

최 종  
연구보고서

GOVP 12018496

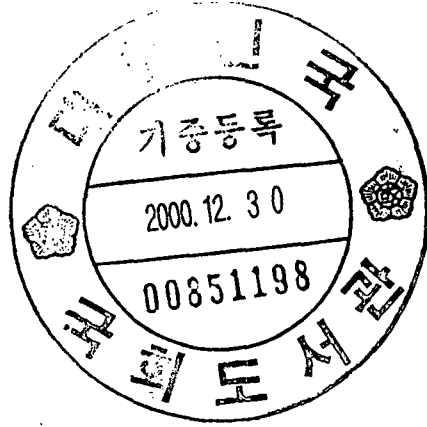
635.97  
L293 B

# 분화류 급수방법 개량화 연구

Improvement for Watering Methods of Pot Flowers

서울 시립대학교

농 립 부



# 제 출 문

농림부 장관귀하

본 보고서를 “분화류 급수방법 개량화 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2000년 10월 24일

주관연구기관명: 서울시립대학교

총괄연구책임자: 이 정 식

연 구 원: 정 순 진

연 구 원: 김 귀 순

연 구 원: 김 진 필

협동연구기관명: 서울시농촌지도소

협동연구책임자: 손 태 식

협동연구기관명: 경기도 농업기술원

협동연구책임자: 임 재 옥

여 백



# 요 약 문

## I. 제목

분화류 급수방법 개량화 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

국내 화훼 총생산액중 분화생산액의 비중이 32%나 되지만 재배기술은 개선해야 될 점이 많다. 분화생산은 절화와는 달리 수도권에 단지가 집중되어 있고 관수 노력이 많이 든다. 노력비중 가장 많이 들어가는 것이 관수노력으로 시클라멘 재배에서 인공호스 관수인 경우 전체노력의 30%나 들어간다.

그 동안 필자의 조사에 의하면 수도권 분화생산농가의 여러 문제점 중 가장 큰 현장 고충 사항으로 관수 방법의 자동화, 선진화 기술이 시급함을 알게되었다. 그래서 이들 농가들이 값싸면서도 편리한 관수기술을 개발하고자 본 연구를 하였다.

따라서 자동생력관수를 국내에 정착시키기 위해서는 각종 관수기술과 관련된 문제점에 관한 연구를 3년간에 걸쳐서 수행하였다.

우선 분화중 가장 중요한 아잘레아, 포인세티아, 벤자민고무나무를 대상으로 지상관수와 저면관수의 성장비교와 함께 앞으로 생력화를 위해서 꼭 필요한 양액 관수 재배에 대한 여러 연구가 필요하다. 자동 생력관수를 위하여는 이들 관수 시스템에서의 분화류의 배지 규명이 필요하다.

저면담배수 양액관수법은 화란을 포함한 분화생산 선진국에서 최근 많이 도입한 기술로서 이 기술을 포함하여 국내 실정에 맞는 관수기술 평가가 필요하였다. 이러한 관수기술은 알맞은 배지조건 및 양액의 다량 및 미량원소의 양분 흡수율을 밝히는 것은 생력형 저면담배수 양액관수법을 실용화하는데 중요하다.

한편 자동생력관수 방법으로 전세계에서 이용되어왔던 점적식 튜브다지형 관수

법등 각종 관수방법을 평가하고 가장 이상적인 관수시스템을 구명함은 매우 중요한 일이다. 또한 양액을 이용한 관수는 순환식이 필수적인데 이때 합리적인 양액 소독방법이 구명되어야 한다.

자동으로 관수를 하기 위해서는 화분이 말랐을 때 물이 공급되는 시점과 관수 후 급수가 중단되는 관수 on-off system을 자동화하기 위하여 화분속의 수분을 계측 제어하는 기술이 개발되어야 한다.

이러한 여러 연구는 농민에게 이해되고 실용화가 필요한데 이를 위하여 세미나의 개최와 실증시험을 수행하여 본 연구가 분화생산농가의 현장에서 실용화 할 수 있도록 하였다.

따라서 분화급수방법이 현재 인력에 의존하는 다노력형에서 자동 생력관수법을 도모하였다.

본 연구자료는 국내 분화생산에서 해결해야할 관수에 관한 중요 문제점을 모두 해결하는 중요한 연구로서 많은 농가의 활용이 기대된다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 분화류 자동급수를 위한 배지 및 양액 개발을 하고자 하였다. 분화를 대표 하는 3작물(아잘레아(품종 미손벨), 벤자민고무나무, 포인세티아)을 공시하여 저면 담배수 양액재배에 필요한 배지를 구명하였다. 배지원료로는 피트모스, 질석, 펄라이트, 훈탄, 부엽, 코코피트를 공시하여 배합비율이 다른 5처리는 가장 좋은 배지를 구명하고자 하였고 유럽에서 가장 많이 이용하는 Sonneveld 분화 표준액을 이용하여 알맞은 양액을 개발하고자 하였다.

2. 분화류 자동생력 급수방법과 양액소독방법을 구명하고자 하였다. 1항의 3작물을 공시하여 호스관수, 벤치담배수관수, 바닥담배수관수, 튜브다지형관수, 홈통관수, 매트관수, 지상살수관수, 홈통저면심지관수등 8가지 관수방법을 설치하여 가장

알맞은 분화 자동생력관수 방법을 구명하고 양액관수에서 해결되어야 할 양액소독 방법으로 자외선 살균등, 모래여과기, 열처리소독, 화학약품(차아염소산 칼슘액), 무처리 등 5처리를 하여 순환식 양액공급시스템에서의 살균효과를 조사하였다.

3. 분화류 자동급수를 위한 급수시점과 급수량 자동조절시스템 구축과 실증실험을 하였다. 1항의 3작물을 공시하여 급수시점을 알기 위한 국내외의 계측기와 서울시립대에서 개발한 두 가지 방법을 함께 비교하였다. 급수시점과 급수량을 조절하는 방법으로 Timer, TDR(Timer Domain Reflectometry), Tensio-meter에 의한 측정 및 제어기, Irrrometer(석고블록 간이 pF meter)방법을 설치비교 평가하고 그 동안 연구되었던 연구결과를 실제로 농민들에게 확인시켜 활용하게 하는 실증연구를 수행하였다.

## IV. 연구 개발결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발결과

□ 분화류 자동급수를 위한 배지 및 양액개발(1998)

가. 자동급수를 위한 분화류 배지구명 : 저면양액담배수 관수방법에 알맞은 배지를 구명하고자 6종의 배지원료를 혼합한 5종류의 배지로 Sonneveld 분화 표준 양액에 재배한 결과 다음과 같았다.

- 아잘레아(품종 미손벨)-

- 1) 110일 성장후 성장량에서 저면담배수관수가 지상관수에 비해 주당 생체중은 116g, 건물중은 23.8g 더 성장하였다.
- 2) 저면 담배수 관수 배지로는 피트모스3+펠라이트3+질석3의 용량비율로 혼합한 배지에서 가장 좋았고 질석3+펠라이트3+훈탄3에서도 높은 성장을 보였다.

- 벤자민 고무나무 -

- 1) 110일 성장후 성장량에서 저면담배수관수가 지상관수에 비해 주당 생체중은

88.0g, 건물중은 30.0g 더 성장하였다.

- 2) 저면 담배수 관수 배지로는 피트모스3+질석3+훈탄3의 용량비율로 섞은 배지에 가장 좋은 성장과 품질을 보였고 질석3+펄라이트3+코코피트3 배지에서도 높은 성장량을 보였다.

- 포인세티아 -

- 1) 가장 높은 생체중을 보인 배지는 Sonora 품종에서 용량비율로 피트모스2+펄라이트2+질석2+훈탄2+부엽2 이었고 다음 배지로는 피트모스3+질석3+훈탄3 이었으나 이들 간에는 유의차가 없었다. Gutbier V-10Amy 품종에서도 피트모스2+펄라이트2+질석2+훈탄2+부엽2에서 가장 좋았고 다음이 피트모스3+질석3+훈탄3 이었다. 이들 두 구간에는 유의차가 없었다.

나. 급수 양액 개발 시험 : 저면 담배수 관수에 알맞은 양액을 개발하기 위하여 Sonneveld 분화 표준양액, 1/2액, 2배액을 공급하여 양분흡수율 및 성장을 조사한 결과 다음과 같았다.

- 아갈레아(품종 미손벨) -

- 1) 양액농도는 Sonneveld 분화 표준액의 1/2액으로 공급된 배지에서 가장 높은 성장을 보였다.
- 2) 양액흡수율은 3월과 4월은 전체적으로 낮았으며 5월 N는  $3.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 흡수율을 보여 4월의  $1.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 3배나 되었다. 6월이 가장 높은 흡수율을 보였는데 1/2S농도에서  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 단위로 N=3.9, P=1.0, K=3.3, Ca=2.3, Mg=2.2의 흡수율을 보였다.

- 벤자민고무나무 -

- 1) 급수양액의 농도는 Sonneveld 분화표준액으로 공급된 배지에서 가장 높은 성장량을 보였다.
- 2) 양분흡수율은 3월, 4월에는 저조하였고 5월에는 높아 Sonneveld 표준액의 초기 공급된 성분만큼 흡수되었다. 6월에는 표준액(S구)에서  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 단위로

N=6, P=1.4, K=5, Ca=6, Mg=2.4 흡수율을 보였고 가장 높은 성장량을 보였다.  
다. 기타 : 본 연구와 관련된 학문적, 기술적 각종 필요한 내용들이 조사되었다

□ 분화류 자동생력급수 방법 및 양액소독방법구명(1999)

가. 자동생력 급수방법 개량화 연구

- 아잘레아(품종 미손벨) -

- 1) 4개월 성장후 가장 높은 생체중과 건물중을 보인구는 저면 흡통 심지관수였다.
- 2) 양액공급량은 점적관수에서 가장 많았고 다음이 저면담배수 흡통관수였고 매트관수와 지상 살수관수가 낮았다.
- 3) 양분흡수율은 저면흡통심지관수에서 3~6월까지의는 낮았으나 7월에는  $me \cdot L^{-1}$  단위로 N=3, P=0.8, K=5.7로 높은 K흡수율을 보였다.

- 벤자민 고무나무 -

- 1) 4개월 성장후 가장 높은 생체중과 건물중을 보인구는 바닥담배수관수에서였다.
- 2) 양액공급량이 가장 많았던 구도 바닥담배수관수였다.
- 3) 가장 높은 생체중을 보였던 바닥담배수관수의 가장 생장이 높았던 7월의 양분 흡수율은  $me \cdot L^{-1}$  단위로 N=5.2, P=1.3, K=4.8 Ca=1.3, Mg=0.2이었다.

- 포인세티아 -

- 1) 무적심재배에서 가장 높은 생체중을 보인구는 튜브다지형점적관수, 벤치담배수관수 및 흡통관수로서 관행 지상살수관수보다 2배이상 높은 성장량을 보였다. 한편 적심 재배에서도 튜브다지형관수 및 벤치담배수관수에서 가장 높은 생체중을 보였다.
- 2) 상품화시 품질을 좌우하는 포엽수도 1)항의 3처리구에서 가장 많았다.

나. 분화류 순환식 담배수관수 양액 소독방법구명연구

- 1) 아잘레아(품종 미손벨)와 벤자민고무나무 생체중과 건물중은 모래여과기로 소독한 구에서 가장 높았으나 아잘레아는 열소독기를 제외한 3처리, 벤자민고무나무는 모든 처리에서 유의 차가 없었다.
  - 2) *Pythium* 선택배지에서 세균(붉은색, 흰색)은 모래여과기와 열소독기에서 가장 적었다. 6종의 진균에서 가장 소독효과가 높았던 것은 열소독기, 자외선+오존 살균기, 모래여과기에서 전혀 없거나 거의 진균이 보이지 않았다.
- 다. 기타 = 본 연구와 관련된 학문적, 기술적 각종 필요한 내용이 조사되었다.

□ 분화류 자동급수를 위한 급수시점과 급수량 자동조절 시스템 구축 및 실증 시험(2000)

가. 분화류 급수시점과 급수량 자동조절 시스템 구축연구

자동조절 시스템 구축을 위하여 아잘레아(품종 미손벨)는 저면 홈통 심지관수, 벤자민고무나무는 저면담배수관수에 의거 관수하고 Timer, TDR, pF sensor, Irrrometer, 화분중량관수조절법, 모발습도계 관수조절기 등 6가지 방법을 자동관수 조절 시스템으로 하여 비교 평가한 결과 다음과 같았다.

- 아잘레아 -

- 1) 생체중과 건물중에서는 5처리 모두 유의차가 없었으나 평균치로는 TDR 관수 시스템에서 가장 높았다.
- 2) 양액공급량이 가장 적었던 구는 Irrrometer에 의한 관수였고 다음이 Tensio-meter(pF meter), TDR순서로 많았다.
- 3) Tensio-meter에 의한 일중 pF변화는 12시~18시 사이가 가장 높았고 0시~6시 사이가 가장 낮았다.
- 4) 양분흡수율은 4월에는 저조하다가 5월부터 높은 흡수를 보였는데 TDR관수에서 N는  $8.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  흡수되었다. 한편 6월에는  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  단위로 N=4.2, P=1.75, K=1.63. Ca=7.58, Mg=1.82가 흡수되었고, 7월에는 N=8.57, P=1.62, K=1.91, Ca=6.44, Mg=1.20이 흡수되었다.

- 벤자민 고무나무 -

- 1) 생체중과 건물중에서 전기식 모발 습도계 관수 조절기 관수에서 가장 높았다.
- 2) 양액공급량이 가장 많았던 구도 전기식 모발 습도계 관수조절기 관수에서 가장 많았다.
- 3) 벤자민고무나무는 다른 분화류에 비하여 양분흡수율이 매우 높았는데 생장량이 가장 높았던 모발 습도계 자동 관수구에서는 N가 4월에도  $13.1\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 나 흡수되었고, 5월에도 N는  $8.5\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 가 흡수되었다. 생장이 높았던 6월은  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  단위로 N=7.05, P=4.74, K=2.82, Ca=10.27, Mg=2.05가 흡수되었고 7월에는 N=7.7, P=4.2, K=3.08, Ca=9.05, Mg=2.43이 흡수되었다. 한편, 8월은 7월보다 다소 감소하였다.

나. 분화류급수방법 실증연구(경기도 농업기술원)

- 1) 아잘레아(품종 미손벨) 최종 생장량조사에서 본 연구 결과에 의해 가장 좋았던 개량흡통심지관수는 관행호스관수보다 주당 생체중은 15.7g, 건물중은 3.7g 더 많았고 품질을 나타내는 생장조사에서도 모두 우수하였다.
- 2) 벤자민고무나무의 최종 생장량조사에서 본 연구 결과에 의해 가장 좋았던 바닷담배수관수는 관행호스관수보다 주당 생체중은 30.4g, 건물중은 4.5g 더 높았으며 각종 품질을 좌우하는 모든 형질에서 우수하였다.
- 3) 포인세티아의 최종 생장량 조사에서 본 연구결과에 의해 가장 좋았던 벤치 담배수관수는 관행호스관수보다 주당 생체중은 179.7g, 건물중은 119.0g이나 더 높았으며 품질을 좌우하는 모든 형질에서 우수하였다.
- 4) 이상의 결과를 경기도 화성군 동탄면 청계리 155. 원형규씨등 경기도 거주농가 140농민에게 4회에 걸쳐 교육 및 전시하였다.

다. 기타 : 본 연구와 관련된 자료가 조사되었다.

라. 경제성 분석

- 1) 인건비는 인공호스관수가 가장 많이 들며 10a당 515만원이나 소요되었는데

비해 자동생력관수는 125천원 밖에 소요되지 않았다. 관수소요시간은 경기도 농업기술원에서 조사한 바에 의하면 포인세티아의 경우 825시간이나 들었다.

- 2) 설치비는 담배수관수가 10a당 8000만원이 소요되었지만 수요가 증가되어 양산 체제로 들어가면 훨씬 싸질 것으로 보인다. 홈통관수와 매트관수의 가격이 담배수관수보다 낮았지만 지상살수관수와 점적관수는 150만원 이내로 더 낮은 값을 보였다.
- 3) 감가상각비도 담배수관수가 가장 고가(高價)였고 다음은 홈통관수와 매트관수였다. 역시 지상살수관수장치나 점적관수는 낮은 값을 보였다.
- 4) 실제로 관수에 들어가는 실 경비인 인건비와, 시설장치의 감가상각비를 합친 A+B는 인공호스관수가 가장 높아 500여 만원이 소요되었고 다음이 담배수관수였다. 홈통관수와 매트관수도 300~400만원정도의 경비가 들어갔다. 반면에 점적관수와 지상살수관수는 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 경비의 상승은 좋은 품질의 상품을 생산한다면 상쇄될 수 있을 것으로 보인다.

## 2. 활용에 대한 건의

가. 개량 저면담배수 양액 관수 방법 국산화 추진 및 보급

- 1) 분화급수방법의 개량된 방법으로 저면담배수 양액관수 방법을 (주)세기교역(1년차 참여기업)회사에 기술이전 시켜 국산화 추진 및 분화생산 농가에 보급 계획

- 전시 : 국제농업기계박람회 SIEMSTA 전시 2000.11.13 ~11.18일 COEX 전시관

- 홍보 : 2000국제농업기계박람회 SIEMSTA에 출품 전시. 서울 삼성COEX전시관  
2000 : 11월 13일~11월 18일

- 2) 분화 생산자들의 품질향상과 농가소득 증대를 위한 관수방법개량이 절대로 필요하며 개량 저면담배수관수 등 본 연구결과가 농가에 응용 및 홍보되도록 지도 필요.



나. 분화의 저면담배수관수시 적정 배지를 다음과 같이 사용하도록 지도 필요

아잘레아 = 피트모스 3 + 펄라이트 3 + 질석 3 (v/v/v)

벤자민고무나무 = 피트모스 3 + 질석 3 + 훈탄 3 (v/v/v)

포인세티아 = 피트모스 3 + 질석 3 + 훈탄 3 (v/v/v)

다. 저면담배수양액 관수시 적정 양액을 사용하도록 지도 필요

아잘레아 = 1/2 Sonneveld 분화표준액을 기준으로 본 보고서 월별 양분 흡수  
율에 따라 고정

라. 자동생력급수방법으로 다음의 개량관수방법을 사용토록 지도 필요

아잘레아 = 저면 담배수흡통 심지관수법

벤자민고무나무 = 바닥저면담배수관수

포인세티아 = 벤치저면담배수관수, 튜브다지형점적관수, 또는 저면담배수흡통  
관수 중 선택

마. 저면담배수양액관수 재배시 순환식 양액의 소독 방법중 가장 좋았던 열 소독  
기, 자외선+오존 살균기, 모래여과기 중 선택해서 사용할 수 있음을 지도 필요

바. 분화류 급수시점과 급수량을 조절하는 방법으로 다음의 것이 가장 좋았음을  
지도 필요하며 새로운 기기는 국산화시켜 보급할 필요가 있음

- 아잘레아 = 저면담배수 흡통심지관수시 고주파 수분제어 장치(Time Domain  
Reflectometry)에 의한 관수장치

- 벤자민고무나무 = 저면담배수관수시 전기식 모발 습도계 관수제어 장치

사. 국산화가 필요한 다음의 관수시설은 자금지원 필요

저면담배수관수시설 = 트레이, 퀵밸브, 바닥담배수시설

양액소독시설 = 모래여과기, 자외선 +오존살균기

급수시점 및 급수량조절기기 = 고주파수분측정 및 제어기(TDR), 전기식 모발  
습도계, 관수장치

## Summary

The objectives of this research were to improve for the best watering methods of pot flowers in scientific and economic fields. Three projects were studied during three years and resulted as follows;

1. Developments of media and nutrient solution of pot flowers in automatic subirrigation system, five mixed media using six kinds of medium were evaluated and analyzed in ebb and flow subirrigation system to supply Sonneveld nutrient solution of pot flowers.

Pot azalea for 110 days growing in ebb and flow subirrigation system had more 116g of fresh weight and 23.8g of dry weight than those of over-head irrigation using same nutrient solution in pot azalea cv. Mission Bell, and the best media in ebb and flow sub-irrigation nutriculture were the mixture with three parts in volume of peat moss, perlite and vermiculite respectively, but there were not statistical significant difference in mixed media with three part of peatmoss, vermiculite and carbonized rice hull respectively.

Also pot *Ficus benjamina* grown 110 days in same subirrigation systems as their pot azalea showed more 88g in fresh weight and 30g in dry weight than those of over-head watering system. Its media in this subirrigation nutriculture system were resulted the best in the mixture with three parts in volume of vermiculite, perlite and coir dust respectively were also good growth while *Euphorbia pulcherrima* cv. Sonora and Gutbier V-10 Amy showed the best in media mixed with two parts in volume of peat moss, vermiculite,

perlite, carbonized rice hull and leaf mould respectively, and next one was three parts in volume mixed with peat moss, vermiculite and carbonized rice hull respectively.

To select the best nutrient solution in two kinds of pot flowers in ebb and flow subirrigation system, they were evaluated for growth compared with strength of standard, half and two times in Sonneveld pot nutrient solution. Its result was the best in half strength of it of pot azalea cv. Mission Bell. And the uptake rate of macro-nutrition in this subirrigation system was low in March and April, while there showed high rate of them in May which was uptaked highly as  $3.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  of nitrogen(N), while there was  $1.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  of N in April. This means three times more absorption compared with April. In June when this plant grew the most, they uptaked as  $3.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in potassium(K),  $2.3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in calcium(Ca),  $2.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in magnesium(Mg) in calculated Yamazaki formula of pot azalea 'Mission Bell' .

In pot *Ficus benjamina*, there was the best growth in standard strength of Sonneveld nutrient solution, their uptake rates were also low in March and April, while they uptaked as much as initial standard concentration in Sonneveld standard strength pot solution in May. And they were calculated using same method and resulted as  $6\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in N,  $1.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in P,  $5\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in K,  $6\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in Ca,  $2.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in Mg in June.

And a lot of miscellaneous data that concerned with this study were investigated and discussed with scientific and economic fields.

2. Study of best methods of automatic labor saving systems and sterilization

of nutrient solution in closed nutriculture for pot flowers.

To select best automatic systems which were six systems as bench ebb and flow, microtube drip irrigation, capillary mat watering, sprinkled over-head watering, through irrigation with wicks, and floor ebb & flow by timer on-off controlled system, they were evaluated in growth and economic fields.

In fresh and dry weight for four months grown of pot azalea they showed the most in the system of through irrigation with wicks among five systems. And amount of nutrient solution was showed the most in micro-tube drip one, and next was through irrigation with wicks among them.

The uptake rate of macro-nutrition solution in pot azalea showed to be  $3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  of N,  $0.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  of P,  $5.7\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  of K calculated Yamazaki formula in July, while from March to June showed lower uptake than other months. While pot *Ficus benjamina* showed the best fresh and dry weight four months growing in system of floor ebb and flow among them and also this system needed the most amount of nutrient solution among them and the uptake rate of nutrition was as  $5.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in N,  $1.3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in P,  $4.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in K,  $1.3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in Ca,  $0.16\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  in Mg in June.

In pot *Euphorbia pulcherrima* cv. Sonora and Gutbier V-10 Amy, the most growth in fresh weight was in the systems of microtube drip, bench ebb and flow and through irrigation system, and showed best quality for bargain including their bracts in these three systems.

Sterilization methods in closed nutriculture of subirrigation systems were the best in sand filter one in pot of azalea and *Ficus benjamina*. But there were not statistical significant difference in methods of ultra-violet ray with ozone

emission, sand filter one and chemical germicide without heat sterilization in pot azalea, while four systems were almost same effects in pot *Ficus benjamina*. Bacteria shown red and white cultured in selected *Pythium* media showed the least or no occurrence in the methods of sand filter and heat sterilization in this irrigation system. While six fungi showed no or little in the heat sterilization, ultraviolet ray with ozone emission, and sand filter system.

3. Selection of on-off control systems of several sensors for automatic labor saving subirrigation, and positive study of pot watering for growers.

To select the best on-off control sensors for system of the through with wicks system that was the best results in pot azalea in six sensors which were timer, time domain reflectometry(TDR), tensio meter, irrometer of simple pF meter, system of pot weight on-off sensor and its electric hair humidity with wicks made in my environmental flower laboratory.

They were not statistical significant difference among five on-off control systems in fresh and dry weight for four months growing, while growth in mean value was the best in TDR on-off system. The plot of the least supply amount of nutrient solution was shown in the irrometer of simple pF meter, and there were increased in tensio meter and TDR in order. And a day pF change in mean value during whole growing period recorded the highest to be from 12:00 to 18:00 hour and the lowest to be from 0:00 to 06:00 time.

In the uptake rate of macro-nutrition calculated Yamazaki formula, pot azalea showed to be low in April, but it was high in May, which showed  $8.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  of N in subirrigation system of TDR sensor, and they showed uptake rate to

8.57me · L<sup>-1</sup> in N, 1.75me · L<sup>-1</sup> in P, 1.63me · L<sup>-1</sup> in K, 7.58me · L<sup>-1</sup> in Ca, 1.82me · L<sup>-1</sup> in Mg during June. While there were, resulted as 8.57me · L<sup>-1</sup> of N, 1.62me · L<sup>-1</sup> of P, 1.91me · L<sup>-1</sup> of K, 6.44me · L<sup>-1</sup> of Ca, 1.20me · L<sup>-1</sup> of Mg in July.

In pot *Ficus benjamina*, there were the most growth of fresh and dry weight by electric hair humidity controller system and it was also supplied the most amount of nutrient solution in this system. Amounts of uptake rates of macro-nutrient of this plants were remarkably higher than pot azalea, and it was the most uptake of nutrient solution by electric hair humidity controller system. It was high in April as 13.1me · L<sup>-1</sup> and May as 8.47me · L<sup>-1</sup> in nitrogen. June when it was high growth having the most of fresh and dry weight they uptaked by Yamazaki formula calculation to be as 7.05me · L<sup>-1</sup> of N, 4.74me · L<sup>-1</sup> of P, 2.82me · L<sup>-1</sup> of K, 10.27me · L<sup>-1</sup> of Ca, 2.05me · L<sup>-1</sup> of Mg, and it was 7.7me · L<sup>-1</sup> in N, 4.2me · L<sup>-1</sup> in P, 3.08me · L<sup>-1</sup> in K, 9.05me · L<sup>-1</sup> in Ca, 2.43me · L<sup>-1</sup> in Mg in July. But they were lower in August than July.

In comparison with economic cost of automatic irrigation system, artificial hose irrigation system cost the most among them in labor expenses, whereas install costs needed the most in ebb & flow sub-irrigation system. Nevertheless ebb & flow system cost less than artificial hose irrigation in consideration of labor cost plus the depreciation cost of installation.

In positive study for grower of improved automatic sub-irrigation system that showed the best results in these research. A pot azalea had superior quality and growth as 15.7g of fresh weight and 3.7g of dry weight in the improved through irrigation with wicks system to those of conventional artificial hose irrigation.

Floor ebb and flow that resulted the best amount of growth for these research in a pot *Ficus benjamina* showed also better quality and growth in 30.4g of fresh weight and 4.5g of dry weight than that conventional one and the system of floor ebb and flow among them gave resulted the most final growth and showed to be more 179.7g of fresh weight, 119g of dry weight than those of artificial convention hose irrigation.

All good results showed and released to 140 growers of pot flower during four times and presented in symposium concerned with pot irrigation in Korean flower research society. And a lot of miscellaneous data concerned with this projects were released and evaluated with scientific and economic field.

# Contents

Chapter I. Introduction .....	22
Section 1. Necessities of research .....	22
Section 2. Objectives and ranges of research .....	23
Chapter II. Development of media and nutrient solution for automatic subirrigation of pot flowers .....	27
Section 1. Study of media selection for automatic subirrigation of pot flower .....	27
Section 2. Development of nutrient solution for automatic subirrigation of pot flowers .....	64
Section 3. Study of media selection for automatic subirrigation of pot <i>Euphorbia pulcherrima</i> .....	116
Chapter III. Improvement of irrigation supplied systems and sterilization of supplied nutrient solution of closed nutriculture in pot flowers .....	124
Section 1. Improvement of irrigation supplied systems of pot flowers	
Section 2. Sterilization of supplied nutrient solution of closed nutriculture in pot flowers .....	210
Section 3. Improvement of irrigation supplied systems of pot <i>Euphorbia</i> <i>pulcherrima</i> .....	272
Chapter IV. Study of on-off controls for automatic irrigation system, and positive study of improvement watering system of pot flowers	282



Section 1. Study of on-off control for automatic irrigation system of pot flowers .....	282
Section 2. Positive study of improvement watering system of pot flowers for growers .....	343
Chapter V. Composite discussion .....	354
Chapter VI. Conclusion .....	365
Chapter VII. Practical application of research results .....	371

# 목 차

제 1 장 서론 .....	22
제1절 연구 개발의 필요성 .....	22
제2절 연구개발의 목적과 범위 .....	23
제3절 관수방법과 관련된 최근의 연구동향 .....	24
제 2 장 분화류 자동급수를 위한 분화류 배지 및 양액개발 .....	27
제1절 자동급수를 위한 분화류 배지 구명 연구 .....	27
1. 재료 및 방법 .....	27
2. 결과 및 고찰 .....	31
3. 적요 .....	60
제2절 급수양액 개발시험 .....	64
1. 재료 및 방법 .....	64
2. 결과 및 고찰 .....	65
3. 적요 .....	113
제3절 자동급수를 위한 포인세티아 배지구명 연구 .....	116
1. 재료 및 방법 .....	116
2. 결과 및 고찰 .....	118
3. 적요 .....	122
제 3 장 분화류 급수 방법 개량화 및 급수양액 소독방법 연구 .....	124
제1절 자동 생력급수방법 개량화연구 .....	124
1. 재료 및 방법 .....	124
2. 결과 및 고찰 .....	125
3. 적요 .....	203
제2절 분화류(아잘레아, 벤자민고무나무)순환식 담배수관수 양액 소독방법 구명 연구 .....	211
1. 재료 및 방법 .....	211
2. 결과 및 고찰 .....	213

3. 적요 .....	268
제3절 분화류 자동생력 급수방법 개량화 연구 .....	274
1. 재료 및 방법 .....	274
2. 결과 및 고찰 .....	275
3. 적요 .....	282
제 4 장 분화류 관수시점과 관수량 자동조절 시스템 구명 및 개량방법 실증 연구 ...	284
제1절 분화류 관수시점과 관수량 자동 조절 시스템 구명 연구 .....	284
1. 재료 및 방법 .....	284
2. 결과 및 고찰 .....	289
3. 적요 .....	335
제2절 분화류 개량급수방법 실증연구(경기도 농업기술원) .....	345
1. 서언 .....	345
2. 재료 및 방법 .....	345
3. 결과 및 고찰 .....	346
4. 적요 .....	354
제 5 장 종합고찰 .....	356
제 6 장 결 론 .....	367
제 1 절 분화류 자동급수를 위한 배지 및 양액개발연구 .....	367
제 2 절 분화류 자동생력급수 방법 및 양액소독방법구명 .....	368
제 3 절 분화류 자동급수를 위한 급수시점과 급수량을 자동조절 시스템 구축 및 실증 시험 .....	370
제 7 장 연구개발 결과의 활용 .....	373
부 록 .....	376
참 고 문 헌 .....	378

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구 개발의 필요성

국내 분화류 생산액은 99년 현재 1,870억원으로 전체 화훼 생산액(5,965억원)의 32%나 되지만 분화생산 방법은 아직도 인력과 비과학적인 옛날 방법이 그대로 이용되고 있다. 그 동안 물주기 3년이란 속담처럼 물은 올바른 관수기술을 터득 하는데는 오랜 경험이 필요하다. 관수기술은 식물생육과 품질에 지대한 영향을 주고 환경에 따라 변화가 커서 많은 경험과 노하우가 필요하기 때문이다. 관수방법이나 관수량은 화분의 배지, 화분의 종류, 식물종류에 의하여 변화되고 주변환경의 기상 조건에 의하여도 달라지게 된다. 현재 주로 이용되는 배지는 공사장에서 나오는 흙과 연탄재 등이 이용되어 무겁고 질이 일정하지 않은 원료를 사용하고 있다. 최근에는 스리랑카나 동남아시아 등에서 수입한 코코피트나 기타 인조용토가 일부 사용되고 있고 차츰 피트모스 등과 같은 배지원료를 구입하여 사용하는 농가가 늘어나고 있다.

최근 시설 분화류 생산은 부부 들어서 1ha(3,000평) 이상의 대 면적을 관리해야 되고 가볍고 균질의 화분을 생산해야 되는데 이를 위하여 값싸고 쉽게 구입이 용이한 배지가 필요하다. 한편 이것들은 저면양액관수재배 할 때와 지상관수가 달라지게 된다.

관수는 전체 노력의 1/3이상 차지하는 매일의 일로서 분화생산에서는 가장 자동화가 요구되고 있어 생산비 절감은 관수 노력을 얼마나 자동화 및 장치화를 할 수 있는가에 달려있다고 해도 과언이 아니다. 지상관수는 꽃이 피는 분화나 잎에 털이 있는 식물등은 저면관수보다 나쁘다. 최근 저면담배수관수(Ebb & Flow)등 최근 개발된 관수 방법은 화관에서는 80% 이상 채택하고 있다. 기타 선진국가에서도 대부분 사용하는 관수방법으로 가족 경영을 위해서도 저면담배수관수 등 작

물종류에 따른 다양한 방법이 도입되어야겠다.

알맞은 관수방법은 그 관수장치에 맞는 배지가 구명되어야 하고 보다 생력화 및 과학화를 위한 양액재배가 이상적이다. 따라서 관수방법에 알맞은 배지와 양액이 구명되어야 한다.

양액의 종류와 농도는 그 식물의 양분흡수율을 고려하여 정하게 되는데 화란등 많은 나라에서는 분화용 Sonneveld액을 많이 사용하고 있다.

관수량은 물 부족이 일어나지 않게 충분한 물을 공급하면서도 배수가 잘되어 습해가 일어나지 않게 관수시점이나 관수종점이 자동으로 관리되어야 한다. 관수 개시점은 상기한 여러 요인에 의하여 달라지게 되는데, 그 동안 타이머에 의한 자동관수가 보편적으로 이용되었으나 최근 각종 센서(pF, TDR, 중량법 등)의 개발로 보다 과학적인 관수방법이 개발되고 있다. 한 작물의 관수방법을 개량시키기 위하여는 관수에 관련되는 상기한 요인이 구명되지 않으면 안된다.

분화류는 관화위주의 분화와 관엽위주의 분화로 대별될 수 있는데 최근 생산량이 크게 늘어나는 관화분화인 아잘레아와 포인세티아, 그리고 관엽위주인 벤자민 고무나무를 공시하여 실용적이면서 효율적인 관수 방법을 구명하고자 3년간에 걸쳐서 연구하였다. 본 연구는 현장애로기술개발연구로서 농가에서 실제로 활용할 수 있도록 경기도 농업기술원에서 현장 workshop을 하고 시립대에서도 농민을 초청하여 설명하는 등 현장애로 기술개발에 초점을 맞추었다. 본 연구결과가 국내 분화생산농가에 큰 발전이 되길 바란다.

## 제 2절 연구개발의 목적과 범위

연구목표는 현재 인력에 의한 다노력 지상관수방법에 의존하고 있는데 이 방법에서 개량된 생력화 자동화관수 방법을 개발하고자 하였다. 각 작물별 관수 방법을 개발하기 위하여 그 동안 경험에 의존하던 것을 과학적인 방법에 의하여 관수

하는데 필요한 각종 기초 자료를 얻기 위하여 본 연구를 실시하였다. 개발목표 작물로는 분 식물을 대표할 수 있는 3작물을 대상으로 하였다. 분화식물로는 아갈레아(품종 미손벨)와 포인세티아 관엽식물로는 벤자민고무나무를 선택하여 각종기초 자료를 조사, 분석하였다.

우선 각 작물을 자동화, 생력화를 하기 위하여 저면양액담배수관수에 알맞은 배지를 구명하고 시기별 양분흡수율을 고려한 양액농도를 구명하였다.

한편 알맞은 관수방법을 구명하기 위하여 지상살수관수등 그 동안 각종관수방법을 포함한 여러 종류의 관수시설을 비교 검토하였다. 한편 양액관수시 순환식이 필수적인데 양액의 재사용은 수매전염병의 위험이 있는데 알맞은 양액소독방법을 구명하고자 하였다.

한편 최종연도에 1, 2년차에 가장 알맞은 관수방법으로 구명된 정보를 바탕으로 개발된 수분측정 센서와 서울시립대에서 개발한 두 방법을 이용하여 관수시점과 관수시간(관수량)을 정하여 가장 생장이 좋은 관수방법을 개발하고자 하였다.

### 제 3절 관수방법과 관련된 최근의 연구동향

관수는 식물체의 증산량과 배지의 보수력에 의해 좌우된다. 증산량은 엽면적과 엽구조에 의해 결정되며 같은 환경 하에서 같은 나이의 식물은 종류에 따라 유전적인 차이를 보인다. 분화중에서 높은 증산량을 보이는 작물은 시클라멘으로 35℃의 고온기에 초당 1cm<sup>2</sup>에서 20μg 이상을 증산한다. 한편 본 연구에 공시한 아갈레아(품종 미손벨)는 1~5μg·cm<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 벤자민고무나무는 15~20μg·cm<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>가 흡수되고 다육식물이나 CAM형인 난류는 1μg·cm<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>이하로 보고되고 있다. 이와 같이 같은 환경에서도 식물에 따라 증산량이 다르기 때문에 관수량이 다르다. 토양수분감소는 식물생장에 지대한 영향을 주는데 특히 광합성의 저하가 가장 큰 성장 저하의 원인으로 지적하고 있다.

관수방법으로서 지상관수로는 호스관수, 두상살수관수, 튜브다지형 점적관수가 있는데 모두 장단점이 있다. 호스관수는 노력이 많이 들지만 사람이 식물상황에 대처할 수 있기 때문에 가장 이상적인 방법이다. 그러나 노력이 많이 들어 시클라멘의 경우 전체노력의 40%를 차지하고 있는데 수도권 분화생산 단지인 구과밭에는 거의가 이 방법으로 관수 하고 있다. 미니 스프링쿨러를 이용한 두상살수관수(over head irrigation)는 최근 timer를 이용한 생력화 관수방법으로 관엽식물이나, 플러그육묘에서 화훼 독농가들이 많이 이용하는 방법이다. 튜브다지형 점적관수는 이스라엘과 화란에서 많이 쓰여지는 방법으로 설치시에는 좀 비용이 들지만 분화생육에 알맞은 방법으로 외국에서 많이 이용되는 방법들이다.

한편 저면관수방법으로는 매트관수, 담배수관수(ebb & flow), 홈통관수가 있는데 화분 저면에서 양수분을 흡수하여 근권에 공급하는 방법이다. 모세관이 잘 연결되는 배지조성이 우선 중요한데 심지를 이용한 심지 저면관수도 분화에서 좋은 결과를 얻고 있다.

관수는 엽에서 증산으로 수분을 잃으면 엽의 수분포텐셜이 부압이 생기고 부압만큼 수분을 잡아당겨 수분상승이 되기 때문에 자동관수시 증산류(sap flow)를 계측하여 자동관수 하기도 한다. 이 증산류는 기상(광, 온도, 습도)과 밀접한 관련이 있기 때문에 일사량, 기온, VPD(vapor pressure deficit=포화수증기압-수증기압=포차) LAVPD(leaf air vapor pressure deficit=엽의 포화수증기압-대기의수증기압)증발산량을 계측하여 제어에 이용되나 경비가 많이드는 단점이 있다. 그러나 가장 많이 쓰여지는 방법은 토양내 수분계측에 의한 방법으로 석고블럭 내에 설치된 전극판의 저항변화를 이용하여 토양수분함량을 측정하는 방법으로 가격이 저렴하지만 측정범위가 낮다. 한편 토양 수분장력과 수분함량과의 관계를 이용하여 계측 제어하는 tensio-meter는 비교적 정확하게 계측하지만 장력이 1기압보다 높은 영역에서 작동하지 않으며 장기간 사용시 반응이 둔감하고 값이 비싼 단점이 있다. 최근 time domain reflectometry(TDR)센서는 토양수분증가와 함께 도전

율(導電率:流電率)은 거의 비례하여 증가한다. 물의 도전율은 2GHz이하에서는 거의 약 81로 일정하며 주파수나 염류농도에 의한 변화가 적다. 이것은 정전용량법, TDR법, 마이크로파법으로 구별된다. 이 방법이 외국에서는 최근 높은 관심을 가지고 있다. 한편 lysimeter(침루계)와 같이 수위에 따라 관수되게 하는 방법이나, 중량법과 같이 토양속의 수분무게에 의하여 관수되는 방법도 있으나 가장 많이 이용하는 것은 timer에 의한 방법이다. 그러나 이 방법은 어떠한 환경조건에서도 설정된 시간만큼만 관수 되기 때문에 부정확할 수가 있다.

이와 같은 관수와 관련된 여러 계측센서나 관수자재는 각 나라마다 다르고 시설의 종류나 기후환경에 따라 다르기 때문에 한국실정에 맞는 관수방법이 구명되지 않으면 안된다. 그 동안 채소나 과수의 관수는 어느 정도 실용화하고 있지만 분화류의 선진 관수방법은 아직도 실용화가 안되어 있다.

따라서 본 연구에서 가장 이용이 많은 분화류 대상으로 하여 3개년에 걸쳐 실용화 현장애로 기술을 연구하게 되었다.



## 제 2 장 분화류 자동급수를 위한 분화류 배지 및 양액개발

### 제 1절 자동급수를 위한 분화류 배지 구명 연구(서울시립대)

#### 1. 재료 및 방법

1) 공시작물 : 아잘레아(품종:미손벨)삼목 2년생으로 12cm화분의 것을 시장에서 구입하여 사용하였고, 벤자민고무나무는 삼목 2년생으로 12cm화분의 것을 시장에서 구입하여 사용하였다.

2) 처리내용(배지종류 : 용적비율)

아래 표와 같이 6종의 재료를 가지고 5가지 배합비율(용적비)을 달리 하여 시험하였다.

피트모스는 캐나다산 갈색토탄을 사용하였고 질석은 국산으로 굵은 것을, 펄라이트는 외국에서 원료를 가지고 와서 국내에서 제조한 굵은 것을 사용하였다. 코코피트는 스리랑카에서 수입한 것을 사용하였다. 한편 훈탄은 왕겨를 가지고 서울시립대에서 제조하여 사용하였고 부엽도 시립대 배봉산에서 수집한 참나무 낙엽으로 만든 것을 사용 하였다.

표 1-1-1<sup>2</sup>. 분화류 자동급수를 위한 배지시험 용량비 혼합 처리내용.

기호	피트모스	질석	펄라이트	훈탄	부엽	코코피트
T1	3	3	3			
T2	3	3		3		
T3		3	3			3
T4	2	2	2	2	2	
T5		3			3	3

<sup>2</sup>표 1-1-1은 1년차 1과제(1절)의 1번째라는 뜻.

### 3) 지상 및 저면 담배관수 비교

상기처리내용을 미니스프링쿨러에 의한 지상살수관수 및 저면담배수관수 두 가지 방법으로 처리하여 지상관수와 저면담배수의 생장을 비교 검토하였다. 지상 관수는 저면 담배수 관수를 3/20일부터 5/19일 까지 하다가 5/20일부터 옆 온실로 옮겨 지상살수관수를 하였다. 관수는 같은 양액을 사용하였다.

4) 시험장소 = 서울시립대 (아잘레아(품종 : 미손벨)와 벤자민고무나무)에서는 벤로 유리온실에 저면담배수 관수시설을 설치하여 시험하였다.

### 5) 급수양액 및 방법

급수양액의 pH는 아잘레아 = pH 5.0 , 벤자민고무나무 = pH 6.0으로 3일 간격으로 NaOH와 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 보정하여 주었다.

관수양액은 아래와 같이 유럽분화 표준액 Sonneveld액(mg · L<sup>-1</sup>)을 사용하였다.  
(NO<sub>3</sub>:148.51, NH<sub>4</sub>:15.41, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:46.47, SO<sub>4</sub>:32.06, K:215.05, Ca:120.24, Mg:18.23, Fe:1.117, Mn:0.549, Zn:0.196, B:0.216, Cu:0.032, Mo:0.048 mg · L<sup>-1</sup>)

급수방법은 저면담배수관수(Ebb & Flow Irrigation)로서 수면깊이를 3cm로 하였다. 급수시간과 급수량은 timer에 의해 조절하였으며 오전 10시와 오후 4시에 관수 되도록 하였다.

6) 기타 시험방법 : 화분정식은 98년 3/10일에 하였고, 관수 양액 공급시기는 98년 3/20일에 하였다.

7) 시험구 배치 및 크기로서 아잘레아(품종 : 미손벨)는 완전임의 배치 30반복으로 하였고 벤자민고무나무는 완전임의 배치 19반복으로 하였다.

8) 조사방법 및 토양분석 방법 : 조사방법은 농촌진흥청 농사시험연구기준 조사방법에 준하였고 토양 및 식물체 분석은 다음과 같이 하였다.

(1) pH : 시료 5g에 증류수 25mL을 가한 후 30분간 진탕한 후 pH meter로 측정하였다 (Hanna instruments).

(2) EC : 시료 5g에 증류수에 25mL을 가한 후 30분간 진탕한 후 EC meter로 측정하였다(Nieuwkoop Holland ; S/N 58338).

(3) 유기물(%) : 시료를 110℃에서 14시간 건조시킨 후 데시케이터에 옮겨 냉각 평량하고 전기로에서 700℃로 6시간 연소, 상온이 될 때까지 냉각 후 평량하였다.

(4) 수분함량(%) : 조제한 배양토에 분무기로 물이 흘러내리도록 충분히 관수 하여 12시간이 경과하여 유리수가 다 빠져나간 습윤토양을 평량병에 취하여 평량한 후 100~110℃의 건열기에서 건조(10 - 16시간)시킨 후 데시케이터에 옮겨 냉각 평량한 후 데시케이터에 옮겨 냉각 평량하여 그 감량을 토양에 대한 %로 나타내었다.

$$\text{수분함량} = \left( \frac{\text{습토무게}}{\text{건토무게}} \right) - 1 \times 100$$

(5) 가비중( $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) : 100mL의 평량병에 건조한(풍건)한 배양토를 채우고 다진 후 무게를 측정하여 다음과 같이 계산하였다. 가비중=건토무게(g)/토양을 채운 부피(mL)

(6) 진비중( $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) : 비중병의 무게를 측정한 다음 배양토를 넣어서 무게를 다시 측정한다. 여기에 증류수를 채운 다음 기포를 빼내고 부족 수분을 채운 후 무게를 측정한다.

또한 비중병에 증류수만을 넣어 무게를 측정한 다음 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{진비중} = \frac{\text{실온에서 증류수의 비중} \times \{(\text{비중병} + \text{배양토무게}) - \text{비중병무게}\}}{(\text{비중병} + \text{배양토}) - \text{비중병무게} - (\text{비중병} + \text{배양토} + \text{증류수무게}) - (\text{비중병} + \text{증류수무게})}$$

(7) 공극률(%) : 위의 진비중과 가비중에 의해 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{공극률} : \left( 1 - \frac{\text{가비중}}{\text{진비중}} \right) \times 100$$

(8) 토양 전질소(%) : 시료 1g을 kjeldahl flask에 평취하고 여기에 황산염 혼합분말 ( $\text{K}_2\text{SO}_4 : \text{CuSO}_4 = 9 : 1$ ) 5g을 가하고 진한(99%)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25mL을 가한 후

고열로 가열하였다. 완전분해 후 1시간 더 두었다가 냉각시켜 증류수로 250mL로 희석시킨 후 이 용액 25mL에 32%의 NaOH 25mL을 가하여 2% boric acid 5mL에 증류, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 표준용액으로 적정하였다.

(9) 토양 유효인산(ppm) : 시료 1g을 100mL삼각플라스크에 취하고 농업과학기술원 토양 화학분석법의 Lancaster법에 따라 20mL의 침출액을 가하여 10분간 진탕한 다음 여과하였다. 침출액 3mL씩을 시험관에 분취하고 발색시약을 가하여 잘 혼합 한 다음 30℃에서 30분간 발색시킨 후 UV(Shimazu UV-2100), 파장 720 혹은 660nm에서 흡광도를 측정하였다. 계산은 아래 식으로 하였다.

$$P_2O_4 = \text{표준곡선에서 얻은 } P \times (\text{침출액량(mL)} / \text{토양무게(g)}) \times 2.29$$

(10) 토양 K, Ca, Mg(me/100g) : 시료 2g을 시료충진 column에 넣고 1N - CH<sub>3</sub>COOH(pH 7.0) 용액100mL로 24시간 침출한 후 원자흡광분석기 (Perkin -elmer. M-3100)로 측정하였다.

(11) 양이온치환용량(CEC) : 시료 2g을 시료충진 column에 넣고 1N - CH<sub>3</sub>COOH (pH 7.0)용액 100mL로 24시간 침출하였다. 토양사이의 유리 NH<sub>4</sub>OAc는 80%의 ethyl alcohol 100mL로 세척하여 제거하였다. Alcohol 세척후 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N로 포화된 토양을 다시 1N-HCl+1N-KCl 100mL용액으로 2시간 동안 침출시켜 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N를 치환 침출한 후, 침출액을 micro - kjedahl 증류(Büche 323)법으로 증류하였다. 계산은 다음과 같이 하였다.

$$CEC(\text{me} \cdot 100\text{g}^{-1}) = (A-B) \times H_2SO_4\text{규정농도} \times \frac{\text{총 침출액량}}{\text{취한Sample량}} \times \frac{100\text{g}}{\text{시료무게 } g}$$

A : 1N-HCl, KCl침출액 적정에 소요된 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(mL)

B : blank적정에 소요된 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(mL)

#### - 식물체 성분 분석 및 생장조사

(1) 식물체내 전질소 - 분쇄된 시료를 0.5g씩 정량 하여 kjeldahl flask에 넣고 분해촉진제(CuSO<sub>4</sub> : K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 1 : 9) 5g 과 농황산 10mL를 가하여 분해조에서 230℃로 2시간 동안 분해하였다. 분해액은 질소자동증류기(Büche 323)로 증류하여

0.01N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 적정하여 전질소 함량을 측정하였다.

(2) 식물체내 인산 - 시료 0.5g을 정량 하여 100mL삼각 플라스크에 넣고 ternary solution (HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : HClO<sub>4</sub> = 10 : 1 : 4)을 10mL를 가하여 230℃ 전열판에서 2시간 분해하였다. 준비된 분해액은 여과지로 걸러 희석한 배양액은 vanadate법으로 470nm에서 비색계(UV 2100, Shimadzu)를 사용하여 비색 정량 하였다.

(3) 식물체내 K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, Cu - 시료 0.5g을 정량 하여 100mL 삼각플라스크에 넣고 ternary solution(HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : HClO<sub>4</sub> = 10 : 1 : 4)을 10mL를 가하여 230 ℃ 전열판에서 2시간 분해하였다. 준비된 분해액은 여과지로 걸러 희석한 배양액은 원자흡광광도계(Perkin Elmer 3100)를 사용하였다.

(4) 생육조사, 광합성조사 - 생육 조사항목은 초장, 초폭, 최대엽장, 최대엽폭, 지상부와 지하부 생체중, 건물중을 조사하였고, 광합성측정은 휴대용 광합성측정기 (Li-cor 6200)사용하여 CO<sub>2</sub>동화율을 측정하였다.

#### 9) 배양액의 pH 및 EC 조사

배양액내 pH - pH meter(Nieuwkoop Holland ; S/N 58338)로 측정하였고, EC 는 EC meter(Nieuwkoop Holland ; S/N 58338)로 측정하였으며, pH 보정은 1N NaOH와 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 1) 시험장소의 환경조사

Datalogger 에 의한 시험장소의 광도와 온·습도는 부표 1-1-1과 같았다. 3~4 월에는 기온이 낮았다가 6월 들어 온도가 상승하였으나, 6월 상순에는 이상 저온도 보였다. 습도는 6월까지의 낮았으나 7월에 들어 급히 올라갔다. 광도는 5월까지의 맑았으나 6월 들어 내려갔는데 일별로 심한 차이를 보였다.

2) 아잘레아(품종 : 미손벨) 성장조사 (저면 담배수 관수)

(1) 초장 및 초폭

표 1-1-2. 배지 종류별 아잘레아(품종: 미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수 관수 양액재배시 초장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	처리내용	초 장 (cm)				
		4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	피트모스3 + 질석3 + 펠라이트3	29.1 a <sup>y</sup>	32.8 a	32.2 a	35.3 a	33.0 a
T2	피트모스3 + 질석3 + 훈탄3	29.6 a	30.8 ab	29.9 b	34.5 ab	31.6 a
T3	질석3 + 펠라이트3 + 코코피트3	25.6 b	27.4 c	26.8 c	29.3 c	28.7 a
T4	피트모스2 + 질석2 + 펠라이트2 + 훈탄2 + 부엽2	26.3 b	28.9 bc	28.4 bc	32.3 b	29.2 a
T5	질석3 + 부엽3 + 코코피트3	26.7 b	26.8 c	28.1 bc	29.2 c	28.3 a

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.  
<sup>y</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

초장은 양액공급 1개월 후인 4월20일 조사에서, T1(피트모스3 + 질석3 + 펠라이트3 용적비)과 T2(피트모스3 + 질석3 + 훈탄3)에서 높은 초장을 보였고, T3(질석3 + 펠라이트3 + 코코피트 3), T4(피트모스2 + 질석2 + 펠라이트2 + 훈탄2 + 부엽2), T5(질석3 + 부엽3 + 코코피트3)은 다소 낮은 성장을 보였다. 이들 3처리 간에는 유의성이 없었다. 피트모스가 들어있는 것은 그렇지 않은 것에 비해 생장이 좋았고 피트모스 대신에 코코피트를 넣은 것은 생장이 다소 나빴다. 5/20일에는 이러한 차이가 더욱 뚜렷하여 코코피트가 들어간 T3와 T5에서 낮았고, 마지막 조사인 6/20일에는 T3에서 가장 낮았으며 T1에서 가장 높았다. 이상의 결과를 보면 피트모스, 질석, 펠라이트를 동량으로 섞은 경우가 가장 컸고, 펠라이트 대신 훈탄을 섞은 것은 다소 작았다. 코코피트가 들어간 것은 최종 조사에서도 떨어졌지만 부엽이 들어간 것은 그렇지 않은 것에 비해 산술평균에서 높은 초장을 보였다.

표 1-1-3. 배지 종류별 아갈레아(품종:미손벨<sup>2</sup>) 저면 담배수 관수 양액재배시 초폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	38.8 a <sup>x</sup>	47.7 a	58.8 a	50.0 a	60.8 a
T2	33.8 b	39.4 b	46.5 b	55.5 a	48.6 a
T3	31.7 b	37.2 b	42.0 b	46.8 a	49.5 a
T4	34.3 b	39.8 b	46.5 b	51.7 a	60.2 a
T5	32.7 b	36.4 b	41.9 b	48.5 a	51.0 a

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성이 없음.

초폭은 4/20일 조사에서는 초장과 비슷하게 T1에서 가장 컸고, 나머지는 통계적인 유의차를 보이지 않았다. 이러한 경향은 5/20일과 6/20일에도 같은 경향을 보이고 있다. 그러나 산술 평균치만으로 비교해 보면 T1, T2, T4에서 넓었다.

이러한 경향은 전체적으로 초장과 같은 경향으로 가장 크게 영향을 준 원료는 피트모스와 코코피트이었다.

## (2) 엽장과 엽폭

표 1-1-4. 배지 종류별 아갈레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수 양액 재배시 엽장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 장(cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	4.68 a <sup>x</sup>	5.38 a	4.83 a	4.07 a	6.33 a
T2	4.47 a	5.09 ab	4.70 a	4.58 a	5.27 ab
T3	4.60 a	5.06 ab	4.67 a	4.55 a	4.92 b
T4	4.35 a	4.50 c	4.85 a	4.08 a	4.83 b
T5	4.35 a	4.77 bc	4.36 b	4.30 a	4.58 b

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

표 1-1-5. 배지 종류별 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수 양액재배시 엽폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	2.47 a <sup>x</sup>	2.98 a	2.40 ab	2.37 a	2.90 a
T2	2.49 a	2.75 ab	2.30 ab	2.47 a	2.82 a
T3	2.50 a	2.53 b	2.24 b	2.45 a	2.58 a
T4	2.34 a	2.41 b	2.45 ab	2.57 a	2.58 a
T5	2.43 a	2.51 b	2.59 a	2.33 a	2.47 a

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

엽장은 최상위 가지에서 최상위 5번째 완전 전개된 잎을 조사한 결과로 4/20일에는 전 처리간 유의차가 없었지만 평균치만으로는 T1에서 가장 컸다. 5/20일에는 차이가 생기면서 T4, T5에서 가장 적었지만 6/20일에는 T5를 제외하고는 전 처리간에 유의차가 없었다. 엽폭은 4/20일에는 전 처리간에 유의차가 없었으며 5/20일에는 T1, T2 에서 컸고, 기타 처리구는 다소 작았다. 마지막 6/20일 조사에서는 T3가 가장 적었으나, 전체적으로 몇 mm의 차이 밖에 보이지 않았다.

### (3) 생체중, 건물중, 뿌리발달 및 엽록소 함량

표 1-1-6. 배지 종류별 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수관수 양액 재배시 정식 110일후의 생체중, 건물중, 뿌리발달 비교.

처리 <sup>y</sup>	생체중 (g)		건물중 (g)		뿌리발달 (1→5중음)
	지상부	지하부	지상부	지하부	
T1	202.7 a <sup>x</sup>	99.3 a	50.2 a	24.4 a	5.0 a
T2	192.0 a	96.7 a	46.9 ab	26.3 a	4.0 b
T3	129.3 c	66.7 b	32.4 c	28.0 a	3.7 b
T4	178.0 ab	86.0 ab	47.1 ab	33.2 a	3.7 b
T5	148.3 bc	82.0 ab	38.8 bc	26.7 a	3.7 b

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

저면 담배수 양액 관수는 후술하는 지상관수에 비해 생체중과 건물중에서 높은



생장량을 보였다. 생체중에서는 T1, T2와 T4에서 가장 높은 성장량을 보였다. 피트모스가 섞여있는 것이 아잘레아(품종:미손벨) 배지로서 좋았던것을 다시 한번 보여주고 있다. 가장 생장이 저조하였던 것은 T3, T5로서 피트모스 대신 코코피트에 사용한 구에서였다.

지상부 성장에서도 T1, T2, T4가 높았고, T3, T5가 낮았다. 이러한 현상은 지하부에서도 마찬가지였다. 건물중은 T4에서 가장 많았는데 T1, T2, T5는 통계적인 유의차가 보이지 않았다. 이러한 현상은 지상부와 비슷하였지만 지하부는 전체처리간에 유의차가 없었다. 특히 T4는 코코피트를 제외한 5종류의 배지원료를 섞은 배지로서 건물중이 가장 높았다.

뿌리발달은 T1과 T2에서 가장 좋았고 엽록소 함량도 가장 많았다.

이상의 결과를 보면 아잘레아 양액 저면담배수관수 배지로는 코코피트가 들어가지 않은 어느 배지도 좋았지만 특히 T1과 T2 그리고 T4에서 높은 성장량을 보였다.

표 1-1-7. 배지 종류별 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수관수 양액 재배시 정식 224일 후의 생체중, 건물중, 뿌리발달 비교.

처리 <sup>y</sup>	생체중 (g)		건물중 (g)		뿌리발달 (1→5 좋음)
	지상부	지하부	지상부	지하부	
T1	205.0 a <sup>x</sup>	96.5 a	67.5 a	25.5 a	5.0 a
T2	202.0 a	84.5 a	67.5 a	25.5 a	5.0 a
T3	163.5 c	62.0 a	45.5 b	12.5 a	5.0 a
T4	193.0 ab	47.0 a	50.5 ab	11.5 a	5.0 a
T5	175.0 bc	82.0 a	50.5 ab	28.0 a	5.0 a

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

224일 후도 같은 경향이었는데 지상부 생체중은 T1, T2, T4에서 높은 성장을 보였으며 T3에서 가장 낮았다. 지하부는 전체처리간에 유의차이는 없었으나 T1과 T2에서 가장 높았다. 이러한 경향은 건물중에서도 마찬가지였다. 224일 후에는 모

든 처리에서 뿌리발달이 좋았다.

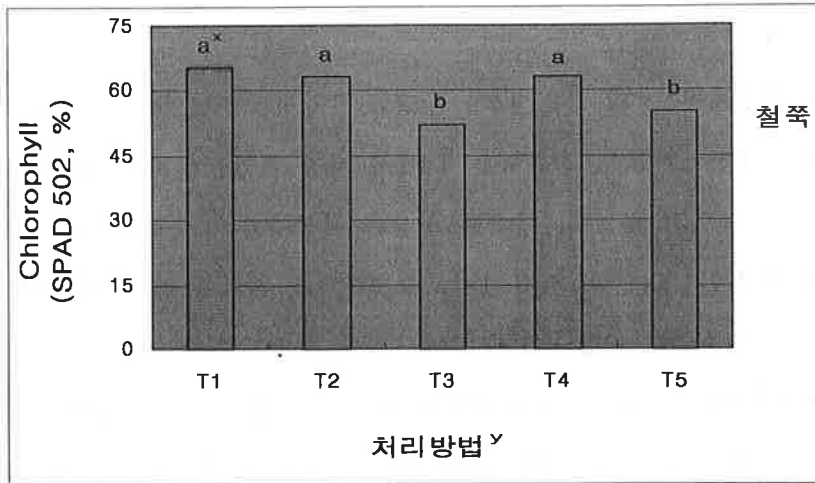


그림 1-1-1. 아잘레아<sup>2</sup> 정식 110일 후 저면 담배수관수 양액 재배시 배양토 종류에 따른 엽록소함량.

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

생장 110일 후의 엽록소 함량은 T1, T2, T4에서 가장 많았고 T3, T5에서 가장 적었다.

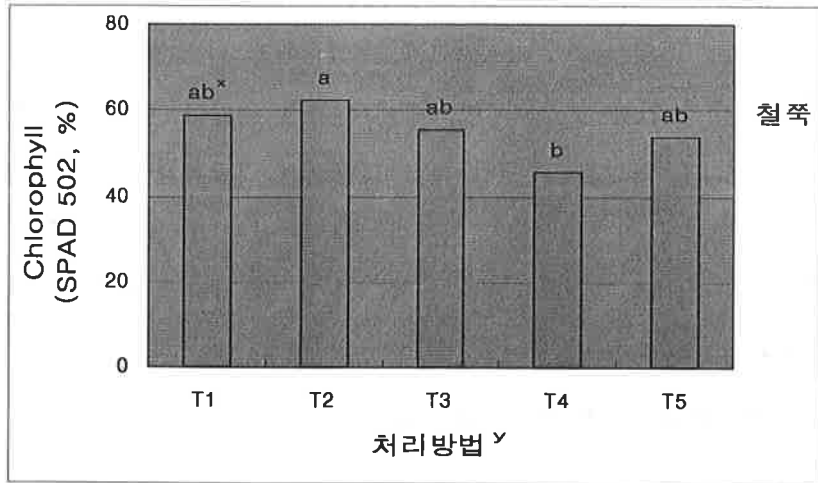


그림 1-1-2. 아잘레아<sup>z</sup> 정식 224일 후 저면 담배수관수 양액 재배시 배양토 종류에 따른 엽록소함량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>처리방법: 표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성이 없음.

생장 224일 후의 엽록소 함량도 T1과 T2에서 많은 경향이였다.

이상의 결과를 종합하여 보면 T1과 T2에서 성장량 및 엽록소, 그리고 뿌리발달에서 가장 높은 성장을 보였다.

#### (4) 광합성

표 1-1-8. 배지 종류별 90일<sup>z</sup> 성장 아잘레아(미손벨) 저면 담배수관수 양액 재배시 광합성 비교.

처리 <sup>y</sup>	순광합성량 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
T1	3.89 a <sup>x</sup>	1.06 a	394.47 b	2.60 a
T2	4.25 a	1.02 a	400.53 a	2.52 a
T3	4.46 a	0.90 b	395.17 b	2.23 b
T4	1.78 b	0.69 d	395.67 b	1.72 d
T5	4.31 a	0.74 c	387.13 c	1.84 c

<sup>z</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성이 없음.

순광합성량은 T4를 제외하고는 통계적인 유의차는 보이지 않았다. 그러나, 평균 치만으로는 T3과 T5에서 가장 높았는데, 성장량과는 다소 다른 값을 보였다. 기공저항치는 T4에서 가장 낮았고, T1, T2에서 가장 높았다. 한편, 세포내 CO<sub>2</sub> 농도는 T2에서 가장 높았고 T5에서 가장 낮았으며 기공확산 속도는 T1, T2에서 가장 높았고, T5에서 가장 낮았다. 이상의 결과를 보면 T4를 제외하고는 배지종류별 광합성량의 차이는 높지 않았고, 다른 요인도 큰 차이를 보이지 않았다.

(5) 배지의 이화학적 특성

① 공시 배지원료의 pH, EC 및 물리성

표 1-1-9. 아잘레아<sup>2</sup> 저면 담배수 관수 배지 구멍 연구에 사용한 정식 전 배지의 pH, EC 및 물리성.

처리 <sup>y</sup>	pH (1:5)	EC (mS/cm)	가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	보수력 (%)	공극률 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
T1	5.13	0.01	0.22	1.01	167.80	78.70	21.80	36.90	41.30
T2	5.31	4.07	0.21	1.12	202.40	81.60	18.80	42.50	38.70
T3	6.86	0.02	0.20	0.96	214.40	79.90	20.80	42.90	36.30
T4	6.50	3.82	0.32	1.16	94.50	72.50	27.60	30.20	42.20
T5	7.31	0.02	0.21	1.06	170.90	80.60	19.80	35.90	44.30

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.  
<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

공시배지의 pH는 T5가 가장 높았고, 피트모스가 들어간 T1, T2가 가장 낮았다. T3, T4는 미산성으로 나타났다. EC는 T1, T3, T5는 0.01~0.02mS/cm로 매우 낮았으나, 훈탄이 들어간 T2와 T4는 약4까지 올라갔다. 가비중은 모두 0.3 g/mL 이하로서 매우 가벼웠으며 T4외에는 0.22 mg/L밖에 되지 않았다. 한편 진비중은 모두 1정도이었으나, T3가 가장 가벼웠다. 공극률은 모두 70% 이상이었으며 T2와 T5가 비교적 높았다.

한편 보수력은 T4가 가장 낮았으며 T3가 가장 높았다. 전체적으로 분화용토로 적당한 수준이었다.

표 1-1-10. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수 관수 배지구명 연구에 사용한 정식 전 배지의 화학적 성질.

처리 <sup>y</sup>	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ex.cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	OM (%)
			K	Ca	Mg		
T1	0.05	17.04	19.89	10.13	14.05	18.80	0.81
T2	0.66	34.85	44.38	6.87	7.10	44.50	2.03
T3	1.08	8.89	56.03	8.37	8.01	19.50	1.84
T4	0.85	50.40	21.41	10.58	6.85	24.30	2.38
T5	0.46	51.82	25.85	18.80	7.76	23.60	2.67

<sup>2</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

전질소는 T3가 가장 높았고, T1에서 가장 낮았다. 인산은 T4, T5에서 가장 높았으며, T3에서 가장 낮았고, 다음이 T2이었다. K는 T3에서 가장 높았고, T1이 가장 낮았으며, Ca는 T2, T3가 비교적 낮은 값을 보였으나, Mg는 T1이 가장 높고 기타는 7~8cmol<sup>+</sup> · kg<sup>-1</sup> 수준이었다. CEC는 T2가 44로서 가장 높았으나 기타 구는 약 20의 범위에서 가감이 있었다. 유기물 함량은 T2가 50%로 가장 높고 다음이 T5에서 42% 이었으며 기타 구는 약 20의 범위를 보였다.

(6) 110일 생장 후 배지의 이화학적 특성

표 1-1-11. 아잘레아(미손벨) 저면담배수 관수 110일 후<sup>2</sup> 최종조사시 배지종류별 pH, EC 및 물리성.

처리 <sup>y</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	4.40	4.90	4.60	3.20	0.25	1.00	76.50	143.70	25.00	35.90	39.10
T2	4.70	5.00	7.54	5.90	0.22	1.09	80.30	284.20	20.00	62.50	17.50
T3	6.20	4.80	11.60	7.70	0.22	0.98	77.60	210.70	22.40	46.30	31.30
T4	5.90	4.70	12.80	1.60	0.34	1.09	69.20	135.40	31.10	46.00	22.90
T5	6.10	5.10	5.50	1.10	0.38	1.27	70.00	137.00	29.90	52.10	18.00

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>T=top 화분 가장 위 토양, B=bottom 화분가장 아래 토양.

저면담배수관수의 pH는 T1 이 가장 낮았고 한 화분의 상단부(top)와 하단부(bottom)의 pH는 전체적으로 상단부가 하단부 보다 높았다. 그러나 T1, T2는 양쪽 모두 5정도의 낮은 값을 보였다. 철쪽의 적정 양액 pH는 5정도인데 후술 하는 지상관수에 비해 적정 pH로 유지 되었음을 보여 주었다. 특히 양액이 하단부에서 인입되어 상단부로 옮겨가면서 염류농도가 높아 상단쪽이 pH가 올라가는 현상을 볼 수 있었다. 이러한 현상은 EC 에서도 뚜렷하여 하단부에 비해 상단부의 EC는 T4에서 8배나 높은 값을 보였고 나머지 모든 처리에서도 상단부가 높았다. 이는 저면 양액 관수에서 나타나는 특이한 현상으로 토양수분이 하단에서 상단부로 이동되기 때문이다. 가비중은 정식 전 배지의 것과 큰 차이가 없어 0.2g/mL정도 이었으나 T5는 다소 증가되었고 이와 같은 현상은 진비중에서도 정식 전 배지와 별 차이가 없었다. 이는 철쪽류의 뿌리가 세근으로 물리성 변화에 큰 영향을 주지 않은 것으로 보였다. 공극률은 정식시보다 다소 줄어들었으나 대체로 70~80% 수준에 들어있었으며 T2에서 가장 높았다. 한편 보수력은 135~284% 수준이었다.

표 1-1-12. 아잘레아(미손벨) 저면담배수 관수 224일후<sup>2</sup> 최종조사시 배지종류별 pH, EC 및 물리성 비교.

처리 <sup>y</sup>	pH		EC		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	5.36	5.32	4.23	4.97	0.24	0.85	71.30	168.90	28.70	41.20	30.20
T2	5.18	4.40	1.00	1.93	0.19	0.79	76.00	221.30	24.00	41.60	34.40
T3	7.07	5.00	0.16	2.36	0.23	0.92	74.60	215.20	25.40	50.00	24.60
T4	5.81	6.94	11.31	1.11	0.32	1.02	68.30	174.60	31.70	56.30	12.00
T5	5.87	6.11	7.00	1.52	0.38	1.08	64.90	131.40	35.00	49.60	15.30

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>T=top 화분 가장 위 토양, B=bottom 화분가장 아래 토양.

224일 후에는 pH가 배지 종류에 따라 차이가 있었는데 T2에서 가장 낮았고 다 음이 T1으로 생장이 좋았던 이들 두 구가 pH=5정도의 값을 유지 시켜 주고 있었 다. 공극률은 생장이 좋았던 T1과 T2에서 70%이상의 높은 값을 보여 주었다. 기 타 물리적 성질은 110일 생장시와 비슷한 경향을 보여 주었다.

(7) 배지종류별 화학적 성질과 유기물

표 1-1-13. 아잘레아(미손벨) 저면담배수 관수 110일 후<sup>2</sup> 최종조사시 배지종류별 화학적 성질.

처리 <sup>1)</sup>	T-N	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	OM (%)
	(%)		K	Ca	Mg		
T1	0.50	1360.9	25.35	39.11	35.53	47.00	1.43
T2	0.68	3826.7	41.08	54.06	31.48	71.45	1.96
T3	0.31	1257.6	25.03	27.23	20.99	76.05	1.08
T4	0.91	1656.3	25.67	32.44	23.22	75.40	1.53
T5	1.50	697.8	38.19	34.20	11.15	44.50	1.21

<sup>2</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>1)</sup>표 1-1-1 참조.

전질소는 110일 후는 다소 증가되었으나 인산은 매우 높은 값을 나타내었다.

T<sub>3</sub>의 경우 정식 시는 9mg · kg<sup>-1</sup> 이었으나 110일 재배 후는 1,656mg · kg<sup>-1</sup>으로 무려 184배 증가를 보였다. 이러한 결과는 양이온(K, Ca, Mg)과 CEC는 정식시에 비해 크게 증가되었으며 유기물은 배지 종류에 따라 약간의 가감을 보였다. 따라서 저면 양액 담배수 관수중에 많은 무기물과 CEC에서 증가를 보였고 유기물은 약간의 변화를 보였다.

(8) 식물체 무기물 분석

표 1-1-14. 아잘레아(미손벨) 저면 담배수 관수 110일 후<sup>2</sup> 최종조사시 배지 종류별 식물체의 무기물성분.

처리 <sup>1)</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
	(%)					(mg · kg <sup>-1</sup> )			
T1	4.05	0.12	1.87	0.60	0.10	46.70	88.30	173.50	16.60
T2	3.82	0.14	1.96	0.64	0.13	34.90	111.00	202.30	22.60
T3	4.05	0.13	2.26	0.48	0.16	6.50	75.30	217.40	66.10
T4	4.85	0.16	2.56	0.66	0.15	47.70	101.10	213.50	29.90
T5	4.79	0.14	3.54	0.59	0.42	50.40	62.50	224.00	13.10

<sup>2</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>1)</sup>표 1-1-1 참조.

전질소는 비교적 높았는데 3.8~4.8%의 범위에 있었다. 아잘레아는 1.8% 이하에서 결핍현상이 보이고 3%이상은 비교적 높은 수준인데도 이 수준에서 건전한 성장을 보였다. T2에서 낮았고 T4에서 높았다. 일반 재배에서 인산도 0.2%~0.65% 범위에서 잘 자랐는데 이 시험에서도 높은 값을 보였다. 전체적으로 T4에서 가장 높았고 T1에서 가장 낮았다. K는 0.75~1.6% 범위에서 잘 자라는 것으로 보고되고 있는데 양액재배에서는 다소 증가되어도 잘 자라는 것으로 보였다. K는 T5에서 가장 높았고 T1이 가장 적었다. 한편 Ca는 0.2~0.6% 적정범위내의 수준이었고 Mg는 0.16~0.5% 수준에서 비교적 낮은 값을 보였다. 미량요소중 철쪽류는 철분 흡수가 중요한데 적정수준(150mg·kg<sup>-1</sup>) 이상으로 높은 수준을 보여 아주 건전한 성장을 보였다. 기타 Zn, Mn, Cu도 알맞은 수준의 무기물 성분을 유지하고 있었다.

이상의 결과를 종합해보면 식물체 성분은 양액재배시가 일반 토경재배에 비해 비교적 높은 농도를 보이고 있고, 그 결과 높은 성장량을 보인 것으로 생각된다.

## - 지상관수

### (1) 초장 초폭

표 1-1-15. 지상관수한 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 초장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	29.1 a <sup>x</sup>	31.0 a	31.9 a	33.5 a	25.5 c
T2	27.8 ab	30.3 ab	30.2 a	35.3 a	35.0 c
T3	26.4 ab	27.0 b	27.5 a	32.2 a	19.5 c
T4	27.9 ab	31.6 a	30.3 a	32.3 a	119.0 a
T5	25.3 b	27.5 b	26.3 a	26.5 b	85.0 b

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성이 없음.



표 1-1-16. 지상관수한 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 초폭의 경시적 변화.

처 리 <sup>y</sup>	초 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	34.5 a <sup>x</sup>	39.9 a	44.1 a	56.8 a	43.3 c
T2	33.9 ab	37.9 a	39.9 a	45.5 bc	44.5 c
T3	30.0 c	34.8 a	37.5 a	42.3 c	42.0 c
T4	34.6 a	39.7 a	44.9 a	50.5 ab	71.5 b
T5	31.9 b	35.8 a	36.8 a	41.3 c	84.5 a

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

\*같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

4/20일 초장은 처리간에 차이가 컸는데 T1이 가장 컸고 T5가 가장 작았다. T1, T2, T5는 저면관수보다 다소 작았으나 T4는 오히려 컸다. 이는 수직으로 신장한 줄기가 생겼기 때문으로 보였다. 전체적으로 저면양액 담배수재배는 옆으로 퍼지면서 성장하는데 비해 지상관수는 수직으로 성장하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 초폭에서 그대로 보여주었는데 최종 조사시에는 배지 종류별 유의차가 보이지 않았다.

## (2) 엽장 엽폭

표 1-1-17. 지상관수한 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 엽장의 경시적 변화.

처 리 <sup>y</sup>	엽 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	4.30 b <sup>x</sup>	5.05 a	4.28 a	3.83 b	3.50 b
T2	4.35 ab	5.10 a	3.92 a	3.88 b	3.50 b
T3	4.43 ab	5.10 a	4.19 a	4.76 a	3.25 b
T4	4.64 a	4.62 a	4.37 a	4.18 ab	6.75 a
T5	4.64 a	4.63 a	4.76 a	3.72 b	7.00 a

<sup>2</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

\*같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

표 1-1-18. 지상관수한 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 엽폭의 경시적 변화.

처 리 <sup>y</sup>	엽 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	2.29 ab <sup>x</sup>	2.81 a	2.27 ab	1.92 a	2.00 ab
T2	2.44 a	2.93 a	2.08 b	1.95 a	2.00 ab
T3	2.45 a	2.80 ab	2.13 b	2.38 a	1.60 b
T4	2.35 ab	2.41 b	2.29 ab	2.23 a	3.30 a
T5	2.16 b	2.40 b	2.72 a	2.06 a	2.75 ab

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

엽장은 4/20일에는 T4, T5 에서 컷으나 6/20일 최종조사에서는 전 처리간에 유의성을 보이지 않았고 저면관수에 비하여 약간 적었다. 이러한 현상은 엽폭에서도 비슷하였다.

(3) 생체중, 건물중, 뿌리발달 및 엽록소 함량

표 1-1-19. 지상관수한 아잘레아(미손벨) 정식 110일 후<sup>2</sup> 배양토 종류에 따른 성장량.

처 리 <sup>y</sup>	생체중 (g)		건물중 (g)		뿌리발달 (1→5)
	지상부	지하부	지상부	지하부	
T1	112.0 a	74.0 ab	29.2 a	21.6 a	4.0 b
T2	121.3 a	91.3 a	31.2 a	29.1 a	5.0 a
T3	73.0 a	40.3 b	19.6 b	20.2 a	4.0 b
T4	106.7 a	71.3 ab	29.0 a	30.3 a	4.7 ab
T5	109.0 a	59.0 ab	28.9 a	30.4 a	5.0 a

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

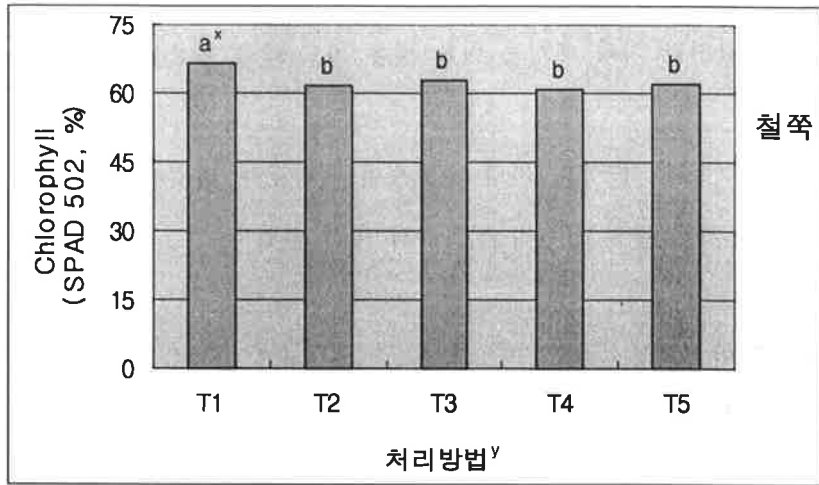


그림 1-1-3. 지상관수한 아잘레아 정식 110일 후<sup>2</sup> 배양토 종류에 따른 엽록소 함량.  
<sup>2</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급: 3/20~5/19,  
<sup>y</sup>처리방법: 표 1-1-1참조.  
<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의 성이 없음.

지상관수는 저면 관수에 비해 매우 생장이 저조하여 생체중에서 100g 이상의 차이를 보였다. 생체중은 5종의 배지중 T3에서 가장 낮았고 기타 처리구에서는 유의차가 보이지 않았다. 질석 + 펠라이트 + 코코피트가 섞인 T3구는 생장량이 매우 저조하였다. 가장 좋은 생장을 보인 구는 T1으로 T3와는 72.3g이나 더 많았다. 지상부 생체중에서도 T1, T2와 같이 피트모스가 들어간 것이 제일 좋았다. 다음은 T4와 T5로서 코코피트를 넣은 경우 부엽을 3의 비율로 섞어주면 아잘레아 (품종:미손벨) 배합토로 사용 가능할 것으로 보였다.

이러한 현상은 지하부에서도 비슷하여 T3에서 가장 낮았고 T2에서도 좋은 결과를 보였다. 따라서 피트모스와 훈탄을 같이 섞어 쓰는 경우 아잘레아(품종 미손벨) 지하부 생장에 좋은 효과가 있을 것으로 생각되었다.

건물중은 전 처리간 유의차는 인정되지 않았으나 평균치는 생체중과 마찬가지로 T3에서 가장 낮고 T2, T4에서 높았다. 지상하부의 건물중도 T3에서 낮고 T2나 T4, T5에서 높았다.

이상의 결과에서 보면 5개 공시 배지중에서 T3는 저면 담배수 양액재배 배지로는 부적당하지만 기타 배지는 어느 것을 써도 좋을 것으로 보였으나 T1이 가장 좋았다.

뿌리발달은 T2와 T5에서 가장 좋았으며 기타구는 비슷하였다. 한편 엽록소 함량은 T1에서 가장 많았고 기타구는 유의 차가 없었다.

#### (4) 배지의 이화학적

표 1-1-20. 아잘레아(미손벨) 지상관수시 생장 110일후<sup>2</sup> 배지종류별 pH, EC 및 물리성

처리 <sup>1</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	6.14	6.10	0.14	0.19	0.22	1.01	78.20	180.10	21.80	39.60	38.60
T2	5.90	5.31	0.14	0.08	0.23	1.19	81.10	144.70	19.30	33.30	47.40
T3	7.09	7.22	0.16	0.16	0.26	1.03	75.20	155.20	25.20	40.40	34.40
T4	6.45	5.95	0.36	0.28	0.36	1.22	70.40	101.20	29.50	36.40	34.10
T5	6.45	6.73	0.85	0.35	0.41	1.34	69.40	94.00	30.60	38.50	30.90

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.  
지상관수=5월20 이후부터 미니 스프링클러로 두상살수관수.  
<sup>1</sup>표 1-1-1 참조.  
<sup>x</sup>T=top 화분 가장 위 토양, B=bottom 화분가장 아래 토양.

3/10일부터 5/19일까지는 저면관수를 하다가 5/20일부터 지상관수를 한 결과 표와 같았다. pH와 EC는 화분의 상단부와 하단부에 큰 차이가 없었다. 이는 저면관수와 아주 뚜렷한 차이를 보였다. 전체적으로 지상관수는 저면관수에 비해 pH가 높았고 EC는 매우 낮은 값을 보였다. 기타 가비중과 진비중은 저면관수와 비슷하였으나 저면관수보다는 가비중과 진비중에서 다소 높아졌다. 이는 지상관수에 의한 진압효과로 보였다. 한편 공극률과 보수력은 비슷한 값을 보였다.

표 1-1-21. 아잘레아(미손벨) 지상관수 110일 후<sup>2</sup> 최종조사시 배지 종류별 화학적 성질.

처리 <sup>1)</sup>	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	OM (%)
			K	Ca	Mg		
T1	0.67	127.50	13.15	6.87	4.71	90.25	1.10
T2	0.54	259.00	19.61	17.60	11.07	100.35	1.80
T3	0.48	136.70	18.29	14.64	8.59	137.75	1.00
T4	0.57	437.70	17.97	11.13	4.21	111.25	1.90
T5	0.28	451.30	17.97	10.33	3.71	112.05	2.00

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>1)</sup>표 1-1-1 참조.

두상살수관수(지상관수)한 것은 저면관수에 비교하여 전질소는 증가된 것도 있으나 대체로 낮아졌다. 한편 인산은 지상관수가 매우 낮은 값을 보였고 적게는 1.5배에서 많게는 15배 가량 낮았다.

인산이 가장 높은 배지는 혼탄이 첨가된 T2였다. 양이온도 저면관수 보다 낮았지만 CEC는 높은 값을 보였다. 한편 OM은 큰 차이를 보이지 않았으나 T2에서 높은 값을 보였다. 이상을 보면 저면관수가 각종 배지의 화학성에서 더 좋은 결과를 보였다.

#### (5) 식물체 성분분석

표 1-1-22. 아잘레아(미손벨) 지상관수 110일후<sup>2</sup> 배지 종류별 식물체의 무기물 성분.

처리 <sup>1)</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
T1	4.56	0.13	1.28	0.57	0.16	82.30	114.50	516.60	30.30
T2	5.10	0.12	1.46	0.66	0.21	150.00	104.30	442.80	23.20
T3	4.05	0.12	1.75	0.58	0.19	191.00	126.70	397.30	19.40
T4	1.17	0.17	1.91	0.80	0.19	200.00	89.40	490.70	20.50
T5	3.59	0.12	1.34	0.44	0.17	175.00	71.30	319.40	32.10

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>1)</sup>표 1-1-1 참조.

지상관수는 처리간에 차이가 뚜렷하였다. 전질소는 T4가 가장 작았고 인산은 전체적으로 저면 양액재배에 비해 1/10일 수준으로 낮았다. 전체 식물체 성분에는 큰 차이를 보이지 않으나 인산은 상당히 부족하여 결핍농도(0.2%)에 미달되는 수준을 보였다. 이러한 원인은 음이온 형태로 존재하는 인산이 하이포넥스(N20, P20, K20 기타 요소포함) 주 2회 관수로는 부족한 것으로 생각되었다.

### 3) 벤자민고무나무

#### -저면관수

#### (1) 초장, 초폭

표 1-1-23. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 저면 담배수 관수 양액재배시 초장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	42.9 a <sup>x</sup>	46.5 ab	58.7 ab	98.4 ab	111.8 b
T2	43.8 a	48.9 a	60.3 a	112.9 a	139.5 a
T3	41.3 a	46.6 ab	57.0 a-c	106.8 ab	136.3 a
T4	41.8 a	44.6 ab	53.4 c	91.0 b	102.3 b
T5	39.0 a	42.1 b	53.8 bc	102.1 ab	110.8 b

<sup>z</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중점정 5%에서 유의성이 없음.

표 1-1-24. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 저면 담배수 관수 양액재배시 초폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	48.4 a <sup>x</sup>	51.6 a	62.4 a	58.0 bc	71.8 a
T2	44.1 ab	49.6 ab	58.9 a	68.8 ab	73.6 a
T3	39.3 b	44.8 b	56.4 a	72.0 a	72.9 a
T4	40.6 b	47.8 ab	52.9 a	55.9 c	73.3 a
T5	40.6 b	45.4 b	56.8 a	61.9 a-c	70.6 a

<sup>z</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중점정 5%에서 유의성이 없음.

저면관수시 4/20일 초장은 전 처리간에 유의차가 없었으나 5/20일에는 차이가 보였다. T2가 가장 컸고 6/20일에도 T2는 가장 높은 초장을 보였다. 최종조사에서 T1, T2, T3 과는 유의차가 없었으나 T4가 가장 낮은 초장을 보였다.

초폭은 초기에 T1이 컸으나 최종조사에서는 전 배지간에 유의차가 보이지 않았다.

## (2) 엽장 엽폭

표 1-1-25. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 저면담배수관수 양액재배시 배지종류별 엽장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	8.27 a <sup>x</sup>	7.46 c	7.90 a	5.89 a	7.42 a
T2	7.48 b	8.11 ab	8.03 a	5.71 a	7.00 a
T3	7.55 ab	8.18 a	7.93 a	6.37 a	7.08 a
T4	7.80 ab	7.67 bc	8.11 a	6.08 a	6.16 b
T5	7.85 ab	7.88 a-c	7.99 a	6.34 a	6.59 ab

<sup>z</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

표 1-1-26. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 저면담배수관수 양액재배시 배지종류별 엽폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	3.62 a <sup>x</sup>	3.54 a	3.70 a	2.72 a	3.50 a
T2	3.41 ab	3.62 a	3.59 a	2.70 a	3.45 a
T3	3.23 b	3.60 a	3.58 a	5.16 a	3.63 a
T4	3.32 b	3.53 a	3.58 a	2.92 a	3.03 b
T5	3.33 b	3.60 a	3.63 a	3.04 a	3.05 b

<sup>z</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

엽장은 4/20일에는 T1이 가장 컸으며 기타구는 유의차가 없었으며 5/20일에는 다소 변화가 있었으나 6/20일 에는 전 처리간에 차이가 없었다.

엽폭도 엽장과 마찬가지로 마지막 조사일에는 유의차가 보이지 않았다.

(3) 생체중, 건물중, 뿌리발달 및 엽록소함량

표 1-1-27. 벤자민고무나무 저면 담배수 관수 110일 후<sup>z</sup> 최종조사시 배지종류별 성장비교.

처리 <sup>y</sup>	생체중 (g)		건물중 (g)		뿌리발달 (1→5종음)
	지상부	지하부	지상부	지하부	
T1	137.0 bc <sup>x</sup>	62.0 b	47.7 a	12.7 a	4.0 b
T2	154.0 b	94.7 a	44.7 a	20.0 a	5.0 a
T3	176.7 a	71.7 ab	47.7 a	15.7 a	5.0 a
T4	132.0 c	72.0 ab	42.0 a	15.0 a	3.7 b
T5	120.0 c	69.7 ab	35.0 b	16.7 a	3.7 b

<sup>z</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

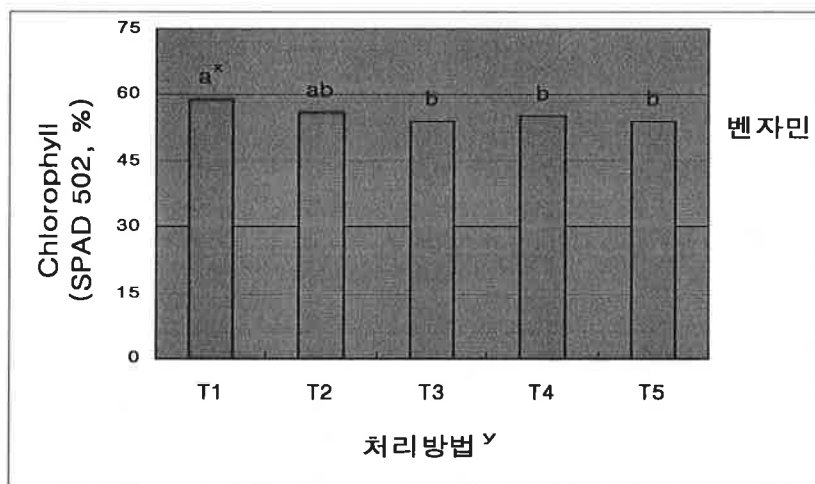


그림 1-1-5. 벤자민고무나무 저면 담배수 관수 110일 후<sup>z</sup> 엽록소함량.

<sup>z</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

정식 110일 후의 성장량을 보면 전체 배지중에서 T2, T3에서 높은 성장량을 보였다. 코코피크가 들어간 T3는 아잘레아에서 생장이 가장 양좋았던데 비해 벤자민 고무나무에서는 높은 성장을 보였다. 훈탄이 들어간 T2배지에서도 생장이 좋



왔다. T1, T4, T5도 생장이 좋았는데 이들간에는 통계적인 유의차가 없었다. 지상부 생체중도 T3에서 가장 좋았고 다음이 T2였다. 지하부 생체중은 T2에서 가장 많았지만 T3, T4, 5와는 유의차가 없었다.

건물중은 T2에서 가장 많았고 T5에서 가장 적었다. 그러나 T2와 T1, T3, T4와는 유의차가 없었다. 지상부 건물중도 T1, T2, T3, T4에서 높았고 T5는 낮았다. 지하부 건물중도 전 처리간에 유의차가 없었지만 T2에서 가장 높은 평균치를 보였다.

엽록소 함량은 T1 T2에서 높았고 T3, T4, T5에서 낮았다.

이상의 결과를 종합해 보면 T2 또는 T3에서 높은 성장량을 보이고 있다. 뿌리 발달도 T2, T3에서 가장 좋았고 엽록소 함량은 T1, T2에서 높았으며 기타구는 다소 낮았다.

#### (4) 광합성

표 1-1-28. 벤자민 고무나무<sup>2</sup> 저면 담배수 관수시 배지 종류별 광합성.

처리 <sup>y</sup>	순광합성량 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
T1	0.73 c <sup>x</sup>	0.84 b	396.00 a	2.09 b
T2	3.91 a-c	0.96 a	381.27 b	2.37 a
T3	6.90 a	0.75 c	373.77 c	1.85 c
T4	6.19 ab	0.67 e	382.03 b	1.67 d
T5	2.75 bc	0.71 d	394.27 a	1.77 c

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성이 없음.

순광합성량은 T3에서 가장 높았고 T1에서 가장 낮았으나 전체 처리간 통계적인 유의차는 T1, T2, T5와 T2, T3, T4 사이에는 없었다. 따라서 최종성장량이 높았던 구에서 광합성량도 많았다. 최종 기공저항치는 T2가 가장 높았고 T4가 가장 낮아 처리간에 차이가 컸다. 세포내 CO<sub>2</sub> 농도는 T1과 T5가 가장 높았고 T3에

서 가장 낮았으며 기공확산속도는 T2가 높았다. 이상의 결과를 보면 광합성은 T2, T3, T4에서 높았으나 다른 조사 항목에서는 처리간에 차이가 컸다.

(5) 배지 이화학성

- pH, EC 및 물리적 성질

표 1-1-29. 배지 종류별 벤자민 고무나무 저면담배수관수 110일 후<sup>2</sup> pH, EC 및 물리성

처리 <sup>y</sup>	pH		EC		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	(1:5)		(mS/cm)								
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	5.31	5.30	6.29	2.64	0.21	0.99	78.80	121.00	21.20	25.40	53.40
T2	5.12	5.30	9.19	6.02	0.24	1.12	78.60	242.30	21.40	58.20	20.40
T3	6.69	5.97	4.80	2.13	0.25	0.89	71.90	68.70	28.10	17.20	54.70
T4	6.03	5.66	6.03	0.65	0.33	1.12	70.50	99.50	29.50	32.80	37.70
T5	6.33	5.65	7.59	1.76	0.37	1.30	71.50	78.80	28.50	29.20	42.30

<sup>2</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>T=top 화분 가장 위 토양, B=bottom 화분가장 아래 토양.

pH는 T1, T2는 5.3이하의 산성이었고 기타는 6.0 정도로 다소 높았다. 화분의 상단부와 하단부를 비교해 보면 전체적으로 하단부가 상단부보다 다소 낮았다. 이는 무기염류가 토양수분 증산과 함께 상단부에 집적된 것으로 보인다. 벤자민 고무나무는 양액 pH를 6으로 고정시켰지만 배지 종류와 상·하단부등 위치에 따라 차이가 있었다. EC는 T2가 가장 높았고 T3이 가장 낮았다. 토양 위치별로는 상단부가 하단부보다 3~6배 더 높아 4~9범위에 있었다. 따라서 근근분포 및 흡수패턴도 지상관수와는 다를 것으로 보였다.

가비중도 정식시와 비슷한 0.3g/mL 이하이었고 진비중은 1.0정도이었다.

공극률은 70%이상으로 양호하였는데 T1과 T2가 가장 높았고 T4에서 가장 낮았다.

보수력도 역시 T1, T2가 높았고 T3가 낮았다.

표 1-1-30. 배지종류별 벤자민고무나무 저면담배수관수 110일 후<sup>2</sup> 토양의 화학성.

