

各種作物の生育障害事例

誌名	大阪府農林技術センター研究報告
ISSN	03888592
著者名	清水,武 斎尾,健二
発行元	大阪府農林技術センター
巻/号	19号
巻号補足	
掲載ページ	p. 65-81
発行年月	1982年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



大阪農技セ研報19: 65~82 (1982)
Bull. Osaka Agr. Res. Cent. 19: 65~82 (1982)

各種作物の生育障害事例

清水 武・斎尾 健二

On the Various Damages to Crops

By

Takeshi SHIMIZU and Kenji SAIO

Summary

The diagnosis of plant nutrient is more useful in culture of many crops.

Plants lacking the essential elements or absorbing these excessively, develop characteristic symptom. The diagnosis is frequently complicated by the facts that diseases, the damages by using of chemicals and others have symptoms similar to some minerals deficiency or excess.

The various damages to crops were investigated from 1972 to 1982 and the damages by nutrient were distinguished from the others. The analysis of leaves, soils were made on the nutrient deficiency and excess.

The data was obtained on the deficiency of phosphorus (spinach), potassium (eggplant), magnesium (radish, vine, citrus), iron (tomato), manganese (spinach, garland chrysanthemum, eggplant), boron (vine, citrus), on the excess of bromine (rice plant), boron (rice plant), zinc (onion) and so on.

Also, the damages were recognized by spraying of magnesium sulfate (vine), by using of herbicide (a cultivar of Brassica pekinensis, vine, citrus), by low temperature (cabbage, a cultivar of Brassica pekinensis) or by drying (citrus).

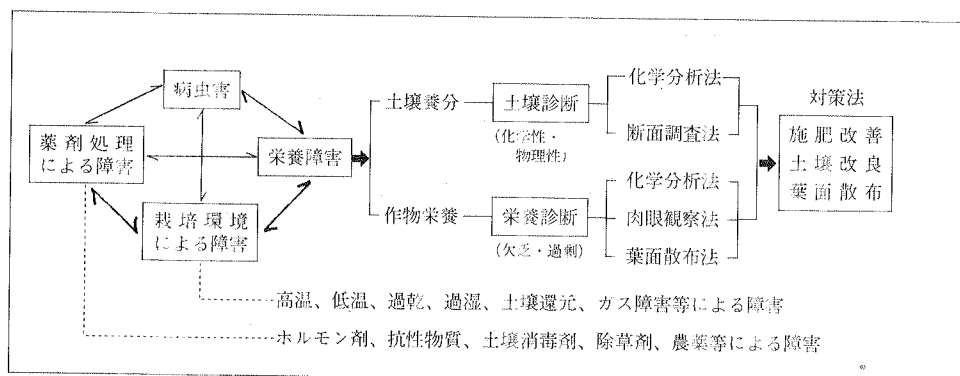
I. はじめに

一般に作物は障害を全く受けないで生長することは極めて少い。むしろ何んらかの障害を受けつつ生育していると言える。

第1図に各種障害要因と栄養障害に関する調査方法について、筆者なりに考え方をまとめた。作物の障害には栄養障害、病虫害、薬剤処理による障害、栽培環境による障害等考慮され、これらの障害要因は相互に影響を及ぼし合っている。このため、一つの障害が他の障害を誘発し、障害要因が複数になる場合もある。しかし、これらの障害は通常単独で発生することが多い。今回報告するこれらの障害事例も、主として栄養障害単独の事例で

ある。

作物の栄養状態は培地の養分状態を反映し、正常な生育を行うには必須成分が適量補給される必要がある。1成分でも過不足状態になれば、生育は正常な状態に比較して不良となり、作物体にそれぞれ特有の異常な障害(欠乏症、過剰症)が発現する。従って、障害特徴を熟知すれば、逆に作物および培地の養分状態の推定が可能であるが、潜在的欠乏や過剰の状態を知り得ないという欠点がある。しかし作物の養分欠乏症や、過剰症による診断方法は普及指導上大いに役立つと考える。このため、障害事例を調査、収集し、作物体の障害特徴および障害発生濃度、培地の養分状態を明らかにし、栄養診断および土壌診断の判定資料とするものである。また、必須成分



第1図 作物の障害要因の関連性と栄養障害に関する調査方法および対策法

以外の物質でも培地に多量流入し、作物に障害を発生させることがある。この他、栄養障害と紛わしい病害、薬剤処理による障害、栽培環境に起因する障害についても調査したので報告する。

調査結果は施肥改善や土壤改良に活用するとともに、作物体に要素が欠乏しておれば応急的措置として欠乏要素の散布等を行い、障害の軽減化をはかった。

報告事例は昭和47年8月から昭和57年7月に発生したもので、調査に協力をいただいた関係普及所の方々に謝意を表する。

Ⅱ. 障害事例

1. 調査方法

障害要因の検討は第1図に基づき、他の要因の影響が極めて少ないことを確認した上で、原因究明調査を実施した。また、障害要因が不明の場合、他の障害要因を消去する方法で原因究明に当たった。

栄養障害に関する調査では、障害が発生した場合、可能な限り現地調査を行った。障害作物および対照作物は主として葉部を採取した。同時に土壤(作土層)も採取した。採取した作物は葉柄を取り除き、葉身を2%酢酸または水道水で洗浄後、蒸留水で再び軽く洗浄し風乾した。さらに60~70℃で乾燥し、粉砕して分析試料とした。土壤は風乾後乳棒で粉砕し、2mmの篩を通し分析試料とした。

作物体および土壤の各種成分は栽培植物分析測定法¹⁴⁾、土壤養分分析法により分析した。窒素は水蒸気蒸留法、ホウ素は比色分析法、カリウム、ナトリウムは炎光光度法、その他の金属類は蛍光X線分析法や原子吸光光度法にて測定した。

2. 栄養障害事例

1) 欠乏障害事例

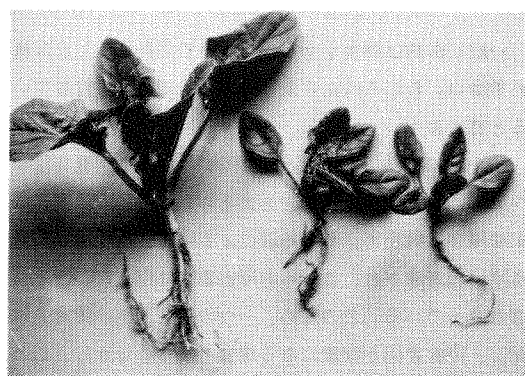
要素欠乏は要素の絶対量の不足、土壤反応に基づく要素含量の低下、塩基等の養分含量の不均衡などによって発生する。また、カルシウム欠乏は土壤溶液濃度の上昇¹⁵⁾によって発生することがある。既に、府下においてはブドウやミカン、キュウリのマンガン欠乏について詳しく報告されているが、今回報告する作物は野菜、果樹、水稻など各種作物を含めた。

(1) 野菜

① ホウレン草のリン酸欠乏 (昭和56年1月26日、写真-1)

冬季にホウレン草を栽培中、長期間水稻の苗床として利用していた箇所の生育が不良となった。生育不良のホウレン草は展開葉がやや紅みを含む黄色となり、生長が停止し、水耕におけるリン酸欠如栽培¹⁸⁾のリン酸欠乏症と類似していた。その後、気温の上昇に伴い4月上旬には収穫できるまでに生長した。

障害発生時の葉分析の結果では、同一ほ場に生育する比較的良好な生育をした対照ホウレン草のリン含量は、0.51%と低下⁴⁾していたが、障害ホウレン草では0.15%とさらに低下し、水耕栽培におけるリン酸欠除栽培のリン含量と変わらない状態であった。障害ホウレン草は対照に



