

T000038925

발간등록번호

11-1543000-000162-01

MONO1201413846

조경지피식물로서 화단국개발과매트형 생산시스템  
(Development of Mat-typed Manufacturing System  
and Garden Mum as Ground Covers)

(주) 삼오에코그린

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “조경지피식물로서 화단국화의 개발과 매트형 생산시스템”  
과제의 보고서로 제출합니다.

2013 년 7 월 31 일

주관연구기관명 : (주) 삼오에코그린

주관연구책임자 : 권민훈

협동연구기관명 : 상명대학교산학협력단

협동연구책임자 : 이진희

협동연구기관명 : 예산국화시험장

협동연구책임자 : 김동찬

위탁연구기관명 : 배재대학교산학협력단

위탁연구책임자 : 정해준

# 요 약 문

## I. 제 목:

조경지피식물로서 화단국화의 개발과 매트형 생산시스템 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 생태적으로 안정된 환경에 대한 요구가 높아짐에 따라 도시녹화 및 생태복원이 활발하게 진행되면서 나지 상태의 녹지공간을 전면 녹화시키는 사례가 증가 하고 있는데 이러한 경우 지피식물은 필수적인 기초 녹화 소재로 이용되고 있으며 그 활용 범위도 확대되고 있어 조경소재로서 지피식물에 대한 수요는 꾸준히 증대될 것으로 예상된다(강호철과 허근영, 2011).

현재 조경현장에서 조경용 지피식물의 수요는 생태 복원 및 녹화용 지피식물보다는 꽃을 감상하는 “경관용 지피식물”의 수요가 대다수이다.

기존의 경관용 지피식물은 국내에서는 펜지, 페튜니아 등 몇 종류로 한정되어 식재되고 있기 때문에 봄철 이러한 경관식재로 인해 일괄적인 정서가 공급될 뿐 아니라, 이들 외래지피식물의 종자 수입비용이 매년 증가 되고 있는 실정이어서 한시라도 국내 정서를 반영하는 경관용 자생 지피식물의 개발이 시급한 실정이다.

조경용 지피식물은 자생종으로서 우리나라 기후와 풍토에 적응되어 있으며 국민적 정서와 친근해야하고 개체의 수형 자체가 관상가치가 있으며 다년생으로서 매년 식재 비용을 절약 할 수 있으면 좋고, 또 꽃의 크기나 화색이 뚜렷하여 피복율과 색채 식재로서의 효과가 큰 것일수록 좋다고 할 수 있다.

이러한 점을 고려할 때 화단국은 화기도 길고, 숙근초로서, 지피식물 교체 비용을 절감할 수 있어, 농가에는 고부가가치의 신규 조경지피 식물로 제공할 수 있고, 고품질 국화품종의 개량으로 해외시장에 기존 화단국 시장을 재편할 수 있는 계기로 수출량을 확보할 수 있으므로 국내 고유의 화단국 품종 확보와 품종 개량이 시급한 실정이다.

또한 조경용 화단국의 대량 보급을 위해 생산 및 식재 편이 기술 및 저장 기술의 개발이 이루어져야 다른 조경용 지피식물과의 비교우위에 서게 되고, 이로서 화단국의 산업적 확산이 이루어질 수 있으므로 본 연구에서는 다음 3가지 연구개발의 목표를 제시하였다.

첫째, 조경식재용 화단국 개발

둘째, 매트형 화단국의 생산 및 식재편이 기술 개발

셋째, 매트형 화단국의 장지 저장 기술 개발

기존의 포트 식재 국화를 노지 식재 국화로 형태적인면 뿐만 아니라 조경특수지의 환경 스트레스를 이길수 있는 강인한 화단국의 개발과 함께 이렇게 개발된 조경용 화단국을 대량 생산 및 대량식재, 대량보관에 적합한 매트식재 시스템과 연계하여 화단국의 산업적 실용성을 높이고자 하였다.

### III. 연구개발 내용 및 방법

조경식재용 화단국의 개발로는 품종 및 계통간 인공교배, 실생계통 특성검정, 2·3차 선발계통 특성 검정, 지역적응시험을 통과한후, 형태및 기능적 선별과정을 거친 20여 계통의 화단국을 선발하였다.

이렇게 선발된 20여 계통의 화단국은 노지의 환경 스트레스 조건에서도 견딜수 있는 화단국을 선발하기위해 조경 특수 식재지인 하천, 법면, 옥상등의 열악한 환경에 노출시켜 각각 4-6계통씩 생육적응 실험을 통해 가장 우수한 생육상을 보인 화단국을 최종 선발 하였다.

화단국의 대량 생산 및 식재, 저장을 위한 기술개발을 위해 5 단계로 연구를 진행시켰는데,

1단계는 예비 실험 단계로 화단국의 편이 생산 및 식재를 위한 mat식재 가능성을 규명하며,

2단계는 특수 조경 공간 중 가장 식물이 적응하기 어려운 공간인 하천과 법면에 식재할 수 있도록 국화 시험장에서 받아 각 공간에 식재 할 수 있는 화단국을 선형적으로 선별하였다.

선별된 화단국을 하천과 법면에 식재 후 생육 상태를 모니터링 후, 각 공간별로 가장 생육이 왕성하고 생육형상이 고른 화단국을 선별하였다.

3단계는 화단국 생산 및 식재 편이를 위한 최적의 Mat 식재 시스템을 개발하기위해 Mat 식재시스템의 단위 구성요소의 최적 환경을 규명한 후 Mat 시스템을 완성하였다.

4단계는 하천과 법면의 특수 조경 식재지에 최적 선별된 화단국을 각 종류별로 완성된 매트 시스템에 삽목하여 매트시스템에서의 생육 환경을 모니터링 하였다. 이 단계에서 Mat 시스템의 환경에서 가장 잘 적응한 화단국을 다시 선별하였다.

5단계는 매트 시스템이 완성된후 다시 매트에 법면과 하천에 최적 선별된 화단국을 매트에 삽목하여 저온 저장의 기간, 온도 등 저온저장 시 가장 최적 환경 조건을 규명하여 매트 시스템의 보관기술을 완성하였다.

## IV. 연구개발결과

1. 조경특수 식재 공간인 하천과 법면, 옥상에 식재될 화단국의 선별은 국화시험장에서 각 공간별 4종류를 선형적으로 선별하여 제공해 주었는데,

본 실험에서 법면의 물리적 환경에 적합한 화단국 계통(08-56-05, 09-09-38, 09-10-57, 09-15-69)과 하천변의 식재 특성을 고려하여 추천한 4종류의 화단국 계통 (09-10-18, 09-19-39, 09-06-34, 브라이트볼), 옥상 환경에 적합한 화단국 계통 (09-19-49, 09-14-14, 09-11-37, 09-15-69, 09-13-37, 09-09-51)을 각 공간에 식재하여 이들의 생육특성을 조사한 결과, 하천변에서는 09-19-39, 09-06-34를 가장 적합한 계통으로 선별되었으며 법면에서는 08-56-05, 09-09-38, 옥상공간에는 09-19-49, 09-11-37, 09-09-51이 선별되었다.

2. 화단국의 매트 식재시스템 가능성 규명을 위해, 매트 재질, 두께, 매트 재질 사이의 토양 충전층 여부, 토양 충전층의 토양 조성 등을 조합하여 실험한결과, 모든 조합에서 화단국의 발근이 증명되었다.

매트재질로 사용된 Coir Tape, Jute Net에서 모두 발근력이 증명되었으며 특히Jute Net에서의 발근력이 더 좋았으나 매트 운반과 보관의 용이성을 두고 매트재질을 고를 때 고정성이 부족한 Jute Net 보다는 Coir Tape 재질이 선별 되었다.

또한, 매트 두께에서도 한 겹의 Coir Tape보다는 2겹이 고정성이 있어서 선별되었으며 매트재질사이의 토양 충전층이 있어 화단국의 발근 시 안정된 물리적환경과 수분, 양분을 공급할 수 있도록 토양 충전층을 삽입하여 넣도록 하였으며 이때 토양의 조성은 피트모스 : 펄라이트 2:1조건이 화단국 매트시스템에서 가장 최적의 조건임이 증명되었다.

3. 화단국 생산 및 식재편이를 위한 매트식재 시스템 최적 조건을 규명해 본 결과, 매트 재질은 **Coir Tape**로 결정하였고 매트 두께는 **2겹**이 가장 최적 조건이었으며 2겹의 매트 재질 사이 **토양충진 방식은 전면 충진 방식**으로 토양의 토심은 **3 cm**조건이 가장 최적의 조건임이 밝혀졌다.
4. 특수 조경공간의 화단국 매트 시스템 적용후 최적의 화단국 계통을 선발하였는데 **하천변에서는 09-19-39**을 하천 변의 매트 식재에 가장 적합한 계통으로 선발하였다.  
또한 **법면**의 화단국 식재로 적합한 두 계통인 08-56-05, 09-09-38 중 매트 식재 후 노지 적용 실험에서는 **08-56-05** 계통이 더 잘 적응한 것으로 나타나 이 계통을 법면 매트 식재 적합 화단국으로 선발하였다.
5. 화단국의 매트식재 생산과 보관, 유지에 필요한 조건들에 대해서 규명해 보면 저장온도의 범위는 **-3℃ 에서 5℃**사이가 적당하고 **2 주이상**의 저온기간 일 경우는 영하의 조건에서 **-3℃ 이하로 내려가지 않는 조건**에서 저장하는 것이 좋았다.  
저온 저장 시설에 저온저장 후(-3, 5℃) 노지에 매트묘를 옮겨 심었을 때 생존율을 조사하면 저온저장 기간이 4주 이상에서는 생존율이 50%이상 감소하므로 화단국 매트묘 저장 기간은 4주까지가 가장 적당한 것으로 밝혀졌다.  
이때 5℃ 저온저장 보다는 -3℃ 냉동 저장에서 화단묘의 발근이 더 높아저장기 저장은 영하의 조건에서 하는 것이 실용적이라는 결과를 얻었다.

본 연구개발에서는

화단국은 새로운 경관 지피 시장을 열 수 있는 다년생 자생식물로서 일반 조경지는 물론 토양조건, 광조건, 수분조건이 열악한 특수 조경지에 적용할 수 있는 화단국을 선별하기위해 화단국의 계통 중 몇몇 종류를 하천과 법면, 옥상등의 특수 조경지에서 식재후 생육 모니터링한 결과, 경관적 형태와 생육상태가 잘 유지되어 조경용 지피식물로서의 개발 가능성을 제시하였다.

또한 화단국의 시장 확대를 위해 화단국 생산 및 식재, 보관 편이 매트 시스템에 대한 단위 구성 요소에 대한 최적화 조건을 규명하여 화단국의 조경 시장 진입이 가능하다는 것을 밝혔다.

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

### 1. 화단국화의 산업적 활용 방향 확대

분화용 국화를 노지에 식재하였을 때 형태 쪼개짐이 심하여 숙근초임에도 불구하고 그 이듬해 지피식물로서의 효과를 기대하기 어려웠다.

그러나 본 연구개발의 결과로 제시된 조경 특수지 식재가능한 화단국의 개발은 화단국의 새로운 산업적 활로를 제시할수 있어 농가에 새로운 소득원으로서 산업적 활용이 확대 될수 있다.

### 2. 매트 형 화단국의 산업적 활용 확대

조경용 지피식물의 매트생산 및 식재시스템에 대한 편이성과 기능성, 보관성, 저장성 등의 장점에도 불구하고 제한적인 식물소재로만으로 한정되어 있던 매트 생산 및 식재기술을 화단국에 적용하여 산업적 수요를 담당할 수 있는 생산 기술을 확보하면 이를 응용하여 숙근 자생지피식물에도 적용할 수 있는 기술개발로 이어져 자생숙근 식물 소재의 조경용 지피식물로서의 시장 확대에 기여할 수 있으며,

매트식재 시스템으로 식재시 병충해 및 잡초와의 경합 등의 노지 스트레스를 저감시키고 매트의 부식에 따라 유기질 비료의 공급 등 부차적인 효과를 기대할 수 있다.

또한, 법면이나 절벽등 조기녹화용 식생소재로서 산업적 활용에 기여할 수 있으며 옥상이나 하천변과 같이 습도, 온도, 토양 등의 내 스트레스 식생소재의 제공으로 산업계에 기여할 수 있다.

### 3. 실용화 및 산업화 계획 (기술실시 등)

매트 생산 및 식재 기술은 주관기업에 기술을 이전하여 주관기업의 법면, 하천변 녹화에 사업적 활용을 적극 유도 하며,

일장 무감응 화단국은 새로운 품종의 보급으로 화단국 생산농가에 농가에 보급할 예정이다.

#### 4. 교육 지도 홍보 등 기술 확산 계획

2013년 조경박람회에 매트형화단국 생산 및 식재시스템 전시홍보 와 환경 신기술 인증, 녹색건설 기술 인증으로 기술적 우위 입증 및 홍보 계획을 예정하고 있다.

국화사업단에 일장 무감응형 화단국과 조경지피용 화단국을 소개하여 농가에 홍보하며 재배 생산 농가에 재배 모니터링을 통해 조경용 화단국을 농가에 교육, 전이하여 화단국 재배를 확산 시킬 계획이다.

#### 5. 특허 품종 논문 등 지식재산권 확보계획

화단국 매트 시스템에 대한 특허 출원은 진행하였고 이후 화단국 저장 기술 및 화단국 운송과 저장을 위한 모듈 시스템으로 후속 특허 출원을 계획하고 있다. 일장 무감응 화단국 2종류 중 현재 1품종만 품종등록중인데 후속으로 노지재배를 거쳐 품종 등록을 계획하고 있다.

본 연구개발과 관련 학술논문발표는 4건으로 2013년에 2편의 논문( 화단국 저장 시 적정 환경 규명, 화단국 운송에 적합한 매트 식재시스템 )을 준비하고 있다.

#### 6. 추가 연구 · 타 연구에 활용 계획

매트형 식재 소재는 그동안 한정적이었는데 화단국을 매트형 생산 및 식재 시스템에 접목하는 기술의 성공이후 매트 식재 소재의 다양화와 매트 시스템의 하드웨어적 진화를 기대하면서 자체적으로 추가 연구를 하여 화단국뿐 아니라 자생숙근초에 매트 생산 및 식재 시스템을 개발하여 조경지피식물의 수요를 확대하고 공급의 자동화를 실용화 할 계획하고 있다.



## ■ Abstract

### **Development of mat-type manufacturing system and garden mum as ground covers**

As the domestic and international demand for the ground-cover plant for the landscaping is rapidly increase, many studies aims to develop diversified breed-diversify the strain and early dressing able plants-to meet the market needs and the convenient planting. The *Dendranthema grandiflorum* for the flower garden has long flowering period, minimum replacement cost, and easy to reproduce with the rooted cutting, and relatively easy to develop the convenient mass-planting system.

We aim to develop the distinctive reproduction and planting system of the new breed for the landscaping for the new market. For this goal, we planted the *Dendranthema grandiflorum* on the special landscaping space like slope and river-front, and monitoring the covering, tree type, flowering period, and rooting ability to select the optimized breed of *Dendranthema grandiflorum* for each special space, and find the optimized environmental condition for the mat-planting system.

As a 1st step for the preparation of the experiment to develop the probability for the mat planting, the type, thickness, the soil filling inside the mat, and the composition of the soil filing were experimented, and the root promotion of the *Dendranthema grandiflorum* in all of the experimental groups were proved. Furthermore, the double-layered mat with the soil filling to provide stable physical environment, moisture and nutrient is proved better than the one-layer Coir Tape for the convenience of transporting and storage of the mat. Under this condition, the 2:1 ratio of the peat moss: perlite composition of the soil is the most effective in the *Dendranthema grandiflorum* mat system.

In the 2nd phase of the experiment to select the type of *Dendranthema grandiflorum* to plant on the special landscaping space like the river-front and slope, the 4 types of *Dendranthema grandiflorum* have planted on each space in consultation with the *Dendranthema grandiflorum* Study Center and their growths are monitored to find out the 2 breeds with the excellent and fullround growth. As a result, the 09-19-39 and 09-06-34 strains and the 08-56-05 and 09-09-38 strains are selected for river and slope, respectively.

In phase 3 to find the optimal mat planting condition for most effective and convenient planting, Coir Tape and the 2-layered entire filling, and the 3cm depth of the soil are proved to be the most effective condition.

In the 4th phase, the two types of the *Dendranthema grandiflorum* selected in phase 2 for each environment were planted on the mat system developed in phase 3, and the growth condition was monitored. Then, the most well adapted type in the mat system environment was reselected. As a result, the 09-19-39 was selected as most suitable for the mat planting on the river front, and the 08-56-05 was selected as the most adaptable strain for the mat planting on the slope.

In the 5th phase, the temperature between -3 to 5°C was proved to be the optimum storage condition, and if it is the low temperature storage for more than 2 weeks, the condition between the 0 and -3°C is proved to be optimum. The storage period based on the survival rate after the low-temperature storage (-3, 5°C), the rate decreased over 50% for the storage period over 4 weeks. Therefore, the storage period under 4 weeks is proved to be the optimal. In this condition, rather than the 5°C low temperature storage, the -3°C cold storage is shown to generate more rootings, so it is concluded the temperature under 0 is more effective for the long-term storage.

As a result of the probability of planting *Dendranthema grandiflorum* in the special landscaping space, several strains of it grow well on the river-front and the slope. Furthermore, we find out the optimal condition for the reproduction, planting and the storage, as well as the composition of the mat system, and the *Dendranthema grandiflorum*'s ability to enter the landscaping market.

## <목 차>

■ Abstract .....	8
<b>제 1장 연구개발과제의 개요 .....</b>	<b>17</b>
제 1절. 연구개발의 필요성 .....	17
1. 조경산업용 지피식물의 개발 필요성 .....	17
2. 지피식물로서 일장무감응형 화단국화의 개발 필요성 .....	18
3. 지피식물로서 화단국의 생산 및 식재편이 시스템의 필요성 .....	20
제 2절. 연구개발 목표 및 연구 범위 .....	20
1. 연구개발의 최종목표 .....	20
2. 연구개발의 세부목표 및 내용 .....	22
<b>제 2장 국내외 기술 개발 현황 .....</b>	<b>24</b>
제 1절. 조경 특수지 식재용 화단국화의 기술개발 현황 .....	24
제 2절. 조경특수지 식재용 화단국의 매트형 생산 및 식재시스템 기술개발 현황 .....	25
<b>제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과 .....</b>	<b>27</b>
제 1절. 조경식재용 화단국 선발 .....	27
(조경용 화단국화의 특성 검정 및 다양한 형태의 화단국화 선발)	
1. 연구목적 .....	27
2. 연구내용 및 방법 .....	28
3. 연구결과 .....	33
제 2절. 일장 무감응 조경식재용 화단국 선발 .....	40
1. 연구목적 .....	40
2. 연구 내용 및 연구방법 .....	40
3. 연구결과 .....	42
제 3절. 조경 특수 식재지 현장 적용 가능 화단국 개발 .....	46
1. 연구목적 .....	46
2. 연구 내용 및 방법 .....	46
3. 연구결과 .....	47
제 4절. 조경용 화단국의 매트형 자동생산 및 식재 시스템 개발 .....	55
1. 연구의 목적 .....	55
2. 연구의 내용 및 방법 .....	56
3. 연구결과 .....	60

제 5절. 화단국 매트식재 적합계통 선별 .....	67
1. 화단국 매트 생산 .....	67
제 6절. 매트형 화단국의 대량·장기 저장기술 개발 .....	90
1. 연구 목적 .....	90
2. 연구 내용 및 방법 .....	90
3. 연구결과 및 고찰 .....	91
<b>제 4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....</b>	<b>100</b>
제 1절. 목표 달성도 .....	100
1. 기술개발 목표 달성도 .....	100
2. 경제적 측면에서 목표 달성도 .....	101
제 2절. 관련 분야 기여도 .....	102
1. 화단국화의 산업적 활용 방향 확대 .....	102
2. 매트 형 화단국의 산업적 활용 확대 .....	102
<b>제 5장 연구개발 성과 및 활용 계획 .....</b>	<b>103</b>
제 1절. 실용화 및 산업화 계획 (기술 실시 등) .....	103
제 2절. 교육 지도 홍보 등 기술 확산 계획 .....	103
제 3절. 특허 품종 논문 등 지식재산권 확보계획 .....	103
제 4절. 추가 연구 · 타 연구에 활용 계획 .....	103
<b>■ 참고문헌 .....</b>	<b>104</b>

## 〈표 차례〉

표 3-1. 화단국 종자 교배 후 재배방법 .....	31
표 3-2. 2·3차 화단국 종자 교배 후 재배방법 .....	31
표 3-3. 선발된 화단국계통의 지역적응시험 계통(2012) .....	32
표 3-4. 선발된 화단국계통의 지역적응시험 계통(2013) .....	32
표 3-5. 화단국 용도별 교배조합 및 채종 종자수(2011) .....	33
표 3-6. 화단국 용도별 교배조합 및 채종 종자수(2012) .....	34
표 3-7. 화단국 실생선발 계통 만직립형(Semi-spray type, 2012) .....	36
표 3-8. 2·3차 선발계통 생육특성 .....	38
표 3-9. 형태에 따른 16계통의 계통명 및 시험지역 .....	42
표 3-10. 봄 개화(일장무감응형) 계통 특성 .....	43
표 3-11. ‘다솜불’의 품종 고유특성 .....	44
표 3-12. ‘다솜불’의 품종 생육특성 .....	44
표 3-13. ‘다솜불’의 품종 꽃 색깔 .....	44
표 3-14. ‘다솜불’의 품종 육성계 보도 .....	44
표 3-15. ‘화니불’의 품종 고유특성 .....	45
표 3-16. ‘화니불’의 품종 생육특성 .....	45
표 3-17. ‘화니불’의 품종 꽃의 색상 .....	46
표 3-18. ‘화니불’의 품종 육성계보도 .....	46
표 3-19. 조경 특수 식재지 법면에 식재한 화단국 생육차이 .....	48
표 3-20. 조경특수지 법면에 위치한 화단국 계통의 성장률(%) .....	49
표 3-21. 조경특수지 법면에 위치한 화단국 생육차이 .....	50
표 3-22. 조경특수지 법면에 위치한 4종류 국화의 성장률(%) .....	50
표 3-23. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이 .....	52
표 3-24. 조경 특수지 하천변에 식재된 화단 국화의 성장률 (%) .....	53
표 3-25. 조경특수지 옥상정원에 식재된 화단국의 생육상 .....	54
표 3-26. 매트 재질 차이에 따른 ‘White Miri’의 생육 .....	60
표 3-27. 매트 사이토양층의 깊이에 따른 화단국 ‘White Miri’의 생육차이 .....	65
표 3-28. 매트에 식재한 삼수의 길이 차이에 따른 ‘White Miri’의 생육차이 .....	66
표 3-29. 매트구성 조건에 따른 실험처리구 선정 .....	69
표 3-30. 식생매트 실험 처리구별 식재현장 이식 40일 후 생육변화. ....	77
표 3-31. 삼수길이에 따른 식생매트 실험 처리구별 식재현장 이식 40일 후 생육변화. ....	78
표 3-32. 조경 특수 식재장소에 따른 국화매트의 식재 26일 후 생육변화. ....	80
표 3-33. 화단국 식생매트의 옥상 현장 식재 43일 후 2개/0.06㎡의 국화 생육상 .....	82
표 3-34. 화단국 식생매트의 옥상 현장 식재 43일 후 15개/0.06㎡의 국화 생육상 .....	83
표 3-35. 화단국 식생매트의 가로화단 현장 식재 43일 후 2개/0.06㎡의 국화 생육상 .....	83
표 3-36. 화단국 식생매트의 가로화단 현장 식재 43일 후 15개/0.06㎡ 국화 생육 .....	83
표 3-37. 조경특수 식재지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이 .....	85
표 3-38. 조경특수식재지 하천변에 식재한 화단국의 생육 변화율(%) .....	85

표 3-39. 조경특수식재재 하천변에 매트 식재한 2종류 화단국의 생육 변화율(%) .....	85
표 3-40. 조경특수지 범면에 매트 식재한 2종류 화단국의 생육차이 .....	87
표 3-41. 조경특수식재지 범면에 노지 식재한 2종류 국화의 생육 변화율(%) .....	88
표 3-42. 조경특수식재지 범면에 매트 식재한 2종류 국화의 생육 변화율(%) .....	88
표 3-43. 조경특수식재지 옥상에 용기 식재한 화단국의 생육특성 .....	90
표 3-44. 식생매트에 적용한 원예용 상토의 화학적 성질 .....	91
표 3-45. 저장된 매트묘의 식재 후 기간과 온도 차이에 따른 생육 .....	93
표 3-46. Coir Tape를 이용한 삼목 60일 후 가든మ్의 생육 .....	96

## 〈그림 차례〉

그림 1-1. 가로변, 하천, 옥상 등 조경 특수 식재공간의 지피식물 식재 현황 .....	17
그림 1-2. 봄, 가을 년 2회 개화 화단국(일장무감응 화단국)의 개화 현황 .....	19
그림 3-1. 화단국 계통 선발을 위한 인공교배 .....	29
그림 3-2. 화단국 계통 선발을 위한 실내교배 .....	29
그림 3-3. 2010년 선발계통 사진 .....	36
그림 3-4. 2011년 선발계통 사진 .....	37
그림 3-5. 2012년 선발계통 사진 .....	37
그림 3-6. 2013년 선발계통 사진 .....	37
그림 3-7. 포복형 선발계통 .....	38
그림 3-8. 생울타리형 선발계통 .....	38
그림 3-9. 특성검정 포장 전경 .....	39
그림 3-10. 화단국 형태별 특성검정 선발계통 .....	39
그림 3-11. 일장무감응형 계통 선발포장 .....	43
그림 3-12. 직무육성품종 ‘다솜불’ 등록 (2012) .....	44
그림 3-13. ‘다솜불’ 품종 등록 .....	45
그림 3-14. 2012 직무육성품종 ‘화니불’ 등록 .....	45
그림 3-15. 조경특수 식재지 범면 현황 및 화단국 식재 .....	47
그림 3-16. 조경특수지 범면에 식재된 화단국의 생육변화 .....	48
그림 3-17. 조경특수지 범면에 식재된 화단국 계통 .....	49
그림 3-18. 조경특수지 범면에 식재된 화단국의 생육차이 .....	49
그림 3-19. 조경특수지 범면에 식재된 화단국 계통 .....	50
그림 3-20. 조경특수지 범면에 식재한 화단국 현황 .....	51
그림 3-21. 조경특수지 하천변에 식재한 화단국 현황 .....	51
그림 3-22. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국 계통 .....	52
그림 3-23. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이 .....	52
그림 3-24. 조경 특수지 하천변 화단국 식재현황 .....	53
그림 3-25. 조경특수지 옥상정원 용기에 식재된 화단국의 성장특성 .....	54
그림 3-26. 조경특수지 옥상정원 용기에 식재된 화단국 현황 .....	55
그림 3-27. 조경특수지 옥상정원 용기의 화단국 계통 .....	55
그림 3-28. 국화 Coir Mat 제작방법 .....	58
그림 3-29. Coir Tape 두께 및 토양 매체의 차이에 따른 4가지 처리 .....	59
그림 3-30. Coir Tape 두께차이에 따른 지상부분의 생육 .....	62
그림 3-31. Coir Tape 두께차이에 따른 식물 높이와 뿌리 생존율 .....	62
그림 3-32. 매트 사이에 토양층을 넣었을 때 화단국의 지상부분 생육 .....	63
그림 3-33. 매트사이에 토양층을 넣었을 때 화단국의 성장길이와 뿌리 생존 .....	63
그림 3-34. 뿌리가 활착된 화국화 식생매트 .....	70
그림 3-35. 실험 처리구별 식생매트 내 뿌리의 성장 현황 .....	71
그림 3-36. 삼목상자 분리 후 실험처리구별 식생매트 내 뿌리의 성장 현황 .....	72

그림 3-37. 삼목 50일 후 식생매트 실험처리구별 뿌리 생육차이. ....	73
그림 3-38. 매트에서 삼목 50일 후 삼수길이에 따른 생육차이. ....	73
그림 3-39. 식재 현장으로 이식직전의 식생매트 내 부정근이 형성 .....	75
그림 3-40. 식생매트에 화단국가 안정적으로 밀착 .....	75
그림 3-41. 화단국 식생매트를 식재 현장으로 이식 .....	76
그림 3-42. 식생매트의 포장 이식 40일 후 처리구별 생육비교 .....	76
그림 3-43. 식생매트 조건별 식재현장 이식 40일 후 생육변화. ....	77
그림 3-44. 삼수길이에 따른 식생매트 실험 처리구별 식재현장이식 40일 후 생육변화. ...	77
그림 3-45. 분양용 매트 대량 생산을 위한 제작과정 .....	78
그림 3-46. 매트용 화단국 의 선발 및 실용성 강화를 위한 현장적용 실험 .....	79
그림 3-47. 화단국 식생매트의 밀도별 식재 전 모습 (좌) 2개/0.06m <sup>2</sup> , (우) 15개/0.06m <sup>2</sup> .....	79
그림 3-48. 화단국 식생매트 식재 현장모습 - 법면 .....	80
그림 3-49. 식재 26일 후 국화매트의 장소에 따른 밀도별 초장의 크기와 변화율 .....	81
그림 3-50. 식재 26일 후 국화매트의 장소에 따른 밀도별 엽록소값과 변화율 .....	82
그림 3-51. 화단국 식생매트의 가로화단 현장 식재 43일 후 모습 .....	82
그림 3-52. 화단국식생매트의 옥상 현장 식재 43일 후 모습 .....	82
그림 3-53. 화단국 식생매트의 식재 43일 후 식재장소와 식재밀도별 초장 .....	84
그림 3-54. 화단국 식생매트의 현장 식재 43일 후 식재장소와 식재밀도별 엽록소 .....	84
그림 3-55. 조경특수식재지 하천변에 식재된 화단국의 생육. ....	85
그림 3-56. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이 .....	86
그림 3-57. 조경특수식재지 법면에 매트 식재한 2종류의 국화에 대한 생육 .....	87
그림 3-58. 조경특수식재지 법면에 식재된 매트 식재 생육차이 .....	89
그림 3-59. 식생매트 재배환경 .....	91
그림 3-60. 저온 저장을 위한 매트 포장 .....	92
그림 3-61. 실험 냉각 저장 장비 .....	92
그림 3-62. 저장된 매트의 식재 후 저장기간 및 온도 차이에 따른 생육비교 .....	93
그림 3-63. 매트 내 식재 삼목 2개월 매트 밖으로 돌출된 뿌리 .....	95
그림 3-64. Coir Tape를 이용한 가든뎀 삼수의 밀도별 식재 .....	95
그림 3-65. Coir Tape를 이용한 삼목 30일 후 가든뎀 삼수의 활착율 .....	96
그림 3-66. Coir Tape를 이용한 삼목 60일 후 가든뎀 삼수의 피복율 .....	97
그림 3-67. 삼목 60일후 시트형 매트에서의 밀도에 따른 피복 .....	97
그림 3-68. 삼목 60일 후 롤형 매트에서의 밀도에 따른 피복 .....	97
그림 3-69. 매트 내 활착 후 적재 및 롤링 모습 .....	98
그림 3-70. 적재 해체 후 훼손정도 .....	98
그림 3-71. 롤링 해체 후 훼손정도 .....	99





## 제 1장 연구개발과제의 개요

### 제 1절. 연구개발의 필요성

#### 1. 조경산업용 지피식물의 개발 필요성

##### 가. 조경산업용 지피식물의 시장분석과 문제점

국내 조경산업용 지피식물은 도시공원녹화, 가로변녹화, 옥상녹화, 숲길조성, 골프장, 법면녹화, 하천변 녹화등 다양한 국토의 녹화사업에 주요 식물소재로 쓰이고 있다.

