リンゴ粗皮病に関する研究(第5報)

土壌条件と発病との関係

青木二郎・奥瀬一郎

(弘前大学農学部)

N. AOKI and I. OKUSE: Studies on "Rough bark disease" of apple trees. V. Relationship between soil conditions and occurrence of the disorder

Summary

In 1963, soil samples were collected from eight plots in four areas of Aomori prefecture and from seven plots in three areas of Hokkaido. These plots were selected to include both rough-bark orchards and rough-bark free orchards. The soil profiles were investigated in each plot, and the soil samples were analysed for their chemical and physical properties. Also the mineral constituents of the apple leaves and shoots in each plot were analysed, and the following points could have been elucidated as to the physiological mechanism of the rough-bark symptom.

1. The rough-bark symptoms occurred in high frequencies where the soil reduction was enhanced due to the strong acidity or ill drainage or both.

2. As compared with rough-bark free orchards, the rough-bark orchards contained more manganese in high concentration in the surface soil. The concentration of exchangeable Mn (including water soluble Mn) and of easily reducible MnO_2 were 15.9 and 9.9 ppm; 266 and 139 ppm, respectively, in the soil of the 1st and 2nd layers in rough-bark orchards. Furthermore, it was surmised that manganese was more closely associated with the disorder in its easily reducible state than in its ex-

changeable state.

3. The results of analyses in leaves and shoots showed that there was no difference in the contents of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and iron between the healthy and unhealthy trees of the same variety. Only in the manganese content they differed conspicuously: the rough-bark trees contained much higher amounts of this mineral than did the healthy ones. This is in agreement with the results of our previous report (AOKI and OKUSE, 1964). On the other hand, the effect of stock on the incidence of the disorder was less clear in fully-grown trees than in young ones.

4. When the manganese contents of each variety grafted on the same kind of stock were compared among healthy and diseased orchards, it became apparent that the soil conditions drastically influenced the quantity of the mineral absorbed in the plant body. Namely, the contents of manganese of leaves and shoots in the rough-bark orchards were three to four times as much as those in symptom free orchards. There were no varietal differences in manganese absorption and in the outbreaks of the symptoms.

I. 緒言

欧米におけるデリンヤス系品種の Internal bark necrosis (以下 I. B. N. と略称する) は、わが国でいうところのリンゴ“粗皮病”と全く同一の病症とみなされるが、その原因を主としてマンガンの過剰吸収によるとしている報告が多い^(2-7, 16, 18, 21)。著者らもさきに国光の幼木についての実験の結果、台木および土壌条件の相違が樹体各部のマンガン含有量に差異を生じ、それが粗皮病の発生や、その程度に密接に関係することをほぼ明らかにしたが⁽¹⁾、さらにこの点を明確にするために、今回県下ならびに北海道のそれぞれ数か所のリンゴ園について土壌

条件と発病、および発病樹と未発病樹の体内のマンガン含有量の相違などを詳しく調べた。それらについて、2, 3 の新しい事実を確かめたので、ここに結果の概要を報告する。

本調査・実験の遂行と成績のとりまとめに当り、有益な助言あるいは資料の提供を賜った本学農芸化学教室の望月教授、花田助教授、北海道農業試験場の西潟次長、土壌肥料第一研究室員、また現地調査の際に種々の便宜を供与された関係団体や当業者各位に対し深甚の謝意を表する

II. 調査箇所と調査ならびに実験方法

(1) 調査箇所と試料の採取

1964年7月17日受理

第1表 調査箇所

地 区	調 査 箇 所	園名または園主名
青森県弘 前 市	字 桔 梗 野 字 原 ケ 平	向陽果樹園 千年試験地
中郡岩木村	字 宮 地(A) " (B)	三 上 征 一 三 上 兼 作
北郡五所川原市 東 部	字 金 山 字 川 代 田	渋谷武則 小山内路晴
南部藤崎町 弘 前 市	字 高 瀬 字 津 賀 野	藤崎農場 不 詳
北海道余市郡大江村	仁木, 水穂(A) 種川(B)	漆原瑞穂 松原勉
余 市 町	登町, 美沢(A) " (B)	藤沢伊勢雄 藤本清
空知郡江部乙町	9の3部落(A) 東13丁目(B)	菰田初之助 吉田昇一
石狩郡札幌市外	手稲, 西野	山本熊市

調査は第1表に示す県下4地区から8か所、北海道3地区から7か所の粗皮病発生園と未発生園について行なった。

試料採取前にあらかじめ各園について発病の有無・程度、その経過などを詳しく調べ、8月下旬から9月上旬の間に全調査箇所から枝梢を採取した。北海道および五所川原東部地区では土壌断面調査と試料の採取をも同時に行なつたが、他の地区では都合により11月上旬に実施した。

(2) 土壌調査法

A. 土壌断面調査法

土層は色、土性(指間判定)、その他により第1層、第2層、第3層……と区分し、堅密度は掘さくの難易、粘性は湿土の指間成形の強弱によつて判定したが、それらの基準は次のとおりである。なお、後に関係資料^(11,12)を参照して一部の補正を行なつた。

土性⁽⁹⁾

指 感	土 性
1/2 以上が砂	砂 土
1/3 ぐらいが肉眼で砂	砂 壤 土
砂と粘土を半々に感じる	壤 土
粘りのある粘土3と砂1	埴 壤 土
粘りのある粘土が大部分	埴 土

堅密度⁽¹⁷⁾

粗 : くわ、スコップでじゆうぶんに耕起しうる程度。

密 : スコップでの掘り上げがやや困難なもの。

甚密 : スコップでの掘り上げがはなはだ困難で、つるはしなどを必要とするもの。

粘性⁽¹⁵⁾

なし : 土塊を形成せず、全く棒状に延ばせない。

弱 : かろうじて棒状になるが、すぐに切れてしまう。

中 : 直径2mm内外の棒状にまで延ばせる。こね直すのに力を要しない。

強 : 直径1mm内外の棒状にまで延ばせる。こね直すのに力を要する。

極強 : 長さ1cm以上のきわめて細い糸にまで延ばせる。こね直すのに力を要する。

B. 試料の採取と調製

土壌断面の調査後、栽培環境を詳しく記載し、各層ごとに試料を採取した。試料は日陰で風乾した後、2mmのふるいを用いてし別調製し分析測定に供した。

C. 分析測定法

仮比重、真比重…風乾土を用い、所定の方法によつてそれぞれの値を求めた。

pH (H₂O, KCl)…ガラス電極法

置換酸度 (Y₁)…大工原氏法

塩基置換容量、飽和度、置換性石灰、苦土、マンガン…ショーレンペルガー氏法(セミミクロ法)

全炭素、全窒素…常法による。

リン酸吸収係数…0.1Nリン酸ナトリウム法

有効態リン酸…0.2N HCl 浸出液→比色法

活性アルミナ…パーゼス氏法

易還元性マンガン…シャーマン、マック・ハーグ、ホッヂキス氏法⁽¹⁹⁾

(3) 枝梢の調製と分析法

A. 試料の調製

現地で採取した枝梢は実験室(ただし北海道の分は北大園芸学教室)に持ち帰り、葉と1年枝に分け、葉は薄い酢酸液で洗浄し、水洗してから、広げて表面の水分を除去した。1年枝は皮部・木部に分け、それぞれ秤量してから、70°Cの乾燥器中で1~2昼夜乾燥し、取り出して秤量してからデシケーター中に保存した。

