

カーネーションのマンガン過剰症に関する研究 第2報

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	石田, 明 増井, 正夫
巻/号	45巻3号
掲載ページ	p. 293-288
発行年月	1976年12月

カーネーションのマンガン過剰症 に関する研究(第2報)

土壌の種類, pH および窒素の形態との関係

石田 明・増井正夫

(静岡大学農学部)

Studies of the Manganese Excess of Carnation II. Manganese Excess in Relation to Certain Soils, Soil pH and Two Nitrogen Forms.

Akira ISHIDA and Masao MASUI

College of Agriculture, Shizuoka University, Ohya, Shizuoka

Summary

An investigation was made to determine the effects of nitrogen forms, and pH in soils having low and high levels of Mn on the growth and flowering of carnation cv. 'Yosoi'. Treatments were arranged factorially involving Iwata and Kawazu soils, $\text{NH}_4\text{-N}$ from $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, and $\text{NO}_3\text{-N}$ from NaNO_3 , at high and low pH levels. The number of flowering plants, plant height, and top fresh weight decreased in the Kawazu soil having a high level of Mn. The time of flowering was markedly promoted by $\text{NH}_4\text{-N}$. The number of flowering plants, and the top fresh weight decreased at the low pH. In the later stage of growth tip burn symptoms were found on leaves of plants grown in the Kawazu soil at the low pH. The Mn in the various parts of plants grown in the Kawazu soil was markedly increased at the low pH, but was not affected by the N forms. The content of N, P and K, and the Fe/Mn in the leaves were slightly higher in the Iwata soil, while the Mg and Al were high in the Kawazu soil. At the low pH the Al in the leaves increased, while the P, K and Ca, and the Fe/Mn decreased. At the termination of the experiment the water soluble, exchangeable and easily reducible Mn increased in the Kawazu soil. The available Mn increased at the low pH, while the easily reducible Mn decreased. The various forms of Mn in the soil were not affected by the N forms. The Na, Ca, Mg and Al increased in the Kawazu soil at the termination of the experiment, while the P decreased. The $\text{NH}_4\text{-N}$ increased in the $\text{NH}_4\text{-N}$ treatment, while the $\text{NO}_3\text{-N}$ and Na decreased. The K and Al, and the value of EC increased at the low pH, while the $\text{NO}_3\text{-N}$, P, Na and Ca decreased. From these results, the growth retardation and tip burn symptoms of carnation seemed to be highly correlated with the Mn in the plants and soils, and disassociated with the P, K, Mg and Al in the leaves, and the $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Na, Mg, P and Al in the soils.

緒 言

前報(5)でマンガン(Mn)を多量に含んだ土壌でカーネーションを栽培したところ、土壌のpHが低い場合にMn過剰によると思われる生育抑制がみられた。White(14)は、カーネーションの生育抑制や障害は、土壌中のMn以外に $\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{NO}_2\text{-N}$ の過剰も関係があることを報告している。そこで、可給態Mn含量の異なる2種

類の土壌を用いて、土壌のpHと施用窒素の形態の違いがカーネーションのマンガン過剰症とどのような関係があるかを明らかにするため、本実験を行なった。

材料および方法

供試品種は'よそおい'で、1972年4月26日にビニルハウス内の木箱(38cm×39cm×12cm)に無摘心の苗を20本ずつ定植した。土壌は、磐田田土(旧静岡大学農学部付属農場水田土壌)と河津赤土(前報(5)と

1975年10月2日 受理

Table 1. Chemical properties of the soils used in this experiment.

Kind of soils	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P (Trough)	Exchangeable cations (me/100 g)					Water soluble Mn	Exchange- able Mn	pH (H ₂ O)	E. C. (1:2) mΩ/cm
				K	Na	Ca	Mg	Al				
Iwata	ppm 16.9	ppm 14.5	ppm 85	0.06	0.11	3.25	0.69	0.54	ppm 12	ppm 9	4.76	0.27
Kawazu	3.9	54.5	86	0.74	0.26	7.56	4.99	5.30	0	397	4.40	0.10

Table 2. Growth and flowering of carnation cv. 'Yosooi' grown in different soils treated with two sources of nitrogen at two levels of soil pH.

