GOVP1200011728

635.9335
L29/37

최 종
연구보고서

절화국의 품질향상과 생산비 절감을 위한 몇가지 실용기술의 연계개발

Developing of several practical methods for the imporvement of quality and reduction of production cost in cut chrysanthemum

연 구 기 관
대 구 가 톨 릭 대 학 교

농 림 부

대한민국
국회도서관
기증등록
2000. 8. 31
832421

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "切花菊의 品質向上과 生産費 節減을 위한 몇 가지 實用技術의 連繫 開發에 관한 硏究" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2000 . 5 . .

주관연구기관명 : 대구가톨릭대학교

총괄연구책임자 : 상 채 규

세부과제책임자 : 고 재 철, 최 병 진

연 구 원 : 이 경 희, 최 은 주

홍 성 미, 최 지 현

이 은 주, 강 민 옥

요 약 문

I. 제 목

切花菊의 品質向上과 生産費 節減을 위한 몇 가지 實用技術의 連繫 開發

II. 연구개발의 목적 및 중요성

통상적으로 菊花의 挿芽 管理는 시들음을 방지하기 위하여 遮光하기 때문에 發根소요기간이 길고 苗가 細長하여 品質이 低下되며 挿芽床에 삽아 할 경우에는 移·定植시 植傷으로 인하여 活着이 늦어지는 등의 缺點이 있다. 따라서 發根소요기간을 단축하고 묘의 품질을 향상시키기 위한 陽光 삽아법을 개발하고 나아가 植傷을 줄이고 移·定植의 기계화에도 활용할 수 있는 成型苗 양성법의 개발이 필요하다.

또한 소득증대와 수출에 유리한 1~3월 단경기 출하작형에서 冷藏處理는 로젯트화를 회피하고 低溫活性을 增大하므로서 開花率 및 開花 均一度 向上, 栽培期間의 短縮, 煖房費 切感, 數量增大, 品質向上 등의 효과를 얻을 수 있으므로 日本에서는 苗나 挿穗의 冷藏處理가 實用化되고 있다. 그러나 處理에 의한 生育 開花反應은 品種에 따라 促進型, 無反應型, 抑制型 등으로 차이가 있으며 栽培溫

度에 따라서도 反應이 다르기 때문에 적정 냉장 처리는 품종과 재배조건에 따라 별도 검토되어야 한다. 그러나 우리 나라에서는 이에 대한 연구가 전무한 실정이며 몇몇 독농가가 이를 시도하였으나 냉장 중 삽수의 腐敗가 심하여 實用化하지 못하고 있다.

또한 추국의 1~3월 出荷 作型은 消燈時期가 극단일기가 되므로 奇形花가 발생하고 不開花率이 높아지며 舌狀花의 수가 減少하고 上位葉이 小形化하는 등의 결점이 있다. 이와 같은 현상을 경감하는 방법으로 再電照法이 有效한 것으로 알려져 있으나 再電照法은 消燈 후 일시적이나마 생식생장을 강제로 억제하는 것이기 때문에 開花遲延, 奇形花 發生, 開花 均一度 低下 등의 문제가 발생한다.

따라서 良質의 절화국을 생산하기 위해서는 優良 强健 成形苗의 양성법과 품종과 작형에 알맞는 冷藏溫度, 處理期間, 挿穗의 부착葉數, 水分含量 등 적정 냉장처리 관련 기술과 電照時刻, 再電照開始時期 등의 구명과 적정 재전조 모형 개발이 긴요한 과제이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 절화국의 품질향상과 생산비 절감을 위하여 묘 품질 향상을 위한 育苗法 개발, 苗素質 向上을 위한 안전한 냉장처리법 개발, 開花率과 切花 品質向上 등을 위한 적정 재전조 모형 개발 등을 목적으로 아래 내용들에 대하여 시험하였다.

1. 優良 强健苗 양성을 위한 適定 環境條件 구명

가. 적정 光度 및 噴霧方法

나. 적정 附着葉數와 水分含量

다. 挿穗 體內 炭水化物 含量

2. 생력화를 위한 성형묘 양성법 개발

가. 적정 tray cell size

나. 적정 挿芽 用土

다. 근분의 안정화를 위한 용토조성

3. 苗 素質 向上을 위한 適定 冷藏處理法 구명

가. 挿穗의 適定 附着葉數와 수분함량

나. 冷藏 중 挿穗體內의 物質消長

다. 適定 冷藏溫度 및 處理期間

라. 苗冷藏과 고랭지 育苗의 비교

4. 品質向上을 위한 再電照 模型開發

가. 적정 전조시각

나. 적정 再電照 開始時期

다. 적정 再電照 模型

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

양질의 절화국을 생산하기 위하여 優良 强健苗 양성을 위한 적정 광도와 수분관리 및 적정 용토 등을 밝히고 묘소질을 향상시키기 위한 냉장처리의 적당한 온도 및 처리기간을 구명하며 전조시각과 재전조 개시시기 및 재전조 모형을 개발코자 하였다.

가. 無遮光 揷芽 成形苗 양성법 개발

무차광하에서 1 및 1.5시간 간격으로 噴霧한 것이 發根速度가 빠르고 發根率이 높았으며 地上·下部의 생육이 良好할 뿐 아니라 體內 糖이나 葉綠素의 含量이 높은 등 苗의 品質이 좋았다.
따라서 온실내 무차광(노광의 약 80%) 조건하에서 mini-fogger(flow rate: 28ℓ/h)를 이용하여 1~1.5시간당 10초씩 분무하는 것이 적당하며 소형엽 계통은 무차광과 함께 25% 차광하는 것도 좋을 것으로 생각되었다.

대형엽인 '수방력'과 '설풍'은 162공에서 소형엽인 '춘광'은 200공에서 발근과 地上·下部의 생육이 양호하였다. 그러나 cell의 크기에 따른 차이가 미미하였으므로 실제 재배에서는 자재비, 관리노

력 등을 고려 할 때 200공 tray가 좋을 것으로 생각되었다.

用土에 따라 地上·下部의 생육은 식물세계에서 양호하였다. 1peatmoss+3perlite도 地上·下部의 생육은 양호하였으나 活着이 늦어지는 단점이 있으며 育苗期間의 연장 필요성 등을 감안 할 때 식물세계와 같이 養料가 포함된 用土가 좋을 것으로 생각되었다.

附着葉數에 따른 發根과 地上·下部의 生育은 2매보다 4매인 것이 良好하였으며 그 차이는 소형엽인 '춘광'에서 현저하였다.
근분의 안정도는 TKS-2가 가장 높았고 地上·下部의 생육도 좋았다.

나. 冷藏處理의 안정화와 적정온도 및 처리기간 구명

冷藏 중 挿穗의 損傷率은 :
附着葉數는 2매보다 3~4매인 것이 낮았으며 이와 같은 葉數에 따른 차이는 소형엽인 '춘광'에서 더욱 현저하였다.
수분함량은 80%에서 가장 낮았고 95%이상과 60%이하에서 높았다.
冷藏溫度는 2C에서 보다 5C에서, 處理期間은 길수록 높았으며 특히 35일에서 急增하였다.
따라서 附着葉數는 3~4매, 挿穗의 수분함량은 80%, 冷藏溫度는 5C, 處理期間은 30일 정도인 것이 안전할 것으로 생각되었다.

冷藏溫度와 處理期間 :

發根率은 冷藏溫度에 따라서는 차이가 없었지만 處理期間은 길어질수록 낮았다.

초장, 생체중 등 영양형질들은 냉장온도나 처리기간에 따른 차이를 보이지 않았다.

대체로 冷藏溫度나 處理期間에 따른 開花나 꽃의 品質 관련 형질들은 일관된 경향을 보이지 않았으며 品種에 따라 약간의 차이가 있었다. '수방력'은 5C보다 2C에서, 處理期間은 길수록 도화일수가 짧고 開花率 및 開花의 均一度가 높았으며, '춘광'은 야간 최저 재배온도에 따라 고온구(16C)에서는 2C로 저온구(13C)에서는 5C로 冷藏한 것이 도화일수가 빠르고 開花均一度도 높았다. 따라서 '수방력'은 2C에서 35일, '춘광'은 5C에서 30일 그리고 '설풍'은 '수방력'에 준하여 處理하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

冷藏 중 揷穗 體內의 전분이나 수용성 당 및 불용성 질소 등은 대체로 冷藏初期에는 增加하고 後期에 減少하였으며 아미노산은 冷藏 2주 이후 지속적으로 增加하였다. 그러나 增·減의 정도가 미미하고 품종에 따라서도 相異하여 冷藏 중 揷穗 體內 物質의 消長과 冷藏 중의 損傷 그리고 冷藏處理 後의 生育이나 開花와의 사이에 어떠한 연관성은 찾아 볼 수 없었다.

고랭지 육묘한 것은 초장·생체중 등이 苗 冷藏處理한 것은 화중·화경 등이 다소 우수한 경향을 보였으나, 생장·개화 전반에 걸쳐 양자간에 실질적 차이는 없는 것으로 보였다.

다. 적정 再電照 開始時期 구명 및 再電照 模型 開發

再電照 開始에 적당한 時期는 挿穗의 冷藏溫度나 品種에 따라 약간의 차이가 있었다. 즉 대체로 보아 '수방력'은 12~14일이었으며 '설풍'은 2C로 冷藏한 것은 6일경부터, 5C로 冷藏한 것은 12일경부터로 보였으나 개체에 따른 차이가 매우 심하였다.

전조시각에 따라 '수방력'은 早朝電照에서 到花日數가 짧고 開花의 均一度가 떨어졌으며 초장이나 절수는 증가되는 등 開花 抑制效果가 적고 영양생장이 조장되었다. 初夜電照에서는 화중, 화경이 증가되고 화수가 짧아지는 등 생식적 생장이 조장되었다. '설풍'은 전조시각에 따른 생육 반응에 일관성이 없었다.

再電照에 의해 초장, 절수, 상위엽면적, 개화균일도, 도화일수, 화중, 화경 등이 增加하였으며 그 효과는 A형(8-⑤-4-③)과 C형(12-⑤-4-③)에서 높았다. 특히 A형에서는 화중, 화경, 상위엽면적, 설상화수의 증가효과가, C형에서는 개화의 균일도 향상과 통상화의 감소효과가 높았다.

2. 활용에 대한 건의

가. 본 연구 결과를 지도자료로 보급한다.

나. 菊花 작목반 등 敎育을 통하여 본 硏究結果를 숙지 활용케 한다.

다. 본 硏究 結果를 活用하여

1) 無遮光 挿芽 溫室의 설치

2) 冷藏 處理室 설치 및 冷藏處理 代行

3) 再電照 栽培溫室 運營 등을 통해 그 효과를 직접 확인 할 수 있도록 示範 圃를 설치, 운영하도록 기술센타 등에 권고한다.

라. 본 硏究 結果를

1) 育苗와 冷藏處理 작업을 연계한 생력화 연구

2) 기존 정식기를 활용한 기계정식법 개발

3) 高溫期에 花芽를 분화시킨 후 개화를 억제시키는 난방비 절감 재배법 개발 등의 기초 자료로 활용한다.

마. 冷藏處理법을 저장법으로 활용하므로서 前作으로 인한 정식기 불안정 해소에 활용

바. 電照栽培와 母主栽培 사이의 施設과 노력의 경합 해소책으로 활용

SUMMARY

This study was conducted to clarify the optimum light intensity, water management, and rooting media for the production of high quality chrysanthemum cuttings. It was investigated the optimum temperature and period for cold treatment, and optimum illumination time, initiation time and patterns for reillumination was also investigated.

A. Optimum methods for the production of high quality cuttings under high light intensity

Under full sun light, rooting was accelerated and rooting percentage was enhanced by 1.0 and 1.5hr mist interval, and the growth of cuttings, both shoot and root, was increased. And sugar and chlorophyll content increased, too. It was suggested that in greenhouse (about 80% light intensity), the optimum water management is 10 seconds per one or one and half hour with mini-fogger (flow rate : 28 ℓ/h), and in small-leaf cultivar, 25% shading was good either.

대한민국국회도서관장서

In large-leaf cultivar, such as 'Subangryuyk' and 'Seolpoong', rooting and growth was accelerated in 162 cell plug tray, and 200 cell in Chungwang, small-leaf cultivar, but there was no significant difference among tray cell sizes. Therefore the optimum tray size might be 200 hole because of tray costs and management efforts.

The growth of cuttings, both shoot and root, was accelerated in 'Sikmulsegye'. In peatmoss : perlite (1:3), the growth was accelerated, but taking root was delayed. As the results, it is suggested that rooting media contained nutrients might be preferred at the aspect of prolonged production of cuttings.

In cuttings with four attached leaves, rooting and growth of cuttings was better than those with two attached leaves. And the effect was more in 'Chungwang', small-leaf cultivar.

The growth of cuttings and stability of root ball was better in TKS-2.

B. Optimum methods for cold storage

Damage of cuttings during cold storage was lower in cuttings with three or four attached leaves than those with two attached leaves. And the effect was more in 'Chungwang', small-leaf cultivar. Damage rate was the lowest in cuttings with 80% of water content, while highest in less than 60% and more than 95%. At 5C, the rate was higher than at 2C, and the rate was increased with increasing storage period. As the results, the optimum condition for cold storage is the cuttings with three or four attached leaves, 80% of water content, 5C of storage temperature, and about 30 days of storage period.

Rooting was delayed with increasing storage period, while there was no difference between storage temperatures. The vegetative growth of cuttings, such as plant height, fresh weight, etc., was not affected by storage temperature and period.

There was no relationship among flowering, flower quality, storage temperature, and period, and the effects were different

according to cultivars. In 'Subangryuk', days for flowering decreased, flowering rate was higher, and flowering period (from initiation to end of flowering in experimental plots) was shorter in 2C and longer storage period. In 'Chungwang', the effect was different. In high culture temperature (16C minimum), flowering was better in 2C of storage temperature, while in low culture temperature (13C minimum), better in 5C. As the results, the optimum condition of cold storage might be 2C and 35 days in 'Subangryuk', 5C and 30 days in 'Chungwang', and in 'Seolpoong', the same as 'Subangryuk'.

The carbohydrates and insoluble nitrogen increased during former period of cold storage, and deceased latter, while the content of amino acid decreased from second week during cold storage. But there might be no relationship among the variations of those compounds, degradation of cuttings, growth after cold storage, and flowering. Plant height and fresh weight increased in the cuttings produced by upper-land cultivation, while flower weight and flower diameter increased in the cuttings treated cold temperature. But there was no significant difference in growth and flowering.

C. Optimum methods for reillumination

There was differences in optimum initiation dates of reillumination among cultivars. Generally, the optimum period was from 12th to 14th day in 'Subangryuk', while in 'Seolpoong, 6th days in cuttings treated at 2C, and 12th day at 5C. But there was differences among each cutting. In 'Subangryuk', the effect of night break was decreased by late-night illumination, generally, vegetative growth was accerelated. The days for flowering decreased, flowering period was prolonged, plant height and the number of internodes increased. By early-night illumination, the reproductive growth was accelerated. There was no clear tendency in 'Seolpoong'.

Plant height, number of internode, upper part leaf area, flowering period, days for flowering, flower weight, and flower diameter increased by reillumination. And the effect was more clear in A pattern (8-⑤-4-③) and C pattern (12-⑤-4-③). Flower weight, flower diameter upper part leaf area, and the number of ray floret increased by A pattern reillumination, while flowering period was shortened and the number of disc floret decreased by C pattern reillumination.

Contents

Chapter 1. Introduction 26

Chapter 2. Optimum methods for Production of high quality cuttings 28

Section 1. Introduction 28

Section 2. Optimum methods for light and water management 29

1. Meterials and Methods 29

2. Results and Discussion 31

Exp. 1. Effect of light intensity and mist interval on rooting speed 31

Exp. 2. Effect of light intensity and mist interval on quality of cuttings 34

1) Root development 34
2) Shoot development 38

Exp. 3. Effect of light intensity and mist interval on the carbohydrates and chlorophyll content in cuttings 42

1) Carbohydrates contents 42
2) Chlorophyll contents 50

3. Summary 51

Section 3. Optimum rooting media and tray cell size 51

1. Meterials and Methods 51

2. Results and Discussion 54

Exp. 1. Effect of tray cell size on rooting 54

1) Rooting speed and rooting rate 54
2) Quality of cuttings 55

Exp. 2. Effect of rooting media on rooting 58

1) Rooting speed and rooting rate 58
2) Quality of cuttings 59
3) Taking root, growth and development after planting 61

3. Summary 63

Section 4. Optimum characteristics of cuttings 64

1. Meterials and Methods 64

2. Results and Discussion 64

Exp. 1. Effect of attatched leaf number on rooting 64

Exp. 2. Effect of attached leaf number on the quality of cuttings 65

1) Shoot development 65
2) Root development 66

3. Summary 67

Section 5. Optimum media composition for root ball stability 68
1. Meterials and Methods 68
2. Results and Discussion 69
3. Summary 71

Chapter 3. Optimum methods for cold storage 72

Section 1. Introduction 72

Section 2. Optimum characteristics of cuttings 73
1. Meterials and Methods 73
2. Results and Discussion 75
Exp. 1. Change of water contents in chrysanthemum cuttins according to the number of attached leaves during cold storage 75
Exp. 2. Effect of attached leaf numbers and water contents on damage of cuttings during cold storage 76
Exp. 3. Effect of water content and cold storage temperature on damage of cuttings during cold storage 78
Exp. 4. Effect of water content and cold storage temperature on rooting rate after cold storage ... 79
3. Summary 80

Section 3. Optimum temperature and period for cold storage ... 81

1. Meterials and Methods 81

2. Results and Discussion 83

Exp. 1. Effect of cold storage temperature and period on damage of cuttings during cold storage 83

Exp. 2. Effect of cold storage temperature and period on the rooting of cuttings after cold storage 84

Exp. 3. Effect of cold storage temperature and period on the growth after planting 85

Exp. 4. Effect of cold storage temperature and period on the flowering 89

1) Flowering 89
2) Flower quality 92

3. Summary 95

Section 4. Variation of photosynthates in chrysanthemum cuttings during cold storage 96

1. Meterials and Methods 96

2. Results and Discussion 96

Exp. 1. Water contents and dry weight 96

Exp. 2. Cabohydrate 98

Exp. 3. Nitrogen compounds 104

Exp. 4. Chlorophyll 109

3. Summary 111

Section 5. Effect of cold storage and highland production 112

1. Meterials and Methods 112

Exp. 1. Highland production 112

Exp. 2. Cold storage 113

Exp. 3. Control 113

2. Results and Discussion 113

Exp. 1. Growth and development 113

Exp. 2. Flowering 115

Exp. 3. Flower quality 117

3. Summary 118

Chapter 4. Optimum illumination methods for the production of high quality cut flower 120

Section 1. Introduction 120

Section 2. Flower bud development according to days after extingushment 121

1. Meterials and Methods 121

2. Results and Discussion 122

3. Summary 124

Section 3. Optimum reillumination timing 124

1. Meterials and Methods 124

2. Results and Discussion 125

Exp. 1. Growth and development 125

Exp. 2. Flowering 126

Exp. 3. Flower quality 126

3. Summary 128

Section 4. Optimum reillumination pattern 128

1. Meterials and Methods 128

2. Results and Discussion 129

Exp. 1. Growth and development 129

Exp. 2. Flowering 132

Exp. 3. Flower quality 134

3. Summary 136

References 137

목 차

제 1 장 서 론 26

제 2 장 우량 강건묘의 생력적 양성법 개발 28

제1절 서 설 28

제2절 적정광도와 수분관리법 구명 29

1. 재료 및 방법 29

2. 결과 및 고찰 31

가. 광도와 분무방법이 발근에 미치는 영향 31

나. 광도와 분무방법이 묘의 품질에 미치는 영향 34

1) 근부의 생육 34

2) 지상부의 생육 38

다. 광도와 분무방법이 삽수 체내 탄수화물과 엽록소의 함량에 미치는 영향 42

1) 탄수화물의 함량 42

2) 엽록소의 함량 50

3. 결과요약 51

제3절 적정 삽아 용토와 tray cell size의 구명 51

1. 재료 및 방법 51

2. 결과 및 고찰 54
가. Tray cell size가 발근에 미치는 영향 54
1) 발근속도와 발근율 54
2) 묘의 품질 55
나. 삽아용토가 발근에 미치는 영향 58
1) 발근속도와 발근율 58
2) 묘의 품질 59
3) 정식 후의 활착 및 초기 생육 61
3. 결과요약 63

제4절 삽수의 적정 규격 구명 64
1. 재료 및 방법 64
2. 결과 및 고찰 64
가. 부착엽수가 발근에 미치는 영향 64
나. 부착엽수가 묘의 품질에 미치는 영향 65
1) 지상부의 생육 65
2) 지하부의 생육 66
3. 결과요약 67

제5절 근분안정을 위한 용토 조성법 구명 68
1. 재료 및 방법 68
2. 결과 및 고찰 69
3. 결과요약 71

제 3 장 적정 냉장처리법 개발 분야 72

제1절 서 설 72

제2절 삽수의 적정 규격 구명 73

1. 재료 및 방법 73

2. 결과 및 고찰 75

가. 부착엽수별 경시적 수분함량의 변이 75

나. 부착엽수와 수분함량이 냉장 중 삽수의 손상에 미치는 영향 76

다. 수분함량과 냉장온도가 냉장 중 삽수의 손상에 미치는 영향 78

라. 수분함량과 냉장온도가 발근에 미치는 영향 79

3. 결과요약 80

제3절 적정 냉장온도와 처리기간 구명 81

1. 재료 및 방법 81

2. 결과 및 고찰 83

가. 냉장온도와 처리기간이 냉장 중 삽수의 손상에 미치는 영향 83

나. 냉장온도와 처리기간이 발근에 미치는 영향 84

다. 냉장온도와 처리기간이 생육에 미치는 영향 85

라. 냉장온도와 처리기간이 개화에 미치는 영향 89

1) 개화 89

2) 꽃의 품질 92

3. 결과요약 95

제 4절 냉장조건에 따른 냉장 중 삽수체내 물질의 소장 96
1. 재료 및 방법 96
2. 결과 및 고찰 96
가. 수분함량과 건물중 96
나. 탄수화물 98
다. 질소화합물 104
라. 엽록소 109
3. 결과요약 111

제 5절 묘냉장과 고랭지 육묘의 효과 112
1. 재료 및 방법 112
가. 고랭지 육묘 112
나. 냉장처리 113
다. 대조구 113
2. 결과 및 고찰 113
가. 생육 113
나. 개화 115
다. 꽃의 품질 117
3. 결과요약 118

제 4 장 절화 품질 향상을 위한 전조법 개선 120

제1절 서 설 120

제2절 소등 후 경과일수에 따른 화아의 발달 121
1. 재료 및 방법 121
2. 결과 및 고찰 122
3. 결과요약 124
제3절 적정 재전조 시각구명 124
1. 재료 및 방법 124
2. 결과 및 고찰 125
가. 생육 125
나. 개화 126
다. 꽃의 품질 126
3. 결과요약 128

제4절 적정 재전조 모형개발 128
1. 재료 및 방법 128
2. 결과 및 고찰 129
가. 생육 129
나. 개화 132
다. 꽃의 품질 134
3. 결과요약 136

참고문헌 137

제 1 장 서 론

국화는 우리 나라 절화 중 1~2위를 차지하고 있으며 세계적으로도 5위안에 드는 중요 화훼이다. '98년도 우리 나라 시설재배국의 총 생산액은 45,185백만원으로 전체 절화 생산액의 17%를 점하여 '94년의 26%에 비해 그 비중이 다소 저하되고 있지만 여전히 2위를 고수하고 있다.(농림부, 1998)

한편 근년에 이르러 꽃에 대한 소비자의 의식이 향상됨에 따라 보다 고품질의 화훼를 원하고 있으며 WTO체제가 출범됨에 따라 앞으로 내수시장에서도 품질과 가격의 국제적 무한 경쟁을 회피할 수 없는 상황이 될 것으로 예측된다.

우리 나라 화훼산업의 발전을 위해서는 생산비 절감과 재배기술 향상은 물론 영세한 내수시장의 규모를 감안 할 때 수출시장의 개척과 유망 품목의 개발이 중요하다.

현재 우리 나라 화훼의 수출 실태를 보면 주력 품목으로서 선인장은 중국의 급속한 신장세로 인해 장래를 낙관하기 어렵고 장미와 난류는 인도와 동남아의 부상으로 크게 위협받고 있으며 백합은 종구대의 고가로 채산성이 없는 형편이다. 이에 비해 국화는 해에 따라 수출이 중단되기 일수인 타 품종과 달리 소량이나마 지속적으로 수출이 계속되고 있으며 수출액도 '94년 99천불에서 '98년 272천불로 3배 가까운 급신장을 보이고 있다.

국화는 우리 나라 기후 풍토에 알맞은 장점을 가지고 있는 한편 적기에 양질의 절화를 생산하기 위해서는 타 작물에 비해 고도의

재배기술이 요구되므로 후발국들이 쉽게 추격할 수 없다는 이점이 있다.

또한 우리 나라 화훼 수출의 주 대상국인 일본의 국화 수입액이 증가 추세를 보이고 있어 수출 신장세는 앞으로 계속될 것으로 전망되며 유리한 수출시기는 1~3월의 단경기라 할 수 있다.

1~3월 출하를 위한 저온 단일기의 재배에서 생산비 절감과 품질 향상을 위해서는 양질의 묘를 염가로 생산하여야 하고 전등조명에 의해 개화기를 조절해야 하며 생산비 절감과 품질향상을 위해서는 냉장처리를 하여야 한다. 그러나 우리 나라에서는 이와 같은 방법의 적용기술이 미흡하여 실용화되지 못하고 있으며 이에 대한 연구도 전무한 실정이다.

제 2 장 우량 강건묘의 생력적 양성법 개발

제 1 절 서 설

우수한 품질의 절화국을 생산하기 위해서는 양질의 묘 생산이 필수적이다. 국화의 삽아 관리는 시들음을 방지하기 위하여 초기에는 차광관리하고 중기에는 조석으로 엷은 광을 받도록 하며 후기에 노광에 순화시키는 것이 좋은 것으로 알려져 있다. 따라서 농가에서도 삽아관리를 차광조건으로 하고 있기 때문에 육묘기간이 길어지고 도장하는 등 묘의 품질이 저하되는 문제가 있다.

발근 및 발근묘의 품질에는 광,(Davis, 1987; Erasson, 1978, 1980; Grange 1985; Hunghes, 1981; Yue, 1992) 온도,(Nihal, 1996) 수분(Grange, 1983; Mudge, 1995; Newton, 1993; William, 1991) 등의 환경조건과 이들 환경조건에 따른 탄수화물을 비롯한 auxin 등 발근에 관여하는 각종 물질의 함량에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Christopher, 1990; Haissig, 1984; Reuven, 1974, 1980; Stoltz, 1996, 1967). 따라서 발근을 촉진하고 묘의 품질을 향상시키기 위해서는 광선, 수분, 온도, 용토 등 발근환경을 최적 상태로 조성하여야 한다.

또한 국화의 통상적인 적심 재배법에 있어 10a당 정식, 적심, 정지 등의 작업시 소요되는 노력은 총 96시간이며 이는 전체 작업시간의 25%에 달한다고 한다.

이와 같은 작업시간을 단축시키기 위하여 무적심 재배를 할 경우도 재식 주수가 많기 때문에 정식에 93시간 정도 의 작업시간이 소요되며(森岡, 1992) 국화 재배에서의 이들 작업은 모두 구부리고하는 작업이기 때문에 일본의 국화 산지에는 요통이 직업병이 되고 있다고 한다.(小西 1994)

이와 같은 작업시간을 단축하고 요통을 해소 할 수 있는 방안으로 이·정식의 기계화를 고려 할 수 있으며, 기계정식을 위해서는 성형묘로 생산하는 것이 바람직하다. 따라서 성형묘 양성을 위한 적정 묘판의 규격과 발근과 생육에 적당한 환경조건 및 근분의 안정도를 높일 수 있는 용토의 개발이 필요하다.

제 2 절 적정 광도와 수분관리법 구명

1. 재료 및 방법

본 대학교의 실험 포장에서 재배한 大型葉인 '수방력'과 '설풍' 및 小型葉인 '쌍파' 등 3품종을 공시하여 1996년 8월 31일부터 실험용 유리온실에서 실시하였다.

挿穗는 길이 6cm, 展開葉 3매로 조제하여 6시간동안 침지 흡수시킨 후 200공 플러그트레이에 삽아하였고 용토는 perlite(小粒, 2.5mm이하)와 peatmoss(Acadian peatmoss, Canada)를 2:1로 혼합한 용토를 이용하였다.

광도는 유리온실내의 無遮光(露光의 80%)과 寒冷絲 또는 遮光幕

을 이용하여 25%와 50%차광으로 조절하였으며 일장은 백열등을 이용하여 16시간으로 조절하였다. 수분관리는 mini-fogger(flow rate; 28 ℓ/h at 4.0bar, Dan, Israel)를 이용하여 1시간, 1.5시간, 2시간 간격으로 10초씩 주간에만 분무하였으며 처리별 삽아 용토내의 수분함량은 Table 1과 같다.

