

リンゴ紫紋羽病と白紋羽病の発生環境と防除に関する研究

福 島 千 萬 男

(青森県りんご試験場)

Environmental Factors Important for the Occurrence of the Violet and White Root Rots (*Helicobasidium mompa* Tanaka and *Rosellinia necatrix* (Hartig) Berlese) in Apple Orchards and their Control Methods

Chimao FUKUSHIMA

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori 036-0332, Japan

目 次

I. 緒 言	4
II. 研 究 史	5
1. 病原菌およびその生理的性質	5
2. 両紋羽病の発生環境	6
3. 防除法	8
III. リンゴ紫紋羽病菌の分生胞子の形成と病原性	9
1. 分離菌株の培地上の形態・性状と病原性	9
2. 分生胞子の形態と形成条件	12
3. 分生胞子形成菌株, 非形成菌株および罹病根菌糸から分離した菌株の培地上の形態・性状と病原性	14
4. 考 察	15
IV. リンゴ紫紋羽病菌の接種法の確立	17
1. 土壌の種類と発病	18
2. 接種源と接種量	18
3. 考 察	20
V. 青森県におけるリンゴ紫紋羽病と白紋羽病の発生環境	21
A. リンゴ普通栽培園における両紋羽病の発生環境	21
1. 発生状況と発生条件	21
2. 両紋羽病の発生様相の異なる土壌中および土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育	26
3. 両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壌微生物相と拮抗微生物	33
4. 台木の種類と白紋羽病の発生	35
5. 考 察	37
B. 長年リンゴ草生普通栽培園における両紋羽病の発病抑止要因	39
1. 土壌中における両紋羽病菌の生育	39
2. 温湯処理土壌における両紋羽病菌の生育と微生物相	41
3. 土壌微生物相と拮抗微生物	42
4. 土壌煎汁培地上における両紋羽病菌の生育	44
5. 土壌の理化学性	45
6. 考 察	45
C. リンゴわい化栽培園における両紋羽病の発生環境	47
1. 発生状況と発生環境	47
2. 両紋羽病の発生様相の異なる土壌中における両紋羽病菌の生育と土壌微生物相	50
3. 仕立様式およびわい性台木の違いと両紋羽病の発生	51

4. 両紋羽病の発生に及ぼす Apple chlorotic leaf spot virusの影響	53
5. 考 察	55
VI. リンゴわい化栽培における両紋羽病の防除	57
A. 薬剤による防除	57
1. 両紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果	57
2. 薬剤の土壌注入法による両紋羽病の予防	62
3. 薬剤の露出処理法による両紋羽病罹病樹の治療	63
4. 薬剤の土壌注入法による両紋羽病罹病樹の治療	67
5. 考 察	71
B. 拮抗微生物および埴質沖積土壌の発病抑止効果	74
1. 両紋羽病菌に対するリンゴ園土壌微生物の拮抗作用	74
2. 土壌改良資材・ファーティレイドおよびトリコンによる白紋羽病の防除	77
3. 両紋羽病に対する埴質沖積土壌の発病抑止効果	81
4. 考 察	83
VII. 総合考察	85
VIII. 摘 要	88
引 用 文 献	90
Summary	98
図 版 説 明	102

I. 緒 言

紫紋羽病は1891年に TANAKA により、また白紋羽病は1901年に野村により報告されて以来、リンゴ、ナシなどの果樹では古くから重要病害になっている。青森県内のリンゴ普通栽培園では、紫紋羽病は1909年に(宮部, 1910)、白紋羽病は1928年に(青森農事試, 1930)初めて発生が確認された。その後、両紋羽病の発生は年々拡大し、被害も増加してリンゴ安定生産上大きな問題になった。しかし、両紋羽病とも土壌という複雑な環境の中で生存し、樹勢と密接に関係して発病するので、有効な防除法は確立されていなかった。

著者は1964年からリンゴ紋羽病の研究に着手し、1976年から1980年には、農林水産省の総合助成試験で発生環境の解明と防除法について検討した。

本研究を実施中に、早期多収、省力、品質向上を目的としたリンゴわい化栽培が、1973年頃から実施され、1991年にはリンゴ主産県の栽培面積は10,603ha になり、全面積の20.7%に達した(青森県りんご課, 1993)。リンゴわい化栽培が急速に普及するにともない、全国的に紋羽病が多発し、わい化栽培の生産性の向上と安定化を図る上で大きな障害となり、本病の防除法の確立が青森県ばかりでなく、リンゴ主産県からも強く要望された。このため、リンゴわい化栽培における紋羽病の総合防除法の確立を目的として、1985年に総合助成試験(中核研究)を実施したが、1986年から1989年には地域重要新技術開発促進事業と名称を変更して、リンゴ主産県の試験研究機関と共同研究を行った。

本論文は其中で得られた成果の中から、紫紋羽病菌の分生孢子の形成と接種法、リンゴ普通栽培園およびわい化栽培園における紋羽病の発生環境と防除法についての研究結果をとりまとめたものである。その一部は既に学会に報告

した(工藤ら, 1968; 福島・工藤, 1973; 福島ら, 1971, 1982a, b, 1983, 1984a, b, 1986; 中沢・福島, 1973; 荒井ら, 1987, 1988, 1989, 1990)。

本研究を行うにあたり、元青森県りんご試験場長工藤祐基氏、同場長一木茂氏、同元次長田中弥平氏には、研究開始当初から有益な指導を賜り、研究途上においても中間の成績を検討され、適切な指示いただいた。また、元岩手大学農学部教授津山博之博士、元弘前大学農学部教授沢村健三博士、元農林水産省果樹試験場佐久間勉博士には研究推進上終始有益な指導と激励を賜った。

本論文のまとめに際しては元農林水産省農業環境研究所荒木隆男博士ならびに北海道大学農学部教授生越明博士、同農学部教授喜久田嘉郎博士、同農学部教授上田一郎博士からは懇篤なる指導と細部にわたりご校閲を賜った。ここに慎んで深甚なる感謝の意を表す。

弘前大学農学部教授原田幸雄博士、同農学部教授奥野智且博士、りんご試験場病虫部関田徳雄博士には研究途上において機会あるごとに有益な示唆と多大の援助を与えられた。また、秋田県果樹試験場鹿角分場水野昇氏からは供試菌の分譲をいただいた。記して衷心より厚くお礼を申し上げる。

圃場調査および防除試験には元青森県りんご試験場病虫部瀬川一衛氏、大友義視氏、松中謙次郎氏、山田隆氏、藤田孝二氏、中沢憲夫氏、長内敬明氏、荒井茂充氏、化学部成田春蔵氏、加藤正氏、栽培部山谷秀明氏からは多大のご協力をいただいた。これら関係各位に心から感謝の意を表す。

II. 研究 史

1. 病原菌およびその生理的性質

紫紋羽病：TANAKA (1891) は1891年にクワの紫紋羽病を初めて発見し、詳細な形態的記載を行って病原菌を *H. mompa* Tanaka と命名した。リンゴ紫紋羽病は、宮部 (1910) および三浦 (1911) が青森県内のリンゴ園で発生を確認し、三浦 (1917) は子実層、担子胞子を観察して病原菌を *H. mompa* Tanaka と記載した。原 (1916) もナシ、リンゴ、カキの紫紋羽病菌を同様に記載した。

しかし、三宅 (1920) はクワに寄生する紫紋羽病菌の形態を観察し、1909年に RACIBORSKI がジャワで採集した *Septobasidium mompa* (Tanaka) Racib. を採用した。

その後、ITO (1949) は罹病サツマイモから本菌の純粋分離に初めて成功し、本菌の形態的特徴を詳細に観察して、*H. mompa* Tanaka を採用するのが正しいとし、近似種の *H. purpureum* とは別種であるとした。鈴木ら (1957) も罹病サツマイモから純粋分離した菌の形態を詳細に検討し、*H. mompa* Tanaka を採用したが、同菌を英国の GARRETT から送付された *H. purpureum* と比較検討し、担子胞子の数と分生胞子時代について検討する必要があるとし、両者を全く異種であると判定するには慎重であることを要するとした。

本菌の寄主範囲は広く、多数の報告がある (原, 1916; 三浦, 1917; 鑄方, 1927; ほか)。ITO (1949) はこれをまとめ、新たに50種追加して、寄主植物は45科76属104種にわたると報告した。

本菌の生理生態的研究は三宅 (1920) によって始められたが、本格的に究明されたのは、ITO (1949) が本菌の純粋培養に成功してからである。ITO (1949) は本菌の分離方法を検討し、分離菌を用いて生理的性質、色素および酵素の産

生、侵入方法について詳細に研究を行った。この中で本菌の生育温度は8~35°C、最適は27°Cであり、生育pHは4.2~7.8で、最適は5.2~6.4と報告している。

その後、鈴木ら (1957) はサツマイモ紫紋羽病菌の形態、感染過程、培地中の窒素源およびビタミン類と菌の生育、ペクチン分解酵素およびイタコン酸の産生、感染組織の生化学的変化など広範かつ詳細な研究を行って、本菌の生理生態を明らかにした。

青木・中里 (1951) はクワから、赤石・関口 (1953b)、赤石 (1954) および照井 (1953) はリンゴから紫紋羽病菌を分離し、菌の培養性質を報告しているが、ITO (1949) の記載とほぼ同じである。また、青木・中里 (1951) および TERUI (1955) は、本菌の菌糸は遊離酸素のない状態では生育しないと報告している。

これまで、1, 2の菌株を供試して本菌の研究が行われていたが、家城 (1967, 1972) は、選択培地を用いてクワ紫紋羽病菌を多数分離し、分離菌株間に生育温度と病原性に差があると報告した。福島ら (1986) もリンゴ紫紋羽病菌を多数分離し、菌株間に培養性状と病原性に差があると報告した。

白紋羽病：野村 (1901) が1900年に山梨県のブドウ、京都府と長野県のクワ、東京都のチャに白紋羽病菌の寄生しているのを初めて発見したが、子のう殻を観察することができなかったため、病原菌を *Dematophora necatrix* Hart. とした。

その後、三宅は1918年にイチジクの被害根上に子のう殻を発見し、これをフランスより入手した標本と詳細に比較検討し、*Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. と同じ菌であると1960年に報告した。

一方、渡辺(1953)はチャの被害根上に、荒木(1967)はモモに接種し、罹病樹に形成された子のう殻の形態を詳細に観察し、病原菌を *R. necatrix* (Hart.) Berl. と同定した。

本病の寄主範囲については、野村(1901)がブドウ、クワ、チャで、本病の発生を初めて確認して以来、本病は多くの果樹および永年作物に寄生することが確認された(西田, 1911; 鶴田, 1915; 三宅, 1916; 鋳方, 1927; 原, 1916, 1954; 三宅, 1960)。リンゴでは、呉竹(1915)によって最初に記載され、1928年には青森県内の各地のリンゴ園で発生が確認されている(青森農事誌, 1930)。

渡辺(1963)はこれらの既知の寄主植物に24種を新たに加え、寄主範囲は34科60種にわたるとした。

白紋羽病菌の分離は紫紋羽病菌に比較して容易で、生理的性質については渡辺(1938)、三宅(1960)、渡辺(1963)ら多くの報告がある。これらの結果を総合すると、本菌の生育温度は11.5~30°C、最適は25°Cである。生育最適 pH は5~6で、生育が進むにしたがってアルカリ性に移行し、3週間後には pH8.2を示す場合がある。嫌気条件下では24時間で発育を停止する。また、渡辺(1963)は窒素源としてペプトン、炭素源としてグルコース、ガラクトース、フルクトースが好適であり、ビタミン類としてはビオチン、サイアミンを必須とし、合成培地にニンジン汁液を添加すると生育が著しく促進されると報告している。糸井ら(1966)はビオチン、サイアミンなどの培地中の最適濃度を明らかにし、田中(1961)は本菌の生育はナシ、ブドウ、ミカンなどの樹枝煎汁培地で良好であるが、モモの枝、根の煎汁培地では阻害されると報告している。

本菌の分泌する酵素については、WATANABE(1952)がアマラーゼ、インベルターゼなど15種を定性的に確認し、荒木ら(1959)はセルラ

ーゼの C₁、C_x 型の活性は紫紋羽病菌に比較して著しく高いと報告した。その後、渡辺(1963)は本菌はバーベンダム反応が陽性であるが、カラムシとサクラの罹病根の化学分析および顕微鏡観察結果から、リグニン分解力は弱く、セルロース分解力は強いと推定した。

本菌の毒素については、道家(1951)が培養ろ液に毒素が産生されると報告した後、陳(1958)は培養ろ液から植物の発芽を阻害する物質を抽出し、1964年にこの物質を *rosellinic acid* と命名した。

その後、SAWAIら(1982, 1983)は、本菌の産生する毒素として、*cytochalasin E* の構造を明らかにし、リンゴの葉に毒性を示すことを証明した。

2. 両紋羽病の発生環境

両紋羽病は土壌条件と密接に関係して発生する。このため、本病の発生と土壌条件については多くの報告がある。

クワ白紋羽病は、野村(1901)が排水不良で、水の停滞する園地に多いとしたが、三宅(1916)は排水良好な砂地に多いとし、過度の湿度のために根が衰弱、腐敗し、本菌の寄生を助長するとの考えを否定した。佐々木(1916)は長野県内のクワ白紋羽病は雨量が少なく、乾燥しやすい砂質壤土に多く、埴質火山灰土壌に少ないとし、紫紋羽病はいずれの土壌でも発生するが、強粘土および雨量の多い所に少ないと報告した。その後、岡部(1954)および岡部・高橋(1956)は、群馬県内のクワ白紋羽病は開墾年数の古い、熟畑とみなされる園地に多く発生するが、紫紋羽病は開拓地、河川流域などの開墾年数の新しい園地に多いとし、両病の発生には地域性があることを明らかにした。

リンゴ紫紋羽病については、宮部(1910)が1909年に青森県内のリンゴ園を調査して、本病の発生は傾斜地の開墾地に多いとし、伝染源は

野生植物であると指摘した。その後、青森県農事試が1928年から1929年に県内のリンゴ紋羽病の発生状況を調査し、紫紋羽病と白紋羽病はほぼ同率に発生し、両病の発生は腐植質土壌の台地で排水不良園および山地の表土の浅い干ばつの発生する園に多いが、沖積土壌のような肥沃な土壌ではほとんどみられないとした(島, 1929; 青森農事試, 1930)。木村(1935)は両病の発生を区別して、紫紋羽病は山手の乾燥地帯に多いが、白紋羽病は腐植質土壌の台地で、排水不良園に多いとし、赤石・関口(1953a)も紫紋羽病は火山灰土壌で、排水良好な園に多いと報告している。

荒木・鈴木(1958, 1962, 1963), 荒木ら(1961a)はリンゴ, ナシ, クワの両紋羽病に關与する土壌条件について多くの研究を行い、荒木(1967)はその研究結果をまとめて、両紋羽病の発生環境を土壌の理化学的性質、両紋羽病菌の生理的な性質などから解析した。それによると、紫紋羽病は森林土壌および開墾年数の新しい土壌に発生し、このような土壌は固体容積比が小さく、全孔隙率およびC/N率が高く、乾土効果がやや高く、土壌微生物の構成は糸状菌が多く、細菌は少ない。一方、白紋羽病はこれと逆の条件下で多く発生する。また、白紋羽病は火山灰土壌および粒径組成の粗い沖積土壌で発生しやすく、これらの土壌に粗大有機物を施用するとさらに発生が助長される。火山灰土壌のうち多発型土壌はフルボ酸が多く、少発型土壌はヒューミン酸が多いとし、発生型と腐植組成が密接に関係していると述べている。

これとは別に、田町ら(1955, 1956)は青森県内のリンゴ紫紋羽病の発生土壌を理化学的に調査し、発生地の土壌はバン土質(アルミナ質)のため、遊離アルミナが根の表面に吸着し、養分吸収が阻害され、さらに表土が浅く、乾燥しやすいことから、樹勢が低下し、発生が多くなると報告している。望月ら(1963)はリンゴ白

紋羽病の発生土壌について検討し、同様に述べている。

照井ら(1964)はリンゴ白紋羽病の発生土壌で、フルボ酸含量が高いことに注目して調査し、フルボ酸のA, B, C画分では両紋羽病菌の生育が良好であるのに対して、D画分では白紋羽病菌の生育はわずかに促進されるが、紫紋羽病菌の生育は著しく阻害されるとした。このことから、耕地化にともなってD画分が増加し、紫紋羽病から白紋羽病に移行するものと推論した。

その後、リンゴ両紋羽病の発生要因について、福島ら(1982a, 1983, 1984a)は土壌中および土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育は無発土壌に比較して発生土壌で良好であるとし、加藤(1991)は土壌の容気量の大きい土壌で白紋羽病菌の生育が良好であると報告した。このほかに、渡辺(1963)は白紋羽病菌、権道・新山(1958)は紫紋羽病菌を用いて土壌中の温度、水分および添加物と菌の生育について報告している。家城(1972)はクワの苗木に紫紋羽病菌を接種し、土壌の種類によって発病に差があると述べている。

永年作物では、地上部の栽培管理法の違いで紋羽病の発生が多くなる。渡辺(1955)はラミーの葉身切除で白紋羽病の発生が多くなり、鈴井(1987)はアスパラガスの葉茎の取り過ぎによって紫紋羽病の発生が多くなるとし、その原因について報告している。

望月(1962)はリンゴが過剰着果になると樹勢が衰弱して紋羽病が発病すやしくなるとし、その要因を栄養生理の面から解明した。

果樹で生産を安定させるために使用されている台木の耐病性については、荒木(1967)はナシ白紋羽病、GUPTA(1978)はリンゴ白紋羽病、赤石・関口(1953a)および藤田ら(1992)はリンゴ紫紋羽病について病原菌の接種や自然感染で調査し、台木間の発病に差がみられるとして

いるが、抵抗性台木はまだ確認されていない。

3. 防除法

両紋羽病の発生には多くの要因が関与し、防除は難しい。しかし、被害が大きいので、予防法、罹病樹の治療法および苗木消毒法などの防除法について古くから多くの報告がある。

本病の予防法として、佐々木(1916)はクワ紫紋羽病の発病跡地に対して、ホルマリンおよび2年間の水田転換が有効とし、三宅(1917)は二硫化炭素の施用およびイネ科作物との輪作が有効であるとし、推奨した。同じ頃、三浦(1917)はリンゴ紫紋羽病に石灰の土壤施用および発病跡地の3～4年の休閑が有効であるとした。

これらの方法では防除が不十分であったので、三宅(1924)はクワ白紋羽病の土壤消毒剤について検討し、クロルピクリンが有効であることを初めて報告した。その後、各種の永年作物の両紋羽病に対するクロルピクリンの防除効果と使用法が多くの研究者によって検討された(勝又, 1933; 鈴木ら, 1952; 渡辺・高木, 1956; 田中, 1969; 鈴木, 1978; 佐久間ら, 1984; 小島, 1987; 藤田・清藤, 1990)。

その結果、クロルピクリンは両紋羽病の土壤消毒剤として現在も広く使用されている。

しかし、本剤は刺激臭が強いことから代替薬剤の検討が行われ、荒木(1956)はベーパム剤、長内ら(1983)はバスアミド粒剤が両紋羽病の土壤消毒剤として効果が高いと報告している。

土壤消毒後に植え付ける苗木の消毒法については、石灰乳、ホルマリンおよびボルドー液などに苗木を浸漬する方法が推奨されていた(三浦, 1911, 1917, 佐々木, 1916; 木村, 1935)。その後、青木・中里(1951)はクワ紫紋羽病罹病苗木は45°C、10分間の湿熱処理で病原菌が死滅するとし、松尾・桜井(1954)はクワ白紋羽病罹病苗木は45°C、60分間または47°C、40分間

の温湯処理で殺菌が可能であると報告した。

しかし、温湯処理は樹種によって生育障害を起こすので、荒木ら(1961b)は薬剤による苗木消毒を試み、土壤用有機水銀剤が有効であるとした。その後、同薬剤が使用禁止になったので、福島ら(1971)は代替薬剤の検索を行い、リンゴ白紋羽病の苗木消毒剤としてチオファネートメチル剤、ベノミル剤の実用性を確認した。

一方、リンゴ紫紋羽病罹病樹の治療法として、三浦(1911, 1917)は根を露出し、石灰乳で洗った後、1～2週間日光消毒する方法を提唱した。その後、村田(1927)は露出した根に硫酸鉄を散布する方法を推奨し、勝又(1933)は本病の治療剤として硫酸鉄塩化マンガ、フォルマリンの効果が高いと報告した。木村(1935)はこれらの処理を行った後にマルス属植物の苗木を寄せ接ぎする民間療法を紹介した。

戦後、有機水銀剤が開発され、果樹の両紋羽病に対する治療効果が検討された。渡辺・高木(1955)はナシ白紋羽病に水銀剤(ウスブルン)の露出処理法が有効であると報告した。この方法に準じて、荒木ら(1961b)、鈴木・荒木(1963)および宮川・高田(1964)はナシ、ミカンの白紋羽病罹病樹の治療を試み、土壤用有機水銀剤が高い効果を示すと報告した。同じ頃、知久ら(1960)および田中(1967)はナシとリンゴの白紋羽病罹病樹に対するPCNB剤の治療効果を確認した。

しかし、1970年に有機水銀剤が使用禁止になったこととPCNB剤の効果が十分でなかったことから、代替薬剤の検索が行われた。福島・工藤(1973)および落合・林(1974, 1978)はリンゴ白紋羽病の治療剤としてチオファネートメチル剤、ベノミル剤が有効であるとし、中沢・福島(1973)および福島ら(1982b)はリンゴ紫紋羽病の治療剤としてアンバム剤、ダイホルタン剤、消石灰液が有効であると報告した。

生物防除については、鈴木ら（1951）は紫紋羽病菌に拮抗作用を示した菌をサツマイモ紫紋羽病発病跡地に接種したが、効果は認められなかったと述べている。赤石・関口（1953b）、赤石ら（1954）および佐久間（1986）はリング園土壤から紫紋羽病菌に拮抗作用を示す *Trichoderma* spp. *Penicillium* spp. および細菌を分離し、工藤・伊藤（1988）は同菌に拮抗作用を示す菌をリング罹病苗木に接種したが、発病抑制効果は明かでなかったと報告している。

高木・渡辺（1953）は芋麻白紋羽病菌に対する *Trichoderma* 菌の拮抗作用には菌株によって差がみられると報じ、家城（1969）は *Trichoderma* 菌の中には両紋羽病菌に強い拮抗性を示す菌があると報告した。また、久保村・高橋（1984）は、白紋羽病菌に拮抗作用のある放線菌は培養条件を変えることによって拮抗性に差を生ずると述べている。

一方、両紋羽病菌の土壤中の密度を検知する

方法が多くの研究者によって試みられている。アスパラガス紫紋羽病菌の検出方法として、鑑谷（1963）は土壤中に樹枝を挿入する方法を奨めたが、鈴木（1978）はこれを詳細に研究し、雑草、樹枝、アスパラガス切離根を用いた捕捉法を確立した。その後、仲谷（1989）はリング紫紋羽病菌を捕捉するにはリング樹枝を土壤に挿入する方法がよいと報じた。

田中（1965）は、果樹の白紋羽病菌を検索するにはカキ、ナシ、イチジクなどの枝の土壤中への挿入およびダイズの実生の植え付けがよいとし、家城ら（1967）はクワ白紋羽病菌は雑木枝よりクワ枝を土壤に挿入する方が良く捕捉できるとした。このほかに、白紋羽病菌を土壤から検出する方法として、家城ら（1969）は植物遺体法、奈須田・菅（1968）は植物残渣法、四方・三枝（1987）は埋没切片培養法を報告している。

III. リング紫紋羽病菌の分生胞子の形成と病原性

紫紋羽病菌の分離培養および病原性については、サツマイモ、クワで報告されている（ITO, 1949；青木・中里, 1951；鈴木ら, 1957；家城, 1967）が、リングでは試みられていない。

このため、青森県内のリング紫紋羽病罹病樹に着生した子実体より得た担子胞子から多数の菌株を分離し、その培地上の形態・性状と病原性について比較検討した。また、分離菌株の中に、これまで紫紋羽病菌 (*H. mompa* Tanaka) では発生が確認されていなかった分生胞子を形成する菌株が認められたので、分生胞子の形態を観察し、分生胞子の形成条件および病原性について検討した。

1. 分離菌株の培地上の形態・性状と病原性

リング紫紋羽病は青森県内のリング園に広域に発生し、大きな被害を与えているが、病原菌

の培地上の形態・性状および病原性については調査されていない。

そこで、各地のリング園に発生している紫紋羽病菌の子実体を採集し、担子胞子からの分離法によって多数の菌株を分離し、培地上における菌の生育、菌叢の形態、切枝および苗木に対する病原性を比較検討した。

(1) 分離菌株の培地上の形態・性状

担子胞子から紫紋羽病菌を分離し、菌株間の培地上の形態・性状を比較調査した。

a. 実験方法

1983～1985年に青森県内のリング園(第1表)から紫紋羽病罹病樹の地際部に発生した子実体を採集し、担子胞子を形成している子実体(図版III-2)はそのまま実験に供試した。担子胞子を形成していない子実体(図版III-1)は水道水で7日間洗い流し、土や混雑物を取り除い

第1表 分離菌株の採集地・採集年月日

採集地名	採集年月
北津軽郡岩木町百沢*	1983年10月, 1984年5月
西津軽郡鰺ヶ沢町湯船*	1984年5月
中津軽郡相馬村五所*	1984年5月
黒石市石名坂	1984年6月
弘前市下湯口	1984年7月
三戸郡三戸町梅内	1984年7月
黒石市福民(りんご試)	1984年7月

*: 子実体採集時に担子孢子未形成

て、水ゴケを入れた大型シャーレに入れ、25°Cの湿室に保ち、担子孢子を形成させた。担子孢子が形成された子実体を1調査地点当たり2~5個選び、1子実体から担子孢子が大量に形成されている部分を5mm平方に3個切り取った。これを素寒天培地を流し込んだシャーレの上蓋の内側に担子孢子を形成している面を下に向けて、ワセリンで貼り付け、15°C、16時間照明下に5日間保った。その後、培地上に落下した担子孢子から伸長した菌糸を釣菌し、ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天平板培地(以下PDAと記す)に移植し、25°Cで培養して菌株を得た。

前述の方法で分離された菌株をPDA平板培地で約20日間培養し、菌叢の周辺部からコルクボーラで菌叢を径4mmに打ち抜き、PDA平板培地に移植し、25°Cで培養した。なお、対照

として用いたAHe-1菌株は、リンゴ紫紋羽病罹病樹の菌糸から分離した菌株で弘前大学農学部原田幸雄教授より分譲して頂いた。

調査は15日間培養後に以下の方法で行った。菌叢の伸長量は菌叢の直径を測定し、気中菌糸は形成程度を4段階(-: なし, + : 中心部のみ, ++ : 菌叢の1/2以下, +++ : 菌叢の1/2以上)に分けて調査した。また、分生孢子の形成の有無、菌叢の色、形態、菌糸塊の形成の有無は観察調査した。実験は1983年と1984年の分離菌株については1985年に、1985年の分離菌株については1986年に行った。

b. 実験結果

リンゴ紫紋羽病菌の分離結果とその培地上の形態・性状を調査した結果を第2表に示した。紫紋羽病菌は自然状態で形成された担子孢子および湿室で子実体に形成させた担子孢子から容易に分離され、7地点から105菌株分離された。分離菌株の培地上の形態・性状には菌の採集地点間に差がなかったが、菌株間には大きな差が認められた。すなわち、菌叢の直径が61mm以上の生育の早い菌株が44.8%で、21~60mmの菌株が47.6%であったが、21mm以下の生育の遅い菌株が7.6%あった。気中菌糸は菌叢の全面に形成する菌株が61%あったが、中心部とそ

第2表 各地のリンゴ園から分離した紫紋羽病菌株の培地上の形態・性状

採集地	供試菌株数(個)	分生孢子		菌叢直径(mm)			気中菌糸			菌叢の色				菌叢の形			菌糸塊	
		有	無	10~20	21~60	61~80	+	++	+++	白色	明褐	褐色	暗紫	輪紋	放射	雲形	有	無
百沢	20	0	20	1	5	14	1	1	18	0	17	2	1	0	2	18	3	17
湯船	17	0	17	0	2	15	1	3	13	0	15	2	0	2	3	12	6	11
五所	7	0	7	0	6	1	0	4	3	0	4	2	1	0	1	6	0	7
石名坂	12	0	12	0	3	9	0	12	0	9	1	2	0	3	9	1	11	
下湯口	19	0	19	0	14	5	2	8	9	0	12	4	3	0	10	9	1	18
梅内1	7	7	0	5	1	1	5	2	0	5	2	0	0	0	0	7	0	7
// 2	7	0	7	0	5	2	0	0	7	0	6	0	1	0	0	7	0	7
福民1	8	8	0	2	6	0	8	0	0	5	2	1	0	0	7	1	0	8
// 2	8	0	8	0	8	0	3	3	2	0	8	0	0	0	3	5	0	8
計	105	15	90	8	50	47	20	21	64	10	75	12	8	2	29	74	11	94
%		14.3	85.7	7.6	47.6	44.8	19.0	20.0	61.0	9.5	71.4	11.4	7.7	1.9	27.6	70.5	10.5	89.5
AHe-1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1

の周辺に形成する菌株が39%あった。菌叢の色は明褐色が71.4%で最も多く、褐色が11.4%、暗紫色が7.7%で、白色も9.5%みられた。菌叢の形態は、雲形状が70.5%と最も多く、次いで放射状が27.6%で、輪紋状が1.9%と最も少なかった。菌糸塊は大部分の菌株で形成されなかったが、形成する菌株が10.5%みられた。また、菌糸の生育が遅く、気中菌糸の形成が少なく、菌叢が白色を呈して分生孢子を形成する菌株が7地点のうち、2地点から15菌株分離された。

以上のことから、青森県内のリンゴ園には培地上の形態・性状の異なる紫紋羽病菌が広く分布し、この中で菌の生育が比較的早く、気中菌糸を多く形成し、菌叢が明褐色で、菌糸塊を形成しない菌株が多く存在することが明らかになった。

(2) リンゴ切枝および苗木に対する病原性

室内で紫紋羽病菌の病原性を簡易に検定するため、リンゴ切枝に分離菌を接種し、病斑長を調査した。さらに、培地上の形態・性状およびリンゴ切枝に対する病原性の異なる菌株を選んで、圃場のリンゴ実生苗木に接種し、苗木に対する病原性を比較検討した。

a. 実験方法

(a) リンゴ切枝に対する病原性

前項の実験に供試した菌株をPDA平板培地で約20日間培養し、菌叢周辺部からコルクボーラで径5mmに打ち抜いて接種源とした。接種はリンゴ休眠徒長枝を10cmに切断し、中央部の樹皮をコルクボーラで径5mmに打ち抜き、接種源を埋め込み、乾燥しないようにセロテープを貼り付けた。その後、25°Cの温室に保ち、16日後に接種部位を中心に樹皮を削り取り、褐変部分を病斑長として測定した。

(b) 苗木に対する病原性

分離菌株の中から前項の実験で培地上の形態・性状と切枝に対する病原性の異なる10菌株を選んで、南津軽郡平賀町新館の現地圃場で1

菌株当たり、1年生リンゴ実生苗木を5本供試し、次のように接種した。

1985年6月21日に実生苗木を植え付け、深さ10cmの主根部にナイフで2~3cmに舌状の傷を付け、5cmに切断したリンゴ徒長枝に約2か月間培養した供試菌を苗木1本当たり8個(20~25g)接種した。

同年10月15日に接種した苗木を掘上げて、発病程度を次の基準で調査し、発病度を算出した。

発病程度(指数)；0：健全，1：接種部位にだけ菌糸束が着生，2：菌糸束が濃密に着生しているが腐敗根なし，3：根部が1/2以下腐敗，4：根部が1/2以上腐敗，5：枯死

$$\text{発病度} = \frac{\sum(\text{指数} \times \text{指数に該当する樹数})}{\text{調査樹数} \times 5} \times 100$$

b. 実験結果

(a) リンゴ徒長枝に対する分離菌株の病原性

第3表に示したように、菌の採集地点間には差は認められなかったが、菌株間には大きな差がみられた。すなわち、病斑長が対照菌株(AHe-1)に比較して同等か、それ以上の菌株が31.4%であったのに対してそれ以下の菌株は68.6%であった。

(b) 苗木に対する病原性

苗木に対する病原性は、10菌株中7菌株で病原性を示し、このうち2菌株が強い病原性を示した。これに対して、全く病原性を示さなかった菌株が3菌株あった。これを培地上の形態・性状および切枝に対する病原性と比較した結果、苗木に対する病原性を培地上の形態・性状または切枝に対する病原性で判定することはできなかった(第4表)。

従って、紫紋羽病菌の病原性は圃場に植えたリンゴ樹に本菌を接種して確認する必要があると考える。

第3表 切枝に対する分離菌の病原性

採集地	供試菌株数	病斑長 (mm)					
		1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30
百 沢	20	7	6	0	3	3	1
湯 舟	17	7	8	0	1	1	0
五 所	7	2	2	2	1	0	0
石 名 坂	12	6	4	0	1	1	0
下 湯 口	19	2	6	7	1	2	1
梅 内	14	9	1	1	2	1	0
福 民	16	4	8	3	1	0	0
計 (%)	105	35.3	33.3	12.4	9.5	7.6	1.9
AHe-1	1	0	0	1	0	0	0

第4表 培地上の形態・性状および切枝に対する病原性の異なる菌株の苗木に対する病原性

菌株名	菌叢の直径 (mm)	気中菌糸	菌叢の色	菌叢の形態	培地の色	菌糸塊の形成	切枝の病斑長 (cm)	苗木病原性	
								発病樹率	発病度
AH- 4	85	+++	褐色	雲形	無	有	8.6	2/5	12
AH-12	77	+++	褐色	雲形	無	無	13.0	3/5	20
AH-17	78	+++	暗紫	雲形	無	無	26.0	5/5	84
AH-20	58	+++	明褐	雲形	無	無	28.7	0/5	0
AH-32	73	+++	明褐	雲形	無	有	7.7	2/5	24
AH-43	73	+++	褐色	雲形	明褐	有	22.0	0/5	0
AH-46	52	+++	暗紫	放射	暗紫	無	23.7	3/5	32
AH-58	66	+++	暗紫	雲形	無	無	27.3	0/5	0
AH-76	62	+++	明褐	雲形	明褐	無	26.0	5/5	70
AH-81	57	+++	明褐	雲形	明褐	無	20.7	4/5	32
AHe-1	72	+++	褐色	雲形	褐色	有	15.0	2/5	16
無接種	—	—	—	—	—	—	0	0/5	0

2. 分生胞子の形態と形成条件

これまで日本においては多くの研究者によって紫紋羽病菌の分離培養が行われているが、分生胞子の形成は確認されていない。ところが、前述のように、青森県内のリンゴ紫紋羽病罹病樹に形成された担子胞子から分離した紫紋羽病菌の中に、分生胞子を形成する菌株が確認された。

そこで、PDA 平板培地上に形成された分生胞子の形態を、BUDDIN and WAKEFIELD (1927) が記載した *Helicobasidium purpureum* (Tul.) Pat. の分生胞子の形態と比較検討した。さらに、分生胞子の形成条件を知るため、温度と光が分生胞子の形成に及ぼす影響について検討し

た。

(1) 分生胞子の形態

リンゴ紫紋羽病菌 (*H. mompa* Tanaka) の形態を本菌の近似種である *H. purpureum* (Tul.) Pat. の分生胞子の記載と比較し、菌叢の移植部位と分生胞子の形成について検討した。

a. 実験方法

前項の実験で黒石市福民 (りんご試験場) から分離された分生胞子形成菌株の中から、2 菌株選んで分生胞子の希釈法に準じた単胞子分離を行い、実験に用いた。単胞子分離した 2 菌株を PDA 平板培地にそれぞれ移植し、25°C、16 時間照明下で 3 週間培養し、分生胞子形成部か

