

わい化リンゴ樹に発生した粗皮症状の 原因について

武藤和夫*

Causes of Rough Bark Disorder Occurring in Dwarf Apple Trees

Kazuo M_{UTO}

目 次

I 緒 言

II 調査方法

III 結果と考察

1. 粗皮症状の発生状況
2. 粗皮症状の発生と葉中の Mn 含有率
3. 粗皮症状の発生における品種間差異

4. 粗皮症状の発生と Mn の樹体内分布

5. 粗皮症状の発生と無機栄養

6. 粗皮症状の発生と土壌要因

IV 摘 要

引用文献

Summary

I 緒 言

岩手県におけるリンゴのわい化栽培は栽培総面積(約3,800ha)の5割に達しており、今後ともその比率は高まるものと予想される。わい化栽培において安定生産を図るためには土づくりが重要であるが、土壌的要因に由来する生育不良あるいは樹勢衰弱樹の発生は依然として多い状況にある。

近年、県南部の新規造成及び水田転換のわい化リンゴ園において、粗皮症状を呈した樹勢衰弱樹の発生が認められた。この障害の発生が著しい園地では枯死に至る樹も出ており、生産上の大きな問題となっている。この症状は、これまでに報告されている粗皮病^(4,5,13,15)に極めて類似しているが、わい化リンゴ樹の粗皮病についての報告は少ない。また、最近の新品種の粗皮病に対する感受性に関しての知見はほとんど見あたらない。

本報告は、岩手県内のわい化リンゴ園において発生した粗皮症状の原因について調査した結果をまとめたものである。なお、本報告の一部は、昭和62年度日本土壌肥料学会北海道大会において発

表した。

現地の実態調査に際して御協力を頂いた水沢及び北上農業改良普及所、関係農協や生産組合の方々には大変お世話になりました。記して謝意を表します。また、調査の遂行に御協力を頂いた環境部の方々に厚くお礼申し上げます。

II 調査方法

昭和61年6月18日に江刺市田原「ときわりんご生産組合」(T園)、6月19日に北上市口内「麓山りんご生産組合」(H園)、江釣子村滑田「道のりりんご生産組合」(M園)及び北上市飯豊「園芸試験場」(K園)において粗皮症状の発生状況を調査した。各園地の位置を図1に示した。粗皮症状の発生樹と未発生樹について、土壌(樹冠下、深さ0~60cm)及び葉(新梢中位葉)のサンプリングを行った。土壌については、常法^(8,16)によりpH(H₂O, KCl)、置換酸度、置換性塩基、置換性マンガン(ex-Mn、pH4.5・7.0)、易還元性マンガン(red-Mn、pH4.5・7.0)及び含水比の分析、また葉は湿式分解⁽¹²⁾した後、窒素(N)、リン(P)、カリ(K)、

*現在 岩手県農政部

カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe) の分析⁽¹⁶⁾を行った。なお、ホウ素 (B) は EHD-クルクミン酢酸法⁽¹⁹⁾により分析した。また昭和62年4月15日には、T園において発生樹及び未発生樹の解体調査を行った。解体樹の分析は前述のとおりである。

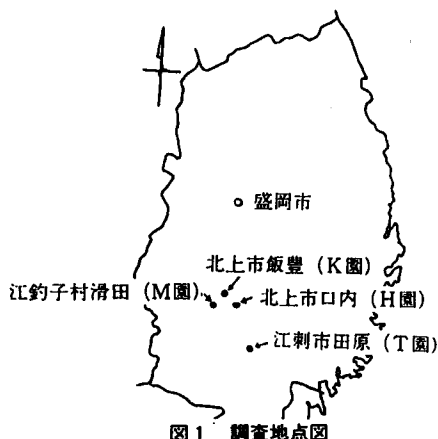


図1 調査地点図

調査園地の概要は次のとおりである。①H園：改良山成り造成の傾斜園 (3.8ha)、土壌は第三紀の粘質土である。昭和53～54年に定植、台木は M.26 である。②M園：平坦な水田転換園 (8.4ha)、土壌は洪積性火山灰の埴壌土であるが、下層に第三紀の粘質土がある。昭和56年に定植、台木は M.26 である。③T園：改良山成り造成の傾斜園 (10.6ha)、土壌は第三紀の粘質土である。昭和56年に2年生苗木を定植、台木は M.26 である。④K園：平坦園で、土壌は洪積性火山灰土の埴壌土である。昭和55年に定植、台木は M.9 及び M.26 である。

