* : Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

** : Explants did not survive under the experimental conditions.

배양후 50일조사에서 sucrose는 lactose, maltose, fructose, galactose 및 glucose보다 기내생육에 미치는 효과가 현저히 유의하였으며, galactose 첨가 시에는 치상재료가 모두 괴사하였다.

생체중에 있어서 당류의 효과는 공시 계통간 다소 차이가 보였으나 sucrose가 단연 양호하였으며 계통간에 있어서도 차이를 보였다. 초장에 있어서도 생체중과 유사한 효과를 보였으며 sucrose가 가장 효과적이었다. sucrose 첨가량이 토란의 기내생육에 미치는 영향은 표 2-11에서 보는바와 같이 sucrose 첨가량에 따른 생체중의 변화는 곡성1에 있어서는 6%첨가시 가장 양호하였으나, 대만 3에서는 9%첨가가 생체중을 증가 시키는데 가장 좋았다. 그러나 초장에 대한 영향은 sucrose 6%첨가시 공시 계통 공히 가장 양호한 반응을 보였다.

Table 2-11. Effect of sucrose concentrations on the growth and development of taro shoot segments cultured for 30days on modified MS medium

S u c r o s e concentrations(%)	Fresh weight(mg/shoot)		Plant height(cm)	
	Koksung 1	Taiwan 3	Koksung	Taiwan 3
0	13 ^e	100 ^e	1.3 ^c	1.4 ^d
3	498 ^c	677 ^c	5.9 ^b	5.4 ^b
6	992 ^a	1002 ^b	8.7 ^a	6.8 ^a
9	802 ^b	1328 ^a	6.0 ^b	5.3 ^b
12	240 ^d	1085 ^{ab}	3.0 ^c	2.4 ^c
15	29 ^e	221 ^d	1.4 ^c	1.3 ^d

* : Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

6. 토란의 성분조사

수집한 계통의 수분함량, 단백질, 지방, 탄수화물, 회분 등을 조사한 결과는 표 2-12와 같다. 공시한 계통의 종구에 함유된 일반성분을 분석한 결과 수분 함량은 66.2%- 79.52%이었다. 수분함량이 가장 많은 계통은 진천 1과 부안 2였으며 가장 낮은 계통은 제주 1로 조사되었다. 동일지역에서 수집된 계통간의 수분함량 차이는 구례 1, 구례 2와 승주 1, 승주 2, 승주 3 등에서와 같이 차이가 없는 것으로 조사된 것이 특이하다. 회분의 함량은 대천 2가 5.18%로 가장 높았으며 수집계통중 김제 1, 승주 2 및 보성 1이 대체로 높았으나 기타 계통은 낮았다. 단백질 함량은 이리1, 음성 1, 수원 2, 부안 1, 대천 2, 제주 1, 진천 1, 김제1, 부안 2, 완주 1, 승주 2, 김제 2, 등이 다른 계통에 비하여 대체로 높았으나 일본 2와 완주 3은 가장 적었다. 종구내 지방 함량은 0.25-0.47% 범위였는데 인도네시아 1이 가장 많았다. 탄수화물의 함량이 20% 이상인 계통은 음성 1, 부안 1, 제주 1, 김천 1, 구례 1, 완주 3, 안동 1, 진안 1, 승주 2, 곡성3, 구례 2 등이었다.

수집한 계통의 종구내의 무기 성분인 P₂O₅, Ca, Mg, Na 및 K 등을 조사한 결과는 표 2-13과 같다. 토란 종구의 인은 1.65-2.32mg/g 범위이었는데 공시재료

Table 2-12. Component of taro

Strain	Component(%)				
	Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate
In 1	76.57	1.64	5.23	0.27	16.29
Eumsheong 1	71.25	1.54	5.47	0.25	21.49
Suwon 2	76.89	1.26	4.86	0.25	16.79
Puan 1	70.71	1.57	4.82	0.31	22.62
Indonesia 1	75.15	1.96	3.10	0.47	19.32
Taecheon 2	74.50	5.18	4.10	0.41	15.81
Jeju 1	66.20	1.67	4.77	0.28	27.08
Seungju 1	76.75	2.02	3.30	0.43	17.50
Kimcheon	70.57	2.01	5.13	0.38	21.91
Kurye 1	71.99	1.82	2.48	0.30	23.41
Icheon 1	76.00	2.39	3.46	0.40	17.76
Jincheon 1	79.52	1.97	4.46	0.33	13.72
Cheongju 2	75.80	1.77	2.62	0.45	19.36
Japan 2	72.33	2.28	1.78	0.45	19.36
Wanju 3	72.33	2.28	1.78	0.40	21.31
Andong 1	71.57	2.81	2.27	0.22	20.06
Puan 2	79.17	2.92	5.13	0.45	12.23
Kimje 1	72.53	3.13	4.30	0.44	19.40
Chinan 1	68.20	2.37	2.77	0.42	24.24
Wanju 1	78.71	2.32	4.22	0.41	14.34
Namwon 1	72.17	1.91	2.19	0.43	23.20
Seungju 2	74.19	4.82	4.42	0.29	20.28
Koksung 3	70.00	2.59	2.44	0.43	24.54
Kurye 2	69.54	1.94	4.43	0.35	23.74
Suncheon 1	77.80	2.73	3.22	0.42	15.83
Kwangyang 1	75.36	2.99	2.18	0.37	19.10
Poseong 1	73.31	3.45	3.72	0.41	19.11
Seungju 3	77.90	2.17	2.49	0.33	17.11

중 진천 1이 가장 많이 함유되어 있었다. 칼슘, 마그네슘, 나트륨의 함량은 소량 함유하고 있었는데 칼슘과 마그네슘은 진천 1이 가장 높았고, 나트륨의 함량은 옥천 1이 가장 많이 함유하고 있었다. 따라서 괴경의 무기성분의 함량이 가장 많은 계통은 진천 1로 판명되었다.

Table 2-13. 수집 토란 계통 괴경의 무기성분 함량(mg/g)

Strain	P ₂ O ₅	Ca	Mg	Na	K
Suwon 1	1.90	0.05	0.15	0.05	3.13
Jincheon 1	2.32	0.24	0.28	0.05	2.84
Cheongju 1	1.65	0.03	0.14	0.07	3.64
Okcheon 1	1.68	-	0.14	0.10	3.63
Yuseong 1	1.66	0.02	0.15	0.06	3.69
Wanju 2	2.09	0.03	0.15	0.06	3.73
Yuongju 1	1.96	0.03	0.14	0.08	3.32

수집한 계통의 종구내 glucose, fructose 및 sucrose 등 유리질소 화합물량을 분석한 결과는 표 2-14와 같다. 단당류인 glucose와 fructose의 함량은 수원 1과 완주 1이 청주 1에 비하여 월등히 많았다. 2당류인 sucrose함량은 일반 작물의 함량과 유사한 경향이었으나 단당류보다 현저히 많았다.

Table 2-14. 수집 토란 계통 괴경의 유리당 함량(mg/g D.W)

Strain	Glucose	Fructose	Sucrose
Suwon 1	3.26	2.57	24.01
Cheongju 1	0.73	0.25	19.03
Wanju 2	2.53	3.53	20.15

제 4 절 적요

본 연구에서 수집한 토란은 81계통이었다. 그중 우리 나라에서는 54계통을 수집하였으며 일본, 대만, 중국 등지에서 27계통이 수집되었다. 이들 유전자원은 엄격한 계통분류와 지속적인 계통의 계대 유지로 영양 순계 분리가 이루어졌다.

출현기가 가장 빠른 계통은 구례2이었고 평균 출현일수는 21.7일이었다. 대부분은 엽병색이 녹색으로 초형이 직립형 혹은 개장형이었으나 엽병색이 자색류인 계통은 초형이 총생형이었다.

6월부터 9월까지 엽장, 엽폭, 葉柄長 및 葉柄徑은 매월 증가하였으며 7월과 8월 사이에 활발한 생육이 이루어졌다. 지상부 생육후기인 9월 20일에 각 형질별로 우수한 계통은 葉柄束數는 청주2와 수원1이었고 1개의 엽병속당 평균 4-5매의 엽이 부착되었다. 총엽수는 하동1과 정읍2, 엽장은 진천3과 완주4, 엽폭은 완주1과 진천3, 엽병장은 대만1과 구례2, 엽병경은 대만1과 완주1 등이 우수한 계통이었다.

수집종 대부분이 일반적인 자구생성을 보였으나 대만1만이 기다란 runner와 자구의 생성이 거의 없는 전형적인 모구종이었다. 자구의 형태는 엽병색이 자색인 이천1, 음성1 등 20계통이 환형이었고 수원1을 포함한 30계통이 장환형, 제천1, 승주2 및 김해1은 장형이었다. 자구의 분구형태는 자구와 손구가 주를 이루는 계통과 손구가 주를 이루는 계통이 대부분이었다.

주당 총자구중이 우수한 계통은 부안2>영주1>완주3대>대천2>청주1>완주1>이리1 순이었으며 토란의 상품 가치를 좌우하는 평균자구중이 높은 계통은 수원1>진천1>정읍1>음성1 등이었고 총자구중과 평균자구중이 함께 높은 계통은 청주1>부안2>완주1 등이었다. 모구중은 대만1이 458g으로서 다른 계통들보다 월등히 높았으며 청주1, 논산1 및 천안1 등도 비교적 높았다. 총자구중과 평균자구중, 그리고 모구중까지 동시에 양호한 계통으로는 청주1과 완주1이었다.

본 연구에서 수집한 토란유전자원을 전라북도 농업기술원 진안 속근초 시험

장에 분양하였다. 이로서 분양된 재료를 재배, 관리케 함으로써 장래 양질의 토란 신품종 육성과 농가 보급에 있어서 효과적인 관리 체계를 구축할 수 있는 기반을 조성하였다.

토란의 종구를 비닐 하우스내 움저장법, 개방형 움저장법, 옥외간이움저장법, 저온 저장법 등으로 구분하여 월동 저장한 결과, 종구의 무게는 옥외간이움저장과 비닐하우스내 움저장법에서 가장 양호하였으며 출현능력은 비닐 하우스내 움저장법, 개방형 움저장법, 옥외간이움저장법, 저온 저장법 순으로 차이를 보였다. 부패의 정도도 저장방법에 따라 달랐는데 공시계통 모두 비닐 하우스내 움저장법이 가장 양호하였다.

토란의 꽃은 spadix의 화서를 지니며 20-30cm 길이의 佛籤苞(spathe)로 형성되어 있는 것이 관찰되었다. 불염포의 하부는 녹색이고 상부는 황백색을 띠고 있었으며 肉穗에 꽃이 형성 되었다. 花軸을 중심으로 암꽃과 수꽃이 서로 분리되어 있는 전형적인 자웅이화로 관찰되었다. 주두는 유두상으로서 분비물이 존재하였으며 자방내에는 다수의 유병무색배주가 차있었다. 수꽃은 방사상으로 관찰되었다.

Callus 유기가 우수한 배지는 11, 12, 14번 배지가 가장 양호하였다. 식물생장조절제 중에서 TDZ를 고농도로 첨가한 조합일수록 callus 유기가 양호하였으며 TDZ와 함께 2,4-D, NAA, IAA순대로의 혼용처리구에서 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 유기된 callus에서 shoot가 분화된 배지는 medium No. 6, 14, 16이었다. shoot의 집적유기에 적절한 배지는 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17가 선정 되었다. 배양기간이 35-45일 이하에서는 66-74%의 활착율을 보였으나 75일 배양하였을 때는 90% 이상 활착율을 보였다. 배양 30일후 생체중을 조사한 결과 membrane filter부착구에서 미부착구이 비하여 60%이상 높았고 수원 2계통의 membrane filter 부착구에서 250mg으로 가장 양호하였다. 생체중에 있어서 당류의 효과는 공시 계통간 다소 차이가 보였으나 sucrose가 단연 양호하였으며 계통간에 있어서도 차이를 보였다. sucrose 첨가량에 따른 생체중의 변화는 곡성1에 있어서는 6%첨가시 가장 양호하였으나, 대만 3에서는 9%첨가가

생체중을 증가 시키는데 가장 좋았다. 그러나 초장에 대한 영향은 sucrose 6% 첨가시 공시 계통 공히 가장 양호한 반응을 보였다.

공시한 계통의 종구에 함유된 일반성분을 분석한 결과 수분 함량은 66.2%-79.52%였다. 수분함량이 가장 많은 계통은 진천 1과 부안 2였으며 가장 낮은 계통은 제주 1로 조사되었다. 회분의 함량은 대천 2가 5.18%로 가장 높았으며 단백질 함량은 이리1 등 13계통 다른 계통에 비하여 대체로 높았으나 일본 2와 완주 3은 가장 적었다. 종구내 지방 함량은 0.25-0.47% 범위였는데 인도네시아 1이 가장 많았다. 탄수화물의 함량이 20% 이상인 계통은 음성 1 등 13계통이었다. 토란 종구의 무기성분 중 인은 1.65-2.32 범위이었으며 칼슘과 마그네슘은 진천 1이 가장 높았고, 나트륨의 함량은 옥천 1이 가장 많이 함유하고 있었다. 단당류인 glucose와 fructose의 함량은 수원 1과 완주 1이 청주 1에 비하여 월등히 많았다. 2당류인 sucrose함량은 단당류보다 현저히 많았다.

참고 문헌

안상득 1993. 자원식물학개론. 선진문화사.

Atlin GN and KJ Frey 1990. Selecting oat lines for yield in low productivity environments. Crop Sci. 30 : 556 - 561.

陳培昌 1978. 芋. 莖菜栽培781. 豐年書叢. 臺灣. pp. 166 - 173.

Conway, GR 1986. Agroecosystem analysis for research and developments. Winrock International Institute for agricultural development, Bangkok

Denis JC and Adams MW 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18 : 74 - 78.

Evans LT 1976. Physiological adaption to performance as crop plants. Phil. Trans. R. Soc. London Ser. B. 275 : 71 - 83

Francis CA 1990. Sustainable agriculture in temperate zones. Jone Wiley & Sons, Inc.

Frey KJ 1964. Adaption reaction of oats strains selected under stress and nonstress environmental conditions. Crop Sci. 4 : 55 - 58.

Herklot GAC 1972. Taro. Vegetable in South-East Asia. London George Allen & Unwin Ltd. pp. 404 - 412.

Hoque MS, M Ali and MA Manan 1980. Effect of different management practices on the growth and yield of soybean. Thai J. Agric. Sci. 13 : 87 - 96.

黃賢喜, 陳東鐘, 韓青梅 1989. 芋品種「高雄1號」之育成. 高雄場研究彙報. 2(2) : 52 - 71.

黃賢喜 1991. 芋品種於栽培法改良之研究. 高雄區農業改良場特刊 KC-004. pp. 1 - 14.

石川格司, 千葉明 1972. サトイモのホリマルチ栽培. 農及園. 47(11) : 1565 - 1568.

Jung PK, MH Ko and KT Um 1985. Discussion of cropping management factor for estimating soil loss. J. Kor. Soc. Soil Fert. 18 : 7 - 13.

Karim M, ASK Tahirkheli and M Hatam 1981. Yield, emergence and plant height of soybean as affects by row spacing and nitrogen and phosphorus application. J. Agric. Res. Pakistan 19 : 117 - 123.

小田原長治, 飛高義雄, 西村和明 1965. 里芋の育種に関する研究. 全國農業試験研究業績誌. 2 : 587.

熊澤三郎, 二井内清文, 本多藤雄 1955. 本邦における里芋品種分類. 日本園藝學會誌 25 : 1 - 10.

熊澤三郎, 二井内清文, 本多藤雄 1967. 農業技術指導要綱(園藝編) : 114 - 115.

Liou TD 1984. Effect of plant density on the yield of taro in paddy field. Agr. Res. of China. 33 : 38 - 43.

Macrae RJ, SB Hill, GR Mehuys and J Henning 1990. Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. Adv. in Agronomy. 43 : 155 - 198.

Murphy TR and Gossett BJ 1981. Influence of shading by soybeans(*Glycine max*) on weed suppression. Weed Sci. 29 : 610 - 615.

大鹿保治, 亞出昭末 1971. サトイモのマルチ資料に関する試験. 群馬縣園藝試験場蔬菜試験成績書 (II) : 120 - 122.

OECD 1994. Towards sustainable agricultural production : Clear technologies. pp. 19 - 37.

Ohba 1985. Conservation, evaluation and utilization of genetic resources as a big science proposed research and surveys. For. Tree. Breed. 136:5-8

Parr JF, RI Papendick, SB Hornick and RE Meyer 1990. Sustainable agriculture in the United States. pp. 50 - 67. In CA Edward, R Lal, P Madden, RH Miller and G House(ed.). Sustainable Agricultural Systems. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa.

Putnam AR 1990. Vegetable weed control with minimal herbicide inputs. Hort Science. 25 : 155 - 159.

Reganold JP, RI Papendick and JF Parr 1990. Sustainable agriculture. Scientific American. 262(6) : 112 - 120.

Schinkle B and W Mechelke 1990. A method to estimate the prospect of specific breeding for nutrient efficiency. In: Genetic aspect of plant mineral nutrition (ed. by El Bassam, N Dambroth, M and Loughman BC). Kluwer Academic Publisher, Netherlands. pp. 445 - 456.

Senanyake R 1991. Sustainable agriculture : Definitions and parameters for measurement. J. of Sustainable Agriculture. 1 : 7 - 27.

Shabana R, T Bailey and KJ Frey 1980. Production traits of oats selected under low, medium and high productivity. Crop Sci. 20 : 739 - 744.

Shaw, D.E. 1975. Illustrated notes on flowering, fruiting, seed and germination in taro. Papua New Guinea Dept. Agr., Stock and Fisheries Res. Bull. 13: 39-59

Soule M.E. 1991. Conservation : Tactics for a constant crisis. Science. 253:744-752.

Spanakakis A and A Viedt 1990. Performance of winter wheat cultivars under reduced nitrogen conditions. In: Genetic aspects of plant mineral nutrition. (ed. by El et al). pp. 465 - 473

富山一男 1972. サトイモの無催芽マルチによる早出し栽培. 農及園 47(7) : 1025 - 1028.

U.S. Department of Agriculture. 1980. Report and recommendations on organic farming. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 174 p.

U.S. Department of Agriculture. 1988. Low input sustainable agriculture : Research and education Program. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 7p.

제 3 장 토란 유전자원의 유연관계 분석

제 1 절 서설

품종분류는 몇가지 주요 생리, 생태 및 형태적 특성만을 이용하여 분석을 실시하는데 최근에는 다수형질을 동시에 이용한 다변량해석법이 광범위하게 이용되고 있다. 다변량해석법을 이용한 연구는 Adams와 Wiersma(1978)의 유전적 거리의 평가에 대한 분석과 Denis와 Adams(1978)가 콩의 수량에 미치는 요인분석, Walton(1971)이 밀의 수량선발에 관한 주요 형질을, Souza와 Sorrells(1991)가 양적형질과 질적형질을 이용하여 북아메리카 밀의 유연관계를 검토하였다. 국내에서는 안과 채(1984)가 참깨의 품종군 분류를 하였고, 이(1980)가 벼의 품종군 분류와 품종간의 조합능력을, 이와 신(1984)이 고추의 품종군을, 이 등(1992)이 콩나물용 대두 수집종의 분류에 있어 다변량해석법을 이용하였는데 품종분류가 거의 되어 있지 않은 토란과 같은 작물은 다변량해석법을 이용하는 것이 바람직하다고 본다.

작물의 품종을 분류하는데 다양한 형태적 특성 검정방법 이외에 단백질, 동위효소 분석 등이 이용되어 왔다. 최근에는 분자생물학적인 표지인자를 얻는 방법으로 RFLP(restriction fragment length polymorphism)와 RAPD(randomly amplified polymorphic DNA)가 널리 이용되고 있다. RFLP의 단점을 보완한 RAPD 방법은 PCR(polymerase chain reaction)에 의해 열저항성 DNA 중합효소를 처리하고 DNA의 denaturation, primer의 annealing과 polymerization의 과정을 반복하여 유전자나 DNA의 특정부위에서 증폭된 다형 DNA 단편들을 이용하여 근친계통간에도 유연관계를 훨씬 객관적이고 정확하게 구명할 수 있다. 이 방법은 시간과 노력이 RFLP에 비하여 훨씬 적게 소요되어 최근 다양한 분야에서 활용되고 있다(Innis et al 1990, Williams et al 1990). 최근까지 RAPD 방법으

로 많은 연구를 수행하여 왔는데 Ovidio 등(1990)이 밀에 관한 유전변이 탐색에 이용하였고, Welsh 등(1991b)이 옥수수 교잡종의 혈통확인, Williams 등(1992)이 RAPD에 의한 몇가지 유연관계 분석, Halward 등(1992)이 single-primer DNA를 이용한 땅콩의 유전적 연구, Hoelzel과 Green(1992)은 모 집단의 계급 변이분석, Koller 등(1993)은 사과의 재배종 분류, Szmidt와 Wang(1993)이 소나무의 유전적 분화, Tao 등(1993)이 수수 종실의 DNA 다형화, Tinker 등(1993)이 춘맥의 유연관계, Dweikat 등(1993)이 곡류의 계통분류를 하였으며 Francisco 등(1993)이 tagasaste 기원분석, Wilkie 등(1993)이 *Allium*의 유연관계를 분석하였다.

PCR 산물을 효율적으로 얻기 위해 PCR 반응용액 내의 최적 조건을 구명하는 것이 필요하다(Devos and Gale 1992). RAPD의 초기 cycle에서 template DNA 농도가 중요한 요인이 된다(Williams et al 1992). 일반적으로 template DNA의 최적 농도는 총반응액량 25 μ l일 때 10-20ng이며(Devos and Gale 1992) DNA를 더욱 희석하여도 농도간에 차이가 크지 않다는 보고도 있다(Koller et al 1993). RAPD 반응에 적절한 dNTP 농도는 여러 연구에서 100-200 μ M 이라고 보고하였으며(Kazan et al 1993, Koller et al 1993, Roy et al 1992, Stiles et al 1993, Welsh et al 1991b, Yang and Quiros 1993), Weeden 등(1992)은 primer 농도가 100nM에서 1,300nM로 증가할수록 짧은 DNA band가 보여지고 반대로 농도가 낮아질수록 긴 DNA band가 뚜렷하다고 하였다. Innis 등(1990), Devos와 Gale(1992)의 보고에 의하면 PCR 반응에 있어서 *Taq* DNA polymerase의 적정농도는 1.0-2.5 unit이라고 하였고, PCR cycling의 적정 온도는 작물에 따라 다르다고 하는 보고도 있다(Welsh et al 1991b, Yang and Quiros 1993).

토란은 영양번식작물로서 갖는 특성 때문에 지금까지 국내에서는 품종 분류와 보존조차도 거의 이루어져 있지 않다. 본 연구는 우량품종을 선발, 육성하기 위해서 계통 및 품종간의 유전변이와 유연관계를 명확히 밝히고자 연구를 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 다변량해석법에 의한 분류

가. 재료

공시계통은 국내외에서 수집한 지역 계통 중에서 포장에서 주요 생리, 형태적 특성을 비교한 후 표 3-1과 같이 54계통을 선발하여 평균 구중 20g 이상인

Table 3-1. Taro strains collected from domestic and abroad.

Code No.	Name of strains	Code No.	Name of strains	Code No.	Name of strains
1	Suwon #1	19	Chöngup #2	37	Posöng #1
2	Suwon #2	20	Iri #1	38	Posöng #2
3	Ichön #1	21	Iksan #2	39	Hadong #1
4	Ichön #2	22	Puan #1	40	Seungju #2
5	Posung #3	23	Puan #2	41	Haenam #1
6	Taechön #2	24	Kimje #1	42	Chilgok #1
7	Nonsan #1	25	Chinan #1	43	Andong #1
8	Taejeon #1	26	Wanju #4	44	Kimchön #1
9	Chönan #1	27	Wanju #1	45	Jörmchon #1
10	Yusung #1	28	Wanju #3	46	Sangju #1
11	Chinchön #1	29	Namwon #1	47	Youngju #1
12	Umsöng #1	30	Seungju #4	48	Kimhae #1
13	Chinchön #3	31	Koksung #3	49	Kimhae #2
14	Chöngju #1	32	Koksung #1	50	Cheju #1
15	Chechön #1	33	Kurye #1	51	Indonesia #1
16	Poun #1	34	Kurye #2	52	Japan #1
17	Okchön #1	35	Sunchön #1	53	Japan #2
18	Chöngup #1	36	Kwangyang #1	54	Taiwan #1

종구를 온상에서 20일간 최아하여 4월 20일 전주시 전미동의 전북대학교 농과 대학 부속농장에 재식하였다.

나. 재배 및 관리

재식거리는 70 x 30cm, 높이 20cm의 이랑을 만들어 계통별로 처리구당 20개 체씩 파종한 후 흑색(중양선 투명) 비닐멀칭을 하였다. 출현 후 유식물체가 고온장해를 받기 전에 멀칭 필름 밖으로 유인하였고 6월 10일과 7월 25일에 배토 하였으며 시비는 N-P-K : 18-10-15kg/10a로 전량 기비로 하였다. 실험구는 완전임의배치법 3반복으로 하였다.

다. 조사항목

출현기, 출현일수 및 출현율을 출현완료일까지 조사하였고 6월부터 9월까지 4회에 걸쳐 매달 20일에 엽병색, 초형, 葉柄束數, 총엽수, 엽장, 엽폭, 葉柄長, 葉柄徑을 조사하였다. 10월 20일에 수확하여 자구형, 분구형태, 모구중, 주당 총자구중, 주당 자구수, 최대자구중 및 평균자구중을 조사하였다.

라. 다변량분석

두 계통간의 거리(유연관계)를 Euclindian distance로 계산하여 $D(\sqrt{D^2})$ 값으로 average linkage cluster 방법을 이용하여 dendrogram을 작성하여 공시 계통의 유연관계를 분석하였다. 형질중 엽병색은 1-4, 초형은 1-3, 자구형은 1-4, 분구형은 1-5로 수치화 하였다.

2. RAPD에 의한 유연관계 분석

가. RAPD 최적조건

1) 재료

수집한 국내외 70 지역 계통 중에서 생리, 형태적 형질이 다르다고 판단되는 계통중에서 수원1과 대만1 등을 공시 계통으로 선정하였다.

2) DNA 분리 및 정제

잎이 출현 후 전개하기 전의 유엽을 채취하여 냉동건조기로 동결건조하여 Rogers 등(1988)의 방법을 변형해서 DNA를 분리하였다. 0.3g의 시료에 2x CTAB 8ml를 첨가하고 65℃에서 15분간 처리하여 동량의 CHCl_3 를 첨가하여 혼합하였다. 3,000rpm에서 15분간 원심분리한 후 상정액을 수집하여 동량의 isopropanol을 첨가한 후 혼합하였다. 파스퇴르 파이펫으로 DNA를 건져내서 70% EtOH에 세척한 다음 건조시키고 1ml TE buffer에 DNA를 녹인 다음 37℃에서 60분간 RNase 처리하였다. Polysaccharide 제거를 위해 DNA solution에 최종 2M NaCl을 첨가하고 2배량의 95% EtOH를 첨가한 후에 원심분리하여 DNA를 추출하였다. DNA pellet을 70% EtOH에 헹군 뒤 건조시켜 pH 8.0 TE buffer에 녹인 후 -20℃에 보관하였다. 추출된 DNA의 농도와 순도를 알아보기 위하여 UV spectrophotometer를 이용, 260nm와 280nm에서 흡광도를 측정한 다음 필요한 농도로 희석하여 PCR 반응에 사용하였다.

3) PCR 반응의 기본조건

PCR 반응에 관련된 각 요인 실험에 부여된 비교조건 이외에는 다음과 같이 Template DNA 30ng, dNTP 200 μM , primer quantity 200nM, *Taq* polymerase(한국생공社) 1.0 unit, MgCl_2 1.5mM로 하여 PCR 총반응용액량을 25 μl 로 하였다.

4) Template DNA 농도

10, 30, 50, 100ng의 4수준으로 PCR하여 DNA band를 비교하였다. Primer는 GC content가 70%인 UBC社의 244(CAGCCAACCG)와 250(CGACAGTCCC)을 이용하였다.

5) dNTP 농도

100, 200, 300, 500 μ M의 4 수준으로 PCR하여 DNA band를 비교하였다. UBC primer 244, 250을 사용했고 template DNA는 30ng의 농도로 실시하였다.

6) Primer 농도

UBC primer 244와 250를 각각 100, 200, 300, 500nM의 4 수준으로 PCR하여 DNA band를 비교하였다.

7) *Taq* DNA polymerase 농도

한국생공사의 *Taq* DNA polymerase 농도를 0.5, 1.0, 1.5, 2.0unit의 4 수준으로 PCR하여 DNA band 양상을 비교하였다.

8) $MgCl_2$ 농도

$MgCl_2$ 의 농도를 1.5, 3.0, 4.5, 6.0mM의 4 수준으로 PCR하여 DNA band 양상을 비교하였다.

9) Annealing temperature

PCR 과정의 annealing temperature를 34, 36, 38, 40 $^{\circ}$ C의 4 수준으로 구별하여 반응시킨 후 DNA band 양상을 비교하였다.

10) PCR

PCR 과정은 pre-denaturation을 94 $^{\circ}$ C에서 5분간 시행한 다음 denaturation(94 $^{\circ}$ C, 1.5 분간), annealing(36 $^{\circ}$ C, 1 분간), extention(72 $^{\circ}$ C, 2 분간)을 1 cycle로 하여 총 45 cycles을 완료한 후 last extention(72 $^{\circ}$ C, 5 분간) 처리하였다.

11) 전기영동

PCR 반응이 끝난 후 1X TAE buffer를 이용하여 1.5% agarose gel에서 150V로

70분간 전기영동하였다. 전기영동이 끝난 후 gel은 ethidium bromide($0.5\mu\text{g}/\text{ml}$)로 5분간 염색한 후 증류수로 탈색하여 DNA band 양상을 분석하였다.

나. RAPD에 의한 계통간 유연관계 분석

1) 재료

실험 1의 다변량해석법에 의한 계통분류에서와 동일하였다.

2) DNA 분리 및 정제, PCR 반응의 기본조건

전술한 실험 2의 RAPD 최적조건에서 실시한 방법 및 조건과 동일하였다.

3) Primer의 선택

UBC社의 primer 201-300까지를 screening하여 band 발현 양상이 양호한 26개의 primer를 사용하였고 screening에 사용된 100개의 primer들의 염기서열, GC content 및 증폭정도는 표 3-2와 같다. 증폭도는 다음 4가지 기준으로 증폭이 되지 않은 것은 B(bad amplication), 미약하게 증폭된 경우는 P(poor amplication), 1-2개의 band가 나타난 경우는 G(good amplication), 3개 이상의 band가 나타나는 탁월한 증폭의 경우는 E(excellent amplication)로 규정하여 분석하였다.

4) 전기영동

각 primer별로 PCR 반응이 끝난 후 1.5% agarose gel에서 150V로 70분간 전기영동하였다. 전기영동 buffer는 1X TAE를 이용하였으며 전기영동이 끝난 후 gel은 ethidium bromide($0.5\mu\text{g}/\text{ml}$)로 5분간 염색한 후 증류수로 탈색하였다.

5) 계통간의 유연관계 분석

계통간의 유연관계 분석은 NTSYS(Numerical Taxonomy and Multivariate

Table 3-2. Nucleotide sequence and amplification strength of the random primers screened for RAPD analysis of taro.

Random primer	Nucleotide sequence				GC content(%)	Amplification strength
201	CTG	GGG	ATT	T	50	B
202	GAG	CAC	TTA	C	50	G
203	CAC	GGC	GAG	T	70	E
204	TTC	GGG	CCG	T	70	E
205	CGG	TTT	GGA	A	50	P
206	GAG	GAC	GTC	C	70	B
207	CAT	ATC	AGG	G	50	B
208	ACG	GCC	GAC	C	80	B
209	TGC	ACT	GGA	G	60	G
210	GCA	CCG	AGA	G	70	E
211	GAA	GCG	CGA	T	60	E
212	GCT	GCG	TGA	C	70	B
213	CAG	CGA	ACT	A	50	E
214	CAT	GTG	CTT	G	50	P
215	TCA	CAC	GTG	C	60	P
216	CAT	AGA	CTC	C	50	B
217	ACA	GGT	AGA	C	50	B
218	CTC	AGC	CCA	G	70	G
219	GTG	ACC	TCA	G	60	G
220	GTC	GAT	GTC	G	60	G
221	CCC	GTC	AAT	A	50	B
222	AAG	CCT	CCC	C	70	E
223	GAT	CCA	TTG	C	50	G
224	TCT	CCG	GTA	T	50	B
225	CGA	CTC	ACA	G	60	E
226	GGG	CCT	CTA	T	60	E
227	CTA	GAG	GTC	C	60	E
228	GCT	GGG	CCG	A	80	E
229	CCA	CCC	AGA	G	70	E
230	CGT	CGC	CCA	T	70	E
231	AGG	GAG	TTC	C	60	E
232	CGG	TGA	CAT	C	60	E
233	CTA	TGC	GCG	C	70	E
234	TCC	ACG	GAC	G	70	E
235	CTG	AGG	CAA	A	50	G
236	ATC	GTA	CGT	G	50	G
237	CGA	CCA	GAG	C	70	E
238	CTG	TCC	AGC	A	60	G
239	CTG	AAG	CGG	A	60	G
240	ATG	TTC	CAG	G	50	E
241	GCC	CGA	CGC	G	90	E
242	CAC	TCT	TTG	C	50	E
243	GGG	TGA	ACC	G	70	E
244	CAG	CCA	ACC	G	70	E
245	CGC	GTG	CCA	G	80	E
246	TAT	GGT	CCG	G	60	E
247	TAC	CGA	CGG	A	60	P
248	GAG	TAA	GCG	G	60	E
249	GCA	TCT	ACC	G	60	E
250	CGA	CAG	TCC	C	70	E

Continued

Random primer	Nucleotide sequence				GC content(%)	Amplification strength
251	CTT	GAC	GGG	G	70	E
252	CTG	GTG	ATG	T	50	P
253	CCG	TGC	AGT	A	60	E
254	CGC	CCC	CAT	T	70	E
255	TTC	CTC	CGG	A	60	B
256	TGC	AGT	CGA	A	50	E
257	CGT	CAC	CGT	T	60	B
258	CAG	GAT	ACC	A	50	B
259	GGT	ACG	TAC	T	50	B
260	TCT	CAG	CTA	C	50	B
261	CTG	GCG	TGA	C	70	E
262	CGC	CCC	CAG	T	80	E
263	TTA	GAG	ACG	G	50	B
264	TCC	ACC	GAG	C	70	G
265	CAG	CTG	TTC	A	50	E
266	CCA	CTC	ACC	G	70	E
267	CCA	TCT	TGT	G	50	E
268	AGG	CCG	CTT	A	60	E
269	CCA	GTT	CGC	C	70	E
270	TGC	GCG	CGG	G	90	E
271	GCC	ATC	AAG	A	50	B
272	AGC	GGG	CCA	A	70	E
273	AAT	GTC	GCC	A	50	E
274	GTT	CCC	GAG	T	60	E
275	CCG	GGC	AAG	C	80	E
276	AGG	ATC	AAG	C	50	E
277	AGG	AAG	GTG	C	60	P
278	GGT	TCC	AGC	T	60	G
279	AGA	CAT	TAG	A	30	B
280	CTG	GGA	GTG	G	70	G
281	GAG	AGT	GGA	A	50	E
282	GGG	AAA	GCA	G	60	B
283	CGG	CCA	CCG	T	80	E
284	CAG	GCG	CAC	A	70	G
285	GGG	CGC	CTA	G	80	B
286	CGG	AGC	CGG	C	90	E
287	CGA	ACG	GCG	G	80	E
288	CCT	CCT	TGA	C	60	B
289	ATC	AAG	CTG	C	50	G
290	CCG	CGA	GCA	C	80	E
291	AGC	TGA	AGA	G	50	P
292	AAA	CAG	CCC	G	60	E
293	TCG	TGT	TGC	T	50	B
294	TGA	TTG	GCC	A	50	G
295	CGC	GTT	CCT	G	70	E
296	CCG	CTG	GGA	G	80	E
297	GCG	CAT	TAG	A	50	B
298	CCG	TAC	GGA	C	70	B
299	TGT	CAG	CGG	T	60	P
300	GGC	TAG	GGC	G	80	E

B: bad P: poor G: good and E: excellent amplification

Analysis System) computer program의 UPGMA(Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic average) 분석방법(Rohlf 1989)으로 실시하였으며, 그 결과를 토대로 dendrogram을 작성하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 다변량해석법에 의한 분류

가. 주요 생리, 형태적 특성 및 수량

1) 출현률과 출현기

공시계통의 출현률을 살펴보면 일부 계통에서 출현기가 다소 늦은 개체가 있기는 하였으나 전계통이 90% 이상 출현하는 비교적 양호한 결과를 보여 주었다. 동일 계통내 일부 개체가 뒤늦게 출현한 것은 파종시 우량 종구만을 선별하였다고는 하나 영양번식하는 작물의 단점인 종구간의 영양상태의 차이에 의한 것이거나 저장중 정아와 일부조직의 내부손상에 의하여 다소 늦게 측아가 발아하여 출현된 것으로 생각된다. 이러한 개체들은 정상적인 정아가 발아하여 초기생육을 시작하는 개체에 비하여 최소 1주일 이상의 부진한 생육을 보였다. 표 3-3과 같이 최초 출현개시일로부터 80%가 출현한 출현기까지는 대부분 계통이 2 - 5일이 소요되었으며, 파종 익일로부터 출현기까지의 출현일수는 구례2가 18일(5월 8일)로서 가장 짧았으나 천안1과 영주1, 상주1, 대만1 등이 23일(5월 13일)로 가장 길었고 평균 출현일수는 21.7일이었는데 이것은 최와 이(1986)의 보고와 유사한 결과이었다.

2) 엽병색과 초형

토란의 형태적 특성중 외관적 구분이 명확한 형질은 엽병색인데 색의 구분은 표 3-3과 같이 적자색, 자색, 연자색 및 녹색으로 하였으며 엽병색이 적자색을 띄는 계통은 이리1, 부안2 등 2종이었고 자색은 이천1과 음성1로 2종, 연자색을 띄는 계통은 대만1이었으며 나머지 계통은 녹색이었다. 초형은 직립형, 개장형, 총생형으로 구분하였는데 엽병색이 자색계통인 대만1, 이천1, 음성1, 부

안2 및 이리1 등 5계통이 총생형이었고 나머지 수원1외 27종이 직립형, 완주1 외 22종이 개장형이었다.

Table 3-3 Emergence, petiole color, plant type in some botanical characters of taro strains after sowing(April 20).

Code No. ^a strain	Initiation of emergence	Emergence date	Days to emergence	Emergence rate(%)	Petiol color	Plant ^b of type
1	May 9	May 11	21	100	Green	E
2	May 8	May 11	21	95	Green	E
3	May 8	May 11	21	90	Purple	F
4	May 8	May 11	21	90	Green	E
5	May 9	May 12	22	100	Green	E
6	May 9	May 12	22	95	Green	E
7	May 10	May 12	22	100	Green	E
8	May 10	May 13	23	95	Green	S
9	May 9	May 13	23	95	Green	E
10	May 8	May 13	23	95	Green	S
11	May 8	May 11	21	100	Green	E
12	May 8	May 11	21	100	Purple	F
13	May 9	May 12	22	95	Green	S
14	May 7	May 11	21	95	Green	E
15	May 9	May 13	23	95	Green	E
16	May 10	May 13	23	90	Green	E
17	May 9	May 13	23	90	Green	E
18	May 8	May 12	22	100	Green	E
19	May 10	May 13	23	100	Green	S
20	May 8	May 11	21	100	Red Purple	F
21	May 8	May 13	23	95	Green	E
22	May 6	May 11	21	100	Green	E
23	May 8	May 13	23	100	Red Purple	F
24	May 7	May 12	22	95	Green	E
25	May 8	May 12	22	100	Green	E
26	May 5	May 10	20	95	Green	E
27	May 8	May 11	21	100	Green	S

Continued

Code No. ^a strain	Initiation of emergence	Emergence date	Days to emergence	Emergence rate(%)	Petiol color	Plant ^b of type
28	May 8	May 11	21	95	Green	E
29	May 9	May 12	22	95	Green	S
30	May 7	May 11	21	100	Green	E
31	May 8	May 11	21	100	Green	S
32	May 8	May 12	22	95	Green	S
33	May 9	May 11	21	90	Green	S
34	May 4	May 8	18	95	Green	S
35	May 9	May 12	22	95	Green	E
36	May 9	May 11	21	100	Green	E
37	May 8	May 12	22	90	Green	S
38	May 7	May 12	22	95	Green	S
39	May 6	May 11	21	95	Green	E
40	May 9	May 12	22	95	Green	S
41	May 7	May 10	20	95	Green	E
42	May 7	May 11	21	90	Green	E
43	May 10	May 13	23	90	Green	E
44	May 9	May 13	23	95	Green	S
45	May 10	May 13	23	90	Green	S
46	May 9	May 13	23	95	Green	S
47	May 7	May 11	21	100	Green	S
48	May 6	May 10	20	100	Green	S
49	May 7	May 10	20	95	Green	S
50	May 7	May 9	19	100	Green	E
51	May 10	May 13	23	95	Green	S
52	May 11	May 13	23	90	Green	S
53	May 11	May 13	23	90	Green	S
54	May 10	May 13	23	100	Light purple	F

a : See Table 3-1, b : E(erect type), F(fascicular type), S(spreading type)

3) 월별 지상부 생육 형질

토란을 본포에 4월 20일 파종한 후 60일이 경과한 6월 20일부터 9월 20일까지

지 매달 20일 지상부 생육상태를 조사하였던바 엽병속수, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽병경의 월별변화를 살펴보면 초기생육은 정아의 발아에 의한 엽병속의 발달로 시작되어지나 1-2주 정도의 차이를 두고 측아의 발아가 진행되어 또다른 엽병속이 출현하였다(그림 3-1). 엽병속수는 6월에 1.2개에서 7월에 1.6개로 다소 증가하다가 8, 9월에는 1.3-1.4개로 감소하였는데, 이는 7월말의 2차 배토시 복주기와 함께 일부 미약한 엽병속을 제거하였기 때문인 것으로 생각되며 총엽수는 엽병속수에 영향을 받는 형질이므로 6월에 5.3매에서 7월에 7매로 증가하다가 8월에 엽병속수의 감소로 인하여 5.8매이었으며 9월에는 8월보다 약간 감소한 5매였는데 이는 9월 초순의 기온 저하에 따른 엽병의 도복에 의한 결과이었다.

