



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

한라구절초의 삽목증식 및
육묘환경 연구

Study on Cutting Propagation and Seedling Growth Condition for
Dendranthema coreanum (H.Lév. & Vaniot) Vorosch.



濟州大學校 大學院

農學科

玄道卿

2015年 2月

한라구절초의 삼목증식 및 육묘환경 연구

指導教授 宋 昌 吉

玄 道 卿

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함



車鎮宇의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長

한 래 남



委 員

전 용 철



委 員

손 항 길



濟州大學校 大學院

2014年 12月

목 차

List of tables	ii
List of figures	iii
ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 연 구 사	3
III. 재 료 및 방 법	6
1. 자생지의 환경조사	6
2. 공시시료 준비	6
3. 시약 준비	7
4. 배양상 준비	7
5. 삼수제조 및 삼목실 환경	7
6. 한라구절초 삼수 생육시기별 발근특성 실험	8
7. 전처리제 및 식물생장조절제 처리에 의한 발근특성 실험	9
8. 삼목 및 육묘환경 조사	10
9. 육묘환경 개선 연구	10
10. 통계처리	11
IV. 결 과	12
1. 자생지의 환경조사	12
2. 삼목 및 육묘환경	15
3. 한라구절초의 발근특성	18
4. 육묘환경 개선 연구	26
V. 고 찰	29
VI. 적 요	34
참고문헌	35

List of Tables

Table 1. Treatments of rooting characteristic experiment according to growth stage.....	8
Table 2. Treatments of rooting characteristic experiment according to pretreatment and growth regulator.....	10
Table 3. Treatments of growth characteristic experiment according to shading.....	11
Table 4. Average temperature(℃) and humidity(%) of five researched areas in 2012.....	14
Table 5. Monthly average temperature and humidity in Greenhouse.....	15
Table 6. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to growth stage.....	18
Table 7. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to different container type.....	21
Table 8. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to growth regulator.....	22
Table 9. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to pretreatment.....	24
Tabel 10. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. growth characteristics according to shading treatment.....	26
Table 11. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. growth characteristics according to fertilizer treatment.....	27

List of Figures

Figure 1. Samples of rooting characteristic experiment according to growth stage	9
Figure 2. Flora around surveyed <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. in Hallasan National Park.....	13
Figure 3. Hourly average temperature and humidity in Greenhouse of 2012.....	17
Figure 4. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to growth stage.....	19
Figure 5. Comparison of <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to growth stage	20
Figure 6. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to different container type.....	21
Figure 7. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to growth regulator.....	22
Figure 8. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to different pretreatment.....	25
Figure 9. <i>Dendranthema coreanum</i> (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. growth form according to fertilizer treatment.....	28

ABSTRACT

In the present study, we investigated seedling environments, growth properties and rooting characteristics in response to natural habitats' properties as well as cuttage methods in order to provide basic research data for preservation as well as industrialization of *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch.

Dendranthema coreanum (H.Lev. & Vaniot) Vorosch is distributed around rocky land of the summit of Baekrokdam and valley slope of Youngsil-trails of the Halla mountain in the form of non-continuous and independent colonies. Rooting characteristics of *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch were investigated in response to growth periods in vinyl moist chambers and green houses of breeding facilities; in results, the rooting rate was found to be highest (77.8%) for the stems grown in the green house followed by stems in the vinyl moist chamber (56.6%), surface runners in the green house (43.3%), surface runners in the vinyl moist chamber (35.6%), leaves in the vinyl moist chamber (21.1%), and leaves in the green house (17.8%), respectively. We further studied effects of growing containers on the rooting rate of *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch when cuttage; as results, the rooting rate was highest in the cuttage boxes (96.7%), followed by 90 mm ports (93.3%), and 32 cell plug trays (81.7%), respectively. When it comes to the pretreatments in order to remove rooting inhibitors, limewater was shown to be most effective (97%) yet was not statistically significant compared to others. In the shading experiment, in an attempt to find their effects on growth properties of *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch when seedling, the group with 75% of shading represented approximately 50% or more increase in growth of aerial part

compared to those with 50% of shading. For raising of seedling of *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch, effects of amount of applied fertilizer on growth changes were studied; the rate for taking roots was highest in the group with no treatment (70.0%) followed by the osmocote (66.7%), nitrogen 1kg (63.3%), nitrogen 5kg (53.3%), nitrogen 10kg (46.7%), nitrogen 20kg (23.3%), respectively. When it comes to the length of aerial part, the group treated with nitrogen 1 kg had the highest (61.4 mm) whilst the length of subterranean part was longest in the group treated with osmocote (127.2 mm). In addition, the group with osmocote had the highest numbers of roots and biomass as 5.6 roots and 2.3 g per each, respectively.

Taken altogether, for breeding of *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch, stems and cuttage plates should be utilized for cutting slips and cuttage, respectively. In addition, in order to provide more stable seeding environment, it is considered that slow release fertilizers such as osmocote might be more effective than fast acting fertilizers for *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch.

I. 서 론

제주도는 한반도에서 최남단에 위치해 있으며 사면이 바다로 둘러싸인 화산섬으로 368개의 크고 작은 오름과 한라산 등 특수한 산악지형으로 구성되어있다. 그리고 다양한 기상현상을 지니고 있으며 외부와 단절이 되어있는 섬이라는 지역적 특색으로 인하여 독특한 식물상을 가지고 있는 곳이다(제주지방 기상청, 2010).

한라산에 분포하는 고산식물(高山植物)의 종 수는 박(1942)은 79종, 이(2000)는 180종, 김(2005)은 123종(목본 18종, 초본 105종)으로 학자마다 견해 차이를 보이고 있다. 이처럼 한라산은 다양한 식물들을 보유하고 있으며 식물의 수직분포대가 뚜렷이 나타나는 특징이 있는 지역이다. 특히 한라산의 해발고도가 높으면 높을수록 희귀 식물이 많이 분포하고 있어 기후변화로 인해 많은 피해가 예상이 되고 있는 요즈음 종다양성과 생태적인 측면에서 중요한 가치를 지닌 지역이다(이 등, 1957; 공, 1998).

한라구절초(*Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch.)는 한라산 해발 1,300m이상 고산초원의 나지나 암벽 틈에 한정분포를 보이고 흰색 또는 드물게 분홍색 꽃이 9월 중순부터 10월 중순까지 피는 국화과 식물이며(박, 2004), 햇볕이 잘 들고 건조한 토양에 주로 자라는 내건성 고산식물이다(환경부, 1997). 특히 한라구절초는 줄기높이가 20cm내외로 작고 포복경으로 뻗으며 번식하고 꽃과 잎의 관상가치가 높은 다년생 숙근초(김, 2002)이기 때문에 조경식물로서 이용가치가 높을 것으로 판단이 된다.

이러한 고산식물은 낮은 온도, 강한 광선과 바람, 건조한 토양, 서리 등 자생지의 환경 변화가 다양하여 미세한 기후차이에도 다양한 생태계가 모자이크 군락 형식으로 만들어지는 특성을 지니고 있다(Korner, 1995). 이로 인해 고산식물은 그 분포 범위가 매우 제한적이며 이동할 수 있는 범위가 협소하기 때문에 기후변화 등의 환경 변화가 그 분포에 중요한 요인으로 작용하며 멸종을 야기 할 수도 있다(공, 1998). 우리나라는 2005년도에 자연환경보전법에서 야생동식물보호법으로 개정되면서 멸종위기 야생식물 I 급 8종류, II 급 56종류에 지정되었다(환경부, 2005).

최근 한라산 고산지역에 분포하는 식물은 제주조릿대 군락이나 참억새 군락의 발달,

소나무림의 확장 등 자연적인 요인과 기후·환경변화에 따른 고산식물의 생육환경이 점차 불량해지고 등산객의 답압 또는 많은 강우로 인하여 자생지의 분포가 급감함에 따라 소중한 유전자원이 희귀·멸종위기에 처하고 있는 실정이다(고, 1999).

따라서 한라산 고산식물의 유전자원 보존 및 관리, 그리고 자원화를 위하여 식물의 분포, 생태생리학적 특성, 환경적응성 등을 탐구하기 위한 선행연구가 필요한 실정이다. 또한 한라산의 고산식물은 대부분 희소성이 있는 자생식물로써 산업적 가치는 매우 높을 것으로 판단이 되나 시료의 희소성, 안정적 공급 등의 문제로 산업화에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 고산식물의 종 보존을 위한 자료 구축과 유전자원 확보, 자생지 복원, 산업화의 문제점을 해결하기 위한 대량생산 체계 구축, 고산식물을 이용한 새로운 소재 발굴 연구, 연중 고품질 상품의 안정적 생산 방법 도출 등이 필요하다고 생각된다.

따라서 본 연구는 고산식물인 한라구절초를 대상으로 현지 내·외 종 보존 자료 및 유전자원 확보 등의 기초자료 제공과 시설양묘 개념을 도입한 대량 증식법 개발로 삼목의 발근특성 규명, 한라구절초의 초기 생육속도 및 활력을 높이기 위한 육묘 환경을 규명하고자 실시하였다.



II. 연구사

전 세계적으로 문제가 되고 있는 기온상승 및 이상기상 발생으로 인하여 생태계가 파괴되고 생물자원의 고갈이 극심해져서 여러 동·식물들이 멸종위기에 처해있다. 이러한 기온상승은 최근 50년 동안 약 0.13℃/10년 정도 상승하였고, 이러한 상승세는 지난 100년(1906~2005년)간의 기온상승 추세보다 약 2배 더 빠르게 나타나고 있다(IPCC, 2007). 앞으로 이처럼 기온상승이 지속된다면 지구상의 모든 식물의 생태계에 큰 영향력을 미칠 것으로 판단되고 있다.

지난 100년 동안 우리나라의 평균기온은 1.5℃정도 상승하였으며, 겨울최저 기온이 크게 상승하였다(백 등, 1994; 김 등, 2000). 우리나라에서는 기온을 지수화한 적산온도, 한계온도, 유효온도, 온량지수, 한랭지수 등을 사용하여 식물의 생육과 생태계에 미치는 영향을 연구하고 있다(허 등, 2006; 이 등, 2003; 공, 2001; 과학기술처 1995).

식물의 성장에 있어서 기온은 매우 중요한 요소이다(Romberger, 1993; Samish, 1954; Vegis, 1964). 이러한 기온의 상승은 바다에 의해 격리되어 한라산 정상 일대에 고립하여 분포하는 고산식물의 멸종을 가져 올 수 있다(공, 1999). 최근 제주특별자치도, 2012년 기후변화 적응대책 세부시행계획에서는 30년 후 해발 600m이상 산간지역 평균기온이 11.9℃로 현재보다 1.1~4.8℃ 상승이 전망되어 한라산의 고산식물들이 기후변화에 의해서 위기를 맞이할 것으로 예상되고 있다(김, 1993).

고산지대는 평지에 비해 연평균 온도가 낮고, 높은 일교차를 가지며 반사열과 일조량, 자외선이 강하다. 또한 평지보다 바람이 강하며 토양은 강수량이 적어 건조하나 높은 기온차로 공중습도가 높다(이, 2006). 그리고 혹독한 추위로 인하여 키 작은 고산성 관목이나 초지가 발달하여 대부분의 고산식물들은 전광조건에서 자생하고 있다. 이러한 생태적인 특성을 가지는 고산식물은 대부분 양지성이며 내건성이 강한 식물이다(원, 2011).