Kind of soils	Nitrogen sources	Soil pH	No. of cut flowers per box	Days to flowering ^a	Height of flowering plants cm	Top fresh wt of flowering plants g	Top fresh wt of flowering + non flowering plants g
Iwata	NH ₄ -N	Low(L)	12.0	81.6	74.0	22.6	20.9
〃	〃	High(H)	14.6	77.4	77.4	25.4	25.2
〃	NO ₃ -N	L	9.5	103.8	69.5	22.1	22.1
〃	〃	H	9.8	101.9	75.9	22.0	22.1
Kawazu	NH ₄ -N	L	5.6	81.3	64.6	17.6	15.9
〃	〃	H	12.9	46.0	64.7	20.9	20.5
〃	NO ₃ -N	L	8.3	103.1	64.9	18.4	16.5
〃	〃	H	9.8	96.3	59.9	20.0	17.2
Mean for kind of soils		Iwata	11.5	91.2	74.2	23.0	22.4
		Kawazu	9.1	81.7	63.6	19.2	17.5
Mean for nitrogen sources		NH ₄ -N	11.3	71.6	70.2	21.6	20.6
		NO ₃ -N	9.3	101.3	67.6	20.6	19.3
Mean for soil pH		Low	8.8	92.5	68.3	20.2	18.9
		High	11.8	80.4	69.5	22.1	21.0
L. S. D.	5% 1% } for main effect		1.7	11.0	4.2	1.3	1.2
			2.3	14.8	5.6	1.7	1.6
L. S. D.	5% 1% } for interaction		2.4	N. S.	N. S.	N. S.	1.7
			N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	2.3
L. S. D.	5% 1% } for treatment		3.5	22.2	8.4	2.6	2.4
			4.6	29.5	11.2	3.5	3.2

a : Days counting from March 1.

同じで Mn を多量に含んだ土壌) の 2 種類で、これら原土の化学的性質を第 1 表に示した。窒素は、NH₄-N (硫酸で 1 箱当たり基肥として 9.5 g, 追肥として 2.4 g ずつ 2 回施用。N は合計 3 g) と NO₃-N (硝酸ソーダで 1 箱当たり基肥として 12.1 g, 追肥として 3 g ずつ 2 回施用。N は合計 3 g) の 2 種類、土壌の pH は、low (イオウ華を 1 箱当たり、硫酸区へ 10 g, 硝酸ソーダ区へ 12 g 施用、以下 L と略記) と high (消石灰を 1 箱当たり、硫酸区へ 33 g, 硝酸ソーダ区へ 26.4 g 施用、以下 H と略記) の 2 段階で、それぞれの組み合わせにより 8 処理区を設け、1 処理区 8 反復とした。施肥は、上記以外に 1 箱当たり、基肥として過リン酸石灰 23.6 g, 硫酸カリ 6 g, 追肥として硫酸カリを 2 g ずつ 2 回施用した。土壌は、使用前に蒸気消毒 (約 100°C で 40 分間) を行なった。開花したものは開花個体数、開花日、草たけ、地上部生体重を、また未開花のものは、1973 年 6

月 20 日に全部切り採つて生体重を測定した。植物体は葉、茎、花卉に分け、約 70°C で乾燥した後粉砕し、葉については全 N, NO₃-N, P, K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Al 含量を、茎、花卉については、Mn 含量をそれぞれ測定した。土壌は、実験終了時の水溶性 Mn (A), 置換性 Mn (B), 易還元性 Mn (C), pH (H₂O), EC (soil : H₂O = 1 : 2), NO₃-N, NH₄-N, P (Trough), 置換性の K, Na, Ca, Mg, Al 含量を測定した。なお、これら成分の分析および pH, EC の測定は、Masui ら (8) と同様の方法で行なつた。

実験結果

生育・開花におよぼす影響 (第 2 表)

磐田土区は河津赤土区よりも、開花個体数、草たけ、開花個体地上部生体重、全個体地上部生体重 (開花個体 + 未開花個体) はすぐれたが、開花日は両区間に差がみられなかつた。NH₄-N 区は NO₃-N 区よりも、開

