

リンゴ枝幹皮部の栄養障害に関する研究 (第2報)

ホウ素欠除による皮部障害の発生について

長井晃四郎・一木 茂・泉谷文足・清藤盛正・桜田 哲・鎌田長一
(青森県りんご試験場)

Studies on the nutritional disorders of apple bark. II.
Apple bark disorder (Measles) induced by boron deficiency

KOUSHIRO NAGAI, SHIGERU ICHIKI, AYATARI IZUMIYA, MORIMASA SEITO,
SATOSHI SAKURADA, and CHOICHI KAMADA
(Aomori Apple Experiment Station)

目 次

I 緒 言	29
II 材料および方法	29
1. 標準マンガン・ホウ素欠除試験 (1964—1965年)	29
2. 低マンガン・ホウ素欠除試験 (1966年)	29
3. 分析方法	30
III 実験結果	30
1. 樹体のホウ素欠乏症状	30
2. 樹体各部のホウ素およびマンガン含量	33
IV 考 察	35
V 摘 要	36
引用文献	36
Summary	38

I 緒 言

前報⁽¹⁾では、水耕およびほ場条件下で多量の Mn（マンガ）を与え、樹体内の Mn レベルを上げると粗皮病が発生することを確かめ、また、青森県内の粗皮病発生樹を調査し、その Mn レベルが著しく高いことを明らかにし、粗皮病の発生と Mn の関係⁽²⁾について検討した。

しかし、すでに紹介したように、海外では Mn 以外のさまざまな原因によってリンゴの樹皮に障害が発生するという報告がある。なかでも、B（ホウ素）の欠乏によって皮部に障害が発生し、これがわが国の粗皮病と類似していると思われる点が注意をひいた。青森県内の粗皮病は、根が浅く乾燥を受けやすい土壌条件でもかなり発生がみられており、また、雨量の少ない年に多発する傾向があるなど、B 欠乏をひきおこす条件と一致する点が

多く、B との関係も無視できない面がある。したがって B 欠乏によって樹体にどのような症状が発生するかを確かめる必要がある。

本報告では、1964年から1966年まで水耕栽培によって B 欠乏と樹皮の障害発生⁽³⁾の関係を検討した結果を報告する。

この報告につき、原稿をご校閲くださった青森県りんご試験場場長、木村基弥博士、元化学部長、現在岩手県園芸試験場場長、渋川潤一博士に厚くお礼を申しあげる。また、各種作業にご助力をいただいた青森県りんご試験場那須金光氏に謝意を表する。

II 材料および方法

この実験は1964—1965年と1966年の2期に分けて行なった。両実験の方法的な相違は主として水耕培養液の Mn 濃度が異なることであり、1965年までは Mn 濃度を 0.2ppm とし、1966年は 0.05ppm として栽培した。したがって、前者を標準 Mn・B 欠除試験、後者を低 Mn・B 欠除試験と呼ぶことにする。

1. 標準マンガ・ホウ素欠除試験（1964—1965年）

前年度から水耕ポットに移し、標準的な栽培を行なっていた3年生デリシャス4樹（ミツバおよびマルバカイドウ台それぞれ2樹）、国光2樹（ミツバカイドウ台

を、1964年5月からB欠除処理とし、国光およびデリシャス各1樹（いずれもミツバカイドウ台）を対照として第1表の組成の培養液で水耕栽培を行なった。この培養液は春日井氏畑作用を基礎とし、これに数種の微量元素を加えたほか、Feはクエン酸鉄とし、水はイオン交換樹脂による純水を使用した。また、培養液は毎週1度更新した。処理は2年間継続し、毎年8月中旬に中央葉を採葉して葉分析の試料としたほか、1965年9月にはミツバカイドウ台のデリシャスと国光を処理ごとに1樹ずつ各部分ごとに分けて解体し分析に供した。

Table 1. Concentration of nutrient solutions used for 1964-65, and 1966 experiment

Nutrients	NO ₃ -N	P ₂ O ₆	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn*	B**	Zn	Cu	Co	Mo
Concentration	ppm 40	20	40	40	40	5	0.2 0.05	0.1	0.05	0.01	0.05	0.01

