

砂耕及び土耕栽培におけるバラの耐塩性

石田 明・増井正夫・糠谷 明・小倉孝保*

(静岡大学農学部)

Salt Tolerance of Roses 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 'Sunlight' rose cultivar. One-year old 'Sunlight' cuttings or 'Sunlight' grafted onto *Rosa multiflora* rootstocks were planted in a wooden container (40×40×20 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, 1000, 2000 and 3000 ppm Cl. Treatments were continued for approximately 60 days beginning April 30, 1974. Salt injury was not found at 0, 100 and 250 ppm Cl. In grafted plants, injury developed in both sand and soil cultures above 500 ppm Cl. On own-root plants, injury was observed above 500 ppm Cl in sand culture and above 1000 ppm Cl in soil culture. The degree of injury was intensified as sea water was raised from 500 or 1000 to 3000 ppm Cl. Symptoms such as interveinal chlorosis, marginal and tip burns, and dieback first appeared on the lower leaves and progressed upwards. They further developed on the current shoots of severely injured plants. Generally the injury was more severe in sand than in soil cultures, and on grafted plants than on own-root plants, and highly correlated with Na and Cl in old and young leaves. The Cl and exchangeable K, Mg and Na, and EC values of the soil increased with increasing sea water concentrations.

緒 言

近年、静岡県の海岸近くの施設栽培のバラに、旧葉のクロロシス、下葉の枯れ上がりなどの障害がみられ、特に品種 'Sunlight' で著しいことが観察された。これと似た障害は、Yaronら (10) がバラの品種 'Baccara' に CaCl_2 , NaCl などの塩類を含む液を処理する実験で認めている。一方、増井ら (7) は、同地方のかん水用井戸水は、海水の混入によって塩化が進行していることを報告している。これらの結果から、上記の障害は、かん水に用いている井戸水に起因するように推察される。そこで養分吸収能の異なると思われるバラのさし木苗とつぎ木苗を用いて、砂耕及び土耕栽培を行い、種々の濃度に希釈した海水をかん水する方法によって、上記バラの生育障害の原因並びにその耐塩性を明らかにしようとした。

実験材料及び方法

供試品種は 'Sunlight' で、さし木苗は 1973 年 9 月 10

1978 年 7 月 20 日 受理

* 現在京都府農林部

日にパーミキュライトにさし木したものを発根後田土を詰めたはちに移して育苗した。つぎ木苗は 1974 年 1 月下旬ノイバラ台についだもので、これらの苗を 1974 年 4 月 26 日に、ビニルハウス内の川砂又は田土を詰めた木箱 (40×40×20 cm) に 4 本ずつ定植した。海水を砂耕の場合は既報 (5) と同様の培養液で、また、土耕の場合は水道水で希釈し、Cl 濃度で 0, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000 ppm のそれぞれ 7 処理区 (1 処理 5 反復) を設けた。希釈した海水は 4 月 30 日から実験終了時まで (約 60 日間) 晴天の日は 1 日 2 回、曇天の日は 1 日 1 回かん水代りに処理した。土耕における肥料は 1 箱当たり基肥として硫安 9.5 g, 過リン酸石灰 59 g, 硫酸カリ 4 g, 消石灰 40 g, 追肥として硫安 4.8 g, 硫酸カリ 2 g を定植 1 カ月及び 2 カ月後にそれぞれ施用した。摘心は 6 月 1 日 (つぎ木苗) または 6 月 6 日 (さし木苗) に、それぞれ 5 枚葉を 4 枚残すように行った。摘心後発生した新しょうは 1 本だけ残し、他はすべて除去した。完全に開花したものは新しょうの基部から切り採り、草たけ及び生体重

を測定し、その本数、開花日、塩害の程度などを記録した。塩害の程度は葉及び新しょうの枯死の著しいものを3とし、塩害が全くみられないものを0として4段階に分けた。葉は新葉（新しょうに着生した葉）と旧葉（新しょう以外に着生した葉）に分けて分析した。葉と実験終了時の土壌の分析は Nukaya ら(8)と同様の方法で行った。