發根速度와 發根率은 삽아 후 2일 간격으로 조사하였고, 묘의 품질을 판단하기 위한 지상·하부의 생육 상태는 삽아 15일째 조사하였다. 體內炭水化物 및 葉綠素 함량도 삽아 후 2일 간격으로 조사하였으며 시료는 80C에서 건조, 분쇄한 후 80% 에탄올로 抽出하고 추출액은 糖 및 sucrose분석에 이용하였으며 殘渣는 澱粉分析에 이용하였다. 糖 및 澱粉은 phenol-sulfuric법(Whistler, 1962)으로 분석하였다.

葉綠素분석은 85% acetone으로 추출하여 분광광도계(Genesys V, Milton Roy)로 645nm와 663nm에서 측정하였다(Arnon, 1949).

Table 1. Effect of light intensity and mist interval on the changes of soil water content in tray.(%)

Shading (%)	Mist interval (hr)	Days after experiment setting									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Control[z]	100	59.1	34.5	28.8	29.2	29.2	28.6	28.7	28.9	28.6
	1.0	100	99.0	98.1	90.7	98.2	99.7	98.1	93.9	98.8	95.2
	1.5	100	95.4	90.7	84.9	90.5	97.0	91.5	84.5	94.6	90.5
	2.0	100	84.1	76.7	78.0	87.5	89.6	90.1	69.7	71.1	55.8
25	Control	100	71.7	48.4	34.9	31.1	31.3	30.7	30.7	30.9	30.8
	1.0	100	99.0	99.5	93.7	100.4	100.6	99.2	94.3	99.8	98.3
	1.5	100	97.6	95.0	90.8	95.5	99.3	93.8	84.5	95.7	93.8
	2.0	100	90.5	86.3	84.5	91.5	97.2	92.1	79.4	80.5	68.6
50	Control	100	78.0	61.3	44.4	36.1	34.8	32.8	32.3	32.6	32.4
	1.0	100	107.8	109.6	111.1	111.7	111.3	111.3	111.6	112.5	111.8
	1.5	100	106.7	107.4	197.4	109.1	109.8	109.5	109.4	110.2	109.7
	2.0	100	103.1	102.0	93.9	91.3	92.3	98.5	90.7	90.2	92.4
F-test[y]											
Shading		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Mist interval		**	***	***	***	***	***	***	***	***	***

[z]No mist

[y]Tested without control

2. 결과 및 고찰

가. 광도와 분무방법이 발근에 미치는 영향

Table 2에서와 같이 無遮光과 25% 차광 하에서는 세 품종 모두 噴霧間隔 1시간 및 1.5시간 일 때 100% 발근하였다. '설풍'은 무차광 하에서 2시간 간격으로 분무한 것을 제외한 모든 처리에서 100% 발근하였다. '수방력'과 '쌍파'는 무차광과 25% 차광 하에서 2시간 간격으로 분무한 것은 발근율이 73.3%이하로 매우 불량하였고, 차광율 50% 하에서는 분무간

격이 길수록 발근율이 높아지는 경향을 보였으나, 분무간격에 관계없이 100% 발근하지는 못하였다.

發根 速度를 보면(Table 2), '설풍'은 삽아 6일째에 발근이 시작되었고, 무차광과 25% 차광 하에서는 삽아 8일째 80%이상의 높은 발근율을 보여 '수방력'과 '쌍파'보다 빠른 경향을 보였다. 발근에 적당한 光度는 식물의 종류에 따라 차이가 있다(Davis와 Potter, 1987; Eriasson과 Brunes, 1980 ; Wang, 1987). 분무처리는 삽아 용토의 수분함량, 공중습도 등 발근 환경에 영향을 미치는 것으로 작물의 종류나 처리 방법에 따라 발근촉진 효과가 있는 경우가 많지만(Mudge, 1995) 없는 경우도 있다(Newton과 Jones, 1993).

Table 2. Effect of light intensity and mist interval on the rooting speed and rooting percentage of chrysanthemum.

Cultivar	Shading (%)	Mist[z] interval (hr)	Days after cuttings				
			6	8	10	12	15
Subangryuk	0	1.0	0.0%	36.8%	89.5%	94.7%	100.0%
		1.5	0.0	47.4	89.5	100.0	100.0
		2.0	0.0	47.4	68.4	64.2	60.0
	25	1.0	0.0	52.6	100.0	100.0	100.0
		1.5	0.0	47.4	89.5	94.7	100.0
		2.0	0.0	5.3	68.4	94.7	73.3
	50	1.0	0.0	42.1	68.4	63.2	86.7
		1.5	0.0	15.8	57.9	84.2	86.7
		2.0	0.0	0.0	47.4	84.2	90.0
Seolpoong	0	1.0	0.0	88.0	92.0	96.0	100.0
		1.5	20.0	88.0	100.0	100.0	100.0
		2.0	12.0	32.0	52.0	48.0	57.5
	25	1.0	4.0	80.0	96.0	96.0	100.0
		1.5	28.0	80.0	96.0	100.0	100.0
		2.0	20.0	76.0	92.0	100.0	100.0
	50	1.0	16.0	72.0	84.0	100.0	100.0
		1.5	24.0	64.0	96.0	98.0	100.0
		2.0	12.0	56.0	95.8	100.0	100.0
Ssangpa	0	1.0	0.0	6.7	66.7	100.0	100.0
		1.5	0.0	6.7	71.4	100.0	100.0
		2.0	0.0	0.0	0.0	6.7	45.0
	25	1.0	0.0	6.7	33.3	66.7	100.0
		1.5	0.0	60.0	100.0	100.0	100.0
		2.0	0.0	20.0	40.0	60.0	55.0
	50	1.0	0.0	6.7	75.0	80.0	75.0
		1.5	0.0	46.7	80.0	86.7	80.0
		2.0	0.0	46.7	86.7	86.7	86.7

[z]Fogging : 10sec. with mini fogger(Flow rate : 28 ℓ/h at 4.0bar, Dan, Israel)

이상의 발근 속도와 발근율을 보아 국화의 삽아에서 발근에는 차광율 25%이하의 고광도 하에서 1~1.5시간 간격으로 분무하는 것이 적당한 것으로 판단된다. '설풍'은 다른 품종보다 발근이 빠르고 무차광, 2시간 분무 처리 외의 모든 처리에서 100% 발근한 것으로 보아 광도 및 수분환경에 대한 적응 범위가 넓은 특성을 가진 품종이라 생각된다.

나. 광도와 분무방법이 묘의 품질에 미치는 영향

1) 근부의 생육

根數(Table 3)는 3품종 모두 무차광 하에서 1시간 간격으로 분무한 것이 가장 많았으며, 遮光率이 높아짐에 따라 감소하였다.

Table 3. Effect of light intensity and mist interval on the root number of chrysanthemum cuttings.

Shading (%)	Mist interval (hr)	Root Number		
		Subangryuk	Seolpoong	Ssangpa
0	1.0	52.4a[z]	26.5a	17.9a
	1.5	28.2bc	12.5bc	12.9bcd
	2.0	30.0bc	7.2d	5.9e
25	1.0	35.7b	18.4b	16.2ab
	1.5	35.4b	19.1b	16.5ab
	2.0	25.1be	13.8bc	5.3e
50	1.0	19.7c	9.3d	7.5de
	1.5	18.4c	8.0d	8.2de
	2.0	17.1	10.6cd	10.3cd

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

분무간격에 의해서는 간격이 길어짐에 따라 무차광과 25% 차광 하에서는 감소하였으나, 50% 차광 하에서는 품종에 따라 오히려 증가하는 경향을 보였다. 무차광 하에서는 분무간격에 따른 차이가 크게 나타났으나, 25%와 50% 차광 하에서는 차이가 적어 '쌍파'의 경우, 25% 차광 하에서 1시간 및 1.5시간 간격으로 분무한 것이 무차광 하에서 1시간 간격으로 분무한 것과 차이가 거의 없을 만큼 良好하였다. 그러나 50% 차광 하에서는, 어떠한 분무처리도 무차광과 25% 차광한 것에 비해 매우 不良하였다. 즉, 차광율 25% 이하의 고광도 하에서는 분무간격이 길어짐에 따라 근수가 감소하였으나, 50%의 저광도 하에서는 오히려 증가하는 경향을 보였다.

根長(Fig. 1), 根經(Table 4), 根重(Table 5)도 무차광하에서 1시간 간격으로 분무한 것이 가장 양호하였으며, 차광율과 분무간격에 따른 대체적인 발육상태는 근수의 경우와 비슷하였다. 그러나 근장은 25% 차광 하에서는 1시간 보다 1.5시간 간격으로 분무한 것이 더 양호한 경향을 보였고, 이들 두 분무처리는 무차광하에서 1시간 간격으로 분무한 것과도 별 차이가 없었다. 50% 차광 하에서는 분무간격이 길어짐에 따라 증가하는 현상이 더욱 뚜렷하여 ''설풍''의 경우는 2시간 간격으로 분무한 것이 1시간 및 1.5시간 간격으로 분무한 것에 비해 2배에 달하였다. 근경은 '수방력'의 경우, 무차광하에서보다 25% 차광 하에서 더욱 양호하였다. '설풍'은 25% 차광 하에서, '쌍파'는 50% 차광 하에서도 무차광하에서 1시간 간격으로 분무한 것과 같은 양호한 결과를 얻었다.

이상과 같은 고광도하에서 분무간격이 좁은 것이 良好하였던 것은 증산·증발이 촉진되기 때문이며 저광도하에서 분무간격이 좁은 것이 不良하였던 것은 과습으로 인한 결과라 생각된다. 그러나 50%

차광 하에서는 어떠한 분무간격으로도 25%이상의 고광도 조건에 비해 불량하였던 결과는 국화 삽아에 있어 수분 조건도 중요요인임은 분명하나 광조건이 더 지배적 요인임을 시사하는 것이라 생각된다. 따라서 수분조건을 적절히한 노광조건에서 1~1.5시간 간격으로 분무하는 노광조건이 국화 삽아에 좋을 것이라 생각된다.

근부의 생육은 품종이나 형질에 따라 약간의 차이는 있었지만, 무차광 하에서 1시간 간격으로 분무하는 것이 가장 양호하였으며, 차광율이 높아짐에 따라 감소하는 경향이었으나, 무차광과 25% 차광간에 큰 차이는 없었다. 분무간격이 길어짐에 따라 무차광과 25% 차광의 고광도 하에서는 감소하였고, 50% 차광의 低光度 하에서는 증가하는 경향이었다.

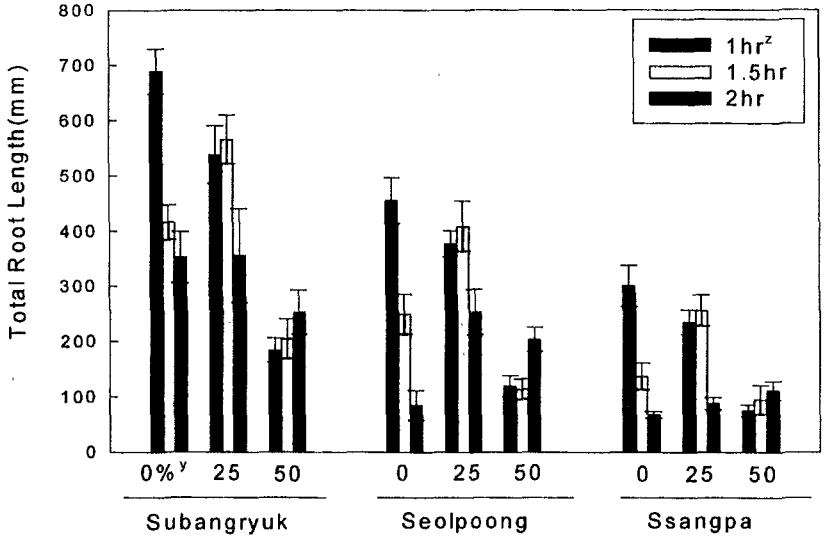

Fig. 1. Effect of light intensity and mist interval on the total root length of chrysanthemum cuttings.
[z] Mist interval
[y] Shading percentag

Table 4. Effect of light intensity and mist interval on the root diameter of chrysanthemum cuttings.

Shading (%)	Mist interval (hr)	Root Diameter(mm)		
		Subangryuk	Seolpoong	Ssangpa
0	1.0	0.41bc[z]	0.57a	0.47a
	1.5	0.29d	0.45bc	0.40bc
	2.0	0.25d	0.25e	0.26de
25	1.0	0.49a	0.50ab	0.41bc
	1.5	0.50a	0.54ab	0.36c
	2.0	0.34c	0.56a	0.29d
50	1.0	0.34c	0.38d	0.35c
	1.5	0.31c	0.36d	0.46ab
	2.0	0.28d	0.44bc	0.46ab

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 5. Effect of light intensity and mist interval on the root weight of chrysanthemum cuttings.

Shading (%)	Mist interval (hr)	Root Weight(mg)		
		Subangryuk	Seolpoong	Ssangpa
0	1.0	99.9a[z]	73.7a	53.6a
	1.5	65.0b	54.0c	31.3b
	2.0	56.7c	12.3e	8.3d
25	1.0	83.2ab	70.6ab	45.8a
	1.5	76.6ab	78.3a	30.0b
	2.0	46.0cd	51.0c	11.9d
50	1.0	25.6e	17.1e	10.5d
	1.5	27.0e	14.4e	12.4d
	2.0	14.0e	20.2e	25.0c

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

2) 지상부의 생육

삽아 기간 15일 동안의 지상부 생육을 보면, 증가 엽수는(Table 6) '쌍파'의 경우 무차광 하에서 1시간 간격으로 분무 한 것보다 25% 차광 하에서 1시간 간격으로 분무한 것이 더 많았다. '수방력'과 '설풍'은 위의 두 처리간에 유의적인 차이가 없었으나, '수방력'의 경우 25% 차광 하에서 1시간 간격으로 분무한 것이 무차광하에서 1시간 간격으로 분무한 것보다 더 많은 경향이었다.

草長(Fig. 2), 莖經(Table 7), 生體重(Table 8) 등의 증가는 무차광하에서 1시간 간격으로 분무 한 것이 가장 양호하였으나, 25% 차광 하에서 1시간 간격으로 분무한 것도 이것과 차이가 없었다. 그러나 전체적인 경향은 차광율이 높아짐에 따라, 또 분무간격이 길어짐에 따라 감소하였다.

Table 6. Effect of light intensity and mist interval on the Leaf number of chrysanthemum cuttings.

Shading (%)	Mist interval (hr)	Increase of Leaf number		
		Subanryuk	Seolpoong	Ssangpa
0	1.0	2.57	2.29	2.05
	1.5	2.00	2.00	2.15
	2.0	1.64	1.36	1.25
F-test		**	**	**
25	1.0	3.07	2.27	2.35
	1.5	2.93	1.87	2.00
	2.0	2.27	1.27	1.25
F-test		**	*	**
50	1.0	2.00	1.60	1.70
	1.5	1.73	1.86	0.95
	2.0	1.25	1.08	0.93
F-test		*	*	**

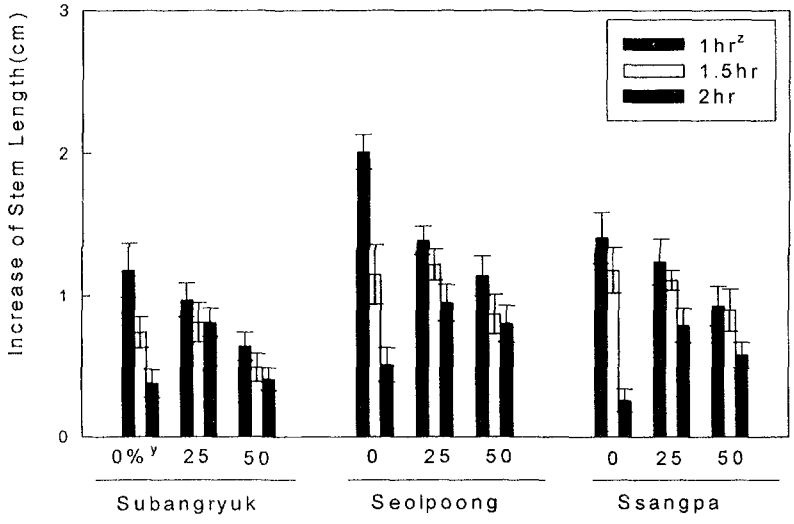

Fig. 2. Effect of light intensity and mist interval on the increase of stem length of chrysanthemum cuttings.
[z] Mist interval
[y] Shading percentage

Table 7. Effect of light intensity and mist interval on the stem diameter of chrysanthemum cuttings.

Shading (%)	Mist interval (hr)	Increase of Stem Diameter(cm)		
		Subangryuk	Seolpoong	Ssangpa
0	1.0	0.11a[z]	0.54a	0.12a
	1.5	0.08ab	0.23bc	0.05b
	2.0	0.04c	0.09d	-0.05c
25	1.0	0.11a	0.43ab	0.13a
	1.5	0.12a	0.26bc	0.10a
	2.0	0.07ab	0.19cd	-0.04c
50	1.0	0.08ab	0.30b	0.13a
	1.5	0.06b	0.23bc	0.10a
	2.0	0.04c	0.14cd	0.09a

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 8. Effect of light intensity and mist interval on the fresh weight of chrysanthemum cuttings.

Shading (%)	Mist interval (hr)	Increase of Fresh Weight(g)		
		Subangryuk	Seolpoong	Ssangpa
0	1.0	0.42a[z]	0.54a	0.40a
	1.5	0.32ab	0.23b	0.19bc
	2.0	0.18bc	0.09d	0.02e
25	1.0	0.39a	0.43ab	0.31ab
	1.5	0.32ab	0.26b	0.19bc
	2.0	0.18bc	0.19bc	0.10cd
50	1.0	0.27abc	0.30b	0.19bc
	1.5	0.19bc	0.23b	0.17bc
	2.0	0.13c	0.14c	0.11cd

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

품종에 따라 '수방력'은 무차광 하에서 보다 25% 차광 하에서 엽수가 더 많아지는 경향을 보였고, 경경(Table 7)과 생체중(Table 8)은 1시간 간격으로 분무한 경우 모든 차광조건 하에서 유의적인 차이가 없어 삽아 환경에 대한 적응 범위가 타 품종에 비해 넓은 것으로 보였다. '쌍파'의 경경은 무차광과 25% 차광 하에서 2시간 간격으로 분무한 것이 삽아 당시 보다 감소하였을 뿐 아니라 지상·하부 대부분의 형질들이 무차광과 25% 차광 하에서 2시간 간격으로 분무한 경우 큰 폭으로 감소하였던 것으로 보아 '쌍파'는 건조 장해가 심한 품종이 아닌가 생각되었다.

또한 '수방력'과 '쌍파'의 지상부 생육은 근부에 비해 차광정도에 따른 차이가 적었고, '쌍파'는 분무 간격 1시간 및 1.5시간에 비해 2시간에서 급격한 감소를 보였을 뿐 아니라 지상부와 달리 50% 차광 하에서도 분무 간격이 길어질수록 감소하여, 지상부의 생육은 근부에 비해 건조 조건에서 억제되는 경향이 있는데 Orton(1979)도 미스트한 것이 하지 않은 것

에 비해 근수가 적고 근장도 짧지만 초장은 더 길었다고 하였다.

삽목 번식에서 광은 중요한 환경으로서 버드나무, 포플러(Eriasson과 Brunes,1980)와 같이 고광도 하에서 발근이 늦어지고 근수, 근장이 감소되는 식물도 있지만, 철쭉(Davis와 Potter, 1987), 스킨답서스(Wang, 1987), 완두콩(Davis와 Potter, 1981) 등 많은 작물들은 고광도 하에서 발근율, 근수, 근장, 건물중 등이 증가하는 것으로 알려져 있다.

국화의 삽아 시에는 일반적으로 차광관리하고 있으며, 특히 삽아 초기에는 두텁게 차광하여 위조를 방지하여야 하는 것으로 알려져 있다. 본 실험의 결과 발근 속도나 발근율 그리고 근수, 근장 등 지하부의 생육이나 엽수, 초장 등 근부와 지상부의 중요 형질은 무차광하에서 1시간 간격으로 분무한 것이 가장 양호하였다. 많은 작물들이 고광도 하에서 발근이 촉진되는 것은 고광도하에서 체내 탄수화물의 함량이 증가되며 (Davis와 Potter, 1987; Veierko등, 1982) 탄수화물의 함량이 높은 것이 발근에 有益하기 때문으로 알려져 있다(Davis와 Potter, 1981; Eriasson, 1978; Reuveni와 Adato, 1974; Stoltz와 Hess, 1966). Stoltz(1967)는 국화에서 발근이 잘되는 품종이 그렇지 않은 품종에 비해 체내 탄수화물의 함량이 높다고 하였으며, Hunges(1981)는 국화 삽목에서 高壓나트륨등으로 補光 처리하면 근부와 지상부의 생육이나 개화가 촉진된다고 보고한 바 있다. 차광율 25% 하에서 1시간 및 1.5시간 간격으로 분무한 것도 무차광하에서 1시간 간격으로 분무한 것에 버금가는 양호한 결과를 얻었지만, '수방력'의 근경과 '쌍파'의 엽수를 제외하고는 근부와 지상부의 모든 생육이 무차광하에서 1시간 간격으로 분무한 것을 능가하지는 못하였다.

이와 같은 사실들로 미루어 볼 때 국화의 삽아 시, 발근이나 묘의 품질

은 고광도 조건에서 向上된다고 생각된다. 또한 50% 차광 하에서는 실험 개시부터 萎凋하는 경우가 없었지만 25% 차광이나 특히 무차광하에서는 삽아 초기에 심하게 萎凋를 보여 발근이 불가능 할 것이라 생각하였으나, 결과는 무차광하에서 더 우수하였던 것으로 보아 광도 조건이 수분 조건보다 오히려 더 支配的인 要因이 아닌가 생각된다.

따라서 국화의 삽아 시, 위조를 방지하기 위하여 차광관리 하여야 한다는 從來의 주장은 적절치 않다고 생각된다. 그러나 무차광하에서 심한 위조를 보였으며, 50% 차광 하에서조차 지상부의 생육은 자주 분무하는 것이 양호하였던 점을 勘案 할 때, 보다 少量多回噴霧法으로 개선 할 여지는 있다고 본다.

다. 광도 및 분무간격이 삽수 체내 탄수화물과 엽록소의 함량에 미치는 영향

1) 탄수화물의 함량

光度에 따른 葉內 糖含量의 변화를 보면(Fig 3) 25% 및 50% 遮光하에서는 挿芽 6일째까지 含量이 지속적으로 감소하는 傾向을 보였으며 50% 遮光하에서는 감소폭이 더욱 컸다. 그러나 無遮光의 경우에는 挿芽 2일째까지는 급격한 감소를 보였지만 그후부터 증가하기 시작하여 8일째 최고치에 이른 다음 다시 감소하였다.

無遮光의 경우 挿芽 직후에 糖含量이 遮光條件에서보다 급격히 감소하였던 것은 挿穗로부터의 과도한 水分蒸散에 의한 수분 스트레스로 인하여 광합성 작용이 저해되고 糖의 소모가 많았기 때문이라 생각되며 挿穗의 活力이 回復된 후에는 충분한 光條件에 의해

광합성이 촉진됨으로서 糖含量이 증가한 것으로 보인다. 증가하던 挿穗內 糖含量이 挿芽 후 8-10일경 근부가 신장하기 시작 할 무렵부터 감소하는 傾向을 보였는데 이와 같은 결과는 꽃단풍의 경우 (Smalley and Armitas, 1991) 葉內 炭水化物의 含量이 發根 후 감소였다는 사실 등으로 미루어 보아 發根 후 뿌리가 신장함에 따른 體內 糖의 소모로 인하여 감소되는 것으로 보인다

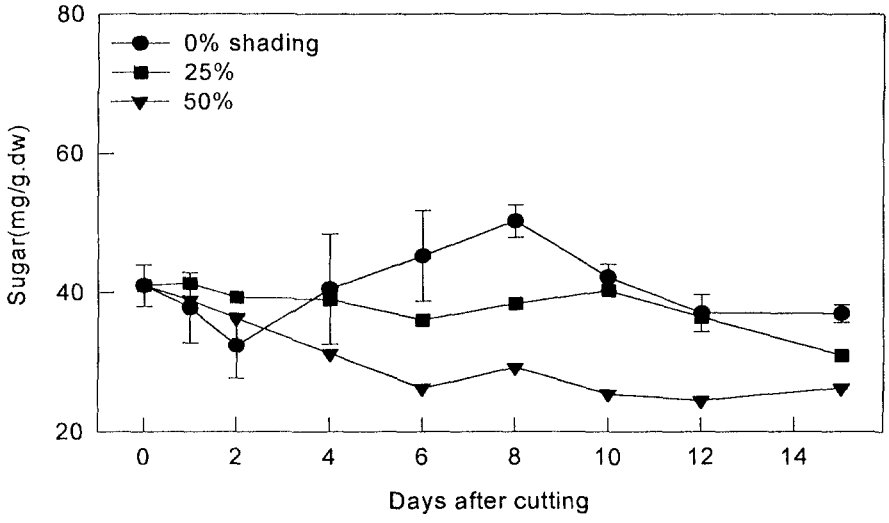

Fig. 3. Effect of light intensity on the changes of sugar content in the leaves of 'Subangryuk' during propagation.

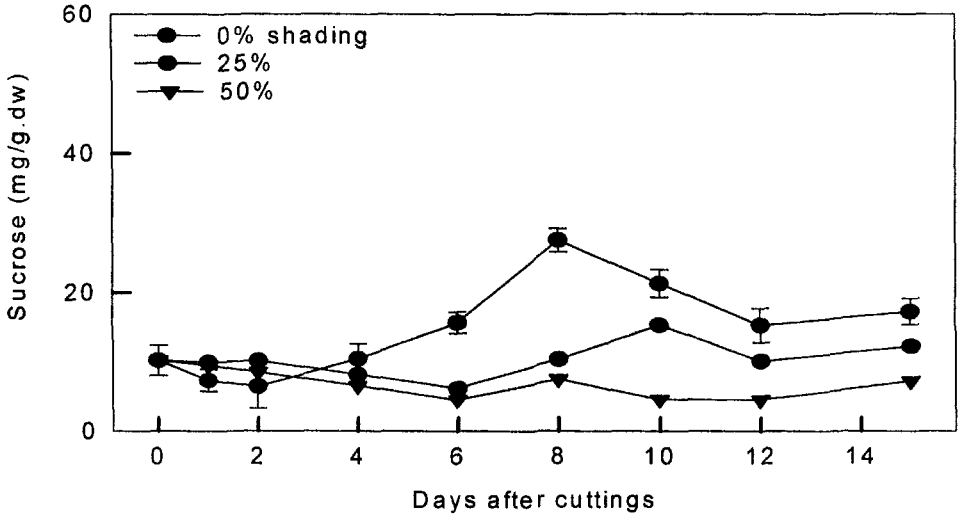

Fig. 4. Effect of light intensity on the changes of sucrose content in the leaves of 'Subangryuk' during propagation.

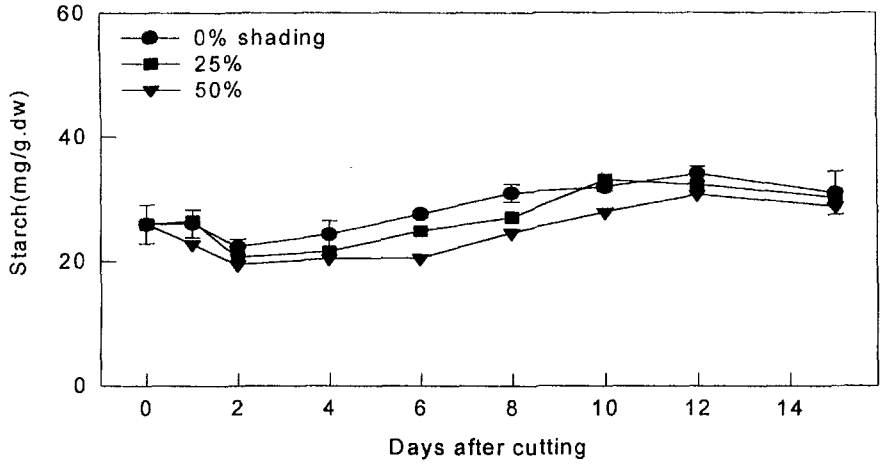

Fig. 5. Effect of light intensity on the changes of starch in the leaves of 'Subangryuk' during propagation.

sucrose의 함량변화도(Fig. 4) 糖과 비슷한 傾向을 보여 無遮光한 것이 다른 처리에 비해 挿芽 초기를 제외하고는 실험기간 중 내내 含量이 높았다. 완두의 葉挿(Davis and Potter, 1981)에서도 저광

조건이 고광도에 비해 sucrose의 함량이 낮았고 뿌리형성이 50%나 감소 본 실험에서 遮光條件에 비해 無遮光條件의 發根率 및 發根狀態가 양호하였던 것은 無遮光의 挿穗內 炭水化物의 含量이 더 높았기 때문으로 생각되어진다.

