

カーネーションのマンガン過剰症に関する研究(第1報)

誌名	園藝學會雑誌
ISSN	00137626
著者	石田, 明 増井, 正夫
巻/号	42巻1号
掲載ページ	p. 40-48
発行年月	1973年3月

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

石田 明・増井正夫

(静岡大学農学部)

Studies of the Manganese Excess of Carnation

I. The Steam Sterilization and pH Levels of Soil

Akira ISHIDA and Masao MASUI

College of Agriculture, Shizuoka University, Ohya, Shizuoka

Summary

An investigation was made to determine the effects of steam sterilization and pH in soil having a high level of Mn, on the growth and flowering of carnation cvs. 'Coral' and 'Yosooi'. Chemical composition of plant parts and chemical properties of the soil were examined. Treatments were arranged factorially, involving 4 pH levels in the soil (high, medium, low and very low) with sterilized and unsterilized soil.

1. In sterilized soil, the number of cut flowers and top fresh weight of both 'Coral' and 'Yosooi' were decreased at very low pH. In unsterilized soil, those of 'Yosooi' were decreased at low and very low pH, and no flowering plants in 'Coral' were obtained at low and very low pH. The time of flowering in 'Yosooi' was slightly earlier in sterilized soil than that in unsterilized soil. In 'Coral', it was markedly retarded in sterilized soil as soil pH was lowered from medium to very low.

2. Mn in the various parts of flowering and non-flowering plants of 'Yosooi' was significantly increased as soil pH was gradually lowered whether the soil was sterilized or not. Mn in 'Coral' showed the same tendency as 'Yosooi'. Mn content in the leaves of flowering plants of 'Coral' was much higher than that of 'Yosooi' except those with high pH. The content of N and K, and the ratio of Fe : Mn in the leaves of non-flowering plants of both 'Coral' and 'Yosooi' were decreased as soil pH was lowered regardless of whether or not the soil was sterilized except for the K content at very low pH. The flowering plants of both 'Coral' and 'Yosooi' showed the same tendency as the non-flowering plants.

3. The intensity of tip burn symptom in the leaves of both 'Coral' and 'Yosooi' was intensified as soil pH was lowered regardless of whether or not the soil was sterilized. Chlorosis appeared in the young leaves and stems of both 'Coral' and 'Yosooi' at low and very low pH, and the intensity of chlorosis in 'Coral' was much more severe than that in 'Yosooi'. Mn contents in the leaves and stems of chlorotic plants were much higher than those of normal plants, while N, K, Ca and Fe contents in the leaves of chlorotic plants were much lower than those of normal plants.

4. As soil pH was lowered from high to very low, water soluble Mn, $\text{NH}_4\text{-N}$ and Al contents, and E.C. values were increased at the conclusion of the experiment, while easily reducible Mn was decreased. When the soil was sterilized, exchangeable Mn was slightly high, while $\text{NH}_4\text{-N}$ and E.C. values were slightly low.

The results of this study suggest that the growth suppression, tip burn symptom in the leaves, and chlorosis in the young leaves and stems of carnation grown in soil having a high level of Mn are highly associated with the excess Mn absorbed by the plant.

緒 言

静岡県賀茂郡河津町のカーネーション栽培予定地でキュウリを栽培したところ、マンガン(Mn)の過剰症が発生し問題となつた。この過剰症は第1表に示すように、用土にMnを多量に含んでいたためと考えられる。カーネーションのMn過剰症についてはWhite(13)の報告があるが、ほかにあまり報告をみない。そこで、このような土壌でカーネーションを栽培した場合、Mn過剰症が起こるかどう、また、Mnの可給度と密接な関係があると思われる土壌の蒸気消毒やpHは、その生育にどのような影響を及ぼすか、といった点を明らかにする目的で、本実験を行なつた。