結 果

I. 砂耕実験

生育と開花に及ぼす影響（第1表） 塩害はさし木苗、つぎ木苗とも旧葉では Cl 3000ppm 区で5月中旬、2000ppm 区で5月下旬からみられ、はじめは葉縁が枯死したが徐々に葉全体に及び、下葉から上位葉へと進行した。このため 2000 及び 3000ppm 区の新しょうは、さし木苗ではわずかに伸長した後萎ちよう、枯死したが、接ぎ木苗では発生がみられなかった。1000ppm 区の旧葉はさし木苗、つぎ木苗とも5月下旬に下葉の葉脈間クロロシスがみられ、やがて葉先または葉縁が枯死し、6月下旬には葉全体が枯死した。1000ppm 区では新しょうは発生したが、開花に至る前に枯死したものは、さし木

苗で 60%、つぎ木苗で 65% あった。枯死しなかった新しょうに着生した葉（新葉）は6月下旬に葉縁または葉脈間クロロシスがみられた。500ppm 区では、さし木苗、つぎ木苗とも 1000ppm 区の場合と似た症状が新、旧葉にみられたが、その程度は 1000ppm 区に比べて軽く、新しょうが枯死したものは、さし木苗で 10%、つぎ木苗で 25% であった。250ppm 以下の区では、さし木苗、つぎ木苗とも塩害の症状は全くみられなかった。切り花本数は 250ppm までの区では 100% 開花したため処理による差はなかったが、500ppm 以上の区では上記のように、塩害によって新しょうが枯死したため、処理濃度に応じて減少した。摘心から開花までの日数は、Cl 1000ppm までの区では処理による差がみられなかった。切り花の長さは、さし木苗では Cl 100ppm、つぎ木苗では 500 及び 1000ppm 区において低かった。また、切り花の長さを、さし木苗とつぎ木苗で比較すると、Cl 250ppm 区を除いて、各処理区ともさし木苗のほうがすぐれていた。切り花の生体重はさし木苗では、100ppm Cl ですぐれ、つぎ木苗では 1000ppm 区で劣った。

旧葉の主要成分含量に及ぼす影響（第2, 3表） 旧葉

Table 1. Effect of sea water on the growth and flowering of 'Sunlight' roses as cuttings and grafted onto *R. multiflora* rootstock in sand culture.

Sea water concentrations		Salt injury symptoms ^X		Total no. of cut flowers		Days from pinching to flowering ^Z		Plant ht of cut flowers (cm)		Fresh wt of cut flowers (g)	
Cl (ppm)	(%)	Cuttings (C)	Grafted (G)	C	G	C	G	C	G	C	G
0	0	0	0	(20) ^Y	(20)	34.0 ^a	33.9 ^a	33.2 ^a	29.8 ^a	13.4 ^b	13.2 ^a
100	0.50	0	0	(20)	(20)	33.6 ^a	35.0 ^a	33.6 ^a	31.7 ^a	17.1 ^a	14.3 ^a
250	1.25	0	0	(20)	(20)	34.8 ^a	34.8 ^a	29.9 ^{ab}	30.8 ^a	13.6 ^b	12.8 ^a
500	2.50	1	2	(18)	(15)	32.7 ^a	34.2 ^a	27.2 ^{ab}	23.5 ^b	12.3 ^b	12.5 ^a
1000	5.00	2	3	(8)	(7)	36.1 ^a	37.2 ^a	24.4 ^b	22.3 ^b	10.3 ^b	8.4 ^b
2000	10.00	3	3	(0)	(0)	—	—	—	—	—	—
3000	15.00	3	3	(0)	(0)	—	—	—	—	—	—

X: Symptoms with interveinal chlorosis, marginal and tip burns in leaf, and dieback in current shoots were evaluated from 0 (none) to 3 (very severe).

Y: Figures in parentheses were not subjected to statistical analysis.