처리 <sup>y</sup>	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	OM (%)
			K	Ca	Mg		
T1	0.68	677.80	16.69	12.68	9.91	170.50	1.50
T2	0.44	1305.30	28.56	15.04	18.84	142.50	1.70
T3	0.34	1561.80	23.10	6.87	10.82	14.80	0.80
T4	0.42	1396.90	27.28	20.26	16.52	30.80	1.60
T5	2.76	1694.70	25.03	16.24	11.40	28.70	2.00

<sup>2</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

전질소는 T5가 2.7% 가장 높았지만 기타구는 0.68% 이하였고 T3가 가장 낮았다. 인산은 매우 높은 수준을 보였는데 T1이 가장 낮았고 T5가 가장 높았다. 이는 부엽을 넣은 때문에 N, P의 함량이 높은 것으로 보였다. K, Ca, Mg등 양이온도 비교적 높은 수준을 보였는데 비해 T3와 T1이 낮은 수준을 보였다. 한편 CEC는 T1과 T2에서, OM은 T2, T3, T5에서 높은 값을 보였다.

이상의 결과를 보면 모든 배지별로 물리성과 화학성에서 생장에 우량한 분석치를 보이고 있지만 상단부의 EC는 매우 높은 수준을 보여 상단부 근계분포의 영향을 줄 수 있을 것으로 보였다.

#### (6) 식물체 화학성

벤자민 고무나무 식물체내의 전질소는 전처리구 모두 4.3~5.8% 범위내에 있었다. 이러한 수준은 매우 높은 수준으로 양액재배에 의한 알맞은 양분공급 때문으로 생각되었다. 인산과 칼리도 높은 수준을 보였는데 특히 칼리의 함량이 높았다.

따라서 벤자민 고무나무는 다량의 N, P, K가 요구되든지 견디는 식물로 생각되었다.

표 1-1-31. 배지종류별 벤자민 고무나무 저면담배수관수 110일 후<sup>z</sup> 식물체의 무기물 성분분석.

처리 <sup>y</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
	(% )					(mg · kg <sup>-1</sup> )			
T1	5.21	0.18	3.00	0.92	0.19	60.60	25.00	203.40	3.30
T2	5.82	0.19	3.55	0.81	0.20	85.10	25.50	332.90	21.80
T3	4.33	0.22	2.46	0.77	0.23	53.30	14.80	249.50	4.30
T4	4.81	0.16	2.94	0.84	0.19	49.60	0.090	315.30	48.90
T5	4.76	0.21	2.59	1.01	0.24	87.00	16.80	163.90	15.80

<sup>z</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

이상의 식물체 성분은 양액 조성비와 상당히 흡사한 패턴을 보여주었다. 양분 성분들은 Cu를 제외하고는 처리간에는 큰 차이가 보이지 않았지만 특수성분 (예:Mn)에서는 예외도 발견되었는데 이는 분석상의 에러로 간주된다.

-지상관수

(1) 초장 초폭

표 1-1-32. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 지상관수시 배지 종류별 초장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	44.3 a <sup>x</sup>	49.6 ab	54.7 a	102.4 a	100.3 b
T2	38.1 a	43.6 ab	53.6 a	110.0 a	117.7 a
T3	42.2 a	52.3 a	60.1 a	102.0 a	111.7 a
T4	41.6 a	44.3 ab	52.7 a	102.7 a	110.0 ab
T5	37.8 a	39.1 b	50.9 a	78.0 b	88.0 c

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중점정 5%에서 유의성 없음.

표 1-1-33. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 지상관수시 배지 종류별 초폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	44.8 a <sup>x</sup>	59.1 a	64.6 a	55.2 a	70.3 a
T2	35.4 a	49.2 ab	59.2 a	60.8 a	64.3 a
T3	39.8 a	45.2 ab	53.1 a	53.4 a	62.7 a
T4	38.2 a	47.3 ab	53.9 a	59.0 a	66.7 a
T5	38.2 a	41.3 b	52.6 a	56.2 a	68.0 a

<sup>x</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>z</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

지상관수의 초장은 4/20일에는 전처리 통계적인 유의차가 없었으나 5/20일에는 T3에서 가장 컸고 T5에서 가장 낮았다. 그러나 최종조사일인 6/20일에는 처리간에 유의차가 없었다. 이러한 현상은 초폭에서도 마찬가지였다. 따라서 벤자민 고무나무는 배지종류별, 관수방법별 초장 및 초폭의 변화에 큰 영향을 주지 못하였다.

## (2) 엽장 엽폭

표 1-1-34. 벤자민 고무나무<sup>z</sup> 지상관수시 배지종류별 엽장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	8.07 a <sup>x</sup>	8.33 a	9.56 a	6.34 ab	8.00 a
T2	6.84 a	7.43 a	8.34 a	6.70 a	6.63 a
T3	7.94 a	7.58 a	8.49 a	5.96 ab	6.53 a
T4	8.04 a	7.93 a	8.95 a	6.08 ab	7.17 a
T5	6.59 a	7.61 a	8.68 a	5.80 b	8.00 a

<sup>x</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>z</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

표 1-1-35. 벤자민 고무나무<sup>2</sup> 지상관수시 배지종류별 엽폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
T1	3.52 a <sup>x</sup>	3.79 a	4.80 a	2.64 a	2.93 a
T2	3.52 a	3.16 a	4.11 a	8.08 a	3.23 a
T3	3.46 ab	3.37 a	4.47 a	2.50 a	3.27 a
T4	3.49 ab	3.38 a	4.37 a	2.68 a	3.07 a
T5	3.00 b	3.35 a	4.39 a	2.44 a	3.67 a

<sup>x</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성 없음.

엽장과 엽폭은 저면관수보다 지상관수에서 길어지는 경향을 보였다. 전체적으로 배지종류별 유의차는 보이지 않았다.

### (3) 생체중, 건물중, 뿌리발달 및 엽록소 함량

표 1-1-36. 벤자민 고무나무 저면 담배수 관수 110일후<sup>2</sup> 최종조사시 배지종류별 성장비교.

처리 <sup>y</sup>	생체중 (g)		건물중 (g)		뿌리발달 (1→5중음)
	지상부	지하부	지상부	지하부	
T1	137.0 bc <sup>x</sup>	62.0 b	47.7 a	12.7 a	4.0 b
T2	154.0 b	94.7 a	44.7 a	20.0 a	5.0 a
T3	176.7 a	71.7 ab	47.7 a	15.7 a	5.0 a
T4	132.0 c	72.0 ab	42.0 a	15.0 a	3.7 b
T5	120.0 c	69.7 ab	35.0 b	16.7 a	3.7 b

<sup>x</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성 없음.

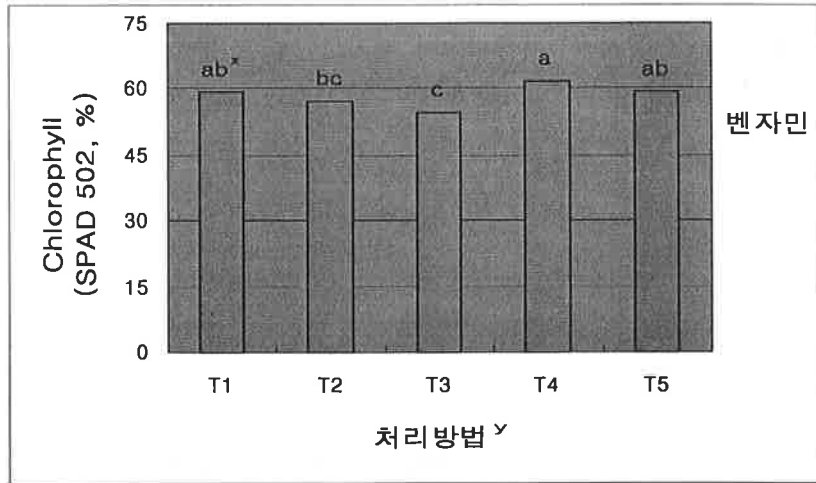


그림 1-1-6. 벤자민 고무나무 지상관수 110일 후<sup>2</sup> 최종조사시 배지종류별 엽록소 함량.

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급:3월20~5월19일,

<sup>3</sup>처리방법:표 1-1-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

지상관수는 저면관수에 비해 아주 낮은 성장량을 보였다. 그 차이는 심한 것은 주당 100g까지 차이가 있었다. 지상관수시 생체중은 T1에서 가장 많았다. 기타의 배지종류간에는 유의차가 없었지만 T2, T4에서 생장이 좋았다. 이러한 경향은 저면관수 때와 같은 경향이였다. 지상부 생체중도 T4에서 높은 생체중을 보였다. 지하부는 T1, T2 에서 가장 무거웠고 기타구와는 유의차가 없었다. 건물중도 생체중과 같은 경향을 보이며 T1에서 가장 높았고 기타구와는 유의차가 없었다. T1과 기타 처리구와는 30g 이상의 심한 차를 보여 지상 관수시는 T1이 가장 좋았다. 지상하부의 생체중도 비슷하여 T1에서 월등 높은 값을 보였다. 뿌리발달도 T1에서 가장 좋았고 엽록소 함량은 T4에서 가장 많았다. 그러나 T1, T5와는 유의차가 없었다.

이상의 결과를 보면 관수방법에 따라 배지가 다른 성장반응을 보여 저면관수시는 T2, T3에서 지상관수시는 T1 에서 재배시키는 것이 좋을 것으로 보였다.

#### (4) 광합성

표 1-1-37. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 지상관수시 배지종류별 광합성.

처리 <sup>y</sup>	순광합성량 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	세포내 CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
T1	3.50 a <sup>x</sup>	3.26 b	320.10 a	8.25 b
T2	6.15 a	3.07 b	314.40 a	7.78 b
T3	3.04 a	5.53 a	321.70 a	14.05 a
T4	8.54 a	3.63 b	319.10 a	9.24 b
T5	3.00 a	3.30 b	313.80 a	8.39 b

<sup>x</sup>정식: 98년 3월 10일, 양액공급시작: 3월 20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>\*</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의성 없음.

지상관수한 것은 배지종류별 광합성에서 유의차가 없었다. 그러나 평균치로는 T2와 T4에서 좋았다.

기공저항치는 T3가 가장 높았고 기타구는 유의차가 없었다. 세포내 CO<sub>2</sub> 농도도 유의차가 없었고 기공확산속도는 T3를 제외하고는 유의차가 없었다. 따라서 전 처리간 광합성에 뚜렷한 차이는 보이지 않았다.

#### (5) 배지 이화학적

지상관수는 저면관수보다 pH는 더 높은 값을 보이고 있었다. 또한 저면관수와는 달리 화분배지의 상단부와 하단부간에도 큰 차이를 보이지 않았다. 이것도 역시 T1, T2에서 낮은 값을 보였고, 기타구가 높았으나 대체로 pH 7이하의 미산성이었다.



표 1-1-38. 배지종류별 벤자민고무나무 지상관수 110일 후<sup>z</sup> pH, EC 및 물리성.

처리 <sup>y</sup>	pH		EC		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	(1:5)		(mS/cm)								
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	5.58	5.51	0.94	0.18	0.25	0.97	74.80	167.40	25.80	41.90	32.30
T2	5.42	6.03	1.98	0.29	0.21	1.18	82.60	116.50	17.80	24.50	57.70
T3	7.35	6.83	0.23	0.60	0.25	1.05	76.60	104.70	23.80	26.20	50.00
T4	6.56	6.60	0.34	0.50	0.36	1.18	69.40	108.40	30.50	39.00	30.50
T5	6.98	6.96	0.38	0.18	0.40	1.38	71.00	171.50	29.00	68.60	2.40

<sup>x</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

<sup>z</sup>T=top 화분 가장 위 토양, B=bottom 화분가장 아래 토양.

EC도 대체로 낮은 값을 보였고 화분배지의 상단부와 하단부간 차이도 적었다. 처리간 차이는 있었지만 T3와 T4는 하단부의 EC가 약간 높은 경향을 보였다. 기타 진비중과 가비중 그리고 공극률은 저면관수시와 비슷하였고 보수력은 약간 증가된 것을 볼 수 있었다.

표 1-1-39. 배지종류별 벤자민 고무나무 지상관수 110일후<sup>z</sup>의 배지의 화학성.

처리 <sup>y</sup>	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	OM (%)
			K	Ca	Mg		
T2	0.13	2253.70	17.01	14.74	12.97	38.00	1.20
T3	0.48	471.80	8.02	7.47	7.02	53.75	1.00
T4	0.59	965.10	20.54	15.04	8.43	74.35	1.40
T5	0.24	426.60	12.19	16.24	7.76	128.15	2.60

<sup>x</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작 : 3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조.

전체적으로 저면관수보다는 다소 낮은 값을 보이고 있다. 그러나 처리구에 따라서는 다소 높은 것도 있었다. 전질소는 T1, T4에서, 인산은 T1, T2에서 CEC는 T5에서 높은 값을 보였다.

이상의 결과를 요약하여 보면 지상관수는 저면관수에 비해 화학성분이 다른 패턴을 보이고 있었다.

(6) 식물체 성분분석

표 1-1-40. 배지종류별 벤자민고무나무 지상관수 110일 후<sup>z</sup> 식물체성분 분석.

처리 <sup>y</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
	(%)					(mg · kg <sup>-1</sup> )			
T1	4.24	0.21	2.50	0.77	0.25	149.00	31.70	25.90	21.80
T2	3.82	0.16	2.16	0.70	0.21	104.90	25.40	337.90	12.40
T3	4.90	0.18	3.11	0.83	0.28	144.30	14.10	217.20	17.10
T4	4.50	0.16	3.06	0.82	0.18	116.10	17.50	198.60	19.90
T5	4.69	0.13	1.62	0.88	0.16	80.70	21.50	174.10	21.50

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-1-1 참조

지상관수는 저면관수에 비해 전체적으로 낮은 값을 보이고 있었다. 이러한 결과는 성장량(생체중과 건물중 등)에 크게 영향을 준 것으로 보인다. 특히 벤자민 고무나무와 같은 관엽식물에서 많이 요구하는 질소는 저면관수에 비해 낮았다. 처리구와 성분에 따라서는 더 높은 성분함량을 보인것도 있었다.

### 3. 적요

분화류 생산에서 가장 많은 노력이 필요한 관수 방법을 개량하기 위하여 알맞는 배지와 급액 양액을 개발하여 분화 생산 농가의 생산비와 품질 좋은 꽃을 생산하기 위하여 시험한 결과 다음과 같았다.

#### 1. 자동 급수를 위한 분화류 배지구명 연구

가. 아잘레아 (품종 : 미손벨)

전 세계적으로 분화급수의 대부분을 차지하는 저면 양액 담배수 관수 방법에 알맞는 배지를 구명코저 6가지 배지원료를 혼합한 5종류의 배지를 Sonneveld 기준액에 재배시켜 보고 지상과 저면관수를 비교하여 본 결과 다음과 같았다.

##### - 저면 담배수 관수

(1) 초장은 피트모스가 혼합된 배지가 코코피트를 놓은 배지에 비해 컸다.

피트모스 + 질석 + 펠라이트 동량 섞은 T1구가 좋았다. 초폭은 처리간 큰 차이는 적었지만 전체적인 경향은 초장과 같았다. 엽장, 엽폭은 전처리간에 유의차가 거의 없었으나 T3에서 적은 경향을 보였다.

(2) 순광합성량은 T4를 제외하고는 유의차가 없었고 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다.

(3) 생체중, 건물중 등의 성장량은 T3가 가장 낮았고, T1, T2, T4에서 높았다. 아갈레아 저면 담배수 관수 분화 배지로서 코코피트는 좋지 않았고 피트모스가 들어간 배지에서 좋은 성장을 보였다.

(4) 식물체 무기물 성분분석에서 저면 담배수 관수는 토경재배 성분 기준치보다 대부분 높았다. 전질소는 3.8~4.8%, 인산은 1.4~1.9%, 칼리는 1.8~3.5% 범위에 있었다. 또한 각종 미량원소도 높은 수준을 보였다.

(5) 배지의 이화학적 특성에서 정식전의 배지에서 pH는 T1, T2에서 가장 낮았고 T3, T4, T5에서 다소 높았다.

기타 이화학적 성질에서 원예용토로서 대체로 알맞은 수준이었다.

-110일간 재배후의 배지의 이화학적 특성을 보면

1) pH는 T1, T2에서 높았고 뿌리 하단부 보다는 상단부 토양에서 높았다. EC는 상단부가 하단부보다 많이 높았다. 이는 저면관수의 큰 특징으로 생각되었다. 가비중, 진비중, 공극률, 보수력은 정식전과 약간의 변화만 보였다.

2) 모든 화학성분이 증가되었으며 특히 인산의 증가가 두드러졌다.

- 지상관수

(1) 초장, 초폭은 T1이 가장 컸다. 양액 담배수 저면 관수는 횡장하는데 비해 수직으로 자라는 경향을 보였다. 엽장, 엽폭은 전처리간에 유의차가 보이지 않았다.

(2) 생체중, 건물중 등의 성장량에서 저면관수에 비해 매우 저조하였다. 지상 관

수도 저면관수와 같이 T3가 가장 낮았다. 뿌리 발달은 T2, T5에서 가장 좋았다.

이상의 결과를 요약하면 저면 담배수 관수가 지상관수에 비해 우수하였고 배지는 T3에서 가장 나뭇고 피트모스가 들어간 T1, T2, T4에서 높은 생장을 보였다.

#### 나. 벤자민 고무나무

##### - 저면관수

(1) 초폭은 전처리간에 유의차가 없었으나 초장은 T1, T2, T3에서 컸다. 엽장과 엽폭은 비슷 하였다.

(2) 순광합성량은 T3에서 가장 많았다.

(3) 생체중, 건물중은 T2, T3에서 높은 성장량을 보였다. 코코피트와 훈탄이 들어간 배지에서 좋은 생장을 보였다.

(4) pH는 T1, T2가 낮았고 기타구가 다소 높았는데 뿌리 상단부가 하단부보다 높았고 EC는 하단부보다 3~6배의 높은 값을 보였다. 토양의 화학성은 전체적으로 높은 수준을 보였고 특히 인산이 높았다.

(5) 식물체 분석에서 전질소는 4.3~5.8%의 높은 수준에 있었고 인산과 칼리도 높았다.

##### - 지상관수

(1) 초장, 초폭 및 엽장, 엽폭은 배지 종류별 통계적인 유의차가 인정되지 않았다. 그러나, 평균치로는 초장은 T3에서, 초폭은 T1에서 컸다.

(2) 순광합성량은 배지간 유의차가 없었으나 T4가 가장 높은값을 보였다.

(3) 생체중과 건물중은 T1에서 가장 높았다. 따라서 저면관수는 T3가 좋았던 것을 보면 관수법에 따라 알맞는 배지도 달라졌다. 뿌리발달은 비슷한 경향을 보였다.

(4) pH는 T1, T2에서 가장 낮았고 뿌리 상단부와 하단부 사이에는 저면관수 처럼 차이가 적었다. EC도 상하단부의 차가 적었다. 화학성분은 저면관수보다는

낮은 성분값을 보였다.

(5) 식물체 무기물 성분 분석에서 저면 관수에 비해 전체적으로 낮은 값을 보였다. 이러한 결과는 성장량에 크게 영향을 준 것으로 보인다.

## 제 2 절 급수양액 개발시험

### 1. 재료 및 방법

1) 공시작물 : 아잘레아(품종:미손벨), 벤자민고무나무

2) 처리내용 (양액의 농도)

기준양액 : 유럽 Sonneveld 분화표준양액 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )

( $\text{NO}_3$ :148.51,  $\text{NH}_4$ :15.41,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ :46.47,  $\text{SO}_4$ :32.06, K:215.05, Ca:120.4, Mg:18.23, Fe:1.117, Mn:0.249, Zn:0.196, B:0.216, Cu:0.032, Mo:0.048)

- 처리농도

표 1-2-1. 분화류 자동급수를 위한 급수 양액 농도 처리 내용.

처 리	농 도
1/2 S	Sonneveld 표준액의 1/2배
S	Sonneveld 표준액
2 S	Sonneveld 표준액의 2배

- 양분흡수율조사 (Yamazaki 공식에 따라 흡수비료 n/흡수물량 w에 의한 양분 흡수율조사)

3) 사용배지 : 표준배지이용 (피트모스1+질석1+펄라이트1)

4) 급수방법 : Ebb & Flow 수면깊이 3cm

급수조절 : Timer에 의한 조절

5) pH 조절 : 아잘레아(pH=5), 벤자민고무나무(pH=6)

6) 조사항목 : 시험결과 참조

## 2. 결과 및 고찰

- 아잘레아(품종:미손벨)

### 1) 양액의 pH, EC

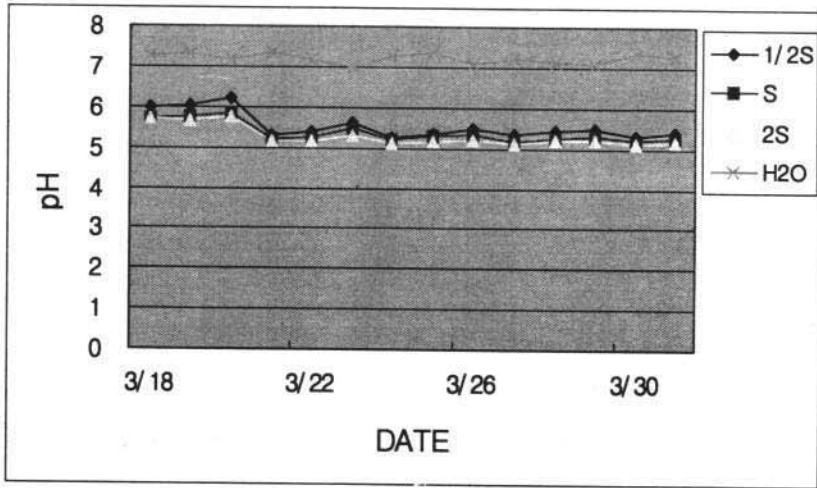


그림 1-2-1. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 3/18~3/31까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

3월의 pH는 3처리 모두 거의 같은 5를 유지시키고 있었다. 한편 대조구인 순수 물로 공급되는 경우는 약 7을 상회하는 값을 유지하고 있었다.

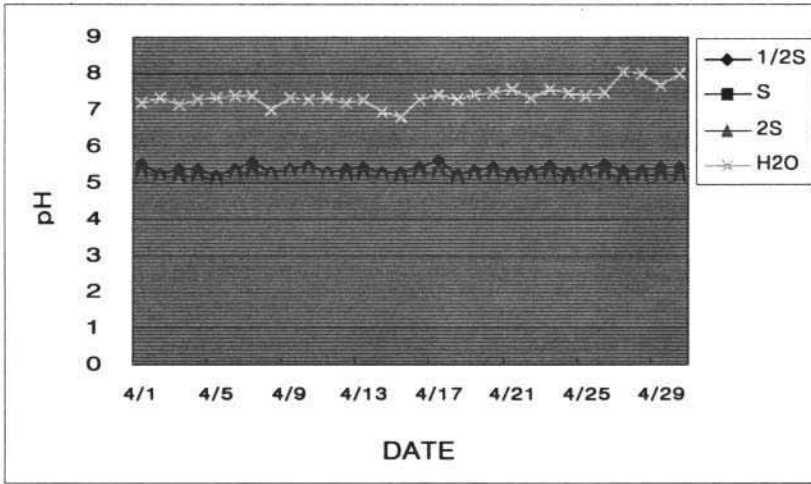


그림 1-2-2. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 4/1~4/30까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

이러한 현상은 4월에도 같은 경향이어서 양액은 5.0을 그리고 대조구인 물은 7.0을 유지하였다.

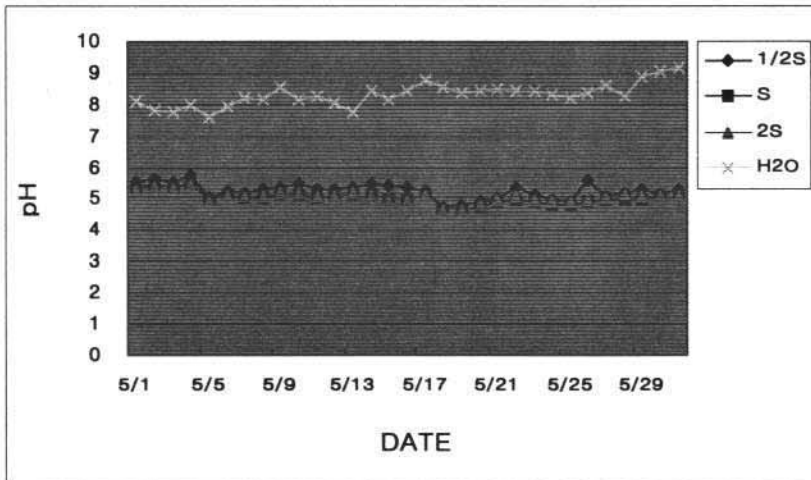


그림 1-2-3. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 5/1~5/31까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.



그러나 5월에는 다소 변화가 있어 양액은 변화폭이 있었는데 이는 무기물의 양 분흡수량이 커지면서 생기는 현상으로 생각되었다. 온도가 상승하면서 물의 pH가 상승하는 경향을 보였다.

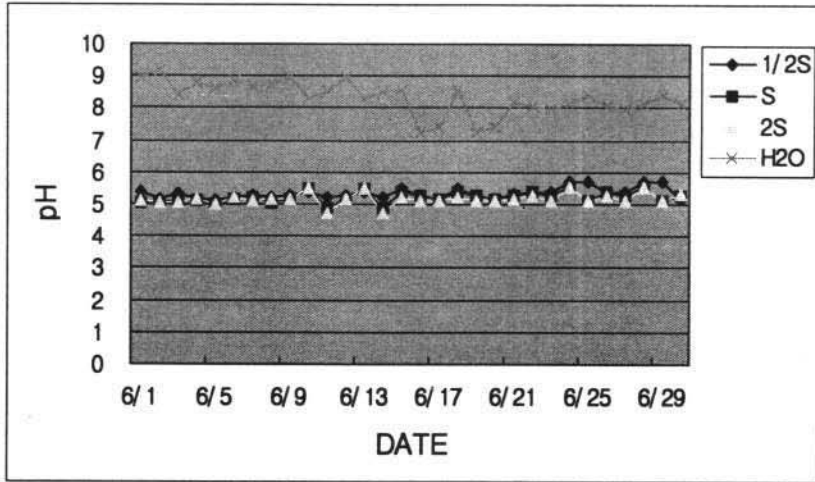


그림 1-2-4. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 6/1~6/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

6월에도 5월과 마찬가지로 pH는 5를 물론 높은값을 보였다.

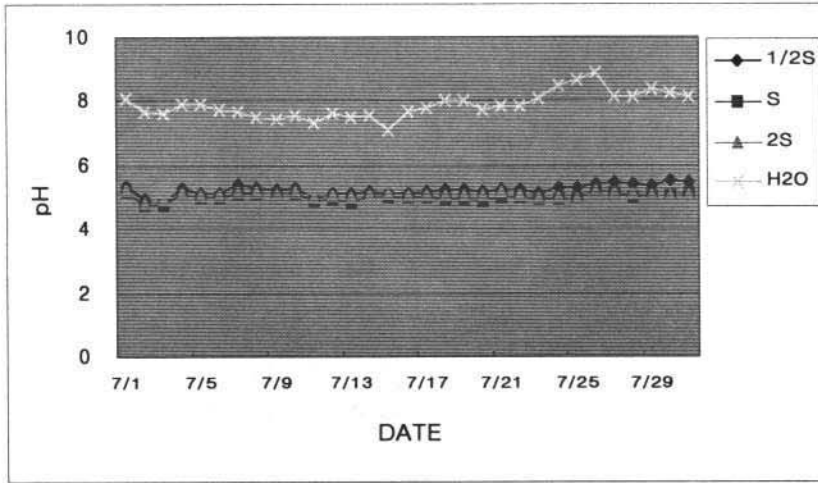


그림 1-2-5. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 7/1~7/31까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

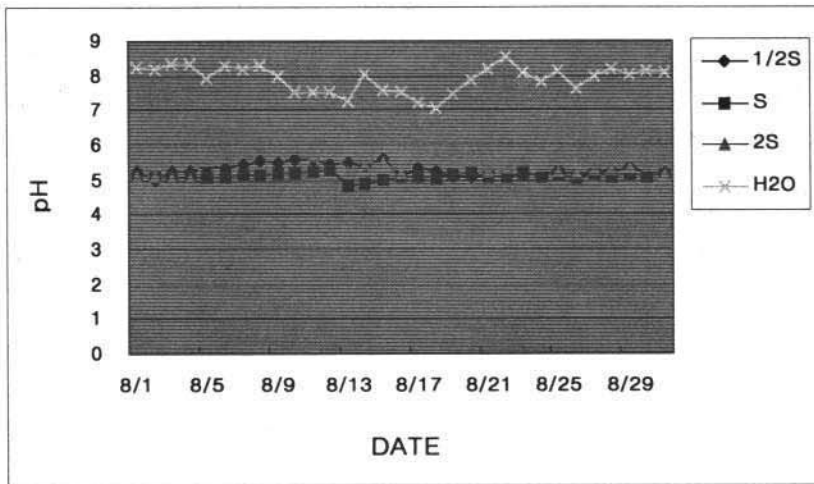


그림 1-2-6. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 8/1~8/31까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

8월에는 2S구에서 다소 높은 pH를 보였고 S구에서 낮은 경향을 보였으나 S구는 1/2S와 함께 거의 5를 유지하고 있었다. 한편 수돗물로 관수된 물통속의 pH는 7 이상의 높은 값을 보여주고 있었다.

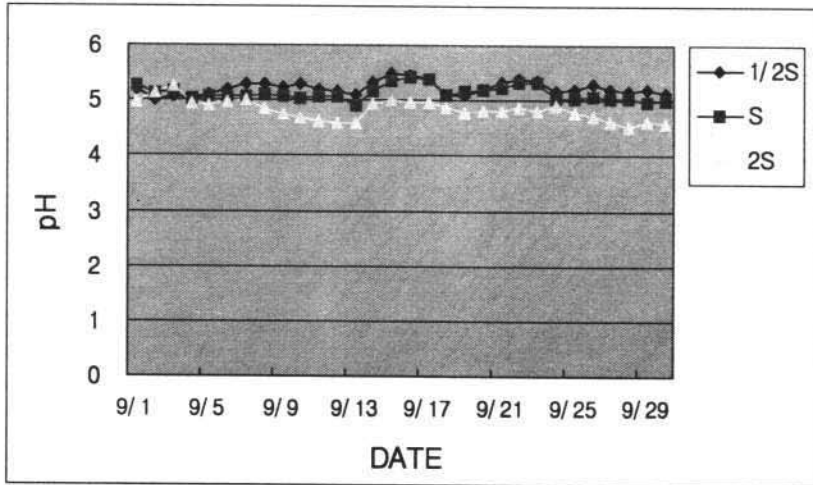


그림 1-2-7. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 9/1~9/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

그러나 9월에 들어서서는 처리간에 변화를 보였다. 특히 2S구에서 변화폭이 컸다.

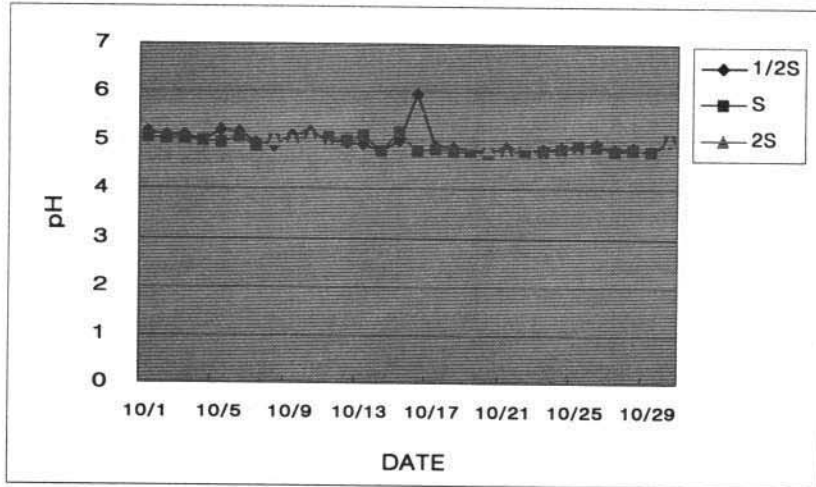


그림 1-2-8. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 10/1~10/30까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

10월에도 2S구에서 변화폭이 가장 컸으나 다른 구에서는 별 변화를 보이지 않았다.

이상의 결과를 종합하여 보면 아잘레아 급수양액의 pH 변화는 전 생육기간 인위적으로 3일에 한번씩 교정해 주었기 때문에 그림과 같이 큰 차이를 보이지 않았다. 물만 공급한 대조구는 7.5이상의 높은 값을 보여주었고 5월에 들어서서 이전에 비해 다소 낮은 값을 보이고 있었다. Sonneveld액 농도간에는 1/2S가 가장 높고 다음이 S 그리고 2S가 가장 낮은 경향을 보였다.

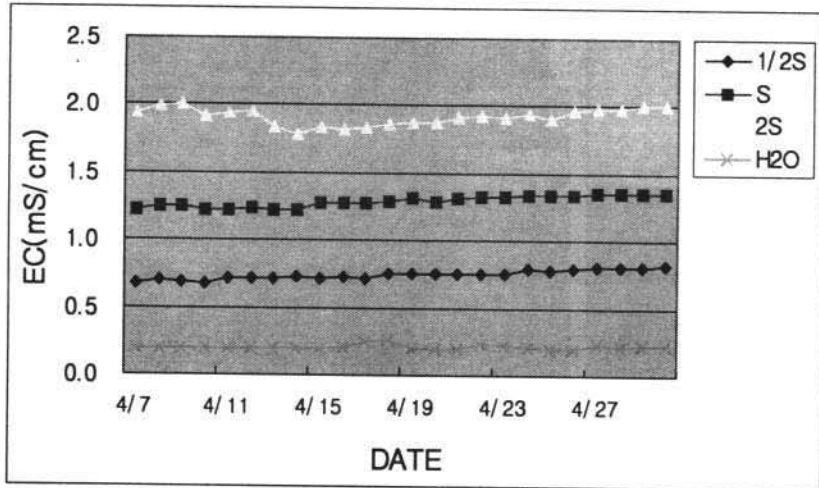


그림 1-2-9. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 4/1~4/30까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

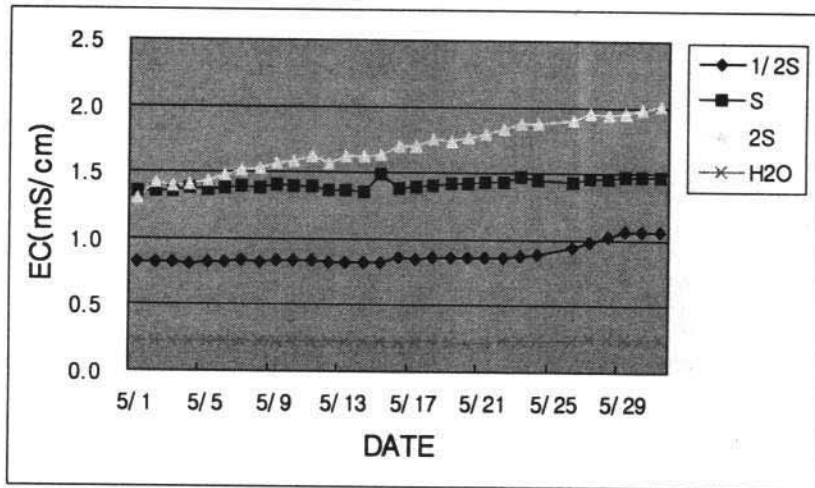


그림 1-2-10. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 5/1~5/30까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

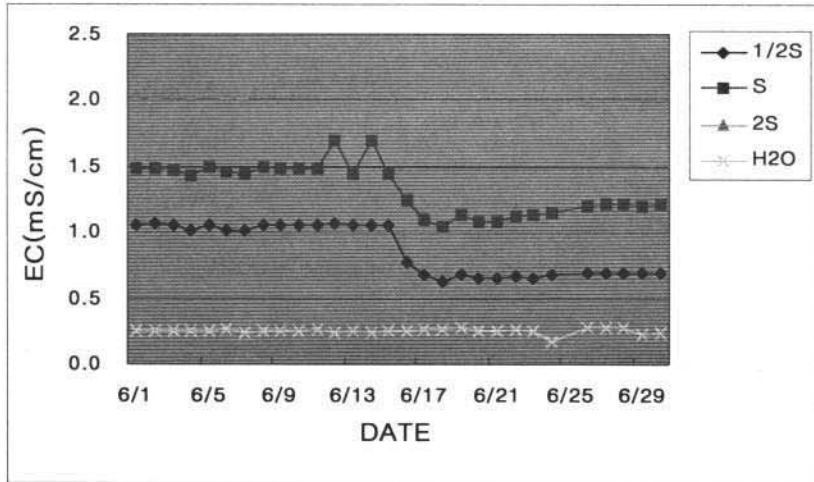


그림 1-2-11. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 6/1~6/30까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

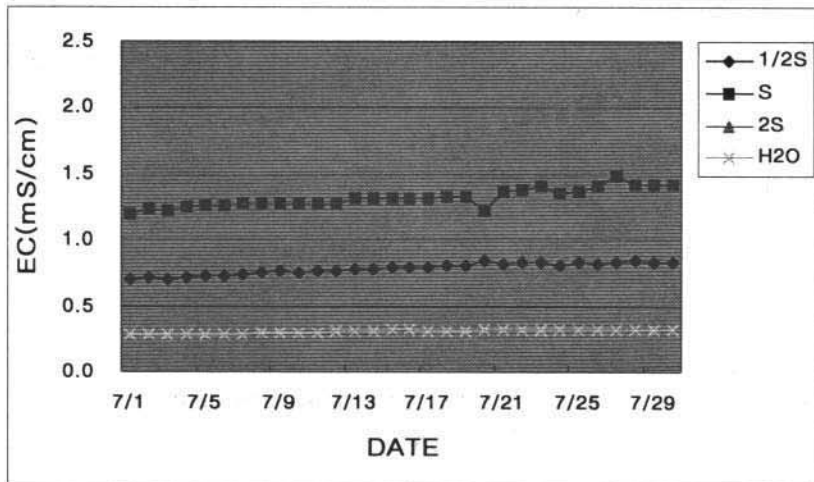


그림 1-2-12. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 7/1~7/31까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

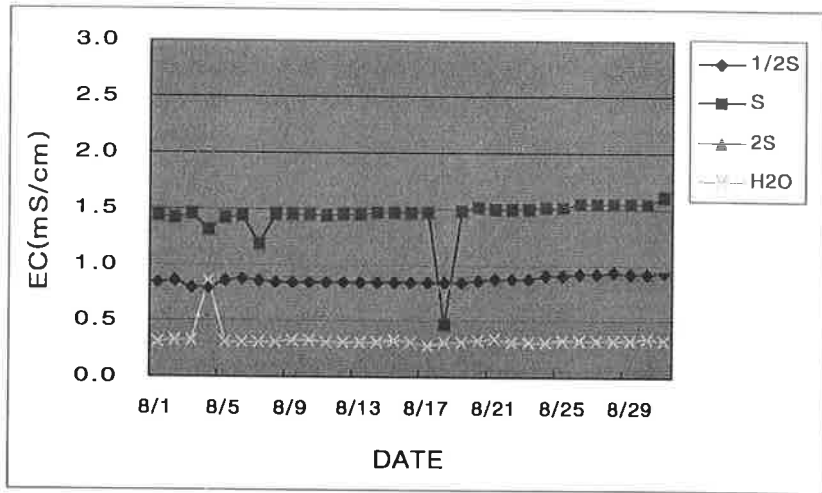


그림 1-2-13. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 8/1~ 8/31까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

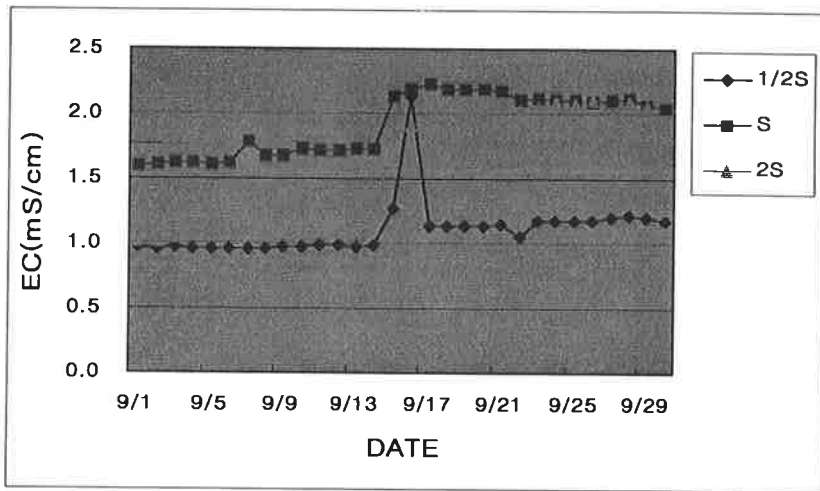


그림 1-2-14. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 9/1~9/30까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

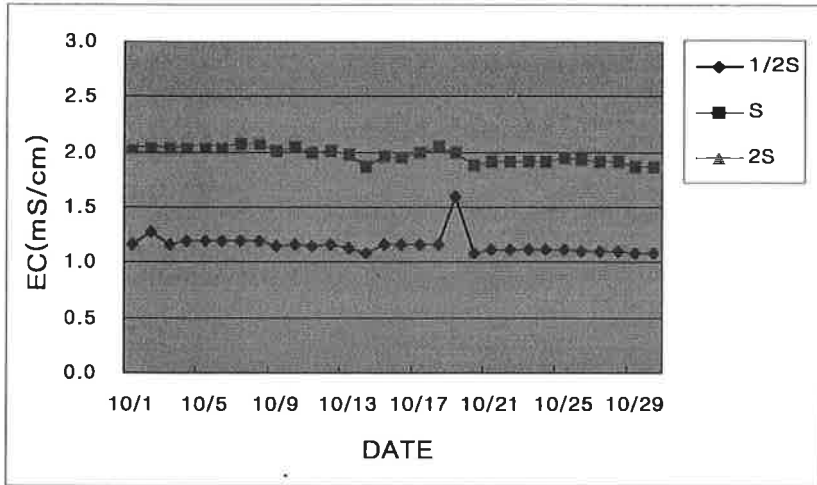


그림 1-2-15. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 10/1~10/31까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

EC는 월별차이를 보였는데 전체적으로는 2S에서 가장 높았고 다음이 S 그리고 1/2S에서 가장 낮았다. 1/2S에서 생장이 좋았던 점을 감안하면 아잘레아는 1.5mS/cm이하의 낮은 EC에서 좋은 생장을 보이는 것으로 보였다. 월별로는 처리 간 심한 변화를 보였지만 전체적으로는 같은 경향을 보이고 있었다.



2) 양액공급량

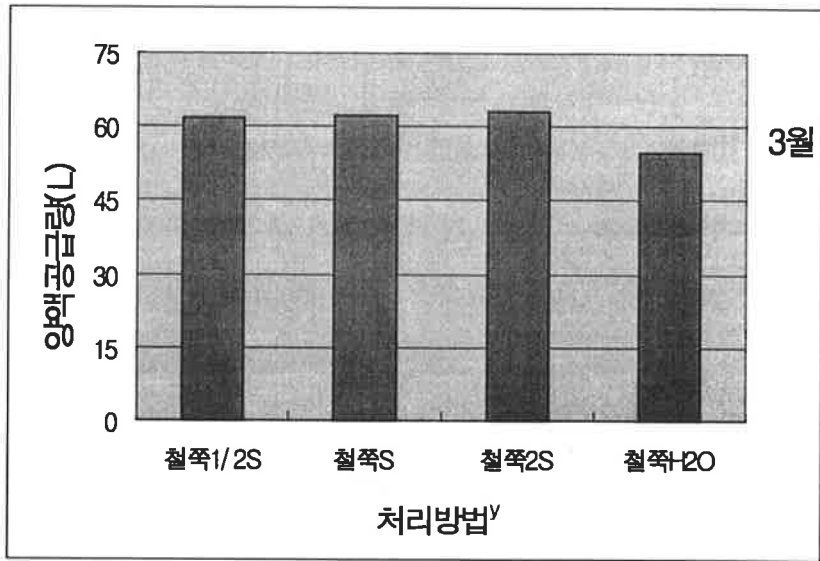


그림 1-2-16. 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 3/18~3/31까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.

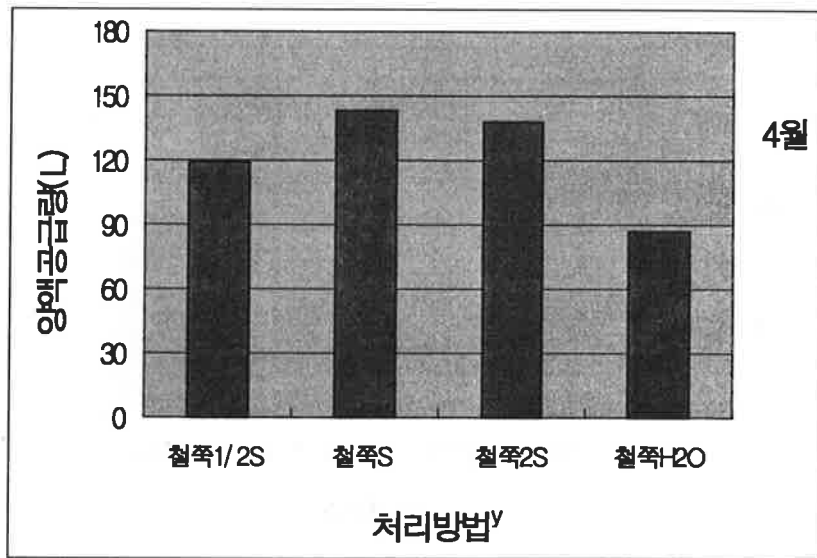


그림 1-2-17. 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 4/1~4/30까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.

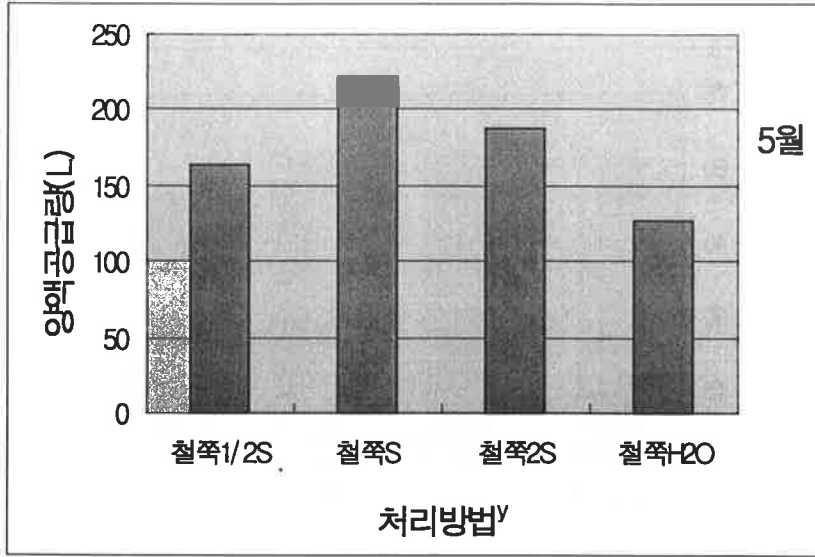


그림 1-2-18. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 5/1~5/31까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>3</sup>처리방법:표1-2-1참조.

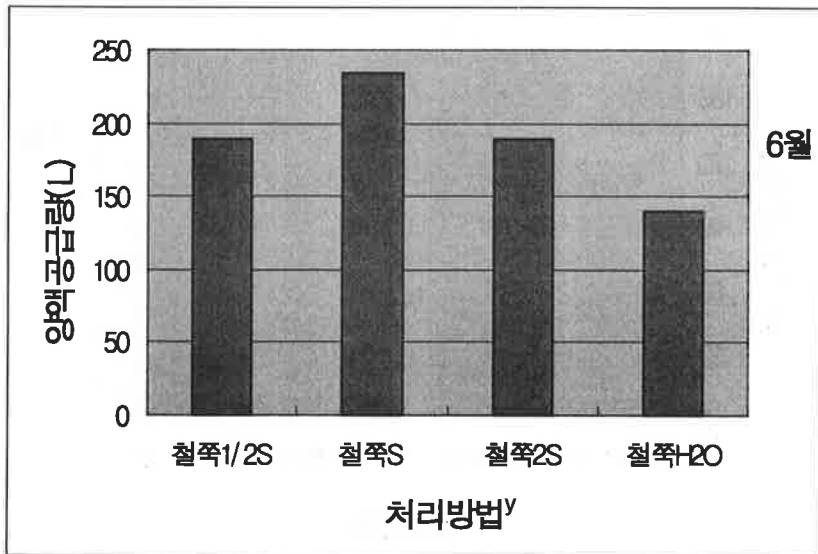


그림 1-2-19. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 6/1~6/30까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>3</sup>처리방법:표1-2-1참조.

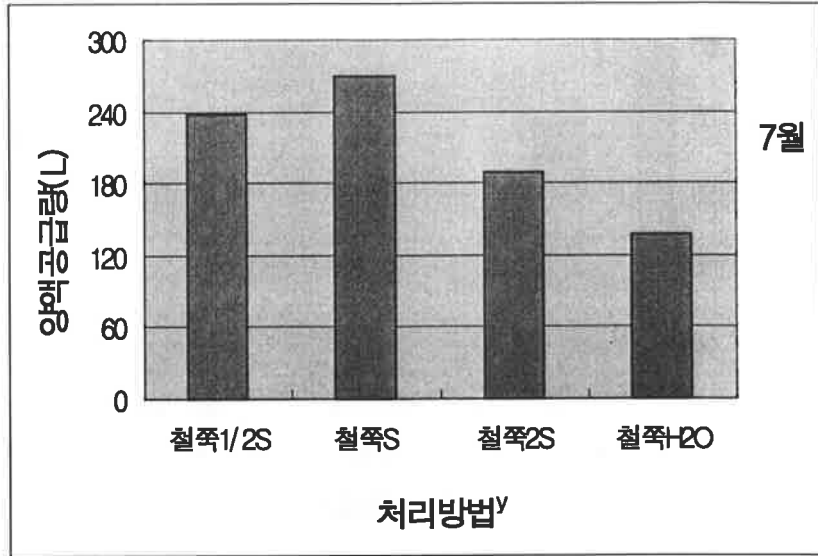


그림 1-2-20. 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 7/1~7/31까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.

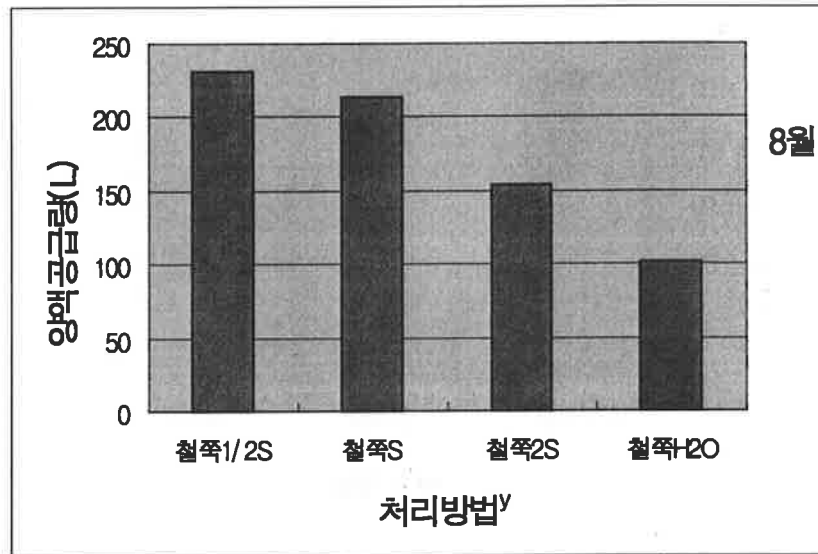


그림 1-2-21. 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 8/1~8/31까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.

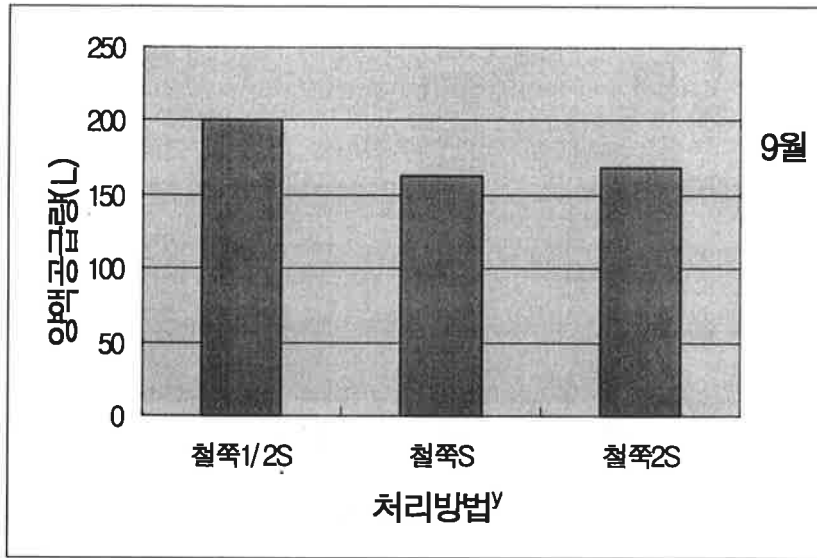


그림 1-2-22. 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 9/1~9/30까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.

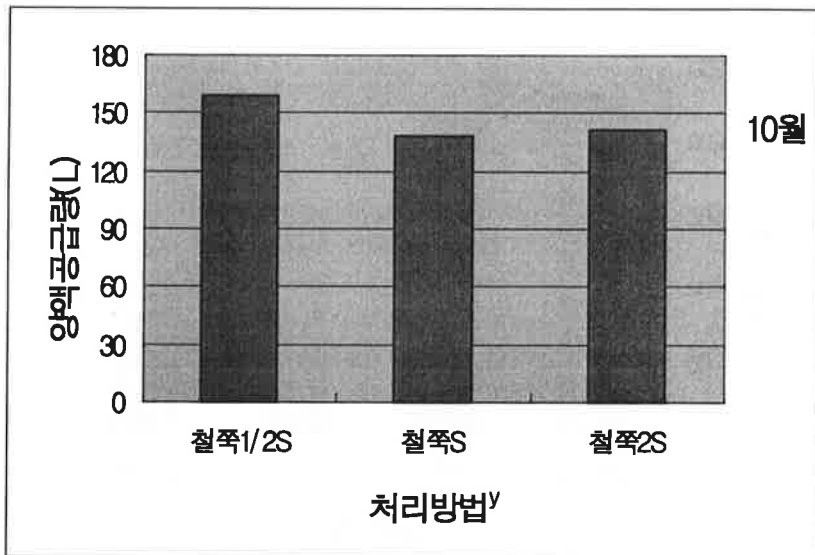


그림 1-2-23. 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 10/1~10/31까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.

양액공급량은 3월은 60L정도로 Sonneveld 양액의 1/2S, S, 2S구는 비슷하였으나 물은 적었다.

4월부터는 급격히 증가하여 3월의 배나 흡수되었다. 전체처리중에서 S구와 2S구에서 가장 높았다. 역시 물관수구는 흡수가 적었다. 한편 5월은 더욱 증가하여 가장 높았던 S구는 200L이상의 양액을 흡수하였다. 또한 6월은 5월과 비슷한 경향을 보였다. 7월은 1년중 가장 높은 양분흡수를 보였는데 240L이상을 흡수 하였다. S구에서 가장 높은 흡수를 보였는데 다음이 1/2S, 2S, 물 순서로 낮았다. 8월은 7월보다 다소 감소하였고 1/2S구가 가장 많았고 다음이 S구이었다. 9월은 8월보다 감소하였는데 1/2S구가 가장 많았고 다음이 S, 2S순으로 감소하였다. 한편 10월은 9월과 비슷하였다.

3) 초장, 초폭 : 아잘레아의 초장에서는 Sonneveld액의 농도간에 통계적인 유의성이 발견되지 않았다. 이는 4/20, 5/20, 6/20일 모두 같은 결과를 보였다. 초폭은 조사시기에 따라 처리별 차이가 있었으나 5/20일 조사에서는 차이가 보이지 않았고 최종조사일인 6월20일에는 2S가 가장 컸고 S가 가장 적었다 이상의 결과는 초장, 초폭이 아잘레아 성장량이나 품질에 지대한 영향을 미치는 것은 아니지만 전체적으로는 농도간 차이가 크지 않은 것을 볼 수 있었다.

표 1-2-2. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도에 따른 초장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	25.6 a <sup>x</sup>	29.3 a	30.1 a	27.2 b	31.4 a
S	26.1 a	28.3 a	28.0 a	31.6 a	32.7 a
2S	25.6 a	27.4 a	30.5 a	29.8 ab	29.4 a

<sup>x</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>z</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

표 1-2-3. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도에 따른 초폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	초 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	37.8 a <sup>x</sup>	43.9 a	48.9 b	63.3 a	62.2 a
S	35.0 ab	41.7 a	45.9 c	49.4 b	63.6 a
2S	34.6 b	41.1 a	50.9 a	57.0 ab	56.3 a

<sup>x</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

4) 엽장과 엽폭 : 조사시기별로 전처리간에 대부분 유의성이 인정되지 않았다.

표 1-2-4. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도에 따른 엽장의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	4.83 a <sup>x</sup>	4.82 b	4.64 ab	8.45 a	4.22 a
S	4.95 a	5.27 a	5.05 a	5.05 a	3.92 a
2S	4.90 a	5.10 ab	4.49 b	4.90 a	3.89 a

<sup>x</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

표 1-2-5. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도에 따른 엽폭의 경시적 변화.

처리 <sup>y</sup>	엽 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	2.56 a <sup>x</sup>	2.51 b	2.64 a	2.64 a	2.12 a
S	2.64 a	2.85 a	2.88 a	2.79 a	2.23 a
2S	2.65 a	2.83 a	2.68 a	2.64 a	2.02 a

<sup>x</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

5) 생체중, 건물중, 뿌리발달과 엽록소 함량.

표 1-2-6. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도에 따른 정식 110일후 성장량과 뿌리발달.

처리 <sup>y</sup>	생체중 (g)		건물중 (g)		뿌리발달 (1→5종음)
	지상부	지하부	지상부	지하부	
1/2S	149.7 a <sup>x</sup>	146.7 a	39.7 a	22.0 a	5.0 a
S	136.7 ab	100.0 b	40.7 a	18.0 a	4.7 ab
2S	111.7 b	84.7 b	30.0 a	17.0 a	4.0 b

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

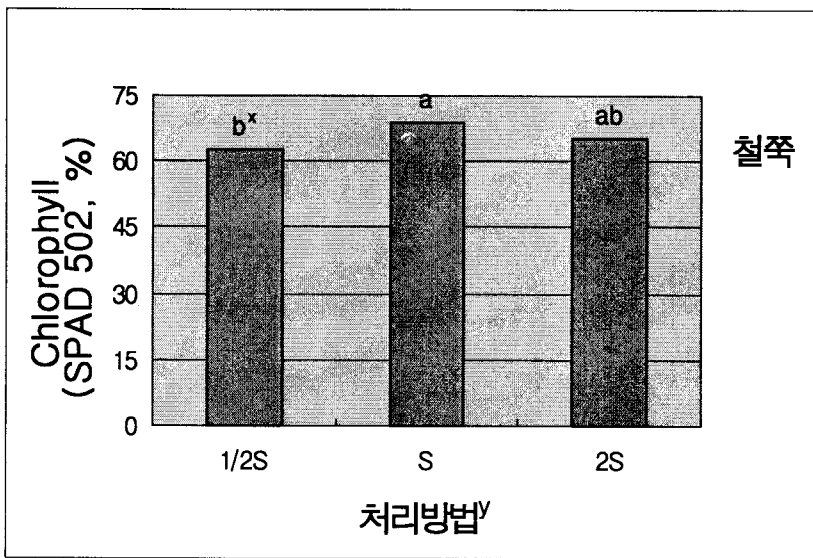


그림 1-2-24. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액 농도에 따른 정식 110일 후 엽록소 함량.

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일,

<sup>y</sup>처리방법: 표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성이 없음.

생체중은 1/2S에서 가장 높은 성장량을 보였다. 지상부와 지하부 모두 다른 처리구에 비해 유의하게 높은 평균치를 보였다.

한편 S와 2S간에는 S가 더 좋았으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다. 2S에서는 전처리중 가장 낮은 값을 보였고 특히 지하부 생장이 높지 않았다. 이러한 경향은 건물중에서도 같은 경향을 보여 1/2S에서 가장 높은 건물중이 생산되었고 다음이 S 그리고 2S가 가장 낮은 값을 보였다. 1/2S와 2S와의 주당 건물중 차이는 15g정도가 되었다. 1/2S에서는 지상하부의 T/R율도 비교적 낮아 근계 발달량이 많은 것을 보여 주었다. 따라서 아잘레아 기본양액은 Sonneveld 1/2S액이 가장 적당한 것으로 생각되었다. 뿌리발달도 1/2S가 가장 좋았다.

한편 엽록소 함량은 S가 가장 많았으나 그 차이는 그리 크지 않았다.

#### 6) 광합성

60일 성장후의 광합성은 2S에서 가장 높았고 다음이 S 그리고 1/2S가 낮았으나 기공저항치는 1/2S가 가장 낮았다. 기공저항치가 낮은 것은 원활한 광합성의 기초가 되기 때문에 양호한 편이었고 세포내 CO<sub>2</sub>농도는 1/2S가 가장 많았다.

표 1-2-7. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 정식 90일 후 저면담배수관수 Sonneveld양액농도에 따른 광합성.

처리 <sup>y</sup>	순광합성량 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
1/2S	2.56 b <sup>x</sup>	0.48 b	372.70 a	1.17 c
S	3.96 a	0.58 ab	366.30 b	1.35 b
2S	4.20 a	0.60 a	368.70 b	1.53 a

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.



7) 배지의 이화학적성질

표 1-2-8. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 정식 110일 후 저면담배수관수 Sonneveld양액농도에 따른 배양토 물리성과 pH, EC 비교.

처리 <sup>y</sup>	pH		EC		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	(1:5)		(mS/cm)								
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
1/2S	4.78	6.02	3.66	0.61	0.22	1.01	78.20	186.60	21.80	41.00	37.20
S	4.97	5.36	10.50	1.30	0.22	1.00	78.00	192.40	22.00	42.30	35.70
2S	4.40	4.30	13.40	1.80	0.23	1.01	77.20	201.30	22.80	46.30	30.90

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>T=top 화분 가장 위 토양, B=bottom 화분가장 아래 토양.

pH는 약 5이었으나 2S에서 가장 낮았고 1/2S나 S와는 0.3~0.6정도의 차이를 보였다.

EC는 다른 작물에서와 같이 지하상단부가 하단부보다 매우 높았다. 1/2S는 6배, S는 8배, 2S는 7.4배 뿌리 하단부보다 상단부에서 높은 EC값을 보였다. 가비중은 약 0.22이었고 진비중은 약 1g/mL 이었다. 공극률, 수분함량 및 고상, 액상, 기상도 3처리간에 비슷한 값을 보여주었다. 이상의 결과에서 양액저면 담배수 관수법은 근계상단부의 EC가 상승되는 단점을 막기 위해 재배적인 조치도 필요할 것으로 보였다.

표 1-2-9. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 정식 110일 후 저면담배수관수 Sonneveld양액농도에 따른 토양화학성.

처리 <sup>y</sup>	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	OM (%)
			K	Ca	Mg		
			1/2S	0.20	551.40		
S	1.06	1489.30	9.83	16.44	37.78	32.00	1.40
2S	1.37	2450.30	22.23	25.42	50.63	25.75	1.20

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

양액농도별 배지의 화학성 조사에서 전질소는 1/2S가 가장 낮았고 S와 2S가 가장 높았다. 배지의 인산도 1/2S가 가장 낮았고 농도가 높은 수준에 따라 증가되었다. 양이온 모두 농도 수준에 따라 1/2S가 가장 낮고 2S가 가장 높았다. CEC와 OM은 처리간 약간의 차이가 있었다.

#### 8) 식물체 성분 분석

식물체 성분도 대량 원소에서는 양액농도에 따라 1/2S가 가장 낮고 2S가 높았다.

표 1-2-10. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 정식 110일 후 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 식물체 무기물 분석

처리 <sup>y</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
	(%)					(mg · kg <sup>-1</sup> )			
1/2S	3.93	0.15	1.34	0.48	0.17	33.00	91.30	361.90	18.30
S	5.73	0.15	2.34	0.59	0.12	60.10	74.60	519.10	14.10
2S	5.48	1.74	2.40	0.59	0.10	64.50	70.80	415.40	12.50

<sup>2</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

그러나 미량요소는 처리간에 차가 있었다. 이상의 분석결과는 토경분화재배에서 엽분석치보다 높은 수준을 보이고 있었다.

이상의 결과는 생체중과 건물중에서 1/2S가 가장 좋았던 점을 보면 다소 낮은 수준의 대량원소에서 생장이 좋은 것으로 보였다.

9) 양분 흡수율에 의한 양액 개발

표 1-2-11. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키 공식에 의한 3/20~3/31까지의 n/w값.

처 리 <sup>y</sup>	항목	양액양 (ℓ)	항목	N	P	K	Ca	Mg
1/2S	a	180.00	y	3.14	0.68	0.93	2.98	0.91
	w	61.77	y <sub>1</sub>	2.81	0.53	2.83	3.84	0.99
	a/w	2.91	n/w <sup>x</sup>	3.77	0.97	-4.60	0.48	0.68
S	a	180.00	y	5.76	1.40	2.11	4.80	1.90
	w	62.07	y <sub>1</sub>	5.47	0.88	5.96	3.69	1.16
	a/w	2.90	n/w	6.31	2.39	-9.06	6.90	3.31
2S	a	180.00	y	7.77	1.68	4.63	7.32	2.73
	w	63.12	y <sub>1</sub>	7.91	1.72	10.28	6.62	2.07
	a/w	2.85	n/w	7.37	1.57	-11.47	8.62	3.95

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y) \text{에서}$$

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>).

봄인 3/21~3/31일 사이의 다량원소 흡수율은 표와 같았다. 양분 흡수율(n/w)를 측정하기 위해 Sonneveld 1/2배액(1/2S), 표준액(S), 2배액(2S)에서 재배하여 본 결과 1/2S에서 가장 좋은 성장을 보였다. 따라서 1/2S에서 측정된 n/w 값이 철쭉 성장 영양 흡수 특성에 더 가깝다고 여겨졌다. 야마자키 양분 흡수율 공식에 의해 수정된 값은 표와 같았다. 정식 후 10일 후인 3/20일부터 10일간의 n/w값 특징은 K의 흡수가 매우 저조하였다. 이는 뿌리 발달이 완전하지 못하여 이러한 결과를 보인 것으로 보인다.

표 1-2-12. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키 공식에 의한 4/1~4/30까지의 n/w값.

처 리 <sup>y</sup>	항목	양액양 ( l )	항목	N	P	K	Ca	Mg
1/2S	a	180.00	y	2.81	0.53	2.83	3.84	0.99
	w	119.07	y <sub>1</sub>	3.88	0.74	2.95	4.40	1.61
	a/w	1.51	n/w <sup>x</sup>	1.19	0.21	2.65	2.99	0.05
S	a	180.00	y	5.47	0.88	5.96	3.69	1.16
	w	143.18	y <sub>1</sub>	7.33	1.35	4.32	7.10	2.02
	a/w	1.26	n/w	3.13	0.29	6.39	-0.61	0.08
2S	a	180.00	y	7.91	1.72	10.28	6.62	2.07
	w	138.17	y <sub>1</sub>	12.71	2.24	4.80	9.01	2.24
	a/w	1.30	n/w	1.67	1.04	11.92	3.51	1.85

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y)$$

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

4/1~4/30일까지의 n/w값은 표와 같이 양분흡수가 낮았다. 1/2S구에서는 N 1.2, P 0.26, Ca 3, Mg 0.05 me · L<sup>-1</sup>의 낮은 흡수를 보였다. S구와 2S구는 다소 많았지만 후술하는 5월과 6월에 비해 낮은 값을 보였다. N는 S농도에서 가장 많이 흡수되었고 P와 K는 2S에서 가장 많이 흡수되었다. 한편 Ca와 Mg도 2S에서 가장 많은 흡수량을 보였다. 칠쪽류는 원래 소비(小肥) 분화류이지만 최대 성장기에는 상당량의 영양분 흡수를 보이는 것으로 분석되었다.

표 1-2-13. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키  
공식에 의한 5/1~5/31일까지<sup>2</sup>의 n/w값.

처 리 <sup>y</sup>	항목	양액양 (ℓ)	항목	N	P	K	Ca	Mg
1/2S	a	180.00	y	3.88	0.74	2.95	4.40	1.61
	w	164.30	y <sub>1</sub>	3.93	1.07	3.36	3.05	2.20
	a/w	1.09	n/w <sup>x</sup>	3.83	0.38	2.50	4.52	0.97
S	a	180.00	y	7.33	1.35	4.32	7.10	2.02
	w	221.97	y <sub>1</sub>	6.79	1.59	5.30	4.11	2.46
	a/w	0.81	n/w	7.23	1.16	3.53	6.53	1.66
2S	a	180.00	y	12.17	2.24	4.80	9.0	2.24
	w	187.58	y <sub>1</sub>	9.92	2.23	9.06	11.52	3.49
	a/w	0.96	n/w	12.08	2.24	0.71	6.6	1.04

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y)$$

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

5월의 n/w값은 4월에 비해 크게 상승되었다. 가장 많이 요구되는 N에서 S와 2S에서는 매우 높은 량이 흡수 되었다. 가장 생장이 좋았던 1/2S에서의 N값은 3.8me · L<sup>-1</sup>, P는 0.38me · L<sup>-1</sup>, K는 2.5me · L<sup>-1</sup>을 보였고 Ca는 4.5me · L<sup>-1</sup>을 흡수 하여 호산성 식물인 철쭉재배에서도 Fe 못지않게 Ca공급이 매우 중요함을 보여 주고 있다. 따라서 5월에는 Sonneveld 1/2S액에서 N는 비슷하지만 P은 1/2수준으로 Mg도 60%수준으로 낮추는 것이 생장이 좋을 것으로 보였다.

S액과 2S에서는 많은 양분을 흡수하였으나 성장량에는 좋은 결과를 보이지 않고 있었다.

표 1-2-14. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키 공식에 의한 6/1~6/30까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액양 (ℓ)	항목	N P K Ca Mg				
				me · L <sup>-1</sup>				
1/2S	a	180.00	y	3.93	1.07	3.36	3.35	2.20
	w	188.93	y <sub>1</sub>	2.52	0.13	2.17	3.86	1.61
	a/w	0.95	n/w <sup>x</sup>	3.86	1.02	3.30	2.28	2.17
S	a	180.00	y	6.79	1.59	5.30	4.11	2.46
	w	234.05	y <sub>1</sub>	4.81	0.67	5.25	7.24	2.23
	a/w	0.77	n/w	6.33	1.38	5.29	1.70	2.41
2S	a	180.00	y	9.92	2.23	9.06	11.52	3.49
	w	189.88	y <sub>1</sub>	9.88	1.46	7.99	13.09	3.13
	a/w	0.95	n/w	9.92	2.19	9.01	10.03	3.47

<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y)$$

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

6월에 들어서는 n/w값이 5월과는 다른 양상을 보였다. N은 비슷하였으나 P와 K는 흡수율이 크게 증가되었다. Ca는 다소 감소되었으나 Mg는 크게 증가되었다. 6월의 양분흡수율의 특징은 Sonneveld 분화표준액의 1/2S액의 초기농도와 같은 수준으로 흡수되어 일반농가에서 여름철 아잘레아(미손벨) 분화생산에는 수정없이 1/2S액을 그대로 사용하여도 좋을 것으로 보였다.

6월도 S액과 2S액은 대단히 많은 양의 양분을 흡수하였는데도 생체중과 건물중에서 1/2S액보다 못하였다.

-벤자민고무나무

1) pH 와 EC의 변화

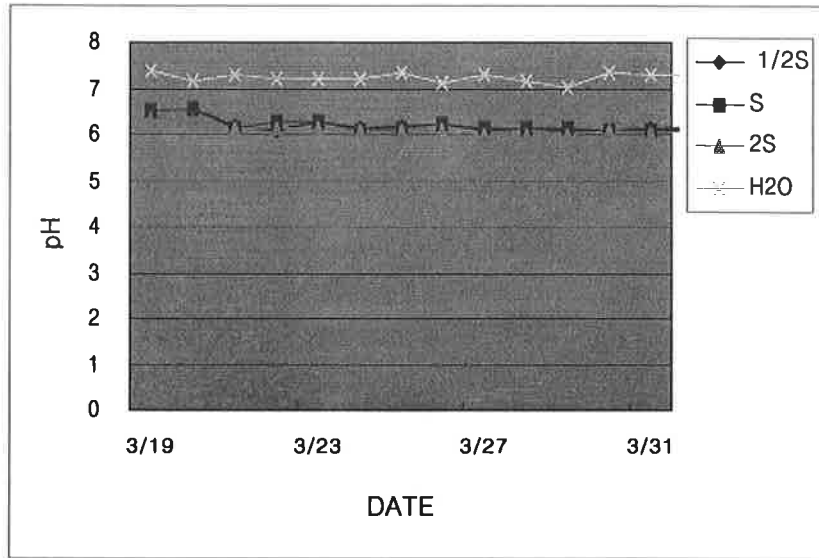


그림 1-2-25. 벤자민고무나무<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 3/18~3/31까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

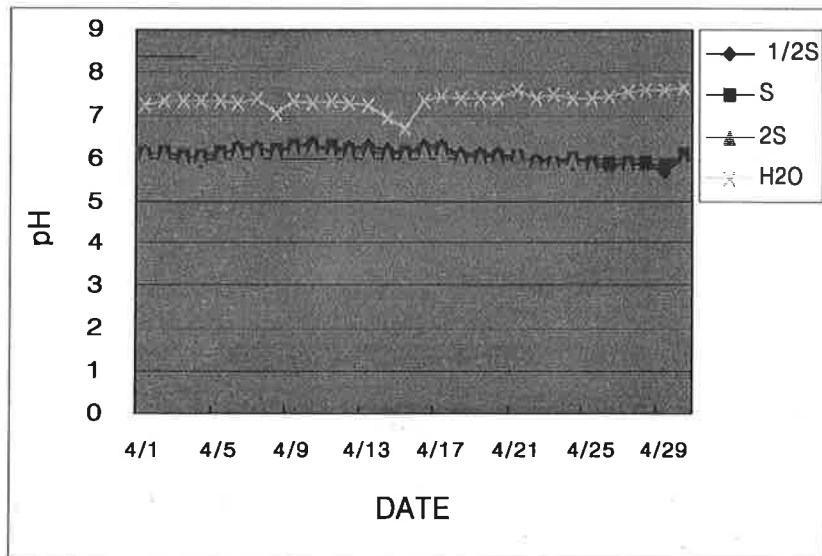


그림 1-2-26. 벤자민고무나무<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 4/1~4/30까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

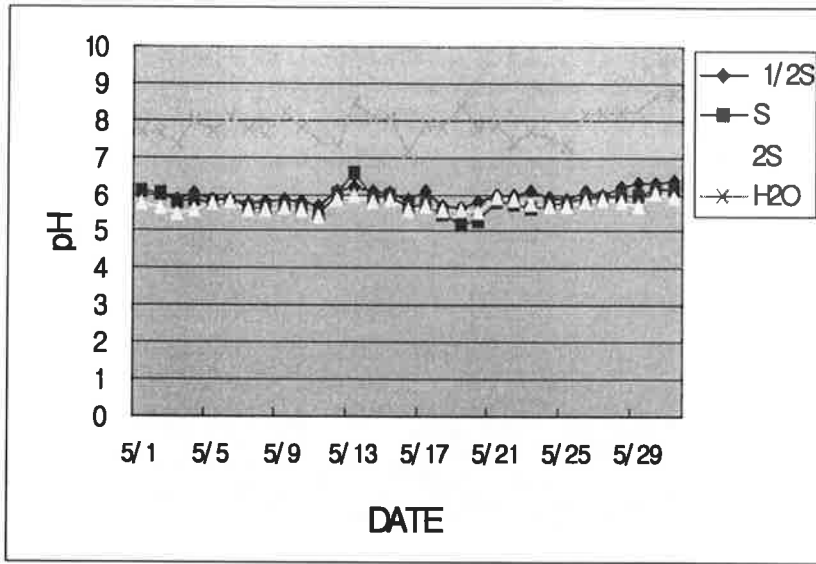


그림 1-2-27. 벤자민고무나무<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 5/1~5/31까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

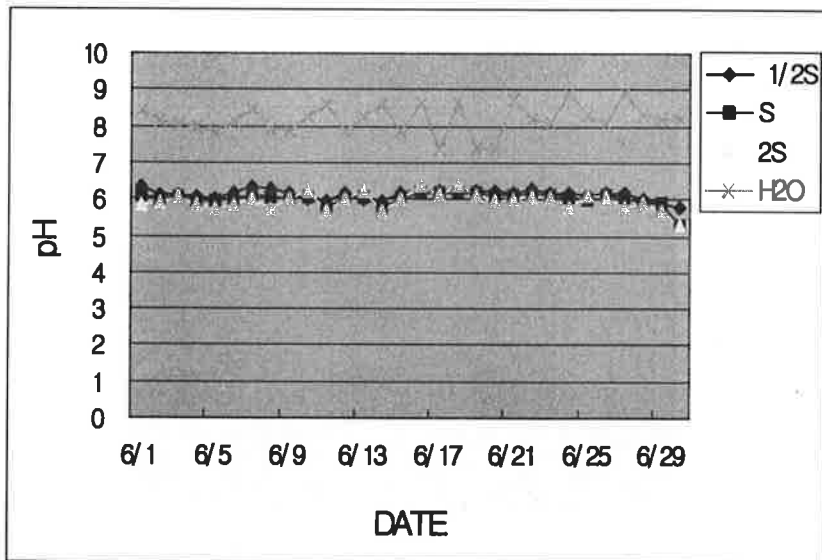


그림 1-2-28. 벤자민고무나무<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 6/1~6/30까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.



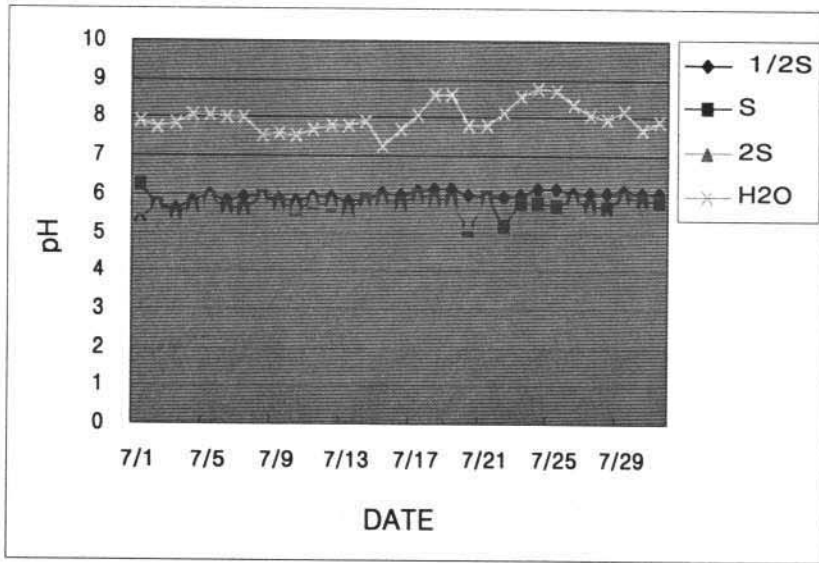


그림 1-2-29. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 7/1~7/31까지의 pH변화.  
<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

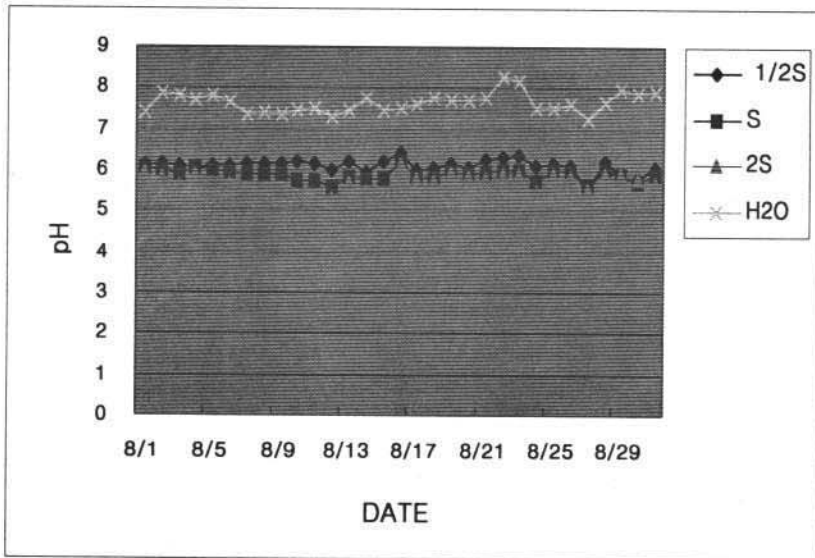


그림 1-2-30. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 8/1~8/31까지의 pH변화.  
<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

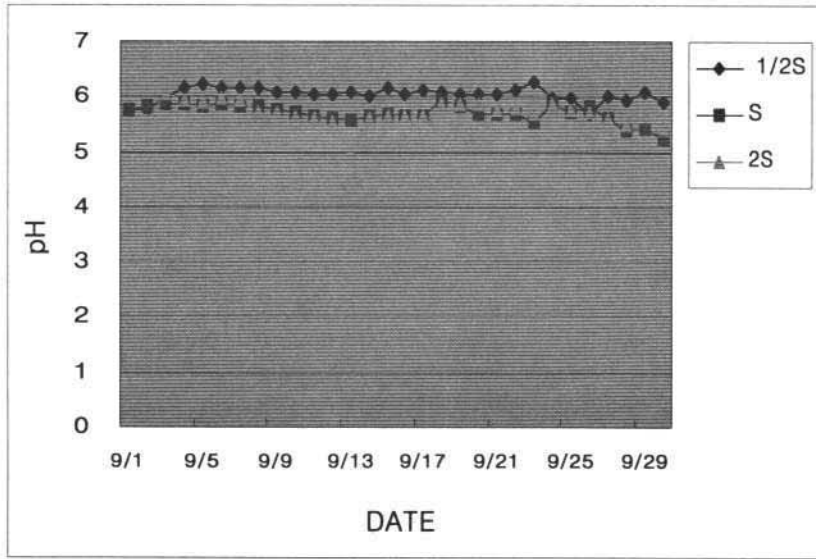


그림 1-2-31. 벤자민고무나무<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 9/1~9/30까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

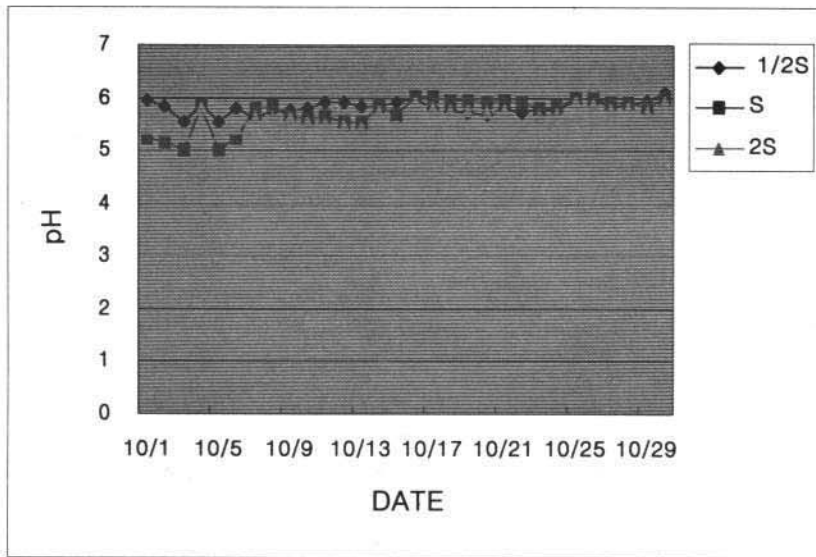


그림 1-2-32. 벤자민고무나무<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 10/1~10/31까지의 pH변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

전체적으로 6.0을 중심으로 3월부터 6월까지 계속되었다. 3일에 한번씩은 pH를

교정시켜 주었는데 6.0을 경계로 하여 2S에서 다소 낮은 pH를 1/2S에서 다소 높은 경향을 보여 주었다.

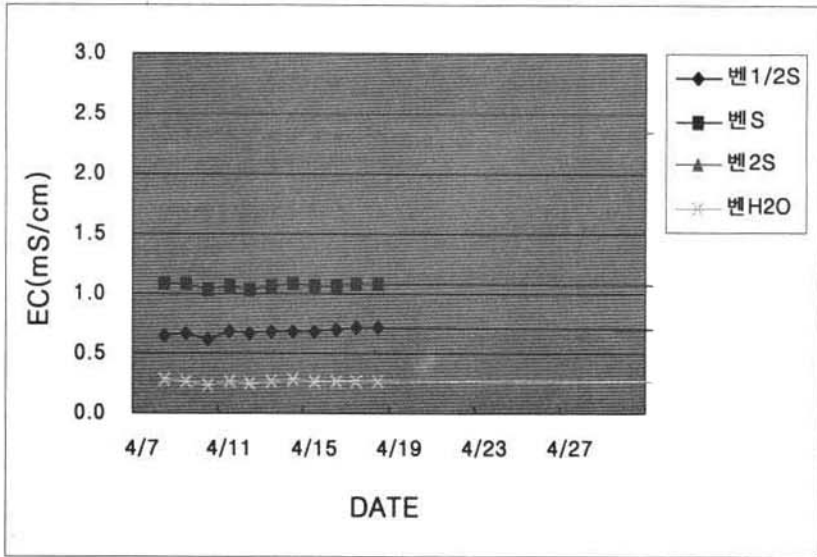


그림 1-2-33. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 4/1~4/30까지의 EC변화.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

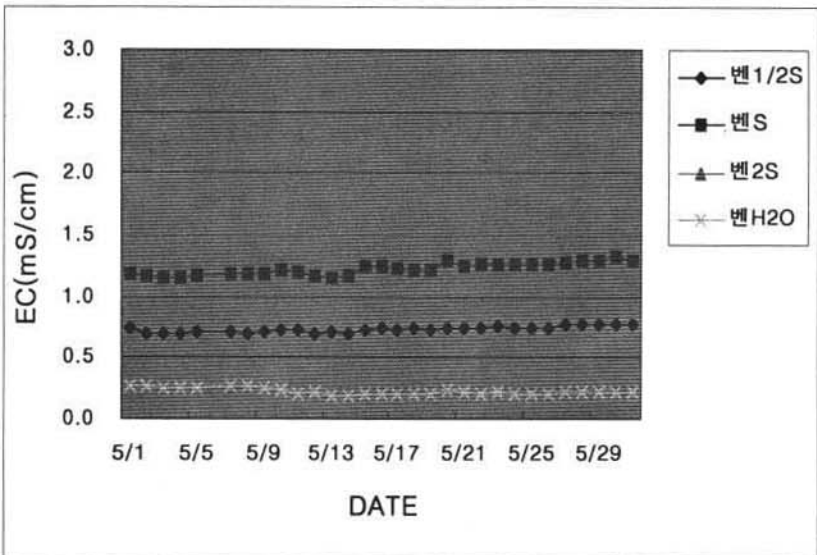


그림 1-2-34. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 5/1~5/31까지의 EC변화.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

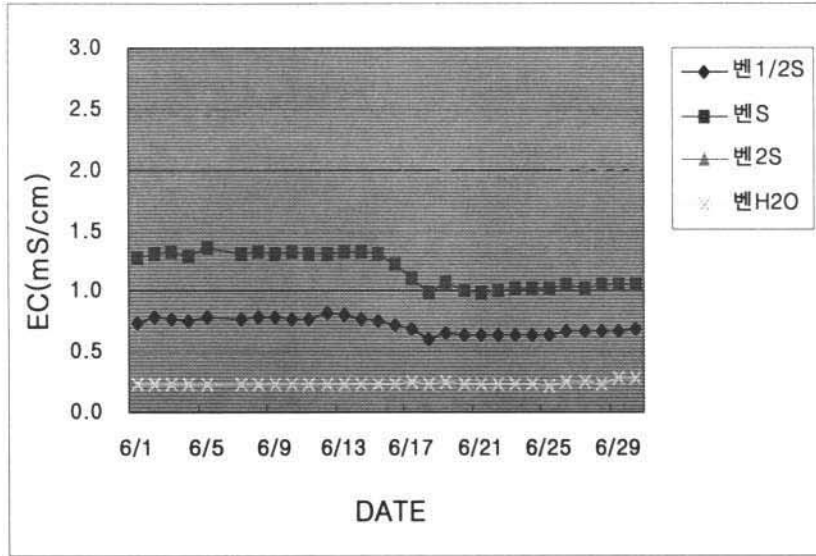


그림 1-2-35. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 6/1~6/30까지의 EC변화.  
<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

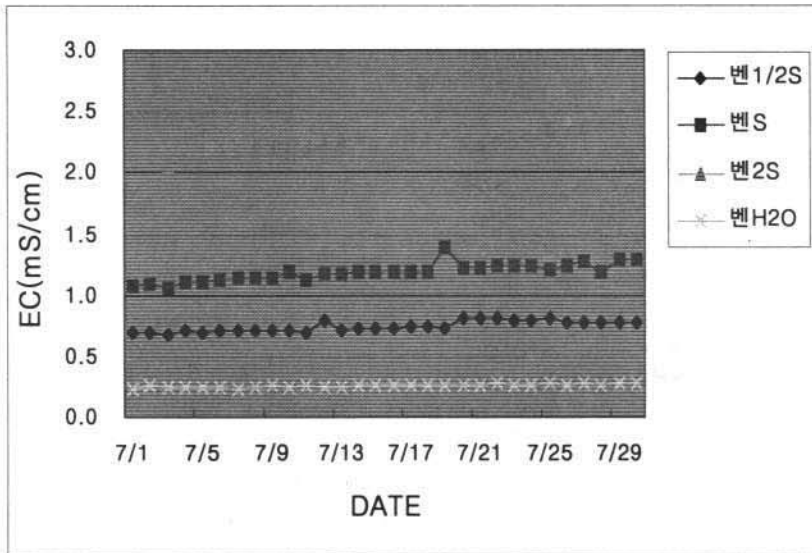


그림 1-2-36. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 7/1~7/31까지의 EC변화.  
<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

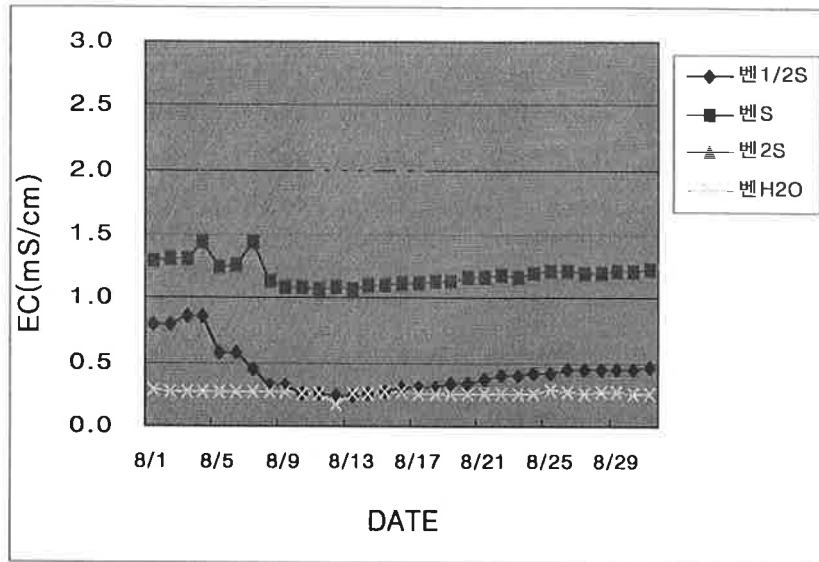


그림 1-2-37. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 8/1~8/31까지의 EC변화.  
<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

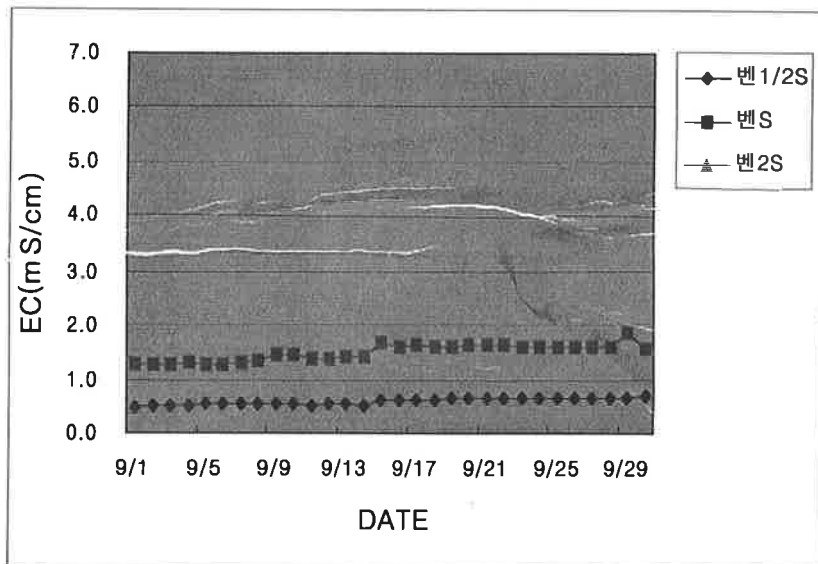


그림 1-2-38. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 9/1~9/30까지의 EC변화.  
<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

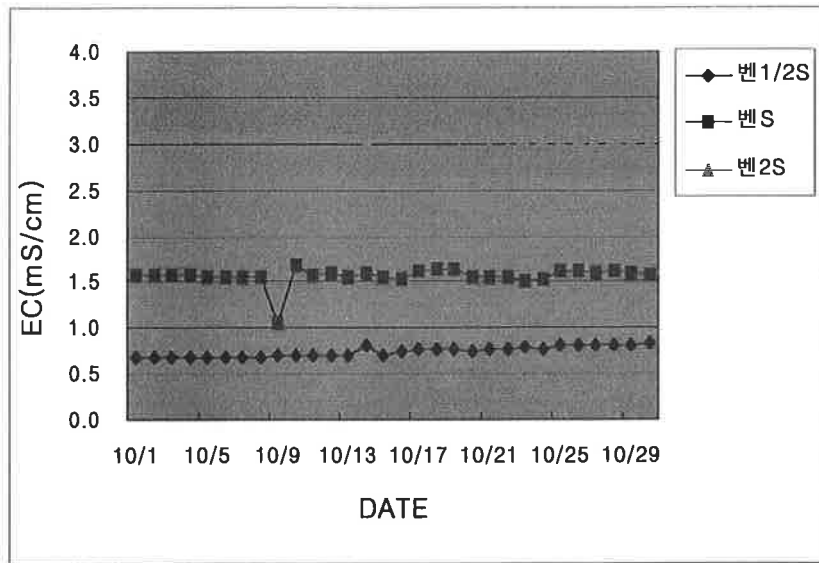


그림 1-2-39. 벤자민고무나무<sup>2</sup> Sonneveld양액농도별 10/1~10/31까지의 EC변화.  
<sup>2</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

EC는 전 생육기간중 2S가 가장 높고 다음이 S 그리고 1/2S가 가장 낮았다. 이러한 현상은 양액공급 시작된 3월부터 최종조사시까지 비슷한 경향을 보이고 있었다.