* 0.2ppm in 1964-65 and 0.05ppm in 1966 experiment

** Boron was added only for full nutrient treatment

2. 低マンガ・ホウ素欠除試験（1966年）

マルバカイドウ台の五つの品種（国光、紅玉、ゴールデンデリシャス、祝、デリシャス）とミツバカイドウ台の二つの品種（デリシャス、レッドゴールド）につき、それぞれ樹の重量がほぼ等しいものを6樹ずつ選び、合

計42樹を1966年春に水耕ポットに移し、しばらく井戸水で栽培した後、3樹をB欠除培養液で、他の3樹を対照として標準培養液で栽培した。供試樹の樹齢はいずれも2年生である。使用した培養液の組織は前年までの試験と同様であるが、Mn濃度だけは両処理とも0.05ppmに下げた。また、B欠除処理には純水を使用し、対照には

井戸水を用いて栽培した。処理は5月中旬から開始し、培養液は毎週1度更新した。11月下旬に処理ごとに代表的なものを1樹(デリシャスは2樹ずつ合計8樹)ずつ選び、合計18樹につき全生体重を測定後各部分ごとに分けて解体し、分析に供した。

3. 分析方法

供試樹の地上部は中性洗剤とたわしで洗い、根は水洗後表面に付着したMnを除くためさらに0.01N HClで約10分間洗浄し、その後いずれも井戸水と純水で洗った。地上部は木部と皮部に分け、根は直径約2mm以上の太根とそれ以下の細根に分け、1966年の試料については生体重を測定した後通風乾燥し、粉碎した。

Mnの分析方法は前報と同様であり、その詳細は別に報告したとおりである。

Bの分析にあたっては灰化方法に問題があるとされ、乾式灰化では電気炉壁からの汚染が、また、湿式分解はロスがあるとの報告がある。これらのことから、試料を希HClで抽出する吉田らの方法を使ったが、供試試料によって抽出が不十分であったり、分析値が低くなることなので、この点を検討した結果を第2表に示した。

抽出法は粉碎試料0.25gに0.5N HCl 10mlを加え、2時間振とうした抽出液につきクルクミン比色法によって定量した。乾式灰化法は30ml磁製ルツボまたは白金ルツボに試料0.5gをとり、ふたをわずかにずらしてかけ450~500°Cで7時間灰化し、これをHClで処理し、その一定量をとってクルクミン比色法で測定した。第2表には同一試料を3反復で灰化または抽出した定量値を示した。

Table 2. Boron analyses by HCl extraction and muffle ashing

Apple leaf			Wood			Bark (a)			Bark (b)		
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(3)	
26.5	27.8	28.0	8.3	8.7	8.3	20.4	35.1	35.3	6.9	8.3	
26.0	27.8	26.2	8.6	8.9	7.5	23.3	35.5	33.7	6.6	8.7	
25.3	27.9	25.4	9.4	8.7	8.5	23.2	34.2	35.7	6.9	9.0	
Mean	26.1	27.8	26.5	8.8	8.8	8.1	22.3	35.0	34.9	6.8	8.7

(1): 2 hrs. extraction with 0.5N HCl (0.25g/10ml).

(2): Platinum crucible (covered) ashed in muffle at 450~500°C, 7 hrs.

(3): Porcelain crucible (covered) ashed in muffle at 450~500°C, 7 hrs.

Boron was determined colorimetrically with the curcumin method.

この結果から、葉および木部の分析値は両方法の間に大差なく、再現性も良好で、抽出法による分析値はtotal boronと同一値を示すものと思われる。しかし、皮部では、抽出法による値は灰化法より20~40%低くなり、B含量の高い試料ほど低下が著しいようである。HCl濃度と抽出時間を検討することにより両方法の分析

値の差を小さくできるといわれているが、分析値の相対的な傾向は両方法とも似ており、再現性も悪くないのであえてこれ以上の検討は行なわなかった。したがって、この抽出法によって定量した皮部のB含量は、total boronというよりは0.5N HCl soluble boronと考えられる。

III 実験結果

1. 樹体のホウ素欠乏症状

両試験とも試験期間の中期を過ぎると、葉、新しょう、根などの生育低下が目立ち、枝幹部には発しん(疹)状の小隆起とき裂が発生した。しかし、処理開始後この症状の発生するまでの期間は試験によって異なった。標準Mn・B欠除試験では、処理開始後1年めは両処理の間