(対照) (リン酸欠乏)

写真-1 ホウレン草のリン酸欠乏

第1表 ホウレン草の生育障害調査結果(56年)

検体 分析項目 区分	葉								土			壤				
	%				ppm				pH (H ₂ O)	EC m Ω	CEC me	置換性mg			有効態置換性	
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn					CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅ mg	Mn ppm
対 照	4.81	0.51	5.55	0.44	0.67	162	56		5.7	0.24	8.2	153	24	19	34	1.4
障 害	3.43	0.15	3.32	1.02	0.46	139	243		4.6	0.34	8.4	96	15	31	22	6.1
水耕-P区	4.43	0.23	6.55	0.40	0.80	149	169									

くらべマンガン含量が4倍程高くなったが過剰障害と考えられず、障害症状等考慮すれば本障害はリン酸欠乏と判断される。一方、障害土壌は対照土壌にくらべ石灰、苦土、有効態リン酸含量が低下し、土壌反応はpH4.6と強い酸性を示した(第1表)。

作物は酸性土壌では低P供給力により生育が阻害される²²⁾。また土壌の有効態リン酸含量の量的不足や、地温の低下による土壌リン酸供給力の低下がリン酸欠乏を発生させ、生育を阻害するが、リン酸供給能の低下は可給態リン酸の増加により補償される¹²⁾。本調査ではホウレン草は寒い時期に生育が阻害されたが、暖かくなると生育が正常に回復し、生育と気温に深い関連が認められた。

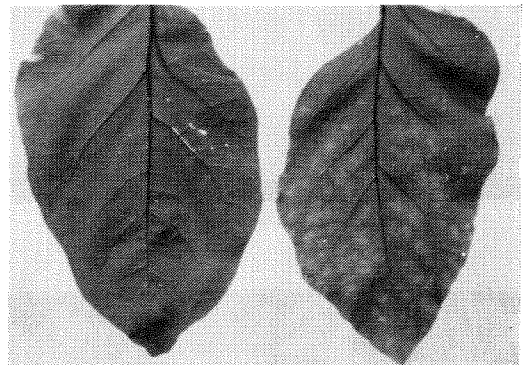
このことから対照土壌にくらべ有効態リン酸含量が低く、しかも酸性の強い障害地点では、酸性条件と重なり土壌からのリン酸供給量が低下し、現地調査の時点ではホウレン草のリン酸吸収が十分でなく、欠乏状態にあったと推察される。また、圃場は障害地点はもとより対照地点もpH(H₂O)5.7と酸性を呈し、酸性に弱いホウレン草にとって良好な土壌とは言えない。ヨウリン等アルカリ資材を施用し、石灰および苦土含量も高め土壌を改善する必要がある。

(2) ナスのカリ欠乏(昭和55年6月上旬、写真-2)

ハウス栽培を行っているナスの下位葉に黄色の斑点が発生した。葉分析の結果、近くの健全なハウスに生育する対照葉にくらべ、障害葉のカリ含量は著しく低下して

第2表 ナスの生育障害調査結果(55年)

検体 分析項目 区分	葉				土		壤		
	%				pH (H ₂ O)	EC m Ω	置換性mg		
	P	K	Ca	Mg			CaO	MgO	K ₂ O
対照	0.25	4.15	1.95	0.73					
障害	0.16	0.55	3.98	2.20	5.9	0.04	232	73	7



(対照) (カリ欠乏)
写真-2 ナスのカリ欠乏



写真-3 ダイコンの苦土欠乏

おり、土壌中カリ含量も低く(第2表)、明らかにカリが欠乏した状況であった。

(3) ダイコンの苦土欠乏(昭和56年11月下旬、写真-3)

ダイコンは野菜類の中でも、苦土欠乏の発生程度が著しい部類に入る³⁾。欠乏症状は収穫期に発生しやすく、下位葉

の葉縁が黄化し緑色と黄色部分が鮮明になる。苦土欠症状を呈する葉中マグネシウム含量は0.13%以下であった(第3表)。

④トマトの鉄欠乏(昭和56年10月、写真-4)

水耕栽培では培地のpHが上昇したり、鉄を添加しなけ



写真-4 トマトの鉄欠乏



写真-5 シュンギクのマンガン欠乏

第3表 ダイコンの障害葉の分析結果(56年)

地 点	区 分	作物体 Mg %	
		葉	柄
1	対 照	0.20	0.36
	障 害	0.06	0.20
2	障 害	0.07	0.23
3	障 害	0.13	0.40
4	障 害	0.08	0.26

れば容易に欠乏が発生する。写真-4は水耕栽培における鉄欠症状で、先端部の葉は全体に淡緑色となり葉脈間が黄白化している。

⑤シュンギク、ハウレン草、ナスのマンガン欠乏

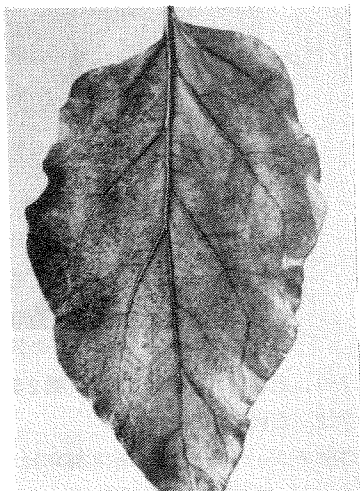
シュンギク(昭和55年12月中旬、写真-5)

ハウレン草(昭和55年12月下旬、写真-6)

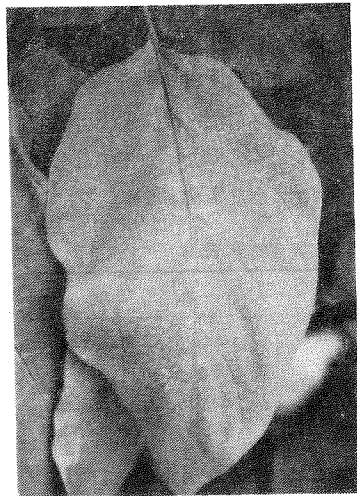
ナス(昭和57年6月上旬、写真-7)



写真-6 ハウレン草のマンガン欠乏



障害葉(分析に供した成葉)



同左(側葉)

写真-7 ナスのマンガン欠乏

区分	分析項目	薬							土 壌						
		%				ppm			pH (H ₂ O)	EC mU	CEC me	置換性:mg			
		P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn				CaO	MgO	K ₂ O	
シュンギ	障害	0.55	4.88	0.88	0.40	225	18	34	8.4	0.22	9.4	603	119	45	
ホウレン草	対照	0.50	5.51	0.75	1.04	155	15	52	8.5	0.67	12.7	398	62	43	
	障害	0.48	4.88	0.90	1.24	120	8	44							

第5表 ナスの生育障害調査結果(57年)

地点	分析項目	檢体	葉							土							
			%				ppm			pH (H ₂ O)	EC mg	CEC me	置換性me			置換性 易還元性	
			P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	B				CaO	MgO	K ₂ O	Mn ppm	Mn ppm
1	{	对照	0.22	3.19	5.77	0.87	81	70	31	7.3	0.895	14.8	396	148	190	0.6	19
		障害	0.23	2.94	6.03	0.77	79	13	30								
2		障害	0.36	3.24	5.40	0.44	117	13	—	7.0	0.102	14.5	353	63	23	0.6	27



トマト (昭和56年10月、写真…9)

セルリーの水耕栽培を行っていたところ、茎部に無数の亀裂が入り、典型的なホウ素欠乏症²⁰⁾を呈した。ホウ素含量は20ppm以下になると障害が発生すると言われているが、ホウ素含量は茎部では15ppm、葉部では17ppmと低下していた(第6表)。

