

GOVP1200711638

최 종
연구보고서

한국 자생 참억새(*Miscanthus sinensis*)의 변이종 선발과 수크령
(*Pennisetum alopecuroides*)의 pot묘 생산에 관한 연구

연구기관

서울여자대학교 자연과학대학
한택식물원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “한국 자생 참억새(*Miscanthus sinensis*)의 변이종 선발과 수크령(*Pennisetum alopecuroides*)의 pot묘 생산에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006 년 7 월 14 일

주관연구기관명 : 서울여자대학교

총괄연구책임자 : 이 종 석

연 구 원 : 곽 혜 란

연 구 원 : 홍 정

연 구 원 : 한 승 원

협동연구기관명 : 한택식물원

협동연구책임자 : 이 택 주

요 약 문

I. 제 목

한국 자생 참억새(*Miscanthus sinensis*)의 변이종 선발과 수크령(*Pennisetum alopecuroides*)의 pot묘 생산에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 다양한 상품성과 실용성을 가진 보다 우수한 자생종 원예식물 개발
- 자생 벼과식물류 중에서 미적가치가 높고 분포범위가 넓으며 변종개발 가능성이 높은 참억새(*Miscanthus sinensis*)와 수크령(*Pennisetum purpurascens*)을 중심으로 변이종과 우수한 개체를 선발, 개발 가능성을 제시
- 안정된 번식과 재배법 연구 및 건조화로서의 개발 등을 통하여 신화훼작물 개발 및 생산성과 품질향상을 위한 체계적 연구
- 벼과식물을 포함한 다양한 grass류를 기존의 경제적 가치를 지닌 작목이나 생태적 활용방안이 아닌 정원용이나 조경용 식물소재로서 다각적으로 활용

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 우수개체 수집, 선발과 gene pool 조성
2. 참억새, 수크령의 번식 시스템을 구축
3. 최적 재배환경조건 구명에 관한 연구
4. 원예작물로서의 이용가능성에 관한 연구

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 우수개체 수집, 선발과 gene pool 조성

- 자생 참억새 이삭 변이종 8종, 자주억새, 물억새, 수크령 수집
- 참억새 잎무늬종 14종 수집
- 기타 벼과식물 잎무늬종 5종, 사초과 잎무늬종 5종 수집

2. 참억새, 수크령의 번식 시스템 구축

종자번식

- 명발아와 암발아 조건에서 모두 발아하였으며 종피를 제거하여 파종하는 것이 발아율이 높았다.
- 20℃, 25℃, 30℃ 중 25℃ 조건에서 발아효과가 좋았다.
- 종자 저장 7일까지는 발아효과가 좋았으나 7일 이후 부터 발아율이 떨어졌으며, 냉장처리를 하는 것이 발아율이 무처리구에 비해 높았다.
- 종자의 채취 시기는 11월에 채취하는 것이 효과적이었다.

근경삽목번식

- 성장조절제 NAA, IBA, IAA 처리시, IBA 처리가 발근에 유리하였으며 NAA는 100ppm 저농도에서 발근효과가 높았던 반면 IBA는 1,000ppm 고농도 처리가 효과적이었다.

3. 최적 재배환경조건 구명

- 광조건은 차광구에 비해 노지상태에서의 생육이 좋았다.
- 토양조건은 상토, 마사토, 피트모스를 단용 혼용한 결과 피트모스 단용이 억새류의 생육에 유리하였으며, 혼용처리를 위해서는 상토, 마사토, 피트모스를 1:1:1로 혼용하여 처리하는 것이 효과적이었다.
- 시비조건은 인산함유의 비율이 높은 비료가 생육에 유리하였다.

4. 원예작물로서의 이용가능성 구명

- 억새는 국외에서 조경용으로의 이용이 매우 활발하였다.
- 분화용 식물로서의 개발을 위해 왜화제를 처리한 결과 paclobutrazol 계통의 왜화제가 triazole 계통의 왜화제에 비해 생장을 억제시키고 분지수를 증가시키는데 유리하였다.
- 억새류의 장식소재로서 선호도를 조사한 결과 잎무늬종인 'Rigoletto'를 가장 선호하였으며 'Variegatus', 'Puenktchen' 순이었다.

- 역세류는 부케, 라인, 필러, 메스플라워 등 절화소재로 다양하게 연출이 가능하였다.
- 물을림법에 의한 염색은 푸른계통의 염색시 1일만에 자연스런 푸른색으로 염색되고 그 색을 유지시키는 것을 알 수 있었다.

SUMMARY

I. Title

Selecting Variegated Korean Native *Miscanthus sinensis* and
Production of *Pennisetum alopecuroides* as Pot plant

II. Purpose

- Development of superior endemic horticultural plant with diverse commerciality and practicality
- Present possibility of variegated and superiority plant among Native *Miscanthus sinensis* and *Pennisetum purpurascens* with high ornamental value, wide range of growth and possibility for developing variegated plants.
- Systemetic research for developing new floricultural crops and increasing productivity and quality through development of stabilized propagation, growth and making dried-flower of *Miscanthus* spp.
- Diverse application of grasses including 벼과식물 not a low value of economic plants or ecological use but a plenty use of gardening or landscaping plants

III. Methods & Research Content

- Collecting superior species, selection and formation of gene pool
- Construction of propagation system of *Miscanthus sinensis* and *Pennisetum purpurascens*
- Study for investigating optimum growth environment
- Study about usefulness as horticultural crops

IV. Results

1. Collecting superior species, selection and formation of gene pool

Collecting superior species, selection and construction of gene pool

- Collecting native 8 species of variegated spike of *Miscanthus* spp.
- Collecting 14 species of leaf variegated *Miscanthus sinensis*
- Collecting 5 species of leaf variegated grasses

Construction of propagation system of *Miscanthus* and *Pennisetum*

2. Construction of propagation system of *Miscanthus sinensis* and *Pennisetum purpurascens*

Seed propagation

- Germination rate were higher in the condition of seeding without seed coat and both were germinated under light and dark conditions.
- Effect of germination were superior at 25.°C among 20, 25, and 30°C
- Effect of germination were superior at the 7 days of seed storage but germination rate were decreased after 7 days and refrigeration treatment were effective for increasing

germination rate than control.

Cutting propagation of rhizome

- November was most effective as period of seed harvesting
- Rooting rate were higher in te treatment of IBA among NAA, IBA and IAA treatment and IBA treatment at the concetration of 1000 ppm was more effective than 100 ppm of NAA

3. Study for investigating optimum growth environment

- Plant growth were more superior at field than shading condition as light environment
- Use of peat moss alone was more effective that use mixture of soil, sand and peatmoss as growth of *Miscanthus* species and 1: 1: 1 mixture of soil, 마사토, and peatmoss was more effective than other ratio of soil mixture.
- Fertilizer which have high ratio of phosphorous was most effective for the growth

4. Study about usefulness as horticultural crops

- Use of *Miscanthus* as landscaping plant were very active in abroad
- Paclobutrazol was more effective than triazole for decreasing growth for developing pot plant as the result of application of growth regulators.
- The order of preference for Leaf variegated *Miscanthus* species were 'Rigoletto', 'Variegatus' and 'Puenktchen' as decorating materials
- Diverse presentation were possible as cutting materials of bouquet, line filler and mass flower of *Miscanthus* species
- Dying was effective for making and sustaining natural blue color especially in blue color dying method.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	10
Chapter 2. The situation of technology development of domestic and overseas	12
Chapter 3. Methods and results of research development	16
Chapter 4. Attainment and contribution degree of research development objects	89
Chapter 5. Application plants of research development results	90
Chapter 6. Overseas scientific technology information collected during research development process	90
Chapter 7. References	93

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	10
제 2 장	국내·외 기술개발 현황	12
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	16
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	89
제 5 장	연구개발결과의 활용계획	90
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	90
제 7 장	참고문헌	93

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적 및 필요성

- 국내 자생종은 36과 178종이 외국으로 유출되어 원예종으로 개발, 상품성 있는 품종을 개발(한국 자생화 163종, 신품종육성 79종, 이 등, 1998), 이들이 역수입되는 기현상이 발생하고 있으며(이 외 2인, 1995), 그중 *Agostis alba*, *Alopercurus pratensis*, *Phieum pratensis*, *Poa pratensis* 등의 벼과식물은 \$25.95/g에 판매되고 있으며 특히 *Cynodon dactylon*, *Pennisetum alopecuroides*와 같은 종류는 특히 \$30.28/g 의 비교적 높은 가격에 판매되고 있어 이는 경제적 손실과 더불어 국가적 자존심에 관계된 일로서 간주된다. 이러한 현실에서 국내종 중 특히 원예조경용으로 경쟁력이 높은 원예작물의 개발은 뒤쳐질 수밖에 없었으므로 다양한 상품성과 실용성을 가진 보다 우수한 자생종 원예식물의 개발은 매우 시급한 현실이다(이 외 2인, 1995).
- 미국과 캐나다, 유럽 등지에서는 최근 조경식물의 다양화를 도모하고 도입 또는 신품종을 육성하여 상품화하여 미국의 경우 1,200여개 종묘회사 중 172개의 회사에서는 이미 36과 178종의 국내산 자생 초화류가 재배육성 및 판매되고 그중 자생 벼과식물의 경우는 39종으로 가장 많은 종이 이용되고 있을 정도로 이들 식물이 갖는 원예용 식물로서의 가치는 매우 높고 조경양식, 정원형에 따라 다양한 종류들을 군식용, 화분용 및 지피용 등으로 다양하게 이용하고 있으며 특히 경우에 따라 이들이 국내로 역수입되기도 하는 실정이다(이 외 2인, 1995).
- 문화의 수준이 급등하고 특히 이에 따른 도시화에 따라 파괴되는 자연환경 속에서 싱그러운 녹색을 가까이 하고자 하는 현대인들의 욕구는 더욱 증가됨에 따라 최근에는 더욱 실내·외의 다양한 공간에 식물을 이용한 장식기법이 늘어나고 있는 추세이며, 이들 식물을 바라보는 현대인들의 시각도 더욱 전문적이며 다양해지고 있어 이에 따른 조경 식재용이나 정원 혹은 기타의 장소에 식재 및 장식이 가능한 다양한 식물종의 개발이 요구된다.

- 미국을 중심으로 한 캐나다, 유럽 등의 선진국의 경우, 벼과식물을 포함한 다양한 grass류를 기존의 경제적 가치를 지닌 작목이나 생태적 활용방안이 아닌 정원용이나 조경용 식물소재로서 다각적으로 활용하고자 하는 움직임이 활발히 이루어지고 있으며 특히 참억새(*Miscanthus sinensis*)의 경우는 중요한 정원용 관상식물로서의 그 가치가 매우 높아지고 있어 이미 100개가 넘는 관상용 억새류가 개발되고 있는 정도이다(Darke, 1999).
- 벼과식물은 내한성과 강인한 생명력 이외에 관상적 가치도 매우 뛰어나 잎이나 꽃(이삭)의 경우, 일반 화훼류에서 찾아보기 힘든 매우 오묘하며 독특한 특성을 나타내는데, 특히 잎의 경우는 일부 개발된 변종에서 크림색이나 흰색 혹은 생장기의 저온 무렵에는 옅은 붉은 색을 띠는 반입형(variegated type)이 나타나고 있으며 저온기의 변색은 오히려 이들의 관상가치를 높여주는 효과를 나타냄으로 실용성 높은 원예 및 조경용 소재로서도 그 이용가치가 높다(Darke, 2000).
- 벼과식물을 포함한 다양한 grass류는 건조나 습기에 강하고 생명력이 강하기 때문에 절개지나 성토지의 경사면 녹화용으로 적합하고 동물의 은신처로서의 이용 등 생태적으로도 중요한 역할을 위하여, 우리나라에서 자생하는 벼과식물류 중에서 미적가치가 높고 분포범위가 넓으며 변종개발 가능성이 높은 참억새(*Miscanthus sinensis*)와 수크령(*Pennisetum purpurascens*)을 중심으로 변이종과 우수한 개체를 선발, 개발 가능성을 제시하면서 안정된 번식과 재배법 연구 및 건조화로서의 개발 등을 통하여 종 개발 및 생산성과 품질향상을 위한 체계적 연구가 필요하다.
- 본 연구에서는 자생식물에 대한 무관심과 외래종에 대한 높은 선호도로 인하여 우수한 유전자원의 가치가 부각되지 못하고 있으며(한국자생식물보존회, 1999), 국내에서는 아직도 경제 작목 혹은 생리생태적 연구결과에 집중되고 있는 몇몇 자생 벼과식물들에 관한 연구 외에 경쟁력을 가진 원예용 품종으로서의 가능성을 높이기 위한 연구를 실시하였다.

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

1. 국내 관련 기술 현황

- 획일적인 생활공간 주변에 식물을 도입하고 이를 이용한 장식기법이 매우 증가하고 있는 추세로서 이에 따른 한국의 화훼 시장 역시 1999년도에 5,965억원에서 2002년도에는 약6,300억원(수입 \$20,689,000, 수출 \$31,849,000)으로 산업규모가 증가하고 있는 실정이다('02, 농림부). 따라서 커지는 시장규모에 맞추기 위해서는 국내 품종의 다양한 개발이 필요하다. 특히 UPOV 가입으로 외국산 재배품종에 대한 로얄티 지불은 피할 수 없는 현실로서 국내품종의 개발은 국가적 당면과제이다. 구미 선진국에서는 우리나라의 자생식물을 소재로 하여 상품성 있는 품종을 개발(한국 자생화 163종, 신품종 육성 79종, 심, 1997), 이들이 역수입되는 현실로서 막대한 경제적 손실을 유발하고 있으며 추후에도 세계의 화훼시장은 신품종개발이 치열하게 지속적으로 전개될 것이므로 식물에 관한 재산권 확보에 노력해야 할 것으로 생각된다. 최근 자생종에 대해서 이를 원예종으로 이용하기 위한 연구활동이 활발해지고 있으나 아직은 이용도에 따른 적정 종 선발이 명확히 이루어지지 않고 정확한 서식지 조사가 미흡하여 재배환경을 규명하기에 미흡한 점이 많았다.
- 국내에서는 이들 억새류를 중심으로 한 벼과식물의 광범위한 분포와 대중성에도 불구하고 그간 이루어진 연구결과를 보면 초지용 식물로서의 생육 및 생리적 특성과 생산성에 관한 연구(이, 1985), 생태형 변화와 천이에 관한 연구 및 뗏장 또는 식생복원용 식물소재 개발로서의 연구(정, 2000) 및 하수정화용 식물개발에 관한 연구(심 외 1인, 1998)등에 관한 연구활동은 활발히 수행되어져 왔으며(표 1), 특히 참억새(*Miscanthus sinensis*), 락(*Imperata cylindrica*), 수크령(*Pennisetum purpurascens*) 등이 속하는 벼과식물(Gramineae)은 콜풀과(Juncaeae), 부들과(Typhaceae) 식물군과 함께 목초류(Grasses)에 속하는 다년생 초본류로서 다양한 생육특성이나 생산성 유무, 개체군 동태에 관한 연구 또는 자원생물학적으로 유용성이 높은 경제작물로서 이들이 갖는 특성 및 이용도에 관한 연구들이 폭넓게 이루어져 왔다

(양, 1992; 심 외 1인, 1998; 정 외 1인, 2000). 특히 타가불화합성을 나타내는 매우 중요한 변식적 특성 때문에 일반 화훼식물과는 달리 새로운 원예종을 교잡육성하기가 매우 어려워 현재까지는 대개 체세포 돌연변이(somatic mutation)에 의해 발생한 변종을 일부 개발하여 원예용으로 이용해 왔다(King 외 1인, 1998).

표 1. 국내·외 관상용 벼과식물(Gramineae)의 종류

국외종	Miscanthus sinensis	'Strictus', 'Gravillimus', 'Purpurascens', 'Adagio', 'Aethipien', 'Altweibersommer', 'Arabesque', 'Autume Light', 'Goldfeder', 'Flamingo', 'Gracillimus', 'Graziella', 'Kleine Silberspinne', 'Malepartus', 'Morning Light', 'Malepartus', 'Mt. Washinton', 'Puenktchen', 'Sarabande', 'Silverfeder', 'Variegatus', 'Wetterfahne', 'Variegatus', 'Zebrinus'
	기타	<i>Andropogon eliottii</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> 'Variegata', <i>Arundo donax</i> 'Variegata', <i>Dactylis glomerata</i> 'Variegata', <i>Deschampsia caespitosa</i> 'Goldtau', <i>Festuca amethystina</i> 'Superba', <i>Glyceria maxima</i> 'Variegata', <i>Imperata cylindrica</i> 'Red Baron', <i>Phalaris arundinacea</i> 'Feeseey', <i>Panicum virgatum</i> 'Hanse Herms', 'Shenandoah', <i>Pennisetum alopecuroides</i> 'Moudry', <i>Pennisetum setaceum</i> 'Rubrum', <i>Phragmites australis</i> 'Variegata'
국내종	Miscanthus sinensis	Miscanthus sinensis (참억새), 'Purpurascens'(순안억새), form variegatus(알록억새) 'Keemunensis'(거문억새), 'Ionandros'(뿔억새), 'Nakaianthus'(왕참억새), 'Gracillimus'(가는잎억새), <i>Miscanthus sacchariflorus</i> (물억새), form latifolius(넓은잎물억새)
	기타 (자생식물)	Pennisetum purpurascens (수크령), <i>Andropogon brevifolium</i> 'Genuinus'(쇠풀), <i>Arundo donax</i> 'Versicolor'(얼룩물대), <i>Deschampsia caespitosa</i> (좁새풀), <i>Festuca duriuscula</i> (이삭김의털) <i>Festuca ovina</i> 'chiisanensis'(지리산김의털), 'chosenica'(수염김의털) 'Supina'(두메김의털), <i>Glyceria leptolepis</i> (왕미꾸리팡이), <i>Glyceria triflora</i> (김정진들피), <i>Hordeum sativum</i> 'Distichon'(자주겉보리), <i>Imperata cylindrica</i> (띠)

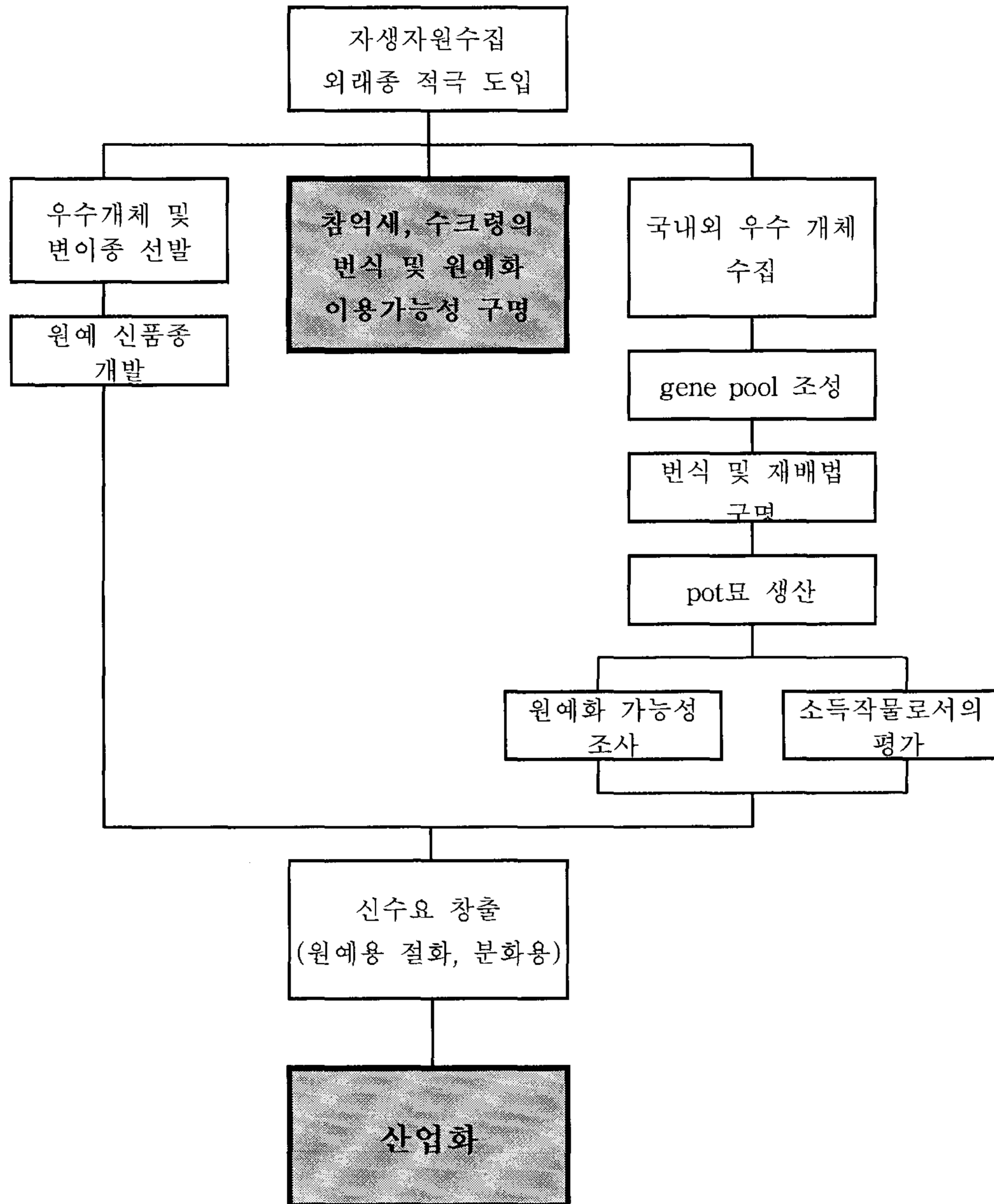
2. 국외관련 기술적 상황

- 벼과식물은 이미 미국을 중심으로 한 화훼선진국에서는 종 분포의 다양성과 강인한 생육적 특성과 더불어 이들 식물군이 갖는 가치 높은 다양한 미적 특성 때문에 일찍이 화훼 및 장식용 식물로서의 개발이 다수 이루어져 왔으며 (Thompson & Morgan Inc, 1995) 특히 억새류(*Miscanthus sinensis*)와 같은 경우는 100개의 변종이 넘는 관상용(ornamental) 억새류가 개발되어 예술성 높은 화훼 및 조경식재용 식물로서 매우 각광 받고 있다(Darke, 1999).
- 주로 구미 각국에서 원예 및 조경용 식재를 위한 관상용으로 개발되고 있는 벼과식물의 용도는 매우 다양한 편으로서 화단용, 차폐용, 지피용, 군식, 분식 및 원예장식 등의 다양한 용도로 사용되고 있다(Thompson & Morgan Inc, 1995). 특히 강인한 생육특성 및 색감의 계절적 변화와 같은 미적가치의 다양성 등에 기인한 사계절 용 조경식재 식물과 절간신장 억제에 따른 초장의 왜화와 반입종 식물과 다양한 화색(이삭)의 개발을 통한 분화식물 및 고부가가치성 건조화로서 개발하는 등 원예화에 초점을 맞추고 있으나 국내에서는 이와 같은 연구는 찾아볼 수 없다.
- 벼과식물은 미국의 대다수 종묘회사에서 중요한 원예종으로 개발하여 상품화하고 있는데 그중 우리나라에도 자생하고 있는 벼과식물만 해도 39종으로 미국 내에서 다루고 있는 국내 자생식물종 중 단자엽 식물류 70종의 절반이상을 차지할 정도로 매우 많은 종이 이용되고 있는 실정이며 특히 띠(*Imperrata cylindria*)와 같은 종류는 가장 많이 취급되고 있다(이 외 2인, 1995). 이에 따른 원예 및 조경적 활용도도 매우 높은 편으로서 정원식, 분식, 지피 뿐만 아니라 특히 pampas grass(*Cortaderia selloana*) 및 벼과식물의 식용작물류(벼, 보리, 수수 등)까지도 건조화로서 다양하게 개발하여 효과적인 원예장식 소재로서 사용하고 있다(Hiller 외 2인, 1986). 벼과식물의 번식법은 주로 근경을 통한 분주나 삽목 혹은 실생번식에 의존하고 있으나 개체변이의 보전을 위한 최적번식법에 관한 연구결과는 많지 않은 편이다.

- 억새는 이삭화서(spike)로서 대가 길고 섬세하며 선율이 있고 또한 긴 대 위에는 종실체가 면모와 같아 마치 꽃 같은 외양을 띠고 있기 때문에 이를 자연 그대로 건조하거나 염색 또는 표백시켜 가공화로 사용할 수 있는 **원예장식용**으로서의 **매우 유용한** 가치가 있어(Wayside Gardens, 1995), 외국에서는 pampas grass 등이 건조화(dried flower)로 널리 이용되는 등 이에 관한 연구나 실험도 상당수 이루어지고 있다(Hiller 외 2인, 1986).

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 연구개발 목표 및 내용



1. 우수개체 수집, 선발과 gene pool 조성

가. 한국 자생 참억새 변이종과 수크령 수집, 선발

▶ 우수개체 및 변이종 수집, 선발

: 중, 남부지역을 중심으로 분포되어 있는 참억새(*Miscanthus sinensis*), 수크령(*Pennisetum purpurascens*) 등을 지역에 따라 수집용역 혹은 탐방조사의 방법으로 자원 수집.

▷ 원예적으로 이용 가능한 외래종 도입

▷ 잎 무늬종(leaf-variegated plant), 이삭형 변이종 선발

나. gene pool 조성

▶ 수집, 선발된 우수종의 개체 확보

▷ 외국에서 시판되고 있는 여러 품종들 중 원예적 가치가 있는 품종 적극 도입

▷ 우리나라 환경에 적합한 원예적 우수개체 수집과 개체 확보

▶ 위탁기관과 연계 수집

▷ 한택식물원의 정보망을 이용하여 우수한 개체들을 수집하고 식물원에 묘포장을 조성

2. 참억새, 수크령의 번식 시스템을 구축

▶ 적절한 번식법 구명

▷ 종자번식, 근경삽목번식, 분주 등의 번식 방법을 구명

▷ 삽목번식의 경우 시기별 번식 효과 확인

▶ 온도, 광, 식물생장조절물질 처리에 따른 번식 조건 확립

: 광의 유무와 온도에 따른 종자발아 상태를 확인하고 온도별, 식물생장조절제 처리별 삽목 발근 효과를 알아본다.

▷ 온도, 광의 유무에 따른 종자의 발아율 검정

▷ 근경을 이용한 삽목 실시(생장조절제 처리)

3. 최적 재배환경조건 구명에 관한 연구

가. 광도별 성장특성 구명

▶ 생육적정 및 한계광도 조사

: 광조건은 벼과식물의 생육형의 다양한 변화를 비롯하여 전반적인 생육 상태 및 이삭의 출수 정도 등에 큰 영향을 미치는데 이를 알아보기 위해서 3가지 수준의 광도조건 하에서 생육형을 조사한다. 벼과식물의 생육특성을 고려(양생식물, C₄ 식물)해 볼 때 원예용 식물로의 이용에 따른 적정광도의 구명은 그 이용에 대한 특성상 원예식물로서 매우 중요한 인자이다.

▷ 양지구(100,000 lux 정도), 반음지구(50,000 lux 정도), 음지구(10,000 lux 정도)로 광도 조절

▷ 이삭 출수시기, 생육상태 등을 조사

나. 온도별 성장특성 구명

▶ 적정생육온도를 구명

: 원예적 이용성을 높이기 위한 적정온도조건에 대한 확립은 반드시 구명되어야 할 환경조건으로서 자생지 분포특성을 고려한 온도조건을 조사 시 파악하고 이에 따른 대량번식시의 경영대책이 필요하다.

▷ 고온(30-35°C), 저온(15°C-20°C)의 온도처리

▷ 생육특성 조사

4. 원예작물로서의 이용가능성에 관한 연구

가. 실용화

▶ 분화재배용 식물 개발

: 분화식물소재로서의 개발을 위해서 식물왜화제 처리와 환경제어를 이용한 이들 식물의 신장억제를 통한 가능성을 알아본다.

▷ 왜화제 처리에 따른 개화시기조절 효과, 온도와 광도에 대한 반응 등을 조사

나. 식재방법별 생장특성 구명

▶ 식재유형에 따른 생육특성 확인

: 정원식 및 분화용 소재로서의 적정성을 알아보기 위하여 노지식과 분의 크기에 따른 생육특성을 확인한다.

▷ 노지식(field-grown)과 분식(pot-grown)으로 구분하여 생육특성 비교

다. 건조화용 소재로의 개발

▶ 건조처리 및 염색방법 개발 : 벼과식물의 건조화 소재 개발을 위한 효과적인 처리방법을 구명하기 위해서 다양한 건조처리 방법과 염색 방법을 개발한다.

▷ 유망종을 관능검사 후 선발

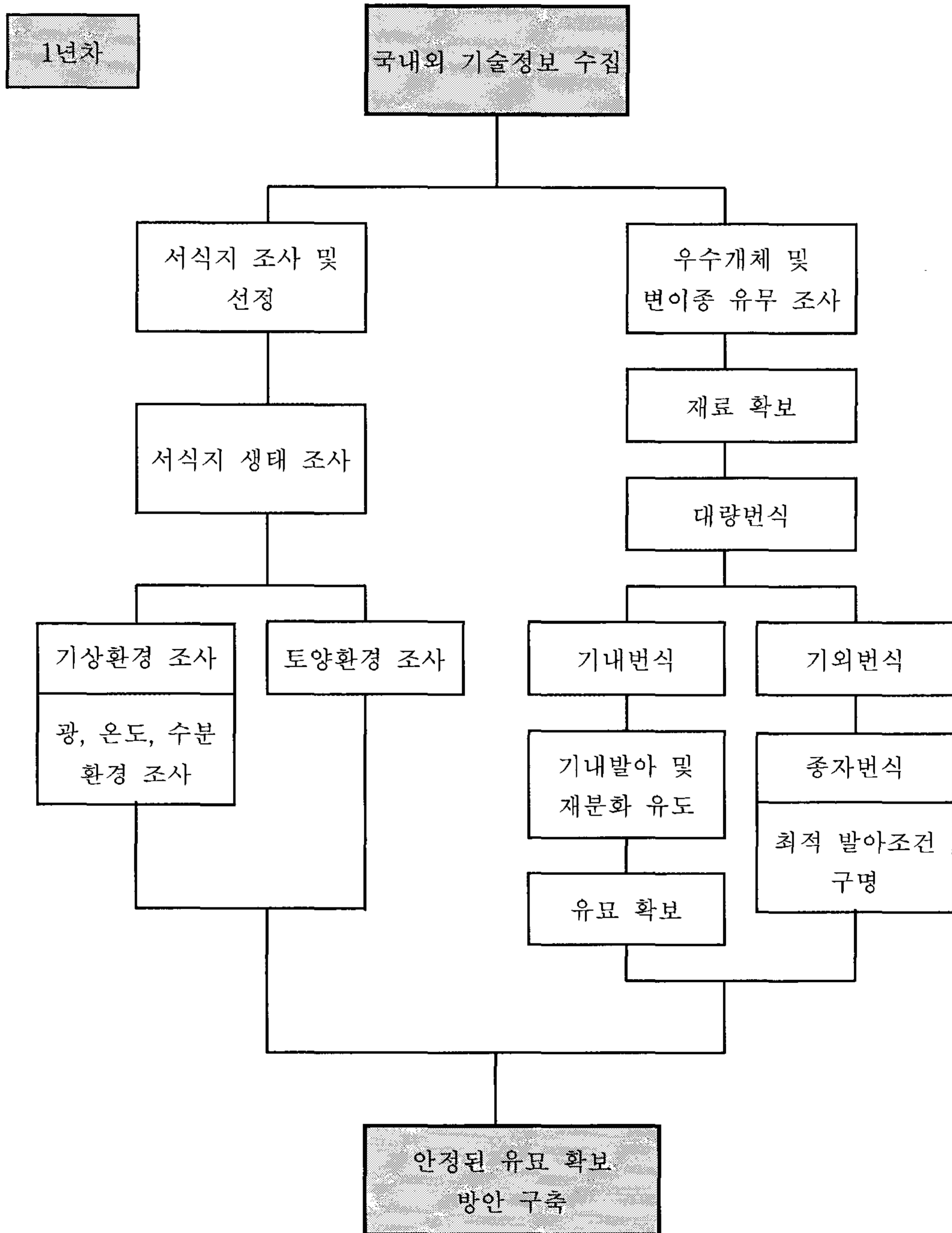
▷ 건조처리, 표백 및 염색처리로 화훼장식 소재 개발

제 2절 연차별 연구개발 목표 및 내용

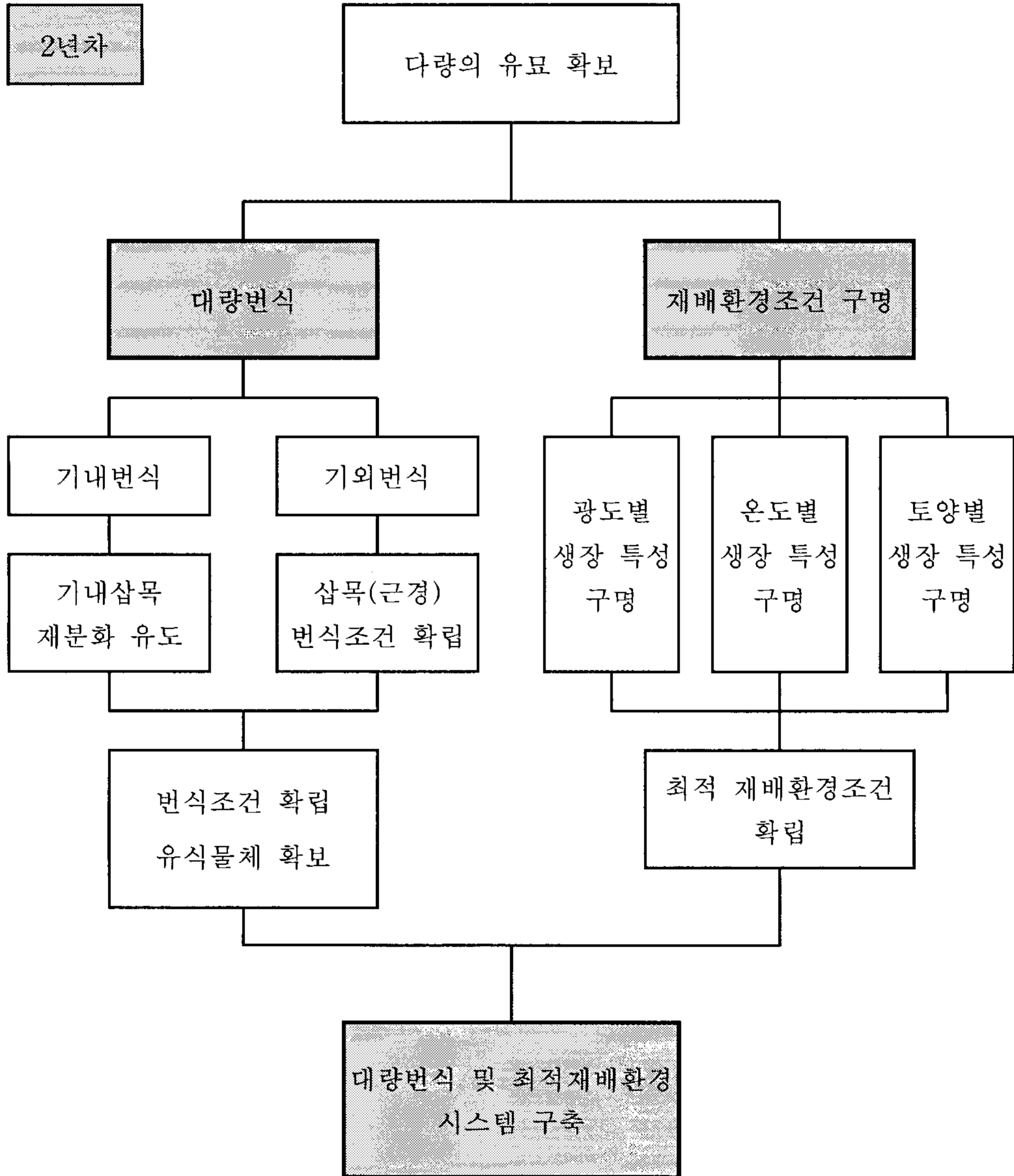
구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (2003)	1. 우수개체 수집과 선발 2. gene pool 조성 개체 확보 3. 번식 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 중, 남부지방을 중심으로 한국 자생 참억새, 수크령의 우수개체 및 변이종 수집 • 외국에서 도입 가능한 우수 외래종 수집 ▪ 이삭의 형태, 색채 특성, 잎의 반입 등 관상가치 특성 조사 ▪ gene pool 조성을 위해 선발된 우수 개체를 확보 • 번식 조건을 달리하여 적절한 번식법 구명 • 종자번식, 삽목번식, 분주 등을 통해 효과적인 번식법 확인
2차년도 (2004)	1. 번식 체계 확립 2. 최적 재배환경조건 구명	<ul style="list-style-type: none"> • 근경을 이용한 삽목 실시 • 삽목 시기별 효과 ▪ incubator내의 온도처리 ▪ 식물생장조절제의 종류별, 침지시간별 처리에 따른 최적 번식조건 구명 • 광도별(100,000, 50,000, 10,000 lux) 생장 특성 구명 • 온도별(30-35℃, 15-20℃) 생장특성 구명 ▪ 기본적인 생육특성, 이삭의 출수시기 등 측정

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차 년도 (2005)	<p>1. 원예용 소재로서의 이용성 개발과 산업화</p> <p>2. 원예용 소재 선별과 적합성 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 분화용 식물 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 환경제어와 왜화제 처리에 따른 분화식물 개발이용 가능성 연구 • 초장조절, 개화시기조절 효과와 온도, 광도에 따른 반응 조사 ■ 식재유형별 생장특성 구명 <ul style="list-style-type: none"> • 분식(pot-growing)과 노지식(field-growing)식재방법에 따른 생육특성 차이조사 • 분식의 경우 분의 크기에 따른 생육특성 비교 • 초장, 건물중, 이삭수, 이삭크기, 꽃수 등 생장특성과 엽록소함량 측정 ■ 건조화용 소재 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 이삭을 중심으로 한 건조기간 및 온도별 처리와 염색과 표백처리에 따른 건조화(dried flower) 소재로서의 개발 • 관능검사(performance test) 및 전문가에 의한 원예종 선별 및 적합성 평가 • 소재 식재 및 산업화방안 마련

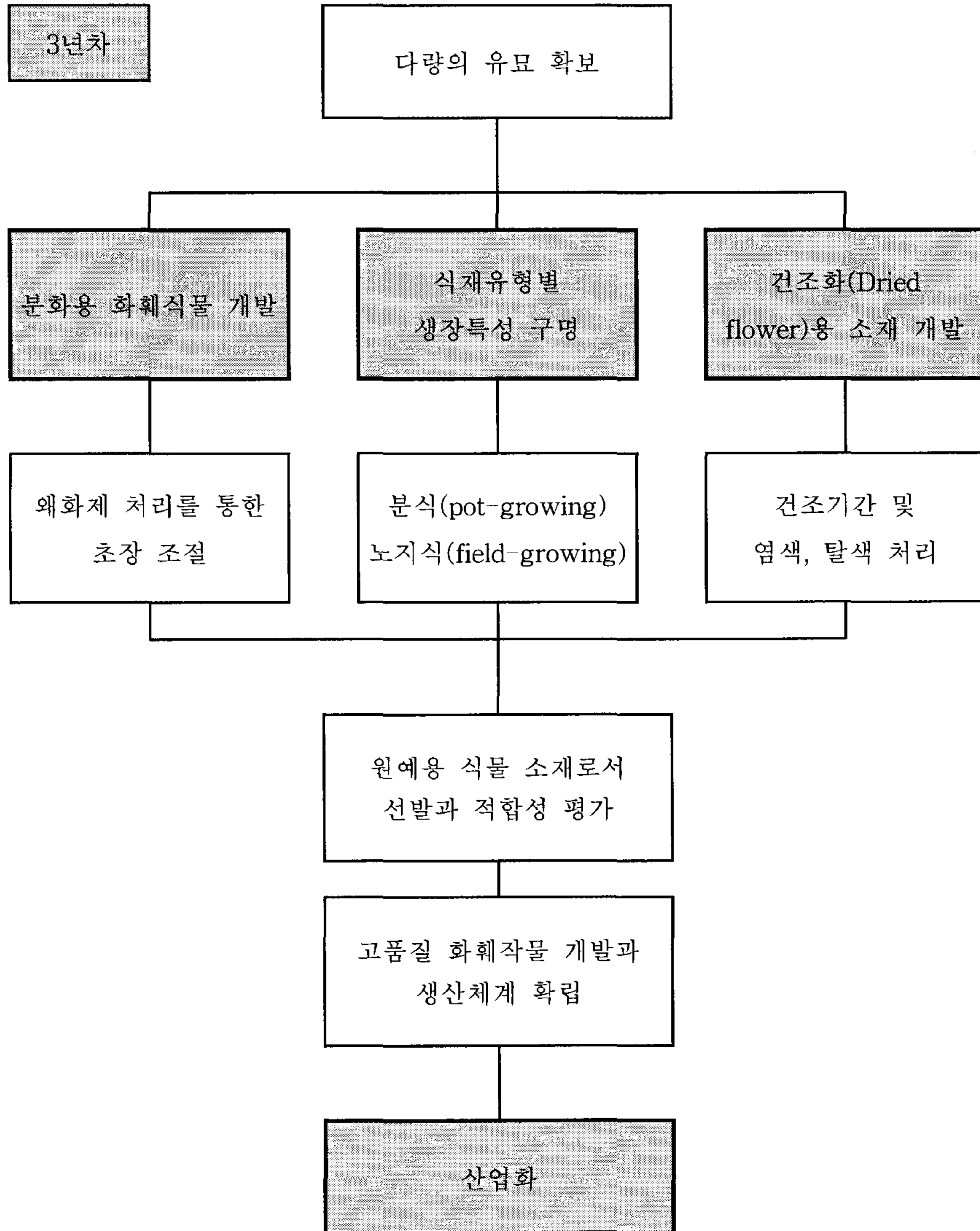
1) 자생지 생태조사와 대량번식체계의 구축 (1년차)



2) 대량번식체계 구축 및 최적생육환경 구명 (2년차)



3) 원예 산업화를 위한 연구방안 (3년차)



제 3절 연구개발 방법

1. 우수개체 수집, 선발과 gene pool 조성

1) 한국 자생 참억새 변이종과 수크령 수집, 선발

- ▷ 우리나라 전역에 걸쳐 분포하고 있는 억새류 중 제주도와 전남·북, 경기도 지방을 위주로 한 중, 남부지역을 중심으로 식물군의 분포지를 선정하여 기초적인 환경조사와 함께 우수개체 수집.
- ▷ 이삭의 형태와 색채적 특성, 잎의 반입 유무, 잎의 굽기와 형태변화 등의 관상가치에 따른 특성을 조사하고 특히 잎 무늬종(leaf-variegated plant), 이삭 및 이삭형 변이종 등을 중점적으로 선발.
- ▷ 이삭의 형태별로 직립, 말림, 하수형 등으로 구분
- ▷ 위탁연구기관인 한택식물원과 연계하여 가능한 한 많은 우수종들을 수집하고 한택식물원의 육묘장에서 위탁재배.

2) gene pool 조성

- ▷ 외국에서 육종, 시판되고 있는 외래종 중 우리나라에서 원예적 이용가능성이 높은 식물 적극 수집.
- ▷ 수집된 개체 중 원예적 가치가 뛰어나고 우리나라 환경에 잘 적응하는 우수개체를 선발. 개체 확보.

2. 참억새, 수크령의 번식 시스템 구축

- ▷ 종자발아 : petri-dish에 100립씩 3반복으로 처리하며 incubator를 이용하여 온도조건을 각각 20, 25, 30℃로 조절하고 광조건은 명, 암으로 구분하여 이에 따른 발아율과 발아세를 확인.
- ▷ 삼목번식 : 각 식물 재료의 근경을 이용하여 삼목을 실시하며, 온도별 처리와 식물생장조절제 처리로 구분하여 실시한다. 온도처리는 incubator를 이용하여 20, 25, 30℃로 조절하여 실시하고, 성장조절제 처리로는 IAA, IBA, NAA를 50ppm에서 침지시간을 달리한 것과 100ppm, 200ppm에서 순간침지하여 삼목한 것을 온실에서 재배, 관리.
- ▷ 삼목시기별 : 3월-9월까지 매월 삼목번식을 실시하여 억새류에 적합한

근경삼목시기를 조사하고 온도, 습도에 따른 삼목발근효과를 알아본다.

- ▷ 분주 : 종자번식, 삼목번식과 병행하여 분주를 실시하되 포기 크기, 포기나누기의 횟수에 따른 효과 구명.

3. 최적 재배환경조건 구명

1) 광도별 성장특성 구명

- ▷ 광도의 조절은 차광망을 이용하여 양지구(100,000 lux 정도), 반음지구(50,000 lux 정도), 음지구(10,000 lux 정도)로 처리하고 이에 따른 생육 및 이삭의 출수 시기, 분화품질, 엽록소함량 등을 조사.

2) 온도별 성장특성 구명

- ▷ 각기 다른 조건의 온도환경에서 생육을 조사하는데 온도의 조절은 고온처리(30-35°C), 저온처리(15°C-20°C)로 하고 이에 따라 생육특성, 엽록소함량 등을 조사.

4. 원예작물로서의 이용가능성 구명

1) 분화재배용 식물 개발

- ▷ 광, 온도, 수분조절을 이용한 환경제어로 식물 초장의 조절효과 구명.
- ▷ Triazole계열의 식물왜화제인 uniconazole을 이용하여 농도를 달리하여 토양관주 또는 엽면살포 처리한다. 왜화제 처리에 따른 생육상태 조사.

2) 식재방법별 성장특성 구명

- ▷ 식재시 묘를 사용하여 포장에서 노지재배하는 포장식(field-grown)과 분식(pot-grown)의 방법으로 생육시키되, 분의 크기에 따른 생육특성도 함께 비교 실시. 생육조사 항목으로는 초장, 건물중, 이삭수, 이삭크기, 꽃수, 최초 출수일까지의 소요일수 등 측정.

3) 건조화용 소재로의 개발

- ▷ 국내산 자생 벼과식물 중 원예장식용 소재 개발을 위해 억새를 중심으로 유망한 몇 종을 관능적으로 선발하고 성숙단계별 이삭의 종실이탈정도를 평가한 후 건조처리 기간에 따른 건조정도와 염색과 표백의 난이

도 및 염료별 염색정도 조사.

- 건조처리 : 채취된 성숙단계별 이삭을 incubator을 이용하여 저온(5°C), 중온(15°C), 고온(30°C)에서 10, 15, 20일간 건조시켜 적정 건조온도와 처리일수 검정.
- 표백 및 염색처리: 표백은 유황의 훈연가스와 표백액(아염소산소다수)을 사용하며 수세한 후 건조시킨다. 염색은 직접염료인 수용성의 청록색(Light Green), 선명한 청색(Brilliant Blue), 적자색(Ponceau 3R), 황색(Tartrazine), 자색(Amaranth O), 적색(Acid Fuchsin) 및 녹색(Orange Green) 등을 이용하여 염색제(Dying agent)의 농도별, 또는 염색촉진기술 등 검정.

제 4절 연구개발 결과

1. 우수개체 수집, 선발과 gene pool 조성

가. 국내 자생지

1) 참억새

제주도 한라산과 서귀포시, 전북 김제시 백산면에서 대규모의 참억새 군락을 발견하여 자생지로 선정하였고 본 연구에 이용되는 참억새 기본종을 이곳에서 채취하였다. 제주도 남제주군 표선면, 북제주군 대월면, 제주시 오라동 등지에서는 무늬억새 군락지, 김제에서 물억새와 자주색 이삭을 가진 자주억새 자생지도 함께 발견하였다.