材料および方法

供試品種は‘コーラル’と‘よそおい’で、1971年6月22日にガラス室内の木箱(38cm×39cm×12cm)に6株(摘心して1株3本)ずつ定植した。用土はキュウリにMn過剰症が発生した前述の赤かつ色土(安山岩の風化土壌)で、第1表に示すようにMnを多量に含んだものである。蒸気消毒は、消毒(100°Cで40分)と無消毒の2段階、土壌のpHは、High(1箱当たり消石灰24.6g, Hと略記)、Medium(原土のみ, Mと略記)、Low(イオウ華5g, Lと略記)、Very low(イオウ華

10g, VIと略記)の4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4箱を供試した。施肥は、1箱当たり、基肥として硫酸14.3g, 過リン酸石灰47.1g, 硫酸カリ10gを、また、追肥として硫酸4.8g, 硫酸カリ2gを定植1か月後から約1か月ごとに4回施した。完全に開花したものについて、切花数、開花日、草たけ、生体重を、また、未開花のものは、1972年3月20日に全部切り採つて生体重をそれぞれ測定した。植物体は葉、莖、花卉に分け、約70°Cで乾燥したのち粉碎し、1mmのふるいにかけて分析試料とした。葉、莖、花卉についてはMn含量を、さらに葉については、N, P, K, Ca, Mg, Fe含量を測定し、また、Fe:Mn比を求めた。土壌については、実験終了時における水溶性Mn、置換性Mn、易還元性Mn、pH(H₂O)、E.C.(Soil:H₂O=1:2)、NO₃-N、NH₄-N、P(Troug)、置換性のK, Ca, Mg, Al含量を測定した。なお、これら成分の分析およびpH、E.C.の測定はMasuiら(8)と同様な方法で行なつた。

実験結果

生育、開花に及ぼす影響(第2, 3表)

蒸気消毒した場合、‘コーラル’と‘よそおい’の両品種とも、土壌のpH VI区で、切花数および開花個体と

Table 1. Chemical properties of the soil used in the experiment.

NO ₃ -N	P (Trough)	Exchangeable cations me/100 g			Water soluble	Exchange- able	Easily reducible	pH (H ₂ O)	E.C. m \bar{y} /cm 1:2
		K	Ca	Mg	Mn	Mn	Mn		
1.1 ppm	18 ppm	0.08	6.48	5.50	0 ppm	35 ppm	1157 ppm	6.00	0.065

Table 2. Growth and flowering of carnation cv. ‘Yosooi’ at the different levels of pH in soil previously sterilized by steaming.

Steam sterilization	pH	Total no. of cut flowers a	Mean flowering date	Mean plant height of cut flowers	Mean fresh wt. of cut flowers	Fresh wt. of flowering plants + non-flowering plants b
Steamed	High (H)	31	Nov. 14	50.1 cm	16.9 g	235 g
//	Medium (M)	22	Nov. 14	39.7	16.5	216
//	Low (L)	21	Nov. 12	45.8	16.6	194
//	Very low (VI)	18	Nov. 18	46.1	15.0	160
Not steamed	H	20	Nov. 21	48.3	17.1	199
//	M	23	Nov. 29	49.2	17.5	214
//	L	11	Nov. 20	42.7	16.0	117
//	VI	4	Nov. 29	38.1	10.2	102
	L. S. D. 5%	c	c	c	c	49
	// 1%	c	c	c	c	62

a: Total no. of cut flowers for the period ending on Jan. 18, 1972.

b: Mean of 4 plots consisted of each 6 plants.

c: Not subjected to statistical analysis.

Table 3. Growth and flowering of carnation cv. 'Coral' at the different levels of pH in soil previously sterilized by steaming.

