

秋ギクの生育と日持ちに及ぼす培養液濃度の影響

石田 明・増井正夫・糠谷 明・重岡広男
(静岡大学農学部)

Effect of Concentrations of Nutrient Solution on the Growth and Keeping Quality of Chrysanthemums

Akira ISHIDA, Masao MASUI, Akira NUKAYA and Hiroo SHIGEOKA
College of Agriculture, Shizuoka University, Ohya, Shizuoka 422

Summary

An experiment was conducted to determine the effect of various concentrations of base nutrient solution (Bs) on the growth and keeping quality of chrysanthemums (*Chrysanthemum morifolium* Ramat. cv. Seikonohana). Thirty-three day old cuttings were planted in a wooden container (40×40×12 cm) filled with sand or soil, and grown in the greenhouse under normal photoperiodic conditions. Treatments consisted of 5 concentrations of Bs—0.5 times (half strength Bs, 0.5 S), Bs (1 S), 2 times (2 S), 3 times (3 S) and 4 times (4 S) were used for both sand culture (SaC) and soil culture (SoC). Treatments were continued from July 15 to flowering. The plant height, fresh weight of cut flowers, and root dry weight were greatest at 1 S in SaC and SoC, and decreased with increasing the concentrations of Bs. The flowering was not affected by treatments. The keeping quality of cut flowers was improved at 0.5 S in SaC and SoC, and deteriorated with increasing concentrations of Bs. The keeping quality of cut flowers decreased by 8 to 9 days at 3 S and 4 S in SaC and at 4 S in SoC as compared to 0.5 S. Marginal burns on the leaves appeared at 3 S and 4 S in SaC and at 4 S in SoC about 45 days after the beginning of treatments. The injury first appeared on the lower leaves and progressed upward. Generally the injury was more severe in SaC than in SoC, and became more severe with increasing concentrations of Bs. The content of total-N, P, K, Mg and Na in the leaves was significantly increased as the concentrations were raised from 0.5 S to 4 S, while Ca in the leaves was significantly decreased. At the end of the experiment the content of NO₃-N, P, exchangeable K, Ca, Mg and Na, and the EC values of the sand and soil increased with increasing concentrations of Bs.

緒 言

近年、花きの施設栽培において、連作障害の回避や省力化などのために、砂、ピート、樹皮などの人工培地を用いた、かん水施肥栽培が試みられつつある(1,7)。このような施肥法においても、培養液の濃度や施用量は、培地と作物の種類、作型、品種などによって異なることが考えられる。また、培地の溶液濃度は、施用された培養液が濃縮され、塩類の集積がおこるため、かなり高くなるものと推察される。しかし、これらに関する研究業績は少なく、不明な点が多い。そこで、かん水施肥栽培の基礎資料とするため、川砂と田土を用いて、秋ギクの

1980年9月22日 受理

生育と日持ちに及ぼす培養液濃度の影響を調査した。

材料及び方法

品種‘精興の花’のさし芽苗を1977年7月9日に、天竜川の砂または静岡市高松の水田土壌(田土)を詰めた木箱(40×40×12cm)に4本ずつ定植し、ガラス室内で栽培した。10日後に摘心して2本仕立てとした。処理は、培地を前述の川砂と田土の2種類とし、培養液濃度を第1表に示すような組成をもつ基本培養液の濃度を変えて、0.5 S (1/2 基本培養液)、1 S (基本培養液)、2 S (1 S の2倍)、3 S (1 S の3倍)、4 S (1 S の4倍)の5段階とし、それぞれの組み合わせにより10区(1区4反復)とした。これらの培養液は7月15日から収穫時まで、

培地が乾かない程度（晴天日は1日2回、曇天日は1回）に各区等容をかん水代りに施用した。なお、定植から7月14日までは、各区とも水道水のみかん水した。8月20日と9月20日に草たけを測定した。完全に開花したものは、茎の基部から切り採り、草たけ、新鮮重、葉色を測定し、開花日を記録した。切り花は葉分析に供する

Table 1. Composition of base nutrient solution (1 S).

1. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	1 mM
2. K_2SO_4	3 mM
3. $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	2 mM
4. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	4 mM
5. $\text{Fe}(\text{EDTA}-\text{Fe})$	1 ppm
6. $\text{Zn}(\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O})$	0.05 ppm
7. $\text{Cu}(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O})$	0.02 ppm
8. $\text{B}(\text{H}_3\text{BO}_3)$	0.5 ppm
9. $\text{Mo}(\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O})$	0.05 ppm
10. $\text{Mn}(\text{MnSO}_4)$	0.5 ppm
11. pH \pm 6.0	

ほか、日持ち調査を行った。日持ち調査は、室内に置いた1/2,000 a ワグナーポットに水道水を約10 cmの深さに入れ、切り口を水中で切り戻した切り花を、各ポットへ8本ずつ挿入する方法によった。水は2日に1回更新した。日持ち日数は、調査開始後花または葉が傷んで、鑑賞に耐えられなくなるまでの日数とした。葉色は上、中、下位葉各1枚について、色差コンピューターで測定し、平均値をとった。ホウ素(B)以外の葉および砂、田土の化学分析は、Nukayaら(10)と同じ方法で行った。葉のB含量は山本(16)の方法によって求めた。砂および田土溶液は、風乾した川砂153gまたは田土103gを、片側の切り口をろ紙で覆ったビニルパイプ

(直径44 mm, 高さ55 mm)に詰め、ろ紙面から蒸留水を飽和容水量まで吸水させ、パイプの両側をビニルフィルムで覆い、約20時間放置してから、遠心法にてpF=0~3.8のものを採取した。

実験結果

1. 生育、切り花の日持ちに及ぼす影響

(第2表)

摘心から開花までの日数は、102日から104.3日で、処理による差はわずかであった。砂耕における草たけは、8月20日、9月20日、収穫時の3期とも、0.5Sと1Sの間に差がみられず、2S以上の区に比べてすぐれていた。また、2S以上では3期とも、培養液の濃度が高まるにつれて低下した。土耕の草たけは、8月20日においては4Sでわずかに劣ったが、処理の影響は明らかでなかった。9月20日と収穫時においては、1Sは0.5Sよりすぐれ、全処理区中で最も大きかった。また、2S以上では培養液濃度が高まるにつれて低下した。なお、草たけを同一処理濃度で比較すると、土耕は砂耕よりすぐれていた。切り花新鮮重は、砂耕、土耕とも、それぞれ1Sが最大で、0.5Sがそれにつき、2S以上では培養液濃度が高まるにつれて低下した。また、同一処理濃度では、土耕が砂耕よりすぐれていた。根の乾物重は、両培地とも、0.5Sと1S間では差はみられなかったが、2S以上では、培養液濃度が高まるにつれて低下した。葉色は両培地とも1, 2Sで緑色が濃く、0.5S, 3S, 4Sの順でうすくなった。切り花の日持ちは、砂耕の0.5Sが33.5日、土耕の0.5Sが34.4日で、それぞれ最もすぐれた。砂耕の3, 4Sと土耕の4Sにおける日持ちは、0.5Sより8~9日短かった。なお、9月上旬ころから、砂耕の3, 4Sと土耕の4Sの下葉

Table 2. Effect of concentrations of nutrient solution on the growth and keeping quality of chrysanthemums grown in sand and soil cultures.