고산식물의 번식방법에는 삼목번식과 종자의 실생묘 번식으로 크게 나누어진

다(송, 2014). 삼목 번식에 관한 연구는 1935년 押田에 의해 숙지삼목법이 연구되면서 우수한 형질의 묘목생산이 가능하게 되었으며, 특히 auxin 계열 물질인 IBA와 NAA 처리 및 황화 처리 시 발근을 증진 효과가 있음이 여러 연구결과에서 밝혀졌다. Thimann과 Deliste(1939)는 참나무류를 포함한 목본식물에서 옥신 농도별, 상토별, 삼수채취 부위 및 모수령별 등의 효과를 분석한 결과 모수령이 삼목발근에 가장 중요한 인자임을 보고하였다. 그리고 Kormanik과 Brown(1974)은 삼수채취 시기와 삼목상 온도의 중요성을 보고하였고, Morgan 등(1980)은 동일수종내에서 발근이 어려운 개체라도 적정 옥신 처리와 삼수채취 시기 조절로 발근율을 높일 수 있음을 보고하였다. 그리고 최근 삼목번식방법연구 결과에서 발근에 중요한 영향을 미치는 요인은 생육조건(De Ruiter, 1993; Druege et al., 2000; Kandner and Zerche, 1997; Zerche et al., 1999), 발근제의 처리조건(Shin & Lee, 1979), 광과 삼목용토 및 관수와 같은 삼목환경 조건(Buwalda and Kim, 1994; Oh et al, 1998; Sang et al., 1999, Woo et al., 2000), 삼수조건(De Almeida and Pivetta, 2003; De Ruiter, 1996) 등이 있다고 보고하였다.

그리고 실생묘번식에 있어서는 종자가 환경조건이 가장 알맞은 시기에 발아하기 위해 생리적인 기구로서 휴면이 존재한다고 보고가 되고 있어(Yanes and Segovia, 1993), 척박한 한라산 고산식물들은 휴면이 존재 할 것으로 여겨진다(송, 2014). 구상나무는 포지의 양묘 시 다량 고사되는 사례가 많고 생장이 매우 저조하여 효율적인 신품종 개량에 어려움이 있다고 보고가 되었고(김, 1993; 김, 1994; 김 등, 1991; 1997), 안 등(2000)에 의하면 자생민들레류의 경우에는 5℃에서 저온처리를 하여 휴면을 타파시킴으로써 발아율이 향상되었다는 보고가 있다.

식물을 인위적인 생육환경을 조절하여 생산하기 위해서는 생산체계 수립과 생육환경 제어가 가장 중요하게 작용한다(Edwards and Huber:1982). 생육환경 요소 중에서 광과 양분은 식물의 생리대사 활동에 커다란 영향을 끼치는 요소이다(Kimmins, 1997; Kozlowski and Pallardy, 1997; Kramer and Kozlowski, 1979). 그 중에서 광은 광합성과 증산 및 호흡작용과 같은 대사작용에 많은 영향을 미치면서 생장에 영향을 주고 있다(김, 2014). 이뿐만 아니라 영양분 또한 중요한 요소중의 하나로써 적정시비량은 식물의 생장에 직접적인 영향을 미친다(Kimmins, 1997). 어린 묘목의 생장에 필수적인 요소로서 양분이 부족하면 생장

감소로 이어지게 된다(이, 1993; 진 등, 2002; Tinus and McDonald, 1979). 따라서 식물생산 현장에서 시비처리 후 묘목의 성장특성연구가 다양하게 수행되어 왔다(박 등, 2010; 변 등, 2007; 신 등, 1999; Binkley, 1986; Etter, 1971).

현재 한라산 고산식물의 연구는 일부 종에 대해 진행 중에 있으나, 한라산이 문화재 지역으로 채집 및 반출을 함에 있어 허가를 받아야 하는 규정으로 인하여 시료확보에 어려움이 있어서 다양한 기초자료를 위한 연구가 힘들다(송, 2014). 그래서 현재 기후변화를 맞이하여 멸종위기에 처한 고산식물의 증식과 자생지복원, 그리고 대량생산을 통한 산업화를 위해 연구가 절실하게 요구되고 있다.

본 연구는 이러한 문제해결을 위하여 희귀 및 멸종위기 고산식물인 한라구절초를 이용하여 자생지의 특성을 분석하고 삼목증식 및 육묘환경에 대한 실험을 통해 해당식물의 증식과 복원, 산업화를 위한 기초자료로 제공하고자 연구를 수행하였다.



Ⅲ. 재료 및 방법

1. 자생지의 환경조사

자생지 조사는 2012년 9월 12일 영실지역에 분포하는 한라구절초를 대상으로 조사가 진행 되었으며, 방형구 설치의 주변 균락에 교란을 받지 않고, 조사대상 식물이 가장 대표적으로 분포하는 지점을 찾아 조사구를 설치하였다. 2개체 이하로 고립된 단일개체 생육지점에 대해서는 조사구의 중심에 개체가 위치하도록 조사구를 설치하였다. 조사항목은 자생지 특성, 개체군 구조 및 생태, 위협요인조사를 실시하였다. 기후인자의 분석은 한라산연구소에서 설치한 한라산 정상 AWS 데이터와 해발고도별(100m)로 성판악 코스와 영실코스, 어리목코스에 설치된 HOBO 데이터를 사용하였으며 측정항목은 대기 중 온도와 습도를 측정하였다. 데이터 분석은 2012년 3~10월까지의 데이터에 월별 온습도 평균값을 산출하였고, 한라산연구소 고랭지시험포(해발700m)에 설치된 AWS데이터를 추가하여 분석하였다.

2. 공시시료 준비

본 실험의 공시재료는 2011년 한라산 영실 일대(1,600m)에서 채취하여 증식·보관된 한라구절초를 대상으로 2012년 4월에 한라산연구소 고랭지시험포에서 채취하여 제주대학교 자원식물학실험실 관리 온실에서 본 실험을 실시하였다. 채취한 한라구절초는 포복경, 줄기, 엽을 이용하여 삼수를 제조하고 사용하였다.

3. 시약준비

삼수 자체에 함유되어 있는 발근을 억제하는 물질에 대해서 많은 연구가 발표된 바 있으나, 이 물질의 종류나 작용기작은 아직도 추정하기 어렵다. 따라서 한라구절초 삼수 자체에 함유되어 있는 발근을 억제하는 물질을 제거하기 위해 질산은(AgNO_3 , 500ppm), 석회수($\text{Ca}(\text{OH})_2$, 1,000ppm), 과망간산칼륨(KMnO_4 , 1000ppm)을 사용하였으며, 대조구로는 증류수를 사용하였다. 삼수처리는 제조된 전처리제에 24시간동안 삼수 기부를 침지 후 증류수로 세척하여 사용하였다. 발근처리제는 대조구에 루톤(동부하이텍, 1-naphthylacefamide 0.4%)을 처리하여 삼목하였다.

4. 배양상 준비



배양용기에 따른 발근특성 및 생육특성을 알아보기 위해 한라구절초의 생육시기 별 발근특성 실험에는 삼목상자를 사용하였고, 전처리제 별 발근특성실험에는 삼목상자, 90mm 포트, 32공 플러그트레이를 사용하였다. 그리고 성장실험에는 삼목상자를 이용하여 실험을 실시하였다. 이때 모든 실험에 사용한 배양토는 피트모스, 버미큘라이트, 펄라이트를 1:1:1의 비율로 혼합한 용토를 사용하였다.

5. 삼수제조 및 삼목실 환경

삼수는 5cm전후의 길이로 하여 제조하고 삼수기부의 마디 절단면은 45° 가 되도록 잘랐으며 삼수의 잎은 증산량을 억제하기 위해 반을 남기고 제조하였다. 삼목실은 일반적인 농가에서 주로 사용하는 비닐하우스(폭7m × 길이50m × 높이

3m)와 일정한 상대습도를 유지시키기 위하여 비닐로 삼목상을 완전히 밀폐하여 밀폐삼목상을 제작하여 실험하였다. 삼목실내는 50%차광막을 사용하여 실내온도를 약 26~30℃로 유지하였다.

6. 안라구절초 삽수 생육시기별 발근 특성 실험

한라구절초의 삽수 생육시기별 발근특성실험은 삼목상자에 한라구절초의 엽, 포복경, 줄기를 각각 30개체씩 완전임의배치 3반복으로 나누어 온실하우스내와 밀폐상내에 실험구를 배치하여 실험하였으며 데이터 수확은 삼목 40일 후 발근율(Rooting percentage, %), 활착율(Survival percentage, %), 뿌리수(Root number, ea), 뿌리길이(Root length, mm), 상부길이(Shoot length, mm), 생체량(Fresh weight, mg)을 측정하였다.



Table 1. Treatments of rooting characteristic experiment according to growth stage

Contents	Unsexual · Cutting propagation
Physical factors	Greenhouse, Vinyl-Moist Chamber
Samples	Leaf, Surface Runner, Stem
Culture medium composition	Peat Moss, Perlite, Vermiculite(1:1:1)
Culturing pot	Cultivation box
The number of experimental groups	3 Repeat × 3 Treatments × 2 Physical factors × 1 Culturing pot= 18 Treatments
Treatment period	May ~ June, 2012 Year



Fig. 1. Samples of rooting characteristic experiment according to growth stage.
A, Surface Runner; B, Stem; C, Leaf

7. 전처리제 및 식물생장조절제 처리에 의한 발근특성 실험

전처리제 및 식물생장조절제 처리에 의한 발근특성 실험은 한라구절초의 줄기 부위의 삽수를 가지고 전처리제인 질산은(AgNO_3 , 500ppm), 석회수($\text{Ca}(\text{OH})_2$, 1,000ppm), 과망간산칼륨(KMnO_4 , 1,000ppm), 증류수(H_2O)에 24시 침지 후 물로 세척하여 사용하였고, 식물생장조절제처리는 루톤(1-naphthylacetamide 0.4%)을 삽목부위에 처리하여 삽목상자, 90mm 포트, 32공 플러그트레이에 각 처리별로 삽수 20개체씩 완전임의배치 3반복으로 나누어 처리하여 발근 여부를 확인하였다. 데이터 수확은 삽목 90일 후 발근율(Rooting percentage, %), 뿌리수(Root number, ea), 뿌리길이(Root length, mm), 상부길이(Shoot length, mm), 근원경(Root collar diameter, mm), 포복경 수(Runner number, ea), 생체량(Fresh weight, mg)을 측정하였다.

Table 2. Treatments of rooting characteristic experiment according to pretreatment and growth regulator

Contents	Unsexual · Cutting propagation
Physical factors	Greenhouse
Pretreatments	Ca(OH) ₂ , AgNO ₃ , KMnO ₄ , H ₂ O
Growth regulators	Control, Rootone
Culture medium composition	Peat Moss, perlite, vermiculite1:1:1
Culturing pot	Cultivation box, 90mm pot, 32 Hole plug tray
Treatment period	June ~ September, 2012year

8. 삽목 및 육묘환경 조사



삽목 및 실생묘 증식환경을 조사하기 위해 온실 및 밀폐상 내에 온습도계 (EL-USB-2, Lascar)를 설치하여 2012년 4월 10일까지 5분 간격으로 온도와 습도를 측정하였고, 월별 시간대별로 평균을 산출하여 그래프로 나타내었다.

9. 육묘환경 개선 연구

고산식물의 일반적인 특징은 저지대의 식물에 비해 생육이 느리다고 알려져 있다. 따라서 발근 후 가장 적합한 육묘환경을 알아보기 위해 피음, 비료의 차이를 두어 생육변화를 조사하였다. 공시시료는 실생묘증식과 삽목증식을 통해 생산된 시료를 대상으로 진행하였다. 피음처리는 무처리(50%차광)와 75%차광을 하여 한라구절초의 줄기 삽수를 삽목상자와 90mm 포트, 32공 플러그트레이에서 10개

체씩 3반복으로 처리하여 실험하였다. 한라구절초의 생장실험은 한라구절초의 줄기 삽수를 가지고 삼목상자에서 10개체씩 3반복으로 처리하였고 시비처리는 질소 순 성분으로 1, 5, 10, 20kg/10a 수준으로 엽면시비하여 처리하였으며, 오스모코트(12+11+17+2MgO, Scotts)는 3.75kg/10a의 수준으로 관주하여 실험하였다. 질소시비는 0.2%농도로 엽면시비 하였고 20일 간격으로 2회 살포하여 처리하였으며, 오스모코트는 1회 관주하여 처리하였고 Table 3과 같이 실험을 실시하였다. 데이터 수확은 50일 후 활착율(Survival percentage, %), 뿌리수(Root number, ea), 뿌리길이(Root length, mm), 상부길이(Shoot lenfth, mm), 지상부생체량(Shoot Fresh weight, mg), 지하부생체량(Root Fresh weight, mg), 꽃수(Flower number, ea)를 측정하였다.