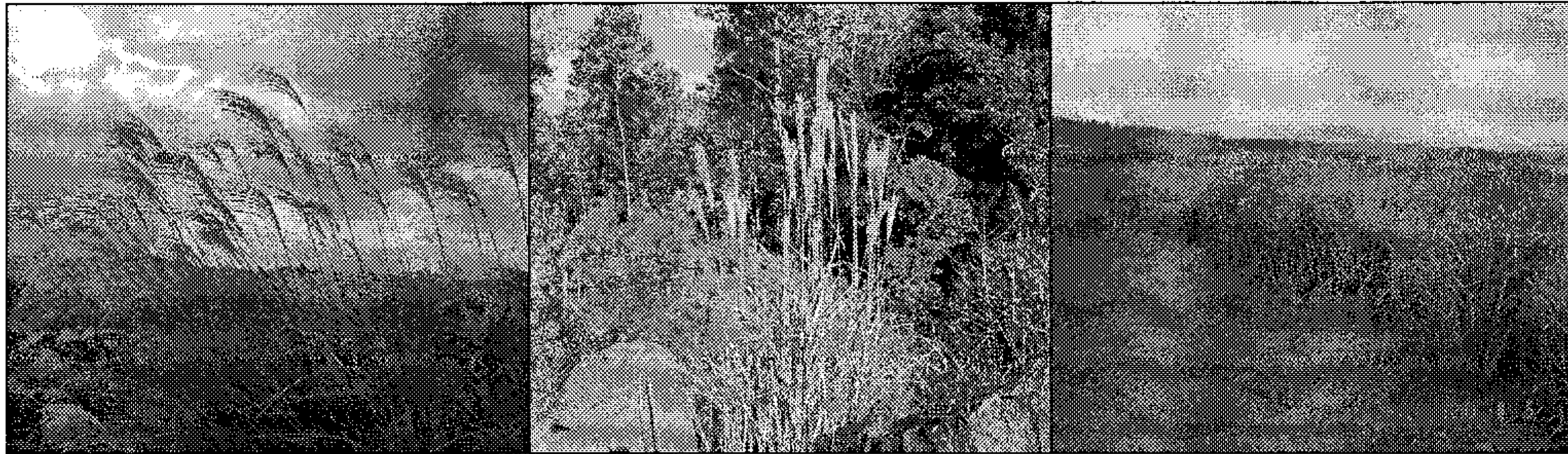


그림 1. 참억새 군락, 제주도



그림 2. 참억새 군락, 전북 김제

2) 수크령

제주도 서귀포시 동홍동과 전북 익산의 미륵산과 전북 부안군에 위치한 수크령 자생지에서 식물체 및 종자를 채취하여 연구에 이용하였다.



그림 3. 이삭이 크고 자주색이 짙은 수크령 자생지, 제주 서귀포시 동홍동(왼쪽), 종자채집(오른쪽)

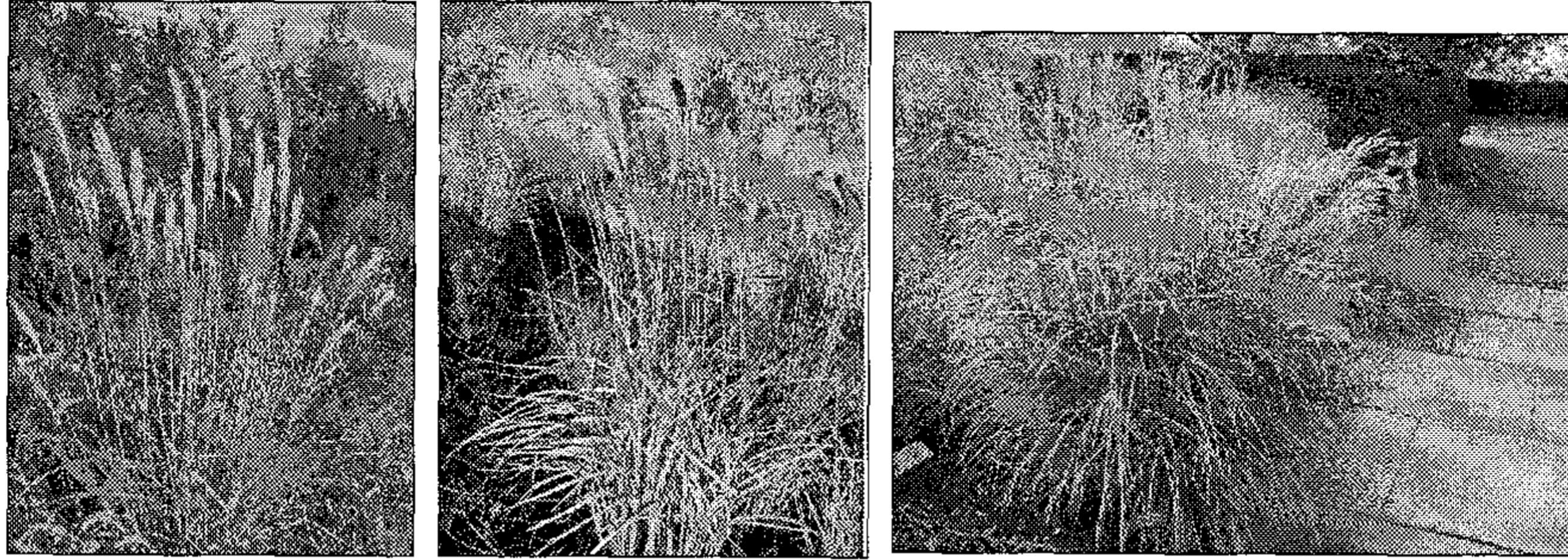
나. 국내외 우수개체 수집

	억새 수집종 및 분화재배용 품종
서울여자 대학교	<ul style="list-style-type: none"> • 참억새 <i>Miscanthus sinensis</i> • 자주억새 <i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>nakaianus</i> • 물억새 <i>Miscanthus sacchariflorus</i> • 참억새 이삭 변이형(4종) 이삭의 직립 또는 하향 정도에 따라 4가지 형태 • 억새 잎 무늬종(5종) <i>M. sinensis</i> 'Morning Light' <i>M. sinensis</i> 'Strictus' 무늬억새 미확인종 2종 세엽억새(일본 구주산 학명 미상) • 수크령 <i>Pennisetum alopecuroides</i>
한택식물원	<ul style="list-style-type: none"> • 참억새 <i>Miscanthus sinensis</i> • 참억새 잎무늬종 13종 <i>M.</i> 'Giganteus' <i>M. sinensis</i> 'Andante' <i>M. sinensis</i> 'Flamingo' <i>M. sinensis</i> 'Graziella' <i>M. sinensis</i> 'Hinjo' <i>M. sinensis</i> 'Little Kitten' <i>M. sinensis</i> 'Malepartus' <i>M. sinensis</i> 'Morning Light' <i>M. sinensis</i> 'Puenktchen' <i>M. sinensis</i> 'Sarabande' <i>M. sinensis</i> 'Strictus' <i>M. sinensis</i> 'Variegatus' <i>M. sinensis</i> var. <i>condensatus</i> 'Cabaret' 이상 참억새 22종(국내 8종, 국외 14종)과 수크령 1종

1) 서울여자대학교 수집종

가) *Miscanthus* spp.

- 참억새(제주도 남제주군 및 북제주군)



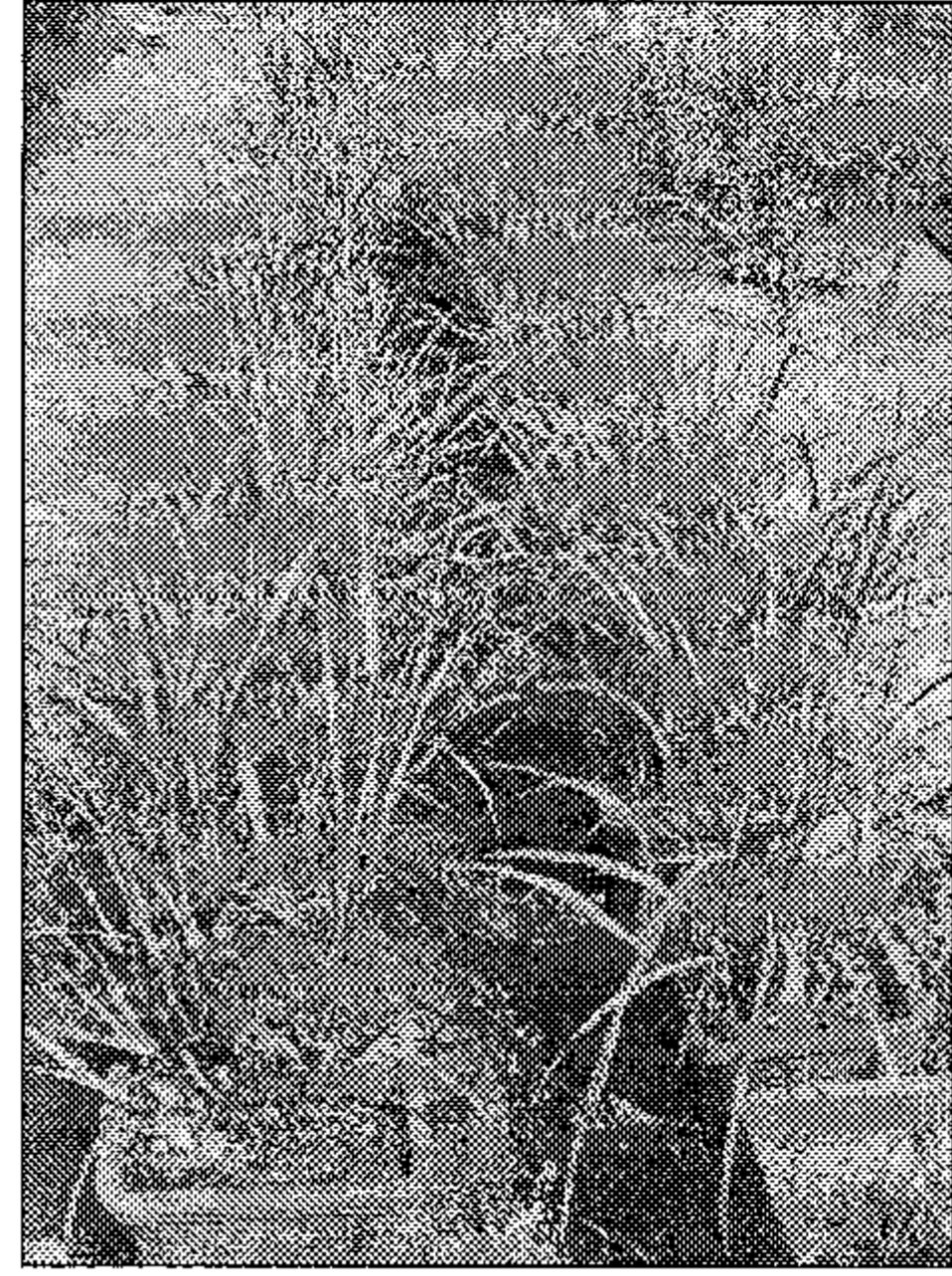
- 자주억새(김제 백산)



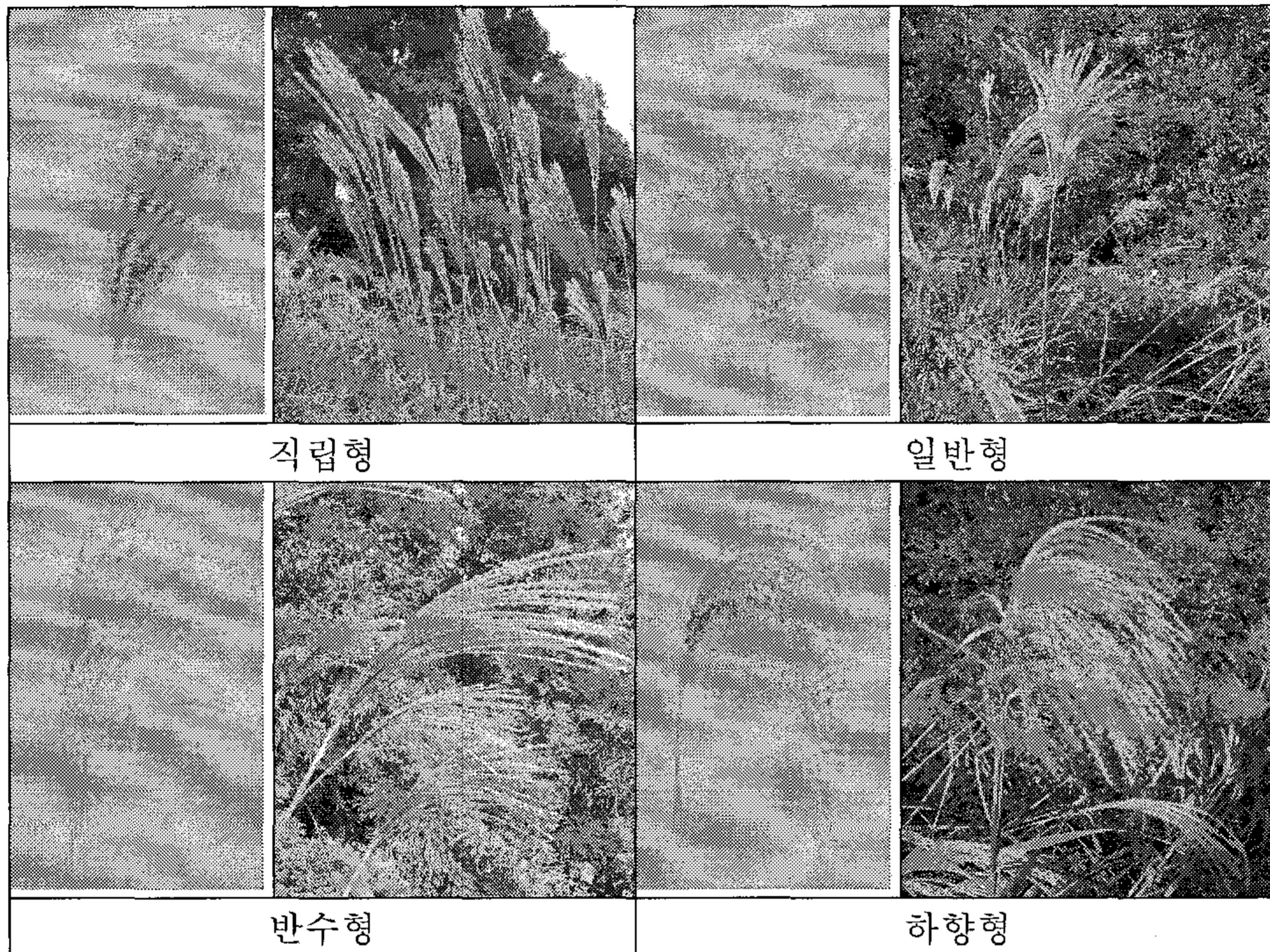
- 물억새(김제 백산)



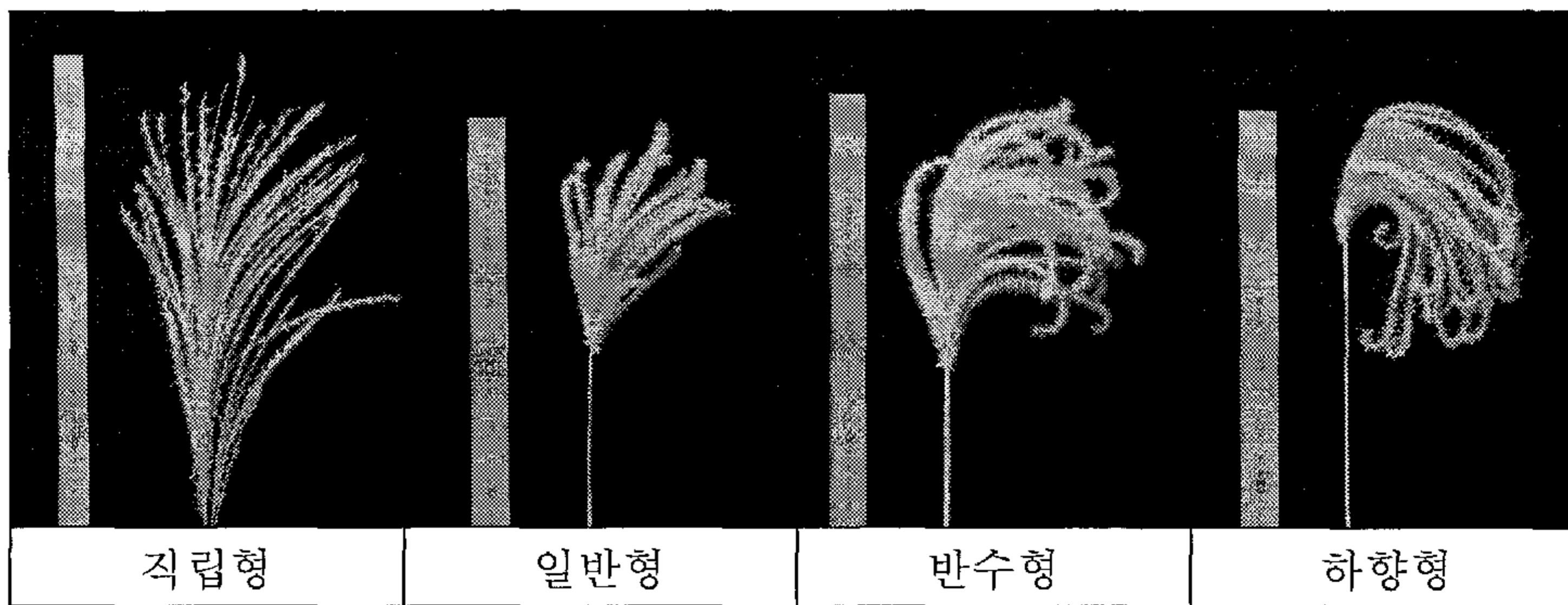
● 억새 수집종 재배



나) 이삭변이형



● 이삭 크기 비교



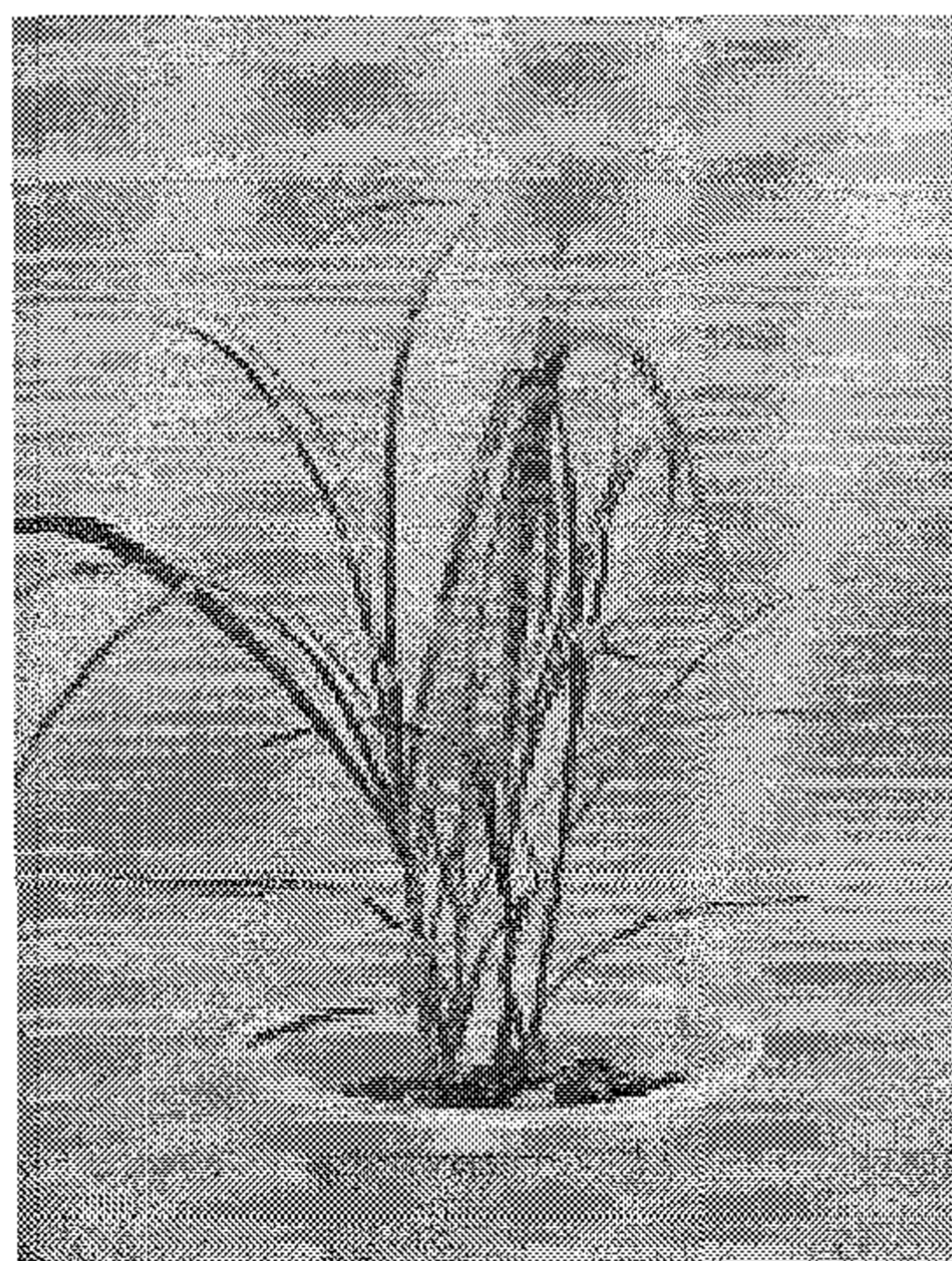
	화경길이 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭수
<i>M. sinensis</i> 직립형	274	18~21	41
<i>M. sinensis</i> 일반형	186	16~17	27
<i>M. sinensis</i> 반수형	209	20~25	25
<i>M. sinensis</i> 하향형	167	31~33	16

다) 잎과 이삭 무늬

표 2. 참억새(*Miscanthus sinensis*)의 잎무늬종 특성

	초장 (cm)	엽폭 (cm)	엽장 (cm)	이삭길이 (cm)
<i>M. 'Giganteus'</i>	291.3	2.4	90.8	32.8
<i>M. sinensis 'Graziella'</i>	205.8	0.8	68	29.9
<i>M. sinensis 'Malepartus'</i>	164.8	1.1	48.7	21.7
<i>M. sinensis 'Morning Light'</i>	163.7	0.6	54.7	26.7
<i>M. sinensis 'Puenktchen'</i>	204.2	0.8	58.8	28.4
<i>M. sinensis 'Sarabande'</i>	172.2	1.6	63.8	24.2
<i>M. sinensis 'Variegatus'</i>	156.5	1.2	47.7	23.1
<i>M. sinensis 'Strictus'</i>	177.0	1.5	54.5	28.6




● *M. sinensis 'Strictus'*



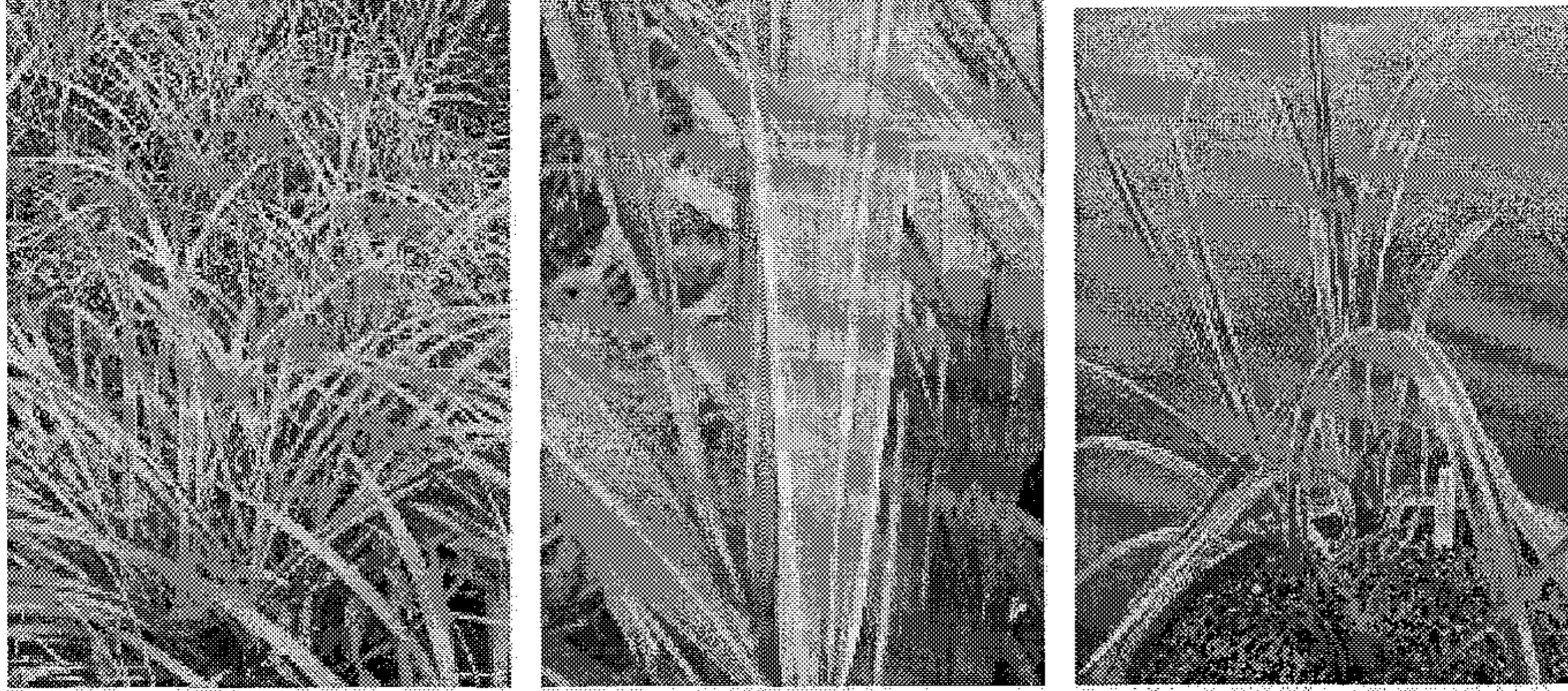
- *M. sinensis* 'Morning Light'



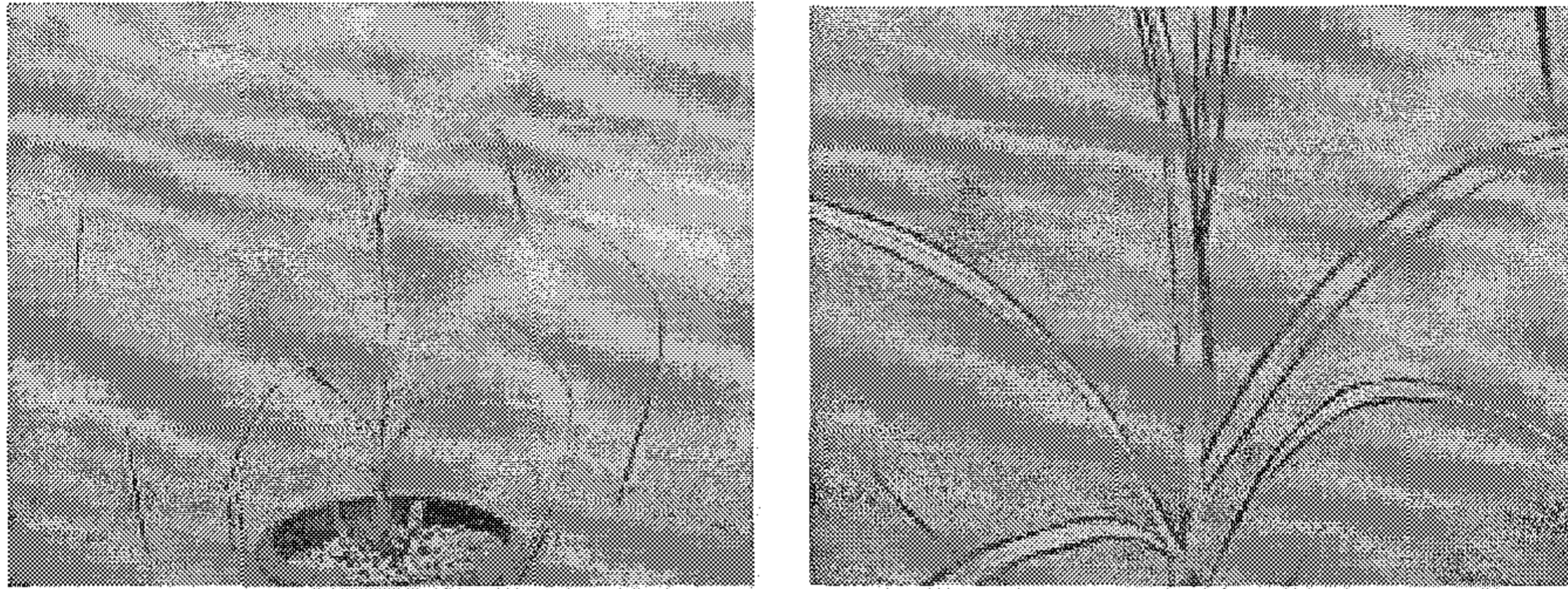
● <i>M. sinensis</i> 'Hingo'	● <i>M. sinensis</i> 'Rigoletto'	● <i>M. sinensis</i> 'Saraband'
● <i>M. sinensis</i> 'Malepartus'	● <i>M. sinensis</i> 'Gracilimus'	● <i>M. sinensis</i> 'Puenktchen'

● <i>M. sinensis</i> 'Variegatus'	● <i>M. sinensis</i> 'Zebrinus strictus'	● <i>M. sinensis</i> 'Giganteus'
		

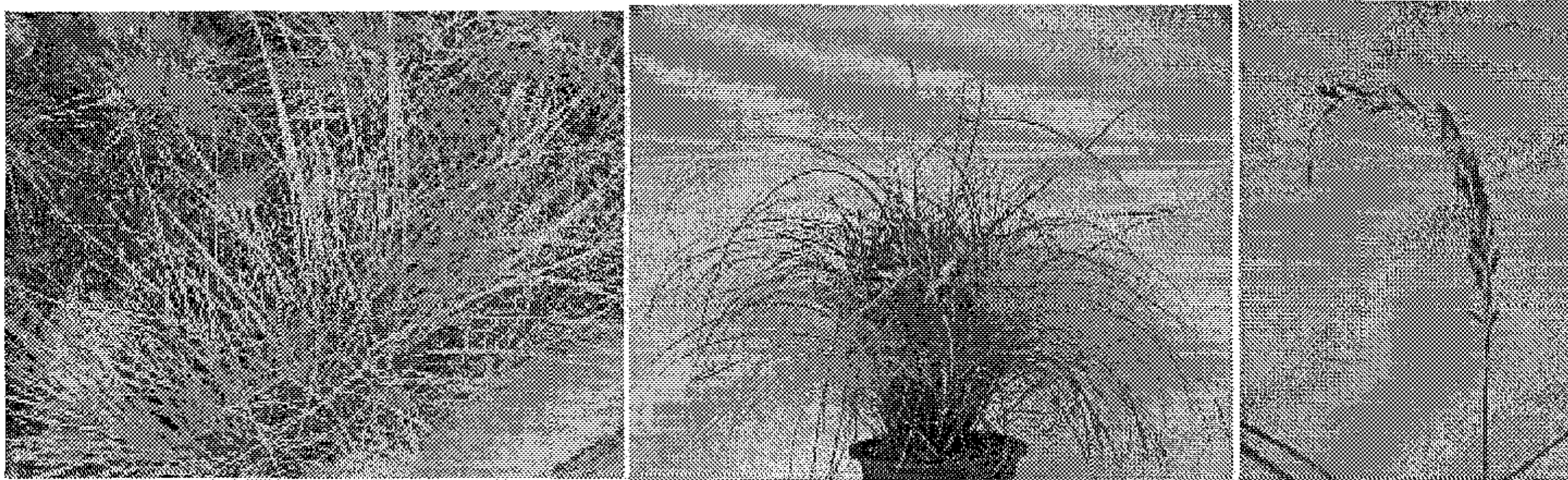
● 무늬억새(제주도 남제주군 표선면)



● 무늬억새



● 세엽억새(일본 구주 채취)



다) 수크령



2003년 파종묘

재배포장

이삭

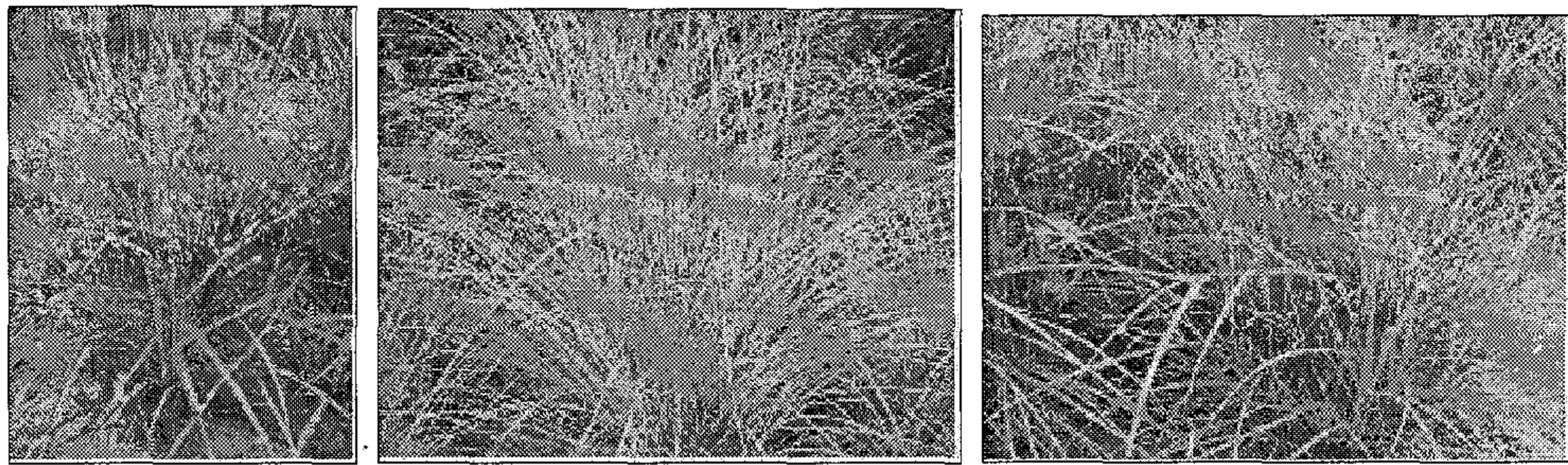
2) 한택식물원 수집종



Miscanthus sinensis

M. 'Giganteus'

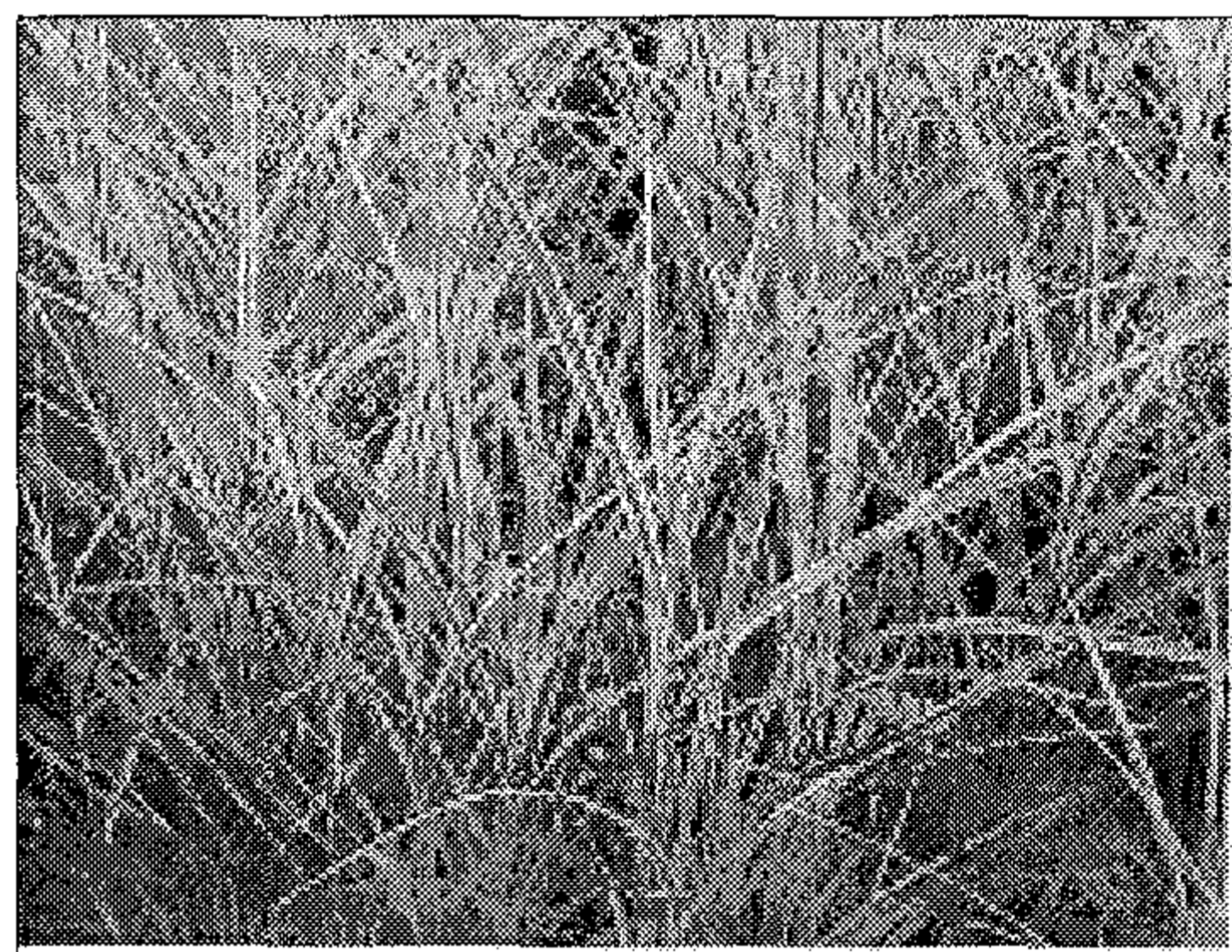
M. sinensis 'Graziella'



M. sinensis 'Strictus' *M. sinensis* 'Morning Light' *M. sinensis* 'Puenktchen'



M. sinensis 'Sarabande'



M. sinensis 'Variegatus'



한택식물원에 조성된 억새원

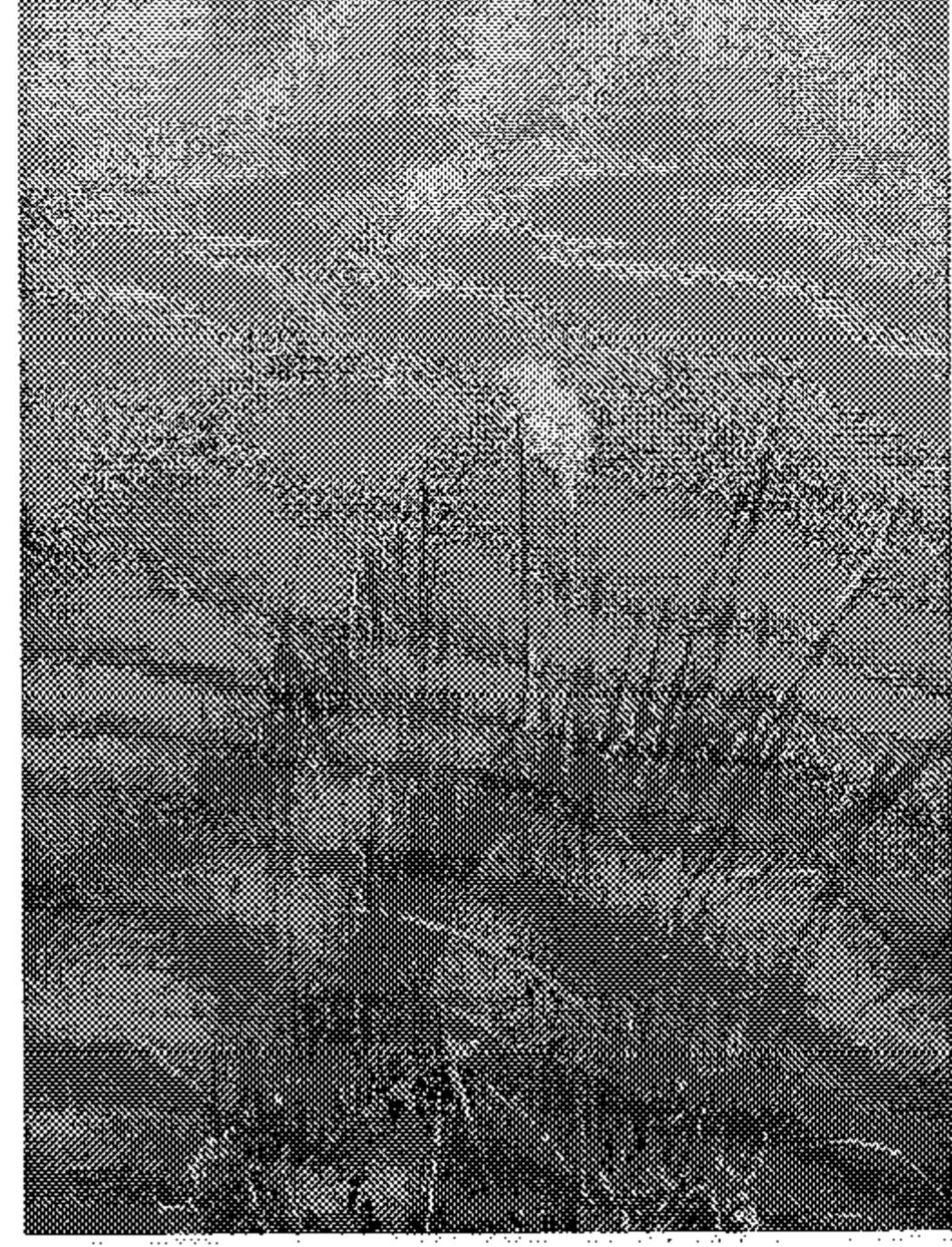
기타 grass류 수집종	
서울여자대학교	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 벼과식물 잎무늬종 갈대 무늬종 <i>Phragmites communis</i> 띠(제주 중문, 안면도) <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> 홍띠 <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> 'Red Baron' 풍지초 <i>Hakonechloa macra</i> 'Aureola' <i>Arundo donax</i> 'Variegata' • 기타 사초과 잎무늬종 사초(제주) 잎무늬 사초 2종 잎 무늬종 <i>Carex oshimensis</i> 'Evergold' <i>Carex dolchostachya</i> 'Kaga Nishiki'
한택식물원	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Isolepis nodosis</i> • <i>Themeda australis</i> • <i>Carex oshimensis</i> 'Evergold' <p>이상 13종</p>



띠(안면도)



띠(안면도) 이삭



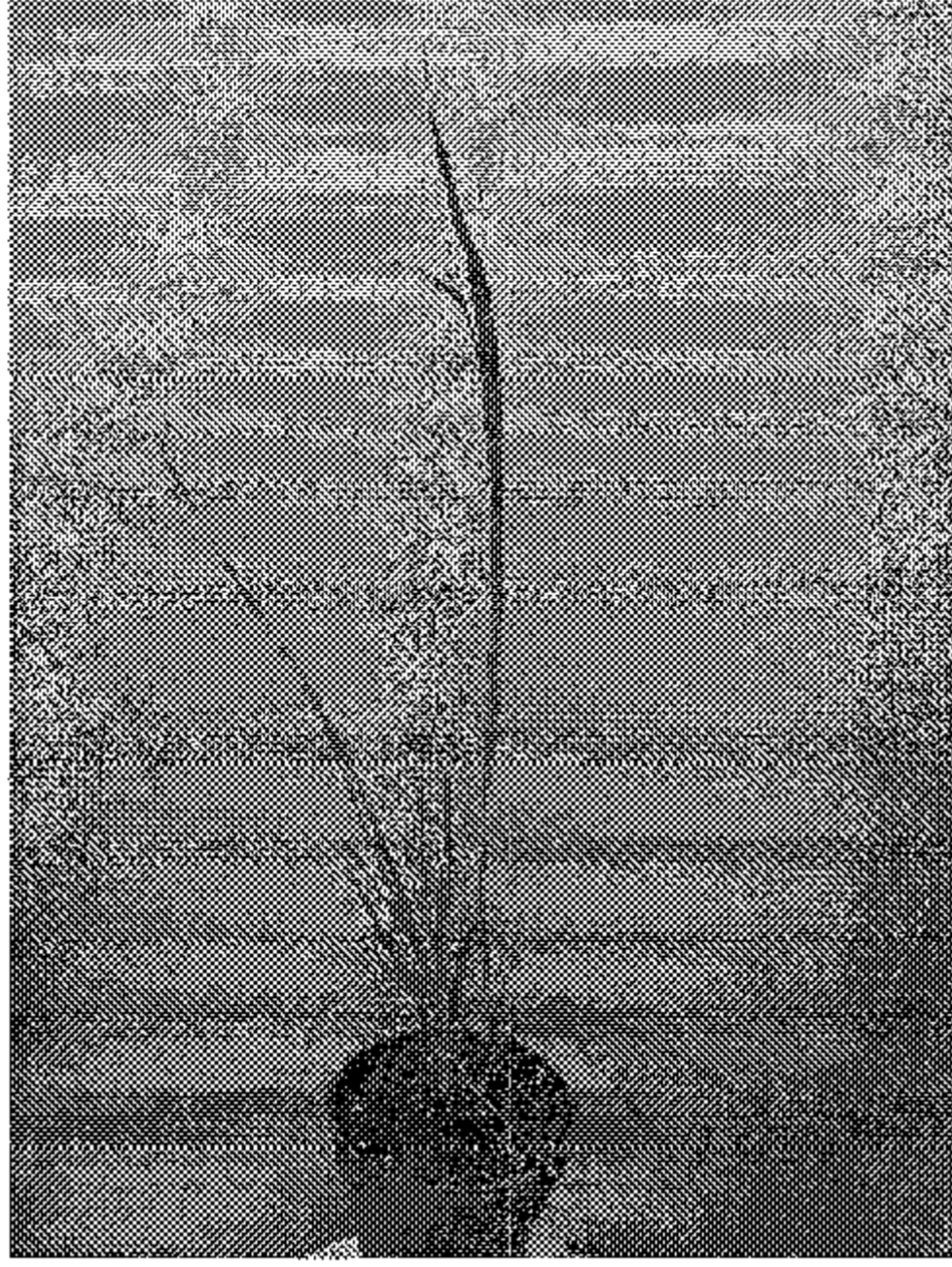
띠(안면도) 분화재배



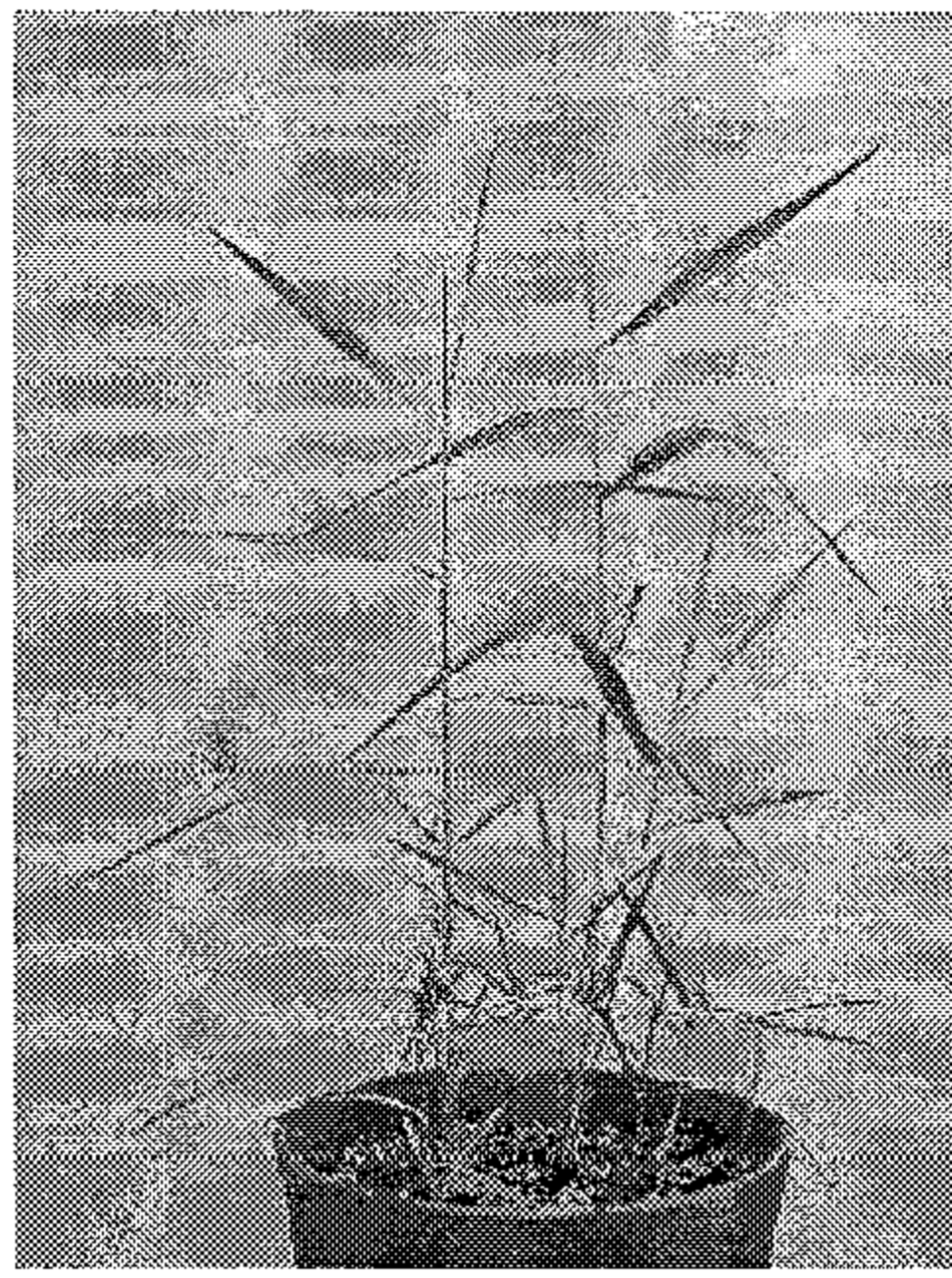
홍띠(도입종)