Medium	Soln level	Days from ^x July 20 to flowering	Plant height (cm)			Fresh wt of cut flowers (g)	Dry wt of root (g)	Leaf color (ΔE)	Keeping quality (days)
			Aug. 20	Sept. 20	At harvest				
Sand	0.5 S	102.9 ^{abc}	12.0 ^a	37.8 ^b	61.9 ^{bc}	68.1 ^c	13.5 ^a	62.3 ^{ab}	33.5 ^{ab}
	1 S	102.7 ^{abc}	11.3 ^{ab}	36.2 ^{bc}	63.4 ^{ab}	74.7 ^b	14.3 ^a	62.6 ^a	27.9 ^{cde}
	2 S	103.2 ^{abc}	10.6 ^{ab}	33.4 ^{cd}	54.8 ^d	63.9 ^d	8.6 ^b	62.6 ^a	29.6 ^{bc}
	3 S	102.4 ^{bc}	10.2 ^b	29.8 ^e	45.5 ^f	53.2 ^e	4.5 ^d	61.7 ^{bc}	25.4 ^{de}
	4 S	104.3 ^a	8.2 ^c	23.0 ^f	37.1 ^h	37.4 ^g	2.1 ^e	60.8 ^c	24.3 ^e
Paddy soil	0.5 S	104.3 ^a	10.6 ^{ab}	37.8 ^b	62.2 ^{bc}	76.0 ^b	7.6 ^{bc}	62.2 ^{ab}	34.4 ^a
	1 S	104.0 ^{ab}	10.7 ^{ab}	41.5 ^a	65.3 ^a	87.7 ^a	8.7 ^b	62.6 ^a	28.9 ^{cd}
	2 S	103.7 ^{abc}	10.3 ^b	36.5 ^b	59.9 ^c	68.4 ^c	7.0 ^c	62.6 ^a	30.9 ^{abc}
	3 S	102.0 ^e	11.1 ^{abc}	35.6 ^c	50.9 ^e	62.0 ^d	5.0 ^d	62.0 ^{ab}	31.2 ^{abc}
	4 S	103.4 ^{abc}	9.8 ^b	28.3 ^e	42.6 ^g	41.9 ^f	2.6 ^e	61.5 ^c	25.6 ^{de}

^x: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 3. Effect of concentrations of nutrient solution on the nutrient elements in the leaves of chrysanthemums grown in sand and soil cultures (% of dry matter)

Medium	Soln level	Total-N ^x	P	K	Ca	Mg	Na	B (ppm)
Sand	0.5 S	3.03 ^{bc}	0.19 ^d	2.22 ^f	1.25 ^{bc}	0.60 ^d	0.20 ^{bc}	33.5 ^{fg}
	1 S	2.86 ^c	0.18 ^d	2.73 ^{de}	1.16 ^c	0.76 ^b	0.17 ^c	76.0 ^{ef}
	2 S	3.73 ^a	0.30 ^c	3.23 ^d	0.77 ^d	0.72 ^b	0.25 ^{ab}	202.5 ^{ab}
	3 S	3.86 ^a	0.59 ^a	4.00 ^b	0.71 ^d	0.93 ^a	0.27 ^a	268.4 ^a
	4 S	3.77 ^a	0.56 ^a	4.83 ^a	0.67 ^d	0.98 ^a	0.28 ^a	247.8 ^a
Paddy soil	0.5 S	2.87 ^c	0.21 ^d	2.47 ^{ef}	1.31 ^b	0.51 ^e	0.17 ^c	24.7 ^g
	1 S	3.20 ^b	0.27 ^c	3.09 ^{de}	1.49 ^a	0.56 ^d	0.15 ^{cd}	48.0 ^{fg}
	2 S	3.66 ^a	0.37 ^b	3.15 ^d	1.27 ^{bc}	0.62 ^{cd}	0.11 ^d	103.9 ^{de}
	3 S	3.62 ^a	0.31 ^{bc}	3.83 ^{bc}	1.24 ^{bc}	0.69 ^{bc}	0.11 ^d	136.9 ^{cd}
	4 S	3.73 ^a	0.32 ^{bc}	3.35 ^{cd}	1.24 ^{bc}	0.75 ^b	0.25 ^{ab}	182.5 ^{bc}

^x: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

の先端に、かっ変症状が観察された。この症状はその後間もなく、砂耕の2Sや土耕の3Sにも発現した。かっ変は徐々に葉の縁全体に広がるとともに、下位葉から上位葉へと進行した。この障害は、培養液濃度が高まるにつれ、また、砂耕は、土耕に比べて激しかった。

2. 葉の成分含量に及ぼす影響 (第3表)

