

최종보고서

동양란의 수입대체를 위한 생산기반  
및 품질향상 기술개발

Quality Improvement and Establishment of  
Production Basis for International Competitive  
Ability of Temperate *Cymbidium*

충북대학교

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “동양란의 수입대체를 위한 생산기반 및 품질향상  
기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1997. 12. 29

주관연구기관명 : 충북대학교

총괄연구책임자 : 백기엽(충북대학교)

연 구 원 : 선정훈(충북대학교)

연 구 원 : 김태중(충북대학교)

연 구 원 : 윤광현(충북대학교)

연 구 원 : 마상희(충북대학교)

# 요 약 문

## I. 제목

동양란의 수입대체를 위한 생산기반 및 품질향상 기술개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

### 1) 국내 난 재배현황

국내 난 재배면적은 85년도 4.2ha에서 93년도 102.6ha, 94년도에는 158.6ha로 증가하여 377.6%의 신장율을 나타냈는데 실제 통계에 잡히지 않은 동양란 재배면적까지 포함하면 400%의 증가율을 나타낼 것으로 추측된다. 금액 면에서 보면 85년도 전체 생산액이 3억 9천만원에 불과하였으나 93년도에는 270억원, 94년도에는 602억원으로써 1,528%의 증가율을 나타냈다. 그러나 실제 수입한 동양란의 판매가격까지 합치면 연간 거래액은 1,000억이 상회할 것으로 추정된다.

따라서 94년도 화훼 전체 재배면적 5,050ha 중 난 재배면적이 차지하는 비중은 3.1%에 불과하나 생산액은 화훼 전체 생산액 4,935억 가운데 약 12.2%를 점하고 있는 부가가치가 매우 높은 작목이라 할 수 있다.

재배농가 호수를 보면 92년도(약 250농가로 집계되었음)부터 급격히 증가하기 시작하여 현재는 약 600여호로 추정되고 있는데 특히 젊은 재배가 들의 비율이 높은 것이 타화훼류에 비해 특징이라 할 수 있으며, 난 산업이 매우 고무적인 현상이라 볼 수 있다. 전체 화훼 재배농가 12,326호중 난 재배농가가 차지하는 비중은 약 4.9% 수준으로 추측된다.

## 2) 난의 수출입

화훼수입은 93년도에 비해 94년도에는 14.7%이상 증가하고 있으나 난류의 수입은 172.1%이상으로 전체 화훼수입량 중 빠르게 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 특히 묘목의 경우 열대관엽 29%, 카네이션 9%인데 비해 난류는 52.8%를 차지하고 있다. 절화의 경우, 전체 절화수입액중 94%가 난이 차지하고 있는데 태국으로부터 덴팔, 심비디움은 화란이나 뉴질랜드에서 절화가 수입되고 있다. 전체 화훼 수입액 2천 5백만불 가운데 난이 차지하는 금액은 8백 7십만불로 34.3%나 차지하고 있다.

심비디움의 경우를 보면 90년을 기점으로 해서 수입량이 현저히 증가하기 시작하였는데 1993년도에는 8백 7십만축 정도가 수입되었다. 이는 수입량의 95%이상이 동양란으로 국내 들어와 재배되기보다는 거의 대부분 수입되자마자 시장 출하된 경우가 대부분이다. 그러나 실제 수입된 양은 이보다 훨씬 더 많을것으로 생각된다. 평균 축당 수입가격을 1,300~1,500으로 볼때 수입액은 130억원을 상회하고 있는 실정이다. 덴드로비움은 노빌계보다는 팔레놉시스계가 주를 이루며 1991년을 정점으로 해서 점차 감소 추세에 있다. 풍란이나 나도풍란의 경우, 현저히 국내 조직배양모의 공급이 엄청나기 때문에 수입이 둔화 추세로 접어들고 있으나 고급무늬종이 일본에서, 산채품이 중국에서 수입되고있다. 팔레놉시스는 대만 등에서 수입되고 있으나 현재 일본 등지에서 실생묘에서 수입한 것은 2,000~2,500원으로 매우 비싸게 거래되고 있는 실정이다.

난의 주수입 대상국은 대만, 홍콩, 중국으로 동양란이 대부분인데, 대만으로부터는 보세, 소심, 비아란, 사란, 설란, 사계란, 대만한란 및 일

부 양란 조직배양묘가 수입되고 있으며 중국으로부터는 풍란, 보세, 대명란, 춘검란, 일경구화, 오지춘란, 중국한란 등이 수입된다. 홍콩은 거의 대부분 중국으로부터 수입 혹은 밀수된 난들의 중개지로서의 역할이 강하며 자체 생산된 난이 우리나라에 수입되는 경우는 거의 없다. 일본으로부터는 가격이 비싼 고급란들이 주로 수입되고 있는데, 일본한란, 춘란, 혜란, 풍란, 석곡 등이 수입되며 중국에서 수입하여 재배된 중국춘란이 일부 수입되고 있다.

이상에서 언급한 바와 같이 우리나라는 세계 제일의 동양란의 수입국으로써 일회용으로 소모품 화하고 있는 동양란을 취미재배가들이 설정해놓은 재배양식에서 탈피하지 않으면 수입난에 대한 가격측면에서 경쟁이 되지 않는다. 따라서 수입을 대체하고 가격 경쟁력을 갖추기 위해서는 수입한 난의 국내 증식과 재배에 관한 생산비 절감대책이 마련되지 않으면 안된다. 따라서 본 과제는 양란과 같이 규모화된 재배를 하여 생산비를 절감하고 품질을 향상시킬 수 있는 기술을 개발하고자 실시하였다.

### Ⅲ. 연구개발내용 및 범위

- 1년차 연구 : 난의 주요 바이러스를 분리 동정하여 조직배양한 동양란에 감염시켰을 때 나타나는 성장반응과 피해증상을 조사하여 바이러스의 심각성을 재배농가 및 소비자에게 주지시키고 건전한 난이 수입되고, 재배되며 유통될 수 있도록 한다. 또한 바이러스 무병주를 생산하기 위해서는 조직배양시 성장점을 채취하는 번거로움 대신에 비

교적 큰 정단을 채취하여 항 바이러스제가 첨가된 배지에 배양하여 바이러스 무병식물의 생산가능성을 검토하였다.

◦ 2년차 연구 : 동양란은 양란과 달리 조직배양에서 개화주까지 육성하는데 종에 따라 차이가 있으나 3-7년이상이 소요되고 생존율이 평균 50%이하인 결점이 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 자생지 조건을 갖추어 주어야 할 뿐만아니라 자생지 토양에 분포하고 있는 난균균을 접종할 필요가 있다. 2차년도에는 자생지토양과 자생지 난의 뿌리에서 채취한 난균균을 분리 동정하고 이들을 조직배양한 난에 감염시켜 생존율과 생장에 미치는 영향을 조사하였다.

◦ 3년차 연구 : 3차년도에는 2차년도 연구의 미진한 부분을 계속 실험하였으며, 동양란의 생장에 미치는 수분, 광도, 광합성, 적정시비조건 등을 실험하였다.

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 연구개발 결과

##### 1) 바이러스 접종효과

지생란이나 착생란에 관계없이 *Cymbidium Mosaic Virus*보다는 *Odontoglossum Ring Spot Virus*의 피해가 심하였으며 두 바이러스의

복합 감염은 난의 종류에 따라 피해정도에 차이가 있었으나 ORSV의 감염과 비슷한 수준으로 생장을 억제시키거나 고사율을 증가시켰다.

동양란 중에서는 관음소심(*Cymbidium gyokichin*)이 타동양란에 비해 바이러스 감염에 민감한 반응을 나타내어 ORSV 단독 CyMV와 혼합 감염의 경우 100% 고사현상을 나타내었다. 건란(*Cymbidium ensifolium*)의 경우 한란이나 비아란×금봉란에 비해 바이러스 접종에도 불구하고 73.3% 이상의 생존율을 나타내어 저항성이 높았다. 한란(*Cymbidium kanran*)은 대조구 85.7%, ORSV나 CyMV 감염시 40%, 복합감염시 33.3%의 생존율을, 비아란×금봉금의 경우에는 대조구 93.3%에 비해 ORSV감염시 20%, ORSV+CyMV의 경우 26.7%로 생존율이 매우 낮았다. 그러나 열대성 심비디움 'Goldon Gate'나 'Sundust'의 경우 바이러스 감염이 지상부 및 지하부의 생장은 현저히 감소시켜 대조구 6.3개에 비해 3.0개 미만으로 불량하였을 뿐만 아니라 생체중도 감소하였다. 카틀레야 'Castero'의 경우 바이러스 감염은 위구경수가 현저히 감소하였고 심한 낙엽현상을 나타냈다.

덴드로비움 팔레놉시스(*Dendrobium phalaenopsis*) 'ponpadour'에 CyMV를 감염시켰을 경우 ORSV보다 줄기수 및 생장억제현상이 심하게 나타났으며, 지고페탈룸(*Zygopetalium maedayi*)에 바이러스 감염은 신초 형성수에는 영향을 미치지 않으나 신초나 뿌리의 생장은 현저히 감소하였다. 이상의 결과에서 난에 있어 바이러스 접종은 양란에 비해 동양란에서 피해정도가 심하게 나타났으며, 생존율의 저하, 지상부의 생장 억제, 신초수의 감소가 뚜렷하였다. 특히 CyMV보다는 ORSV의 감염이 피해정도가 컸다.

## 2) Vidarabine 처리에 의한 바이러스 불활성화

농도별 Vidarabine 처리 효과를 보면 ORSV의 경우 그 양이 유의성 검정을 할 수 있을 만큼 충분하였으므로 Elisa치에 신뢰성이 있으나 CyMV는 감염된 양이 너무 적어 Elisa치를 신뢰할 수 없었다. 바이러스 불활성화에 유효한 농도는 100mg이상이었으며, 이보다 농도가 증가하더라도 바이러스 억제효과는 크지 않았으며, 정단의 고사율을 증가시켰다.

기내배양중인 동양란과 양란 11종을 선택하여 ORSV와 CyMV를 Latex 검정에 의해 조사해 본 결과 10배 희석액에서는 공시개체 모두 ORSV감염 증상이 발견되었으며 CyMV감염은 분명하지 않았다. 특히 양란 심비디움의 경우에는 희석배수에 관계없이 ORSV증상이, CyMV도 10배액에서는 감염증상이 나타났다.

재배농가의 97%가 바이러스 감염의 심각성을 인식하고 있었으며, 양란의 경우 20~30%가 바이러스 감염으로 인하여 상품화를 시키지 못하고 있었다. 바이러스 감염의 원인은 종묘구입시 문제가 있다고 생각하는 경우가 95%이었으며, 가격이 비싸더라도 바이러스 검정묘를 구입하려고 하였다.

## 3) 공생균의 분리

현재 원예계에서 난의 재배는 중요한 품목이며, 화훼계에서 차지하는 비율이 높다. 우리나라의 5개 자생지에서 채집한 춘란과 난 농원에서 조직배양하여 재배한 심비디움류의 뿌리에서 공생하는 균을 분리하고, 또한 염색하여 현미경 관찰을 하였다. 난의 뿌리세포에 침투한 균은

얽히고 꼬인 정도가 다양한 균구를 형성하였다. 균구를 이루는 균사들의 직경은 가느다란 것에서 굵은 것까지 다양했고, 소화 단계상 다양한 균구를 관찰할 수 있었다. 난 뿌리속에 있는 내생균근균을 순수분리하여 동정하였으며, *R. repens*와 *R. endophytica* var. *endophytica*로 동정하였다. 이들의 균을 제주한란과 오토모론을 이용하여 공생관계를 측정하였다. 또한, 여러가지 동양란과 서양란의 접종하여 개체당 생체량의 증가율을 측정하였을 때 난균근균에 감염된 실험구의 난이 모두 대조구의 난보다 높은 증가율을 나타내었다. 이것으로부터 우리나라의 자생란인 보춘화에서 분리된 *R. repens*가 난과식물에 대한 공생능력이 있는 난균근균임을 확인하였다.

#### 4) 공생균이 생장에 미치는 영향

난 공생균 역할의 중요성을 인식하고 있으면서도 난 재배에 활용하지 못하고 있는 것이 재배농가의 현실이다. 본 실험에서는 난균을 감염시켜 난의 성장의 효과를 알아보고, 활용가능성을 검토해 보았다. 여러 종류의 토양의 용도를 이용한 결과 춘난과 자생지 토양을 사용한 결과 한난의 재배에서 난균근과 난성장과 관련되는 것을 관찰하였다. 지생란인 도요(*Cymbidium* hybrid Toyo), 오노모론(*Cymbidium* hybrid Onomoron), 자란(*Bletilla* Striata)과 착생란인 소엽풍란(*Neofinetia* falcata), 호접란(*Phalainopsis* aphrodite)의 배양묘에 *R. repens*는 지생란에서는 정상적인 균구가 관찰되었으나, 착생란의 모든 뿌리에는 표피에 침투하여 다른 형태의 난균근을 형성하는 것이 관찰되었다. 이는 배양묘의 성장에 난균근균의 역할이 필수적임을 나타낸 것이고, 또한 숙주에 대한

특이성이 없음을 나타낸 것으로 파악된다. 난의 유묘를 산업용 식재에 옮겨 심기 전단계로서 식물로 크게 성장시키고, 난균근균의 형성도 유도하는 실험으로서 중요한 의미가 있으며, 난균근 형성한 난묘목 생산으로 중요한 내용이라고 생각된다.

#### 5) 자생지 토양이 생장에 미치는 영향

현재, 난재배가들이 사용하는 다양한 용토와 춘란자생지 용토를 사용하여 춘란과 한란을 재배하였다. 용토 실험에서 자생지 토양과 바크가 춘란 재배에 가장 좋았으며 한란재배에서도 비멸균한 토양에서 동일한 결과를 얻었다. 이러한 난생장과 관련되는 난뿌리에서는 난균근 형성과 관련되는 것으로 나타났다. 난균근이 형성되는 난뿌리 부분에서 질소 함량이 높게 측정되어 이는 질소성분이 난생장에 효과적으로 작용하였다고 생각되었다. 이상의 결과를 근거로하여 난의 자생지 토양을 사용하여 난균근 형성과 균구 형성을 관찰하여 난균과의 난의 공생이 난의 생장에 큰 영향을 미친다는 것과 난균근의 차이점을 파악하였다. 또한 난균근과의 난의 상호관계에서 숙주과 균의 특이성을 관찰하였다. 본 실험에 사용된 춘란자생지 토양에서는 동양란에 관련되는 공생균이 최소한 두 개이상이라는 것이 밝혀졌으며 이에 대한 공생과정도 서로 다를 것으로 추정되었다.

#### 6) 비료 수준 및 식재가 생장에 미치는 영향

식재용도 중 자생지 토양의 PH는 5.2로서 약산성토양이고 유기물 함량은 2.8%, 인산함량은 59ppm으로서 일반토양에 비해 적은 편이다.

식재용토별 화분식재에 따른 수분함수율은 수태가 1,109%로 가장 높고 경석(132%)과 부엽토(189%)를 제외한 기타 용토에서는 206-283%수준이며 건조율은 수태, 훈탄, 자생지 흙 순이며 경석, 바크 등은 수분흡착이 높은 것으로 나타났다.

확산저항은 전품종 공히 관수 직후 보다 관수 후 2일과 4일째에 저항도가 크며, 기공전도도와 증산율은 관수직후가 최대가 되고 관수 2일째는 감소하다가 관수 4일째 다시 증가되는 경향이였다. 식재용토별 확산저항은 옥화, 사계란의 경우 자생지 흙, 부엽 등에서 높았고 춘란은 수태, 청수는 경석+바크에서 높았으며 춘란과 사계란은 훈탄이 확산저항이 낮고 청수와 옥화는 경석에서 낮았다. 대체적으로 확산저항이 크면 기공전도도와 증산율이 작아지는 경향이였다.

생육은 바크에서 전반적으로 우수하였고 춘란과 옥화의 경우 훈탄에서, 청수는 수태, 사계란은 자생지흙에서 생육이 좋았다. 경석은 신초수와 생체중, 근중이 떨어지는 경향이였으며 부엽토와 수태는 고사주가 많이 발생되였다. 춘란의 경우 콩복비 시용구가 엽수, 신초수, 근수가 많았던 반면근장, 생체중, 근중은 5-10-5시용구에서 양호하였다. 청수는 고품비로 시용구가 근수가 많았으나 기타 생육은 5-10-5 시용구가 좋았으며 고사율은 콩복비 시용구가 제일 높았다. 옥화의 경우 고품비로 시용구에서 신초수가 많았고 고사율이 적었으며 기타 생육은 청수와 마찬가지로 5-10-5 시용구에서 양호하였다. 사계란은 30-10-10 시용구가 초장이 크고 신초수가 많았으며 생체중, 근중도 무거웠으나 고사율이 높았고 5-10-5 시용구에서 전반적인 생육이 좋았다.

## 2. 활용에 대한 건의

1) 지금까지 동양란 재배시 바이러스 감염이 피해를 준다는 사실을 인식하고 있는 농가가 많지만 이들 피해정도를 자료화하여 발표된 연구 결과는 전혀 없음, 따라서 조직배양한 어린 유묘의 바이러스 감염은 재배에 치명적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 증명하였음.

2) 조직배양시 항 바이러스 Vidarabine의 첨가는 바이러스를 불활성화 시키는데 상당한 효과가 인정되었음. 따라서 생장점 배양 등의 번거로움과 인건비를 절약하기 위해서는 엽원기를 1~2매 불힌 정단조직을 Vidarabine이  $100\mu\text{g/L}$  첨과된 배지에 배양하여 Protocorm 및 rhizome을 형성시키는 것이 우량종묘를 획득할 수 있는 방법으로 생각됨.

3) 실제 영리적 조직배양을 실시하고 있는 대부분의 조직배양실에서 배양중인 난은 ORSV 감염이 거의 이루어져 있다는 충격적인 결과를 얻었음. 그러나 이러한 결과는 조직배양 업체에 치명적 경영손실을 끼칠 수 있으므로 발표에는 문제가 있다고 생각된다. 따라서 이러한 문제점을 인식시키고, 조직배양의 이론과 실기에 대한 체계적 교육이 진흥청 산하기관이나 대학교에서 이루어져야 할 것으로 생각됨

4) 바이러스 감염에 대한 재배농가의 인식은 상당한 수준에 도달해 있고, 무병주 묘에 대한 욕구도 매우 높은 편임. 그러나 소비자의 바이러스에 대한 무지로 인하여 심한 피해증상이 나타나지 않으면 이를 재배하여 소비자에게 판매하고 있는 실정이므로 소비자 및 재배자에 대한

바이러스 인식문제를 제고할 수 있는 교육이 필요하다고 생각됨.

5) 난자생지토양 및 자생난의 뿌리에서 분리동정한 난균근을 이용한 배양의 개발이 요구된다. 만약 관행적으로 재배용토로 이용되고 있는 수입용토 대신에 값이 싸고 쉽게 구할 수 있는 바크나 인조용토에 난균근을 접종하여 배양토로 활용할 수 있다면 성장촉진을 통한 세대단축뿐만 아니라 생산비 절감에도 큰 공헌을 할 수 있으리라 생각된다.

6) 식재 실험결과 이제까지 수입에 의존한 경석이나 일향토 보다는 바크나 훈탄, 부엽토가 가미된 자생지 토양에서 동양란의 생육촉진 뿐만 아니라 생리반응도 양하하게 나타났으므로 재배적 고정관념을 타파하는데 실험결과를 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

# Summary

Korean people traditionally call the orchids imported from Western Europe "Western orchids". On the other hand, the expression "Oriental orchids" includes both orchids from China and those native to Korea. The Korean have been making a clear distinction between these two kinds of orchids. The difference between these two kinds of orchids is not limited to their countries of origin. They also differ in aesthetic value, display form, method of appreciation and selection of cultivars. Thus, it is rare that a Korean is the lover of both Western and Oriental orchids; in general, an orchid lover in Korea is a devotee of either but not both. Traditionally Korean like to have Oriental orchids by the influence of Confucianism. But Oriental orchid culture system was not established except only the establishment of culture method by the hobbyist.

So Korea has been known as the most importing country of oriental orchid. This experiment was more focused on the establishment of culture methods and production basis to improve quality of oriental orchid and to prevent import from Japan, China and Taiwan.

**(Exp. 1) Effect of Artificial Inoculation of CyMV and ORSV in Tissue Cultured Orchids on Growth Response and Production**

## of Virus-free *Cymbidium* through the Use of Vidarabine in Vitro

Growth responses in tissue cultured one or two-year old orchids by artificial inoculation of *Cymbidium* mosaic virus (CyMV) and odontoglossum ringspot virus (ORSV), and virus-free plant production by using antiviral chemical such as vidarabine were evaluated. Inoculation of odontoglossum ringspot virus was more damaged in terms of plant growth and survival rate than those of *Cymbidium* mosaic virus in both of epiphytic and terrestrial orchids. But the degree of damages caused by single or both inoculation of CyMV and ORSV was different as affected by genus, species and cultivars.

Temperate *Cymbidiums* showed more devastating effect by virus infection than those of tropical ones. Among temperate *Cymbidium*, *Cym. gyokuchin* had the most sensitivity with 100% death by inoculation of CyMV and/or ORSV, and *Cym. ensifolium* had a little resistance to virus infection with 73.3% survival rate. But the survivals were not influenced by virus inoculation in tropical *Cym.* cv. 'Golden Gate' and 'Sundust' and showed severe growth inhibition of shoots and roots compared to control.

Number of leaves and subsequent growth in *Aerides japonicum* was significantly reduced by virus infection. *Cattleya* showed reduced number of pseudobulbs and defoliation of infected leaves.

CyMV inoculation in *Den. phalaenopsis* had much influenced to reduce cane numbers and growth compared to ORSV. Addition of vidarabine to the nutrient medium in concentration up to 100 mg/L reduced survival rate of shoot tips and formation of protocorm-like bodies (PLB), and increased the occurrence of abnormal PLB. At 150 mg/L vidarabine, severely inhibited the regeneration of shoot tips. ORSV and CyMV free plants could be obtained in concentration up to 100 mg/L by ELISA analysis.

#### **(Exp. 2) Isolations of Orchid mycorrhizal fungi from the orchid plants**

This study was to identify the orchid mycorrhizal fungi and to test whether the orchid plants artificially inoculated with this fungus showed better growth than uninoculated plants. Symbioses in the root cells of the native plants of *Cymbidium goeringii* collected were observed and the digestive forms of peletons were also observed in various native roots. Two types of hyphae, thick (7~10  $\mu$ m) and thin (2~4  $\mu$ m) in thickness, were conclusively found to be from various native orchid roots. The symbiotic fungus was isolated by several agars and identified as a *Rhizoctonia repens* or a *R. endophytica* var. *endophytica*. Symbioses on the plantlets of *C. karnan* and *Cymbidium* hybrid 'Onomoron' were evaluated as the isolates inoculated on oatmeal agars. The growth of plantlets were

measured with the formations of mycorrhizae in the roots. *R. repens* was shown to be the better isolate than the other in growth stimulation of plantlets on oatmeal agars when grown for two months. The two types of hyphae in the root cells under nature were speculated from the different fungal isolates of *Rhizoctonia*. Further isolates would be needed for application works for the orchid industries.

**(Exp. 3) Effect of Orchid Habitat Soil on the Growth of Tissue Cultured *Cym. kanran* and *Cym. goeringii*, and Observation of Orchid Mycorrhizal Fungus.**

The temperate and terrestrial orchids of *C. goeringii* and *C. Kanran* were cultivated for 16 months under the conditions of green house, using the various culture media and the soils collected from Korean native orchid inhabiting areas (KNOA). The growth of *C. goeringii* were observed to grow well in the pine bark and the soil of KNOA as culture medium, and to form orchid mycorrhizae in the roots. The plantlets of *C. kanran* grew better in the non-sterilized soils than in the sterilized soils collected from two different KNOA. The values of total-nitrogen of the roots grown in the non-sterilized soils were measured to be higher than those in the other culture media, and even though higher than those of the shoots grown in the same soils. These growths of young plantlets of *C. goeringii*

and *C. karnan* were revealed to be related to the orchid mycorrhizae, and speculated to be involved in the metabolism of nitrogen sources. Thus, based on this result, the soils of KNOA were collected from various areas, mainly Southern and Western Korea, and applied to cultivations of three different orient orchid plants. The formation of orchid mycorrhizae (mainly peletons in the root cells) and the periods of infection by orchid mycorrhizal fungi (8 to 12 weeks) were different for three different orchid plants. Host specificity were speculated to be resulted from the interactions between orchid plants and fungi. Also, more than two types of fungus were, at least, confirmed to be involved in the orchid mycorrhizae for the oriental orchids.

**(Exp. 4) Effect of Eight Kinds of Potting Media on the Growth and Mineral Content in Four Temperate *Cymbidium*.**

Water holding capacity, drying percent of media after watering, stomatal conductance and transpiration rate of leaves, growth measurement and mineral content of shoot and roots as affected by 8 kinds of potting media with *Cym. goeringii*, *Cym. kanran* 'Jeju' × *Cym. kanran* 'Dosakwan', *Cym. neveo-marginatum* and *Cym. gokuchin* were investigated. Water holding capacity in sphagnum moss attained highest as 1.109% whereas 132% in pumice as potting medium.

But drying percent as affected by days after watering in sphagnum moss after 20 days in watering was 98% whereas 37% in pumice. Stomatal conductance and transpiration rate of leaves of 4 kinds of temperate *Cymbidium* had sharply decreased by increasing days after watering. Stomatal conductance and transpiration rate directly after watering in *Cym. goeringii* showed  $1.55 \text{ cms}^{-1}$  and  $9.01 \mu \text{ gcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , respectively, but these decreased as  $0.15 \text{ cms}^{-1}$  and  $1.03 \mu \text{ gcm}^{-2}\text{s}^{-1}$  after 4 days of watering. Shoot and root growth was stimulated when cymbidiums were planted in the bark, leaf mold, habitat soil and carbonized rice hull as potting media compared to sphagnum moss which favored for the growth of hybrid obtained by crossing of *Cymbidium kanran* species.

Nitrogen content of shoot and root was increased when plants were potted in leaf mold and habitat soil as potting media and had related with promotion of growth. Phosphorus content was higher in sphagnum moss and carbonized rice hull whereas potassium content in carbonized rice hull and bark. Leaf and root analysis indicated that there is a high demand for potassium in order to optimum growth of temperate *Cymbidium*.

**(Exp. 5) Effect of Nitrogen:Phosphorus:Potassium Ratio on the Growth and Mineral Content of Temperate *Cymbidium*.**

Eight kinds of commercialized liquid or solid fertilizer which

have different ratio of NPK were employed to investigate the growth response and mineral content of shoot and root with four kinds of temperate *Cymbidium*.

Each *Cymbidium* showed slightly different growth response, especially in terms of root growth, as affected by the ratio of NPK. Shoot and root growth was favored when the ratio of NPK=5:10:5 liquid fertilizer was supplied. But healthy and compact plants were observed by fertilizing high content of potassium in fertilizer. Plant height, number of shoots and leaves in *Cym. goeringii* and *Cym. gokuchin* were not much influenced by kinds of fertilizer. But there was significant in the growth and weight of shoot and root as influenced by the kinds of fertilizer in *Cym. kanran* hybrid and *Cym. neveo-marginatum*.

As result of leaf analysis, nitrogen content was highest in treatment of NPK=30:10:10 liquid fertilizer, and lowest in NPK=6:40:6 solid fertilizer. Potassium content was highest among analyzed major mineral nutrients and higher content was observed in root than leaf tissue. Nitrogen content in leaf was higher than root in four kinds of *Cymbidium* but phosphorus content in root was higher than leaf tissue only except *Cym. goeringii*. But we could not observed the synergistic and/or antagonistic effect among mineral elements by fertilizing different ratio of NPK fertilizer.

### **(Exp. 6) Effect of and Temperature on Photosynthesis and Respiration in One-year Old Five Orchids**

One year old five different kinds of orchid were employed for the measurement of photosynthesis and respiration as affected by photosynthetic photon flux density (PPFD) and temperature. Photosynthesis in *Cym.* 'Water King' attained maximum at 25°C and increased by elevating PPFD from 25 to 125  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  but decreased sharply at above 30°C without regard to level of PPFD. Only respiration was observed at level of 12  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  PPFD or dark and increased by elevating temperature.

Photosynthesis in *Den. kingianum* was favored at the level of 63 to 125  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  PPFD and at the 10 to 15°C but respiration was markedly increased at above 15°C. Noble type *Den.* 'Permos Glory' exhibited maximum photosynthesis by increasing PPFD at 25°C whereas sharply decreased at 30°C.

*Cat.* 'Spring Mount' revealed that photosynthesis attained higher at 20°C under 12 to 25  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  PPFD but similar photosynthetic rate obtained at level of above 63  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  PPFD at the range of 15 to 25°C. Photosynthesis was sharply decreased and observed respiration at above 30°C without regard to PPFD.

Photosynthetic rate in *Phalaenopsis* 'Lipstick' showed similar tendency as in *Cattleya* only except observed photosynthesis at 30°C under the level of above 25  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  PPFD. Only respiration was observed at 35°C regardless of level of PPFD.

# Contents

I . Introduction	.....	25
II . Materials and Methods	.....	34
III . Results and Discussion	.....	49
IV . Summary	.....	145
V . Literature Cited	.....	152

여 백

# 목 차

I. 서 언 .....	25
II. 재료 및 방법 .....	34
III. 결과 및 고찰 .....	49
IV. 적 요 .....	145
V. 인용문헌 .....	152

여 백

## I. 서 언

### <실험 1> 난의 유묘에 CyMV와 ORSV의 인위적 감염이 성장반응에 미치는 영향과 바이러스 무병주 생산에 미치는 Vidarabine의 효과

1994년도 국내 난재배현황을 보면 양란은 재배면적이 122.9ha, 생산액은 425억원에 달하며, 동양란은 35.7ha의 재배면적에 생산액이 177억원에 달한다<sup>1)</sup>. 따라서 동서양란의 재배면적은 158.6ha에 생산액은 602억원으로써 화훼 가운데 단일 품목으로는 생산액이 가장 많다. 그러나 묘목으로 수입되는 난의 물량은 전체 수입물량 8,418톤 가운데 5,936톤을 차지하여 70.5%를 차지하고 있으며, 금액면으로 보면 700만불로 전체 수입액의 28%를 차지하고 있다. 이들 수입난의 대부분은 동양란으로써 거의 대부분 재배과정을 거치지 않고 바로 소비자에게 판매되는 과정을 거치며, 중국의 산채품 일부가 농장에서 재배되고 있다. 1992년도에는 7,373천주 중 병충해 감염으로 314천주가 폐기되었으며, 1993년도의 경우 전체 수입량 11,950천주중 696천주로 처분량은 6% 정도로 약간 증가하고 있다<sup>2)</sup>. 폐기의 원인은 거의 대부분 바이러스 이병이 차지하고 있다. 그러나 엄격한 검역에도 불구하고 바이러스 이병주는 계속 국내에 반입되어 재배농장 및 취미 재배가에게까지 심각한 피해를 주고 있다. 또한 소비자는 바이러스 이병에 대한 인식 부족으로 심각성을 이해하지 못하고 있으며 재배자는 2~3년 후 바이러스의 이병 확인으로 상품화율이 저하되는 입장에서도 투자한 것이 아까워 폐기처분하지 않고 계속 재배하고 있는 실정이다.

이와같이 국내에서 재배되고 있는 난의 종류나 면적은 날로 증가하고 있으나 재배기술과 품질향상을 시킬 수 있는 기본적인 자료의 축적은 미미한 편이다<sup>3)</sup>. 한편 세계적으로 난과 식물의 병원 바이러스는 심각한 피해를 주는 *Cymbidium mosaic virus*(CyMV)<sup>4)</sup>와 *odontoglossum ringspot virus*(ORSV)<sup>5,6)</sup>를 비롯하여 18종류가 보고되어 있다<sup>6)</sup>.

그러나 최근에는 기존의 국내에서 밝혀진 바이러스의 미동정 potyvirus를 포함하여 bean yellow mosaic virus(BYMV), cucumber mosaic virus(CMV), *Cymbidium mild mosaic virus*(CyMMV), *dendrobium mosaic virus*(DMV) 및 orchid fleck virus(OFV)의 감염이 확인된 사실이었다<sup>7)</sup>.

그러나 난과 식물에 감염된 바이러스의 전염방법, 진단법, 피해증상 등에 관해서는 다소 보고<sup>11,12)</sup> 되어있으나 이들 바이러스가 조직배양한 묘에 감염되었을 때 나타나는 지상부 및 지하부의 생장억제 현상에 관해서 보고된 논문은 거의 없는 것 같다.

따라서 본 연구는 지금까지 난과 식물에 치명적인 피해를 주는 것으로 알려진 CyMV와 ORSV를 감염된 식물체에서 순수분리한 다음 이를 조직배양한 묘에 인위적으로 감염시켰을 때 나타나는 생장피해를 조사하기 위하여 실시하였다.

## <실험 2> 난과 식물에서 난균근균 (orchid mycorrhizal fungi) 분리

난은 북극으로부터 열대 지역에 이르기까지 사막을 제외한 거의 모든 생태적 환경에서 발견된다(Grolier, 1993). 이들은 자생하는 생태

형에 따라서 지생란(terrestrial orchid)과 착생란(epiphytic orchid)으로 구분할 수 있다(이, 1984). 일생을 땅속에서 생육하고 개화 때만 생식 줄기를 뻗어서 개화하는 난도 있다. 난의 생태형은 다양하지만 공통적으로는 모두 일생 동안 곰팡이와 결합하여 균근(mycorrhizae)을 이루고 살아가는 것으로 보고되어 있다(Arditti, 1992).

전세계 육상식물의 약 95%가 균근을 형성하고 있는 것으로 알려져 있는데, 난과식물에서 균근의 형성은 다른 식물과 달라서 난균근(ORM)으로 불려지고 있다. 난균근균(ORM fungi)도 다른 VAM fungi나 ETM fungi와 형태적, 생리적으로 다르다 (Harley & Smith, 1983). 대부분의 난은 자연상태에서 광합성을 할 수 없는 seedling stage 를 오랫동안 보내는 것으로 알려져 있다. 크기가 0.5-1.0 mm 정도인 난의 종자는 영양분을 가진 배유가 없거나 있어도 미발달 상태이다. 종자가 완전히 성숙했을 때에도 녹말이나 지질 같은 제한적인 저장물질만을 포함한다. 따라서 난의 종자가 발아하려면 균근균 (mycorrhizal fungi) 과 결합해야 한다. 균근균이 종자에 침투하여 배에 탄수화물과 다른 영양분을 공급하면 비로소 자엽과 다른 기관들이 발달한다 (Grolier, 1993). 난(난)이 실제적으로 종을 퍼뜨리고 보존하기 위해서는 발달의 초기 단계에 균근 관계가 필수적인 것으로 보고되어 있다 (Uetake et al., 1992).

자연 상태에서 자라는 난은 종자 발아 후 탄수화물, 무기 양분, 비타민 등의 영양분을 난균근균의 활발한 활동에 의해서 공급받아 계속적으로 성장한다. 성숙란의 경우 보통 엽록소의 포함 여부에 관계없이 균근을 가지며, 어떤 지생란들은 균근을 통해 계속 탄소를 공급받아야

한다는 증거들이 있다 (Harley & Smith, 1983). Ruinen (1953)은 착생란과 공생균에 관한 실험에서 많은 경우에 난균근균과 공생하므로써 그렇지 않은 경우보다 생장이 증가하였음을 밝혔다. *Spiranthes spiralis*가 1년 이상을 지하에서 보내면서 균근의 도움으로 탄소를 흡수하고 바로 다음해에 꽃줄기를 생산한다고 주장하였다 (Harley & Smith, 1983; Wells, 1967).

이에 본 연구는 난 식물의 뿌리에 서식하는 균 연구에 초점을 두어 한국의 자생란인 보춘화에서 난공생균으로 인정되는 *Rhizoctonia* 균을 분리하였다. 뿌리 속에 공생하는 균에 대한 현미경 관찰도 동시에 병행하여 다양한 균구를 관찰하였다. 또 분리된 *R. repens* 균을 도요, 오노모론, 소엽, 풍란, 호접란에 접종하였을 때 각 배양묘의 생육이 매우 촉진되었다.