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

Table 2. Effect of sea water on the main elements in old leaves of 'Sunlight' roses grown from soft wood cuttings in sand culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	2.23 ^{ab}	0.15 ^{abc}	1.79 ^{ab}	1.82 ^a	0.29 ^c	0.13 ^e	0.72 ^e
100	2.43 ^a	0.15 ^{abc}	1.18 ^{ab}	1.86 ^a	0.32 ^b	0.14 ^e	1.07 ^d
250	2.22 ^{ab}	0.13 ^c	1.61 ^b	1.82 ^a	0.33 ^b	0.22 ^e	1.45 ^e
500	2.14 ^{ab}	0.14 ^{bc}	1.97 ^a	2.00 ^a	0.39 ^a	0.42 ^d	2.28 ^b
1000	2.05 ^b	0.14 ^{bc}	1.92 ^a	1.82 ^a	0.41 ^a	0.79 ^c	2.93 ^a
2000	2.21 ^{ab}	0.16 ^{ab}	1.78 ^{ab}	1.48 ^b	0.33 ^b	1.09 ^b	3.23 ^a
3000	2.19 ^{ab}	0.17 ^a	1.72 ^{ab}	1.27 ^c	0.33 ^b	1.30 ^a	3.25 ^a

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

のN, P, K含量はさし木苗(第2表), つぎ木苗(第3表)とも海水のCl濃度の影響は明らかでなかったが, さし木苗のK含量はつぎ木苗のそれより各処理区において高かった. Ca含量は両苗木ともCl 1000ppmまでは処理による差はみられなかったが, 2000, 3000ppm区で低下した. また, つぎ木苗のCa含量はさし木苗のそれより各処理区において高かった. Mg含量はCl 1000ppmまではさし木苗, つぎ木苗とも各処理濃度間に差がなく, 海水の濃度が高まるにつれて高くなる傾向がみられた. 2000, 3000ppm区におけるMg含量は, つぎ木苗よりさし木苗で低かった.

新葉の主要成分含量に及ぼす影響(第4, 5表) 新葉のN, P, K, Ca, Mg含量は, さし木苗及びつぎ木苗とも処理による差はみられなかったが, Ca, Mg含量はつぎ木

苗において高かった. Na, Cl含量は海水の処理濃度が高まるにつれて高くなる傾向がみられた. また, Cl含量は各処理区ともつぎ木苗において高かった. なお, 2000, 3000ppm区は塩害が著しかったため分析試料が得られなかった.

II. 土耕実験

生育と開花に及ぼす影響(第6表) 塩害はさし木苗, つぎ木苗ともCl 3000ppm区で5月下旬, 2000ppm区で6月上旬から下位の旧葉にみられた. 1000ppm区の塩害は2000ppm区より数日おくれて発生した. 500ppm区はつぎ木苗にのみ塩害がみられた. 塩害の症状は砂耕の場合と同様で, はじめ下位旧葉の先端や葉縁のかっ変及び葉脈間クロロシスとして現われ, 著しい場合は次第に上位葉まで進行し下葉から葉全体が枯死して枯れ上っ

Table 3. Effect of sea water on the main elements in old leaves of 'Sunlight' roses grafted onto *R. multiflora* rootstock in sand culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	2.27 ^{bc}	0.14 ^c	1.30 ^{abc}	2.34 ^a	0.23 ^d	0.12 ^c	0.75 ^c
100	2.15 ^{cd}	0.14 ^c	1.08 ^c	2.46 ^a	0.29 ^c	0.14 ^c	0.95 ^c
250	1.97 ^{de}	0.15 ^b	1.32 ^{ab}	2.36 ^a	0.33 ^{bc}	0.21 ^c	1.52 ^b
500	1.79 ^e	0.14 ^c	1.29 ^{abc}	2.44 ^a	0.36 ^{ab}	0.56 ^b	1.98 ^b
1000	1.89 ^{de}	0.15 ^b	1.46 ^a	2.21 ^a	0.40 ^a	1.00 ^a	2.29 ^a
2000	2.39 ^{ab}	0.19 ^a	1.25 ^{abc}	1.71 ^b	0.37 ^{ab}	0.93 ^a	2.97 ^a
3000	2.52 ^a	0.21 ^a	1.16 ^{bc}	1.90 ^b	0.40 ^a	1.09 ^a	2.74 ^a