Table 3. Mn content in the various parts of flowering plants of carnation cv. 'Yosooi' grown in different soils treated with two sources of nitrogen at two levels of soil pH. (ppm in dry matter)

Kind of soils	Nitrogen sources	Soil pH	Leaves	Stems	Petals
Iwata	NH ₄ -N	Low(L)	1,909	437	49
〃	〃	High(H)	687	82	0
〃	NO ₃ -N	L	2,125	487	27
〃	〃	H	539	82	3
Kawazu	NH ₄ -N	L	4,678	1,188	185
〃	〃	H	2,471	420	44
〃	NO ₃ -N	L	4,973	1,420	203
〃	〃	H	1,979	358	27
Mean for kind of soils		Iwata	1,315	272	19
		Kawazu	3,525	847	115
Mean for nitrogen sources	NH ₄ -N		2,436	532	69
	NO ₃ -N		2,404	587	65
Mean for soil pH		Low	3,421	883	116
		High	1,419	236	18
L. S. D.	5% } 1% } for main effect		192 257	72 97	16 22
L. S. D.	5% } 1% } for interaction		272 364	102 137	23 31
L. S. D.	5% } 1% } for treatment		387 513	146 193	33 43

花個体数) はやや多く、開花は著しく早かつたが、草たけ、開花個体地上部生体重は両区間に差がみられなかつた。土壌の pH については、H区はL区よりも、開花個体数、開花個体地上部生体重、全個体地上部生体重はすぐれ、開花はやや早かつたが、草たけは両区間に差がみられなかつた。なお、河津赤土の pH L区には、生育後期に下位葉の先端がかつ変枯死する症状が現われた。しかし、その他の処理区にはこのような症状は、殆んどみられなかつた。

植物体各部の Mn 含量 (第3表)

植物体の Mn 含量は、葉が最も高く茎、花卉の順に低かつた。葉、茎、花卉の Mn 含量については、河津赤土区は磐田田土区より、また、土壌の pH については、L区がH区よりそれぞれ著しく高かつたが、窒素の形態による差はみられなかつた。

葉の主要成分含量および Fe : Mn 比 (第4表)

磐田田土区の葉の N, P, K, Na 含量および Fe : Mn 比は、河津赤土区のそれらより高かつたが、Mg, Al 含量は逆に低かつた。NH₄-N 区の葉の N, P 含量は、NO₃-N 区のそれらよりも高かつたが、Na 含量は著しく低かつた。土壌 pH の L区はH区よりも、葉の Al 含量は高かつたが、P, K, Ca 含量および Fe : Mn 比は逆に低かつた。また、Na 含量は NO₃-N 区の pH L区

Table 4. Main elemental content in the leaves of flowering plants of carnation cv. 'Yosooi' grown in different soils treated with two sources of nitrogen at two levels of soil pH. (Dry matter basis)

Kind of soils	Nitrogen sources	Soil pH	N	NO ₃ -N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Al	Fe/Mn
			%	ppm	%	%	%	%	%	ppm	ppm	
Iwata	NH ₄ -N	Low(L)	1.71	24	0.21	1.76	0.33	0.47	0.30	225	1,180	0.13
〃	〃	High(H)	1.58	18	0.27	2.01	0.33	1.59	0.25	148	318	0.23
〃	NO ₃ -N	L	1.53	17	0.18	1.42	0.88	0.42	0.28	154	854	0.07
〃	〃	H	1.49	21	0.23	1.63	0.60	1.41	0.24	182	408	0.43
Kawazu	NH ₄ -N	L	1.47	12	0.13	1.18	0.27	0.57	0.43	278	1,168	0.06
〃	〃	H	1.58	18	0.20	1.70	0.24	1.37	0.34	229	511	0.10
〃	NO ₃ -N	L	1.34	15	0.12	1.23	0.65	0.73	0.43	254	922	0.05
〃	〃	H	1.40	15	0.17	1.58	0.54	1.58	0.40	219	614	0.11
Mean for kind of soils		Iwata	1.57	20	0.22	1.71	0.53	0.97	0.27	185	690	0.22
		Kawazu	1.45	15	0.15	1.42	0.42	1.06	0.40	245	804	0.08
Mean for nitrogen sources	NH ₄ -N		1.58	18	0.20	1.67	0.29	1.00	0.33	228	794	0.13
	NO ₃ -N		1.44	17	0.17	1.46	0.66	1.03	0.34	202	700	0.17
Mean for soil pH		Low	1.51	17	0.16	1.40	0.53	0.55	0.36	235	1,031	0.08
		High	1.51	18	0.21	1.73	0.42	1.48	0.31	195	463	0.22
L. S. D.	5% } 1% } for main effect		0.09 0.11	N. S. N. S.	0.013 0.017	0.11 0.15	0.045 0.060	0.11 0.15	0.017 0.022	N. S. N. S.	112 151	0.05 0.07
L. S. D.	5% } 1% } for interaction		0.12 0.16	N. S. N. S.	N. S. N. S.	0.16 0.21	0.064 0.086	0.16 N. S.	0.024 0.032	N. S. N. S.	160 214	0.07 0.10
L. S. D.	5% } 1% } for treatment		0.17 0.23	N. S. N. S.	0.026 0.035	0.23 0.30	0.091 0.121	0.22 0.29	0.034 0.045	N. S. N. S.	227 301	0.10 0.13

