

## 砂耕及び土耕栽培におけるカーネーションの耐塩性

石田 明・増井正夫・糠谷 明・小倉孝保\*

### Salt Tolerance of Carnations in Sand and Soil Cultures

Akira ISHIDA, Masao MASUI, Akira NUKAYA and Takayasu OGURA  
College of Agriculture, Shizuoka University, Ohya, Shizuoka 422

#### Summary

Experiments were conducted to determine the effect of diluted sea water on the growth and flowering of the 'Coral' carnation cultivar. Nine young plants were planted in a wooden container (40×40×12 cm) filled with sand or soil. Sea water diluted with Hoagland's solution, and also tap water was used for both sand and soil cultures. Each solution contained 0, 100, 250, 500, 1,000, 2,000 and 3,000 ppm Cl. Treatments were continued from April 10 to flowering. Salt injury was not found at 0 and 100 ppm Cl. Plant height and top fresh weight of the flowering plant grown in sand and soil decreased above 250 ppm Cl of sea water, and flowering was delayed above 500 ppm Cl. The degree of injury was intensified as sea water was raised from 250 to 3,000 ppm Cl. Dieback on the leaves appeared above 500 ppm Cl in sand culture and above 1,000 ppm Cl in soil culture about 45 days after the beginning of treatment. Generally the injury was more severe in sand than in soil cultures, and was highly correlated with Mg and Na in the leaves, and with Cl in the leaves, stems and petals. With increasing sea water concentrations, the total N, P and K in the leaves decreased, and the Cl, exchangeable Mg and Na, and EC values of the sand and soil increased.

#### 緒 言

静岡県海岸近くの施設園芸地帯における、かん水用井戸水の塩水化は、増井ら(7)によって海水の混入によることが明らかにされている。既に筆者らはキク(5)、バラ(6)、エダマメ(10)の耐塩性について報告したが、一般に作物の耐塩性や塩害の症状は、その種類とか土壌中の過剰成分の量や種類によって異なるようである。ここでは種々の濃度に希釈した海水をかん水する方法によって、カーネーションの塩害症状と耐塩性を知るため、砂耕及び土耕栽培実験を行なった。

#### 材料及び方法

##### 実験 I. 砂耕栽培

1975年1月16日に、パーミキュライトにさし芽した'コーラル'の無摘心苗を、3月4日にガラス室内の天竜川の砂を詰めた木箱(40×40×12 cm)に1箱9本ずつ定植した。摘心はその後も行わなかった。処理区は海水をキク(5)と同様の培養液で希釈してCl濃度で0, 100, 250, 500, 1,000, 2,000, 3,000 ppmの7区(1処理7

反復)とした。定植から3月9日までは、海水を含まない1/2濃度のホーグランド培養液を、かん水代りに各区均等に施用した。所定濃度の海水を含む培養液は、3月10日から実験終了時まで、晴天の日は1日2回、曇天の日は1日1回、かん水代りにじょろで施用した。草たけは4月16日と5月16日に測定し、塩害の症状は随時記録した。完全に開花したものは地ぎわから切り採って草たけと新鮮重を測定し、切り花本数、開花日、塩害の程度などを記録した。塩害の程度は葉の枯死の激しいものを5とし、枯死のみられないものを0として、その間を症状に応じて評点した。植物体及び砂の分析はNukayara(10)と同様の方法で行なった。

##### 実験 II. 土耕栽培

砂耕栽培と同様の苗を水田土壌(旧静岡大学農学部付属農場水田)を詰めた木箱に定植した。施肥は1箱当たり硫安19g、硫酸カリ8gを基肥と追肥2回に分け、過りん酸石灰23.6g、消石灰33gは基肥とした。海水を水道水で希釈し、砂耕の場合と同様Cl濃度で0から3000 ppmの溶液をかん水代りに施用した。他は砂耕と同様にした。

1978年10月26日 受理

\* 現在京都府農林部

Table 1. Effect of sea water on the growth and flowering of carnations cv. 'Coral' in sand culture.