조경산업용 지피식물의 국내 시장은 연간 2000억~3000억 규모의 시장이 형성되고 있고(한국 조경수 협회, 2009),

특히 2009년부터 4대강 사업등 대규모의 국가사업에 조기 녹화가 가능한 지피식물의 수요는 20%이상 급증하고 있다(한국수자원공사 4대강 기본계획, 2010).

또한 꽃박람회나 지자체의 축제 및 이벤트가 매년 증가함에 따라 테마식물로 장식 되거나 축제기간을 화려하게 수놓아주는 지피식물의 수요는 매년 100억 이상의 시장이 형성되었다(충남 안면도 꽃박람회 및 고양세계 꽃박람회 감사자료로 추산, 2009).

그러나 조경용 지피식물은 순수 녹화용 지피식물을 제외하면 70%이상이 꽃을 감상하는 경관용 지피식물로 식재되고 있는데,



그림 1-1. 가로변, 하천, 옥상 등 조경 특수 식재공간의 지피식물 식재 현황

이러한 경관용 지피식물의 화기는 주로 봄철에 많이 몰려 있어, 가을의 축제나 이벤트가 몰려있는 국내 지피소비시장의 일면을 볼 때 화기의 다양한 지피식물의 개발이 필요한 실정이다.

또한, 조경시장의 지피용 식물의 수요에 비해 농가에서 공급하는 지피식물의 종류가 10종 (년간 전국 수요가 200억 이상인 지피식물)으로 지피식물의 소재 다양화가 필요한 실정으로 조경용 지피식물의 수요확대를 위해서는 시장의 요구에 맞게 개화기간이 연장 될 수 있고 높은 피복율이 보장되는 지피식물의 개발이 필요하다.

## 나. 조경산업용 저관리형 지피식물의 필요성

기존 경관녹화식재용 지피식물은 1년생 초화류 중심의 10여종으로서 매년 계절 및 시기에 따라서 새로운 식물로 교체하기 때문에 교체에 수반되는 인건비를 비롯한 교통비등 많은 관리비용이 발생하고 있고,

특히, 해외에서 종자 수입에 따른 외화낭비가 매년 증가(08' 40억불이상 수입) 하기 때문에 자체 품종 개발과 교체비용이 적게 드는 다년생 지피식물의 개발이 필요한 실정이다.

## 2. 지피식물로서 일장무감응형 화단국화의 개발 필요성

### 가. 조경식재용 저관리형 지피식물의 목표종으로서 화단국화 개발

녹화용으로 쓰이는 지피식물은 화기와 관계없이 일단 한번 식재해 놓으면 교체에 대한 부담을 느끼지 않는 다년생 자생식물이 효율적이나,

자생식물은 초기 식재 시 개체의 피복률이 낮고 꽃에 대한 관상가치가 떨어지며 단가가 비싸기 때문에 조경용 경관식재와 면적 식재용 지피식물로는 적합하지 않을 수 있다.

그러므로 조경용 지피식물은 꽃과 개체의 수형 자체가 관상가치가 있으며 다년생이고 꽃의 크기나 화색이 뚜렷하여 피복율과 색채식재로서의 효과가 큰 것일수록 좋다

또한 화기가 길어 한번 꽃이 피면 30일 이상 개화기가 연장되는 지피식물의 개발이 시급하다.

이러한 조건을 만족할 수 있는 지피식물로서의 가능성을 지닌 목표종이 '국화'라고 할 수 있는데, 국화는 주로 절화용이나 분화용으로 이용되고 있다.

그러나 국내에서 육성되고 있는 화단국화 중에 초장이 20cm이하로 지피식물로 취급할 수 있는 포복형 화단국화, 반구형 형태의 화단국화 등 다양한 수형과 화색을 가진 국화가 개발되기 시작하여 지피식물로서 충분히 식재소재로 응용할 수 있게 되었지만 .

조경산업의 현장에 적용할 수 있을 정도의 다양한 형태와 화색을 가지고 있는 품종의 육성이 시급하고 조경식재로 육상과 같은 인공지반, 비탈면, 법면, 하천변 등 특수한 조경현장에 적용될 수 있는 품종인지에 대해서는 연구와 식재경험이 전무하다.

그러므로 지피식물로서 화단국화의 활용가치를 규명하고 다년간 경관식재용으로 교체를 하지 않고도 조경공간 내 피복률과 화기의 장점을 살릴 수 있는 품종의 개발이 절실히 필요하며 또 그의 확대 식재 및 시공의 대한 연구와 기술적인 축적이 필요한 실정이다.

## 나. 일장무감응형 화단국화의 개발과 보급의 필요성

경관용 지피식물의 가장 큰 단점은 화기가 짧아 일정기간이 지나면 교체를 해야 하는 것인데 교체비용이 M2당 187,00원으로 (조경품셈, 3차포트 기준 팬지 가격 참조) 대규모 경관식재 시 식물 재료비외에 많은 인건비와 물류, 기타비용이 들어간다.

그러므로 조경용 경관 지피식물일 경우 화기가 연장되어 교체비용의 절감할 수 있는 식재 소재의 개발이 필요하다.

화단국화는 다른 지피식물이나 자생식물 보다도 화기가 길뿐만 아니라 생육기간 중에도 품종 고유의 수형이 유지되어 경관적 가치가 뛰어나며 노지에서의 생육과 성장도 빨라 조기녹화와 피복률을 확보하는데도 효과가 있다.

화단국화의 수요는 경관용으로는 현재, 가을 축제나 가을 도로변 식재용으로 많이 쓰이고 수요도 매년 10%이상 성장하는 추세에 있다.

그러나 화단국화 삽목묘 가격은 국내품종이 1본당 200원에 비해 수입종이 800원인데 대부분 국내에 소비되는 화단국화는 약 70% 정도가 수입종으로서 국내 대체품종 개발이 시급하며, 우수품종에 대한 수출 시장의 전망도 밝아 화단국화의 개발이 필요한 실정이다.



그림 1-2. 봄, 가을 년 2회 개화 화단국(일장무감응 화단국)의 개화 현황

특히 미네소타에서 도입한 일부 품종의 경우, 우리나라에서 5월과 10월에 개화하는 일장무감응형의 특성을 보이고 있기 때문에 녹색성장정책에 부합하는 경관용 지피식물로서 유리한 품종이지만 품종의 다양성이 시급한 실정이다.

일장 무감응형 화단국화는 전 세계시장을 상대로 수출 가능한 화단국화로서의 품종개발에 대한 필요성도 있을뿐 아니라, 국내의 토양조건과 식재지 (인공지반, 하천, 법면 등 특수한 식재조건)에 따른 적응과 국내 정서에 맞는 새로운 품종확보와 육종을 통해 조경용 화단국화 개발을 적극 유도할 필요가 있다.

### 3. 지피식물로서 화단국의 생산 및 식재편이 시스템의 필요성

#### 가. 지피식물로서 화단국의 생산 및 식재편이 시스템의 필요성

지피식물의 경우 식재초기 식물의 크기가 매우 작아 일일이 한본 한본 식재해야하기 때문에 시간도 많이 걸리며 이에 따른 인건비가 산정되어야 하는 고비용 식재시공으로 이를 개선하기위한 식재 간편 시공공법의 개발이 필요한 실정이다.

또 지피식물의 운반, 식재 시 파손되는 경우가 많고, 대규모 식재 시 시간과 인력투여가 식물재료비보다 인건비나 기타 관리비용이 더 드는 경우가 많아 이러한 부대적인 비용 절감을 위해 식재 간편 시공시스템의 개발이 필요하다.

특히 영양번식을 하는 화단국화의 경우 매트 식재 등 식재 간편 시공시스템을 이용하여 식재하면 식물의 파손이 적고 일정기간 수분과 양분의 공급이 적정하게 이루어지므로 식재초기 하자율이 적고 식재 초기 화단국의 생장, 생육이 고르게 되므로 경관용으로 가치가 높고 꽃과 수형의 지속가능한 관리가 이루어지게 되므로 화단국화의 수명을 연장하는 이점이 있으므로 저비용, 저관리 식재편이 시스템의 개발이 필요하다.

#### 나. 지피식물로서 화단국의 생산 및 식재 시스템의 장기저장 필요성

기 생산된 매트형 국화 삼수를 시장 수요시기와 대량수요에 대응하기 위해 미리 생산된 매트 화단묘를 저온에서 동면시켜 장기 저장할 수 있는 최적의 환경조건을 규명하여 저장 기술을 확보할 필요가 있다.

## 제 2절. 연구개발 목표 및 연구 범위

### 1. 연구개발의 최종목표

#### 가. 최종목표

조경용 지피식물은 국내외 시장수요가 급증함에 따라 지피식물의 품종 다양화, 조기피복가능 품종 등 다원적으로 시장에 대처할 수 있는 연구와 품종개발이 진행되고 있으나,

경관용 지피식물의 경우, 꽃에 의존하여 지피식물을 선택하고 있기 때문에 화기와 화기의 연장 등이 중요한 과제로 남아 있는데,

화단국화는 화기도 길고, 특히 일장무감응형 화단국화는 연간 2번 봄·가을 꽃이 피어 계절마다 지피식물의 교체되는 비용을 절감할 수 있으며 농가에는 고 부가가치 시장수요 식물을 제공할 수 있고,

해외시장에 기존 화단국화 시장을 재편할 수 있는 계기로 수출량을 확보할 수 있으므로 국내 고유의 품종 확보와 개발이 시급한 실정으로

**본연구의 최종 연구 목표는 다음과 같다.**

**조경식재용 화단국 개발** : 기존 화분에 식재되던 화단국화를 선형적으로 선별하여 형태적으로 다양한 조경용 화단국화로 개량하여 품종을 확보하고 농가에 보급 할 수 있도록 한다.

**매트형 화단국의 생산 및 식재 편이 기술 개발** : 기존 식재방식인 삽목에 의한 화단국의 식재를 단위 유니트형 매트에 다량의 삽목을 한꺼번에 삽수하여 생산 및 식재의 공정을 절감하고 식재 시 인건비등을 절감할 수 있도록 한다.

**매트형 화단국의 장기 저장 기술 개발** : 기 생산된 매트형 국화 삽수를 시 장수요시기와 대량수요에 대응하기위해 미리 생산된 매트 화단묘를 저온에서 동면시켜 장기 저장할 수 있는 최적의 환경조건을 규명하여 저장 기술을 완성 한다.

## **나. 연구개발의 범위**

**조경 지피 식물로 이용 가능한 화단국의 특성검정 및 다양한 형태의 화 단국화 선별한다.**

**화단국화의 특성 검정 및 현장적응성 검정 후 조경용 지피식물로서의 화 단국품종 선정한다.**

- 현장 적응성 강화를 위한 우량 모주 및 우량개체 육성으로 화단국 육묘
- 법면, 하천변, 인공지반(옥상), 벽면녹화용으로 개발된 화단국의 특수조 경 현장 적응성 규명

**매트형 화단국의 생산 및 식재 편이 기술 개발한다.**

- 매트적용 화단국의 묘 생산 및 식재 에 적합한 품종의 선발
- 매트시스템의 단위구성요소인 재질 및 토양층진체의 적정조건
- 매트적용 화단국의 최적 식재 밀도 조건

**매트형 화단국의 장기 저장 기술 개발**

- 장기 저장을 위한 화단국 묘 적정 삽수 길이

- 장기저장을 위한 적정 온도 조건 규명
- 장기저장을 위한 매트적정 형태 규명(롤매트형, 사각매트형)

## 2. 연구개발의 세부목표 및 내용

### 가. 조정 식재용 화단국 개발

#### (1) 연구 목표

기존 화분에 식재된 반구형 형태의 화단용 국화에서 탈피하여 조경소재식물로 이용 가능한 포복형, 직립형, 생울타리형 품종 개발한다.

기존 화분에 식재되던 화단국화를 조경용 특수 식재지에 적응할 수 있는 화단국화를 선발 한다.

최종적으로 조경용 특수 식재지에 현장 식재 후 생육 검증을 통한 우수 화단국화를 개발 한다.

#### (2) 연구내용

현장 적응성 강화를 위한 우량 모주 육성 후 삼수한다.

선발된 화단국 우량 삼수를 법면, 하천변, 옥상, 가로변 등 조경 특수 식재지에 식재 후 생육 우수 화단국 계통을 개발한다.

### 나. 일장무감응형 화단국화의 개발

#### (1) 연구목표

자연일장재배시 년 2회 개화 가능한 일장무감응형 화단국화 개발

#### (2) 연구내용

1년에 2회 개화 가능한 생리적으로도 다양한 일장무감응형 화단국화 품종 개발

- 육종방법 : 교배육종
- 교배조합 : 용도별 화단국화 품종 및 계통 간 교배
- 선발방법 : 기존 용도별 육성계통 특성검정 후 선발 및 교배계통 활용
- 품종등록 : 용도별 최적 계통 특성검정 후 등록

### 다. 조경용 화단국화의 Mat형 자동생산 및 식재 System 개발

#### (1) 연구목표

고부가가치를 가진 국화 특화품의 자동생산기술 개발한다.

조경용 화단국화의 내수시장 확대와 수출증대를 위한 대량 생산 시스템 및 식재시스템 개발 한다.

## **(2) 연구내용**

매트적용 화단국의 묘 생산 및 식재에 적합한 품종의 선발한다.

매트시스템의 단위구성요소인 재질 및 토양층진체의 적정조건을 규명한다.

매트적용 화단국의 최적 식재 밀도 조건을 규명한다.

## **라. 매트형 화단국의 장기 저장 기술 개발**

### **(1) 연구목표**

기 생산된 매트형 국화 삽수를 시장수요시기와 대량수요에 대응하기위해 미리 생산된 매트 화단묘를 저온에서 동면시켜 장기 저장할 수 있는 최적의 환경조건을 규명하여 저장 기술을 완성한다.

신규 시장 창출을 위한 신품종 조경용 화단국의 차별화된 생산 및 시공 시스템으로 내수시장 확대 및 전략적 수출방안 마련한다.

### **(2) 연구내용**

장기 저장을 위한 화단국 묘 적정 삽수 길이를 규명한다.

장기저장을 위한 적정 온도 조건 규명한다.

장기저장을 위한 매트적정 형태를 규명(롤매트형, 사각매트형)한다.



## 제 2장 국내외 기술 개발 현황

### 제 1절. 조경 특수지 식재용 화단국화의 기술개발 현황

국화의 육종은 1789년 Captain Pierre-Louis Blancard가 중국에서 국화 6종 (C. morifolium)을 프랑스로 가져갔다.

1796년 영국에서 'Old Purple'이라는 품종을 처음으로 육성하였다(Chronica Horticulturae, 2013). 이후 수많은 육종연구가 진행되면서 현재 절화국화(Cutnum), 화단국화(Gardenmum), 포트뭉(Potmum)등 용도별로 구분하게 되었다.

우리나라는 80년대 중반부터 육종을 시작하였으며 현재 농촌진흥청 산하기관에서 주로 절화국화를 육종하고 있다..

화단국화의 육종은 화란의 피데스(Fides)회사, 벨기에의 브랜드 캠프(Brand camp)회사, 미국의 Yoder 회사 등 여러 곳에서 육종이 진행되고 있으며, 화색 다양성, 안정적인 초형과 줄기가 강한 개체 육성, 서리저항성 육종 등 여러 분야로 나뉘어 진행되고 있으나

형태적인 면에서 보면 반구형(Shrub type) 형태만을 육성하고 있다. 예산국화시협장에서 1999년부터 화단국화를 육종하고 있으며 현재까지 반구형 13품종, 지피용 등 6품종 등 21품종을 등록하였다.

우리나라에 자생하는 국화는 감국, 산국, 구절초, 해국 등으로 야산에서 흔히 볼 수 있으며 겨울에 지상부위는 고사하지만 지하부위의 동지아가 살아남아 매년 봄에 다시 자라는 특성을 지니고 있다.

속근류에 속하는 국화는 우리나라 어느 지역에서든지 월동이 가능하다는 장점을 지니고 있으나 실제 조경현장에서 활용되는 일은 거의 없었다.

감국과 산국은 줄기 신장성이 너무 좋고 줄기 강도가 강하지 못하여 도복되는 단점과 꽃이 작아 관상가치가 적어 조경지피식물로는 부적합하다.

반면에 구절초는 초장과 화형 등이 우수하여 구절초 축제 혹은 법면 식재용으로 일부 이용되고 있다.

반영년생인 화단국화는 토양에 식재할 경우 매년 개화가 되는 장점을 가지

고 있음에도 불구하고 식재 2~3년 후 초형의 불안정성, 반구형 형태로만 육종 함으로 인한 초형의 단조로움과 주로 화분에 재배하여 판매되고 있기 때문에 조경현장에 직접 식재하여 활용하는 것은 제한적이었다.

그러나 현재 가을철을 겨냥한 가로변이나 옥상, 하천, 법면 등 식재용 화단 국화의 개발이 시급히 필요하나 안정된 화단국의 품종은 거의 개발되어 있지 않은 상태이다.

## 제 2절. 조경특수지 식재용 화단국의 매트형 생산 및 식재 시스템 기술개발 현황

일반적으로 조경에서 사용되고 있는 식생매트는 녹화초기의 식생피복에 우수한 효과를 나타내며, 비탈면의 침식방지와 안정에 많이 이용되어지고 있는데,

황마로 제작한 Jute Net, Jute Rope, 코코넛 섬유로 제작한 Coir Net, Coir Tape, 더스트를 이용한 식생매트가 사용되고 있다.

이러한 식재매질은 토양보존, 환경보호, 침식, 홍수예방에 탁월한 효과가 있고, 제품이 가벼워 시공이 매우 간단하며 운반비 및 시공비가 저렴하다.

또한, 용이한 분리물의 여과, 효과적인 배수 등의 효과와 보온과 보습효과가 있어 씨앗의 발아와 발근, 성장을 촉진하여 급속한 녹지대 형성이 가능하며

이들 재료들은 녹화 후 자연적으로 부식되어 유기질 비료가 되는 이점이 있다.

특히, 운반 시 가벼우며 흩날림 현상이 없기 때문에 빠르고 간편한 설치가 가능하다는 이점이 있다.

그러나, 이러한 이점 때문에 매트형 식생생산 시스템에 관한 연구개발은 주로 사면의 식생성장과 사면안정, 토양의 침식방지를 위해 하천복원, 식생복원, 절개지사면 녹화 등에 중점이 맞춰지고

이에 따른 식생 종류도 새덤이나 잔디 등 제한적인 식물의 매트생산 시스템으로만 기술개발이 진행되고 있는 상황이다.

그러므로 화단국에 필요한 매트 생산시스템이나 메트의 단위 구성단위인 매

트 종류, 매질, 매질의 규모, 매트와 적합 사이즈 등은 연구된바가 전무한 실정이다.

이에, 본 연구개발은 우수한 화단국을 대량으로 조경식재지에 편이하게 식재할 수 있는 최초의 기술개발이 될 것이며

이러한 기술개발을 통해 화단국의 세계 최초 생산편이 기술 확보와 수출이 용이한 위치를 확보할 수 있다.

## 제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1절. 조경식재용 화단국 선발

(조경용 화단국화의 특성 검정 및 다양한 형태의 화단국화 선발)

#### 1. 연구목적

우리나라에 자생하는 국화는 감국, 산국, 구절초, 해국 등으로 야산에서 흔히 볼 수 있으며 겨울에 지상부위는 고사하지만 지하부위의 동지아가 살아남아 매년 봄에 다시 자라는 특성을 지니고 있다.

숙근류에 속하는 국화는 우리나라 어느 지역에서든지 월동이 가능하다는 장점을 지니고 있으나 실제 조경현장에서 활용되는 일은 거의 없었다.

감국과 산국은 줄기 신장성이 너무 좋고 줄기 강도가 강하지 못하여 도복되는 단점과 꽃이 작아 관상가치가 적어 조경현장에 이용하기에는 부적합하다.

반면에 구절초는 초장과 화형 등이 우수하여 구절초 축제 혹은 법면 식재용으로 일부 이용되고 있다.

또한 조경용 지피식물은 순수 녹화용 지피식물인 잔디 등을 제외하면 70% 이상이 꽃을 감상하는 경관용 지피식물로 식재되고 있으며,

그 종류로는 팬지, 페추니아 등 주로 1년생 초화류를 중심으로 약 10여종이 매년 계절 및 시기에 따라 새로운 식물로 교체 식재되고 있다.

이러한 초화류는 대부분 우리나라에서 자생하는 식물이 아니고 외국에서 수입되는 품종들이며 식재 방식도 전국적으로 유사하여 소비자들의 변화 욕구가 증가하고 있다.

화단국화의 육종은 화란의 피데스(Fides)회사, 벨기에의 브랜드 캠프(Brand camp)회사, 미국의 Yoder 회사 등 여러 곳에서 육종이 진행되고 있으며, 화색 다양성, 안정적인 초형과 줄기가 강한 개체 육성, 서리저항성 육종 등 여러 분야로 나뉘어 진행되고 있으나,

형태적인 면에서 보면 반구형(Shrub type) 형태만을 육성하고 있다. 예산국화시험장에서 1999년부터 화단국화를 육종하고 있으며 현재까지 반구형 13품

중, 지피용 등 6품종 등 21품종을 등록하였다.

반영년생인 화단국화는 토양에 식재할 경우 매년 개화가 되는 장점을 가지고 있음에도 불구하고 식재 2~3년 후 초형의 불안정성, 반구형 형태로만 육중함으로 인한 초형의 단조로움과 주로 화분에 재배하여 판매되고 있기 때문에 조경현장에 직접 식재하여 활용하는 것은 제한적이었다.

### 본 연구의 목적은

실험실에서 육종된 화단국 여러 계통 중 다년간 노지재배를 통해 안정된 생육상과 형태를 지닌 화단국화를 반구형 형태에서 벗어나 다양한 조경현장에서 활용할 수 있는 반직립형, 퍼짐형 등 여러 형태별 화단국화를 선발하고,

경관용 지피식물로 우리나라 토종의 국화를 활용할 수 있도록 특성을 검정하여 선형적으로 조경용 화단국을 선발하는데 있다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 가. 화단국화의 품종육성 과정

국화는 여러 가지 품종을 오랫동안 교배하여 만들어졌기 때문에 유전학적으로 매우 복잡하며 염색체수가 일정하지 않다.

국화 설상화의 색상은 크산토펜과 카로틴이 함유된 색소체는 황색, 오렌지, 자주색, 적색 등을 발현하고 안토시아닌과 안토크산틴이 함유된 액포는 아이보리, 진황색 등의 발현에 관여한다.

또한 국화 품종육성은 교배육종 방법을 사용하고 있으나 수술이 먼저 성숙하는 응예선숙의 자가불화합성을 가지고 있어 육종에 많은 장애를 가지고 있다.

화단국화의 품종육성 과정은 수집된 유전자원과 품종을 대상으로 반구형, 반직립형, 퍼짐형 등으로 구분한 후 화색과 개화기별로 교배조합을 작성하여 인공교배를 실시하였다.

교배방법은 토양에서 자라는 상태로 포장에서 교배하는 방법과 꽃대인 소화경을 자른 후 실내에서 교배하는 방법으로 나눌 수 있는데. 포장에서 교배하는 것은 교배시기를 제한 받을 수 있다는 것과 양분의 불균형으로 종자 충실도 차이 등의 단점이 있으나, 실내교배인 경우는 계절과 무관하게 교배를 할 수

있다는 것이 가장 큰 장점이다.

교배하여 얻은 종자는 파종 후 노지포장에 정식하여 실생개체 1차 특성검정을 실시하여 우량개체를 선발하고,

이들은 2, 3차 특성검정을 거쳐 최종적으로 우량하다고 판단되는 것은 지역 적응 시험을 실시하여 정밀 특성 검정을 실시한다. 지역적응시험에서 2~3년 동안 조사한 후 최종적으로 우량한 계통에 대해 품종등록을 실시하였다.

그러나 이러한 과정에서 새로운 품종이 등록되기까지는 약 5~6년이 소요되므로 본 연구에서는 조경용 화단국을 선별함을 연구의 범위로 하였다.



그림 3-1. 화단국 계통 선발을 위한 인공교배

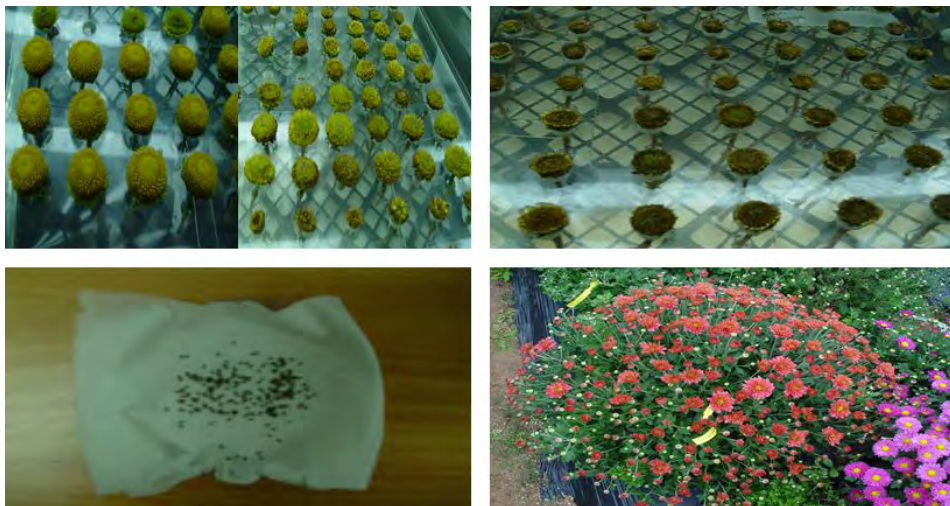


그림 3-2. 화단국 계통 선발을 위한 실내교배

## 나. 품종 및 계통간 인공교배

### (1) 교배를 위한 모주관리

국화교배를 위한 모주는 매년 가을에 노지포장과 유전자원보존 온실에서 선발된 ‘마루불’ 등 40종(품종 및 계통)의 국화를 약 1개월간 저온저장한 후 가을 온실에서 생육을 시켜 삼수를 채취하였다.

삼목은 5월 상순경 피트모스와 펄라이트를 1:1로 혼합하여 128공 트레이에서 발근을 유도하였으며 발근된 삼수들은 6월 상순경에 노지포장과 화분에 정식하여 관리하였다.

### (2) 인공교배

노지포장에서 가을에 개화된 국화들은 소화경을 채취하여 실내 교배를 하였으며, 이들 국화들 중 노지자연일장조건에서 이듬해 5월경부터 개화가 시작되는 품종과 계통들을 선발하여 교배를 실시하였다.

또한 온실에서 화분재배할 경우 이듬해 3월경부터 개화가 시작되는데 이들 품종 및 계통들도 일장무감응형 국화교배 재료로 활용하였다.