に著しい相違がみられず、わずかに、秋になってB欠除樹の枝幹部の皮目が盛り上り、国光の皮部には縦にコルク化した組織がしわ(皺)のように発生するのが見られたにすぎない。激しい生育低下と樹皮の発しんは2年目の春から始まった。これに対し、低Mn・B欠除試験では、処理開始後約1か月から樹の生長が衰え始め、その後急激に生育低下が始まり、樹皮の発しんも発生し始め

た。両試験にみられたこの発生時期の相違は、培養液の Mn 濃度の違いによる点もあろうが、主として供試樹の予備栽培の影響によると思われる。水耕ポットで1年間標準栽培を行なってから処理を開始した標準 Mn・B 欠除試験の供試樹は、処理開始前の B の供給がかなり充分であったと考えられた。

低 Mn・B 欠除試験の各樹の生体重量の調査結果を第

3表に示した。B 欠除による生育低下はかなり大きく、1年間の欠除栽培によって樹の全重量は対照樹の約 1/2 に過ぎなかった。各部分ごとに生育低下の程度をみると新しうの低下が最も激しく、対照樹に比べ品種、台木こみの平均値で約14%に過ぎず、細根はこれに次いで低下が大きく平均で42%であり、一般に生長量の大きい、若い部分の低下が激しい傾向があった。

Table 3. Growth of apple trees in water culture grown under minus boron and full nutrient solutions. 1966 (g in fresh weight)

Variety*/Rootstock**	Ralls/M.P.	Jon./M.P.	G.D./M.P.	A.S.P./M.P.	D./M.P.	D./M.S.	R.G./M.S.	Mean
-B	1 year twig	11	24	27	30	48	37	30
	2 " "	92	107	231	89	107	161	135
	3 " trunk	309	299	475	205	253	389	340
	Fine root	104	80	108	112	40	46	48
	Large "	60	54	91	58	92	53	81
	Total Wt.	576	564	932	494	540	685	778
Full nutrient	1 year twig	205	194	213	194	210	244	217
	2 " "	180	150	210	187	162	257	208
	3 " trunk	684	437	507	263	465	566	493
	Fine root	253	196	210	205	98	149	179
	Large "	122	78	160	99	135	89	78
	Total Wt.	1444	1055	1300	948	1070	1305	1353

* Jon. : Jonathan, G.D. : Golden Delicious, A.S.P. : American Summer Pearmain, D. : Delicious, R.G. : Red Gold

** M.P. : Malus Prunifolia, M.S. : Malus Sieboldii

この実験において樹体に現われた B 欠乏の症状を要約すると次のとおりである。

(1) 前述のように樹の生長が著しく劣り、特に新しうの生長が悪く先端が枯死し、先枯れになることが多い(第1図)。標準 Mn・B 欠除試験では2年目の春から激しい症状が始まり、この場合は頂芽ばかりか2~3年枝のえき芽も発芽しないかまたは著しく発芽が遅れ立枯れになるものが多く、供試樹の1部は夏までの間に枯死した。

(2) 新しう先端が枯死し、この下方数か所から新たに枝の生長が始まる。これが再び枯死し、この経過を繰り返すため枝先きがほうき状になるものが多い。いわゆる witches broom の名で知られる症状である(第1図)。

(3) 葉はやや厚くもろい感じになり、色はやや黄色をおび、時に不規則なはん紋状のクロロシスを示すことがある。新しうの生育低下のため節間がつまり、新しう頂部の葉は明りようなロセット (rosette) を示す(第2図)。また葉は細長くて小さく、縁がまくれることが

多い(第3図)。

(4) 皮部に現われた発しんの代表的な例を第4図(a)~(e)に示した。発しん部の皮層内部には淡かっ色または黒色のネクロシスがみられるが、前報の Mn 過剰処理の場合に比べ特に淡かっ色のネクロシスが多い傾向があった。発しん部の外観は Mn 過剰によって発生するものとよく似ているが、細部では微妙な違いがあり全く同じと考えるににくい。一般に、第4図(b)および(c)のような小隆起の状態のものが多く(d)のようにき裂を生ずる例は少なかった。また、隆起も表皮に近い部分だけが盛りあがる例が多く内部にみられるネクロシスも浅い位置にあるものが多かった。

(5) これらの B 欠乏症状の強さ、またはその様相が品種または台木の違いによって大きく異なる点は認められなかった。ただ、標準 Mn・B 欠除試験では国光の幹に樹皮の皮目が発達し縦にコルク状の組織がしわ(皺)のように発生する例が多かった(第4図e)。