엽장은 6월에 23.5cm에서 7, 8, 9월에 각각 38.9, 42.1, 42.4cm로 점차 증가하는 경향을 보여 주었으며 엽폭 또한 엽장과 비례하여 각각 20.3, 33.3, 36.6, 37.3cm로 생육이 진행됨에 따라 증가하였다. 지상부 수량을 크게 좌우하는 형질중의 하나인 엽병장에 있어서도 각각 29.3, 60.4, 89.3, 94.7cm로 매월 증가하는 경향을 보였다. 9월의 엽병장이 8월보다 다소 높아진 결과를 보였지만 9월 초순의 저온과 큰폭의 일교차에 의하여 도복이 진행되는 과정중에 있었으므로 실제 상품가치 있는 엽병의 수량성은 감소하고 있다고 보아야 하며 토란의 지상부를 이용하고자 할 경우에는 9월 10일 이전에 수확을 하는 것이 합리적일 것으로 생각된다. 또하나의 지상부 수량을 좌우하는 형질인 엽병경은 1.4, 3.1, 5.2, 5.9로 엽병장과 동일하게 생육이 진전될수록 비대해지지만 초기생육이 왕성했던 계통중에서 순천1, 광양1, 보성1, 점촌1 및 상주1 등은 생육후기인 9월에 엽병의 도복이 오히려 빨리 진행되어 다소 감소하는 경향이였다.

4) 지상부 생육형질

공시계통간 지상부 생육형질의 차이는 표 3-4과 같이 생육초기인 6월과 후기인 9월로 나누어 보면 엽병속수에는 6월에 보성3, 진천1 및 광양1 등이 1.8개

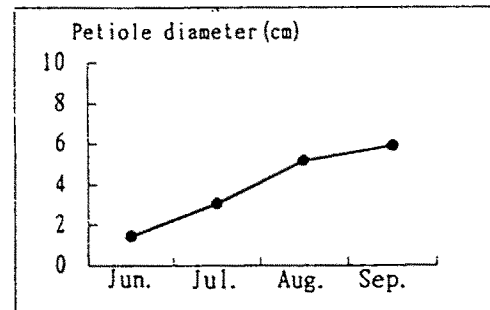
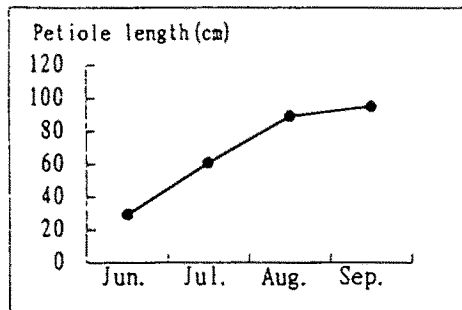
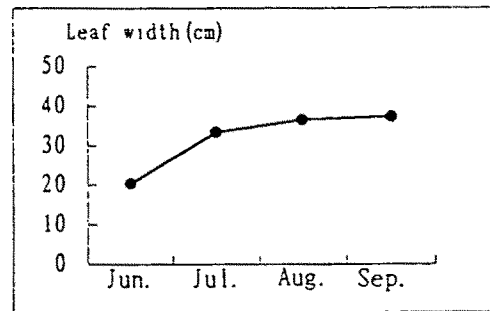
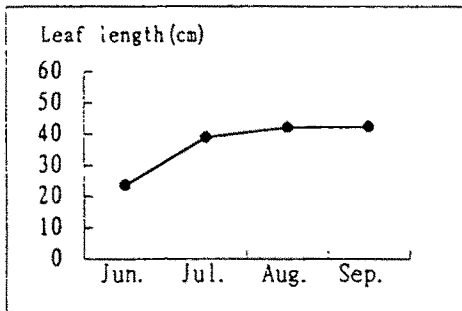
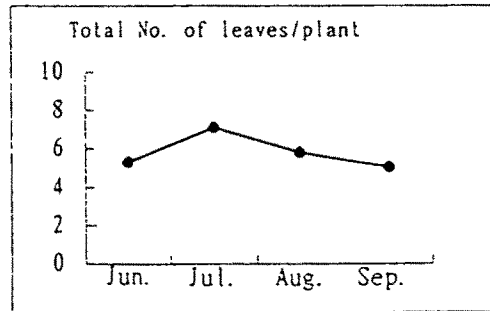
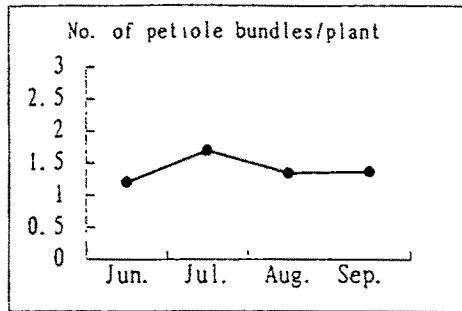


Fig. 3-1 Seasonal changes of botanical characters in aerial parts of taro.

로 많았고 9월에는 청주2의 2.2개를 비롯하여 수원1과 대천2, 송주4 등이 비교적 많았다. 엽병속수와 상관을 보이는 총엽수는 6월에 진천1과 보은1이 각각 7.6, 7.4매로 가장 많았고 일본1, 일본2 및 제주1 등이 4매로서 적었으며, 9월에는 하동1과 정읍2가 각각 7.6, 7매로 많았고 칠곡1, 일본1이 3.6, 3.2매로 낮았다. 1개의 엽병속당 평균 4-5매의 엽이 발생하였고 엽병속수가 증가할수록 엽병속당 발생하는 엽수는 감소하는 경향이였다.

엽면적을 추정할 수 있는 엽장과 엽폭에서는 엽장은 6월에 진천3, 대만1이 27.5, 27.2cm로 길었고 일본2, 제천1이 18.9, 18.7cm로 짧았으며, 9월에는 완주4, 진천3이 52.8, 52cm로 길었고 상주1, 음성1이 34, 30cm로 짧았다. 엽폭은 6월에 완주4와 수원2 등이 길었고 일본2와 인도네시아1 등이 짧은 계통이었으며, 9월에는 완주1과 진천3 등이 가장 길었고 음성1과 유성1 등이 짧은 계통이었다. 타원형의 엽을 가진 토란의 엽장과 엽폭의 차는 평균적으로 6월에는 3cm, 9월에는 5cm 정도이었다.

한편, 엽병장은 6월에 대만1과 완주4가 36, 35cm 가장 컸고 제천1과 인도네시아1 등이 가장 작았으며 9월에는 대만1과 구례2가 115, 110cm로 가장 큰 계통이었고 음성1, 제천1 등이 가장 작은 계통으로 분류되었다. 엽병경은 6월에 대만1과 완주4가 각각 2.3, 1.8cm로 가장 굵었고 일본2와 제천1이 가장 얇았으며, 9월에는 대만1과 완주1이 8.0, 7.6cm로 다른 계통보다도 상당히 양호하였으나 음성1과 유성1 등의 생육은 부진하였다.

Table 3-4 Botanical characters of aerial part of taro strains in Jun. and Sep 1995 and 1996

Code* No. of strains	June						September					
	Number of petiole bundles	Total number of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)	Petiole diameter (cm)	Number of petiole bundles	Total number of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)	Petiole diameter (cm)
1	1.0	5.0	25.6	19.8	31.3	1.66	2.0	4.0	42.0	37.0	90.3	5.56
2	1.2	5.6	25.9	23.0	32.1	1.66	1.4	4.5	38.3	34.0	91.5	5.56
3	1.0	5.4	20.7	19.6	29.7	1.34	1.0	5.0	34.5	30.5	80.5	4.75
4	1.2	5.6	25.9	23.0	32.1	1.66	1.4	4.5	38.3	34.0	91.5	5.56
5	1.8	6.2	23.8	20.8	32.6	1.58	1.6	6.3	39.5	34.5	93.0	6.01
6	1.0	4.6	24.4	20.3	28.4	1.41	2.0	4.0	48.0	43.8	102.5	6.19
7	1.0	4.8	25.0	22.3	30.9	1.67	1.8	6.6	49.3	43.8	107.5	6.51
8	1.0	4.4	21.2	19.5	30.5	1.33	1.2	5.0	40.0	33.5	83.0	5.85
9	1.2	5.8	23.0	19.5	26.6	1.38	1.2	4.8	48.5	44.3	98.5	6.20
10	1.4	5.4	21.4	19.4	28.7	1.36	1.2	5.0	34.0	28.5	82.0	4.65
11	1.8	7.6	26.8	19.4	30.5	1.51	1.6	4.5	45.0	38.0	93.3	5.44
12	1.6	6.8	19.7	17.3	30.0	1.32	1.5	5.0	30.0	25.0	72.3	3.81
13	1.4	6.2	27.5	23.4	32.1	1.56	1.2	4.0	52.0	47.0	104.8	5.65
14	1.2	5.0	21.7	17.7	31.1	1.26	2.2	6.8	45.0	40.8	97.8	6.40
15	1.4	6.0	18.7	17.0	22.2	0.99	1.0	5.0	36.0	31.3	78.3	5.01
16	1.6	7.4	22.5	20.6	31.7	1.35	1.0	4.0	42.5	35.0	91.5	6.42
17	1.0	4.6	22.6	18.5	27.9	1.20	1.0	4.5	39.5	33.3	87.8	4.93
18	1.2	5.6	26.1	21.5	27.6	1.45	1.6	4.0	48.8	43.8	106.0	5.99
19	1.2	5.4	23.0	19.8	29.3	1.65	1.1	7.0	36.3	31.3	78.3	4.86
20	1.4	6.2	22.1	19.5	29.0	1.32	1.4	5.6	37.5	32.5	82.5	5.58
21	1.0	5.0	25.1	21.7	28.8	1.46	1.2	5.0	50.8	46.0	100.0	6.42
22	1.0	5.0	25.1	21.8	29.7	1.46	1.6	6.2	47.0	40.0	103.8	5.90
23	1.2	5.8	20.3	18.2	27.8	1.47	1.3	5.8	36.5	31.0	99.5	6.24
24	1.2	5.8	24.5	20.7	27.3	1.34	1.2	4.8	42.5	39.0	102.3	6.31
25	1.0	5.4	22.4	20.6	28.7	1.34	1.2	4.8	47.8	40.5	99.3	5.91
26	1.6	6.6	27.3	25.4	35.4	1.84	1.6	6.4	42.5	36.0	93.5	6.63
27	1.0	4.6	24.6	22.9	30.2	1.57	1.2	4.6	52.8	48.5	108.5	7.55
28	1.2	5.2	25.1	21.9	27.1	1.43	1.4	5.6	47.0	42.3	99.8	6.86
29	1.2	4.8	26.5	22.6	29.7	1.63	1.2	5.0	37.5	34.0	92.5	6.53
30	1.2	5.6	24.9	22.1	28.9	1.66	2.0	6.8	45.5	40.3	102.8	6.09
31	1.0	4.4	21.3	19.4	28.4	1.37	1.4	5.4	43.0	38.8	90.3	5.78
32	1.2	5.6	25.4	20.6	27.7	1.50	1.2	4.4	46.3	39.8	100.0	6.34
33	1.0	4.4	22.3	20.8	29.5	1.42	1.2	4.4	44.5	40.0	101.5	6.02
34	1.0	4.4	23.7	20.6	29.1	1.48	1.0	3.6	44.5	39.3	110.0	6.19
35	1.0	4.4	22.8	21.4	27.9	1.32	1.0	4.4	34.5	30.0	83.5	4.88
36	1.8	6.6	25.7	22.1	32.9	1.42	1.2	5.0	41.5	35.5	95.0	5.45
37	1.0	5.2	25.0	22.4	29.7	1.43	1.2	4.0	45.5	40.5	100.3	5.59
38	1.0	4.2	22.3	19.2	24.6	1.29	1.2	4.0	38.0	35.5	88.0	5.64
39	1.4	6.2	25.1	22.2	31.6	1.63	2.0	7.6	44.5	37.8	109.0	6.78
40	1.4	6.0	21.7	18.2	25.9	1.34	1.6	5.2	40.0	35.5	95.8	6.43
41	1.0	4.4	23.2	19.1	30.3	1.44	1.2	4.6	42.3	34.8	85.3	6.37
42	1.0	4.6	23.1	20.0	28.0	1.43	1.0	3.6	43.3	38.0	95.0	6.21
43	1.0	4.4	20.7	17.4	27.2	1.19	1.8	5.8	41.8	35.5	91.0	6.15
44	1.0	4.2	22.5	20.3	28.0	1.35	1.4	5.2	42.3	38.3	96.0	5.89
45	1.6	6.0	25.1	22.0	33.5	1.43	1.0	4.2	38.5	35.0	92.5	4.89
46	1.0	5.0	26.1	22.0	31.0	1.47	1.2	4.6	34.0	30.0	86.0	5.13
47	1.4	5.6	23.8	20.7	26.7	1.39	1.6	5.4	43.0	36.5	89.5	5.23
48	1.2	5.2	24.3	20.5	29.7	1.54	1.6	5.8	46.3	39.3	100.5	6.70
49	1.4	5.8	21.1	17.1	26.8	1.21	1.2	4.6	43.3	39.8	91.0	5.82
50	1.2	4.0	23.0	20.4	32.2	1.36	1.8	6.3	40.0	34.0	92.8	5.28
51	1.2	5.2	19.5	16.3	21.8	1.11	1.4	5.4	42.5	37.8	104.0	7.02
52	1.0	4.0	20.8	17.3	27.6	1.18	1.0	3.3	42.3	37.8	99.0	5.49
53	1.0	4.0	18.9	15.8	24.1	1.06	1.2	4.8	45.5	40.0	89.3	5.70
54	1.0	4.4	27.2	23.6	35.9	2.26	1.0	5.6	46.3	43.5	114.8	8.05
Mean	1.2	5.3	23.5	20.3	29.2	1.43	1.4	5.0	42.4	37.3	94.7	5.88

* See Table 1.

5) 지하부 수량형질

자구의 형태는 표 3-5과 같이 원형에 가까운 환형, 장환형 및 장형으로 구분하였는데 엽병이 자색인 이천1, 음성1, 이리1, 부안2 및 완주1 등 20계통이 환형으로서 상품가치가 높은 자구형이었으며 수원1, 인도네시아, 일본2 등의 30계통이 장환형이었고 제천1, 승주2 및 김해1 등이 장형이었다. 대만1의 자구는 타 계통과는 상이하게 가늘고 기다란 포복경의 형태로 되어 있었다. 또한 자구의 분구형태도 품종이나 계통의 주요 특성중의 하나인데 모구에서 1차 분구된 자구가 주를 이루는 계통은 보은1이었으며, 1차 분구된 자구와 자구에서 2차 분구된 손구가 주를 이루는 계통은 수원1 외 21계통이었고, 2차 분구된 손구만이 주를 이루는 계통은 이천1 외 27계통으로서 가장 많았으며, 손구에서 3차 분구된 손손구가 주를 이루는 계통은 천안1과 유성1이었다. 자구형에서와 마찬가지로 대만1은 다른 공시계통들과는 달리 독특하게 runner 형의 자구만을 가진 모구종이었다.

우리나라에서 선호하는 자구의 형태는 원형에 가까운 환형일수록 상품성이 높기 때문에 수량과 더불어 환형에 가까운 자구를 생산하기 위한 노력이 수반되어지기도 하는데 자구의 형태는 품종이나 계통간의 특성차이와 더불어 파종 깊이, 토양물리성, 토양습도 및 토양양분 등에 따라 달라지기도 한다.

토란재배에 있어서 가장 중요한 괴경의 10a당 수량은 평균 3,719kg으로 최와이(1986)의 2,824kg보다 상당히 높았으며 주당 평균 총자구중은 787g, 자구수는 39.2개, 평균자구중은 20.3g, 모구중은 263.6g, 최대자구중은 43.4g이었다. 수량을 결정하는 총자구중이 높았던 계통은 부안2>영주1>완주3>대천2>청주1>완주1>이리1 순이었으며(1,150-960g), 토란의 상품가치를 좌우하는 평균자구중이 높은 것은 수원1>진천1>정읍1>음성1>천안1>남원1>진안1>청주1 순이었다(29.8-23.4g). 평균자구중과 총자구중이 동시에 높았던 계통은 청주1, 부안2 및 완주1 등으로서 상품가치가 높은 다수확 계통으로 생각된다.

모구중은 대만1이 458g으로 다른 국내나 외국계통보다 상당히 높았으나(전체 평균 263.6g) 상품가치가 있는 자구는 전혀 발생하지 않았다. 엽병이 자색인

국내계통은 한결같이 모구종이 가장 낮아서(이천1 145g, 음성1 146g, 이리1 148g, 부안2 151g) 대표적인 자구종임을 알 수 있었다. 한편 자구생산이 가능하면서 대만1과 같이 모구의 생육도 양호한 계통은 청주1>논산1>천안1>보성3>완주1 순이었는데(407-345g) 이중에서도 청주1과 완주1은 총자구종과 평균자구종이 높아 상품가치가 높은 다수확 계통이면서도 모구의 생육까지도 양호하여 아열대 지방에서 선호하는 모구종과 국내에서 선호하는 자구종의 우량형질을 겸비한 것으로 판단된다.

현재 우리나라에서 토란 괴경의 선호도를 보면 모구는 대부분 종구로도 사용하지 않으며 판매 혹은 식품으로서도 거의 이용하지 않고 대부분 자구를 각종 식품에 사용하거나 종구로 저장한다. 이와는 달리 대부분의 아열대지방에서는 아예 모구종의 품종을 육성하여 모구를 이용하고 있으며 생육과정동안 자구를 되도록 억제시키거나 품종의 특성자체가 자구의 발달이 거의 이루어지지 않도록 육성되어져 있는 것들이 많다(黃 등 1989).

Table 3-5 . Comparison of tuber characters among the taro strains.

Code* No. of strains	Cormel ^a type	Division ^b type	Yield character of tuber(g/plant)				
			Corm weight	Total cormel weight	Number of cormel	Mean weight of cormel	Max. weight of cormel(g/ea)
1	2	3	223	833	28.0	29.8	56.0
2	3	4	190	683	35.9	19.0	36.0
3	3	4	145	820	42.0	19.5	45.0
4	3	4	230	583	31.7	18.4	34.8
5	2	4	355	670	35.6	18.8	33.4
6	2	4	297	997	50.9	19.6	37.9
7	2	4	397	840	44.2	19.0	47.2
8	2	3	220	724	46.7	15.5	33.3
9	2	5	363	833	34.0	24.5	55.4
10	2	5	181	740	41.6	17.8	38.0
11	2	4	180	787	28.6	27.5	48.7
12	3	4	146	840	32.0	26.3	44.2
13	3	4	249	850	39.2	21.7	41.3
14	2	3	407	990	42.3	23.4	52.8
15	1	4	300	600	40.5	14.8	39.1
16	2	2	269	640	28.7	22.3	34.2
17	3	3	220	610	34.3	17.8	44.7
18	3	4	227	796	29.8	26.7	33.2
19	2	3	197	686	44.8	15.3	39.8
20	3	4	148	960	47.0	20.4	43.3
21	3	4	307	713	37.0	19.3	41.2
22	2	4	243	620	33.7	18.4	45.3
23	3	4	151	1150	51.6	22.3	49.0
24	2	4	250	777	40.0	19.4	42.8
25	2	4	303	767	32.6	23.5	43.0
26	2	3	245	860	49.7	17.3	41.3
27	3	3	345	980	44.3	22.1	44.2
28	3	4	283	1020	56.0	18.2	44.9
29	2	3	280	760	31.4	24.2	34.7
30	2	4	253	796	36.5	21.8	39.2
31	3	3	297	793	40.1	19.8	56.5
32	2	4	300	720	33.6	21.4	36.6
33	3	4	267	657	32.0	20.5	40.3
34	2	3	283	674	33.7	20.0	50.0
35	2	3	240	813	41.9	19.4	38.0
36	2	3	271	820	45.6	18.0	44.3
37	3	4	249	913	49.1	18.6	48.0
38	2	3	250	950	50.0	19.0	42.2
39	3	4	310	883	38.7	22.8	57.1
40	1	4	340	740	33.9	21.8	43.3
41	2	4	242	813	41.1	19.8	42.4
42	2	3	272	750	44.4	16.9	43.2
43	2	4	286	820	45.1	18.2	40.0
44	2	4	240	760	39.8	19.1	43.7
45	3	3	205	720	34.8	20.7	41.2
46	2	3	287	654	30.7	21.3	49.9
47	2	3	273	1110	63.5	17.5	40.5
48	1	3	331	703	35.0	20.1	53.7
49	3	3	263	880	44.0	20.0	43.2
50	3	3	299	795	36.3	21.9	49.4
51	2	3	247	753	34.9	21.6	42.6
52	3	3	190	753	41.1	18.3	38.4
53	2	4	230	853	41.2	20.7	40.1
54	4	1	458	247	15.0	16.4	53.2
Mean			264	787	39.2	20.3	43.4

a: 1(long), 2(long ring), 3(ring), 4(runner) b: 1(corm), 2(first cormel),
3(first cormel and second cormel), 4(second cormel), 5(third cormel)

나. 다변량해석법에 의한 계통분류

1) 주요 형질변이

수집계통의 지상부와 지하부의 주요 생리, 형태적 형질을 종합적으로 검토하여 전공시계통을 다변량해석법으로 분류하였다. 표 3-6는 공시계통의 전체 형질변이 정도를 보여주는 것으로 총 24개 형질중 지상부의 변이계수는 엽병색, 초형, 및 엽병속수가 56.7, 27.4 및 23.1%로 높았는데 특히 엽병색은 지상, 지하부의 모든 형질중에서 제일 높았다. 한편, 지하부의 자구형태도 44.4%로 상당히 높아 계통분류에서 엽병색과 더불어 가장 크게 기여함을 알 수 있었다. 또 여러 형질중 모구중, 9월의 엽병속수, 주당 자구수, 분구형태 및 6월의 엽병속수도 변이계수가 20-25%로 계통분류의 참고자료로 이용할 수 있다고 본다. 출현개시일, 출현기, 출현률, 6월의 엽장, 6월 엽병장 및 9월 엽병장 등은 변이계수 10% 미만으로 계통간에 차이가 작았다.

2) Dendrogram에 의한 계통분류

그림 3-2는 수집된 토란의 주요 생리, 형태적 형질을 대상으로 SAS program에 의해 계산한 $D(\sqrt{D^2})$ 값으로 작성한 dendrogram으로, $D(\sqrt{D^2})$ 값 110을 기준으로 하면 11개의 계통군으로 분류할 수 있었는데 동일한 군내의 계통은 유연관계가 유사한 계통들이라고 할 수 있다. 11개의 계통군에 속하는 각 계통을 계통군별로 분류하여 보면 표 3-7에서와 같이 제2군에 수원1 및 일본1을 포함하여 가장 많은 21개 계통이 속하였으며 다음으로는 제6군에 구례2를 포함한 8개의 계통이 속하였고 제1군은 대만1, 제9군은 이리1, 제10군은 부안2, 그리고 제11군은 영주1로서 각각 한 개의 계통만을 포함하였는데 공시계통중 대만1이 유연관계가 가장 멀었다.

Table 3-6 Variation of the 24 characters among 54 taro strains collected.

Characters	Mean	Stdev	Minimum	Maximum	Range	C.V.(%)
Days to initial emergence	18.26	1.42	14.00	21.00	7.00	7.76
Days to emergence	21.70	1.16	18.00	23.00	5.00	5.34
Emergence rate(%)	95.56	3.72	90.00	100.00	10.00	3.89
Petiole color	1.20	0.68	1.00	4.00	3.00	56.78
Plant type	2.41	0.66	1.00	3.00	2.00	27.39
Number of petiole bundles in Jun.	1.20	0.24	1.00	1.80	0.80	19.76
Total number of leaves in Jun.	5.29	0.85	4.00	7.60	3.60	16.12
Leaf length in Jun.(cm)	23.5	2.23	19.00	27.00	8.00	9.49
Leaf width in Jun.(cm)	20.31	2.09	16.00	25.00	9.00	10.29
Petiole length in Jun.(cm)	29.17	2.63	22.00	35.00	13.00	9.01
Petiole diameter in Jun. (cm)	1.44	0.20	1.00	2.26	1.26	14.01
Number of petiole bundles in Sep.	1.36	0.31	1.00	2.20	1.20	23.05
Total number of leaves in Sep.	5.04	0.95	3.30	7.60	4.30	18.75
Leaf length in Sep.(cm)	42.38	4.93	30.00	52.80	22.80	11.63
Leaf width in Sep.(cm)	37.25	4.84	25.00	48.50	23.50	13.00
Petiole length in Sep. (cm)	94.72	9.01	72.3	114.80	42.50	9.52
Petiole diameter in Sep. (cm)	5.90	0.75	3.81	8.05	4.24	12.79
Cormel type	1.56	0.69	1.00	4.00	3.00	44.44
Division type	3.56	0.72	1.00	5.00	4.00	20.20
Total cormel weight(g)	787.02	143.95	247.00	1150.00	903.00	18.29
No. of cormels	39.28	8.12	15.00	64.00	49.00	20.66
Mean weight of cormel (g)	20.37	3.07	15.00	30.00	15.00	15.06
Maximum weight of cormel (g)	43.31	6.25	33.00	57.00	24.00	14.43
Corm weight(g)	263.59	65.08	145.00	458.00	313.00	24.69

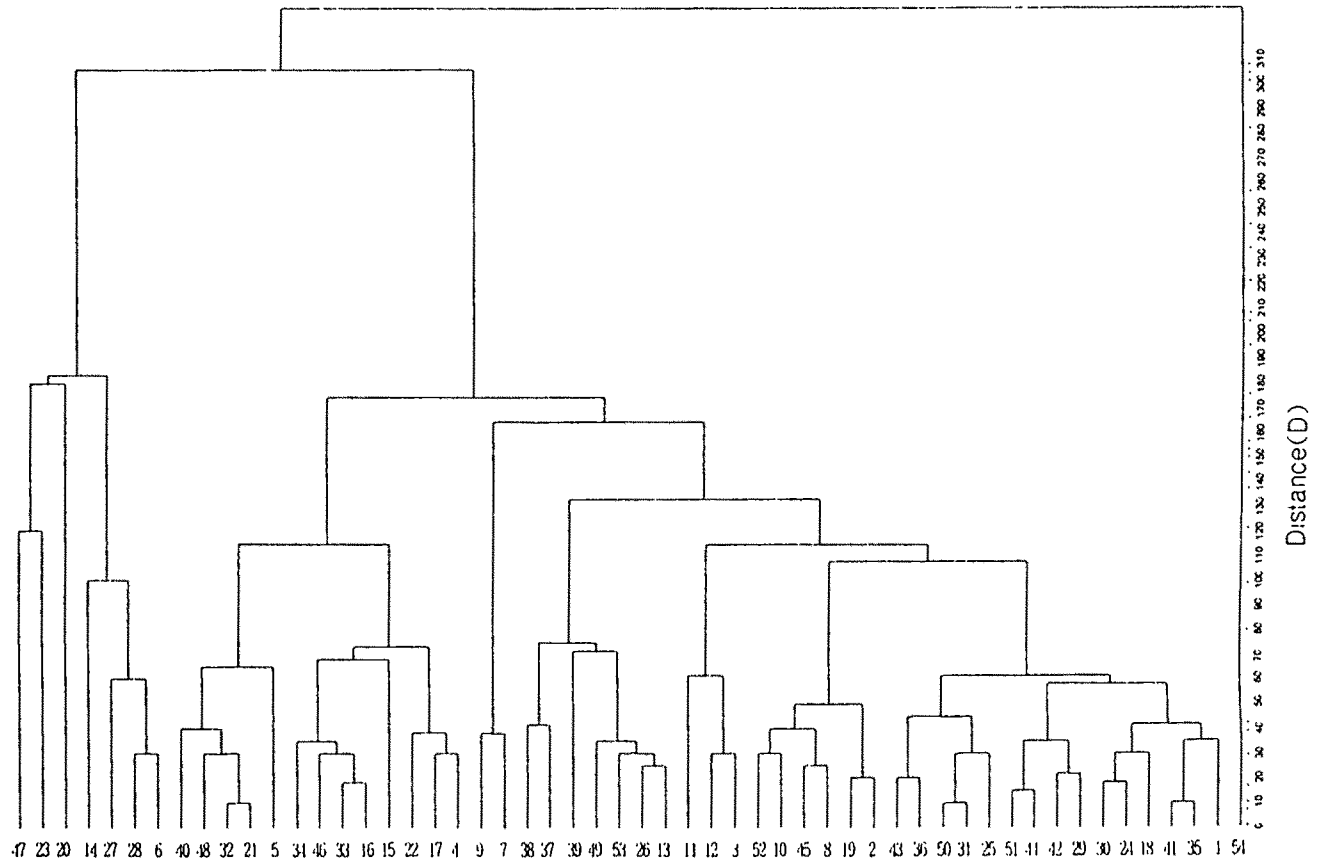


Fig. 3-2. Dendrogram of 54 taro strains based on the D value computed for the 24 characters.

Dendrogram에서 분류된 각 계통군의 지리적 분포와 형태적 특성을 비교해 보면 제1군에는 형태적 형질이나 수량특성에서도 다른 계통들과 명확히 구별되는 대만1만이 포함되었으며, 제2군은 국내계통인 수원1, 제주1, 외국종인 일본1, 인도네시아1 등으로 가장 많은 21개 계통이 포함되었다. 제3군은 진천1, 음성1 및 이천1 등의 3계통이 속하였는데, 이중 음성1과 이천1, 제9군의 이리1, 제10군의 부안2는 수량이 비슷하면서도 엽병이 자색인 계통들이었다. 제5군은 평균 자구중이 높은 천안1과 진천1의 2계통이 속하였으며 제8군은 청주1, 완주1, 완주3, 그리고 대천2가 속하였는데 이들은 수확량이 매우 높은 공통점을 가지고 있었다. 하지만 다변량해석법을 통하여 분류된 계통간의 유연관계는 지리적 분포와 연관성을 갖지 않을 수도 있다는 여러 보고들과 유사한 결과이었다(Denis et al 1978, Hussaini et al 1977, 이 등 1992).

Table 3-7. Classification of taro strains into groups based on the D values.

Group	No.	Code No. of strains [*]
I	1	54
II	21	52 10 45 8 19 2 43 36 50 31 25 51 44 42 29 30 24 18 41 35 1
III	3	11 12 3
IV	7	38 37 39 49 53 26 13
V	2	9 7
VI	8	34 46 33 16 15 22 17 4
VII	5	40 48 32 21 5
VIII	4	14 27 28 6
IX	1	20
X	1	23
XI	1	47

* See Table 3-1.

2. RAPD에 의한 유연관계 분석

가. 토란의 RAPD 최적조건

1) Template DNA 농도

토란 잎의 total DNA 농도차이에 대한 PCR 반응의 결과는 그림 3-3과 같이 UBC primer 244에서는 수원1의 경우, 농도 30ng에서 10개의 최대 band 수를 나타냈고 재현성과 선명도도 가장 높았다. 다음은 10ng에서 9개의 band로 재현성이 높았고 50ng과 100ng 농도에서도 약간 희미하지만 재현성이 높은 편이었다. 대만1의 경우 10ng과 30ng에서 8개의 band가 나타났으며 가장 재현성 높았다. 50ng, 100ng 차례로 band 수도 줄고 선명도도 떨어지는 경향이었다. UBC primer 250에서는 primer 244와 대체로 유사한 경향으로서 두 계통 모두 10ng과 30ng에서 재현성이 높은 다수의 선명한 band를 얻을 수 있었다. 수원1은 50ng과 100ng에서 band 양상이 별 차이가 없었으나 대만1은 50ng, 100ng 차례로 농도가 높을수록 minor band가 보이지 않는 경향이었다. Williams 등(1992)은 RAPD에 있어서 초기의 cycle에서 template DNA 농도가 중요한 요인이라 했는데 Devos와 Gale(1992)의 template DNA의 최적 농도는 총반응액량 25 μ l일 때 10-20ng이라는 보고와도 큰 차이 없는 결과이었다. Koller 등(1993)은 template DNA를 희석하여 사용하여도 농도간의 결과에 차이가 크지 않다고 하였는데 본 실험에서는 저농도 뿐만 아니라 50ng 이상의 농도에서도 재현성의 차이는 그다지 크지 않음을 알 수 있었다. 예 등(1995)이 사과에서 DNA 농도가 10ng/25 μ l일 때 양호한 RAPD 결과를 나타냈다는 보고와 대체로 유사한 결과이었으나 김 등(1995)의 소나무에서 DNA 최적 농도가 50-200ng/25 μ l이었다는 보고와는 상이한 결과이었다. 본 실험에서는 10-100ng에서 대체로 선명하고 재현성있는 band를 얻을 수 있었으며 그 중 30ng과 10ng이 더 양호한 수준임을 알 수 있었다. 다만 본 실험에서 비교하지 않은 10ng 미만의 저농도에서도 검토하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

2) dNTP 농도

PCR 반응용액 중의 dNTP 농도에 따른 결과는 그림 3-4와 같이 UBC primer 244를 사용할 경우 수원1은 100 μ M과 200 μ M에서 선명하고 재현성이 있는 3개의 major band가 나타났으나 300 μ M 이상에서는 band가 거의 보이지 않았다. 대만1은 200 μ M에서 band가 가장 선명하였으나 100 μ M에서는 희미하였으며 300 μ M 이상에서는 전혀 band가 보이지 않았다. UBC primer 250을 사용할 경우 수원1과 대만1 모두 100과 200 μ M에서 선명하고 재현성 있는 band가 출현하였고 300 μ M 이상에서는 아주 희미하거나 보이지 않았다. 이상의 결과로서 토란 PCR 반응의 dNTP 농도는 100-200 μ M이 적정농도임을 알 수 있었다. 여러 연구에서 RAPD 반응에 적정한 dNTP 농도는 100-200 μ M 이라는 보고(Kazan et al 1993, Koller et al 1993, Roy et al 1992, Stiles et al 1993, Welsh et al 1991b, Yang and Quiros 1993)와 일치된 결과이었으나 50-100 μ M이라는 예 등(1995)이 보고한 사과와 dNTP 적정농도보다는 약간 높은 경향이였다.

3) Primer 농도

Primer 농도에 따른 결과는 그림 3-5와 같이 template DNA의 결과와 유사하게 거의 모든 농도수준에서 비교적 양호한 band 양상이 나타났고 다만 100nM에서 primer 250을 사용할 경우 대만1에서 band가 아주 희미하게 나타났을 뿐이다. UBC primer 244와 250 모두, 두 계통에서 primer 농도 200-500nM에서 선명하고 재현성 있는 band가 보였고 그 중 300nM이 보다 양호하였다. 콩(허 등 1995)과 고추에서는 본 실험과 유사한 primer 200nM이 이용되거나 최적조건으로 밝혀진바 있고 사과에서는 이보다 낮은 120nM이라고 보고 되었다(예 등 1995).

4) Taq DNA polymerase 농도

Taq polymerase 농도별 실험 결과는 그림 3-6과 같이 primer의 경우와 매우 유사한 경향으로 0.5 unit 농도에서 약간 선명도가 떨어지지만 모든 lane에서

band가 형성되었으며 1.0 - 2.0 unit에서 선명한 band 양상을 나타냈고 1.5 unit에서 가장 선명하였다. Innis 등(1990)과 Devos와 Gale(1992)의 보고에 의하면 PCR 반응에 있어서 적절한 *Taq* DNA polymerase의 농도는 1.0-2.5 unit이라 하였고 소나무와 사과에서도 각각 1.0, 2.0 unit으로 보고되어(김 등 1995, 예 등 1995) 본 실험의 결과와 일치하였다.

5) MgCl₂의 농도

PCR 반응용액 중의 MgCl₂의 농도 역시 그림 3-7과 같이 primer와 *Taq* polymerase의 실험결과와 마찬가지로 저농도보다 3.0 - 6.0mM의 고농도에서 band 발현이 선명하였다. 1.5mM의 경우 primer 250에서는 대체로 다른 고농도와 비슷한 양상이었으나 primer 244에서는 band가 훨씬 희미하게 나타났다. 3.0mM 에서 전체적으로 band가 가장 선명하였으며 특히 primer 250을 사용한 경우 3.0mM에서 미세 band가 더 나타났다. 在來赤米와 소나무, 사과의 적정농도인 1.5mM(조 등 1995, 김 등 1995, 예 등 1995)보다는 약간 높았다.

6) Annealing temperature

PCR 반응에서 annealing temperature의 영향을 검토하였던바 그림 3-8과 같이 36℃ 처리에서 primer 250일 때 수원1 계통이 약간 희미할 뿐 34℃-40℃까지 대부분 양호한 band를 나타내어 적미(조 등 1995)와 콩(허 등 1995)의 35℃, 사과의 37℃(예 등 1995) 등이라는 보고와 유사한 결과이었다

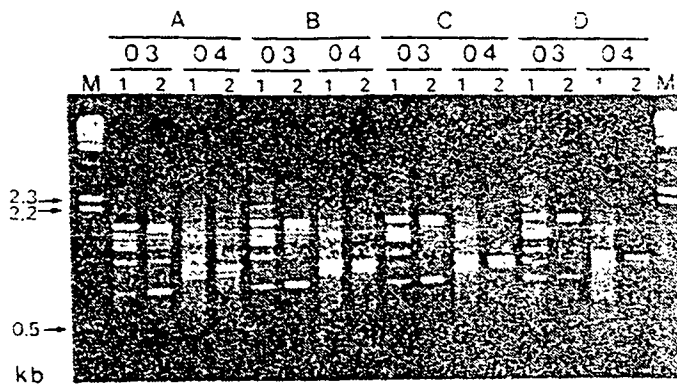


Fig. 3-3. RAPD patterns of taro on different concentration of template DNA. 1 : Taro strain Suwon #1, 2 : Taro strain Taiwan #1, 03 : UBC primer 244, 04 : UBC Primer 250. Template DNA concentrations in A, B, C, and D were 10, 30, 50, and 100ng, respectively.

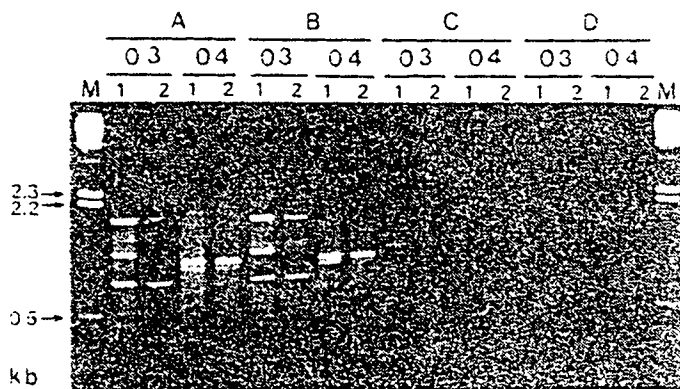


Fig. 3-4. RAPD patterns of taro on different dNTP concentrations. 1 : Taro strain Suwon #1, 2 : Taro strain Taiwan #1, 03 : UBC primer 244, 04 : UBC Primer 250. dNTP concentrations in A, B, C, and D were 100, 200, 300 and 500 μ M, respectively.

