

양액재배를 이용한 절화용 국화의 주년생산체계확립을 위한 연구

김기선 · 김선화 · 심명선

(서울대학교 식물생산과학부)

Study for Establishment of Year-round Production System of Cut Chrysanthemum Using Hydroponics

Ki-Sun Kim · Sun-Hwa Kim · Myung-Syun Shim

Dept. of Horticulture, Seoul, National University

적 요

본 연구는 지금까지 국내에서 연구되어진 절화국화의 양액재배에 관한 기본연구를 바탕으로 농가차원에서의 재배법을 확립함과 동시에 연4기작재배 가능성을 보여주고 양액재배를 이용하여 절화국화를 생산할 경우 알맞은 주년생산작형체계를 개발하고자 수행하였다.

1년간 4기작을 목표로 4가지 유형을 개발하여 재배한 결과, 일본의 수출국화규격을 만족하여 4가지 유형 모두 적용이 가능하다는 결론을 내릴 수 있었으며 전체 작기가 다소 지연된 감은 있었으나 대체로 1년에 4기작재배가 가능하다고 사료된다.

관주량 및 양액농도를 조사한 결과 제1작기인 4~6월재배시 생육단계별로 관주량은 주당 100→150→225→350→225 mL/day로 하고 양액농도는 1.8~2.0dS/m로 하는 것이 적합하였다. 제2작기인 7~10월 재배시에는 관주량을 주당 125→200→300→400→250mL/day로 하고 양액농도는 1.2~1.5dS/m정도로 조절하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 제3, 4작기인 11~4월에는 관주량을 주당 75→125→185→250→185mL/day로 하되 제4작기인 2~4월에는 단일처리기의 관주량을 주당 300mL/day로 하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 또, 이 시기의 양액농도는 2.0~2.2dS/m로 하는 것이 적합하였다. 양액의 pH는 영양생장기에는 안정적으로 유지되었으나 생식생장기에는 비교적 많이 떨어지는 경향을 보였는데 비순환식 양액재배의 경우 큰 문제는 없을 것으로 생각되지만 순환식 재배에 있어서는 pH의 관리가 필요하다고 사료된다.

1. 서론

국화는 우리 나라에서 장미 다음으로 많이 재배되는 화훼작물로 전체재배면적은 658.1 ha('98), 생산액은 1109억원('98)이다(농림부, 1999). 현재 주년생산기술의 개발과 함께 다양한 화형화색의 spray국화가

육종되면서 점차적으로 생산량이 증가하고 있다. 그러나, 국내 국화재배는 수량성 위주의 생산이 대부분이어서 해외수출시장 개척을 위한 품질향상노력이 절실히 요구되고 있는데 품질의 향상을 위해서는 시설의 개선, 정식 분수의 감소 등이 필요하므로 생산비 증가라는 문제점이 발생하게 된다(Sin, 1995). 특히 시설재배에 있어서는 생산비 증가가 경영의 최대

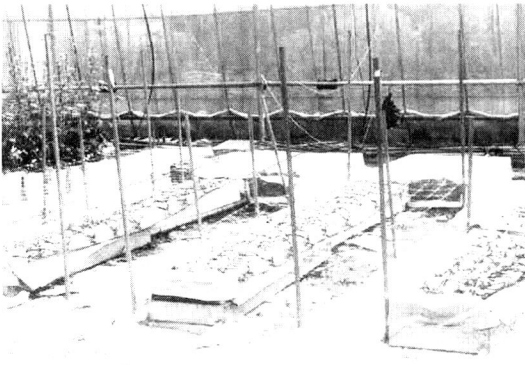


Fig. 1. System used during experiment. left: early stage. right: late stage.

문제이며 이러한 생산비 증가를 보상하기 위해서는 동일시설 내 재배회수 증대에 의한 수량성 향상이 요구된다(船越, 1990).

화란의 경우 스프레이 국화의 무적심재배에 의한 연 3.5기작 체계가 오래 전부터 실용화되어 있고 일본에서도 재절화재배, 무적심재배 등을 통한 연3기작 재배가 시도되고 있다(William and James, 1983; 和明, 1991). 그러나 우리 나라는 아직도 연2기작이 대부분이므로 개선의 여지가 많다. 국화는 단일품종에 의한 주년생산이 이상적이나 한여름의 혹서로 인한 품질저하가 예상되므로 고온장해가 적은 하국의 이용이 바람직하다고 한다(大石, 1994). 따라서, 가장 고소득을 올릴 수 있는 시기에 핵심 작형을 배치하고 나머지 작형에서는 무적심재배나 재배기간이 짧은 스프레이국화를 적절히 배치하여 생산비를 줄이고 가격을 높일 수 있는 작부체계를 수립하여야 할 것이다(Sin, 1995).