Table 5. Various forms of Mn and pH in the soils at the end of this experiment.
(Air dried soil basis)

Kind of soils	Nitrogen sources	Soil pH	Water soluble Mn (A) ppm	Exchangeable Mn (B) ppm	A + B ppm	Easily reducible Mn (C) ppm	A+B+C ppm	pH
Iwata	NH ₄ -N	Low(L)	43	6	49	30	79	3.89
〃	〃	High(H)	1	6	7	65	72	5.52
〃	NO ₃ -N	L	43	5	48	29	77	4.02
〃	〃	H	0	4	4	57	61	6.23
Kawazu	NH ₄ -N	L	212	180	392	908	1,300	3.94
〃	〃	H	39	98	137	1,084	1,221	4.62
〃	NO ₃ -N	L	243	230	473	858	1,331	4.02
〃	〃	H	13	78	91	1,146	1,237	4.79
Mean for kind of soils		Iwata	22	5	27	45	72	4.92
		Kawazu	127	147	273	999	1,272	4.34
Mean for nitrogen sources		NH ₄ -N	74	73	146	522	668	4.49
		NO ₃ -N	75	79	154	522	676	4.77
Mean for soil pH		Low	135	105	240	456	696	3.97
		High	14	47	60	588	648	5.29
L. S. D.	5% 1% } for main effect		12	9	18	33	29	0.058
			16	12	25	44	39	0.077
L. S. D.	5% 1% } for interaction		17	13	26	47	41	0.082
			23	18	35	63	N. S.	0.109
L. S. D.	5% 1% } for treatment		24	19	37	67	58	0.116
			32	25	49	88	78	0.154

Table 6. Chemical properties of the soils at the end of this experiment. (Air dried soil basis)