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

Table 4. Effect of sea water on the main elements in young leaves of 'Sunlight' roses grown from soft wood cuttings in sand culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	2.06 ^a	0.16 ^b	1.35 ^a	0.63 ^a	0.24 ^a	0.08 ^b	0.22 ^e
100	2.16 ^a	0.16 ^b	1.14 ^a	0.57 ^a	0.24 ^a	0.07 ^b	0.38 ^d
250	2.09 ^a	0.16 ^b	1.43 ^a	0.51 ^a	0.24 ^a	0.08 ^b	0.51 ^c
500	2.13 ^a	0.18 ^{ab}	1.50 ^a	0.59 ^a	0.24 ^a	0.11 ^b	0.91 ^b
1000	1.98 ^a	0.21 ^a	1.87 ^a	0.51 ^a	0.23 ^a	0.46 ^a	2.48 ^a
2000	—	—	—	—	—	—	—
3000	—	—	—	—	—	—	—

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

Table 5. Effect of sea water on the main elements in the young leaves of 'Sunlight' roses grafted onto *R. multiflora* rootstock in sand culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	1.80 ^a	0.17 ^a	1.37 ^a	0.94 ^a	0.25 ^a	0.06 ^b	0.24 ^c
100	1.92 ^a	0.24 ^a	1.25 ^a	0.82 ^a	0.30 ^a	0.07 ^b	0.47 ^c
250	1.86 ^a	0.20 ^a	1.38 ^a	0.93 ^a	0.30 ^a	0.06 ^b	0.87 ^c
500	2.02 ^a	0.21 ^a	1.59 ^a	0.78 ^a	0.28 ^a	0.24 ^{ab}	1.80 ^b
1000	1.99 ^a	0.29 ^a	1.17 ^a	0.81 ^a	0.27 ^a	0.41 ^a	2.84 ^a
2000	—	—	—	—	—	—	—
3000	—	—	—	—	—	—	—

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

た。塩害の程度は処理した海水の Cl 濃度が同じ場合には、つぎ木苗のほうがさし木苗よりやや著しかった。さらに塩害が激しいものは、新葉や新しょうが萎ちょうし、やがて枯死した。塩害のため切り花が得られなかったものは、さし木苗の 2000ppm 区で 55%, 3000ppm 区で 90%, つぎ木苗の 500ppm 区で 35%, 1000ppm 区で 55%, 2000ppm 区で 95%, 3000ppm 区で 100% であった。摘心から開花までの日数は、処理による影響が殆んど認められなかった。切り花の長さとし体重は 500

ppm 以上の区で、海水の処理濃度が高まるにつれて減少する傾向がみられた。なお、切り花の長さは各処理区ともさし木苗のほうがやや大きかった。

旧葉の主要成分含量に及ぼす影響 (第 7, 8 表) 旧葉の N, K 含量はさし木苗, つぎ木苗とも処理による影響が明らかでなかった。P 含量は両苗木とも 2000ppm 区と 3000ppm 区において高かった。Ca 含量はつぎ木苗の 2000ppm 区と 3000ppm 区で低かった。Mg, Na, Cl 含量はさし木苗, つぎ木苗とも海水の処理濃度が高まる

Table 6. Effect of sea water on the growth and flowering of 'Sunlight' roses cuttings and grafted onto *R. multiflora* rootstock in soil culture.

Sea water concentrations		Salt injury symptoms ^X		Total no. of cut flowers		Days from pinching to flowering ^Z		Plant ht of cut flowers (cm)		Fresh wt of cut flowers (g)	
Cl (ppm)	(%)	Cuttings (C)	Grafted (G)	C	G	C	G	C	G	C	G
0	0	0	0	(20) ^Y	(20)	32.5 ^{ab}	31.6 ^a	36.3 ^a	33.4 ^a	15.7 ^a	15.5 ^a
100	0.50	0	0	(20)	(20)	32.3 ^b	33.6 ^a	37.0 ^a	33.3 ^a	14.7 ^{ab}	14.8 ^a
250	1.25	0	0	(20)	(20)	33.3 ^{ab}	31.5 ^a	34.6 ^a	32.5 ^a	14.1 ^{ab}	14.2 ^a
500	2.50	0	1	(20)	(13)	34.9 ^a	35.3 ^a	31.1 ^{bc}	29.4 ^{ab}	12.7 ^{bc}	13.5 ^{ab}
1000	5.00	1	2	(20)	(9)	35.0 ^a	31.5 ^a	29.0 ^c	27.1 ^b	11.8 ^c	9.8 ^b
2000	10.00	2	3	(9)	(1)	(35.6)	(35.0)	(28.9)	(21.5)	(8.2)	(5.5)
3000	15.00	3	3	(2)	(0)	(33.0)	—	(21.4)	—	(14.3)	—

X: Symptoms with interveinal chlorosis, marginal and tip burns in leaf, and dieback in current shoots were evaluated from 0 (none) to 3 (very severe).