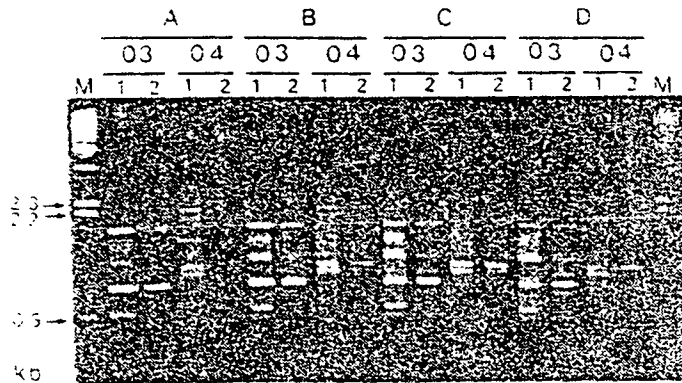


Fig. 3-5. RAPD patterns of taro on different primer concentrations. 1 : Taro strain Suwon #1, 2 : Taro strain Taiwan #1, 03 : UBC primer 244, 04 : UBC Primer 250. Primer concentrations in A, B, C and D were 100, 200, 300 and 500nM, respectively.

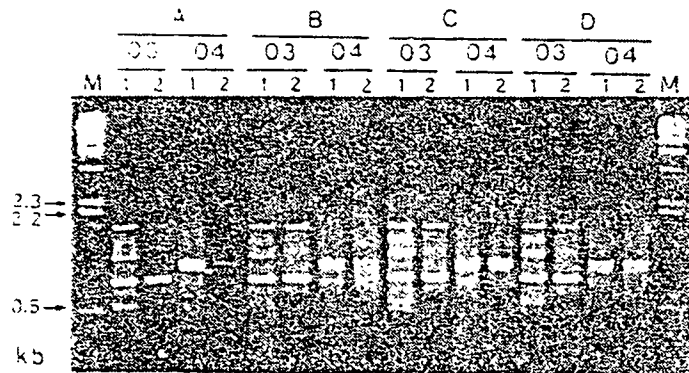


Fig. 3-6. RAPD patterns of taro on different *Taq* polymerase concentrations. 1 : Taro strain Suwon #1, 2 : Taro strain Taiwan #1, 03 : UBC primer 244, 04 : UBC Primer 250. *Taq* polymerase concentrations in A, B, C and D were 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0unit, respectively.

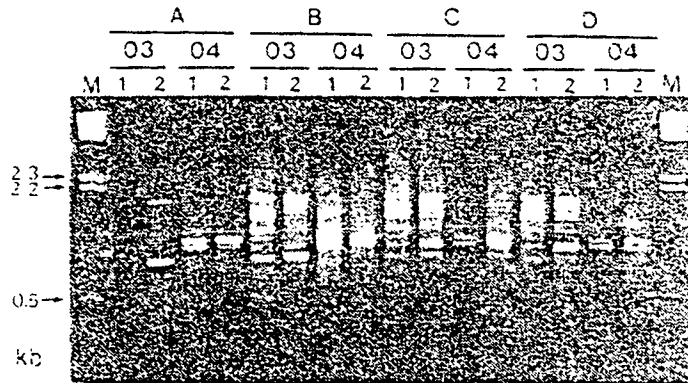


Fig. 3-7. RAPD patterns of taro on different $MgCl_2$ concentrations. 1 : Taro strain Suwon #1, 2 : Taro strain Taiwan #1, 03 : UBC primer 244, 04 : UBC Primer 250. $MgCl_2$ concentrations in A, B, C and D were 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0mM, respectively.

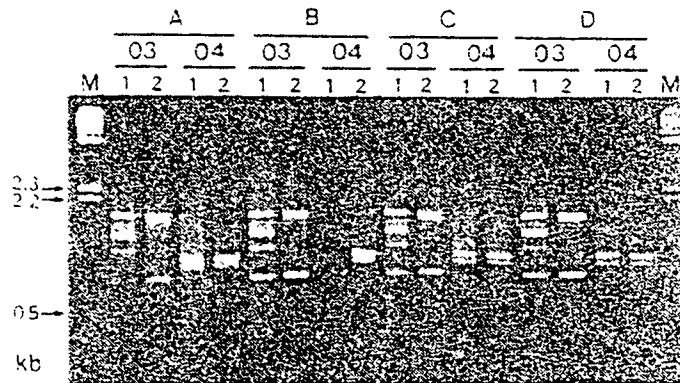


Fig. 3-8. RAPD patterns of taro on different annealing temperature in the PCR reaction. 1 : Taro strain Suwon #1, 2 : Taro strain Taiwan #1, 03 : UBC primer 244, 04 : UBC Primer 250. Annealing temperature in A, B, C and D was 34, 36, 38 and 40°C, respectively.

RAPD의 최적조건을 구명하기 위해 PCR반응에 영향을 미치는 요인을 대상으로 실험한 결과를 종합하면 표 3-8과 같이 template DNA 30ng/25 μ l, dNTP 200 μ M, primer 300nM, *Taq* DNA polymerase 1.5unit, MgCl₂ 3.0mM, annealing temperature 34 $^{\circ}$ C이었다.

Table 3-8. The optimum conditions for RAPD analysis in taro.

Variable	Concentration in 25 μ l	
	Evaluated	Optimum
Template DNA	10, 30, 50, 100ng	30ng
dNTP	100, 200, 300, 500 μ M	200 μ M
Primer	100, 200, 300, 500nM	300nM
<i>Taq</i> DNA polymerase	0.5, 1.0, 1.5, 2.0unit	1.5unit
MgCl ₂	1.5, 3.0, 4.5, 6.0mM	3.0mM
Annealing temperature	34, 36, 38, 40 $^{\circ}$ C	34 $^{\circ}$ C
Pre-denaturation		5min
Denaturation		1.5min
Annealing		1 min
Extention		2 min
Last-extention		5 min

나. RAPD에 의한 계통간 유연관계 분석

1) 유용 primer 선발

국내외에서 수집한 토란 54계통의 유전변이와 유연관계를 RAPD 방법으로 분석하기 위하여 일차적으로 분석에 적합한 primer를 선발하고자 UBC oligonucleotide primer 100종을 screening하여, 그 중 band의 재현성과 선명

도가 높은 26개를 RAPD 분석에 적합한 primer로 선발하였다(표 3-9).

Table 3-9. Random primers selected for RAPD analysis of taro.

Primers	Nucleotide sequences				Primers	Nucleotide sequences					
UBC	203	CAC	GGC	GAG	T	UBC	250	CGA	CAG	TCC	C
	211	GAA	GCG	CGA	T		251	CTT	GAC	GGG	G
	218	CTC	AGC	CCA	G		262	CGC	CCC	CAG	T
	226	GGG	CCT	CTA	T		265	CAG	CTG	TTC	A
	227	CTA	GAG	GTC	C		266	CCA	CTC	ACC	G
	228	GCT	GGG	CCG	A		268	AGG	CCG	CTT	A
	229	CCA	CCC	AGA	G		269	CCA	GTT	CGC	C
	230	CGT	CGC	CCA	T		272	AGC	GGG	CCA	A
	231	AGG	GAG	TTC	C		274	GTT	CCC	GAG	T
	232	CGG	TGA	CAT	C		275	CCG	GGC	AAG	C
	239	CTG	AAG	CGG	A		276	AGG	ATC	AAG	C
	244	CAG	CCA	ACC	G		281	GAG	AGT	GGA	A
	245	CGC	GTG	CCA	G		300	GGC	TAG	GGC	G

2) RAPD-PCR을 통한 band 발현 및 code화

Primer screening을 통하여 선발된 26개의 primer를 이용하여 토란의 RAPD-PCR을 실시한 결과 표 3-10과 같이 계통간에 polymorphic DNA band를 생성한 primer는 20개이었으며 polymorphic band의 수는 87개이었다. Polymorphic band는 계통간 band의 유무에 따라 band가 있으면 1, 없으면 0으로 code화하여 구분하였다.

Table 3-10. Coded data matrix of 87 RAPD markers in 54 taro strains.

Primers	203	211	218	226	227	228	229	230	231	232	239
RAPD bands	ABCDEF	A	ABCD	ABCDE	ABCDEF	ABC	AB	ABCDE	A	ABCDEF	AB
1*	010100	1	1110	01011	001100	101	11	10011	1	111100	01
2	010100	0	1110	00001	001100	101	11	10011	0	111100	00
3	010101	1	0110	00000	001000	101	10	10011	1	001110	10
4	010101	0	1110	00000	001100	101	11	10011	0	111100	00
5	010101	0	1110	00000	001110	101	11	10011	0	111100	00
6	010101	0	1110	00000	001100	001	11	10011	0	111101	00
7	010101	0	1110	00000	001000	101	11	10011	0	111101	00
8	010100	0	1110	00010	001100	101	11	10011	0	111101	00
9	010100	0	1110	00001	001000	101	11	10011	0	111101	01
10	010100	0	1110	00000	001000	101	11	10011	0	111100	00
11	010100	1	1110	01001	001000	101	11	10011	1	001100	10
12	010101	1	0110	10000	011111	101	10	10011	1	111110	10
13	010101	0	1110	00000	001100	101	11	10011	0	111101	00
14	010101	0	1110	00000	001100	101	11	10011	0	111101	00
15	010101	0	1110	00001	001100	101	11	10011	0	111101	00
16	010101	0	1110	00001	001100	101	11	10011	0	111101	00
17	010101	0	1110	00001	001100	101	11	10011	0	111101	00
18	010101	0	1110	00001	001110	101	11	10011	0	111101	00
19	010010	1	1110	00011	001100	101	01	10011	0	111101	00
20	010100	1	0110	10011	001111	101	11	10011	1	101110	10
21	010100	1	1110	00011	001100	101	01	10011	0	111101	00
22	010100	1	1110	00000	001100	101	11	10011	0	111101	00
23	010100	1	0110	10011	001011	101	10	10011	1	101110	10
24	010100	1	1110	00001	001000	101	11	10011	0	111101	00
25	010100	1	1110	01011	001000	101	11	10011	1	111100	10
26	010100	1	1110	00001	111100	101	11	10011	0	111101	00
27	010100	0	1110	10011	111100	110	11	10011	0	111101	00
28	010100	1	1110	01001	011100	101	11	10011	1	111100	10
29	010000	0	1110	00001	011100	001	11	10011	0	111100	00
30	010000	1	1110	00001	111100	101	01	10011	0	111101	00
31	010100	0	1010	00001	111100	101	01	10011	0	111101	00
32	010100	0	1110	00001	011100	101	11	10011	0	111100	00
33	010000	0	1110	00001	011100	101	01	10011	0	111101	00
34	010100	0	1110	00001	011100	101	11	10011	0	111101	00
35	010101	0	1110	00001	011100	001	01	10011	0	111101	00
36	010101	0	1110	00001	011100	101	11	10011	0	111101	00
37	010100	0	1110	00011	111100	101	11	10011	0	111101	00
38	010100	0	1110	00001	011100	101	01	10011	0	111101	00
39	010100	0	1110	00011	011100	101	01	10011	0	111101	00
40	010101	0	1110	00011	001100	101	01	10011	0	111101	00
41	010101	0	1110	00011	011100	101	01	10011	0	111101	00
42	010001	0	1110	00011	011100	101	01	10011	0	111100	00
43	010001	0	1110	00001	011100	001	01	10001	0	111100	00
44	010001	0	1110	00001	001100	101	00	10011	0	111100	00
45	010101	0	1110	00011	011100	101	11	10011	0	111101	00
46	010101	0	1110	00011	011100	101	11	10011	0	111101	00
47	010101	0	1110	00011	111100	101	11	10011	0	111101	00
48	010101	0	1110	00011	111100	101	11	10011	0	111101	00
49	010101	0	1110	00001	111100	101	11	10011	0	111101	00
50	010010	0	1110	00111	010100	101	10	01110	0	000100	10
51	010001	0	1100	00001	101100	001	00	10001	0	101100	00
52	010001	0	1100	00001	001100	101	00	10001	0	111100	00
53	010001	0	1100	00001	001100	101	00	10001	0	111100	00
54	101100	1	1011	00001	001100	101	00	10001	1	000000	10

(continued)

Primers	244	245	250	251	262	265	266	268	269
RAPD bands	ABCDEF	AB	ABCDEF	ABCD	ABCD	ABC	ABCDEFGHIJF	ABCDE	ABCDE
1*	010110	11	010101	0111	0110	111	11011000111	10110	10101
2	110110	00	010101	1111	0100	111	00111010111	11001	10110
3	010111	11	010101	0111	1100	101	11011010111	11010	10100
4	110110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
5	110110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
6	110110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
7	110110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
8	110110	00	010101	0000	0100	111	00111000111	11001	10110
9	110110	00	010101	1111	0100	111	00111010111	11001	10110
10	110110	00	010101	1000	0100	111	00111000111	11001	10110
11	010110	11	010101	0111	0100	111	11001000111	11010	00101
12	010111	11	010101	1111	1100	101	11011000011	11010	10101
13	000110	00	010101	1110	0100	110	00111000111	11001	10110
14	010110	00	010101	1111	0100	111	00111100111	11001	10110
15	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
16	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
17	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	00110
18	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
19	000110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
20	010111	11	010100	1111	1110	101	11011000011	11010	10101
21	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
22	010110	00	010101	1111	0100	110	00111000011	11001	10110
23	010111	11	010100	1111	1100	101	00010010011	11010	10101
24	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
25	010110	11	010100	1111	1100	111	11001000111	10110	10101
26	010110	00	010101	1111	0100	111	00111010111	11001	10110
27	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
28	010110	01	010100	1111	0110	111	11001001111	10110	10101
29	010110	00	010100	1111	0100	111	00111000111	11001	00010
30	010110	10	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
31	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
32	010110	00	010101	1000	0100	111	00111100111	11001	10110
33	010110	00	010100	1111	0000	111	00111000111	11001	10110
34	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
35	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
36	010110	00	010100	1000	0100	111	00111000111	11001	10110
37	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
38	010110	00	010101	1111	0110	111	00111000111	11001	10110
39	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
40	010110	00	010101	1110	0100	111	00100000001	11001	10110
41	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
42	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
43	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
44	010110	00	010100	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
45	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
46	010110	10	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
47	010110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
48	110110	00	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
49	011110	10	010101	1111	0100	111	00111000111	11001	10110
50	000111	11	101011	1011	1101	010	11111010111	10110	01110
51	000110	10	010100	0000	0100	110	00100000011	11001	00010
52	110110	10	010101	1000	0100	111	00111000011	11001	10010
53	110110	10	010100	1110	0100	111	00100000011	11001	10010
54	000000	01	010101	0011	0100	101	00111010000	01000	10100

3) Primer별 계통간 band 출현 비교

Polymorphic DNA band를 생성한 primer중에서 #266을 사용한 PCR 결과, band의 수가 3개에서부터 11개까지의 변이를 보여 주었으며 band의 크기도 다양하였으며 band의 강도도 계통간에 차이가 있었으나 major band는 계통간에 다양하게 나타나지는 않았다. 그림 3-9에서 보면 A 위치의 band와 B 위치의 band가 공시계통중 수원1, 이천1, 진천1, 음성1, 이리1, 진안1, 완주3 등 7개 계통에서만 나타난 반면 가장 강도가 높은 C 위치의 band는 수원1, 이천1, 진천1, 음성1, 이리1, 부안2, 진안1, 완주3 등 8개 계통에서만 나타나지 않았다. H 위치의 band는 승주2와 대만1에서만 보이지 않았고 I 위치의 band는 대만1에서만 보이지 않았다. 또한 D 위치의 band는 수원1, 수원2, 진천1, 진안1, 완주3, 승주2, 인도네시아1, 일본2 등 8개 제외한 다른 계통들에서만 나타났다. 한편 F 위치의 band는 부안2, 승주2, 인도네시아1 및 일본2에서 보이지 않았으며 G 위치의 band는 이천1, 음성1, 이리1, 부안1, 부안2, 승주2, 인도네시아, 일본1, 일본2, 및 대만1 등 10개 계통에서 나타나지 않았다.

#232은 그림 3-10에서와 같이 C 위치의 band가 제주1, 대만1에서만 나타나지 않았고 E 위치의 band는 엽병이 자색인 이천1, 음성1, 이리1, 부안2에서만 나타났다. #244는 그림 3-11에서와 같이 제주1에서만 출현한 C 위치의 band와 대만1에서만 출현되지 않은 D 위치의 band는 품종감별용 marker이었다. 또한 E 위치의 band는 인도네시아1과 대만1에서만 나타나지 않았고 F 위치의 band가 엽병이 자색인 이천1, 음성1, 이리1, 부안2와 또다른 제주1 등 5계통에서만 나타났다.

#265를 사용한 PCR 결과도 그림 3-12에서와 같이 B 위치의 band가 역시 토란의 가장 분명한 형태적 특성인 엽병색의 차이를 나타내는 것으로 이천1과 음성1, 이리1, 부안2와 대만1 등의 5계통에서만 나타나지 않아 녹색 계통들과는 달리 자색으로 분류된 계통들과 정확히 일치하였다. 또한 #265에서는 A 위치의 band가 제주1에서만 나타나지 않음으로서 다른 공시계통들과 구분되는 품종감별용 marker를 찾아낼 수 있었으며 C 위치의 band는 진천3, 부안1, 제주1 및

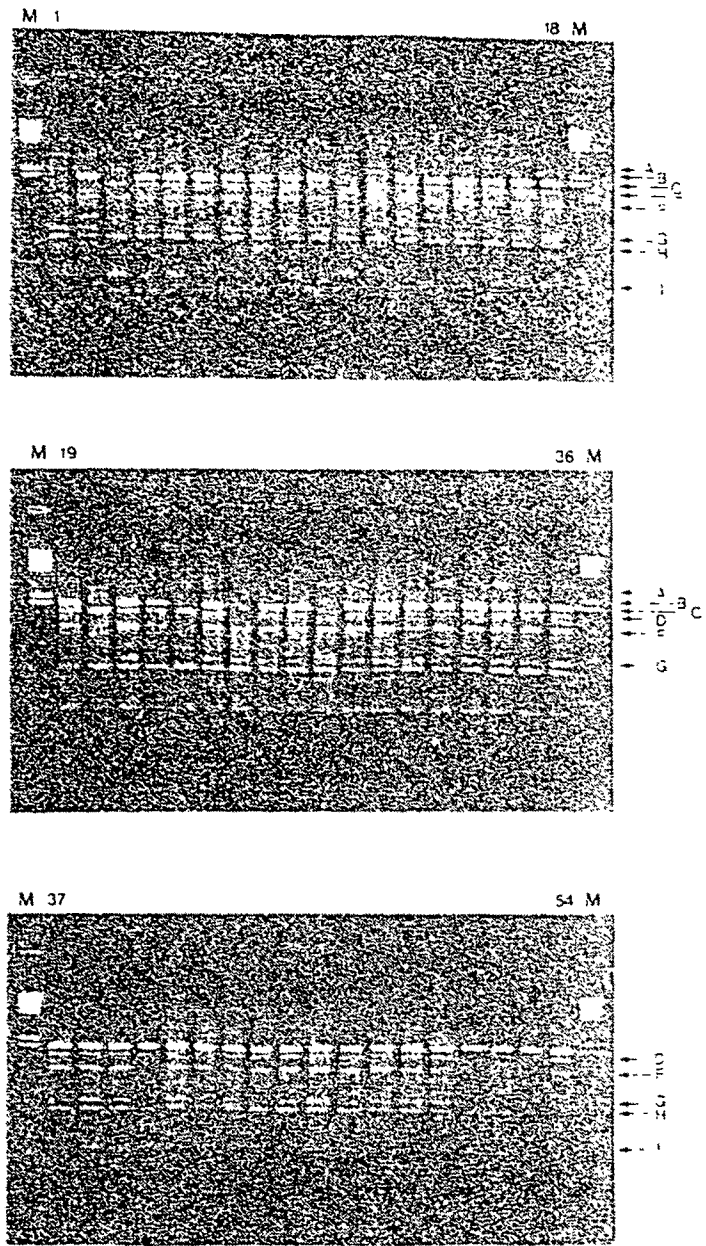


Fig. 3-9. RAPD profiles of taro strains using UBC primer #266. Lane M is size marker of λ -Hind III fragments. Lane 1-54 indicate taro strains. A-I show random amplified PCR products.

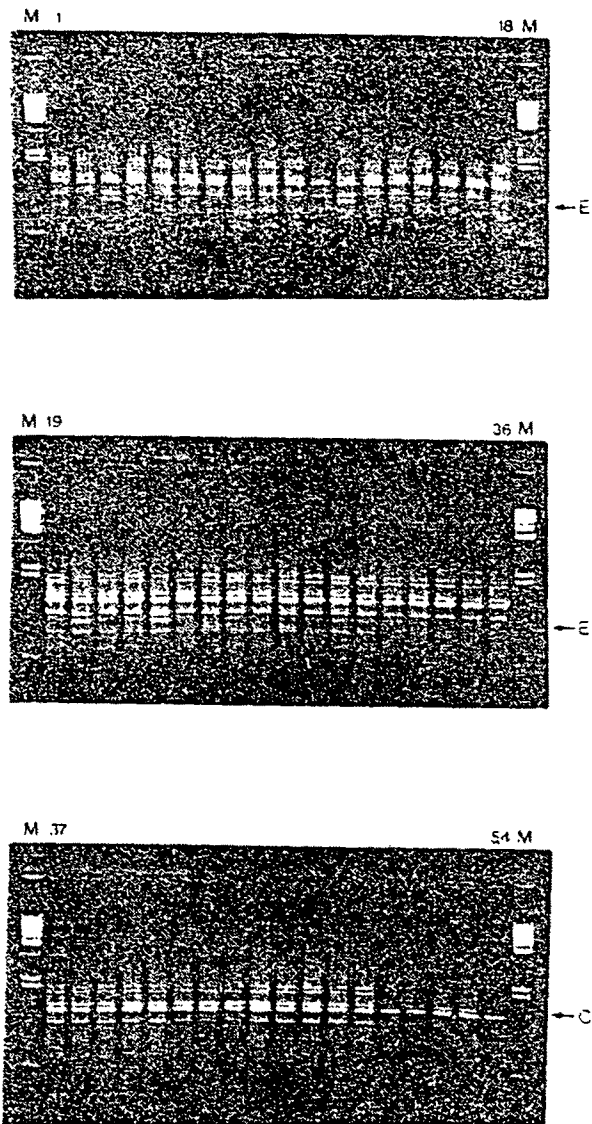


Fig. 3-10. RAPD profiles of taro strains using UBC primer #232. Lane M is size marker of λ -Hind III fragments. Lane 1-54 indicate taro strains. C and E show random amplified PCR products.

인도네시아1에서만 나타나지 않았다. #269에서는 그림 3-13에서와 같이 D 위치의 band가 수원1, 이천1, 진천1, 음성1, 이리1, 부안2, 진안1, 완주3, 대만1 등 9계통에서만 나타나지 않았다.

4) RAPD-PCR에 대한 제한효소의 영향

토란의 수집계통간 RAPD-PCR을 수행한 결과, 각 계통간에 polymorphic band의 차이가 다양하지 않아 유전적 변이가 적은 작물임을 알 수 있었기 때문에 계통간 유연관계를 더욱 정밀하게 분석하고자 공시계통중 수원1, 수원2, 이천1, 이천2 및 보성3 등 5계통을 대상으로 UBC primer 211, 230, 232, 244, 251, 262와 제한효소 EcoR I을 사용하여 RAPD-PCR에 있어서 제한효소의 효과를 검토하여 보았는 바, 다섯가지 계통간에는 제한효소를 사용하기 전의 결과와 비슷하게 큰 변이를 보이지는 않았으나 DNA의 절편들이 더욱 미세한 단편으로 잘려져 있음을 확인할 수 있었다. UBC primer 262를 사용한 결과를 보면 A-D band 사이의 미세 band들이 더욱 다형화하고 위치도 약간씩 차이를 알 수 있었다(그림 3-14).

5) Dendrogram에 의한 유연관계 분석

26개의 UBC primer를 이용한 토란의 RAPD-PCR에 의한 band를 분석한 후 NTSYS-PC program에 의해 토란의 수집계통간 유연관계를 분석하여 dendrogram을 작성하였다(그림 3-15).

NTSYS-PC program에 의해 분석하여 작성한 dendrogram을 통하여 유전적 유연계수를 0.820으로 기준하면 6개의 계통군으로 나눌 수 있으며 0.895을 기준으로 하면 표 3-11에서와 같이 10개의 계통군으로 분류되었다.

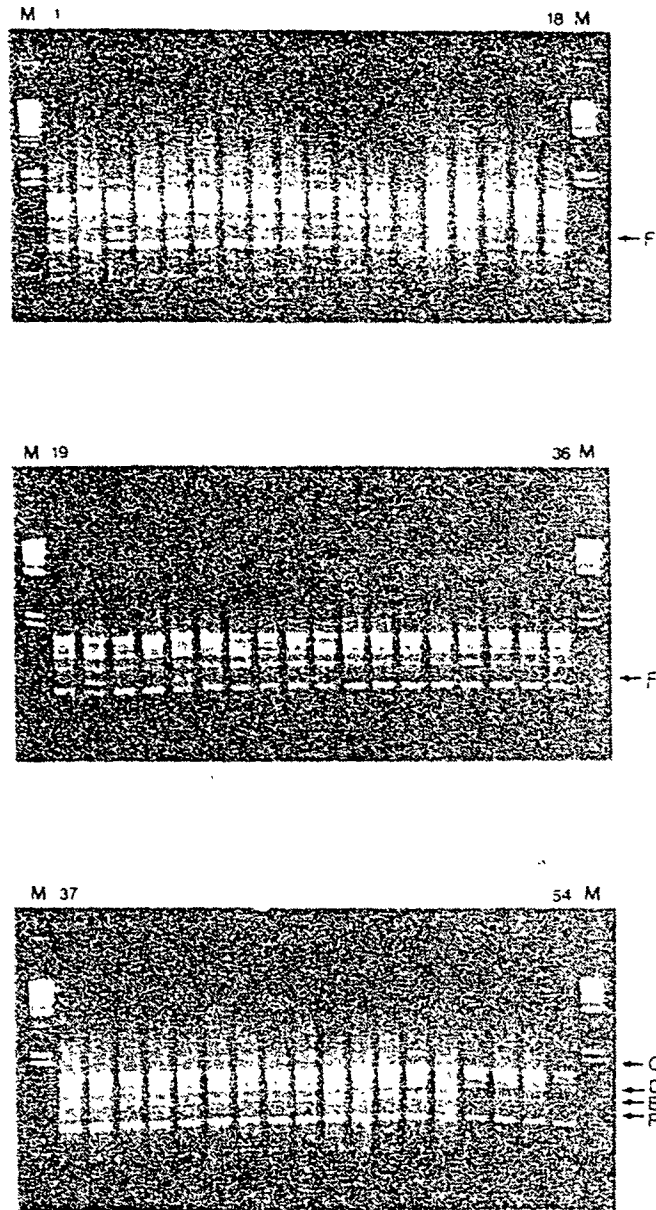


Fig. 3-11. RAPD profiles of taro strains using UBC primer #244. Lane M is size marker of λ -Hind III fragments. Lane 1-54 indicate taro strains. C-F show random amplified PCR products.

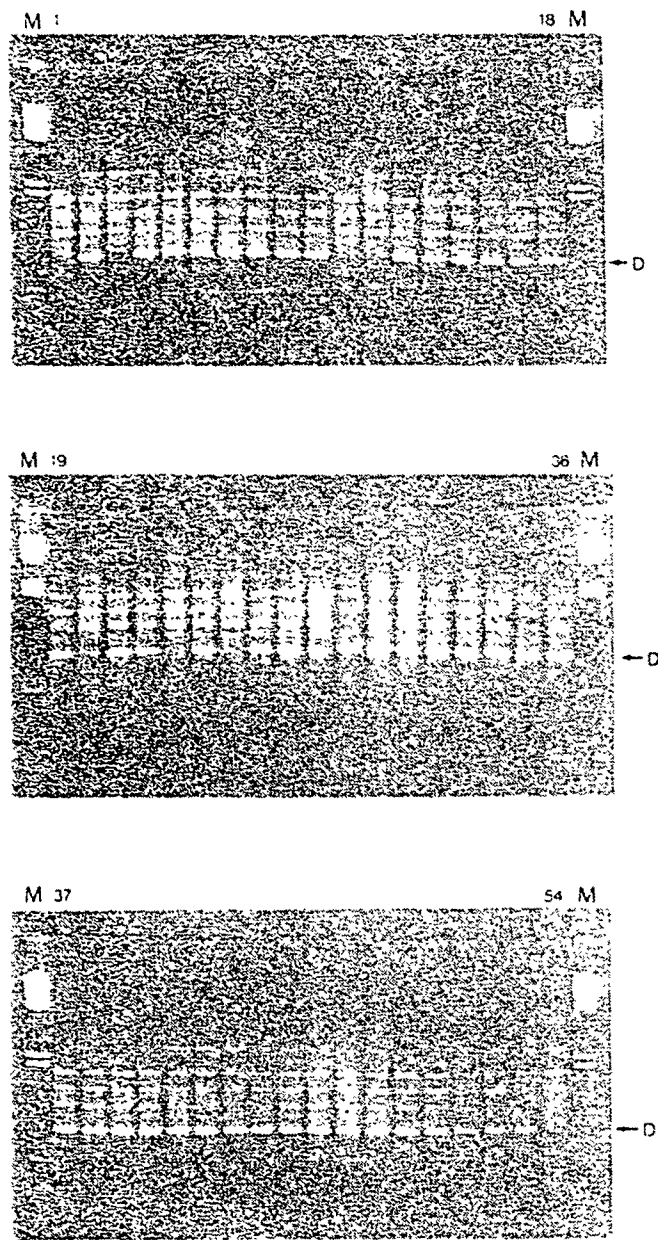


Fig. 3-12. RAPD profiles of taro strains using UBC primer #265. Lane M is size marker of λ -*Hind* III fragments. Lane 1-54 indicate taro strains. A-C show random amplified PCR products.

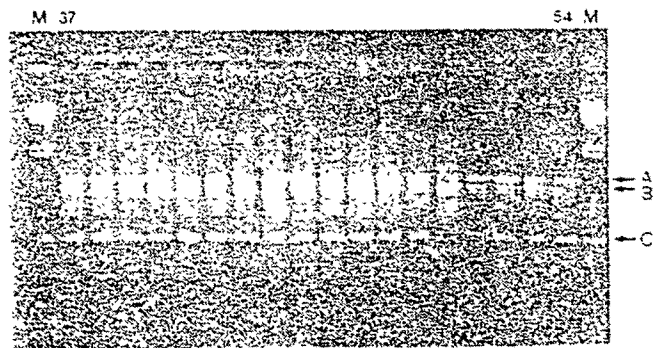
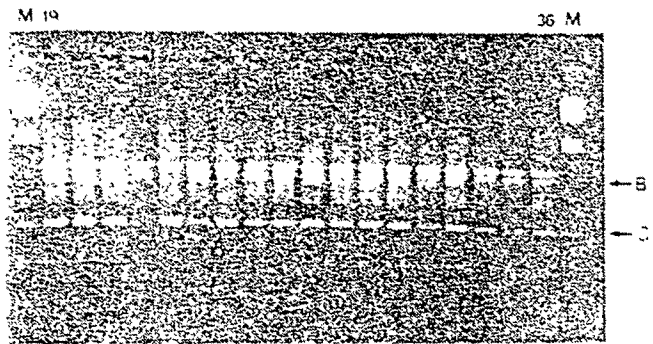
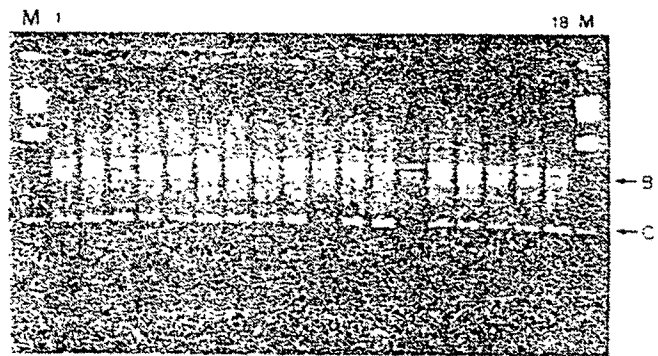


Fig. 3-13. RAPD profiles of taro strains using UBC primer #269. Lane M is size marker of λ -Hind III fragments. Lane 1-54 indicate taro strains. D shows random amplified PCR products.

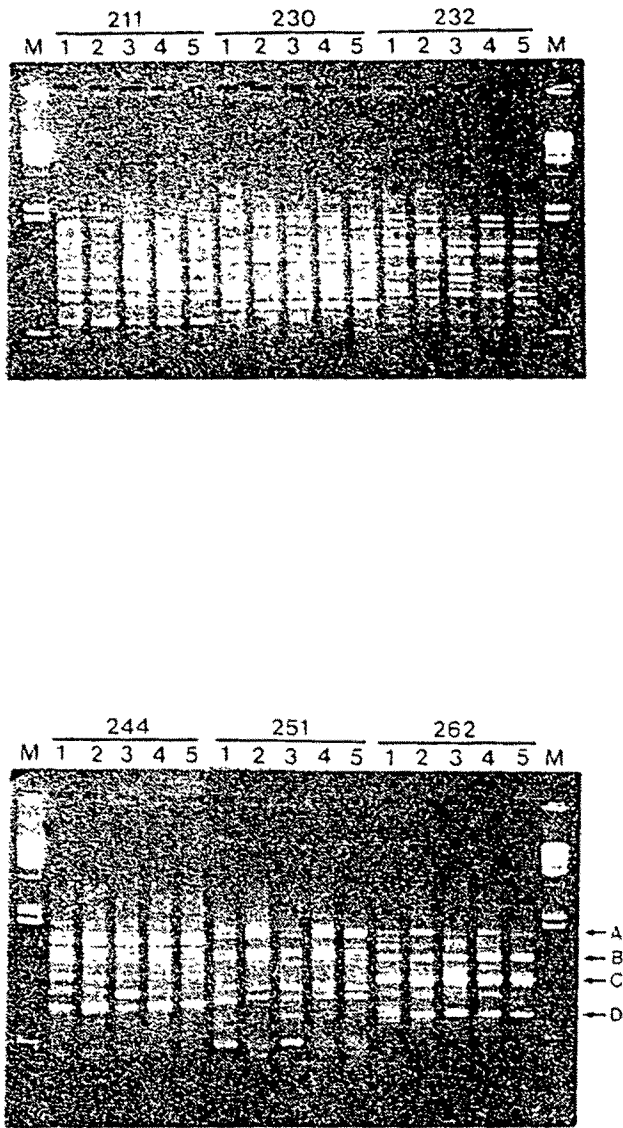


Fig. 3-14. RAPD profiles of taro strains using DNA's digested with the restriction enzyme *EcoR* I. Lane M is size marker of λ -Hind III fragment. Lane 1-5 indicate taro strains(see Table 1) by UBC primer #211, #230, #232, #244, #251, #262. A-D show random amplified PCR products.

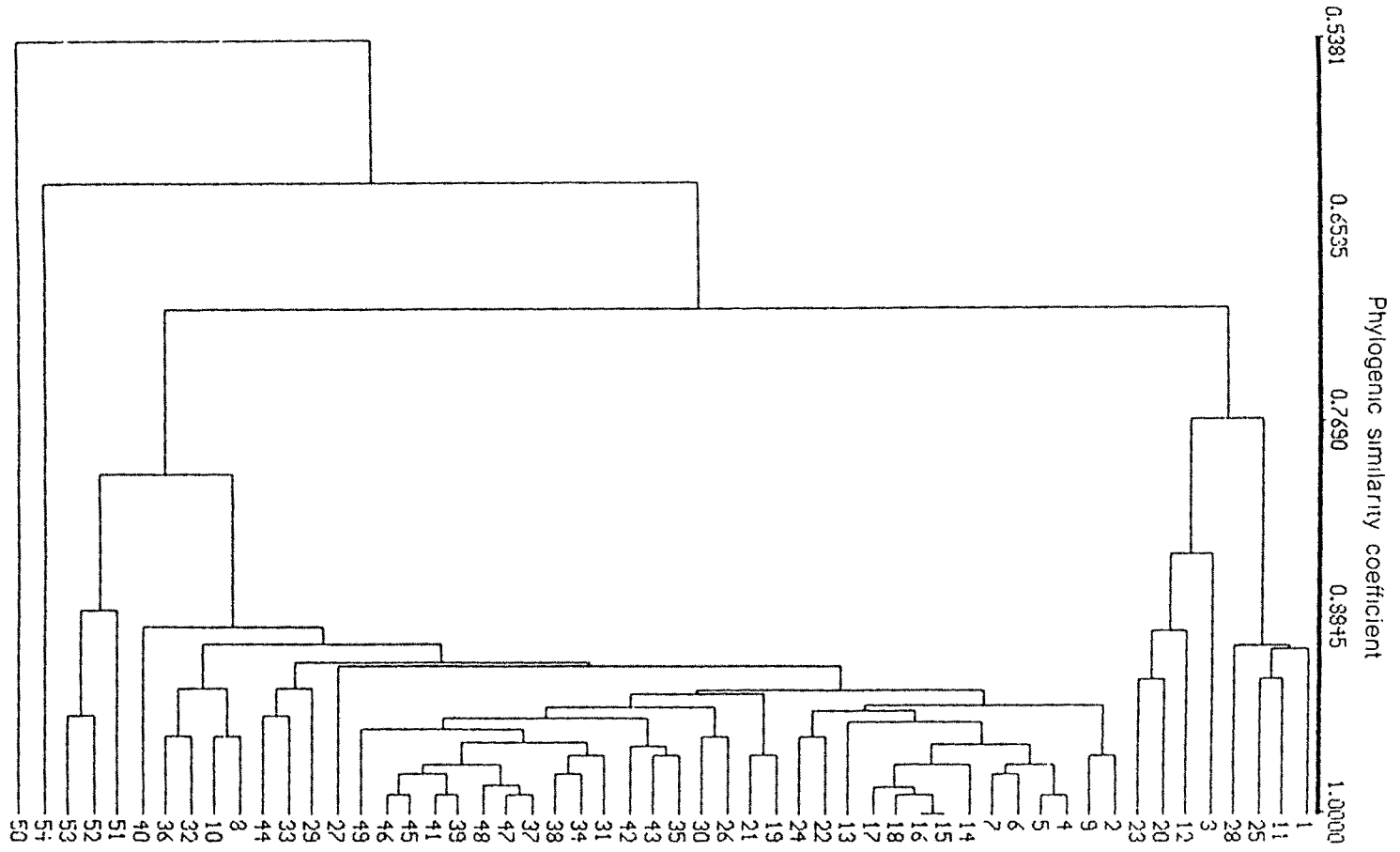


Fig. 3-15. Dendrogram showing phylogenetic relationships among fifty strains(see Table 1) of Korean taro and the four strains of foreign taro based on cluster analysis of RAPDs. The numbers are phylogenetic similarity coefficients according to Nei(1987).

Table 3-11. Groups of strains classified by the RAPD phylogenetic similarity coefficients.

Group	No.	Code No. of strains*
I	4	28 25 11 01
II	1	03
III	1	12
IV	2	23 20
V	40	36 32 10 08 44 33 29 27 49 46 45 41 39 48 47 37 38 34 31 42 43 35 30 26 21 19 24 22 13 18 17 16 15 14 07 06 05 04 09 02
VI	1	40
VII	1	51
VIII	2	53 52
IX	1	54
X	1	50

* See Table 3-1.

10개의 계통군으로 분류하였을 때 제1군에는 진안1, 완주3, 음성1 및 수원1이 포함되었는데 이들은 대체로 평균자구중이 높은 계통들이었다. 제2군에는 이천1, 제3군에는 음성1이 한 계통씩 포함되었는데 이들은 제4군의 부안2, 이리1과 마찬가지로 엽병이 자색을 띄는 계통들이었다. 제5군에는 공시계통중 구례1, 완주1, 김해1, 칠곡1, 대천2, 진천3 및 수원2 등 40계통이 포함되어 국내에서 재배되는 대부분의 지역 계통이 모두 포함되어 있었으며, 제6군에는 승주2가 해당되었다. 이는 다변량 해석법에 의한 유연관계분석에서와 같이 지리적 분포와 유전적 변이가 서로 연관성을 가지지 않는 경우도 있다는 보고(Denis et al 1978, Hussaini et al 1977)와 유사한 경향이었다. 제7군에는 외국종이

면서 아열대 계통인 인도네시아1이 포함되었고 제8군에는 역시 외국종인 일본1과 일본2가 포함되었다. 제9군에는 다변량해석법에 의한 유연관계분석에서 타 계통들에 비해 가장 유연관계가 멀었던 대만1이 포함되었고 제10군에는 유전적 변이가 가장 큰 제주1이 포함되었다. 제7군에서 제10군까지를 보면 국내계통인 제주1을 제외하면 공시계통중 역시 외국 계통들이 유연관계가 먼 것을 알 수 있었다.