前記の保存試料を粉碎器にかけ、50メッシュのふるいを通したものを分析用試料とした。

B. 分析方法

乾式灰化し、除けい酸を行なつた試料について、リン酸はヴァナジン酸法、加里は炎光法、石灰と苦土はキレート滴定法、鉄はロダゲン鉄法、マンガンは過硫酸アンモン法によつてそれぞれ定量した。

III. 試験結果と考察

(1) 園地の概況と粗皮病発生の程度

各調査箇所別に、まずその位置、地形、地質系統にふ

れ、次いで土壤断面と土壤の諸性質に関する調査、分析結果を表示し、それらの事項と栽培管理状況などを総合して、粗皮病の発生の有無、程度との関係につき検討した。その際、土壤の分析値については、数字をら列するわずらわしさを避けるために、次のような基準によつて説明することにした。

酸度⁽¹³⁾：pH(KCl)と Y_1 とを考慮し、いずれか大きい値をとつた。

pH (KCl)	置換酸度 (Y_1)
3.9 以下	超酸性 30 以上 極酸性 30~15.1
4.0~4.9	強酸性 15~6.1
5.0~5.9	弱酸性 6~3.1 微酸性 3~1.1
6.0 以上	中 性 1 以下

塩基置換容量 (m. e./100 g)⁽¹⁷⁾：腐植、粘土含量によつて著しく値が異なるから、それを考慮して判定する必要があるが、一般には次の基準によつた。

10 内外以下	低
20~30	中
40 以上	高

塩基飽和度 (%)⁽¹⁷⁾：

50 内外以下	低
60~70	中
80 内外以上	高

置換性石灰 (mg/100 g)⁽¹³⁾：

75 以下	僅 少
75~125	含 む
125~200	富 む
200 以上	頗る 富む

置換性苦土 (mg/100g)⁽¹⁴⁾：

10 以下	欠 乏
10~20	やや不足
20 以上	十 分

C/N⁽¹⁴⁾：4~10 と変異するが、耕土では 10 内外、高いのは湿田、泥炭地、未耕地などや強酸性土壤、特に酸性のクロボクにみられる。

リン酸吸収係数 (%)⁽¹⁴⁾：

300 以下	甚 少
300~450	少
450~600	やや少
600~750	中
750~950	やや多
950~1,200	多
1,200 以上	甚 多

有効態リン酸 (mg/100g)：20 mg 以下は不足。

活性アルミナ (mg/100g)：酸性土壤では置換性の形で多量に存在し、植生に有害。パーゼス氏によるとその限度は 70~80 mg (0.07~0.08%) ぐらいまでである。

A. 弘前地区

(i) 向陽果樹園(別表 i) 本学より南西 1.5 km、付近一帯は洪積台地で、県下でもつとも早くからリンゴ栽培の始まつた地域で、粗皮病の未発生地帯である。表層は腐植をまじえた黒色~黒褐色の埴壤土で、第2層下部は火山灰土のセメント化した堅い盤層となり、第3層は母岩の風化したち密、堅硬な埴土からなるので、早春の融雪期には地下水が上昇して、一時的にたん水し、第2層にところどころ鉄錆斑が認められる。土壤の有効深度は約 50~60 cm。

弱酸性で、腐植含量が多いので、塩基置換容量（以下置換容量とする）は大であるが、塩基飽和度（以下、飽和度とする）はきわめて低く、反面、リン酸吸収係数ははなはだ高く、活性アルミナも多量に存し、典型的なクロボク火山性土の様相を呈している。

従来、リンゴ紋羽病が激発せるため新植、補植に当り徹底的に天地返しを行なうとともに、一部に暗渠を埋設し、草生敷草の全面実施、石灰散布を行なうなど土質改善、地力の増進に努めた結果、国光、スターキングなどの幼木、若木にも粗皮症状が認められず、樹の生育も良好である。なお、これら品種に関する千年試験地のそれとの比較試験の結果は第1報および第4報に詳しく述べた。

(ii) 千年試験地(別表 ii) 本学から南へ約 2 km へだたつたところにあり、粗皮病の発生のはなはだしい地区である。

本試験地の大部分（試験地-(2)を含む）は向陽果樹園と同じ土壤系統に属し、表層は腐植に富んだ火山性土で、底土は母岩の風化した堅密な埴土層からなつてゐる。しかし今回試坑調査した試験地(1)は周囲より約 40 cm の高さに盛土した箇所であり、したがつて腐植層がひじょうに厚く、膨軟で、過湿・過乾に陥りやすく、土壤条件がやや特殊な状態にある。土壤の有効深度は約 30~40 cm。

ここではさきの第 1, 2, 4 報に見られるようにミツバカイドウ台の国光、デリンヤス系を主とし、その他の品種にも全般的に粗皮病の発生が多く、特に試験地(1)においてその被害がはなはだしい。

これを土壤の諸性質について詳しく検討すると、強酸性で、置換容量は大であるが置換性の石灰・苦土にきわめて乏しく、したがつて飽和度ははなはだしく低い。リン酸吸収係数ははなはだ大で、可吸態りん酸は少なく、反面、活性アルミナはきわめて多く、C/N 率も高く、以上を総合して生産力のきわめて低い土壤と判定される。

このように土壤の物理的・化学的性状が不良のため、リンゴ樹の地上部、地下部の生長が抑制され、ことに土

第1図 左：国光/マルバカイドウ健全
右：「」/ミツバカイドウ発病
いずれも5年生（千年試験地）

第2図 枝幹に粗皮症状、葉にクロ
ローシスがみられる
（千年試験地）

第3図 異常がはなはだしく枯死寸前
の国光/ミツバカイドウ（千年試
験地）

壤の強酸性と融雪期における過湿がマンガンの還元と溶出を促し、根系を通じてそれが盛んに吸収され、5月以降の乾燥と高温によつて樹体内でのマンガン濃度が高められ、粗皮病の激発を見たものと推察される。

B. 岩木地区

(i) 宮地（別表 iii, iv）弘前市の西方約 5 km,

A区は岩木山ろくに連なる傾斜地、B区はそのすそに広がる細長い緩傾斜～平地で、いずれにも粗皮病の発生が多い。

A, B両区はそれぞれ表層に黒褐色の埴壤土、淡褐色の埴土が薄く、ゆるやかに堆積し、第1層との境界がやや不明な第2層を経て、礫を含む埴土層に続いている。いずれも、第3層に鉄錆斑があらわれ、B区ではそこがはなはだしく堅硬な盤層となっており、A区も第4層の堅密度が大きいので、降雨後数日間はその層に停滞水が認められる。土壌の有効深度はA区 24 cm, B区 17 cm。