第5表 *H. mompa* と *H. purpureum* の分生孢子および分生子柄の形態の比較

病原菌名	分 生 孢 子		分 生 子 柄		
	形 態	大 き さ (μm)	形 態	分 岐	分生孢子形成
<i>H. mompa</i> (紫紋羽病菌)	倒卵形、楕円形と きに球形	6.0-10.0×6.5-12.5	棍棒状	無	Tuberculina 型
<i>H. purpureum</i> *	球形、ときに楕円 形、卵形	9.0-15.0×10.0-18.0	棍棒状	無	Tuberculina 型

*印は BUDDIN and WAKEFIELD (1927) の記載による。

第6表 菌叢の移植部位と分生孢子的形成

菌叢の移植部位	供試菌叢数(個)	分生孢子形成菌叢数(個)
中心部・白色菌叢	5	5
周辺部・褐色菌叢	5	0

ら10菌叢をかき取って、分生孢子および分生子柄の形態、分生孢子的形成状態、分生孢子的大きさを検鏡調査し、写真に撮った。分生孢子的大きさは100個の分生孢子について長径と短径をマイクロメーターで測定し、平均値を算出した。

次に、分生孢子を形成した菌叢の中心部の白色菌叢とその周辺の褐色菌叢をそれぞれ白金耳でかき取り、PDA 平板培地に移植して25°C、16時間照明下で2週間培養し、分生孢子的形成の有無を調査した。

b. 実験結果

PDA 平板培地上に形成された分生孢子的形態は第5表に示したように、倒卵形、楕円形ときに球形で、大きさは6.0-10.0×6.5-12.5 μmであった。分生子柄は分岐のない棍棒状で、分生孢子的形成状態は Tuberculina 型であった(図版IV-1, 2, 3)。これを欧米に分布する *H. purpureum* と比較すると、両菌とも分生子柄は棍棒状で分岐がなく、分生孢子的形成状態は Tuberculina 型で同じであった。分生孢子的形態は、*H. mompa* が倒卵形、楕円形ときに球形で、大きさは6.0-10.0×6.5-12.5 μmであるのに対して、*H. purpureum* は球形ときに楕円形、卵形で、大きさは9.0-15.0×10.0-18.0 μm でやや異なるが、類似している

(第5表)。

これらのことから、*H. mompa* と *H. purpureum* の分生孢子形成菌株は全く同じとは断定できないが、非常に類似していることが明らかになった。

また、分生孢子は菌叢の中心部で白色の菌糸が数 mm に盛り上がった部分に大量に形成されたが、その周辺の褐色の菌叢には形成されなかった。中心部の白色菌叢とその周辺の褐色菌叢を PDA 平板培地でそれぞれ培養した結果、分生孢子は前者では形成されたが、後者では形成されなかった(第6表)。

(2) 温度および光と分生孢子的形成

分生孢子的形成条件を知るため、各温度段階における照明の有無と分生孢子的形成について検討した。

a. 実験方法

分生孢子を大量に形成する AH-31菌株を PDA 平板培地で培養し、分生孢子を形成している中心部から菌叢を白金耳でかき取り、PDA 斜面培地に移植し、25°Cで8日間前培養した。その後、10, 15, 20および25°Cの温度に昼光色蛍光灯12時間照明区と無照明区を設けて、その中に斜面培養した菌を1区5本入れて16日間培養し、分生孢子的形成程度を次の5段階に分けて調査した。分生孢子的形成程

第7表 温度および光と分生孢子の形成

温度(°C)	分生孢子の形成程度									
	12時間照明区					無照明区				
10	+++	++	+	+	+	-	-	-	-	-
15	++++	++++	++++	++++	++++	++	++	++	++	++
20	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+++
25	++++	++++	++++	++++	++++	+	-	-	-	-

度；-：形成なし，+：菌叢の中心部にわずかに形成，++：菌叢の1/3以下に形成，+++：菌叢の1/3～2/3に形成，++++：菌叢の2/3以上に形成

b. 実験結果

各温度段階における12時間照明区と無照明区の分生孢子的形成状況は第7表に示した。分生孢子的形成は無照明区に比較して照明区がいずれの温度段階においても良好であった。照明区における分生孢子的形成は15, 20および25°Cでは非常に良好であったが、10°Cではやや劣った。これに対して、無照明区における分生孢子的形成は15および20°Cでは菌叢の1/3以下に認められたが、10および25°Cではほとんど認められなかった。

以上のことから、分生孢子的形成には、温度よりも光が大きく影響していることが明らかになった。

3. 分生孢子形成菌株、非形成菌株および罹病根菌糸から分離した菌株の培地上の形態・性状と病原性

分生孢子形成菌株の培地上の形態・性状と病原性を、担子孢子と罹病根の菌糸から分離された分生孢子非形成菌株とを比較検討した。

a. 実験方法

供試菌株は、青森県内のリンゴ罹病樹の担子孢子から分離した菌株の中から分生孢子非形成菌株を8菌株、分生孢子形成菌株のうち単孢子分離を行わなかった菌株を5菌株、単孢子分離菌株を5菌株選んで用いた。

罹病根の菌糸から分離した菌株は秋田県果樹試験場鹿角分場水野昇氏から分譲して頂いた。

供試菌株の培地上の形態・性状と切枝に対する病原性は、1984～1985年に前項の実験(III-1-(2))に準じて調査した。

苗木に対する病原性の検定は次のように行った。りんご試験場内の無底コンクリート枠(1.8×1.8m)に、紫紋羽病の発生している岩木町百沢の火山灰土壌を60cmの深さに入れ、1985年5月に2年生のリンゴ実生苗木を植え付けた。1か月後に主根部にナイフで2～3cmの傷を付け、供試菌を培養したリンゴ徒長枝を苗木1本当たり20～25g接種した。調査は同年10月に苗木を掘上げて前項の実験(III-1-(2))と同じ方法で行った。

b. 実験結果

担子孢子から分離した分生孢子形成菌株、分生孢子非形成菌株および罹病根の菌糸から分離した菌株の培地上の形態・性状と病原性を比較した結果を第8表に示した。

分生孢子形成菌株は非形成菌株に比較して、PDA平板培地上における菌叢の生育が著しく劣り、気中菌糸の形成量も少なかった。菌叢の色および形態は、分生孢子非形成菌株が明褐色～褐色で、放射状が多かったのに対して、分生孢子形成菌株は白色または中心部が白色で、その周辺が明褐色～褐色を呈し、雲形状が多かった。

分生孢子形成菌株のうち、単孢子分離菌株は菌叢の生育が著しく劣り、白色の盛り上がった菌叢に分生孢子を大量に形成したが、単孢子分

第8表 分生孢子形成菌株および非形成菌株の培地上の形態・性状と病原性

分離源	菌株名	分生孢子形成	菌叢直径(mm)	気中菌糸	菌叢の色	菌叢の形	菌糸塊の形成	切枝病斑長(mm)	苗木に対する病原性	
									発病樹率(%)	発病度
担子孢子	AH-71	有	14	+	白色	雲形	無	5	0	0
	AH-76	有	62	++	明褐	雲形	無	21	100	44
	AH-78	有	50	++	明褐	雲形	無	17	100	36
	AH-97	有	46	+	褐色*	放射	無	2	100	40
	AH-108	有	40	++	褐色*	放射	無	11	100	32
分生孢子 (単孢子 分離)	AH-128	有	17	-	白色	雲形	無	1	100	28
	AH-129	有	29	+	明褐*	雲形	無	1	60	3
	AH-130	有	27	+	白色	雲形	無	1	100	15
	AH-131	有	35	+	白色	雲形	無	1	100	16
	AH-132	有	30	+	白色	雲形	無	1	100	20
担子孢子	AH-17	無	78	+++	明褐	雲形	無	21	100	88
	AH-27	無	56	+++	褐色	雲形	無	16	100	28
	AH-35	無	58	+++	明褐	放射	無	20	100	96
	AH-50	無	54	++	明褐	雲形	有	4	0	0
	AH-109	無	76	+++	褐色	放射	無	5	100	80
	AH-112	無	70	++	明褐	放射	無	9	100	5
	AH-120	無	55	++	明褐	放射	無	17	100	92
	AH-124	無	54	+++	明褐	雲形	無	34	100	72
罹病根 菌糸	AK-1	無	76	+++	明褐	放射	有	11	100	92
	AK-3	無	65	+	明褐	放射	無	10	100	56
	AHe-1	無	72	+++	暗紫	雲形	有	20	100	50

*印は菌叢の中心部に白色菌叢を形成

離しない菌株は菌叢の中心部が白色に盛り上がった部分だけに分生孢子を形成し、その周辺に明褐色～褐色の菌叢を形成するのが多かった。

これに対して、分生孢子非形成菌株は担子孢子からの分離菌株と罹病根の菌糸からの分離菌株の間には、菌糸の生育、気中菌糸の形成、菌叢の色および形態に差は認められなかった。

リング徒長枝の切枝に対する病原性は、分生孢子の単孢子分離菌株が他の分離菌株に比較して著しく劣った。

リング実生苗木に対する病原性は、発病樹率ではいずれの菌株も高く、明かな差が認められなかった。しかし、発病度は担子孢子から分離した分生孢子非形成菌株および罹病樹の菌糸から分離した菌株が最も高く、次いで担子孢子から分離した分生孢子形成菌株で、分生孢子の単孢子分離菌株は最も低かった。

以上のことから、分生孢子形成菌株は非形成菌株および罹病根の菌糸から分離した菌株に比較して、PDA平板培地上における菌叢の生育が劣り、気中菌糸も少なく、菌叢の色は白色または中心部が白色を呈し、リング切枝および苗木に対する病原性が劣ることが明らかになった。

4. 考 察

紫紋羽病菌 (*H. mompa*) の分離は、菌の生育が遅く、生育の速い腐生菌が優勢に繁殖することから難しいとされているが、罹病組織の菌糸からの分離 (吉井・伊藤, 1944; Ito, 1949; 青木・中里, 1951; 鈴木ら, 1957)、担子孢子からの分離 (Ito, 1949) および選択培地を利用した分離 (家城, 1967; 藤田, 1987) が試みられ、成功している。

本実験では数多くの菌株を得るため、担子孢子からの分離法を試みた。紫紋羽病菌の担子孢子からの分離は、ITO (1949) が木本植物に形成された担子孢子から初めて成功したが、本菌の近似種である *H. purpureum* では、BUDDIN and WAKEFIELD (1927) がレッドクローバなどの草本植物に形成された担子孢子からの分離に成功している。両者とも野外で自然に形成された担子孢子から病原菌を分離している。

リンゴ紫紋羽病菌も同様の方法で分離できたが、青森県内のリンゴ紫紋羽病罹病樹には担子孢子的形成されていない子実体(図版Ⅲ-1)が多く発生している。担子孢子未形成の子実体を長時間水洗後、水ゴケを入れた温室に保ち、担子孢子的形成させて本菌を分離した結果、容易に分離できた。

従って、本法による紫紋羽病菌の分離は北海道のように子実体の形成されない地帯(鈴井, 1978)では無理であるが、子実体の形成される地方の作物からは容易にできると考えられる。

各園地から分離された菌株の培地上の形態・性状には、採集地点間に差は認められなかったが、菌株間には大きな差が認められた。すなわち、多くの菌株は菌の生育が速く、気中菌糸を多量に形成し、菌叢が明褐色～褐色で、雲形状を呈し、菌糸塊を形成しなかった。これに対して、菌の生育が遅く、気中菌糸が少なく、菌叢が暗紫色または白色で、放射状あるいは輪紋状を呈し、菌糸塊を形成する菌株もみられた。

紫紋羽病菌の培地上の形態・性状については、ITO (1949) および青木・中里 (1951) が培地の種類で異なるとし、BUDDIN and WAKEFIELD (1924) も本菌の近似種である *H. purpureum* で同様に述べているが、リンゴ紫紋羽病菌では同じPDA平板培地上においても培地上の形態・性状の異なる菌株が多数存在することが明らかになった。

これらの培地上の形態・性状の異なる菌株を

リンゴ切枝に接種した結果、培地上の形態・性状と病原性に関係が認められなかったが、病原性には菌株間に差が認められた。すなわち、病原性の強い菌株が9.5%、中度の菌株が21.9%、弱い菌株が68.6%であった。

さらに、培地上の形態・性状とリンゴ切枝に対する病原性の異なる菌株を選んで、圃場に植えたリンゴ苗木に接種したところ、10菌株中7菌株で病原性が認められ、そのうち2菌株が強い病原性を示し、菌株間に差が認められたが、培地上の形態・性状およびリンゴ切枝に対する病原性との関係は認められなかった。リンゴ切枝と苗木に対する病原性が一致しなかったことは、前者は土壌の存在しない条件下で、後者は土壌という複雑な環境の中で病原性を示しているためと考えられ、この点についてはさらに検討する必要がある。

これらのことから、青森県内のリンゴ園には、培地上の形態・性状および病原性の異なる紫紋羽病菌が広く分布するものと推察され、本病の生態、防除の研究を実施するにあたっては、土壌中において病原性を確認する必要がある。

また、各地のリンゴ園から分離された菌株の中に、分生孢子を形成する菌株が7地点中2地点から15菌株分離された。紫紋羽病菌の分離培養は前述したように多くの研究者によって行われているが、分生孢子的形成は確認されていなかった。

本菌の近似種である *H. purpureum* (*Rhizoctonia crocorum*) の分離培養も多くの研究者によって行われているが、分生孢子的形成を確認し、その形態を記載しているのはBUDDIN and WAKEFIELD (1927) で、他の報告では分生孢子的形成は記載されていない(HULL and WILSON, 1946; GARRETT, 1949; WHITNEY, 1954)。

分生孢子的形成菌株をPDA平板培地で培養して得られた分生孢子と分生子柄の形態を、BUDDIN and WAKEFIELD (1927) の *H. purpureum*

の記載と比較すると、分生子柄は棍棒状で、分岐がなく、分生胞子の形成状態は Tuberculina 型で同じであった。分生胞子の形は紫紋羽病菌 (*H. mompa*) が倒卵形、楕円形ときに球形で、大きさは $6.0-10.0 \times 6.5-12.5 \mu\text{m}$ であった。これに対して、*H. purpureum* は球形ときに楕円形、卵形で、大きさは $9.0-15.0 \times 10.0-18.0 \mu\text{m}$ で若干異なる。これは本実験では PDA 平板培地で分生胞子を得たのに対して、BUDDIN and WAKEFIELD (1927) は麦芽煎汁培地の斜面培養で分生胞子を得ている違いがあるものと推察される。これについては両菌を同時に分離培養し、その異同を確認する必要がある。

本菌の分生胞子の形成条件については、*H. purpureum* では報告がなく比較できないが、分生胞子の形成は $15-25^{\circ}\text{C}$ で、無照明下に比較して 12 時間照明下で非常に良好であった。従って、分生胞子の形成には温度よりも光が大きく影響しているので、無照明下で本菌を分離培養すると分生胞子の形成を見逃す恐れがある。

一方、分生胞子形成菌株の培地上の形態・性状は、非形成菌株と比較して、菌叢の生育が著しく遅く、気中菌糸も少ない。菌叢の色は非形成菌株が明褐色～褐色であるのに対して、形成菌株は白色あるいは中心部が白色で、その周辺が明褐色～褐色を呈した。リング切枝および苗木に対する病原性も分生胞子非形成菌株と比較して、形成菌株は明らかに劣った。特に分生胞子の単胞子分離菌株で菌叢の生育と苗木に対する病原性が著しく劣った。これは BUDDIN and

WAKEFIELD (1927, 1929) が、クローバなどの草本植物に寄生している *H. purpureum* から分生胞子形成菌株と非形成菌株を分離培養し、前者は後者に比較して培地上の菌の生育が遅く、菌叢の色が淡く、各種草本植物に対する病原性も著しく劣ると報告したことと一致する。さらに、分生胞子形成菌株を移植する場合、菌叢中心部に分生胞子を形成している白色部分から移植すると分生胞子を形成するが、その周辺の明褐色～褐色の菌叢を移植すると菌叢の生育が良好になり、分生胞子を形成しない明褐色～褐色の菌叢になる。このことも両氏が分生胞子形成菌株を継代培養をすると菌糸の生育が良好になり、分生胞子を形成しない褐色の菌叢になると述べていることと類似している。

以上の諸点から、リング紫紋羽病菌分生胞子形成菌株の分生胞子の形態、培地上の形態・性状および病原性は、BUDDIN and WAKEFIELD (1927, 1929) が報告した *H. purpureum* とほぼ同じであることが明らかになった。

紫紋羽病菌の分類学的見解については、ITO (1949) は本菌を *H. mompa* とし、欧米に分布する *H. purpureum* とは異なるとしたが、鈴木ら (1957) は担子胞子の数と分生胞子時代の有無が検討される必要があり、両菌を全く異種と判定するには慎重であることを要すると既に問題を提起している。これに対して、本実験でリング紫紋羽病菌に分生胞子の形成が確認され、その形態、培養性状および病原性が *H. purpureum* に極めて良く類似していることは注目すべき点である。

IV. リング紫紋羽病菌の接種法の確立

紫紋羽病菌の人工接種は、ITO (1949) がサツマイモ、ダイズ、ハツカダイコンで初めて成功して以来、鈴木ら (1957) はサツマイモで、山城 (1972) と山川・東海林 (1976) はクワで成功している。

しかし、リング、ナシなどの果樹では、本病の人工接種法が確立されていなかったため、生態および防除の研究に支障をきたした。

そこで、圃場におけるリング紫紋羽病菌の接種法を確立するため、リング園から分離された

第9表 土壌の種類および有傷・接種の有無と発病

土壌の種類	有傷・接種の有無	供試樹数(本)	発病樹率(%)	発病度
褐色火山灰土壌	有傷・接種	19	73.7	52.6
	無傷・接種	17	11.8	8.2
	有傷のみ	18	0	0
黒ボク火山灰土壌	有傷・接種	20	55.0	26.0
	無傷・接種	17	5.9	4.7
	有傷のみ	17	0	0

菌株の中から病原性の強い菌株を選んで、種類の異なる土壌を用いて、接種源、接種量などについて検討した。

1. 土壌の種類と発病

青森県内のりんご園には、紫紋羽病の発生する土壌と白紋羽病の発生する土壌がある。このため、両土壌にりんご苗木を植えて、紫紋羽病菌を有傷と無傷で接種し、発病状況を比較調査した。

a. 実験方法

実験には弘前大学農学部教授原田幸雄博士から分譲して頂いた AHe-1菌を供試した。

供試土壌は1983年4月に弘前市百沢の紫紋羽病発生園から褐色火山灰土壌とりんご試験場の白紋羽病発生園から黒ボク火山灰土壌を運搬し、りんご試験場内の無底コンクリート枠(1.8×1.8m)に深さが60cmになるように、それぞれ入れ、M.26 台木に接木したふじ(以下ふじ/M.26 と記す)の1年生苗木を植え付けた。翌年の7月に、フスマ培地で供試菌を25°Cで60日間培養し、苗木1本当たり20~25g、有傷と無傷に分けて接種した。フスマ培地はフスマ、砂、水を重量比で1:8:2の割合で混合して作成した。

調査は1984年11月に苗木を掘り上げて前項の実験(III-1-(2))に準拠して行った。

b. 実験結果

紫紋羽病の発生する褐色火山灰土壌と白紋羽病の発生する黒ボク火山灰土壌に苗木を植え、

紫紋羽病菌を有傷と無傷で接種した結果を第9表に示した。

有傷接種では、褐色火山灰土壌で発病樹率が73.7%、発病度が52.6あったのに対して、黒ボク火山灰土壌では発病樹率が55.0%、発病度が26.0で、発病樹率、発病度とも低かった。無傷接種においても、褐色火山灰土壌で発病樹率が11.8%、発病度が8.2であったのに対して、黒ボク火山灰土壌では発病樹率が5.9%、発病度が4.7と低かった。

また、有傷接種の発病樹率と発病度は、無傷接種に比較していずれの土壌においても明らかに高かった。

2. 接種源と接種量

紫紋羽病菌の感染能力(inoculum potential)の高い接種源を得るため、接種源とする培地の種類、培養期間および接種量について検討した。

a. 実験方法

供試菌株：中津軽郡岩木町のりんご紫紋羽病罹病樹に形成された担子孢子から分離し、りんご苗木に強い病原性を示した AH-17菌株を用いた。

供試土壌：前項の実験に供試した褐色火山灰土壌を用いた。

(a) 接種源とする培地の種類と培養期間

次の3種類の培地を作成し、腰高シャーレに入れて高圧殺菌して、実験に用いた。

① フスマ培地：蒸留水100ml当たりフス

第10表 接種源とする培地の種類および傷の有無と発病

培地の種類	供試樹数 (本)	有傷接種		無傷接種	
		発病樹率(%)	発病度	発病樹率(%)	発病度
フスマ培地	5	100	60	100	40
フスマ・イナワラ培地	5	100	68	100	40
リング枝培地	5	100	80	100	44
無接種	5	0	0	0	0

第11表 接種源の培養期間と発病

培養期間	供試樹数(本)	発病樹率(%)	発病度
30日	5	100	80
60日	5	100	72
無接種	5	0	0

マ 50g, 砂 400g 混合

- ② フスマ・イナワラ培地：蒸留水 100ml/ 当たりフスマ 50g, イナワラ 30g, 砂 400g 混合
- ③ リング枝培地：5cm に切断したリング休眠徒長枝 100g に蒸留水を少量添加

上記の培地に、PDA 平板培地で約 1 か月間前培養した供試菌の菌叢周辺部を径 2cm に打ち抜いて移植し、25°C で約 2 か月間培養し、接種源とした。1986年 4月に供試土壌を入れた無底コンクリート枠 (1.8×1.8m) に 1年生のふじ/M.26 の苗木を 1区 5本植え付け、2か月後に供試培地で培養した接種源を苗木 1本当たり 20~25g, 有傷と無傷に分けて接種した。

接種源の培養期間については、同年 5月に前項の実験と同様にふじ/M.26 の 1年生苗木を 1区 5本植え付け、2か月後にリング枝培地で 1か月間と 2か月間培養した接種源を苗木 1本当たり 20~25g 有傷接種した。

同年 10月下旬に苗木を掘り上げて、前項の実験 (III-1-(2)) に準じて調査した。

(b) 接種量

リング枝培地で供試菌を約 2 か月間培養し、接種源とした。

供試土壌を入れたルートボックス (60×180×60cm) を 1区 1個供試し、1986年 5月に 1個当

たり 1年生ふじ/M.26 を 6本植えた。植え付け時に苗木 1本当たり接種源 5, 15および 30g をそれぞれ苗木の主根部に有傷接種した。同年 10月下旬に苗木を掘り上げて、前項の実験 (III-1-(2)) と同様に調査した。

b. 実験結果

(a) 接種源とする培地の種類と培養期間

第10表に示したように、フスマ培地、フスマ・イナワラ培地およびリング枝培地とも、有傷、無傷にかかわらず、苗木の根部に発病がみられ、発病樹率には差が認められなかった。しかし、有傷接種の発病度には差がみられ、リング枝培地が 80で高かったのに対して、フスマ培地とフスマ・イナワラ培地がそれぞれ 68と 60で低かった。

これに対して、無傷接種の発病度は 3種類の培地とも 40~44で低く、培地間の差は認められなかった。

従って、これらの 3種類の培地はいずれも接種源として使用可能であるが、リング枝培地が感染能力が高く、接種源として適当であると考えられる。

発病度の高かったリング枝培地で 30日と 60日間培養した接種源を苗木に有傷接種した結果、いずれも良く発病し、培養期間には差が認められなかった (第11表)。

第12表 接種源の接種量と発病

接種量(g)	供試樹数(本)	発病樹率(%)	発病度
5	6	50	30
15	6	100	50
30	6	100	67
無接種	6	0	0

(b) 接種量

リンゴ苗木に、リンゴ枝培地で培養した接種源の量を変えて接種した結果、発病樹率は接種量が30gと15gでは100%と高かったが、5gでは50%で著しく低かった。発病度も接種量が30gで67、15gで50と高かったが、5gでは30と低かった(第12表)。

3. 考 察

紫紋羽病菌の人工接種は、Ito (1949) が殺菌土壌にサツマイモ、ダイズ、ハツカダイコンを植え、含菌寒天を接種し、初めて成功した。鈴木ら (1957) は圃場に植えたサツマイモに含菌寒天を大量に接種し、感染過程を明らかにしている。

一方、本菌の近似種である *H. purpureum* の人工接種はクローバ、ニンジン、サトウダイコン、ジャガイモなどに含菌寒天を接種する方法で成功している (BUDDIN and WAKEFIELD, 1927, 1929 ; HULL and WILSON, 1946 ; GARRETT, 1949 ; WHITNEY, 1954)。これらの接種はいずれも草本植物に対するものである。木本植物に対する紫紋羽病菌の人工接種は、家城 (1972) が本菌をクワの枝と根で培養し、各種の方法でクワの苗木に接種し、火山灰土壌に植えた苗木に病原性の強い菌株を有傷で接種すると成功率が高いと報告している。しかし、果樹の紫紋羽病菌の人工接種はほとんど行われていなかったため、リンゴ紫紋羽病菌の接種法を確立するため、リンゴ苗木に各種の方法で本菌の接種を試みた。

接種に当たって留意した点はリンゴ紫紋羽病

菌の病原性と感染能力(感染源ポテンシャル; inoculum potential) である。

病原性については、家城 (1972) がクワ紫紋羽病菌で、BUDDIN and WAKEFIELD (1927) がクローバ、ニンジン、サトウダイコンなどの *H. purpureum* で菌株間に強弱があると報告している。リンゴ紫紋羽病菌にも、前述 (III-1-(2)) ように病原性に大きな差がみられ、接種に当たっては、病原性の強い菌株を用いることが第1に重要である。

感染能力(感染源ポテンシャル) については、GARRETT (1956) はこれを inoculum potential と呼び、病原菌が植物に発病を起こすことのできる潜在的な能力と定義し、また、土壌病原菌には根系生息菌と土壌生息菌が存在すると述べている。これに従うと紫紋羽病菌は土壌生息菌に属し、本菌が土壌中で腐生的に増殖することがかなり重要である。

この点に注目して、土壌の種類と発病について検討した結果、同じ火山灰土壌においても、白紋羽病の発生している古い園地の土壌に比較して、紫紋羽病の発生している新しい園地の土壌で紫紋羽病の発病が良好であった。これは荒木 (1965, 1967) がリンゴ、ナシの両紋羽病の発生土壌を比較し、紫紋羽病の発生は未熟な新しい畑に多く、白紋羽病の発生は熟畑化した古い畑に多いと報告したことと一致する。これに対して、家城 (1972) がクワ紫紋羽病菌の接種試験で母材の異なる土壌を比較し、本病の発病は火山灰土壌で多く、この土壌では発生土壌と無発生土壌で、発病に差が認められないとしたこととは若干異なる。これは荒木 (1967) およ

び鈴井（1978）が紫紋羽病の発生は有機物の未分解土壌で多いと述べているように、家城（1972）は土壌中の有機物の分解の進んでいない火山灰土壌を用いたのに対して、本実験では、有機物の分解の進んでいる土壌と進んでいない土壌を供試したためと推察される。

また、土壌中でリンゴ樹に紫紋羽病菌を感染させるためには、接種源が接種から感染が成立するまでの間、腐生的に増殖し、感染能力を高く維持する必要がある。前述のように本菌の接種は、草本植物では紫紋羽病菌の含菌寒天による接種で多くの研究者が成功していることから、著者は本実験を行う前に、リンゴ苗木に含菌寒天の接種を試みたが、ことごとく失敗した（未発表）。これは感染能力の低下によるものと考え、土壌中で感染能力を高く維持できる接種源について検討した。その結果、接種源とする培地の種類ではフスマ培地、フスマ・イナワラ培地でも良いが、リンゴ切枝培地が最も良かった。

家城（1972）はクワ紫紋羽病菌の接種用培地にはクワの枝と根が良いと報じ、鈴井（1978）はアスパラガス紫紋羽病菌を土壌から検出するにはニセアカシヤ、ナガバカワヤナギなどの樹枝がよいと報告した。これらの樹枝も本菌が旺盛に繁殖することから、リンゴ切枝と同様にリンゴ紫紋羽病菌の接種源に用いる培地として実用性が高いと考える。リンゴ切枝で紫紋羽病菌

を培養する場合、30日と60日間培養ではいずれも高い発病度を示し、両者に差は認められなかった。しかし、接種量では差がみられ、苗木1本当たり15gと30gでは発病が良好であったが、5gでは著しく劣った。家城（1972）はクワ紫紋羽病菌の接種で、クワ切枝培養枝は3～5gが適当であるとし、本実験結果より少ない。これはリンゴとクワでは苗木の大きさが異なるためであると考えられる。リンゴ樹は樹齢によって樹の大きさが異なるので、接種量をかえなければならぬが、この点についてはさらに検討する必要がある。

また、家城（1972）はクワ紫紋羽病菌の接種で、無傷接種に比較して有傷接種が発病樹率、発病程度とも高いと報告しているが、本実験においても同じ結果であった。しかし、自然圃場では無傷で発病していることから、無傷で短期間に高い発病樹率が得られる方法を開発する必要がある。

以上の結果から、リンゴ紫紋羽病菌の接種法については解決すべき点が多少残っているが、本菌を接種する場合は紫紋羽病の発生する土壌にリンゴ樹を植えて、病原性の強い菌株をリンゴ切枝で培養し、有傷接種すると高い発病樹率、発病程度を示すことが明らかになり、本法は本病の生態の解明および防除法の確立に役立つものと考えられる。

V. 青森県におけるリンゴ紫紋羽病と白紋羽病の発生環境

A. リンゴ普通栽培圃における両紋羽病の発生環境

青森県内のマルバカイドウやミツバカイドウなどの喬木性台木を利用したリンゴ普通栽培圃（以下リンゴ普通栽培圃と記す）では、紫紋羽病と白紋羽病が古くから発生し、被害も大きかった。1950年後半から、青森県内のリンゴ圃では、栽培年数が経過するに伴い、両紋羽病の発

生が多くなり、被害も大きく、生産者はその対策に苦慮した。

そこで、発生状況を把握し、その発生要因を明らかにするため、県内全域の両紋羽病の発生実態を調査し、発生環境を解析するとともに、両紋羽病の発生様相の異なる土壌における両紋羽病菌の生育および土壌微生物相を比較調査した。

第13表 リンゴ普通栽培園における紋羽病の発生状況

調査年度	調査地点数	発生園地率 (%)	調査樹数 (本)	発生樹率 (%)	被害程度別発生樹率 (%)			被害度
					少	中	多	
1966年	49	83.7	8,021	7.1	2.9	2.0	2.2	52.6
1980年	58	84.5	5,900	8.7	4.9	2.6	1.1	37.3

第14表 紋羽病の種類別発生状況

調査年度	紋羽病の種類	発生樹率 (%)	被害程度別発生樹率 (%)			被害度
			少	中	多	
1966年	紫紋羽病	1.6	0.8	0.4	0.4	48.8
	白紋羽病	5.5	2.1	1.6	1.8	54.6
1980年	紫紋羽病	4.9	3.2	1.4	0.3	30.9
	白紋羽病	3.8	1.7	1.2	0.9	45.9

1. 発生状況と発生条件

青森県内のリンゴ栽培地帯には、土壤条件、栽培年数、栽培管理の異なる園地が数多く存在するが、これらの環境要因と両紋羽病の関係については明らかにされていない。これらの環境が両紋羽病の発生に及ぼす影響を知るため、両紋羽病の発生状況とその推移を土壤の種類、樹齢別に調査した。

a. 調査方法

青森県内のリンゴ栽培地帯から土壤の種類と地域性を考慮して、調査園地を1964～1966年（以下1966年と記す）に49地点、1979～1980年（以下1980年と記す）に58地点選定し、1地点当たり、0.5～1haの10年生以上の全樹を対象に両紋羽病の発生状況を1樹毎に調査した。

紫紋羽病と白紋羽病の発生状況は、リンゴ樹の根元の土を掘り上げ、両病原菌の寄生の有無を確認し、紋羽病の種類別に被害程度を次の基準で調査し、発生樹率と被害度を算出した。

被害程度（指数）、健全（0）：病原菌の寄生なし、少（軽症）（1）：地上部が健全～若干衰弱し、根の一部に病原菌が寄生、中（中症）（3）：地上部がやや衰弱～衰弱し、根の2/3未腐敗、多（重症）（5）：地上部が著しく衰弱

または枯死し、根の2/3以上が腐敗

$$\text{被害度} = \frac{\sum(\text{指数} \times \text{指数に該当する樹数})}{\text{調査樹数} \times 5} \times 100$$

調査園の土壤の種類、特性および理化学性は青森県のりんご園土壤（相馬ら、1987）、青森県りんご園土壤調査報告（大野・中村、1963；中村・大野、1964；相馬ら、1965、1966、1967、1970）を参照にした。

樹齢は樹の観察と聞き取りにより調査した。

b. 調査結果

(a) 発生状況とその推移

青森県内のリンゴ普通栽培園における紋羽病の発生状況とその推移を第13～15表に示した。

紋羽病の発生樹率は1966年に7.1%であったが、1980年には8.7%に増加した。これを被害程度別にみると、1966年に比較して1980年には軽症樹が2.9%から4.9%に増加したのに対して、重症樹は2.2%から1.1%に減少し、被害度も52.6から37.3減少した（第13表）。

紋羽病の種類別発生樹率は、1966年には紫紋羽病が1.6%であったのに対して、白紋羽病が5.5%と多かったが、1980年には白紋羽病が3.8%に減少し、紫紋羽病が4.9%に増加し、紫紋羽病の発生が多くなった。被害度は1966年、

第15表 紋羽病の種類別発生分布

調査年度	調査園地数	発生園地率(%)	種類別発生園地率 (%)		
			紫紋羽病	白紋羽病	両病混在
1966年	49	83.7	10.2	34.7	38.8
1980年	58	84.5	17.2	20.7	46.6

第16表 土壌の種類と紋羽病の発生

土 壤 群	土 壤 統 群	1966年発生樹率 (%)			1980年発生樹率 (%)		
		紫紋羽病	白紋羽病	計	紫紋羽病	白紋羽病	計
沖積土壌	礫質褐色低地土	0	19.3	19.3	—	—	—
	細粒褐色低地土	1.9	0	1.9	0.1	0.5	0.6
	細粒灰色低地土	0.4	0	0.4	0	0	0
	細粒グライ土	0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2
火山灰土壌	黒ボク土	1.9	4.4	6.3	5.1	5.0	10.1
	粗粒黒ボク土	1.8	5.1	6.9	7.9	3.7	11.6
	多湿黒ボク土	0.8	17.3	18.1	4.6	9.5	14.1
	淡色黒ボク土	8.3	11.0	19.3	9.0	5.5	14.5
残積土壌	細粒褐色森林土	—	—	—	0.7	5.0	5.7
	礫質褐色森林土	3.5	3.9	7.4	4.0	12.0	16.0

注)：—調査なし

1980年の両調査とも紫紋羽病に比較して、白紋羽病が明らかに高く、被害も大きかった(第14表)。

紋羽病の種類別園地割合は、1966年に比較して1980年は白紋羽病の単独発生園が34.7%から20.7%に減少したのに対して、紫紋羽病の単独発生園は10.2%から17.2%に、両紋羽病の混在園は38.8%から46.6%に増加した(第15表)。

(b) 土壌条件

両紋羽病の発生状況を土壌の種類別にみると第16表のとおりである。

両紋羽病の発生は沖積土壌の細粒褐色低地土壌、細粒灰色低地土壌および細粒グライ土壌では全くみられないか、極めて少なかったが、礫質褐色低地土壌では白紋羽病の発生樹率が19.3%と高かった。

火山灰土壌では、いずれの種類土壌においても両紋羽病の発生は多かったが、発生樹率では黒ボク土壌と粗粒黒ボク土壌が6.3%~11.6%であったのに対して、多湿黒ボク土壌と淡色

黒ボク土壌は14.1%~19.3%と高かった。

残積土壌の発生樹率は、細粒褐色森林土壌が5.7%で比較的lowかったが、礫質褐色森林土壌では7.4%~16.0%と高かった。

一方、両紋羽病の種類別発生は、沖積土壌の礫質褐色土壌と火山灰土壌の多湿黒ボク土壌で、白紋羽病の発生が多かったが、他の種類の土壌では両病の発生に差が認められなかった。

次に、紋羽病の発生と各種土壌統の物理性を第17表に、表層土壌の理化学性を第18表に示した。これらの結果から、紋羽病の発生程度を無~微発生型、少発生型、中発生型、多発生型に分けて、土壌の特徴を示すと次のようである。