Kind of soils	Nitrogen sources	Soil pH	NO ₃ -N ppm	NH ₄ -N ppm	P(Troug) ppm	Exchangeable cations (me/100 g)					E. C. mV/cm (1:2)
						K	Na	Ca	Mg	Al	
Iwata	NH ₄ -N	Low(L)	3.0	148	93	0.97	0.44	5.91	1.31	2.45	3.19
〃	〃	High(H)	4.7	87	178	0.37	0.48	8.00	1.06	0	1.92
〃	NO ₃ -N	L	4.0	102	92	0.86	1.39	6.05	1.31	1.98	3.36
〃	〃	H	26.9	58	214	0.48	1.47	7.71	0.94	0	1.66
Kawazu	NH ₄ -N	L	2.5	61	81	0.84	0.57	7.32	4.77	9.16	3.07
〃	〃	H	3.0	80	95	0.69	0.69	12.35	5.16	0.68	2.13
〃	NO ₃ -N	L	3.5	51	78	0.83	1.59	7.56	5.28	8.24	3.32
〃	〃	H	4.6	55	107	0.64	1.97	11.11	5.13	0.13	1.74
Mean for kind of soils		Iwata	9.6	99	144	0.67	0.94	6.91	1.16	1.11	2.53
		Kawazu	3.4	61	90	0.75	1.21	9.59	5.08	4.55	2.56
Mean for nitrogen sources		NH ₄ -N	3.3	94	111	0.72	0.54	8.39	3.08	3.07	2.57
		NO ₃ -N	9.7	66	123	0.70	1.61	8.11	3.16	2.59	2.52
Mean for soil pH		Low	3.2	90	86	0.88	0.99	6.71	3.17	5.46	3.23
		High	9.8	70	148	0.54	1.16	9.79	3.07	0.20	1.86
L. S. D.	5% 1% } for main effect		0.20	23	4.8	0.051	0.041	0.31	0.13	0.37	0.10
			0.26	30	6.4	0.068	0.055	0.42	0.17	0.50	0.14
L. S. D.	5% 1% } for interaction		0.28	32	6.8	0.072	0.058	0.44	0.18	0.53	0.15
			0.37	43	9.0	0.096	0.077	0.59	0.25	0.71	0.20
L. S. D.	5% 1% } for treatment		0.40	46	9.6	0.102	0.082	0.63	0.26	0.75	0.21
			0.52	61	12.7	0.135	0.109	0.84	0.35	1.00	0.28

で高かった。

実験終了時における土壌の各種形態 Mn 含量および pH (第5表)

河津赤土区は磐田田土区よりも、水溶性 Mn (A)、置換性 Mn (B)、易還元性 Mn (C) 含量は著しく高かった。土壌の pH L 区は H 区よりも、水溶性 Mn (A)、置換性 Mn (B) 含量は高かったが、易還元性 Mn (C) 含量は低かった。土壌の pH は、磐田田土は河津赤土より、また、NO₃-N 区は NH₄-N 区より、それぞれ高かった。実験終了時の土壌の pH は、生育初期の pH (L 区=4.6~4.8, H 区=6.0~7.0) よりも低かった。なお、各種形態の Mn 含量は、NH₄-N 区と NO₃-N 区との間に差がみられなかった。

実験終了時における土壌の化学的性質 (第6表)

河津赤土は磐田田土に比べ、置換性の Na, Ca, Mg, Al 含量は高かったが、P 含量は逆に低かった。また、NH₄-N 含量は pH L 区で低かったが、H 区では差がみられなかった。NH₄-N 区は NO₃-N 区に比べ、NH₄-N 含量は高かったが、NO₃-N, Na 含量は低かった。土壌の pH については L 区は H 区に比べ、置換性の K, Al 含量および EC は高かったが、NO₃-N, P, Na, Ca 含量は低かった。

考 察

第1表に示すように、本実験に用いた2種類の原土は、その化学的性質が異なり、また、河津赤土は粘質壤土であり、磐田田土は砂質壤土であるため、その物理的性質も異なっているが、カーネーションは粘質土壌から砂質土壌まで広い範囲の土壌でよく生育する(12)と言われている。そこで、河津赤土における生育が磐田田土の場合より劣っていたのは、河津赤土に多量に含まれていた Mn による影響が最も大きいと考える。Mn によるカーネーションの生育抑制に関して Parker(11)は、れき耕栽培において培養液の Mn 濃度 50 ppm で生体重が減少することを報告している。また、White(14)および筆者ら(5)も同様のことを認めている。植物が吸収利用する Mn は、おそらく Mn²⁺ の可給態のものであろう(1)と言われているが、土壌中における Mn の可給度に影響をおよぼすものとして、まず、土壌の蒸気消毒(8, 9, 14)があげられる。本実験においても、両土壌ともに、実験終了時の可給態 Mn (A+B) 含量 (第5表) は、原土の含量 (第1表) より高かったことから、土壌の蒸気消毒による影響が推測できる。つぎに、土壌の pH と Mn の可給度との関係(10)が考えられる。土壌の pH が低下すると可給態 Mn 含量が増加すること(9)が知られている。この点、土壌の pH L 区は H 区より、実験終了時の土壌