Steam sterilization	pH	Total no. of cut flowers a	Mean flowering date	Mean plant height of cut flowers	Mean fresh wt. of cut flowers	Fresh wt. of flowering plants + non-flowering plants b
Steamed	High (H)	20	Dec. 2	61.2 cm	14.9 g	220 g
"	Medium (M)	11	Nov. 29	54.2	11.7	182
"	Low (L)	22	Dec. 8	55.7	12.4	183
"	Very low (VI)	5	Jan. 1	63.1	13.3	106
Not steamed	H	21	Nov. 26	55.4	13.3	194
"	M	5	Nov. 22	49.1	11.1	147
"	L	0	—	—	—	100
"	VI	0	—	—	—	81
	L. S. D. 5%	c	c	c	c	52
	" 1%	c	c	c	c	71

a: Total no. of cut flowers for the period ending on Jan. 18, 1972.

b: Mean of 4 plots consisted of each 6 plants.

c: Not subjected to statistical analysis.

Table 4. Mn contents in the various parts of both flowering and non-flowering plants of carnation cv. 'Yosooi'. (ppm in dry matter)

Steam sterilization	pH	Flowering plants			Non-flowering Plants	
		Leaves	Stems	Petals	Leaves	Stems
Steamed	High (H)	1480	720	120	1688	488
"	Medium (M)	1800	1125	140	1813	725
"	Low (L)	2010	1465	215	2200	963
"	Very low (VI)	2330	1575	260	3117	1125
Not steamed	H	1165	720	95	1275	338
"	M	1375	1030	140	1713	713
"	L	2115	1510	215	2025	913
"	VI	2435	1895	405	2050	1000
	L. S. D. 5%	c	c	c	219	138
	" 1%	c	c	c	298	188

c: Not subjected to statistical analysis

未開花個体を加えた生体重が減少した。無消毒の場合、pH L および VI 区では、'よそおい' の切花数と生体重は減少し、'コーラル' ではとくに生育が悪く、開花がみられなかった。

植物体各部の Mn 含量 (第 4, 5 表)

両品種とも植物体の Mn 含量は、葉に最も多く、茎、花卉の順に低かった。蒸気消毒のいかにかわらず、'よそおい' の開花個体と未開花個体の Mn 含量は、土壌の pH が H から VI へ低下するにつれて明らかに増加した。'コーラル' の Mn 含量も、'よそおい' の場合とほぼ同様の傾向を示した。'コーラル' の開花個体の葉の Mn 含量は、H 区を除いて、'よそおい' の含量よ

りも高かった。なお、植物体各部の Mn 含量に及ぼす蒸気消毒の影響は明らかでなかった。両品種とも、蒸気消毒のいかにかわらず、土壌の pH が低くなるにつれて葉先のかつ変枯死症状が強く現われた (第 1 図)。また、L および VI 区では、生育中期以後から若い茎葉にクロロシスがみられた (第 2 図) が、その程度は 'コーラル' のほうが著しかった。

葉の主要成分含量および Fe:Mn 比 (第 6, 7, 8, 9 表)

両品種とも、未開花個体の葉の N, K 含量および Fe:Mn 比は、蒸気消毒のいかにかわらず、H 区から L 区の間では、土壌の pH が低下するにつれて低かった。

Table 5. Mn contents in the various parts of both flowering and non-flowering plants of carnation cv. 'Coral'. (ppm in dry matter)

Steam sterilization	pH	Flowering plants			Non-flowering plants	
		Leaves	Stems	Petals	Leaves	Stems
Steamed	High (H)	1270	500	95	1200	388
//	Medium (M)	2645	1080	215	2200	700
//	Low (L)	2860	1415	285	2488	1100
//	Very low (VI)	2540	1250	215	2625	1375
Not steamed	H	950	550	70	1050	350
//	M	2010	1105	165	1562	663
//	L	2435	1415	—	2050	900
//	VI	2645	1370	—	2488	1213
	L. S. D. 5%	c	c	c	549	157
	1%	c	c	c	747	213

c : Not subjected to statistical analysis

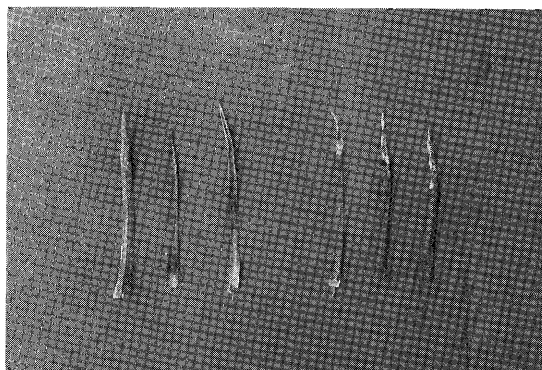


Fig. 1. Tip burn symptom in the leaves of cv. 'Coral'

