

苹果縮果病に対する土壤学的考察

故 須 佐 寅 三 郎* ・ 宍 戸 英 雄**

The Late Torasaburo SUSA & Hideo SHISHIDO : Soil scientific
Studies on the Internal Cork and Drought Spot of Apple. ***

(1) は じ め に

1951年山形縣下の苹果園に縮果病が発生し、主要産地北村山郡(神町附近)はもとより東村山郡及び庄内地方砂丘地までもその被害を受けた。

著者の1人農学部園芸学研究室故須佐は、いち早くその研究に着手しその対策を講ずると共に、更に縮果病の原因を追究するために植物学研究室後藤氏は病理方面を、宍戸は土壤方面を相当した。

著者等は同年7月12日に北村山郡神町方面を、7月13日には東村山郡豊田村の現地調査を行い、試料を採集した。今回土壤方面の研究は一応完了し、又昨年縮果病対策を実施した果樹園の本年度に於ける罹病は極く少数であつたので、此所にその結果を報告する。

本研究をなすに当り、種々文献を賜つた九大平井教授に深甚な謝意を表す。又現地調査の際は山形縣果樹研究会の方々、特に案内の労を取られた斎藤氏、試料採取に援助された助手本間廉造氏、実験に際し助力された渡辺・中村・大矢木の学生諸君に併せて謝意を表す。

(2) 実 験 材 料

供試土壤は北村山郡神町地方2点、東村山郡豊田村9点及び山寺村1点の苹果園の縮果病発生園土並に未発生園土を使用した。

(3) 試 験 の 方 法

1) 供試土壤は苹果園の状況に応じて所定の方法に従つて深さ45~60 cm までを採集した。

2) 供試土壤に就て、器械的組成、pH (H₂O), pH (KCl), 置換酸度、加水酸度、腐植質、全窒素、置換性石灰及び苦土、全硼素並に水溶性硼素を測定した。器械的組成は農学会法、pH 値は細土1に対し水及び規定塩化加里液2.5の割に加えた濾液に就き比色法、置換酸度は大工原法、加水酸度は規定醋酸石灰により測定した。又腐植質は簡易滴定法、全窒素は常法、置換性石灰及び苦土は置換性塩基定量法、硼素はBerger・Truog法により測定した。

3) 縮果病の発生した苹果園に対する対策としては次の方法をとつた。即ち土壤水分の維持に努めるため礫の除去と樹冠外辺に放射状に幅2尺、深さ2尺位の溝を掘り堆肥を施し更に石灰を撒布し土壤とよく混合する法と、又硼砂を7~8年生位なら15匁位、15年生位ならば30匁位、20年生以上ならば50匁位を樹冠の周辺に撒布して、浅く中耕する法とを講じた。

* 農学部園芸学研究室, ** 農学部土壤肥科学研究室

*** Contribution from the Laboratory of the Science of Soil and Manure, Faculty of Agriculture, Yamagata University.

(4) 調査並に試験結果

1) 供試土壌並に苹果園の状況

第1表

地質系統	採集個所	土壌番号	土 層	縮果病発生状況		
洪積	東村山郡 豊田村金沢	No. 1	A 0-30cm 暗褐色で透水性及び通根性不良	12年生紅玉60本中55本罹病, 同園中倭錦少々発病, 国光は発病していない		
		No. 2	B 30-41cm 灰褐色で礫を含まない, 透水性及び通根性不良			
洪積	同 上	No. 3	A 0-15cm 褐色で円礫を含む B 15-42cm 褐色で1cm以下の円礫を含む, 白灰色の斑点あり	8年生紅玉罹病している		
沖積	東村山郡 豊田村	No. 4	A 0-44cm 黒褐色深さを増すに従い淡色となる. 下部に灰褐色の斑点あり B 44-60cm 褐色1cm以下の円礫を含み石英の小片が多い	14年生紅玉どれも罹病していない		
		同 上	No. 5	現地調査していない	罹病している	
	同 上	No. 6	同 上	同 上		
	同 上	No. 7	同 上	同 上		
	同 上	No. 8	同 上	同 上		
	同 上	No. 9	同 上	同 上		
	沖積	北村山郡 神山町	No. 10	同 上	同 上	
			東村山郡 山寺村	No. 11	同 上	同 上
			東村山郡 成生村	No. 12	同 上	同 上
沖積	北村山郡 神山町	No.*13	A 0-12cm 黒褐色の壤土 B 12-40cm 暗褐色で礫を含む壤土 C 40- 黒褐色の壤土	43年生紅玉全然罹病していない		
沖積	同 上	No.*14	A 0-28cm 暗褐色の壤土 B 28-65cm 暗褐色の砂壤土2-3cmの円礫を極く少量含む	12年生紅玉4本罹病している		
沖積	同 上	No.*15	A 0-24cm 暗褐色で2-4cmの円礫及び 稜角磨滅した7-10cmの角礫に富む壤土 B 24-60cm 暗黄褐色で2-4cmの円礫及び 稜角磨滅した7-10cmの角礫に頗る富む	10年生紅玉13本, 旭1本罹病している		