Sea water concentrations		Salt <sup>x</sup> injury symptoms	Total no. <sup>Y</sup> of flowering plant	Days from March 4 to flowering	Plant ht (cm)			Top fresh wt of flowering plant (g)	Fresh wt of roots (g)
Cl (ppm)	%				April 16	May 16	At harvest		
0	0	0	63 <sup>a</sup>	99.7 <sup>c</sup>	30.0 <sup>a</sup>	51.5 <sup>a</sup>	55.6 <sup>a</sup>	33.4 <sup>a</sup>	6.2 <sup>ab</sup>
100	0.50	0	63 <sup>a</sup>	101.9 <sup>c</sup>	28.1 <sup>b</sup>	48.8 <sup>ab</sup>	51.4 <sup>ab</sup>	31.3 <sup>ab</sup>	6.8 <sup>a</sup>
250	1.25	0	63 <sup>a</sup>	101.4 <sup>c</sup>	27.1 <sup>bc</sup>	46.5 <sup>b</sup>	49.0 <sup>bc</sup>	31.0 <sup>abc</sup>	6.3 <sup>a</sup>
500	2.50	1	63 <sup>a</sup>	106.1 <sup>b</sup>	26.8 <sup>c</sup>	42.6 <sup>c</sup>	44.8 <sup>c</sup>	29.1 <sup>bc</sup>	5.6 <sup>ab</sup>
1,000	5.00	3	50 <sup>b</sup>	107.6 <sup>b</sup>	26.2 <sup>c</sup>	35.8 <sup>d</sup>	35.1 <sup>d</sup>	27.5 <sup>c</sup>	4.8 <sup>bc</sup>
2,000	10.00	4	17 <sup>c</sup>	116.0 <sup>a</sup>	23.8 <sup>d</sup>	28.7 <sup>e</sup>	27.0 <sup>e</sup>	19.2 <sup>d</sup>	3.4 <sup>c</sup>
3,000	15.00	5	1 <sup>d</sup>	(118) <sup>Z</sup>	20.7 <sup>e</sup>	23.1 <sup>f</sup>	22.7 <sup>e</sup>	11.3 <sup>e</sup>	2.9 <sup>d</sup>

X : Symptoms with dieback in leaf were evaluated from 0 (none) to 5 (very severe).

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

Z : Figure in parenthesis was not subjected to statistical analysis.

Table 2. Effect of sea water on the main elements in the leaves and Cl contents of various parts of carnations cv. 'Coral' in sand culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N <sup>Y</sup>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl			
							Leaves	Stems	Petals	Roots
0	3.04 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	2.88 <sup>a</sup>	1.53 <sup>a</sup>	0.82 <sup>d</sup>	0.51 <sup>d</sup>	1.12 <sup>c</sup>	0.48 <sup>d</sup>	0.43 <sup>c</sup>	0.37 <sup>d</sup>
100	2.94 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	2.88 <sup>a</sup>	1.43 <sup>abc</sup>	0.89 <sup>cd</sup>	0.86 <sup>d</sup>	1.64 <sup>c</sup>	0.80 <sup>d</sup>	0.52 <sup>c</sup>	0.79 <sup>cd</sup>
250	2.93 <sup>a</sup>	0.39 <sup>a</sup>	2.70 <sup>a</sup>	1.64 <sup>a</sup>	0.95 <sup>cd</sup>	1.01 <sup>cd</sup>	2.13 <sup>c</sup>	0.91 <sup>d</sup>	0.65 <sup>c</sup>	0.97 <sup>cd</sup>
500	2.58 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	2.32 <sup>b</sup>	1.49 <sup>ab</sup>	1.05 <sup>bc</sup>	2.03 <sup>c</sup>	4.24 <sup>bc</sup>	0.83 <sup>d</sup>	1.07 <sup>b</sup>	1.27 <sup>c</sup>
1,000	2.30 <sup>bc</sup>	0.24 <sup>c</sup>	1.72 <sup>c</sup>	1.45 <sup>abc</sup>	1.15 <sup>b</sup>	3.72 <sup>b</sup>	6.81 <sup>b</sup>	3.49 <sup>c</sup>	1.24 <sup>b</sup>	2.06 <sup>b</sup>
2,000	2.02 <sup>c</sup>	0.21 <sup>cd</sup>	1.88 <sup>c</sup>	1.30 <sup>bc</sup>	1.43 <sup>a</sup>	5.85 <sup>a</sup>	11.87 <sup>a</sup>	6.59 <sup>b</sup>	1.57 <sup>a</sup>	2.98 <sup>a</sup>
3,000	2.04 <sup>c</sup>	0.20 <sup>d</sup>	1.74 <sup>c</sup>	1.25 <sup>c</sup>	1.34 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>	13.66 <sup>a</sup>	9.16 <sup>a</sup>	—	3.28 <sup>a</sup>

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

Table 3. Sand chemical properties at the termination of the experiment (Air dried sand basis).