トマトもセルリーと同一培地で栽培されており、果実に明らかなホウ素欠乏症状が認められたが、葉の先端部には障害は認められなかった。なお、本症状は水耕法でホウ素欠乏栽培を行い、果実に同症状が発現することを確認した。

(2) 果 樹

① ブドウ、ミカンの苦土欠乏

ブドウ(昭和52、56、57年 写真-10)

ミカン(昭和50、52、56年 写真-11)

府下の樹園地は概して酸性土壌が多い。このため苦土欠乏が比較的多く発生する。苦土欠乏は収穫期に元葉あ

第6表 セルリー、トマトの生育障害調査結果(56年)

区分	検体 分析項目	作 物			
		%			ppm
		K	Ca	Mg	B
セルリー	葉	3.30	3.00	0.56	17
	茎	6.12	1.30	0.30	15
ト マ ト	中上位葉	3.12	1.83	0.54	18
	下 位 葉	3.83	4.23	0.89	41

るいは旧葉に発生しやすく、葉脈間が黄化する。

デラウェアでは葉中マグネシウム含量が0.06%以下では顕著な苦土欠乏症状が認められ、マグネシウムが欠乏するとカリ含量が高まる傾向がある。この場合、土壌の苦土含量は13mg以下で葉に苦土欠乏症状が認められた(第7表)。苦土欠乏症は硫酸マグネシウム1%液⁵⁾の散布により、障害を容易に軽減防止できる。

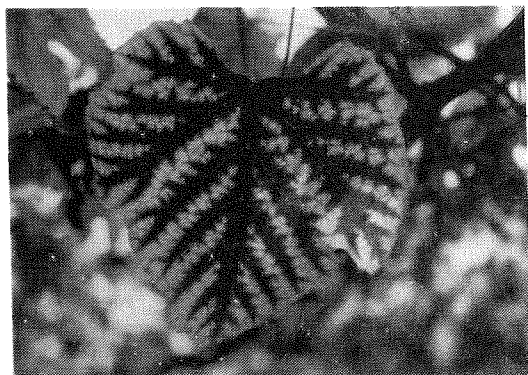


写真-10 ブドウ(デラウェア)の苦土欠乏



写真-11 ミカンの苦土欠乏

第7表 ブドウの苦土欠乏症状葉および土壌の分析結果

年度	地点 No	品種・ 区分	検体 分析項目	葉			土 壌						
				%			pH (H ₂ O)	EC mU	CEC me	置 換 性 mg			
				K	Ca	Mg				CaO	MgO	K ₂ O	
52	1	デラウェア	対照	1.35	0.78	0.22							
			障害	2.03	0.62	0.06							
	2	キャンベル	障害	1.15	2.00	0.05							
56	3	デラウェア	対照	1.71	0.96	0.15	作土	3.9	0.099	17.3	48	3	22
			障害	2.24	0.57	0.06							
	4	デラウェア	対照	0.93	1.50	0.26	作土	3.7	0.250	10.8	40	5	28
57			障害	1.63	0.74	0.05							
			5	デラウェア	障害	1.82	0.97	0.05	作土	5.1	0.320	8.0	149

第8表 ミカンの苦土欠乏症状および土壌の分析結果

年度	地点	分析項目	検体			土 壌			
			旧 葉			土			
			%			pH	CEC	置 換 性 mg	
			K	Ca	Mg	(H ₂ O)	me	CaO	MgO K ₂ O
50	1	障害	1.03	3.35	0.12	4.4		56	10 40
						4.3		20	3 24
						4.9		119	15 21
						4.2		31	8 14
52	2	〃	1.40	4.50	0.07	6.0		140	21 25
						4.4		17	8 16
						6.1	11.9	166	10 50
						5.7	8.1	126	8 20
56	3	〃	1.40	3.40	0.10	5.3	11.5	85	5 28
						5.9	9.4	166	12 16
						5.7	10.3	94	16 64
						5.8	8.8	107	17 48
56	4	〃	1.75	4.37	0.10	6.5	9.3	157	19 47
						5.4	5.1	61	10 12
						5.6	16.2	142	14 35
						5.5	10.9	72	14 24
56	5	〃	1.80	3.61	0.12				
56	6	〃	1.32	4.67	0.12				
56	7	〃	1.80	3.70	0.13				
56	8	〃	1.55	3.20	0.07				
56	9	〃	明らかに苦土欠 症が認められる			5.3	10.5	131	12 32

(注) 土壌では上段が作土、下段は心土を示す。

また、ミカンでは旧葉のマグネシウム含量が0.13%以下、土壌の苦土含量が21mg以下で苦土欠乏の発生が認められた(第8表)。

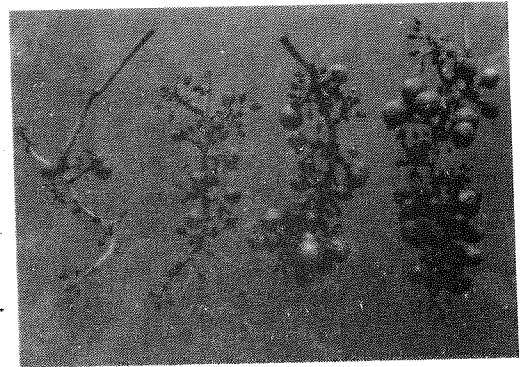
② ブドウ、ミカンのホウ素欠乏

ブドウ(昭和56年 写真-12)

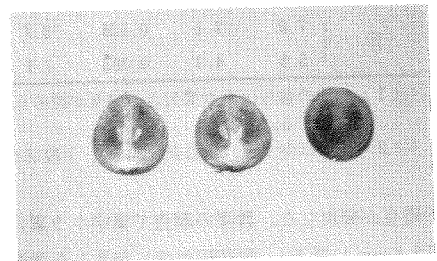
ミカン(昭和57年 写真-13)



ホウ素欠乏症

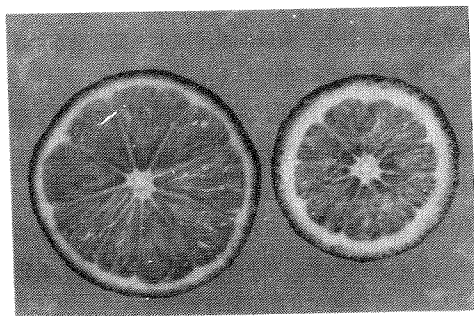


エビ果



アン入果粒

写真-12 ブドウのホウ素欠乏



正常 欠乏
写真-13 ミカンのホウ素欠乏

ジベレリン処理技術が確立される以前の有核(種あり)デラウェアブドウ生産期は、シャツホンあるいはエビ症として、府下のデラウェアブドウ園でホウ素欠乏が多く認められた。その後ジベレリン処理により、無核(種なし)デラウェア生産期に入ってから、ホウ素欠乏の発生は昭和53年度にわずかに見られた程度で、広域に発生した例はほとんどなかった。

昭和56年度は例年になくアン入果粒を有する園が多く認められ、これらの樹葉の先端にはホウ素欠乏特有の油

第9表 ブドウのホウ素欠乏に関する調査結果

1) 葉分析結果

53年度	に発生したホウ素欠乏症の葉中ホウ素含量	6.9~12.0ppm
56年度	アン入果粒およびホウ素欠乏症を有するブドウの葉中ホウ素含量	6.9~12.6ppm