토양재배를 할 경우에는 주년생산체계를 확립하는데 있어서 여러 가지 문제점이 생긴다. 염류집적현상(石田, 1978)에 의한 초장과 생체중의 감소, 개화지연이 초래되고 겨울철의 낮은 지온과 토양전염성 병해(加落, 1991)에 의해 생산량이 감소하며, 생육환경이 불량하여 생산기간이 길어진다. 또, 묘의 품질과 균일성이 낮아 정식후 활착의 지연으로 작기가 연장되며, 시비와 제초에 많은 노동력이 소요된다. 이와 같은 단점을 보완하고자 양액재배를 도입하고 있는

데 일본이나 화란에서는 국화양액재배를 위한 재배 및 양액관리 방법이 실용화되고 있으며 최근 들어 우리나라에서도 양액재배에 적합한 재배, 양액관리법 및 양액조성에 관한 기술연구가 활발하게 진행되고 있다(강 외, 1995a; 강 외, 1995b; 김, 1998; 김 외, 1999; 농촌진흥청, 1998; 장, 1999; 지, 1997; 지 외 1998a; 지 외 1998b; 한국학술진흥재단, 2000).

본 연구는 지금까지 국내에서 연구되어진 절화국화의 양액재배에 관한 기본연구를 바탕으로 농가차원에서의 재배법을 확립함과 동시에 연4기작재배 가능성을 보여주고 양액재배를 이용하여 절화국화를 생산할 경우 알맞은 주년생산작형체계를 개발하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 실험장소 및 시스템 : 본 연구는 서울대학교 농업생명과학대학 부속농장의 플라스틱필름하우스에서 실시하였으며 재배시스템은 이스라엘 Netafim사에서 기술제휴한 한국형 양액공급장치를 사용하여 관수량과 관수시간을 제어하는 프로그램으로 양액을 공급하였다. 배관은 본관을 20mm PE관으로, 지관을 16mm PE관으로 하였으며 양액공급라인은 CNL 버튼과 점적관 및 호스를 이용하였는데 1개의 CNL버튼에서 4개의 점적관을 내어 국화 4주 사이에 각각 1개씩 꽂았다. 40×120×15cm 스티로폼베드에 양액재

배용 펄라이트(파라트1호:파라트2호=1:1)를 채워 사용하였으며 재식간격은 8×10cm로 하여 베드당 40주씩 정식하였는데 겨울의 단일기 동안 생식생장이 일찍 진행되는 것을 방지하기 위해 60W 백열등을 1.2×1.2m 간격으로 설치하였다(Fig.1).

2. 실험재료 : 실험재료로는 절화국화 standard계인 '수방력' 및 '정운' 과 spray계인 '퓨마' 를 이용하였는데 2~3℃에서 5주간 냉온저장후 IBA 500ppm을 발근촉진제로 처리하여 perlite와 peatmoss의 혼합용토 (1:1 v/v)를 채운 105공 cell tray에 삽목하였다. 발근

하기까지는 50% 차광막으로 차광하였으며 발근 후에는 일본의 아이찌현 원예연구소 국화전용양액(Table 1)을 1/2배로 희석하여 관주하고 3주간 육묘 후 실험에 이용하였다.

3. 실험방법 : 연4기작재배를 목표로 추석이나 설등을 겨냥한 핵심 작기를 중심으로 4가지 유형을 설정하여 각기 다른 품종을 재배하거나 재절화재배를 시도함으로써 네 가지의 재배유형을 정하였는데 (Table 2) 세 가지 유형은 정식 및 수확시기가 같은데 비해 한 가지 유형은 정식 및 수확시기가 다르다.

Table 1. Composition of untrient solution used during the experiment.

Macroelement	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg	S
Conc.(me/L)	12.00	2.00	3.0	6.0	5.0	3.0	3.0
Microelement	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
Conc.(ppm)	2.00	0.5	0.25	0.2	0.05	0.05	

Table 2. Cropping time and cultivars used during experiment.

Cropping time	Type	Cropping period	Cultivar
1	1	99/04/05-99/06/21	Seiun
	2	99/04/05-99/06/21	Seiun
	3	99/04/05-99/06/21	Seiun
	4	99/05/31-99/08/16	Seiun
2	1	99/06/28-99/09/20	Seiun recutting
	2	99/06/28-99/09/20	Shuhouno-chikara
	3	99/06/28-99/09/20	Shuhouno-chikara
	4	99/08/23-99/11/15	Puma
3	1	99/09/27-99/12/27	Shuhouno-chikara
	2	99/09/27-99/12/27	Puma
	3	99/09/27-99/12/27	Shuhouno-chikara recutting
	4	99/11/22-00/02/21	Shuhouno-chikara
4	1	00/01/03-00/04/03	Shuhouno-chikara recutting
	2	00/01/03-00/04/03	Shuhouno-chikara
	3	00/01/03-00/04/03	Puma
	4	00/02/28-00/05/22	Shuhouno-chikara recutting