Y: Figures in parentheses were not subjected to statistical analysis.

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

Table 7. Effect of sea water on the main elements in the old leaves of 'Sunlight' roses grown from soft wood cuttings in soil culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	2.20 ^a	0.12 ^c	1.40 ^{ab}	2.10 ^{ab}	0.21 ^c	0.11 ^d	0.37 ^d
100	2.26 ^a	0.13 ^c	1.20 ^{bc}	2.06 ^b	0.22 ^c	0.17 ^d	0.39 ^d
250	2.17 ^{ab}	0.14 ^{bc}	0.69 ^d	2.21 ^{ab}	0.27 ^b	0.17 ^d	0.46 ^d
500	2.06 ^{abc}	0.11 ^c	0.71 ^d	2.20 ^{ab}	0.29 ^b	0.22 ^{cd}	1.07 ^c
1000	1.85 ^c	0.13 ^c	1.11 ^c	2.27 ^{ab}	0.35 ^a	0.30 ^c	1.28 ^c
2000	1.85 ^c	0.17 ^{ab}	1.37 ^{ab}	2.08 ^{ab}	0.38 ^a	0.76 ^b	1.90 ^b
3000	1.92 ^c	0.18 ^a	1.57 ^a	2.61 ^a	0.39 ^a	1.03 ^a	2.47 ^a

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

Table 8. Effect of sea water on the main elements in the old leaves of 'Sunlight' roses grafted onto *R. multiflora* rootstock in soil culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	1.94 ^a	0.20 ^{bcd}	1.01 ^{abc}	3.22 ^{ab}	0.27 ^d	0.11 ^d	0.59 ^d
100	2.26 ^a	0.17 ^{cd}	0.82 ^{bc}	3.22 ^{ab}	0.27 ^d	0.12 ^d	0.70 ^d
250	1.86 ^a	0.16 ^d	0.63 ^c	3.39 ^a	0.34 ^c	0.17 ^{cd}	0.80 ^d
500	2.01 ^a	0.21 ^{bc}	0.87 ^{bc}	3.31 ^a	0.39 ^{bc}	0.29 ^c	1.11 ^c
1000	1.89 ^a	0.23 ^{ab}	1.15 ^{ab}	3.04 ^{ab}	0.45 ^{bc}	0.64 ^b	1.74 ^b
2000	2.17 ^a	0.26 ^a	1.34 ^a	2.70 ^b	0.40 ^{ab}	0.84 ^a	2.09 ^a
3000	2.31 ^a	0.27 ^a	1.39 ^a	2.06 ^c	0.39 ^a	0.92 ^a	2.12 ^a

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

Table 9. Effect of sea water on the main elements in the young leaves of 'Sunlight' roses grown from soft wood cuttings in soil culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	1.89 ^b	0.16 ^c	1.17 ^d	1.00 ^a	0.24 ^a	0.11 ^c	0.84 ^{cd}
100	2.00 ^b	0.16 ^c	1.22 ^d	1.00 ^a	0.23 ^{ab}	0.05 ^c	0.62 ^d
250	1.91 ^b	0.16 ^c	1.13 ^d	0.95 ^a	0.22 ^{ab}	0.08 ^c	0.79 ^{cd}
500	1.94 ^b	0.16 ^c	1.20 ^d	0.94 ^a	0.21 ^{bc}	0.05 ^c	0.78 ^{cd}
1000	2.09 ^b	0.16 ^c	1.49 ^c	0.97 ^a	0.22 ^{ab}	0.11 ^c	1.35 ^c
2000	2.32 ^{ab}	0.21 ^b	1.68 ^b	0.69 ^b	0.17 ^d	0.45 ^b	2.63 ^b
3000	2.63 ^a	0.27 ^a	2.01 ^a	0.50 ^b	0.19 ^{cd}	0.98 ^a	3.39 ^a

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

Table 10. Effect of sea water on the main elements in the young leaves of 'Sunlight' roses grafted onto *R. multiflora* rootstock in soil culture (% of dry matter).