土壌は微酸性～弱酸性で、置換容量は中～大、置換石灰および苦土に富むが、飽和度はやや低い。A区はB区よりもリン酸吸収係数が大で、活性アルミナも多いが、いずれも植生を害するほどではない。

以上のように土壌の諸性質は必ずしも不良ではないのに、A区ではスターキングの若木に、B区では国光の成木および高つぎのスターキングに相当にはげしい粗皮症状を発生している。これは表土が浅く、下層に堅硬な盤層があり、ともすると融雪水あるいは雨水が停滞しがちで、土壌還元化に伴つて多量のマンガンを溶出され、リンゴに吸収されて本症を激発したものと考えられる。

しかし、このような土壌条件のところでも、B区のマルバカイドウ台のスターキングの若木には全く異常が認められない。この点については、ひきつづき第6報で詳細に発表の予定である。

C. 五所川原東部地区

(i) 金山（別表 v）北郡五所川原市の東方、旧松島村に所在する山ろくの緩傾斜地で第4紀洪積層からなり、粗皮病の発生がはなはだしい。

第1層の厚さは約 20 cm で暗褐色の埴土からなり、第2層以下は黄褐色の堅密な埴土からなるため排水がきわめて不良で、顕著な鉄錆斑が認められ、根の伸長が妨げられている。

土壌は強酸性で、置換容量は低く、置換性の石灰・苦土ともに僅少で、特にこれらの傾向は第2層以下にいちじるしく、飽和度もひじょうに低い。

第4図 発病したスターキングの若木
(岩木村宮地)

第5図 発病により放棄された国光成木
園（五所川原市川代田）

その被害の程度をはげしくしているものと考えられる。

D. 藤崎地区

(i) 藤崎農場（別表 vii）南郡藤崎町にあり、もと東北農業試験場園芸部が置かれ、数年前に本学に移管されたところである。粗皮病の発生をほとんど認めない。

河成沖積土で第1層は 40 cm、腐植を含む灰褐色の埴土で、それより以下は薄い埴土層を経て、緑灰色の埴土が 1 m 以上の厚さで密に堆積している。土壌の有効深度は 150 cm 以上。土壌の物理性はおおむね良好であるが元来、腐植含量の少ないところを永年にわたる裸地耕耘の結果、有機物が極端に減耗し、そのため土壌が固結しやすく、通気を害し、地力をじゅうぶんに発揮し得ぬうらみがある。

微～弱酸性、置換容量は中等、置換性石灰・苦土ともにはなはだ多く、飽和度は中位。

本場の庁舎付近のデリシヤス成木に 2, 3 本症に病したものを認めたがその後は回復に向つており、今回試料を採つた各品種を含めて既存の成木および新植・改植樹には現在のところ全く粗皮症状を呈するものがない。

(ii) 津賀野（別表 viii）弘前市より藤崎町に至る国道沿い、撫牛子と百田の中間にあり、粗皮病の発生がきわめて少ない。

土壌の断面および諸性質は藤崎農場とほぼ同様であるが、やや酸性が強く、風化が進んで有機物に乏しく、重粘であり、園地の一方が水田に接して、その箇所は国光数本だけが粗皮病におかされている。これは稲作期間中、その箇所の土壌が他よりも過湿となり、土壌の強酸性と相まつてやや豊富に存在するマンガン還元を促し、これが本症発現の有力な要因と考えられる。

E. 仁木・余市地区

(i) 仁木(A)（別表 ix）函館本線仁木駅より東南約 1 km、緩傾斜地～平地で、第4紀新層扇状堆土か

(ii) 川代田（別表 vi）同一地域内、金山の西方に位置し、平地で沖積層から成り、粗皮病の発生がはなはだしい。

第1層の厚さは 10 cm ぐらいで暗褐色の埴土からなり、5 cm ぐらひの褐色の埴土からなる漸移層を経て、灰褐色から下部にゆくほど黄色味をます堅密な下層土に続いており、鉄錆斑がいちじるしい。有効深度は約 15 cm。

前区よりもさらに強酸性であり、置換容量その他の諸性質も同等か少しくまさる程度であるが、特に易還元性マンガンがきわめて多い（注：本章ではマンガンの分析値は表示せず、特に問題となる場合にのみ本文説明に加えたが詳しくは次章を参照されたい）。

この地区では土壌の成因が複雑で、一律に論ずることはできないが、前記の代表的な2か所の園地に見られるように、表土が浅く、強酸性で、全般的に排水不良のところが多く、生産力が低い。

リンゴの総栽培面積約 60 ha、その約 1/3 に相当するリンゴ樹が粗皮病におかれ、主要品種である国光の成木の被害が近年はなはだしく大問題となつている。調査の結果は国光、デリシヤス系の品種はもとより、通常、本症に抵抗性をもつとされている紅玉、印度その他の品種にもり病するものがあり、その上に成木では後述のように台木との関係が認められない。したがって本地区の場合には、前記のような劣悪な土壌条件に、さらに樹の負担力を越えた連年にわたる結実過多、栽培管理の不適正などの諸要因がこもごも関連し合つて、本症の発生と

ら成り、現在は粗皮病の発生がきわめて少ない。

表土は埴壌土で層の厚さ約 25 cm、下層に堅密な砂壤土層があり、しかも三方が水田に囲まれた低地のため、周囲からの水が集まつてきて、排水不良の過湿地であり、鉄錆斑が顕著に認められる。有効深度は 25 cm。

強酸性、置換容量は第 2, 3 層で小さく、置換性石灰、苦土は多いが、飽和度はやや低い。

スターキングを植え付けてから数年ならずして粗皮病が激発し、衰弱・枯損するものが多かつたので、大部分は掘り取つて処分を行ない、現在は健全樹とり病樹の若木がそれぞれ数本ずつ残存しているにすぎない。台木部より発生した枝により判定したところ、健全樹は明らかにマルバカイドウ台であり、り病樹のそれは被害の様相から推しておそらくミツバカイドウであると考えられたが、枝梢中のマンガン含有量の分析値が明らかにそのことを裏書きしているようである。

(ii) 仁木(B) (別表 x) 仁木駅より南東 1.5 km、丘陵地で地質系統は前と同じ。粗皮病の発生は A 区よりやや多い。

第 1 層は層の厚さ 15 cm、礫まじりの淡緑灰色の埴壌土がゆるく堆積しているが、第 2 層に厚さ 30 cm ぐらいの堅密度のやや高い重粘な埴土層があり、それから下層は礫のすこぶる多い堅硬な砂壤土から成つており、その箇所には鉄錆斑があらわれている。有効深度は 45 cm。前記の A 区よりもさらに強酸性で、置換容量は中等、置換石灰苦土は多〜甚多であるが、飽和度はやや低い。なお、第 2, 3 層のリン酸吸収係数が高い。

(iii) 余市(A) (別表 xi) 仁木駅から東へ約 3.5 km、傾斜地で火山屑岩の風化集積したところで、粗皮病の発生はきわめて少ない。

第 1 層は暗褐色の埴壌土で、第 2 層以下は礫に富む埴土からなり、下層ほど堅密度が大となり、第 3 層には鉄錆斑があらわれている。有効深度は 30~40 cm。