葉の全N, P, Mg, Na, B含量は、砂耕、土耕とも培養液の処理濃度が高い区は低い区に比べて高かったが、濃度に比例して高まることはなく、それらの多くは2Sまたは3S以上では、処理の影響がみられなかった。K含量は砂耕、土耕ともに、培養液の処理濃度が高まるにつれて増加する傾向がみられた。Ca含量は、砂耕では処理濃度が高まるにつれて減少する傾向がみられたが、土耕では1Sがやや高かった外、処理の影響はみられなかった。同一処理濃度においては、Mg, Na, B含量は砂耕で高く、Ca含量は土耕で高かった。なお、Fe, Zn, Cu, Mo, Mn含量は、処理の影響がみられなかった(データ省略)。

3. 実験終了時における川砂及び田土の化学的性質に及ぼす影響 (第4表)

川砂および田土のNO₃-N, P, 置換性K, Ca, Mg, Na含量並びにECは、培養液の処理濃度が高まるにつれて増加した。また、これらのうち、P含量およびEC以外は、田土が川砂に比べて著しく高かった。pHは川砂より田土において低かったが、培養液濃度の影響は明らかでなかった。

4. 実験終了時における川砂及び田土溶液の化学的性質に及ぼす影響 (第5表)

川砂および田土溶液のNO₃-N, P, K, Ca, Mg, Na含量並びにECは、培養液の処理濃度が高まるにつれて増加した。また、田土は川砂に比べ、NO₃-N, Ca, Mg, Na含量およびECは高く、P含量は低かった。両培地溶液と

も、培養液の処理濃度が高まるにつれて、pHは低下する傾向がみられ、浸透ポテンシャルは明らかに低下した。なお、同一処理濃度で比較した場合のpHと浸透ポテンシャルは、田土において低かった。

考 察

キクの施肥量は、作型、品種、環境条件などによって異なるものと考えられるが、実験例も乏しいので、現状では生産者の慣行からその基準を求めることが多い。それによれば、1a当たりの施肥量は、N, P, Kそれぞれ2~3kg程度とされている。しかし、この2~3倍量を用いている例もある(12)。いま仮に、1a当たりのN, P, Kの施肥量を2.5kgずつとして、切り花1本当たりの施肥量を試算してみると、5,000本の切り花を生産したとすれば、N, P, Kそれぞれ0.5gとなる。一方、本実験において、秋ギクの生育と日持ちがすぐれていた0.5Sと1Sでは、川砂も田土もほぼ同様の結果を示したので、0.5Sと1Sの培養液を施用した場合の、切り花1本当たりの施肥量を算出してみると、N=0.5~1.0g, P=0.135~0.27g, K=1.1~2.2g, Ca=0.75~1.5g, Mg=0.225~0.45g, B=0.235~0.47mgとなる。本実験における収量も、1a当たりに換算すれば約5,000本になる。そこで、この施肥量を前述の試算施肥量と比較してみると、Nはほぼ同量であるが、Kは多く、Pは少な過ぎる。しかし、葉中含量はKが2.22~3.09%で特に多いとも考えられず、Luntら(9)によれば限界濃度の範囲内にある。また、Pは0.18~0.27%で特に少な過ぎると思われるが、Watersら(13)の結果では、健全な生育を示すとされている含量である。したがって、0.5Sまたは1.0Sの培養液のN, P, K濃度は、キクのかん水施肥用として、適当なものと考えられる。ただし、N, P, K以外の成分組成については、なお検討の余地があるように思われる。

Table 4. Chemical properties of sand and soil at the end of the experiment.
(Air dried sand and soil)