III 結果と考察

1. 粗皮症状の発生状況

H、M及びT園の‘ふじ’に発生した粗皮症状は、枝幹皮部に年輪状に亀裂が入り斑点状のネクロシスが認められた (写真1、2)。また症状の激しいものは木部にもネクロシスが認められた (写真3)。葉に褐色小斑点が見られるものもあった。‘つがる’では葉は小さく、クロロシス及び褐色小斑点が見られた。一方、粗皮症状は台木部位には認められなかった (写真4)。なお、樹勢は衰弱しているものが多かった。これらの特徴は、これまでに報告されている粗皮病^(4,5,13,15)に極めて類似していた。

一方、K園における粗皮症状は主幹部の樹皮が薄く剥がれる状態にあり (写真5、6)、皮部にネクロシスは認められなかった。この症状は他の3園地とは異なるものであった。

各園地における粗皮症状の発生状況を表1及び図2～4に示した。①H園：傾斜の中央部に発生が多かった。‘ふじ’の発生率は12.1%であったが、‘ジョナゴールド’は未発生であった。②M園：‘ふじ’、‘つがる’及び‘千秋’の発生率は平均37.6%であった。‘王林’と‘ジョナゴールド’は未発生であった。③T園：‘ふじ’及び‘つがる’の発生率は平均27.1%であったが、M園と同様に‘ジョナゴールド’や‘王林’は未発生であった。図4に示したように西側の傾斜下部に症状の激しいものが多く認められた。④K園：‘千秋’/M.9の発生率は17.7%であったが、他の台木や品種には発生していなかった。

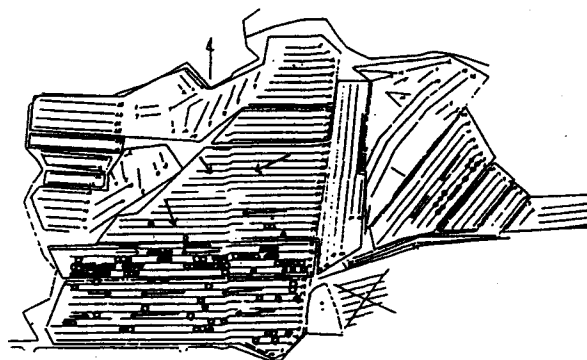


図2 H園における粗皮症状の発生状況図

(注) 1) 粗皮症状発生指数は表1に同じ
2) ○：発生指数1～2
●： " 3～4

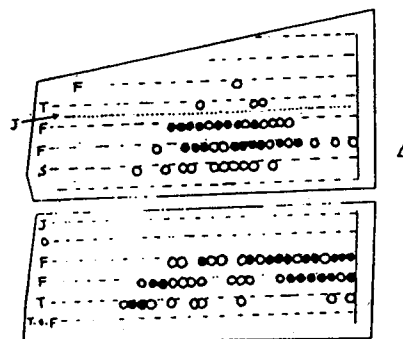


図3 M園における粗皮症状の発生状況図

(注) 1) 凡例は図2に同じ
2) F：ふじ、S：千秋、T：つがる、
J：ジョナゴールド、O：王林

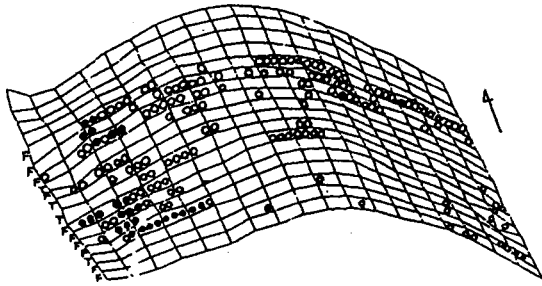


図4 T園における粗皮症状・発生状況図

(注) 1) 凡例は図2に同じ
2) F: ふじ、T: つがる

これを品種別にみると、'ふじ'は葉中 Mn 含有率が200ppm以上、'千秋'は300ppm以上、'つがる'は400ppm以上で粗皮症状の発生が認められた。一方、'ジョナゴールド'は200ppm以上、'王林'は400ppm以上でも粗皮症状の発生は認められなかった。

これらの結果から、H、M及びT園における粗皮症状の発生樹は未発生樹に比較して葉中 Mn 含有率が明らかに高く、これらの園地の粗皮症状は Mn の過剰吸収に起因する粗皮病^(4,5,13,15)と考えられ、CARROLL などの報告^(6,7)にある Internal

表1 粗皮症状の発生状況

調査園地	品 種	調査本数	発生本数	発生率(%)	被害率(%)	樹 勢
H	ふじ	1,929	234	12.1	6.3	弱
	ジョナゴールド	未発生				
M	ふじ	154	68	44.2	26.1	普通
	つがる	61	13	21.3	8.6	やや弱
	千秋	27	10	37.0	13.0	普通
	合計平均Z	242	91	37.6	20.2	
	王林	未発生				
	ジョナゴールド	"				
T	ふじ	402	125	31.1	13.8	弱
	つがる	219	43	19.6	6.5	やや弱
	合計平均Z	621	168	27.1	11.2	
	王林	未発生				
K	千秋	96	17	17.7	6.5	普通
	その他	未発生				