또한, 여러 연구결과(김, 1998; 김 외, 1999; 농촌진흥청, 1998; 장, 1999; 지, 1997; 지 외 1998a; 지 외 1998b; 한국학술진흥재단, 2000)에 의거하여 각 시기, 재배유형 및 생육단계에 적합한 관주량과 양액농도를 계획하였다(Table 3). 한 작기가 끝날 때마다 수확하여 초장, 엽수, 경경(꽃목굵기), 꽃목길이 및 생

체중을 조사하여 일본 수출절화규격(Table 4)을 만족시키는지 관찰하고 각 재배유형별로 비교, 검토하며 1차절화 국화와 재절화국화의 상품성을 비교하였다. 또, 재배기간동안 양액내 pH(pH meter, HM-12P, TOA Electronics Ltd.) 및 EC(EC meter, CM-53, Takemura Electric Co.)의 변화를 관찰하여 양액농도

Table 3. Amount of irrigation and concentration of nutrient solution during experiment

Cropping time	Type	Growth stage					Growth stage		
		I	II	III	IV	V	I	II~IV	V
		<i>Amount of irrigation (mL/day/plant)</i>					<i>EC (dS/m)</i>		
1	1						0.0	1.8	1.0
	2						0.0	1.8	0.0
	3	100	150	225	300	225	0.0	1.8	0.0
	4						0.0	1.5	0.0
2	1						0.8	1.5	0.0
	2						0.0	1.5	0.0
	3	125	200	300	400	300	0.0	1.5	0.8
	4						0.0	1.5	0.8
3	1						0.0	2.2	1.2
	2						0.0	2.2	1.2
	3	75	125	185	250	185	1.2	2.2	1.2
	4						1.2	2.2	0.0
4	1						1.2	2.2	0.0
	2						1.2	2.2	0.0
	3	75	125	185	250	185	1.2	2.2	0.0
	4						0.0	2.2	0.0

^aGrowth stage I, taking root stage(0~1 weeks after planting); II, early vegetative growth stage; III, late vegetative growth stage; IV, short-day stage(short-day ~2mm visible bud experience); V, flowering stage(2mm visible bud experience~flowering)

Table 4. Standard exporting chrysanthemum to japan.

Cultivar	Flower color length(cm)	Shoot leaves(ea)	Number of (mm)	Stem diameter weight(g)	Total fresh
Shuhouno-chikara	white, yellow	90	27~28	6	over 65
Seiun	white	90	27~28	6	over 60

의 적합성을 조사하고 공급되는 양액의 양과 배액의 양을 측정하여 관주량이 적절한지를 살펴보았다.

III. 결과 및 고찰

1. 제1기작 : 정운을 정식한 유형1~3의 경우 예정보다 1주일 늦은 4월12일에 정식하여 예정보다 2주 늦은 7월5일에 수확하였고 유형4도 5월31일에 정식하여 예정보다 1주일 늦은 8월 23일에 수확하였다 (Table 5). 정식이 늦어진 이유는 모주의 저온처리가 제대로 되지 않음으로 인해 삼수의 생육상태도 불량하였고 삼목 후에도 발근이 늦어졌기 때문이다. 일반적으로 보면 모주에 충분한 저온처리가 이루어져야

휴면이 제대로 타파되어 강건한 삼수가 얻어지고 제대로 육묘가 된다고 한다(農山漁村文化協會, 1995; 농촌진흥청, 1998; 船越, 1995). 절화품질은 유형1~3의 경우 초장, 경경 및 생체중은 일본의 수출국화규격을 만족하고 있으나(농촌진흥청, 1999) 엽수가 많은 편이었고 유형 4의 경우 초장, 엽수, 직경 및 생체중은 만족시켰지만 꽃목이 길어진 경향을 보였다. 양액내 pH 및 EC는 적정 수준을 유지하였는데 유형 1~3의 경우 영양생장기 동안에는 EC가 1.8dS/m 이상이 되어도 무방할 것으로 사료되고 유형 4의 경우에는 EC를 1.5~1.8dS/m정도로 유지하여주는 것이 적당하다고 사료된다(Fig. 2). 관주량은 유형 1~3의 경우 단일처리이후 관주량을 주당 300mL/day에서

Table 5. Plant growth of chrysanthemum after the 1st cropping.

Type	Planting date(y/m/d)	Harvesting date(y/m/d)	Shoot length(cm)	Number of leaves(ea)	Stem diameter (mm)	Flower stalk length(cm)	Total fresh weight(g)
1~3	99/04/12	99/07/05	100.92	37.9	6.35	3.60	101.4
4	99/05/31	99/08/23	92.85	27.8	6.43	4.73	86.3

