葡萄の硼素欠乏について(第1報)**

大野俊雄・吉田賢児

(山梨県農業試験場果樹分場)

T. Ono and K. Yoshida : On the boron deficiencies
of grapevines. (I)

I. 緒言

山梨県においては、1913 年頃より葡萄に所謂エビ症と呼ばれるものが見られ、現在に至る迄県下葡萄園に年々多少の発生を見て来た。年により大発生を見、収穫皆無、樹勢衰弱を来しその原因不明であつたが、神沢技師により、フィロキセラの研究が行われて以来該虫の寄生による被害なる事が判明した。同氏の報告によれば発芽不良、開花不良(俗に帽子冠り)、無核果、葉焼などを生じ、収穫皆無となる事を報じている。1950年の夏に東大教授杉山博士来場の際に該症状は硼素欠乏によるものであろう事を指摘された。未だ本邦においては、この種報告を見ておらず、又県下葡萄園に当時未だ相当程度に該症状の発生を見ており、これの被害による葡萄園は推定 100 町歩余りに及び減収並びに樹勢衰弱を来し軽視できないので、これの防除対策の試験と同時に、その実態を追求し、もつて根本的防除対策の参考に資せんとして 1951 年より 54 年に亘り本試験研究を行つた。その結果若干の成績を得たので茲に報告する。

本試験遂行に当り種々有益なる助言と御指導を賜つた東大杉山博士、岩田助教授、千野分場長に対し、又 1952 年 N, P, K, Ca, Mg の葉分析を依頼した農研園芸部佐藤技官に対し、なお御協力を得た供試園々主各位並びに当場職員、研究生諸氏に対し謹んで謝意を表する。

II. 材料及び方法

1951~52 年 : 當場甲州三尺及び富士見村、岡部村、甲運村、相興村、勝沼町のデラウエア、甲州計 11 園につき、花蕾、開花状況、葉、果実、根の症状調査及び葉、土壌 pH の測定を行つた。特に甲州三尺、デラウエアの chlorosis につき 8 月上旬及び 9 月上旬菌分離培養を行つた。甲州は 7 月上旬症状顕著なものと然らざるものとにつき、基部より 13~15 節目の葉を 1 樹 50 枚宛採取し N, P, K, Ca, Mg は農研園芸部佐藤技官に依頼分析を行い、B は當場にて行つた。又県下デラウエア 15 園

を選び、6 月上旬開花中の土壌水分を 5, 30, 60 cm に分けて常法により測定した。

1953 年 : 県下デラウエア 9 園の土壌水分、含空気孔隙量、全孔隙量を 12 月上旬に常法により測定、算出した。又県下デラウエア 43 園を選び、1951~53 年の 3 カ年の施肥量、砧木別該症状発生の有無などを栽培者にカードを配布し、集計整理した。

1954 年 : 當場主要品種並びに県下 10 園のネオマスカット、16 園の甲州、22 園のデラウエアにつき、開花中の葉中硼素を分析した。又県下葡萄園中デラウエア 43 園、甲州 27 園を選び、優良園、不良園、欠乏園に分けて次の如く時期別葉中硼素含量を定量した。開花前(デラウエア 5~6 枚、甲州 8~9 枚展葉時)、開花中(30~50% 開花)、開花後(落花後約 10~14 日目)の 3 回に分け、デラウエアは基部より 2 房目の葉、甲州は基部の房上の葉を採取した。又當場 16 年生免砧のデラウエア甲州を 4~5 本使用し、前者は 6 月 21 日、後者は 6 月 30 日に夫々各節位毎に採葉し、硼素を分析した。又県下デラウエア 18 園につき、葉中の N, P, K, Ca, Mg, B 及び土壌中の B, pH を 7 月下旬に分析、測定した。同時に 1952~54 年の 3 カ年間の施肥量調査などを前記同様に行つた。

分析は N : セミマイクロケルダール法、P : モリブデンバナジウム酸法、K, Ca : フレームフォトメーター法、Mg : オキシ法、B : キナリザリン(BERGER 氏)法、pH : 甘汞-キンヒドラ電極により行つた。

III. 試験成績

(I) 症状

a. 花蕾 : 特に甲州三尺では、開花直前 Cap (冠帽) に 1~2 条薄黒く着色するものが認められたが、その他の品種では特に異常は認めなかつた。

b. 花 : 開花当時の Cap の形態により開花状況を次の Group に分ける事ができる。

1) Cap の形態 : 甲州三尺、デラウエア、甲州においては、次の如き group に分けられる。

① Cap が 5 裂し、一度に離脱するもの

* 山梨県農業試験場果樹分場業績

** 本研究の要旨は昭和 30 年 4 月園芸学会春季大会において発表

1955 年 8 月 1 日受理

②Capが5裂し、その中一片が萼に附着したままはじけて1日位残存するもの、Cap離脱に際し萼が1~2個もぎとられる場合がある。

正常開花

③Capの1~2片が僅かに裂け、上方に彎曲し、他は裂開せず暫らく萼に附着し、Capは灰黒色を呈し、爾後雄蕊により押上げられ残存するもの。

異常開花

④Capの離脱が前者よりも行われないもの、開花時より3~5日後にCap茶褐色に変色するので特に目立つ。Capは筒状となる。(第1図)

上記①③④に属するCapの裂開点より、その頂端迄の高さを見ると、夫々1.1, 1.3, 1.9mm(各30ヶ平均)にして、Cap5片の裂開の程度により上記のgroupを生ずる。②及び③では蜜蜂などの来訪により、その脚にて離脱するものが認められた。

2) 花粉の発芽力：甲州三尺の開花当日の正常、異常開花について花粉の発芽率を見ると前者は73.8%、後者は59.5%にして14.3%の差が見られた。

c. 葉：甲州三尺では5月8日頃より展開若葉に油浸状半透明の淡黄色斑点を生じ、成葉になる程該斑点は目

立つて来る。その裏面は毛茸の基部に相当する。新梢の伸長と共に展葉する葉に該斑点が見られ、5月21日頃迄に展葉せるものには、9月上旬に至ると該斑点不明瞭となる、それ以外の葉では明瞭に残存する。(第2図)

デラウェア、甲州では黄色斑点は三尺よりも濃色にして、第2図の如く葉縁に沿い且葉脈間に黄色の不明瞭な斑点(chlorosis)を生ずる。早いものは5月20日頃より多くは開花直前に該chlorosis出現し、新梢基部より5~6節目より又は10~13節目の葉より出現し、副梢にも同様のchlorosisを出現する。症状顕著なものは6月12日頃より、多くは下旬より7月上旬にかけて葉焼けを生じ、7月上旬より又は下旬より落葉し始める。更に症状顕著なものは、7月中旬既に新梢先端枯込みを生ずる。葉の形は症状顕著なものは小形、奇形を呈す。葉液pHは次表の如く、甲州三尺のchlorosisの多いものでは一般にpHが低くなっていた。デラウェアでは三尺より大差が見られなく却つて高い傾向が見られる。

甲州三尺、デラウェアの該症状葉の斑点を8月上旬及

A

B

第1図 開花時におけるcapの形態 1951.