Three leaves of left : Normal.

Three leaves of right : Tip burned.

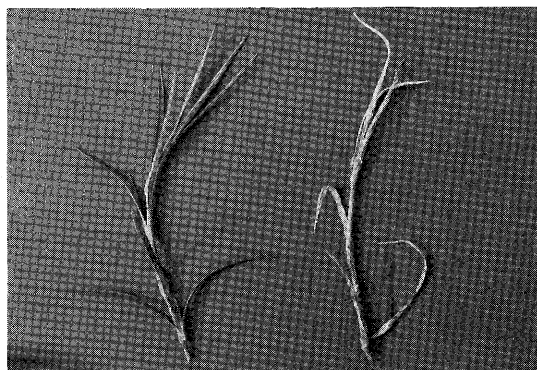


Fig. 2. Chlorosis in the young leaves and stem of cv. 'Coral'

Left : Normal plant.

Right : Chlorotic plant.

Table 6. Main elemental contents in the leaves of cut flowers of carnation cv. 'Yosooi'. (Dry matter basis)

Steam sterilization	pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Fe : Mn
Steamed	High (H)	3.65%	0.29%	3.59%	0.97%	0.48%	170 ppm	0.11
//	Medium (M)	3.07	0.37	3.94	0.56	0.44	120	0.07
//	Low (L)	3.33	0.42	3.66	0.49	0.52	120	0.06
//	Very low (VI)	3.07	0.38	3.52	0.42	0.53	120	0.05
Not steamed	H	3.65	0.31	3.49	0.97	0.51	145	0.12
//	M	3.65	0.31	3.56	0.56	0.47	170	0.12
//	L	3.52	0.39	3.87	0.42	0.53	145	0.07
//	VI	3.46	0.45	3.45	0.42	0.67	145	0.06

Table 7. Main elemental contents in the leaves of cut flowers of carnation cv. 'Coral'. (Dry matter basis)

Steam sterilization	pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Fe : Mg
Steamed	High (H)	3.58%	0.23%	3.52%	1.32%	0.54%	145 ppm	0.11
//	Medium (M)	3.33	0.22	3.31	0.69	0.52	170	0.06
//	Low (L)	3.14	0.20	2.89	0.63	0.54	95	0.03
//	Very low (VI)	3.20	0.24	2.61	0.59	0.49	95	0.04
Not steamed	H	3.78	0.24	4.01	1.11	0.53	190	0.20
//	M	3.71	0.19	3.24	0.69	0.53	145	0.07
//	L	2.75	0.22	2.75	0.63	0.51	170	0.07
//	VI	2.62	0.24	2.82	0.56	0.53	145	0.05

Table 8. Main elemental contents in the leaves of non-flowering plants of carnation cv. 'Yosooi'. (Dry matter basis)