2) 土壌分析結果

地点 番号	pH		EC mV	CEC me	置 換 性 塩 素 mg			塩 基 飽和度%	石 灰 飽和度%	水溶性-B ppm
	H ₂ O	KCl			CaO	MgO	K ₂ O			
1	4.3	3.4	0.061	8.2	35	4	17	22.0	15.2	0.2
	4.4	3.5	0.063	7.0	26	3	20	21.4	13.2	0.2
2	4.3	3.4	0.062	9.4	35	2	5	15.5	13.3	0.2
	4.5	3.5	0.044	8.4	39	3	9	20.6	16.6	0.2
3	4.5	3.4	0.026	5.9	26	4	9	22.3	15.7	0.4
	4.8	3.5	0.025	5.9	35	5	20	32.6	21.2	0.3
4	6.1	5.0	0.072	10.5	170	38	16	78.9	57.7	0.4
	6.7	5.8	0.094	9.1	161	38	11	86.4	63.1	0.1
⑤	5.3	4.5	0.130	10.2	127	5	19	50.8	44.4	0.2
	6.9	5.3	0.065	7.4	118	54	8	95.4	56.9	0.2
6	3.9	3.1	0.099	17.3	48	3	22	13.5	9.9	0.4
	4.1	3.3	0.090	11.7	39	2	17	15.8	11.9	0.2
7	4.3	3.8	0.064	12.5	39	5	30	18.2	11.1	0.2
	4.8	3.9	0.044	11.0	57	3	11	22.0	18.5	0.1
8	4.2	3.3	0.110	15.2	61	8	43	22.9	14.3	0.5
	4.1	3.4	0.110	14.0	39	9	51	20.9	9.9	0.4
9	5.8	5.0	0.103	14.8	275	57	23	88.5	66.2	0.4
	5.3	4.2	0.100	14.5	284	30	7	81.1	69.9	0.2
10	4.4	3.4	0.049	9.8	48	3	21	23.5	17.5	0.6
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑪	7.6	7.1	0.126	8.7	586	20	26	258.0	240.2	0.4
	5.5	4.3	0.063	7.1	101	17	18	68.0	50.7	0.4

(注1) ○印の番号はホウ素欠乏の発生が認められなかった園、またNo 1~6は太子町、7~11は羽曳野市に位置する。

(注2) 上段は作土層(概ね0~20cm)、下段は心土(30cm前後)を示す。

浸状の斑点が発生した。数園の調査で葉中ホウ素含量は6.9~12.6ppmに低下し、昭和53年度に発生した状況とほとんど変わらなかった(第9表-1)。大野はデラウェアのホウ素欠乏の園の葉中ホウ素含量は5.88~11.94ppmの範囲であったと報告しているが、本調査もこれらとよく一致した。一方、深井らは8月下旬の葉中ホウ素含量では、欠乏の限界は20ppm付近とした。また土壌の水溶性ホウ素含量と葉中ホウ素含量の関係を推察し、葉中ホウ素含量が20ppm以下で、水溶性ホウ素含量が0.5ppm以下のものは、土壌の水溶性ホウ素含量の絶対的不足に基づく欠乏と考え、さらに気象的要因を考慮すれば、土壌の水溶性ホウ素含量は1ppm程度、葉中含量は20ppm以上必要としている。本調査ではホウ素欠乏の発生した園と、発生

のなかった園の土壌の水溶性ホウ素含量に差が認められなかったが、欠乏の発生がなかった園は水管理がよかった。水溶性ホウ素含量は、作土で0.2ppm~0.6、心土で0.1~0.4ppmとなり、全般に水溶性ホウ素含量が低下していた(第9表-2)。

また、調査園の半数以上がpH4オーダーの酸性土壌で、石灰含量が26~61mg、苦土含量が9mg以下の低含量となっている。この他、カリ含量の低い園やpHが7.6とアルカリ化している園も認められた。全般に土壌状態は劣悪で苦土欠乏、カリ欠乏、マンガン欠乏などの発生も懸念されるため、今後適切な肥培管理が望まれる。

一方、ミカンでは降雨がなく、長期間乾燥が続いたため、ホウ素欠乏が発生した。欠乏症状は果実に現われ、

第10表 ミカンのホウ素欠乏に関する調査結果(57年)

区分	項目	植体		土					水溶性B ppm	
		葉	B ppm	pH (H ₂ O)	EC mU	CEC me	置換性 mg			
							CaO	MgO		K ₂ O
①		9~12	4.8	0.045	5.2	93	24	13	0.04	
②		16	4.2	0.150	26.6	223	40	32	0.18	

果皮がコルク化したり、果実が奇形となり、内部に障害が認められるものもあった。葉の欠乏症状は明らかでなかったが、葉中含量は低くなった。また、土壌の水溶性ホウ素含量が0.18ppm以下に低下しており、ホウ素欠乏の発生しやすい状況であったことに加え(第10表)、乾燥が続いたため、土壌からホウ素の供給量がさらに減少し、作物のホウ素吸収が悪くなり、ホウ素欠乏が発生したものと考えられる。

2) 過剰障害事例

府下における過剰障害事例は、主として水田に過剰の物質が流入または飛散し、水稻あるいは裏作に障害を発生させる場合が多い。これらの障害物質は必須成分に限らず、他の元素や化合物など多様である。既にマンガ⁸⁾ン過剰やカドミウム^{2,7,9,13)}等については報告されているが、臭素、ホウ素、塩酸、亜鉛による障害についての事例を以下報告する。

(1) 水 稲

① 臭素の過剰(昭和47年、48年、写真-14)

生育障害は苗代期や田植直後に発生した。8月下旬の現地調査では、化学工場に隣接する水田の一部に顕著な生育障害が認められた。他の障害田では水稻の下葉が黄褐色を呈し、褐色の斑点がみられる程度で生育は回復しており、水系の異なる他の水田とほとんど変らなかった。



写真-14 臭素の過剰障害

第11表 臭素を含む用水を用いた種籾の発芽試験(47年)

		発芽数	生育状況
原水	1	2	不良
〃	1/2	2	〃
〃	1/5	10	葉色黄変
〃	1/10	10	〃
水道水		10	良

また、用水および水系上の化学工場の排水、障害をうけた水稻および健全な水稻を蛍光X線分析したところ、工場排水や障害をうけた水稻では臭素含量が異常に高く検出され、臭素を含む工場排水が水田に流入し、水稻が被害を受けたことが明らかとなった。さらに、化学工場から排出された臭素を含む用水を用いて種籾の発芽試験を行った結果、原水や希釈水では発芽が悪く、生育状況も不良で生育に悪影響が認められた(第11表)。また、当所網室でa/2000ポットに生育する水稻に臭素水を適量加えたところ、水稻葉に現地の障害症状と同様の症状が発現し、臭素の過剰害であることを確認した。

なお、臭素は無機イオンとして存在する場合は植物に極めて吸収されやすく、水稻幼植物ではハロゲン元素の中で最もよく吸収され、²⁶⁾300~500ppm程度の土壌の無機Br²⁵⁾塩添加から生育が抑制されると推定されている。また、臭素は流水条件下で吸収されやすいが、水稻の茎葉から²⁴⁾玄米への臭素移行率は極めて低い²⁷⁾ようである。

② ホウ素の過剰(昭48年)

水稻の葉先の周辺および上部に褐色の斑点を生じ、葉先10cm前後が枯れた。被害状況はガラス工場近辺で葉先枯れ現象が強くなり、工場から離れると減少した。障害症状がホウ素過剰症と極めて類似していることから、ホウ素の定量を行ったところ、いずれも高含量のホウ素が含まれておりホウ素過剰と考えられた¹⁾(第12表)。なお本障害の発生源はガラス工場で、これより排出されたホ

第12表 水稻のホウ素過剰による生育障害調査結果(48年)

地点	区 分	部 位	作 物		土 壤	
			B ppm	pH (H ₂ O)	水溶性B ppm	
1	葉先枯れが 少ない地点	株全体	21	5.2	32	
		止 葉	57			
2	葉先枯れが 多い地点	株全体	72	5.3	238	
		止 葉	180			