Table 3. Treatments of growth characteristic experiment according to shading

Contents	Treatment
Physical factors	Control(shading 50%), Shading 75%
Treatments	Control, N(1, 5, 10, 20kg/10a), Osmocote 3.75kg/10a
Culture medium composition	Peat Moss, perlite, vermiculite(1:1:1)
Culturing pot	Cultivation box
Treatment period	September~October, 2012year

10. 통계처리

통계분석은 SPSS프로그램 Package(SPSS In., Release 12.0, 2004)로 발근·생장 특성에 대한 각 처리효과의 유의성 검정을 위해 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

IV. 결과

1. 자생지의 환경조사

한라구절초는 한라산국립공원에서 주로 분포하고 위치는 백록담 정상에 암석지나 영실 등반로 계곡사면에 분포한다. 따라서 본 조사지역은 영실코스 해발 1,450m고지에 위치해 있고 털진달래, 산철쭉 등 관목이 분포하는 노출된 바위틈에 분포하였으며 개체군의 분포형태는 불연속적이고 독립적으로 분포를 한다. 자생지의 경사도는 약 50°, 부엽층 30mm, 유기물함량은 4%, 토양은 점토로 조사되었고 밀도는 최고 5개/m², 최저 1개/m²로 조사되었다. 방형구내 출현종은 제주조릿대, 은분취, 남산제비꽃, 제주달구지풀, 돌양지꽃, 털새 등이 분포하였다. 위협요인으로는 한라산 해발 1,300m이상 지역에서 자라며, 나지나 암벽 틈에 한정 분포하여 자연 천이에 의한 도태와 희소성으로 인한 불법 채취라고 판단된다.



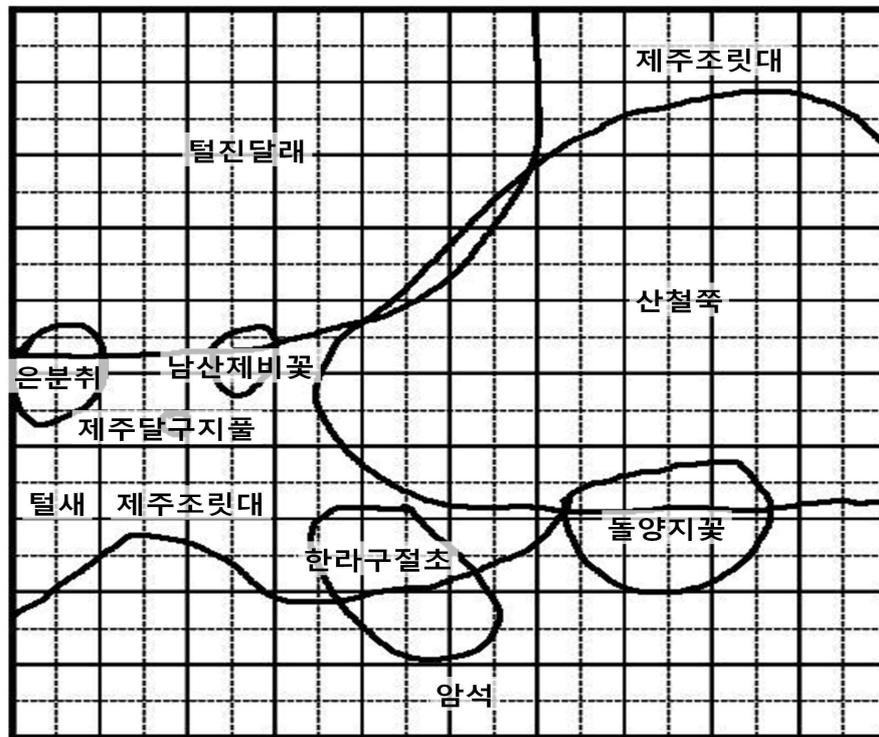


Fig. 2. Flora around surveyed *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. in Hallasan National Park. The size of one block is 5cm.

한라산의 기후요인을 측정하기 위하여 조사지역을 한라산 정상, 영실, 어리목, 1100습지 및 고랭지시험포로 구분하여 온·습도 변화를 Table 4에 나타내었다. 온·습도는 2012년 3월에서 10월까지의 자료이며 데이터로거(제품명 : HOBO[®] Pro v2)를 사용하였다. 어리목은 2012년 3월과 4월에, 고랭지시험포는 7월과 8월에 장비의 이상으로 결측값이 많아 데이터를 제외시켰다.

Table 4. Average temperature(°C) and humidity(%) of five researched areas in 2012

Month	Mountain top		Yeongsil		Eorimok		1100 wetland		Experimental field	
	Tem.	Humi	Temp	Humi	Temp	Humi	Temp	Humi	Temp	Humi
March	-5.6	69.3	-1.0	66.7	ND	ND	2.0	70.7	1.7	69.1
April	2.3	61.3	6.2	61.3	ND	ND	8.4	62.2	7.3	76.5
May	8.4	59.5	12.5	72.6	12.9	73.7	13.2	64.9	13.6	58.6
June	13.1	87.0	16.0	98.8	16.6	89.1	18.1	89.4	16.7	62.0
July	15.9	96.5	19.0	94.6	19.5	96.8	21.7	91.2	ND	ND
August	15.8	96.5	18.9	93.3	15.7	96.1	21.7	93.8	ND	ND
September	12.2	83.0	16.3	76.4	9.7	87.5	16.7	83.3	16.0	82.4
October	5.9	78.1	10.6	60.5	7.9	75.4	8.8	70.2	10.3	77.9
Mean	8.50	78.90	12.31	78.03	13.72	86.43	13.82	78.21	10.93	71.08

¹⁾ND: Not detected

결측값을 제외해서 평균값을 비교하면 각 지역별로 오차의 원인이 되기 때문에 어리목과 고랭지시험포의 데이터를 제외하여 비교분석하였다. 2012년 3월에서 10월까지의 평균 기온은 한라산 정상(1910m)은 8.5°C, 영실(1500m)은 12.3°C 및 1100습지(1100m)는 13.8°C로 조사되었다. 한라산 정상은 7월과 8월에 기온이 각각 15.9°C, 15.8°C로 가장 높았으며, 영실 및 1100습지도 7월과 8월에 각각 19°C, 18.9°C, 21.7°C, 21.7°C를 보여 한라산정상과 비슷한 경향을 나타냈다. 2012년 3월에서 10월까지의 평균 습도는 한라산 정상은 78.9%, 영실은 78.0% 및 1100습지

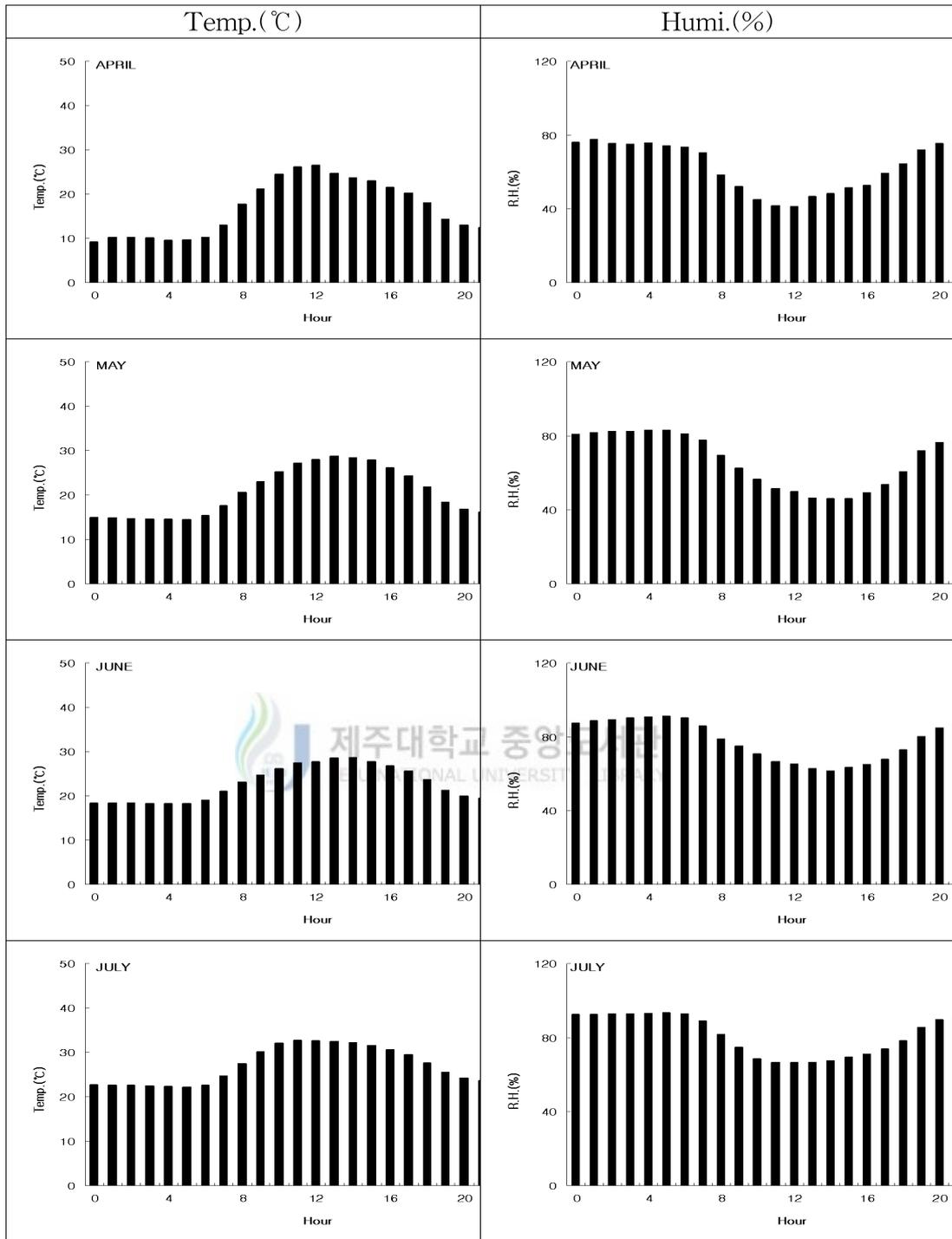
는 78.2%로 조사가 되었다. 한라산 정상은 7월과 8월에 습도가 96.5%로 가장 높았으며, 영실은 6월과 7월에 각각 98.8%, 94.6%, 1100습지는 8월과 7월에 93.8%, 91.2%로 조사가 되었다(Table 4).

2. 삽목 및 육묘환경

온실의 온습도의 변화를 알아보기 위해 2012년 4월부터 10월까지 온습도계(EL-USB-2, Lascar)를 이용하여 5분 간격으로 온·습도를 측정된 결과 월별 온실 내의 평균온도는 4월에 약 16℃로 가장 낮게 나타났고 7~8월이 약 27℃로 가장 높게 나타났다. 일교차는 8월에 10℃로 가장 낮은 차이를 보였고, 10월에 18℃로 가장 높게 분석되었다. 시간대별 온도의 변화는 가장 낮은 온도를 보이는 시간이 4~6시 사이이고 가장 높은 시간은 12~15시 사이이며 월별로 약간의 시간 차이를 보였다(Fig. 3). 온실의 습도 변화는 4~10월까지 평균이 77%로 분석되었고 4월인 경우 평균 64%로 가장 낮게 나타났으며 8월인 경우 88%로 가장 높게 나타났다. 일일 습도의 변화는 평균 34%의 차이를 보였고 10월이 최고 91%, 최저 42%로 52%의 최대 차이를 보였으며 8월인 경우 최대 97%, 최저 75%로 22%의 최소 차이를 보였다(Table 5).