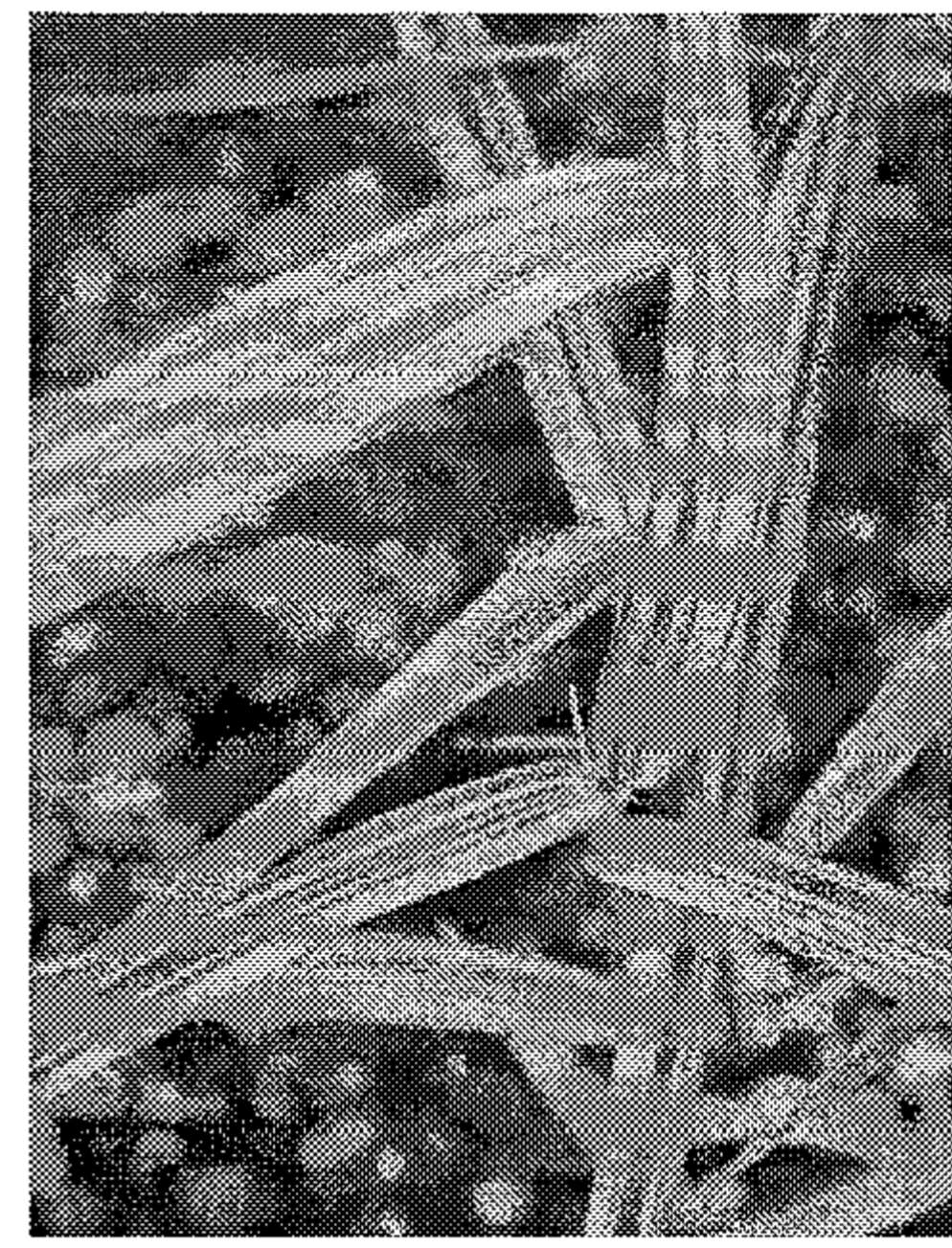
홍띠(도입종)



붉은띠(제주 중문)



갈대 무늬종



갈대 무늬종



Isolepis nodosis



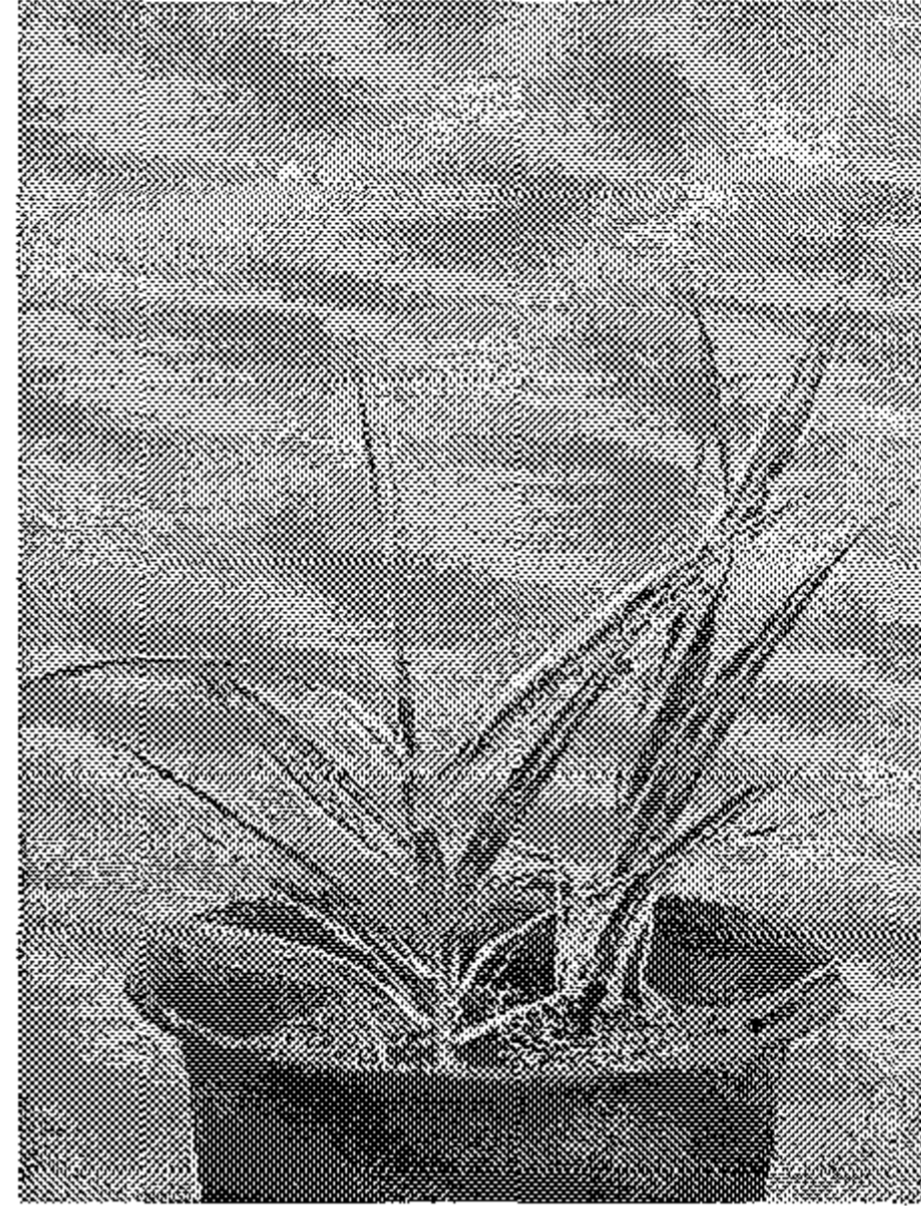
Themeda australis



앞무늬 사초



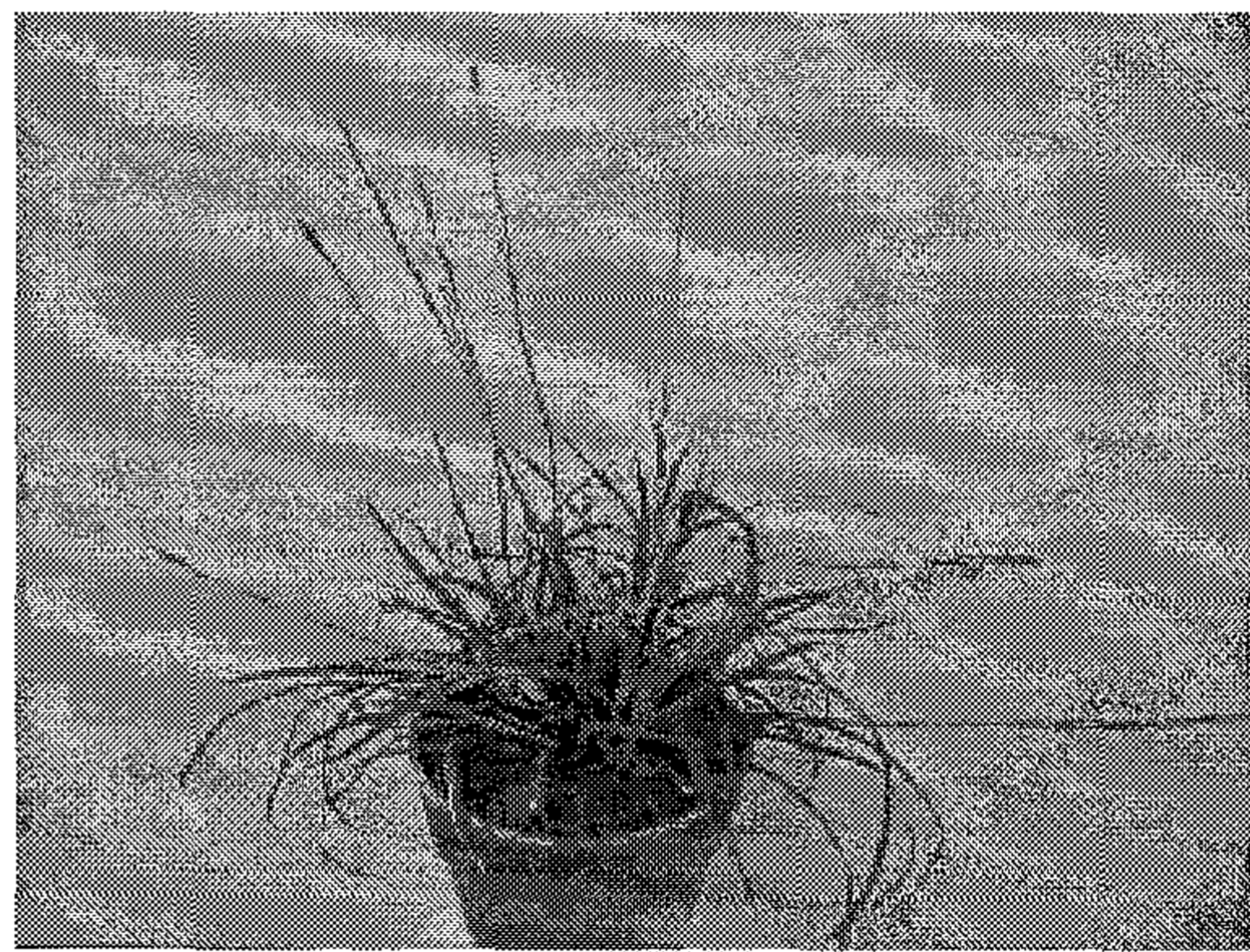
앞무늬 사초



Arundo donax



Carex oshimensis 'Evergold'

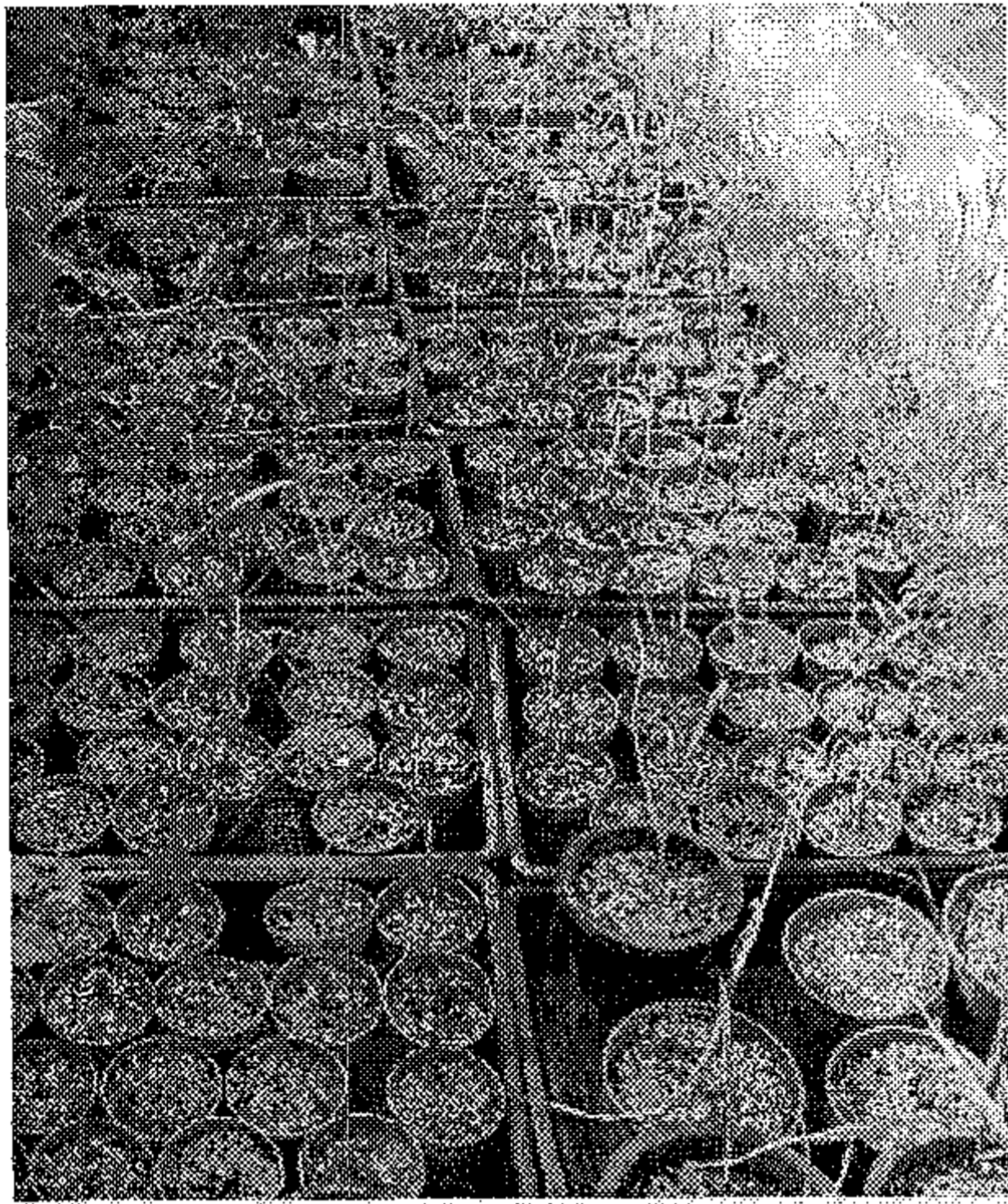


애기사초(앞무늬종, 제주)

2. 참억새, 수크령의 번식 시스템 구축

가. 우수개체 번식

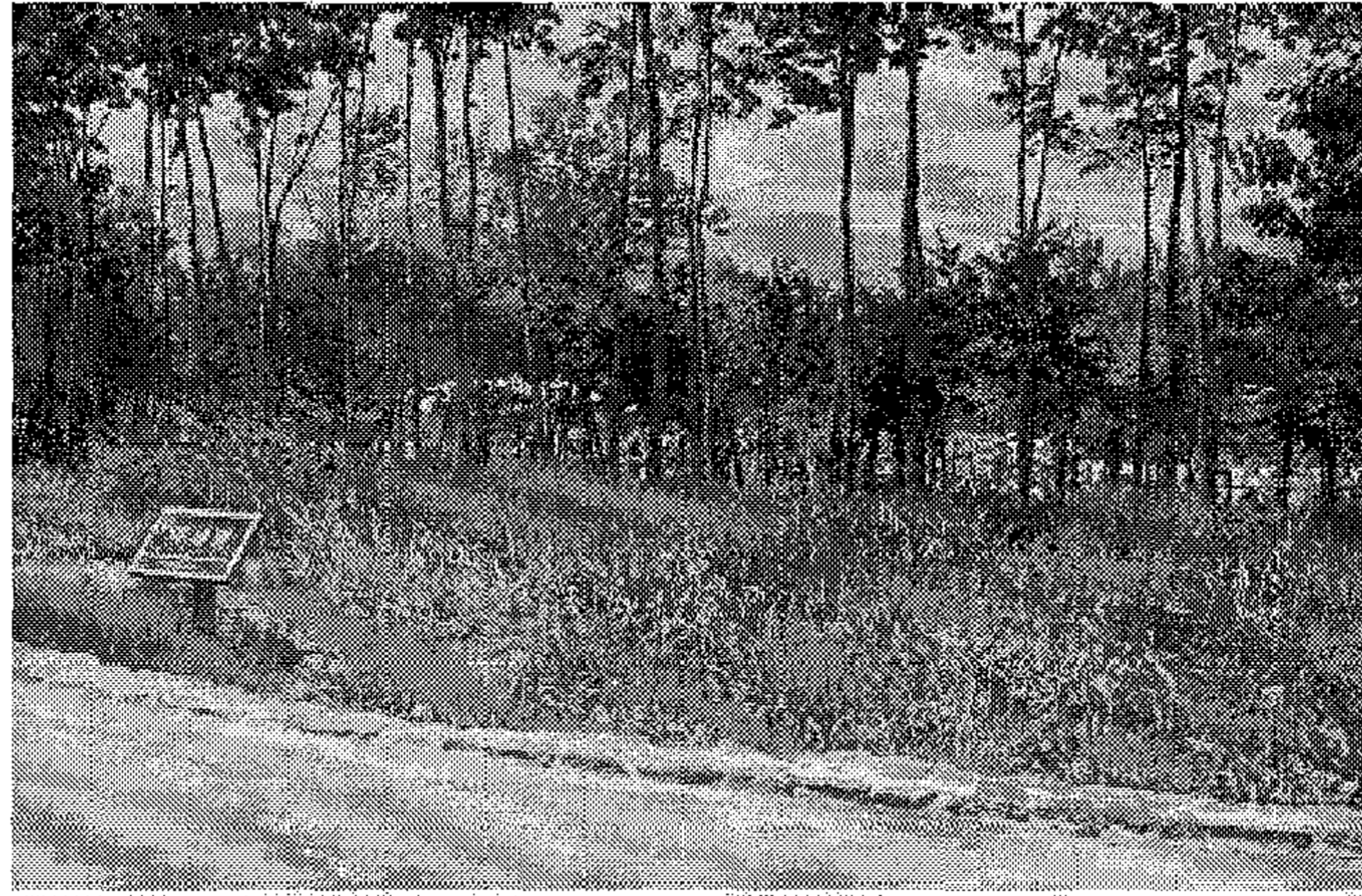
서울여대 온실과 재배포장에서 번식, 재배 중이며 위탁기관인 한택식물원에서 억새 잎무늬종의 수집, 번식과 재배가 이루어지고 있음(억새원을 조성하여 재배포장으로 이용)



근경 삽목번식 중인 참억새
우수개체



참억새 우수개체의 분주
이용 번식



한택식물원에 조성된 억새원



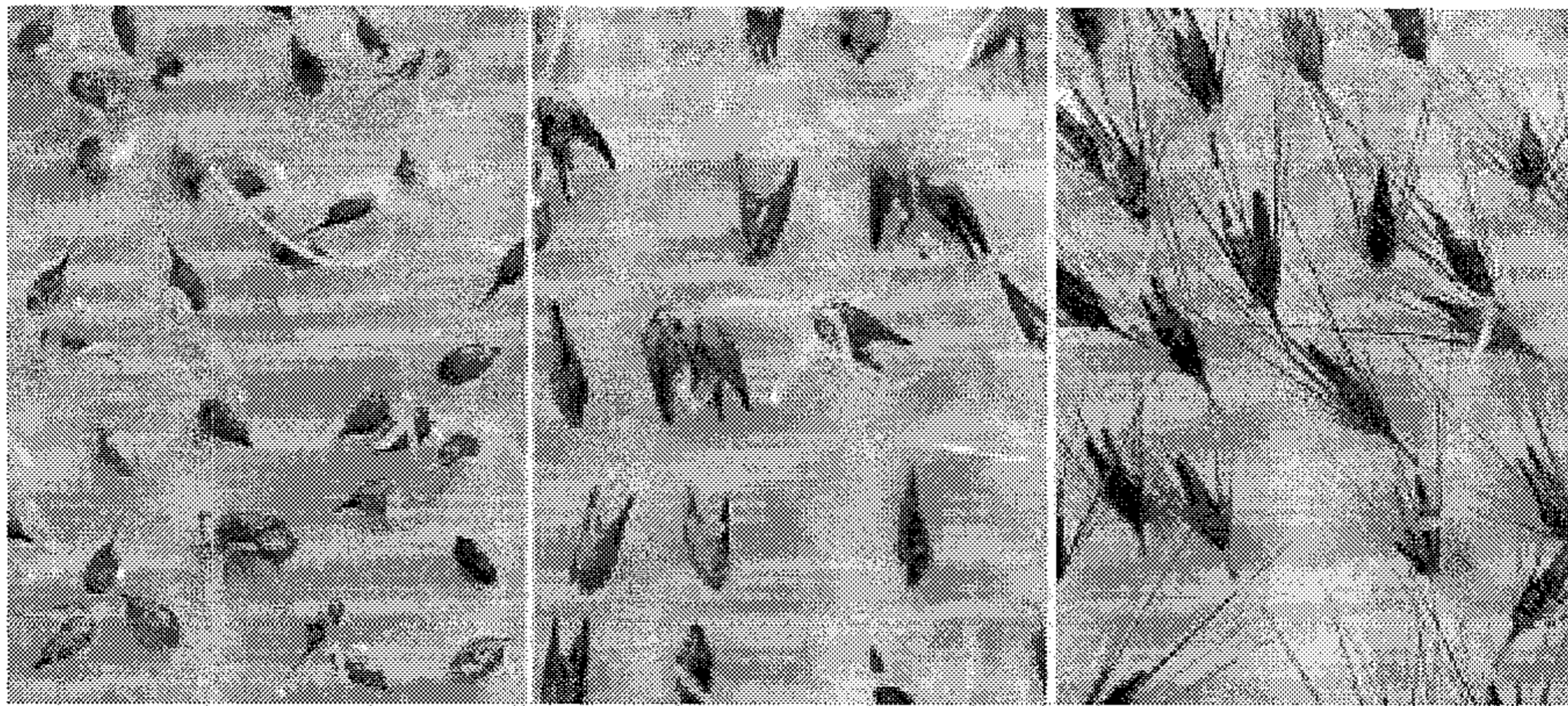
억새원 전경

나. 종자발아

1) 수크령

가) 광, 온도별 발아효과

수크령의 종피 제거 정도에 따른 발아 효과를 실험한 결과 종피를 제거하지 않은 종자에서는 포영과 까락 부분에 곰팡이가 발생하여 발아율과 발아세가 현저히 떨어졌다.

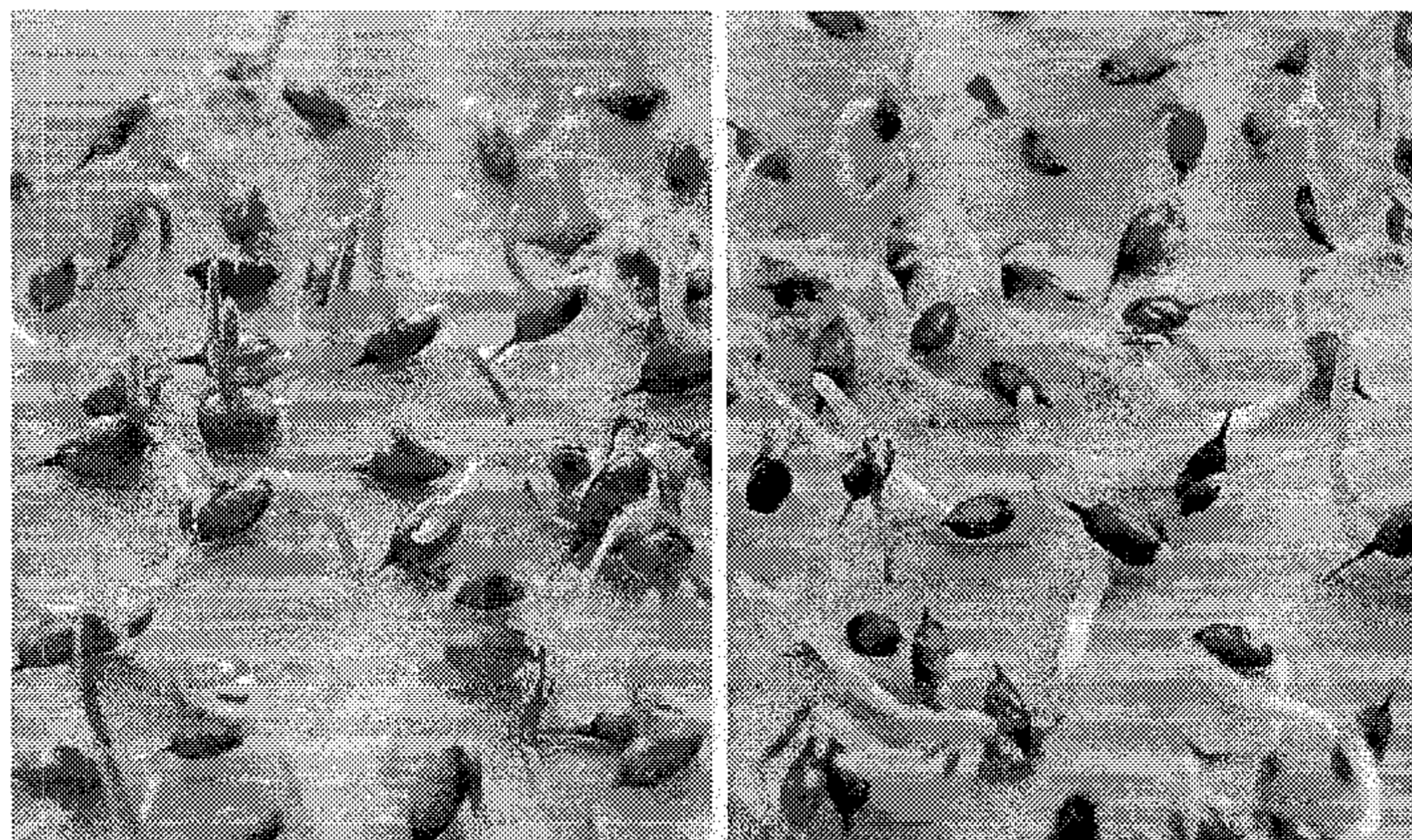


종피제거

종피무제거
(파종 3일 후)

까락무제거

광조건에 따른 수크령의 발아실험을 실시한 결과 명상태와 암상태의 발아율과 발아세가 거의 동일하여 이후 실험은 모두 명상태에서 실시하였다.



명(明)조건

암(巖)조건

나) 온도별, 산지별 발아효과

제주, 전북, 서울에서 각각 채취한 수크령의 종자를 petri-dish에 파종한 결과 그림 1에서 보는 바와 같이 각 산지별로 발아온도 간에 차이를 나타내었다.

발아율이 가장 좋았던 종자는 전북에서 채취한 종자였으며 20℃에서 94.7%, 25℃에서 91.3%, 30℃에서 88%로 20℃에서 발아율이 가장 높았다. 파종 3일만에 20℃, 25℃ 처리구에서 각각 85%, 81.3%로 80% 이상의 높은 발아율을 나타내어 발아속도가 가장 빨랐는데 이는 제주산 종자의 경우 파종 12일째의 결과와 비슷하고, 서울산 종자의 경우 파종 후 1개월이 경과한 시점의 발아율보다 높았다. 그러나 30℃에서 발아시킨 경우 파종 6일후에 80%가 발아되어 적정발아온도보다 높은 것을 알 수 있었다. 30℃에서 발아시킨 경우 20℃나 25℃에 비해 유아(초엽)의 길이가 상당히 긴 것을 확인할 수 있다(그림 4).

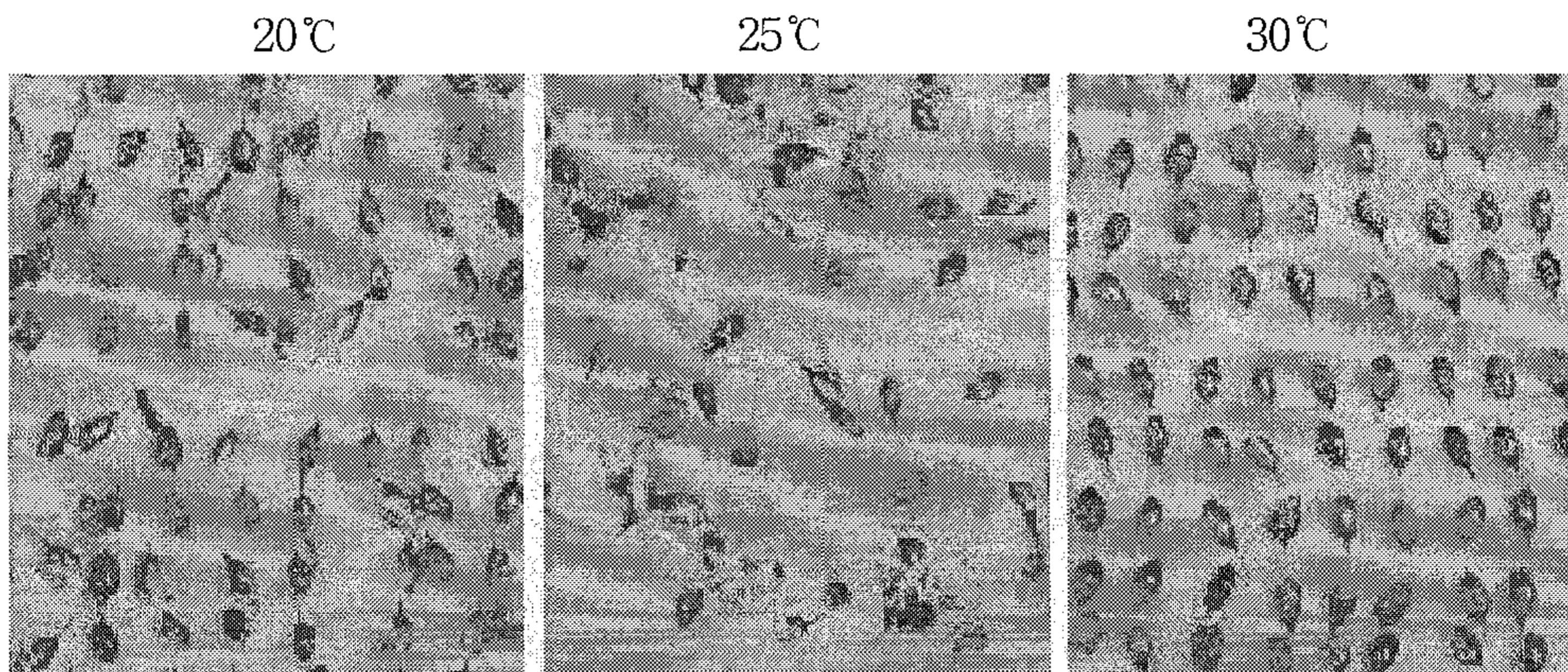


그림 4. 전북에서 채취한 수크령의 온도별 발아효과

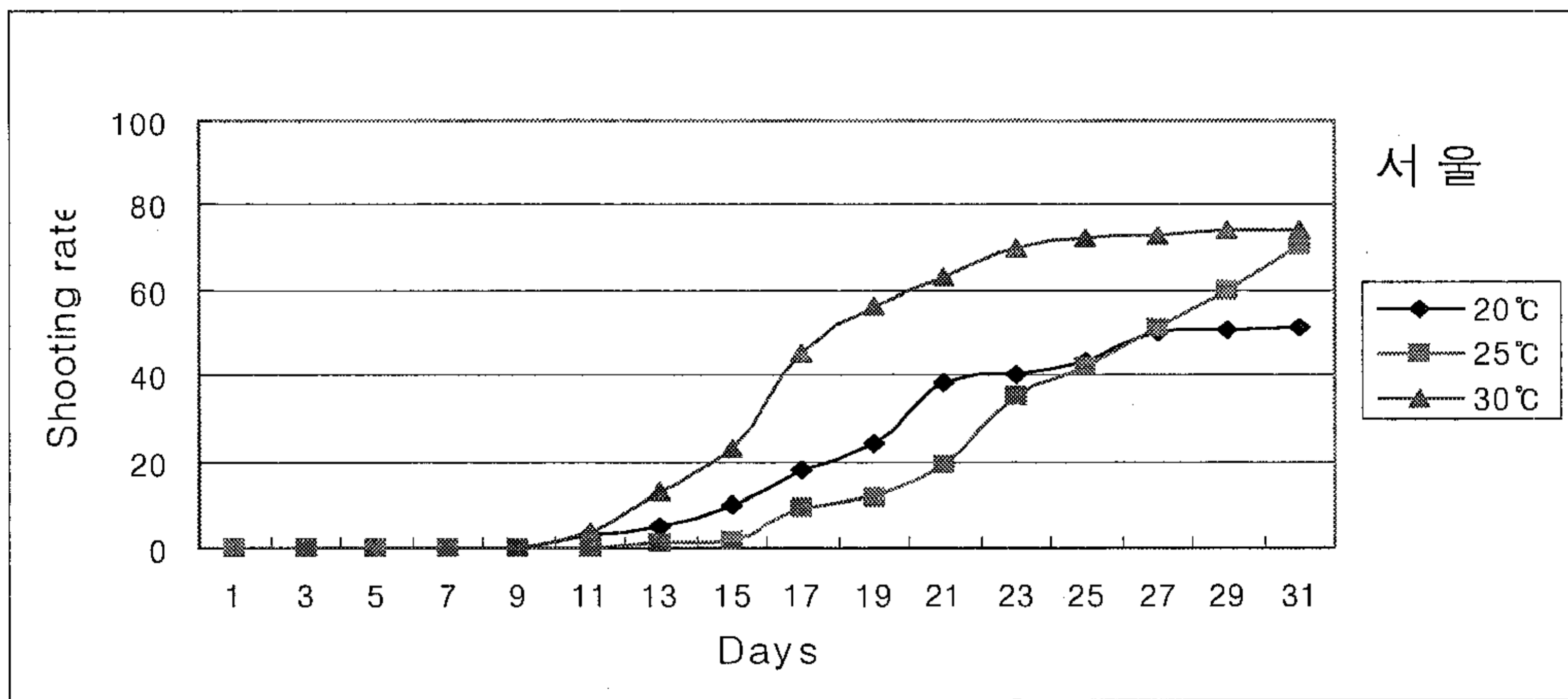
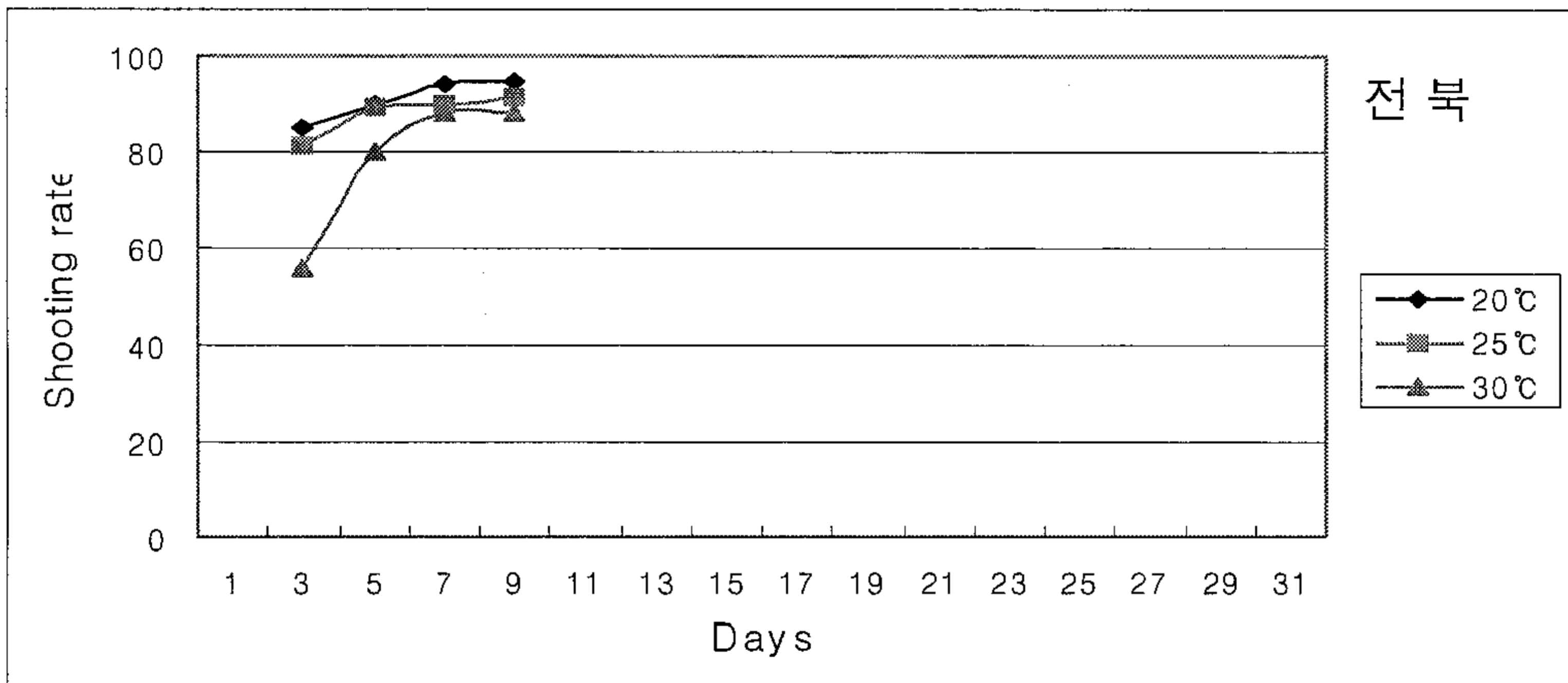
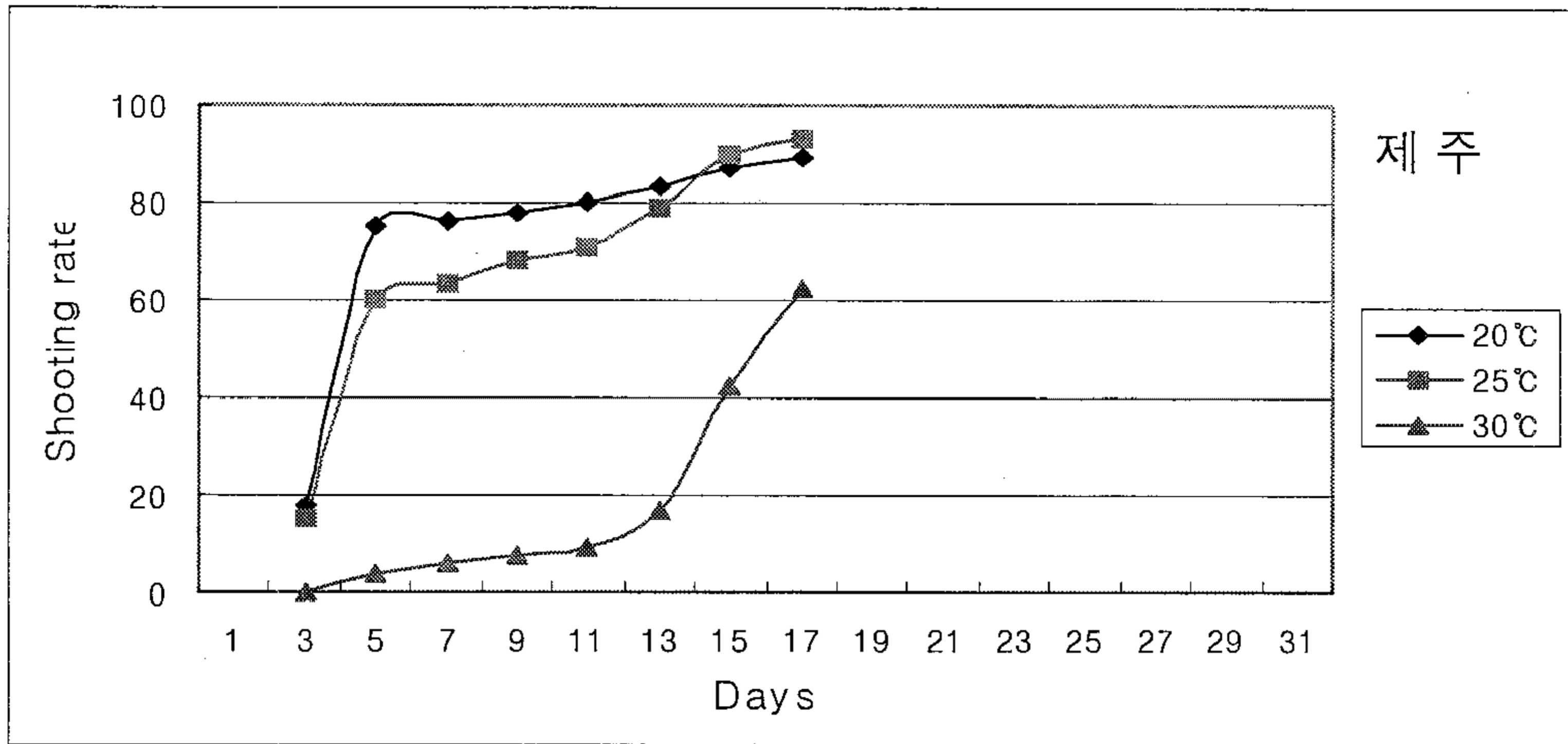


그림 5. 수크령의 산지별, 온도별 발아율

제주에서 채취한 수크령 종자는 20℃에서 90.3%, 25℃에서 96%, 30℃에서 61.7%로 전북에서 채취한 종자에 비해 발아율이 낮았다. 제주산 종자는 파종 3-6일째 20℃와 25℃에서 발아개체수가 크게 증가하였는데 파종 12일째의 발아율은 20℃가 높았으나 파종 15일째를 기준으로 발아율 증가가 늦어져서 25℃에서의 발아율이 높아졌다. 그러나 30℃에서 발아시킨 종자의 경우 파종 12일째 이후로 발아율이 증가하기 시작하였으나 파종 17일후 발아율이 61.7%에 그쳤다(그림 6).

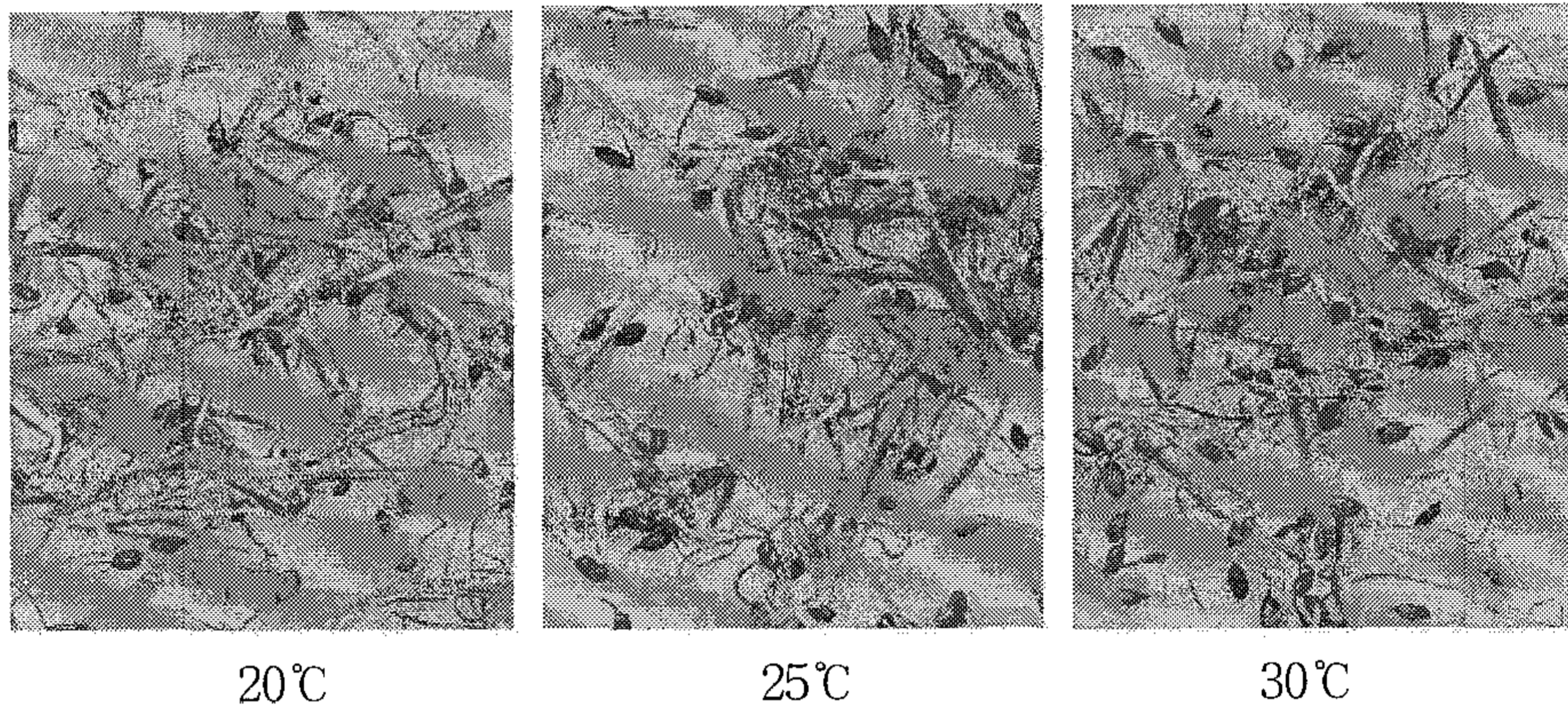
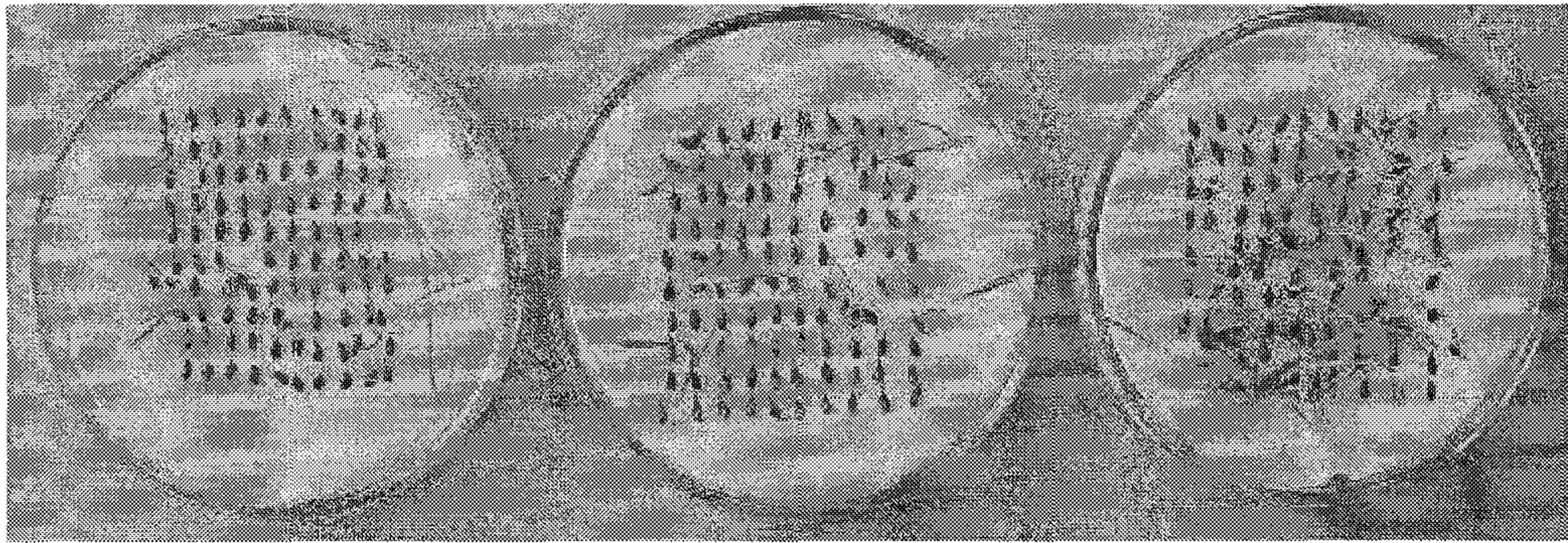


그림 6. 제주에서 채취한 수크령의 온도별 발아효과

서울에서 채취한 종자의 경우 제주나 전북산에 비해 발아율이 많이 낮았는데 이는 전년도에 제주에서 채취한 종자를 서울에 파종하여 1년간 재배한 후 채종하였기 때문에 식물체의 근계형성이나 토양 및 환경의 적응이 부족했던 결과가 아닌가 생각된다. 파종 12일째 이후로 발아가 시작되어 30℃에서 파종 19일째에 발아율 50%를 넘었고 파종 31일째에 74.3% 발아되었다. 그러나 이때까지도 25℃나 20℃에서의 발아율은 각각 16.7%와 6.7%로 매우 저조하였으며 파종 후 27일이 지나서야 50% 이상의 발아율을 나타내었다. 파종 31일후 25℃에서는 70.3%, 20℃에서는 51.3% 발아되었다(그림 7).