但しNo.2はNo.1の底土, * は採集土壌不着のため理化学的調査は出来なかつた

現地調査した苹果園の土壌採集の記載と縮果病発生の状況は第1表の通りである。

2) 供試土壌の器械的組成

第2表に示す通り発生地土壌(第1表に示す如く現地調査だけで器械的分析をしないものも含む)を土性別から見ると砂質壤土4例, 壤土5例, 埴質壤土4例, 埴土1例である。通常硼素のような微量元素の缺乏は砂土や砂質壤土に起り易いものとされているが, 今回私共の調査した土壌では砂質壤土は勿論, 壤土, 埴質壤土並に埴土にまで発生している。未発生地はどれも壤土及び埴壤土である。

第2表

供試土壤	項目	風 乾 細 土				粘土分 (%)	土 性 名
		粗砂 (%)	細砂 (%)	微砂 (%)	砂分合計 (%)		
No. 1 (豊田)		2.70	33.66	13.27	49.63	50.37	埴 土
No. 2 "		3.01	25.98	9.91	38.90	61.10	" "
No. 3 "		44.02	11.51	8.94	64.57	35.43	壤 土
No. 4 "		46.01	6.58	7.61	60.20	39.80	埴壤土
No. 5 "		22.15	27.91	7.50	57.56	42.44	" "
No. 6 "		56.93	9.52	14.49	80.94	19.06	砂壤土
No. 7 "		53.57	23.71	8.25	85.53	14.42	" "
No. 8 "		54.17	13.42	10.63	78.22	21.78	" "
No. 9 "		59.75	12.76	9.22	81.73	18.27	" "
No. 10 (東根)		34.94	10.04	23.10	67.98	32.02	壤 土
No. 11 (山寺)		14.53	28.52	17.52	60.57	39.43	埴壤土
No. 12 (成生)		18.71	14.41	18.21	51.33	48.67	" "

3) 供試土壤の pH 及び酸度

第3表に示す通り、発生地土壤の pH は、水の場合 No.12 の 6.4 が最高で、最低は No.9 の 4.8 であり、概して pH 6.0 前後のものが多数を占めている。1 規定塩化加里液の場合、No.12 及び No.6 が最高でどれも 6.0, No.1, No.3 及び No.9 はどれも 3.9 で最低である。未発地土壤 No.4 は、水の場合 6.0, 1 規定塩化加里液の場合 5.2 を示している。置換酸度は

No.3 及び No.9 は可なり大で、夫々 36.79, 34.66 を示しており、最も小さいものは、No.6 の 0.4 である。その他は 5 以下のものが多い。加水酸度も No.3 及び No.9 が例外に大きく夫々 35.76, 43.11 で最小は No.5 の 3.72 であり大多数は 16 以下である。

4) 供試土壤の窒素、腐植等

第4表に示す通り、窒素は一般に少なく、最も多い No.12 でも約 0.2% に過ぎない。腐植質は No.12 の 8.609% は概して多量であるが、他のものは少なく 1% 以下のものが多数である。炭素率は一般に高く 20% を超えるものは 4 例もあり、最も低い No.9 でも 13.61% を示している。