### <실험 3> 난 자생지 토양이 조직배양한 춘란과 한란의 생장에 미치는 영향과 난 공생균의 뿌리감염

난의 종자는 영양분을 가진 배유가 없기 때문에, 난균의 도움없이 자연상태에서 발아가 어렵다고 알려져 있다. 그러나 난균근을 접종하여 공생시키면 발아가 촉진되고 생육이 빠르다(Hadley, 1968). 종자 발아를 위해 처음에는 난균이 많은 어미세포의 뿌리 주변에 종자를 뿌려줌으로써 쉽게 난균과 만날 수 있도록 유도해 주는 친주과종법(친주과종법)이 보고되고 있다(Hadley & Smith, 1968). 북온대 지역에 자생하는 난의 프로토크름은 완전히 종속영양이며 새싹이 형성되고 엽록소를 생산할 때

까지 땅 속에서 성장하는데, 난균근이 감염된 개체는 몇 주만에 생장이 이루어지는데 비해 비공생 배양기에서는 여러 달 혹은 수년이 걸린다 (Stoutamire, 1974). 난균근의 감염이 엽록소의 증가와 관련되어 생장을 현저하게 촉진하나 비감염은 그렇지 못하고, 광합성 저하와 비타민 결핍현상을 초래한다고 알려져 난균근의 감염은 난의 물질대사와도 밀접한 관련이 있다는 보고가 있다(Arditti, 1967). 이러한 면에서 난종자의 발아와 난생리에 영향을 미치는 난균근에 대한 연구는 난의 영양생리를 연구하는데 매우 중요하다고 생각된다. 난과 공생균의 공생관계에서, 난이 필요한 필수아미노산(Harvais & Raitsakas, 1975), 복합탄수화물(Bernard & Burgeff, 1959) 및 cellulose (Smith, 1966)를 공생균과 작용하여 합성한다고 보고하였다. 물질 이동이 살아 있는 fungus-host의 생체조직에서도 이루어지고 있는지에 대해서는 잘 알려져 있지 않으나 Hadley와 Williamson (1971)은 감염 초기단계에서 일어날 수 있다고 주장했다. 그러나 이러한 보고에서는 세포간 균사들이 결국 소화되기 때문에 균사의 붕괴 자체가 영양분을 이동시키는 주요 수단이라고 추측되고 있다. 다른 하나의 이론으로는 영양분 패턴이 결국 난에 의한 공생균의 necrotrophic parasitism 중 하나라고 생각하고 있다는 사실이다 (Smith, 1969). 이러한 면에서 발아가 어렵고, 생장이 양란에 비해 늦은 동양란에 대한 공생균의 역할에 관한 기초 연구가 중요하다고 생각된다. 본 실험은 동양란인 한국춘란 및 제주한란에 대한 춘란 자생지 토양을 이용하여 난공생균에 대한 역할을 밝히고, 각각 다른 난 자생지 토양에 대한 기본적인 난 공생여부를 파악하고, 공생균의 특성을 관찰하고자 하였다.

#### <실험 4> 8종의 식재용토가 4종의 온대산 심비디움의 생장과 무기물 함량에 미치는 영향

일반적으로 동양란이라고 불리워지고 있는 온대산 심비디움은 한국, 중국, 일본과 대만의 고산지대에 걸쳐 분포하고 있으며 거의 대부분 지생란에 속한다. 열대나 아열대산 심비디움에 비해 교잡육종이 거의 이루어져 있지 않고 자생지에서 채취하여 주로 취미재배가들에 의해 재배, 번식이 이루어지고 있으며, 춘란을 제외하고는 거의 대부분 대만, 중국, 일본으로부터 수입된 난들이 유통되고 있는 실정이다(난연구회, 1994). 또한 온대산 심비디움의 재배는 근원의 통풍을 중요시하는 오래된 취미재배가들에 의해 형성된 재배관행에 의해서 거의 대부분 수입된 일향토와 같은 경석을 식재용토로 이용하고 있기 때문에 용토수입에 불필요한 외화를 낭비하고 있는 실정이다(김과 백, 1996). 따라서 수입한 온대산 심비디움을 수입한 용토에 재배하는 것은 생산원가 측면에서 볼 때 국제 경쟁력을 가질 수 없으며, 재배관리 및 취급면에서도 불리한 점이 많다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 조직배양한 제주한란을 공시재료로 하여 값이 싼 제주산 송이, 왕겨, 코코넛 껍질, 일본산 사스미토 등을 식재로 하여 생장에 미치는 영향을 조사해 본 결과 값비싼 일본 수입산 용토에 비해 저렴한 제주산 송이나 코코넛 껍질에서도 생장이 양호함을 보고한 논문도 있다(Lee, 1994). 또한 춘란이나 양란 심비디움 모두 지상부 생장은 수분함유량과 가비중의 영향을 받아 보수력이 높은 배양토에서 성장량이 많다고 알려져 있다(Kim et al., 1997). 그러나 이들

논문들은 한란이나 춘란 등 극히 일부 온대산 심비디움을 실험재료로 하여 제한된 용도에 실험하였기 때문에 제한적일 수밖에 없다. 따라서 본 실험은 성장습성이 다양한 온대산 심비디움을 재료로하여 값싸고 구입하기 용이한 배양토에 식재하였을 때 생장을 촉진시키고 생산비를 절감할 수 있는 효과적인 배양토를 선발하기 위해 실시하였다.

### **<실험 5> 질소:인산:칼리의 비율이 4종의 온대산 심비디움의 생장과 무기물 함량에 미치는 영향**

온대산 심비디움(이하 동양란이라 칭함)은 열대성 난(이하 양란이라 칭함)과는 달리 생장이 매우 느리고 개화율이 낮은 특징을 가지고 있다. 또한 동양적 사고방식에 의해 미적 판단 기준이 양란에서와 같이 꽃을 위주로하는 것이 아니고 잎을 감상하는 엽예품과 꽃을 관상의 대상으로하는 화예품으로 구별되어 있으며 크기가 작고 소박하며 식물체의 전체적 조화를 갖춘 균형미를 중요시하고 있다. 번식률도 양란에 비해서는 현저히 낮기 때문에 취미가들에 의해 소규모 재배가 주를 이루며 재배의 규모화가 이루어지지 않아 재배법 확립이 되지 않고 있는 실정이다. 따라서 재배환경이나 시비법이 지상부 및 지하부 생장에 미치는 영향에 관해서도 잘 알려져 있지 않기 때문에 고전적으로 전해져 오는 취미재배가들의 재배법을 모방하는 경우가 대부분이다. 그러나 이러한 방법은 대량 재배에는 적용하기 어려우며 생산비를 높이는 원인이 되기도 한다. 양란에 있어서는 난의 종류나 생육단계별 비료의 조성과 시비방법에 관한 연구(Poole and Seeldy, 1978; Poole and Sheeha,

1982; Hew, 1990)가 많이 이루어져 실제 농가재배에 응용되고 있는 실정이다.

양란과 달리 동양란에 있어서는 시비의 방법이나 비료의 종류가 생장에 미치는 영향에 관해서는 별로 연구된 바가 없는 것 같다. 다만 중국 광둥지방에서 많이 자생하는 보세란을 중심으로 질산태질소와 암모니아태 질소의 비율이 광합성과 생장에 미치는 영향(Wen and Hew, 1993), 칼리시용 수준이 탄수화물과 단백질 함량에 미치는 영향(Chen et al., 1994) 등에 관해서 보고된 바 있으며 실제 재배에 도움이 될 만한 연구결과가 축적된 것은 없다(Pan et al., 1987). 따라서 본 실험은 소규모 동양란 재배농가나 취미재배가들이 많이 사용하고 있는 제품화되어 있는 무기질 및 유기질 비료나 고품 비료를 선택하여 4종의 동양란에 시비하였을 때 생장에 미치는 영향과 무기물 함량을 조사하고 이를 토대로 동양란 재배에 적합한 3요소 비료의 적정비율을 구명하는 기초자료로 활용하고자 시도하였다.

#### **<실험 6> 5종의 1년생 난과 식물에 있어서 광양자속 밀도와 온도가 광합성과 호흡작용에 미치는 영향**

국내에서 양란산업을 보면 85년도에 재배면적 4.2ha에서 94년도에는 158.6ha로 증가하여 377.6%의 급 신장세를 보였으나 화훼 전체 재배면적 5,050ha 중에서 난 재배 면적이 차지하는 비중은 3.1%에 불과하다. 그러나 화훼 전체 생산액 4,935억 가운데 12.2%인 602억원이 난 생산액을 감안하면 부가가치가 매우 높은 산업이라 할 수 있다('95, 농림수

산부). 이와같이 난 산업이 날로 팽창하고 있는 실정에도 불구하고 난 재배농장의 기술 상태를 보면 토양활착을 시킬 때 사용하는 배양토나 재배환경이 농장에 따라 차이가 심하고 대부분의 활착기술은 일본의 재배방법을 모방하고 있는 등 재배기술상의 여러 가지 문제점을 지니고 있다(1994, 난 연구회). 특히 조직배양 후 용기에서 꺼내어 차이가 있기 때문에 광합성이 최대로 일어날 수 있는 조건을 만들어 주는 것이 초기 생장을 촉진시키는데 효과적이다. 난의 광합성은 종류에 따라서 탄소 고정 경로에 차이를 보이는데 대부분 엷은 잎을 가지고 있는 종류는 C<sub>3</sub> (Calvin-Benson 경로)에 속하고(Arditti, 1979; Hew, 1976), C<sub>4</sub> (Hatch-Slack 경로)에 속하는 난은 결정적으로 구명된 바는 없으나 *Ar?dina graminifolia* 어린 잎을 대상으로 실험한 결과 조명 후 5초 동안에 고정된 <sup>14</sup>C의 24.6%가 malate로 존재하는 것이 밝혀져 C<sub>4</sub> 경로를 통한 광합성 가능성을 암시하고 있다(Avadhani at Goh, 1974). 다즙한 잎을 가지고 있는 난의 대부분은 Crassulacean Acid Metabolism (CAM) 대사경로를 거치는데 저광도와 고농도의 탄산가스가 존재할 때 malic 산의 합성량이 증가한다(Arditti, 1992; Sanders, 1979). 이와 같이 다양한 광합성 경로를 나타내는 난에 있어서 조직배양묘의 초기활착과 생장을 증진시키기 위해서는 최대의 광합성이 일어날 수 있는 환경조건을 갖추어 주는 것이 필요하다. 따라서 본 실험은 조직배양한 5종의 1년생난을 재료로하여 온도와 광도가 광합성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

<실험 1> 난의 유묘에 CyMV와 ORSV의 인위적 감염이 성장반응에 미치는 영향과 바이러스 무병주 생산에 미치는 Vidarabine의 효과

### 1. ORSV와 CyMV의 인위적 감염

#### 1) 바이러스원

본 실험에 사용된 *Cymbidium*과 *Cattleya* 이병주는 연암축산원예전문대학 실습농장의 난 재배온실에서 무작위로 채집하였다. 황녹색 줄무늬모자이크 병징을 나타내는 성체 난을 육안 검정을 통해 임의로 선별, 채집하고 ORSV와 CyMV 항혈청을 사용한 Ouchterlony 한천 젤 이중 확산법을 이용하여 ORSV의 단독 및 CyMV와의 복합감염을 확인하였다. ORSV와 CyMV 단독 감염이 확인된 난의 잎을 살균된 가위를 이용하여 절단하고 비닐봉지에 넣은 후 -20℃에 동결보존시켜 실험의 재료로 사용하였다.

#### 2) 공시 바이러스

공시 바이러스는 단일국부병징 분리법을 이용하여 실생으로 키운 천일홍(*Gomphrena globosa*)에 *Cymbidium* 감염주를 마쇄한 조침액을 접종한 후 국부병징을 3회 계대배양하여 분리하였다. 이를 담배(*Nicotiana tabacum* cv. Samsun)에 증식시킨 뒤 바이러스의 순화원으로 사용하였다. 바이러스 접종원은 CyMV와 ORSV에 단독감염된 *Cymbidium* 잎을 마쇄용 완충용액(sodium sulfite 1%와 PVP 0.2%가 함유된

Na-phosphate 0.1M 용액)으로 감염잎 1g당 5~10배로 희석한 후 사용하였다.

### 3) 바이러스의 순화

바이러스의 순화는 공시 바이러스원을 담배(*Nicotiana tabacum* cv. Samsun)에서 증식시킨 뒤 접종일로부터 14~16일 후에 접종엽을 수확하여 -20℃에 동결보존시킨 후 순화의 재료로 사용하였다. 혈청학적으로 확인된 시료를 멸균된 가위로 잘게 절단하여 -80℃에서 보관하였다. 보관된 시료 100g을 200mL 마쇄용 완충용액(phosphate buffer 0.1M, sodium sulfite 2%, pH 7.4)과 혼합하여 즙액추출기를 이용하여 마쇄한 후 계면 활성제인 Triton X-100 (Isooctylphenoxy ethanol)을 최종 농도가 4%가 되도록 처리하였다. 이를 4℃에서 2시간 교반하고 2겹의 cheesecloth로 여과한 후 10,000rpm에서 20분간 원심분리하였다. 원심분리 후 수거된 상층액 Polyethylene glycol 6%와 sodium chloride 0.1M을 녹인 후 4℃에서 1시간 교반하고 10,000rpm에서 15분간 원심분리하여 10mL의 완충용액으로 침전물을 녹인 후 30% sucrose 용액 위에 접종한 후 30,000rpm에서 90분간 초고속 원심분리하였다. 초고속 원심분리를 통해 저분자의 단백질을 제거한 침전물을 회수하고 3mL 정도의 완충용액으로 침전을 녹여 용액을 회수하였다. Sephacyl s-500 HR을 채운 5×30cm column(Bio-Rad)을 통해 ORSV와 CyMV를 고순도로 정제하였다. 분리한 ORSV의 농도가 1mg/mL이 되도록 농축한 후 1mL씩 분주하고 -80℃에 보관하거나 동결건조하여 차후의 실험재료로 사용하였다.

#### 4) 감염대상 난

분리한 바이러스를 인위적으로 감염시키기 위하여 조직배양하여 1~2년이 경과된 난을 이용하였다. 난의 종류란 관음소심(*Cymbidium gyokuchin*), 건란(*Cym. ensifolium*), 비아란×금봉금(*Cym. gracillium*×*Cym. gosai* var. *hakuran*), 제주한란(*Cym. kanran*) 및 대만보세(*Cym. sinense*) 종과 양란 심비디움 'Golden Gate'와 'Sundust' 2종, 카틀레야 'Castero', 대엽풍란(*Aerides japonicum*), 덴팔(*Dendrobium phalaenopsis*) 'Pompadour' 및 지고페탈류(*Zygopetalium maekati*)를 사용하였다. 이들 난중 동양란은 하이드로볼, 양란류는 바크, 대엽풍란은 수입한 수태를 식재재료로 사용하였으며 난의 관리는 22~25℃로 조절한 바이러스 실험용 온실에서 관행법으로 재배하였다.

#### 5) 바이러스의 접종과 피해 조사

상기방법의 순수분리한 CyMV와 ORSV를 2% polyvinylpyrrolidone (PVP)과 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 0.2%를 함유한 인산완충용액 0.05%(pH 7.0)에 5~10배로 희석하여 단독 혹은 복합 감염시켰다. 접종대상 식물체는 탄화규소 분말을 앞에 얹게 뿌린 다음 희석한 바이러스를 붓으로 부드럽게 문질러 주었다. 접종이 끝난 식물은 물로써 가볍게 씻은 다음 각 식물에 알맞도록 환경을 조절하면서 11개월 동안 배양한 후 생존율, 지상부 및 지하부의 성장 상태를 조사하였는데 식물체의 수에 따라 동양란은 10반복, 양란은 5반복하였다.

## 2. Vidarabine(adenine 9- $\beta$ -D-arabino-furanoside) 처리에 의한 바이러스 무병화 효과

바이러스 검정결과 ORSV와 CyMV가 심하게 감염된 5년생 양란 심비디움에서 정단을 채취하여 배양재료로 이용하였다, 정단의 크기는 엽원기 1매를 부착하였으며, 처리당 7~10반복 하였다. 기본배지는 MS배지를 사용하였으며 당 3%, gelrite 0.2%를 첨가시켰고 배지의 pH는 5.7로 조절하였다. Vidarabine(Sigma)의 첨가는 농도를 20, 50, 100, 150mg/L로 구분하여 0.22 $\mu$ m의 멤브레인 필터로 살균한 후 고압멸균한 배지에 첨가하였다. 정단배양은 10mL의 배양액을 분주한 시험관에 1개씩 접종하였고 생존한 원피체로부터 식물체 분화를 위해서는 배양액 30mL이 분주된 100mL 삼각후라스크에 계대배양하였다.

배양은 형광등(1,500lx)으로 16시간 조명하면서 23 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C로 조절한 배양실에서 배양하였다.

정단의 생존을 조사는 배양 6주 후에 행하였으며 생존된 정단으로부터 형성된 원피체는 동일배지에서 증식시킨 다음 신초로 분화시켰다.

기내에서 분화된 식물체의 초장이 7~10cm에 달하였을 때 이들 식물체로부터 즙액을 채취하여 ELISA(Bio-tek instruments, EL-307)법<sup>13)</sup>으로 ORSV와 CyMV의 감염여부와 농도를 조사하였다. 또한 재생된 식물체의 일부는 바크에 식재한 다음 양란 재배온실에서 재배하면서 16개월 후 처리한 vidarabine 농도별 성장정도를 조사하였다.

## 3. 민간 조직배양실에서 배양중인 동양란 및 양란의 바이러스 검정

국내 민간 조직배양실 5곳에서 배양중인 기내묘를 대상으로 ORSV

와 CyMV의 감염여부를 조사하였다.

조사대상 난으로는 종자무균배양으로부터 생산한 중국춘란(*Cym. forrestii*) '취개', '환구화정' 2종과 대만춘란(*Cym. formosanum*) '사란백화' 1종, 중국보세×수복(*Cym. sinense*×unknown tropical *Cym.*×*Cym. sinense*)과 양란 심비디움으로는 'Oriental King', 'Ayako Danaka', 'Sundust'를 조사하였는데 이들은 정단배양으로부터 생산한 식물체이다, 이외에도 종자무균 배양으로부터 얻은 팔레뉴시스(품종미상), 대엽풍란(*Aerides japonicum*), 소엽풍란(*Neofinetia falcata*), 자란(*Bletilla striata*)을 포함하여 총 11종을 조사하였다.

검정은 Latex agglutination test(LAT)방법<sup>14)</sup>으로 행하였다. 기내 식물체의 잎을 막자사발을 이용하여 잘 마쇄한 후 5,000rpm에서 10분간 원심분리하였고 TBS(0.05M)로 10~1,000배로 희석하였다. latex 검정용 반응기에 latex용액 20  $\mu$ L와 희석된 엽추출액을 동일량 떨어뜨리고 잘 혼합한 후 110rpm에서 20~30분간 잘 흔들어 주어 바이러스 감염유무를 조사하였다.

#### 4. 난재배농가의 바이러스에 대한 인식도 조사

전국 170개의 난재배농가를 대상으로 바이러스의 심각성에 대한 설문조사를 실시하였는데 이중 설문에 응한 60농가를 대상으로 결과를 분석하였다.

#### <실험 2> 난과 식물에서 난균근균 (orchid mycorrhizal fungi) 분리

난수집 : 1995년 1월-1995년 6월 사이에 우리 나라 전국의 여러 자생지와 난농원에서 자생란인 보춘화(*Cymbidium goeringii*)와 조직 배양한 원예용 재배란 총 5종을 수집하였다 (Table 1).

뿌리관찰: 난 뿌리 세포의 균구(peloton)를 관찰하기 위해 채집된 난으로부터 뿌리 부분을 2~3cm 정도의 길이로 잘라 내어 증류수로 여러 번 행군 다음 trypan blue로 염색하였다 (Koske & Gemma, 1989); 각각의 뿌리 조각을 2.5% KOH 용액에 넣어 121℃에서 10분간 autoclave 하여 뿌리를 연화시켰다. 여러 번 물로 씻어 KOH를 제거하였다. 뿌리의 색이 어두울 경우 alkaline H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용액에 30분간 담가 탈색하였다. 균사에 trypan blue가 잘 결합되게 하기 위해 1% HCl 용액에 24시간 담가두었다. acidic glycerol /0.05% trypan blue에 넣어 121℃에서 3분간 autoclave하여 염색하고 glycerol에 넣어 탈색하여 현미경으로 관찰하였다. 염색된 뿌리는 glycerol에 넣은 채로 영구 보관하였다.

분리: 다음과 같이 난 뿌리를 직접 표면 멸균하고 적당한 배지를 사용하여 난 뿌리 속에 있는 내생균근균을 분리하였다(Richardson et al., 1993); 뿌리 조각의 표면을 50% 알콜 용액으로 멸균하고 증류수로 여러 번 행구어 낸 다음 여러 조각으로 자른다. 조각들을 2% 차아염소산 나트륨 용액(NaClO)에서 1분간 표면 멸균하고 멸균 증류수로 2번 행군다. 5mm 정도 길이로 자른 임의의 4조각을 GS agar (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1g, MgSO<sub>4</sub> 1g, CaCl<sub>2</sub> 0.1g, Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 0.01g, Glucose 10g, Agar 15g,

Table 1. Native and cultivated orchids (mainly *Cymbidium*) used in the study and their collection data.

Names of the orchid plants	Collected areas	mark	status	date
<i>Cymbidium goeringii</i>	Seosan, Chung-Nam	J	wild	95/3
<i>Cymbidium goeringii</i>	Namwon, Jeon-Puk	K	wild	95/3
<i>Cymbidium goeringii</i>	Kochang, Jeon-Puk	L	wild	95/3
<i>Cymbidium goeringii</i>	Cheongyang, Chung-Nam	M	wild	95/5
<i>Cymbidium goeringii</i>	Seosan, Chung-Nam	O	wild	95/6
<i>Cymbidium goeringii</i>	Namwon, Jeon-Puk	P	wild	95/6
<i>Cymbidium goeringii</i>	Kochang, Jeon-Puk	Q	wild	95/6
<i>Cymbidium goeringii</i>	Kangjin, Jeon-Nam	R	wild	95/6
<i>Cymbidium kanran</i> <sup>1)</sup> Japan	Kwang Myoung Orchid Ins.	G	green house <sup>3)</sup>	95/2
<i>Cymbidium kanran</i> <sup>1)</sup> Cheju	Kwang Myoung Orchid Ins.	E	green house	95/1
<i>Cymbidium kanran</i> <sup>1)</sup> Cheju	Kwang Myoung Orchid Ins.	F	green house	95/2
<i>Cymbidium kanran</i> <sup>1)</sup> Cheju	Kwang Myoung Orchid Ins.	N	green house	95/5
<i>Cymbidium sinense</i> <sup>2)</sup>	Muju Farm	H	green house	95/2
<i>Cymbidium</i> spp. <sup>2)</sup>	Keochang Farm	I	green house	95/2

<sup>1)</sup> It was unavailable from natural habitat, although it is a native to Cheju island, Korea.

<sup>2)</sup> The *Cymbidium* was known as an import from China, but no information on original locality was available.

<sup>3)</sup> This individual plant was known as grown by tissue culture.

Distilled Water 1L) 또는 2% Water Agar배지 (WA ; Agar 20g, Distilled Water 1L)를 포함한 petri dish (8.5cm diam.)에 이식하여, 25℃ 암소에서 배양하였다. 뿌리 조각으로부터 균사가 자라 나오면 Potato Dextrose Agar (PDA, Difco) 평판 배지로 재분리하였다. 각각의 분리된 균사는 한천 평판 배지에서의 균총의 형태를 관찰하여 형태적인 차이점이 있는 것을 다른 균으로 고려하여 분리하였다.

동정 : PDA 평판 배지에서 재분리된 균을 연속적으로 3회 정도 계대배양하여 균을 순수 분리하였다. 순수 분리한 균들의 현미경적 특징을 관찰하기 위해 slide culture 방법을 사용했다. 배양 후 염색 시약으로 cotton blue, trypan blue, 또는 PVL (Polyvinyl alcohol lactophenol) 용액을 사용하여 영구 슬라이드를 만들었다. 광학 현미경하에서 포자 (spore), 분생자(conidia), 포자낭병(sporangiophore), 분생자병 (conidiophore)의 모양, 색깔, 크기들의 특징을 관찰하였다. 또 육안 및 해부 현미경으로 petri dish에 나타난 균총의 형태, 색깔들의 특징을 관찰하여 동정 key로 사용했다. 분리균들은 속(genus)을 먼저 분류했고, 다시 그들의 종분류를 위해 속의 특성에 따라 2.5% Oatmeal Agar (OA ; Oat meal 25g, Agar 20g, Distilled Water 1L), 2% WA, Corn Meal Agar (CMA, Difco.), Carnation Leaf Agar (CLA ; Nelson et al., 1983)들의 적당한 배지를 사용하여 배양하였다. 각 배지에서 배양했을 때 agar에 나타난 균총의 형태, 색깔들의 특징은 육안 및 해부 현미경으로 관찰하여 기록하고 균동정에 사용했다.

균접종 : 난 묘목의 조직 배양병 (직경 7cm, 높이 16cm)에 OMA 배지 160mL 를 넣고, 분리된 *R. repens* 를 접종하여 균이 배지 위에 넓게 퍼졌을 때 (약 1주일 동안 배양), 조직 배양 중인 동양란과 서양란을 이식하여 1996년 1월 25일부터 충북대 원예과 배양실에서 배양했다. 동양란으로 지생란인 도요(*Cymbidium hybrid Toyo*), 오노모론(*Cymbidium hybrid Onomoron*), 자란(*Blettiella striata*) 및 착생란인 소엽풍란(*Neofinetia falcata*)이었고, 서양란은 착생란인 호접란(*Phalaenopsis aphrodite*)을 사용했다. 도요, 오노모론, 소엽, 풍란, 호접란은 4개월 동안, 자란은 2개월 동안 각각 배양한 후 전자저울을 이용하여 생체량을 측정했다. 배양병 속의 15개체의 전체 무게를 측정하여 개체수로 나누어 1개체의 생체량을 구했다. 개체당 생체량을 이용하여 개체당 성장률을 구하였으며, 일반적인 성장률 ( $\mu = \text{specific grow rate, } \Delta R/TR, R = \text{fresh weight g}$ ) 인  $\mu$ 로 계산하였다. 무균배지의 대조구도 만들어 비교하였다. 2개월, 4개월 동안 난 묘목을 OMA 배지에서 성장시킨 후에 뿌리도 잘라서 물로 깨끗이 세척한 후에 뿌리를 FAA 로 고정시켰다. 고정된 난뿌리는 VA mycorrhizae의 염색법으로 염색하여 관찰하였다(Koske & Gemma, 89; Lee et al., 94).

### <실험 3> 난 자생지 토양이 조직배양한 춘란과 한란의 성장에 미치는 영향과 난 공생균의 뿌리감염

난용토: 난의 식재로 사용하기 위해 1994년 5월~9월까지 4회에 걸쳐 충남 서산과 안면도 자생지 토양(지하 5cm 이하에서 채취한 토양을

soil로 표시하였고, 표토에 쌓인 부엽과 표토 5cm 이내 채취한 토양을 혼합한 것을 부엽토로 칭하였음)을 채취하였다. 전북 남원과 고창 및 전남 강진 등의 난 자생지 토양도 각각 1회씩 수집하였다. 토양내 미생물의 효과를 알아보기 위해서 사용된 토양은 멸균기에 121℃ 1시간 멸균을 실시하였다. 식재로 사용된 서산과 안면도의 춘란 자생지 황토 및 부엽토는 임업연구원에 의뢰하여 산도, 유기물함양, 질소함양, 유효인산 등을 분석 하였다(표 1). 그밖에 재배란에서 사용되고 있는 바크, 버미큘라이트, 수태, 경석, 질석, 피트모스, 펄라이트 등을 식재로 이용하였다.

Table 1. Chemical characteristics of the soils collected from the Korean native orchid inhabiting areas in Seo-san (A, B) and island of An-Myeon (C, D), Chung-Nam.

Soils collected	pH (1:5)	Organic matter(%)	T-Nitrogen (%)	P <sub>2</sub> O (ppm)	EC (dS·m <sup>-1</sup> )
Soil (A)	5.5	0.9	0.04	42	0.30
Leaf mold soil (B)	6.5	1.8	0.06	21	0.25
Soil (C)	5.4	1.2	0.05	237	0.15
Leaf mold soil (D)	5.1	3.4	0.21	884	0.80

**난재배:** 한국 춘란(*Cymbidium goeringii*)의 식재 종류에 따른 생장을 비교하는 실험에서는 26×19cm 플라스틱분에 각 식재를 2/3 정도 넣고 충북대 원예학과에서 조직 배양된 생장이 균일한 춘란 2년생묘를 화분당 10개체씩 재식하였다. 시비는 4중복비 1,000배액을 월 2~3회 엽면 시비하였으며, 시험구 배치는 처리별 완전 임의 배치했다. 재배는 광명

난연구소 동양란 재배온실에서 16개월(1994년 6월 13일~1995년 10월 14일) 동안 재배한 후 성장정도를 조사하였다.

자생지 흙을 사용하여 미생물의 효과를 알아보기 위한 실험에서는 자생지 토양을 멸균 혹은 비멸균하여 식재로 사용하였다. 서산의 자생지 토양(부엽토, 황토)을 채취하여 멸균(121℃ 1시간, 실험구), 비멸균(대조구)하여 30×20cm 플라스틱 화분에 조직 배양한 제주한란 (*Cymbidium kanran*) 1년생 균일묘를 16주씩 심었다. 시비는 4종비 1,000 배액을 월 2회씩 시비하였다. 시험구 배치는 처리별 임의 배치했고, 재배관리는 광명난 연구소에서 관행법으로 하였다. 자생지 토양속의 난균근이 동양란 종류에 따라 어떤 영향을 미치는 가를 비교하기 위해서 4지역(전남 강진, 전북 고창, 전북 남원, 충남 서산)의 자생지 토양을 수집하였다. 멸균 토양(실험구), 비멸균 토양(대조구)을 만들어 조직 배양된 1년생 균일묘를 심었다. 식재 방법과 시비는 앞의 난 재배 방법과 동일한 방법을 사용했다. 식물체 분석은 지상부와 지하부로 나누어 80℃에서 3일간 건조시킨 다음 질소분석은 마치크로 켈달법, 인산은 Vanadate법, 칼리, 칼슘, 마그네슘은 원자 흡광 분광광도계(Perkin-Elmer)로 측정하였다. 난 뿌리의 균근 감염 조사는 1차(8주째, 8월 18일), 2차(12주째, 9월 15일), 3차(16주째, 10월 13일), 4차(28주째, 1996년 1월 22일)에 걸쳐 재배된 난 뿌리를 채취하여, FAA용액에 고정시킨 다음 Koske & Gemma (1989)의 방법으로 염색하였다. 난의 종류나 뿌리 조직에 따라 연화처리는 2.5% KOH용액에 넣어 90℃에서 30분간 또는 121℃에서 10분간 처리를 다르게 하였다.

#### <실험 4> 8종의 식재용토가 4종의 온대산 심비디움의 성장과 무기물 함량에 미치는 영향

공시품종은 전북 고창지역에 자생하는 2년생 춘란 묘종 1~2벌브경을 가진 균일묘를 채취하였고 제주한란×도사관 교배종인 일명 청수 품종과 옥화는 1년생 프라스크묘를 3개월간 순화시킨 묘를, 사계란은 초장 40cm, 분얼경이 1.7개 되는 성주를 시험재료로 이용하였다.

식재용토의 종류는 경석은 일향토와 아이드로볼 등을 혼합한 용토를, 바크는 소나무 등 침엽수 껍질을 3~5년간 자연부숙시켜 입자를 직경 5~10mm로 잘게 부순 재료를 경석과 1:1로 혼합한 것과 단용으로, 수태는 뉴질랜드산, 부엽토는 낙엽활엽을 1년간 부식시킨 것을 이용하였으며 자생지 흙은 전북 고창지역의 춘란자생지 지표면 10cm 내외의 용토를 사용하였는데 토양의 이화학적 성질은 표 1과 같다. 혼탄은 왕겨를 태운다음 황산을 이용하여 pH 6.5로 교정한 것을 혼탄 단용과 바크가루와 1:1로 혼합한 용토 등 8종류의 용토를 사용하였다. 이들 용토의 함수율과 건조율을 알아보기 위해서 12×18cm 크기의 화분에 난 식재 관행에 따라 용토를 채운다음 포화 상태가 되도록 수분을 흡수시켰다. 포화 흡수 후 침출수가 중단된 시점에 용토의 무게를 측정하여 함수량을 구하였으며 이들 화분을 온실 자연조건(주간 25±5℃, 야간 15±5℃ 범위)하에 두고 매일 화분의 무게를 측정하여 건조율을 조사하였다. 1997년 3월 7일 춘란은 11×16cm, 사계란은 18×25cm 되는 동양란 프라스틱 화분에 1주씩, 청수와 옥화는 18×25cm되는 분재 프라스틱화분에 15주씩 식재하였으며 8개월 후 성장조사를 하였다. 공시개체수는 춘

란과 사계란은 처리당 20분씩, 청수와 옥화는 3분씩 완전임의 배치하였고 식재된 화분은 30% 차광된 하우스에서 재배하였다.

시비는 4종 복비인 하이포넥스 액제를 4~6월과 9~10월에 월 3~4회씩 1,500배로 희석하여 엽면시비 및 관주하여 주었고 물관리는 2~5일에 상토별로 건조되는 비율을 감안하여 오후에 흠뻑 관수하여 주었다.

병충해 방제는 살균살충제를 혼합하여 월 3~4회 방제하여 주었다. 식재용토별 수분함수량과 건조율을 알아보기 위해 12×18cm되는 동양란 화분에 100% 건조된 용토를 용토별로 화분의 80% 정도까지 채워 넣고 건조중과 수분을 100% 함유시킨 함수중을 측정하였고 매일 건조되는 비율을 측정하였다.

자생지 흙의 화학적 특성과 엽경 및 뿌리부분의 무기성분 분석은 농업기술연구소의 분석법에 의하여 분석하였다(농업기술연구소, 1988).

생육조사 및 무기성분 분석은 식재 후 8개월에 하였고 관수 후의 기간별 및 식재 용토별로 엽상태를 측정하기 위하여 Prometer(LI- 1600) 기기를 이용하여 경석과 바크를 1:1로 식재한 용토의 4품종을 오전 10시경에 상위 2매엽째에서 측정하였다.

#### **<실험 5> 질소:인산:칼리의 비율이 4종의 온대산 심비디움의 생장과 무기물 함량에 미치는 영향**

공시 난은 전북 고창지역에 자생하는 2년생 춘란 묘종 1~2벌브경을 가진 균일묘를 채취하였고, 제주한란×도사관 교배종인 일명 청수 품종

과 옥화는 1년생 프라스크묘를 3개월간 순화시킨 묘를, 사계란은 초장 40cm, 신초수가 1.7개되는 성주를 시험재료로 이용하였다.

비료는 4중복비중 NPK 함량이 5:10:5인 하이포넛스 액제와 10:4:6인 캄프살액제, 20:10:10인 비왕 1호수용제, 30:10:10인 두배나 강력 2호 등 질소성분 차이별로 구분하였으며 공히 1,500배로 희석하였고, 유기질액 비는 NPK 성분이 5:4:6인(상표명: 하이콤골드)를 1,000배로 희석하여 3~7월과 9~10월에 월 4회씩 엽면시비 및 관주하여 주었고 고품비료는 NPK 함량이 6:40:6인(상표명: 마그암프 K) 비료를 분주위에 정식 후 15일에 분당 5g씩 분주위에 시비하여 주었다.

정식은 1997년 3월 7일에 경석인 일향토와 육송마크가루를 1:1로 혼합한 용토를 이용하였고 30~50% 차광된 비닐하우스에서 관리하였다. 생육조사와 엽경 및 뿌리의 무기성분은 정식 후 8개월째에 건조시켜 곱게 분쇄시킨 후 고운체로 쳐서 농업기술연구소의 분석법(1988)에 의하여 분석하였다.