の可給態 Mn 含量 (第5表) が高かったことから明らかである。本実験においては土壌中の可給態 Mn 含量とはほぼ比例して、植物体中の Mn 含量も高かった (第3表) ことから、河津赤土区の生育抑制や障害は、Mn の過剰吸収によるものと考えられる。カーネーションの生育抑制や葉の障害に関して、White(14)は、品種 'Improved White Sim' を用いて、Mn を施用した土壌の蒸気消毒の温度と窒素の形態についての実験の結果、NH₄-N の比率が高い肥料を用いた場合、100°C の消毒で生育抑制や葉の障害が現われることを明らかにし、Mn 以外に NH₄-N と NO₂-N の土壌中への集積の害をあげている。本実験もこれらの点を検討しようとして行なつたものであるが、第2表で明らかのように、NH₄-N による生育抑制や障害は認められず、NH₄-N 区は NO₃-N 区より開花個本数は多く、開花も早まるなど生育に対して好影響がみられた。これがいかなる理由によるものか、本実験では明らかにすることはできなかったが、林ら(4)は品種 'アーサー・シム' では、乾土 100g 中 NH₄-N は 40 mg, NO₃-N は 53 mg 含まれていたが生育障害はみられなかったと述べていることから、本実験における NH₄-N の施用量は、障害をもたらすほど多くなつたのではないかと思われる。また、岩田ら(6)が述べているように、硫酸は一時的に多量に施さなければ一般土壌では緩衝作用もあり、NH₄⁺ は土壌コロイドに吸着され遊離の状態にあることは少なく、NO₃-N に比べ肥効が持続したためとも考えられる。なお、Schekel ら(13)は、品種 'White Sim' のれき耕栽培において、NH₄⁺ は総生体重と切り花収量を高めることを認めている。しかし、藤岡(3)は品種 'ウイリアム・シム' で、NO₃-N は硫酸に比べ、生体重、乾物重ともにすぐれた結果をもたらしたことを紹介している。また、藤村ら(2)はキンギョソウで、蒸気消毒土壌の NH₄-N および有機態窒素施用区に生育障害が発生することを明らかにした。以上のことから、NH₄-N が多量に用いられた場合には、NH₄⁺ による障害の発生する可能性は当然考えられる。しかし、本実験の結果が White(14)の結果と異なつたのは、品種、土壌、施肥量などの違いが関係しているのではないかと考える。一方、NO₃-N は植物の Mn 吸収量を増加させる(7)と言われており、カーネーション(14)においても同様なことが認められている。また、アマ(10)では NO₃-N は NH₄-N よりも、Mn による害が出やすいことが認められているが、本実験においては植物体の Mn 含量および障害発生の程度が、窒素の形態によつて異なることはなかつた。この点については今後の検討に待ちたい。

以上から、カーネーションの生育抑制および障害発生と植物体各部の Mn 含量並びに土壤中の可給態 Mn 含量とは、極めて密接な関係のあることが明らかにされた。葉および土壤中の Mn 以外の化学的成分が生育抑制や障害発生におよぼす影響は少ないと思われるが、生育抑制がみられた区の葉および土壤で、P 含量が低く、Al 含量が高かった。これは、山崎(15)が述べているように、Mn が可給態化するような酸性土壤では、活性の Al が増加し、これが P と結合して不溶解性となつたため、P の吸収が減少した結果とも思われる。また、葉の Al 含量は全般に著しく高かつたが、最も高かつたのは健全な生育を示した磐田田土の pH L 区であつたことから、Al の影響は考えられない。なお、NO₂-N 含量は表には示さなかつたが、実験終了時の土壤においては全く検出されず、また、別に行なつた incubation の実験でも、NO₂-N 含量は極めて僅かであつた(風乾土当たり最高 0.15 ppm)。したがつて、本実験において、NO₂-N は、カーネーションの生育抑制や障害発生には関係ないと考える。

摘 要

本実験は Mn 含量の異なる 2 種類の土壤を用いて、窒素の形態と pH が、カーネーション品種 'よそおい' の生育、開花におよぼす影響を明らかにするために行なつた。処理は、磐田田土と河津赤土、NH₄-N (硫安) と NO₃-N (硝酸ソーダ)、pH high と low のそれぞれの組み合わせによつた。Mn 含量が高い河津赤土で、開花個体数、草たけ、開花個体地上部生体重量がより少なかつた。開花期は NH₄-N によつて著しく促進された。土壤の pH が低い場合に開花個体地上部生体重量はより少なかつた。