葉內 澱粉含量은(Fig. 5) 挿芽 후 2일까지는 감소하였으나 그후 8-10일까지 완만한 증가 傾向을 보였으며 그 이후에는 변화가 적어 澱粉의 含量도 無遮光이 다른 처리보다 높은 경향을 보였다.

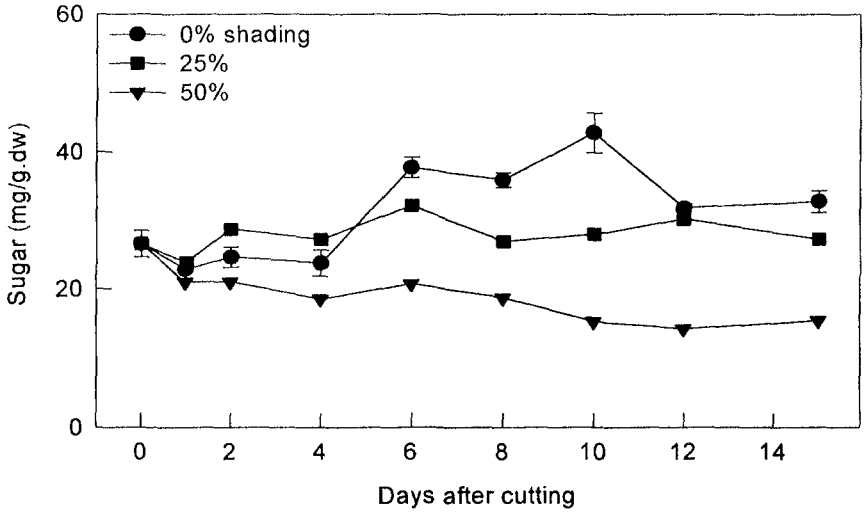

Fig. 6. Effect of light intensity on the changes of sugar content in the stem of 'Subangryuk' during propagation.

줄기내 糖含量은(Fig. 6) 無遮光한것이 다른 처리에 비하여 높은 것으로 나타나 잎과 동일한 傾向을 보였다. 그러나 그 감소시기는 잎에서보다 다소 늦은 발근 후 10-12일경부터 일어났는데 이는 뿌

리의 신장이 시작되면서 잎에 함유되어 있는 당이 잎으로부터 줄기로 이동하기 때문이 아닌가 생각된다.

줄기내의 sucrose함량을 보면(Fig. 7) 삽아초기에는 급격히 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 보였는데 이는 삽아 초기에는 줄기에 함유되어 있던 sucrose가 먼저 이용되고 그 이후 잎으로부터의 轉移에 의해 含量이 증가된 것이 아닌가 생각된다.

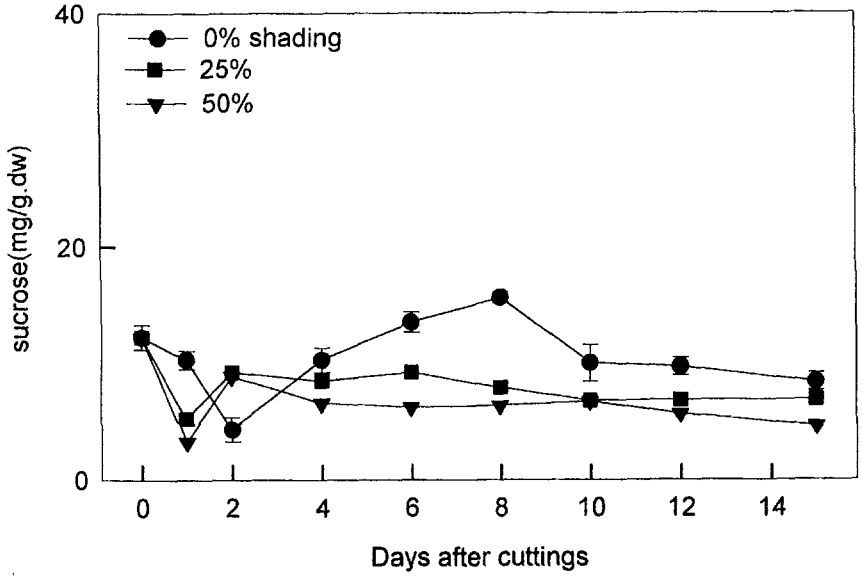

Fig. 7. Effect of light intensity on the changes of sucrose content in the stem of 'Subangryuk' during propagation.

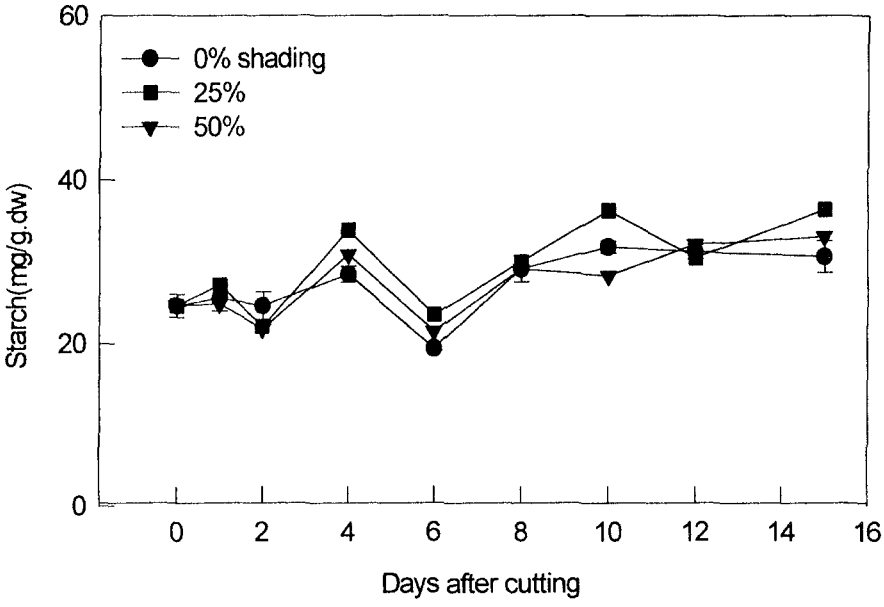

Fig. 8. Effect of light intensity on the changes of starch content in the stem of 'Subangryuk' during propagation

줄기내 澱粉含量은(Fig. 8) 삽아 초기에는 감소하였으나 2일째부터 4일까지는 급격히 증가하였고 다시 發根이 시작되는 6일까지 급속히 감소하였다가 그 후로는 다시 증가하는 傾向을 보였다. 이와 같이 발근 초기에 전분의 함량이 감소한 것은 먼저 줄기의 전분이 발근에 필요한 에너지원인 당으로 전환되어 발근에 소모되고 그 후 발근이 진행됨에 따라 잎으로부터 당이 줄기로 이동하여 발근에 이용되기 때문으로 추정된다. 철쭉 삽목에서도(Davis, 1987), 고광도 조건이 저광도에 비해 광합성율이 높고 탄수화물의 함량이 높았으며 차광율이 높아지면 잎과 줄기의 건물중이 감소하고 뿌리의 발달도 좋지 않아 본 실험과 비슷한 경향을 보였다고 하였다. 噴霧間隔에 따라서는 잎과 줄기내 糖 및 澱粉 함량에 일정한 경향을 보이지 않았다(Fig. 9, 10, 11, 12).

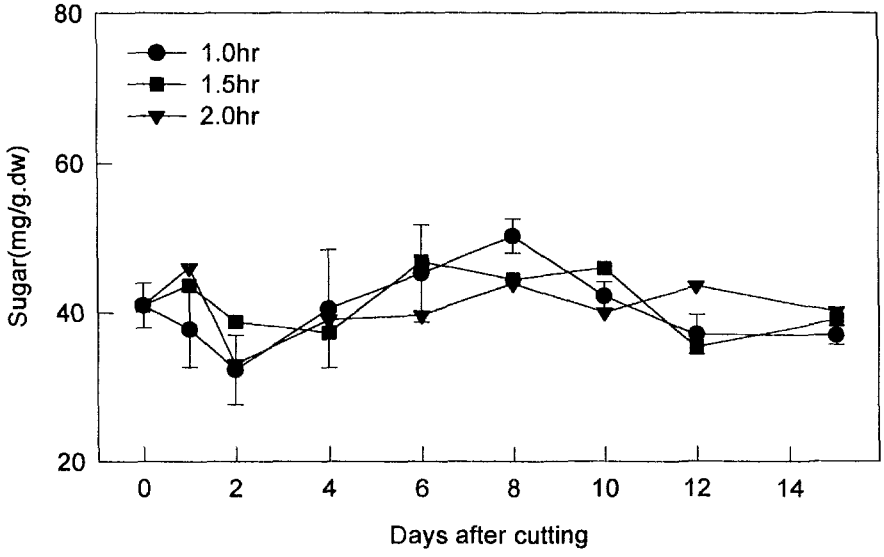

Fig. 9. Effect of mist interval on the changes of sugar in the leaves of 'Subangryuk' during propagation.

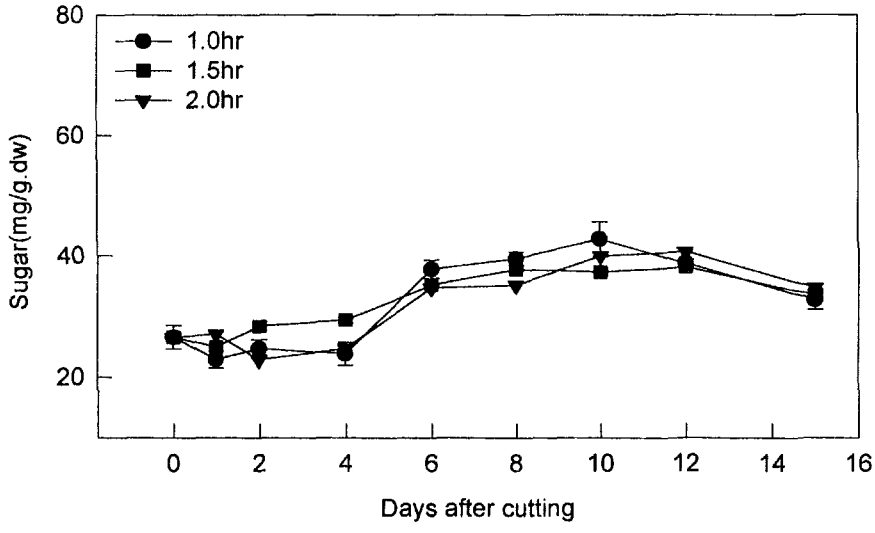

Fig. 10. Effect of mist interval on the changes of sugar content in the leaves of 'Subangryuk' during propagation.

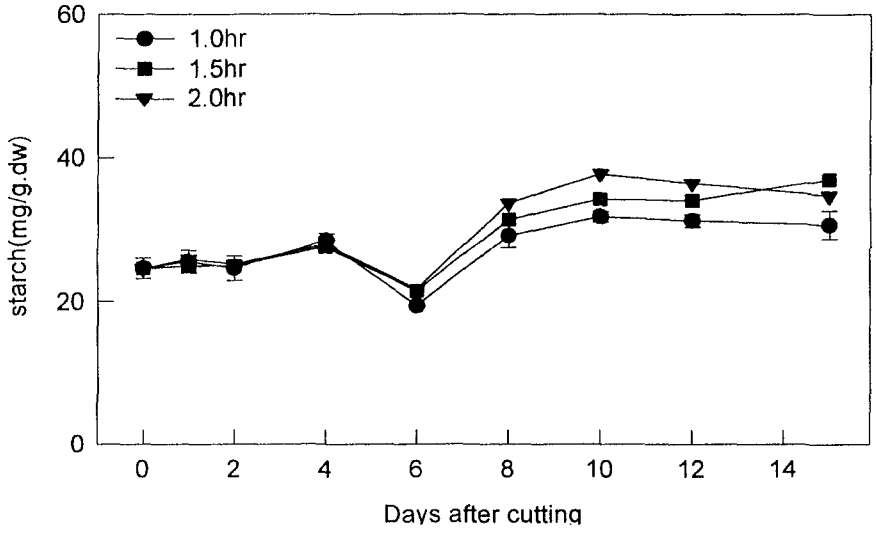

Fig. 11. Effeat of mist interval on the changes of starch content in the stem of 'Subangryuk' during propagation.

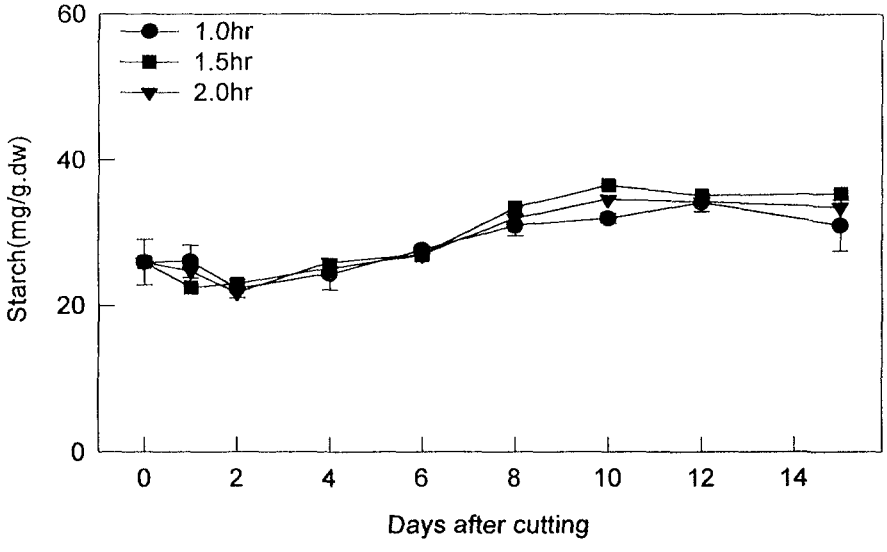

Fig. 12. Effect of mist interval on the changes of starch content in the stem of 'Subangryuk' during propagation.

2) 엽록소의 함량

엽록소 a,b의 함량(Table 9)모두 차광율이 높을수록 감소하였으며 무차광과 25% 차광간에는 큰 차이가 없었으나 50% 차광하에서는 크게 감소하였다.

분무간격에 따라서도 간격이 길어질수록 감소하였다. 그러나 그 차이는 크지 않았으며 광도의 영향에 비하면 아주 미미하였다.

Table 9. Effect of light intensity and mist interval on the chlorophyll content of chrysanthemum.

Cultival	Shad-ing (%)	Mist inter-val (hr)	Chlorophyll Content(mg/g.fw)		
			Chl. a	Chl. b	Total
Subangryuk			0.59g	0.25f	0.84f
	0	1.0	1.81b	0.75a	2.56a
		1.5	1.87a	0.71ab	2.59a
		2.0	1.74c	0.67bc	2.41b
	25	1.0	1.76bc	0.66bcd	2.42b
		1.5	1.81b	0.64cd	2.45b
		2.0	1.67d	0.60d	2.27c
	50	1.0	1.01e	0.33e	1.34d
		1.5	0.71f	0.22f	0.93e
		2.0	0.69f	0.22f	0.91ef
F-test					
Shading			***	***	***
Mist interval			***	***	***

3. 결과 요약

- 3공시 품종 모두 무차광하에서 1및 1.5시간 간격으로 분무한 것이 100% 발근하였으며 발근속도도 빨랐다.
- 근수, 근장, 근중 및 초장, 엽수, 생체중 등 근부와 지상부의 생육은 무차광과 25% 차광간에는 큰 차이가 없었으나 50% 차광하에 서는 현저히 감소하였다.
- 무차광과 25% 차광하에서는 분무간격이 짧을수록, 50% 차광하에서는 길어질수록 근부와 지상부의 생육이 양호하였다.
- 잎과 줄기내의 당함량은 삽아 1일 후는 3광도 모두 급감하였으나 25% 및 50% 차광구는 2일후째부터 무차광구는 3일째부터 증가하기 시작하였으며 무차광구에서 시종 높은 함량을 유지하였다.
- 엽록소의 함량은 무차광과 25% 차광간에는 차이가 없었으나 50% 차광구에서는 크게 감소하였다.
- 소형엽인 '춘광'은 25% 차광하에서도 무차광과 차이가 없었다.

제 3 절 적정삽아 용토와 tray cell size의 구명

1. 재료 및 방법

大邱曉星가톨릭大學校 實驗用 비닐하우스에서 栽培한 菊花 중 大型葉인 '수방력'과 ''설풍'', 小型葉인 '쌍파'의 3品種을 供試하였

다. 實驗은 本 大學 유리온실에서 실시하였으며 1997년 6월 30일에 채취한 挿穗를 길이 7cm로 調製하여 6시간 동안 吸水시킨 후 挿芽하였다. 실험기간 중의 光條件은 無遮光으로 하였으며 水分管理는 주간에만 mini-fogger(Flow rate 28ℓ/h at 4.0 bar, Dan, Israel)로 1시간 당 10초씩 噴霧하였고 日長은 백열전등을 이용하여 16시간으로 조절하였다. 트레이는 288공, 200공 및 162공(한국원예자재센타)을 이용하였으며 挿穗의 規格은 展開葉 2매와 4매로 하였다. 挿芽用土는 마사토, 식물세계(농우농자재주식회사), 1赤土+1perlite(파라그린, 소립, 2.5mm이하), 1peatmoss(Acadian peatmoss, Canada)+3perlite 混合土를 사용하였다.

挿芽用土의 물리성 중 發根에 영향을 미치는 것으로 알려진 孔隙率과 飽和率(Table 10)을 조사하였으며 화학성(Table 11, 12)은 有機物含量, 陽이온置換能力, pH, 질소, 인, 칼리, 칼슘 및 마그네슘 함량을 조사하였다. 有機物含量, 陽이온置換能力 및 pH의 측정은 農村振興廳常法에 의하였고(農村振興廳, 1991) 질소함량은micro-Kjeldahl법으로 분해한 후Indophenol-blue법으로 측정하였으며 인의 함량은 몰리브덴청법으로, 칼리, 칼슘 및 마그네슘의 함량은 1N ammonium acetate로 추출한 후 원자흡광광도계로 측정하였다.

發根率은 挿芽 7일 후부터 2일 간격으로 조사하였고 挿芽 15일 후 莖長, 莖徑, 莖重 등 地上部의 생육과 根長, 根數, 根徑, 根重 등 地下部의 생육을 조사하였으며 根長, 根數, 根徑 등 측정에는 엽면적계(⊿T Scan, England)를 이용하였다. 定植 후 活着狀態는 挿芽 15일 후 掘取한 發根苗의 뿌리를 그대로 둔 것과 길이를 1/2 정도

자른 것으로 구분하여 圃場에 定植한 후 위조상태를 관찰하고 7일째부터 일주일 간격으로 草長의 伸張정도, 展開葉數 등을 조사하였다.

Table 10. Physical characteristics of rooting media.

Physical characeristics	Rooting media[z]			
	S	PW	C+PL	PT+PL
Porosity	25.22	83.11	54.19	74.91
Saturation percentage	26.35	477.53	72.83	351.65

[z]S:Sand, PW:Plantworld(Nongwoo), C+PL:1Clay+1Perlite(V/V)
PT+PL : 1Peatmoss+3Perlite(V/V)

Table 11. Chemical characteristics of rooting media.

Chemical characteristics	Rooting media[z]			
	S	PW	C+PL	PT+PL
OM (g/Kg)	2.37	-	5.55	31.72
CEC (me/100g)	11.70±0.81[y]	21.10±0.05	8.12±0.81	13.82±0.54
pH (1:10)	8.54±0.14	5.70±0.03	5.65±0.09	4.76±0.10

[z]see table 10.
[y]Standard deviation

Table 12. Mineral content of rooting media.

Mineral	Rooting media[z]			
	S	PW	C+PL	PT+PL
$N\text{-}NH_4$ (mg/Kg)	15.865±0.68[y]	76.601±1.67	21.901±0.370	26.602±0.785
$N\text{-}NO_3^-$ (mg/Kg)	19.235±0.88	692.700±0.87	14.609±1.172	13.880±0.200
K (mg/Kg)	0.233±0.01	0.755±0.003	0.210±0.009	0.234±0.022
P (mg/Kg)	0.005±0.00	112.740±4.4469	0.072±0.001	0.037±0.007
Ca (mg/Kg)	0.197±0.01	0.073±0.002	0.044±0.001	0.346±0.006
Mg (mg/Kg)	1.400±0.08	6.512±0.332	0.161±0.008	0.373±0.008
Fe[x] (g/Kg)	0.425±0.01	0.714±0.014	1.264±0.031	0.119±0.005

[z]see table 10
[y]Standard deviation
[x]Active form

2. 결과 및 고찰

가. tray cell size가 발근에 미치는 영향

1) 발근 속도와 발근율

트레이 셀의 크기에 따라(Table 13) 대형엽인 '수방력'과 '설풍'은 셀이 큰 162공에서, 소형엽인 '쌍파'는 셀이 작은 288공에서 초기의 발근율이 높은 경향을 보였다.

그러나 삽아 후 일수가 경과됨에 따라 그 차이는 없어졌으며 삽아 15일째 '설풍'은 발근이 다소 불량하였으나 나머지 품종들은 셀의 크기에 관계없이 거의 100%에 달하였다.

Table 13. Effect of tray cell size on rooting speed of chrysanthmum cuttings.

Cultivar	No. of cell/tray	Days after cuttings				
		7	9	11	13	15
Subangryuk	288	10%	47%	82%	93%	99%
	200	8	46	85	98	100
	162	11	65	91	100	100
Seolpoong	288	10%	47%	82%	93%	99%
	200	8	46	85	98	100
	162	11	65	91	100	100
Ssangpa	288	10%	47%	82%	93%	99%
	200	8	46	85	98	100
	162	11	65	91	100	100

2) 묘의 품질

삽아 당시에 비해 15일간의 삽아 기간 중 지상부의 초장, 莖徑, 생체중 등 지상부의 생장을 보면(Table 14) 셀의 크기에 따른 뚜렷한 차이는 보이지 않았지만 대형엽인 '수방력'과 '설풍'의 경우는 288 및 200공에 비해 162공에서 더 양호하였으나 소형엽인 '쌍파'는 200공에서 더 양호하였다.

Table 14. Effect of tray cell size on the shoot growth of chrysanthemum at 15days after cuttings.

Cultivar	Increase of	Number of cell/tray			
		288	200	162	F-test
Subangryuk	Length (cm)	1.14	1.17	1.48	**
	Diameter (mm)	0.03	0.12	0.05	ns
	Weight (g)	0.20	0.24	0.43	**
Seolpoong	Length (cm)	1.72	1.84	2.23	**
	Diameter (mm)	0.02	0.11	0.26	**
	Weight (g)	0.31	0.29	0.43	ns
Ssangpa	Length (cm)	2.26	2.37	2.14	**
	Diameter (mm)	-0.08	-0.05	-0.02	ns
	Weight (g)	0.24	0.28	0.21	ns

지하부의 근장, 근수, 근경 및 근중 등도(Table 15) 지상부의 생장에서와 같이 대형엽인 '수방력'은 162공에서 가장 양호하였으나 '설풍'의 경우 162공과 200공간에 큰 차이가 없었으며 소형엽인 '쌍파'는 200공에서 가장 양호하였다. Yoshida(1992)도 국화의 성형묘판 삽아에 관한 시험에서, 경장, 절수, 근장, 근수 등 지상·하부의 생육이 셀이 클수록 양호하다고 하였고 그 외 브로코리(Dufautt, 와 Waters, 1985), 메리골드(Geneve 와 Buxton, 1995), 토마토(Weston과 Zandstra, 1986) 등의 육묘에서도 셀이 클수록 지상·하부 생장이 양호하였다고 보고되고 있다.

그러나 본 실험의 결과 무차광조건 하에서 삽아 할 경우 발근속도는 대협엽인 '수방력'과 '설풍'에서는 셀이 큰 것이 빠른 경향이었으나, 소형엽인 '쌍파'에서는 셀이 작은 것이 더 빨랐으며 삽아 중 지상·하부의 생장 상태도 잎이 큰 품종은 셀이 큰 것이, 잎이 작은

것은 셀이 작은 것이 좋은 결과이었다.

Table 15. Effect of tray cell size on the root growth of chrysanthemum at 15days after cuttings.

Cultivar	Increase of	Number of cell/tray			
		288	200	162	F-test
Subangryuk	Length (cm)	37.73	27.21	42.67	**
	Number (e/a)	35.18	35.18	42.96	**
	Diameter (mm)	0.61	0.59	0.57	*
	Weight (g)	0.08	0.08	0.11	ns
Seolpoong	Length (cm)	42.48	61.45	62.63	*
	Number (e/a)	20.79	26.41	23.46	*
	Diameter (mm)	0.66	0.67	0.69	ns
	Weight (g)	0.13	0.21	0.25	**
Ssangpa	Length (cm)	41.57	44.20	35.68	ns
	Number (e/a)	19.88	23.17	21.54	ns
	Diameter (mm)	0.75	0.76	0.72	ns
	Weight (g)	0.16	0.16	0.14	ns

그러나 삽아 15일 후의 발근율에는 차이가 없었으며 지상·하부의 생육차이도 크지 않았으므로 기계정식을 위한 국화 성형묘 양성 묘판의 셀의 크기는 288공에서 162공 사이에는 어느 것이나 무관 할 것으로 생각된다.

대형엽 품종과 소형엽 품종을 공시한 까닭은 트레이 셀의 크기에 따라 잎의 겹침 면적에 차이가 있고 그로 인해 광합성에 의한 물질 생산과 특히 무차광 조건하에서는 위조정도에 차이가 있을 것이므로 결과적으로 발근에 영향을 미칠 것으로 예상했기 때문이었다. 그러나 분명한 차이는 보이지 않았다. 다만 소형엽인 '쌍파'의 경우 실험 중 셀이 클수록 위조가 심해지는 것이 관찰되었고 삽아초기 9일째의 발근율이 대형엽 품종들과 달리 288공에서 가장 높았

다. 이와 같은 결과가 위조로 인한 것인지는 분명하지 않지만 만약의 건조해를 감안하여 소형엽 품종들은 셀의 크기가 작은 트레이에 삽아 하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

나. 삽아 용토가 발근에 미치는 영향

1) 發根속도와 발근율

삽아 용토의 조성에 따른 발근 상태를 보면(Table 16) 식물세계에서는 삽아 9일째 100%가 발근하여 가장 빨랐으며 다음이 1peatmoss+3perlite 혼합토이었고 마사토 단용과 1적토+1perlite 혼합토에서 가장 늦었다. 이러한 발근 상태와 삽아 용토의 물리성(Table 10)과의 관계를 보면 공극률이 높은 용토에서 발근이 빠름을 알 수 있었다.

국화 삽아에서 용토의 물리성이 발근과 묘 품질에 미치는 영향에 대하여 Yoshida(1992 b)는 액상, 기상 등 공극율이 발근에 관여하며 총 공극율 45%이고 기상 65%일 때 뿌리의 근물중이 높았다고 하였고 Paul(1976)은 기상의 비율이 지상부의 생육에도 영향을 미치어 기상율 10~15%에서 생육이 가장 양호하였다고 하였다.

Table 16. Effect of rooting media on rooting speed of chrysanthemum 'Subangryuk' cuttings.

Rooting[z] media	Days after cutting				
	7	9	11	13	15
S	8%	42%	77%	93%	99%
PW	33	100	100	100	100
C+PL	4	43	88	97	100
PT+PL	18	81	97	100	100

[z] see Table 10.

2) 묘의 품질

용토에 따른 삽아 중의 생장량을 보면(Table 17) '수방력'의 경우 경장, 경경, 경중 등 지상부의 생육은 발근이 빨랐던 식물세계에서 가장 많이 양호하였으며 '쌍파'의 경우는 식물세계와 1적토+1 perlite에서 증가량이 많았다. 경경은 2품종 모두 용토에 따라 큰 차이가 있었으며 특히 1peatmoss+3perlite에서는 오히려 감소하여 큰 차이를 보였다. 생체중은 '수방력'의 경우 식물세계에서 가장 양호하였고 1peatmoss+3perlite와 1적토+1 perlite가 비슷하였으며 마사토가 가장 불량하였으나 '쌍파'의 경우는 1peatmoss+3perlite가 가장 불량하였고 나머지 3용토에서는 비슷하여 일관된 경향을 보이지 않았다.

Table 17. Effect of rooting media on the shoot growth of chrysanthemum at 15days after cuttings.

Cultivar	Increase of	Rooting media[z]				
		S	PW	C+PL	PT+PL	F-test
Subangryuk	Length (cm)	1.22	1.42	1.32	1.25	ns
	Diameter(mm)	0.03	0.08	0.02	-0.08	*
	Weight (g)	0.27	0.33	0.29	0.31	**
Ssangpa	Length (cm)	2.83	2.90	2.89	2.29	**
	Diameter(mm)	0.01	0.05	0.07	-0.06	**
	Weight (g)	0.38	0.37	0.36	0.21	**

[z] see Table 10.