교배조합은 마루불, 캔디볼(09-19-49), 금방울 등 퍼짐형과 반구형 화단국화 20조합과 분재국화의 특성을 화단국화에 접목하기 위해 나비아가씨, 황호 등 분재국화 18조합, 그리고 국화의 이용성 확대를 위해 수집된 유전자원들 중 안동 차국화와 팝콘볼 등 3조합을 실시하였다.

## 다. 실생개체 1차 특성검정

인공교배 후 얻은 종자는 3월하순경 피트모스 : 펄라이트를 1:1로 혼합하여 128공 트레이에 층진한 후 파종하였다. 발아한 묘는 약 2개월간 트레이에서 육묘를 하였고, 그 후 10cm 화분에 가식하여 약 20일간 육묘한 뒤 노지포장에 정식하였다.

노지포장의 시비량(10a/kg)은 유기질퇴비(600), 질소(20), 인산(10),加里(20)을 기준으로 시용한 후 경운하였다. 포장정식은 매년 6월 10일 기준으로 실시하였으며 개화 시 초형, 초장, 초폭, 화형, 화색 등 생육특성을 조사하였다. 실생개체의 특성검정은 종자채종 연도인 2011년과 2012년으로 구분하여 실시하였다.

2011년은 종자교배 후 채종을 11~12월에 실시하여 특성조사는 2012년 가을에 개화조사 등을 실시한 것이고, 2012년은 2011년과 같이 11~12월에 채종하여 현재 노지포장에 식재하여 생육 중에 있으므로 개화조사는 2013년 가을에 실시하였다.

표 3-1. 화단국 종자 교배 후 재배방법

과 종	정 식	재식거리	개 화	특성검정	선 발
2월 초순 작형온실(C4)	6월 상순 (노지 B)	50 x 50cm	8월 하순~	8월 하순 ~10월 하순	8월 하순~

## 라. 2·3차 생육특성

실생개체 1차 특성검정과 2차 선발 계통들을 대상으로 2·3차 생육특성을 조사하였다. 이들 계통들의 삼목은 5월 초순에 하였으며, 정식은 6월 상순에 50 x 50cm 간격으로 10주씩 식재하여 특성검정을 실시하였다. 이들 계통들의 개화 및 생육특성을 위한 포장조성은 실생계통 포장과 동일하게 실시하였으며, 개화조사는 8월 하순부터 실시하였으며 조사내용 또한 실생계통 조사내용과 동일하게 수행하였다.

표 3-2. 2·3차 화단국 종자 교배 후 재배방법

과 종	정 식	재식거리	개 화	특성검정	선 발
5월 초순 작형온실(C4)	6월 상순 (노지 B)	50 x 50cm	8월 하순~	8월 하순 ~10월 하순	8월 하순~

## 마. 지역적응시험

2·3차 생육특성 검정 후 최종 선발된 계통들을 대상으로 지역적응시험을 실시하였다. 시험 계통들의 모주는 2월부터 5월까지 온실에서 관리하여 우량 삼수를 채취하여 삼목하였다. 발근된 묘는 6월 상순경에 50 x 50cm 간격으로 정식하여 생육특성을 검정하였다.

지역적응시험은 2012년 조경국화 L-4호 등 13계통과 마루불 등 대조 3품종 등 16종을 대상으로 가을에 생육특성을 검정하였고, 2013년에는 화단국화 G-14호 등 9계통과 금방울 등 대조 3품종을 대상으로 하였으며, 조경국화는 L-1호 등 14계통과 마루불 등 대조 4품종을 대상으로 하였다.



표 3-3. 선발된 화단국제통의 지역적응시험 계통(2012)

계통명	시험지역		형태	비고
	충남 예산	경기 수원		
예산L-4호(G-20)	(2)	(2)	포복형	06-237-20
예산L-5호(G-34)	(2)	(2)	"	09-04-73
예산L-6호(G-37)	(2)	(2)	"	09-77-02
예산L-7호(G-42)	(1)	(1)	"	08-153-01
예산L-8호(G-43)	(1)	(1)	"	09-09-42
예산L-9호	(1)	(1)	"	08-77-36
예산L-1호(G-31)	(3)	(3)	반직립형	05-134-02
예산L-3호(G-35)	(2)	(2)	"	09-07-15
예산L-10호(G-44)	(1)	(1)	"	09-01-37
예산L-11호	(1)	(1)	"	08-24-35
예산L-2호(G-33)	(3)	(3)	생울타리형	08-159-06
예산L-12호	(1)	(1)	"	09-76-03
예산L-13호(G-45)	(1)	(1)	"	09-16-70
마루볼	○	○	포복형	
팬시볼	○	○	반직립형	
브라이트볼	○	○	생울타리형	
계통수	16	16		

표 3-4. 선발된 화단국제통의 지역적응시험 계통(2013)

계통명	시험지역		형태	비고
	예산	수원		
G-14	4	4	반구형	05-103-01
G-23	4	4		06-121-08
G-38	2	2		08-63-21
G-41	2	2		09-04-79
G-42	1	1		09-1-37
G-43	1	1		09-16-70
G-44	1	1		08-56-5
G-45	1	1		09-18-19
G-46	1	1		06-148-7
금방울				
누리볼				
매직볼				
L-1	4	4	반직립형	05-134-02
L-3	3	3		09-07-15
L-4	3	3		06-237-20
L-5	3	3		09-04-73
L-8	2	2	포복형	09-09-42
L-9	2	2		08-77-36
L-11	2	2	생울타리형	08-24-35
L-12	2	2		09-76-03
L-13	2	2		09-16-70
L-14	1	1	포복형	09-14-14
L-15	1	1		08-123-9
L-16	1	1		09-2-19
L-17	1	1		06-98-1
L-18	1	1		10-26-17
마루볼			포복형	
다솜볼				
브라이트볼			생울타리형	
팬시볼			반직립형	

### 3. 연구결과

#### 가. 품종 및 계통간 인공교배

선발된 계통 및 품종을 대상으로 개화 후 소화경을 채취하여 암꽃과 수꽃으로 이용할 부분을 분리한 후 트레이 교배용 아크릴판에 꽂아 놓았다. 소화경의 성숙정도에 따라 약 5일이 지난 후 꽃가루가 발생이 되었고 암술머리도 Y자 형태로 성숙하게 되었다. 교배는 형태 및 특성별로 조합을 작성한 뒤 실시한 후 약 1개월 뒤에 종자를 채종하였다.

2011년 교배조합 중 모본 10-107-02계통과 부분 05-29-01계통을 교배한 조합에서 117개의 종자를 얻었고, 모본 05-06-04계통과 부분 Lindy 품종을 교배한 조합에서는 1개의 종자를 얻었는데, 이는 모본과 부분의 조합간에 종자 임신율의 차이가 큰 것을 알 수 있었다.

또한 모본 ‘누리볼’ 품종과 부분 09-08-06 계통의 조합에서는 종자를 96개 얻었으며, 모본 ‘누리볼’ 품종과 부분 05-32-01 계통의 조합에서는 109개의 종자를 얻었는데, 이는 모본을 ‘누리볼’로 할 경우 임신율이 높은 것으로 판단되어 추후 종자 획득율을 높이기 위해서는 품종 및 계통간 교배 후 임신율을 확인할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

2012년 교배에서는 교배조합별 채종 종자수 다양하였는데 모본 05-87-03 계통과 부분 08-159-05 계통간 교배에서 380개의 종자를 얻었다. 또한 분재국화 모본 ‘용백’ 품종과 부분 ‘빨강설국’간 교배에서는 452개의 종자를 얻어 가장 높은 임신율을 보였다.

표 3-5. 화단국 용도별 교배조합 및 채종 종자수(2011)

No.	♀	♂	채종 종자수	용도
1	06-37-06	05-216-04	5	화단국화
2	07-316-17	06-440-05	4	
3	05-06-04	Lindy	1	
4	10-05-14	01-207-06	23	
5	10-05-22	Y.Quill	16	
6	09-01-37	Y.Quill	5	
7	누리볼	09-08-06	96	
8	10-05-22	Golden Star	29	
9	09-01-37	Coral D	4	
10	10-05-22	Golden Star	5	
11	10-60-23	White Sigle shrub type	38	
12	10-43-05	White shrub type	14	
13	10-60-23	99-136-01	30	
14	10-05-22	99-94-21	8	
15	10-05-22	01-207-06	2	

표 3-5. 계속

No.	♀	♂	채종 종자수	용도
16	10-107-02	05-29-01	117	
17	10-05-22	05-46-01	32	
18	09-04-11	op	82	
19	10-107-02	09-08-06	20	
20	10-107-02	05-32-01	33	
21	10-05-22	05-35-05	57	
22	08-95-19	06-148-07	2	
23	08-143-15	05-146-01	1	
24	08-158-07	07-311-07	1	
25	08-143-15	09-46-09	1	
26	07-148-11	07-189-18	5	
27	07-31-12	06-135	5	
28	07-137-19	07-199-04	3	
29	07-140-32	06-88-10	6	
30	08-45-01	06-27-07	2	
31	08-95-19	07-140-32	4	
32	07-98-18	07-347-06	3	
33	07-143-40	07-347-10	9	
34	07-148-11	07-140-32	5	
35	07-98-17	06-488-05	11	
36	06-37-06	05-216-04	16	
37	누리불	05-32-01	109	
38	설국(W)	황호(Y)	2	분재국화
39	황호(Y)	설국@	6	
40	설국@	황호(Y)	9	

표 3-6. 화단국 용도별 교배조합 및 채종 종자수(2012)

No.	♀	♂	채종 종자수	용도
1	09-009-11	마루불	100	화단국화
2	05-139-06	금방울	168	
3	06-37-06	05-216-4	86	
4	05-051-01	09-029-05	37	
5	05-051-01	09-050-13	2	
6	05-051-01	05-137-01	1	
7	05-070-02	09-023-09	5	
8	05-070-02	05-117-02	3	
9	05-072-05	09-001-37	4	
10	05-072-05	05-047-01	10	
11	05-087-03	08-159-06	380	
12	05-087-03	09-077-05	65	
13	05-087-03	금방울	170	
14	05-087-03	09-016-70(L-13)	300	
15	05-096-01	11-024-43	95	
16	05-096-01	다솜불	245	
17	05-096-01	08-022-12	235	
18	05-096-01	09-074-02	210	
19	05-101-01	09-060-01	92	
20	05-101-01	05-047-01	235	
21	빨강설국	나비아가씨	52	분재국화
22	빨강설국	황호노랑	15	
23	소정앵	나비아가씨	91	

표 3-6. 계속

No.	♀	♂	체중 종자수	용도
24	소정앵	빨강설국	260	
25	소정앵	소정앵	28	
26	소정앵	나비아가씨	13	
27	소정앵	분재(분홍)	65	
28	소정앵	황호	34	
29	소정앵	06-199-12	95	
30	흰설국	나비아가씨	250	
31	용백	빨강설국	452	
32	용백	황호	50	
33	용백	소정앵	26	
34	황호노랑	빨강설국	5	
35	흰설국	09-001-37(L-10)	4	
36	흰설국	노랑분재	14	
37	흰설국	빨강분재	250	
38	12-087-02	12-088-04	8	
39	안동차국화	팝콘볼	149	차국화
40	안동차국화	용백	8	
41	팝콘볼	안동차국화	28	

## 나. 실생계통 특성검정

2011년 교배를 실시하여 수확한 교배종자를 2012년 2월에 파종하여 5월 하순경에 노지포장에 식재하여 생육 및 개화 특성을 조사하였다.

실생개체들은 초형에 따라 포복형, 생울타리형, 반직립형 등으로 구분하였다. 생육특성은 개화기, 화색, 화형, 화폭, 초장, 초폭 등을 조사하였고 줄기 강도가 약한 것은 선발에서 제외하였다.

최종적으로 선발된 개체수는 포복형 2종, 반직립형 6종, 생울타리형(반구형) 6종 등 총 14개체를 선발하였다. 최종 선발된 14개체는 2013년 6월 하순에 포장에 식재하여 생육중에 있으며 가을에 2년차 생육특성을 검정하였다.

표 3-7. 화단국 실생선발 계통 반직립형(Semi-spray type, 2012)

계통명	개화기	화형	화색	화폭(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	초형	줄기강도
YCL1201108	10. 5	홀꽃	노랑	3.5	30	40	반구형	강
YCL120211	10. 5	겹꽃	주황	4.5	34	28	반직립형	강
YCL120707	9. 25	반겹꽃	흰색	3.0	30	24	반직립형	강
YCL120910	9. 20	겹꽃	주황	4.0	32	20	반직립형	강
YCL123303	9. 25	겹꽃	노랑	3.5	32	23	반직립형	강
YCL123708	9. 20	반겹꽃	자주	3.5	30	20	반직립형	강
YCL126301	10. 5	반겹꽃	흰색	3.5	45	36	반직립형	강
YCL1274129	10. 10	반겹꽃	노랑	4.5	28	34	반구형	강
YCL127507	10. 10	홀꽃	주황	4.3	32	30	반구형	강
YCL1275150	10. 25	반겹꽃	노랑	3.8	18	32	포복형	극강
YCL1275162	10. 5	반겹꽃	노랑	3.5	36	42	반구형	강
YCL128909	10. 10	홀꽃	흰색	3.6	28	36	반구형	강
YCL128921	10. 5	반겹꽃	흰색	3.5	23	46	포복형	극강
YCL128984	10. 1	홀꽃	흰색	2.8	32	43	반구형	중



<YCL1201108>



<YCL1274129>



<YCL127507>



<YCL1275150>



<YCL1275162>



<YCL128984>

그림 3-3. 2010년 선발계통 사진



<YCL100249>



<YCL108312>



<YCL101301>



<YCL108315>

그림 3-4. 2011년 선발계통 사진



<YCL110423>



<YCL111617>

그림 3-5. 2012년 선발계통 사진



<YCL120416>



<YCL120803>



<YCL120901>

그림 3-6. 2013년 선발계통 사진

## 다. 2·3차 선발계통 특성검정

2·3차 선발계통 특성검정을 위한 모주확보는 2010년 12월에 가온 온실에 삽목하여 육성하였다. 2011년 5월 초순에 우량삼수를 채취하여 128공 육묘상자에 삽목을 실시하였으며 노지포장 정식은 6월 10일에 하였다.

표 3-8. 2·3차 선발계통 생육특성

계통명	개화기	화 색	화 형	화폭(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	줄기강도	용 도
0617609	9. 29	주황	겹꽃	5.0	25	35	강	화단용
0710307	10. 14	노랑	반겹꽃	5.0	21	39	강	"
109101	10. 5	주황	홀꽃	3.0	25	38	강	"
1010809	9. 15	노랑	반겹꽃	3.0	35	85	강	"
0719202	10. 6	황분홍	홀꽃	5.0	35	28	강	가로조경용
0813703	10. 7	분홍	홀꽃	5.0	60	70	강	"
085605	10. 1	노랑	반겹꽃	3.0	38	85	극강	생울타리용
081731	9. 28	분홍	홀꽃	4.5	40	95	극강	"
0711411	9. 30	빨강	반겹꽃	4.8	50	110	극강	"
090942	10. 3	백색	반겹꽃	3.0	28	70	극강	지피용
090949	10. 3	백색	반겹꽃	3.0	25	80	극강	"
109205	10. 10	주황	반겹꽃	3.0	25	75	강	"



<090942>



<090949>

그림 3-7. 포복형 선발계통



<YCL 085605>



<YCL 081731>

그림 3-8. 생울타리형 선발계통

## 라. 지역적응시험 후 최종 적합 화단국 선발

품종 및 계통간 인공교배, 실생계통 특성검정, 지역검증을 거쳐 최종 선발된 화단국은 다음과 같다.

법면에 식재권장 화단국은 08-56-05, 09-09-38, 09-10-57, 09-15-69가 선발되었으며,

하천변 식재권장 화단국은 09-10-18, 09-19-39, 09-06-34, 브라이트 볼 이 선발되었다.

가로변 식재 권장 화단국으로는 05-18-01, 05-01-01, 팬시볼, 09-46-08, 09-76-03, 09-02-02가 선발되었으며,

옥상 식재권장 화단국으로는 09-19-49, 09-14-14, 09-11-37, 09-15-69, 09-13-37, 09-09-51 로 선발 되었다.



<2012년 지적포장>



<2013년 지적포장>



<특성검정 포장>

그림 3-9. 특성검정 포장 전경



<YCL085605>



<YCL081731>

<생울타리형>



<YCL090942>



<YCL090949>

<포복형>

그림 3-10. 화단국 형태별 특성검정 선발계통



## 제 2절. 일장 무감응 조경식재용 화단국 선발

### 1. 연구목적

국화는 단일조건에서 화아분화되어 꽃이 피는 가을을 대표하는 꽃이다.

그러나 일장조절기술이 발달하여 이러한 조건에 잘 반응하여 4계절 국화꽃을 볼 수가 있다.

화단국화의 경우 노지 자연일장재배로 개화를 시키기 때문에 이러한 단일처리기술을 이용할 수가 없다.

화단국화의 이용성을 확대하기 위해서 일장에 감응하여 개화하지 않는 일장 무감응형 국화의 육종을 시도할 필요가 있다.

일장무감응형 계통의 특성은 노지포장에 6월경 정식을 하고 가을에 개화한 후 그 장소에서 겨울을 지내게 되면 이듬해 봄에 다시 생장을 시작하여 5월 하순경부터 개화가 되는 것이다.

보통 개화기간은 1개월 정도이고 꽃이 진후 꽃대를 잘라주거나 적심을 하게 되면 다시 액아에서 신초가 발생하여 가을에 다시 꽃이 핀다.

이러한 계통들 중 6월 하순 이후에 개화되는 것들은 강광에 의한 꽃색이 탈색되고 꽃잎이 타거나 혹은 개화가 불균일 하는 등 여러 가지 문제점을 발견되어 6월 하순 이전에 개화되는 것들을 대상으로 선발하여 일장 무감응형 화단국을 개발함을 본 연구의 목표로 하고 있다.

## 2. 연구 내용 및 연구방법

### 가. 품종 및 계통 간 인공교배

#### ① 처리내용

- 모주관리: ~ 2011년 3월 하순
- 관리장소: 국화시험장 작형온실(C1)
- 개화시작: 2011년 4월 상순 ~
- 교배준비: 2011년 3월 하순 ~
- 교배시기: 2011년 4월 상순 ~ 5월 하순
- 종자수확: 2011년 6월 ~ 7월
- 종자파종: 2012년 2월

- ② 시험품종: ‘마루볼’ 등 조경용 국화 품종 및 계통
- ③ 선발목표: 일장 무감응 화단국화
- ④ 교배조합수: 05-06-04 X Lindy 등 30 조합
- ⑤ 재배방법: 자연일장재배
- ⑥ 조사내용: 초형, 생육특성, 개화특성 등

## 나. 실생계통 특성검정

- ① 처리내용
  - 파종: ~ 2011년 3월 하순
  - 관리장소: 국화시험장 작형온실(C4)
  - 정식: 2011년 6월 상순 (노지 A)
  - 재식거리: 50 X 50 cm
  - 개화시작: 2011년 8월 하순 ~
  - 특성검정: 2011년 8월 하순 ~ 10월 하순
- ② 계통수: 05-06-04 X Lindy 등 30조합 1,000립
- ③ 실생묘 파종법: 128공 육묘 트레이
- ④ 종자소독: 벤렌이트 1,000배
- ⑤ 포장시비량(기비 kg/10a) : 유기질퇴비 600, 질소 20, 인산 10, 가리 20
- ⑥ 재배방법: 자연일장재배
- ⑦ 조사내용: 초형, 생육특성, 개화특성 등

## 다. 2·3차 선발계통 특성검정

- ① 처리내용
  - 삽목: 5월 초순
  - 관리장소: 국화시험장 육묘온실(C1)
  - 정식: 2011년 6월 상순 (노지 A)
  - 재식거리: 50 X 50 cm
  - 개화시작: 2011년 8월 하순 ~
  - 특성검정: 2011년 8월 하순 ~ 10월 하순
  - 선발: 2011년 8월 하순 ~
- ② 계통수: 20계통
- ③ 포장시비량(기비 kg/10a) : 유기질퇴비 600, 질소 20, 인산 10, 가리 20
- ④ 재배방법: 자연일장재배
- ⑤ 조사내용: 초형, 생육특성, 개화특성 등

## 라. 지역적응시험

### ① 처리내용

- 삽목: 5월 초순
- 관리장소: 국화시험장 육묘온실(C1)
- 정식: 2011년 6월 상순 (노지 B)
- 재식거리: 50 X 50 cm
- 개화시작: 2011년 8월 하순 ~
- 특성검정: 2011년 8월 하순 ~ 10월 하순
- 선발: 2011년 8월 하순 ~

### ② 계통수: 16계통(대조 3품종)

### ③ 포장시비량(기비 kg/10a) : 유기질퇴비 600, 질소 20, 인산 10, 가리 20

### ④ 재배방법: 자연일장재배

### ⑤ 조사내용: 초형, 생육특성, 개화특성 등

표 3-9. 형태에 따른 16계통의 계통명 및 시험지역

계통명	시험지역		형태	비고
	충남 예산	경기 수원		
예산L-4호(G-20)	(2)	(2)	포복형	06-237-20
예산L-5호(G-34)	(2)	(2)	"	09-04-73
예산L-6호(G-37)	(2)	(2)	"	09-77-02
예산L-7호(G-42)	(1)	(1)	"	08-153-01
예산L-8호(G-43)	(1)	(1)	"	09-09-42
예산L-9호	(1)	(1)	"	08-77-36
예산L-1호(G-31)	(3)	(3)	반직립형	05-134-02
예산L-3호(G-35)	(2)	(2)	"	09-07-15
예산L-10호(G-44)	(1)	(1)	"	09-01-37
예산L-11호	(1)	(1)	"	08-24-35
예산L-2호(G-33)	(3)	(3)	생울타리형	08-159-06
예산L-12호	(1)	(1)	"	09-76-03
예산L-13호(G-45)	(1)	(1)	"	09-16-70
마루불	○	○	포복형	
화니불	○	○	반직립형	
브라이트불	○	○	생울타리형	
계통수	16	16		

※ ( ) : 시험년차, ○ : 대비품종

## 3. 연구결과

### 가. 일장 무감응 계통의 화단국 선발

마루불' 등 40종(품종 및 계통)의 국화를 약 1개월간 저온저장한 후 가온 온실에서 생육을 시켜 삽수를 채취하여 계통 및 품종간 인공교배, 실생계통 특성검정, 2 3차 선발 계통 특성검정 및 지역적응 시험을 거쳐 6월 하순 이전에 개화한 화단국 계통을 정리하여 다음과 같이 선발 하였다.

표 3-10. 봄 개화(일장무감응형) 계통 특성

계통명	개화기 (월, 일)	화형	화색	꽃직경 (cm)	초장 (cm)	초폭 (cm)	초형	줄기 강도	내한성
10-02-39	6. 10	반겹꽃	노랑	3.5	35	32	반직립	강	강
10-02-49	6. 10	반겹꽃	적자색	3.0	35	30	반직립	강	강
10-13-01	7. 1	겹꽃	흰색	4.0	40	35	반직립	강	강
10-83-12	6. 10	겹꽃	주황	5.0	40	38	반직립	강	강
10-83-15	5. 31	겹꽃	노랑	4.5	45	42	반직립	강	강
11-04-23	6. 21	겹꽃	노랑	3.5	30	35	반구	강	강
11-16-17	6. 21	홀꽃	노랑	3.0	28	28	반직	강	강
12-02-11	6. 25	반겹꽃	주황	5.0	56	42	반직립	강	강
12-04-16	6. 20	반겹꽃	노랑	3.4	43	58	반직립	극강	강
12-07-05	6. 5	홀꽃	흰색	2.5	56	55	반직립	강	강
12-07-07	6. 5	반겹꽃	흰색	3.0	49	43	반직립	강	중
12-08-03	6. 15	반겹꽃	흰색	4.5	49	54	반직립	강	강
12-09-01	6. 25	겹꽃	노랑	3.5	42	45	반직립	강	강
12-09-10	5. 25	겹꽃	주황	4.5	50	43	반직립	강	강
12-09-14	6. 5	반겹꽃	노랑	3.5	30	39	반구형	강	강
12-10-01	6. 20	겹꽃	자주	4.5	55	69	반직립	강	강
12-11-01	6. 15	홀꽃	분홍	3.5	45	53	반구형	강	강
12-12-02	6. 25	반겹꽃	주황	3.5	42	60	반직립	강	강
12-13-02	6. 15	반겹꽃	자주	3.5	45	43	반직립	강	중
12-16-05	6. 15	반겹꽃	흰색	3.5	43	45	반직립	강	강
12-37-08	5. 20	홀꽃	자주	3.5	47	32	반직립	강	강
12-38-01	6. 10	반겹꽃	주황	4.0	47	27	반직립	강	강
12-41-02	6. 15	겹꽃	흰색	4.5	50	45	반직립	강	강
12-42-03	6. 15	반겹꽃	흰색	4.2	45	44	반직립	강	강
12-63-01	6. 20	반겹꽃	흰색	3.5	60	63	반직립	강	강



〈화니불〉



〈다솜불〉

그림 3-11. 일장무감응형 계통 선발포장

## 나. 일장 무감응 화단국 품종 등록

조경용 화단국 선발 계통 중 6월 하순 개화한 화단국 중 지역적응 검정시험을 마치고 최종 직무 육성 품종으로 등록한 품종은 ‘다솜불’ 과 ‘화니불’ 이다.



다솜불(L-6)

그림 3-12. 직무육성품종 ‘다솜불’ 등록 (2012)

표 3-11. ‘다솜불’의 품종 고유특성

품종명	화형	화색	엽색	줄기색	주생산시기	휴면	번식
다솜불	반겹꽃	노랑 (Y9C)	Green (138B)	Green (145A)	9월 하순	중	삼목

※ ( ) : RHS COLOUR CHART에 의한 분류

표 3-12. ‘다솜불’의 품종 생육특성

품종명	년도	개화기 (월.일)	초장 (cm)	초폭 (cm)	꽃직경 (cm)	꽃잎수 (매/화)	착화수 (화/본)	흰녹병 저항성
다솜불	'11	6.10	18.3	30.1	2.1	30.5	580.2	1
		10. 1	20.16	58.7	3.3	65.7	610.0	
	'12	6.17	18.1	45.7	2.3	41.5	492.5	1
		10. 5	18.0	49.0	3.8	71.4	551.7	
	'13	6.21	19.4	42.6	2.7	40.6	520.8	-
평균	10. 3	18.2	51.9	3.6	68.6	560.9	1	

※ 정식기 : 6월 10일 ~ 6월19일

표 3-13. ‘다솜불’의 품종 꽃 색깔

계통명	화 색 (꽃잎, 설상화 색)	
	개화시	만개기
예산L-6호	Yellow-Grayed(149D)	White(155D)
마루불	Orange(23A)	Yellow(9C)

※ ( ) : RHS COLOR CHART에 의한 분류

표 3-14. ‘다솜불’의 품종 육성계 보도

년도	~2009	2010	2011~2012	2013
	화이트미리 x 라도스폴리	1	Y C G 09-77-02	다솜불
		2		
		3		
육성경위	인공교배	개체선발	특성검정	

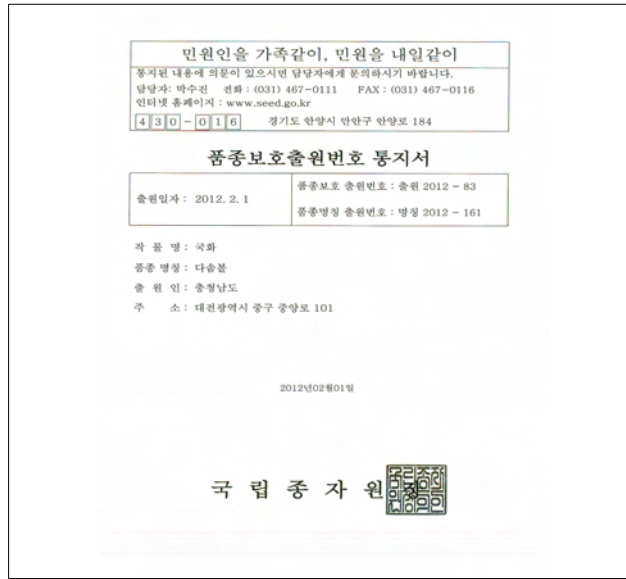


그림 3-13. '다솜불' 품종 등록



화니불(L-7)

그림 3-14. 2012 직무육성품종 '화니불' 등록

표 3-15. '화니불'의 품종 고유특성

품종명	화형	화색	엽색	줄기색	주생산시기	휴면	번식
화니불	반겹꽃	노랑	Green (138B)	Green (145A)	9월	약	삼목

※ ( ) : RHS COLOUR CHART에 의한 분류

표 3-16. '화니불'의 품종 생육특성

품종명	년도	개화기 (월.일)	초장 (cm)	초폭 (cm)	꽃직경 (cm)	꽃잎수 (매/화)	착화수 (화/본)
화니불	'11	6. 14	15.6	40.1	2.7	35.7	520.6
		10. 1	18.3	58.7	3.3	65.7	610.0
	'12	6. 19	17.4	42.2	2.5	48.4	480.2
		9. 26	18.0	49.0	3.8	71.4	551.7
	'13	6. 25	16.5	61.8	3.9	52.5	460.5
			17.63		4.1	66.7	479.0
	평균	6.18	18.1	56.5	3.7	67.9	546.9
		9. 26	18.0				

\* Mean ± standard deviation, ※ 정식기 : 6월 10일

표 3-17. '화니불'의 품종 꽃의 색상

계통명	화 색 (꽃잎, 설상화 색)	
	개화시	만개기
화니불	Orange(23A)	Yellow(6B)

※ ( ) : RHS COLOR CHART에 의한 분류

표 3-18. '화니불'의 품종 육성계보도

년도	~2004	2008	2008~2010	2010~2012	2013	
	White × 01-217-1	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">           1 ┌ 2 ├── 05-133-1 OP └── 06-433-1 OP 3         </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">05-133-1 OP</div> <div style="margin: 0 10px;">-</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">06-433-1 OP</div> <div style="margin-left: 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">YCL08-153-1</div> <div style="margin-left: 20px;">-----</div> </div>				화니불
육성 경위	교배모본 특성검정	인공교 배	개체선발 및 일반특성검정		정밀특성 검정	

### 제 3절. 조경 특수 식재지 현장 적용 가능 화단국 개발

#### 1. 연구목적

조경특수 식재지 중 가장 식물이 적응하기 어려운 공간인 하천과 법면, 옥상, 가로변 등에 식재할 수 있도록 각 공간별 적합 화단국(형태적 적합)의 공간별 환경 스트레스를 이겨내고 조경특수 식재지에 적응된 화단국을 최종적으로 선발함을 목표로 한다.