공시개체수는 춘란과 사계란은 분당 1주씩 처리당 20분씩, 청수와 옥화는 18×25cm되는 프라스틱 분재화분에 15주씩 식재한 것을 3분씩 완전임의 배치하였다.

### **<실험 6> 5종의 1년생 난과 식물에 있어서 광양자속 밀도와 온도가 광합성과 호흡작용에 미치는 영향**

조직배양 후 배양용기에서 꺼내어 수태에 심은 다음 활착된 1년생 유묘 *Dendrobium* 'Permos Glory', *Cattleya* 'Spring Mount'

*Cymbidium* 'Water King' *Phalaenopsis* 'Lipstick' 및 *Dendrobium kingianum*을 공시재료로 사용하였다. 광합성 측정 조건은 온도범위를 5℃ 간격으로 10℃에서 35℃ 범위로 하였으며 광도는 12~125  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 조절이 가능한 식물생장상(Koito 제작, 일본) 내에서 실시하였다. 광합성 및 호흡측정은 적외선 분석에 의한 식물광합성 측정장치(Horiba 1610A)를 사용하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

<실험 1> 난의 유묘에 CyMV와 ORSV의 인위적 감염이 성장반응에 미치는 영향과 바이러스 무병주 생산에 미치는 Vidarabine의 효과

#### 1. ORSV와 CyMV의 인위적 감염

조직배양 1~2년생 묘에 대한 ORSV 및 CyMV의 단독 및 복합즙액 감염효과를 조사한 결과는 다음과 같다.

관음소심의 경우, 바이러스를 감염시키지 않은 대조구에서는 생존율이 100%에 달하였으나 ORSV나 CyMV와 ORSV 복합감염구에서는 생존하지 못하고 전 개체가 고사하였다(표 1). 이러한 고사현상은 일시적으로 이루어지는 것이 아니라 감염 후 재배일수가 경과하면서 서서히 잎이 마르기 시작하여 낙엽지는 현상이 발생하면서 개체가 고사하였다(그림 1).

한편 CyMV 단독 감염시에는 생존율이 26.6%로 ORSV 감염보다는 피해정도가 낮았으나 대조구에 비해 지상부 및 지하부의 생장은 심하게 억제되는 현상을 나타내었다.

건란의 경우 관음소심보다는 점종한 바이러스에 대한 저항성을 보여 단독 감염시에는 생존율이 80% 이상이었으나 복합 감염시에는 73.3%로 감소하였다(표 2). 한편, 신초수, 신초길이, 신초의 생체중은 대조구보다 감소하는 경향을 나타냈는데 생체중을 보면 대조구 26.4g인데 비해 복합 감염시에는 19.7g으로 현저히 감소하는 현상을 나타내어 바이러스 감염이 건란의 생장을 억제시킨다는 것을 알 수 있었다. 그러나 뿌리의 생체중을 보면 대조구 25.3g인데 비해 CyMV 감염구에서는 27.3g으로 오히려 증가하는 현상을 나타내었고, 복합감염시에는 23.2g으로 대조구와 큰 차이가 없어 바이러스 감염이 뿌리의 생장에는 크게 영향을 미치지 않는 것 같았다.

비아란×금봉금 교잡종에서 생존율을 보면 대조구 93.3%인데 비해

Table 1. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of two-year old tissue-cultured *Cym. gyokuchin* 'Kwanum' after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. shoots /plant( $\pm$ SE)	Shoot length (cm $\pm$ SE)	Shoot wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)	Survival rate(%)
Control	6.8 $\pm$ 1.2	27.6 $\pm$ 3.4	21.3 $\pm$ 3.5	37.4 $\pm$ 2.9	58.5 $\pm$ 3.2	100
ORSV	-	-	-	-	-	0.0
CyMV	3.5 $\pm$ 0.7	18.4 $\pm$ 3.7	17.4 $\pm$ 2.6	20.7 $\pm$ 3.2	37.3 $\pm$ 2.8	26.6
CyMV+ORSV	-	-	-	-	-	0.0

Table 2. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of two-year old tissue-cultured *Cym. ensifolium* after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. shoots /plant( $\pm$ SE)	Shoot length (cm $\pm$ SE)	Shoot wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)	Survival rate(%)
Control	7.4 $\pm$ 1.8	25.4 $\pm$ 3.2	26.4 $\pm$ 1.9	25.3 $\pm$ 4.5	51.3 $\pm$ 3.4	100
ORSV	6.0 $\pm$ 0.0	22.4 $\pm$ 4.3	20.7 $\pm$ 2.8	25.3 $\pm$ 2.8	45.8 $\pm$ 2.7	80.0
CyMV	6.5 $\pm$ 1.2	25.7 $\pm$ 4.8	23.3 $\pm$ 3.2	27.3 $\pm$ 5.4	50.3 $\pm$ 3.8	86.7
CyMV+ORSV	5.4 $\pm$ 1.3	19.3 $\pm$ 3.2	19.7 $\pm$ 2.1	23.2 $\pm$ 3.6	42.6 $\pm$ 2.7	73.3

Table 3. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of two-year old tissue-cultured *Cym. gracillium* × *Cym. hosai* var. *hakuran* 'Kumbongkum' after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. shoots /plant(±SE)	Shoot length (cm±SE)	Shoot wt./plant (g±SE)	Root wt./plant (g±SE)	Total fresh wt./plant (g±SE)	Survival rate(%)
Control	8.4±1.2	23.4±3.2	18.7±3.4	35.6±4.5	53.7±3.8	93.3
ORSV	5.7±0.5	12.0±0.5	2.2±0.9	2.6±0.9	4.8±1.3	20.0
CyMV	5.8±2.4	19.0±3.1	4.5±2.5	6.5±2.4	10.3±3.2	33.3
CyMV+ORSV	6.7±0.5	15.4±2.9	2.3±0.5	2.7±0.7	4.9±1.4	26.7

ORSV 감염구는 20%, CyMV 감염구는 33.3%, 두 바이러스 복합 감염구는 26.7%로 현저히 낮아 바이러스 감염에 매우 민감한 반응을 나타냈다(표 3).

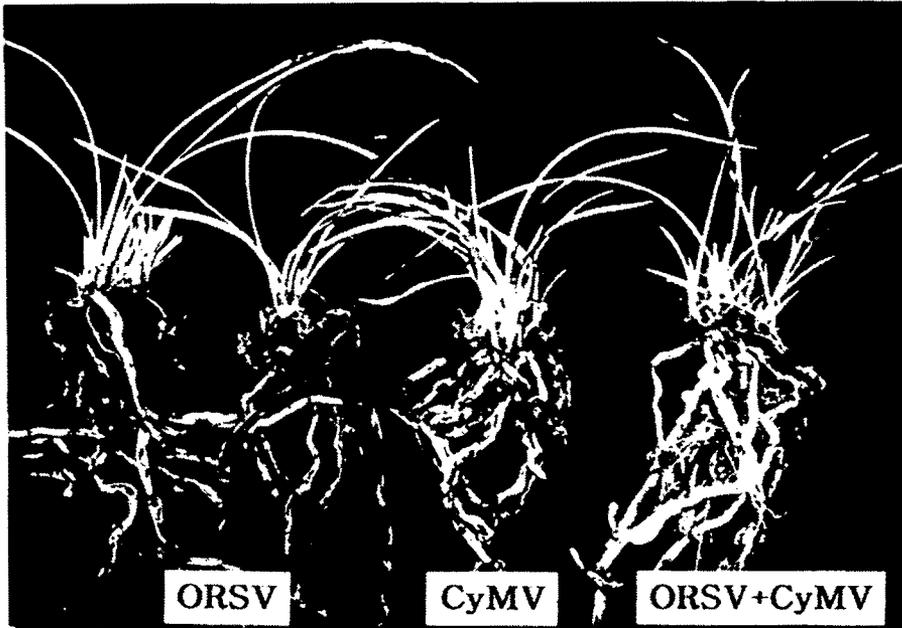


Fig. 1. Growth of tissue-cultured *Cym. gyokuchin* 'Kwanum' as affected by artificial inoculation of CyMV and ORSV after 11 month cultivation in greenhouse.

이러한 사실은 속이나 종, 품종에 따라 바이러스의 민감도에는 차이가 있다는 것을 알 수 있으며<sup>6)</sup> 동일한 종이라도 야생의 경우 재배란보다 바이러스 감염 정도가 낮고<sup>15,16)</sup> 재배기간이 길어질수록 바이러스 감염 빈도는 높으며 피해 정도가 심하다고 하여<sup>17)</sup> 금후 육종에 있어서도 바이러스 피해를 줄이기 위해 내바이러스성 양친을 이용하는 것이 바람직하다고 생각되었다. 한편 고사하지 않고 생존하고 있는 개체의 지상부 및 지하부 생체중을 보면 대조구보다 현저히 낮아 재배 기간이 연장될수록 고사의 징후를 나타냈다(그림 2).

제주한란의 경우 생존율을 보면(표 4) 대조구에서 85.7%였으나 ORSV나 CyMV 감염구에서는 40%, 복합감염구에서는 33.3%로 대조구의 절반수준도 못 미치는 생존율을 보여 바이러스 감염이 생존율을 저하시킨다는 원인이라 생각되었다. 특히 국내 민간 조직배양실의 경우 제주한란을 조직배양하고 있는 곳이 많은데 기내에서 생산은 용이하나 포장재배법이 확립되지 않아 개화주까지 육성하는데는 전체 생산량의 30~40%에 불과하다.

이러한 원인은 기내 생산묘 자체에 바이러스가 감염되어 있거나 순화 및 재배 과정중에 바이러스 이병으로 인한 고사율 증가가 그 원인으로 생각된다.

한편 성장 억제 정도는 CyMV보다는 ORSV감염구에서 심하게 나타났으며 지상부 및 지하부의 생체중을 현저히 감소시켰다. 일반적으로 난에 있어서는 ORSV보다는 CyMV의 감염빈도가 훨씬 높으나<sup>6)</sup> 기후가 시원한 곳에서는 ORSV의 감염이 CyMV보다 높다고 알려져 있다<sup>18,19)</sup>. 전<sup>7)</sup>에 의하면 국내 재배 심비디움 중에서도 CyMV보다는 ORSV의 감염빈도가 다소 높다고 하였는데 이는 본 실험 결과로 미루어 볼 때 난의 재배시 치명적인 피해를 줄 수 있기 때문에 ORSV의 감염 대책에 특별히 주의할 필요가 있다고 생각된다.

대만보세는 건란(표 2)과 비슷할 정도로 접종한 바이러스에 저항성을 보여 ORSV 감염시 73.3%, CyMV 80%, 복합감염의 경우 53.3%로 대조구

Table 4. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of two-year old tissue-cultured *Cym. kanran* 'Jezu' after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. shoots /plant( $\pm$ SE)	Shoot length (cm $\pm$ SE)	Shoot wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)	Survival rate(%)
Control	7.4 $\pm$ 1.6	21.6 $\pm$ 3.4	16.4 $\pm$ 2.5	32.7 $\pm$ 3.6	48.6 $\pm$ 3.3	85.7
ORSV	6.2 $\pm$ 0.7	16.4 $\pm$ 2.6	4.7 $\pm$ 2.2	3.5 $\pm$ 1.6	8.2 $\pm$ 2.4	40.0
CyMV	5.8 $\pm$ 1.2	17.8 $\pm$ 3.1	6.4 $\pm$ 1.7	5.2 $\pm$ 1.7	11.5 $\pm$ 1.5	40.0
CyMV+ORSV	5.0 $\pm$ 0.7	15.7 $\pm$ 2.9	5.0 $\pm$ 1.6	4.5 $\pm$ 0.9	9.5 $\pm$ 1.4	33.3

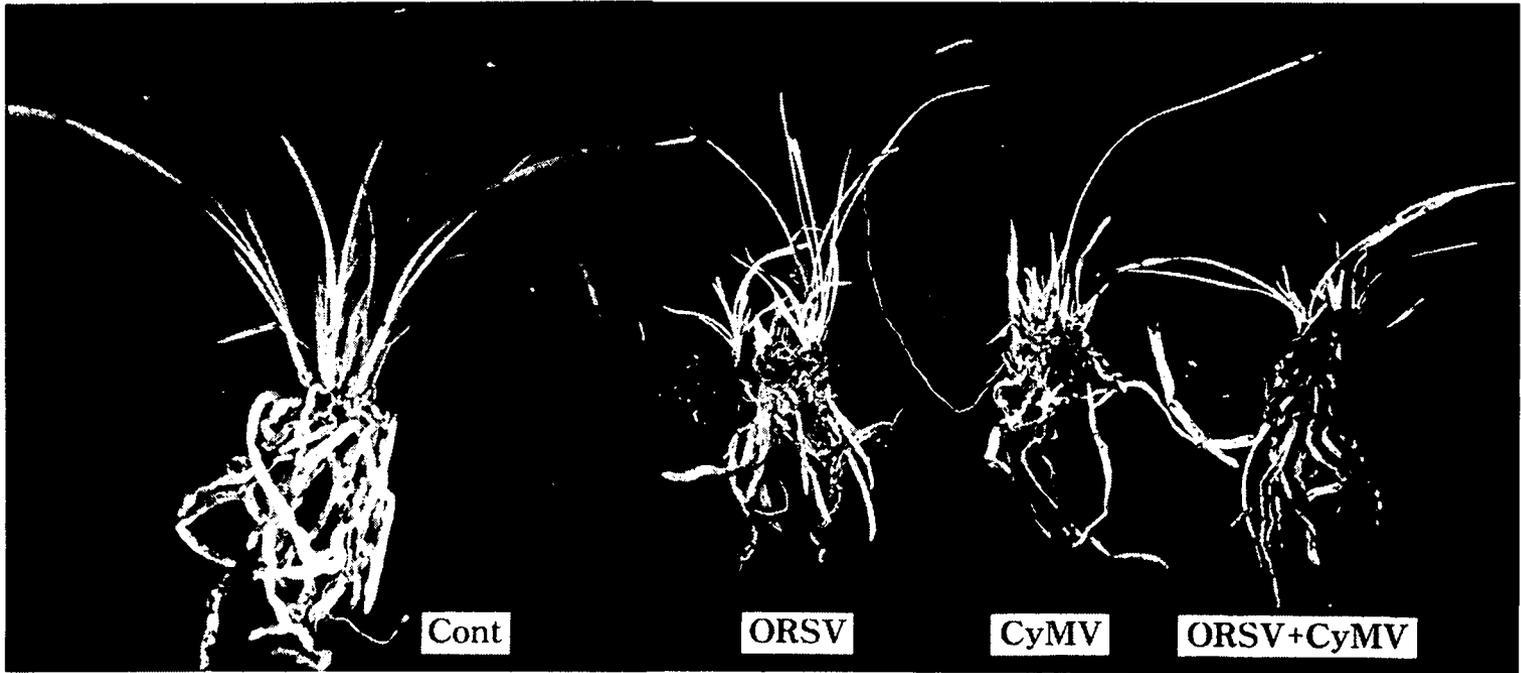


Fig. 2. Growth of tissue-cultured *Cym. gracillium* × *Cym. hosai* var. *hakuran* 'Kumbongkum' as affected by artificial inoculation of CyMV and ORSV after 11 month cultivation in greenhouse.

Table 5. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of two-year old tissue-cultured *Cym. sinense* after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. shoots /plant( $\pm$ SE)	Shoot length (cm $\pm$ SE)	Shoot wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)	Survival rate(%)
Control	8.6 $\pm$ 2.4	27.4 $\pm$ 3.2	34.2 $\pm$ 7.8	53.2 $\pm$ 6.3	87.2 $\pm$ 6.8	100
ORSV	7.2 $\pm$ 1.8	23.0 $\pm$ 4.4	25.3 $\pm$ 5.4	40.6 $\pm$ 5.4	65.4 $\pm$ 5.4	73.3
CyMV	6.0 $\pm$ 0.0	18.6 $\pm$ 3.0	23.7 $\pm$ 1.9	44.2 $\pm$ 7.6	67.4 $\pm$ 4.7	80.0
CyMV+ORSV	6.2 $\pm$ 3.2	19.8 $\pm$ 4.9	22.9 $\pm$ 3.5	40.5 $\pm$ 5.2	66.9 $\pm$ 4.3	53.3

100%보다 낮았으나 한란, 소심 및 비아란×금봉금 교잡종보다는 높은 생존율을 나타냈다.

또한 신초형성수, 신초의 생장 및 생체중도 공시한 다른 동양란에 비해서는 감소 정도가 낮았고, 지하부의 생장도 대조구에 비해서는 낮은 편이나 양수분 흡수능력을 가진 건전한 뿌리가 발달되어 있었다.

양란 심비디움 'Golden Gate'의 경우 바이러스 감염이 생존율에는 큰 영향을 미치지 않아 동양란에 비해서는 저항성이 높은 것으로 판단되었다. 또한 벌브 형성수에 있어서도 처리간 차이가 없었고 대조구 2.4개보다 CyMV 감염구에서 3.0개로 오히려 증가하였다(표 6). 그러나 신초의 길이를 보면 대조구 43.5cm인데 비해 바이러스 감염구는 32.3cm로 더욱 현저하였다. 따라서 지상부의 생체중은 대조구 34.7g인데 비해 바이러스 감염구는 25.8g 이하로 생장이 억제됨을 알 수 있었다.

특이한 것은 동양란이 ORSV의 피해 정도가 CyMV 감염시보다 크게 비해 양란에서는 ORSV보다 CyMV 감염구에서 피해 정도가 심하였고, 복합 감염시에는 현저한 생장 억제 현상을 나타냈다(그림 3).

개화주에서는 일반적으로 바이러스 감염증상이 관찰되는 'Sundust'에 바이러스를 감염시켜본 결과는 표 7과 같다. 벌브 형성수를 보면 대조구 3.5개인데 비해 ORSV 감염구에서는 2.8개, 복합감염구에서는 2.5개로 낮았고, CyMV 감염구는 3.5개로 대조구와 동일하였다. 신초의 생장 정도를 보면 복합감염구를 제외하고는 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았으나, 생체중은 대조구에 비해 바이러스 감염구가 현저히 낮았고 이러한 경향은 뿌리 생체중에서도 동일하게 나타났다.

1년생 대엽풍란의 묘에 바이러스를 접종해 본 결과는 표 8과 같다.

식물체당 엽수를 보면 대조구가 6.3개인데 비해 ORSV는 2.3, CyMV는 2.7, 복합감염구는 3.0개로 현저히 감소하는 현상을 보였다. 평균엽장에 있어서도 대조구 5.5cm에 비해 바이러스 감염구는 4.7~4.2cm로 감소하는 현상을 나타내었으며 식물체당 엽중은 대조구 4.4g인데 비해 복합감염구는

Table 6. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of one year old tissue-cultured *Cym.* 'Golden Gate' after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. bulbs /plant( $\pm$ SE)	Shoot length (cm $\pm$ SE)	Shoot wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)
Control	2.4 $\pm$ 0.5	43.5 $\pm$ 4.5	34.7 $\pm$ 7.5	63.7 $\pm$ 7.1	98.4 $\pm$ 6.7
ORSV	2.3 $\pm$ 0.5	32.3 $\pm$ 3.3	25.8 $\pm$ 6.3	50.1 $\pm$ 19.1	56.5 $\pm$ 18.8
CyMV	3.0 $\pm$ 0.8	31.6 $\pm$ 1.4	21.9 $\pm$ 5.5	38.7 $\pm$ 16.9	75.9 $\pm$ 25.1
CyMV+ORSV	2.7 $\pm$ 0.5	29.3 $\pm$ 5.3	20.5 $\pm$ 3.4	39.2 $\pm$ 11.6	59.7 $\pm$ 14.9



Fig. 3. Growth of tissue-cultured *Cym.* 'Golden Gate' as affected by artificial inoculation of CyMV and ORSV after 11 month cultivation in greenhouse.

Table 7. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of one year old tissue-cultured *Cym.* 'Sundust' after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. bulbs /plant( $\pm$ SE)	Shoot length (cm $\pm$ SE)	Shoot wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)
Control	3.5 $\pm$ 0.7	34.7 $\pm$ 5.4	25.7 $\pm$ 3.6	34.7 $\pm$ 5.4	59.6 $\pm$ 4.3
ORSV	2.8 $\pm$ 0.5	31.3 $\pm$ 3.9	20.3 $\pm$ 5.4	30.6 $\pm$ 3.2	50.7 $\pm$ 4.5
CyMV	3.5 $\pm$ 0.7	30.7 $\pm$ 5.6	19.8 $\pm$ 3.2	28.5 $\pm$ 4.3	48.2 $\pm$ 3.8
CyMV+ORSV	2.5 $\pm$ 0.6	28.5 $\pm$ 4.7	20.0 $\pm$ 3.7	29.7 $\pm$ 2.7	49.5 $\pm$ 3.3

Table 8. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of one year old tissue-cultured *Aerides japonicum* after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. leaves /plant( $\pm$ SE)	Mean leaf length (cm $\pm$ SE)	Leaf wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)
Control	6.3 $\pm$ 1.2	5.5 $\pm$ 0.8	4.4 $\pm$ 0.7	4.6 $\pm$ 1.1	9.0 $\pm$ 1.5
ORSV	2.3 $\pm$ 0.5	3.3 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 0.5	3.6 $\pm$ 1.7	5.6 $\pm$ 1.8
CyMV	2.7 $\pm$ 0.5	4.7 $\pm$ 0.6	2.7 $\pm$ 0.4	4.5 $\pm$ 0.8	6.8 $\pm$ 1.2
CyMV+ORSV	3.0 $\pm$ 0.8	4.2 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 0.6	4.0 $\pm$ 1.6	5.4 $\pm$ 1.6

1.9g으로 현저히 감소하였다.

한편 뿌리의 생체중을 보면 지상부의 피해 정도에 비해서는 바이러스 감염으로 인한 피해 정도가 낮아 대조구나 바이러스 감염구 모두 4.6~3.6g 범위에 있었다. 따라서 대엽풍란의 경우 바이러스 감염은 지상부에 피해가 심하게 나타나는데 비해 지하부는 상대적으로 피해가 적다는 것을 알 수 있었다(그림 4).

2년생 카틀레야 'Castro'에 바이러스를 접종해 본 결과는 표 9와 같다. 식물체당 신초수를 보면 대조구 10.5개인데 비해 ORSV나 CyMV 감염구는 5.6개와 4.0개로 현저히 감소되었으며 엽수도 대조구 18.6개인데 반해 바이러스 감염구는 4.7~6.7개로 현저히 적었다. 이는 바이러스 감염 후 재배기간이 경과함에 따라 잎의 성장과 발달이 지연되면서 낙엽이 지는 현상이 발생되었기 때문으로 생각된다. 따라서 식물체당 엽중도 바이러스 감염구는 대조구의 절반에도 미치지 못하였다. 한편 바이러스에 감염된 난은 위구경의 발달이 불량하고 길이도 짧아 식물체 전체가 왜화되는 현상을 나타냈다(그림 5).

덴팔 'Pompadour'에 바이러스를 감염시켜 본 결과 식물체당 신초수는 대조구 5.2개에 비해 ORSV나 CyMV 감염구는 각각 4.0과 4.7개 였으며 복합감염구는 3.7개로 감소하였다(표 10). 식물체당 엽수를 보면 대조구 13.7개인데 비해 CyMV 9.4개, 복합감염구 6.7개로 감소하였는데 이는 재배기간이 경과함에 따라 조기낙엽현상이 발생했기 때문이라 생각된다. 한편 신초당 마디수를 보면 대조구에 비해 단독감염구는 별 차이를 나타내지 않았으나 복합감염구는 16.3개로 대조구보다 5마디가 적었다. 따라서 전반적인 식물체의 초장은 대조구에 비해 바이러스 감염구가 작아지는 경향이었으며 생체중이나 엽중도 감소하는 경향을 나타냈다(그림 6).

1년생 지고페탈룸에 바이러스를 감염시켜본 결과 식물체당 신초수는 대조구 3.0개인데 비해 모든 바이러스 감염구는 3.3개로 오히려 증가하였

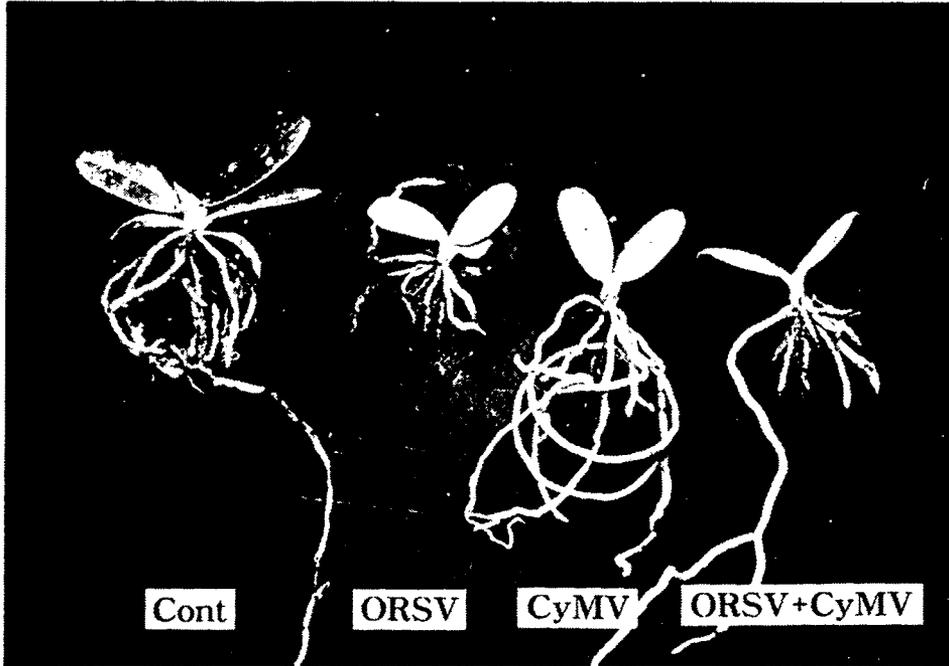


Fig. 4. Growth of tissue-cultured *Aerides japonicum* as affected by artificial inoculation of CyMV and ORSV after 11 month cultivation in greenhouse.

Table 9. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of two-year old tissue-cultured miniature *Cattleya* 'Castro' after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. shoots /plant( $\pm$ SE)	No. leaves /plant( $\pm$ SE)	Leaf wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)
Control	10.5 $\pm$ 1.6	18.6 $\pm$ 1.3	56.7 $\pm$ 6.3	25.3 $\pm$ 3.4	100.6 $\pm$ 4.2
ORSV	5.6 $\pm$ 0.8	6.7 $\pm$ 0.9	19.4 $\pm$ 3.8	13.1 $\pm$ 4.5	42.4 $\pm$ 13.3
CyMV	4.0 $\pm$ 0.0	4.7 $\pm$ 1.3	18.2 $\pm$ 4.4	20.3 $\pm$ 5.2	51.1 $\pm$ 11.9
CyMV+ORSV	5.0 $\pm$ 1.4	6.0 $\pm$ 1.4	19.4 $\pm$ 4.7	13.6 $\pm$ 5.7	44.6 $\pm$ 16.5

Table 10. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of two-year old tissue-cultured *Dendrobium phalaenopsis* 'Pompadour' after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. canes /plant ( $\pm$ SE)	No. leaves /plant ( $\pm$ SE)	No. nodes /plant ( $\pm$ SE)	Canes wt./plant (g $\pm$ SE)	Leaf wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)
Control	5.2 $\pm$ 1.4	13.7 $\pm$ 2.6	21.7 $\pm$ 3.6	38.4 $\pm$ 6.5	16.5 $\pm$ 3.2	17.4 $\pm$ 3.3	72.3 $\pm$ 12.5
ORSV	4.0 $\pm$ 1.4	10.6 $\pm$ 3.2	19.3 $\pm$ 3.3	34.7 $\pm$ 5.6	14.9 $\pm$ 2.0	18.4 $\pm$ 2.5	68.9 $\pm$ 5.3
CyMV	4.7 $\pm$ 1.6	9.4 $\pm$ 2.6	19.6 $\pm$ 4.5	28.2 $\pm$ 4.6	9.0 $\pm$ 2.7	10.6 $\pm$ 2.3	47.8 $\pm$ 11.9
CyMV+ORSV	3.7 $\pm$ 0.9	6.7 $\pm$ 0.9	16.3 $\pm$ 4.5	24.1 $\pm$ 4.5	7.8 $\pm$ 2.8	15.7 $\pm$ 1.6	47.6 $\pm$ 8.7

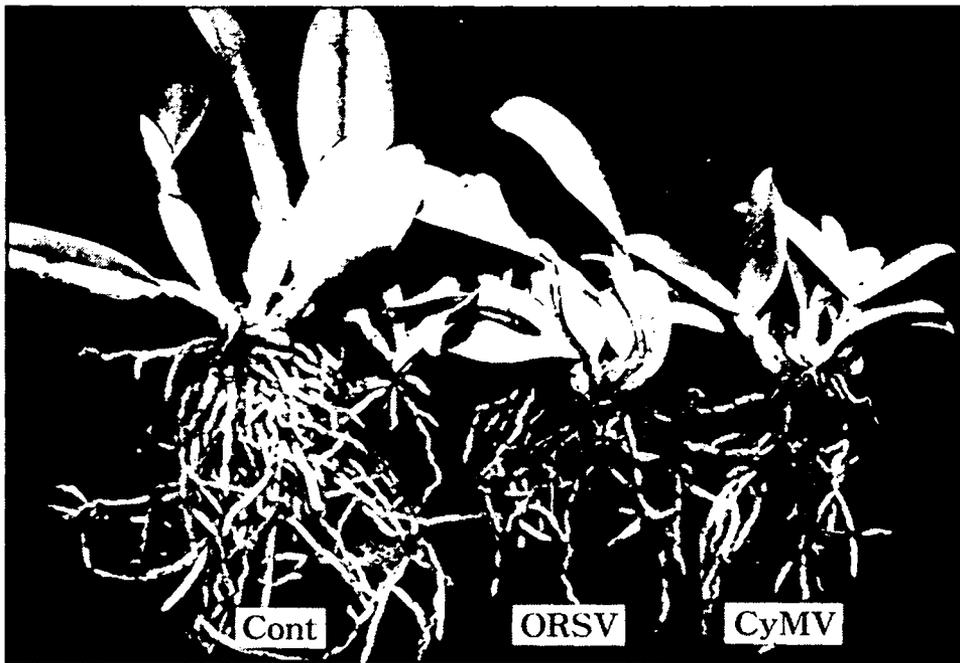


Fig. 5. Growth of plant tissue-cultured *Cattleya* 'Castro' as affected by artificially sap inoculated CyMV and ORSV after 11 month cultivation in greenhouse.



Fig. 6. Growth of tissue cultured *Dendrobium phalaenopsis* Pampadour' as affected by artificial inoculation of CyMV and ORSV after 11 month cultivation in greenhouse.

Table 11. Effect of artificially inoculated CyMV and ORSV on growth of one year old tissue-cultured *Zygopetalium maekayi* after 11 month cultivation in greenhouse.

Treatment	No. shoots /plant( $\pm$ SE)	Shoot length (cm $\pm$ SE)	Shoot wt./plant (g $\pm$ SE)	Root wt./plant (g $\pm$ SE)	Total fresh wt./plant (g $\pm$ SE)
Control	3.0 $\pm$ 0.5	22.5 $\pm$ 3.2	37.6 $\pm$ 7.9	59.1 $\pm$ 12.4	90.7 $\pm$ 9.8
ORSV	3.3 $\pm$ 0.5	15.4 $\pm$ 1.4	16.4 $\pm$ 5.3	25.3 $\pm$ 6.8	41.7 $\pm$ 11.6
CyMV	3.3 $\pm$ 0.5	16.7 $\pm$ 1.9	18.0 $\pm$ 5.2	24.3 $\pm$ 5.6	42.3 $\pm$ 15.7
CyMV+ORSV	3.3 $\pm$ 0.5	16.3 $\pm$ 0.5	19.2 $\pm$ 1.8	24.8 $\pm$ 5.3	44.1 $\pm$ 7.1

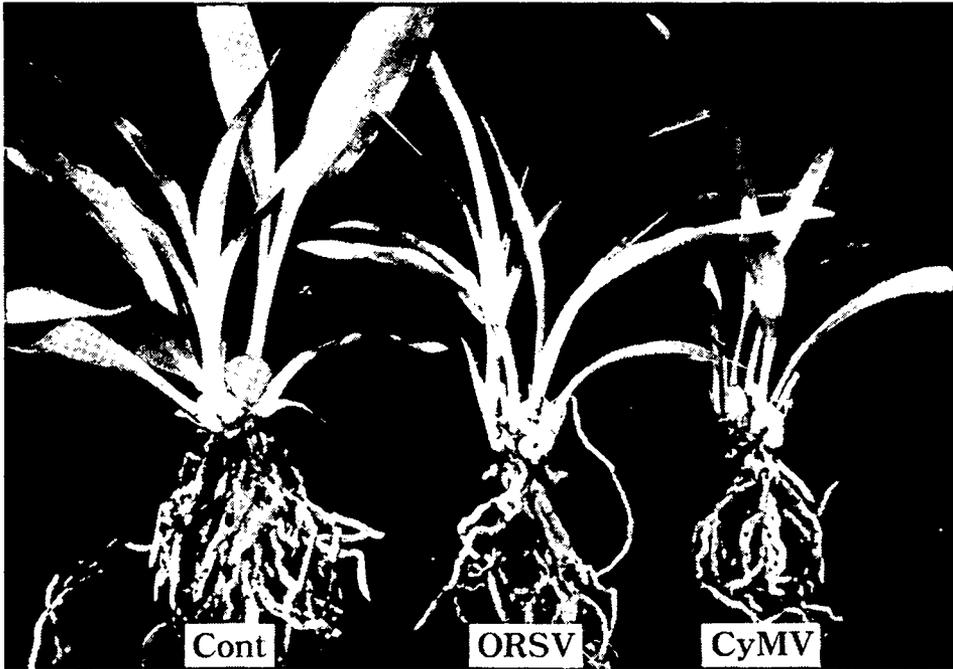


Fig. 7. Growth of tissue-cultured *Zygopetalium maekayi* as affected by artificial inoculation of CyMV and ORSV after 11 month cultivation in greenhouse.

다. 그러나 신초의 성장정도를 보면 대조구 22.5cm에 비해 ORSV 감염구는 15.4cm, 복합감염구는 16.3cm로 상당히 억제되는 현상을 나타냈다(그림 7). 또한 신초의 신체중을 보면 대조구가 37.6g인데 비해 ORSV 감염구는 16.7g으로 현저히 낮았으며 CyMV나 이들 두 바이러스의 복합감염구는 18~19.2g으로 지상부의 성장발달이 현저히 억제된다는 것을 알 수 있었다. 또한 뿌리의 생체중도 지상부와 마찬가지로 대조구에 비해 현저히 낮았는데 바이러스 감염종류별 뿌리 성장억제 정도에는 차이가 없었다.

## 2. Vidarabine 처리에 의한 바이러스 무병화 효과

ORSV와 CyMV에 복합감염된 'Golden Gate' 심비디움의 정단을 vidarabine이 농도별로 처리된 배지에 접종하고 배양 6주후 생존율을 조사한 결과는 표 12와 같다.

생존율은 vidarabine의 농도가 증가할수록 감소하여 100mg/L에서는 50%, 150mg/L에서는 40%로 대조구 100%에 비해 현저히 감소하였다. 이러한 결과는 전<sup>7)</sup>이 심비디움 정단배양시 ribavirin(virazol) 100ppm 처리구에서는 기관분화가 이루어지지 않고 생존율도 현저히 저하되었다는 보고와 유사하였다.

한편 vidarabine 처리에 따른 바이러스 억제효과를 알기 위하여 순수분리한 ORSV와 CyMV를 이용하여 비교수치를 조사해본 결과 ORSV는 0.03 이하에서는 건전체로, 0.03이상은 이병체로 간주하였으며, CyMV는 0.010 이하 수치는 건전체로, 0.010 이상에서는 이병체로 하였다.