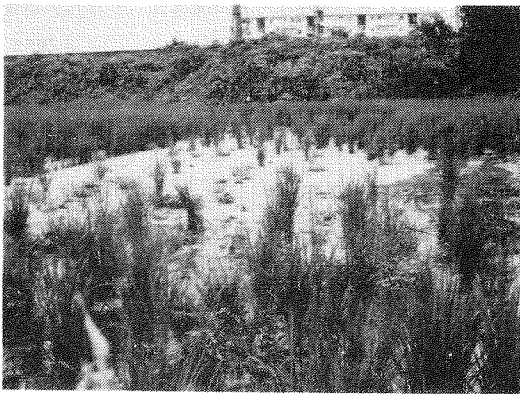


写真-15 塩酸流入による障害

ウ素が土壤に多量蓄積し、障害を与えたものと考えられた。

③ 塩酸流入による障害 (昭和47年、写真-15)

7月13日に赤茶色の物質が水田に流入し、障害の著しい地点では一夜のうちに水稻が枯死寸前となった。約1週間後には被害田11筆のうち、障害の激しい1筆(約5畝)では一部水稻が枯死したが、他の水田では水稻の下葉が枯れた状況であった。8月中旬の現地調査では、障害の激しい水田の一区画では水稻は明らかに枯死していたが、障害の弱かった地点では生育が回復していた。

被害発生直後の7月16日に採取した障害の激しい地点の土壤は、pHが2.3~3.6と極度に酸性で、塩素含量は高かったが、硝酸や硫酸は極くわずかであった。塩素は溶落しやすく、8月16日には同地点で採取した土壤はpH5に上昇し、塩素含量も対照田と変らない状態となった(第13表)。

水稻の生育被害の発生源は近くに位置するメッキ工場で、排水に多量の塩酸が流入し、被害を与えたものと考えられた。また、赤褐色の物質が被害田全体に入り、これに通ずる農業用水路にこの物質が認められたとのこと

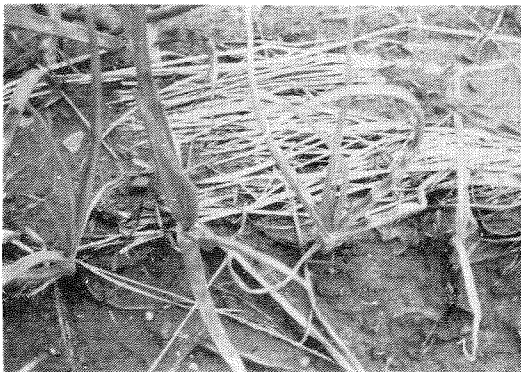


写真-16 タマネギの亜鉛過剰障害

第13表 水稻の塩酸流入による生育障害調査結果 (47年)

項目 区分	月/日	pH (H ₂ O)	EC m Ω	C ℓ ppm	置 換 性	
					CaOmg	MgOmg
対照田	8/17	6.3	0.05	89	158	180 (水口)
		6.0	0.12	89	145	188 (中央)
	7/16	2.3	6.00	9397	190	205 (水口)
		3.6	0.95	1596	93	193 (中央)
被害田	8/17	5.2	0.20	89	11	160 (水口)
		5.2	0.16	89	137	168~215
		~4.8	~0.18		~89	(5m)

*7/16 NO₃, SO₄……tr

であるが、本物質については調査しなかったが、おそらく鉄粉様のものとおもわれる。

(2) 野 菜

① タマネギの亜鉛過剰 (昭和47、48年、写真-16)

障害が発生する前の水稻作までは、生育障害の発生履歴はなかった。水稻収穫後タマネギを植付けたところ、著しく生育が不良となった。生育障害は水田の水口に当たる附近が最も顕著であった。障害症状は葉部の緑色部分に黄色の条線が現われ、球はほとんど肥大しなかった。

障害作物等を蛍光X線分析した結果、作物および土壤に多量の亜鉛が含まれていたため、亜鉛の過剰障害と判断し、作物、土壤の亜鉛の定量を行った。水口附近のタマネギは茎葉中亚鉛含量は最高1891ppm、最低547ppmと対照田の80ppmにくらべ7~24倍もの高濃度を示した。中央部では顕著な障害は認められなかったが、165~346ppmの亜鉛を含み対照田の2~4倍となった。一方、土壤は生育の著しく不良な地点では全亜鉛で最高1360ppm、最低250ppmと対照田の68ppmより4~20倍もの亜鉛を含有していた。全亜鉛、可溶性亜鉛は水口、中央、水尻の順に低下した(第14表)。また、翌年に同様の調査を実施したが、調査地点に変更はあったものの47年度とほぼ同様の結果であった(第15表)。

市倉らはタマネギの生育が阻害される玉茎葉中亚鉛濃度を350ppm前後に認めている。また、土壤では酢安可溶性亜鉛含量が200ppm前後より被害が現われたと報告している。本調査ではタマネギを茎葉と球に区分したが、生育の不良なタマネギの茎葉の亜鉛含量は547ppm以上、球では413ppm以上を示した。茎葉中亚鉛濃度が346ppm以下では、顕著な生育阻害は認められなかった。土壤の亜鉛含量では、酢安可溶性亜鉛は市倉らの指摘した濃度よりさらに低い80~100ppmで、また0.1N $\text{C}\ell$ 可溶性亜鉛で

第14表 タマネギの亜鉛過剰による生育障害調査結果 (47年)

区分	検体 項目	タ マ ネ ギ				土 壤 (Zn : ppm)			
		生育状況	葉長 (cm)	葉数 (本)	茎葉中Zn ppm	pH(H ₂ O)	全Zn	0.1NHCℓ 可溶性Zn	pH4.5酢安 可溶性Zn
1	水口	生育不良	20.5	4.5	1172	5.3	1240	815 (66)	405 (33)
	中央		71.0	7.0	165	5.0	130	45 (35)	32 (25)
2	水口	生育不良	17.5	4.5	1047	5.2	875	720 (82)	340 (39)
	中央		70.0	7.5	143	5.6	125	41 (33)	37 (30)
3	水口	生育不良	16.0	4.5	547	4.2	250	140 (56)	95 (38)
	中央		71.0	7.0	171	4.6	70	23 (33)	—
4	水口	生育不良	18.5	4.5	1891	5.4	1360	1130 (83)	655 (48)
	中央	生育不良	19.5	4.5	641	5.6	690	580 (84)	420 (61)
	水尻		69.0	7.0	346	5.4	170	109 (64)	83 (49)
5	水口	生育不良	18.5	5.0	969	5.3	680	538 (79)	245 (36)
	中央		68.0	7.5	300	5.0	190	120 (63)	50 (26)
6	水口	生育不良	18.5	4.0	625	5.2	730	615 (84)	368 (50)
	中央		71.0	8.0	103	5.3	100	24 (24)	20 (20)
7	水口	生育不良	18.5	5.0	672	5.4	580	375 (65)	196 (34)
	中央		74.0	7.0	183	5.6	140	72 (51)	41 (29)
8	水口	枯 死	—	—	—	4.5	1040	815 (78)	378 (36)
9	水口	生育不良	20.0	5.0	703	4.5	460	363 (79)	140 (30)
	中央		73.0	8.0	325	5.3	170	98 (58)	27 (16)
10	対 照		73.5	8.5	80	5.2	68	11 (16)	9 (13)

() 内の数字は可溶率 (可溶性Zn/全Zn)

(注1) 茎葉中亜鉛と土壤の全亜鉛との相関係数 0.900 (注2) 土壤の全Znと0.1NHCℓ可溶性Znとの相関係数 0.980
 “ 0.1NHCℓ可溶性Zn “ 0.911 “ pH4.5酢安可溶性Zn “ 0.912
 “ pH4.5酢安可溶性Zn “ 0.825