Table 5. Monthly average temperature and humidity in Greenhouse

Factor		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct
Aver (°C)	Temp(°C)	16	20	22	27	27	22	20
	Humi(%)	64	68	79	82	88	81	74
Max (°C)	Temp(°C)	27	29	29	33	33	30	32
	Humi(%)	80	83	91	93	97	92	91
Min (°C)	Temp(°C)	9	15	18	22	23	18	14
	Humi(%)	41	46	62	67	75	62	40
Daily Range (°C)	Temp(°C)	18	14	11	11	10	12	18
	Humi(%)	39	37	29	26	22	30	51



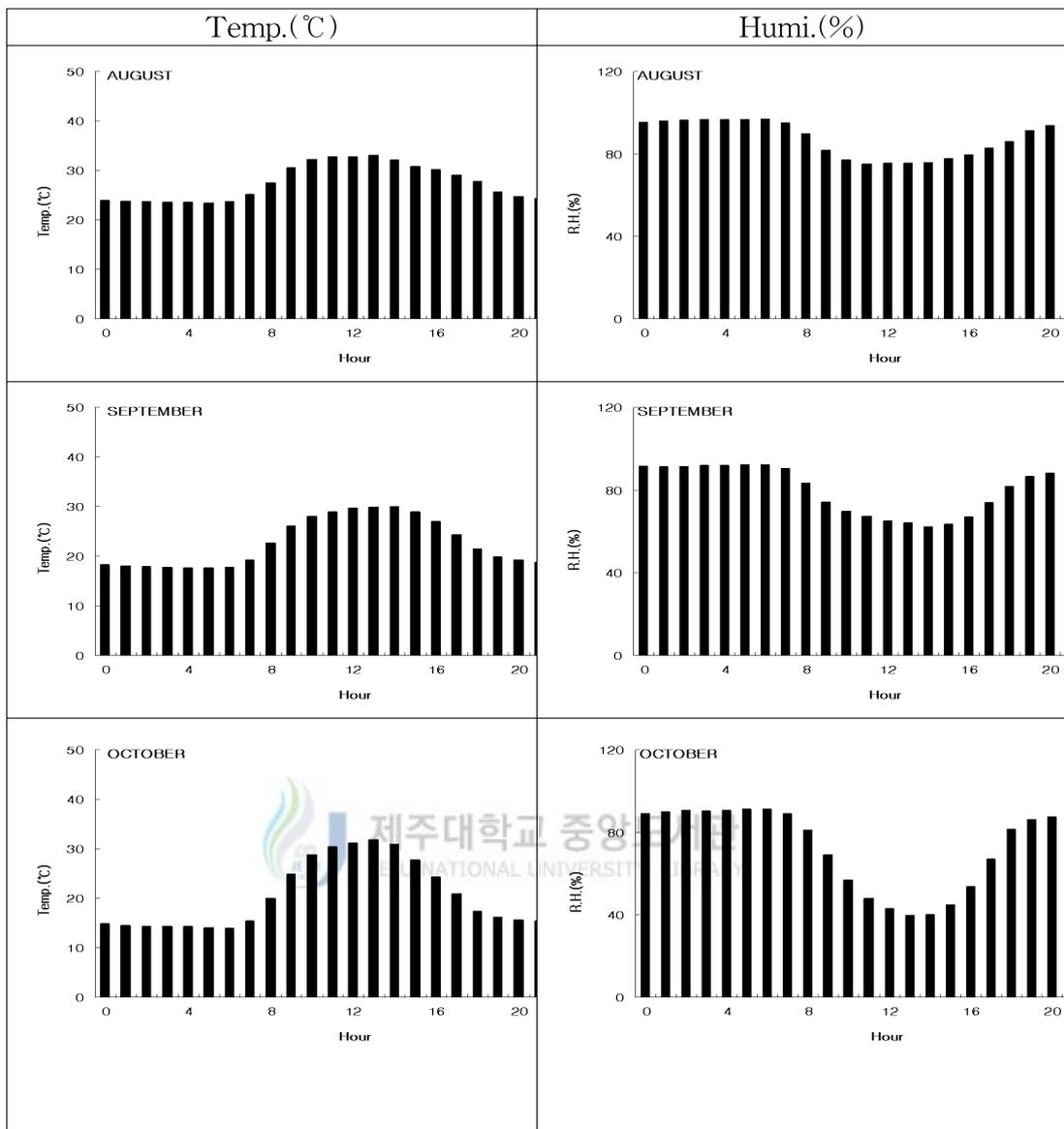


Fig. 3. Hourly average temperature and humidity in Greenhouse of 2012.

3. 한라구절초의 발근특성

한라구절초를 포복경, 줄기, 엽으로 나누어 증식시설내의 온실과 밀폐상에서의 발근특성을 조사하였다. 그 결과는 Table 6, Fig. 4와 Fig. 5에서 보는 바와 같이 발근율은 증식시설내의 온실에서 자란 줄기 부분이 77.8%로 가장 높게 조사가 되었고 밀폐상내 줄기56.6%, 온실내 포복경43.3%, 밀폐상내 동아35.57%, 밀폐상내 엽21.1%, 온실내 엽17.8%순으로 조사가 되었다. 또한 생존율 79.9%, 지상부길이 70.1mm, 지하부길이 97.8mm, 뿌리수 10.3개, 생체량 1.0mg으로 증식시설내의 온실에서 자란 줄기부분이 가장 높게 조사가 되었다.

Table 6. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to growth stage

F ¹⁾	RF	Survival percentage (%)	Rooting percentage (%)	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Root number (ea)	Fresh weight (mg)
SR	V	35.57±4.83 ^b	35.57±4.83 ^b	54.91±3.03 ^b	37.94±2.88 ^b	9.03±0.83 ^a	0.15±0.01 ^b
	G	43.33±5.07 ^b	43.33±5.07 ^b	54.03±2.05 ^b	49.08±3.58 ^b	10.67±0.63 ^a	0.23±0.02 ^b
S	V	60.00±6.93 ^a	56.63±6.67 ^a	69.39±2.99 ^a	53.11±4.21 ^b	6.81±0.64 ^{ab}	0.72±0.04 ^a
	G	79.97±3.33 ^a	77.77±2.94 ^a	70.07±1.98 ^a	97.83±5.13 ^a	10.25±0.69 ^a	0.99±0.05 ^a
L	V	22.23±7.77 ^b	21.13±7.28 ^{bc}	61.55±2.27 ^{ab}	58.1±6.58 ^b	6.6±0.75 ^b	0.26±0.02 ^b
	G	18.90±2.20 ^c	17.80±1.10 ^c	59.88±2.33 ^b	61.82±8.72 ^b	7.24±1.08 ^b	0.33±0.04 ^b

The different letter mean signification by Duncan's range test ($P \leq 0.05$)

¹⁾F: Factor, RF: Rooting frame, SR: Surface runner, S: Stem, L: Leaf, G: Greenhouse
V: Vinyl-Moist Chamber

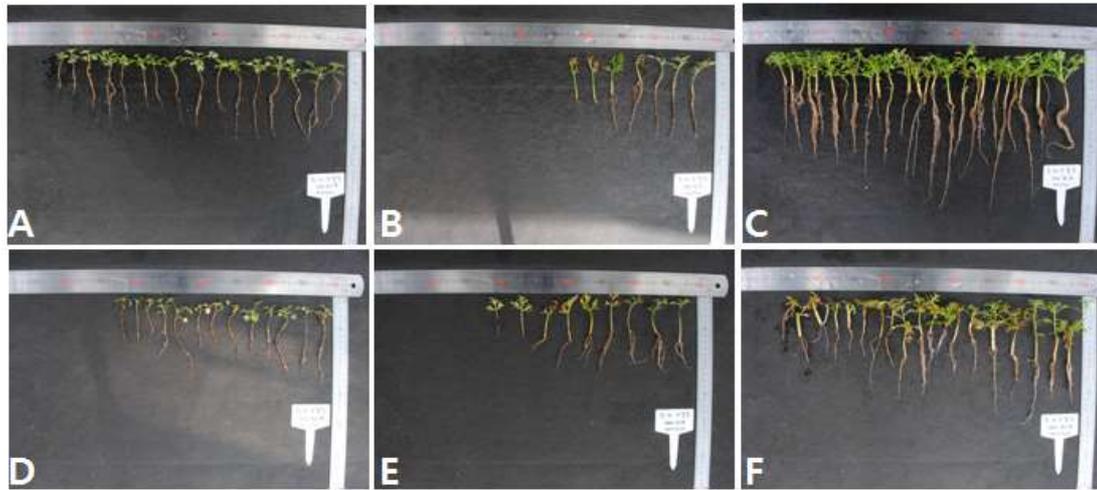


Fig. 4. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to growth stage. A, Greenhouse-Surface runner; B, Greenhouse-Leaf; C, Greenhouse-Stem; D, Vinyl-moist chamber-Surface runner; E, Vinyl-moist chamber-Leaf; F, Vinyl-moist chamber-Stem

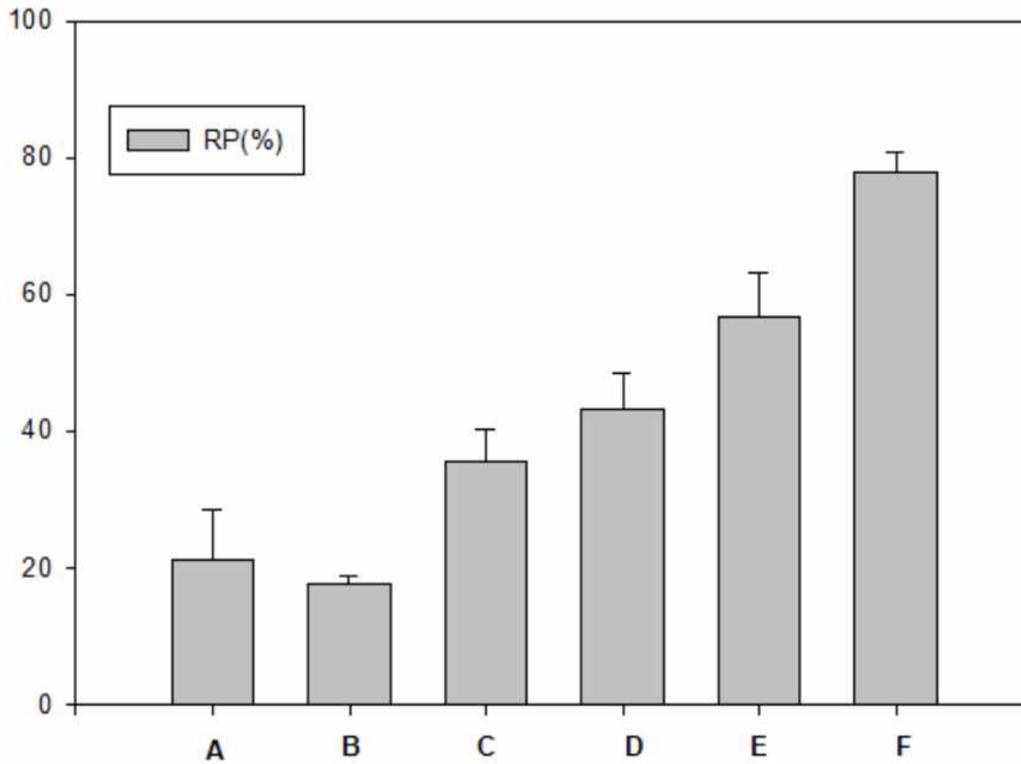


Fig. 5. Comparison of *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to growth stage. RP, Rooting Percentage; A, Vinyl-moist chamber-Leaf; B, Greenhouse-Leaf; C, Vinyl-moist chamber-Surface runner; D, Greenhouse-Surface runner; E, Vinyl-moist chamber-Stem; F, Greenhouse-Stem

온실에서 한라구절초의 줄기를 대상으로 배양용기, 식물생장물질의 종류, 전처리제 등에 따른 발근 및 지상부의 생육특성을 조사하였다. 배양용기에 따른 발근율은 32공 플러그트레이 81.7%, 90 mm 포트 93.3% 삽목상자 96.7% 순으로 증가하였다. 또한 1차 뿌리수 14개, 지하부길이 200.0mm, 지상부길이 51.6mm, 근원경 3.0mm, 생체량 1.8mg로 삽목상자에서 가장 높게 나타났다(Table 7).