① 無~微発生型(発生樹率0~2%)

埴質沖積土壌で、岡本統、南部統、柏統、中野目統が含まれる。これらの土壌は、有効土層が80cm以上で深く、下層に根の伸長阻止層がなく、土壌の乾湿害がない。表土は腐植層がなく、細粒の軽埴土で、ち密度が高い。化学性はpHおよび塩基容量がやや高く、塩基性飽和

第17表 土壌統の物理性と紋羽病の発生

土壌統群	土壌統	紋羽病の発生程度	第1層		第2層		第3層		根の伸長阻止土層	有効土層 (cm)	土壌の乾湿
			土性	ち密度	土性	ち密度	土性	ち密度			
礫質褐色低地土壌	川原	多	CiCL	20	SL	18	砂礫	18	第3層砂礫層	30-60	乾燥
細粒褐色低地土壌	岡本	微少	LiC	20	L, LiC	18	L, LiC	18	なし	150-400	適
	南部	微少	LiC	20	SC	20	SL	17	なし	150以上	適
細粒灰色低地土壌	柏	微少	LiC	20	HC	20	SCL	18	なし	80-100	適
細粒グライ土壌	中野目	微少	LiC	20	LiC	18	LiC	17	なし	80-100	過湿
黒ボク土壌	弘前	中	LiC	17	LiC	16	LiC	27	第3層凝灰岩層	50-80	過湿
	古懸	多	CL	22	SL	23	LiC	25	第3層硬化浮石層	50前後	乾燥
	岩木	少	LiC	15	HC	17	CL	23	第3層巨礫含有層	70-100	適
	折笠	少	SiL	18	LiC	21	CL	24	第3層硬化浮石埴質層	80-100	適
	田茂木野	少	L	13	SCL	15	LiC	25	なし	80-100	適
細粒黒ボク土壌	花巻	多	CL	18	砂礫	—	砂礫	—	第2層砂礫層	50以下	乾燥
	苦木	多	CL	14	SL	18	SL	18	第3層浮石層	50-70	乾燥
	三戸	中	SiCL	17	粟砂	—	SiL	—	第2層粟砂層	50-100	乾燥
	名久井	中	SiCL	20	ゴロタ	—	SL	24	第2層ゴロタ層	50前後	乾燥
	八戸	多	SiL	18	CL	21	LCoS	15	第3層浮石礫層	60前後	乾燥
	三本木	多	L	20	粟砂	—	SL	16	第2層粟砂層	50-70	乾燥
多湿黒ボク土壌	高杉	多	LiC	17	SCL	16	SCL	27	第3層シラス層	50以下	過湿
	奥内	中	SiCL	14	CL	22	CL	25	第3層硬化埴土層	50-70	過湿
淡色黒ボク土壌	清水	多	CL	22	LiC	20	LiC	27	第3層硬化埴土層	50前後	適
	葎原	多	CL	18	SL	17	S	25	第3層シラス層	30-40	乾燥
	森山	中	LiC	22	LiC	25	—	—	第2層固結礫層	50前後	乾燥
	飯詰	少	SiC	24	SiC	24	SiC	24	第2層硬化埴土層	50-60	過湿
細粒褐色森林土壌	広船	少	CL	20	CL	17	SL	23	なし	100	適
礫質褐色森林土壌	目屋	中	CL	21	LiC	28	—	—	第2層硬化埴土層	40-50	乾燥
	阿羅山	多	L	18	安山岩の巨礫含有土壌			—	第2層巨礫含有層	50前後	乾燥

注) 1. 紋羽病の発生程度は発生率が0~2%を微少, 2~5%を少, 5~10%を中, 10%以上を多とした。

2. 土性; S: sand, LS: loamy sand, SL: sandy loam, L: loam, SiL: silt loam, SCL: sandy clay loam, CL: clay loam, SiCL: silty clay loam, SC: sandy clay, LiC: light clay, SiC: silty clay, HC: heavy clay, Si: silt, C: clay

第18表 土壤統の表土の理化学性と紋羽病の発生

土 壤 統	発生程度	粒径	腐植層	pH(H ₂ O)	塩基性置換容量 (me/100 g)	塩基性飽和度 (%)	リン酸吸収係数
沖積土壤							
川原	多	中粒	なし	5.5-6.0	10-20	20-40	700以下
岡本	微少	細粒	なし	5.5-6.0	20-30	60以上	700以下
南部	微少	細粒	なし	5.5-6.0	30以上	60以上	700-1,000
柏	微少	細粒	なし	5.5-6.0	30以上	60以上	700-1,000
中野目	微少	細粒	なし	5.5-6.0	20-30	60以上	700以下
火山灰土壤							
弘前	中	細粒	多	4.5-5.0	30以上	20以下	1,500以上
古懸	多	中粒	多	4.5-5.0	20-30	20以下	1,500以上
岩木	少	中粒	多	5.0-5.5	20-30	20以下	1,000-1,500
折笠	少	細粒	多	5.5-6.0	30以上	20以下	1,500以上
田茂木野	少	中粒	多	5.0-5.5	20-30	20-40	1,500以上
花巻	多	中粒	多	5.0-5.5	20-30	20-40	1,000-1,500
苦木	多	中粒	多	4.5-5.0	10-20	20以下	1,000-1,500
三戸	中	中粒	中	5.5-6.0	10-20	20-40	700-1,000
名久井	中	中粒	中	5.5-6.0	10-20	20以下	700-1,000
八戸	多	中粒	中	5.0-5.5	20-30	20-40	1,000-1,500
三本木	多	中粒	多	5.5-6.0	20-30	20以下	1,500以上
高杉	多	細粒	多	5.0-5.5	30以上	20以下	1,500
奥内	中	中粒	多	5.0-5.5	20-30	20以下	1,500
清水	多	細粒	中	5.0-5.5	20-30	20-40	1,500
葺原	多	中粒	中	5.0-5.5	20-30	20以下	1,000-1,500
森山	中	中粒	中	4.5-5.0	20-30	20以下	1,000-1,500
飯詰	少	細粒	中	5.0-5.5	20-30	40-60	700-1,000
残積土壤							
広船	少	中粒	なし	5.5-6.0	20-30	20-40	700-1,000
目屋	中	中粒	なし	5.0-5.5	20-30	40-60	700-1,000
阿羅山	多	中粒	なし	5.0-5.5	20-30	20以下	700-1,000

度が高いが、リン酸吸収係数は低い。

② 少発生型（発生樹率2～5%）

火山灰土壤と残積土壤である。前者には岩木統、折笠統、田茂木野統、飯詰統が含まれる。これらの土壤統は他の火山灰土壤に比較して、有効土層が50～100cmで深く、下層に根の伸長を阻止する硬化埴土層や礫含有層が存在するが、その影響は少ない。このため、土壤の乾湿害が少なく、樹の生育は良好である。表土は腐植が多く、土性は軽埴土、微砂質埴土、埴土のいずれかで、ち密度は13～24で差がある。特に、飯詰統で表土が浅いにもかかわらず、発生が少ないのは、表土のち密度が24で高く、土壤

の孔隙が少ないためと考えられる。表土の化学性はpH、塩基性置換容量はやや高く、塩基性飽和度はやや低い。リン酸吸収係数は高い。残積土壤には広船統が含まれ、この土壤は有効土層が100cmと深く、下層に根の伸長を阻止する土層がなく、乾湿の害は少ない。表土は腐植層がなく、中粒の埴壤土で、ち密度は20で中程度である。表土の化学性はpH、塩基性置換容量、塩基性飽和度はやや高いが、リン酸吸収係数はやや低い。

③ 中発生型（発生樹率5～10%）

火山灰土壤と残積土壤である。前者には弘前統、三戸統、名久井統、奥内統、森山統が含ま

れる。これらの土壤統は有効土層が50~80cmで、やや浅い。弘前統、奥内統は下層に根の伸長を阻止する凝灰岩質土層や硬化質埴土層があり、湿害が発生しやすいが、他の土壤統は下層に栗砂層、ゴロタ層、固結礫層が存在し、乾燥害が発生しやすい。表土は腐植がやや少なく、大部分が中粒の軽埴土または微砂質埴壤土で、ち密度が17~22で差がある。pH、塩基性置換容量、塩基性飽和度、リン酸吸収係数は土壤統間の差が大きく、一定の傾向は認められない。残積土壌には目屋統が含まれ、この土壌は有効土層が40~50cmで浅く、下層に根の生育を阻止する硬化埴土層があり、乾燥害が発生しやすい。表土は腐植層がなく、中粒の埴壤土で、ち密度が高い。pH、塩基性置換容量、塩基性飽和度はやや高いが、リン酸吸収係数はやや低い。

④ 多発生型(発生樹率10%以上)

沖積土壌、火山灰土壌および残積土壌が含まれる。沖積土壌には川原統が含まれ、この土壌は有効土層が30~60cmで浅く、下層に根の伸長を阻止する砂礫層があり、乾燥害が発生する。表土は腐植層がなく、中粒の微砂質埴壤土で、ち密度は20で中程度である。他の沖積土壌に比較して、pH、リン酸吸収係数は同じであるが、塩基性置換容量、塩基性飽和度は明らかに低い。

火山灰土壌には古懸統、花巻統、苦木統、三本木統、八戸統、清水統、苺原統が含まれる。これらの土壤統は有効土層が50cm前後で、非常に浅く、下層に根の伸長を阻止する厚い硬化浮石層、砂礫層、浮石礫層、栗砂層、シラス層、硬化埴土層のいずれかの層があり、乾燥害を生ずる。表土は腐植がやや多~多で、細~中粒の埴壤土、壤土、砂質埴壤土で、ち密度は14~22で差がある。pH、塩基性置換容量は中位であるが、塩基性飽和度は低く、リン酸吸収係数は高い。

残積土壌には阿闍羅山統が含まれ、この土壌

は有効土層が50cm前後で非常に浅く、下層に根の伸長を阻止する巨礫含有層があり、乾燥しやすい。表土は腐植層がなく、中粒の壤土で、ち密度は18の粗である。pH、塩基性置換容量は中位であるが、塩基性飽和度、リン酸吸収係数は低い。

以上のことから、青森県内のリンゴ栽培地帯には紋羽病のほとんど発生しない埴質沖積土壌と紋羽病の発生する砂質沖積土壌、火山灰土壌、残積土壌が存在し、紋羽病の発生には、有効土層の深さと下層にある根の伸長を阻止する土層の存在が大きく影響していることが明らかになった。

(c) 栽培年数と紋羽病の発生

樹齢と紫紋羽病および白紋羽病の発生の関係について、1966年に調査した結果を第1図に、1980年に調査した結果を第2図に示した。

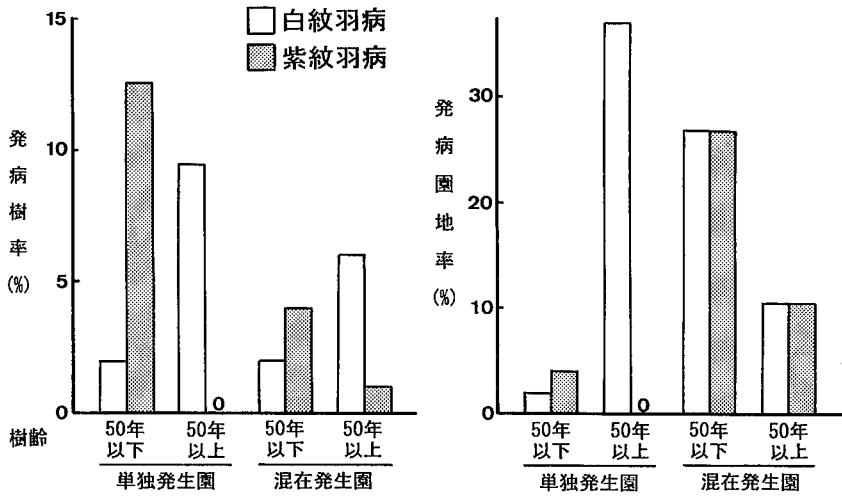
両紋羽病の単独発生園においては、樹齢が50年以上の園地では白紋羽病のみの発生が見られたのに対して、50年以下の園地では両紋羽病の発生がみられたが、紫紋羽病の発生比率が明らかに高かった。

一方、両紋羽病の混在発生は、1966年は50年以上の園地より50年以下の園地で多かったが、1980年には50年以上の園地より50年以下の園地で少なくなった。これを両病の発病樹率でみると、いずれの調査においても、50年以下の園地では紫紋羽病の比率が高く、50年以上の園地では白紋羽病の比率が高かった。

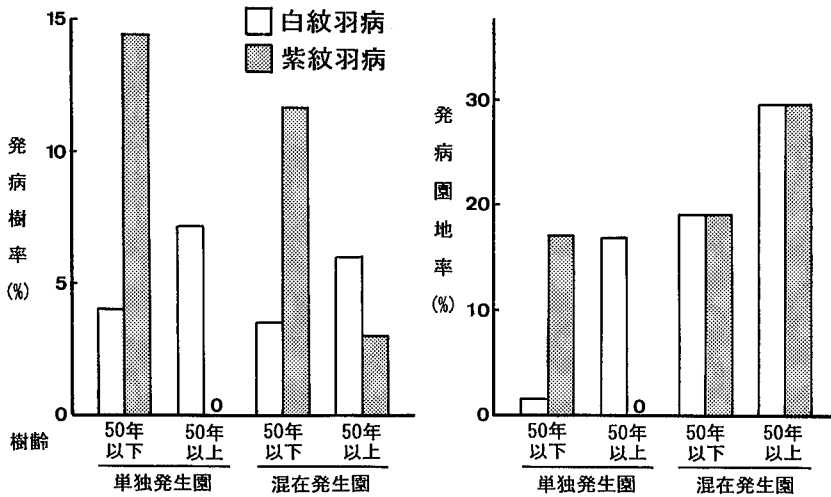
以上のことから、青森県のリンゴ園においては紫紋羽病と白紋羽病の住み分け現象がみられ、これには樹齢すなわち栽培年数が大きく関与していることが明らかになった。

2. 両紋羽病の発生様相の異なる土壌中および土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育

前項の調査で、両紋羽病の発生様相の異なる園地が存在することが明らかになったので、こ



第1図 樹齢と両紋羽病の発生 (1966年)



第2図 樹齢と両紋羽病の発生 (1980年)

第19表 調査園地の土壌の種類と紋羽病の発生状況

土壌の採集・調査地点名	土壌群	樹齢	紋羽病の発生状況
北津軽郡板柳町掛落林	沖積土壌	90年	発生なし
りんご試験場(草生区)	火山灰土壌	〃	発生なし
弘前市弥生	火山灰土壌	40年	紫紋羽病多発生
中津軽郡岩木町百沢	火山灰土壌	〃	紫紋羽病多発生
弘前市石川	火山灰土壌	90年	白紋羽病多発生

の原因を解明する糸口を得るため、両紋羽病の発生相様の異なる園地を選定し、その土壌中と土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育を比較検討した。

(1) 各種土壌中における両紋羽病菌の生育
実験には第19表に示した園地の土壌を用いた。

a. 実験方法

(a) 紫紋羽病菌の生育

1982年に荒木(1956)の牛乳びん法に準じて実験を行った。

牛乳びんにPDA培地を約20ml入れ、固化後、あらかじめPDA平板培地で培養した紫紋羽病菌(AHe-1)の周辺部の菌叢を径4mmに打ち抜いて移植し、27°Cで20日間培養した。その後、紫紋羽病菌を培養した牛乳びんを1区5本供試し、各地の採集地点から深さ別に採取した土壌を6メッシュの篩を通し、オートクレープで殺菌後、牛乳びんの肩まで充填し、27°Cに35日間保った。

調査は牛乳びんの壁面に沿って伸長する菌糸の量を観察して行った。すなわち、牛乳びんと同じ紙製の円筒に下から1cm間隔に1×1cmの正方形の孔を4個作り、牛乳びんの外側にはめ込み、正方形の中に生育する菌糸の密度を3段階(少し生育、網目状、濃密)に分けて調査し、菌糸の平均伸長量と密度を算出した。

(b) 白紋羽病菌の生育

供試菌は1957年にりんご試験場内の白紋羽病罹病樹から分離した菌株(AR-1)を用いた。

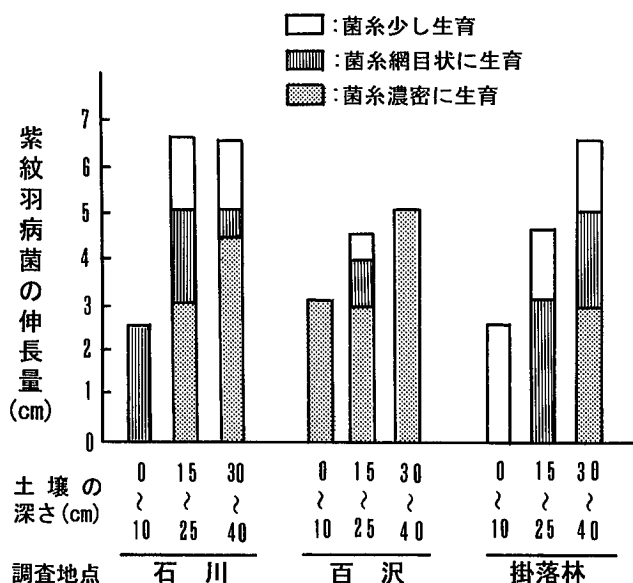
実験1:1980年と1981年5月に調査園地の40cmの深さに、40cmに切断したリング休眠徒長枝を1園地当たり30本並べ、一端に2cmに切断した白紋羽病菌培養枝を接種し、覆土した。所定の時期ごとに、埋没徒長枝を10本掘り上げ、徒長枝に生育した白紋羽病菌の菌叢の長さを測定した。1981年には徒長枝の皮目に形成される菌糸束の数も同時に調査した。

実験2:調査園地からは1981年5月に、それに隣接する未耕地からは同年6月に地表の草を取り除き、地表から20~25cmの土壌を採取し、6メッシュの篩を通した。各々の土壌を1/50,000のワグネルポットに少し入れ、20cmに切断したリング休眠徒長枝の一端に2cmに切断した白紋羽病菌培養枝を結束し、1ポット当たり10本、立てて並べて供試土壌を充填し、ビニールで被覆した。その後、1区1ポット供試し、5、10、15、20、25°Cに保った。20日後に埋没枝を取り出して伸長した菌叢の長さを測定した。

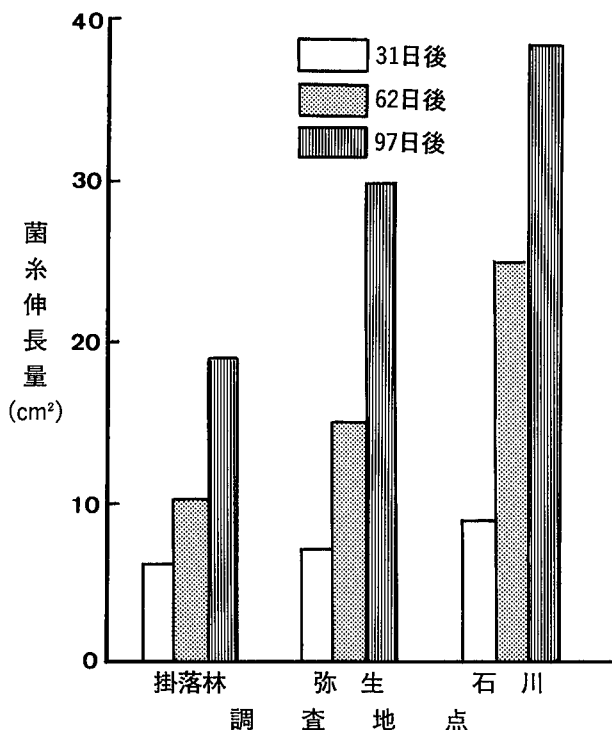
b. 実験結果

(a) 紫紋羽病菌の生育

紋羽病の発生様相の異なる土壌中における紫



第3図 各種土壌中における紫紋羽病菌の生育



第4図 現地圃場における白紋羽病菌の生育 (1980年)

紋羽病菌の生育状況を第3図に示した。

紫紋羽病菌の菌糸の伸長量は、いずれの調査地点においても地表から10cmの土壤に比較して15~40cmの深さの土壤で良好であったが、調査地点間の差は明かでなかった。しかし、菌糸の生育密度は、紫紋羽病の多発生地である百沢が最も高く、次いで白紋羽病の多発生地である石川で、無発生地の掛落林では最も低かった。この差は地表から10cm以下の土壤で大きかった。

以上のことから、紫紋羽病菌の生育は、白紋羽病の多発地土壤と無発生地土壤に比較して、紫紋羽病の多発地土壤で助長されることが明らかになり、これが紫紋羽病の多発要因の一つになっているものと推察される。

(b) 白紋羽病菌の生育

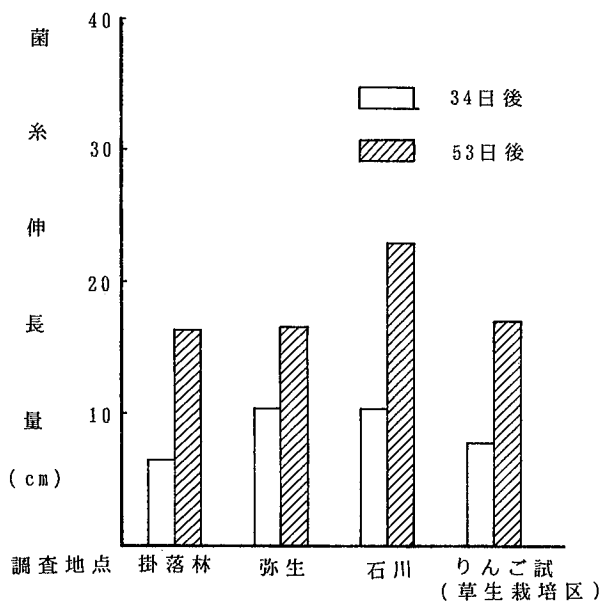
現地圃場の土壤中における白紋羽病菌の生育は、1980年の調査では白紋羽病の多発生地である石川で最も良く、次いで紫紋羽病の多発生地

である弥生で、無発生地の掛落林では最も劣った(第4図)。

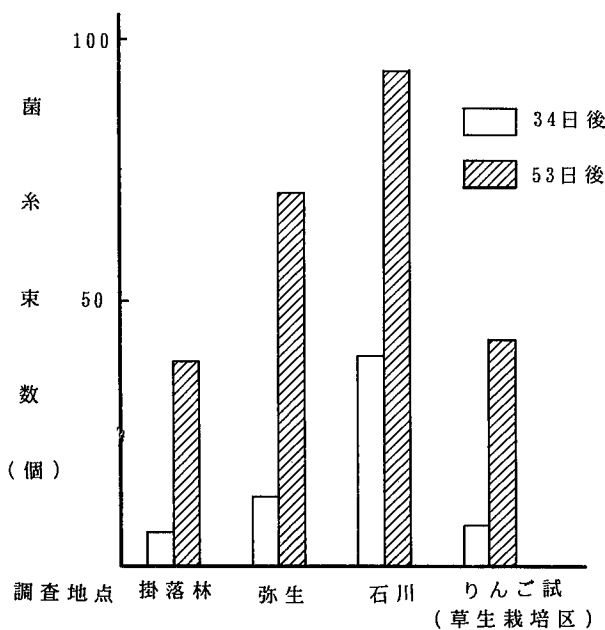
1981年の調査では、他の調査地点に比較して石川(白紋羽病多発園)でやや良好であったが、調査地点間の差は明確ではなかった(第5図)。しかし、菌糸束の形成量は石川で最も多く、次いで弥生(紫紋羽病多発園)で、無発生園の掛落林、りんご試(草生区)では最も少なかった(第6図)。

りんご園から採集した土壤中における白紋羽病菌の生育は、いずれの調査地点においても15および20°Cで良好であったが、5、10および25°Cでは著しく劣った。15および20°Cにおける白紋羽病菌の生育は、白紋羽病の多発生地である石川で最も良く、次いで紫紋羽病の多発生地である百沢で、無発生地である掛落林では著しく劣った。

しかし、これらの調査圃地に隣接する未耕地土壤中における白紋羽病菌の生育は、いずれの



第5図 現地圃場における白紋羽病菌の生育(1981年)



第6図 現地圃場における白紋羽病菌の菌糸束の形成

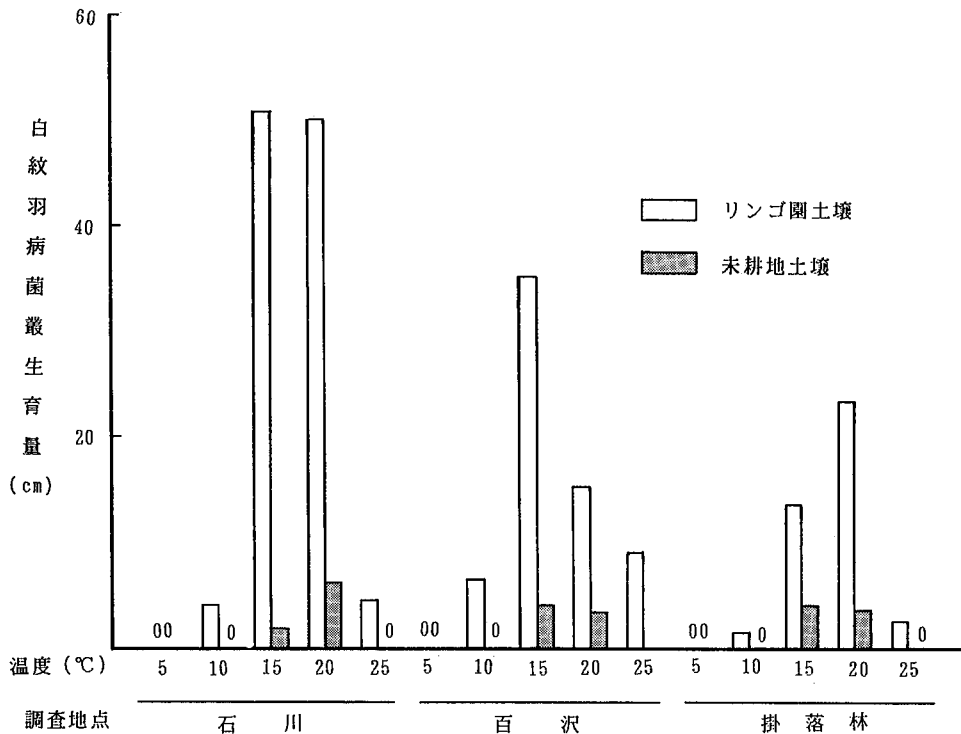
温度段階においても著しく劣り、調査園地間の差は認められなかった(第7図)。

従って、りんご園土壌では白紋羽病菌の生育に大きな差がみられるが、隣接する未耕地土壌では全く差がみられないことは、長年りんご栽培を継続することによって、りんご園土壌が白紋羽病菌の生育を助長する土壌に変化したもの

と推察される。

(2) 各種土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育

前項の実験で紋羽病の発生様相の異なる土壌中で両紋羽病菌の生育に差が認められたので、本病の発生要因の糸口を得るため、同じ調査地点の土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育を



第7図 リング圃土壌と隣接する未耕地土壌中における白紋羽病菌の生育

比較検討した。

a. 実験方法

供試菌株は前項の実験と同じ菌株を用いた。

1980年11月に1調査地点、3樹を選定し、1樹当たり3地点の地表からそれぞれ、0~10、15~20、30~40 cmの土壌を採取し、各深さ別に混合して6メッシュの篩に通し、1区500gを実験に供試した。

調査園地に隣接する未耕地土壌は、1調査地点当たり土壌の採取地点を2m間隔で、3か所選定し、地表からそれぞれ、0~10、15~20 cmの土壌を採取し、同様の方法で調整した。供試土壌500g当たり500mlの蒸留水を加え、1分間振とう後、オートクレーブで120°C、20分間処理し、ろ紙でろ過した。ろ液200ml当たり粉末寒天を4g添加して培地を作製し、高圧殺菌した。

各土壌の培地を1区10個のシャーレに流し込み、固化後、PDA培地で3週間前培養した紫

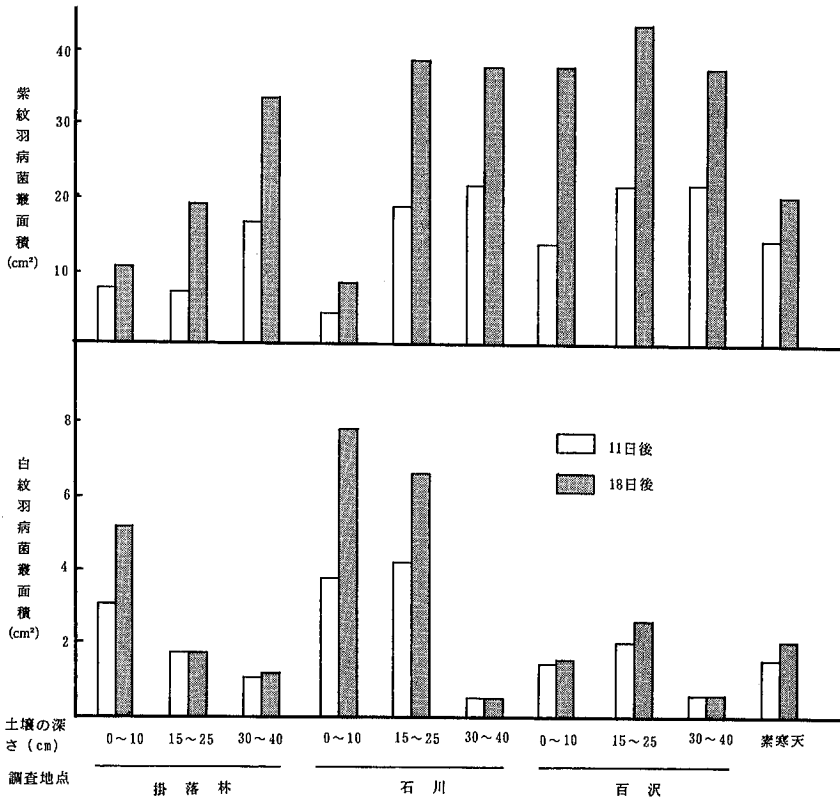
紋羽病菌と白紋羽病菌の周辺部の菌叢を、コルクボーラで径4mmに打ち抜き、それぞれ移植して20°Cに保った。

調査は11日後と18日後に生育した菌叢の長径と短径を測定し、楕円形の面積の公式で菌叢の面積を算出した。

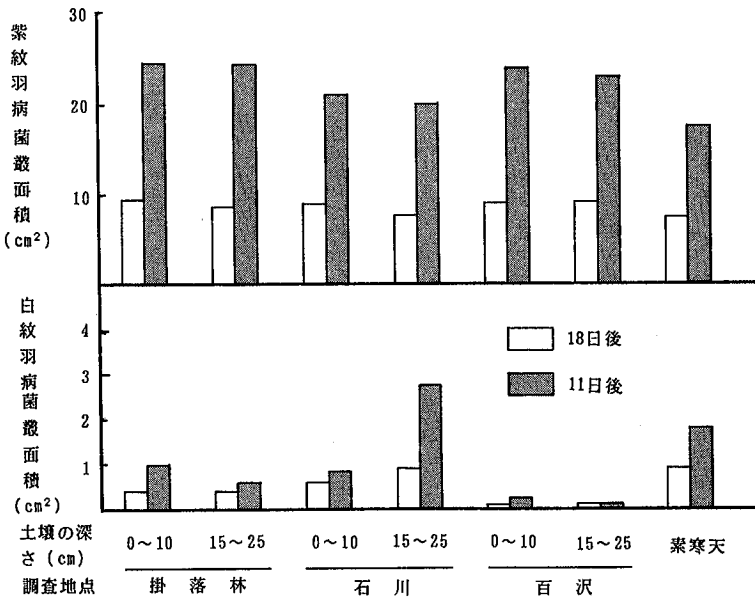
b. 実験結果

紋羽病の発生様相の異なる土壌煎汁培地上における両紋羽病菌の生育量を調査した結果を第8図に示した。

紫紋羽病菌の生育は、紫紋羽病の多発生している百沢ではいずれの深さの土壌煎汁培地においても良好であったが、白紋羽病の多発地である石川と無発地の掛落林では地表から10 cmの土壌で著しく劣った。これに対して、同じ培地上での白紋羽病菌の生育は、白紋羽病の多発地である石川では地表から25 cmで、無発地の掛落林では地表から10 cmの深さで良好であったが、紫紋羽病の多発地である百



第8図 リンゴ園土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育



第9図 未耕地土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育

沢ではいずれの深さにおいても著しく劣った。

これらの園地に隣接する未耕地土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育は、第9図に示したように、いずれの調査地点においても白紋羽病菌の生育が劣り、紫紋羽病菌の生育が良好であった。しかし、調査地点間での両紋羽病菌の生育に差は認められなかった。

以上のことから、紫紋羽病の多発生する園地および未耕地の土壌煎汁培地では紫紋羽病菌の生育がいずれも良好であるが、白紋羽病菌の生育は劣ることがわかった。これに対して、白紋羽病の多発生する園地および無発生園の10~25 cmの深さまでの土壌煎汁培地では、紫紋羽病菌の生育が抑制され、白紋羽病菌の生育が助長されることが明らかになった。

3. 両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壌微生物相と拮抗微生物

青森県内のリング園には、両紋羽病の発生様相の異なる園地が多数存在するが、これと土壌微生物の関係は明らかになっていない。土壌微生物と両紋羽病の発生との関係を知るため、両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壌微生物相と両紋羽病菌に対する拮抗微生物を比較調査した。

a. 実験方法

供試土壌は1981年4月から11月まで約1か月ごとに前項の実験と同じ弘前市弥生、弘前市石川および板柳町掛落林から採取し、土壌水分を乾土重量法で測定した。

(a) 土壌微生物相

1調査地点、3樹供試し、樹の根元から20 cmの位置を3地点選定し、地表から10~15 cmの深さの根圏に相当する部分から土壌を採土器で採取し、1樹ごとに良く混合し、実験に供試した。供試土壌10 gを殺菌蒸留水を90 ml入れた200 ml容三角フラスコに入れ、30分間振とうした。この懸濁液を順次希釈して供試培

地に広げ、培地上に形成されたコロニー数を計数することにより、微生物数を調査した。

供試培地は篠田ら(1966)の土壌微生物の調査方法に準じて一般細菌用にThornton培地、色素耐性菌用に改良Thornton培地、放線菌用にJensen培地、糸状菌用にペプトン・デキストロース培地を用いた。

供試培地の組成

① Thornton培地：蒸留水1 l, K_2HPO_4 1 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 g, $CaCl_2$ 0.1 g, $NaCl$ 0.1 g, $FeCl_3$ 0.002 g, KNO_3 0.5 g, アスパラギン 0.5 g, マンニット 1 g, 寒天 15 g, pH 7.4

② 改良 Thornton培地：Thornton培地 1 l 当たりクリスタルバイオレット1,000倍液を5 ml 添加

③ Jensen培地：蒸留水1 l, グルコース 2 g, カゼイン 0.2 g, K_2HPO_4 0.5 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 g, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 痕跡, 寒天 15 g, pH 6.6

④ ペプトン・デキストロース培地：蒸留水1 l, グルコース 10 g, ペプトン 5 g, K_2HPO_4 1 g, $MgSO_4 \cdot H_2O$ 0.5 g, 寒天 20 g, ローゼベンガル 1 : 30,000, 分注前ストレプトマイシン 30 μ g/ml