Cl concn (ppm)	N ^X	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
0	2.23 ^a	0.20 ^b	1.07 ^b	1.36 ^b	0.23 ^a	0.08 ^b	0.36 ^b
100	1.97 ^a	0.18 ^b	1.23 ^{ab}	1.36 ^b	0.22 ^a	0.07 ^b	0.50 ^b
250	2.27 ^a	0.19 ^b	1.20 ^{ab}	1.40 ^a	0.24 ^a	0.04 ^b	0.59 ^b
500	2.24 ^a	0.20 ^b	1.28 ^{ab}	1.40 ^a	0.26 ^a	0.05 ^b	0.91 ^b
1000	2.18 ^a	0.27 ^a	1.58 ^a	0.98 ^c	0.23 ^a	0.31 ^a	2.10 ^a
2000	(2.72) ^Y	(0.28)	(1.82)	(0.67)	(0.25)	(0.89)	(3.16)
3000	(3.23)	(0.40)	(2.32)	(0.51)	(0.20)	(1.50)	(3.66)

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

Y: Figures in parentheses were not subjected to statistical analysis.

Table 11. Soil chemical properties at the termination of the experiment using 'Sunlight' roses grown from soft wood cuttings (air dried soil basis).

Cl concn (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	P (Truog) (ppm)	Exchangeable cations (me/100 g)				Cl (ppm)	EC m Ω /cm (1:5)	pH (H ₂ O)
			K	Ca	Mg	Na			
0	36.3	227	0.86	9.32	1.09	0.49	105	0.83	5.81
100	42.5	318	0.95	8.42	1.16	0.70	254	0.99	6.14
250	45.5	333	1.01	9.32	1.09	1.52	605	1.00	6.26
500	53.7	275	1.16	9.32	1.55	2.64	1064	1.47	6.16
1000	48.7	351	1.15	8.87	2.02	3.59	1886	1.81	6.05
2000	71.0	365	1.23	9.14	2.94	6.83	3155	2.49	6.19
3000	89.5	284	1.66	9.12	3.23	12.24	4188	3.26	6.18

Table 12. Soil chemical properties at the termination of the experiment using 'Sunlight' roses grafted onto *R. multiflora* rootstock (air dried soil basis).

Cl concn (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	P (Truog) (ppm)	Exchangeable cations (me/100 g)				Cl (ppm)	EC m Ω /cm (1:5)	pH (H ₂ O)
			K	Ca	Mg	Na			
0	40.0	349	0.92	9.20	1.14	0.38	96	0.76	6.18
100	52.5	343	0.95	9.51	1.29	0.91	249	0.97	5.97
250	49.0	351	1.24	9.10	1.31	1.36	535	1.04	6.21
500	58.3	296	1.26	9.44	1.83	2.62	1166	1.56	6.13
1000	58.5	340	1.39	8.69	2.16	3.18	1697	1.69	6.05
2000	63.4	360	1.45	8.28	2.79	6.47	2870	2.19	6.08
3000	74.3	300	1.73	9.23	3.12	11.83	3745	3.15	6.23

につれて高くなる傾向がみられた。また、つぎ木苗の P, Ca, Mg, Na, Cl 含量は、ほとんどの処理区において、さし木苗のそれらよりも高い値を示した。

新葉の主要成分含量に及ぼす影響(第9, 10表) 新葉の N 含量はさし木苗, つぎ木苗とも 2000 ppm 区と 3000 ppm 区で高かったが, Ca 含量はこれらの区において低かった。Mg 含量は両木苗とも処理による影響が明らかでなかった。P, K, Na, Cl 含量は, さし木苗, 接ぎ木苗とも 1000 ppm 以上の区で海水の処理濃度が高まるにつれて高くなる傾向がみられた。また, これらの含量は接ぎ木苗において高かった。

実験終了時の土壌の化学的性質(第11, 12表) さし木苗(第11表), つぎ木苗(第12表)とも実験終了時の土壌の NO₃-N 含量は, Cl 2000 ppm 区及び 3000 ppm 区でやや高かった。置換性の K, Mg, Na と Cl 含量及び EC は, 海水の Cl 濃度が高まるにつれて高まった。P と置換性 Ca 含量及び pH は処理による影響が明らかでなかった。なお, 土壌は処理区ごとにまとめて分析したため, 統計処理を行わなかった。