A : 甲州三尺, 上段異常花, 下段正常花

B : デラウェア, 第1段階, 第2段異常花

第3段正常花のcap, 第4段異常花のcap

Fig. 1 Flower cap behaviors at blooming stage. 1951.

A : Kōshu-sanjaku, upper row...abnormal, lower row...normal

B : Delaware, top row...bud stage, second row...abnormal flowers, third row...normal caps, fourth row...abnormal caps

A

B

第2図 硼素欠乏の症状葉 1951.

A : 甲州三尺 左正常葉，中央と右異常葉
B : デラウェア 右端正常葉，左異常葉

Fig. 2 Boron deficiency symptoms of leaves.

A : Kōshu-sanjaku, normal (left) and abnormal leaves (center and right)
B : Delaware, normal (right) and abnormal leaves (left)

A

B

第3図 甲州三尺の正常(A)及び 硼素欠乏新梢(B) 1951.
Fig. 3 Normal cane (A) and boron deficient one with mottled and deformed leaves and small abnormal cluster (B) of Kōshu-sanjaku.

A

B

第4図 デラウェアの正常新梢(A)及び硼素欠乏新梢(B) 1951.

Fig. 4 Healthy shoot (A) and boron deficient shoot with mottled and burned leaves and without cluster (B) of Delaware.

症状	6月	7月	7月	症状	症状
	18日	7日	11日		
斑点 少い	5.0	4.0	4.7	デ ラ ウ エ ア	斑点 少い 4.0
葉 斑点 多い	3.8	3.6	4.1		葉 斑点 多い 4.2
奇形 葉					奇形 葉 3.9

び9月上旬に菌分離培養を行つた結果、全然病原菌を認めなかつた。葉にフィロキセラが発生したものも認められた。

d. 果房：開花後10日目頃に子房が萎凋脱落するものあり、然らざるものは20日後に正常に肥大した果粒と無核小粒との区別が判然とし、症状顕著なものは各品種共果房は脱落し、甲州三尺では33~35日後に殆どの無核小粒果は脱落し、甲州、デラウェアなどでは無核小粒果は収穫期迄着生する。(第4, 5図)かかる無核小粒果は正常果に比して1週間位早く着色し、糖度が高くなる特徴を示す。甲州三尺では、第3図の如く開花前の花房が正常なものの約1/6以下のものも出現した。

A

第5図 デラウェア(A)、甲州(B)の硼素欠乏果房 1951.
Fig. 5 Boron deficient clusters of Delaware (A) and Kōshu (B). Right of (A), left of (B) are normal ones.

第5図 B

e. 新梢：甲州三尺、デラウェアの顕著な chlorosis の葉を着生するもの、die back を生ずるものでは、一般に節間短く、細く且早期にその伸長が停止する。症状顕著でないものは、一般に正常なものと大差が見られない。

f. 根：地下部特に細根の状態は第6図に見られる如くフィロキセラ虫が寄生しているのが認められた。該虫

寄生により根瘤を多く形成し、正常なものよりも（図省略）その伸長が不良であつた。免砧のものでも該症状が見られた。又白紋羽病菌に侵されたものも認められた。

（II）葉の症状と被害果、フィロキセラ寄生程度との関係

chlorosis 葉の多少と被害果との関係は第1表の如くであり、一般に一樹中に chlorosis 葉が多いもの程被害果が多く見られ、葉の症状の程度と被害果の程度とは明かな関係は認められなかつた。根のフィロキセラ寄生程度と被害果、症状葉との関係は、第1表の如く、一般にその寄生程度が多いもの程 chlorosis 葉多く且つ被害が多く認められた。1園中においても被害樹が局所的な場合と全園に発生せる場合が見られ、又一樹中においても枝により発生するものと、全樹体に発生する場合が見られた。

（III）砧木との関係

砧木の種類と該症状発生との関係を見ると、第1表にも見られるが、1951～54年に互り調査した結果は第2表の如くである。即ち自根のものは該症状発生多く、且第6図に見られる如く殆どフィロキセラが寄生してい

A

B

第6図 デラウェアの硼素欠乏樹の根瘤（フィロキセラ加害）1951.

Fig. 6 Root galls caused by phylloxera infection on the own-rooted Delaware roots.

A : depth of 0~30 cm, B : depth of 30~60 cm

第1表 葡萄被害樹の地上部地下部の状態
Table 1. Top and root conditions of vines affected by boron deficiency. Aug. 9, 1951.

品 種 Varieties	調 査 園 Localities of vineyards	調査樹数 Numbers of trees, observed	被害甚しい もの severity affected		P	調査樹数 Num- bers of trees	正常又は被害 軽微なもの normal or sli- ghtly affected		P	土 壌 酸 度 Soil pH in depth of		土 質 Soil type	砧 木 Rootstocks used
			A(%)	B(%)			A(%)	B(%)		cm 0~30	cm 30~60		
甲州三尺	分 場	1	90.7	32.0	+					5.1	4.8	砂壤土	自 根
	"	1	100.0	28.5	+					"	"	"	"
	加 納 岩	—	—	—		1	1.0	0.0	—	5.2	5.1	"	3306
	富 士 見	3	26.0	68.1	++	3	7.4	4.9	+	5.7	4.9	砂土	自 根
	"	3	41.0	87.6	++	3	6.0	31.4	+	4.8	4.6	"	"
Delaware	"	5	50.2	99.3	++	5	10.6	10.0	+	5.1	4.8	"	"
	勝 沼	5	9.7	52.3	++	5	6.7	20.7	+	—	—	"	"
	甲 運	2	100.0	98.0	++	2	10.9	4.3	+	—	—	埴土	"
	岡 部	5	100.0	98.7	+++	5	11.7	5.0	+	5.6	5.2	砂土	"
	"	5	100.0	99.3	+++	5	17.5	20.0	++	5.7	5.0	"	"
	"	15	38.7	99.3	+++	5	4.4	3.4	+	5.5	5.1	"	"
	甲 運	7	98.7	82.3	—	3	17.2	4.7	±	5.0	4.8	埴土	41-B
	分 場	4	39.1	34.7	—	6	1.0	6.4	—	4.7	4.1	砂壤土	H. F., T. 5BB, T. 8B, 101-14, 3309
甲 州	富 士 見	—	—	—		5	0.0	0.0	—	5.3	5.3	砂土	3309
	分 場	—	—	—		4	1.0	2.2	—	4.7	4.2	砂壤土	T. 5BB., T. 8B 3309, 420-A
	岡 部	2	10.0	100.0	++	2	0.0	5.5	—	5.6	5.6	砂土	自根, 101-14
	勝 沼	—	—	—		3	0.0	4.6	—	—	—	砂土	Gloire, 101-14

備 考

Remarks P : severity of phylloxera infection

第2表 硼素欠乏と砧木との関係

Table 2. Relation between rootstocks and boron deficiency.