ORSV나 CyMV 모두 대조구에 비해 vidarabine의 농도가 증가할수록 ELISA 수치가 감소되어 바이러스 농도가 낮아진다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 ORSV의 경우 그 양이 유의성 검정을 할 수 있을 만큼 충분함으로 ELISA치에 신뢰성이 있으나 CyMV는 감염된 양이 너무 적어서 ELISA치를 신뢰 할 수 없었다. 처리농도별 효과를 보면 100mg/L 이상

Table 12. Effect of Vidarabine level on the survival of cultured shoot tip from virus infected Cymbidium 'Golden Gate' after 6 weeks in culture.

Vidarabine Conc. (mg/L)	Total cultured shoot tips	Survived shoot tips	survival rate (%)
0	7	7	100
20	7	7	100
50	7	6	85.7
100	10	5	50
150	10	4	40

의 농도를 처리할 경우 바이러스 무병화 효과는 커진다고 볼 수 있으며 vidarabine 처리에 따른 무병화가 가능하다고 판단되었다. 이를 그림으로 표시해보면 vidarabine의 농도별 처리에 따른 ORSV의 억제효과는 상당히 높은 것으로 나타났다(그림 8).

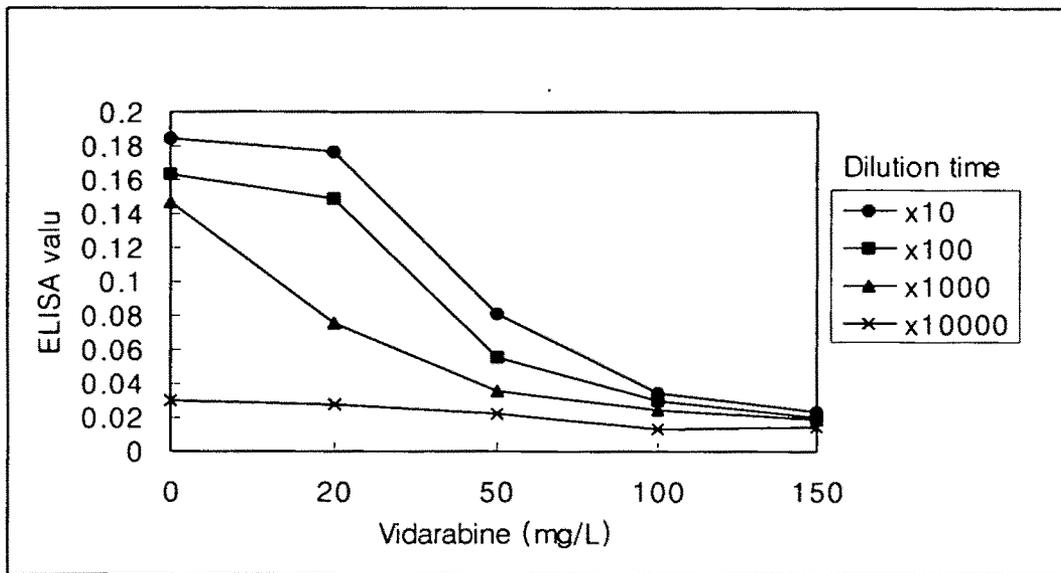


Fig. 8. ELISA value of ORSV as affected by vidarabine level in MS medium for the culture of shoot tip taken from virus infected *Cym.* 'Golden Gate'.

즉, 대조구에 비해 vidarabine이 100Mg/L 첨가되었을 경우 ORSV의 농도는 급격히 감소한다는 것을 알 수 있다. 그러나 100mg/L 이상 첨가시 ORSV의 농도 억제효과는 거의 미미할 뿐 아니라 배양한 정단의 생존율도 매우 낮아지므로 100mg/L 첨가가 바람직한 농도라고 생각되었다. 그러나 바이러스 농도에 따른 차이가 생장에 미치는 영향에 대해서 문제화 될 소지가 있고, 원피체나 식물체의 생리적 연령에 따라 vidarabine의 효과에는 차이가 있을 것으로 생각된다.

CyMV 억제효과에 미치는 vidarabine의 효과를 보면 그림 9와 같다. vidarabine을 처리했을 경우 CyMV의 ELISA치가 너무 작아 처리농도간 유의성이 인정되지 않았다.

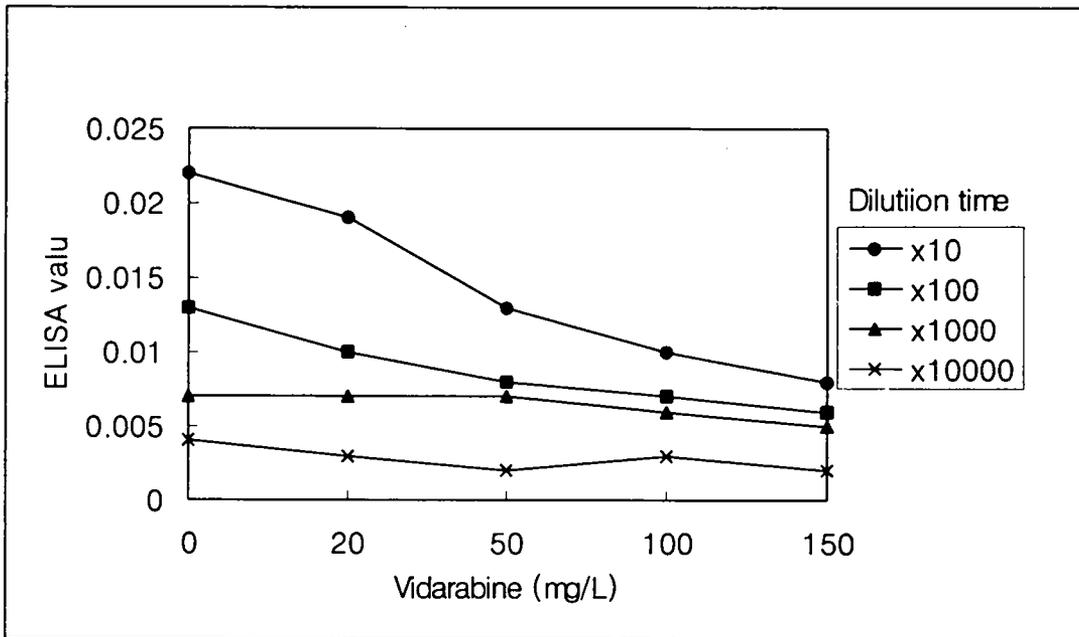


Fig. 9. ELISA value of CyMV as affected by vidarabine level in MS medium for the culture of shoot tip taken from virus infected *Cym.* 'Golden Gate'.

그러나 10배 희석의 경우 vidarabine의 처리농도가 0에서 50mg/L로 증가할 경우 ELISA 수치는 현저히 감소하는 현상을 나타냈다. 그러나 50~100mg/L 범위 내에서는 별차이가 없었으며 100mg/L에서 150 mg/L로 농도를 증가시켰을 경우 ELISA치는 다시 감소하였다. 따라서 ELISA 수치로 본다면 바이러스 억제효과는 10배 희석의 경우 150mg/L가 가장 효과적인 것으로 생각되었으나 배양 후 생존율의 저하, 원피체 형성의 억제 등을 고려한다면 100mg/L 농도가 적당할 것으로 생각되었다. 이러한 이유는 100

배에서 10,000배 희석에서 처리농도간 ELISA 수치에 큰 차이를 나타내지 않으므로 유의성이 없다고 판단되기 때문이다.

한편 전<sup>7)</sup>은 심비디움 정단배양시 ribavirin 50~100ppm 처리구에서는 바이러스 입자가 관찰되지 않아 바이러스 제거효과가 있다고 하여 본 실험과는 차이가 있었는데 이는 전자현미경적 관찰과 ELISA 검정법간의 방법적 차이 때문이라 생각된다. 또한 박 등<sup>20)</sup>은 감자 조직배양시 항바이러스제인 ribavirin, ACV, AZT를 배지에 첨가시켜 본 결과 ribavirin이 가장 효과적이었으며 적정농도는 29ppm이라고 하였다. 그러나 항바이러스제의 단 한번만의 처리로는 바이러스 감염을 완전히 퇴치할 수 없으므로 계대배양을 통해 지속적으로 처리해주어야 하며 품종에 따라 바이러스가 완전히 퇴치되는 기간이 다르므로 품종에 따른 처리기간이 설정되어야 한다고 했다.

본 실험 결과 vidarabine 고농도에서도 ELISA 검정으로 극미량의 바이러스 특히 ORSV가 존재하고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서, PCR 검정법이나 전자현미경적 관찰 등 검정방법을 달리했을 때 바이러스의 존재 여부와 농도는 차이가 날 수 있다는 것을 알 수 있다. vidarabine 고농도 처리에서 얻어진 식물체내에 존재하는 극미량의 바이러스라 할지라도 바이러스가 증식하기에 유리한 환경이 되면 병징이 나타날 수 있는 잠재적 소질은 항상 지니고 있다고 보아야 할 것이다. 따라서 좀 더 체계적인 방법을 동원하여 식물체내에 존재하고 있는 극미량의 바이러스도 제거할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

한편 vidarabine 처리농도별로 얻어진 식물체를 난재배온실에서 1년간 재배해 본 결과(그림 10) 대조구 보다는 150mg/L 처리구에서 얻은 식물체가 지상부 및 지하부의 생장이 양호하였으며 초세가 강건하였다. 그러나 50mg/L 처리구는 대조구와 비교했을 때 큰 성장차이를 나타내지 않았다.



Fig. 10. Effect of vidarabine concentration on growth of *Cym. Golden Gate'* derived from shoot tip culture of virus infected plants after 1.5 years cultivation in greenhouse.

Table 13. Virus detection by Latex agglutination test in in vitro plantlets of commercial plant tissue culture laboratories.

Species or Cultivars	Virus <sup>2</sup>			
	ORSV		CyMV	
	×10	×100	×10	×100
<i>Cym. forrestii</i> `Chige'	++		+-	-
<i>Cym. forrestii</i> `Whanguwhajung'	++		+-	-
<i>Cym. formosanum</i> `Saranbaekwha'	++		+-	-
<i>Cym. sinense</i> × (Tropical <i>Cym.</i> × <i>Cym. sinense</i> )	++	+	+-	-
<i>Cym.</i> `Oriental King'	++		+	-
<i>Cym.</i> `Ayako danaka'	++	++	+	-
<i>Cym.</i> `Sundust'	++	++	+	-
<i>Phalaenopsis</i> `unnamed'	++	++	+-	-
<i>Aerides japonicum</i>	++		+-	-
<i>Neofinetia falcata</i>	++		+-	-
<i>Bletilla striata</i>	++	+	+-	-

<sup>2</sup>+ : Virus detected, - : not detected,  
+- : not clear but there is possibility of virus infection

### 3. 국내 조직배양실에서 배양중인 난의 바이러스검정

이상의 결과로 보아 국내 조직배양업체에서 배양중인 대부분의 난은 ORSV에 감염되어 있으며(표 13) 조직배양자에 대한 체계적인 조직배양기술 교육이 필요하다고 생각된다. 특히 소엽풍난은 ORSV가 내재되어 있으나 재배농장에서 시각적으로 감염이 관찰된 경우는 없다.

### 4. 재배농가의 바이러스 피해 및 인식도 조사

전체 설문조사 대상자 중 바이러스의 심각성과 피해정도에 관해서 응답해온 결과를 %로 나타내면 다음과 같다.

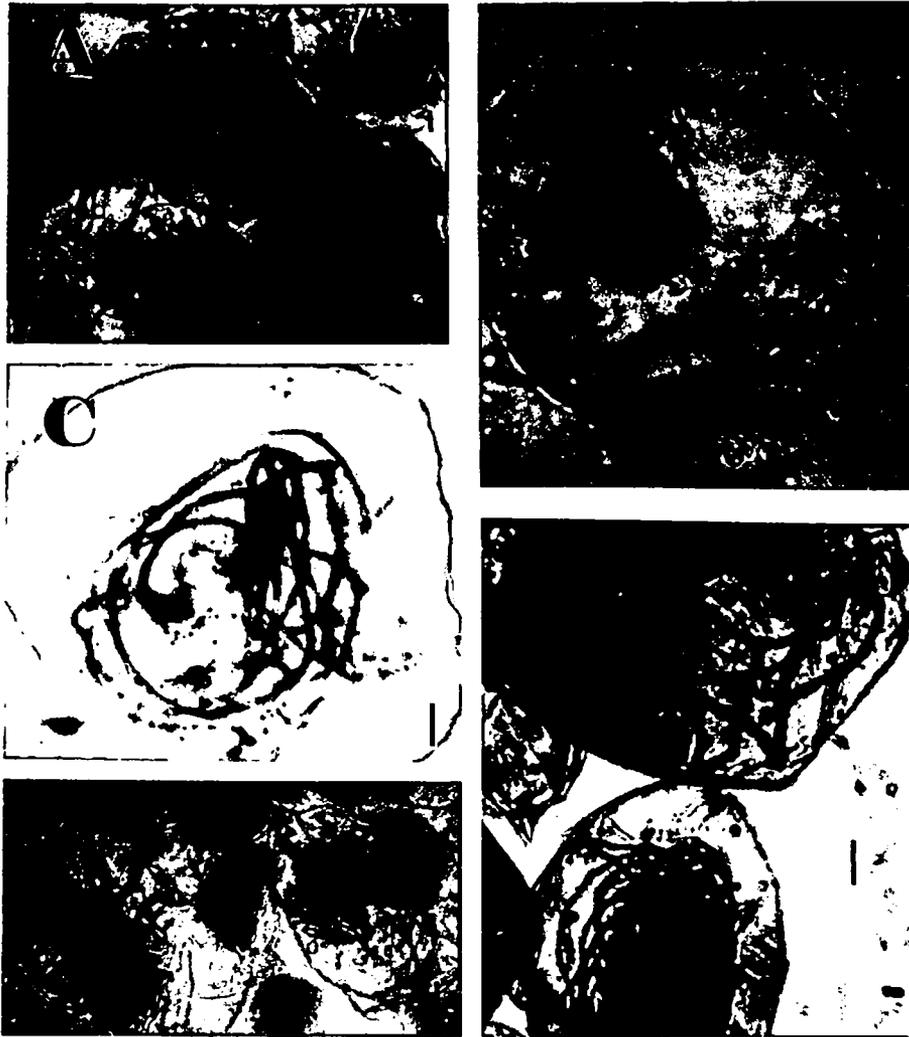
- ① 바이러스의 감염을 심각하게 생각하고 있다.→97%
- ② 바이러스 감염주는 폐기 처분한다.→95%
- ③ 재배와 개화에 별지장이 없다.→28%
- ④ 판매에 별지장을 받지 않는다.→28%
- ⑤ 감염주라해도 계속 재배한다.→33%

로 나타났는데 실제로 농장을 방문해 보면 폐기처분한다(95%)는 응답자에서 심한 증상을 나타내지 않는 경우에는 거의 재배를 하고 있는 실정이고, 특히 동양란 재배농가에서 바이러스 이병주를 계속 재배하고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 경험이 많은 재배가들은 바이러스 이병주를 단독 비닐하우스에 분리하여 재배하여 개화시 저렴한 가격으로 판매하고 있었다. 재배를 잘한 양란 심비디움 농장의 경우 전체 재배분수 가운데 20~30%가 바이러스 감염으로 인하여 상품화 시키지 못한다고 하였는데 바이러스 이병주는 주로 비정상적 생육현상을 나타내거나 기형화가 발생하며 화경이 짧고 화수가 감소한다. 바이러스감염 원인에 대한 설문조사로써 ① 바이러스 감염은 묘종 구입시 문제가 있다고 생각한다.→95%(이 질문에는 조직배양묘를 생산하는 다수의 농가에서도 긍정적으로 답변하였음)

② 재배과정중 바이러스가 감염되었다.→76% ③ 바이러스 무병주 확인을 증명하는 묘가 생산된다면 가격이 비싸더라도 구입할 의사가 있다.→95% ④ 묘당 가격차이는 얼마 정도이면 적당하다고 생각하십니까? 라는 질문에는 80%이상이 200원 정도라고 답하였다. 이상의 결과로 봐서 현재 난 재배농가는 바이러스 피해 증상을 심각하게 생각하고 있으며 무병주에 관한 욕구도 매우 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 국내 조직배양업체는 이러한 재배농가의 욕구를 파악하여 바이러스 무병검정 확인 묘를 가격이 다소 비싸더라도 생산하여 공급하는 체계를 빨리 갖추어야 할 것으로 생각된다.

## <실험 2> 난과 식물에서 난균근균 (orchid mycorrhizal fungi) 분리

**뿌리관찰** : 채집된 춘란과 온실에서 얻어진 한란 혹은 중국보세는 각각 균분리와 뿌리를 잘라서 염색하였다. 실험에 사용한 대부분 난의 뿌리 세포에서 균이 침투한 것을 관찰할 수 있었다. 침투한 균사들은 꼬이고 얽혀서 하나의 균구(peloton)가 형성되어 있었다. 광학현미경하에서 관찰되는 균구는 몇 가지 면에서 다양성을 나타내었다. 균구를 형성하는 균사의 직경이 다양하였으며 균사들이 꼬여 있는 형태 및 균구의 생성과 분해의 단계가 다양하게 관찰되었다(Fig. 1). 균구를 형성하는 균사의 직경은 남원에서 채집한 보춘화 뿌리의 경우 직경이 평균 7~8 $\mu\text{m}$ 이고 최대 10 $\mu\text{m}$ 에까지 이르는 굵은 균사의 균구가 주류를 이루었다(Fig. 1AB). 그 외 대부분 다른 지역의 난에는 2~3 $\mu\text{m}$  직경의 가느다란 균사들이 균구를 형성하고 있었다(Fig. 1C). 그외 재배된 제주한란의 경우도 가는 균사로 형성된 균구가 발견되었으며(Fig. 1D), 균구 균사의 두께는 충남 청량에서 채집한 춘란의 균구의 균사와 비



**Fig. 1.** Various peletons in the root cells of *Cymbidium* species; A 128, B 320 the dark hyphae of peleton in the root cells of *Cym goeringii* collected from Nam-Won, Jeon Puk; Seo-San, C 128 the thin hyphae of peleton of *Cym goeringii* collected from Cheong-Nyang, Chong Nam, D 320 the thin hyphae of peleton of *Cym kanran* cultivated, E 128 digestive peletons in the root cells of *Cym goeringii* collected from Ko-Chang, Jeon Puk (the bar indicated 10  $\mu$ m in length).

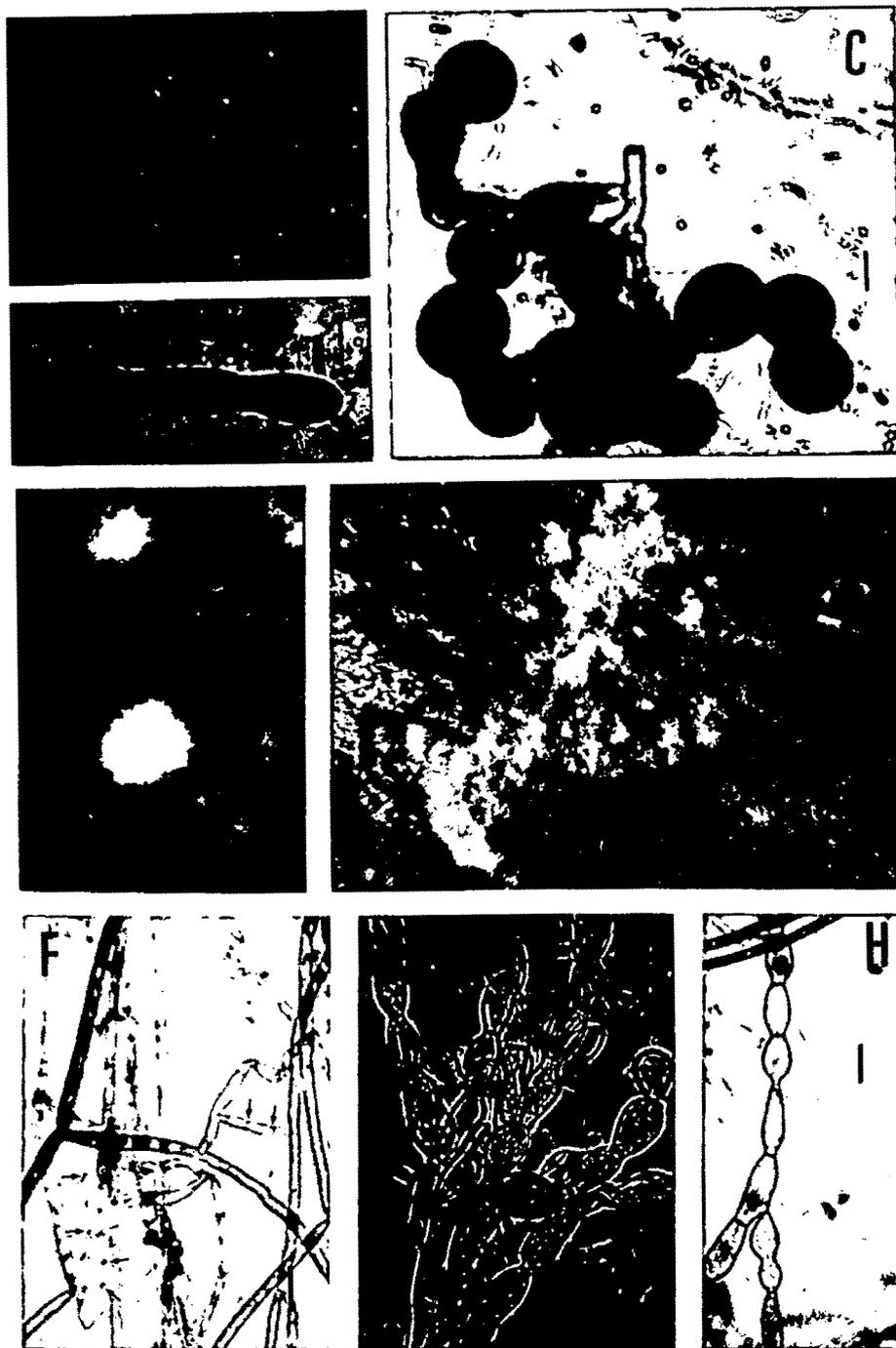
숫하였다. 한종류의 난 세포들에는 생성과 분해의 다양한 단계에 있는 균구들이 있었다(Fig. 1E). 침입된 균사의 양이 적고, 실같이 늘어져 있거나 혈렁하게 얽혀 있는 상태는 균사 침입의 초기 단계라고 생각되었다. 침입이 진행되면서 균사의 양이 많아져서 뻥뻥하고, 심하게 얽히고 꼬여 있다가 결국에는 심하게 압착되어 공같은 상태가 되었다. 그러다가 균구가 소화(digestion) 단계가 되면 균사의 형태를 구별할 수 없는 구형의 덩어리만이 관찰되었다(Fig. 1E). 여기서 사진화하지 않는 관찰에서는 균구의 균사들이 꼬이고 얽혀 있는 정도를 보면 남원의 춘란의 경우는 굵은 균사들이 꼬이거나 얽히지 않아서 핵과 격벽, 분지 구조까지 관찰할 수 있었다. 반면에 강진, 청양의 춘란은 광명난연구소에서 수집한 제주한란에서는 균사들이 실같이 늘어져 있었다. 광명난연구소에서 수집한 제주한란에서는 균사들이 서로 혈렁하게 꼬이고 얽혀 있는 상태부터 그것이 더 진행되어 공처럼 압착되어 있는 상태까지 다양하게 관찰되었다. 이러한 관찰 결과는 우리나라에 자생하는 난뿌리에서는 다양한 공생균들이 침투되어져 있음을 파악하였다.

**공생균의 동정** : 앞에서 나온 결과에서 다양한 균구가 있는 난뿌리에서 균사를 분리하였다. 분리된 균들은 다양한 균사와 분생자를 형성하고 있으며, 여러 가지의 식물병원균도 분리되었다. 그 중에서 포자와 분생자를 생산하지 않는 균사를 재 배양하여 균동정용 배지인 OA, 2% WA, CMA, CLA에 배양하여 균사를 확인하였다. 여기서 나타난 많은 분리 균사 중에서 공생균으로 인정되는 분리균(P1, P2, 및 P3)에 대한 것을 직접적으로 동정하였다. 또한, 분리되고 동정된 세 개의 균

사는 난과 공생여부를 파악하기 위하여 다른 실험을 하였다.

*Rhizoctonia repens* Sneh, Burpee & Ogoshi. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. p. 39; Currah, Sigler & Hambleton. 1987. Can. J. Bot. 65:2473; *Epulorhiza repens* Moore, 1987. Mycotaxon 29:91. (Teleomorph : *Tulasnella calospora*)

종기재: PDA 평판 배지에서 균총은 크림색을 나타내었다(Fig. 2A). 성장 속도는 매우 느려서 25℃, PDA 평판 배지에서 10일 동안에 균총의 지름이 4.4cm 정도 (0.18mm/hr) 되었다. OA 평판 배지에서는 좀 더 빨리 자라 10일 동안에 7.5cm 정도 (0.31mm/hr) 자랐다. 성장 단계에서 어떤 생식 포자의 형성도 PDA, OA배지에서 관찰되지 않았다. 성장하는 균총의 가장자리 균사는 대부분 배지에 잠겨서(submerged) 자랐고, 크림색 내지는 투명하여 색깔을 나타내지 않았다. aerial mycelium 과 균핵(sclerotium)은 관찰되지 않았다 (Fig. 2A). 영양체 균사(vegetative hyphae)는 격벽이 있으며 투명하고, 분지점에서 약간 수축되는 것도 있었다. 균사(main hyphae)의 직경은 L-6 은 2.5 - 3.5 $\mu$ m, J-7 은 더 굵어서 5 $\mu$ m에 이르는 것도 있었으며 비비꼬인 균사도 있었다. HCl-Giemsa 염색에서 균사 세포의 세포내 핵의 수는 2개로 관찰되었다(Fig. 2B). monilioid cell은 세포벽이 얇고 투명하며 모양은 구형, 타원형이었다. 크기는 (8.5 - 14.5)×(11-20) $\mu$ m였고 분지가 있거나 없는 짧은 사슬을 형성하였다(Fig. 2C).



**Fig. 2.** Two isolates of *Rhizoctonia* species; A 20 colonies on PDA, B 800 the binucleated hyphae observed, C 800 the monolioid cells of *R. repens* identified; D 30 colonies on PDA, E 50 aggregated hyphae on PDA, F 320 binucleated hyphae stained by Giesma solution, G 320 the monolioid cells, and H 320 other monolioid cells of *Rhizoctonia endophytica* var. *endophytica*. The marks of arrow indicated the nucleus on the hyphae (the bar indicated 10  $\mu$ m in length).

수거지 : 서산 (J-7), 고창 (L-6)

표 본 : KNUE D-82

논 의 : Currah, Sigler & Hambleton이 *R. repens* 로 동정한 분리균은 성장 속도가 0.06 mm/hr였다. aerial mycelium도 드물게 형성되었고, 분화되지 않은 작은 균핵이 배지 아래에 흩어져 있다는 점에서 위의 종 기재와 달랐다 (Currah et al., 1987). Bernard (1909)는 이 균의 주요 특징을 균총의 색깔이 크림 빛이 나는 흰색이라는 점, 짧은 사슬의 monilioid cell이 있다는 점을 들었다. 또한 Curtis (1939)는 monilioid cell의 모양에 가장 큰 강조점을 두었기 때문에 aerial mycelium이 없어도 *R. repens* 로 분류하였다 (Currah et al., 1987). 이 분리균은 aerial mycelium과 균핵(sclerotium)은 없었지만, 군사 세포내 핵의 수가 2개이며, 군사의 직경이 2.5 - 3.5  $\mu\text{m}$ 로 *Rhizoctonia* 속내의 다른 종들보다 가늘며, monilioid cell이 구형, 타원형이고 분지가 있거나 없는 짧은 사슬을 형성한다는 점에서 *R. repens* 로 동정하였다. *R. repens* 와 매우 유사한 특징을 나타내는 *R. anaticula*는 monilioid cell이 타원형 내지는 곤봉 모양이고, 인접 세포와 현저하게 가늘고 관 모양인 격벽(길이가 14-18  $\mu\text{m}$ 에 이른다)으로 연결된다는 점에서 다르다. *R. repens*는 *Dactylorhiza purpurella* (Smith, 1966), Alberta 지역의 지생란인 *Platanthera obtusata* (Currah et al., 1987), 오스트레일리아의 *Diuridinae*, *Thelymitrinae*, *Dendrobiinae* (Warcup, 1981)의 뿌리에서 균근을 형성하는 균으로 보고되어 있다.

*Rhizictonia endophytica* var. *endophytica* Sneh, Burpee & Ogoshi.

1991. Identification of *Rhizoctonia* species. p. 39. (Teleomorph : *Ceratobasidium cornigerum*)

종기재: PDA 평판 배지에서 균총은 갈색을 띄었다. 성장 속도는 빨라서 25°C, PDA 평판 배지에서 3-4일 동안에 지름이 8.5cm 인 petri dish 끝까지 자랐다(0.98 mm/hr). Aerial mycelium은 연한 갈색이며 길고 많았다. 처음에는 위로 향해 자라다가 오래되면 가라앉아 모두 배지에 들러붙었다(Fig. 2DE). 균핵의 크기는 지름이 0.5mm 이하의 아주 작은 것부터 7mm에 이르는 것까지 다양했다(Fig. 2FGH). 균핵(sclerotium)의 단면은 속이 차 있었으며 안과 겉의 색깔이 모두 진한 갈색으로 같게 관찰되었다(Fig. 2DE). 배지 속에 잠겨 있기도 했고 반만 잠겨 있거나 또는 표면에도 있었다. 영양체 균사(vegetative hyphae)는 격벽이 있으며, 연한 노랑색 내지는 갈색이고, 분지점에서는 균사가 수축되었다. main hyphae 의 직경은 3.5-6 $\mu$ m이고, HCl-Giemsa 염색에서 균사 세포의 세포내 핵의 수는 2개로 관찰되었다(Fig. 2F). monilioid cell은 세포벽이 얇고, 모양은 타원형, 난형, 가장자리가 둥근 직사각형인 것도 있었다. 크기는 (11-16)×(17-32) $\mu$ m였고 분지가 있거나 또는 없는 사슬을 형성하였다(Fig. 2GH).

수거지 : 무주 (H-6)

표 본 : KNUE D-83

논 의 : *R. endophytica* var. *endophytica*는 세포내 핵의 수가 2개인 Binucleate *Rhizoctonia* 이고, PDA 평판 배지에서 흰색 내지는 갈색

으로 보고되었다(Sneh et al., 1991). 균사의 직경은 3-7 $\mu$ m, 균핵의 직경이 2-10 $\mu$ m의 크기로 보고되었다. monilioid cell의 크기는 (9-12.5)×(18-22) $\mu$ m이다. 이 분리균의 monilioid cell의 크기는 (11-16)×(17-32) $\mu$ m로 기재되어 다소 크지만 그 형태가 *R. endophytica* var. *endophytica*와 동일한 것으로 생각되었다. PDA 평판 배지에서의 색깔, 균사의 직경이 일치하고, 특히 균핵의 크기가 다른 종들보다 현저하게 크다는 점에서도 일치하므로 이 분리균을 *R. endophytica* var. *endophytica*로 동정하였다. *R. endophytica* var. *endophytica*는 anastomosis group AG-A에 포함되는 것으로 알려져 있다(Sneh et al., 1991). AG-A의 분리균들은 병원성 분리균들로 딸기의 뿌리를 썩게 하고(root rot), 사탕무, 해바라기, 토마토, 오이들을 말라죽게 하는(damping off) 원인이 된다고 한다. 또한 땅콩의 꼬투리가 갈색으로 변하는 현상과 감자의 껍질이 딱딱해지는 병에서도 이 그룹의 분리균들이 분리되었다고 보고되어 있다 (Sneh et al., 1991). AG-A 그룹의 분리균 중에는 난과 균근 관계를 형성하는 균이 있다는 연구가 있었지만 *R. endophytica* var. *endophytica*의 난에 대한 공생 능력이 보고된 선행 연구는 아직 없었다.

**균접종 :** 조직배양된 난 묘를 무균상태로 OMA에 심은 후에, 위에서 분리한 균을 접종시켰다. 결과는 Tables 1, 2와 같으며, 식물의 생장은 생체 중량으로 모두 계산하였다. 우선, 한란에 접종시켜 식물의 생장을 표현하였으며, 균접종시킨 식물이 생체중이 좋았다(Table 1). 생체중으로 보았을 때, 대체로 공생균으로 인정되는 균에 따른 한란의 생장은 대조구에 비해 좋은 결과가 나왔다.

Table 1. Growth of *Cymbidium kanran* seedlings artificially inoculated with the three different isolates of symbiotic fungus for two months on the culture booles<sup>a</sup>

Isolates <sup>b</sup>	Growths of Seedlings and Mycorrhizal formations in the roots <sup>c</sup>					
	Leaf length, cm	Number of leaves	Number of Roots	Root length, cm	Fresh weight, gm	Mycorrhizal formations
Control(30) <sup>d</sup>	10.5a	3.0a	3.7a	2.7a	0.45a	-
<i>R. repens</i> (30, P1)	11.6b	3.6b	4.2b	4.8b	0.65b	++
<i>R. endophytica</i> (24, P2)	11.2ab	3.8b	3.5c	2.5a	0.56cd	++
<i>R. repens</i> (30, P3)	11.2ab	3.5b	3.1c	2.9a	0.53d	++
Mean ± SE	11.1 ± 0.2	3.5 ± 0.1	3.6 ± 0.1	3.3 ± 0.1	0.55 ± 0.02	

<sup>a</sup>The nurseries of plantlets was 6 to 7 cm at height when inoculated with the symbiotic fungus. They were cultured on the culture bottles containing the 10% oatmeal agar for two months under the artificial conditions.

<sup>b</sup>The fungal isolates directly cultured form PDA for a week inoculated three days before planting.

<sup>c</sup>The different letters in growth of nurseries indicated the different values at confidence level of 99% LSD. The plus or minus in mycorrhizal formations indicated formations or no formations of peletons in the root cells under microscopic observations after stained.

<sup>d</sup>The numbers of replicates; The six plantlets were dead for two-month incubations during the experimental period, where the isolate of *R. endophytica* inoculated in the plantlet.

여기에서 사용된 배지와 관찰한 기간만 차이점이 있고, 모두가 동일한 방법으로 묘와 균을 처리하였다(Table 2). 이때 나온 결과로 각종 난의 생체중의 증가는 많은 차이가 나타났다. 이러한 결과는 OMA배지에서 이에 대한 난뿌리에 균구형성이 다양한 것으로 보아, 난균근 균이 난식물의 성장에 관여한 것으로 생각된다. 특히 난 식물의 뿌리부분이

Table 2. Growths (fresh weight) of the five commercial orchid plants<sup>a</sup> on the oat meal agar<sup>b</sup> with and without the inoculations of the *Rhizoctonia repens*.

Kinds of Commercial orchid plants	Growth Months on Oat meal agar	Growth (gm) of fresh weight <sup>c</sup>	Growth rate (per month) <sup>d</sup>	Observation of peletons in root <sup>e</sup>
<i>Cymbidium</i> hybrid TOYO				
Inoculated (A)	4	0.22	0.117	+++
Inoculated (B)	4	0.22	0.149	+++
Control (B)	4	0.10	0.066	-
<i>Cymbidium</i> hybrid ONOMORON				
Inoculated (C)	4	0.84	0.262	+++
Control	4	0.32	0.101	-
<i>Bletiola striata</i> (자란)				
Inoculated (C)	2	0.31	0.246	+++
Control (C)	2	0.01	0.012	-
<i>Phalaenopsis</i> unnamed (호접란)				
Inoculated (C)	4	1.85	0.399	+++
Control (C)	4	0.90	0.183	-
<i>Neofinetia falcata</i> (풍난)				
Inoculated (C)	4	0.62	0.140	+++
Control (C)	4	0.30	0.110	-

<sup>a</sup>The five commercial orchid plants obtained from the tissue culture (Laboratory of Dr. Paek's laboratory). The growths of this plants were conducted on the big tissue culture bottle containing 1-2 % oat meal agar and under the conditions of artificial light commonly used in plant Lab.