근부의 생장을 보면(Table 18) '수방력'의 경우 근장과 근경 및 근중은 용토간에 유의적인 차이가 없었으며 근수는 지상부의 생육이 불량하였던 마사토와 1peatmoss+3perlite에서 오히려 약간 많았다. '쌍파'의 경우 근수는 식물세계에서 가장 많았고 마사토에서 가장 적었다. 근경은 마사토 단용과 1peatmoss+3perlite에서 굵었으며 근중은 '수방력'에서와 같이 유의적인 차이가 인정되지 않았다.

Table 18. Effect of rooting media on the root growth of chrysanthemum at 15days after cuttings.

Cultivar	Increase of	Rooting media[z]				
		S	PW	C+PL	PT+PL	F-test
Subangryuk	Length (cm)	32.72	35.73	33.26	36.82	ns
	Number (e/a)	40.10	37.81	35.80	43.35	*
	Diameter (mm)	0.62	0.60	0.56	0.58	ns
	Weight (g)	0.09	0.09	0.07	0.08	ns
Ssangpa	Length (cm)	29.84	50.19	37.04	45.11	*
	Number (e/a)	16.61	21.56	24.11	23.83	*
	Diameter (mm)	0.84	0.69	0.68	0.76	**
	Weight (g)	0.13	0.16	0.15	0.17	ns

[z] see Table 10

이상과 같이 용토의 조성에 따른 2품종의 생육 반응이 동일하지 않았다. 특히 지하부의 생육을 보면 '수방력'의 경우 근수 외에는 용토에 따른 차이가 없었으나, '쌍파'의 경우는 근장, 근수, 근경 등에서 유의적인 차이가 인정되었다.

이와 같이 뚜렷한 경향을 보이지 않았던 것은 본 시험의 결과가 겨우 발근한 단계인 삽아 15일의 짧은 기간 중의 생장량이기 때문이라 생각된다. 그러나 본 시험의 결과는 용토가 근부의 생육에 영향하는 것임은 분명하며 용토에 대한 반응은 품종에 따른 차이가 있을 수 있음을 시사하는 것이라 생각된다.

3) 정식 후의 활착 및 초기 생육

小西(1994)도 peat+perlite 혼합토와 공극이 큰 곳에 삽아한 묘는 정식 후 근분 부분만이 건조해져서 활착이 늦어지므로 정식 토양과 유사한 토양에 삽아하는 것이 좋다고 하였다.

마사토, 식물세계, 1적토+1perlite등에 삽아 한 것은 대체로 정식 후 4~5일경부터 위조를 보이지 않아 쉽게 활착하는 것으로 관찰되었다. 그러나 1peat+3perlite에 삽아한 것은 정식후 7~8일경까지 위조가 지속되어 활착이 늦어지는 것으로 보였다. 정식 후 생육상태를 보면 '수방력'과 '설풍' 2품종 공히 정식 14일부터 초장(Table 19)과 엽수(Table 20) 모두 급격히 증가하였나 삽아 용토별 차이는 보이지 않았다. 삽아의 적정 용토는 발근 상태와 묘의 품질 및 정식 후의 활착과 생육에 미치는 영향 등을 동시에 고려하여 결정하여야 할 것이다.

Table 19. Effect of rooting media on the shoot growth after transplanting.

Cultivar	Rooting media[z]	Days after transplantation				
		7	14	21	28	35
Subangryuk	S	0.20 cm	0.90	2.40	7.03	9.07
	PW	0.13	0.70	1.63	3.83	5.77
	C+PL	0.07	0.77	2.17	5.13	7.70
	PT+PL	0.17	1.1	2.47	4.73	7.00
	F-test	ns	ns	ns	*	ns
Ssangpa	S	0.00	0.80	3.03	9.10	11.57
	PW	0.06	1.17	2.80	8.07	10.97
	C+PL	0.00	1.57	4.63	10.73	14.03
	PT+PL	0.00	0.97	3.73	9.40	10.77
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns

[z] see Table 10

Table 20. Effect of rooting media on the increase of leaf number after transplanting.

Cultivar	Rooting[z] media	Days after transplantation				
		7	14	21	28	35
Subangryuk	S	0.00	2.33	7.33	10.67	14.33
	PW	0.00	2.33	6.67	8.33	11.00
	C+PL	0.25	2.50	6.00	10.00	12.50
	PT+PL	0.00	5.67	9.33	11.66	13.66
	F-test	ns	*	*	ns	ns
Ssangpa	S	0.00	0.67	5.67	9.33	12.00
	PW	0.00	2.33	6.33	11.00	13.67
	C+PL	0.00	3.00	8.67	12.67	15.33
	PT+PL	0.00	3.00	8.00	13.33	14.67
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns

[z] see Table 10

3. 결과요약

- '수방력'과 ''설풍''은 162공에서, '춘광'은 200공에서 발근이 빠르고 발근율도 높았으며 지상·하부의 생육도 양호하였다.
- 그러나 288공에서 162공까지 셀의 크기에 따른 차이는 아주 미미하였으므로 실용적인 면에서는 어느 것이나 큰 창가 없을 것으로 생각되었다.
- 용토별 발아율에는 차이가 없었으나 발근속도는 식물세계에서 가장 빨랐다.

- 지상부의 생육은 식물세계에서 가장 양호하였고 1peatmoss+3 perlite 혼합용토에서 줄기의 비대가 특히 불량하였으나 지하부의 생육은 식물세계와 1peatmoss+3perlite 혼합토에서 양호하였고 마사토가 가장 불량하였다.
- 정식후의 활착은 1peatmoss+3perlite에서 가장 늦었으나 활착후의 생육은 용토간 차이가 없었다.

제 4 절 삽수의 적정 규격 규명

1. 재료 및 방법

2절에서와 동일 재료를 공시하였다. 삽수는 길이 7cm로 하고 부착엽수는 2매와 4매로 하였으며 200공 tray에 삽아하였고 용토는 1 peat + 3 perlite의 혼합용토를 사용하였다. 광조건과 수분관리 등의 삽아 관리도 2절에서와 동일한 방법으로 하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 부착엽수가 발근에 미치는 영향

삽수의 부착 엽수가 발근에 미치는 영향을 보면(Table 21) '수방

력'에서는 삽아 7일째 2매인 것의 발근율이 1%인데 비해 4매인 것은 19%나 발근하였고 삽아 11일째까지도 4매인 것의 발근율이 확실히 높았다. '쌍파'는 '수방력'보다 발근이 늦어 7일째 까지는 발근하지 않았지만 11일째까지 4매인 것의 발근율이 높았다. 삽아 15일 후의 발근율은 98%~100%로 부착엽수간에 차이가 없었지만 발근속도는 2품종 모두 부착엽 4매인 것이 2매인 것에 비해 빨랐다.

Table 21. Effect of leaf number on rooting speed of chrysanthemum cuttings.

Cultival	Number of Leaves	Days after cuttings				
		7	9	11	13	15
Subbangryuk	2	1%	30%	75%	94%	99%
	4	19	75	97	100	100
Ssangpa	2	0	4	56	87	98
	4	0	13	63	84	98

나. 부착엽수가 묘의 품질에 미치는 영향

1) 지상부의 생육

삽아 중 지상부의 생육상태를 보면(Table 22) 초장은 3품종 모두 2매에서 보다 4매에서 많았다. 줄기의 비대(莖徑) 상태를 보면 '수방력'과 '설풍' 등 대형엽 품종들은 부착엽수 2매에서보다 4매에서 월등하였으나 생체중은 '수방력'과 같이 부착엽수간에 차이가 없거나 '설풍'과 같이 유의차가 있어도 미미하였다. 그러나 소형엽인 '쌍파'는 대형엽 품종들과 달리 경경은 부착엽수간에 차이가 없었

을 뿐만 아니라 삽아 당시보다 감소하였으며 생체중은 2매에서 보다 4매인 것이 크게 증가하였다.

Table 22. Effect of leaf number on the shoot growth of chrysanthemum at 15days after cuttings.

Cultival	Leaf Number	Height (cm)	Diameter (mm)	Fresh Weight(g)
Subangryuk	2	1.16	-0.01	0.27
	4	2.23	0.07	0.30
		**[z]	**	ns
Seolpoong	2	1.68	0.07	0.31
	4	2.23	0.19	0.37
		*	**	**
Ssangpa	2	1.82	-0.05	0.16
	4	2.95	-0.05	0.32
		*	ns	**

[z]F-test
cutting bed:200cell tray, Rooting media:1peat+3perlite

2) 지하부의 생육

지하부의 생육을 보면(Table 23) 대형엽인 '수방력'과 '설풍'은 근수나 근장은 부착엽수에 따른 차이가 없었다. 근경이나 근중은 2매에 비해 4매인 것이 다소 우수하였지만 그 차이는 아주 미미하였다. 그러나 소형엽인 '쌍파'에서는 근수나 근장을 비롯하여 전 조사 형질이 부착엽수 2매인 것 보다 4매인 것이 확실히 우수하였다. 잎은 발근에 필요한 물질의 공급원이기 때문에 삽목에 있어서 잎면적은 매우 중요한 요인이 되며 일반적으로 전개 엽수와 발근은 정비례하는 것으로 알려져 있다(Reuveni 와 Raviv, 1980). 대형엽인

'수방력'과 '설풍'에 비해 소형엽인 '쌍파'에서 부착 엽수에 따른 생육차가 컸던 것은 본 시험에서는 200공 tray에 삽아 했기 때문에 삽아간격이 좁고 따라서 대형엽들은 서로 겹치게 되므로 2매와 4매 간에

Table 23. Effect of leaf number on the root growth of chrysanthemum at 15days after cuttings.

Cultival	Leaf Number	Number	Length	Diameter	Weight
Subangryuk	2	38.55	36.50	0.54	0.08
	4	38.46	36.62	0.64	0.09
		ns[z]	ns	*	ns
Seolpoong	2	23.39	49.98	0.62	0.17
	4	23.72	61.07	0.72	0.22
		ns	ns	*	*
Ssangpa	2	18.82	29.81	0.70	0.10
	4	24.22	51.28	7.78	0.21
		*	**	*	**

[z]F-test

cutting bed:200 cell tray, Rooting media:1peat+3perlite

실제 수광 엽면적이 별 차이가 없었던 반면 '쌍파'는 잎의 겹침이 적어 부착 잎수에 따른 수광면적에 차이가 컸고 이로 인해 동화 물질생산에 차이가 있었기 때문이 아닌가 생각된다.

3. 결과요약

- 부착엽수에 따른 발근율에는 차이가 없었으나 발근속도는 2매보다 4매에서 빨랐다.
- 삽아기간 중의 초장, 생체중 등 지상부의 생육은 3품종 모두 2

매 보다 4매에서 양호하였다.

- 근수나 근장 등의 지하부의 생육은 대형엽인 '수방력'에서는 차이가 없었으나 소형엽인 '춘광'은 2매 보다 4매인 것이 현저하게 양호하였다.

제 5 절 근분의 안정화를 위한 용토 조성법 구명

1. 재료 및 방법

본 대학교 실험 포장에서 재배 관리한 발근이 늦은 '수방력'과 발근이 빠른 '설풍' 2품종을 공시하였다. 삽수는 길이 7cm 부착 엽수 3매로 하고 1999년 6월 28일 삽아 하여 삽아 18일째인 1999년 7월 16일에 20개체씩 굴취 조사하였으며 삽아 관리는 2절에서와 같이하였다.

용토 조성은 TKS-2(한국원예자재) 및 paraso(삼손) 단용과 1peatmoss(Acadian peatmoss, Canada)+3perlite(파라그린, 2.5mm 이하), 1적토+3perlite, 1TKS-2+1paraso, 1peatmoss+3perlite+2paraso 등 6가지로 하였다.

근분의 안정도는 묘를 tray cell로부터 자연스럽게 뽑아올렸을 때 근분이 전혀 부서지지 않은 것 5, 1/4 정도가 부서지는 것 4, 2/4 정도가 부서지는 것 3, 3/4 정도가 부서지는 것 2, 완전히 부서지는 것 1로 하였다. 발근율은 삽아 18일 후 근부의 발달 상태가 이

식에 충분하다고 생각되는 것을 발근한 것으로 간주하였다.

2. 결과 및 고찰

각 용토별 근분의 안정도를 보면(Table 24) '수방력', '설풍'은 TKS-2에서 각각 4.44 와 4.77로 거의 완전하여 가장 양호하였고 정식 후 위조상태의 회복에 소요되는 일수로 본 활착일도 4일정도로 타처리 보다 아주 빨랐다.

Table 24. Effect of media composition on rooting and Stability root ball of chrysanthemum.

Culti-val	Composition media	Stabi-lity[z] Root ball	Days for recover from wiliting	Root-ing Rate (%)	Root Number	Root Length (cm)
Subang-ryuk	TKS-2	4.44	4	86.7	34.5±10.3	2.24±0.6
	Paraso	2.54	7	93.3	41.8±8.8	2.01±0.5
	1Peat+3Perlite	1.39	7	86.7	30.7±10.7	1.84±0.9
	1Red ocher+3Perlite	2.50	8	83.3	22.8±9.6	0.76±0.3
	1TKS-2+1Paraso	4.27	4	100.0	53.0±7.8	2.44±0.5
	1Peat+3Perlite+2paraso)	3.43	5	100.0	47.7±7.2	2.85±0.5
Seol-poong	TKS-2	4.77	4	93.0	16.9±4.5	4.07±1.2
	Paraso	2.68	6	93.3	13.3±2.2	3.64±0.7
	1Peat+3Perlite	3.00	8	100.0	12.3±2.1	2.57±1.0
	1Red ocher+3Perlite	2.63	4	96.7	7.9±2.5	1.23±0.4
	1TKS-2+1Paraso	4.71	5	98.0	16.3±4.0	2.93±0.7
	1Peat+3Perlite+2paraso)	3.87	6	100.0	17.4±3.4	3.99±0.6

* cutting : 1999. 6. 28 * investigation : 1999. 7. 16
* number of cell/tray : 200
[z] Stability Root ball
5:do not destintegrate, 4:1/4destintegrate, 3:2/4destintegrate
2: 3/4 destintegrate, 1: 4/4 destintegrate

발근율이나 근수 및 근장을 보면 '수방력'과 '설풍' 두 품종 모두 1TKS-2+1paraso와 1peatmoss+3perlite+2paraso에서 양호하였다. '설풍'은 1peatmoss+3perlite에서도 100% 발근하였으나 근수가 적었고 TKS-2 단용에서 근수와 근장이 양호하였다.

초장의 신장이나 엽수의 증가와 같은 지상부의 생장(Table 25) 역시 2품종 모두 육묘기간 시종 TKS-2와 1TKS-2+1paraso에 가장양호하였으며 특히 후기 생육에는 TKS-2단용이 양호하였다. '설풍'의 경우 용토간에 차이가 '수방력'에서 보다 적었으나 파라소단용과 특히 1peatmoss+3perlite에서 불량하였다.

Table 25. Effect of media composition on shoot growth of chrysanthemum after cuttings.

Culti-val	composition media	Increasing height and leaf number					
		7day		21day		35day	
		Height	Leaf No.	Height	Leaf No.	Height	Leaf No.
Suban-gryuk	TKS-2	0.65	0.40	12.22	8.60	24.21±4.01	17.40±3.31
	Paraso	0.28	0.30	8.35	6.90	19.48±3.02	15.30±3.56
	1Peat+3Perlite	0.53	0.20	9.08	7.10	20.55±5.90	15.40±2.18
	1Red ocher+3Perlite	0.23	0.00	6.53	5.89	17.11±3.62	14.92±5.33
	1TKS-2+1Paraso	0.72	1.22	12.49	9.22	22.61±3.12	16.11±2.62
	1Peat+3Perlite+2Paraso	0.56	0.90	10.57	8.30	20.68±2.80	15.90±1.79
Seol-poong	TKS-2	1.35	1.10	15.85	8.20	30.40±3.31	14.40±2.42
	Paraso	0.84	1.00	13.13	6.30	24.54±7.41	11.16±4.27
	1Peat+3Perlite	0.14	0.70	5.87	3.83	16.69±5.92	9.81±2.19
	1Red ocher+3Perlite	1.21	0.90	15.53	8.50	29.75±5.83	12.70±3.21
	1TKS-2+1Paraso	1.12	1.30	14.80	8.40	25.66±5.12	13.30±2.83
	1Peat+3Perlite+2Paraso	1.05	1.10	14.97	7.90	28.14±3.23	14.30±1.86

小西(農と園)는 토양응집제(CB-1)을 용토에 혼입함으로서 근분의 붕괴를 방지 할 수 있다고 하였으나 가격 등을 고려할 때 응집력이 높은 용토를 이용하고 육묘기간을 다소 연장하여 근부 발달을 진전

시키므로서 근분의 붕괴를 방지할 수 있는 방법이 실용적이다.

일반적으로 많이 이용되고 있는 1peatmoss+3perlite 근분의 안정도가 낮았을 뿐 아니라 삽아상에서의 생육이 아주 불량하고 정식 후 활착도 늦었다. peatmoss 보다 적토는 응집력이 크고 정식 토양과의 친화성도 클 것으로 기대하였으나 1적토+3perlite는 근분 안정도가 낮았을 뿐 아니라 활착도 늦었다.

이상의 결과로 볼 때 근분의 안정도나 발근 및 지상부의 생육등을 감안한 기계이식을 위한 성형묘 양성에는 TKS-2 단용이나 1TKS-2+1paraso의 혼합토를 이용하면 좋을 것으로 생각된다. 육묘기간을 단축코자 할 경우는 TKS-2와 paraso 혼합용토가 발근이 빠르므로 유익할 것이며 TKS-2는 영양물질도 포함되어 있으므로 장기육묘에도 유익할 것이라 생각된다.

3. 결과요약

- 근분의 안정도는 TKS-2단용에서 가장 높았다.
- 발근율은 1TKS-2+1paraso와 1peatmoss+3perlite+2paraso에서 높았으나 근수나 근장은 TKS-2단용이 가장 양호하였다.
- 일반적으로 널리 이용되고 있는 1peatmoss+3perlite는 근분의 안정도가 낮고 특히 지상부의 생육이 불량하였다.

제 3 장 적정 냉장처리법 개발 분야

제 1 절 서설

우리 나라에서도 국화는 년 중 생산되고 있으나 그 체계는 개화시기를 비롯한 특성이 다른 여러 가지 품종을 조합하는 것으로 매우 복잡하다. 양질의 절화를 생산하기 위해서는 품종의 특성을 충분히 알 필요가 있으며 따라서 품종을 가급적 단순화하는 것이 효과적일 뿐 아니라 유망 인기 품종을 연중 생산하는 것이 소득도 높일 수 있다.

국화의 재배 체계에서 가장 어려운 시기는 2월~4월에 개화시키는 것이라 할 수 있으며 이 시기에는 추국 또는 동국의 전조 억제 재배나 하국의 가온 촉성재배가 가능하다.

그러나 전조 억제 재배의 경우는 조기에 정식하여 재배기간이 길기 때문에 품질이 떨어지며 순조로운 개화를 위해서는 고온이 요구되기 때문에 난방비용이 많이 든다.

국화는 생육중인 묘나 삽수에 저온처리를 하게되면 로젯트 방지 효과가 있으며 (小西 1975,1980) 일단 저온을 받게되면 생육활성이 높아져서 저온 신장성이나 저온 개화성이 증대된다. 따라서 저온을 받지 않은 것에 비해 보다 저온조건하에서도 잘 생장 개화하므로 난방비를 절감할 수 있다.(小西 1967, 1970)

그러나 저온처리에는 두 가지 문제점이 있다. 첫째, 저온처리의 효과는 모든 품종에 대해 유용한 것이 아니고 품종에 따라 개화촉

진형, 무반응형 외에 억제형도 있다(福田 1988). 이와 같은 현상은 저온처리효과의 기작이 밝혀지지 않아 아직은 해결하지 못하고 있다.(野村 등 1977) 둘째, 저장 중 정단부의 유약한 조직이 잘 부패하는 것이다. 우리 나라의 국화 재배 농가에서는 이와 같은 냉장처리법을 거의 이용하지 않고 있는데 그 가장 큰 이유에 대해 대부분의 농가는 냉장 효과의 불확실성과 냉장중의 부패 등과 같은 손상 때문이라고 응답하고 있다. 냉장 중의 손상은 삽수의 품질과 직결되는 것이며 이는 주로 모주의 관리 여하에 따라 결정되는 것이지만 냉장 중 양분의 소모와도 관계가 있다. 이와 같은 현상은 재배기간을 단축 또는 2회 절화 재배를 위한 무적심 재배에서 많이 발생하지만(西尾 1995) 이에 대한 원인도 아직은 분명히 밝히지 못하고 있다.

따라서 냉장온도와 기간 등 적정 냉장방법은 품종별로 또 작형에 따라 검토되어야 한다.

제 2 절 삽수의 적정 규격 구명

1. 재료 및 방법

본 대학교 실험포장에서 재배한 '수방력', '설풍', '춘광' 등을 공시하였으며 시험 항목에 따라 다음과 같이 처리하였다.

가. 부착엽수별 경시적 수분함량

삽수는 길이 7㎝ 부착엽수 2, 3 및 4매로 조재하고 충분히 흡수시킨 뒤 온도 25C, 상대습도 60%인 항온·항습실에 두고 매 5분마다 생체중을 평량하였으며 생체중의 감소율을 편의상 수분 감소율로 보았다.

나. 부착엽수와 수분함량에 따른 냉장 중 삽수의 손상

삽수길이 7㎝, 부착엽수 2, 3 및 4매로 하고 항온·항습실에서 「가」 의 결과에 따라 수분함량을 100, 95, 90, 80, 70, 60, 50%로 조절하였다.
냉장처리는 2C에서 35일간 하였으며 처리 종료일에 삽수의 경정부나 전개엽 1/3이상이 흑변 부패 한 것을 손상된 것으로 계수하였다.

다. 수분함량과 냉장온도에 따른 냉장 중 삽수의 손상

삽수의 길이 7㎝, 부착엽수 3매로 조제하고 수분함량을 「나」에서와 같이 7수준으로 하였다. 냉장처리는 2C에서 35일간 하였으며 처리 종료일에 삽수의 경정부나 잎의 1/3 이상이 흑변 부패한 것을 손상으로 간주하였다.

라. 수분함량과 냉장온도에 따른 발근상태

「다」의 냉장 처리 후 육안 판별에 의해 건전한 삽수를 골라 200공 tray에 삽아하였다. 용토는 1peatmoss+3perlite 혼합토를 이용하였으며 유리 온실내 무차광하에서 mini fogger로 1.5시간 당 10초씩 분무 관리하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 부착 엽수별 경시적 수분함량의 변이

부착 엽수 별로 매 5분마다 수분함량을 측정하여 수분함량이 95, 90, 80, 70, 60, 50%로 감소되는데 소요되는 시간을 조사한 결과는 Table 26과 같다. '수방력'은 수분함량 90%까지는 2매엽에서 감소가 빨랐으나 80%이하에서는 부착엽수가 많을 수록 감소속도가 빨랐다. 그러나 다른 품종들은 이와 반대로 초기에는 잎수가 많은 것에서 빠르게 감소하였고 후기에는 잎수가 적은 것에서 빠르게 감소하여 '설풍'은 70%이하부터 '춘광'과 '경수방'은 50% 때부터 2매엽인 것이 더 빨리 감소하였다. 이와 같은 결과는 품종별 엽육의 조직적 차이에 기인한 결과라 생각되며 부착엽수 3매일 때 수분함량이 80%로 감소되는데 소요되는 시간은 '수방력' 210분, '설풍' 280분, '춘광' 105분, '경수방' 390분, '수방심' 480분으로 품종간 차이가 많았다.

Table 26. Change of water contents in chrysanthemum cuttings according to remained leaf number.

Cultival	Leaf Number	Water Contents(%)						
		100	95	90	80	70	60	50
Subangryuk	2	0[z]	15	60	240	480	780	1140
	3	0	1	90	210	420	720	1080
	4	0	15	90	210	360	600	900
Seolpoong	2	0	45	130분	350	630	960	1560
	3	0	40	90	280	720	1140	1680
Chungawang	2	0	15	45	180	330	580	870
	3	0	10	30	105	300	530	960
Kyungsubang	2	0	45	130	390	720	1140	1680
	3	0	35	130	390	700	1080	1800
Subangsim	3	0	30	90	480	1080	1440	2130

[z] minute/ Storage period

Storage condition : Temperature - 25C, Relative Humidity - 60%

Investigate Time : Subangryuk, Subangsim ⇒ 1997.9.3

Kyungsubang, Seolpoong, Chungawang ⇒ 1997.9.13

나. 부착엽수와 수분함량에 따른 냉장 중 삽수의 손상에 미치는 영향

삽수의 부착 엽수에 따른 냉장중의 손상율을 보면(Table 27) '수방력'과 '설풍'은 부착엽수에 따른 뚜렷한 차이는 보이지 않았으나 2매인 것에 비해 3, 4매인 것이 손상율이 낮은 경향이었다.

Table 27. Effect of remained leaf numbers and water contents on damage of chrysanthemum cuttings during cold storage.

Cultival	Leaf Number	Water Contents(%)						
		100	95	90	80	70	60	50
Subangryuk	2	100.00[z]	38.23	45.45	8.33	11.11	17.14	100.00
	3	54.29	32.35	11.11	12.50	17.14	20.00	85.72
	4	79.31	28.13	25.93	0.00	0.00	10.00	80.00
Seolpoong	2	11.11	0.00	2.86	2.86	0.00	2.86	2.86
	3	16.00	11.42	0.00	0.00	0.00	20.00	100.00
	4	20.00	5.72	5.71	2.94	2.94	5.71	27.78
Chungawang	2	62.86	62.86	60.00	61.76	60.00	83.79	100.00
	4	37.14	31.42	22.86	20.33	8.57	68.57	100.00

[z] percentage of damaged(root of meristem or leaves) cuttings.
Cold storage : 2C, 35days
Investigate Time: 1997.9.3

이에 비해 '춘광'은 부착 엽수에 따른 차이가 분명하여 2매인 것에 비해 4매인 것이 손상율이 월등히 낮았다. 즉 품종간 약간의 차이는 있었으나 대체로 부착엽 2매보다 3~4매로 많은 것이 냉장 중 손상율이 낮은 경향이었다. 수분함량에 따른 냉장중의 손상율을 보면 (Table 27) '수방력'의 경우 부착엽수 2매인 것은 수분함량 80~70%, 3매인 것은 90~80%, 4매인 것은 80~70%에서, '설풍'의 경우 부착엽수 2매인 것은 수분함량 95~60%, 3매인 것은 90~70%, 4매인 것은 80~70%에서 그리고 '춘광'의 경우 부착엽수 2매인 것은 100~70%, 4매인 것은 90~70%에서 손상율이 낮았다. 품종과 부착엽수를 통틀어 전체적으로 볼 때, 삽수의 수분함량이 95%이상과 60%이하에서 손상율이 두드러지게 높았으며 80%내외에서 가장 낮았다.

다. 수분함량과 냉장온도에 따른 냉장 중 삽수의 손상에 미치는 영향

삽수의 수분함량별 냉장온도에 따른 손상율은 Table 28에서 보는 바와 같다. '수방력'과 '설풍' 및 '수방심'은 수분함량 90~95% 이상으로 수분함량이 높을때는 냉장온도 2C에서 80~90%이하로, 낮을 때는 5C에서 손상율이 높았다. 그러나 '춘광'은 이와 달리 수분함량 70%이상인 것까지 5C로 냉장한 것이 손상율이 높았으며 60%에서만 2C에서 손상율이 높았다. 수분함량 50%인 것은 냉장온도에 관계없이 전 품종이 100% 손상되었다.

Table 28. Effect of water content and cold storage temperature on damage of chrysanthemum cuttings.

Cultival	Cold Storage Tempera-ture	Water Content(%)						
		100	95	90	80	70	60	50
Subang-ryuk	2C	54.29[z]	32.35	11.11	12.50	17.14	20.00	85.72
	5C	31.43	25.71	17.65	16.67	5.88	31.42	100.00
Seol-poong	2C	16.00	11.42	0.00	0.00	0.00	20.00	100.00
	5C	8.82	10.86	25.00	8.23	0.00	97.10	100.00
Subang-sim	2C	51.52	54.84	30.00	13.33	20.00	23.33	100.00
	5C	34.29	29.03	12.90	16.67	30.00	50.00	100.00
Chun-gawang	2C	37.14	31.42	22.86	20.33	8.57	68.57	100.00
	5C	43.25	52.78	51.43	25.71	15.15	51.42	100.00

[z] percentage of damaged cuttings.
Cold Storage : 35days
Experiment Time : 1997.9.3

라. 수분함량과 냉장온도가 발근에 미치는 영향

냉장 중 삽수의 수분함량이 냉장 후 삽아 했을 때 발근에 미치는 영향을 보면(Table 29) 냉장온도에 관계없이 수분함량 90~95%로 수분함량이 많은 것이 발근율이 높고 수분함량이 적을 수록 발근율이 낮아지는 경향을 보였으며 수분함량 50%인 것은 전혀 발근하지 못하였다. 냉장온도는 5C보다 2C로 처리 한 것이 양호하였다. 본 시험의 결과 전반적으로 발근이 불량하였는데 이는 냉장 후 육안 관찰에 의해서는 손상이 식별되지 않았지만 냉장중에 삽수가 손상되었기 때문일 것으로 생각된다.