砧 木 Rootstocks	1951		1953		1954	
	A	B	A	B	A	B
Own rooted	10	10	29	26	7	6
Gloire	3	3	10	9	4	3
101-14	3	3	7	6	3	1
Hybrid Franc	—	—	5	4	—	—
3309	—	—	4	1	3	0
1202	—	—	2	1	3	1
420-A	—	—	2	0	—	—
St. George	—	—	4	0	2	0
3306	—	—	2	0	2	0
Ganzin	—	—	2	0	1	1
Teleky	—	—	1	0	—	—
T. 8B	—	—	2	0	3	0
T. 5BB	—	—	1	0	2	0
41-B	—	—	2	1	—	—
1613	—	—	1	1	1	0

Remarks

A : Number of vineyards observed.

B : Number of vineyards affected.

A : percentage of mottling leaves

B : percentage of abnormal fruit clusters

第3表 開花中の土壌水分含量と硼素欠乏との関係 (デラウェア園) 1952.

Table 3. Relation between soil moisture contents in blooming of vines in Delaware vineyards and boron deficiency symptoms.

園 No.	土壤水分(%) Soil moisture contents in depth			土 質 Soil type	症 状 Severity symptoms	調査園 所在地 Localities of vineyards	
	cm 5	cm 30	cm 60				
1	7.79	12.56	7.09	砂 土	顕 著	石 岡	和 部
2	13.67	13.02	15.97	" 壤	"	相 甲	興 運
3	15.90	8.97	7.10	砂 壤	中	加 納	岩
4	26.72	28.79	23.99	" 土	"		
5	29.80	26.70	34.70	" 土	"		
6	27.70	27.10	27.80	埴 壤	顕 著	奥 野	田 山
7	29.80	35.10	30.40	" 土	少 著	菱 野	田 山
8	14.93	10.83	7.69	埴 土	顕 著	奥 菱	野 田
9	10.75	11.96	22.73	" 土	"	甲 運	"
10	25.18	21.76	32.96	" 土	"	"	"
11	10.80	11.08	6.08	砂 土	正 常	春 日	居
12	10.99	14.99	25.40	" 土	"	富 士	見
13	26.26	38.14	32.01	壤 土	"	勝 沼	場
14	26.47	25.36	21.42	砂 壤	"	菱 分	菱
15	37.30	21.90	18.60	埴 土	"		山

Remarks. dry weight base, June 9, 1952

第4表 土壤水分、含空気孔隙量と硼素欠乏との関係（デラウェア園）1953.

Table 4. Relation between soil moisture percentage of pore space of soil and boron deficiency in Delaware vineyards.

園 No.	含水量 (%) Soil moisture in depth of			含空気孔隙量 (%) in depth of			全孔隙量 (%) Total pore in depth of			症 状 Symptoms	土 質 Soil type	調査園所在地 Locality observed
	cm 10	cm 30	cm 60	cm 10	cm 30	cm 60	cm 10	cm 30	cm 60			
1	16.90	29.03	7.33	33.24	29.18	39.51	50.14	58.21	46.84	正 常	砂 壤 土	分 場
2	28.70	12.90	6.47	31.56	38.35	41.04	60.26	51.25	47.51	"	"	相 興
3	11.20	16.97	11.40	36.27	32.12	35.26	47.47	49.09	46.66	顕 著	"	"
4	22.44	29.17	40.27	27.17	19.44	6.16	49.61	48.61	46.43	正 常	埴 土	奥 野 田
5	20.07	27.60	—*	34.51	18.67	—*	54.58	46.27	—*	顕 著	"	"
6	9.87	9.03	11.64	37.84	41.17	40.05	47.71	50.20	51.69	正 常	砂 土	富 士 見
7	16.30	13.10	19.23	34.13	39.50	30.77	50.43	52.60	50.00	顕 著	"	"
8	32.04	33.50	29.60	24.36	23.71	39.60	56.40	57.21	69.20	正 常	埴 壤 土	甲 運
9	28.20	28.27	48.17	27.71	29.70	8.65	55.91	57.97	56.82	顕 著	"	"

備 考 Remarks capacity percentages * 石礫多く調査不能 Dec. 31. 1953.

た。免砒のものでは該虫の寄生は認められなかつたが、表の如く該症状を呈しているものが認められ、今回の調査の場合には、Gloire, 101~104は他の砒木よりも被害発生が多い傾向が見られる。

(IV) 土壤水分、空気孔隙量との関係

開花中の土壤水分含量は第3表の如くであり、No. 1, 2, 3, 8 の特別乾燥する園以外は正常園と大差が見られず、No. 11 園の如く非常に乾燥せる園においても該症状の発生を見ないものもあるが、一般に土壤が乾燥しているもの程該症状発生が多い傾向が見られる。

含空気孔隙量との関係は、第4表に見られる如く、同一土質においても、土質別にも含空気孔隙量と該症状発生とは明瞭な差が見られない。

(V) 土質、施肥量との関係

1953 年調査の結果、1951~53 年の3ヶ年間を通じ該症状発生園を県下42園について見ると、埴土 19, 砂土 18, 砂壤土 3, 埴壤土 2 園にして一般に埴土、砂土に多かった。

施肥量との関係を見ると第5表の如くであり、石灰を

3 カ年間非常に多用せる園(A), 加里を同様過用せる園(B), 窒素、燐酸、加里の施肥量の比が、所謂標準施肥量と大差なき園(C)とに分けられ、これを整理すると第5表如く、Caを成分にして反当22~38貫を年々施用した園が11園見られた。又硫酸加里を連年過用し、反当成分にして5.0貫~16.8貫を使用し、Nを10としたKの比率が15.6~50.8に及び平均26.7の園が13園あつた。所謂標準施肥量に近い施肥園が18園あつたが該症状が見られた。Aに属する園に10, B, Cに属する園に夫々7園の無堆肥の園が見られた。

(VI) 葉 成 分

1) 品種別硼素含量 今迄に県下デラウェア園に多くの欠乏症状の発生を見て来たが、品種により開花中如何なる程度の硼素含量を示すかを1954年に験して見た結果は、第6表の如くであり、調査品種12品種中最も多いものは、Campbell Earlyの約42ppm、最も少ないものは、Black Queenの約18ppmであつた。Delawareは約27ppmでこれら品種の略々中位に属し、甲州、甲州三尺は比較的少なかつた。

第5表 施肥量と硼素欠乏との関係（デラウェア園）1953.

Table 5. Relation between amount of fertilizer applied and boron deficiency in Delaware vineyards. 1953.

	調査 園数	N		P			K			Ca		被害程度別 園数			無堆肥 園 数
		平均	比	平均	比	比の変異	平均	比	比の変異	平均	変異	多	中	少	
A	11	6.648	10	6.094	8.9	4.0~14.9	8.336	14.7	4.5~30.3	27.590	22.560~38.000	4	3	4	10
B	14	3.910	10	4.489	11.9	5.6~17.5	9.610	26.7	15.6~50.8	20.011	9.500~28.500	11	1	2	7
C	18	7.288	10	3.253	4.7	0.6~ 8.9	5.351	8.0	0.3~15.2	12.920	5.910~19.000	5	5	8	7

備 考

Remarks. Average of 1951~53

被害程度 { 多 50~100%, 少 10% 以下
(園中) { 中 10~50%

第6表 葡萄品種別葉中硼素含量
Table 6. Boron contents in leaves of different grape varieties. 1954.