Table 7. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to different container type

Container ¹⁾	Rooting percentage (%)	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Root number (ea)	Surface runner number (ea)	Root collar diameter (mm)	Fresh weight (mg)	T-R rate (%)
Box	96.7 ^a (±5.8)	51.6 ^a (±13.9)	200.0 ^a (±49.9)	14.0 ^a (±4.1)	0.5 ^a (±0.1)	3.0 ^a (±1.0)	1.8 ^a (±1.1)	26.9 ^b (±8.5)
Pot	93.3 ^a (±5.8)	50.6 ^a (±16.4)	181.6 ^a (±59.1)	12.7 ^{ab} (±5.1)	0.3 ^b (±0.1)	2.8 ^a (±1.3)	1.5 ^{ab} (±1.1)	27.1 ^b (±7.2)
Tray	81.7 ^b (±17.2)	50.7 ^a (±16.4)	180.7 ^a (±55.0)	13.2 ^a (±3.9)	0.3 ^b (±0.1)	2.9 ^a (±1.0)	1.4 ^b (±0.9)	30.6 ^a (±14.5)

The different letter mean signification by Duncan's range test ($P \leq 0.05$)

¹⁾Box: Cultivation box, Pot: 90mm pot, Tray: 32 hole plug tray

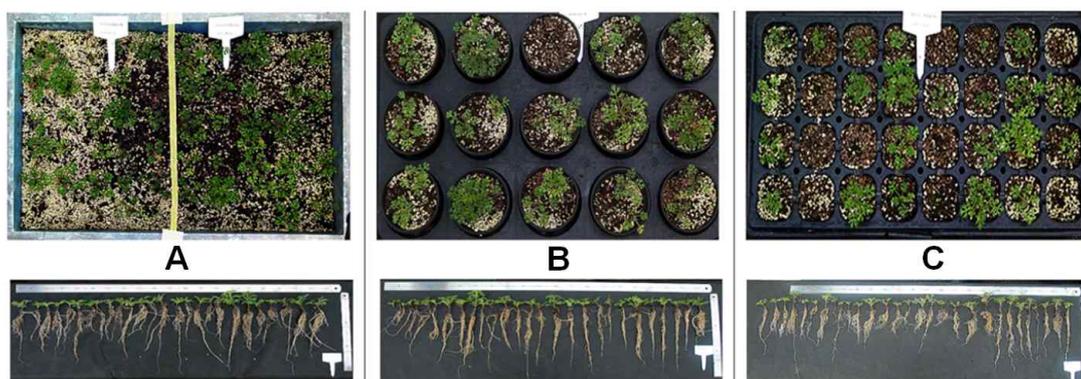


Fig. 6. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to different container type. A, Cultivation box; B, 90mm pot; c, 32 hole plug tray

루톤 처리 시 발근율은 32공 플러그트레이 80.0%, 삽목상자 83.3%, 90 mm 포트 90.0% 순으로 증가하였고 1차 뿌리수 14.6개, 신초길이 43.7mm, 근원경 3.1 mm 로 삽목상자가 가장 높은 것으로 분석되었다(Table 8).

Table 8. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to growth regulator

Container ¹⁾	Rooting percentage (%)	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Root number (ea)	Surface runner number (ea)	Root collar diameter (mm)	Fresh weight (g)	T-R rate (%)
Box	83.3 ^b (±5.8)	43.7 ^a (±12.5)	179.4 ^b (±60.3)	14.6 ^a (±4.8)	0.6 ^a (±0.1)	3.1 ^a (±0.8)	1.4 ^a (±0.9)	26.6 ^b (±11.2)
Pot	90.0 ^a (±0.0)	41.8 ^a (±11.7)	204.5 ^a (±38.2)	12.0 ^a (±4.2)	0.1 ^b (±0.0)	2.4 ^b (±0.6)	1.1 ^b (±0.6)	21.1 ^b (±8.1)
Tray	80.0 ^b (±15.0)	42.4 ^a (±15.3)	157.8 ^b (±57.9)	12.7 ^a (±4.1)	0.1 ^b (±0.0)	2.7 ^{ab} (±0.8)	1.2 ^b (±0.7)	36.0 ^a (±52.2)

The different letter mean signification by Duncan's range test ($P \leq 0.05$)

¹⁾Box: Cultivation box, Pot: 90mm pot, Tray: 32 hole plug tray

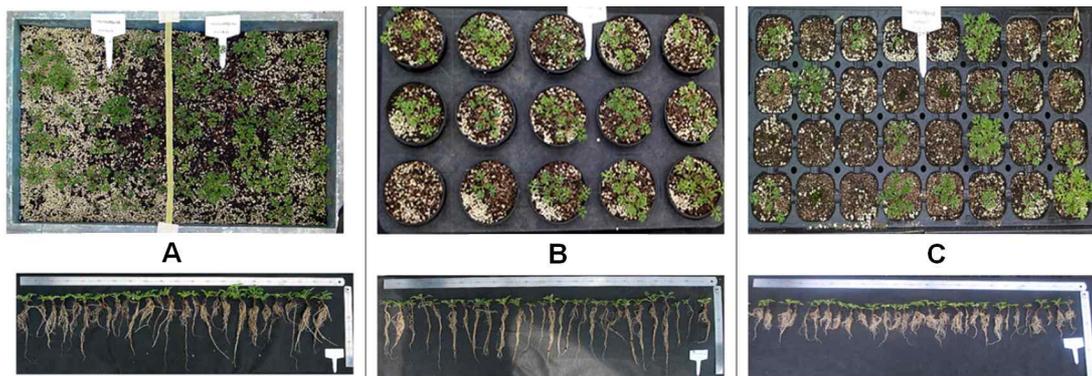


Fig. 7. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to growth regulator. A, Cultivation box; B, 90mm pot; c, 32 hole plug tray

본 실험에서는 한라구절초삽수의 발근억제물질을 제거하기 위해 전처리제인 석회수, 질산은, 과망간산칼륨을 처리한 결과 무처리구에서는 발근율이 삽목상자 96.7%, 90mm 포트 93.3%, 32공플러그트레이 8.7%로 조사가 되었다. 전처리제 처리 시 발근율을 비교하면 삽목상자에서는 석회수와 질산은 100%, 과망간산칼륨 90.0%로 조사되었고 90mm 포트에서도 석회수와 질산은 100%, 과망간산칼륨 93.3%로 나타났다. 반면 32공 플러그트레이에서는 과망간산칼륨 100%, 석회수 90%, 질산은 76.7% 분석되었다(Table 9). 이와 같은 결과에서는 전처리제 처리 시 발근율은 평균값으로 보게 되면 석회수, 질산은, 과망간산칼륨이 무처리구에 비해 전반적으로 높은 것으로 나타나지만 통계처리 결과 유의하지 않은 것으로 조사가 되었다.

Table 9. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting characteristics according to pretreatment

CT ¹⁾	Treatment	RP (%)	SL (mm)	RL (mm)	RN (ea)	SN (ea)	RD (mm)	FW (mg)	T-R rate (%)
Box	Cont	96.7 ^a (±5.8)	51.6 ^a (±13.9)	200.0 ^a (±49.9)	14.0 ^a (±4.1)	0.5 ^a (±0.1)	3.0 ^a (±1.0)	1.8 ^{ab} (±1.1)	26.9 ^b (±8.5)
	Ca(OH) ₂	100.0 ^a (±0.0)	66.9 ^a (±19.5)	215.4 ^a (±56.1)	15.9 ^a (±6.9)	0.6 ^a (±0.2)	3.0 ^a (±0.8)	2.4 ^a (±1.6)	31.9 ^b (±8.1)
	AgNO ₃	100.0 ^a (±0.0)	47.0 ^b (±13.9)	135.6 ^c (±46.4)	10.7 ^b (±5.8)	0.5 ^a (±0.1)	2.8 ^a (±0.7)	1.3 ^b (±1.2)	37.1 ^a (±12.3)
	KMnO ₄	90.0 ^a (±10.0)	62.0 ^a (±19.6)	181.0 ^b (±54.2)	13.1 ^{ab} (±4.9)	0.6 ^a (±0.1)	3.1 ^a (±0.8)	1.9 ^{ab} (±1.0)	35.6 ^a (±10.1)
Pot	Cont	93.3 ^a (±5.8)	50.6 ^a (±16.4)	181.6 ^b (±59.1)	12.7 ^a (±5.1)	0.3 ^a (±0.1)	2.8 ^{ab} (±1.3)	1.5 ^{ab} (±1.1)	27.1 ^a (±7.2)
	Ca(OH) ₂	100.0 ^a (±0.0)	55.5 ^a (±14.7)	218.9 ^a (±54.5)	13.4 ^a (±4.0)	0.4 ^a (±0.1)	2.7 ^{ab} (±0.8)	2.0 ^a (±1.0)	26.6 ^a (±8.3)
	AgNO ₃	100.0 ^a (±0.0)	49.9 ^a (±15.9)	207.7 ^b (±90.9)	8.1 ^b (±4.7)	0.4 ^a (±0.1)	2.3 ^b (±0.7)	1.4 ^b (±1.0)	29.5 ^a (±20.2)
	KMnO ₄	93.3 ^a (±5.8)	56.1 ^a (±15.1)	211.6 ^{ab} (±45.7)	13.3 ^a (±2.9)	0.3 ^a (±0.1)	3.1 ^a (±0.9)	2.0 ^a (±1.0)	28.0 ^a (±11.5)
Tray	Cont	81.7 ^b (±17.2)	50.7 ^a (±16.4)	180.7 ^a (±55.0)	13.2 ^{ab} (±3.9)	0.3 ^a (±0.1)	2.9 ^a (±1.0)	1.4 ^a (±0.9)	30.6 ^a (±14.5)
	Ca(OH) ₂	90.0 ^{ab} (±0.0)	48.8 ^a (±16.7)	183.6 ^a (±52.2)	14.2 ^a (±4.7)	0.1 ^a (±0.0)	3.0 ^a (±1.0)	1.5 ^a (±0.9)	28.6 ^a (±12.4)
	AgNO ₃	76.7 ^b (±5.8)	50.1 ^a (±17.3)	199.2 ^a (±72.7)	12.3 ^b (±4.7)	0.0 ^a (±0.0)	2.4 ^b (±0.7)	1.4 ^a (±0.8)	28.5 ^a (±15.2)
	KMnO ₄	100.0 ^a (±0.0)	44.9 ^a (±10.0)	133.1 ^b (±25.9)	14.2 ^a (±4.1)	0.2 ^a (±0.0)	2.7 ^{ab} (±0.7)	1.4 ^a (±0.6)	34.8 ^a (±9.7)

The different letter mean signification by Duncan's range test ($P \leq 0.05$)

¹⁾Box: Cultivation box, Pot: 90mm pot, Tray: 32 hole plug tray

CT: Container, RP: Rooting percentage, SL: Shoot length, RL: Root length, RN: Root number, SN: Shoot number, RD: Root collar diameter, FW: Fresh weight

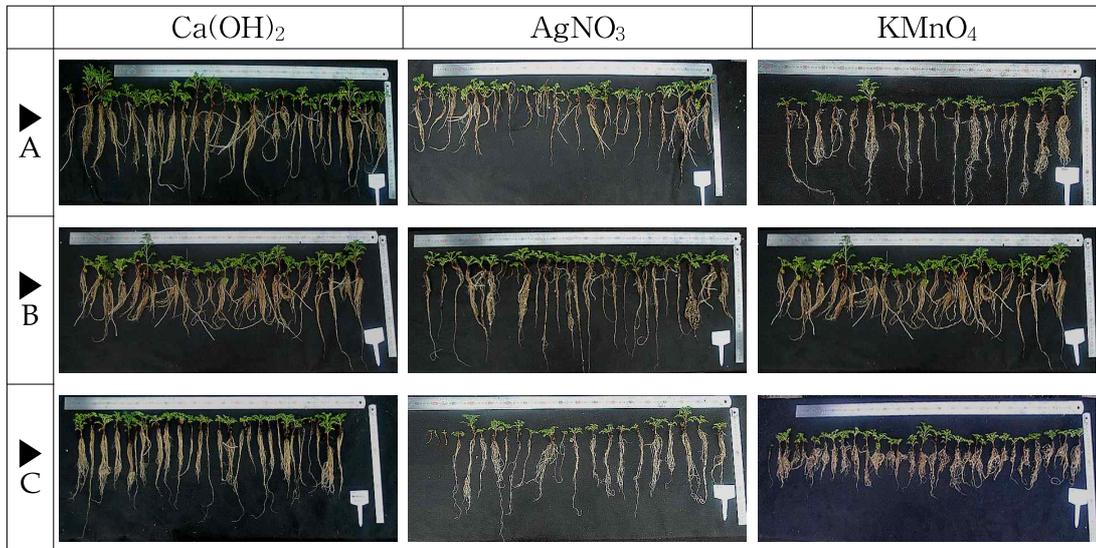


Fig. 8. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. rooting form according to different pretreatment. A, Cultivation box; B, 90mm pot; C, 32 hole plug tray

4. 육묘환경 개선 연구

배양용기에 따른 차광별 실험에서 한라구절초지상부의 길이는 삽목상자가 89.0mm로 가장 높았고 32공 플러그 트레이 62.4mm, 90mm포트 53.80mm 순으로 조사되었고 지하부도 삽목상자에서 245.2mm로 가장 길었으며 90mm포트 226.5mm, 32공 트레이 194.1mm 순으로 조사되었다. 75% 차광에 따른 한라구절초의 지상부 길이를 보면 50% 차광에 비해 약 30%이상 생육이 증가되었고 90mm 포트에서 192.3mm으로 가장 큰 것으로 조사되었다. 반면 지하부는 50%차광에 비해 생장율이 낮은 것으로 산출되었고 그중 90mm 포트에서 194.10mm으로 가장 큰 것으로 조사 되었다(Table 10).