Medium	Soln level	NO ₃ -N ^x (ppm)	P (ppm)	Exchangeable cations (me/100g)				pH (H ₂ O)	EC (m \bar{U} /cm) (1:5)
				K	Ca	Mg	Na		
Sand	0.5 S	1.3 ^e	46.9 ^d	0.15 ⁱ	2.04 ⁱ	0.53 ^f	0.34 ^e	6.54 ^b	0.29 ^h
	1 S	24.8 ^e	87.5 ^c	0.46 ^h	2.60 ^{hi}	0.56 ^f	0.26 ^e	6.34 ^c	0.52 ^g
	2 S	59.9 ^e	155.0 ^b	0.80 ^{fg}	3.78 ^{gh}	0.70 ^f	0.35 ^e	6.76 ^a	0.81 ^f
	3 S	124.4 ^{de}	150.0 ^b	1.02 ^{ef}	4.41 ^{fg}	0.90 ^{ef}	0.42 ^e	6.81 ^a	1.01 ^f
	4 S	141.9 ^d	244.6 ^a	1.22 ^{de}	5.73 ^f	1.00 ^e	0.48 ^e	6.80 ^a	1.27 ^f
Paddy soil	0.5 S	8.9 ^e	50.0 ^d	0.64 ^{sh}	7.41 ^e	3.26 ^d	1.75 ^d	4.74 ^d	0.90 ^e
	1 S	152.3 ^d	84.4 ^c	1.43 ^d	9.78 ^d	3.99 ^c	1.89 ^{cd}	4.74 ^d	1.61 ^d
	2 S	437.5 ^c	96.9 ^c	2.59 ^c	12.42 ^c	4.77 ^b	2.10 ^c	4.70 ^d	2.74 ^c
	3 S	1673.3 ^a	138.8 ^b	4.03 ^b	16.34 ^b	5.92 ^a	2.74 ^b	4.60 ^d	3.56 ^b
	4 S	1468.8 ^b	159.3 ^b	4.50 ^a	17.75 ^a	5.96 ^a	3.06 ^a	4.60 ^d	3.86 ^a

^x: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 5. Chemical properties of sand and soil solution at the end of the experiment.
(pF=0~3.8)

Medium	Soln level	NO ₃ -N ^x (ppm)	P (ppm)	K (me/l)	Ca (me/l)	Mg (me/l)	Na (me/l)	pH	EC (m \bar{U} /cm)	π (-bars)
Sand	0.5 S	37.8 ^f	2.1 ^d	0.49 ^e	17.38 ^e	6.40 ^f	5.40 ⁱ	7.81 ^a	3.14 ^g	1.49 ^f
	1 S	155.8 ^f	2.9 ^d	2.29 ^e	19.71 ^{de}	8.61 ^{ef}	6.54 ^{hi}	7.62 ^a	4.68 ^g	2.00 ^f
	2 S	551.8 ^e	18.5 ^c	7.85 ^d	21.70 ^{cd}	13.79 ^{de}	9.31 ^{sh}	7.52 ^a	7.42 ^f	3.28 ^e
	3 S	966.5 ^d	46.5 ^b	13.68 ^c	22.29 ^{cd}	19.01 ^{cd}	13.09 ^{fg}	6.99 ^b	9.32 ^e	4.53 ^d
	4 S	1141.5 ^d	91.4 ^a	18.53 ^b	21.79 ^{cd}	23.79 ^c	14.85 ^f	6.55 ^c	12.03 ^d	5.11 ^d
Paddy soil	0.5 S	47.7 ^f	0.5 ^d	0.60 ^e	23.87 ^c	12.94 ^e	19.93 ^e	6.28 ^c	6.92 ^f	3.15 ^e
	1 S	589.3 ^e	0.8 ^d	1.76 ^e	27.03 ^b	20.75 ^e	28.25 ^d	5.67 ^d	9.80 ^e	4.62 ^d
	2 S	2347.9 ^c	2.4 ^d	7.81 ^d	37.09 ^a	38.57 ^b	33.27 ^c	5.02 ^e	15.83 ^c	7.49 ^c
	3 S	3044.9 ^b	2.5 ^d	19.79 ^b	36.68 ^a	54.79 ^a	44.54 ^b	4.68 ^f	21.53 ^b	10.98 ^b
	4 S	3578.5 ^a	3.6 ^d	24.81 ^a	37.26 ^a	60.26 ^a	49.68 ^a	4.65 ^f	23.81 ^a	12.14 ^a

^x: Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

π : Osmotic potential.