品 種 (variety)	B	品 種 (variety)	B	備 考 (Remarks)
Campbell Early	42.99	Delaware	27.53	Delamare 22園
Muscat Humburg	41.82	White Bailey	26.82	甲 州 16 "
Neo Muscat	34.41	Golden Queen	24.44	Neo Mus. 10 "
Muscat Bailey A	31.13	甲 州 三 尺	22.51	平均 dry weight base
Adirondac	28.70	甲 州	22.36	
D×K 151	28.44	Black Queen	18.91	

第7表 甲 州 の 葉 成 分
Table 7. The chemical constituents of leaves in grape vines (Kōshu variety) 1952.

症 状	葉 成 分 chemical constituents of leaves (dry weight base)						Soil pH	
Symptom	B	N	P	K	Ca	Mg	cm 0—30	cm 30—60
	ppm	%	%	%	%	%		
顯 著	3.10	1.62	1.32	0.22	2.68	0.25	4.70	4.2)
正 常	17.11	2.53	1.26	0.16	3.17	0.33	5.20	5.10

第8表 デラウェアの葉成分及び土中有効硼素含量
Table 8. The chemical constituents of leaves and available boron in vineyard soils. (Delaware variety) 1954.

園	葉 成 分 chemical constituents of leaves (dry weight base)						土中水溶性 硼素available boron in soil		soil pH		症狀	土 質	樹 齡	砧 木	
No.	B	N	P	K	Ca	Mg	cm 0~30	cm 30~60	cm 0~30	cm 30~60	Sym- ptom	Soil type	地勢	Age of trees	Rootstocks
1	ppm 5.88	% 2.24	% —	% 0.99	% 0.91	% 0.21	ppm 0.25	ppm 0.33	6.00	6.00	(die back)	壤 土	傾斜	4	自根, St. G.
2	6.08	2.41	0.23	1.44	0.83	0.24	0.16	0.11	7.44	7.04		壇 土	"	6	101—14
3	7.99	2.41	0.17	0.89	1.11	0.18	0.11	0.11	5.45	5.79		"	"	5	Gloire
4	8.03	2.43	0.17	1.03	0.81	0.29	0.31	0.26	5.62	4.88	顯	"	"	20	" , Ganzin
5	8.51	2.38	0.19	0.73	1.09	0.25	0.21	0.26	5.27	6.06		"	"	30~35	Glcire
6	8.52	2.01	0.18	1.00	1.14	0.23	0.22	0.11	5.70	6.37		"	"	26	自 根
7	8.85	2.34	0.19	0.76	1.09	0.24	0.16	0.16	4.99	6.44		"	"	4	"
8	11.21	2.69	0.18	1.11	1.43	0.21	0.17	—	5.49	5.67		壤 土	平坦	3	"
9	11.42	2.13	0.19	0.66	1.14	0.23	0.12	0.16	6.73	6.71	著	壇 土	傾斜	25	1202
10	11.56	2.37	0.18	0.88	1.41	0.26	0.17	0.17	6.75	6.75		"	"	7	自 根
11	11.94	2.19	0.19	1.05	1.06	0.24	0.26	0.16	6.41	6.23		"	"	10	"
平均	9.09	2.33	0.19	0.96	1.09	0.23	0.19	0.18	5.99	6.18					
1	16.40	2.69	0.11	1.03	1.33	0.24	0.31	0.28	6.60	6.40	正 常	壇 土	傾斜	18	不 明
2	18.81	2.20	0.20	0.97	1.31	0.26	0.27	0.26	6.57	6.92		"	"	5	T. 8 B
3	18.97	2.61	0.16	1.02	1.30	0.22	0.26	0.21	6.40	6.40		"	"	10	自 根
4	19.57	2.53	0.18	1.68	0.93	0.26	0.50	0.25	6.00	6.30		"	"	20	101—14, St. G
5	19.61	2.54	0.08	0.86	1.17	0.24	0.21	0.32	7.20	6.20		"	"	6	3309, T. 5 BB
6	19.70	2.55	0.18	0.95	1.44	0.23	0.37	0.32	6.00	6.30		"	"	20	T. 8 B
7	19.89	2.57	0.19	1.43	1.75	0.15	0.32	0.37	6.36	5.80		砂壤土	平坦	25	Gloire, 1202
8	19.95	2.42	0.18	1.05	1.60	0.21	0.27	0.22	6.15	6.49		壤 土	傾斜	5	自 根
9	22.37	2.29	0.18	1.09	1.43	0.47	0.36	0.56	6.24	6.24		砂壤土	平坦	16	101—14
10	24.06	2.11	0.16	1.01	1.20	0.15	0.45	0.24	7.05	6.89		壤 土	"	6	H. F., 3306
11	29.62	2.59	0.18	1.16	1.38	0.19	0.31	0.40	6.49	6.47		"	"	3	T. 8B, T5BB
平均	20.81	2.46	0.17	1.11	1.35	0.24	0.33	0.31	6.46	6.40					不 明 3309

2) 葉中硼素含量及び他の成分含量 1952年7月上旬甲州につき、甲州三尺に出現せる第2図Aと全く同じ症状葉を分析した結果は第7表の如くであつた。葉中成分中特に差が顯著に認められるものはBであつて該症状の顯著なものは約3 ppm に対し、正常なものは約17 ppm で、約1/6位の少い含量であり、硼素が欠乏している。

デラウェアに対して 1954年7月下旬に第2図A及び第4図Bなどと全く同様症状の葉を分析した結果は第8表の如くであつた。症状顯著なものの硼素含量は、最低約5 ppm、最高11 ppm で、平均約9 ppm であるのに対し正常なものは夫々16—29 ppm、平均20 ppm であり、明らかに差が見られた。

第9表 デラウェアの葉中硼素の時期的変化
Table 9. Seasonal changes of boron content
in leaves of Delaware grape 1954.