20°C

25°C

30°C

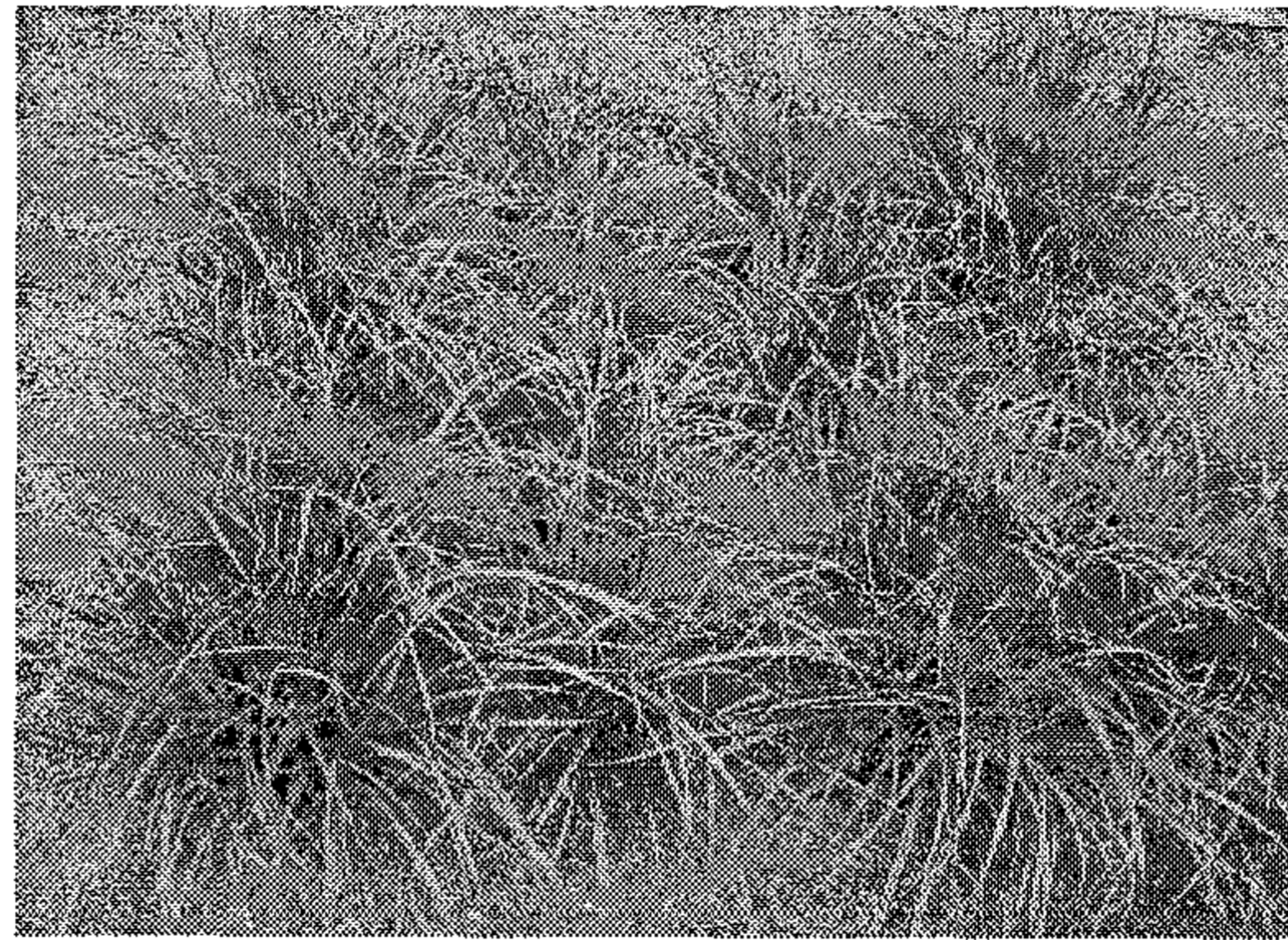
그림 7. 서울에서 채취한 수크령의 온도별 발아효과

이상에서 언급한대로 산지별로 발아속도와 발아율에 있어서 크게 차이를 나타내었으며 특이한 점은 제주와 전북에서 채취한 종자는 20°C와 25°C에서 발아가 잘 되었던 반면 서울에서 채취한 종자는 30°C에서 발아율이 가장 높았다는 것이다. 일반적으로 생육온도보다 발아온도가 약간 높다고 알려져 있으나 제주와 전북은 가을과 겨울을 평균온도가 서울보다 높음에도 불구하고 더 낮은 온도에서 발아가 잘 되었는데 이는 종자의 채취시기가 11월말인 점을 감안할 때 서울은 이미 기온이 10°C 이하로 떨어져 종자가 타발적 휴면상태에 들어간 것이 아닌가 생각된다. 수크령의 종자가 생리적휴면보다는 환경에 영향을 받는 타발적휴면의 영향을 더 크게 받는다면 제주나 전북산은 아직 환경적인 휴면상태에 들어가지 않았다는 것을 의미하며 11월말의 현지 기온보다 약간 높은 20-25°C에서 발아가 잘 이루어진 것이고 30°C에서는 고온으로 인해 호흡량이 증가하여 발아가 저조했던 것으로 생각된다. 반면 서울에서 채취한 종자의 경우 과종 12일째까지 발아가 거의 이루어지지 않은 점으로 보아 휴면을 깨트리기 위해 습한상태에서 일정시간이 요구되었던 것이라 생각된다.

다) 저장기간별 발아효과

온도별 발아실험의 결과와 마찬가지로 저장기간과 상관없이 제주산과 전북산 수크령의 종자가 발아율이 높았다(그림 5). 제주에서 채취한 종자의 경우 저장기간이 8-9주로 길어지면서 발아율이 낮아졌으나 저장기간 7주까지는 큰 차이를 보이지 않았다. 전북에서 채취한 종자의 경우 저장기간과 관계없이 파종후 12일째에 80% 이상의 발아율을 나타냄으로서 저온저장이 발아율에 큰 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었다. 온도별 실험에서 언급한 바와 같이 제주산과 전북산 종자는 휴면상태에 들어가지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 반면 서울에서 채취한 종자의 경우 온도별 실험에서와 마찬가지로 파종 12일 이후부터 발아가 시작되었는데 저온에서 0-2주 동안 저장한 종자에 비해 3주와 5주 저장하였던 종자가 발아율이 급격하게 상승하였다. 이 결과로 보아 서울에서 채취한 종자는 환경적인 휴면상태에 있던 것이 저온처리로 인해 휴면이 어느정도 타파된 것으로 보이나 저온저장 6주 이후에는 별다른 차이를 보이지 않았다.

발아실험에서 얻어진 종자는 서울여대 포장에 식재하여 개체수 확보를 위해 재배하고 있다.



서울여대 수크령 재배 포장

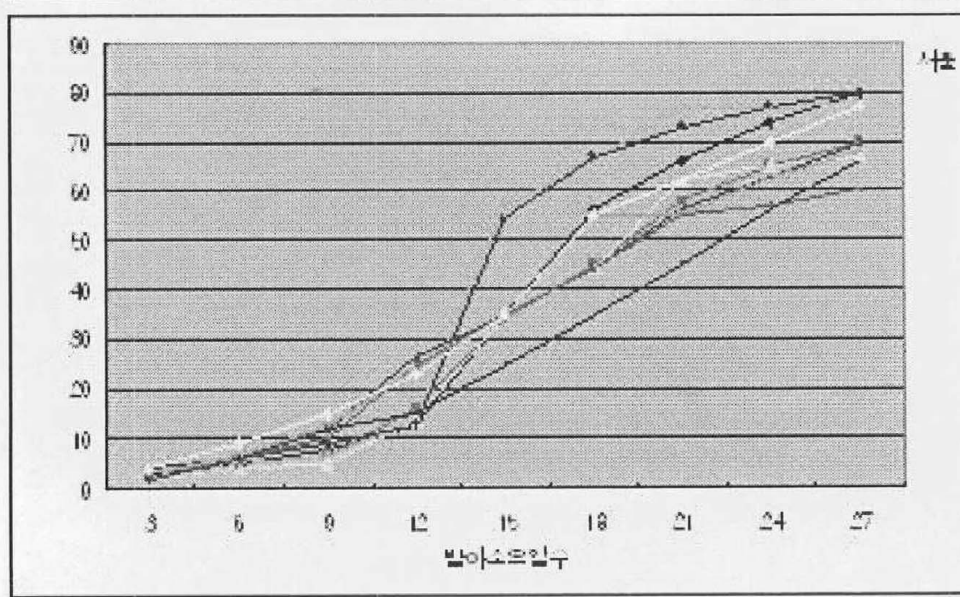
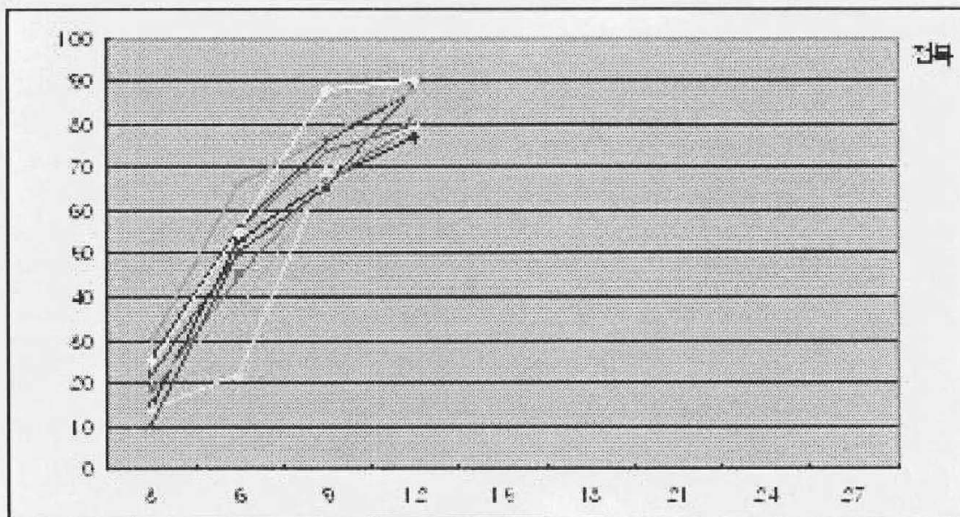
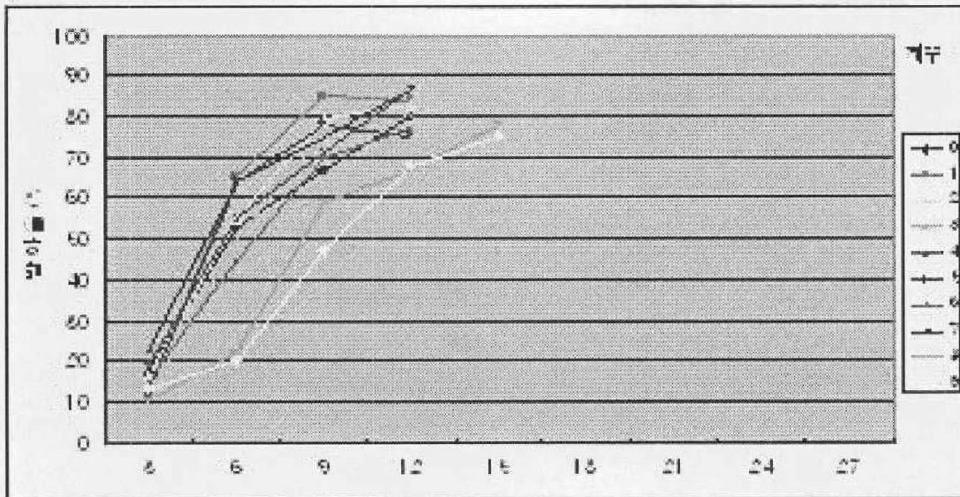


그림 8. 저장기간별 수크령의 발아효과

2) 억제

가) 냉장처리에 따른 발아효과

휴면중인 종자의 발아를 촉진하기 위하여 종자에 따라 여러 처리가 행해지고, 특히 저온처리에 의해 휴면을 타파시킨다. 저온처리는 종자가 습윤상태에서 일정한 저온요구 기간을 충족하여야 함을 의미하며 저온처리 일수에 따라 발아율이 증가된다. 이 저온처리 과정 중에 종피의 양화 및 휴면배의 각성이 일어나며 이 때 종자 내의 호흡 및 물질변화에 대해서는 많이 보고된 바 있다.

종자의 배는 종자 크기의 1/2 정도 신장되어 있는 상태로 발아하기까지는 완전히 배신장이 필요하며, 배신장이 완료된 종자는 다시 저온감응을 받아야 발아하는 생리적 휴면에 처하게 된다. 저온을 요하는 생리적 휴면은 포장에서 월동과 함께 타파되어 이듬해에 발아하게 된다. 이를 실내에서 발아시키고자 할 때는 종자를 5℃ 정도에 보관하게 되면 배신장과 저온감응이 동시에 이뤄져 발아가 된다.

본 실험에서는 억제류의 육종 계획 및 대단위 조정계획에 의해 많이 파종되어지며 우리나라 전역에 널리 자생하는 참억새의 종자를 재료로 하여 냉장처리에 따른 발아율을 조사하기 위하여 실시하였다.

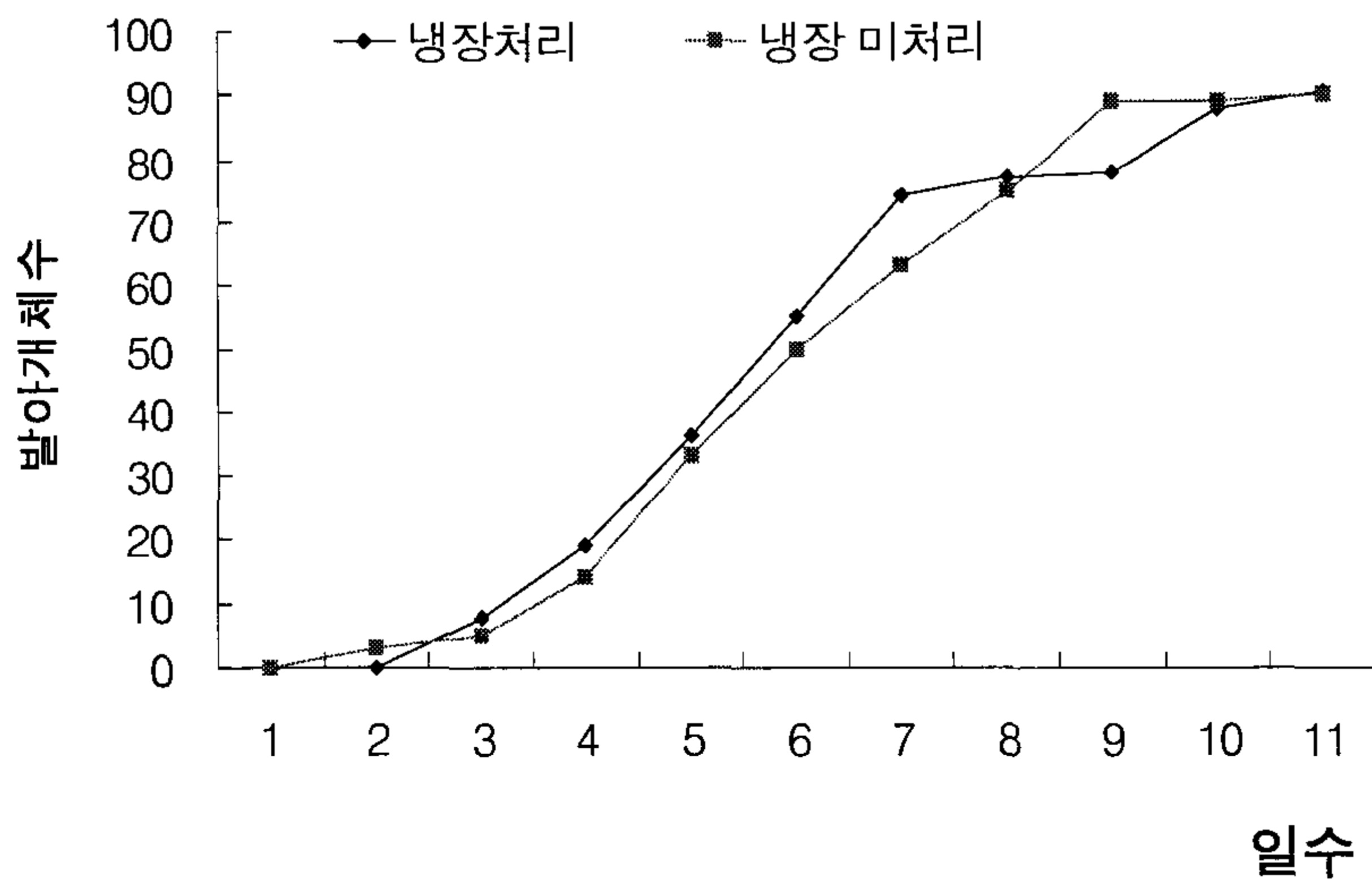


그림 9. 냉장 처리에 의한 발아효과

냉장처리하지 않은 종자에서 파종 2일째 먼저 발아가 진행되었으나 파종 3일째부터 냉장처리구에서의 발아가 활발하게 진행되어 7일째에는 냉장처리구가 74%, 냉장무처리구의 발아율이 63%의 차이를 보였다. 파종 10일째부터 냉장처리구와 냉장 무처리구 발아율 88%, 89%로 차이를 나타내지 않았다. 빠른 종자의 발아를 위해 냉장처리를 한다면 70%이상의 발아를 위해서는 7일정도가 소요됨을 알 수 있었다.

나) 채취시기별 발아효과

종자를 수확할 당시 외관상으로 성숙한 종자로 보이지만 발아조건에서 바로 발아하지 못하고 상당기간의 후숙이 진행되어야 발아하는 경우가 있다. 참억새 종자의 후숙 기간을 알아보기 위하여 채종 직후, 1년, 2년 동안 후숙기간 별 종자 발아 실험을 실시한 결과는 다음과 같다. 2년간의 후숙 기간을 가진 종자의 발아율이 가장 높았는데, 파종 3일째 21%의 발아율을 보인 반면, 채종 직후나 1년 후숙 시킨 종자의 경우는 7~8%의 발아율을 나타내었다. 특히 채종직후 파종한 실험구는 10%이상의 저조한 발아율의 차이를 보였다.

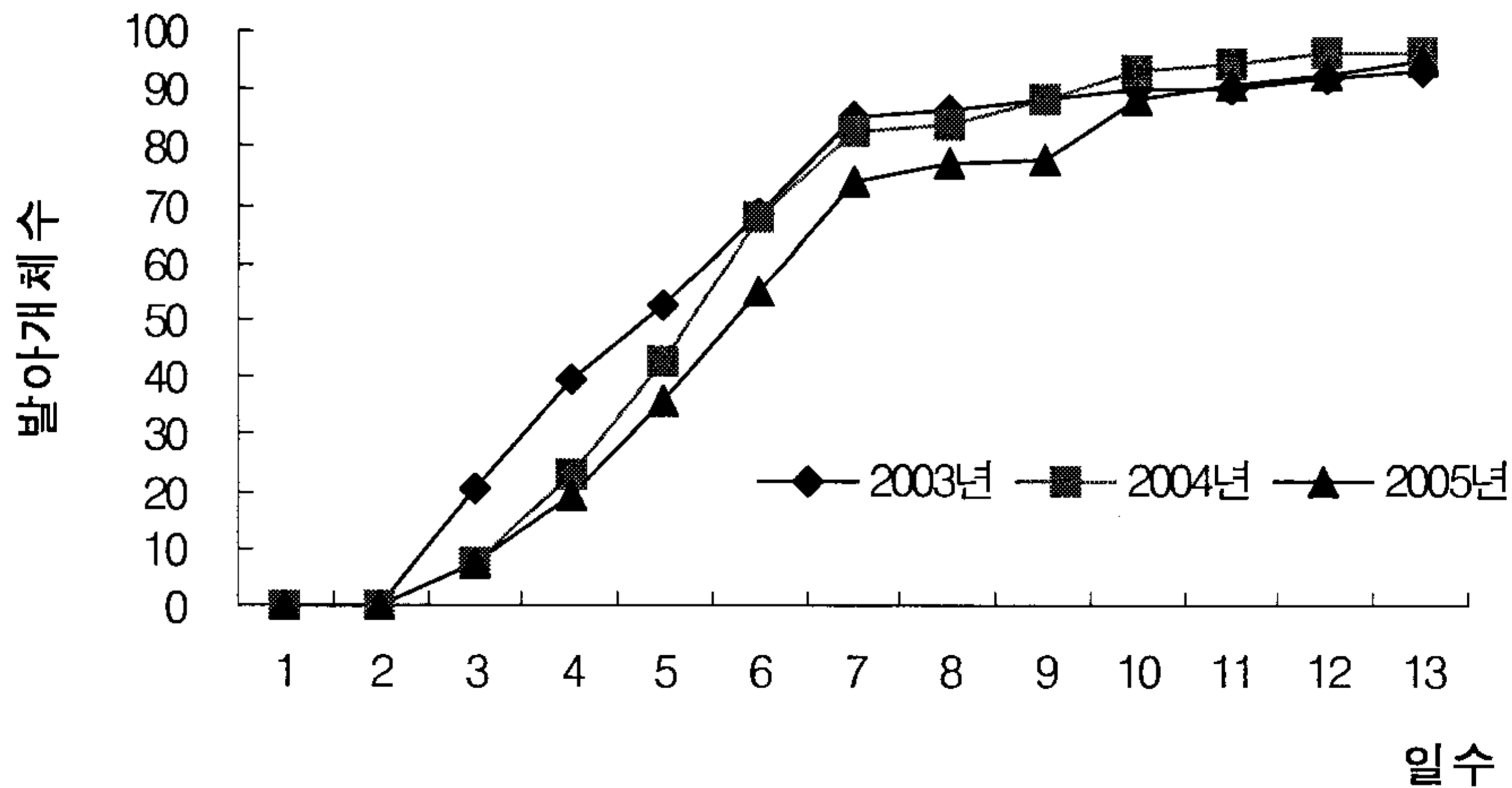


그림 10. 후숙 기간에 따른 발아효과

높은 발아율을 위한 억새류의 채종시기를 알아본 결과 11월에 채종한 종자에 비해 12월에 채종한 종자의 발아율이 20% 이상의 차이를 보였다. 11월에 채종한 종자는 파종 5일째부터 14%의 발아율을 나타내었고 10일째 84% 발아하였던 반면, 12월에 채종한

종자는 6일째 16%의 발아율을 보였고 10일째 60%의 발아율을 나타내었다.

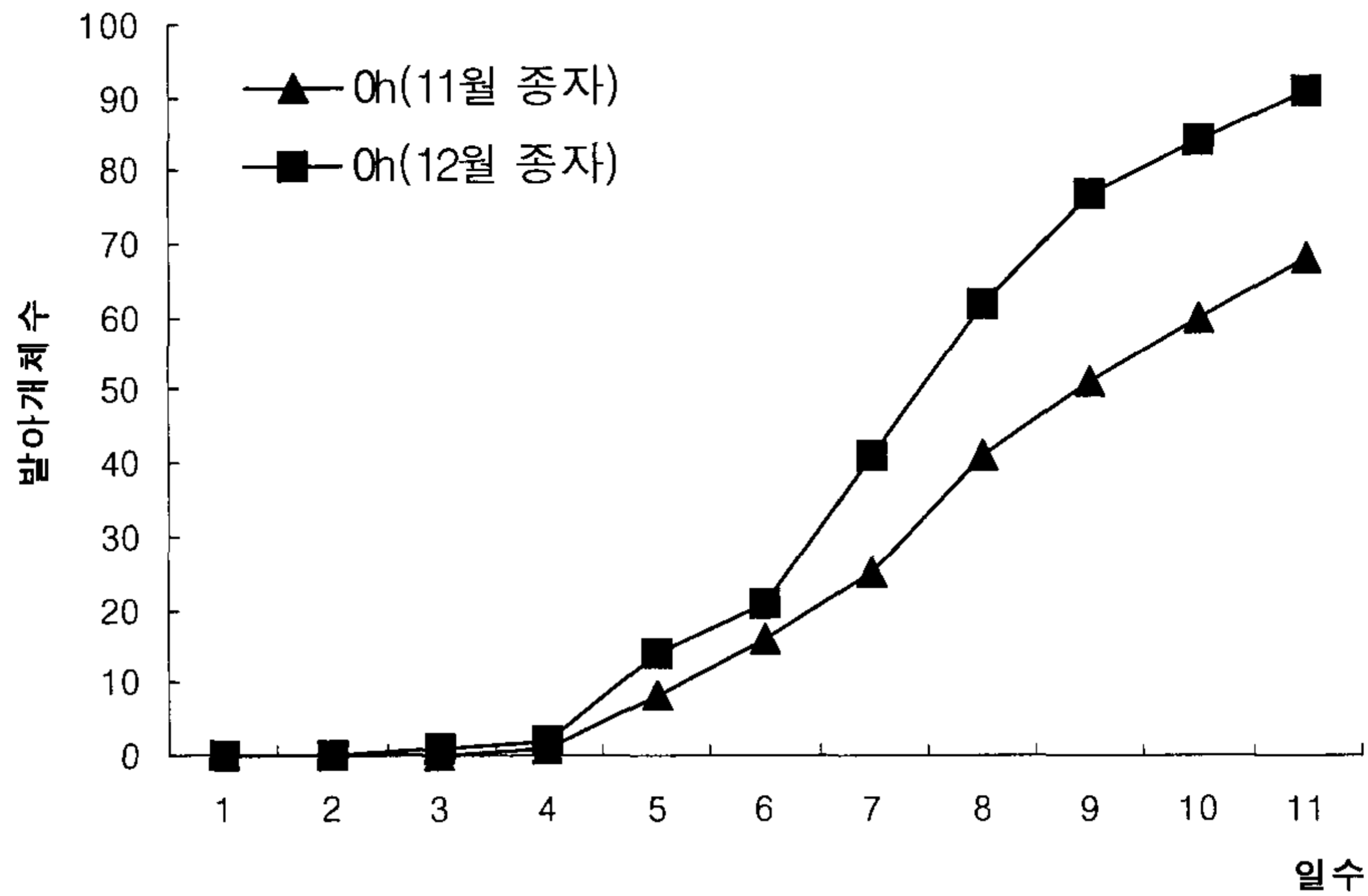


그림 11. 종자 채취 시기에 따른 발아효과

다) 전처리에 의한 발아효과

제주도에서 채취해 온 참억새의 종자를 파종하기 전에 무작위로 선발하여 발아율을 조사한 결과, 벤레이트에 12h 침지한 것의 발아세와 발아율이 좋았고, 24h 침지한 종자의 발아세와 발아율이 가장 낮은 것으로 나타났다. 파종 후 7일까지는 전처리한 종자의 발아세가 높지만 최종 발아율은 전처리 여부의 영향을 받지 않는 것으로 조사되었다. 3h 침지한 종자는 발아세는 높았지만 최종 발아율이 상대적으로 낮았고 3h, 24h 침지한 종자 외에는 80% 이상의 높은 발아율을 보였다. (Table 1.)

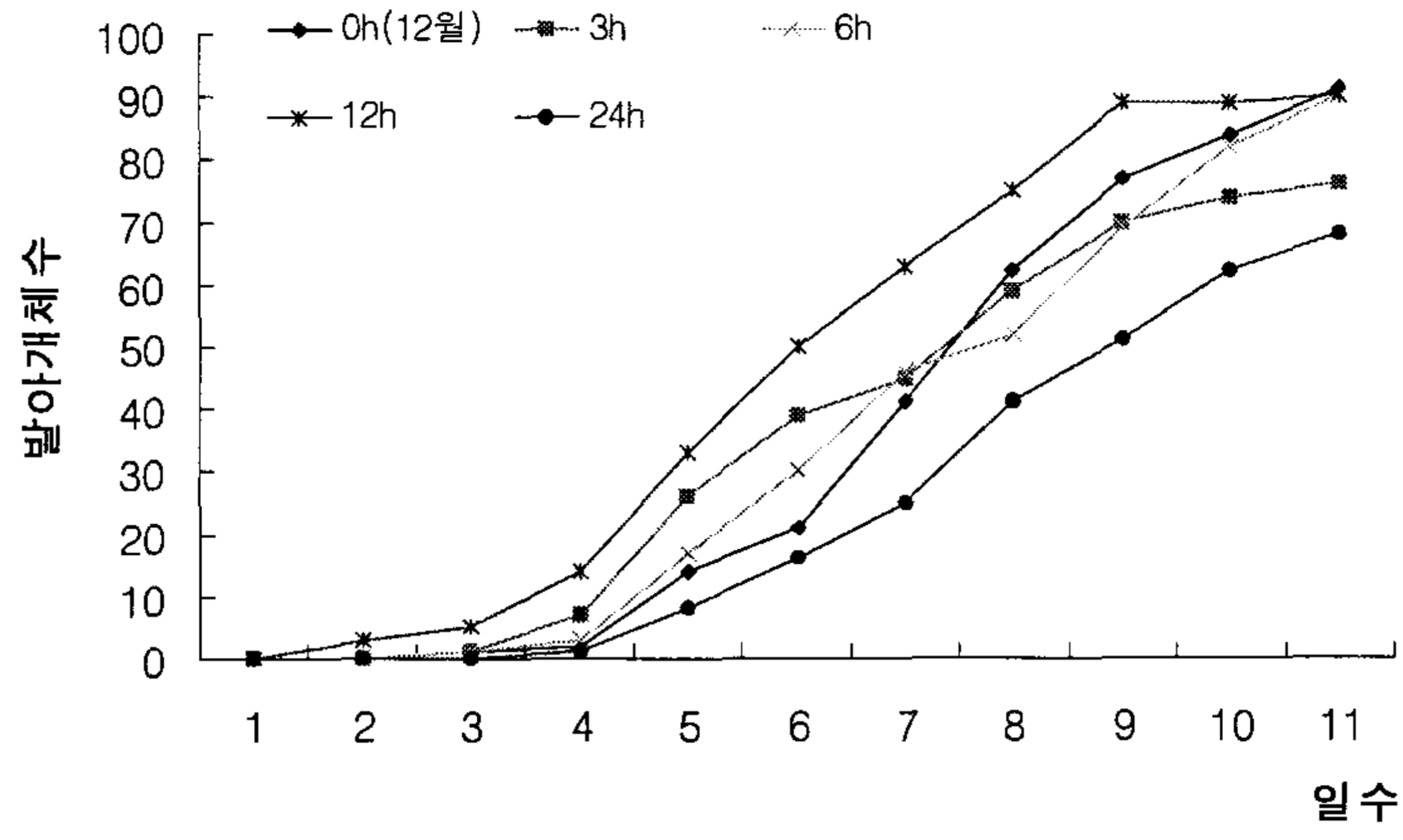
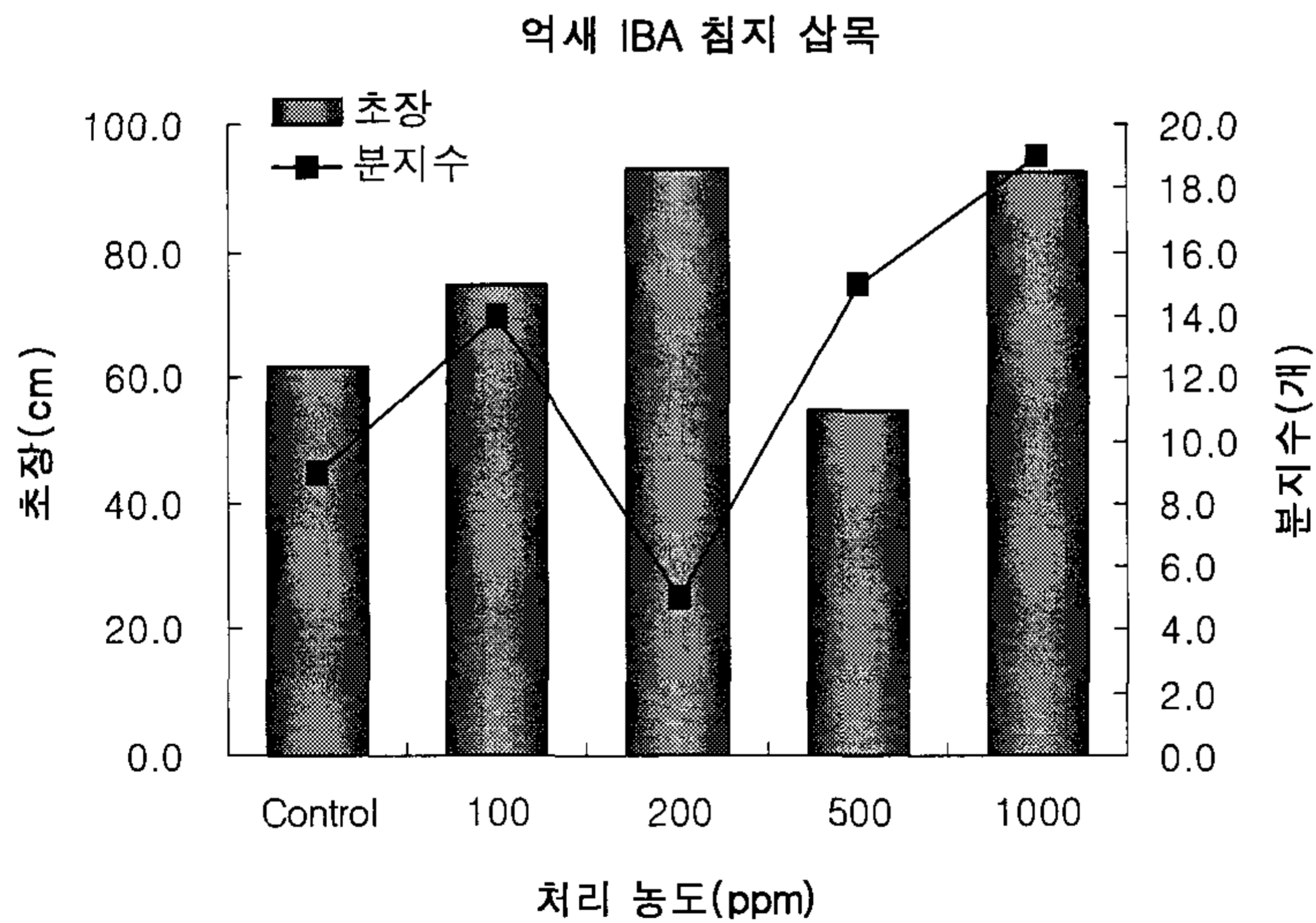
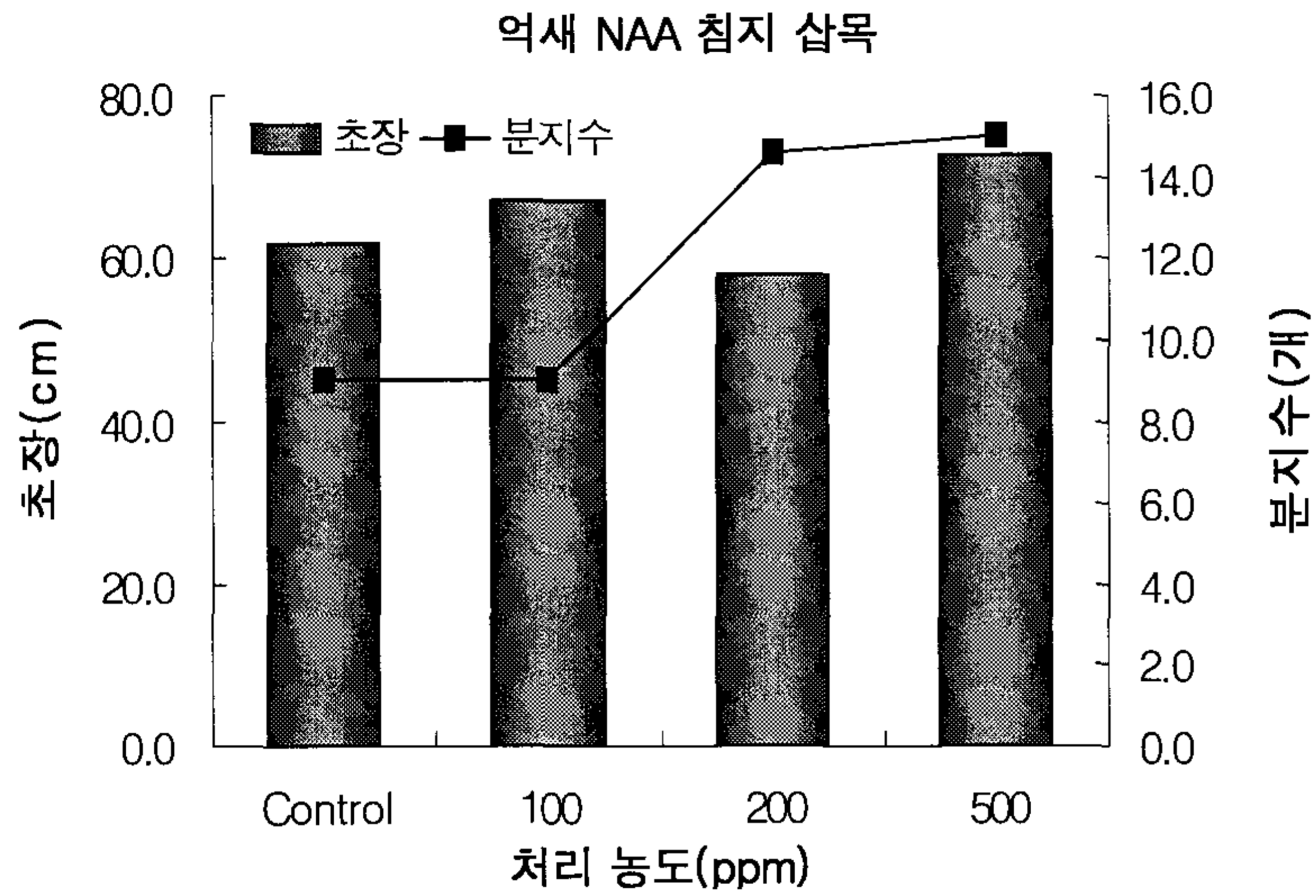
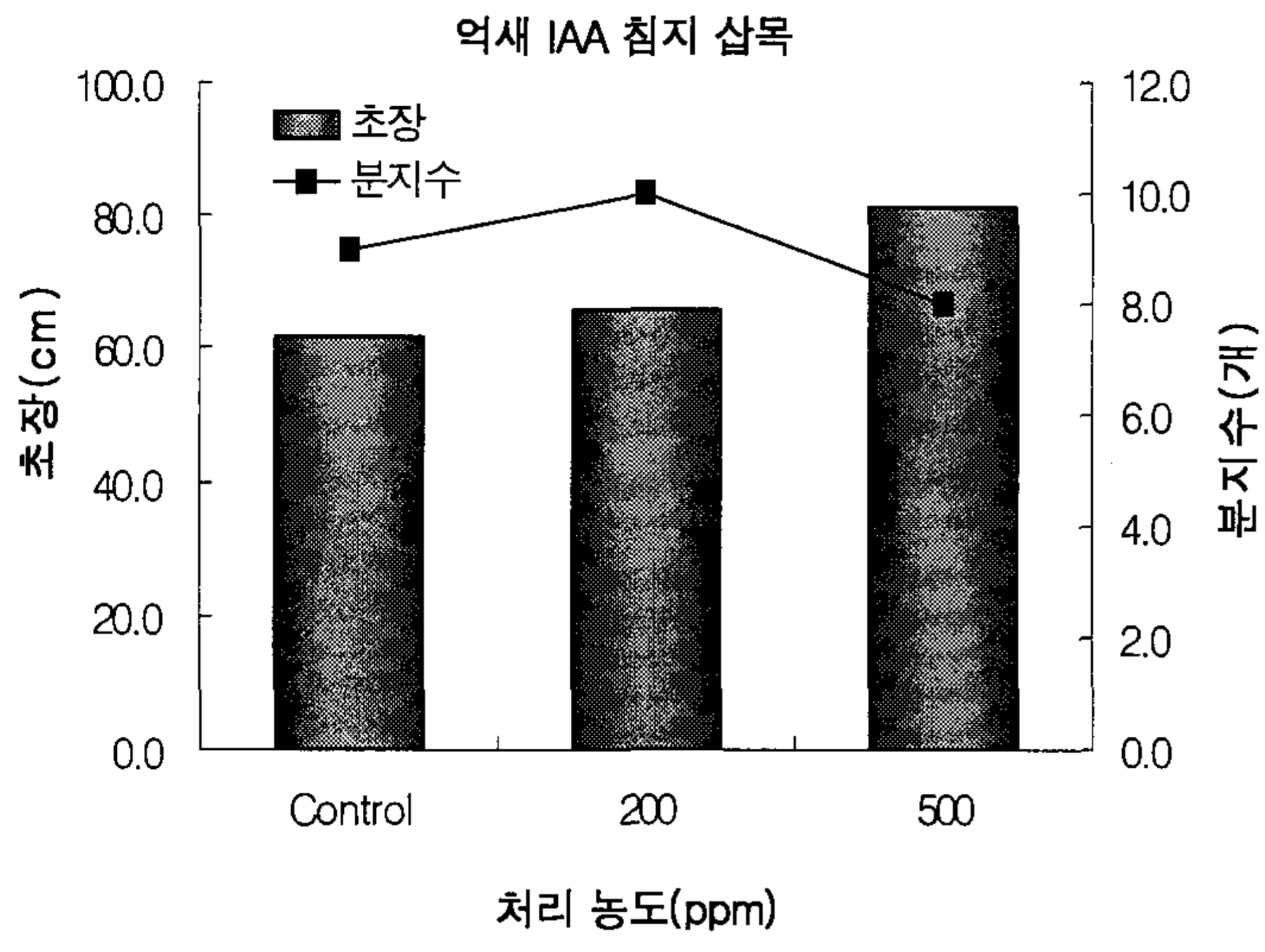


그림 12. 전처리 유무에 따른 발아효과

다. 삼목번식

생장조절제 NAA, IBA, IAA 처리시, IBA 처리가 발근에 유리하였으며 NAA는 100ppm 저농도에서 발근효과가 높았던 반면 IBA는 1,000ppm 고농도 처리가 효과적이었다.





3. 최적 재배환경조건 구명

가. 광도

1) 참억새와 수크령의 광도차에 따른 생육특성 및 가스교환에 미치는 영향

Table 3에서 보는 바와 같이 초장의 경우, 2종류 모두 양지에서 월등히 높은 것으로 나타났으며 광도가 감소할수록 초장은 급격히 감소하였다. 특히 참억새의 경우, 음지구에서는 양지구의 경우보다 30%이상의 초장 감소율을 보였으며 괴사된 묘도 눈에 띄게 증가하여 미관상 많은 지장을 초래하였다. 엽장의 경우도 광도증가에 따른 신장 경향을 나타내었으며 반대로 광도가 감소할수록 엽장은 감소하였으며 특히 음지에서는 20-30%정도의 감소경향을 나타내었다. 엽폭의 경우는 2종류 모두 광도에 따른 큰 변화는 없었으나 양지구에 비해 반음지 혹은 음지구에서 약간 증가된 것으로 나타났다. 식물의 초장, 엽장 및 엽폭 등은 관상원예용 식물의 균형을 잡아주는 중요한 지표로서 본 실험의 공시식물인 참억새와 수크령의 경우, 양생식물로서 광적응에 따른 양지에서 우수한 생육상을 나타내었으나 $25-50\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 정도의 음지에서는 30-40% 정도의 초장 및 엽장 감소로 원예식물로서의 관상가치가 크게 소실되어 양생식물로서의 벼과식물 생육특성을 나타내었다. 엽폭의 경우는 음지에서 다소 넓게 나타나, 저광도에서의 양생식물의 효율적 광포획능력을 나타내었으나 관상가치에는 별다른 영향이 없었다.

식물체의 건물중은 대표적 생육척도로서 2품종 모두 반음지, 음지에서 보다 양지에서 월등히 높았다. 반면 반음지 및 음지구에서는 현격히 건물중이 감소되었는데 특히 음지구의 경우, 2품종 모두에서 양지구에 비해 50%이상의 건물중 감소를 초래하여 저조한 생육상태를 나타내었으며 이러한 경향은 참억새의 경우 더욱 현저한 것으로 나타났다. 전 탄수화물의 경우도 건물중 변화와 동일한 경향을 나타내어 공시품종 모두 양지에서 가장 높은 전 탄수화물 함량을 나타내었으며 광도감소에 따라 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 음지의 경우 50% 이상의 감소율을 나타내었으며 이러한 경향은 참억새에서 역시 더욱 뚜렷하게 나타났다. 이와 관련 Gent 등(1986)은 양생식물의 경우, 고광도하에서의 높은 광합성을 등에 기인하여 sink로서 sucrose를 중심으로 한 탄수화물량이 급속히 증

가되는 것이라고 보고한 바 있는데 우수한 생육을 위해서는 적어도 반음지구인 $250-500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상의 광도에서 이들을 재배하여야 함을 알 수 있었다.