Table 10. *Dendranthema coreanum* (HLev. & Vaniot) Vorosch. growth characteristics according to shading treatment

CT ¹⁾	Shoot				Root			Surface runner (%)	Root collar diameter (mm)	T-R rate (%)
	SP. (%)	length (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	length (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)			
Box	50%	89.00	3.36	0.76	245.20	3.86	0.49	3.3	3.56	1.55
	75%	126.9	1.78	0.79	133.20	2.08	0.26	1.1	2.34	3.04
Pot	50%	53.80	0.64	0.132	226.50	1.05	0.122	0.5	2.35	1.08
	75%	192.30	2.57	0.41	201.40	1.17	0.125	1.4	3.43	3.28
Tray	50%	62.40	1.27	0.39	194.10	2.99	0.33	1.5	2.91	1.18
	75%	114.8	1.14	0.139	138.10	0.57	0.043	0.3	2.43	3.23

¹⁾Box: Cultivation box, Pot: 90mm pot, Tray: 32 hole plug tray

CT: Container, SP: Shading percentage

비료 시비에 따른 생육의 변화는 Table 11에서 보는 바와 같다. 활착율은 무처리구 70.0%, 오스모코트 66.7%, 질소1kg 63.3%, 질소5kg 53.3%, 질소10kg 46.7%, 질소20kg 23.3% 순으로 조사가 되었다. 오스모코트는 무처리구에 비해 활착율이나 지상부의 길이에서는 다소 낮게 나타났지만 지하부의 길이는 약 900%, 뿌리수는 약350%, 생체량은 약 300%로 무처리구에 비해 월등히 높게 나타났다. 지하부 길이의 경우 질소 시비가 증가할수록 길어지는 경향을 보이다가 질소20kg에서 감소되었다. 그리고 무처리구와 질소 1kg처리구에서는 꽃의 생장으로 인하여 지상부의 길이는 증가하였지만 생체량이 줄어드는 결과를 나타냈다.

Table 11. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. growth characteristics according to fertilizer treatment

Treatment	Survival percentage (%)	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Root number (ea)	Fresh weight (mg)	Flower number (ea)
Control	70.00±5.77 ^a	56.38±7.40 ^a	14.48±4.32 ^c	1.67±0.72 ^c	0.84±0.27 ^b	0.73±0.14 ^a
Nitrogen 1kg	63.33±3.33 ^a	61.42±8.97 ^a	12.47±4.15 ^c	1.42±0.37 ^c	0.52±0.08 ^b	0.80±0.16 ^a
Nitrogen 5kg	53.33±13.33 ^a	23.75±6.40 ^b	45.06±15.66 ^{bc}	3.13±1.27 ^{abc}	0.76±0.25 ^b	0.10±0.06 ^b
Nitrogen 10kg	46.67±13.33 ^a	35.21±8.32 ^{ab}	68.29±15.15 ^b	6.36±1.63 ^a	2.14±0.63 ^a	0.10±0.07 ^b
Nitrogen 20kg	23.33±3.33 ^b	19.86±6.24 ^b	8.29±7.29 ^c	2.43±1.43 ^{bc}	0.64±0.40 ^b	0.03±0.03 ^b
Osmocote	66.67±8.82 ^a	42.40±7.48 ^{ab}	127.20±20.34 ^a	5.60±1.51 ^{ab}	2.34±0.58 ^a	0.17±0.07 ^b

The different letter mean signification by Duncan's range test ($P \leq 0.05$)



Fig. 9. *Dendranthema coreanum* (H.Lev. & Vaniot) Vorosch. growth form according to fertilizer treatment. A, Control; B, Nitrogen 1kg; C, Nitrogen 5kg; D, Nitrogen 10kg; E, Nitrogen 20kg; F, Osmocote

V. 고찰

최근 지구온난화로 인하여 급격한 기온상승 및 이상기상 출현으로 한라산 고산식물의 생태계에 큰 영향을 미치고 있으며, 이러한 현상이 계속 진행된다면 고산식물의 멸종을 야기 할 수도 있다(공, 1998). 이러한 고산식물의 대부분은 희소성이 있는 자생식물로써 산업적인 가치가 매우 높을 것으로 판단이 되나 시료의 희소성과 한라산이 문화재 보호지역으로서 채집허가를 받아야 하는 상황에서 시료확보가 용이하지 않아 관련연구가 전무한 상태이다. 본 연구는 고산식물이면서 기후변화와 같은 환경 변화를 맞이하여 멸종위기에 처한 한라구절초의 종보존과 자생지복원, 산업화의 문제점을 해결하기위해서 수행되었다.

자생지의 환경조사 결과 Fig. 2에서 보는바와 같이 한라구절초는 한라산 국립공원에서 주로 분포하고 해발 1,300m 이상 지역에서 자라며 주로 바위틈에서 자생하고, 분포형태는 불연속적이고 독립적으로 분포한다. 그리고 밀도는 최고 5개/m², 최저 1개/m²로 조사되었다. 이는 앞으로 기후변화를 맞이하여 한라구절초가 나지나 암벽틈에 한정분포하기 때문에 자연천이에 의한 도태와 희소성으로 인한 불법채취의 위협요인에 노출되어 있다는 것을 나타낸다. 그리고 한라산의 기후요인을 조사한 결과 Table 4에서 보는바와 같이 2012년 3월에서 10월까지의 평균기온은 한라산 정상(1,910m)은 8.5℃, 영실(1,500m)은 12.3℃ 및 1100습지(1,100m)는 13.8℃로 해발고도가 높아질수록 온도가 내려가는 일반적인 경향과 유사하였다. 2012년 3월에서 10월까지의 평균습도는 한라산 정상은 78.9%, 영실은 78.0% 및 1100습지는 78.2%로 해발고도간에 상관 없이 유사한 경향을 나타내는 것으로 조사가 되었다. 이는 공(1999)의 연구에서도 나타나듯이 한라산에서 고산식물의 수직분포가 습도보다는 온도에 더 민감하게 반응하는 것으로 판단된다.

한라구절초의 삽목 및 육묘환경을 위해 온실의 온·습도 변화를 조사해 본 결과 Table 5에서 보는 바와 같이 4월에서 10월 중 평균온도는 4월에 16℃로 가장 낮게 나타났고 7~8월이 약 27℃로 가장 높게 분석되었다. 4월에서 10월까지 평균온도는 22℃로써 한라산의 평균기온에 비해서 높은 기온을 보이고 있다. 이는 기후변화로 인한 고산식물의 멸

중위기가 단순히 기온이 상승한다고 하여 고산식물의 생육에 직접적인 영향을 미쳐서 멸종의 위기를 맞는 것이라기보다는 기온이 상승하면서 낮은 곳으로부터 다른 식물들이 침입할 경우 고산식물들은 자신에 맞는 새로운 서식처를 찾아 이동해야 하나 한랭한 기후가 보장되는 장소가 매우 좁고 한정되어 있으며 이들의 이동속도가 빠르지 않아 위험할 것으로 판단된다(공, 1998; 1999)는 보고에 명확성을 더해주고 있다. 온실의 습도 변화는 4월에 평균 64%로 가장 낮게 조사가 되었으며 8월인 경우 88%로 가장 높게 조사가 되었다. 일일 습도의 변화는 평균 34%의 차이를 보였고 10월이 최고 91%, 최저 42%로 52%의 최대 차이를 보였으며 8월인 경우 최대 97%, 최저 75%로 22%의 최소 차이를 보였다. 이는 8월인 경우 우기가 많아 대기 중 습도가 높고 변화의 폭이 적으며 10월인 경우 우기가 적어서 변화의 폭이 크게 나타난 것으로 판단이 된다. 4월에서 10월까지의 평균 습도는 77%로 분석이 되어 한라산의 평균습도와 비슷한 경향을 나타냈다. 시간대별 온도와 습도의 상관관계를 보면 $r=-0.978(p<0.01)$ 산출되어 역의 상관관계를 보이고 일일 습도의 변화는 30~38% 차이를 보였다(Fig. 3).

한라구절초의 발근특성을 알아보기 위해 한라구절초를 포복경, 줄기, 엽으로 나누어 증식시설내의 온실과 밀폐상에서의 발근특성을 조사하였다. 일반적으로 삼목에서 관계습도를 포화습도에 가깝게 만들어 주어야 발근을 유도하기 용이하기 때문에 이러한 조건을 갖추는 장소가 밀폐상이며 포화습도에 가깝게 나타났다(농촌진흥청, 1993). 그리고 시설 내 온도가 오르기 시작하는 6~8월부터 평균온도를 계산하면 온실의 습도가 일반적인 온실내 82.5%, 밀폐상은 96.3%로 나타나 밀폐상에서 안정적인 습도관리가 되는 것으로 판단된다(송, 2014)는 보고가 있어 본 실험에서도 밀폐상을 처리하여 한라구절초의 발근특성을 조사하였다. 그 결과는 Table 6, Fig. 4, Fig. 5에서 보는 바와 같이 발근율은 증식시설내의 온실에서 자란 줄기 부분이 77.8%로 가장 높게 조사가 되었고 밀폐상내 줄기 56.6%, 온실내 포복경 43.3%, 밀폐상내 포복경 35.6%, 밀폐상내 엽 21.1%, 온실내 엽 17.8%의 순으로 조사가 되었다. 또한 생존율은 79.9%, 지상부길이 70.1mm, 지하부길이 97.8mm, 뿌리수 10.3개, 생체량 1.0g으로 증식시설내의 온실에서 자란 줄기 부분이 가장 높게 조사가 되었다. 이는 밀폐상이 삼목하기에 유리한 조건이라는 송(2014)의 실험결과와는 차이가 있었다. 환경부(1997)는 한라구절초를 햇볕이 잘 들고 메마르며 척박한 토양에서 잘 자라는 내건성 고산식물이라고 정의하고 있는데 본 실험에서는 밀폐상내에 배양토의 조건이 과습하고, 고온조

건으로 인하여 증식시설내의 온실환경보다 식물생육에 부적당한 조건이 형성되어 전반적으로 온실에서 발근특성이 우수하게 나타난 것으로 판단된다.

온실에서 한라구절초의 줄기를 대상으로 배양용기, 식물생장물질의 종류, 전처리제 등에 따른 발근 및 지상부의 생육특성을 조사한 결과 Table 7에서 보는 바와 같이 배양용기에 따른 발근율은 32공 플러그트레이 81.7%, 90mm포트 93.3%, 삼목상자 96.7%순으로 증가하였다. 또한 뿌리수 14개, 지하부길이 200.0mm, 지상부길이 51.6mm, 근원경 3.0mm, 생체량 1.8mg로 삼목상자에서 가장 높게 나타났다. 한라구절초는 포복경 형태(Runner)의 무성번식이 이루어지는데 삼목상자 0.5개, 32공 플러그트레이와 90mm포트에서 0.3개의 발생율을 보였다. 이는 삼목상자의 배양토 용적비율이 높아 안정적인 수분 공급 및 유지, 지하부의 공간 확보 등이 원활하여 한라구절초의 발근과 지하부의 발달로 전체적인 생육이 좋은 것으로 생각된다(Fig. 6).