Cl concn (ppm)	NO <sub>3</sub> -N <sup>Y</sup> (ppm)	P (Truog) (ppm)	Exchangeable cations (me/100g)				Cl (ppm)	pH (H <sub>2</sub> O)	EC m $\Omega$ /cm (1:5)
			K	Ca	Mg	Na			
0	59.1 <sup>a</sup>	52.3 <sup>a</sup>	0.28 <sup>ab</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.36 <sup>c</sup>	0.17 <sup>f</sup>	43.7 <sup>e</sup>	6.53 <sup>abc</sup>	0.34 <sup>b</sup>
100	53.8 <sup>ab</sup>	53.7 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	1.36 <sup>ab</sup>	0.34 <sup>c</sup>	0.24 <sup>fe</sup>	81.9 <sup>e</sup>	6.73 <sup>a</sup>	0.35 <sup>b</sup>
250	49.8 <sup>ab</sup>	53.4 <sup>a</sup>	0.28 <sup>ab</sup>	1.23 <sup>ab</sup>	0.38 <sup>c</sup>	0.41 <sup>ed</sup>	131.3 <sup>de</sup>	6.71 <sup>ab</sup>	0.36 <sup>b</sup>
500	42.9 <sup>abc</sup>	49.7 <sup>ab</sup>	0.26 <sup>b</sup>	1.00 <sup>b</sup>	0.39 <sup>c</sup>	0.55 <sup>d</sup>	199.0 <sup>d</sup>	6.49 <sup>bc</sup>	0.35 <sup>b</sup>
1,000	38.8 <sup>bc</sup>	40.3 <sup>bc</sup>	0.26 <sup>b</sup>	1.11 <sup>ab</sup>	0.46 <sup>b</sup>	0.93 <sup>c</sup>	379.9 <sup>c</sup>	6.71 <sup>ab</sup>	0.42 <sup>b</sup>
2,000	45.9 <sup>abc</sup>	34.3 <sup>c</sup>	0.23 <sup>c</sup>	1.17 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>b</sup>	1.37 <sup>b</sup>	599.3 <sup>b</sup>	6.44 <sup>c</sup>	0.56 <sup>a</sup>
3,000	32.3 <sup>c</sup>	37.4 <sup>c</sup>	0.22 <sup>c</sup>	1.36 <sup>ab</sup>	0.63 <sup>a</sup>	2.21 <sup>a</sup>	883.6 <sup>a</sup>	6.49 <sup>bc</sup>	0.63 <sup>a</sup>

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

## 結 果

### 実験 I. 砂耕栽培

1. 生育, 開花 (第1表). 海水の Cl 濃度 500ppm 以上の区で, 3月下旬から生育の遅れがみられた. 4月16日における草たけは処理濃度が高まるにつれて減少した. 処理による生育抑制は, 5月16日と収穫時の草たけにもみられるように, 生育が進むにつれて著しくなった. 塩害症状は4月25日頃から 500ppm 以上の区にみられた. その症状は最初下葉の先端が枯死し徐々に葉全体に及び, 下葉から上位葉へと進行した. また, 塩害は毎水の処理濃度が高まるにつれて著しくなった. 3,000

ppm 区では若い葉がクロロシスをおこし, 茎が太く, 節間をつまった状態のものや枯死株もみられた. 切り花本数は 1,000ppm 以上の区で減少し, 3,000ppm では塩害が激しくて切り花はほとんど得られなかった. 500ppm 以上の区においては, 処理濃度が高まるにつれて開花が遅れ, 地上部及び根の新鮮重は減少した.

2. 葉の主要成分含量及び植物体各部の Cl 含量 (第2表).

海水の Cl 濃度 500ppm 以上で, 葉の N, P, K 含量は減少した. 葉の Mg, Na 含量及び葉, 茎, 花卉, 根の Cl 含量は, 500ppm 以上で処理濃度が高まるにつれてほぼ

Table 4. Effect of sea water on the growth and flowering of carnations cv. 'Coral' in soil culture.