<sup>b</sup>The oat meal sold for foodstuffs was mixed up with 10 g of agar per liter ; the solutions containing the 5 (A), 10 (B), and 17 (C) gm of oat meal per liter filtered with the gauze were employed for this works

<sup>c</sup>The weight different (gm per plants) were averaged from 15 plants

<sup>d</sup>The growth rate (per month) were measured by growth (gm) of fresh weight divided by the months of cultivation.

<sup>e</sup>The peletons in the root cells observed under 8X16, and 8X32 microscopes and the detail of Fig.2.

많이 성장하여, 난 식물의 성장에 도움을 주는 것으로 생각되며, 인위적인 환경에서도 난균근의 역할이 있는 것으로 판단된다. 식물뿌리 세포 내에서 난균근의 형성은 비교적 균사가 가는 것으로 다른 연구 결과 (Warcup, 1985; Currah, 1987; Currah 등, 1989; Peterson과 Currah, 1990)와는 차이가 있었으나, 세포의 균구의 소화과정을 관찰한 결과 공생균으로 생각되었다.

### **<실험 3> 난 자생지 토양이 조직배양한 춘란과 한란의 성장에 미치는 영향과 난 공생균의 뿌리감염**

조직배양한 2년생 춘란묘를 자생지 흙을 포함한 8종의 배양토에 식재한 다음 16개월 후 지상부 및 지하부의 성장 정도를 조사한 결과는 표 2와 같다. 엽장을 보면 부엽토에서 30cm로 가장 양호하였고, 경석이나 마사토의 경우 21~23cm로 불량하였다. 이러한 현상은 식물체당 엽수 및 엽면적에서도 비슷한 경향이였다. 그러나 구형성수를 보면 경석이나 소나무 바트, 부엽토에서 4.7~4.8개로 타 배양토에 비해 양호하였으며 자생지 흙에서도 4.2개로 버미큘라이트나 피이트 모스, 수태에 식재했을 경우보다 양호하였다.

낙엽율을 보면 마사토가 31%로 가장 높았고 자생지 흙이나 경석이 9%와 4%로 낮았다. 식물체의 고사율은 마사토에서 40%, 수태에서 20% 였으며 그밖의 배양토에서는 100%의 생존율을 나타냈다.

그러나 뿌리의 성장 정도를 보면 배양토별 지상부의 성장 정도와는 약간의 차이가 있었는데 뿌리형성수는 소나무 껍질이나 자생지 흙 혹은 부엽토에서 양호하였고, 수태나 마사토는 13개 정도로 불량하였으며 피

Table 2. The growth of *Cymbidium goeringii* on the various culture media for sixteen months under the conditions of green house.

Media	Shoot Growth						
	Leaf length (cm)	Number of leaves	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Number of bulbs	Number of old bulbs	Death rate of leaves(%)	Survival rate (%)
Pumice	21	4.7	19.6	4.7	1.8	4	100
Sphagnum moss	28	5.8	21.8	3.5	0.5	19	80
Pine barks	29	5.7	25.3	4.8	2.0	-	100
Silt soils	23	4.3	19.2	3.7	0.3	31	60
Leaf mold soil	30	5.8	23.0	4.7	1.2	15	100
Habitat soils	25	5.5	20.8	4.2	1.6	9	100
Vermiculatae(1) + Perlite(2)	28	5.5	23.4	3.3	1.2	20	100
Peat moss(1) + Perlite(2)	24	4.5	21.8	3.3	0	20	100

Media	Root Growth			Plants		Orchid mycorrhizae <sup>z</sup>
	Number of roots	Root length (cm)	Root weight(g)	Fresh weight (g)	Dry weight(g)	
Pumice	19.5	20.9	10.2	18.0	4.6	+
Spagnum Moss	13.5	16.6	8.7	19.6	5.7	-
Pine barks	27.2	24.7	19.1	36.6	8.4	+++
Silt soils	13.0	16.2	9.9	19.2	4.9	-
Leaf mold soil	20.0	17.7	15.5	30.4	6.3	+
Habitat soil	24.3	21.1	14.4	30.6	7.0	+++
Vermiculatae(1) + Perlite(2)	17.0	22.7	7.0	14.3	3.8	-
Peat moss(1) + Perlite(2)	6.8	10.0	8.0	20.1	5.5	-

<sup>z</sup>The observations of the root cells: - not infected with any fungi in the roots, + few cells having a peleton observed in the root cells, and +++ much cells having a peleton observed in the root cells of plants after 16 months cultivations.

이트모스와 퍼얼라이트 혼용토에서 6.8개로 가장 불량하였다. 이러한 경향은 뿌리의 성장 정도에서도 유사한 경향이였다. 전체 뿌리 무게를 보면 소나무 껍질, 자생지 흙 및 부엽토에서 양호하였고 수태, 마사토, 버미큘라이트와 퍼얼라이트 혼합토에서는 10g 이하로 불량하였다. 식물체의 생체중과 건물중 모두 생장이 양호했던 소나무 바크, 자생지 흙 및 부엽토에서 양호하였고 경석이나 마사토, 버미큘라이트와 퍼얼라이트 혼용토에서는 불량하였다. 한편 16개월 후 뿌리에 난균근의 공생여부를 조사해 본 결과 소나무바크와 자생지 흙에서는 세포내 많은 난균근이 관찰되었었으며, 경석과 부엽토에서도 일부 뿌리 세포에서 난균근의 공생을 관찰할 수 있었다.

이상의 결과로 보아 동양란 재배시 일반화 되어 있는 경석이나 마사토 혹은 수태에 식재하는 것보다 소나무 바크나 자생지 흙 및 부엽토에 식재하는 것이 춘란의 성장을 촉진할 수 있는 방법이라 생각되었으며 식재값을 비교할 때 생산비를 낮출 수 있는 방법이라 생각되었다. 한편 배양 16개월 후 뿌리에 난균근의 감염여부를 조사해 본 결과 소나무 바크나 자생지 토양에서는 많은 난균근이 뿌리세포내 감염되어 있다는 사실을 관찰할 수 있었는데 이러한 난균근의 감염이 춘란의 성장을 촉진한 결과로 생각되며 이를 확인하기 위해서는 지속적인 실험이 필요하다고 생각되었다. 따라서 춘란재배시 왕성한 성장 촉진을 위해서 뿌리의 통기성을 강조한 지금까지의 재배관행은 본 실험 결과 재고되어야 할 필요성이 있으며 통기성이 나쁜 자생지 토양에서도 충분한 생장이 가능하다는 것과 값이 싼 소나무 바크에서도 춘란재배가 용이하다는 것을 알 수 있었다.

표 3은 배양토 별로 재배한 춘란의 무기물을 분석한 결과인데 전체적으로 보아 식물의 성장정도와 체내 무기물 함량간에는 약간의 차이가 있었다. 질소의 경우를 보면 지상부는 경석, 부엽토, 피이트모스와 퍼얼라이트 혼합토, 소나무 껍질 순으로 함량이 높았으나 뿌리는 자생지토양이나 피이트모스와 퍼얼라이트 혼합토, 부엽토 등 비교적 토양입자가 치밀하여 통기성이나 배수성이 낮은 배양토에서 높았고 소나무 바크, 마사토, 경석 등 통기성이 높은 배양토에서 낮았다. 인산의 함량은 생장이 양호하였던 소나무 바크, 부엽토, 자생지 토양에서 높았다. 그러나 생장이 불량하였던 피이트모스와 퍼얼라이트 혼용토에서도 매우 높게 나타났는데 이에 대해서는 원인 분석이 필요할 것으로 생각된다. 특히, 질소와 인산의 경우 난균근이 감염된 것으로 관찰된 소나무 바크, 자생지 토양, 부엽토에서 지상부나 지하부 일부에서 함량이 높게 나타난 것은 난균근의 감염에 의한 것인지 확실하지는 않으나 앞으로 계속 검토해 볼만한 충분한 가치가 있다고 판단된다.

칼리의 함량을 보면 배수가 양호하여 수분 스트레스를 받을 수 있는 경석, 수태, 마사토에서 재배한 춘란이 타 배양토에서 재배한 것보다 높게 나타났으며 뿌리에서 동일한 경향이나 버미큘라이트, 피이트못, 퍼얼라이트 등을 혼합한 식재에서 칼리함량이 다소 높았다.

마그네슘 함량은 배양토별 큰 차이를 나타내지 않았으나 생장이 양호했던 소나무 바크나 자생지 토양, 부엽토에서 다소 낮았다. 지상부대 지하부의 비율을 보면 배수와 통기성이 양호한 토양에서는 전반적으로 뿌리의 생장이, 자생지 토양이나 인조용토를 혼합한 식재에서는 지상부의 생장이 양호함을 알 수 있었다. 춘란 실험결과를 토대로 난의 성장

Table 3. Mineral analyses of the shoot and root parts of *Cymbidium goeringii* cultivated on various culture media for 16 months under the conditions of green houses

Media	Minerals (%) of shoot (S) and root (R) parts per plant										Plant dry weight (g)	
	N		P		K		Ca		Mg		Shoot	Root
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root		
Pumice	1.57	0.57	0.27	0.15	1.94	1.69	1.10	0.57	0.32	0.47	1.99	2.61
Sphagnum moss	0.64	0.26	0.49	0.50	2.15	2.97	1.43	0.91	0.26	0.40	3.17	2.53
Pine barks	1.05	0.13	0.33	0.24	1.46	1.69	0.98	0.88	0.17	0.44	4.02	4.38
Silt soils	0.68	0.38	0.40	0.26	2.71	2.51	0.48	0.12	0.38	0.78	2.37	2.53
Leaf mold soil	1.25	0.73	0.37	0.34	1.34	1.08	0.71	0.68	0.20	0.48	3.09	3.21
Habitat soils	0.79	1.40	0.31	0.18	1.03	0.79	0.73	0.66	0.13	0.46	3.71	3.29
Vermiculitae(1) + Perlite(2)	1.01	0.93	0.37	0.20	1.67	2.02	0.83	0.94	0.26	1.10	1.94	1.86
Peat moss(1) + Perlite(2)	1.13	1.40	0.55	0.55	1.54	2.14	0.76	0.36	0.28	0.64	3.28	2.19
	Minerals (mg) accumulated in the plant shoot and root parts per plant <sup>a</sup>										Shoot/Root	
Pumice	31.2	14.9	5.4	3.9	38.6	44.1	21.9	14.9	6.4	12.3	0.76	
Sphagnum moss	8.5	11.4	6.5	21.9	28.4	130.1	18.9	39.9	3.4	17.5	1.25	
Pine barks	42.2	5.7	13.3	10.5	58.7	74.0	39.4	38.5	6.8	19.3	0.92	
Silt soil	16.1	9.1	9.5	6.6	64.2	63.5	11.4	3.0	9.0	19.7	0.94	
Leaf mold soil	38.6	23.4	11.4	10.9	41.4	34.7	21.9	21.8	6.2	15.4	0.96	
habitat soils	28.2	46.1	11.5	5.9	38.2	26.0	27.1	21.7	4.8	15.1	1.13	
Vermiculitae(1) + Perlite(2)	19.6	17.3	7.2	3.7	32.4	37.6	16.1	17.5	5.0	20.5	1.04	
Peat moss(1) + Perlite(2)	37.4	30.7	18.2	12.1	51.0	46.9	25.2	7.9	9.3	14.0	1.50	

<sup>a</sup>The minerals (mg) accumulated in the plants were calculated by the above data multiplied by the the dry weight of plant parts measured.

시 균근의 역할을 좀 더 세밀히 파악하고자 여러 춘란의 자생지에서 채취한 토양을 멸균한 것과 비멸균한 것으로 구분하여 실험한 결과는 표 4와 같다.

충남 서산의 춘란자생지에서 채취한 흙 및 부엽토를 멸균 및 비멸균한 것으로 구분하여 재식해 본 결과엽장은 비멸균한 토양이나 부엽토가 멸균한 것에 비해 양호하였으며 엽면적도 증가하였다. 그러나 엽수에 있어서는 처리간 차이를 나타내지 않았다. 구형성수에 있어서는 비멸균 토양의 경우 3개이나 멸균토양에서는 1개로 유의성이 인정되었으며 부엽토에서는 멸균 여부에 관계없이 2개로 유의성이 인정되지 않았다.

생존율을 보면 멸균할 토양보다는 비멸균 토양에서 다소 높았다. 이러한 경향은 안면도에서 채취한 토양에서도 비슷한 경향으로 자생지 토양의 경우 병원균의 오염을 염려하여 멸균하는 것보다 비멸균하는 것이 난의 생장에 오히려 촉진적으로 작용하였다. 또한 표토 5cm 이하의 흙보다 부엽이 포함된 표토 5cm 이내의 흙을 혼합하여 만든 부엽토가 난의 생장에 효과적임을 알 수 있었다.

뿌리의 성장정도를 보면 지상부의 경우와 유사한 경향을 나타냈는데 자생지의 위치에 관계없이 멸균처리구보다는 비 멸균처리한 토양이나 부엽토에서 뿌리수 및 뿌리 생장이 증가하였고, 생체중 및 건물중도 증가하는 경향이었다. 그러나 부엽토의 경우에는 토양과는 달리 멸균 및 비멸균 처리구 간에 큰 차이는 나타내지 않았다. 재배 16개월 후 뿌리에 난균근의 감염 여부를 조사해 본 결과 멸균한 토양이나 부엽토에서는 균근이 전혀 관찰되지 않았고 비멸균 처리구에서는 뿌리 세포내 상

Table 4. The growth of *Cymbidium kanran* on the different culture media for sixteen months under the conditions of green house.

Media	Shoot growth						
	Leaf length (cm)	Number of leaves	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Number of bulbs	Death rate of leaves (%)	Survival rate (%)	
The soils collected from the Korean native orchid inhabiting soils in Seo-San, Chung-Nam.							
Soil	18.3a <sup>z</sup>	3.0	15.4a	3.1a	0	100	
Sterilized	13.1b	3.3	11.1c	1.6d	0	82	
Leaf mold soil	18.6a	3.0	15.5a	2.4abod	4	96	
Sterilized	15.4ab	2.9	12.0bc	2.5abod	5	95	
The soils collected from the Korean native orchid inhabiting soils in An-Myeon Island, Chung-Nam.							
Soil	18.9a	2.9	16.4a	3.1a	7	94	
Sterilized	16.2a	2.9	14.2ab	2.0cd	14	66	
Leaf mold soil	18.4a	3.0	15.7a	2.9ab	0	100	
Sterilized	18.5a	2.9	14.8a	2.1bcd	0	100	
Media	Root growth			Plants			
	Number	Length (cm)	Root weight (g)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Shoot /Root	ycorrhizae <sup>a</sup>
The soils collected from the Korean native orchid inhabiting soils in Seo-San, Chung-Nam.							
Soil	6.7ab	15.1abc	0.7c	2.7bc	0.9ab	2.9	+++
Sterilized	4.7b	8.5d	0.6c	1.7c	0.5b	1.8	-
Leaf mold soil	7.2ab	16.0a	1.3abc	2.7bc	0.8ab	1.1	+++
Sterilized	5.5ab	11.9bcd	2.4a	5.7a	0.6b	1.4	-
The soils collected from the Korean native orchid inhabiting soils in An-Myeon Island, Chung-Nam.							
Soil	8.4a	12.7abc	1.3abc	4.6ab	1.0ab	2.6	+++
Sterilized	5.0ab	11.5bcd	1.0bc	3.4abc	1.0ab	2.4	-
Leaf mold soil	8.6a	15.5ab	1.5abc	4.3ab	0.9ab	1.9	+++
Sterilized	6.0ab	11.3cd	2.2ab	5.0ab	1.2a	1.3	-

<sup>a</sup>The observations of the root cells: - not infected with any fungi in the roots, + few cells having a peleton observed in the root cells, and +++ much cells having a peleton observed in the root cells of this plants after 16 months's cultivations

<sup>z</sup>Means within a column followed by the same letter are not significantly different at  $P \leq 0.05$  using Duncan multiple range test.

당히 많은 균구가 관찰되어 난과 공생관계를 이루고 있음을 확인 할 수 있었다. 따라서 앞의 춘란을 이용한 실험에서와 같이 난의 성장에는 여러 가지 요인이 관여할 수 있으나 균근이 감염되어 공생관계를 형성하면 동일한 배양토내에서도 지상부 및 지하부의 성장을 촉진시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 앞으로 생장이 매우 느리고 조직배양 후 토양활착율이 낮은 동양란의 재배에 응용될 수 있는 근거를 제시한 결과로 균근의 배양과 접종을 통한 새로운 동양란 재배법이 요망된다고 할 수 있다.

이들 배양토에 재배한 한란의 무기물 함량을 보면 표 5와 같다. 질소 함량을 보면 춘란에서와 마찬가지로 처리간 지상부의 함량에는 큰 차이가 없이 오히려 멸균한 부엽토에서 0.98%로 가장 높았고 자생지 흙에서는 0.51%로 낮았으나 뿌리에서는 공히 난 균근의 감염이 관찰된 비멸균 토양에서 1.99%와 0.87%로 멸균 처리구보다 현저히 높았다. 이러한 결과는 난 균근의 감염으로 인하여 뿌리내 질소고정율을 증가시켜 지상부 성장에 따른 무기 영양 공급원으로 난 균근이 중요한 작용을 한다는 것을 추측할 수 있으며 이에 관한 세밀한 실험연구가 필요하다고 생각된다. 인산의 경우 지상부에서는 처리간 차이를 보이지 않으나 뿌리에서는 비멸균 처리구에서 다소 높았다. 칼리, 칼슘 및 마그네슘 함량에 있어서는 식물체 부위별 멸균과 비멸균 처리간에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 이상의 결과를 종합하여 보면 비멸균한 토양에서 지상부 및 지하부의 생장이 촉진되었는데 이는 자생지 토양에 존재하고 있던 난 균근이 조직배양한 한란묘의 뿌리에 감염이 되어 성장을 촉진시킨 결과로 생각된다. 또한 무기물 분석결과 감염된 난 균근은 뿌리의

Table 5. Mineneral content of *Cymbidium kanran* cultured on the nonsterilized and/or sterilized orchid habitat soil and leaf mold soil after 16 months culture.

Media	Minerals (%) of the plant shoot and root parts per plant										Plant dry weight (g)	
	N		P		K		Ca		Mg		Shoot	Root
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root		
Soil	0.51	1.99	0.37	0.42	0.96	0.95	0.87	0.30	0.25	0.54	0.67	0.23
Sterilized	0.75	0.23	0.39	0.34	0.90	0.84	0.68	0.07	0.21	0.45	0.32	0.18
Leaf mold soil	0.74	0.87	0.37	0.39	0.70	0.78	0.70	0.53	0.15	1.00	0.41	0.39
Sterilized	0.98	0.31	0.36	0.38	1.05	0.80	0.91	0.22	0.26	0.91	0.35	0.25
	Minerals, (mg) accumulated in the parts of shoots and roots <sup>a</sup>										Shoot /Root	
Soil	3.43	4.58	2.48	0.97	6.43	2.19	5.83	0.69	1.68	1.24	2.9	
Sterilized	2.40	0.41	1.25	0.61	2.88	1.52	2.18	0.13	0.67	0.81	1.8	
Leaf mold soil	3.03	3.39	1.52	1.52	2.87	3.04	2.87	2.07	0.62	3.90	1.1	
Sterilized	3.43	0.78	1.26	0.95	3.68	2.00	3.19	0.55	0.91	2.28	1.4	

<sup>a</sup>The minerals (mg) accumulated in the plants were calculated by the above data multiplied by the the dry weight of plant parts measured.

Table 6. Microscopic observations of the roots of the three different orchid plants grown in the the four different soils collected from the Korea native orchid inhabiting areas.

Soils	Cultivation weeks after the orchid plants planted in the four different soils <sup>a</sup>							
	8		12		16		28	
	A <sup>b</sup>	B <sup>b</sup>	A	B	A	B	A	B
Kang-Jin in Jeon-Nam								
<i>Cymbidium goeringii</i> <sup>c</sup>	-	-	+, ▽	▽	++	▽	DP	▽
<i>Neofinetia falcata</i>	-	-	+	▽	++, DP	▽	DP	-
<i>Cymbidium kanran</i>	-	-	-	▽	++	+	++	++, DP
Ko-Chang in Jeon-Puk								
<i>Cymbidium goeringii</i>	-	-	+	-	++, DP	-	DP	+
<i>Neofinetia falcata</i>	-	-	+, ▽	▽	++	▽	DP	-
<i>Cymbidium kanran</i>	-	-	▽	-	+	-	+, DP	-
Nam-Won in Jeon-Puk								
<i>Cymbidium goeringii</i>	-	-	+	-	++	-	++, DP	-
<i>Neofinetia falcata</i>	-	-	▽	-	++	-	++, DP	-
<i>Cymbidium kanran</i>	-	-	▽	-	-	-	-	-
Seo-San in Chung-Nam								
<i>Cymbidium goeringii</i>	-	+	+	+	++	++	+, DP	+, DP
<i>Neofinetia falcata</i>	▽	-	+, ▽	-	++	-	+, DP	-
<i>Cymbidium kanran</i>	-	-	-	-	+	-	-	-

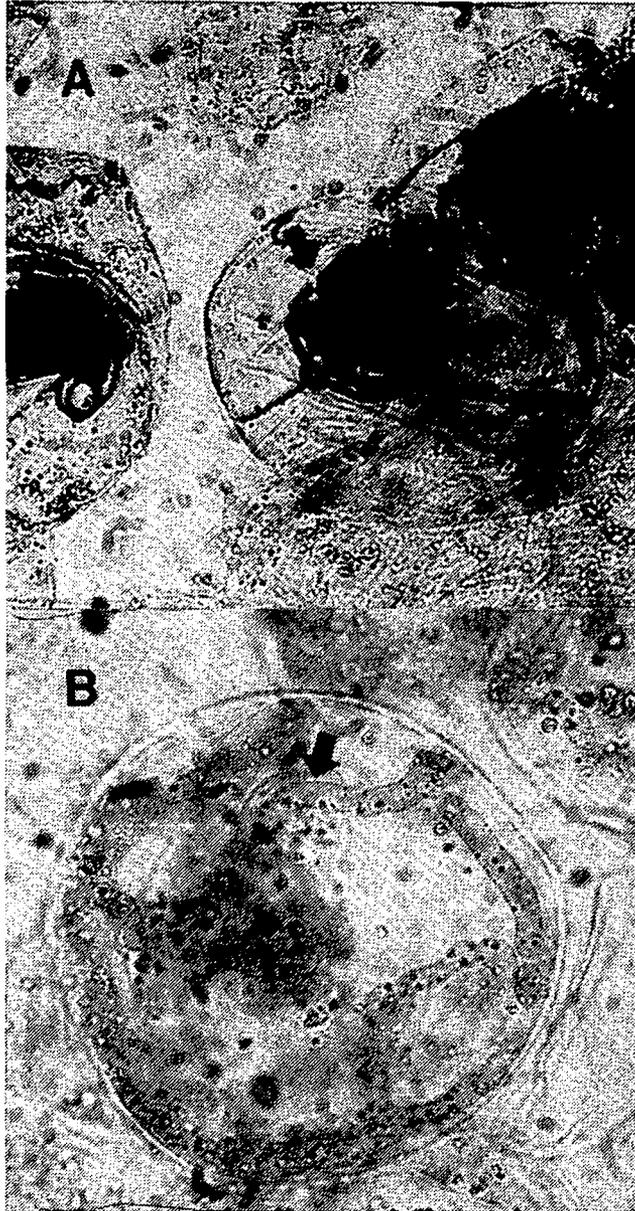
<sup>a</sup>The observations of the root cells: - not infected with any fungi in the roots, + few cells having a peleton observed in the root cells, ++ much cells having a peleton observed in the root cells, ∇ fungal infections observed but not the cells having a peletons in the roots, and DP the cells having the digestive peletons observed in the roots.

<sup>b</sup>The soils (A) and (B) indicated the treatment of soil sterilized at 126 °C for a hour after packing 1 Kg of the soils by the heavy plastics.

밀한 연구가 요구된다고 할 수 있다.

상기 실험에서 얻어진 결과를 토대로 4곳의 춘란자생지 토양을 채취하여 조직배양한 한란, 춘란, 풍란을 재식한 다음 주기적으로 난 균근의 감염여부를 조사해 본 결과는 표 6과 같다.

우선, 멸균이나 비멸균 토양에서 8주 재배한 어떤 난 뿌리에서도 균구(peleton)의 침입이 관찰되지 않았다. 12주째 재배에서는 채취된 토양에 따라서 약간씩 다른 형태의 균구가 발견되었다. 우선, 대부분의 자생지 토양에서는 춘란 뿌리에 균구 형성이 관찰되었으나, 한란 뿌리에서는 균구의 형성이 관찰되지 않은 토양도 있었다. 뿌리염색 후에 현미경 관찰에서 다른 종류의 균이 식물뿌리 속에 침투되는 것이 관찰되었다. 서산과 강진 토양은 난 균근 형성에서 균구 관찰에서 동일한 면이 관찰되나, 식물의 종류에 따라서는 그 시기가 다르게 나타났다. 남원과 고창의 자생지의 토양은 식물의 종류에 따른 차이점이 관찰되었고, 한란에 대한 난공생 관계가 구분되었다. 즉, 한란에 대한 난 균근 형성과 균구의 관찰은 그 형성되는 면이 다르게 나타났다. 우선, 한란에 대한 각 지역의 자생지 토양은 강진과 고창의 자생지 토양이 난 균근 형성에서 우수한 것으로 나타났다. 그러나, 서산과 남원 자생지 토양에는 한란의 난 균근 형성이 다르게 형성되었다. 춘란과 풍란에 대한 난 균근의 형성에서는 시기적인 차이점은 있으나, 비슷한 경우로 난 균근과 균구가 형성되었다. 결론적으로 춘란 자생지 토양을 이용한 실험에서 토양의 종류에 따라서 균구 형성 시기는 식물 종류에 따른 것이 관찰되었다(그림 1). 한란에서는 가는 균사가 뭉쳐져 있었으며(그림 1A) 춘란뿌리에서는 굵은 hyphae가 세포 전체에 퍼져있는 것(그림 1B)이 관찰되었다. 이러



**Fig. 1.** The various peletons in the roots of *Cymbidium kanran* (A:  $\times 800$ ) and *C. goeringii* (B:  $\times 800$ ) : thin hyphae (A) and thick hyphae (B).

한 차이점은 난의 종 간에 균구형성 혹은 hyphae가 다르게 나타나는지 혹은 난근균이 달라서 다른 모양을 나타내지는 확실치 않으나 표 6의 결과로 보아 후자의 경우로 추측되었다. 결론적으로 춘란 자생지 토양을 이용한 실험에서 토양의 종류에 따라서 균구 형성의 시기는 식물 종류에 따른 것이 관찰되어서, 난근균과 난이 생물학적인 특이성을 나타내는 것으로 생각된다. 이러한 것을 앞으로 난근균 형성과 관련되어, 식재개발에 중요한 자료로 활용될 수 있다고 판단되었다.

#### <실험 4> 8종의 식재용토가 4종의 온대산 심비디움의 성장과 무기물 함량에 미치는 영향

난의 식재용토로 사용한 전북 고창군 부안면에서 채취한 토양의 이화학적 특성을 보면 표 1과 같다.

Table 1. Physico-chemical properties of *Cymbidium goeringii* habitat soil.

Habitat	pH (1:5)	OM (%)	P2O5 (mg/kg)	Ex. Cations (cmol <sup>+</sup> /kg)			CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	EC (ds/m)
				K	Ca	Mg		
Buan, Cheonbuk	5.2	2.8	59	0.52	2.3	0.9	9.0	0.35

토양의 산도는 5.2, 유기물 함량은 2.8%, 양이온 치환용량은 9.0mol/kg으로 일반 토양보다 비교적 유기물이 풍부하고 이화학적 특성이 양호한 편이었다.

식재 종류별 함수율 및 건조율을 보면 표 2와 같다.

함수율에 있어서는 경석이 132%로 공시식재중 가장 낮았고, 그다음 이 자생지 토양 176%, 부엽토 189%였다. 그러나 양란재배에 널리 이용되고 있는 바크와 경석을 혼합했을 경우에는 함수율이 206%에 달하였으며 바크 단독인 경우에는 261%로 증가하였다. 한편 훈탄의 경우에는 283%의 함수율을 나타내나 바크가루와 혼합하였을 경우에는 251%로 감소하였다. 공시 식재중 수태는 함수율이 1,109%로 건물중의 11배 이상 수분을 보유하는 능력을 가지고 있었다. 온실내에서 건조율을 보면 수태가 20일 후 98%로 건조율이 공시 식재중 가장 높았고 경석이 37%

로 가장 낮았다.

Table 2. Water capacity and drying percent after watering as affected by potting media.

Pot size	Media	Dry wt. (g)	Moisture content (g)	Moisture absorbing (%)	Drying percent after watering (days)				
					1	5	10	15	20
12×18 cm	Pumice	584	772	132	6	15	20	28	37
	Pumice(1):Bark(1)	372	767	206	6	16	23	32	45
	Bark	213	555	261	6	15	22	31	45
	Sphagnum moss	34	377	1,109	10	37	59	78	98
	Leaf mold	408	771	189	4	10	25	38	51
	Habitat soil	280	493	176	8	20	27	40	55
	Carbonized rice hull	202	571	283	12	20	27	42	57
	Carbonized rice hull: Fine bark(1)	230	578	251	7	20	27	42	57

훈탄의 경우 추기전조율은 공시 식재중 가장 높으나 20일 후 건조율은 자생지 흙이나 훈탄과 바크가루를 혼용한 구와 별 차이가 없이 55~57% 범위를 나타냈다. 이상의 결과로 보아 공시 식재중 수태를 제외하고는 관수후 경과일 수에 따른 수분 건조율은 비슷하여 관수시기를 동일하게 관리할 수 있다고 판단되었고, 수태의 경우에는 관수회수를 증가시킬 필요가 있다고 생각되었다. 그러나 관수후 수분 건조율이 비슷하다고 할지라도 식재간 성장차이가 뚜렷한 것은(표 4 참조) 식재의 통기성과 같은 물리성에 차이가 나기 때문이라 생각되었다. 동양란 재배시 식재로 이용되는 것은 거의 대부분 일본에서 수입된 사스마토나 가누마토를 이용하고 있는데 이는 주로 난의 성장과 관련된 통기성을 위주로 고려하기 때문이다. 또한 입자의 크기에 따라서도 함유율이나 통

기성 등에는 차이가 있을 수 있으나 대량생산시 식재비용을 감안한다면 바크나 훈탄, 부엽토 등 값싼 식재의 개발이 절실히 필요하며(백 등, 1995) 이들 식재를 이용한 재배법 확립에 관한 연구가 더 많은 종류의 동양란을 대상으로 하여 이루어져야 된다고 생각되었다.

관수후 일수별 기공전도도와 증산율을 조사해본 결과는 표 3과 같다.

Table 3. Stomatal conductance and transpiration rate of temperate *Cymbidium* leaves as affected by the days after watering planted in the mixture of pumice (1) and bark (1).

Species	Days after watering	Stomatal conductance (cms <sup>-1</sup> )	Transpiration rate (μgcm <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
<i>Cym. goeringii</i>	Directly after	1.5532	9.0095
	2	0.8899	4.4052
	4	0.1473	1.0326
<i>Cym. kanran</i> 'Jeju' × <i>Cym. kanran</i> 'Dosakwan'	Directly after	1.5297	4.5410
	2	0.8653	2.2758
	4	0.5776	0.4810
<i>Cym. niveo-marginatum</i>	Directly after	1.8895	8.5208
	2	0.2241	4.0615
	4	0.1779	1.3093
<i>Cym. gyokuchin</i>	Directly after	2.0377	7.2458
	2	0.4444	4.5619
	4	0.2178	2.5712

춘란의 경우 관수 직후 기공전도도는 1.55cm<sup>s</sup><sup>-1</sup>, 증산율은 9.01 μgcm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>로 가장 높았고, 관수 후 일수가 2일에서 4일로 증가할수록 현저히 감소하는 현상을 보였는데, 이러한 경향은 타종의 동양란에서도 공히 관찰되었다. 즉 종에 따라 차이는 있으나 관수직후 기공전도도는 관수 4일 후보다 평균 10배이상 증가하였으며 증산율도 최소 3배에서 9

배까지 증가하였다.

이상의 결과로 보아 동양란에 있어서 기공전도도와 증산율은 식재에 포함된 수분함량에 따라 차이가 심하며 식재가 건조해 질수록 기공전도도와 증산율이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 보세란의 경우 C<sub>3</sub> 식물에 비해 증산율은 2-3  $\mu\text{gcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 매우 낮으며(Pan et al., 1997) 심하게 건조할 경우 대부분의 기공이 폐쇄되고 증산작용은 거의 이루어지지 않는다(Zheng et al., 1992)는 사실로 보아 양란과 달리 동양란은 건조에 대한 내성이 매우 강한 것으로 판단된다. 그러나 예비 실험결과 잎의 부위, 연령, 광도 및 온도 조건에 따라 기공전도도와 증산율에는 차이가 있었으므로 본 결과에 나타난 수치를 토대로 더욱 정교한 실험이 필요하다고 생각된다.

춘란을 여러 종의 식재에 재식한 후 8개월 후에 생육을 조사한 결과는 표 4와 같다.

Table 4. Effect of several kinds of potting media on the growth of *Cymbidium goeringii* after 8 month culture.

Media	Plant height (cm)	No. leaves	No. new shoots	No. roots	Root length (cm)	Fresh wt.(g)	Root wt.(g)	Death rate (%)
Pumice	23bc <sup>z</sup>	3.7c	2.7c	11.6ab	19.7a	14.1ab	7.7c	0
Pumice(1):Bark(1)	24ab	4.0abc	2.8bc	11.4ab	22.3a	14.8ab	8.8bc	4
Bark	26a	4.1ab	3.2abc	11.3ab	20.5a	17.7a	9.6ab	0
Sphagnum moss	20c	3.9bc	2.8bc	9.0b	14.9b	11.6b	7.7c	8
Leaf mold	25ab	4.2ab	3.1abc	11.1ab	13.1b	14.3ab	8.4bc	3
Habitat soil	25ab	4.0abc	3.2abc	11.9a	15.3b	15.9ab	9.2b	4
Carbonized rice hull	26a	4.0abc	3.3ab	11.7a	15.7b	18.1a	10.5a	4
Carbonized rice hull: Fine bark(1)	25ab	4.3a	3.4a	10.2ab	16.1b	18.4a	10.5a	4

<sup>z</sup>Within columns, figures followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

초장은 수태나 경석을 식재로 이용하였을 때 20~23cm로 타 식재에 비해 낮았고, 부엽토, 자생지 흙, 훈탄, 훈탄과 바크가루를 이용하였을 경우 생장이 다소 촉진되었다. 이와 같은 현상은 엽수에 있어서도 동일한 경향을 나타내었다. 또한 신초수나 근수에 있어서도 공시 식재중 수태가 가장 불량하였다. 근장을 보면 통기성이 양호한 경석, 경석과 바크 혼합구, 바크 단용 식재가 부엽이나 자생지 흙에 비해 양호하였으나 근중은 오히려 훈탄 단독이나 바크가루와 혼용한 식재에서 다소 증가하였다(그림 1). 이와 같은 결과는 춘란의 지하부 생장은 통기성이 양호한 바크나 세라톤 같은 용토에서, 지상부 생장은 수분함유량과 가비중의 영향을 받아 보수력이 높은 식재에서 생장이 양호하다는 결과(Kim et al., 1977)와 같은 경향이였다.

한편 자생지 토양은 식재로 이용하였을 경우에도 경석이나 수태보다 양호한 지상부 생장을 나타내었는데 이는 자생지 토양에는 난의 생장에 유익한 난균근이 포함되어 있고(Lee, et al., 1977b) 이들 난균근이 춘란의 생장을 촉진하는데 크게 기여한 것으로 생각되었다(Lee, et al., 1977a).

제주한란과 도사관 교잡으로부터 얻은 식물체의 식재별 생장 반응을 보면 표 5와 같다.