園 No.	優 良 園 Normal vineyards			不 良 園 Abnormal vineyards		
	開花前 before bloom- ming	開花中 in bloom- ming	開花後 after bloom- ming	開花前 before blooming	開花中 in bloom- ming	開花後 after bloom- ming
1	32.15	36.58	22.22	14.57	24.16	16.26
2	35.21	27.95	14.19	14.25	17.53	17.89
3	21.77	38.97	19.04	26.42	17.97	20.12
4	20.56	17.63	—	5.54	29.82	14.84
5	41.02	28.99	23.59	14.12	14.77	—
6	48.01	47.76	36.81	17.03	14.59	13.81
7	36.93	31.43	23.73	25.53	28.36	14.25
8	20.62	13.97	14.99	18.18	28.44	24.06
9	20.27	23.26	—	22.78	27.97	8.87
10	21.22	25.15	—	17.13	29.99	14.38
11	31.74	25.46	14.29	平均 17.56	23.36	16.05
12	30.71	13.93	13.73	欠 乏 園 Deficient vineyards		
13	20.06	25.98	23.70			
14	21.79	24.14	25.44			
15	31.77	14.55	26.18	17.03	14.59	13.81
16	25.27	43.45	27.39	11.48	17.50	11.66
17	39.47	28.95	37.34	20.24	18.02	11.63
18	38.23	20.28	29.67	平均 16.25	16.70	12.37
19	39.96	40.74	20.61			
20	42.04	26.33	20.47			
21	45.30	19.11	14.27			
22	42.08	30.96	39.94			
平均	32.10	27.53	23.56			

Remarks : dry weight base (ppm)

Ca, K, N はデラウェアの症状顕著なものにおいて含量低い傾向を示し、特に Ca は差が見られた。甲州においては分析点数各1点であるのでその傾向は判然と言えないが、N, Ca, Mg が症状顕著なものに低かつた。

3) 葉中硼素の時期的変化：1954年に県下デラウェア園中35園及び甲州園中27園の開花期を中心とした時期的変化を見ると、第9, 10表の如くであり、その平均は両品種共に一般に開花前>開花中>開花後の順に次第に葉中硼素含量が低下している。各時期共優良園>不良園>欠乏園の差をもつて低下している。デラウェア不良園の開花中は却つて高くなっている。デラウェアの開花中の葉中硼素含量が開花前よりも高くなっているものは優良園22園中8園、不良園10園中7園、欠乏園3園中1園がかかる傾向を示していた。甲州では優良園16園、不良園10園中夫々各1園が同様の傾向を示し、デラウェアは甲州に比して開花中の硼素含量高いものが多い

第10表 甲州の葉中硼素の時期的変化
Table 10. Seasonal changes of boron content
in leaves of Kōshu grape 1954.

園 No.	優 良 園 Normal vineyards			不 良 園 Abnormal vineyards		
	開花前 before bloom- ming	開花中 in bloom- ming	開花後 after bloom- med	開花前 before blooming	開花中 in bloom- ming	開花後 after bloom- med
1	30.42	21.47	16.69	30.85	19.13	17.80
2	27.89	19.70	—	22.31	18.09	14.92
3	25.21	21.44	—	18.54	14.02	13.18
4	31.33	31.33	10.71	21.29	18.44	18.29
5	24.95	20.44	14.58	19.10	21.98	15.74
6	33.03	29.54	18.58	21.86	17.02	17.42
7	19.58	19.44	16.48	24.50	17.18	13.93
8	23.25	18.84	17.60	25.23	18.26	13.44
9	25.43	21.53	18.07	19.24	18.54	17.41
10	21.51	18.93	13.43	30.94	16.45	32.64
11	24.81	32.86	21.31	平均 23.39	17.92	16.48
12	26.45	18.43	18.33	欠 乏 園 Deficiency vine yards		
13	36.23	24.81	23.11			
14	22.21	18.45	17.29	20.15	17.92	8.65
15	22.79	16.87	14.16			
16	29.05	23.66	16.25			
平均	26.51	22.36	16.70			

Remarks : dry weight base (ppm)

い傾向が見られる。

4) 葉齢別葉中硼素含量：1954年における分場試験園場内にあるデラウェア、甲州の成木につき、新梢の各節上の葉中硼素含量を見ると第7図の如くであり、デラウェアでは基部より4, 5節目及び7, 8節目の着房上の葉及び甲州の基部より4, 5節目の着房上の葉は共に一般にその平均値より低くなっている。即ちデラウェアでは約23~24 ppm, 甲州で約18~24 ppmであつた。

デラウェアでは先端若葉に低く、甲州では逆に高くなっている傾向が見られた。

(VII) 土中水溶性硼素含量

第8表に見られる如く、葉中の硼素含量が低いものは土壌中には一般に硼素含量少く、平均して0.18~0.19 ppmで、正常なもの約1/2で明かに低い含量を示した。然し乍ら各深さ共欠乏園中、正常園とその含量において大差がないものが2園ばかり見られる。正常園の平均は0.31~0.33 ppmであるが、1~2園その含量少く0.21~0.26 ppmにして、欠乏園中の多いものと殆ど同程度のものが見られた。

(VIII) 土壌pHとの関係

1951年調査の結果は第1表に示されており、これによ

第7図 葡萄デラウェア・甲州の葉齢別硼素含量 (1954)
Fig. 7 Distribution of boron in the leaves of different growth stages on the shoot of Kōshu (upper) and Delaware (lower) variety.

ると甲州三尺においては、症状顕著なものは4.8~5.1、正常なものは5.1~5.2であり前者は少々酸性の傾向が見られる。然し乍らデラウェアでは、症状顕著なものは4.8~5.7、正常又は非常に軽微なものは4.1~5.3にして三尺の場合と反対に症状顕著なものは少々pHが高い結果であつた。甲州においても同様の結果であつた。1954年の調査では、症状顕著な園の平均は5.99~6.18、正常園は6.40~6.46であり、何れも7以上の園が1~2見られた。これらのpH高い園を除いては一般に症状顕著な園は酸性に傾いているように見られる。開花中の症状発生直後の土壌pHは次表の如くであり、一般に症状顕著な園ではpH高い傾向が見られる。

1954

園 No.	欠 乏 園 Deficient vineyards		正 常 園 Normal vineyards	
	0~30 cm	30~60 cm	0~30 cm	30~60 cm
1	6.35	6.03	5.29	5.99
2	5.99	5.28	5.81	5.13

IV. 考 察

硼素欠乏の症状について

葡萄の硼素欠乏の症状については、SCOTT氏²²⁾により報じられている如く、葉縁、葉脈間にchlorosisを生じ、著しい場合には葉縁に葉焼けを生ずる。又葉の表面粗雑となり、葉脈間に隆起する部分を生じ、又下方に向いcuppingする。本試験においても全く同様の症状を甲州三尺、甲州、デラウェア、ネオマスカットなどに認めており、chlorosisの菌分離培養の結果全然病原菌が認められない事実からも明かに生理的なものである事が

言える。即ち硼素欠乏によるものと指摘された通り、本症状の徴候からも古くから本県に存在した所謂エビ症なるものは、硼素欠乏に基因するものである事が考えられる。更に筆者らはデラウェアにおいて新梢がdie backする事実を観察している。又 MAIER¹¹⁾、DAVIDSON⁶⁾、EATON⁶⁾、MAC MURTREY¹³⁾、MILLER¹⁴⁾、STILES²⁴⁾、WALLACE²⁵⁾、WILHELM²⁶⁾氏などにより、葡萄硼素欠乏の症状について述べられておりPEROLD¹⁷⁾氏によると果(花)房が次の如き異状を呈すと述べている。即