제 4 절 적 요

주요 24개 형질을 대상으로 다변량 해석법에 의한 유연관계 분석에서 지상부 엽병색이 56.8%, 자구의 형태가 44.4%로서 비교적 변이계수가 크게 나타났다. D가 110인 선에서 11개의 계통군으로 분류할 수 있었는데 일본1을 포함하여 가장 많은 21 계통이 제2군에 포함되어 있고 대만1이 가장 유연관계가 먼 것으로 나타났다. 엽병색이 자색인 계통은 제3군의 3계통 중 두 계통(음성1과 이천1), 제9군(부안2), 제10군(이리1)에 각각 한 계통씩 포함되어 있어서 다른 계통들과 구별되었다. 제8군에 포함된 청주1, 완주1, 완주3 및 대전2는 모두 총수확량이 높은 공통점을 가지고 있었다. 분류된 계통간의 유연관계는 지리적 분포와 직접적인 연관성을 가지고 있지 않는 경우도 있었다.

RAPD의 최적조건은 template DNA는 30ng/25 μ l이 가장 재현성 있는 band의 선명도를 보였으며 dNTP는 200 μ M이 양호하였고 300 μ M 이상의 농도에서는 매우 불량하였다. Primer는 300nM 농도가 가장 양호하였고 Taq DNA polymerase는 1.5 unit, MgCl₂는 3.0mM에서 가장 선명한 band를 나타냈다. 또한 annealing temperature는 34 $^{\circ}$ C에서 40 $^{\circ}$ C까지 대체로 양호한 결과를 보였다.

UBC primer 26개를 선별하여 RAPD-PCR을 실시하였던 결과 polymorphic DNA band를 생성한 20개의 primer와 87개의 polymorphic band를 얻을 수 있었다. 계통간의 차이를 비교적 명확하고 크게 나타내는 primer로서는 #223, #232, #244, #265, #266, #269 등이 있었고 RAPD-PCR에서 제한효소 EcoR I을 사용한 결과, band들이 더욱 다형화하고 약간의 위치변화도 있었다.

RAPD-PCR에 의해 얻어진 dendrogram에서 유연계수 0.895를 기준으로 수집계통을 10개의 계통군으로 분류할 수 있었는데 제5군에 대부분의 국내 계통이 포함되는데 반해 제주1은 유일하게 제10군에 속하여 유연관계가 가장 멀었고 다음으로 제9군에 속한 대만1이 다른 계통들에 비하여 유연관계가 멀었다. 다변량 해석법에 의한 분류에서처럼 제2군, 제3군, 제4군에는 엽병색이 자색인 계통만이 포함되어 다른 계통군들과 구별되었다. 4종의 외국 계통들은 다변량 해

석법에 의한 분류에서와는 달리 제7군, 제8군, 제9군에 별도로 포함되어 국내 계통들과 유전적 거리가 멀었다.

참고 문헌

Adams MW and Wiersma 1978. An adaptation of principal component analysis to an assessment of genetic distance. Michigan State University. Agr. Exp. St. Res. Rep. 347.

안상락, 채영암 1984. 다변량 해석법에 의한 참깨의 품종군 분류. 한국육종학회지. 16(3) : 340 - 348.

조영찬, 정태영, 박용환, 서학수 1995. RAPD 방법에 의한 잡초성 한국 재래적미의 유전적 변이와 유연관계 분석. 한국육종학회지. 27(1) : 86 - 93.

Denis JC and Adams MW 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18 : 74 - 78.

Devos KM and MD Gale 1992. The use of random amplified polymorphic DNA markers in wheat. Theor. Appl. Genet. 84 : 567 - 572.

Dweikat I, S Mackenzie, M Levy, H Ohm 1993. Pedigree assessment using RAPD-DGGE in cereal crop species. Theor. Appl. Genet. 85 : 497 - 505.

Francisco-Ortega J, HJ Newbury and Ford-Lloyd 1993. Numerical analysis of RAPD data highlight the origin of cultivated tagasaste(*Chamaecytisus proliferus* spp. *Palnensis*) in the Canary Islands. Theor. Appl. Genet. 87 : 264 - 270.

Halward T, T stalker, E LaRue and G Kochert 1992. Use of single-primer DNA amplifications in genetic studies of peanut(*Arachis hypogaea* L.). Plant Mol. Biol. 18 : 315 - 325.

허남기, 박대호, 심교문, 이성렬, 김기식, 김남수 1995. 강원지방 재래종 콩의 단백질 및 지방 함량과 RAPD. 한국육종학회지 27(83) : 215 - 220.

Hoelzel AR and A Green 1992. Analysis of population level variation by sequencing PCR amplified DNA. In: Molecular genetic analysis of populations. A practical approach. IRL Press. pp. 159 - 187.

Innis MA, DH Gelfand, J Sninsky and TS White 1990. Optimization of PCRs. In: PCR protocols, a guide to methods and applications(Innis MA et al., ed.). pp. 3 - 12. Academic Press. Inc. San Diego.

Jones JB Jr, B Wolf and H Mills 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro

Pub. pp 213.

Kazan K, JM Manners and DF Cameron 1993. Genetic variation in agronomically important species of *Stylsanthes* determined using random amplified polymorphic DNA markers. *Theor. Appl. Genet.* 85 : 882 - 888.

김용을, 현정오, 홍경락, 최태봉, 김규식 1995. RAPD 분석에 의한 소나무 천연 집단의 유전변이. *한국육종학회지.* 27(1) : 23 -48.

이성춘, 최경구, 임준택, 서홍일 1992. 수집종 나물용 콩 품종의 주요 특성 연구 II. 다변량 해석법에 의한 품종군 분류. *한국육종학회지.* 24(2) : 105 - 112.

이영만 1980. 다변량해석법에 의한 벼의 품종군 분류 및 이들 품종간의 조합능력. *한국육종학회지.* 12(2) : 61 - 92.

이영만, 신동영 1984. 다변량해석법에 의한 고추의 품종군 분류. *한국육종학회지.* 16(1) : 115 - 126.

Rogers SO and AJ Bendich 1988. Extraction of DNA from plant tissues. In: *Plant Molecular Biology Manual*(ed by Geliben et al). pp. A6 - H10.

Roy A, N Frascaria, J Mackay and J Bousquet 1992. Segregating random amplified polymorphic DNAs(RAPDs) in *Betula alleghaniensis*. *Theor. Appl. Genet.* 85 : 173 - 180.

Southern EM 1975. Detection of specific sequences among DNA fragments seperated by gel electrophoresis. *J. Mol. Bio.* 98 : 503 - 517.

Souza E and ME Sorrells 1991a. Relationships among 70 north american oat germplasms I. Cluster analysis using quantitative characters. *Crop Sci.* 31 : 599 - 605.

Souza E and ME Sorrells 1991b. Relationships among 70 north american oat germplasms II. Cluster analysis using qualitative characters. *Crop Sci.* 31 : 605 - 612.

Stiles JI, C Lemme, S Sondur, MB Morshidi and R Manshardt 1993. Using randomly amplified polymorphic DNA for evaluating genetic relationships among papaya cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 85 : 697 - 701.

Szmidt AE, XR Wang 1993. Molecular systematics and genetic

differentiation of *Pinus sylvestris* (L.) and *P. densiflora*(sieb. et zucc.). Theor. Appl. Genet. 86 : 159 - 165.

Tao Y, JM Manners, MM Ludlow, RG Henzell 1993. DNA polymorphisms in grain sorghum(*Sorghum bicolor* L. Moench). Theor. Appl. Genet. 86 : 679 - 688.

Tinker NA, MG Fortin and DE Mather 1993. Random amplified polymorphic DNA and pedigree relationships in spring barley. Theor. Appl. Genet. 85 : 976 -984.

Vierling RA, Z Xiang, CP Joshi, ML Gilbert and HT Nguyen 1994. Genetic diversity among elite *Sorghum* lines revealed by restriction fragment length polymorphisms and random amplified polymorphic DNAs. Theor. Appl. Genet. 87 : 816 - 820.

Walton PD 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica. 20 : 416 - 421.

Weeden NF, GM Timmerman, M Hemmat, BE Kneen and MA Lodhi 1992. Identification and reliability of RAPD markers. In: Applications of RAPD technology to plant breeding. Joint plant breeding symposia series. Minnesota. pp. 12-17.

Welsh J, P Charles and M McClelland 1991. Polymorphisms generated by arbitrarily primed PCR in the mouse : Application to strain identification and genetic mapping. Nucl. Acids Res. 19 : 303 - 306.

Welsh J, RJ Honeycutt, M McClelland and BWS Sobral 1991. Parentage determination in maize hybrids using the arbitrarily primed polymerase chain reaction(AP-PCR). Theor. Appl. Genet. 82 : 473 - 476.

Wilkie SE, PG Isaac and RG Slater 1993. Random amplified polymorphic DNA(RAPD) markers for genetic analysis in *Allium*. Theor. Appl. Genet. 86 : 497 - 504.

William CK 1990. Minimal use of synthetic fertilizers in vegetable production. HortScience 25 : 168 - 169.

Williams JGK, AR Kubelik, KJ Livak, JA Rafalski and SV Tingey 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers and useful as genetic markers. Nucl. Acids Res. 18 : 6531 - 6535.

Williams JGK, MK Hanafey, JA Rafalski and SV Tingey 1992. Genetic Analysis using random amplified polymorphic DNA makers. *Methods in Enzymology* 16 : 97 - 159.

Yang X and C Quiros 1993. Identification and classification of celery cultivars with RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 86 : 205 - 212.

예병우, 박한용, 신용익, 이돈균, 김정호, 고광출 1995. 사과나무의 RAPD 적정 조건 구명. *한국원예학회지*. 36(5) : 649 - 654.

Yu LX and HT Nguyen 1994. Genetic variation detected with RAPD markers among upland and lowland rice cultivars(*Oryza sativa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 87 : 668 -672.

309. 다변량해석법을 이용한 토란(*Colocasia antiquorum* Schott)의 유연관계 분석

전북대학교 : 최경구, 유남희

Phylogenetic Relationships of *Colocasia antiquorum* Schott Based on Multivariate Analysis

College of Agriculture, Chonbuk National University
Choi Kyeong-Gu, Yoo Nam-Hec

실험목적

국내에서는 품종보존이 거의 이루어지지 않은 토란 유전자원의 계통분류와 품종확립을 위하여 국내외에서 재배되고 있는 각 지역종을 일일이 수집하여 실험포장에서 screening하여 여러 가지 생리, 형태적 형질을 분석한 후 다변량해석법을 통하여 토란 수집종의 유연관계를 분석하고자 하였다.

국내외에서 수집한 70여 지역 계통 중에서 94년-95년 포상실험을 통해 비교적 형태적 특성이 다른 계통으로 국내 50, 외국 4 계통을 선발하여 1996년에 구중 20 g 이상인 종구를 온실에서 20일간 최아하여 4월 20일 전주시 전미동 전북대학교 농과대학 부속농장과 농가포장에 재식하였다.

방법

1. 재배 및 관리 : 재식거리 70 x 30 cm, 높이 20 cm의 이랑 조성하여 비닐멀칭. 시비는 N-P-K : 18-10-15 kg/10 a로 전량기비. 실험구는 완전임의배치법 3반복으로 하였다
2. 조사항목 : 출현기, 출현일수 및 출현률과 6월부터 9월까지 매달 20일에 엽병색, 초형, 葉柄束數, 葉葉數, 葉長, 葉폭, 葉병장, 葉병경을 조사하였다. 수확후 자구형, 분구형태, 모구중, 주당 총자구중, 주당 자구수, 최대자구중 및 평균자구중을 조사하였다.
3. 다변량 분석 : 총 24개의 조사 형질을 이용하여 두 계통간의 거리를 Euclidian distance로 계산하여 $D(\sqrt{D})$ 값으로 average linkage cluster 방법으로 dendrogram을 작성하고 동시계통의 유연관계를 분석하였다

결과 및 고찰

1. 주요 24개 형질을 대상으로 다변량 해석법에 의한 유연관계 분석에서 지상부 엽병색이 56.8%, 자구의 형태가 44.4%로서 비교적 변이계수가 크게 나타났다
2. D값이 110인 선에서 11개의 계통군으로 분류할 수 있었는데 일본1을 포함하여 가장 많은 21계통이 제 2군에 포함되었고 대만1이 가장 유연관계가 먼 것으로 나타났다
3. 엽병색이 사색인 계통은 제 3군, 제 9군, 제 10군에 포함되어 다른 계통들과 구별되었다
4. 제 8군의 김수1, 완수1, 완수3 및 대천2는 모구 수량이 높은 공통성을 가지고 있었다
5. 분류된 계통간의 유연관계는 지리적 분포와 직접적인 연관성을 가지고 있지 않았다.

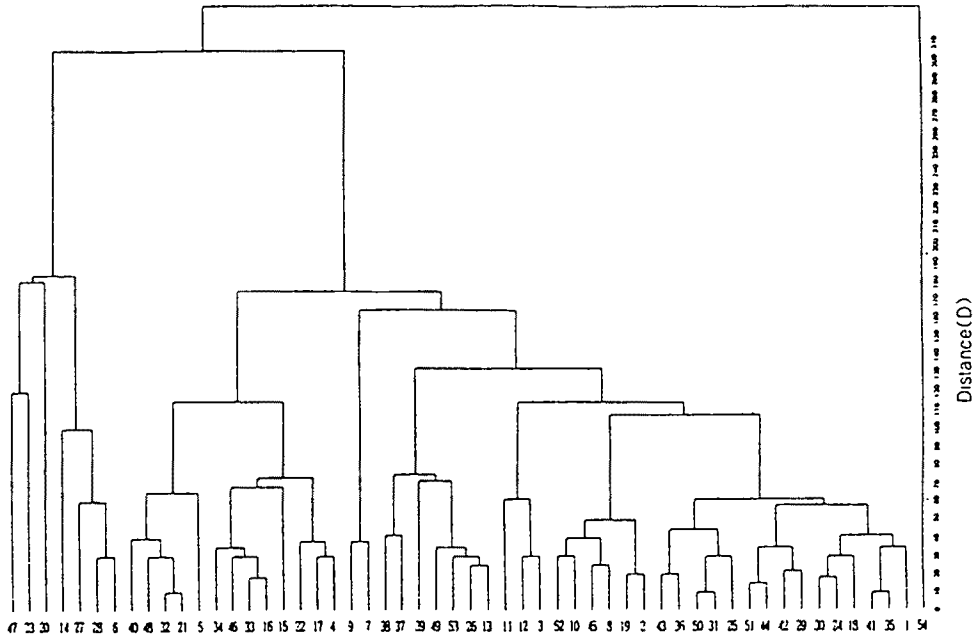


Fig. 1 Dendrogram of 54 taro strains based on the $D(\sqrt{D^2})$ value computed for the 24 characters

Table 1 Variations of the 24 characters among 54 taro strains collected

Characters	Mean	Stdev	Minimum	Maximum	Range	C V (%)
Days to initial emergence	18.26	1.42	14.00	21.00	7.00	7.76
Days to emergence	21.70	1.16	18.00	23.00	5.00	5.34
Emergence rate(%)	95.56	3.72	90.00	100.00	10.00	3.89
Petiole color	1.20	0.68	1.00	4.00	3.00	56.78
Plant type	2.41	0.66	1.00	3.00	2.00	27.39
Number of petiole bundles in Jun.	1.20	0.24	1.00	1.80	0.80	19.76
Total number of leaves in Jun.	5.29	0.85	4.00	7.60	3.60	16.12
Leaf length in Jun (cm)	23.5	2.23	19.00	27.00	8.00	9.49
Leaf width in Jun.(cm)	20.31	2.09	16.00	25.00	9.00	10.29
Petiole length in Jun.(cm)	29.17	2.63	22.00	35.00	13.00	9.01
Petiole diameter in Jun. (cm)	1.44	0.20	1.00	2.26	1.26	14.01
Number of petiole bundles in Sep.	1.36	0.31	1.00	2.20	1.20	23.05
Total number of leaves in Sep.	5.04	0.95	3.30	7.60	4.30	18.75
Leaf length in Sep.(cm)	42.38	4.93	30.00	52.80	22.80	11.63
Leaf width in Sep (cm)	37.25	4.84	25.00	48.50	23.50	13.00
Petiole length in Sep. (cm)	94.72	9.01	72.3	114.80	42.50	9.52
Petiole diameter in Sep. (cm)	5.90	0.75	3.81	8.05	4.24	12.79
Cormel type	1.56	0.69	1.00	4.00	3.00	44.44
Division type	3.56	0.72	1.90	5.00	4.00	20.20
Total cormel weight(g)	787.02	143.95	247.00	1150.00	903.00	18.29
No. of cormels	39.28	8.12	15.00	64.00	49.00	20.66
Mean weight of cormel (g)	20.37	3.07	15.00	30.00	15.00	15.06
Maximum weight of cormel (g)	43.31	6.25	33.00	57.00	24.00	14.43
Corm weight(g)	263.59	65.08	145.00	458.00	313.00	24.69

부표 3-2. 1997년 6월 13일 한국육종학회 춘계학술발표 자료

307. RAPD방법을 이용한 토란(*Colocasia antiquorum* Schott)의 유전변이와
유연관계 분석

선북대학교 : 유남희*, 최경구, 윤성중

Genetic Variation and Phylogenetic Relationships of *Colocasia antiquorum* Schott Based on Randomly Amplified Polymorphic DNA(RAPD) Marker Analysis

College of Agriculture, Cheonbuk National University
Yoo Nam-Hee, Choi Kyeong-Gu, Yun Seong-Jung

실험목적

유전자원 선발과 보존 및 종중확립 차원에서 국내의에서 재배되고 있는 70여 각 지역종을 일일이 수집하여 실험포장에서 screening하여 형태적 형질을 분석한 후 본 실험에서는 54계통을 선발 수집계통간에 유전변이와 유연관계를 더욱 정확하고 객관적으로 분석하고자 RAPD를 실시하여 그 결과를 보고하는 바이다

재료 및 방법

식물재료

수집한 국내외 70여 지역 계통 중에서 94년-95년 포장실험을 통해 형태적 특성이 다르다고 판단되는 계통중에서 국내 50, 외국 4 계통을 이용하였다

방법 : RAPD 분석

- 1 DNA 분리 : Modification of Rogers Method(1988)
2. Primers 201-300 UBC primer를 screening하여 그중 26개 primer를 이용
- 3 PCR 기본조건 . DNA 30ng, dNTP 200 μ M, primer quantity 300nM, *Taq* polymerase 1.5 unit, MgCl₂ 3.0 mM
4. 전기영동 : 1X TAE buffer를 이용. 15% agarose gel에서 분리
- 5 유연관계 분석 NTSYS computer program의 UPGMA 분석방법

결과 및 고찰

- 1 26개의 primer를 이용한 결과 polymorphic DNA band를 생성한 primer와 87개의 polymorphic band를 얻을 수 있었다
2. 유연계수 0.895를 기준으로 하면 수집계통을 10개의 계통군으로 분류할 수 있었다
- 3 제 5군에 대부분의 국내계통이 포함되었다.
4. 전 수집계통중에서 제주 1이 유연관계가 가장 멀었으며 다음으로는 대만 1이었다.
5. 엽병색이 자색인 계통들은 녹색의 엽병색 계통들과 구별되었다

제 4 장 LISA 및 HISA에 적합한 유전자원 선발

제 1 절 서설

농업이 갖는 환경보전의 기능이 지대하면서도 수량증대와 병해충 및 잡초방제 등의 목적으로 화학비료 및 화학농약을 과다사용한 결과 대기오염, 수질오염, 토양의 황폐화 등 자연생태계 파괴와 환경의 질을 저하시키고(The World Resources Institute 1992) 식품 안전성을 위협하는 등의 심각한 부작용을 낳고 있다. 그리하여 이를 극복할 방안으로 수량감소를 최소화하면서 환경을 보전하는 원래의 기능을 회복시키고 장기적인 작물생산이 가능하며 노동력 감소의 의미를 가지고 있는 저투입지속농업(Low Input Sustainable Agriculture ; LISA)이 세계적으로 중요하게 다루어지고 있다.

농업이 안전한 식량생산과 더불어 환경보전의 역할을 동시에 수행하기 위해서는 현재의 농용자재의 고투입 농업체제에서 이를 최소화하는 지속성 체제로 전환하여야 하는데, 이를 위하여 세계적으로 실시되고 있는 방법이 LISA이다. MacRae 등(1990)은 지속성 농업체제를 위해 세가지 방안을 제시하였는데 첫째, 제초제의 부분살포나 축조시비로 투입되는 농용자재나 노동력의 효율을 향상시키는 것이며 둘째, 화학비료나 화학농약재의 투입대신 퇴비, 유기질비료 및 생물학적 농약을 이용하는 등의 투입제의 전환이고 셋째로는 윤작, 혼작 및 유기물 보존 등의 농업구조를 재구성하는 것이라 하였다.

유럽이나 미국 등의 선진국에서는 오래전부터 LISA에 대하여 지대한 관심을 가져왔는데 미국은 정부차원에서 심혈을 기울여 정책입안과 교육을 시행하여 왔고(U.S. Department of Agriculture 1980, U.S. Department of Agriculture 1988), Parr 등(1990)과 Reganold 등(1990)도 LISA의 전반적인 현황과 방향에 관해 보고한 바가 있다. Shabana 등(1980)은 척박한 토양과 비옥한 토양에서

귀리의 품종선발 가능성을 검토하였던 바 비교적 양호한 결과를 얻었다. Atlin 와 Frey(1990)도 LISA로 귀리에서 양호한 생육결과를 보고하였고, Spanakakis 와 Viedt(1990)은 밀을 공시하여 화학비료의 저투입 조건하에서 생산량을 비교 실험하여 양호한 결과를 얻었다. 또한 Schinkle와 Meehelke(1990)는 질소비료의 저투입 환경에서 적합한 밀 품종을 선발하였다. 鄭 등(1994)은 수도의 관행 고투입 재배와 무시비, 무농약 등의 저투입 재배에서 주요 형질을 비교한 결과, 몇가지 형태적 특성에서 유의성이 인정되지 않았다고 하였다. Hoque 등 (1980), Karim 등(1981), Murphy와 Gossett(1981) 등은 화분과와 콩과작물은 LISA에서 질소이동효율감소 탓으로 비효율적이었다고 하며 Singh 등(1989)도 대두에서 별다른 효과를 얻지 못했다고 하였다.

국내에서는 강 등(1995)이 논에 오리를 방사하여 화학비료의 70% 감소와 농약의 사용없이 시비효과와 잡초방제효과를 얻고 수량도 감소되지 않은 결과를 얻었으며 이 등(1994)이 건답직파시 이앙재배에 비하여 수량은 2.4% 감소하지만 노동시간은 44%, 생산비는 약 27%를 절감하는 결과를 얻었다. 국내 토란의 관행재배는 밭에서 간작 또는 주위작에 국한되어지고 용도 또한 극히 제한적이며, 단위면적당 생산량(1305kg/10a, 농림수산통계연보 1993)이 극히 낮아 해마다 재배면적이 감소하는 추세에 있다.

본 연구는 국내외에서 수집된 다양한 특성을 지닌 토란유전자원을 이용하여 국내에서 LISA와 HISA 재배에 적합한 계통을 선발하여 재배환경의 제반 문제점을 개선코자 연구를 수행하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. LISA 및 HISA에 적합한 유전자원 선발

가. 공시재료

퇴비시용구, 퇴비무시용구 및 점적관수처리구에 사용한 공시재료는 표 4-1, 4-2와 같다.

나. 재배 및 관리

재식거리는 70 x 30cm로서 높이 20cm의 이랑을 만들었으며 계통별로 처리구 당 20개체씩 파종하였고 비닐멀칭처리에서는 출현 후 유식물체가 고온장해를

Table 4-1. Taro strains on treatment of non compost application

Code No.	Name of strains	Code No.	Name of strains
1	Suwon #1	16	Wanju #1
2	Ichön #1	17	Seungju #4
3	Ichön #2	18	Koksung #3
4	Taechön #2	19	Koksung #1
5	Chönan #1	20	Kurye #1
6	Umsung #1	21	Sunchön #1
7	Chinchön #3	22	Kwangyang #1
8	Chöngup #1	23	Posong #1
9	Chöngup #2	24	Posong #2
10	Iri #1	25	Seungju #2
11	Iksan #2	26	Kimchön #1
12	Puan #1	27	Jömchon #1
13	Puan #2	28	Youngju #1
14	Kimje #1	29	Kimhae #2
15	Chinan #1		

Table 4-2. Taro strains on treatment of trickle irrigation

Code No.	Name of strains	Code No.	Name of strains
1	Puan #1	10	Chinan #1
2	Nonsan #1	11	Koksung #1
3	Wanju #1	12	Kimhae #2
4	Youngju #1	13	Chinchön #1
5	Chinchon #3	14	Chilgok #1
6	Chöngup #1	15	Ichön #2
7	Seungju #4	16	Iksan #2
8	Suwon #1	17	Kimje #1
9	Kimchön #1	18	Kurye #1

받기 전에 멀칭 필름 밖으로 유인하였고 배토는 6월 10일과 7월 25일에 2차례 실시하였으나 퇴비무시용구는 배토를 실시하지 않았다. 실험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다(그림 4-1).

다. 실험구 처리내용

LISA에 적합한 유전자원을 선발하기 위한 처리는 표 4-3과 같이 퇴비시용구에서는 대조구(화학비료시용, 멀칭), T-1(화학비료시용, 비멀칭), T-2(무시비, 멀칭), T-3(무시비, 비멀칭), T-4(계분시용, 멀칭) 및 T-5(계분시용, 비멀칭)의 총 6처리로 구분하였다. 퇴비무시용구에서는 퇴비를 시용한 것을 대조구(화학비료시용, 멀칭)로 하여 퇴비를 시용하지 않은 T-6(화학비료시용, 멀칭)과 T-7(무시비, 비멀칭)의 3처리로 구분하였다. 본 처리에서는 전생육기간동안 배토작업 뿐만 아니라 미약한 엽병속의 솟아주기를 전혀 실시하지 않았다.

점적관수처리구에서는 퇴비를 시용한 후 점적관수를 실시하지 않은 대조구(화학비료시용, 노지재배)와 점적관수를 실시한 T-8(무시비, 비닐하우스 재배), T-9(무시비, 노지재배)의 3처리로 구분하였다(표 4-3). 생육기간동안 시비와 농약사용을 하지 않았을 뿐만 아니라 배토작업을 전혀 실시하지 않고 7월



Fig. 4-1. Selection of taro accessions under LISA and HISA condition in the field. A: LISA, B: HISA

말에 미약한 엽병속의 슈아주기를 1회 실시한 조방적 재배로서 점적관수의 효과를 검토하였다.

라. 조사형질

파종 후 각 처리별로 출현기와 6월부터 9월까지 4회 걸쳐 매달 20일에 지상부 생육조사를 실시하였다. 지상부 생육조사의 항목은 엽병속수, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장, 엽병경이었다. 수확은 10월 20일에 실시하였고 처리별로 괴경의 모구중, 총자구중, 자구수, 최대자구중, 평균자구중을 조사하였다. 공시계통중 수원1을 선정하여 퇴비시용구의 대조구와 T-2, T-4에서 7월부터 10월까지 매달 20일에 지상부 엽중과 엽병중, 지하부 자구중과 자구수, 평균자구중, 모구중을 측정하였으며 자구와 모구를 제외하고는 건물중을 측정하였다.

Table 4-3. Treatments for LISA practices.

Treatment	Compost ^a	NPK ^b	CD ^c	PFM ^d	T.I ^e	PFH ^f
Control	○	○		○		
T-1	○	○				
T-2	○			○		
T-3	○					
T-4	○		○	○		
T-5	○		○			
T-6		○		○		
T-7						
T-8	○			○	○	○
T-9	○			○	○	

a: 2,000kg/10a, b: 18-10-15(kg/10a), c: chicken dung(1,000kg/10a), d: plastic film mulching e: trickle irrigation, f: plastic film house

제 3 절 결과 및 고찰

1. 퇴비시용에 따른 주요 농업형질 변이

가. 지상부 생육형질

1) 처리별 계통간의 차이

LISA에 적합한 유전자원을 선발하기 위하여 54개 계통간 5가지 LISA 처리에 따른 형질검정을 실시하였는 바 지상부 생육후기인 9월의 계통간 생육결과는 표 4-4, 4-5, 4-6과 같으며 지상부 형질별 각 처리구의 양호한 생육을 보인 계통은 다음과 같다.

엽병속수는 대조구(화학비료시용, 멀칭)가 1.4개인데 비하여 T-1(화학비료시용, 비멀칭)이 1.4개로서 대조구와 같아 타처리보다 많았고 처리구중 T-5(계분시용, 비멀칭)가 1.1개로 가장 적었다. 계통별로 보면 대조구(화학비료시용, 멀칭)에서는 청주1이 2.2개, T-1(화학비료시용, 비멀칭)에서는 진안1 등이 3.4개 등으로 많았고 T-2(무시비, 멀칭)에서는 전계통 평균이 1.2개이었으며 진천1과 보은1 등이 3.0, 2.0으로 많았다. T-3(무시비, 비멀칭)에서는 전계통 평균이 1.2개이었으며 천안1이 2.8개로 가장 많았고 T-4(계분시용, 멀칭)에서는 전계통 평균이 1.1개이었는데 계통중 진천3이 1.8개로 많았고 T-5(계분시용, 비멀칭)에서는 전계통 평균이 T-4와 같은 1.1개이었으며 진천1이 1.7개로 가장 많았다.

총엽수는 대조구가 5.0매인데 비하여 T-2가 5.1매로 비슷하였고 T-5에서 4.3매로 가장 적었다. 계통별로 보면 대조구에서는 하동1이 7.6매, T-1에서는 진안1 10.2매, T-2에서는 대만1 8.5매, T-3에서는 천안1 7.5매, T-4에서는 대만1과 청주1이 6.4매, T-5에서는 대만1이 6.0매 등으로 많은 엽수를 나타내었다.

Table 4-4. Comparison of number of petiole bundles and total number of leaves by LISA treatments of compost application

Code ^a No. of strains	Number of petiole bundles						Total number of leaves					
	Control ^b	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	Control	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
1	2.0	1.2	1.5	1.0	1.6	1.2	4.0	4.5	6.5	4.0	4.5	4.0
2	1.4	1.0	1.1	1.0	1.4	1.0	4.5	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0
3	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	5.0	5.0	5.0	5.2	5.0	5.0
4	1.4	1.0	1.1	1.0	1.5	1.0	4.5	5.0	5.0	4.0	5.5	4.0
5	1.6	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	6.3	5.8	4.2	4.0	4.8	5.0
6	2.0	1.6	1.0	1.0	1.5	1.4	4.0	4.0	4.5	4.0	3.5	5.5
7	1.8	2.2	1.2	1.4	1.0	1.0	6.6	7.4	5.2	4.8	4.2	3.8
8	1.2	1.4	1.0	1.2	1.0	1.2	5.0	5.6	4.8	5.0	4.2	4.0
9	1.2	1.4	1.2	2.8	1.2	1.0	4.8	5.0	5.0	7.5	4.6	4.2
10	1.2	1.4	1.2	1.4	1.0	1.0	5.0	5.6	4.2	5.8	4.4	5.0
11	1.6	1.8	3.0	1.0	1.0	1.7	4.5	3.5	4.5	4.0	3.5	4.5
12	1.5	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	5.0	5.0	6.0	4.6	4.5	5.0
13	1.2	2.0	1.0	1.5	1.8	1.0	4.0	6.8	4.5	4.0	4.0	3.8
14	2.2	1.2	1.2	1.0	1.4	1.4	6.8	4.2	5.4	4.2	5.8	5.4
15	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0	1.0	5.0	4.0	6.0	5.4	4.0	5.0
16	1.0	1.0	2.0	1.8	1.0	1.0	4.0	5.0	4.0	6.0	4.2	4.0
17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.5	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0
18	1.6	1.2	1.6	1.0	1.6	1.0	4.0	5.0	4.5	4.5	4.8	3.6
19	1.1	1.2	1.1	1.2	1.0	1.0	7.0	5.0	6.5	5.2	4.0	4.0
20	1.4	1.2	1.1	1.2	1.0	1.0	5.6	5.0	5.6	5.0	5.6	4.0
21	1.2	1.8	1.8	1.2	1.0	1.2	5.0	6.2	6.2	4.6	4.4	4.6
22	1.6	1.4	1.2	1.6	1.2	1.0	6.2	5.2	4.6	5.2	4.6	4.0
23	1.3	1.2	1.1	1.2	1.0	1.0	5.8	4.2	6.0	5.0	5.8	5.0
24	1.2	1.4	1.4	1.4	1.2	1.0	4.8	5.8	5.8	4.2	4.4	3.6
25	1.2	3.4	1.4	1.6	1.4	1.2	4.8	10.2	5.4	4.8	5.0	4.0
26	1.6	1.6	1.4	1.4	1.0	1.2	6.4	6.0	5.8	5.6	4.2	4.8
27	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.0	4.6	3.8	5.6	4.4	4.8	3.6
28	1.4	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0	5.6	5.8	4.6	4.0	4.4	4.6
29	1.2	1.2	1.0	1.4	1.0	1.0	5.0	5.0	4.2	5.6	4.0	4.8
30	2.0	1.2	1.4	1.2	1.0	1.0	6.8	4.0	5.6	5.0	4.0	4.0
31	1.4	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	5.4	4.2	4.6	4.0	4.0	4.0
32	1.2	1.2	1.4	1.6	1.0	1.0	4.4	4.4	5.6	5.4	4.0	4.2
33	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	4.4	4.4	5.2	4.0	5.0	4.4
34	1.0	1.4	1.6	1.0	1.2	1.0	3.6	4.6	6.4	4.2	5.0	4.2
35	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.4	4.4	5.0	4.3	5.0	4.3	4.0
36	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	5.0	5.0	5.0	4.2	3.8	5.6
37	1.2	1.2	1.6	1.0	1.6	1.0	4.0	4.2	6.6	4.2	5.2	4.2
38	1.2	1.0	1.0	1.4	1.0	1.0	4.0	3.2	4.8	5.2	4.2	4.8
39	2.0	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	7.6	5.0	5.6	4.6	4.6	4.0
40	1.6	1.2	1.0	1.0	1.2	1.0	5.2	4.0	4.2	3.8	5.0	4.0
41	1.2	1.4	1.2	1.4	1.0	1.0	4.6	5.6	5.2	5.6	4.3	4.0
42	1.0	1.4	1.2	1.2	1.0	1.0	3.6	4.6	5.2	4.8	4.0	4.2
43	1.8	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	5.8	6.4	4.0	5.0	4.3	4.0
44	1.4	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	5.2	4.2	4.4	4.2	4.4	4.2
45	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	4.2	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0
46	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.6	4.4	4.0	5.0	4.0	4.0
47	1.6	1.2	1.4	1.6	1.2	1.0	5.4	4.0	4.6	6.2	5.0	3.8
48	1.6	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	5.8	4.2	4.0	4.0	4.4	4.2
49	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.6	3.6	4.2	3.4	3.6	4.0
50	1.8	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	6.3	6.2	3.7	4.6	4.3	4.0
51	1.4	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	5.4	5.0	7.4	4.8	5.6	4.6
52	1.0	1.0	1.0	1.3	1.2	1.0	3.3	3.5	3.8	4.5	4.2	3.6
53	1.2	1.2	1.0	1.4	1.2	1.4	4.8	4.2	4.8	4.6	5.0	5.0
54	1.0	1.0	1.5	1.3	1.0	1.0	5.6	4.8	8.5	6.0	6.4	6.0
Mean	1.4	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	5.0	4.9	5.1	4.7	4.5	4.3

a:See Table 3-1, b:See Table 4-3.

Table 4-5. Comparison of leaf length and leaf width by LISA treatments of compost application

Code ^a No. of strains	Leaf length(cm)						Leaf width(cm)					
	Control ^b	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	Control	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
1	42.0	40.5	37.3	36.5	37.5	35.5	37.0	33.0	30.5	29.8	33.0	30.8
2	38.3	35.0	36.0	32.5	36.8	34.5	34.5	30.3	30.5	27.5	32.0	30.5
3	34.5	30.5	25.8	22.5	29.5	26.0	30.5	27.5	22.8	20.5	25.5	25.0
4	38.3	35.0	36.0	32.5	36.8	34.5	34.0	30.3	30.5	27.5	32.5	30.5
5	39.5	36.5	37.0	35.0	39.5	35.5	34.5	32.5	31.5	30.0	34.8	32.0
6	48.0	41.0	39.0	34.5	40.3	36.5	43.8	36.0	34.0	30.3	33.3	31.5
7	49.3	37.8	40.5	32.0	39.5	34.3	43.8	34.3	34.0	27.3	33.5	28.8
8	40.0	38.5	29.3	28.0	38.3	36.5	33.5	33.5	24.3	24.0	32.5	32.0
9	48.5	46.0	38.5	35.0	40.3	34.8	44.3	41.0	33.5	31.3	35.0	30.0
10	34.0	33.5	29.5	28.0	33.5	32.0	28.5	28.0	25.5	25.0	28.0	27.5
11	45.0	41.0	35.0	37.5	36.5	34.0	38.0	33.8	30.5	29.5	29.8	27.8
12	30.0	29.0	25.0	22.5	26.3	23.0	25.0	25.0	21.0	20.5	22.3	21.0
13	52.0	48.0	45.0	36.0	43.5	38.0	47.0	43.3	40.0	29.3	38.5	32.3
14	45.0	44.0	38.8	31.5	40.5	38.5	40.8	38.0	35.5	25.8	40.0	38.5
15	36.0	34.0	33.3	28.0	34.0	29.5	31.3	29.5	27.5	26.0	29.3	28.5
16	42.5	38.5	30.0	28.0	37.0	33.5	35.0	34.5	25.8	24.0	32.0	30.0
17	39.5	37.5	28.5	28.0	34.3	31.0	33.3	30.0	23.5	23.0	29.8	28.0
18	48.8	45.8	39.0	36.5	36.5	31.8	43.8	39.3	33.0	32.3	30.3	28.0
19	36.3	32.0	33.8	28.5	35.0	31.0	31.3	28.0	28.0	25.5	30.5	28.5
20	37.5	34.5	31.3	28.5	38.8	35.5	32.5	31.0	27.5	24.0	32.3	31.5
21	50.8	45.5	40.0	38.0	41.3	35.0	46.0	41.8	34.3	32.8	35.3	31.3
22	47.0	41.8	39.0	38.0	37.8	37.0	40.0	37.8	33.0	33.0	31.3	31.0
23	36.5	35.0	26.0	22.0	36.0	33.5	31.0	30.5	23.3	21.0	32.3	29.5
24	42.5	43.3	42.0	33.8	40.0	37.3	39.0	39.5	36.8	29.0	35.0	32.0
25	47.8	43.8	41.8	36.0	39.8	35.3	40.5	40.0	35.3	31.0	33.8	29.3
26	42.5	40.0	31.5	30.5	39.5	38.5	36.0	35.0	26.5	25.5	33.5	33.0
27	52.8	41.8	39.0	36.0	40.3	34.5	48.5	38.0	34.0	30.5	35.0	28.0
28	47.0	43.5	41.0	36.0	42.0	35.0	42.3	40.3	34.8	31.0	36.3	28.8
29	37.5	36.0	34.5	31.5	38.0	35.0	34.0	32.5	28.8	27.0	33.8	32.0
30	45.5	42.3	41.0	32.5	42.0	40.3	40.3	35.5	34.0	27.8	38.0	34.0
31	43.0	36.8	41.0	33.0	40.5	36.0	38.8	33.0	33.5	26.3	35.3	32.3
32	46.3	40.5	41.5	33.0	48.5	40.0	39.8	36.5	37.3	29.3	42.8	34.8
33	44.5	41.3	39.0	34.0	44.8	36.8	40.0	37.0	34.0	28.8	38.0	31.3
34	44.5	39.5	42.0	37.0	44.3	44.3	39.3	35.8	36.0	30.5	37.3	41.3
35	34.5	33.5	30.5	28.5	33.5	32.0	30.0	29.0	24.5	24.0	27.3	27.0
36	41.5	40.0	29.3	28.0	41.3	37.5	35.5	35.0	25.0	24.0	34.8	32.5
37	45.5	40.3	40.5	31.0	46.3	35.5	40.5	37.5	35.8	25.5	38.8	28.8
38	38.0	39.3	36.0	42.0	44.3	37.0	35.5	33.3	35.0	35.0	39.0	30.5
39	44.5	39.5	40.5	33.0	44.3	43.3	37.8	36.5	33.5	28.5	40.3	38.8
40	40.0	39.5	38.0	34.5	44.5	43.3	35.5	34.8	33.5	28.5	39.0	35.3
41	42.3	39.5	33.5	32.5	39.5	38.5	34.8	34.5	29.5	28.0	36.3	34.5
42	43.3	36.3	38.5	36.8	44.8	44.3	38.0	32.8	33.8	32.5	37.3	36.8
43	41.8	39.0	26.3	26.0	40.5	36.5	35.5	34.5	21.5	21.5	35.3	34.5
44	42.3	38.3	41.5	33.5	41.5	39.3	38.3	34.5	36.5	27.8	36.0	32.3
45	38.5	37.0	37.5	35.5	37.3	36.0	35.0	34.0	30.5	30.0	30.8	30.0
46	34.0	32.0	31.5	29.5	34.0	32.0	30.0	28.0	28.0	25.5	29.3	28.0
47	43.0	36.0	32.8	33.0	47.0	35.0	36.5	31.3	26.5	24.8	40.3	31.0
48	46.3	38.8	39.0	35.5	44.3	40.3	39.3	34.3	33.0	28.8	39.3	31.8
49	43.3	38.0	37.5	33.0	45.3	40.5	39.8	34.5	30.0	28.0	38.8	35.3
50	40.0	37.5	36.3	35.0	35.5	35.0	34.0	33.5	29.8	29.0	31.0	30.0
51	42.5	40.3	36.0	31.5	38.5	35.0	37.8	34.0	30.0	26.5	32.5	30.5
52	42.3	38.8	36.5	35.5	41.0	38.5	37.8	31.3	32.0	28.5	35.5	32.0
53	45.5	42.3	36.0	29.3	39.5	38.0	40.0	35.3	32.0	23.8	36.5	34.5
54	46.3	46.0	40.8	37.8	43.0	37.5	43.5	41.5	36.0	34.0	38.0	34.0
Mean	42.4	38.9	36.0	32.5	39.5	35.9	37.3	34.3	30.9	27.6	34.2	31.3

a:See Table 3-1, b:See Table 4-3.