第15表 タマネギの亜鉛過剰による生育障害調査結果 (48年)

第15表 タマネギの亜鉛過剰による生育障害調査結果 (40平)

区分	検体 項目	タ マ ネ ギ					土 壤 (Zn : ppm)				
		生育状況	葉長 (cm)	葉数 (本)	Zn ppm			pH(H ₂ O)	全Zn	pH4.5酢安 可溶性Zn	可溶率%
					球	莖葉	球莖葉				
1	水口	生育不良					1475	4.6	640	380	59
	中央	生育不良					700	5.4	620	240	39
2	水口	生育不良					750	4.3	290	150	52
	中央	生育不良					700	4.2	275	140	51
3	水口	耕作放棄						5.3	770	550	71
	中央						5.2	765	540	71	
4	対照							4.2	65	16	25
5	水口	生育不良	24.8	4.2	875	1500		5.7	348	170	49
	中央	生育不良	41.5	6.0	475	1088		5.8	228	100	44
6	水口	生育不良	38.3	4.0	488	1350		5.4	448	240	54
	中央		65.3	6.5	160	150		6.4	154	60	39
7	水口	生育不良	14.2	3.6	1038	1825		4.6	212	110	52
8	水口	生育不良	49.3	5.3	563	1088		5.0	200	80	40
	中央	生育不良	54.3	6.0	413	870		4.6	216	100	46
9	対照		62.8	8.8	90	45		4.9	43	10	23

は、140 ppmで顕著な障害の発生を認めた。全亜鉛では200ppm以上で強い障害が認められた。葉と土壌の各種亜鉛含量との相関はいずれの区も高かったが、特に0.1N HCl可溶性亜鉛との相関(相関係数0.911)が強く認められた。土壌中の全亜鉛と可溶性亜鉛の関係については既に詳しく報告されているが、これとほぼ同じ傾向で、全亜鉛と可溶性亜鉛はいずれも強い相関が認められ、被害田の全亜鉛に対する可溶化率は0.1NHCl 可溶性亜鉛では平均62%、pH4.5 酢安可溶性亜鉛では平均41%であった。

なお、本障害は亜鉛を含む廃棄物が農業用水路に不法投棄され、発生したものであった。

3. その他の障害事例

栄養障害の他に第1図に示したような障害が考えられる。これらの中には栄養障害と類似したものがあり注意を要するため、これらの障害事例を紹介する。

1) 病虫害

(1) シュンギク腐敗病(写真-17)

シュンギクの新葉およびその周辺の先端が枯死する障害が発生した。通常、新葉の成長点が枯死する場合は低温



写真-17 シュンギク腐敗病による障害

第16表 シュンギクの腐敗病による生育障害調査結果(55年)

地点 区分	検体 項目	葉				土 壌					
		%			ppm	pH	置換性mg				
		K	Ca	Mg	B	(H ₂ O)	EC mU	CEC me	CaO	MgO	K ₂ O
1	対照	5.15	0.88	0.44	22	6.0	0.362	9.4	241	62	25
1	障害	6.88	1.23	0.45	27						
2	障害	10.29	0.74	0.50	27						

障害あるいは高温障害、栄養障害、病害等が考えられる。栄養障害では石灰欠乏あるいはホウ素欠乏の可能性があるとされている。本障害は発生時期が11月中旬で、障害が発生する程の低温、高温障害は考えられず、栄養障害と病気の可能性が考えられた。作物体の分析結果では、石灰含量は全般に低下しているが、対照区より障害区の石灰含量が高くなった。ホウ素含量についても同様で、石灰欠乏やホウ素欠乏とは考えられなかった(第16表)。その後、水耕栽培で石灰欠乏症やホウ素欠乏症を発現させたが、本障害症状と異なる症状であった。一方、病害面ではシュドモナス菌などのバクテリアが原因となり、本障害症状と同様の症状を呈することが明らかにされている。これらのことから本障害は病害と推察された。

(2) ウィルス病(昭和55年、写真-18)

セルリーでは、キュウリ・モザイク・ウィルス(CMV)

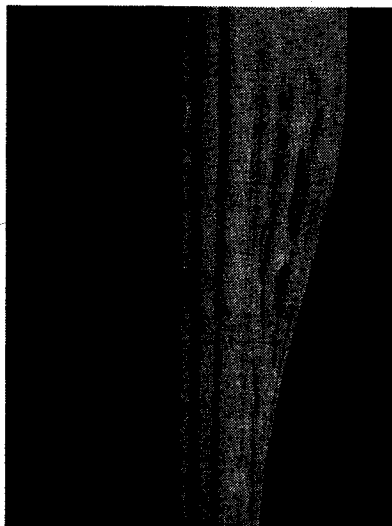


写真-18 セルリーのCMV病による障害



写真-19 ベト病により落葉の激しい場合に、着色障害が発生した事例
(葉中Mn含量は256~307ppmと高い)

が基部に障害を与え、ホウ素欠乏とまちがしやすい。¹⁹⁾

(3) ベト病

ブドウではマンガンが欠乏すると果粒に着色障害が発生するが、葉中マンガン含量が十分あっても、ベト病などで落葉が激しい場合にも同様の障害が発生する（写真-19）。

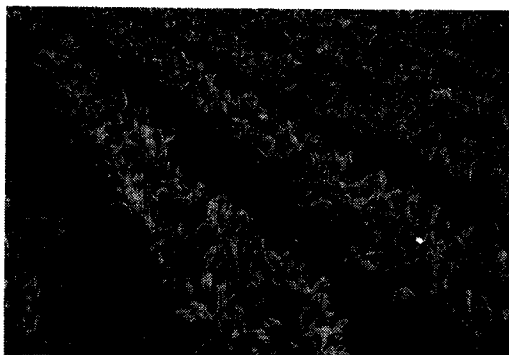


写真-19 シロナの除草剤による障害



写真-21 ブドウのDBN剤による障害

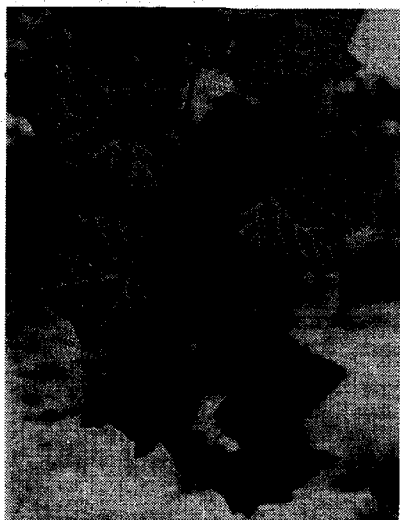


写真-22 ブドウのDCMU剤による障害

2) 薬剤処理による障害

(1) 除草剤による障害（写真20～23）

除草剤を誤って使用すれば作物に大きな障害を与える（写真-20）。その症状も極めて特異的である。

DBN 剤やDCMU 剤はミカン園では使用されている。通常、ブドウ園ではこれらを使用しないが、誤って本剤を使用したため障害が発生した。DBN剤をビニールを張る前の露地状態で施用したところ、ビニール被覆後、本剤施用地点のブドウの樹葉に影響が現われ、生育が抑制されてホウ素欠乏に似た症状を呈した（写真-21）。ハウス内で本剤を使用したため生育中のブドウの葉がすべて落葉したケースもある。

また、DCMU剤を多量に施用したため、ブドウに障害が発生した（写真-22）。ミカンでも多量に施用すると障害が認められる（写真-23）。多くの場合、土壌処理型除草剤による障害は写真-22、23でみられるように、葉脈が緑色を失い黄白化するのが特徴である。この特徴は処理後一定期間内に展葉した部位に認められることが多い。