(注) 1) Z: 加重平均

粗皮症状発生指数: なし (0)、小 (1)、中 (2)、大 (3)、甚大 (4)

被害率: $\Sigma (\text{指数} \times \text{該当樹数}) / (\text{調査樹数} \times \text{最大指数})$

2) 台木の種類: H、M、T園はM26、K園はM9

2. 粗皮症状の発生と葉中 Mn 含有率

粗皮症状の発生樹と未発生樹の葉中 Mn 含有率について調査を行った。その結果を表2に示した。H園の粗皮症状発生樹の葉中 Mn 含有率(平均値、以下同じ)は439ppm、未発生樹では122ppmであった。M園の発生樹では335ppm、未発生樹では193ppm、またT園の発生樹では382ppm、未発生樹では165ppmであった。一方、K園の発生樹では48ppm、未発生樹では47ppmであった。

bark necrosis (IBN) と同一の症状と思われる。しかし、K園の粗皮症状は粗皮病とは異なることから他の原因が考えられ、今後の検討が必要と思われる。本報告ではK園を除外して考察を進めた。

国内における粗皮病に関しての報告は多数あり、いずれも Mn の過剰吸収が粗皮病発生の主要因としている。一方、長井ら⁽¹⁴⁾の報告に見られるように、粗皮病に関連したものとしてB欠乏が知られている。これは粗皮病に極めて類似した症状を示

すようであるが、B欠乏では果実障害が発生することなどから粗皮病と区別可能と考えられる。本調査では、果実障害は見られなかったことから、

B欠乏の可能性は少ないものと考えられる。なお、これは表4に示した発生樹と未発生樹の葉分析の結果からも同意される。

表2 粗皮症状の発生と葉中 Mn 含有率

調査園地	品 種	粗皮症状 ^z	葉中 Mn 含有率 (ppm) ^y	樹 勢
H	ふじ	++++	539	極弱
	"	++++	469	"
	"	++++	310	"
	"	—	169	普通
	"	—	147	"
	"	—	100	"
	"	—	73	"
M	ふじ	+++	284	普通
	"	++	212	"
	"	—	66	"
	千秋	+++	361	"
	"	—	205	"
	つがる	+++	484	弱
	"	—	227	普通
	王林	—	235	"
	ジョナゴールド	—	266	"
T	"	—	158	"
	ふじ	+++	400	弱
	"	+++	391	"
	"	++	356	"
	"	—	94	普通
	"	—	348 ^x	"
	つがる	—	283	"
	"	—	106	"
	王林	—	404	"
	ジョナゴールド	—	176	"
K	千秋/M.9	+++	48	やや弱
	"	—	42	普通
	千秋/M.26	—	44	"
	ふじ/M.26	—	54	"
	ジョナゴールド/M.26	—	47	"

(注) Z: 粗皮症状

— (なし)、+ (小)、++ (中)、+++ (大)、++++ (甚大)

Y: 対乾物

X: 若齡樹 (3年生)

3. 粗皮症状の発生における品種間差異

粗皮症状の発生には明らかな品種間差異が認められ、ふじ>千秋>つがる>ジョナゴールド>王林の順に粗皮症状が発生しやすい傾向が認められた。すなわち、'ふじ'は発生しやすく'王林'は発生しにくい品種と考えられた(写真7)。これまでに、'ゴールデン・デリシャス'や'印度'などは発生しにくく、'国光'やデリシャス系は発生しやすいことが知られていた^(4,5)が、今回の調査でもゴールデン系統の品種('王林'、'ジョナゴールド'など)は発生しにくく、'ふじ'やその系統の'千秋'は発生しやすいことが明らかとなった。これらの品種間差異は体内のMn濃度耐性の差によるものと考えら

れる。青葉ら⁽³⁾は、吸収されたMnはポリフェノールマンガン錯体化合物のような物質を形成して無毒化されると述べており、各品種による抵抗性はこの物質の多少が関係しているものと思われる。

4. 粗皮症状の発生とMnの樹体内分布

表3にMnの樹体内分布を示した。粗皮症状の発生樹は未発生樹に比べていずれの部位においても高いMn濃度であった。青葉ら⁽⁴⁾は、Mnの体内分布は地上部では葉>枝>幹、地下部では細根>中根>太根>根幹の順で、先端部ほど高濃度であったと述べている。本調査では粗皮症状発生樹の地上部木部におけるMn含有率は、1年枝>2年枝>3年枝>主幹=台木の順であった。なお、皮部で