Steam sterilization	pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Fe : Mn
Steamed (St)	High (H)	3.52%	0.26%	2.49%	0.57%	0.41%	193 ppm	0.12
//	Medium (M)	3.57	0.25	2.49	0.35	0.37	178	0.10
//	Low (L)	3.27	0.25	2.26	0.32	0.43	167	0.08
//	Very low (VI)	2.87	0.26	2.08	0.29	0.49	193	0.06
Not steamed (Nst)	H	3.57	0.27	2.87	0.58	0.39	176	0.14
//	M	3.47	0.24	2.35	0.29	0.35	209	0.12
//	L	3.07	0.24	2.43	0.28	0.49	166	0.09
//	VI	2.95	0.33	2.67	0.28	0.57	208	0.10
Mean of pH	H	3.55	0.26	2.68	0.57	0.40	185	0.13
	M	3.52	0.24	2.42	0.32	0.36	193	0.11
	L	3.17	0.24	2.34	0.30	0.46	167	0.08
	VI	2.91	0.29	2.37	0.32	0.50	201	0.08
Mean of steam sterilization	St	3.31	0.25	2.33	0.38	0.42	183	0.09
	Nst	3.26	0.27	2.58	0.37	0.45	190	0.11
L. S. D. 5%	Treatment	0.48	N. S.	0.35	0.08	0.10	N. S.	0.029
	pH	0.34	N. S.	0.25	0.05	0.07	N. S.	0.021
	Steam sterilization	N. S.	N. S.	0.18	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

開花個体における N, K 含量および Fe : Mn 比は、両品種とも、未開花個体の場合と同じ傾向を示した。

健全個体とクロロシス個体の主要成分含量 (第 10 表)

前述のように、土壌の pH L および VI 区で、若い茎葉にクロロシスがみられたので、'コーラル' について調べたところ、クロロシス個体の葉と茎の Mn 含量は、クロロシスがみられなかった健全個体に比べ、著しく高かった。クロロシス個体の葉の N, K, Ca, Fe 含量は低く、とくに Fe 含量の低下が著しかった。一方、P, Mg 含量は、健全個体のそれより高かった。

実験終了時における土壌の化学的性質 (第 11, 12 表)

結果は両品種の場合とも、ほぼ同様であつたため 'よそおい' の場合だけを示した。土壌の pH が低下するにつれて、水溶性 Mn(A), NH₄-N, Al 含量および E.C. は高かつたが、易還元性 Mn(C) は低かつた。しかし、水溶性 Mn+置換性 Mn+易還元性 Mn 含量は、pH の違いによる差がみられなかつた。蒸気消毒した場合は無消毒に比べ、置換性 Mn(B) 含量はやや高かつたが、NH₄-N 含量および E.C. はやや低かつた。蒸気消毒のいかにかわらず、土壌の pH が H 区において、

Table 9. Main elemental contents in the leaves of non-flowering plants of carnation cv. 'Coral'. (Dry matter basis)

Steam sterilization	pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Fe : Mg
Steamed (St)	High (H)	3.65%	0.18%	2.26%	0.75%	0.42%	195 ppm	0.17
//	Medium (M)	3.41	0.18	2.18	0.46	0.44	202	0.09
//	Low (L)	2.93	0.16	1.97	0.44	0.44	164	0.07
//	Very low (VI)	2.77	0.22	2.29	0.46	0.51	188	0.07
Not steamed (Nst)	H	3.59	0.18	2.52	0.74	0.45	164	0.18
//	M	3.38	0.15	1.95	0.41	0.41	163	0.11
//	L	2.87	0.16	1.96	0.48	0.46	166	0.08
//	VI	2.54	0.18	2.12	0.52	0.57	195	0.08
Mean of pH	H	3.62	0.18	2.39	0.75	0.43	179	0.17
	M	3.39	0.16	2.06	0.43	0.42	182	0.10
	L	2.90	0.16	1.96	0.46	0.45	165	0.07
	VI	2.66	0.20	2.20	0.49	0.54	192	0.07
Mean of steam sterilization	St	3.19	0.18	2.17	0.53	0.45	187	0.10
	Nst	3.09	0.17	2.14	0.54	0.47	172	0.11
L. S. D. 5%	Treatment	0.35	0.03	0.35	0.07	0.07	N. S.	0.04
	pH	0.25	0.02	0.25	0.05	0.05	N. S.	0.03
	Steam sterilization	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

Table 10. Mn content in the leaves and stems, and main elemental contents of normal and chlorotic plants of carnation cv. 'Coral'.