Fig. 1. Rosette and dieback of boron-deficient Delicious tree



Fig. 2. Rosette of terminal shoot leaves (Delicious)



Fig. 3. Dwarfed and malformed leaves showing boatlike appearance (Delicious)

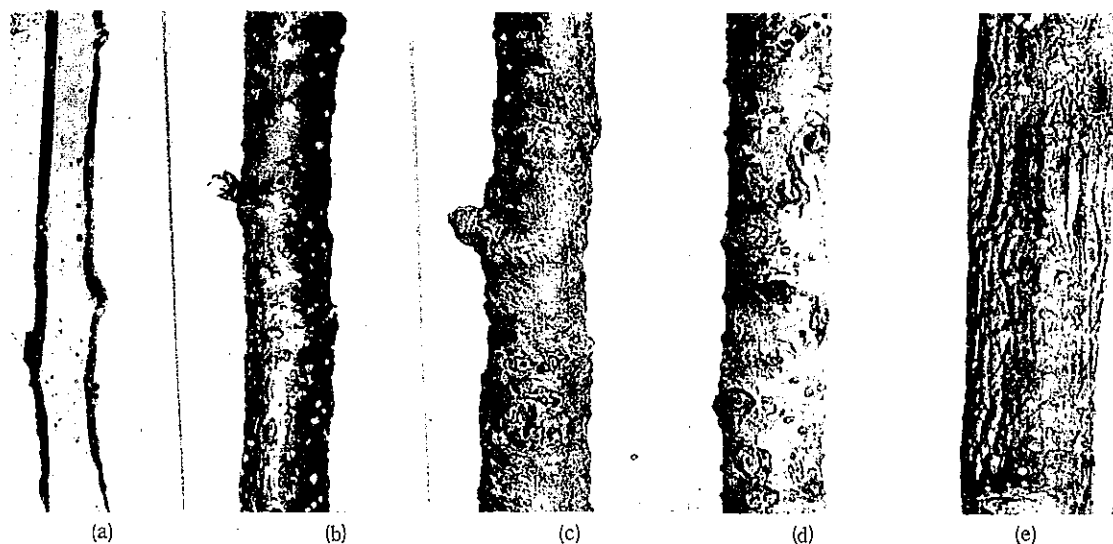


Fig. 4. Twigs from boron-deficient Delicious and Ralls trees showing various stages of pimply lesions. (a)-(d) : Delicious, (e) : Ralls

(a) : necrosis of inner bark, (b)-(d) : bark symptoms with increasing severity, (e) : development of vertical corky tissues by enlargement of lenticels

2. 樹体各部のホウ素およびマンガン含量

標準 Mn・B 欠除試験の B および Mn 含量を調査したうち、デリシャスの分析値を第4表に示した。

B 含量は B 欠除樹が著しく低く、また、両処理とも枝幹の木部、根の木部の含量が低く皮部は葉とほぼ似たレベルを示した。対照樹では一般に年齢の若い部分の B 含量が高い傾向があるが、B 欠除樹ではこの傾向が明らかでなく、むしろ古い部分の B 含量がやや高いように思われた。

Mn は両処理とも同じ濃度 (0.2 ppm) の培養液を用いたにもかかわらず、B 欠除樹の Mn 含量は対照よりも高く、皮部は特にこの傾向が強かった。デリシャス皮部の Mn 含量はほ場の粗皮病発生樹のそれに匹敵するほど高く、このため、Mn の高レベルと B の低レベルのどちらが原因で樹皮の障害が発生したか、疑問の点が残った。

この点をさらに確かめるため、引き続き低 Mn・B 欠除試験を行なった。この供試樹の B および Mn 含量を調査した結果を第5表および第6表に示した。

Table 4. Boron and manganese content of Delicious trees grown under minus boron and full nutrient solutions. (1964-1965)*

Variety/Rootstock Treatment	Delicious/M.S.**			
	-B		Full nutrient	
Content (ppm)	B	Mn	B	Mn
Leaves 1964	5	196	18	150
1965	2	203	13	157
1 year wood	1	46	8	14
2 "	1	38	6	7
3 "	0.4	15	3	6
4 "	0.5	19	4	23
1 year bark	3	212	20	78
2 "	2	203	16	65
3 "	4	189	10	60
4 "	5	246	12	43
Old { bark	13	74	17	34
root { wood	1	29	4	8
New { Fine	6	117	7	30
root { Large	5	35	10	11