表3 無機成分の樹体内濃度分布

	部位	粗皮 症状	地 上 部					地 下 部			
			1年枝	2年枝	3年枝≤	主幹	台木	大根	中根	小根	細根
Mn (ppm) ²	木部	健全	29	30	30	24	19	42	30	33	137
		粗皮	121	124	107	98	98	226	189	131	186
	皮部	健全	94	81	92	94	168				
		粗皮	499	485	477	501	513				
N (%) ²	木部	健全	0.42	0.35	0.26	0.28	0.26	0.89	0.87	1.05	0.93
		粗皮	0.48	0.44	0.43	0.30	0.49	1.79	1.92	1.73	1.71
	皮部	健全	0.93	0.96	0.96	1.05	1.08				
		粗皮	1.26	1.31	1.31	1.20	1.28				
P (%) ²	木部	健全	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.13	0.13	0.14	0.15
		粗皮	0.11	0.08	0.06	0.05	0.07	0.24	0.25	0.22	0.18
	皮部	健全	0.15	0.11	0.12	0.13	0.13				
		粗皮	0.17	0.15	0.14	0.13	0.16				
K (%) ²	木部	健全	0.24	0.17	0.14	0.21	0.18	0.52	0.62	0.60	0.58
		粗皮	0.26	0.25	0.27	0.19	0.21	0.57	0.57	0.55	0.60
	皮部	健全	0.83	0.77	0.78	0.73	0.70				
		粗皮	0.88	0.80	0.76	0.66	0.78				
Ca (%) ²	木部	健全	0.33	0.25	0.26	0.61	0.42	1.08	1.10	0.96	1.48
		粗皮	0.41	0.45	0.54	0.55	0.42	0.81	1.01	0.98	0.74
	皮部	健全	1.66	2.06	2.14	1.97	4.04				
		粗皮	1.89	1.51	1.81	1.61	3.61				
Mg (%) ²	木部	健全	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.16	0.14	0.13	0.12
		粗皮	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.17	0.17	0.14	0.13
	皮部	健全	0.25	0.24	0.24	0.19	0.14				
		粗皮	0.24	0.19	0.18	0.14	0.16				

(注) 1) Z: 対乾物 2) ふじ/M.26 (T園)、昭和62年4月19日に解体

表4 葉中無機成分

調査園地		Mn(ppm) ^z	N(%) ^z	P(%) ^z	K(%) ^z	Ca(%) ^z	Mg(%) ^z	Fe(ppm) ^z	B(ppm) ^z
H	健全	122	2.47	0.24	1.56	0.56	0.24	116	30
	粗皮	440	2.65	0.23	1.30	0.52	0.26	106	33
M	健全	66	2.38	0.34	2.06	0.89	0.26	105	33
	粗皮	292	2.53	0.29	2.11	0.73	0.26	92	35
T	健全	94	2.27	0.33	2.00	0.71	0.21	60	45
	健全 ^y	348	2.82	0.31	2.04	1.16	0.28	71	—
	粗皮	382	2.60	0.32	1.80	0.67	0.23	91	51

(注) 1) Z: 対乾物

2) Y: 若令樹(3年生)、枯死樹跡地に定植

3) K園における千秋/M.9のB含有率: 49ppm

4) 昭和61年6月18~19日、H、M及びT園のふじ/M.26から採葉

は主幹や台木部位が高いMn濃度を示した。一方、地下部におけるMn含有率は、大根>中根>細根>小根の順であり、必ずしも先端部においてMn濃度が高いとは限らなかった。しかし、粗皮症状未発生樹についてみると、地下部においては細根部が明らかに高いMn含有率を示していた。

5. 粗皮症状の発生と樹体の無機栄養

粗皮症状の発生した樹でも、園地によって樹勢に差が認められた。すなわち、M園では樹勢の衰弱が明らかでなかったが、H及びT園では樹勢の衰弱が認められた。これには他の養分とのバランスなどが関与しているものと思われる。

表4に葉中無機成分を示したが、いずれの園とも粗皮症状を呈した樹の葉中N含有率は一般に高い傾向が見られた。葉中無機成分相互の関連をみ

ると、H園では葉中Mn含有率とK含有率との間に有意な負の相関が認められ、K含有率の高い樹ではMn含有率が低い傾向があった(表5)。M園では粗皮症状発生樹の葉中Ca含有率は未発生樹に比べて低い傾向であった。T園における粗皮症状発生樹の葉中K及びCa含有率は未発生樹に比べて低い傾向であった。枯死樹跡地に定植した3年生ふじの葉中Mn含有率はすでに300ppmを越えていたが、粗皮症状は認められなかった。また同園の成木樹に比べて葉中KやCa含有率は高い傾向であり、とくにCa含有率は倍程度の濃度であった。このことは、粗皮症状の発生には樹体栄養が関連していることを示唆するものと考えられる。