強〜極酸性で、置換容量は中等、置換性石灰は僅少、第 1 層では苦土に欠乏し、飽和度はきわめて低い。なお、マンガン含有量は多い。

傾斜の上部にある約 30 年生のミツバカイドウ台の国光が 5, 6 本ひどい粗皮症状を呈しているが、これらは 1 昨年ごろから急に病兆があらわれはじめたとのことである。一方、本園ではマルバカイドウまたはミツバカイドウ台の多くの国光にスターキングを高つぎ更新しているが、発病したものは 1, 2 にとどまり、またスターキングの若木にもり病したものは認められない。

(iv) 余市(B) (別表 xii) A 区と至近のところにあり、同一の地質系統に属する丘陵地で、粗皮病の発生

はかなり多い。

第 1 層は層の厚さがわずかに 10 cm で腐植に富んだ埴壌土がゆるく被覆しているが、第 2 層が礫に富んだのはだしく堅密な埴土層からなつているため、雨水の浸透が不良で、流去水によつて表土がはげしく侵食されている。有効深度は約 20~30 cm。

強〜極酸性で、置換容量その他の土壌の生産力と関係ある諸性質は A 区よりもさらに劣る。

本園の土質はすこぶる不良で、往時ほとんどいずれの作物もよく育たなかつたところといわれる。経営面積 7 ha 余、この付近ではもつともデリシヤスの栽培本数が多く、樹齢約 20 年生で、台木はミツバカイドウである。昭和 29 年の台風で倒伏後、本症の発生を見たということで、相当数の木がり病しているが、隣接する列植の国光には全く発病したものがなく、あるいは台木がマルバカイドウで、その影響をうけているのではないかと考えられるが、この点は不明である。

F. 江部乙地区

(i) 江部乙(A) (別表 xiii) 江部乙町より東南約 2 km 余のところにあり、付近一帯は多少起伏のある段丘地で、第 4 紀古層、河成洪積層からなる。粗皮病の発生は現在でもかなり多い。

第 1 層は腐植に富む暗褐色の埴土で厚さ約 20 cm、第 2 層以下は淡褐色の埴土であつて、下層にゆくほど堅密度が大きくなり、粘性も強まり、物理性状は不良で、5~6 月の乾燥期には過乾、9~10 月の雨期には過湿となる。

多数の国光成木が発病しているが、昭和 33 年ごろに症状がもつともはげしく、そのころの pH 測定の結果は 4.0~4.5 と強酸性を呈していた。そこで堆きゆう肥の増施、マグネシウム肥料の施用その他栽培管理全般の向上に努めたため、その後かなり症状は軽減してきたという。調査の結果も表示のように、第 1 層と第 2 層の間には、酸度をはじめ諸性質に相当の差を生じ、土壌改善の効果が認められる。しかし、なお下層土の性状が不良のため過湿になりやすく、マンガン含量も多いので、徹底した土地改良、特に排水を行なわねば本症の被害を免れないであろう。

(ii) 江部乙(B) (別表 xiv) 至近距離にあり、同様な地形、地質系統に属するので土壌断面は A 区に似るが、有効深度がやや浅く約 20~30 cm。粗皮病の発生はなほだしい。

土壌は強酸性で、その他の化学性状も A 区と同様か少しく劣る程度であり、物理性状の不良と相まつて生産力はきわめて低い。

本園の約7割は35年生ぐらいの国光で占められているが、そのほとんどが粗皮病にかかり、その程度もひどく、相当の損害を及ぼしているようである。そのため努めて酸性肥料を避け石灰の施用を励行して土壤の酸性化を防ぐとともに、従来の全面草生を部分草生に切りかえてその間を中耕するなど、樹勢の回復に努めているようである。

G. 札幌地区

(i) 手稲西野（別表xv） 発寒川上流、河岸に接する3°内外の傾斜を有する低地で、河成沖積層からなる。粗皮病の発生は少ない。

河岸に近い低地では表土

は腐植含量の少ない壤土で、心土は石礫の混入する砂壤土層を経て礫土層となつているが、土層状態は不規則であり、作土から石礫にとむところ、また礫層が深く下層は砂土層になつているところもある。したがって、いずれも気通は良く、乾燥にすぎて干害をうけ、またこえ切れを起こし易い欠点はあるが⁽¹⁹⁾、この付近の国光の成木には粗皮病の発生がない。

しかし、山際付近の高地—そこはもと水田跡地という—に12年生ぐらいの紅玉、スターキングなどが植栽されているが、その中のスターキングが10数本もはげしい粗皮症状を呈している。

調査の結果は別表のとおりで、1~3層までの作土は上から順に腐植に富む壤土、砂壤土、埴壤土と続き、心土が埴土層からなつている。このように下層になるほど堅密度をますので、側方からの浸透水の影響をうけてか、第4層のところどころに鉄錆斑があらわれている。土壤の有効深度は約80cm。

強酸性で、置換容量は中等、置換性石灰は多く、苦土もじゅうぶんにあり、飽和度は高い。このように耕土の深さ、土性から推して土壤の性状は佳良で、生産力も高いと考えられるのに、スターキングの若木に粗皮症状がみられるのは、土壤の強酸性、下層の一時的な過湿などの原因によつて、第2層に多量に含まれている易還元性マンガンが還元、溶出されてリンゴに過剰吸収されるた

第2表 調査箇所の土壤状態と粗皮病発生状況(1963)

調査箇所	有効深度 cm	酸性度	生産力	排水状況		要因	粗皮病発生状況		
				良	否		程度	品	種
向陽果樹園	50~60	弱	低	やや良		盤層(2~3)	—		
千年試験地	30~40	強	甚低	過乾・過湿		厚い黒ボク層	卅	各	種
宮地(A)	24	弱~微	中	一時湛水		盤層(4)	卅	各	種
宮地(B)	17	弱~微	中	同上		同上(3)	卅	各	種
金山	20	強	低	不良		同上(2)	卅	各	種
川代田	15	強~極	低	同上		同上(2)	卅	各	種
藤崎農場	150>	微~弱	高	—			—		
津賀野	90>	強	高	一部地区過湿		水田に隣接	+	国	光
仁木(A)	25	強	低	不良		低地、付近水田	+	スターキング	
仁木(B)	45	強	中	過乾・過湿		盤層(2以下)	卅	国光、スターキング	
余市(A)	30~40	強~極	低	同上		強粘(3)	+	国	光
余市(B)	20~30	強~極	甚低	同上		盤層(2)	卅	デリシヤス	
江部乙(A)	30~40	第1層弱	低	同上		同上	卅	国	光
江部乙(B)	20~30	第2層強	甚低	同上		同上(3)	卅	国	光
西野	80	強	高	一時湛水		強粘	卅	スターキング	