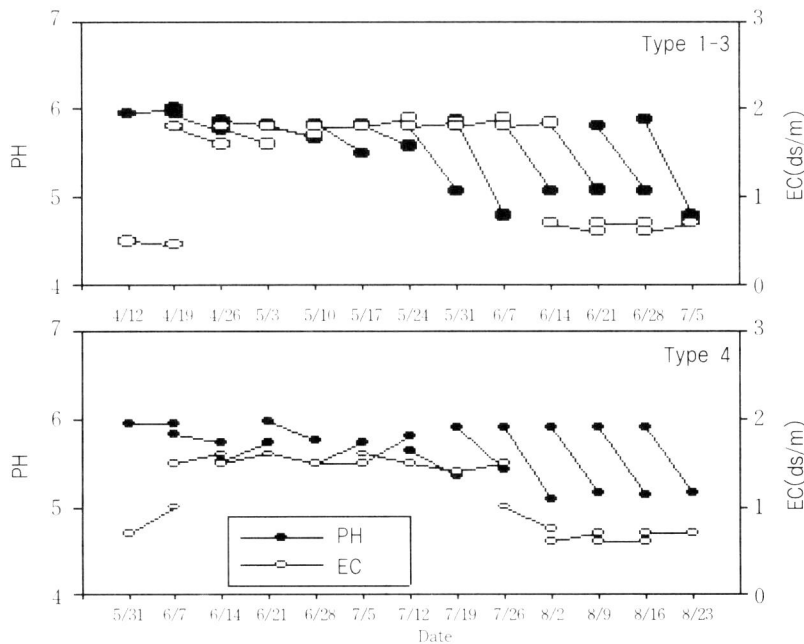


Fig. 2. Changes of EC and pH in nutrient solution during the 1st cropping.

350mL/day 정도로 올려주는 것이 좋을 것으로 사료되고 유형4의 경우 관주량이 적정하다고 생각된다.

2. 제2기작 : 4월12일에 정식하여 7월5일에 수확한 정운을 재절화한 결과(유형1) 1차(제1기작) 수확한 절화에 비해서는 다소 상품성이 떨어졌지만 일본의 절화상품성을 만족시켰다(Table 6). 유형 1을 유형 2 및 3에 해당하는 '수방력'의 육성재배와 비교하면 개화일이 1주일 정도 빨랐고 상품성도 떨어지지 않았다. 유형 2 및 3의 경우 초장, 경경 및 생체중은 일본 수출국화규격을 만족하였으나 엽수는 많아졌다. 품마

를 정식한 유형 4의 경우 전체적인 상품성은 일본 수출국화규격을 만족시켜 주었다. 양액내 pH는 영양생장기에는 비교적 안정되게 유지되었으나 생식생장에 들어서면서 점차 떨어지는 경향을 보여주었다(Fig. 3). 양액농도의 변화를 살펴보면 7월부터 9월까지의 고온기에는 양액농도를 1.5ds/m로 하는 것이 적합하다고 사료된다. 그러나 재절화시에는 초기 재절화용 눈을 유도하는 동안에도 양액의 농도를 떨어뜨리지 않는 것이 초기영양생장을 활발하게 하는 데에 도움을 줄 것으로 생각된다(Fig. 3). 품마를 정식한 유형4의 경우에는 1.8~2.0ds/m정도로 양액농도를

Table 6. Plant growth of chrysanthemum after the 2nd cropping.

Type	Planting date(y/m/d)	Harvesting date(y/m/d)	Shoot length(cm)	Number of leaves(ea)	Stem diameter (mm)	Flower stalk ength(cm)	Total fresh weight(g)
1	99/07/05	99/10/04	93.9	29.6	6.51	2.93	73.2
2	99/07/05	99/10/04	91.2	32.7	7.41	3.38	72.1
3	99/07/05	99/10/04	93.1	31.9	7.68	3.04	80.8
4	99/08/23	99/11/22	92.0	27.0	6.15	1.35	71.8