Table 29. Effect of water content and cold storage temperature on rooting rate of chrysanthemum cuttings.

Cultival	cold storage temperture	water content(%)						
		100	95	90	80	70	60	50
Subangryuk	2C	44.0	51.4	50.3	39.1	37.1	14.7	0.0
	5C	19.6	41.6	42.9	26.8	32.4	20.5	0.0
Seolpoong	2C	-	-	-	-	-	-	-
	5C	46.2	58.6	35.7	16.7	7.1	0.0	0.0

Cold Storage period : 35days, Cutting Time : 1997.10.10
Experiment Time : cutting after 15days

西尾(1991)는 냉장기간 30일까지 0~1C에서는 心腐症(경정부가 흑변 고사하는 것)이나 心止症(잎이나 줄기의 형성이 정지되고 경정부가 소실되는 현상)이 전혀 발생하지 않으나 3~4C에서는 30%이상의 心止症이 발생한다고 하였다. 엽수는 2~3매에 비해 4~5매에서 발생율이 낮았으며 예비 건조에 의해 삽체중의 감소율이 18%이하

일때는, 心止症의 발생율이 20~50%였으나 체중 감소율이 23~44%일 경우는 5%정도로 낮아졌다고 한다.

본 시험의 결과에서도 부착엽수 3~4매인 것이 2매엽인 것 보다 냉장 중 손상율이 낮았으며 대형엽 품종에서는 그 차이가 크지 않았지만 소형엽 품종에서는 뚜렷한 차이가 있었다. 삽수의 손상에 대한 수분함량의 영향은 품종과 부착엽수와도 관계가 있었으나 대체로 수분함량 95% 이상과 60% 이하에서는 손상율이 급격히 증가하였으며 80%내외에서 가장 낮았다. 냉장온도의 영향도 수분함량과 상호관계가 있는 것으로 보였으며 '수방력'과 '설풍'등 대형엽 품종들은 수분함량이 95% 이상으로, 높을 때는 2C체서, 90%이하일 때는 5C에서 손상율이 높았고 소형엽인 '춘광'은 수분함량 70%이상에서는 5C에서 손상율이 높았다. 또한 냉장 후 삽아하였을 때의 발근율은 수분함량이 90~95%로 높은 것이 양호하였으며 수분함량이 적을수록 감소하여 50%인 것은 전혀 발근하지 못하고 고사하였다.

이상에서 본 바와 같이 삽수의 수분함량이나 냉장온도, 부착엽수는 엽면적 등 품종의 특성과 상호관계가 있으나 냉장 중 손상을 방지하기 위한 삽수의 규격은 대체로 보아 부착엽수 3~4매, 수분함량 80% 내외로 하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

3. 결과요약

- 부착엽수에 따른 냉장 중 삽수의 손상율은 3 및 4매인 것에 비해 2매인 것이 확실히 높았으며 부착엽수의 영향은 대형엽인 '수방력'이나 '설풍'에서 보다 소형엽인 '춘광'에서 더욱 뚜렷

하였다.

- 수분함량에 따른 손상율은 품종이나 부착엽수에 따라 약간의 차이가 있었으며 전체적으로 볼 때 95%이상과 60%이하일 때 심하였고 80%내외일 때 가장 좋았다.
- 냉장온도가 높을때는 냉장온도에 따라 2C에서는 수분함량이 90% 이상일 때, 5C에서는 80%이하일 때 손상율이 높았다.
- 냉장 후의 발근율은 수분함량 90~95%에서 가장 높았다.

제 3 절 적정 냉장온도와 처리기간 구명

1. 재료 및 방법

본 대학교 실험 포장에서 재배한 고온성인 '수방력'과 보통온성인 '설풍'을 2회 적심하여 신장한 측아를 삽수로 이용하였다. 삽수의 길이 7cm, 부착엽수 3매로 조재하고 수분함량 80% 정도인 삽수를 2C와 5C에서 각각 25, 30 및 35일간 냉장하였다.

가. 냉장온도와 처리기간이 냉장 중 삽수의 손상에 미치는 영향

냉장 종료일에 육안 관찰에 의하여 전개엽의 1/3이상이 황화한 것을 손상으로 간주하여 전체 냉장 삽수의 수에 대한 100분율로 나타내었다.

나. 냉장온도와 처리기간에 따른 냉장 후 발근 상태

냉장 종료 후 손상받지 않은 삽수를 선별하여 공시하였다.
온실 내 무차광하에서 1peatmoss+3perlite 혼합토를 이용하여 200공 tray에 삽아 하였으며 mini fogger로 매 1.5시간마다 10초씩 분무관리 하였고 삽아 15일째 조사하였다.

다. 냉장온도와 처리기간이 생육에 미치는 영향

냉장 종료 직후 삽아하여 발근한 묘를 1999년 11월 6일 본 대학교 실험 하우스에 12cm×20cm 2조식으로 정식하고 20일 후 적심하여 3대로 길렀다. 적심과 동시에 22시부터 02시까지 심야 4시간 조명처리 하였으며 12월 23일에 소등하였다. 재배기간중 주간 최고온도 25C이하로 관리하였으며 야간 최저평균온도는 화아분화기 전후에는 고온구 16C와 저온구 13C로 하고 소등 1주전부터 4주 동안 고온구는 15.79C, 저온구는 13.49C로 하였다.
시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며 반복 당 20개체씩으로 하고 조사는 개체 당 3대중 개화가 가장 빠른 것 1대만을 하였다.

라. 냉장온도와 처리기간이 개화에 미치는 영향

「다」 와 동일한 방법으로 냉장, 삽아 및 재배 관리하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 냉장온도와 처리기간이 냉장 중 삽수의 손상에 미치는 영향

냉장온도와 처리기간에 따른 냉장 중 삽수의 손상율(황화엽의 발생율)을 보면(Table 30) '수방력'은 냉장온도 2C에서 보다 5C에서 손상율이 2배정도 높았고 처리기간이 길어짐에 따라 손상율도 높았으며 25일과 30일 사이에는 큰 차이가 없었으나 35일 처리한 것은 2C에서는 30.37%, 5C에서는 58.00%로 급격히 높아졌다. '설풍'은 냉장온도 2C와 5C간에 25일과 30일 처리에서는 별 차이가 없었으나 처리기간이 길어짐에 따라 손상율이 높아졌으며 '수방력'에서와 같이 35일 처리에서는 2C에서는 8.97%가 손상된데 비해 5C에서는 24.16%로 처리온도간에도 큰 차이를 보였다. '춘광'도 냉장온도 2C에 비해 5C에서 손상율이 높았으나 처리기간에 따른 차이는 분명치 않았고 단기간 처리에서도 '수방력'이나 '설풍'보다 손상율이 높았다.

이상과 같이 냉장 중 삽수의 손상정도는 품종에 따라 대형엽 품종에서 보다 소형엽 품종인 '춘광'에서 단기간 처리한 것도 손상율이 높았으며 전반적으로 볼 때 냉장온도가 높을수록 또 처리기간이 길어질수록 높았다. 잎의 황화는 노화의 지표로 볼 수 있으며 온도가 높을수록, 기간이 길어질수록 호흡량이 많아지므로 양분의 소모가 많았기 때문(西尾, 1991)이라 생각된다.

Table 30. Effect of cold storage period on Yellowing of chrysanthemum cuttings.(%)

Cultival	Cold storage period	Yellowing Rate(%)	
		2C	5C
Subangryuk	25	3.31	7.55
	30	4.19	11.00
	35	30.37	58.00
Seolpoong	25	0.67	1.32
	30	4.39	4.39
	35	8.97	24.16
Chungawang	25	12.22	26.80
	30	18.64	18.64
	35	12.54	20.69

Experiment Time : 99. 11.6

나. 냉장온도와 처리기간이 발근에 미치는 영향

냉장온도와 처리기간에 따른 발근율을 보면 (Table 31) 냉장온도에 따른 차이는 인정되지 않았으며 품종에 따른 차이도 보이지 않았다. 그러나 처리기간에 따라서는 기간이 길어질수록 발근율이 낮아지는 경향이었다. 냉장 직후 육안조사에서는 이상이 관찰되지 않았으나 삽아 중 경정부가 고사하는 포기가 발생하였다. 경정부의 고사율은 처리기간이 길수록, 온도가 낮을 수록 높았으며 품종별로는 '수방력'이 다른 2품종에 비해 월등히 높았고 '설풍'은 5%에 미만이었으며 '춘광'에서는 전혀 발생되지 않았다.

이와 같은 삽아 중 경정부의 고사 현상은 냉장온도 및 기간과의 관계로 보아 냉장중의 손상에 기인된 결과라 생각된다.

Table 31. Effect of cold storage temperature and period on rooting of chrysanthemum cuttings.

Cultival	Cold storage period	2C[z]	5C
		Rooting percentage(%)	Rooting percentage(%)
Subangryuk	25	93	97
	30	87	83
	35	82	81
Seolpoong	25	97	99
	30	94	90
	35	94	95
Chungawang	25	95	96
	30	93	97
	35	926	92

[z] : Cold Storage Temperature
Experiment Time : 99.11.6

냉장처리 후 부패, 황화 등 삽수 손상은 보이지 않았으나 삽목 후 생장점이 고사하는 것이 나타났다.

다. 냉장온도와 처리기간이 생육에 미치는 영향

냉장온도와 처리기간 및 야간 최저 재배온도에 따른 생장상태는 Table 32에서 보는 바와 같다. 초장은 '수방력'과 '춘광'은 냉장온도에 의한 차이가 없었고 '설풍'은 재배온도에 따라 고온구에서는 2C로 냉장 한 것이, 저온구에서는 5C로 냉장한 것의 초장이 더 길었다. 처리기간은 길수록 초장도 증가하는 경향이었고 재배온도에 따라 '수방력'은 저온구보다 고온구에서 초장이 월등히 길었으며 '설풍'은 반대로 저온구에서 초장이 더 긴 경향을 보였다.

절수는 '설풍'의 경우 저온구에서 5C로 냉장한 것이, 또 고온구에서보다 저온구에서 증가하는 경향을 보였을 뿐 냉장온도나 처리기간 및 재배온도별 냉장효과의 차이는 보이지 않았다.

절간장은 '설풍'의 경우 고온구에서 2C로 냉장한 것이, 저온구에서는 5C로 냉장한 것이 증가하였다. 처리기간은 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보였고 재배온도와의 관계를 보면 '수방력'은 고온구에서 증가하였고 '춘광'은 저온구에서 증가하는 경향이었으며 '설풍'은 고온구에서는 2C로 냉장한 것이, 저온구에서는 5C로 냉장한 것의 절간이 더 증가하여 초장과 거의 동일한 반응을 보이므로서 초장신장은 주로 절간신장에 기인한 것이라 생각되었다.

생체중은 '수방력'은 냉장온도나 처리기간에 따른 아무런 차이도 보이지 않았다. '설풍'은 재배온도에 따라 고온구에서는 2C로, 저온구에서는 5C로 냉장한 것이 무거운 경향이었으며 '춘광'도 '설풍'과 비슷한 경향을 보였다.

엽면적은 대체로 2C로 냉장한 것이 5C로 냉장한 것 보다 엽면적이 증가하는 경향이었으며 처리기간은 길수록 엽면적도 증가하는 경향이었다. 그러나 재배 온도와의 관계는 보이지 않았다.

이상과 같이 초장을 비롯한 절수, 절간장, 생체중 등 영양생장은 냉장온도의 높고 낮음이나 처리기간의 길고 짧음에 따른 차이가 분명하지 않았다. 또 재배온도와 냉장온도 또는 처리기간과의 사이에 아무런 관계도 보이지 않았다. 더욱이 '설풍'의 경우 재배온도가 높은 고온구에서는 2C로 냉장한 것의 초장이 더 길고 저온구에서는 5C로 냉장한 것의 초장이 더 크게 신장한 결과는 저온 처리에 의해 저온 신장성이 증진된다는 선행연구(小西 1975, 1980)와 상반된

다. 그러나 이와 같은 결과는 야간 최저 재배온도 13C와 16C 범위 내에서는 냉장온도 2C와 5C 범위에서는 냉장효과에 뚜렷한 차이가 없다는 것을 의미하는 것으로도 이해 할 수 있다. 따라서 야간최저 온도를 13C이상으로 유지할 수 있다면 5C에서 30일간의 냉장처리로도 충분한 것임을 시사하는 것이라 생각된다.

Table 32. Effect of cold storage temperature and period on the growth of chrysanthemum.

Culti-val	cluture[z] tempera-ture	storage tempera-ture	Storage Period	Hight (cm)	Node Number (개)	Internode Length (cm)	Freash weight (g)	Leaf[y] Area (㎠)
Subang-ryuk	High	2C	25	89.72b[x]	33.7b	2.66a	42.32bcd	283.90bc
			30	94.15a	36.4a	2.59ab	51.43a	300.60ab
			35	93.57a	34.4ab	2.72a	49.53ab	307.50ab
		5C	25	92.17a	34.8a	2.65a	44.45bc	274.45bc
			30	91.93ab	33.7b	2.73a	46.06abc	299.80ab
			35	94.06a	35.1a	2.68a	49.09ab	303.40ab
	Low	2C	25	81.47d	34.0ab	2.42b	41.45bcd	309.35ab
			30	84.16c	34.1ab	2.47b	47.92abc	324.90a
			35	85.12c	34.7a	2.45b	47.29abc	315.95a
		5C	25	84.69c	33.3b	2.54ab	41.69bcd	314.05a
			30	83.51cd	33.7b	2.48b	43.06bcd	294.75b
			35	84.86c	33.5b	2.55b	46.22abc	300.50ab
Seol-poong	High	2C	25	115.99ab	34.9bc	3.38ab	48.05abc	354.55bc
			30	117.18a	33.5c	3.46a	47.12abc	361.55ab
			35	118.00a	33.8c	3.51a	49.34abc	363.85ab
		5C	25	110.32bc	33.7c	3.18b	44.34c	343.00bc
			30	109.59bc	34.1bc	3.21b	46.66bc	321.95c
			35	112.56abc	34.4bc	3.29ab	51.18ab	357.15bc
	Low	2C	25	102.05d	36.2a	2.81c	44.32c	325.30bc
			30	104.29c	35.7ab	2.92c	46.73bc	336.35bc
			35	109.34bc	35.9ab	3.01bc	49.69abc	352.50bc
		5C	25	112.11abc	36.0a	3.11bc	52.14ab	339.80bc
			30	111.99abc	36.3a	3.10bc	52.41ab	355.45bc
			35	115.85ab	36.8a	3.15bc	54.07a	395.20a
Chun-gawang	High	2C	25	111.06bcd	34.9b	3.13a	39.79a	207.30ab
			30	109.42bcd	33.2b	3.29a	37.67ab	204.75abc
			35	110.11bcd	32.8b	3.34a	38.62ab	225.80a
		5C	25	110.15bcd	36.2a	3.04a	36.29ab	172.20c
			30	106.02cd	32.0b	3.29a	32.00b	184.95bc
			35	106.20cd	32.5b	3.27a	34.10ab	195.05bc
	Low	2C	25	114.64abc	32.6b	3.52a	33.52ab	186.65bc
			30	112.68abc	32.8b	3.43a	32.81b	203.10abc
			35	119.09a	31.7b	3.76a	37.98ab	205.25abc
		5C	25	110.40bcd	31.3b	3.53a	34.52ab	169.15c
			30	114.42abc	33.2b	3.44a	38.60ab	187.15bc
			35	117.85ab	32.8b	3.59a	41.69a	208.65ab

[z] High : 16C, Low : 13C

[y] Summation of total leaf area from apex to 15th leaf.

[x] Duncan's mulitiple range test within cultivar at 5% level.

라. 냉장온도와 처리기간이 개화에 미치는 영향

1) 개화

개화시일(始日)과 종일(終日) 및 도화일수(到花日數) 등에 미치는 냉장온도의 영향을 보면(Table 33) '수방력'은 2C로 냉장한 것이 빨랐으나 '설풍'은 5C로 냉장한 것이 빨랐으며 '춘광'은 고온구에서는 2C로 냉장한 것이, 저온구에서는 5C로 냉장한 것이 빨랐다.
처리기간은 길수록 개화시일·종일·도화일수 등이 단축되었다. '수방력'과 '설풍'에서는 25일 처리한 것이 냉장온도에 관계없이 개화시일이 늦었으며 개화종일도 지연되었다. 각 처리내·포기별로 최초 개화일에서 최후 개화일 까지의 일수로 산출한 개화기간의 폭은 품종이나 고·저온의 재배온도에 관계없이 2C로 냉장한 것이 좁았다.
냉장온도와 재배온도에 관계없이 처리기간의 영향은 품종에 따라 차이가 있었는데 '수방력'은 냉장온도 2C, 5C 모두 다 25일간 처리한 것은 개화 폭이 넓어 개화의 균일도가 불량하였으며 30일, 35일로 처리기간이 길수록 균일도가 높았다. '설풍'도 처리기간 25일로 한 것은 '수방력'과 같이 개화균일도가 낮았으며 30일과 35일간에는 '수방력'과 달리 차이가 없었다. '설풍'은 고온구에서의 균일도가 저온구에서보다 낮았고 특히 5C로 처리한 것은 현저히 낮았다.
이들 2품종들과 달리 '춘광'은 저온구의 5C 냉장을 제외하고는 25일간 처리한 것의 개화균일도가 높았으며 위 2품종들과는 반대로 처리기간이 길어질수록 균일도가 오히려 낮아졌다.
'수방력'은 5C로 냉장한 것은 100% 개화하지 못하였고 저온구에서

Table 33. Effect of cold storage temperature and period on the flowering of chrysanthemum.

Culti-val	cluture[z] tempera-ture	cold storage tempera-ture	Storage Period	Flowering date			Flower-ing period (B-A)	Days to[y] flowe-ring	Percent flowering (%)
				First(A)	Last(B)	Average			
Subang-ryuk	High	2C	25	2/14	2/24	2/20	10	58	100
			30	2/11	2/19	2/16	9	54	100
			35	2/10	2/18	2/15	8	53	100
		5C	25	2/13	2/22	2/17	9	55	98
			30	2/13	2/21	2/18	8	56	100
			35	2/11	2/19	2/16	8	54	100
	Low	2C	25	2/15	2/25	2/19	10	57	100
			30	2/15	2/24	2/17	9	55	100
			35	2/14	2/20	2/17	6	55	100
		5C	25	2/17	2/25	2/22	8	60	98
			30	2/17	2/26	2/21	9	59	98
			35	2/15	2/24	2/19	9	57	100
Seol-poong	High	2C	25	2/19	2/29	2/25	10	63	98
			30	2/19	2/26	2/23	7	61	100
			35	2/18	2/25	2/23	7	61	100
		5C	25	2/17	3/1	2/25	13	63	97
			30	2/17	2/27	2/25	10	63	100
			35	2/16	2/26	2/22	10	60	100
	Low	2C	25	2/26	3/4	3/1	7	68	98
			30	2/26	3/2	2/27	5	65	97
			35	2/24	2/29	2/27	5	65	100
		5C	25	2/23	2/29	2/27	6	65	95
			30	2/22	2/28	2/26	6	64	97
			35	2/22	2/29	2/26	7	64	98
Chun-gawang	High	2C	25	2/15	2/19	2/17	4	55	98
			30	2/14	2/20	2/17	6	55	100
			35	2/08	2/15	2/11	7	49	100
		5C	25	2/18	2/24	2/22	6	60	100
			30	2/13	2/21	2/19	8	57	100
			35	2/11	2/24	2/18	13	56	100
	Low	2C	25	2/15	2/24	2/17	9	55	100
			30	2/14	2/24	2/17	10	55	100
			35	2/08	2/21	2/14	13	52	100
		5C	25	2/10	2/25	2/17	15	55	100
			30	2/08	2/20	2/13	12	51	100
			35	2/07	2/20	2/12	13	50	100

[z] see Table 32.

[y]Days to flowe-ring: extinguishment~average flowering date

Planting time: 1999.10.17, Pinching time: 1999.11.10.

Extinguishment time: 1999.12.23

는 5C로 30일간 냉장한 것도 100% 개화하지 못하였다. '설풍'은 고온구에서는 2C, 5C에서 25일간 처리한 것외에는 100% 개화하였고 저온구에서는 2C로 35일간 처리한 것만 100% 개화하였다.

이와 같은 결과는 '설풍'이 타 품종보다 저온요구도가 높은 품종임을 시사하는 것으로 볼 수도 있지만 불개화율이 5%미만으로 낮고 일장반응이 명료하지 않은 특성을 감안 할 때 단정 할 수는 없다.

'춘광'은 고온구에서 2C로 25일간 처리한 것을 제외하고는 모두 100% 개화하였다.

이상에서 본 바와 같이 '수방력'(재배온도에 관계없이)은 2C로 냉장한 것이 5C로 냉장한 것 보다 개화시일이 빠르고 도화일수가 짧으며 개화율이 높았던 점. 그리고 처리기간이 25일로 짧을 때 개화의 균일도가 낮고 고온구에서는 5C에서 25일간, 저온구에서는 5C에서 25 및 30일간 냉장한 것의 개화율이 낮았던 점등을 고려할 때 '수방력'은 타 품종보다 저온요구도가 다소 높았으며 따라서 냉장온도 2C에서 30일 이상 또는 5C에서 35일 이상 처리하는 것이 바람직하다고 생각된다.

'설풍'은 개화율이 고온구에서도 냉장온도 2C, 5C 모두 처리기간이 25일에서만 100% 개화하지 못한 점과 저온구에서는 2C로 35일간 처리한 경우에만 100% 개화한 점을 감안하면 저온요구도가 아주 높은 특성을 가진 품종으로 볼 수도 있으나 개화시일은 5C로 냉장한 것이 빨랐고 도화일수는 고온구에서는 2C, 저온구에서는 5C로 냉장한 것이 높은 등 냉장에 대한 반응이 균일치 못하므로 저온효과가 분명치 않은 품종이 아닌가 추측된다.

'춘광'은 고온구에서는 2C로, 저온구에서는 5C로 냉장한 것이 개화

시일과 도화일수가 빨랐으며 처리기간은 길어질수록 빨라지는 반면 개화의 균일도는 낮아지는 등 반응의 일관성을 보이지 않아 명료하게 정리하기는 어렵지만 5C에서 25일간 처리한 것도 100% 개화하였고 개화의 균일도도 높았으므로 타 품종에 비해 저온 요구도는 낮은 것으로 생각되며 2~5C에서 25일간 처리로도 충분한 것으로 생각된다.

2) 꽃의 품질

냉장온도와 처리기간 및 야간최저 재배온도가 꽃의 품질에 미치는 영향은 Table 34에서 보는 바와 같다. 냉장온도는 '수방력'의 경우 화중, 화경, 화수장, 화변수 등 모든 꽃의 품질 관련 형질에 대한 영향은 나타나지 않았다. '설풍'의 경우는 2C보다 5C로 냉장한 것이 화중이 더 무겁고 화경이 더 컸으며 화수장도 더 길었다. '춘광'의 경우는 고온구에서는 2C, 저온구에서는 5C로 냉장한 것의 화중, 화경, 화수장이 더 증가하여, 품종에 따라 다양한 반응을 보였으며 통상화나 설상화 등 화변수에 대한 영향은 보이지 않았다.

처리기간의 영향을 보면 품종과 처리온도에 관계없이 처리기간이 길어짐에 따라 화중과 화경은 증가하고 화수장은 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 재배온도에 따라 '수방력'과 '설풍'은 저온구에서 화중, 화경이 증가하였으나 '춘광'은 반대로 고온구에서 증가하고 저온구에서 감소하였다. 화수장은 '수방력'의 경우는 고온구에서 증가하는 경향이었으나 '설풍'과 '춘광'은 저온구에서 증가하는 경향이었다. 화변의 수는 재배온도에

Table 34. Effect of cold storage temperature and period on the flower quality of chrysanthemum.

Culti-val	Cluture[z] tempera-ture	Cold storage tempera-ture	Storage Period	Flower Weight (g)	Flower Diameter (mm)	Flower neck Length (cm)	Disk floret Number	Ray floret Number
Subang-ryuk	High	2C	25	11.18d	10.68d	3.19b	5.56a	172.54a
			30	14.37a	11.64bc	2.45c	5.06ab	183.31ab
			35	13.37bc	11.88bc	2.49c	3.97c	181.13bc
		5C	25	11.92cd	11.23c	3.50a	4.64abc	184.82ab
			30	12.45cd	11.52c	3.28a	4.16bc	180.27bc
			35	12.93cd	11.90bc	3.02b	4.06abc	182.56bc
	Low	2C	25	13.84ab	11.78bc	2.63bc	4.00bc	187.51a
			30	14.72a	12.54a	2.44c	4.95ab	186.06a
			35	14.16a	12.24a	2.10c	4.66abc	189.66a
		5C	25	14.69a	12.58a	2.91bc	4.39abc	185.77ab
			30	14.73a	12.25a	2.67bc	3.88c	183.11b
			35	14.55a	12.52a	2.61bc	4.28abc	190.30a
Seol-poong	High	2C	25	12.01c	10.79c	2.23b	15.94ab	209.73a
			30	12.31c	10.73c	1.96b	16.30ab	205.62a
			35	12.09c	11.06bc	1.92b	17.66a	200.98a
		5C	25	13.89ab	11.28abc	2.25b	15.69ab	202.21a
			30	13.07b	11.12bc	2.18b	16.03ab	201.11a
			35	14.53a	11.78ab	1.98b	16.81ab	212.06a
	Low	2C	25	13.67b	11.31abc	2.98a	14.02ab	205.37a
			30.	13.77ab	11.39abc	2.14b	18.39a	201.83a
			35	13.84ab	11.48abc	2.06b	16.69ab	210.66a
		5C	25	14.37a	11.50abc	2.64ab	14.52ab	209.51a
			30	14.76a	11.93a	2.59ab	13.52b	203.27a
			35	14.85a	11.76ab	2.58ab	16.64ab	208.03a
Chun-gawang	High	2C	25	13.91ab	10.40ab	4.68b	42.88ab	335.59ab
			30	12.90ab	10.73ab	5.02ab	51.41a	327.02b
			35	12.16b	11.59a	4.35b	45.72ab	381.22a
		5C	25	12.22b	10.26b	4.34b	46.20ab	309.60b
			30	11.44b	10.54b	4.37b	35.94b	337.30ab
			35	12.81ab	10.83ab	4.71b	47.30ab	322.90b
	Low	2C	25	10.37b	9.78b	5.64a	37.59b	329.00b
			30	10.10b	9.30b	5.69a	41.00ab	329.25b
			35	10.63b	9.87b	5.89a	53.73a	381.78a
		5C	25	10.60b	11.0ab	5.20ab	42.00ab	342.20ab
			30	13.11ab	10.16b	4.74b	40.80ab	349.10ab
			35	16.03a	9.66b	5.22ab	53.81a	338.90ab

[z] see Table 32.

따른 차이는 보이지 않았다.

이상과 같이 냉장온도에 따라 화중과 화수장이 '설풍'의 경우 저

온구에서 5C로 냉장한 것이 양호하였을 뿐 타 처리에서는 차이가 없었으나 5C로 냉장한 것이 화수장이 다소 길어지는 경향을 보였다. 처리기간도 길어짐에 따라 분명치는 않지만 품질형질이 향상되는 경향이었으며 재배온도가 낮은 저온구에서 화중이 증가하였다.

따라서 전조재배에서 문제가 되는 화수장의 신장을 억제하고 화중을 증가하는 등 절화의 품질을 고려 할 때 냉장온도 2C로 하고 재배야온은 낮게 관리하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

국화는 저온에 조우함으로서 생육활성이 증가되어 저온에서도 생장이 좋다(小西, 1967). 野村 등(1977)이 天意の朝, 乙女櫻 등 몇 가지 품종에 대하여 시험한 초장과 냉장기간과의 관계를 보면 품종에 따라 다르게 반응한다고 하였으며 정식시에의 최저 야온과의 관계에 대해서는 30일 냉장한 것은 야온이 낮은쪽에서, 40일 냉장한 것은 5C보다 10C에서 길었고 15C에서 가장 짧았다고 하였다.

본 시험에서도 품종에 따라 다양한 반응을 보였으며 처리간에 보다 뚜렷한 경향을 보이지 않았던 것은 본 시험의 목적이 고온성인 '수방력'을 중심으로 실용적 냉장방법을 구명코자 한 것이며 따라서 냉장온도나 처리기간 및 정식후의 재배온도 등 모든 항목에서 처리간의 간격을 좁게 설계했던 때문이라 생각한다. 또 野村(1977) 등은 절수는 야간 저온일수록 많고 절간장은 야온과 관계가 없었고 '수방력'은 고온구에서 초장이 더 길었고 절간장도 더 길었다. 또한 '설풍'과 '춘광'은 고온구에서는 2C로 냉장한 것이, 저온구에서는 5C로 냉장한 것의 초장이 더 길었으며 이들 처리에서 절간장도 더 길었으므로 초장은 절수와는 관계가 없고 절간장의 증가에 기인하는 것임이 분명하다고 생각되었다.