2) 양액공급량

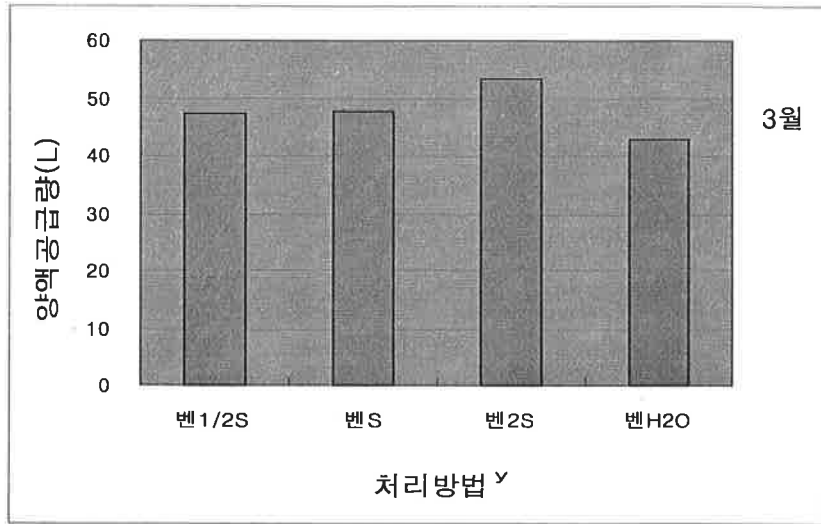


그림 1-2-40. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 3/18~3/31까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>처리방법: 표1-2-1참조.

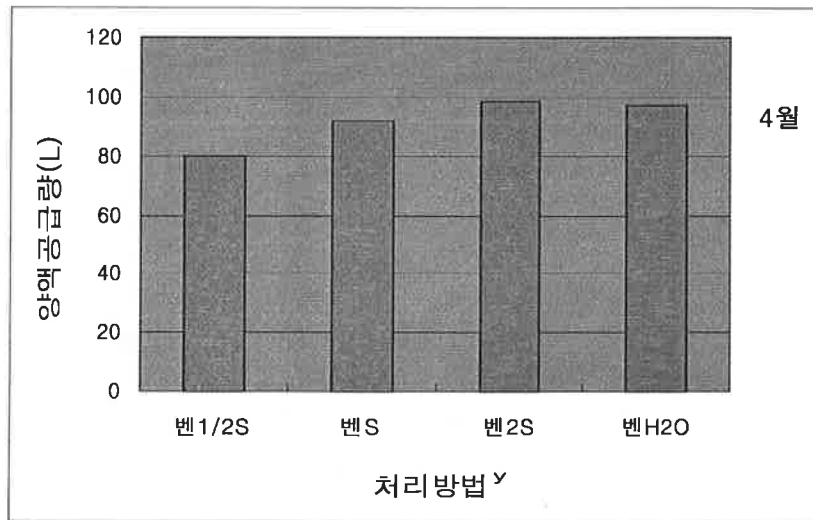


그림 1-2-41. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 4/1~4/30까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>처리방법: 표1-2-1참조.

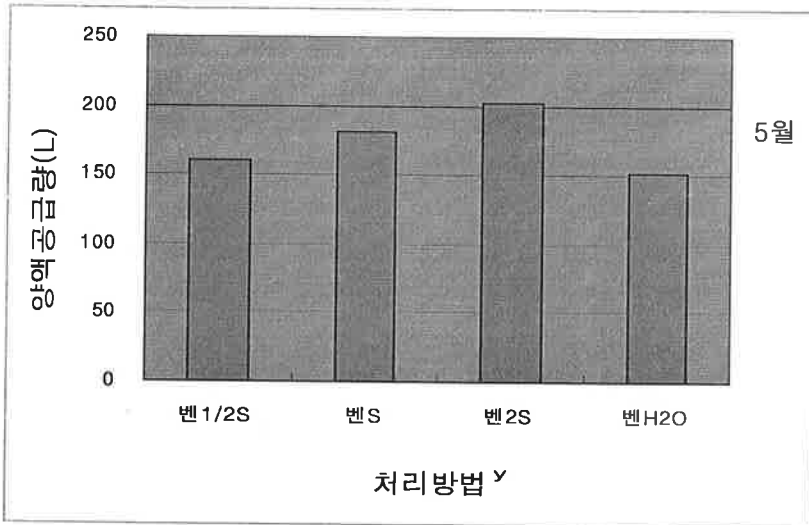


그림 1-2-42. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 5/1~5/31까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.

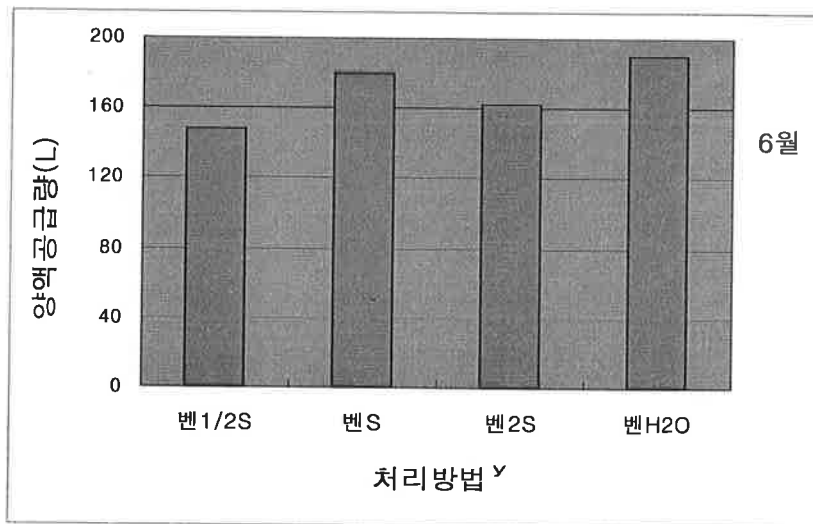


그림 1-2-43. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 6/1~6/30까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표1-2-1참조.



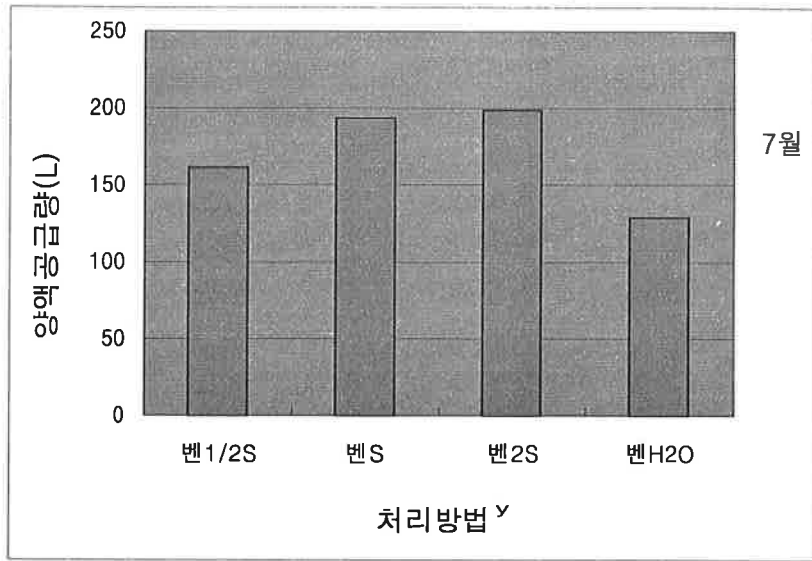


그림 1-2-44. 벤자민고무나무<sup>㉚</sup> Sonneveld양액농도별 7/1~7/31까지의 양액공급량.

<sup>㉚</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>㉞</sup>처리방법: 표1-2-1참조.

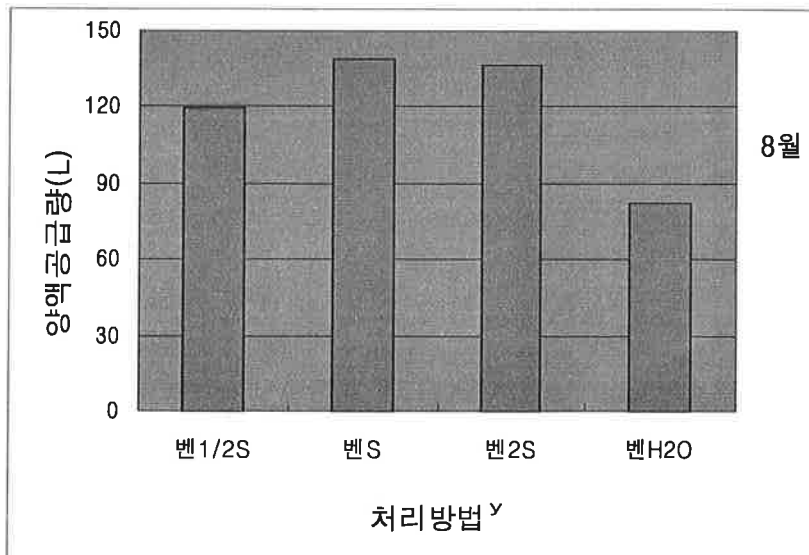


그림 1-2-45. 벤자민고무나무<sup>㉚</sup> Sonneveld양액농도별 8/1~8/31까지의 양액공급량.

<sup>㉚</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>㉞</sup>처리방법: 표1-2-1참조.

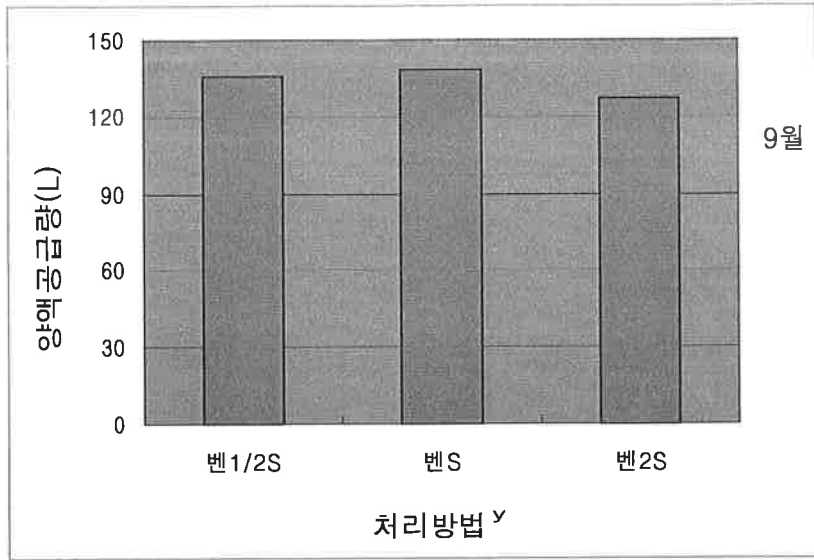


그림 1-2-46. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 9/1~9/30까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>처리방법: 표1-2-1참조.

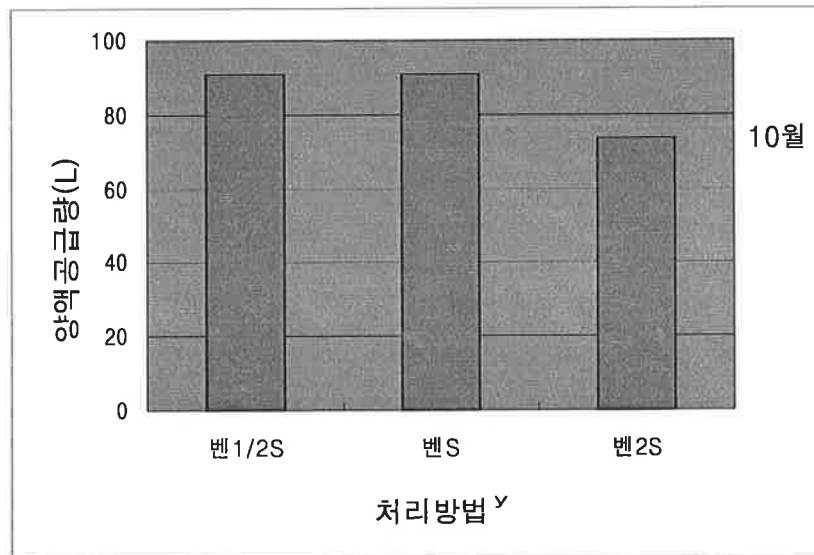


그림 1-2-47. 벤자민고무나무<sup>z</sup> Sonneveld양액농도별 10/1~10/31까지의 양액공급량.

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>처리방법: 표1-2-1참조.

월별 양액공급량은 3월에는 약 50L정도이었으나 4월에는 100L로 두 배가 흡수되었고 6월에는 160L를 상회하였다.

한편 7월에는 더욱 많아져서 2S구는 거의 200L에 근접하였다. 그러나 8월부터는 감소하기 시작하여 9월과 10월에는 더욱 감소하였다. 처리구간에는 2S구가 가장 높은 양액흡수량을 보였고 다음이 S구이고 1/2S구와 물은 낮은 흡수량을 보였다. 이러한 양액흡수량의 차이는 생장량과 매우 밀접한 관계를 보여주고 있었다.

### 3) 초장과 초폭

표 1-2-15. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 초장의 경시적 변화.

처 리 <sup>y</sup>	초 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	29.3 a <sup>x</sup>	40.1 a	51.3 a	88.0 a	95.3 a
S	28.3 a	37.7 a	48.4 a	87.2 a	102.2 a
2S	27.4 a	39.5 a	49.4 a	93.2 a	104.6 a

\*정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

\*같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성 없음.

표 1-2-16. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 초폭의 경시적 변화.

처 리 <sup>y</sup>	초 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	39.0 a <sup>x</sup>	48.9 a	50.2 b	62.2 b	66.8 b
S	36.4 a	41.7 a	55.3 ab	76.4 a	88.7 a
2S	36.9 a	41.1 a	56.5 a	78.4 a	83.0 a

\*정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

\*같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성 없음.

양액 농도별 초장의 경시적 변화에서 처리간 통계적인 유의차가 인정되지 않았다. 그러나 평균치 비교에서는 1/2S에서 가장 키가 컸다.

이러한 현상은 초폭에서도 마찬가지였는데 마지막 조사에서는 2S에서 가장 컸

고 1/2S에서 가장 적었다. 이러한 결과는 양액농도가 저농도에서 고농도보다 더 초폭을 증대시킬 수 있을 것으로 보였다.

#### 4) 엽장과 엽폭

표 1-2-17. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 엽장의 경시적 변화.

처 리 <sup>1)</sup>	엽 장 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	4.82 b <sup>x</sup>	7.82 a	8.96 a	6.89 a	6.40 a
S	5.27 a	6.53 b	9.03 a	6.00 b	6.74 a
2S	5.10 ab	7.35 a	9.16 a	6.22 b	5.92 b

<sup>x</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>1)</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

표 1-2-18. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 엽폭의 경시적 변화.

처 리 <sup>1)</sup>	엽 폭 (cm)				
	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20
1/2S	3.24 a <sup>x</sup>	2.51 b	4.13 a	3.19 a	2.93 a
S	2.80 b	2.85 a	3.74 a	2.85 a	3.14 a
2S	3.00 ab	2.83 a	3.69 a	2.83 a	2.63 b

<sup>x</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>1)</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

엽장은 4/20일에는 S구가 가장 컸으나 마지막 조사일인 6/20일에는 전처리간에 유의성이 인정되지 않았다. 이러한 현상은 엽폭에서도 같은 경향을 보였다.

5) 생체중, 건물중, 뿌리발달 및 엽록소 함량

표 1-2-19. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 정식 110일 후 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 생체중, 건물중, 뿌리발달.

처리 <sup>y</sup>	생체중 (g)		건물중 (g)		뿌리발달 (1→5중음)
	지상부	지하부	지상부	지하부	
1/2S	81.0 b <sup>x</sup>	63.0 a	25.0 b	13.0 b	3.0 b
S	152.7 a	66.0 a	44.7 a	15.7 a	4.7 a
2S	163.7 a	50.7 b	46.0 a	10.0 c	5.0 a

<sup>x</sup>정식:98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

<sup>z</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

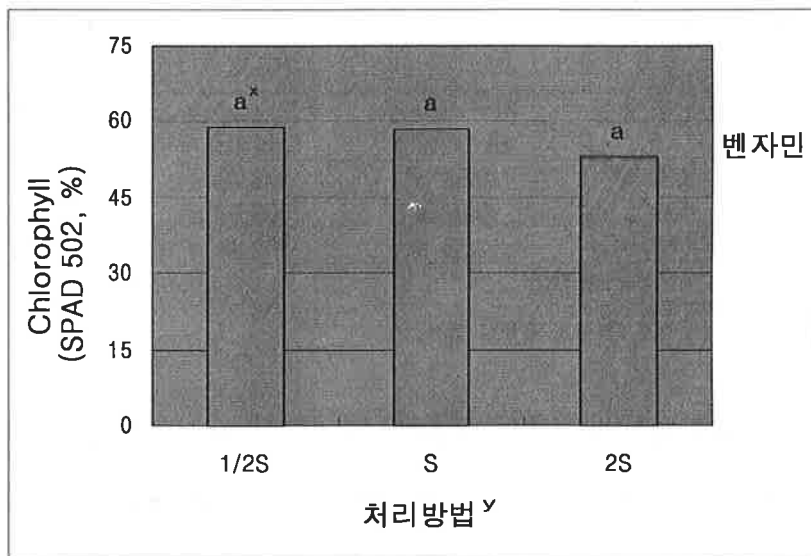


그림 1-2-48. 벤자민고무나무 정식 110일 후<sup>z</sup> 저면담배수관수 Sonneveld 양액 농도에 따른 엽록소 함량.

<sup>z</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표 1-2-1 참조.

<sup>z</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

벤자민고무나무 생체중은 아잘레아(미손벨)와 달리 Sonneveld 기준액의 S와 2S에서 높은 생체중을 보였다. 1/2S는 통계적으로 유의하게 낮아 S구와는 주당 75g의 무게차를 보였다. 지상부는 2S에서 가장 많았지만 S와는 차가 없었다. 지하부

에서는 1/2S와 S구에서 많았고 S구에서 적었다.

이러한 결과로 벤자민고무나무의 뿌리발달은 1/2S와 같은 저농도가 2S같은 고농도보다 더 좋지만 지상부 성장에는 S나 2S에서 좋은 결과를 보였다. 따라서 벤자민고무나무는 양액농도를 2S까지는 높여도 될 것으로 보였다. 전체적으로는 S구에서 생체중과 건물중이 높아 S 농도가 가장 적당할 것으로 보였다.

뿌리발달도 S와 2S구에서 1/2S구보다 더 좋았다.

한편 엽록소 함량은 전처리간에 유의차를 보이지 않았다.

#### 6) 광합성 관련인자

표 1-2-20. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 정식 90일 후 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 광합성조사.

처리 <sup>y</sup>	순광합성량 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
1/2S	2.31 a <sup>x</sup>	0.57 a	373.73 a	1.45 a
S	4.29 a	0.67 a	369.67 a	1.71 a
2S	4.88 a	0.58 a	362.87 a	4.77 a

<sup>z</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의성 없음.

광합성은 3처리 모두 유의차가 인정되지 않았으나 평균치는 2S와 S구가 1/2S보다 높은 광합성량을 보이고 있었다. 기공저항치와 세포내 CO<sub>2</sub> 농도는 3처리구 비슷하였지만 기공확산속도는 2S에서 가장 높았다.

7) 배지의 이화학적성질

표 1-2-21. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 정식 110일 후 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 배양토 물리성과 pH, EC 비교.

처리 <sup>y</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	수분함량 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
	1/2S	5.13	5.65	4.66							
S	5.25	5.76	5.59	0.87	0.21	0.98	79.0	104.0	21.4	21.8	56.8
2S	5.08	5.06	16.70	1.15	0.23	0.99	77.3	209.2	23.2	48.1	28.7

<sup>2</sup>정식: 98년3월10일, 양액공급:3월20일.

<sup>y</sup>처리방법:표 1-2-1 참조.

<sup>x</sup>T=top 화분 가장 위 토양, B=bottom 화분가장 아래 토양.

pH는 뿌리 상단부와 하단부 모두 5~6 사이의 값을 보였고 큰 차이를 보이지 않았고 양액농도간에도 별다른 차이를 보이지 않았다. 그러나 EC의 하단부는 1.15 또는 그 이하로 매우 낮았으나 상단부는 높았다. 이는 양액농도에 비례하여 2S, 1/2S구에 비해 3.6배나 높은 16.7 mS/cm를 보였다. 한 화분의 하단부와 상단부 비교에서는 14.5배나 높은 값을 보였다.

이러한 현상은 시험재배중에 상단부에 소금같이 보이는 염류집적 현상이 보였는데 이는 상단부 근계 발달에 영향을 줄 것으로 보였다.

가비중, 진비중 및 공극률은 3처리간 모두 비슷하였고 보수력은 2S에서 가장 많았다. 고상은 약 21~23%, 액상은 21~48%, 기상은 28~57%의 수준을 보였는데 2S에서 액상의 비율이 높게 나타나고 반면에 기상이 가장 적게 나타났다.

표 1-2-22. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 정식 110일 후 저면담배수관수 Sonneveld양액농도에 따른 배지 화학성.

처리 <sup>y</sup>	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )			CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	OM (%)
			K	Ca	Mg		
S	0.64	1635.10	17.73	17.85	12.39	34.90	1.40
2S	0.57	4882.30	33.92	23.57	14.21	93.00	0.80

<sup>2</sup>정식:98년3월10일,양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

양액농도별 배지의 화학성은 고농도일수록 높은 화학 성분량을 보였다. 특히 인산에서 뚜렷하여 1/2S와 S와는 2배, 2S와는 6배의 차이를 보였다. K, Ca, Mg에서도 농도에 따라 심한 차이를 보였다.

CEC는 2S에서 가장 높았으며 1/2S와 S와는 비슷하였다. OM은 2S에서 가장 낮았다.

이러한 결과로 미루어 보아 배지의 화학성은 양액 농도에 크게 지배된다는 사실을 확인할 수 있었다.

#### 8) 식물체 성분 분석

표 1-2-23. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 정식 110일 후 저면담배수관수 Sonneveld 양액농도에 따른 식물체 무기성분.

처리 <sup>y</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
	(%)					(mg · kg <sup>-1</sup> )			
1/2S	5.21	0.21	2.36	0.74	0.26	51.8	39.6	204.3	13.8
S	6.04	0.21	2.25	0.62	0.22	69.8	36.0	541.3	39.7
2S	4.81	0.23	1.65	0.70	0.15	58.8	54.7	156.5	32.9

<sup>z</sup>정식:98년 3월10일, 양액공급시작:3월20일.

<sup>y</sup>표 1-2-1 참조.

전질소는 S구에서 가장 많았고 약 6%를 보였다. 인산은 전처리 모두 비슷하였다. 이러한 현상은 배지의 인산 농도와 양액의 농도에 관계없이 일정량만 식물체 합성에 이용되고 있음을 보여주고 있다. 이러한 현상은 다른 성분에서도 비슷하였다.

대량원소의 각 성분간의 농도비는 대체로 비슷하였다. 미량원소는 성분간에 다소 차이는 있었지만 농도가 높을수록 다소 높아지는 경향을 보였다.



9) 시기별 양분 흡수율(n/w)

표 1-2-24. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키 공식에 의한 3/20~3/31까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액양 (ℓ)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
1/2S	a	180.00	y	3.44	0.44	1.03	3.33	1.16
	w	47.33	y <sub>1</sub>	3.51	0.47	2.78	3.59	0.99
	a/w	3.80	n/w <sup>x</sup>	3.17	0.33	-2.96	2.34	1.64
S	a	180.00	y	6.15	0.83	2.21	4.60	1.49
	w	47.70	y <sub>1</sub>	5.39	2.34	4.88	3.38	1.08
	a/w	3.77	n/w	8.26	-4.87	-7.86	7.98	2.63
2S	a	180.00	y	7.70	1.76	5.09	8.99	3.15
	w	53.48	y <sub>1</sub>	11.88	1.81	12.85	5.10	1.49
	a/w	3.37	n/w	-6.38	1.59	-21.06	18.21	7.08

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3/20.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y) \text{에서}$$

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

정식 10일 후 양액 공급을 처음 시작한 후 10일간은 특히 K흡수가 낮았다. 특히 흡수가 저조하였던 것을 2S구에서는 N에서도 흡수량이 저조하였다.

이러한 현상은 분식초기에 활착이 완전하지 않을 때 고농도에서는 흡수가 제대로 되지않고 S구와 1/2S에서 흡수가 잘 되었다. 다량원소 중 특히 저온기인 3월과 정식초기에 K의 흡수가 저조하였다.

표 1-2-25. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키 공식에 의한 4/1~4/30까지의 n/w값.

처 리 <sup>y</sup>	항목	양액양 (ℓ)	항목	N	P	K	Ca	Mg
1/2S	a	180.00	y	3.51	0.47	2.78	3.59	0.99
	w	80.03	y <sub>1</sub>	3.85	0.80	2.63	4.00	1.60
	a/w	2.25	n/w <sup>x</sup>	2.74	-0.27	2.97	2.67	-0.38
S	a	180.00	y	5.39	2.34	4.88	3.38	1.08
	w	91.56	y <sub>1</sub>	6.43	1.12	3.83	7.25	1.89
	a/w	1.97	n/w	3.34	3.52	5.90	-4.24	-0.52
2S	a	180.00	y	11.88	1.81	12.85	5.10	1.49
	w	98.62	y <sub>1</sub>	13.49	2.53	7.38	10.25	2.75
	a/w	1.83	n/w	8.93	0.49	17.39	-4.32	-0.82

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y)$$

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

4월에 들어서서 흡수양액(w)이 가장 많았던 구는 2S이었고 다음이 S 그리고 1/2S에서 가장 적었다. 미량원소에서도 흡수가 저조하였는데 Ca, Mg에서 보였다. 전체 양액중에서 가장 좋은 생체중과 건물중을 보인구는 S구이었다. S액 양액구에서 4월의 벤자민고무나무 양액흡수를 보면 N는 기준액보다 다소 낮은 3.34me · L<sup>-1</sup>를 흡수하였고 인산과 칼리는 초기 조성된 Sonneveld액보다 더 많이 흡수 하였다.

한편 Ca, Mg는 흡수량이 저조하였다. 한편 2S에서도 이러한 n/w값의 경향은 비슷하였다.

표 1-2-26. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키 공식에 의한 5/1~5/31까지의 n/w값.

처 리 <sup>y</sup>	항목	양액양 (ℓ)	항목	N	P	K	Ca	Mg
1/2S	a	180.00	y	3.85	0.80	2.63	4.00	1.60
	w	160.05	y <sub>1</sub>	3.40	0.79	3.25	4.17	1.76
	a/w	1.12	n/w <sup>x</sup>	3.90	0.80	1.94	3.81	1.42
S	a	180.00	y	6.43	1.12	3.83	7.25	1.89
	w	181.33	y <sub>1</sub>	6.08	1.37	5.04	6.77	2.43
	a/w	0.99	n/w	6.43	0.87	2.63	6.29	1.36
2S	a	180.00	y	13.49	2.53	7.38	10.25	2.75
	w	202.31	y <sub>1</sub>	13.15	2.67	10.77	8.71	3.39
	a/w	0.89	n/w	13.45	2.41	4.36	10.08	2.18

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y)$$

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>).

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

5월에 들어서는 각 성분을 다량으로 흡수가 이루어졌다. 양액 흡수량(w)은 2S에서 가장 많았고 다음이 S구이었고, 1/2S구가 가장 적었다. 전체 처리구중에서 후기 생장이 가장 좋았던 S구에서 N는 6.43me · L<sup>-1</sup> 정도의 다량 흡수 되었고 P와 K는 다소 낮았다. 2S구에서는 N가 13.5 me/L로 다량 흡수되었다.

기타 성분의 경향은 1/2S와 S에서 비슷하였다. 생체중과 건물중은 S구에서 가장 좋았고 다음이 2S구 이었는데 비료 성분의 과용을 막기 위해서도 S액이 더 경제적인 것으로 보였다.

표 1-2-27. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 저면담배수관수시 Sonneveld양액농도별 야마자키 공식에 의한 6/1~6/31일까지의 n/w값.

처 리 <sup>y</sup>	항목	양액양		N	P	K	Ca	Mg
		(ℓ)	항목					
1/2S	a	180.00	y	3.40	0.79	3.25	4.17	1.76
	w	147.68	y <sub>1</sub>	2.66	0.11	1.98	4.34	1.62
	a/w	1.22	n/w <sup>x</sup>	3.56	0.94	3.53	3.96	1.79
S	a	180.00	y	6.08	1.37	5.04	6.77	2.43
	w	179.67	y <sub>1</sub>	4.31	0.47	5.16	7.44	2.02
	a/w	1.00	n/w	6.08	1.37	4.92	6.10	2.43
2S	a	180.00	y	13.15	2.67	10.77	8.71	3.39
	w	162.87	y <sub>1</sub>	9.38	1.63	8.49	13.25	3.37
	a/w	1.11	n/w	13.56	2.78	11.02	3.67	3.39

<sup>z</sup>정식: 98년 3월10일, 양액공급시작: 3월20일.

<sup>y</sup>배양액의 농도(Sonneveld 표준 분화물 농도).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액흡수량

a=초기배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도( $me \cdot L^{-1}$ )

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도( $me \cdot L^{-1}$ )

6월에 들어서도 양액 흡수량은 S구에서 가장 많았다. N의 n/w값은 5월보다 다소 낮은  $6me \cdot L^{-1}$ 가 흡수되었다. 한편 인산과 칼리는 더 많이 흡수되었다. 1/2S구는 초기 농도보다 대부분 더 흡수되었다. S구와 2S구의 양분 흡수율을 보면 N, P, K는 배양 용액의 초기 농도와 비슷한 흡수 패턴을 보이고 있었다. 따라서 생장이 가장 왕성한 6월에 가장 많이 필요한 N는  $6me \cdot L^{-1}$  정도가 좋을 것으로 생각되었다.

#### 10) 기타 연구결과의 대외발표

학술심포지움에서 본 연구 결과를 발표하였다. 내용은 98.11.27일에 배재대학교에서 한국화훼연구회 주최 심포지움에서 '분화류의 관수와 양액관리기술'에 대하여 대학교수와 농민 150명에게 학술 발표하였다. 그중 일부의 내용을 요약한 그림은 그림1-2-39~41까지와 같다. 그리고 한국원예학회에서 4편의 학술논문을 발표하였다.

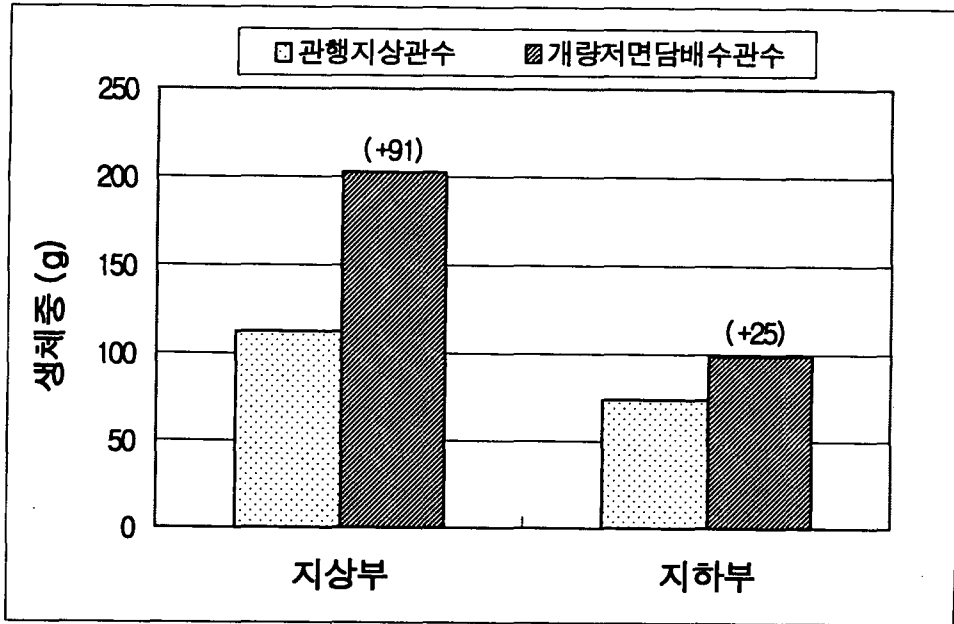


그림 1-2-49. 관수방법의 차이에 따른 화분(아잘레아 : 미손벨)의 110일 후의 주당 생체중(g).

\* 아잘레아 화분에 관수방법을 달리하여 110일 성장시킨 결과 개량저면 담배수관수는 관행지상관수보다 생체중에서 지상부는 91g 지하부는 25g 더 많은 성장량을 보였다.

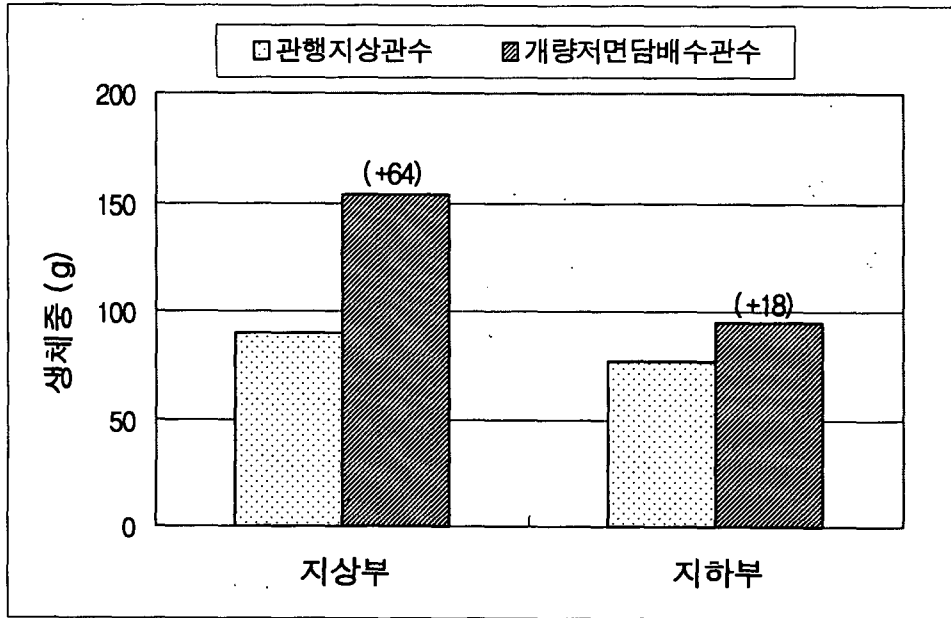


그림 1-2-50. 관수방법의 차이에 따른 관엽식물 (벤자민고무나무)화분의 110일 후 주당 생체중(g)

\* 벤자민고무나무 화분의 관수방법을 달리하여 110일 성장시킨 결과 개량저면 담배수 관수는 관행지상관수보다 생체중에서 지상부는 64g 지하부는 18g 더 많은 성장량을 보였음.

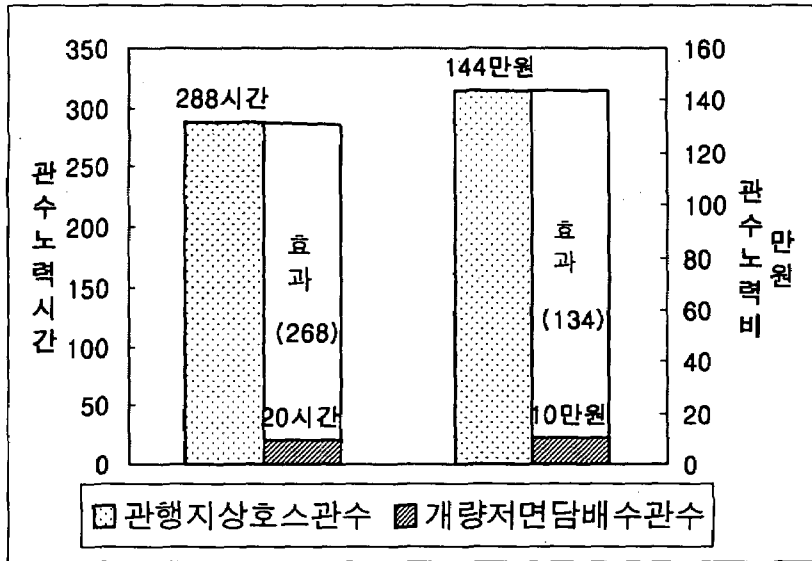


그림 1-2-51. 분화 생산을 위한 개량 자동 생력급수 방법의 효과(10a당).

- \* 1) 관수노력이 10a당 268시간 절약되며
- 2) 관수노력 인건비로 10a당 134만원이 절약됨

### 3. 적요

저면 담배수 관수에 알맞는 양액을 개발하기 위하여 Sonneveld 1/2S, S, 2S액을 공급하여 양분흡수율, 성장 및 배지의 특성을 조사한 결과 다음과 같았다.

- 아잘레아(미손벨)

1) pH는 약 5.0을 중심으로 1/2S가 가장 높고 다음이 S, 2S순으로 낮았다.

EC는 반대로 2S에서 가장 높고 다음이 S 그리고 1/2S에서 가장 낮았다.

2) 성장량

(1) 초장, 초폭 및 엽장, 엽폭 : 전처리간에 유의차가 없었으나 1/2S에서 비교적 컸다.

(2) 성장량(생체중, 건물중)에서 Sonneveld 1/2S에서 가장 좋은 성장량을 보였고

뿌리발달도 좋았다.

(3) 광합성은 2S에서 좋았으나 기공저항치는 1/2S에서 가장 적었다.

(4) 화분 배지의 pH는 상단부가 하단부보다 낮았으나 큰 차는 없었다. EC는 상단부가 하단부보다 6~8배 더 높았다. 양액 농도별 배지 화학 성분도 비례하여 1/2S에서 가장 낮았다.

(5) 식물체 성분 분석에서 대량원소는 1/2S가 가장 낮았고 2S가 가장 높았다. 그러나 미량요소는 처리간에 차가 많았다.

(6) 양분흡수율(n/w)은 3월 정식 직후에는 K의 흡수가 낮았고 4월에도 양분 흡수가 낮았다. 5월에 들어서서는 흡수율이 크게 증가하였는데 식물체 생장이 가장 좋았던 1/2S에서의 n/w값은 N는  $3.8 \text{ me} \cdot \text{L}^{-1}$ 을 보여 4월에는 1.2이었는데 비해 3배의 높은 수준을 보였다. 또한 Ca도 상당히 많은 양이 흡수되었다.

한편 6월은 가장 많은 양액 흡수량을 보였다. 가장 생장이 좋았던 1/2S의 n/w 값은 N 3.9, P 1.02, K 3.3, Ca 2.3, Mg 2.2  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  값을 보여주었다.

- 벤자민고무나무

(1) pH는 6.0을 중심으로 1/2S가 가장 높고 다음이 S 그리고 2S가 가장 낮았다. 반대로 EC는 2S가 가장 높고 S, 1/2S 순으로 낮았다.

(2) 초장, 초폭, 엽장, 엽폭은 양액농도간 유의차를 보이지 않았다.

(3) 성장량(생체중, 건물중)은 S와 2S에서 높았다. S와 2S간에는 통계적인 유의차가 없어 S액을 기준으로 하는 것이 좋을 것으로 보였다. 뿌리발달도 S와 2S액에서 좋았다.

(4) 광합성은 전처리간 유의차가 없었으나 S와 2S액에서 높았다.

(5) 토양의 pH는 대체로 낮았다. EC는 뿌리 하단부는 낮았으나 상단부는 매우 높은 수준을 보였고 2S에서는 16까지 올라갔다. 화학성분은 고농도일수록 높았다.

(6) 식물체 성분 : 전질소는 S구에서 가장 많았고 인산은 전처리 모두 비슷



하였다. 대량원소의 각 성분간 농도비는 대체로 비슷하였다.

(7) 양분흡수율(n/w)

정식 초기인 3월에는 K의 흡수가 매우 낮았고, 특히 S구에서는 P의 흡수도 낮았다. 3월에 이어서 4월에도 P와 Ca 흡수가 낮았다. 5월에는 양분 흡수율이 매우 높았으며 가장 생장이 좋았던 S구를 보면 대체로 초기 농도만큼 흡수하였다. 6월에 들어서서도 S구에서 가장 많은 양액흡수율을 보였고 가장 좋은 생장을 보였다. 이때의 n/w값은 N 6.0, P 1.4, K 5, Ca 6, Mg 2.4 me/L<sup>-1</sup>값을 보여 이 농도가 생장기에 가장 좋은 양액 농도로 보였다.

- 기타

본 연구와 관련하여 98. 11. 27일에 배재대학교에서 한국화훼연구회 주최 심포지움에서 '분화류의 관수와 양액 관리기술'에 대하여 대학교수와 농민 150명에게 학술 발표하였다.

### 제 3 절 자동급수를 위한 포인세티아 배지구명 연구

#### (서울시농업기술센터)

#### 1. 재료 및 방법

1) 공시작물 : 포인세티아 품종 'Sonora'와 'Gutbier V-10 Amy'을 재배농가로 부터 삼목 후 2개월 된 비교적 균일한 발근묘를 구입하여 사용하였다.

2) 공시재료 : 피트모스, 질석, 펄라이트, 훈탄, 부엽, 코코피트를 용적 비율에 따라 배합하여 사용하였다.

표 1-3-1. 포인세티아 분화용 배합토 배합비율(용적비).

처 리	용 적 비 율					
	피트모스	질석	펄라이트	훈탄	부엽	코코피트
T1	3	3	3			
T2	3	3		3		
T3		3	3			3
T4	2	2	2	2	2	
T5		3			3	3

#### 3) 시험방법

현인릉에 위치한 농가의 Ebb & Flow 양액재배시설에서 용토를 처리별로 배합 후 15cm분에 정식하여 유럽분화 양액인 Sonneveld 분화표준액으로 EC를 1.6으로, 수면깊이 3 cm에서 15분간 담수하였다. 'Sonora'는 4월 27일에 정식하여 5월 6일에 적심하였고 7월 13일에 CCC 1500mg·L<sup>-1</sup>를 1주 간격으로 2회 살포하였다. 7월 21일부터 흑색 차광용 멀칭필름을 이용하여 매일 오후 6시부터 다음날 오전 9시까지 15시간 단일처리를 하였다. 'Gutbier V-10 Amy'는 6월 11일에 정식하여 6월 15일에 적심하였고 7월13일에 왜화제를 'Sonora'와 같은 방법으로 처리하여 8

월 5일부터 단일처리 하였다. 최종 조사일은 9월25일에 하였다.

정식 직 후 토양의 이화학적 특성과 생육상태를 조사하고 4주 간격으로 초장, 엽장, 엽폭, 분지장, 마디수, 엽록소 함량을 조사하였다. 시험구 배치는 15반복으로 완전임의배치법으로 하였다.

#### 4) 분석방법

물리화학적 각종 성질 분석에 있어서 농촌진흥청 표준조사방법에 의해 시료를 20mesh로 곱게 분쇄하여 다음의 분석을 하였다.

1) pH : 시료 5g에 증류수 25mL를 가한 후 30분간 shaker로 진탕한 후 pH meter로 측정하였다.

2) EC : 시료 5g에 증류수 25mL를 가한 후 30분간 shaker로 진탕한 후 EC meter로 측정하였다.

3) 유기물 : 시료 0.5~1.0g에 1N  $K_2Cr_2O_7$ 용액 10mL를 가하고 농황산 20mL를 가한 다음 100mL의 증류수를 넣고 여과 시킨 후 610nm에서 비색측정한 Walkley Black법으로 분석하였다.

4) 보수력 : Oven dry법에 의해 (토양중 수분함량무게/토양무게-토양중 수분함량무게) $\times 100$ 에 의해 중량 보수력(%)을 계산하였다.

5) 가비중 : (시료의 전 중량-시료의 토양수분량)/core의 용적으로 계산하였다.

6) 진비중 : Pycnometer법으로 분석하였다.

7) 공극률 :  $[1-(가비중/진비중)] \times 100$

8) 삼상(%)

○ 고상 : (가비중/진비중) $\times 100$

○ 액상 : 수분함량 $\times$ 가비중

○ 기상 : 100-고상-액상

9) 암모니아태질소와 질산태질소 : 암모니아태질소는 Indophenol-blue법으로, 질

산태질소 Brucine법으로 분석하였다.

10) 유효인산 : 시료 5g에 1N Lancaster침출액 20mL를 가한 후 10분간 진탕침출하여 Ammonium molybdate의 청색으로 발색시켜 비색측정한 Lancaster법으로 하였다.

11) 치환성 K, Na, Ca, Mg, 미량원소 : 시료 5g에 1N-CH<sub>3</sub>COONa(pH7) 50mL를 가해 30분간 진탕침출후 원자흡광분석기로 측정하였다.

12) 염기치환용량 (CEC) : 치환성 K, Na, Ca, Mg의 양에 침출전후 산도차이에 22를 곱한 값을 합산하였다.

## 2 결과 및 고찰

### 1) 포인세티아 화분배합토 정식 전 물리성

포인세티아 정식 전 배합비가 서로 다른 용토의 포인세티아 정식 전 물리적 성질을 알아본 결과는 다음과 같았다

보수력은 T3 처리시 183.67%로 가장 높게 나타났고 그 다음은 T5처리 순이었다. 진비중은 보수력과 유사한 경향의 결과를 나타내었고 진비중, 가비중 모두 1g/mL이하의 가벼운 성질을 보였다. 공극률에 있어서도 모든 처리구에 75% 이상의 높은 공극률을 나타내었다.

표 1-3-2. 포인세티아<sup>2</sup> 정식 전 화분배합토의 물리성.

처 리 <sup>1)</sup>	보수력(%)	진비중 (g/mL)	가비중 (g/mL)	공극률 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
T1	82.27	0.82	0.18	77.89	22.11	14.11	63.77
T2	63.61	0.84	0.16	81.12	18.88	9.92	71.20
T3	183.67	0.95	0.17	81.86	18.14	31.53	50.37
T4	81.81	0.78	0.14	82.19	17.81	11.19	70.99
T5	103.15	0.82	0.13	84.33	15.67	13.30	71.04

<sup>2</sup>정식: 4월27일, 조사:9월25일.

<sup>1)</sup>처리=표 1-3-1참조.

2) 포인세티아 화분배합토 정식 전 화학성

포인세티아 배합비가 서로 다른 용토의 정식 전 화학적 성질을 알아본 결과는 다음과 같았다 (표 1-3-3, 표 1-3-4). 용토의 산도를 살펴보면 T1, T2, T4의 경우 원예용 배양토로서 적당한 조건인 pH 5.8-7.0보다 낮아 부적당한 것으로 판단되었고 T3, T5의 경우 적정수준의 산도를 나타내었다. 유기물함량은 T3이 다른 처리보다 훨씬 낮은 함량을 가졌지만 일반 토양보다는 함량이 매우 높았다. 인산함량에 있어서도 유기물함량의 경향과 마찬가지로 T3에서 가장 낮은 수치를 보였고 T4의 경우에는 T3보다 5배 이상의 높은 수치를 보였다. 양이온 치환용량의 경우 전체적으로 일반 토양보다 높지만 비슷한 수치를 나타내어 처리간의 급격한 차이는 보이지 않았다. 전기 전도도 (EC)는 식물의 생육에 적합한 경우 2.0이하인데 T5의 경우에서만 2.3 ds/m으로서 가장 높았다. 양이온 함량의 경우 각 이온에 따라서 서로 다른 경향을 나타내고 있는데  $K^+$ 는 T2,  $Ca^{2+}$ 는 T3,  $Mg^{2+}$ 의 경우는 T3, T5 처리,  $Na^+$ 의 경우는 T1, T2의 순이었다. 암모니아태 질소의 경우는 T1에서 가장 높은 함량을 나타내었고, T3에서는 극히 낮은 수치를 보였다. 질산태 질소의 경우는 T4, T5에서 T3에 비해 20배 이상의 함유량을 보여서 처리간의 상당한 차이를 나타내었다.  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ 의 미량원소 경우도 역시 T4, T5에서 가장 많은 수치를 보였다.

표 1-3-3. 포인세티아<sup>2</sup> 정식 전 화분배합토의 화학성.

처 리 <sup>y</sup>	pH (1:5)	EC (ds/m)	OM (g · kg <sup>-1</sup> )	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · L <sup>-1</sup> )	Ex. cations (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )				CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )
					K	Ca	Mg	Na	
T1	5.1	1.61	142	28	0.80	18.9	6.8	11.6	40.5
T2	5.1	1.47	157	87	1.47	20.4	6.5	8.5	38.6
T3	6.5	1.36	92	18	1.07	23.6	9.9	6.6	41.5
T4	5.3	1.68	146	102	1.34	18.2	9.3	4.6	35.5
T5	5.7	2.27	121	35	1.19	17.3	9.8	5.7	38.1

<sup>2</sup>정식: 4월27일, 조사:9월25일.

<sup>y</sup>처리=표 1-3-1참조.

표 1-3-4. 포인세티아<sup>2</sup> 정식 전 화분배합토의 화학성.

처 리 <sup>y</sup>	NH <sub>4</sub> -N (mg · L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg · L <sup>-1</sup> )	Fe (mg · L <sup>-1</sup> )	Cu (mg · L <sup>-1</sup> )	Zn (mg · L <sup>-1</sup> )	Mn (mg · L <sup>-1</sup> )
T1	3.49	635	159.7	0.88	4.55	47.3
T2	2.91	303	137.5	0.77	4.25	76.6
T3	0.08	57	13.3	1.33	2.16	67.5
T4	2.79	1,563	119.8	1.47	6.54	133.1
T5	1.02	1,373	19.0	1.32	5.95	110.3

<sup>2</sup>정식: 4월27일, 조사:9월25일.

<sup>y</sup>처리=표 1-3-1참조.

### 3) 포인세티아 생육조사

용토의 배합비가 포인세티아의 생육에 미치는 영향을 알아본 결과는 다음과 같았다. 'Sonora' 품종의 경우 T2, T4, T5 처리시 T1, T3 처리에 비하여 초장과 엽장, 엽폭, 분지장, 마디수 등에서 유의차가 인정되었다. 그러나 엽록소 함량에 있어서는 처리간에 유의차가 인정되지 않았다. 분지장과 마디수에 있어서 T3 처리시 생육이 다른 처리에 비해 저하되었다. 'Gutbier V-10 Amy' 품종에서는 'Sonora' 품종에서와 같이 T4, T5가 전체적인 생육이 우수하였고, T1처리의 경우 생육이 부진하여, 'Sonora' 품종에서와 같은 경향을 나타내었다. 엽록소 함량 역시 다른 품종과 마찬가지로 유의차가 인정되지 않았다.

표 1-3-5. 포인세티아 'Sonora'<sup>2</sup>의 저면담배수관수 양액재배시 배지종류별 생장비교.

처리 <sup>y</sup>	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	분지장 (cm)	마디수	엽록소함량 (SPAD)
T1	14.16 b <sup>x</sup>	8.98 b	5.86 b	6.35 c	5.42 b	29.61 a
T2	17.53 a	10.56 a	6.68 a	8.58 b	5.67 ab	30.02 a
T3	13.65 b	8.09 b	5.04 c	5.07 d	4.50 c	30.25 a
T4	18.34 a	10.04 a	6.47 a	10.17 a	5.58 ab	32.08 a
T5	18.43 a	10.00 a	6.28 ab	9.44 ab	6.17 a	29.22 a

<sup>2</sup>정식:4월27일, 조사:9월5일.

<sup>y</sup>처리=표 1-3-1참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성이 없음.

표 1-3-6. 포인세티아 'Gutbier V-10 Amy'<sup>2</sup>의 저면담배수관수 양액재배시 배지 종류별 성장비교.

처리 <sup>y</sup>	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	분지장 (cm)	마디수	엽록소함량 (SPAD)
T1	22.07 b <sup>x</sup>	9.16 b	6.39 a	13.05 c	9.13 a	38.43 a
T2	25.66 a	9.46 b	6.39 a	16.08 b	9.47 a	37.82 a
T3	27.64 a	9.39 b	6.29 a	18.98 a	9.93 a	36.82 a
T4	27.45 a	10.07 ab	7.07 a	18.12 ab	9.53 a	39.27 a
T5	27.00 a	10.39 a	6.97 a	17.25 ab	9.40 a	38.93 a

<sup>2</sup>정식: 4월27일, 조사:9월25일.

<sup>y</sup>처리=표 1-3-1참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성이 없음.

이상의 결과에 전체성장량을 생체중으로 비교한 결과 표 1-3-7과 같았다.

표 1-3-7. 포인세티아<sup>2</sup> 품종별 저면담배수양액관수시 배지종류별 성장량(생체중) 비교.

처 리 <sup>y</sup>	(단위:g)					
	Sonora			Gutbier V-10 Amy		
	전체	지상부	지하부	전체	지상부	지하부
T1	194.8b <sup>x</sup>	143.7b	51.1a	120.1ab	91.5a	28.5ab
T2	266.9ab	195.0ab	71.9a	142.6ab	106.7a	35.8ab
T3	225.9ab	166.2ab	59.7a	85.9b	70.6a	15.3b
T4	303.5a	202.9a	100.6a	154.1a	115.9a	38.1a
T5	289.1a	199.7a	89.3a	129.9ab	102.8a	27.1ab

<sup>2</sup>정식: 4월27일, 조사:9월25일.

<sup>y</sup>처리=표 1-3-1참조.

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의성이 없음.

포인세티아에서는 두 품종 특히 T4에서 높은 성장량을 보였다. 가장 생장이 안 좋았던 구는 T1이었다. T4 다음으로 생장이 좋았던 구는 T2와 T5로서 비교적 좋은 성장을 보였다. Sonora 품종에서 지상부 생체중도 T4가 좋았지만 지하부의 생육은 T1의 두배 가량 많은 성장량을 보였다. T5도 높은 성장을 보였는데 T4와 유의차를 보이지 않았다.

한편 Gutbier V-10 Amy 품종에서도 같은 경향을 보였다. 이 품종은 T3에서 낮은 성장량을 보였다. 지하부에서는 통계적인 유의차가 없었으나 지하부는 T3

에서 가장 낮았다.

이상의 결과를 종합해보면 포인세티아는 피트모스2+질석2+펠라이트2+훈탄2+부엽2로 섞어 쓰는 것이 가장 좋은 것으로 생각되었다.

부표 1-1-1. 본 연구시험 장소의 순별(3/19 ~ 7/10) 환경조건(광도, 온, 습도)

기 간	평균광도( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )			평균온도( $^{\circ}\text{C}$ )			평균습도(RH)		
	10시	13시	14시	10시	13시	14시	10시	13시	14시
3/19 ~ 3/31	327.2	630.0	582.1	24.6	30.3	30.7	62.2	37.2	33.2
4/1 ~ 4/10	223.9	382.4	303.9	19.7	27.9	28.4	54.2	34.0	31.9
4/11 ~ 4/20	198.1	187.6	199.5	19.5	27.3	26.4	77.5	57.8	53.7
4/21 ~ 4/30	278.7	420.4	389.9	-	-	-	56.0	46.1	45.9
5/1 ~ 5/10	359.3	653.2	580.2	-	-	-	34.5	34.3	38.1
5/11 ~ 5/20	452.8	703.7	668.5	-	-	-	58.2	29.3	27.6
5/21 ~ 5/30	463.3	881.7	586.3	-	-	-	33.8	18.7	20.5
6/1 ~ 6/10	295.3	881.7	586.3	17.6	19.1	21.4	59.4	87.5	79.7
6/11 ~ 6/20	276.1	558.5	423.8	30.4	37.3	35.7	55.9	38.0	35.2
6/21 ~ 6/30	256.9	235.2	261.2	28.0	31.3	34.8	61.1	54.6	47.2
7/1 ~ 7/10	352.6	408.9	680.1	30.4	40.3	39.8	78.1	77.6	60.6

<sup>2</sup>datalogger의 이상작동으로 측정 안된 기간

### 3. 적 요

자동급수를 위한 포인세티아 배지구명에 관한 연구를 1997년 2월부터 8월까지 실시하였던 바 결과는 아래와 같았다.

1) 화분 배합토인 피트모스, 질석, 펄라이트, 훈탄, 부엽, 코코피트를 각각 용적비율을 다르게 처리하여 정식 전 화학성을 분석한 결과 질석+ 펄라이트 배합토와 질석+부엽+코코피트 배합토가 식물의 생육에 적당한 산도를 나타내었으며 유기물 함량과 양이온환용량은 모든 배합토가 일반토양보다 현저히 높았으며 대량, 미량원소 함량 또한 현저히 높았다.

2) 포인세티아 정식 전 물리성을 분석한 결과 보수력은 질석+펠라이트 배합토가 월등히 좋았으며 진비중, 가비중, 공극률은 모든 배합토에서 높은 결과를 보였다.



3) 포인세티아 'Gutbier V-10'와 'Sonora'의 초장, 엽장, 엽폭, 분지장, 마디수의 생육은 피트모스+질석+펄라이트+훈탄+부엽 배합토와 질석+부엽 +코코피트 배합토에서 좋은 성장량을 보였다.

4) 엽록소 함량은 두 품종 모두 배합토의 영향을 받지 않아 비슷한 경향을 보였다.

# 제 3 장 분화류 급수 방법 개량화 및 급수양액

## 소독방법 연구

### 제 1 절. 자동 생력급수방법 개량화연구

#### 1. 재료 및 방법

- 1) 공시작물 : 분화=아잘레아(미손벨), 관엽식물=벤자민고무나무
- 2) 처리내용(표 2-1-1 참조)

표 2-1-1. 자동생력 급수방법 개량화연구 처리내용

기호	처리내용	관수방법
T1	기존호스인력관수	인력관수 (매일 10시경에)
T2	벤치담배수관수(ebb & flow)	Tray에 timer로 저면관수
T3	튜브다지형관수(점적관수)	점적장치로 timer로 관수
T4	흙통관수	흙통에 저면관수
T5	매트관수	매트에 저면관수
T6	지상살수관수	미니sprinkler로 두상살수관수
T7	흙통심지관수	흙통심지를 화분에 끼워 흙통 저면관수
T8	바닥담배수관수	바닥에 timer로 저면담배수관수

- 3) 배지 : 1차 년도에서 가장 성적이 좋았던 아래 배지 이용

아잘레아=피트모스1+질석1+필라이트1(용적비율)

벤자민고무나무=피트모스1+질석1+훈탄1(용적비율)

- 4) 시험장소(대상작물) : 서울시립대 벤로 유리온실

- 5) 급수 조절 및 양액 : timer에 의해 200L양액통을 이용 순환식 관수, 양액은 1차년도 결과에서 가장 좋았던 양액사용

- 양액 : 아잘레아=1/2S Sonneveld액. 벤자민고무나무=S Sonneveld 표준액
- pH교정 : 5일 간격으로 아잘레아는 pH 5, 벤자민고무나무는 pH 6으로 교정
- 관수 : 오전 10시경 timer에 의해 10분간 충분히 관수

- 급액방식 : 순환식

- Tray 및 바닥 크기 : 아잘레아(300×160×5cm), 벤자민고무나무(370×130×5cm)

6) 조사항목 : 배지의 이화학적 성질, 식물생육조사, 배지 내 수분함량, 양분흡수율조사, 근계발달 조사

7) 조사방법 : 생육조사는 농진청 표준조사방법에 의하였으며 토양이화학적조사, 양액분석 및 식물체 분석은 농업과학기술원 분석법에 의하였음. pF조사는 디지털 세라믹 tensio-meter(Hans-system model SMC40D)에 의해 30분 간격으로 화분의 수분함량을 측정하였다.

## 2. 결과 및 고찰

1) 아잘레아(품종 : 미손벨)의 성장

(1) 성장량 조사

표 2-1-2. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 초장변화.

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
T1	17.1 b <sup>x</sup>	18.6 a	21.8 a	22.0 a	21.2 a	22.6 ab	22.4 a	26.2 ab	24.0 ab
T2	15.9 b	17.6 a	21.2 a	21.2 a	21.1 a	20.7 b	21.9 a	24.2 ab	21.8 ab
T3	18.2 ab	18.7 a	22.8 a	22.1 a	22.7 a	22.2 ab	23.6 a	25.0 ab	25.0 ab
T4	17.0 b	18.7 a	24.1 a	24.2 a	23.3 a	22.9 ab	24.8 a	30.8 a	24.9 ab
T5	17.4 b	18.3 a	21.4 a	21.3 a	22.6 a	22.7 ab	22.3 a	22.0 b	22.4 b
T6	18.9 ab	20.1 a	22.2 a	22.4 a	23.2 a	24.6 a	25.0 a	27.0 ab	25.1 a
T7	20.8 a	19.9 a	23.9 a	25.2 a	24.1 a	24.6 a	24.9 a	27.3 ab	26.4 a
T8	17.0 b	18.4 a	22.7 a	24.0 a	23.3 a	22.3 ab	22.9 a	23.1 ab	23.0 ab
평균	17.79	18.79	22.51	22.80	22.69	22.82	23.48	25.70	24.07

<sup>2</sup>정식일자:1999년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의 차가 없음.

자동생력 관수방법에 따른 초장의 변화를 보면 정식 초기에는 처리간에 차이를 보였으나 정식 1개월 후부터는 통계적인 유의 차이가 발견되지 않았다. 이러한 현상은 5/10일, 6/1일, 7/10일 조사에서도 전체 처리간에서 나타났다. 시기별 신장량을 보면 3/15일에서 5/10일까지는 약 4~6cm신장 하다가 5~7월에는 신장량이 상당히 둔화되었다. 평균치로는 흙통심지관수(T7), 흙통관수(T4), 지상살수관수(T6),

바닥담배수관수(T8)에서 높았고 벤치담배수관수(T2)와 호스관수(T1)에서 작았으나 통계적인 차이는 인정할 수 없었다. 마지막 조사에서 평균치보다 더 높았던 구는 T7, T6, T3, T4로 비교적 높은 초장을 보였고 이중 T7에서 가장 컸으며 T5에서 가장 적었다.

표 2-1-3. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 초폭 변화.

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
T1	21.0 b <sup>x</sup>	25.3 a	32.0 a-c	27.3 b	39.3 a	36.2 ab	39.1 a	41.3 a	43.1 ab
T2	23.3 ab	26.0 a	32.2 a-c	33.3 b	38.0 a	40.8 a	40.8 a	40.9 a	42.9 ab
T3	24.4 ab	26.8 a	33.3 ab	33.9 ab	37.7 a	40.7 a	38.2 a	43.9 a	43.9 ab
T4	24.3 ab	24.9 a	34.0 a	34.6 ab	38.8 a	40.7 a	40.6 a	42.6 a	42.8 ab
T5	24.4 ab	24.8 a	28.7 bc	27.9 b	30.8 a	30.9 b	31.4 b	32.3 b	31.9 c
T6	25.6 a	26.9 a	27.9 c	29.9 b	30.1 a	36.2 ab	38.6 a	39.6 a	39.7 ab
T7	24.4 ab	22.3 a	30.8 bc	33.3 ab	36.2 a	42.0 a	42.6 a	43.6 a	45.0 ab
T8	26.6 a	26.6 a	35.4 a	37.4 a	43.4 a	39.8 a	44.9 a	44.7 a	45.8 a
평균	24.25	25.45	31.79	32.20	36.79	38.41	39.52	41.11	41.89

<sup>x</sup>정식일자:1999년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홈통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홈통심지,T8:바닥담배수).

<sup>z</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

초폭에서도 3/15일에는 다소 차이가 보였으나 4/1일에는 통계적인 차이가 보이지 않았다. 5/10일까지는 상당한 생장을 보였으나 5월과 6월 사이에는 초폭의 변화가 거의 없었다. 그러나 6/1일에서 7/10일 사이에는 급신장량을 보였다. 이러한 현상은 초장과는 달리 7월까지도 변화가 컸다. 그러나 마지막조사(7/10)에서는 전 처리간에 통계적인 유의 차가 인정되지 않았다. 그러나 평균치만으로 조사하여 보면 T8(바닥담배수관수)에서 가장 컸으며 다음이 T1이었고 T2, T4가 컸다. 가장 적었던 구는 T6(지상살수관수)과 T5(매트관수)이었다. 마지막 조사에서 평균치 보다 높았던 구는 T7, T8, T1, T3, T2, T4이었는데 T7, T8에서 가장 컸고 T5, T6에서 가장 적었다.

표 2-1-4. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 엽장변화.

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
T1	4.3 ab <sup>x</sup>	4.4 ab	3.8 d	4.5 bc	4.1 bc	4.2 a	4.2 a	4.3 a
T2	3.9 b	4.1 b	4.4 bc	4.6 b	4.1 bc	4.4 a	4.2 a	4.5 a
T3	4.2 ab	4.5 ab	4.7 b	4.1 c	4.8 a	4.4 a	4.2 a	4.3 a
T4	4.2 ab	4.3 ab	5.2 a	5.2 a	4.9 a	4.2 a	4.4 a	4.3 ab
T5	4.3 ab	4.5 ab	5.2 a	4.3 bc	3.7 c	3.8 b	10.6 a	3.9 b
T6	4.4 ab	4.5 ab	5.2 a	4.5 bc	4.1 bc	4.3 a	9.5 a	4.5 a
T7	4.3 ab	4.3 ab	5.6 a	5.2 a	4.5 bc	4.4 a	3.8 a	4.5 a
T8	4.7 a	4.8 a	4.7 b	4.7 ab	4.7 ab	4.4 a	4.6 a	4.2 ab
평균	4.29	4.42	4.85	4.64	4.36	4.26	5.69	4.31

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

최상위 완전 전개엽의 엽장을 보면 큰차이를 발견되지 않았다. 마지막 조사에서 T4, T7에서 다른 처리구보다 컸다. 다음은 T2, T1, T8 이었고 가장 적었던 구는 T3, T5, T6구 이었다. 마지막 조사에서 평균치 이상을 보인 구는 T6, T7 T2구 이었는데 T6, T7이 가장 컸고 T5가 가장 적었다.

표 2-1-5. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 엽폭변화.

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
T1	2.3 ab <sup>x</sup>	2.3 ab	2.1 b	3.8 a-c	2.4 bc	2.3 ab	2.2 a	2.2 ab
T2	1.9 b	2.1 ab	2.1 ab	3.7 a-c	2.2 cd	2.3 ab	2.1 a	2.2 ab
T3	2.3 ab	2.3 ab	2.2 ab	3.8 a-c	2.6 ab	2.5 a	2.3 a	2.3 a
T4	2.4 a	2.1 b	2.4 ab	4.1 a	2.9 a	2.1 bc	2.3 a	2.4 a
T5	2.2 ab	2.3 ab	2.1 ab	3.4 c	1.9 d	2.0 c	2.5 a	2.0 b
T6	2.2 ab	2.1 ab	2.1 ab	3.4 bc	2.2 cd	2.3 ab	2.4 a	2.3 a
T7	2.0 ab	2.1 ab	2.4 a	4.0 a	2.4 bc	2.3 ab	2.0 a	2.2 ab
T8	2.4 a	2.4 a	2.4 ab	3.9 ab	2.6 ab	2.4 ab	2.2 a	2.3 ab
평균	2.21	2.21	2.23	3.76	2.40	2.27	2.25	2.24

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

엽폭은 3/15일에는 T4와 T8에서 가장 컸고 T2에서 가장 적었으나 4/1일에는 T8에서 가장 컸고 T4에서 가장 작았다. 마지막 조사에서도 T4와 T7에서 가장 컸

으며 T5에서 가장 작았다. 그러나 전체 처리간의 평균치는 적어서 전체적으로 몇 mm의 근소한 차이밖에 보이지 않았다. 마지막 조사에서 전체 평균치 이상을 보인 구는 T4, T3, T6이었고 T5에서 가장 적었다.

표 2-1-6. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 분지수.

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
T1	8.8 c <sup>x</sup>	13.6 a	20.7 ab	25.1 a-c	27.1 a	37.1 ab	45.1bc	48.6 bc	58.8 cd
T2	10.2 a-c	13.0 a	23.7 ab	27.2 ab	28.8 a	35.3 a-c	51.0 ab	53.1 a-c	66.1 bc
T3	10.4 a-c	14.8 a	24.3 ab	27.8 a	25.8 a	37.8 ab	55.7 a	57.6 ab	73.7 ab
T4	9.1 c	12.1 a	23.2 ab	25.1 a-c	5.9 a	33.1 bc	42.8 b-d	46.8 bc	64.8 bc
T5	9.8 bc	14.0 a	23.2 ab	22.8 bc	25.2 a	27.6 d	35.0 d	26.9 d	33.0 e
T6	11.4 ab	13.0 a	23.2 ab	21.3 c	26.6 a	29.9 cd	41.8 cd	42.8 c	50.2 d
T7	12.0 a	13.0 a	25.9 a	24.8 a-c	29.0 a	40.0 a	46.1 bc	57.0 ab	63.3 bc
T8	9.6 bc	14.0 a	26.4 a	27.2 ab	28.7 a	36.0 ab	45.9 bc	64.1 a	76.9 a
평균	10.16	13.44	23.82	25.16	24.64	34.60	45.42	49.61	60.85

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의 차가 없음.

분지수도 초기에는 차이가 보였으나 4/1일 이후에는 별다른 차이가 보이지 않았고 마지막 조사에서는 엽폭을 제외하고는 전 처리간에 통계적인 유의차이가 없었다. 따라서 이들 관수방법간에는 상기 조사항목에서는 차이가 적은 것으로 생각되었다. 마지막 조사에서 평균치 이상을 보인 구는 T8, T3, T2, T4, T7구이었고 T5에서 가장 적었다.

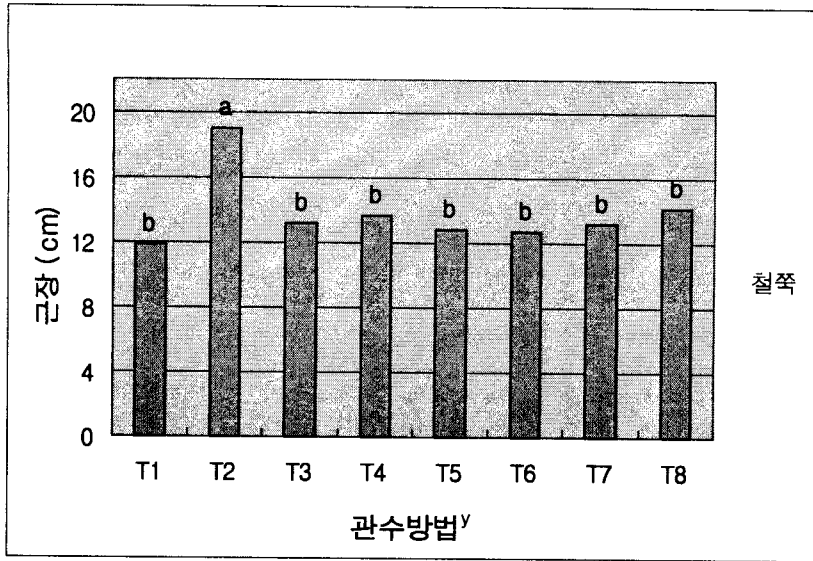


그림 2-1-1. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 4개월생장 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup>의 근장.

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액). 조사일자:99년7월6일.  
<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

정식 4개월 후의 마지막조사에서 근장을 보면 T2(담배수관수)에서 가장 길었고 나머지 처리 구와는 유의 차이가 없었다.

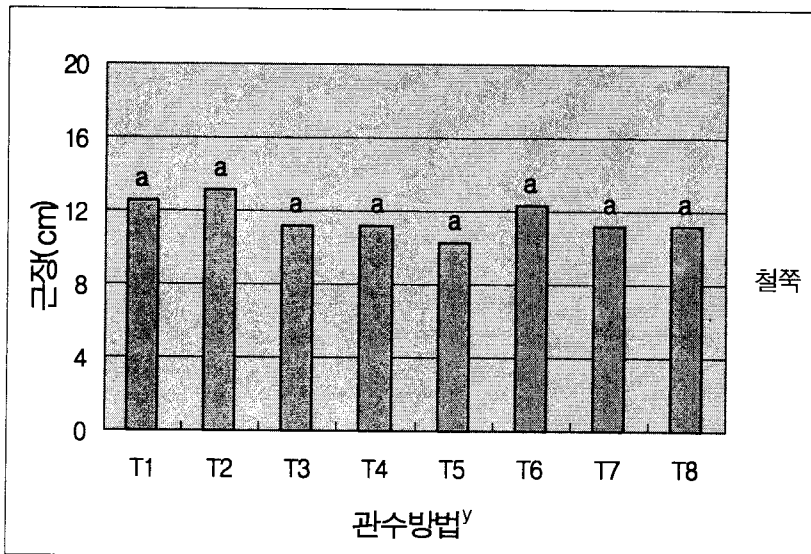


그림 2-1-2. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 7개월생장 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup>의 근장.

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액). 조사일자:99년10월22일.  
<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).  
<sup>x</sup>같은 글자는 단칸 다중검정 5%에서 유의 차가 없음.

그러나 7개월 후에는 전(全)처리 모두 유의 차이가 인정되지 않았다. 그러나 평균치로는 T1, T2, T6에서 큰 경향을 보였다.



표 2-1-7. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 4개월생장 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 생체중과 건물중.

처리 <sup>y</sup>	생체중			건물중		
	지상	지하	계	지상	지하	계
T1	74.0 c <sup>x</sup>	98.3 a	172.3	22.5 b	18.7 a	41.2
T2	82.0 ab	102.6 a	184.6	24.6 ab	18.9 a	43.5
T3	84.0 a-c	84.3 a	168.3	24.8 ab	16.7 a	41.5
T4	86.6 ab	102.3 a	188.9	24.5 ab	26.9 a	51.4
T5	41.3 e	76.6 a	117.9	12.6 d	18.0 a	30.6
T6	62.3 d	85.0 a	147.3	18.5 c	24.8 a	43.3
T7	94.0 a	99.3 a	193.3	26.2 a	31.1 a	57.3
T8	81.6 bc	113.0 a	194.6	24.7 ab	22.3 a	47.0
평균	75.7	95.1	170.90	22.30	22.18	44.48

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/25(Sonneveld액), 조사일자:99년7월6일.  
<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수관수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).  
<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

정식 4개월후의 지상부 성장량을 보면 T7, T2, T3, T4에서 비교적 높은 값을 보였고 T5, T1에서 낮은 값을 보였다. 지하부 생체중은 통계적인 유의차이는 없었으나 평균치 이상으로 높았던 구는 T8(바닥담배수관수), T4(흙통관수), T2(벤치담배수관수)로서 매우 높은 지하부 생체중을 보였다. 식물체 전체의 생체중을 보면 가장 높은 생체중을 보인 구는 T8(바닥담배수관수)이었고 다음이 T7(흙통심지관수)이었다. 이어서 T4(흙통관수), T2(벤치담배수관수)이었다. 가장 낮았던 구는 T5(매트관수)와 T6(지상살수관수)이었다.

이와 같은 경향은 건물중에서도 비슷하여 지상부 건물중에서도 흙통심지관수인 T7에서 가장 높았으며 다른 T2, T3, T4, T8과는 유의 차이가 없었다. 가장 적었던 구는 T6로서 지상살수관수는 생장이 전체적으로 저조하였다. 지하부 건물중도 비슷한 경향을 보였으나 유의차이는 보이지 않았다. 그러나 평균치 비교에서 가장 높은 값을 보인 구는 T7이었고 다음이 T4, T6, T8순 이었다. 가장 낮았던 구는 T3, T1이었고 나머지는 중간을 보였다.

건물중의 지상하부 합계에서도 비슷한 경향을 보이고 있었다. 가장 높았던 구는 T7, T4, T8로서 평균치 이상의 높은 건물중을 보였으며 T5, T1, T3에서 전체적으로 낮은 값을 보였다. 이상의 결과를 종합하여 보면 생체중과 건물중에서 비교적 높은 값을 보인 구는 흙통심지관수인 T7과 T8(바닥담배수관수) 그리고 흙통관수인 T4에서 높았고 T2(벤치담배수관수), T3(점적관수), T4(흙통관수)에서도 비교적 높은 성장량을 보였다. 그러나 T5(매트관수), T1(호스관수), T6(지상살수관수)에서는 대체로 생장이 저조하였다.

표 2-1-8. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 7개월 성장 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 생체중과 건물중.

처리 <sup>y</sup>	생체중			건물중		
	지상	지하	계	지상	지하	계
T1	129.3 ab	114.0 a	243.3	31.6 ab	19.6 a	51.2
T2	111.7 bc	79.7 ab	191.4	27.3 b	16.4 ab	43.7
T3	124.7 ab	79.7 ab	204.4	28.4 b	13.0 b	41.4
T4	95.3 c	65.0 b	160.3	26.3 b	13.1 b	39.4
T5	57.7 d	92.3 ab	150.0	16.3 c	15.6 ab	31.9
T6	119.3 ab	104.0 a	223.3	29.9 b	19.9 a	49.8
T7	144.0 a	93.0 ab	237.0	40.5 a	19.3 a	59.8
T8	126.7 ab	78.7 ab	205.4	32.5 ab	15.2 ab	47.7
평균	113.59	88.30	201.89	29.10	16.51	45.61

<sup>2</sup>정식: 99년3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도: 1/2S(Sonneveld액). 조사일자: 99년10월22일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1 참조(T1: 호스관수, T2: 벤치담배수, T3: 점적, T4: 흙통, T5: 매트, T6: 지상살수, T7: 흙통심지, T8: 바닥담배수).

\*같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

7개월 성장후의 생체중도 T7(흙통심지관수)에서 가장 많았고 다음은 T1(호스관수), T6(지상살수관수) 순이었다. 가장 낮았던 것은 T5(매트관수)이었고 다음은 T4(흙통관수)이었다. 지상부생체중도 T7에서 가장 많았으나 T1, T3, T6, T8과는 유의차가 없었다. 한편 지하부는 T6과 T1에서 많았으나 가장 적었던 T4를 제외하고는 전처리간에 유의차가 없었다. 건물중도 생체중과 같은 경향을 보여 T7에서 가장 높았고 T5에서 가장 적었다. 지상부 건물중은 T7과 T8, T1과는 유의차

가 없었고 T8과는 T2, T3, T4, T6과는 유의차이가 없었다. 지하부도 T7, T6, T1에서 가장 컸고 T4, T3, T5에서 적었다.

이상의 결과를 종합하면 T7(흙통심지관수)에서 가장 좋았고 T5(매트관수)에서 가장 나빴는데 몇가지 다른 관수시스템에서도 좋은 결과를 보이기도 하였다.

한편 초장등 성장량도 생체중과 건물중의 변화와 전체적으로 비슷한 경향을 보여 주고 있었다.

(2) 엽록소 함량

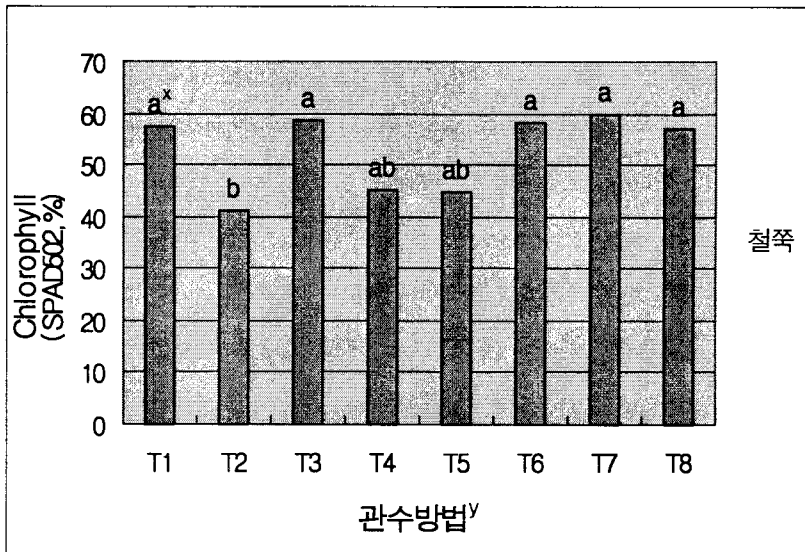


그림 2-1-3. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>잎의 엽록소 함량.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1 참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의 차가 없음.

정식 4개월후의 엽록소 함량은 T2, T4, T5가 낮았고 나머지 5구는 대체로 비슷하였다.

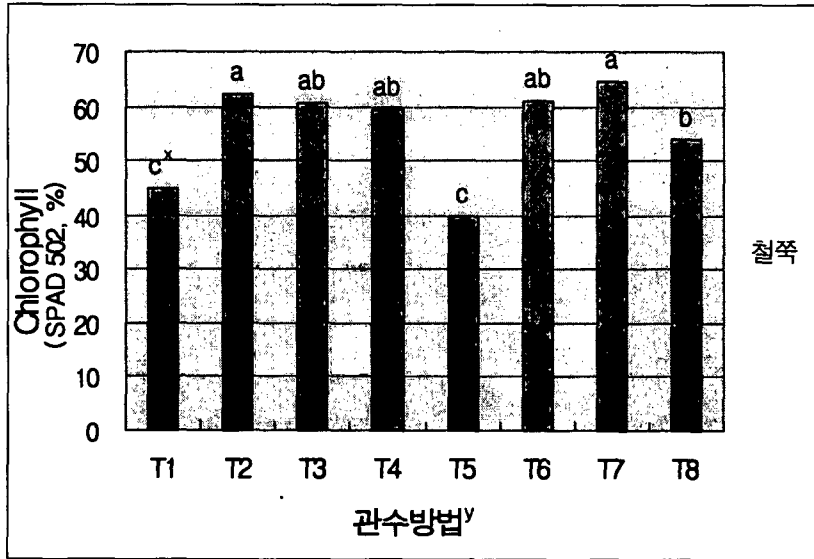


그림 2-1-4. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 엽록소 함량.

<sup>2</sup>정식: 99년3월3일, 양액공급시작: 3월10일. 양액농도: 1/2S(Sonneveld액). 조사일자: 99년10월22일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1 참조(T1: 호스관수, T2: 벤치담배수, T3: 점적, T4: 홈통, T5: 매트, T6: 지상살수, T7: 홈통심지, T8: 바닥담배수).

\*같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의 차가 없음.

한편 7개월 후의 엽록소 함량은 SPAD502로 측정된 결과 T2, T3, T4, T6, T7에서 높은 값을 보였다. 한편 T1, T5, T8에서는 비교적 낮은 값을 보였다.

### (3) 광합성 조사

표 2-1-9. 급수방법에 따른 100일 성장 후 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 광합성 비교.

처리 <sup>3</sup>	광합성속도 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )
T1	4.021 a <sup>x</sup>	343.0 ab	0.115 e	8.823 a
T2	3.294 ab	343.6 ab	0.124 de	8.117 ab
T3	3.564 ab	342.4 ab	0.143 c-e	7.062 a-c
T4	4.602 a	347.0 a	0.145 c-e	6.945 a-c
T5	2.444 b	337.7 b	0.184 ab	5.452 c
T6	2.316 b	338.2 b	0.188 a	5.316 c
T7	2.443 b	343.5 ab	0.153 cd	6.559 bc
T8	3.728 ab	336.4 b	0.167 a-c	6.014 c
평균	3.30	341.48	0.15	6.79

<sup>2</sup>정식: 99년3월3일, 양액공급: 3월10일. 조사일: 99년6월18일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1 참조(T1: 호스관수, T2: 벤치담배수, T3: 점적, T4: 홈통, T5: 매트, T6: 지상살수, T7: 홈통심지, T8: 바닥담배수).

\*같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

광합성속도는 T4에서 가장 많았고 다음이 T1이었다. 그러나 T2, T3, T7과는 유의 차이가 없었다. 비교적 낮은 값을 보인 구는 T5, T6, T7이었으나 이들은 T2, T3, T8과는 통계적인 유의차이를 발견할 수 없었다. 따라서 광합성 속도는 처리간에 큰 영향을 받지 않았다. 세포 내 탄산가스농도는 T4가 가장 높았고 다음이 T2, T7, T3, T1 순이었으며 T5, T6이 가장 적었다. 기공저항치는 T6이 가장 컸고 다음이 T5이었으며 T1, T2, T3, T4, T7이 비교적 낮아 양호한 편이었다. 한편 기공확산속도는 T1, T2, T3, T4가 높았으며 T6에서 낮았다.

#### (4) 양액의 pH, EC 변화

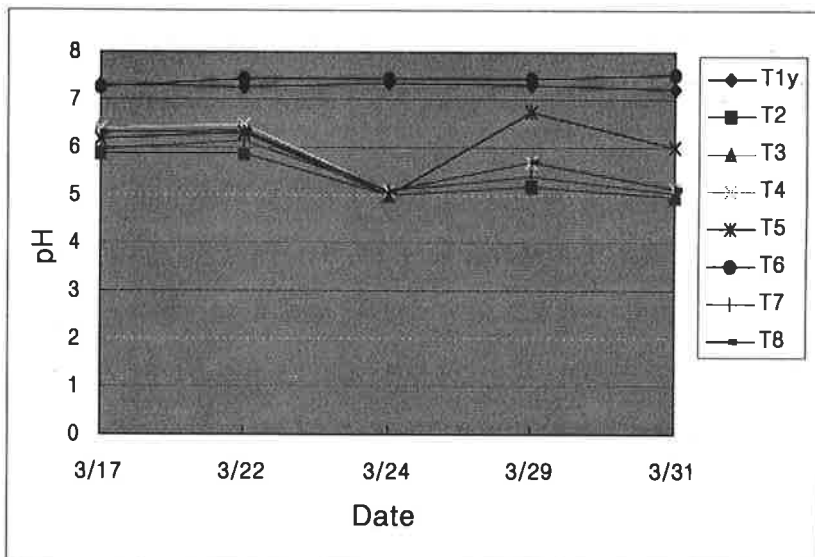


그림 2-1-5. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>z</sup> 양액에서의 3/15~3/31까지의 pH변화.

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

pH의 변화를 보면 양액공급초기인 3월중에는 T6과 T1에서 다소 높은 값을 보였고 3월말쯤에는 T5에서 약간 올라갔으나 4월부터는 안정된 값을 보였다.

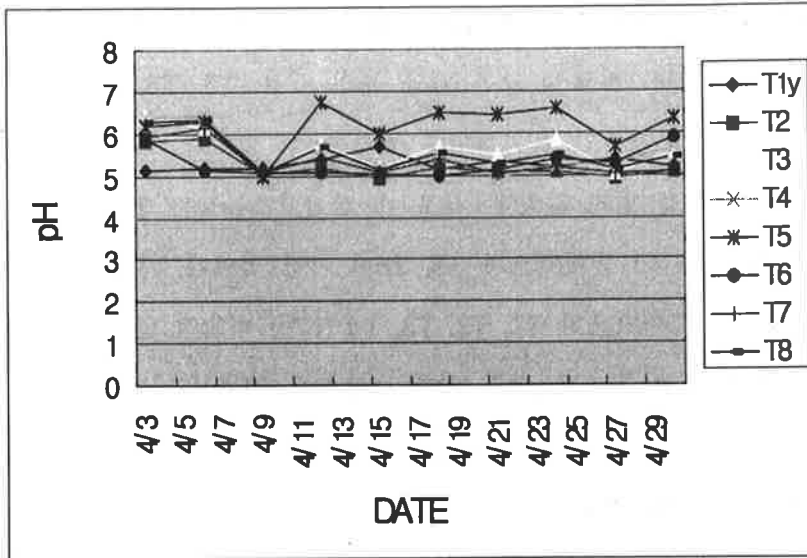


그림 2-1-6. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 4/1~4/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>경식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액)

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡룡,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

4월에는 전 처리간에 별 차이를 보이지 않았으나 T5에서만 다소 높은 값을 보여 T6을 넘어가는 경우가 발생되었다. 이는 매트관수에서 많이 발생하는 조류(이끼류)와 매트의 성분이 원인으로 생각되었다. 따라서 매트관수는 pH 조절이 어려운 것으로 판단되고, 따라서 아잘레아류와 같이 호산성식물은 생육하기가 곤란한 관수법으로 생각되었다.

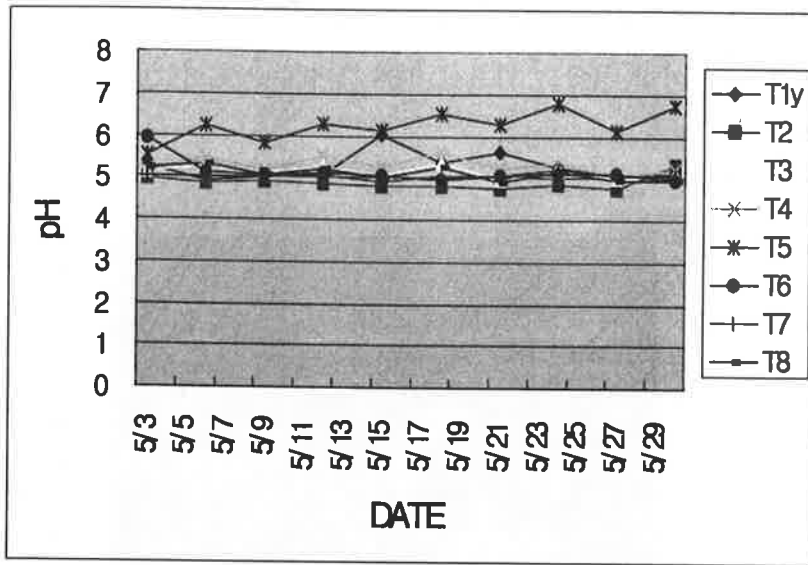


그림 2-1-7. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 5/1~5/31까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

이러한 현상은 5월에도 계속되어 T5에서 다소 높은 값을 보였고 나머지 7개의 처리구는 pH 5를 중심으로 별 변화가 없었다.

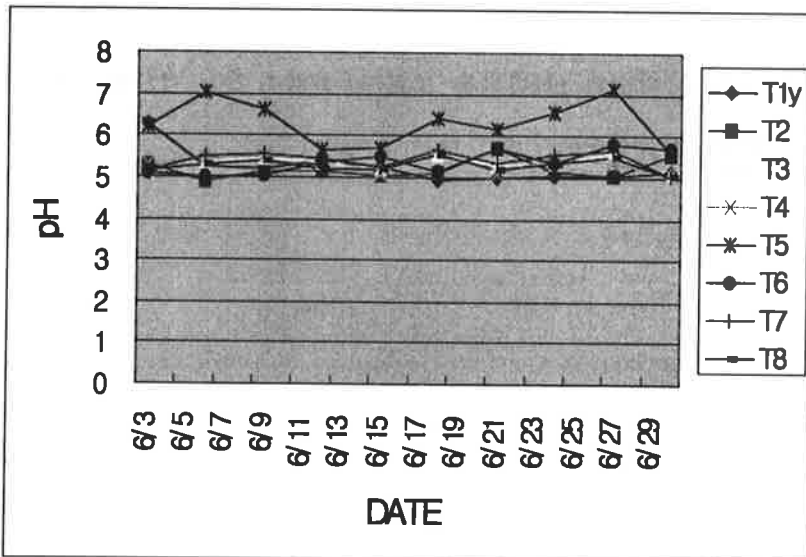


그림 2-1-8. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 6/1~6/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

5월에 이어 6월에도 비슷한 pH변화를 보였다. 전체적으로 6월에 들어서서는 T5(매트관수)가 가장 높았고 다음이 T6(지상살수관수)이었다. 전체적으로 매트관수는 pH조절이 용이하지 않았다.

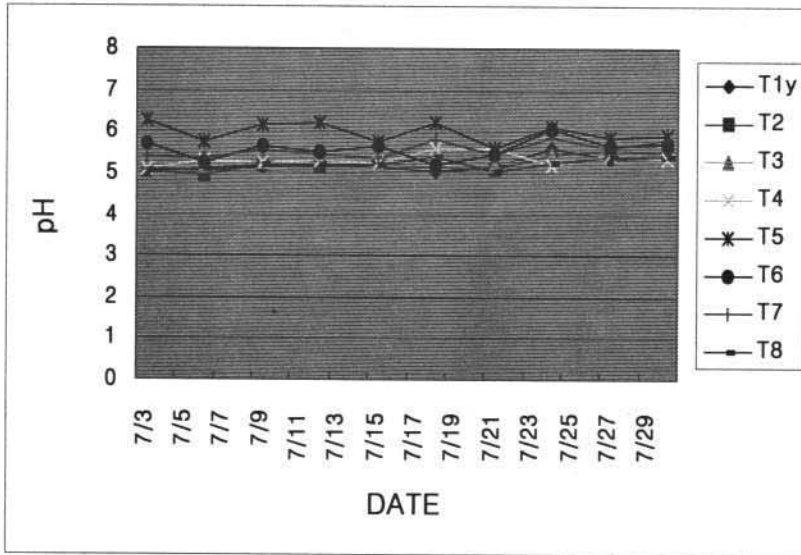


그림 2-1-9. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 7/1~7/31까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

7월에도 6월과 비슷한 pH변화를 보였다. 전체적으로 T5(매트관수)가 가장 높았고 다음이 T6(지상살수관수)이었다.



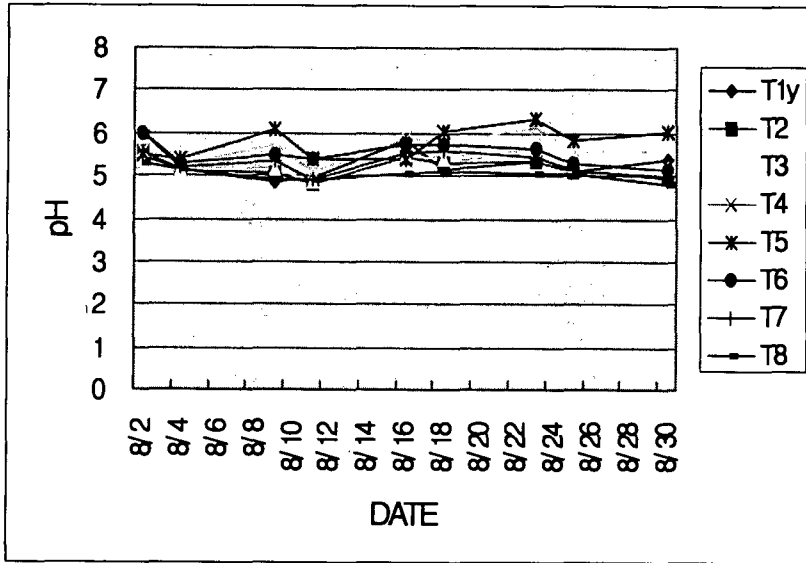


그림 2-1-10. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 8/1~8/31까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

8월에도 7월과 비슷한 pH변화를 보였다. 전체적으로 T5(매트관수)가 가장 높았고 다음이 T4(흙통관수)이었다. 8월에도 전체적으로 매트관수는 pH조절이 용이하지 않았으나 나머지 구에서는 약 pH5의 안정된 값을 보여 주고 있었다.

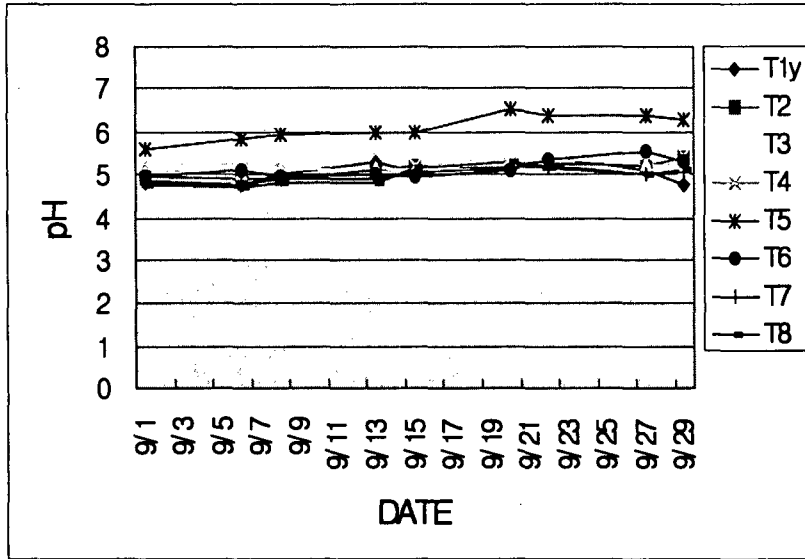


그림 2-1-11. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 9/1~9/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

9월에도 8월과 비슷한 pH변화를 보였다. 전체적으로 T5(매트관수)가 가장 높았고 나머지 처리구에서는 pH5정도의 비슷한 값을 보여 주고 있었다. 역시 매트 관수는 pH조절이 용이하지 않았다.