Cl concn (ppm)	Salt <sup>x</sup> injury symptoms	Total no. <sup>y</sup> of flowering plant	Days from March 4 to flowering	Plant ht(cm)			Top fresh wt of flowering plant(g)
				April 16	May 16	At harvest	
0	0	63 <sup>a</sup>	98.6 <sup>d</sup>	29.2 <sup>a</sup>	51.6 <sup>a</sup>	55.4 <sup>a</sup>	32.0 <sup>a</sup>
100	0	63 <sup>a</sup>	100.3 <sup>cd</sup>	27.9 <sup>ab</sup>	48.8 <sup>ab</sup>	51.6 <sup>ab</sup>	30.2 <sup>ab</sup>
250	0	63 <sup>a</sup>	103.3 <sup>bcd</sup>	26.7 <sup>b</sup>	45.3 <sup>b</sup>	48.9 <sup>b</sup>	27.4 <sup>bc</sup>
500	0	63 <sup>a</sup>	105.7 <sup>abc</sup>	27.5 <sup>b</sup>	45.2 <sup>b</sup>	47.7 <sup>b</sup>	24.5 <sup>c</sup>
1,000	2	49 <sup>b</sup>	107.6 <sup>ab</sup>	26.2 <sup>b</sup>	39.6 <sup>c</sup>	39.9 <sup>c</sup>	19.6 <sup>d</sup>
2,000	3	20 <sup>c</sup>	108.9 <sup>a</sup>	24.5 <sup>c</sup>	31.4 <sup>d</sup>	33.7 <sup>d</sup>	14.1 <sup>e</sup>
3,000	4	8 <sup>d</sup>	103.9 <sup>a</sup>	22.9 <sup>c</sup>	28.4 <sup>d</sup>	28.9 <sup>e</sup>	11.6 <sup>e</sup>

X : Symptoms with dieback in leaf were evaluated from 0 (none) to 5 (very severe).

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

Table 5. Effect of sea water on the main elements in the leaves and Cl contents of various parts of carnations cv. 'Coral' in soil culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N <sup>y</sup>	P	K	Ca	Mg	Na	Cl		
							Leaves	Stems	Petals
0	3.04 <sup>ab</sup>	0.51 <sup>a</sup>	2.79 <sup>a</sup>	2.54 <sup>a</sup>	0.65 <sup>c</sup>	0.48 <sup>c</sup>	1.27 <sup>c</sup>	0.41 <sup>c</sup>	0.44 <sup>c</sup>
100	3.20 <sup>a</sup>	0.49 <sup>ab</sup>	2.76 <sup>a</sup>	2.70 <sup>a</sup>	0.64 <sup>c</sup>	0.54 <sup>de</sup>	1.71 <sup>c</sup>	0.84 <sup>de</sup>	0.44 <sup>c</sup>
250	3.11 <sup>ab</sup>	0.43 <sup>bc</sup>	2.69 <sup>ab</sup>	2.95 <sup>a</sup>	0.68 <sup>c</sup>	1.01 <sup>cd</sup>	2.61 <sup>d</sup>	1.51 <sup>cd</sup>	0.60 <sup>bc</sup>
500	3.13 <sup>ab</sup>	0.40 <sup>cd</sup>	2.31 <sup>bc</sup>	3.00 <sup>a</sup>	0.73 <sup>c</sup>	1.00 <sup>cd</sup>	2.82 <sup>d</sup>	1.55 <sup>cd</sup>	0.95 <sup>a</sup>
1,000	2.98 <sup>bc</sup>	0.41 <sup>cd</sup>	2.12 <sup>cd</sup>	2.99 <sup>a</sup>	0.84 <sup>b</sup>	1.40 <sup>c</sup>	3.81 <sup>c</sup>	1.97 <sup>c</sup>	0.79 <sup>ab</sup>
2,000	2.78 <sup>cd</sup>	0.35 <sup>de</sup>	1.86 <sup>cd</sup>	2.66 <sup>a</sup>	0.90 <sup>b</sup>	2.30 <sup>b</sup>	5.25 <sup>b</sup>	3.71 <sup>b</sup>	0.84 <sup>a</sup>
3,000	2.60 <sup>d</sup>	0.33 <sup>e</sup>	1.69 <sup>d</sup>	3.29 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	3.82 <sup>a</sup>	7.11 <sup>a</sup>	6.22 <sup>a</sup>	(0.70) <sup>z</sup>

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

Z : Figure in parenthesis was not subjected to statistical analysis.