야간최저온도 13.49C~15.79C에서는 '춘광'의 경우 냉장온도나 처리기간에 따른 생육과 개화에 아무런 차이가 없거나 차이가 있어도 아주 작았다. 따라서 실재 재배에 있어 '춘광'의 경우는 야간최저온도를 15C이상으로 관리한다면 5C에서 25일간 처리로 충분하다고 생각된다.

그러나 '수방력'과 '설풍'은 처리기간을 25일로 한 경우에는 그 차이가 크지는 않았지만 초장이 짧고 생체중이 가벼우며 도화일수가 길어지고 개화의 균일도나 개화율이 떨어지며 화중·화경이 감소하는 경향이 있으므로 처리기간을 30일 이상으로 하는 것이 좋을 것이라 생각된다.

3. 결과 요약

- 냉장 중 삽수의 황화율은 2C보다 5C에서 높았다. 처리기간은 길어질수록 증가하였으나 25일과 30일간에는 큰 차이가 없었고 35일 처리에서 급증하였다.
- 발근율은 냉장온도에 따른 화아는 보이지 않았으나 처리기간은 길어질수록 낮았다.
- 초장, 생체중 등 영양생장은 냉장온도나 처리기간에 따른 차이가 없었다.
- 개화의 균일도나 개화율 및 화중이나 화수장 등 개화와 꽃의 품질에 대한 냉장온도의 영향은 품종이나 재배온도에 따라 일관된 경향을 보이지 않았으나 처리기간 25일에서는 개화의 균일도와 발근율이 낮았다.

제 4 절 냉장조건에 따른 냉장중 삽수 체내 물질의 소장

1. 재료 및 방법

본 대학교 실험 포장에서 재배관리한 '수방력'과 '설풍'을 공시하였다. 삽수길이 7㎝, 부착엽수 3매로 1998년 6월 23일부터 5C로 냉장 해 두고 매 1주일 간격으로 5주간 분석하였다. 체내함유물질의 소장과 잎과 줄기기관간의 이동여하를 알아보고자 잎과 줄기부분으로 나누어 분석 비교하였다. 분석은 시료를 동결진공건조 분쇄한 후, 80% 에탄올을 이용하여 Soxhlet으로 추출한 액으로 수용성 당, 아미노산, 수용성 단백질 등 분석하였고, 잔여물로 전분과 불용성 질소를 분석하였다.

엽록소는 2장 2절에서와 같은 방법으로 측정하였다

2. 결과 및 고찰

가. 수분함량과 건물중

냉장처리기간동안 삽수체의 수분함량은 거의 변화가 없었으나, '수방력'은 6%, '설풍'은 8%의 수분이 감소하여 '수방력'이 '설풍'에 비해 수분감소율이 다소 낮은 경향이었다(Fig. 13).

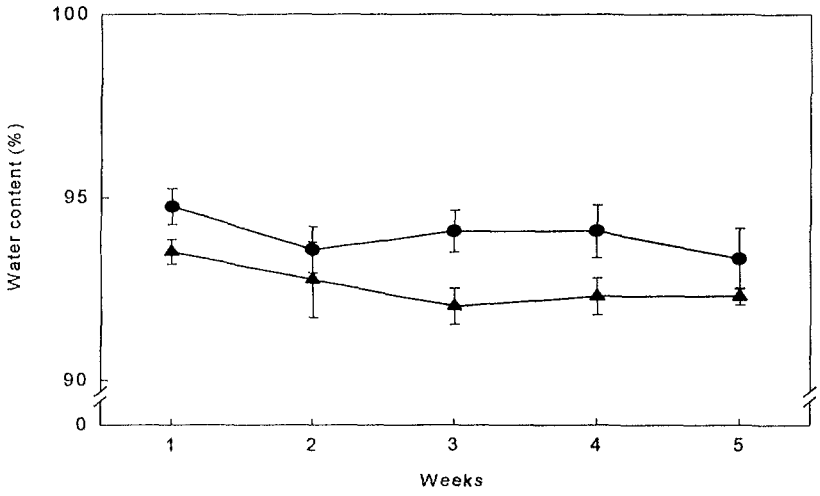

Fig. 13. Changes of water content in chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during cold storage. (Circle: Subangryuk, Inverted triangle: Seolpoong)

건물중 역시 두 품종 모두 냉장처리기간동안 거의 변화가 없었다. 부위별로도 잎 과 줄기 모두 큰 변화는 보이지 않았으나, 잎의 경우 저장기간이 길어짐에 따라 아주 미미하지만 지속적으로 감소하는 경향을 보였고, 잎에 비해 줄기의 건물율이 높을 것으로 예상했으나 잎이 18%, 줄기가 12%로 잎의 건물율이 오히려 더 높았다 (Fig. 14).

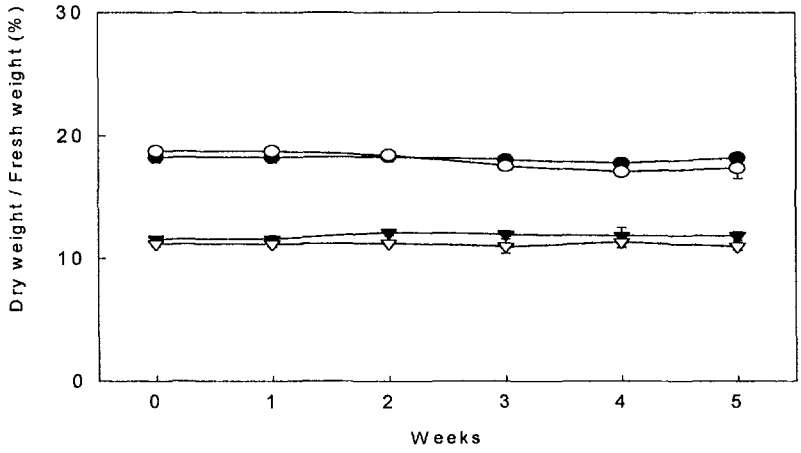

Fig. 14. Changes of dry weight in leaves and stems of chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during coldstorage. (Filled: Subangryuk, Empty: Seolpoong, Circle: leaves, Inverted triangle : stems)

나. 탄수화물

냉장처리기간에 따른 두 품종의 잎과 줄기를 합한 체내 전분과 수용성 당의 消長을 보면, 전분의 경우(Fig. 15) '수방력'에서는 냉장 1주까지 증가하다가 2주까지는 거의 변화가 없었고 그 이후 점진적으로 감소하였으나 '설풍'에서는 냉장 2주까지 증가하다가 3주째 부터는 감소하였다. 두 품종간의 전분의 함량은 비슷하였으나 냉장 2~3주 경에는 '설풍'이 '수방력'보다 다소 많은 경향이었다.

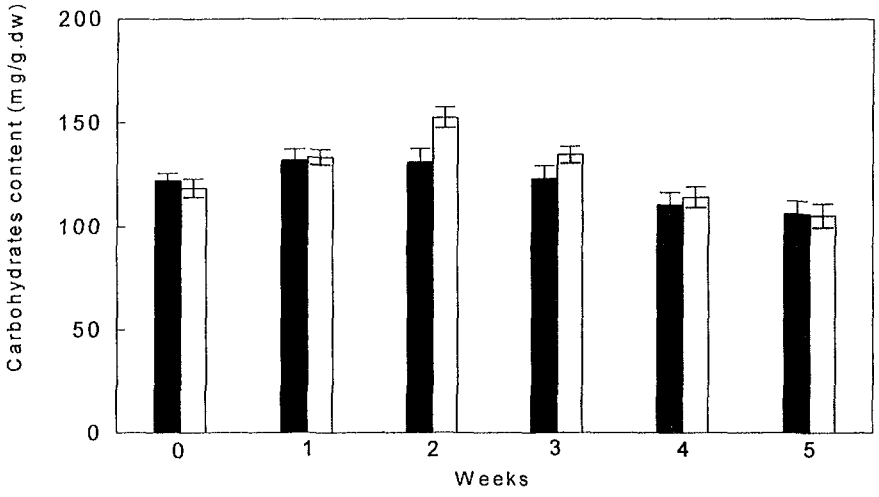

Fig. 15. Changes of starch content in chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during cold storage. (■ : Subangryuk, □ : Seolpoong)

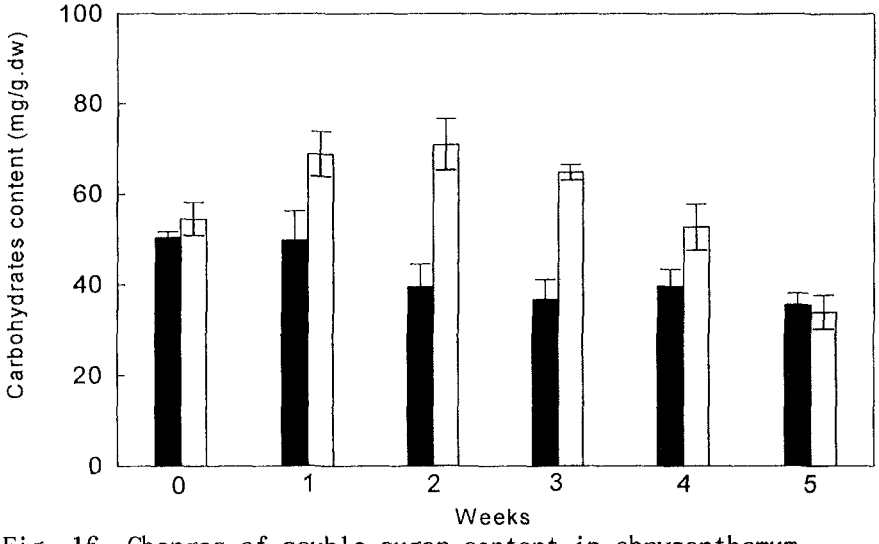

Fig. 16. Changes of souble sugar content in chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during cold storage. (■ : Subangryuk, □ : Seolpoong)

수용성 당의 함량은(Fig. 16) '수방력'에서는 냉장 2주부터 감소하였고, 4주째에 약간 증가하는 경향을 보이다가 5주째에 다시 감소하였으나 '설풍'에서는 2주까지 증가하다가 그 이후에는 지속적으로 감소하였다. 두 품종간 수용성 당함량을 비교해보면 '수방력'에 비해 '설풍'이 많았으며 냉장 2주째를 중심으로 1~4주 사이에 큰 차이를 보였다.

냉장처리기간에 따른 삽수체내의 잎과 줄기 각 기관별 전분과 수용성 당의 消長을 보면 '수방력'(Fig.17) 잎의 경우 냉장 1주까지 전분은 감소하는 반면, 수용성 당은 증가하였고, 그 이후부터 3주까지는 전분이 증가하는 반면, 수용성 당은 감소하였다. 3주 이후 전분은 다시 감소하고, 수용성 당은 증가하여 냉장기간 중 파상적 증감 현상을 보였다.

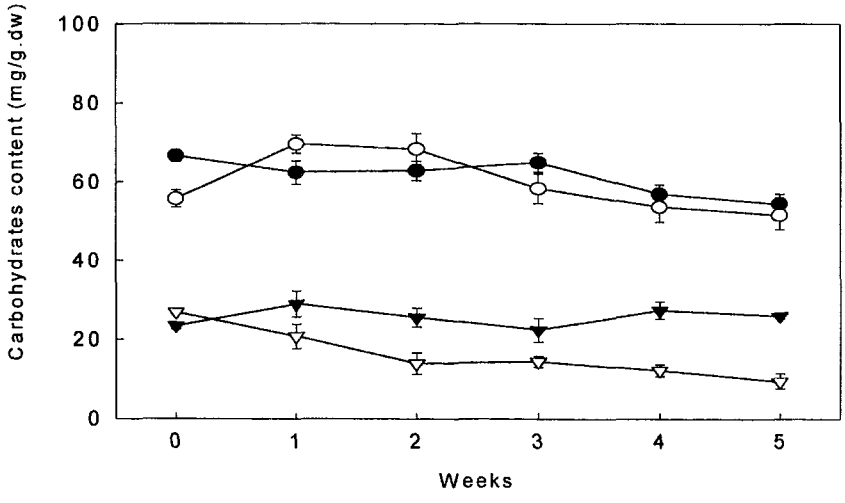

Fig. 17. Changes of soluble sugar and starch content in leaves and stems of chrysanthemum 'Subangryuk' cuttings during cold storage.
(Filled: leaves, Empty: stems, Circle: starch, Inverted triangle: soluble sugar)

전 냉장기간을 통틀어 볼 때 전분의 함량은 지속적으로 감소하였으나, 수용성 당의 함량은 큰 변화가 없었다. 줄기에서는 잎에서와 반대로 냉장초기에 전분이 증가하는 반면, 수용성 당은 감소하였으며, 2주 이후부터는 전분과 수용성 당 모두가 감소하였다. 전분의 함량이 냉장 전에는 잎에서 많았으나 냉장초기에 잎에서는 감소하고 줄기에서는 증가하여 줄기에서 더 많아졌다가 3주째 다시 잎에서는 증가하고 줄기에서는 감소하여 잎에서보다 줄기에서 더 적어지는 경향이었지만 큰 차이는 없었다. 수용성 당의 함량은 냉장 전에 줄기에서 많았던 것이 잎에서는 큰 변화가 없었으나 줄기에서는 냉장 중에 지속적으로 감소하여 냉장 5주째는 잎에서의 함량이 26.0mg인데 반해 줄기에서의 함량은 9.5mg으로 잎과 줄기간에 큰 차이가 있었다.

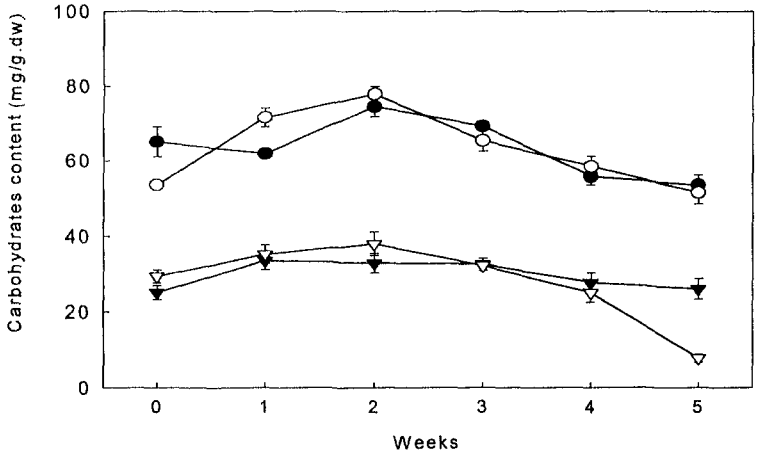

Fig. 18. Changes of soluble sugar and starch content in leaves and stems of chrysanthemum 'Seolpoong' cuttings during cold storage.(Filled: leaves, Empty: stems, Circle: starch, Inverted triangle: soluble sugar)

'설풍'(Fig. 18)에서도 잎의 경우는 '수방력'과 비슷한 경향으로 1주까지 전분은 감소하는 반면, 수용성 당은 증가하였으며, 1주 이후 전분은 2주까지 증가하다가 다시 감소하였고, 수용성 당은 거의 변화가 없다가 3주 이후 약간 감소하는 경향을 보였다. 그러나 줄기에서는 '수방력'과 달리 2주까지 전분과 함께 수용성 당도 증가하였고 2주 후부터는 전분과 수용성 당 모두 감소하였다. 기관별로 보면 전분의 함량은 냉장 전에는 줄기에서보다 잎에서 많았고 냉장 초기에 잎에서는 감소하고 줄기에서는 증가하여 '수방력'과 비슷한 경향이었으나, 2주 이후부터는 기관에 따른 차이는 거의 없었다. 수용성 당의 함량은 '수방력'과 비슷한 경향이었으며 줄기에서 수용성 당함량이 4주 이후 크게 감소하여 냉장 5주째는 7.8mg으로 잎에서의 함량 26.1mg과 큰 차이를 보였다.

'수방력'과 '설풍' 두 품종간의 전분과 수용성 당함량을 비교해보면(Fig. 17, 18), 냉장 2, 3주경에 '설풍'이 '수방력'보다 많아 품종간 차이가 있었다. 줄기의 경우도 전분과 수용성 당의 함량 모두 '설풍'이 '수방력'보다 더 많았으며, 2주경을 중심으로 1주부터 4주 사이에 두 품종간의 차이가 컸다.

일반적으로 전분은 고등식물에서 중요한 저장 탄수화물로(Pollock와 Lloyd, 1987), 잎과 분화된 저장기관에서 발견된다(Preiss와 Levi, 1980). 장미 화변의 수용성 당함량의 증가는 전분의 가수분해로 이루어진다고 하였고(Ho와 Nichols, 1977), 겨울동안 포도의 줄기에서 전분이 감소하고 당이 증가하는 것으로 보아 전분이 당으로 전환된다고 하였으며(Winkler와 Williams, 1945), 미선나무의 숙지에서도 전분과 sucrose는 감소하는 반면, glucose

와 fructose는 증가하였다(Yoo 등, 1996). 저온저장 중에 말채나무의 신초에서는 전분이 감소하는 동안 glucose와 fructose 및 sucrose는 모두 증가하였고, 뿌리에서는 전분이 감소하는 동안 sucrose은 증가하는 반면, glucose와 fructose는 거의 변화가 없었다(Paul과 Gary, 1994). 이로 미루어 보아 본 실험에서 전분과 수용성 당의 증감이 서로 상반되게 나타난 것은 삽수내 저장 전분이 수용성 당으로 전환된 것이라 생각된다. 또한, 냉장초기에 수용성 당함량이 줄기에서는 감소하고 잎에서는 증가한 것으로 보아 줄기의 탄수화물이 잎으로 이동한 것으로 추정된다.

식물은 저온에서 세포내 얼음이 형성되는 것을 막기 위해 세포액에 가용성 용질을 축적하여 세포질과 액포안의 빙점을 낮춘다(Fitter와 Hay, 1981). 본 실험에서 냉장 초기에 수용성 당이 증가한 것도 이와 같은 방어적 생리작용일지도 모른다.

수용성 당의 함량은 저장 소질과도 관련이 있는데, Tognetti 등(1990)에 의하면 밀에서 내한성이 더 강한 품종이 당의 수준이 더 높다고 하였으며, Nihal 등(1996) 역시 장기저장이 가능한 품종이 저장가능기간이 짧은 품종보다 sucrose와 glucose의 감소율이 낮았고, fructose는 오히려 저장동안 증가한다고 하였다. 즉 장기저장이 가능한 종류는 수용성 당의 함량이 더 높았다고 하였다. 본 실험에서 냉장 1~4주째에 '설풍'의 수용성 당함량이 '수방력'보다 많은 것으로 보아 '설풍'의 저온에 대한 내성이 '수방력'보다는 더 높을 것으로 생각된다.

다. 질소화합물

냉장기간에 따른 두 품종의 잎과 줄기를 합한 체내 불용성 질소와 수용성 단백질 및 아미노산의 消長을 보면, 불용성 질소의 경우 (Fig. 19) '수방력'에서는 냉장 2주까지 증가하고 그 이후는 감소하다가 3주부터는 거의 변화가 없었으나 '설풍'에서는 3주까지 증가하다가 그 이후 지속적으로 감소하여 두 품종간에 차이가 있었다. 두 품종간의 불용성 질소의 함량은 3주째를 제외하고 '설풍'에서보다 '수방력'에서 많았다.

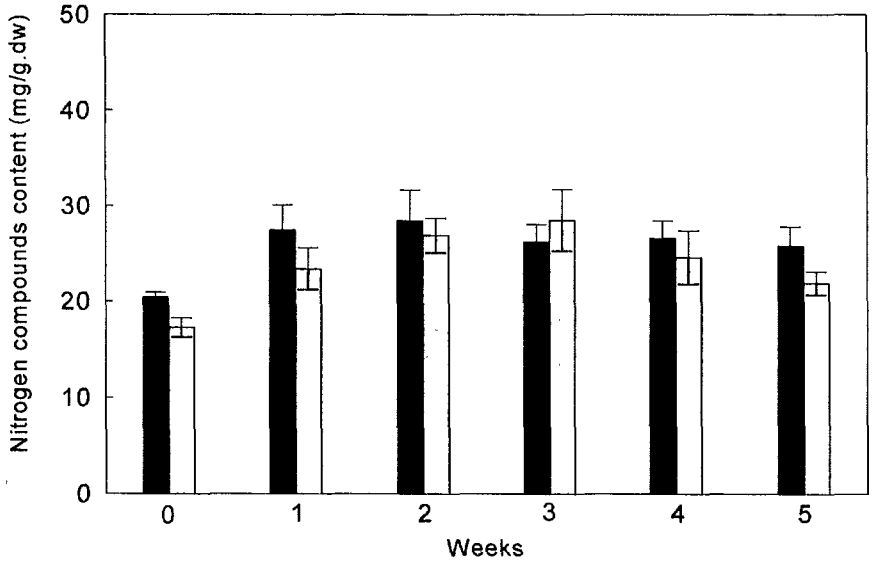

Fig. 19. Changes of insoluble nitrogen content in chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during cold storage.
(■ : Subangryuk, □ : Seolpoong)

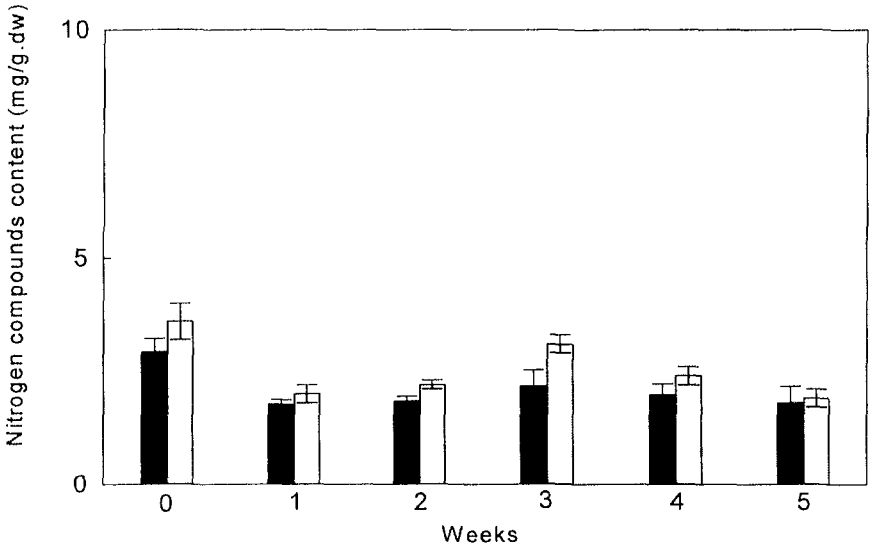

Fig. 20. Changes of soluble protein content in chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during cold storage.
(■ : Subangryuk, □ : Seolpoong)

수용성 단백질의 경우(Fig. 20) '수방력'과 '설풍' 모두 냉장 1주까지 감소하다가 2주째 부터 증가하고 3주 이후부터 다시 감소하였다. 두 품종간의 수용성 단백질의 함량을 비교해보면 전 기간동안 '수방력'에서보다 '설풍'에서 더 많았다

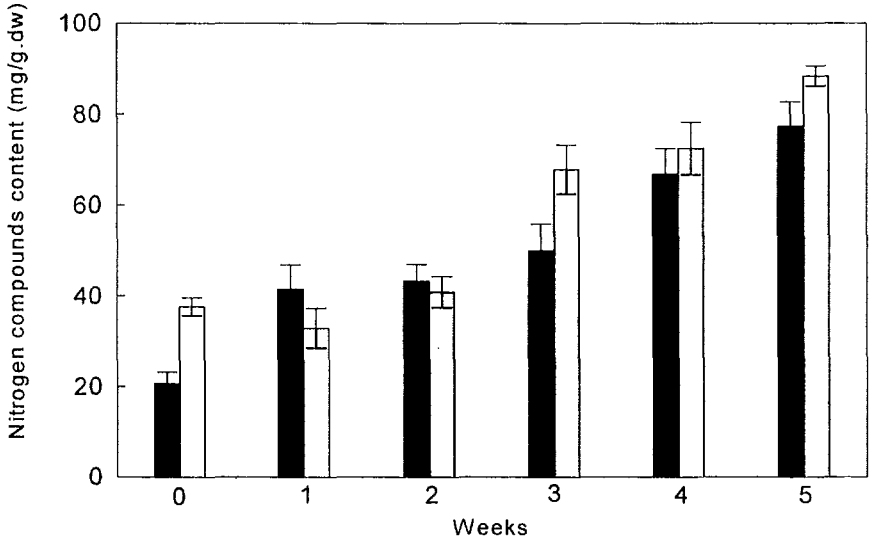

Fig. 21. Changes of amino acid content in chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during cold storage. (■ : Subangryuk, □ : Seolpoong)

아미노산의 경우(Fig. 21) '수방력'에서는 냉장처리기간동안 지속적으로 증가하는 반면, '설풍'에서는 1주째에 감소하고 그 이후 지속적으로 증가하였다. 두 품종간의 아미노산 함량을 비교해보면 냉장전과 냉장 3주 이후는 '수방력'에서보다 '설풍'에서 더 많았으나 냉장 1~2주에는 '설풍'에서보다 '수방력'에서 더 많았다.

냉장처리에 의한 삽수체내의 잎과 줄기 기관별 아미노산과 수용성 단백질 및 불용성 질소의 消長을 보면, '수방력'(Fig. 22) 잎의 경우, 아미노산은 냉장 1주까지 급격히 증가하다가 그 이후 5주까지 지속적으로 증가하였다. 수용성 단백질은 냉장 1주까지 감소하였고 3주까지 증가하다가 그 이후는 거의 변화가 없었다. 불용성 질소는 냉장 2주까지 증가하다가 그 후 다소 감소하는 경향을 보였으며 3주 이후는 거의 변화가 없었다. 줄기의 경우 아미노산은 잎과 비슷

한 경향이었다. 수용성 단백질의 함량은 냉장 1주까지 감소하다가 그 이후는 거의 변화가 없었고, 불용성 질소의 함량은 냉장 1주까지 증가하고 2주까지는 감소하다가 그 이후 거의 변화가 없었다.

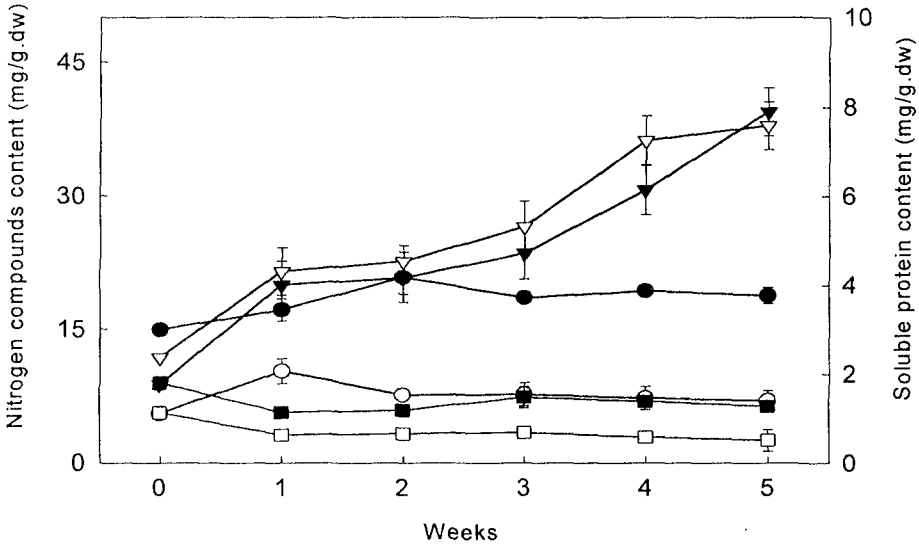

Fig. 22. Changes of insoluble nitrogen, soluble protein and amino acid content in leaves and stems of chrysanthemum 'Subangryuk' cuttings during cold storage. (Filled: leaves, Empty: stems, Circle: insoluble nitrogen, Square: soluble protein, Inverted triangle: amino acids)

'설풍'(Fig. 23) 잎의 경우, 아미노산의 함량이 1주까지 감소하여 '수방력'과 반대의 경향이었으나, 그 이후는 지속적으로 증가하여 비슷한 경향이었다. 수용성 단백질은 '수방력'과 비슷한 경향으로 3주째에 다소 증가하는 경향이었다. 불용성 질소의 함량은 3주까지 지속적으로 증가하다가 그 이후 감소하였다. 줄기의 경우, 아미노산의 함량은 잎과 비슷한 경향이었고, 수용성 단백질 역시 잎과 비슷한 경향이었으나 3주째에 잎보다 많이 증가하였다. 불용성 질소

는 1주까지 증가하다가 그 이후 감소하였다. 두 품종 모두 수용성

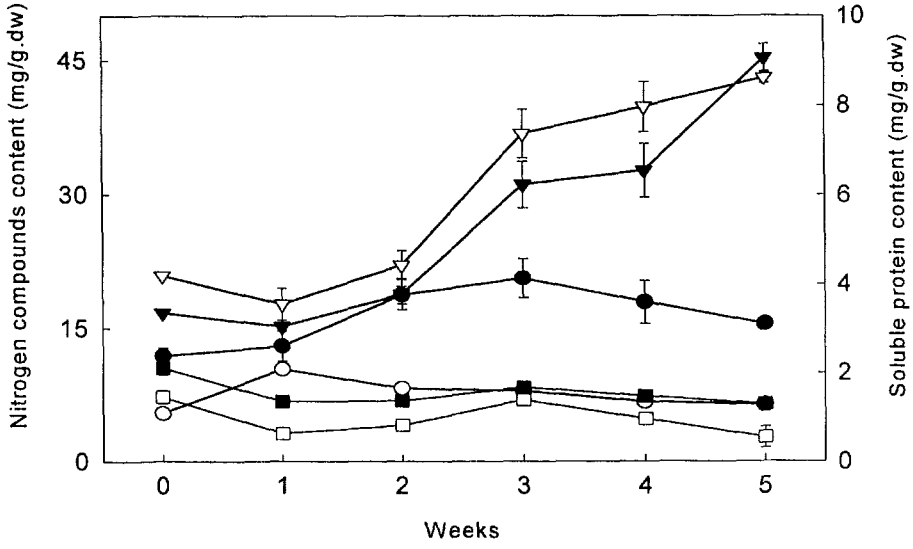

Fig. 23. Changes of insoluble nitrogen, soluble protein and amino acid content in leaves and stems of chrysanthemum 'Seolpoong' cuttings during cold storage. (Filled: leaves, Empty: stems, Circle: insoluble nitrogen, Square: soluble protein, Inverted triangle: amino acids)

단백질과 불용성 질소의 함량은 잎이 줄기보다 많았으나 아미노산의 함량은 줄기가 많았다. Nihal 등(1991)은 국화를 냉장처리하면 8일까지 아미노산이 감소한다고 하여 '설풍' 삽수의 아미노산과 비슷한 경향을 보였다.