5) 供試土壤の置換性石灰及び苦土

第5表の如く石灰飽和度は No.12 が最も高く 63.02%, 最も低いものは No.3 の 16.46

第3表

供試土壤	項目	pH		置換酸度 y ₁	加水酸度 y ₂
		H ₂ O	N-KCl		
No. 1(豊田)		5.5	3.9	11.76	17.71
No. 2 "		5.9	4.2	9.74	12.26
No. 3 "		5.4	3.9	36.79	35.76
No. 4 "		6.0	5.2	0.52	15.73
No. 5 "		6.0	5.0	0.55	3.72
No. 6 "		6.2	6.0	0.40	8.88
No. 7 "		5.6	4.5	3.11	19.29
No. 8 "		5.8	4.5	4.63	14.45
No. 9 "		4.8	3.9	34.65	43.11
No.10(東根)		5.3	4.4	5.00	15.08
No.11(山寺)		5.8	5.3	1.25	11.76
No.12(成生)		6.4	6.0	0.57	8.59

第4表

供試土壤	項目	風 乾 細 土			
		窒素 (%)	炭素 (%)	腐植質 (%)	炭素率
No. 1(豊田)		0.058	1.078	1.857	18.55
No. 2 "		0.013	0.241	0.415	18.95
No. 3 "		0.021	0.334	0.575	16.19
No. 4 "		0.070	1.528	2.633	21.76
No. 5 "		0.025	0.388	0.669	15.84
No. 6 "		0.035	0.602	1.037	17.13
No. 7 "		0.038	0.709	1.221	18.49
No. 8 "		0.019	0.269	0.463	14.15
No. 9 "		0.023	0.313	0.531	13.61
No.10(東根)		0.070	1.920	3.309	27.51
No.11(山寺)		0.068	1.546	2.664	22.83
No.12(成生)		0.193	4.995	8.609	25.90

第5表

供試 土壤	項目	風 乾 細 土						
		置換容量 m. e.	置換性石灰		置換性苦土		石灰飽和度 %	苦土飽和度 %
			m. e.	%	m. e.	%		
No. 1 (豊田)		16.63	6.06	0.121	3.71	0.045	36.44	22.31
No. 2 "		16.70	6.55	0.131	7.50	0.089	39.22	43.71
No. 3 "		14.32	2.44	0.049	2.59	0.032	16.46	17.48
No. 4 "		18.63	9.52	0.191	4.42	0.054	51.10	23.73
No. 5 "		11.01	6.83	0.137	1.66	0.020	62.03	15.08
No. 6 "		12.98	7.15	0.143	3.93	0.048	55.08	30.28
No. 7 "		13.93	8.23	0.165	2.29	0.028	59.08	16.44
No. 8 "		12.49	4.91	0.098	3.26	0.040	39.31	26.10
No. 9 "		12.93	3.88	0.077	1.13	0.014	30.01	8.74
No. 10 (東根)		15.87	3.10	0.052	0.60	0.007	19.53	3.78
No. 11 (山寺)		18.40	11.37	0.227	2.60	0.032	61.79	14.13
No. 12 (成生)		25.30	16.26	0.325	0.35	0.004	63.02	1.36

%であり、50%以上のものは約半数を占めている。苦土の飽和度は No.2 が最高で 43.71% を示し、最低は No.12 の 1.36% である。

6) 供試土壤の硼素含有量

第6表

供試 土壤	項目	20メッシュ通過風乾土壤	
		全硼素 p.p.m.	水溶性硼素 p.p.m.
No. 1 (豊田)		26.23	0.19
No. 2 "		15.04	0.12
No. 3 "		21.59	0.21
No. 4 "		12.38	0.30
No. 5 "		9.93	0.04
No. 6 "		19.52	0.20
No. 7 "		6.32	0.29
No. 8 "		6.39	0.18
No. 9 "		6.01	0.15
No. 10 (東根)		6.21	0.31
No. 11 (山寺)		6.59	0.05
No. 12 (成生)		19.38	0.40

第6表に示す如く全硼素に於いては No.1 は 26.28p.p.m. で最高を示し、No.9は 6.01 p.p.m. で最低を示している。全硼素含有量は概して少なく、25p.p.m. 以上のものは1例に過ぎない状態である。未発生地土壤である No.4 も 12.38 p.p.m. で他の発生地土壤と比較すると中位の量である。水溶性硼素に於ては No.12の0.40p.p.m. が最高で、No.5の0.04p.p.m. が最低である。一般に水溶性硼素の含有量は低く 0.25p.p.m. 以下のものは発生地中 8例を占めている。未発生地土壤のそれは 0.30p.p.m. で比較的多い方である。