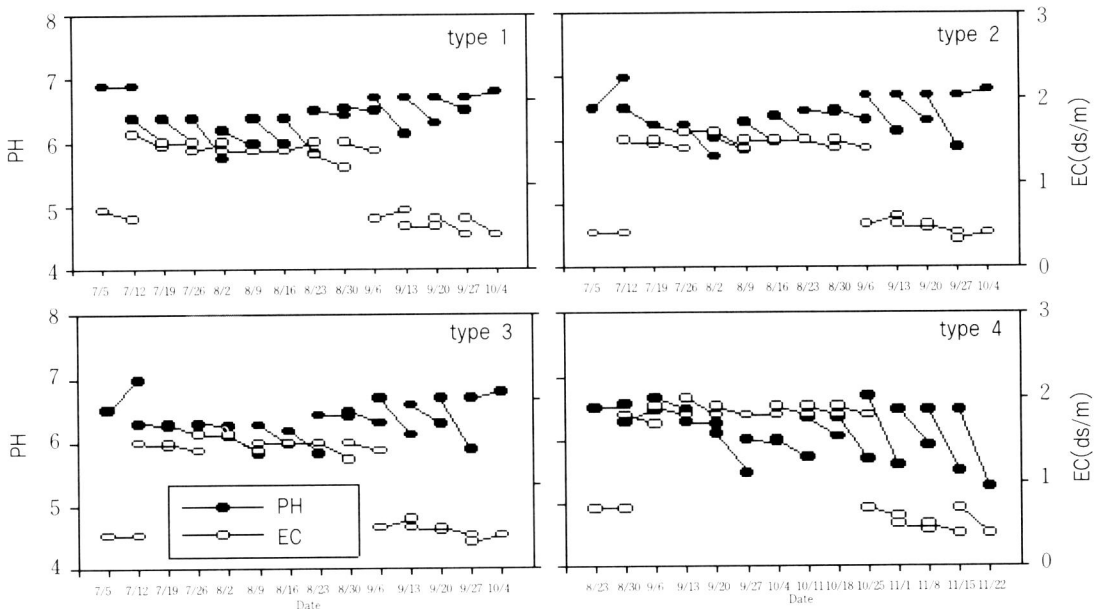


Fig. 3. Changes of EC and pH in nutrient solution during the 2nd cropping.

다소 놓여주는 것이 좋을 것으로 생각되며 단일처리 기이후 관주량은 주당 350mL/day, 화되기 이후 관주량은 주당 250mL/day정도로 줄여주는 것이 좋을 것으로 사료된다.

3. 제3작기 : 수방력을 재배한 결과(유형1, 2), 초장, 엽수, 생체중 및 꽃목의 길이 등이 모두 일본의 수출국화규격을 만족시켰다(Table 7). 그러나, 재배기간이 예상외로 길어졌는데 이는 재배기간동안 온풍

기의 고장으로 인해 온도가 급격하게 떨어져서 생리적 장애(로셋트)가 나타났었고 이를 회복하는데 다소 시간이 걸렸기 때문이다. 또, 양액내 EC가 초기 영양생장기간동안 지나치게 낮았던 것도 큰 요인으로 작용하였던 것 같다(Fig. 4). 제2작기의 수방력을 재절화한 유형3의 경우 개화일은 유형1, 2에 비해 다소 빨랐으나 일본의 수출국화규격은 만족시켰다. 품마를 재배한 결과(유형 4), 초장, 엽수, 생체중 및 꽃목의 길이 등이 모두 일본의 수출국화규격을 만족시

Table 7. Plant growth of chrysanthemum during the 3rd cropping.

Type	Planting date(y/m/d)	Harvesting date(y/m/d)	Shoot length(cm)	Number of leaves(ea)	Stem diameter (mm)	Flower stalk length(cm)	Total fresh weight(g)
1	99/10/11	00/02/07	101.9	41.9	6.35	4.10	93.5
2	99/10/11	00/02/07	102.2	43.1	6.35	3.10	99.0
3	99/10/11	00/02/07	103.1	31.9	7.68	3.04	80.8
4	99/11/22	00/03/06	99.3	31.0	8.00	4.50	97.6

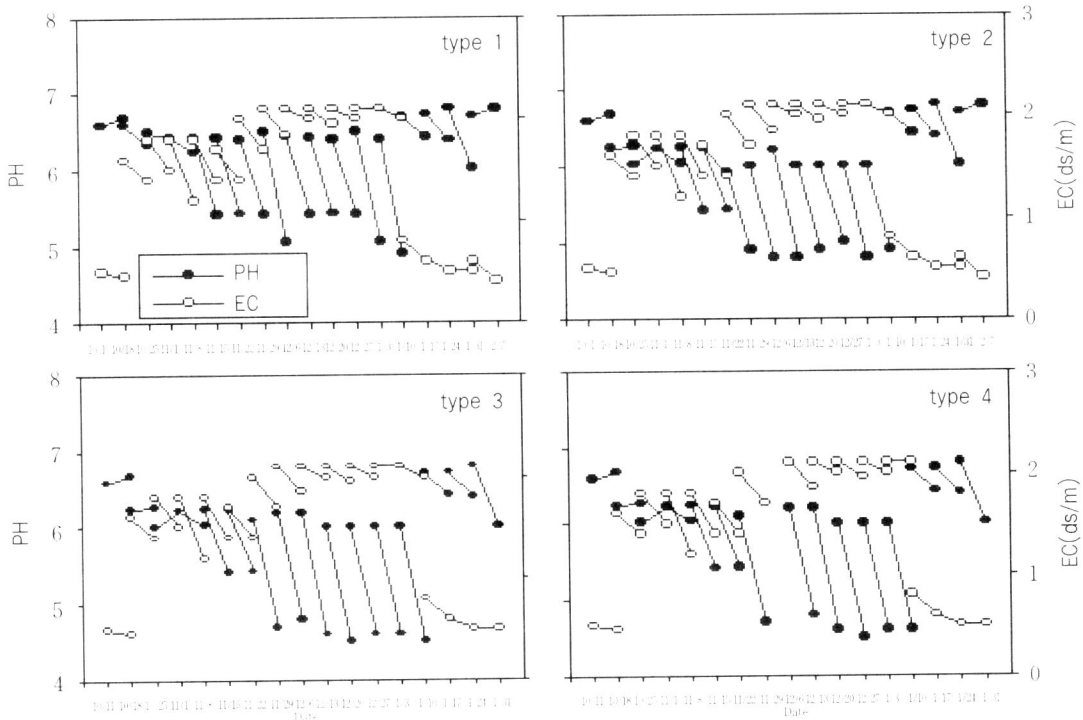


Fig. 4. Changes of EC and pH in nutrient solution during the 3rd cropping.