次に、秋ギクの生育と日持ちが、2 S 以上の培養液の施用によって低下したことについて、葉および培地の分析結果から考察してみたい。まず、キクの葉における好適成分含量は、Lunt ら(9)によると、'Good News'では N=4.5~6.0%, P=0.26~1.15%, K=3.5~10%, Ca=0.5~4.6%, Mg=0.06~1.5% とされている。また、N含量については、Waters ら(14)が、'Bluechip'と 'Iceberg' において 3.5~4.5%, Joiner ら(6)による 'Bluechip' では 4~5% と報告されている。これらの結果からすれば、キクにおけるこれら多量要素の好適含量は、品種間に差がみられたNを除けば、いずれもその幅は可成り広いことがうかがえる。本実験においても、2 S 以上の区の中 N, P, K, Ca, Mg 含量は、すべて上記の好適含量の範囲内にあるため、これらの葉中含量が不適當であったとは思われない。他方、葉中 B 含量は、2 S 以上の区において、砂耕では 200 ppm、土耕で

は 100 ppm をそれぞれ上回っていた。B について、Gogue ら(2)が、キクの品種 'Improved Albatross' と 'CF No.2 Good News' を用いて行った実験結果では、葉中含量 100 ppm 以上で、生育抑制がみられることを明らかにしている。したがって、本実験における生育抑制や日持ち低下の原因が、B の過剰吸収による可能性は十分考えられる。

一方、作物の生育障害が、培地における塩類集積によっておこることはよく知られている。キクについては、Kofranek ら(8)が、基本培養液の4倍および8倍濃度の培養液を施用した 'Kramer' の草だけが低下したのは、NH₄ と Mg 塩の過剰によることを明らかにしている。また、Rutland (11)は、2倍濃度の Hoagland 液の処理によって、'Indianapolis White' の莖長、花径、新鮮重および日持ちが低下することを認めている。本実験においては、実験終了時における砂および田土並びに培地

溶液中の、 $\text{NO}_3\text{-N}$, P, K, Ca, Mg, Na 含量および EC は、培養液の処理濃度が高まるにつれて高くなった。これは、施用した培養液中の塩類が培地に集積したため、生育抑制の原因をなすものと考えられる。塩類過剰害は、一般に培地における塩の集積量に左右されるところが大きい。しかし、集積量だけでなく、培地の種類によって異なることが知られている(3, 4, 5)。本実験においても、塩類集積量が少ないと思われる砂耕は、土耕に比べて、キクの生育や日持ちが劣っていた。この理由は明らかでないが、これと類似した現象は、Rutland (11) が、キクの品種 'Columbia' において認めている。この場合は砂・ピート混合培地が、粘土・ピート混合培地に比べ、塩害が著しかったというもので、前者の培地の水分含量が、後者より少なかったからだと述べている。

次に、砂耕の 2S および土耕の 3S 以上においてみられた葉縁かっ変の原因は、本実験においては明らかにできなかった。しかし、本障害は培養液の処理濃度が高まるにつれて著しくなったことから、この培養液に含まれるいずれかの要素の過剰に基づくであろうことは想像される。キクの葉のかっ変については、B 過剰による例が報告されている(2, 9) が、Gogue ら(2)によれば、B の葉中含量が 'Improved Albatross' で 136~158ppm, 'CF No. 2 Good News' では 144~350ppm 以上で、葉にかっ変症状がみられたと述べている。本実験におけるかっ変は葉縁に限られている点で、発現の様相がやや異なっているが、葉中 B 含量は 136.9ppm (土耕の 3S) から、障害がみられていて、Gogue ら(2)の結果とよく似ている。これらのことからすれば、葉縁かっ変が B 過剰によってもたらされた可能性は高いが、さらに詳細な検討が必要と考えられる。