* 0.2 ppm Mn in culture solutions

** Malus sieboldii

Table 5. Boron content of several apple varieties grown under minus boron and full nutrient culture solutions. (1966)*

Variety**/Rootstock**		Ralls/M.P.	Jon./M.R.	G.D./M.P.	A.S.P./M.P.	D./M.P.	D./M.S.	R.G./M.S.	Mean
-B	1 year wood	5	5	6	6	5	4	6	5.3
	2 "	4	4	5	5	4	3	4	4.1
	3 "	5	4	4	4	5	4	4	4.3
	Mean	4.7	4.3	5.0	5.0	4.7	3.7	4.7	4.6
Full nutrient	1 year wood	9	8	14	12	9	9	11	10.3
	2 "	7	8	9	11	8	8	9	8.6
	3 "	7	6	7	9	8	7	7	7.3
	Mean	7.7	7.3	10.0	10.7	8.3	8.0	9.0	8.7
-B	1 year bark	9	8	9	8	8	10	8	8.6
	2 "	12	9	13	10	11	12	11	11.1
	3 "	12	10	10	8	13	12	15	11.4
	Mean	11.0	9.0	10.7	8.7	10.7	11.3	11.3	10.4
Full nutrient	1 year bark	24	22	26	26	25	27	27	25.3
	2 "	21	21	20	23	21	24	25	22.1
	3 "	18	19	17	22	20	19	20	19.3
	Mean	21.0	20.7	21.0	23.7	22.0	23.3	24.0	22.2
-B	Fine root	9	8	10	8	8	8	7	8.3
	Large "	9	8	10	10	10	9	8	9.1
	Mean	9.0	8.0	10.0	9.0	9.0	8.5	7.5	8.7
Full nutrient	Fine root	12	13	11	16	16	11	11	12.9
	Large "	21	16	15	19	27	17	14	18.4
	Mean	16.5	14.5	13.0	17.5	21.5	14.0	12.5	15.6

* 0.05ppm Mn in culture solutions

** Same as Table 3

Table 6. Manganese content of several apple varieties grown under minus boron and full nutrient culture solutions. (1966)*

Variety**/Rootstock**		Ralls/M.P.	Jon./M.P.	G.D./M.P.	A.S.P./M.P.	D./M.P.	D./M.S.	R.G./M.S.	Mean
-B	1 year wood	17	20	28	19	12	8	13	16.7
	2 "	56	5	8	8	8	3	5	13.3
	3 "	20	3	3	6	4	4	4	6.3
	Mean	31.0	9.3	13.0	11.0	8.0	5.0	7.3	12.1
Full nutrient	1 year wood	7	9	6	7	7	6	6	6.9
	2 "	4	6	4	5	5	5	4	4.7
	3 "	3	4	3	4	3	3	3	3.3
	Mean	4.7	6.3	4.3	5.3	5.0	4.7	4.3	5.0
-B	1 year bark	48	35	43	38	52	27	33	39.4
	2 "	40	40	35	35	36	26	28	34.3
	3 "	30	22	25	50	29	29	55	34.3
	Mean	39.3	32.3	34.3	41.0	39.0	27.3	35.3	36.0
Full nutrient	1 year bark	39	30	52	26	49	32	25	36.1
	2 "	39	33	48	24	23	37	20	32.0
	3 "	35	24	26	20	17	31	32	26.4
	Mean	37.7	29.0	42.0	23.3	29.7	33.3	25.7	31.5
-B	Fine root	18	248	12	37	25	27	15	54.6
	Large "	14	13	9	32	10	13	28	17.0
	Mean	16.0	130.5	10.5	34.5	17.5	20.0	21.5	23.9
Full nutrient	Fine root	46	328	34	23	48	29	25	76.2
	Large "	6	8	3	9	18	12	7	9.0
	Mean	26.0	168.0	18.5	16.0	33.0	20.5	16.0	28.4

* 0.05ppm Mn in culture solutions

** Same as Table 3

前年の試験と同様、B欠除樹ほどの品種でも明らかに低いB含量を示し、対照の約1/2に低下した。また、Mnは培養液の濃度を1/4に下げたため、枝幹皮部でも50 ppmを越す例はほとんどみあたらず、紅玉の細根がやや高かったほか、一般に充分低いレベルにあった。しかし、枝幹部のMn含量はB欠除樹がわずかに高い傾向があり、木部はこの傾向がかなり明瞭であった。