다양한 벼과식물의 이삭은 일반 화훼식물에서는 찾아보기 힘든 독특한 특성을 나타내어 원예조경용으로 사용될 경우, 매우 효율적으로 사용될 수 있으나 (Darke, 1999) 생육환경 등에 따른 이삭식물의 이삭형 변화 및 이삭출수 시기나 이삭색의 변화 등과 같은 생육변화를 조사한 연구는 거의 찾아볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 이러한 특성을 특히 조사하였는데 Table 4에서 보는 바와 같이 이삭장의 경우 2품종 모두 양지에서 가장 월등하게 자랐으며 반음지 및 음지의 경우는 그 크기가 20%이상 감소하였다. 아울러 특히 음지구에서는 이삭밀도도 영성하여 미관적 가치는 크게 감소하였다. 이삭색의 경우도 양지로 갈수록 탈색되는 경향을 나타내었으며 특히 수크령은 양지에서는 짙은 흑갈색을 띠었으나 음지에서는 탈색된 듯한 회갈색을 나타내어 관상가가 감소되었다. 최초 이삭 출수시까지의 소요일수는 2품종 모두 양지에서 가장 빨랐으며 광도가 감소할수록 출수시기는 늦어지는 경향을 나타내었다. 이와관련, Armitage(1988)와 Gertsson(1990) 등이 *Trahcelium*과 *Aeschynanthus* 등의 생육 및 개화시기와 탄수화물 량간에는 서로 밀접한 관련성이 있음을 시사한 바 있는데 본 실험에서도 이삭반응과 관계된 결과들은 앞서 언급된 참억새와 수크령의 광도차에 따른 생육 정도와 탄수화물 함량 등과 높은 상관성이 있음을 알 수 있었다.

Table 3. Effect of different light regimes on the height, leaf length, width, dry weight and carbohydrates of *Miscanthus sinensis* and *Pennisetum alopecuroides*.

Species	Light condition ^z	Plant height (cm)	Leaf		Dry weight (g)	Total carbohydrate
			length (cm)	width (cm)		
<i>Miscanthus sinensis</i>	Sun	86.0	64.2a ^y	0.2a	1.3a	7.2a
	Half-sun	73.2	56.4b	0.4b	0.9b	5.3b
	Shade	58.4	43.7c	0.3c	0.4c	3.1c
<i>Pennisetum purpurascens</i>	Sun	62.6	52.5a	0.4a	1.3a	5.9a
	Half-sun	54.8	43.8b	0.7b	0.6b	4.7b
	Shade	50.3	41.2c	0.6b	0.4c	4.0c

^zLight intensities of sun, half sun, and shade were 2500-3500, 250-500, 25-50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively

^yMean separation within columns for the same species by Duncan's multiple range test at the 5% level.

Table 4. Effect of different light regimes on the spike length, days to the first spiking and spike color

Species	Light condition ^z	Spike length (cm)	Days to the first spiking		Spike color
			first spiking	Days to the first spiking	
<i>Miscanthus sinensis</i>	Sun	21.5a ^y	216	216	Red-brown
	Half-sun	16.4b	224	224	brown
	Shade	15.8c	235	235	brown
<i>Pennisetum purpurascens</i>	Sun	14.3a	205	205	Black-brown
	Half-sun	11.3b	210	210	brown
	Shade	9.8c	223	223	Grey-brown

^zLight intensities of sun, half sun, and shade were 2500-3500, 250-500, 25-50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively

$^2 \cdot s^{-1}$, respectively.

^yMean separation within columns for the same species by Duncan's multiple range test at the 5% level.

원예조경용 식물로 공시된 벼과식물 2종의 가스교환에 미치는 영향을 살펴보면 Fig 1에서 보는 바와 같이 광합성율의 경우, 품종에 관계없이 양지에서 생장한 식물체가 반 음지, 음지에 비해 광합성 율이 평균 2배 이상 높은 것으로 나타났다. 특히 음지의 경우, 광합성 율이 양지에 비해 4배 정도 감소하였으며 기공전도도 역시 양지 하에서 약간 증가되는 경향을 나타내었다. 광도에 따른 차이는 광합성율이 가장 높았던 $2500-3500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 기공전도도가 가장 높았다. 기공전도도는 정상으로 성장하는 식물의 앞에서 기공의 개도를 진단하는 지수로 사용되는데(Knapp와 Smith, 1990) 기공은 CO_2 의 확산통로이므로 기공전도도가 광합성과 상관성이 있다는 것은 당연한 결과일 것으로 추측된다(Fay와 Knapp, 1993).

Boardman(1987)은 대개 양생식물은 고 광도에서 RuBp Case의 활성촉진에 기인한 전자이송능력의 증가로 광합성율이 저광도에 비하여 월등히 증가되며 저광도에서 재배될 경우에는 양생식물 일지라도 음생식물과 유사한 광합성 특성을 나타낸다고 하여 본 논문과 유사한 결과를 나타내었다. 특히 C_4 식물의 경우는 C_3 식물과 비슷한 광보상점을 가지고 있지만 C_3 식물과는 달리 거의 광포화에 달하지 않고 높은 광도에서도 계속 광합성이 증가되는 경향이 조사된 바 있어(Choi 등, 2003; Nam과 Kwack, 1997) 본 논문의 *Miscanthus*와 *Pennisetum*의 경우, 낮은 광도에 비하여 양지에서 월등히 증가된 광합성율에 대한 원인과 공시된 $2500-3500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상 광도에서의 정상적인 생육도 기대할 수 있었다. 잎의 세포간극 내 CO_2 농도는 광합성율이 가장 높았던 양지구에서 자란 식물체가 가장 높았고 음지구에서 가장 낮게 나타났다. 잎 주변에서 수분을 받아들일 수 있는 정도를 나타내는 증기압 부족량(vapor pressure deficit)은 광합성율이 가장 높았던 고광도에서 가장 낮았고 품종별로는 참억새가 더욱 낮게 나타났다. 본 논문의 전체적인 결과를 살펴볼 때 양생식물이면서 대부분 C_4 식물로 알려진 자생억새류의 참억새와 수크령의 경우, 양지구에서 양호한 초장, 엽장, 엽폭, 이삭장 및 이삭색 등의 특성과 생리적 생육지표인 광합성률, 기공전도도, 세포간극 내 CO_2 농도 및 증기압 부족량 등의 가스교환특성을 나타내어 원예적 이용 시 관상

가치 등을 고려할 때 고풍에서의 재배가 우선 시 됨을 알 수 있었다(남 등 1994). 그러나 본 논문에서 반 음지구로 제시된 $250-500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 수준의 광도까지는 억새류의 각종 관상 및 생리적 생육특성을 고려할 때 그다지 큰 영향은 없는 것으로 나타나 이상규(1985)가 차광정도가 50%정도까지는 억새류의 초지수량 및 생육에 큰 영향이 없었다는 보고와 유사한 것으로 생각되었다. 따라서 본 연구결과들은 모든 생육범위(life span)를 통합하지는 못했지만 대표적 환경인자인 광도에 따른 자생 억새 류 2품종의 원예적 이용 및 광합성 수행능력 등을 예측할 수 있는 모델이 될 수 있을 것으로 고려된다.

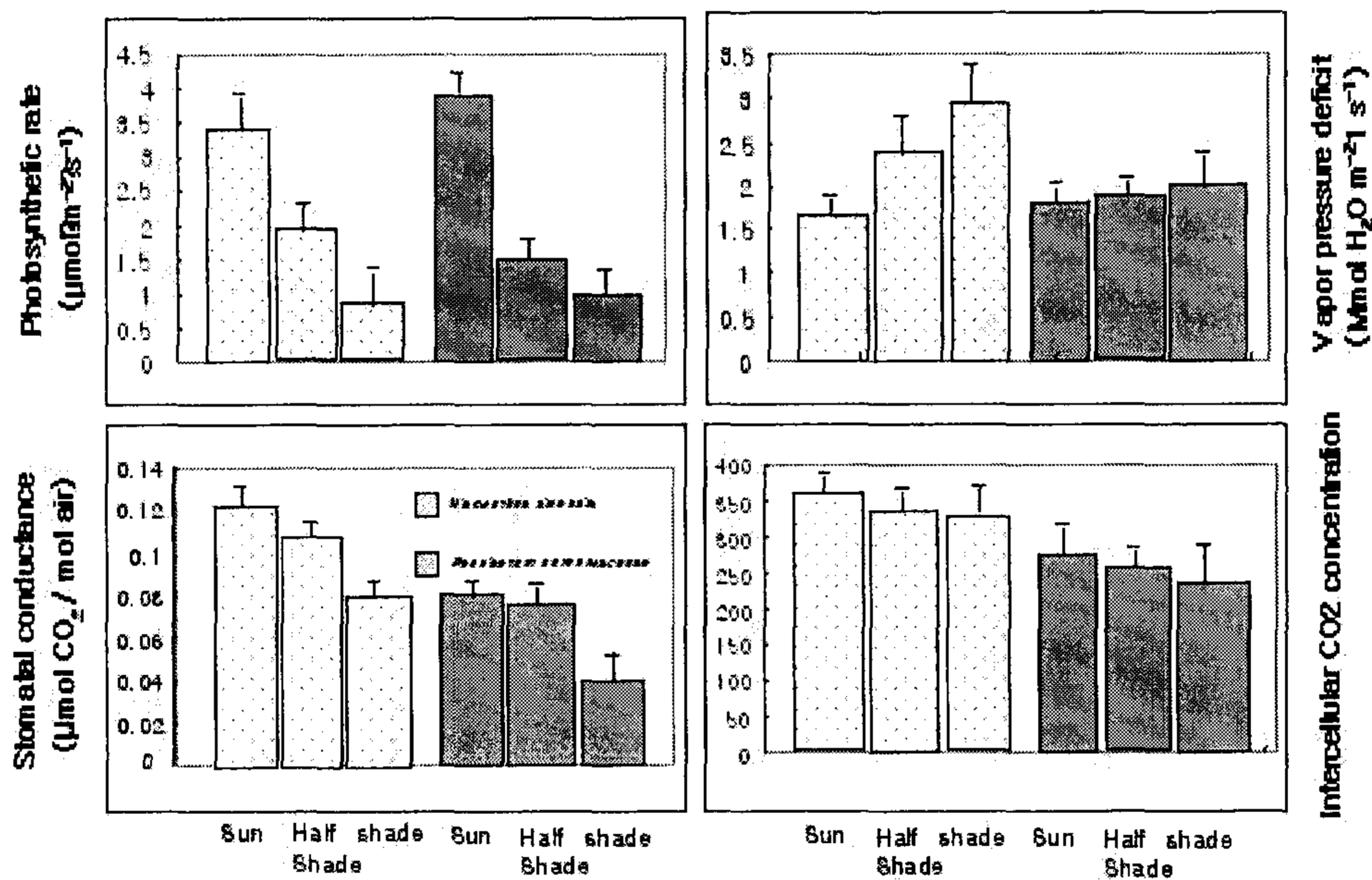


Fig. 13. Effect of different light intensities on the rate of photosynthetic rate, stomatal conductances, intercellular CO₂ concentration and vapor pressure deficit of *Miscanthus sinensis* and *Pennisetum alopecuroides*. The vertical bars represent standard deviation.

벼과식물인 *Miscanthus sinensis*와 *Pennisetum alopecuroides*의 광도차에 따른 각종 생육반응, 탄수화물 함량 및 가스교환능에 미치는 영향을 알아보려고 본 실험을 수행한 결과 광도차에 따른 초장, 엽장의 경우 양지에서 30%이상 증가되었으며 음지에서는 신장율이 매우 낮았으며 괴사묘도 관찰되어 미관적 가치가 저하되었다. 식물체의 대표적 생육척도인 건물중의 경우는 2품종 모두 양지구

서 월등히 높았으며 광도감소에 따라 비례적으로 감소하여 특히 음지에서는 50% 이상의 감소율을 나타내었다. 탄수화물 함량의 경우도 건물중과 동일한 경향을 나타내었다. 그러나 $250-500\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 까지의 반음지에서는 생육 및 관상가치 정도에 큰 영향은 없었다. 이삭출현일수는 양지로 갈수록 빨랐으며 이삭장의 경우도 양지에서 가장 높게 나타났다. 이삭의 색은 양지로 갈수록 뚜렷했으며 음지에서는 탈색되는 경향을 나타내었다. 광합성율은 음지에 비해 양지에서 2배 이상 증가되어 공시 품종이 양생식물로서의 뚜렷한 특성을 나타내었다. 이와 관련된 기공전도도 및 잎의 세포간극 내 농도 역시 광합성률 변화와 동일한 결과를 나타내었다. 반대로 증기압 부족률은 음지에서 가장 높았다.

2) 참억새와 수크령의 광도차에 따른 엽색 및 이삭 변화 특성

원예화를 위한 미는 꽃, 열매, 잎, 가지, 외피, 초형 등 여러 가지 변형된 형태로서 표현된다. 특히 광도는 탄소동화작용 정도의 차이를 가져옴에 따라 식물의 형태적 변화를 가져오게 된다. 차광은 광도를 낮추어 기온 및 지온의 상승을 억제하여 식물의 생육을 향상시키고, 체내 엽록소의 증가와 함께 광합성의 양이 증대되어 생산량을 증가 시키게 된다. 본 연구에서는 억새의 광도차에 따른 엽록소 함량의 변화와 그 결과 관상에 영향을 미치는 엽색의 변화를 조사하였다.

수크령은 차광정도가 높을수록 엽록소 함량이 낮아져 50% 차광구에서는 노지에 비해 79.47% 엽록소 함량의 감소를 보였고, 30% 차광구에서는 89.89%의 엽록소가 감소되었다. RHS(Royale Horticulture Society) color chart를 이용해 색상의 변화를 조사한 결과 143A에서 137A, 136B로 짙은 색상으로 변화되었다.

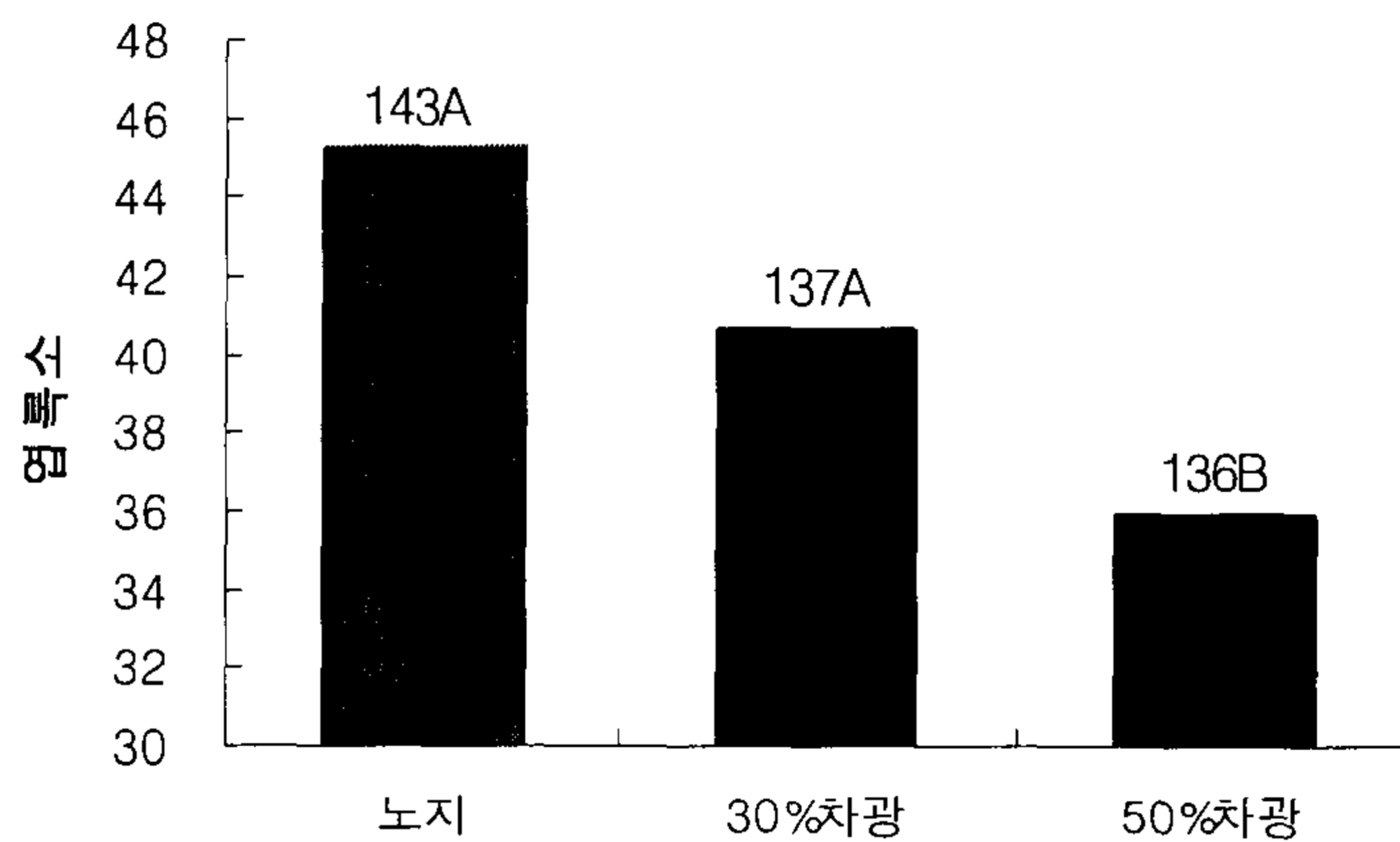


그림 14. 수크령의 차광에 따른 엽록소함량의 변화와 엽색 변화

억새의 광도차에 따른 잎변화는 30%차광구와 50% 차광구에서 많은 차이를 보이지 않아 수크령에 비해 광에 민감하게 작용함을 알 수 있었다

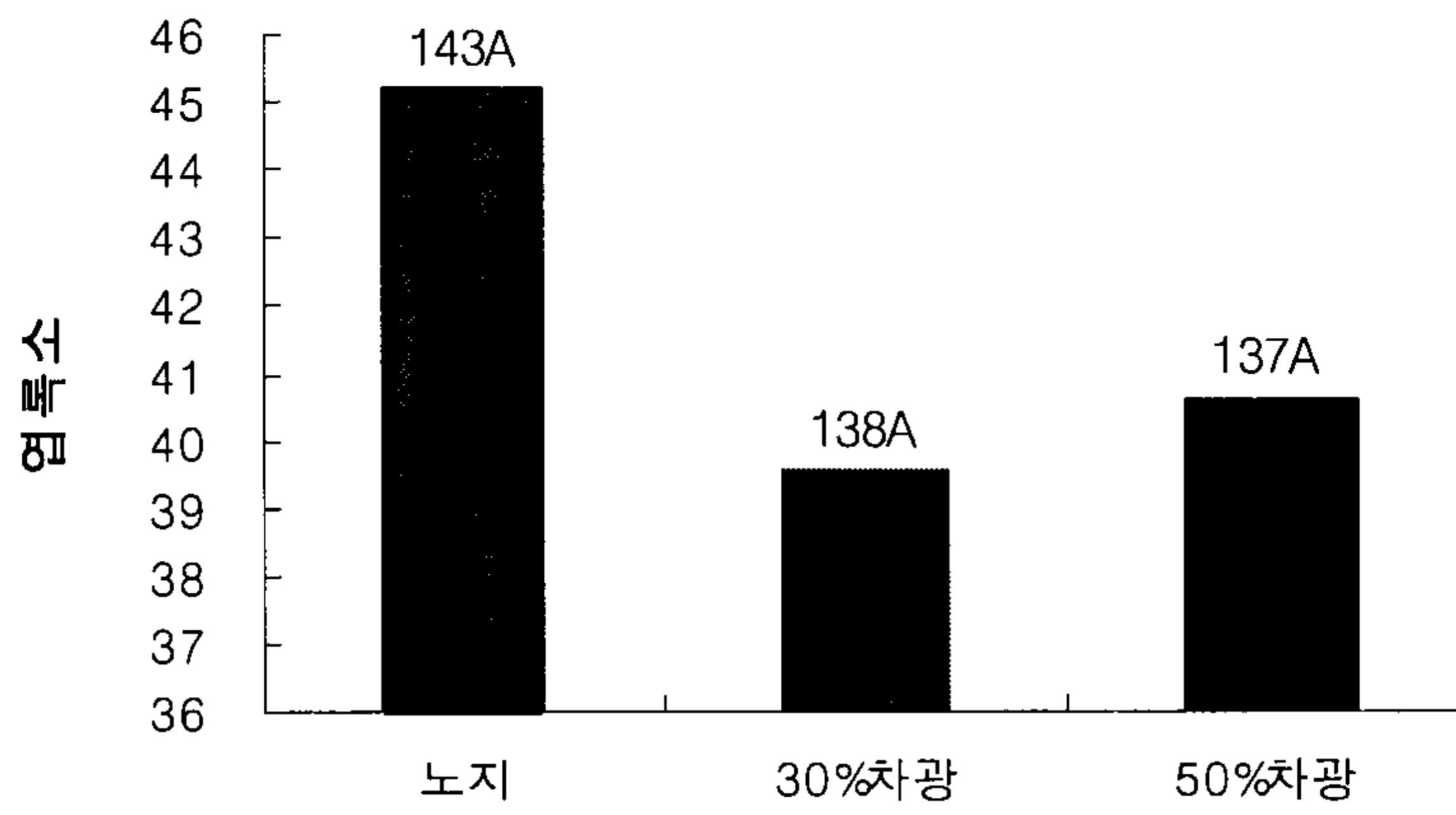
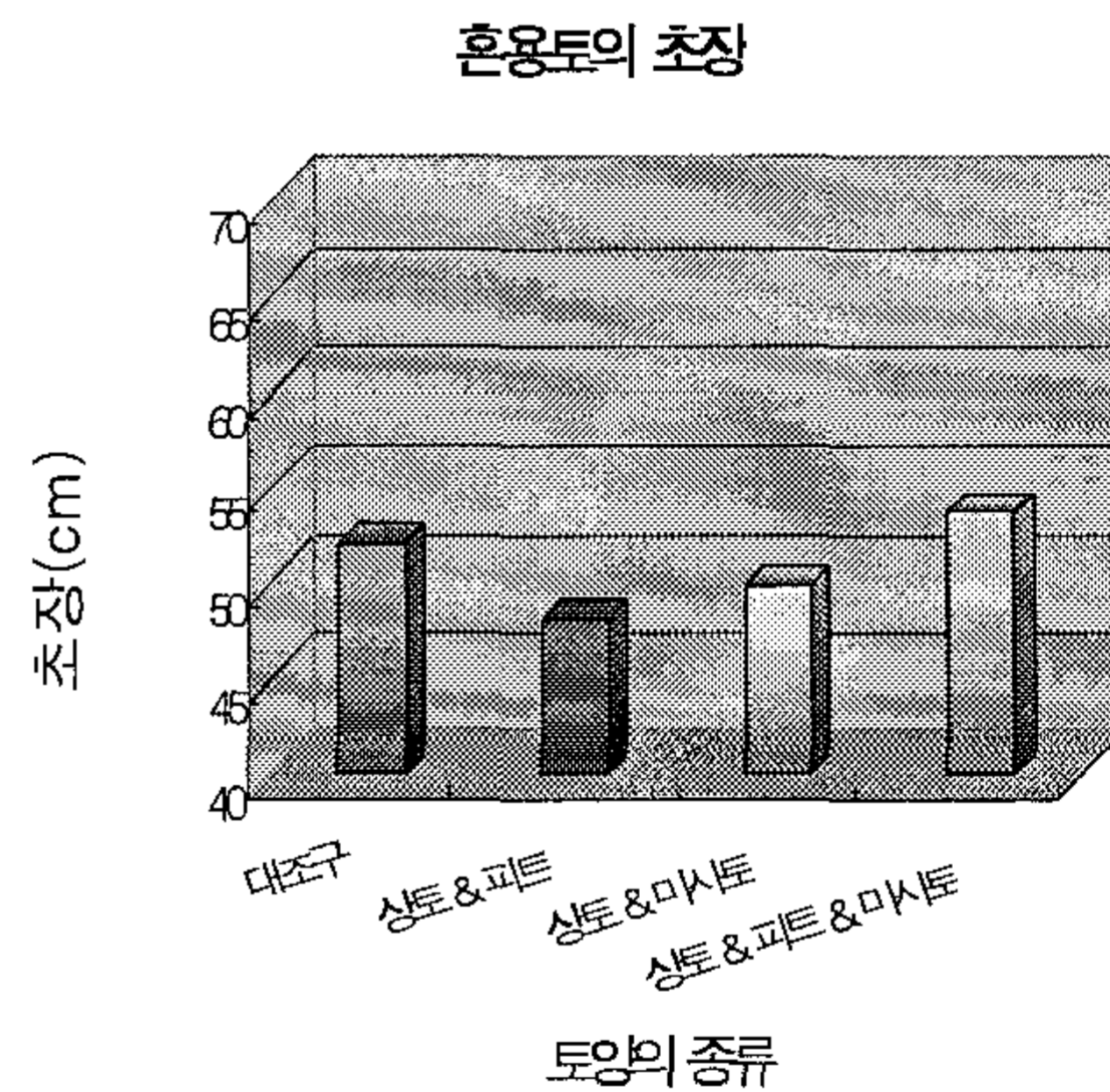
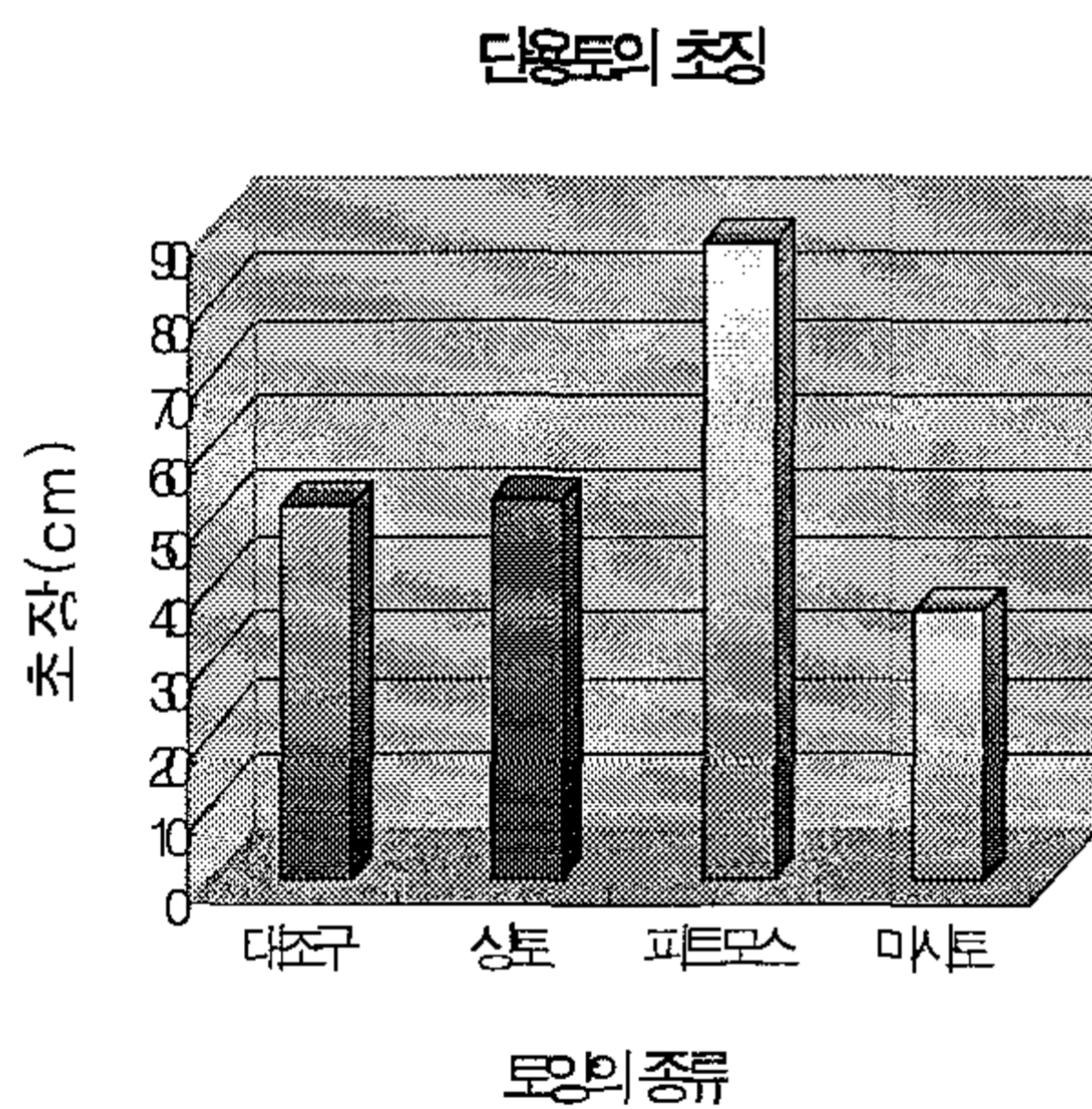


그림 15. 억새의 차광에 따른 연록소함량의 변화와 연색 변화

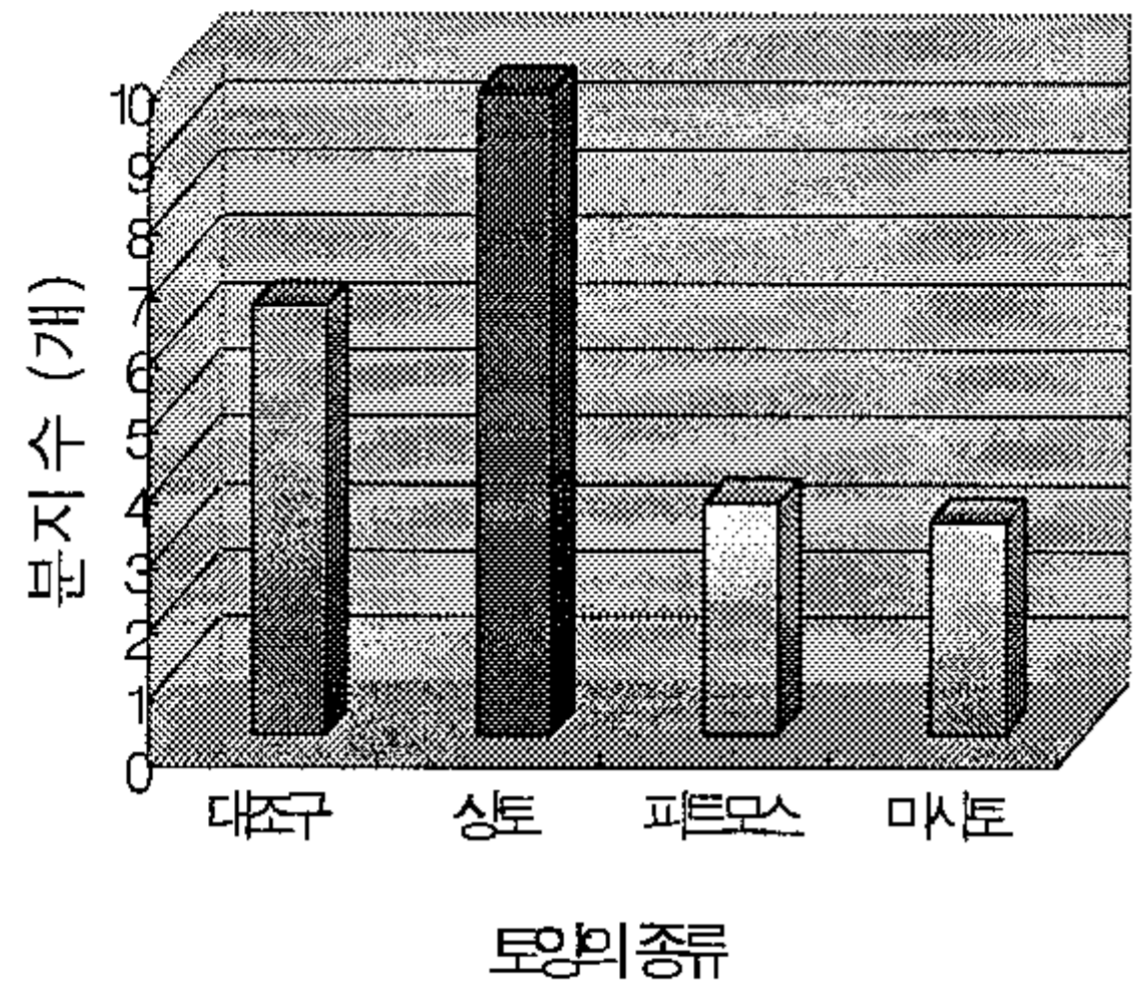
나. 토양

식재 토양의 종류에 따른 억새의 생육차이를 조사한 결과는 다음과 같다. 상토, 피트모스, 마사토 3종의 토양에 각각 식재한 후 2개월간의 변화를 살펴본 결과 피트모스 토양에서의 생육이 가장 좋았다. 초장과 엽장은 일반 상토에서의 성장이 없었던 반면 피트모스에서는 처음에 비해 36.25cm, 35.9cm 성장하였으나 마사토에서는 불리한 결과를 나타냈다. 분지수는 상토에서 가장 좋았던 결과를 나타내어 줄기신장보다 분지수 증가에는 상토가 유리함을 알 수 있었다.

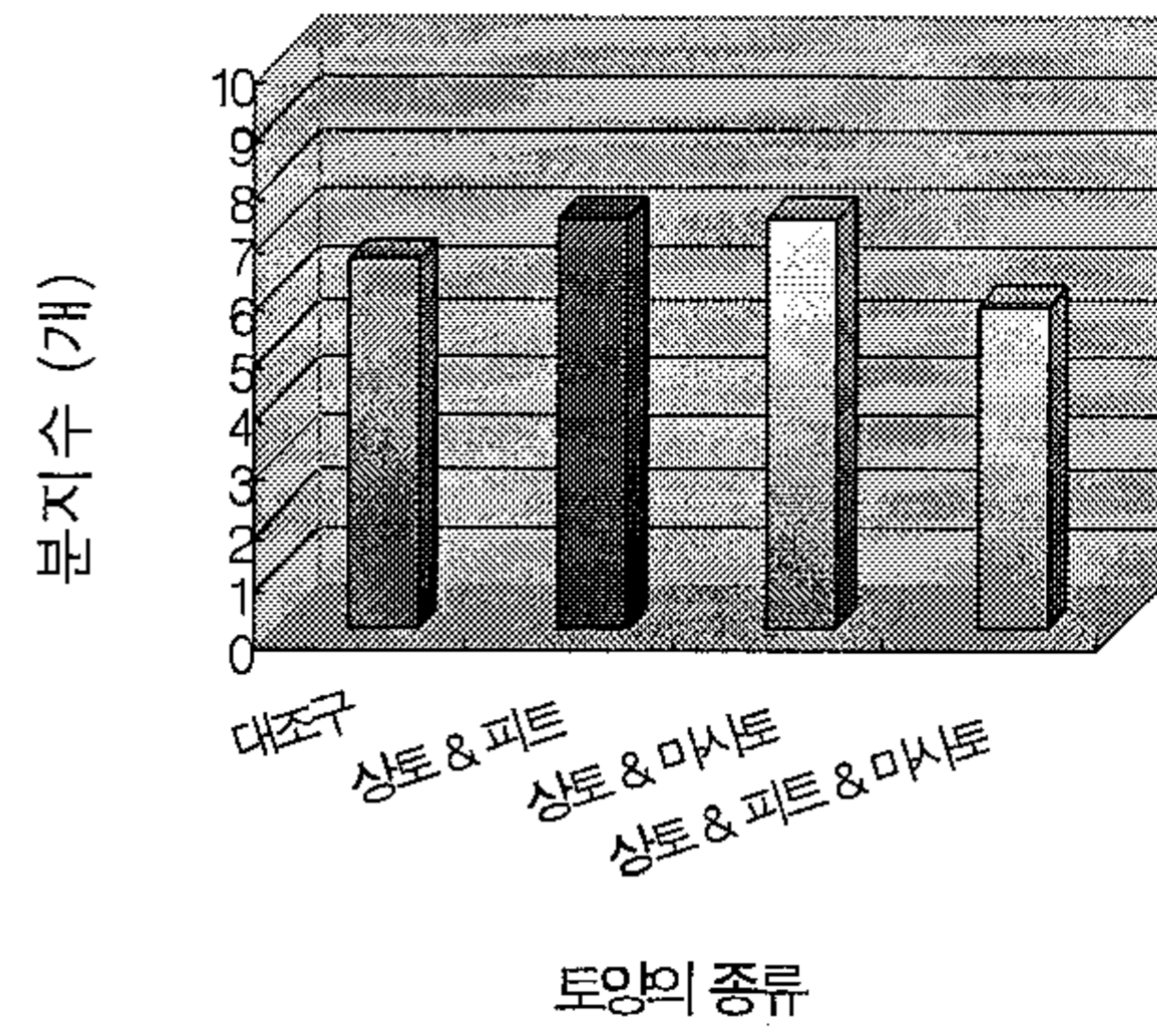
3가지 토양을 혼용하여 억새의 생육변화를 조사하기 위하여 상토와 피트모스, 상토와 마사토, 그리고 상토, 마사토, 피트모스를 동일비율로 혼합하여 식재하였다. 초장의 신장에는 상토, 마사토, 피트모스를 혼용한 것이 생육에 유리하였으나 전체적인 분지수는 상토에 마사토나 피트모스를 혼용한 토양에서 증가하였다. 잎의 길이 신장에는 상토에 피트모스를 혼용한 처리구에서 가장 유리하였다.



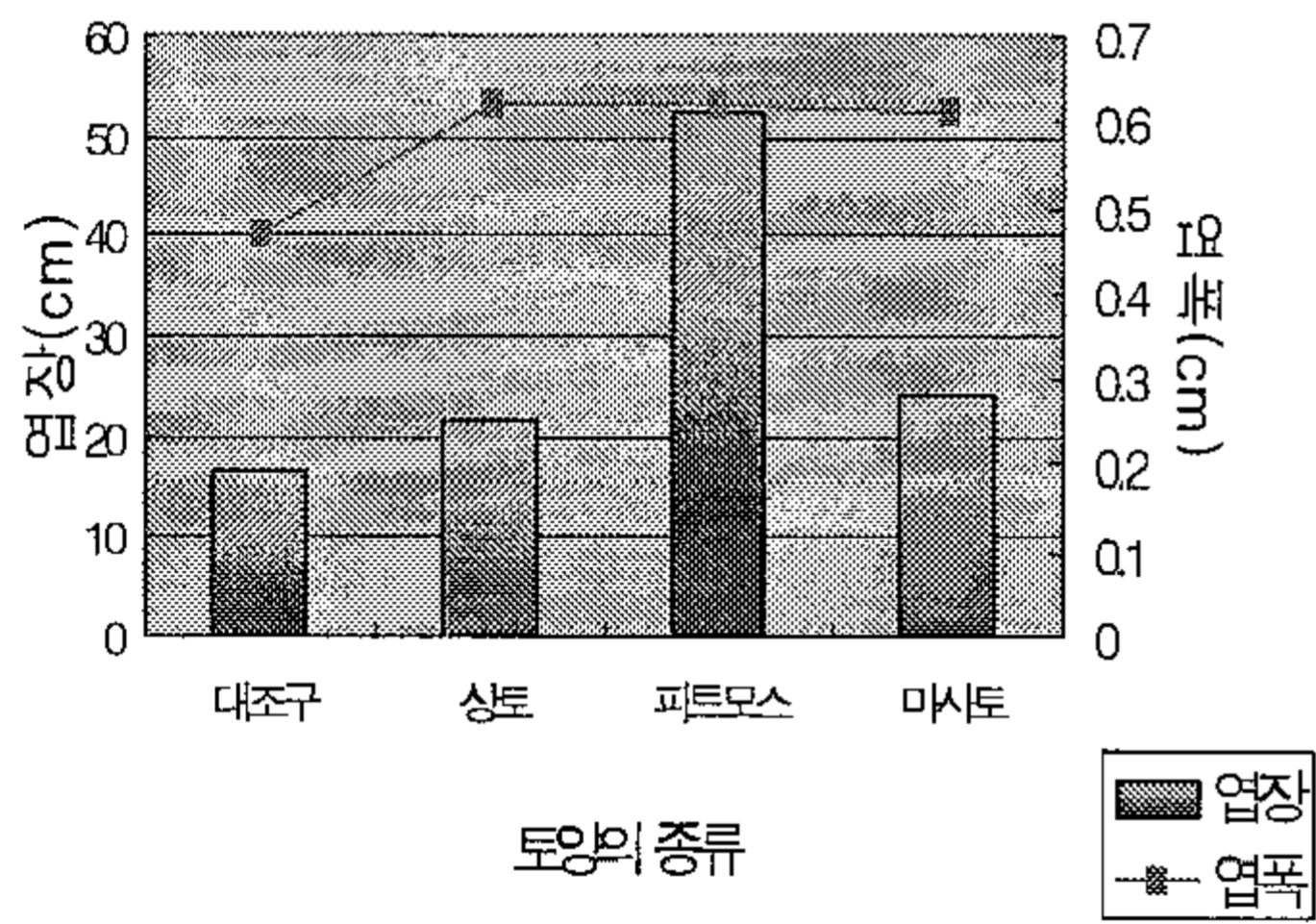
단용토의 분지수



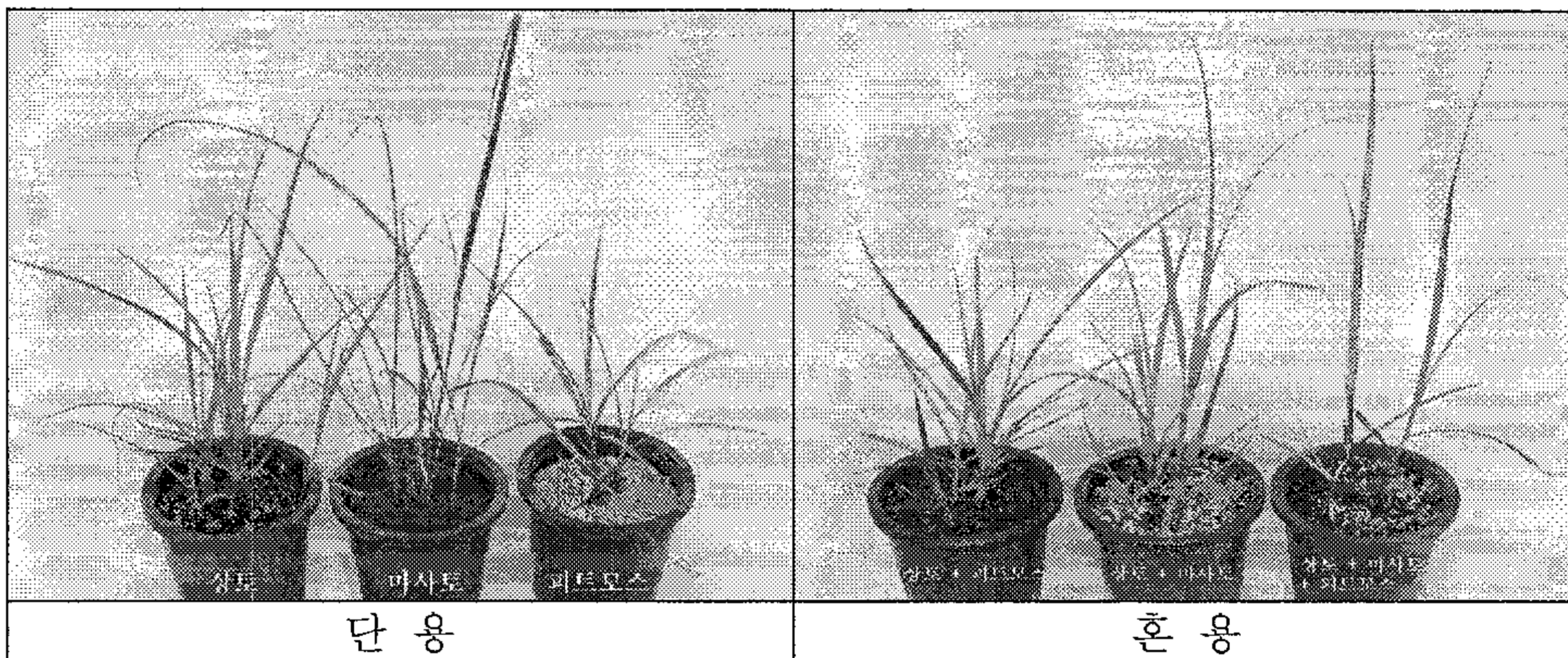
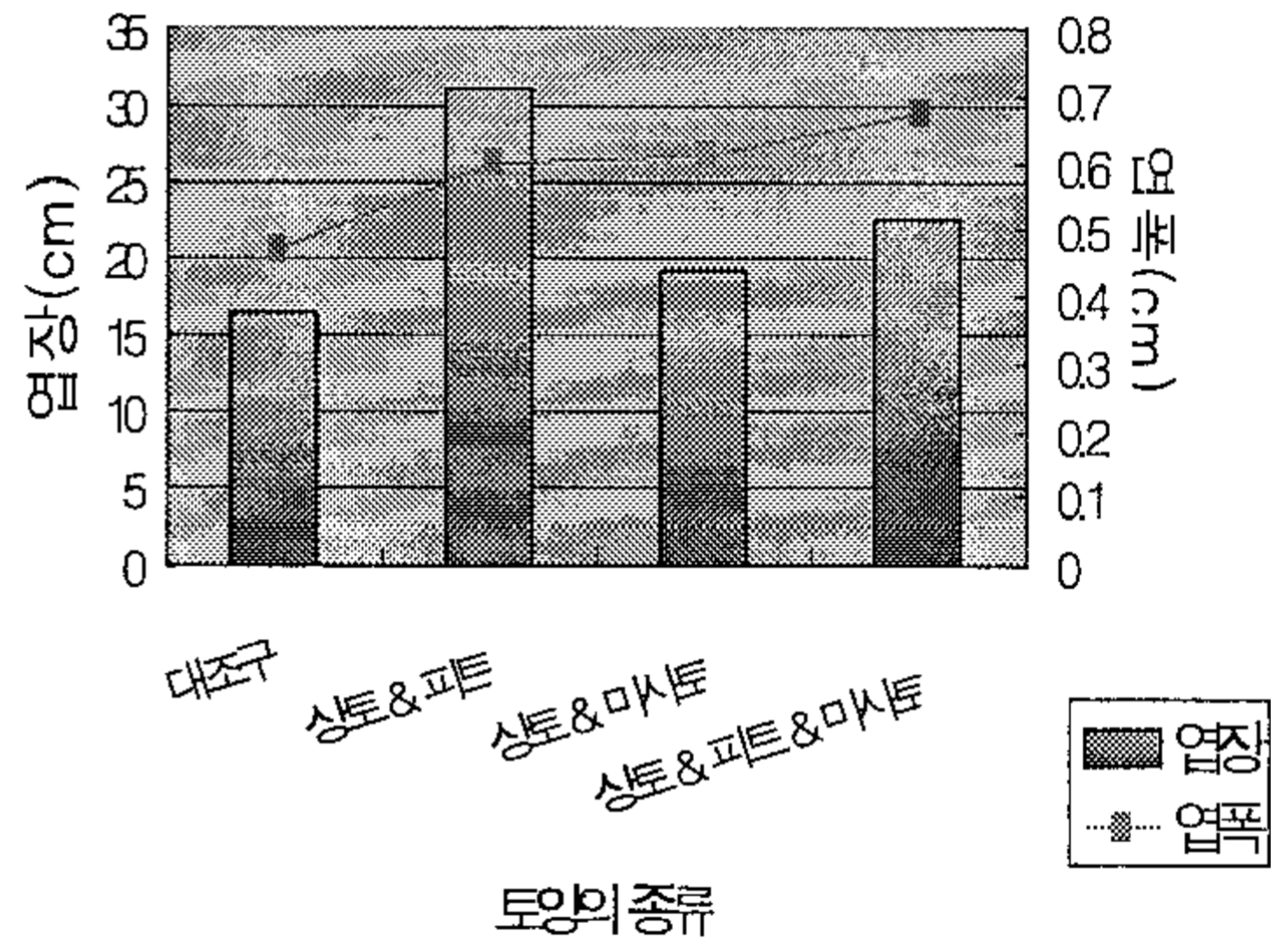
혼용토의 분지수