춘란과는 달리 훈탄 단독이나 바크와 혼합처리한 구에서 전반적으로 지상부 및 지하부 생장이 불량하였으며 수태나 바크, 부엽토에 재식했을 경우 생장이 양호하였으며 생체중은 증가하였다(그림 2). 특히 근중을 보면 수태에 재식했을 경우 경석이나 자생지 흙에 비해 2배 정도의 생장량이 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 한란의 경우 춘란에 비

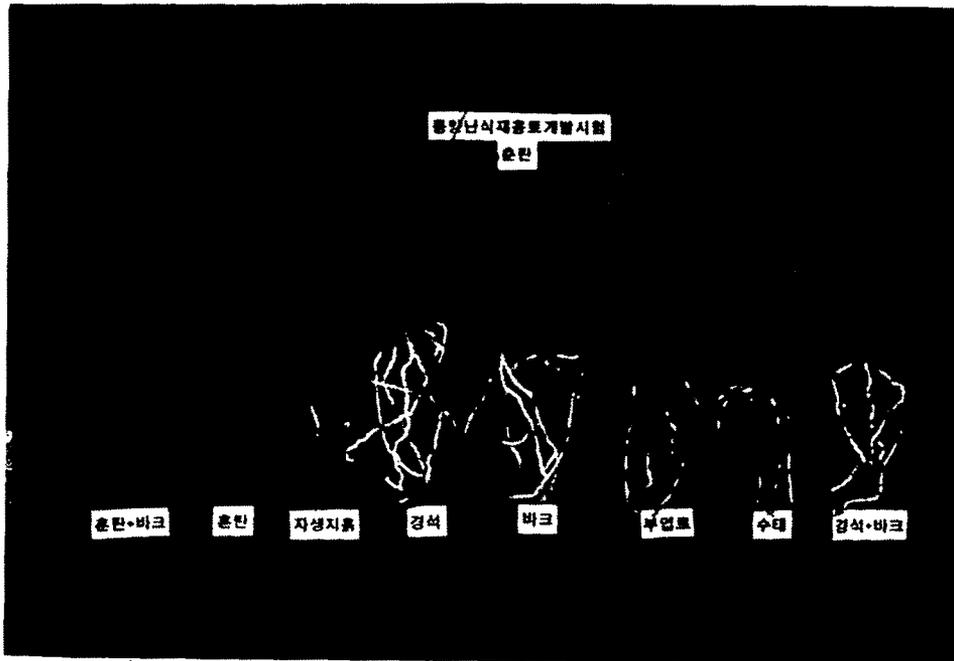


Fig. 1. Shoot and root growth of *Cym. goeringii* as affected by several kinds of potting media after 8-month culture.  
 From left to right : Carbonized rice hull(1)+Bark(1), Carbonized rice hull, Habitat soil, Pumice, Bark, Leaf mold, Sphagnum moss, Pumice(1)+Bark(1)

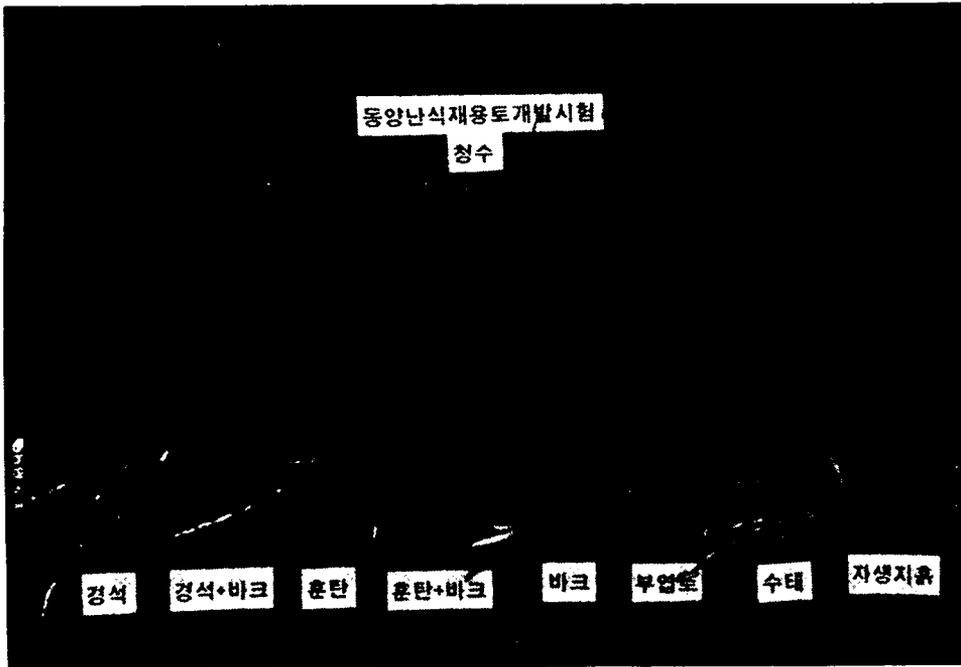


Fig. 2. Shoot and root growth of *Cym. kanran* 'Jeju' × *Cym. kanran* 'Dosakwan' as affected by several kinds of potting media after 8-month culture.

From left to right : Pumice, Pumice(1)+Bark(1), Carbonized rice hull, Carbonized rice hull(1)+Bark(1), Bark, Leaf mold, Sphagnum moss, Habitat soil.

해 뿌리가 가늘고 길게 성장하는 특성을 가지고 있는데 이러한 특성으로 인하여 경석이나 부엽토 등에 비해 수태의 물리성이 뿌리 성장에 촉진적으로 작용한 것으로 생각되었다.

Table 5. Effect of several kinds of potting media on the growth of *Cym. kanran* 'Jeju' × *Cym. kanran* 'Dosakwan' after 8 month culture.

Media	Plant height (cm)	No. leaves	No. new shoots	No. roots	Root length (cm)	Fresh wt.(g)	Root wt.(g)	Death rate (%)
Pumice	20bc <sup>2</sup>	2.7a	2.4bc	6.9bc	17.1b	9.3bc	4.6d	38
Pumice(1):Bark(1)	20bc	2.9a	3.0a	7.6abc	19.6ab	11.9b	6.1bc	13
Bark	24a	3.1a	2.7abc	9.0a	18.3ab	15.3a	8.5a	4
Sphagnum moss	22ab	3.1a	2.9ab	8.3ab	20.3a	16.8a	9.0a	8
Leaf mold	22ab	3.1a	2.7abc	7.8abc	10.6c	10.3bc	5.0cd	4
Habitat soil	20bc	2.5a	2.9a	6.4bc	11.3c	9.0c	4.5d	5
Carbonized rice hull	18c	2.8a	2.6abc	6.5bc	17.1b	12.3b	6.3b	17
Carbonized rice hull: Fine bark(1)	19bc	2.7a	2.2c	6.5bc	10.2c	8.4c	4.2d	13

<sup>2</sup>Within columns, figures followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

한편 Lee(1994)도 화산회토나 사스마토 등에 한란 조직배양 묘를 재배하는 것보다 수태재배시 생장이 가장 양호하였으며 부엽토를 이용하였을때도 생장을 촉진시킬 수 있다고 하여 본 실험 결과와 유사하였다. 한편 제주한란×대만한란 도사관 교잡종은 춘란이나 옥화에 비해 용토에 관계없이 고사율이 증가하였으며 특히 경석에 식재하였을 경우 고사율이 38%에 달하였다. 이는 춘란이나 옥화에 비해 내환경성이나 토양 적응력이 부족한 결과라 생각되었다.

옥화의 경우 식재의 종류가 초장이나 엽수에 미치는 영향은 크지 않았다(표 6).

Table 6. Effect of several kinds of potting media on the growth of *Cymbidium goeringii* after 8 month culture.

Media	Plant height (cm)	No. leaves	No. new shoots	No. roots	Root length (cm)	Fresh wt.(g)	Root wt.(g)	Death rate (%)
Pumice	16bc <sup>2</sup>	2.2a	3.0c	7.5ab	13.1bc	6.5c	4.0de	17
Pumice(1):Bark(1)	18bc	2.5a	3.8ab	7.6ab	15.3a	8.9b	5.2bc	0
Bark	20ab	2.4a	4.2a	7.8ab	15.0ab	11.0a	6.1a	0
Sphagnum moss	20ab	2.2a	3.3bc	8.5a	11.1d	9.3ab	5.8ab	8
Leaf mold	22a	2.2a	3.1bc	6.1b	8.3e	6.3c	3.2e	7
Habitat soil	20ab	2.2a	3.8ab	8.4a	9.5e	8.2bc	4.4cd	7
Carbonized rice hull	16bc	2.4a	3.9ab	6.0b	15.0ab	9.4ab	5.9ab	13
Carbonized rice hull: Fine bark(1)	20ab	2.4a	3.6bc	6.7ab	11.5cd	8.7b	5.0bc	0

<sup>2</sup>Within columns, figures followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

신초수에 있어서는 경석과 부엽토에서 3.0개와 3.1개로 타 식재에 비해 적었으며 바크에 식재했을 때 4.2개로 증가하였다. 지하부의 생장을 보면 부엽토에서 근수, 근장 및 근중이 공시 식재중 가장 불량하였으며, 경석이나 자생지 흙에서도 뿌리의 생장이 불량하였다(그림 3). 따라서 옥화의 경우 통기성이 양호한 경석이나 치밀도가 높은 자생지 흙이나 부엽토보다는 중간정도인 바크나 수태, 훈탄에서 뿌리의 생장이 양호한 것을 알 수 있었다.

사계란의 지상부 생장은 식재의 종류에 크게 영향을 받지 않았다(표 7).

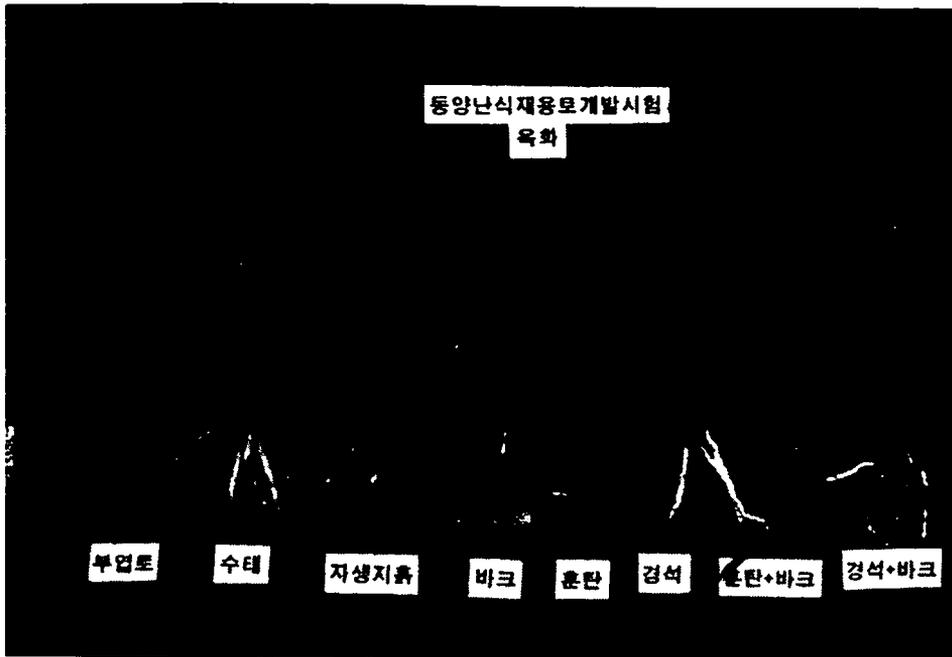


Fig. 3. Shoot and root growth of *Cym. neveo-marginatum* as affected by several kinds of potting media after 8-month culture.

From left to right : Leaf mold, Sphagnum moss, Habitat soil, Bark, Carbonized rice hull, Pumice, Carbonized rice hull(1)+Bark(1), Pumice(1)+Bark(1)

Table 7. Effect of several kinds of potting media on the growth of *Cym. gokuchin* after 8 month culture.

Media	Plant height (cm)	No. leaves	No. new shoots	No. roots	Root length (cm)	Fresh wt.(g)	Root wt.(g)	Death rate (%)
Pumice	41a <sup>z</sup>	3.3ab	3.9a	11.5ab	20.7b	50.4b	27.4e	0
Pumice(1):Bark(1)	39a	3.1ab	3.3a	8.9b	25.5a	50.2b	28.4e	6
Bark	41a	3.4ab	4.4a	11.1ab	19.9b	56.2ab	36.7ab	6
Sphagnum moss	40a	3.0b	3.9a	10.8ab	24.6a	51.3b	29.1de	12
Leaf mold	44a	3.5a	3.4a	10.1b	18.7b	51.6b	30.5de	6
Habitat soil	44a	3.5a	4.1a	13.5a	21.1b	63.1a	38.6a	0
Carbonized rice hull	41a	3.5a	3.4a	9.5b	21.4b	55.0ab	34.6bc	6
Carbonized rice hull: Fine bark(1)	43a	3.1b	3.4a	8.9b	21.1b	54.1ab	32.2cd	6

<sup>z</sup>Within columns, figures followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

그러나 근수를 보면 자생지 흙이 13.5개로 가장 많았고 훈탄+바크가 루나 경석+바크를 혼용한 식재에서는 약간 감소하였으며 그밖의 식재에서는 거의 비슷한 수준을 나타냈다. 그러나 근장을 보면 경석과 바크를 혼용한 식재에서 25.5cm로 뿌리수는 적으나 길게 신장하는 경향이었고 수태에서도 타 식재에 비해 굵은 뿌리가 길게 신장하는 모습을 관찰할 수 있었다(그림 4). 따라서 사계란의 경우 지상부와 지하부 성장을 동시에 촉진시킬 수 있는 식재로써는 바크나 자생지 흙이 양호하였으며 훈탄도 수입한 수태나 경석에 비해 생장이 월등히 촉진됨을 알 수 있었다. 보세란의 경우를 보면 식재 용수량의 22~44% 범위 일 때 한계 수분양으로써 22% 이하로 수분량이 감소하면 건조의 피해가 발생할 수 있다고 하였다. 따라서 최대의 광합성과 잎의 성장 촉진을 위해서는 용수량의 70~90%가 최적 수분 조건이라 하여(Zhang et al., 1994) 환경

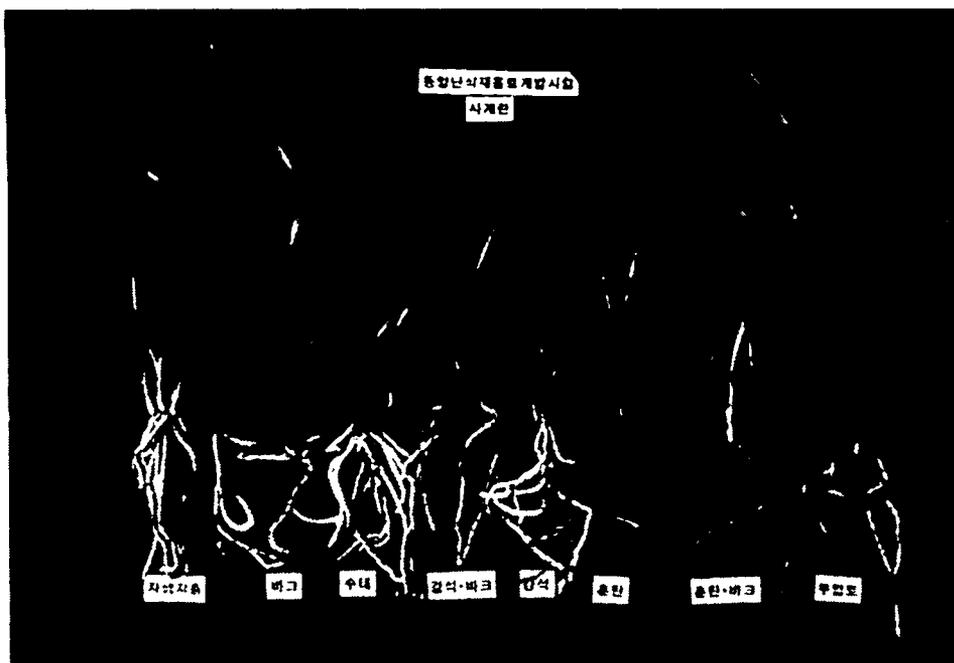


Fig. 4. Shoot and root growth of *Cym. gokuchin* as affected by several kinds of potting media after 8-month culture.  
 From left to right : Habitat soil, Bark, Sphagnum moss, Pumice(1)+Bark(1), Pumice, Carbonized rice hull, Carbonized rice hull(1)+Bark(1), Leaf mold,

조건이 적합할 경우에는 관수량을 충분히 유지시켜 주는 것이 생장을 촉진시키는데 효과적임을 알 수 있었다.

난의 잎을 식재별로 채취하여 무기물 함량을 분석해 본 결과는 표 8과 같다.

난의 종류에 관계없이 질소함량은 부엽토나 자생지 흙에서 가장 높았고 그다음이 수태나 바크에서 높았다. 그러나 경석에 재배했을 경우에는 질소함량이 4종의 난 모두에서 가장 낮았으며 경석에 바크를 첨가했을 경우에는 질소함량이 증가하는 경향을 보였다. 인산의 경우에는 식재별 큰 차이를 나타내지는 않으나 수태에서 재배했을 경우 가장 높았고 경석에서는 낮은 함량을 보였다. 칼리의 경우에는 훈탄, 훈탄과 바크가루를 혼합한 식재에서 함량이 높았다.

칼슘함량은 전반적으로 부엽토나 바크에 식재한 난에서 높게 나타났고 훈탄 재배시 낮은 수준을 보였다. 마그네슘 함량은 수태, 부엽, 자생지 흙을 식재로 이용하였을 때 타식재에 비해 비교적 높은 수준을 나타내었고, 사계란이 춘란이나 한란교잡종, 옥화에 비해 상대적으로 낮았다. 잎의 무기물 함량과 성장량을 연관시키기에는 어려운 점이 많았으나 질소의 경우 함량이 높은 식재에서 성장량은 증가함을 관찰할 수 있었다. 특히 자생지 흙을 식재로 이용하였을 경우 잎의 질소함량이 증가하는 경향을 보였는데 이는 난균근을 분리하여 토양에 주입한 경우 난의 질소함량이 증가한다는 보고(Lee et al., 1997a)로 미루어보아 난균근이 질소 흡수에 영향을 미치지 않았나 생각되며 금후 난균근과 질소 흡수의 상관관계를 구명하는 실험이 필요하다고 생각되었다.

Table 8. Mineral composition of the leaves from temperate *Cymbidiums* as affected by potting media after 8 months culture.

Species	Media	Mineral composition (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
<i>Cym. goeringii</i>	Pumice	0.23	0.37	1.89	0.63	0.27
	Pumice(1):Bark(1)	0.97	0.46	1.47	0.76	0.28
	Bark	0.99	0.45	1.96	0.86	0.31
	Sphagnum moss	1.38	0.69	1.82	0.75	0.40
	Leaf mold	1.35	0.37	1.90	0.84	0.23
	Habitat soil	1.46	0.38	1.79	0.81	0.21
	Carbonized rice hull	1.07	0.68	1.89	0.39	0.18
	Carbonized rice hull: Fine bark(1)	0.85	0.58	2.00	0.66	0.25
<i>Cym. kanran</i> 'Jeju' × <i>Cym. kanran</i>	Pumice	0.82	0.40	2.05	0.50	0.23
	Pumice(1):Bark(1)	1.35	0.38	2.03	0.70	0.16
	Bark	0.79	0.43	1.98	0.71	0.14
	Sphagnum moss	0.88	0.84	2.01	0.57	0.26
	Leaf mold	1.35	0.70	2.00	1.01	0.34
	Habitat soil	1.03	0.46	2.09	0.76	0.41
	Carbonized rice hull	1.04	0.82	2.28	0.39	0.15
	Carbonized rice hull: Fine bark(1)	1.62	0.78	2.37	0.59	0.24
<i>Cym. neveo-marginatum</i>	Pumice	0.72	0.34	1.60	0.43	0.20
	Pumice(1):Bark(1)	1.22	0.39	1.88	0.74	0.28
	Bark	0.85	0.33	1.96	1.12	0.21
	Sphagnum moss	0.95	0.70	2.06	0.73	0.39
	Leaf mold	1.38	0.58	2.07	1.44	0.54
	Habitat soil	1.17	0.56	1.78	0.52	0.29
	Carbonized rice hull	0.79	0.88	2.38	0.50	0.18
	Carbonized rice hull: Fine bark(1)	0.98	0.72	2.33	0.61	0.23
<i>Cym. gokuchin</i>	Pumice	0.44	0.27	1.84	0.69	0.29
	Pumice(1):Bark(1)	0.79	0.42	2.32	0.73	0.20
	Bark	0.75	0.46	2.08	0.99	0.19
	Sphagnum moss	0.85	0.59	1.97	0.76	0.19
	Leaf mold	1.22	0.46	2.15	1.04	0.19
	Habitat soil	0.96	0.30	1.89	0.89	0.15
	Carbonized rice hull	0.65	0.52	2.40	1.74	0.14
	Carbonized rice hull: Fine bark(1)	0.81	0.38	2.17	0.93	0.15

뿌리의 무기물 함량을 식재별로 조사해 본 결과는 표 9와 같다.

엽분석 결과에서와 같이 질소함량은 난의 종류에 관계없이 자생지 흙을 식재로 이용하였을 때 가장 높았고 그다음이 부엽토였으며 바크와 수태에서도 비교적 높은 함량을 보였다. 이는 식재로 이용되는 용토에 포함되어 있는 질소의 함량이나, 재배시 처리한 액비의 용토내 축적 정도에 의한 결과로 생각되며, 용토내 질소성분이 거의 없거나 비료흡착력이 낮은 경석에서는 질소함량이 낮았다. 인산의 경우 훈탄이나 훈탄과 바크와 혼합한 용토에 식재했을 때 함량이 가장 높았고 그다음 수태순이었다. 옥화나 사계란에서는 앞에서보다 뿌리에서 칼리 함량이 전반적으로 높았는데 식재 종류별 큰 차이는 나타내지 않았다. 칼슘 함량도 부엽토 식재구에서 가장 높았고 경석이나 수태를 이용했을 경우에는 낮아지는 경향을 나타냈다.

마그네슘 함량은 엽분석에서와 같이 훈탄, 훈탄과 바크가루 혼용 식재에서 재배했을 경우 낮아지는 경향을 보였다. 이상의 분석 결과에서 보듯이 식재의 종류에 따라 지상부 및 지하부의 무기물 함량에는 상당한 차이가 있었는데 전반적으로 질소, 인산, 칼리의 함량이 높았던 식재에서 생장도 양호함을 보였다. 자생지 흙의 경우 난의 종류에 관계없이 질소:인산:칼리의 비율이 평균적으로 1:0.3:2 비률을 보였는데 이는 칼리의 요구도가 높다는 것을 의미하며 보세란에서도 엽분석 결과 질소:인산:칼리의 비율이 6:1:9였을 때 최대의 생장을 나타낸다고 하여(Pan et al., 1994) 동양란재배시 칼리 요구도가 매우 높음을 알 수 있었다.

Table 9. Mineral composition of the roots from temperate *Cymbidiums* as affected by potting media after 8 months culture.

Species	Media	Mineral composition (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
<i>Cym. goeringii</i>	Pumice	0.41	0.25	1.83	0.27	0.25
	Pumice(1):Bark(1)	0.82	0.48	1.47	0.35	0.29
	Bark	0.99	0.45	2.09	0.65	0.35
	Sphagnum moss	0.93	1.23	1.87	0.28	0.24
	Leaf mold	1.84	0.44	1.80	1.02	0.48
	Habitat soil	2.06	0.39	2.12	0.57	0.44
	Carbonized rice hull	1.07	1.28	2.42	0.49	0.23
	Carbonized rice hull: Fine bark(1)	0.68	1.22	2.39	0.64	0.40
	<i>Cym. kanran</i> 'Jeju' × <i>Cym. kanran</i> 'Dosakwan'	Pumice	0.50	0.49	1.80	0.13
Pumice(1):Bark(1)		0.72	0.70	2.25	0.43	0.36
Bark		0.63	0.41	2.14	0.36	0.24
Sphagnum moss		1.08	1.80	2.30	0.40	0.84
Leaf mold		2.01	1.10	1.93	0.49	0.51
Habitat soil		2.27	0.70	1.67	0.30	0.47
Carbonized rice hull		0.79	2.65	2.32	0.27	0.25
Carbonized rice hull: Fine bark(1)		1.42	2.25	2.34	0.32	0.38
<i>Cym. neveo-marginatum</i>		Pumice	0.57	0.40	2.17	0.58
	Pumice(1):Bark(1)	0.65	0.50	2.20	0.85	0.30
	Bark	0.87	0.74	2.15	0.93	0.29
	Sphagnum moss	0.75	0.80	2.28	0.43	0.66
	Leaf mold	1.28	0.85	2.08	1.22	0.72
	Habitat soil	1.46	0.78	1.88	0.48	0.44
	Carbonized rice hull	0.59	1.59	2.44	0.44	0.31
	Carbonized rice hull: Fine bark(1)	0.62	1.81	2.34	0.45	0.28
	<i>Cym. gokuchin</i>	Pumice	0.43	0.41	1.81	0.64
Pumice(1):Bark(1)		0.44	0.42	2.32	0.73	0.40
Bark		0.95	1.22	2.43	0.81	0.48
Sphagnum moss		0.53	1.18	2.31	0.54	0.96
Leaf mold		1.18	0.81	2.41	2.59	0.69
Habitat soil		1.52	0.54	2.08	0.86	0.85
Carbonized rice hull		0.70	1.43	2.11	0.95	0.39
Carbonized rice hull: Fine bark(1)		0.91	1.48	2.50	0.81	0.48

## <실험 5> 질소:인산:칼리의 비율이 4종의 온대산 심비디움의 생장과 무기물 함량에 미치는 영향

춘란에 있어서 지상부 및 지하부 생장에 미치는 NPK 비율 효과를 보면 초장, 엽수, 신초수, 근수, 근장 및 생체중에는 처리간 유의성이 인정되지 않았고 근중에 있어서는 무기질 액비인 N:P:K=5:10:5 처리구에서 5.3g으로 양호하였다(표 1. 그림 1)

이와같은 현상은 한란 교잡종, 옥화 및 사계란에서 관찰되었는데 지하부의 형성과 발달은 질소함량이 상대적으로 낮을 때 효과적이며(Pan and Chen, 1994), 동양란의 조직배양시에도 이러한 현상은 관찰된다고 보고하였다(Paek and Yeung, 1991). 그러나 질소의 함량이 5이고 인산 함량이 4인 유기질 비료에서는 근중이 4.1g으로 낮았는데 이는 질소급원의 차이에 의한 것인지, 뿌리의 발달에 미치는 인산의 영향인지에 관해서는 확실치 않으며 앞으로 3요소의 독립영양효과에 관한 실험이 필요하다.

제주한란과 대만한란 도사관의 교잡종을 보면 엽수와 신초수에 있어서는 처리간 차이를 나타내지 않았으나 초장에 있어서는 처리간 유의성이 인정되는 것도 관찰되었다. 지상부의 생장을 보면 질소의 함량보다 칼리의 함량이 높은 비료를 사용했을 때 외관상 강건하고 충실한 묘를 얻을 수 있었다(그림 2). 뿌리의 형성수와 생장을 보면 질소의 비율이 높을 때 보다 낮을 때 양호하였으나 뿌리의 굵기에는 차이가 없었다.

Table 1. Effect of kinds of fertilizer on the growth of four temperate *Cymbidium* after 8 months in culture.

Species	N-P-K	Plant height (cm)	No. leaves	No. bulbs	no. roots	Root length (cm)	Fresh wt(g)	Root wt(g)	Death rate(%)
<i>Cym. goeringii</i>	5- 4- 6	19a <sup>z</sup>	3.3a	2.4a	8.3a	16.8a	8.0a	4.1b	0
	5-10- 5	19a	3.5a	2.7a	7.8a	19.6a	9.8a	5.3a	0
	6-40- 6	19a	3.4a	2.8a	8.2a	16.1a	8.4a	4.0b	0
	8-14-12	21a	3.7a	2.9a	8.7a	19.4a	9.0a	4.3ab	0
	10- 4- 6	19a	3.1a	2.5a	6.9a	19.2a	8.5a	4.2ab	0
	20-10-10	20a	3.2a	2.8a	8.3a	19.3a	9.5a	4.9ab	0
	30-10-10	20a	3.1a	2.8a	8.3a	18.0a	8.2a	4.0b	4
<i>Cym. kanran</i> 'Jezu' × <i>Cym. kanran</i> 'Dosakwan'	5- 4- 6	17ab	2.7a	2.4a	6.3ab	19.6abc	8.2bc	4.2b	4
	5-10- 5	19a	3.2a	2.4a	6.9ab	23.5a	11.8a	5.5a	4
	6-40- 6	19a	2.9a	2.3a	7.1a	15.9c	9.1bc	4.1b	4
	8-14-12	17ab	2.7a	2.1a	6.4ab	16.4c	8.1c	4.2b	21
	10- 4- 6	18ab	2.7a	2.5a	6.5ab	20.5ab	10.2ab	5.1a	4
	20-10-10	16b	2.9a	2.2a	4.7b	15.8bc	9.2bc	5.0a	17
	30-10-10	18ab	3.0a	2.2a	6.7ab	17.7bc	9.1bc	5.1a	8
<i>Cym. neveo-marginatum</i>	5- 4- 6	17ab	2.1a	2.5a	5.8ab	16.3a	7.1ab	3.5abc	0
	5-10- 5	18a	2.4a	2.6a	6.5a	15.5a	7.3a	4.0a	4
	6-40- 6	18ab	2.2a	2.9a	5.5ab	13.9a	6.4ab	2.6d	0
	8-14-12	17ab	2.4a	2.6a	5.8ab	14.4a	7.2ab	3.9ab	4
	10- 4- 6	18a	2.1a	2.5a	5.1b	15.8a	6.8ab	3.4abc	4
	20-10-10	16ab	2.3a	2.6a	5.1b	14.0a	5.5b	2.9cd	4
	30-10-10	16ab	2.4a	2.6a	6.4a	13.3a	6.6ab	3.1bcd	8
<i>Cym. gokuchin</i>	5- 4- 6	39a	2.8a	3.1a	7.2ab	24.9a	34.9a	21.3ab	0
	5-10- 5	39a	2.9a	3.3a	8.6a	23.9a	40.4a	23.3a	0
	6-40- 6	36a	2.8a	3.2a	6.3ab	23.4a	32.6ab	19.9b	0
	8-14-12	39a	2.4a	2.8a	5.8b	13.8b	24.0b	12.0d	8
	10- 4- 6	39a	2.9a	2.7a	9.0a	25.3a	36.7a	23.6a	0
	20-10-10	38a	2.6a	3.3a	6.8ab	21.4a	28.0ab	15.0c	0
	30-10-10	40a	2.6a	3.3a	8.3a	24.1a	39.2a	24.2a	8

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at p=0.05

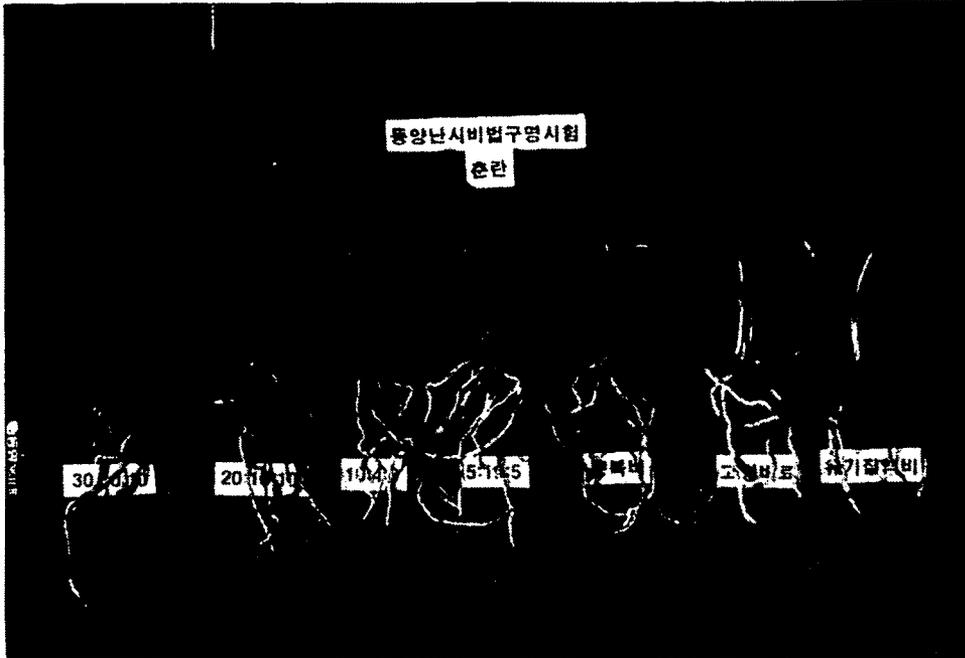


Fig. 1. Effect of NPK ratio on the growth of shoot and root of *Cym goeringii* after 8 months in culture.

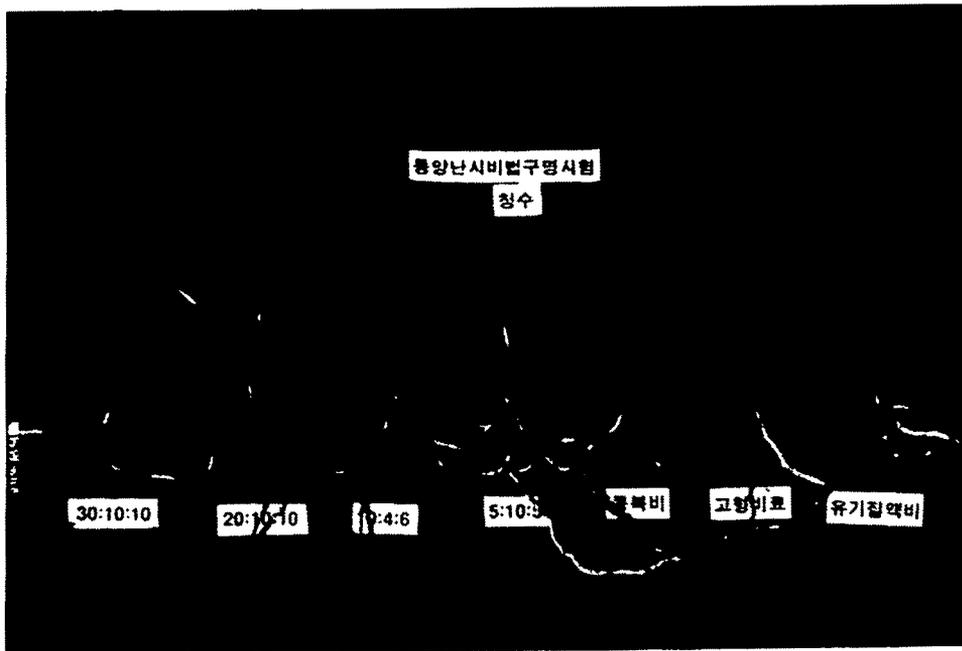


Fig. 2. Effect of NPK ratio on the growth of shoot and root of *Cym. kanran* 'Jeju' × *Cym. kanran* 'Dosakwan' after 8 months in culture.

조직배양하여 생산한 옥화의 경우를 보면 초장, 엽수 및 신초수에는 처리간 큰 차이를 나타내지 않았으나 근중은 NPK가 6:40:6인 마그암프 K 고형비료를 시용했을 때 2.6g으로 불량하였고 그다음인 20:10:10인 무기질 비료 시용구에서 2.9g으로 생장이 좋지 않았다(그림 3). 질소함량이 높을 경우 엽폭이 좁으면서 뒤틀리거나 오래된 뿌리의 부패현상이 관찰되어 동양란 재배시 고농도의 질소는 오히려 생장에 지장을 초래하는 것으로 생각되었으며 결주율도 타 처리구에 비해 8%로 다소 증가하였다. 사계란 성주를 사용하여 실험한 결과 지상부의 생장은 처리간 큰 차이를 나타내지 않았으나(그림 4) 그러나 지하부의 생장과 무게를 보면 NPK의 비율이 8: 14: 12인 콩복비 시용구와 20:10:10인 비왕1호 수용제에서 불량하였다.