注 1) 酸性度…pH (KCl) 及び Y_1 より判定。

2) 生産力…塩基置換容量、塩基飽和度、置換性石灰・苦土その他より総合判定。

3) 要因…盤層の()はその所在層位を示す。

めではなかろうかと推察される。

以上の調査箇所の土壤状態と粗皮病の発生程度を概括して表示すると第2表のとおりであつて、多少の例外はあるが粗皮病の発生地は一般に表土が浅く、いずれも排水不良または一時的に過湿に陥りやすいところである。加うるに、岩木地区を除く他の箇所では強酸性であつて、土壤中のマンガンの還元易溶に、好適な条件をそなえている。

(2) 土壤中の活性マンガンと粗皮病発生との関係

土壤中の活性マンガンの多少は、その土壤のマンガン含有量とともに土壤条件、特にその酸性度と還元状態に支配されるのである。その酸性度については一般に、pH 6.0~6.5 を限界としてそれより数値が低いほどマンガンの還元を促すとされているが⁽²⁰⁾、BERG⁽⁵⁾ はその限界値を6.5とし、なお多数の実験結果から pH 5.3 以上の場合にはデリシヤスに I. B. N. が発生しないことを認め、本症の発達を防ぐには、酸性土壤に対し石灰の施用が有効であるとしている。

次に土壤中の活性マンガンの多少と作物の生育に関して、LEPPER⁽¹⁰⁾ は易還元性マンガン (MnO_2) が Mn として 15 ppm 以下では欠乏症をひき起こし、正常な発育には 100 ppm 以上を必要としている。SHERMAN⁽¹⁹⁾ はさらにケンタッキーおよびミシガン両州から集めたアル

カリ性、強酸性の土壤にそれぞれ Mn (200 ppm 前後) 加用試験の結果、作物の生育には可吸態マンガンの(水溶性および置換性)が 3~10 ppm 前後、易還元性マンガンの 100 ppm 前後あればじゅうぶんであるとし、一方可吸態マンガンの 70 ppm 以上、易還元性マンガンの 200 ppm では植生に有害であると指摘している。

リンゴ粗皮病に関連してこの方面にふれた研究は従来あまり見当たらないが、その 2, 3 を引用すると、HILDEBRAND⁽⁸⁾ のニューヨーク州ナイアガラ地方の発病園での調査結果は、同一樹列内にありながら、発病樹付近と未発病樹付近の土壤とでは、前者の pH がはるかに低く、活性マンガンの量が多い。また BERG ら⁽⁹⁾ の調査したウェストバージニア州カーベル地方の発病園の激発箇所の土壤の pH は 5.15~5.52 であり、置換性マンガンの還元性マンガンの約 1 か年余にわたる 8 回測定の結果によると、時期によつて相当の差異があるが、平均してそれぞれ 83.8 および 394 ppm であり、時期的には 7 月、9 月の乾燥期に濃度が高かつた。一方、B 園では A 園よりも pH は低く酸性度は高いのに、I. B. N. にかかつたもの、かからぬものがあり、発病箇所の置換性および易還元性マンガンはそれぞれ 41.6 ppm, 240.2 ppm であつて A 園よりも低い、しかし未発病箇所のそれにくらべると、その含有量は 2~3 倍に達している。

今回の県下および北海道における調査は、地域も限定され、また試料の採取時期も箇所によつて異なつていたので、一律にみなすことは困難であるが、便宜上、一括

して表示すると第 3 表のとおりである。

地区による差異がはなはだしく、発病地 13 か所の置換性マンガンは第 1 層 5.7~30.0, 平均 15.9, 第 2 層 2.0~21.8, 平均 9.9, また易還元性マンガンの (Mn 換算) は第 1 層 56~721, 平均 266, 第 2 層は 15~430, 平均 139 (単位は ppm) となつてゐるが、平均値からすると未発病地にくらべてかなり含有量が高い。しかし置換性マンガンは有害な程度にはなく、問題となるのは易還元性マンガンのであつて、その比較的に多い地区は県下では川代田、金山、津賀野、北海道では 3 地区ともそれに該当する。また西野の第 2 層以下に易還元性マンガンの多いのはいかなる理由か不明であるが、いずれにしても北海道は青森よりも易還元性マンガンの富むようである。なお、この種のマンガンの多い箇所では相対的に置換性マンガンの多い傾向を示している。

(3) 土壤条件と葉および枝梢中の無機成分 特にマンガンの含有量との関係

A. 同一品種

8 月下旬から 9 月上旬に各地の調査箇所の健全樹とり病樹とから採取した試料について、葉および枝梢(皮部、木部)中の無機成分の分析結果を国光、デリシヤス系およびその他の品種に分けて検討したところ、いずれの品種においてもリン酸、加里、カルシウム、マグネシウムおよび鉄には健全樹とり病樹との間に大きな差異がなくマンガンの含有量に顕著な差異が認められ、この点、前報の成績と一致したので、ここでは国光については葉中

の無機成分、枝梢中のマンガンの含有量、その他の品種では葉、枝梢ともマンガンの含有量のみを表示することにしたが、その結果は第 4 表のとおりである。

いずれの品種においても粗皮病り病樹は健全樹にくらべて葉および枝梢中のマンガンの含有量が高く、たとえば国光の葉中のマンガンの含有量を例にとれば、Mn に換算して前者が 490~837 ppm, 平均 648 ppm に対し、後者は 150~362 ppm, 平均 260 ppm にすぎない。

なお、今回の試験結果から、幼木とか若木では千年(1)の国光、仁木(A)のスターキングに見られるように、台木のマンガンの吸収力、粗皮病発生との関係が明らかであるが、樹齢が増すにつれて、土

第 3 表 調査園地における活性マンガンの含有量(1963)

調 査 箇 所	置換性マンガンの(ppm)			易還元性マンガンの(ppm)		
	第 1 層	第 2 層	第 3 層	第 1 層	第 2 層	第 3 層
発病地千 年	7.3	8.1	7.3	58	55	53
宮 地 (A)	14.6	7.1	5.5	65	166	163
	12.7	13.0	8.9	61	104	298
金 山	23.6	5.0	—	201	25	—
川 代 田	25.1	4.1	—	721	199	—
津 賀 野	5.7	5.0	—	217	236	—
仁 木 (A)	24.4	20.1	6.2	161	174	78
	16.5	2.0	1.9	237	15	36
余 市 (A)	30.0	21.8	13.0	361	107	78
	11.2	11.5	4.5	229	70	30
江部乙 (A)	9.9	8.7	7.8	492	77	56
	16.7	14.3	7.1	602	145	64
西 野	8.8	8.2	3.0	56	430	107
13 か所 { 範 囲	5.7~30.0	2.0~21.8	1.9~13.0	56~721	15~430	30~298
	平均	15.9	9.9	266	139	—
未発病地向陽園	1.1	0.9	0.1	52	35	33
藤崎農場	1.4	2.7	2.8	109	106	102