粗皮症状の発生樹と未発生樹について、Mn以外の養分の樹体内分布をみると(表3)、N含有率は

表5 葉中無機成分の相互関係 (H園)

特性値	1	2	3	4	5	6
1. Mn	1					
2. N	0.262	1				
3. P	-0.175	-0.055	1			
4. K	-0.735**	-0.608**	0.231	1		
5. Ca	-0.285	-0.342	0.591**	0.350	1	
6. Mg	0.162	0.005	0.100	-0.353	0.483*	1
7. Fe	0.061	0.166	0.076	0.002	0.059	-0.078

(注) 1) Mn、Feはppm、他は% (対乾物)、昭和61年6月18日採葉

2) **は1%、*は5%水準で有意差あり

3) n=21

いずれの部位とも発生樹が未発生樹に比べて高く、とくに地上部の皮部及び根部において高N濃度であった。P、Mg及びK含有率については差が明瞭でなかったが、Ca含有率では地下部において発生樹が低濃度であった。また、1年枝を除いた地上部皮部では発生樹が低Ca濃度であったが、木部では逆の傾向が見られた。

DOMOTOら⁽⁹⁾は低Caと高Mnの条件でIBNが発生すると述べている。またCARROLL⁽⁶⁾は水分ストレスやCa欠乏がIBNの発生に関連していると報告していることから、粗皮症状の発生にはCa養分が重要な要因であることが推察される。

なお、M園の粗皮症状発生樹の樹勢があまり低下していないのは、葉中Mn含有率が200~300ppmの間にあり他の園地に比べて低濃度であることや、KやCa含有率が比較的高いことなどが関係しているものと考えられる。

6. 粗皮症状の発生と土壌要因

表6に粗皮症状の発生樹と未発生樹の土壌について、pH (H₂O、KCl)、置換酸度、置換性塩基、置換性Mn (pH4.5・7.0)、易還元性Mn (pH4.5・7.0)の分析結果を示した。H園の土壌は全体に酸性化していたが、粗皮症状の発生との関係は判然としなかった。しかし、発生土壌の易還元性Mn濃度は未発生土壌に比べて高かった。M園の表層(0

~40cm)は中性に近かったが、下層(40~60cm)はpHが5.5以下と酸性であった。H園と同様に易還元性Mn濃度は発生土壌が明らかに高い傾向を示した。また含水比についても発生土壌が高く、過湿による影響が考えられた。T園では発生土壌のpHが低い傾向であった。また発生土壌の置換性及び易還元性Mn濃度は未発生土壌に比べて明らかに高い傾向であった。なお、H、M及びT園の下層土はやや塩基が乏しい状態であった。

以上から粗皮症状の発生土壌は易還元性Mn濃度が明らかに高く、いずれの園地とも200ppm以上となっており、とくにT園における発生土壌の易還元性Mn濃度は非常に高かった。すなわち、粗皮症状の発生には土壌の還元化などによってMnが可溶化したことが大きな要因と推察された。これらは、これまでに報告されたものとはほぼ同様の結果である。関谷ら⁽¹⁷⁾が、粗皮病の発生は細根部の障害発生と土壌中の可溶性マンガンの増大が原因と述べているように、根の状態も粗皮症状の発生には重要な関係を持っているものと思われる。

表7及び8には葉中Mn含有率と土壌要因との関係について示した。H、M及びT園の3園全体でみると、これらの相互関係は明瞭でない。しかし各園地ごとにみると、M園では土壌の置換酸度や易還元性Mn (pH4.5)濃度との相関が強く、T

表6 粗皮症状の発生と土壌の化学性

調査園地	深さ (cm)	pH		y ₁	ex-base(mg/100g)			ex-Mn(ppm)		red-Mn(ppm)		含水比 (%)
		H ₂ O	KCl		CaO	MgO	K ₂ O	7.0 ²	4.5 ²	7.0 ²	4.5 ²	
H 発生	0~40	5.53	4.02	3.61	292	125	21	7	33	510	713	44.4
	40~60	5.38	3.89	3.76	246	120	18	18	59	742	833	44.2
	0~40	5.26	4.02	2.81	369	135	49	12	38	443	617	44.7
	40~60	5.48	4.14	2.75	323	109	50	21	50	506	697	45.2
M 発生	0~40	6.67	5.59	0.06	530	90	127	2	44	240	435	54.5
	40~60	5.52	4.02	0.69	342	70	89	5	34	254	375	50.8
	0~40	6.67	5.80	0.05	580	109	93	2	35	177	330	43.6
	40~60	5.13	3.95	2.13	138	98	53	11	33	128	162	41.6
T 発生	0~40	4.75	3.66	2.55	125	40	49	18	44	1,391	1,561	22.5
	40~60	4.83	3.62	3.10	102	33	57	34	59	629	654	23.6
	0~40	5.26	4.52	1.34	232	63	24	8	21	789	1,064	23.5
	40~60	4.68	3.72	3.50	62	23	15	15	20	575	630	22.2