Description	Mn		N	P	K	Ca	Mg	Fe
	Leaves	Stems						
Normal plants	1200 ppm	388 ppm	3.65%	0.16%	2.49%	0.75%	0.41%	195 ppm
Chlorotic plants	3525	1075	2.33	0.32	1.94	0.36	0.55	40

NO₃-N, Ca 含量が高かった。なお、土壌の pH は、石灰とイオウ華の添加により H>M>L>VI の順となった。

考 察

土壌の pH が低い場合は、蒸気消毒のいかにかわらず、切花数や生体重の減少、葉先のかつ変枯死症状、若い茎葉のクロロシスなどの生育障害がみられた。これらの現象は、第 11, 12 表から、土壌中の水溶性 Mn, NH₄-N, Al 含量および E. C. などの高まりが関係しているのではないかと考えられる。White (13) はカーネーションの生育の抑制や葉先のネクロシスおよび若い葉のクロロシスは、土壌中の Mn, NH₄-N, NO₃-N の過剰と深い関係があるといっている。本実験においても、まず、Mn との関係についてみると、上記の現象が著しかったのは土壌の pH が低い区であり、その植物体中の Mn 含量は高かった。これは土壌の pH が低下することによって、土壌の易還元性 Mn が可給態に変化し (9),

これを植物体が多量に吸収したためと考えられる。つぎに、NH₄-N との関係についてみると、土壌の pH が低下するにつれてその含量が高かった。これは、土壌の pH が低下することによって硝酸化成作用がおとろえたためと考えられる。NH₄-N の過剰は土壌の pH が低い場合により強くあらわれるといわれている (1)。本実験においては、NH₄-N 含量は、土壌の pH が低い区ほどその含量が高かったことから、NH₄-N 過剰も上記の障害と何らかの関係があるのではないと思われるが、この点についてはさらに検討する必要があると思われる。Al がカーネーションの生育に及ぼす影響については報告をみないが、一般に土壌の pH が低い場合に活性の Al が増加すること、および、その濃度が高い場合は、植物の生育を不良にすることはよく知られている (14)。しかし、植物の生育に害作用を及ぼす濃度は、植物の種類によりまちまちのようである (14) から、本実験にお

いて土壤中の Al が前述の障害の要因となつていたかどうか明らかでないが何らかの関係があるのではないかと推察される。E. C. については、土壤の pH が低くなるにつれて、やや高かつたため、E. C. の高まりが、生育障害に影響を及ぼしたことも考えらる。

前述のように、本実験においてみられた生育障害のうち、若い茎葉のクロロシスは、第 10 表から、その Mn 含量が健全個体に比べ著しく高かつたので、これは Mn 過剰によるところが大きいと思われる。これと同様のことは安松ら (15) がタバコのクロロシスにおいて認めている。

植物のクロロシスについては、Mn 過剰のほか、Mg 欠乏 (11)、Fe 欠乏 (12)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 過剰 (2, 5, 10) などが知られている。また、キク (6) で、P の増加および P : Ca, あるいは、P : Mg の比が 1 に近くなるか 1 以上になるとクロロシスが強く現われることが報告されている。このように、植物のクロロシス発現と体内成分との関係は複雑であるが、White (13) は前述のように、カーネーションのクロロシスは、土壤中の Mn、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の過剰に関係深いと述べている。この点、本実験においても、クロロシスがみられた区では、Mn だけでなく、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量も高かつたのでこの影響も考えられる。しかし、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量は、クロロシスがみられなかつた区において、かなり高かつたことから、クロロシス発現に対する影響は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ より、むしろ Mn 過剰のほうが大きいと考える。また、Fe 含量はクロロシス個体の葉で著しく低かつたため Fe 欠乏の影響も考えられる。しかし、クロロシスの葉を含む全葉の Fe 含量は、第 8, 9 表から、処理区間に差がなかつたことから、この Fe 欠乏は、クロロシスがみられた部位だけに限られた現象と思われる。したがって、クロロシス個体の葉の Fe 含量の低下は、Mn 過剰吸収の結果によるものと考えられる。さらに、クロロシス個体における P 含量の増加および Ca 含量の低下も、クロロシス発現に関係あるのかもしれない。なお、 $\text{NO}_2\text{-N}$ については、表には示さなかつたが、測定の結果、その含量は非常に少なく、また、処理区間に差がみられなかつたため、本実験の場合、クロロシスには関係ないものと思われる。つぎに、土壤の pH が低い場合にみられた生育障害の程度は、‘コーラル’は‘よそおい’に比べ、やや大であつた。これは主として品種の特性によるものであろうが、‘コーラル’の開花個体の葉の Mn 含量は、‘よそおい’に比べ、高かつたこともその一因と考えられる。