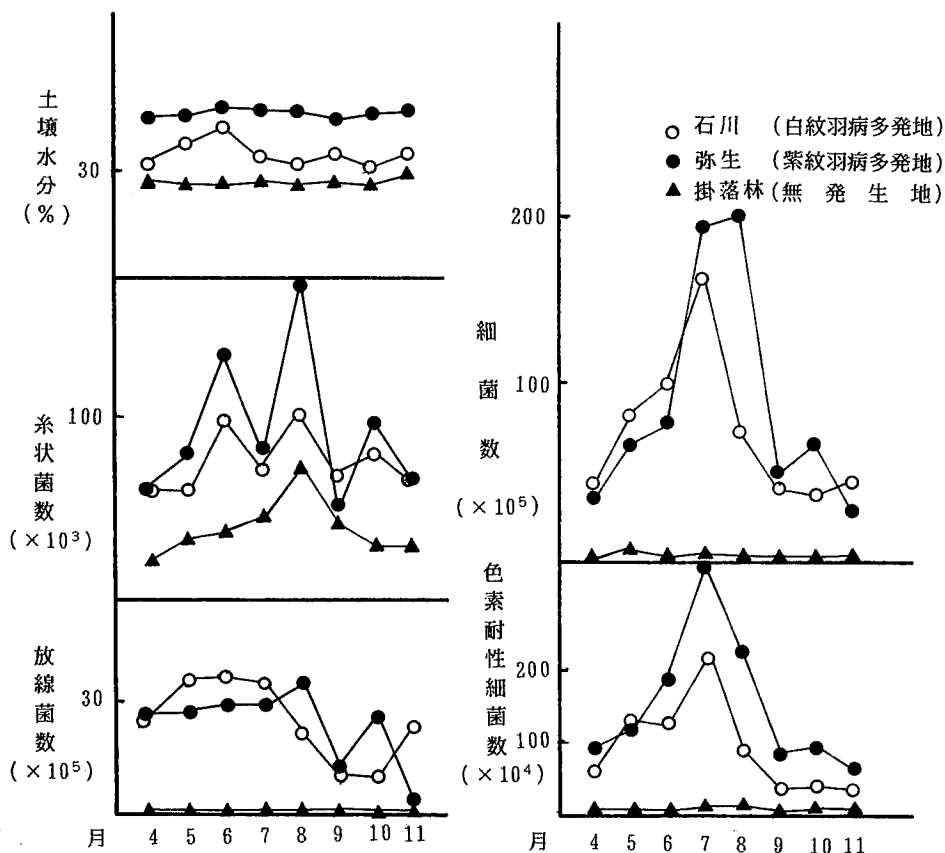
(b) 拮抗微生物の検索

前実験の土壌微生物相の調査で6月と8月の調査終了後、それぞれの培地のコロニーから、糸状菌、放線菌および細菌を無作為に1地点当たり50菌株分離した。分離菌と紫紋羽病菌および白紋羽病菌をPDA平板培地上に4 cmの間隔に対峙して、植え付け、25°Cに保った。10~14日後に生育阻止帯を形成した分離菌株を拮抗菌として計数した。

b. 実験結果

(a) 土壌微生物相

紋羽病の発生様相の異なる園地の土壌水分と土壌微生物相の変動を第10図に示した。土壌水分は、いずれの時期においても紫紋羽病の多発



第10図 紋羽病の発生様相の異なる園地における根圏微生物相の変動

第20表 細菌とその他の土壌微生物との割合

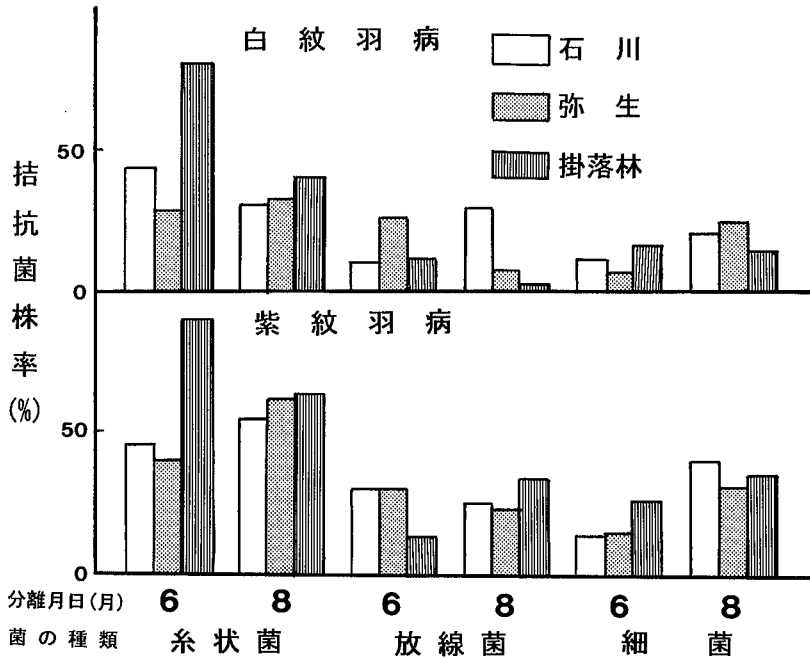
細菌の割合	調査地点	調査月日							
		4/23	5/21	6/18	7/20	8/19	9/18	10/19	11/26
B/F	石川	73.2	139.0	103.6	220.1	372.3	61.6	47.8	69.3
	弥生	59.5	79.6	57.6	223.1	109.6	89.0	67.3	40.2
	掛落林	1.3	21.3	6.8	9.9	1.9	6.6	11.2	4.2
B/A	石川	1.8	2.2	2.7	4.2	3.3	3.2	3.5	2.2
	弥生	1.4	2.2	2.6	6.2	5.2	3.8	2.3	5.6
	掛落林	0.6	10.1	3.5	10.8	2.1	1.9	2.3	0.4
B/BD	石川	7.7	6.0	8.0	7.4	8.4	12.7	9.1	12.0
	弥生	3.8	5.3	4.2	5.3	8.6	6.0	7.2	4.3
	掛落林	4.8	18.0	8.6	2.5	16.3	2.9	2.6	2.9

注) 1. B/F: 細菌/糸状菌, B/A: 細菌/放線菌, B/BD: 細菌/色素耐性菌
 2. 石川: 白紋羽病多発, 弥生: 紫紋羽病多発, 掛落林: 無発生

生地である弥生で最も高く、次いで白紋羽病の多発生地である石川で、無発生地である掛落林では最も低かった。

糸状菌数、放線菌数、細菌数および色素耐性

菌数は、いずれの時期においても掛落林で少なかったのに対して、弥生と石川では多かった。これらの微生物数を弥生と石川で比較すると、前者で多い傾向が認められたが、変動が大き



第11図 両紋羽病菌に対する各種分離菌株の拮抗作用

く、その差は明確でなかった。

細菌数と糸状菌数の割合 (B/F 値) は、他の2地点に比較して石川で4～6月、8月および11月に明らかに高かった。また、細菌数と放線菌および色素耐性菌の割合 (B/A 値, B/BD 値) は地点間に明確な差が認められなかった (第20表)。

(b) 拮抗微生物の検索

次に、これらの園地から分離した微生物の紫紋羽病菌と白紋羽病菌に対する拮抗菌出現率は、第11図に示したとおり、糸状菌が細菌および放線菌に比較して高かった。これを園地間で比較すると、無発生地の掛落林から6月に分離した糸状菌で拮抗菌出現率が高かった以外は、分離菌の拮抗菌出現率に園地間差が認められなかった。

従って、本実験結果からは、紋羽病の発生に及ぼす拮抗微生物の影響を明らかにすることはできなかった。

4. 台木の種類と白紋羽病の発生

青森県内のリンゴ普通栽培園で使用されている台木は、コバノズミが一部にみられるが、大部分はマルバカイドウとミツバカイドウで占められている。これらの台木の種類によって白紋羽病の発生に差があるかどうかを明らかにするため、現地園場における白紋羽病の発生状況を台木別に調査するとともに接種試験を試みた。

a. 実験方法

(a) 現地における発生状況調査

1964年に白紋羽病多発生地区から4地点 (弘前市樹木, 船沢, 浪岡町郷山前, 平賀町唐竹) 選定し、1地点当たり1～3haの40年生以上の全樹を対象に、白紋羽病の発生状況を前項の調査 (V-A-1) に準じて調査した。台木の種類は接木部位を観察し、台木勝ちすなわち、接木部の台木が接木された品種より太い樹をマルバカイドウとし、台木負けすなわち、接木部の台木が接木された品種より細い樹をミツバカイドウ、コバノズミとした。さらに、台木から発

第21表 圃場における普通栽培樹の台木の種類と白紋羽病の発生

台木の種類	調査樹数 (本)	発病樹率 (%)	被害程度別発生樹率 (%)			被害度
			軽症	中症	重症	
マルバ	441	10.2	5.0	3.4	1.8	4.9
ミツバ	517	23.6	8.1	6.0	9.5	14.7
ズミ	41	17.1	4.9	2.4	9.8	12.2

注) マルバ:マルバカイドウ, ミツバ:ミツバカイドウ, ズミ:コバノズミ

第22表 白紋羽病に対する喬木性台木の感受性

接種方法	台木の種類	接種の有無	供試樹数 (本)	発病樹率 (%)	枯死樹率 (%)	被害度
病 土 接 種	マルバカイドウ	有	12	100	58.3	86.7
		無	9	0	0	0
	ミツバカイドウ	有	12	100	83.3	96.7
		無	9	0	0	0
	コバノズミ	有	12	100	91.7	98.3
		無	9	0	0	0
活 着 後 接 種	マルバカイドウ	有	14	85.7	14.3	65.7
		無	10	0	0	0
	ミツバカイドウ	有	14	85.7	28.4	77.1
		無	10	0	0	0
	コバノズミ	有	14	85.7	78.6	94.3
		無	10	0	0	0

生した徒長枝(根バヤ)の葉形を観察して判定した。

(b) 接種試験

1964年にりんご試験場内のコンクリート枠(1.8×1.8m)に2年生のマルバカイドウ, ミツバカイドウ, コバノズミの苗木を植え, 次の2つの方法で白紋羽病菌を接種した。接種源は1963年に白紋羽病罹病樹から分離した菌株(AR-4)をイナワラ培地(蒸留水100ml, イナワラ100g)で3週間培養したものを用いた。

第1の方法は, 4月にコンクリート枠に入れた黒ボク土壌の地表から10cmの深さに, 1枠当たり500gの接種源を入れて混合し, 苗木を植え付けた(病土接種区)。

第2の方法は, 4月にコンクリート枠に黒ボク土壌を入れ, 5月に苗木を植え付け, 活着後の7月に苗木の根部に1本当たり接種源を5g

接種した(活着後接種区)。

調査は9月26日に苗木を掘り上げ, 前項の実験(III-1-(2))に準じて行った。

b. 実験結果

(a) 現地圃場における発生状況

圃場における白紋羽病自然感染樹の発生樹率は, ミツバカイドウが23.6%で最も高く, 次にコバノズミが17.1%で, マルバカイドウは10.2%で最も低かった。被害程度もミツバカイドウ, コバノズミが枯死樹を含む重症樹が多く, 高かったのに対して, マルバカイドウは軽症樹が多く, 被害度も低かった(第21表)。

(b) 接種試験

これらの台木に白紋羽病菌を接種した結果では, 接種3~4か月後に調査したため, 苗木を病土に植え付けた区および苗木の活着後接種した区ともほとんどの苗木の根部に白紋羽病菌の

寄生が見られ、発病樹率では台木間に差は認められなかった。しかし、枯死樹率と被害度では、ミツバカイドウ、コバノズミに比較してマルバカイドウが低かった（第22表）。

従って、マルバカイドウは白紋羽病に抵抗性台木とは云えないが、ミツバカイドウ、コバノズミに比較して感受性の低い台木と推察される。

5. 考 察

青森県内のリンゴ普通栽培園における両紋羽病の発生は、1929年には発生樹率が1.3%で、枯死樹率が0.4%であった（青森農事誌、1930）が、1951年には発生樹率が4.4%に、枯死樹率が1.0%に増加した（青森りんご誌、1952）。

その後の調査で、1966年には発生樹率が7.1%に、枯死樹率が2.2%に増加し、1980年には発生樹率が8.7%とさらに増加したが、枯死樹率は1.1%に減少していることが明らかになった。

紋羽病の発生が大幅に増加した原因は種々あると考えられるが、1935年から1942年にかけて、本病の発生しやすい山手の火山灰土壌地帯が開園され、リンゴ樹が大量に新植されたこと（福島（住）、1965）が大きいと推察される。枯死樹が減少したのは、これらの園地で白紋羽病に比較して、病勢が慢性的な紫紋羽病の発生が増加したためと考えられる。また、本病の発生樹率が8.7%のうち、被害程度別発生樹率は少が4.9%、中が2.6%、多が1.1%であることと、総リンゴ栽培樹数から両紋羽病の被害を推定すると、県内のリンゴ紋羽病の被害樹数は約43万樹になる。このうち、毎年枯死する樹が約6万樹あり、被害の大きさが痛感される。また、地上部は健全であるが、根の一部に紋羽病菌が寄生し、いずれ発病するものと予想される樹が約25万樹あるものと推定され、これらの被害樹に対する防除対策が急務となっている。

本県のリンゴ普通栽培園地においては、紫紋羽病と白紋羽病はともに古くから発生している。その発生樹率は、1966年には紫紋羽病が1.6%であったのに対して、白紋羽病が5.5%と明らかに高く、被害も大きかったが、1980年には紫紋羽病が4.9%に急増し、白紋羽病は3.8%に減少した。発生園地率でも1966年に比較して1980年には白紋羽病単独発生園が減少し、紫紋羽病単独発生園と両紋羽病の混在発生園が増加した。この原因として、都市周辺の白紋羽病の発生する古い園地が宅地化され、紫紋羽病の発生する新しい園地が増加したことが考えられる。この他に県内のリンゴ園は、従来園地を耕耘し、雑草をすき込む精耕栽培が主流であったが、1955年頃から草生栽培が普及され（木村、1961）、年数を経過するにしたがって増加し、現在は大部分の園地が雑草草生栽培園になっている。これらの雑草の中に鈴井（1978）が紫紋羽病菌の定着しやすい雑草と指摘している宿根性のセイヨウタンポポ、エゾノギシギシなどが多数密生している（図版VI—1）。著者も各地の園地でこれらの雑草の根に紫紋羽病菌の菌糸が着生しているのを観察している（図版VI—2、3）。従って、園地を耕さない雑草草生栽培に移行したことが紫紋羽病菌の密度を高め、本病の発生を助長しているのではないかと考える。これについてはさらに詳細に検討する必要がある。

一方、II—2項で述べたように、両紋羽病の発生には土壌条件が大きく関与していることを古くから多くの研究者が指摘している。

青森県内のリンゴ紋羽病も土壌の種類と密接に関係して発生することが明らかになり、発生相を無～微発生型、小発生型、中発生型、多発生型の4型に大別できた。これらの発生型の土壌の特徴は次のようである。

① 無～微発生型

岩木川および馬淵川沿岸の埴質沖積土壌である。この土壌は腐植層がなく、有効土層が深

く、乾湿害がない。塩基性飽和度が高いがリン酸吸収係数は低い。

② 少発生型

火山灰土壌と残積土壌である。前者は下層に根の伸長を阻止する硬化埴土層や礫含有層があるが、他の火山灰土壌に比較して表土に腐植が多く、有効土層が深いため乾湿害はない。塩基性飽和度はやや高く、リン酸吸収係数は高い。また、後者は腐植層のない植埴土で、有効土層が深く、乾湿害がない。pH、塩基性置換容量、塩基性飽和度はやや高いが、リン酸吸収係数は低い。

③ 中発生型

火山灰土壌と残積土壌である。前者には下層に根の伸長を阻止する凝灰岩質土層や硬化埴土層が存在し、湿害の発生する土壌と下層に粟砂層、ゴロタ層、固結礫層が存在して乾燥害の発生し易い土壌がある。これらの土壌は、いずれも腐植層がやや少なく、有効土層が50~80cmでやや浅く、塩基性飽和度はやや高い。後者は腐植層が少なく、有効土層も浅く、下層に根の伸長を阻止する硬化埴土層があるため、乾燥害が発生し易い。塩基性飽和度がやや高いが、リン酸吸収係数は低い。

④ 多発生型

沖積土壌、火山灰土壌、残積土壌である。沖積土壌は砂質沖積土壌であり、有効土層が30~60cmで浅く、下層に砂礫層があって乾燥害が発生する。表土は腐植層がなく、塩基性置換容量および塩基性飽和度は著しく低い。

また、火山灰土壌の場合は有効土層が50cm前後で浅く、下層に厚い硬化浮石層、砂礫層、浮石礫層、粟砂層、シラス層、硬化埴土層があって、乾燥害が発生する。塩基性飽和度が低く、リン酸吸収係数は高い。

残積土壌では腐植層がなく、有効土層は50cm前後で浅く、下層に巨礫含有層があって乾燥害が発生する。塩基性飽和度およびリン酸吸

収係数は低い。

これらの結果は既往の報告(田町ら, 1955, 1956; 望月ら, 1962; 荒木, 1967)と土壌の種類ではほぼ一致するが、有効土層の下層に存在する根の伸長を阻止する土層が、紋羽病の発生に大きく影響することが本調査で明らかになった。また、土壌の化学性については既報のような差は認められなかった。これはりんご園土壌を局部的ではなく、全体的に広く調査したためと考えられる。

土壌の種類では、紫紋羽病と白紋羽病の発生には差がみられなかったが、岡部・高橋(1956)がクワで、荒木(1967)がりんご、ナシで報告したように、新しい園地では紫紋羽病の発生が多く、古い園地では白紋羽病の発生が多かった。すなわち、紫紋羽病の単独発生は栽培年数が50年以下の園地で多く、白紋羽病の単独発生は50年以上の園地で多かった。両紋羽病が混在発生している園地においてもその比率は栽培年数が50年以下の園地で紫紋羽病が高く、50年以上の園地では白紋羽病が高く、両紋羽病に住み分け現象が認められた。

また、両紋羽病の発生様相の異なる土壌中における紫紋羽病菌の生育密度は、紫紋羽病多発生園が最も高く、次いで白紋羽病多発生園で、無発生園では最も低かった。土壌煎汁培地においても、白紋羽病多発生園と無発生園に比較して、紫紋羽病多発生園で紫紋羽病菌の生育が良好であった。

これに対して、白紋羽病菌の生育は土壌中および土壌煎汁培地ともに紫紋羽病多発生園と無発生園に比較して、白紋羽病多発生園で良好であった。これらの園地の土壌中および土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育の差は地表から10cmの深さで大きかった。一方、調査園地に隣接する林地や雑草地の未耕地土壌では、いずれの地点においても紫紋羽病菌の生育が良好であったが、白紋羽病菌の生育は劣った。しか

し、調査地点間の差は認められなかった。

このように園地によって両紋羽病菌の生育に差がみられるのは、無発生園は埴質沖積土壌であり、粘土含量が高く、土壤孔隙量が少ないことと菌の栄養源になる腐植が少ないことから、両紋羽病菌の生育が劣ったものとする。しかし、紫紋羽病多発生園と白紋羽病多発生園における両紋羽病菌の生育は、前者が隣接する未耕地と同じであるのに対して後者が逆の傾向を示すことから、リンゴを長年栽培することにより、リンゴ園土壌が紫紋羽病から白紋羽病の発生型に移行しているものと推察される。

この発生型の移行の原因の一つとして、荒木(1967)は熟畑化に伴う微生物相の変化を挙げている。

両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壤微生物相の調査では、総微生物数は無発生園に比較して両紋羽病の多発生園で多く、細菌数は紫紋羽病多発生園に比較して白紋羽病多発生園が多く、白紋羽病多発生園は細菌型土壌であった。これは荒木(1967)が紫紋羽病発生地は糸状菌型で、白紋羽病発生地は細菌型であると報告したことと一致する。

土壤微生物相の調査で分離された糸状菌、細菌および放線菌の両紋羽病菌に対する拮抗菌出現率には園地間差はみられず、両紋羽病菌の発生に及ぼす拮抗微生物の影響は明らかにすることはできなかった。これについてはさらに検討する必要がある。

一方、リンゴ普通栽培では、マルバカイドウ、ミツバカイドウなどの台木が主に使用されている。これらの台木を利用したリンゴ樹には両紋羽病とも発生するが、圃場における白紋羽病の発生はミツバカイドウ、コバノズミ台木に比較して、マルバカイドウ台木のリンゴ樹で少なかった。これらの台木に対する白紋羽病菌の接種試験でも同様の結果であった。

しかし、いずれの台木にも白紋羽病が発生す

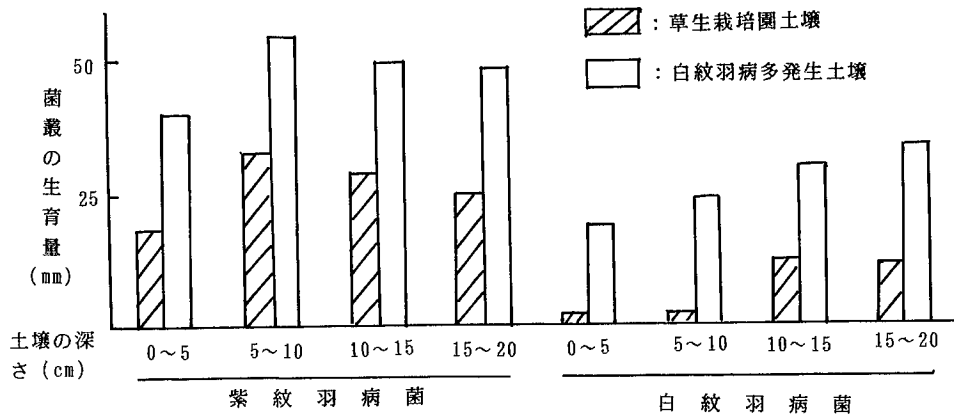
ることから、これらの台木間の発病差は、台木の感受性程度の差に基づくものであり、本質的な抵抗性によるものとは考えられない。これはマルバカイドウが直根性で台木勝ちになるのに対して、ミツバカイドウおよびコバノズミはひげ根が多く、台木負けになり、根の形態の違いが樹勢に影響を及ぼし、発生に差が現れるものと推察される。

B. 長年リンゴ草生普通栽培圃場における両紋羽病の発病抑止要因

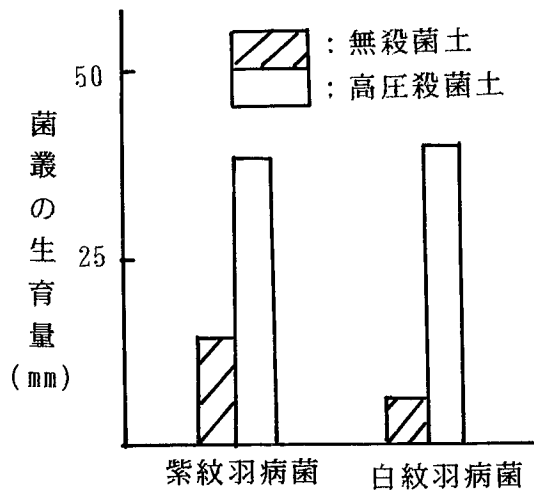
りんご試験場内のリンゴ園は1901年に開園され、一般管理が行われたが、1931年にリンゴ草生栽培の研究を実施するため、場内の1区画に10aの圃場を設定し、レッドクローバを播種した。この草種は2～3年で衰退し、ホワイトクローバの草生栽培になったが、これも衰退し、1950年頃からケンタッキーブルーグラスが優勢になった。その後、ケンタッキーブルーグラスの草生栽培圃場として、毎年、数回の草刈りで有機物の補給を行い、現在まで無耕耘で一般栽培管理が行われてきた(木村, 1961)。本草生栽培圃場は、隣接する園地およびその周辺の園地が古くから紫紋羽病が少発生し、白紋羽病が多発生しているにもかかわらず、両紋羽病の発生が全く見られず、樹齢が90年以上のリンゴ樹が健全に生育している。これについてはリンゴ関係者も注目していたので、その原因は土壌の変遷にあると考え、両紋羽病の発生しない草生栽培圃場土壌と、隣接する白紋羽病多発生圃場土壌における両紋羽病菌の生育、土壤微生物相、土壌の物理化学性を比較検討した。

1. 土壌中における両紋羽病菌の生育

草生栽培圃場土壌の両紋羽病の発病抑止要因を知るため、草生栽培圃場土壌と隣接する白紋羽病多発生圃場土壌中における両紋羽病菌の生育を比較調査した。



第12図 草生栽培園と白紋羽病多発生土壌中における両紋羽病菌の生育



第13図 草生栽培園土壌の殺菌の有無と両紋羽病菌の生育

a. 実験方法

藤田 (1986) のシャーレ法に準じて行った。1988年に、りんご試験場内の草生栽培園 (A5-1号圃) とこれに隣接する白紋羽病多発生園 (A5-3号圃) の地表から 20 cm の深さまで、5 cm 毎に土壌を採取し、6メッシュの篩に通して実験に供試した。

1区径9cmのシャーレを5個供試し、シャーレの中央部に紫紋羽病菌と白紋羽病菌をそれぞれ培養したリンゴ徒長枝を7~8mmに切断して置き、供試土壌を充填し、20°Cに保った。

調査は紫紋羽病は14日後に、白紋羽病は7日後にシャーレの底面に生育した菌叢の長径を測

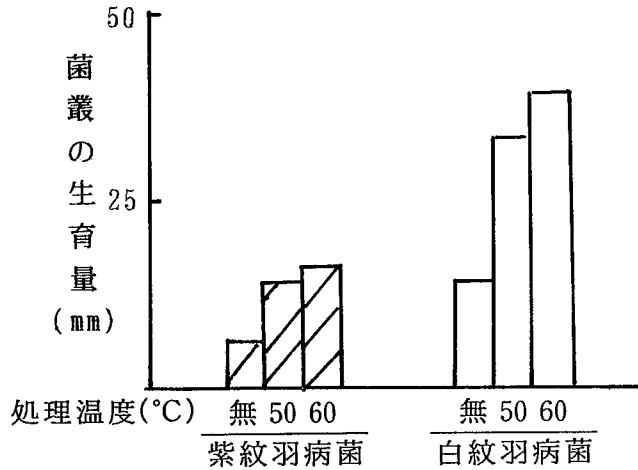
定し、平均値を算出した。

また、草生栽培園の地表から5cmの深さの土壌についてはオートクレーブで120°C、20分間殺菌した土壌と無殺菌土壌を供試し、同様の方法で調査した。

b. 実験結果

紫紋羽病菌と白紋羽病菌の生育は、第12図に示したように、隣接する白紋羽病多発生園土壌に比較して草生栽培園土壌で、いずれの深さにおいても劣った。特に、白紋羽病菌の生育は草生栽培園の地表から10cmの深さで著しく劣った。

しかし、草生栽培園の地表から5cmの深さ



第14図 草生栽培園土壌の温湯処理と両紋羽病菌の生育

第23表 温湯処理による草生栽培園土壌の微生物相の変化

菌の種類	希釈倍数	乾土 1g 当たりのコロニー数		
		無処理	50°C	60°C
細菌	($\times 10^5$)	38.6	3.3	5.1
色素耐性菌	($\times 10^4$)	4.7	0	0
放線菌	($\times 10^4$)	113.0	22.2	7.0
糸状菌	($\times 10^3$)	81.2	2.6	0

の土壌を高圧殺菌すると紫紋羽病菌、白紋羽病菌ともに生育が著しく助長された(第13図)。

以上のことから長年草生栽培を継続することにより、両紋羽病菌の生育を抑制する土壌に変化し、この現象は土壌の高圧殺菌で解消されることが明らかになった。

2. 温湯処理土壌における両紋羽病菌の生育と微生物相

前項の実験で草生栽培園土壌の両紋羽病菌の生育抑制効果が高圧殺菌で解消されたので、これに対する土壌微生物の影響を知るため、草生栽培園土壌を温湯処理し、両紋羽病菌の生育と土壌微生物相の変化について検討した。

a. 実験方法

供試土壌：1990年7月に草生栽培園の地表から5cmの深さの土壌を採集し、50°Cと60°Cに調節したウオターバスで、それぞれ30分間温湯

処理した。

両紋羽病菌の生育：PDA平板培地で前培養した紫紋羽病菌と白紋羽病菌の菌叢周辺部を径10mmのコルクボーラで打ち抜き、菌叢の表面を下面にしてシャーレの中央部に置き、1区5シャーレ供試し、供試土壌を充填し、25°Cに保った。

調査は14日後に接種源からシャーレの底面に生育する菌叢の長径を測定して行った。

土壌微生物相：前項の実験(V-A-3)に準じて、希釈平板法により、土壌微生物数を計数した。

b. 実験結果

草生栽培園の地表から5cmの土壌を50°Cと60°Cで温湯処理した結果、紫紋羽病菌と白紋羽病菌の生育は無処理に比較して著しく促進された。しかし、50°C処理は60°C処理に比較して、両紋羽病菌の生育はやや劣ったが、その差は小

第24表 草生栽培園と白紋羽病多発生園の土壤微生物相

	乾土 1g 当たりのコロニー数				割 合		
	B ($\times 10^4$)	DB ($\times 10^4$)	A ($\times 10^4$)	F ($\times 10^3$)	B/DB	B/A	B/F
草生区	117.5	34.9	49.0	29.2	3.4	3.4	61.5
発生区	414.2	192.6	76.5	37.8	2.2	5.4	109.6

注) B:細菌, DB:色素耐性菌, A:放線菌, F:糸状菌

さかった(第14図)。

次に、これらの温湯処理土壤の微生物相の変化を第23表に示した。土壤中の微生物数は、細菌、放線菌、糸状菌とも50°Cおよび60°Cで土壤を温湯処理すると、無処理に比較して著しく減少した。すなわち、色素耐性菌は50°Cと60°Cで、糸状菌は60°Cで全く検出されなかった。細菌はわずかに検出されたが、50°Cと60°Cでは差は見られなかった。放線菌は50°Cでは無処理の1/5に減少し、60°Cでは1/16に減少した。

これらのことから、草生栽培園の両紋羽病菌の生育抑制効果は50~60°Cで不活性化し、これには細菌、放線菌、糸状菌などの土壤微生物が関与していることが示唆された。

3. 土壤微生物相と拮抗微生物

草生栽培園土壤と隣接する白紋羽病多発生園土壤の土壤微生物数、根圏微生物数および拮抗微生物数を比較調査した。

a. 実験方法

草生栽培園と隣接する白紋羽病多発生園において、成木3樹をそれぞれ選定し、実験に用いた。

土壤微生物相:1984年7月に1樹当たり樹幹から1m離れた3地点を選び、1地点当たり深さ15cmの土壤を約100g採取し、6メッシュの篩を通してよく混合し、希釈平板法により前項の実験(V-A-3)に準じて調査した。微生物数は乾土1g当たりで算出し、細菌と糸状菌および放線菌の割合(B/F値, B/A値)を求めた。

根圏微生物:細根の発生している支根を1樹当たり約20g採取し、鈴木ら(1961)の水中分画法により、R₂(土壤の付着している根を20分間浸漬した土壤懸濁液)、R₁(R₂から取りだした根を手で振とうした懸濁液)、R₀(R₁処理した根を別の容器に入れ、振とう器で10分間振とうした懸濁液)の3分画に分け、希釈平板法で調査した。供試培地は前項の実験(V-A-3)と同じ培地を用いた。

拮抗微生物:前実験の土壤微生物相の調査で分離された細菌、放線菌および糸状菌を実験に供試した。PDA平板培地上に供試菌を紫紋羽病菌および白紋羽病菌とそれぞれ4cm間隔に対峙して移植し、20°Cに保った。15~20日間培養後に両紋羽病菌に対する生育阻止帯の形成程度を3段階(-:なし, +:菌叢の1/2以下, ++:菌叢の1/2以上)に分けて調査し、++を示した菌株を強度拮抗菌とした。

b. 実験結果

草生栽培園と隣接する白紋羽病多発生園の土壤微生物相は第24表に示したように、草生栽培園は後者に比較して、細菌数、色素耐性菌数、放線菌数および糸状菌数とも少なかった。特に、細菌数と色素耐性菌数が著しく少なく、細菌に対する糸状菌の割合も低かった。

両園地の根圏微生物相は第25表に示したように、細菌数はいずれの分画、調査時期においても草生栽培園に比較して、これに隣接する白紋羽病多発生園で明らかに多かった。糸状菌数は11月の調査では草生栽培園が白紋羽病多発生園に比較して多かったが、7月の調査では逆に

第25表 草生栽培園と白紋羽病多発生園の根圏微生物相

調査年月	分画	区	乾土 1g 当たりコロニー数				割 合		
			B ($\times 10^5$)	DB ($\times 10^5$)	A ($\times 10^5$)	F ($\times 10^4$)	B/DB	B/A	B/F
1989年11月	R ₂	草生園	11.1	0	35.7	12.9	—	0.3	8.6
	R ₂	発生園	33.3	1.0	23.5	1.2	33.3	1.4	277.5
	R ₁	草生園	15.5	0	34.7	18.3	—	0.5	8.5
	R ₁	発生園	48.4	5.7	67.1	1.0	8.5	0.7	484.5
	R ₀	草生園	3.5	0	4.5	2.3	—	0.8	15.2
	R ₀	発生園	40.5	1.6	62.1	1.0	25.3	25.3	405.0
1990年 5 月	R ₂	草生園	29.4	0	21.4	19.9	—	1.4	14.6
	R ₂	発生園	144.1	3.5	116.0	13.7	41.2	1.2	105.2
	R ₁	草生園	12.5	0.2	7.6	8.0	62.5	1.6	15.6
	R ₁	発生園	111.1	4.7	65.4	9.8	23.3	1.7	113.4
	R ₀	草生園	8.9	0.1	3.5	5.1	89.0	2.5	17.5
	R ₀	発生園	115.6	6.9	59.4	38.2	16.8	1.9	30.3
1990年 7 月	R ₂	草生園	45.7	12.5	53.6	18.9	3.7	0.9	24.2
	R ₂	発生園	127.0	8.7	56.4	52.5	14.6	2.3	24.2
	R ₁	草生園	49.9	4.0	33.3	18.4	12.4	1.5	15.0
	R ₁	発生園	133.8	4.5	40.6	59.0	29.7	3.3	22.7
	R ₀	草生園	33.1	3.5	56.3	13.3	9.5	0.6	24.9
	R ₀	発生園	132.6	5.7	53.4	50.5	23.3	2.5	26.3

注) B:細菌, DB:色素耐性菌, A:放線菌, F:糸状菌, B/DB:細菌/色素耐性菌, B/A:細菌/放線菌, B/F:細菌/糸状菌

第26表 草生栽培園地と白紋羽病多発生園地における土壌微生物の両紋羽病菌に対する拮抗作用

菌の種類	区	供試菌株数 (個)	拮抗程度別拮抗菌出現率 (%)					
			紫紋羽病菌			白紋羽病菌		
			+	++	計	+	++	計
細菌	草生園	105	5.7	8.6	14.3	2.9	5.7	8.6
	発生園	146	8.2	2.1	10.3	17.1	4.8	21.9
放線菌	草生園	167	13.8	3.5	17.3	11.4	22.1	33.5
	発生園	121	19.0	0.8	19.8	13.2	15.7	27.9
糸状菌	草生園	155	16.1	2.0	18.1	18.7	11.0	29.7
	発生園	146	23.3	0.7	24.0	30.8	4.1	34.9

った。色素耐性菌数と放線菌数は白紋羽病多発生園で多い傾向が認められたが、両園地間に明かな差は認められなかった。B/F値はいずれの分画においても11月と5月の調査で、白紋羽病多発生園が草生栽培園に比較して明らかに高かったが、7月の調査では同等になった。しかし、B/DB値およびB/A値はいずれも、両園地間に明確な差は認められなかった。

以上のことから、同じ園地においても長年異

なった土壌管理を継続することにより、土壌微生物相と根圏微生物相に変化をきたし、草生栽培園は糸状菌型に、これに隣接する白紋羽病多発生園は細菌型に移行していることが明らかになった。

次に、草生栽培園地と隣接する白紋羽病多発生園地の土壌から分離した菌株の両紋羽病菌に対する拮抗作用を第26表に示した。

両園地での拮抗程度が+～++の割合を比較

すると、白紋羽病多発生園では、紫紋羽病菌に対する拮抗糸状菌と白紋羽病菌に対する拮抗細菌および糸状菌が高く、無発生園地の草生栽培園では紫紋羽病菌に対する拮抗細菌と白紋羽病菌に対する拮抗放線菌が多かった。

しかし、拮抗程度が \oplus を示す強度拮抗菌の割合は、白紋羽病多発生園に比較して、草生栽培園が細菌、放線菌、糸状菌ともに明らかに高かった。これが草生栽培園で両紋羽病の発生を抑制している一つの要因と考えられる。