(注) Z: 浸出液のpH

表7 葉中 Mn 含有率と土壌 pH および Mn 濃度との相関関係

特性値	1	2	3	4	5	6	7
1. pH(H ₂ O)	1						
2. pH(KCl)	0.941**	1					
3. 置換酸度 Y ₁	-0.628**	-0.803**	1				
4. ex-Mn(pH7.0)	-0.755**	-0.673**	0.500*	1			
5. ex-Mn(pH4.5)	0.134	0.223	-0.162	0.401	1		
6. red-Mn(pH7.0)	-0.681**	-0.603**	0.306	0.382	-0.161	1	
7. red-Mn(pH4.5)	-0.654**	-0.581**	0.289	0.330	-0.182	0.991**	1
8. 葉中 Mn 含有率	-0.106	-0.222	0.313	0.176	0.174	0.300	0.314

(注) 1) 採土深は 0~40cm, n=19 (調査点数, H、M、T 園)

2) **は 1%水準で、*は 5%水準で有意差あり

表8 園地ごとの葉中 Mn 含有率と土壌 pH および Mn 濃度との相関関係

調査園地	特性値							n ²
	1	2	3	4	5	6	7	
H	0.291	-0.340	0.509	-0.089	-0.165	0.437	0.438	7
M	-0.343	-0.407	0.843+	-0.528	0.782	0.793	0.906*	5
T	-0.577	-0.566	0.087	0.603	0.697+	0.638	0.600	7

(注) 1) *は 5%水準、+は 10%水準で有意差あり

2) Z: 調査点数

3) 特性値: ①pH(H₂O)、②pH(KCl)、③置換酸度 Y₁、④ ex-Mn(pH7.0)、⑤ ex-Mn(pH4.5)

⑥ red-Mn(pH7.0)、⑦ red-Mn(pH4.5)、⑧葉中 Mn 含有率

園では置換性 Mn (pH4.5) 濃度との相関が認められた。すなわち、葉中 Mn 含有率は置換酸度、置換性あるいは易還元性 Mn 濃度との関連が強いと考えられた。これらの関係をみても、粗皮症状の発生には土壌中の可溶性 Mn の増大が重要な因子であることを示唆している。一方、これら土壌要因相互の関係をみると、pHと可溶性 Mn 濃度との間には有意な相関が認められ、粗皮症状発生の危険性は土壌 pH によってある程度判断することが可能と思われた。

これらの結果から、土壌酸性や土壌の還元化によって土壌中の Mn が可溶化し、リンゴ樹が Mn を過剰吸収したことによって粗皮症状が発生したものと考えられる。そのため、土壌が酸性のところでは酸性矯正が、また土壌の易還元性 Mn 濃度が高いところでは排水対策などによって過湿を避けるなど、可溶性 Mn 濃度を低下させることが必要と思われる。

なお、土壌の酸性矯正のためには石灰質資材の施用が必要であるが、石灰質資材を表面施用した場合には下層土の改良効果が十分でないことが多い。そのため、下層土の酸性を簡易に矯正できる方法について検討が望まれる。一方、台木の種類によって Mn の吸収力が異なることが知られており^(1,2,4,15)、また WILLIAM ら⁽¹⁸⁾は、エンパイアを用いた試験で M.27は M.26や M.9などの台木に比べて葉中の Mn 濃度は高かったが、M.27/MM.106及び MM.111の組合せでは葉中の Mn 濃度は増大しなかったと報告している。本調査では台木は全て M.26であり、わい性台木の種類による Mn 吸収の違いは明らかにできなかったが、わい性台木の利用の仕方によっては Mn 吸収の抑制は可能と考えられ、今後の検討が必要と思われる。