켰다(Table 7). 양액내 pH는 영양생장기에는 비교적 안정되게 유지되었으나 생식생장기에 들어서면서 점차 떨어지는 경향을 보여주었다(Fig. 4). 양액내 양액 농도를 살펴보면 생식생장기까지도 배액내 농도가 떨어지는 것으로 보아 11월부터 2월까지의 겨울에는 EC를 2.0ds/m 이상을 반드시 유지시켜주어야 할 것으로 사료된다.

4. 제4작기 : 수방력을 재배한 결과(유형1, 2), 초장, 엽수, 생체중 및 꽃목의 길이 등이 모두 일본의 수출국화규격을 만족시켰고 재배기간도 12주로 적정했는데 재질화한 경우 개화까지 기간이 2~3일 정도 단축되었다(Table 8) 품마를 재배한 결과(유형 3), 초장, 엽수, 생체중 및 꽃목의 길이 등이 모두 일본의 수출국화규격을 만족시켰고 재배기간도 12주로 적정했다(Table 8). 정운을 재배한 유형4의 경우 초장은

Table 8. Plant growth of chrysanthemum after the 4th cropping.

Type	Planting date(y/m/d)	Harvesting date(y/m/d)	Shoot length(cm)	Number of leaves(ea)	Stem diameter (mm)	Flower stalk length(cm)	Total fresh weight(g)
1	00/02/07	00/05/01	91.00	30.33	6.33	2.37	134.33
2	00/02/07	00/05/01	91.00	30.33	6.46	2.06	98.06
3	00/02/07	00/05/01	95.00	26.67	7.27	1.06	96.17
4	00/03/27	00/05/29	85.00	27.50	7.27	3.40	66.17

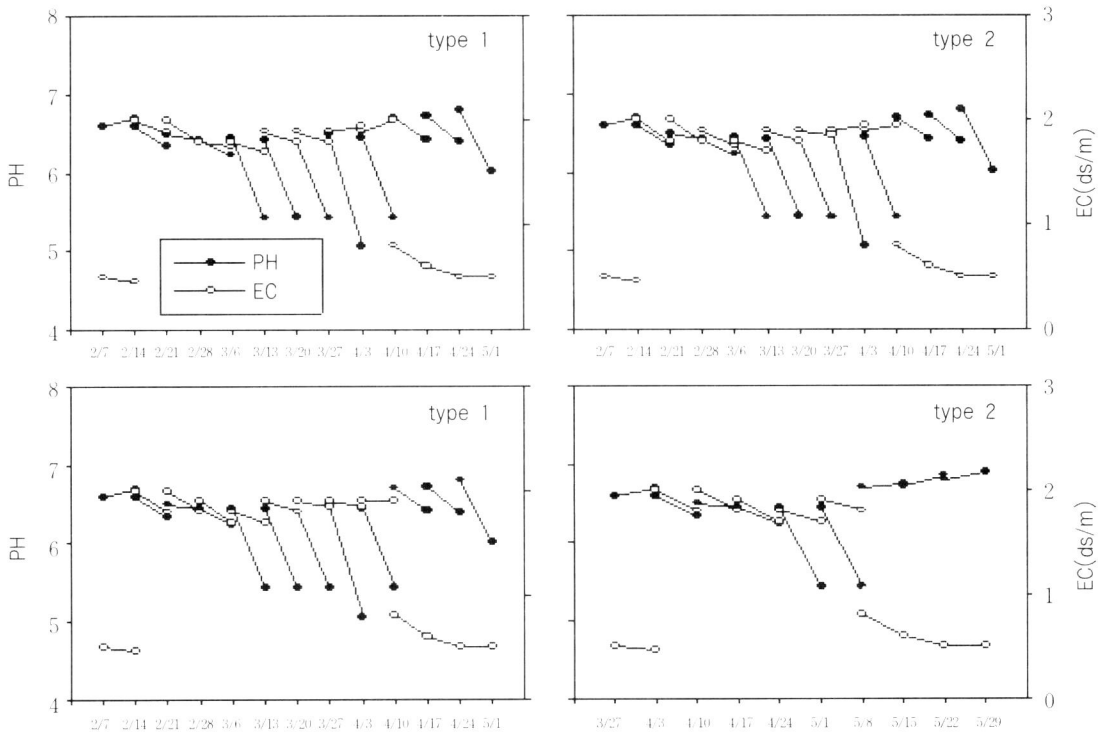


Fig. 5. Changes of pH and EC in nutrient solution during the 4th cropping.

짧았고 생체중은 가벼웠는데 이는 화아가 분화하기까지의 기간이 짧았기 때문에 상대적으로 재배기간이 9주로 짧아졌기 때문으로 사료된다(Table 8). 양액의 농도는 1.8mS/m보다 약간 높여주어도 무방할 것으로 사료된다(Fig. 5).