4. 土壌煎汁培地上における両紋羽病菌の生育

前項の実験で、草生栽培園土壌は隣接する白紋羽病多発生園土壌に比較して、両紋羽病菌の生育を抑制する作用が高いことが明らかになった。

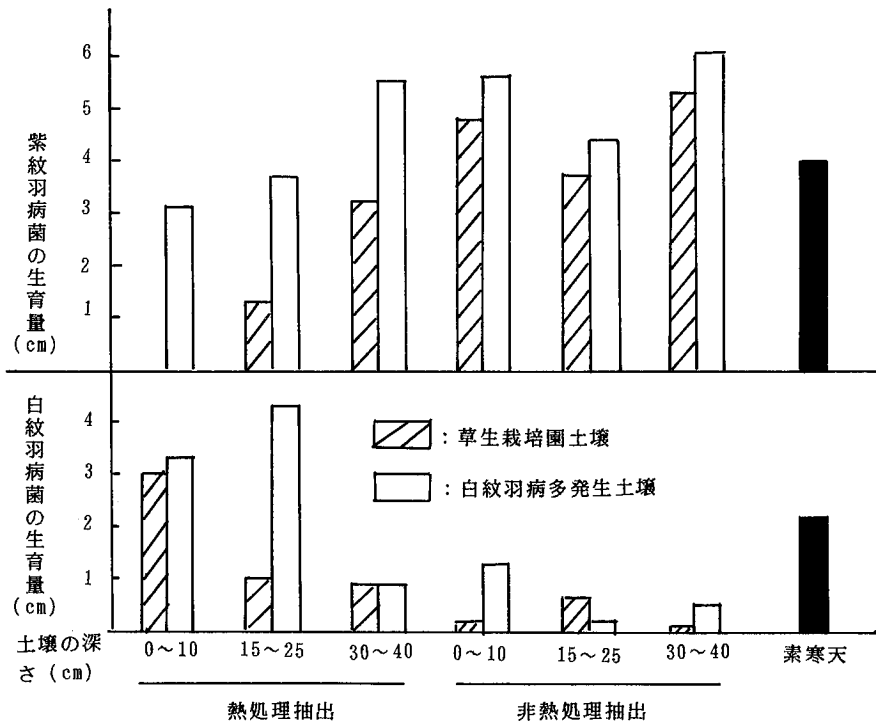
そこで、草生栽培園土壌中に両紋羽病菌の生育を抑制する物質が蓄積されているかどうかを知るため、草生栽培園と隣接する白紋羽病多発生園の土壌煎汁培地上における両紋羽病菌の生

育を比較調査した。

a. 実験方法

1981年11月に草生栽培園とこれに隣接する白紋羽病多発生園の樹冠下の表層の草を取り除き、地表から10 cm, 15~25 cm, 30~40 cmの深さの土壌を採取し、6メッシュの篩で通し、よく混合して1区1,000 gとした。これを2等分して土壌500 g当たり蒸留水500 ml加え、直ちに1分間振とうした区(非熱処理区)とオートクレーブで120°Cで20分間処理した区(熱処理区)に分け、ろ紙でろ過した。ろ過した液を200 ml取り、これに粉末寒天を4g加えて土壌煎汁培地を作成し、1区10シャーレに流し込み実験に用いた。

各々の培地に、あらかじめ、PDA平板培地で前培養した紫紋羽病菌と白紋羽病菌の菌叢周辺部を径4 mmのコルクボーラで打ち抜き、それぞれ移植した。その後、25°Cに18日間静置し、生育した菌叢の直径を測定した。



第15図 草生栽培園土壌煎汁培地上における両紋羽病菌の生育

b. 実験結果

草生栽培園と白紋羽病多発生園の土壤煎汁培地における両紋羽病菌の生育を調査した結果を第15図に示した。

熱処理抽出土壤煎汁培地における紫紋羽病菌の生育は、白紋羽病多発生園地土壤由来のものに比較して、草生栽培園地土壤由来で著しく抑止され、地表から10cmの深さの土壤では全く生育が認められなかった(図版V-1, 2)。同培地上における白紋羽病菌の生育は15~25cm深さの土壤では、草生栽培園地土壤由来で抑止され、白紋羽病多発生園地土壤由来では助長されたが、地表から10cmと30~40cm土壤では両園地間の差はみられなかった。

これに対して、非熱処理抽出土壤煎汁培地における両紋羽病菌の生育には、草生栽培園地由来のものと同紋羽病多発生園地土壤由来では差が認められなかった。

5. 土壤の理化学性

草生栽培園とこれに隣接する白紋羽病多発生園の土壤の理化学性を知るため、両園地の土壤について、孔隙径の分布と腐植組成を調査した。なお、本実験は青森県りんご試験場化学部との共同研究で行った。

a. 実験方法

(a) 孔隙量

1988年8月にりんご試験場内の草生栽培園と隣接する白紋羽病多発生園の深さ13~18cmの位置から100ml容円筒で、5点採土し、実容積を測定した。その後加圧板法で吸引圧-水分分布を測定し、孔隙径の分布を推定した。

(b) 腐植組成

1987年9月に前実験と同じ園地の地表から30cmの土壤を採取し、弘法一大羽法により、0.5% NaOH 抽出部(抽出腐植酸溶液)のフルボ酸と腐植酸を求め、0.1N-KMnO₄消費量mlで表示した。

第27表 草生栽培園と白紋羽病多発生園の土壤の孔隙径の分布

土壤孔隙	草生栽培園(%)	白紋羽病多発生園(%)
全孔隙量	68.8	67.7
孔隙直径<3.0(μm)	27.3	28.1
~4.8	3.0	1.3
~7.8	2.6	1.2
~12	2.6	1.4
~19	2.8	1.3
~30	2.8	1.4
~48	2.6	1.0
~75	3.5	1.8
75>	21.4	30.2

第28表 草生栽培園と白紋羽病多発生園土壤の腐植組成

区	全炭素(%)	腐植抽出部割合(%)	土壤1g当たり0.1-KMnO ₄ 消費量 ml		
			腐植抽出部	フルボ酸	腐植酸*
草生園	5.57	63.6	84.6	32.7	51.9
発生園	5.24	70.8	88.8	32.0	56.9

注) 腐植酸=腐植抽出部-フルボ酸

b. 実験結果

土壤の孔隙量は草生栽培園と白紋羽病多発生園で差が認められなかったが、孔隙径75μm以上の孔隙が草生栽培園に比較して、白紋羽病多発生園が多かった(第27表)。

また、草生栽培園土壤と白紋羽病多発生園土壤の腐植組成は第28表に示したように全炭素、腐植抽出部、フルボ酸および腐植酸ともに園地間差は認められなかった。

従って、両園地の紋羽病の発生には土壤の孔隙は影響しているが、腐植組成は関与していないものと考えられる。

6. 考 察

青森県内のリンゴ普通栽培園には、両紋羽病がほとんど発生しない植質沖積土壤と発生の多い火山灰土壤が広く分布している。

火山灰土壤で白紋羽病が多発生し、紫紋羽病が少発生しているりんご試験場の園内の1区画に両紋羽病の全く発生しない長年ケンタッキー

ブルーグラス草生栽培園が存在する。

本園地は栽培管理、施肥が隣接する園地と同じであることから、両紋羽病の発生しない原因はこれらの要因以外の草生栽培の影響と考えられる。

草生栽培園とこれに隣接する白紋羽病多発生園の土壌中における両紋羽病菌の生育は地表から20cmの深さの土壌で、白紋羽病多発生土壌に比較して草生栽培園土壌が明らかに抑止された。しかし、草生栽培園土壌を120°Cで20分間高圧殺菌処理すると、両紋羽病菌の生育は無処理土壌に比較して著しく助長され、50°Cと60°Cの温湯処理でも同様に生育が助長され、両紋羽病菌の生育抑止効果が不活性化した。この結果は古屋ら(1979)がインゲン根腐病の発病抑止作用は熱処理で失活すると報告したことと一致する。

これらの温湯処理土壌中の微生物相は無処理土壌に比較して、50°C処理土壌で細菌、放線菌および糸状菌が著しく減少し、60°Cでは糸状菌が全く認められず、細菌と放線菌がわずかに認められただけであった。

従って、草生栽培園土壌の両紋羽病菌の生育抑止には土壌微生物が直接的あるいは間接的に関与しているものと推察される。

一方、荒木(1967)は同一地帯の白紋羽病発生土壌と未発生土壌を比較し、前者は後者に比較して細菌群が多いと報告している。本実験結果においても草生栽培園土壌に比較して、これに隣接する白紋羽病多発生土壌は総微生物数が多く、その中でも細菌数が特に多く、糸状菌に対する細菌の割合も高かった。この傾向は根圏微生物においても同様の結果であった。これは荒木(1967)が指摘しているように、白紋羽病多発生園土壌は熟畑化し、細菌型に移行しているのに対して、草生栽培園土壌は熟畑化が未進行で、糸状菌型を維持しているものと考えられる。

また、両土壌から分離した微生物の両紋羽病菌に対する総拮抗微生物の割合には両園地間に差が認められなかったが、強度拮抗菌の割合は白紋羽病多発生園に比較して、草生栽培園が明らかに高く、これも草生栽培園の両紋羽病の発病抑止に関与していると考えられる。

また、両園地の土壌煎汁培地上における紫紋羽病菌の生育は、草生栽培園の熱処理抽出土壌煎汁培地で著しく抑止されたが、白紋羽病多発生園土壌煎汁培地ではこのような現象は認められなかった(図版V-1, 2)。草生栽培園土壌に紫紋羽病菌の生育を抑止する物質が存在することが明らかになったことから、弘前大学農学部奥野智旦教授の協力を得て同物質の同定を試みたが、明らかにするに至っていないので更に検討し、その由来を確認する必要がある。

リンゴ両紋羽病は土壌の理化学性と密接に関係して発生する(田町ら, 1955, 1956; 望月ら, 1963; 照井ら, 1964; 荒木, 1967)。

草生栽培園と白紋羽病多発生園の土壌の理化学性についてみると、成田ら(1987)および加藤(1991)が報告したように75 μ m以上の孔隙直径の土壌分布は草生栽培園で少なく、これは白紋羽病が酸素不足に敏感であることと符合する(荒木, 1967)。しかし、土壌の全孔隙量、全炭素、フルボ酸および腐植酸は両園地間に差が認められなかったため、草生栽培園の両紋羽病の発病抑止にはこれらの要因が関与しているとは考えられない。

従って、草生栽培園の両紋羽病発病抑止作用には、一般の土壌微生物、拮抗微生物および未同定の紫紋羽病菌生育抑制物質が関与していると推察される。

土壌病害の発病抑止土壌は感受性の作物を栽培したとき、病気が発生しないか、あるいは極めて少ない土壌である。発病が抑制されるのは土壌に発病抑止作用が働くからである。発病抑止土壌は①土壌に病原菌が住み付けない、②住

み付いても発病が抑制されている、③連作を続ける間に初め激しかった病気の発生が低下するとされている (BAKER and COOK, 1974; 日本植物防疫協会, 1984)。

これに従うと、りんご試験場内にある長年草生栽培りんご園土壌は、病原菌が住み付けない①のタイプが主動的であり、解釈によっては副次的に②のタイプの発病抑止型土壌に属すと考えられる。また、その発病抑止性は渡辺(1987)が示した2種類の発病抑止性のうち、最初から発現される自然抑止性と異なって、土壌タイプとは無関係で、作付順序とか栽培管理に依存し、数世代後に発現する誘導的抑止性に含まれるものと考えられる。

C. リングわい化栽培園における両紋羽病の発生環境

わい性台木を利用したリングわい化栽培 (図版 I) の研究は青森県では1959年から実施され、早期多収、省力、高品質果実の生産などの有利性が確認された(青森りんご試, 1981)。一般農家では1973年頃から試作され、1981年には普及に移された(津川, 1981)。その後、リングわい化栽培はりんご主産県で急速に普及し、1991年には全栽培面積の20.7%に達している (青森県りんご課, 1993)。

リングわい化栽培が普及されるにともない、両紋羽病が全国的に各地で多発し、りんご安定生産上大きな問題になった。特に、リングわい化栽培に利用されているわい性台木は浅根性で、根域が狭いことから、紋羽病に感染すると被害が大きく(図版II-1)、わい化栽培を推進し、生産の安定化を図る上で大きな障害になった。

紫紋羽病と白紋羽病 (図版II-2, 3) の研究は古くから行われ、生理生態についてはかなり解明されているが、リングわい化栽培における両紋羽病の研究は栽培の歴史が浅いため、行

われていなかった。

そこで、リングわい化栽培における両紋羽病の発生環境を明らかにするため、両紋羽病の発生状況と発生環境、仕立様式および台木の違いと両紋羽病の発生、ウイルスの保毒の有無と両紋羽病の発生について検討した。

1. 発生状況と発生環境

近年、急速に栽培面積が拡大しているリングわい化栽培 (図版 I) は、山林原野の開墾地、古い既成園の改植地および水田転換地などで実施されている。これらの園地は土壌条件や園地の前歴が異なるため、両紋羽病の発生状況はりんご普通栽培園と異なるものと予想された。

そこで、青森県津軽地方のリングわい化栽培園における両紋羽病の発生状況、土壌条件、栽培条件および園地の前歴について調査した。本調査は青森県りんご試験場病虫部、化学部、栽培部と共同で実施した。なお、土壌の理化学性は共同研究を行った化学部の調査結果を引用した。

a. 調査方法

1985年と1986年に青森県津軽地方のリングわい化栽培園から土壌の種類と地域性を考慮して、73園地を選定し、1園地当たり10~20aの全樹について両紋羽病の発生状況を調査するとともに、園地の栽培条件と土壌条件を次のように調査した。

両紋羽病の発生状況：樹の根元の土を掘り上げ、前項の調査 (V-A-1) に準じて1樹毎に調査した。

栽培条件：樹齢、台木の種類、わい性台木へのマルバカイドウ台木付きの有無および品種は聞き取り調査した。夏期剪定は有無に、剪定様式は誘引主体 (側枝を切りつめないで誘引する弱剪定) と短い主体 (側枝を切りつめる強剪定) に分け、樹勢は3段階 (弱：新梢の伸びが劣り、樹皮が淡色である。普通：新梢の伸びが

第29表 両紋羽病の発生園地割合

紋羽病の種類	発生園地数	発生園地率(%)
紫紋羽病	22	30.1
白紋羽病	3	4.1
両病の混在	4	5.5
合計	29	39.7

注) 調査地点数 73地点

第30表 両紋羽病の発生樹割合

紋羽病の種類	発生樹率(%)	被害程度別発生樹率(%)			被害度
		少	中	多	
紫紋羽病	3.9	1.5	1.2	1.2	57.1
白紋羽病	0.5	0.1	0.1	0.3	73.3
合計	4.4	1.6	1.3	1.5	59.0

注) 調査樹数 10,713樹

適正である。強：新梢が徒長ぎみである)に分けて観察調査した。

土壤条件：園地の前歴は聞き取り調査し、土壤の種類、有効土層の深さ、排水の良否、地形は園内を観察調査した。

土壤の理化学性：1園地1土層から3点の試料を採取し、100ml円筒使用による実容積法で調査した。すなわち、固相重量を測定後、近似値を示した2点について、土壤三相（固相、液相、気相）とpF水分保持量を測定した。pF水分保持量は吸引法により、pF1.8と3.0時の水分量を測定した。

b. 調査結果

青森県津軽地方のリンゴわい化栽培における

第31表 栽培条件と紋羽病の発生

調査項目	調査園地数	発生園地率(%)	調査項目	調査園地数	発生園地率(%)
樹齡(年)	2~4	17	剪定様式	誘引	51
	5~9	36		短さい	22
	10~12	20		夏期剪定	有
台木の種類	M.26	59	無	60	30.8
	M.9A	7	樹勢	弱	14
	M.9	1		中	45
	MM106	6		強	14
マルバ台木	有	57			57.1
	無	16		44.4	
				7.1	

両紋羽病の発生園地割合を第29表に、発生樹割合を第30表に示した。

両紋羽病の発生園地率は39.7%で高かったが、発生樹率は4.4%と低かった。発生樹率を被害程度別にみると、少が1.6%、中が1.3%、多が1.5%で大差は認められなかった。

両紋羽病の種類別発生園地率は、紫紋羽病単独発生園が30.1%で最も高かったのに対して、白紋羽病単独発生園が4.1%、両紋羽病の混在園が5.5%と低かった。発生樹率においても紫紋羽病が3.9%と高かったのに対して、白紋羽病は0.5%で著しく低かった。しかし、被害度は紫紋羽病の57.1に対して白紋羽病は73.3で明らかに高かった。

青森県津軽地方では各種の栽培条件下でリンゴわい化栽培が行われている。これらの栽培管理法の違いと両紋羽病の発生の関係について調査した結果を第31表に示した。

両紋羽病の発生園地率は樹齡が4年以下より5年以上で多く、剪定様式が側枝を切りつめる短さい主体に比較して、側枝を誘引する誘引主体で多く、樹勢が強より弱で明らかに多かった。しかし、本病の発生に関与していると予想された台木の種類、マルバカイドウ台木付きの有無および夏期剪定の有無との関係は調査園地数の差が大きく、明かでなかった。

また、品種別紋羽病の発生樹率は、第32表に示したようにふじ、つがる、ジョナゴールドに

第32表 紋羽病発生園地における品種別両紋羽病の発生

品 種	調査樹数 (樹)	発 生 樹 率 (%)		
		紫紋羽病	白紋羽病	合 計
ふ じ	1,318	11.8	0.6	12.4
つ が る	1,175	9.4	1.8	11.2
ジョナゴールド	910	12.0	0	12.0
王 林	504	8.9	1.0	9.9
陸 奥	65	6.2	0	6.2
そ の 他	159	13.8	0.6	14.4

注) 調査園地数：29地点

第33表 土壌条件と紋羽病の発生

調査項目	調査園地数	発生園地率 (%)
土壌の種類		
沖積土壌	13	7.7
火山灰土壌	40	59.5
残積土壌	20	15.0
有効土層		
60 cm以下	31	48.4
60 cm以上	42	33.3
排水		
乾 燥	10	70.0
良	50	26.0
不 良	13	23.1
地 形		
平 坦	50	42.0
傾 斜	23	34.8

比較して、樹勢の強い王林、陸奥で低い傾向が認められた。

土壌条件と両紋羽病の発生の関係を紋羽病の発生園地率でみると、排水の良、不良園に比較して乾燥する園で高く、有効土層が60 cm以上より60 cm以下の深さの園地で高かった。土壌の種類では、火山灰土壌が最も高く、次いで残積土壌で、沖積土壌が最も低かった(第33表)。

第34表 土壌の種類と紋羽病の発生

土 壌 群	土壌統群	調査樹数 (樹)	発 生 樹 率 (%)		
			紫紋羽病	白紋羽病	合 計
沖積土壌	埴質沖積土壌	1,472	0	0	0
	砂質沖積土壌	145	6.9	0.7	7.6
火山灰土壌	黒ボク土壌	4,376	6.7	1.2	7.9
	淡色黒ボク土壌	1,977	3.9	0	3.9
残積土壌	粘土質土壌	2,511	0.1	0	0.1
	シラス質土壌	232	22.0	0	22.0

第35表 園地の前歴と紋羽病の発生

園地の前歴	調査樹数 (樹)	発 生 樹 率 (%)		
		紫紋羽病	白紋羽病	合 計
リンゴ園	5,468	5.9	1.0	6.9
山林・原野	3,254	1.0	0	1.0
水 田	1,226	0	0	0
水田(黒ボク客土)	580	8.6	0	8.6
水田(感染苗木植付)	185	8.7	0	8.7

土壌の種類別に両紋羽病の発生樹率をみると、沖積土壌においては、埴質沖積土壌は紋羽病の発生が全く見られなかったのに対して、砂質沖積土壌では7.6%と多かった。残積土壌においても紋羽病の発生は粘土質土壌ではほとんど見られなかったが、シラス質土壌では22.0%と著しく多かった。発生の多い火山灰土壌では淡色黒ボク土壌に比較して黒ボク土壌で発生が多かった(第34表)。

前歴の異なる園地における両紋羽病の発生樹率は、山林原野と水田転換園が非常に低かったのに対してリンゴ園が高かった。しかし、水田転換園でも紋羽病の発生は一般転換園では全く見られなかったが、黒ボク土壌客土園と紫紋羽病感染苗木植栽園では非常に多かった(第35表)。

以上のことから、リンゴわい化栽培における両紋羽病の発生には栽培管理も影響しているが、両紋羽病の発生が火山灰土壌、砂質沖積土壌、シラス質土壌で多く、埴質沖積土壌と粘土質残積土壌でほとんど見られないこと並びに

第36表 土壌の種類と理化学性

土壌の種類	調査園地数	固相率 (%)	固相重量 (g)	全孔隙率 (%)	pF 孔隙量 (%)		pF 水分保持量 (%)	
					1.8時	3.0時	1.8時	3.0時
埴質沖積土壌	6	38	108	62	15	22	48	40
火山灰土壌	31	28	91	72	22	34	50	38
粘土質残積土壌	5	40	101	60	16	23	44	37
シラス質土壌	6	36	96	64	31	43	33	21

園地の前歴がリンゴ園で多く、一般水田転換園ではほとんど見られないことから、土壌の種類と園地の前歴が最も大きく関与していると考えられる。

次に土壌の種類別に理化学性を調査した結果を第36表に示した。これによると紋羽病の発生がほとんど見られない埴質沖積土壌と粘土質残積土壌に比較して、発生の多い火山灰土壌では固相率、固相重量が少なく、全孔隙率、孔隙量が多く、シラス質土壌では孔隙量が多く、水分保持量が少なかった。

従って、紋羽病の発生には土壌水分保持量も影響するが、土壌孔隙量が大きく影響していると考えられる。

2. 両紋羽病の発生様相の異なる土壌中における両紋羽病菌の生育と土壌微生物相

前述のリンゴ普通栽培園の調査で、両紋羽病の多発生園と無発生園土壌間に、両紋羽病菌の生育と微生物相に差が認められた。リンゴわい化栽培園においても同様の結果が得られるかどうか明らかにするため、両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壌中における両紋羽病菌の生育と土壌微生物相を調査した。

a. 実験方法

(a) 供試土壌

1986年に第37表に示した園地から土壌を採取し、実験に用いた。

(b) 紫紋羽病菌の生育

PDA 平板培地で約2週間前培養した紫紋羽病

第37表 調査園地の土壌の種類と両紋羽病の発生状況

調査園地名	土壌の種類	紋羽病の発生状況
弘前市下湯口	火山灰土壌	白紋羽病多発生
りんご試験場	火山灰土壌	白紋羽病多発生
五所川原市羽野木沢	火山灰土壌	紫紋羽病多発生
平賀町新館A	火山灰土壌	紫紋羽病多発生
平賀町新館B	火山灰土壌	紫紋羽病少発生
弘前市鬼沢	残積土壌	発生なし
藤崎町藤越	沖積土壌	発生なし

菌(AH-17)の菌叢周辺部を径1cmのコルクボーラで打ち抜き、シャーレの中央部に菌叢の表面を下にして置いた。直ちに6メッシュの篩に通した供試土壌を1区10シャーレに充填し、25°Cに保った。

25日後にシャーレの底面に伸長した菌叢の直径を測定し、平均値を算出した。

(c) 白紋羽病菌の生育

発泡スチロール箱(38×26×13cm)に、調査地点別に6メッシュの篩を通した土壌を入れ、25cmに切断したリンゴ徒長枝の一端に2cmに切断した白紋羽病菌培養枝を密着させて1区10本並べ、土壌を5cmの深さになるように入れ、25°Cに保った。

21日後に25cmに切断したリンゴ徒長枝上に生育した菌叢の長さを測定し、平均値を算出した。

(d) 土壌微生物

供試土壌は1986年4月、7月、9月、11月に、1園地3樹選び、1樹当たり3か所の地点から10~15cm深さの土壌を採取し、実験に用いた。土壌微生物の定量は宮田(1985)の微量土壌

平板法に準拠して行った。すなわち、乾燥させた少量の供試土壌を乳鉢に入れ、乳棒で軽く粉碎し、鉢壁を乳棒で軽くたたいて粗い砂粒を下に、微細な土を上方に集めた。上方に集めた微細土をマイクロスプーンですり切り1杯分すくい取り、供試培地に散布した。25°Cで2日間培養後コロニー数を計測し、乾土1ml重当たりの微生物数を算出した。

供試培地は細菌と放線菌用にはM-5培地、糸状菌用にはM-5培地にオキシテトラサイクリンを1シャーレ当たり1μg加えた培地を用いた。

M-5培地の組成：グルコース5.0g、ポリペプトン2.5g、KH₂PO₄0.5g、K₂HPO₄0.5g、MgSO₄・7H₂O0.5g、Fe₂(SO₄)₃・9H₂O微量、寒天15g、脱イオン水1,000ml

b. 実験結果

リンゴわい化栽培園土壌中における紫紋羽病菌と白紋羽病菌の生育には両紋羽病の発生園と

無発生園で明かな差は認められなかった(第38表)。これはわい化栽培園は土壤改良が徹底され、栽培年数が浅いためと考えられる。

両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壤微生物相は、第39表に示したように、糸状菌数は無発生園の鬼沢、藤越に比較して紫紋羽病の多発生している新館AとB、羽野木沢でやや多かった。放線菌数は他の調査地点に比較して、白紋羽病の多発生しているりんご試験場で多かった。細菌数は無発生園の鬼沢、藤越に比較して、両紋羽病の多発生園で明らかに多かった。

これらのことから、両紋羽病の発生園は無発生園に比較して、細菌数が多いことが明らかになった。

3. 仕立様式およびわい性台木の違いと両紋羽病の発生

リンゴわい化栽培はM.26台木を利用した細がた紡錘形が主流になっているが、これ以外の台木や剪定方法を用いた栽培法も行われている。

そこで、剪定方法およびわい性台木の違いが紋羽病の発生に及ぼす影響を知るため、各種の台木を用いて異なった仕立様式でわい化栽培を実施している園で、両紋羽病の発生推移を比較調査した。さらに、各種台木に白紋羽病菌を接種し、わい性台木間の感受性について比較検討した。

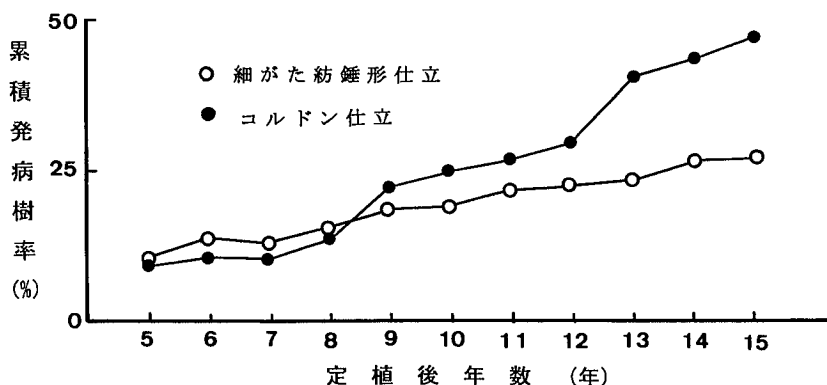
第38表 各種土壌中における両紋羽病菌の生育

調査園地	紫紋羽病菌の伸長量(mm)	白紋羽病菌の伸長量(cm)
下湯口	62.5	12.8
羽野木沢	73.9	12.9
新館A	65.7	11.9
新館B	68.6	13.4
りんご試	68.2	11.0
鬼沢	63.6	14.3
藤越	66.5	14.0

第39表 両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壤微生物相

調査園地	糸状菌数(×10 ³ /1ml)				放線菌数(×10 ⁴ /1ml)				細菌数(×10 ⁴ /1ml)			
	4/24	7/7	9/17	11/10	4/24	7/7	9/17	11/10	4/24	7/7	9/17	11/10
下湯口	9.5	17.8	5.3	5.7	27.1	25.4	31.5	13.2	104.5	98.7	124.9	110.0
羽野木沢	7.4	16.4	12.5	17.8	15.8	24.4	44.1	16.9	80.2	161.6	197.9	104.9
新館A	11.6	14.0	9.5	14.3	18.4	33.7	39.0	20.7	99.7	163.8	158.2	116.2
新館B	—	13.2	9.3	11.2	—	24.1	21.1	17.9	—	122.0	120.7	107.3
りんご試	12.6	13.2	8.4	9.5	48.6	48.4	75.7	40.1	199.4	359.0	267.3	204.5
鬼沢	3.8	12.8	2.4	7.5	22.0	25.0	9.0	9.7	90.4	61.0	44.1	60.6
藤越	10.9	11.2	4.0	5.6	18.1	18.1	9.6	9.3	68.9	58.8	63.4	56.1

注) —：調査なし



第16図 細がた紡錘形仕立様式とコルドン仕立様式栽培園における両紋羽病の発病推移

a. 実験方法

(a) 仕立様式および台木の違いと両紋羽病の発生推移

調査園地の概要：りんご試験場内で1931年から三要素肥料試験を継続した園地において、1974年3月にリンゴ樹を伐採、伐根し、5月に地表から50cmまでの土壌を掘り上げ、均一になるように混合した。7月に堆肥、石灰などの土壌改良資材を施用し、レッドクローバを播種した。1975年8月に耕起、整地し、常法によりクロルピクリンで土壌消毒を行った。11月に植穴改良を行い、各種わい性台木に接いだ1年生のリンゴ苗木を植え付けた。1976年から細がた紡錘形仕立様式（以下細がた紡錘形と記す）とコルドン仕立様式（以下コルドンと記す）で栽培した。細がた紡錘形は一般に普及している樹形であるが、コルドンはこれより枝を極端に切りつめ、夏期剪定を加え、密植栽培する仕立様式である。

仕立様式別両紋羽病の発生推移は、M.26 台木に接木したスターキングデリシャスとふじを対象に、細がた紡錘形は163本、コルドンは86本について調査した。

台木別両紋羽病の発生推移は、スターキングデリシャス、ふじおよび陸奥を M.9(45本)、M.7(73本)、MM106(30本)、M.26(129本)に接木したリンゴ樹について調査した。

両紋羽病の調査は1980～1990年まで毎年秋期に調査樹の根元の土を掘り上げ、紫紋羽病菌と白紋羽病菌の寄生の有無を観察して行った。

(b) 各種台木の白紋羽病菌に対する感受性
1987年4月にりんご試験場内の無底のコンクリート枠に、黒ボク土壌を入れ、M.9、M.26、MM106、CG.10、CG.24 およびマルバカイドウを台木とした2年生のふじと陸奥をそれぞれ植え付けた。翌年6月に白紋羽病菌を培養したりんご徒長枝を5cmに切断し、苗木1本当たり10個、苗木の根元に無傷接種した。

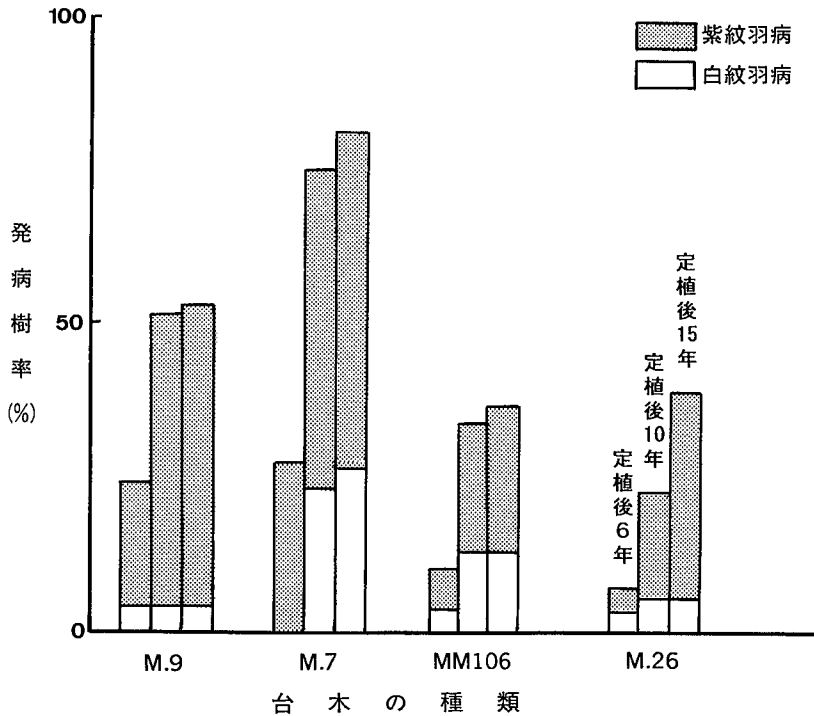
調査は1988年10月に接種した苗木を掘り上げ、前項の実験(III-1-1(2))に準拠して行い、発病度を算出した。

a. 実験結果

(a) 仕立様式および台木の違いと両紋羽病の発生推移

細がた紡錘形とコルドン仕立様式における両紋羽病の発病推移を定植後5年目から15年目まで調査した結果を第16図に示した。

細がた紡錘形仕立は白紋羽病の発生が多く、コルドン仕立は紫紋羽病の発生が多かったが、両紋羽病の全体の発生量は定植後8年目まで差が見られなかった。しかし、9年目以降になると細がた紡錘形に比較してコルドン仕立で発生が明らかに多くなり、15年目までその差は拡大した。これはコルドン仕立の強剪定および夏期



第17図 コルドン仕立様式におけるわい性台木の種類と両紋羽病の発生

第40表 各種台木の白紋羽病菌に対する感受性

台木の種類	供試樹数 (本)	発病樹率 (%)	枯死樹率 (%)	発病度
M.9	14	100	64.3	93
M.26	14	100	71.4	94
MM106	13	100	76.9	95
CG.10	11	100	54.6	90
CG.24	12	100	75.0	93
マルバカイドウ	14	100	14.3	70

選定が紋羽病の発生に徐々に影響を及ぼし、9年目以降発生が多くなり、両者に発生差が生じたものと考えられる。

紋羽病の発生が多く見られたコルドン仕立におけるわい性台木別紋羽病の発生は第17図に示したように、紫紋羽病の発生はM.7とM.9がMM106とM.26に比較して明らかに多かった。白紋羽病の発生は全体的に少なかったが、M.7が最も多く、次いでMM106で、M.9とM.26は少なかった。両紋羽病の合計の発生量はM.7が最も多く、次いでM.9で、MM106とM.26

は少なかった。その差は定植後10～15年目で大きかった。

(b) 各種わい性台木の白紋羽病菌に対する感受性

各種わい性台木に白紋羽病菌を接種した結果、第40表に示したように、いずれの台木も100%の発病樹率を示し、台木間に発病樹率では差がみられなかった。しかし、枯死樹率および発病度は喬木性の台木であるマルバカイドウが他のわい性台木に比較して低かった。わい性台木間では発病度に差が見られなかったが、枯死率では、M.9とCG.10がM.26、MM106、CG.24に比較して低い傾向が認められた。しかし、その差は小さかった。

以上のことから、白紋羽病菌に対する各種台木の感受性はマルバカイドウがわい性台木に比較して明らかに低いですが、わい性台木間には明確な差はないものと考えられる。

4. 両紋羽病の発生に及ぼす Apple chlorotic leaf spot virus の影響

りんごわい化栽培はわい性台木にマルバカイドウ台木を接いでいづれからも発根させる方法、すなわち、二重台方式で73調査地点中57地点で実施されていることが前項の調査で明らかになった(第31表)。二重台方式のわい性台りんご樹が Apple chlorotic leaf spot virus (以下 ACLSV と記す) 普通系に感染するとマルバカイドウ台木に bark necrosis や stem pitting の症状を発現する。両紋羽病の発生地に ACLSV に感染したりんご樹が植栽されると、マルバカイドウ台木に bark necrosis が発生し、それが両紋羽病菌の侵入門戸になる可能性が高い。

そこで、マルバカイドウと同様に ACLSV 普通系に反応するコホクカイドウを台木とするりんご樹に ACLSV 普通系を接種し、両紋羽病の発生状況を調査した。さらに、紫紋羽病の多発生しているマルバカイドウ付き二重台方式のわい化栽培園において、ACLSV の感染の有無と紫紋羽病の発生の関係についても検討した。

a. 実験方法

(a) ACLSV 接種の有無と両紋羽病の発生

1979年4月にスターキングデリシャスとふじのウイルスフリーの穂木をコホクカイドウの実生苗木に接木し、りんご試験場内の両紋羽病の多発生圃場に定植した。1981年5月に ACLSV 感染樹から採取した休眠芽を1樹当たり2個接木接種し、慣行の栽培管理を行った。