IV 摘 要

岩手県内のわい化リンゴ園において発生した粗皮症状の原因について調査した結果は以下のとおりであった。

1. H、M及びT園の粗皮症状の外観的特徴は、これまでに報告されている粗皮病に極めて類似しており、また粗皮症状発生樹と未発生樹の葉中 Mn 濃度には有意な差が認められたことから、本症状は Mn の過剰吸収に起因する粗皮病と考えられた。一方、K園の粗皮症状は他の3園とは異なり、発生樹と未発生樹の葉中 Mn 濃度に差がないことから他の原因が考えられた。
2. H、M及びT園の粗皮症状の発生には品種間差異が認められ、ふじ>千秋>つがる>ジョナゴールド>王林の順に感受性が強かった。これらの品種間差異は体内 Mn 濃度耐性によるものと思われる。
3. 粗皮症状発生樹の地上部においては、若年枝ほど Mn 含有率は高い傾向が見られた。一方、未発生樹の地下部においては、細根部が明らかに高い Mn 含有率であった。また、粗皮症状発生樹は未発生樹に比べて N 濃度は高く、Ca 濃度は低い傾向が見られた。
4. 粗皮症状発生土壌は酸性の強いものが多く、可溶性 Mn 濃度も明らかに高い傾向が認められた。また、pH とこれら可溶性 Mn 濃度とは有意な相関関係が認められたことから、粗皮症状発生の危険性は土壌 pH によって判断可能と考えられた。

引用文献

- 1) 青葉幸二・関谷宏三・片倉芳雄 (1980). 果樹のマンガン過剰吸収に関する研究 (第1報) マルバカイドウとミツバカイドウにおけるマンガンの吸収と移行性・土肥誌. 51: 405~410.
- 2) 青葉幸二・関谷宏三・片倉芳雄 (1980). 果樹のマンガン過剰吸収に関する研究 (第2報) マンガンの存在様式に及ぼすリンゴの品種と台木の影響. 土肥誌. 51: 411~417.
- 3) 青葉幸二・片倉芳雄・高辻豊二・金野三治・関谷宏三 (1982). 果樹園の微量元素元素に関する研究 IX 果樹のマンガン吸収におけるポリフェノール成分と細根酵素活性との関連性. 果樹試験報. A9: 133~141.
- 4) 青木二郎 (1970). リンゴ粗皮病に関する研究. 弘大農報. 16: 131~226.
- 5) 青木二郎 (1975). 新編リンゴの研究. p376~397. 津軽書房.
- 6) CARROLL E.T. (1974). Control of apple measles. Queensland Agri. J. 100(1): 29-30.
- 7) CROCKER T.E. (1973). Investigations of internal bark necrosis in 'Delicious' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(6): 559-562.
- 8) 土壌養分測定法委員会編 (1970). 土壌養分分析法. 養賢堂.
- 9) DOMOTO P.A. and A.H. THOMPSON (1976). Effect of interactions of calcium, potassium and manganese supply on 'Delicious' apple trees as related to internal bark necrosis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(1): 44-47.
- 10) FISHER A.G. (1977). Internal bark necrosis of Delicious apple in relation to soil pH and leaf manganese. Canadian J. Plant Sci. 57(1): 297-299.
- 11) MILLER S.S. (1977). Plant manganese and soil pH associated with internal bark necrosis in apple. Proc. West Virginia Academy Sci. 49(2/3/4): 97-102.
- 12) 水野直治・南 松雄 (1980). 硫酸一過酸化水素による農作物中 N, K, Mg, Ca, Fe, Mn 定量的のための迅速前処理法. 土肥誌. 51(5): 418-420.
- 13) 長井晃四郎・一木 茂・泉谷文足・清藤盛正 (1965). リンゴ枝幹皮部の栄養障害に関する研究 (第1報) マンガン過剰に基づく粗皮病の発生について. 園学雑. 34: 265~271.
- 14) 長井晃四郎・一木 茂・泉谷文足・清藤盛正・桜田 哲・鎌田長一 (1969). リンゴ枝幹皮部の栄養障害に関する研究 (第2報) ホウ素欠乏に

- よる皮部障害の発生について. 青森リンゴ試報.
13: 28~37.
- 15) 長井晃四郎 (1965). リンゴ粗皮病の問題点.
農業及び園芸. 40: 1497~1500, 1697~1700.
- 16) 農林水産省農蚕園芸局農産課編 (1979). 土壤
環境基礎調査における土壤, 水質及び作物体分
析法.
- 17) 関谷宏三・青葉幸二. (1975). 果樹園の微量
金属元素に関する研究 I ウンシュウミカン
の異常落葉園とリンゴの粗皮病園における土壤
条件及び微量金属元素に関する調査. 果樹試報
A 2: 77-98.
- 18) WILLIAM J. LORD, D.W. GREENE, R.
A. DAMON, JR., and J.H. BAKER
(1985). Effects of stempiece and rootstock
combinations on growth, leaf mineral con-
centrations, yield, and fruit quality
of 'Empire' apple trees. J. Amer. Soc.
Hort. Sci. 110(3): 422-425.
- 19) YAMADA, H. and T. HATTORI (1986).
Determination of total boron in soil by
the curcumin-acetic acid method after
extraction with 2-ethyl-1,3-hexanediol.
Soil Sci. Plant Nutri. 32(1): 135-139.