'수방력'과 '설풍' 두 품종간의 불용성 질소와 수용성 단백질 및 아미노산의 함량을 비교해보면(Fig. 22, 23) 잎의 경우 불용성 질소의 함량은 냉장 3주째를 제외하고 '수방력'이 '설풍'에 비해 많

았지만, 수용성 단백질의 함량은 '설풍'이 더 많았으며 아미노산의 함량은 냉장 1, 2주째를 제외하고 '설풍'이 '수방력'에 비해 많아 품종간 차이가 있었다. 줄기의 경우 불용성 질소의 함량은 잎과는 달리 두 품종이 거의 비슷하였으나, 수용성 단백질과 아미노산의 함량은 잎과 비슷한 경향이었다.

식물체의 각 부위에 있는 질소는 대부분 단백질의 형태로 존재하기 때문에 생육시기에 따른 질소의 변화는 단백질 분해와 합성을 반영하며, 저장된 질소화합물은 가용성 질소로 전환된다(Salisbury와 Ross, 1992). Choi(1991)는 철쭉의 경우 휴면중인 겨울동안에는 아미노산의 함량이 높아지는 반면, 단백질의 함량은 낮아진다고 하였다. 무궁화에서도 5주 저온처리 후 단백질의 함량이 감소된다고 하였고(Hummel 등, 1990), 벼의 잎을 4℃에서 6일 동안 저장한 결과, 단백질이 amide로 전환된다고 하였다(Howard, 1978). 본 실험에서도 냉장처리기간동안 수용성 단백질이 감소하고, 아미노산이 지속적으로 증가하는 것으로 보아 아미노산의 증가는 수용성 단백질의 분해에 기인된 것이라고 생각된다. 그러나, 겨울동안 뽕나무의 가지에서는 수용성 단백질 함량이 거의 변화가 없었지만 수용성 질소와 아미노산은 증가하였고, 수피에서는 수용성 질소, 아미노산 및 수용성 단백질이 모두 증가하였다(Takeo와 Kiyoshi, 1987)

라. 엽록소

Table 35은 냉장처리기간에 따른 엽록소의 함량변이를 나타낸 것이다.

'수방력'과 '설풍' 두 품종 모두 엽록소 a의 함량은 냉장처리기간에 따른 차이는 없었으나 냉장전 보다는 유의성 있게 증가하였으며, 엽록소 b는 냉장처리 1, 2주째는 유의성 있게 증가하였으나, 3주 이후에는 감소하였다. 총 엽록소 함량은 엽록소 a의 함량변이와 같은 경향이었으며, 엽록소 a:b율은 엽록소 b의 함량이 감소하기

Table 35. Changes of chlorophyll content in chrysanthemum 'Subangryuk' and 'Seolpoong' cuttings during cold storage.

Culti-val	Chloro-phyll	Chlorophyll content(mg/g. fw)					
		0[y]	1	2	3	4	5
Subang-ryuk	a	1.08b[z]	1.21a	1.26a	1.26a	1.22a	1.22a
	b	0.50c	0.57b	0.59a	0.45d	0.46d	0.47d
	total	1.58d	1.78ab	1.85a	1.71bc	1.69bcd	1.67cd
	a:b	2.14c	2.13c	2.13c	2.83a	2.68b	2.63b
Seol-poong	a	1.07b	1.31a	1.33a	1.32a	1.25a	1.30a
	b	0.51b	0.63a	0.62a	0.50b	0.48b	0.47b
	total	1.59c	1.95a	1.95a	1.81b	1.73b	1.77b
	a:b	2.09b	2.08b	2.13b	2.64a	2.64a	2.78a

[z]Duncan's multiple range test within cultivar at 5% level.
[y]A period of cold storage(weeks)

시작한 3주 이후부터 증가하였다. Nihal 등(1996)은 국화의 냉장처리기간동안 엽록소 a는 감소했지만 b는 증가하였고, Kubota와 Kozai(1994)는 양배추에서 냉장 후 엽록소 함량이 감소한다고 하여 본 실험과는 상반된 경향이었다.

질소는 엽록소의 구성요소이고 환원된 질소는 chlorophyll-protein complex와 RuBPcase protein에 저장되어 있고, 약 50%정도의 수용성 단

백질로 형성된 RuBPcase는 총질소의 1/3-1/2를 차지한다(Ruth 등, 1999). NO_2^-가 NH_4^+로 환원되는 메카니즘은 확실히 알 수 없으나 NH_4^+로 환원되기 위해서는 잎으로부터 탄수화물이 공급되어야만 하고(Salisbury와 Ross, 1992), 엽록소는 수용성 당의 수준이 높을 때 증가한다고 하였다(Choi, 1991).

냉장온도의 영향에 있어서 품종에 따라 '수방력'의 경우는 야간최저온도에 관계없이 고·저온구 모두 2C로 냉장한 것이 5C로 냉장한 것 보다 대부분의 형질이 양호한 경향을 보였다. 그러나 '설풍'의 경우는 고온구에서는 2C로 냉장한 것이, 저온구에서는 5C로 냉장한 것이 우량한 경향을 보였는데 이와 같은 결과의 유의성에 대해서는 보다 정밀한 재시험후로 결론을 유보코자 한다.

3. 결과 요약

- 냉장처리기간에 따른 전분의 함량은 두 품종 모두 냉장 2주까지 증가하다가 그 이후 감소하는 경향이었고, 수용성 당의 경우 '수방력'은 전분과 비슷한 경향이었으나 '설풍'은 냉장 초기부터 감소하는 경향이었다. 잎과 줄기의 전분과 수용성 당의 함량은 '설풍'이 '수방력'보다 더 많았으며 2, 3주 경에 차이가 컸다.
- 불용성 질소는 두 품종 모두 냉장초기에 증가하다가 냉장후기에 감소하였고, 수용성 단백질은 1주까지 감소하고 그 이후 3주까지 증가하다가 다시 감소하였으며, 아미노산은 냉장 1주까지 '수방력'은 증가한 반면, '설풍'은 감소하였고 그 이후 두 품종

모두 지속적으로 증가하는 경향이었다. 잎과 줄기의 수용성 단백질은 전 기간동안, 아미노산은 냉장 1, 2주를 제외하면 '설풍'이 '수방력'보다 많았으나 불용성 질소는 잎에서는 '수방력'이 '설풍'보다 많았고 줄기에서는 두 품종이 비슷하였다.

- 엽록소 a의 함량은 '수방력'과 '설풍' 두 품종 모두 냉장개시 1주까지 증가한 후 큰 변화를 보이지 않았고, 엽록소 b는 냉장초기에 증가하였으나 3주 이후에는 감소하였다. 총 엽록소 함량변이는 엽록소 a와 같은 경향이었다.

제 5 절 묘냉장과 고랭지 육묘의 효과

1. 재료 및 방법

가. 고랭지 육묘 : 경남 마산시 진동의 농가에서 자가 재배한 '춘광'을 공시하였다. 1998년 현지 농가에서 9월 20일 삽아한 묘를 10월 7일 경남 합천의 가야산 해발 800m 내외인 초막리 농가 포장에 가식하였다. 가식 후 20, 30, 40일이 되는 10월 27일, 11월 6일 및 11월 16일에 본 대학으로 이송하여 실험 하우스 내에서 9cm 지피분에 가식 관리하였으며 11월 16일에 경북 경산시 부기동 농가의 폴리 카포네이트 온실에 정식하였다. 정식거리는 12×20cm 2조식으로 하고 무적심 재배하였으며 관리온도는 야간최저 15C 주간최고 25C로 하였다.

나. 냉장처리 : 위의 경남 마산시 진동의 농가에서 1998년 9월 20일 삽아한 발근묘를 10월 1일부터 5일 간격으로 2C와 5C의 저온실에 25, 30, 35일간 냉장하였다. 10월 25일 냉장종료일에 삽아하였고, 11월 16일 고랭지 묘와 동시에 정식하였다. 정식거리 및 기타 관리는 고랭지 묘와 동일하게 하였다.

다. 대조구 : 상기 9월 20일 삽아 육성한 묘를 10월 7일 현지 노지 포장에 가식 관리한 것을 11월 16일 본교로 이송하여 상기 처리들과 동일한 방법으로 정식 및 관리하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 생육

냉장처리와 고랭지 육묘간 및 대조구의 생육을 보면 Table 36과 같다.

초장 : 냉장온도간에는 차이가 없었다. 처리기간간에는 30일과 35일 간에는 차이가 없었으나 25일 처리한 것은 이들 보다 약 10cm정도 짧았다. 고랭지 육묘한 것은 육묘기간이 길수록 초장도 증가하는 경향이었으나 큰 차이는 없었다. 냉장처리 한 것 보다 고랭지 육묘한 것이 초장이 더 길었지만 냉장처리 중 초장이 가장 짧았던 5C에서 25일간 처리한 것도 평지에서 육묘한 대조구에 비해 약 24 cm 나 길어 냉장처리 효과가 현저하였다.

절수 : 냉장온도와 처리기간간에는 차이가 없었고 대조구와도 차이가 없었다. 고랭지 육묘한 것은 냉장처리한 것보다 많았으며 육묘기간은 길수록 감소하는 경향이었다.

절간장 : 냉장처리한 것이 고랭지 육묘한 것 보다 길었으며 냉장온도는 5C 보다 2C에서, 처리기간은 길수록 절간장도 증가되는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. 고랭지 육묘한 것은 20일간 육묘한 것이 가장 짧았으며 육묘기간이 길어짐에 따라 증가하였다.

생체중 : 고랭지 육묘한 것이 냉장처리한 것 보다 무거웠으며 냉장온도에 따라서는 5C보다 2C로 낮은 것이, 처리기간은 길수록 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다.

엽면적 : 냉장온도나 방법 및 처리기간에 차이가 없었으나 냉장처리한 것보다는 고랭지 육묘한 것이, 냉장기간은 길수록 고랭지 육묘기간은 짧을수록 엽면적이 넓은 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다.

이상과 같이 고랭지 육묘한 것이 냉장처리보다 초장이 길고 생체중이 무거웠던것은 고랭지 육묘한 것은 냉장처리기간 만큼 생육기간이 길었던 점을 감안하면 고랭지 육묘의 효과로 보기는 어렵다. 초장이나 생체중의 증가는 절화의 품질측면에서 볼 때 장점으로 간주할 수도 있지만 냉장처리한 것도 초장이나 생체중이 상등급 이상이므로 실질적인 측면에서는 전혀 문제가 되지 않는다고 생각된다. 또한 냉장온도나 처리기간에 아무런 차이가 없었으므로 5C에서 25일간 처리로서도 충분하다고 생각된다.

Table 36. Effect of cold storage and highland growing on the growth of chrysanthemum 'Chungawang'.

Cold Storage Tempera -ture	Cold Storage Period	Height (cm)	Node Number	Internode Length (cm)	Fresh Weight (g)	Leaf Area (㎠)
2C	25	106.30b	28.3b	3.77a	73.21cd	54.57a
	30	117.19ab	30.1b	3.91a	80.80bcd	55.20a
	35	117.86ab	29.4b	3.99a	84.60bcd	60.24a
5C	25	104.35b	27.0b	3.86a	67.98d	54.33a
	30	117.36ab	30.9b	3.86a	72.01cd	59.15a
	35	113.79ab	29.3b	3.89a	74.32cd	58.78a
High Land	20	120.16ab	37.8a	3.18b	116.94a	63.74a
	30	123.24a	35.1ab	3.51ab	100.25ab	61.67a
	40	125.18a	33.6ab	3.73a	104.69ab	57.02a
Control(Low Land)		80.47c	27.7b	2.91b	-	-

Cutting time : 1998.9.20
Temporary planting time at High Land : 1998.10.7
Planting time : 1998.11.16.

나. 개화

고랭지 육묘와 냉장처리가 개화에 미치는 영향은 Table 37에서 보는 바와 같다. 개화시일은 고랭지 40일 육묘가 가장 빨랐고 20일 육묘가 가장 늦어 5일 정도 차이가 있었다. 냉장온도간에는 25일 처리에서 2C가 5C보다 1일정도 빨랐으나 처리기간 30일과 35일 처리간에는 차이가 없었고 고랭지에서 30일 육묘한 것과 비슷하였다.

도화일수는 냉장온도간에는 차이가 없었으며 고랭지 육묘한 것도 정식일 기준으로 환산하면 냉장처리한 것과 차이가 없었지만 가식일로부터 기산하면 고랭지 육묘한 것이 20여일 높은 셈이다. 냉장처리일수나 고랭지 육묘일수는 긴 것이 도화일수도 빠른 경향이었으나 그 차이는 3일 이내로 큰 차이는 없었다. 개화의 균일도(개화

기간)는 냉장처리 한 것이 고랭지 육묘한 것 보다 높았으며 로젯트 발생율은 대조구에서 33.3%나 되었지만 냉장처리나 고랭지 육묘에 의해 저온에 감응 된 것은 냉장온도나 처리기간에 관계없이 전혀 발생하지 않았다.

Table 37. Effect of cold storage and highland growing on the flowering of chrysanthemum 'Chungawang'.

Cold Storage Tempera-ture	Cold Storage Period	Flowering date			Flower-ing period (B-A)	Days[z] to flowe-ring	Rosette percent (%)	Flowering percent (%)
		First(A)	Last(B)	Average				
2C	25	2/14	2/17	2/16	3	62	0	100
	30	2/13	2/17	2/14	4	60	0	100
	35	2/13	2/16	2/15	3	59	0	100
5C	25	2/15	2/19	2/17	4	63	0	100
	30	2/13	2/16	2/14	3	60	0	100
	35	2/13	2/16	2/15	3	59	0	100
High Land	20	2/16	2/25	2/17	9	63	0	86.7[y]
	30	2/14	2/17	2/16	3	62	0	100
	40	2/11	2/16	2/14	5	60	0	100
Control (Low Land)		-	-	-	-	-	33.3	20.0

[z] Days from planting

[y] : 23.3% of harvested flowers remained flower bud status at last harvesting day (March 4)

개화율은 대조구에서는 정식 100일 후까지도 20% 밖에 개화하지 못하였지만 냉장 또는 고랭지 육묘한 것은 정식 95일 이내에 100% 개화하였다. 그러나 고랭지에서 20일간 육묘한 것은 86.7% 밖에 개화하지 않았다. 나머지 23%는 로젯트화 한 것은 아니지만 出蕾는 하였으나 봉오리의 발육이 늦어 최종 조사일까지 개화하지 못하였다.

다. 꽃의 품질

묘 냉장 처리와 고랭지 육묘법이 꽃의 품질에 미치는 영향은 Table 38에서 보는 바와 같다. 화중은 냉장온도에 따른 차이가 없었고 처리기간에 따라 30일과 35일 처리한 것간에는 차이가 없었으나 25일 처리는 이들보다 불량하였으며 고랭지 육묘에 의한 것은 20일과 30일 육묘한 것이 냉장 25일과 비슷하게 불량하였고 40일 육묘한 것도 30일 냉장한 것보다는 불량한 경향이었다. 화경과 화수장도 화중과 비슷한 경향이었으나 냉장온도 5C에서 보다는 2C에서, 고랭지 육묘한 것보다는 냉장 처리한 것이, 처리기간은 길어질수록 증가하는 경향이었다. 통상화나 설상화의 수는 처리간에 차이가 있었지만 온도나 처리기간에 따른 일관된 경향을 보이지 않았다.

Table 38. Effect of cold storage and highland growing on the flower quality of chrysanthemum 'Chungawang'.

Cold Storage Temperature	Cold Storage Period	Flower Weight (g)	Flower Diameter (cm)	Flower Neck Length (mm)	Disk floret Number	Ray floret Number
2C	25	23.55b	14.71ab	2.84b	115.00b	321.22ab
	30	26.84ab	15.27ab	3.00ab	142.33ab	265.44abcd
	35	29.72a	15.31ab	3.20ab	99.75b	306.29abc
5C	25	20.23b	14.03b	2.71b	128.90ab	265.22abcd
	30	28.59a	15.87a	2.98b	178.10a	222.33d
	35	27.24a	15.66ab	3.40a	172.88a	259.80bcd
High Land	20	22.51b	14.55ab	2.88b	136.92ab	334.57a
	30	20.69b	13.87b	3.03b	103.86b	279.73abc
	40	24.82ab	14.02b	2.90b	114.93b	307.07abc
Control(Low Land)		-	-	-	-	-

이상에서 본 바와 같이 고랭지 육묘는 냉장묘에 비해 초장이 길고 절수가 많으며 절간장이 짧고 생체중이 무거운 등 영양생장 형질들이 냉장묘 보다 양호하였다. 그러나 개화기나 화중 등 꽃 품질 형질에 관하여 보면 냉장묘가 도화일수가 짧고 개화의 균일도가 높으며 화중이 무겁고 화경이 큰 등 냉장묘가 양호하였다. 따라서 고랭지 육묘의 경우 이동재배나 재배기간이 긴 점 등으로 인한 생산비증가 등을 감안할 때 냉장 처리법이 오히려 유리하다고 생각된다. 냉장온도간에는 차이가 없고 처리기간 25일은 다소 부족한 감이 있으며 30일과 35일간에는 차이가 없으므로 냉장처리의 안정성을 고려하여 5C에서 30일 처리가 적당하다고 생각되었다.

3. 결과요약

- 초장 등 영양형질에 미치는 영향은 냉장온도에 따른 차이는 없었으며 냉장기간에 따라 25일은 불량하였고 30일과 35일간에는 차이가 없었다.
- 묘 냉장 처리한 것보다 고랭지 육묘한 것이 초장, 생체중 등이 우수하였다. 그러나 이와 같은 결과는 고랭지 묘와 생육기간이 길었던 결과라고 생각되었으며 냉장 처리한 것의 초장 등도 상등급이었으므로 실용적 상품가치에는 차이가 없었다.
- 도화일수는 가식일 기준으로 묘 냉장에 비해 고랭지 육묘한 것이 20여일 늦었다.
- 묘 냉장처리나 고랭지 육묘한 것은 로젯트 발생이 전무하고 개화율 100%(5C, 35일 처리는 86.7%)인데 비해 대조구는 로젯트

발생율 33.3%, 개화율 20%이었다.

화중, 화경 등 품질 관련 형질들은 고랭지 육묘한 것 보다 묘 냉장 처리한 것이 양호하였으며, 처리기간은 길수록 증가하는 경향이었다.

따라서 고랭지 육묘이든 묘 냉장처리이든 저온감응 방법에 따른 차이는 없었다.

제 4 장 절화 품질 향상을 위한 전조법 개선

제 1 절 서 설

感光相에 있는 국화는 온도 등의 조건이 화아분화의 적정 조건이 되면 단일이 될수록 생식적 생장을 하게되고 일장이 길어져 한계일장에 가까워질수록 영양적 생장을 하게된다. 따라서 단일이 될수록 가장 생식적인 통상화의 수가 증가하여 홑꽃화 되며 장일이 될수록 (한계일장 내에서) 보다 영양적 기관인 설상화수가 증가하여 겹꽃이 증대된다.

따라서 10月 中旬부터 2月 사이의 극단일기에 전조를 중단하게되면 설상화수가 감소하고 상위엽이 소형화할 뿐만 아니라 장일에서 극단일로의 급격한 변화로 인하여 개화 균일도가 낮아지고 기형화가 발생하며 불개화율이 높아진다.

이와 같은 현상을 방지하기 위한 수단으로 소등 후 일정 기간 후에 다시 전조하는 재전조법이 설상화 감소(岡田과 平城, 1954)나 상위엽의 소형화(大須, 1978) 방지에 유효한 것으로 알려져 일본에서는 일부 실용화되고 있다.

그러나 재전조는 일시적이나마 생식생장을 강제로 억제하고 영양생장을 조장하는 것이므로 재전조 개시시기, 재전조 시각 그리고 시간이나 방법 등에 따라 관생화가 발생하거나 화포가 발달하여 기

형화가 되기 쉬운 문제가 있을 뿐만 아니라 Blind가 발생하기 쉽고 개화가 늦어지거나 개화가 不均一하게 되며 품종에 따라서는 상위 엽이 지나치게 커서 상·하 엽간의 균형이 맞지 않게 될 수도 있다 (大石, 1984).

따라서 재전조법은 품종이나 재배시기 등에 따라 적정한 방법을 적용하지 않으면 오히려 품질을 저하시키거나 개화율을 떨어뜨리고 개화의 지연에 따른 연료비 부담 등으로 생산비 부담을 가중시킬 위험이 있다.

제 2 절 소등 후 경과 일수에 따른 화아의 발달

1. 재료 및 방법

본 대학교 실험 포장에서 재배관리한 '수방력'과 '설풍' 및 '수방심'을 공시하였다. 1997년 8월 20일부터 2C와 5C에 30일간 냉장 처리 한 후 9월 20일에 삽아하였고 10월 5일에 정식하였다. 8월 20일 삽아와 동시에 심야 4시간(22시~02시) 전조하였고 12월 10일 소등하였다. 소등 4일 후부터 2일 간격으로 18일간 화아의 발달 정도를 광학 현미경으로 조사하였다. 생육 중 온도관리는 3장 3절에서와 같이 하였다.

2. 결과 및 고찰

'수방력'의 경우(Table 39) 2C로 냉장한 것은 빠른 것은 소등 8일째부터 분화 III단계에 이른 것이 있었으나 12일까지 40%정도가 분화 II단계(총포인편형성기)에 머물렀으며 18일에는 30%가 VI단계 이상으로 발달하였다.

Table 39. Flower bud development of 'Subangyruk' according to days after extinguishment and cold storage temperature.

Days after extinction (days) / Flower bud Development	4		6		8		10		12		14		16		18	
	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C
I	20	15	18		6											
II		5	2	9	9	6	8	6	8	3						
III				6	5	12	6	8	8	3	6	6				
IV				5		2	6	5	4	12	10	12	9	12		
V										2	4	2	9	3	14	6
VI													2	5	2	10
VII															4	4
VIII																
IX																
X																

cold storage period : 30days, planting : 1999.10. 5,
Lighting : midi night 4hr(22~02hr)

이에 비해 5C로 냉장한 것은 2C로 냉장한 것 보다 화아발달이 오히려 빠른 경향을 보여 12일에 III단계이상으로 발달한 것이 2C로 냉장한 것은 60%인데 비해 5C로 냉장한 것은 85%이상에 달했으며 14일에는 100%, 2C와 5C에서 냉장한 것 모두가 재전조에 적당한 것으로 알려진 III(총포인편다수)~V(소화원기 형성기)단계에 들었다. 따라서 '수방력'에서 재전조 개시에 적당한 시기는 소등 후 14일이었다.

'설풍'은(Table 40) '수방력'에 비해 소등 후 화아발달 진도에 차이가 많았다. 2C로 냉장한 것은 소등 6일째부터 이미 III~IV단계로 발달하였으며 12일 후 VI단계로 까지 발달하였다. 5C에서도 소등 6일째부터 55%가 III단계 이상으로 발달하였는가 하면 10일째까지도 II단계에서 VI단계까지 넓게 분포하여 2C에서 보다 균일치 못하였다. '설풍'은 현재 우리 나라에서 통용되고 있는 품종명이지만 일본으로부터 도입된 품종이며 원 품종명이 무었이었는지는 불명하다. 본 시험의 결과 전조와 소등에 대한 반응이 명료치 못한 것으로 보아 추하국 계통일 가능성도 있다. 따라서 재전조 적정시기는 분명하게 말하기는 어렵지만 대체로 보아 2C로 냉장한 것은 소등 8~10일 사이이며 5C로 냉장한 경우 12~14일 사이일 것으로 생각되었다.

Table 40. Flower bud development of 'Seolpoong' according to days after extingushment and cold storage temperature.

Days after extinction (days)	4		6		8		10		12		14		16		18	
Flower bud Development	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C	2C	5C
I	9	12														
II	11	6		9		12		9								
III		2	3	6	6	5	3	3	6		2					
IV			17	3	12	0	9	6	9	9	9	12	12			
V				2	2	2	8	0	3	9	3	3	0	9		
VI								2	2	2	3	3	4	3	3	3
VII											3	0	1	3	2	6
VIII												2	3	3	15	6
IX														2		5
X																1

Cold storage period : 30days, planting : 1999.10. 5,

Lighting : midi night 4hr(2~02hr)

'수방심'은 화아의 발달이 매우 늦어 소등 12~18일 사이에 III~V단계에 달하였으나 개체간 차이가 많고 냉장온도간에도 차이가 없는 등 결과가 균일치 못하여 성적을 재시하지 않았다.

3. 결과요약

- 소등 후 화아의 분화속도는 2C 보다 5C에서 냉장한 것이 빨랐다.
- 재전조 개시에 적당한 것으로 알려진 분화 III단계에서 V단계에 이르는 시기는 '수방력'은 2C로 냉장한 것은 14일, 5C로 냉장한 것은 12~14일 후이었고 '설풍'은 2C로 냉장한 것은 6~10일, 5C로 냉장한 것은 12~14일 후였다.

제 3 절 적정 재전조 시각구명

1. 재료 및 방법

'수방력'과 '설풍'을 공시하였다. 1998년 8월 24일부터 2C에서 30일간 냉장하여 9월 22일 삽아하고 10월 7일에 정식하였다. 정식은 12×20cm 2조식으로 하였고 재배 중 온도관리는 3장 3절에서와 같니 하였다. 삽아 일로부터 심야 4시간(22시~02시) 동안 전조 하였고, 정식 후 초야(17시~21시), 심야(22시~02시), 조조(03시~07시)로 나누어 4시간 씩 12월 23일까지 조명하였다. 시험구는 난괴

법 3반복으로 하였고 반복당 20개체씩 공시하였으며 양적 형질은 모두 만개시에 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 생육

전조시각에 따른 생장상은 Table 41에서 보는 바와 같다.

'수방력'의 경우 조조에 전조한 것이 초장이 길고 절수도 많고 절간장도 길었으나 생체중과 상위엽면적은 초야 전조한 것이 양호하였고 기타의 영양, 형질에는 차이가 없었다.

'설풍'은 초야전조한 것이 절수가 많았고 상위엽면적은 심야전조에서 넓었으며 기타 형질에서는 전조시각에 따른 차이는 보이지 않았다.

Table 41. Effect of lighting term on the growth of chrysanthemum.

Cultival	Treatment	Height (cm)	Node Number (개)	Internode Length (cm)	Fresh Weight (g)	Leaf Area (㎠) 1-5	Total[z] Leaf Area (㎠)
Subangryuk	after sun-set	84.43c	33.33b	2.30b	66.54a	73.94a	354.65a
	mid night	89.38b	32.66b	2.63a	55.33b	62.71a	323.06b
	before sun-rise	96.60a	34.66a	2.68a	53.95b	61.49a	292.14c
Seolpoong	after sun-set	121.78a	39.00a	3.12b	71.22a	95.07b	368.02b
	mid night	120.81a	35.66b	3.26ab	72.06a	104.95a	469.96a
	before sun-rise	120.95a	36.33b	3.28ab	71.19a	98.33b	446.10a

[z] Summation of total leaf area from apex to 15th leaf.
Cold Treatment : 2C, 30 days
Cutting days : 1999. 9. 22
Planting Time : 1999. 10. 7
Lighting time : after sun-set- 17시~21시, mid night-22시~02시, before sun-rise-03시~07시

나. 개화

개화에 미치는 영향을 보면(Table 42) 개화시일은 2품종 모두 조조전조에서 가장 빨랐으며 도화일수는 '수방력'은 2일, '설풍'은 9일정도나 빨랐다. 개화율은 2품종 모두 전조시각에 관계없이 100%였지만 개화기간은 조조전조에서 넓은 경향으로 조조전조에서 개화의 균일도는 다소 떨어지는 경향이었다.