Table 4-6. Comparison of petiole length and petiole diameter by LISA treatments of compost application

Code ^a No. of strains	Petiole length(cm)					Petiole diameter(cm)						
	Control ^b	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	Control	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
1	90.3	87.0	71.0	67.0	84.8	80.3	5.56	4.82	4.49	4.04	5.02	4.61
2	91.0	87.0	70.0	69.0	84.0	75.0	5.56	5.21	5.50	3.90	5.30	4.50
3	80.5	70.5	59.5	57.0	76.5	74.5	4.75	3.98	3.40	3.07	4.65	4.26
4	91.5	87.0	70.5	69.0	84.3	75.0	5.56	5.23	5.57	3.97	5.31	4.56
5	93.0	85.0	80.5	77.5	90.8	82.5	6.01	5.34	4.78	4.25	6.04	5.44
6	102.5	86.8	80.5	62.3	85.0	74.0	6.19	4.79	6.09	4.45	5.70	5.74
7	107.5	94.0	89.0	72.5	90.5	81.5	6.51	4.95	6.30	4.37	6.05	4.57
8	83.0	77.5	65.0	60.5	80.0	71.5	5.85	5.11	3.91	3.04	5.85	5.29
9	98.5	93.5	78.0	70.5	85.5	65.0	6.20	5.82	6.07	4.50	6.28	4.88
10	82.0	73.5	64.5	59.5	74.5	68.5	4.65	4.12	3.63	3.41	4.54	4.13
11	93.3	91.0	74.5	74.0	82.0	75.5	5.44	4.55	4.08	3.89	5.25	4.16
12	72.3	68.0	53.5	49.5	68.0	61.5	3.81	3.80	3.26	3.08	3.51	3.35
13	104.8	91.0	80.0	74.0	86.8	80.3	5.65	4.99	5.35	4.09	5.54	4.98
14	97.8	80.8	83.0	68.0	93.5	80.5	6.40	6.27	6.35	4.11	6.20	5.99
15	78.3	73.5	61.8	60.5	62.5	61.0	5.01	4.85	4.34	4.25	4.50	4.38
16	91.5	83.5	74.5	68.5	86.0	79.5	6.42	5.95	5.00	4.15	6.39	5.87
17	87.8	83.0	55.0	51.5	76.8	72.0	4.93	4.98	3.60	3.51	4.32	4.06
18	106.0	99.5	86.0	75.5	77.0	74.8	5.99	5.85	5.56	5.23	5.52	5.16
19	78.3	70.0	64.3	60.5	71.3	64.5	4.86	4.22	4.69	4.03	4.71	4.11
20	82.5	74.0	73.3	68.5	76.0	71.0	5.58	4.87	5.42	4.80	5.45	4.91
21	100.0	97.5	87.5	81.0	87.3	78.3	6.42	5.80	6.00	5.51	5.54	4.58
22	103.8	99.0	97.0	77.0	83.5	81.3	5.90	5.35	5.99	4.96	5.68	5.09
23	99.5	91.0	64.0	58.0	98.3	90.5	6.24	5.68	4.18	3.98	6.10	5.37
24	102.3	90.0	91.5	80.5	89.8	83.5	6.31	5.47	6.37	4.89	5.70	4.99
25	99.3	96.3	89.5	78.0	87.3	74.8	5.91	5.42	6.00	4.94	5.86	5.07
26	93.5	83.5	70.5	62.5	90.8	79.0	6.63	5.97	4.54	4.01	6.21	5.60
27	108.5	97.0	87.5	76.5	93.0	76.0	7.55	4.94	6.66	4.60	6.25	5.35
28	99.8	94.3	80.5	76.0	90.8	80.0	6.86	6.67	6.12	5.09	6.22	5.62
29	92.5	83.0	79.0	72.0	88.3	79.0	6.53	5.76	4.22	4.01	6.17	5.54
30	102.8	86.8	82.8	70.0	91.8	82.8	6.09	4.82	6.15	4.34	7.12	6.48
31	90.3	79.5	91.0	77.5	85.5	70.3	5.78	4.32	5.82	3.99	5.50	5.00
32	100.0	93.0	81.5	72.5	97.0	91.5	6.34	5.25	6.29	4.22	6.56	5.70
33	101.5	96.8	80.0	68.0	96.5	88.3	6.02	5.87	6.05	4.01	6.26	5.45
34	110.0	101.8	99.0	77.0	103.8	96.5	6.19	5.49	6.42	5.36	5.83	5.85
35	83.5	77.5	71.5	67.0	81.3	75.5	4.88	4.09	3.10	2.90	4.62	3.88
36	95.0	89.0	57.5	52.0	94.5	89.5	5.45	4.90	5.31	4.70	5.53	5.02
37	100.3	93.0	80.5	65.3	94.5	82.3	5.59	5.16	5.91	4.74	5.90	5.03
38	88.0	77.0	88.5	89.0	98.0	91.5	5.64	4.95	5.72	5.64	6.35	5.41
39	109.0	93.5	90.5	83.0	105.3	103.0	6.78	5.82	6.25	4.41	7.24	5.23
40	95.8	90.0	84.0	72.0	105.5	87.3	5.43	4.83	5.61	4.83	6.55	6.23
41	85.3	77.5	72.5	68.0	83.8	78.5	6.37	5.46	5.25	4.58	6.97	6.03
42	95.0	92.8	83.5	79.8	95.5	91.5	6.21	5.23	5.38	5.21	6.53	5.97
43	91.0	80.5	61.5	58.5	91.0	80.0	6.15	5.32	3.17	2.90	6.14	5.24
44	96.0	90.0	86.5	68.5	93.5	89.8	5.89	5.18	6.01	4.45	5.78	5.06
45	92.5	88.0	82.5	79.0	89.8	84.5	4.98	4.13	4.52	3.79	4.96	4.24
46	86.0	78.0	67.5	61.0	87.0	79.5	5.13	4.35	4.63	4.13	4.78	4.20
47	89.5	81.5	74.0	71.8	90.0	86.0	5.23	4.53	4.66	4.02	6.56	5.54
48	100.5	94.8	89.5	80.0	93.5	91.3	6.70	5.25	5.44	4.46	5.76	5.23
49	91.0	90.5	78.0	69.0	93.5	97.0	5.82	5.32	4.70	4.47	5.92	5.59
50	92.8	84.5	81.0	76.5	91.0	84.0	5.28	4.54	4.34	3.97	5.19	4.29
51	104.0	92.8	77.5	63.5	96.5	89.0	7.02	5.23	5.17	4.39	6.85	5.87
52	99.0	84.8	79.5	67.5	92.5	80.5	5.49	5.02	5.30	4.02	5.42	5.10
53	89.3	81.5	76.5	57.0	88.5	78.0	5.70	4.92	6.11	4.04	5.20	4.80
54	114.8	112.0	93.3	71.5	97.0	90.5	8.05	7.74	7.95	6.70	7.90	6.16
Mean	94.7	86.9	77.6	69.3	88.2	80.5	5.88	5.16	5.23	4.30	5.76	5.09

a:See Table 3-1, b:See Table 4-3.

엽장은 대조구가 42.4cm인데 비하여 대부분의 처리구가 전체적으로 낮았으나 처리구중 T-4가 39.5cm로 비교적 높았고 T-3이 36.0cm으로서 제일 낮았다. 계통별로 보면 대조구에서는 완주1이 53cm, T-1에서는 진천3이 48cm, T-2에서는 진천3이 45cm, T-3에서는 보성2가 42cm, T-4에서는 곡성1이 48.5cm, T-5에서는 구례2가 44cm로 엽장의 생육상태가 양호한 계통이었다. 엽장과 더불어 엽면적 관련 형질인 엽폭에 있어서는 대조구가 37.3cm이었으며 처리구중에서는 T-1과 T-4가 34cm로 높았으며 T-3이 28cm로 제일 낮았다. 계통별로 보면 대조구에서는 완주1이 48.5cm, T-1에서는 진천3이 43cm, T-2에서는 진천3이 40cm, T-3에서는 보성2가 35cm, 대만1이 34cm, T-4에서는 곡성1이 43cm, T-5에서는 구례2가 41cm로 높은 수준이었다.

엽병장은 대조구가 94.7cm이었으며 처리구별로는 T-1이 88cm로 제일 컸고 T-3이 69cm로서 제일 작은 경향을 보여 주었다. 엽병장이 양호한 계통은 대조구에서 대만1(115cm)과 구례2(110cm), 완주1(109cm), T-1에서 대만1(112cm), 구례2(102cm), 정읍1(99.5cm), 부안1(99cm) 및 완주1(97cm), T-2에서 구례2(99cm), 부안1(97cm), 대만1(93cm), T-3에서 보성2(89cm), 하동1(83cm), 익산2(81cm), T-4에서 승주2(105.5cm), 하동1(105cm), 구례2(104cm), 부안2(98.5cm) 및 대만1(97cm), T-5에서 하동1(103cm), 김해2(97cm), 구례2(96.5cm), 곡성1(91.5cm), 보성2(91.5cm), 칠곡1(91.5cm), 김해1(91.5cm) 및 대만1(90.5cm) 등이었다.

엽병경은 대조구가 5.88cm이었으며 처리구별로는 T-4가 5.76cm로 제일 굵었으며 T-2가 4.30cm로 제일 작았다. 엽병경이 양호한 계통은 대조구에서 대만1(8.05cm), 완주1(7.55cm), 인도네시아1(7.02cm), T-1에서 대만1(7.74cm), 완주3(6.67cm), 청주1(6.27cm), 완주4(5.97cm) 및 보은1(5.95cm), T-2에서 대만1(7.95cm), 완주1(6.66cm), 구례2(6.42cm), 김제1(6.37cm) 및 청주1(6.35cm), T-3에서 대만1(6.70cm), 보성2(5.64cm), 익산2(5.51cm), 구례2(5.36cm) 및 정읍1(5.23cm), T-4에서 대만1(7.90cm)과 승주4(7.12cm), 해남1(6.97cm) 및 인도네시아1(6.85cm), T-5에서 승주4(6.48cm), 승주2(6.23cm), 대만1(6.16cm) 및

해남1(6.03cm) 등이었다.

이상의 결과를 토란 지상부 수량의 주요 형질인 엽병장과 엽병경을 중심으로 각 LISA 처리구에서 양호한 계통을 살펴보면 엽병장은 대부분 처리구에서 대만1과 구례2가 양호한 계통이었으며 엽병경에 있어서는 대만1이 모든 처리구에서 가장 우량한 계통으로 판단되었다.

나) 월별 지상부 형질의 비교

조사형질별로 처리에 따른 전체 공시계통의 평균치를 살펴보면 엽병속수는 6월에 전체 처리구가 대조구와 거의 비슷한 수준을 보였으나 7월에는 T-1과 T-5가 대조구보다 높았으며 8월과 9월에는 대부분의 처리구가 대조구에 비하여 낮았고 생육후기인 9월에 처리구 T-1이 가장 대조구와 비슷한 결과를 보였다(그림 4-2). 총엽수는 6월에 T-2를 제외한 나머지 처리는 대조구보다 적었으며 7월에는 T-1을 제외하고 대조구보다 낮았다. 8, 9월에도 대부분 처리구에서 대조구와 비슷하거나 적었는데 9월에는 T-2만이 대조구보다 약간 많았다. 엽장과 엽폭은 그림 4-2에서 보는 바와 같이 6 - 9월까지 모든 처리구가 대조구보다 작았으며 9월에 T-4가 대조구와 가장 유사한 결과이었다. 엽병장도 그림 16에서 보는 바와 같이 6 - 9월까지 모든 처리구가 대조구에 비하여 낮았으며 9월에 역시 T-4가 대조구에 가장 근접하였고 엽병경 역시 대부분의 처리구가 대조구보다 작았으나 7, 8월에 T-4가 대조구보다 약간 굵은 경향이었으며 9월에는 T-4만이 대조구에 거의 근접하는 양호한 결과를 보여 주었다.

생육후기인 9월을 중심으로 결과를 종합해보면 T-4가 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽병경 등에서 대조구에 가장 근접한 결과를 보여 제일 우수한 처리라고 판단된다.

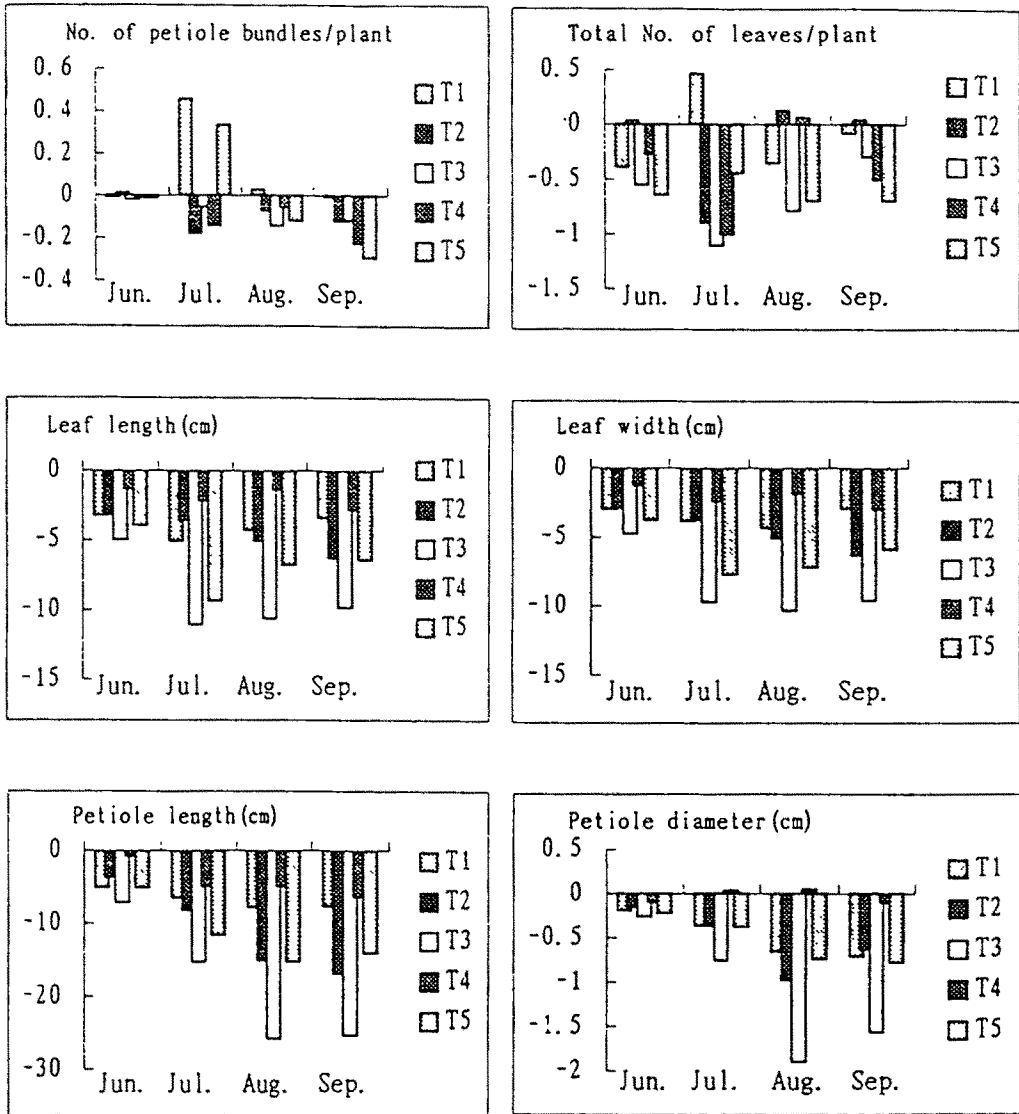


Fig. 4-2. Seasonal comparisons of aerial parts of taro strains by LISA treatments of compost application. Zero line means control degree.

다) 처리별 계통간의 분포양상

생육후기인 9월의 지상부 생육형질별 공시계통들의 분포는 그림 4-3과 같이 엽병속수는 대조구에서 1.2개의 계급에 분포된 계통이 가장 많았으며 T-2가 가장 대조구와 유사한 분포도를 보였다. 총엽수는 대조구에서 총엽수 5매에 분포된 계통이 가장 많았고 T-1, T-2 및 T-3 역시 5매에 해당하는 계통이 많았는데 분포양상은 T-3이 대조구와 가장 유사하였다. 엽장은 대조구에서는 40-48cm에 대부분의 계통이 분포하였고 T-4가 대조구와 가장 유사한 분포도를 보였으며 엽폭은 대조구에서 36-40cm에 분포된 계통이 대부분이었는데 T-4에서도 대조구와 같은 결과이었으며 분포도도 가장 유사하였다.

엽병장은 그림 4-4에서와 같이 대조구에서 94-110cm에 대부분의 계통이 분포되어 있으며, T-4 역시 94cm에 속하는 계통이 많았으며 대조구와 가장 유사한 분포도를 보였다. 엽병경은 대조구에서 5.6-6.4cm에 많은 계통이 분포하였으며 T-4와 T-2가 대조구와 유사한 결과이었으나 T-4에서 계통의 분포양상이 대조구와 거의 동일하였다. 이상의 처리에 따른 계통간의 분포도를 종합해보면 엽장, 엽폭, 엽병장과 엽병경 등에서 T-4에서 공시계통의 주요 분포 양상이 대조구와 가장 유사하였다.

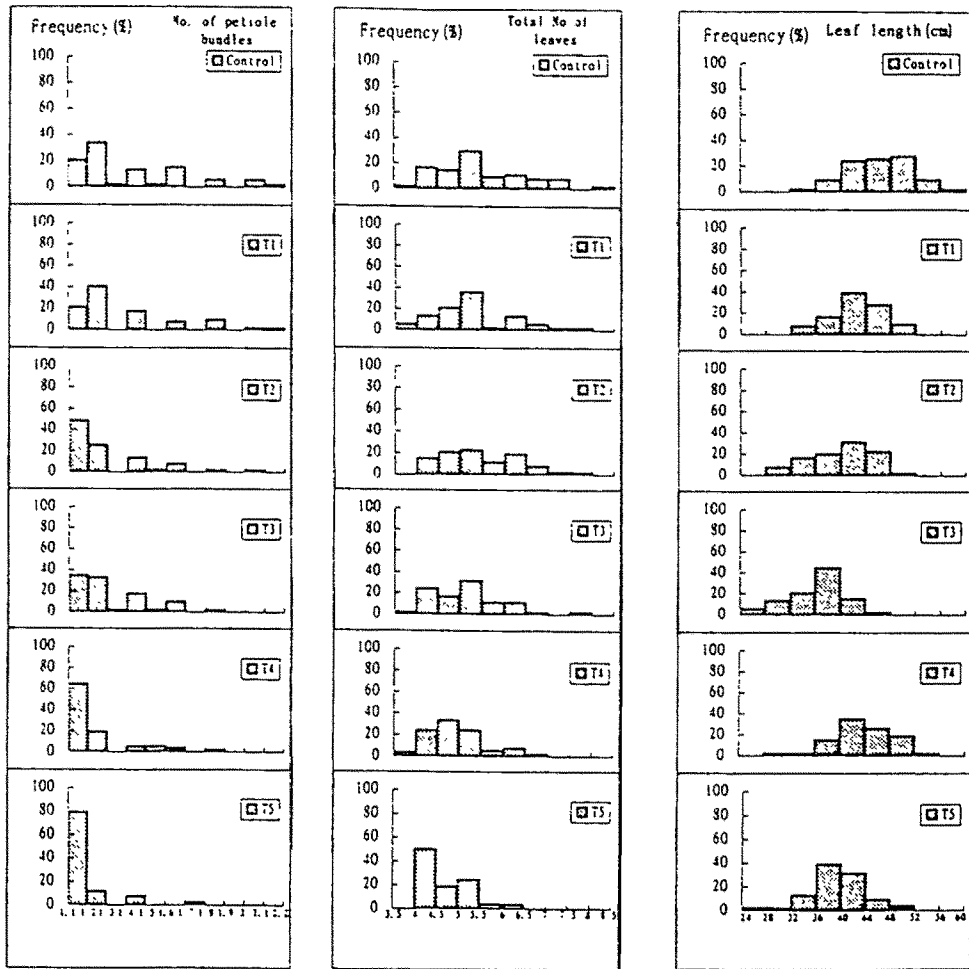


Fig. 4-3. Distribution of taro strains for number of petiole bundles, total number of leaves and leaf length by LISA treatments.

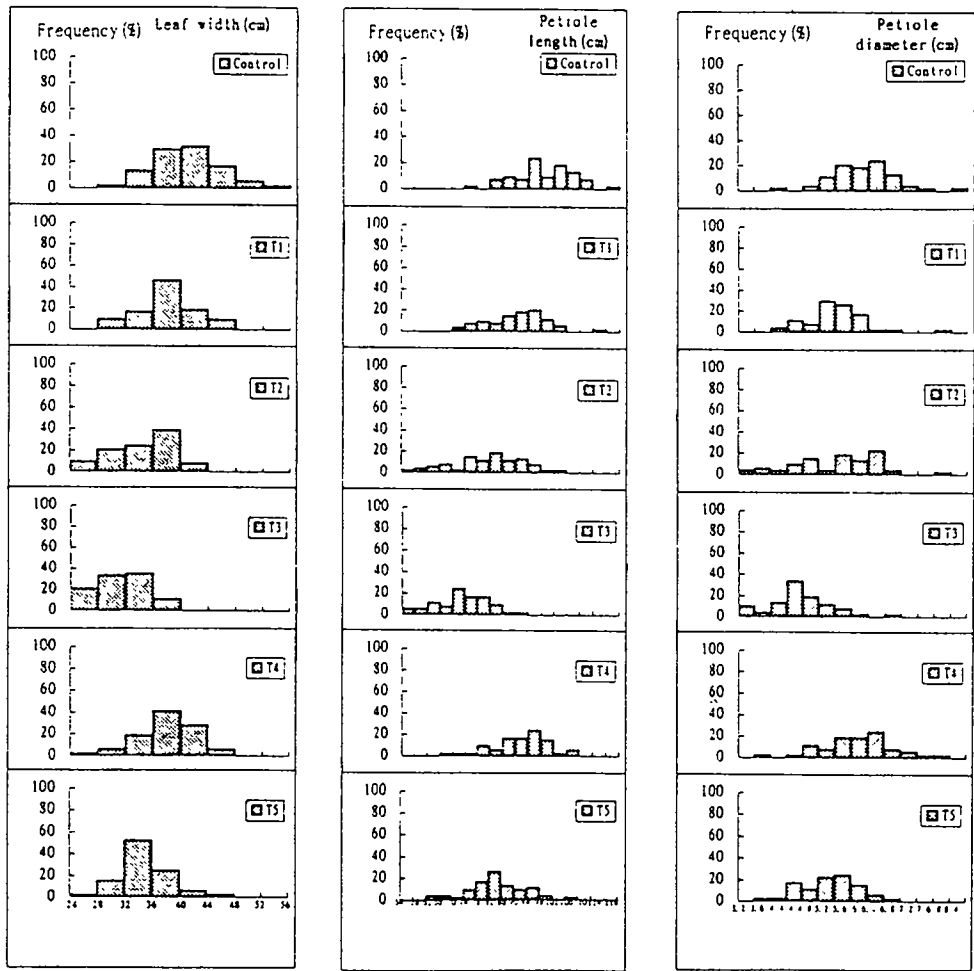


Fig. 4-4. Distribution of taro strains for leaf width, petiole length and petiole width by LISA treatments.

2) 지하부 수량형질

가) 처리별 계통간 비교

퇴비 시용구에서 국내외 54계통을 대상으로 5가지 LISA처리를 실시하여 10월 20일에 수확하여 괴경의 5가지 형질을 조사하였다(표 4-7, 4-8, 4-9). 조사형질별로 각 처리구에서 양호한 계통들을 살펴보면 다음과 같다. 자구의 생산량을 결정하는 주당 총자구중은 먼저 처리구별 평균을 보면 대조구의 787g에 비하여 T-4(750g), T-2(546g), T-1(501g), T-5(488g), T-3(348g)순으로 낮게 나타났다. 총자구중으로 10a당 수확량을 계산하면 대조구 3,719kg이었으며 T-1(2,366kg), T-2(2,581kg), T-3(1,643kg), T-4(3,546kg), T-5(2,304kg)이었다. 주당 총자구중을 계통별로 보면 대조구에서는 부안2(1,150g), 영주1(1110g), 완주3(1020g), 대천2(997g), 청주1(990g), 완주1(980g) 및 이리1(960g) 등이 높았으며 T-1에서는 부안2(789g), 영주1(686g), 보성2(684g), 순천1(616g), 이리1(610g), 해남1(601g) 및 진천1(600g) 등이 높았고 T-2에서는 대천2(987g), 진천3(817g), 수원1(783g), 부안2(770g) 및 이리1(720g) 등이 높게 나타났다. T-3에서는 이리1(572g), 부안2(456g), T-4에서는 영주1(1,170g), 부안2(1,130g), 대천2(1,063g), 완주1(1,030g), 보성2(983g), 청주1(960g), 이리1(950g) 및 보성1(933g) 등이 높았고 T-5에서는 부안2(743g), 보성2(717g), 영주1(707g), 이리1(597g), 하동1(597g) 및 승주4(577g) 등이 높게 나타났다.

토란의 상품가치를 높게 하는 요인 중의 하나인 토란의 평균자구중은 처리별로 비교해보면 대조구의 20.3g에 비하여 T-4(19.3g), T-1(19.2g), T-5(18g), T-2(17.4g), T-3(15.4g) 순으로 낮게 나타났다(그림 4-5). 계통별로 보면 대조구에서 수원1(29.8g), 진천1(27.5g), 정읍1(26.7g) 및 음성1(26.3g) 등이 높은 평균자구중을 나타냈으며 T-1에서는 진천3(32.5g), 수원1(26.7g), 논산1(25.7g), 구례2(24.8g), 음성1(24.6g), 진천1(24.3g), 완주1(24.3g) 등이 높았고 T-2에서는 진천3(31.8g), 수원1(25.5g), 대천2(25.5g), 천안1(23.8g) 등이 높게 나타났다.

Table 4-7. Comparisons of total cormel weight and number of cormels by LISA treatments of compost application among the taro strains

Code ^a No. of strains	Total cormel weight(g)						Number of cormels					
	Control ^b	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	Control	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
1	833	497	783	343	786	507	28.0	18.6	30.7	15.7	28.5	18.2
2	683	443	584	397	660	436	35.9	24.8	32.5	22.7	33.1	28.2
3	820	498	597	398	687	476	42.0	27.5	34.3	24.1	48.7	33.7
4	583	430	553	333	560	407	31.7	23.1	33.3	20.0	29.0	28.2
5	670	478	477	326	657	459	35.6	25.2	30.0	20.6	32.7	24.7
6	997	540	987	416	1063	487	50.9	30.7	38.7	25.5	69.1	27.1
7	840	493	576	310	703	433	44.2	19.2	37.6	25.6	30.3	28.1
8	724	439	406	298	663	417	46.7	26.7	32.0	24.2	34.7	27.4
9	833	523	620	370	760	450	34.0	27.5	26.1	24.0	38.4	27.1
10	740	423	482	328	660	401	41.6	25.6	35.2	23.3	48.5	28.1
11	787	600	607	403	717	500	28.6	24.7	28.0	21.7	31.7	25.6
12	840	487	527	397	740	498	32.0	19.8	34.4	28.0	27.0	19.8
13	850	477	817	350	833	413	39.2	14.7	25.7	25.6	59.9	25.4
14	990	477	637	313	960	455	42.3	25.4	48.2	23.0	42.9	25.7
15	600	441	433	318	596	434	40.5	29.0	33.3	25.7	38.0	28.7
16	640	475	497	367	633	454	28.7	25.7	23.0	25.3	30.0	26.1
17	610	439	496	376	624	457	34.3	28.7	32.4	30.6	35.5	27.9
18	796	510	477	360	733	470	29.8	25.0	33.3	27.9	49.9	32.6
19	686	491	460	321	644	476	44.8	33.0	26.7	24.0	42.3	34.5
20	960	610	720	572	950	597	47.0	39.6	40.7	37.6	42.8	33.0
21	713	413	583	396	607	533	37.0	19.3	29.8	25.7	37.9	27.4
22	620	473	473	303	603	350	33.7	25.9	27.7	17.0	35.7	18.0
23	1150	789	770	456	1130	743	51.6	38.5	41.4	27.8	56.8	42.5
24	777	573	523	363	890	573	40.0	33.9	34.2	23.4	55.6	32.0
25	767	467	467	299	603	363	32.6	20.7	30.3	18.7	30.9	20.0
26	860	581	516	375	713	522	49.7	35.4	32.1	25.3	41.2	32.4
27	980	403	623	350	1030	449	44.3	16.6	31.0	25.6	63.2	22.2
28	1020	500	547	307	913	487	56.0	24.0	38.0	19.3	44.8	35.8
29	760	487	576	386	603	468	31.4	21.4	40.0	27.4	37.9	25.2
30	796	546	413	360	713	577	36.5	30.0	22.7	22.5	38.4	33.0
31	793	410	513	320	787	467	40.1	21.9	32.7	21.3	38.4	23.7
32	720	324	520	296	770	397	33.6	16.6	34.0	21.0	46.1	21.3
33	657	423	430	302	663	483	32.0	21.0	23.2	17.7	32.0	28.3
34	674	446	630	300	654	550	33.7	18.0	34.1	15.0	31.5	27.6
35	813	616	520	381	780	561	41.9	35.8	32.7	28.9	42.6	32.8
36	820	599	510	365	763	575	45.6	36.5	29.8	25.7	47.1	35.7
37	913	454	697	293	933	503	49.1	24.8	43.8	17.7	38.7	28.9
38	950	684	513	297	983	717	50.0	43.0	34.9	20.5	41.3	34.1
39	883	587	520	298	870	597	38.7	29.4	25.2	15.6	38.7	23.0
40	740	410	433	247	797	400	33.9	23.6	27.3	16.7	30.3	19.2
41	813	601	480	310	733	545	41.1	32.8	29.5	19.5	36.7	30.3
42	750	570	540	380	617	540	44.4	27.1	24.3	22.6	38.3	30.0
43	820	575	510	377	733	547	45.1	35.1	30.3	25.0	37.0	32.2
44	760	487	667	387	727	467	39.8	26.5	41.7	25.4	31.7	19.7
45	720	478	478	339	660	442	34.8	27.8	30.4	23.2	33.3	25.7
46	654	418	435	344	660	399	30.7	21.0	20.9	19.0	29.1	20.6
47	1110	686	583	353	1170	707	63.5	38.3	37.4	23.7	62.9	30.7
48	703	483	507	367	620	467	35.0	25.6	29.5	20.3	38.3	27.8
49	880	453	507	376	897	473	44.0	23.3	28.0	22.5	42.3	25.0
50	795	587	526	380	743	546	36.3	33.7	30.8	23.9	37.5	29.8
51	753	563	543	420	740	558	34.9	28.9	32.9	27.8	33.0	28.9
52	753	486	463	343	751	470	41.1	24.7	30.1	24.0	35.4	22.8
53	853	526	563	307	843	517	41.2	32.3	34.8	20.7	41.5	31.9
54	247	167	180	110	190	120	15.0	15.0	15.9	9.5	10.7	11.2
Mean	787	501	546	348	750	488	39.2	26.7	31.8	22.9	39.4	27.4

a : See Table 3-1. b : See Table 4-3.

Table 4-8. Comparisons of mean weight of cornel and maximum weight of cornel by LISA treatments of compost application among the taro strains

Code ^a No. of strains	Mean weight of cornel(g)						Maximum weight of cornel(g)					
	Control ^b	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	Control	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
1	29.8	26.7	25.5	21.9	27.6	27.9	56.0	48.8	41.5	34.9	52.0	45.5
2	19.0	17.9	18.0	17.5	20.0	15.5	36.0	34.0	31.5	30.0	34.5	27.8
3	19.5	18.1	17.4	16.5	14.1	14.1	45.0	42.0	49.2	31.0	44.9	36.3
4	18.4	18.6	16.6	16.7	19.3	14.4	34.8	39.6	29.5	36.6	33.4	32.8
5	18.8	19.0	15.9	15.8	20.1	18.6	33.4	34.0	33.6	32.0	43.3	36.4
6	19.6	17.6	25.5	16.3	15.4	18.0	37.9	32.1	32.2	23.2	39.2	33.8
7	19.0	25.7	15.3	12.1	23.2	15.4	47.2	40.3	35.5	24.3	45.7	29.4
8	15.5	16.4	12.7	12.3	19.1	15.2	33.3	31.6	20.5	22.0	32.2	29.7
9	24.5	19.0	23.8	15.4	19.8	16.6	55.4	46.9	38.4	31.1	36.0	30.2
10	17.8	16.5	13.7	14.1	13.6	14.3	38.0	32.0	25.6	25.0	29.8	29.7
11	27.5	24.3	21.7	18.6	22.6	19.5	48.7	46.9	46.3	30.2	38.6	40.0
12	26.3	24.6	15.3	14.2	27.4	25.1	44.2	42.0	27.7	32.0	46.0	41.4
13	21.7	32.5	31.8	13.7	13.9	16.3	41.3	53.2	40.6	26.9	36.8	27.2
14	23.4	18.8	13.2	13.6	22.4	17.7	52.8	40.3	40.8	28.4	50.3	38.0
15	14.8	15.2	13.0	12.4	15.7	15.1	39.1	32.0	30.1	28.2	37.0	29.5
16	22.3	18.5	21.6	14.5	21.1	17.4	34.2	28.4	28.5	27.1	29.5	30.2
17	17.8	15.3	15.3	12.3	17.6	16.4	44.7	42.0	34.4	33.0	42.0	36.4
18	26.7	20.4	14.3	12.9	14.7	14.4	33.2	36.4	38.1	32.0	36.4	27.5
19	15.3	14.9	17.2	13.4	15.2	13.8	39.8	37.6	37.2	33.0	40.2	37.4
20	20.4	15.4	17.7	15.2	22.2	18.1	43.3	37.0	47.4	38.4	54.1	41.4
21	19.3	21.4	19.6	15.4	16.0	19.5	41.2	38.3	48.2	26.2	36.5	32.6
22	18.4	18.3	17.1	17.8	16.9	19.4	45.3	46.9	39.6	27.5	52.6	35.4
23	22.3	20.5	18.6	16.4	19.9	17.5	49.0	43.0	48.9	35.0	53.9	46.0
24	19.4	16.9	15.3	15.5	16.0	17.9	42.8	34.8	41.6	27.8	44.9	33.3
25	23.5	22.6	15.4	16.0	19.5	18.2	43.0	48.3	27.2	28.3	33.3	29.1
26	17.3	16.4	16.1	14.8	17.3	16.1	41.3	39.0	29.3	28.1	40.0	38.2
27	22.1	24.3	20.1	13.7	16.3	20.2	44.2	33.4	41.6	26.9	50.0	36.7
28	18.2	20.8	14.4	15.9	20.4	13.6	44.9	55.8	33.4	34.8	48.5	34.5
29	24.2	22.8	14.4	14.1	15.9	18.6	34.7	36.0	31.7	29.4	32.4	32.0
30	21.8	18.2	18.2	16.0	18.6	17.5	39.2	39.1	30.9	31.1	37.3	36.0
31	19.8	18.7	15.7	15.0	20.5	19.7	56.5	32.5	44.0	26.5	51.5	30.2
32	21.4	19.5	15.3	14.1	16.7	18.6	36.6	34.7	42.9	24.5	33.2	34.1
33	20.5	20.2	18.5	17.1	20.7	17.1	40.3	38.4	40.1	29.1	48.6	35.4
34	20.0	24.8	18.5	20.0	20.8	19.9	50.0	42.0	58.3	40.4	48.3	43.7
35	19.4	17.2	15.9	13.2	18.3	17.1	38.0	32.0	32.7	30.4	35.0	31.2
36	18.0	16.4	17.1	14.2	16.2	16.1	44.3	37.1	27.2	29.4	44.3	37.5
37	18.6	18.3	15.9	16.6	24.1	17.4	48.0	43.6	35.3	27.8	43.1	40.4
38	19.0	15.9	14.7	14.5	23.8	21.0	42.2	36.8	28.5	26.1	40.3	35.7
39	22.8	20.0	20.6	19.1	22.5	25.9	57.1	56.6	46.3	36.9	49.9	51.0
40	21.8	17.4	15.9	14.8	26.3	20.8	43.3	39.2	36.7	37.0	43.2	40.8
41	19.8	18.3	16.3	15.9	20.0	18.0	42.4	37.0	39.6	33.6	40.0	35.9
42	16.9	21.0	22.2	16.8	16.1	18.0	43.2	39.7	42.1	26.5	41.1	41.1
43	18.2	16.4	16.8	15.1	19.8	17.0	40.0	40.2	36.7	29.8	43.6	42.0
44	19.1	18.4	16.0	15.2	22.9	23.7	43.7	38.5	34.5	27.5	36.5	29.5
45	20.7	17.2	15.7	14.6	19.8	17.2	41.2	30.4	26.5	26.2	40.8	35.4
46	21.3	19.9	20.8	18.1	22.7	19.4	49.9	43.7	49.6	42.5	48.9	47.4
47	17.5	17.9	15.6	14.9	8.6	23.0	40.5	39.6	28.9	23.7	37.5	45.9
48	20.1	18.9	17.2	18.1	16.2	16.8	53.7	35.5	35.4	35.1	37.6	33.3
49	20.0	19.5	18.1	16.7	21.2	18.9	43.2	43.8	34.3	23.7	42.0	38.8
50	21.9	18.4	17.1	15.9	19.8	18.3	49.3	42.8	35.6	34.2	50.7	44.6
51	21.6	19.5	16.5	15.1	22.4	19.3	42.6	37.6	34.5	30.4	46.8	41.4
52	18.3	19.7	15.4	14.3	21.2	20.6	38.4	45.2	36.3	31.4	48.2	41.6
53	20.7	16.3	16.2	14.8	20.3	16.2	40.1	29.9	29.7	22.3	43.4	34.5
54	16.4	11.1	11.3	11.6	17.8	10.7	53.2	34.9	32.8	23.8	34.4	28.6
Mean	20.3	19.2	17.4	15.4	19.3	18.0	43.4	39.3	36.5	29.9	41.9	36.2

a : See Table 3-1. b : See Table 4-3.