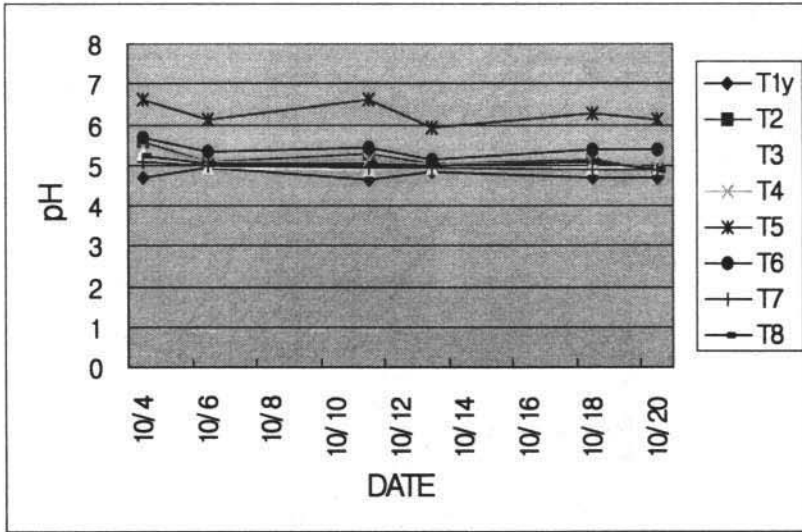


그림 2-1-12. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 10/1~10/22까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

10월에도 9월과 비슷한 pH변화를 보였다. 전체적으로 T5(매트관수)가 가장 높았고 나머지는 거의 비슷한 pH5의 값을 보여 주고 있었다.

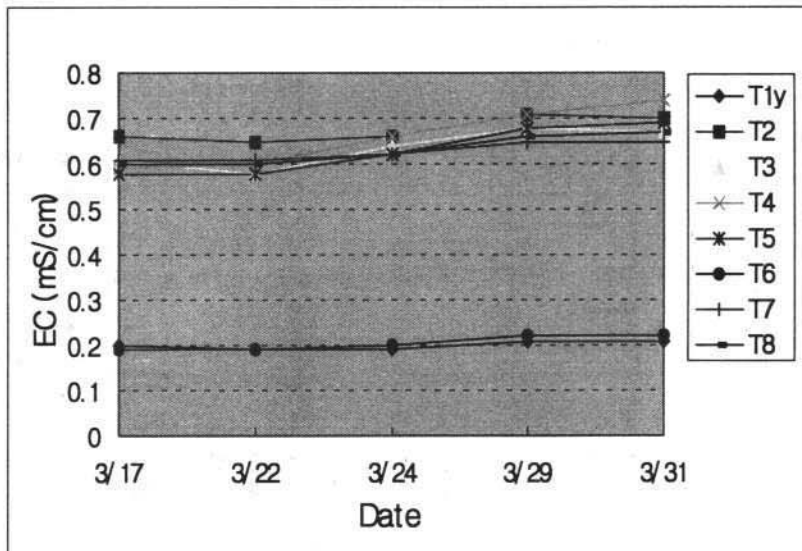


그림 2-1-13. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 3/15~3월31일까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

EC의 변화도 초기에는 T1과 T6이 0.2mS/cm 정도로 낮았고 나머지 구는 0.6~0.7mS/cm 정도의 값을 보였다.

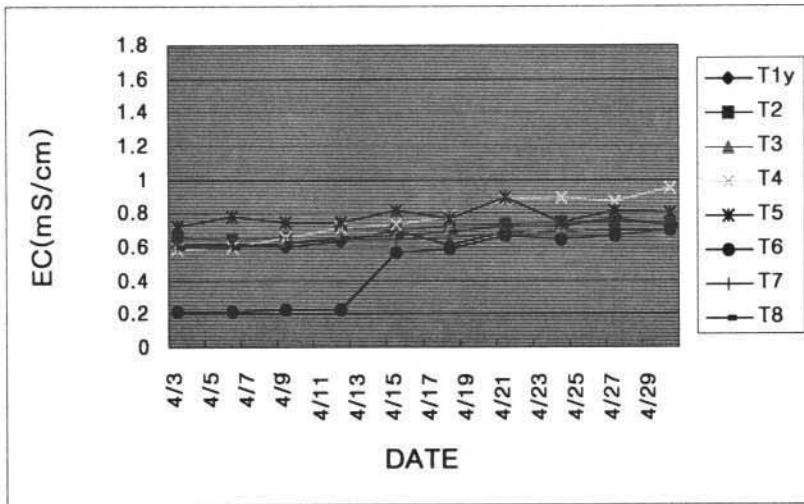


그림 2-1-14. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 4/1~4/30까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

4월에 들어서서는 전체적으로 비슷한 값을 보였는데 지상살수관수인 T6에서 초기에 다소 낮은 값을 보였다.

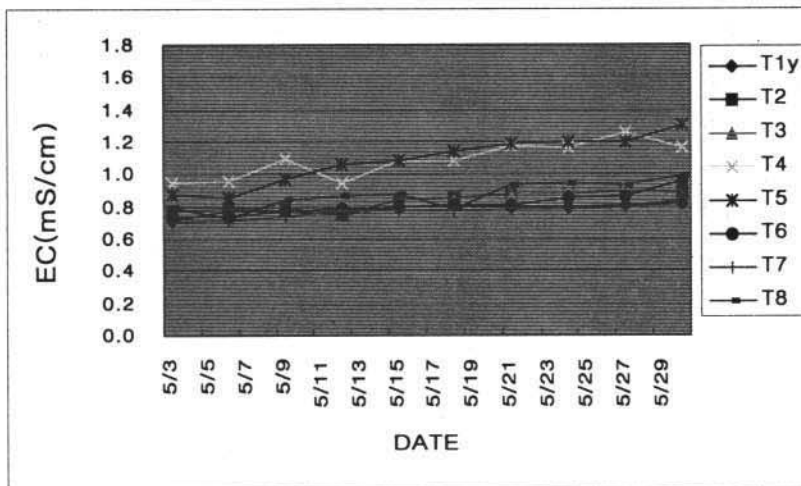


그림 2-1-15. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 5/1~5/31까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

5월에 들어서서는 대체로 안정된 EC를 보였는데 T4와 T5에서 다소 높은 값을 보였다. 그러나 1.2mS/cm이상은 올라가지 않았다.

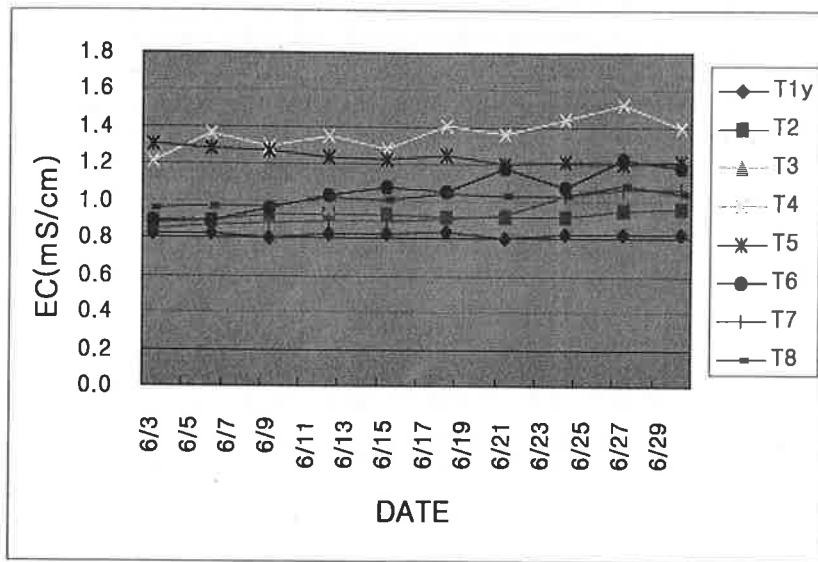


그림 2-1-16. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 6/1~6/30까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액)

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

6월에 들어서서도 5월과 마찬가지로 비슷한 경향을 보였지만 처리간에 진폭이 높았다. 가장 높았던 구는 T4(흙통관수)이었고 다음이 T5(매트관수)로서 이들 두 구가 전체적으로 높은 EC함량을 보였다. 다음은 지상살수관수인 T6이 비교적 높았다. 한편 가장 낮았던 구는 T1, T2, T4로서 호스관수와 벤치담배수관수에서 낮은 EC를 보였다.

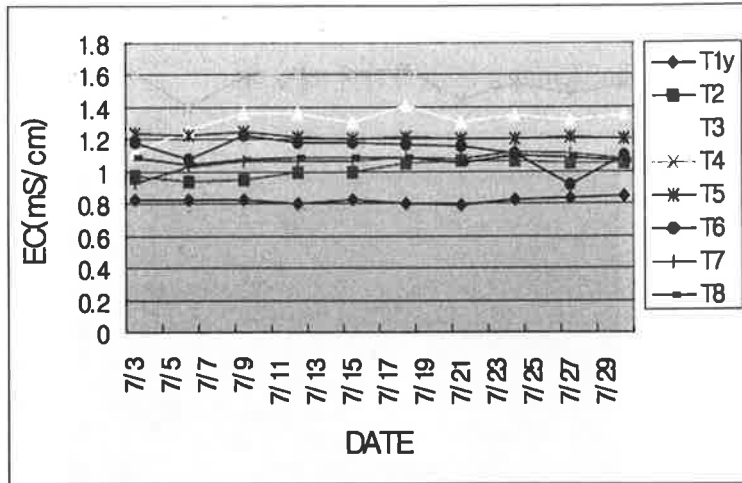


그림 2-1-17. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 7/1~7/31까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

7월에는 각처리간에 초기에서부터 계층적인 차이를 보여주었다.

T1 이 가장 낮아 1개월간 0.8mS/cm를 계속 유지하였고 다음이 T2와 T8이 1mS/cm을 중심으로 약간의 변화가 있었다. 다음으로 높은 값을 보였던구는 T6과 T5이었고 T3는 1.3mS/cm이었는데 전체 처리중에서는 T4에서 가장 높은 값을 보여 주고 있었다.

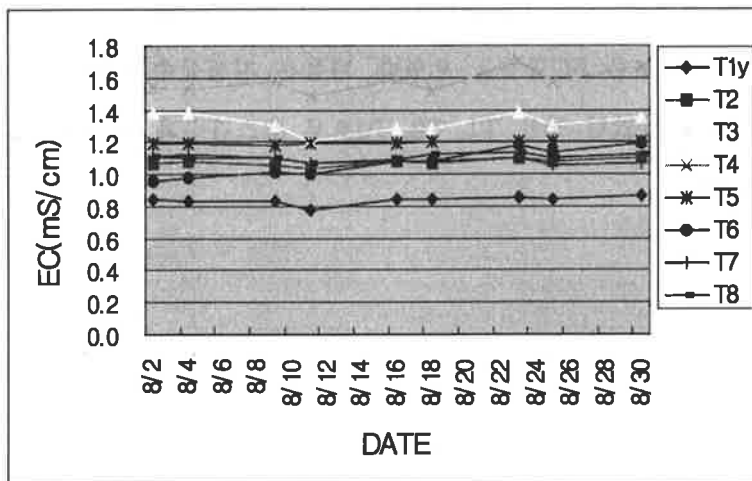


그림 2-1-18. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 8/1~8/31까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

8월에도 7월과 마찬가지로 각처리 간에 초기에서부터 계층적인 차이를 보여주었다. T1이 가장 낮아 1개월간 0.8mS/cm를 계속 유지하였고 다음이 T2, T6, T7, T8 1mS/cm을 중심으로 약간의 변화가 있었다. 다음으로 높은 값을 보였던 구는 T3 이었고 T4에서 가장 높은 값을 보였다.

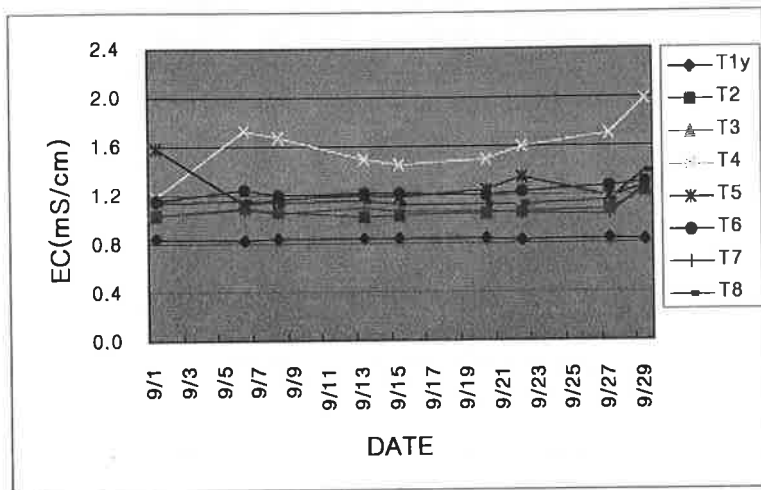


그림 2-1-19. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 9/1~9/30까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

이러한 EC의 변화는 9월에도 같은 경향을 보여 주었는데 T1이 가장 낮고 T4가 가장 높았다. 한편 다른 6처리는 대체로 비슷한 1.2mS/cm의 값을 보여 주고 있었다.

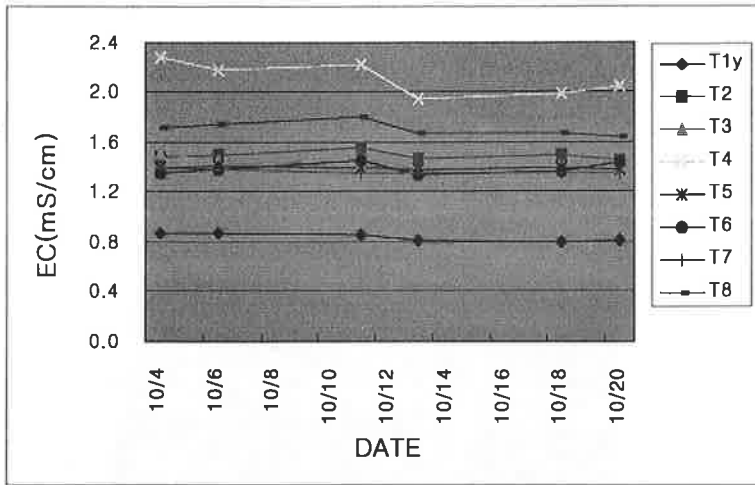


그림 2-1-20. 급수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 10/1~10/22까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:맷트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

이와 같은 현상은 10월에도 계속되어 T4에서 가장 높았고 T1에서 가장 낮았다. 전체적인 EC의 범위는 0.8~2.4mS/cm의 범위 안에서 변화를 보였다.



(5) 양액공급량 (단위 : L)

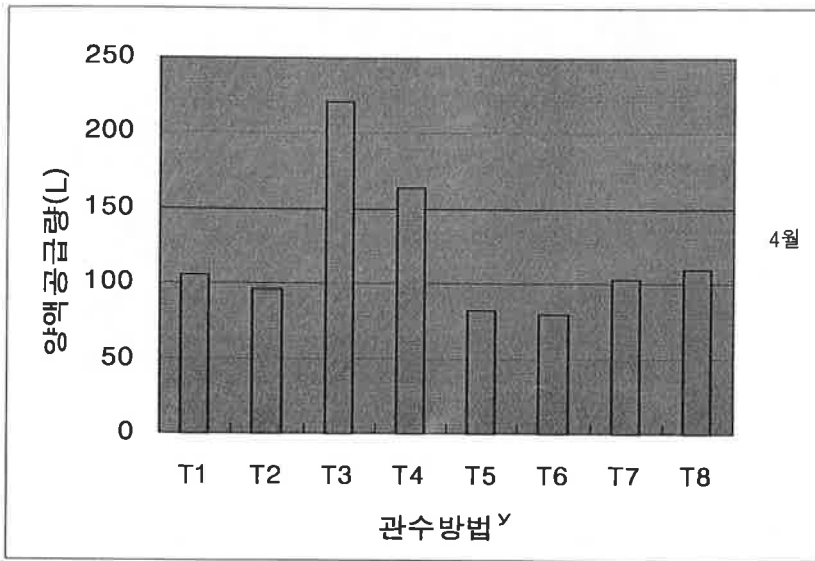


그림 2-1-21. 급수방법에 따른 4/1~4/30까지 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>Y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

양액공급량은 건전한 성장만 가능하다면 적을수록 좋겠으나 왕성한 생장이 전제되어야 한다. 양액공급량은 식물이 흡수한 물의 양과 벤치나 베드에서 증발된 물의 양으로 후자는 가능한 적어야 되지만 전자는 많을수록 좋을 것이다. 4월에는 T3(점적관수)에서 가장 많았고 다음이 T4(흡통관수)에서 많았다. 가장 낮은 양액공급량을 보인 구는 T5(매트관수)와 T6(지상살수관수)에서 보였다. 나머지 T1, T2, T7, T8도 100L이하의 낮은 양액공급량을 보였다.

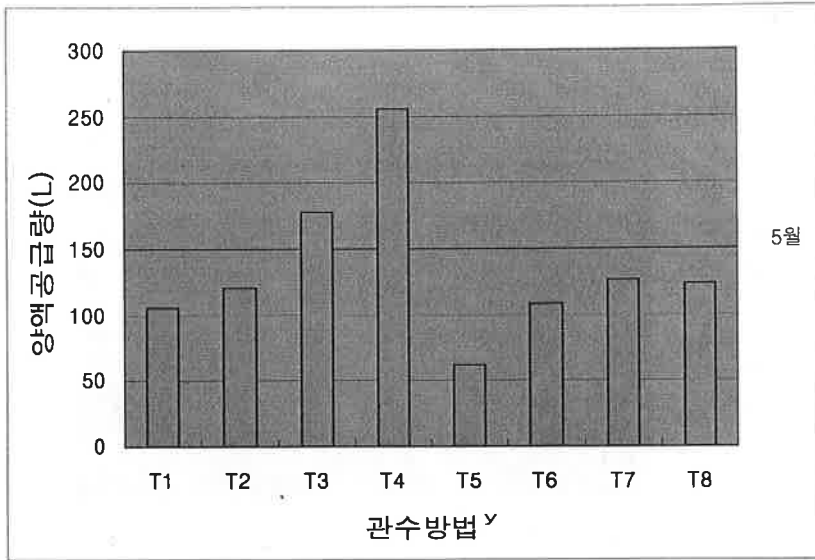


그림 2-1-22. 급수방법에 따른 5/1~5/31까지 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>γ</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

5월에 들어서서는 양액공급량이 증가되어 100L이상의 공급량을 보였는데 T3과 T4에서 높은 양액공급량을 보였다. 한편 T5는 가장 낮은 값을 보였다. 가장 낮았던 T5와 T4와는 5배의 차이를 보였다. 대체로 비슷한 양을 보인 구는 T1, T2, T6, T7, T8로서 약 100L정도를 소모하였다.

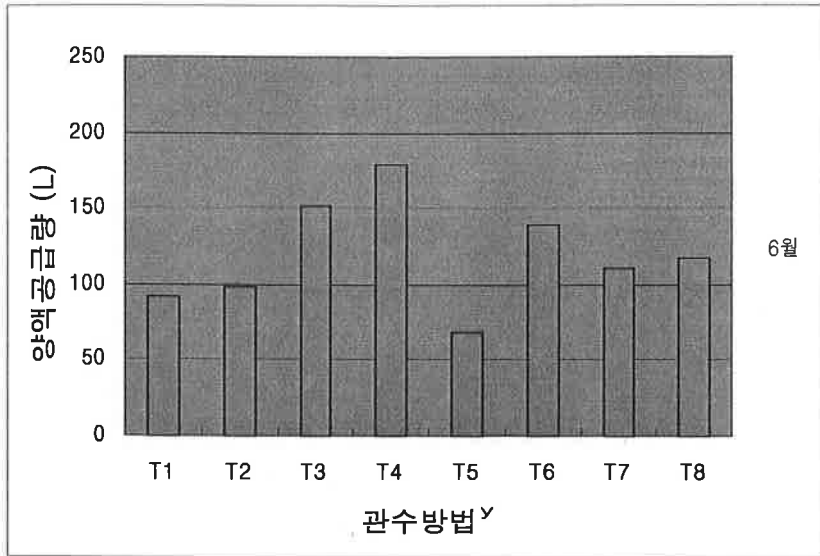


그림 2-1-23. 급수방법에 따른 6/1~6/30까지 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>Y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

이러한 현상은 6월에도 비슷하여 T4(점적관수)와 T3(흙통관수), T6(지상살수관수)에서 많았고 T5(매트관수)에서 가장 적었다. 나머지구들은 처리당 100L정도의 비슷한 양액공급량을 보였다.

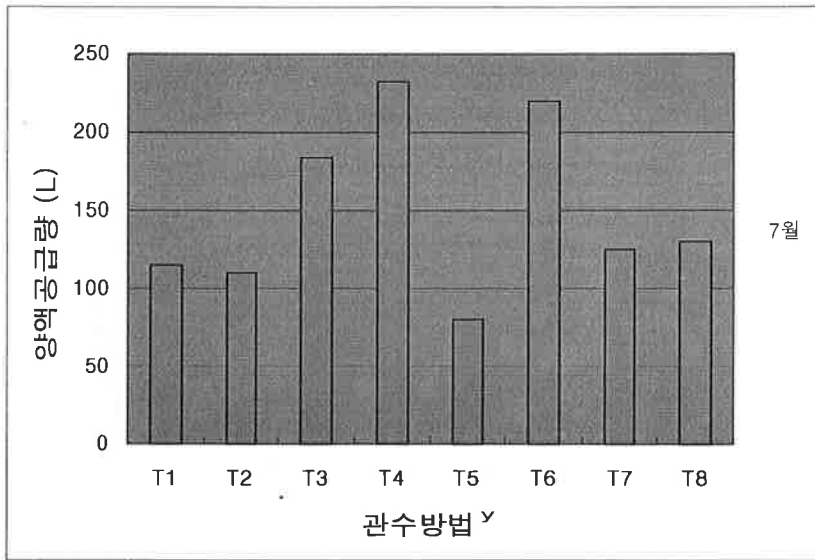


그림 2-1-24. 급수방법에 따른 7/1~7/31까지 아잘레아<sup>z</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

이러한 현상은 7월에도 비슷하여 T4(점적관수)와 T3(홍통관수), T6(지상살수관수)에서 많았고 T5(매트관수)에서 가장 적었다. 양액공급량은 6월에 비하여 상당히 많아져서 T4, T6은 200L이상의 많은 양액을 흡수 하였다. 나머지구들은 처리당 100L정도의 비슷한 양액공급량을 보였다.

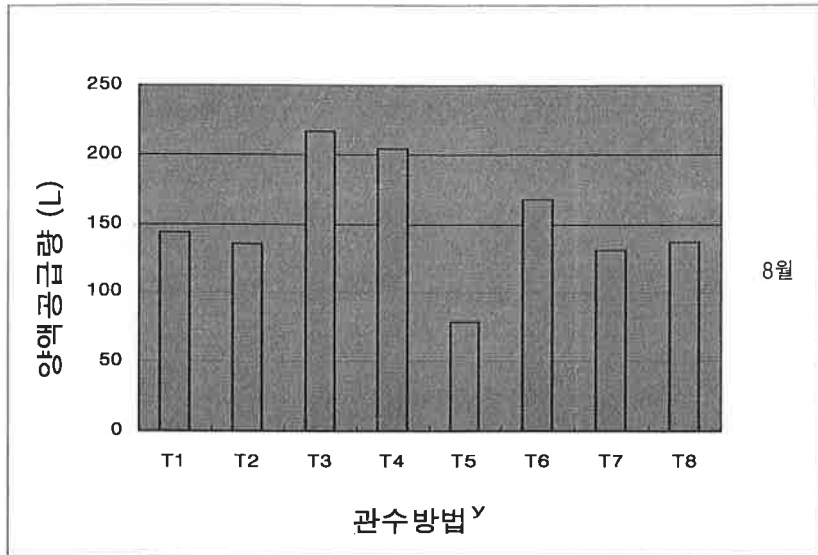


그림 2-1-25. 급수방법에 따른 8/1~8/31까지 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.  
<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).  
<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

8월에도 비슷하여 T4(점적관수)와 T3(흙통관수), T6(지상살수관수)에서 많았고 T5(매트관수)에서 가장 적었다. 흡수량이 많았던 앞의 3처리구는 8월과 같이 200L 정도의 양액을 흡수하였다. 가장 적었던 T5구는 80L정도가 흡수되어 전자의 1/2 이하의 흡수 밖에 되지 않았다.

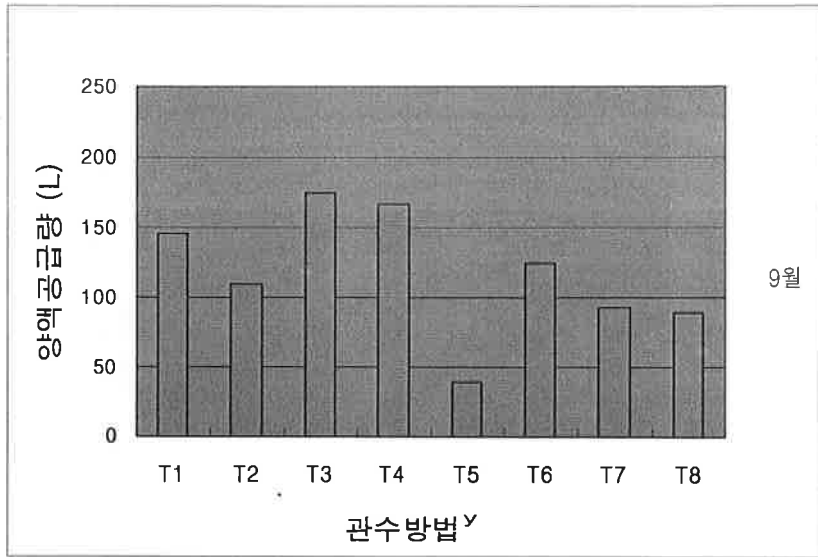


그림 2-1-26. 급수방법에 따른 9/1~9/30까지 아잘레이<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:메트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

9월에 들어서서는 양액공급량이 상당히 줄어들었고 가장 적었던 T5는 50L이하의 흡수량을 보였다. 가장 많은 흡수를 보인 구는 T3과 T4이었다.

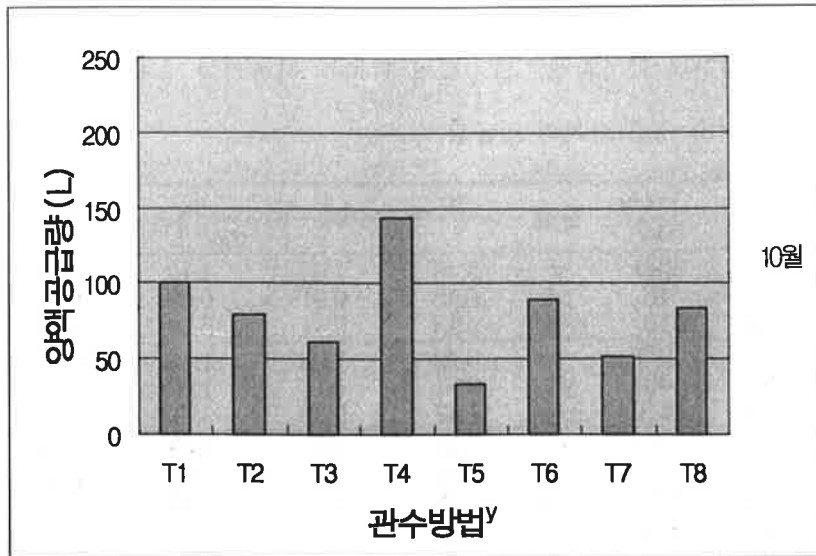


그림 2-1-27. 급수방법에 따른 10/1~10/22까지 아잘레아<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일. 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

10월에는, 전체적으로 양액흡수가 저조하였는데 T4에서만 100L가 넘었고 나머지는 그 이하이었다. 가장 적었던 T5구는 50L이하의 흡수량 밖에 없었다.

(6) 양분흡수율

표 2-1-10. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한

3/10~3/31까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
				me · L <sup>-1</sup>				
T1	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	18	y1	5.48	0.91	0.69	1.46	0.22
	a/w	10	n/w <sup>x</sup>	5.13	2.11	5.19	4.36	4.12
T2	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	40	y1	6.31	1.18	1.60	2.24	0.58
	a/w	4.5	n/w	1.47	0.35	-0.93	0.46	0.72
T3	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	108	y1	5.39	1.34	1.61	1.66	0.77
	a/w	1.66	n/w	5.46	0.52	0.36	1.81	0.34
T4	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	71	y1	5.39	1.29	1.50	2.23	0.71
	a/w	2.54	n/w	5.49	0.37	0.23	0.53	0.57
T5	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	146	y1	8.23	0.92	1.46	1.83	0.58
	a/w	1.23	n/w	1.99	1.02	0.75	1.65	0.62
T6	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	42	y1	4.99	0.14	0.06	0.96	0.27
	a/w	4.29	n/w	6.87	3.96	4.69	1.64	1.73
T7	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	45	y1	7.04	1.12	1.32	1.97	0.52
	a/w	4	n/w	-1.01	0.67	0.41	1.54	0.88
T8	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.75	0.61
	w	85	y1	5.88	1.17	1.57	2.11	0.57
	a/w	2.12	n/w	6.38	0.73	0.23	0.99	0.65

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: 1/2S(Sonneveld).

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

\*양액제배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y)$$

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

아잘레아의 성장 조사에서 가장 성장량이 많아 생체중과 건물중이 높았던 관수 방법은 흙통심지관수(T7)이었고 다음이 흙통관수(T4)와 벤치담배수관수(T2)이었으며 지상살수관수(T6)도 비교적 높은 건물중을 보였다.

따라서 이들 4가지 관수방법은 아잘레아 관수에서 농민에게 추천 가능한 관수



방법으로 생각되었다.

이들 관수방법별 양분흡수율을 보면 3월중에는 정식초기이지만 어느정도의 흡수를 보여주고 있었다. T7(흙통심지관수)의 다량원소의 양분흡수율은 Ca를 제외하고는 낮은 편으로 이들 다량원소의 흡수와 함께 양액의 흡수가 적었다. 반면에 다른 처리구들은 다소 높은 편이었다. 흙통심지관수는 관수system상 흙통심지가 양액에 늘 젖어 있고 좁은 홈에 양액을 보내는 관수시스템이 한 원인으로 생각되었다. 한편 T4(흙통관수)는  $me \cdot L^{-1}$ 단위로  $N=5.40$ ,  $P=0.37$ ,  $K=0.23$ ,  $Ca=0.53$ ,  $Mg=0.57$ 을 흡수하였다. 또한 벤치담배수관수인 T2는  $N=1.47$ ,  $P=0.35$ ,  $Ca=0.45$ ,  $Mg=0.72me \cdot L^{-1}$ 로 비교적 낮은 흡수율을 보였다.

표 2-1-11. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한  
5/1~5/31까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	1.46	1.69	0.74	2.05	1.17
	w	106	y1	1.36	0.59	9.38	4.40	3.25
	a/w	1.70	n/w <sup>x</sup>	1.53	2.46	-13.93	-1.95	-2.37
T2	a	180	y	2.31	0.72	1.46	2.53	1.12
	w	121	y1	2.11	0.90	12.44	5.37	4.01
	a/w	1.49	n/w	2.41	0.45	-14.90	-0.70	-3.19
T3	a	180	y	1.55	0.61	3.18	2.59	1.37
	w	178	y1	2.66	0.76	9.07	4.04	2.75
	a/w	1.01	n/w	0.43	0.46	-2.78	1.13	-0.03
T4	a	180	y	1.06	0.86	4.24	2.84	1.60
	w	256	y1	4.35	1.02	19.74	6.24	4.78
	a/w	0.70	n/w	-1.24	0.75	-6.61	0.45	-0.62
T5	a	180	y	1.69	0.51	4.05	2.60	1.33
	w	63	y1	1.12	0.57	16.79	5.77	4.00
	a/w	2.86	n/w	2.75	0.34	-32.38	-6.47	-6.32
T6	a	180	y	2.17	0.62	0.77	2.23	0.87
	w	108	y1	2.19	0.78	9.83	4.87	2.81
	a/w	1.67	n/w	2.14	0.35	-14.37	-2.18	-2.38
T7	a	180	y	2.19	0.60	0.89	2.32	0.82
	w	126	y1	3.43	1.03	13.13	4.09	2.45
	a/w	1.43	n/w	0.42	-0.01	-16.61	-0.22	-1.51
T8	a	180	y	1.86	0.68	1.49	2.55	1.09
	w	124	y1	3.16	1.25	13.58	6.12	3.81
	a/w	1.45	n/w	-0.02	-0.14	-16.04	-2.63	-2.84

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:흡통, T5:매트, T6:지상살수, T7:흡통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n=양액 흡수량  
a=초기 배양액양  
w=식물체가 흡수한 물의양  
y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)  
y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

5월에 들어서서도 T7은 초기농도 보다도 후기농도가 더 높은 현상을 보였고 N:0.42를 제외하고는 모두 마이너스 값을 보였다. n/w값이 마이너스로 나오는 것은 양액흡수량이 적던지, 영양분 흡수율이 낮아 초기조성 성분보다 최종성분이 많아 양분이 축적될 때 생기는데 T7에서는 좁은 흡에 물을 보내 흡통심지로 흡수시키기 때문에 절수 할 수 있어 물의 흡수가 적은 원인으로 보여진다. 이러한 현상은 T4에서도 비슷하였다. 한편 T2에서는 N=2.41, P=0.45의 낮은 흡수율을 보였다.

이러한 현상은 저농도의 양분흡수를 하는 흡수 패턴 때문으로 보이며 이러한 현상은 관수방법에 따라 매우 다른 양상을 보여 주고 있었다.

표 2-1-12. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한  
6/1~6/30 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	1.79	0.38	1.42	1.94	0.87
	w	92	y1	1.53	0.44	0.84	1.74	0.95
	a/w	1.96	n/w <sup>x</sup>	2.04	0.26	4.13	2.13	0.72
T2	a	180	y	2.00	0.65	4.23	3.20	1.68
	w	99	y1	3.71	0.66	1.45	2.18	1.18
	a/w	1.82	n/w	-1.11	0.63	6.51	4.04	2.09
T3	a	180	y	3.19	0.80	4.16	3.18	1.33
	w	152	y1	3.17	0.70	1.59	2.47	1.47
	a/w	1.18	n/w	3.19	0.82	4.62	3.30	1.16
T4	a	180	y	4.42	0.85	4.13	2.77	1.45
	w	179	y1	4.42	0.87	3.67	2.63	1.40
	a/w	1.01	n/w	4.42	0.83	4.14	2.77	1.45
T5	a	180	y	2.07	0.57	3.76	3.17	2.67
	w	68	y1	1.05	0.81	3.55	2.48	1.41
	a/w	2.65	n/w	3.75	-0.06	4.13	4.29	4.75
T6	a	180	y	2.80	0.56	2.56	2.54	0.98
	w	139	y1	3.10	2.39	4.15	2.57	1.33
	a/w	1.29	n/w	2.41	-1.80	0.55	2.50	0.53
T7	a	180	y	2.62	0.51	3.68	2.84	1.40
	w	111	y1	4.58	1.14	4.14	2.61	1.33
	a/w	1.62	n/w	-0.56	-0.51	2.93	2.99	1.49
T8	a	180	y	3.79	0.55	1.60	2.37	1.08
	w	117	y1	2.66	0.81	3.85	2.89	1.73
	a/w	1.54	n/w	4.44	0.02	1.86	1.57	0.13

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1 참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:홍통, T5:매트, T6:지상살수, T7:홍통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n=양액 흡수량  
a=초기 배양액양  
w=식물체가 흡수한 물의양  
y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)  
y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

6월에서도 T7은 N과 P의 양분흡수율이 마이너스 값으로 나왔다. 그러나 K=2.93, Ca=2.99, Mg=1.49me · L<sup>-1</sup>의 비교적 높은 양분흡수율을 보였다. 따라서 N과 P는 낮게 K, Ca, Mg는 높게 유지하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 한편 T4는 N=4.42, P=0.83, K=4.14, Ca=2.77, Mg=1.45me · L<sup>-1</sup>로 비교적 높은 양분흡수율을 보였다. 한편 T2도 N은 매우 낮은 흡수를 보였다. 그러나 K, Ca, Mg는 높은 흡수율을 보였다. 따라서 관수방법에 따라서 양액의 조성은 큰 차이를 보여 이에 대한 구체적인 연구가 추후 진행되어야 할 것으로 보였다.

표 2-1-13. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한 7/1~7/31 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	2.38	0.64	3.37	1.09	0.16
	w	115	y1	2.71	0.66	2.48	1.07	0.16
	a/w	1.57	n/w <sup>x</sup>	1.86	0.61	3.88	1.10	0.16
T2	a	180	y	3.07	0.77	4.03	1.47	0.15
	w	110	y1	3.15	0.79	3.58	1.39	0.15
	a/w	1.64	n/w	2.94	0.74	4.32	1.52	0.15
T3	a	180	y	5.12	1.06	7.80	2.12	0.13
	w	184	y1	5.21	0.98	3.38	1.47	0.14
	a/w	0.98	n/w	5.03	1.06	7.71	2.10	0.12
T4	a	180	y	2.41	1.10	7.19	2.15	0.13
	w	233	y1	5.72	0.98	4.69	1.74	0.14
	a/w	0.77	n/w	2.17	1.07	6.62	2.06	0.12
T5	a	180	y	3.00	0.89	4.67	1.71	0.14
	w	80	y1	3.16	0.84	5.28	2.91	0.14
	a/w	2.25	n/w	2.64	0.95	3.29	0.99	0.14
T6	a	180	y	2.57	0.68	5.14	1.67	0.14
	w	220	y1	2.81	0.71	2.67	1.39	0.14
	a/w	0.82	n/w	2.61	0.66	4.69	1.62	0.14
T7	a	180	y	3.17	0.78	4.54	1.38	0.15
	w	125	y1	3.26	0.73	2.87	1.31	0.16
	a/w	1.44	n/w	3.04	0.80	5.67	1.41	0.13
T8	a	180	y	3.41	0.93	4.58	1.76	0.15
	w	130	y1	3.80	0.95	4.35	1.47	0.15
	a/w	1.38	n/w	2.87	0.90	4.66	1.87	0.15

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1 참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:흡동, T5:매트, T6:지상살수, T7:흡통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n = 양액 흡수량

a = 초기 배양액량

w = 식물체가 흡수한 물의양

y = 배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub> = 배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

7월에 들어서서는 많은 양, 수분의 흡수가 있어서 T7의 경우 N=3.0, P=0.8, K=5.7me · L<sup>-1</sup>로 높은 N과 K의 흡수를 보였고 T4에서도 N=2.2, K=6.6me · L<sup>-1</sup>로 높은 N과 K의 흡수를 보였다. 한편 T2도 N=3.0, K=4.3 me · L<sup>-1</sup>을, 그리고 T6는 N=2.6, K=4.7me · L<sup>-1</sup>을 보여 전 생육기간 중 가장 높은 양분흡수율을 보였다.

이상의 성적을 생장이 가장 좋아 생체중과 건물중이 가장 많았던 T7, T4, T2, T6을 중심으로 비교 검토하여 보면 관수방법에 따라 양액조성을 달리 해야됨을 알 수 있었고 월별로는 3~6월보다는 7월의 양분흡수가 높게 나타났다. 가장 생장

이 좋았던 이들 3구의 7월중의 질소(N)농도는 T7은  $3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , T4는  $2.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , T2는  $3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , T6은  $2.6\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 이었다.

표 2-1-14. 아갈레아(미손벨)<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한 8/1~8/31 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
				$\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$				
T1	a	180	y	3.13	0.81	4.19	5.42	1.24
	w	144	y1	4.11	0.71	4.26	4.80	1.53
	a/w	1.25	n/w <sup>x</sup>	1.91	0.84	4.10	5.58	0.88
T2	a	180	y	4.56	0.72	6.87	7.44	1.35
	w	135	y1	4.64	0.69	3.36	5.54	1.59
	a/w	1.33	n/w	4.45	0.73	8.03	8.07	1.67
T3	a	180	y	6.03	0.99	6.17	7.93	1.52
	w	216	y1	8.00	0.94	4.20	7.00	1.34
	a/w	0.83	n/w	4.39	0.73	5.84	7.77	1.49
T4	a	180	y	5.31	1.02	7.20	8.90	1.60
	w	205	y1	7.92	1.08	6.19	8.89	1.61
	a/w	0.88	n/w	3.01	0.97	12.42	8.90	1.59
T5	a	180	y	0.85	0.91	5.87	8.06	1.57
	w	80	y1	0.31	0.54	4.18	6.79	1.33
	a/w	2.25	n/w	1.53	0.83	7.98	9.65	1.87
T6	a	180	y	4.11	0.62	4.75	5.94	1.45
	w	167	y1	4.31	0.81	3.54	4.83	1.25
	a/w	1.08	n/w	3.89	0.41	4.85	6.03	1.47
T7	a	180	y	4.98	0.91	4.60	6.15	1.29
	w	131	y1	5.86	0.71	4.59	5.74	1.52
	a/w	1.37	n/w	3.77	0.98	4.60	6.30	0.97
T8	a	180	y	5.69	0.85	5.56	7.35	1.38
	w	137	y1	5.39	0.86	4.76	5.90	1.43
	a/w	1.31	n/w	5.78	0.84	5.81	7.80	1.31

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1 참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:홍통, T5:매트, T6:지상살수, T7:홍통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>양액배배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n=양액 흡수량  
a=초기 배양액양  
w=식물체가 흡수한 물의양  
y=배양용액에서 다량원소의 초기농도( $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ )  
 $y_1$ =배양용액에서 다량원소의 후기농도( $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ )

8월은 7월과 같이 비슷한 양분흡수를 보였다. 가장 성장량이 높았던 T7의 양분 흡수율을 보면  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 단위로 N=3.77, P=0.98, K=4.60, Ca=6.30, Mg=0.97의 흡수를 보였다. 가장 생장이 낮았던 T5는 아주 낮은 양분 흡수를 보여 N의 흡수는  $1.53\text{meL}^{-1}$ 값 밖에 흡수되지 않았다.

(7) 식물체 성분 분석

표 2-1-15. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 식물체 분석.

처리 <sup>y</sup>	T-N	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Mn	Fe
	(% )			(mg · kg <sup>-1</sup> )			
T1	1.69	0.07	2.45	0.40	0.04	552	178
T2	2.43	0.08	2.54	0.37	0.04	512	184
T3	2.24	0.08	2.80	0.37	0.04	502	192
T4	2.29	0.09	3.16	0.39	0.04	532	186
T5	0.80	0.07	4.06	0.26	0.04	488	234
T6	1.83	0.07	2.15	0.27	0.09	532	246
T7	2.12	0.08	2.71	0.33	0.09	476	136
T8	1.85	0.08	2.50	0.37	0.04	496	182
평균	1.91	0.08	2.80	0.34	0.05	511.25	192.25

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도: 1/2S. 분석일자:99년7월6일

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

최종 조사(99년7월6일)에서 식물체를 분석한 결과 질소는 건물중이 높았던 T7, T2, T4, T3, T6, T8에서 높은 N값이 보였고 가장 낮은 값을 보였던 T5와 T1에서 가장 낮은 N값을 보였다. 이것은 아잘레아 식물체내의 적정 N(%)값이 2.0~3.0%이고 1.8%이하는 결핍증상을 보이고 있는데 T1, T5는 적정 한계치 이하이었다(Larson,80). 한편 인산은 평균 0.07%로 T2, T3, T4, T7, T8에서 높았고 T1, T5에서 낮은 값을 보였다. 반면에 K는 평균 2.8%로 T5가 가장 많았고 T6에서 가장 적었다. Ca는 평균 0.34%로서 T4에서 컸고 T6에서 낮은 값을 보였다. Fe는 평균 192mg · kg<sup>-1</sup>이었는데 T5, T6에서 평균치 이상인데 반해 T7에서 낮은 값을 보였다.

이상의 결과에서 보면 식물체의 건물중이 높았던 T7, T4, T2, T6에서 적정범위 안에서 높은 질소함량과 칼륨함량을 보였고 T1, T5등 건물중 성장량이 적었던 처리구에서는 낮았다.

(8) 화분 배지 최종 조사일의 pH, EC 및 물리성

표 2-1-16. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 저면 담배수 관수 118일후 최종조사시 배지 종류별 pH, EC 및 물리성 비교.

처리 <sup>y</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	5.31	5.68	0.86	0.54	0.20	0.73	73	268	27.0	53.6	19.4
T2	5.26	5.52	3.37	1.06	0.20	0.77	74	278	26.0	55.6	18.4
T3	5.36	5.41	2.74	0.98	0.20	0.64	69	248	31.0	49.6	19.4
T4	5.16	5.24	5.57	1.10	0.21	0.68	69	229	31.0	48.1	20.9
T5	5.25	6.25	6.52	1.38	0.19	0.75	75	312	25.0	59.3	15.7
T6	5.51	5.77	1.09	0.47	0.22	0.69	68	184	32.0	40.5	27.5
T7	5.46	5.26	2.50	1.56	0.19	0.66	72	239	28.0	45.4	26.6
T8	5.62	5.21	4.22	0.72	0.19	0.68	72	246	28.0	46.7	25.3
평균	5.37	5.54	3.36	0.98	0.20	0.70	72	251	29.0	49.9	21.7

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S, 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:흡통, T5:매트, T6:지상살수, T7:흡통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>T:화분의 상부배지, B:화분의 하부배지.

최종조사시 화분 배지의 pH를 상하부로 나누어 분석한 결과 화분상부의 pH는 평균 5.4로서 적정범위인 pH 4.5~5.5안에 모두 들어 있었다. 한편 하부는 관수방법 간에 차가 컸다. 대체로 적정범위 안에 들어 있었으나 T5만은 pH 6.5로서 매우 높은 값을 보였다. 한편 T1과 T6도 pH 5.7로서 약간 높은 값을 보였다.

EC는 저면관수한 것은 상부(Top)가 하부(Bottom)보다 월등 높았다. 화분 상부 배지의 EC가 가장 높았던 구는 T5이었는데 이는 매트에서 용해된 무기물이 화분에 흡수된 때문으로 생각되었다. T4, T8, T2에서도 다른 처리보다 높았으나 지상에서 관수한 T1과 T6에서 가장 적었다. 따라서 화분상부 EC는 모두 저면관수쪽에서 높았으며 지상관수에서 낮았다.

화분 하부는 지상관수이건 저면관수이건 상관없이 평균 0.97ms/cm로서 전체적으로 낮았는데 지상관수인 T1, T6도 0.5mS/cm 정도 밖에 되지 않았다. T7, T4, T2에서 다소 높은 값을 보였다.



표 2-1-17. 저면 담배수 관수 118일후 아잘레아(미순벨)와 벤자민고무나무<sup>z</sup>  
배지의 화학성 비교.

배 지	CEC ( $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$ )	K Ca Mg		
		( $\text{me} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )		
아잘레아	17.07	76.93	94.43	36.38
벤자민고무나무	23.92	88.91	70.89	32.92

<sup>z</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

저면 담배수관수를 한 아잘레아와 벤자민고무나무 화분의 몇 가지 화학성을 조사한 결과 표와 같았다. CEC는 벤자민고무나무쪽이 다소 높았고 약  $17\sim 24\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$  사이에 있었다. 양이온중에는 Na가 가장 많았고 다음으로 Ca가 많았다. K는  $77\sim 89\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  사이로 벤자민고무나무쪽이 많았다.

(9) 시간대 별로 본 화분배지의 pF변화

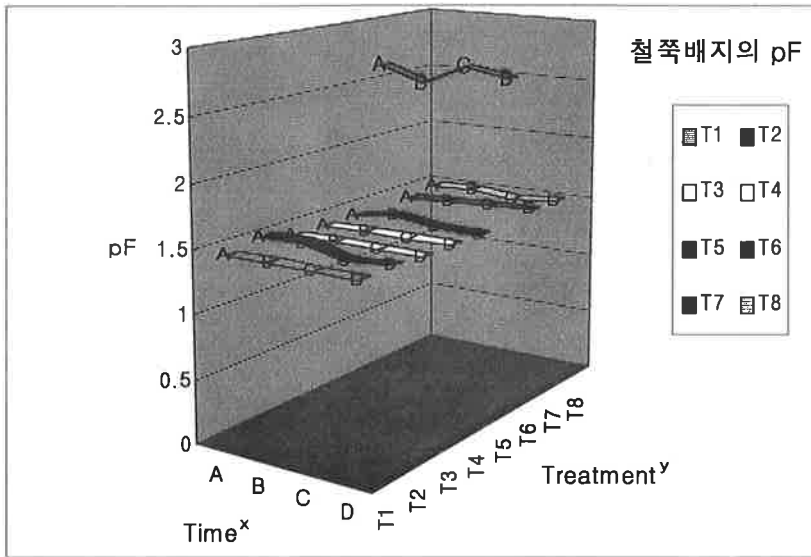


그림 2-1-28. 분화류 자동생력 급수방법에 따른 아잘레아<sup>z</sup> 화분배지의 1일중 시간대별 pF.

<sup>x</sup>A. 0시~6시, B. 6시~12시, C. 12시~18시, D. 18시~24시

<sup>z</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: 1/2S, 조사일자: 6/10, 6/13일 2일간의 평균(청명한날).

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:홍통, T5:매트, T6:지상살수, T7:홍통심지, T8:바닥담배수).

8가지 관수방법별 하루 중 pF의 변화를 보면 그림과 같았다. pF의 조사는 PC로 데이터 수집기능이 있는 자동관수측정장치에 의하여 30분 간격으로 조사한 것을 평균치로 계산하여 그래프를 그린 결과이다. 새벽, 오전, 오후, 저녁으로 구분시켜 평균치를 본 결과 관수 방법에 따라 약간의 차이는 있었으나 대체로 6시에서 12시 사이에서 다소 상승하는 경향이나 pF 1.5를 중심으로 큰 변화는 보이지 않았다. 그러나 지상살수관수인 T6는 전체적으로 낮은 수분함량을 보였다. pF는 평균 2.5정도에서 가감이 있었고 오후에 더 상승하는 경향이었다.

표 2-1-18. 저면담배수관수 아잘레아 양액관수시험 장소의 순별(3/19~7/10) 환경조건(광도, 온습도).

	평균광도( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )			평균온도( $^{\circ}\text{C}$ )			평균습도(RH)		
	10시	13시	14시	10시	13시	14시	10시	13시	14시
3/17 ~ 3/20	238.4	290.4	292.6	23.0	30.0	30.0	40.7	24.6	23.8
3/21 ~ 3/31	250.1	358.3	311.0	22.9	32.5	32.3	33.4	16.4	16.0
4/1 ~ 4/10	306.9	631.2	486.2	25.1	31.6	32.2	31.4	20.0	23.4
4/11 ~ 4/20	307.3	759.8	572.2	23.1	32.5	33.3	23.6	20.2	19.3
4/21 ~ 4/30	324.7	377.7	343.8	28.3	35.7	36.7	22.6	15.4	14.2
5/1 ~ 5/10	313.8	768.7	646.9	28.1	37.1	37.7	25.9	14.8	14.1
5/11 ~ 5/20	314.9	423.6	509.6	27.8	39.1	39.0	24.7	11.5	11.7
5/21 ~ 5/30	321.3	751.7	606.3	29.1	39.5	39.9	33.6	22.2	19.8
6/1 ~ 6/10	267.4	111.3	106.9	29.3	34.3	35.2	32.3	23.9	25.5
6/11 ~ 6/20	218.7	441.0	423.8	26.0	35.1	36.8	35.0	24.9	21.6
6/21 ~ 6/30	329.7	734.5	592.2	30.7	41.6	41.8	35.6	19.3	19.3
7/1 ~ 7/10	296.8	602.0	549.1	30.7	38.0	38.4	36.7	26.4	26.1
7/10 ~ 7/20	291.3	689.2	434.4	31.1	39.2	38.0	39.1	26.7	27.5

2) 벤자민고무나무

(1) 성장량

표 2-1-19. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 초장변화.

(단위:cm)

처리 <sup>y</sup>	3/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
T1	27.0 a <sup>x</sup>	30.8 ab	32.5 a	35.1 b	47.3 a	56.0 c	72.6 ab	78.2 b	86.9 b
T2	24.8 a	27.8 ab	35.8 a	35.8 ab	51.5 a	56.2 c	60.1 b	64.7 c	64.8 c
T3	27.5 a	27.0 ab	33.5 a	37.5 ab	51.4 a	58.4 c	72.1 ab	89.3 ab	83.9 b
T4	27.3 a	25.3 b	31.3 a	35.3 ab	49.0 a	67.2 b	76.7 a	81.0 b	85.2 b
T5	26.8 a	24.5 b	35.2 a	39.0 a	63.6 a	80.6 a	81.8 a	100.8 a	103.8 a
T6	29.5 a	33.8 a	35.0 a	36.5 ab	52.0 a	67.3 b	85.8 a	99.4 a	101.9 a
T7	29.0 a	29.3 ab	34.0 a	38.0 a	53.6 a	75.3 ab	75.1 a	96.1 a	101.4 a
T8	27.8 a	29.3 ab	32.7 a	34.8 b	51.0 a	75.0 ab	88.3 a	102.4 a	106.0 a
평균	27.4	28.48	33.7	36.5	52.4	67.00	76.56	88.99	91.74

<sup>2</sup>정식: 99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

전체적으로 처리간에 유의차가 없었다. 3/15일, 5/10일, 7/10일 조사에서 전(全) 처리간에 통계적인 유의차가 발견되지 않았다. 4/1일 조사에서는 T6이 가장 컸는데 이 구는 T1, T2, T3, T7, T8 과는 유의차가 없었다. 마지막조사의 평균치 비교에서 평균치 이상의 값을 보인 처리는 는 T5, T6, T7, T8이었고 T8에서 가장 컸으며 T2가 가장 작았다. 평균초장은 91.73cm이었다.

표 2-1-20. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 초폭변화.

		(단위 : cm)								
처리 <sup>1</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22	
T1	27.0 b <sup>*</sup>	30.5 ab	39.9 a	41.6 b	54.2 d	60.8 c	69.3 bc	78.2 de	74.7 ab	
T2	37.0 a	36.8 a	42.1 ab	45.8 ab	61.2 b-d	68.8 c	72.4 bc	74.8 e	67.1 b	
T3	29.0 ab	28.3 ab	46.4 a	48.1 a	68.1 a-c	79.4 ab	76.6 b	83.6 b-e	72.0 ab	
T4	35.5 ab	30.3 ab	40.8 b	47.5 a	70.3 ab	87.9 a	77.1 b	91.2 a-c	81.3 ab	
T5	31.5 ab	32.5 ab	39.5 b	46.7 a	58.4 cd	67.6 c	70.7 bc	86.7 b-e	81.4 ab	
T6	30.8 ab	34.8 ab	43.3 ab	49.5 a	71.0 ab	82.6 a	78.1 b	93.2 ab	82.0 a	
T7	36.3 ab	34.3 ab	40.1 b	47.3 a	65.6 a-c	67.9 c	59.7 c	81.0 c-e	71.9 ab	
T8	27.5 ab	27.8 b	38.4 b	50.5 a	76.4 a	88.8 a	92.8 a	96.8 a	83.8 a	
평균	31.82	31.91	41.31	47.13	65.65	75.47	74.59	85.69	76.78	

<sup>2</sup>정식: 99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S.

<sup>1</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

<sup>\*</sup>같은 글자는 Duncan 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

초폭은 조사시기별로 차이가 보였는데 T2가 대체로 컸다. 3/15일에는 T2가 가장 컸으나 다른 처리와는 유의차이가 없었으며 T1이 가장 적었다. 한편 4/1일에는 T2가 가장 컸으나 T8을 제외하고는 유의차가 없었다. 6/1일 조사에서도 T1이 가장 작았고 나머지와는 유의차가 없었다. 최종조사에서도 T2가 가장 적었고 T8이 가장 컸었다. 그러나 T8과는 T1, T3, T4, T5, T6, T7과는 유의차가 없었다. 전체 평균은 76.77cm 이었다.

표 2-1-21. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 엽장변화.

(단위 : cm)

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
T1	6.7 a <sup>x</sup>	5.9 a	6.9 ab	7.3 a	7.4 ab	8.1 a	6.6 cd	7.8 ab	7.9 a
T2	8.6 a	6.3 a	6.7 ab	7.3 a	7.6 a	6.4 d	7.3 b	6.9 b	7.1 b
T3	6.8 a	5.7a	6.7 ab	7.9 a	7.9 a	6.7 cd	6.5 cd	7.7 ab	7.7 a
T4	7.9 a	6.4 a	6.0 b	7.3 a	7.9 a	7.5 ab	6.7 c	15.1 a	7.9 a
T5	8.4 a	5.7 a	7.5 a	7.7 a	7.8 a	8.1 a	7.0 bc	7.9 ab	8.1 a
T6	7.4 a	5.5 a	7.0 ab	7.5 a	8.0 a	8.1 a	6.2 d	7.3 ab	7.7 a
T7	8.1 a	6.1 a	6.6 ab	7.9 a	7.9 a	8.1 a	6.9 bc	8.2 ab	8.1 a
T8	8.3 a	6.1 a	7.1 a	7.3 a	7.8 a	8.2 bc	8.0 a	6.8 b	7.6 a
평균	7.78	5.96	6.81	7.53	7.79	7.65	6.90	8.46	7.76

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

최상위 완전 전개엽의 엽장은 조사일에 관계없이 전 처리간에 유의차가 없었다. 마지막 조사에서도 T2를 제외하고는 나머지 처리구와는 유의차가 없었다. 최종조사에서의 평균치는 7.76cm이었다.

표 2-1-22. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 엽폭변화.

(단위 : cm)

처리 <sup>y</sup>	3/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/1	9/1	10/4	10/22
T1	3.3 a <sup>x</sup>	2.3 a	3.1 a	3.2 b	3.3 cd	3.5 a	3.1 b	3.5 bc	3.7 a
T2	3.6 a	2.5 a	3.2 a	3.5 ab	3.5 bc	3.4 b	3.3 b	3.2 c	3.4 b
T3	3.1 a	2.1 a	3.1 a	3.7 ab	3.5 bc	3.6 ab	3.2 b	3.6 bc	3.7 a
T4	3.6 a	2.4 a	2.7 a	3.2 b	3.3 cd	3.8 ab	3.4 b	3.7 ab	4.0 a
T5	3.7 a	2.2 a	7.4 a	3.6 ab	3.8 ab	3.6 ab	3.5 b	3.9 a	3.9 a
T6	3.2 a	2.4 a	3.3 a	3.6 ab	3.6 bc	4.2 a	3.3 b	3.5 bc	3.8 a
T7	3.9 a	2.2 a	7.9 a	3.8 a	4.0 a	3.9 ab	3.3 b	4.0 a	3.9 a
T8	3.8 a	2.1 a	3.4 a	3.2 b	3.8 ab	3.8 ab	3.8 a	3.4 bc	3.8 a
평균	3.52	2.27	4.26	3.48	3.60	3.73	3.36	3.60	3.77

<sup>2</sup>정식:99년 3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

엽폭은 3/15일 부터 5/10일까지는 유의차를 보이지 않다가 6/1일 이후에는 차이가 보였다. 6/1일에는 T7가 가장 컸고 T3, T5, T6과는 유의차가 없었다. T1, T4, T8에서 가장 적었다. 그러나 마지막 조사에서는 T2를 제외하고는 전체 처리간에 유의차가 없었다. 평균 엽폭은 3.77cm이었다.

표 2-1-23. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup>의 분지수 변화.

처리 <sup>y</sup>	5/10	6/1	7/10	8/4
T1	16.9 b <sup>x</sup>	19.3 d	29.7 b	34.8 d
T2	25.2 a	20.2 cd	31.2 b	40.4 cd
T3	23.4 a	24.4 cd	31.0 b	52.3 c
T4	25.4 a	33.2 ab	34.8 ab	78.0 b
T5	13.3 bc	27.1 bc	29.7 b	77.4 b
T6	14.0 bc	26.1 cd	39.4 a	74.2 b
T7	12.0 bc	36.7 a	31.2 b	73.7 b
T8	11.7 c	24.9 cd	34.8 ab	101.4 a
평균	17.74	26.49	32.73	60.02

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

\*같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

5/10일 분지수 조사에서는 T2, T3, T4가 가장 많았고 T8, T1이 가장 적었다. 그러나 T5, T6, T7과는 유의차가 없었다. 마지막 7/10일 조사에서도 T6이 가장 컸고 나머지 처리구와는 유의차가 없었다. 즉 공시된 관수방법에 따라서는 몇 가지 처리외에는 분지수에 크게 영향을 주지 않는 것으로 생각되었다.

최종조사에서는 T8이 가장 많았는데 가장 적었던 T1과는 3배나 많았다. 평균 60개를 보였는데 T1, T2, T3은 낮은 분지수를 보였다.



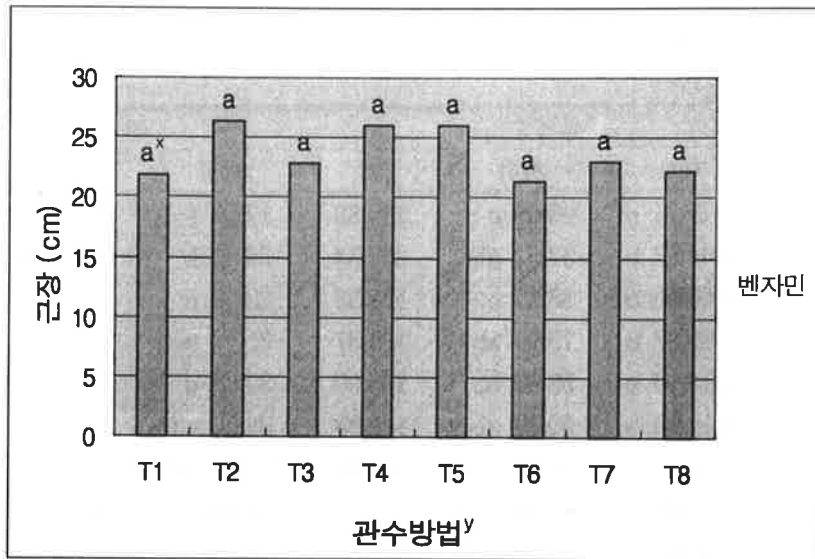


그림 2-1-30. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup>의 근장조사.

<sup>z</sup>조사일자:99년7월6일

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

\*같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

4개월후의 근장도 관수방법에 따른 처리간 유의차가 발견되지 않았다. 평균치간에는 T2, T4, T5 에서 다소 긴 경향을 보여 주었다.

표 2-1-24. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 4개월생장 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 생체중과 건물중.

(단위 : g)

처리 <sup>y</sup>	생체중(g)			건물중(g)		
	지상	지하	계	지상	지하	계
T1	75.33 b <sup>x</sup>	40.00 c	115.33	17.50 f	7.27 d	24.77
T2	144.67 b	57.67 abc	202.34	38.40 b	18.03 bc	56.43
T3	100.00 b	38.33 c	138.33	22.53 e	8.33 d	30.86
T4	90.87 b	75.00 ab	165.87	35.47 bc	19.33 b	54.80
T5	110.00 b	55.00 bc	165.00	30.53 d	12.60 cd	43.13
T6	118.00 b	60.33 abc	178.33	33.53 cd	15.80 bc	49.33
T7	119.67 b	72.00 ab	191.67	34.03 cd	14.50 bc	48.53
T8	267.67 a	85.00 a	352.67	47.00 a	26.63 a	73.63
평균	128.28	60.42	188.69	32.37	15.31	47.69

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도:S. 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

생장 4개월간 관수방법을 달리 하여 생체중과 건물중을 조사한 결과 지상부생체중은 T8에서 가장 컸고 나머지 처리구와는 유의차이가 없었다. 그러나 평균치로는 T4가 비교적 낮은 값을 보였다.

지하부 생체중은 T8에서 가장 높았으나 T2, T4, T6, T7과는 유의차가 없었다. 가장 낮은 값을 보인구는 T3, T1구 이었다. 이상의 결과를 종합하여 보면 생체중은 바닥담배수관수인 T8에서 가장 좋았고 지상호스관수인 T1에서 가장 적었다. 비교적 생체중이 높았던 구는 T8이외에 T2, T7, T6, T4, T5구가 있어 이들도 T8과 함께 사용이 가능할 것으로 생각되었다.

이러한 경향은 건물중도 비슷하여 지상부 건물중도 T8에서 가장 높은 값을 보였고 다음이 T2와 T4 이었다. 가장 낮은 값을 보인 구는 T1이었고 이것은 가장 높았던 T8의 1/2.7수준 밖에 되지 않았고 T3도 1/2밖에 되지 않았다. 평균치 이하의 건물중을 보인 구는 T1 T3 T5에서 나타났고 나머지는 모두 평균치 이상이었다. 지하부 건물중도 T8에서 가장 컸고 그 다음이 T2, T4이었으며 가장 적은 것

이 T1, T3이었다. 평균치이하는 상기 두 구 이외에 T5와 T7에서도 보였다.

건물중 전체에서도 T8에서 가장 높은 값을 보였고 T1에서 가장 낮은 값을 보였다. 평균치이하의 생장이 저조하였던 구는 T1이외에 T3, T5이었고 비교적 좋았던 구는 T8외에 T2, T4, T6, T7구가 있었다.

표 2-1-25. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 7개월 생장 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 생체중과 건물중.

(단위 : g)

처리 <sup>1)</sup>	생체중			건물중		
	지상	지하	계	지상	지하	계
T1	273.0 cd <sup>x</sup>	123.0 b	396	84.7 bc	29.4 c	114.1
T2	196.3 d	219.3 a	415.6	68.7 c	70.7 a	139.4
T3	251.0 cd	157.3 ab	408.3	81.7 bc	35.0 bc	116.7
T4	350.7 bc	156.3 ab	507	112.7 b	37.4 a-c	150.1
T5	437.0 ab	189.0 ab	626	129.7 a	59.3 a-c	189
T6	263.7 cd	122.3 b	386	87.0 bc	29.4 c	116.4
T7	408.0 ab	199.0 ab	607	119.7 ab	64.1 a-c	183.8
T8	451.7 a	181.7 ab	633.4	155.3 a	61.4 a	216.7
평균	328.93	168.49	497.42	104.94	48.34	153.28

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도:S, 조사일자:99년10월22일.

<sup>1)</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

생장 7개월 후에도 4개월과 마찬가지로 T8에서 가장 생장량(생체중과 건물중)을 보였고 T1이 가장 적었다.

지상부생체중도 T8이 가장 컸고 T5, T7과는 유의차가 없었다. 지하부생체중은 T2가 가장 컸고 T3, T4, T5, T7, T8과는 유의차가 없었다. 한편 가장 낮은 생장량을 보인 처리는 T6, T1이 가장 적었고 T2, T3과는 유의차가 없었다.

건물중도 비슷한 값을 보였는데 지상부도 T8에서 가장 많았으나 T5, T7과는 유의차가 없었다. 지하부는 T2가 가장 컸고 T4, T5, T7, T8과는 유의차가 없었다. 가장 적었던구는 T1이었고 T6, T3도 낮은 값을 보였다.

이상의 결과를 종합하여 보면 바닥담배수관수가 가장 좋은 관수 방법으로 생각되었고 아잘레아와는 달리 매트관수가 좋았으며 흙통심지관수도 좋은 관수방법으로 생각되었다. 한편 가장 나쁜던구는 인공호스관수와 지상살수관수와 점적관수로서 벤자민고무나무는 적당하지 않은 관수방법으로 생각되었다.

(2) 엽록소 합량

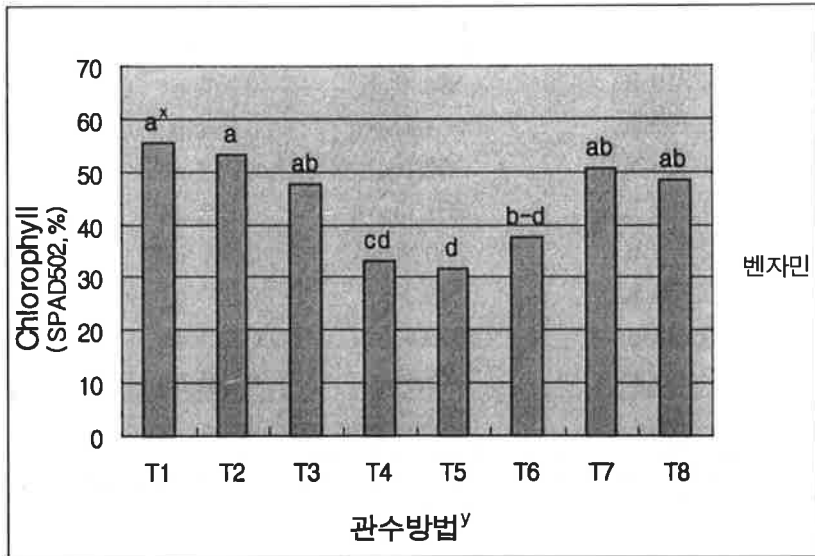


그림 2-1-32. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup>의 엽록소합량 조사.

<sup>z</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도:S. 조사일자:99년7월6일

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>막대의 같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

엽록소 합량은 생장량과는 달리 T1에서도 비교적 높게 나타났고 T4, T5, T6에서 낮았다. 이들 3구를 제외하고는 전체 처리구간에 유의차가 없었다.

(3) 광합성 합량

표 2-1-26. 급수방법에 따른 100일 생장 벤자민 고무나무<sup>z</sup> 광합성 비교.

처리 <sup>y</sup>	광합성속도 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
T1	4.319 a <sup>x</sup>	354.2 ab	0.370 b	2.202 ab
T2	4.161 a	351.7 a-c	0.384 b	2.694 a
T3	1.426 b	356.7 a	0.512 ab	2.127 ab
T4	1.208 b	351.7 a-c	0.488 ab	2.049 ab
T5	2.373 a	346.9 bc	0.481 ab	2.080 ab
T6	2.786 a	346.0 bc	0.589 a	1.695 b
T7	2.443 a	343.4 c	0.513 ab	1.949 ab
T8	2.906 a	343.8 c	0.476 ab	2.108 ab
평균	2.70	349.30	0.48	2.11

<sup>z</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일, 조사일:99년6월18일.

<sup>y</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

광합성속도는 T3, T4를 제외 하고는 전체처리간에 유의차가 없었다. 가장 높은 평균치를 보인구는 T1, T2이었고 평균치 이상의 광합성속도를 보인 구는 T1, T2, T6, T8구 이었다. 세포내 CO<sub>2</sub>농도는 T3이 가장 높았으나 T1, T2, T4와는 유의차가 없었다. 기공저항치는 T6에서 가장 높았고 T1, T2에서 가장 적었으며, 기공확산속도는 T2에서 가장 빨랐고 T6가장 낮았다.

(4) 양액의 pH, EC의 변화

(\*T1은 인공호스관수로 양액 검사에서는 제외 되었음)

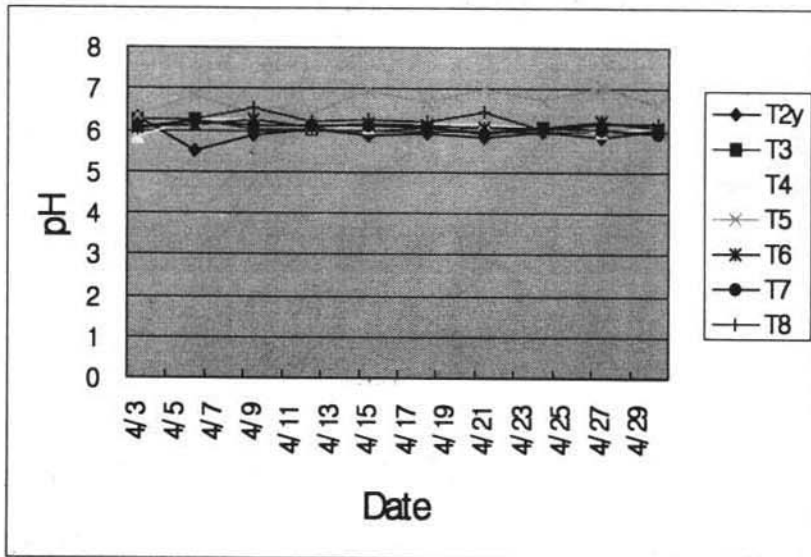


그림 2-1-34. 급수방법에 따른 벤자민고무나무 양액에서의 4/1~4/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:흙통, T5:매트, T6:지상살수, T7:흙통심지, T8:바닥담배수).

4월중의 양액의 pH변화를 보면 T5를 제외하고는 7처리 모두 거의 비슷한 pH6을 보였다. T5(매트관수)는 pH가 높은 값을 보였다. 이것은 아잘레아에서와 마찬가지로 매트의 성분이 양액에 용해된 것으로 생각되었다. T8은 전체중에서 약간 높은 정도였는데 이것도 바닥이 시멘트 바닥에 양액이 담수 되었다가 배수되기 때문에 용출된 성분때문으로 추정 되었다.

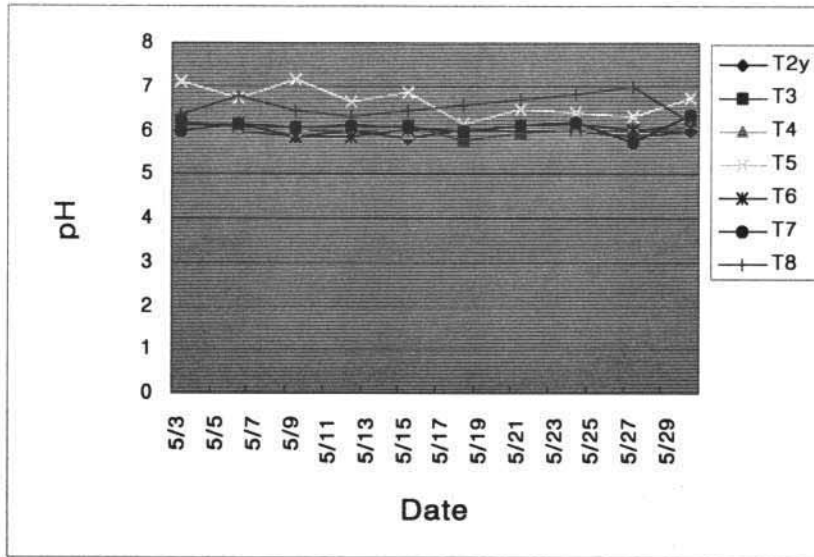


그림 2-1-35. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 5/1~5/31까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:메트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

5월에도 T5와 T8에서 다소 높은 pH를 보였으며 나머지 처리구들은 거의 비슷한 pH 6의 값을 보였다.



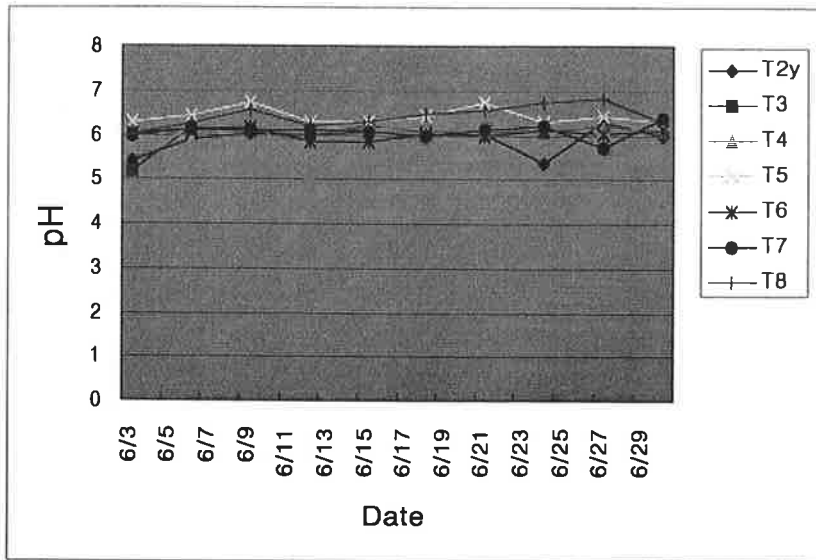


그림 2-1-36. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 6/1~6/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

이러한 현상은 6월에도 비슷하여 T5와 T8에서 다소 높았으나 큰 차이가 없었으며 시기에 따라서는 잠깐 T2와 T4에서 내려간 일이 있었으나 곧 교정되어 정상적인 pH를 보였다.

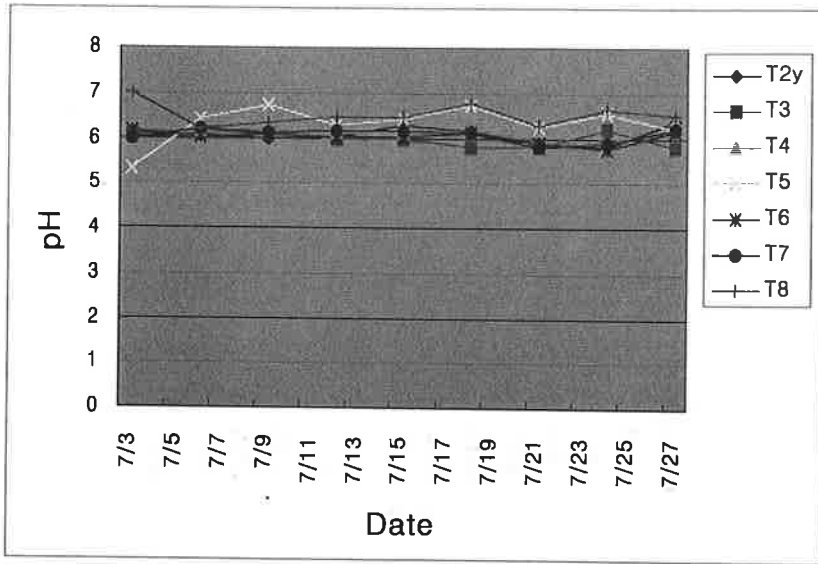


그림 2-1-37. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup> 양액에서의 7/1~7/31까지의 pH변화.

<sup>z</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

7월에도 T5, T8이 다소 높았으나 나머지 5구는 6으로 비슷한 값을 보였다.

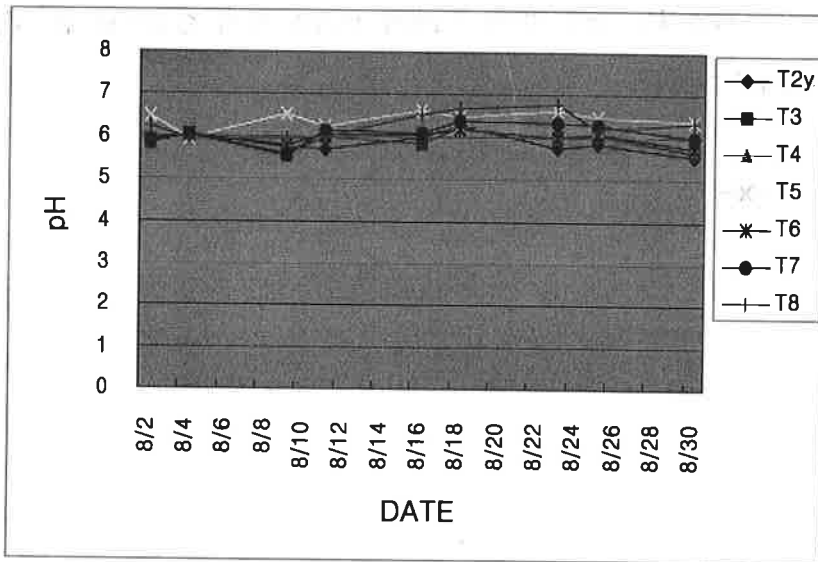


그림 2-1-38. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup> 양액에서의 8/1~8/31까지의 pH변화.

<sup>z</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

8월에도 7월과 마찬가지로 pH 6을 중심으로 일정하게 유지 하고 있었으나 T5, T8에서 다소 높은 값을 보였다.

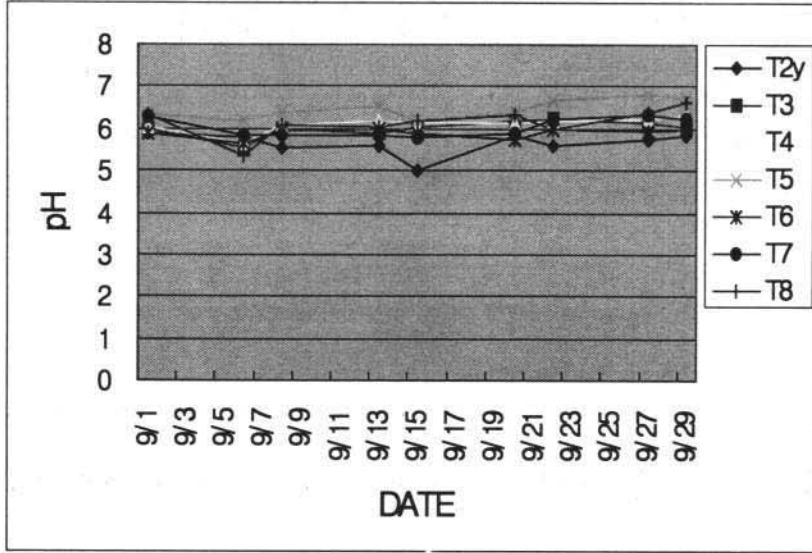


그림 2-1-39. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 9/1~9/30까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

9월에도 8월과 같이 pH6을 중심으로 일정하게 유지 하였으나 T2가 약간 낮은 값을 보였다.

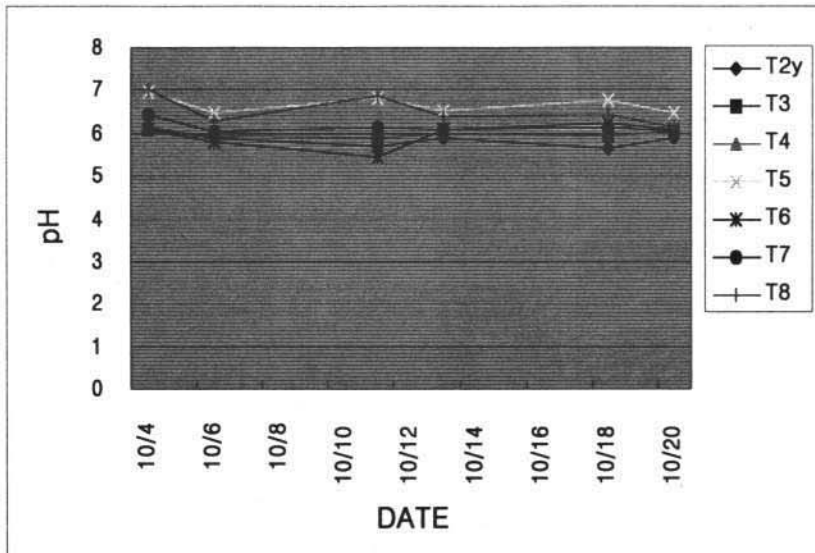


그림 2-1-40. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 10/1~10/22까지의 pH변화.

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

10월에도 T5와 T8을 제외하고는 pH 6을 유지하였고 상기 두 처리구도 pH 7 이하로서 작물생육에는 위험한 수준은 아니었다.

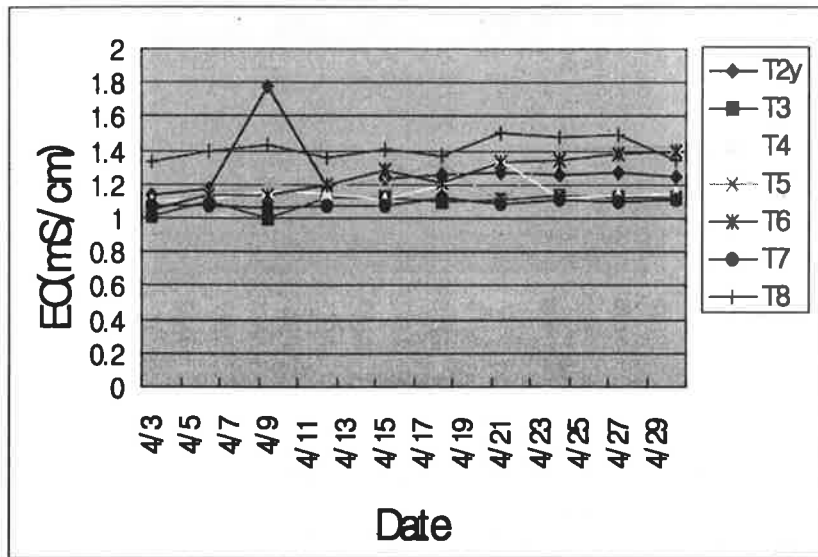


그림 2-1-41. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 4/1~4/30까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:홍통, T5:매트, T6:지상살수, T7:홍통심지, T8:바닥담배수).

4월의 EC변화를 보면 전체적으로 1.0~1.4mS/cm범위안에 들어 있었으나 T8만은 전체처리중 가장 높아서 대체로 1.4mS/cm를 상승하였다. 이것은 시멘트 바닥에 담배수가 되는 system상의 원인으로 생각 되었다. 4/9일경 T2에서 갑자기 상승한 일이 있었으나 바로 교정이 되었다. T7, T3은 전체적으로 비교적 낮은 EC를 보였다.

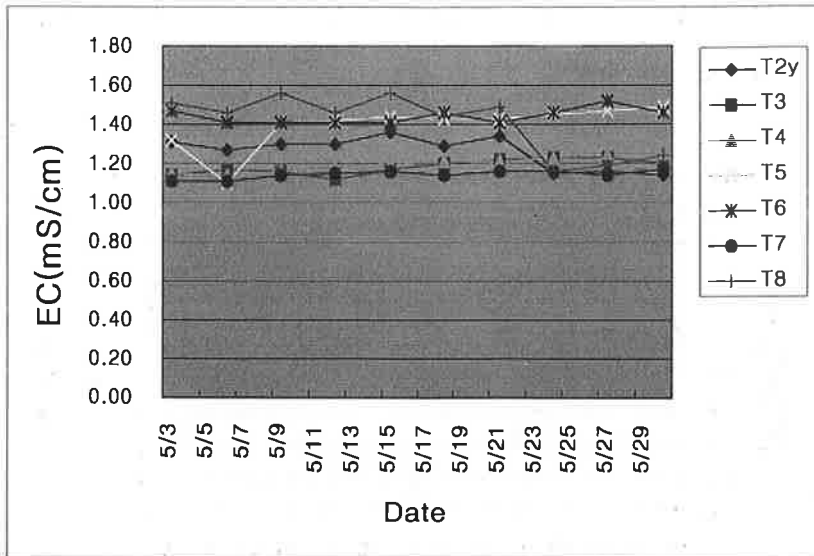


그림 2-1-42. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup> 양액에서의 5/1~5/31까지의 EC변화.

<sup>z</sup>장식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:홍통,T5:매트,T6:지상살수,T7:홍통심지,T8:바닥담배수).

5월에도 T8, T6, T5에서 다소 높은 EC를 보였으며 T2도 상중순에는 약간 상승하였으나 하순에는 다른 처리와 같은 1.2mS/cm수준을 보였다.

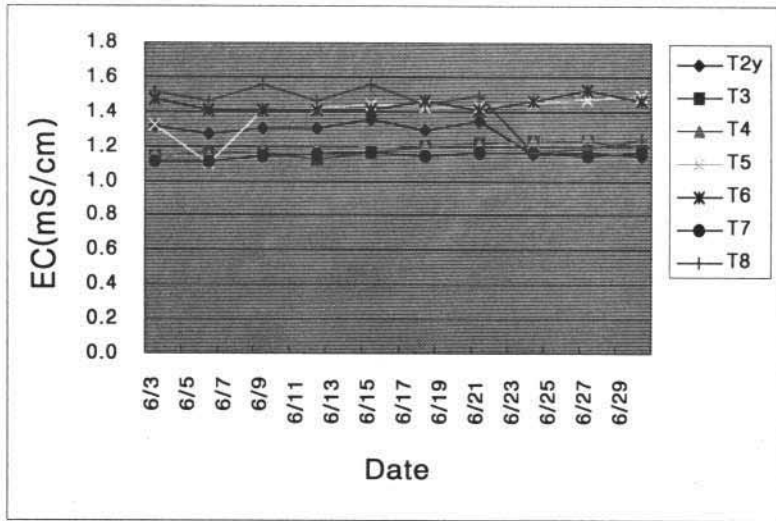


그림 2-1-43. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 6/1~6/30까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

이러한 경향은 6월에도 비슷하여 T8, T5, T6, T2는 1.4mS/cm를 중심으로 다른 처리보다 0.2mS/cm높은 수준을 보이는 변화를 보였다.

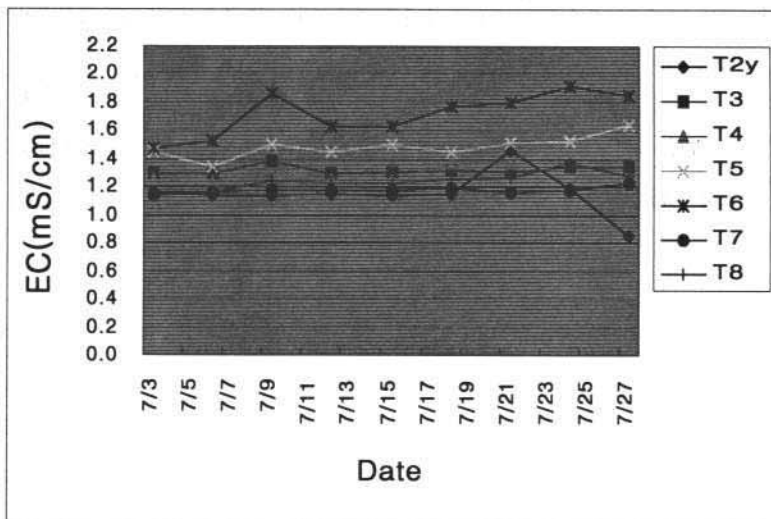


그림 2-1-44. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 7/1~7/31까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

7월에는 6이 가장 높은 EC를 보여 1.8mS/cm의 높은 값을 보였으며 다음이 T5이었다. 나머지 처리구는 1.2mS/cm를 중심으로 비슷한 값을 유지하였다.

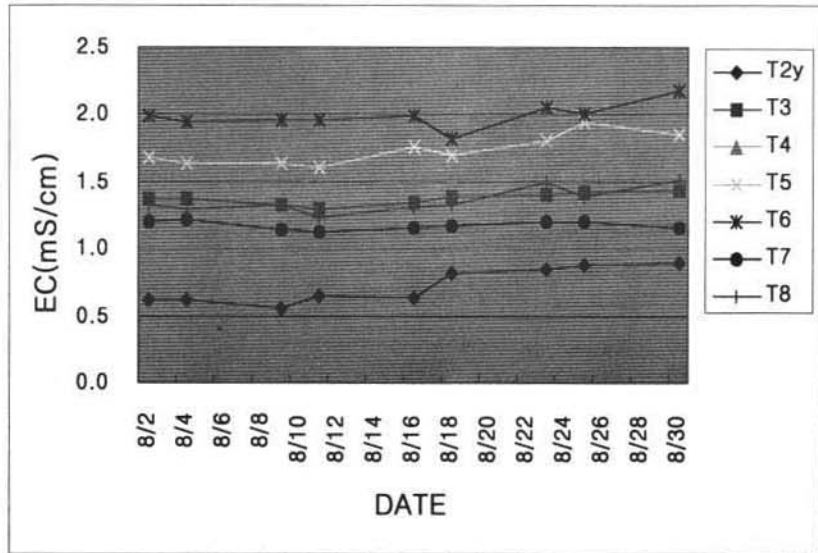


그림 2-1-45. 급수방법에 따른 벤자민고무나무 양액에서의 8/1~8/31까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

8월에는 EC가 계층적인 값으로 측정되었다. 가장 높았던 구는 T6이었고 다음은 T5, T4, T3, T8, T7, T2순으로 내려가서 T2가 가장 낮았다. 이러한 차이는 양수분의 흡수력의 차이때문으로 생각되었다.



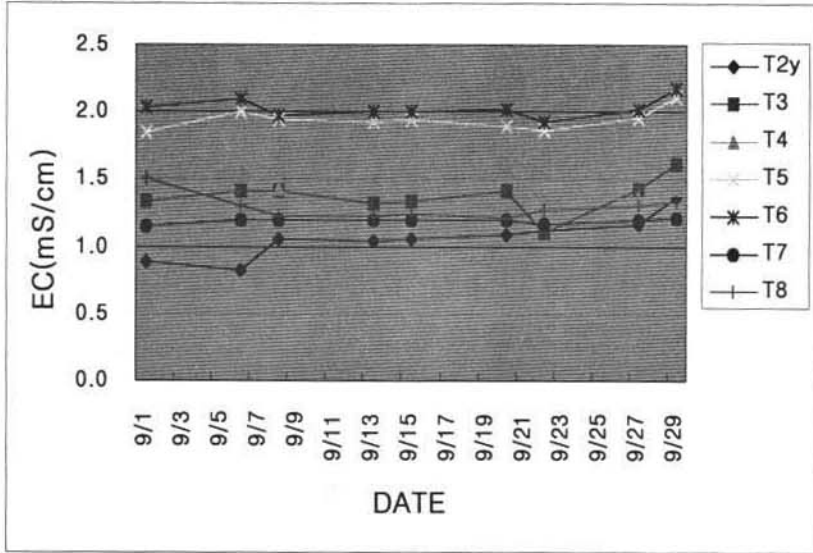


그림 2-1-46. 급수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 9/1~9/30까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

이러한 경향은 9월에도 비슷하였다. 가장 높았던 구는 T6이었고 다음은 T5, T4, T3, T8, T7, T2순으로 내려가서 T2가 가장 낮았다. 이러한 차이는 8월과 마찬가지로 양수분의 흡수력의 차이 때문으로 생각되었다.

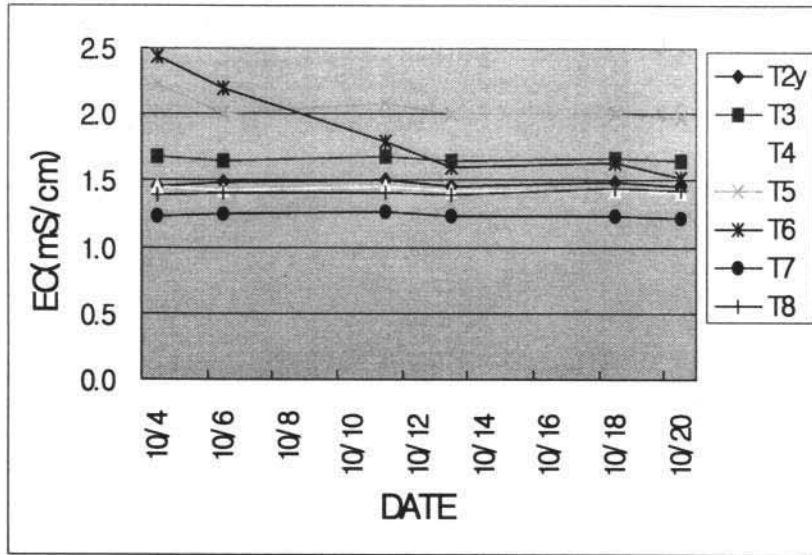


그림 2-1-47. 급수방법에 따른 벤자민고무나무 양액에서의 10/1~10/22까지의 EC변화.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급: 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

10월에는 9월과는 달리 T5가 가장 높았고 다음이 T3, T6이었고 T7이 가장 적었다. 나머지는 1.5ms/cm를 중심으로 별차이가 없었다

(5) 양액 공급량

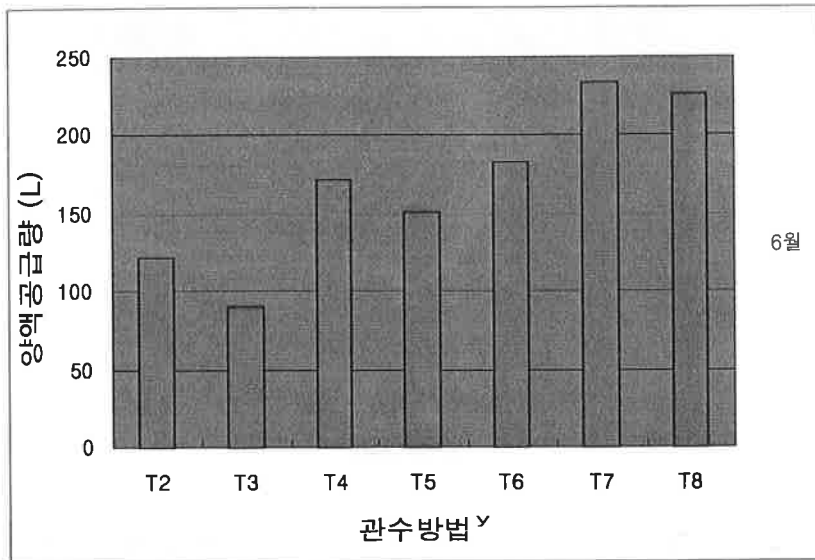


그림 2-1-48. 급수방법에 따른 6/1~6/30까지 벤자민고무나무<sup>2)</sup>의 양액소모량(L)비교.