7) 縮果病に対する対策結果

縮果病対策を講じた結果に就ては、著者等は直接には調査しなかつたが、山形県果樹研究会及び東根町原田塚雄氏の報告によれば、1952年に於ける縮果病の発生は極めて小数であつた、したがつて硼素施与の効果は認められる。

(5) 考 察

中田氏は苹果の縮果病を、a) 栓化性縮果病、b) 水腫性縮果病、c) 斑点性縮果病の3型に分け、その原因は不明であるが同一の原因によるものとしている。鳥瀧氏はその原因を2つに大別して、a) 硼素缺乏によるものと、b) 硼素缺乏によらないものとに分け、前者に属するものには、栓化性縮果病と水腫性縮果病とがあり、後者に属するものに斑点性縮果病があるとしている。又著者の1人故須佐は縮果病の原因を3種に分け、a) 土壤水分の極端な過不足による場合に現われるもの、b) 硼素の缺乏から起るもの、c) ヴァイラス性から来るものとしている。以上のように縮果病の原因は種々あり、研究者によつても異なるが、硼素の缺乏によるものがその1つの原因であることには疑問の余地はないと思われる。硼素缺乏を起す原因としては、輕鬆な土壤又は砂質土壤が酸性側で洗脱される場合、土壤反応

が中性乃至アルカリ性の場合、土壤が石灰に富む場合、カルシウムと硼素との或る量的平衡が不成立の場合、苹果の品種による硼素缺乏に対する感受性による場合、土壤を構成する母岩に硼素の含有量少なき場合、土壤に施与される有機物が少量すぎる場合等があげられている。

先ず縮果病発生地の土性を観ると、平井氏によれば長野縣に於ける縮果病発生土壤は砂土及び砂質壤土とされているが、著者等の実験によると発生土壤は砂質壤土から埴土にまで及ぶ程廣範囲にわたっている。

次に園土のpHを観ると No.9 の 4.8 を除いて、水では普通の pH 値を示している。即ちこの結果は稻見氏の青森縣に於ける傾斜地、台地、平坦地の苹果園土壤の示す 5.6 前後の pH 値に類似しており、川島氏による長野縣、青森縣の場合よりは高い pH 値を示している。塩化加里では 6.0 乃至 3.9 で稻見氏の 4.5 前後の pH 値に対し高低差が大である。置換酸度では No.3 及び No.9 非常に高く、夫々 110.37, 103.98 を示し、低いものは 1.20, 平均は 29.6 であり、稻見氏によるそれよりは高く、川島氏による長野縣のものよりは低く、青森縣のものよりは高くなっている。加水酸度では No.3 及び No.9 を除けば概して低い傾向を示している。その平均は 17.3 で稻見氏による台地の場合より可なり低く、傾斜地の場合よりは幾分低く平坦地のものと略々等しい。又川島氏による長野縣のものより可なり低く、青森縣のものよりは遙かに低い。

園土の腐植質含量は No.12 の 8.609% を除いては、寧ろ少量と思われる。即ち平均 1.94% で稻見氏のどれよりも少なく、台地の約 4 分の 1, 傾斜地の 2 分の 1, 平坦地の約 2 分の 1 に過ぎない。

窒素は No.12 が 0.193% で最高であるが、他のものは極めて少なく平均 0.051% で、稻見氏による台地の 5 分の 1, 傾斜地、平坦地の 3 分の 1 である。

灰素率はどれも高く、最高は No.10 の 27.51 で、最小は No.9 の 13.61 である。稻見氏のそれは、著者等の得た小なる数値に略々相当している。

置換性石灰は普通の含有量を示している。平均 0.148% で、稻見氏による傾斜地よりは少し多く、台地とは略々等しく、平坦地の約 2 分の 1 である。又川島氏による長野縣のものは相似た含有量を示し、青森縣のものよりは幾分少ない。