Table 6. Soil chemical properties at the termination of the experiment (Air dried soil basis).

Cl concn (ppm)	NO <sub>3</sub> -N <sup>y</sup> (ppm)	P (Truog) (ppm)	Exchangeable cations(me/100g)				Cl (ppm)	pH (H <sub>2</sub> O)	EC m(Ω)/cm (1:5)
			K	Ca	Mg	Na			
0	310.0 <sup>ab</sup>	52.5 <sup>b</sup>	0.23 <sup>e</sup>	9.23 <sup>a</sup>	1.16 <sup>e</sup>	0.81 <sup>e</sup>	149.1 <sup>e</sup>	5.94 <sup>a</sup>	1.07 <sup>d</sup>
100	328.9 <sup>a</sup>	51.1 <sup>b</sup>	0.25 <sup>de</sup>	8.74 <sup>a</sup>	1.24 <sup>e</sup>	1.61 <sup>e</sup>	579.9 <sup>e</sup>	5.14 <sup>b</sup>	1.14 <sup>d</sup>
250	345.4 <sup>a</sup>	63.9 <sup>ab</sup>	0.37 <sup>cd</sup>	9.33 <sup>a</sup>	1.77 <sup>ed</sup>	3.53 <sup>de</sup>	1675.7 <sup>d</sup>	5.49 <sup>a</sup>	1.76 <sup>cd</sup>
500	282.9 <sup>ab</sup>	63.9 <sup>ab</sup>	0.36 <sup>cde</sup>	9.06 <sup>a</sup>	2.48 <sup>cd</sup>	5.96 <sup>d</sup>	2435.7 <sup>d</sup>	5.47 <sup>a</sup>	1.99 <sup>c</sup>
1,200	226.1 <sup>bc</sup>	72.9 <sup>a</sup>	0.47 <sup>bc</sup>	9.08 <sup>a</sup>	3.23 <sup>c</sup>	9.30 <sup>c</sup>	3835.7 <sup>c</sup>	5.49 <sup>a</sup>	2.15 <sup>c</sup>
2,000	238.2 <sup>bc</sup>	71.4 <sup>ab</sup>	0.59 <sup>ab</sup>	9.40 <sup>a</sup>	4.52 <sup>b</sup>	15.34 <sup>b</sup>	5785.7 <sup>b</sup>	5.54 <sup>a</sup>	3.44 <sup>b</sup>
3,000	190.0 <sup>c</sup>	61.4 <sup>ab</sup>	0.70 <sup>a</sup>	8.72 <sup>a</sup>	5.96 <sup>a</sup>	21.62 <sup>a</sup>	9207.1 <sup>a</sup>	5.86 <sup>a</sup>	4.44 <sup>a</sup>

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

増加した。植物体各部の Cl 含量は葉>茎>根>花弁の順であった。

### 3. 実験終了時の砂の化学的性質 (第3表)

砂の Cl, 置換性 Mg, Na 含量は海水の処理濃度が高まるにつれて増加した。2,000ppm 以上の区で NO<sub>3</sub>-N, P, K 含量は低下し, EC は高くなった。

### 実験 II. 土耕栽培

1. 生育, 開花 (第4表). 海水の Cl 濃度 3,000ppm の区では3月下旬から生育の遅れがみられた。4月16日における草たけは, 処理濃度が高まるにつれて減少した。処理による生育抑制は, 5月16日と収穫時の草た

けにもみられるように, 生育が進むにつれて著しく, 3,000ppm 区の収穫時の草たけは, 0ppm 区の約1/2であった。塩害症状は砂耕の場合とはほぼ同様で, 4月25日頃から1,000ppm 以上の区にみられた。ただし, 砂耕でみられた若い葉のクロロシスや茎が太く, 節間のつまったような状態のものはなかった。また, 塩害の程度も砂耕に比べてやや軽かった。切り花数は1,000ppm 以上の区で減少し, 開花は500ppm 以上の区で遅れた。地上部新鮮重は処理濃度が高まるにつれて減少した。

2. 葉の主要成分含量及び植物体各部の Cl 含量 (第5表).