BおよびMn含量を品種または台木ごとに比べると、

IV 考 察

リンゴのB欠乏では、欠乏があまり強くない場合には主として果実だけに症状が現われるとされている。⁽⁶⁾青森県の例でも、果実以外の部分に顕著な欠乏症状が現われることはきわめてまれで、このため、縮果病という名がついたものと思われる。しかし、海外では激しいB欠乏に関する報告⁽¹⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾も多く、果実の障害のほかに枝幹部の先枯れ、ロセット、葉の変化、樹皮の発しん (Measles) など、この実験で観察したところと同様な症状をその特長として述べている。これらの報告は樹体のMnレベルに全くふれていないので、問題のMeaslesの発生がB欠乏だけによるかどうか疑問が残った。すなわち、すでに指摘したように、海外ではMeaslesまたはInternal bark necrosisとよばれる樹皮の障害がB欠乏またはMn過剰という性質の異なる原因によって発生するとされ、これが問題を複雑にしている。特に、両要素のレベルを充分コントロールした状態で障害の発生を確かめた例はほとんどない。この実験では、樹体各部のMn含量を充分低いレベルにおいたが、なお樹皮に発しんが発生した。したがって、Bの欠乏によってMn過剰とよく似た樹皮の障害が発生するものと思われる。

B欠乏による樹皮の障害は、発しん、またはき裂などの枝幹の症状だけを取り上げると、Mn過剰によって発生するものと外観は非常に似ており、微妙な違いがあるとはいえ、両者を確実に判別することはむずかしい。しかし、これが水耕条件でMn過剰によって発生したものと全く同じとは言えず、また、青森県の各地にみられる粗皮病ともかなりの違いがあるようである。粗皮病の症状は、発生当時のものとかかなりの時日を経過し症状の進んだもの⁽⁴⁾とは大きな違いがみられ幅広い、多様な外観を呈する。B欠乏による皮部障害においても同様である⁽⁴⁾、よく捜せば粗皮病と区別のつかないものもある(第4図)。Mn過剰およびB欠乏によって発生する障害

Mn含量は紅玉の細根と国光の木部がやや高いが、B含量は大差なく、概して品種または台木が樹体中のBまたはMn含量に及ぼす影響は明瞭でなかった。また、対照樹の枝幹部のMn含量は年齢の若い枝が高いが、B欠除樹ではこのような傾向は消えほとんど同じレベルを示した。Mn含量は処理に関係なく、一般に若い部分が高い傾向があった。

の明瞭な区別は、組織学的または組織化学的な検討によらなければならないであろう。しかし、樹全体の症状をみれば、両者とも生育低下、ロセット、先枯れなどの共通点はあるが、なお、かなり明瞭な相違がある。この相違の主な点は、B欠乏ではMn過剰の場合にみられるような葉脈間クロロシスが全くみられないこと、Mn過剰によるものは果実内部のコルク化などの障害を示さないこと、また、B欠乏による障害は品種および台木の影響が明瞭でないこと、などである。このうち、果実に現われる障害については、本実験で直接確かめることはできなかったが、リンゴではB欠乏に対し果実が最も敏感に反応して縮果病の症状を発生するのが普通である。これに対し、Mnによる粗皮病は、果実の縦横径の比が乱れ、平たい果実になることであっても、縮果病と似た症状の発生はみられていない。したがって、枝幹部に症状が現われるほどB欠乏が激しければ、当然果実にも強いB欠乏症状がみられるはずである。BURRELL⁽⁶⁾は果実が健全で枝幹部にB欠乏が発生した、ただ一つの例外としてTolman Sweetという品種をあげている。このような例外はあるとしても、一般に果実のB欠乏症状の有無は両障害を判別する重要な基準の一つと考えられる。このB欠乏による皮部障害 (measles)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾の発生は特にデリシャスに多いといわれているが、デリシャスばかりでなく紅玉、旭、黄魁などにも発生するとの報告もある⁽⁴⁾。この実験では、品種および台木と皮部障害の発生の関係は明瞭でなかったが、果実のB欠乏症状の発生が品種によって異なることからみても、この点についてはより詳細な検討が必要であろう。