#### 2. 연구 내용 및 방법

조경용 화단국을 형태적 적합을 1차적 선별조건으로 각 각의 조경 특수 식재지별로 4종류이상 선별하였다.

조경특수 식재지 중 법면 환경에는 08-56-05, 09-09-38, 09-10-57, 09-15-69를 선발하였으며,

하천변 환경에는 09-10-18, 09-19-39, 09-06-34, 브라이트 볼등을 선발하였다.

옥상환경에는 09-19-49, 09-14-14, 09-11-37, 09-15-69, 09-13-37, 09-09-51을 선발하였다.

화단국 선별 실험은 2011년 4월부터 6월까지 약 2개월 간 국화시험장에서 분양 받은 화단용 국화의 우수 계통을 온실 환경에서 삼묘로 대량생산 후 중부지방인 상명대 천안 캠퍼스 산지형 법면, 천안 원성천변, 대전 배재대학교 옥상, 대전 가로변에 식재하고 생육기간 내 잘 생육이 좋게 분석된 계통을 조경특수 식재재에 가장 잘 적응한 화단국 계통으로 선발하였다.

각 조경특수 식재지에 식재 방법은 난괴법으로 화단국 각 종류별로 10반복씩 식재하였다.

생육 특성은 화단국의 초장, 분지수, 엽장, 엽폭, 경경, 엽록소 등을 생육기간동안 2회 측정하였다.

실험의 결과는 SPSS 프로그램(ver. 12.0)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 각 처리구간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

### 3. 연구결과

#### 가. 법면 적응 화단국 선발

법면은 절개사면으로 경사가 급하며 그에 따른 일사광도 다른 조경공간보다 훨씬 많아 건조 상태가 지속되고 토양의 조성이 척박하여 조경 공간 중에서 가장 척박한 땅이다.

이런 공간에 생육 가능한 꽃식물을 선별한다는 것은 어려울 수 있으나 화단국은 다년생으로 화단국의 꽃이 주는 정서와 화기가 길다는 장점에서 법면에 적응할 수 있는 화단국이 선별된다면 이용이 확대될 수 있는 가능성이 있다.



그림 3-15. 조경특수 식재지 법면 현황 및 화단국 식재



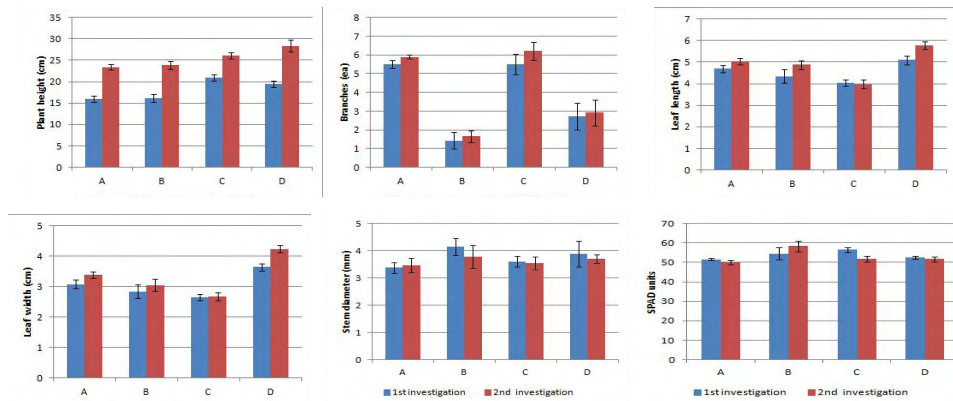
이를 위해 예산 국화시험장에서 선형적으로 선별한 포복성 4종류의 화단국 (A: 08-56-05, B: 09-09-38, C: 09-10-57, E: 09-15-69)을 법면에 식재 후 2개월 2회 생육조사를 실시하였다.

생육상태를 육안으로 보면 다른 항목에서의 차이점은 거의 없고 초장에서의 성장차이가 가장 눈에 띄었다.

또한 분지수의 경우는 품종별로 워낙 편차가 많아서 성장차이를 가림하는 지표로는 작용할 수 없다고 판단되었다.

그러나 생육조사 항목을 통계적으로 분석해보면(표 3-19)

초장, 분지수, 엽폭, 엽장 등이 품종별 생육차이를 가림할 수 있는 지표가 될 수 있다고 분석되었다.



(A: 08-56-05, B: 09-09-38, C: 09-10-57, D; 09-15-69, (Vertical bars show standard error.))

그림 3-16. 조경특수지 법면에 식재 된 화단국의 생육변화

표 3-19. 조경 특수 식재지 법면에 식재한 화단국 생육차이

Line	Plant height (cm)	Branch (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chloro-phyll (SPAD units)
<sup>z</sup> A	16.01b <sup>y</sup>	5.50a	4.70ab	3.08b	3.38a	51.60b
B	16.17b	1.42b	4.34bc	2.84b	4.15a	54.57ab
C	20.89a	5.50a	4.04c	2.64b	3.61a	56.50a
E	19.45a	2.71b	5.10a	3.64a	3.88a	52.64ab

<sup>z</sup>A: 08-56-05

B: 09-09-38

C: 09-10-57

E: 09-15-69

<sup>y</sup>Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

이러한 관점에서 법면에 식재된 4종류의 화단국의 생육을 비교해 보면 08-56-05 계통이 초장의 성장률이 46.2%이고 분지수 7.3%, 엽장 7.5%, 엽폭 10.7%로 다른 계통에 비해 높은 성장을 보이고 있고

09-10-57 계통은 초장의 성장률은 적으나 분지수, 엽장 등의 성장률이 높아

서 경관용 지피식물로서의 조밀한 형상의 형태를 보이고 있다.

경경의 생장률은 다른 계통에 비해 매우 생장률이 적어 이 계통은 왜성으로 치밀한 형태를 지닌 계통으로 분석되었다.

반면 09-09-38은 초장의 생장률이 높지만 경경의 생장률도 높아 도장한 형태를 하고 있으며 09-15-69은 초장의 생장률은 지나치게 높고 분지수의 생장률은 너무 낮고 엽폭과 엽장의 생장률에 비해 경경의 생장률이 낮아 비정상적인 형태를 보이고 있어 향후 더 생육하게 되면 화단국의 형상이 너무 옆에만 의존하기 때문에 법면의 포복성 형상으로 형태가 잡히지 않을 것으로 판단되었다.

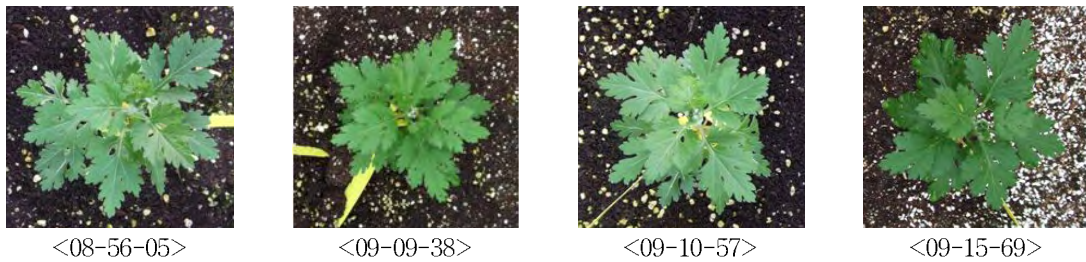
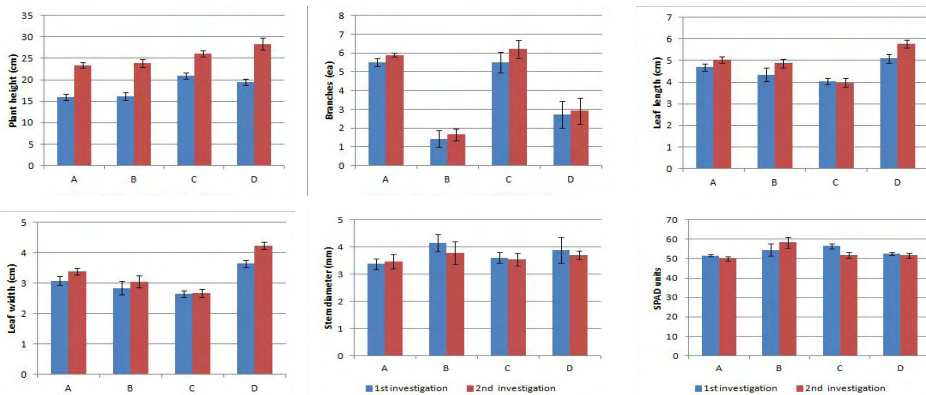


그림 3-17. 조경특수지 법면에 식재된 화단국 계통

표 3-20. 조경특수지 법면에 위치한 화단국 계통의 생장률(%)

Line	Plant height	Branch	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Chlorophyll
08-56-05	46.15	7.27	7.44	10.06	2.54	-3.00
09-09-38	47.89	15.50	12.44	7.28	8.87	7.07
09-10-57	24.94	12.72	14.48	1.13	1.82	-8.42
09-15-69	45.74	7.21	13.16	16.47	4.70	-1.76

그러므로 산지형 법면에 식재하여 생육이 가장 활발하고 경관적으로도 우수한 화단국의 품종으로 08-56-05, 09-09-38을 선발하였다.



A: 08-56-05, B: 09-09-38, C: 09-10-57, D: 09-15-69 (Vertical bars show standard error.)

그림 3-18. 조경특수지 법면에 식재된 화단국의 생육차이

표 3-21. 조경특수지 법면에 위치한 화단국 생육차이

Line	Plant height (cm)	Branch (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chloro-phyll (SPAD units)
<sup>z</sup> A	16.01b <sup>y</sup>	5.50a	4.70ab	3.08b	3.38a	51.60b
B	16.17b	1.42b	4.34bc	2.84b	4.15a	54.57ab
C	20.89a	5.50a	4.04c	2.64b	3.61a	56.50a
E	19.45a	2.71b	5.10a	3.64a	3.88a	52.64ab

<sup>z</sup>A: 08-56-05

B: 09-09-38

C: 09-10-57

E: 09-15-69

<sup>y</sup>Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

이러한 관점에서 법면에 식재된 4종류의 화단국의 생육을 비교해 보면 08-56-05 계통이 초장의 생장률이 46.2%이고 분지수 7.3%, 엽장 7.5%, 엽폭 10.7%로 다른 계통에 비해 고른 생장을 보이고 있고

09-10-57 계통은 초장의 생장률은 적으나 분지수, 엽장 등의 생장률이 높아서 경관용 지피식물로서의 조밀한 형상의 형태를 보이고 있다.

경경의 생장률은 다른 계통에 비해 매우 생장률이 적어 이 계통은 왜성으로 치밀한 형태를 지닌 계통으로 분석되었다.

반면 09-09-38은 초장의 생장률이 높지만 경경의 생장률도 높아 도장한 형태를 하고 있으며 09-15-69은 초장의 생장률은 지나치게 높고 분지수의 생장률은 너무 낮고 엽폭과 엽장의 생장률에 비해 경경의 생장률이 낮아 비정상적인 형태를 보이고 있어 향후 더 생육하게 되면 화단국의 형상이 너무 옆에만 의존하기 때문에 법면의 포복성 형상으로 형태가 잡히지 않을 것으로 판단되었다.

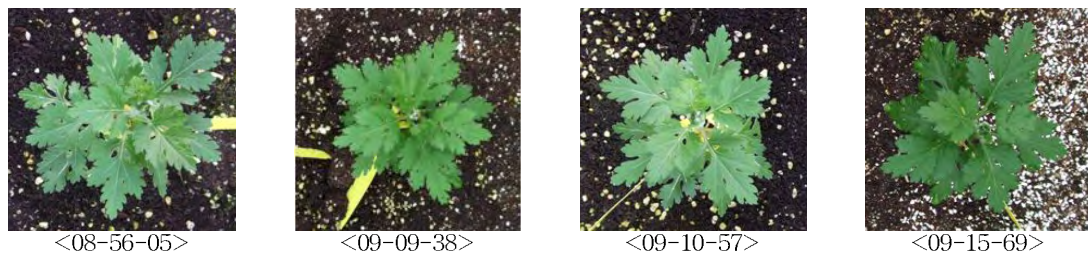


그림 3-19. 조경특수지 법면에 식재된 화단국 계통

표 3-22. 조경특수지 법면에 위치한 4종류 국화의 생장률(%)

Line	Plant height	Branch	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Chlorophyll
08-56-05	46.15	7.27	7.44	10.06	2.54	-3.00
09-09-38	47.89	15.50	12.44	7.28	8.87	7.07
09-10-57	24.94	12.72	14.48	1.13	1.82	-8.42
09-15-69	45.74	7.21	13.16	16.47	4.70	-1.76

그러므로 산지형 법면에 식재하여 생육이 가장 활발하고 경관적으로도 우수한 화단국의 품종으로 08-56-05, 09-09-38을 선발하였다.



그림 3-20. 조경특수지 법면에 식재한 화단국 현황

생육 특성은 화단국의 초장, 분지수, 엽장, 엽폭, 경경, 엽록소를 생육기간동안 2회 측정하였다.

실험의 결과는 SPSS 프로그램(ver. 12.0)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 각 처리구간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

#### 나. 하천변 적응 화단국 선발

하천변은 습기가 많은 토양 지반이고 또 하절기 하천변 범람으로 인해 천근성 식물은 뿌리째 뽑힐 수 있고 동절기에는 심한 건조로 인해 뿌리 동사가 일어날 수 있는 열악한 조경 식재 공간이다.



그림 3-21. 조경특수지 하천변에 식재한 화단국 현황

또한, 하천변 공간에 적응할 수 있는 자생종은 드물어 환삼덩굴, 개미취 등 대부분 외래식물이 점유하고 있어서 이들과도 생육경쟁을 해야 하는 공간으로 화단국 중 생육 특성이 매우 강한 계통으로 선발되어야 한다.

이러한 공간적 특성을 고려하여 예산 국화시험장에서는 09-10-18, 09-19-39, 09-06-34, Bright Ball을 선형적인 자료를 통해 선정하여 제공해 주었다.

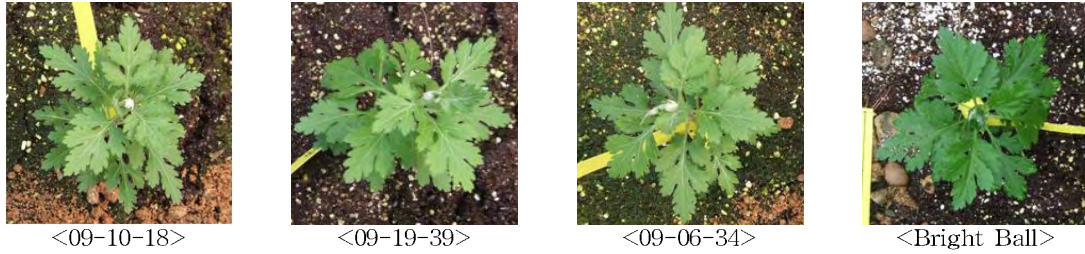
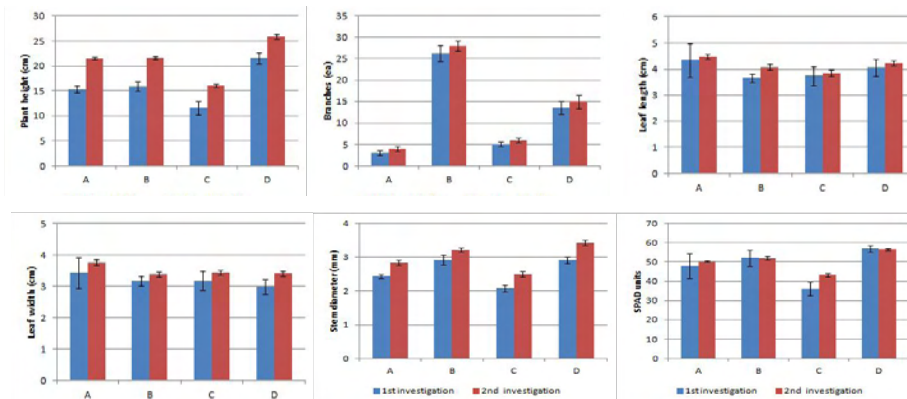


그림 3-22. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국 계통

4종류의 화단국을 2개월간 2회의 생육조사를 정리한 결과는 다음과 같다.

육안으로 확인한 결과로는 09-19-39계통에서 분지수가 많이 분화되었으나 전체적으로 엽장, 엽폭, 경경, 분지수 등 생육조사 항목에 고르게 좋은 생육을 보인 화단국은 09-10-18로 조사되었다.



A; 09-10-18, B; 09-19-39, C; 09-06-34, D; Bright Ball, (Vertical bars show standard error.)

그림 3-23. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이

표 3-23. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이

Line	Plant height (cm)	Branch (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll (SPAD units)
A <sup>z</sup>	15.33b <sup>y</sup>	3.00c	4.33a	3.43a	2.43b	47.90ab
B	15.93b	26.25a	3.65a	3.17a	2.92a	52.18a
C	11.60c	5.00c	3.74a	3.18a	2.08b	36.12b
D	21.56a	13.50b	4.05a	2.98a	2.91a	56.85a

<sup>z</sup>A: 09-10-18

B: 09-19-39

C: 09-06-34

D: Bright ball

<sup>y</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

생육조사 자료를 통계적으로 유의수준을 해석해보면 초장, 분지수, 경경 등이 화단국을 선별하는데 유의한 항목으로 분석되었다.

이러한 측면으로 하천변 식재된 4종류의 화단국의 성장량 변화율을 분석해 보면, 09-10-18이 초장의 성장률 40.2%, 분지수 33.3%등으로 겉보기 성장을 많이 보인 것으로 나타났으나 분지수가 다른 계통에 비해 1.5-5배까지 높다는 것은 초장과 분지수가 비례가 맞지 않는 비정상적인 생육상태라는 것을 알 수 있다.

09-06-34는 초장과 분지수의 성장률이 높았지만 엽장의 성장률이 낮은데 반해(2.7%) 경경의 성장률이 지나치게 높아(20.2%) 줄기는 긴데 줄기에 달린 잎이 너무 작은 형상으로서 조밀하지 못한 형태를 취해 경관식재용 화단국으로는 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

표 3-24. 조경 특수지 하천변에 식재된 화단 국화의 성장률 (%)

Line	Plant height	Branch	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Chlorophyll
09-10-18	40.21	33.33	3.07	9.70	16.43	5.36
09-19-39	35.68	16.66	11.64	6.69	9.82	-0.50
09-06-34	38.79	20.00	2.67	8.17	20.19	19.77
Bright ball	20.00	11.11	4.32	14.22	17.59	-0.55

이에 반해, 엽장과 엽폭의 항목을 조사해보면 09-19-39계통이 초장도 4종류의 평균 성장률을 웃돌고 있고 분지수와 엽장, 엽폭이 모두 높아, 화단국의 겉보기 형상을 다듬기에 가장 좋은 계통으로 분석되었다.

또한 09-06-34은 초장의 성장률은 가장 낮아 왜성종으로 볼 수 있으나 분지수와 엽폭, 경경의 성장률이 높아 화단국의 형상이 조밀하게 형성되어 하천변에 생육이 적합한 계통으로 조사되었다.

그러므로 하천변 화단국 선형적으로 추천된 4종류의 화단국 중 09-19-39, 09-06-34를 가장 적합한 계통으로 선발하였다.



그림 3-24. 조경 특수지 하천변 화단국 식재현황

생육 특성은 화단국의 초장, 분지수, 엽장, 엽폭, 경경, 엽록소를 생육기간동안 2회 측정하였다.

실험의 결과는 SPSS 프로그램(ver. 12.0)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 각 처리구간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

#### 다. 옥상 적응 화단국 선발

6계통의 평균 초고는 30.8cm에서 35.3cm 정도 이었고, 평균 초폭은 54.1cm에서 68.3cm로 모두 50cm 이상이였다. 평균 화수는 계통에 따라서 482.4개에서 1041.4개로 다양하였지만, 평균 최소 화수와 최다 화수인 계통의 평균 화폭은 2.5cm과 4.0cm로 1.5cm의 차이를 보였다. 조경지피용으로 활용하기 위해서는 초고가 낮고 초폭이 큰 것이 유리한데 이런 조건에 부합되는 계통으로는 평균 초고 33.3cm, 초폭 64.2cm, 화폭 3.0cm 화수 792.5 개인 '09-19-49'과 평균 초고 32.6cm, 초폭 68.3cm, 화폭 3.8cm 화수 561.5개인 '09-14-14', 평균 초장 35.3cm, 초폭 67.0cm, 화폭 2.5cm 화수 1041.4개인 '09-11-37', 그리고 평균 초고 30.8cm, 초폭 54.1cm, 화폭 3.3cm 화수 522.2개인 '09-09-51' 등의 4계통이 무난할 것으로 보였다. 하지만, 화색의 선명도와 개화지속 기간, 그리고 개화종료 후의 미관 등을 고려해 볼 때 최종적으로 '09-19-49', '09-11-37', '09-09-51' 계통이 조경지피용으로 적합할 것으로 판단되었다.

표 3-25. 조경특수지 옥상정원에 식재된 화단국의 생육상

Lines	Plant length	Plant width	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Flower width	No. of flower
09-19-49	33.3ab	64.2bc	2.5d	1.7e	9.2cd	3.0d	792.5a
09-14-14	32.6bc	68.3a	2.4d	1.7e	10.0abc	3.8b	561.5b
09-11-37	35.3a	67.0ab	3.6b	2.5b	10.4a	2.5e	1041.4a
09-15-69	35.1a	67.9a	3.4b	2.3bc	10.3ab	2.9d	831.3a
09-13-37	34.4ab	65.1abc	4.7a	3.4a	8.5d	4.0a	482.4b
09-09-51	30.8c	54.1d	3.6b	1.9de	9.3bcd	3.3c	522.2b

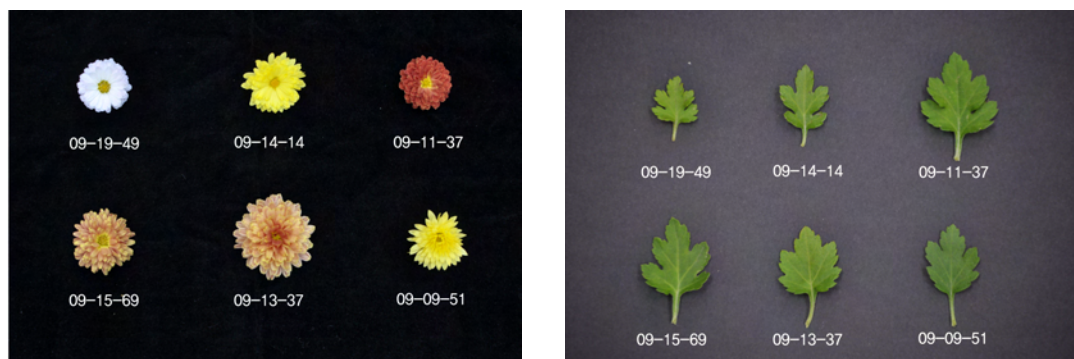


그림 3-25. 조경특수지 옥상정원 용기에 식재된 화단국의 정상특성



그림 3-26. 조경특수지 옥상정원 용기에 식재된 화단국 현황

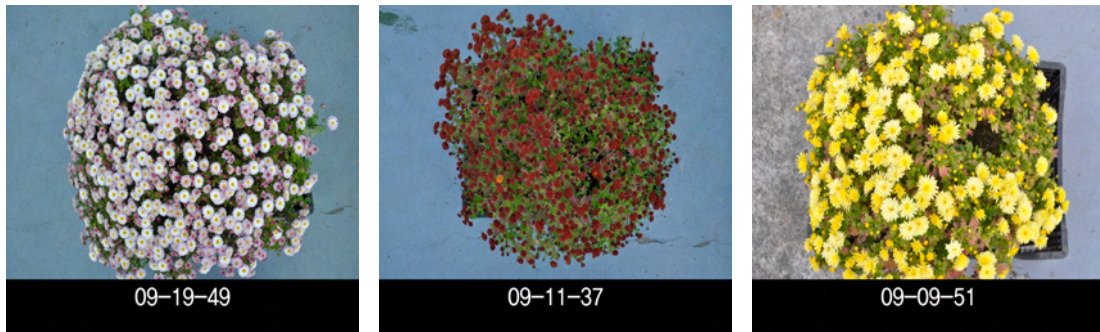


그림 3-27. 조경특수지 옥상정원 용기의 화단국 계통

## 제 4절. 조경용 화단국의 매트형 자동생산 및 식재 시스템 개발

### 1. 연구의 목적

연구의 목적은 화단국 생산 및 식재 편이를 위한 최적의 mat 식재 시스템을 개발 하기위해 mat 식재시스템의 단위 구성요소의 최적 환경을 규명하는 것이다.

이를 위해 연구의 체계는 3단계로 구성하였다.

#### 1단계 매트 삼수묘 육성을 통한 우량 화단국 삼수묘 대량생산 및 분양

- 국화시험장에서 분양 받은 품종 및 계통의 매트 내 적용상태 규명
- 대량생산된 국화매트의 분양

#### 2단계 식생매트의 성능개선을 위한 구조적 개선을 통한 식재의 효율성 증진규명



- 매트 의 식재현장에 적용 시 생분해성이 뛰어난 매트 소재의 선정
- 작업속도 증진을 위한 최적조건의 매트작업 매뉴얼 구축

### 3단계 식생매트의 실용성 제고를 위한 단위구성요소 적정 조건 규명

- 매트 두께 ,매트재질, 매트 충전재 유무 및 충전재 두께
- 매트 내 국화묘 최적 삽입 방법 규명
- 식생매트의 공간효율성 증진을 위한 연구
- 매트의 운반과 저장 등 실효성을 높이기위한
- 매트의 층적 적재 가능성 구명을 위한 최적 삽목발근묘 길이 구명

## 2. 연구의 내용 및 방법

### 가. 화단국의 매트 식재 가능성 규명

영양 번식을 하는 화단국의 편이 생산 및 식재를 위한 매트식재 가능성 규명하기위하여 매트에 삽목을 식재 후 일정 기간이 지난 후 발근이 되었는가를 확인하였다.

매트의 한 유닛은 40 x 20 cm 로 Coir Tape 와 Jute Net의 2가지 재질로 만들었으며 발근력을 더욱 높이기 위한 최적의 매트 요소 단위를 규명하기위해

- 첫째, 매트 재질별 화단국의 발근력 차이
- 둘째, 매트 토양을 매트사이에 넣거나 매트위에 토양을 덮어주는 등 매트에 토양을 조합하는 방법에 따른 발근력 차이
- 셋째, 매트에 토양을 넣을 때 토양의 조성 피트모스: 펠라이트 1:1, 2:1의 비율로 하여 화단국을 생육했을 때 발근력의 차이를 관능적인 분석으로 확인하였다.

실험을 진행하기위해 ,

용인소재 고등학교의 플라스틱온실에서 2010년 11월부터 2011년 1월 까지 약 2개월 간 매트의 처리조건을 8가지로 조성하여 실험을 실시하였다.

실험과정은 48 × 33 cm인 플라스틱 삽목상자에 처리조건별 매트를 바닥에 올려놓은 후 3 cm 두께로 피트모스(Sunshine Mix 8, Sun Gro, USA)와 펠라이트(파라소, 유기파크)를 비율별로 혼합하여 복토한 후 국화시험장에서 분양 받은 *Dendranthema grandiflorum* 'White Miri'를 정부에서 5 cm 길이로 삽수를 제조하여 상자당 25개체씩 3반복 식재하였다.

매트형성 후 처리에 따른 생육변화는 초장, 엽수, 생체중을 조사하였다.