Table 4-9. Comparison of corm weight by LISA treatments of compost application among the taro strains

Code ^a		Corm weight(g)					Code ^a		Corm weight(g)				
No. of strains	Con ^b	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	No. of strains	Con ^b	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
1	223	163	220	120	226	171	28	283	207	247	156	297	224
2	190	140	185	145	210	140	29	280	210	180	145	273	222
3	145	120	110	105	140	123	30	253	147	177	126	300	176
4	230	167	217	150	237	153	31	297	131	186	110	319	133
5	355	187	153	130	340	195	32	300	155	243	120	317	167
6	297	137	233	113	350	140	33	267	170	220	133	315	197
7	397	170	307	110	357	127	34	283	194	280	150	243	257
8	220	180	152	120	183	167	35	240	160	133	131	230	195
9	363	220	265	147	193	183	36	271	189	167	152	287	211
10	181	140	120	108	130	125	37	249	157	220	110	303	170
11	180	193	170	130	203	176	38	250	227	200	118	287	258
12	146	123	105	98	139	121	39	310	173	320	133	340	280
13	249	173	227	100	268	108	40	340	237	204	194	417	237
14	407	247	337	186	395	230	41	242	189	163	154	250	210
15	300	189	153	115	302	178	42	272	193	240	137	283	201
16	269	230	160	136	255	225	43	286	220	197	168	280	215
17	220	181	172	143	208	174	44	240	155	237	151	242	167
18	227	180	203	120	247	126	45	205	160	147	149	233	196
19	197	172	193	153	202	181	46	287	192	160	154	283	211
20	148	131	140	115	145	124	47	273	210	200	171	300	233
21	307	303	240	150	247	200	48	330	160	203	150	270	206
22	243	211	333	137	210	173	49	263	141	197	123	274	180
23	151	130	120	103	157	135	50	299	210	143	138	300	228
24	250	190	250	155	260	173	51	247	173	240	135	239	164
25	303	197	253	127	230	127	52	190	143	147	136	207	158
26	245	170	153	138	276	220	53	230	144	183	121	224	142
27	345	170	337	100	432	157	54	458	280	360	218	480	293
Mean	264	180	206	136	266	183							

a : See Table 3-1. b : See Table 4-3.

T-3에서는 수원1(21.9g), 구례2(20g), T-4에서는 수원1(27.6g), 음성1(27.4g), 승주2(26.3g) 및 보성1(24.3g) 등이 높았고 T-5에서는 수원1(27.9g), 하동1(25.9g), 음성1(25.1g) 등이 높게 나타났다.

아열대 지방에서 주식으로까지 이용되나 국내에서는 식용이나 종구로서도 거의 이용되지 않는 모구의 수량은 먼저 처리별 평균을 비교해보면 대조구가 264g인데 비하여 T-4가 266g으로 거의 같았고 나머지 처리에 있어서는 T-2(206g), T-5 (183g), T-1(180g), T-3(136g) 순으로 대조구보다 낮게 나타났다. 처리별로 모구중이 높은 계통을 살펴보면 대조구에서 대만1(458g), 청주1(407g), 논산1(397g), 천안1(363g), 보성3(355g) 및 완주1(345g) 등이었으며

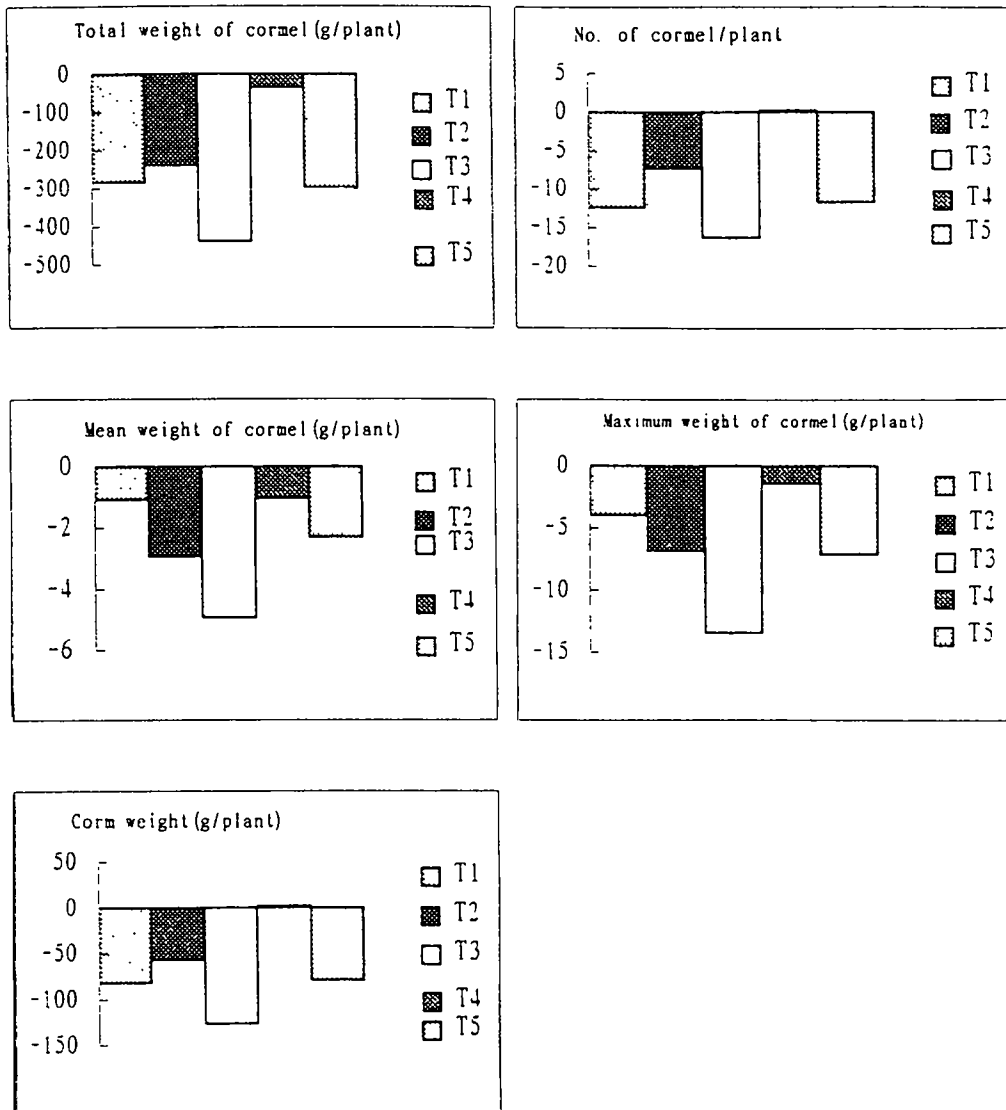


Fig. 4-5. Comparisons of tuber characters by the LISA treatments of compost application in taro strains. Zero line means control degree.

T-1에서 익산2(303g), 대만1(280g), 청주1(247g) 등이었고 익산2는 모구종인 대만1보다 높았다. T-2에서는 대만1(360g), 청주1(337g), 완주1(337g) 및 부안1(333g), T-3에서는 대만1(218g), 승주2(194g) 및 청주1, T-4에서는 대만1(480g), 완주1(432g), 승주2(417g), 청주1(395g), 논산1(357g) 및 대천2(350g) 등이 높았고 T-5에서는 대만1(293g), 하동1(280g) 및 보성2(258g) 등의 모구종이 높았다.

각 조사형질별 전체적으로 T-4가 양호하였는데 평균자구중에 있어서는 T-1이 T-4와 거의 비슷한 수준을 보였다. 총자구중에 있어 모든 처리에서 우수한 계통은 이리1과 부안2이었고 영주1, 보성2 및 대천2 등도 비교적 우량한 계통으로 나타났다. 평균자구중에 있어 공시계통중 가장 우수한 계통은 수원1로 모든 처리에서 고르게 큰 자구를 형성하였고 진천1과 음성1도 여러 처리에서 높은 수준을 보여 주었다. 모구중은 정상적인 자구생성이 거의 되지 않는 전형적인 모구종인 대만1이 모든 처리에서 가장 높았고 국내 계통중에서는 청주1이 대부분의 처리에서 양호하여 모구종인 대만1에 가장 근접하였고 논산1과 완주1도 모구의 수량이 높았다. 청주1과 완주1 등은 자구의 수량도 높을 뿐만 아니라 모구의 수량도 우수하여 유전자원의 육성재료로서나 농가보급의 차원에서도 유용하리라 생각된다.

나) 처리별 계통간의 분포양상

괴경의 조사형질을 처리별로 공시계통의 분포를 살펴보면 그림 4-6에서와 같이 총자구중은 대조구에서 800-900g에 속하는 계통이 가장 많았으며 처리중 T-4만이 동일계급내에 가장 많은 계통이 분포되어 대조구와 가장 유사하였다. 총자구수는 총자구중의 분포도와 유사한 결과로 대조구에서 42-46개의 범위에 다수의 계통이 분포되어 있는데 처리중에서는 T-4가 동일계급내에 다수의 계통이 분포되어 대조구와 매우 유사하였으며 다음으로 T-2가 30-42개의 범위에 다수 계통이 분포하였다. 평균자구중은 대조구에서 20-22g의 계급내에 가장 많은 계통이 분포하며 대부분이 20-24g의 범위 안에 포함되어 있었는데 T-4가

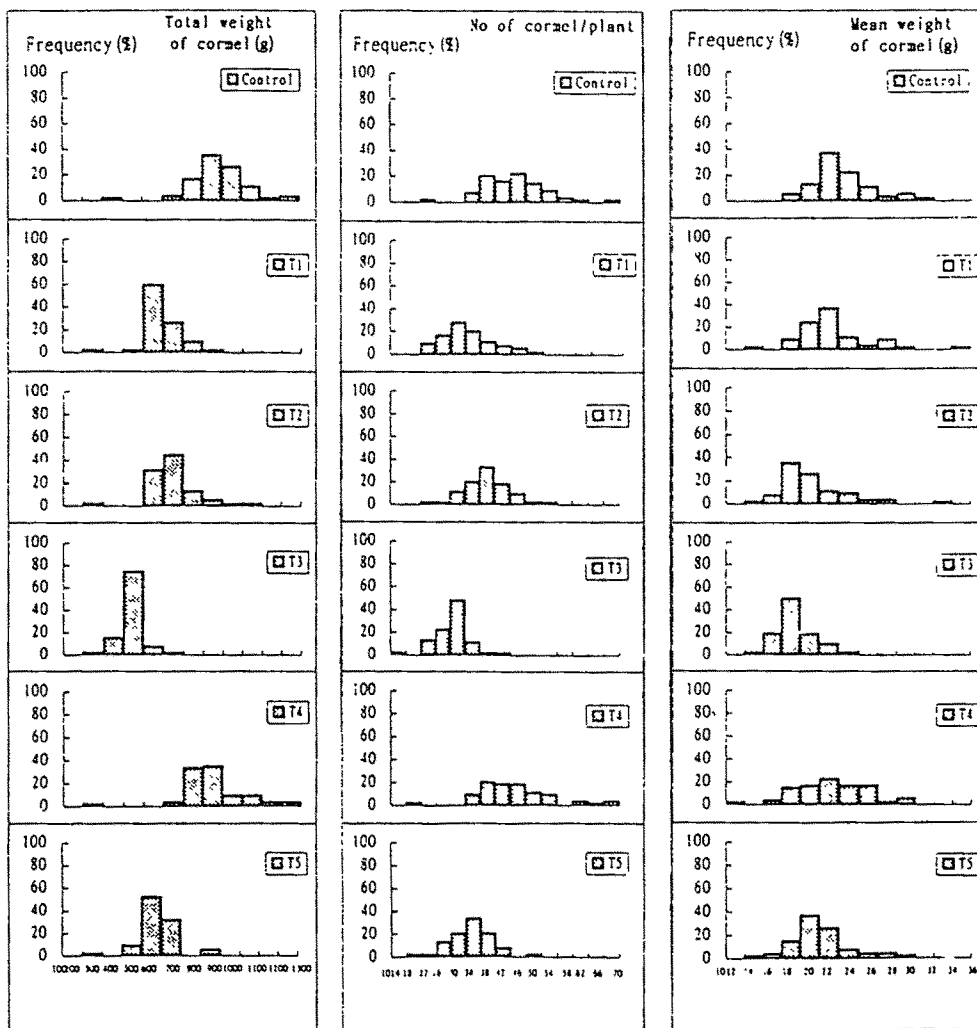


Fig. 4-6. Distribution of taro strains for tuber characters by the LISA treatments

대조구와 가장 유사하였고 T-1 역시 대조구와 유사한 분포도를 보였다. 최대자구중은 대조구와 T-4가 44-48g의 범위에 다수의 계통이 분포되어 있으며 T-1이 40-48g 범위에 다수의 계통이 분포되어 대조구와 다소 유사한 양상이었다(그림 4-7). 모구중은 대조구에 있어서 260-340g사이의 범위에 다수의 계통이 분포하였는데 처리중에서 T-4가 동일한 계급내에 다수의 계통이 분포되어 가장 유사한 분포도이었으며 다음으로는 T-2와 T-5가 대조구에 다소 근접하는 분포도를 형성하였다(그림 4-7).

수확한 괴경의 5가지 조사형질 모두에서 처리중 T-4가 대조구와 가장 유사한 분포도를 보임으로서 지상부 생육과 마찬가지로 저투입지속농업에 있어서 매우 유망한 처리인 것으로 생각된다.

3) 월별 지하부 생육 변화

공시계통중 수원1을 대상으로 7월부터 10월까지 4개월간 매월 20일에 지하부의 생육을 지상부와 비교 검토한 결과는 표 4-10과 같다. 대조구에서 총자구중은 8, 9월에 뚜렷하게 높아졌고 T-2, T-4는 8월까지 대조구에 비하여 별차이가 없으나 9월과 10월에 약간 부진하였다. 자구수는 7월부터 10월까지 대조구와 처리구간에 그다지 큰 차이가 없었으며 8월에 분구가 가장 많이 되었으며 수확시에 T-2가 대조구보다 약간 많은 자구수를 나타냈다. 평균자구중은 9월에 이르러서 비대가 가장 왕성한 것으로 판단되었으며 전생육기간동안 대조구, T-4, T-2 순으로 나타났다. 모구중은 처리간 큰 차이가 없었고 시기별로는 8월에 비대가 왕성하게 이루어졌다. 지하부 괴경의 생육과 비교하기 위하여 조사한 엽중과 엽병중은 7월에는 처리간에 차이가 거의 없었으나 8월에 이르러서 급격한 성장과 더불어 대조구, T-4, T-2 순으로 처리구간에 차이도 심해졌다. 지하부 괴경과는 달리 9월과 10월 사이에 시간이 경과할수록 엽중과 엽병중 모두 감소하는데 이는 기온의 저하에 의한 지상부 생육이 저해받는 것으로 생각된다. 엽의 건물중은 생체중의 14-17%이었고 엽병은 5-7% 수준으로 나타나 엽병의 수분함량이 매우 높은 것으로 나타났다.

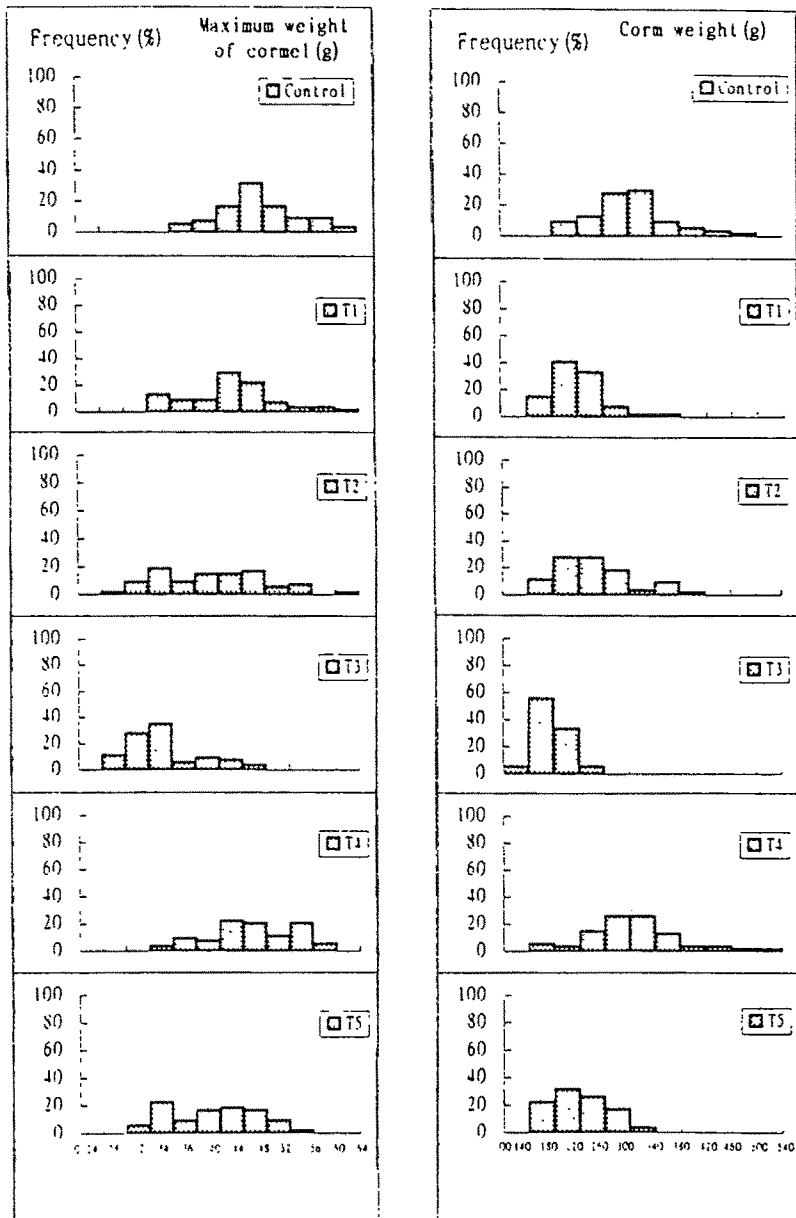


Fig 4- / Distribution of taro strains for tuber characters by the LISA treatments(maximum weight of cormel and corm weight).

Table 4-10. Seasonal variations of tuber characters compared with aerial part on Suwon #1.

Month	Treatment	Total weight of cornel(g)	No. of cornel	Mean weight of cornel(g)	Corn weight(g)	Leaf weight(g)		Petiole weight(g)	
						Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight
Jul.	Control	200	16	12.5	108	130	350	18.2	24.7
	T-2	140	17	8.2	105	110	320	18.1	22.4
	T-4	210	19	11.1	110	120	335	18.2	23.4
Aug.	Control	495	25	19.8	195	210	720	32.7	46.8
	T-2	450	27	16.7	140	135	410	19.1	27.0
	T-4	480	25	19.2	175	185	670	28.1	41.9
Sep.	Control	780	27	28.9	205	135	570	19.4	33.8
	T-2	630	28	22.5	180	130	470	18.9	25.7
	T-4	710	30	23.7	201	135	510	19.1	30.2
Oct.	Control	833	28	29.8	223	110	410	18.8	28.3
	T-2	783	31	25.5	220	95	365	17.1	26.9
	T-4	786	29	27.6	226	107	405	18.3	27.2

* : See Table 4-3.

4) LISA에 적합한 유전자원 선발

국내외 54계통을 대상으로 퇴비시용구에서 몇가지 처리별로 결과를 종합해보면 대조구에 비하여 대부분의 처리(T-1, T-2, T-3, T-5)가 저조하였으나 T-4 처리는 대조구와 거의 같은 수준이거나 오히려 대조구보다 양호한 결과를 보여주는 계통들도 있어서 본 연구에서 실시한 처리중에서는 가장 양호하였기에 향후 이 처리에 대한 중점적인 시험연구가 계속 진행되어 LISA와 유기농업에 관한 효율성을 극대화 시켜야 할 것으로 생각되며 이는 미국의 알칸사스주에서 계분을 이용한 수량증대와 부합되는 결과이다(한국농업과학협회 1995). 한편 모든 처리구에서 비닐멀칭처리의 효과가 현저하였는데 이는 여러 보고들(小田原 等 1965, 秋谷 1967, 大鹿과 亞出 1971, 富山 1972, 石川과 千 1972, 한과 박, 1975)과 일치하였다.

퇴비시용구에서 우수한 계통을 종합해보면 엽병장이 우수한 계통으로는 대만

1, 구례2 및 하동1, 엽병경은 대만1, 구례2, 완주1 및 승주4 등으로 지상부가 가장 우수한 계통으로 대만1과 구례2 등이었다. 지하부 괴경에 있어서 모구의 생육이 가장 우수한 계통으로 대만1, 청주1 및 완주1 등이었고 자구의 총자구중이 높은 계통은 부안2, 이리1, 영주1, 대천2, 완주1 및 보성2, 평균자구중이 높은 계통으로는 수원1, 음성1 및 진천1 등이었으며 모든 처리에서 자구의 생육이 가장 우수한 계통으로 부안2와 이리1, 영주1, 보성2, 대천2 등이 선발되었다. 특히 모구와 자구의 수량이 모두 우수하여 유망한 유전자원으로 판단되는 계통은 청주1과 완주1 등이었다.

2. 堆肥無施用에 따른 주요 형질 변이

LISA에 적합한 유전자원 선발을 위하여 퇴비무시용의 영향을 검토하기 위하여 퇴비를 시용한 것을 대조구(화학비료시용, 멀칭)로하여 역시 퇴비를 시용한 T-3(무시비, 비멀칭), 퇴비무시용의 T-6(화학비료시용, 멀칭) 및 T-7(무시비, 비멀칭)의 처리구로 29계통을 대상으로 screening하였다.

1) 지상부 생육형질

가) 처리별 계통간의 차이

지상부 생육후기인 9월의 생육조사 결과는 표 4-11, 4-12과 같으며 각 처리구에서 조사형질별로 우수한 계통들은 다음과 같다. 엽병속수는 대조구의 1.4개와 T-3의 1.3개에 비하여 T-6의 8.2개, T-7의 9개로 대조구보다 월등히 높았는데 이것은 배토작업과 슈아주기를 실시하지 않아 엽병속이 많이 발생하였기 때문이다(그림 4-8). 공시계통별로 살펴보면 T-6에서는 수원1(15.2)과 진천3(14), T-7에서는 승주2(14.8)와 부안1(13) 등이 엽병속 발생이 많았다. 총엽수의 처리별 평균은 대조구와 T-3이 4.7-4.9매인데 비하여 T-6이 27.8매, T-7

이 24.4매로서 대조구보다 월등이 높았는데 이것은 엽병속의 다량출현에 의한 엽수의 증가로서 당연한 결과로 생각된다. 계통별로 살펴보면 T-6에서는 익산 2(42.4)와 순천1(41.0), T-7에서는 승주2(43.8)와 이천1(37.8) 등이 총엽수가 많은 계통이었다. 엽면적 관련형질인 엽장은 대조구의 42.7cm에 비하여 T-6이 38.6cm, T-7 33.3cm로 낮았으나 퇴비시용구에서 T-7의 실질적인 대조구인 T-3

Table 4-11. Comparison of number of petiole bundles, total number of leaves and leaf length among the taro strains by LISA treatments of non compost application

Code ^a No. of strains	Number of petiole bundles				Total number of leaves				Leaf length(cm)			
	Control ^b	T-3	T-6	T-7	Control	T-3	T-6	T-7	Control	T-3	T-6	T-7
1	2.0	1.0	15.2	6.4	4.0	4.0	38.6	20.0	42.0	36.5	46.2	43.0
2	1.0	1.2	8.8	10.0	5.0	5.2	37.4	37.8	34.5	22.5	32.0	30.8
3	1.4	1.0	6.0	8.2	4.5	4.0	26.8	23.2	38.3	32.5	40.7	37.0
4	2.0	1.0	8.6	10.2	4.0	4.0	30.8	25.8	48.0	34.5	38.8	31.6
5	1.2	2.8	6.6	7.2	4.8	7.5	24.0	17.4	48.5	35.0	36.9	29.0
6	1.5	1.2	7.2	8.4	5.0	4.6	32.2	29.8	30.0	22.5	33.4	27.0
7	1.2	1.5	14.0	10.6	4.0	4.0	28.8	27.0	52.0	36.0	40.2	38.6
8	1.6	1.0	5.2	7.2	4.0	4.5	21.8	22.0	48.8	36.5	40.2	32.6
9	1.1	1.2	6.2	10.4	7.0	5.2	23.2	24.6	36.3	28.5	39.0	34.0
10	1.4	1.2	3.0	5.0	5.6	5.0	12.6	14.4	37.5	28.5	32.2	27.6
11	1.2	1.2	11.8	10.2	5.0	4.6	42.4	22.6	50.8	32.5	42.4	32.2
12	1.6	1.6	9.8	13.0	6.2	5.2	32.2	29.4	47.0	38.0	41.6	39.0
13	1.3	1.2	5.4	7.0	5.8	5.0	23.2	18.2	36.5	22.0	32.1	32.2
14	1.2	1.4	5.4	9.2	4.8	4.2	22.0	22.6	42.5	33.8	35.6	30.6
15	1.2	1.6	11.4	9.4	4.8	4.8	28.8	24.6	47.8	36.0	42.7	33.6
16	1.2	1.2	5.0	6.2	4.6	4.4	15.8	15.2	52.8	36.0	41.9	32.8
17	2.0	1.2	7.2	10.2	6.8	5.0	24.2	22.2	45.5	32.5	37.9	34.8
18	1.4	1.2	6.2	7.6	5.4	4.0	20.2	22.6	43.0	33.0	38.0	35.3
19	1.2	1.6	9.8	10.0	4.4	5.4	37.0	28.6	46.3	33.0	41.4	32.8
20	1.2	1.2	7.6	6.8	4.4	4.0	27.8	21.0	44.5	34.0	41.7	33.4
21	1.0	1.2	12.0	11.6	4.4	5.0	41.0	35.6	34.5	28.5	46.0	34.2
22	1.2	1.0	10.0	10.4	5.0	4.2	33.0	31.8	41.5	28.0	42.2	37.0
23	1.2	1.0	6.0	11.4	4.0	4.2	23.4	25.6	45.5	31.0	36.6	33.6
24	1.2	1.4	13.8	8.0	4.0	5.2	35.8	24.4	38.0	42.0	41.0	31.4
25	1.6	1.0	6.2	14.8	5.2	3.8	18.6	43.8	40.0	34.5	35.6	35.0
26	1.4	1.2	9.4	7.0	5.2	4.2	39.6	20.0	42.3	33.5	40.1	32.2
27	1.0	1.2	5.6	7.2	4.2	5.0	19.8	21.2	38.5	35.5	33.6	32.2
28	1.6	1.6	6.8	9.6	5.4	6.2	20.8	19.4	43.0	33.0	35.2	35.0
29	1.2	1.0	8.4	7.4	4.6	3.4	25.4	16.8	43.3	33.0	35.0	28.4
Mean	1.4	1.3	8.2	9.0	4.9	4.7	27.8	24.4	42.7	32.7	38.6	33.3

a : See Table 4-1, b : See Table 4-3.

Table 4-12. Comparison of leaf width, petiole length and petiole diameter among the taro strains by LISA treatments of non compost application

Code ^a No. of strains	Leaf width(cm)				Petiole length(cm)				Petiole diameter(cm)			
	Control ^b	T-3	T-6	T-7	Control	T-3	T-6	T-7	Control	T-3	T-6	T-7
1	37.0	29.8	38.6	35.4	90.3	67.0	85.4	75.2	5.56	4.04	6.52	6.15
2	30.5	20.5	26.4	25.8	80.5	57.0	70.6	65.4	4.75	3.07	5.07	5.60
3	34.0	27.5	34.3	31.2	91.5	69.0	74.4	61.0	5.56	3.97	6.20	4.61
4	43.8	30.3	35.1	27.0	102.5	62.3	75.8	50.8	6.19	4.45	5.38	4.57
5	44.3	31.3	31.1	24.8	98.5	70.5	70.3	44.0	6.20	4.50	5.57	4.28
6	25.0	20.5	27.0	21.6	72.3	49.5	76.6	63.2	3.81	3.08	4.67	4.67
7	47.0	29.3	28.6	34.0	104.8	74.0	82.0	65.8	5.65	4.09	6.31	5.42
8	43.8	32.3	33.8	27.6	106.0	75.5	74.6	54.6	5.99	5.23	5.93	4.39
9	31.3	25.5	33.7	28.6	78.3	60.5	78.4	53.4	4.86	4.03	4.78	4.57
10	32.5	24.0	29.5	24.4	82.5	68.5	74.5	53.0	5.58	4.80	5.34	4.99
11	46.0	32.8	37.8	28.2	100.0	81.0	73.9	53.2	6.42	5.51	5.79	4.51
12	40.0	33.0	35.2	34.0	103.8	77.0	80.8	62.6	5.90	4.96	6.20	6.03
13	31.0	21.0	28.2	29.6	99.5	58.0	83.7	67.8	6.24	3.98	5.53	5.33
14	39.0	29.0	31.5	28.0	102.3	80.5	71.5	48.6	6.31	4.89	4.98	4.22
15	40.5	31.0	36.9	29.4	99.3	78.0	80.8	54.2	5.91	4.94	5.84	5.40
16	48.5	30.5	35.5	29.2	108.5	76.5	80.7	67.2	7.55	4.60	6.45	5.58
17	40.3	27.8	33.5	29.8	102.8	70.0	72.2	57.2	6.09	4.34	6.04	5.18
18	38.8	26.3	33.2	30.9	90.3	77.5	71.6	47.8	5.78	3.99	5.27	4.13
19	39.8	29.3	38.3	28.6	100.0	72.5	80.7	51.2	6.34	4.22	6.13	5.02
20	40.0	28.8	37.4	27.6	101.5	68.0	86.1	75.0	6.02	4.01	5.85	5.75
21	30.0	24.0	38.5	32.0	83.5	67.0	69.0	47.0	4.88	2.90	7.46	5.30
22	35.5	24.0	36.8	32.0	95.0	52.0	70.4	59.8	5.45	4.70	5.98	4.99
23	40.5	25.5	31.2	31.8	100.3	65.3	71.0	45.1	5.59	4.74	5.61	4.67
24	35.5	35.0	33.4	25.4	88.0	89.0	74.9	53.0	5.64	5.64	5.99	4.45
25	35.5	28.5	29.8	32.6	95.8	72.0	63.8	60.8	5.43	4.83	4.84	5.31
26	38.3	27.8	36.9	27.6	96.0	68.5	81.7	49.0	5.89	4.45	5.88	5.05
27	35.0	30.0	30.8	28.0	92.5	79.0	65.0	51.6	4.89	3.79	5.62	4.47
28	36.5	24.8	32.5	29.9	89.5	71.8	74.4	51.0	5.23	4.02	5.36	4.63
29	39.8	28.0	30.8	24.7	91.0	69.0	76.2	38.6	5.82	4.47	5.85	3.63
Mean	37.9	27.8	33.3	29.0	94.7	69.9	75.6	56.1	5.71	4.35	5.74	4.93

a : See Table 4-1, b : See Table 4-3.

의 32.7cm와 T-7의 결과는 거의 비슷한 수준을 보였다. T-6에서는 수원 1(46.2cm)과 순천1(46cm), T-7에서는 수원1(43cm)과 부안1(39.2cm) 등이 높게 나타났다. 엽병장은 대조구의 94.7cm에 비하여 T-6이 75.6cm, T-7이 56.1cm로 상당히 낮게 나타났으며 T-7은 T-3의 69.9cm에 비해서도 낮은 수준을 보였다.

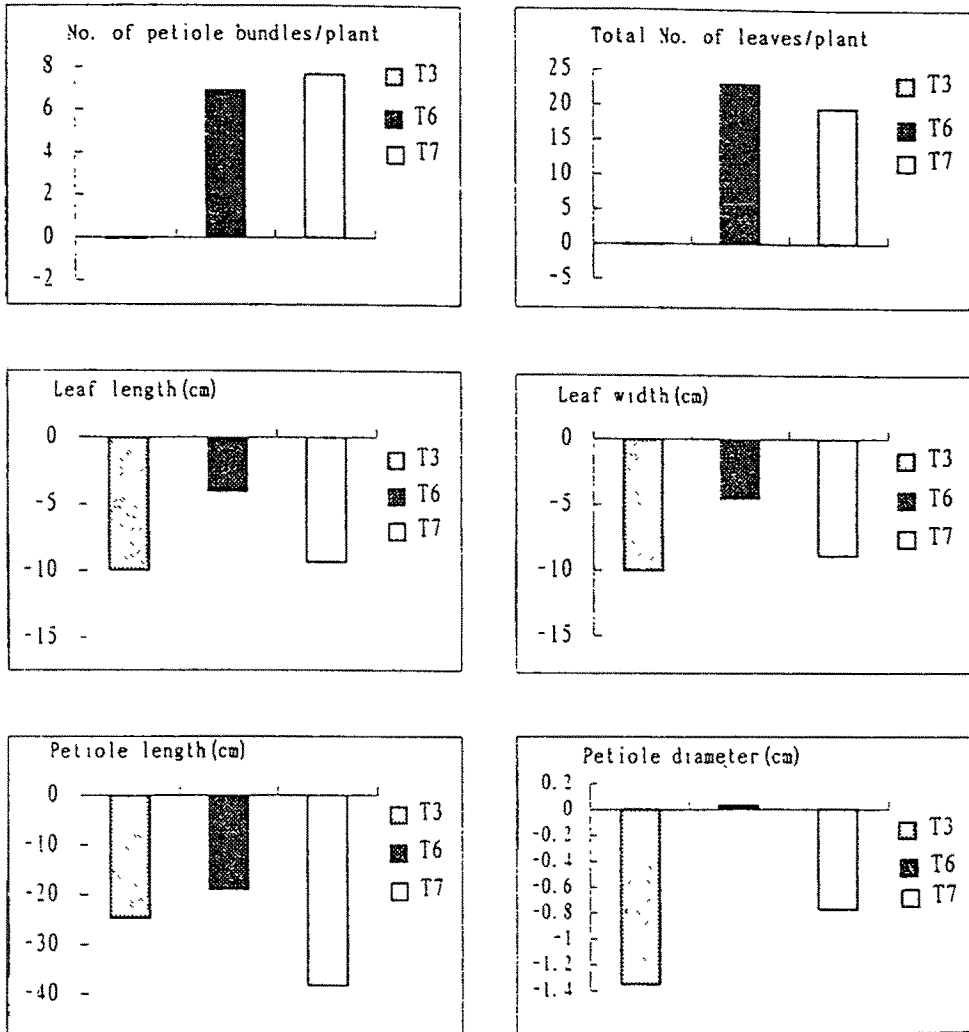


Fig. 4-8. Comparisons of aerial part characters by LISA treatments of non compost application in taro strains. Zero line means control degree.

공시계통별로 살펴보면 T-6에서는 구례1(86.1cm)과 수원1(85.4cm) 등이 높게 나타났고 T-7에서는 수원1(75.2cm)과 구례1(75cm) 등이 높았다. 엽병경은 대조구의 5.7cm에 비하여 T-6이 5.74cm, T-7이 4.93cm로서 엽병장과는 달리 T-6에서는 대조구와 거의 비슷하였고 T-7에서는 낮은 수준을 보였으나 T-3의 4.4cm 보다는 오히려 다소 높은 수준을 보였다. 계통별로 살펴보면 T-6에서는 수원1(6.52cm)과 완주1(6.45cm) 높게 나타났고 T-7에서는 수원1(6.15cm)과 부안1(6.03cm) 등이 높은 수준을 보였다.

퇴비 무시용구에서 여러 형질들을 종합해 보면 대부분의 형질들이 대조구보다 상당히 낮은 수준이었으나 엽병경만은 T-6 처리가 대조구와 거의 유사한 수준이었다. 지상부수량이 양호한 계통을 종합해보면 수원1, 진천3, 부안1, 부안2, 완주1 및 구례1 등이었다.

2) 지하부 수량형질

가) 처리별 계통간의 차이

LISA에 관한 처리중에서 퇴비 무시용구의 지하부(괴경) 수량을 총자구중과 모구중으로 나누어 조사하였던바 그 결과는 다음과 같다(표 4-13). 주당 총자구중은 대조구의 823g에 비하여 T-6이 696g, T-3이 359g, T-7이 339g으로 대조구보다는 상당히 낮지만 T-7과 T-3은 비슷한 수준이었다(그림 4-9). 총자구중으로 10a당 수확량을 산출해보면 대조구의 3,889kg에 비해 T-6 3,289kg, T-7 1,602kg으로 낮은 수준이었으며 T-7에 대비되는 퇴비 시용구의 무시비 비밀칭 처리인 T-3의 10a당 수확량은 1,696kg으로서 T-7과 비슷하였다. 처리별로 수량성이 우수한 계통을 살펴보면 총자구중은 T-6에서는 완주1(990g), 수원1(940g), 부안2(890g) 및 보성2(880g) 등이었으며 T-7에서는 부안2(450g), 완주1(402g), 수원1(384g) 및 대천2(382g) 등이 높은 수준이었다. 모구중은 대조구의 251g에 비하여 T-6은 180g, T-7은 102g으로 현저하게 낮은 수준이었고

Table 4-13. Comparisons of total cormel weight and corm weight by LISA treatments of non compost application among the taro strains

Code ^a No. of strains	Total cormel weight(g)				Corm weight(g)			
	Control ^b	T-3	T-6	T-7	Control	T-3	T-6	T-7
1	833	343	940	384	223	120	200	104
2	820	398	804	380	145	105	104	96
3	583	397	625	321	230	145	158	114
4	997	416	820	382	297	113	205	98
5	833	370	690	348	363	146	215	116
6	840	397	788	330	146	98	110	80
7	850	350	750	318	249	100	195	108
8	796	360	583	350	227	120	133	90
9	686	321	560	330	197	153	133	130
10	960	572	675	353	148	115	112	93
11	713	396	512	293	306	150	225	123
12	620	303	675	295	243	136	180	128
13	1150	456	890	450	151	103	110	87
14	777	363	567	327	250	154	217	127
15	767	299	657	290	303	126	213	90
16	980	350	990	402	345	100	235	97
17	796	360	725	340	253	126	175	94
18	793	320	583	353	297	110	183	96
19	720	296	630	310	300	120	200	82
20	657	302	670	303	267	133	172	82
21	813	381	725	345	240	131	195	95
22	820	365	790	350	271	152	205	97
23	913	293	565	350	249	110	215	87
24	950	297	880	280	250	118	190	108
25	740	246	513	280	340	194	210	110
26	760	386	675	290	240	151	190	119
27	720	339	610	350	205	149	175	97
28	1110	353	680	365	273	171	168	120
29	880	376	625	360	263	123	207	95
Mean	823	359	696	339	251	130	180	102

a: See Table 4-1, b: See Table 4-3.

T-7은 T-3의 130g보다도 역시 낮은 수준이었다. T-6에서는 완주1(235g), 익산 2(225g), 김제1(217g), T-7에서는 정읍2(130g), 부안1(128g), 김제1(127g) 등이 높은 수준이었다.

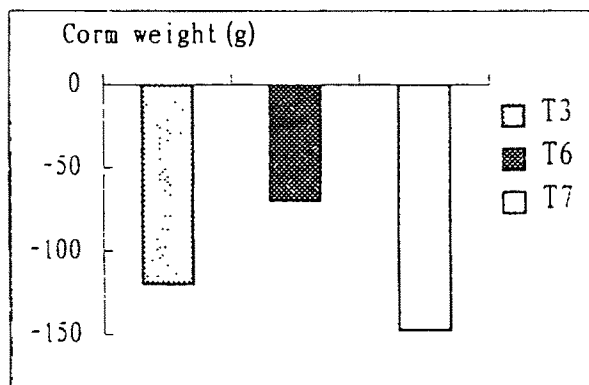
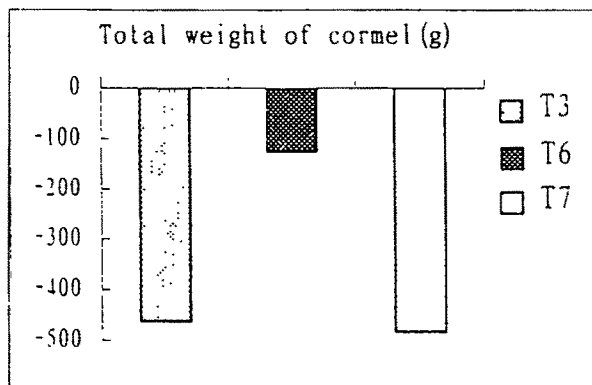


Fig 4-9. Comparisons of tuber characters by LISA treatments of non compost application in the taro strains. Zero line means control degree.