青森県にみられる粗皮病は、大部分がMnの過剰レベル⁽⁴⁾によって発生したと思われることは前報で述べた。このMn過剰による粗皮病にB欠乏が関係しているかどうかは、前述の症状の相違からみても、また、葉中Bレベ

ルの調査からみても、その可能性は少ないものと思われる。海外においても、commercial orchardのInternal bark necrosis (Measles)の発生は、B欠乏によるとは考えにくいとする報告が多い。⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁹⁾⁽¹⁷⁾⁽²⁰⁾

SHANNONおよびZEIDERSらは、Internal bark necrosisの発生原因をMnとBの両面から検討し、症状的に同一の障害がMn過剰とB欠乏などの原因によって発生したと報告している。特にSHANNONは組織学的に同一症状の樹皮のネクロシスが、B欠乏またはMn過剰などの処理によって発生したと述べており、この障害の発生原因が複雑な面をもつことを示唆している。B欠除またはMn過剰処理とも、樹体の著しい生育低下、先枯れ、ロセットなどを発生させるが、このような共通点をひき

おこす何かが、皮層のネクロシスの発生原因となるとも考えられる。これらの点についてはさらに検討を要するが現在では、Mn過剰処理とB欠除処理は、それぞれ、樹皮症状が外観的に酷似した異なる2種類の障害を発生すると考えるのが妥当であろう。

本実験では、B欠除樹のMn濃度が対照樹より高くなる傾向があった。これは両要素間に何らかの相互作用があったためとは考えにくい。B欠乏によって樹の全重量がほぼ1/2に低下したと両処理の供試樹のMn含量の違いを考慮すると、1樹あたりのMn吸収量はむしろ対照樹が大きい。したがって、欠乏による乾物生産量の低下が希釈効果を弱め、相対的にMn濃度を高めたものと考えられる。

V 摘 要

B欠乏によってリンゴ樹皮にどのような異常障害が発生するか検討するため、1964—65年と1966年の2期に分けて、リンゴ苗木をB欠除および標準培養液で水耕栽培した。1964—65年の培養液のMn濃度は0.2ppm、1966年は0.05ppmとし、その他は同一組成の培養液を使用した。リンゴ苗木は3年生のミツバカイドウ台国光、デリシャス(1964—65年)および2年生のマルバカイドウ台国光、紅玉、デリシャス、祝、ゴールデンデリシャスとミツバカイドウ台デリシャス、レッドゴールド(1966年)を供試した。

B欠除樹は樹体の生育低下が著しく、新しょうの生体重は対照樹に比べて特に劣り、また、先枯れ、ロセットなどの症状が発生した。樹皮には発しん状の小隆起が生じ、この内部には淡かっ色または黒かっ色のネクロシス

がはん点状に発生し、次第にき裂または陥没を生じた。これは前報で報告したMn過剰処理により発生するものと酷似しており、皮部の症状だけをとりあげて外観的に判別することはむずかしいと思われた。しかし、樹全体の症状については、葉のクロシス、果実の障害(縮果病)の有無、品種と台木の影響などの点が判断の手がかりになると考えられた。

B欠除樹のB含量は対照樹より著しく低く、このMn含量は1964—65年の実験では明らかに対照樹より高かった。1966年の実験では、培養液のMn濃度を下げたため充分低いレベルにあったが、なお、対照樹よりやや高い傾向がみられた。このMn含量の違いはB欠除による乾物生産量の低下のために生じたと思われる。

引 用 文 献

1. ARK, P. A. and H. E. THOMAS. 1940. Apple dieback in California. *Phytopath.* 30 : 148-154.
2. BENSON, N. R. 1955. Boron deficiency. *Better Fruit* 50(5) : 7-8.
3. ————— and C. G. WOODBRIDGE. 1961. Apple measles. *Proc. 57th Annual Meeting, Washington State Horticultural Association* : 153-155.
4. BOULD, C. and E. G. BRADFIELD. 1955. A failure in apple trees on a strongly acid soil. *Ann. Rept. Long Ashton Res. Sta. for 1954* : 69-73.
5. BURRELL, A. B. 1940. The boron-deficiency disease of apple. *Cornell Univ. Extension Bull.* 428.
6. CLULO, G. and A. BERG. 1949. Distribution of boron in the tissues of the apple tree. *Proc. W. Va. Academy of Sci. for 1947* : 43-49.