Table 42. Effect of lighting term on the flowering of chrysanthemum.

Cultival	Treatment	Flowering period			Flower-ing period (B-A)	Days to flowe-ring	Percent flowering (%)
		First (A)	Last (B)	Average			
Subangryuk	after sun-set	2/18	3/3	2/23	14	62	100
	mid night	2/18	3/4	2/22	15	62	100
	before sun-rise	2/14	3/1	2/20	16	60	100
Seolpoong	after sun-set	3/1	3/10	3/7	9	75	100
	mid night	2/25	3/3	2/29	7	68	100
	before sun-rise	2/22	3/3	2/27	10	66	100

다. 꽃의 품질

절화의 품질을 보면(Table 43) 화중은 '수방력'의 경우 초야전조에서 가장 양호하였으나 '설풍'의 경우는 가장 불량하였으며 두 품종 모두 심야와 조조간에는 차이가 없었다.

화경은 '수방력'의 경우 초야 전조에서 양호하였고 '설풍'의 경우도 유의적인 차이는 없었으나 초야, 심야, 조조의 순으로 화경이

컸다.

화수장은 '수방력'의 경우 초야 전조에서 가장 짧았으나 '설풍'의 경우는 유의적인 차이는 없었지만 초야가 가장 긴 편이었다.

화변수 : 통상화의 수는 '수방력'의 경우는 전조시각간에 차이가 없었으나 '설풍'에서는 초야전조에서 적었고 설상화의 수는 두 품종 모두 초야전조 한 것이 많았고 심야와 조조간에는 차이가 없었다.

Table 43. Effect of lighting term on the flower quality of chrysanthemum.

Cultival	Treatment	Flower Weight (g)	Flower Diameter (cm)	Flower Neck Length (mm)	Disk floret Number	Ray floret Number
Subangryuk	after sun-set	23.17a	14.84a	2.57b	5.00a	176.66a
	mid night	18.43b	14.13b	3.91a	3.33a	173.33b
	before sun-rise	17.23b	14.04b	3.91a	4.00a	173.33b
Seolpoong	after sun-set	17.47b	14.09a	3.09a	8.66b	217.33a
	mid night	20.41a	14.08a	2.78a	12.00a	197.00b
	before sun-rise	19.05a	13.97a	2.57a	11.33a	199.00b

추국에서 화아분화에 가장 효과적인 조명시간은 암기 개시 6~9시간 후(Cathey, 1964)이므로 심야조명법이 널리 이용되고 있다. 船月(1983)은 화성억제효과는 초야에서 심야사이에 크며 조조전조는 양적 발육을 촉진하여 상위엽 소형화를 방지하고 설상화수를 증가시키므로써 절화품질을 향상시킨다고 하였다. 본 실험의 결과 '수방력'과 '설풍' 두 품종 모두 조조 전조한 것이 도화일수가 짧은 점은 船月의 보고와 일치하였다. 그러나 '수방력'의 경우 상위엽면적은 전조시각에 따른 차이가 없었고 화중이나 화경 및 설상화수는 오히려 초야전조에서 양호하였다. '설풍'의 경우도 상위엽면적은

심야조명에서 넓었고 설상화수는 '수방력'과 같이 초야전조에서 많은 등 품종에 따라 반응이 상이할 뿐 아니라 처리에 따른 차이가 미미하였고 선행보고와도 일치하지 않았다.

3. 결과요약

- '수방력'은 조조전조한 것이 초장, 절수, 절간장 등의 영양형질이 증가하였으며 개화시일이 빠르고 도화일수도 짧았으나 개화의 균일도가 떨어지는 등 영양생장이 조장되는 경향이었고, 초야전조한 것은 화중이 무겁고 화경이 컸으며 화수장이 짧고 설상화수가 많은 등 생식생장이 조장되는 경향이었다.
- '설풍'은 초야전조한 것이 절수는 많고 절간장은 짧았으며 화중은 가볍고 설상화수는 많은 등 영양적 생장과 생식적 생장의 반응에 일관성이 없었다.

제 4 절 적정 재전조 모형개발

1. 재료 및 방법

'수방력'과 '설풍'을 공시하였다. 1999년 8월 24일부터 2C로 30일간 냉장한 후 9월 22일 삽아하였다. 10월 7일 12×20㎝, 2조식으로 정식하였고 11월 10일 1차 적심하여 3대로 가꾸었다. 재배 중 온도

는 야간 최저 13.49~15.79C로 하였고 삽아상에서 부터 심야(22시~02시) 4시간동안 전등조명 하였으며 12월 23일 소등하였다.

재전조 모형은 A : 8-⑤-4-③, B : 12-③, C : 12-⑤-4-③, D : 16-⑤-4-③ 등 (숫자는 일수 ○내는 전조일수) 4모형으로 하였으며 소등 후 재전조 하지 않은 것을 대조구로 하였다. 시험구는 난괴법 4반복으로, 반복당 20개체씩으로 하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 생육

재전조 모형에 따른 생장상은 Table 44에서 보는 바와 같다.

초장 : '수방력'과 '설풍' 2품종 모두 C형(12-⑤-4-③) 전조법에서 가장 양호하였고, '수방력'은 D형(16-⑤-4-③)에서 '설풍'은 A형(8-⑤-4-③)에서 가장 불량하였으나 각 모형간에 큰 차이는 없었다. 그러나 C형과 대조구를 비교해 보면 '수방력'은 17.84cm, '설풍'은 11.48cm가 더 신장하여 재전조에 의해 초장이 크게 신장함을 알 수 있었다.

절수 : '수방력'의 경우 C형이 타 모형에 비해 1절 정도 절수가 많았으나 그 외의 모형들간에는 차이가 없었으며 대조구보다는 4절 정도 더 많았다. '설풍'도 C형에서 절수가 가장 많아 대조구 보다 약 3절이 더 많았으며 '수방력'과는 달리 전조모형간에도 차이가 있어 D형이 가장 작아 대조구와 같았고 다음이 B형, A형의 순이었다.

Table 44. Effect of lighting pattern on the growth of chrysanthemum.

Cultival	Lighting[z] Model	Height (cm)	Node Number	Internode Length (cm)	Fresh Weight (g)
Subangryuk	A	105.32ab	36.66ab	2.71a	62.49ab
	B	104.65ab	36.33ab	2.91a	57.35abc
	C	107.23a	37.33a	2.65ab	64.28a
	D	101.73b	36.32ab	2.35b	54.14c
	Control	89.38c	32.66b	2.63ab	55.33bc
Seolpoong	A	124.26b	37.00ab	3.36a	60.94b
	B	126.02b	37.66ab	3.42a	57.36b
	C	132.29a	38.33a	3.46a	59.62b
	D	127.04b	35.89b	3.51a	58.64b
	Control	120.81b	35.66b	3.26a	72.06a

[z] A : 8-⑤-4-③, B : 12-③, C : 12-⑤-4-③, D : 16-⑤-4-③

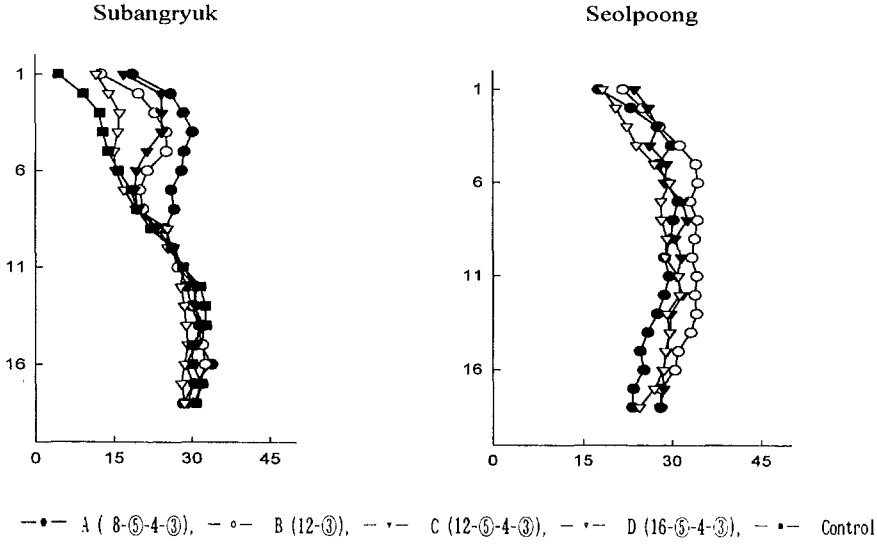

Fig. 24. Effect of lighting pattern on leaf growth of chrysanthemum.

절간장 : '수방력'의 경우 D형이 가장 짧아 대조구보다 짧았으며 그 외의 모형간에 유의적인 차이는 없었으나 B형, A형, C형의 순이었다. '설풍'은 모든 모형에서 대조구와 유의적인 차이는 없었지만 D형, C형, B형, A형의 순이었다.

생체중 : '수방력'의 경우 C형에서 가장 양호하였고 D형이 가장 불량하였으며 그 외의 모형간에는 유의적인 차이는 없었지만 대체로 A형, B형, D형의 순이었다. '설풍'은 모든 모형에서 대조구 보다 불량하였으며 각 모형간에 유의적인 차이는 없었으나 A형, C형, D형, B형의 순이었다. 그러나 각 전조 모형간에 큰 차이는 없었으며 대조구와 비교해보면 '수방력'의 경우 C형은 24.18%, '설풍'의 A형은 29.32%나 증가하여 재전조에 의해 생체중도 증가함을 알 수 있다.

초장 구성요소는 절수와 절간장이라 할 수 있다. 본 시험의 결과 재전조에 의해 초장은 크게 증가하였으나 대조구에 비해 절간장의 신장은 뚜렷하지 않았으며 '설풍'의 경우 대조구에 대한 C형의 초장 증가분 15.11cm(=132.29-117.18)은 증가된 절수 4.67(=38.33-33.66)에 기인하는 것이므로 (4.67×3.46) 재전조에 의한 초장신장은 절수의 증가에 기인하는 것이라 생각된다.

이상과 같이 재전조 또는 재재전조는 전조에 비해 초장, 생체중 등 생장량이 증가하였으며 C형에서 생장량이 가장 많고 다음이 A형이었다.

엽면적 : 재전조 모형애 따른 위로부터의 엽위별 엽면적은 Fig. 24와 같다. '수방력'의 경우 4전조모형과 대조구 모두 11위엽까지는 엽위별 엽면적에 차이가 없다가 12위엽부터 엽면적이 급격히 감소

하였으며 대조구는 1위엽까지 계속 감소하였다.

이에 비해 A형은 9위엽까지 감소하였다가 그 이상 2위엽까지는 변화가 거의 없었다. B,C형은 8위엽까지 감소하다가 7위엽까지는 변화가 없었으며 6위엽부터는 다시 증가하였다. D형은 5위엽까지 감소하다가 그 이상은 변화가 없었다.

이와 같은 결과로 육안에 의한 관상가치면을 보면 D형은 대조구와 같이 상위 엽면적이 지나치게 감소하여 균형미나 볼륨감이 매우 불량하였다. B, C형은 육안상 큰 차이는 없었으나 6~8엽의 면적이 감소함에 따라 전체적인 균형미에 다소 손상이 있었다. 이들에 비해 A형은 상·하위엽간에 엽면적의 차이가 거의 없어 균형미가 좋고 볼륨감이 있어 미관상 가장 우수하였다.

'설풍'에서는 모든 처리에서 11위엽까지 엽면적이 지속적으로 증가하다가 6위엽까지는 거의 변화가 없었으며 4위엽부터 소형화하였다. 그러나 재모형간이나 엽위간에 엽면적의 차이가 미미하여 전조에 의한 상위엽 소형화 현상이 '수방력'에서처럼 심하지 않아 보였다.

나. 개화

재전조 모형에 따른 개화상은 Table 45 에서 보는 바와 같이 모든 처리에서 100% 개화하였다.

'수방력'의 경우 B형에서 가장 빨랐지만 소등일로부터 기산한 도화일수가 62일로 대조구 보다 7일이상 개화가 지연되었고, 그 외의 모형에서는 대체로 69일 이상이 소요되었다. '설풍'의 경우도 B형

과 함께 C형의 개화가 가장 빨라 A형 및 D형보다 3~5일 정도 빨랐으나 대조구 보다 2~3일 정도 지연되었다.

Table 45. Effect of lighting pattern on the flowering of chrysanthemum.

Cultival	Lighting[z] Model	Flowering period			Flower-ing period (B-A)	Days to flowe-ring	Percent flowering (%)
		First (A)	Last (B)	Average			
Subangryuk	A	2/28	3/5	3/2	6	70	100
	B	2/23	3/2	2/26	7	66	100
	C	2/28	3/4	3/1	5	69	100
	D	2/26	3/4	3/1	6	69	100
	Control	2/18	3/4	2/22	15	62	100
Seolpoong	A	3/3	3/10	3/6	7	74	100
	B	2/25	3/6	3/1	9	69	100
	C	2/27	3/4	3/1	6	70	100
	D	2/29	3/7	3/3	7	73	100
	Control	2/25	3/3	2/29	7	68	100

[z] A : 8-⑤-4-③, B : 12-③, C : 12-⑤-4-③, D : 16-⑤-4-③

개화기의 폭 : 최초에 개화한 날부터 최후에 개화하는 날 사이의 일수로 산출한 개화기 폭은 두 품종 모두 c형에서 가장 좁았고 B형에서 가장 넓었다. 특히 '수방력'의 경우 모든 재전조모형에서 대조구 보다 개화폭이 1/2이하로 좁아지므로서 재전조에 의해 균일도가 크게 향상되는 결과를 얻었다.

또한 재전조에 의해 도화일수가 증가되어 개화가 지연되었으며 지연정도는 2품종 모두 재전조일수가 짧았던 B형에서 가장 낮았고 재전조 개시일이 빠르거나(A형) 늦은(D형)경우에 지연정도도 높았다.

다. 꽃의 품질

재전조 모형이 꽃의 품질요소에 미치는 영향은 Table 46과 같다.

화중 : '수방력'과 '설풍' 2품종 모두 재전조에 의해 크게 증가하는 경향이었으며 A형에서 증가 효과가 가장 높았다. 전조 모형간에는 재전조일이 가장 늦었던 D형이 불량하여 대조구와 차이가 없었고 나머지 모형간에는 차이가 없었다.

화경 : 2품종 모두 재전조에 의한 화경 증가효과는 없었으며 '수방력'에서는 C형과 D형이, '설풍'에서는 A형과 D형의 화경이 대조구보다 오히려 감소하였다.

화수장 : 재전조 모형 모두에서 화수장도 크게 신장하였다. 재전조시각 모형의 평균 화수장은 대조구에 비해 '수방력'은 약 2.4cm (161%)나 증가하였다. '설풍'은 2.6cm(194%)나 증가하였다.

Table 46. Effect of lighting pattern on the flower quality of chrysanthemum.

Cultival	Lighting[z] Model	Flower Weight (g)	Flower Diameter (cm)	Flower Neck Length (mm)	Disk floret Number	Ray floret Number
Subangryuk	A	21.60a	14.17a	6.78a	6.66a	222.33a
	B	20.14ab	14.19a	6.03ab	4.33b	189.66c
	C	20.22ab	12.72b	6.38ab	0.13c	207.00b
	D	18.25b	13.14b	5.99b	1.33c	185.00c
	Control	18.43b	14.13a	3.91c	3.33b	173.33d
Seolpoong	A	22.14a	13.31b	4.99ab	13.66a	270.96a
	B	21.50a	14.15a	4.60b	9.33b	231.00c
	C	20.05ab	13.55ab	6.48a	4.33c	267.33ab
	D	18.35b	13.22b	5.55ab	5.00c	242.33bc
	Control	20.41ab	14.08a	2.78c	12.00ab	197.00d

[z] A : 8-⑤-4-③, B : 12-③, C : 12-⑤-4-③, D : 16-⑤-4-③

화변수 : 통상화수는 2품종 모두 A형에서 가장 많이 발생하였으나 대조구보다 많았고 다음이 B형이었으나 대조구와 비슷한 수준이었다. C형과 D형에서는 크게 감소하여 대조구의 약 1/3수준이었다. 설상화수는 2품종 모두 재전조에 의해 증가하였으며 A형과 C형에서 특히 많이 증가하여 '수방력'의 경우 A형은 대조구 보다 49여개(128%), C형은 34개(119%)가 증가하였고 '설풍'의 경우 A형은 대조구 보다 73개(137%), C형은 70여개(136%)가 증가하여 재전조에 의해 볼륨감이 크게 증가하였다.

이상과 같이 재전조에 의해 초장이 증가하고 개화의 균일도가 높아지며 화중, 화경 및 화변수가 증가하여 볼륨이 증대되었을 뿐아니라 상위엽면적이 증가하여 전체의 균형미도 크게 향상시킬 수 있었다. 재전조법은 화아분화 중에 생식생장을 강제로 억제하고 영양생장을 조장하는 것이므로 그 방법이 적절치 않으면 Blind나 貫生花가 발생하기 쉽다.(大石 등 1984)

그러나 본 실험에서 처리한 4모형에서는 이와 같은 기형화나 Blind는 발생하지 않았다.

또한 재전조는 소등에 의한 단일하에서 생식생장 중에 전조에 의해 장일조건이 되므로 생식생장을 억제하고 영양생장을 조장하였 보다 생식적인 통상화수를 감소시키고 보다 영양적인 설상화수를 증가시키는 것으로 알려져 있으나(岡田과 平城, 1954) 본 시험의 개시시기를 화아분화(Table 39, 40)인 소등 8일째로한 A형에서는 설상화와 함께 통상화로 증가하였다.

따라서 적당한 재전조 모형으로는 일본에서 표준모형으로 활용되고 있는 C형 방식이 생육과 개화 및 품질 전반을 볼 때 무난한 모

형이라 생각된다. 그러나 C모형은 중위엽이 소형화하여 절화 전체의 균형미에 문제가 있다. 이에 반해 A형은 C형에서 보다 화수장이 다소 길어지는 결점이 있으나 중위엽의 신장이 촉진되어 절화 전체의 균형감이 좋으며 화변수의 증가 효과가 크므로 C형보다 오히려 유용한 모형이라 생각된다. 또한 화변수 보다 개화를 촉진시키고자 하거나 화수의 지나친 신장을 방지코자 할 경우에는 B형의 방식이 좋을 것이라 생각된다.

3. 결과요약

- 재전조에 의해 초장과 절수는 증가하였고, 모형별로는 C형에서 가장 효과가 컸으나 절간장이나 생체중은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.
- 상위엽 신장효과는 A형이 가장 양호하였으며 B형과 C형도 양호하였으나 6~9위엽의 면적이 감소하는 결점이 있었다.
- 도화일수는 4모형 모두 증가하였으나 개화의 균일도는 향상되었으며 그 효과는 특히 '수방력'에서 현저하였고 모형별로는 C형이 가장 양호하였다.
- 화중, 화경도 증가하였으며 모형별로는 A형이 가장 양호하였다. 통상화 감소수는 C형에서, 설상화 증가는 A형에서 가장 많았으며 전체 화변수는 A형에서 가장 많았다. 그러나 A형과 C형은 화수장이 길어지는 결점이 있었다.

REFERENCE

Arnon D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts ; Polyphenoloxidase Beta Vulgaris. Plant Physiology 24:1-15.

Cathey, H.M. 1954. Chrysanthemum temperature study, C. The effect of night, day and mean temperature upon the flowering of Chrysanthemum morifolium. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 500-502.

Choi, B.J. 1991. The effect of nitrogen nutrition on carbon and nitrogen metabolism in *Rhododendron Catawbiense*× '*English roseum*' Doctoral dissertation. University of Rhode island.

Christopher J. French. 1990. Rooting of Rododendron 'Anna Rose Whiney' Cuttings as Related to Stem Carbohydrate Concentration. Hortscience 25(4):409-411.

Davis T. D. and John R. Potter. 1981. Current photosyntheate as a limiting factor in adventitious root formation on leafy pea cutting J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(3):278-282.

Davis T. D. and John R. Potter. 1987. Physiological Response of rhododendron cuttings to different light levels during

rooting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(2):256-259.

Dufault, R. J. and L. Waters, Jr. 1985. Container size influences broccoli and cauliflower transplant growth but not yield. Hortsceince 20(4):682-684.

Eriasson L. 1978. Effect of Nurients and Light on Growth Root Formation in Pisum sativum Cuttings. 1978. Physiol. Plant 43:13-18.

Eriasson L. and Laila Brunes. 1980. Light effect on root formation in aspen and willow cuttings Physiol. Plant 48:261-265.

Fitter, A.H and R.K.M. Hay. 1981. Environmental physiology of plants. Academic press INC. N.Y. p.171-199.

Gay A. P. and K. Loach. 1977. Leaf conductance changes on leafy cuttings of Cornus and Rhododendron during propagation. Journal of Horticulture Science. 52:509-516.

Geneve, R. L. and J. W. Buxton. 1995. Marigold root development during plug production. Acta Horticulturae 396:345-350.

Grang R. I. and K. Loach. 1983. The water economy of unrooted leafy cuttings. Journal of Horticulture Science. 58(1):9-17.

Grang R. I. and K. Loach. 1985. The effect of light on rooting of Leafy cutting Scientia Horticulturae, 27:105-111.

Haissig B. E. 1984. Carbohydrate accumulation and partitioning in Pinus banksiana seedlings and seedling cuttings. Physiol. Plant. 61:13-19

Ho, L.C. and R. Nichols. 1977. Translocation of ^{14}C-sucrose in relation to changes in carbohydrate content in rose corollas cut at different stages of development. Ann. Bot. 41:227-242.

Howard, T. 1978. Enzymes of nitrogen mobilization in detached leaves of *Lolium temulentum* during senescence. Planta. 142:161-169.

Hunghes B. R. and M. James Tsujita. 1981. The Effect of Supplemental HPS Lighting during Propagation on Rooting and Quality of 'White Marble'Cut Chrysanthemums. J. Amer . Soc. Hort. Sci. 106(5):613-615.

小西國義. 1975. さし芽苗の低溫處理のよるぎくのロザット化防止.

日本園學雜 44(3):286-293.

小西國義. 1980. キクのゼツト化に關する研究. 日本秋季園藝學會發表要旨. 49(1):107-113

小西國義. 1994. キクの機械定植と苗生産. 農耕と園藝. 49(10):120-127

Kubota, C. and T. Kozai. 1994. Low-temperature storage for quality preservation and growth suppression of broccoli plantlets cultured in vitro. HortSci. 29(10)1191-1194.

Loewus F. A. and W. Tanner. 1982. Plant Carbohydrates I. p. 266-268. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

松田岑夫, 万豆剛一. 1978. 秋ギクの加溫電照栽培に關する研究(第2報) 低溫栽培におけるさし挿冷藏に對する反應の品種間差異. 靜岡縣農試驗場研究報告. 23: 40-48

Mudge K. W. 1995. Comparison of Four Moisture Management Systems for Cutting Propagation of Bougainvillea, Hibiscus, and Kei Apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(3):366-373.

Newton A. C. and Angela C. Jones. 1993. The water status of

leafy cutting of four tropical tree species in mist and non-mist propagation systems. Journal of Horticulture Science. 68(5)653-663.

Nihal, C.R., W.R. David, and W.K. John. 1991. Storage temperature and duration affect quality and post-storage recovery of vegetative *Dendranthema×grandiflorum*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(1):73-76.

Nihal C. Rajapakse, William B. Miller, and John W. Kelly. 1996 Low-temperature Storage of Rooted Chrysanthemum Cuttings: Relationship to Carbohydrate Status of Cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 12(4)740-745.

西尾 讓一. 1991. 電照ギク心止まり症の發生要因. 農耕と園藝. 46(3): 133-135

野村 正, 淺野東雜, 中村建夫. 1977. 冷藏處理よるきく促成. 山口農試研報. 28:71-90.

農林部 果樹花卉課長. 1999. '98 花卉栽培現況. 農林部. 서울

農村振興廳. 1991. 土壤化學分析法. p.19-90, p.109-115, p.165-166. 農業技術研究所. 水原.

大石一史, 米村浩次, 大須賀源芳. 1984. 秋キクの夏期冷藏による親株育成(第2報)低溫苗の特性及び高溫の影響. 日本秋季園藝學會發表要旨. 314-315.

岡田正順, 平城好明. 1954. 秋菊の電燈照明による抑制栽培に對ける再電照の花形に及ぼす影響ついて. 日園學雜. 23(3):193-198

Orton P. J. 1979. The influence of water stress and abscisic acid on the root development of *Chrysanthemum moriflolium* cuttings during propagation. Journal of Horticulture Science. 54(3):171-180

Paul, E.C. and J.K. Gary. 1994. Changes in growth regulator and carbohydrate levels in roots shoot tips of *Cornus sericea* during cold storage and emergence from dormancy. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4):785-788.

Paul, E.C. and J.K. Gary. 1994. Changes in growth regulator and carbohydrate levels in roots shoot tips of *Cornus sericea* during cold storage and emergence from dormancy. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4):785-788.

Paul, J. L. and C. I. Lee. 1976. Relation between growth of chrysnathemum and aeration of various container media. J.

Amer. Soc. Hort. Sci. 101(5):500-503.

Reuveni O. and M. Raviv. 1980. Impormation of Leaf Retention to Rooting of Avocado Cutting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2):127-130

Reuven O. and I. Adato. 1974. Endogenous Carbohydrates, Root Promoter, and Root Inhibitors in Easy-and Difficult-to-Root Date Palm(*Phoenix dactylifera* L.)Offshoot J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(4):361-363.

Reuveni, O. and M. Raviv. 1980. Importance of leaf retention to rooting of Avocado cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2):127-130.

船月成桂. 1983. 電照ギクのロゼットと開花に及ぼす電照, 穗冷, 生長調節劑の影響. 日本秋季園藝學會發表要旨. 58:558-559

船月成桂. 1988. 切り花栽培の新技術　キク, 誠文堂新光社. 上巻:23

Silvius J. E., N. J. Chatterton, and D. F. Kremer. 1979. Photosynthate partitioning in soybean leaves at two irradiance levels.

Smalley T. J. , M. A. Dirr, and A. M. Armitas. 1991. Photosynthesis and Leaf Water, Carbohydrate, and Hormone Status during Rooting of Srem Cutting of *Acer rubrum* J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6):1052-1057.

Stoltz L. P. and Charles E. Hess. 1966. The Effect of Girdling Upon Root Initiation : Carbohydrates and Amino Acids. Amarican society for horticultural Science V. 89.

Stoltz L. P. 1967. Factors influencing root intiation in an Easy-and a difficult-to-root Chrysanthemum. American society for horticulture science v.92:622-626.

Tognetti, J.A., G.L. Salerno., M.D. Crespi, and H.G. Pontis. 1990. Sucrose and fructan metabolism of different wheat cultivars at chilling temperatures. Physiol. Plant. 78:554-559.

Veiersko B. , A. Skytt Andersen and E. Nymann Eriksen. 1982. Dynamics of extractable carbohydrates in Pisum sativum. I. Carbohydrate and nitrogen content in pea plants and cuttings grown at two different irradiances Physiol. Plant. 55:167-173.

Weston, L. A. and B. H. Zandstra. 1986. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4):498-501.

Whistler R. L. and M. L. Wolfrom. 1962. Mothods in carbohydrate chemistry. Academic Press, N.Y.

Winkler, A.J. and W.O. Williams. 1945. Starch and sugars of *Vitis vinifera*. Plant Physiol. 20:412-432.

Yoo, Y.K. and K.S. Kim. 1996. Seasonal variation in rooting ability plant hormones, carbohydrate, nitrogen, starch and soluble sugar contents in cuttings of white forsythia(*Abeliophyllum distochum* Nakai). J. Kor. Soc. Hort. Sci.37(4):554-560.

Yoshida, H., T. Hayashi, T. Harada, K. Konishi, and Y. Shibano. 1992a. Effect of flat cell size on microclimate inside the canopy and plant growth plug nursery plants of chrysanthemum and carnation. 1992. Acta Horticulturae 319:401-406.

Yoshida, H., T. Hayashi, T. Harada, and K. Konishi. 1992b. Effects of medium composition and pre-treatment on rooting of plug nursery plant. Acta horticulturae 319:441-446.

Yue D. and H. A. Margolis. 1992. Photosynthesis and Dark respiration of black spruce cuttings during rooting in responce to light and temeperature. Can. J. For. Res. 23:1150-1155.