1983年4月にりんご樹を掘り上げ、紫紋羽病と白紋羽病の発病状況を観察調査した。

(b) 現地圃場における ACLSV の感染の有無と両紋羽病の発生

1989年4月に中津軽郡相馬村の紫紋羽病の多発生しているマルバカイドウ付きの二重台方式わい化栽培園で、7年生ジョナゴールド/M.26 および陸奥/M.26 を完全に掘り上げた。ただちに、根部の土を取り除き、紫紋羽病の発生状況

を前項の実験(III-1-(2))に準じて調査した。

また、ACLSV の感染の有無はマルバカイドウ台木の樹皮をナイフで削り取り、bark necrosis の発生の有無を観察して調査した。

b. 実験結果

(a) ACLSV 接種の有無と両紋羽病の発生
紫紋羽病の発生は ACLSV 無接種樹では全く認められなかったが、ACLSV 接種樹では品種に関係なく発病がみられ、71.7%の発病樹率を示した。

一方、白紋羽病の発生は ACLSV 無接種樹に比較して、接種樹がふじでは明らかに多かったが、スターキングデリシャスではわずかに多かった。平均発病樹率は無接種樹が2.3%であったのに対して、接種樹は12.7%で明らかに高かった。

紫紋羽病と白紋羽病の併発樹は無接種樹では全く認められなかったが、接種樹では発病樹率が7.5%認められた(第41表)。

第41表 ACLSV 接種の有無と両紋羽病の発生

ACLSV	品種	供試樹数 (本)	発病樹率(%)		
			紫紋羽病	白紋羽病	両紋羽病の併発
接種	ふじ	88	62.5	20.5	5.7
	スター	85	81.2	4.7	9.4
	計	173	71.7	12.7	7.5
無接種	ふじ	86	0	1.1	0
	スター	88	0	3.4	0
	計	174	0	2.3	0

注) スター：スターキングデリシャス

第42表 現地圃場における ACLSV 感染の有無と紫紋羽病の発生

bark necrosis	品種/台木	調査樹数 (本)	発病樹率 (%)	発病度
有	ジョナ/M.26	18	94.4	79
	陸奥/M.26	4	25.0	15
	計	22	81.8	67
無	ジョナ/M.26	26	3.8	2
	陸奥/M.26	30	10.0	5
	計	56	7.1	3

注) 1. 品種/台木にはマルバカイドウ付き
2. ジョナ：ジョナゴールド

(b) 現地圃場における ACLSV 感染の有無と両紋羽病の発生

ACLSV 感染樹、すなわち、bark necrosis の発生樹では紫紋羽病の発病樹率が81.8%で、被害度が67であったのに対して、bark necrosis の無発生樹では発病樹率が7.1%、被害度が3と著しく低かった(第42表)。

以上のことから、リンゴ樹が ACLSV に感染するとマルバカイドウ台木に bark necrosis が発生し、その部分が両紋羽病菌の侵入門戸となり、両紋羽病の発生を助長したと考えられる。

5. 考 察

青森県津軽地方のリンゴわい化栽培は、M.26 台木を利用した細がた紡錘形が主流になったいる。

これらの園地におけるリンゴ両紋羽病の発生樹率は4.4%で、前述の普通栽培園の8.7%(V-A-1)および青森県南部地方のわい化栽培園の5.8%(藤田ら, 1984)に比較して低かった。被害程度も少が1.6%、中が1.3%、多が1.5%で、被害の激しい樹が特に多くなかった。この原因としては、津軽地方のリンゴわい化栽培は紋羽病のほとんど発生しない水田転換園、埴質沖積土壌および粘土質残積土壌地帯で比較的多く実施されたこと、また本病の発生し易い火山灰土壌の園地では土壌改良、植穴改良が徹底されたことが考えられる。

しかし、津軽地方のわい化栽培園で栽培面積の多い火山灰土壌の園地では、栽培年数が経過していないのに紋羽病の発生園地割合が約60%もある。望月(1962)はリンゴ樹が過剰着果になると幹や根の生育が抑制され、樹勢が低下すると報告している。従って、これらの園地では栽培年数の経過に伴い、着果量が多くなるので、これが樹に影響を与えて紋羽病の発生を助長することが懸念される。

両紋羽病の発生を種類別にみると、発生樹率

では紫紋羽病が3.9%であったのに対して白紋羽病が0.5%と著しく低く、発生園地率でも紫紋羽病単独発生園が30.1%であったのに対して、白紋羽病単独発生園が4.1%、両紋羽病の混在園が5.5%で、紫紋羽病の発生が圧倒的に多かった。これは白紋羽病の発生する古い園地の改植が少なく、新植園が多かったためと考えられる。しかし、わい化栽培園は土壌改良や肥培管理が徹底されているので、栽培年数の経過に伴って、熟畑化が進行し、荒木(1967)が指摘しているように紫紋羽病から白紋羽病に移行する可能性がある。

土壌の種類別紋羽病の発生は、火山灰土壌、砂質沖積土壌およびシラス質残積土壌で明らかに多かったが、埴質沖積土壌と粘土質残積土壌ではほとんど見られなかった。これらの結果は前述の普通栽培の調査結果(V-A-1)、荒木ら(1961a)、荒木(1967)および望月ら(1963)の報告とほぼ一致し、わい化栽培園における紋羽病の発生も土壌の種類と密接に関係していることが明らかになった。

これらの園地の土壌の理化学性は成田ら(1987)が報告しているように、発生のほとんど見られない埴質沖積土壌と粘土質残積土壌に比較して、発生の多い火山灰土壌では固相率と固相重量が少なく、全孔隙率と孔隙量が多かった。また、発生の多いシラス質残積土壌では孔隙量が多く、水分保持量が少なかった。

従って、紋羽病の発生には土壌の水分保持量も影響しているが、荒木(1967)が述べているように土壌孔隙量が大きく影響していると考えられる。

リンゴわい化栽培は前歴の異なる園地で広く実施されているが、これらの園地における紋羽病の発生は園地の前歴が水田、山林、原野であった場合に比較して、リンゴ園を更新し、新植した園で明らかに多かった。両紋羽病の発生は前歴がリンゴ園で多かったのは、病原菌の土壌

中での残存が考えられ、山林、原野で少なかったのは、本病の発生し易い黒ボク土壌の表土と草木の根などの粗大有機物を除去したことが考えられる。一般の水田転換園では藤田(1992)が報告しているように紋羽病の発生は全く見られなかった。しかし、水田転換園で黒ボク土壌を客土した園と紫紋羽病菌の感染苗木を植栽した園では紫紋羽病が多発生した。これは水田では長期間の湛水で白紋羽病菌(久保村・糸井, 1968)と紫紋羽病菌(孫工・喜多, 1979)が死滅するとされ、このため、水田転換園は両紋羽病菌の無菌状態にあるが、これに病原菌の持ち込みがあると定着し、発病することを示唆している。

リングわい化栽培園においても普通栽培園と同様に紋羽病の発生園と無発生園が存在することが明らかになった。これらの土壌中および土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育は発生園と無発生園で差が認められず、普通栽培園の調査結果とは異なった。これはわい化栽培園の土壌は栽培年数が少なく、土壌改良が徹底されているためと考えられる。

これに対して、土壌微生物数は無発生園と比較して発生園で多く、特に細菌数が多かった。紫紋羽病が主体に発生しているわい化栽培園の土壌が細菌型であることは、前述の普通栽培園の調査結果(V-A-3)および既往の報告(荒木, 1967)と矛盾する。これはわい化栽培園土壌は石灰や堆肥が大量に投入されているため、荒木(1967)が石灰を土壌に施用すると細菌数が多くなると報告しているように細菌型の土壌になっていると推察される。このことからわい化栽培園土壌は熟畑化の進行が早く、紫紋羽病から白紋羽病に移行する可能性が高い。

リングわい化栽培で実施されている各種の栽培法が紋羽病の発生に影響するとされているが、それは明らかになっていない。

仕立様式の違いによる紋羽病の発生は、一般

に普及されている細がた紡錘形とこれより強剪定を行い、小型の樹形であるコルドン仕立てでは定植後8年目まで差が認められなかった。しかし、定植後9年目以降になると細がた紡錘形と比較してコルドン仕立てで、紋羽病の発生が明らかに多くなり、定植後15年目の調査時までその発生差が拡大した。これは木村(1961)がリング紋羽病は立枝を急に切るると発根量が少なくなり、発生が多くなると述べているようにコルドン仕立ては強剪定や夏期剪定を行うので、その影響が蓄積され、紋羽病の発生が多くなったものと推察される。

紋羽病の発生の多く見られたコルドン仕立てのわい化栽培園におけるわい性台木の種類別紋羽病の発生は、M.7が最も多く、次いでM.9で、MM106とM.26は最も少なかった。しかし、各種台木に対する白紋羽病菌の接種試験では、マルバカイドウ台木と比較してわい性台木の発病が多かったが、わい性台木間の発病の差は認められなかった。GUPTA and VERMA(1987)は、各種わい性台木に対する白紋羽病菌の接種試験では台木間に発病の差が見られないが、圃場での発病は他の台木と比較してM.7とMM109が少ないと報告している。また、藤田(1992)は同一圃場におけるわい化栽培園での紫紋羽病の発生はマルバカイドウ台木と比較してわい性台木が多いが、わい性台木間には明かな差は認められないと報告している。

以上の諸点から、わい化栽培に利用されているわい性台木は普通栽培に使用されているマルバカイドウ台木と比較して両紋羽病に感受性であると考えられる。これは吉田(1986)がわい性台木は皮部率が高いため脆弱性であるばかりでなく、根の組織の活力が高いため、養分貯蔵の役目を果たさないこと、また、個体維持に必要な根群の発達も貧弱であると述べていることに起因しているものと推察される。

一方、リングわい化栽培はわい性台木に品種

を接いで苗木を作る普通台方式、台木と品種の間に20~30cmのわい性台木を挿入する中間台方式、中間台部分を地下に埋めてそこから発根させる二重台方式のいずれかで行われている(吉田, 1986)。青森県津軽地方のわい化栽培は普通台方式と二重台方式で行われているが、マルバカイドウ台木付き二重台方式が早期に、大量に苗木が得ることから、多くの園地で広く実施されている。

このような樹がACLSV普通系に感染すると、マルバカイドウ台木の部分にbark necrosisやstem pittingの症状が現れ、紋羽病の侵入門戸になる可能性がある。マルバカイドウと同様に台木部にbark necrosisを発現するコホクカイドウ(松中ら, 1976)を台木としたリンゴ樹にACLSV普通系を接種した結果、無接種樹と比較して接種樹の両紋羽病の発生が明らかに多

かった。また、マルバカイドウ台木付き二重台方式のわい化栽培園における紫紋羽病の発生もマルバカイドウ台木にbark necrosisが発生した樹、すなわち、ACLSV普通系の感染樹が無感染樹に比較して極めて多かった。これはACLSV普通系の感染により、台木部分に発生したbark necrosisに両紋羽病菌が侵入、増殖し、これが伝染源になって、両紋羽病の発生を多くしたものと考えられる。

従って、わい化栽培における両紋羽病の防除を考えた場合、青森県内のリンゴ品種は28.7%もACLSV普通系に感染し(町田ら, 1985)、また、わい性台木も無毒のものが少ないと予想されることから、マルバカイドウ台木付きのわい性台リンゴ樹を避けるか、ACLSV普通系に保毒していない品種とわい性台木を使用すべきであると結論される。

VI. リンゴわい化栽培における両紋羽病の防除

A. 薬剤による防除

果樹の両紋羽病の防除法については、古くから多くの研究が行われているが、荒木ら(1961b)および木村(1961)がリンゴ、ナシなどの果樹の両紋羽病の総合的な防除法として紹介した発病環境改善、苗木消毒法、被害樹の治療法および跡地消毒法が、実用的な防除法として一般に広く普及した。

しかし、両紋羽病に卓効を示す薬剤として苗木消毒と被害樹の治療に使用されていた土壌用有機水銀剤が、1970年に残留毒性の問題から、全面的に使用禁止になった。このため、紫紋羽病の防除剤は全くなり、白紋羽病の防除剤も登録が認可されているが、効果が不十分なPCNB剤だけになり、両紋羽病の防除に大きな支障をきたした。

そこで、両紋羽病に土壌用有機水銀剤と同等の効果があって、薬害の発生しない薬剤を検索するため、室内における両紋羽病菌に対する各

種薬剤の殺菌効果および殺菌効果の高い薬剤の圃場における防除効果について検討した。また、これまで本病の治療法として行われてきた露出処理法は、多くの労力を要し、わい化栽培では両紋羽病の発病が急性であるので、治療が手遅れになる場合がある。そこで、省力的な治療法を確立するため、殺菌効果の高い薬剤の注入法による予防および治療効果についても検討した。

1. 両紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果

土壌用有機水銀剤に代わる両紋羽病菌に有効な薬剤を検索するため、室内において1970年から1982年まで市販の殺菌剤、新しく開発された殺菌剤および石灰類について、殺菌効果と濃度を検討した。

さらに、両紋羽病を同時に防除するため、白紋羽病菌と紫紋羽病菌にそれぞれ高い殺菌効果を示した薬剤の混用による殺菌効果の変化につ

いて検討した。

a. 実験方法

(a) 供試薬剤

キャプタン剤, DPC 剤, TPN 剤, ポリオキシ AL 剤, グアニジン剤, 有機銅剤, キャプタン・有機銅剤, PCNB 剤, 水和硫黄剤, PCP 剤, 硫酸銅, ボルドー液, チオファネート剤, チオファネートメチル剤, ベノミル剤, アンバム剤, ダイホルタン剤, EMP 剤, カーバム剤, D-D・メチルイソチオシアネート剤, 苦土石灰, 生石灰, 消石灰

(b) 紫紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果

PDA 平板培地で約 3 週間培養した紫紋羽病菌 (AHe-1) の菌叢周辺部を径 5mm のコルクボーラで打ち抜き, この菌叢のデスクを 1 区 10 個あて供試し, 所定の濃度の薬液に 10 分間浸漬後, PDA 平板培地に移植し, 25°C で約 20 日間培養した。

調査は菌叢デスクの生育量を無処理と比較して次の基準で行い, 菌糸生育度を算出した。

菌糸生育判定基準 (指数); 0 : 生育なし, 1 : わずかに生育, 2 : 無処理の 1/2 以下生育, 3 : 無処理の 1/2 以上生育

$$\text{菌糸生育度} = \frac{\Sigma(\text{指数} \times \text{該当菌叢デスク数})}{\text{供試総菌叢デスク数} \times 3} \times 100$$

(c) 白紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果

白紋羽病菌 (AR-1) を培養したリング徒長枝を 2cm に切断し, 1 区 10 本供試し, 所定の濃度の薬液に 10 分間浸漬した。その後, バットに薄く土を入れ, 7cm に切断したリング徒長枝の一端に処理枝を密着させて並べ, 軽く覆土してビニールで被覆し, 20°C に 25 日間保った。

調査は 7cm に切断したリング徒長枝上に生育した菌叢の量を次の 5 段階に分けて行い, 菌糸生育度を算出した。

菌糸生育判定基準 (指数); 0 : 生育なし, 1 : わずかに生育, 2 : 枝の 1/2 以下生育, 3 : 枝の 1/2 以上生育, 4 : 枝の全面に濃密に生育

$$\text{菌糸生育度} = \frac{\Sigma(\text{指数} \times \text{該当枝数})}{\text{供試総枝数} \times 4} \times 100$$

(d) 両紋羽病菌に高い殺菌効果を示した薬剤の混用と殺菌効果

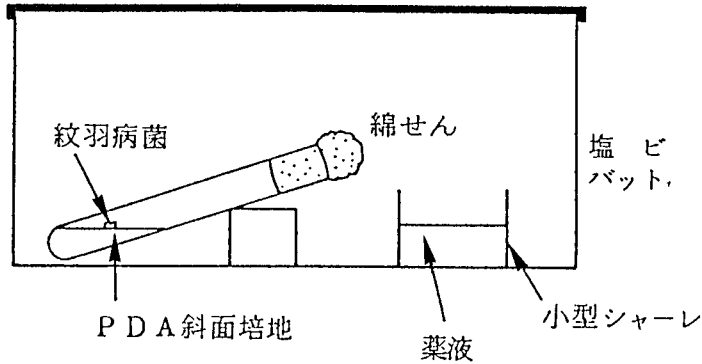
前項の実験で紫紋羽病菌に高い殺菌効果を示したアンバム剤, ダイホルタン剤および消石灰液に, 白紋羽病菌に高い殺菌効果を示したチオファネートメチル剤とベノミル剤を混用し, 前項の実験と同じ方法で紫紋羽病菌と白紋羽病菌に対する殺菌効果を調査した。

(e) 紫紋羽病菌に対するカーバム剤および D-D・メチルイソチオシアネート剤の殺菌効果

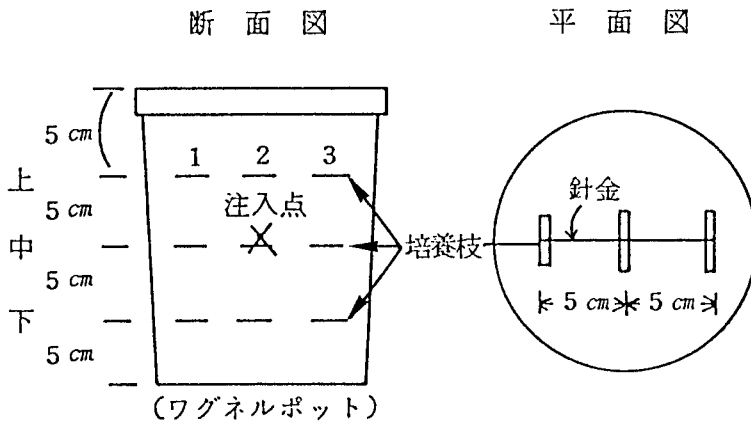
塩化ビニール容器 (20×15×8cm) に第18図に示したように, 供試薬剤の原液を 0.1, 0.5, 1.0ml 入れ, その中に PDA 斜面培地で約 1 か月間培養した紫紋羽病菌をそれぞれ 1 区 5 本入れ, 密閉して 20°C に保った。供試薬剤の原液を 1.0ml 入れた処理区については, 処理温度と殺菌効果の関係を知るため, 20°C の他に 5, 10, 15, 25°C の処理区を設けた。処理 6 日後に試験管 1 本当たり, 菌叢の上, 中, 下の 3 か所から紫紋羽病菌の菌叢をかき取り, PDA 平板培地に移植して 20°C で 20 日間培養し, 菌の生育の有無を調査した。

(f) 白紋羽病菌に対するカーバム剤および D-D・メチルイソチオシアネート剤の殺菌効果

ワグネルポット (1/5,000a) を 1 区 2 個供試し, 6 メッシュの篩を通した黒ボク土壌を入れ, 第19図に示したように白紋羽病菌を培養したリング徒長枝を 2cm に切断し, 埋没した。その後, ワグネルポットの中央部に供試薬剤の原液



第18図 紫紋羽病菌の薬剤処理法



第19図 白紋羽病菌の薬剤処理法

を0.1, 0.5, 1.0 mlそれぞれ注入し、ビニールで被覆密閉した後、20°Cに保った。供試薬剤の原液を1.0 ml入れた処理区については、処理温度と殺菌効果の関係を知るため、20°Cの他に5, 10, 15, 25°Cの処理区を設けた。

処理7日後に処理枝を取り出し、薄く土を入れたバットに7 cmに切断したリング徒長枝と密着して並べ、軽く覆土して20°Cに20日間保った。調査は前項の実験、(b)「白紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果」と同じに行った。

b. 実験結果

(a) 紫紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果

供試薬剤のうち比較的高い殺菌効果を示した薬剤は、第43表に示したようにキャプタン剤50倍、グアニジン剤100倍、有機銅剤(40)50倍、

キャプタン・有機銅剤50倍、PCP剤200倍、ベノミル剤500倍、アンバム剤500倍、ダイホルタン剤100倍であった。しかし、過去に本病の治療剤として推奨されていたボルドー液の殺菌効果は劣った。これらの薬剤のうち、キャプタン剤、グアニジン剤、有機銅剤(40)は500倍で、キャプタン・有機銅剤は200倍で効果が劣り、PCP剤は葉害が発生するので、ベノミル剤、アンバム剤、ダイホルタン剤について濃度試験を行った。その結果、ベノミル剤の効果は1,000倍まで認められたが、1,500倍、2,000倍では著しく劣った。これに対して、アンバム剤とダイホルタン剤は2,000倍で土壌用有機水銀剤のEMP剤と同等に高い効果を示した(第44表)。

一方、殺菌剤以外の石灰類の効果は消石灰が50~100倍で、生石灰が100倍で認められたが、

第43表 紫紋羽病菌と白紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果

供試薬剤	倍数 (倍)	菌糸生育度		供試薬剤名	倍数 (倍)	菌糸生育度	
		紫紋 羽病	白紋 羽病			紫紋 羽病	白紋 羽病
キャプタン剤	50	0	100	水和硫黄剤	40	84	78
〃	500	52	—	硫酸銅	100	53	34
DPC 剤	100	44	100	ボルドー液	8-8式	93	96
TPN 剤	80	71	100	〃	6-12式	76	—
ポリオキシシン				チオファネート剤	200	99	0
AL 剤	500	75	98	チオファネートメチル剤	500	68	0
グアニジン剤	100	0	96	ベノミル剤	500	0	0
〃	500	82	—	アンバム剤	500	0	81
有機銅剤	50	0	32	ダイホルタン剤	100	0	94
(40)	500	50	—	EMP 剤	1,000	0	0
キャプタン・有機銅剤	50	0	78	無処理		100	100
〃	100	68	—				
PCNB 剤	200	40	94				
PCP 剤	200	0	14				

注) —: 調査なし

第44表 紫紋羽病菌に有効な薬剤の濃度と殺菌効果

供試薬剤	菌糸生育度				
	500倍	1,000倍	1,500倍	2,000倍	3,000倍
アンバム剤	—	0	0	0	23
ダイホルタン剤	0	0	2	1	30
ベノミル剤	0	11	90	82	—
EMP 剤	—	0	—	—	—
無処理(水)	100	100	100	100	100

注) —: 調査なし

第45表 紫紋羽病菌に対する各種石灰液の殺菌効果

石灰の種類	倍数(倍)	pH	菌糸生育度
苦土石灰	100	10.5	100
生石灰	50	12.8	0
〃	100	12.8	0
消石灰	100	12.8	0
〃	250	11.3	64
ダイホルタン剤	1,000	5.5	0
無処理(水)		5.0	100

苦土石灰は100倍で劣った。高い殺菌効果を示した石灰液の pH はいずれも12.8と高く、殺菌効果には pH が影響しているものと考えられる(第45表)。

以上のことから、紫紋羽病の防除剤としてはアンバム剤、ダイホルタン剤および消石灰液が有望である。

(b) 白紋羽病菌に対する各種薬剤の殺菌効果

結果は第43表に示したとおりである。供試薬剤のうち、白紋羽病菌に土壤用有機水銀剤のEMP 剤と同等に高い殺菌効果を示した薬剤は、チオファネート剤200倍、チオファネートメチル剤500倍、ベノミル剤500倍であった。PCP

剤200倍も比較的高い効果を示した。しかし、本病に登録の認可されている PCNB 剤および過去に本病の防除剤として使用されたボルドー液の殺菌効果は著しく劣った。

白紋羽病菌に高い殺菌効果を示した薬剤の濃度試験を行った結果、チオファネート剤およびベノミル剤は2,000倍で、チオファネートメチル剤は3,000倍で土壤用有機水銀剤のEMP 剤と同等に高い殺菌効果を示した(第46表)。これらの3種類の薬剤のうち、チオファネート剤は販売が中止されていることから、白紋羽病の防除剤としてはチオファネートメチル剤とベノミル剤が有望である。

第46表 白紋羽病菌に有効な薬剤の濃度と殺菌効果

供試薬剤	菌糸生育度					
	500倍	1,000倍	1,500倍	2,000倍	3,000倍	5,000倍
チオファネート剤	0	0	1	3	30	83
チオファネートメチル剤	0	0	0	0	2	29
ベノミル剤	1	4	0	0	25	69
EMP剤	—	0	—	—	—	—
無処理(水)	95	95	100	96	100	96

第47表 紫紋羽病菌および白紋羽病菌に高い殺菌効果のある薬剤の混用と殺菌効果

供試薬剤	倍数(倍)	菌糸生育度		
		紫紋羽病菌	白紋羽病菌	
チオファネートメチル剤 2,000倍	+アンバム剤	2,000	5	1
	+ダイホルタン剤	2,000	0	6
	+消石灰	50	0	10
ベノミル剤2,000倍	+アンバム剤	2,000	3	15
	+ダイホルタン剤	2,000	0	15
	+消石灰	50	0	14
無処理(水)		100	100	100

(c) 両紋羽病に高い殺菌効果を示す薬剤の混用と殺菌効果

両紋羽病菌に殺菌効果の高い薬剤を選抜したが、土壌用有機水銀剤のように両紋羽病菌と同時に殺菌効果のある薬剤はなく、苗木消毒および両紋羽病の併発樹の治療には両紋羽病菌に有効な薬剤を混用しなければならない。混用によって殺菌効果が低下するかどうかを知るため、両紋羽病菌に高い殺菌効果を示した薬剤をそれぞれ混用した結果、紫紋羽病菌に高い殺菌効果を示したアンバム剤、ダイホルタン剤、消石灰液に、白紋羽病菌に高い殺菌効果を示したチオファネートメチル剤、ベノミル剤をそれぞれ混用しても、両紋羽病菌に対する殺菌効果は低下することはなかった(第47表)。

従って、これらの薬剤の混用で苗木消毒および両紋羽病の併発樹の治療が可能であると考えられる。

(d) 紫紋羽病菌と白紋羽病菌に対するカーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の殺菌効果

塩化ビニールの容器(2.4 l)にカーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の原液を0.1, 0.5, 1.0 mlそれぞれ入れ、揮発ガスによる紫紋羽病菌に対する殺菌効果を調査した結果、両薬剤ともいずれの処理量においても高い殺菌効果を示した(第48表)。

また、各温度段階において、両薬剤を1.0 ml処理し、紫紋羽病菌の殺菌効果を調査した結果、

第48表 カーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の処理量と紫紋羽病菌に対する殺菌効果

供試薬剤	処理量(ml)		
	0.1	0.5	1.0
カーバム剤	0/15	0/15	0/15
D-D・メチルイソチオシアネート剤	0/15	0/15	0/15
無処理	15/15	15/15	15/15

注) 数値は生育菌叢デスク数/供試菌叢デスク数

第49表 カーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の処理温度と紫紋羽病菌に対する殺菌効果

供 試 薬 剤	処 理 温 度(°C)				
	5	10	15	20	25
カーバム剤	1/12	0/12	0/12	0/12	0/12
D-D・メチルイソチオシアネート剤	0/12	0/12	0/12	0/12	0/12
無 処 理	20/20	20/20	20/20	20/20	20/20

注) 数値は生育菌叢デスク数/供試菌叢デスク数

第50表 カーバム剤とD-D・メチルイソチオシアネート剤の処理量と白紋羽病菌に対する殺菌効果

供 試 薬 剤	処 理 量(ml)		
	0.1	0.5	1.0
カーバム剤	58	0	0
D-D・メチルイソチオシアネート剤	27	0	0
無 処 理	78	90	88

注) 数値は菌糸生育度

両薬剤とも5~25°Cで高い殺菌効果を示し、低温においても高い殺菌効果を示すことが明らかになった(第49表)。

次に、カーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の処理量と白紋羽病菌に対する殺菌効果について調査した結果、両薬剤とも殺菌効果は土壌3.4l当たり、0.5と1.0ml処理では高かったが、0.1ml処理では著しく劣った(第50表)。

また、各温度段階において、両薬剤を1.0ml処理し、白紋羽病菌の殺菌効果を調査した結果、両薬剤とも5~25°Cで高い殺菌効果を示し、低温においても高い殺菌効果を示すことが

明らかになった(第51表)。

以上のことから、カーバム剤とD-D・メチルイソチオシアネート剤は紫紋羽病と白紋羽病の防除剤として、高温はもちろん低温においても実用性が期待できると考えられる。

2. 薬剤の土壌注入法による両紋羽病の予防

薬剤による両紋羽病の予防は植付け前の苗木消毒と土壌消毒で実施されている。しかし、現在広く普及されているクロルピクリンによる土壌消毒は土壌中の両紋羽病菌を完全に消毒できないため、処理後数年で発病する場合が多い。特に、リングわい化栽培においては樹を密植するため、地下部が接触しているため、1樹が発病すると短期間に病原菌が隣接樹に感染し、樹列に沿って伝搬し、被害が急激に拡大する。病原菌の隣接樹への感染を阻止する方法を確立する目的で、紫紋羽病および白紋羽病の発生しているわい化栽培園において、室内試験で両紋羽病菌に高い殺菌効果を示した薬剤を土壌に注入し、発病阻止効果について検討した。

第51表 カーバム剤とD-D・メチルイソチオシアネート剤の処理温度と白紋羽病菌に対する殺菌効果

供 試 薬 剤	処 理 温 度(°C)				
	5	10	15	20	25
カーバム剤	0	0	0	0	0
D-D・メチルイソチオシアネート剤	0	0	0	0	0
無 処 理	100	91	91	85	82

注) 数値は菌糸生育度

a. 実験方法

紫紋羽病および白紋羽病の発生している5年生のふじ、つがる、ジョナドールなどの混植されているわい化栽培園において、全樹の根元の土を地表から約40cm掘り上げ、紫紋羽病菌と白紋羽病菌の寄生の有無を観察調査し、再び覆土した。その後、病原菌の寄生の見られなかった樹の根域に、土壌用薬剤注入器または薬剤散布用かん注竿で、紫紋羽病を対象としてアンバム剤とダイホルタン剤1,000倍液および白紋羽病を対象としてチオフアネートメチル剤とベノミル剤1,000倍液をそれぞれ1樹当たり50l、均一になるように分注した。

薬剤処理はアンバム剤は1985年6月に五所川原市羽野木沢の圃場で、その他の薬剤は1985年5月にりんご試験場の圃場で行った。

調査は1985年から1989年まで毎年10～11月に処理樹の根元の土を掘り上げて、両紋羽病菌の寄生の有無を観察して行い、発病樹率を算出した。

b. 実験結果

アンバム剤とダイホルタン剤処理後、5年目までの紫紋羽病の発病推移を第52表に示した。アンバム剤処理区は多発生圃場であったため、

発病樹率が無処理区で翌年に32.4%を示し、その後増加し、5年目には82.4%と高かったのに対して、処理区は翌年に2.3%と低く、その後5年目までの発生樹率も無処理区の1/2に経過した。これに対して、ダイホルタン処理区は少発生圃場であったため、無処理区の発病樹率は翌年が3.4%で、5年目には7.9%と低かったが、処理区では5年目まで全く発病が認められなかった。

一方、チオフアネートメチル剤とベノミル剤処理後の白紋羽病の発病樹率は、第53表に示したように翌年まで全く発病が認められず、3年目から発病が認められたが、その後発病は停滞し、5年目には6.8～10.0%にとどまった。これに対して無処理区の発病樹率は翌年に6.7%で、その後増加し、5年目には21.3%になった。

以上のことから、紫紋羽病に対するアンバム剤とダイホルタン剤および白紋羽病に対するチオフアネートメチル剤とベノミル剤の予防効果は十分ではないが期待できると考えられる。

3. 薬剤の露出処理法による両紋羽病罹病樹の治療

土壌用有機水銀剤に代わる治療法を確立する

第52表 紫紋羽病に対するアンバム剤とダイホルタン剤の予防効果

供試薬剤	供試樹数(本)	累積発病樹率(%)				
		1985年	1986年	1987年	1988年	1989年
アンバム剤	44	0	2.3	18.2	38.6	40.9
無処理	34	0	32.4	38.2	73.5	82.4
ダイホルタン剤	59	0	0	0	0	0
無処理	89	0	3.4	4.5	7.9	7.9

第53表 白紋羽病に対するチオフアネートメチル剤とベノミル剤の予防効果

供試薬剤	供試樹数(本)	累積発病樹率(%)				
		1985年	1986年	1987年	1988年	1989年
チオフアネートメチル剤	50	0	0	10.0	10.0	10.0
ベノミル剤	59	0	0	5.1	6.8	6.8
無処理	89	0	6.7	16.8	19.1	21.3

第54表 薬剤の試験圃場と処理年月

供試薬剤	試験圃場	処理年月
アンバム剤	りんご試験場	1985年4～5月
ダイホルタン剤	〃	1984年5月, 7月
消石灰	〃	1982年4月
チオファネートメチル剤	〃	1982年5月
ベノミル剤	〃	1984年7月
〃	黒石市竹鼻	1982年5月

ため、室内試験で両紋羽病菌に高い殺菌効果を示した薬剤を用いて、露出処理法による両紋羽病罹病樹の治療効果について検討した。

a. 実験方法

植付け後7～11年経過したりんごわい化栽培圃場(第54表)において、紫紋羽病および白紋羽病罹病樹の樹幹を中心に根を切らないように土を掘り上げ、根部を露出して、処理時の被害程度を根の腐敗程度(1:1/4以下, 2:1/4～1/2, 3:1/2～2/3, 4:2/3以上)により調査した。

次に、先端まで腐敗している根は根元から切り取って除き、根の表面に菌糸が付着し、部分的に腐敗してはいるが、先端が健全な根は被害部を削り取った。特に、根頭直下部は再発病の原因になるので、ていねいに削り取った。

その後、紫紋羽病罹病樹にはアンバム剤1,000倍、ダイホルタン剤1,000倍、消石灰50倍を、白紋羽病罹病樹にはチオファネートメチル剤1,000倍、ベノミル剤1,000倍を供試し、それぞれの薬液で根を洗い、掘り上げた土にも薬液を混ぜ合わせながら覆土した。供試薬剤には100 l当たり尿素を200 g加用し、1樹当たり200～300 l処理した。

薬剤の治療効果は処理翌年の9～10月に地下部と地上部を次のように調査して処理樹の回復の可否を下記の基準で総合的に判定した。

回復可否の基準

可：再発病がなく、新根の生育が良好で、新梢の伸びおよび樹勢が健全樹並からやや

劣る樹。

否：再発病樹および枯死樹。再発病がなくとも新梢の伸びおよび樹勢が著しく劣る樹。

地下部は根元の土を掘り上げ、両紋羽病の菌糸の繁殖の有無で再発病の有無を調査し、新根の発生程度は次の5段階で調査した。

新根の発生程度；－：なし，＋：一部の主根に少し発生，＋＋：主根の1/2以下から部分的に発生，＋＋＋：主根の1/2以上から発生，＋＋＋＋：全主根から多量に発生

地上部は新梢の伸び(並：40 cm以上, やや弱：40～20 cm, 弱：20 cm以下)と樹勢(健全に比較して並, やや弱, 弱)を3段階に分けて調査した。

b. 実験結果

(a) 紫紋羽病罹病樹に対する各種薬剤の治療効果

露出処理法による紫紋羽病罹病樹に対するアンバム剤1,000倍の治療効果を第55表に、ダイホルタン剤1,000倍の治療効果を第56表に、消石灰液50倍の治療効果を第57表に示した。3薬剤とも処理時の被害程度が1～3の軽から中症樹に対しては再発病がなく、新根の発生も多く、樹勢も一部の樹を除いて良好で、薬害もなく高い治療効果を示した。しかし、被害程度が4の重症樹では再発病樹と枯死樹が多く、再発病が見られない樹でも新梢の伸びが劣り、樹勢の回復が遅れ、治療効果が著しく劣った。

ダイホルタン剤を5月と7月に処理して、治

第55表 露出処理法による紫紋羽病罹病樹に対するアンバム剤の治療効果

品種/台木	樹 齢 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
ふじ/M.26	11	1	無	+++	並	やや弱	可
〃	11	2	無	+++	並	並	可
ジョナ/M.26	9	2	無	+++	並	並	可
〃	9	3	枯死	—	—	—	否
ふじ/M.26	11	3	無	+++	並	並	可
〃	11	3	無	+++	並	並	可
〃	9	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	9	4	枯死	—	—	—	否