最後に、蒸気消毒の影響についてみると、無消毒の場合には蒸気消毒した場合に比べ、L および VI 区では、‘よ

そおい’の切花数と生体重が減少し、‘コーラル’ではとくに生育が悪く開花がみられなかつた。このことは、植物体の Mn および化学的成分含量に差がみられなかつたことから、いかなる理由によるか明らかにすることはできないが、蒸気消毒した場合、実験終了時の土壤中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含量および E. C. がやや低かつたことも生育により影響を及ぼしたのではないと思われる。また、本実験では調査しなかつたが、蒸気消毒によつて土壤の物理性が良好になつたこと (4) およびトマト (4) やメロン (7) でみられたように、根群の発達をよくしたことも考えられる。なお、土壤を蒸気消毒した場合に、土壤の可給態 Mn 含量が高まることが知られている (8, 9, 13) が、本実験においては、実験終了時に置換性 Mn 含量は高かつたが、水溶性 Mn 含量には差がみられなかつた。これは測定の時期が、蒸気消毒後 9 か月以上経過していたため、消毒によつて一時的に増加した水溶性 Mn が日数の経過とともに次第に減少したのではないかと考える。この点、別に行なつた実験でも認めているが、White (13) は土壤中の可給態 Mn は、蒸気消毒によつて急増するが、日数の経過とともに急減し、8 週間後には約 1/7 になつたと報じている。

以上の結果から、このように Mn を多量に含む土壤を用いてカーネーションを栽培する場合には、土壤の pH をある程度高めるとともに、Mn 過剰症に対しては、品種間差異もあるように思われるので、品種の選択にも留意する必要があると考える。

摘 要

Mn 含量の高い土壤の蒸気消毒や pH が、カーネーション (品種、‘コーラル’、‘よそおい’) の生育、開花に及ぼす影響を明らかにするため研究を行なつた。また、植物体各部の化学的成分、土壤の化学的性質についても調査した。処理区の土壤の pH は、High (H)、Medium (M)、Low (L)、Very low (VI) の 4 段階、蒸気消毒は消毒と無消毒の 2 種類で、それぞれを組み合わせる実験を行なつた。

1. 蒸気消毒土壤では、‘コーラル’と‘よそおい’の切花数や生体重は、VI 区で減少した。無消毒土壤では、‘よそおい’のそれらは、L および VI 区で減少した。また、‘コーラル’では、L および VI 区で開花がみられなかつた。‘よそおい’の開花は、無消毒土壤よりも、消毒土壤のほうがやや早かつた。消毒土壤の‘コーラル’の開花は、土壤の pH が M から VI へ低下するにつれて著しく遅れた。

2. ‘よそおい’の開花および未開花個体の各部位の Mn は、消毒のいかにかわらず、土壤の pH が低下

するにつれて明らかに増加した。‘コーラル’の Mn 含量も、‘よそおい’と同様の傾向を示した。‘コーラル’の開花個体の葉の Mn 含量は、H 区を除き‘よそおい’のそれよりも高かった。両品種の未開花個体の葉の N, K 含量および Fe : Mn 比は、VI 区の K 含量を除き、消毒のいかんにかかわらず、土壌の pH が低下するにつれて減少した。両品種の開花個体も、未開花個体と同じ傾向を示した。