IV. 결론

지금까지 국내에서 연구되어진 절화용 국화의 양액재배에 관한 기본연구(지, 1997; 김, 1998; 농촌진흥청, 1998; 지 외 1998a; 지 외 1998b; 김 외, 1999; 장, 1999; 한국학술진흥재단, 2000)를 바탕으로 농가 차원에서의 재배법을 확립함과 동시에 양액재배를 이용하여 절화국화를 생산할 경우 알맞은 주년생산작형체계를 개발하고자 이 연구를 수행하였다.

일년간 4기작을 목표로 4가지 유형(Table 2)을 개발하여 재배한 결과, 일본의 수출국화규격을 만족하여 4가지 유형이 모두 적용 가능하다는 결론을 내릴 수 있었다. 그러나, 염수가 다소 많아지고 꽃목이 길어지는 경향이 있는데 이를 해결하기 위해서는 GA, B-9 등 생장조절제의 적절한 처리가 필요하다고 사료된다. 초기 재배한 상품과 재절화 재배한 상품을 비교하여 보면 생육에 큰 차이가 나질 않았으나 생육기간은 다소 짧아지는 경향을 보여서 단일처리시기를 조절할 필요가 있다.

재배기간을 살펴보면 제1~3유형의 경우 처음 예상보다 1주일 늦게 시작하여 4주정도 늦게 종료되었고 제4유형의 경우 시작과 종료하는 시기가 처음 계획과 일치하였다. 제1~3유형에서 시작이 늦어진 이유는 모주의 저온처리가 다소 늦어지고 생육상태가 불량하여 삽수를 늦게 얻었고 제3작기를 수행하면서 불량한 온도환경으로 인한 생리적장해로 3주 정도 예정보다 더 지연되었기 때문이다.

관주량을 결정하는 주요인은 증산량인데 증산량은 일사량, 온도, 식물의 상태 및 생육단계의 영향을 받는다. 또, 하루에 공급하는 비료염 양이 같아야 하기 때문에 관주량이 증가하면 상대적으로 농도는 떨어뜨려 공급해야 한다(김, 1998; 加藤, 1994; Norrie, 1994). 이러한 연구내용들을 바탕으로 계절별 생육단

계별 절화국화에 적합한 관주량 및 양액농도를 조사하여 본 실험에 적용하였는데 그 결과 초기 계획을 Table 9와 같이 수정하였다. 제1기작인 4~6월 재배시 단일처리기 동안의 관주량을 주당 350mL/day로 늘려 100→150→225→350→225mL/day로 하고 양액농도는 1.8~2.0dS/m로 하는 것이 적합하다고 사료되며 제2기작인 7~10월 재배시에는 화되기 이후의 관주량을 주당 250mL/day로 줄여 125→200→300→400→250mL/day로 하고 양액농도는 1.2~1.5dS/m 정도로 조절하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 제3, 4기작인 11~4월에는 양액농도를 2.0~2.2dS/m로 하고 관주량은 주당 75→125→185→250→185mL/day로 하되 제4기작인 2~4월에는 단일처리기의 관주량을 300mL/day로 하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

양액의 pH는 영양생장기에는 안정적으로 유지되었으나 생식생장기에는 비교적 많이 떨어지는 경향을 보였는데 비순환식 양액재배의 경우 큰 문제는 없을 것으로 생각되지만 순환식 재배에 있어서는 pH의 관리가 필요하다고 사료된다.

지금까지의 연구결과로 절화국화의 양액재배시 적정 관주량 및 농도는 어느 정도 밝혀졌다고 생각되지만 앞으로 광과 온도에 따른 양수분흡수패턴 및 생육패턴의 모델링이 이루어진다면 보다 더 효율적으로 관리를 할 수 있을 것이다. 또한, 여름, 겨울의 안정적인 온도관리와 모주 및 육묘대책이 필요하다고 생각된다.

참고문헌

1. Kim, S. H. and K. S. Kim(1999). Effects of irrigation frequency, particle size and depth of perlite medium on growth and flowering of *Dendranthema grandiflorum* grown on recycling system. Kor. J. Hort. Sci & Tech, 17(3): 355~360.
2. Norrie, J., M. E. D. Graham, and A. Gosselin (1994). Potential evaporation as a means of predicting irrigation timing in greenhouse tomatoes grown in peat bags. J. Amer. Soc.

Hort. Sci. 199(2): 163~168.

3. Sin, H, K.(1995). Effects of combination of cultivars and non-pinching cultivation for 3 times cultivation of chrysanthemum a year in greenhouse, RDA, J. Agri. Sci, 37(2): 418~422.

4. William, R. W. and W. B. James(1983). Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of Chrysanthemum. HortScience 18(2): 196~197.

5. 加藤俊博(1994). 切り花の 養液管理. 農山漁村文化協會, Japan, p. 111~116.