<sup>2)</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>3)</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

6월의 양액공급량을 비교하여 보면 가장 많았던 구는 T7과 T8이었고 가장 적었던 구는 T3과 T2이었다. 그리고 T4, T5, T6은 그 중간이었다. 가장 적은양의 양액이 소모되는 처리는 점적관수(T3)로서 T7, T8과는 두배이상 절약 되었다. 한편 T2인 벤치담배수관수(ebb & flow system)도 전체 처리중 두번째로 양액이 절약되는 방법이었다. 시멘트바닥에 방수처리를 하여 담배수관수를 하는 바닥담배수관수는 플라스틱 트레이에 의해 관수하는 벤치담배수관수와는 달리 수분 소모가 더 많은 것으로 생각되며 흙통심지관수도 늘 흙통심지가 양액에 젖어 있어야 되기 때문에 증산이 더 많은 원인으로 생각되었다.

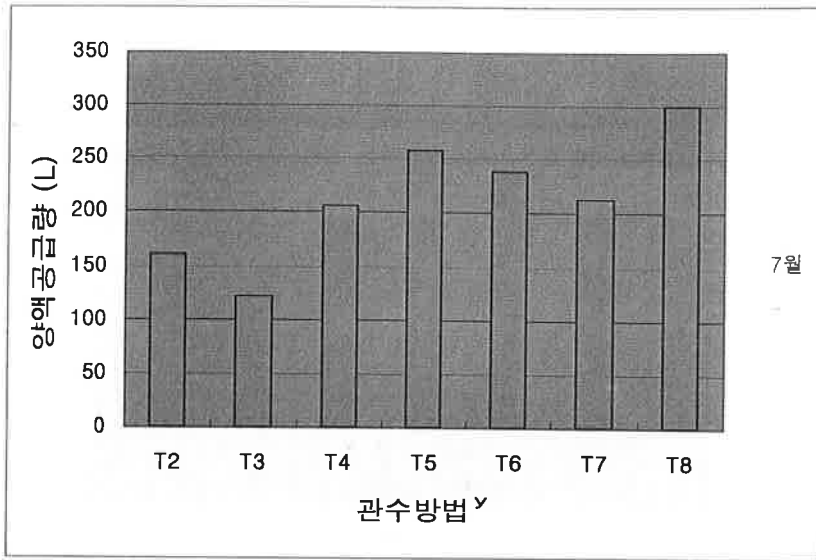


그림 2-1-49. 급수방법에 따른 7/1~7/31까지 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

7월에도 T8이 가장 많은 양액 흡수량을 보였고 다음이 T5이었다. 가장 적었던 구는 T3와 T2이었다.

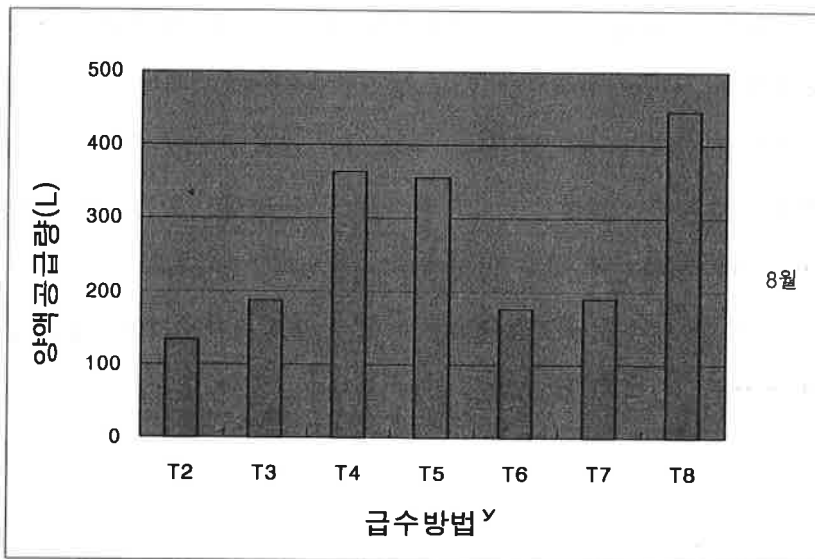


그림 2-1-50. 급수방법에 따른 8/1~8/31까지 벤자민고무나무<sup>2</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>3</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

8월에도 T8이 가장 많은 양액흡수량을 보였고 다음이 T4와 T5이었다. 낮은 양액 흡수를 보인구는 T2, T3, T6, T7구 이었다.

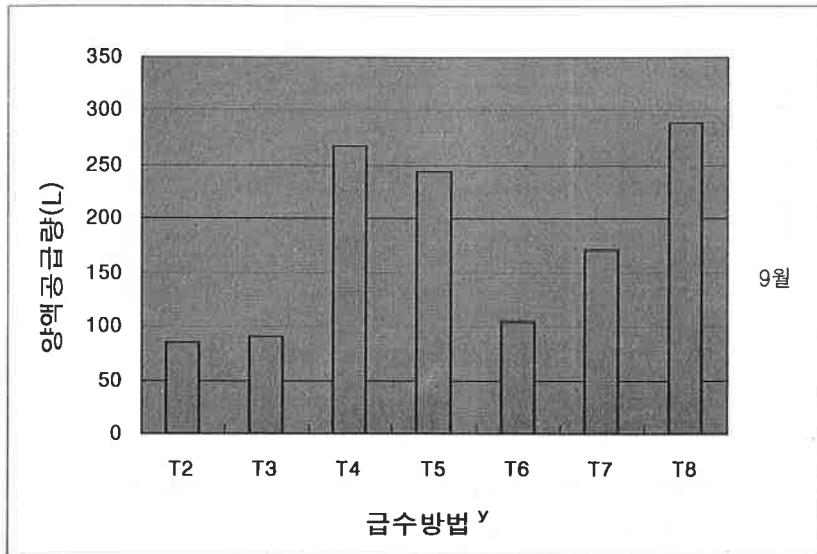


그림 2-1-51. 급수방법에 따른 9/1~9/30까지 벤자민고무나무<sup>z</sup> 양액에서의 양액소모량 비교.

<sup>z</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

9월에도 T8에서 높은 양액흡수량을 보였고 다음은 T4와 T5이었다. T2, T3, T6에서 가장 적은 양액흡수를 보였다.

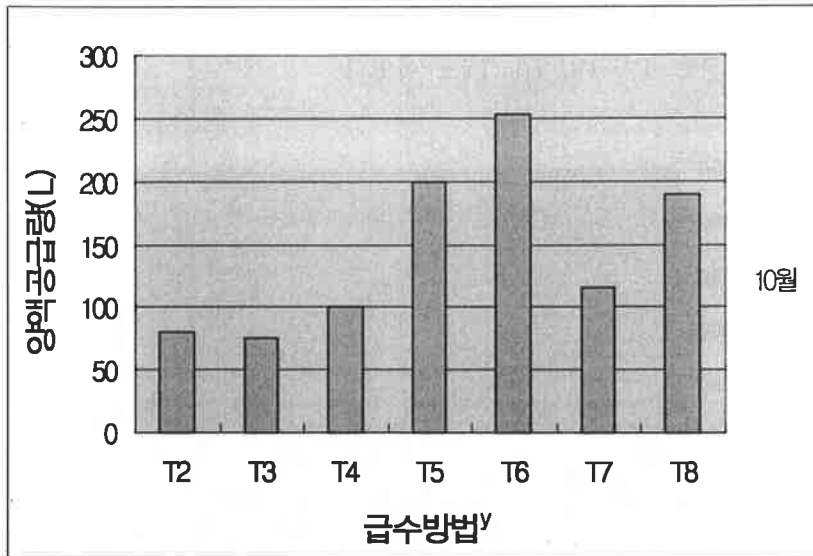


그림 2-1-52. 급수방법에 따른 10/1~10/22까지 벤자민고무나무<sup>z</sup> 양액에서의 양액소모량 비교

<sup>z</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

10월에는 T6에서 가장 높은 양액 흡수를 보였으나 T8과는 큰 차이는 아니었다. T2, T3, T4, T7은 낮은 흡수를 보였다.

(6) 양분흡수율

표 2-1-27. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한 5/1~5/31까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
T2	a	180	y	5.74	0.98	4.49	3.10	1.40
	w	122	y1	7.80	2.53	1.61	3.01	1.32
	a/w	1.48	n/w <sup>x</sup>	2.69	-1.31	5.87	3.14	1.44
T3	a	180	y	3.66	1.22	3.36	3.02	1.23
	w	107	y1	5.39	3.08	6.63	3.13	1.41
	a/w	1.68	n/w	0.75	-1.90	-2.14	2.84	0.93
T4	a	180	y	3.99	1.20	3.61	3.33	1.28
	w	171	y1	4.53	2.42	2.80	2.61	1.29
	a/w	1.05	n/w	3.42	-0.08	3.65	3.37	1.27
T5	a	180	y	2.69	0.47	6.36	2.56	1.41
	w	99	y1	3.76	2.00	1.98	4.27	0.84
	a/w	1.82	n/w	0.74	-2.31	9.89	-0.55	1.88
T6	a	180	y	5.15	1.25	3.66	3.70	1.26
	w	238	y1	6.03	1.34	4.04	2.81	1.25
	a/w	0.76	n/w	4.48	1.18	3.37	3.49	1.26
T7	a	180	y	5.38	1.30	4.20	3.07	1.32
	w	313	y1	5.75	2.12	3.28	2.33	0.99
	a/w	0.58	n/w	5.26	0.82	3.81	2.76	1.18
T8	a	180	y	6.47	0.56	15.36	2.48	1.17
	w	323	y1	2.35	0.40	1.85	0.63	0.64
	a/w	0.56	n/w	4.66	0.49	9.42	1.66	0.94

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:흡통, T5:매트, T6:지상살수, T7:흡통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
 $n$  = 양액 흡수량  
 $a$  = 초기 배양액양  
 $w$  = 식물체가 흡수한 물의양  
 $y$  = 배양용액에서 다량원소의 초기농도( $me \cdot L^{-1}$ )  
 $y_1$  = 배양용액에서 다량원소의 후기농도( $me \cdot L^{-1}$ )

벤자민고무나무의 최종생장에서 생체중과 건물중이 가장 높았던 구는 T8이었고 다음이 T2와 T4이었다. 따라서 이들 처리구에서 양액흡수율을 중심으로 검토 하여 보면 다음과 같았다.

벤자민고무나무는 아갈레아와는 달리 많은 양의 양분흡수가 있었다. 5월에도 바닥담배수관수(T8)에서 N가  $4.7me \cdot L^{-1}$ 의 높은 농도를 흡수 하였고 K도  $9.4me \cdot L^{-1}$ 을 흡수 하였다. 한편 P는  $0.5me \cdot L^{-1}$ 의 낮은 흡수를 보였다. 한편 벤치담배수 관수(T2)에서도 N가  $2.7me \cdot L^{-1}$ , K가  $5.9me \cdot L^{-1}$ 의 흡수율을 보였다. 한편 P는

매우 낮은 흡수율을 보였다. 홈통 관수(T4)에서도 N는  $3.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K는  $3.7\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 양분흡수율을 보였다.



표 2-1-28. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한  
6/1~6/30 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
T2	a	180	y	5.83	1.32	3.82	3.03	1.36
	w	122	y1	4.87	1.19	6.28	2.76	1.47
	a/w	1.48	n/w <sup>x</sup>	6.29	1.38	0.18	3.25	1.20
T3	a	180	y	5.08	1.31	6.34	2.85	1.55
	w	90	y1	5.17	2.02	4.64	2.27	1.45
	a/w	2.00	n/w	4.90	-0.11	8.04	3.43	1.65
T4	a	180	y	4.94	1.21	4.10	2.71	1.28
	w	171	y1	5.24	1.01	4.13	2.46	1.21
	a/w	1.05	n/w	4.91	1.22	4.07	2.72	1.28
T5	a	180	y	1.41	1.27	7.18	2.09	1.77
	w	151	y1	2.83	1.25	5.88	2.75	1.63
	a/w	1.19	n/w	-0.28	1.27	7.43	1.30	1.79
T6	a	180	y	1.49	1.50	5.77	2.85	1.69
	w	183	y1	6.62	1.25	7.07	2.48	1.73
	a/w	0.98	n/w	-3.54	1.40	4.49	2.84	1.65
T7	a	180	y	4.35	1.27	3.68	2.50	0.97
	w	234	y1	7.65	1.05	3.17	2.26	1.09
	a/w	0.77	n/w	1.81	1.22	3.57	2.44	0.88
T8	a	180	y	2.74	0.50	9.97	2.27	0.80
	w	226	y1	8.94	0.96	8.96	2.21	1.10
	a/w	0.79	n/w	-2.16	0.14	9.75	2.26	0.56

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일,

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:흡통, T5:매트, T6:지상살수, T7:흡통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y) \text{에서}$$

n = 양액 흡수량

a = 초기 배양액양

w = 식물체가 흡수한 물의양

y = 배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub> = 배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

6월에 들어서서는 5월과는 다른 흡수율을 보였다. T8에서 보면 N는 초기양액 농도 보다 후기농도가 더 축적된 마이너스 값이 나와서 질소의 흡수가 상당히 감소되었다. 그러나 인산은 5월에 비하여 증가되어 0.16me · L<sup>-1</sup>의 흡수율을 보였다. 한편 K는 9.8me · L<sup>-1</sup>의 높은 양분흡수를 보였다. N은 저조한 흡수를 보였다.

한편 T2는 높은 N의 흡수를 보여 6.3me · L<sup>-1</sup>인데 비해 K는 0.18me · L<sup>-1</sup>로 낮은 흡수율을 보였다. 한편 P는 1.38me · L<sup>-1</sup>로 5월에 비해 높은 흡수를 보였다. T4도 N=4.9me · L<sup>-1</sup>, P=1.22me · L<sup>-1</sup>, K=4.07me · L<sup>-1</sup>의 흡수양상을 보였다.

표 2-1-29. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한 7/1~7/31 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
T2	a	180	y	3.08	1.28	5.52	1.54	0.15
	w	160	y1	4.67	1.25	5.05	1.41	0.15
	a/w	1.13	n/w <sup>x</sup>	1.28	1.28	5.58	1.57	0.15
T3	a	180	y	4.94	1.62	4.78	1.51	0.14
	w	121	y1	4.94	1.55	4.67	1.28	0.14
	a/w	1.49	n/w	4.94	1.65	4.83	1.62	0.14
T4	a	180	y	6.03	1.44	4.55	1.64	0.13
	w	206	y1	5.67	1.50	4.90	1.52	0.14
	a/w	0.87	n/w	5.98	1.39	4.25	1.62	0.12
T5	a	180	y	3.81	1.33	8.01	2.17	0.14
	w	258	y1	3.71	1.39	6.86	1.98	0.14
	a/w	0.70	n/w	3.78	1.29	7.67	2.11	0.14
T6	a	180	y	5.58	1.62	6.81	1.90	0.15
	w	240	y1	4.71	8.10	6.64	1.86	0.14
	a/w	0.75	n/w	5.36	-3.24	6.77	1.89	0.15
T7	a	180	y	6.01	1.32	4.14	1.46	0.15
	w	213	y1	5.82	6.89	4.61	1.39	0.15
	a/w	0.85	n/w	5.98	-3.41	3.74	1.45	0.15
T8	a	180	y	5.35	1.29	4.96	1.33	0.16
	w	300	y1	5.01	1.26	5.26	1.28	0.15
	a/w	0.60	n/w	5.21	1.28	4.78	1.31	0.16

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수, T2:벤치담배수, T3:점적, T4:흡통, T5:매트, T6:지상살수, T7:흡통심지, T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n=양액 흡수량  
a=초기 배양액양  
w=식물체가 흡수한 물의양  
y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)  
y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

한편 7월에는 T8에서는 N과 K의 흡수가 비교적 많았는데 N는 5.2me · L<sup>-1</sup>의 높은 흡수를 보였다. 한편 P는 1.3me · L<sup>-1</sup>, K는 4.8me · L<sup>-1</sup>의 흡수를 보였다. 한편 T2는 N=6.3me · L<sup>-1</sup>, P는 1.4me · L<sup>-1</sup>, K는 0.18me · L<sup>-1</sup>이 흡수되었고 T4는 N=4.9me · L<sup>-1</sup>, P=1.2me · L<sup>-1</sup>, K=4.1me · L<sup>-1</sup>이 흡수되었다. 따라서 7월에 들어서서 양분흡수의 균형흡수를 보이고 있었다.

가장 생장이 좋았던 T8에서 N수준은 5.2me · L<sup>-1</sup>정도로 비교적 높은 양액농도가 필요하였다.

표 2-1-30. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 관수방법에 따른 야마자키 공식에 의한  
8/1~8/31까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
T2	a	180	y	2.98	0.45	2.32	3.25	0.51
	w	134	y1	4.89	0.78	3.22	4.16	1.00
	a/w	1.34	n/w <sup>x</sup>	0.42	0.01	1.11	2.03	0.15
T3	a	180	y	8.62	1.45	5.53	6.75	1.51
	w	188	y1	6.46	1.41	5.85	6.69	1.56
	a/w	0.95	n/w	8.51	1.45	5.23	6.75	1.46
T4	a	180	y	6.98	1.77	6.04	6.69	1.60
	w	365	y1	6.81	1.83	6.52	6.61	1.61
	a/w	0.49	n/w	6.89	1.74	5.80	6.65	1.60
T5	a	180	y	2.32	1.26	7.39	7.58	1.62
	w	354	y1	1.59	1.42	9.93	9.43	1.57
	a/w	0.51	n/w	1.96	1.18	6.09	6.64	1.60
T6	a	180	y	10.00	1.93	7.27	8.64	1.61
	w	175	y1	13.28	2.04	8.90	9.43	1.55
	a/w	1.03	n/w	6.62	1.82	5.59	7.83	1.61
T7	a	180	y	5.93	1.33	4.03	5.69	1.50
	w	191	y1	7.21	1.18	4.27	5.70	1.37
	a/w	0.94	n/w	4.73	1.32	3.80	5.68	1.49
T8	a	180	y	6.91	0.66	7.31	5.44	1.32
	w	445	y1	8.06	0.39	7.74	5.46	1.32
	a/w	0.40	n/w	6.45	0.50	7.14	5.43	1.32

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일.

<sup>y</sup>처리: 표 2-1-1 참조(T1: 호스관수, T2: 벤치담배수, T3: 점적, T4: 흡통, T5: 매트, T6: 지상살수, T7: 흡통심지, T8: 바닥담배수).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n = 양액 흡수량  
a = 초기 배양액양  
w = 식물체가 흡수한 물의양  
y = 배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)  
y<sub>1</sub> = 배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

한편 8월에는 성장량이 가장 높았던 T8에서는 N과 K의 흡수가 비교적 많았는데 N는 6.45me · L<sup>-1</sup>의 높은 흡수를 보였고 K는 7.14me · L<sup>-1</sup>가 흡수되었다. 한편 P는 0.5me · L<sup>-1</sup>의 흡수를 보였다. 한편 T2는 낮아서 N=0.43me · L<sup>-1</sup>, P는 0.01me · L<sup>-1</sup>, K는 1.11me · L<sup>-1</sup>이 흡수되었다.

가장 생장이 좋았던 T8에서 N수준은 6.45me · L<sup>-1</sup>정도로 비교적 높은 양액농도가 필요하였다.

(7) 식물체 분석

표 2-1-31. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 식물체분석.

처리 <sup>1</sup>	T-N	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Na
	(%)				(mg · kg <sup>-1</sup> )			
T1	1.84	0.13	4.79	0.53	0.04	522	176	2882
T2	1.92	0.13	4.47	0.63	0.04	486	150	1770
T3	2.10	0.14	4.67	0.67	0.07	502	278	1730
T4	2.36	0.13	3.41	0.63	0.04	498	158	1724
T5	1.41	0.12	4.85	0.77	0.04	510	188	1034
T6	2.02	0.13	6.08	0.66	0.04	532	158	1486
T7	1.70	0.13	4.30	0.63	0.04	476	166	1574
T8	2.00	0.12	4.49	0.64	0.04	496	188	1036
평균	1.92	0.13	4.63	0.65	0.04	502.75	182.75	1654.50

<sup>2</sup>정식 : 99년 3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도: S.

<sup>1</sup>처리: 표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

가장 생장이 좋았던 T8에서 식물체내 성분을 보면 T-N는 2%, 인산이 0.1%, K가 4.5%, Ca는 0.6%수준이었다. T2도 T-N가 2%, 인산이 0.1%, K가 4.5%수준에서 좋은 생장을 보였다. T4도 T-N는 2.4%, 인산이 0.1%, K가 3.4%수준이었다. 이들중 N가 관엽식물인 벤자민고무나무에서는 중요한데 8처리의 평균치가 1.9%인데 비해 생장이 좋았던 처리구에서 모두 평균치 보다 높은 값을 보였다.

(8) 화분 배지의 pH, EC 및 물리성

표 2-1-32. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수 관수 118일 후 최종조사시 배지종류별 pH, EC 및 물리성 비교.

처리 <sup>3</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	4.92	4.77	1.45	0.30	0.15	0.53	72	225	28	33.8	38.2
T2	4.48	4.69	3.83	0.84	0.15	0.57	74	210	26	31.5	42.5
T3	4.53	4.50	3.58	2.68	0.16	0.60	73	247	27	39.5	33.5
T4	4.62	4.08	7.69	2.07	0.15	0.66	77	105	23	15.8	61.2
T5	4.26	3.86	2.97	3.30	0.18	0.69	74	292	26	52.6	21.4
T6	4.65	4.50	1.30	1.55	0.19	0.62	69	310	31	58.9	10.1
T7	4.48	4.63	1.95	0.90	0.20	0.70	71	305	29	61.0	10.0
T8	4.92	6.04	0.11	0.74	0.18	0.65	72	313	28	56.6	15.7
평균	4.61	4.63	2.86	1.55	0.17	0.63	73	250.88	27	43.7	29.1

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: S<sub>1</sub>, 조사일자:99년7월6일.

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흡통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흡통심지,T8:바닥담배수).

<sup>x</sup>T:화분의 상부배지, B:화분의 하부배지

pH는 전체적으로 낮은 값을 보였는데 화분의 상부와 하부가 평균 4.6의 산성을 보였다. 이러한 값은 호산성인 식물의 성장범위 안에 들어가는 수준이었다. 그러나 양액에서 5일마다 교정되어 졌기 때문에 성장에는 아무런 이상이 없었던 것으로 보였다. 가장 생장이 좋았던 T8에서 상부는 5.0이었으나 하부는 6을 보여 다른 처리보다 높은 pH값을 보였다. 한편 EC는 T8에서 가장 낮은 EC를 보여 상부가 0.11mS/cm, 하부는 0.74mS/cm의 낮은 값을 보였다. 한편 T4는 전체처리구중 가장 높은 EC를 보였으며 평균치보다도 매우 높은 EC값을 보였다. 한편 T1도 낮은 값을 보여 상부가 1.5mS/cm, 하부는 0.3mS/cm로서 평균치보다도 낮은 값을 보였다. 기타 물리성은 전처리간에 별차이를 보이지 않았고 가장 생장이 좋았던 T8에서보면 다른 처리보다 보수력과 액상의 비율이 높았다.

(9) 화분배지 내의 수분 pF변화

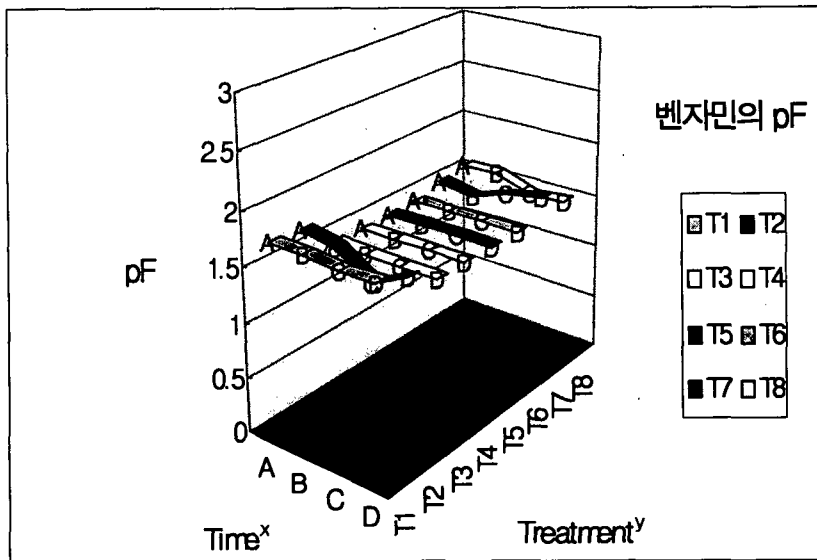


그림 2-1-53. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 관수방법에 따른 화분배지의 1일중 시간대별 pF변화.

<sup>1</sup>A : 0시~6시, B : 6시~12시, C : 12시~18시, D : 18시~24시

<sup>2</sup>정식: 99년 3월3일, 양액공급시작 3월10일, 양액농도: S. 조사일자:99년6월22일, 7월3일 평균.

<sup>3</sup>처리:표 2-1-1참조(T1:호스관수,T2:벤치담배수,T3:점적,T4:흙통,T5:매트,T6:지상살수,T7:흙통심지,T8:바닥담배수).

-pF측정기기:Hans system SMC~40D digital

대체로 1.5를 중심으로 큰 변화는 없었으나 T1과 T2에서는 A(오전 0~6시 사이)와 B(6시~12시)에서 다소 높았으나 오후 6시 이후는 낮았다. 한편 T7과 T8은 다른 처리구(T3~6)보다 좀 높은 값을 보였고 특히 오후 pF값이 높았다.

(10) 벤자민 고무나무 연구장소의 환경조사

표 2-1-33. 벤자민고무나무 관수시험 장소의 시험기간중 순별(3/19 ~ 10/22) 환경조건(광도, 온도, 습도).

월 순별	평균광도( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )			평균온도( $^{\circ}\text{C}$ )			평균습도(RH)		
	10시	13시	14시	10시	13시	14시	10시	13시	14시
3/17 ~ 3/20	306.9	469.7	548.0	14.8	26.9	26.4	61.3	36.6	37.9
3/21 ~ 3/31	324.5	550.4	580.6	15.4	29.8	29.7	45.9	22.0	21.1
4/1 ~ 4/10	319.9	669.8	569.6	19.0	29.9	29.7	51.3	24.7	22.9
4/11 ~ 4/20	330.5	762.0	734.3	21.4	32.2	33.4	49.5	34.2	28.0
4/21 ~ 4/30	348.7	740.6	818.9	26.1	35.3	37.3	32.7	18.9	18.7
5/1 ~ 5/10	411.6	805.1	682.3	26.3	32.0	32.6	50.6	33.5	31.3
5/11 ~ 5/20	495.6	909.7	866.8	28.8	35.4	34.9	40.2	21.7	23.2
5/21 ~ 5/30	460.1	929.6	1055.6	26.2	33.1	35.7	48.2	31.2	23.7
6/1 ~ 6/10	420.3	681.9	692.2	28.5	34.8	36.0	57.4	41.5	38.6
6/11 ~ 6/20	385.1	632.6	796.2	27.6	34.0	35.7	41.1	30.7	30.0
6/21 ~ 6/30	389.5	926.0	904.8	29.9	40.7	42.0	43.1	28.8	27.0
7/1 ~ 7/10	372.6	667.7	698.8	29.2	35.3	36.0	56.8	42.3	41.7
7/10 ~ 7/20	386.5	732.8	642.3	30.0	36.2	36.4	59.3	43.4	42.6
7/21 ~ 7/30	263.0	412.7	464.9	29.4	34.8	34.7	75.4	55.1	56.7
8/1 ~ 8/10	267.7	1117.0	1045.0	29.7	34.7	35.7	69.9	57.3	55.4
8/10 ~ 8/20	399.3	850.0	728.2	33.6	40.2	40.1	54.2	38.6	39.1
8/21 ~ 8/30	222.8	532.7	516.8	28.8	35.2	35.7	65.8	45.1	44.1
9/1 ~ 9/10	178.5	555.4	540.7	30.1	36.6	38.0	64.3	48.5	44.0
9/10 ~ 9/20	139.5	284.3	466.7	25.6	30.6	31.8	75.4	61.3	57.7
9/21 ~ 9/30	124.6	503.5	375.4	23.3	31.9	31.4	76.2	49.2	47.8
10/1 ~ 10/10	93.1	129.6	367.0	18.6	29.6	30.4	81.7	49.8	44.8
10/10 ~ 10/20	93.2	400.7	295.8	17.1	30.8	29.7	75.1	38.3	35.0
10/21 ~ 10/22	86.5	420.0	348.5	17.2	32.3	34.7	86.0	39.7	33.6

벤자민고무나무 급수방법개량화 연구 장소의 환경조사에서 평균광도는 매우 높아 공시식물의 성장에는 아주 좋은 광조건을 보여주고 있었다. 온도는 비교적 높아 열대식물인 벤자민고무나무 성장에는 아주 알맞는 온도조건을 보여주고 있었다. 한편 습도는 오전에는 대체로 50%를 중심으로 약간의 진폭이 있었으나 오후에는 다소 건조하였다.

### 3. 적요

분화류 관수에 가장 알맞는 생력자동화 관수시스템을 개발하기 위하여 아잘레아와 벤자민고무나무를 공시하여 서울시립대에서 개발한 전기식모발습도계등 8가지 관수시스템을 시설하여 1차년도에서 가장 좋았던 배지와 양액을 도입 시험한결과 다음과 같았다.

#### 1) 아잘레아 (품종:미손벨)

##### (1) 성장량

초장은 정식 초기, 처리간 차이를 보였으나 정식 1개월 후부터는 통계적인 유의차를 보이지 않았다. 초폭은 3/15일 다소 차이를 보였으나 4/1일에는 통계적인 차를 보이지 않았다. 5/10일까지 상당한 성장을 보였으나 5월과 6월 사이에는 변화가 거의 없었으며 6/1일에서 7/10일 사이에 급신장 하였다. 최상 위 완전 전개엽의 엽장에서 큰 차이가 발견되지 않았다. 분지수는 초기에 차이를 보였으나 4/1일 이후에는 별 차이가 없었다. 정식 4개월 후 조사에서 근장을 보면 T2(담배수관수)에서 가장 길었고 나머지 처리구와 비교해 볼 때 유의 차가 없었다.

##### (2) 생체중과 건물중

4개월 성장후 지상부 생체중은 T7(흙통심지관수), T2(저면담배수관수), T3(점적관수), T4(흙통관수)에서 비교적 높은 값을 보였고 T5(매트관수), T1(호스관수)에서 낮은 값을 보였다. 지하부 생체중은 통계적인 유의차는 없었으나, 평균치 이상의 값을 보인 구는 T8(바닥담배수관수), T4(흙통관수), T2(벤치담배수관수)이었다. 한편 건물중도 대체로 생체중과 같은 경향이였다.

7개월 성장후의 생체중은 T7(흙통심지관수)에서 가장 많았고 다음은 T1(호스관수), T6(지상살수관수)순 이었다.

가장 낮았던 것은 T5(매트관수)이었고 다음은 T4(흙통관수)이었다. 지상부생체중도 T7에서 가장 많았으나 T1, T3, T6, T8과는 유의차가 없었다. 한편 지하부는



T6과 T1에서 많았으나 가장 적었던 T4를 제외 하고는 전처리간에 유의차가 없었다. 건물중도 생체중과 같은 경향을 보였다.

### (3) 엽록소 함량

SPAD502로 측정한 결과 T1, T3, T6, T7, T8에서 높은 값을 보였다. 한편 T2, T4, T5에서는 비교적 낮은 값을 보였다.

### (4) 광합성

T4에서 가장 많았고 다음이 T1이었다. 그러나 T2, T3, T7과는 유의차가 없었다.

### (5) 양액의 pH 변화

양액 공급 초기인 3월중 pH 변화는 T6과 T1에서 다소 높은 값을 보였고 3월말 쯤에는 T5에서 약간 올라갔다. 4월에는 전처리간 별 차이를 보이지 않았으나 T5에서만 pH 6보다 다소 높은 수치를 보이기도 하였다. 5월에는 T5에서 다소 높은 값을 보였고 나머지구들은 pH 5를 중심으로 별 변화가 없었다. 6월에는 전체적으로 T5(매트관수)가 가장 높았고 다음이 T6(지상살수관수)이었다. 7월에는 T5와 T6이 대체로 높은 편이었고 기타구는 비교적 안정된 수치를 유지하였다.

### (6) 양액의 EC 변화

3월 양액의 EC 변화는 초기, T1과 T6이 0.2mS/cm정도로 낮았고 나머지 구는 0.6~0.7mS/cm정도의 값을 보였다.

4월에는 전체적으로 비슷한 값을 보였는데 T6(지상살수관수)은 다소 낮은 값을 보였다. 5월에는 T4와 T5에서 다소 높은 값을 보였지만 1.2mS/cm이상은 올라가지 않았다. 6월에는 T4(흙통관수), T5(매트관수) 두 처리가 전체적으로 높은 EC를 보였다. 한편 T1, T2, T4의 호스관수와 벤치담배수관수에서 낮은 EC를 보였다. 7월에는 T4에서 가장 높았고 T1에서 가장 낮았다.

### (7) 양액 공급량

4월의 양액공급량은 T3(점적관수)에서 가장 많았고 다음이 T4(흙통관수)이었다.

가장 낮은 양액공급량을 보인구는 T5(매트관수)와 T6(지상살수관수)이었고 나머지 T1, T2, T7, T8는 100L 이하의 적은 공급량을 보였다. 5월에는 T3과 T4에서 100L이상의 공급량을 보였다. 가장 낮았던 T5와 높은 T4은 5배 정도의 차이를 보였다. T1, T2, T6, T7, T8는 약 100L정도 수준이었다. 6월에는 T4(점적관수)와 T3(흙통관수), T6(지상살수관수)에서 많았고 T5(매트관수)에서 가장 적었다. 7월에는 T4에서 가장 많았고 다음이 T6과 T3이었다. 한편 T5가 가장 적었다.

#### (8) 양액흡수율

최종조사에서 최고 높은 생체중과 건물중을 보였던 관수방법을 중심으로 월별 흡수율을 분석하여 보면 3월에 T7(흙통심지관수)의 양분흡수율은 Ca를 제외하고 낮은 편이었다. 한편 T4(흙통관수)는  $me \cdot L^{-1}$ 단위로  $N=5.40$ ,  $P=0.37$ ,  $K=0.23$ ,  $Ca=0.53$ ,  $Mg=0.57$ 을 흡수하였다. 또한 벤치담배수관수인 T2는  $N=1.47$ ,  $P=0.35$ ,  $Ca=0.45$ ,  $Mg=0.72me \cdot L^{-1}$ 로 비교적 낮은 흡수율을 보였다. 5월의 T7은 초기농도보다 후기농도가 더 높은 현상을 보였고  $N=0.42me \cdot L^{-1}$ 을 제외하고 모두 마이너스 값을 보였다. 한편 T2에서는  $N=2.41$ ,  $P=0.45$ 의 낮은 흡수율을 보였다. 6월의 T7은 N, P의 양분흡수율이 마이너스 값이 나왔지만  $K=2.93$ ,  $Ca=2.99$ ,  $Mg=1.49me \cdot L^{-1}$ 의 비교적 높은 양분흡수율을 보였다. T4는  $N=4.42$ ,  $P=0.83$ ,  $K=4.14$ ,  $Ca=2.77$ ,  $Mg=1.45me \cdot L^{-1}$ 로 비교적 높은 양분흡수율을 보였다. 7월의 T7의 경우  $N=3.0$ ,  $P=0.8$ ,  $K=5.7me \cdot L^{-1}$ 로 높은 N과 K의 흡수를 보였고 T4에서도  $N=2.2$ ,  $K=6.6me \cdot L^{-1}$ 로 높은 N과 K의 흡수를 보였다. 한편 T2도  $N=3.0$ ,  $K=4.3me \cdot L^{-1}$ 을 그리고 T6는  $N=2.6$ ,  $K=4.7me \cdot L^{-1}$ 을 보여 전 생육 기간 중 가장 높은 양분흡수율을 보였다.

#### (9) 식물체 성분 분석

질소는 건물중이 높았던 T7, T2, T4, T3, T6, T8에서 높은 값을 보였고 가장 낮은 값을 보였던구는 T5와 T1 이었다. 인산은 평균 0.07%로 T2, T3, T4, T7, T8에서 높았고 T1, T5에서 낮은 값을 보였다. 칼륨은 평균 2.8%로 T5가 가장

많았고 T6에서 가장 적었다. 칼슘은 평균 0.34%로서 T4에서 컸고 T6에서 낮은 값을 보였다. 철은 평균  $192\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 이었는데 T5, T6에서 평균치 이상인데 반해 T7에서 낮은 값을 보였다.

#### (10) 화분 배지의 pH, EC 및 물리성

배지 상부의 pH는 평균 5.4로서 적정범위인 pH 4.5~5.5 안에 모두 들어 있었다. 한편 하부는 관수 방법간에 차가 컸다. 대체로 적정범위 안에 들어 있었으나 T5만은 pH 6.5로서 매우 높은 값을 보였다. 한편 T1과 T6도 pH 5.7로서 약간 높은 값을 보였다.

저면 관수한 것의 EC는 상부(Top)가 하부(Bottom)보다 월등히 높았다. 화분 상부배지의 EC가 가장 높았던 구는 T5이었다. T4, T8, T2에서도 다른 처리보다 높았고 지상 관수한 T1과 T6에서 가장 적었다. 화분 하부는 지상관수이건 저면관수이건 상관없이 평균 0.97로서 전체적으로 낮았는데 지상관수인 T1, T6도  $0.5\text{mS}/\text{cm}$  정도밖에 되지 않았다. T7, T4, T2에서 다소 높은 값을 보였다.

#### (11) 저면 담배수 관수한 아잘레아와 벤자민고무나무 화분 화학성

양이온치환용량은 벤자민고무나무쪽이 다소 높아서 약  $17\sim 24\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$  사이에 있었다. 배지 내 양이온은 Na가 가장 많았고 다음으로 Ca가 많았다. K는  $77\sim 89\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 사이로 벤자민고무나무 배지쪽이 많았다.

#### (12) 시간대별로 본 화분배지의 pF변화

대체로 6시에서 12시 사이에서 다소 상승하는 경향이나 1.5를 중심으로 큰 변화는 보이지 않았다. 그러나 지상살수관수인 T6은 전체적으로 낮은 수분함량을 보였다. pF는 평균 2.5정도에서 가감이 있었고 오후에 더 상승하는 경향이었다.

### 2) 벤자민고무나무

#### (1) 성장량

초장은 3/15일, 5/10일, 7/10일 조사에서 전(全)처리간에 통계적인 유의차이를 보이지 않았다. 그러나 4/1일 조사에서는 T6이 가장 컸다. 마지막 조사의 평균치 비

교에서는 T5가 가장 컸고 T1과 T4가 가장 작았다. 평균초장은 52.4cm이었다. 초  
폭은 조사시기별로 차이를 보였고 T2가 대체로 컸다. 4/1일에는 T2가 가장 컸고  
T8을 제외하고는 유의차이가 없었다. 최종조사에서는 T1과 T5가 가장 작았고 나  
머지 처리구와는 유의차이가 없었다. 엽장은 조사일에 관계없이 전처리간에 유의  
차이가 없었다. 엽폭은 3/15일부터 5/10일까지는 유의차이를 보이지 않다가 6/1일  
이후에차이를 보였다. 6/1일에는 T7이 가장 컸고 T1, T4, T8에서 가장 적었다. 마  
지막 조사에서는 T7이 가장 컸고 T1, T4에서 가장 작았다. 평균 엽폭은 3.6cm이  
었다. 분지수 변화를 살펴보면 5/10일 분지수 조사에서 T2, T3, T4가 가장 많았  
다. 최종 조사에서는 T8(101개)이 가장 컸고 T1(34개)이 가장 적었으며 이들의  
차이는 약3배나 차가 보였다. 평균분지수는 60개이었다. 근장은 관수방법에 따른  
처리간 유의차를 나타내지 않았다.

## (2) 생체중과 건물중.

생장 4개월후 지상부생체중은 T8에서 가장 컸고 나머지 처리구와는 유의차이가  
없었다. 그러나 평균치로는 T4가 비교적 낮은 값을 보였다.

지하부 생체중은 T8에서 가장 높았으나 T2, T4, T6, T7과는 유의차가 없었다.  
가장 낮은 값을 보인구는 T3, T1구 이었다. 이러한 경향은 건물중도 비슷하여 지  
상부 건물중도 T8에서 가장 높은 값을 보였고 다음이 T2와 T4 이었다. 가장 낮  
은 값을 보인 구는 T1이었다. 지하부 건물중도 T8에서 가장 컸고 그 다음이 T2,  
T4이었으며 가장 적은 것이 T1, T3이었다.

생장 7개월 후에도 4개월과 마찬가지로 T8에서 가장 성장량(생체중과 건물중)  
을 보였고 T1이 가장 적었다.

지상부생체중도 T8이 가장 컸고 T5, T7과는 유의치가 없었다. 지하부생체중은  
T2가 가장 컸고 T3, T4, T5, T7, T8과는 유의차이가 없었다. 한편 가장 낮은 생  
장량을 보인 처리는 T6, T1이 가장 적었고 T2, T3과는 유의 차이가 없었다.

건물중도 비슷한 값을 보였는데 지상부도 T8에서 가장 많았으나 T5, T7과는 유의 차이가 없었다. 지하부는 T2가 가장 컸고 T4, T5, T7, T8과는 유의 차이가 없었다. 가장 적었던 구는 T1이었고 T6, T3도 낮은 값을 보였다.

### (3) 엽록소 함량

엽록소 함량은 성장량과 달리 T1에서 비교적 높게 나타났고 T4, T5, T6에서 낮았다. 이들 3구를 제외하고는 전체처리구간에 유의차이가 없었다.

### (4) 광합성

광합성속도는 T3, T4를 제외하고 전 처리간 유의 차가 없었다. 가장 높은 평균치를 보인 구는 T1, T2였고 평균치 이상의 광합성속도를 보인 구는 T1, T2, T8, T6 이었다. 기공 저항치는 T6에서 가장 높았고 T1, T2에서 가장 적었으며 기공 확산속도는 T2에서 가장 빨랐고 T6가장 낮았다.

### (5) 양액의 pH 변화

4월에는 T5를 제외하고는 7구 처리 모두 pH 6 수준이었다. T8(바닥 담배수)은 전체 중 약간 높은 정도였다. 5월에는 T5와 T8에서 다소 높은 pH를 보였으며 나머지 처리구들은 거의 비슷한 pH 6의 값을 보였다. 6월에는 T5와 T8에서 다소 높았으나 큰 차이가 없었다. 7월에는 T5와 T8을 제외하고 pH6을 유지하였고 상기 두 처리구도 pH 7이하로서 작물 생육에 해가 되는 수준은 아니었다.

### (6) 양액의 EC의 변화

4월에는 전체적으로 1.0~1.4mS/cm 범위 안에 있었으나 T8이 전처리 중 가장 높았다. T7, T9는 전체적으로 비교적 낮은 EC를 보였다. 5월에는 T8, T6, T5에서 다소 높았으며 T2는 상·중순에 약간 상승하다가 하순에는 다른 처리와 같은 1.2ms/cm수준을 보였다. 6월에는 T8, T5, T6, T2는 1.4mS/cm를 중심으로 다른 처리보다 0.2mS/cm정도 높은 수준을 보였다.

### (7) 양액 공급량

6월에 양액 공급량이 가장 많았던 구는 T7과 T8이었고 가장 적었던 구는 T3과

T2이었다. 7월에는 T8에서 가장 많았고 T3에서 가장 적었다.

#### (8) 양분흡수율

최종 조상시 생체중과 건물중이 가장 많았던 처리구들을 중심으로 월별양분흡수율을 보면 다음과 같았다.

5월에는 T8(바닥담배수관수)에서 N가  $4.7\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 농도를 흡수하였고 K도  $9.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 을 흡수하였다. 한편 P는  $0.5\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 낮은 흡수율을 보였다. T2(벤치담배수관수)에서도 N가  $2.7\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K가  $5.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 흡수율을 보였다. 한편 P는 매우 낮은 흡수율을 보였다. T4(흙통관수)에서도 N는  $3.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K는  $3.7\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 양분흡수율을 보였다. 6월에는 T8에서 보면 N는 초기농도보다 후기농도가 더 축적된 마이너스 값이 나와서 N의 흡수가 상당히 감소되었다. P는 5월에 비하여 증가되어  $0.16\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 흡수율을 보였다. K는  $9.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 양분흡수율을 보였다. 한편 T2는 높은 N의 흡수를 보여  $6.3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 인데 비해 K는  $0.18\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 낮은 흡수율을 보였다. P는  $1.38\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 5월에 비해 높은 흡수율을 보였다. T4도 N= $4.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , P= $1.22\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K= $4.07\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 흡수양상을 보였다. 7월의 T8에서는 N과 K의 흡수가 비교적 많았는데 N는  $5.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 흡수율을 보였다. 한편 P는  $1.3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K는  $4.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 흡수율을 보였다. 한편 T2는 N= $6.3\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , P= $1.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K= $0.18\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 이 흡수되었고 T4는 N= $4.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , P= $1.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K= $4.1\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 이 흡수되었다.

#### (9) 식물체 성분 분석

가장 생장이 좋았던 T8에서 식물체내 성분을 보면 T-N이 2%, 인산이 0.1%, K가 4.5%, Ca는 0.6%수준이었다. T2도 T-N가 2.0%, 인산이 0.1%, K가 4.5%수준에서 좋은 생장을 보였다. T4도 T-N는 2.4%, 인산이 0.1%, K가 3.4%수준이었다. 이들 중 N가 관엽식물인 벤자민고무나무에서는 중요한데 8처리의 평균치가 1.9%인데 비해 생장이 좋았던 처리구에서 모두 평균치 보다 높은 값을 보였다.

#### (10) 화분 배지의 pH, EC 및 물리성

pH는 전체적으로 낮은 값을 보였는데 화분의 상부와 하부가 평균 4.6의 산성이

었다. 가장 생장이 좋았던 T8에서 상부는 5.0이었으나 하부는 6.0을 보여 다른 처리보다 높은 값을 보였다. EC는 T8에서 가장 낮은 EC를 보였다. 한편 T4는 전처리중 가장 높은 EC를 보였으며 평균치보다도 높은 EC값을 보였다. 물리성은 전처리간에 별차이를 보이지 않았고 가장 생장이 좋았던 T8에서보면 다른 처리보다 보수력과 액상의 비율이 높았다.

(11) 시간대 별로 본 화분배지의 pF변화

대체로 pF1.5를 중심으로 큰 변화는 없었으나 T1과 T2에서는 A(오전 0~6시사이)와 B(6시~12시)에서 다소 높았으나 오후 6시 이후는 낮았다. 한편 T7과 T8은 다른 처리구(T3~6)보다 높은 값을 보였고 특히 오후 pF값이 높았다.

(12) 벤자민고무나무 연구장소의 환경조사

평균광도는 매우 높아 공시식물의 생장에 아주 좋은 광조건이었다. 온도는 비교적 높아 열대식물인 벤자민고무나무 생장에 알맞는 온도조건이었다. 습도는 오전에 대체로 50%를 중심으로 약간의 진폭이 있었으나 오후에는 다소 건조 하였다.

## 제 2 절 분화류(아잘레아, 벤자민고무나무)순환식 담배수관수 양액 소독방법 구명연구

### 1. 재료 및 방법

- 1) 공시작물 : 분화(아잘레아), 관엽분화(벤자민고무나무)
- 2) 처리내용 : 열처리 소독기 등 4처리(표 2-2-1)

표 2-2-1. 양액소독방법 처리내용

처리	소독방법
CON	대조구(무처리)
ST1	열처리소독기(72℃)
ST2	자외선+오존
ST3	모래여과기
ST4	화학약품: Ca(OCl) <sub>2</sub>

3) 시험방법 : 열처리소독기 = 농진청 농기계화연구소의 연구결과로 세기교역에서 제조한 열소독기로 사용 하였다.

- 열소독기 = 양액공급시 72℃로 소독한 양액을 식혀서 공급
- 자외선+오존 = 한국양액자재센터에서 구입한 자재로 조립제조 24시간 소독
- 모래여과기 = 한국양액자재센터에서 0.5mm의 모래로 충전하여 조립하여 만들
- 화학약품소독 = Ca(OCl)<sub>2</sub>로 Cl 2ppm의 농도로 양액에 공급

4) 급수 조절 및 양액 : 타이머에 의해 양액통으로 순환식관수, 양액은 1차 년도 결과에 의한 양액 사용

### 5) 급수내용

- Ebb & Flow 양액 관수 순환식 관수 방법에 의한 급수 system에서 실시
- pH조절 : 5일 간격으로 pH 5.5로 교정하였음
- 관수 : 오전 10시경 timer에 의해 10분간 충분히 관수
- 급액방식 : 순환식



-Tray크기 : 아잘레아 (300×160×5cm)

6) 양액의 병원균 발생 조사 : 아래와 같은 선택배지를 만들어 25℃인큐베이터에 넣어 약 1주간 배양 후 현미경으로 병 전문가에 의해 colony수와 병원균을 동정

-*Pythium* 선택배지 성분조성 비율

Sucrose (2.4g), Asparagine (0.27g),  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (0.15g),  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  (0.15g),  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (0.10g), Cholesterol (0.01g), (2ml N, N-Dimethyl formamide Solution): Benlate 50% Benomyl (0.02g), Terrachlor, 75% PCNB (0.027g) Neomycin sulfate (0.10g), Chloroamphenicol (0.01g), Distilled water (1000ml), Agar (20.00g).

7) 조사항목 : 수질분석, 양액의 병원균, 성장개화조사.

8) 조사방법 : 생육조사는 농진청 표준조사방법에 의하였으며 토양이화학적조사, 양액분석 및 식물체 분석, 병원균조사는 농업과학기술원 분석법 및 조사방법에 의하였음.

## 2. 결과 및 고찰

### 1) 아잘레아(미손벨)

#### (1) 생장조사

표 2-2-2. 분화류 자동 생력 관수시 순환식 양액의 소독 방법에 따른 경시적 아잘레아 (미손벨)<sup>2</sup>의 초장변화.

(단위 : cm)

처리 <sup>y</sup>	3월15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	10/4	10/22
ST1	17.9 a <sup>x</sup>	21.6 a	20.6 a	22.2 a	22.6 a	22.2 a	24.3 a	23.0 a
ST2	17.1 a	20.7 a	19.3 a	20.2 a	23.4 a	22.8 a	24.2 a	23.2 a
ST3	17.0 a	18.8 a	20.2 a	21.4 a	23.3 a	23.0 a	24.8 a	24.6 a
ST4	17.8 a	17.5 a	19.6 a	21.4 a	22.6 a	26.3 a	24.5 a	22.7 a
평균	17.45	19.65	19.92	21.30	22.98	23.57	24.45	23.38

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

저면 담배수 순환식 관수시스템에서 4가지 양액소독방법에 따른 경시적 초장의 변화를 보면 4처리 모두 조사시기에 관계없이 통계적인 유의차가 없었다.

표 2-2-3. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독 방법에 따른 경시적 아잘레아 (미손벨)<sup>2</sup>의 초폭변화.

(단위:cm)

처리 <sup>y</sup>	3월15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	10/4	10/22
ST1	25.3 a <sup>x</sup>	24.9 a	29.4 a	31.7 a	32.4 a	39.9 a	40.6 a	41.6 a
ST2	27.2 a	28.4 a	31.5 a	32.7 a	34.9 a	39.8 a	40.8 a	41.0 a
ST3	24.1 a	25.4 a	30.9 a	33.3 a	34.7 a	37.7 a	38.1 a	42.0 a
ST4	24.2 a	25.3 a	27.7 a	30.9 a	34.2 a	42.8 a	41.9 a	43.1 a
평균	25.20	26.00	29.88	32.15	34.05	40.05	40.35	41.92

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

초폭도 4처리 모두 5개월간의 조사에서 통계적인 유의차를 발견할 수가 없었다.

표 2-2-4. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독 방법에 따른 경시적 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 엽장변화.

(단위 : cm)

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	10/4	10/22
ST1	4.3 a <sup>x</sup>	3.4 a	4.4 a	5.1 a	3.6 a	4.2 a	4.2 a	4.5 a
ST2	4.3 a	3.6 a	4.3 a	4.7 ab	3.5 a	5.8 a	4.0 a	4.2 a
ST3	4.7 a	3.3 a	4.3 a	4.4 b	3.7 a	4.2 a	4.1 a	4.2 a
ST4	4.5 a	3.7 a	8.0 a	5.1 a	3.4 a	4.3 a	4.6 a	4.3 a
평균	4.45	3.50	5.25	4.83	3.55	4.63	4.22	4.30

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

엽장도 모든 처리에서 6/1일을 제외하고는 조사시기에 관계없이 유의차이가 없었다. 6/1일에는 ST3에서는 다른 3처리에 비하여 약간 작았으나 마지막 10/22일 조사에서는 전처리간에 유의차이가 없었다.

표 2-2-5. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독 방법에 따른 경시적 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 엽폭변화.

(단위 : cm)

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	10/4	10/22
ST1	2.2 a <sup>x</sup>	1.8 a	2.2 a	2.5 a	1.8 ab	2.2 a	2.1 ab	2.3 a
ST2	2.2 a	1.9 a	2.2 a	2.4 a	1.8 ab	2.1 a	1.9 b	2.1 a
ST3	2.2 a	1.7 a	2.2 a	2.0 b	2.0 a	2.2 a	2.0 ab	2.1 a
ST4	2.2 a	1.8 a	4.4 a	2.3 a	1.7 b	4.6 a	2.2 a	2.4 a
평균	2.20	1.80	2.75	2.30	1.83	2.77	2.05	2.23

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

엽폭도 7개월간의 8회 조사에서 양액 소독방법에 관계없이 통계적인 유의차가 거의 없었다. 마지막 조사에서는 거의 비슷한 값을 보여주고 있었다.

표 2-2-6. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독 방법에 따른 경시적 아잘레아 (미손벨)<sup>z</sup>의 분지수.

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	5/10	6/1	7/10	8/4	10/4	10/22
ST1	10.2 a <sup>x</sup>	13.9 a	17.4 a	30.0 a	49.0 a	58.4 a	67.8 ab
ST2	9.4 ab	15.3 a	19.6 a	28.8 a	49.4 a	50.1 a	66.2 b
ST3	7.3 c	14.0 a	19.2 a	27.2 a	46.3 a	47.0 a	81.9 a
ST4	7.8 bc	14.4 a	18.4 a	27.4 a	45.4 a	48.0 a	67.8 ab
평균	8.68	14.40	18.65	28.35	47.52	50.88	70.92

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

분지수도 마찬가지로 처리간에 유의차가 거의 없었다. 단지 생육초기인 3/15일에 ST3가 가장 적었으나 그 이후는 곧 회복되어 다른 처리와 거의 같았다.

마지막 조사에서 ST3가 많았고 ST2가 가장 적었으나 ST3와 ST1과 ST4와는 유의성이 없었다.

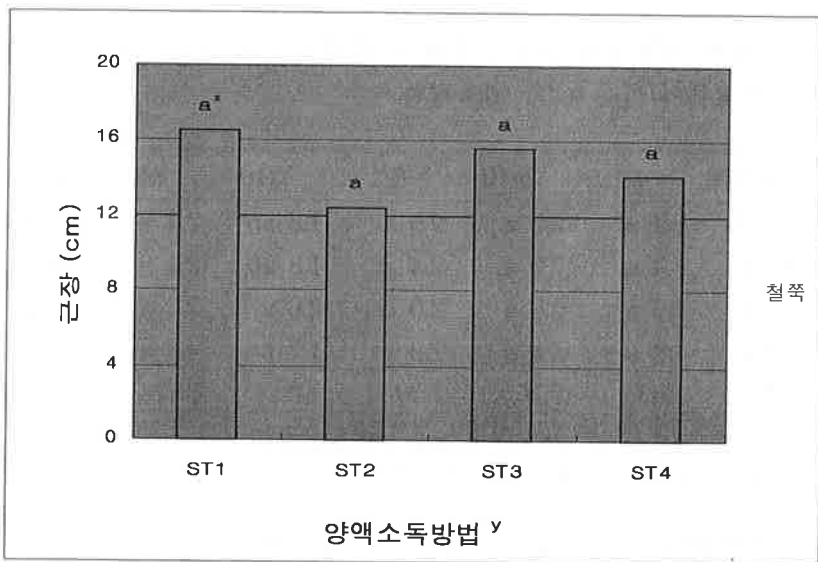


그림 2-2-1. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 최종조사일의 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> 근장

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:1/2S. 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>막대의 같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

한편 근장도 전체 처리간에 유의차이가 없었다. 평균치로는 ST1과 ST3에서 다소 길었다.

(2) 엽록소 함량

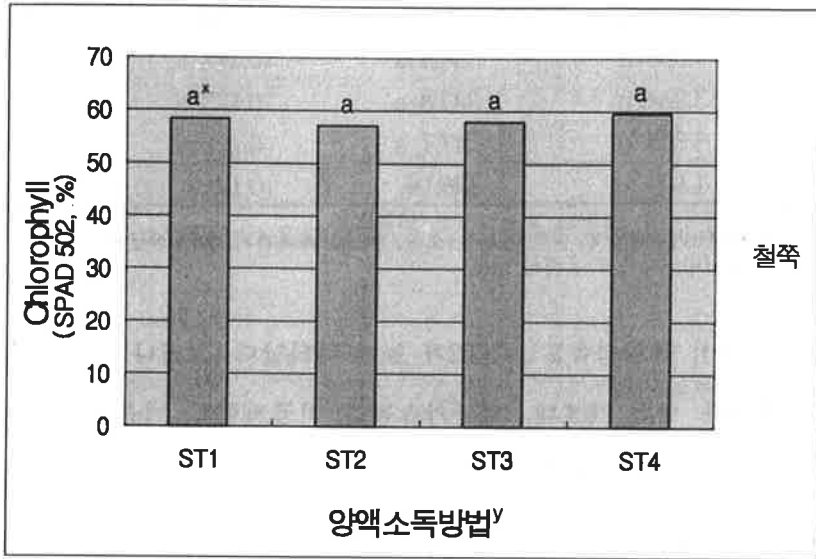


그림 2-2-3. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 최종조사일의 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> 엽록소함량

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:1/2S. 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>막대의 같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

4개월 성장 후 엽록소 함량은 전체 처리간에 유의성이 없었다.

(3) 광합성 조사

표 2-2-7. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 100일 성장 후 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> 광합성 비교.

처리 <sup>y</sup>	광합성속도 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
ST1	2.535 b <sup>x</sup>	349.3 a	0.104 a	9.654 a
ST2	7.008 a	344.5 a	0.111 a	9.047 a
ST3	3.034 b	343.8 a	0.123 a	8.277 a
ST4	3.808 b	347.1 a	0.122 a	8.902 a
평균	4.10	346.18	0.12	8.97

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급:3월10일, 조사일자:99년6월18일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

광합성조사에서 광합성속도는 ST2가 높게 나타났다.그러나 다른 3처리와는 유의차이가 없었다. 한편 세포내 탄산가스농도, 기공저항치, 기공확산속도는 처리간에 통계적인 유의차이가 없었다.

(4) 생체중과 건물중

표 2-2-8. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 최종조사일의 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> 생체중과 건물중.

처리 <sup>y</sup>	생체중			건물중		
	지상	지하	계	지상	지하	계
ST1	53.3 a <sup>x</sup>	64.3 ab	117.6	15.0 a	11.7 b	26.7
ST2	48.7 a	64.0 ab	112.7	14.3 a	11.2 b	25.5
ST3	53.3 a	80.3 a	133.6	16.4 a	17.0 a	33.4
ST4	56.7 a	55.3 b	112.0	15.5 a	11.1 b	26.6
평균	53.00	65.97	118.97	15.30	63.31	28.05

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도: 1/2S.조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

4개월 성장후의 생체중에서도 지상부는 전체 처리간에 차이가 없었으나 지하부에서는 ST3가 가장 무거웠고 ST4에서 가장 적었다. 생물중은 전체 평균치에서도

모래여과기로 소독한 ST3에서 가장 생체중이 컸다. 한편 ST4가 다소 낮았으나 다른 두 처리와는 별 차이가 없었다.

이러한 현상은 건물중에서도 마찬가지로 지상부 건물중에서는 유의차이가 없었다. 그러나 지하부는 ST3에서 가장 무거웠다. 건물중 합계에서도 ST3가 가장 컸고 나머지 3처리와는 거의 차이가 없었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 아갈레아의 생장에서 모래여과기 소독에서 생체 중과 건물중이 가장 높은 성장량을 보였다.

표 2-2-9. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 최종조사일의 아잘레아 (미손벨)<sup>2</sup> 생체중과 건물중.

(단위 : g)

처리 <sup>y</sup>	생체중			건물중		
	지상	지하	계	지상	지하	계
ST1	130.0 a <sup>x</sup>	76.0 a	206.0	35.3 a	13.4 a	48.7
ST2	116.3 a	82.7 a	199.0	25.1 a	14.6 a	39.7
ST3	114.3 a	87.3 a	201.6	33.7 a	18.0 a	51.7
ST4	119.0 a	76.0 a	195.0	29.6 a	13.6 a	43.2
평균	119.90	80.50	200.4	30.93	14.90	45.83

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도: 1/2S.조사일자:99년10월22일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

7개월후의 생체중과 건물중에서 모든 처리에서 통계적인 유의차이는 보이지 않았다. 즉 어떠한 소독법을 쓰더라도 생장량에는 큰 변화가 없는 것으로 생각되었다. 그러나 평균치비교에서는 모래여과기(ST3)와 열소독기(ST1)에서 높은 생체중과 건물중을 보였다.



(5) 식물체 분석

표 2-2-10. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 식물체의 화학성분 분석

처리 <sup>y</sup>	T~N	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Mn	Fe
	(% )			(mg · kg <sup>-1</sup> )			
ST1	2.22	0.09	3.45	0.34	0.40	502	184
ST2	2.18	0.06	2.28	0.36	0.04	534	168
ST3	1.86	0.07	2.14	0.35	0.04	578	190
ST4	1.65	0.08	2.04	0.31	0.04	592	180
평균	1.98	0.07	2.48	0.34	0.13	551.50	180.50

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S. 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

약 4개월 성장 후 식물체 분석에서 T~N은 평균 1.97%가 분석되었고 가장 큰 물중이 많았던 ST3는 1.86%가 있었다. ST3의 인산은 0.07%, K는 2.14%가 들어 있었다.

(6) 최종조사일의 배지 pH, EC 및 물리성

표 2-2-11. 순환식 양액의 소독방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 배지 종류별 pH, EC 및 물리성.

처리 <sup>y</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
	ST1	5.45	5.19	1.54							
ST2	5.31	5.34	3.79	0.83	0.21	0.65	68	275	32.0	57.8	10.2
ST3	5.46	5.57	1.75	0.51	0.20	0.63	68	254	32.0	50.8	17.2
ST4	5.39	5.42	3.07	0.43	0.21	0.67	69	240	31.0	50.4	18.6
평균	5.40	5.38	2.54	0.61	0.21	0.65	68	264	32.0	54.83	13.43

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S. 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>T:화분의 상부배지, B:화분의 하부배지.

최종조사일의 배지 pH, EC 및 물리성 조사에서 pH는 상부(Top)와 하부(Bottom)사이 에 별차이 없이 거의 비슷하였다. 평균 pH 5.4를 보여 아잘레아 생육

에는 양호한 값을 보여주고 있었다. EC는 상부가 하부보다 평균 4배 높았고 ST2와 ST4에서 그 차이가 뚜렷하였다. 기타 물리성은 전 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다.

2) 벤자민고무나무

(1) 성장량

표 2-2-12. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 경시적 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 초장변화.

		(단위 : cm)							
처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	8/4	9/1	10/4	10/22	
ST1	26.3 a <sup>x</sup>	27.4 a	33.6 ab	37.8 a	67.8 a	76.1 a	79.8 a	83.4 ab	
ST2	30.2 a	29.8 a	34.7 ab	39.4 a	71.2 a	76.9 a	79.8 a	75.7 b	
ST3	27.1 a	29.4 a	37.0 a	41.4 a	70.7 a	82.9 a	89.1 a	92.4 a	
ST4	27.8 a	27.9 a	31.9 b	37.9 a	70.1 a	82.2 a	80.6 a	85.8 ab	
평균	27.85	28.63	34.30	39.13	69.95	79.53	82.33	84.33	

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S,

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

벤자민고무나무의 경시적 초장의 변화는 소독방법에 관계없이 대체로 비슷하였다. 그러나 마지막 조사에서 ST1이 가장 작았고 ST3에서 가장 컸다. 그러나 ST3는 ST4와 유의차이가 없었다.

표 2-2-13. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 경시적 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 초폭변화.

		(단위 : cm)							
처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
ST1	26.9 a <sup>x</sup>	30.3 a	43.9 a	48.9 a	53.3 b	59.1 b	62.1 b	66.1 b	70.1 a
ST2	26.3 a	31.4 a	45.0 a	53.6 a	66.2 ab	60.2 b	64.7 b	72.4 b	75.9 a
ST3	32.7 a	33.0 a	45.3 a	50.9 a	60.8 ab	64.3 b	64.2 b	69.4 b	60.0 b
ST4	31.9 a	32.7 a	47.0 a	53.9 a	69.4 a	81.0 a	77.3 a	88.6 a	70.7 a
평균	29.45	31.85	45.30	51.83	62.42	66.15	67.08	74.13	69.17

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S,

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

초폭도 대체로 조사시기와 양액소독방법에 관계없이 통계적인 차이가 없었다. 단지 마지막조사에서 ST4에서 가장 컸고 ST1에서 가장 작았으나 그 차이는 그리 크지 않았다. ST3가 가장 적었으며 나머지 구간에는 유의차이가 없었다.

표 2-2-14. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 경시적 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 엽장변화.

(단위 : cm)

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
ST1	6.2 a <sup>x</sup>	6.6 a	7.1 a	7.9 b	7.2 a	7.4 a	7.9 b	7.4 b	8.0 a
ST2	5.9 a	6.0 a	8.1 a	8.6 a	7.4 a	7.9 a	8.0 ab	7.4 b	7.8 a
ST3	6.4 a	6.8 a	7.8 a	8.0 b	7.3 a	7.6 a	8.2 ab	7.6 ab	7.6 a
ST4	5.8 a	5.9 a	7.3 a	8.9 a	7.5 a	7.9 a	8.5 b	8.1 a	8.1 a
평균	6.08	6.33	7.58	8.35	7.35	7.70	8.15	7.63	7.88

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

\*같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

엽장도 조사시기와 처리에 관계없이 통계적인 유의차가 없었다. 단지 6/1일에는 약간의 차이를 보였으나 최종조사일인 10/22일에는 유의차이를 보이지 않았다.

표 2-2-15. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 경시적 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 엽폭변화.

(단위 : cm)

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1	7/10	8/4	9/1	10/4	10/22
ST1	2.7 a <sup>x</sup>	2.7 a	3.5 a	4.0 a	3.8 a	3.7 a	3.6 a	3.3 b	3.7 a
ST2	2.1 a	2.2 a	3.6 a	3.9 a	3.4 a	8.1 a	3.5 a	3.3 b	3.6 a
ST3	2.1 a	2.2 a	3.7 a	3.7 a	3.3 a	3.5 a	3.5 a	3.7 ab	3.7 a
ST4	1.8 a	2.0 a	3.6 a	4.0 a	3.4 a	4.0 a	4.3 a	4.1 a	3.9 a
평균	2.17	2.27	3.60	3.90	3.48	4.83	3.73	3.60	3.73

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

\*같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

한편 엽폭도 공시된 4가지 양액소독방법에 관계없이 유의차이가 없었고 거의가 평균치에 가까이 있었다.

마지막 조사에서도 모든 처리간에 유의차이가 없었다.

표 2-2-16 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 경시적 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 분지수.

처리 <sup>y</sup>	3월/15일	4/1	5/10	6/1
ST1	6.1 a <sup>x</sup>	10.9 c	13.9 a	55.8 a
ST2	7.9 a	9.7 c	16.9 a	56.6 a
ST3	6.8 a	13.6 ab	19.1 a	48.0 a
ST4	7.0 a	15.1 a	20.1 a	52.0 a
평균	6.95	12.32	17.50	53.10

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S,

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

\*같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

이러한 현상은 분지수도 마찬가지로 거의 차이가 없었다. 단지 4/1일 조사에서 ST1과 ST2에서 좀 낮았으나 최종조사에서는 유의차이를 발견할 수 없었다.

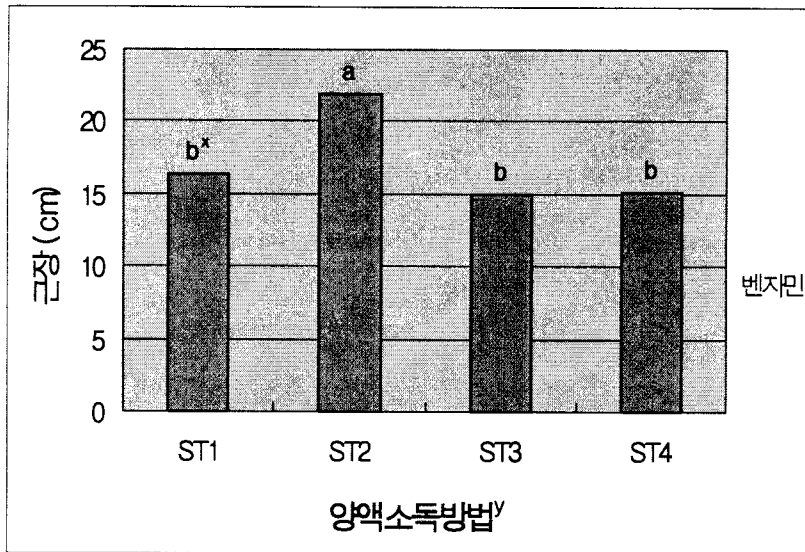


그림 2-2-3. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 최종조사일의 벤자민고무나무<sup>2</sup> 근장.

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S, 조사일자:99년7월6일.

처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

\*막대의 같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

근장은 ST2가 가장 길었으며 나머지 3구간에는 유의차가 없었다.

(2) 생체중과 건물중

표 2-2-17. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 4개월 생장 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 생체중과 건물중.

처리 <sup>y</sup>	생체중			건물중		
	지상	지하	계	지상	지하	계
ST1	71.33 b <sup>x</sup>	49.67 b	121.00	23.63 a	12.47 d	36.10
ST2	95.33 a	60.33 ab	155.66	31.73 a	16.87 c	48.60
ST3	114.00 a	71.67 a	185.67	39.27 a	20.43 a	59.70
ST4	104.33 a	70.67 a	175.00	38.47 a	18.87 b	57.34
평균	96.25	63.09	159.33	33.27	17.16	50.44

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S, 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

생체중조사에서 지상부는 평균치에서 ST3가 가장 많았으나 ST4와 ST2와는 유의차가 없었다. 가장 적었던 구는 ST1이었다. 지하부도 지상부와 비슷하게 평균치로는 ST3에서 가장 많았으나 ST2 ST4와는 유의차가 없었다. 가장 적었던 구는 ST1이었다.

건물중도 지상부는 처리간 유의차가 없었으나 지하부에서는 ST3가 가장 무거웠고 ST1에서 가장 가벼웠다. 이러한 현상은 건물중 전체에도 같은 경향으로 ST3가 가장 높은 성장량을 보였고 다음은 ST4와 ST2순이었고 ST1에서 가장 낮은 성장량을 보였다.

(3) 엽록소 함량

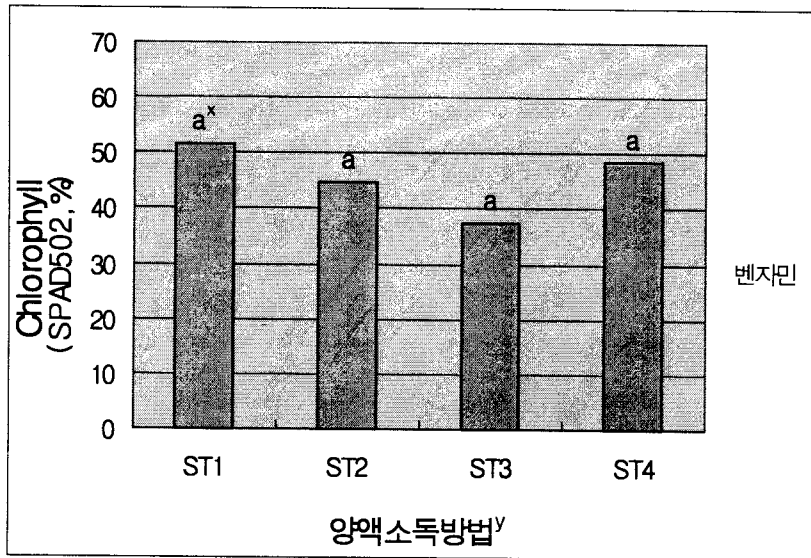


그림 2-2-4. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액소독방법에 따른 7월 6일의 벤자민고무나무<sup>z</sup> 엽록소함량.

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급과 소독시작:3월10일, 양액농도:S, 조사일자:99년7월6일.  
<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).  
<sup>x</sup>막대의 같은 글자는 던칸 다중 검정 5%에서 유의차가 없음.

한편 엽록소함량은 양액소독법 처리간에 유의차이가 없었다.

(4) 광합성 비교

표 2-2-18. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 100일 성장 후 벤자민고무나무<sup>2</sup> 광합성 비교.

처리 <sup>y</sup>	광합성속도 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	세포내CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	기공확산속도 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
ST1	2.128 a <sup>x</sup>	345.5 a	0.668 b	1.523 a
ST2	3.401 a	339.8 bc	0.784 a	1.275 b
ST3	3.335 a	339.5 c	0.656 b	1.531 a
ST4	2.745 a	342.3 b	0.651 b	1.539 a
평균	2.90	341.77	0.69	1.47

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S. 조사일자:99년6월18일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

광합성속도는 통계적인 유의차이는 없었으나 평균치로는 ST2와 ST3에서 높은 경향을 보여주었다. 세포내 탄산가스농도는 ST1이 가장 많았고 ST3에서 가장 적었다. 기공저항치는 ST2가 가장 컸고 기공확산속도는 ST2에서 가장 적었다.

(5) 식물체 성분 분석

표 2-2-19. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수관수 양액소독방법에 따른 최종조사시 식물체 분석.

처리 <sup>y</sup>	T-N	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Mn	Fe
	(% )					(mg · kg <sup>-1</sup> )	
ST1	1.57	0.10	4.31	0.67	0.04	502	182
ST2	1.62	0.10	6.39	0.62	0.04	534	196
ST3	1.44	0.10	6.33	0.74	0.04	578	156
ST4	1.47	0.11	7.71	0.75	0.04	592	194
평균	1.52	0.10	6.18	0.69	0.04	551.50	182.00

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S. 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

양액소독방법에 따른 벤자민고무나무의 성장에서 ST3에서 가장 높은 건물중을 보였는데 이 처리구에서의 T-N는 1.44%, 인산이 0.1%, K가 6.33%가 있었다.



(6)배지의 pH, EC 및 물리성

표 2-2-20. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수 관수 양액소독방법에 따른 pH, EC 및 물리성 비교.

처리 <sup>y</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
ST1	4.37	4.46	6.28	1.52	0.19	0.66	71	254	29.0	48.3	22.7
ST2	4.37	4.56	4.60	1.39	0.18	0.68	74	277	26.0	49.9	24.1
ST3	4.24	4.38	8.48	0.92	0.17	0.60	72	276	28.0	46.9	25.1
ST4	4.53	4.54	3.04	2.15	0.19	0.66	71	230	29.0	43.7	27.3
평균	4.38	4.49	5.60	1.50	0.18	0.65	72	259	28.0	47.2	24.8

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:S, 조사일자:99년7월6일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>T:화분의 상부배지, B:화분의 하부배지.

배지의 pH는 대체로 낮은 수준이었다. 화분의 상부는 평균 4.37이고 하부는 4.48로서 상하부간의 차이는 거의 없었다. 이렇게 낮은 수준에서도 잘 자랄 수 있었던 것은 양액의 pH를 인위적으로 5일 간격으로 조절해주기 때문에 성장에는 문제가 없었던 것으로 생각되었다.

한편 EC는 화분상부가 평균 5.6인데 비해 하부는 1.5mS/cm로서 약 3.7배가 높았다. 상부의 EC가 가장 높았던 구는 ST3로서 8mS/cm까지 올라갔으며 다음은 ST1으로 6mS/cm로 측정되었다. 한편 ST1과 ST4는 그 중간이었다. 기타 물리성은 평균치를 중심으로 처리간에 별 차이를 보이지 않았다.

표 2-2-21. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 저면담배수 관수 양액소독방법에 따른 화학성 비교.

처리 <sup>y</sup>	CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )	N (%)	P (mg · kg <sup>-1</sup> )	K	Ca	Mg
ST1	45.4	2.09	316.9	2.64	0.51	0.03
ST2	28.3	1.52	736.3	11.75	0.71	0.06
ST3	19.2	1.88	136.7	16.07	4.47	0.07
ST4	9.9	1.96	690.0	10.97	3.19	0.02

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도:S, 조사일자:99년10월22일.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

7개월 성장후 CEC는 ST1이 가장 높았고 ST4에서 가장 낮았다. ST1은 N과 P는 높았으나 K과 Ca는 낮았다. 가장 생장이 좋았던 ST3는 N=1.88%, P=137mg/kg<sup>-1</sup>을 보였다.

### 3) 양액의 pH 변화

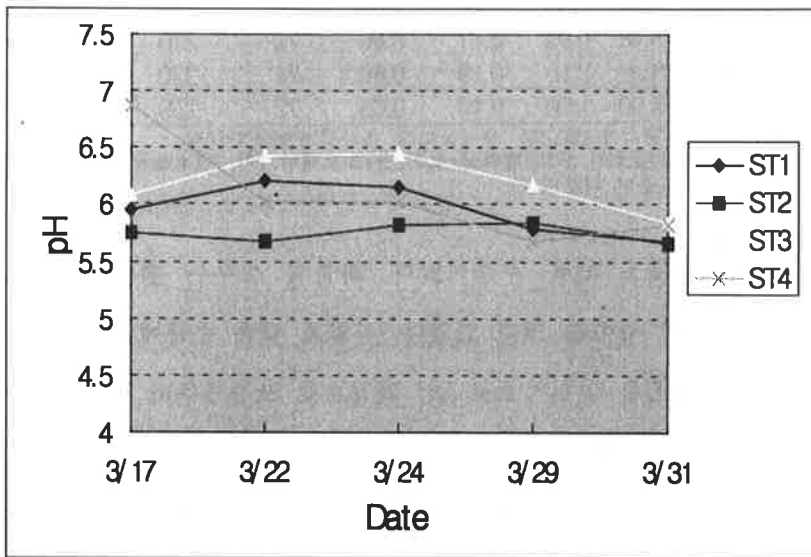


그림 2-2-5. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 3/17~3/31까지의 양액의 pH변화.

\*처리: 표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

3월의 급수양액 pH는 ST3에서 가장 높았고 ST2에서 가장 낮았다. 대체로 pH6을 중심으로 큰 변화가 없었다.

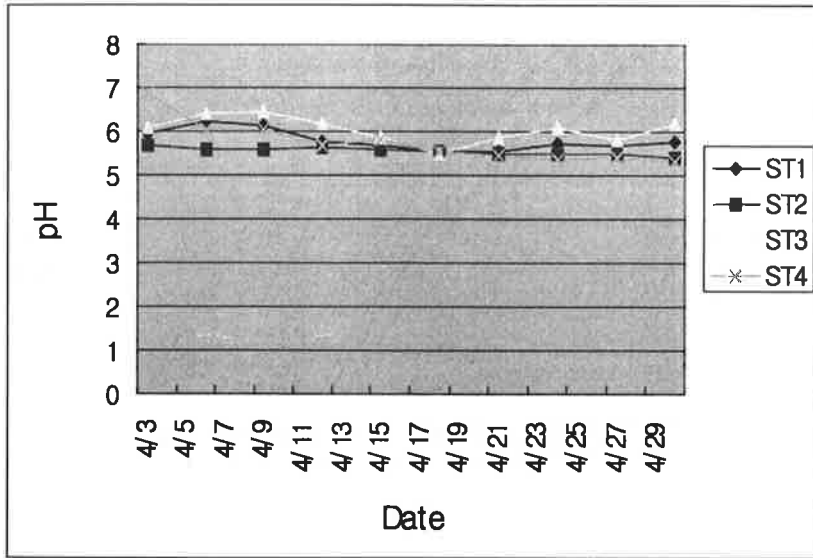


그림 2-2-6. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 4/1~4/30까지의 양액에서의 pH변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

4월에 들어서서는 pH 5.5에서 pH 6을 중심으로 거의 큰 변화가 없었다.

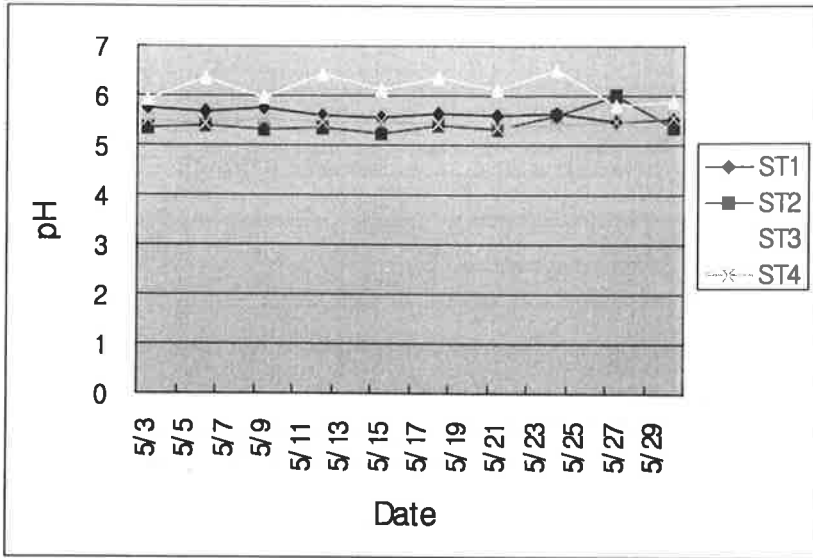


그림 2-2-7. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액소독방법에 따른 5/1~5/31까지의 양액에서의 pH변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

5월에도 거의 변화없이 pH 5.5에서 6사이에 있었다. 단 ST3에서만 다소 높은 값을 보여 pH 6을 상회하는 경우가 있었다.

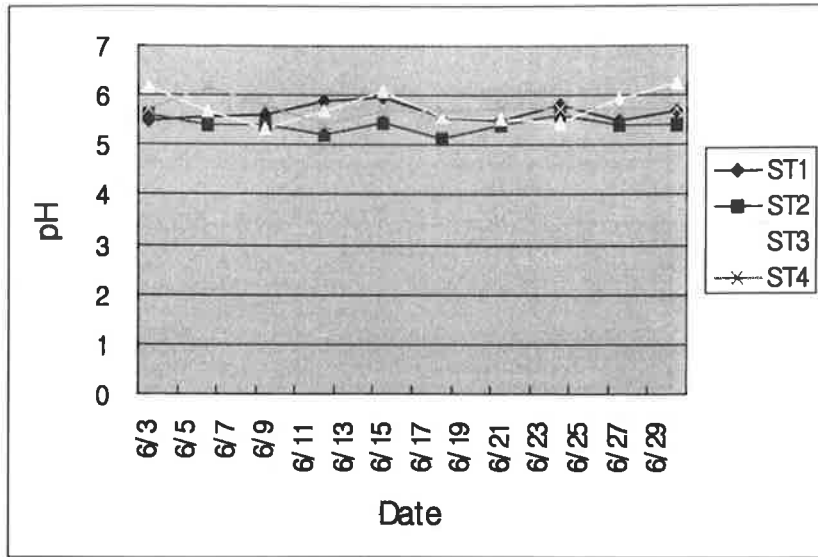


그림 2-2-8. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 6/1~6/30까지의 양액에서의 pH변화.

\*처리: 표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

6월에는 4처리 모두 pH5~6사이에서 큰 변화가 없었다.

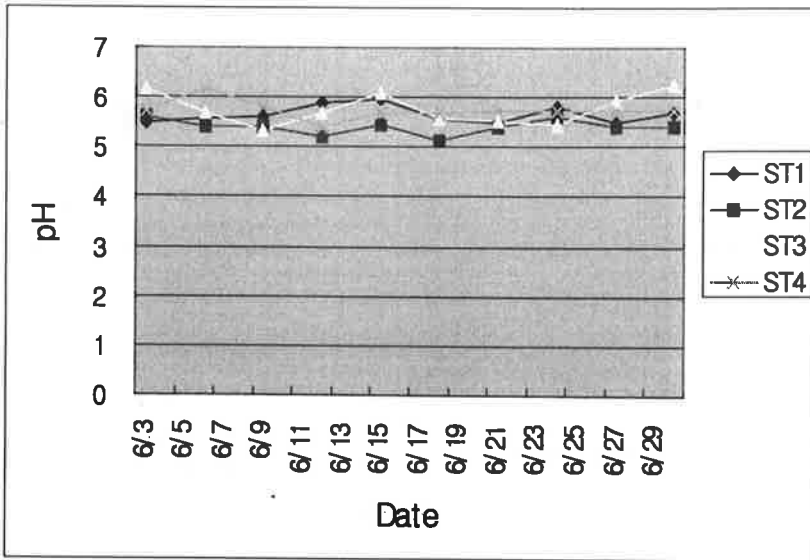


그림 2-2-9. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 7/1~7/31까지의 양액의 pH변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

7월에는 ST4에서 가장 낮아서 pH5이하인 경우도 3회 있었다. 한편 ST3는 4처리중 가장 높아서 대체로 pH6을 상회하였다.

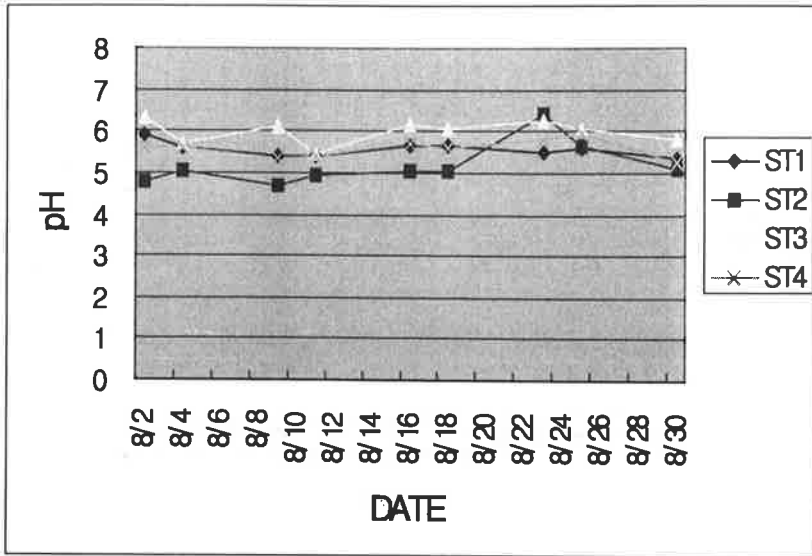


그림 2-2-10. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 8/1~8/31까지의 양액의 pH변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

8월에도 7월과 마찬가지로 ST3가 다른 처리구보다 높았고 ST2가 낮았으나 큰 차이는 아니었다.

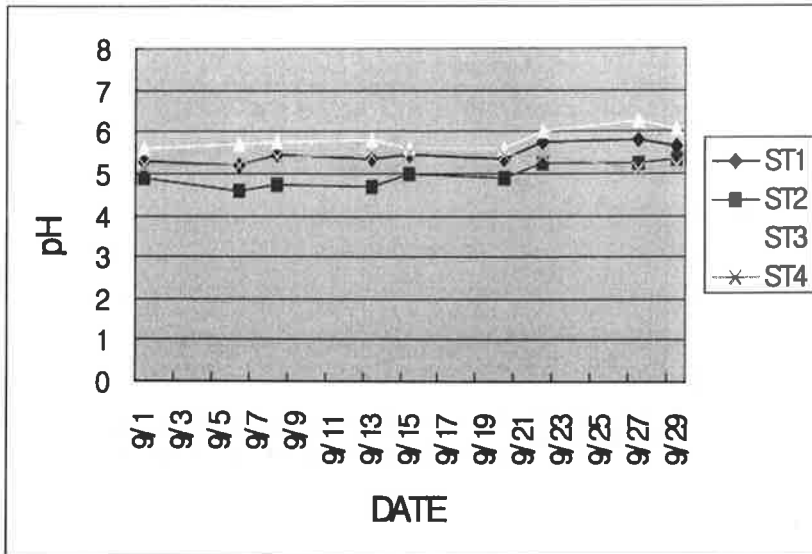


그림 2-2-11. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 9/1~9/31까지의 양액의 pH변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

9월에도 8월과 같이 ST3가 약간 높았고 ST2가 낮았으나 그 차이는 그리 크지 않았다.



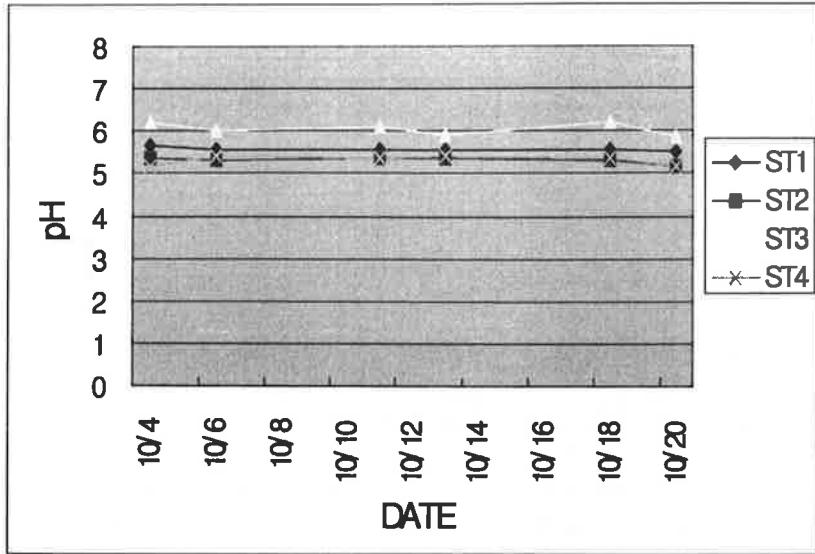


그림 2-2-12. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 10/1~10/23일까지의 양액의 pH변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

10월에는 거의 일정한 pH값을 보여 주고 있는데 ST3가 다소 높고 나머지는 pH 5를 중심으로 일정하였다.

4) 양액의 EC 변화

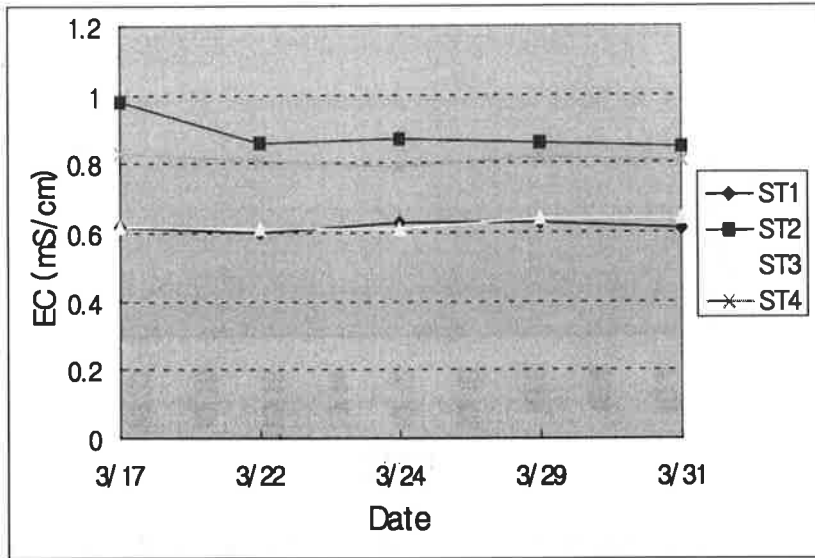


그림 2-2-13. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 3/17~3/31까지의 양액의 EC변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

3월의 EC는 0.6~1.0mS/cm사이에 있었는데 이중에서 ST2가 가장 높았고 다음이 ST4이었으며 ST1과 ST3은 가장 낮은 EC값을 보였다.

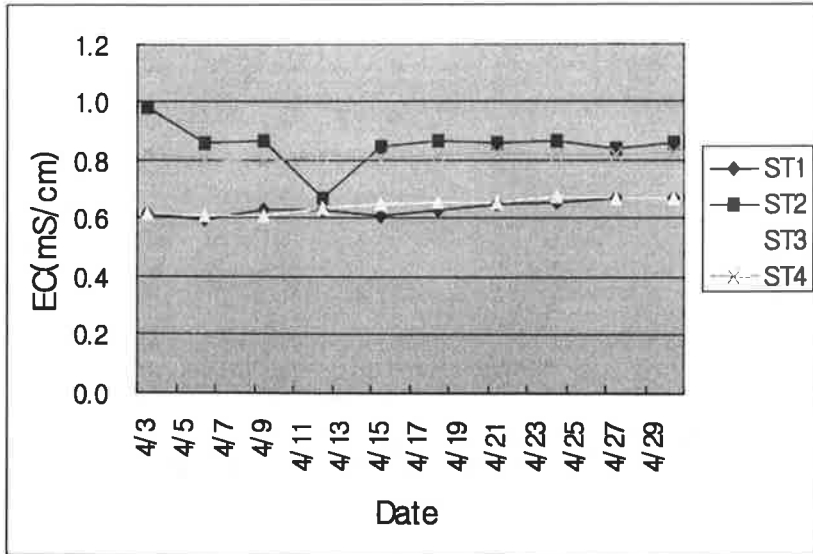


그림 2-2-14. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 4/1~4/30까지의 양액의 EC변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

이러한 현상은 4월에도 마찬가지로 ST2, ST4에서 높았고 ST1, ST3에서 낮았다.

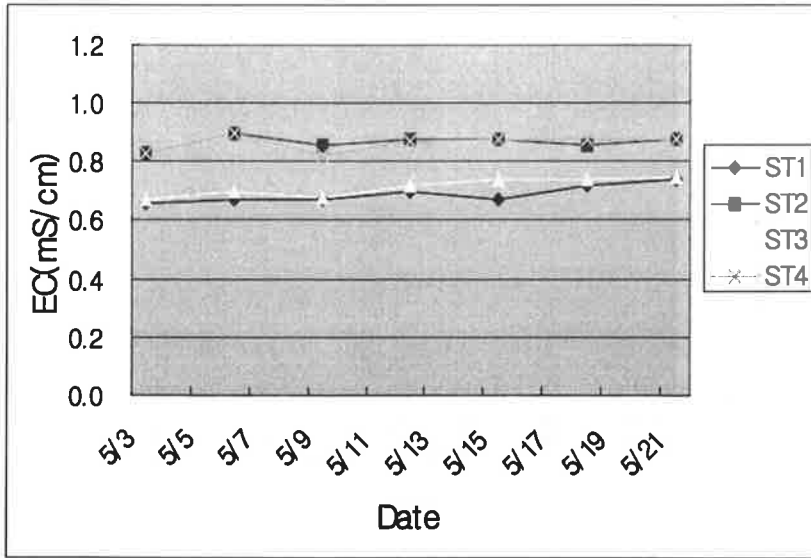


그림 2-2-15. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 5/1~5/31까지의 양액의 EC변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

6월에도 ST2와 ST4는 높고 나머지 두 구는 낮았다.