이상의 NPK 비율실험에서 난의 종류에 따라 생장에는 약간의 차이는 있으나 전반적으로 5:10:5인 하이포넥스 시용구에서 생장이 양호하였으며 질소함량이 증가할 경우 고사율이 증가하거나 잎의 뒤틀림 현상이 발생되고 뿌리의 생장도 불량하였다.

일반적으로 심비디움에 있어서 비료시용 효과는 광조건, 통풍 및 온도조건(Powell et al., 1988) 따라 차이가 있는데 보세란의 경우 전토적으로 발효된 유기질 비료를 기비로 사용하고 무기질 비료를 보충하는 것이 바람직하고 생장초기에는 질소를 좀 많이주고 중·후반기에는 인산과 칼리의 시용을 중요시하는 것이 바람직한데 NPK의 비율이 6:1:9 일 때 최대의 생장과 개화율을 높일 수 있다고 하였다(Pan, 1996). 그러나 본 실험에서 생장량은 칼리의 함량보다 질소함량에 더 많은 영향을 받은 것 같았으며 인산함량은 생장에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생

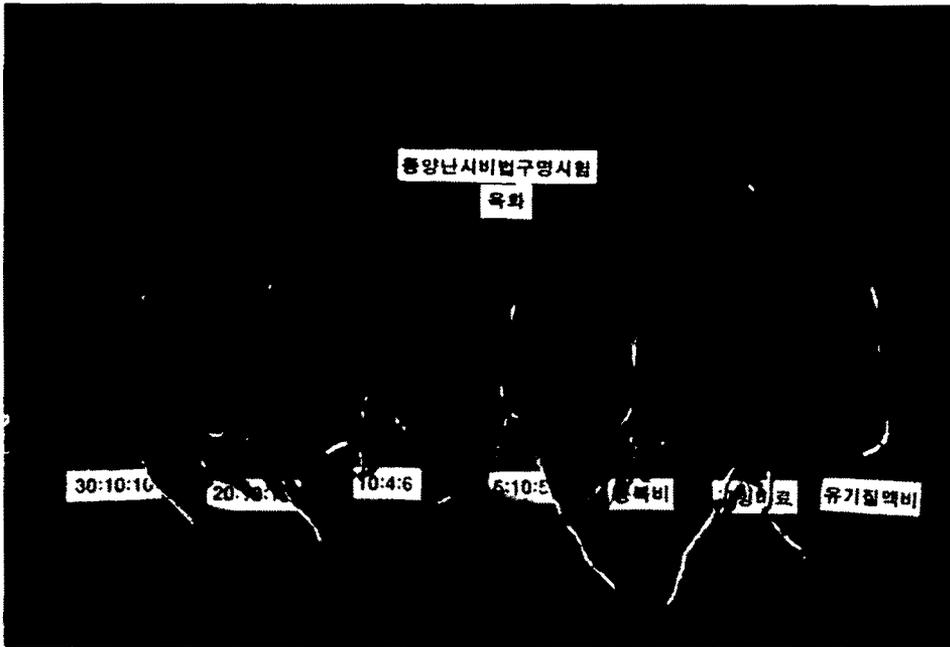


Fig. 3. Effect of NPK ratio on the growth of shoot and root of *Cym. neveo-marginatum* after 8 months in culture.

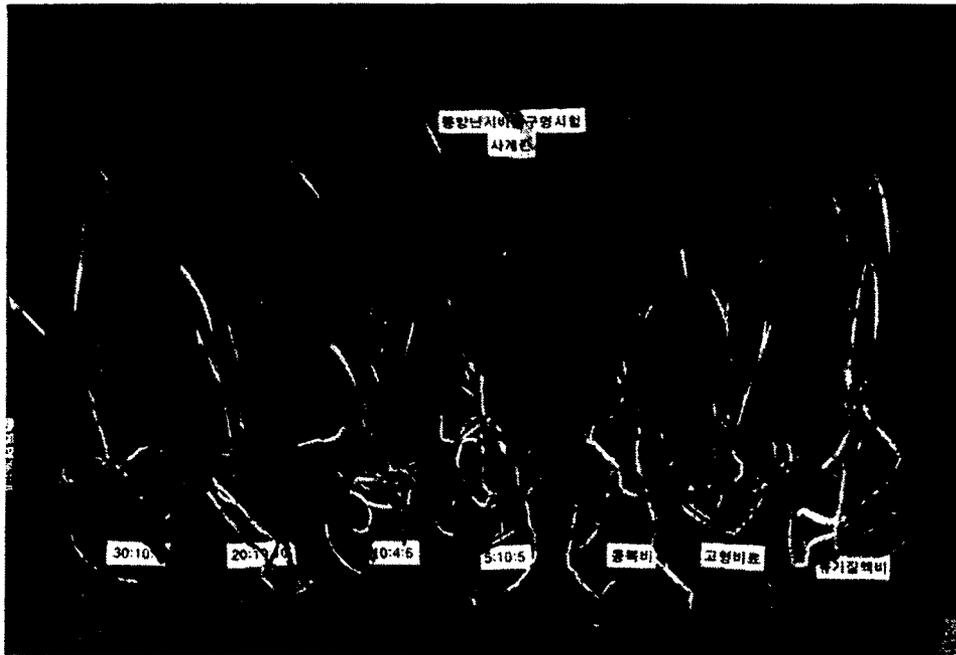


Fig. 4. Effect of NPK ratio on the growth of shoot and root of *Cym. gokuchin* after 8 months in culture.

각되었다.

비료 시용별로 식물체의 지상부 무기성분을 분석해 본 결과는 표 2와 같다.

전반적으로 질소함량은 조직배양한 한란교잡종이나 옥화보다 성주인 춘란이나 사계란에서 함량이 높았는데 NPK=30:10:10 처리구에서 질소함량이 가장 높았고 그다음이 20:10:10인 비왕1호 수용제나 5:4:6인 유기질 액비인 하이콤골드 시용구에서 높았다.

이러한 사실은 조직배양한 유묘보다는 성주에서 비료흡수 이용율이 높다는 것을 의미하며 비료성분 중 질소함유질이 높거나 무기질 보다는 유기질 형태로 시용했을 때 이용율이 증가한다는 것을 알 수 있었다. 또한 마그암프 K와 같은 고품비료를 시용했을 경우에는 처리구 중 가장 낮은 질소 함량을 나타내어 비료의 흡수 이용율이 낮음을 알 수 있었다.

인산의 경우를 보면 NPK 비율에 관계없이 함량에 일정한 경향을 보이지 않았고 질소나 인산, 칼슘에 비해 함량이 매우 낮아 동양란의 생장에는 큰 역할을 하지 못하는 것으로 생각되었다. 그러나 보세란의 경우 0.2 mmol의 저농도에서는 잎의 생장을, 1 mmol에서는 광합성과 호흡작용을 증가시켜 생장과 개화를 촉진시킨다고 하여(Pan et al., 1997) 영양생장보다는 생식생장에 더 큰 역할을 하는 것으로 생각되었다. 칼리함량을 보면 난의 종류에 관계 없이 측정된 다량원소 가운데 가장 높게 나타났는데 이는 타 식물보다 내건성이 강한 난과 식물의 삼투조절 기능으로써 큰 역할을 한다는 것을 알 수 있었다(Zheng et al., 1992).

Table 2. Mineral content of leaves from four temperate cymdidium as affected by kinds of fertilizer after 9 months in culture.

Species	N-P-K	Mineral composition (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
<i>Cym. goeringii</i>	5- 4- 6	0.95	0.33	2.76	1.81	0.32
	5-10- 5	0.57	0.40	2.63	1.72	0.22
	6-40- 6	0.67	0.46	1.99	1.23	0.25
	8-14-12	1.35	0.35	1.92	1.25	0.22
	10- 4- 6	1.25	0.41	1.88	1.24	0.28
	20-10-10	1.37	0.36	1.86	1.14	0.24
	30-10-10	1.89	0.46	2.75	1.66	0.33
<i>Cym. kanran</i> 'Jeju' × <i>Cym. kanran</i> 'Dosakwan'	5- 4- 6	0.89	0.39	2.78	1.61	0.20
	5-10- 5	0.41	0.34	2.24	1.38	0.15
	6-40- 6	0.48	0.42	2.01	1.00	0.13
	8-14-12	0.84	0.43	2.68	1.57	0.18
	10- 4- 6	0.31	0.35	1.91	1.05	0.15
	20-10-10	0.42	0.38	1.99	1.02	0.14
	30-10-10	1.44	0.41	2.94	1.50	0.22
<i>Cym. neveo-</i> <i>marginatum</i>	5- 4- 6	0.57	0.50	2.63	2.42	0.25
	5-10- 5	0.47	0.35	2.43	2.15	0.37
	6-40- 6	0.21	0.47	2.45	2.54	0.37
	8-14-12	0.57	0.41	2.63	1.77	0.32
	10- 4- 6	0.52	0.53	2.12	2.17	0.44
	20-10-10	0.42	0.43	2.72	1.74	0.21
	30-10-10	0.55	0.42	2.38	2.35	0.32
<i>Cym. gokuchin</i>	5- 4- 6	0.85	0.48	1.92	1.95	0.22
	5-10- 5	0.36	0.27	1.81	1.25	0.17
	6-40- 6	0.31	0.42	2.02	1.54	0.23
	8-14-12	0.87	0.29	1.84	1.34	0.17
	10- 4- 6	0.79	0.32	2.02	1.38	0.21
	20-10-10	0.37	0.34	1.91	1.29	0.29
	30-10-10	0.87	0.36	1.86	0.97	0.11

본 실험에서는 비료 성분중 질소나 칼리의 농도가 높아지거나 낮아지더라도 식물체내 칼리함량에는 뚜렷한 상조 및 길항 작용으로 인한 질소함량의 감소나 칼리함량의 증가 현상이 나타나지 않았다.

칼슘함량을 보면 비료의 종류에 관계없이 옥화란에서 전반적으로 높았고 그밖에 난에서는 처리간 차이는 있으나 비슷한 수준을 나타냈으며 질소함량보다도 높았다.

마그네슘 함량에 있어서도 옥화란이 타 종류의 난에 비해 함량이 다소 높았고, NPK 비율에의해 발생될 수 있는 이온의 길항 및 상조 현상은 관찰되지 않았다.

뿌리의 무기이온 함량을 분석해 본 결과 질소함량은 난의 종류에 관계없이 지상부의 함량보다 낮았으며 인산의 함량은 춘란을 제외하고는 오히려 뿌리에서 함량이 높았다(표 3).

칼리의 함량은 잎에서보다 뿌리에서 현저히 증가하여 지생란이나 착생란에 관계없이 뿌리의 수분 보유를 위한 삼투조절 기능으로써 큰 역할을 한다는 것을 알 수 있었는데 착생란인 팔레뉴시스의 경우에는 질소함량보다 3~4배가 높고 양란 심비디움에서는 약 0.5배 정도 높은 함량을 나타낸다고 하였다(Poole and Seeley, 1978). 일반적으로 양란심비디움에 비해 동양란은 건조 저항성이 높은 것으로 알려져 있는데 비료의 종류에 따라 질소:칼리의 함량에는 차이가 있으나 양란 심비디움에서 보고된 비율보다는 현저한 차이를 나타냈다.

Table 3. Mineral content of roots from four temperate cyndidium as affected by kinds of fertilizer after 9 months in culture.

Species	N-P-K	Mineral composition (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
<i>Cym. goeringii</i>	5- 4- 6	0.35	0.29	3.21	1.48	0.46
	5-10- 5	0.34	0.38	3.00	1.55	0.24
	6-40- 6	0.44	0.38	3.32	1.55	0.37
	8-14-12	0.63	0.35	2.18	1.20	0.46
	10- 4- 6	0.93	0.25	1.93	1.13	0.29
	20-10-10	0.74	0.37	2.07	1.10	0.31
	30-10-10	1.04	0.31	2.10	1.05	0.53
<i>Cym. kanran</i> 'Jeju' × <i>Cym. kanran</i> 'Dosakwan'	5- 4- 6	0.62	0.31	1.68	0.85	0.15
	5-10- 5	0.16	0.67	2.15	1.30	0.24
	6-40- 6	0.47	0.97	3.25	1.46	0.33
	8-14-12	0.36	0.79	3.30	1.48	0.46
	10- 4- 6	0.31	0.68	2.16	0.99	0.30
	20-10-10	0.36	0.73	2.09	0.91	0.29
	30-10-10	1.01	0.76	3.57	1.55	0.50
<i>Cym. neveo- marginatum</i>	5- 4- 6	0.67	0.50	3.33	1.96	0.44
	5-10- 5	0.17	0.57	3.42	2.04	0.53
	6-40- 6	0.21	0.75	4.19	2.37	0.53
	8-14-12	0.51	0.55	3.20	1.70	0.42
	10- 4- 6	0.21	0.57	3.12	1.63	0.23
	20-10-10	0.31	0.63	3.41	1.65	0.39
	30-10-10	0.65	0.42	3.22	1.85	0.48
<i>Cym. gokuchin</i>	5- 4- 6	0.97	0.42	3.40	1.78	0.44
	5-10- 5	0.21	0.39	2.01	1.24	0.43
	6-40- 6	0.43	0.52	3.41	1.70	0.40
	8-14-12	0.65	0.58	3.14	1.61	0.27
	10- 4- 6	0.35	0.41	2.11	1.52	0.53
	20-10-10	0.50	0.37	1.92	1.06	0.56
	30-10-10	0.82	0.40	2.49	1.60	0.25

한편 난에 있어서 비료의 흡수는 NPK 비율에 의해서도 영향을 받으나 배양토(Arnold Bik and Van der Berg, 1983)에 의한 수분 보유 상태, 광과 온도 같은 환경조건(Brundell and Powell, 1985)에 의해 흡수 정도에는 상당한 차이를 보이며 난의 연령이나 기관의 종류에 따라 무기물 함량에는 차이가 있다고 하였다(Poole and Seeldy, 1978). 본 실험에서도 비료나 난의 종류별, 지상부와 지하부간에 무기이온 함량에는 차이가 있었는데 앞으로 각 조직별 무기물 함량 분석을 통하여 일반적으로 알려져 있는 무기이온의 이동이나 상조 및 길항 작용에 어떤 차이가 있는지를 구명할 필요가 있다고 생각되었다.

#### <실험 6> 5종의 1년생 난과 식물에 있어서 광양자속 밀도와 온도가 광합성과 호흡작용에 미치는 영향

조직배양으로 생산한 1년생 심비디움 'Water King'의 광합성율을 보면 온도나 광양자속 밀도에 따라 상당한 차이가 있었다(그림 1). 광도가 낮은  $12\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이나 암상태에서는 전혀 광합성이 이루어지지 않았고,  $25\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서  $125\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 증가할수록 광합성량은 증가하였다. 그러나 온도에 따라 광합성량에는 차이가 있었는데 10~20°C 범위에서는 완만한 증가를 보였다. 25°C에서 최대에 달하였고 30°C에서는 감소하기 시작하여 35°C에서는 광합성이 전혀 이루어지지 않았다. 암상태나  $12\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서는 광합성이 전혀 이루어지지 않았고 호흡에 의한 탄산가스의 방출만 관찰되었는데 온도가 10°C에서 35°C로 증가할수록 호흡율은 증가하는 경향이였다. 낮은 광도하에서 광합성 대신에

*Cymbidium* 'Water King'

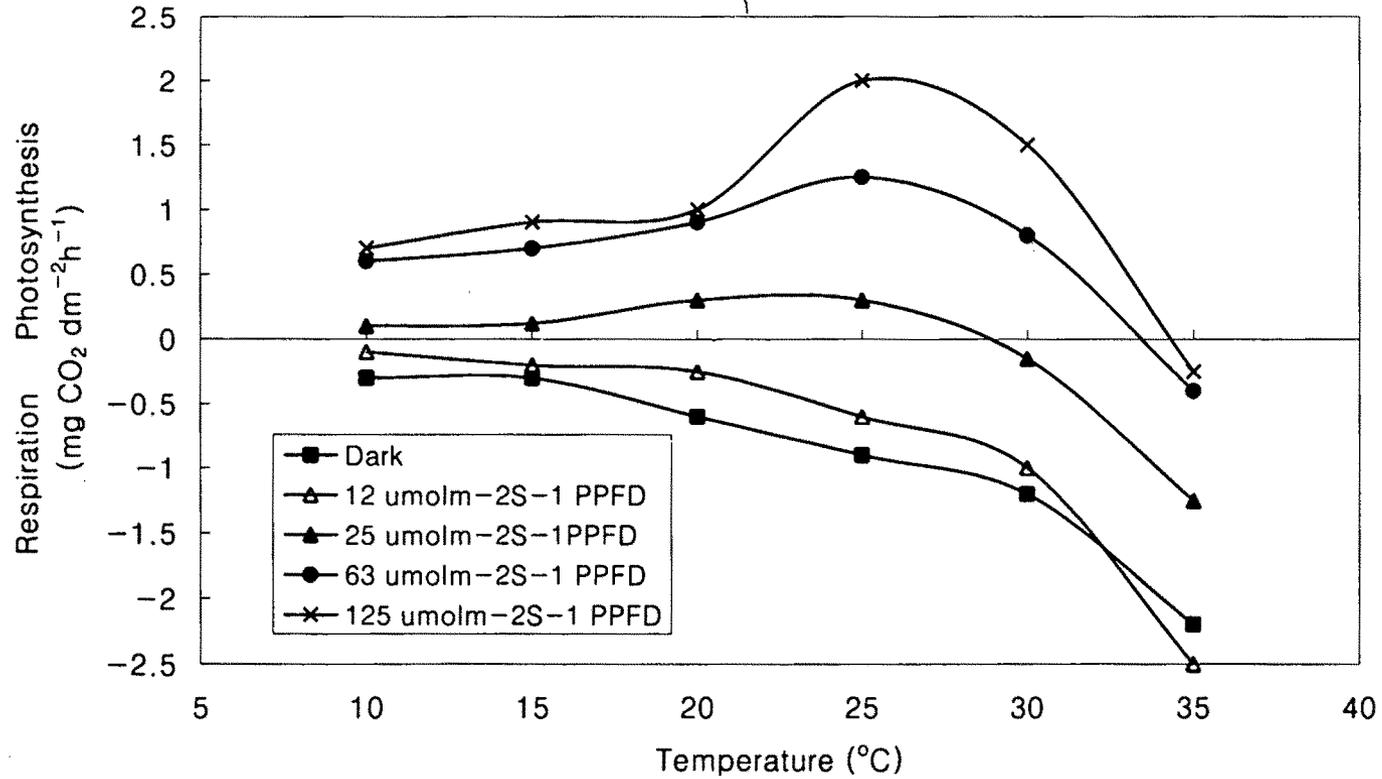


Fig. 1. Photosynthesis and respiration of tissue cultured one year old *Cymbidium* 'Water King' as affected by temperature and photosynthetic photon flux density.

광 호흡작용이 이루어지는 것은 암상태에서 미토콘드리아 내에서 이루어지는 호흡작용과는 차이가 있는데 이는 식물 세포간격내 흡수된 탄산가스가 저광도로 인하여 광합성 작용에 이용되지 못하고 탄소의 재산화로 인한 가스 교환이 이루어지기 때문이라 생각된다(Bidwell, 1983)

*Odontioda*에서 광합성과 호흡을 관계를 실험한 결과를 보면(Esser, 1973) 온도상승에 따라 호흡율은 증가하며 고온에서 호흡작용에 의한 저장 양분의 소모를 보상하기 위해서는 광도의 증가가 필요하다고 하여 조직배양 유묘의 성장을 촉진시키기 위해서는 적어도 광양자속 밀도를  $25 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  이상으로 유지시킬 필요가 있다고 생각되었다. 한편 광양자속 밀도가 높더라도 온도가  $35^\circ\text{C}$  이상되면 광합성은 이루어지지 않고 호흡작용만 일어나기 때문에 하절기 시설내에서 온도의 상승은 심비디움 유묘의 성장을 저해하는 큰 요인이라 생각되었다.

*Dendrobium kingianum* 1년생 유묘의 광합성과 호흡율을 보면 그림 2와 같다. 광합성 정도는 온도에 크게 영향을 받았는데  $25^\circ\text{C}$  이상에서는 광양자속 밀도에 관계없이 광합성이 이루어지지 않았고  $10^\circ\text{C}$ 와  $15^\circ\text{C}$  범위에서는 광양자속 밀도가  $25 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  이상일 때 광합성이 조금 이루어짐을 관찰할 수 있었다.

호흡율을 보면 암상태에서는 온도가 상승함에 따라 일정 비율로 호흡량이 증가하나, 광 조사시에는 온도가  $25^\circ\text{C}$ 까지 상승함에 따라 일정 비율로 호흡량이 증가하나, 광조사시에는 온도가  $25^\circ\text{C}$ 까지 상승하더라도 호흡량에는 큰 변화를 나타내지 않았다. 그러나 온도가  $30^\circ\text{C}$  이상 되면 호흡율은 급격히 증가하는 현상을 나타내어 재배시 온도를  $20^\circ\text{C}$  이하로 유지시켜 주는 것이 건물중 생산에 효과적이라 생각되었다. 일

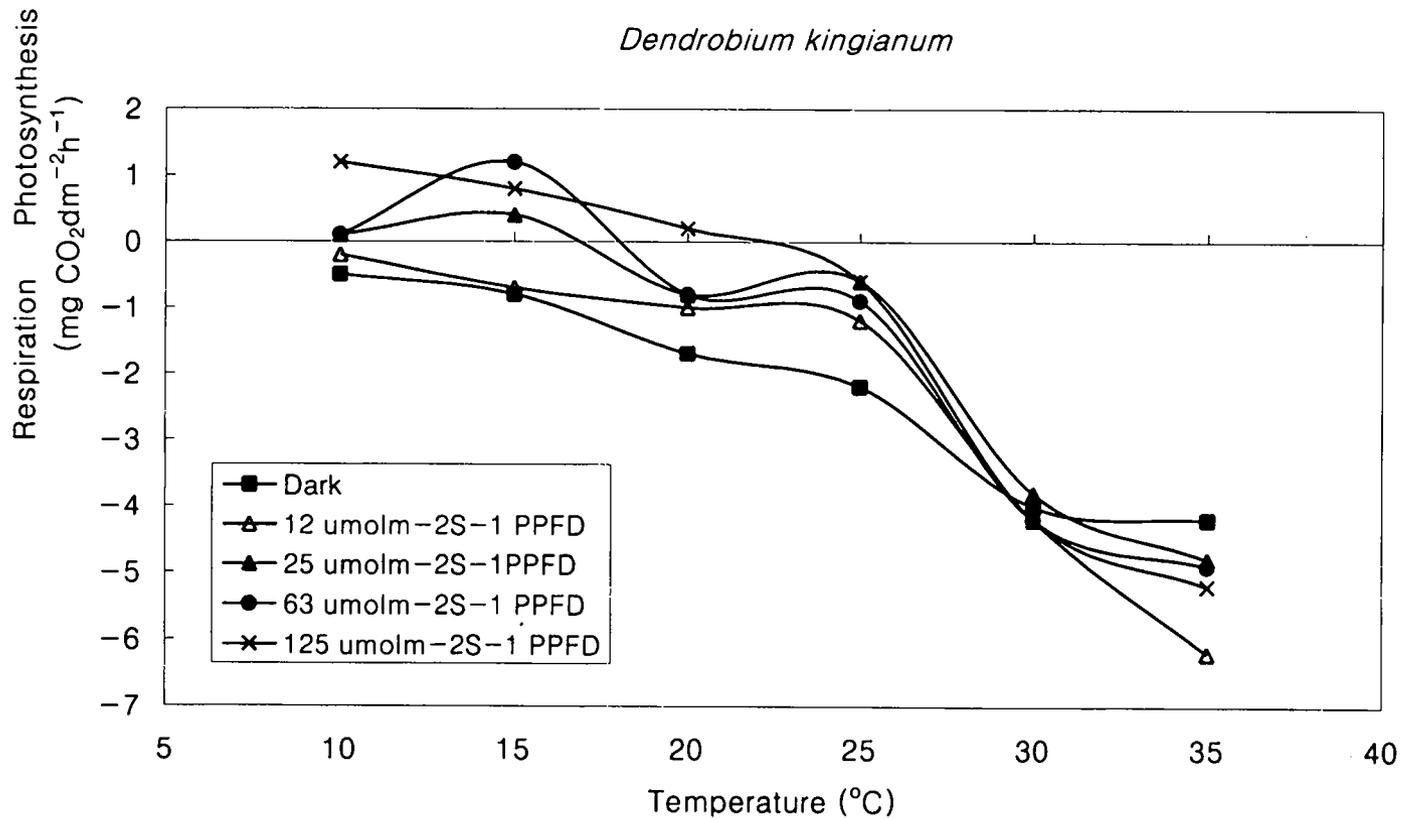


Fig. 2. Photosynthesis and respiration of tissue cultured one year old *Dendrobium kingianum* as affected by temperature and photosynthetic photon flux density.

반적으로 *Den. kingianum*은 15~25°C 범위에서, 광도는 5,000~20,000lx에서 생장이 양호하다고 알려져 있고(Adams and Lawson, 1995) 국내 재배농가에서도 겨울철 온도를 10°C 정도로 유지시키고 있는 것이 일반적이기 때문에 성장에는 고온보다 오히려 저온이 효과적이라 생각되었다.

본 실험에서는 성장상내 광양자속 밀도를  $125 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  이상 유지시켜 줄 수 없었기 때문에 보다 높은 광양자속 밀도를 이용하여 광합성율에 미치는 영향을 조사해 볼 필요가 있다고 생각되었다. 한편 *Dendrobium* 중에서도 광합성 경로가 CAM형을 나타내는 종이 있기 때문에 대기 중 탄산가스를 고정하는 초기 효소인 PEP carboxylase의 활성이 25~35°C 보다는 오히려 5°C에서 높게 나타남으로써(Neals and Hew, 1975) 본 실험과 같은 결과를 얻을 수 있었다고 생각되었다.

*Den. nobile* 계통의 교잡종인 'Permos Glory'를 공시품종으로 하여 실험해 본 결과는 그림 3과 같다. *Den. kingianum*과는 달리 광합성이 일어날 수 있는 온도적응 범위가 큰 것이 특징이었다. 이는 동일한 *Den.* 속에 속하더라도 종이나 품종에 따라 환경적응성에 큰 차이가 있다는 것을 의미한다. 온도가 10°C에서 25°C로 상승할수록 광합성율은 증가하였으며 30°C 이상에서는 현저히 감소하는 현상을 나타냈다. 또한 광양자속 밀도가 높을수록 광합성율도 증가하여 노빌 계통의 잡종을 재배할 경우 성장량을 증가시키기 위해서는 25°C에서 광양자속 밀도를 높여줄 필요가 있다고 생각되었다. 한편, 암상태에서 호흡율을 보면 비교적 저온인 10~15°C에서는 극히 낮았고 20~30°C 범위에서는 약간 증가하였으며 고온인 35°C에서는 호흡작용이 왕성하게 이루어짐을 알 수 있

*Dendrobium* 'Permos Glory'

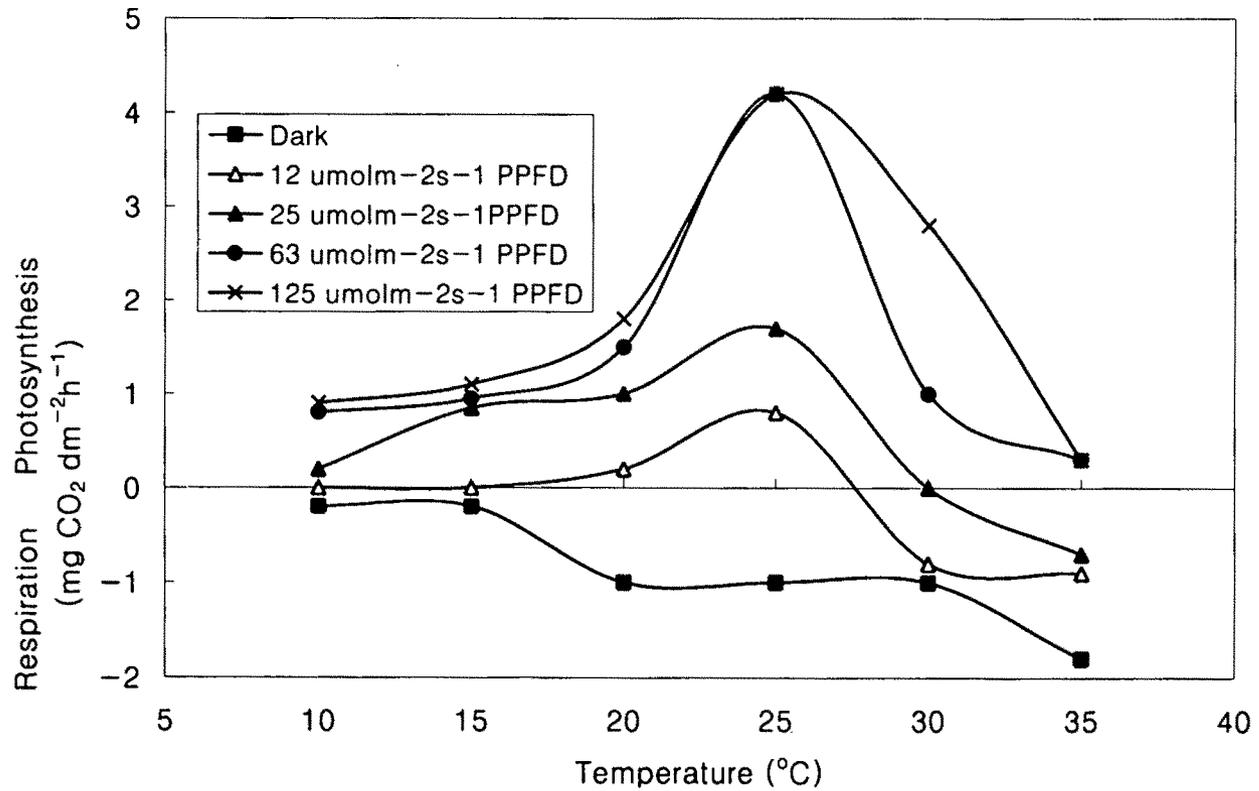


Fig. 3. Photosynthesis and respiration of tissue cultured one year old *Dendrobium* 'Dermos Glory' as affected by temperature and photosynthetic photon flux density.

었다. 또한 온도가 30°C 이상 되면  $12\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 저 광양자속 밀도에서는 광호흡이 관찰되었으나 그 정도는 낮았다.

*Dendrobium*에서는 성장단계에 따라 광합성 경로의 변경이 일어날 수도 있는데(Hew and Khoo, 1980) 이는 성장 초기 단계에서는  $C_3$  형을 나타내다가 성숙단계에서는 CAM 형태로 변경될 수 있음을 뜻한다. 본 실험 결과로 보아 *Den. kingianum*은 비록 유묘이나 CAM 형의, 노빌형의 'Permos Glory'는  $C_3$  형의 광합성 반응을 나타내었다고 추측되는데 Arditti (1992)는 *Den. phalaenopsis*는 CAM 과정을, 노빌계통은  $C_3$  경로를 거쳐 탄산가스를 고정한다고 하였다.

카틀레야 미니종 'Spring Mount'를 공시품종으로하여 광양자속 밀도와 온도가 광합성과 호흡작용에 미치는 영향을 조사해 본 결과는 그림 4와 같다. 노빌형 덴드로비움과는 달리  $12\sim 25\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 낮은 광양자속 밀도에서는 20°C에서 광합성율이 높았고,  $63\sim 125\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 비교적 높은 광양자속 밀도에서는 온도범위가 15~25°C일 경우 전체 광합성량에는 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 온도가 30°C로 증가하면 거의 광합성이 중지되고 광 호흡 작용이 일어남을 관찰할 수 있었다. 한편 암상태나 저광양자속 밀도인  $12\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서는 25°C부터 호흡작용이 왕성하게 일어남을 알 수 있었다. 카틀레야는 종에 관계없이 전형적인 CAM 식물로 알려져 있는데(Nuernbergk, 1963) 호흡율은 어린 잎 일수록 높고 오래된 잎에서는 감소하며 온도가 증가할수록 호흡율도 높아진다고 하였다. 그러나 꽃에 있어서는 15~25°C 일 때 호흡계수는 1정도이나 5~15°C에서는 2.4로 오히려 높아진다고 하여 측정하는 기관의 종류에 따라 호흡이나 광합성에 미치는 온도와 광도의 영향

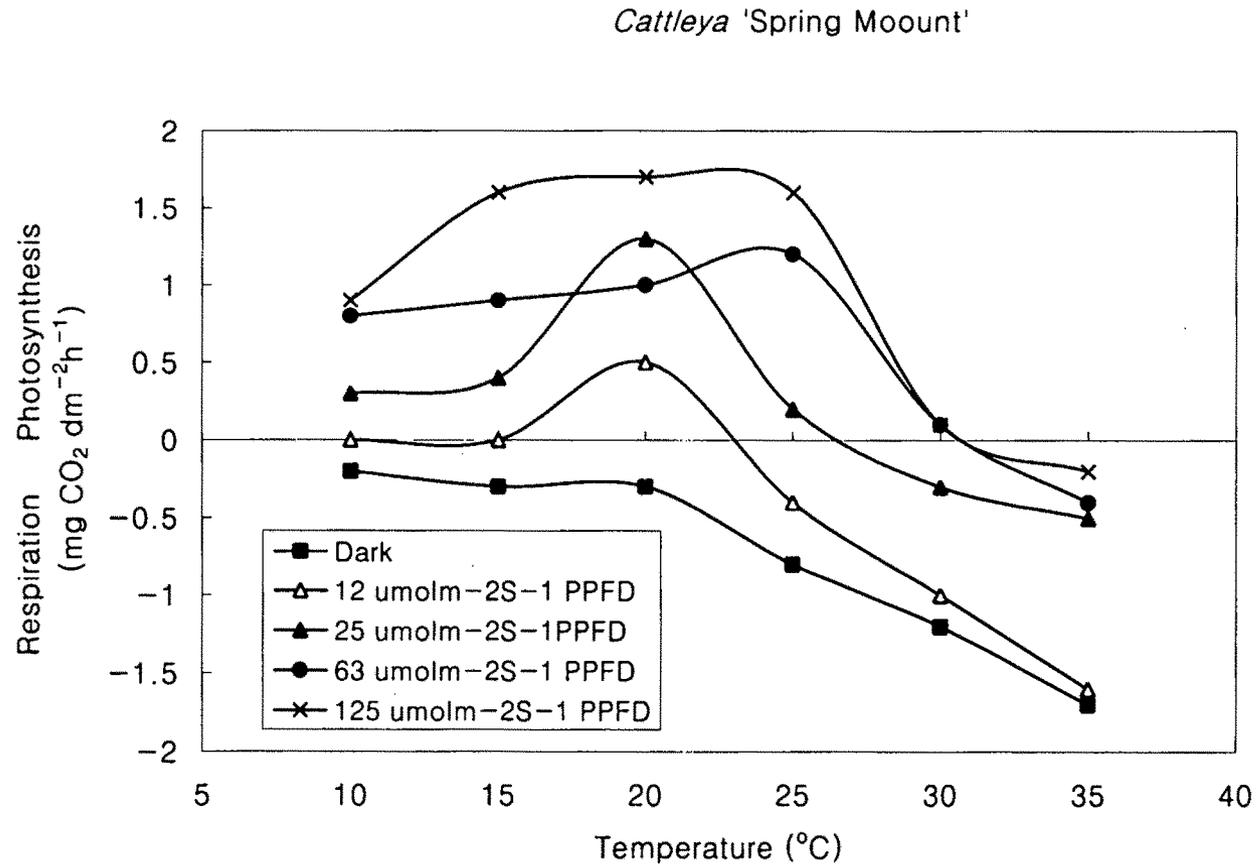


Fig. 4. Photosynthesis and respiration of tissue cultured one year old *Cattleya* 'Spring Mount' as affected by temperature and photosynthetic photon flux density.