6. 加藤傳(1991). キク集約産地の連作土壌の實態と今後の土壌管理(1)(2). 施設園藝 33: 40~43.

7. 강종구, 서범식, 정순주(1995a). 양액의 이온농도가 분무경재배 국화의 생장과 발육에 미치는 영향. 한국원예학회지 36(1): 83~89.

8. 강종구, 손정금, 박화성, 정순주(1995b). 토경, 분무경 및 박막순환식 재배가 국화의 생장과 개화에 미치는 영향. 한국원예학회지 36(5): 747~754.

9. 김선화(1998). 순환식 양액재배에 있어서 관주 주기, perlite배지의 입자크기 및 깊이가 국화 '수방력'의 생육 및 개화에 미치는 영향. 석사학위논문, 서울대학교, 수원, p. 61.

10. 農林部(1999. 98). 花卉栽培現況, p. 13.

11. 農山漁村文化協會(1995). 農業技術大系 '키쿠',

Table 9. Amount of irrigation and concentration of nutrient solution during the experiment

Cropping time	Type	Growth stage					Growth stage		
		I	II	III	IV	V	I	II~IV	V
		<i>Amount of irrigation</i>					<i>EC (dS/m)</i>		
		<i>(mL/day/plant)</i>							
1	1	100	150	225	350	225	0.0	1.8~2.0	1.0
	2	100	150	225	350	225	0.0	1.8~2.0	0.0
	3	100	150	225	350	225	0.0	1.8~2.0	0.0
	4	100	150	225	350	225	0.0	1.5	0.0
2	1	125	200	300	400	250	0.8	1.2~1.5	0.0
	2	125	200	300	400	250	0.0	1.2~1.5	0.0
	3	125	200	300	400	250	0.0	1.2~1.5	0.8
	4	125	200	300	400	250	0.0	1.5~1.8	0.8
3	1	75	125	185	250	185	0.0	2.0~2.2	1.2
	2	75	125	185	250	185	0.0	2.0~2.2	1.2
	3	75	125	185	250	185	1.2	2.0~2.2	1.2
	4	75	125	185	250	185	1.2	2.0~2.2	0.0
4	1	75	125	185	300	185	1.2	2.0~2.2	0.0
	2	75	125	185	300	185	1.2	2.0~2.2	0.0
	3	75	125	185	300	185	1.2	2.0~2.2	0.0
	4	75	125	185	300	185	0.0	2.0~2.2	0.0

*Growth stage I, taking root stage(0~1 weeks after planting); II, early vegetative growth stage; III, late vegetative growth stage; IV, short-day stage(short-day~2mm visible bud experience; V, flowering stage(2mm visible bud experience~flowering)

- 農山漁村文化協會, Japan, p.203 ~ 208.
12. 농촌진흥청(1998), 양액재배를 이용한 절화용 국화의 주년생산체계 확립, 농업특정연구개발사업, 제3차완결보고서.
 13. 농촌진흥청(1999), 2000년 새해영농설계 교육 '채소·화훼', 농촌진흥청, p. 402.
 14. 大石一史(1994), キクの週年生産體系の確立と將來の展望, 新花卉 159: 15 ~ 19.
 15. 石田明(1978), キクの耐鹽性, 園藝學雜誌 47(3): 421 ~ 424.
 16. 船越桂市(1990), 國際化に對應する折花きの生産技術(6), 農耕および園藝 65(8): 71 ~ 76.
 17. 船越桂市, 1995, 切り花栽培の新技術 'キク', 誠文堂新光社, Japan, p. 38 ~ 39.
 18. 장윤아(1999), 국화의 순환식 양액재배시 관주량과 양액조성에 따른 생육 및 양수분 흡수특성, 석사학위논문, 서울대학교, 수원, p. 74.
 19. 지은영, 오욱, 김선화, 김기선(1998a), 국화의 펄라이트 양액재배시 양액농도 및 관주주기가 생육과 절화 품질에 미치는 영향, 원예과학기술지 16(1): 37 ~ 39.
 20. 지은영, 오욱, 김선화, 김기선(1998b), 국화의 펄라이트 양액재배시 생육단계에 따른 양액농도의 변화가 생육과 개화에 미치는 영향, 원예과학기술지 16(5): 247 ~ 250.
 21. 지은영(1997), 국화의 펄라이트 양액재배시 양액농도 및 관주주기가 생육과 개화에 미치는 영향, 석사학위논문, 서울대학교, 수원, p. 65.
 22. 한국양액재배연구회(1998), 최신양액재배, In: 장미 배양액, 생육, 영양진단 및 수형관리, 한국양액재배연구회, 서울, p. 251 ~ 279.
 23. 한국학술진흥재단(2000), 화훼류의 순환식 양액재배시스템, In: 원예작물의 순환식양액재배시스템, p. 61 ~ 123.
 24. 和明(1991), キクの生産技術と品質向上對策, 農耕と園藝 46(3): 126 ~ 129.