第4表 採取箇所，発病の有無と葉および枝梢中の無機成分特にマンガン含有量との関係（1963）

(i) 国 光

試料採取箇所	台 木	樹 令	正常○ 異常×	葉						1 年 枝	
				P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	FeO	Mn ₃ O ₄	皮部 Mn ₃ O ₄	木部 Mn ₃ O ₄
千 年(1)	マルバカイドウ	幼 木	○	0.350	2.03	0.71	0.278	160	218	128	16
	ミツバカイドウ	"	×	0.400	2.31	1.01	0.356	162	838	478	28
宮 地(B)	ミツバカイドウ	成 木	×	0.482	1.89	1.44	0.263	102	680	381	112
	マルバカイドウ	成 木	○	0.425	1.98	1.63	0.121	195	413	228	51
	"	"	×	0.400	1.78	1.38	0.420	160	957	553	124
	コバノズミ	"	○	0.438	1.98	1.55	0.182	162	503	268	96
	"	"	×	0.500	1.79	1.95	0.255	122	1,063	575	141
川 代 田	マルバカイドウ	成 木	○	0.500	1.96	1.13	0.534	95	243	210	36
	"	"	×	0.516	1.82	0.93	0.434	245	683	336	116
	ミツバカイドウ	"	○	0.550	1.93	1.12	0.501	131	376	215	63
	コバノズミ	"	×	0.526	1.80	1.05	0.425	115	702	387	131
藤 崎	ミツバカイドウ	成 木	○	0.433	1.79	2.42	0.251	89	208	116	28
津 賀 野	"	成 木	○	0.363	1.79	1.68	0.190	140	326	151	48
	"	"	×	0.400	2.00	1.38	0.180	138	950	505	141
余 市(A)	"	成 木	○	0.463	1.73	1.72	0.365	133	390	331	64
	"	"	×	0.420	1.80	1.81	0.458	116	1,163	426	102
江部乙(A)	"	成 木	○	0.500	1.91	1.36	0.365	82	418	252	40
	"	"	×	0.420	1.75	1.61	0.365	116	838	455	101
江部乙(B)	"	成 木	○	0.420	1.79	0.96	0.365	202	416	152	51
	"	"	×	0.438	1.83	1.71	0.150	97	888	440	112
平 均			○						351	205	49
			×						876	454	111

(ii) デリシャス系およびその他の品種

にもり病するものが認められる。

B. 異品種

粗皮病の激発園と未発生園において、台木を同じくする同一品種間のマンガン含有量の相違，また本症に対する品種の抵抗性の強弱とマンガン吸収力の相違を知るため，千年試験地(1)，(2)と藤崎農場において採取した各品種の葉および枝梢中のマンガン含有量を調べた結果は第5表のとおりである。

枝梢木部のマンガン含有量が低いので，葉および枝梢皮部のそれから推定するに，若木の方が成木よりもマンガンに富むことを一応考慮に入れたとしても，同一組合せでは粗皮病激発園のそれは，未発生園のよりもマンガン含有量が3～4倍の多き

試料採取箇所	品 種	台 木	樹 令	正常○ 異常×	Mn ₃ O ₄ (ppm)		
					葉	1 年 枝	
						皮 部	木 部
千年(1)	スターキング	マルバカイドウ	幼 木	○	193	116	15
	"	マルバカイドウ	幼 木	○	213	153	36
	"	"	成 木	×	766	401	100
	"	ミツバカイドウ	"	×	783	401	137
藤 崎	"	ミツバカイドウ	成 木	○	161	71	18
仁木(A)	"	マルバカイドウ	幼 木	○	403	250	44
	"	以下ミツバカイドウ?	"	×	693	375	98
仁木(B)	"	"	幼 木	○	378	203	48
	"	"	"	×	725	409	111
余市(B)	デリシャス	"	成 木	○	453	215	58
	"	"	"	×	1,350	525	102
西 野	"	"	若 木	○	175	103	16
	"	"	"	×	675	402	174
川代田	紅 玉	ミツバカイドウ	成 木	○	288	120	50
	"	"	"	×	647	340	116
金 山	印 度	ミツバカイドウ	成 木	○	540	182	76
	"	マルバカイドウ	"	×	938	351	112

環境条件はもとよりであるが，栽培条件（結実量の多少，栽培管理の精粗）などいろいろな他の要因が複雑にからみ合つて，成木では台木の本症発生への影響が幼木ほどには判然としない。たとえば金山，川代田地区に見られるように，マルバカイドウ台の国光，印度その他の品種

に達しており，明らかに土壌の影響がうかがえる。一方同一園内では品種とマンガンの吸収力，ひいては粗皮病に対する抵抗性という関係では一定の傾向が認められずこの点は ORTON ら⁽²¹⁾の試験結果とは一致しない。

IV. 摘 要

1963年に青森県下で4地区8か所、北海道で3地区7か所のリンゴ園につき、粗皮病発生園と未発生園における土壌の物理的、化学的諸性質を調べるとともに、葉および枝梢中の無機成分を比較分析した。

1. 土壌のpHの低いところ、および排水不良などによつて土壌の還元化が促進しているようなところに粗皮病の発生が多かつた。

2. 粗皮病発生園では未発生園にくらべて、表土中のマンガンの含有量がきわめて多く、第1, 2層における置換性(水溶性を含む)

および易還元性マンガンはそれぞれ 15.9, 9.9 および 266, 139 ppm であつた。その中、特に易還元性マンガンの含量と粗皮病の発生度との間に深い関係があつた。

3. 葉および枝梢中の無機成分を同一品種のり病樹と健全樹との間で比較すると、リン酸、加里、カルシウム、マグネシウムおよび鉄については差がなかつたが、マンガンについてはり病樹の含量が健全樹の含量よりもはる

第5表 発病地と未発病地における品種間マンガン含有量の相違(1963)

品 種	樹 令	千年試験地(発病地)						藤崎農場(未発病地)					
		正常○ 異常×	Mn ₃ O ₄ (ppm)			樹 令	正常○ 異常×	Mn ₃ O ₄ (ppm)			樹 令	正常○ 異常×	Mn ₃ O ₄ (ppm)
			葉	皮部	木部			葉	皮部	木部			
国 光 紅 玉	2	×	838	478	28	約25	○	208	116	28			
	3	○	888	397	37	"	○	11?	51	12			
	2	○	300	216	38	"	○	112	63	16			
	4	○	443	196	27	"	○	131	49	38			
旭 度						"	○	200	61	16			
						"	○	193	82	19			
						"	○	161	71	18			
						"	○	225	130	34			
デ リ シ ャ ス ス タ ー キ ン グ	5	×	513	198	26								
	4	×	218	207	25								
	5	○	443	176	39								
	4	×	500	163	27								
リ チ ャ ード レ ッ ド ゴ ー ル ド ゴ ー ル デ ン	5	○	300	116	32								
	5	×	388	142	28								
	5	○	300	116	32								
	5	×	388	142	28								

注: 1) 試料の採取はいずれも8月下旬。

2) 台木はミツパカイドウ。ただし藤崎農場の旭の台木は中間性のもの。

かに多かつた。とくに、本症激発園と未発生園における台木を同じくする各品種の葉および枝梢中のマンガン含有量を比較すると、同一組合せでは、激発園は未発生園の約3~4倍の多きに達していた。ただし異なつた品種間では、マンガン吸収量と粗皮病の発生との間には一定の傾向を認めなかつた。