Causes of Rough Bark Disorder Occurring in Dwarf Apple Trees

Kazuo M_{UTO}

Summary

Investigations of rough bark disorder, occurring in dwarf apple orchards in Iwate prefecture, were carried out between 1986 and 1987. The following results were obtained.

1. The symptoms of the rough bark disorder in the orchards of H, M and T were remarkably similar to "Rough bark disease", so-called "Internal bark necrosis (IBN)", which has already been reported by many workers. The manganese content of the leaves of unhealthy trees was higher than that of healthy ones. Therefore, the disorder was recognized as "Rough bark disease", caused by excessive absorption of manganese. However, in the K-orchard, there was no difference between the manganese content of unhealthy and healthy trees; it was therefore considered that this disorder was caused by other factors.
2. The difference in resistance to rough bark disorder, in the orchards of H, M and T, between different apple varieties was observed. The order of sensitivity, to the disorder, was as follows: "Fuji" > "Senshu" > "Tsugaru" > "Jonagold" > "Ōrin". It was considered that the difference in varietal susceptibility, to the disorder, depended on the manganese tolerance of each variety.
3. The concentration of manganese in the young twigs, of rough bark trees, was greater than in other parts of the tree; but that in the rootlets of healthy trees was significantly higher than in other parts of the tree. The nitrogen content of unhealthy trees was higher than that of healthy ones, and the calcium content of unhealthy trees was lower than that of healthy ones.
4. The soil in areas of rough bark disorder was found to be strongly acidic and rich in easily reducible manganese due to poor drainage. The correlation between the values of pH and soluble manganese was significant, it was therefore thought that soil acidity might be an indicator of the occurrence of rough bark disorder in apple orchards.

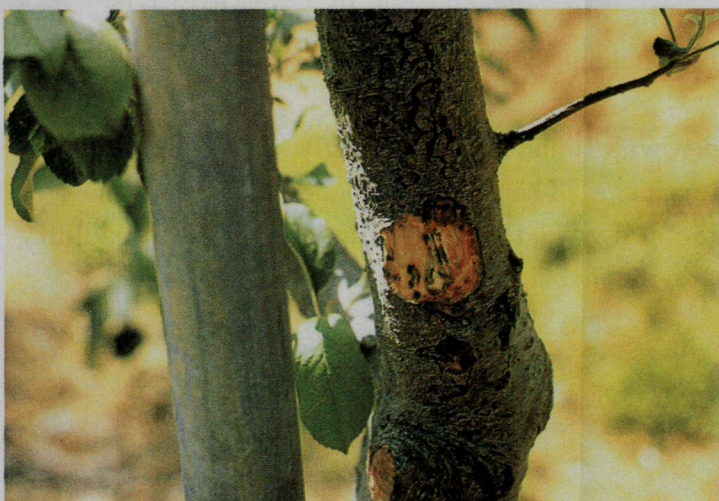
図版



1 ふじ/M.26の粗皮症状 (H園)



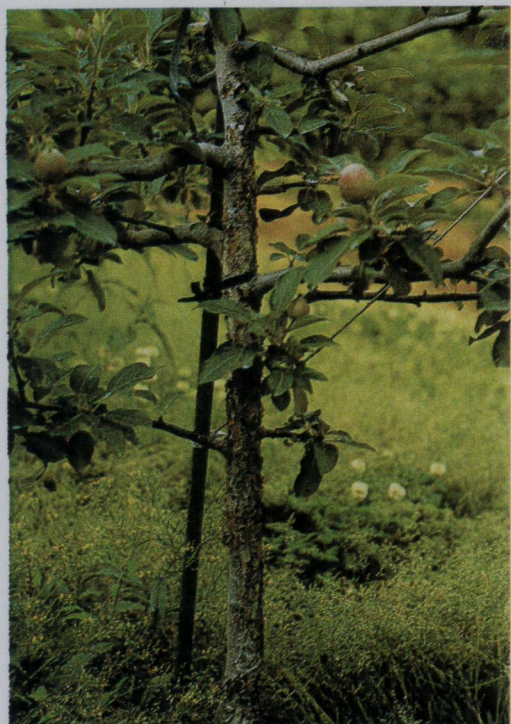
2 ふじ/M.26の側枝の粗皮症状 (T園)



3 ふじ/M.26の主幹部のネクロシス (T園)



4 ふじ/M.26の台木部の状態 (T園)



5 千秋／M.9の粗皮症状（K園）



6 千秋／M.9の主幹部の粗皮症状（K園）



7 粗皮症状の発生における品種間差異（T園）

注 1) 左：王林（未発生）

右：ふじ（発生）

2) 台木はいずれもM.26