摘 要

秋ギク ('精興の花') の生育と日持ちに及ぼす培養液濃度の影響を調査した。33日齢のさし芽苗を、川砂または田土を詰めた木箱 (40×40×12cm) に定植し、ガラス室内にて自然日長条件下で栽培した。処理は、培養液の濃度を基本培養液の 1/2 (0.5 S), 基本培養液 (1 S), 基本培養液の 2 倍 (2 S), 3 倍 (3 S), 4 倍 (4 S) の 5 段階とし、砂耕と土耕で栽培した。処理は 7 月 15 日から開花期まで行った。切り花の草たけ、新鮮重および根の乾物重は、砂耕と土耕の 1S が最大で、培養液の濃度が高まるにつれて低下した。開花には処理の影響がみられなかった。切り花の日持ちは、砂耕と土耕の 0.5 S ですぐれていたが、培養液濃度が高まるにつれて低下した。切り花の日持ちは、砂耕の 3, 4S と土耕の 4S では、0.5 S に比べ、8~9 日減少した。葉縁かっ変が、砂耕

の 3, 4S と土耕の 4S において、処理開始後約 45 日にみられた。この障害は初め下葉にみられ、上部へと進化した。一般にこの障害は土耕よりも砂耕で著しかった。また、培養液濃度が高まるにつれて著しくなった。培養液が 0.5 S から 4S へ高められた場合、葉の全 N, P, K, Mg, Na 含量は著しく増加した。しかし、Ca 含量は著しく減少した。実験終了時における川砂および田土の $\text{NO}_3\text{-N}$, P, 置換性の K, Ca, Mg, Na 含量並びに EC は、培養液濃度が高まるにつれて高くなった。

引用文献

1. BUTTERS, R. E. and G. A. WADSWARTH. 1974. Nutrition of year-round spray chrysanthemum in beds of soilless composts. *Expl. Hort.* 26: 17—31.
2. GOGUE, G. J. and K. C. SANDERSON. 1973. Boron toxicity of chrysanthemum. *HortScience* 8 (6): 473—475.
3. 石田 明・増井正夫・糠谷 明・小倉孝保. 1978. キクの耐塩性. *園学雑.* 47(3): 421—424.
4. 石田 明・増井正夫・糠谷 明・小倉孝保. 1979. 砂耕及び土耕栽培におけるバラの耐塩性. *園学雑.* 47(4): 517—523.
5. 石田 明・増井正夫・糠谷 明・小倉孝保. 1979. 砂耕及び土耕栽培におけるカーネーションの耐塩性. *園学雑.* 48(3): 322—326.
6. JOINER, J. N. and T. C. SMITH. 1962. Effect of nitrogen and potassium levels on the growth, flowering responses and foliar composition of *Chrysanthemum morifolium* 'Bluechip.' *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80: 571—580.
7. KLETT, J. E. and J. B. GARTNER. 1975. Growth of chrysanthemums in hardwood bark as affected by nitrogen source. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(4): 440—442.
8. KOFRANEK, A. M., O. R. LUNT and S. A. HART. 1953. Tolerance of *Chrysanthemum morifolium* variety Kramer to saline conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 61: 528—532.
9. LUNT, O. R., A. M. KOFRANEK and J. J. OERTLI. 1964. Some critical nutrient levels in *Chrysanthemum morifolium*, cultivar Good News. *Plant Analysis and Fertilizer Problems. IV*: 398—413.
10. NUKAYA, A., M. MASUI, A. ISHIDA and T. OGURA. 1977. Salt tolerance of green soybeans. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 46(1): 18—25.
11. RUTLAND, R. B. 1972. Salt induced water stress as a determinant of flower quality and longevity in chrysanthemums. *HortScience.* 7(1): 57—59.
12. 田中 宏. 1976. 温室切花の施肥. *植物栄養土壤*

- 肥料大事典. pp.786—787. 養賢堂. 東京.
13. WATERS, W.E. 1964. The effects of soil mixture and phosphorus on growth responses and phosphorus content of *Chrysanthemum morifolium*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84 : 588—594.
 14. WATERS, W.E. 1965. Influence of nutrition on flower production, keeping quality, disease susceptibility and chemical composition of *Chrysanthemum morifolium*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86 : 650—655.
 15. WATERS, W.E. 1967. Effects of fertilization schedules on flower production, keeping quality, disease susceptibility, and chemical composition at different growth stages of *Chrysanthemum morifolium*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 627—632.
 16. 山本満二郎. 1960. 作物のホウ素欠乏に関する研究. 滋賀県農業試験場特別報告. 1~153.