ち小花便と雌蕊は開花後落下し、或は又無核小粒で熟期が早くなる2型がある。前者は我国での所謂花振いに相当しcoulureと称し、後者は山梨県で言われて来た所謂エビ症に相当しmillerandageと称されている。本試験調査における結果は、上記両者が併行しているものが見られ、甲州三尺では主として前者に、デラウェア、甲州などでは主として後者に属する傾向が強いものと見られる。該症状の顕著な場合には全然結果せずに果房は落下する。葉に該症状出現しないで果房が上記症状を呈する場合があり、かかるものは硼素欠乏によるかどうかは疑問であり、目下追求中である。根は自根の場合にphylloxeraの寄生が見られ、これが為該症状を呈するものと考えられる。然しphylloxeraの寄生を見ない免砒においても該症状が見られた。樹勢衰弱樹の多くのものは白紋羽病菌の寄生が見られ、かかるものも該症状を呈していた。ROHDE²⁰⁾氏は十字科植物のKohlrabiにつき、その根に根瘤病菌が寄生すると硼素欠乏と全く同様の症状を呈することを報じており、葡萄の場合においてもphylloxeraや紋羽病菌の根への寄生により該症状を呈する事が認められ、かくの如く根の吸収機能に支障を来すと硼素の如き微量要素の欠乏を生ずる事が考えられる。従つて一樹中においても枝により、一園中においても樹により局部的に発生する事実は、地上部に関係している根に支障があるからである。又phylloxeraの寄生程度多い樹、園該症状顕著である事も上記の如く考えられる。然し乍ら免砒においても該症状の発生する事は、他の土壌の理化学的性質が関係するものと考えられる。

硼素欠乏と砒木との関係

本調査の範囲内では、県内に比較的多い Gloire, 101—14などに該症状が多く見られた。砧木の種類別硼素吸収度に差があるようにも考えられ、今後に残された問題である。調査点数の少ない本試験の場合は、むしろ施肥、土壌管理などによる影響が大であらうと考える。

土壌水分、含空気孔隙量と硼素欠乏との関係

過去において開花前の雨量が少く、開花期に土壌が非常に乾燥する年には、該症状の発生が多い傾向が見られたので、開花中の土壌水分を測定して見ると、非常に水分少ない園が見られた。然し乍ら相当程度に水分少ない園でも該症状発生を見ないものもあるので、土壌の乾燥のみが関係するとは考えられない。COLLINGS²¹⁾、SCOTT^{21,22)}氏らも葡萄の硼素欠乏は乾燥期に発生する事を認めているが、乾燥する事が根の吸収機能に支障を与える誘因として考えられる。含空気孔隙量の多少は他の化学的性質と相俟つて根の伸長、吸収機能などに影響がある事が知られているが、本調査の範囲内では、明瞭な差が見られなかった。むしろ土中の化学的性質に関係があるものと考えられる。

葡萄の品種別硼素含量の差

SCOTT²¹⁾氏は葡萄の硼素欠乏に対して品種により、その感受性に差があり、Hartford, Delawareなどは非常に著しく該症状が発生するのを認め、Herbert, Concord Niagaraなどは中程度に、Portland, Baileyなどはまれに見られる程度なる事を報じており、WILHELM²³⁾氏も同様に品種により差が認められる事を述べている。山梨県においても特に Delaware に多く、且その症状顕著なものが見られた。甲州においても見られた。品種別に同一土壌に植付けられたものについて見ると、本試験の範囲内では甲州、甲州三尺は比較的小さいものに属するものと考えられ、Delaware は相当程度含有されるものである事が判明した。

葡萄の硼素欠乏と葉中硼素含量との関係

前記硼素欠乏の症状と思われるものについて葉分析を行つて見ると、甲州では正常なものの約 1/6 で非常に低い含量を示し、甲州三尺では正常なものの 20.20 ppm に対し、症状顕著なものは 11.89 ppm で約 1/2、デラウェアは同様に約 1/2 で低い結果を示していた。即ち前記症状を呈しているものに葉中の硼素含量が低く、正常なものに高い結果を示した。SCOTT²¹⁾氏はデラウェアの欠乏せるものは然らざるものの約 1/4 の含量であり、品種によつては同様に約 1/2～1/3 の含量を示して、硼素含量少ないものは欠乏症状を呈している事を認め、COLWELL, BAKER 両氏²⁴⁾は Alfalfa の分析の結果、硼素を多く含むものは硼素欠乏症状を呈していなかつた事を報じて

いる。又筆者ら^{25,26)}の行つた試験及び本試験の結果からも前記症状は硼素欠乏なる事が判明した。しかして葉中Bの欠乏限界は7月下旬において、11～12 ppm にあるものと思われる。

葡萄の葉齢別硼素含量

SCOTT 氏²¹⁾の分析によると、古葉より若葉に多い傾向が8月上旬の Extra の葉において見られ、6月中旬における Carman の葉においては、cluster 附近の葉よりも先端の葉に多くの硼素が含まれ、cluster より基部の葉においては、cluster 附近のものよりも多い傾向が見られる。本試験においては、甲州では略々同様の傾向が見られたが、デラウェアでは、かの如き傾向は見られず却つて先端部に向う程減少する傾向が開花約20日後において見られた。両品種共に果房着生上の葉は一般に硼素含量が低かつた。甲州三尺について開花前、葉と花房とについて硼素含量を調査した結果は次表の如くであり、甲州三尺開花前、葉、花房B含量 正常なもの、症状顕著なもの共に花房上の葉よりも、花房に多くの硼素が見られることから、上記両品種の果房上の葉が他の葉よりも一般に硼素含量少い事は、開花授精、結実に当り葉中の硼素が cluster に移行するのであろう事が推察される。

症 状	1953.	
	葉	花 房
正 常	20.20 ppm	28.53 ppm
欠 乏	11.89	14.00

葉中硼素の時期的変化

花（果）房上の葉の開花期を中心とした、その前後における葉中硼素の変化は甲州、デラウェアについて見ると、一般に次第に低くなつていく傾向が見られる。デラウェアにおいては、かなりの園が開花前よりも開花中に硼素が葉中に多くなる事が見られる。この原因は不明であるが、おそらく開花 30～50% の時に sampling したのであるから、sampling の時期が他に比して稍々早目に行われた為の結果であらうと想像される。或は土壌、施肥の種類などにより差が生ずるのではなからうかと推察される。

施肥量と硼素欠乏との関係

県下 43 園のデラウェア園の硼素欠乏症状発生の状況と施肥量との関係を見ると、特に石灰を連年過用せるもの、加里を同様に過用せるもの、石灰、加里共に過用せるものなどに該症状発生多く、無堆肥のものが43園中24園見られた。平井氏²⁷⁾は堆肥中の硼素含量につき調査しその平均含量 4.75 ppm なる事を驗しており、無堆肥園は年々かなりの量の硼素が堆肥施用園よりその補給少く化学肥料にのみ依存する施肥法は、土中に硼素欠乏の結果を招来する事になるものと考えられ、又石灰、加里の