3) LISA에 적합한 유전자원선발

국내 29계통을 퇴비무시용구에 공시하여 검토한 결과를 종합해보면 지상부 생육은 엽병속의 발생이 많으면서도 상당히 낮은 수준을 보였으나 엽병경은 대조구와 거의 동일한 수준이었고 지하부 생육은 자구종과 모구종 모두 대조구에 비해 상당히 낮은 수준을 보였다. 퇴비 무시용구에서 우수한 계통을 종합해보면 지상부 엽병장의 경우는 수원1, 구례1 등이었고 엽병경은 수원1, 완주1 등으로서 지상부가 가장 우수한 계통은 수원1, 부안2, 완주1 및 구례1 등이었다. 지하부 괴경에 있어서 모구의 생육이 우수한 계통으로 완주1, 익산2 및 김제1 등이었으며 자구의 생육이 가장 우수한 계통으로 수원1, 완주1, 부안2 등이었고 특히 완주1은 모구와 자구의 수량성이 동시에 우수한 계통이었다

3. 점적관수의 효과

화학비료와 농약 등의 고투입으로 인한 각종 환경오염의 피해를 경감하고자 이들의 사용을 억제하는 LISA에 점적관수가 적합한지를 검정하고자 본 시험에서는 일반 노지의 대조구(화학비료시용), T-2(무시비)와 함께 화학비료나 농약 등의 사용이 전혀 없이 토양염류집적이 심한 비닐하우스(T-8)와 노지(T-9)에서 점적관수처리하에 국내 18계통을 대상으로 screening 하였다.

1) 지상부 생육형질

가) 처리별 계통간의 차이

점적관수처리에서 지상부 생육후기인 9월의 생육조사 결과는 표 4-14, 4-15과 같다. 엽병속수는 처리별 평균이 대조구의 1.4개에 비하여 T-8이 1.3개, T-9가 1.7개로 대조구와 큰 차이를 보이지 않았으며 점적관수 두 처리의 실질적인 대조구인 T-2의 1.4와도 큰 차이가 없었다(그림 4-10). 계통별로 살펴보

면 T-8에서는 진안1(3개)과 진천1(2.5개) 등이 약간 많았으며 T-9에서는 진천1(2.5개)과 칠곡1(2.5개) 등이 다른 계통들보다 약간 많은 경향이였다. 총엽수는 처리구별 평균이 대조구의 4.9매와 T-2의 5.1매 비하여 T-8이 5.6매, T-9가 5.8매로서 약간 높았으며 계통별로 살펴보면 T-8에서는 진안1(12매)와 부안1(7매) 등이 높은 수준이였고 T-9에서는 칠곡1(7.5매)와 익산2(7.5매) 등의 총엽수가 다른 계통들보다 약간 많았다.

엽장은 처리별 평균이 대조구 45.8cm에 비하여 T-8이 54.5cm, T-9가 46.6cm로 높은 수준이었으며 퇴비시용구에서 실질적인 대조구인 T-2의 39.2cm보다도 훨씬 높은 수준을 보였다. 계통별로 보면 T-8에서는 진안1(65.5cm)과 영주1(62cm) 등이, T-9에서는 칠곡1(57.5cm)과 송주4(51cm) 등이 가장 높게 나타났다. 엽폭은 처리별 평균이 대조구 40.6cm에 비하여 T-8이 46.8cm로서 약간 높으나 T-9는 40.8cm로서 거의 같은 수준이었으며 T-2의 33.5cm보다는 높은 수준을 보여 주었다. 계통별로 보면 T-8에서는 곡성1(56cm)과 진천3(53cm) 등이, T-9에서는 이천2(49cm)와 정읍1(45.8cm) 등의 엽폭이 높은 수준이였다.

엽병장은 처리구별 평균이 대조구의 99cm에 비하여 T-8이 145cm, T-9가 106cm로 매우 높게 나타났으며 T-2의 82.8cm에 비해서는 더욱 높은 수준을 보였다. 계통별로 살펴보면 T-8에서는 진안1(173cm)과 송주4(168cm) 등이, T-9에서는 칠곡1(140cm)과 송주4(123cm) 등이 높은 수준을 보였다. 엽병경은 처리별 평균이 대조구의 6.02cm에 비하여 T-8이 8.84cm, T-9가 6.81cm로서 엽병장과 유사하게 매우 높은 수준이였고 T-2의 5.64cm에 비해서는 더욱 높은 수준을 보였다. 계통별로 살펴보면 T-8에서는 진안1(10.65cm)과 부안1(10.5cm) 등이, T-9에서는 칠곡1(9.11cm), 곡성1(8.58cm) 등이 높은 수준을 보였다.

점적관수 처리에서 지상부 형질들을 종합해 보면 대부분 계통이 대조구보다 매우 높은 수준이었으며 T-2보다는 더욱 높은 수준을 나타내었다. 그중에서도 지상부수량이 가장 양호한 계통은 T-8에서는 진안1, T-9에서는 칠곡1이 모든 형질에서 매우 높은 수준을 보였는데 RAPD 방법에 의한 분류로는 진안1은 수원1과 같은 제10군에 포함되어 있으며 칠곡1은 제6군에 포함되어 있다.

Table 4-14. Comparisons of number of petiole bundles, total number of leaves and leaf length by the LISA treatments of trickle irrigation among the taro strains

Code ^a No. of strains	No. of petiole bundles				Total number of leaves				Leaf length(cm)			
	Control ^b	T-2	T-8	T-9	Control	T-2	T-8	T-9	Control	T-2	T-8	T-9
1	1.6	1.2	1.5	1.5	6.2	4.6	7.0	5.5	47.0	39.0	51.3	50.5
2	1.8	1.2	1.0	1.5	6.6	5.2	5.0	4.5	49.3	40.5	51.3	44.3
3	1.2	1.2	1.0	1.5	4.6	5.6	4.5	6.5	52.8	39.0	50.5	42.0
4	1.6	1.4	1.0	1.5	5.4	4.6	5.0	5.5	43.0	32.8	62.0	43.5
5	1.2	1.0	1.5	1.0	4.0	4.5	7.0	4.0	52.0	45.0	55.5	50.5
6	1.6	1.6	1.0	1.0	4.0	4.5	5.0	4.0	48.8	39.0	51.5	44.5
7	2.0	1.4	1.0	2.0	6.8	5.6	6.0	8.0	45.5	41.0	58.0	51.0
8	2.0	1.5	1.0	1.5	4.0	6.5	4.0	4.5	42.0	37.3	56.0	46.0
9	1.4	1.2	1.5	1.5	5.2	4.4	6.0	5.5	42.3	41.5	51.0	49.5
10	1.2	1.4	3.0	1.5	4.8	5.4	12.0	5.0	47.8	41.8	65.5	42.0
11	1.2	1.4	1.5	2.0	4.4	5.6	6.0	7.0	46.3	41.5	55.0	47.0
12	1.2	1.0	1.0	2.0	4.6	4.2	3.5	6.5	43.3	37.5	54.5	45.3
13	1.6	3.0	2.5	2.5	4.5	4.5	5.5	6.5	45.0	35.0	50.0	40.0
14	1.0	1.2	1.0	2.5	3.6	5.2	5.0	7.5	43.3	38.5	54.5	57.5
15	1.4	1.1	1.0	1.0	4.5	5.0	4.5	4.0	38.3	36.0	51.0	46.8
16	1.2	1.8	1.5	2.0	5.0	6.2	6.0	7.5	50.8	40.0	52.8	47.8
17	1.2	1.4	1.0	2.0	4.8	5.8	4.0	6.5	42.5	42.0	56.6	46.0
18	1.2	1.2	1.0	1.5	4.4	5.2	4.5	5.0	44.5	41.5	53.3	44.0
Mean	1.4	1.4	1.3	1.7	4.9	5.1	5.6	5.8	45.8	39.2	54.5	46.6

a:See Table 4-2 b:See Table 4-3.

Table 4-15. Comparisons of leaf width, petiole length and petiole diameter by the LISA treatments of trickle irrigation among the taro strains

Code ^a No. of strains	Leaf width(cm)				Petiole length(cm)				Petiole diameter(cm)			
	Control ^b	T-2	T-8	T-9	Control	T-2	T-8	T-9	Control	T-2	T-8	T-9
1	40.0	33.0	50.0	41.8	103.8	97.0	161.5	112.5	5.9	6.0	10.5	6.4
2	43.8	34.0	43.5	38.8	107.5	89.0	136.0	93.0	6.5	6.3	10.5	6.8
3	48.5	34.0	42.5	37.0	108.5	87.5	123.5	103.5	7.6	6.7	8.8	6.8
4	36.5	26.5	53.0	38.0	89.5	74.0	159.0	96.0	5.2	4.7	10.5	6.1
5	47.0	40.0	48.5	45.8	104.8	80.0	144.3	107.0	5.7	5.4	7.8	5.8
6	43.8	33.0	43.8	37.8	106.0	86.0	128.0	97.5	6.0	5.7	8.5	6.0
7	40.3	34.0	52.0	43.0	102.8	82.8	168.0	122.5	6.1	6.2	9.5	8.0
8	37.0	30.5	46.5	39.3	90.3	71.0	143.5	108.5	5.6	4.5	7.4	6.2
9	38.3	36.5	42.8	43.5	96.0	86.5	146.0	115.0	5.9	6.0	9.0	7.3
10	40.5	35.3	56.0	38.0	99.3	89.5	172.5	93.5	6.0	5.9	10.7	6.1
11	39.8	37.3	47.5	42.3	100.0	81.5	148.5	102.5	6.3	6.3	8.7	8.6
12	39.8	30.0	47.0	40.5	91.0	78.0	152.0	104.0	5.8	4.7	7.3	6.7
13	38.0	30.5	40.3	34.0	93.3	74.5	130.5	100.1	5.4	4.1	6.7	5.9
14	38.0	33.8	48.5	49.0	95.0	83.5	148.0	139.5	6.2	5.4	9.5	9.1
15	34.0	30.5	40.8	42.0	91.5	70.5	147.5	108.0	5.6	5.6	7.2	6.7
16	46.0	34.3	46.5	42.5	100.0	87.5	117.0	95.0	6.4	6.0	8.8	7.1
17	39.0	36.8	48.0	42.0	102.3	91.5	141.5	106.5	6.3	6.4	7.7	6.5
18	40.0	34.0	46.3	38.8	101.5	80.0	144.0	104.0	6.0	6.1	8.3	6.7
Mean	40.6	33.5	46.8	40.8	99.0	82.8	145.1	106.0	6.0	5.6	8.8	6.8

a:See Table 4-2, b:See Table 4-3.

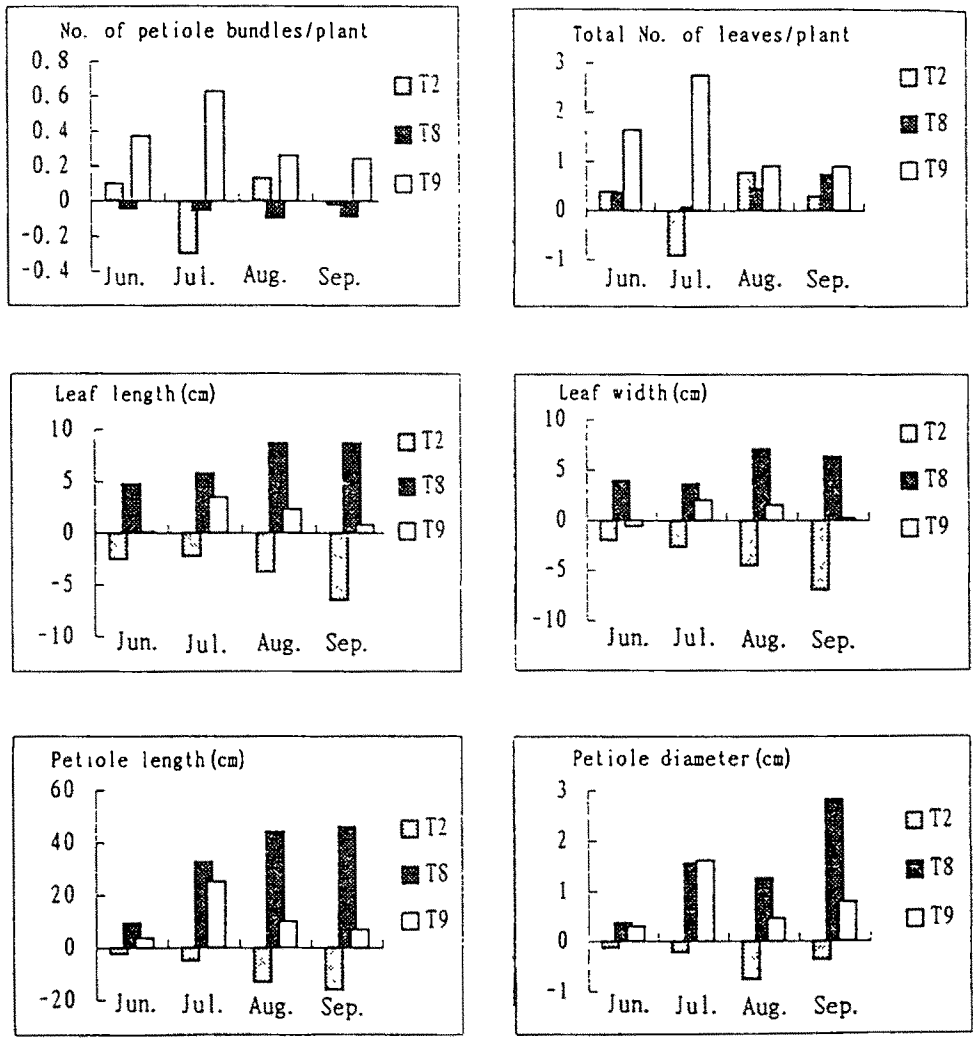


Fig. 4-10 Comparisons of aerial part characters by the LISA treatments of trickle irrigation in the taro strains. Zero line means control degree.

2) 지하부 수량형질

가) 처리별 계통간의 차이

화학비료의 사용없이 점적관수만을 실시한 처리구의 지하부 수량형질의 결과는 표 4-16, 4-17과 같다. 주당 총자구중은 처리별 평균을 보면 대조구의 790g에 비하여 T-8이 984g, T-9가 869g으로 상당히 높고 T-2의 563g보다는 훨씬 더 높은 수준이었다(그림 4-11). 총자구중으로 10a당 수확량을 산출해보면 대조구의 3,733kg에 비해 T-8이 4,649kg, T-9가 4,106kg으로 역시 매우 높은 수준이었으며 T-2의 10a당 수확량인 2,660kg보다도 훨씬 높았다. 처리별로 주당 수량성이 우수한 계통을 살펴보면 T-8에서는 승주4(1,513g)과 진안1(1,467g) 등이었으며 T-9에서는 김제1(1,100g)과 칠곡1(1,090g) 등이 높은 수준이었다.

평균자구중은 처리별 평균이 대조구의 21.3g인데 비하여 T-8은 30.7g, T-9는 25.2g으로서 매우 높은 수준이었으며 T-2의 18.7g보다도 훨씬 높은 수준이었다(그림 4-10). 계통별로는 T-8에서 구례1(40g), 승주4(37.8g) 및 진천1(37.5g), T-9에서는 수원1(34.3g), 부안1(31.4g) 및 구례1(30g) 등이 높은 수준이었다.

모구중은 처리구별 평균을 보면 대조구의 268g에 비하여 T-8은 517g, T-9는 309g으로 역시 높은 수준이었고 T-2의 237g보다도 역시 높은 수준이었다(그림 4-10). T-8내에서는 승주4(817g)과 진안1(803g) 등이 높은 수준이었고 T-9에서는 칠곡1(557g), 승주4(390g) 및 부안1(390g) 등이 높은 수준이었다.

Table 4-16. Comparison of total cormel weight, number of cormels and mean weight of cormel by the LISA treatments of trickle irrigation among the taro strains.

Code ^a No. of strains	Total weight of cormel(g)				Number of cormels				Mean weight of cormel(g)			
	Control ^b	T-2	T-8	T-9	Control	T-2	T-8	T-9	Control	T-2	T-8	T-9
1	620	473	1083	817	33.7	27.7	34.7	26.0	18.4	17.1	31.2	31.4
2	840	576	767	697	44.2	37.6	28.7	36.3	19.0	15.3	26.7	19.2
3	980	623	1067	1000	44.3	31.0	35.6	40.0	22.1	20.1	30.0	25.0
4	1110	583	1300	847	63.5	37.4	49.3	40.7	17.5	15.6	26.4	20.8
5	850	817	1083	683	39.2	25.7	45.6	36.0	21.7	31.8	23.8	19.0
6	796	477	733	710	29.8	33.3	27.7	30.7	26.7	14.3	26.5	23.1
7	796	413	1513	907	36.5	22.7	40.0	35.3	21.8	18.2	37.8	25.7
8	833	783	903	917	28.0	30.7	26.3	26.7	29.8	25.5	34.3	34.3
9	760	667	817	1060	39.8	41.7	30.3	43.3	19.1	16.0	30.0	24.5
10	767	467	1467	843	32.6	30.3	42.0	35.2	23.5	15.4	34.9	23.9
11	720	520	1000	917	33.6	34.0	33.0	31.8	21.4	15.3	30.3	28.8
12	880	507	780	800	44.0	28.0	27.0	31.0	20.0	18.1	28.9	25.8
13	787	607	723	980	28.6	28.0	19.3	35.0	27.5	21.7	37.5	28.0
14	750	540	963	1090	44.4	24.3	32.0	40.0	16.9	22.2	30.1	27.3
15	583	553	822	740	31.7	33.3	29.7	32.7	18.4	16.6	27.7	22.6
16	713	583	1087	933	37.0	29.8	39.3	36.7	19.3	19.6	27.7	25.4
17	777	523	983	1100	40.0	34.2	35.0	56.0	19.4	15.3	28.1	19.6
18	657	430	617	600	32.0	23.2	16.7	27.3	20.5	18.5	40.0	30.0
Mean	790	563	984	869	37.9	30.7	32.9	35.6	21.3	18.7	30.7	25.2

a: See Table 4-2, b: See Table 4-3.

Table 4-17. Comparison of maximum weight of cormel and corm weight by the LISA treatments of trickle irrigation among the taro strains

Code ^a No. of strains	Maximum weight of cormel(g)				Corm weight(g)			
	Control ^b	T-2	T-8	T-9	Control	T-2	T-8	T-9
1	45.3	39.6	90.0	90.0	243	333	617	390
2	47.2	35.5	70.0	40.0	397	307	473	300
3	44.2	41.6	90.0	70.0	345	337	617	367
4	40.5	28.9	95.0	50.0	273	200	620	303
5	41.3	40.6	100.0	50.0	249	227	407	183
6	33.2	38.1	100.0	50.0	227	203	550	220
7	39.2	30.9	120.0	80.0	253	177	817	390
8	56.0	41.5	100.0	90.0	223	220	400	287
9	43.7	34.5	90.0	50.0	240	237	483	337
10	43.0	27.2	100.0	70.0	303	253	803	240
11	36.6	42.9	110.0	50.0	300	243	500	280
12	43.2	34.3	90.0	50.0	263	197	360	253
13	48.7	46.3	90.0	60.0	180	170	333	150
14	43.2	42.1	70.0	60.0	272	240	503	557
15	34.8	29.5	60.0	60.0	230	217	333	317
16	41.2	48.2	100.0	75.0	307	240	483	333
17	42.8	41.6	90.0	50.0	250	250	560	387
18	40.3	40.1	85.0	50.0	267	220	450	273
Mean	42.5	38.0	91.7	60.8	268	237	517	309

a: See Table 4, b: See Table 5.

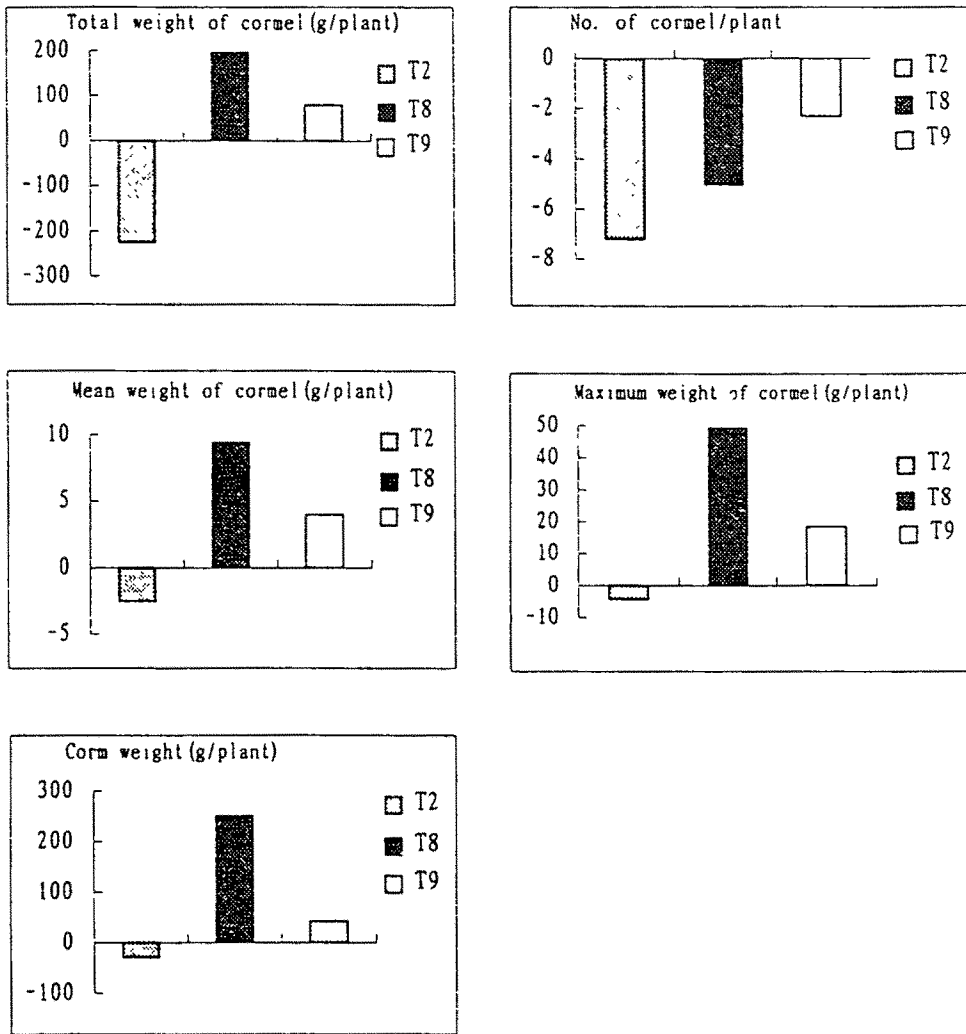


Fig. 4-11 Comparison of tuber characters by the LISA treatments of trickle irrigation in taro strains. Zero line means control degree.

3) LISA에 적합한 유전자원선발

LISA에 부합하기 위한 방안으로 점적관수만을 실시한 처리구에서 국내 18계통을 대상으로 비닐하우스내(T-8)와 노지(T-9)에서 공시하여 조사한 결과, 모든 계통이 대조구에 비하여 T-8과 T-9 두처리 모두, 지상부 및 지하부 대부분의 형질에서 매우 높은 수준을 보였다. 그중에서도 처리별로 우수한 계통은 T-8에서는 진안1과 승주4가 지상부와 지하부 괴경에 있어서 매우 우수한 계통이었으며 T-9에서는 칠곡1과 승주4가 지상부에서, 김제1과 칠곡1이 지하부 괴경에 있어서 매우 우수한 결과를 보였다.

제 4 절 적 요

LISA에 적합한 유전자원을 선발하기 위한 퇴비시용구에서 지상부 및 지하부 형질 대부분이 생육초기부터 생육후기까지 대조구에 비해 낮은 수준이었으나 처리중에서 T-4(퇴비시용, 계분시용, 멀칭)가 가장 양호한 결과를 보였다. 괴경의 비대 과정을 보면 자구는 9월에, 모구는 8월에 비대가 가장 왕성하였다. 퇴비 시용구에서 지상부 생육이 양호한 계통은 대만1과 구례2, 자구의 생육이 양호한 계통은 부안2>이리1>영주1>보성2>대전2 등이었고 모구는 대만1과 청주1이 우수하였다. 자구와 모구가 동시에 우수한 계통은 청주1과 완주1 등이었다.

퇴비무시용에 따른 주요 지상부 및 지하부 형질은 대조구에 비하여 T-6(퇴비무시용, 화학비료시용, 멀칭) 및 T-7(퇴비무시용, 무시비, 비멀칭)이 전반적으로 낮은 경향이었다. 지상부 생육이 우수한 계통으로는 수원1>부안2>완주1 등이, 자구는 수원1>완주1>부안2, 모구는 완주1>익산2>김제1 등이었으며 자구와 모구의 수량성이 동시에 우수한 계통은 완주1 등이었다.

점적관수처리는 대조구에 비하여 지상부 및 지하부의 형질에서 대부분 양호하여 LISA에 적합한 유전자원 선발을 위한 처리중에서 가장 우수한 것으로 판단되었다. 공시계통중 T-8(퇴비시용, 무시비, 멀칭, 비닐하우스)에서는 진안1과 승주4가 지상부 및 지하부 모든 형질에서 가장 우수하였으며 T-9(퇴비시용, 무시비, 멀칭, 노지)에서는 지상부에서 칠곡1과 승주4, 지하부 괴경에서 김제1과 칠곡1 등이 가장 우수하였다.

참고 문헌

Atlin GN and KJ Frey 1990. Selecting oat lines for yield in low productivity environments. *Crop Sci.* 30 : 556 - 561.

Denis JC and Adams MW 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. *Crop Sci.* 18 : 74 - 78.

Evans LT 1976. Physiological adaption to performance as crop plants. *Phil. Trans. R. Soc. London Ser. B.* 275 : 71 - 83

Francis CA 1990. Sustainable agriculture in temperate zones. Jone Wiley & Sons, Inc.

Frey KJ 1964. Adapation reaction of oats strains selected under stress and nonstress environmental conditions. *Crop Sci.* 4 : 55 - 58.

Herklot GAC 1972. Taro. *Vegetable in South-East Asia.* London George Allen & Unwin Ltd. pp. 404 - 412.

Hoque MS, M Ali and MA Manan 1980. Effect of different management practices on the growth and yield of soybean. *Thai J. Agric. Sci.* 13 : 87 - 96.

石川格司, 千葉明 1972. サトイモのホリマルチ栽培. *農及園.* 47(11) : 1565 - 1568.

Jung PK, MH Ko and KT Um 1985. Discussion of cropping management factor for estimating soil loss. *J. Kor. Soc. Soil Fert.* 18 : 7 - 13.

강양순, 김정일, 박정화 1995. 벼논오리 방사가 쌀 수량 및 품질에 미치는 영향. *한국작물학회지.* 40(4) : 437 - 443.

Karim M, ASK Tahirkheli and M Hatam 1981. Yield, emergence and plant height of soybean as affects by row spacing and nitrogen and phosphorus application. *J. Agric. Res. Pakistan* 19 : 117 - 123.

劉仁, 劉建峯, 王直喜 1994. 大栩芋頭栽培技術 : 長江蔬菜. 8(2) : 12 - 13.

Macrae RJ, SB Hill, GR Mehuys and J Henning 1990. Farm-scale agronomic

and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. Adv. in Agronomy. 43 : 155 - 198.

Murphy TR and Gossett BJ 1981. Influence of shading by soybeans(*Glycine max*) on weed suppression. Weed Sci. 29 : 610 - 615.

OECD 1994. Towards sustainable agricultural production : Clear technologies. pp. 19 - 37.

Parr JF, RI Papendick, SB Hornick and RE Meyer 1990. Sustainable agriculture in the United States. pp. 50 - 67. In CA Edward, R Lal, P Madden, RH Miller and G House(ed.). Sustainable Agricultural Systems. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa.

Putnam AR 1990. Vegetable weed control with minimal herbicide inputs. Hort Science. 25 : 155 - 159.

Reganold JP, RI Papendick and JF Parr 1990. Sustainable agriculture. Scientific American. 262(6) : 112 - 120.

Schinkle B and W Mechelke 1990. A method to estimate the prospect of specific breeding for nutrient efficiency. In: Genetic aspect of plant mineral nutrition(ed. by El Bassam, N Dambroth, M and Loughman BC). Kluwer Academic Publisher. Netherlands. pp. 445 - 456.

Senanyake R 1991. Sustainable agriculture : Definitions and parameters for measurement. J. of Sustainable Agriculture. 1 : 7 - 27.

Shabana R, T Bailey and KJ Frey 1980. Production traits of oats selected under low, medium and high productivity. Crop Sci. 20 : 739 - 744.

Spanakakis A and A Viedt 1990. Performance of winter wheat cultivars under reduced nitrogen conditions. In: Genetic aspects of plant mineral nutrition. (ed. by El et al). pp. 465 - 473

富山一男 1972. サトイモの無催芽マルチによる早出し栽培. 農及園 47(7) : 1025 - 1028.

U.S. Department of Agriculture. 1988. Low input sustainable agriculture : Research and education Program. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 7p.

謝順景，謝經芸，林是和，徐國男 1992. 長期施用 家畜禽排泄物堆肥對土壤及作物之影響. 研計會論文集. 臺灣大學編印：179 - 194.

鄭文吉，曾富生，吳時都，洪梅珠，羅義植 1994. 低投資栽培對水稻農藝性狀的影響. 中華農藝. 4(2)：145 - 155.

308. LISA에 적합한 토란(*Colocasia antiquorum* Schott) 유전자원의 선발

1. 퇴비사용에 따른 주요 형질 변이

전북대학교 : 유남희*, 최경구, 김진기, 윤성중, 나의식
이리농공전문대학 : 장영남
호남농업시험장 : 현동윤

Selection of Genetic Resources Suitable for the Low Input Sustainable Agriculture(LISA) in *Colocasia antiquorum* Schott

College of Agr. Chonbuk National University : Yoo Nam-Hee, Choi Kyeong-Gu,
Kim Jin-Ki, Yun Seong-Jung, Nha Eu-Sik
Iri College of Agricultural and Technology : Chang Young-Nham
National Honam Agri. Exp. sta : Hyeun Dong-Yun

실험목적

농업이 환경을 보전하는 원래의 기능을 회복시키고 장기적인 작물 생산이 가능하며 노동력 감소의 의미를 가지고 있는 저투입지속농업(LISA)이 세계적으로 중요하게 다루어지고 있는 실정인바, 여러 작물중에서도 토란은 화학비료나 농약사용이 적고 재배과정에서 노동력 투입이 비교적 적은 작물로서 LISA에 적합한 작물로 판단된다. 이에 LISA에 적합하고 경제성이 높은 토란의 선발 가능성을 검토하고자 하였다.

국내외에서 수집한 70여 지역 계통 중에서 94년-95년 포장실험을 통해 국내 50, 외국 4 계통을 선발하여 1996년에 구중 20 g 이상인 종구를 온상에서 20일간 최아하여 4월 20일 전주시 전미동 전북대학교 농과대학 부속농장과 농가포장에 재식하였다.

방법

1. 재배 및 관리. 재식거리 70 x 30 cm, 높이 20 cm의 이랑 조성
배토는 6월 10일과 7월 25일에 2차례 실시. 실험구는 난괴법 3반복으로 하였다.
2. 실험구 처리내용 : LISA에 적합한 유전자원을 선발하기 위한 처리는 대조구(화학비료 사용, 멀칭), T-1(화학비료사용, 비멀칭), T-2(무시비, 멀칭), T-3(무시비, 비멀칭), T-4(계분사용, 멀칭) 및 T-5(계분사용, 비멀칭)의 총 6처리로 구분하였다.
3. 조사항목 : 지상부는 6월부터 9월까지 4회에 걸쳐 매달 20일에 싹나출률, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽병경, 지하부는 10월 20일 수확후 모구중, 총자구중, 자구수, 최대자구중 및 평균자구중을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 지상부 생육은 대부분 처리구가 대조구에 비하여 저조하였으나 지상부 생육후기인 9월을 중심으로 종합해보면 T-4가 대조구에 가장 근접한 결과를 보여 주었다.
2. 지상부 수량의 주요 형질인 엽병장과 엽병경에 있어서 우수한 계통은 대만1과 구례2이었다.
3. 지하부 생육에 있어서도 대조구에 가장 근접한 처리구는 T-4이었으며 주당 총자구중은 대조구에 비하여 5%만이 감소되었다.
4. LISA에 있어 자구의 수량이 우수한 계통은 부안2, 이리1, 영주1, 보성2, 대천2 순이었다.
5. LISA에 있어 모구의 수량이 우수한 계통은 대만1이 월등하였으며 국내종에서는 청주1, 완주1 등이었다.
6. LISA에 있어 자구와 모구의 수량이 동시에 우수한 계통은 청주1과 완주1 등이었다.
7. 화학비료사용구, 무시비구, 계분사용구 모두 멀칭처리구가 월등한 효과를 보여 주었다.

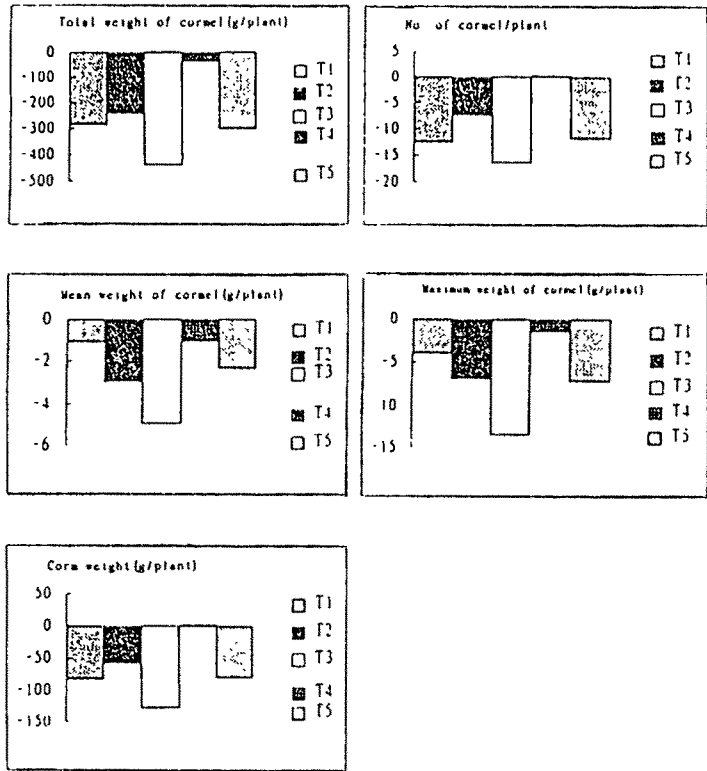


Fig. 0 Comparisons of tuber characters by the LISA treatments of compost application in taro strains. Values of the control treatments were set as zero.

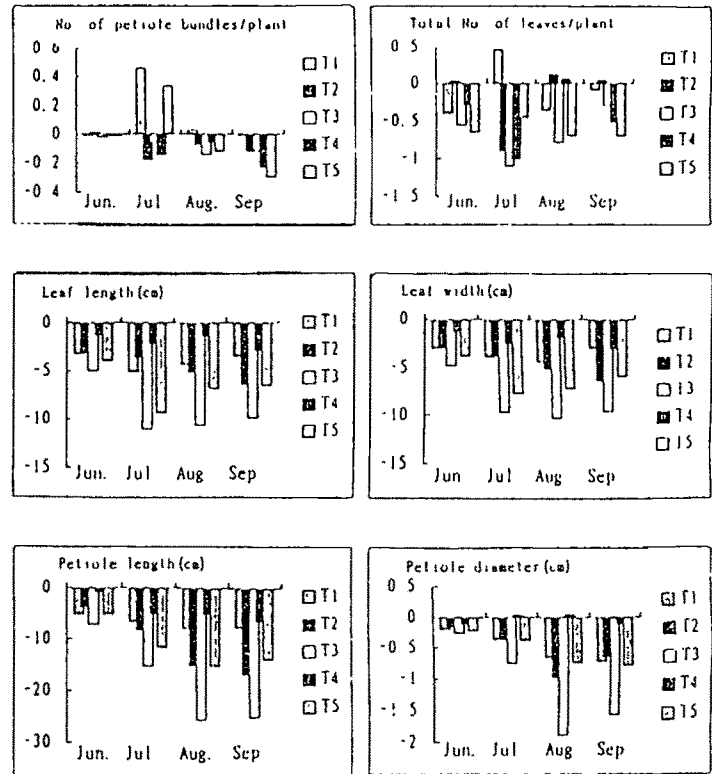


Fig. 1 Seasonal comparisons of aerial parts of taro strains by LISA treatments of compost application. Value of the control treatments were set as zero.

제 5 장 토란의 재배법 개선 및 수량 제고에 관한 연구

제 1 절 서설

세계 인구는 현재 52억에서 향후 25년내에 80억에 육박할 추세이고, 이중 개발도상국의 인구는 67억으로 증가할 전망이다. 이에 따라 곡물생산이 매년 증가되어야 하나 현실은 그렇지가 못하다. 최근 가트조약에 근거하여 국제적으로 농산물의 자유무역이 대두되고 국제가격보다 수배 비싼 우리나라 농산물시장에 외국의 값싼 농산물의 수입이 급속히 증가하고 있는 실정이다. 이들 현상은 곡물에만 국한하지 않고 농산물 전반에 걸쳐 야기되고있는 현실이다(Brown 1995; 고 1996).

쌀 주식 문화의 변천으로 외국산 잡곡물의 수입이 급증하여 본래 국내의 밭작물을 침체시키는 것은 물론 식부율이 감소되고 유휴지가 증가하고 지피율이 감소되어 토양을 황폐화 할 우려가 크며 토양유실 등에 대한 취약성을 높이게 되는바 이에 따른 대처가 시급한 실정이다(김 1992). 또한 농산물에 있어서 식품의 다양화는 곧 수입농산물 의존도가 상대적으로 낮추는 효과가 있으므로 쌀 주식 대체 작목개발은 무엇보다도 중요하다. 우리나라 기후와 작부체계에 적합한 양질토란 품종을 선발 육성하여 보급하는 체계를 위하여 다각적인 측면에서 연구검토가 요청된다. 현재 우리나라의 경우 토란에 대한 기초 연구가 전무한 상태이고 재배법, 식품이용면에 있어서 습관적 관리, 이용 행태를 벗어나지 못하고 있다. 또한 아열대지방에서는 발재배가 주류를 이루고 있었으나 식생활의 개선과 더불어 토란의 수요량이 급증하자 재배관리법이 개선되어 현재는 주로 담수재배를 하고 있는 실정이다(黃 1991). 이 방법은 발재배보다 양질의 생산량, 노동력 절감, 잡초 방제의 용이함, 관리의 편리성 및 생육기간의 단축

등 많은 장점이 있어 농민들이 선호하고 있으나 우리나라 같은 온대지방에서는 생육초기 낮은 수온의 영향 때문에 실행되지 못하고 있는 실정이다.

최근 우리나라는 농업인력의 감소로 인하여 농지의 유희화가 증가하고 있으며 급격한 농산물 수입으로 밭작물 경작이 침체되고 경지이용률이 감소되고 있는데 농지의 유희화는 토양유실에 의한 경지 황폐화의 우려가 크다. 농경지의 황폐화를 막고 식량자급률을 높이기 위하여는 쌀생산 위주의 논관리, 즉 답수 재배 토양의 효율적인 이용 방안을 강구해야 한다. 또한, 생활 수준의 향상과 더불어 건강식품에 대한 인식과 욕구가 높아져 무공해 자연식품과 기능성 식품을 선호하는 경향이 두드러지고 있으며 식생활 양상이 다양화, 서구화되는 추세인데도 현재까지는 식생활의 변화를 주도할 수 있는 대체작목의 개발과 보급은 거의 없는 상태이다.

따라서 대체작목을 개발함으로써 식생활 변화에 알맞게 작물을 다양화하는 것은 곧 수입농산물 의존도를 상대적으로 낮추는 효과가 있으므로 무엇보다도 시급하고 중요하다고 할 수 있다.

본 연구는 최근 동북아 지역(중국, 대만, 일본 등)에서 재배되고 있는 토란 유전자원과 우리나라에서 재배하고 있는 지방 재래종을 수집하여 조기재배시 생산력 변화, NaCl에 대한 내성 정도, 파종심도가 생육에 미치는 영향, 시비량 및 재배지역간의 생육비교 및 국내 포장에서 발생하는 병해충 조사와 이에 대한 저항성 품종선발 등에 관한 연구를 수행하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 다수확을 위한 조기재배 적기 판정

가. 재료 : 국내외 수집종 54계통(처리 ①의 실험, 표 3-1)과 수원 1, 완주 1, 부안 2(처리 ②의 실험)

나. 처리내용 : ①텐넬과 멀칭 재배 조건을 갖추고 종구를 최아 시킨 후 관행재배(대조구: 4월 20일)를 기점으로 15일(4월5일), 30일(3월 20일) 전으로 구분하여 파종하였다. ② 흑백색 비닐을 토양에 밀착시켜 멀칭후 파종시기를 4월 10일, 4월 20일, 4월 30일 및 5월 10일로 구분하여 파종하였다.