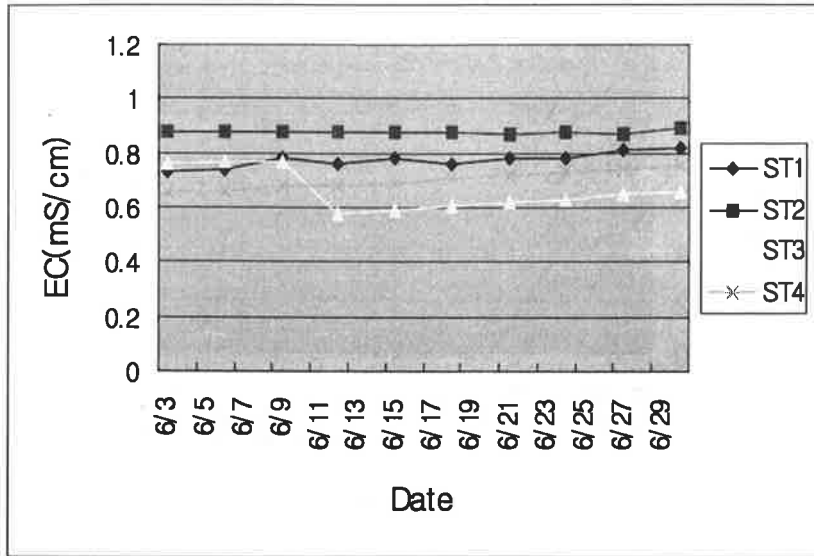


그림 2-2-16. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 6/1~6/30까지의 양액의 EC변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

6월에는 3월~5월까지의 변화와는 다른 현상이 보였는데 ST4가 좀 내려갔으며 ST3가 가장 낮았다. 모두가 0.6~0.9mS/cm사이에서 약간의 진폭이 있었다.

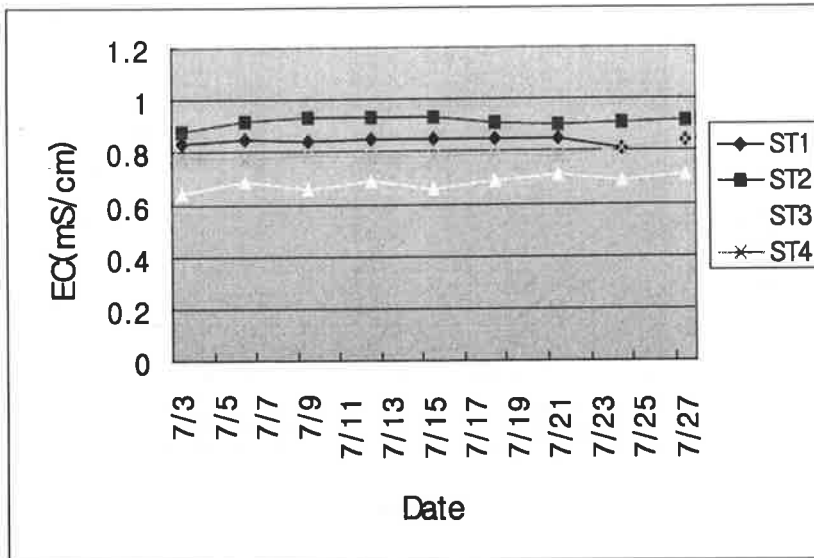


그림 2-2-17. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 7/1~7/31까지의 양액의 EC변화.

\*처리: 표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

이러한 현상은 7월에도 마찬가지로 ST2에서 가장 높았고 ST3에서 가장 낮았다.

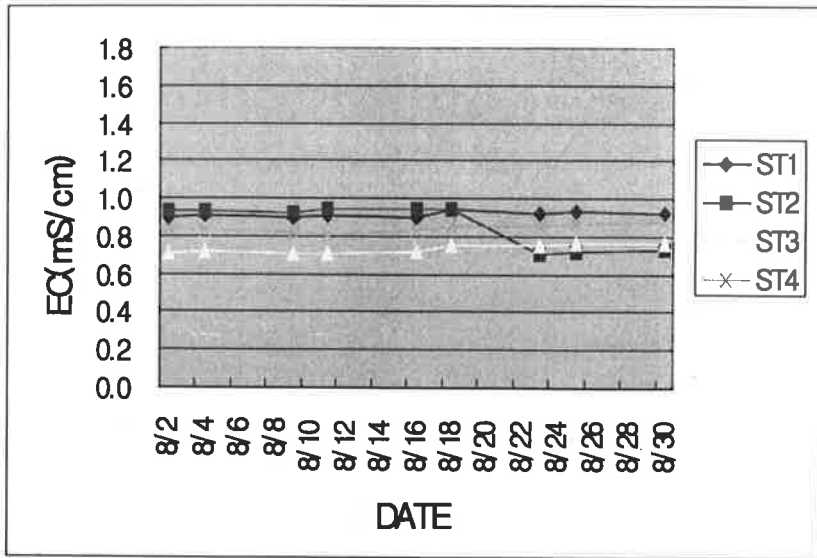


그림 2-2-18. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 8/1~8/31까지의 양액의 EC변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

이러한 현상은 8월에도 마찬가지로 ST2에서 가장 높았고 ST3에서 가장 낮았다.

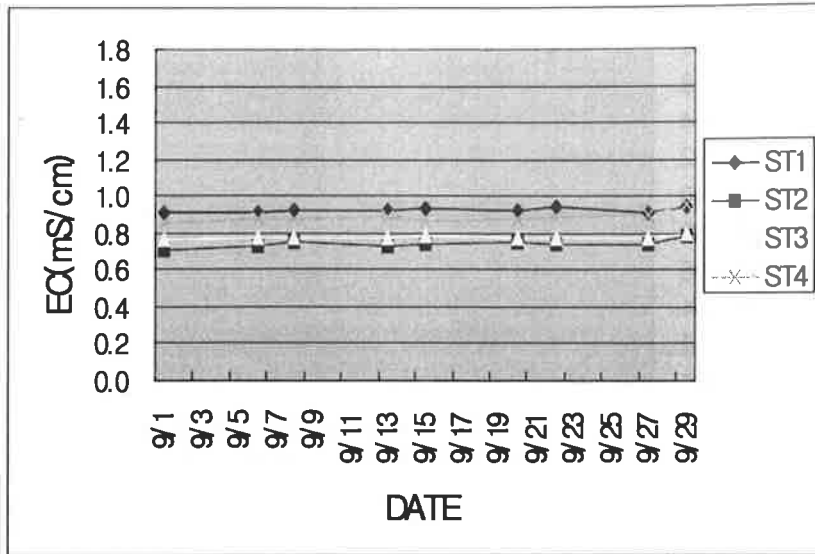


그림 2-2-19. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 9/1~9/31까지의 양액의 EC변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

9월에도 대체로 비슷하였으나 ST1이 다소 높은 값을 보여주었다. 전체적으로 0.8~1.0mS/cm에서 약간의 진폭이 있었다.



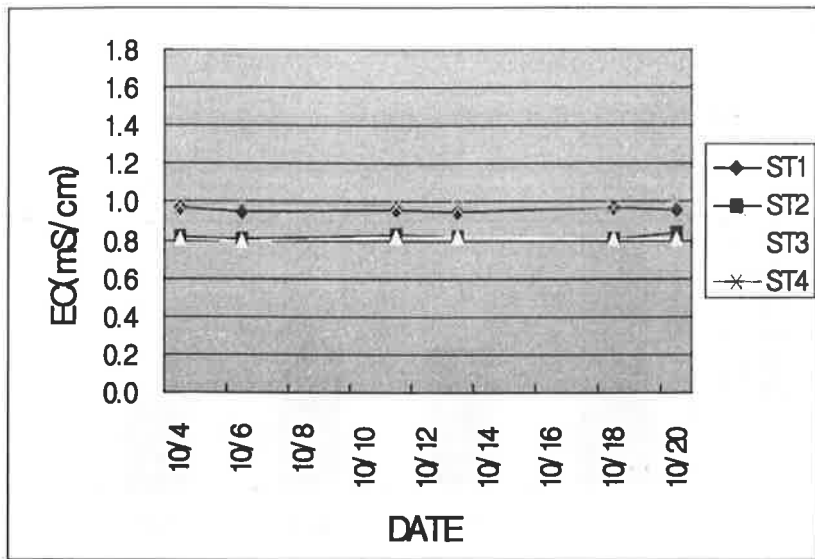


그림 2-2-20. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 10/1~10/31까지의 양액의 EC변화.

\*처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

10월에도 0.8~1.0ms/cm사이에서 거의 일정하였는데 ST2와 ST3에서 다소 낮은 값을 보였다.

5) 양액소비량

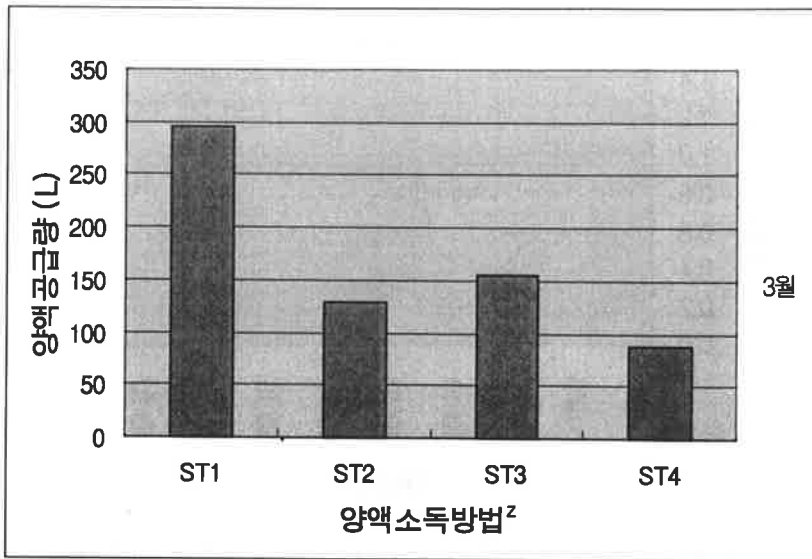


그림 2-2-21. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 3/17~3/31까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리: 표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

양액공급량은 ST1에서 가장 많았고 나머지 3처리 구간에는 별 차이가 없었다.

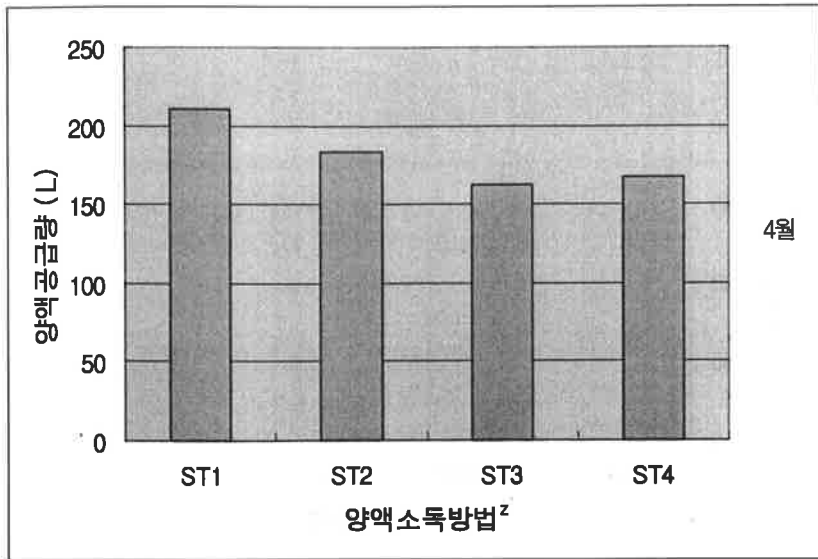


그림 2-2-22. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 4/1~4/30까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

4월에도 3월과 마찬가지로 비슷하여 ST1에서 많았고 나머지 3처리는 비슷하였으나 그 차는 크지 않았다.

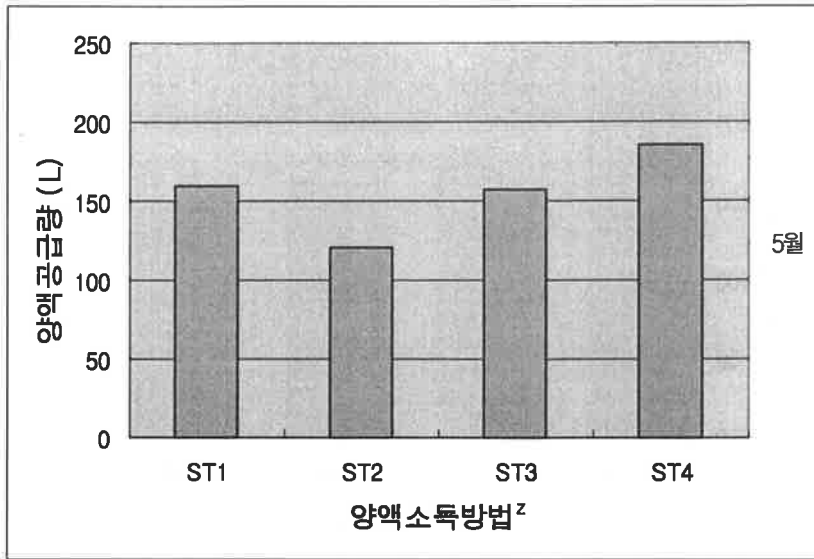


그림 2-2-23. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 5/1~5/31까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

5월에 들어서 전체적으로 양액공급량이 비슷하였으나 ST2가 다소 적었다.

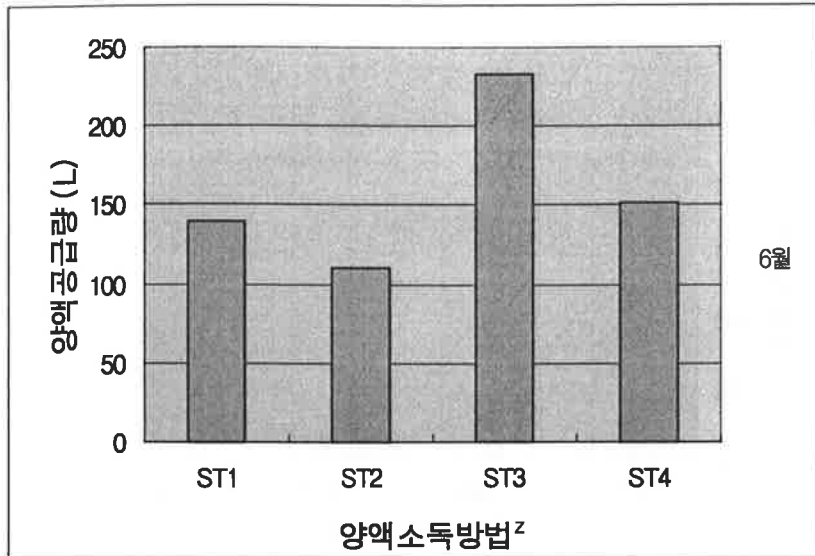


그림 2-2-24. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 6/1~6/30까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

6월에는 ST3에서 많았으며 ST2에서 가장 작았다.

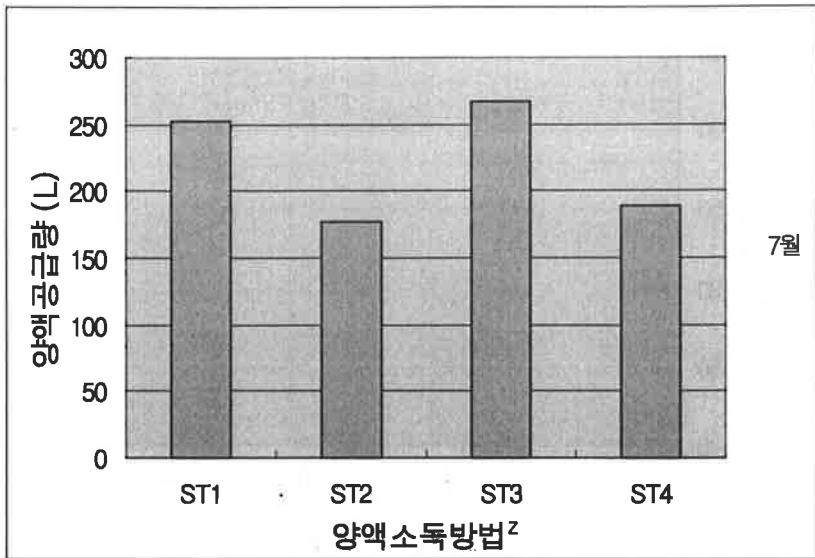


그림 2-2-25. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 7/1~7/31까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리: 표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

7월의 양액공급량은 6월에 비하여 상당히 증가되었는데 ST3와 ST1에서 많았고 ST2와 ST4에서 적었다.

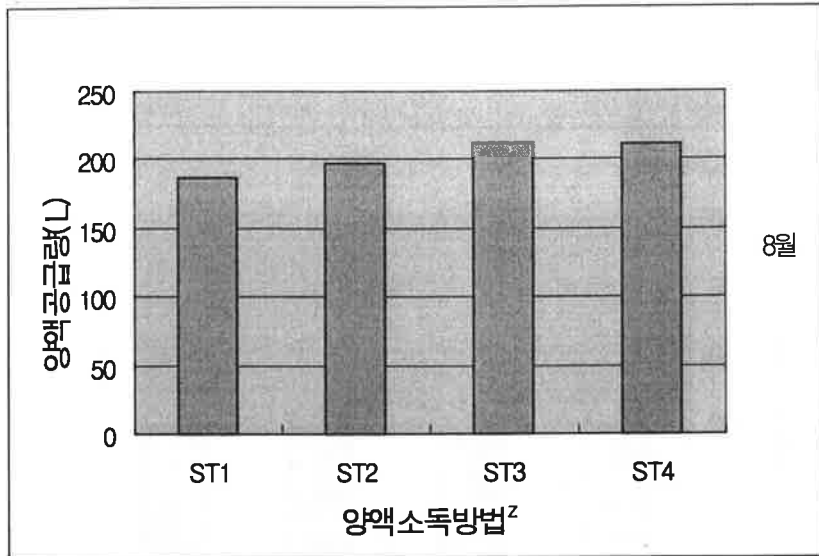


그림 2-2-26. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 8/1~8/31까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

8월에도 ST3에서 많았으나 4처리 모두 비슷한 흡수량을 보였다.

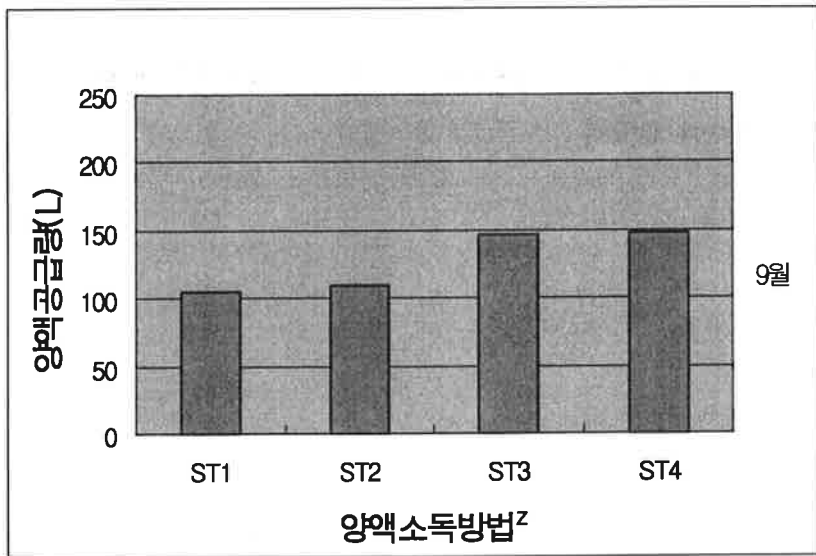


그림 2-2-27. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 9/1~9/31까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

9월에 들어서는 양액흡수량이 현격히 줄어들었으며 ST3와 ST4가 다소 높은 값을 보여 주었다.

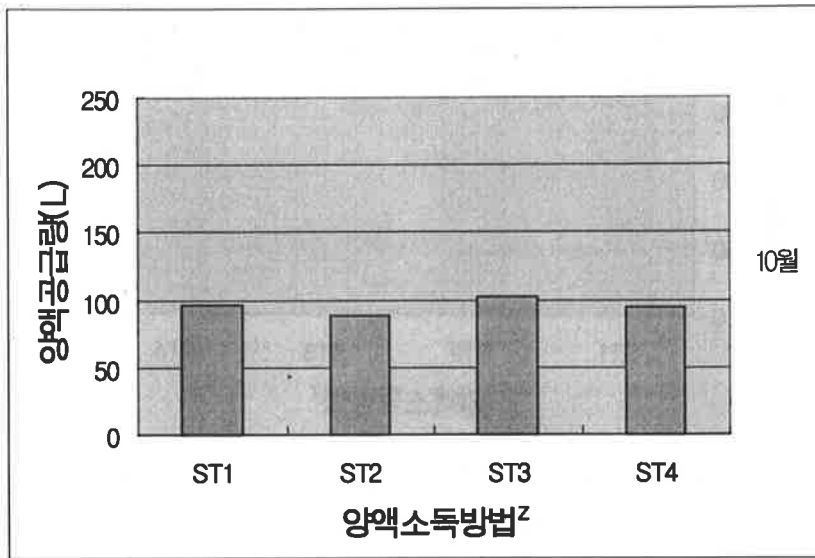


그림 2-2-28. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 10/1~10/31까지의 양액공급량.

<sup>2</sup>처리: 표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

10월에는 현격히 줄어들어 100L이하의 낮은 양액흡수량을 보였다. 전체중에서 ST3가 가장 흡수가 많았다.



6) 야마자끼 공식에 의한 양분 흡수율

표 2-2-22. 순환식 양액의 소독방법에 따른 야마자끼 공식에 의한 3/10~3/31까지의 아잘레아<sup>2</sup> n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
ST1	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.74	0.61
	w	295	y1	5.75	0.95	1.26	1.72	0.73
	a/w	0.61	n/w <sup>x</sup>	5.23	0.99	1.06	1.73	0.54
ST2	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.74	0.61
	w	130	y1	9.48	1.56	1.24	2.84	0.62
	a/w	1.38	n/w	0.16	0.29	1.00	0.22	0.60
ST3	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.74	0.61
	w	155	y1	5.52	0.74	1.12	1.90	0.43
	a/w	1.16	n/w	5.33	0.69	1.14	1.55	0.64
ST4	a	180	y	5.43	1.03	1.14	1.74	0.61
	w	108	y1	7.94	1.53	1.50	2.06	0.58
	a/w	1.67	n/w	1.24	0.19	0.54	1.21	0.63

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급 및 소독시작:3월10일, 양액농도:1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자끼 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y) \text{에서}$$

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

3월의 야마자끼공식에 의한 양분흡수율을 보면 생체중과 건물중에서 가장 높은 생장량을 보였던 ST3에서 N=5.3me · L<sup>-1</sup>, P=0.69me · L<sup>-1</sup>, K=1.14me · L<sup>-1</sup>로 높은 흡수율을 보였다. 한편 N에서 가장 낮은 흡수를 보였던 구는 ST2와 ST4이었다.

표 2-2-23. 순환식 양액의 소독방법에 따른 야마자키 공식에 의한 5/1~5/31까지의 아잘레이아<sup>z</sup> n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
ST1	a	180	y	3.05	0.44	2.12	2.22	0.86
	w	160	y1	2.93	0.82	11.22	4.62	3.07
	a/w	1.13	n/w <sup>x</sup>	3.07	0.01	-8.16	-0.49	-1.64
ST2	a	180	y	3.78	0.80	2.51	2.59	1.02
	w	121	y1	3.13	2.04	3.13	3.20	3.07
	a/w	1.49	n/w	4.09	-1.05	1.59	1.68	-2.03
ST3	a	180	y	3.18	0.19	1.45	2.31	0.98
	w	157	y1	2.40	0.53	3.13	5.75	3.77
	a/w	1.15	n/w	3.29	-0.20	-0.48	-1.65	-2.23
ST4	a	180	y	3.36	0.75	2.09	2.50	1.01
	w	185	y1	3.52	0.84	1.26	2.32	0.95
	a/w	0.97	n/w	3.20	3.27	2.06	2.49	1.01

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

4월에는 N를 제외하고는 나머지 다량원소의 흡수율이 적었다. 가장 생장이 좋았던 ST3에서는 N는 3.29me · L<sup>-1</sup>이 흡수되었다. 한편 다른 원소의 흡수는 거의 되지 않았다.

표 2-2-24. 순환식 양액의 소독방법에 따른 야마자키 공식에 의한 6/1~6/30까지의 아잘레아<sup>2</sup> n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
ST1	a	180	y	2.32	0.54	0.83	1.88	0.70
	w	139	y1	2.97	0.82	2.04	2.22	2.70
	a/w	1.30	n/w <sup>x</sup>	0.85	0.18	-0.74	1.44	-1.90
ST2	a	180	y	2.21	0.77	1.05	2.02	0.87
	w	111	y1	2.65	2.05	2.51	3.01	2.12
	a/w	1.62	n/w	1.50	-1.30	-1.32	0.42	-1.16
ST3	a	180	y	2.05	0.11	0.45	2.18	0.91
	w	233	y1	2.08	0.68	0.89	3.17	2.51
	a/w	0.77	n/w	2.03	-0.33	0.11	-1.42	-0.32
ST4	a	180	y	4.15	0.78	0.17	1.67	0.62
	w	152	y1	2.83	0.85	0.84	2.32	2.12
	a/w	1.18	n/w	4.39	0.70	-0.62	0.90	-1.15

<sup>2</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

6월에도 ST3에서 N가 2.03me · L<sup>-1</sup>, K가 0.11me · L<sup>-1</sup>흡수되었고 나머지 성분은 마이너스 값을 보였다.

표 2-2-25. 순환식 양액의 소득방법에 따른 야마자키 공식에 의한 7/1~7/31까지의 아잘레아<sup>z</sup> n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
ST1	a	180	y	3.64	0.67	2.83	1.25	0.14
	w	253	y1	3.96	0.65	3.27	1.20	0.16
	a/w	0.71	n/w <sup>x</sup>	3.41	0.66	0.13	1.24	0.13
ST2	a	180	y	2.19	0.83	2.63	1.29	0.15
	w	177	y1	1.89	0.80	3.45	1.24	0.16
	a/w	1.02	n/w	2.20	0.83	1.79	1.29	0.14
ST3	a	180	y	1.31	0.51	3.24	1.30	0.16
	w	267	y1	1.66	0.53	3.11	1.20	0.17
	a/w	0.67	n/w	1.08	0.50	3.19	1.27	-0.51
ST4	a	180	y	2.00	0.77	3.56	1.23	0.15
	w	189	y1	2.19	0.78	3.22	1.30	0.16
	a/w	0.95	n/w	1.82	0.76	3.54	1.16	-0.80

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소득, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

7월에는 N를 제외한 다른 원소의 흡수가 앞의 3개월에 비하여 많았다. ST3에서는 N(1.08me · L<sup>-1</sup>)보다는 K가 다량 흡수되어 3.2me · L<sup>-1</sup>의 흡수율을 보였다.

표 2-2-26. 순환식 양액의 소득방법에 따른 야마자키 공식에 의한 8/1~8/31까지의 아잘레아<sup>z</sup> n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
				me · L <sup>-1</sup>				
ST1	a	180	y	4.61	0.54	3.21	5.22	0.88
	w	187	y1	4.32	0.60	3.12	4.39	1.24
	a/w	0.96	n/w <sup>x</sup>	4.60	0.50	3.21	5.19	0.53
ST2	a	180	y	5.84	0.68	4.66	6.21	0.99
	w	197	y1	3.38	0.56	2.83	3.81	0.89
	a/w	0.91	n/w	5.62	0.67	4.50	5.99	0.98
ST3	a	180	y	3.19	0.41	4.63	7.53	0.85
	w	213	y1	3.06	0.51	2.40	4.24	1.08
	a/w	0.85	n/w	3.17	0.33	4.30	7.04	0.65
ST4	a	180	y	3.92	0.62	4.11	6.04	1.06
	w	311	y1	3.02	0.70	3.02	4.80	1.23
	a/w	0.58	n/w	3.54	0.57	3.65	5.52	0.96

<sup>z</sup>정식: 99년3월3일, 양액공급시작: 3월10일, 양액농도: 1/2S.

<sup>y</sup>처리: 표 2-2-1 참조(ST1: 열소득, ST2: 자외선+오존, ST3: 모래여과기, ST4: 살균제).

\*양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n = 양액 흡수량

a = 초기 배양액양

w = 식물체가 흡수한 물의양

y = 배양용액에서 다량원소의 초기농도 (me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub> = 배양용액에서 다량원소의 후기농도 (me · L<sup>-1</sup>)

8월에도 높은 양분흡수를 보였는데 N는 최저 3.17부터 최고 5.62me · L<sup>-1</sup>까지 양분을 흡수하였다. 최종생장량이 가장 많았던 ST3에서는 N는 3.17me · L<sup>-1</sup>, P는 0.33me · L<sup>-1</sup>, K는 4.30me · L<sup>-1</sup>, Ca는 7.04me · L<sup>-1</sup>의 흡수율을 보였다.

표 2-2-27. 순환식 양액의 소독방법에 따른 야마자키 공식에 의한 9/1~9/31까지의 아잘레아<sup>z</sup> n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
ST1	a	180	y	7.50	0.54	2.60	4.30	1.12
	w	105	y1	4.65	0.57	1.66	1.21	1.28
	a/w	1.71	n/w <sup>x</sup>	9.52	0.49	3.27	6.49	0.85
ST2	a	180	y	7.29	0.56	2.23	3.32	0.88
	w	109	y1	4.65	0.59	1.84	1.17	1.09
	a/w	1.65	n/w	9.01	0.51	2.48	4.72	0.53
ST3	a	180	y	5.54	0.55	2.24	4.12	1.08
	w	147	y1	3.19	0.42	1.68	1.29	1.22
	a/w	1.22	n/w	6.06	0.58	2.36	4.74	0.91
ST4	a	180	y	7.35	0.64	2.39	3.63	1.06
	w	148	y1	5.36	0.96	1.95	1.23	1.34
	a/w	1.22	n/w	7.79	0.25	2.49	4.16	0.72

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

9월에는 8월보다 더 많은 양분흡수를 하였는데 N가 최저 6.06me · L<sup>-1</sup> · 최고 9.52me · L<sup>-1</sup> 까지 있었다.

가장 많은 성장량을 보인 ST3에서는 N=6.06, P=0.58, K=2.36me · L<sup>-1</sup>의 흡수를 보였다.

표 2-2-28. 순환식 양액의 소독방법에 따른 야마자키 공식에 의한 10/1~10/23까지의 아잘레아<sup>z</sup> n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
ST1	a	180	y	4.56	0.59	3.50	1.61	1.24
	w	97	y1	5.89	0.54	1.94	1.92	1.25
	a/w	1.86	n/w <sup>x</sup>	2.09	0.63	4.84	0.52	1.22
ST2	a	180	y	3.57	0.59	1.82	1.58	1.05
	w	88	y1	5.23	0.60	1.80	1.87	1.13
	a/w	2.05	n/w	0.17	0.57	1.84	0.99	0.89
ST3	a	180	y	3.17	0.45	1.67	1.59	1.24
	w	103	y1	4.94	0.42	1.78	1.96	1.22
	a/w	1.75	n/w	0.07	0.47	1.48	0.94	1.26
ST4	a	180	y	6.18	0.79	1.72	1.48	1.43
	w	95	y1	6.53	0.77	1.81	1.81	1.38
	a/w	1.89	n/w	5.52	0.81	1.55	0.86	1.47

<sup>z</sup>정식:99년3월3일, 양액공급시작:3월10일, 양액농도:1/2S.

<sup>y</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

\*양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

10월에는 흡수가 격감되었는데 ST3에서는 N=0.07, P=0.47, K=1.48me · L<sup>-1</sup>밖에 흡수되지 않았다.

### 3) 병원균 발생

표 2-2-29. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서 병원균 발생 colony수.

균 <sup>w</sup> \ 처리 <sup>z</sup>	CON	ST1	ST2	ST3	ST4
Bacteria R <sup>x</sup>	12.0 a <sup>v</sup>	11.0 a	0.3 bc	0.0 c	3.7 b
(cfu) <sup>y</sup> W	13.7 a	7.7 ab	1.3 b	5.7 ab	6.0 ab
Pythium	0.7 ab	0.0 b	0.0 b	0.3 ab	1.3 a
Cladosporium	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	1.3 a
Poma	0.7 a	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
Arthrotritys	0.7 a	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.7 a
Penicilium	0.0 b	0.0 b	1.0 a	0.0 b	0.0 b
Alternaria	0.3 a	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.3 b

<sup>z</sup>처리: 표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

<sup>y</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 개수.

<sup>x</sup>W: 흰색빛을 띤 세균, R: 붉은색 빛을 띤 세균.

<sup>w</sup>분주: 99년 7월 8일, 양액 drop 및 배양: 99년 7월 10일, 조사일자: 99년 7월 19일.

<sup>v</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

*Pythium* 선택배지에서 무처리 양액과 4가지 소독한 양액을 분주하여 25℃에 약 7일간 배양 후 발병된 colony수를 조사한 결과 표 2-2-29와 같았다. Bacteria는 무처리에 비해 모든 처리에서 colony발생수가 현저히 감소하였다. 그 중에서도 자외선+오존살균을 한 ST2와 모래여과소독한 ST3에서 가장 효과가 있었고 열처리와 살균제 소독도 무처리에 비해 효과가 보였다. 한편 진균류인 *pythium* 등 6종의 곰팡이들은 탁월한 효과를 보였다. 특히 ST1, ST2, ST3에서는 거의 발생되지 않았으며 무처리와 확연히 구별되었다. 그러나 ST4인 살균제 소독은 별로 효과가 없었다.



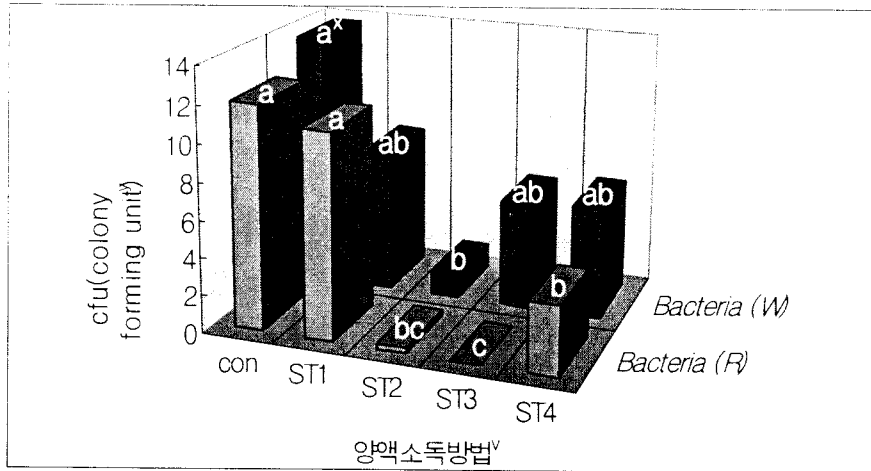


그림 2-2-29. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서 *Bacteria*<sup>2</sup>의 colony수.

<sup>2</sup>분주:99년7월8일, 양액drop및배양:99년 7월10일, 조사일자:99년 7월19일.

<sup>1</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 갯수.

<sup>\*</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

<sup>W</sup>:흰색빛을 띤 세균, <sup>R</sup>:붉은색 빛을 띤 세균.

<sup>3</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

백색계의 세균이 적색계보다 더 많았고 ST2에서 가장 소독효과가 있었고 다음은 ST3가 좋았다. ST4도 효과가 있었으며 ST1은 무처리보다는 약간 효과가 있었으나 다른 3처리보다는 많이 발병되었다.

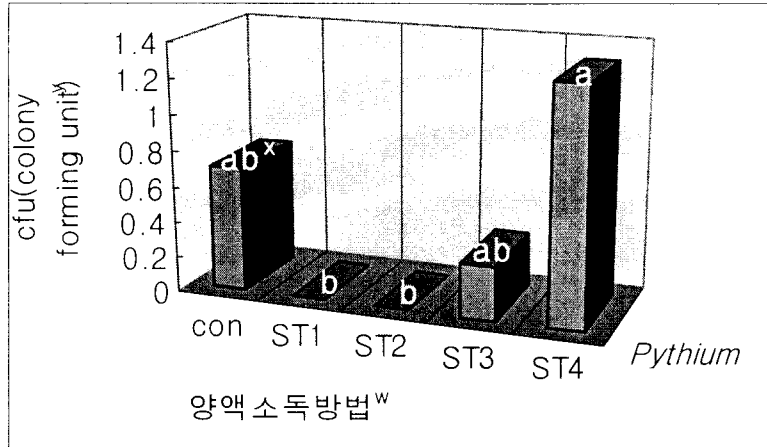


그림 2-2-30. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서의 *Pythium*<sup>z</sup>의 colony수.

<sup>z</sup>분주:99년7월8일, 양액drop및배양:99년7월10일, 조사일자:99년7월19일.  
<sup>y</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 갯수.

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

<sup>w</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

양액재배에서 수매전염병원균으로 가장 문제가 되는 *pythium*은 ST1, ST2에서 탁월한 효과가 있어 거의 발생되지 않았다. 한편 ST3에서도 무처리에 비해 발생이 적었다. 한편 ST4는 무처리보다 더 많이 발생하는 이상현상을 보였다.

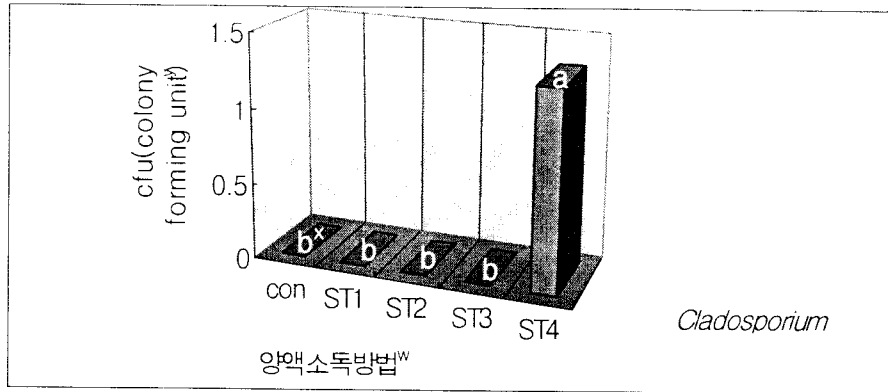


그림 2-2-31. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서의 *Cladosporium*<sup>2</sup>의 colony수.

<sup>2</sup>분주:99년7월8일, 양액drop및배양:99년7월10일, 조사일자:99년7월19일.

<sup>y</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 갯수.

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

<sup>w</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

*Cladosporium*도 ST4에서는 효과가 없었으나 무처리를 포함한 양액소독구에서는 전혀 발생되지 않았다.

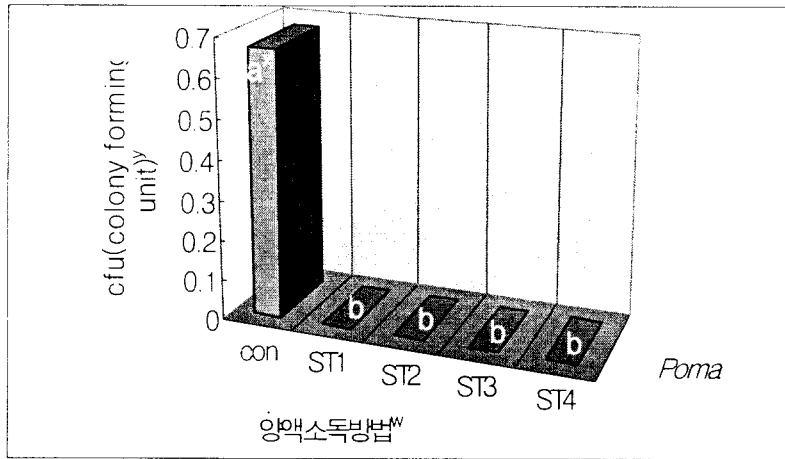


그림 2-2-32. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서의 *Poma*<sup>z</sup>의 colony수.

<sup>z</sup>분주:99년7월8일, 양액drop및배양:99년7월10일, 조사일자:99년7월19일.  
<sup>y</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 갯수.  
<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

<sup>\*</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

*Poma*는 다른 균에 비해 뚜렷하게 4가지 양액소독법 모두가 효과가 있어 전혀 발생되지 않았다. 그러나 무처리는 아주 많은 병원균이 발생되었다.

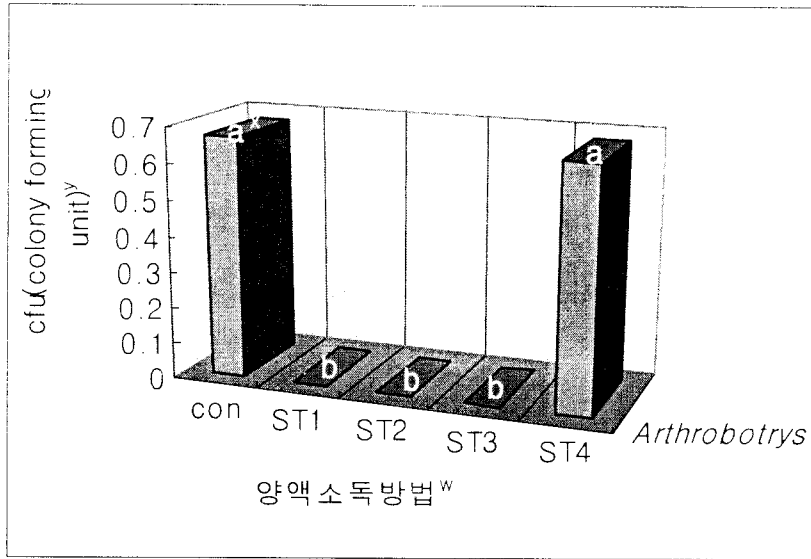


그림 2-2-33. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서의 *Arthrobotrys*<sup>2</sup>의 colony수.

<sup>2</sup>분주:99년7월8일, 양액drop및배양:99년7월10일, 조사일자:99년7월19일.

<sup>y</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 갯수.

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

<sup>w</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

*Arthrobotrys*도 ST4를 제외하고는 3처리구에서 전혀 발생되지 않았다.

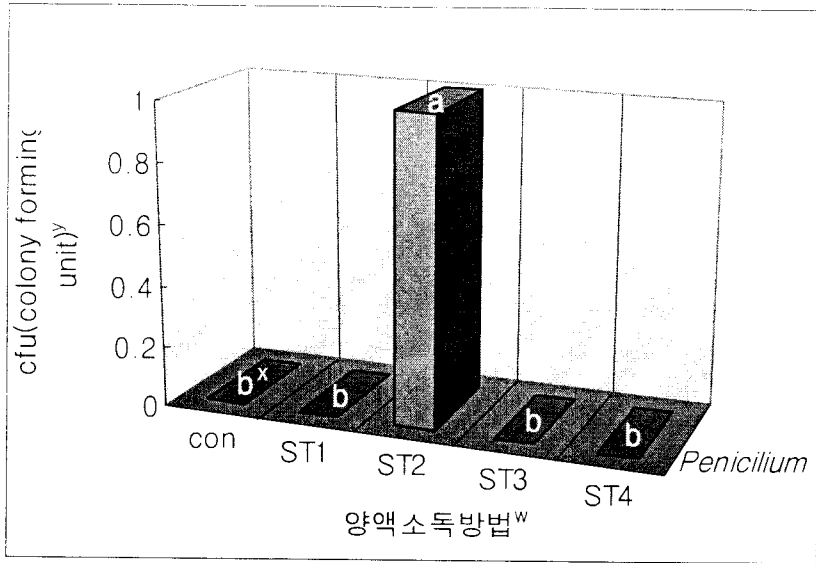


그림 2-2-34. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서의 *Penicillium*<sup>z</sup>의 colony수.

<sup>z</sup>분주:99년7월8일, 양액drop및배양:99년7월10일, 조사일자:99년7월19일.  
<sup>y</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 갯수.  
<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

<sup>w</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

*Penicillium*은 다른 처리와는 달리 ST2에서 발생되었으나 무처리를 포함한 다른 3처리에서는 전혀 발생되지 않았다.

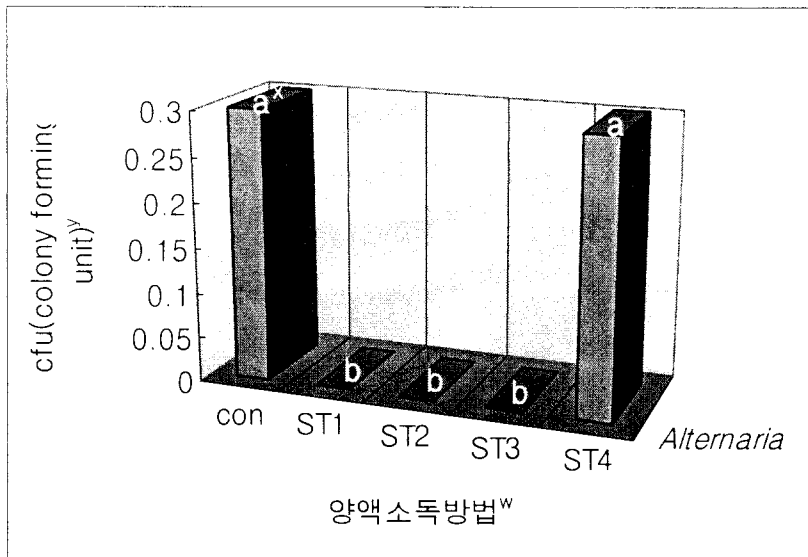


그림 2-2-35. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액의 소독방법에 따른 *Pythium* 선택배지에서의 *Alternaria*<sup>2</sup>의 colony수.

<sup>2</sup>분주:99년7월8일, 양액drop및배양:99년7월10일, 조사일자:99년7월19일.

<sup>y</sup>cfu(colony forming unit) : 양액 1ml 속에 들어 있는 병원균의 갯수.

<sup>x</sup>같은 글자는 다중검정 5%에서 유의성 없음.

<sup>w</sup>처리:표 2-2-1 참조(ST1:열소독, ST2:자외선+오존, ST3:모래여과기, ST4:살균제).

*Alternaria*도 ST1, ST2, ST3에서는 전혀 발생되지 않았으나 무처리를 포함한 ST4에서는 발생되었다.

표 2-2-30. 분화류 자동생력 관수시 순환식 양액소독시험 장소의 순별(3/19~7/10) 환경조건(광도, 온도, 습도).

조사일자	평균광도( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )			평균온도( $^{\circ}\text{C}$ )			평균습도(RH)		
	10시	13시	14시	10시	13시	14시	10시	13시	14시
3/17 ~ 3/20	181.1	453.8	419.1	22.2	28.8	28.4	63.7	36.6	36.8
3/21 ~ 3/31	208.5	671.9	550.6	21.7	30.3	29.6	53.9	26.8	26.1
4/1 ~ 4/10	211.3	623.2	485.7	24.6	30.0	29.5	44.1	25.1	25.3
4/11 ~ 4/20	211.5	627.2	636.5	23.7	30.1	31.5	38.7	29.2	26.8
4/21 ~ 4/30	372.2	719.0	655.8	26.8	35.9	36.2	32.4	18.0	17.1
5/1 ~ 5/10	313.2	773.6	721.5	25.8	32.5	32.3	43.0	27.8	27.0
5/11 ~ 5/20	434.5	643.6	764.2	27.2	37.0	35.8	35.5	17.2	18.1
5/21 ~ 5/30	420.3	711.7	706.3	28.1	39.5	39.9	31.6	23.2	19.6
6/1 ~ 6/10	247.8	133.3	131.1	28.3	34.0	34.3	48.8	35.4	32.5
6/11 ~ 6/20	202.4	377.4	372.0	26.1	32.6	33.8	57.1	38.0	34.3
6/21 ~ 6/30	318.3	873.8	561.6	29.1	40.6	45.1	55.0	27.0	27.1
7/1 ~ 7/10	277.5	668.2	505.3	26.5	36.9	37.0	54.2	38.0	38.1
7/10 ~ 7/20	284.5	736.8	453.9	28.5	38.1	37.8	55.4	37.2	37.0
7/21 ~ 7/30	278.5	345.5	328.5	30.0	35.9	35.9	70.9	49.8	49.9
8/1 ~ 8/10	167.6	292.1	222.3	29.3	35.1	35.1	69.5	54.7	54.4
8/11 ~ 8/20	188.0	224.3	272.2	34.5	40.5	40.5	48.2	35.8	35.8
8/21 ~ 8/30	240.6	520.4	511.8	28.6	36.1	36.4	62.7	39.5	39.2
9/1 ~ 9/10	210.7	488.9	526.1	29.8	38.2	38.9	62.0	42.8	39.6
9/11 ~ 9/20	112.4	276.7	397.8	29.7	32.8	33.6	69.6	56.8	54.8
9/21 ~ 9/30	124.1	271.1	273.8	23.8	32.1	31.7	67.9	45.9	47.2
10/1 ~ 10/10	106.5	171.8	193.5	21.4	29.6	30.2	68.6	43.0	40.9
10/11 ~ 10/20	109.8	193.6	174.1	22.2	30.1	28.9	47.7	28.0	30.7
10/21 ~ 10/22	100.9	221.6	270.8	24.4	28.9	29.5	45.7	31.6	29.9

순환식양액소독방법 구명연구하는 연구장소의 기상환경조건을 조사한 결과 전체적으로 광도 온도에서 작물생육에 알맞는 조건이었고 단지 습도는 오후에 다소 낮은 값을 보였다.

### 3. 적 요

순환식 저면담배수양액관수 재배에서 양액소독방법을 구명하기 위하여 열처리



소독기등 4가지 처리를 하여 식물생장과 병원균 발생을 조사한 결과 다음과 같았다.

#### 1) 아잘레아(미손벨)

##### (1) 성장량

초장, 초폭, 엽장 엽폭은 4처리 모두 조사시기에 관계없이 통계적인 유의차이가 없던지 별 차이가 나지 않았다.

분지수도 전 처리간에 유의차가 거의 없었다. 단지 생육초기인 3/15일에 ST3가 가장 적었으나 그 이후 곧 회복되어 다른 처리와 거의 같았다. 근장은 전 처리간에 유의차이가 없었다. 평균치로는 ST1과 ST3에서 다소 길었다.

##### (2) 엽록소 함량

전 처리간에 유의차이가 없었다.

##### (3) 광합성

광합성속도는 ST2가 높게 나타났지만 다른 3처리와는 유의차이가 없었다.

##### (4) 생체중과 건물중

지상부 생체중은 전 처리간에 차이가 없었고 지하부 생체중은 ST3가 가장 무거웠고 ST4에서 가장 적었다. 생체중 전체 평균치에서도 모래여과기로 소독한 ST3에서 가장 생체중이 컸다. 한편 ST4가 다소 낮았으나 다른 두 처리와는 별 차이가 없었다. 지상부 건물중은 유의차이가 없었고, 지하부 건물중은 ST3이 가장 컸다.

##### (5) 식물체 성분 분석

T-N은 평균 1.97%가 분석되었고 가장 건물중이 많았던 ST3는 1.86%가 있었다. ST3의 인산은 0.07%, K는 2.14%가 들어 있었다.

##### (6) 화분 배지의 pH, EC 및 물리성

pH는 상부(Top)와 하부(Bottom)사이에 별 차이없이 거의 비슷하였다. 평균 5.4를 보여주고 있어 아잘레아 생육에는 양호한 값을 보여주고 있었다. EC는 상부가

하부보다 평균 4배 높았고 ST2와 ST4에서 그 차이가 뚜렷하였다. 물리성은 전 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다.

## 2) 벤자민고무나무

### (1) 성장량

초장, 초폭, 엽장, 엽폭은 소독방법에 관계없이 대체로 비슷하였다.

분지수는 4/1일 조사에서 ST1과 ST2에서 좀 낮았으나 최종조사에서는 유의차가 없었다. 근장은 ST2에서 가장 길었으며 다른 3처리간에 유의차가 없었다.

### (2) 생체중과 건물중

지상부 생체중은 ST3가 가장 높았고 ST4와 ST2와는 유의차가 없었다. 지하부 생체중은 지상부와 비슷한 경향으로 평균치로 ST3에서 가장 높았으나 ST2, ST4와 유의차가 없었다. 가장 적었던 구는 ST1이었다.

지상부 건물중은 처리간 유의차가 없었다. 지하부 건물중은 ST3가 가장 무거웠고 ST1에서 가장 가벼웠다.

### (3) 엽록소 함량

엽록소 함량은 양액소독법 처리간에 유의차가 없었다.

### (4) 광합성

광합성속도는 통계적인 유의차이는 없었으나 평균치로는 ST2와 ST3에서 높은 경향을 보여주었다. 세포내 탄산가스농도는 ST1이 가장 많았고 ST3에서 가장 적었다. 기공저항치는 ST2가 가장 컸고 기공확산속도는 ST2에서 가장 적었다.

### (5) 식물체 성분 분석

양액소독방법에 따른 벤자민고무나무의 성장에서 ST3에서 가장 높은 건물중을 보였는데 이 처리구에서 T-N는 1.44%, P는 0.1%, K가 6.33%이었다.

### (6) 화분 배지의 pH, EC 및 물리성

pH는 대체로 낮은 수준이었다. 화분의 상부는 평균 4.37이고 하부는 4.48로서 상하부간의 차이는 거의 없었다. EC 는 화분상부가 평균 5.6mS/cm인데 비해 하

부는 1.5로서 약 3.7배가 높았다. 상부의 EC가 가장 높았던 구는 ST3로서 8.0mS/cm까지 올라갔으며 다음은 ST1으로 6.0mS/cm로 측정되었다.

### 3) 양액의 pH 및 EC변화

#### (1)pH

3월에는 ST3에서 가장 높았고 ST2에서 가장 낮았다. 대체로 pH6을 중심으로 큰 변화가 없었다. 4월에는 pH 5.5에서 pH 6.0을 중심으로 거의 큰 변화가 없었다. 5월에는 pH 5.5에서 pH 6.0사이에 있었다. 단 ST3에서 다소 높은 값을 보이기도 하였다. 6월에는 4처리모두 pH 5.0~6.0사이에서 큰 변화가 없었다. 7월에는 ST4에서 가장 낮아서 pH 5.0이하인 경우도 있었다. 한편 ST3는 4처리중 가장 높아서 대체로 pH6.0을 상회하였다.

#### (2) EC

3월에 EC는 0.6~1.0mS/cm사이에 있었는데 이 중에서 ST2가 가장 높았고 다음이 ST4이었으며 ST1과 ST3은 가장 낮은 EC값을 보였다. 4월은 3월과 마찬가지로 ST2, ST4에서 높았고 ST1, ST3에서 낮았다. 5월에는 ST2와 ST4가 높았다. 6월에는 3월~5월까지의 변화와 달리 ST4가 좀 내려갔으며 ST3가 가장 낮았다. 모두 0.6~0.9mS/cm사이에서 약간의 진폭이 있었다. 7월에는 ST2에서 가장 높았고 ST3에서 가장 낮았다.

### 4) 양액 공급량

3월의 양액 공급량은 ST1에서 가장 많았고 나머지 3처리구간에는 별 차이가 없었다. 4월은 3월과 비슷하게 ST1에서 많았고 나머지 3처리는 비슷하였다. 5월에 들어 전체적으로 양액 공급량이 비슷하였다. 6월에는 ST3에서 많았으며 ST2에서 가장 작았다. 7월에는 처리간에 큰 차이는 없었으나 ST2와 ST4에서 다소 적었다.

### 5) 양분 흡수율

생체중과 건물중이 가장 높았던 처리구를 중심으로 흡수율을 보면 다음과 같았다. 3월에는 생체중과 건물중에서 가장 높은 성장량을 보였던 ST3에서 N=

$5.30\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $P=0.69\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $K=1.14\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 높은 흡수율을 보였다. 5월은 N를 제외하고 나머지 대량원소의 흡수율이 적었다. N는  $3.29\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 이 흡수되었다. 6월은 N가  $2.03\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ , K가  $0.11\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  흡수되었고 나머지 성분은 마이너스값을 보였다. 7월에는 N( $1.08\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ )보다는 K가 다량 흡수되어  $3.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 흡수율을 보였다.

#### 6) 병원균 발생

##### (1) *Pythium* 선택배지에서 배양된 colony

Bacteria는 무처리에 비해 모든 처리에서 colony 발생수가 현저히 감소하였다. 그 중에서도 ST2(자외선+오존살균) ST3(모래여과소독)에서 가장 효과가 있었고 열처리와 살균제 소독도 무처리에 비해 효과가 보였다. 진균류인 *pythium* 등 6종의 곰팡이는 특히 ST1 ST2 ST3에서는 거의 발생되지 않았으며 무처리와 확연히 구별되었지만, 그러나 ST4(살균제소독)은 별로 효과가 없었다.

##### (2) *Pythium* 선택배지에서의 *Bacteria* 의 colony 수

백색계의 세균이 적색계보다 더 많았고 ST2에서 가장 소독효과가 있었다. ST4도 효과가 있었으며 ST1은 무처리보다 약간 효과가 있었으나 다른 3처리보다는 많이 발병되었다.

##### (3) *Pythium* 선택배지에서의 *Pythium*의 colony 수

*Pythium*은 ST1, ST2에서 탁월한 효과가 있어 거의 발생되지 않았다. 한편 ST3에서도 무처리에 비해 발생이 적었다. 한편 ST4는 무처리보다 더 많이 발생하는 이상현상을 보였다.

##### (4) *Pythium* 선택배지에서의 *Cladosporium*의 colony 수

*Cladosporium* 은 무처리를 포함한 양액소독구에서는 전혀 발생되지 않았다.

##### (5) *Pythium* 선택배지에서의 *Poma*의 colony 수

*Poma*는 다른 균에 비해 뚜렷하게 4가지 양액소독법 모두가 효과가 있어 전혀 발생되지 않았다. 그러나 무처리는 아주 많은 병원균이 발생되었다.

(6) *Pythium* 선택배지에서 *Arthrobotrys*의 colony수

*Arthrobotrys* 는 ST4를 제외하고 3처리구에서는 전혀 발생되지 않았다.

(7) *Pythium* 선택배지에서 *Penicilium*의 colony수

*Penicilium*은 다른처리와는 달리 ST2에서 발생되었고 무처리를 포함한 다른 3처리에서는 전혀 발생되지 않았다.

(8) *Pythium* 선택배지에서 *Alternaria*의 colony수

*Alternaria*도 ST1, ST2, ST3에서는 전혀 발생되지 않았으나 무처리를 포함한 ST4에서는 발생되었다.

7) 양액소독시험 장소의 순별(3/19~7/10) 환경조건(광도, 온습도)

전체적으로 광도, 온도는 작물생육에 알맞는 조건이었고 습도가 오후에 다소 낮은 값을 보였다.

# 제 3 절 분화류 자동생력 급수방법 개량화 연구

## (경기도 농업기술원)

### 1. 재료 및 방법

본 실험은 1999년 1~7월에 걸쳐 경기도 농업기술원 유리온실에서 수행되었으며 공시한 작물은 포인세티아 'Freedom'을 사용하였다. 관수방법별로는 관행적인 호스살수와 바닥담배관수( floor ebb and flow), 보온 덮개 2장을 깔아둔 매트관수, 튜브다지형 점적관수, 홈통관수, 벤치담배관수, 스프링클러를 이용한 지상살수관수 처리를 하였으며 관행 살수관수를 제외한 나머지 관수방법은 순환식 양액재배방식을 채택하였다. 처리별 베드규격은 폭96cm×길이500cm×높이80cm이며 폭48cm×길이120cm의 스티로폼베드를 2줄로 설치하였다.

공시재료의 삽수는 6~7cm 길이로 정단삽하여 균일한 개체를 사용하였으며 삽목시기는 3/5일과 3/20일에 각각 실시하였다. 정식은 삽목시기에 관계없이 4/8일에 하였다. 3/5일 삽목구는 본엽 1매를 부착하여 1회 적심하였고 3/20일구는 무적심으로 재배하였다. 장일처리는 삽목시부터 4월 25일까지 60W 백열전구를 80cm 간격으로 식물체 위 60cm 높이에 설치하여 오전 6:00~8:00, 17:00~19:00까지 건조하였다. 단일처리는 5/30일부터 상품화 시기인 7/31일까지 17:00~익일8:00까지 흑색비닐을 이용하여 차광하였다. 화분간의 재식거리는 20×40cm로 하였으며 배지는 피트모스+펄라이트+훈탄을 용적비율 1 : 1 : 1로 혼합하였으며 용기는 백색 플라스틱 4호분(직경 12cm)을 사용하였다.

양액조성은 화란 Sonneveld 분화류 표준액을 사용하였으며 관수간격은 1일 2회 관수하였다. 관행 살수관수를 제외한 나머지처리의 양액은 순환식으로 재사용한 후 1개월 간격으로 교체하였다. 기타관리는 표준재배법에 준하였다.

온도조사는 자기온습도기록계, 엽면적은 엽면적측정기(SI-3,000, Meiwa, Japan), 포인세티아의 잎과 재배후 배지의 무기성분 함량은 중간 녹색엽을 취하여 시료를 70℃ 건조기에서 건조한후 분쇄기를 이용하여 분쇄한 것을 분석재료로 하였다. 분

석방법은 시료를 습식 분해시킨 후 전질소는 Kjeldahl법, 인산은 Vanadate법, 기타 가리, 칼슘, 마그네슘, 나트륨은 ICP Spectrometer (GBC Integra XMP, Australia) 로 분석하였다.

생육 및 분화품질 조사는 구당 10화분씩 실시하였고 생육조사는 농진청 농사시험연구 조사기준에 준하였다.

## 2. 결과 및 고찰

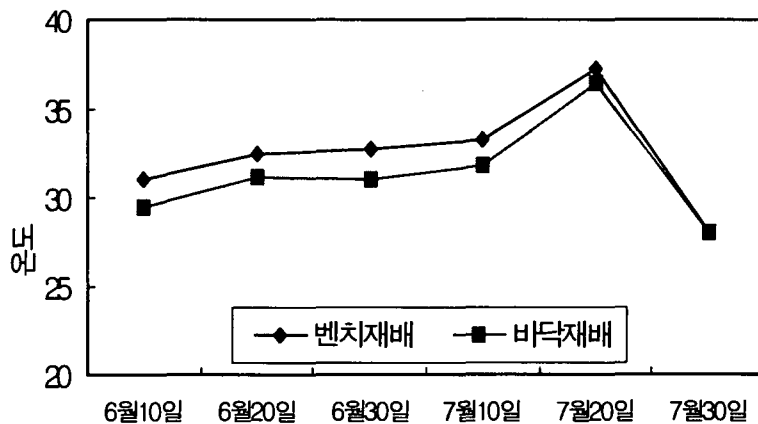


그림 2-3-1. 재배 기간 중 바닥 및 벤치재배의 최고온도 비교.

재배기간중의 최고 온도를 비교해 보면 그림 2-3-1에서와 같았다.

바닥재배가 벤치재배에 비해 0.1~1.5℃ 정도 낮게 나타나 지면에 비해 지상 80cm 윗 부분의 온도가 높게 나타났다. 이는 고온기인 하계 분화류 생산시 벤치를 설치한 재배방법에 비해 지면 바닥재배가 온도관리면에서 유리한 것으로 사료된다.

관행 살수관수는 양액이 다 소모될 시점에 다시 조절하였으며 나머지 관수방법 처리는 순환식 양액재배 방식으로 Sonneveld 분화류 양액을 각각 1개월간 사용한 후 전량 교체하였으며 폐양액의 pH 및 EC는 표 2-3-1과 같았다.

표 2-3-1. 양액 교체시기의 pH 및 EC.

처 리 내 용	pH (1:5)				EC(mS/cm)			
	4/30	5/30	6/30	7/30	4/30	5/30	6/30	7/30
바닥담배관수	6.7	6.7	6.9	6.1	1.8	1.6	1.8	1.6
매 트 관 수	5.8	5.9	5.6	6.0	1.6	1.5	2.4	1.7
튜브다지형 점적관수	7.0	6.8	6.9	6.3	1.2	1.1	2.5	1.6
흙 통 관 수	6.7	6.8	6.7	6.2	1.3	1.2	1.9	1.3
심 지 관 수	6.8	6.6	6.9	6.4	1.6	1.5	1.3	1.8
벤치담배관수	6.8	6.7	6.9	6.1	1.2	1.2	1.6	1.5
스프링클러 살수관수	6.5	6.0	6.3	6.0	1.8	1.7	2.7	1.3
평 균	6.6	6.5	6.6	6.2	1.5	1.4	2.0	1.5

pH의 변화는 매트관수 방법에서 pH5.6~6.0으로 다른 관수처리에 비해 약간 낮게 나타났으나 대체적으로 관수방법 처리에 관계없이 pH 6.0~7.0 사이를 유지하여 생육에 적합하게 유지되었으며 매트 관수와 흙통관수 처리를 제외한 모든 관수처리에서 6/30일에 pH6.3~6.9로 높아졌다가 7/30일에 pH6.0~6.4로 낮아지는 경향을 보였는데 그 이유는 생육초기에는 pH가 상승하는 경향을 보이다가 온도가 높아지고 개화가 진행됨에 따라 근권내 pH가 낮아진 것으로 생각된다. EC는 6/30일 양액교체에서 1.3~2.7mS/cm로 높게 유지되었으며 그림 2-3-1에서와 같이 6월 하순에서 7월 중순까지가 고온기이기 때문인 것으로 생각된다.

상품화시기의 무적심재배 관수방법별 생육 비교는 표 2-3-2에서 보는 바와 같았다. 수고는 관행 살수관수와 바닥담배관수에서 31.4~31.8cm로 낮게 나타났고 나머지 처리에서는 37.4cm이상으로 길었으며 수폭도 수고와 비슷한 경향이였다. 바닥 지상재배에 비해 벤치재배에서 분지수 및 생체중이 많고 무겁게 나타나는 경향이였다.



표 2-3-2. 관수방법별 무적심재배의 상품화시 생육비교.

처리내용	수고 (cm)	수폭 (cm)	줄기직경 (mm)	분지수 (개)	생체중(g)			근장 (cm)	결주율 (%)
					합 계	지상부	지하부		
살수관수(관행)	31.8 d	32.7 b	6.7 b	3.0 d	42.3	33.6	8.7	16.0	0
바닥담배관수	31.4 d	36.1 a	6.7 b	4.5cd	41.9	32.8	9.1	16.8	0
매 트 관 수	43.8 b	44.0ab	6.5 b	6.5bc	63.0	50.7	12.3	18.0	0
튜브다지형점적 관수	58.0 a	53.1 a	7.4 a	8.5ab	111.4	98.1	13.3	16.3	0
흙 통 관 수	48.8 a	45.0 a	7.2ab	8.9 a	101.0	89.2	11.8	12.3	0
심 지 관 수	42.3 b	41.2ab	6.9ab	8.7ab	76.5	64.9	11.6	17.0	0
벤치담배관수	52.4 a	47.7 a	7.2ab	8.8ab	100.5	86.1	14.4	18.3	0
스프링클러살수 관수	37.4 c	42.5ab	7.4 a	7.7ab	77.8	62.6	15.2	16.8	10
평 균	43.2	42.8	7.0	7.1	76.8	64.8	12.1	16.4	1.3

\* DMRT at 5% level

결주율은 스프링클러 살수관수를 제외한 나머지 관수처리에서는 발생이 없었고 스프링클러 살수관수에서 10% 발생하였는데 이는 수폭이 커짐에 따라 각각의 화분에 관수가 미치지 못하여 고사되는 것으로 나타났다.

상품화시기의 적심재배 관수방법별 생육비교는 표 2-3-3에서 보는 바와 같다. 수고는 관행 살수관수와 바닥담배관수에서 33.5~37.8cm로 낮게 나타났고 나머지 처리에서는 42.6cm이상으로 길었으며 수폭도 수고와 비슷한 경향이었고 이는 무적심재배와 동일한 경향을 나타냈다. 바닥 지상재배에 비해 벤치재배에서 분지수 및 생체중이 많고 무겁게 나타나는 경향이였다. 지하부의 생체중은 19.2~32.2g으로 큰 차가 없었으나 지상부는 스프링클러 살수관수를 제외한 벤치재배에서 109.6~137.6g으로 무거웠다. 이는 양액재배에서의 특징인 근권부의 발달이 적어도 지상부의 균형이 유지될 수 있는 것으로 나타났다. 근장은 관수처리에 관계없이 14.7~18.7cm 정도로 나타났다. 결주율은 스프링클러 살수관수에서 무적심재배에서보다 지상부의 발달이 많아 수분이 충분하게 화분안으로 들어가지 못하여 결주율이 15%로 높게 나타났다.

표 2-3-3. 관수방법별 적심재배의 상품화시 생육비교.

처리내용	수고 (cm)	수폭 (cm)	줄기직경 (mm)	분지수 (개)	생체중(g)		근장 (cm)	결주율 (%)	
					합 계	지상부 지하부			
살수관수 (관행)	33.5 d	42.0 e	7.3 ab	5.4 a	87.6 a-c	63.6	24.0	16.7	0
바닥담배 관수	37.8 d	45.1 d	7.7 ab	4.7 a	81.6 a-c	62.4	19.2	16.3	0
매 트 관 수	47.0 bc	47.0 cd	7.0 b	4.9 a	121.2 bc	89.0	32.2	17.7	0
튜브다지형 점적관수	54.3 a	55.7 a	7.5 ab	4.7 a	137.6 a	119.4	18.2	16.5	0
흙 통 관 수	46.3 bc	50.5 bc	7.6 ab	4.6 a	127.6 ab	107.0	20.6	14.7	0
흙통심지관수	49.5 b	47.4 cd	7.4 ab	5.1 a	109.6 cd	89.2	20.4	18.7	0
벤치담배 관수	49.2 b	52.1 ab	7.5 ab	5.1 a	126.0 a	111.0	15.0	17.5	0
지상살수관 수	42.6 c	47.3 cd	7.7 a	4.8 a	91.4 d	72.0	19.4	17.3	15
평 균	45.0	48.4	7.5	4.9	110.3	89.2	21.1	16.9	1.9

\* DMRT at 5% level

적심유무에 관계없이 살수 및 바닥담배관수를 제외한 나머지 관수처리에서 생육이 전반적으로 우수한 것으로 나타났으나 스프링클러 살수관수에서는 결주율이 10~15%로 높았다.

관수방법별 무적심 및 적심재배의 상품화시 엽생육 비교는 표 2-3-4, 표 2-3-5에서 보는 바와 같다. 무적심재배에서 엽수는 지상 바닥재배에 47.3~51.3개로 낮았으며 나머지 벤치재배에서는 71.0개 이상이였다. 상품성과 관련이 있는 포엽수는 엽수가 105.4개로 가장 많은 튜브다지형 관수처리가 53.8개로 많았고 살수 및 바닥담배 관수처리가 26.9~27.2개로 적었다.

적심재배에서 엽수는 스프링클러 살수관수가 70.6개로 가장 적었고 나머지 관수처리에서는 93.9개 이상으로 나타났는데 스프링클러 살수관수가 저조한 이유는 수분의 공급이 원활하여 낙엽이 많았던 것 때문인 것으로 생각된다.

엽장 및 엽폭은 관수방법처리 및 적심 유무에 관계없이 튜브다지형점적, 흙통심지, 흙통, 벤치담배관수처리에서 조금 우수했으나 평균 엽장은 11.6~15.0cm, 평균 엽폭은 8.3~11.3cm로 나타났으며 이는 품종 고유의 특성으로 생각된다.

표 2-3-4. 관수방법별 무적심재배의 상품화시 엽생육 비교.

처리내용	엽 수(매)			엽 장(cm)			엽 폭(cm)		
	합계	일반	포엽	평균	일반	포엽	평균	일반	포엽
살수관수(관행)	47.3	20.4	26.9	11.6	11.4	11.7	8.3	7.3	9.2
바닥담배관수	51.3	24.1	27.2	12.0	12.3	11.6	8.7	8.0	9.4
매트 관수	71.0	34.1	36.9	13.5	14.8	12.1	10.2	10.4	9.9
튜브다지형점적관수	105.4	51.6	53.8	15.0	16.0	13.8	11.3	11.8	10.8
흙통 관수	96.7	50.1	46.6	13.7	14.7	12.6	10.0	10.7	9.3
흙통심지관수	77.1	44.6	32.5	12.6	14.3	10.8	9.1	10.1	8.1
벤치담배관수	99.8	64.7	35.1	13.1	14.3	11.9	9.6	10.6	8.6
지상살수관수	80.6	50.1	30.5	11.9	13.5	10.3	8.9	9.8	8.0
평균	78.7	42.5	36.2	12.9	13.9	11.9	9.5	9.8	9.2

표 2-3-5. 관수방법별 적심재배의 상품화시 엽생육 비교.

처리내용	엽 수(매)			엽 장(cm)			엽 폭(cm)		
	합계	일반	포엽	합계	일반	포엽	합계	일반	포엽
살수관수(관행)	98.0	45.9	52.1	21.7	12.1	9.6	16.0	8.9	7.1
바닥담배관수	95.4	41.6	53.4	24.0	13.3	10.7	17.4	9.5	7.9
매트 관수	93.9	45.6	48.3	24.3	13.6	10.7	17.9	9.2	8.7
튜브다지형점적관수	113.3	52.4	60.9	28.4	15.1	13.3	21.4	10.9	10.5
흙통 관수	110.9	46.2	64.7	26.1	14.6	11.5	18.3	9.5	8.8
흙통심지관수	84.8	43.3	41.5	26.0	14.8	11.2	18.3	10.2	8.1
벤치담배관수	113.9	53.2	60.7	26.1	13.8	12.3	19.2	10.0	9.2
지상살수관수	70.6	22.5	48.1	22.2	10.9	11.3	16.6	8.4	8.2
평균	97.6	43.8	55.0	24.9	13.5	11.3	19.0	9.8	9.2

재배 후 배지의 부위별 엽류집적 분포를 보기 위해 상부와 하부의 pH 및 EC를 분석해본 결과는 표 2-3-6, 표 2-3-7와 같다.

표 2-3-6. 관수방법별 무적심구의 재배후 배지의 용기위치별 pH 및 EC.

처 리 내 용	pH(1: 5)		EC(mS/cm)	
	상 부	하 부	상 부	하 부
살수관수(관행)	6.3	6.1	1.6	1.5
바닥담배관수	6.0	5.9	1.3	1.4
매 트 관 수	5.7	5.7	2.2	1.5
튜브다지형점적관수	6.1	6.0	1.6	1.5
흙 통 관 수	6.3	6.4	1.0	0.8
흙통심지관수	5.5	5.5	2.0	1.5
벤치담배관수	5.9	6.0	1.5	1.2
지상살수관수	6.1	6.0	0.7	0.7
평 균	6.0	6.0	1.5	1.3

표 2-3-7. 적심구 재배후 배지의 용기위치별 pH 및 EC.

처 리 내 용	pH(1:5)		EC(mS/cm)	
	상 부	하 부	상 부	하 부
살수관수(관행)	6.0	5.7	1.4	1.9
바닥담배관수	6.0	5.9	1.4	1.8
매 트 관 수	5.5	5.5	2.7	2.6
튜브다지형점적관수	6.1	6.1	1.6	1.8
흙 통 관 수	6.0	6.3	1.3	1.4
흙통심 지 관 수	5.6	5.9	1.5	1.2
벤치담배관수	5.4	5.8	1.5	1.0
지상살수관수	5.8	5.7	1.2	1.3
평 균	5.8	5.9	1.6	1.6

재배후 용기의 pH는 매트관수에서는 적심유무와 관계없이 상부와 하부에서 동일하게 나타나 안정적이었으며, 적심재배에서 바닥재배한 살수관수와 바닥담배 관수에서는 상부의 pH가 하부에 비해 약간 높게 나타났고 스프링클러 관수를 제외 한 나머지 벤치재배에서의 pH는 하부에서 약간 높게 나타났다. 대체적으로 적심 유무와 관계없이 배지의 상부 및 하부에서 5.8~6.0 수준으로 적합하게 유지되었 다.

무적심재배후 용기의 EC는 바닥담배관수에서 하부의 EC가 약간 높게 나타났고

그 밖의 관수에서는 상부의 EC가 약간 높게 나타났으며 스프링클러관수에서는 0.7mS/cm로 용기내로의 양액공급이 적었음을 알 수 있었다. 적심재배에서 EC는 배지상부는 매트관수가 2.7mS/cm로 가장 높았고 나머지는 1.2~1.6 수준이었으며 배지하부 또한 매트관수가 2.6mS/cm로 가장 높았고 벤치담배, 스프링클러, 홈통심지관수가 1.0~1.3mS/cm으로 낮게 나타났다. 이는 매트관수에서 매트의 염류가 배지로 계속 이동되었기 때문에 EC가 높게 나타난 것으로 사료된다. 적심방법별 EC는 무적심 상부에서 1.5mS/cm로 하부1.3mS/cm에 비해 0.2정도 높았다. 그러나 근권부의 발달이 많은 적심구에서는 상부와 하부가 1.6mS/cm로 동일하게 나타났다.

표 2-3-8. 적심구 재배후 배지의 용기위치별 무기성분 함량.

처 리 내 용	T-N(%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		K <sub>2</sub> O(%)		CaO(%)		MgO(%)		Na <sub>2</sub> O(%)	
	상부	하부	상부	하부	상부	하부	상부	하부	상부	하부	상부	하부
살수관수(관행)	0.24	0.29	0.10	0.10	1.42	1.60	1.73	1.70	4.03	4.49	0.09	0.12
바닥담배관수	0.30	0.27	0.10	0.09	1.75	1.44	1.78	1.35	5.07	3.80	0.09	0.12
매 트 관 수	0.28	0.27	0.20	0.23	1.76	1.65	1.33	2.21	4.19	4.12	0.10	0.09
튜브다지형점적관수	0.27	0.23	0.12	0.13	1.26	1.42	1.26	1.84	3.42	3.73	0.09	0.09
홈 통 관 수	0.25	0.21	0.11	0.10	1.58	1.52	1.84	1.76	4.49	4.31	0.11	0.09
심 지 관 수	0.17	0.23	0.08	0.11	1.98	1.66	1.51	1.82	5.68	4.86	0.11	0.12
벤치담배관수	0.28	0.22	0.10	0.08	1.84	1.54	1.83	1.32	4.59	4.44	0.12	0.10
지상살수관수	0.32	0.31	0.12	0.14	1.71	1.54	2.46	2.01	5.04	4.15	0.12	0.10
평 균	0.26	0.25	0.12	0.12	1.66	1.55	1.72	1.75	4.56	4.24	0.10	0.10

표 2-3-9. 적심재배와 무적심재배구의 엽중 무기성분 함량.

처 리 내 용	적 심 재 배						무 적 심 재 배					
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O
살수관수(관행)	2.41	0.88	4.03	1.67	0.81	0.14	2.37	0.84	3.83	1.35	0.66	0.10
바닥담배관수	2.38	0.96	4.27	1.79	0.80	0.15	2.47	0.95	3.97	1.38	0.65	0.11
매 트 관 수	2.78	1.00	4.32	1.67	0.79	0.05	2.74	0.98	4.22	1.55	0.72	0.04
튜브다지형점적관수	2.99	1.13	4.21	1.50	0.73	0.04	2.59	1.05	4.00	1.43	0.69	0.03
흙 통 관 수	2.67	1.05	4.22	1.50	0.76	0.06	2.34	0.97	4.06	1.31	0.69	0.05
흙통심지관수	2.72	1.09	4.55	1.83	0.83	0.05	2.45	1.01	4.11	1.66	0.77	0.06
벤치담배관수	2.64	1.22	4.25	1.50	0.73	0.04	2.64	1.10	4.31	1.40	0.68	0.07
지상스프링클러 살수관수	2.64	1.16	4.47	1.79	0.65	0.17	2.81	1.34	5.05	1.82	0.82	0.25
평 균	2.65	1.17	4.29	1.66	0.76	0.09	2.55	1.03	4.19	1.49	0.71	0.09

적심재배후 배지의 위치별 무기성분 함량은 표 2-3-9과 같이 K<sub>2</sub>O는 T-N보다 7배가량, CaO는 8배가량, MgO는 약 15배가량 높았다. T-N은 살수관수와 흙통심지관수에서 하부에서 많이 함유하고 있었고 나머지 관수에서는 상부에서 많이 함유하고 있었고 K<sub>2</sub>O와 MgO는 살수관수와 튜브다지형점적관수에서는 하부에서 많이 함유하였고 그 밖의 관수에서는 상부에서 많이 함유하고 있었으며 Na<sub>2</sub>O는 0.09~0.12%수준으로 차이가 적었다. 엽중 무기성분은 표에서와 같이 적심재배에서 무적심재배보다 모든 무기성분함량이 높아 생육이 왕성할수록 비료의 흡수력이 높았던 것으로 생각되며 T-N은 튜브다지형점적관수에서 가장 높았고 K<sub>2</sub>O, CaO, MgO는 흙통심지관수에서 가장 높았다.

### 3. 적 요

국내 분화류 재배농가의 재배 및 경영상 문제점의 하나인 관수방법을 개량하고자 포인세티아를 공시작물로 하여 관행 살수관수 외 7가지 자동생력화된 관수처리를 한 실험결과는 다음과 같다.

1) 고온기 하계차광이 필요한 분화류 양액재배는 벤치재배에서보다 지상 바닥재배

가 온도를 0.1~1.5℃ 정도 낮게 유지할 수 있어 식물체의 도장을 약간 억제할 수 있었다.

- 2) 양액 교체 시기별 pH는 관수 처리에 관계없이 pH6.2~6.5로 적합하게 유지되었으며, EC는 바닥담배관수처리구가 시기에 관계없이 1.6~1.8mS/cm로 일정하게 유지되었다.
- 3) 생육상황은 적심유무에 관계없이 지상 바닥재배구들에 비해 벤치재배구에서 우수하였으며 스프링클러살수관수에서 결주율이 10~15%였고 나머지 관수처리에서는 결주가 없었다.
- 4) 재배 후 배지의 pH는 적심유무 및 관수처리방법에 관계없이 5.8~6.0으로 적합하였고 EC는 적심구에 비해 무적심구에서 낮게 나타났다.
- 5) 포엽수가 많아 상품성이 높고 생육이 우수한 튜브다지형 점적, 홈통, 벤치담배, 매트관수가 고품질 분화생산을 위한 자동생력적인 급수방법으로 생각되었다.

## 제 4 장 분화류 관수시점과 관수량 자동조절

### 시스템 구명 및 개량방법 실증 연구

#### 제 1 절 분화류 관수시점과 관수량 자동 조절 시스템

##### 구명 연구

###### 1. 재료 및 방법

1) 공시작물 : 아잘레아(품종:미손벨)는 삼목 2년생으로 12cm화분의 것을, 벤자민 고무나무는 삼목 2년생으로 12cm 화분의 것을 각각 시장에서 구입하여 사용하였다.

###### 2) 처리내용

###### (1) 아잘레아

화분의 관수시점과 관수량 자동조절은 표3-1-1의 5가지 처리를 하였다. 기본 자동생력관수체계는 99년도의 시험결과에서 가장 좋았던 저면 심지 흡통관수로 하였으며 양액은 분화용 1/2 Sonneveld액으로 하였다. 이 시설은 경질스티로폼 베드로 흡통을 설치한 후 두꺼운 흑색비닐로 피복하여 흡통에 물이 흐르도록 하고 짓은 심지가 화분에 흡수되도록 하였다. 각 처리별 관수시점과 관수량은 1주간 시험가동하면서 관수량의 범위를 정하여 시험하였다.



표 3-1-1. 아잘레아 화분의 관수시점과 관수량 자동조절 처리내용.

처리	관수시점과 관수량 조절 방법	관수량의 범위
T1	Timer에 의한 방법	오전10시 10분간
T2	Time domain reflectometry (TDR) (Model TRIME-EZ 7v~15v-DC)	Level 12% on time 5분 Sensor감지시간 1분
T3	토양수분측정 제어장치 (Hans system, SMC-40DS) tensio-meter	pF 1.6 on time 10분 off time 30분
T4	Irrrometer (Takemura Inorks LTD Japan)	상대 수분 pF 0.8 on time 5분 off time 30분
T5	화분 중량 자동 관수 조절기 (시립대 환경화훼실 제작)	상한치 2,400g 이상에서 단수 하한치 1,710g 이하에서 관수

관수 양액의 pH는 5로, 3일마다 교정하여 주었다.

T1의 timer에 의한 방법은 오전 10시부터 10분간 관수되도록 전기시계에 설치하여 관수하였고, T2는 Time domain reflectometry(TDR model : TRIM-EZ 독일제)를 사용하여 화분에 두 개의 감지 센서를 꽂아 센서의 12% 길이에서 건조되었을 때 관수되도록 하고 5분간 관수되었다가 1분간 쉬도록 설정하여 수분이 부족되는 경우에만 관수되도록 설치하였다. T3는 국산 Hans system(Model SMC-40DS) 토양 수분측정 제어장치에 의해 ceramic pF감지기를 화분에 꽂아 pF 1.6이상일 때 자동관수되도록 하여 on time을 10분, off time 30분으로 관수되도록 하였다. 한편 T4는 일본 Takemura Inorks LTD에서 제조한 Irrrometer로서 상대수분 pF량 0.8에서 on time 5분, off time 30분으로 관수되도록 하였다. 한편 T5는 화분 중량 자동관수조절기로서 화분무게를 감지하는 저울인 Digital computing scale을 이용한 콘트롤러에 의해 on, off 되도록 시립대 환경화훼실에서 제조하여 사용하였다. 초기에는 화분 중량이 2,400g(상한치)이 되면 off가 되고 1,710g(하한치)되면 on이 되어 관수되도록 setting 하였다.

관수는 한 개의 아잘레아 화분을 얹어놓은 접시에 main 관수 파이프에서 뽑은 점적관수용 가는 고무관으로 관수되도록 monitoring 하여 이 관수무게에 의하여 전체가 관수 되도록 하였고 전 생육기간 4회의 증량 조절을 통하여 관수되도록 하였다. 이 무게는 충분히 관수시켜 포장 용수량 상태에서 상한치로 두고 건조되어 관수해야 될 시기를 하한치로 두었다.

(2) 벤자민 고무나무

화분의 관수시점과 관수량은 표 3-1-2의 5가지 처리를 하였다.

표 3-1-2. 벤자민 고무나무 화분의 관수시점과 관수량 자동조절 처리내용.

처리	관수시점과 관수량 조절방법	관수량의 범위
T1	Timer에 의한 방법	오전10시 7분간 관수
T2	Time domain reflectometry (TDR) (플로리 AC 네타폼, 화란)	Level 30% on time 5분 off time 30분
T3	토양수분측정제어장치 (Hans system, SMC-40DS) tensio-meter	pF 1.6 on time 7분 off time 30분
T4	Irrrometer (I. Co. Calif. USA)	10kpa on time 5분 off time 30분
T5	모발습도계 자동관수장치 (시립대 환경화훼실 제작)	Level 70% on time 5분 off time 25분

기본 관수방법은 99년 연구에서 가장 좋았던 저면담배수관수(Ebb and Flow)로 하였으며 양액은 Sonneveld 분화표준액으로 관수하였다. 한편 pH는 6으로 3일마다 교정하여 주었다.

관수시점과 관수량의 결정은 1주간 시험 가동하여 각 자동생력 관수방법의 관수량을 정하여 setting하였다.

T1은 timer에 의하여 오전 10시경에 7분간 관수되도록 설치하였고, T2는 화란

네티팜사가 제조한 TDR(플로리 AC)을 사용하여 level 30%에서 관수되도록 하여 on time 5분, off time 30분이 관수되도록 하였다. T3는 국산 Hans system(Model SMC-40DS)토양 수분측정 제어장치에 의해 ceramic pF tensio-meter감지기를 화분에 꽂아 pF 1.6이상일 때 자동관수되도록 하여 on time 10분, off time 30분으로 관수되도록 하였다. T4는 미국 Irrrometer (Riverside California)사에서 제조한 Irrrometer로서 10kpa에서 관수되도록 하고 on time 5분, off time 30분으로 하였다. 한편 T5는 전기 기계식 모발 습도계를 서울시립대 환경화훼연구실에서 제조한 자동관수기로서 화분배지에 심지(재료:부직포)와 흡습지로 수분량을 감지되도록 만든 연결선을 제조하여 플라스틱 밀봉상자 속에 넣은 전기식 모발 습도계(Saginomiya사 제조)에 연결시켜 토양수분조건에 따라 관수되도록 하였다. Level은 70%이하에서 관수되도록 하여 on time 5분, off time 25분으로 하였다.

### 3) 시험방법

시험한 장소는 서울시립대 벤로 유리온실에서 수행하였다.

화분에 정식하여 시험을 시작한 날은 2000년3월8일이었고 양액 공급은 4월6일에 시작하였다. 화분배합토는 98년 결과에서 가장 우수하였던 결과를 사용하였는데 아잘레아는 피트모스(카나다산)+펠라이트(大粒)+질석(大粒)을 1:1:1 용적비로 섞어 사용하였다. 한편 벤자민 고무나무는 피트모스(카나다산)+질석(대립)+훈탄을 1:1:1 용적비로 섞어 사용하였다.

시험에 사용한 벤치의 크기는 규격이 길이 3m×폭1.63m×턱0.113m인 벤치를 사용하였고, 화분 25개를 고르게 분산 배치하여 시험하였다.

### 4) 조사방법 및 분석방법

시험구배치는 완전임의배치법 25반복으로 하였고 식물의 생장조사는 농촌진흥청 화훼작물 표준조사방법에 의하였다. 생장조사는 1개월 간격으로 월말에 하였으

며 최종조사는 2000년8월7일에 하였다. 뿌리발달은 뿌리의 생장 분포량과 발달상태를 가장 좋은 것을 5로 하고 나쁜 것을 1로 하여 육안 판단하였다.

시험하였던 시설은 표와 같은 환경조건에서 시험하였다.

■ 토양분석 방법 : 98년도 1년차 토양분석방법과 동일

- 생육조사, 광합성조사 : 생육조사항목은 초장, 초폭, 최대엽장, 최대엽폭, 지상부와 지하부의 생체중·건물중을 조사하였고, 광합성측정은 휴대용광합성측정기(Li-cor 6200, Li-cor)를 사용하여 CO<sub>2</sub>동화율을 측정하였다.

■ 배양액의 pH 및 EC 조사

- 배양액내 pH : pH meter(Nieuwkoop Holland ; S/N 58338)로 측정하였고, EC는 EC meter(Nieuwkoop Holland; S/N 58338)로 측정하였으며, pH 교정은 NaOH와 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 하였다.

■ 엽록소함량 : SPAD 502(일본산) 기기로 측정하였다.

■ 광합성분석 : Li-cor 6200 USA, portable광합성 측정기로 측정하였다.

■ 온도 및 시설환경조사 : Datalogger(Li-1000)기록계를 시설에 설치하여 조사하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 1) 아잘레아 (품종:미손벨)

#### (1) 초장, 초폭

표 3-1-3. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 초장변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3/10일	3/31	4/30	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	16.1 a <sup>x</sup>	17.4 a	19.8 ab	20.3 a	21.6 a	24.0 a	24.0 a
T2	15.0 a	17.5 a	17.8 b	20.7 a	22.1 a	22.7 ab	23.7 a
T3	13.2 a	17.3 a	19.8 ab	20.5 a	21.1 a	22.0 ab	25.7 a
T4	15.4 a	18.3 a	21.4 a	20.7 a	22.2 a	22.5 ab	26.3 a
T5	17.3 a	19.0 a	20.0 ab	20.2 a	20.0 a	20.0 b	25.0 a
평균	15.40	17.90	19.76	20.48	21.40	22.24	24.94

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

\*같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

3/10일부터 6/30일까지는 초장이 각 처리간에 통계적인 유의차이가 없었으나 7월부터는 화분중량 자동관수조절기가 5처리 중에서 가장 작았다. 가장 컸던 구는 T1이었지만 T2, T3, T4와는 통계적인 유의차이를 발견할 수가 없었다.

한편 T5와도 T2, T3, T4구는 유의차이가 없었다. 그러나 최종 조사일인 8/7일에는 5개의 모든 처리에서 통계적인 유의차이가 없었다. 한편 시기별 초장의 변화는 전체적으로 처리간에 거의 유의차가 없었고 일관성도 적었다.

따라서 본 5처리방법에 의한 초장변화는 거의 없는 것으로 생각되었다. 3/10일에는 15cm정도의 초장이 약 5개월 후에는 25cm로 10cm가 더 신장되었다.

표 3-1-4. 분화류 자동생력관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 초폭변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	20.8 a <sup>x</sup>	21.6 a	27.9 a	30.1 a	33.2 a	35.9 a	36.7 a
T2	19.6 a	23.3 a	27.0 a	30.2 a	34.8 a	36.9 a	40.7 a
T3	20.7 a	21.8 a	26.0 a	30.5 a	32.7 a	34.3 a	36.3 a
T4	20.4 a	22.9 a	26.5 a	32.2 a	34.1 a	34.1 a	34.3 a
T5	21.2 a	22.5 a	26.0 a	26.2 b	28.7 b	33.0 a	36.0 a
평균	20.54	22.42	26.68	29.84	32.70	34.84	36.80

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분증량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

초폭도 초장처럼 7회에 걸쳐 조사 기간중 전 처리간에 별 차이가 없었다. 단지 5/31일과 6/30일에는 T5가 다소 적은 경향을 보였고, 최종 8/7일 조사에서도 전 처리 간에 유의차는 없었다. 평균치로는 T2가 가장 컸으며 T4가 다소 적었다. 초기에는 약 20cm이었던 것이 매월 약 2cm~4cm의 증가를 이루어 최종 조사에서는 36cm의 엽폭을 보였다.

## (2) 엽장, 엽폭

표 3-1-5. 분화류 자동생력관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 엽장변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	5.1 a <sup>x</sup>	5.0 ab	5.1 a	5.3 a	5.5 a	5.5 ab	5.9 a
T2	4.8 ab	4.8 b	5.0 a	5.0 a	5.3 ab	5.3 b	5.7 a
T3	4.4 b	5.0 ab	5.1 a	5.1 a	5.1 b	5.3 b	5.5 a
T4	5.1 a	5.1 a	5.1 a	5.1 a	5.3 ab	5.7 a	5.7 a
T5	4.9 ab	5.1 a	5.1 a	5.1 a	5.1 b	5.1 c	5.4 a
평균	4.86	5.00	5.08	5.12	5.26	5.38	5.64

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분증량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

엽장도 초기에는 처리간 차이를 보였다. 그러나 생장후기에 들어서는 전 처리간

에 유의차가 없었다. 최종 8/7일 조사에서는 최저 5cm(T4)에서 최저 5.9cm(T1)의 범위로 평균 5.5cm를 보였다. 따라서 최종조사시는 성장초기보다 0.78cm의 변화밖에 보이지 않았다.

표 3-1-6. 분화류 자동생력관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 엽폭변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3/10일	3/31	4/28	5/30	6/30	7/31	8/7
T1	2.4 a <sup>x</sup>	2.4 a	2.4 a	2.5 a	2.6 a	2.7 a	2.7 b
T2	2.3 a	2.4 a	2.4 a	2.4 a	2.5 a	2.5 ab	2.9 a
T3	2.2 a	2.4 a	2.4 a	2.4 a	2.5 a	2.5 ab	2.9 a
T4	2.4 a	2.5 a	2.5 a	2.5 a	2.5 a	2.5 ab	3.1 a
T5	2.3 a	2.3 a	2.4 a	2.4 a	2.4 a	2.4 b	2.8 a
평균	2.32	2.40	2.42	2.44	2.50	2.52	2.88

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

엽폭은 최저 2.3cm에서 5개월간 성장시킨 결과 0.58cm 밖에 자라지 않았다. 3/10일부터 6/30일까지는 전체 처리간에 유의차가 없었으나 7/31일과 8/7일에는 처리간 유의차가 보였다. 7/31일에는 T5가 가장 작았으나 8/7일에는 T1이 가장 적었다. 그러나 모든 처리간 차이는 크지 않았다.