단용토의 엽장 및 엽폭

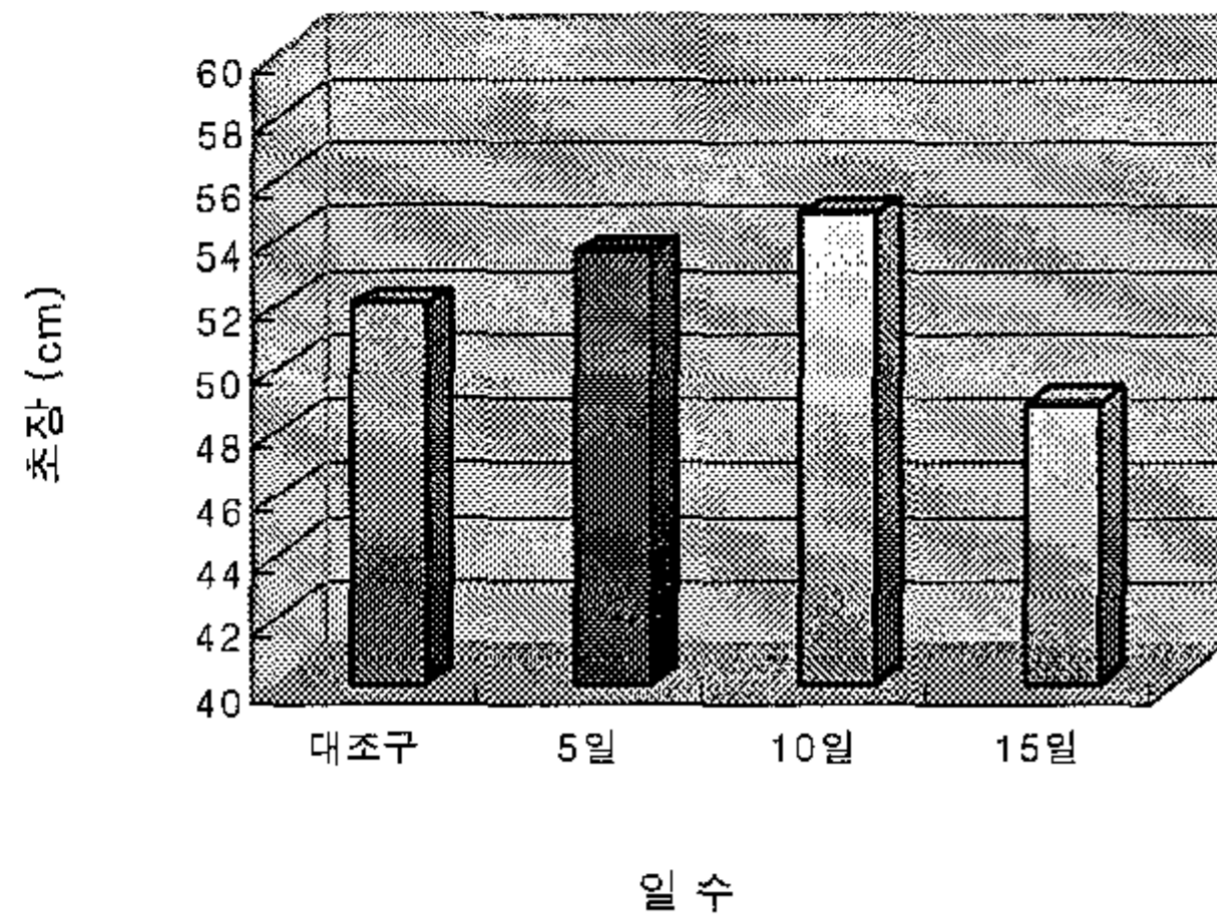


혼용토의 엽장 및 엽폭

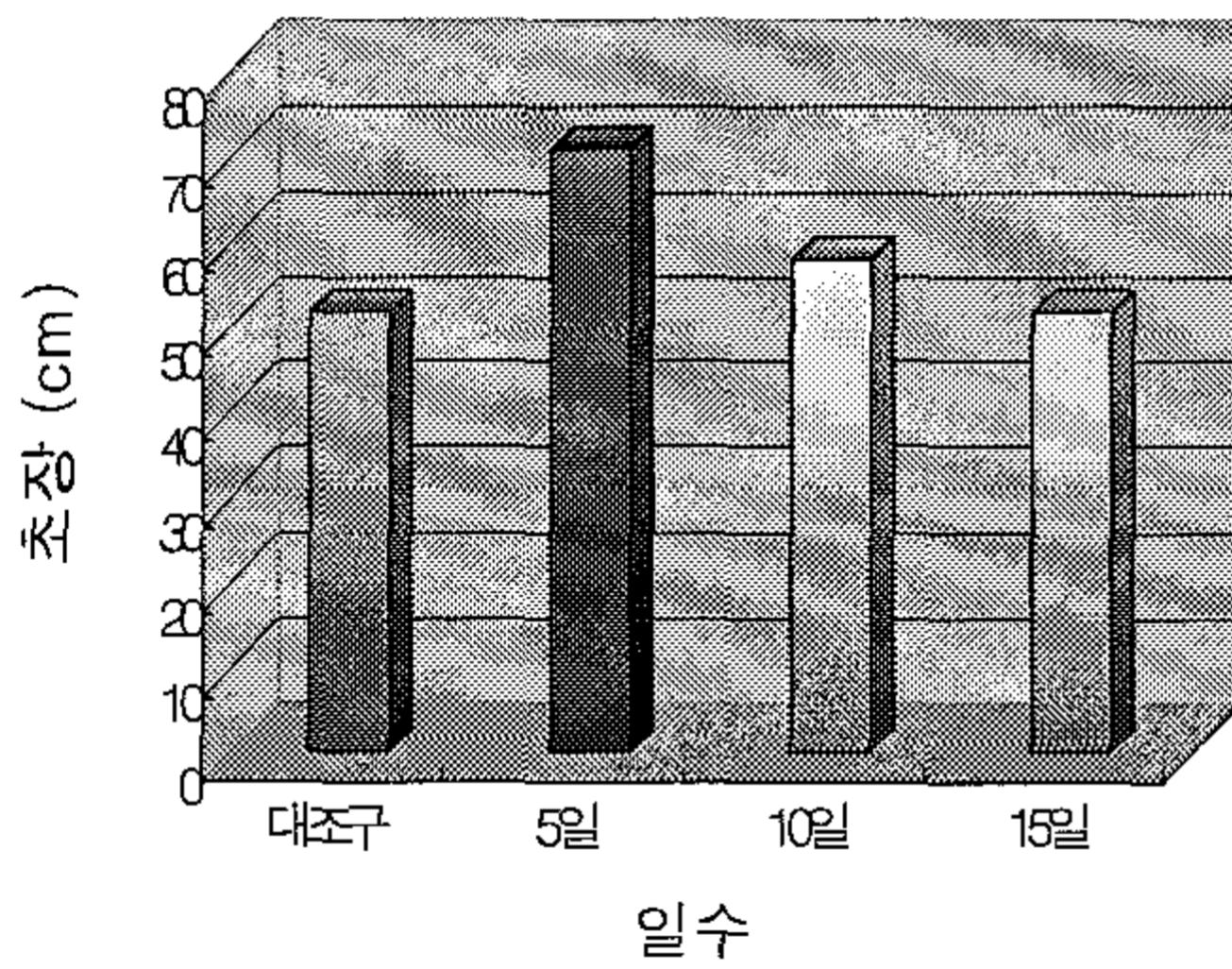


다. 시비

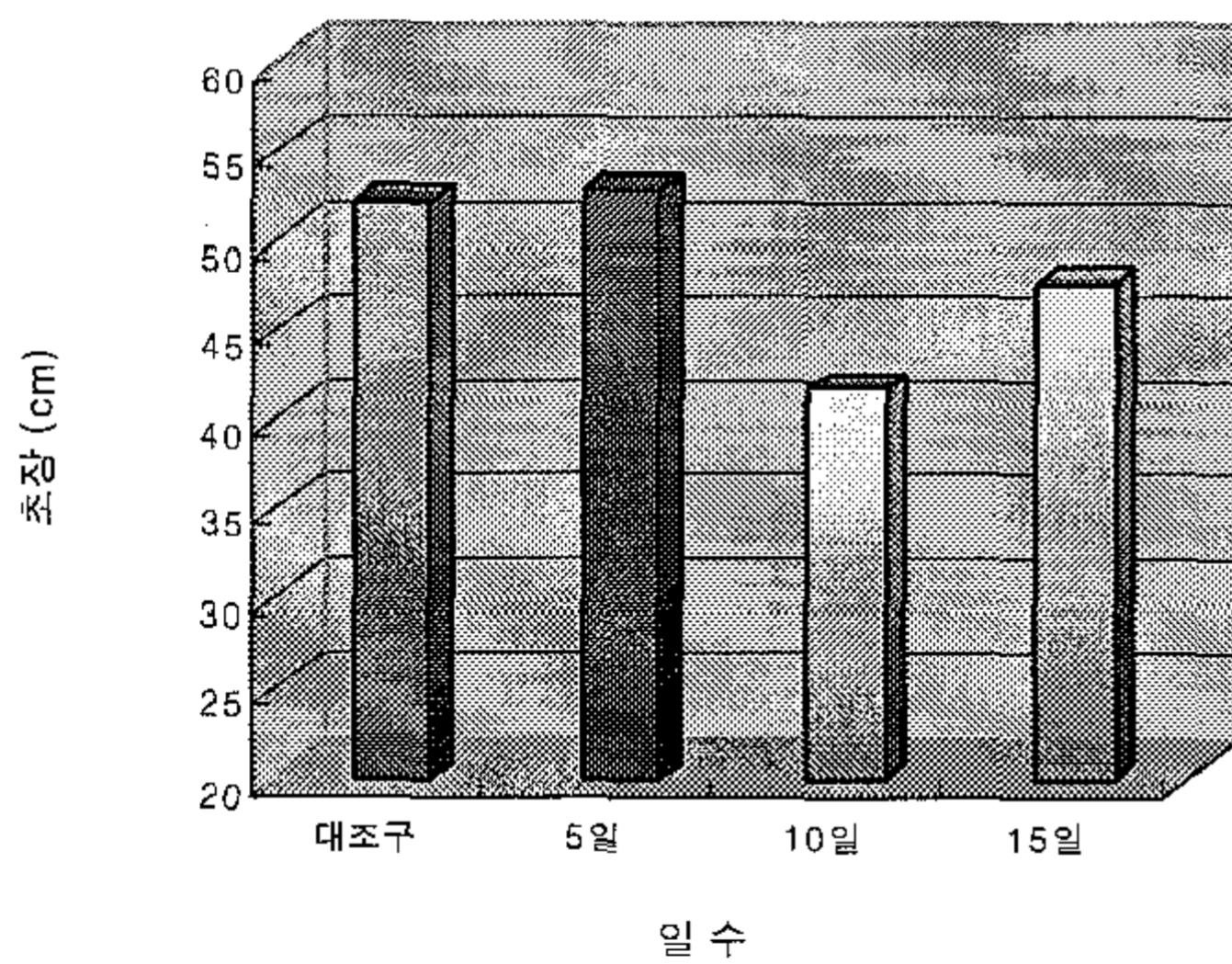
Hyponex 살포시 초장



Peters 살포시 초장



솔믹 살포시 초장



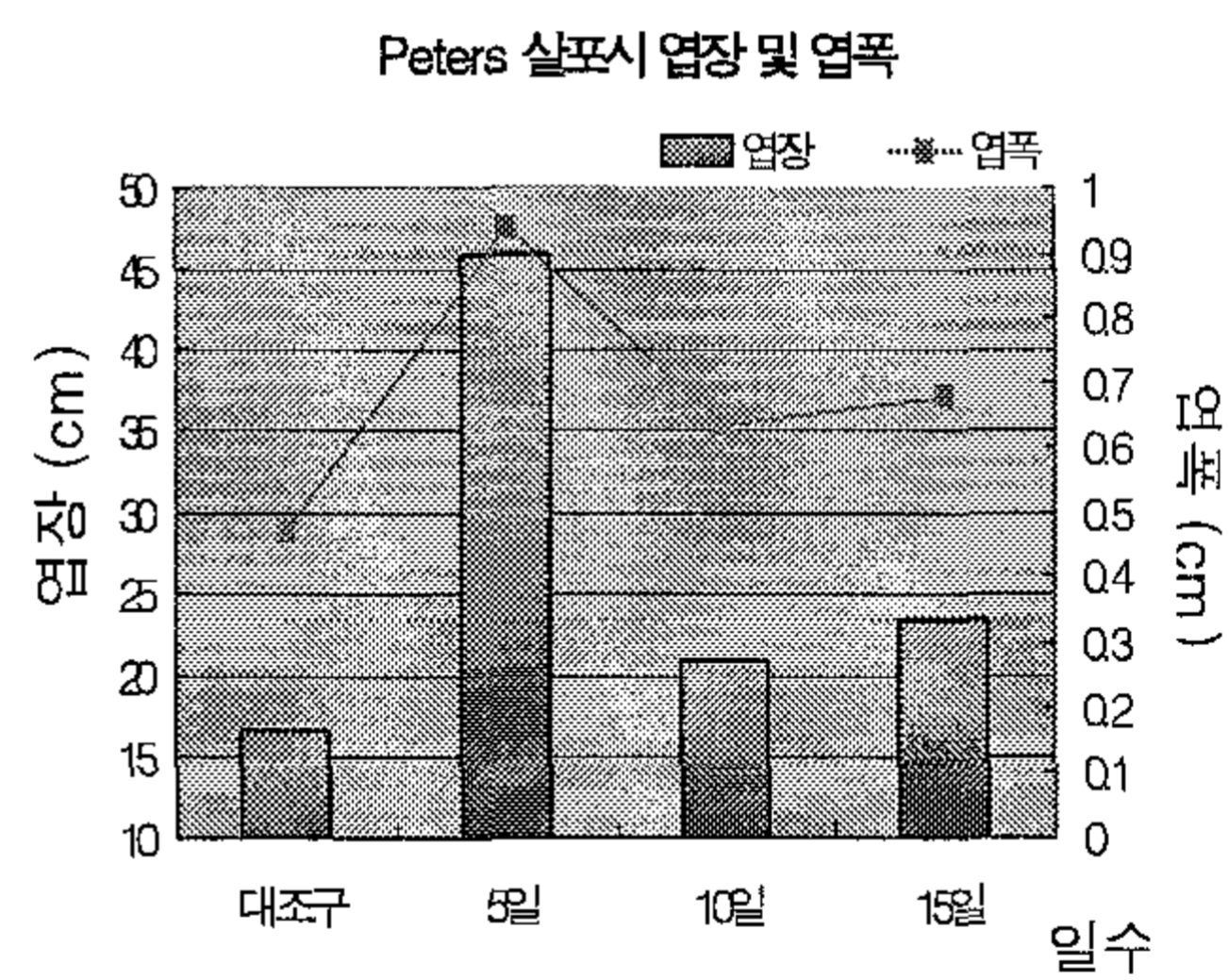
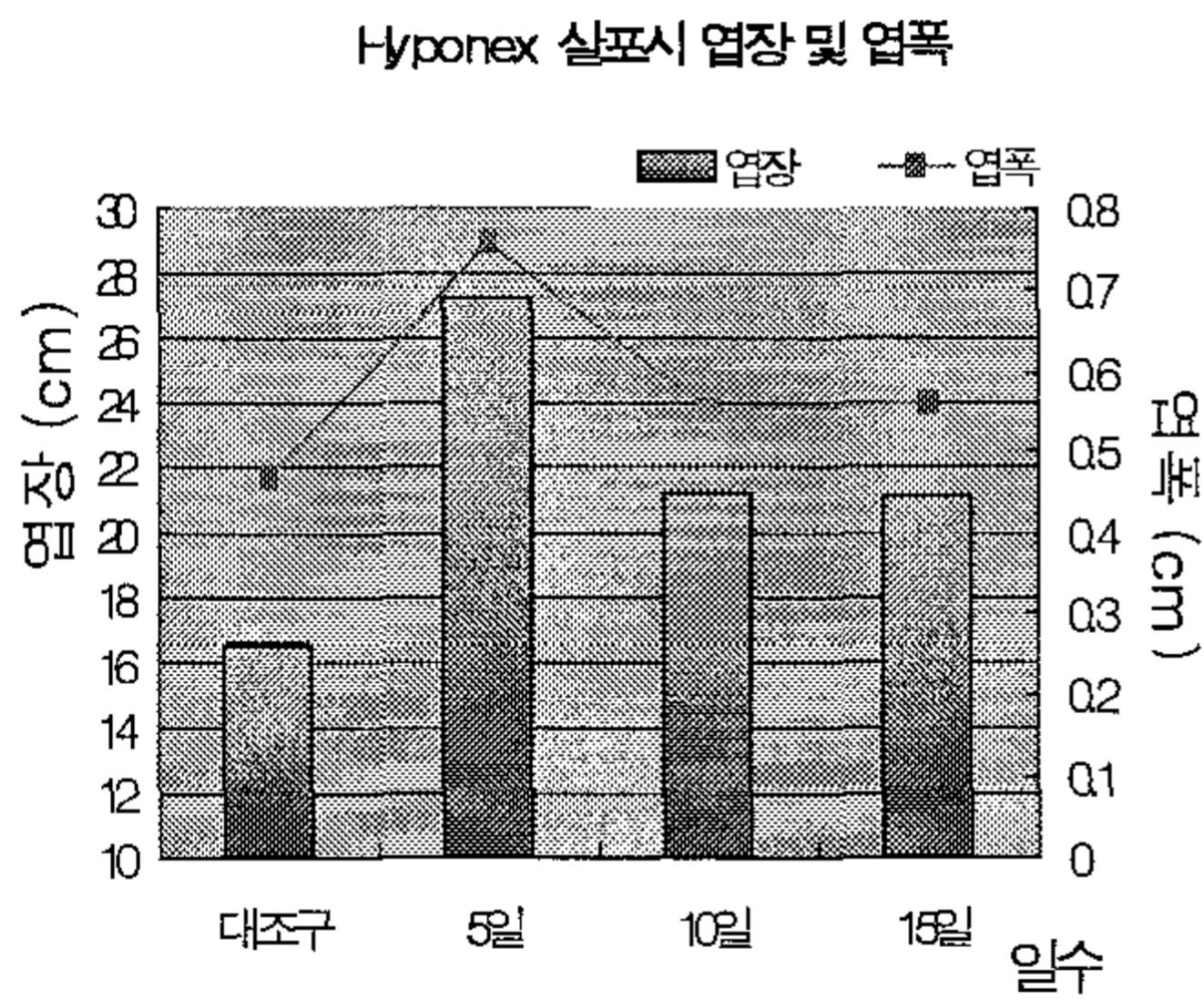
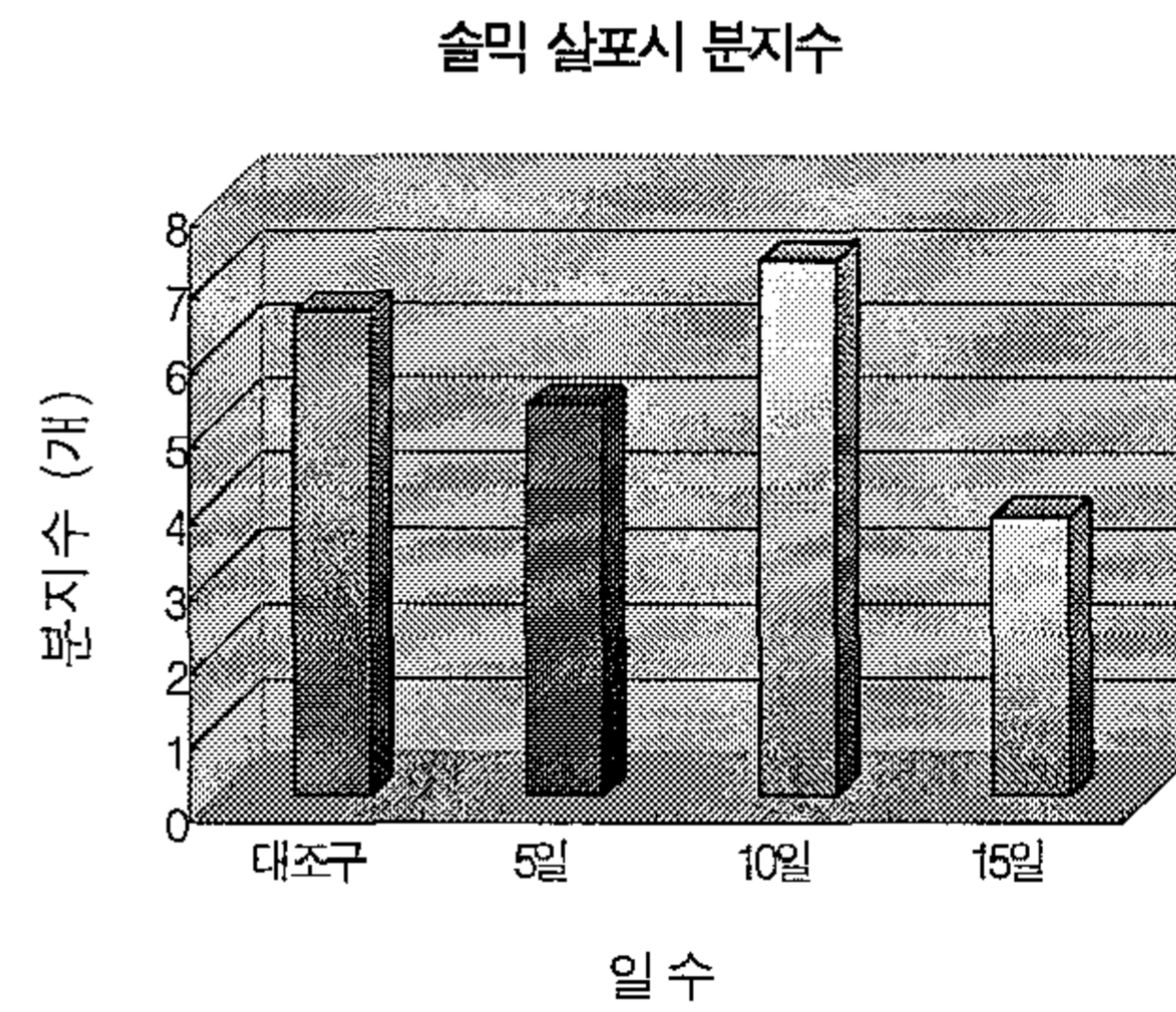
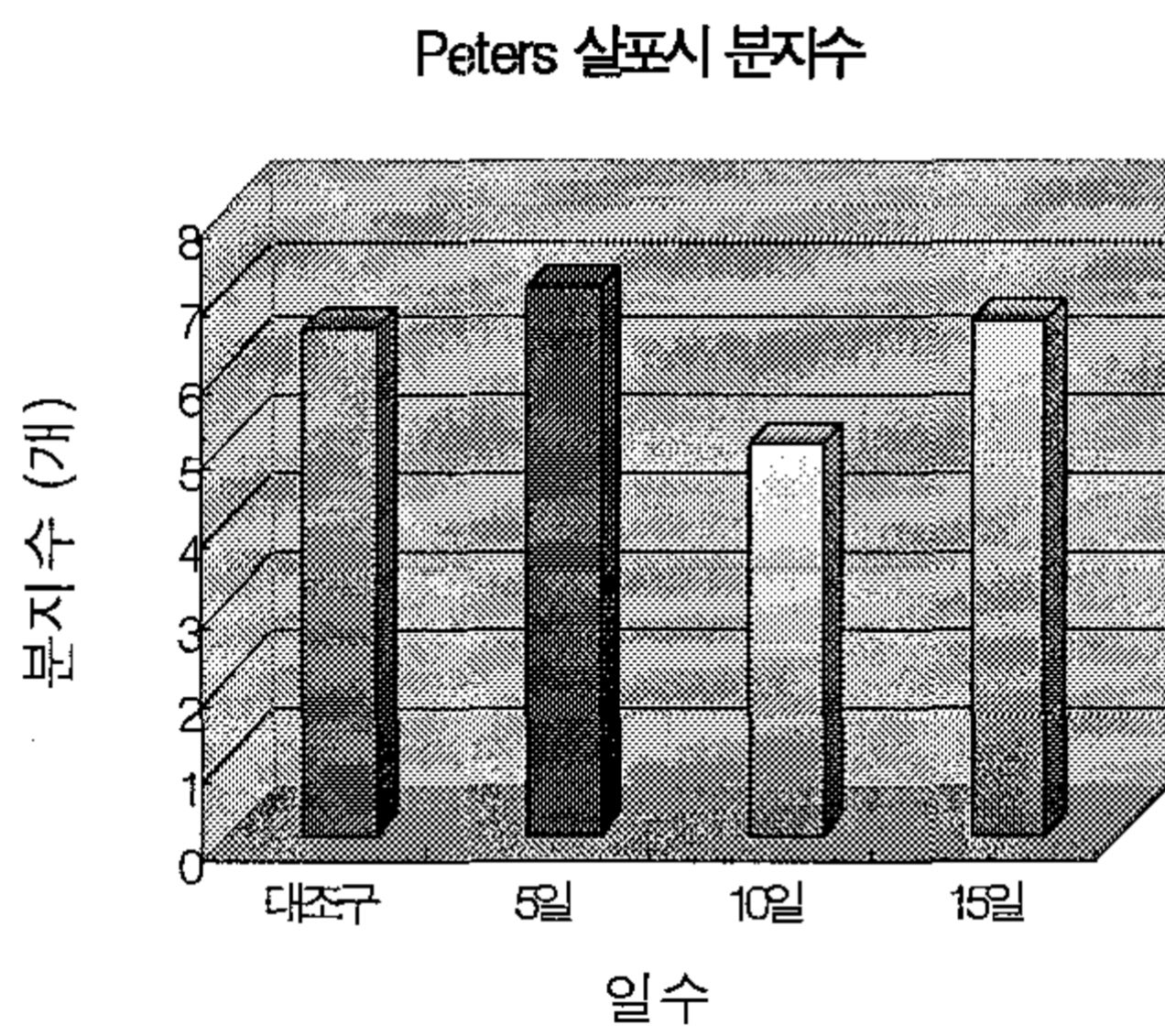
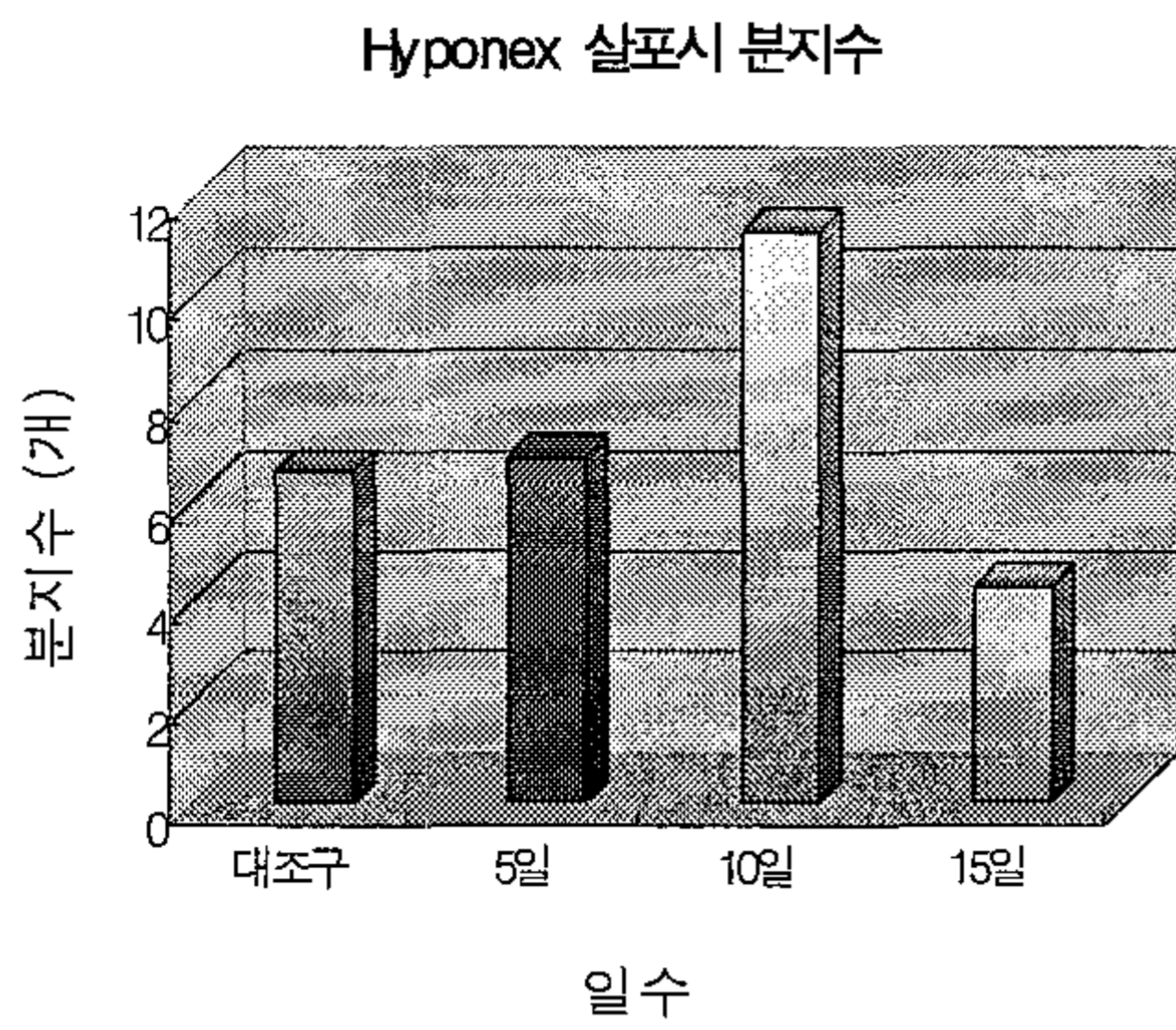
역새 재배시 비료의 공급은 생육상태에 적합하도록 시비량 및 농도조절이 이루어져야 한다. N, P, K의 함량이 다른 비료 2종류와 토양미생물이 첨가되어 있는 비료를 역새에 시비하였다. 본 연구에 사용된 비료의 종류는 칼리질 함량이 높은 Hyponex(N:P:K=7:6:19), 인산 함량이 높은 Peters(N:P:K=10:30:20), 유기질 비료인 솔믹 21(*Candida krusei* 1.7×10^4 cfu/g, *Gluconoacetobacter xylinum* 3.2×10^5 cfu/g)을 사용하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

역새는 줄기신장에 효과적인 인산함량이 많은 비료 사용 시 생육이 가장 좋았다. 초장에서 그 효과가 확실한 차이를 보였는데 5일마다 사용한 처리구에서 Peters 사용에 의한 초장의 생장은 대조구에 비해 1.37배 성장하였으며 주로 잎부분을 관상하는 역새류의 엽장의 신장도 대조구에 비해 2.78배 증가하였으나 분지수의 변화는 없었다. 유기질 비료의 사용효과는 거의 없었는데, 이는 처리 2개월 경과 후의 결과로 완효성 비료인 유기질 비료로서의 효과가 나타나지 않았을 것으로 사료된다.

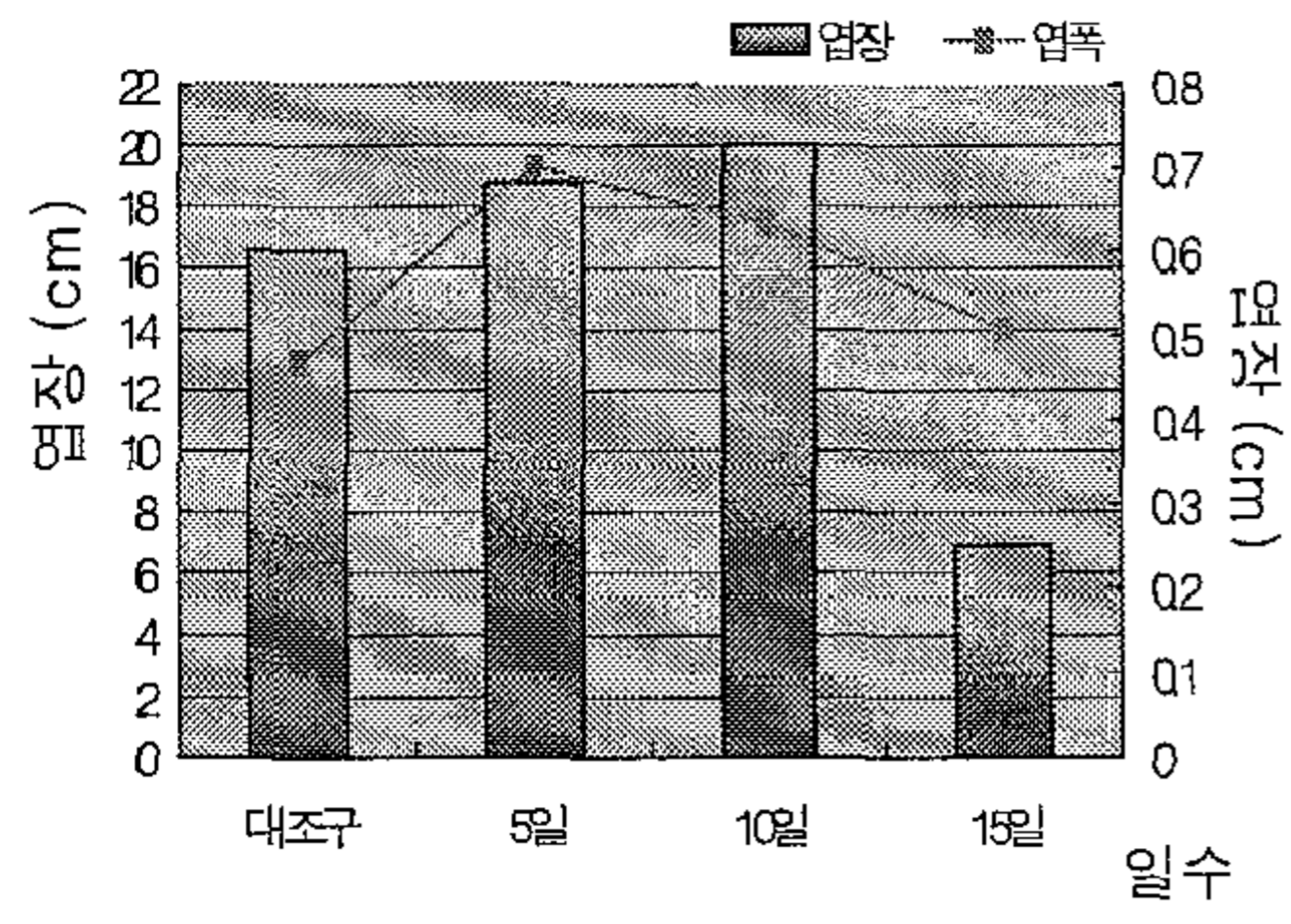
분지수는 많은 차이를 보이지 않았던 반면 엽장 엽폭의 크기에서도 Peters 사용 처리구에서 생육이 좋았다. 시비

처리일 수에 대한 결과는 5일, 10일, 15일마다의 처리구를 비교해 볼 때 가장 단기

처리인 5일간격 시비가 가장 효과가 좋았고 peters 시용 시 10일 간격 처리 시에도 대조구에 비해 1.12배 초장의 증가가 있었다. 칼륨의 함량이 높은 Hyponex 처리구는 10일간격 시용 시 초장이 대조구에 비해 1.05 증가하여 가장 좋은 결과를 보였다.



솔의 살포시 엽장 및 엽폭



Hyponex 시비



Peters 시비



솔릭 시비

4. 원예작물로서의 이용가능성 구명

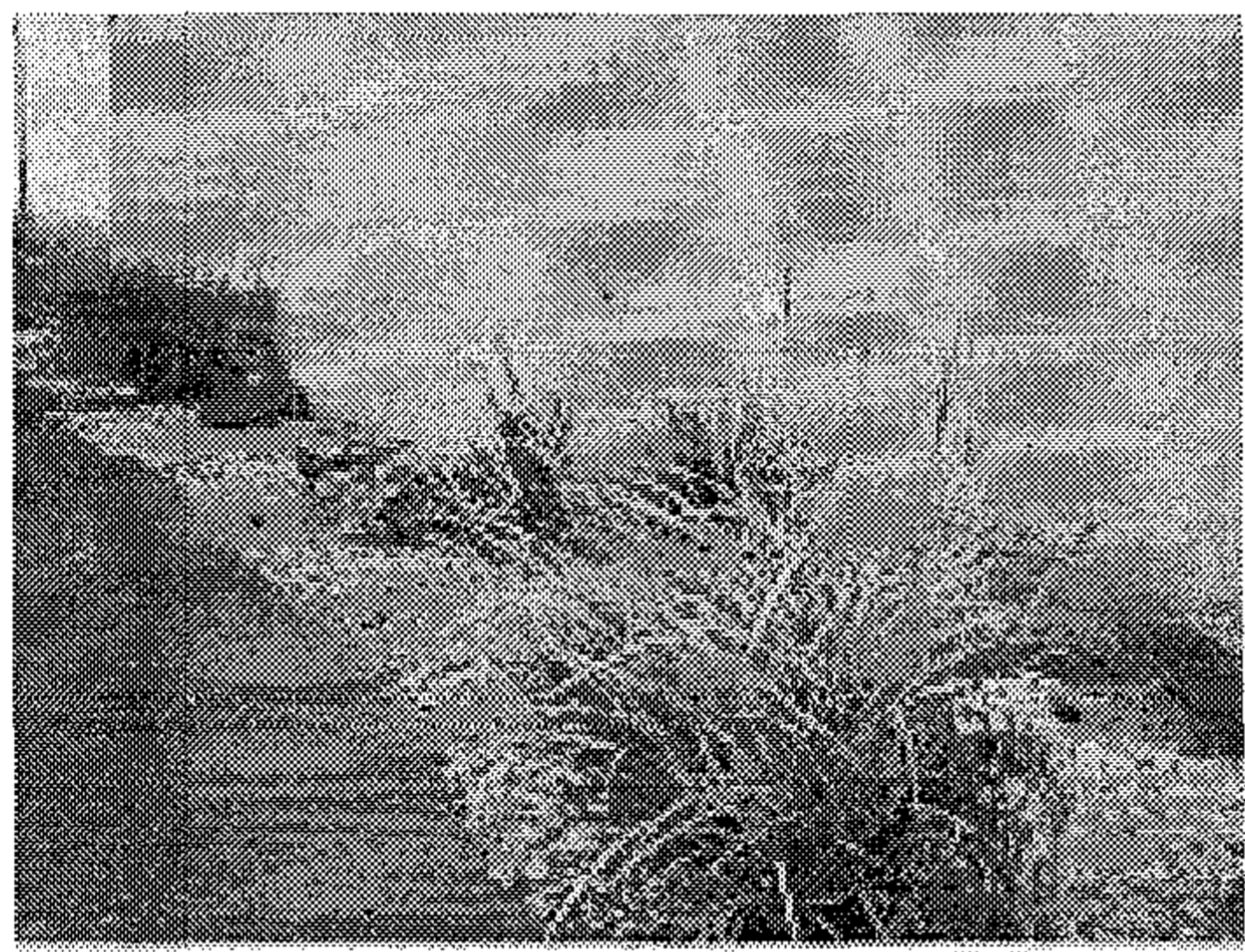
가. 국외 억새류 판매 및 이용현황 조사



억새를 이용한 수변 조경사례, New Zealand



억새 조경사례, Toronto의 공원, Canada



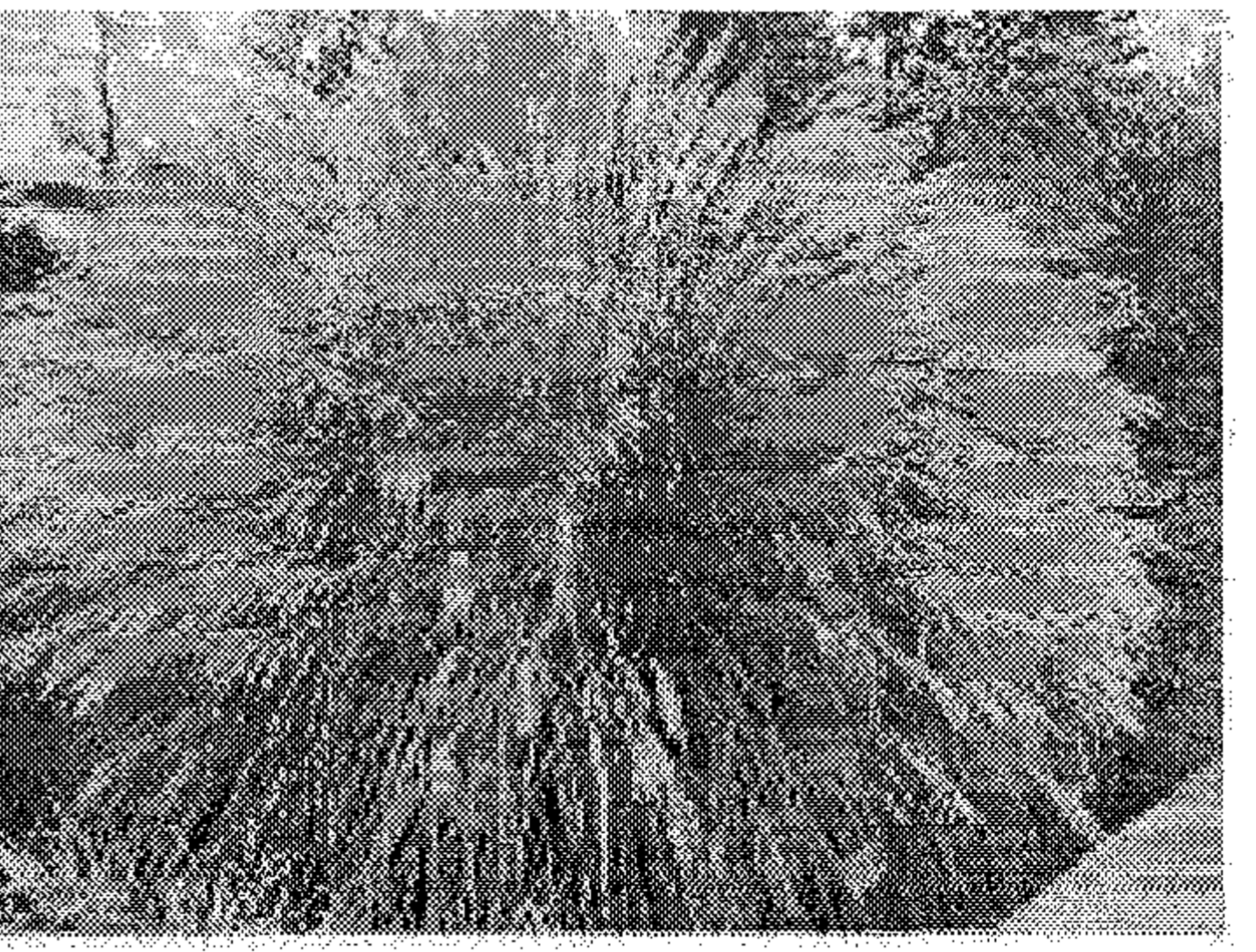
억새를 이용한 조경사례, Austin, Texas



억새류 묘종 생산, 판매 전경, Austin, Texas



M. sinensis 'Purpurascens'



M. sinensis 'Adagio'

나. Pot 묘 생산

1) 분화재배용 식물개발

플러그묘는 1990년대 초반에 도입된 이후로 육묘노력 절감과 균일한 묘의 이용 및 작물생산을 분업화 할 수 있는 장점이 있기 때문에 많은 재배농가에서 사용하고 있다. 공정육묘상의 생육조절 방안으로는 상토 내 수분·양분조절, 주·야간 온도 차이, 물리적 스트레스, 자외선의 이용, 생장조절제의 이용 방법 등이 보고되고 있다. 이러한 방법 중 식물생장억제제는 줄기의 신장을 억제하거나 엽록소의 생성 능력을 향상시켜 노화를 지연시키며, 색소의 형성 또는 억제, 수분스트레스나 건조에 대한 저항성 증대 등의 역할을 한다.

가) 왜화제

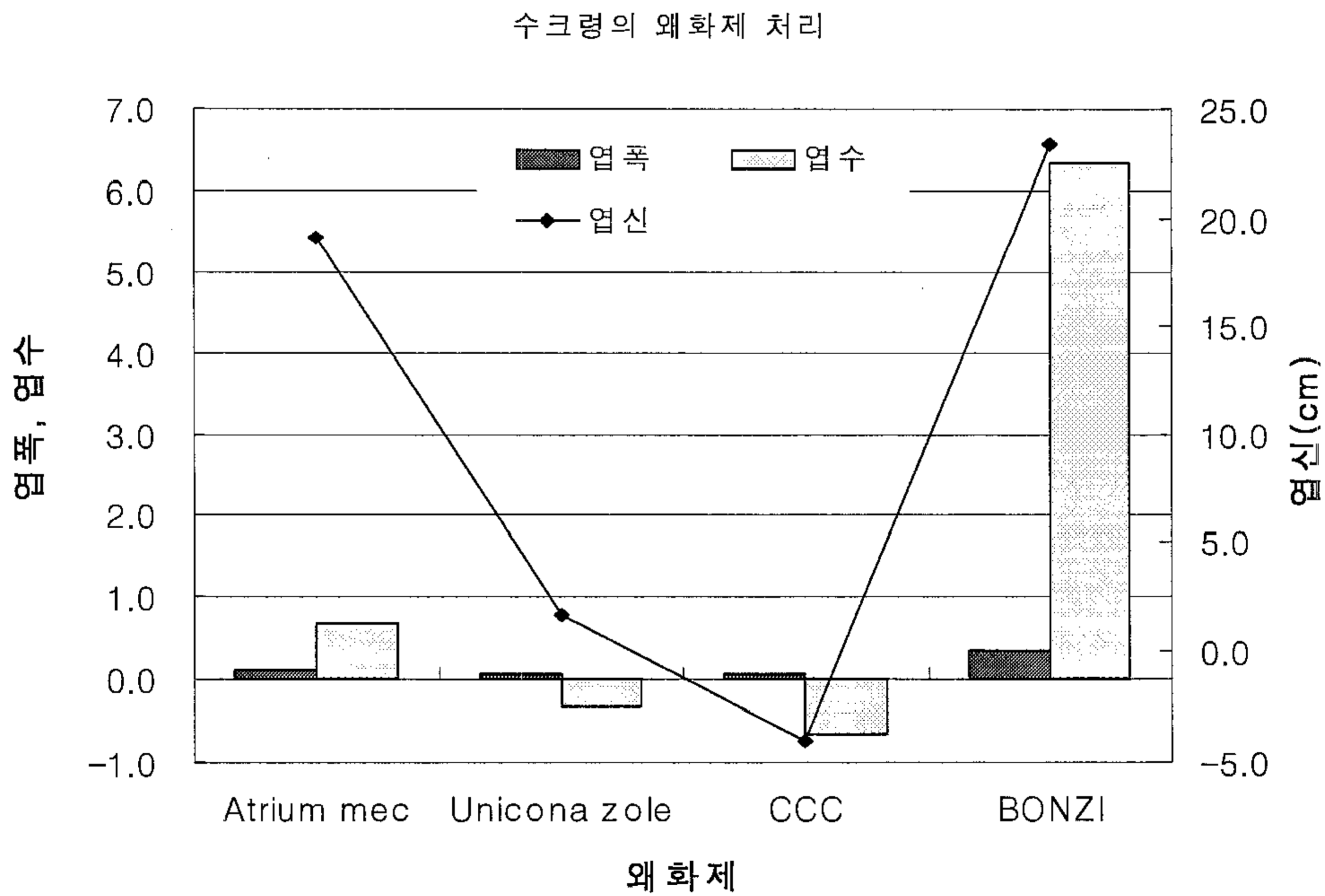
분화재배 작물은 화분의 크기에 적합하도록 초장이 조절되어야 관리 및 수송이 유리할 뿐 아니라 전체적인 균형이 맞아 관상가치가 높다. 초장이 과도하게 신장하는 작물을 분화재배에 이용할 경우 적당히 왜화시켜야 한다. 초장 조절 방법에는 왜성 품종의 이용, 적심을 통한 줄기 생장의 억제 및 왜화제를 이용하는 방법이 있으나 왜화제를 이용한 생장억제 방법이 가장 손쉬운 수단으로 여러작물에 적용되고 있다(Nelson, 1991/ Nelson P.V. 1991. Greenhouse operation and management. 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs. NJ.). 식물의 왜화 mechanism은 생장점을 죽이거나 또는 생장점부근에 있는 분열조직의 활동을 억제하여 마디 사이의 길이가 단축된 결과로 키가 작아지게 되는데, 일반적으로 어떠한 식물을 인위적으로 왜화 시킨다는 것은 특유의 생육상을 변화시키고 비정상적인 생육을 하게 되므로 정상적인 생육을 유지하면서 초장만을 왜화 시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 요구된다.