全硼素量は No.1 が最高でも、わずか 26.28 p.p.m. にすぎない。平井氏による長野縣のものに比して含有量は一般に低い。平井氏の研究によれば、苹果縮果病の発生した朝鮮の土壤も、長野縣の土壤も、水溶性の硼素は、未発生地の土壤に比して少量である。長野縣の場合水溶性硼素の含有量が 0.25 p.p.m. 以下のものは発病している。縮果病発生及び未発生の限界は、水溶性硼素量がどれ位からであるかは、土性、樹令、その他の要因によつて相違があるので容易に定められないと述べている。著者等の調査結果は水溶性硼素が、平井氏の調査結果よりも更に低い量を示すものもあり、又その量が 0.40 p.p.m. に於ても発生しているものもある。未発生地土壤の調査は唯一個所であるが、その含有量は 0.30 p.p.m. である。例数不足故、発生及び未発生の限界を云々するのは適當でないが、その限界は著者等の実験により益々不明になつて來たように思われる。

1951年に縮果病の発生した苹果園で前述の対策を講じた所では、1952年に於ける縮果病の発生は極く少数で、硼素の効果は十分であつた。園土の硼素含有量より見れば当然の結果であろう。しかし、1952年は1951年に比し概して雨量の多い天候であつた事も考える必

要がある。

品種関係に於ては第1表に示しているように罹病した品種は紅玉種が多かつたが、之は平井氏による長野縣の場合と同様の結果を示している。

尙、発生園土の水分関係を観るに、これは調査しなかつたが、Profile に就て調査を行つた際の状態より判断すると、神町方面は極めて緩い傾斜の平坦地で礫を含む壤土が主体で、下層に至る程礫を増加する傾向にあるので、水分の保持状態は不良と見做された。豊田村の現地調査をした箇所、縮果病の発生した園は、どれも傾斜地で土壤の水分保持は至難のようであつた。未発生地は沖積土で、以前は水田で地下水も割合に高く、調査時のそれは3尺程であり、水分の補給は良好と思われた。水溶性礫素は0.30p.p.m.であるが発病しなかつたのは水分との関連が深いためであるまいか。

(6) 摘 要

1) 本報告は1951年山形縣に発生した縮果病を、主として土壤方面より調査した結果を掲げてある。

2) 縮果病の発生した苹果園土の土性、pH (H₂O), pH (KCl), 置換酸度、加水酸度、腐植質、全窒素、炭素率、置換性石灰及び苦土は、未発生苹果園土のそれに比して大なる差異は認められない。

3) しかし、縮果病発生地の水溶性礫素量は、未発地のそれに比し概して少ない。

4) 縮果病の対策が講ぜられた苹果園に於ては、1952年にはその被害は、極めて少数であつた。

5) 以上の諸点より観ると、縮果病の発生した原因は水溶性礫素の缺乏である。更に1951年の天候による水分不足が、これに深い関係があるものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 平井敬藏・日高 醇 (1949) : 園芸学会雑誌18巻 3-4号
- 2) 平井敬藏 (1948) : 土壤肥料学雑誌19巻 1号
- 3) 同 上 (1944) : 同 上 18巻 4-5号
- 4) 鳥瀧博高 (1950) : 農学4巻 2号
- 5) 稻見五郎 (1939) : 土壤肥料学雑誌13巻 5号
- 6) 川島緑郎 (1939) : 農芸化学会誌15巻 8号
- 7) 後藤岩三郎 (1951) : 山形農林学会報 1号
- 8) 中田覚五郎 (1916) : 病虫害雑誌 6巻 6-10号
- 9) 同 上 (1938) : 同 上 25巻 3号
- 10) 斎藤泰治 (1949) : 園芸学研究集録第4輯 (京大農学部園芸学研究室)

Résumé

1) The present paper deals with the investigations made in 1951, from the soil scientific point of view, on the Internal cork and Drought spot of apple which broke out in the apple orchards in Yamagata Prefecture.

2) Mechanical and chemical characteristics—soil class, pH in water, pH in N-KCl, exchange acidity, hydrolytic acidity, total nitrogen, humus, C/N ratio, exchangeable lime and magnesium—of the apple orchard soils attacked with the Internal cork and Drought spot of apple make little difference from that of the healthy

apple orchard soils.

3) But the contents of boron in available form in the healthy soil were greater in amount than in the soil attacked with the Internal cork and Drought spot of apple.

4) The apple orchards where precautionary measures had been taken against the Internal cork and Drought spot of apple were almost saved from the attack with these diseases in 1952.

5) Judging from the results described above, it seems reasonable to assume that the Internal cork and Drought spot of apple were caused by the boron deficiency and still more deeply affected by the shortage of rain in the previous year (1951).