이때 맑은 날 오후 2시의 광조건을 측정된 결과 광합성광양자밀도 (photosynthetic photon flu x density, PPF<sub>D</sub>)는 300~400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 야간 최저온도와 주간최고온도는 각각 10 $^{\circ}\text{C}$ 와 30 $^{\circ}\text{C}$ , 그리고 상대습도는 80~90%인 환경조건에서 5일 간격으로 생육 실험을 실시하였으며 매트 식재시스템에 관수는 지하수로 1일 1회 공급하였다.

## 나. 화단국 생산 및 식재 편이를 위한 매트 시스템 최적조건 규명

화단국 생산 및 식재 편이를 위한 최적의 mat 식재 시스템을 개발 하기위해 mat 식재시스템의 단위 구성요소의 최적 환경을 규명하였다.

이를 위해 화단국의 생육 차이를 비교하여 가장 최상의 생육 상태를 보인 물리적 조건 을 매트 식재시스템의 단위구성요소의 최적 환경으로 분석하여 매트 시스템을 완성하였다.

화단국의 삽수는 *Dendranthema grandiflorum* 'White Miri'로 하였으며 매트식재시스템의 단위 구성요소별 최적 생육환경의 분석을 위해 다음과 같은 내용을 측정하였다.

- Mat 재질에 따른 화단국의 생육 차이
- Mat 구성요소 조합별 화단국의 생육 차이
- Mat 사이의 토양 층진층의 토심에 따른 화단국의 생육 차이
- 화단국 삽수의 길이에 따른 매트 식재 후 생육차이

위의 연구 내용을 진행하기위해

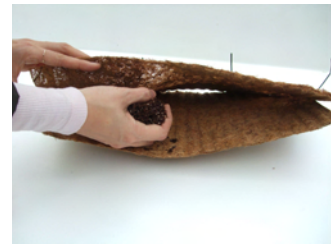
40 x 20 cm 매트 유니트를 제작하고 유니트 당 화단국의 삽수는 10 cm 간격으로 총 4개를 식재하였다.



1. Two sheets of coir tape for vegetating mat.



2. Fastening two sheets of coir tape.



3. Stuffing the coir tape with medium.



4. Inserting the cut in the mat.



5. Configuration of cuts planted with 10cm apart.



6. Finished vegetating mat.

그림 3-28. 국화 Coir Mat 제작방법

국화시험장에서 선형적으로 선별한 보편적인 화단국 *Dendranthema grandiflorum* ‘White Miri’ 품종을 대상으로 하여 매트조건별 생육실험과 동일한 환경조건으로 매트의 재료, 식재 토양 두께, 삼수길이를 달리하여 실험하였다.

매트의 재료는 Coir Tape와 Jute Net로 하여 비교 하였고, 식재 토양은 3, 5cm로 하였으며, 최적 삼수길이를 알아보기 위하여 각각 3, 5, 7 cm로 조절한 후 Coir Tape에 배양토를 복토한 후 식재하였다.

이 실험을 통하여 국화의 초장과 엽수, 생체중, 엽장, 엽폭, 줄기직경, 엽록소 SPAD 값, 생체중 및 뿌리 인장력을 조사하였다.

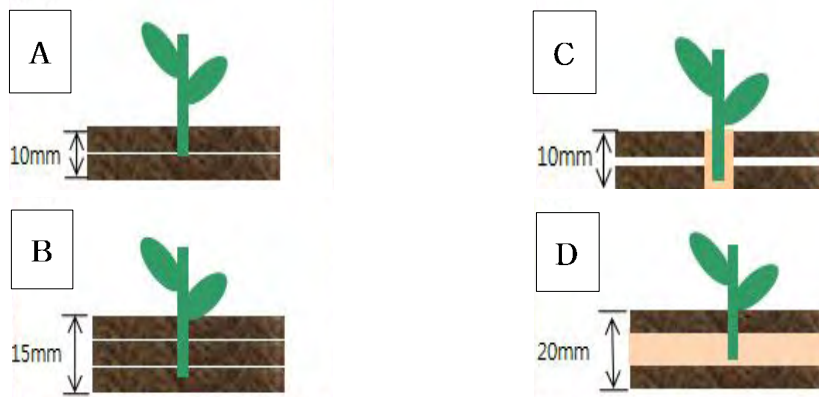
Mat 구성에 따른 국화 생육은 2011년 3월부터 동년 5월까지 약 2개월 간 실험을 수행하였다.

코코넛 섬유로 제작된 20 × 40 cm 크기의 Coir Tape에 조건별로 원예용 상토를 처리한 매트의 처리조건은 그림 3-28과 같이 6가지로 조성하였다.

조건별로 완성된 각각의 처리구에 *Dendranthema grandiflorum* ‘White Miri’를 정부에서 5 cm 길이로 삼수를 제조하여 상자 당 4개체씩 5반복 삼목하였다.

관수는 10일 간격으로 지하수를 공급하였으며 1회 관수량은 매트가 충분히 젖을 수 있도록 하였다.

매트에 뿌리가 활착된 후 처리에 따른 생육조사를 실시하였으며 엽록소 측정은 Spad Meter (SPAD 502, Minolta, Japan)를 사용하여 처리별 5반복 측정하여 상대치로 비교하였다.



A; Two layers without medium, B; Three layers without medium, C; Inserting medium into hole 5mm in diameter within two layers, D; Inserting 1cm thick medium between two layers.

그림 3-29. Coir Tape 두께 및 토양 매체의 차이에 따른 4가지 처리

#### 다. 선별된 최적 화단국의 매트시스템 보관 유지를 위한 최적 조건 규명

화단국 생산 및 식재 편이를 위한 매트 시스템이 완성된 후, 보관 유지 기술을 규명하기 위해 다시 매트에 범면과 하천에 최적 선별된 화단국을 매트에 삽목하여 매트의 다층적재를 가능하게 하기 위한 최적의 삽목묘의 초장을 규명하기 위한 실험을 수행하였다.

이를 위해 2011년 9월 70 x 20 cm의 Coir Tape에 10 cm 간격으로 5개씩 3반복으로 삽목 식재 한 후 지상부의 길이별로 절단(지제부로부터 각각 마디 0, 1, 2개씩 남긴 후 절단(0, 1, 2 cm))하여 2011년 10월 생육 여부를 조사하였다.

#### 라. 실험결과와 통계분석

SPSS 프로그램(ver. 12.0)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 각 처리구간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

### 3. 연구결과

#### 가. 화단국 생산 및 식재 편이를 위한 매트시스템 최적조건규명

##### (1) Mat 재질에 따른 화단국의 생육 비교

앞서 실행한 예비 실험 즉, Mat 식재 화단국이 매트 시스템에서 생육이 가능할 것인가에 대한 가정과 규명에 대한 결과를 분석해 보면,

매트 재질로는 Jute Net에서 뿌리 발근이 더 좋았고 또 지상부 생육에서는 Coir Tape에서 더 좋은 결과를 보였기 때문에 본 실험에서는 매트 재질별로 화단국의 지상부를 중심으로 더 면밀히 조사, 측정하여 화단국 생산 및 식재 편이 매트 시스템의 재질 조건을 확립하려고 하였다.

실험에 사용된 화단국의 삼수 5 cm, 토양층도 5 cm로 고정하고 매트의 재질만 Coir Tape와 Jute Net로 다른 조건으로 실험하였다.

또한, 지상부의 생육을 외형적 생육과 생리적 생육으로 나누어 외형적 생육의 항목으로는 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 경경, 생체중을 측정하였으며 생리적 생육 상태를 비교하기 위해서는 엽록소 측정을 실시하였다.

표 3-26. 매트 재질 차이에 따른 'White Miri'의 생육

Mat type	Plant height (cm)	No. of leaves (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll (SPAD units)	Fresh weight (g)
coir tape	44.83b <sup>z</sup>	22.67b	5.10a	3.67a	3.10b	30.27a	9.83a
Jute net	54.00a	26.33a	4.97a	3.43a	3.60a	34.37a	9.37a

<sup>z</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

표 3-26의 자료를 해석해 보면, Jute Net 조건에서 초장, 엽수, 경경, 엽록소 등의 여러 항목에서 Coir Tape보다 더 좋은 성장을 보였다.

이는 앞의 실험에서도 Coir Tape보다 Jute Net 조건에서 뿌리 발근이 잘되었다는 결과와 일치하고, 토양층을 삽입하지 않았을 때 매트 재질로만 비교를 하였을 때도 지상부의 생육에서 Coir Tape보다 Jute Net가 근소한 차이지만 더 좋은 생육상태로 측정되어 Jute Net가 발근과 지상부 생육에서 더 적합한 재질이라 하겠다.

그러나 화단국 Mat 제작 시 최우선으로 고려해야 할 점은 매트의 운반과 유지 보관의 용이성이다.

화단국의 대량 식재를 위해서 화단국의 삽묘가 꽂혀진 매트를 운반할 때 매트  
의 단단한 고정성이 일을 수월하게 할 수 있으며, 냉장 저온 보관 시에도 매  
트를 겹겹이 쌓아 올릴 때에도 매트  
의 재질의 견고성이 요구된다.

그러므로 본 실험에서는 지상, 지하부의 생육을 모두 해석해 보았을 때  
Jute Net의 매트가 화단국의 생육에 더 적합하지만, 삼수매트를 토양에 배치하  
고 40일 이후 매트  
의 형상을 비교해 보았을 때 Coir Tape 매트가 형상유지와 고정에서 좋은 결과를 보였다.

표 3-26의 매트 재질 두 조건, Coir Tape와 Jute Net조건에서 화단국의 생  
육 비교를 통계적으로 해석하면 유의성이 거의 나타나지 않았는데 이는 Coir  
Tape로 매트  
의 재질을 대치한다 해도 생육상태가 현저히 떨어지는 부정적인  
결과를 보이지 않을 것으로 해석되었다.

이에 본 논문에서는 화단국의 생산 및 식재 편이 매트 시스템의 최적 매트  
재질로 Coir Tape를 결정하였다.

## (2) Mat 단위 구성 요소(재질, 두께, 토양충진체 등) 별 화단국의 생육 비교 (가) 화단국의 지하부 생육 및 생존률 비교를 통한 매트두께 규명

화단국의 Mat 식재가 가능한지를 규명하는 1단계 실험의 결과를 해석해보면,

매트의 두께(1겹의 두께는 5 mm)를 2겹, 즉 10 mm두께에서도 화단국의 뿌  
리가 발근이 잘되어 매트  
가 지면에 활착되는 것이 확인되었으므로,

이번 실험에서는 매트의 두께를 한 겹 더 추가해 3겹의 매트(총 15 mm 두께)에  
서도 뿌리가 발아 할 수 있는지에 대한 여부를 알아보기 위한 실험을 진행하였다.

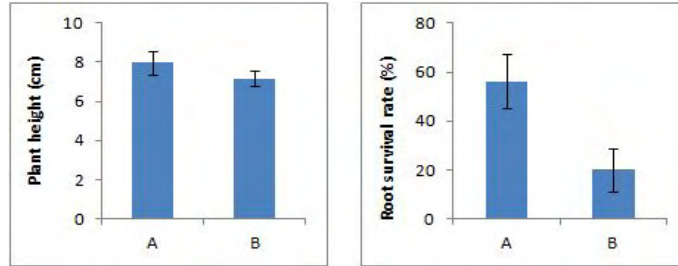
이는 2겹의 Coir Tape 매트 재질은 섬유  
의 구성이 치밀하다 하여도 화단국의 삽묘를 위해 구멍을 뚫을 시 고정성이 약해져 아래, 위 매트  
가 서로 움직일 수 있기 때문에 고정성을 높이기 위해 3겹 정도의 매트 재질을 겹쳐 놓을 수  
있다면 안정적인 매트재질로서 최적 조건을 갖출 수 있다는 판단에서 실험이 진행되었다.

이를 위해 실험 처리구는 Coir Tape 2, 3겹의 두께로 조성한 후, 각 처리구  
별로 화단국의 삽묘를 꽂아 뿌리가 발근이 되었는지를 확인하여 이를 생존율  
로 정의하고 자료를 정리하였으며 지상부의 생육은 초장을 생육의 대표적 지  
표로 하여 자료를 정리하였다.



A; Composed of 2 sheets and no medium, B; Composed of 3 sheets and no medium.

그림 3-30. Coir Tape 두께차이에 따른 지상부분의 생육



A; Composed of 2 sheets and no medium, B; Composed of 3 sheets and no medium, Vertical bars show standard error.

그림 3-31. Coir Tape 두께차이에 따른 식물 높이와 뿌리 생존율 (매트 사이 토양층을 넣지 않았을때)

실험의 자료를 정리하여 보면,

Coir Tape 매트 3겹 두께에서는 화단국의 뿌리가 마지막 3번째 Coir Tape를 뚫지 못하고 고사했으므로,

생존률(처음 매트에 삽묘한 화단국 중 뿌리의 발근이 이루어진 화단국과의 비율)은 실험 처리구 A에서 뿌리의 발근은 처리 화단국의 삽묘중 58%가 발근되었으나 실험 처리구 B에서는 20%가 발근되었고 초장은 실험 처리구 A에서 7.8 cm, 실험 처리구 B에서 7.1 cm로 지상부 생육은 근소한 차이를 보이고 있다.

그러나 지속적인 생육은 뿌리의 발근이나 생존률로 측정되어야 하기 때문에 결과적으로,

“매트의 고정력을 위해 매트 두께를 더 두껍게 할 수 있다” 라는 이 실험의 가정에 대한 규명은 이루어지지 않았다.

그러므로 1단계 실험의 결과 (2겹의 매트두께에서도 발근이 잘 유도되었음) 와 이 실험의 결과를 조합할 때 Coir Tape 매트 조건일 경우, 화단국의 삽묘의 발근을 유도하기 위해서는 2겹이 가장 최적 조건으로 결정되었다.

## (나) 화단국의 매트 재질 사이 토양 충전 방식 규명

1단계 실험 결과에서 매트 재질 사이에 토양을 충전하는 것이 화단국의 지하부 및 지상부의 생육을 향상시키는 것으로 밝혀졌는데 토양층을 어떻게 충전 시켜야 하는지에 대한 조건을 찾아 주기 위한 실험을 진행하였다.

이 실험의 결과에서 얻고자 하는 매트구성을 위한 최적 조건은 화단국의 삽묘가 일정한 생육을 할 수 있게 시스템을 만들어 주는 것인데 이때, 가장 간단하고 가장 비용이 절약되며 매트 무게도 가볍게 할 수 있는 방식이다.

이에 따라서 실험의 가정은 “매트 사이의 토양 충전층을 최소로 하여 가볍게 하고 매트 생산의 단계를 간단히 하는 방식으로 화단국의 뿌리와 지상부 생육이 유도 된다”였다.

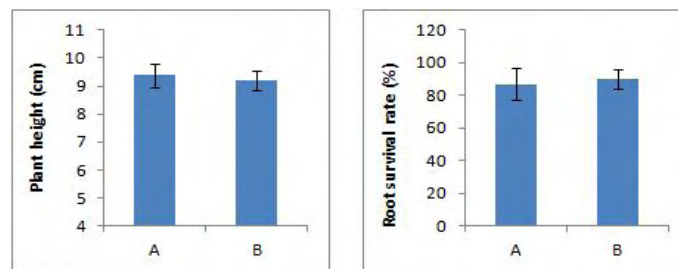
즉, 매트사이에 토양의 최소의 충전 조건을 찾아내어 화단국의 지속적인 생육을 유도할 수 있는 토양 충전 방식을 찾아내는 것이다.

이를 위해 다음 같은 실험 처리구가 조성되었다.



A; Composed of 2 sheets with medium-holding hole in which cut is inserted, B; Composed of 2 sheets and medium is between mat layers

그림 3-32. 매트 사이에 토양층을 넣었을 때 화단국의 지상부분 생육



A; Composed of 2 sheets with medium-holding hole in which cut is inserted, B; Composed of 2 sheets and medium is between mat layers, Vertical bars show standard error.

그림 3-33. 매트사이에 토양층을 넣었을 때 화단국의 성장길이와 뿌리 생존

실험 처리구 A는 화단국의 삽묘를 중심으로 감쌀 수 있는 최소의 토양층을



확보하는 조건이고 실험 처리구 B는 매트 재질 사이에 충분히 토양층을 가득 채워 넣는 방식으로 극단의 두 실험 처리구로 실험이 진행되었다.

실험의 결과를 정리하면 두 처리구에서 화단국의 뿌리 발근에 따른 생존률은 실험 처리구 A에서 87%, 실험 처리구 B에서 90%를 보여서 두 처리구 모두 매트재질만으로 구성된 실험 처리구보다 생존률이 매우 높았다.

화단국의 지상부 생육에서도 실험 처리구 A에서 초장은 9.39 cm, 실험 처리구 B에서는 9.2 cm로 차이가 없음을 알 수 있었다.

그러므로 실험 결과 자료를 그대로 해석한다면, 두 처리구에서 화단국 생육은 거의 비슷하여 실험 처리구 A의 방식, 즉 매트 재질사이에 화단국의 삼묘 뿌리 부분만 감싸는 토양을 충전하는 방식으로 최소의 토양으로 화단국을 생육시킬 수 있다는 실험의 가정이 규명이 되었다.

그러나 본 실험은 하루에 한 번씩 충분히 관수를 하였을 때의 가정이고 만약 현장에서 비정규적인 관수가 이루어진다면 토양층을 최소로 하였을 때의 실험 처리구 A 조건에서는 토양 수분을 충분히 보유할 수 있는 조건이 될 수 없으므로 연구 결과를 그대로 반영하기는 어렵다는 결론에 도달하였다.

화단국은 삼묘 상태로 매트에 꽃혀져 1달이상이나 그 이후까지도 저온저장 등 보관, 유지를 해야 하고, 또 현장에 매트를 시공하였을 때에도 초기에는 관리가 되겠지만, 이후 관리가 전혀 안될 수 있다는 현장 환경을 고려한다면 매트시스템의 토양 충진을 충분히 해주는 것이 바람직하다는 결론을 얻었다.

그러므로 본 실험에서 매트 사이의 토양 충전 조건은 토양층이 형성될 수 있도록 전면 토양 충전 방식으로 결정하였다.

### **(다) Mat 재질 사이 토양 충전층의 토심의 최적 정도 규명**

전단계의 실험에서 매트 재질 사이에 토양을 충전하는 것이 화단국 삼묘의 생육에 효과적이라는 것이 밝혀졌다.

또한 토양의 양이 적어도 단기 화단국이 생육에는 지장이 없으나 장기적으로 관리가 소홀해 졌을 때, 자체 토양 수분으로 생육을 해야 되기 때문에 토양 충전은 매트 재질 사이층 전면에 들어가는 조건을 최적 조건으로 선정하였다.

그렇다면 토양층이 전면으로 채웠다 해도 얼마만큼의 토양층을 형성시켜야

하는가에 대해 결정을 해야 화단국의 식재 및 생산 편이 매트시스템을 완성하는 매뉴얼이 완성될 것이다.

그러므로 본 실험에서는 매트 재질 사이의 토양층을 3, 5 cm 의 두 조건으로 하였는데 이는 전단계의 토양 충전층의 토심을 3 cm로 하였을 때 화단국의 발근력이 90% 이상 좋은 결과로 나타났기 때문에 3 cm를 기준으로 하였다.

대조구로서 토양층을 5 cm로 하였는데 이는 Coir Tape 매트가 토양의 무게를 견디어 낼 수 있는 가장 많은 흙의 양을 계량한 수치이다.

매트 재질 사이로 토양을 충전하기 때문에 아래 위쪽의 매트의 견고성과 고정력을 고려하면 토양을 한정적으로 많이 충전할 수는 없다.

그러므로 매트 재질 사이의 계량된 토양의 양은 토심 3, 5 cm기준으로 실험을 진행하였다.

표 3-27. 매트 사이토양층의 깊이에 따른 화단국 'White Miri'의 생육차이

Medium thickness(cm)	Plant height (cm)	No. of leaves (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chloro-phyll (SPAD units)	Fresh weight (g)
3	36.88b <sup>z</sup>	19.25b	4.65a	3.98a	2.85a	35.13a	6.13b
5	43.50a	23.50a	4.48a	3.33a	3.25a	39.73a	8.70a

<sup>z</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

실험의 결과를 정리하여 보면(표 3-27) 매트 재질 사이의 충전 토심이 5 cm일 때가 초장, 엽수, 경경, 생체중 등에서 토양 충전층의 토심이 3cm였을 때 보다 좋은 생육을 보이는 것으로 측정되었다.

Lee 등(2005)의 옥상녹화용 식생매트에 적합한 토양과 토심선정에 관한 연구에서 Mat 내 토심이 높을수록 개체가 많았다고 보고하는바와 일치하는 결과를 보였다.

그러나 본 실험의 결과는 통계적으로 살펴볼 때, 초장, 엽수, 생체중 등에서는 유의차가 보이거나 다른 생육조사 항목에서는 유의차가 보이지 않았다.

이는, Lee 등(2007)의 보고에서는 옥상녹화용 인공배합토에서 생육하는 애기리넨초가 토심과 관수에 크게 영향을 받지 않는다고 하였듯이,

인공배합토인(피트모스:펄라이트 2:1) 토양 충전층의 토심은 본 실험의 화단국의 생육에 뚜렷한 차이를 보이고 있지 않아,

토심을 높은 매트 구성보다는 가볍고 운반이 용이하여 매트 형상을 고정할 수 있고 보관 처리에도 부피가 많이 차지하지 않도록 매트사이의 토양 충전층의 토심은 3cm로 하는 것으로 결정하였다.

### (3) 화단국의 실용적 매트 식재를 위한 삽수 길이 규명

“매트에 꽂아 생육시킬 화단국의 삽수길이는 작으면 작을수록 좋다”는 것이 본 실험의 가정이다.

삽수의 길이는 매트 보관과 운반에 영향을 미치는 가장 중요한 요인으로 앞으로 생육이 지속될 때 분지 유도등 화단국의 형상을 만들어 가는 과정에서도 중요한 역할을 한다.

그러므로 본 연구에서는 삽수의 길이를 절화국 생산에서 흔히 실행되고 있는 삽수 3 cm를 기본으로 5 cm, 7 cm 등을 대조구로 실험하여 삽수의 길이가 짧더라도 화단국의 생육에 지장을 받지 않는다는 것을 규명하고자 하였다.

표 3-28. 매트에 식재한 삽수의 길이 차이에 따른 'White Miri'의 생육차이

Cuts length (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll (SPAD units)
3	4.90ab <sup>z</sup>	20.17b	4.03a	2.95a	35.15a
5	4.58b	24.00a	3.34b	3.38a	40.02a
7	5.25a	20.00b	3.83ab	3.03a	36.00a

<sup>z</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

실험의 결과를 정리하여 보면 생육조사의 항목 즉 초장, 엽폭, 경경, 엽수 등에서 거의 생육차이를 결론짓지 못할 정도로 혼돈된 결과를 보이고 있다.

초장에 있어서는 삽수길이가 7 cm일 경우가 가장 컸으나 그렇다고 5 cm 삽수조건에서의 초장 길이가 3 cm일 때보다 더 큰 것은 아닌 것으로 나와 일관된 결과로 정리하기가 어렵다.

또한 조사항목이 엽수일 경우는 더욱 결론을 짓지 못하겠는데 삽수길이가 3, 7 cm일 때 엽수가 비슷하게 조사되어 이도 또한 일관된 결론을 낼 수가 없었다.

그러므로 본 실험에서 화단국의 삽수길이에 따라 매트 식재에서 생육적인 차이를 뚜렷하게 보인다고는 할 수 없었다.

이는 삼수길이를 실험 처리구 중 가장 작은 3 cm로 유지하여도 생육에 영향을 미치지 않는다는 것을 의미하므로 본 실험의 가정, 즉 “삼수길이를 짧게 해도 생육에 지장이 없고 오히려 운반과 보관에 더 유리하므로 삼수길이를 짧게 하는 것이 더 유리하다”는 가정이 규명되었다.

그러므로 본 실험의 화단국 생산 및 식재 편이를 위한 매트 시스템의 조건 중 삼수길이는 3 cm로 하는 것이 가장 최적 조건으로 선정하였다.

## 제 5절. 화단국 매트식재 적합계통 선발

### 1. 화단국 매트 생산

#### 가. 연구목적

조경에서 사용되고 있는 식생매트는 일반적으로 녹화초기의 식생피복에 우수한 효과를 나타내며, 비탈면의 침식방지와 안정에 많이 이용되고 있다.

소재는 주로 황마로 제작한 Jute Net와 Jute Rope, 코코넛 섬유로 제작한 Coir Net, Coir Tape, 더스트를 이용한 식생매트가 사용되고 있다(Youn, 2008).

이러한 식생매질은 토양보존과 환경보호, 침식, 홍수예방에 탁월한 효과가 있고 제품이 가벼워 시공이 간단하며 운반비 및 시공비가 저렴한 장점을 지니고 있다.

또한 이들 재료들은 녹화 후 자연적으로 부식되어 유기질 비료와 되기 때문에 환경친화적이기 때문에 앞으로 이용이 더욱 확대될 것으로 예상하고 있다.

식생매트와 관련한 연구는 삼목을 이용한 Sedum 매트의 생육특성(Lee 등, 2007)과 생태복원용 식물매트 개발(Lee 등, 2003), 옥상녹화용 식생매트(Lee 등, 2005) 등 많은 연구보고가 있으나 ,

화단용 매트에 있어서는 잔디를 적용한 경우(Shim과 Jeong, 1999)를 제외하고는 전무한 상황이기 때문에 다양한 식물소재를 식생매트에 적용할 필요가 있다. 한편 국화는 세계적으로 3대 절화작물 중 하나이며 용도별로는 절화용, 화단용, 그리고 분화용 국화 등으로 구분된다.

다년생 속근류에 속하는 국화는 우리나라에서 월동이 가능하여 지피용 식물 등으로 이용 가능성이 높다(Kim 등, 2007).

따라서 이용분야의 확대를 위해 시공이 간편한 식생매트를 이용한 연구가 절실하다.

이에 본 연구는 기존에 개발된 식생매트에 화단국화삽수를 식재하여 화단국화를 매트 식재로 생산할수 있는가를 규명하기 위해

화단국 매트 생산시 식재지와 활착의 검증과 각 조정 특수 식재지별로 매트에 잘 적응하는 화단국 계통이 선발을 위해 실험을 진행하였다.

## 나. 연구재료 및 방법

### (1) 매트조건별 생육

식생매트의 조건별 국화생육을 구명하기 위하여 용인소재 고등학교의 플라스틱온실에서 2010년 11월 19일부터 2011년 1월 6일까지 실험을 수행하였다.

이때 매트의 처리조건은 8가지로 조성하였다. 실험과정은 48 × 33cm인 플라스틱 삽목상자에 처리조건별 매트를 바닥에 올려놓은 후,

3cm 두께로 피트모스(Sunshine Mix 8, Sun Gro, USA)와 펄라이트(파라소, 유기파크)를 비율별로 혼합하여 복토한 후 국화시험장에서 분양받은 *Dendranthema grandiflorum* 'Ford'를 정부에서 5cm 길이로 삽수를 제조하여 상자당 25개체씩 3반복 식재하였다.

또한 삽수길이가 매트형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 길이를 각각 3, 5, 8cm로 조제하여 10mm 두께의 coir net에 동일두께로 배양토를 복토한 후 식재하였다. 매트형성 후 처리에 따른 생육변화는 초장, 엽수, 생체중을 조사하였다.

이때 맑은 날 오후 2시의 광조건을 측정한 결과 광합성광양자밀도 (photosynthetic photon flux density, PPF)는 300~400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 야간최저온도와 주간최고온도는 각각 10°C와 30°C, 그리고 상대습도는 80~90%인 환경조건에서 5일 간격으로 지하수를 공급하였다.

생육결과의 통계처리는 SPSS 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며 각 처리구간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

표 3-29. 매트구성 조건에 따른 실험처리구 선정

Treatment	Mat type	Mat thickness (mm)	Ratio of peatmoss to perlite	Medium between mat layers
A	Coir net	5	2:1	Without
B	Coir net	10	2:1	Without
C	Coir net	10	2:1	With
D	Jute net	6	2:1	Without
E	Jute net	12	2:1	Without
F	Jute net	12	2:1	With
G	Coir net	10	1:1	Without
H	Jute net	12	1:1	Without

## (2) 매트의 토양정식 후 생장

매트조건별 생육실험과 동일한 환경조건에서 2011년 1월 7일에 뿌리가 형성된 매트를 삼목상자에서 분리하여 동일 하우스 내 포장에 정식한 후 2011년 2월 15에 초장과 엽수, 생체중, 엽장, 엽폭, 줄기직경, 엽록소 SPAD 값, 인장력을 조사하였다.

## (3) 조경 특수 식재지 식재용 화단국 매트 대량 생산

분양용 화단용 국화의 매트 대량생산을 위하여 화단용 국화품종인 'Magic Ball'과 '화이트미리'를 대상으로 매트조건은 10mm Coir Net 사이에 배양토 혼입한 것과 12mm 황마 사이에 배양토 혼입한 것인 2조건으로 하였고 식재밀도실험을 위하여 0.16m<sup>2</sup>인 매트에 2주와 4주를 각각 삼목하여 20반복으로 처리하였다.

## (4) 조경 특수 식재지 매트 식재에 적합한 화단국 선발

각 조경 특수식재지에 적합한 화단국 계통 2종류 이상을 매트식재 화단국으로 대량 생산하여 각 조경특수식재지에 식재하여 일정기간 (2달 이상) 생육 상태를 기록하여 분석하였다.