2) 왜화제 처리에 의한 종자발아 효과

가) 수크령

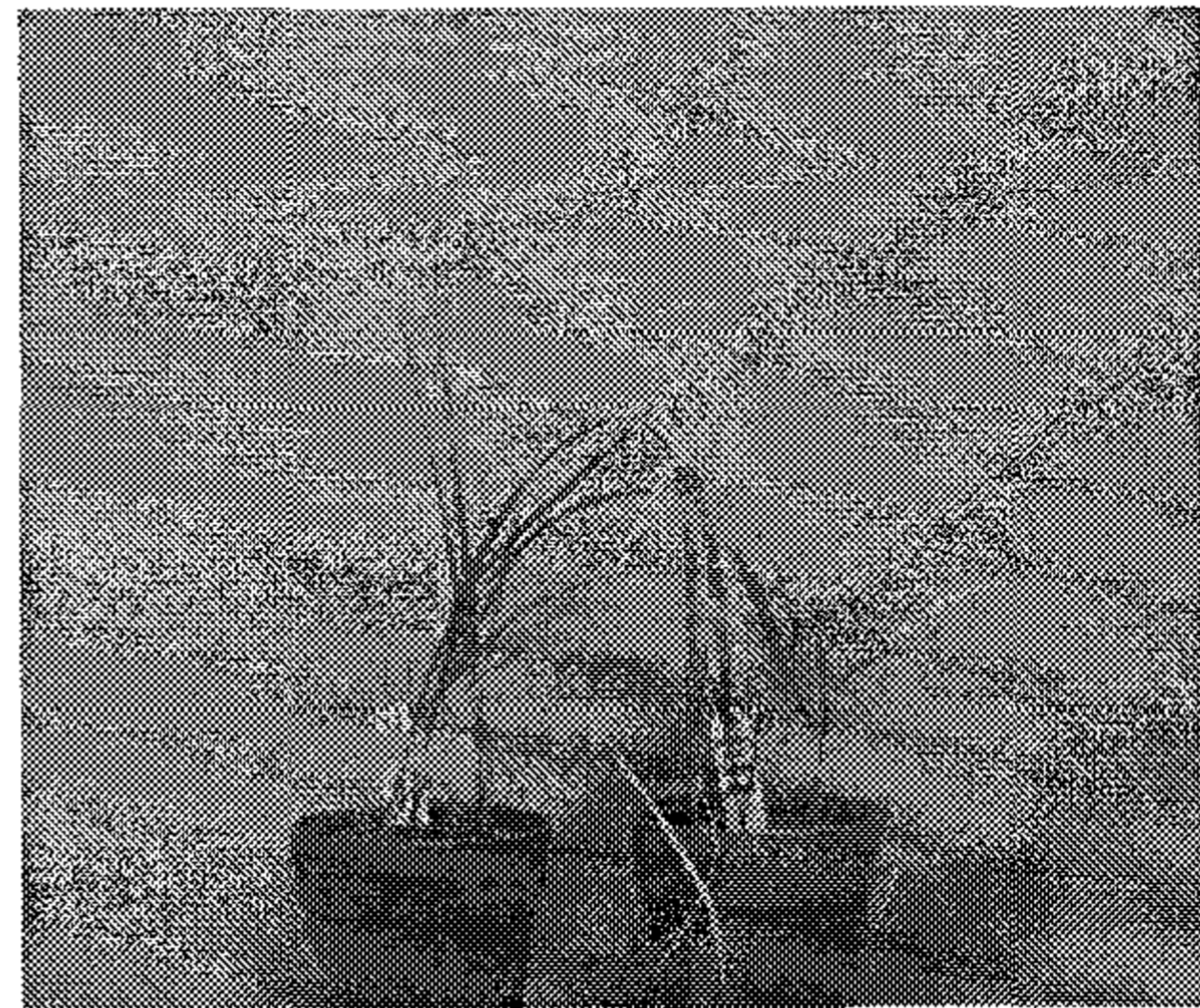
실험에 사용한 왜화제는 CCC(Trimethylammonium chloride), Bonzi (Paclobutrazol), Atrimmec, Atrinal(Dikegulac-sodium), B-9(Succinic acid-2,2-dimethyl hydrazide)을 사용하여 그 차이를 살펴보았다.

4가지 왜화 중 효과를 보인 것은 BONZI 와 Atrium mec이었다. 무처리에 비해서는 초장이 23.37cm 의 생육 억제효과를 보였고 은 무처리에 비해 19.1cm의 감소되었다. 반면 triazole계 화합물인 uniconazole과 CCC는 왜화를 위한 생육 억제 효과는 없었다(그림). Atrium mec은 엽수의 변화가 무처리에 비해 차이가 없어 초장은 BONZI를 제외한 모든 왜화제는 무처리구에 비해 엽폭 및 엽수의 변화가 없었던 반면 BONZI 처리구에서는 엽수의 감소도 뚜렷하여 모든 생장이 억제되는 결과를 보였다.





Con, At



Con, U



Con, C



Con, B

Con : control

At : Atrium mec

U : Uniconazole

C : C.C.C

B : BONZI

나) 억제

억제의 분화용 재배를 위한 왜화제 처리도 수크령과 같은 경향을 보였는데 4가지의 왜화제 처리에서 BONZI와 Atrium mec에서 가장 좋았다. BONZI는 무처리구에 비해 22.7cm, Atrium mec 처리 결과 21.3cm의 생육이 억제되었다. Atrium mec의 엽수는 무처리구에 비해 0.3개의 차이를 보인 반면 BONZI 처리에 의해서는 2.7개의 감소를 보여 엽수의 변화는 없는 상태로 초장의 왜화효과만을 위하여는 Atrium mec 처리가 효과적이었다. 육묘기에 BONZI의 성분인 paclobutrazol을 처리하게 되면 정식 이후 생장이 지연되는데 이는 paclobutrazol은 pyrimidine 유도체로서 GA 합성을 억제하고 결과적으로 세포분열 능력을 저해하여 영양 생장을 억제시킴으로써 식물체의 절간 신장을 억제하여 많은 화훼 식물의 왜화제로 이용되고 있다. 번 연구에서도 억새류의 왜화에도 BONZI가 매우 효과적임을 알 수 있었다.



Con, At



Con, U



Con, C

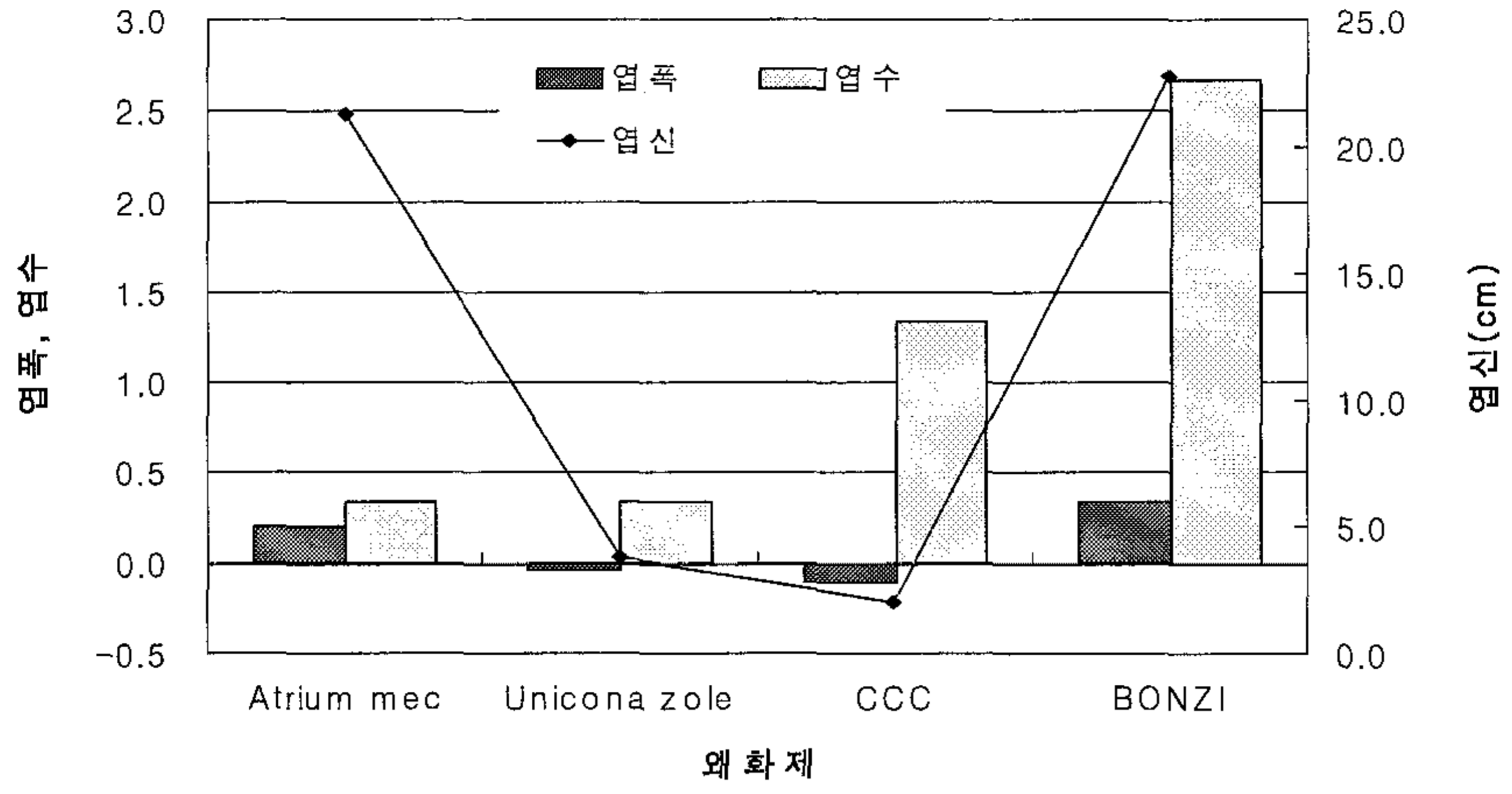


Con, B

Con : control
At : Atrium mec
U : Uniconazole

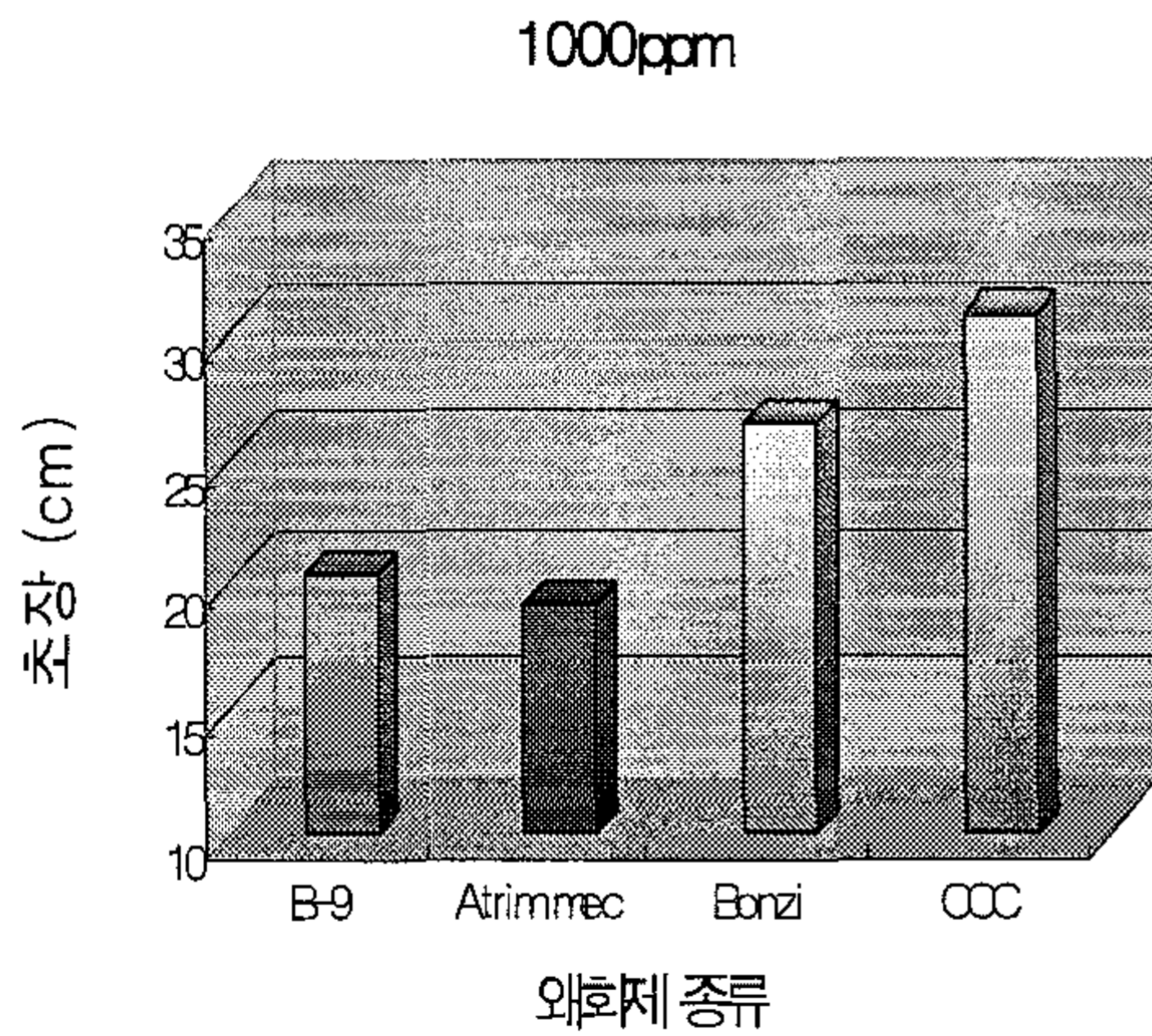
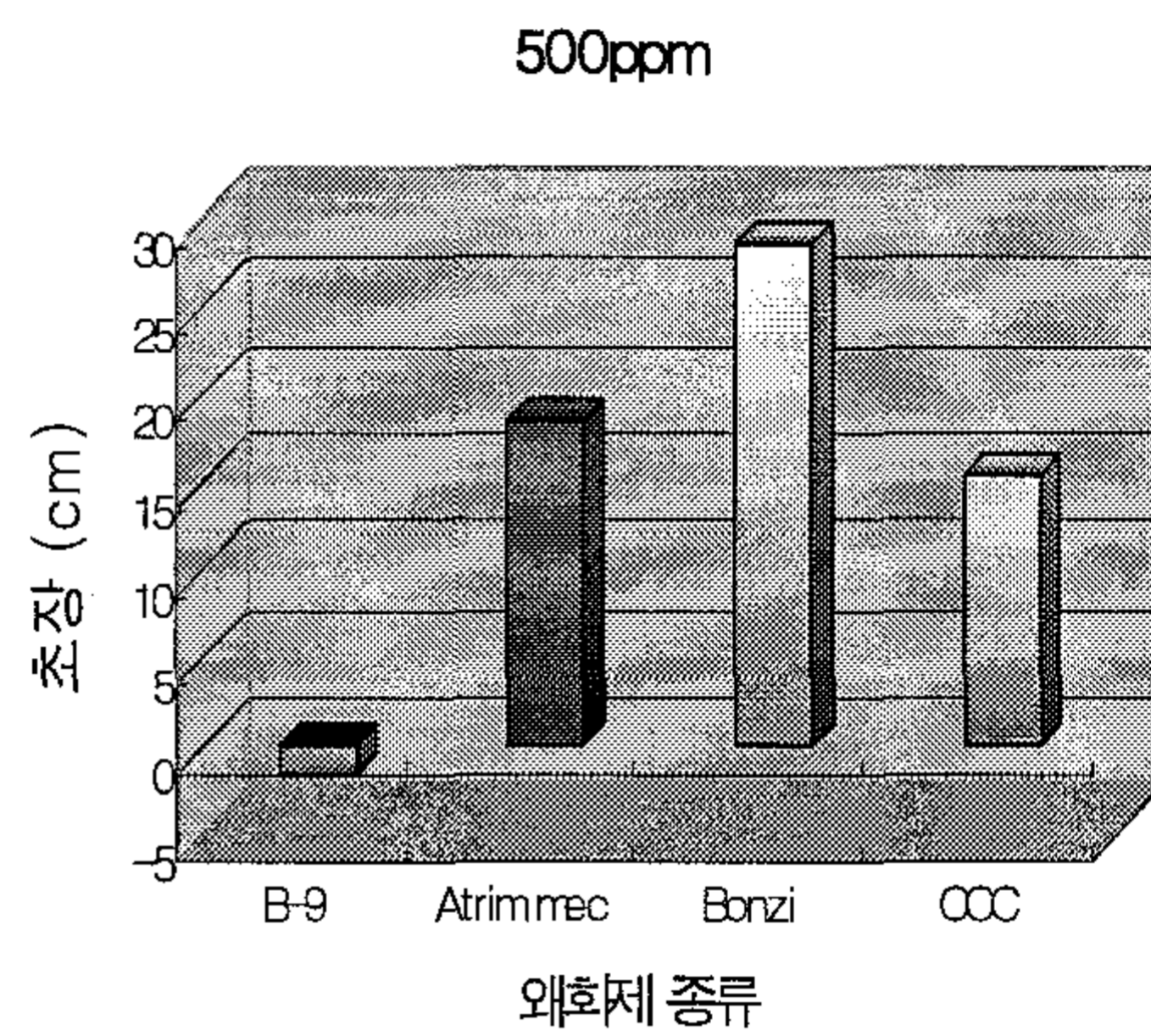
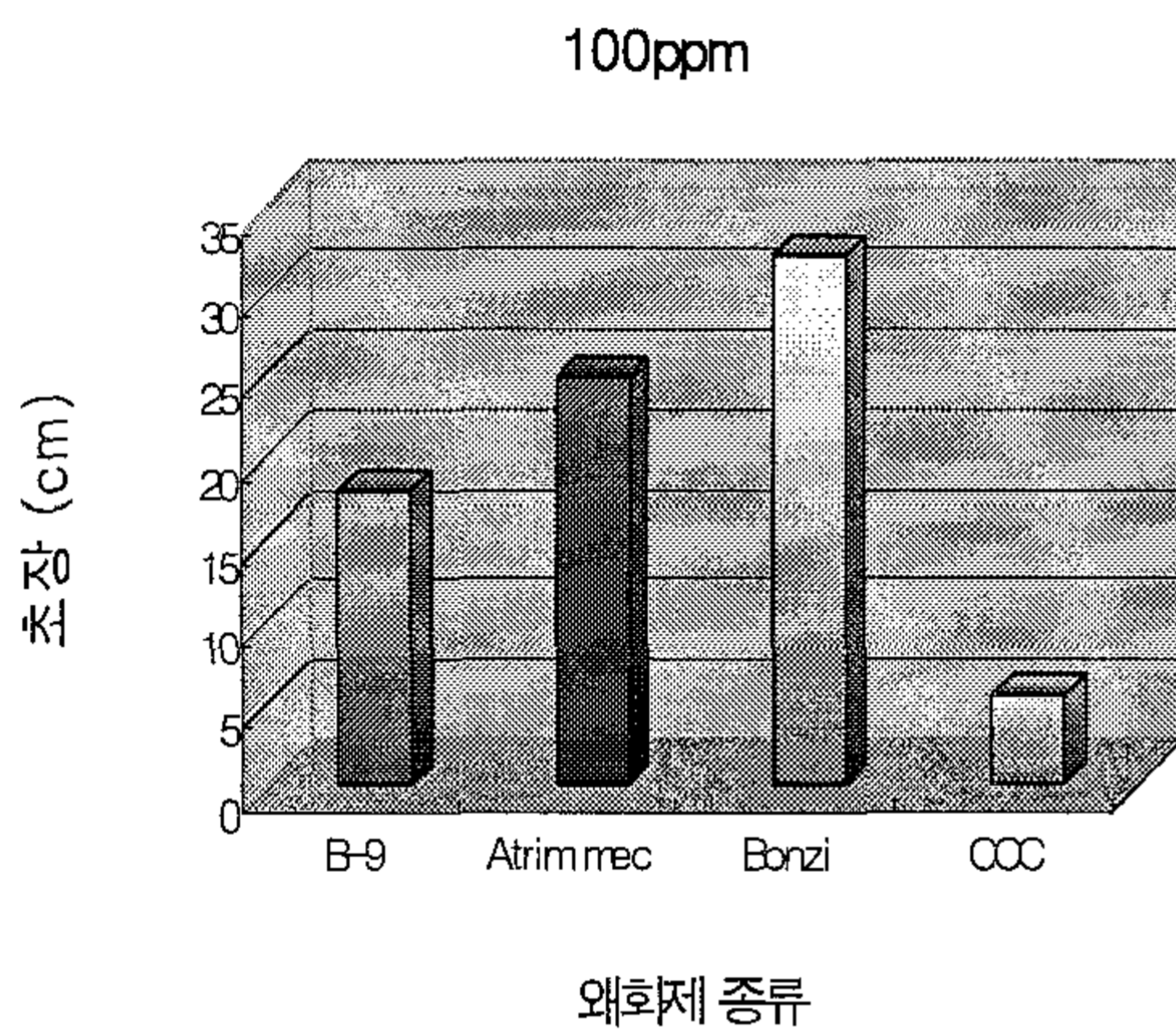
C : C.C.C
B : BONZI

억새의 왜화제 처리



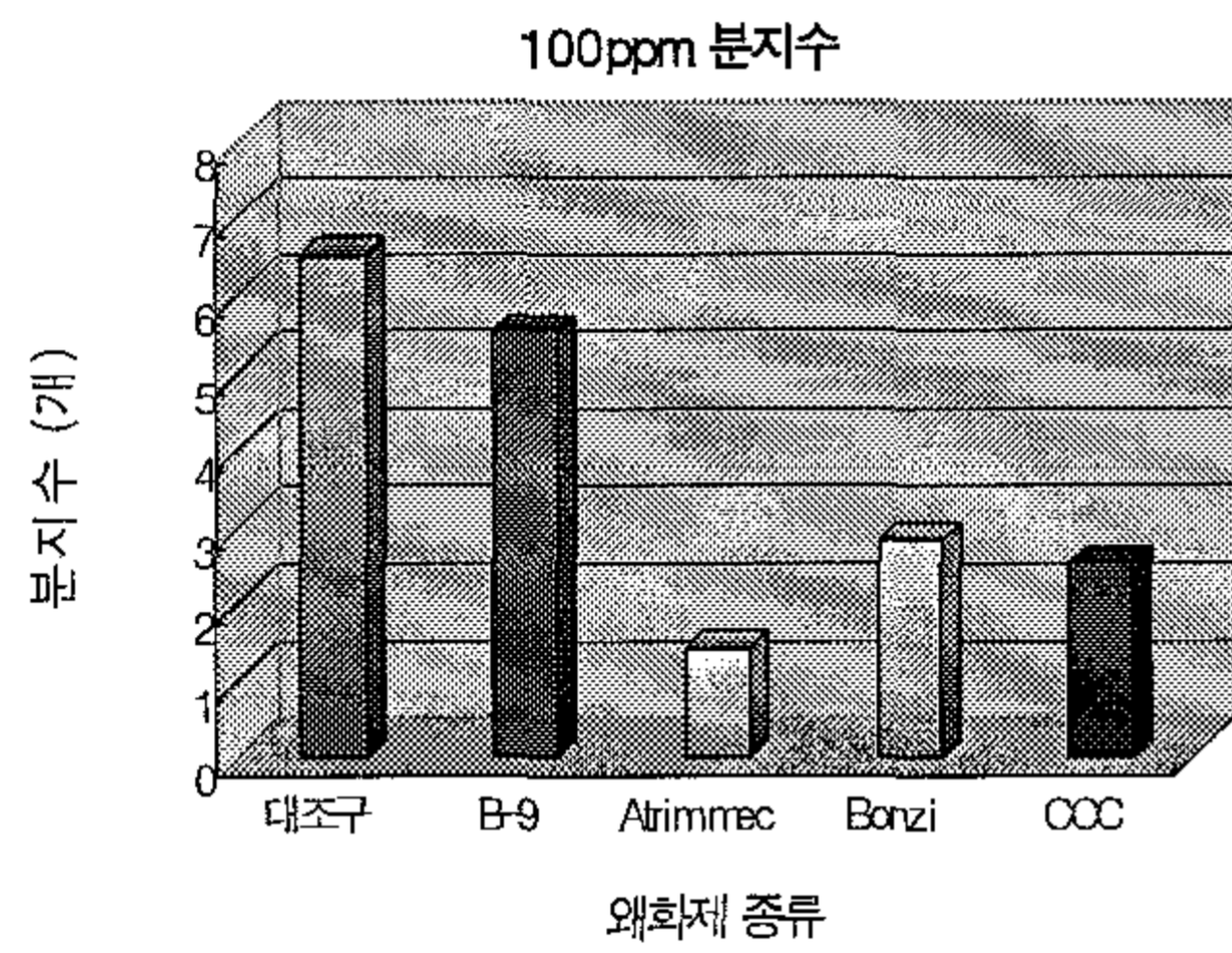
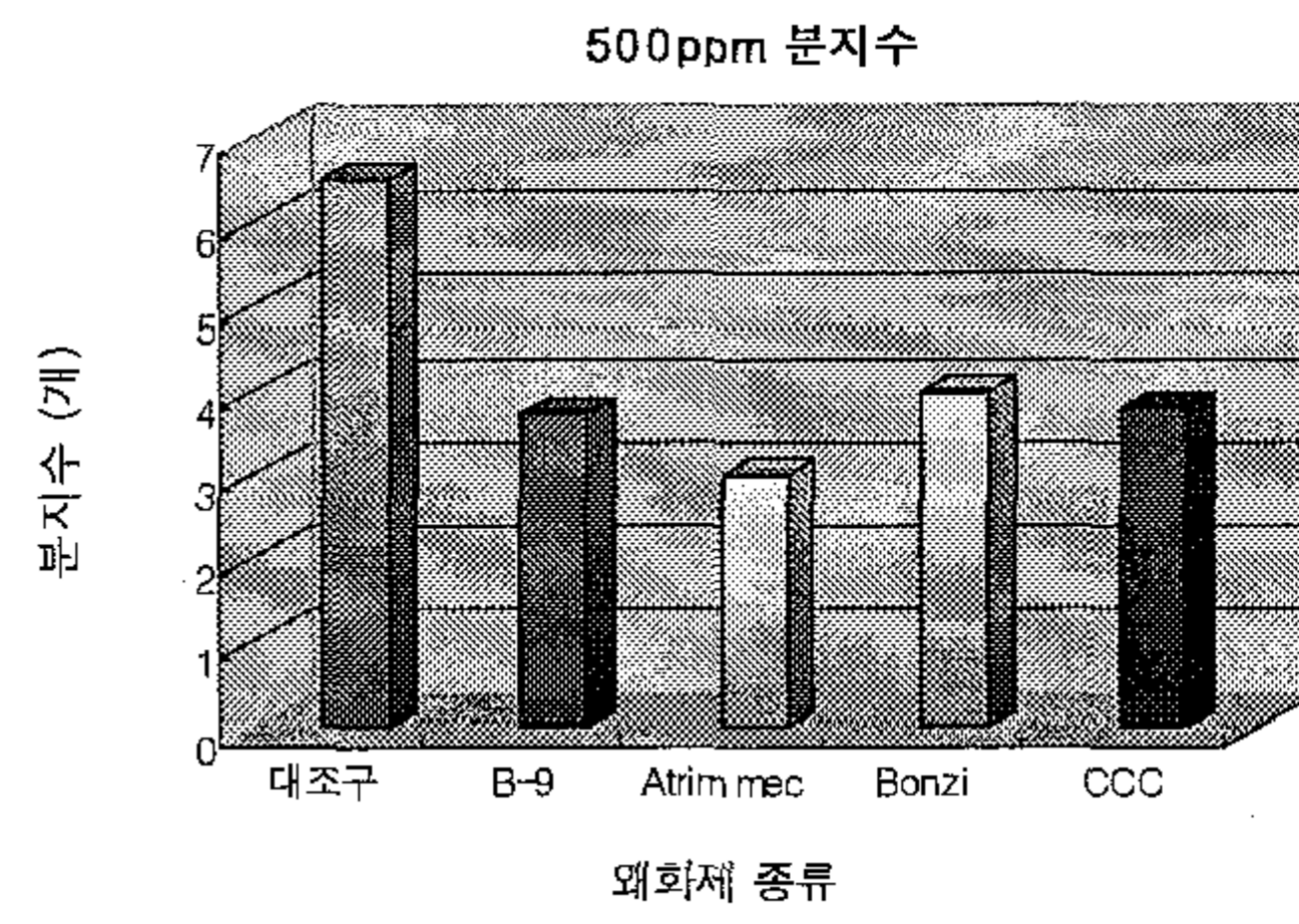
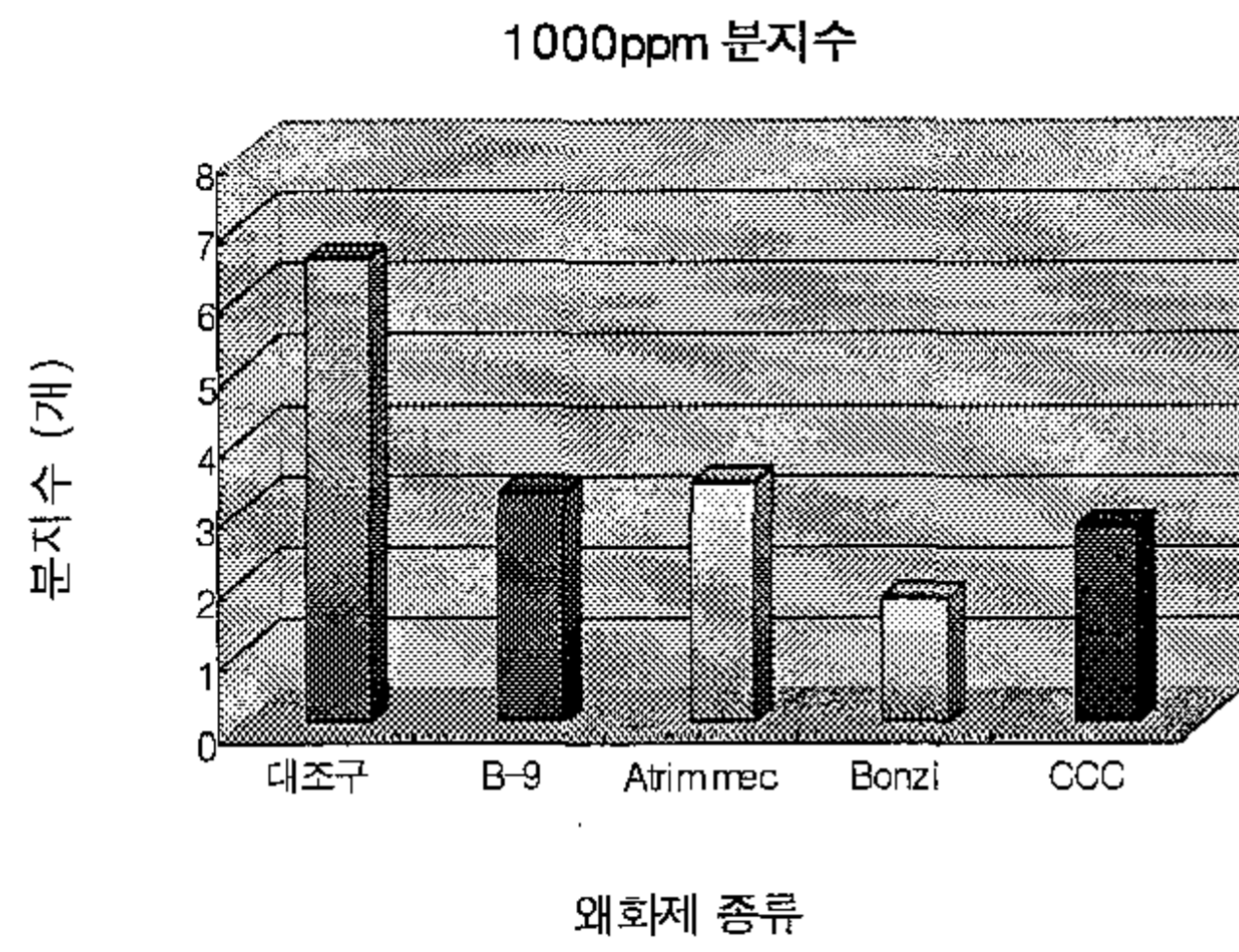
3) 왜화제 처리에 의한 생육변화

생장억제제는 식물체의 정단 분열조직의 세포분열 및 신장을 억제함으로써 절간신장을 억제하지만 생장 및 발달을 저해하지는 않기 때문에 왜화제 처리에 의한 생육억제 방법은 공정 육묘를 위한 초장조절에 적용 가능하다. 억제 유묘에 4종의 왜화제를 처리하여 생육변화를 조사한 결과는 그림과 같다.

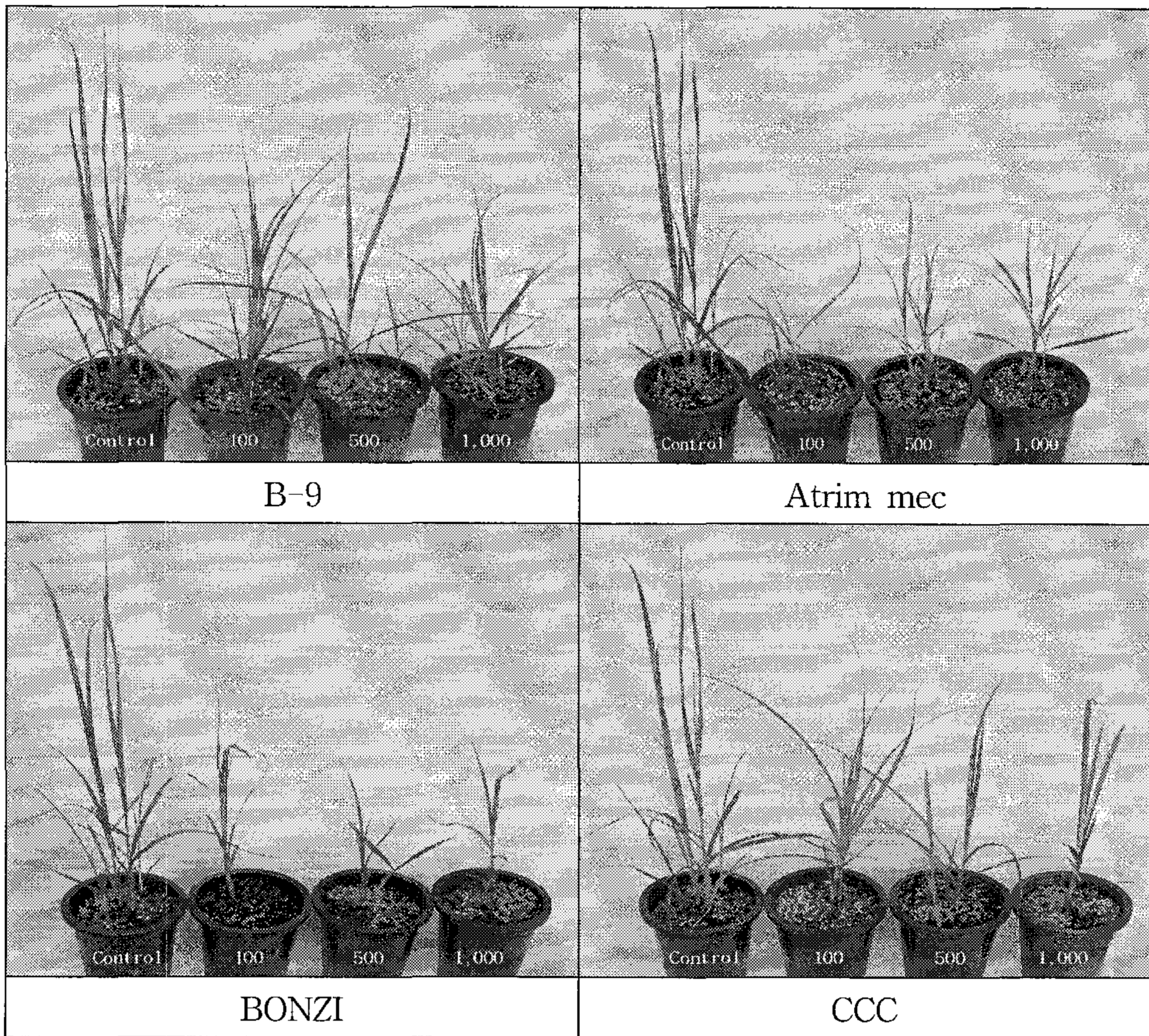


종자발아시 왜화제의 처리결과와 같은 경향을 보였는데, BONZI는 100ppm에서 무처리구와의 차이가 32.33cm으로 가장 생육억제 효과가 높았으며 500ppm은 28.67cm, 1,000ppm은 무처리구와의 차이가 26.50cm을 나타내 농도가 높아질수록 생장억제효과는 감소되었다. Atrim mec 처리구에서도 생육억제 효과를 볼 수 있었는데 100ppm

처리구는 24.75cm, 500ppm 처리구에서는 18.50cm, 1,000ppm처리시 19.00cm의 생육저감을 나타내 저농도의 처리로도 왜화효과를 볼 수 있었다. CCC는 1,000ppm 농도에서 무처리와의 차이가 30.75cm 나타내어 왜화를 위해서는 고농도 처리가 요구됨을 알 수 있었다.

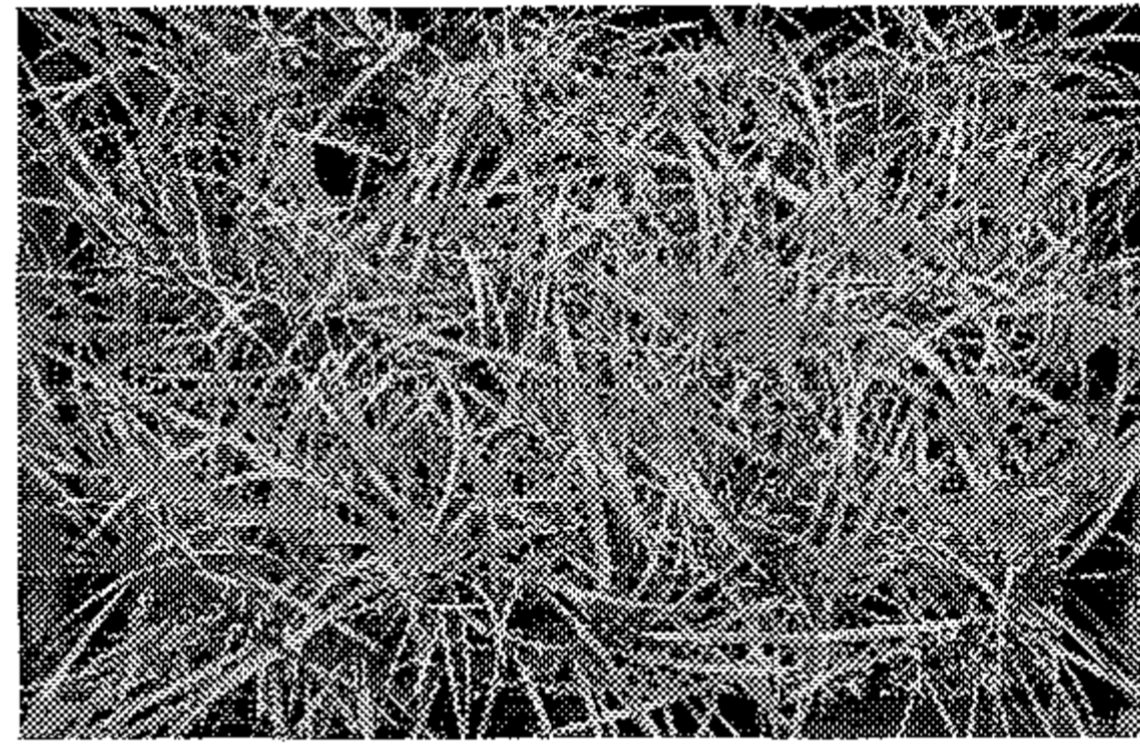
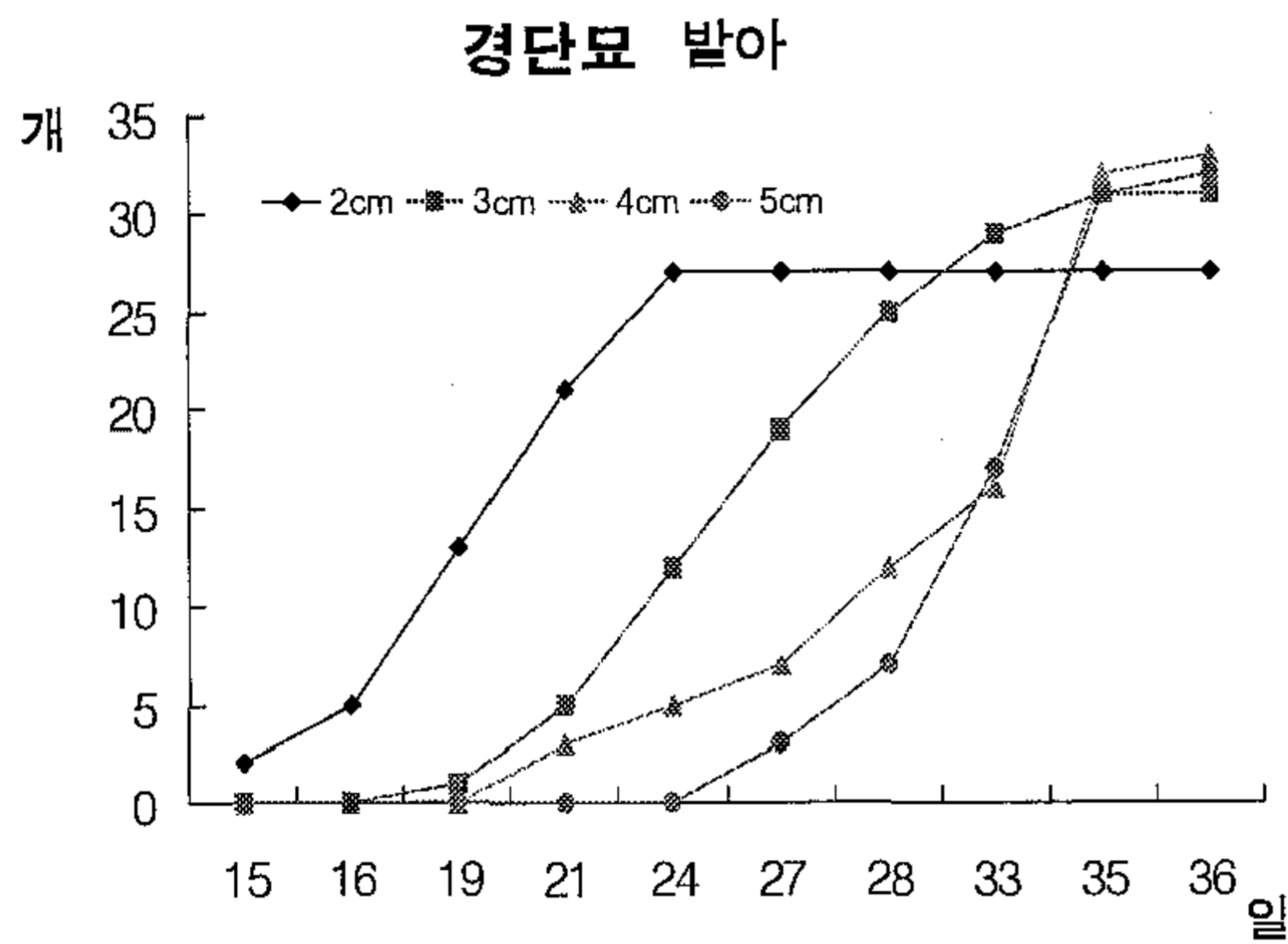


초장의 감소가 가장 높았던 Atrim mec 처리구는 분지수의 감소가 비교적 적어 왜화제로서 효과가 우수하였다. Atrim mec 처리결과로는 무처리 분지수가 6.5개였던 것에 비해 100ppm 처리시 분지수는 1.4개였으나 500ppm에서 3.0개, 1,000ppm에서 3.4개로 농도가 높아질수록 분지수가 많아지는 결과를 보였다. 생육 억제 효과가 높았던 BONZI는 분지수가 100ppm 처리시 무처리에 비해 43%감소되었고, 500ppm 처리구는 61.5%, 1,000ppm처리구에서는 26.9% 분지수가 감소되었다.

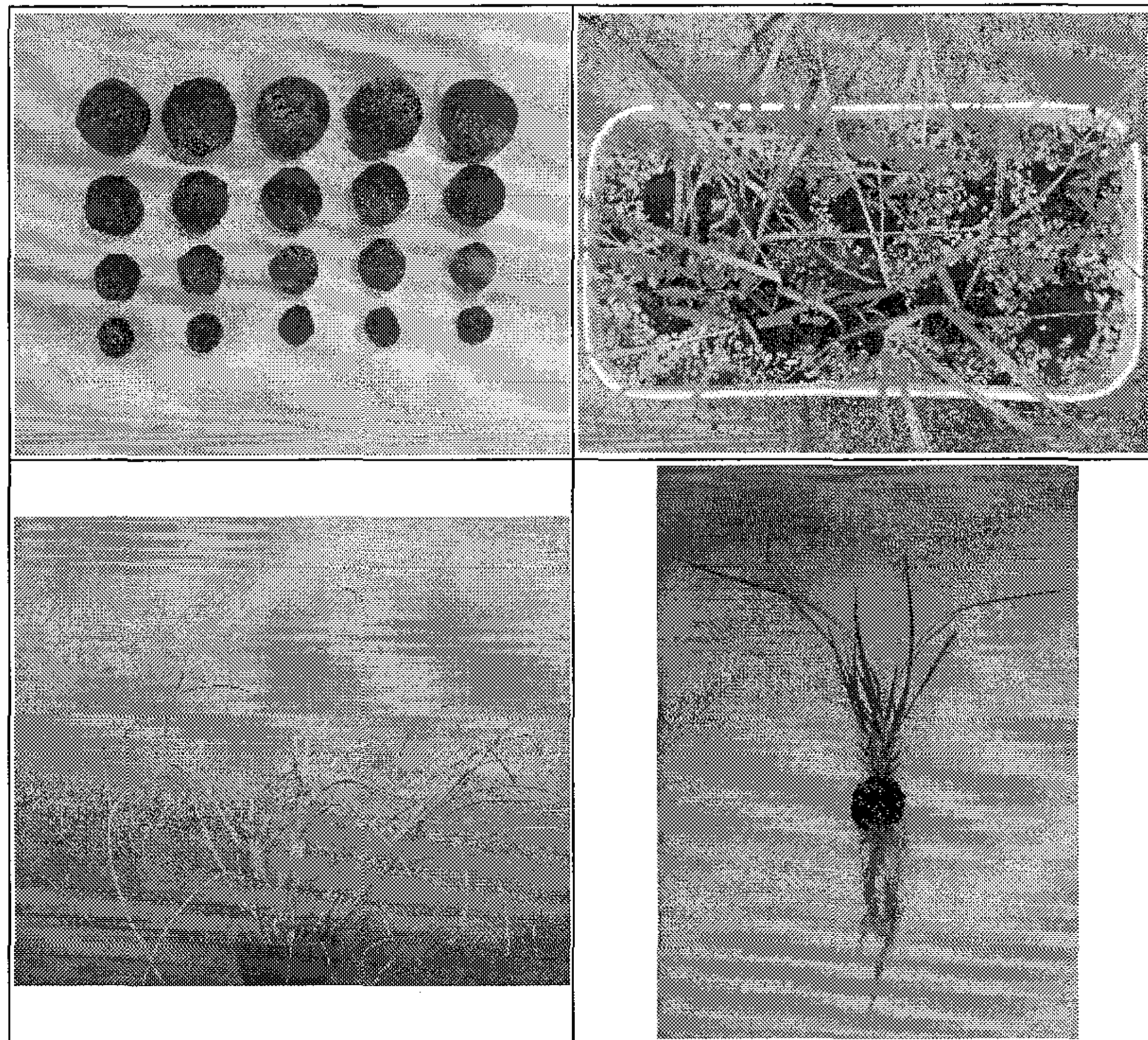


다. 경단(ball) 묘 개발

풀, 신문지, 피트모스를 1:1.5:2의 비율로 섞어 구 전체의 지름을 각각 2cm, 3cm, 4cm, 5cm로 경단을 제작한 후, 각 4개의 종자를 식재하였다. 25℃의 온도를 유지하여 발아 시킨 결과 지름 2cm인 구에서 발아율이 가장 높아 처리 24일째 90%의 발아율을 보였다. 구의 지름이 커질수록 발아율은 떨어졌으며 3cm 구에서는 28일 경과 후 83% 이상의 발아율을 보였다.