適用は、土中硼素が葡萄樹体に充分吸収利用される事を妨げる結果を来すものと考えられる。各種堆肥原料及び製法による堆肥中の硼素含量については目下追試中である。

葉中硼素と他の成分との関係

葉中に硼素欠乏を来しているものは、一般に Ca, K, N はその含量少く、P, Mg は大差が見られなかつた。第 7, 8 表より Ca/B, K/B を算出して見ると次表の如くであり、硼素欠乏を示しているものは甲州で Ca/B が 5226, K/B が 4258 であつて、正常なもの約 3 倍の値を示しており、デラウェアでは同様に 1231, 1142 にして正常なもの約 2 倍を示している。

葡萄硼素欠乏の B と Ca, K との関係

Variety		Ratio Symptom	Ca/B		K/B	
			平均 Aver	変異 Variation	平均 Aver	変異 Variation
Delaware		欠乏 Defic.	1231	888~1548	1142	578~2368
		正常 Normal	662	466~880	546	392~858
甲州		欠乏 Defic.	5226	—	4258	—
		正常 Normal	1479	—	1076	—

葉中硼素含量と Ca のそれとの相関関係は、硼素欠乏園において見られ $r=+0.727$ であり $y=0.478+0.0676x$ なる式が認められる。正常園においては $r=+0.027$ にして相関関係は認められない。同様に B と K との相関関係を見ると明かな相関は見られなかつた。即ち葉中 B 含量多いもの程 Ca 含量が多い傾向を示した。又 B と Ca/B との関係を見ると欠乏園、正常園共に相関関係が認められ夫々 $r=+0.688$, -0.633 を示した。即ち葉中 B 含量多いもの程 Ca/B の値が低くなる傾向が認められた。

JONES 氏¹⁰⁾ らによれば、植物は Ca, B の吸収比が或る balance を有する時にのみ正常な生育をし、Ca-B の ideal balance はタバコで 1200:1、大豆で約 500:1、テンサイで約 100:1 であるとし、何れも B 欠の状態になるに従つて Ca-B ratio は高くなると述べている。Reeve 氏¹⁹⁾ らはトマトを使用し、砂耕により Ca-B, K-B の関係を見ており、Ca-B ratio は培養液中の K の濃度の増加に伴い著しく減少する。同様に Ca の濃度の増加に伴い K-B ratio は殆ど変化なく、Ca は K-B ratio に有意な差が見られないと報じている。本試験の結果においても JONES 氏らの述べている傾向が明かに見られた。REEVE 氏らは培養液中の Ca 濃度増加に伴い、植物体中の水溶性 B と Total B は著しく減少する事を認めており、本調査においても石灰を連年過用した園に

欠乏症多く且その程度も甚しいものが見られた事と同氏らの述べている事とは関連があるものと考えられる。又加里を連年過用した園は石灰の過用などと相俟つて欠乏症を多発せしめたものと考えられる。

硼素欠乏と土中の水溶性硼素含量との関係

土壌中の水溶性硼素は一般に欠乏症を呈している園にその含量低い傾向が見られるが、正常なものには高い傾向が見られる。然し乍ら 0.2~0.3 ppm の範囲内に両者の園が見られるものがあり、この範囲内において欠乏症を呈するものは土中の pH、乾燥などとの関係により欠乏症を発生するものと考えられる。土中 B と葉中 B との関係は、明かな傾向が正常園、欠乏園中において見られなかつた。然し乍ら両者の平均については、欠乏園の土中 B 含量 0.18~0.19 ppm に対し葉中 B 含量は 9.09 ppm であり、正常園は同様に 0.31~0.33 ppm に対し 20.81 ppm にして土中 B 含量多いものには欠乏症を呈していなかつた。

土中 B は土質によりその含量に差があり、又施肥の種類、量などによつても異なるものと思われる。COLLINGS 氏³⁾ は各種の土壌について B 含量を測定し、土質により差のある事を報じており、平井氏⁵⁾ はリンゴの縮果病の発生園、未発生園の土中 B の調査の結果、前者は後者よりも約 1/5 程少い事を認めている。従つて一般に土中 B が少い場合は欠乏症を呈し、たとえ相当程度含有されていても有効態 B が少い場合は同様に欠乏症を呈するものと考えられる。しかし土中 B の欠乏限界は 0.2~0.3 ppm にあるものと思われる。

硼素欠乏と土壌 pH との関係

欠乏症状発生後の 7~8 月における調査では既に述べたように、一般に酸性に傾いている園と、アルカリ性に傾いている園とが見られ、正常園との明かな差が見られない。然し乍ら症状発生後の 6 月初旬の調査では、一般に欠乏園は正常園よりも pH が高い傾向を示しており表土において 5.99~6.35 に対し正常園は 5.25~5.81、底土において同様に夫々 5.28~6.03 に対し 5.13~5.99 であつた。多くの研究者^{3,14)} などによると一般に土中 pH が高くなるに従い植物体が B 欠を示す傾向が見られる。従つて硼素欠乏は、本試験の結果などから土壌 pH が極度に低い場合と高い場合に発生し易い事が考えられる。

V. 摘 要

山梨県において古くから発生している葡萄の所謂エビ症につき、硼素欠乏なる事を明かにし、且その実態を追求して根本的防除策の資料を得る為に 1951~54 年に互り、当分場及び県下甲州、デラウェア園を使用し試験を

行つた。その結果を要約すると次の如くである。

1. 硼素欠乏の症状は、開花時に Cap が離脱しないか、又は離脱しても所謂花振いを生じ、果房は無核小粒果を着生し商品的価値のないものとなり、顕著な場合は脱落し結実しない。葉は品種により症状及び発生時期に大差はなく、早いものは5月上、中旬より淡黄色の斑点を不規則に生じ、収穫後迄存在する。症状顕著なものは奇形となり、又は葉縁に葉焼けを生じ、7月上、中旬に落葉し、新梢先端は枯込みを生ず。新梢は、その症状の軽微なものは正常のものと大差がないが、顕著なものは節間が短く、細くなる。自根のものでフィロキセラの寄生を見るものは該症状を呈し、白紋羽病菌の寄生を見るものも同様であつた。然し乍ら免砒のものでも該症状の発生を見た。

2. 該症状は砒木によりその発生に差があるものの如く、特に Gloire などに多い傾向を示した。

3. 開花期間中土壤の乾燥する所及び場合には該症状の発生が比較的多く見られるが、必ずしも乾燥との関係が見られない場合がある。一般に砂土、埴土の乾燥地に多く発生した。空気孔隙量との関係は明かでない。

4. 施肥量との関係は、石灰を数年間過用せる園、加里を同様に過用せる園、両者を過用せる園、無堆肥の園に症状顕著なものが多く見られた。

5. 葡萄の葉中硼素含量は品種により差が見られた。甲州、甲州三尺、デラウェアの順にその含量が多かつた。

6. 葉中硼素含量の時期的変化は、優良園、不良園、欠乏園共に一般に開花前、開花中、開花後の順に次第にその含量低下し、欠乏園のそれは、当初より低く、開花後正常園に比し約 $1/2$ を示した。7月下旬の葉中硼素含量は、欠乏症を呈せるものは、正常なものの約 $1/2$ にして、欠乏限界は $12\sim 13$ ppm であつた。