이때 활착의 안정화된 상태를 화단국의 생육상태로 측정하여 분석하여 각 조경 특수 식재지의 매트 식재에 적합한 화단국을 선발하였다.

# 다. 연구 결과

## (1) 매트조건별 생육

삼목 50일 후 삼목상자에서 매트를 분리하여 바닥면을 육안으로 관찰한 결과 매트조건에 상관없이 모든 처리구에서 100%의 발근율을 나타냈으나 처리에 따라서 매트 내 뿌리 분포정도에는 많은 차이가 있었다.

Coir Net의 두께가 10mm이고 중간에 배양토가 삽입된 C처리구가 뿌리 분포정도가 제일 높은 반면 배양토가 삽입되지 않은 B처리구와 매트종류에 관계없이 피트모스와 펄라이트의 비율이 1:1로 처리된 구에서 낮았다.

생육조사결과도 매트 내 뿌리 분포도와 유사한 결과를 나타냈다. 초장은

C처리구에서 29cm로 가장 높게 나타났고 B와 G처리구에서 각각 17.4와 16.8cm로 가장 낮게 나타났다.

엽수는 C처리구를 제외하고는 처리 간에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 지상부의 생체중도 C처리구에서 5.6g로 다른 처리구에 비하여 월등히 높게 나타난 반면, B처리구가 2.38g로 제일 낮게 나타났으나 다른 처리구와의 뚜렷한 유의성은 없었다.

이상의 결과에서 C처리구가 매트 내 뿌리의 분포율과 생장이 양호한 것은 매트의 특성상 Coir Net가 황마보다 흡수율이 높고(Youn, 2008), 매트 내 삽입된 배양토가 국화삽수의 뿌리형성에 필요한 수분을 공급해 주었기 때문인 것으로 여겨진다.

반면에 매트중간에 배양토가 삽입되지 않은 B처리구는 매트 내 섬유질이 조밀하고 폭이 두꺼워서 뿌리의 뻗침에 제약을 받은 것으로 여겨지며 G처리구에서는 배양토의 펄라이트의 비율이 상대적으로 높아서 수분 보유력이 저하되어서 생육이 억제된 것으로 여겨진다.

국화의 삽수길이가 매트 내 뿌리형성에 미치는 영향은 5cm의 삽수로 처리한 조건에서 초장과, 엽수, 생체중이 각각 17.4cm, 12.8매, 2.4g으로 제일 높게 나타났고 3cm에서 가장 낮게 나타났으나 8cm와는 차이가 없었다.

Palanisamy와 Kumar(1997)는 삽수길이가 짧은 것은 내생 옥신과 탄수화물, 그리고 발근을 유도하는 물질들의 함량이 낮아 발근에 불리하다고 하였으나 Roh와 Yoo(2010)의 보고에서 하국 품종인 ‘백선’은 삽수길이가 5~11cm까지는 발근에 차이가 없기 때문에 추국인 ‘신마’ 품종은 삽수길이를 5cm로 조절하여 삽목하는 것이 지상부 생육 및 발근에 효과적이라고 하였다.

이와 같이 발근에 적합한 삽수길이는 식물 종류 및 품종에서 따라서 다르게 나타난다.



그림 3-34. 뿌리가 활착된 화국화 식생매트

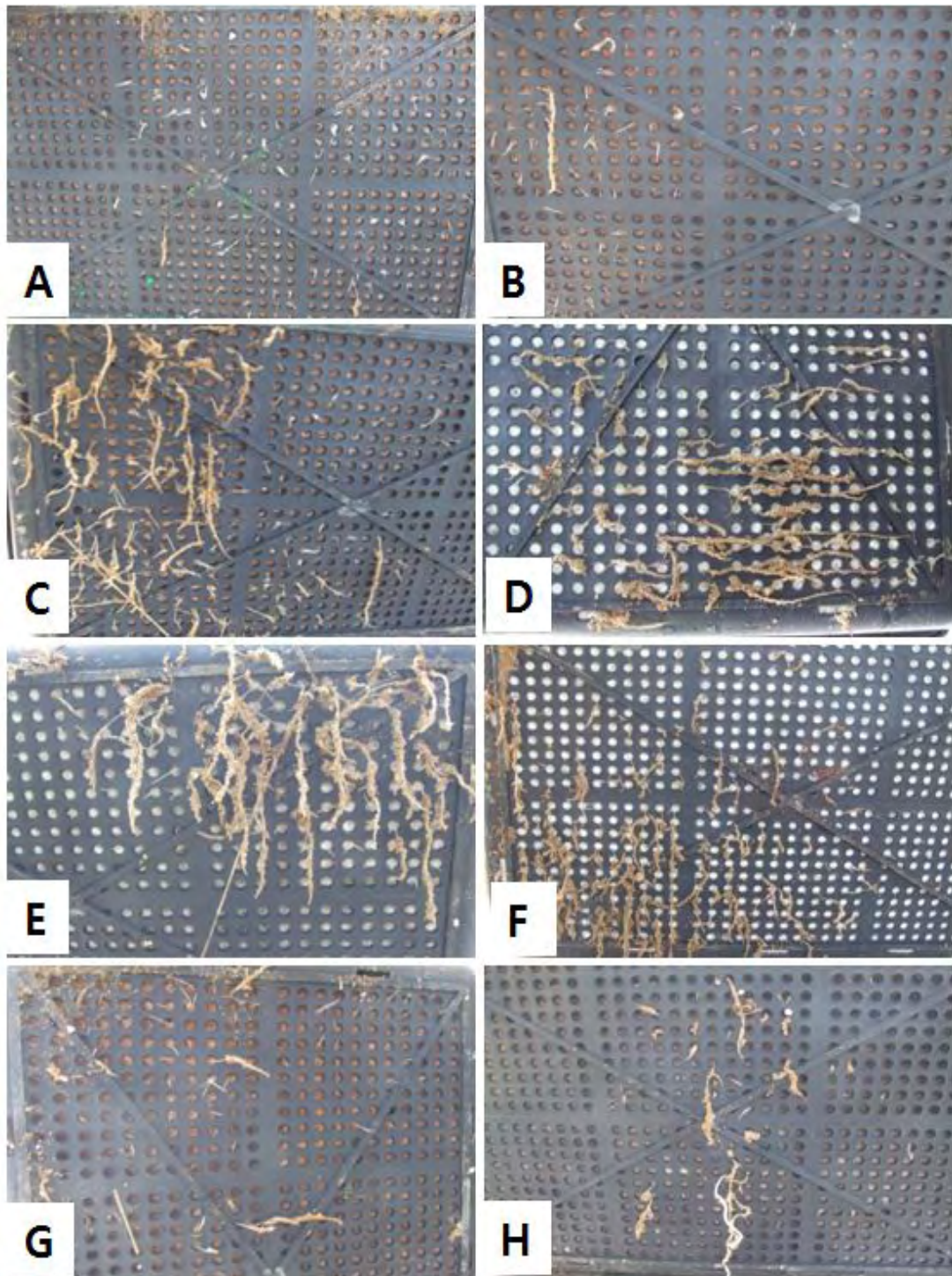


그림 3-35. 실험 처리구별 식생매트 내 뿌리의 성장 현황



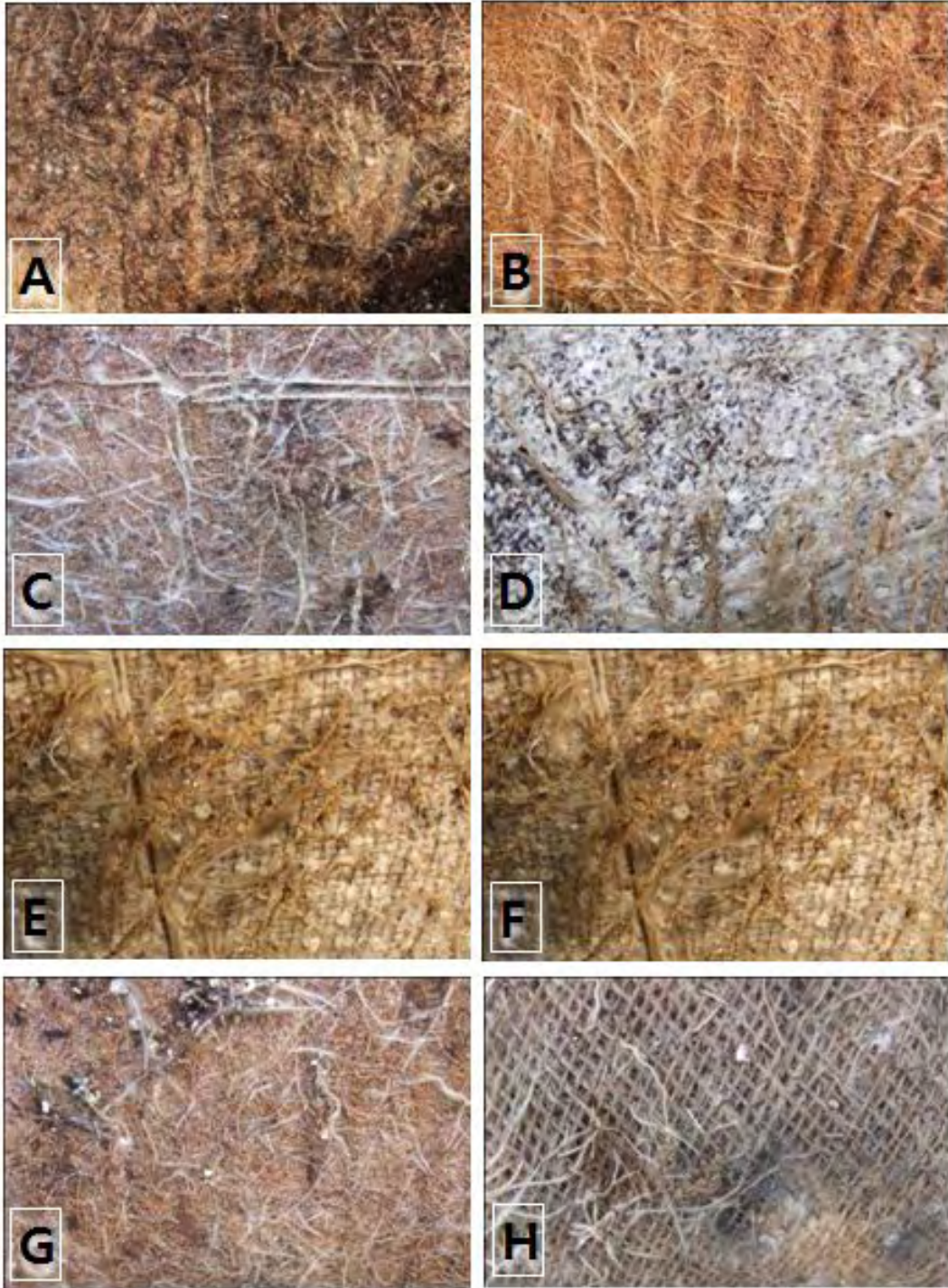
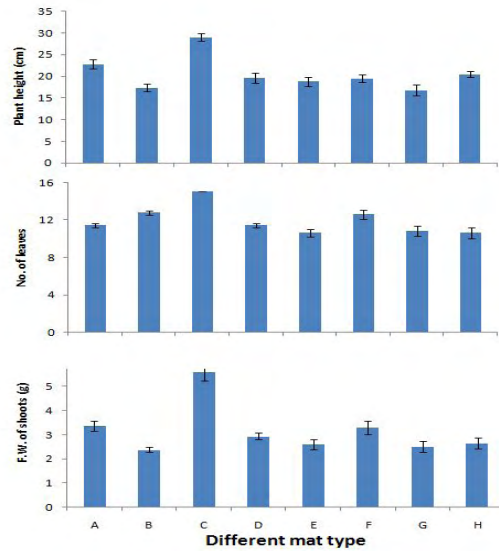
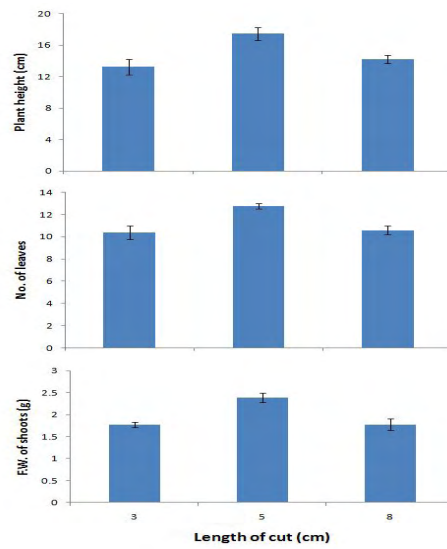


그림 3-36. 삼목상자 분리 후 실험처리구별 식생매트 내 뿌리의 성장 현황



(Vertical bars indicate standard error.)

그림 3-37. 삼목 50일 후 식생매트 실험처리구별 뿌리 생육차이.



(Vertical bars indicate standard error)

그림 3-38. 매트에서 삼목 50일 후 삼수길이에 따른 생육차이.

## (2) 매트 의 토양정식 후 생장

뿌리가 형성된 매트를 토양에 정식 40일 후 생육을 조사한 결과 초장은 매트조건별 생육실험의 그것과 상이한 결과를 나타냈다.

생체중은 두께 12mm인 황마의 중간에 배양토가 삽입된 F처리구가 54cm로 제일 길었고 펄라이트의 비율이 높은 배양토인 G와 H처리구에서 가장 낮은 22와 24.2cm로 나타났다.

이와 같이 F처리구의 생육이 좋은 것은 jute net가 coir net보다 뗏장이 더욱 잘 형성되었다는 Jung과 Shim(2000)의 보고와도 동일한 결과를 나타냈다.

지상부 생체중은 C처리구에서 9.75g으로 가장 높았으나 F처리구와 유의성이 없었으며 나머지 처리 간 차이가 뚜렷하지 않았다.

그리고 초장에서 나타난 결과와 같이 G와 H처리구에서 가장 낮게 나타났다. 엽장을 비롯한 다른 형질도 처리 간 차이가 뚜렷하지 않게 나타났다.

이는 매트에서 뿌리 형성율이 정식후의 생육에 미치는 영향과 차이가 나타난 것은 매트에서 형성된 뿌리가 정식 후 토양에 침투하여 활착하는데 있어서 매트의 조건이 영향을 미친 것으로 여겨진다.

특히 뿌리인장력의 경우 G와 H에서 각각 1.63과 0.93으로 다른 처리구에 비하여 낮게 나타났는데 이는 이것은 매트에서 형성된 뿌리가 토양으로의 침투가 원활하지 못하여 국화의 생육에 영향을 미친 것으로 여겨지며 Jeong 등(2001)의 보고와도 일치하는 결과를 나타냈다.

국화의 삼수길이가 정식 후 생장에 미치는 영향은 5cm의 삼수로 처리한 조건에서 모든 형질 값이 제일 높게 나타났고 3cm에서 가장 낮게 나타났으나 뿌리인장력을 제외하고는 8cm와는 차이가 없었다.

따라서 Jeong 등(2001)의 보고와 같이 식생매트에 키가 큰 식물을 적용할 경우 매트 형성 후 녹지조성장소로 이동할 경우 식물체의 손상과 적재공간의 제한 등의 문제가 발생할 수 있기 때문에 생육에 부정적인 영향을 미치는 않는 범위 내에서 낮은 초장을 유지하는 매트조건을 구명하였다.



그림 3-39. 식재 현장으로 이식직전의 식생매트 내 부정근이 형성



그림 3-40. 식생매트에 화단국가 안정적으로 밀착



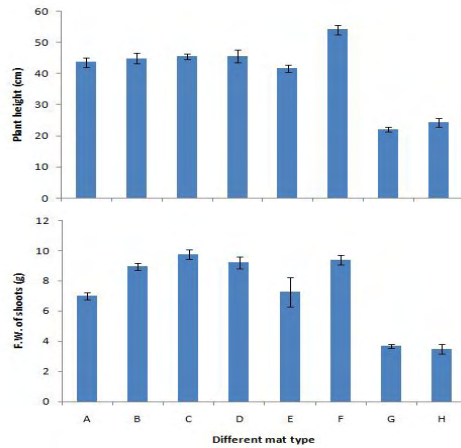
그림 3-41. 화단국 식생매트를 식재 현장으로 이식



F처리구

G처리구

그림 3-42. 식생매트의 포장 이식 40일 후 처리구별 생육비교



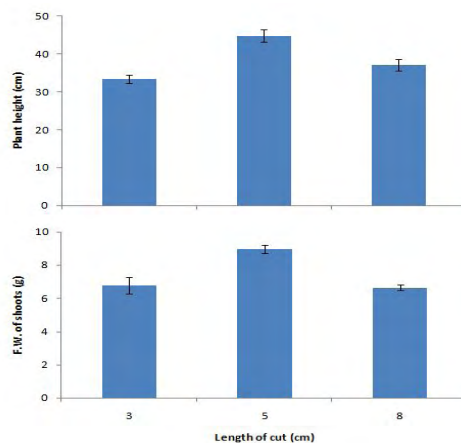
(Vertical bars indicate standard error.)

그림 3-43. 식생매트 조건별 식재현장 이식 40일 후 생육변화.

표 3-30. 식생매트 실험 처리구별 식재현장 이식 40일 후 생육변화.

Treatments	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves (ea)	SPAD units	Root removal force (kg)
A	4.40 b <sup>y</sup>	3.15 c	3.42 abc	23.20 b	32.38 b	2.60 abc
B	4.58 ab	3.34 c	3.38 abc	24.00 b	40.02 a	3.10 a
C	4.88 ab	3.33 c	3.16 abc	23.60 b	31.68 b	2.50 bc
D	5.20 a	4.15 a	3.73 a	22.50 bc	39.33 a	2.03 cd
E	4.56 ab	3.88 ab	3.14 bc	20.60 c	39.86 a	2.53 abc
F	4.97 ab	3.43 bc	3.60 ab	26.33 a	34.37 ab	2.70 ab
G	4.70 ab	3.60 bc	2.93 c	12.25 d	24.63 c	1.63 d
H	5.00 ab	3.53 bc	3.00 c	11.43 d	18.30 c	0.93 e

<sup>y</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.



(Vertical bars indicate standard error.)

그림 3-44. 삽수길이에 따른 식생매트 실험 처리구별 식재현장이식 40일 후 생육변화.

표 3-31. 삽수길이에 따른 식생매트 실험 처리구별 식재현장 이식 40일 후 생육변화.

Treatments	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves (ea)	SPAD units	Root removal force (kg)
3cm	4.90 ab <sup>z</sup>	4.03 a	2.95 a	20.17 b	35.15 a	2.37 b
5cm	4.58 b	3.34 b	3.38 a	24.00 a	40.02 a	3.10 a
8cm	5.25 a	3.83 ab	3.03 a	20.00 b	36.00 a	1.93 c

<sup>z</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

### (3) 조경특수 식재지 식재용 화단국 매트 대량 생산

매트 대량 생산규명을 위해 화단용 국화의매트 생산 과 식재를 진행하였다.

실험재료는 Magic Ball, 화이트미리이고, 매트 조건은 10mm coir net 사이에 배양토 혼입, 12mm 황마 사이에 배양토 혼입으로 밀도별 각각 20매 로 식생 매트 생산 후 60일후 조경특수 식재지에 공급하여 매트 화단국의 생장을 측정하였다.



그림 3-45. 분양용 매트 대량 생산을 위한 제작과정

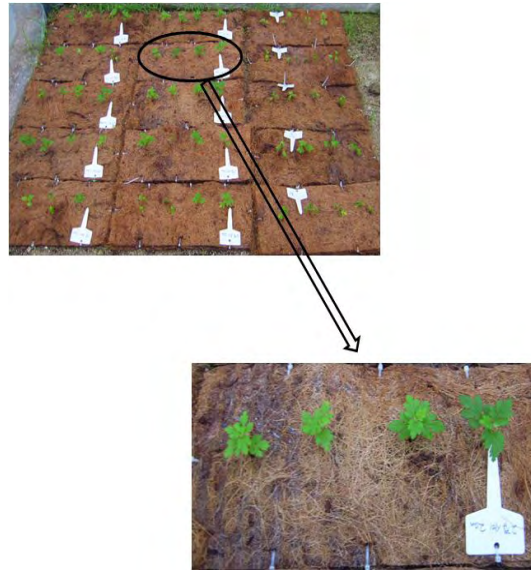


그림 3-46. 매트용 화단국 의 선발 및 실용성 강화를 위한 현장적용 실험

## (가) 화단국 식생매트의 현장 활착력 검증

### ① 법면과 하천 식재지의 화단국 식생매트 현장 활착력 검증

국화 삼수의 밀도를 각각 2개/0.06m<sup>2</sup>, 15개/0.06m<sup>2</sup>로 달리하여 매트에 삼목하여(그림 3-47), 21일 후 삼목상자에서 매트를 분리하여 하천 및 법면 현장에 식재한 결과 장소나 밀도에 관계없이 환경에 적응하여 100%의 현장 활착력 검증을 할 수 있었으나 식재장소 및 식재밀도에 따라 생육 차이가 있음을 알 수 있었다.

현장에 식재된 국화 식생매트는 식재 직후에 1차 생육조사를 하고, 26일 후 2차 생육조사를 실시하였는데 조사 결과는 다음과 같다. (표 3-32)



그림 3-47. 화단국 식생매트의 밀도별 식재 전 모습 (좌) 2개/0.06m<sup>2</sup>, (우) 15개/0.06m<sup>2</sup>





그림 3-48. 화단국 식생매트 식재 현장모습 - 법면

표 3-32. 조경 특수 식재장소에 따른 국화매트의 식재 26일 후 생육변화.

식재장소	식재 밀도 (개/0.06m <sup>2</sup> )	초장(cm)		엽수(매)		엽장(cm)		엽폭(cm)		경경(mm)		엽록소값(SPAD)		분지(개)		측아(개)	
		1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차
하천	2	12.7ab <sup>*</sup>	19.4a <sup>*</sup>	18.8a <sup>*</sup>	35.6a <sup>*</sup>	4.74a	4.4a	3.6a	3.9a	2.6ab	3.0a	36.2ab <sup>*</sup>	33.8ab <sup>*</sup>	-	6a <sup>*</sup>	-	15.8a <sup>*</sup>
	15	14.4a	20.4a	17.9ab	25.9b	4.57a	4.1a	3.6a	3.5a	3.0a	2.8a	31.9b	29.9b	-	1.4b	-	7bc
법면	2	11.8b	14.7b	15.0b	26.2b	4.7a	4.2a	3.4a	3.3a	2.8ab	2.8a	37.3a	37.3a	-	1.2b	-	11.4ab
	15	10.4b	12.7b	14.9b	20.7c	4.46a	4.3a	3.5a	3.4a	2.3b	2.7a	37.4a	29.7b	-	1.4b	-	5.8c

\* Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

초장은 1차에서 하천 15개 식재가 가장 높게 나타났으며 다음으로 하천2개, 법면2개, 법면 15개 순이었다.

이는 2차에서도 동일한 결과를 나타내었다. 통계 결과를 보면 초장은 재식 밀도에 따른 유의성이 낮게 나타났기 때문에, 밀도보다는 재식 장소에 의해 영향을 받는 것으로 판단된다.

따라서 법면보다 하천에서 매트에 식재된 국화는 초장이 높다는 것을 알 수 있었다.

엽수는 1차 생육조사에서 하천에 식재된 국화가 법면보다 많아 식재 장소별 차이가 있는 듯 했으나 2차 생육조사에서는 하천 2개 식재와 법면 2개 식재된 것에서 엽수가 많게 나타나서 식재지역 보다는 식재 밀도가 낮을수록 엽수가 많다는 것을 알 수 있었다.

엽장은 집단 간 뚜렷한 차이는 없었으며 장소보다는 밀도가 낮게 식재된 때

트에서 엽장이 많은 경향이 있었다. 엽폭 또한 집단 간 유의한 차이는 없었으나, 식재밀도보다는 장소별 차이가 있었으며 1, 2차 범면식재보다는 하천식재지에서 넓은 것을 확인 할 수 있었다.

경경은 식재장소와 밀도에 관계없이 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 엽록소 값은 1차 조사에서는 뚜렷한 차이가 없었으며 범면이 하천보다 약간 높은 경향이 있었으나, 2차 조사에서 식재밀도에 따른 뚜렷한 차이를 보였다.

2개 식재한 매트가 15개 식재보다 엽록소 값이 높게 나타났다.

2차 생육조사에서만 실시한 분지수와 측아수는 하천에 2개 밀도로 식재한 국화가 가장 많이 발생한 것으로 나타났으며 이는 통계적으로도 유의한 차이를 보인다. 측아수는 식재 밀도에 밀접한 관련이 있을 것으로 보인다.

초장의 변화율을 보면 하천식재(52.76%, 41.6%)가 밀도에 관계없이 범면식재(24.16%, 21.99%)보다 월등한 생육 증가율을 나타냈다.

하천에 식재한 국화는 2개 식재가 15개 식재 밀도 보다 초장 증가율이 더 높게 나타났으며 범면 또한 같은 경향을 보였다(그림 3-49).

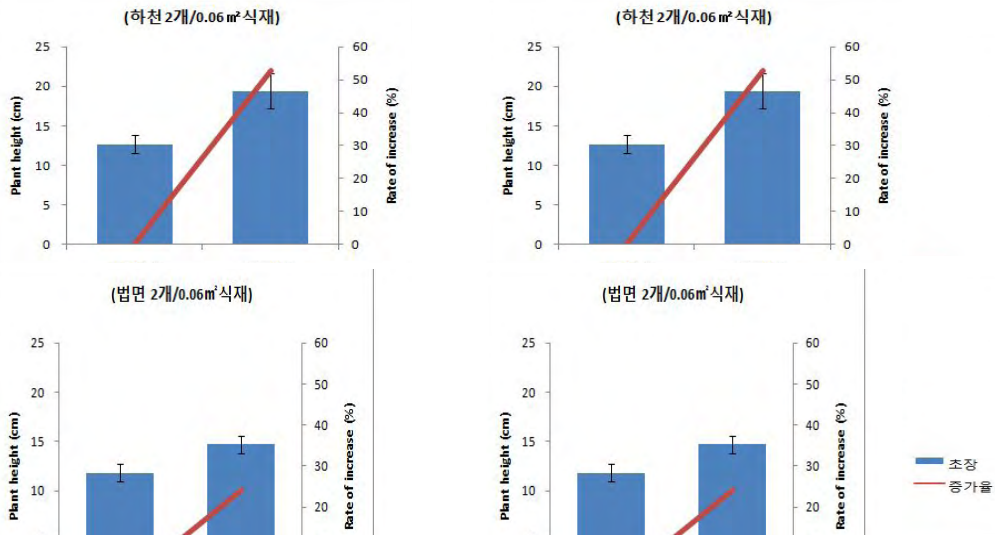


그림 3-49. 식재 26일 후 국화매트의 장소에 따른 밀도별 초장의 크기와 변화율

엽록소 값 변화율은 범면에 식재한 매트의 것이 높게 나타났으며 범면 매트 2개 식재(0.11%)를 제외한 하천 2개 식재(-6.47%), 하천 15개 식재(-6.12%), 범면 15개 식재(-20.8%)는 모두 엽록소 값이 감소하였다(그림 3-50).

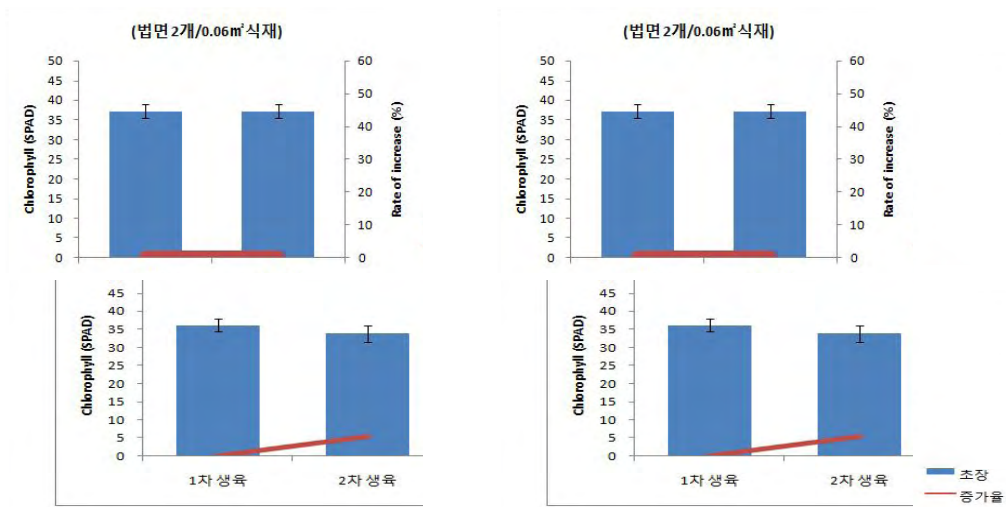


그림 3-50. 식재 26일 후 국화매트의 장소에 따른 밀도별 엽록소값과 변화율

## ② 옥상 및 가로변 식재지의 화단국 식생매트 현장 활착력 검증

화단국 매트 식재 시 옥상 및 가로화단 현장에 식재한 결과 장소나 밀도에 관계없이 환경에 적응하여 100%의 현장 활착력 검증을 할 수 있었으나 식재 장소 및 식재밀도에 따라 생육 차이가 있음을 알 수 있었다.