注) ジョナ：ジョナゴールド

第56表 露出処理法による紫紋羽病罹病樹に対するダイホルタン剤の治療効果

品種/台木	樹 齢 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
(5月処理)							
ふじ/M.7	7	1	無	+++	並	並	可
〃	7	2	無	+++	並	並	可
ふじ/MM106	7	3	無	+++	並	並	可
ふじ/M.26	7	3	枯死	—	—	—	否
〃	7	4	無	+++	並	並	可
(7月処理)							
ふじ/M.26	10	2	無	+++	やや弱	やや弱	可
スター/M.26	10	3	無	+++	やや弱	やや弱	可
ふじ/M.26	10	4	無	+++	並	並	可
〃	10	4	有	++	弱	弱	否
〃	10	4	枯死	—	—	—	否

注) スター：スターキングデリシャス

第57表 露出処理法による紫紋羽病罹病樹に対する消石灰液の治療効果

品種/台木	樹 齢 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
ふじ/M.7	7	2	無	+++	並	並	可
〃	7	2	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	4	枯死	—	—	—	否
〃	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	4	枯死	—	—	—	否

療効果を比較した結果、7月処理が5月処理に比較して新梢の伸びが劣り、樹勢の回復も遅れ、処理時期が遅れると治療効果が劣る傾向が

認められた(第56表)。

第58表 露出処理法による白紋羽病罹病樹に対するチオファネートメチル剤の治療効果

品種/台木	樹 齡 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
スター/M.26	7	1	無	+++	並	並	可
〃	7	1	無	+++	並	並	可
〃	7	2	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	4	無	+++	並	並	可
〃	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	4	枯死	—	—	—	否
ふじ/M.26	7	1	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	2	無	+++	並	並	可
〃	7	2	無	+++	並	並	可
〃	7	3	無	+++	並	並	可
〃	7	3	枯死	—	—	—	否
〃	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	4	枯死	—	—	—	否
〃	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可

第59表 露出処理法による白紋羽病罹病樹に対するペノミル剤の治療効果

品種/台木	樹 齡 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
ふじ/M.26	7	2	無	+++	並	並	可
〃	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
〃	7	4	枯死	—	—	—	否
〃	10	4	無	+++	並	並	可
〃	10	4	無	+++	並	並	可
〃	10	4	無	+++	並	並	可
〃	10	4	無	+++	並	並	可
〃	10	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
陸奥/M.26	7	4	無	+++	やや弱	やや弱	可
	7	4	無	++	弱	弱	可
	7	4	枯死	—	—	—	否

(b) 白紋羽病罹病樹に対する各種薬剤の治療効果

露出処理法による白紋羽病罹病樹に対するチオファネートメチル剤1,000倍の治療効果を第58表に、ペノミル剤1,000倍の治療効果を第59表に示した。両薬剤とも処理時の被害程度が1～3の軽と中症樹では、再発病がなく、新根の

発生が多く、新梢の伸びと樹勢も良好で、薬害もなく高い治療効果を示した。しかし、被害程度が4の重症樹では、枯死樹が一部に見られただけで再発病が少なかったが、新梢の伸びと樹勢の劣る樹が多いため、再発病の可能性が高く、樹勢の回復が無理であると判定された。

以上の結果から、1樹当たり200～300 lの薬

液に尿素を400～600g加えて、罹病樹を治療する露出処理法においては、紫紋羽病罹病樹に対してはアンバム剤1,000倍、ダイホルタン水和剤1,000倍および消石灰50倍が、白紋羽病罹病樹に対してはチオファネートメチル剤1,000倍およびベノミル剤1,000倍が治療効果が高く、葉害もなく実用性が期待できることが明らかになった(図版Ⅶ-1)。

4. 薬剤の土壤注入法による両紋羽病罹病樹の治療

リンゴわい化栽培では密植栽培であるので発病樹数が多く、数多くの罹病樹を治療しなければならない。そこで、簡易で省力的なリンゴ両紋羽病の治療法を確立するため、室内試験で両紋羽病菌に高い殺菌効果を示した薬剤を両紋羽病罹病樹の根圏に直接注入する治療法について検討した。

a. 実験方法

(a) 各種薬剤の土壤注入法による両紋羽病罹病樹の治療

1985年と1986年の4～5月にりんご試験場内のわい化栽培園において、紫紋羽病と白紋羽病罹病樹の地下部の土を根を切らないようにていねいに掘り上げ、根の被害程度を前項の実験(VI-A-3)と同じ基準で調査し、土を再び埋め戻し、踏み固めた。

その後、紫紋羽病罹病樹に対してはアンバム剤1,000倍、ダイホルタン剤1,000倍を、白紋羽病罹病樹に対してはチオファネートメチル剤1,000倍、ベノミル剤1,000倍を土壤用薬剤注入器または薬剤散布用かん注竿で、罹病樹の根域に樹の大きさに応じて1樹当たり50～100lの

薬液を均一になるように分注した。1987年9～10月に処理樹の地下部と地上部を前項の実験(VI-A-3)に準拠して調査した。

(b) 土壤くん蒸剤の土壤注入法による両紋羽病罹病樹の治療と葉害

治療効果：りんご試験場と現地のわい化栽培園において、紫紋羽病と白紋羽病罹病樹の根を前項の実験(VI-A-3)と同様に、処理時の被害程度を調査して土を再び埋め戻し、踏み固めた。

その後、カーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の原液を、樹幹から半径20cmの円周上に2穴、40cmに4穴、60cmに6穴、80cmに8穴、100cmに10穴、1穴当たり30cmの深さに5ml注入し、注入口を踏み固めた。処理翌年の10～11月に処理樹の地下部と地上部を前項の実験(VI-A-3)に準拠して調査した(第60表)。

葉害：りんご試験場内で、5～9年生のM.7およびM.26に接いだわい性台りんご樹を1区3～5樹供試し、カーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の原液を前項の実験と同様に処理した。1982年は健全樹に対して4月15日と4月23日に、1983年には白紋羽病罹病樹に対して4月9日、4月19日および4月8日に樹幹から80cmの範囲に供試薬剤の原液を注入した。

調査は処理当年の5月から11月まで葉色の変化、新梢の伸び、樹勢および枯死などについて調査し、これを総合して葉害の発生の有無を判定した。

第60表 各種薬剤の試験圃場および処理月日

供 試 薬 剤	試験圃場	処理月日
カーバム剤	りんご試験場	1985年4月
D-D・メチルイソチオシアネート剤	りんご試験場 平賀町新館	1982年4月 1983年4月

第61表 土壌注入法による紫紋羽病罹病樹に対するアンバム剤の治療効果

品種/台木	樹 齡 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
(薬剤処理)							
スター/M.7	10	1	無	+++	並	並	可
〃	10	1	無	+++	並	並	可
〃	10	1	無	++	並	並	可
〃	10	1	無	++	並	並	可
〃	10	1	枯死	—	—	—	否
ふじ/M.26	10	2	無	+++	並	並	可
〃	10	2	無	++	やや弱	やや弱	可
陸奥/M.26	12	3	無	+++	やや弱	やや弱	可
ふじ/M.26	10	3	枯死	—	—	—	否
ふじ/M.7	12	3	無	+++	並	並	可
スター/M.7	10	4	枯死	—	—	—	否
ふじ/M.9A	12	4	無	++	やや弱	やや弱	可
〃	12	4	無	+++	並	並	可
〃	12	4	無	++	弱	弱	可
(無処理)							
つがる/M.7	10	1	枯死	—	—	—	否
スター/M.7	10	1	枯死	—	—	—	否
〃	10	1	枯死	—	—	—	否
〃	10	2	枯死	—	—	—	否
〃	10	4	枯死	—	—	—	否

第62表 土壌注入法による紫紋羽病罹病樹に対するダイホルタン剤の治療効果

品種/台木	樹 齡 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
スター/M.26	12	1	無	+++	やや弱	やや弱	可
ふじ/M.26	12	1	無	+++	並	並	可
スター/M.26	12	2	無	+++	やや弱	やや弱	可
ふじ/M.26	12	2	無	+++	並	並	可
スター/M.26	12	4	無	+	弱	弱	可
ふじ/M.26	12	4	枯死	—	—	—	否

注) スター：スターキングデリシャス

b. 実験結果

(a) 各種薬剤の土壌注入法による両紋羽病罹病樹の治療

土壌注入法による紫紋羽病罹病樹に対するアンバム剤1,000倍の治療効果を第61表に、ダイホルタン剤1,000倍の治療効果を第62表に示した。アンバム剤処理区は被害程度が1と2の無処理樹がすべて枯死したのに対して、被害程度が1と2の軽と中症樹では再発病が少なく、新根の発生も多く、新梢の伸びと樹勢も比較的良

好で、高い治療効果を示した。しかし、被害程度が3と4の中と重症樹では枯死樹が見られ、再発病が見られなくても衰弱樹が多く、樹勢の回復が遅れ、治療効果が劣った。

ダイホルタン剤処理区も被害程度が1と2の軽と中症樹では再発病がなく、新根の発生も多く、高い治療効果を示したが、被害程度が4の重症樹では枯死樹と衰弱樹が見られ、治療効果は劣った。

一方、白紋羽病罹病樹に対するチオファネー

福 島：リンゴ紫紋羽病と白紋羽病の発生環境と防除に関する研究

第63表 土壌注入法による白紋羽病罹病樹に対するチオファネートメチル剤の治療効果

品種/台木	樹 齢 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
(薬剤処理)							
つがる/M.26	6	1	無	+++	並	並	可
〃	6	1	無	+++	並	並	可
王林/MM106	6	1	無	++	並	並	可
〃	6	1	無	++	並	並	可
ふじ/M.26	6	1	無	+++	並	並	可
千秋/M.26	6	1	無	+++	並	並	可
ふじ/M.26	6	2	枯死	—	—	—	否
つがる/M.9A	6	3	無	++	並	並	可
ふじ/M.9A	6	4	枯死	—	—	—	否
(無処理)							
スター/M.7	10	1	枯死	—	—	—	否
〃	10	1	枯死	—	—	—	否

注) スター：スターキングデリシャス

第64表 土壌注入法による白紋羽病罹病樹に対するベノミル剤の治療効果

品種/台木	樹 齢 (年)	処理時の 被害程度	再発病 の有無	新 根 の 発生程度	新梢の 伸び	樹 勢	回復の 可否
(1985年処理)							
ふじ/M.26	10	3	無	+++	並	並	可
陸奥/M.26	10	4	無	++	やや弱	やや弱	可
スター/MM106	10	4	有	+	弱	弱	否
ふじ/MM106	10	4	無	++	弱	弱	否
ふじ/M.26	10	4	枯死	—	—	—	否
〃	10	4	無	+	弱	弱	否
(1986年処理)							
スター/MM106	11	1	無	++	並	並	可
〃	11	1	無	+++	並	並	可
ジョナ/M.26	11	1	無	++	やや弱	やや弱	可
ふじ/M.7	11	2	無	+++	並	並	可
〃	11	2	有	+	弱	弱	否
ジョナ/M.26	11	2	無	++	やや弱	やや弱	可
ふじ/M.7	11	3	無	++	やや弱	やや弱	可
ふじ/MM106	11	4	有	++	弱	弱	否
ふじ/M.7	11	4	無	++	やや弱	やや弱	可
〃	11	4	有	+	弱	弱	否
ジョナ/M.26	11	4	有	++	弱	弱	否
(無処理)							
スター/M.7	11	1	枯死	—	—	—	否
ふじ/M.7	11	2	枯死	—	—	—	否
スター/M.7	11	3	枯死	—	—	—	否
ふじ/M.7	11	4	枯死	—	—	—	否

注) スター：スターキングデリシャス，ジョナ：ジョナゴールド

第65表 土壌注入法による両紋羽病罹病樹に対するカーバム剤の治療効果

紋羽病の種類	品種/台木	樹 齡 (年)	処理時の被害程度	再発病の有無	新 根 の発生程度	新梢の伸び	樹 勢	回復の可否
(薬剤処理)								
紫紋羽病	つがる/M.7	8	1	無	++	並	並	可
	陸奥/M.7	8	1	無	+++	並	並	可
	〃	8	2	無	+++	並	並	可
	〃	8	3	無	++	並	並	可
	〃	8	3	無	++	並	並	可
	スター/M.7	8	4	無	+++	並	並	可
〃	8	4	無	+++	並	並	可	
(薬剤処理)								
白紋羽病	紅玉/M.7	8	1	無	++	並	並	可
	陸奥/M.7	8	1	無	++	並	並	可
	〃	8	1	無	+++	並	並	可
	紅玉/M.7	8	2	無	+	やや弱	やや弱	可
	〃	8	3	枯死	—	—	—	否
	〃	8	3	枯死	—	—	—	否
	〃	8	4	無	++	やや弱	やや弱	可
〃	8	4	枯死	—	—	—	否	
(無処理)								
紫紋羽病	スター/M.7	8	1	有	+	弱	弱	否
	〃	8	1	有	+	弱	弱	否
	〃	8	2	有	+	弱	弱	否
	〃	8	4	枯死	—	—	—	否
(無処理)								
白紋羽病	紅玉/M.7	8	1	枯死	—	—	—	否
	〃	8	2	枯死	—	—	—	否

注) スター：スターキングデリシャス

トメチル剤とベノミル剤の治療効果は被害程度が1の軽症樹では再発病がなく、新根の発生も多く、新梢の伸びと樹勢も良好で、高かった。しかし、被害程度が2以上の中および重症樹では枯死樹と再発病樹が多く見られ、治療効果が劣った(第63表、第64表)。

以上の結果から、土壌注入法による紫紋羽病罹病樹に対するアンバム剤とダイホルタン剤および白紋羽病罹病樹に対するチオファネートメチル剤とベノミル剤の治療効果は軽症樹には高く、実用性が期待できるが、中および重症樹には期待できないと考えられる。

(b) 土壌くん蒸剤の土壌注入法による両紋羽病罹病樹の治療と薬害
紫紋羽病と白紋羽病罹病樹に対するカーバム

剤の治療効果を第65表に示した。紫紋羽病罹病樹に対するカーバム剤の治療効果は、被害程度が1から4の罹病樹で再発病がなく、新根の発生が多く、新梢の伸びと樹勢も良好で高かった。すなわち、重症樹に対しても高い治療効果が認められた。

これに対して、白紋羽病罹病樹に対するカーバム剤の治療効果は、被害程度が1と2の軽と中症樹では再発病がなく、新根の発生が多く、新梢の伸びと樹勢も良好で高かったが、被害程度が3と4の中と重症樹では枯死樹が多く、樹勢も劣り、治療効果が著しく劣った。

一方、D-D・メチルイソチオシアネート剤の紫紋羽病罹病樹に対する治療効果は、被害程度が3の中症樹に対してはカーバム剤と同様に高

第66表 土壌注入法による両紋羽病罹病樹に対するD-D・メチルイソチオシアネート剤の治療効果

紋羽病の種類	品種/台木	樹 齢 (年)	処理時の被害程度	再発病の有無	新 根 の 発生程度	新梢の伸び	樹 勢	回復の可否
紫紋羽病	ふじ/M.7	9	3	無	+++	やや弱	やや弱	可
	陸奥/M.7	9	3	無	+++	並	並	可
	スター/M.26	9	4	枯死	—	—	—	否
	つがる/M.26	9	4	枯死	—	—	—	否
	つがる/M.26	9	4	枯死	—	—	—	否
白紋羽病	つがる/M.7	8	1	無	+++	並	並	可
	紅玉/M.7	8	1	無	+++	並	並	可
	つがる/M.7	8	1	無	+++	やや弱	やや弱	可
	ふじ/M.26	8	2	無	+++	やや弱	やや弱	可
	〃	8	3	有	+	弱	弱	否
〃	8	4	無	+++	弱	弱	可	

注) スター：スターキングデリシャス

第67表 カーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の処理時期と薬害

供 試 薬 剤	1982年処理		1983年処理		
	4月15日	4月23日	4月9日	4月19日	4月23日
カーバム剤	○	●	○	●	●
D-D・メチルイソチオシアネート剤	○	●	○	●	●

注) 1 ○：薬害なし，●：薬害発生

2 発芽日：1982年4月7日，1983年4月7日

3 展葉期 1982年4月20日，1983年4月15日

かったが、被害程度が4の重症樹では枯死樹が多く著しく劣った。また、同剤の白紋羽病罹病樹に対する治療効果は、カーバム剤と同様に被害程度が1と2の軽と中症樹では高かったが、被害程度が3と4の中と重症樹では劣った（第66表）。

以上のことから、土壌注入法によるカーバム剤とD-D・メチルイソチオシアネート剤の治療効果は、紫紋羽病罹病樹に対しては根の被害が2/3以下で、白紋羽病罹病樹に対しては根の被害が1/2以下で高いことが明らかになった。

しかし、両薬剤ともリンゴに薬害を発生するので、1982年と1983年に発芽日から展葉期に留意して両薬剤の処理を行った。

その結果、第67表に示したように1982年は4月23日、1983年は4月19日および23日に薬剤処理した区、すなわち、展葉期以降に薬剤処理し

た区で葉が黄褐変し、新梢の伸びも著しく劣り、地際部の樹皮と根皮が褐変して枯死樹も見られ、激しい薬害を生じた。これに対して、休眠期から発芽日までの間に薬剤処理した区では薬害の発生は認められなかった。

従って、両薬剤の土壌注入法による両紋羽病の治療はリンゴの休眠期から発芽日の間に行わなければならない。

5. 考 察

果樹の紫紋羽病および白紋羽病に対する各種殺菌剤の防除効果については多くの研究が行われ、クロルピクリン剤（勝又，1933；田中，1969；荒井，1987）、土壌用有機水銀剤（荒木，1956，1967；荒木ら，1961b；権道ら，1956；知久ら，1960；宮川・高田，1964）およびPCNB剤（田中，1967）が有効であると報告された。

その結果、果樹の紋羽病の被害跡地消毒剤としてクロルピクリン剤、罹病樹の治療剤として土壌用有機水銀剤、PCNB 剤が実用化された。その後、土壌用有機水銀剤が1970年に使用禁止になったので、治療剤は白紋羽病に登録が認可されている PCNB 剤だけになり、紫紋羽病の治療剤はなくなり、両紋羽病の防除に支障をきたした。

そこで、土壌用有機水銀剤に代わる有効な防除薬剤を検索するため、1970年からリンゴ両紋羽病に対する各種殺菌剤の殺菌効果および防除効果について検討した。

その結果、紫紋羽病菌の菌叢デスク薬液浸漬試験では、アンバム剤2,000倍、ダイホルタン剤2,000倍およびベノミル剤500倍が土壌用有機水銀剤と同等に高い殺菌効果を示した。しかし、ベノミル剤は1,000倍以上の濃度では殺菌効果が著しく劣った。

石灰類の殺菌効果は、消石灰および生石灰が100倍で高かったが、苦土石灰は100倍で、消石灰は250倍で著しく劣った。これらの石灰液の pH は後者に比較して前者が高いことから、石灰類の殺菌作用には pH が影響しているものと示唆された。

また、本病の防除剤として過去に推奨されていたボルドー液(佐々木, 1916; 木村, 1935)は本実験では殺菌効果は認められなかった。これはボルドー液に含まれる生石灰の有効成分量が少ないためと推察される。

以上のことから、紫紋羽病の防除剤としては土壌用有機水銀剤と同等に殺菌効果があり、安価で使用しやすいアンバム剤、ダイホルタン剤および消石灰液が有望であることが明らかになった。

一方、白紋羽病菌を培養したリンゴ枝の薬液浸漬試験では、チオファネート剤、チオファネートメチル剤およびベノミル剤2,000倍が土壌用有機水銀剤と同等に高い殺菌効果を示した

が、チオファネート剤は販売が中止になった。その後、落合(1973)もこれらの薬剤の白紋羽病菌に対する殺菌効果について検討し、高い殺菌効果があることを確認している。

紫紋羽病と同様に白紋羽病の防除剤として過去に推奨されたボルドー液は全く殺菌効果は認められなかった。これは渡辺(1938)が既に述べているように、ボルドー液の有効成分である生石灰と硫酸銅が白紋羽病菌に殺菌効果が劣るためと推察される。

また、白紋羽病に登録が認められている PCNB 剤の白紋羽病菌に対する殺菌効果は、落合(1978)が指摘しているように著しく劣った。

従って、白紋羽病の防除剤としてはチオファネートメチル剤とベノミル剤が有望である。

室内試験で紫紋羽病と白紋羽病の防除剤として有望と判定された薬剤を相互に混用しても殺菌効果が低下しなかったこと、またこれらの混合液にリンゴ苗木の根を浸漬しても生育障害が認められなかった(福島ら, 1971)ことから、これらの薬剤の混用でリンゴ両紋羽病の苗木消毒は可能である。すなわち、アンバム剤、ダイホルタン剤および消石灰液にチオファネートメチル剤、ベノミル剤をそれぞれ混用した薬液は、リンゴ苗木消毒剤として実用性が期待できる。その後、藤田(1992)は本法では紫紋羽病菌の菌糸塊の殺菌は不十分であると指摘しているので、紫紋羽病菌の菌糸塊、白紋羽病菌の菌核の形成された被害の大きい苗木の消毒については更に検討する必要があるが、被害の進んでいない苗木の消毒には実用可能である。

また、土壌くん蒸剤の室内菌叢殺菌試験では、カーバム剤と D-D・メチルイソチオシアネート剤が5~25°Cで高い殺菌効果を示し、これらの両薬剤も両紋羽病の防除剤として有望であることが明らかになった。

リンゴわい化栽培は密植で、根が接触しているため、両紋羽病菌の拡大が早く、短期間に大

きな被害を受ける。このため、両紋羽病の発生園では薬剤の土壌注入による健全樹への感染阻止が有効であると考えられた。紫紋羽病発生園の健全樹の根域にアンバム剤およびダイホルタン剤1,000倍液を注入した結果、両薬剤処理区とも無処理区に比較して紫紋羽病の発生は明らかに少なく経過し、予防効果は認められた。白紋羽病発生園の健全樹の根域にチオファネートメチル剤およびベノミル剤1,000倍液を注入した場合も、無処理区に比較して白紋羽病の発生が明らかに少なく経過し、予防効果が認められた。しかし、これらの薬剤の予防効果は処理1～2年目までは高かったが、処理3年目以降になると劣る傾向が認められたので、今後薬剤の処理間隔および処理回数について薬剤の残効も含めて検討する必要がある。

果樹の両紋羽病の治療法として、各種の薬剤による露出処理法が古くから実施されてきたが、両紋羽病に卓効を示す治療剤として使用されてきた土壌用有機水銀剤が使用禁止になった。このため、室内で両紋羽病菌に高い殺菌効果を示した薬剤の露出処理法による治療効果を検討した結果、紫紋羽病罹病樹に対してはアンバム剤、ダイホルタン剤1,000倍および消石灰50倍が再発病が少なく、新根の発生も多く、新梢の伸びと樹勢も良好で、高い治療効果を示した。

白紋羽病罹病樹に対してはチオファネートメチル剤およびベノミル剤1,000倍が高い治療効果を示した(図版VII—1—(1), (2))。これらの薬剤の治療効果は落合・林(1974, 1978)も同様に確認している。

これらの結果から、アンバム剤は紫紋羽病に、チオファネートメチル剤とベノミル剤は白紋羽病に登録が認可され、リンゴ紋羽病の苗木消毒剤および罹病樹の治療剤として実用化された。

しかし、露出処理法によるこれらの薬剤の治

療効果は根が2/3以上腐敗している重症樹に対しては著しく劣るので、早期発見、早期治療に努めることが大切である。また、処理時期が遅れるほど夏期の高温乾燥で樹勢の回復が不良になり、治療効果が劣るので薬剤処理は6月以前に行う必要がある。

露出処理法による治療法は多大の労力を要することから、省力的な治療法を開発するため、リンゴ両紋羽病罹病樹の根域に有効薬剤を大量に分注する方法について検討した。本法は果樹の両紋羽病の治療法としてこれまで実施されていなかったが、紫紋羽病罹病樹に対しては、アンバム剤およびダイホルタン剤1,000倍が根の被害が1/2以下の軽症樹と中症樹に高い治療効果を示した。本法によるアンバムの剤の治療効果は藤田(1992)も確認し、処理に当たっては薬液が病患部に接触することが重要であると述べている。

白紋羽病罹病樹に対しては、チオファネートメチル剤およびベノミル剤が根の被害が1/4以下の軽症樹に高い治療効果を示したが、中症樹と重症樹に対する治療効果は著しく劣った。

従って、これらの薬剤の土壌注入法による両紋羽病の治療は軽症樹には十分期待できるが、中症樹と重症樹には期待できないと考えられる。このことはこれらの薬剤は土壌に注入するとすみやかに土壌に吸着され、有効成分が病原菌に接触する前に不活性化するためと推察される。

一方、土壌吸着の少ない土壌くん蒸剤は果樹では薬害を生じ、治療剤として使用できないとされていたが、荒木(1967)は土壌吸着の少ないパーバム剤の原液をミカン白紋羽病罹病樹の根圏に分注し、極めて有効な結果を得て、早急に再検討する必要があると述べた。

著者もこの方法に準じて室内試験で両紋羽病菌に高い殺菌効果を示し、土壌吸着の少ない薬剤とされているカーバム剤およびD-D・メチル

イソチオシアネート剤の原液をリング両紋羽病罹病樹の根圏に分注した結果、両薬剤とも再発病が少なく、新根の発生も多く、新梢の伸びと樹勢も良好で、高い治療効果を示した(図版VII-2, 3)。すなわち、紫紋羽病罹病樹に対しては根の被害が2/3以下の樹に、白紋羽病罹病樹に対しては根の被害が1/2以下の樹に高い治療効果を示した。被害程度で両紋羽病の治療効果に差がみられたのは紫紋羽病菌は根皮だけに寄生するのに対して、白紋羽病菌は木質部まで侵入することから寄生形態の違いによるものと推察される。

また、両薬剤ともリングの休眠期から発芽期の処理では葉害を発生しないが、展葉期以降に処理すると激しい葉害を生ずる。

従って、カーバム剤およびD-D・メチルイソチオシアネート剤の原液土壌注入によるリング両紋羽病の治療は、リングの休眠期から発芽期に実施すると高い治療効果が期待できる。

また、鈴木(1978)はアスパラガス紫紋羽病の発病部分の拡大阻止にカーバム剤の土壌注入が有効であると報告しているように、リングわい化栽培においても両紋羽病が樹列に沿って急激に拡大することから、本法は両紋羽病罹病樹の治療ばかりでなく、わい化栽培園の両紋羽病の発病部分の拡大阻止にも有効であると考えられる。

B. 拮抗微生物および埴質沖積土壌の発病抑制効果

リング両紋羽病の防除は殺菌剤による防除に重点が置かれ、古くから実施されている。殺菌剤以外による土壌病害の防除法として、拮抗微生物を利用した生物的防除法が多く研究者によって試みられ、紫紋羽病菌および白紋羽病菌に拮抗作用を示す微生物も報告されている(赤石ら, 1954; 山本・前田, 1955; 家城, 1969)。しかし、リング両紋羽病の防除への可能性につ

いては明らかになっていない。

このため、リング園土壌から両紋羽病菌に拮抗作用を示す微生物を分離し、土壌に施用して両紋羽病菌の生育抑制効果を検討した。また、最近、各種の微生物を混入した土壌改良資材が土壌病害にも効果が期待できるとして販売されていることから、これら数種の土壌改良資材について白紋羽病菌の生育抑制効果と発病抑制効果を検討した。

一方、前述の調査結果から青森県内のリング園には両紋羽病の発生しない埴質沖積土壌が広く存在することが明らかになったので、埴質沖積土壌における両紋羽病の発病抑制効果について検討し、発病抑制土壌の解明とその客土による予防法を確立しようとした。

1. 両紋羽病菌に対するリング園土壌微生物の拮抗作用

前項の実験(V-B-3)で、両紋羽病菌に対する土壌微生物の拮抗作用は両紋羽病発生抑制要因の一つになっていることを明らかにした。

そこで、リング園土壌における拮抗微生物の分布状況を把握するため、リング園土壌から微生物を分離し、両紋羽病菌に対する拮抗作用の検定を行い、拮抗微生物の種類と拮抗程度について検討した。この中で、強い拮抗作用を示した微生物を土壌に施用し、両紋羽病菌の生育抑制効果を検討して本病の生物的防除の手がかりを得ようとした。

a. 実験方法

(a) 対峙培養による拮抗微生物の検索

供試土壌は1972年6～8月に両紋羽病の発生様相の異なる下記の7園地を選び、1園地3樹選定し、1樹当たり樹冠下4か所から深さ10～15cmの土壌を採取し、1樹毎に混合して実験に用いた。

供試土壌の採集地点および両紋羽病の発生様

相

- ① 弘前市船沢
：火山灰土壌（白紋羽病多発生）
- ② 弘前市門外
：火山灰土壌（白紋羽病多発生）
- ③ 弘前市樹木
：火山灰土壌（白紋羽病多発生）
- ④ 弘前市弥生
：火山灰土壌（紫紋羽病多発生）
- ⑤ 浪岡町郷山前
：火山灰土壌（両紋羽病混在多発生）
- ⑥ 弘前市種市
：沖積土壌（両紋羽病発生なし）
- ⑦ 藤崎町藤越
：沖積土壌（両紋羽病発生なし）

供試菌の分離は前項の実験（V-A-3）に準拠して希釈平板法で行った。

分離菌の両紋羽病菌に対する拮抗作用は1973年に対峙培養法で調査した。すなわち、PDA平板培地で、25°Cで21日間培養した紫紋羽病菌（AHe-1）と白紋羽病菌（AR-1）の菌叢周辺部を、コルクボーラで径3mmに打ち抜き、シャーレに流し込んだPDA平板培地の一端にそれぞれ移植した。1区5シャーレ供試し、両紋羽病菌の移植部から約4cm離れた相対する位置に供試菌を植え付け、25°Cで7～10日間培養した。

調査は供試菌の拮抗程度を次の5段階に分けて行った。

拮抗程度；-：生育阻止が全くなし，+：菌叢の接触境界線で生育が少し抑制される，

++：菌叢の接触境界線で生育が抑制される，
+++：両紋羽病菌の菌叢が供試菌に溶解または侵入されて生育が著しく抑制される，
++++：両紋羽病菌の菌叢が供試菌に侵入されてほとんど生育しない

(b) 拮抗菌の土壌中における両紋羽病菌の生育阻止効果

供試菌は前実験で紫紋羽病菌と白紋羽病菌に強い拮抗作用を示す菌株を用いた。

実験1 紫紋羽病菌に対する拮抗菌の生育阻止効果

実験は1975年に荒木（1956）の牛乳びん法に準じて行った。すなわち、広口びん（250ml容）にPDA培地を20ml注入し、殺菌後、あらかじめ、PDA平板培地で培養した紫紋羽病菌（AHe-1）の菌叢周辺部を径5mmに打ち抜き、移植し、25°Cで30日間培養した。これを1区3個供試し、6メッシュの篩を通した風乾土を1個当たり100g入れた後、供試菌の懸濁液を40mlびんの中央に注入し、25°Cに45日間保った。なお、供試菌の懸濁液はPDA平板培地で供試菌を20日間培養し、1シャーレ当たり、40mlの蒸留水を加えて作成した。

調査は前項の実験（V-A-2-(1)）に準拠して行った。

実験2 白紋羽病菌に対する拮抗菌の生育阻止効果

1975年に白紋羽病菌（AR-1）を培養したリンゴ徒長枝を5cmに切断し、1区10本供試し、前実験と同じ供試菌の懸濁液に5分間浸漬した。その後、バットに薄く土を入れ、処理枝を

第68表 リンゴ園土壌から分離した糸状菌・細菌・放線菌の両紋羽病菌に対する拮抗作用

土壌微生物の種類	供試菌株数	拮抗菌出現率(%)	紋羽病菌の種類別拮抗菌出現率(%)			両紋羽病菌に対する程度別拮抗菌出現率(%)							
			紫+白	紫のみ	白のみ	紫紋羽病菌				白紋羽病菌			
						+	++	+++	++++	+	++	+++	++++
糸状菌	198	89.0	45.0	43.9	0.1	25.8	25.8	30.8	6.6	9.6	9.6	23.7	3.0
細菌	80	40.2	17.5	18.9	3.8	17.5	7.5	11.3	0	5.0	0.3	12.5	1.3
放線菌	72	38.9	8.3	23.6	7.0	8.3	16.7	4.2	2.8	9.7	5.6	0	0

第69表 リンゴ園土壌から分離した糸状菌の両紋羽病菌に対する拮抗作用

糸状菌の種類	供試菌株数	拮抗菌出現率(%)	紋羽病菌の種類別拮抗菌株数			拮抗程度別菌株数							
			紫+白	紫のみ	白のみ	紫紋羽病菌				白紋羽病菌			
						+	++	+++	++++	+	++	+++	++++
<i>Penicillium</i>	89	69.2	65	23	1	19	28	36	5	10	12	38	6
<i>Gliocladium</i>	30	100	0	30	0	9	10	11	0	0	0	0	0
<i>Trichoderma</i>	14	100	8	6	0	1	1	4	8	2	0	6	0
<i>Fusarium</i>	13	69.2	2	6	1	7	1	0	0	3	0	0	0
<i>Spicaria</i>	4	50.0	2	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
<i>Alternaria</i>	3	100	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Nigrospora</i>	2	50.0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verticillium</i>	2	100	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coniothyrium</i>	1	100	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus</i>	1	100	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Cephalosporium</i>	1	100	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Phycomycetes</i>	8	62.5	3	2	0	3	0	2	0	2	0	1	0
無孢子菌	30	66.7	8	12	0	8	7	5	0	2	6	0	0

第70表 拮抗菌の土壌中における両紋羽病菌に対する生育抑制効果

供試菌	菌No.	対峙培養による拮抗程度		土壌中における両紋羽病菌の生育		
		紫紋羽病菌	白紋羽病菌	紫紋羽病菌の生育程度		白紋羽病菌の生育程度
				菌の伸長(cm)	菌糸の密度	
<i>Penicillium</i>	1	+++	+++	1.8	++	+
”	2	+++	++	2.4	+++	+
”	3	++	+++	2.4	++	+
”	4	++	+++	2.6	+++	++
”	5	++	+++	2.2	++	++
”	6	+++	++	1.9	++	++
”	7	+++	++	2.2	++	++
”	8	++	+++	2.1	++	++
”	9	++	+++	2.8	++	+
”	10	+++	++	2.6	++	++
<i>Trichoderma</i>	1	+++	+	2.2	++	++
”	2	+++	+++	2.4	++	+
”	3	+++	+++	2.6	++	++
”	4	+++	+++	2.6	+++	++
”	5	+++	+	2.3	++	+
”	6	+++	+	2.3	+++	++
<i>Aspergillus</i>	1	+++	+++	2.5	+++	++
<i>Phycomycetes</i>	1	+++	+++	2.1	+++	++
<i>Actinomycetes</i>	1	+++	+++	2.1	+++	++
”	2	+++	+++	2.1	+++	++
<i>Bacteria</i>	1	+++	+++	2.2	+++	++
”	2	+++	+++	2.1	+++	+++
”	3	+++	+++	1.5	+++	+
”	4	+++	+++	2.2	+++	++
”	5	+++	+	2.7	++	+++
”	6	+++	++	2.7	++	++
”	7	+++	+	2.3	++	++
”	8	+++	++	2.7	+++	+
無処理				2.8	+++	+++

7cmに切断したリンゴ徒長枝の一端に密着して並べ、軽く覆土し、ビニールで被覆して20°Cに保った。

27日後に処理枝からリンゴ徒長枝に生育した菌叢の量を前項の実験(VI—A—1—(2))「白紋羽病に対する各種薬剤の殺菌効果」に準じて調査した。

b. 実験結果

(a) 対峙培養による拮抗微生物の検索

7地点のリンゴ園土壌から拮抗微生物を分離したが、拮抗菌の出現率に園地間差が認められなかったので、分離菌株の拮抗作用を菌の種類別にまとめて第68表に示した。これによると、両紋羽病菌に対する拮抗菌株率は糸状菌が89.0%と最も高く、次いで細菌が40.2%で、放線菌が38.9%であった。このうち、糸状菌と細菌は両紋羽病菌あるいは紫紋羽病菌のみに拮抗作用を示す菌株が多く、放線菌は紫紋羽病菌のみに拮抗作用を示す菌株が多かった。これに対して、白紋羽病菌のみに拮抗作用を示す菌株は極めて少なかった。これを拮抗程度別にみると、糸状菌と細菌は両紋羽病菌に強い拮抗作用を示す菌株が多く、放線菌は紫紋羽病菌に強い拮抗作用を示す菌株が多かった。