김 등(1996)은 큰구절초, 바위구절초, 낙동구절초 등 8종류의 구절초에 대해 삼목한 결과 무처리구보다 루톤처리가 발근율이 높았다. 그러나 본 실험 재료인 한라구절초인 경우는 루톤 처리시 무처리 보다 삼목상자 13.4%, 90mm포트 3.3%, 32공 플러그트레이 1.7%의 발근율이 감소한 것으로 분석되었다(Table 8). 일반적으로 삼목 시 루톤 처리하면 발근율이 높다고 하나 눈향나무 삼목 시에도 무처리구 30.4%, 루톤 처리구 20.4%로 발근율이 낮아지는 현상도 있었다(고 등, 2003; 노 등, 2011; 송 등, 2010; 이 등, 2000). 이는 루톤이 고체상태이고 다른 화합물질들과 혼합되어 있으며 삼목 시 삼수 기부에 루톤 분의체가 생육기간 동안 녹지 않아 생육에 악 영향을 끼친다는 보고가 있어 본 실험에서도 루톤 처리 시 발근율이 낮아진 것으로 생각된다(김, 1996; 이 등, 2009).

식물체 내에는 내생적 발근억제물질을 함유하고 있는데 아브시스산, 계피산(trans-cinnamic acid), 쿠마르산(coumaric acid), 클로로겐산(chlorogenic acid), 카페인산(caffeic acid), 페놀산(phenolic acid) 등이 알려져 있다(고 등, 2003). 본 실험에서는 한라구절초삼수의 발근억제물질을 제거하기 위해 전처리제인 석회수, 질산은, 과망간산칼륨을 처리한 결과 무처리구에서는 발근율이 삼목상자 96.7%, 90mm 포트 93.3%, 32공 플러그트레이 8.7%로 조사가 되었다. 전처리제 처리 시 발근율을 비교하면 삼목상자에서는 석회수와 질산은 100%, 과망간산칼륨 90.0%로 조사되었고 90mm 포트에서도 석회수와 질산은 100%, 과망간산칼륨 93.3%

나타났다. 반면 32공 플러그트레이에서는 과망간산칼륨 100%, 석회수 90%, 질산은 76.7% 분석되었다(Table 9, Fig. 8). 이와 같은 결과에서는 전처리제 처리 시 발근율은 평균값으로 보게 되면 석회수, 질산은, 과망간산칼륨이 무처리구에 비해 전반적으로 높은 것으로 나타나지만 통계처리 결과 유의하지 않은 것으로 조사가 되었다. 이는 한라구절초 삽수 내의 발근억제물질을 가지고 있으나 함량은 높지 않은 것으로 판단이 된다.

고산식물의 일반적인 특징은 환경에 민감하고 저지대의 식물에 비해 생육이 느리다고 알려져 있어 한라구절초인 경우 산업화를 진행함에 따른 문제점으로 작용할 수 있다. 따라서 한라구절초 발근 후 가장 적합한 육묘환경을 알아보기 위해 피음, 비료, 배양상 차이를 두어 생육변화를 조사하였다. 배양용기에 따른 한라구절초의 지상부의 길이는 삼목상자 89.0mm로 가장 높았고 32공 플러그트레이 62.4mm, 90mm 포트 53.80mm 순으로 조사되었고 지하부도 삼목상자에서 245.2mm로 가장 길었으며 90mm포트 226.5mm, 32공 플러그트레이 194.1mm 순으로 조사되었다. 75% 차광에 따른 한라구절초의 지상부 길이를 보면 50% 차광에 비해 약 30% 이상 생육이 증가되었고 90mm 포트에서 192.3mm으로 가장 큰 것으로 조사되었다. 반면 지하부는 50%차광에 비해 생장율이 낮은 것으로 조사가 되었고 그중 90mm 포트에서 194.10mm으로 가장 큰 것으로 조사 되었다(Table 10). 75%차광에 따른 처리구는 50%차광처리구에 비해 T/R률이 증가되어 웃자람 현상을 보이는 것으로 나타나 한라구절초를 지피식물로 이용 시 증식을 위해 차광을 해줌으로써 지상부의 생육이 빨라져 산업적 효과를 가져 올 것으로 생각된다.

한라구절초 육묘시 비료시비에 따른 생육의 변화는 Table 11에서 보는 바와 같다. 활착율은 무처리구 70.0%, 오스모코트 66.7%, 질소1kg 63.3%, 질소5kg 53.3%, 질소10kg 46.7%, 질소20kg 23.3% 순으로 조사가 되었다. 오스모코트는 무처리구에 비해 활착율이나 지상부의 길이에서는 다소 낮게 나타났지만 지하부의 길이는 약 900%, 뿌리수는 약350%, 생체량은 약 300%로 무처리구에 비해 월등히 높게 나타났다. 지하부 길이의 경우 질소 시비가 증가할수록 길어지는 경향을 보이다가 질소20kg에서 감소되었다. 이러한 이유는 질소의 과잉시비로 인하여 피해를 받아 길이가 감소한 것으로 생각이 된다. 그리고 무처리구와 질소 1kg 처리구에서는 꽃의 생장으로 인하여 지상부의 길이는 증가하였지만 생체량

이 줄어드는 결과를 나타내었다. 이는 식물체내 양분이 개화를 하기 위해 소모되어 전반적인 생육이 부진한 원인으로 작용한 것이라 판단된다. 이와 같은 결과를 종합적으로 판단하면 오스모코트 처리 시 생육 전반적으로 무처리구와 질소 시비처리구에 비해 월등한 생육상태를 보이고 있다. 오스모코트와 같은 지효성 비료는 비료입자로부터 근권부로 용출된 비료성분들이 즉시 뿌리에 의해 흡수되기 때문에 화분 밖으로 용탈되는 비료량을 최소화 시킬 수 있기 때문에(Nelson, 1991; Hannan, 1998) 전반적으로 한라구절초의 무성증식을 함에 있어 속효성의 비료보다는 지효성비료가 효과적일 것이라고 판단된다.

모든 결과를 종합 하면 구절초류(*Chrysanthemum*)는 실생번식을 하나 종자번식 시 발아율이 불량하고 입모율이 낮아 분근을 이용하여 증식을 하고 있으나 대량번식 체계 확립이 필요한 실정이다(김 등, 1998). 따라서 구절초류인 한라구절초를 무성 증식함에 있어 5월에 발생하는 줄기를 이용하고 안정적인 수분 공급을 위해 삼목 상자를 이용하는 것이 효과적이다. 또한 한라구절초 육묘 시에는 오스모코트와 같은 지효성비료가 안정적인 육묘환경을 제공해 줄 것이라고 판단된다.



VI. 적요

본 연구는 한라구절초를 대상으로 종보존 및 산업화의 기초자료로 제공하기 위해 자생지의 특성, 삼목방법에 따른 발근특성 및 육묘 환경, 그리고 생장특성에 대해 조사하였다.

한라구절초의 분포는 백록담 정상에 암석지나 영실 등반로 계곡사면에서 불연속적이고 독립적 군락형태로 분포한다. 이러한 한라구절초를 증식시설내의 온실과 밀폐상내에서 생육시기별 발근특성을 조사한 결과 발근율은 증식시설내의 온실에서 자란 줄기 부분이 77.8%로 가장 높게 조사가 되었고 밀폐상내 줄기 56.6%, 온실내 포복경 43.3%, 밀폐상내 포복경 35.6%, 밀폐상내 엽 21.1%, 온실내 엽 17.8% 순으로 조사가 되었다. 한라구절초 삼목 시 배양용기에 따른 발근율은 삼목상자 96.7%, 90mm 포트 93.3%, 32공플러그트레이 81.7% 순으로 삼목상자가 가장 높게 나타났다. 발근억제물질을 제거하기 위한 전처리제 처리는 석회수가 모든 배양용기에서 발근율이 약 97%로 가장 효과적인 것으로 나타났으나, 통계처리 시 유의하지 않은 것으로 조사가 되었다. 한라구절초 육묘 시 차광실험에 의한 생장특성 실험에서 75% 차광처리구가 50% 차광처리구 보다 지상부의 생육이 약 50% 이상 생육이 증가되었다. 한라구절초를 육묘함에 있어 시비량에 따른 생육변화는 활착율이 무처리구 70.0%, 오스모코트 66.7%, 질소 1kg 63.3%, 질소 5kg 53.3%, 질소 10kg 46.7%, 질소 20kg 23.3% 순으로 조사가 되었다. 지상부의 길이는 질소 1kg 61.4mm로 가장 높았고, 지하부의 길이는 오스모코트 127.2mm로 가장 높았다. 오스모코트는 뿌리 개수 5.6개, 생체량 2.3g/개로 가장 높게 조사가 되었다.

따라서 한라구절초를 증식함에 있어 줄기로 삼수를 이용하고, 삼목판을 이용하여 삼목 하는 것이 효과적이며 육묘시에는 더욱 안정적인 육묘환경을 제공해 주기 위하여 속효성의 비료보다는 오스모코트와 같은 지효성비료가 효과적일 것이라고 판단된다.

참고문헌

- 고정균. 2000. 한라산 고산식물의 생태생리학적 연구. 제주대학교 박사학위 논문.
- 고한중, 송창길, 조남기. 2003. 섬오갈피나무의 발아 및 유묘의 생육특성. 한국약용작물학회지. 11(1) : 46-52.
- 공우석. 1998. 한라산 고산식물의 분포 특성. 대한지리학회지. 33(2) : 191-208.
- 공우석. 1999. 한라산의 수직적 기온 분포와 고산식물의 온도적 범위. 대한지리학회지. 34(4) : 385-393.
- 공우석. 2001. 대나무의 시·공간적 분포역의 변화. 대한지리학회지. 36. 444-457.
- 과학기술처. 1995. 기후변화가 한반도에 미치는 영향과 지구 환경관련대책 연구 (Ⅱ). 96-131.
- 김갑태, 김준선, 추갑철. 1991. 반야봉 지역 삼림군집구조에 관한 연구 -구상나무림-. 한국환경생태학회지. 5(1) : 25-31.
- 김갑태, 추갑철, 엄태원. 1997. 지리산 천왕봉-덕평봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구 -구상나무림-. 한국임학회지. 86(2) : 146-157.
- 김경환, 김백조, 오재호, 권원태. 2000. 한반도 기온변화에 나타난 도시화 효과 검출에 관한 연구. 한국기상학회지. 36(5) : 519-526.
- 김기선 등. 1996. 양액재배를 이용한 절화용 국화의 주년생산체계 확립. 농촌진흥청 중간 보고서.
- 김명희. 2003. 경량형 옥상조경의 토양, 토심 및 과수주기가 자생초화류의 생육에 미치는 영향. 상명대학교대학원 환경자원학과 석사학위논문.
- 김민숙. 2014. 시비처리에 따른 소사나무 유묘의 성장 특성. 건국대학교 농축대학원 산림조경학과 석사학위 논문.
- 김은식. 1994. 환경변화와 고산지대 수목생장 쇠퇴현상과의 상관성 해석. 한국과학재단 연구보고서. KOSEF 921-1500-018-2 p. 89.
- 김정률, 유창연, 조동하. 1998. 九折草 插穗로부터 發根 및 根生長에 미치는 생장 조절물질, 九折草 種 및 插穗位置의 효과. 한국자원식물학회지. 11(3) :