生育後期において河津赤土の pH L 区に葉先きの枯死症状がみられた。河津赤土区の植物体各部の Mn 含量は、pH L 区において著しく増加したが、窒素の形態によつて影響されなかつた。葉の N, P, K 含量および Fe : Mn 比は磐田田土区がやや高かつたが、Mg, Al 含量は河津赤土区において高かつた。土壤の pH L 区では葉の Al 含量がより高かつたが、P, K, Ca 含量および Fe : Mn 比は低かつた。実験終了時における水溶性、置換性および易還元性 Mn 含量は、河津赤土において高かつた。土壤の pH が低い場合には、可給態 Mn 含量は高かつたが、易還元性 Mn 含量は低かつた。土壤中の各種形態 Mn 含量は窒素の形態によつて影響されなかつた。実験終了時における河津赤土の Na, Ca, Mg, Al 含量は高かつたが、P 含量は低かつた。土壤の NH₄-N 含量は NH₄-N 施用区において高かつたが、NO₃-N,

Na 含量は低かつた。土壤の K, Al 含量および EC は土壤の pH が低い場合に高かつたが、NO₃-N, P, Na, Ca 含量は低かつた。

以上の結果から、カーネーションの生育抑制と葉先きの枯死症状は、植物体および土壤中の Mn 含量と高い相関がみられたが、葉の P, K, Mg, Al 含量および土壤中の NH₄-N, NO₃-N, Na, Mg, P, Al 含量は関係がないように思われた。

引用文献

1. 青木茂一. 1956. 土壤と植生. pp.313—317. 養賢堂.
2. 藤村 良・稲垣国昭・浜田国彦. 1968. 土壤蒸気消毒の生育障害に関する研究(第2報). 窒素肥料の形態、土壤酸度および無消毒土壤の混合がキンギョソウの生育におよぼす影響. 兵庫農試研報. 16 : 117—122.
3. 藤岡作太郎. 1967. 施設園芸の技術 [10]. 温室カーネーションの新技术. 農及園. 42 : 96—100.
4. 林 勇・森 君彦・神山克己. 1973. 温室カーネーション・バラの土壤蒸気消毒栽培における施肥法改善試験. 神奈川園試研報. 21 : 103—111.
5. 石田 明・増井正夫. 1973. カーネーションのマンガン過剰症に関する研究(第1報). 土壤の蒸気消毒と pH について. 園学雑. 42 : 40—48.
6. 岩田正利・谷内武信. 1953. 窒素形態の差異と蔬菜の生育. 園学雑. 22 : 183—192.
7. LÖHNIS, M. P. 1951. Manganese toxicity in field and market garden crops. Plant and Soil. 3 : 193—221.
8. MASUI, M. and E. SUZUKI. 1971. Studies on the manganese excess of muskmelon. I. On the survey of plant tissues and soils. Jap. Soc. Hort. Sci. 40 : 367—374.
9. MESSING, J. H. L. 1965. The effects of lime and superphosphate on manganese toxicity in steam-sterilized soil. Plant and Soil. 23 : 1—16.
10. MILLIKAN, C. R. 1952. Soil manganese in relation to plant growth. Adv. Agro. 4 : 253.
11. PARKER, J. 1971. Carnation micronutrition. Colo. Flow. Gro. Assoc. Bull. No. 258. 1—4.
12. POST, K. 1959. Florist crop production and marketing p.462. Orange Judd Publishing Company, Inc. New York.
13. SCHEKEL, K. A. and J. HANAN. 1971. Nitrogen sources for carnations and general limits on saline waters. Colo. Flow. Gro. Assoc. Bull. No. 253 : 1—4.
14. WHITE, J. W. 1971. Interaction of nitrogenous fertilizers and steam on soil chemicals and carnation growth. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 134—137.
15. 山崎 伝. 1971. 微量元素と多量要素—土壤・作物の診断・対策. pp.323—324. 博友社.