현장에 식재된 국화 식생매트는 식재 43일 후에 생육조사를 실시하였다.



그림 3-51. 화단국 식생매트의 가로화단 현장 식재 43일 후 모습



그림 3-52. 화단국식생매트의 옥상 현장 식재 43일 후 모습

표 3-33. 화단국 식생매트의 옥상 현장 식재 43일 후 2개/0.06㎡의 국화 생육상

	초장(cm)	엽수(장)	엽장(cm)	엽폭(cm)	경경(mm)	엽록소 (SPAD)
평균	33.80±1.80 <sup>z</sup>	146.40±16.93	5.60±0.33	3.30±0.25	0.50±0.03	42.20±0.82

<sup>z</sup> Mean ± S.E.

옥상 현장 식재 43일 후 2개/0.06m<sup>2</sup>의 밀도로 매트에 식재된 국화의 초장은 평균 33.8cm 였으며, 엽수는 146.4장, 엽장은 5.6cm, 엽폭은 3.3cm, 경경은 0.5mm, 엽록소 값은 42.2로 나타났다.

표 3-34. 화단국 식생매트의 옥상 현장 식재 43일 후 15개/0.06m<sup>2</sup>의 국화 생육상

	초장(cm)	엽수(장)	엽장(cm)	엽폭(cm)	경경(mm)	엽록소 (SPAD)
평균	41.10±1.41 <sup>z</sup>	81.40±12.13	5.88±0.23	3.46±0.14	0.50±0.03	34.20±1.10

<sup>z</sup> Mean ± S.E.

옥상 현장 식재 43일 후 15개/0.06m<sup>2</sup>의 밀도로 매트에 식재된 국화의 초장은 평균 41.1cm이었으며, 이는 밀도 2개/0.06m<sup>2</sup>보다 높은 값을 나타내었다. 엽수는 81.4장으로 더 낮았고, 엽장은 5.88cm, 엽폭은 3.46cm, 경경은 0.5mm로 밀도별 큰 차이는 없었으나 엽록소 값은 34.2로 밀도 2개/0.06m<sup>2</sup>보다 낮은 값을 나타내었다.

표 3-35. 화단국 식생매트의 가로화단 현장 식재 43일 후 2개/0.06m<sup>2</sup>의 국화 생육상

	초장(cm)	엽수(장)	엽장(cm)	엽폭(cm)	경경(mm)	엽록소 (SPAD)
평균	34.20±1.88 <sup>z</sup>	100.20±13.52	6.58±0.08	3.96±0.09	0.53±0.04	40.16±0.66

<sup>z</sup> Mean ± S.E.

가로화단 현장 식재 43일 후 2개/0.06m<sup>2</sup>의 밀도로 매트에 식재된 국화의 초장은 평균 34.2cm로 나타났으며, 이는 옥상의 15개/0.06m<sup>2</sup>보다는 값이 많이 낮고 2개/0.06m<sup>2</sup>보다 약간 높은 수준이었다. 엽수는 100.2장, 엽장은 6.58cm, 엽폭은 3.96cm, 경경은 0.53mm로 밀도별 큰 차이는 없었으나 엽록소 값은 34.2로 나타났다.

표 3-36. 화단국 식생매트의 가로화단 현장 식재 43일 후 15개/0.06m<sup>2</sup> 국화 생육

	초장(cm)	엽수(장)	엽장(cm)	엽폭(cm)	경경(mm)	엽록소 (SPAD)
평균	40.80±2.13 <sup>z</sup>	69.40±7.87	5.58±0.18	4.04±0.13	0.45±0.03	35.02±1.13

<sup>z</sup> Mean ± S.E.

가로화단 현장 식재 43일 후 15개/0.06m<sup>2</sup>의 밀도로 매트에 식재된 국화의 초장은 평균 40.8cm이었으며, 엽수는 69.4장, 엽장은 5.58cm, 엽폭은 4.04cm, 경경은 0.45mm로 엽록소값은 35.02로 나타났다.

본 실험에서 나타난 초장과 엽록소 값을 식재장소와 밀도별로 종합적으로 비교하여 보면 장소보다는 밀도에 의해 영향을 많이 받고 있는 것을 알 수 있었으며, 초장은 밀도가 높을수록, 엽록소는 밀도가 낮을 수록 값이 높게 나타났다.

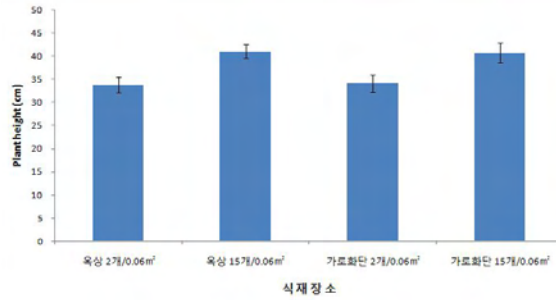


그림 3-53. 화단국 식생매트의 식재 43일 후 식재장소와 식재밀도별 초장

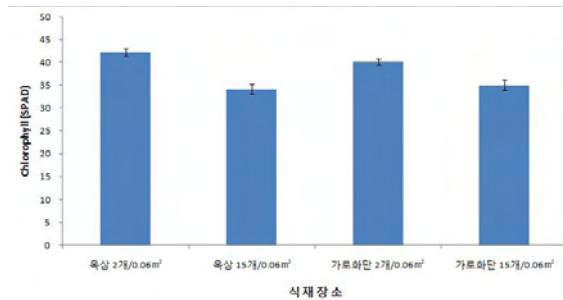


그림 3-54. 화단국 식생매트의 현장 식재 43일 후 식재장소와 식재밀도별 엽록소

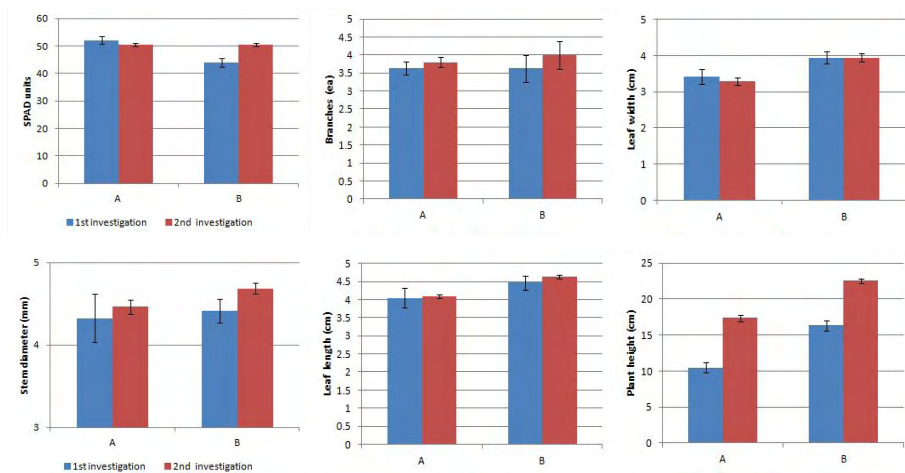
#### (4) 화단국 매트 적합 계통 선발

##### (가) 하천환경 매트식재 화단국 적합품종선발

하천에 식재되어 가장 생육상태가 안정적이었고 경관적으로도 형상의 비례가 좋은 두 종류의 계통 09-19-39, 09-06-34를 매트에 식재한 후 노지에 옮겨 심고 이의 생육을 조사하였다.

생육조사 항목을 단순 측정 조사한 것으로 확인할 수 있는 생육정도에서는 생육이 왕성한 시점(2011.7.10-9.10)인 점을 감안한다면 식물의 생육 지표로 볼 수 있는 초장 및 경경에서는 생육이 활발하게 이루어지고 있음이 확인되었다.

이를 통계적 유의성으로 더 자세히 분석해 보면 초장, 분지수 등에서 계통간의 차이가 유의하다고 분석되었으며 이의 생육 지표 항목으로 다시 측정 조사 자료를 해석하여 보면 초장과 분지수의 생육 조사항목에서 09-06-34의 계통이 가장 생육이 안정적으로 진행되고 있었음을 확인할 수 있었다.



A: 09-19-39, B: 09-06-34, Vertical bars show standard error.  
 그림 3-55. 조경특수식재지 하천변에 식재된 화단국의 생육.

표 3-37. 조경특수 식재지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이

Line	Plant height(cm)	Branch (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter(mm)	Chlorophyll (SPADunits)
09-19-39	15.93b	26.25a	3.65a	3.17a	2.92a	52.18a
09-06-34	21.56a	13.50b	4.05a	2.98a	2.91a	56.85a

<sup>2</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

그러나, 화단국의 매트 식재 후 생육에 대한 단순 자료의 정리로서 두 화단국 계통간의 비교로서만 의의가 있을 뿐이다.

앞서 본 실험의 가정으로 제시했듯이 매트에서 생육되는 화단국의 생육이 노지에서 자라는 생육과의 비교해 볼 때 더 생장을 했는 것인가, 아니면 생육적 후퇴가 이루어진가를 알아 볼 필요가 있다.

이를 위해 2개월 간, 노지의 화단국 생육 변화율과 매트 식재 화단국의 생육 변화율을 서로 비교하여 그의 결과를 정리하여 보면 다음과 같다.

표 3-38. 조경특수식재지 하천변에 식재한 화단국의 생육 변화율(%)

Line	Plant height	Branch	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Chlorophyll
09-19-39	35.68	6.66	11.64	6.69	9.82	-0.50
09-06-34	20.00	11.11	4.32	14.22	17.59	-0.55

표 3-39. 조경특수식재지 하천변에 매트 식재한 2종류 화단국의 생육 변화율(%)

Line	Plant height	Branch	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Chlorophyll
09-19-39	65.47	41.82	4.23	4.01	13.17	-3.07
09-06-34	37.93	10.34	3.64	1.12	16.23	14.69

계통 간 유의차가 있는 생육조사 항목으로 앞서 밝혀진(표 3-26)에서 생육의 지표항목은 초장과 분지수인데 이러한 생육 지표로 노지에 식재된 화단국과 매트에 식재된 화단국의 생장률을 비교해 보면,

09-19-39 계통에서는 초장의 생장률이 노지에서는 40.2%, 매트에서는 65.8%, 분지수의 생장률에서는 노지에서는 33.3%, 매트에서는 41.8%로 두 항목에서 모두 매트 식재 시 화단국의 생장이 증대되는 것으로 나타났다.

09-06-34은 초장의 생장률이 노지에서는 20.0%, 매트에서는 37.93%, 분지수의 생장률에서는 노지에서는 6.9%, 매트에서는 10.3%로 두 항목에서 모두 매트 식재 시 화단국의 생장이 증대되는 것으로 나타났다.

그러므로 하천변의 화단국 식재로 적합한 두 계통인 09-19-39, 09-06-34가 ‘매트 식재 시의 생장률이 노지식재 생장률보다 높을 것이다’라는 실험의 가정은 충분히 규명되었다.



그림 3-56. 조경특수지 하천변에 식재된 화단국의 생육차이

이제 이 두 계통 중 매트 식재가 더 적합한 계통을 선발해야 한다면 그림 5-4-2에서 볼 수 있듯이 09-19-39계통이 09-06-34 계통보다 초장이나 분지수, 엽장, 엽폭에서 생장률이 더 좋았고 그림3-56에서 볼 수 있듯이 노지 식재보다 매트 식재에서 초장, 분지수 등 생장률이 더 높았으므로 09-19-39를 하천 변의 매트 식재에 가장 적합한 계통으로 선발하였다.

#### (나) 범면환경 매트식재 화단국 적합 품종선발

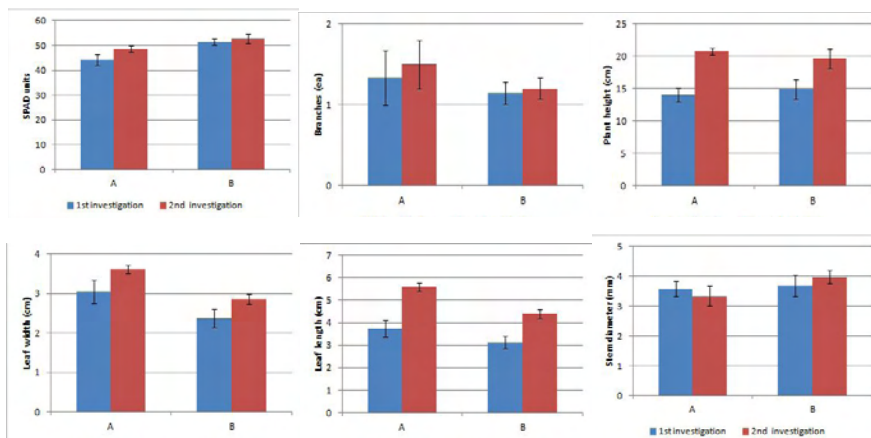
국화시험장에서 추천해 주어 범면에 식재되었던 4종류의 화단국 계통 중 08-56-05, 09-09-38 계통을 범면 식재에 적합한 품종으로 선발하여 이 두 계통의 화단국을 매트 식재시스템으로 제작하여 범면에 식재 후 2개월간 2회 생육조사를 실시하였다.

생육조사 항목을 단순 측정 조사한 것으로 확인할 수 있는 생육 진행에서는 생육이 왕성한 시점인 점이므로 2달 사이에도 생육이 활발히 진행되었음을 알 수 있었는데 초장, 분지수, 엽장, 엽폭, 경경 등에서 두 계통이 모두 좋은 생육을 보여주고 있다.

이를 통계적 유의성으로 더 자세히 분석해 보면 초장, 분지수, 엽장, 경경 등에서 계통간의 차이가 없다고 분석되었는데 이는 두 계통간의 생육 비교가 의미 없을 정도로 두 계통의 화단국이 매트 식재에서 생장률이 똑 같이 좋았으므로 해석할 수 있다.

그러므로 생육지표는 뚜렷이 제시 없으나 일반적으로 초장이나 분지수 경경 등으로 생육 지표를 삼으므로 본 처리구에서도 초장, 분지수, 엽장, 엽폭 등의 여러 생육지표의 자료를 해석하였다.

이때 두 계통의 자료 분석으로 볼 때, 08-56-05 계통에서 생육률이 비교적 안정적으로 진행되고 있었으므로 확인되었다.



A; 08-56-05, B; 09-09-38, Vertical bars show standard error.

그림 3-57. 조경특수식재지 법면에 매트 식재한 2종류의 국화에 대한 생육

표 3-40. 조경특수지 법면에 매트 식재한 2종류 화단국의 생육차이

Line	Plant height (cm)	Branch (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll (SPAD units)
08-56-05	14.08a <sup>z</sup>	1.33a	3.75a	3.05a	3.58a	44.18a
09-09-38	14.92a	1.14a	3.12a	2.37b	3.68a	51.37a

<sup>z</sup> Mean Separation within columns by DMRT at 5% level.

그리고, 위의 자료 정리 결과는 화단국의 매트 식재 후 생육에 대한 단순 자료의 정리로서 두 화단국 계통간의 비교로서만 의의가 있다.



앞서 본 실험의 가정으로 제시 했듯이, 본 실험에서는 매트에서 생육되는 화단국의 생육이 노지에서 자라는 생육과의 비교해 볼 때 더 성장을 했는 것인가, 아니면 생육적 후퇴가 이루어진가를 알아보고 매트 식재에 더 적합한 법면 화단국의 계통을 선발하도록 하였다.

이를 위해 2개월 간, 노지의 화단국 생육 변화율과 매트 식재 화단국의 생육 변화율을 서로 비교하여 그의 결과를 정리하여 보면 다음과 표와 같다.

표 3-41. 조경특수식재지 법면에 노지 식재한 2종류 국화의 생육 변화율(%)

Line	Plant height (cm)	Branch (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll (SPAD units)
08-56-05	36.15	7.27	7.44	10.06	2.54	-3.00
09-09-38	24.94	12.72	1.48	1.13	1.82	-8.42

표 3-42. 조경특수식재지 법면에 매트 식재한 2종류 국화의 생육 변화율(%)

Line	Plant height (cm)	Branch (ea)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll (SPAD units)
08-56-05	47.33	12.5	9.33	18.57	6.60	10.03
09-09-38	31.57	5.00	10.63	20.48	7.94	2.25

하천에 적합한 화단국 매트식재에서와 달리,

법면의 적합한 화단국의 매트 식재에서는 계통별로 생육항목에서의 뚜렷한 유의차가 없어 대표적 생육지표를 선택하지 않고 생육항목으로 조사한 자료를 모두 해석하였다.

08-56-05 계통에서는

초장의 생장률이 노지에서는 36.2%, 매트에서는 47.3%, 분지수의 생장률에서는 노지에서는 7.2%, 매트에서는 12.5%, 엽장의 생장률이 노지에서는 7.4%, 매트에서는 9.3, 엽폭의 생장률이 노지에서는 10.1%, 매트에서는 18.6%, 경경의 생장률이 노지에서는 2.5%, 매트에서는 6.6%로 생육조사 항목에서 모두 매트 식재 시 화단국의 생장이 증대되는 것으로 나타났다.

09-09-38 계통 또한

초장의 생장률이 노지에서는 24.9%, 매트에서는 31.6%, 분지수의 생장률에서는 노지에서는 12.7%, 매트에서는 5.0%, 엽장의 생장률이 노지에서는 1.5%, 매트에서는 10.6%, 엽폭의 생장률이 노지에서는 1.1%, 매트에서는 20.5%, 경경의 생장률이 노지에서는 1.8%, 매트에서는 7.9% 로 생육조사 항목에서 모두 매트 식재 시 화단국의 생장이 증대되는 것으로 나타났다.

그러므로 법면의 화단국 식재로 적합한 두 계통인 08-56-05, 09-09-38의

‘매트 식재 시 생장률이 노지 식재 생장률보다 높을 것이다’라는 실험의 가정은 충분히 규명되었다.

이제 이 두 계통 중 매트 식재가 더 적합한 계통을 선발해야 한다면 그림 10에서 볼 수 있듯이 08-56-05계통이 09-09-38계통보다 초장이나 분지수, 엽장, 엽폭에서 노지보다 매트 식재 시 생장률이 더 좋았으므로 범면의 매트 식재 시 더 적합한 계통으로 08-56-05계통을 범면의 매트 식재에 가장 적합한 계통으로 선발하였다.

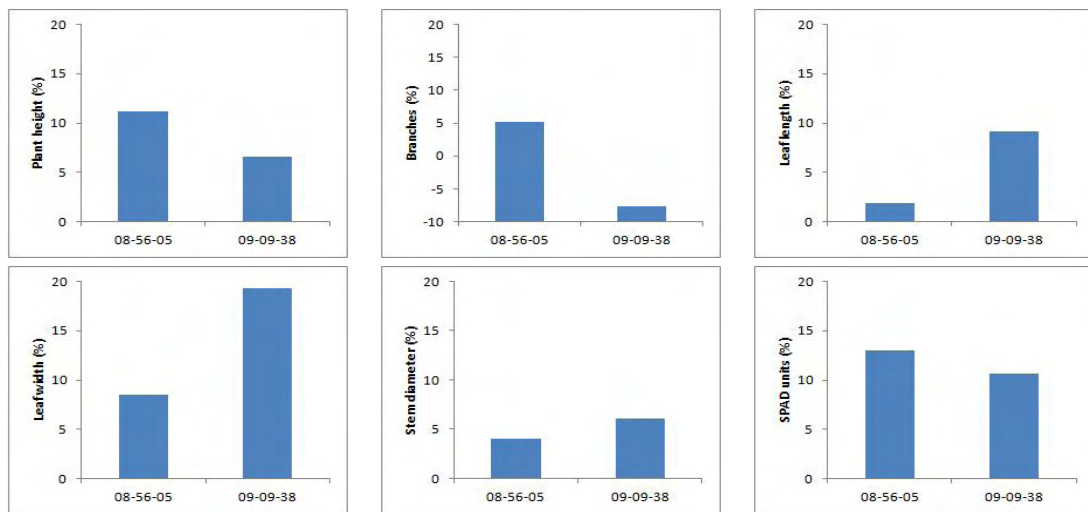


그림 3-58. 조경특수식재지 범면에 식재된 매트 식재 생육차이

### (다) 옥상 환경 매트식재 화단국 적합 품종선발

6계통의 평균 초고는 30.8cm에서 35.3cm 정도 이었고, 평균 초폭은 54.1cm에서 68.3cm로 모두 50cm 이상이였다. 평균 화수는 계통에 따라서 482.4개에서 1041.4개로 다양하였지만, 평균 최소 화수와 최다 화수인 계통의 평균 화폭은 2.5cm과 4.0cm로 1.5cm의 차이를 보였다.

조경지피용으로 활용하기 위해서는 초고가 낮고 초폭이 큰 것이 유리한데 이런 조건에 부합되는 계통으로는 평균 초고 33.3cm, 초폭 64.2cm, 화폭 3.0cm 화수 792.5 개인 '09-19-49'과 평균 초고 32.6cm, 초폭 68.3cm, 화폭 3.8cm 화수 561.5개인 '09-14-14', 평균 초장 35.3cm, 초폭 67.0cm, 화폭 2.5cm 화수 1041.4개인 '09-11-37', 그리고 평균 초고 30.8cm, 초폭 54.1cm, 화폭 3.3cm 화수 522.2개인 '09-09-51' 등의 4계통이 무난할 것으로 보였다.

하지만, 화색의 선명도와 개화지속 기간, 그리고 개화종료 후의 미관 등을 고려해 볼 때 최종적으로 '09-19-49', '09-11-37', '09-09-51' 계통이 옥상 환경 매트 식재 화단국으로 적합한 계통으로 선발 되었다.

표 3-43. 조경특수식재지 옥상에 용기 식재한 화단국의 생육특성  
( '09-19-49', '09-14-14', '09-11-37', '09-15-69', '09-13-37', '09-09-51' )

Lines	Plant length	Plant width	Leaf length	Leaf width	Stem diameter	Flower width	No. of flower
09-19-49	33.3ab	64.2bc	2.5d	1.7e	9.2cd	3.0d	792.5a
09-14-14	32.6bc	68.3a	2.4d	1.7e	10.0abc	3.8b	561.5b
09-11-37	35.3a	67.0ab	3.6b	2.5b	10.4a	2.5e	1041.4a
09-15-69	35.1a	67.9a	3.4b	2.3bc	10.3ab	2.9d	831.3a
09-13-37	34.4ab	65.1abc	4.7a	3.4a	8.5d	4.0a	482.4b
09-09-51	30.8c	54.1d	3.6b	1.9de	9.3bcd	3.3c	522.2b

## 제 6절. 매트형 화단국의 대량·장기 저장기술 개발

### 1. 연구 목적

기 생산된 매트형 국화 삽수를 시장 수요시기와 대량수요에 대응하기 위해 미리 생산된 매트 화단묘를 저온에서 동면시켜 장기 저장할 수 있는 최적의 환경조건을 규명하여 매트형 화단국의 저장기술을 규명함을 목적으로 한다.

### 2. 연구 내용 및 방법

#### 가. 식생매트의 대량생산을 위한 장기 저장조건 규명

화단국 생산 및 식재 편이를 위한 매트 시스템이 완성된 후, 보관 유지 기술을 규명하기 위해 다시 매트에 법면과 하천에 최적 선별된 화단국을 매트에 삽목하여 저온 저장의 가장 최적 환경 조건을 규명하여 매트 시스템의 보관 기술을 규명하고자 하였다.

이를 위해 2011년 9월 70 x 20 cm의 Coir Tape에 10 cm 간격으로 5개씩 3반복으로 길이별로 삽목 식재 한 후 처리중에서 삽수길이 2 cm 조건에서 100% 활착률을 보인 08-56-05 계통을 대상으로 온실에서 삽묘에 발근이 되도록 진행하여 발근이 된 삽묘를 매트에 식재하여 밀봉포장 후 저온저장고에 넣어 14, 28, 42일 단위의 저장 기간을 유지한 후 다시 노지에 식재하여 생육을 조사하였다.

#### 나. Sheet 및 Roll 형의 식생매트 실증실험

식생매트 형과 식재 밀도에 따른 화단국 삽수의 활착과 피복율을 구명하기 위하여 Coir Tape를 시트형(20 X 40 cm)과 롤형(20 X 300 cm)으로 제작 후

각각 10cm 간격으로 삼수장이 5cm이고 잎이 5매가 부착한 삼수를 5cm 간격으로 삼목하였다. 식재밀도 실험은 시트형에서는 1열 4주와 2열 8주씩 5반복으로 삼목을 하였고 롤형에서는 1열 30주, 2열 60주를 삼목하였다. 이때 식생매트의 두께가 5mm인 것을 사용하였고 2겹 사이에 peat moss (Sunshien)와 perlite (유기파크)를 부피비 1:1로 혼합한 원예용토를 충진하였으며 상토의 화학적 성질은 표 3-33과 같다.

실험을 수행한 장소의 기상환경은 평균온도가 19.77℃, 최고온도 45.39℃, 최저온도는 10.99℃이고 상대습도는 평균 63.44%를 유지하는 유실온실에서 수행하였다.

삼목 1개월 후 뿌리활착을 확인하여 1회 적심을 하였고 1개월이 경과된 후 생육조사를 포함한 피복율을 조사하였다. 이후 식생매트의 대량적재 가능성을 구명하기 위하여 시트형은 8층으로 적재하였고 롤형은 원형으로 말아서 동일한 환경에서 7일 후 활착묘의 기계적인 손상을 조사하였다.

표 3-44. 식생매트에 적용한 원예용 상토의 화학적 성질

pH (1:5)	Bulk density (Mg·m <sup>-3</sup> )	EC (ds·m <sup>-1</sup> )	Water contents (%)	O.M. (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg·kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cation (cmol·kg <sup>-1</sup> )				CEC (cmol·kg <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg·kg <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg·kg <sup>-1</sup> )
						K	Ca	Mg	Na			
6.5	0.14	0.21	56.04	31.67	64	0.18	3.68	0.27	0.23	4.27	10.1	102.8

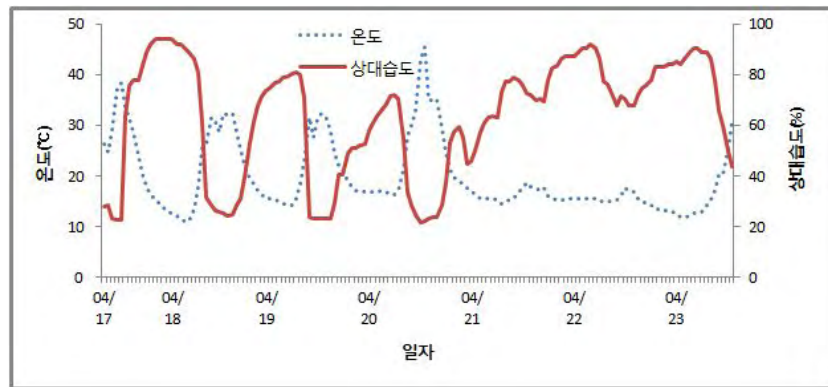


그림 3-59. 식생매트 재배환경

### 3. 연구결과 및 고찰

#### 가. 식생매트의 대량생산을 위한 장기 저장조건 구명

화단국의 매트묘를 저장하고 보관하는 조건 중 가장 중요한 것은 저장 온도의 범위와 저장 기간이다. 그러므로 본 실험의 가정은 “화단국 매트 묘의 저장 기간이 길수록 보관유지의 장점이 되고 저장 온도의 범위가 넓을수록 저장조건이 좋다”라고 할 수 있다.

이는 화단국의 저장 기간이 길면, 화단국 매트묘의 생산 후 대량식재를 할 때 대량 유통을 담당할 수 있으며 미리 수요를 예측하여 생산을 할 수 있다는 장점이 생기기 때문이다.

화단국은 저온저장 시 일시적으로 세포의 활성이 떨어져 마치 휴면 상태로 유도되는데 이기간이 길면 길수록 1차 산업인 식물 자원이 2차 산업의 형태로 유도될 수 있기 때문에 저장 기간은 중요한 화단국 매트묘에서 중요 조건이 된다.

실험 과정은 먼저 삼수길이 2 cm 조건에서 100% 활착률을 보인 08-56-05 계통을 대상으로 온실에서 삼묘에 발근이 되도록 진행하여 발근이 된 삼묘를 매트에 식재하여 밀봉포장 후 저온저장고에 넣어 14, 28, 42일 단위의 저장 기간을 유지하였다.



그림 3-60. 저온 저장을 위한 매트 포장



A: Geon Yeong Refrigeration, GYF-S2400 (5℃), B: Wise Cryo, WEF41 (-3℃)

그림 3-61. 실험 냉각 저장 장비

이때 저장 온도 조건은 -3℃와 5℃, 두 실험 처리조건으로 하였다.

저온 저장 시설의 온도 조건을 -3℃로 한 것은 화단국 삼묘를 냉동 처리하여 순간적으로 세포내 체액의 움직임을 둔화시키는 효과를 보기 위함이다.