에는 차이가 있음을 알 수 있었다.

팔레놉시스 'Lipstick'의 경우를 보면 그림 5와 같다.

광합성율은 온도와 광도에 따라 상당한 차이가 있었는데 광양자속 밀도가  $125 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서는  $10\sim 15^\circ\text{C}$ 에서 비슷한 광합성율을 보이다가 온도가  $25\sim 30^\circ\text{C}$ 로 증가하면 감소하여 온도간 큰 차이없이 일정수준을 유지하였으며  $35^\circ\text{C}$ 에서는 광합성이 전혀 이루어지지 않고 호흡만 관찰되었다. 그러나  $63 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  광양자속 밀도에서는 온도가  $10^\circ\text{C}$ 에서  $30^\circ\text{C}$ 로 증가하더라도 전체 광합성율에는 큰 차이를 나타내지 않았다.  $25 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서는 온도가  $20^\circ\text{C}$ 일 때 최대 광합성을 나타냈고 이보다 온도가 낮거나 높으면 감소하는 경향을 보였다. 저광양자속 밀도인  $12 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서도  $20^\circ\text{C}$ 에서 매우 낮은 수준의 광합성이 이루어졌고  $25^\circ\text{C}$  이상에서는 호흡작용만 관찰되었다. 팔레놉시스는 환경조건에 관계없이 CAM형 광합성을 하나 엽형이나 수분, 광조건이 달라지는 탄산가스의 주야간 고정량이 달라진다고 알려져 있기 때문에(Or WR 1., 1988) 본 실험에 나타난 결과는 개화주와 비교한다면 차이가 있을 수 있다. 개화주의 경우 광포화점은 약  $13\text{Klx}$ 라고 하였으나(Ota and Morioka, 1990) 유묘에서는 온도에 따라 광합성 정도에 차이가 심하였고 광합성에 필요한 광요구도도 낮았다. 일반적으로 CAM 식물의 경우 탄산가스 흡수는 비교적 저온인  $15^\circ\text{C}$ 에서 활발히 이루어진다고 하였는데(Kluge and Ting, 1978) 일단계로 암기에 흡수된 탄산가스는 액포내에 일시적으로 저장되고 액포속이 탄산가스로 포화되면 그이상 흡수는 일어나지 않는 것으로 생각된다. 따라서 명기직후의  $\text{C}_3$  회로에 의한 탄산가스 흡수와 이용은 광합성 관련효소의 활성과 밀접한 관계가 있는데

*Phalaenopsis* 'Lipstick'

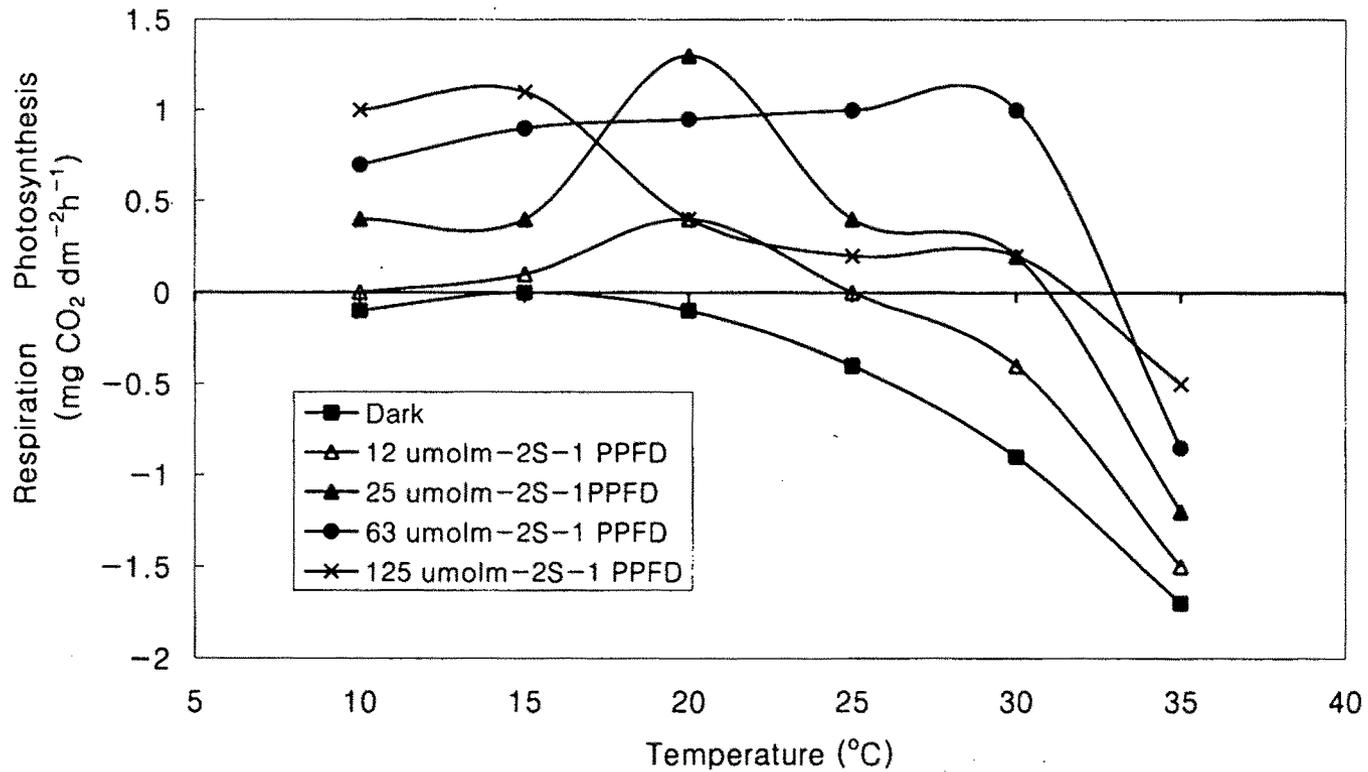


Fig. 5. Photosynthesis and respiration of tissue cultured one year old *Phalaenopsis* 'Lipstick' as affected by temperature and photosynthetic photon flux density.

(Ichihashi, 1966) 재배온도가 효소의 반응속도에 미치는 영향에 관해서는 잘 알려져 있지 않다. 금후 재배온도와 광합성 관련 효소의 활성관계를 구명함으로써 유묘의 최적 생장을 유도할 수 있는 환경조건을 구명하는 실험이 필요하다고 생각된다.

## IV. 적 요

<실험 1> 난의 유묘에 CyMV와 ORSV의 인위적 감염이 생장반응에 미치는 영향과 바이러스 무병주 생산에 미치는 Vidarabine의 효과

ORSV와 CyMV를 동, 서양란에 접종 시켜본 결과 전반적으로 동양란 계통은 ORSV에, 양란은 CyMV 감염으로 인한 피해 정도가 컸으며 단독감염보다는 복합감염시 생장억제현상이 심했다.

### 1) 바이러스 접종 효과

지생란이나 착생란에 관계없이 *Cymbidium mosaic virus*보다는 *odontoglossum ringspot virus*의 피해가 심하였으며 두 바이러스의 복합 감염은 난의 종류에 따라 피해 정도에 차이가 있었으나 ORSV의 감염과 비슷한 수준으로 생장을 억제시키거나 고사율을 증가시켰다.

동양란 중에서는 관음소심(*Cymbidium gyokichin*)이 타동양란에 비해 바이러스 감염에 민감한 반응을 나타내어 ORSV 단독 CyMV와 혼합 감염의 경우 100% 고사현상을 나타내었다. 건란(*Cymbidium ensifolium*)의 경우 한란이나 비아란×금봉금에 비해 바이러스 접종에도 불구하고 73.3% 이상의 생존율을 나타내어 저항성이 높았다. 한란(*Cymbidium kanran*)은 대조구 85.7%, ORSV나 CyMV 감염시 40%, 복합감염시 33.3%의 생존율을, 비아란×금봉금의 경우에는 대조구 93.9%에 비해 ORSV 감염시 20%, ORSV와 CyMV의 복합 감염의 경우 26.7%로 생존율이 매우 낮았다.

그러나 열대성 심비디움 `Golden Gate`나 `Sundust`의 경우 바이러스 감염이 지상부 및 지하부의 생장은 현저히 감소시키나 고사현상은 발생되지 않았다.

대엽풍란을 보면 잎의 발생과 생장을 현저히 감소시켜 대조구 6.3개에 비해 3.0개 미만으로 불량하였을 뿐만 아니라 생체중도 감소하였다. 카틀레야 `Castero`의 경우 바이러스 감염은 위구경수가 현저히 감소하였고 심한 낙엽현상을 나타냈다.

덴드로비움 팔레놉시스(*Dendrobium phalaenopsis*) `Pompadour`에 CyMV를 감염시켰을 경우 ORSV보다 줄기수 및 생장억제현상이 심하게 나타났으며, 지고페탈리움(*Zygopetalium maedayi*)에 바이러스 감염은 신초 형성수에는 영향을 미치지 않으나 신초나 뿌리의 생장은 현저히 감소하였다. 이상의 결과에서 난에 있어 바이러스 접종은 양란에 비해 동양란에서 피해 정도가 심하게 나타났으며, 생존율의 저하, 지상부의 생장 억제, 신초수의 감소가 뚜렷하였다. 특히 CyMV보다는 ORSV의 감염시 피해 정도가 컸다.

## 2) Vidarabine 처리에 의한 바이러스 불활성화

농도별 vidarabine 처리 효과를 보면 ORSV의 경우 그 양이 유의성 검정을 할 수 있을 만큼 충분함으로 ELISA치에 신뢰성이 있으나 CyMV는 감염된 양이 너무 적어 ELISA치를 신뢰할 수 없었다. 바이러스 불활성화에 유효한 농도는 100mg/L 이상이었으며, 이보다 농도가 증가하더라도 바이러스 억제효과는 크지 않았으며, 정단율의 고사율을 증가시켰다.

### 3) 국내조직배양실에서 배양중인 난의 바이러스 검정

기내배양중인 동양란과 양란 11종을 선택하여 ORSV와 CyMV를 Latex 검정에 의해 조사해 본 결과 10배 희석액에서는 공시개체 모두 ORSV 감염 증상이 발견되었으며 CyMV 감염은 분명하지 않았다.

특히 양란 심비디움의 경우에는 희석배수에 관계없이 ORSV 증상이, CyMV도 10배액에서는 감염증상이 나타났다.

### 4) 재배농가의 바이러스 피해 및 인식 조사

재배농가의 97%가 바이러스 감염의 심각성을 인식하고 있었으며, 양란의 경우 20~30%가 바이러스 감염으로 인하여 상품화를 시키지 못하고 있었다. 바이러스 감염의 원인은 종묘구입시 문제가 있다고 생각하는 경우가 95%이었으며, 가격이 비싸더라도 바이러스 검정묘를 구입하려고 하였다.

## <실험 2> 난과 식물에서 난균근균 (orchid mycorrhizal fungi) 분리

현재 원예계에서 난의 재배는 중요한 품목이며, 화훼계에서 차지하는 비율이 높다. 우리나라의 5개 자생지에서 채집한 춘란과 난 농원에서 조직배양하여 재배한 심비디움류의 뿌리에서 공생하는 균을 분리하고, 또한 염색하여 현미경 관찰을 하였다. 난의 뿌리세포에 침투한 균은 얇고 꼬인 정도가 다양한 균구를 형성하였다. 균구를 이루는 균사들의 직경은 가느다란 것에서 굵은 것까지 다양했고, 소화 단계상 다양한 균구를 관찰할 수 있었다. 난 뿌리속에 있는 내생균근균을 순수분리하여

동정하였으며, *R. repens*와 *R. endophytica* var. *endophytica*로 동정하였다. 이들의 균을 제주한란과 오토모론을 이용하여 공생관계를 측정하였다. 또한, 여러 가지 동양란과 서양란의 접종하여 개체당 생체량의 증가율을 측정하였을 때 난균근균에 감염된 실험구의 난이 모두 대조구의 난보다 높은 증가율을 나타내었다. 이것으로부터 우리나라의 자생란인 보춘화에서 분리된 *R. repens*가 난과식물에 대해 공생능력이 있는 난균근균임을 확인하였다.

### <실험 3> 난 자생지 토양이 조직배양한 춘란과 한란의 생장에 미치는 영향과 난 공생균의 뿌리감염

현재, 난재배가들이 사용하는 다양한 용토와 춘란자생지 용토를 사용하여 춘란과 한란을 재배하였다. 용토 실험에서 자생지 토양과 바크가 춘란 재배에 가장 좋았으며, 한란재배에서도 비멸균한 토양에서 동일한 결과를 얻었다. 이러한 난생장과 관련되는 난뿌리에서는 난균근형성과 관련되는 것으로 나타났다. 난균근이 형성되는 난뿌리 부분에서 질소 함량이 높게 측정되어, 이는 질소성분이 난생장에 효과적으로 작용하였다고 생각되었다. 이상의 결과를 근거로하여 난의 자생지 토양을 사용하여 난균근 형성과 균구 형성을 관찰하여, 난균과의 공생이 난의 생장에 큰 영향을 미친다는 것과 난균근의 차이점을 파악하였다. 또한 난균근 형성에서 난균근과 난의 상호관계에서 숙주와 균의 특이성을 관찰하였다. 본실험에 사용된 춘란자생지 토양에서는 최소한 동양란에 관련되는 공생균이 최소한 두 개이상이라는 것을 밝혔으며, 이에 대한 공

생과정도 서로 다를 것이라는 것으로 추측되었다.

#### <실험 4> 8종의 식재용토가 4종의 온대산 심비디움의 성장과 무기물 함량에 미치는 영향

4종의 온대산 심비디움을 공시재료로하여 8종의 식재에 재식하였을 때 식재의 특성에 따른 함수율과 건조율, 관수후 경과일 수에 따른 식물체의 기공의 전도도 및 증산율, 성장정도 및 무기물 함량을 분석하였다.

공시 식재중 함수율은 수태가 1.109%로 가장 높았고 경석이 132%로 가장 낮았다. 그러나 관수 20일 후 건조율을 보면 수태가 98%로 가장 높았고 경석이 37%로 가장 낮았으며 부엽토, 자생지 흙 및 혼탄은 51~57%의 건조율을 나타냈다.

난의 종류에 관계없이 기공전도도와 증산율은 관수직후 가장 높았고 일수가 경과할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 춘란의 경우 관수직후 기공전도도는  $1.55\text{cm}^{-1}$ , 증산율은  $9.01\mu\text{gcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이었으나 관수 4일후는  $0.15\text{cm}^{-1}$ 와  $1.03\mu\text{gcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 를 나타내었다. 제주한란×도사관 교잡종에서 기공전도도와 증산율은 관수직후  $1.53\text{cms}^{-1}$ 과  $4.54\mu\text{gcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이었으나 4일후에는  $0.58\text{cms}^{-1}$ 와  $0.48\mu\text{gcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 를 나타내어 감소율에0는 난의 종간에 차이가 있었다.

식재용토별 생육정도를 보면 난의 종류에 따라 차이는 있으나 한란 교잡종을 제외하고는 수태나 경석에 비해 바크, 부엽토, 자생지 흙 및 혼탄에서도 양호한 성장을 관찰할 수 있었다. 그러나 한란 교잡종에서

는 수태에서 생장이 촉진되었다. 잎과 뿌리의 무기물 분석을 해본 결과 부엽 및 자생지 흙을 식재로 한 용토에서 질소의 함량이 증가하였으며, 인산함량은 훈탄에서 재배했을 때 높았고 다량원소중에서는 칼리 함량이 가장 높았다. 질소함량과 식물체의 성장간에는 서로 관련성이 있었다.

#### <실험 5> 질소:인산:칼리의 비율이 4종의 온대산 심비디움의 성장과 무기물 함량에 미치는 영향

질소:인산:칼리의 비율이 상이한 상품화된 액비 및 고형 비료 8종을 4종의 온대산 심비디움에 시비하였을 때 나타나는 성장 반응과 무기물 함량을 조사하였다.

시용한 비료의 종류에 따라 난의 성장반응에는 다소 차이가 있었다. 일반적으로 N:P:K=5:10:5인 액비시용구에서 지상부 및 지하부의 생장이 양호하였으며 높거나 칼리 함량이 높은 시용구에서 외관상 강건하고 충실한 성장을 관찰할 수 있었다. 춘란이나 사계란에 있어서 초장이나 엽수, 신초수는 비료의 종류에 크게 영향을 받지 않았으며 한란 교잡종이나 옥화는 다소 영향을 받아 생체중 및 근중에는 비료간 유의성이 있었다. 엽분석 결과 질소함량은 30:10:10 처리구에서 가장 높았고 고형비료를 시용했을 때 가장 낮았다. 다량원소중 칼리 함량이 가장 높았는데 앞에서보다 뿌리에서 함량이 높았다. 질소 함량은 난의 종류에 관계없이 지상부의 함량이 높았으며 인산의 함량은 춘란을 제외하고는 오히려 뿌리에서 함량이 높았다. 그러나 식물체의 무기이온 분석결과 NPK 비

울에 따른 이온간 상호 내지 길항 효과는 발견할 수 없었다.

### <실험 6> 5종의 1년생 난과 식물에 있어서 광양자속 밀도와 온도가 광합성과 호흡작용에 미치는 영향

조직배양하여 1년이 경과한 5종의 난과식물을 대상으로하여 광양자속 밀도와 온도가 광합성과 호흡에 미치는 영향을 조사하였다. *Cym. 'Water King'*에 있어서 광합성은 25°C에서 광양자속 밀도가 25에서 125  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 증가하였고 30°C 이상에서는 광양자속 밀도가 관계없이 감소하였다. 12  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 저광양자속 밀도나 암상태에서는 호흡만 관찰되었으며 온도가 상승할수록 증가하였다. *Den. kingianum*에서 광합성은 광양자속밀도가 63~125  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이고 온도가 10~15°C 일 때 양호 하였으며 이보다 온도가 상승하면 호흡율이 현저히 증가하는 현상을 보였다. 그러나 노빌형 *Den. 'Permos Glory'* 있어서 광합성은 25°C에서 광양자속 밀도가 증가할수록 최대에 달하였고, 30°C에서는 현저히 감소하였으며 25  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  이하의 광양자속 밀도에서는 호흡만 관찰되었다. *Cattleya 'Spring Mount'*의 경우 광합성은 12~25  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 저광양자속 밀도에서는 20°C에서, 그이상의 광도에서는 15~25°C 범위에서 비슷한 광합성율을 나타내었으며 30°C 이상에서는 현저히 감소하여 호흡작용이 관찰되었다.

*Phalaenopsis 'Lipstick'*에서도 *Cattleya*와 유사한 경향을 나타내었으나 12  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  광양자속 밀도를 제외하고는 30°C에서도 광합성이 이루어졌고 35°C에서는 광양자속 밀도에 관계없이 호흡만 관찰되었다.

## V. 인용문헌

### <실험 1>

1. 농림수산부. 1995. '94 화훼재배현황.
2. 백기엽. 1995. 난-산업현황, 발전방향 이용. 난세계.
3. 백기엽. 1995. 양란-초보기술부터 전문경영까지. 농민신문사.
4. Francki, R.I.B. 1970. *Cymbidium* mosaic virus. CMI/ AAB. Descriptions of Plant Viruses No. 27.
5. Inouye, N. 1966. A virus disease of *Cymbidium* caused by *Odontoglossum* ringspot virus. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. Okayama Univ. 13:149~159.
6. Wisler, G.C. 1989. How to control orchid viruses. Marpin House Publishers.
7. 전황혜. 1993. 한국산 난에 발생하는 바이러스의 분리동정 및 조직 배양에 의한 바이러스의 무독주의 생산에 관한 연구. 영남대학 대학원 박사학위 논문.
8. 이현숙, 나용준. 1976. 우리나라 난 바이러스 병에 관한 연구. 한국 식물보호학회지 15:117~146.
9. 장무웅, 김용기, 함태수. 1984. 난의 바이러스 병에 관한 연구. (1) *Odontoglossum* ringspot virus. 영남대학교 기초과학연구 4:173~184.
10. 장무웅. 1985. 난의 바이러스에 관한 연구. (2) *Spiranthes* mosaic virus. 영남대학교 기초과학연구 5:211~220.

11. Inouye, N. 1992. On virus diseases of orchids in Japan. Proc. NIOC. '92, Nagoya. p. 51~59.
12. Pearson, M.N. and J.S. Cole. 1986. The effects of *Cymbidium* mosaic virus and odontoglossum ringspot virus on the growth of *Cymbidium* orchids. J. Phytopathology 117:193~197.
13. Clark, M.F. and A.N. Adams. 1977. Characteristics of the microplate method of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol 34:475~485.
14. 심결보. 1995. Latex agglutination test를 이용한 난에서의 Odontoglossum ringspot virus(ORSV) 진단. 연암축산원에전문대학 논문집 14:151~158.
15. Bodnaruk, W.H., G.R. Hennen, F.W. Zettler and T.J. Sheehan. 1979. Incidence of *Cymbidium* mosaic and Odontoglossum ringspot viruses in wild and cultivated orchids of the Cattleya alliance surveyed in Florida. American Orchid Society 48:26~27.
16. Zettler, F.W., G.R. Hennen, W.H. Bodnaruk. Jr., H.T. Clifford and T.J. Sheehan. 1978. Wild and cultivated orchids surveyed in Florida for the *Cymbidium* and Odontoglossum ringspot viruses. Plant Dis. Rep. 62:949~952.
17. Wisler, G.C. 1981. Development of Serological techniques designed to index *Cymbidium* mosaic and Odontoglossum

- ringspot viruses in commercial orchids. Univ. of Florida, MS. Thesis.
18. Francki, R.I.B. 1966. Isolation, purification and some properties of two viruses from cultivated *Cymbidium* orchids. Aust. J. Biol. Sci. 19:555~564.
  19. Hakkaart, IR. F. A. 1980. Virusziekten in *Cymbidium*. *Vakbladvoor de bloemisterijs* 21:52~55.
  20. 박세원, 전재홍, 김현순, 정혁. 1994. 감자조직배양시 항바이러스제 처리에 의한 감자바이러스 (SOPVS) 퇴치 효과. 한국원예학회지 35:32~35.

#### <실험 2>

- 이종석. 1984. 한국 야생난의 종류와 지리적 분포에 관한 연구. 제주대학교 논문집 제 19집 별쇄.
- Alexopoulos, C.J., <i>s, C.W. and Blackwell, M. 1996. Introductory Mycology. 4th des. John Wiley & Sons, Inc. N.Y.
- Arditti, J. 1967. Factors affecting the germination of orchid seeds. *Bot. Rev.* 33:1-97.
- Arditti. 1992. *Fundamentals of Orchid biology*. John Wiley & Sons, Inc. N.Y.
- Atlas, R.M. and Bartha, R. 1993. Microbial ecology. 3rd eds. The benjamin Cummings Publishing Company, Inc. California.
- Currah, R.S., E.A. Smreciu, and S. Hambleton. 1989. Mycorrhizae

- and mycorrhizal fungi of boreal species of *Platanthera* and *Coeloglossum* (Orchidaceae). *Can. J. Bot.* 68:1171-1181.
- Grolier. 1993. The New Grolier Multimedia Encyclopedia. MPC IBM PC. V.6
- Hadley, G. and Williamson, B. 1972. Features of mycorrhizal infection in some Malayan orchids. *New Phytol.* 71: 1111-11118.
- Hadley, G. 1982. Orchid mycorrhiza. pp. 83-117 in J. Arditti [ed.], *Orchid Biology: Reviews and Perspectives, II*. Cornell University Press. Ithaca, New York.
- Harley, J.L. and Smith, S.E. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. pp 267-295.
- Harvais, G., and G. Hadley. 1967a. The relation between host and endophyte in orchid mycorrhiza. *New Phytol.* 66:205-215.
- Harvais, G., and G. Hadley. 1967b. The development of *Orchis purpurella* in asymbiotic and inoculated cultures.
- Koske, R.E. and Gemma, J.N. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* 92: 486-505.
- Lee, S.S., Eom, A.H. and Lee, S.S. 1994. A study on the production of arbuscular mycorrhizal fungal spores by using the commercial fertilizers and the pot culture techniques. *Korean Mycology* 22: 172-183.

- Marchisio, V.F., Berta, G., Fontana, A. and Mannina, F.M. 1985. Endophytes of wild orchids native to Italy: Their morphology, caryology, ultrastructure and cytochemical characterization. *New Phytol.* 100: 623-641.
- Moore, R.T. 1987. The genera of *Phizoctonia*-like fungi : *Ascorhizoctonia*, *Ceratorhiza* gen. nov., *Epulorhiza* gen. nov., *Moniliopsis*, and *Rhizoctonia*. *Mycotaxon* 29: 91-99.
- Richardson, K.A., R.S. Currah, and S. Hambleton. 1993. Basidiomycetous endophytes from the roots of neotropical epiphytic orchidaceae. *Lindleyana* 8:127- 137.
- Ruinen, J. 1953. Epiphytosis a second view on epiphytism. *Ann. Bogorrienses* 1: 101-157, pl. 5-13.
- Smith, S.E. 1966. Physiology and ecology of orchid mycorrhizal fungi with reference to seedling nutrition. *New Phytol.* 65: 488-499.
- Smreciu, E.A. and Currah, R.S. 1989. Symbiotic germination of seeds of terrestrial orchids of North America and Europe. *Lindleyana* 4: 6-15.
- Sneh, B., Burpee, L. and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. The American Phytopathological Society Press.
- Uetake, Y., Kobayashi, K. and Ogoshi, A. 1992. Ultrastructural changes during the symbiotic development of *Spiranthes sinensis* (Orchidaceae) protocorms associated with binucleate

anastomosis group C. Mycol. Res. 96(3), 199-209.

Warcup, J.H. 1973. Symbiotic germination of some Australian terrestrial orchids. New Phytol. 72: 387-392.

Warcup, J.H. 1981. The mycorrhizal relationships of Australian orchids. New phytol. 87: 371-381.

Warcup, J.H. 1985. Rhizanthella gardneri (Orchidaceae), its Rhizoctonia endophyte and close association with Melaleuca uncinata (Myrtaceae) in western Australia. New Phytol. 99: 273-280.

Zettler, L.W. and McInnis, Jr. T.M. 1993. Symbiotic seed germination and development of *Spiranthes cernua* and *Goodyera pubescens* (Orchidaceae: Spiranthoideae). Lindleyana 8: 155-162.

### <실험 3>

Arditti, J. 1967. Factors affecting the germination of orchid seeds. Bot. Rev. 33:1-97.

Burgeff, H. 1959. Mycorrhiza of orchids, p. 361-395. In C.L. Withner. The orchids: A scientific survey. Ronald Press. New York.

Hadley, G. 1968. Orchids and their symbiotic fungi. Malayan Scientist 4:23-27.

Hadley, G., and G. Harvais. 1968. The effect of certain growth substances on asymbiotic germination and development of Orchids *Purplella*. New Phytol. 67:441-445.

- Harvais, G., and A. Raitsakas. 1975. On the physiology of a fungus symbiotic with orchids. *Can. J. Bot.* 53:144-155.
- Koske, R.E., and J.N. Gemma. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* 92(4):486-505.
- Smith, S.E. 1966. Physiology and ecology of orchid mycorrhiza fungi with reference to seedling nutrition. *New Phytol.* 65:488-499.
- Stoutamire, W. 1974. Terrestrial orchid seedlings. p. 101-128. *In* C.L. Withner(ed.), *The orchids:Scientific studies*. Wiley-Interscience, New York.
- Williamson, B., and Hadley, G. 1970. Penetration and infection of orchid protocorms by *Thanatephorus cucumeris* and other *Rhizoctonia* isolates. *Phytopathology*, 60:1092-1096.

#### <실험 4>

1. 난연구회. 1994. 난 · 산업현황 · 발전방향 이용. p. 127-152.
2. 김태중, 백기엽. 1996. 자생란의 원예화와 재배, 이용. p. 73-94. 제3회 국제 난 심포지움. '경쟁력 제고를 위한 난 품질향상'. 충북대 첨단원예기술개발연구센터.
3. Lee, J.S. 1994. Influence of potting media on the growth of in vitro produced plantlets of *Cymbidium kanran* native to Cheju J. *Kor. Soc. Hort. Sci.* 35(6): 651-656.

4. Kim, D.W., Cho, K.H., Park, C.H. and Kang. H. 1997. Effect of substrates on the growth of *Cymbidium goeringii* and *Cymbidium* 'Moon Venus' Seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(6): 749-753.
5. 농업기술연구소. 1988. 토양화학 분석법: 토양, 식물체
6. 백기엽, 김홍렬, 김태중, 박상규, 손기철, 서재환, 박은수. 1995. 양란-초보기술부터 전문경영까지. 농민신문사.
7. Pan, R.C., Q.S.Y. and C.S. Hew. 1997. Physiology of *Cymbidium sinense* : a review. Scientia Hort. 70: 123-129.
8. Zheng, X.N., Z.Q. Wen., R.C. Pan. and C.S. Hew. 1992. Response of *Cymbidium sinense* to drought stress. J. Hort. Sci. 67(3): 295-299.
9. Lee, S.S., S.S. Park., T.J. Kim and K.Y. Paek. 1997a. Effect of orchid habitat soil on growth of tissue cultured *Cym. kanran* and *C. goeringii*, and root infection of orchid mycorrhizal fungus. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(2): 176-182.
10. Lee, S.S., H.K. Riew and K.Y. Paek. 1997b. Isolation of orchid mycorrhizal fungi from the Korean native orchid plants. Kor. J. Mycology. 25(2): 101-110.
11. Kim, D.W., K.H. Cho., C.H. Park., I.S. So. and B.H. Kwack. 1997. Effect of substrates on the growth of *Cymbidium goeringii* and *Cymbidium* 'Moon Venus' seedling. J. Kor. Soc. Hort. Sci.

38(6): 749-753.

12. Lee, J.S. 1994. Influence of potting media on the growth of in vitro produced plantlets of *Cymbidium kanran* native to Cheju. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35(6): 651-656.
13. Zhang, M.G., R.C. Pan. and Q.S. Ye. 1994. Influence of moisture on leaf growth and photosynthetic rate of *Cymbidium sinense*. J. South China Normal Univ. (Natural Science). 2: 71-75.
14. Pan, R.C., J.Y. Chen. and Z.Q. Wen. 1994. Influence of different potassium levels on growth, development and physiology in *Cymbidium sinense* following potassium starvation. J. Tropical and Subtropical Botany. 2(3): 46-53.

#### <실험 5>

1. Poole. H.A. and J.G. Seeley. 1978. Nitrogen, potassium and magnesium nutrition of three orchid genera. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 485-488.
2. Hew, C.S. 1990. Mineral nutrition of tropical orchids. Malayan Orchid Rev. 24: 70-76.
3. Poole, H.A. and Sheehan. 1982. Mineral nutrition of orchids, p. 195-212. In: J. Arditti(ed.). ORchid biology, reviews and perspectives. II. Ithaca, Cornell University Press.
4. Pan, R.C., Q.S. Ye. and C.S. Hew. 1997. Physiology of *Cymbidium*

- sinense* : a review. *Scientia Hort.* 70: 123-129.
5. Wen, Z.Q. and C.S. Hew. 1993. Effects of nitrate and ammonium on photosynthesis nitrogen assimilation and growth of *Cymbidium sinense*. *J. Singapore Nat'l Academy of Sci.* 20/21: 21-23.
  6. Chen, J.Y., R.C. Pan. and Z.Q. Wen. 1994. Influence of different potassium levels on contents of carbohydrate and protein in *Cymbidium sinense* following potassium starvation. *J. Tropical and Subtropical Botany.* 2(3): 70-76.
  7. 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법: 토양, 식물체
  8. Pan, R.C. and J.X. Chen. 1994. Effects of nitrate- nitrogen and ammonium-nitrogen on growth and development in *Cymbidium sinense*. *Acta Botanica Yunnanica.* 16(3): 285-290.
  9. Paek, K.Y. and E.C. Yeung. 1991. The effect of 1-naphthaleneacetic acid and N6-benzyladenine on the growth of *Cymbidium forrestii* rhizomes in vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 24: 65-71.
  10. Powell, C.I., K.I. Caldwell., R.A. Littler. and I. Warrington. 1988. Effect of temperature regime and nitrogen fertilizer level on the vegetative and reproductive bud development in *Cymbidium* orchid. *J. Amer Soc. Hort. Sci.* 113: 552-556.
  11. Pan, R.C. 1996. Study on mineral nutrition of *Cymbidium sinense*.

- J. South China Nat'l Univ. (Natural Science) 1: 47-50.
12. Zheng, X.N., Z.Q. Wen., R.C. Pan. and C.S. Hew. 1992. Response of *Cymbidium sinense* to drought stress. J. Hort. Sci. 67(3): 295-299.
  13. Arnold Bik, R. and Th. J.M. Van der Berg. 1983. Effect of substrate and nitrogen supply on yield and quality of mini-*Cymbidium* Acta Hort. 150: 289-295.
  14. Brundell, D.J. and C.I. Powell. 1985. Environmental and nutritional factors affecting growth and development of *Cymbidium* orchids. Proc. 2nd New Zealand Int'l. Orchid Symp. p. 25-40.

#### <실험 6>

1. 농림수산부. 1995. '94 화훼 재배현황
2. 난연구회. 1994. 난: 산업현황, 발전방향, 이용. 월간난세계
3. Arditti, J. 1979. Aspects of orchid physiology. Adv. Bot. Res. 7: 421-655. Academic Press, London.
4. Hew, C.S. 1976. Patterns of CO<sub>2</sub> fixation in tropical orchid species. Proc. 8th World Orchid Conf., Frankfurt(1975), p. 426-430.
5. Avadhani, P.N. and C.J. Goh. 1974. Carbon dioxide fixation in the leaves of *Bromheadia finlaysoniana* and *Arundia graminifolia* (Orchidaceae). J. Singapore Nat. Acad. Sci. 4: 1-4.
6. Arditti, J. 1992. Fundamentals of orchid biology. John Wiley & Sons. p. 159-183.

7. Sanders, D.J. 1979. Crassulacean acid metabolism and its possible occurrence in the plant family orchidaceae. Amer. Orchid Soc. Bull. 48: 796-798.
8. Bidwell, R.G. 1983. Carbon nutrition of plants : Photosynthesis and respiration, p. 288-457. In: F.C. Steward and R.G.S. Bidwell (eds.). Plant physiology, a treatise. Vol. 7. Energy and carbon metabolism. Academic Press. New York.
9. Esser, G. 1973. Photosynthesemessung mit dem URAS. Orchidee (Hamburg) 24: 12-14.
10. Adams, P.B. and S.D. Lawson. 1995. *Dendrobium kingianum* : a unique Australian orchid. Watson Ferguson & Co. Brisbane.
11. Neales, T.F. and C.S. Hew. 1975. Two types of carbon assimilation in tropical orchids. Planta. 123: 303-306.
12. Hew, C.S. and S.I. Khoo. 1980. Photosynthesis of young orchid seedling. New Phytol. 86: 349-357.
13. Arditti, J. 1992. Fundamentals of orchid biology. John Wiley & Sons. New York.
14. Nuernbergk, E.L. 1963. On the CO<sub>2</sub> metabolism of orchids and its ecological aspect. Proc. 4th World Orchid Conf., p. 158-169. Straits Time Press, Singapore.
15. Ota, K., K. Morioka and Y. Yamamoto, 1988. Response of CAM photosynthesis in *Phalaenopsis* to water, temperature and light conditions and leafage. Abstr. Jap. Soc. Hort. Soc. Autumn

Meet. pp. 534-535.

16. Ota, K. and K. Morioka. 1990. CAM photosynthesis in *Phalaenopsis*. Proc. NIOS '90, Nagoya. p. 177-179.
17. Kluge, M. and I.P. Ting. 1978. Crassulacean acid metabolism. Analysis of an ecological adaptation. Ecological studies, Vol. 6. Springer-Verlag, Berlin. p. 112-125.
18. Ichihashi, S. 1996. Present status of *Phalaenopsis* research, p. 17-43. In: 3rd Korea orchid sym. on orchid quality improvement for international competitive ability organized by Research Center for the Development of Advanced Horticultural Technology.