葉の N, P, K 含量は 2,000ppm 以上の区でやや減少した。葉の Mg, Na 含量及び葉、茎、花卉の Cl 含量は、海水処理濃度が高まるにつれて増加する傾向がみられ、特に葉の Na や葉と茎の Cl 含量は、2,000ppm 以上の区で著しく高かった。葉の Ca 含量は処理の影響がみられなかったが、砂耕の場合に比べて著しく高かった。また、葉の Mg, Na 含量及び葉と茎の Cl 含量は、砂耕に比べて低かった。植物体各部の Cl 含量は葉>茎>花卉の順であった。

3. 実験終了時の土壌の化学的性質（第6表）。土壌の Cl、置換性 K, Mg, Na 含量及び EC は、海水の処理濃度が高まるにつれて増加したが、それらの値は砂耕に比べて著しく高かった。NO<sub>3</sub>-N 含量は 1,000ppm 以上の区でやや低かった。置換性 Ca 含量及び 100ppm 区を除く pH は、処理による有意差がみられなかった。

### 考 察

高濃度の塩類による作物の生育障害については、多数の研究が行われており、そ菜では作物の種類によって耐塩性や塩害症状が異なることが知られている（2, 11, 13）。前述のように、本実験は海水塩類に基づくカーネーションの耐塩性と塩害症状を知るために行われたものであるが、砂耕及び土耕栽培とも海水の Cl 濃度 250ppm 以上で草たけや地上部新鮮重の減少がみられた。また、500ppm 以上で開花遅延や下葉からの枯死（土耕では、1,000ppm 以上）がみられた。これと類似した現象は、塩類源として海水を用いたキク（5）、バラ（6）、エダマメ（10）においても認められている。カーネーションについては、食塩を用いた中野ら（9）の報告がある。それによると、生育抑制は 500ppm Cl でわずかにみられ、2000ppm で著しいという結果を得ている。これは、本実験の結果とはやや異なるが、恐らく、海水中に含まれる Na, Cl 以外の塩類の影響が加わったためと思われる。この点、海水による耐塩性をみたキク（5）の実験では、生育抑制は砂耕、土耕ともに 250ppm Cl であり、下葉の枯死がみられた最低の Cl 濃度は砂耕が 500ppm、土耕が 1,000ppm となっていて、本実験におけるカーネーションの結果とよく一致する。したがって、カーネーションの‘コーラル’は秋ギクの‘精興の花’と同程度の耐塩性をもつものと考えられる。

作物の塩害の要因としては、高濃度の塩類による土壌溶液の浸透ポテンシャルの低下（11）、塩類中に含まれる特殊なイオンの過剰吸収（12, 15）、塩類集積による土壌の物理性の悪化（1）などがあげられているが、耐塩性の本質については不明な点が多い。今津ら（4）は数種のそ菜を用いた実験の結果、海水による塩害は含有されて

いる各種イオンの総合的な影響を考えなければならないが、その大部分は Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> であり、これら 2 種のイオンの影響が塩害の主因をなすものと述べている。本実験で植物体中の主要成分含量をみた結果（第 2, 5 表）によれば、生育抑制や塩害症状が著しい処理で、葉の Mg, Na, Cl 含量や茎、花卉の Cl 含量が高く、また、それらの含量は塩害の著しかった砂耕の方が土耕に比べて高かった。これらの成分中でも、特に Cl 含量が最も高い値を示していたが、この Cl は植物体に過剰に吸収された場合には、炭水化物の代謝を妨げる（4）とかバラ（14）では葉が枯死し、トマト（3）では葉の主脈や縁に多量に集積することが明らかにされている。また、Michael（8）はアメリカサイカチの苗を用いて NaCl, KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> による耐塩性みた実験の結果、Cl を処理した植物では小葉の先端と周縁の枯死及び茎の乾物重が減少することをみたが、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 処理ではそのような障害はないことを認めている。このようなことから、Cl は本実験におけるカーネーションの生育抑制や塩害と密接な関係があるように思われる。

一方、Cl<sup>-</sup> や Na<sup>+</sup> が他のイオンの吸収に及ぼす影響は、作物の種類によって異なる（4, 13）ようであるが、本実験では海水の処理濃度が高い場合に葉の全 N, P, K 含量は減少する傾向がみられた。この原因は十分明らかではないが、Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> の過剰吸収による吸収阻害（4）の結果とも考えられる。しかし、全 N, P, K の葉中含量からみて、この程度の減少はカーネーションの生育抑制や塩害の一次的原因になるとは考えられない。