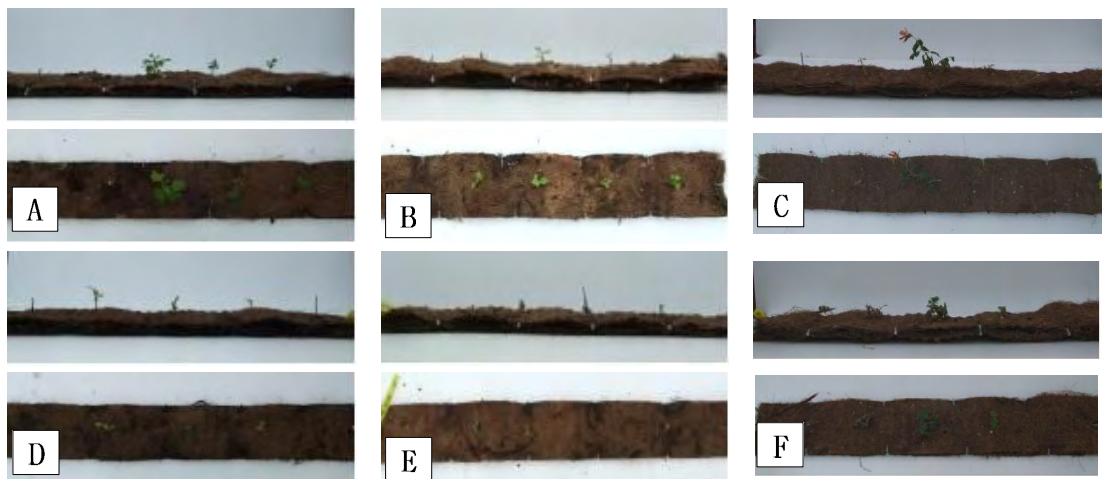
그런데 온도를 -3℃ 이하로 내리면 삼수의 엽과 줄기가 어는 현상이 생기

기 때문에 엽과 줄기가 얼지 않고 세포를 동면체제로 이끌 수 있는 온도로 -3℃를 냉동 최하온도로 정하였다.

또한 저온 온도 저장으로 주로 5℃이하의 온도로 저장을 주로 하므로 5℃를 냉장 보관의 온도로 정하였다.

실험의 결과를 정리하여 보면, 2주 저장 조건에서는 저온 저장 시설에서 나온 매트묘를 노지에 옮겨 심고 2주 후 발근 상태나 지상부 생육을 측정하였다. 발근상태가 양호한 것은 화단국의 생존이 높다는 것을 뜻하므로 생존율이고 정의해도 좋을 것으로 판단되었다.

저온 저장 온도 -3℃ 조건과 5℃ 조건에서 2-6주간 저장된 화단묘의 노지 식재 후 생육 조사한 결과를 정리하면 다음과 같다.



A: Stored mat with 5℃, 14 days, B: Stored mat with 5℃, 28 days, C: Stored mat with 5℃, 42 days, D: Stored mat with -3℃, 14 days, E: Stored mat with -3℃, 28 days, F: Stored mat with -3℃, 42 days

그림 3-62. 저장된 매트의 식재 후 저장기간 및 온도 차이에 따른 생육비교

표 3-45. 저장된 매트묘의 식재 후 기간과 온도 차이에 따른 생육

Storage duration (days)	Temperature(℃)	Survival rate (%)	No. of leaves	Branch (ea)
14	5	80.00	5.41	2.00
	-3	75.00	4.18	2.00
28	5	65.00	4.09	1.54
	-3	70.00	4.50	2.00
42	5	50.00	3.00	1.00
	-3	60.00	1.00	0.00

2주 저장 조건에서는 저장온도 5℃와 -3℃에서 각각 80%, 75%의 발근율, 즉 생존율을 보이고 있어 저장온도에 상관없이 70%이상의 생존율을 보이고 있어 단기 저장에는 저장온도가 큰 영향을 보이지 않지만

4주 이상의 저장기간에서 저장온도가 -3℃일 때 5℃일 때보다 생존율이 높게 나타나고 있는데,

4주 저장 했을 때 -3℃ 조건에서 70%의 생존을 보였고

6주에서는 60%로 2주 더 저장 했을 때 10%의 생존율이 떨어졌다.

5℃ 조건에서의 생존율은 4주 저장했을 때 65%, 6주 저장했을 때, 50%로 생존율 감소 15%나 되어 장기 저장 했을 때는 온도가 낮은 조건 즉 영하의 조건으로 저장하는 것이 화단묘의 생산에 있어 더 생존율을 높일 수 있는 결과가 나왔다.

이는 실험의 가정인 “화단묘의 저장기간을 오래 하기위해서는 영하 이하의 조건에서 하는 것이 생존율을 높일 수 있다”는 것을 검증할 수 있었다.

그러므로 본 연구의 결과에서는 화단묘의 장기 저장 조건은 영하 이하로 -3℃까지 허용되고 저온저장에서는 5℃이하에서 화단묘를 저장하는 것이 좋다는 결론을 도출하였다.

## **나. Sheet 및 Roll 형의 식생매트의 장기저장 실증실험**

### **(1) 매트 형태별 저장후 생육차이를 통한 매트 식생 밀도 규명**

활착율은 시트형에서는 100%를 나타냈으나 롤형에서는 1열에서 83%, 2열에서는 71%를 나타냈다.

이러한 결과는 매트형에 따른 차이보다는 매트 사이에 원예용상토를 충전하는 과정에기인하는 것으로서 작은 면적이 소요되는 시트형은 매트사이에 상토 충전이 원활하였으나 롤형은 상대적으로 긴 면적의 매트사이에 수작업으로 충전해야 하기 때문에 매트사이의 일부공간에 상토가 균일하게 주입되지 못하였고,

따라서 발근공간이 형성되지 못해서 삼수가 고사한 것으로 여겨진다. 따라서 추후 국화식생매트의 제작에서 공정작업이 이루어지면 활착율은 시트형과 같이 높은 활착율을 보일 것으로 예상된다.

삼목 1개월 후 1회 적심을 수행하고 추가로 1개월을 생육시킨 결과 초장과의 생육은 롤형보다 시트형에서 우수하게 나타났다.

특히 2열 보다는 1열 식재한 처리에서 높게 나타났다.

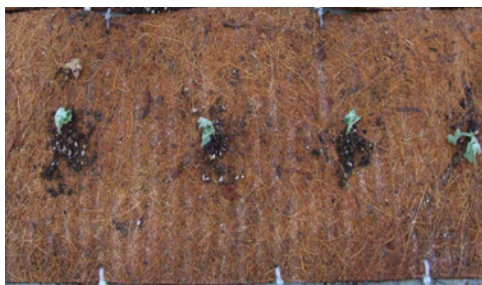
이러한 결과는 제한된 공간 및 토양조건에서 밀도가 낮은 처리에서 상대적으로 양호한 생육이 가능한 것으로 판단된다.

그러나 줄기직경에서는 처리간 차이가 없었으며 생체중은 반대로 시트형보다는 롤형에서 높게 나타났다.

엽수는 식생매트형에 따른 차이는 뚜렷하지 않았으나 초장과 마찬가지로 2열보다는 1열에서 엽수가 많았다.



그림 3-63. 매트 내 식재 삼목 2개월 매트 밖으로 돌출된 뿌리



1열 식재



2열 식재

그림 3-64. Coir Tape를 이용한 가든뎀 삼수의 밀도별 식재



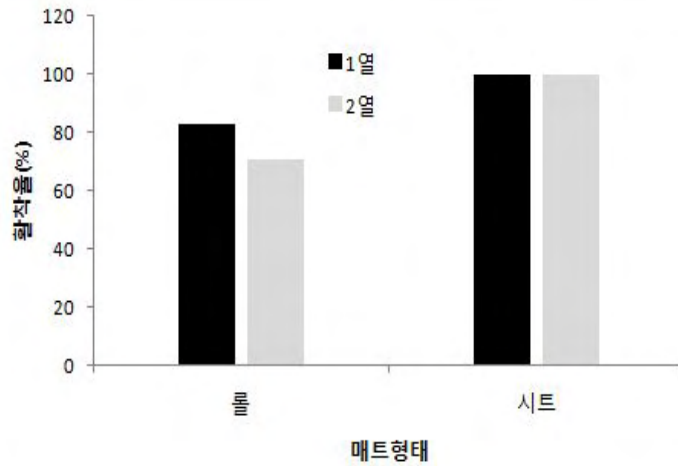


그림 3-65. Coir Tape를 이용한 삽목 30일 후 가든뎀 삽수의 활착율

표 3-46. Coir Tape를 이용한 삽목 60일 후 가든뎀의 생육

매트형태	초장	최대엽장	최대엽폭	경경	생체중	엽수	
시트	1 열	10.60±0.53	7.66±0.22	5.03±0.16	3.57±0.11	10.77±1.41	123.00±27.76
	2 열	9.19±0.50	6.63±0.29	4.36±0.23	3.33±0.11	8.75±0.81	90.20± 3.43
롤	1 열	9.44±0.44	7.13±0.19	4.84±0.15	3.73±0.15	17.02±1.32	122.70±11.62
	2 열	9.34±0.31	6.93±0.15	4.68±0.09	3.66±0.10	14.46±1.19	117.60±4.67

삽목 직후의 피복율은 1열 식재에서 12.93, 2열 식재에서 38.63%를 나타냈고 2개월 후 매트형에 따른 피복율은 롤형보다는 시트형에서 밀도에 관계없이 동일하게 24% 높게 나타났으며 밀도에 따른 결과는 매트형에 관계없이 1열보다 2열 식재에서 15% 높게 나타났다.

피복율이 롤형보다 시트형에서 높게 나타난 결과는 활착율에서 구명된 결과와 같이 롤형에서는 삽수가 고사된 공간에 의하여 피복율이 반영되지 못한 것에 기인했기 때문이다.

따라서 삽목 후 경과된 시간에 따른 피복율 및 피복속도의 예측이 가능하기 때문에 녹화에 소요되는 시간을 고려하여 식재밀도를 달리하여 식생매트를 제작하는 것이 가능해질 것으로 예상된다.

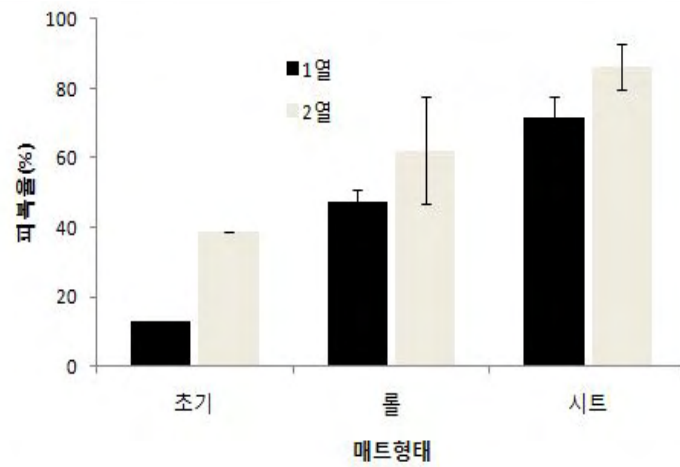


그림 3-66. Coir Tape를 이용한 삼목 60일 후 가든뎀 삼수의 회복율



1열 식재



2열 식재

그림 3-67. 삼목 60일후 시트형 매트에서의 밀도에 따른 회복



1열 식재



2열 식재

그림 3-68. 삼목 60일 후 롤형 매트에서의 밀도에 따른 회복

#### 다. 식생매트의 대량적재 가능성 구명실험

삼목 2개월 후 식생매트 형태에 따른 대량적재 가능성을 구명하고자 시트형 매트를 8단으로 적재하고 롤형은 원형으로 말아서 상온의 유리온실에 7일간

보관한 후 다시 펼쳐서 생육을 관찰하였다.

물리적인 줄기 및 잎의 파손정도는 적재보다는 롤링조건에서 심했으나 생육 상태는 적재조건에서 불량하였는데, 이러한 결과는 롤링에서의 국화 활착묘에 가해지는 압력이 시트형보다 높기 때문에 기계적인 훼손정도가 높은 반면 생육상태의 훼손정도가 적재형에서 높았던 이유는 고온의 환경조건하에서 외부의 수분공급이 원활하지 않은 상황에서 잎이 공기중에 노출된 정도가 그림에 나타난 바와 같이 시트형에서 높았기 때문인 것으로 여겨진다.

따라서 국화 식생매트의 적재성을 높이기 위해서는 증산작용을 낮출 수 있는 온도조건과 높은 공기습도를 조성해주어야 하며 기계적인 훼손을 줄이기 위해서는 매트 삼수묘의 줄기 및 잎의 크기가 최소화 될수록 적재성이 증진될 것으로 여겨진다.



그림 3-69. 매트 내 활착 후 적재 및 롤링 모습



그림 3-70. 적재 해체 후 훼손정도



그림 3-71. 롤링 해제 후 훼손정도

## 제 4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

### 제 1절. 목표 달성도

#### 1. 기술개발 목표 달성도

##### 가. 조정 특수 식재지에 식재할 화단국 개발

조정특수 식재지는 환경적으로 열악하므로 지피식물의 생육이 불량하여 생육적합 식재종을 찾기 어려운데 화단국은 숙근성으로 조기녹화효과도 있어 조정용 지피 식물로 유용하다.

이에 온도, 습도, 토양산도, 광도, 토양매질 등의 스트레스 조건을 견딜 수 있는 품종이나 계통을 각각 1종류 이상 선발함을 목표로 하였는데,

법면환경에 생육할 수 있는 포복형 화단국으로 2종, 옥상환경에 생육할 수 있는 화단국 3종, 하천환경에 생육할 수 있는 화단국 2종으로 국화시험장에서 추천된 화단국 총 14종 중 7종의 화단국을 선발 할 수 있었으므로 당초 목표를 달성하였다.

##### 나. 매트형 화단국 생산 및 식재 편이 기술 개발

화단국을 대규모 식재현장에 식재 시 편이기술이 개발되면 운송, 관리, 저장 등의 시공과정을 줄일 수 있고 식재 시 인건비를 절감할 수 있다는 이점이 있지만 기존의 매트형 식재 시스템은 주로 잔디나 새덤 등으로 한정되어 대규모 현장 적용에 다양한 식재 소재를 공급하지 못하고 있었다.

화단국의 삼수를 매트에 접목시켜 뿌리를 내린 후 식재지 토양에 매트 그 자체를 식재하는 기술은 국내외 최초로 시도 된 기술로서,

화단국의 조정시장 진입을 확산 시킬 수 있을 뿐 아니라 숙근성 지피식물로 매트 생산 및 식재기술이 전이 될 것을 기대할 수 있어,

당초 실험적인 생산 및 식재 편이 기술 개발을 현장 적용 상용화할 수 있는 생산 및 식재 편이 기술로 매트 재질, 매트 충전체의 종류와 두께, 삼수 길이, 삼수 쫓는 방법, 화단국의 뿌리 내리는 기간 등을 규명하였기 때문에 당초 매트 하드웨어적인 구성기술의 목표를 충분히 달성하였다.

## 다. 매트형 화단국의 장기 저장 기술 개발

대규모 식재 수요가 발생하거나 매트 식재 화단국을 보관하여야 할 때 매트형 화단국의 저장기술을 개발하는 것은 매트형 화단국의 상용화를 위해서 필요한 기술이다.

장기저장 기술로 저온 저장 기준, 저장 시 포장 방법, 저장 시 삼수의 길이, 저장 시 삼수의 생육 체크 등 화단국 저장에 필요한 기술이 규명되었기에 당초 목표를 달성하였다.

## 2. 경제적 측면에서 목표 달성도

조경용 지피 식물로서 화단국 개발 및 대량 생산 및 식재 편이 매트형 화단국 개발, 화단국의 장기저장 기술 확보로 화단국 재배 농가 및 조경 산업에 다음과 같은 경제적 효과가 창출될 것이 기대된다.

조경식재로 옥상과 같은 인공지반, 비탈면, 법면, 하천변 등 특수한 조경현장에 적용될 수 있는 화단국화 품종의 확대로 화단국화수요 신규시장의 창출할 수 있으며,

다양한 화형 및 다개화성 분화개발로 내수 및 수출용 신시장 창출(500억시장)을 통한 농가소득이 향상 될 수 있다.

또한, UPOV협약 및 고유가 대응으로 자체 품종 육종에 따른 신품종 종자수입 대체효과 및 노지 재배기술 개발로 농가의 경영비용 20% 절감될 수 있다.

국제경쟁력 있는 우수품종 개발과 보급 확산을 통해 국산품종의 점유율을 제고하고 생산농가의 로열티 부담 해소(150억 절감효과)의 효과도 기대할 수 있으며,

세계시장 신수요 창출(기후변화대응 온대지방의 에너지저감형 우수 지피식물로서 매트형 생산 및 식재 체계 기술 확보로 세계시장확보)이 가능하다.

일장무감응형 화단국의 품종 확보로 FTA로 인해 예상되는 농업분야의 개방화에 적극적으로 대응하고 이러한 농업의 개방화를 수요 창출의 기회로 삼아 내수시장의 한계를 극복할 수 있는 계기가 될 수 있다.

## 제 2절. 관련 분야 기여도

### 1. 화단국화의 산업적 활용 방향 확대

국화를 노지에 식재하였을 때 형태 쪼개짐이 심하여 숙근초임에도 불구하고 그 이듬해 지피식물로서의 효과를 기대하기 어렵다.

그러나 본 연구개발의 결과로 제시된 조경 특수지 식재 가능한 화단국의 선발은 화단국화의 새로운 산업적 활로를 제시할 수 있어,

농가에 새로운 소득원으로서 산업적 활용이 확대 될 수 있다.

### 2. 매트 형 화단국의 산업적 활용 확대

매트식재시스템에 대한 편이성과 기능성, 보관성, 저장성 등의 장점에도 불구하고 제한적인 식물소재로만 한정되어 있던 기술을 화단국에 적용하여 산업적 수요를 담당한다면 숙근 자생화에 적용할 수 있으므로 식물 소재의 활용확대에 기여할 수 있으며,

매트식재 시스템으로 식재 시 병충해 및 잡초경합 등의 노지 스트레스를 저감시키고 매트의 부식에 따라 유기질 비료의 공급 등 부차적인 효과를 기대할 수 있다.

법면이나 절벽 등 조기녹화용 식생소재로서 산업적 활용에 기여할 수 있으며, 옥상이나 하천변과 같이 습도, 온도, 토양 등의 내 스트레스 식생소재의 제공으로 산업계에 기여할 수 있다.

## 제 5장 연구개발 성과 및 활용 계획

### 제 1절. 실용화 및 산업화 계획 (기술 실시 등)

매트 생산 및 식재 기술은 주관기업에 기술을 이전하여 주관기업의 법면, 하천변 녹화에 사업적 활용을 적극 유도 하며,

일장무감응 화단국은 새로운 품종의 보급으로 화단국 생산농가에 농가에 전이할 예정이다.

### 제 2절 교육 지도 홍보 등 기술 확산 계획

2013년 조경박람회에 매트형화단국 생산 및 식재시스템 전시홍보 와 환경 신기술 인증, 녹색건설 기술 인증으로 기술적 우위 입증 및 홍보 계획을 예정하고 있다.

국화사업단에 일장 무감응형 화단국과 조경지피용 화단국을 소개하여 농가에 홍보하며 재배 생산 농가에 재배 모니터링을 통해 조경용 화단국을 농가에 교육, 전이하여 화단국 재배를 확산 시킬 계획이다.

### 제 3절. 특허 품종 논문 등 지식재산권 확보계획

화단국 매트 시스템에 대한 특허 출원은 진행하였고 이후 화단국 저장 기술 및 화단국 운송과 저장을 위한 모듈 시스템으로 후속 특허 출원을 계획하고 있음.

일장 무감응 화단국 2종류 중 현재 1품종만 품종등록중인데 후속으로 노지 재배를 거쳐 품종 등록을 계획하고 있다.

본 연구개발과 관련 학술논문발표는 4건으로 2013년에 2편의 논문(화단국 저장시 적정 환경 규명, 화단국 운송에 적합한 매트 식재시스템)을 준비하고 있다.

### 제 4절. 추가 연구 · 타 연구에 활용 계획

매트형 식재 소재는 그동안 한정적이었는데 화단국을 매트형 생산 및 식재 시스템에 접목하는 기술의 성공이후 매트 식재 소재의 다양화와 매트 시스템의 하드웨어적 진화를 기대하면서 추가 연구를 계획하고 있다.



## ■ 참고문헌

- 강호철, 허근영. 2001. 도시녹화에 적합한 지피식물의 선정. 산업과학기술연구소보. 9:73-83.
- 경지현, 손요환, 김래현, 서금영, 이재민, 권현지, 김영관. 2004. 절개지 식생 복구용 목질섬유매트의 물리화학적 성질. 한국 임학회 학술연구발표논문집. 2:148-150.
- 김선화, 심명선, 이상민, 김기선. 1999. 순환식 재배에 있어서 Perlite배지의 입자 크기와 깊이가 국화 '수방력'의 생육에 미치는 영향. 원예과학기술지. 17(2):247.
- 김선화, 심명선, 오욱, 김기선. 2002. 온습도 및 삼수의 수분함량이 칼랑코에 삼수저장에 미치는 영향. 원예과학기술지. 20(1):96.
- 김유선, 이정식, 윤희섭. 2003. 옥상환경에서 토심, 광, 양액 농도가 몇가지 자생 식물에 미치는 영향, 원예과학기술지. 21(1):87.
- 김주형, 김태중, 이종원, 이철희, 김학현, 이종석. 1998. 포트묘 재배 시 정식기별 단일처리 시기와 화분크기에 따른 적정 재식본수가 국화의 개화반응과 분화 품질에 미치는 영향. 한국화훼연구회지. 7(1):41-46.
- 김호철, 박수민, 이정현, 강종구, 배종향. 2011. 피복재 종류에 따른 착색단고추 재배온실의 지하부 환경관리와 생육 및 생산성과의 관계 분석. 생물환경조절학회지. 20(1):8-13.
- 노희선, 안명훈, 고재영, 이경국, 홍종운. 1997. 차광정도가 지피식물(좁쌀바귀, 땅채송화, 기린초, 빈카마이너)의 생육과 피복도에 미치는 영향. 한국원예학회 학술발표요지. 15(2):452-453.
- 노희선, 고재영, 최용호, 이경국, 이정식. 2000. 자생지피식물의 텃장식 육묘방법 구명. 원예과학기술지. 18(2):217.
- 박종선. 1981. 재식밀도 차이가 약용작물 홍화의 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지. 26(4):357-362.
- 박지혜. 2010. 옥상녹화시스템의 차이가 식물생육에 미치는 영향. 건국대학교 석사학위논문.
- 상채규, 최병진, 고재철, 이경희, 강민욱. 2000a. 국화 삽아에 있어 삼수의 부착엽수와 수분함량이 냉장 중 삼수의 손상과 발근 및 묘 품질에 미치는 영향, 원예과학기술지. 18(5):721.
- 상채규, 최병진, 고재철, 이경희, 강민욱. 2000b. 국화 삼수의 냉장처리 온도, 기간 및 방법과 야간 최저온도가 생육과 개화 및 품질에 미치는 영향. 원예과학기술지. 18(5):721.
- 성재덕, 박용진, 김현태, 서형수, 한경수. 1994. 맥문동의 재식밀도에 따른 생육 및 수양성. 한국약용작물학회지. 2(2):110-113.
- 심경구, 허근영, 강호철. 1999. 소성 점토 다공체 및 코코넛피트를 이용한 인공 지반용 혼합배지의 개발. 한국조경학회지. 27(3):109-113.

- 심상렬, 정대영. 1999. 잔디구장용 카펫형 뗏장 형성을 위한 배합토와 잔디초종. 한국 환경복원녹화기술학회지. 2(1):20-28.
- 심용구, 우진하, 한운열, 최경배, 최부술, 정정학. 1999. 몇 가지 자생지피식물이 식재장소에 따라 지피면적에 미치는 영향. 원예과학기술지. 17(5):674.
- 안태봉. 1999a. 사면보호녹화공법 개발 연구-식생매트를 중심으로. 한국지반공학회 연구성과발표회. 3:31.
- 안태봉. 1999b. 식생매트를 이용한 사면보호녹화공법 개발연구. 산업연구지. 1(2):1-25.
- 오욱, 지은영, 김기선. 1996a. 배지조성이 국화플러그 삽목묘의 발근과 생육에 미치는 효과. 한국원예학회 학술발표요지. 14(1):392-393.
- 오욱, 지은영, 김기선. 1996b. 플러그의 크기가 국화 플러그 삽목묘의 발근과 생육에 미치는 효과, 한국원예학회 학술발표요지. 14(1):394-395.
- 오욱, 김선화, 장윤아, 김연희, 김기선. 1997. IBA처리, 정아 및 엽수가 국화 삽목묘의 건물분포와 발근에 미치는 영향. 한국원예학회 학술발표요지. 10:362-363.
- 유동립, 안재훈, 남춘우, 김수정, 서종택, 류승열. 2000. 스프레이 국화의 재배지대와 정식기에 따른 생육 및 개화특성. 원예과학기술지. 18(2):219.
- 유용권, 남병철, 노용승. 2008a. 국화 '신마'의 직삽재배 시 발근 및 줄기 생장에 미치는 삽목조건의 영향. 원예과학기술지. 26(1):75.
- 유용권, 노용승, 이은숙. 2008b. 국화 '신마'와 '백선'의 절화생육에 미치는 삽목조건의 영향. 원예과학기술지. 26(1):75.
- 윤소정. 2010. 녹화매트 생산을 위한 자생 Sedum류의 발근에 관한 연구. 서울여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤희정. 2008. 녹화매트의 종류가 Sedum류의 발근과 생육에 미치는 영향. 서울여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 이동근, 이준우, 심상렬. 2003. 생태복원용 식물매트 개발에 관한 기초연구. 한국 환경복원녹화기술학회지. 6(2):78-88.
- 이병태. 2004. 임도비탈면 녹화식물의 종자 피복 및 멀칭처리가 발아와 생장에 미치는 영향. 전북대학교 석사학위논문.
- 이은희, 강규이, 신상희, 남미아, 이광우. 2005a. 옥상녹화용 식생매트에 적합한 토양과 토심 선정. 한국 환경복원녹화기술학회지. 8(4):12-22.
- 이정식, 노승무, 김유선, 박기영. 2003. 담쟁이 덩굴 벽면녹화 시 알맞은 하부 지피식물 선발. 원예과학기술지. 21(1):87.
- 이호혜미, 권오병. 2002. 갈대 줄기의 마디부 발근을 이용한 뗏장 식물섬 개발. 한국 환경복원녹화기술학회지. 5(1):59-65.
- 장계현, 박정민, 전병삼, 강진호. 2001. 재식밀도가 둥굴레 생육 및 근경수량에 미치는 영향. 한국약용작물학회지. 9(3):238-242.
- 정경진, 김미경, 안원용. 2003. 하천 합류부에서 갈대매트를 이용한 하천 식생대 조성에 대한 기초적 연구. 한국 환경복원녹화기술학회지. 6(4):72-73.

- 정대영, 심상렬. 2000. 천연섬유를 이용한 식생복원용 갈대 및 억새 속 식물의 뗏장 개발. 한국조경학회지. 28(1):54-61.
- 정대영. 2000. 수변녹화를 위한 갈대속과 억새속 식물의 뗏장형성 및 식생공법에 관한 연구. 청주대학교 박사학위논문.
- 정동춘, 김갑철, 임희춘, 최창학, 강미형, 송영주. 2007. 준고냉지 안개초 월동주 지상부 절단시기에 의한 여름철 절화 생산시기 확대. 원예과학기술지. 25(1):121.
- 진성기. 2005. 압면식생매트를 이용한 옥상 및 비탈면 녹화시스템. 한국지반공학회지. 21(7):35-40.
- 차은정. 2010. 저관리 옥상녹화 식물소재의 적합성 및 실내온도 조절효과에 관한 연구-백리향, 아이비, 꼬리조팝나무, 금달맞이꽃, 피라칸다를 대상으로. 계명대학교 대학원 석사학위논문.
- 최규환, 김세철, 권영립, 정종성. 1998. Spray국화의 하계 축성재배 시 정식시기 및 단일처리 개시 시기가 생육 및 개화에 미치는 영향. 원예과학기술지. 16(1):131.
- 황인택, 조경철, 이정현, 정순주, 김광수, 김정근. 2003. 배지종류와 깊이가 양액 재배 국화 '정운' 품종의 성장과 발육에 미치는 영향. 원예과학기술지. 44(1):107-113.
- 황인택, 조경철, 나양기, 기광연, 김희곤, 김병삼, 김정근, 김광수. 2008a. 국화삼수 저장 조건 및 삼수 조제 방법이 국화 '신마' 생육에 미치는 영향. 원예과학기술지. 26:82-82.
- 황인택, 조경철, 나양기, 김희곤, 기광연, 김병삼, 김정근, 김광수. 2008b. 고온기 직삼수경 있어서 배지종류 및 발근환경 조건이 국화 '신마'의 생육에 미치는 영향. 원예과학기술지. 26(별호):82.
- Bunt A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Uniwin Hyman.
- Choi J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red-pepper in plug system. J. Kor. Soc. Hort.. Sci. 38:618-624.
- Monterusso M.A., D.B. Rowe, and C.L. Rugh. 2005. Establishment and persistence of Sedum spp. And native taxa for green roof application. HortScience. 40:391-396.
- 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(3):292-296.
- Yang H.J. 1995. Effect of immediate setting with cutting on growth and yield of cherry tomatoes in soilless culture. MS Thesis. Cheju Natl. Univ.
- <http://goldwing.nha1080.com>