Plug 육묘

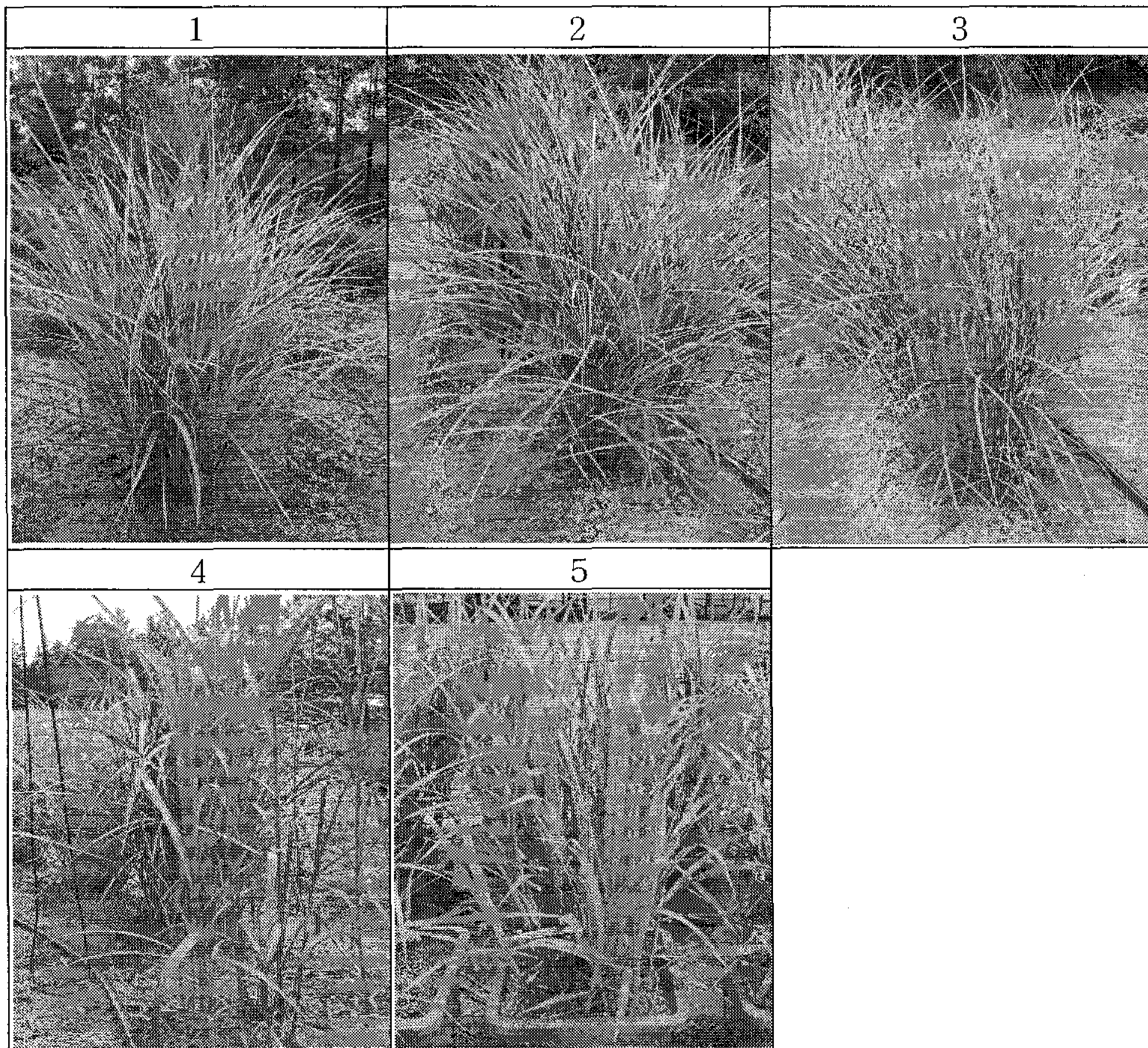


경단(ball) 묘

라. 억새류의 장식 소재로서의 개발

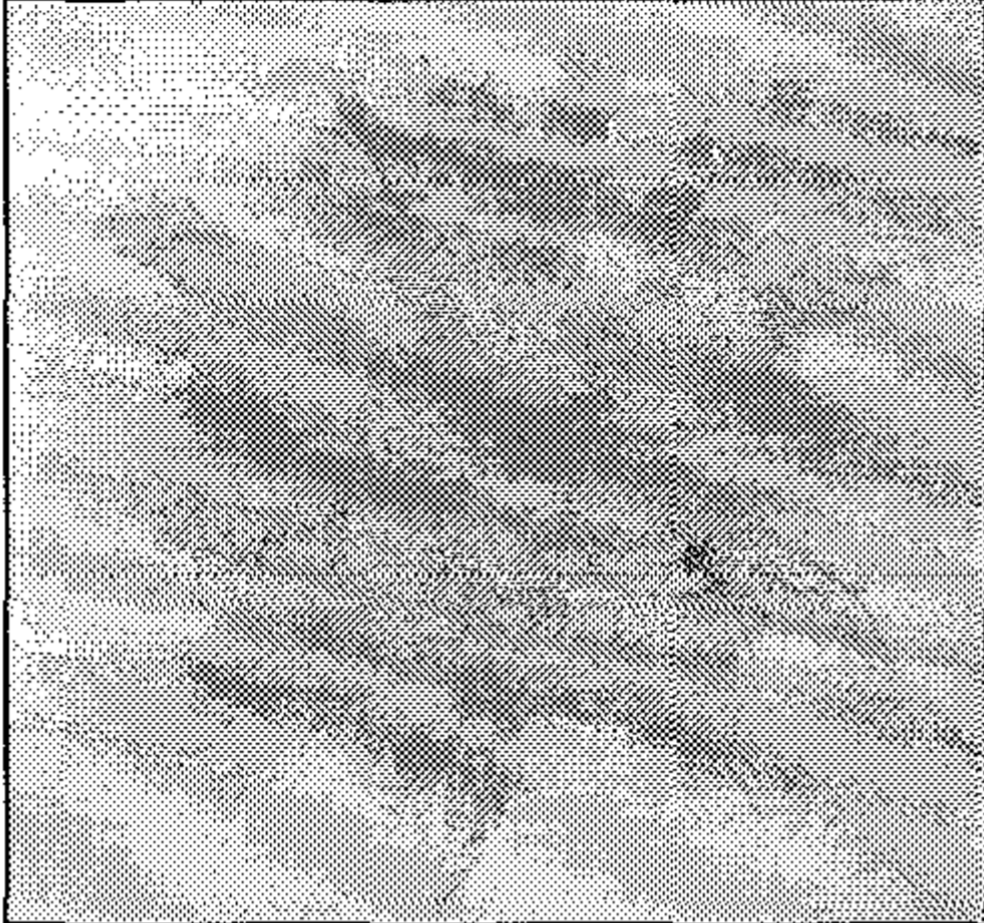

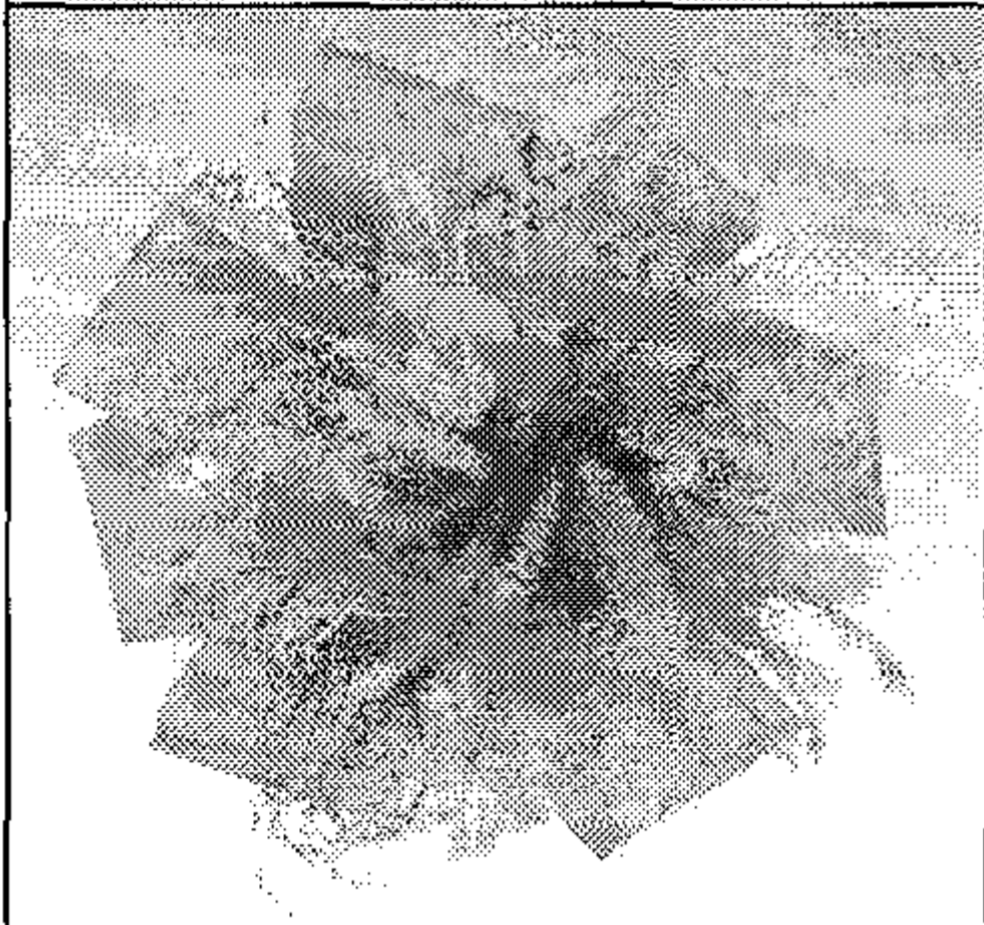

1) 선호도 조사


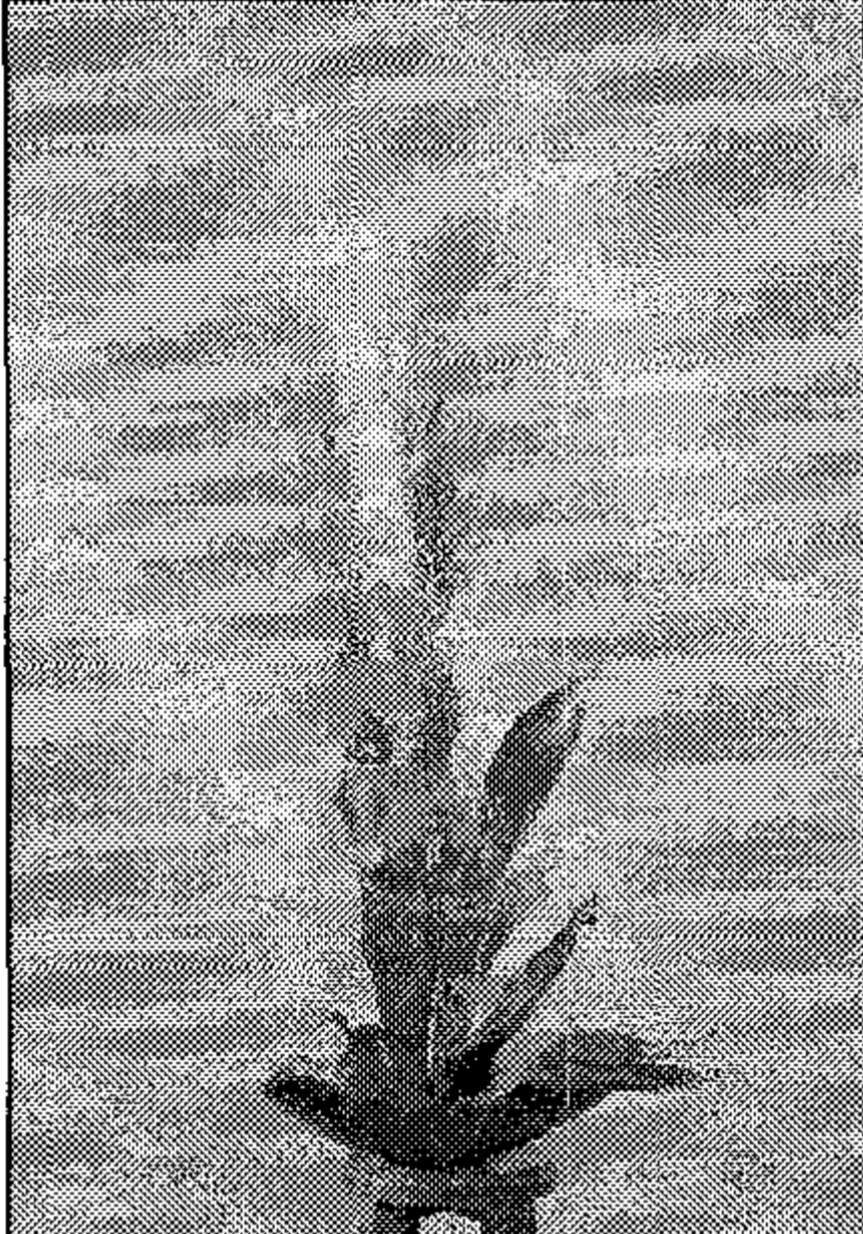
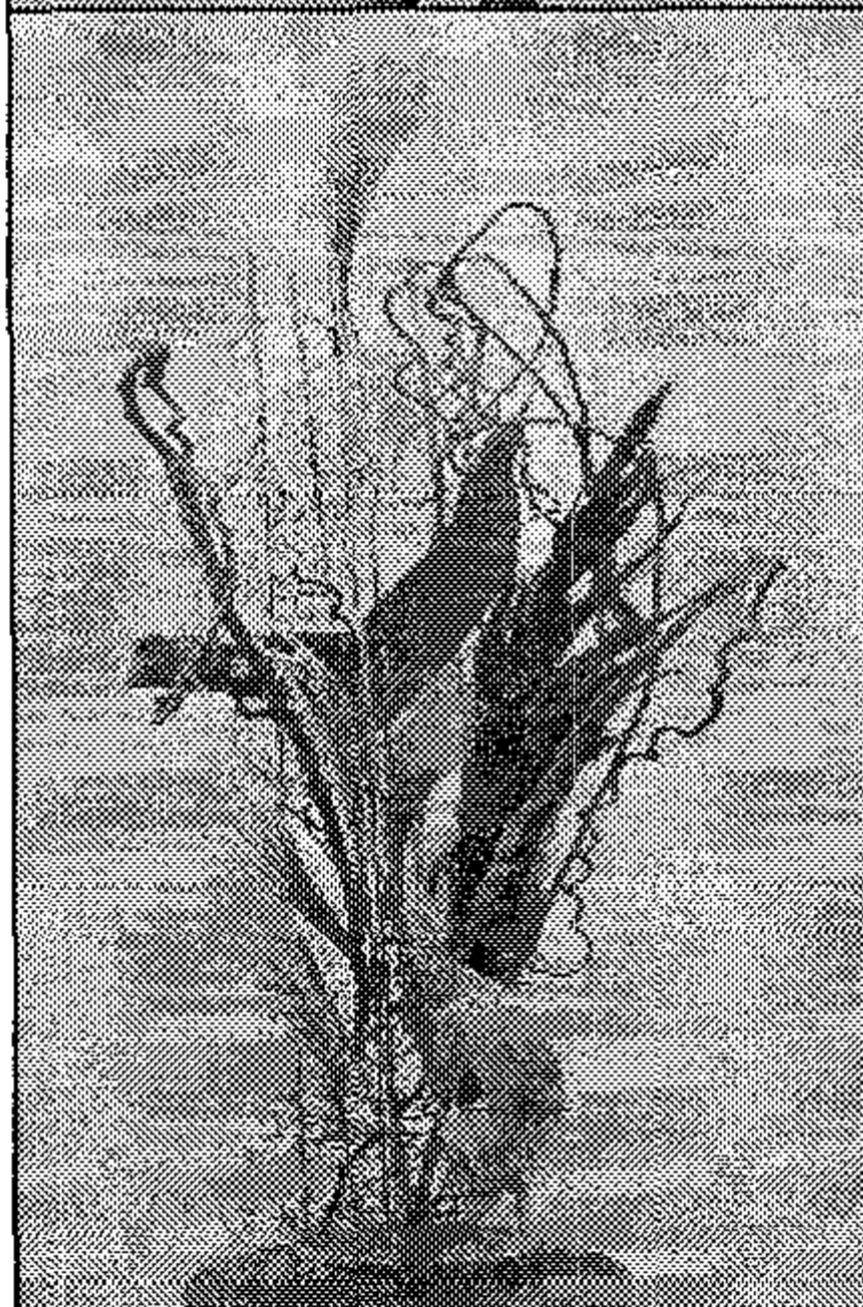
번호	품종명	순위	번호	품종명	순위
1	Hingo	5	8	Variegatus	2
2	Rigoletto	1	9	Zebrinus strictus	10
3	Saraband	7	10	Ginganteus	4
4	Malepartus	7	11	제주 05-1	11
5	Gracilimus	7	12	제주 05-3	5
6	Andante	12	13	제주 05-4	13
7	Puenktchen	3	14		14



2) 장식 소재로서의 적용

억새류는 가는 건과 부드러운 감촉을 갖고 있어 한가지로만 사용하는 경우 외에 라인, 필러, 메스플라워 등 다양하게 활용되는 화훼장식 소재이다.

Style	장식기법
	<p style="text-align: center;">Strauss 1</p> <p>억새와 같은 과에 속하는 자연 그대로의 띠와 수성 염료를 스프레이 하여 염색한 띠를 혼합하여 만든 핸드타이드부케. 염료의 농도를 낮추어 염색의 인위적인 색을 보다 자연스럽게 처리하여 색이 곱고, 자연 그대로의 억새와의 어울림도 조화로움.</p>
	<p style="text-align: center;">Strauss 2</p> <p>띠와 여러 형태의 관엽을 받침으로 제작한 핸드타이드 부케. 띠의 선과 아기자기한 관엽의 모양이 귀여운 느낌.</p>
	<p style="text-align: center;">Strauss 3</p> <p>다양한 색상의 유성염료를 스프레이 하여 염색한 억새와 건조시킨 엽란을 소재로 하여 제작한 핸드타이드 부케. 건조화들로만 제작했음에도 불구하고 화려함과 아름다움이 생화에 견주어 손색이 없음.</p>
	<p style="text-align: center;">Vase decoration</p> <p>건조시킨 억새와 다른 여러 건조소재, 말린 잎사귀 등과 같은 인공소품들을 사용한 화병 꽃이. 조화의 인공미 보다 자연스럽게 절화보다 오랫동안 볼 수 있는 장점이 있는 작품.</p>

Style	장식기법
	<p data-bbox="1144 452 1353 502">Podium장식</p> <p data-bbox="740 643 1764 884">podium 앞 장식을 위한 parallel 기법으로 arrange한 것으로서 역세는 작품의 배경이 되고 작품의 높이를 결정하며, 해바라기와 함께 늦여름에서 가을로 가는 분위기를 연출</p>
	<p data-bbox="1157 1026 1342 1076">동양꽃꽂이</p> <p data-bbox="740 1187 1764 1428">역세와 같은 벼목에 속하는 팜파스글라스를 1, 2주지로 역세를 중간지로 사용한 동양꽃꽂이. 엽란을 자연 건조하여 역세의 색감과 조화를 이룸. 모두 건조소재를 사용하여 반영구적인 장점을 가짐.</p>
	<p data-bbox="1178 1599 1321 1649">공간장식</p> <p data-bbox="740 1869 1764 1981">염색한 팜파스글래스와 역세, 마른 덩굴소재로 작가가 의도한 의미를 표현.</p>

3) 절화용 소재개발을 위한 이삭 염색

가) 절화용 소재 염색

새로운 꽃이 육종되기까지는 오랜 시간이 걸리므로 실용적인 측면에서 손쉬운 염색을 위해 인공염색을 시도하고 있다. 인공색소의 염색은 식물체 조직에 흡수시

키는 염료염색법과, 식물표면에 부착시키는 도료염색이 있다(Park 등, 1998). 인공 염색은 모든 절화에 시도할 수 있으며(그림), 염색시의 온도, 시간 등의 조절로 우리가 생각하지 못했던 특이한 색을 얻을 수 있다. 자연에서 성장한 소재에 인위적인 힘을 가함으로 다른 조형의미를 다양화 하기위한 가치는 크다고 할 수 있다.



그림 . 물을림에 의한 절화 염색(예비실험)

가) 도료염색

주성분이 MEK(MethylEthylKeton, $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$)로서 끓는점 79.6°C . 제2부탄올을 산화하고 니트로셀룰로오스·비닐수지·아세트산셀룰로오스 등의 우수한 용제(溶劑)로 사용된다.

염색방법은 에폭시 수지(epoxy resin)을 용제로 사용하며, 염색재료1 : 에폭시수지 6~10의 비율로 희석한다. 색상은 투명연록, 투명노랑, 투명진밤, 투명빨강, 투명적밤 등이 있으며 색상의 농도에 따라 수지를 적절히 조절하여 사용하고 다양한 색상을 내기 위해 혼합하여 사용하기도 한다.

휘발성 유기 염료의 스프레이법은 가장 빠르게 마르고 색상의 유지도가 좋으나 색상의 자연스러움을 표현하기에는 적합지 않다.

나) 침지 염색

자연재료로서 양파와 원두커피를 사용하기도 한다. 모두 명반을 섞어 가열 후 식힌 후 10시간 침지하면 자연스러운 염색이 가능하다.

다) 물올림 염색법

이삭은 자연 상태에서 마른 것이 건조화로 이용되기도 하지만 대부분 표백되거나 표백 후 다양하게 염색된 것이 주로 유통되어 이용되고 있다. 이삭의 염색은 다양한 색상을 이용할 수 있어 화훼장식 폭을 넓힐 수 있는 장점이 있지만 현재의 경우 거의 화학 염료에 의존하고 있다는 점에서 이에 대한 대안이 모색되어야 할 것으로 판단된다. 이삭은 자연의 소재라는 점에서 인공염료를 사용해 염색할 경우 인공적인 느낌이 보다 강해 자연의 소재가 갖는 본래의 자연스러움과 배치되는 경우가 된다. 그러므로 자연소재를 이용할 경우 염색은 최소화 하는 것이 좋을 것이며, 부득이 염색을 해야 할 경우 화학염색약을 이용한 도료염색보다는 물올림에 의한 자연 염색이 바람직 할 것으로 사료된다. 물올림에 의한 염색은 식물성 소재에 염색이 잘 되며, 색상이 자연스러운 특징이 있다.

본 연구에서는 7가지 색상(Golden yellow, Burgundy, Rose, Brown, Royal blue, Lemon yellow, Moss green)의 식용색소를 사용하여 이삭 염색을 시도하였으며 이 때 소요되는 시간과 염색 정도를 알아본 결과는 다음과 같다.

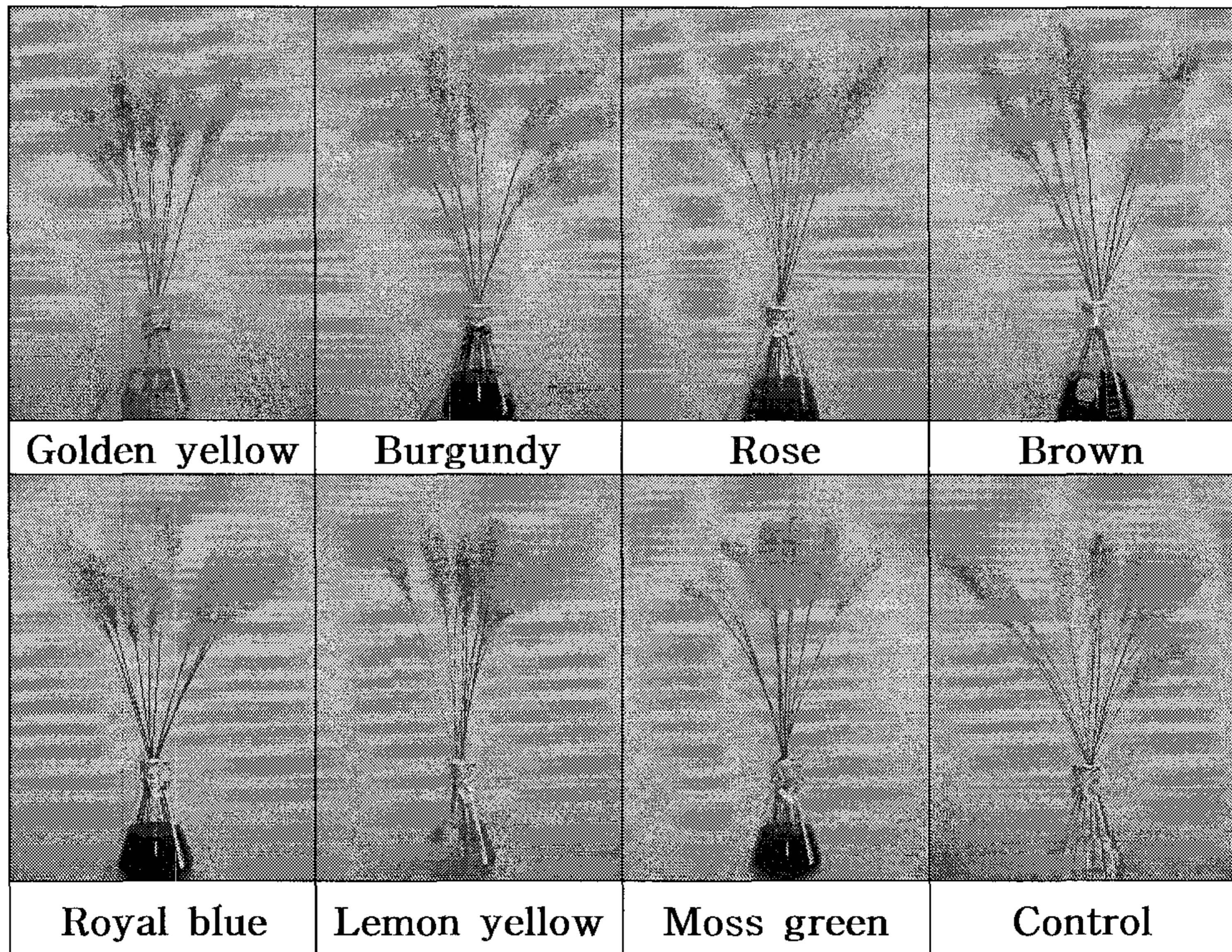
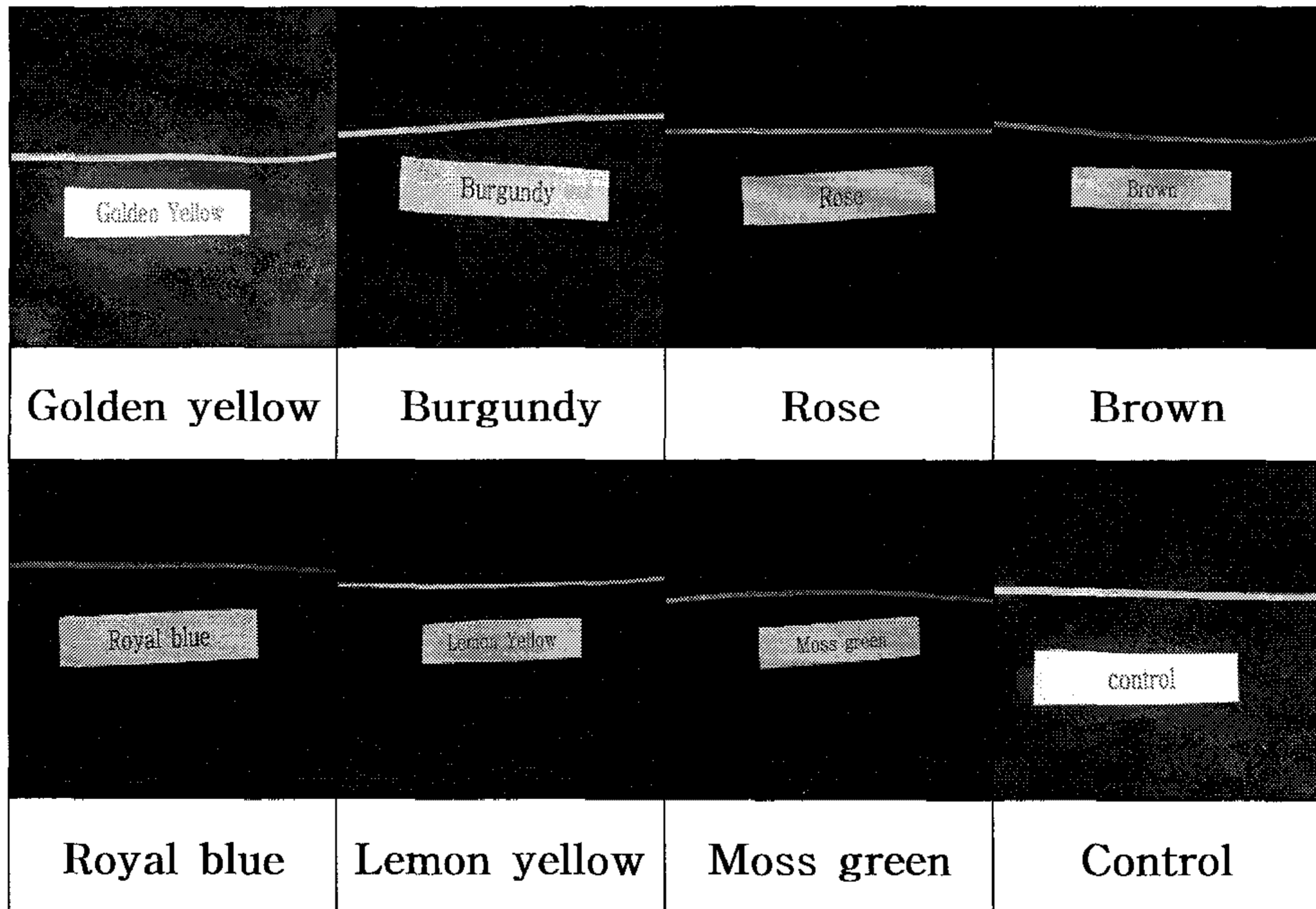


그림 16. 식용 색소를 이용한 물올림 염색

물을림에 소요되는 시간은 blue계통 색소의 염색이 빠르게 진행되었으며, 48시간이면 모든 색소가 염색이 되었다.

표 5 . 물을림에 의한 염색 정도

	1Day					2Day					3Day				
	COLOR				Length (cm)	COLOR				Length (cm)	COLOR				Length (cm)
	RHS	RGB				RHS	RGB				RHS	RGB			
		R	G	B	R		G	B	R	G		B			
Control	144A	71	91	13	30	145A	128	150	45	30	145A	128	150	45	30
Golden yellow	153B	165	132	16	23	163B	214	114	18	30	163B	214	114	18	30
Burgundy	174A	147	67	46	22	176B	107	45	42	30	176B	107	45	42	30
Rose	166C	145	68	35	22.2	167B	192	93	35	30	167B	192	93	35	30
Brown	148A	64	71	35	30	199A	88	60	30	30	199A	88	60	30	30
Royal blue	137B	45	63	35	30	133A	20	42	38	30	133A	20	42	38	30
Lemon yellow	153C	171	139	19	24.5	151A	153	144	25	30	151A	153	144	25	30
Moss green	137C	55	76	39	30	146A	52	59	22	30	146A	52	59	22	30



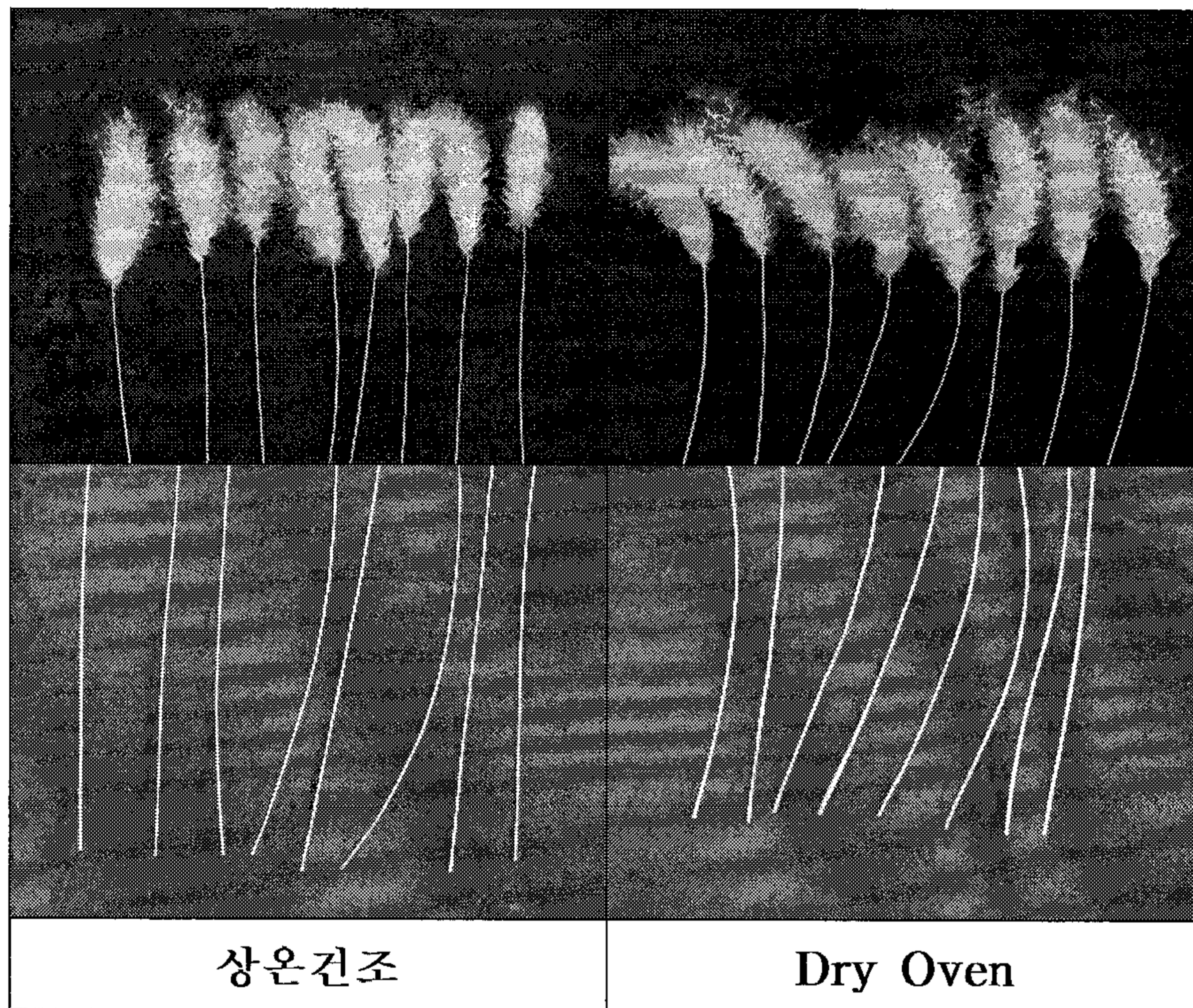


표 6 . 건조 후 색상변화

	상온건조		Dry Oven	
	RHS	Length(cm)	RHS	Length(cm)
Golden yellow	164B	30	165B	30
Burgundy	164B	30	199C	30
Rose	161A	30	164B	30
Brown	164B	30	164B	30
Royal blue	138A	30	N138A	30
Lemon yellow	162B	30	162B	30
Moss green	199C	30	199B	30
Control	138B	30	195A	30

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

번호	세부연구목표	달성내용	달성도 (%)
1	우수개체 수집과 선발	<ul style="list-style-type: none"> • 중, 남부지방을 중심으로 한국 자생 참억새, 수크령의 우수개체 및 변이종 수집 • 외국에서 도입 가능한 우수 외래종 수집 	100
2	Gene pool 조성과 개체 확보	<ul style="list-style-type: none"> • Gene pool 조성을 위해 선발된 우수 개체를 확보 	100
3	번식 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 번식 조건을 달리하여 적절한 번식법 구명 • 종자번식, 삽목번식, 분주 등을 통해 효과적인 번식법 확인 	100
4	최적 재배환경조건 구명	<ul style="list-style-type: none"> • 광도별(100,000, 50,000, 10,000 lux) 성장특성 구명 • 온도별(30-35℃, 15-20℃) 성장특성 구명 	100
5	분화용 식물 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 환경제어와 왜화제 처리에 따른 분화식물 개발이용 가능성 연구 • 초장조절, 개화시기조절 효과와 온도, 광도에 따른 반응 조사 	100
6	건조화용 소재 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 이삭을 중심으로 한 건조기간 및 온도별 처리와 염색과 표백처리에 따른 건조화(dried flower) 소재로서의 개발 	100
7	원예용 소재 선발과 적합성 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 관능검사(performance test) 및 전문가에 의한 원예종 선발 및 적합성 평가 • 소재 식재 및 산업화방안 마련 	100

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 전문 재배 농가 등 관련 업체에 품종 및 생산 기술을 보급함으로써 화단용 종묘 시장에 원예화 된 자생 억새류를 보급할 수 있음
- 자생식물 개발을 위한 육묘 사업에 이용 가능
- 조경용으로 다양한 소재 개발로 아름다운 경관 연출할 수 있음
- 분화용 원예소재 시장에서 수요에 맞는 안정적인 공급을 기대할 수 있음
- 안정적이고 대량화된 번식 및 재배 기술을 통하여 외국에서와 같은 품종화 단계로 다가설 수 있는 기반을 마련

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 국외

주로 구미 각국에서 원예 및 조경용 식재를 위한 관상용으로 개발되고 있는 벼과 식물의 용도는 매우 다양한 편으로서 화단용, 차폐용, 지피용, 군식, 분식 및 원예장식 등의 다양한 용도로 사용되고 있다(Thompson and Morgan Inc, 1995). 특히 강인한 생육특성 및 색감의 계절적 변화와 같은 미적가치의 다양성 등에 기인한 사계절 용 조경식재 식물과 절간신장 억제에 따른 초장의 왜화와 반입종 식물과 다양한 화색(이삭)의 개발을 통한 분화식물 및 고부가가치 성 건조화로서 개발하는 등 원예화에 초점을 맞추고 있다.

벼과식물은 미국의 대다수 종묘회사에서 중요한 원예종으로 개발하여 상품화하고 있는데 그중 우리나라에도 자생하고 있는 벼과식물만 해도 39종으로 미국 내에서 다루고 있는 국내 자생식물종 중 단자엽 식물류 70종의 절반이상을 차지할 정도로 매우 많은 종이 이용되고 있는 실정이며 특히 띠(*Imperrata cylindria*)와 같은 종류는 가장 많이 취급되고 있다(이 외 2인, 1995). 이에 따른 원예 및 조경적 활용도도 매우 높은 편으로서 정원식, 분식, 지피 뿐만 아니라 특히 pampas grass(*Cortaderia selloana*) 및 벼과식물의 식용작물류(벼, 보리, 수수 등)까지도 건조화로서 다양하게 개발하여 효과적인 원예장식 소재로서 사용하고 있다(Hiller 외 2인, 1986).

일본에서는 온대지역에서 참억새(Miscanthus sinensis)를 연중 감상하기 위한 생육특성에 관한 연구가 이루어졌는데(Kobayash와 Yokoi, 2003) 이 연구결과에서 보면 전년도의 묵은 줄기로부터 신초가 나오는 시기가 봄, 초여름, 여름, 가을, 초겨울 등 다섯가지로 구분된다고 하였다. 이 중에서도 가을에 나오는 잎이 겨울까지 견디며 이듬해 생육에 도움을 주는 잎으로서 겨울동안의 관상가치를 높여주는 역할을 한다고 하였고, 신초와 묵은 줄기를 동시에 갖고 있는 참억새는 온도별 변화에 따라 리듬을 가지면서 꾸준히 잎을 감상할 수 있다는 것을 알아내었다. 3년에 걸친 이 연구로 참억새의 생육습성과 겨울철 관상을 위한 대책 등이 연구되고 있음을 알 수 있다.

2. 국내

얼마 전까지의 추세는 우리 것은 있는 그대로 보존해야 한다는 것이었다. 하지만 현재 생리, 생태에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 번식과 육종에 대한 연구와 분화용 개발에 대한 연구, 녹화 기술 개발에 대한 연구가 이루어지고 있다. 삼성 에버랜드, 한솔 기업 등의 기업에서 관심을 가져서 프로젝트를 통한 연구가 있었으나, IMF이후 회사 내부 사정으로 연구가 확대되지 못하였다.

국내에서도 획일적인 생활공간 주변에 식물을 도입하고 이를 이용한 장식기법이 매우 증가하고 있는 추세로서 이에 따른 한국의 화훼 시장 역시 1999년도에 5,965 억원에서 2002년도에는 약6,300억원(수입 \$20,689,000, 수출 \$31,849,000)으로 산업규모가 증가하고 있는 실정이다('02, 농림부).

최근 자생종에 대해서 이를 원예종으로 이용하기 위한 연구활동이 활발해지고 있으나 아직은 이용도에 따른 적정 종 선발이 명확히 이루어지지 않고 정확한 서식지 조사가 미흡하여 재배환경을 규명하기에 미흡한 점이 많았다.

벼과식물이 갖는 자가화합적 특성으로 인해 속간이나 종간잡종(hybridization)을 위주로 한 원예육종용으로서의 교잡육성이 불가능하여 기존의 일부 체세포돌연변이(somatic mutation)로 생긴 일부 소수 변종들을 관상용으로 이용하던 국내 현실에 비추어 폭넓은 원예 및 조경식물로 이용하고 농가소득을 위한 작물로서 가능성을 높이기 위해서는 보다 다양한 종 선발 및 변종의 서식지 환경조사를 토대로 체계적인 최적의 재배환경을 구명하는 연구와 대량증식을 통한 안정적 증식체계 및 원예적 이용가능성에 관한 연구가 마련되어야 할 것이다.

3. 조사연구개발사례에 대한 평가

현재 지피 식물의 경우 대량의 수요가 있어도 공급이 힘들 만큼 생산 체계가 원예화 되어 있지 않으며, 이런 상황에서 다각도의 노력이 현재 이루어지고 있는 실정이다. 우선 우수 초종에 대한 번식 육묘 기술 개발을 통한 대량 생산 체계를 갖추는 것이 시급하다고 하겠다. 또한 자생화 분화 시장의 안정된 공급을 위하여 분화용 우수 초종의 재배 및 개화에 관한 연구도 함께 이뤄져야 한다.

4. 국내·외 기술수준 비교

현재 지역 자생화에 대한 연구 수준은 다른 원예종에서와 마찬가지로 선진국에 많이 뒤처져 있다. 이것은 정부와 연구 기관, 재배농가 등의 관심과 투자가 있다면, 우수한 형질을 지닌 원종을 많이 보유하고 있기 때문에 신화훼 시장에서의 전망은 그리 어둡지 않다.

제 7 장 참고문헌

- Armitage, A.M. 1993. Effect of photoperiod, light source and growth regulators on the growth and flowering of *Trachelium careleum*. J. Hort. Sci. 63:667-674.
- Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 28:355-377.
- Choi, Y.W., J.K. Ahn, J.S. Kang, I.S. Choi, Y.C. Kim and Son, K.W. 2003. Growth, photomorphogenesis, and photosynthesis of *Perilla* grown under red, blue, light emitting diodes and light intensities. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44(3): 281-286.
- Darke, R. 1999. The color encyclopedia of ornamental grasses. Timber Press Inc., Portland, Oregon, USA.
- Darke, R. 2000. The color encyclopeida of ornamental grasses on CD-ROM. Timber Press, Inc., Portland, Oregon, USA.
- Fay, P.A. and A.K. Knapp. 1993. Photosynthetic and stomatal responses of *Avena sativa*(Poaceae) to a variable light environment. Amer. J. Bot. 80: 1369-1373.
- Gent, M.P. 1986. Carbohydrate level and growth of tomato plants. Plant physiol. 81: 1075-1079.
- Gerttson, U.E. 1990. Influence of light on flowering in *Aeschinanthus speciosus*. Hook. J. Hort. Sci. 62:71-74.
- Hiller, M. and C. Hilton. 1986. The complete book of dried flowers. D. Kindersley Ltd.(London). pp.15-170.
- Kim, E.S. 2000. Germination and seedling growth of *Phragmites communis* and *Typha -angustata*. Thesis of Gong Ju Univ.
- Knapp, A.K. and W.K. Smith. 1990. Stomatal and photosynthetic responses to variable sunlight. Physiol. Plant. 78:160-165.

- Kobayashi, K and Y. Yokoi. 2003. Shoot population dynamics of persisting clones of *Miscanthus sinensis* in the warm-temperature region of Japan. *J. of Plant Research*.
- Lee, S.G. 1985. Studies on growth and characteristics of cultivation of *Miscanthus sinensis*. *J. Kor. Soc. Forst. Sci.* 44(3): 281-286. 5(1): 1-7.
- Leuning, R., F.M. Kelliher, D.G. Depury and E.D. Schulze. 1995. Leaf nitrogen, photosynthesis, conductance and transpiration: scaling from leaves to canopies. *Plant, Cell and Environ.* 18: 1183-1200.
- Nam, Y.K. and B.H. Kwack. 1997. Characteristics of leaf gas exchanges in four different Korean endemic plants at varied light levels.. 6(2): 51-56.
- Thompson & Morgran Inc. 1995. The seed catalog. Thompson & Morgan Inc. Sales Dept. Jackson, N.J., U.S.A. p.100-102.
- Wayside Gardens. 1995. The complete garden catalog. Wayside Gardens, Hodges, N.C., USA. pp.46-47.
- 곽혜란, 이종석. 2004. 참억새 및 수크령의 광도차에 따른 생육변화 및 가스교환에 미치는 영향. *한국환경복원녹화기술학회지* 7(1):110-115.
- 김은식. 2000. 갈대와 애기부들의 종자발아 및 실생의 생장. 공주대 교육대학원 석사학위논문
- 김희준, 박운점. 1995. 한국산 자생용담(*Gentiana scabra* var. *buergeri* Max.)의 종자발아 및 휴면타파에 관한 연구. *한국화훼연구회지* 4(2):13-18.
- 심우섭, 한인섭. 1998. 울산지역에서 자생하는 갈대, 부들, 갈풀을 이용한 Reed-Bed의 생활하수 정화능력 연구. *한국환경과학회지* 7(2). pp.117-121.
- 이성규. 1985. 억새의 생육 및 재생특성에 관한 연구. *한국축산학회지*. 5(1):1-7.
- 이영현, 곽병화, 이종석. 1995. 미국에서 판매되고 있는 한국의 야생초화류에 관하여. *한국화훼연구회지*. 4:49-62.

이춘영, 안학수. 1963. 한국식물명감. 법학사(서울). p.269.

정대영. 2000. 수변녹화를 위한 갈대속과 억새속 식물의 뗏장형성 및 식생공법에 관한 연구. 청주대 대학원 박사학위논문.

한국자생식물보존회. 1999. 우리나라 자생식물보존의 현재와 미래. pp.19-31.