- 353-357.
- 김찬수. 1993. 비음 및 토양훈증제 처리가 구상나무의 성장특성에 미치는 영향. 임목육종연구소 연구보고서. 29 : 165-169.
- 김찬수. 1993. 비음 및 토양훈증제 처리가 구상나무의 성장특성에 미치는 영향. 임목육종연구소 연구보고서. 29 : 165-169.
- 김찬수. 2005. 한라산 고산식물의 다양성. 한국토종연구회. pp. 29-48.
- 노나영, 고희철, 허운숙, 강만정, 오세종, 허운찬. 2011. 서향의 삼목번식 방법과 실내도입을 위한 광, 토양에 관한 연구. 생물환경조절학회지. 20(4) : 346-351.
- 박만규. 1942. 조선 고산식물 목록. 조선박물학회지. 9(33) : 1-12.
- 박병배, 변재경, 김우성, 성주한. 2010. 묘포에서 질소, 인, 칼륨 비료주기가 물푸레나무, 들메나무, 잣나무, 전나무의 성장 및 양분에 미치는 영향. Jour. Korean For. Soc. 99(1) : 85-95.
- 박영철. 2004. 한라구절초 잎절편 배양에 의한 식물체 재분화. 한국자원식물학회지. 17(1) : 43-47.
- 백희정, 권원태. 1994. 도시화로 인한 한반도 기온의 변화 경향 분석. 기상연구논문집. 11(1) : 12-16.
- 변재경, 김용석, 이명중, 손요환, 김춘식, 정진현, 이천용, 정용호. 2007. 시비수준에 따른 소나무, 낙엽송, 자작나무, 상수리나무 묘목의 성장변화. Jour. Korean For. Soc. 96(6) : 693-698.
- 송정호, 장경환, 허성두. 2010. 회귀수종 눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry)의 삼목증식. 한국자원식물학회지. 23(4) : 368-373.
- 송진영. 2014. 한라산 고산식물의 생육특성 및 증식 연구. 제주대학교 대학원 농학과 박사학위 논문.
- 신정아, 손요환, 홍성각, 김영걸. 1999. 질소와 인 시비가 소나무, 일본잎갈나무, 자작나무 묘목의 양분이용효율에 미치는 영향. 한국환경농학회지. 18(4) : 304-309.
- 안영희, 최광율. 2000. 자생 민들레류와 서양민들레 종자의 발아특성 차이. 한국환경생태학회지. 14(3) : 199-204.
- 원창오. 2011. 특수환경에서 고산식물의 저지대 적응에 관한 연구. 고려대학교 석

- 사학위 논문.
- 이경준. 1993. 수목생리학. 서울대학교 출판부. p. 504.
- 이승호, 이경미. 2003. 기온변화에 따른 벚꽃 개화시기의 변화 경향. 환경영향평가. 12(1) : 85-99.
- 이영노, 이명보. 1957. 한라산 화구 내 식물과 토도의 식물. 한국약학회지. 4(1) : 21-43.
- 이영노. 2000. 한국의 고산식물. 교학사.
- 이영노. 2006. 새로운 한국식물도감. 교학사.
- 이용범, 최기영, 배종향, 김정만. 2009. 분주 근경 크기와 배지 종류가 고추냉이 생육에 미치는 영향. 생물환경조절학회지. 18(2) : 137-141.
- 이화영, 임정대, 김일섭, 정일민, 유창연. 2000. 생열귀나무 삽목시 발근과 뿌리생장에 미치는 삽수종류, 성장조절물질 및 상토의 효과. 한국자원식물학회지. 13(2) : 140-146.
- 제주지방기상청. 2010. 제주도 상세기후특성집. p. 3.
- 진현오, 이명중, 신영오, 김현재, 전상근. 2002. 삼림토양학. 향문사. p. 325.
- 허인혜, 권원태, 전영문, 이승호. 2006. 우리나라에서 기온 상승이 식생분포에 미치는 영향-대나무와 마늘을 중심으로-. 환경영향평가. 15(1) : 67-78.
- 환경부. 1997. 자생식물관리도감(초분류). 환경부.
- 환경부. 2005. 야생동식물보호법. p. 284.
- 押田幹太. 1935. 奈良縣 農試研報. NO. 4.
- Binkley, D. 1986. Forest Nutrition Management. John Wiley & Sons. p. 304.
- Buwalda, F. and K.S. Kim. 1994. Effects of irrigation frequency on root fotation and shoot growth of spray chrysanthemum cuttings in small jute plugs. Scientia Horticulturae. 60. 125-138.
- De Almeida, J.B.S.A. and K.F.L. Pivetta. 2003. Effect of storage of cuttings on the rooting of different cultivars of cut chysanthemums (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) for two different seasons. Acta Hort. 624. 379-384.
- De Ruiter, H.A. 1993. Improving cutting quality in chrysanthemum by stock plant management. Scientia Horticulturae. 56. 43-50.

- De Ruiter, H.A. 1996. Development of chrysanthemum cuttings: the influence of age and position of the acillary buds. *Annals of Botany*. 77. 99-104.
- Druege, U., S. Zerche, R. Kadner, and M. Ernst. 2000. Relation between nitrogen status, carbohydrate distribution and subsequent rooting of chrysanthemum cuttings as affected by pre-harvest nitrogen supply and cold storage. *Annals of Botany*. 85. 687-701.
- Edwards, I.K. and Huber, R.F. 1982. Contrasting approaches to containerized seedling production. In : *Proceedings of the Canadian Containerized Tree Seedling Symposium*. Scarratt, J.B., Glerum, C., Plexman, C.A. (eds.). Canadian Forestry Service, Great Lakes Forest Research Centre, Ontario. pp. 123-127.
- Etter, H.M. 1971. Nitrogen and phosphorus requirements during the early growth of white spruce seedlings. *Canadian Journal of Plant Sciences*. 51 : 61-63.
- Hannan, J.J. 1998. *Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture*. CRC Press LLC, New York.
- IPCC, 2008, Fourth Assessment Report. *Climate Change 2007; Synthesis Report, Summary for Policymakers*, 3-9.
- Kadner, R. and S. Zerche. 1997. Influence of differential nitrogen supply from mother plants on capability for storage and rooting of chrysanthemum cuttings (*Dendranthema grandiflorum* hybrids). *Gartenbauwissenschaft*. 62. 184-189.
- Kimmins, J.P. 1997. *Forest Ecology*. 2nd. ed. Prentice Hall, NJ. p. 596.
- Kormanik, P. P. and C. K. Brown. 1974. Vegetative propagation of some selected hardwood forest species in the southeastern United States. *N. Z. J. For. Sci.* 4. 229-234.
- Korner, C. 1995. Alpine plant diversity: A global survey and functional interpretations. *In: Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences* (Eds. Chapin, F. S. and C. Korner),

- Springer-Verlag Berlin Heiglberg New York. pp. 45-62.
- Kozlowski, T.T. and Pallardy, S.G. 1997. Physiology of Woody Plants. 2nd. ed. Academic Press, San diego. p. 411.
- Kramer, P.J. and Kozlowski, T.T. 1979. Physiology of Woody Plants. Academic Press, NY. p. 811.
- Morgan, D. L., E. L, Mcwillaims and W. C. Parr. 1980. Maintaining juvenility in live oak. Hort. Sci. 15. 493-494.
- Nelson, P.V. 1991. Greenhouse operation and management, 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliff, N.J.
- Oh, W, K.S. Kim, and Y.K. Yoo. 1998. Effects of air filled porosity of rooting media on rooting and growth of chrysanthemum cuttings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39. 92-97.
- Romerger, J. A. 1993. Meristems, growth and development in woody plants. USDA For. Serv. Tech. Bull. No. 1293.
- Samish, R.M. 1954. Dormancy in woody plants. Annual Review of Plant Physiology. 5. 183-204.
- Sang, C.K., B.J. Choi, and E.J. Choi. 1999. Effect of light intensity and mist -interval on rooting and nusery quality of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum*) cuttings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40. 722-726.
- Shin, H.J. and J.M. Lee. 1979. Effect of propagation method and growth regulators on the rooting of chrysanthemum cuttings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 20. 111-116.
- Thimann, K. V. and A. L. Delisle. 1939. The vegetative propagation of difficult plants. J. The Arnold Arboretum. 20. 116-136.
- Tinus, R.W. and McDonald, S.E. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouse. Gen. Tech. Rep. RM-60. USDA Forest Service, RockyMountain Forest and Range Experiment Station. p. 256.
- Vegis, A. 1964. Dormancy in higher plants. Annual Review of Plant Physiology. 15. 185-224.

- Woo, J.H., Y.G. Sim, Y.Y. Han, Y.J. Seo, C.B. Kim, K.B. Choi, and K.W. Kim. 2000. Effect of plug cell size, rooting medium and shading duration on rooting and growth of *Dendranthema grandiflorum* 'Baegkwang' cuttings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41. 292-296.
- Yazquez-Yanes, C. and Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of Seed longevity and germination in the tropical rainforest. Annual review of ecology and systematics. 24. 69.
- Zerche, S., R. Kandner, and U. Druge. 1999. Effect of cultivar, nitrogen nutrition and cultivating system of chrysanthemum mother plants on cutting yield, nitrogen concentration, and subsequent rooting of cuttings. Gartenbauwissenschaft. 64. 272-278.



감사의 글

2년이라는 대학원생활은 힘들고 지친 나날의 연속이었지만 주위 분들의 많은 관심과 도움으로 석사과정을 무사히 마치고 졸업을 하게 되었습니다. 이러한 고마움들을 글로 다 표현하기에는 부족하지만 이 기회를 빌어서 감사의 말씀을 드리고자 합니다.

항상 부족하다고 느끼는 저에게 자신감을 주시고 논문이 완성되는 마지막 순간까지 세심한 지도를 하여주신 송창길 교수님께 진심으로 감사드립니다. 바쁘신 와중에 저에게 좀 더 나은 논문을 쓰도록 칼날 같은 지적과 진심어린 격려를 통하여 논문심사를 해주신 현해남 교수님, 전용철 교수님께 감사의 말씀을 드리고 싶습니다.

그리고 학부에서 대학원과정까지 많은 가르침을 주신 강영길 명예교수님과 김동순 교수님, 김주성 교수님, 김찬우 박사님께 감사를 드립니다.

저에게 대학원의 진학과 실험실의 일원으로 합류하게 도와주었고 학부 때부터 가족같이 지내면서 물심양면으로 도와주었던 자원식물학 실험실의 송진영 선배님과 김태근 선배님께 감사의 말씀을 드리고 싶습니다. 그리고 한라산고산식물에 대해 처음으로 관심을 갖게 도와주었고 업무로 인하여 많이 바쁜 와중에도 저의 논문을 지적해주시고 조언을 아낌없이 해주셨던 김현철 박사님께 감사를 드리고 싶습니다. 대학원생활이 힘들고 지칠 때 위로를 해주고 옆에서 좋은 말씀을 많이 해주셨던 강정환·우성배·강영식·김기영 선배님께도 감사를 드립니다. 대학원생활을 하는 동안 형제자매보다 더 많은 얘기를 나누고 서로 힘이 되었던 자원식물학 실험실의 하영삼·차진우·이희선·최고봉·권난희·강재운·신용하 후배님께도 감사의 말씀을 드립니다.

대학원수업을 들으면서 많은 정보를 공유하며 같이 서로간의 애로사항을 들어주었던 김경범·이영돈·양윤희·현명선 선배님과 김경남·양지순·김태욱 후배님 및 많은 대학 및 대학원 선·후배님들께 감사드립니다. 그리고 저의 실험을 도와주느라고 주말도 하우스에 와서 같이 작업을 해주었던 김정훈 후배님과 밤늦게 까지 같이 논문을 보면서 충고와 보완할 점을 의논해주었던 권순화 대학원생에게도 고마운 마음을 전하고 싶습니다.

직장생활을 하면서 석사과정을 마치는데 많은 배려와 관심을 주신 서귀포 농업기술센터의 이광석 소장님과 김승만 과장님, 정대천 과장님, 현동희 계장님, 그리고 선배님들과 동료직원 여러분들께 감사의 말씀을 전합니다. 그리고 논문지도는 물론이고 인생의 설계를 지도해주신 농업기술원의 송상철 박사님께 이 기회를 빌어 고마움을 전합니다.

그리고 제 뒤에서 힘들지만 내색하지 않고 언제나 힘이 되어주시는 아버지와 어머니, 큰누나, 작은누나에게 너무나 고맙고 감사하다는 말을 해주고 싶습니다.

마지막으로 나의 곁에서 항상 기쁨과 슬픔을 같이 나누어 주고 있는 내 인생의 단짝인 여자친구에게 정말 고맙다는 얘기를 해주고 싶습니다.