7. DAVIS, M.B. and H. HILL. 1948. Orchard soil management and apple nutrition in Eastern Canada. Publication 802. Canada Dept. Agric.
8. HATCHER, J. T. 1960. Wet digestion of plant material gives low boron values. *Anal. Chem.* 32 : 726.
9. HILDEBRAND, E. M. 1947. Internal bark necrosis (Measles) of Delicious apple in New York in relation to pH, minor element toxicity, and nutrient balance of soil. *Plant Disease Reorter* 31 : 99-106.
10. MUNNS, D. N., L. JACOBSON. and C. M. JOHNSON. 1963. Uptake and distribution of manganese in oat plants. II. A kinetic model. *Plant and Soil* 19 : 193-204.
11. 長井晃四郎 1965. リンゴ粗皮病の問題点. *農及園*. 40 : 1497-1500, 1697-1700.
12. —————・一木 茂・泉谷文足・清藤盛正・桜田 哲・鎌田長一. 1966. 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.
13. —————・—————・—————・—————・—————・—————, 1966. リンゴの粗皮病防止に関する研究（第2報）ホウ素欠除水耕栽培による粗皮病類似障害の発生および粗皮病り病樹のホウ素含量について. *園芸学会春季大会発表要旨* : 103-104.
14. —————・泉谷文足・桜田 哲. 1967. リンゴ樹体各部のマンガン定量法について. *青森県りんご試験場報告第11号* : 75-80.
15. OSCAR J. DOWD. 1949. Observations on boron deficiency in apples in southwestern Michigan. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 53 : 23-25.
16. PAUL, J. L. and L. V. SMITH. 1960. Boron analysis in plant material. *Soil Sci.* 102 : 353.
17. ROGERS, B. L., A. H. THOMPSON and L. E. SCOTT. 1965. Internal bark necrosis (Measles) on Delicious apple trees under field conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86 : 46-54.
18. SHANNON, L. M. 1954. Internal bark necrosis of the Delicious apple. *Ibid.* 64 : 165-174.
19. WERMINGHAUSEN, B. 1957. Nährstoffmangelerscheinungen im Obstbau und ihre Behebung. *Obst- und Gartenbauverlag, München.*
20. WILLIAMS, D. E. and J. Vlamis. 1961. Boron analysis of plant tissue. *Soil Sci.* 92 : 161-165.
21. WINTER, H. F. 1958. Manganese toxicity : a possible cause of Internal bark necrosis of apple. in "Trace Elements" 125-134. Academic Press Inc.
22. 吉田よし子・吉田昌一. 1965. 抽出法による作物体ホウ素の迅速定量法. *土肥誌*. 36 : 45-48.
23. —————・—————. 1966. 抽出法による作物体ホウ素の迅速定量法（補遺）試料中の硝酸含有率が著しく高い場合. *土肥誌*. 37 : 390.
24. ZEIDERS, K. E. and H. C. Fink. 1959. Studies on Internal bark necrosis of Red Delicious apples. *Phytopath.* 49 : 526 (Abstract).

Studies on the nutritional disorders of apple bark. II.

Apple bark disorder (Measles) induced by boron deficiency

KOUSHIRO NAGAI, SHIGERU ICHIKI, AYATARI IZUMIYA, MORIMASA SEITO,
SATOSHI SAKURADA and CHOICHI KAMADA

(Aomori Apple Experiment Station)

Summary

Effects of minus boron treatment on the incidence of bark disorder on young trees of several apple varieties has been investigated under water culture conditions with normal (0.2ppm) and low (0.05 ppm) manganese concentrations.

Well-known characters of boron deficiency such as death of terminal growing points, rosette appearance, dwarfed narrow leaves at the terminals and stunted growth of roots were observed on trees grown both in low and normal manganese concentrations. And a type of measles with small elevation of bark and inner bark necrosis developed on bark of Delicious, Ralls, Jonathan, Red Gold, Golden Delicious and American Summer Pearmain trees, although the manganese content of these trees were at very low levels.

The findings from this and the previous experiments revealed that manganese excess and minus boron treatments induce two different type of bark disorders (Measles) which are nearly identical and can hardly distinguish each other by appearance. But there are no interveinal chlorosis of leaves and no clear rootstock and scion effects on incidence of the disorders in the case of boron deficiency, whereas trees suffered by manganese measles may not show internal and external cork of fruits as is the case in boron deficiency.