考 察

本実験では, 前述のようにバラの生育障害の原因とその耐塩性を調査するため, 砂耕及び土耕栽培によって品種 'Sunlight' のさし木苗とつぎ木苗を用いて実験を行った結果, 砂耕ではさし木苗, つぎ木苗ともに海水の Cl 濃度 500 ppm から, 土耕ではつぎ木苗は 500 ppm, さし木苗は 1000 ppm からそれぞれ塩害がみられた。塩害の程度は砂耕は土耕栽培より, またつぎ木苗はさし木苗より著しかったが, 塩害の症状はいずれの場合も同様で, 最初下位旧葉の先端や葉縁のネクロシス及び葉脈間クロシスがみられ, 塩害が著しくなれば下葉から枯れ上がり, 更に塩害が進行すれば新しょうにまで同じような症状が発現した。このような塩害の様相や塩害のみられた最低の海水処理濃度は, 既報(5)の秋ギクの場合と類似していたが, バラのほうが塩害の症状が著しい点から, キクよりも耐塩性はやや小さいものと考えられる。なお, 塩害は土耕より砂耕において顕著であった点も秋ギク(5)と同様であったが, その原因は明らかでない。ただ砂は土壌に比べて緩衝能や置換容量が小さいことも関係あるのではないと思われる。

植物に塩害をもたらす主要な原因として, 培地の浸透ポテンシャルの作用とイオンの特異作用があげられており(9), 一般には培地の浸透ポテンシャルの作用がその一次的原因をなすものと考えられている(1)。本実験は海水の混入により塩水化した井戸水のかん水によるバラの塩害症状と耐塩性を知ることには主眼がおかれたもので

あるため, 塩害の原因を考察するには不十分であると思われるが, 塩害がさし木苗よりつぎ木苗で著しかった点について, 葉の主要成分含量と比較検討してみたい。前述のように塩害がみられた最低の海水の Cl 濃度は 500 ppm (ただし土耕のさし木苗は 1000 ppm) であった。この濃度の処理区から急増した成分は, 新, 旧葉ともに Na と Cl である。Na, Cl 含量は, 旧葉においては砂耕のさし木苗とつぎ木苗で差がみられなかったが, 土耕ではつぎ木苗のほうがやや高かった。また新葉においては砂耕, 土耕ともつぎ木苗が高かった。一方, 旧葉は新葉より塩害が著しかったが, Na, Cl 含量も高かった。これらのことから, 今津ら(4)も述べているように本実験においても Na, Cl の過剰吸収が塩害と深い関係があるように思われる。特に Cl は Yaron ら(10)は 'Baccara' で葉の含量が 1% で葉やけがみられ, 2% 以上では落葉を認めている。本実験で塩害がみられ始めた処理区の葉の Cl 含量は, 培地の種類やさし木苗とつぎ木苗とでやや異なるが, 概して新葉では 0.9% 以上, 旧葉では 1.1% 以上であった。

つぎ木苗のほうがさし木苗に比べて塩害が著しかったのはつぎ木苗の台木に用いたノイバラの養分吸収特性が関係するように思われる。Byrne ら(2)によればノイバラ台は Dr. Huey 台よりホウ素や塩素の吸収率が高いといわれているが, 本実験においても新葉の Cl 含量は, 砂耕, 土耕ともつぎ木苗のほうが高かった。これはノイバラ台が自根苗に比べ, Cl の吸収がおう盛だったことによるもので, この点, 実験終了時の土壌の Cl 含量(第11, 12表)が各処理区とも, さし木苗のほうが高かった結果からも推察できる。なお, Cl⁻の過剰吸収による塩害は, バラ以外にイチゴ(3), 観葉植物(11, 12)などにおいても認められている。

つぎに, Na は Ehlig ら(3)によれば, その過剰吸収がイチゴの葉縁枯死をある程度生じさせると報告している。また多くの植物において Na の過剰吸収が葉の先端, 葉縁及び葉脈間枯死をもたらすことが知られている(6)。