次に、培地溶液の浸透ポテンシャルについては、測定しなかったが、海水の処理濃度が高まるにつれて、実験終了時の砂及び土壌の Cl、置換性 Mg, Na 含量及び EC が著しく高まったことから、砂及び土壌溶液の浸透ポテンシャルの低下や塩類集積による培地の物理性の悪化もまた、生育抑制や塩害発生に関係があったものと推察される。しかし、塩害が著しかった砂耕のほうが、土耕に比べて実験終了時における培地の Cl、置換性 Mg, Na 含量及び EC は著しく低かったので、土壌溶液の浸透ポテンシャルと塩害との関係については、今後詳細な検討が必要と思われる。

### 摘 要

希釈した海水がカーネーション‘コーラル’の生育と開花に及ぼす影響を明らかにするため実験を行った。砂または土壌を詰めた木箱（40×40×12cm）に 9 本植えとした。海水を砂耕の場合はホーランド液で、また、土耕の場合は水道水で希釈した。各溶液は 0, 100, 250, 500, 1,000, 2,000, 3,000ppm の Cl を含んでいた。処理は 4

月10日から開花期まで続けた。塩害は0と100ppm Cl においてはみられなかった。砂耕と土耕における開花個体の草たけと地上部新鮮重は、海水のCl濃度250ppm以上で減少した。また、開花は500ppm Cl以上で遅れた。塩害の程度は250ppmから3,000ppmへと高まるにつれて著しくなった。葉の枯死は砂耕で500ppm以上、土耕では1,000ppm以上で処理開始後45日頃からみられた。一般に塩害は土耕より砂耕において著しく、葉のMg, Na及び葉、莖、花卉のCl含量と高い相関があった。海水の処理濃度が高まるにつれて葉の全N, P, K含量は減少し、砂と土壤中のCl、置換性Mg, Na含量及びECは高まった。

## 引用文献

1. BERNSTEIN, L. and H. E. HAYWARD. 1958. Physiology of salt tolerance. Ann. Rev. Plant Physiol. 9: 25—46.
2. ———, E. FRANCOIS and R. A. CLARK. 1972. Salt tolerance of ornamental shrubs and ground covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(4): 550—556.
3. CHHABRA, R., A. RINGONET, D. LAMBERTS and I. SCHEYS. 1977. Chloride losses from tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Z. Pflanzen-physiol. Bd. 81. S. 89—94.
4. 今津 正・大沢孝也. 1954. 数種蔬菜の塩害に関する研究. 園学雑. 22(4): 197—202.
5. 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: 421—424.
6. ———. ———. ———. ———. 1979. 砂耕及び土耕栽培におけるパラの耐塩性. 園学雑. 47: 517—523.
7. 増井正夫・糠谷 明・石田 明. 1975. 静岡県における温室農家の井戸水の塩分含量について. 静大農研報. 25: 15—22.
8. MICHAEL, A. D. 1974. Tolerance of Honeylocust seedlings to soil-applied salts. HortScience 9(1): 53—54.
9. 中野 岳・中西 昂・石崎博一・吉川重彦. 1968. カーネーションに及ぼす塩水の影響について. 昭和43年度園芸学会春季大会発表要旨. 176—177.
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. 大沢孝也. 1961. 砂耕における蔬菜の耐塩性に関する研究(第1報). 果菜について. 園学雑. 29(4): 295—304.
12. 嶋田典司. 1969. 作物に対する塩類の濃度障害に関する研究(第2報). キュウリ根の活性性及び共存塩類の効果について. 土肥誌. 40(1): 32—37.
13. 下瀬 昇. 1968. 作物の塩害生理に関する研究(第7報). タマネギ・セルリー・ホウレンソウ・キュウリ・インゲンの耐塩性について. 土肥誌. 39: 548—553.
14. YARON, B., N. ZIESLIN and A. H. HALEVY. 1969. Response of Baccara roses to saline irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 481—484.
15. 米村浩次・樋口春三. 1972. 用水の水質が観葉植物の生育に及ぼす影響(第2報). Ca, MgおよびClの過剰障害. 愛知農総試研報 B. 4: 81—87.