3. ‘コーラル’と‘よそおい’の葉先のかつ変枯死症状の程度は、消毒のいかんにかかわらず、土壌の pH が低下するにつれて高まった。両品種の若い茎葉には、クロロシスが L および VI 区でみられた。‘コーラル’のクロロシスの程度は、‘よそおい’よりも著しかった。クロロシス個体の葉と茎の Mn 含量は、健全個体のそれよりも著しく高かったが、クロロシス個体の葉の N, K, Ca, Fe 含量は、健全個体よりも低かった。

4. 土壌の pH が H から VI へ低くなるにつれて、実験終了時における土壌の水溶性 Mn, $\text{NH}_4\text{-N}$, Al 含量および E.C. は高まったが、易還元性 Mn 含量は低下した。蒸気消毒した場合、置換性 Mn はやや高かったが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および E.C. はやや低かった。

この研究の結果は、Mn を多量に含む土壌におけるカーネーションの生育の遅延、葉先のかつ変枯死症状、若い茎葉のクロロシスが、植物による過剰の Mn 吸収と深い関係があることを示している。

引用文献

1. BARKER, A. V., R. T. VOLK, and W. A. JACKSON. 1966. Root environment acidity as a regulatory factor in ammonium assimilation by the bean plant. *Plant Physiol.* 41(7) : 1193-1199.
2. BIRCH, P. D. W., and D. A. G. EAGLE. 1969. Toxicity to seedling of nitrite in sterilized composts. *Jour. Hort. Sci.* 44(4) : 321-330.
3. DUNHAM, C. W., and D. F. CROSSAN. 1959. Factors in tip-burn injury of easter lilies. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 74 : 704-710.
4. 福島与平, 増井正夫. 1957. 温室土壌の蒸気消毒に関する研究. 園芸学研究集録, 8 : 126-132.
5. 藤村 良, 稲垣国昭, 浜田国彦, 広内督文. 1970. 土壌蒸気消毒の生育障害に関する研究. 第 3 報. キンギョソウの生育障害発生に対する窒素肥料の形態と鉄葉面散布の影響. 兵庫農試研報, 18 : 159-166.
6. JOINER, J. N., and R. T. POOLE. 1967. Relationship of fertilization frequency to chrysanthemum yield and nutrient levels in soil and foliage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 90 : 397-402.
7. 増井正夫, 穴原慶子, 堀田 励. 1967. メロンの養分吸収に関する研究. (第 13 報) 蒸気消毒がメロンの生育, 果実の品質ならびに養分吸収に及ぼす影響. 静岡大農研報, 17 : 79-90.
8. MASUI, M., and E. SUZUKI. 1971. Studies on the manganese excess of muskmelon. I. On the survey of plant tissues and soils. *Jour. Japan. Soc. Hort. Sci.* 40(4) : 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) : 1-16.
10. PAUL, J. L., and E. POLL. 1965. Nitrate accumulation related to lettuce growth in a slightly alkaline soil. *Soil Sci.* 100 (4) : 292-297.
11. 塚本洋太郎. 1969. 花卉総論. p.205. 養賢堂.
12. WALLACE, A., and O. R. LUNT. 1959. Iron chlorosis in horticultural plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75 : 819-841.
13. WHITE, J. W. 1971. Interaction of nitrogenous fertilizers and steam on soil chemicals and carnation growth. *Ibid.* 96(2) : 134-137.
14. 山崎 伝. 1971. 微量元素と多量要素—土壌・作物の診断・対策. pp.323-324. 博友社.
15. 安松範郎, 高橋達郎. 1963. タバコの微量元素に関する研究. 第 5 報. タバコによるマンガンの吸収と再移動について. 秦野タバコ試験場報告, 52 : 41-49.