다. 조사항목: 처리 ①에서는 엽병속수, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장, 경경을 조사하여 전 계통의 평균을 정음 1과 비교하였다. 처리 ②에서는 엽장, 엽폭, 엽병수, 경경, 총엽수 및 자구중 등을 조사하였다.

2. 정식심도가 생육 및 수량에 미치는 영향

가. 공시재료 : 이리1, 완주1, 수원1

나. 처리내용

심도처리 (cm)	피복조건	정식시기	시비량	재식밀도 (cm)
			N - P ₂ O ₅ - K ₂ O - 유기질비료(10a)	
5	비닐멀칭	4월 20일	18 - 10 - 15 - 2,000kg	70x30
10				
15				

라. 실험구배치: 난괴법 3반복

마. 조사항목: 엽병장 등 주요 형질을 조사하였다.

3. NaCl에 대한 내성검정

가. 공시재료 : 수집한 61 계통

나. 처리방법 : 사경재배를 이용하며 NaCl의 농도는 0, 0.25%, 0.45%의 수준으로 나누었다. NaCl의 처리는 매일 2회씩 일정량을 공급하였으며 각 처리

는 3반복으로 하였다. 또한 외부 영향에 따라 염분의 농도가 달라지지 않도록 규칙적으로 포트를 위치를 변경시켰다.

다. 조사항목 : 엽병장, 엽장, 엽폭, 엽병수, 경경, 엽병생중, 최대 근장, 근수 등을 조사하였다.

4. 시비량 변화가 생육에 미치는 영향

가. 공시재료: 수집계통 3종

나. 처리내용

시비량(10/a) (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	정식시기	유기물 투입량	재식거리
18-10-10 18-10-20 18-10-30	4월 20일	2,000kg/10a	70 x 30cm

다. 시험구 배치: 난괴법 3반복

라. 조사항목: 엽병속수, 총엽수, 자구중 등.

5. 유전자원의 지역간 생산력 비교실험

가. 공시재료 : 완주1, 수원1, 부안2

나. 파종지역 : 전주, 무안, 수원

다. 처리내용 :

라. 시험구 배치: 난괴법 3반복

마. 조사항목 : 엽장 등 주요 지상부 형질

6. 담수재배

가. 공시재료 : 대만 2, 수원1

나. 시험구 배치: 난괴법 3반복

라. 담수방법 : 생육기 동안 관개

마. 조사항목 : 엽장 등 주요 지상부 형질

7. 주요 병해충 조사와 저항성 검정

가. 포장 저항성 조사

연부병이 심한 괴경을 수집하여 이병부위를 절취, 세균 현탁액과 균일하게 섞어 포장 정지시 표층살포하였다. 채취시 소구, 전구 등으로 구분하여 수확한 후 괴경내 감염된 개체를 대상으로 그 이병률을 산출하였다. 조사기준 구분은 아래와 같다.

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| ㄱ. 초저항급(HR): 무감염 | ㄴ. 저항급(R): 감염율 1~5%점유 |
| ㄷ. 중저항급(MR): 감염율 6~25%점유 | ㄹ. 중감염급(MS): 감염율 26~50%점유 |
| ㅁ. 감염급(S): 감염율 51~75%점유 | ㅂ. 초감염급(HS): 감염율 76~100%점유 |

나. 역병

이병율의 조사기준은 Atkins 방법에 따랐다.

$$\text{이병률(\%)} = \frac{1(1 \times n_1 + 2 \times n_2 + \dots + 6 \times n_6)}{6 \times 100}$$

제 3 절 결과 및 고찰

1. 다수확을 위한 조기재배 적기 선정

내냉성 판별을 위한 터널과 멀칭 처리후 지상부 생육 결과는 표 5-1과 같다. 엽병속수는 6월과 7월의 생육조사에서 조기 파종 I 처리구(3월 20일)가 4월 20일 파종 처리구(대조구)에 비해서 다소 많았고 8월 조사에서는 북주기와 슈아주기로 인해서 대체로 비슷하거나 내냉성 처리구가 약간 적은 경향을 보였다. 이는 조기 파종 I 처리구의 생육이 더 왕성하여 작은 엽병속들의 출현이 다소 억제된 것으로 생각된다. 총엽수는 6월 조사에서 대조구가 5.2매인 것에 비해 조기 파종 I 처리구는 터널, 멀칭, 두 처리 모두 5매 정도 많았고 조기 파종 II 처리구는 비슷하거나 다소 적은 경향이었으며 7,8월 조사에서는 엽병속수와 비례하였다. 엽장은 6,7월 조사에서 대조구에 비해 조기 파종 II 처리구의 멀칭처리에서 비슷하며 나머지 처리는 약간 높은 수치를 보였고, 8월 조사에서는 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구의 터널처리만 비슷하며 나머지 처리구는 다소 작은 경향을 보였다. 엽폭은 6월 조사에서 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구 터널처리, 멀칭처리, 조기 파종 II 처리구 순으로 양호하였으며 7월 조사에서는 대조구와 모든 처리구가 거의 유사한 결과이었으며 8월조사에서는 엽장에서와 매우 유사한 결과이었다. 엽병장은 6월과 7월 조사에서 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구 터널처리, 조기 파종 I 처리구 멀칭처리, 조기 파종 II 처리구 터널처리, 조기 파종 II 처리구 멀칭처리 순으로 양호한 결과를 보였다. 8월조사에서는 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구 터널처리만 양호하였고 나머지 처리구는 다소 작은 경향을 보였다. 엽병경은 6월 조사에서 대조구에 비해 조기 파종 I 처리구 터널처리에서 상당히 양호한 결과를 보였으며 나머지 처리구도 조기 파종 I 처리구 멀칭, 조기 파종 II 처리구 터널처리, 조기 파종 II 처리구 멀칭 순으로 양호한 결과이었다. 7월도 6월과 동일한 결과이었으며 8월에는 엽병장에서와 유사하게 조기 파종 I 처리구 터널처리만 비슷한 결과이었고 나머지는 다소 적은 경향이었다.

Table 5-1. Seasonal comparisons of aerial parts of taro strains

Traits		Jun.		Jul.		Aug.							
		1st		2nd		1st		2nd					
		M*	T+M*	M	T+M	M	T+M	M	T+M				
No. of petiole bundles	Average	1.4	1.4	1.2	1.3	2.3	2.1	1.2	1.6	1.4	1.4	1.1	1.2
	Cheongui 1	1.8	1.2	1.2	1.0	2.0	2.0	1.2	1.2	1.0	1.8	1.2	1.0
Total no. of leaves	Average	5.7	5.8	4.8	5.2	8.0	7.6	5.6	6.7	5.9	6.0	4.7	5.1
	Cheongui 1	7.4	6.02	5.4	4.8	6.0	8.2	5.0	6.6	4.8	7.2	5.2	4.4
Leaf length	Average	25.6	27.2	24.1	25.5	41.2	42.2	39.2	40.7	41.7	43.4	40.3	42.1
	Cheongui 1	30.4	30.9	26.2	27.1	46.5	48.4	42.3	45.0	46.2	46.3	43.8	45.4
Leaf width	Average	22.2	23.5	20.9	21.9	34.9	35.7	33.4	34.1	36.0	37.1	34.9	36.1
	Cheongui 1	26.7	25.4	21.8	22.1	39.1	40.4	36.9	38.9	40.5	41.0	39.5	39.5
Petiole length	Average	32.0	33.0	29.3	30.1	68.5	69.2	63.7	66.8	90.9	93.2	87.1	89.2
	Cheongui 1	41.1	37.9	27.5	31.1	81.0	81.5	67.8	70.2	103.8	116.8	94.8	95.4
Petiole diameter	Average	1.72	1.82	1.55	1.66	3.61	3.77	3.20	3.39	5.11	5.27	5.05	5.17
	Cheongui 1	2.20	2.23	1.52	1.54	4.79	4.79	3.36	3.80	5.76	5.81	5.46	5.67

Note: *, plastic-film mulching, **; culture in plastic tunnel

전체적으로 조기 파종 I 처리구 턴넬처리, 조기 파종 I 처리구 멀칭처리, 조기 파종 II 처리구 턴넬처리, 조기 파종 II 처리구 멀칭처리 순으로 거의 모든 공시 계통이 대조구에 비하여 양호한 결과를 보여 만상의 피해를 피할수만 있다면 가능한 조기파종이 상당히 유리함을 알 수 있었다. 만상을 피하면서 냉해를 극복할 수 있는 방법으로는 본 시험에서 실시하였듯이 서리의 우려가 없는 시점까지의 간단한 노력과 경비로서 비닐턴넬재배를 이용하거나 턴넬없이 멀칭 처리로서만도 다소간 심파를 통해 만상과 냉해를 피하면서 초기생육을 유지할 수 있을것으로 생각되어진다.

흑색비닐 처리후 파종시기를 달리했을 때 생육 후기의 지상부의 엽병속수, 총엽수, 엽장의 생육 차이의 결과는 표 5-2와 같다. 엽병속수는 4월 20일 파종시 공시한 계통 모두 가장 많았으나 5월 10일 파종에서는 현저히 엽병속수가 감소하였다. 총엽수는 4월 10일과 4월 20일 파종한 처리구가 4월 30일과 5월 10일 처리구에 비하여 증가하는 경향이였다. 엽장은 파종시기에 따라 다소 변화가 인정되었으나 엽병속수와 총엽수와 같이 현저한 변화는 없었다(그림 5-1).

Table 5-2. Comparison of number of petiole bundles, total number of leaves and leaf length among the taro strains in different the seeding date

Strains	Number of petiole bundles				Total number of leaves				Leaf length(cm)			
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-1	T-2	T-3	T-4	T-1	T-2	T-3	T-4
Suwon 1	20	23	23	1.4	4.0	4.2	3.8	3.0	42.0	46.5	46.2	33.0
Wanju 1	2.2	2.7	2.4	1.8	4.0	4.5	3.4	2.6	35.5	41.0	36.9	33.1
Puan 2	1.6	2.9	1.8	1.3	4.2	5.1	4.8	3.2	38.5	45.5	43.6	30.2

* : T-1, T-2, T-3 and T-4 means cornels of the taro strains were planted on April 10, 20, 30 and May 10, respectively.

파종시기에 따른 엽폭의 변화는 4월 20일과 30일 파종시 4월 10일과 5월 10일 파종한 처리에 비하여 엽폭이 현저히 증가하였다. 엽병장의 변화에서는 4월 20일 파종한 처리구에서 기타 처리구에 비하여 뚜렷한 증가를 보였다. 종구중은 공시 품종에 따라서 4월 10일과 4월 20일 파종시 수량에 영향을 주지 않았으나 4월 30일과 5월 10일 파종시에는 모든 계통에 있어서 감수가 뚜렷하였다. 이 결과로 토란은 현재 보다 조기 파종해도 좋을 것으로 생각된다.

Table 5-3. Comparison of leaf width, petiole length and cormel weight among the taro strains in different the seeding date

Strains	Leaf width(cm)				Petiole length(cm)				Cormel weight(g/plant)			
	T-1'	T-2	T-3	T-4	T-1	T-2	T-3	T-4	T-1	T-2	T-3	T-4
Suwon 1	34.2	37.0	35.5	29.0	72.1	92.0	80.7	69.1	239.1	251.8	218.5	200.6
Wanju 1	33.8	44.9	40.7	30.1	90.3	107.2	93.3	70.1	338.8	359.6	300.7	320.2
Puan 2	38.0	46.4	40.9	32.2	94.5	113.6	100.1	80.9	186.5	197.4	179.2	131.9

* : T-1, T-2, T-3 and T-4 means cormels of the taro strains were planted on April 10, 20, 30 and May 10, respectively.

2. 정식 심도가 생육 및 수량에 미치는 영향

토란의 지상부 생육 차이는 파종의 심도가 증가할수록 지상부의 생육이 현저히 증가하였다(표5-4). 엽폭은 이리 1을 제외한 공시 계통에서 파종심도가 깊을수록 더 길었는데 15cm심도에서 가장 양호하였다(그림 5-2). 엽병장은 공시한 세 계통 모두 파종 심도가 깊을수록 길었는데 완주 1과 수원 1에서 처리간 현저한 차이로 증가하는 경향이였다. 경경은 수원 1에서 가장 큰 폭으로 증가하는 양상을 띠었고 이리 1과 완주 1에서도 파종 깊이가 증가할수록 경경이 증가하였다. 파종 심도에 따라 자구중의 무게는 현저히 증가하였다. 자구중은 15cm 심도의 파종처리구가 5cm처리구에 비하여 이리 1, 완주 1, 수원 1은 각각 201.5g, 175.2g, 130.6g 증가하였다.

Table 5-4. Comparison of leaf width, petiole length, stem diameter among and cormel weight of the taro strains in the different seeding depth

Strain	Leaf width (cm)			Petiole length (cm)			Stem diameter (cm)			Cormel weight (g/plant)		
	5cm	10cm	15cm	5cm	10cm	15cm	5cm	10cm	15cm	5cm	10cm	15cm
Iri 1	33.0	43.5	41.8	116.1	142.0	144.7	6.4	6.7	8.1	638.0	793.8	839.5
Wanju	35.3	47.4	48.0	122.0	149.9	157.0	6.1	6.5	7.5	824.5	931.6	999.7
Suwon 1	36.8	42.2	48.5	101.4	132.2	140.1	5.9	6.9	9.2	840.4	930.3	971.0

파오손면

3. NaCl에 대한 내성 검정

염분 농도의 차이에 따른 토란의 계통간 내염성의 반응 결과는 표 5-5와 같다. 토양의 염분농도가 높은 곳에서 생기는 작물생육 장애는 해안 삼각주나 해수가 침투되는 경지, 관개수가 염분을 함유하고 있는 경우, 관개관리의 실패

Table 5-5. Response of salinity tolerance of taro strains under the different NaCl concentrations

Treatment		No. of petiole bundles	Total no. of leaves	Leaf length	Leaf width	Petiole length	Max of root length	Average of root length	No. of root	
After sowing 30days	control	1	3.2	4.3	3.9	8.3	18.4	12.9	23.8	
	Average	0.25%	1	3.2	3.9	3.5	7.3	15.7	11.2	19.9
	Kwangyang 1	0.5%	1	3.1	3.5	3.1	6.3	13.5	9.4	16.9
		control	1	4.0	4.2	4.2	9.7	24.2	16.3	31.0
	Kwangyang 1	0.25%	1	4.0	4.1	3.7	9.3	21.4	14.4	27.0
		0.5%	1	4.0	4.0	3.7	8.7	21.0	14.0	21.0
	Average	control	1.1	5.0	16.9	13.8	21.5	27.0	16.3	23.4
		0.25%	1	4.2	14.1	11.6	17.0	22.1	12.7	19.8
		0.5%	1	3.9	12.1	10.0	13.2	18.1	10.4	17.0
		control	1.2	5.1	17.5	14.3	21.7	28.8	16.9	25.4
Kwangyang 1		0.25%	1	4.2	14.4	11.8	17.9	23.4	14.5	21.2
		0.5%	1	4.0	12.8	10.1	14.2	18.7	11.3	18.8

등에 의해서 경지의 염분이 집적하는 경우등에 발생한다. 그러나 실제로는 생육 장애의 원인은 토양의 높은 염분농도와 건조해, 고pH, 고온해, 강광장애, 고염 농도와 습해, 저pH, 고염농도와 질소결핍등이 조합되며, 염해의 정도는 염의 종류, 토양의 수분상태, 기온, 강광, 필수원소의 과부족, 작물의 종류 등에 의해서 영향받기 때문에 실험실에서 염해를 재현하는 경우에는 결과의 해석이 용이하도록 인자를 감소해서 실험을 설계할 필요가 있어 특별히 실험방법을 고안



Fig 5-3. Screening of taro accessions for salt tolerance in a glass house.
Plants grown in a nutrient solution without salt stress.



Fig. 5-4. Screening of taro accessions for salt tolerance in a glass house.
Plants grown in a nutrient solution containing 0.5% NaCl.

하여 실험을 수행하였다. 본 실험에서는 엽해 저항성을 나트륨의 과잉흡수에 의한 생육장애로 규정하여 온실 pot 재배를 통한 내염해에 대한 저항성을 조사하였다.

염분농도가 증가하여도 엽병속수와 총엽수는 변화가 거의 없었으나 엽장과 엽폭 엽병장은 대조구에 비해 0.25%와 0.5%가 거의 동일한 비율로 감소함을 알 수 있었다. 근장과 주근수도 염분농도가 높아질수록 감소하였으나 주근수의 감소폭이 더 컸다. 대조구에 비하여 고농도에서도 내염성이 강하다라고 판단되는 계통은 수원1, 김제1, 광양1, 승주4, 천안1 등이었다(그림 5-3, 5-4).

4. 시비량 변화가 생육에 미치는 영향

가리질 비료의 시비량이 토란의 생육과 수량에 미치는 영향에 대하여 조사한 결과는 표 5-6과 같다. 질소질 비료와 인산질 비료를 10a당 각각 18kg, 10kg 공히 처리한 다음加里질 비료를 3수준으로 처리하여 엽병속, 총엽수를 조사한 결과 이들 주요형질들은加里질 비료의 첨가량이 증가할수록 양호한 반응을 보였다. 부안2 계통에 있어서 엽병속의 경우 30kg처리구는 10kg처리구 보다 80% 이상 증가를 보였다. 종구중은 10kg과 20kg 처리구에서 차이가 인정되지 않았으나 30kg처리구는 상대적으로 수량이 감소하는 경향을 보였다.

Table 5-6. Comparison of number of petiole bundles, total number of leaves and cormel weight among the taro strains in different amount of applied fertilizer

Strains	Number of petiole bundles			Total number of leaves			Cormel weight (g/plant)		
	AP10*	AP20	AP30	AP10	AP20	AP30	AP10	AP20	AP30
Suwon 1	1.2	1.5	1.9	4.0	4.0	4.0	888.0	865.6	820.1
Wanju 1	1.3	1.4	1.7	4.0	4.2	5.0	840.0	828.4	800.9
Puan 2	2.	2.	3.6	4.2	4.1	4.6	899.3	888.6	845.7

AP10, AP20 and AP30 means the N-P₂O₅-K₂O fertilizer applied 18-10-10, 18-10-20 and 18-10-30, respectively.

5. 유전자원의 지역간 생산력 비교실험

선발한 완주1, 수원1, 부안2 계통을 공시 재료로 하여 전주, 무안, 수원 등 3 지역을 선정하여 지역간 생산력 검정한 결과는 표 5-7, 5-9과 같다. 두 표에

Table 5-7. Comparison of number of petiole bundles, total number of leaves and leaf length among the taro strains in different location

Location	Strains	No. of petiole bundles		Total number of leaves		Leaf length	
		LISA	HISA	LISA	HISA	LISA	HISA
Suwonu	Suwon 1	5.2	6.9	18.6	20.0	46.2	47.0
	Wanju 1	6.0	9.4	23.4	25.6	36.6	37.4
	Puan 2	5.8	7.2	19.8	21.2	33.6	32.7
Chonju	Suwon 1	5.5	6.0	19.0	23.4	45.7	44.9
	Wanju 1	7.8	10.6	21.4	24.6	36.0	35.9
	Puan 2	6.2	8.9	20.5	23.2	35.6	35.0
Mokpuu	Suwon 1	6.2	9.5	21.1	25.0	48.8	48.0
	Wanju 1	7.4	11.2	24.3	27.2	35.9	36.5
	Puan 2	6.4	8.9	23.8	26.6	35.1	35.8

Table 5-8. Comparison of leaf width, petiole length and corneal weight among the taro strains in different location

Location	Strains	Leaf width(cm)		Petiole length(cm)		Cornel weight(g/plant)	
		LISA	HISA	LISA	HISA	LISA	HISA
Suwon	Suwon 1	38.6	35.4	74.4	75.2	808.6	820.7
	Wanju 1	34.0	35.6	66.6	75.2	857.2	835.8
	Puan 2	28.6	30.0	66.0	75.8	881.0	878.0
Chonju	Suwon 1	35.5	33.2	70.7	77.4	830.5	839.0
	Wanju 1	38.5	36.0	69.0	74.0	884.0	858.4
	Puan 2	31.2	31.8	71.0	75.1	872.1	890.2
M u a n	Suwon 1	36.8	32.6	73.8	80.8	838.5	845.1
	Wanju 1	36.9	37.6	68.7	79.0	870.9	847.9
	Puan 2	30.8	29.0	69.0	81.6	863.4	888.1

서 보는 바와 같이 지역별 계통간에 있어서 HISA처리가 LISA처리에 비하여 엽병속수, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 종구중에 있어서 다소 차이가 있었으나 그 차이는 그다지 현저하지 않았으며 지역간 비교에서는 무안지역에서의 재배가 수원과 전주지역보다 좋은 생육상태를 보였다. 한편 종구중에 있어서 완주 1은 3 지역에서 LISA재배시 HISA재배보다 수량이 증가하였으나 수원 1과 부인 2는 감소하는 경향을 보였다.

6. 담수재배

재배 토양의 담수 조건에 따라 토란의 지상부와 지하부 생육에 대한 조사결과는 표 5-9와 같다. 지상부 생육과 지하부 생육은 발토양 처리구와 담수토양 처리구간 엽병속수, 총엽수 및 자구중에 있어서 현저한 차이가 인정되었다. 수원 1과 완주 1은 담수처리구에서 발토양 처리구에 비하여 엽병속수와 총엽수가 현저히 감소하였다. 자구중에 있어서도 수원 1과 완주 1이 발토양 재배시 각각 903g과 897g인 데 비하여 담수 재배시에는 각각 410g, 331g으로 현저히 감소하

Table 5-9. Comparison of number of petiole bundles, total number of leaves and weight of cormel in flooding treatment

Strains	No. of petiole bundles		Total number of leaves		Cormel weight (g/plant)	
	T-0*	T-1	T-0	T-1	T-0	T-1
Suwon 1	2.2	1.8	4.2	3.1	903	410
Wanju 1	2.1	1.6	4.5	2.2	897	331
Taiwan 2	1.5	2.6	4.9	4.8	255	1,094

* : T-0 and T-1 means cormels of the taro strains were planted in dried paddy field and flooded paddy.

였다. 그러나 대만 2는 담수처리시 발토양 재배에 비하여 엽병속수, 총엽수 및 자구중에 있어서 모두 현저히 증가하는 결과를 보였다. 토란은 일반적으로 발토양에서 재배하는 것이 지금까지의 관행 농법이지만 대만 2의 자구중은 발토양 재배에 비해 749g 증가하여 차후 이에 대한 재배법 개선과 생육생태 등 작부체계에 대한 연구가 요망된다.

7. 주요 병해충 조사와 저항성 검정

가. 포장에서의 감염여부 조사

토란에 발생하는 주요병해로는 경부병이었으며 갈색무늬병은 아주 미약하게

Table 5-10. Investigation of major diseases incidence according to taro strains

Strain	Stem rot(%)	Brown leaf spot(%)	Strain	Stem rot(%)	Brown leaf(%)
Sangju 1	44.4	-	Taejeon 1	46.7	-
Chinchon 1	45.0	<1	Chinchon 1	25.0	-
Nonsan 1	78.9	-	Poseong 2	17.6	-
Wanju 1	63.2	-	Kimhae 1	0	-
Jeomchon 1	0	-	Lcheon 1	14.3	-
Koksung 2	12.5	-	Kimchon 1	50.0	<1
Seungju 1	18.2	-	Seungju 2	17.6	-
Okcheon 2	16.0	-	Chilgok 1	45.5	-
Kwangyang 1	12.1	<1	Taiwan 1	23.5	-
yuseong 1	31.2	-	Hadong 1	23.5	-
Icheon 1	33.3	-	Namwon 1	17.6	-
Taechon 2	0.1	-	Chinan 1	33.3	-
Kurte 1	33.3	-	Cheongju 1	47.4	-
Suwon 1	33.3	-	Wanju 4	52.9	-
Kimje 2	17.6	-	Puan 1	40.9	-
Average				29.8	

발생하였다(표 5-10). 경부병은 점촌 1, 이천 2 및 김해 1이 초저항급으로 나타났으며 곡성 2, 승주 4, 옥천 1, 광양 1, 김제 2, 진천 1, 보성 3, 이천 1, 승주 1, 승주 2, 하동 1 및 남원 1등이 중저항급이었고, 논산 1이 초감염급으로 이병율이 가장 높았고 상주 1등 14종은 중감염급 또는 감염급으로 나타났다. 갈색무늬병은 진천 3, 광양 1 및 김천 1에서 1%로 미만으로 미약하게 발생하였고 상주 1등 27품종은 전혀 발생하지 않았다. 바이러스병의 병징은 생육 초기에는 엽육조직에 황화줄무늬가 나타났고 후기에는 모자이크 증상이 많이 나타났다. 경부병은 줄기의 지제부위가 부패되어 점차 잎이 황화되어 고사하게 된다. 경부병징으로부터 분리된 *Rhizoctonia solani* 52개 균주를 토란줄기에 재 접종한 결과 43균주에서 병원성이 나타났다. 경부병은 7월 중순부터 9월 상순에 주로 발생하였다. 갈색무늬병은 처음에는 잎에 원형의 갈색무늬병반이 생기고 점차 진행됨에 따라 병반의 가장자리만 갈색으로 확대되고 중앙부위는 고사하여 구멍이 뚫리게 된다. 갈색무늬병의 병원체는 *Cladosporium* sp. 였고 8월 하순부터 발생하였다.

연부병, 역병, 반점병, 흰비단병, *Spodoptera litura*에 대하여 지역별 조사에서 발견된 병해충은 표 5-11과 같다. 지역별로 병충해의 발생양상은 달리 조사되었으며 *Spodoptera litura* (그림 5-5)의 발생이 높은 것으로 조사되었으며, 또 잎에 발생하는 *Theretra pnastrina* (그림 5-6)이 다소나마 관찰되어 토란의 병해충 피해에 대한 연구가 차후에도 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

Table 5-11. Investigation of Disease and Insect pest in the different locations

Disease & Insect pest	Location			
	Chonju	Puan	Suwon	Muan
Soft rot	-	-	+	+
<i>Phytophthora</i> blight	-	+	-	+
Southern blight	+	+	+	+
<i>Spodoptera litura</i>	+++	+	++	++

또한 저장시 토란의 종구에 상해를 발생하였는데 이는 Southern blight (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) (그림 5-7)와 *Aracecerus facciculatus* (그림 5-8)가 침입하여 피해를 주는 것으로 판명되었다.

공시한 계통에 있어서 soft root의 감염율은 표 5-12과 같다. 총 2,040개의 종구를 사용하여 soft root감염정도를 조사한 결과 평균 9.7% 감염율을 보였다. soft root에 가장 저항성을 보인 계통은 수원 1, 음성 1이었으며 저항성이 다소 높은 계통은 부안 2, 하동 1, 인니 1 등 이었다.



Fig. 5-5. *Spodoptera litura* chewing a taro leaf



Fig. 5-6. Taro leaf damaged by *Theretra pnastrina*.

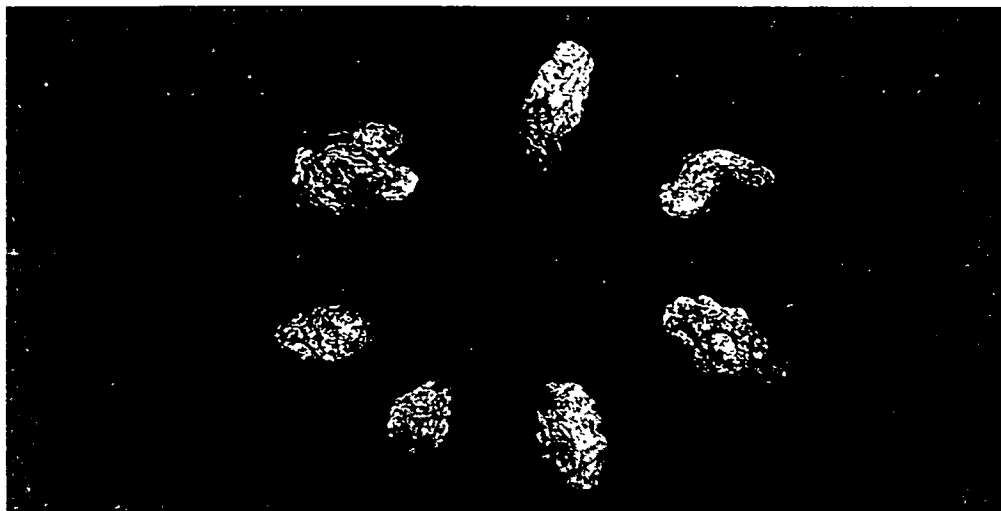


Fig. 5-7. Insect pests appearing during the storage. Taro cormels damaged by southern blight during the storage.

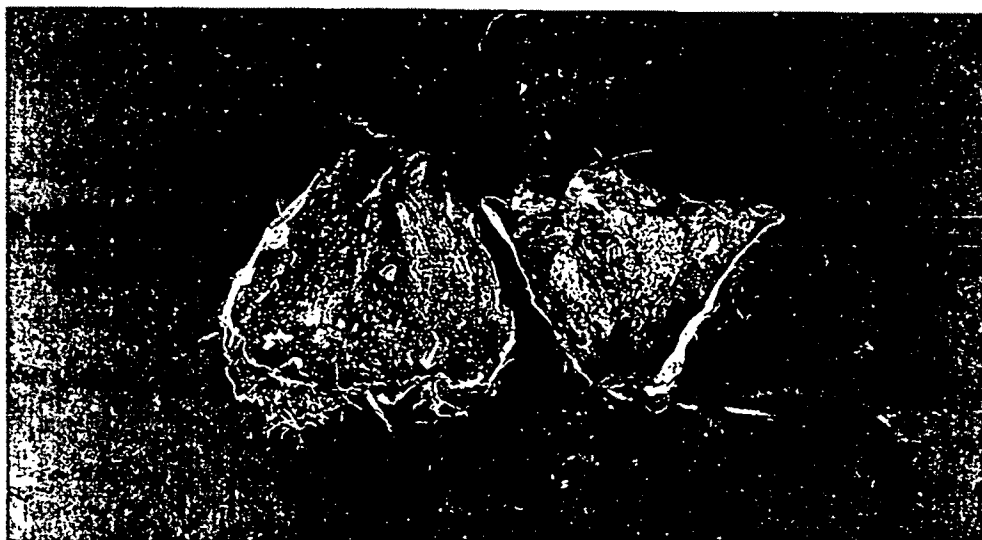


Fig. 5-8. Taro cormels damaged by *Aracecerus facciculatus* during the storage.

Table 5-12. Detection of soft rot from different taro strains

strain	No. of tested tuber	No. of infected tuber	Infection rate(%)
Suwon 1	60	2	3.3
Nonsan 1	60	4	6.6
Taejeon 1	60	5	8.3
Chinchon 1	60	4	6.6
Eumseong 1	60	2	3.3
Cheongju 1	60	7	11.6
Checheon 1	60	6	10.0
Pouin 1	60	5	8.3
Okcheon 1	60	6	10.0
Cheongui 1	60	3	5.0
Iri 1	60	5	8.3
Puan 2	60	9	15.0
Kimje 1	60	5	8.3
Chinan 1	60	4	6.6
Wanju 1	60	4	6.6
Namwon 1	60	7	11.6
Koksung 1	60	7	11.6
Kurye 1	60	6	10.0
Suncheon 1	60	6	10.0
Poseong 1	60	8	13.3
Hadong 1	60	9	15.0
Haenam 1	60	6	10.0
Chilgok 1	60	5	8.3
Andong 1	60	7	11.6
Kimcheon 1	60	5	8.3
Jeomchon 1	60	6	10.0
Sangju 1	60	7	11.6
Youngju 1	60	8	13.3
Kimhae 1	60	5	8.3
Cheju 1	60	7	11.6
Indonesia 1	60	9	15.0
Japan 1	60	3	5.0
Taiwan 1	60	7	11.6
China	60	4	6.6
Mean	60	5.8	9.7

4. 적요

토란의 내냉성 정도를 조사하기 위한 텐넬과 멀칭 처리후 지상부 생육 결과는 엽병속수는 6, 7월에 대조구(4월 20일 파종)에 비해서 내냉성 1차 처리구가 다소 많았다. 총엽수는 6월에 대조구가 5.2매인 것에 비해 내냉성 1차는 텐넬, 멀칭, 두 처리 모두 0.5매 정도 많았다. 엽장은 6,7월에는 대조구에 비해 내냉성 2차 멀칭처리구만 비슷하였다. 엽폭은 6월에 대조구에 비해 내냉성 1차 텐넬처리구, 멀칭처리구, 내냉성 2차 처리구 순으로 양호하였으며 7월은 대조구와 모든 처리구가 거의 유사한 결과였다. 엽병장은 6월에 대조구에 비해 1차 텐넬처리구, 멀칭처리구, 2차 텐넬처리구, 멀칭처리구 순으로 양호한 결과를 보였고 7월도 6월과 동일한 결과이었으며 8월에는 대조구에 비해 내냉성 1차 텐넬처리구만 양호하였다. 엽병경은 6월에 대조구에 비해 내냉성 1차 텐넬처리구에서 상당히 양호한 결과를 보였으며 나머지처리구도 1차 멀칭구, 2차 텐넬처리구, 2차 멀칭구 순으로 양호한 결과이었다.

파종시기에 따른 지상부의 엽병속수, 총엽수, 엽장의 생육 차이는 4월 10일과 4월 20일 파종한 처리구가 4월 30일과 5월 10일 처리구에 비하여 증가하는 경향이었다. 엽장은 파종시기에 따라 다소 변화가 인정되었으나 엽병속수와 총엽수와 같이 현저한 변화는 없었다.

염분 농도의 차이에 따른 토란의 계통간 내냉성의 반응은 염분농도가 증가할수록 엽병속수와 총엽수는 변화가 거의 없었으나 엽장과 엽폭 엽병장은 대조구에 비해 0.25%와 0.5%가 거의 동일한 비율로 감소함을 알 수 있었다.

엽폭, 엽병장, 병경은 모두 파종 심도가 깊을수록 길었는데 완주 1과 수원 1에서 처리간 현저한 차이로 증가하는 경향이었다

질소질 비료와 인산질 비료를 10a당 각각 18kg, 10kg 공히 처리한 다음 가리질 비료를 3수준으로 처리하여 엽병속, 총엽수를 조사한 결과 이들 주요형질들은 가리질 비료의 첨가량이 증가할수록 양호한 반응을 보였다.

선발한 완주1, 수원1, 부안2 계통을 공시 재료로 하여 전주, 무안, 수원 등

3 지역을 선정하여 지역별 계통간에 있어서 HISA처리가 LISA처리에 비하여 엽병속수, 총엽수, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽병경에 있어서 다소 차이가 있었으나 그 차이는 그다지 현저하지 않았다.

토란에 발생하는 주요병해로는 경부병이었으며 갈색무늬병은 아주 미약하게 발생하였다. 경부병은 점촌 1, 이천 2 및 김해 1이 초 저항급으로 나타났고, 논산 1이 초감염급으로 이병율이 가장 높았다. 갈색무늬병은 진천 3, 광양 1 및 김천 1에서 1%로 미만으로 미약하게 발생 하였고 상주 1등 27품종은 전혀 발생하지 않았다. 경부병징으로부터 분리된 *Rhizoctonia solani* 52개 균주를 토란줄기에 재 접종한 결과 43균주에서 병원성이 나타났다. *Spodoptera litura* 에 대하여 지역별 조사에서 발생율이 높았으며 그 밖에도 *Theretra pnastrina*, southern blight (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) 및 *Aracecerus facciculatus* 등의 피해가 조사되었다. soft root의 감염율은 전계통의 평균 9.7%가 감염을 보였으며, 수원 1과 유성 1이 가장 저항성을 보였다.

참고 문헌

- Brown L. 1995. Who will feed China, Worldwatch Institute.
- 陳培昌 1978. 芋. 莖菜栽培781. 豐年書叢. 臺灣. pp. 166 - 173.
- 최성규, 이돈길 1986. 토란 친우의 종우이용 가능성에 관한 연구. 1. 친우의 크기가 토란의 생육과 수량에 미치는 영향. 한국원예학회지. 27(3) : 224 -230.
- 최성규, 한규평 1987. 토란 친우의 종우이용 가능성에 관한 연구. 2. 친우의 절편크기가 토란의 생육과 수량에 미치는 영향. 한국원예학회지. 28(2) : 112 -117.
- 최성규, 한규평, 정병관, 이돈길 1983. 모구 토란의 종구이용성에 관한 연구. 농시보고. 25(원예) : 42 - 46.
- Conway, GR 1986. Agroecosystem analysis for research and developments. Winrock International Institute for agricultural development, Bankok
- Denis JC and Adams MW 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18 : 74 - 78.
- Evans LT 1976. Physiological adaption to performance as crop plants. Phil. Trans. R. Soc. London Ser. B. 275 : 71 - 83
- 韓奎平, 朴華性 1975. 토란 播種期別 mulching 效果試驗. 全南農振報 : 403-416.
- 韓奎平, 李敦吉 1976. 토란 葉柄束數가 收量에 미치는 影響. 農試報告 18(園藝, 農工編) : 33 - 36.
- Herklot GAC 1972. Taro. Vegetable in South-East Asia. London George Allen & Unwin Ltd. pp. 404 - 412.
- Hoque MS, M Ali and MA Manan 1980. Effect of different management practices on the growth and yield of soybean. Thai J. Agric. Sci. 13 : 87 - 96.
- 黃賢喜, 陳東鐘, 韓青梅 1989. 芋品種「高雄1號」之育成. 高雄場研究彙報.

2(2) : 52 - 71.

黃賢喜 1991. 芋品種於栽培法改良之研究. 高雄區農業改良場特刊 KC-004. pp. 1 - 14.

石川格司, 千葉明 1972. サトイモのホリマルチ栽培. 農及園. 47(11) : 1565 - 1568.

Jung PK, MH Ko and KT Um 1985. Discussion of cropping management factor for estimating soil loss. J. Kor. Soc. Soil Fert. 18 : 7 - 13.

Karim M, ASK Tahirkheli and M Hatam 1981. Yield, emergence and plant height of soybean as affects by row spacing and nitrogen and phosphorus application. J. Agric. Res. Pakistan 19 : 117 - 123.

고재모 1996. 곡물시장의 동향과 증장기 전망. 농촌경제연구원.

小田原長治, 飛高義雄, 西村和明 1965. 里芋の育種に関する研究. 全國農業試験研究業績誌. 2 : 587.

熊澤三郎, 二井内清文, 本多藤雄 1955. 本邦における里芋品種分類. 日本園藝學會誌 25 : 1 - 10.

熊澤三郎, 二井内清文, 本多藤雄 1967. 農業技術指導要綱(園藝編) : 114 - 115.

이만상, 이중호, 유성호 1979. 토란의 지방종별 종우의 연령 및 증량이 주요특성에 미치는 영향. 한국원예학회지. 20(2) : 134 - 141.

Liou TD 1984. Effect of plant density on the yield of taro in paddy field. Agr. Res. of China. 33 : 38 - 43.

劉仁, 劉建萃, 王直喜 1994. 大棚芋頭栽培技術 : 長江蔬菜. 8(2) : 12 - 13.

Macrae RJ, SB Hill, GR Mehuys and J Henning 1990. Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. Adv. in Agronomy. 43 : 155 - 198.

Murphy TR and Gossett BJ 1981. Influence of shading by soybeans(*Glycine m ax*) on weed suppression. Weed Sci. 29 : 610 - 615.

大鹿保治, 亞出昭末 1971. サトイモのマルチ資料に関する試験. 群馬縣園藝試験

場蔬菜試験成績書 (II) : 120 - 122.

Putnam AR 1990. Vegetable weed control with minimal herbicide inputs. Hort Science. 25 : 155 - 159.

Schinkle B and W Mechelke 1990. A method to estimate the prospect of specific breeding for nutrient efficiency. In: Genetic aspect of plant mineral nutrition (ed. by El Bassam, N Dambroth, M and Loughman BC). Kluwer Academic Publisher. Netherlands. pp. 445 - 456.

Shabana R, T Bailey and KJ Frey 1980. Production traits of oats selected under low, medium and high productivity. Crop Sci. 20 : 739 - 744.

Spanakakis A and A Viedt 1990. Performance of winter wheat cultivars under reduced nitrogen conditions. In: Genetic aspects of plant mineral nutrition. (ed. by El et al). pp. 465 - 473

富山一男 1972. サトイモの無催芽マルチによる早出し栽培. 農及園 47(7) : 1025 - 1028.

U.S. Department of Agriculture. 1980. Report and recommendations on organic farming. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 174 p.