別表 調査園地の土壌の諸性質

i. 向陽果樹園

層 序	層 厚	土 性	土 色	堅密性	粘 性	備 考
1	37 ^{cm}	腐植に頗る富む	埴壤土	黒	粗	鉄銹斑盤層
漸 移 層	10	腐植に富む	埴壤土	黒 褐	粗	
2	30	浮石を含む	砂礫土	赤 褐	密	
3		埴 土	青 灰	甚 密	強	

層序	仮 比 重		真 比 重	pH		Y ₁	塩基置換容量 me/100g	置換性 石 灰 mg/100g	置換性 苦 土 mg/100g	塩基飽和度 %	全炭素 %	全窒素 %	リン酸 吸収係 数	可吸態 リン酸 mg/100g	活性ア ルミナ mg/100g
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.588	0.709	2.42	5.68	5.21	6.26	53.3	120	9.8	11.6	11.30	0.55	1,632	19.90	220
2	0.578	0.654	2.48	5.80	5.53	13.40	52.1	67	6.1	10.1	14.50	0.36	1,704	0.80	322
3	0.578	0.657	2.62	6.22	6.00	0.94	30.9	36	16.4	2.8	1.71	0.16	1,636	0.30	262

ii. 千年試験地

層 序	層 厚	土 性	土 色	堅密性	粘 性	備 考
1	25 ^{cm}	腐植に頗る富む	埴壤土	黒 褐	粗	鉄銹斑?
2	15	腐植に頗る富む	埴壤土	暗 褐	粗	
3		埴壤土	赤 褐	中	弱	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.500	0.614	2.31	5.00	4.80	1.46	me/100g 37.6	mg/100g 13	mg/100g 1.3	% 1.7	% 8.40	% 0.56	1,732	mg/100g 1.21	mg/100g 572
2	0.462	0.529	2.54	5.20	4.82	0.23	38.7	15	2.0	0.7	9.50	0.36	2,101	0.31	532
3	0.553	0.624	2.67	5.80	5.60	0.14	30.9	23	2.5	0.6	1.81	0.16	1,704	0.30	400

iii. 宮地(A)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	11 ^{cm}	腐植に頗る富む	堆壊土	黒褐	粗	鉄銹斑
2	13	腐植を含む	堆土	暗褐	中	
3	16	礫を含む	堆土	黄褐	密	
4		礫を含む	堆土	褐	甚密	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.748	0.858	2.54	5.66	5.11	2.50	me/100g 39.6	mg/100g 166	mg/100g 35.2	% 28.0	% 5.20	% 0.41	1,068	mg/100g 21.92	mg/100g 49.6
2	0.814	0.887	2.73	6.40	5.50	0.94	31.2	154	46.6	35.6	1.64	0.22	868	0.79	15.6
3	0.838	0.920	2.77	6.90	5.72	0.83	27.0	139	57.9	41.1	0.89	0.07	688	0.38	15.4
4	0.877	0.994	2.71	6.80	5.88	0.83	27.9	145	60.5	49.5	0.64	0.07	867	0.33	—

iv. 宮地(B)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	10 ^{cm}	腐植に富む	堆土	淡黒褐	粗	鉄銹斑盤層
2	7	腐植を含む	堆土	暗褐	密	
3	10	礫を含む	堆土	灰褐	甚密	
4		礫に富む	堆土	褐	甚密	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.732	0.832	2.61	5.70	5.15	1.56	me/100g 34.3	mg/100g 239	mg/100g 26.4	% 44.6	% 2.85	% 0.34	796	mg/100g 17.60	mg/100g 7.6
2	0.857	0.987	2.76	6.20	5.05	0.94	29.2	218	38.5	47.2	1.44	0.14	952	0.38	—
3	0.928	1.065	2.72	6.20	5.31	0.83	25.6	213	38.4	51.1	0.56	0.11	692	0.31	—
4	0.900	1.030	2.71	6.05	5.16	0.83	24.3	224	46.6	56.8	0.39	0.11	628	0.30	—

v. 金山

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	20 ^{cm}	腐植に富む	堆土	暗褐	中	鉄銹斑盤層
2			堆土	黄褐	甚密	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.838	0.992	2.52	4.71	4.30	15.30	me/100g 19.1	mg/100g 53	mg/100g 11.4	% 21.9	% 3.78	% 0.25		mg/100g 22.80	mg/100g 49.4
2	0.990	1.058	2.61	4.52	4.31	20.00	11.3	38	7.6	22.1	0.75	0.10	328	0.19	27.8

vi. 川代田

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	15 ^{cm}	腐植に富む	埴土	暗褐	中	強
2			埴土	灰褐	甚密	極強 鉄銹斑盤層

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.824	0.918	2.70	4.81	4.20	18.52	me/100g 29.9	mg/100g 85	mg/100g 17.7	% 19.7	% 3.50	% 0.31		mg/100g 2.42	mg/100g 49.4
2	0.950	1.104	2.61	5.00	4.15	18.40	12.4	51	25.3	31.9	0.60	0.11	308	0.06	15.6

vii. 藤崎農場

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	40 ^{cm}	腐植を含む	埴壤土	灰褐	粗	弱
2	10		埴土	灰褐	密	中
3			埴土	緑灰	密	強

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.685	0.770	2.54	6.20	5.50	0.52	me/100g 24.6	mg/100g 215	mg/100g 63.2	% 65.8	% 1.96	% 0.17		mg/100g 15.10	mg/100g 3.2
2	0.775	0.962	2.54	6.20	5.20	0.50	23.9	258	49.3	70.7	1.37	0.18	550	14.21	—
3	0.776	0.955	2.51	6.11	5.20	0.47	24.3	245	56.9	72.8	1.34	0.17	550	7.00	—

viii. 津賀野

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	40 ^{cm}	腐植を含む	埴壤土	灰褐	粗	中
2			埴土	灰褐	密	強

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.839	0.997	2.45	5.21	4.51	5.10	me/100g 27.9	mg/100g 217	mg/100g 50.6	% 63.4	% 1.64	% 0.19		mg/100g 24.12	mg/100g 44.1
2	0.844	0.974	2.65	5.30	4.59	3.22	25.9	226	57.6	65.2	1.66	0.17	464	14.64	—

ix. 仁木(A)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	15 ^{cm}	腐植に富む	埴壤土	黒褐	粗	弱
2	10	礫に頗る富む	埴壤土	暗黒褐	密	弱
3		"	砂壤土	淡黒褐	甚密	中 鉄銹斑