バラについては Na 過剰に関する報告をみないが, 本実験における葉の Na 含量は, 土耕ではさし木苗とつぎ木苗の間に差がみられなかった。しかし, 砂耕では新, 旧葉ともつぎ木苗のほうが高かったので, 塩害の発生に対して Na もいくらかは関係しているものと思われる。Na, Cl 以外にさし木苗とつぎ木苗の葉の成分含量に変動がみられたものに, P, K, Ca, Mg があるが, これらの含量の差はあまり著しいものではなかったため, 両木苗の耐塩性の差に及ぼす影響はないものと考えられる。

一方, 実験終了時の土壌の分析結果(第11, 12表)か

ら、高濃度の海水を含むかん水は土壌中の Cl、置換性 K, Mg, Na 含量及び EC を高めた。したがって、土壌溶液の浸透ポテンシャルが低下したことも、バラの塩害と関係あるように思われる。なお、この実験は約 60 日間の処理であったが、一般にバラの実際栽培はより長期間おこなわれるため、海水塩類を含むかん水の継続は培地や植物体への塩類の蓄積を一段と高めるものと思われる。したがって、バラの塩害は本実験の結果よりさらに低い海水濃度においても発生するものと推測されるが、この点に関しては今後検討する予定である。

以上の結果から、静岡県海岸近くの井戸水の塩水化が著しい地帯における施設栽培バラの旧葉にみられたクロソスや先端及び葉縁枯死は、海水による塩害と判断した。

摘 要

希釈した海水がバラの品種 'Sunlight' 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。1 年生の 'Sunlight' のさし木苗とノイバラ台につぎ木した苗を、砂または土壌を詰めた木箱 (40×40×20cm) に定植した。海水は砂耕ではホーグランド液で、また土耕では水道水でそれぞれ希釈した。各溶液は 0, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000ppm の Cl を含んだ。処理は 1974 年 4 月 30 日に開始し、約 60 日間行った。塩害は 0, 100, 250ppm Cl ではいずれの処理区でもみられなかった。つぎ木苗においては、塩害は砂耕、土耕ともに 500ppm Cl でみられた。しかし、自根苗では砂耕で 500ppm Cl、土耕で 1000ppm Cl で塩害が観察された。そして、海水の Cl 濃度が 1000ppm から 3,000ppm と高まるにつれて著しくなった。葉脈間クロソス、葉縁や葉先きのかっ変と枯死などの症状は、最初下位葉に現われ上部へ進行した。塩害が著しい個体ではその症状が新しょうにまで進展した。一般に塩害は土耕より砂耕において、また自根苗よりつぎ木苗において激しく、また旧葉及び新葉の Na, Cl 含量と高い相関があった。土壌の Cl、置

換性 K, Mg, Na 含量及び EC は海水の Cl 濃度が高くなるにつれて増加した。

引用文献

1. BERNSTEIN, L. and H. E. HAYWARD. 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 9: 25—46.
2. BYRNE, T. and T. FURUTA. 1967. Rootstock and chemical composition of rose. *HortScience* 2(1): 8.
3. EHLIG, C. F. and L. BERNSTEIN. 1958. Salt tolerance of strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72: 198—206.
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. 秋ギクの耐塩性. *園学雑.* 47(3): 421—424.
6. LUNT, O. R. 1966. Diagnostic criteria for plants and soils. *Univ. Calif. Divi. Agr. Sci.* 409—432.
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. *静岡大農研報.* 25: 15—22.
8. NUKAYA, A., M. MASUI and A. ISHIDA. 1977. Salt tolerance of green soybeans. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 46(1): 18—25.
9. 大沢孝也. 1963. 蔬菜の耐塩性に関する浸透圧の作用とイオンの特異作用. *園学雑.* 32(3): 211—223.
10. YARON, B., N. ZIESLIN and A. H. HALEVY. 1969. Response of Baccara roses to saline irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 481—484.
11. 米村浩次・片野 豊・岡 秀樹. 1970. 用水の水質が観葉植物の生育に及ぼす影響 (第 1 報) 用水中の Ca, Mg および Cl について. *愛知農総試研報. B (園芸).* 2: 55—63.
12. ———. 樋口春三. 1972. 同上 (第 2 報) Ca, Mg および Cl の過剰障害. *愛知農総試研報. B (園芸).* 4: 81—87.