(2) 葉面散布による薬害（写真-24）

散布濃度が高い場合はもちろんのこと、作物の生育ス



写真-23 ミカンのDCMU剤による障害



写真-24 ブドウの硫酸マグネシウム葉面散布による薬害

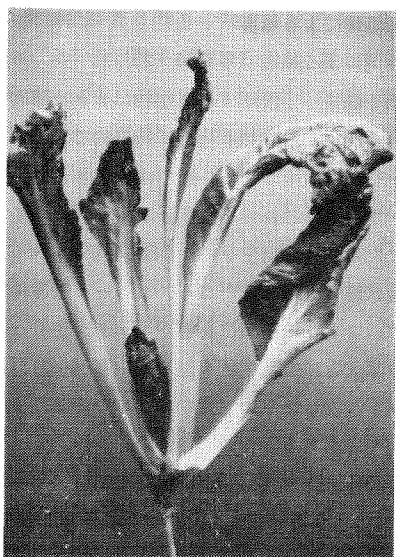


写真-25 シロナの低温障害



写真-26 キャベツの低温障害

テージを無視した散布、高温下における散布、薬剤の混合散布、薬剤の近接散布など散布条件が悪ければ葉害が発生することがある。写真-27はハウス内で硫酸マグネシウムを規定濃度で散布したが、条件が悪かったため葉に葉害が発生した状態である。

3) 環境による障害

(1) 低温障害 (写真-25、26)

シロナ、キャベツ、シュンギクを一重のポリエチレン製フィルムでトンネル被覆栽培中、56年2月には場一面に葉部がちぢれたようになり、一部には凍結した形跡のある症状が認められた。なお前作までは栽培作物は正常に生育していた。

土壌および葉分析の結果、通常発生しうる要素欠乏や過剰の要因は見当らなかった(第17表)。また、現地土壌をノイバウエルのポットに一定量充填し、シロナの幼植物試験を行ったが、対照としたセンター土壌と変らない生育を示し、本障害は土壌に起因するものでないと考えられた。その後、現地では生育が良くなり、収穫ができるまで回復した。

障害が発生した当時はまれにみる厳寒が続いていたこと、一部作物に凍結症状が認められたこと、ポリエチレン製フィルムは熱を放出しやすいこと、気温の上昇とともに生育が良好になったこと等考慮すれば、本障害は低温障害と推察される。



写真-27 ミカンの早魓害

第17表 シロナ、キャベツの低温による生育障害調査結果(56年)

区分	項目	葉							土 壤									
		%				ppm			pH (H ₂ O)	EC m μ	CEC me	置 換 性 m μ				NH ₄ -N m μ	NO ₃ -N m μ	有効態 P ₂ O ₅ m μ
		P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn				CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O			
シロナ	障害徴	0.83	5.99	2.52	0.57	90	27	58	7.5	0.122	15.0	481	63	16	7	0.7	4.0	296
	〃 甚	0.92	6.23	2.54	0.59	145	37	83										
キャベツ	障害甚	0.54	4.29	2.36	0.40	80	36	69	7.0	0.094	13.1	262	36	18	6	0.7	3.9	236

第18表 障害調査の区分と作物体の障害発生濃度および土壌状態

1) 栄養障害

区 分	作物名	作物体の障害発生濃度	土 壌 状 態
① 欠 乏 障 害	リン酸欠乏	ホウレン草 0.15%	pH(H ₂ O)4.6、有効態P ₂ O ₅ 22mg
	カリ欠乏	ナス 0.55%	置換性K ₂ O 7 mg
	苦土欠乏	ダイコン 0.13% 以下	
	鉄欠乏	トマト	
	野菜 マンガン欠乏	シュンギク 18ppm	pH(H ₂ O)8.4
		ホウレン草 8ppm	pH(H ₂ O)8.5
		ナス 13ppm	pH(H ₂ O)7.0～7.3、置換性Mn 0.6ppm、 易還元性Mn 19～27ppm
	ホウ素欠乏	セルリー 茎15ppm、葉17ppm	
		トマト 中上位葉18ppm、下位葉41ppm	
	苦土欠乏	ブドウ 0.06%以下	pH(H ₂ O)3.9～5.1、置換性MgO 13mg以下
		ミカン 0.13%以下	置換性MgO 作土21mg以下 心土17mg以下
	果樹 マンガン欠乏	ブドウ ¹⁶⁾ 21ppm	pH(H ₂ O)7.1～6.4 置換性Mn 作土2.9ppm以下
② 過 剰 害		ミカン ¹⁷⁾ 14ppm以下	pH(H ₂ O)6以上、置換性Mn3.2ppm以下
	ホウ素欠乏	ブドウ 6.9～12.6ppm	pH(H ₂ O)3.9～7.6、水溶性B 0.2～0.6ppm
		ミカン 9～16ppm	pH(H ₂ O)4.2～4.8、水溶性B 0.04～0.18ppm
	臭素過剰		
	水稲 ホウ素過剰	株全体21～72ppm	pH(H ₂ O)5.2～5.3、水溶性B 32～238ppm
	塩酸の害		
	野菜 亜鉛過剰	タマネギ 障害葉 547ppm以上	全Zn200ppm以上、0.1NHCl可溶性Zn140ppm以上
		障害球 413ppm以上	pH4.5酢安可溶性Zn 80ppm以上

2) その他の障害 ① 病害 シュンギク腐敗病、ウイルス病

② 薬剤処理による障害 除草剤 (DCMU、DBN等) の害、薬剤散布の害

③ 環境による障害 低温障害、旱魃害

(注) ブドウ、ミカンのマンガン欠乏は既報¹⁶⁾¹⁷⁾の成績より抜粋した。

(2) 旱魃害 (昭和53年、写真-27)

旱魃が激しく、ミカン園では落葉、果実の裂果、変形が各地で認められた。果実の裂果は銅欠乏が激しい場合にもみられるが、銅欠乏の場合、枝葉にも特有の症状が発生するので区別がつく。

Ⅲ. まとめ

第18表に示したように作物の栄養障害は、土壌反応や土壌養分の量的不足あるいは過剰が大きな障害要因となっている。比較的調査点数の多かった苦土欠乏やマンガン欠乏について述べると、作物体の苦土欠乏は土壌の置換性苦土が概ね20mg以下で発生した。マンガン欠乏は土壌反応と関連が深く pH6 以上で発生し、ブドウ、ミカン¹⁶⁾などの永年作物ではpH6以上、ナスではpH7.0～7.3、キクナ、ホウレン草ではpH8.4～8.5と、生育期間が短い程高pH域で障害が発現する傾向を示した。また各種障害の

規模は大～小に至った。

栄養障害、特に要素欠乏が発生する要因は、土壌母材、地形等の自然条件の他に、畑地では連作化、ハウス化に伴い著しく地力を消耗するとともに、樹園地を含めて肥培管理法が固定化、粗放化し、土壌環境が劣悪化していることにも起因する。また、近年有機物の施用量が減少し微量要素の補給が低下していることも要素欠乏の発生を助長していると思われる。しかし、最も重要なことは農家が圃場の養分状態を把握していないことである。このため適切な肥培管理が行われず、結果として作物に障害が発生している。

本府農業は需要の多い商品作物を中心に生産の高度化が進んでおり、生鮮食料品に至っては野菜、果樹とともに約20%相当量を安定的に供給している。今後さらに安定的に健全な食品を生産するには、作物生産の基盤とし

て位置づけされる耕地土壌を健全かつ永続的に維持する必要がある。このためには、より一層の診断体制の強化、診断技術の確立をはかり、土壌を健全に保全していく努力が必要であると思われる。