### (3) 분지수

표 3-1-7. 분화류 자동생력관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 분지수 변화.

(단위:개)							
처리 <sup>y</sup>	3/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	6.4 a <sup>x</sup>	11.1 b	21.2 a	23.1 a	21.4 b	24.3 a	25.7 b
T2	6.6 a	13.1 ab	21.6 a	23.7 a	21.0 b	26.7 a	28.3 ab
T3	6.6 a	12.4 b	21.5 a	22.2 a	23.6 ab	27.0 a	28.3 ab
T4	6.0 a	12.8 ab	20.7 a	23.1 a	24.5 ab	27.4 a	27.2 ab
T5	4.4 b	15.4 a	21.6 a	22.4 a	26.7 a	24.1 a	29.0 a
평균	6.00	12.96	21.32	22.90	23.44	25.90	27.70

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

분지수는 초기에는 6개 정도이었으나 5개월 후에 27개 정도로 21개가 증가되었으며 시기적으로는 3월과 4월에 크게 증가되었다. 3/10일에는 T5를 제외하고는 전 처리간에 유의차이가 없었으나 3/31일에는 T5, T2, T4가 T1과 T3보다 더 많은 값을 보였다. 그러나 4월, 5월, 6월30일 조사에서는 통계적인 유의차이가 보이지 않았다. 7/31일과 8/7일 조사에서는 T5가 가장 많았으며 T4가 가장 적었다. 그러나 전체적으로 큰 차이는 보이지 않았다.

#### (4) 생체중과 건물중

표 3-1-8. 분화류 자동생력관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 생육조사.

처리 <sup>y</sup>	생체중(g)			건물중(g)			뿌리발달 (1→5종음)	근장 (cm)		
	지상(T)	지하(R)	계	T/R	지상(T)	지하(R)			계	T/R
T1	82.0 a <sup>x</sup>	34.7 a	116.7	2.36	20.3 a	11.7 a	32.0	1.74	4.3 a	11.7 ab
T2	86.7 a	42.3 a	129.0	2.05	25.7 a	15.3 a	41.0	1.68	3.0 c	10.3 b
T3	70.3 a	39.3 a	109.6	1.79	19.0 a	12.3 a	31.3	1.54	3.3 bc	13.0 a
T4	66.3 a	30.7 a	97.0	2.16	15.7 a	7.3 a	23.0	2.15	4.0 ab	13.2 a
T5	82.7 a	27.3 a	110.0	3.03	21.3 a	8.7 a	30.0	2.45	3.3 bc	12.3 a

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

지상부 생체중은 전체 처리간에 통계적인 유의차이를 인정할 수 없었다. 최저 66.3g(T4)에서 최고 86.7g(T2)사이에 있었는데 T2, T5, T1은 다른 처리에 비교하여 높았고 T4와 T3는 낮았다. 따라서 Irrrometer나 토양수분측정제어장치(Tensio-meter)에 의한 관수가 아니더라도 비교적 간단한 Timer나 화분중량 관수조절기, 또는 TDR기기를 이용하여도 좋을 것으로 판단되었다.

한편 지하부(뿌리) 생체중도 통계적으로는 전체 처리간에 통계적인 유의차이는 보이지 않았지만 최저 27.3g(T5)에서 최고 42.3g(T2) 사이에 있었다. 각 처리간 산술평균치를 비교하여 보면 T5가 가장 적었고, T2와 T3가 각각 39~42g으로 가장 높은 지하부 생장을 보여주고 있었다. 따라서 지하부생장에는 TDR법과 Tensio-meter에 의한 토양수분측정제어장치가 좋았고 화분중량관수법(T5)이나



Irrrometer(T4)는 다소 낮은 지하부 생장을 보이는 경향을 보였다.

생체중 전체 무게는 최저 97g(T4)에서 최고129g(T2)의 사이에 32g의 차이를 보였다. 높은 성장량을 보인 것은 T2와 T1이었고 T4가 가장 낮은 값을 보였다. 따라서 Irrrometer는 분화관수에서는 좋지 않은 방법으로 생각되었고 오히려 Timer와 같은 간편한 방법이나 TDR관수가 높은 성장량을 보였다. 한편 Tensio-meter는 전체 중 중간정도의 생체중을 보였다.

생체중에 대한 T/R율은 1.8에서 3.0사이로서 가장 높았던 구는 T5로서 근부생장이 적었던 때문으로 보이며 T3에서 가장 높은 근부 생체중 때문에 가장 낮은 값을 보였다. 한편 나머지 3처리구의 T/R율은 비슷한 값을 보였다.

건물중에서도 생체중과 마찬가지로 지상부와 지하부에서 통계적인 유의차이는 보이지 않았으나 평균치간의 변화는 다소 차이가 보였다. 지상부는 T4에서 가장 낮았고 다음이 T3로서 T4와 T3가 다소 낮은 평균치 값을 보였다. 한편 T5와 T1도 비교적 높은 성장량을 보였다. 지하부도 T4에서 가장 낮은 건물중을 보였고 다음이 T5로서 T4와 T5가 낮은 지하부 성장량을 보였다. 5처리 중 T2가 가장 높은 값을 보였고 T1과 T3와는 비슷하였다. 전체 건물중도 T2가 가장 높았고 T4가 비교적 높았다. 건물중의 T/R율은 T3가 가장 낮았고 T5와 T4가 비교적 높았다.

이상의 생체중과 건물중 결과를 종합하여 보면 통계적인 유의차이는 보이지 않았으나 전체적으로 TDR 관수인 T2가 가장 높은 성장량을 보였고 T4(Irrrometer)에서 가장 낮은 값을 보였다. 한편 timer에 의한 T1, tensio-meter인 T3, 화분중량법인 T5도 비교적 높은 성장량을 보였다.

뿌리발달은 화분을 뽑아 뿌리발달 상태를 육안으로 조사한 것으로서 T1이 가장 좋았는데 T4와는 통계적인 유의차는 보이지 않았다. 한편 T2가 가장 낮았지만 다른 처리구와 큰 차이는 보이지 않았다. 전체적으로 보면 최저 3에서 최고 4.3의 범위로 T2, T3, T5는 비슷한 값을 보였다.

근장은 T4가 가장 길었는데 T3, T5, T1는 통계적인 유의차가 보이지 않았다.

(5) 엽록소 함량 및 광합성

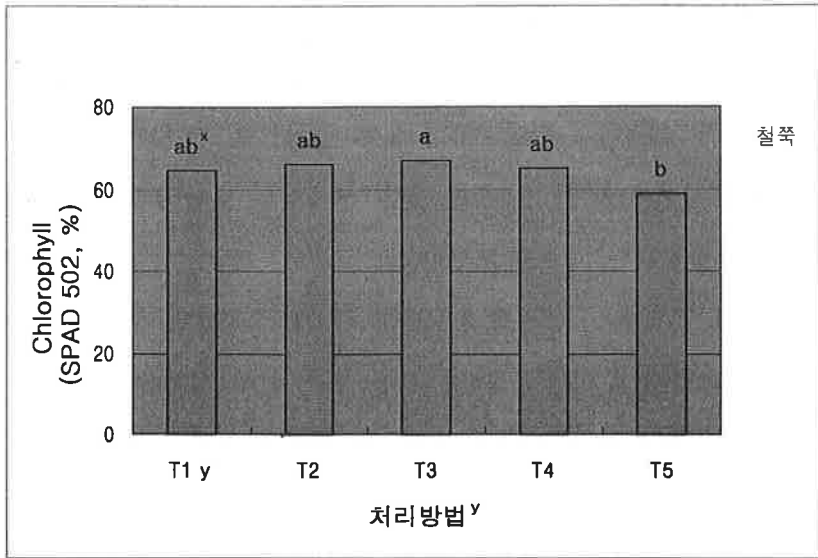


그림. 3-1-1. 최종 생육 조사시 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 자동생력관수방법에 따른 엽록소함량 비교.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

자동생력 관수방법별 엽록소함량의 차이는 T3에서 가장 높았으나 T1, T2, T4와는 통계적인 유의차가 없었다. 전체에서 T5가 가장 낮았으나 T3와의 차이는 그리 크지 않았다. 따라서 엽록소함량의 차이는 거의 없었다.

표 3-1-9. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 자동생력 관수방법에 따른 광합성조사.

처리 <sup>y</sup>	순광합성량 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	세포내 CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
T1	1.908 a <sup>x</sup>	333.4 a	1.070 a
T2	2.331 a	330.7 a-c	0.411 a
T3	1.350 a	332.4 ab	0.451 a
T4	2.367 a	327.3 c	0.455 a
T5	1.479 a	328.1 bc	0.971 a

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

순광합성량도 전 처리간에 통계적인 유의차이는 없었다.

평균치만을 비교하면 T4와 T2에서 높은 순광합성량을 보였고 T5에서 가장 낮은 광합성량을 보였다. 한편 세포내 CO<sub>2</sub>농도는 T1이 가장 많았으나 T2와 T3와는 유의차가 없었다. T4가 가장 낮았으며 T2, T5는 유의 차이가 없었다. 기공저항치는 T1, T5가 높았고 T2, T3, T4가 가장 낮았다.

이상의 결과를 보면 자동생력관수방법 간에 광합성능력의 차이는 통계적인 유의성이 인정되지 않았으나 평균치로는 T4와 T2에서 다소 높은 양을 보여주었다.

### (6) pH변화

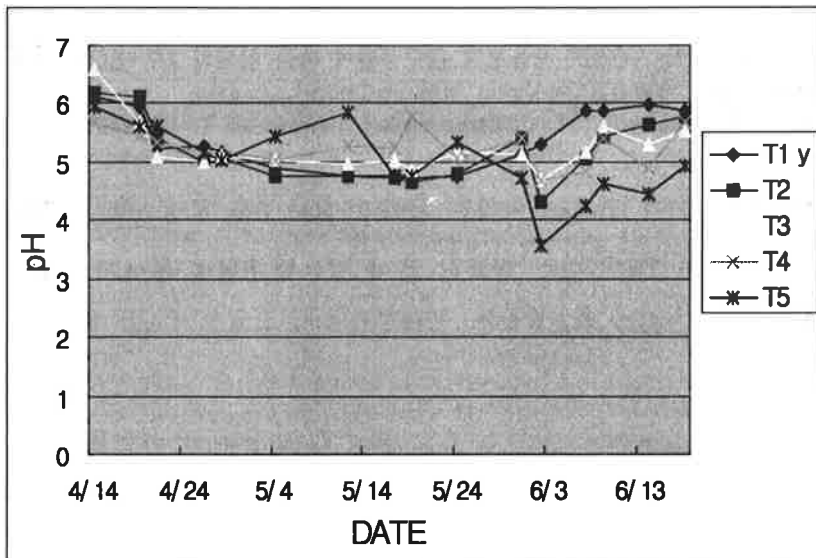


그림 3-1-2. 아잘레이(미손벨)<sup>2</sup> 자동관수 방법에 따른 양액의 4/14~6/30까지의 pH 변화.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

4월과 6월의 양액 pH의 변화는 모든 처리에서 5를 중심으로 비교적 큰 변화는 없었으나, T5에서는 다른 처리에 비해 변화폭이 컸다. 5월에서는 거의 6을 유지하였지만 6월로 들어서면서 하강하였다.

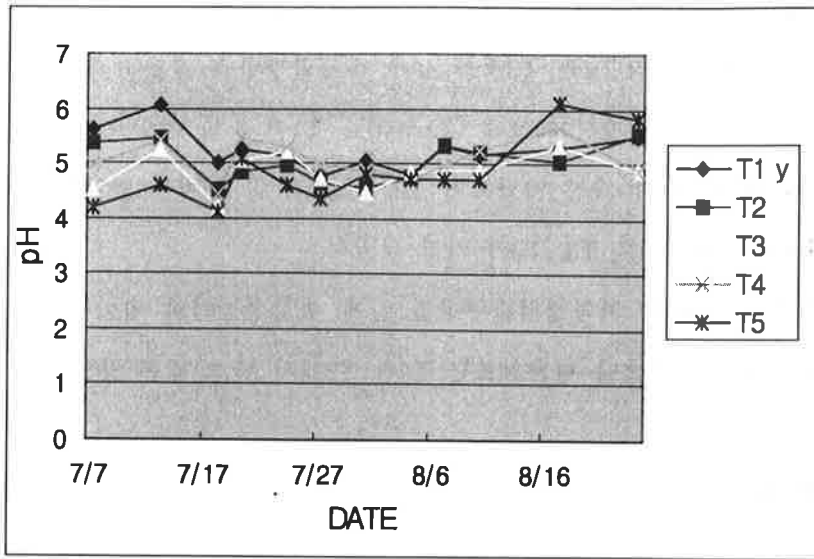


그림 3-1-3. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 자동생력 관수방법에 따른 양액의 7/7~8/24까지의 pH 변화.  
<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).  
<sup>3</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

7월과 8월에도 pH의 변화는 처리간 차이가 없이 5를 중심으로 큰 변화가 없었다. 그러나 전체 중 T5가 다소 변화의 폭이 컸는데 8월에 들어서는 증가하는 경향을 보였다.

(7) 양액의 EC변화

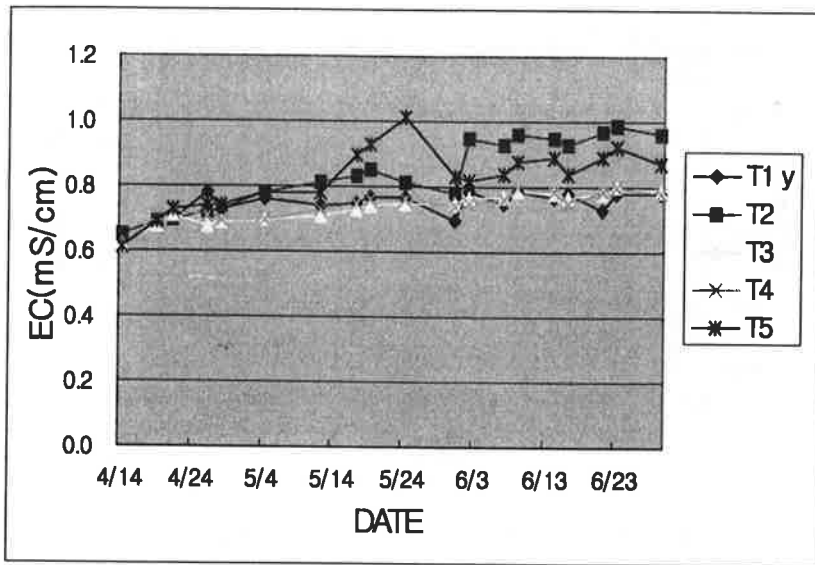


그림 3-1-4. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 자동생력 관수방법에 따른 양액의 4/14~6/30까지의 EC 변화.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

4월 중순에는 EC가 낮았으나 하순부터는 전체적으로 0.8mS/cm을 중심으로 큰 변화가 없었다.

그러나 5/24일에는 T5에서 약간 높은 값을 보였다. 전체에서는 T3와 T1에서 대체로 낮은 EC값을 보였다. 따라서 온도가 상승하면서 T2와 T5에서 높아지는 경향을 보이고 있었다.

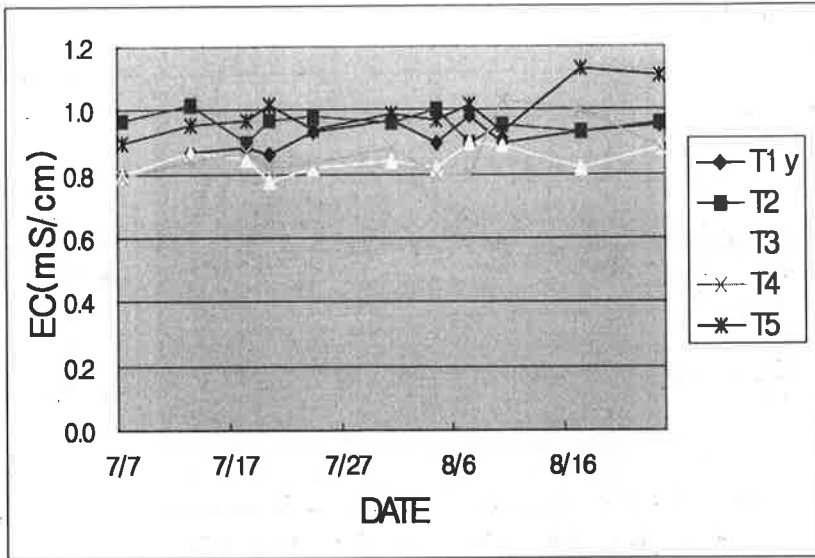


그림 3-1-5. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 양액의 자동생력 관수방법에 따른 7/7~8/24일  
까지의 EC 변화.

<sup>2</sup>정식:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 관수조절기).

7월에 들어서서 EC가 다소 상승하면서 대체로 1mS/cm에 근접하였다. 가장 낮은 값을 보인 구는 T3이었다. 8월에 들어서서는 T5가 약간 높은 EC값을 보였다.

이상의 EC변화에서 가장 변화가 컸던 것은 T5이었는데 이는 화분 중량의 변화에 의한 관수시스템의 특이성이 원인인 것으로 생각되었다.

(8) 양액공급량

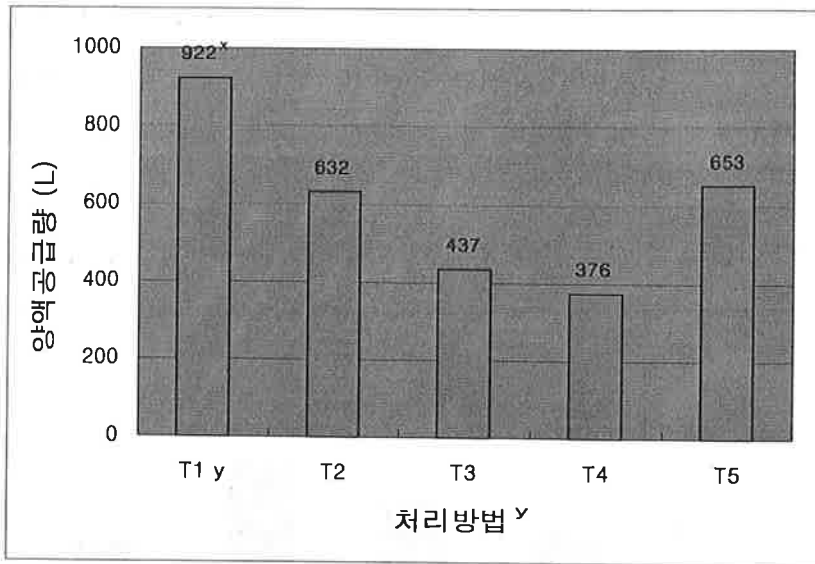


그림 3-1-6. 아잘레아(미손벨)<sup>z</sup> 자동관수 방법 차이에 따른 4/14~8/24일까지의 양액공급량 비교.

<sup>z</sup>정식:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 관수조절기).

<sup>x</sup>양액흡수 적산량

4월 양액을 공급하기 시작하여 8월까지 양액흡수량을 적산한 결과 T1에서 가장 많았고 다음이 T5이었다. 한편 양액공급량이 가장 적었던 구는 T4(Irrrometer 관수)가 가장 적었고 다음이 T3, T2 순으로 많았다. 가장 적은 양액공급량을 보인 T4는 T1의 1/2.5밖에 되지 않았고 T3도 1/2.4밖에 되지 않았다.

이와 같은 현상은 T1은 timer로서 규칙적으로 관수되고 나머지 처리구는 센서에 의한 토양수분 부족시에만 관수되기 때문으로 생각되었다. T3과 T4는 비슷하였지만 T2와 T5는 다소 많았는데 이들 센서의 토양수분 민감도의 차이 때문으로 생각되었다. 이러한 관수시점과 관수량의 결정을 위한 각종 센서의 차이는 저면 담배수심지관수시 공급양액의 절약에서 크게 영향하는 것으로 판단되었다. 최종 경제적이며 우수한 관수방법의 결정은 양액절약 뿐만이 아니라 식물의 성장과 품질 등을 고려한 종합적인 판단이 우선 되어야 하겠다.

본 연구에서 생체중과 건물중이 가장 높았던 T1과 T2는 양액공급량이 많았던 것과 관련이 큰 것으로 판단되었다. 한편 T5는 양액공급량은 T2보다 많았으나 생체중과 건물중은 T2다음이었는데 이는 효과적인 양분공급에서 증량에 의한 공급보다는 TDR에 의한 양액공급이 더 효과적인 것으로 생각되었다.

(9) pF센서(텐쇼메타)에 의한 토양수분공급 일중(日中) 화분의 pF 변화

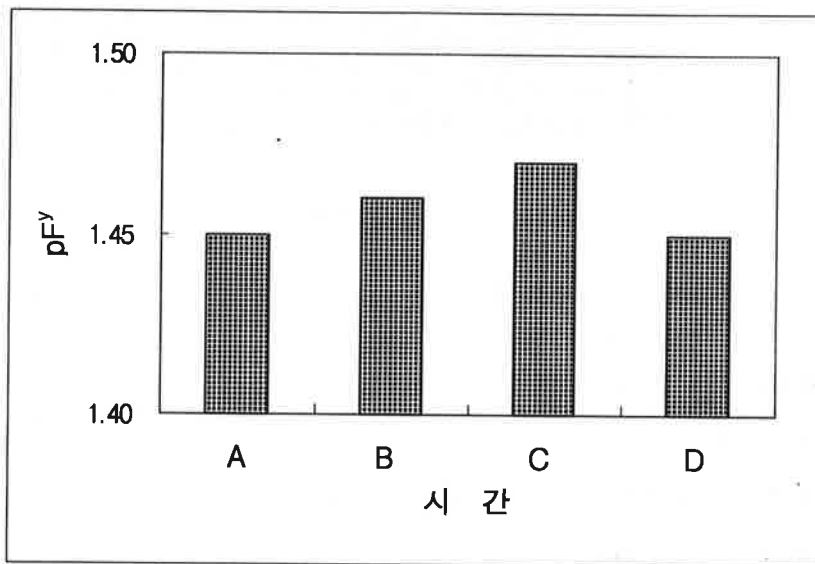


그림 3-1-7. 아잘레아 미손벨<sup>z</sup> 화분배지의 전 생육기간동안 일중 시간대별 평균 pF 변화.

<sup>z</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>-pF측정기기 : Hans system SMC-40D digital.

-pF값은 생육기간동안의 평균값.

<sup>x</sup>시간 A: 0~6시, B : 6~12시, C : 12~18시, D : 18~24시

아잘레아 화분의 전 생육기간 동안의 일 중 pF의 변화를 평균한 결과 그림 3-1-7과 같았다. 그 결과 1일 중 오후가 가장 높았고 오후 6시부터 밤 12시까지 내려가서 1.45정도의 낮은 pF를 보였다. 0시부터 6시까지는 일 중 가장 내려갔는데, 밤에는 낮았다가 해가 떠서 12시까지는 상승하면서 오후가 되어서 가장 높은 값을 보였다. 따라서 시간대별로는 오후가 관수 필요도가 높은 시기 이었다.



(10) 양분흡수율

표 3-1-10. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 4/6~4/30 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	2.74	1.38	0.88	2.38	0.91
	w	103	y1	4.04	1.46	1.21	5.58	1.14
	a/w	1.75	n/w <sup>x</sup>	0.46	1.24	0.30	-3.22	0.51
T2	a	180	y	2.74	1.38	0.88	2.38	0.91
	w	105	y1	4.89	1.53	1.23	5.65	1.26
	a/w	1.71	n/w	-0.94	1.12	0.28	-3.21	0.31
T3	a	180	y	2.74	1.38	0.88	2.38	0.91
	w	79	y1	4.55	1.38	1.03	6.66	1.13
	a/w	2.28	n/w	-1.39	1.38	0.54	-7.38	0.41
T4	a	180	y	2.74	1.38	0.88	2.38	0.91
	w	52	y1	4.67	1.51	1.06	5.49	1.23
	a/w	3.46	n/w	-3.94	0.93	0.26	-8.38	-0.20
T5	a	180	y	2.74	1.38	0.88	2.38	0.91
	w	40	y1	6.10	1.92	1.56	7.48	1.50
	a/w	4.50	n/w	-12.38	-1.05	-2.18	-20.57	-1.75

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

식물에 가장 이상적인 양액의 공급은 식물의 시기별 양분흡수패턴을 조사하여 여기에 맞추어 주는 것이다. 지금까지 밝혀진 바에 의하면 일본의 야마자키씨가 처음에 조성한 양분을 일정기간 후에 어느 정도를 흡수하였느냐를 계산 해내서 흡수된 만큼을 공급하는 이상적인 양분흡수율공식을 제안하였다.

이 방법에 의한 아잘레아 분화의 양분흡수율(n/w값)을 보면 4/6일부터 4/30일까지는 양분흡수가 전체적으로 낮았다. 질소(N)는 T1을 제외하고는 거의 흡수가 되지 않아 초기 농도보다 후기 농도가 더 많았다. 가장 많았던 구는 T5로서 -12me · L<sup>-1</sup>을 보였다. T2와 T3는 비슷한 N흡수 패턴을 보였는데 T4는 -4me · L<sup>-1</sup>을 보인데 반해 오직 T1에서만 0.5me · L<sup>-1</sup>이 흡수되었다. 인산(P)도 T5에서는 -1me · L<sup>-1</sup>을 보인데 반해 오직 T1에서만 0.5me · L<sup>-1</sup>이 흡수되었다. P도 T5에서

는  $-1\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 값을 보였으나 그 밖의 T1, T2, T3, T4는  $1.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하의 양분 흡수를 보였고 흡수량은 비슷한 값을 보였다. K는 P보다도 흡수가 적었으며 T5는  $-2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 값을 보였고 T3는  $0.5\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 정도가 흡수되었으며 T5는  $-2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 값을 보였고 나머지 처리구는  $0.5\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  이하의 낮은 값을 보였다. Ca는 전처리 모두 공급량이 흡수량보다 많아 부의 값을 보였다. 특히 T5에서 가장 낮은 값을 보였고 다음이 T4, T3 순으로 다소 상승하였으며 이들 처리 중에서는 T1과 , T2에서 가장 높았다. Mg도 T5는  $-1.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 값을 보였고 나머지 처리구는 매우 미약한 흡수량을 보였다.

이러한 양분흡수율의 낮은 원인은 4월에는 아직 생장이 활발하지 못한 원인으로 생각되었고 특히 T5에서는 양액공급시 농도보다 대부분이 후기 농도가 더 높은 경향을 보여 양분 흡수가 낮았는데 이 원인으로서는 중량을 감지하는 전자저울의 감응이 민감하지 않아 양액공급이 원활하지 않은 때문으로 보였다.

표 3-1-11. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 5/1 ~ 5/31까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	5.05	1.41	0.97	5.23	1.08
	w	230	y1	3.64	1.68	1.07	6.88	1.18
	a/w	0.78	n/w <sup>x</sup>	4.74	1.20	0.16	3.94	1.00
T2	a	180	y	6.76	1.70	1.60	7.43	1.60
	w	110	y1	3.50	1.81	1.83	7.97	1.56
	a/w	1.64	n/w	8.85	1.52	1.22	6.54	1.63
T3	a	180	y	3.83	1.45	1.15	6.88	1.05
	w	130	y1	2.88	1.55	1.12	7.56	1.20
	a/w	1.38	n/w	4.19	1.31	1.16	5.94	0.84
T4	a	180	y	3.36	1.59	1.10	5.57	1.32
	w	65	y1	3.56	1.57	0.91	6.45	1.11
	a/w	2.77	n/w	2.81	1.63	1.44	3.13	1.69
T5	a	180	y	4.41	1.57	1.11	6.02	1.18
	w	190	y1	4.11	1.65	2.02	7.09	1.04
	a/w	0.95	n/w	4.40	1.49	0.25	5.00	1.17

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n=양액 흡수량  
a=초기 배양액양  
w=식물체가 흡수한 물의양  
y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)  
y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

5월에 들어서서는 매우 활발한 양분 흡수를 보였다. N은 T2에서 가장 높은 8.9 me · L<sup>-1</sup>을 보였고 T4에서 2.8me · L<sup>-1</sup>로 가장 낮은 흡수를 보였다. 한편 T1, T2, T3, T4, T5의 N흡수는 비슷한 4.19에서 4.74me · L<sup>-1</sup>사이의 흡수량을 보였다. 최종 조사에서 가장 생체중 건물중이 높았던 T2와 T1은 이시기에 높은 질소 성분의 흡수도 하나의 원인으로 생각되었다. P는 5처리 대체로 비슷한 값을 보여 1.2me · L<sup>-1</sup>에서 1.63me · L<sup>-1</sup>의 범위 안에 있었다. T1이 가장 낮은 값을 보였고 T4에서 가장 높은 값을 보였으며 나머지 처리구는 그 중간이었다.加里(K)는 처리간에 차이가 컸는데 T1은 0.16me · L<sup>-1</sup>, T5는 0.25me · L<sup>-1</sup>로 비교적 낮은 값을 보인데 비해 T2, T3, T4는 1.22~1.44me · L<sup>-1</sup>로 다소 높은 흡수량을 보였다. 5월 들어 다량원소 중 N다음으로 가장 많은 흡수를 보인 원소는 Ca이었다. T1과 T4

에서 각각  $3.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $3.1\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 값을 보였다. 5처리 중에서도 T2는  $6.5\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로서 전체 중 가장 높은 값을 보였다. Mg흡수는 5처리 모두 비슷한 흡수를 보였다.

표 3-1-12. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 6/1~ 6/30까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	$\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	4.51	1.60	0.46	4.92	1.06
	w	330	y1	3.37	1.53	1.49	5.50	1.22
	a/w	0.55	n/w <sup>x</sup>	4.00	1.57	-0.11	4.60	0.97
T2	a	180	y	4.48	1.76	1.67	7.64	1.89
	w	229	y1	3.52	1.73	1.48	7.34	1.55
	a/w	0.79	n/w	4.28	1.75	1.63	7.58	1.82
T3	a	180	y	3.84	1.48	1.72	5.81	1.27
	w	109	y1	3.34	1.65	1.22	5.56	1.19
	a/w	1.65	n/w	4.17	1.20	2.05	5.97	1.32
T4	a	180	y	4.04	1.76	1.28	6.28	1.11
	w	109	y1	3.95	1.57	1.52	5.36	1.23
	a/w	1.65	n/w	4.10	1.88	0.88	6.88	0.91
T5	a	180	y	4.73	1.54	1.38	6.31	1.25
	w	108	y1	3.29	1.42	1.38	5.79	1.32
	a/w	1.67	n/w	5.69	1.62	1.38	6.66	1.13

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y)$$

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도( $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ )

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도( $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ )

6월에 들어서서도 5월과 마찬가지로 높은 양분 흡수율을 보였다.

N은 최저  $4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서 최고  $5.7\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ (T5)의 값 사이에서 흡수율을 보였다.

P도 전체처리간에 비슷한 흡수량을 보이고 5월보다는 다소 증가된 값을 보였다.

T4에서 가장 많이 흡수되었고 T3에서 가장 낮은 값을 보였다. K도 5월보다는 다소 증가된 값을 보였으나 T1에서는 5월에 이어 매우 낮은 흡수를 보였다. Ca도 높은 흡수를 보였는데 T2에서 가장 많았고 T1에서 가장 적었다.  $4.60 \sim 7.58\text{me} \cdot$

L<sup>-1</sup>로서 N보다 더 높은 흡수량을 보이는 경향이였다. Mg도 5월과 비슷한 흡수를 보여 전체적으로 1me · L<sup>-1</sup>의 흡수량을 보였다.

전체적으로는 T5에서 다량원소 흡수율이 높았고 T1에서 다소 낮은 경향을 보였다.

표 3-1-13. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 7/1~7/31 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	6.50	1.48	1.46	4.98	1.13
	w	149	y1	7.05	1.54	1.60	5.91	1.41
	a/w	1.21	n/w <sup>x</sup>	5.83	1.41	1.29	3.85	0.79
T2	a	180	y	8.04	1.65	1.86	6.30	1.38
	w	123	y1	6.88	1.67	1.76	6.00	1.50
	a/w	1.46	n/w	8.57	1.62	1.91	6.44	1.20
T3	a	180	y	6.44	1.41	1.27	5.32	1.23
	w	87	y1	6.56	1.41	1.43	5.10	1.20
	a/w	2.07	n/w	6.19	1.41	0.94	5.56	1.26
T4	a	180	y	6.96	1.49	1.20	5.07	1.10
	w	98	y1	8.21	1.67	1.16	5.11	1.29
	a/w	1.84	n/w	4.66	1.16	1.23	5.00	0.75
T5	a	180	y	7.94	1.38	1.23	5.78	1.29
	w	165	y1	8.46	1.22	1.72	6.05	1.31
	a/w	1.09	n/w	7.37	1.39	0.70	5.49	1.27

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y) \text{에서}$$

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

7월에는 N의 흡수가 두드러졌다. T4가 가장 낮았는데도 4.66me · L<sup>-1</sup>의 흡수를 보였고 T2에서는 8.57me · L<sup>-1</sup>로 가장 많은 흡수를 보여 T4보다는 1.8배나 높았다. 다음은 T5로서 7.37me · L<sup>-1</sup>로서 비교적 높은 흡수를 보였다. P는 최저 1.16me · L<sup>-1</sup>(T4)에서 최고 1.62me · L<sup>-1</sup>(T2)로서 다른 다량원소에 비해 차가 적은 편이었다. 이러한 현상은 5월과 6월에도 비슷한 경향이였다. K도 6월과 같이 다소 낮은

흡수를 보였는데 최저  $0.70\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ (T5) 최고  $1.91\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ (T2)로서 다른 다량 원소와 마찬가지로 T2구에서 많은 흡수를 보였다. Ca도 T2에서 가장 많은 흡수를 보였고  $6.44\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 많은 흡수량을 보였다. 한편 T1에서 가장 낮았고 T3, T4, T5는 비슷한 값을 보였다. 이러한 T2구의 많은 양분흡수는 후기 생체중과 건물중 증가에 가장 높았던 원인으로 생각되었다. Mg은 T1, T4에서 가장 낮았고 T5, T3, T2는  $1.20 \sim 1.27\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 범위에 있었다. 따라서 이들 다량 원소는 전체적으로 T2에서 흡수가 많았고 T1에서 적었으며 나머지 처리구가 중간정도이었다.

표 3-1-14. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 8/1~8/24까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	5.54	1.49	1.50	10.45	1.32
	w	110	y1	6.02	1.58	1.96	3.56	1.44
	a/w	1.64	n/w <sup>x</sup>	5.23	1.34	0.75	14.86	1.12
T2	a	180	y	6.53	1.51	1.62	4.08	1.56
	w	65	y1	6.88	1.35	1.77	4.77	1.54
	a/w	2.77	n/w	5.91	1.79	1.20	2.17	1.60
T3	a	180	y	6.52	1.35	1.04	4.64	1.18
	w	32	y1	6.78	1.35	1.64	4.45	1.22
	a/w	5.63	n/w	5.41	1.35	-2.34	5.52	0.95
T4	a	180	y	6.12	1.62	1.33	3.66	1.20
	w	52	y1	6.45	1.54	1.92	5.13	1.45
	a/w	3.46	n/w	5.31	1.82	-0.71	1.43	0.34
T5	a	180	y	8.12	1.11	1.54	5.49	1.45
	w	150	y1	8.09	0.58	1.39	4.82	1.61
	a/w	1.20	n/w	8.13	1.22	1.57	5.62	1.26

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y) \text{에서}$$

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

8월에도 7월과 마찬가지로 양분흡수가 많은 경향이였다. N은 T5에서 가장 많은 흡수를 보였는데  $8.13\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로서 T1보다는 1.6배의 많은 흡수를 보였다. 최종조

사에서 가장 건물중이 높았던 T2는 5처리 중 두 번째로 N의 흡수가 높았으며 T1, T3, T4구는  $5.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서  $5.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 범위에 있었다. P는 T4와 T2가 가장 높은 양분 흡수를 보였다. 한편 T5는 가장 낮았으며 T1과 T3는 그 중간이었다. K는 8월에는 흡수가 급격히 줄어들었는데 T3와 T4는 흡수가 매우 저조하여 부의 값을 보였다. 가장 많은 흡수를 보인 구는 T5와 T2이었다. 한편 Ca는 7월보다는 높은 흡수를 보였으나 처리간 차이가 커서 T1이 가장 높아 가장 낮았던 T2 보다는 6.8배나 높았다. Mg도 7월과 비슷한 흡수를 보였는데 T2에서 가장 높은 흡수를 보였다.

#### (9) 식물체 성분 분석

표 3-1-15. 분화류 자동생력관수방법에 따른 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup>의 식물체 분석.

처리 <sup>y</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe
	(% )			(mg · kg <sup>-1</sup> )			
T1	7.98	0.24	0.84	0.76	0.22	89.72	302.28
T2	8.18	0.28	0.74	1.18	0.19	113.02	538.68
T3	7.84	0.26	0.79	0.73	0.18	84.84	246.02
T4	8.14	0.25	0.78	0.84	0.20	94.80	267.88
T5	9.04	0.24	0.78	0.77	0.17	65.92	279.42
평균	8.24	0.25	0.79	0.86	0.19	89.66	326.86

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

식물체의 성분 분석에서 T-N은 평균 8.2%로서 높은 값을 보였다. 가장 높았던 구는 T5로서 9%이었고 T3가 7.84%로 가장 낮았으나 그 차이는 1.16%밖에 되지 않았다. 따라서 자동생력관수방법 간에 식물체내 N함량의 차이는 그리 크지 않은 것으로 보였다. P에서도 평균 0.12%로서 0.11~0.14% 수준으로 처리간에 거의 차가 없었다. 다른 무기물에 비해 가장 처리간 차가 적었던 원소는 인산이었다. K는 평균 0.78%로서 T1이 0.84%로서 가장 많았으나 기타 처리구는 0.74%에서 0.78%로서 별 차이를 보이지 않았다. Ca는 N 다음으로 많은 양이 검출되었는데

전체 평균은 0.85%이었다. T2가 1.18%로서 가장 많았고 T3가 가장 적었으나 나머지 처리간의 차이는 크지 않았다. Mg는 평균 0.19%로서 T1이 가장 많았고 T5가 가장 적었다. 5처리간의 차이는 0.05%밖에 되지 않았다.

따라서 관수방법의 차이에 의한 다량원소의 식물체 성분량의 차이는 그리 크지 않은 것으로 보였다. 또한 아잘레아는 산성식물로서 Ca의 흡수가 적을 것으로 생각하고 있으나 실제로는 상당히 많은 양이 흡수되었다. Larson(1980)에 의하면 아잘레아의 Ca적정 수준은 잎분석에서 0.22~1.60%로서 높다고 하였는데 본 시험에서도 비슷한 값을 보였다. 한편 Mn은 30~300mg · kg<sup>-1</sup> 수준을 적정치로 보고 있는데 본 연구에서는 최고 113mg · kg<sup>-1</sup>(T2)에서 최저 66 mg · kg<sup>-1</sup>(T5)의 범위로서 평균 90mg · kg<sup>-1</sup> 수준이었다.

Fe은 아잘레아 생장에 매우 중요한 미량요소로서 50mg · kg<sup>-1</sup> 이하에서는 결핍되어 황화현상이 일어나는 것으로 보고되고 있는데 이 분석에서는 평균 327mg · kg<sup>-1</sup>으로 비교적 높은 양이 검출되었다. T2에서 미량요소인 Mn과 Fe의 흡수가 많았는데 이는 TDR이 정밀한 측정에 의한 자주 관수된 원인으로 생각되었다.

최종조사에서 가장 높은 건물중을 보였던 T2는 T-N=8.18%, P=0.14%, K=0.74% Ca=1.18%수준이었다.



(10) 최종 조사시 화분 배지의 pH, EC 및 물리성

표 3-1-16. 아잘레아(미손벨)<sup>2</sup> 정식 151일 후 최종조사시 배지 종류별 pH, EC 및 물리성 비교.

처리 <sup>y</sup>	pH		EC		가비중 (g·mL <sup>-1</sup> )	진비중 (g·mL <sup>-1</sup> )	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	4.10	4.05	2.13	0.60	0.19	0.72	73.62	298	26.38	56.62	17.00
T2	4.05	4.07	2.84	1.93	0.19	0.70	72.86	294	27.14	55.86	17.00
T3	4.50	4.67	1.96	0.69	0.21	0.74	71.62	258	28.38	54.18	17.44
T4	4.48	4.58	2.71	1.06	0.23	0.74	68.92	195	31.08	44.85	24.07
T5	4.35	3.82	1.47	0.76	0.23	1.19	80.67	175	19.33	40.25	40.42
평균	4.30	4.24	2.22	1.01	0.21	0.82	73.54	244.00	26.46	50.35	23.19

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>T:화분의 상부배지, B:화분의 하부배지.

5개월간 재배되었던 배양토의 pH를 분석한 결과, 화분 상부(top)는 평균 4.29이었고 하부(bottom)는 4.23으로 거의 차이가 없었다. 그러나 EC는 화분상부는 평균 2.22mS/cm인데 비해 하부는 1.00mS/cm으로 두 배 이상 높았다. 이는 저면 심지 관수로 인하여 하부에서 상부로 수분 이동이 되며 염류가 이동되어 높아지는 현상으로 심한 경우는 뿌리가 흡수 방해되는 것으로 보고되고 있다. 상단부 중에는 T2가 가장 높아 2.84mS/cm이었고 다음이 T4, T1 순이었으며 T5가 가장 낮았다. 하부도 T2가 가장 높아 1.9mS/cm를 보였고 다음이 T4이었다. 한편 가장 낮은 구는 T1이었다.

가비중은 평균 0.2g/mL으로 가벼운 편이었는데 전체 처리간에 비슷하였다. 진비중은 평균 0.81g/mL로서 T5에서 다소 높았으나 대체로 전체 처리간 별 차이가 없었다. 공극률은 평균 73%로서 T5가 가장 높았고, T4에서 가장 낮았으나 나머지 3처리구간에는 거의 같았다. 보수력도 평균 244%로 T5와 T4가 낮았던 것 말고는 3처리구가 비슷하였다. 배지의 3상도 전체적으로 액상이 가장 높았으나 평균으로는 고상 26%, 액상 50%, 기상 23%를 보였다. 고상에서는 T4가 가장 높았으나 큰 차이가 아니었다. 이 중 가장 낮았던 구는 T5이었다. T5에서도 기상이 높고 액상

이 낮은 것은 다른 처리에 비하여 뿌리의 분포차이에 원인이 있는 것으로 생각되었다.

표 3-1-17. 정식 151일 후 아잘레아(미순벨)<sup>2</sup>의 자동생력 관수방법에 따른 배지의 화학성 비교.

처리 <sup>1)</sup>	N (%)	P (mg · kg <sup>-1</sup> )	K	Ca		Mg	CEC (cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )
				(me · 100g <sup>-1</sup> )			
T1	0.76	127.77	3.11	18.87	7.10	36.0	
T2	0.90	148.47	3.16	54.59	20.82	46.6	
T3	0.92	83.34	1.09	11.91	4.24	29.1	
T4	0.59	83.76	1.29	19.96	8.01	63.4	
T5	0.11	105.59	0.69	7.20	2.21	10.0	
평균	0.66	109.79	1.87	22.51	8.48	37.02	

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:1/2S(Sonneveld액).

<sup>1)</sup>처리:표 3-1-1 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

관수방법을 달리하여 약 5개월간 성장시킨 화분배지의 화학성을 비교하여 본 결과 표 3-1-17과 같았다. N은 평균 0.65%로서 T5가 가장 적었고 T2와 T3가 가장 높았다. P도 T2와 T1에서 높은 함량을 보였다. 이러한 현상은 K, Ca, Mg에서도 T2가 가장 높은 함량을 보였고 T1도 비교적 높은 함량을 보였다. 이러한 현상은 최종 성장량 조사에서 건물중이 가장 높았던 구가 T2와 T1구 이었던 것과 관계가 큰 것으로 생각된다. 한편 CEC는 T5가 가장 낮았고 T4가 가장 높았는데 평균은 37cmol<sup>+</sup> · kg<sup>-1</sup>을 보여주었다.

2) 벤자민고무나무

(1) 초장, 초폭

표 3-1-18. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup>의 초장변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3월/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	16.7 a <sup>x</sup>	18.9 a	21.0 a	30.4 a	50.5 a	75.6 b	94.0 c
T2	15.7 a	19.2 a	23.1 a	26.9 a	44.4 ab	71.4 b	97.0 bc
T3	16.9 a	21.0 a	22.9 a	30.1 a	39.9 b	46.7 c	70.0 d
T4	18.3 a	20.9 a	22.6 a	28.1 a	41.7 b	75.8 b	99.7 b
T5	15.2 a	20.3 a	21.7 a	29.8 a	43.2 b	84.8 a	111.7 a
평균	16.56	20.06	22.26	29.06	43.94	70.86	94.48

<sup>z</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

초장은 5/31일까지 4회 조사 기간 중 5처리간에 유의차이가 없었다. 또한 이 3개월 동안 초장의 증가는 12.5cm밖에 증가가 없었다. 그러나 6월부터는 급신장이 이루어져서 1개월에 전체평균 15cm의 증가가 있었고 7월에는 27cm, 8월에는 24cm의 높은 증가량을 보였다. 따라서 6월에 들어서서 초장의 급신장을 보였는데 6월 30일의 초장은 T1이 50.5cm로서 가장 컸으나 7/31부터는 T5에서 가장 높은 신장을 보였다. 한편 T3가 가장 작았고 나머지 처리구인 T1, T2, T4는 거의 비슷하였다. 이러한 현상은 최종 조사일인 8/7에도 마찬가지로 T5가 가장 커서 111cm의 높은 신장을 보였는데 이는 가장 작았던 T3가 70cm이었던 것과 비교하면 무려 41cm나 더 컸다. 한편 T1, T2, T4는 별 차이가 없었다. 따라서 T5의 초장신장이 크게 두드러진 현상을 볼 수가 있었다.

표 3-1-19. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 초폭변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3월/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	17.8 a <sup>x</sup>	16.5 b	30.3 a	55.0 a	79.1 b	93.4 a	94.5 a
T2	20.4 a	19.1 ab	33.2 a	52.7 a	83.5 ab	83.4 b	86.7 ab
T3	18.4 a	17.6 b	30.7 a	50.8 a	65.2 c	67.7 c	68.0 b
T4	20.2 a	19.4 ab	32.5 a	49.2 a	81.6 ab	82.0 b	83.3 ab
T5	17.5 a	21.5 a	34.5 a	50.2 a	87.8 a	89.0 b	92.0 a
평균	18.86	18.82	32.24	51.58	79.44	83.10	84.90

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

초폭도 정식 초기인 3월부터 5월까지의 처리간 유의차이가 보이지 않다가 6/30일부터는 큰 차이를 보였다. 처리간 평균 초폭은 4월이 13cm, 5월이 19cm이었으나 초장과 마찬가지로 6월에는 28cm로 큰 성장량을 보였다. 그러나 7월 이후에는 6월 신장된 초폭이 계속 유지되는 경향이였다. 7월에는 T1이 가장 크고 T3가 가장 적었으나 최종 조사일인 8/7일에는 T5가 92cm로 가장 컸고 T3가 63cm로 가장 적어 이들 두 처리가 차이는 무려 30cm나 차이가 보였다. 그러나 T1, T2, T4는 거의 비슷한 값을 보였다.

이와 같이 기계식 모발습도계에 의한 T5의 자동관수가 가장 좋았던 것은 토양 수분상태를 보다 정밀하게 관측이 가능하고 모발습도계에 연결된 timer의 적당 간격의 on-off장치로 인해 높은 성장량(초장과 초폭)을 보인 때문으로 생각되었다.

(2) 엽장, 엽폭

표 3-1-20. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup> 엽장의 변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3월/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	7.0 a <sup>x</sup>	6.9 ab	7.8 ab	8.1 a	8.3 ab	8.3 c	9.2 a
T2	6.5 a	7.3 a	7.8 ab	8.0 a	8.7 a	8.7 ab	8.8 b
T3	6.5 a	6.8 ab	8.0 a	8.0 a	7.7 c	8.0 c	8.7 b
T4	6.4 a	6.9 ab	7.4 ab	8.3 a	8.0 bc	8.4 bc	8.6 b
T5	6.8 a	6.2 b	7.3 b	8.0 a	8.4 ab	8.9 a	9.0 ab
평균	6.64	6.82	7.66	8.08	8.22	8.46	8.86

<sup>z</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

엽장도 5월까지의 T5가 비교적 적었지만 전체 처리간에 별다른 차이를 보이지 않았다. 6월에는 T5가 가장 커서 약 9cm이었다. 한편 T1과 T3구는 가장 적었다. 7월에는 T2, T5, T1이 가장 컸으며 T3가 가장 적었다. 한편 최종 조사일인 8/7일에도 T3가 적은 편이었고 T1과 T5가 가장 컸다.

표 3-1-21. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>z</sup> 엽폭의 변화.

(단위:cm)							
처리 <sup>y</sup>	3월/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	3.2 a <sup>x</sup>	3.1 ab	3.5 a	3.6 a	3.7 b	4.0 a	4.3 a
T2	2.7 a	3.9 a	3.6 a	3.6 a	3.9 ab	4.0 a	4.0 ab
T3	2.9 a	3.1 ab	3.6 a	3.0 b	3.8 b	3.5 b	3.8 b
T4	2.7 a	3.2 ab	3.5 a	3.8 a	3.7 b	3.6 b	3.9 ab
T5	3.1 a	2.8 b	3.5 a	3.8 a	4.1 a	4.2 a	4.1 ab
평균	2.92	3.22	3.54	3.56	3.84	3.86	4.02

<sup>z</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

엽폭은 4월까지의 별다른 차이를 보이지 않다가 5월에는 T3가 가장 작았다. 그러나 나머지 처리구간에는 별다른 차이를 보이지 않았다. 7/31일에도 T3, T4가 적

은 편이었으나 8월의 최종조사에서는 T3가 가장 작았으며 나머지 4처리간에는 통계적인 유의차이를 보이지 않았다. 생장기간 중 엽폭의 변화는 다른 처리구에 비교하여 별 차이를 보이지 않았다.

### (3) 분지수

표 3-1-22. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 분지수의 변화.

(단위:개)

처리 <sup>y</sup>	3월/10일	3/31	4/28	5/31	6/30	7/31	8/7
T1	3.6 a <sup>x</sup>	3.7 a	8.0 ab	22.5 a	32.1 b	37.0 b	78.7 b
T2	3.6 a	3.9 a	9.5 a	21.3 a	34.0 b	48.0 a	74.7 b
T3	2.8 a	3.7 a	7.8 ab	17.9 b	31.7 b	32.0 c	50.7 c
T4	4.0 a	4.2 a	7.6 b	15.4 c	46.5 a	47.5 a	66.7 b
T5	3.2 a	3.9 a	7.8 ab	17.8 b	50.5 a	47.0 a	98.3 a
평균	3.44	3.88	8.14	18.98	38.96	42.30	73.82

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

분지수 증가를 시기별로 보면 4월에는 3월보다 4.3개 증가되었으나 5월에는 11개, 6월은 20개, 7월은 2.7개 증가되었다가 최종 조사일인 8월에는 32개가 증가되어 최종 조사일은 주당 평균 74개가 분지 되었다. 분지수는 3/31일까지는 모든처리 간 거의 차가 없었으나 4/28일에는 T2가 가장 많아 9.5개를 보였고 T4가 가장 적었다.

그러나 5월에는 T1, T2가 가장 많았고 T4가 가장 적었으며 T3, T5와는 별다른 차이를 보이지 않았다. 분지수가 급격히 증가한 6월에는 T4, T5가 가장 많았고 T1, T2, T3는 적었다. 한편 7월에는 T3가 가장 적었고 최종 조사일인 8/7일에도 T3가 가장 적었다. 모든처리에서 가장 많았던구는 T5이었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 생육 후반기에서 T5가 초장, 초폭과 함께 가장 많은 분지수를 보이고 있고 T3에서 가장 낮은 값을 보이고 있었다.

(4) 생체중, 건물중 그리고 뿌리발달

표 3-1-23. 분화류 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 생육조사.

처리 <sup>y</sup>	생체중(g)				건물중(g)				뿌리 발달 (1→5 좋음)	근장 (cm)
	지상부	지하부	계	T/R	지상부	지하부	계	T/R		
T1	259.7 ab <sup>x</sup>	64.7 bc	324.4	4.0	67.7 ab	9.3 c	77.0	7.3	4.7 a	36.0 a
T2	299.3 ab	92.7 a	392.0	3.2	77.7 a	18.7 a	96.4	4.2	5.0 a	20.3 a
T3	158.7 c	53.3 c	212.0	3.0	39.0 c	9.0 c	48.0	4.3	3.3 b	27.7 a
T4	245.0 b	81.3 ab	326.3	3.0	61.0 b	14.7 ab	75.7	4.1	4.7 a	25.5 a
T5	315.7 a	84.0 ab	399.7	3.8	78.3 a	12.7 b	91.0	6.2	5.0 a	27.7 a

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리: 표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 던칸 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

5개월간 관수시점과 관수량 조절 시스템을 달리한 5가지 자동생력 관수방법을 실시한 후 생체중 등 성장량을 조사한 결과 표 3-1-24와 같았다. 생체중에서 지상부는 T5가 가장 많았고 T3에서 가장 적었다. T1, T2, T4의 평균치간에 다소의 가감이 있었지만 통계적인 유의차이는 보이지 않았다. 한편 T5와도 T1, T2와는 유의차가 보이지 않았다.

따라서 이들 세 가지 관수시스템, 즉 모발습도계 자동관수법, timer자동관수, TDR 자동관수법에서 가장 높은 지상부 생체중을 보이고 있었다. 한편 지하부는 T2에서 가장 높았고 T3가 가장 적었다. 가장 높았던 T2는 T4, T5와는 유의차이가 인정되지 않았다. 한편 T1도 T3와 유의차가 없었다.

한편 지상하부를 합한 전체 식물체 생체중을 비교하여 보면 모든 처리중 T5(모발습도계)가 가장 높은 성장량을 보였고 T3에서 가장 낮은 양을 보였다. 다음으로 높았던 것은 T2로서 TDR 관수제어장치로서 가장 컸던 T5와는 7.7g의 차 밖에 없었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 T5에서 가장 높은 성장량을 보였는데 이는 토양의 습도를 정밀하게 감지하여 timer의 on-off에 의한 보조관수제어 장치에 의한

물 부족 없이 충분한 관수공급에 원인인 것으로 보였다. 한편 T3는 tensio-meter에 의한 관수장치로서 일정 pF치의 측정과 timer에 의한 on-off장치로서 식물이 요구하는 토양수분량의 효과적인 공급이 부족하였던 때문으로 생각된다.

또한 T2(TDR 관수제어)에서도 높은 생장량을 보였는데 이것도 수분감지센서의 정밀도가 높았던 것으로 생각되어 tensio-meter보다 높은 생장량을 보였던 것으로 생각되었다. Irrrometer에 의한 T4의 관수는 T1의 timer와 마찬가지로 비교적 좋은 결과를 보였다.

이러한 결과는 건물중에서도 마찬가지로 경향을 보였다. 지상부는 T5에서 가장 무거웠으며 T2, T1과는 유의차가 없었다. 다음은 T1으로 T4와는 유의차가 없었다. 가장 낮았던 구는 T3로서 가장 높았던 T1과는 무려 약 2배나 적은 39.3g의 차이를 보였다. 지하부는 T2에서 가장 많았으나 T4와는 유의차가 없었고 T4와 T5와도 유의차가 없었다.

한편 지상하부합계의 건물중도 T2, T5가 가장 높은 양을 보였고 T3가 가장 적었으며 T1, T4가 중간으로 생체중과 비슷한 경향을 보여주었다.

T/R율은 생체중은 3.0~4.0사이, 건물중은 4.1~7.3사이로서 T1과 T5에서 비교적 높은 값을 보여 주었다.

뿌리발달도 생체중과 건물중이 좋았던 T2와 T5가 가장 좋았고 T3가 가장 나빴다. 한편 T1과 T4와는 그 중간 뿌리발달을 보였다. 한편 근장은 T1이 가장 길었고 T2가 가장 짧았지만 5처리간에 유의차이가 없었다.



(5) 엽록소 및 광합성량

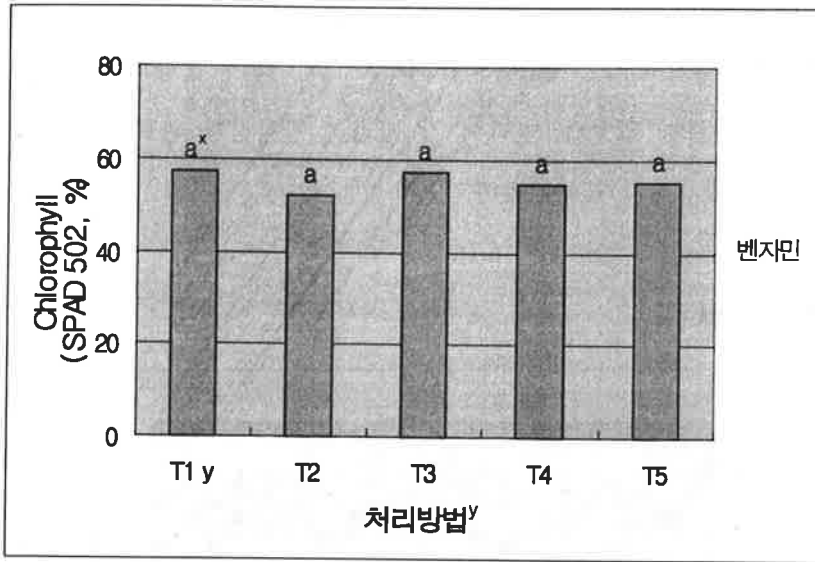


그림 3-1-8. 자동생력 관수방법에 따른 최종 생육 조사시 벤자민고무나무의 엽록소함량 비교.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

관수방법을 달리하여 5개월간 성장시킨 후 엽록소함량을 측정한 결과, 엽록소량은 처리간 통계적인 유의차가 인정되지 않았으나 T2가 다소 낮은 편이었다.

표 3-1-24. 자동생력 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup> 광합성조사.

처리 <sup>y</sup>	순광합성량 ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	세포내 CO <sub>2</sub> 농도 ( $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	기공저항치 ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
T1	1.298 a <sup>x</sup>	341.9 b	0.887 a
T2	0.673 b	348.7 a	0.958 a
T3	1.084 ab	345.1 ab	0.738 a
T4	1.116 ab	341.0 b	0.915 a
T5	0.655 b	340.7 b	0.973 a

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>같은 글자는 Duncan 다중검정 5%에서 유의차가 없음.

순광합성량은 T1, T3, T4에서 비교적 높았고 T2와 T5에서 낮았으나 T5와는

T2, T3, T4와는 유의차가 없었다. 한편 T1도 T3, T4와 유의차가 보이지 않았다. 따라서 T1과 T4가 가장 높은 광합성량을 보였고 T5가 적은 양을 보였다.

세포 내 CO<sub>2</sub> 농도는 T1, T4, T5가 적었고 T2, T3가 많았다. 한편 기공 저항치는 처리간 유의차가 없었다. 따라서 각 처리간 광합성과 관련된 조사에서는 처리간 큰 차이를 발견하기가 어려웠다.

(6) 양액의 pH

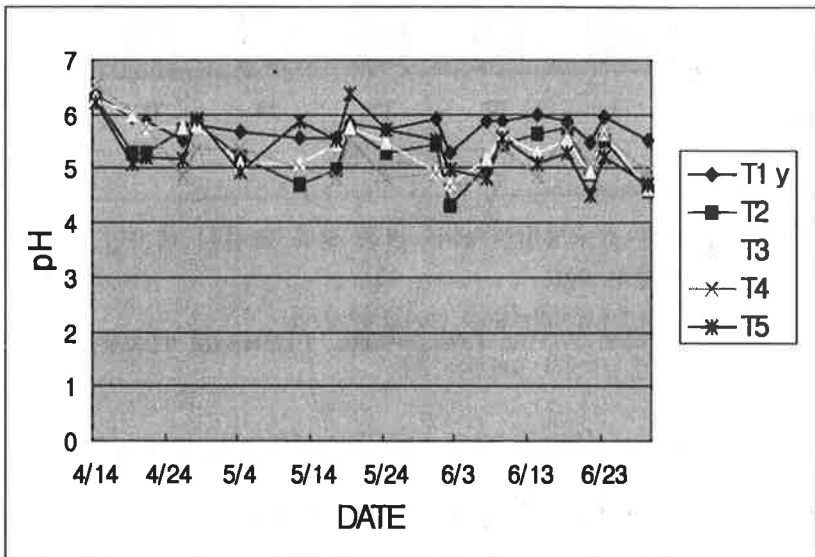


그림 3-1-9. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동생력 관수방법에 따른 양액의 4/14~6/30일까지의 pH 변화.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>3</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

4월부터 6/23일까지의 양액의 pH를 살펴보면 5~6사이에서 진폭을 보이고 있다. 그 변화는 T1이 적었고 T2와 T4가 큰 편이었다.

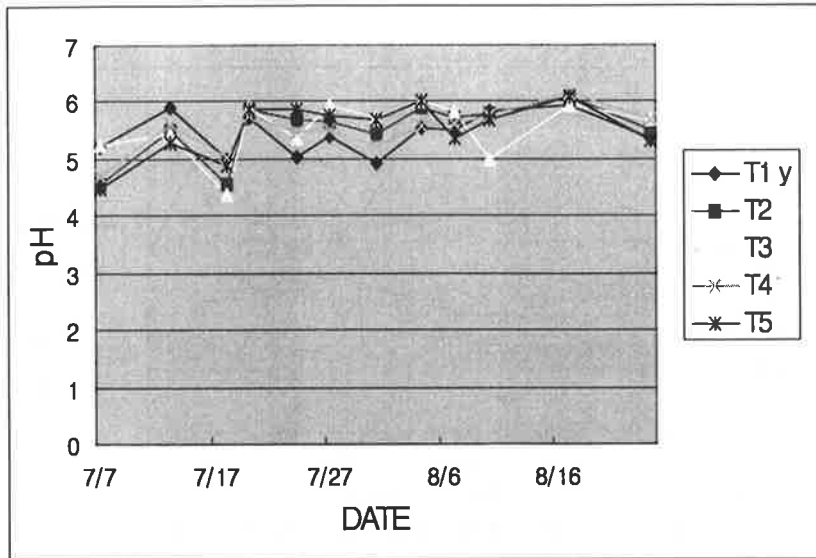


그림 3-1-10. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동생력 관수방법에 따른 양액 7/7~8/24 까지의 pH 변화.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>3</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

7월과 8월에도 pH는 5와 6 사이에서 거의 변화가 없었으며 T1과 T3에서 다소 변화 폭이 있었으나 나머지 3처리구는 pH=6을 중심으로 별 변화가 없었다.

(7) 양액의 EC

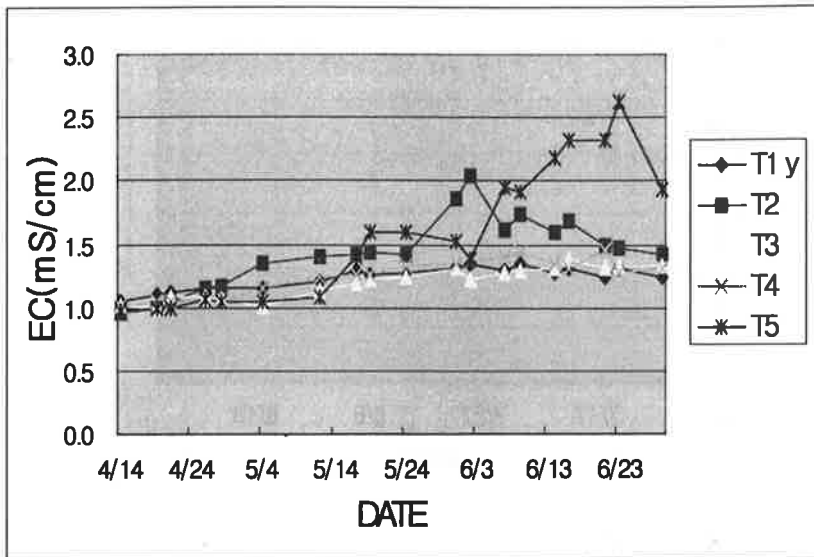


그림 3-1-11. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동 생력 관수방법에 따른 양액의 4/14~6/30일  
까지의 EC 변화.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>3</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

4월부터 6월까지의 EC변화를 보면 5월까지의 대체로 5처리간 비슷한 EC변화를 보이다가 6월에 들어서는 T5가 증가하기 시작하여 6/23일 조사에서는 2.5mS/cm 까지 상승하였다. 이는 다른 처리에 비해 양액흡수량이 크게 증가한 원인으로 생각되었다(그림 3-1-11). 가장 낮았던 구는 T1, T3, T4이었으며 T2는 6/3일에는 모든 처리중 가장 높았으나 다시 내려갔지만 이들 처리보다는 계속 높은 값을 보여주었다.

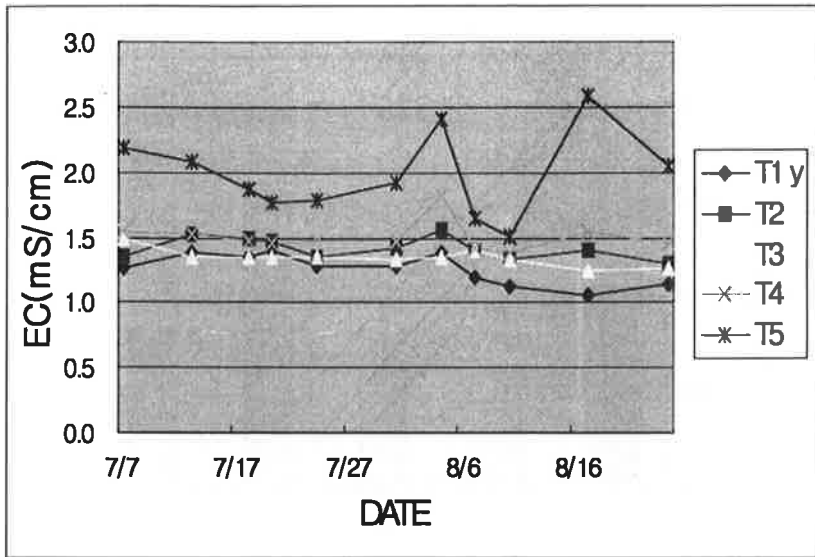


그림 3-1-12. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동 생력 관수방법에 따른 양액의 7/7-8/24일  
까지의 EC 변화.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>3</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

7월과 8월에도 T5가 가장 높은 수준으로 일관되게 유지되었다. 그러나 T1은 다소 낮은 값을 보였다. 그러나 나머지 T2, T3 T4는 비슷한 1.5 mS/cm에서 1.3 mS/cm 수준을 유지하였다. 이러한 EC의 변화는 양액의 흡수량에 따른 차이로 생각되며 생체중과 건물중에 큰 변화를 준 것으로 생각되었다.

(8) 양액공급량

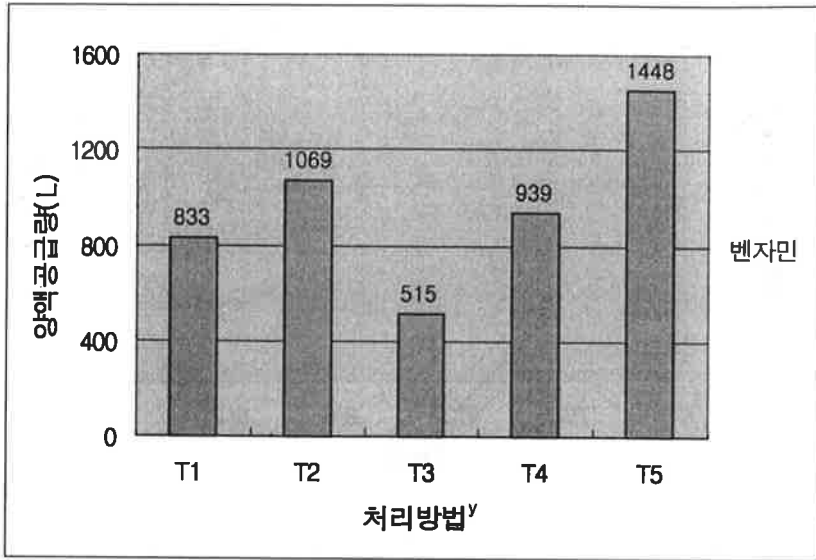


그림 3-1-13. 벤자민고무나무<sup>z</sup>의 자동 생력관수 방법에 따른 4/14-8/24일 까지의 양액공급량 비교.

<sup>z</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자:8월7일.

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

4월부터 최종 조사일인 8월까지 전체 양액 공급량의 차이를 보면 T5에서 가장 많았다. 4개월간 공급된 양액량은 1,440L로서 가장 적었던 T3와는 2.8배나 더 많았다. 다음은 T2로서 건물중과 생체중이 높았던 두 처리구가 역시 많은 양액공급량이 많았던 원인으로 보였다. 한편 T1, T2, T4는 그 중간 정도이었다. 이러한 양액공급량의 차이는 관수시점과 관수량을 결정하는 센서시스템의 차이 때문으로 생각된다. 급후 정밀한 센서에 의한 물 부족 없이 많은 양의 물을 공급하여야 하는 벤자민고무나무와 같은 관엽식물에서는 능률적일 것으로 보였다. 그러나 관수량의 차이는 경비와 관련하여 종합적인 판단과 함께 결정되어야 할 것으로 생각되었다.

(9) 텐쇼미터에 의한 토양수분공급장치 화분의 pF변화

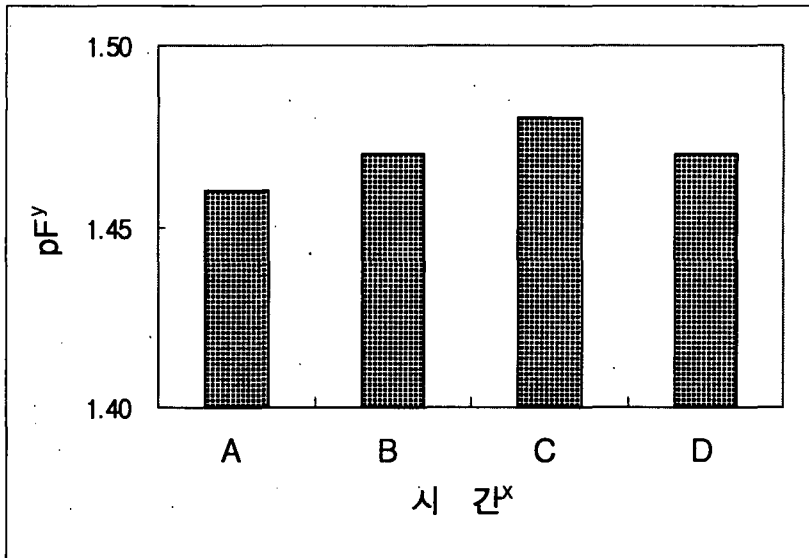


그림 3-1-14 . 벤자민 고무나무<sup>2</sup> 화분배지의 일중(日中) 시간대별 pF변화.

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 조사일자: 8월7일.

<sup>y</sup>-pF측정기기 : Hans system SMC-40D digital

-pF값은 생육기간동안의 평균값

\*시간 A: 0~6시, B : 6~12시, C : 12~18시, D : 18~24시.

5개월간 T2의 pF센서에 의한 매일의 화분배지내의 수분변화를 자동기록장치에 의하여 측정된 결과를 평균한 결과 그림 3-2-14와 같았다. 즉 벤자민고무나무도 아잘레아와 마찬가지로 새벽 0~6시 사이가 가장 낮았다가 해가 뜨면서 상승하다가 오후 12~18시 사이가 가장 높았다. 한편 오후 18시부터 24시까지는 다소 감소하였다.

(10) 양액흡수율 (n/w)

표 3-1-25. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동생력 관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 4/6~4/30 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	6.25	2.70	2.05	4.38	1.52
	w	102	y1	5.49	3.20	2.44	8.62	1.91
	a/w	1.76	n/w <sup>x</sup>	6.83	1.82	1.36	-3.08	0.83
T2	a	180	y	6.25	2.70	2.05	4.38	1.52
	w	84	y1	5.69	3.60	4.92	16.53	3.75
	a/w	2.14	n/w	6.89	0.77	4.09	-21.62	-3.25
T3	a	180	y	6.25	2.70	2.05	4.38	1.52
	w	46	y1	7.02	3.20	2.59	8.42	2.07
	a/w	3.91	n/w	3.24	0.74	-0.06	-11.42	-0.63
T4	a	180	y	6.25	2.70	2.05	4.38	1.52
	w	42	y1	9.42	3.17	2.38	9.01	2.07
	a/w	4.28	n/w	-7.32	0.69	0.64	-15.44	-0.83
T5	a	180	y	6.25	2.70	2.05	4.38	1.52
	w	30	y1	4.88	4.21	3.24	10.55	2.62
	a/w	6.00	n/w	13.10	-6.36	-5.09	-32.64	-5.08

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:irrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n=양액 흡수량  
a=초기 배양액양  
w=식물체가 흡수한 물의양  
y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)  
y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

4월의 양분흡수율(n/w)을 보면 전체적으로 낮은 양분 흡수를 보였다. 다량 원소 중에서 Ca 흡수는 거의 되지 않았고 Mg도 비슷하였다. N은 다량원소중 가장 많은 흡수를 보였는데 처리구 중에는 T5에서 가장 많은 흡수를 보인 반면 T4에서는 흡수가 낮았다. 최종 조사시 가장 건물중이 무거웠던 T5의 흡수량은 T3보다는 4배의 흡수를 보였고 T1, T2도 T3의 2배가량 흡수되었다. 따라서 벤자민 고무나무는 매우 흡비력이 강한 관엽식물로 생각되었다. P는 전체적으로 낮았는데 특히 T5는 가장 낮았다. 이중 T1이 1.8me · L<sup>-1</sup>로 가장 높은 양을 보였다. K도 흡수가 저조하였고 T5에서 가장 낮았다. 한편 Mg은 T1을 제외하고는 거의 흡수가 되지 않았다.



표 3-1-26. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 5/1~5/31 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	6.50	3.19	3.02	8.62	1.88
	w	81	y1	5.99	3.51	2.58	11.55	2.01
	a/w	2.22	n/w <sup>x</sup>	7.12	2.48	3.56	2.12	1.59
T2	a	180	y	6.79	3.65	2.64	9.10	2.18
	w	124	y1	6.61	5.61	4.05	15.58	2.78
	a/w	1.45	n/w	6.87	0.81	0.60	-0.30	1.31
T3	a	180	y	8.38	3.09	2.30	7.34	1.79
	w	86	y1	6.70	3.56	2.32	10.77	2.03
	a/w	2.09	n/w	10.21	2.11	2.26	0.17	1.29
T4	a	180	y	7.97	3.13	3.18	8.76	1.94
	w	98	y1	10.53	3.65	2.58	9.94	2.14
	a/w	1.83	n/w	3.29	2.18	3.68	6.60	1.57
T5	a	180	y	8.52	3.88	2.75	9.77	2.28
	w	242	y1	8.33	4.54	3.79	11.52	2.04
	a/w	0.74	n/w	8.47	3.39	1.98	8.47	2.22

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

\*양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$$y > y_1, n/w = a/w(y - y_1) + y_1$$

$$y < y_1, n/w = y - a/w(y_1 - y) \text{에서}$$

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

5월에는 4월에 비해 전체적으로 많은 양분 흡수율(n/w)을 보였다. N는 3.29me · L<sup>-1</sup>(T4)부터 10.21me · L<sup>-1</sup>(T3)까지 흡수 변화 폭이 컸다. 4월중 가장 흡수가 많았던 T5는 8.47me · L<sup>-1</sup>로서 T3 다음으로 많았다. P는 4월에 비해 큰 흡수량을 보였다. 가장 많았던 구는 T5이었고 T2가 가장 적었다. T1, T3, T4는 2.00me · L<sup>-1</sup>부터 2.40me · L<sup>-1</sup>사이로 비슷한 흡수를 보였는데 T4, T1에서 가장 많았다. 생체중이 가장 많았던 T5는 3.40me · L<sup>-1</sup>이었다. Ca흡수는 처리간 차가 컸는데 T5가 가장 많았고 T2, T3에서 낮은 흡수량을 보였다. Mg도 T5에서 가장 흡수가 많았다. 그러나 나머지 4처리구는 비슷하였다.

표 3-1-27. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 6/1~6/30 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	6.61	3.25	2.45	9.31	2.03
	w	234	y1	6.45	3.24	2.82	8.47	2.05
	a/w	0.77	n/w <sup>x</sup>	6.57	3.25	2.17	9.12	2.01
T2	a	180	y	12.18	4.26	3.15	10.90	2.53
	w	298	y1	5.25	3.70	3.40	9.43	2.33
	a/w	0.60	n/w	9.41	4.04	3.00	10.31	2.45
T3	a	180	y	5.89	3.59	2.89	9.38	2.23
	w	146	y1	6.03	3.42	2.64	10.36	1.97
	a/w	1.23	n/w	5.72	3.63	2.95	8.17	2.29
T4	a	180	y	6.74	3.55	2.56	8.62	2.06
	w	264	y1	6.92	3.67	2.68	8.94	2.08
	a/w	0.68	n/w	6.62	3.47	2.48	8.40	2.05
T5	a	180	y	7.52	4.86	3.25	10.68	2.35
	w	449	y1	8.70	5.15	4.33	11.70	3.08
	a/w	0.40	n/w	7.05	4.74	2.82	10.27	2.06

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$   
 $y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서  
n=양액 흡수량  
a=초기 배양액양  
w=식물체가 흡수한 물의양  
y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)  
y<sub>1</sub>=배양용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

6월에 들어서서는 전체적으로 흡수가 늘었는데 특히 Ca흡수가 크게 증가 하였다. N흡수가 가장 낮았던 구는 T3이었고 T2와 T5가 가장 높았다. T5의 N 흡수율은 7.05me · L<sup>-1</sup> 이었고 T3은 5.72me · L<sup>-1</sup>이었다. P는 전체 처리간에 3.25~4.74me · L<sup>-1</sup>사이로서 T5가 가장 많았으며 T1이 가장 적었다. K는 2.17~3.00me · L<sup>-1</sup>범위에서 양분흡수를 보였는데 이 중 T2, T5가 높았고 T1이 가장 적었다. Ca는 가장 흡수량이 많았던 원소로서 T2와 T5가 가장 많이 흡수되었고 T3에서 가장 적었다. 한편 Mg는 5처리 모두 2.01~2.45me · L<sup>-1</sup>의 비슷한 흡수량을 보였다.

다량원소중 대부분의 성분들은 T2와 T5에서 높은 양분흡수를 보였고 T3에서 낮은 흡수를 보였다. 이러한 원인이 최종 생체중과 건물중에 직접적인 영향을 준 것으로 생각되었다.

표 3-1-28. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 7/1~7/31 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	me · L <sup>-1</sup>				
				N	P	K	Ca	Mg
T1	a	180	y	6.50	2.98	2.77	7.80	1.88
	w	216	y1	7.05	2.94	2.42	7.29	1.68
	a/w	0.83	n/w <sup>x</sup>	6.04	2.97	2.71	7.71	1.85
T2	a	180	y	8.04	3.34	2.98	8.04	1.98
	w	297	y1	6.88	3.13	2.34	7.43	2.02
	a/w	0.60	n/w	7.58	3.26	2.72	7.80	1.96
T3	a	180	y	6.44	3.24	2.89	9.46	1.79
	w	109	y1	6.56	2.77	2.64	7.58	1.85
	a/w	1.65	n/w	6.24	3.55	3.05	10.68	1.69
T4	a	180	y	6.96	3.16	3.04	8.55	2.01
	w	293	y1	8.21	3.37	3.08	7.60	2.12
	a/w	0.61	n/w	6.20	3.03	3.02	8.18	1.94
T5	a	180	y	7.94	4.21	3.42	9.88	2.54
	w	387	y1	8.46	4.24	4.16	8.36	2.79
	a/w	0.46	n/w	7.70	4.20	3.08	9.06	2.43

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

7월도 6월과 비슷한 양분흡수율을 보였다. N는 역시 T5에서 가장 높아 7.70me · L<sup>-1</sup>의 흡수율을 보였으며 T2가 다음으로 7.58me · L<sup>-1</sup>이었다. 기타 3처리구는 6.00~6.24me · L<sup>-1</sup>사이로 비슷하였다. P의 흡수도 6월과 비슷하였지만 T5에서 가장 높은 흡수를 보였다. 한편 T1에서 가장 낮았으며 T2, T3, T4구가 3.03~3.50me · L<sup>-1</sup>사이였다. K는 6월보다는 다소 많았는데 최소 2.70me · L<sup>-1</sup>(T1)에서 최대 3.08me · L<sup>-1</sup>(T5)의 범위의 흡수를 보였다. Ca는 6월과 비슷하게 흡수되었는데 7.70(T1)~10.70me · L<sup>-1</sup>(T5)의 범위에서 흡수되었다. Mg는 1.69me · L<sup>-1</sup>(T3)부터 2.43me · L<sup>-1</sup>(T5) 사이로 T5가 가장 많이 흡수되었고 T3가 가장 낮았다.

이상의 결과에서 보듯이 T5는 7월에도 높은 양분흡수율을 보여주었다.

표 3-1-29. 벤자민고무나무<sup>z</sup> 자동생력관수방법에 따른 야마자키공식에 의한 8/1~8/24 까지의 n/w값.

처리 <sup>y</sup>	항목	양액량 (L)	항목	N	P	K	Ca	Mg
				me · L <sup>-1</sup>				
T1	a	180	y	5.54	2.67	2.71	5.94	1.92
	w	200	y1	6.03	2.51	2.74	5.06	1.79
	a/w	0.90	n/w <sup>x</sup>	5.09	2.65	2.68	5.85	1.91
T2	a	180	y	6.53	2.76	2.92	6.13	1.99
	w	266	y1	6.98	2.58	3.47	5.88	1.96
	a/w	0.67	n/w	6.23	2.70	2.55	6.05	1.98
T3	a	180	y	6.52	3.13	2.46	6.43	1.90
	w	128	y1	5.77	2.75	2.90	5.12	1.94
	a/w	1.40	n/w	6.82	3.28	1.84	6.95	1.84
T4	a	180	y	6.12	3.02	2.80	7.46	1.95
	w	242	y1	4.98	2.96	3.29	7.16	2.05
	a/w	0.74	n/w	5.82	3.0	2.44	7.38	1.88
T5	a	180	y	8.12	3.57	3.60	9.25	2.23
	w	340	y1	6.45	4.16	2.25	5.58	1.80
	a/w	0.53	n/w	7.34	3.26	2.97	7.53	2.03

<sup>z</sup>정식:2000년 3/8, 양액공급시작 4/6, 양액농도: S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer,T2:TDR,T3:tensio-meter,T4:Irrrometer,T5:모발습도계 관수조절기)

<sup>x</sup>양액재배 기간동안 일정한 기간에 수분흡수와 다량원소의 양을 결정하기 위한 야마자키 공식.

$y > y_1$ ,  $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$

$y < y_1$ ,  $n/w = y - a/w(y_1 - y)$ 에서

n=양액 흡수량

a=초기 배양액양

w=식물체가 흡수한 물의 양

y=배양용액에서 다량원소의 초기농도(me · L<sup>-1</sup>)

y<sub>1</sub>=배양액용액에서 다량원소의 후기농도(me · L<sup>-1</sup>)

8월도 7월과 마찬가지로 비슷한 양분흡수를 보였으나 전체적으로는 다소 감소하였다. N는 최저 5.09me · L<sup>-1</sup>(T1)에서 가장 적었고 최대 7.34me · L<sup>-1</sup>(T5)의 흡수를 보여 전 생육기간에 T5에서 N을 포함한 다른 다량원소의 흡수가 대체로 가장 많았다. P도 T5에서 가장 많았는데 3.26me · L<sup>-1</sup>흡수율을 보였다. K는 T3에서 가장 낮은 1.80me · L<sup>-1</sup>의 흡수를 보인데 비해 T5는 3.20me · L<sup>-1</sup>의 약 2배 가량의 흡수를 보였다. Ca흡수는 6월에 가장 많이 흡수한 것을 정점으로 내려왔다. 이중 T5는 가장 많은 흡수를 보였으며 가장 낮았던 구는 T1이었다. 한편 Mg도 T5에서 가장 많이 흡수되었는데 최저 1.84me · L<sup>-1</sup>(T3)에서 최고 2.03me · L<sup>-1</sup>(T5)의 범위 안에 있었다.

이상의 결과로 다량원소 전체흡수율을 종합하여 보면 4월에는 저조하다가 5월에 들어서서 차츰 증가되기 시작하여 6월과 7월을 정점으로 높은 양분 흡수를 보

이다가 8월에는 다소 낮아지는 경향을 보이고 있다.

다량원소 중 가장 높은 N흡수를 보면, 건물중이 가장 많았던 T5의 N는  $n/w$ 값이  $me \cdot L^{-1}$  단위로 4월=13.0, 5월=8.5, 6월=7.0, 7월=7.70, 8월=7.34로서  $7.00me \cdot L^{-1}$ 범위에서 높은 생장을 보였다. 높은 생장을 보였던 6월, 7월의 P수준은 4.70,  $4.20me \cdot L^{-1}$ 이었고 K는 2.80,  $3.10me \cdot L^{-1}$ 수준에서 양분흡수를 보였다.

### (11) 식물체 성분 분석

표 3-1-30. 분화류 자동생력 자동생력관수방법에 따른 벤자민 고무나무<sup>z</sup>의 식물체 분석.

처리 <sup>y</sup>	T-N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe
	(%)					$(mg \cdot kg^{-1})$	
T1	8.62	0.58	2.00	1.84	0.28	128.72	303.90
T2	16.48	0.38	2.45	2.06	0.26	107.84	343.18
T3	12.65	0.60	2.24	1.71	0.36	136.88	321.92
T4	11.81	0.44	2.29	2.28	0.32	133.36	352.28
T5	10.21	0.24	2.34	1.06	0.33	100.48	363.40
평균	11.95	0.45	2.26	1.79	0.31	121.46	336.94

<sup>z</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작:4월6일, 양액농도:S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

최종 식물체 분석에서의 각 성분량을 보면 T-N은 매우 높은 수준을 보였다. 5처리 평균이 11.95%로서 아잘레아에 비해 3.70%나 더 높았다. 가장 높은 함량을 보인 구는 T2이었고 낮은 것은 T1이었다. T3, T4, T5도 10.0~12.0%의 높은 T-N함량을 보였다. P는 평균 0.44%로 아잘레아에 비해 거의 3.6배 수준으로 높았다. 가장 높았던 구는 T3와 T1이었고 T5가 가장 적었다. K는 아잘레아의 3배 수준으로 높은 함량을 보여 5처리 평균이 2.26%나 되었다. T1이 2.0%로 가장 낮았으나 최고 함량을 보인 T2와는 0.45%차 밖에 없어 모든 처리가 2.00~2.45% 범위 안에 있었다. Ca도 아잘레아 전체 평균 0.85%에 비해 2배 높은 1.79% 이었다. 가장 높았던 구는 T4(2.28%)이었고 가장 낮았던 구는 T5(1.06%)이었다. Mg는 평균

0.31%로 T3, T4, T5는 평균치와 비슷하였으나 T1, T2는 다소 낮았다. Mn도 아잘레아보다 많이 흡수되어 평균  $121\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  이었는데 T3, T4, T1이 비교적 높았고 T2, T5가 낮은 수준이었다. 한편 Fe은 아잘레아와 비슷한 체내 함량을 가지고 있었는데  $303\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (T1)부터  $363\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (T5)범위에 있었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 벤자민 고무나무는 아잘레아에 비해 양분을 대량으로 흡수하는 다비식물로 생각되었다. N은 아잘레아 보다 3.00%이상 흡수되었고 P는 2배, K는 3배, Ca는 2배 가량 더 많은 흡수를 보였다. 가장 성장량이 많아 건물중이 많았던 T5와 적었던 T3와를 비교하여 보면 N성분은 다른 처리보다 적어 전체의 평균수준(10.00%)에서 건물중이 컸고 가장 적었던 T3은 13.00%의 성분 함량을 보였다. P도 T3은 T5보다 다소 높은 수준에서 보였으나 K는 전체 평균치를 상회하는 수준에서 건물중도 높았다.

#### (12) 화분 배지 최종 조사일의 pH, EC 및 물리성

표 3-1-31. 벤자민고무나무<sup>2</sup> 정식 151일 후 최종조사시 배지 종류별 pH, EC 및 물리성 비교.

처리 <sup>3</sup>	pH (1:5)		EC (mS/cm)		가비중 (g/mL)	진비중 (g/mL)	공극률 (%)	보수력 (%)	고상 (%)	액상 (%)	기상 (%)
	T <sup>x</sup>	B	T	B							
T1	6.60	6.30	10.40	3.56	0.16	0.49	67.35	289	32.65	46.24	21.11
T2	6.76	6.29	8.00	4.69	0.16	0.56	71.43	305	28.57	48.80	22.63
T3	6.70	6.56	5.70	1.57	0.16	0.56	73.58	292	26.42	40.88	32.70
T4	6.41	6.61	8.23	3.85	0.16	0.56	71.43	292	28.57	46.72	24.71
T5	6.64	6.47	11.00	4.28	0.17	0.60	71.67	285	28.33	48.45	23.22
평균	6.62	6.45	8.67	3.59	0.16	0.55	71.09	292.60	28.91	46.22	24.87

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작: 4월6일, 양액농도 : S(Sonneveld액).

<sup>3</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:화분중량 자동관수조절기).

\*T:화분의 상부배지, B:화분의 하부배지.

정식 151일 후(최종조사일)의 화분배양토의 pH를 보면, 상부는 평균 6.62이고 하부는 6.44로서 아잘레아에 비해 높았으며 처리간 차이는 적었다. 상부보다는 하부가 낮았다. EC는 비교적 높아 상부(T)가 8.6mS/cm, 하부는 3.6mS/cm로서 하부

보다 2.4배나 상부가 더 높았다. 상부에서 가장 높았던 구는 T1과 T5로서 10.0~11.0mS/cm의 높은 값을 보였으나 T3는 가장 낮았다. 한편 T2와 T4는 비슷한 8mS/cm의 값을 보였다. 하부(B)도 T5가 가장 높았고 T3가 가장 적었다. 이와 같이 EC수준이 높았던것은 벤자민 고무나무가 전술한 양분흡수로 보아 다비식물 인 때문으로 생각되었다.

가비중은 평균 0.16g/mL으로 매우 낮았으며 처리간 차이가 거의 없었고 진비중도 평균 0.55g/mL밖에 되지 않았으며 역시 처리간 차이는 별로 없었다. 공극률은 71%, 보수력은 292%였는데 처리간 차이가 거의 없었고 고상 29%, 액상46%, 기상 25%로서 처리간에 큰 차이는 없었다.

표 3-1-32. 정식 정식 151일 후 벤자민 고무나무<sup>2</sup>의 관수방법에 따른 배지의 화학성 비교.

처리 <sup>y</sup>	N	P	K	Ca	Mg	CEC
	(%)	(mg · kg <sup>-1</sup> )		(me · 100g <sup>-1</sup> )		(cmol <sup>+</sup> · kg <sup>-1</sup> )
T1	2.41	447.05	10.77	8.88	5.67	31.2
T2	2.74	447.05	11.18	7.53	2.44	57.3
T3	1.32	447.05	9.41	8.66	11.27	45.6
T4	4.00	447.05	6.19	5.44	2.42	59.8
T5	2.52	447.05	20.52	13.14	8.92	38.7
평균	2.60	447.05	11.61	8.73	6.14	46.52

<sup>2</sup>정식일자:2000년3월8일, 양액공급시작: 4월6일, 양액농도 : S(Sonneveld액).

<sup>y</sup>처리:표 3-1-2 참조(T1:Timer, T2:TDR, T3:tensio-meter, T4:Irrrometer, T5:모발습도계 관수조절기).

최종 조사일의 화분배양토의 화학성을 보면 N은 T4에서 가장 높았고 T3에서 가장 낮았으나 다른 3 처리는 전체 평균치인 2.59%에서 비슷한 값을 보였다. P는 모두 같은 447mg · kg<sup>-1</sup>이 분석되었으며 K는 평균 11mg · kg<sup>-1</sup>, Ca는 8.7mg · kg<sup>-1</sup>, Mg는 6.14mg · kg<sup>-1</sup> 이었다.

가장 높은 건물중을 보인 T5는 K나 Ca가 가장 높은 값을 보였으나 Mg는 T3 보다는 낮은 값을 보였다. 처리간 성분변화가 가장 컸던 것은 K로서 가장 높았던 T5와 가장 낮았던 T4와는 3.3배나 차이가 났다.

(13) 관수장치별 인건비, 설치비와 감가상각비 비교

표 3-1-33. 관수시스템 장치별 인건비와 감가상각비 비교(2000년, 10a당).

(단위:원)

관수장치	관수 노력 시간	인건비 <sup>y</sup> (A)	설치비 <sup>x</sup>	내구 년한 (년)	감가상각비 (B)	A+B
인공호스관수 <sup>z</sup>	825	5,156,250	90,000	5	18,000	5,174,250
지상살수관수	20	125,000	1,200,000	5	240,000	365,000
담배수관수	20	125,000	80,000,000	17	4,705,900	4,830,900
흙통관수	20	125,000	18,000,000	5	3,600,000	3,725,000
점적관수	20	125,000	1,500,000	4	375,000	500,000
매트관수	20	125,000	15,000,000	5	3,000,000	3,125,000

<sup>z</sup>인공호스관수 관수노력은 10a당 포인세티아를 기준(경기도농업기술원에서 조사).

<sup>y</sup>1인 1일 8시간 수도권 인건비는 50,000원기준.

<sup>x</sup>설치비는 현대농자재회사의 설치 견적 자료에 의함.

인건비는 인공호스관수가 가장 많이 들었다. 경기도 농업기술원에서 조사한 바에 의하면 포인세티아의 경우 825시간이나 들었다. 나머지 5가지 자동관수는 20시간이 소요되었다. 한편 설치비는 담배수관수가 가장 많이 들어 10a당 8000만원이 소요되었다. 그러나 수요가 증가되어 양산체제에 들어가면 훨씬 싸질 것으로 보인다. 다음으로는 흙통관수로서 1800만원정도가 소요되었고 매트관수가 1500만원으로 다음을 차지 하였다. 한편 지상살수관수와 점적관수는 150만원 이내의 낮은 값을 보였다. 감가상각비도 담배수관수가 가장 고가(高價)이었고 다음은 흙통관수와 매트관수 이었다. 역시 지상살수관수장치나 점적관수는 낮은 값을 보였다.

실제로 관수에 들어가는 실경비인 인건비와 장치를 설치할 감가상각비를 합친 A+B는 인공호스관수가 가장 높아 500여만원이 소요되었고 다음이 담배수관수이었다. 흙통관수와 매트관수도 300~400만원정도의 경비가 들어갔다.

반면에 점적관수와 지상살수관수는 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 경비의 상승은 좋은 품질의 상품을 생산한다면 상쇄될 수 있을 것으로 보인다.



표 3-1-34. 관수시점 및 관수량을 위한 장치와 양액소독기의 설치비(2000, 10a당).

관수시점과 관수량 콘트롤러			양액소독기		
콘트롤러종류	규격	가격	품명	규격	가격
Timer	세기교역제조	400,000원	열소독기	세기교역제조	8,000,000원
Tensio meter	Hans system	4,000,000	모래여과기	원예자제센타제조	6,000,000
TDR+Timer	네타핍사	700,000	자외선,오존장치	„	5,000,000
Irrrometer	USA사	700,000			
화분중량기	시립대제조	1,600,000	화학약품소독	서울시립대제조	1,000,000
전기식모발습도계	시립대제조	600,000			

한편 관수시점과 관수량을 조절 하는 콘트롤러와 양액 소독기의 가격은 표 3-1-34와 같았다.

#### (14) 시험 수행한 시설의 생장 환경

실험 장소는 서울시립대 벤로 유리온실에서 수행하였다. 환경조사는 Datalogger Li-1000(USA)를 이용하여 1시간 간격으로 전 생육기간 조사한 것을 PC computer에 연결하여 data를 down 받아서 순별 평균치로 계산하여 3월부터 8월까지 5개월간 광도, 온도, 습도를 조사하였다. 그 결과는 표 3-1-36과 같았다. 조사시간은 10시, 13시, 14시 순서로 각각 조사하였다.