7. 開花後の葉令別硼素含量は、デラウェア、甲州共に一般に果房上の葉中硼素が低く、後者は特に先端若葉に高い傾向を示した。

8. 欠乏症状を呈したものは、一般に葉中 Ca, K, N が低く、P, Mg は差が見られなかつた。又 Ca-B, K-B の比率は、デラウェアの欠乏せるものは夫々 $1231:1$, $1142:1$ 、甲州のそれは、 $5226:1$, $4258:1$ にして正常なものの $2\sim 3$ 倍を示した。Ca と B とは正の相関関係が見られ、B と Ca/B との間に負の相関関係が見られ、葉中 B 含量多いもの程 Ca 多く且 Ca-B の比率が低くなる傾向が見られた。

9. 土中の水溶性硼素は、一般に欠乏園に低く、正常園の約 $1/2$ で、土中硼素の欠乏限界は $0.2\sim 0.3$ ppm にあるものと思われる。

10. 欠乏症状発生後の土壌 pH は、明かな差が見られなく、該症状発生直後のそれは一般に高い傾向を示していた。

参 考 文 献

- (1) BATJER, L.P. and B.L. ROGERS: "Blossom Blast" of pears: An incipient boron deficiency. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 119~122, 1953.
- (2) 千野・大野・鈴木・杉村 葡萄エビ症樹に対する硼素の効果(第1報), 園芸学会誌 21 (2): 87~92, 1952.
- (3) COLLINGS, G. H.: Commercial Fertilizers. 308~319, 1949.
- (4) COLWELL, W.E. and G.O. BAKER Studies of boron deficiency in Idaho soils. Jour. Amer. Soc. Agron. 31 (9) 503~12, 1939.
- (5) DAVIDSON, O. W. and W. P. JUDKINS: Nutrient-deficiency symptoms in deciduous fruits. Hunger signs in Crops.: 215~297, 1950.
- (6) EATON, F. M. Deficiency, toxicity, and accumulation of boron in plants. Jour. Agr. Res. 99 (9): 237~277, 1944.
- (7) HAGLER, T. B.: Nutrient-element deficiency symptoms of muscadine grapes in sand culture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53: 247~252, 1949.
- (8) 平井敬蔵 硼素の土壤肥料学的新考察, 九大農学部肥料学教室報告, 1950.
- (9) JOHNSON, J. C. and W. A. DELONG Boron content of apple at different stages of development. Plant Physiol. 12 (2): 219~220, 1937.
- (10) JONES, H. E. and G. D. SCARSETH. The calcium-boron balance in plant as related to boron needs. Soil Sci. 57 (1): 15~24, 1944.
- (11) MAIER, W. Bormangelerscheinungen an Rebsämlingen in Wasserkulturversuchen. Gartenbau. 11: 1~19, 1936.
- (12) MCHARGUE, J.S., W.S. HODGKISS, and E.B. OFFUTT: The boron content of some important forage crops, vegetables, fruits, and nuts. Jour. Amer. Soc. Agron. 32 (8): 622~26, 1940.
- (13) MCMURTREY, J. E.: Visual symptoms of malnutrition in plants. Diagnostic Techniques for soils and crops. 340~349, 1938.
- (14) MILLER, E. C.: Plant Physiol. 340~349, 1938.
- (15) 森田修二: 土壤学汎論 151~55, 1951.
- (16) 大野・大村・吉田・小柳津: 葡萄エビ症樹に対する硼素の効果(第2報) 園芸学会誌. 24 (4): 227~232, 1956.
- (17) PEROLD, A.I.: A treatise on viticulture. 43

- 8~43, 1927.
- (18) REED, H. S. A physiological study of boron deficiency in plants. *Hilgardia* 17(11) : 37~411, 1947.
- (19) REEVE, E. and J. W. SHIVE Potassium-boron and calcium-boron relationships in plant nutrition. *Soil Sci.* 57(1) : 1~14, 1944.
- (20) ROHDE, G. : Kohlhermie und Bor. *Dtsch. Landw.*, 3 : 642~649, 1952. (*Hort. Abstr.* 23 (4) : 918~9, 1953).
- (21) SCOTT, L. E. : An instance of boron deficiency in the grape under field conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38 : 375~79, 1941.
- (22) — : Boron nutrition of the grape. *Soil Sci.*, 57 (1) : 55~95, 1944.
- (23) SCRIPTURE, P. N. and J. S. MCHARGUE : Effect of boron deficiency on the soluble nitrogen and carbohydrate content of alfalfa. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 35 (11) 988~992, 1943.
- (24) STILES, W. *Trace Elements in Plants and Animals*, 1948.
- (25) WALLACE, T. *The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants*. 1953.
- (26) WILHELM, A. F. : Bormangel bei der Weinrebe *Vitis vinifera* L. Krankheitsbild, Verbreitung und Versuche zur Behebung von Bormangel in Weinbergen. *Phytopath. Z.* 19 : 129~159. 1952. (in *Review Appl. Mycol.* 32 (7) : 363, 1953, *Hort. Abst.* 23 (1) : 61, 1953.)

Summary

1) Boron deficiency of grapevine (so called "Ebi" disease in Yamanashi Prefecture) has become epidemic recently in Yamanashi Prefecture. Many instances of the disease varying markedly in symptoms and severity were found in 1951. Then, details of symptoms, vine and edaphic conditions in relation to the occurrence of the disease and controlling measures, were studied in the Horticultural Branch, Yamanashi Agricultural Experiment Station and on commercial vineyards from 1951 to 1954.

2) Typical symptoms of the disease were : (1) cap of resish brown color remaining on calyx at anthesis, (2) poor germinative power of pollens, (3) slight- or non-setting of berries, (4) setting of small seedless berries, (5) leaf mottling, and in severe case, leaf burn, short internodes, and die-back of canes.

Infestation of phylloxera and *Rosellinia necatrix* were frequently found on the roots of abnormal vines.

3) Results of the survey on the relation of soil moisture to the disease were not conclusive in

this study, but it was generally observed that the drought at the blooming period accelerated the incidence of the disease.

4) Large number of severely affected vineyards had been supplied with excess of lime or potassium or both without manure for several years.

5) Boron contents in the leaves decreased gradually from preblossoming to post blossoming time. In the deficient vines, it was low and a half as much as in the normal ones. It seemed that the critical level was 12~13 ppm on dry weight base in late July.

6) Calcium, potassium, and nitrogen contents in the abnormal leaves were generally lower than those in the normal ones. Ca : B ratio and K : B ratio in the abnormal leaves were two to three times as high as those in the normal ones.

7) Available boron content in the soils of deficient vineyards was about a half as low as that in the normal ones, and the critical level seemed to be 0.2~0.3 ppm.

8) There found no difference in pH value between the deficient and the normal vineyards.