IV. 摘 要

養分欠乏症、過剰症による栄養診断法は普及上極めて有効と考える。このため昭和47年8月～昭和57年7月に現地で発生した栄養障害事例を調査収集し、障害特徴の記録、障害発生濃度および培地の養分状態を明らかにし、分析による栄養診断、土壌診断の判定資料とした。この他、必須成分以外の物質による障害や、栄養障害と類似する病害、薬剤処理による障害、栽培環境に起因する障害についても調査した。

1. 栄養障害事例

1) 欠乏障害事例

(1) 野 菜

- ① ホウレン草のリン酸欠乏：葉中リン含量が0.15%と著しく低下した。土壌は酸性 (pH4.6) で有効態リン酸含量は22mgであった。
- ② ナスのカリ欠乏：葉中カリ含量が0.55%と低く、土壌の置換性カリ含量も7mgと低下していた。
- ③ ダイコンの苦土欠乏：葉中苦土含量が0.13%以下で、明らかな欠乏症が認められた。
- ④ シュンギク、ホウレン草、ナスのマンガン欠乏：葉中マンガン含量はシュンギク18ppm、ホウレン草8ppm、ナス13ppmと著しく低下した。土壌状態はシュンギク、ホウレン草ではpH8.4以上を示した。ナスではpH7.0～7.3、置換性マンガン0.6ppm、易還元性マンガン19～27ppmとマンガン含量が低下していた。
- ⑤ セルリー、トマトのホウ素欠乏：セルリーの葉中ホウ素含量は17ppm、莖では15ppmを示し、莖部にはホウ素欠乏特有の亀裂が認められた。トマトでは中上位葉が18ppm、下位葉が41ppmとなり、果実に障害が発生していた。

(2) 果 樹

- ① ブドウ、ミカンの苦土欠乏：ブドウの葉中苦土含量が0.06%以下では明らかな苦土欠乏症状を呈した。土壌の置換性苦土含量は13mg以下であった。ミカンの旧葉苦土含量が0.13%以下では苦土欠乏症が認められ、土壌の置換性苦土含量は21mg (作土) 以下であった。
- ② ブドウ、ミカンのホウ素欠乏：ブドウでは葉中ホウ素含量が6.9～12.6ppmでホウ素欠乏が認められ、アン入果粒が発生した。ミカンでは葉中ホウ素含量は9～16

ppmであった。

2) 過剰障害事例

(1) 水 稲

- ① 臭素の過剰：臭素を含む工場排水が水田に流入し、水稻に障害が発生した。
- ② ホウ素の過剰：葉先が枯れる障害が発生したが、これはホウ素過剰害であった。
- ③ 塩酸流入による障害：水田に塩酸が流入し水稻が枯死した。

(2) 野 菜

- ① タマネギの亜鉛過剰：亜鉛を含む廃棄物が農業用水路に不法投棄され、亜鉛過剰障害が発生した。障害の認められる葉中亜鉛含量は547ppm以上、球では413ppm以上を示した。土壌の全亜鉛200ppm以上、0.1N塩酸可溶性亜鉛140ppm以上、pH4.5酢安可溶性亜鉛80ppm以上で障害が発生した。

2. その他の障害事例

要素欠乏に類似する病害、除草剤などの薬剤処理による障害、寒さや早魃害などの環境による障害について障害特徴について報告した。

引用参考文献

- 1) 土壌養分測定委員会編、土壌養分測定法、養賢堂
- 2) 土山和英・斉尾健二、中村隆 (1976) 銅および亜鉛 土壌汚染に関する研究 大阪農技セ研報 13: 55—62
- 3) 藤本幸平・島田永生 (1956) 愛知県における蔬菜類の要素欠乏対策 農及園31(1): 237—242
- 4) 平野隆生・前田正男 (1978) 軟弱野菜の養分吸収調査(3) —各種土壌における養分吸収— 大阪農技セ研報 15: 25—32
- 5) 平野隆生・清水武・奥田義二・段正幸・西尾隆吉、(1980) 施設ブドウ園土壌の塩類集積について [2] —ガラス室土壌と框栽培土壌の養分変化— 大阪農技セ研報17: 49—58
- 6) 深井尚也・荒垣憲一 (1973) ブドウのホウ素欠乏の診断と対策、農及園 48(3): 455—458
- 7) 市倉恒七・前田正男 (1965) 工場廃水中の亜鉛とホウ素が農作物に及ぼす影響 大阪農技セ研報 3: 1—10
- 8) 市倉恒七・清水武・前田正男 (1971) マンガンスラッグ溶出物が水稻の生育におよぼす影響 大阪農技セ研報 8: 13—16
- 9) 市倉恒七・清水武・村上栄 (1972) 汚染水田土壌のカドミウム分布調査 大阪農技セ研報 9: 19—23

- 10) 景山美葵陽・新井和夫 (1962) そ菜のリン酸施肥に関する研究 (第2報) 土壤の有効態リン酸施肥について 園試報 1:197-231
- 11) 大野俊雄 (1975) ブドウの硼素欠乏に関する研究 山梨県果樹試験場特別報告
- 12) 岡島秀夫・石渡輝夫 (1979) 土壤温度と作物生育—とくにリン酸肥効との関連について—その1 大豆植物の生育と地温 土肥誌 50:334-338
- 13) 斉尾健二・清水 武・中村 隆 (1975) 汚染水田土壤の亜鉛の分布調査 大阪農技セ研報 12:101-108
- 14) 作物分析委員会編 栄養診断のための栽培植物分析法 養賢堂
- 15) 島田永生 (1967) 集約多肥栽培土壤の酸性に関する土壤溶液論的研究 愛知県園芸試験場研究報告第6号 別刷
- 16) 清水 武・平野隆生・段正幸・奥田義二 (1980) ブドウのマンガン欠乏について 大阪農技セ研報 17:59-66
- 17) 清水 武・吉村修一・平野隆生 (1981) ミカンのマンガン欠乏について 大阪農技セ研報 18:47-60
- 18) 清水 武 (1981) ホウレン草、シュンギク、シロナの要素欠如試験 未発表
- 19) 清水 武・吉村修一・嘉儀 隆・中曾根渡・田中寛 (1982) ハウスセルリーのエソ症状について 土肥学会関西支部講演要旨集
- 20) 高橋英一・吉野 実・前田正男 (1980) 新版原色作物の要素欠乏・過剰症 農文協
- 21) 辰巳真・吉村修一 (1980) キュウリのマンガン欠乏について 大阪農技セ研報 17:25-30
- 22) 田中明・櫃田木世子 (1980) 酸性土壤の作物生育阻害要因の解析的研究 (予報) 土肥誌 51:119-125
- 23) 田中明・早川嘉彦 (1975) 耐酸性の作物種間差 (第3報) 耐酸性の種間差—比較植物栄養に関する研究— 土肥誌 46:26-32
- 24) 結田康一・渋谷政夫 (1973) Br (臭素) の Soil Geochemistry(1) 土肥誌、44:69-73
- 25) ————— (1973) —————
————— (2) —————、44:115-120
- 26) 結田康一・渋谷政夫・野崎正 (1975) ハロゲン元素 (特にフッ素) の土壤による吸収、溶脱および水稻植物による吸収 土肥誌 46:9-18
- 27) 結田康一・渋谷政夫・福川利玄・鈴木喜代志 (1981) 臭化メチルくん蒸ハウス跡の水稻および土壤の臭素残留 土肥誌 52:362-364
- 28) 吉村修一・前田正男・伊藤清・赤木禎二・木村康・鶴野和平 (1974) ハウス連作土壤の対策調査(3) 大阪農技セ研報 11:57-68
- 29) 吉村修一・吉田理恵・前田正男・西尾和平・赤路清彦 (1976) ハウス連作土壤の対策調査—カリ欠乏と苦土過剰の障害— 大阪農技セ研報 13:17-23