기온은 3월에는 20~23℃, 4월에는 22~25℃, 5월은 25~28, 6월은 27~35℃, 7월은 28~32℃, 8월은 27~34℃로 6월부터 오후의 기온은 30℃가 넘었으나 오전에는 30℃이내 이었고 8월이 가장 높았다.

습도는 오전에는 10시에는 3월 평균은 46%이었으나 4월은 34%로 낮았고 5월은 50%, 6월은 53%, 7월은 66%, 8월 80%로 대체로 50%에 가깝게 유지되었으며 7~8월에는 강우가 많아 높은 습도를 보였다. 한편 오후에는 40%이내로 떨어지는 달이 많았으나 7~8월에는 52%~57%의 범위이었다. 이는 금년 이 시기에 강우가 많았던 원인으로 생각된다.

광도는 3월은 175~463  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 오후 1시가 1일 중 가장 높았는데 4

월에는  $308\sim 732\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 높은 광도를 보였다. 시험기간 전체로 보면 온도는 평균 10시 25°C, 13시 29°C, 14시 29°C로 식물 성장에는 알맞았고 습도나 광도도 적당하였다.

표 3-1-35. 본 연구를 수행한 유리온실의 온도 습도 광도조사<sup>2</sup>.

조사일자	평균온도(°C)			평균습도(%)			평균광도( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )		
	10시	13시	14시	10시	13시	14시	10시	13시	14시
3/18~ 3/20	20.3	22.9	22.9	50.6	31.9	31.6	170.0	378.2	382.7
3/21~ 3/31	21.1	22.6	23.3	41.2	26.4	25.8	180.6	547.9	537.1
평균	20.70	22.75	23.10	45.90	29.15	28.70	175.30	463.05	459.90
4/1~ 4/10	22.4	23.4	23.7	33.6	21.3	20.6	280.1	613.8	510.4
4/11~4/20	22.03	23.6	23.8	34.6	33.1	32.5	306.5	650.4	364.5
4/21~4/30	22.8	25.7	26.3	34.4	27.2	25.8	339.9	932.9	655.3
평균	22.41	24.23	24.60	34.20	27.20	26.30	308.83	732.37	510.07
5/1~5/10	23.4	26.1	26.3	40.8	35.1	34.1	401.3	429.5	461.9
5/11~5/20	23.8	26.9	27.0	47.1	41.8	40.9	247.2	466.8	383.0
5/21~5/30	26.9	31.9	28.6	62.3	47.11	46.7	190.1	572.5	459.2
평균	24.70	28.30	27.30	50.07	41.34	40.57	279.53	489.60	434.70
6/1~6/10	25.6	33.5	33.9	51.8	34.5	32.6	184.6	617.3	366.2
6/11~6/20	27.9	34.2	34.8	53.1	37.4	36.3	204.7	606.2	325.8
6/21~6/30	29.7	35.5	36.0	53.1	37.9	36.4	214.2	661.0	388.8
평균	27.73	34.40	34.90	52.67	36.60	35.10	201.17	628.17	360.27
7/1~7/10	31.5	36.7	37.1	53.0	38.4	36.4	223.6	715.7	451.8
7/11~7/20	28.8	31.9	33.8	72.6	61.7	64.3	175.5	464.0	318.6
7/21~7/31	27.8	32.3	32.3	73.8	61.3	57.8	215.8	476.8	424.8
평균	29.37	33.63	34.40	66.47	53.80	52.83	204.97	552.17	398.40
8/1~8/10	28.1	29.1	33.1	85.7	64.2	58.4	174.7	511.1	422.7
8/11~8/20	29.4	35.6	34.9	71.2	55.4	53.7	-	-	-
8/21~8/30	26.2	34.0	34.1	80.8	50.7	51.4	-	-	-
평균	27.90	32.90	34.03	79.23	56.77	54.50	174.70	511.10	422.70
전체평균	24.81	28.50	28.67	47.71	35.77	34.98	240.18	586.43	433.54

<sup>2</sup>조사는 Datalogger LI-1000으로 설치하여 조사하였음.

(15) 기타 : 대농민교육 및 현장설명: 경기도 화성 동탄 원형규씨등 독농가 15인에게 연구현장 견학 및 workshop 개최.

협동연구기관인 경기도 농업기술원 등 4곳에서 4회에 걸쳐 다음과 같이 140동 농가에게 본 연구와 관련된 교육 및 현장 견학을 시켰음.

표 3-1-36. 본 연구와 관련된 농가교육 실적.

내 용	장 소	참석자(명)	비고
개량급수효과연구 내용중간발표	경기도원 포장	75명	-
분화 급수방법 및 양액재배 교육	화성 동탄농협	45명	-
개량저면담배수급수효과 교육	경기도원 포장	5명	-
개량저면급수효과 교육	동탄(원영규농가)	15명	-
계	4장소	140명	-

### 3. 적요

#### 1) 아잘레아(품종:미손벨)

(1) 초장은 생장 증가까지 유의차이가 없었으나 7월부터는 T1에서 가장 컸고 T5에서 가장 적었다. 그러나 최종 8/7일 조사시에는 5처리 모두 유의차이가 없었다. 초폭도 초장처럼 7회 조사 기간중 전 처리간에 별 차이가 없었다.

(2) 엽장은 초기에는 처리간 차이를 보였으나 후기에는 전 처리간에 유의차가 없었다. 엽폭도 5개월간 생장시킨 결과 0.58cm 밖에 자라지 않았으며 처리 간 차이도 크지 않았다.

(3) 분지수는 초기에는 6개 정도였으나 5개월 후에 27개 정도로 21개가 증가되었으며 3월과 4월에 크게 증가되었다. 최종조사에서는 T5가 가장 많았으며 T4가 가장 적었으나 전체적으로 큰 차이는 보이지 않았다.

지상부 생체중은 전체 처리간 유의차이를 인정할 수 없었다. 그러나 평균치만을 비교하면 T2, T5, T1가 높았고 T4와 T3는 낮았다. 한편 지하부(뿌리) 생체중도

처리간에 유의차이는 보이지 않았지만 평균치로는 T5가 가장 적었고 T2와 T3가 가장 높았다. 생체중 전체 무게도 최저 T4에서 최고 T2 사이에 32g의 차이를 보였다. 높은 성장량을 보인 것은 T2와 T1이었고 T4가 가장 낮은 값을 보였다. T/R율은 1.8에서 3.0사이로서 가장 높았던 구는 T5이었고 T3에서 가장 낮았다.

건물중도 생체중과 마찬가지로 지상부와 지하부에서 통계적인 유의차이는 보이지 않았으나 평균치로 비교하여 보면 지상부는 T4에서 가장 낮았고 T5와 T1도 비교적 높은 성장량을 보였다. 지하부도 T4에서 가장 낮은 건물중을 보였고 T2가 가장 높은 값을 보였다. T/R율은 T3가 가장 낮았고 T5와 T4가 비교적 높았다. 뿌리발달은 T1이 가장 좋았고 T2가 가장 낮았지만 다른 처리구와 큰 차이는 보이지 않았다. 근장은 T4가 가장 길었는데 T3, T5, T1와는 유의차가 없었다.

(5) 엽록소함량 및 광합성은 T3에서 가장 높았으나 T1, T2, T4와는 통계적인 유의차가 없었다. 한편 T5가 가장 낮았으나 T3와의 차이는 그리 크지 않았다. 순광합성량도 처리간 유의차가 없었으나 평균치로는 T4와 T2에서 높은 순광합성량을 보였고 T5에서 가장 낮은 광합성량을 보였다.

(6) 양액의 4/14~6/30일까지의 pH 변화는 모든 처리에서 5를 중심으로 비교적 큰 변화는 없었으나 T5에서는 다른 처리에 비해 변화 폭이 컸다. 한편 양액의 7/7-8/24일까지도 처리간 차이가 없이 5를 중심으로 큰 변화가 없었으나 T5가 다소 변화의 폭이 컸는데 8월에 들어서서는 증가하는 경향을 보였다.

(7) 양액의 4/14~6/30일까지의 EC 변화는 중순에는 낮았으나 하순부터는 전체적으로 0.8mS/cm을 중심으로 큰변화가 없었다. 7/7-8/24일까지는 상승하면서 대체로 1.0mS/cm에 근접하였다. 가장 낮은 값을 보인 구는 T3 이었다. 8월에 들어서서는 T5가 약간 높은 EC값을 보였다. 가장 변화가 컸던 것은 T5였는데 이는 화분 중량의 변화에 의한 관수시스템의 특이성에 원인인 것으로 생각되었다.

(8) 4/14~8/24일까지 전 생육기간 동안의 양액공급량을 적산한 결과 T1에서 가장 많았고 다음이 T5이었다. 한편 양액공급량이 가장 적었던 구는 T4이었고 다음

이 T3, T2 순으로 많았다. 양액공급량이 가장 많았던 T1과 T2가 생체중과 건물중이 가장 높았다.

(9) pF센서(텐쇼메타)에 의한 화분내 토양수분의 일중(日中) pF 변화는 오후가 가장 높았고 오후 6시부터 밤 12시까지 내려가서 0시부터 6시까지는 일중 가장 내려갔다.

(10) 양분흡수율에서 야마자키공식에 의한 4/6~4/30일까지의 n/w값은 전체적으로 낮았다. N는 T1을 제외하고는 거의 흡수가 되지 않았다. 이중 가장 낮았던 구는 T5였다. P도 T5에서는  $-1.0\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 을 보인데 반해 오직 T1에만  $0.5\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 이 흡수되었다. P도 T5에서는  $-1.0\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 값을 보였으나 그 밖의 T1, T2, T3, T4는  $1.4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하의 양분 흡수를 보였다. K는 P보다도 흡수가 더 적었다. Ca는 전처리 모두 공급량이 흡수량 보다 많아 부의 값을 보였다. 특히 T5에서 가장 낮은 값을 보였다. Mg도 매우 미약한 흡수량을 보였다. 이는 4월에 생장이 활발하지 못한 원인으로 생각되었다. 한편 5/1-5/31일까지의 n/w값은 매우 활발한 양분흡수를 보였다. N은 T2에서 가장 높은  $8.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 을 보였고 T4에서  $2.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 가장 낮은 흡수를 보였다. 최종 조사에서 가장 건물중이 높았던 T2와 T1은 이시기에 높은 질소 성분의 흡수가 원인으로 생각되었다. P는 5처리 대체로 비슷한 값을 보였으며 K는 처리간에 차이가 컸는데 T1과, T5는 낮은 값을 보인데 비해 T2, T3, T4는 높은 흡수량을 보였다. N다음으로 가장 많은 흡수를 보인 원소는 Ca이었다. Mg흡수는 5처리 모두 비슷한 흡수를 보였다.

6/1-6/30일까지의 n/w값은 5월과 마찬가지로 높은 양분 흡수율을 보였다. N은 최저  $4\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서 최고  $5.7\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ (T5)의 값 사이에서 흡수율을 보였다. P도 전체처리간에 비슷한 흡수량을 보이고 5월보다는 다소 증가된 값을 보였다. T4에서 가장 많이 흡수되었고 T3에서 가장 낮은 값을 보였다. K도 5월보다는 다소 증가된 값을 보였으나 T1에서는 5월에 이어 매우 낮은 흡수를 보였다. Ca도 높은 흡수를 보였는데 T2에서 가장 많았고 T1에서 가장 적었다. 전체적으로는 T5에서

다량원소 흡수율이 높았고 T1에서 낮은 경향을 보였다.

7/1-7/31일까지의 n/w값은 N의 흡수가 두드러졌다. T4가 가장 낮았는데도  $4.66\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 흡수를 보였고 T2에서는  $8.57\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 가장 많은 흡수를 보여 T4보다는 1.8배나 높았다. P는 다른 다량원소에 비해 차가 적은 편이었다. Ca도 T2에서 가장 많은 흡수를 보였고 T1에서 가장 낮았다. Mg은 T1, T4에서 가장 낮았고 나머지 구는 비슷하였다. 다량 원소는 전체적으로 T2에서 흡수가 많았고 T1에서 적었으며 나머지 처리구가 중간 정도이었다.

8/1-8/24일까지의 n/w값도 7월과 마찬가지로 양분흡수가 많은 경향이었다. N은 T5에서 가장 많은 흡수를 보였는데 T1보다는 1.6배의 많은 흡수를 보였다. 최종 조사에서 가장 건물중이 높았던 T2는 5처리중 두 번째로 N의 흡수가 높았다. P는 T4와 T2가 가장 높은 양분 흡수를 보였으며 T5는 가장 낮았으며 T1과 T3는 그 중간이었다. K는 급격히 줄어들었는데 T3와 T4는 흡수가 매우 저조하여 부의 값을 보였다. 가장 많은 흡수를 보인 구는 T5와 T2 이었다. 한편 Ca는 7월보다는 높은 흡수를 보였으며 Mg도 7월과 비슷하게 흡수되었다. 한편 T2는 가장 높은 흡수를 보였다.

(11) 식물체의 성분 분석에서 T-N은 평균 8.2%로서 가장 높았던 구는 T5로서 9%이었고 T3가 7.84%로 가장 낮았으나 그 차이는 1.16%밖에 되지 않았다. 따라서 자동생력관수방법 간에 식물체내 N함량의 차이는 그리 크지 않은 것으로 보였다. P에서도 평균 0.12%로서 0.11~0.14% 수준으로 처리간에 거의 차이가 없었다. 다른 무기물에 비해 가장 처리간 차가 적었던 원소는 인산이었다. K는 평균 0.78%로서 T1이 0.84%로서 가장 많았으나 기타 처리구는 0.74%에서 0.78%로서 별 차이를 보이지 않았다. Ca는 N 다음으로 많은 양이 검출되었는데 전체 평균은 0.85%이었다. T2가 1.18%로서 가장 많았고 T3가 가장 적었으나 나머지 처리간의 차이는 크지 않았다. Mg는 평균 0.19%로서 T1이 가장 많았고 T5가 가장 적었다. 5처리간의 차이는 0.05%밖에 되지 않았다.

미량요소인 Mn과 Fe의 흡수는 T2에서 가장 많았다. 이는 TDR이 정밀한 측정에 의한 자주 관수된 원인으로 생각되었다.

최종조사에서 가장 높은 건물중을 보였던 T2는 T-N 8.18%, P 0.14%, K 0.74% Ca 1.18%수준이었다.

(12) 최종 조사시 화분 배지의 pH, EC 및 물리성에서 5개월간 재배되었던 배양토의 pH를 분석한 결과, 화분 상부(top)는 평균 4.29이었고 하부(bottom)는 4.23으로 거의 차이가 없었다. 그러나 EC는 상부가 평균 2.2mS/cm인데 비해 하부는 1.0mS/cm으로 두 배 이상 높았다. 상부 중에는 T2가 가장 높았고 다음이 T4, T1순이었으며 T5가 가장 낮았다. 하부도 T2가 가장 높았고 다음이 T4이었다. 한편 가장 낮은 곳은 T1 이었다. 가비중은 평균 0.2g/mL으로 가벼운 편이었는데 전체 처리간에 비슷하였다. 진비중은 평균 0.81g/mL로서 T5에서 다소 높았으나 대체로 전체 처리간 별 차이가 없었다. 공극률은 평균 73%로서 T5가 가장 높았고 T4에서 가장 낮았으나 나머지 3처리 구간에는 거의 같았다. 보수력도 평균 244%로 T5와 T4가 낮았던 것 말고는 3처리구가 비슷하였다. 배지의 3상도 전체적으로 액상이 가장 높았으나 평균으로는 고상 26%, 액상 50%, 기상 23%를 보였다.

배지의 화학성을 비교하여 본 결과 N은 평균 0.65%로서 T5가 가장 적었고 T2와 T3가 가장 높았다. P도 T2와 T1에서 높은 함량을 보였다. 이러한 현상은 K, Ca, Mg에서도 T2가 가장 높은 함량을 보였고 T1도 비교적 높은 함량을 보였다. 이러한 현상은 최종 성장량 조사에서 건물중이 가장 높았던 구가 T2와 T1구이었던 것과 관계가 큰 것으로 생각되었다.

## 2) 벤자민고무나무

(1) 초장과 초폭은 5/31일까지 4회 조사기간 중 5처리간에 유의차이가 없었다. 이 3개월 동안 초장의 증가는 12.5cm밖에 증가가 없었으나 6월부터는 1개월에 평균 15cm의 증가가 있었고 7월에는 27cm, 8월에는 24cm의 높은 증가량을 보였다.

6월에는 T1이 가장 컸으나 7월부터는 T5가 가장 컸다. 한편 T3가 가장 작았고 나머지 처리구인 T1, T2, T4는 거의 비슷한 초장을 보였다. 이러한 현상은 최종 조사일인 8/7일에도 마찬가지로 경향이었다.

초폭도 5월까지의 유의차를 보이지 않다가 6월부터는 큰 차이를 보였다. 그러나 7월 이후에는 6월 신장된 초폭이 계속 유지되는 경향이었다. 7월에는 T1이 가장 크고 T3가 가장 적었으나 최종 조사일인 8/7일에는 T5가 가장 컸고 T3가 가장 적었다. 그러나 T1, T2, T4는 거의 비슷한 값을 보였다.

(2) 엽장과 엽폭은 5월까지의 T5가 비교적 작았지만 전체 처리간에 별다른 차이를 보이지 않았다. 6월에는 T5가 가장 컸고 T1과 T3가 가장 적었다. 7월에는 T2, T5, T1이 가장 컸으며 T3가 가장 적었다. 한편 최종 조사일인 8/7일에도 T3가 적은 편이었고 T1과 T5가 가장 컸다. 엽폭은 4월까지의 별다른 차이를 보이지 않다가 5월에는 T3가 가장 작았고 나머지 처리구간에는 별다른 차이를 보이지 않았다.

(3) 분지수에서는 3월은 처리간 거의 차가 없었으나 4월에는 T2가 가장 많았고 T4가 가장 적었다. 분지수가 급격히 증가한 6월에는 T4, T5가 가장 많았고 T1, T2, T3는 적었다. 8월에도 T3가 가장 적었고 T5가 가장 많았다.

(4) 생체중에서 지상부는 T5가 가장 많았고 T3에서 가장 적었다. T1, T2, T4간에는 평균치간에 다소의 가감이 있었지만 통계적인 유의차이는 보이지 않았다. 지하부는 T2에서 가장 높았고 T3가 가장 적었으나 가장 높았던 T2는 T4, T5와는 유의차이가 인정되지 않았다. 한편 T1도 T3와 유의차가 없었다. 건물중도 지상부는 T5에서 가장 무거웠으며 T2, T1과는 유의차이가 없었다. 다음은 T1으로 T4와는 유의차가 없었다. 가장 낮았던 구는 T3로서 가장 높았던 T1과는 무려 약 2배나 적었다. 지하부는 T2에서 가장 많았으나 T4와는 유의차가 없었고 T4와 T5와도 유의차가 없었다. 한편 지상하부 합계의 건물중도 T2, T5가 가장 높은량을 보였고 T3가 가장 적었으며 T1, T4가 중간으로 생체중과 비슷한 경향을 보여주었



다. T/R율은 생체중은 3.0~4.0사이, 건물중은 4.1~7.3사이로서 T1과 T5에서 비교적 높은 값을 보여 주었다. 뿌리발달도 생체중과 건물중이 좋았던 T2와 T5가 가장 좋았고 T3가 가장 나빴다. 근장은 T1이 가장 길었고 T2가 가장 짧았지만 5처리간에 유의차이가 없었다.

엽록소는 통계적인 유의차이가 인정되지 않았으나 T2가 다소 낮은 편이었다. 순광합성량은 T1, T3, T4에서 비교적 높았고 T2와 T5에서 낮았으나 T5와는 T2, T3, T4와는 유의 차이가 없었다. 한편 T1도 T3, T4와 유의 차이가 보이지 않았다. 세포내 CO<sub>2</sub> 농도는 T1, T4, T5가 적었고 T2, T3가 많았다. 한편 기공저항치는 처리간 유의 차가 없었다.

(6) 양액의 pH는 4월부터 6/23일까지는 5~6사이에서 진폭을 보이고 있었다. 변화는 T1이 적었고 T2와 T4가 큰 편이었다. 7월과 8월에도 5와 6 사이에서 거의 변화가 없었으며 T1과 T3에서 다소 변화 폭이 있었으나 나머지 3처리구는 pH6을 중심으로 별 변화가 없었다.

(7) 양액의 EC는 4월부터 6월까지 중 5월까지의 대체로 5처리간 비슷한 EC 변화를 보이다가 6월에 들어서는 T5가 증가하기 시작하여 6/23일 조사에서는 2.5mS/cm까지 상승하였다. 가장 낮았던 구는 T1, T3, T4이었으며 T2는 6/3일에는 모든 처리 중 가장 높았으나 다시 내려갔다. 그러나 앞의 3처리보다는 계속 높은 값을 보여주었다. 7월과 8월에도 T5가 가장 높은 수준으로 일관되게 유지되었다. 그러나 T1은 다소 낮은 값을 보였다. 그러나 나머지 T2, T3 T4는 중간의 비슷한 수준을 유지하였다.

(8) 총 양액공급량은 T5에서 가장 많았고 다음은 T2이었고 T3가 가장 적었다.

(9) 텐쇼미터에 의한 화분의 pF변화에서는 아잘레아와 마찬가지로 새벽 0~6시 사이가 가장 낮았다가 해가 뜨면서 상승하다가 오후 12~18시 사이가 가장 높았다. 한편 오후 18시부터 24시까지는 다소 감소 하였다.

(10) 양액흡수율(n/w)은 4월에 전체적으로 낮은 흡수를 보였다. 다량원소 중 Ca

흡수는 거의 되지 않았고 Mg도 비슷하였다. N이 가장 많았으며 이중 T5에서 가장 높았으며 T4가 낮았다. 최종 조사시 가장 건물중이 무거웠던 T5의 흡수량은 T3보다는 4배의 흡수를 보였고 T1, T2도 T3의 2배 가량 흡수되었다. P는 전체적으로 낮았는데 특히 T5는 가장 낮았다. 이중 T1이 가장 높은 양을 보였다. K도 흡수가 저조하였고 T5에서 가장 낮았다. 한편 Mg은 T1을 제외하고는 거의 흡수가 되지 않았다. 5월에는 4월에 비해 전체적으로 흡수가 많았다. N는 T3가 가장 많았고 다음이 T5이었으며 T4가 가장 적었다. P는 4월에 비해 큰 흡수량을 보였는데 가장 많았던 구는 T5이었고 T2가 가장 적었다. Ca흡수는 T5가 가장 많았고 T2, T3에서 낮은 흡수량을 보였다. Mg도 T5에서 가장 흡수가 많았다. 그러나 나머지 4처리구는 비슷하였다.

6월에 들어서서는 전체적으로 흡수가 늘었는데 특히 Ca흡수가 크게 증진되었다. N흡수가 가장 낮았던 구는 T3이었고 T2와 T5가 가장 높았다. P는 T5가 가장 많았으며 T1이 가장 적었다. K는 T2, T5가 높았고 T1이 가장 적었다. Ca는 가장 흡수량이 많았던 원소로서 T2와 T5가 가장 많이 흡수되었고 T3에서 가장 적었다. 7월도 6월과 비슷한 양분흡수율을 보였다. N은 역시 T5에서 가장 높았고 T2가 다음이었다. P의 흡수도 6월과 비슷하였지만 T5에서 가장 높았고 T1이 가장 낮았다. K는 6월보다는 다소 많았는데 최소  $2.70\text{me} \cdot \text{L}^{-1}(\text{T1})$  에서 최대  $3.08\text{me} \cdot \text{L}^{-1}(\text{T5})$ 의 범위의 흡수를 보였다. 8월도 7월과 마찬가지로 비슷한 양분흡수를 보였으나 전체적으로는 다소 감소하였다. N은 T1에서 가장 적었고 T5가 가장 많았다. P와 K도 T5에서 가장 많았으며 K는 T3에서 가장 낮은 흡수를 보였다. Ca흡수는 6월을 정점으로 내려왔다. 이 중 T5는 가장 많은 흡수를 보였으며 가장 낮았던 구는 T1이었다.

이상의 결과로 다량원소 전체흡수율을 종합하여 보면 4월에는 저조하다가 5월에 들어서서 차츰 증가되기 시작하여 6월과 7월을 정점으로 높은 양분 흡수를 보이다가 8월에는 다소 낮아지는 경향을 보이고 있다. 다량원소 중 가장 높은 N흡

수를 보면, 건물중이 가장 많았던 T5의 N의 n/w값은  $me \cdot L^{-1}$  단위로 4월 13.00, 5월 8.50, 6월 7.00, 7월 7.70, 8월 7.34로서  $7.00me \cdot L^{-1}$ 범위에서 높은 생장을 보였다. 높은 생장을 보였던 6월, 7월의 P수준은 4.70,  $4.20me \cdot L^{-1}$ 이었고 K는 2.80,  $3.10me \cdot L^{-1}$ 수준에서 양분흡수를 보였다.

(11) 식물체 성분 분석에서 T-N은 매우 높은 수준을 보였다. 평균 11.95%로서 아잘레아에 비해 3.70%나 더 높았다. 가장 높은 함량을 보인구는 T2이었고 낮은 것은 T1이었다. P가 높았던 구는 T3와 T1이었고 T5가 가장 적었다. K는 T1이 가장 낮았고 T2가 가장 높았으나 큰 차이는 없었다. Ca도 아잘레아의 2배 수준으로 가장 높았던 구는 T4였고 가장 낮았던 구는 T5이었다. Mg는 평균 0.31%로 T3, T4, T5는 평균치와 비슷하였으나 T1, T2는 다소 낮았다. Mn도 T3, T4, T1이 비교적 높았고 T2, T5가 낮은 수준이었다. 한편 Fe은 아잘레아와 비슷한 체내 함량을 보였다.

이상의 결과를 종합하여 보면 벤자민 고무나무는 아잘레아에 비해 양분을 대량으로 흡수하는 다비식물로 생각되었다. N는 아잘레아 보다 3%이상 흡수되었고 P는 2배, K는 3배, Ca는 2배 가량 더 많은 흡수를 보였다.

(12) 최종 조사시 배지의 pH, EC 및 물리성에서 pH는 상부가 평균 6.62이고 하부는 6.44로서 아잘레아에 비해 높았으며 처리간 차이는 적었다. EC는 상부(T)가  $8.6mS/cm$ 로 하부  $3.6mS/cm$ 보다 2.4배나 높았다. 상부에서 가장 높았던 구는 T1과 T5이었고 가장 낮은 구는 T3이었다. 한편 T2와 T4는 비슷하였다. 하부(B)도 T5가 가장 높았고 T3가 가장 적었다. 가비중은 평균  $0.16g/mL$ 으로 매우 낮았으며 처리간 차이가 거의 없었고 진비중도 평균  $0.55g/mL$ 밖에 되지 않았으며 역시 처리간 차이는 별로 없었다. 공극률은 71%, 보수력은 292%였는데 처리간 차이가 거의 없었고 고상 29%, 액상 46%, 기상 25%로서 처리간에 큰 차이는 없었다.

화학성을 보면 N는 T4에서 가장 높았고 T3에서 가장 낮았으나 다른 3 처리는 비슷하였다. 가장 높은 건물중을 보인 T5는 K나 Ca가 가장 높은 값을 보였으나

Mg는 T3보다는 낮은 값을 보였다.

(13) 시험을 수행한 서울시립대 벤로 유리온실 내의 환경조사는 Datalogger Li-1000(USA)을 이용하여 1시간 간격으로 전 생육기간을 조사한 결과, 온도는 평균 10시 25℃, 13시 29℃, 14시 29℃로 식물 성장에는 알맞았고 습도나 광도도 적당하였다.

3) 본연구가 학자 및 농민에게 전달되도록 배재대학교에서 학술심포지움에서 '분화류의 관수와 양액관리기술'에 대하여 발표하였으며 협동연구기관인 경기도 농업기술원에서 4회 에 걸쳐 140동 농가에게 본 연구와 관련된 교육 및 현장 견학을 시켰음.

## 제 2 절 분화류 개량급수방법 실증연구(경기도 농업기술원)

### 1. 서 언

우리 나라의 분화류 재배면적은 '99년 현재 1,118ha로 전체 화훼류의 18.5%를 점유하고 있으며 경제성장에 따른 국민생활 수준의 향상으로 전체적인 화훼소비가 증가하고 있다. 특히 소품 분화류의 수요 및 재배가 증가하는 추세이다. 그러나 자동화된 비닐하우스나 유리온실면적의 증가추세에 비해 재배시설인 온실내부의 생력화를 위한 재배장치들은 미흡한 실정이다. 또한 화훼류의 고품질 생력형 재배방식인 양액재배 면적이 증가하고 있으며 분화류에 있어서도 수출작목으로의 개발이 절실한 실정이다. 특히 분화류 재배에 있어서 노동력이 많이 투하되는 물 관리는 식물의 종류, 용기의 크기, 용토의 종류, 시비방법 등에 따라서 변화되기 쉬운 많은 요인들이 있기 때문에 중요하다. 시클라멘 생산시 호스관수에 의한 노동력이 2,888시간/10a로 전체 노동력투하 중 32.3%를 차지하여 자동화의 필요성이 높았다고 보고되었다. 그러므로 생력적인 물관리를 통해서 생육에 적합한 시비를 양액으로 실시해야만 고품질의 균일한 분화를 생산할 수 있다.

따라서 본 연구는 분화류 재배에 있어서 작목별 생력적인 관수방법의 실증연구를 통하여 분화품질 향상은 물론 관수에 따른 노동력을 줄여 생산비를 절감코자 실시되었다.

### 2. 재료 및 방법

본 실험은 2000년 3월~9월에 걸쳐 경기도 농업기술원 유리온실에서 수행되었으며 공시한 작물은 아잘레아 미션벨(*Rhododendron simsii* 'Missoon Bell'), 포인세티아 프리덤(*Euphorbia palcherima* Vvild 'Freedom'), 일반 벤자민 고무나무(*Ficus benjamina*)를 사용하였다. 작목 및 관수방법별로 관행적인 호스살수관수를 대비하여 아잘레아는 심지관수, 벤자민고무나무는 바닥담배관수(bottom ebb and flow), 포인세티아는 벤치담배관수 처리를 하였으며 관수방법은 순환식 양액재배

방식으로 하였다. 처리별 베드규격은 경기도농업기술원에서 자체개발한 폭67cm×길이400cm×높이19cm의 스티로폼으로 연결하여 사용하였고 베드의 위치는 지상에서 80cm 높이에 설치하였으며 관행 호스관수 방식은 바닥재배 하였다.

아잘레아와 벤자민고무나무는 발근이 완료된 4치 pot 묘를 사용하였으며 정식시기는 3/25일에 각각 실시하였고, 포인세티아는 3월 5일에 암면에 삽목하여 3/25일에 정식하였다. 정식시 기존 용토는 최대한 수세하여 제거하였으며 아잘레아는 피트모스+펠라이트+질석(1:1:1 v/v), 벤자민고무나무와 포인세티아는 피트모스+질석+훈탄(1:1:1, v/v) 혼합용토를 사용하였다. 재배용기는 아잘레아와 벤자민고무나무는 5호분(직경 15cm), 포인세티아는 백색 플라스틱 4호분(직경 12cm)을 사용하였다.

양액조성은 화란 Sonneveld 분화류 표준액을 사용하였으며 관수간격은 1일 2회 관수하였다. 관행 살수관수를 제외한 나머지 처리의 양액은 순환식으로 재사용한 후 1개월 간격으로 교체하였다. 기타관리는 표준재배법에 준하였다.

생육 및 분화품질 조사는 구 당 10화분씩 3반복으로 실시하였고, 10주의 평균을 반복으로 하여 3반복으로 SAS (ver 6.12) program을 이용한 Duncan의 다중검정을 이용하여 통계처리 하였다. 수고는 지제부(地祭部)로부터 상단부 및 개화부위까지의 길이, 경경은 지제부로부터 5mm 상단의 직경을 각각 측정하였다. 엽수는 엽장이 1cm 이상인 잎만을 계수(計數)하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 아잘레아 (*Rhododendron simsii* 'Missoon Bell')

관수방법에 따른 아잘레아의 생육비교는 표 3-2-1과 표 3-2-2와 같다. 수고는 관수방법에 따른 차이가 거의 없었으나 신초장은 심지관수에서 19.9cm로 호스관수에 비해 6cm정도 더 길게 나타났고, 수폭은 심지관수에서 약 2cm정도 넓게 나타났다. 엽수는 심지관수가 467매/주로 429매/주인 호스관수에 비해 약 38매/주가 더 많았으며 엽장, 엽폭, 줄기직경의 경우에도 심지관수에서 더 크고, 굵게 나타났

다. 생체중과 건물중에서도 심지관수에서 더 무겁게 나타났다. 관수방법에 따른 아잘레아의 전반적인 생육을 비교했을 때 심지관수에서 더 좋은 경향을 보였으나 그 차이가 크지는 않았다.

표 3-2-1. 관수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup>의 생육비교.

처리내용	수고 (cm)	수폭 (cm)	신초장 (cm)	가지수		엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)
				신초수	주지				
호스관수 (관행)	31.1 a <sup>y</sup>	36.4 a	14.0	26.2	7.4	429 a	5.9	2.8	5.1 a
흙통심지 관수	31.8 a	38.0 a	19.9	28.3	6.7	467 a	6.7	3.1	6.8 b

<sup>2</sup>정식일:2000년3월25일, 조사일:9월20일.

<sup>y</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의차이가 없음.

표 3-2-2. 관수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup>의 생체중과 건물중 비교.

처리내용	생체중(g)			건물중 (g)
	지상부	지하부	합 계	
호스관수(관행)	56.9 a <sup>y</sup>	35.3 a	92.2	22.7 a
흙통심지관수	65.0 b	42.9 b	107.9	26.4 a

<sup>2</sup>정식일:2000년3월25일, 조사일:9월20일.

<sup>y</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의차이가 없음.

## 2) 포인세티아(*Euphorbia pulcherrima* Freedom')

관수방법에 따른 포인세티아의 생육비교는 표 3-2-3에서 보는 바와 같다. 수고는 벤치담배관수가 호스관수에 비해 25cm이상 큰 차이를 보였으며, 또한 엽수에 있어서도 벤치담배관수가 3배정도 많은 결과가 나타났다. 이러한 차이를 생육전반을 통해 살펴보면 그림 3-2-1에서 보는 것처럼 생육 후반으로 갈수록 차이가 확연하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 벤치담배관수에서의 왕성한 생육은 생체중과 건물중에서도 큰 차이를 야기시킨 것으로 판단된다. 한편 엽장, 엽폭, 경경에 있어서도 같은 경향을 보였다. 이러한 결과들을 종합하여 볼 때, 포인세티아의 재배에서 고품질의 분화 생산을 위해 벤치담배관수가 매우 효과적일 것으로 생각된다.

표 3-2-3. 관수방법에 따른 포인세티아<sup>2</sup>의 생육비교.

처리내용	수고 (cm)	엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	생체중(g)			건물중 (g)
						지상부	지하부	합계	
호스관수 (관행)	47.6 b <sup>y</sup>	45.2 b	10.0	7.1	5.8 b	48.0 b	12.6 b	60.6	29.0 b
벤치담배 관수	71.4 a	133.4 a	14.4	10.6	9.6 a	202.0 a	38.1 a	240.3	148.0 a

<sup>2</sup>정식일:2000년3월25일, 조사일:9월20일.

<sup>y</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의차이가 없음.

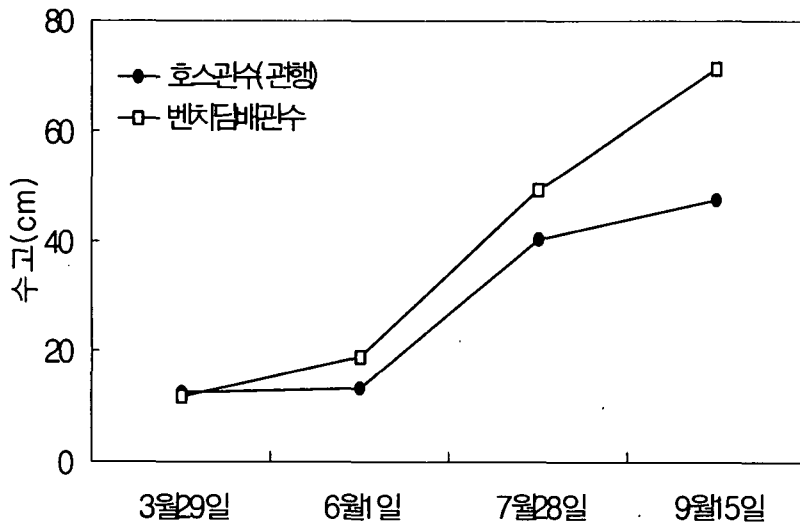


그림 3-2-1. 관수방법에 따른 포인세티아의 수고 변화.



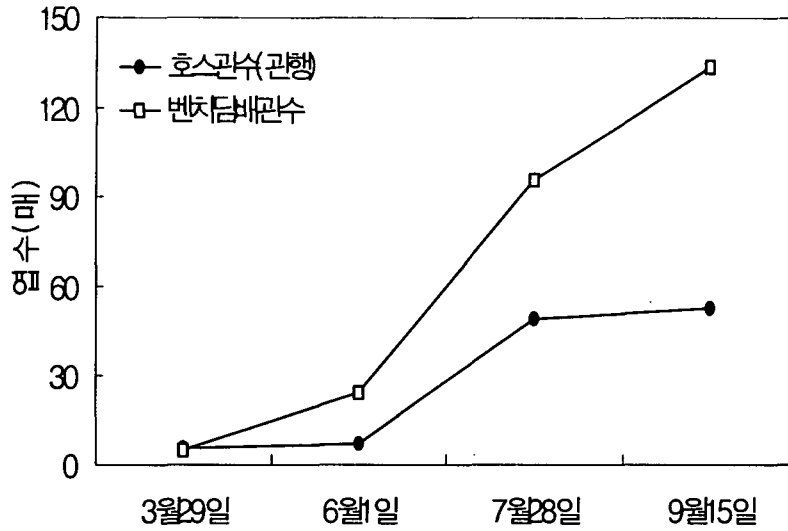


그림 3-2-2. 관수방법에 따른 포인세티아의 엽수 변화.

### 3) 벤자민고무나무(*Ficus benjamina*)

관수방법에 따른 벤자민고무나무의 생육을 비교해 본 결과는 표 3-2-4와 표 3-2-5에서 나타난 바와 같다. 이러한 결과는 포인세티아에서와 비슷한 경향을 보였으나, 포인세티아에서 만큼 큰 차이를 나타내지는 않았다.

표 3-2-4. 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 생육비교.

처리내용	수고 (cm)	수폭 (cm)	엽수 (매)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)
호스관수 (관행)	75.0 b <sup>y</sup>	35.9 b	173.7 b	10.9	4.2	7.4 b
바닥담배관수	84.1 a	44.6 a	188.6 a	10.7	4.4	8.4 a

<sup>2</sup>정식일:2000년3월25일, 조사일:9월20일.

<sup>y</sup>같은 글자는 던칸다중검정 5%에서 유의차이가 없음.

표 3-2-5. 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 생체중과 건물중 비교.

처리내용	생체중(g)			건물중(g)
	지상부	지하부	합 계	
호스관수(관행)	91.3 b <sup>y</sup>	16.4 b	107.7	30.5 b
바닥담배관수	112.3 a	25.8 a	138.1	35.0 a

<sup>2</sup>정식일:2000년3월25일, 조사일:9월20일.

<sup>y</sup>같은 글자는 Duncan중검정 5%에서 유의차이가 없음.

관수방법에 따른 엽수와 수고의 변화는 그림 3-2-3과 그림 3-2-4에서 보는 바와 같고, 포인세티아처럼 큰 차이를 보이지 않았지만 생육후반으로 갈수록 차이가 커지고 있음을 알 수 있다.

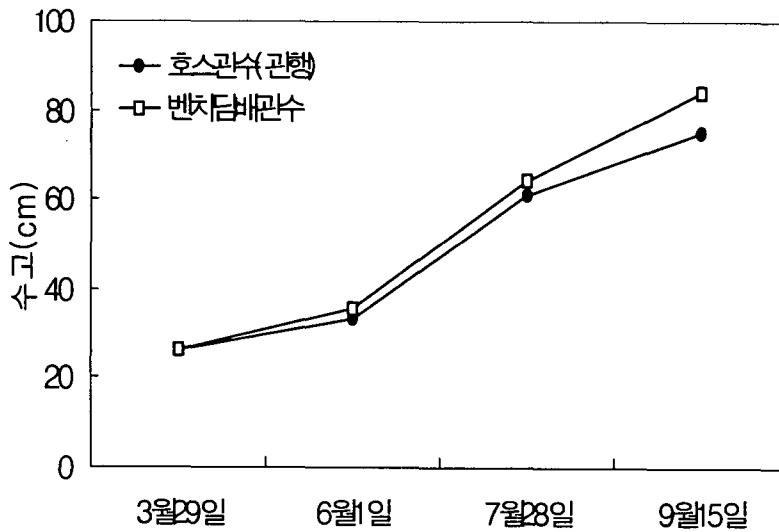


그림 3-2-3. 관수방법에 따른 벤자민 고무나무의 수고 변화.

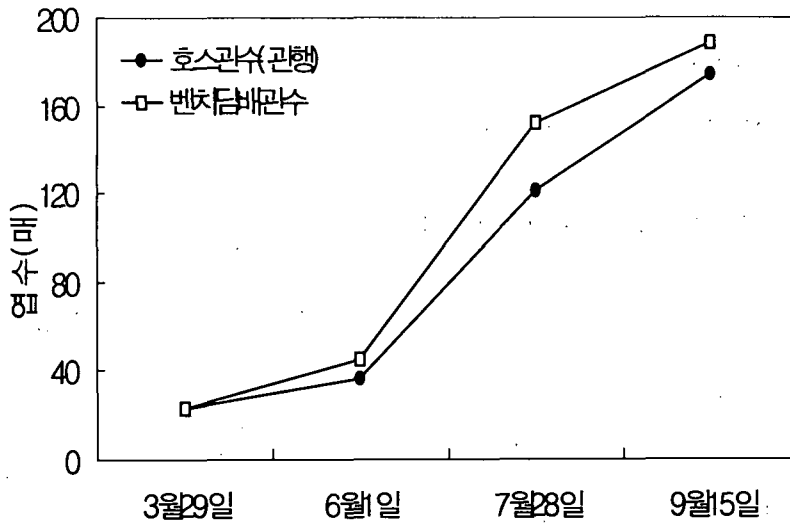


그림 3-2-4. 관수방법에 따른 벤자민 고무나무의 엽수 변화.

#### 4) 양액의 pH 및 EC 변화

벤자민고무나무의 재배 전·후 양액 pH 및 EC 변화를 보면 표 3-2-6과 같다.

표 3-2-6. 벤자민고무나무의 재배전·후 양액 pH 및 EC 변화.

구 분	4월		5월		6월		7월		8월		9월	
	재배 전	재배 후	재배 전	재배 후	재배 전	재배 후	재배 전	재배 후	재배 전	재배 후	재배 전	재배 후
pH	6.5	7.2	6.6	7.0	6.5	7.2	6.5	7.5	6.6	7.5	6.5	7.2
EC (dS/m)	1.8	1.4	1.9	1.2	1.9	1.1	1.7	1.2	1.5	1.1	1.8	0.9

재배 전 양액은 pH 6.5~6.6, EC 1.7~1.8 mS/cm을 유지하였다. 재배 전 양액에 비해 재배 후 양액의 pH는 7.0~7.5로 높아졌고, EC는 0.9~1.4로 낮아지는 경향이 있었다. 생육초기인 4월과 고온기인 7~8월의 EC 변화가 적은 경향이 있었다.

5) 배지 분석

재배 후 배지의 부위별 염류집적 분포를 보기 위해 용기위치별 배지의 pH 및 EC를 분석해 본 결과는 표 3-2-7, 표 3-2-8, 표 3-2-9와 같다.

표 3-2-7. 관수방법에 따른 아잘레아<sup>2</sup>의 배지 pH와 EC 비교.

처리내용	위치별	pH	EC (ds/m),(1:10)
호스관수(관행)	상층부	6.6	1.3
	중층부	6.4	1.3
	하층부	6.7	1.3
흙통심지 관수	상층부	5.4	2.5
	중층부	5.5	1.6
	하층부	5.8	1.5

<sup>2</sup>조사일:2000년9월20일.

표 3-2-7의 관수방법에 따른 아잘레아 재배 배지의 pH는 호스관수의 경우 pH6.4~6.7로 이상적인 pH범위 보다 약간 높게 나타나 pH가 높아짐으로 인한 미량원소의 흡수 문제가 있을 것으로 생각된다. 그러나 심지관수에서는 적정 pH범위를 유지한 것으로 나타났다. 한편, 심지관수의 EC의 경우 상층부에서 약간 높게 나타났지만 이것은 심지관수와 같은 저면관수의 전형적인 형태이고, 작물에 큰 영향은 미치지 않을 것으로 생각된다.

표 3-2-8. 관수방법에 따른 포인세티아<sup>2</sup>의 배지 pH와 EC 비교.

처리내용	위치별	pH	EC (ds/m),(1:10)
호스관수(관행)	상층부	5.5	1.6
	중층부	5.1	1.8
	하층부	5.0	2.0
벤치담배관수	상층부	6.0	2.1
	중층부	6.6	1.8
	하층부	6.9	1.4

<sup>2</sup>조사일:2000년9월20일.

표 3-2-9. 관수방법에 따른 벤자민고무나무<sup>2</sup>의 배지 pH와 EC 비교.

처리내용	위치별	pH	EC (ds/m),(1:10)
호스관수(관행)	상층부	5.5	1.8
	중층부	5.6	2.4
	하층부	5.9	2.3
바닥담배관수	상층부	6.3	2.3
	중층부	6.6	1.9
	하층부	7.0	1.8

<sup>2</sup>조사일:2000년9월20일.

표 3-2-8와 표 3-2-9의 포인세티아와 벤자민 고무나무의 pH의 경우 벤치담배관수에서 호스관수에 비해 배지의 pH가 높게 나타났음을 알 수 있고 특히, 벤치담배관수에서 중·하층부로 갈수록 pH가 6.6~7.0으로 상당히 높게 나타났다.

EC의 경우 포인세티아와 벤자민 고무나무의 살수관수 배지에서 하부쪽으로 갈수록 EC가 높게 나타났지만 벤치담배관수에서는 반대의 경향을 보였다. 이러한 경향을 보이는 것은 관수방법에 의한 당연한 결과로 생각되지만 근권부 생육이 배지의 중·하층부에서 왕성한 점을 고려할 때 살수관수의 중·하층부 EC의 증가는 근권부 생육에 큰 장애가 될 것으로 판단된다.

#### 6) 관수 노동력 절감효과

재배기간중의 관수 노동력을 비교해 보면 관행 호스관수는 825시간/10a이 소요되었으나 관수처리를 자동화함으로써 1.8~2.5시간/10a으로 관수 노동력의 절감효과가 높았다.

표 3-2-10. 처리별 관수 노동력 비교.

구 분	관수노동력(10a당)	지 수
호스관수(관행)	825.0시간	100
흙통심지 관수	1.8시간	4
담 배 관 수	2.5시간	5

7) 농가 실증시험 농가 현장 교육 실적

표 3-2-11. 농가실증시험 결과 홍보 및 관수법개량을 위한 교육 실적.

구 분	장 소	참석자(명)	내 용
본시험사업 중간평가	경기도원 온실	75	개량급수효과 중간발표 및 교육
농민교육	화성 동탄농협	45	분화 급수방법 및 양액재배 교육
농민교육	경기도원 온실	5	개량급수효과 교육
농민교육	동탄(원영규농가)	15	개량급수효과 교육
계	4장소	140	

본 연구결과와 내용이 농민에게 전달되도록 4회에 걸쳐 4장소에서 140명의 독농가에게 현장 견학 및 교육을 하였음.

4. 적 요

국내 분화류 재배농가의 재배 및 경영상 문제점의 하나인 관수방법 개량을 위하여 2년간의 연구결과를 관행방법과 비교 실증연구를 아잘레아(심지관수), 포인세티아(벤치담배관수), 벤자민고무나무(바닥담배관수)를 실험작물로 하여 관행 호스관수에 대비하여 연구한 결과는 다음과 같았다.

- 1) 아잘레아는 관행 호스관수에 비해 심지관수에서 엽수를 비롯한 수폭, 경경등의 생육이 더 왕성했고, 생육 후 배지의 pH와 EC의 범위도 적정수준을 유지하였다.
- 2) 포인세티아는 관행 호스관수에 비해 벤치담배관수의 엽수가 3배 이상 많은 결과를 나타내는 등 포인세티아의 생육에 매우 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 생육 후 배지의 pH에 있어서는 6.0~6.9로 높게 나타났다.
- 3) 벤자민 고무나무의 생육은 바닥담배관수에서 큰 차이를 보이지 않았다. 또한, 관행 호스관수의 생육 후 배지 pH가 5.5~5.9의 범위를 유지한 것에 비해 바닥담배관수의 배지 pH는 6.3~7.0으로 높게 나타났다.

- 4) 포인세티아 벤치담배관수 처리가 가장 효과적이었고, 아잘레아와 벤자민 고무나무도 관행에 비해 우수했으며 특히 생육 후 배지의 pH와 EC가 안정적이었다. 이상의 결과 분화류 재배에서 관행적인 호스살수관수에 비해 심지 및 담배관수처리를 실시함으로써 품질향상 및 생력화가 가능하리라 생각된다.
- 5) 본 연구결과와 내용이 농민에게 전달되도록 4회에 걸쳐 4장소에서 140명의 독농가에게 현장 견학 및 교육을 하였다.

## 제 5 장 종합고찰

국내 분화류 생산액은 99년 현재 전체 화훼 생산액(5,965억원)의 32%나 되지만 재배방법은 아직도 비과학적인 옛날 방법이 그대로 이용되고 있다. 물주기 3년이란 말과 같이 관수기술은 식물생육과 품질에 지대한 영향을 주고 환경에 따라 변화가 커서 경험과 노하우가 필요하다.

그 동안 국내에서는 가장 인력이 많이 드는 호스관수가 주축이 되었다. 관수노력은 일본에서 조사한 보고에 의하면 시클라멘 분화생산시 10a당 288시간(이, 98) 들었고 경기도 기술원에서 조사한 바에 의하면 포인세티아의 경우 825시간이 소요되었다.

따라서 생력화 관수 기술로서 화란등 선진국에서는 저면양액담배수 관수가 거의 실용화되고 있다. 이 방법은 자동장치에 의하기 때문에 인력이 거의 들지 않아 10a당 20시간 정도 든다.

관수는 전체 노력의 1/3이상 차지하는 매일의 일로서 분화생산에서는 가장 자동화가 요구되고 있어 생산비 절감은 관수노력을 얼마나 자동화 및 장치화를 할 수 있는가에 달려있다고 하여도 과언이 아니다. 지상관수는 꽃이 피는 분화나 잎에 털이 있는 식물을 포함한 많은 분화에서 저면관수보다 나쁘다. 최근 저면 담배수 관수(ebb & flow) 등 최근 개발된 관수방법은 화란에서는 80% 이상을, 기타 선진 국가에서도 대부분 채택 사용하는 관수방법으로 가족 경영을 위해서도 저면담배수관수 등 작물종류에 따른 다양한 방법이 도입되어야겠다. 본 연구에서도 저면 담배수 양액관수는 지상관수보다 높은 생장을 보였고 품질도 좋았다. 즉 분화 아잘레아에서 110일 성장 후 성장량을 비교하여 본 결과 저면담배수관수가 지상관수에 비해 주당 생체중은 116g, 건물중은 23.8g 더 성장하였으며 벤자민 고무나무는 담배수가 지상관수에 비해 주당 생체중은 88g, 건물중은 30g 더 성장하였다. 이러한 원인은 효과적인 양액관리와 관수관리로 생각되었다.

관수방법이나 관수량은 화분의 배지, 화분의 종류, 식물종류에 의하여 변화되고



주변환경의 기상조건에 의하여도 달라지는데 이중에서 배지는 가장 중요한 요인이 되고 있다. 필자의 조사에 의하면 현재 주로 쓰이는 배지는 공사장에서 나오는 흙과 연탄재 등이 이용되어 무겁고 질이 일정하지 않은 원료를 사용하고 있었다. 최근에는 수입된 피트모스를 포함한 코코피트(coir dust)나 기타 인조용토를 사용하는 농가가 늘어나고 있다. 최근 시설 분화류 생산은 부부 들어서 1ha(3,000평) 이상의 대면적을 관리해야 되고 가볍고 균질의 화분을 생산해야 되는데 이를 위한 값싸고 쉽게 구입이 용이한 배지가 필요하며 관수시스템에 따라 배지도 달라지게 되기 때문에 이의 구멍이 필요하다.

본 연구에서는 저면양액담배수 자동급수를 할 때 알맞는 배지를 구멍하기 위한 연구로서 피트모스등 6종의 배지원료를 혼합한 5종류의 배지를 Sonneveld 분화표준양액에 재배한 결과 아잘레아 (품종:미손벨)에서는 피트모스3+펠라이트3+질석3의 용량비율로 혼합한 배지에서 가장 좋았고 질석3+펠라이트3+훈탄3에서도 높은 생장을 보였다. 한편 벤자민 고무나무에서는 피트모스3+질석3+훈탄3의 용량비율로 섞은 배지에 가장 좋은 생장을 보였고 질석3+펠라이트3+코코피트3 배지에서도 높은 성장량을 보였다. 그리고 포인세티아에서 가장 높은 생체중을 보인 배지는 Sonora 품종에서는 피트모스2+펠라이트2+질석2+훈탄2+부엽2의 용량비율로 섞은 것이었고 다음 배지로는 피트모스3+질석3+훈탄3에서 높았으나 이들 사이에는 통계적인 유의차가 없었다. 한편 Gutbier V-10Amy도 피트모스2+펠라이트2+질석2+훈탄2+부엽2의 용량비율에서 가장 좋았고 다음이 피트모스3+질석3+훈탄3에서이었으나 이들 두 구간에도 통계적인 유의차가 없었다. 배지원료로서 자연용토인 흙의 사용은 좋지 않은데 흙이 들어가는 배지의 경우는 점토 등이 물에 흘러나와 양액의 화학적 변화 등 좋지 않은 결과를 초래되기 때문이다. 따라서 그러한 염려가 없는 상기의 원료가 좋은데 본 결과에 의한 적정 혼합비율을 이용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

생력자동관수방법은 저면관수가 이상적이고 양액재배를 통한 관수와 시비를 동

시에 해결하는 것이어야 한다.

따라서 관수방법에 알맞는 배지와 양액이 구명되어야 그 관수 시스템이 효과적이다. 알맞는 양액의 농도는 그 식물에 과잉 또는 결핍농도로서 식물에 해를 주지 않는 적정농도로서 그 식물의 양분흡수율을 고려하여 정하는 것이 가장 이상적이다. 양분흡수율은 일본의 Yamazaki씨가 초기 배양액량과 식물체가 흡수한 물의 양, 그리고 배양용액에서 다량원소의 초기농도( $me \cdot L^{-1}$ )와 후기농도( $me \cdot L^{-1}$ )를 야마자키 공식에 대입시켜 그 식물체의 양분흡수율을 계산해낼 수가 있다. 가장 이상적인 양액농도는 그 식물이 어느 시기에 얼마만큼의 양분흡수율을 하느냐에 맞추어 공급해 주는 것이기 때문에  $n/w$ (양분흡수율)는 매우 의미가 크다고 할 수 있다. 한편 전세계적으로 양액재배가 일반화되면서 알맞는 양액조성을 밝혀내고 있는데 주로 분화는 화란에서 많은 연구가 되었다. 화란의 Sonneveld 분화 양액은 유럽에서 가장 많이 이용하고 있는 분화용 양액이다.

본 연구에서는 저면 담배수 양액재배에 알맞는 양액을 개발하기 위하여 Sonneveld 분화 표준양액, 1/2액, 2배액을 공급하여 양분흡수율 및 생장을 조사한 결과 아잘레아에서는 Sonneveld표준액의 1/2액(1/2S)으로 공급된 배지에서 가장 높은 생장을 보였다. 아잘레아는 화훼류 중에서도 대표적인 소비(小肥)식물로서 일반 분화류의 반정도에서 잘자라는 것을 알게 되었다. 이 1/2S액에 저면 담배수 양액재배를 하여 Yamazaki공식에 의한 월별 양분흡수율을 분석 한 결과 3월과 4월은 전체적으로 낮았으며 가장 많은 흡수를 보이는 질소(N)를 보면 5월은  $3.8me \cdot L^{-1}$ 을 흡수하였으나 4월은  $1.2me \cdot L^{-1}$ 로 3배나 낮았다. 생육기간 중 6월이 가장 높은 흡수를 보였는데 본 1/2S농도에서  $me \cdot L^{-1}$ 단위로  $N=3.9$ ,  $P=1.02$ ,  $K=3.3$ ,  $Ca=2.3$ ,  $Mg=2.2$ 의 흡수를 보였다. 따라서 다른 분화류보다는 낮지만 질소를  $3.9me \cdot L^{-1}$ 의 흡수를 보였다.

한편 벤자민 고무나무에서는 아잘레아보다 높은 양분흡수를 보였는데 Sonneveld 분화표준액(S)과 2배액(2S)으로 공급된 배지에서 가장 높은 성장량을

보였다. 그러나 표준액과 2배액과의 성장량을 비교 한 결과 평균치에서 통계적인 유의차이가 인정되지 않았기 때문에 경비의 절약면에서도 표준액을 사용하는 것이 효과적일 것으로 생각되었다. 양분흡수율은 3월과 4월에는 낮았지만 5월에는 높아 Sonneveld 표준액의 초기 공급된 양만큼 흡수되었다. 한편 6월에는  $me \cdot L^{-1}$  단위로 N=6, P=1.4, K=5, Ca=6, Mg=2.4로 높은 양분흡수와 함께 가장 높은 성장량을 보였다.

그 동안 분화류의 자동 생력관수로는 지상에서 미니스프링쿨러를 이용한 두상관수(over head sprinkling)와 micro tube를 이용한 점적관수가 많이 이용하여 왔다. 두상관수는 여러 형태로 변형하여 플러그육묘에서는 자주식(自走式)관수가 일반적일 정도로 넓게 이용하여 왔다. 그러나 잎에 털이 많다던가 욱엽(浴葉)으로 인한 발병 등 피해가 있는 것들은 문제가 크다. 한편 튜부다지형 점적관수도 많은 튜브선을 화분에 연결하여야 한다던가 가는 점적선이 막히는 경우가 있고 튜브의 길이에 따라서도 급수율이 달라지는 단점이 있다. 따라서 최근 학자들로부터 저면관수의 장점이 크게 부각되고 있다. 저면관수로는 매트를 깔아 모세관으로 수분을 공급하는 매트관수와, 흙통에 물을 공급하여 화분저면에서 흡수케 하는 흙통관수가 이용되고 있다. 매트관수는 설치경비가 싸게 먹히고 적당량의 수분을 공급할 수 있는 장점이 있으나 장마철등 비가 계속 올 때에는 분주변의 습기가 마르지 않기 때문에 회색곰팡이병등 병발생이 많고 이끼발생이 많아 영양분의 손실과 함께 급수에도 어려울 정도일 때가 많다. 따라서 급수방식에서 배수시설을 꼭하여야 하며 이끼방지를 위해 화분밑을 빼고는 검은색 비닐을 피복하고 이끼제거 소독약 산포를 하여야 하는 단점이 있다.

한편 양액담배수관수(ebb & flow)는 화란 등 많은 나라에서 이용하고 있는 방법으로서 벤치나 바닥 트레이(tray)에 양액을 담수시켜 일정시간 화분 밑구멍으로 급수시켰다가 다시 배수시키는 방법이다. 이것은 욱엽이 해로운 식물에게 좋고 화분 속의 공기이동을 높게 하며 하계 뿌리부분의 온도를 내리기가 쉽다. 또한 간단

한 공학구조와 제어시스템으로 전자동화할 수 있는 생력기술로서 물과 비료를 지상관수에 비하여 1/2-1/3절약이 가능하다. 한편 소형화분은 점적관수가 어려운데 이 방법이 적합하고 균일상품 생산이 용이하다. 또한 양액배출없이 순환식이 가능하기 때문에 환경오염도 줄일 수 있다. 그러나 단점으로는 설치비용이 많이 들고 같은 크기의 용기와 작물만 급수할 수 있으며 화분상단부는 염류가 집적이 되어 염류장해를 일으킬 수 있고 배지가 모세관형성이 좋은 균질의 배지를 사용하여야 되며 양액이나 트레이를 늘 청결하게 유지시켜 줘야하는 문제가 있다.

흙통관수나 심지관수는 저면담배수관수와 같이 저면에서 양액을 공급하지만 흙통에 물을 보내 화분 밑구멍에서 흡수시키거나 화분 밑에 심지를 박아 모세관을 연결 급수시키는 방법으로 수분의 효과적인 이용과 화분의 물부족을 줄여줄 수 있다.

본 연구에서는 7가지 관수시스템(지상살수관수, 벤치담배수, 바닥담배수, 다지식 마이크로튜브관수, 흙통관수, 흙통심지관수, 매트관수)을 설치하여 1년차에서 연구한 적정배지와 양액공급으로 비교 검토하였다.

그 결과 아잘레아를 이틀 관수시스템에서 4개월간 성장시킨 다음 가장 높은 생체중과 건물중을 보이면서 높은 품질을 보인 것은 저면 흙통 심지관수에서였다. 그 이유로는 아잘레아는 물부족이 있으면 치명적인데 심지관수가 해결시켜준 것으로 생각되었다. 한편 양액공급량은 점적관수에서 가장 많았고 다음이 저면흙통관수이었으며 매트관수와 지상 살수관수가 낮았다. 본 연구에서 가장 높은 성장량과 품질을 보였던 흙통심지관수의 양분흡수율( $n/w$ )을 보면 3월부터 6월까지의 낮았으나 7월에는 비교적 높았다. 7월의 양분흡수율은  $me \cdot L^{-1}$ 단위로  $N=3$ ,  $P=0.8$ ,  $K=5.7$ 로 높은 K흡수율을 보였다.

그러나 벤자민 고무나무는 바닥담배수관수에서 가장 높은 성장량을 보였다. 이 관수장치로 관수한 것이 4개월 후의 생체중과 건물중 조사와 품질에서 가장 높은 값을 보여 주었다. 일반적으로 큰 화분은 벤치보다는 바닥에 놓는 것이 일반적인

데 방수된 온실 시멘트 바닥은 벤치보다는 온도가 다소 하강되었으며 양분흡수도 많았던 결과로 생각된다.

따라서 양액공급량이 가장 많았던 구도 바닥담배수관수이었다. 가장 높은 생체중을 보였던 바닥 담배수관수에서 가장 생장이 높았던 7월의 양분흡수율은  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  단위로  $N=5.2$ ,  $P=1.3$ ,  $K=4.8$   $\text{Ca}=1.32$ ,  $\text{Mg}=0.16$ 로 상당히 높은 양분흡수를 보였다.

포인세티아는 적심과 무적심 두가지 형태로 시험하였는데 무적심재배에서 가장 높은 생체중을 보였던 구는 벤치담배수관수 및 홈통관수와 튜브다지형점적관수 관행지상살수관수보다 2배 이상 높은 성장량을 보였다. 한편 적심재배에서도 벤치 담배수관수와 튜브다지형관수에서 가장 높은 생체중을 보였다. 따라서 포인세티아에서도 벤치담배수관수나 홈통관수가 매우 효과적임을 알 수 있었다. 한편 상품화 시 품질을 좌우하는 포엽수도 성장량이 많았던 앞의 3가지 관수시스템에서 가장 많았다.

순환식 양액재배에서 가장 큰 문제는 사용하였던 양액을 다시 사용하기 때문에 pH, EC교정과 함께 양액을 소독하는 것이 매우 중요하다. 가장 많이 사용되는 방법으로 자외선, 열처리, 모래여과기, 약제처리가 이용되고 있는데 각 방법들마다 장단점이 있다. 본 연구에서는 2년간의 순환식 담배수관수에서 병이 발병되어 문제가 생긴 일은 전혀 없었으나 양액 속의 병원균등의 구체적인 조사를 하기에 이르렀다.

이번에 사용되었던 소독방법은 72℃로 양액을 살균시킨 후 냉각시키는 열소독기와 자외선 살균 등을 양액에 담구어 주고 겹하여 오존을 발생시키는 방법, 세사(細砂)를 통에 넣어 양액을 필터링(filtering)하는 방법, 양액 속에 살균제인 차아염소산 칼슘을 넣어 적정 염소농도를 유지시켜 살균시키는 방법 등 4가지 방법을 비교 검토하였다.

그러나 이 4가지 소독방법 모두에서 병발생은 전혀 없었으나 양액을 선택배지

에 배양하여 균 유무를 조사한 결과 처리간에 차이를 볼 수 있었다. 우선 이들 처리간에 성장량을 비교 한 결과 아잘레아와 벤자민 고무나무 두 작물 모두에서 모래여과기로 소독한 구에서 가장 높은 생체중과 건물중을 보였다. 그러자 아잘레아는 열소독기를 제외한 3처리, 벤자민 고무나무는 모든처리에서 유의차가 없었다. 한편 *Pythium* 선택배지에 각 소독된 양액을 배양시켜 균발생을 검정한 결과 세균(붉은색, 흰색)은 모래여과기와 열소독기에서 가장 적었다. 한편 6종의 진균(fungus)들을 조사한 결과 가장 소독효과가 높았던 것은 열소독기, 자외선+오존살균기, 그리고 모래여과기에서 전혀 발견되지 않거나 거의 보이지 않았다. 그러나 차아염소산 칼슘으로 소독한 처리구와 무처리에서는 많은 균 콜로니(colony)가 발견되었다. 따라서 위의 세 가지 소독방법 중에서 골라 쓸 수 있을 것으로 생각되었는데 생육을 고려한다면 모래여과기가 좋은 것으로 생각되었다.

식물의 흡수는 여러 가지 메카니즘에 의하여 흡수되지만 가장 주원인은 증산에 의한 것이다. 식물의 물부족상태를 감지하여 관수시점을 정할 때 여러 가지가 이용가능 하지만 증산류를 계측하기도 한다. 즉 잎에서 증산으로 수분을 잃으면 엽의 수분포텐셜이 부압이 생기고 부압만큼 수분을 잡아당겨 수분상승이 되기 때문에 증산류(sap flow)를 계측하여 자동관수하기도 한다. 이 증산류는 기상(광, 온도, 습도)과 밀접한 관련이 있기 때문에 일사량, 기온, VPD(vapor pressure deficit=포화수증기압-수증기압=포차) LAVPD(leaf air vapor pressure deficit=엽의 포화수증기압-대기의수증기압) 증발산량을 계측하여 제어에 이용되나 경비가 많이 드는 단점이 있다. 그러나 가장 많이 쓰여지는 방법은 토양 내 수분계측에 의한 방법으로 석고블럭 내에 설치된 전극판의 저항변화를 이용하여 토양수분함량을 측정하는 방법이 있다. 이는 가격이 저렴한 장점이 있지만 측정범위가 낮아 정밀하지 못하다.

한편 토양수분장력과 수분함량과의 관계를 이용하여 계측제어하는 tensiometer(pF센서)는 비교적 정확하게 계측하지만 장력이 1기압보다 높은 영역에서

작동하지 않으며 장기간 사용 시 반응이 둔감하고 값이 비싼 단점이 있다. 최근 time domain reflectometry(TDR)센서는 토양수분증가와 함께 도전율(導電率:流電率)이 거의 비례하여 증가하는 성질을 이용한 방법으로 상당히 정밀하게 계측이 가능한 장점이 있다. 물의 유전율은 2GHz이하에서는 거의 약 81로 일정하며 주파수나 염류농도에 의한 변화가 적다. 이것은 정전용량법, TDR법, 마이크로파법으로 구별되는데 외국에서는 최근 높은 관심을 가지고 있으나 가격이 고가(高價)에서 저가까지 다양하다. 한편 lysimeter(침루계)와 같이 수위에 따라 관수 되게끔 하는 방법이나, 중량법과 같이 토양 속의 수분무게에 의하여 관수되는 방법도 있으나 가장 많이 이용하는 것은 timer에 의한 방법이다. 그러나 이 방법은 어떠한 환경조건에서도 설정된 시간만큼만 관수 되기 때문에 부정확할 수가 있다. 이와 같은 관수와 관련된 여러 계측센서나 관수자재는 각 나라마다 다르고 시설의 종류나 기후환경에 따라 다르기 때문에 한국실정에 맞는 관수방법이 구명되지 않으면 안된다. 그 동안 채소나 과수의 관수는 어느정도 실용화 하고 있지만 분화류의 선진 관수방법은 아직도 실용화가 되어있지 않았다.

관수량은 물부족이 일어나지않게 충분한 물을 공급하면서도 배수가 잘되어 습해가 일어나지 않게 관수시점이나 관수중점이 자동으로 관리되어야 한다.

본 연구에서는 자동조절 시스템 구축을 위하여 2년간의 연구결과에서 가장 좋았던 흙통 심지관수(아잘레아)와 담배수관수(벤자민고무나무) 시스템 하에서 관수시점과 관수량을 조절하는 콘트롤러로서 Timer, TDR, pF sensor, Irrrometer(간이 pF센서), 화분중량관수조절기, 전기식 모발습도계 관수조절기 등 6가지 방법을 설치하여 비교평가 하였다. 그 결과 아잘레아의 성장량(생체중과 건물중)은 앞에서 5가지 센서에서 모두 유의 차이가 없었으나 평균치로는 TDR 관수시스템에서 가장 높은 성장량을 보였다. 한편 양액공급량이 가장 적었던 구는 Irrrometer에 의한 관수였고 다음이 Tensio-meter, TDR순서로 많았다. 따라서 아잘레아 분화생산시 관수는 흙통심지관수 시스템하에서 TDR관수가 가장 이상적이지만 다른 콘

트롤러를 사용하여도 별문제가 없을 것으로 생각되었다. 화분 배지내의 일 중 수분변화를 세라믹 Tensio-meter를 가지고 pF를 조사한 결과 12시~18시 사이가 가장 높았고 0시~6시 사이가 가장 낮았다.

각 관수 장치별 양분흡수율을 조사한 결과 어느 컨트롤러를 사용하였느냐에 따라 달랐다. 가장 생장량이 높았던 TDR관수에서는 4월에는 저조하다가 5월부터 높은 흡수를 보였는데 질소가  $8.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 높은 흡수를 보였다. 6월에는  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  단위로 N=4.2, P=1.75, K=1.63. Ca=7.58, Mg=1.82가 흡수되었고, 7월에는 N=8.57, P=1.62, K=1.91, Ca=6.44, Mg=1.20가 흡수되어 높은 량을 보였다.

한편 벤자민 고무나무에서는 전기식 모발습도계에 의한 관수에서 가장 높은 생체중과 건물중을 보였고 양액흡수량도 가장 많았다. 양분흡수율(n/w)도 생장량이 가장 높았던 모발습도계 관수구에서 많았는데 N이 4월인데도  $13.1\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 나 흡수되었고, 5월에도 N는  $8.47\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 가 흡수되어 대단한 양분흡수율을 보였다.

생장량이 높았던 6월은  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 단위로 N=7.05, P=4.74, K=2.82, Ca=10.27, Mg=2.05가 흡수되었고 7월에는 N=7.7, P=4.2, K=3.08, Ca=9.05, Mg=2.43이 흡수되었다. 한편 8월은 7월보다 다소 감소하였다.

관수시스템 간의 경제성 비교에서 인건비는 인공호스관수가 가장 많이 들었다. 한편 설치비는 담배수관수가 가장 많이 들어 10a당 8,000만원이 소요되었으나 수요가 증가되어 양산체제에 들어가면 훨씬 싸질 것으로 보인다. 다음으로는 홈통관수와 매트관수이었다. 한편 지상살수관수와 점적관수는 매우 낮은 경비로 설치와 관리가 가능하였다. 감가상각비도 담배수관수가 가장 고가(高價)이었고 다음은 홈통관수와 매트관수이었다. 역시 지상살수 관수장치나 점적관수는 낮은 값을 보였다. 그러나 실제로 관수에 들어가는 실경비인 인건비와 장치를 설치할 감가상각비를 합친 A+B는 인공호스관수가 가장 높아 500여만원이 소요되었고 다음이 담배수관수이었다. 홈통관수와 매트관수도 300~400만원정도의 경비가 들어 갔으나



점적관수와 지상살수관수는 가장 낮은 값을 보였다.

이러한 자동생력 담배수관수의 고가의 경비는 좋은 품질의 상품을 생산하고 악성노동에서 해방하기 위해서도 필요할 것으로 생각되었다.

본 연구는 현장어로 기술연구로서 농가에서 실제로 활용성에 중점을 두고 연구되었다. 그래서 분화생산 농가와 밀접한 관계를 가지며 시험을 수행하였다. 한국 화훼연구회에서 개최한 분화관수에 관한 심포지움에서 150여명의 학자와 농민이 참석한가운데 '분화류의 관수와 양액관리 기술'이란 제목으로 발표하여 연구내용과 결과를 발표하였고 한국원예학회에서 수 편의 학술논문을 발표하였다. 한편 서울 시립대에서는 농민을 초청하여 설명하고 경기도 농업기술원에서는 현장 workshop 을 하여 경기도 화성군 동탄면 청계리 155의 원형규씨 등 140여 농민에게 4회에 걸쳐 강의 및 견학을 시켜 현장어로 기술개발연구에 초점을 맞추었다.

농민들에게 실증을 위한 연구로는 경기도 농업기술원에서 그 동안의 연구결과에서 아잘레아, 벤자민고무나무, 포인세티아에서 가장 좋았던 관수시스템과 관행호스관수와를 비교하여 농민에게 보여주었다.

그 결과 아잘레아의 최종 성장량조사에서는 본 연구 결과에 의해 가장 좋았던 개량홍통심지관수는 관행호스관수보다 주당, 생체중은 15.7g, 건물중은3.7g 더 많았고 품질을 나타내는 성장조사에서 모두 우수하였다.

한편 벤자민고무나무의 최종성장량조사에서도 본 연구 결과에 의해 가장 좋았던 바닥담배수관수는 관행호스관수보다 주당 생체중은 30.4g, 건물중은 4.5g더 높았으며 각종 품질을 좌우하는 모든 형질에서 우수하였다.

공시된 3작물에서 가장 뚜렷한 차이를 보였던 작물은 포인세티아였는데 최종 성장량조사에서 본 연구결과에 의해 가장 좋았던 벤치 담배수관수는 관행호스관수보다 주당 생체중은 무려 179.7g, 건물중은 119g이나 더 높았으며 품질을 좌우하는 모든 형질에서 우수하였다.

이상의 결과를 경기도 동탄면 청계리 원형규씨 등 경기도 거주 농가에게 교육

및 전시하였다.

한편 본 연구와 관련된 각종연구자료가 조사되어 학문적 및 기술적으로 필요한 자료가 수집 발표되었다.

## 제 6 장 결 론

분화류 생산에서 가장 절실하며 현장애로기술인 관수기술의 개량을 위하여 3개년에 걸쳐 8과제를 수행한결과를 결론 하면 다음과 같았다.

### 제 1 절 분화류 자동급수를 위한 배지 및 양액개발연구

자동급수를 위한 분화류 배지로서 저면양액담배수 관수방법에 알맞는 배치를 구명하고자 6종의 배지원료를 혼합한 5종류의 배지를 Sonneveld 분화 표준양액에 재배한 결과 아잘레아 분화에서는

1. 저면담배수관수가 지상관수에 비해 주당 생체중과 건물중등 성장량과 품질을 좌우하는 형질에서 우수하였다.
2. 저면담배수 관수배지로는 피트모스3+펠라이트3+질석3의 용량비율로 혼합한 배지에서 가장 좋았고 질석3+펠라이트3+훈탄3의 용량비로 혼합한 배지에서 높은 성장을 보였다.

한편 벤자민 고무나무에서도

1. 저면담배수가 지상관수에 비해 높은 성장량과 품질을 좌우하는 형질에서 우수하였다.
2. 저면담배수 관수배지로는 피트모스3+질석3+훈탄3의 용량비율로 섞은 배지에 가장 좋은 성장을 보였고 질석3+펠라이트3+코코피트3의 용량비율로 섞은 배지에서도 높은 성장량을 보였다.

또한 포인세티아에서는

1. 가장 높은 생체중을 보인 배지는 Sonora 품종에서 피트모스2+펠라이트2+질석2+훈탄2+부엽2(용량비)이었고 다음 배지로는 피트모스3+질석3+훈탄3(용량비)에서이었으나 이들 누구든 간에는 유의차가 없었다. Gutbier V-10Amy도 피트모스2+펠라이트2+질석2+훈탄2+부엽2(용량비)에서 가장 좋았고 다음이 피트모스

3+질석3+훈탄3(용량비)에서 이었으나 이들 두 구간에는 유의차가 없었다.

이상의 결과를 결론하면 관수는 지상관수보다 저면 담배수관수가 생장이 우수하고 양액 담배수관수시에는 상기한 것과 같이 작물마다 알맞는 배지를 골라 써야 하였다.

2. 저면담배수 관수에 알맞는 양액을 개발하기 위하여 유럽에서 많이 쓰고 있는 Sonneveld 분화 양액을 이용하여, 표준양액, 1/2액, 2배액을 공급하여 양분흡수율 및 생장을 조사한 결과 다음과 같았다.

아잘레아에서는

1. Sonneveld분화 표준액의 1/2액으로 공급된 배지에서 가장 높은 생장을 보였다.
2. 양액흡수율은 3월과 4월은 전체적으로 낮았으며 5월 N은  $3.8\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 높은 흡수를 보여 4월의  $1.2\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 3배나 되었다. 6월이 가장 높은 흡수를 보였는데 1/2S농도에서  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 단위로 N=3.9, P=1.02, K=3.3, Ca=2.3, Mg=2.2의 흡수를 보였다.

한편 벤자민 고무나무에서는

1. Sonneveld 분화표준액으로 공급된 배지에서 가장 높은 성장량을 보였다.
2. 양분흡수율은 3월과 4월에는 양분흡수가 저조하였고 5월에는 양분흡수가 높아 Sonneveld 표준액의 초기 공급된 양만큼 흡수되었다. 6월에는 표준액(S구)에서  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 단위로 N=6, P=1.4, K=5, Ca=6, Mg=2.4에서 가장 높은 성장량을 보였다.
3. 기타 : 본 연구와 관련된 학문적, 기술적 각종 필요한 내용들이 조사되었다 :  
각 과제별 적요 참조

## 제 2 절 분화류 자동생력급수 방법 및 양액소독방법구명

최적의 자동생력 급수방법과 양액소독방법을 구명하고자 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 자동생력 급수방법 개량화 연구에서

1) 아잘레아 분화는

- (1) 5가지 자동관수시스템 중에서 4개월 성장 후 가장 높은 생체중과 건물중을 보인 구는 저면흡통심지관수에서 이었다.
- (2) 양액공급량은 점적관수에서 가장 많았고 다음이 저면담배수 흡통관수이었고 매트관수와 지상 살수관수가 낮았다.
- (3) 양분흡수율은 저면흡통심지관수에서 3~6월까지의 낮았으나 7월에는  $me \cdot L^{-1}$  단위로  $N=3, P=0.8, K=5.7$ 로 높은 K흡수율을 보였다.

2) 한편 벤자민 고무나무에서도,

- (1) 4개월 성장 후 가장 높은 생체중과 건물중을 보인 구는 바닥담배수 관수에서 이었다.
- (2) 양액공급량이 가장 많았던 구는 바닥담배수 관수이었다.
- (3) 가장 높은 생체중을 보인 바닥담배수 관수의 가장 생장이 높았던 7월의 양분 흡수율은  $me \cdot L^{-1}$  단위로  $N=5.2, P=1.3, K=4.8, Ca=1.32, Mg=0.16$ 이었다.

3) 그리고 포인세티아에서는

- (1) 무적심재배에서 가장 높은 생체중을 보인 구는 튜브다지형점적관수, 벤치담배수관수 및 흡통관수로서 관행지상 살수관수보다 2배 이상 높은 성장량을 보였다. 한편 적심재배에서도 튜브다지형관수 및 벤치담배수고관수에서 가장 높은 생체중을 보였다.
- (2) 상품화시 품질을 좌우하는 포엽수도 1)항의 3장치에서 가장 많았다.

## 2. 분화류 순환식 담배수관수 양액 소독방법구명연구에서

- 1) 아잘레아와 벤자민 고무나무 생체중 건물중은 모래여과기로 소독한 구에서 가장 높았으나 아잘레아는 열소독기를 제외한 3처리, 벤자민 고무나무는 모든 처리에서 유의차가 없었다.
- 2) *Pythium* 선택배지에서 세균(붉은색, 흰색)은 모래여과기와 열소독기에서 가장 적었다. 6종의 진균에서 가장 소독효과가 높았던 것은 열소독기, 자외선+오존 살균기, 모래여과기에서 거의 진균이 보이지 않았다.
3. 기타 : 본 연구와 관련된 학문적, 기술적 각종 필요한 내용이 조사되었다. : 각 과제 적요 참조

## 제 3 절 분화류 자동급수를 위한 급수시점과 급수량을 자동조절 시스템 구축 및 실증 시험

### 1. 분화류 급수시점과 급수량을 자동조절 시스템 구축연구

자동조절 시스템 구축을 위하여 아잘레아는 저면 흙통 심지관수, 벤자민 고무나무는 저면 담배구 관수에 의거 관수하고 Timer, TDR, pF sensor, Irrrometer, 화분중량관수조절기, 전기식모발습도계 관수조절기 등 6가지 방법으로 자동관수조절 시스템으로 하여 비교 평가한 결과 다음과 같았다.

아잘레아 에서는

- 1) 생체중과 건물중에서는 5처리 모두 유의 차이가 없었으나 평균치로는 TDR 관수시스템에서 가장 높았다.
- 2) 양액공급량이 가장 적었던 구는 Irrrometer에 의한 관수이었고 다음이 Tensio-meter, TDR순서로 많았다.
- 3) Tensio-meter에 의한 일 중 pF변화는 12시~18시 사이가 가장 높았고 0시~6

시 사이가 가장 낮았다.

- 4) 양분흡수율은 4월에는 저조하다가 5월부터 높은 흡수를 보였는데 TDR관수에서 N는  $8.9\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  흡수되었다. 한편 6월에는  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  단위로 N=4.2, P=1.75, K=1.63, Ca=7.58, Mg=1.82가 흡수되었고, 7월에는 N=8.57, P=1.62, K=1.91, Ca=6.44, Mg=1.20이 흡수되었다.

한편 벤자민 고무나무에서는

- 1) 생체중과 건물중에서 전기식 모발 습도계 관수 조절기에 의한 관수에서 가장 높았다.
- 2) 양액공급량이 가장 많았던 구도 전기식 모발 습도계 관수조절기에 의한 관수에서 가장 많았다.
- 3) 전체적으로 다른 작물에 비하여 양분흡수율이 매우 높았는데 성장량이 가장 높았던 전기식 모발 습도계에 의한 관수에서는 N이 4월에도  $13.1\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 나 흡수되었고, 5월에도 N은  $8.47\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 가 흡수되었다. 생장이 높았던 6월은  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$  단위로 N=7.05, P=4.74, K=2.82, Ca=10.27, Mg=2.05가 흡수되었고 7월에는 N=7.7, P=4.2, K=3.08, Ca=9.05, Mg=2.43이 흡수되었다. 한편 8월은 7월보다 다소 감소하였다.

## 2. 분화류 급수방법 실증연구

- 1) 아잘레아 최종 성장량조사에서 본 연구 결과에 의해 가장 좋았던 개량흙통심지관수는 관행호스관수보다 주당, 생체중은 15.7g, 건물중은 3.7g 더 많았고 품질을 나타내는 성장조사에서 모두 우수하였다.
- 2) 벤자민 고무나무의 최종성장량조사에서 본 연구 결과에 의해 가장 좋았던 바닥담배수관수는 관행호스관수보다 주당 생체중은 30.4g, 건물중은 4.5g 더 높았으며 각종 품질을 좌우하는 모든 형질에서 우수하였다.
- 3) 포인세티아의 최종성장량조사에서 본 연구결과에 의해 가장 좋았던 벤치 담배수관수는 관행호스관수보다 주당 생체중은 179.7g, 건물중은 119g이나 더 높

았으며 품질을 좌우하는 모든 형질에서 우수하였다.

4) 이상의 결과를 경기도 화성군 동탄면 청계리 155 원형규씨 등 경기도 거주 농가 140인에게 4회에 걸쳐 교육 및 전시하였고 학회 및 심포지움에서 발표하였다.

3. 기타 : 본 연구와 관련된 기타자료가 조사되었다. : 과제별 적요 참조.

#### 4. 관수 장치사용의 경제성 분석

1) 인건비는 인공호스관수가 가장 많이 들어 10a당 515만원이나 소요되었는데 자동생력관수인 경우는 125천원 밖에 소요되지 않았다. 소요시간은 경기도 농업기술원에서 조사한 바에 의하면 포인세티아의 경우 825시간이나 들었다.

2) 설치비는 담배수관수가 10a당 8000만원이 소요되었다. 그러나 수요가 증가되어 양산체제에 들어가면 훨씬 싸질 것으로 보인다. 다음으로는 홈통관수와 매트관수이었다. 그러나 지상살수관수와 점적관수는 150만원 이내 의 낮은 값을 보였다.

3) 감가상각비도 담배수관수가 가장 고가(高價)이었고 다음은 홈통관수와 매트관수이었다. 역시 지상살수관수장치나 점적관수는 낮은 값을 보였다.

4) 실제로 관수에 들어가는 실경비인 인건비와 장치를 설치할 감가상각비를 합친 A+B는 인공호스관수가 가장 높아 500여만원이 소요되었고 다음이 담배수관수이었다. 홈통관수와 매트관수도 300~400만원정도의 경비가 들어 갔다. 반면에 점적관수와 지상살수관수는 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 경비의 상승은 좋은 품질의 상품을 생산 한다면 상쇄될 수 있을 것으로 보인다.



## 제 7 장 연구개발 결과의 활용

### 1. 개량 저면담배수 양액 관수 방법 국산화 추진 및 보급

1) 분화급수방법의 개량된 방법으로 저면담배수 양액관수 방법을 (주)세기교역(1년차 참여기업)회사에 기술이전 시켜 국산화 추진 및 분화생산 농가에 보급 계획

- 전시 : 국제농업기계박람회 SIEMSTA 전시 2000/11/13~11/18일 COEX 전시관

- 홍보 : 2000국제농업기계박람회 SIEMSTA에 출품 전시 서울 삼성 COEX 전시관 2000 : 11/13~11/18일

### 2. 심포지움개최 및 발표

일 시 : 1998년11월27~28일까지

주 제 : 분화류의 관수와 양액관리기술

참석자 : 한국화훼연구회 회원 140명(교수, 연구관, 독농가)

### 3. 한국원예학회에 학술 발표 및 논문게재 예정:발표내용=아래표

- 본 연구와 관련한 연구결과 학술 발표 현황

발표한곳	일시	발표장소	참석인원	발표논문수
한국원예학회	1998년 10월	농촌진흥청 농민교육원	550명	4편
한국원예학회	1999년 9월	건국대학교 충주캠퍼스	650명	3편
한국원예학회	2000년 5월	서울시립대 자연과학관	540명	3편
계	3회	3장소	1740명	10편

4. 대농민 work shop 및 전시회 개최 : 4회에 걸쳐 140여명 대상으로

5. 특허 출원예정: 화분중량관수조절기와 전기식 모발습도 관수장치는 특허출원예정

6. 아래의 주요 결과는 대농민 영농기술 지도 및 시책건의 자료로 활용 예정

- 1) 분화 생산자들이 품질향상과 농가소득 증대를 위하여 관수 방법개량이 절대로 필요하며 개량 저면담배수관수 등 본 연구결과가 농가에 응용 및 홍보되도록 지도 계획
- 2) 분화의 저면담배수관수시 적정 배지를 다음과 같이 사용하도록 지도 예정  
아잘레아 = 피트모스 3 + 펄라이트 3 + 질석 3 (v/v/v)  
벤자민고무나무 = 피트모스 3 + 질석 3 + 훈탄 3 (v/v/v)  
포인세티아 = 피트모스 3 + 질석 3 + 훈탄 3 (v/v/v)
- 3) 저면담배수양액 관수시 적정 양액을 사용하도록 지도 예정  
아잘레아 = 1/2 Sonneveld 분화표준액을 기준으로 본 보고서 월별 양분 흡수율에 따라 교정
- 4) 자동생력급수방법으로 다음의 개량관수방법을 사용토록 지도 예정  
아잘레아 = 저면 담배수흡통 심지관수법  
벤자민고무나무 = 바닥저면담배수관수  
포인세티아 = 벤치저면담배수관수, 튜부다지형점적관수, 또는 저면담배수흡통관수 중 선택
- 5) 저면담배수양액관수 재배시 순환식 양액의 소독방법 중 가장 좋았던 열 소독기, 자외선+오존살균기, 모래여과기 중 선택해서 사용할 수 있음을 지도 예정
- 6) 분화류 급수시점과 급수량을 조절하는 방법으로 다음의 것이 가장 좋았음을 지도 할 예정이며 새로운 기기는 국산화시켜 보급토록 건의할 계획  
- 아잘레아 = 저면담배수흡통심지관수시 고주파 수분제어 장치(Time Domain Reflectometry)에 의한 관수장치  
- 벤자민고무나무 = 저면담배관수시 전기식 모발 습도계 관수제어 장치
- 7) 국산화가 필요한 다음의 관수시설은 국가자금지원 건의 계획  
저면담배수관수시설 = 트레이, 쿼벨브, 바닥담배수시설  
양액소독시설 = 모래여과기, 자외선 +오존살균기

급수시점 및 급수량조절기기 = 고주파 수분측정 및 제어기(TDR), 전기식 모  
발 습도계 관수장치

부록 3-2-1. 본연구에 사용한 시설 및 장치 사진



사진 1. 아잘레아 배지구멍 연구용 배합토 제조광경

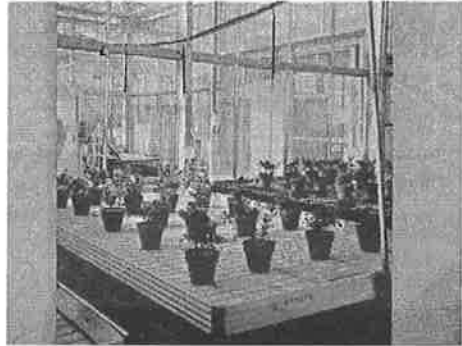


사진 2. 저면담배수관수 장치 및 재배시설



사진 3. 모세관 매트관수 처음 시설내용



사진 4. 홈통 심지관수 시설



사진 5. 홈통 심지관수의 화분의 심지



사진 6. 다지형 마이크로 튜브관수

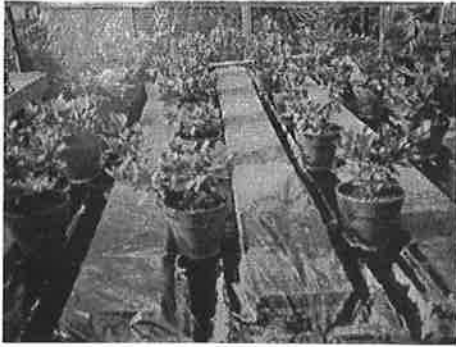


사진 7. 홈통관수와 장치



사진 8. 텐쇼 메타에 의한 자동관수



사진 9. Irrometer에 의한 자동관수

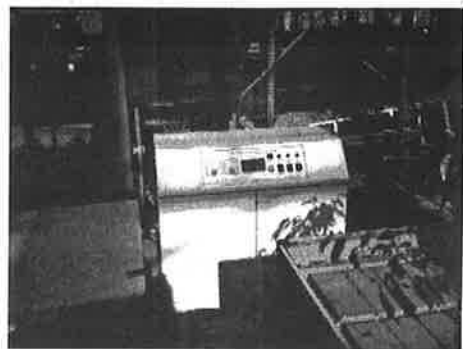


사진 10 열소독기에 의한 양액소독 장치

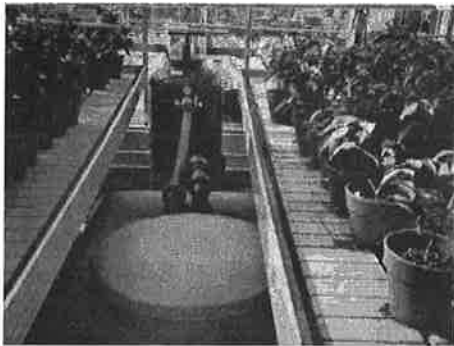


사진 11. 모래여과기에 의한 양액소독

## 참 고 문 헌

- 안우범, 이병일. 1991. 미나리의 수경재배 관개에 관한 기초연구. J. kor. Soc. Hort. Sci 32(4):425-433.
- Biernbaum, J.A. 1992. Root-zone management of greenhouse container grown crops to control water and fertilizer use. Hort · Technology 2:127~132.
- Chapman, H.D., and G.F. Liebig. 1938. Adaptation and use of automatically operated sand culture equipment. j. Agr. Res. 56:73-80.
- Cooper, A.J. 1973. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. Grower 79:1048-1052.
- Eaton, F.M. 1936. Automatically operated sand-culture equipment. J. Agr. Res 53:433-444.
- Farnham, D.S., R.S. Ayers, and R.F. Hasek. 1977. Water quality affects ornamental plant production. Univ. of California Div. of Agr. Sci. leaflet 2995.
- 과학원예. 1997. 관수자동화의 이모저모. 과학원예 1997. 7월호:82-87.
- 홍영표. 1988. 최신화훼재배기술, 명륜당, p.287~291, p.301~304.
- 김희정. 2000. 관수방법과 DIF에 따른 elatior begonia의 생육특성 비교. 건국대학교. p.48.
- 이정식. 1998. 분화류의 관수와 양액관리기술. 한국화훼연구회 학술심포지움 논문집 19-30.
- 이정식. 1998. 분화류의 관수와 양액관리기술. 한국화훼연구회. p.19~30.
- Larson, R.A. 1980. Azaleas, Introduction to floriculture p.247. Academic

- press, New York.
- Lee, J.M., Y.J, Mun, K.B. Park and M.R. Heo. 1999. Growth effect of levels of nutrient solution using the ebb and flow system in 6 herb. J.Kor. Soc. 40(3):399~402
- 이은경. 1998. 포인세티아 소형분화 재배기술. 농업기술지 12. p.6~8.
- Molitor, H. 1990. The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. Acta Hort. 272:165-170.
- Molitor, H. 1990. The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. Acta Hort. 272:165~170.
- Molitor, H. 1990. Irrigation, nutrition, and growth media: The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. Acta Hort. No. 272.
- Nelson, P.V. 1991. Green house operation and management. 4th edition. Prentice hall Inc., New Jersey.
- 농촌진흥청 1983. 농사시험연구조사기준. 농촌진흥청, 수원.
- 농촌진흥청. 1994. 관엽식물 재배기술, 표준영농교본-83. p.131~138.
- 박응규. 2000. 심지관수를 이용한 기능성 용기가 관엽식물 생육 및 실내환경 변화에 미치는 영향. 건국대학교논문집 p.65.
- Park, K.W and Y.S.Kim. 1998. Hydroponics in horticulture. Academy Press. Seoul.
- Skimina, C.A. 1986. Recycling irrigation run-off on container ornamentals. HortScience 21(1):32-34.
- Wilcox, L.V. 1948. The quality of water for irrigation use. USDA Tech.

Bul. 962.

Withrow, R.B., and A.P. Withrow. 1948. Nutriculture. Purdue Univ. Agr. Exp. Sta. Sp. Cir. 328.

Withrow, R.B., and J.B. Biebel. 1936. A sub-irrigation method of supplying nutrient solutions to plants growing under commercial and experimental conditions. J. Agr. Res 53:693-701

우영희. 2000. 토양 및 작물채내 수분계측과 제어. 농경과 원예. 2000년 8월 호:72-77.