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.896	0.966	2.58	5.10	4.40	6.46	me/100g 27.8	mg/100g 224	mg/100g 35.4	% 52.5	% 2.51	% 0.28	748	mg/100g 22.55	mg/100g 6.1
2	0.968	1.035	2.64	4.30	4.30	6.46	13.6	224	20.2	49.3	1.30	0.22	321	2.11	6.1
3	1.078	1.164	2.76	5.71	5.01	1.57	10.2	95	19.0	67.7	0.67	0.13	424	0.78	2.8

x. 仁木(B)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	15cm	腐植に含む	埴壤土	黒褐	粗	鉄錆斑
2	30	礫に頗る富む	埴土	灰黄褐	密	
3			砂壤土	褐	甚密	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.810	1.060	2.76	5.10	4.30	10.50	me/100g 26.4	mg/100g 201	mg/100g 54.4	% 59.9	% 1.49	% 0.16	724	mg/100g 18.85	mg/100g 2.8
2	0.788	1.049	2.66	5.10	4.20	40.32	37.6	179	96.2	45.7	0.75	0.13	1,104	0.21	2.0
3	0.838	1.043	3.06	5.10	4.20	50.81	38.2	156	126.3	45.0	0.65	0.13	1,196	0.19	—

xi. 余市(A)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	20cm	腐植に富む	埴壤土	暗褐	粗	鉄錆斑
2	20	礫に富む	埴土	褐	中強	
3			埴土	赤褐	密強	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.885	0.982	2.66	4.51	4.00	22.70	me/100g 23.2	mg/100g 55	mg/100g 5.1	% 14.7	% 3.20	% 0.29	832	mg/100g 10.20	mg/100g 43.1
2	1.006	1.118	2.76	4.80	4.23	18.10	16.2	69	22.8	22.3	0.92	0.16	424	1.96	10.1
3	0.987	0.992	2.76	4.80	4.20	24.73	19.4	83	27.8	25.9	0.53	0.11	644	0.07	9.2

xii. 余市(B)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	10cm	腐植に頗る富む	埴壤土	暗褐	粗	鉄錆斑
2	30	礫に富む	埴土	黄褐	甚密	
3		"	埴土	黄赤	甚密	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量	置換性石灰	置換性苦土	塩基飽和度	全炭素	全窒素	リン酸吸収係数	可吸態リン酸	活性アルミナ
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.788	0.879	2.62	4.26	3.95	23.15	me/100g 25.6	mg/100g 61	mg/100g 3.6	% 21.5	% 4.10	% 0.27	832	mg/100g 2.65	mg/100g 50.1
2	1.027	1.103	2.78	4.61	4.28	22.21	16.7	51	3.8	20.9	0.80	0.11	428	0.25	41.1
3	0.980	1.044	2.79	4.61	4.10	36.36	18.7	62	7.6	20.8	0.44	0.11	640	0.19	32.1

xiii. 江部乙(A)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	20cm	腐植に頗る富む	埴土	黒褐	粗	鉄錆斑
2	20		埴土	暗褐	甚密	
3			埴土	灰褐	甚密	

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量 me/100g	置換性石灰 mg/100g	置換性土 mg/100g	塩基飽和度 %	全炭素 %	全窒素 %	リン酸吸収係数	可吸態リン酸 mg/100g	活性アルミナ mg/100g
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.887	1.017	2.70	5.90	5.30	0.85	21.6	123	26.6	55.5	4.43	0.34	524	61.01	20.1
2	1.047	1.146	2.54	4.80	4.41	17.72	12.5	43	2.5	30.4	0.82	0.14	724	0.24	22.1
3	0.970	1.036	2.77	4.81	4.30	32.90	17.4	58	10.1	18.4	0.46	0.10	834	0.21	20.1

xiv. 江部乙(B)

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	15 ^{cm}	腐植に頗る富む	埴土	暗褐	粗強	
2	15		埴土	灰褐	甚密極強	
3			埴土	灰褐	甚密極強	鉄錆斑

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量 me/100g	置換性石灰 mg/100g	置換性土 mg/100g	塩基飽和度 %	全炭素 %	全窒素 %	リン酸吸収係数	可吸態リン酸 mg/100g	活性アルミナ mg/100g
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.861	1.013	2.63	5.00	4.42	8.81	21.8	77	2.5	28.4	3.43	0.29	644	19.80	32.8
2	1.021	1.144	2.64	4.70	4.50	22.20	12.1	32	0.3	7.8	0.82	0.12	644	0.21	91.8
3	0.988	1.109	2.72	4.82	4.30	41.83	15.9	47	2.5	20.8	0.27	0.08	656	0.11	32.8

xv. 手稻西野

層序	層厚	土性	土色	堅密性	粘性	備考
1	20 ^{cm}	腐植に富む	埴土	黒褐	粗中	
2	30	腐植に富む	砂埴土	淡黒	粗中	
3	30	腐植に頗る富む	埴埴土	黒	粗中	
4			埴土	暗褐	密中	鉄錆斑

層序	仮比重		真比重	pH		Y ₁	塩基置換容量 me/100g	置換性石灰 mg/100g	置換性土 mg/100g	塩基飽和度 %	全炭素 %	全窒素 %	リン酸吸収係数	可吸態リン酸 mg/100g	活性アルミナ mg/100g
	粗	密		H ₂ O	KCl										
1	0.854	0.935	2.42	5.20	4.52	12.71	28.8	158	25.3	85.4	3.22	0.33	724	60.50	15.8
2	0.917	0.973	2.54	5.40	4.63	1.10	29.2	268	36.7	66.8	2.60	0.25	704	3.08	3.0
3	0.794	0.842	2.53	5.21	4.50	0.62	43.0	332	45.6	34.4	7.05	0.33	924	1.13	6.9
4	0.846	0.910	2.80	6.00	5.00	0.83	30.4	254	44.3	61.5	1.79	0.22	934	1.58	39.6

文 献

- 青木, 奥瀬. 1964. 弘大農報. 10: 58.
- BENSON, N. R. and C. G. WOODBRIDGE. 1961. Proc. Wash. State Hort. Assoc. : 153.
- BERG, A. and G. CLULO. 1946. Phytopath. 36: 395.
- and ———. 1946. Science 104: 265.
- , G. CLULO, and C. R. ORTON. 1958. W. Va. Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 414 T: 28.
- CLULO, G. 1949. Phytopath. 39: 502.
- GRASMANIS, V. O. 1958. J. Aust. Inst. Agr. Sci. 24: 350.
- HILDEBRAND, E. M. 1947. Plant Disease Rept. 31: 99.
- 京大農学部農化教室. 1959. 農芸化学実験書 第1巻 (産業図書).
- LEEPER, G. W. 1935. Proc. Roy. Soc. Victoria, 47(II): 225.
- 農林省農地局. 1956. 開拓地土壌分類. 開拓地土壌調査資料. 第4号.
- (北海道開発局). 1958. —— (北海道). ——.
- . 1961. 開拓地土壌の特性とその生産性. ——. 第10号.
- 奥田, 東ら共著. 1961. 土壌肥料ハンドブック (養賢堂).
- 大野, 中村. 1963. 青森県りんご園土壌調査報告. I. 青森県りんご試験報告. 第7号.
- ORTON, C. R. and G. CLULO. 1950. Phytopath. 40: 21.
- 札幌市. 1959. 土性調査解説書. 札幌市農業振興対策基礎調査報告. 第4報.
- SHANNON, L. M. 1954. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64: 165.
- SHERMAN, G. D., J. S. MCHARGUE, and W. S. HODGKISS. 1942. Soil Sci. 54: 253.
- STEWART, F. C. 1963. Plant Physiology. Vol. III. Academic Press.
- ZEIDERS, K. E. and H. C. FINK. 1959. Phytopath. 49: 526.