以上のことから、リンゴ園土壌には両紋羽病菌に拮抗作用を示す糸状菌および細菌と紫紋羽病菌に拮抗作用を示す放線菌が多く存在することが明らかになった。

高い拮抗菌出現率を示した糸状菌の種類別拮抗作用は、第69表に示したように、*Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. が他の種類の菌株に比較して、両紋羽病菌に対して強い拮抗作用を示す菌株が多かった。これに対して、*Gliocladium* spp. は紫紋羽病菌にのみ強い拮抗作用を示す菌株が多かった。

(b) 拮抗菌の土壌中における両紋羽病菌に対する生育阻止効果

対峙培養法で両紋羽病菌に強い拮抗作用を示

した菌株の土壌中における両紋羽病菌の生育阻止効果を調査した結果を第70表に示した。

前実験で高い拮抗作用を示した拮抗菌の懸濁液を土壌注入し、紫紋羽病菌の生育抑制効果を調査した結果においては、土壌中の紫紋羽病菌の生育を抑制する菌株は認められなかった。

一方、白紋羽病菌の培養枝を拮抗菌の懸濁液に浸漬し、土壌中で培養した場合も、無処理に比較して白紋羽病菌の生育は少し抑制されたが、完全に生育を抑制する菌株は認められなかった。

2. 土壌改良資材・ファーティレイドおよびトリコンによる白紋羽病の防除

最近、数多くの土壌改良資材が開発され、作物の生育促進効果以外に、土壌病害にも有効であるとして市販されているが、リンゴ両紋羽病に対する効果は不明である。

そこで、これらの土壌改良剤のうち、両紋羽病菌に拮抗作用を示す *Trichoderma* 属菌の含まれているトリコンと各種の細菌が含まれているファーティレイドの白紋羽病に対する防除効果を白紋羽病に有効なベノミル剤と比較検討した。

(1) ろ紙円盤法による白紋羽病菌の生育阻止効果と土壌中における白紋羽病菌の生育抑制効果

a. 実験方法

実験に供試したトリコンとファーティレイドの内容は次のとおりである(伊達, 1991)。

- ① トリコン：エステルリング、珪藻土、高級脂肪酸、硫酸銅を母材として *Trichoderma* 菌 5%、アゾトバクター 3% 添加
 - ② ファーティレイド：腐植酸30~40%、SiO 30%、植物の有機物30%を母材として細菌18種類、放線菌 2種類添加
- 供試菌は1974年に白紋羽病罹病樹から分離し

た AR-5菌株を用いた。

(a) ろ紙円盤法による生育阻止効果

PDA 平板培地で前培養した白紋羽病菌の菌叢周辺部を径 5mm に打ち抜き、PDA 平板培地の一端に移植し、25°C に静置した。7 日後に、1 区 3 シャーレ供試し、蒸留水をしみ込ませた径 8mm のろ紙円盤にファーティレイド、トリコンおよびペノミル剤をそれぞれ粉衣し、白紋羽病菌の移植部から 5cm の距離に相対して置き、20°C に保った。7 日後と 14 日後にろ紙円盤と菌叢の間に生じた阻止帯の幅を測定し、平均値を算出した。その後、ろ紙円盤周辺と阻止帯の 3 か所から菌叢の一部をかき取り、PDA 平板培地に移植して、7 日後に白紋羽病菌の生育の有無を調査し、菌の生死 (+, -) を判定した。

(b) 無殺菌土壌中における生育抑制効果

土壌水分を 20% に調整した火山灰土壌 150g にファーティレイド、トリコン、ペノミル剤をそれぞれ 40g 混和した後、1cm に切断したリンゴ徒長枝を 10g 加え、良く混ぜ合わせた。これを腰高シャーレ (径 9cm, 高さ 8cm) の底面に 1cm に切断した白紋羽病菌培養枝を 20g 敷き詰めた上に 4.5cm 充填した。その後、1 区 3 シャーレ供試し、1 シャーレ当たり 3cm に切断したリンゴ徒長枝を 3 本、1.5cm の深さまで挿入して、20°C に保った。

7 日後と 15 日後に、シャーレの内壁とリンゴ徒長枝上に生育する菌糸の量を次の基準で調査し、菌糸生育度を算出した。

シャーレ内壁の菌糸生育程度および指数；0：なし、1：内壁の 10% 以内、2：内壁の 10~30% 以内、3：内壁の 30~50%、4：内壁の 50~80%、5：内壁の 80% 以上

$$\text{菌糸生育度} = \frac{\sum(\text{指数} \times \text{該当シャーレ数})}{\text{供試シャーレ数} \times 5} \times 100$$

徒長枝の菌糸生育程度および指数；0：な

し、1：徒長枝の 80% 以下、2：徒長枝の 80% 以上

$$\text{菌糸生育程度} = \frac{\sum(\text{指数} \times \text{該当枝数})}{\text{供試枝数} \times 2} \times 100$$

(c) 殺菌土壌中における生育抑制効果

火山灰土壌 (土壌水分を 20% に調整) をオートクレーブを用いて、120°C で 15 分間高圧殺菌した。殺菌土壌 150g 当たりファーティレイド、トリコン、ペノミル剤を前実験と同様にそれぞれ 40g 添加し、腰高シャーレに充填し、シャーレ内壁とリンゴ徒長枝上に生育する白紋羽病菌の生育程度を調査し、菌糸生育度を算出した。

(d) ファーティレイドの殺菌の有無と生育抑制効果

火山灰土壌およびファーティレイドにそれぞれ蒸留水を加え、約 25% の水分量に調整後、2 等分して半分はオートクレーブを用いて 120°C で 15 分間高圧殺菌した。

殺菌土壌および無殺菌土壌 150g に、殺菌ファーティレイドと無殺菌ファーティレイドをそれぞれ 40g 添加し、1cm に切断したリンゴ徒長枝を 10g 加え、良く混合した。これを前実験と同様に腰高シャーレに充填し、シャーレ壁面とリンゴ徒長枝上に伸長する白紋羽病菌の生育程度を調査し、菌糸生育度を算出した。

b. 実験結果

(a) ろ紙円盤法による生育阻止効果

ろ紙円盤法で白紋羽病菌の生育阻止効果を調

第71表 ろ紙円盤法による土壌改良資材の白紋羽病菌生育阻止効果

供試資材	生育阻止帯(mm)		白紋羽病菌の生死	
	7日後	14日後	ろ紙周辺	阻止帯
トリコン	7.3	9.0	-	-
ファーティレイド	0	3.3	+	+
ペノミル剤	10.8	11.5	-	+
蒸留水	0	0	+	

注) 白紋羽病菌の生死 +：生、-：死

第72表 土壌中における土壌改良資材の白紋羽病菌生育抑制効果

供試資材	白紋羽病菌糸生育度			
	無殺菌土壌		殺菌土壌	
	シャーレ内壁	徒長枝	シャーレ内壁	徒長枝
トリコン	53.3	44.4	53.3	38.9
ファーテイレイド	0	0	0	0
ベノミル剤	33.3	0	—	—
無処理	53.3	55.5	66.7	50.0

注) —：調査なし

査した結果、生育阻止帯はトリコンとベノミル剤では7日後と14日後に明瞭に広く形成されたのに対して、ファーテイレイドは14日後にわずかに形成されただけであった。また、ろ紙円盤周辺および阻止帯からそれぞれ移植した白紋羽病菌の生育はトリコンでは両者で認められず、ベノミル剤は前者で認められず、後者で認められた。しかし、ファーテイレイドは両者で認められた(第71表)。

従って、ろ紙円盤法による白紋羽病菌の生育阻止効果はトリコンとベノミル剤では明らかに認められたが、ファーテイレイドではほとんど認められなかった。

(b) 無殺菌土壌中における生育抑制効果

第72表に示したように、ろ紙円盤法で白紋羽病菌の生育を阻止したベノミル剤はシャーレ内壁に繁殖する菌糸の生育を抑制しなかったが、徒長枝の菌糸の生育は著しく抑制した。これはベノミル剤がシャーレ内壁と土壌の間に浸透しなかったためと考えられる。

また、ろ紙円盤法で白紋羽病菌の生育を著しく阻止したトリコンは、シャーレ内壁と徒長枝の菌糸の生育を全く抑制しなかった。これは前項の実験(VI-B-1)で拮抗菌を土壌に施用した結果と一致する。

一方、ろ紙円盤法で白紋羽病菌の生育を全く阻止しなかったファーテイレイドは、シャーレ内壁と徒長枝で菌糸の生育が全く見られず、非

第73表 ファーテイレイドの殺菌の有無と白紋羽病菌生育抑制効果

土 壤	ファーテイレイド	シャーレ内壁の菌糸生育度	
		7日後	14日後
殺菌	殺菌	10.0	10.0
〃	無殺菌	6.7	6.7
無殺菌	殺菌	0	0
〃	無殺菌	0	0
〃	無添加	60.0	86.7

常に高い生育抑制効果を示した。

(c) 殺菌土壌中における生育抑制効果

前実験の無殺菌土壌における生育抑制効果と同じ結果であった(第72表)。

(d) ファーテイレイドの殺菌の有無と生育抑制効果

第73表に示したように、シャーレ内壁の菌糸の生育は、殺菌土壌でファーテイレイドを無殺菌および殺菌した場合に、わずかに認められたが、無殺菌土壌ではファーテイレイドの殺菌の有無にかかわらず全く認められなかった。

従って、ファーテイレイドは殺菌の有無に関係なく白紋羽病菌の生育を抑制したことから、同資材に含まれている細菌および放線菌が生育抑制効果に直接関与しているとは考えられない。

(2) 圃場における白紋羽病発病抑制効果と処理土壌中の微生物相の変動

a. 実験方法

(a) ファーテイレイドおよびトリコンの発病抑制効果

1977年4月に無底コンクリート枠(1.8×1.8 m)に火山灰土壌を入れ、1枠当たり4年生のふじ/M.26を3樹植え付けた。2か月後に1区1枠供試し、樹幹を中心に半径8cm、深さ15cmの土を掘り上げ、根部に白紋羽病菌を培養したリング徒長枝を50g接種した。その後、掘り上げた土にファーテイレイドおよびトリコン600g、ベノミル剤を3g混合し、再び埋め戻した。

調査は10月に処理樹を掘り上げ、前述の実験(III-1-1(2))に準拠して行った。

次にファーテイレイドの添加量と発病抑制効果を知るため、1978年4月にコンクリート枠(1.8×1.8m)に火山灰土壌を入れ、1枠当たり1年生のモリーズデリシャス/M.26を5樹植え付けた。2か月後に苗木の根冠部の土壌を1,000g掘り上げ、根冠部に白紋羽病菌を培養したりんご徒長枝を50g接種した。その後、掘り上げた土壌1,000g当たり、ファーテイレイドを50, 100, 150, 200, 300g, ベノミル剤を1.0, 2.0gそれぞれ混合し、再び埋め戻した。

調査は9月に処理樹を掘り上げ、前述の実験(III-1-1(2))に準拠して行った。

(b) ファーテイレイドおよびベノミル剤処理土壌中における微生物相の変動

1978年8月25日にりんご試験場内の圃場に1.2×1.2m区画を1区3区画設け、表層の草をはぎ取った。1区画当たりファーテイレイドを750g, ベノミル剤を14g入れ、地表から20cmの深さの土壌と良く混ぜ合わせた。

処理直前、処理3日後、処理32日後および処理60日後に1区画3か所から10~15cmの深さの土壌を採取し、良く混合して実験に用いた。

微生物の定量は前項の実験(V-A-3)に準拠して希釈平板法で行った。

b. 実験結果

(a) ファーテイレイドおよびトリコンの発病抑制効果

白紋羽病の発病抑制効果は第74表に示したとおりである。ろ紙円盤法で高い生育阻止効果を示したベノミル剤は発病が全く見られず、その効果は高かったが、トリコンは無処理と同程度に発病がみられ、著しく劣った。これに対して、ろ紙円盤法で菌の生育阻止効果が認められなかったファーテイレイドは、発病がわずかであり、高い発病抑制効果が認められた。

発病抑制効果の高かったファーテイレイドの処理量について検討した結果、土壌1,000g当たりの処理量が50g, 100gでは発病抑制効果は認められなかったが、150g, 200gおよび300gではベノミル剤の1g, 2gと同様に発病がほとんど見られず、高い発病抑制効果を示した(第75表)。

以上のことから、圃場における白紋羽病の防除にはファーテイレイドは期待できるものと考えられる。

(b) ファーテイレイドおよびベノミル剤処理土壌中における微生物相の変動

ファーテイレイドとベノミル剤処理後の細菌数、放線菌数および糸状菌数の変動を調査した結果を第20図に示した。

細菌数は、ファーテイレイドとベノミル剤処理区がいずれも処理3日後に急増し、特にファーテイレイド区で著しく多くなった。その後、32日、60日になるにしたがって、両区とも減少

第74表 ファーテイレイドおよびトリコンの白紋羽病発病抑制効果

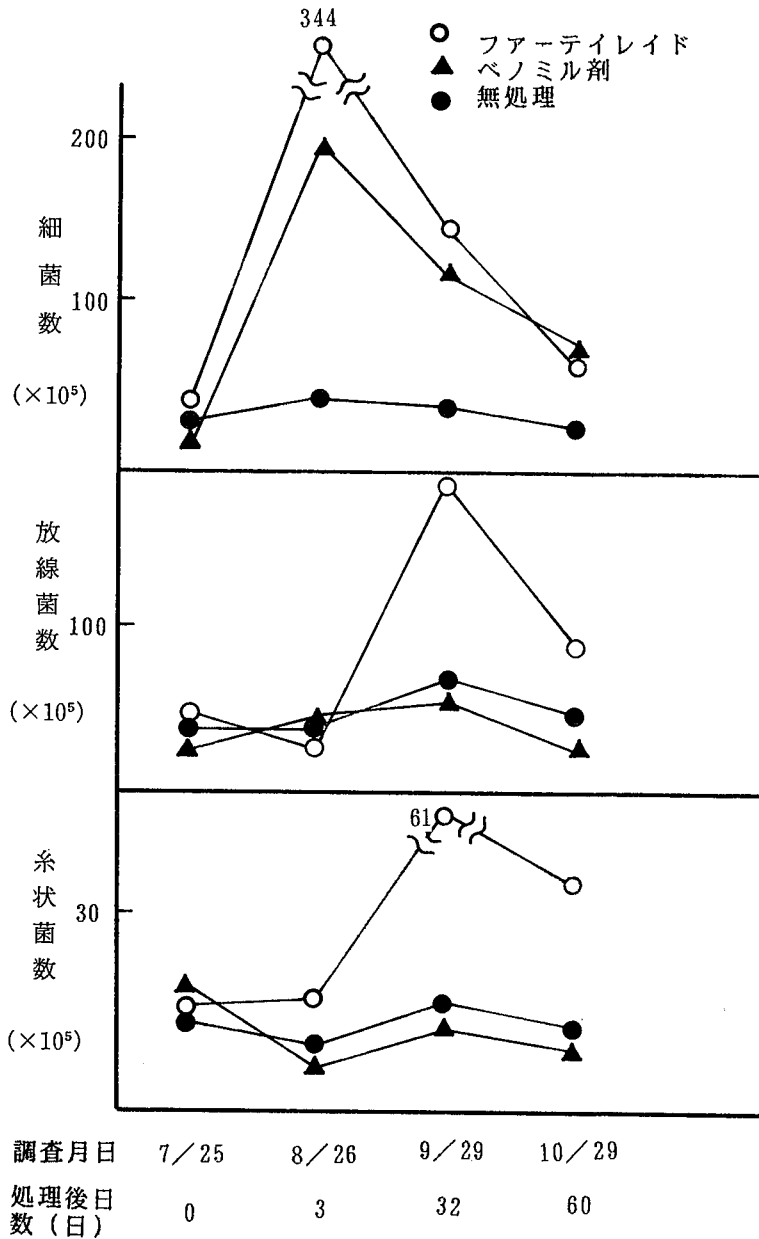
供試資材	発病樹率	発病度
ファーテイレイド	1/3	6.7
トリコン	3/3	33.3
ベノミル剤	0/3	0
無処理(接種)	3/3	53.3
無処理(無接種)	0/3	0

注) 発病樹率=発病樹数/供試樹数

第75表 ファーテイレイドの施用量と白紋羽病発病抑制効果

供試資材	土壌1,000g当たり処理量(g)	発病樹率	発病度
ファーテイレイド	50	5/5	48.0
〃	100	4/5	32.0
〃	150	0/5	0
〃	200	1/5	4.0
〃	300	0/5	0
ベノミル剤	1	1/5	4.0
〃	2	0/5	0
無処理(接種)		5/5	60.0
無処理(無接種)		0/5	0

注) 発病樹率=発病樹数/供試樹数



第20図 ファーテイレイドおよびベノミル剤施用による土壌微生物相の変動

したが、無処理区に比較して明らかに多かった。放線菌数と糸状菌数は、ベノミル剤処理区では無処理区と同様に少なく経過した。これに対して、ファーテイレイド処理区では放線菌数および糸状菌数ともに処理3日後までは無処理と同じであったが、32日後には著しく多くなった。その後、60日後に急減したが、他の区に比

較して多かった。

以上のとおり、ファーテイレイド処理により、土壌中の細菌数、放線菌数および糸状菌数が圧倒的に増大したことは、白紋羽病の発病抑制にこれらの微生物が関与しているものと推察される。

3. 両紋羽病に対する埴質沖積土壌の発病抑止効果

青森県内のリンゴ園には約100年の栽培の歴史があるにもかかわらず、両紋羽病のほとんど発生しない埴質沖積土壌の園地が広く分布する。前述のとおり、この種の土壌中においては、両紋羽病菌の生育は抑止される（V-A-2）が、両紋羽病の発病抑止作用については明らかにされていない。

そこで、埴質沖積土壌と紋羽病の発生する火山灰土壌に植え付けた苗木への白紋羽病菌の接種あるいは両土壌に両紋羽病罹病苗木を植え付けて発病状況を比較調査し、埴質沖積土壌の発病抑止効果を明らかにするとともに、客土による防除の可能性についても検討した。

(1) 埴質沖積土壌の白紋羽病発病抑止効果

a. 実験方法

供試土壌は両紋羽病の発生しない埴質沖積土壌の園地（柏村桑野木田、板柳町掛落林）、紫紋羽病の多発生している火山灰土壌の園地（弘前市弥生）、白紋羽病の多発生している火山灰土壌の園地（弘前市石川）を選定し、地表から15cmの深さまでの土壌を採取し、実験に用いた。

1979年4月に火山灰土壌を入れた無底のコン

クリート枠(1.8×1.8m)を1区1枠供試し、1枠当たり1年生のふじ/M.26の苗木を5樹植え付けた。5月に苗木の根元を中心に半径30cm、深さ40cmの範囲の土壌を掘り上げて除去し、1cmに切断したリンゴ徒長枝に培養した白紋羽病菌を60g根部に接種した後、供試土壌を客土し、踏み固めた。

調査は9月に苗木を掘り上げ、前項の実験(III-1-(2))に準じて行った。同時に接種に用いた白紋羽病菌培養枝を20個拾い集め、水洗後20°Cの湿室に3日間保ち、白紋羽病菌の再生育の有無を調査し、再生育率を算出した。

b. 実験結果

リンゴ苗木に白紋羽病菌を接種し、埴質沖積土壌と火山灰土壌を客土した結果、埴質沖積土壌では、発病樹率が20%、発病度が4~12であったのに対して、火山灰土壌では、発病樹率が

第76表 白紋羽病に対する埴質沖積土壌の発病抑止効果

土壌の採集地	土壌の種類	発病樹率 (%)	発病度	接種枝の再生育率 (%)
柏村桑野木田	沖積土壌	20	4	6.3
板柳町掛落林	〃	20	12	3.4
弘前市弥生	火山灰土壌	80	60	17.8
弘前市石川	〃	80	80	72.1

第77表 両紋羽病罹病樹に対する埴質沖積土壌の発病抑止効果

罹病樹の紋羽病の種類	土壌の種類	供試樹数 (樹)	定植時の発病程度	調査時の発病程度					発病樹率 (%)	発病度*
				0	1	2	3	4		
紫紋羽病	沖積土壌	2	1	1	1	0	0	0	66.7	13.3 (42.2)
		4	2	2	2	0	0	0		
		3	3	0	3	0	0	0		
紫紋羽病	火山灰土壌	2	1	0	0	0	1	1	100	66.7 (40.0)
		2	2	0	0	0	0	2		
		2	3	0	0	0	0	2		
白紋羽病	沖積土壌	2	1	2	0	0	0	0	0	0 (36.0)
		2	2	2	0	0	0	0		
		1	3	1	0	0	0	0		
白紋羽病	火山灰土壌	1	1	0	1	0	0	0	100	53.3 (40.0)
		1	2	0	0	0	0	1		
		1	3	0	1	0	0	0		

注)*: 発病度の()内は定植時の発病度

80%、発病度が60~80で前者が後者に比較して明らかに低かった。また、埴質沖積土壌での白紋羽病菌培養接種枝の再生育率も3.4~6.3%で低く、同土壌での白紋羽病菌の生存率は低かった(第76表)。

これらのことから、埴質沖積土壌の白紋羽病発病抑止効果は高いことが明らかになった。

(2) 両紋羽病罹病樹に対する埴質沖積土壌の発病抑止効果

a. 実験方法

1986年11月にりんご試験場内で紫紋羽病と白紋羽病に罹病した2年生のふじ/M.26/マルバカイドウのりんご苗木を掘り上げ、発病程度を前項の実験(III-1-(2))に準じて調査した。その後、直ちにこれらの苗木をりんご試験場黒石圃場の火山灰土壌と藤崎圃場の埴質沖積土壌に植え付けた。

1987年11月に苗木を掘り上げ、前項の実験(III-1-(2))に準じて、発病程度別に発病状況を調査し、発病度を算出した。

b. 実験結果

埴質沖積土壌と火山灰土壌に植え付けた両紋羽病罹病苗木の発病状況を第77表に示した。火山灰土壌では、両紋羽病罹病苗木はいずれも植え付け時に比較して、発病度が40から53.3~66.7に増加し、発病程度もすべての樹で高くなり、発病が促進された。

これに対して、埴質沖積土壌では、両紋羽病罹病苗木とも発病程度および発病度が植え付け時に比較して明らかに低下し、著しく発病を抑制した。特に、白紋羽病罹病苗木は1年間で病原菌の寄生が全く認められなくなった。紫紋羽病罹病苗木も1年後に苗木を掘り上げて調査したため、その後の発病推移を観察できなかったが、調査時に被害の軽かった樹が病原菌の寄生が認められなくなっていることや、被害の大きかった樹でも発病程度が軽減されていることから、年数の経過とともに発病が軽減されるもの

と推察される。

4. 考 察

土壌中には、植物病原菌に拮抗作用を示す微生物が多数生存している(駒田, 1971; 篠田ら, 1979; 渡辺, 1987)。リング園土壌からは赤石・関口(1953b)が紫紋羽病菌に拮抗作用を示す細菌、放線菌を分離している。本実験において、リング園土壌に紫紋羽病菌と白紋羽病に拮抗作用を示す微生物が生存していることが明らかになった。すなわち、対峙培養法で両紋羽病菌に拮抗作用を示した拮抗菌の割合は、糸状菌が89.1%で最も高く、細菌が40.2%、放線菌が38.9%であった。このうち糸状菌と細菌は両紋羽病菌および紫紋羽病菌のみに、放線菌は紫紋羽病菌のみに拮抗作用を示す菌株が多かった。これに対して、白紋羽病菌のみに拮抗作用を示す菌株は極めて少なかった。この原因は明かではないが、拮抗菌を分離したリング園土壌は栽培年数が古いため、熟畑化による影響が1つの要因として考えられる。

また、高い拮抗菌出現率を示した糸状菌の中で、*Penicillium* spp. および *Trichoderma* spp. が両紋羽病菌に強い拮抗作用を示し、*Gliocladium* spp. は紫紋羽病菌だけに強い拮抗作用を示した。このうち *Trichoderma* spp. の拮抗作用は *Trichoderma* 属菌が両紋羽病菌に高い拮抗率を示し、それには強弱が認められると報告されていること(高木・渡辺, 1953; 山本・前田, 1955; 家城, 1969; 佐久間, 1986)と一致した。

しかし、対峙培養で強い拮抗作用を示した各種の拮抗菌の懸濁液を土壌に施用した結果では、紫紋羽病菌の生育を抑制する菌株は認められなかった。同じ懸濁液に白紋羽病菌培養枝を浸漬しても白紋羽病菌の生育を完全に抑制する菌株は認められなかった。

渡辺(1987)は拮抗微生物による土壌病害の

防除事例を多数紹介し、成功例は少ないと述べている。拮抗菌の土壌施用による紋羽病の防除は鈴木ら(1951)および工藤・伊藤(1988)が紫紋羽病で、久保村・高橋(1984)が白紋羽病で試みているが、本実験結果と同様に成功していない。

しかし、環境にやさしい農業が要望されている現状から、拮抗微生物を利用した土壌病害の防除法は発展させなければならない。拮抗微生物を利用したリンゴ紋羽病の防除法を確立するには多くの困難な問題が残っているが、駒田(1971)が指摘しているように拮抗菌の土壌定着、拮抗メカニズムの解明が必要である。

最近、土壌改良資材については、各種の微生物を混入した微生物資材が土壌改良効果以外に土壌病害にも有効であるとして販売されているが、両紋羽病に対する効果は不明である。これらの微生物資材の中から、ファーテイレイドとトリコンを選んで、ろ紙円盤法で白紋羽病菌に対する拮抗作用を調査した結果、拮抗作用はトリコンでは明確に認められたが、ファーテイレイドでは全く認められなかった。これはトリコンに含まれている *Trichoderma* 菌が拮抗作用を示したのに対して、ファーテイレイドに含まれている18種類の細菌および2種類の放線菌が拮抗作用を示さなかったことが考えられる。

しかし、両資材の土壌中における白紋羽病菌の生育抑制効果は、土壌の殺菌の有無にかかわらずトリコンでは全く認められなかったが、ファーテイレイドは極めて高かった。圃場における接種試験においても、トリコンは発病度が高く、発病抑制効果が認められなかったのに対して、ファーテイレイドでは発病がほとんど見られず、高い発病抑制効果を示した。また、ファーテイレイド処理土壌中における微生物相は、無処理土壌に比較して糸状菌数、細菌数、放線菌数が極めて多かった。

これはファーテイレイドには白紋羽病菌に対

して直接的に拮抗作用を示す微生物は含まれていないが、土壌中における白紋羽病菌の生育および発病抑制効果のある拮抗微生物を活性化させる微生物と、これを増殖させる腐植質有機物が含有されているものと推察される。

従って、ファーテイレイドは白紋羽病の防除剤として有望であるが、更に圃場で予防効果と治療効果について検討し、実用性を確認する必要がある。

一方、リンゴ両紋羽病の耕種的な防除法として土壌改良や適正な樹勢管理などが古くから推奨され(木村, 1935)、三浦(1917)は紫紋羽病罹病樹の根部を石灰で消毒後、無発病地土壌を客土する方法を提唱した。

青森県内のリンゴ園には両紋羽病の発生しない埴質沖積土壌が広く分布する(望月ら, 1963; 福島ら, 1882a)。前項(V-A-2)で述べたように、これらの土壌中では両紋羽病菌の生育は両紋羽病の発生する火山灰土壌に比較して明らかに劣る。埴質沖積土壌と火山灰土壌を客土し、苗木を植え付けて白紋羽病菌を接種した結果においても、後者に比較して前者は発病樹率、発病度、接種培養枝の再繁殖率が明らかに低く、埴質沖積土壌では白紋羽病の発病は著しく抑止された。

現地圃場に両紋羽病罹病苗木を植え付け、発病状況をみても、火山灰土壌では両紋羽病の発病程度が著しく増大したのに対して、埴質沖積土壌では両紋羽病の発病程度は著しく低下し、両紋羽病の被害は明らかに軽減された。すなわち、埴質沖積土壌では、1年間で白紋羽病罹病苗木は全く病原菌の寄生が見られなくなり、紫紋羽病罹病苗木もわずかに病原菌の寄生が認められただけであった。

以上の諸点から、埴質沖積土壌の客土によるリンゴ両紋羽病の防除は可能であると云えるが、現地圃場で更に実用性を検討する必要がある。

また、埴質沖積土壌では、前述(V-A-1)のように長年リンゴ栽培をしても両紋羽病の発生はほとんど認められない。同土壌における両紋羽病菌の生育は明らかに抑止され、苗木に両紋羽病菌を接種しても発病が著しく抑止された。また、同土壌に両紋羽病の罹病苗木を植え付けても両紋羽病菌の寄生量が急激に減少し、被害がほとんど認められなくなった。

これらの諸点から、青森県内に広く分布する埴質沖積土壌は、BAKER and COOK (1974) が

示した3種類の抑止型土壌のうち病原菌の住めない土壌に属すものと考ええる。その発病抑止性は栽培管理や土壌管理と関係が認められないことから、渡辺(1987)が指摘している自然抑止性と誘導的抑止性のうち前者に含まれる。発病抑止要因としては、本土壌は粘土含量が多いため、ち密度が高く、細粒質であることから、荒木(1967)が沖積土壌の白紋羽病の発病抑止要因として述べている土壌の粒径組成が大きく関与しているものと考えられる。

VII. 総 合 考 察

わが国では、紫紋羽病はTANAKA (1891)がクワで初めて発見し、病原菌を*Helicobasidium mompa* Tanakaと命名した。リンゴ紫紋羽病もこれに従い*H. mompa* Tanakaとされた(原, 1916; 三浦, 1917)。

その後、Ito (1949)は純粹分離した本菌の形態的な観察を行って、欧米に広く分布する*H. purpureum*とは別種であるとした。しかし、鈴木(1957)は両菌を異種とするには担子孢子の数と分生孢子の有無について検討する必要があるとした。これまで多くの研究者によって紫紋羽病菌(*H. mompa*)の分離培養が行われているが、分生孢子の形成は確認されていなかった(吉井・伊藤, 1944; ITO, 1949; 青木・中里, 1951; 鈴木ら, 1957; 家城, 1967)。

ところが、前述(III-1)のように、リンゴ紫紋羽病の子実体に形成された担子孢子から分離した菌株の中に、分生孢子を形成する菌株が多数存在することが初めて確認された。これをBUDDIN and WAKEFIELD (1927)の記載した*H. purpureum*と比較すると、PDA平板培地上に形成された分生孢子の形態は形、大きさは若干異なるが、分生子柄の形態、分生孢子的着生状態は同じであった。また、培地上の形態・性状も分生孢子非形成菌株と比較して菌糸の生育が遅いこと、菌叢の色が白色から淡い紫色である

ことおよび病原性も弱いことなどが類似する。

以上のことから、リンゴ紫紋羽病菌(*H. mompa*)と*H. purpureum*菌の分生孢子形成菌株は極めて類似していることが明らかになったが、この点については、さらに、両菌を同時に分離する操作の中で、分生孢子的形態を比較検討し、その異同を確認する必要がある。

また、分生孢子的形成は無照明下に比較して照明下で非常に良好であった。これまで紫紋羽病菌に分生孢子的形成が確認されなかったのは、病原菌を罹病組織の菌糸から無照明下で分離したためと考えられる。従って、紫紋羽病菌の分生孢子形成菌株を得るには、本菌を担子孢子から分離し、照明下で培養する必要がある。

分生孢子形成菌株は非形成菌株に比較してリンゴ苗木に対する病原性は弱い、非形成菌株間においても病原性に強弱があり、大きな差がある。病原性の比較的強い菌株をリンゴ苗木に接種すると、無傷に比較して有傷で、白紋羽病の発生する火山灰土壌に比較して紫紋羽病の発生する火山灰土壌で発病が明らかに多い。

従って、リンゴ樹に対する紫紋羽病菌の接種は病原性の強い菌株を選び、リンゴ枝で培養し、紫紋羽病の発生する土壌に植えたリンゴ樹に有傷で接種すると高い発病率を示し、本病の生態、防除の研究に利用できる。

青森県内のりんご園では、紫紋羽病と白紋羽病が古くから発生し、年々その被害が増大している。りんご普通栽培園における紋羽病の発生樹率は、1929年には1.3%であった(青森農事試, 1930)。その後、1935年から1942年に本病の発生しやすい山手の火山灰土壌にりんご樹が大量に増殖され(福島(住), 1965)、栽培管理も良品質、多収穫に変遷したことから、発生樹率は1951年は4.4%(りんご試, 1952)、1966年は7.1%、1980年は8.7%と年々増加している。

また、青森県内のりんご両紋羽病の発生には住み分け現象がみられ、荒木(1958, 1967)が報告しているように、新しい園地には紫紋羽病、古い園地には白紋羽病が圧倒的に多く発生している。しかし、本調査結果では、1966年は白紋羽病が主体で、紫紋羽病が少なかったが、その後、1980年には白紋羽病に比較して紫紋羽病が多くなっている。これは白紋羽病の発生する古い園地が宅地化などで減少し、紫紋羽病の発生する新しい園地が増加したためと考えられる。しかし、清耕栽培から無耕転の雑草草生栽培に移行したことも影響していると推察され、これについてはさらに検討する必要がある。

このように園地の新旧では両紋羽病の発生比率に差がみられるが、土壌の種類ではこれがみられない。しかし、土壌の種類との関係では、発生樹率に大きな差がみられ、次の4種類の発生型に大別できる。

- ① 無～微発生型：埴質沖積土壌
- ② 少発生型：火山灰土壌と残積土壌で有効土層の深い土壌
- ③ 中発生型：火山灰土壌と残積土壌で有効土層が比較的浅く、下層に粟砂層、ゴロタ層、固結礫層、硬化埴土層の存在する土壌
- ④ 多発生型：沖積土壌、火山灰土壌および残積土壌で、有効土層が50cm前後で浅く、下層に硬化浮石層、砂礫層、浮石礫

層、粟砂層、ゴロタ層、シラス層、硬化埴土層、巨礫含有層の存在する土壌

4種類の発生型のうち、少、中および多発生型の園地では両紋羽病の予防と治療対策(青森県りんご課, 1993)が必要である。少発生型の園地では跡地消毒、苗木消毒、罹病樹の治療対策などで十分である。しかし、中および多発生型の園地では有効土層が浅く、下層に根の生育を著しく阻止する厚い土層が存在し、樹勢を低下させ両紋羽病の発生を助長している。従って、これらの園地では土壌改良に重点を置いた予防対策が第一に重要である。すなわち、根の生育を阻止している土層を深耕によって破砕し、整地する。その後、土壌消毒を行い、堆きゅう肥と石灰質肥料を大量に投入する。植穴は大きく掘り、堆きゅう肥、よう成りん肥および苦土炭カルを施用し、苗木を消毒して植え付ける。これらの作業が本病の防除上必須条件である。

一方、青森県内のりんご栽培面積の約20%を占める無～微発生型の埴質沖積土壌の園(相馬ら, 1987)では、長年りんご栽培をしても紋羽病の発生はほとんどみられない。この土壌中および土壌煎汁培地では、両紋羽病菌の生育が抑止され、本土壌に植えた苗木への両紋羽病菌の接種あるいは罹病苗木を移植した場合、発病が著しく抑止される。従って、青森県内のりんご園に広く分布する埴質沖積土壌は、BAKER and COOK (1974)の示した3種類の発病抑止型土壌のうち、病原菌の住み付けない土壌に属し、その発病抑止性は渡辺(1987)の記載している自然抑止性に含まれる。この土壌はち密度が高く、粘土含量が高いことから、荒木(1967)が指摘しているように発病抑止要因は土壌の粒径組成に起因していると考えられる。

これらのことから、埴質沖積土壌の園地では紋羽病の防除対策は必要としない。

このほかに、白紋羽病が多発生し、紫紋羽病

が少発生している青森県りんご試験場の園内に、約90年の栽培歴があるにもかかわらず、両紋羽病の全く発生しない1画がある。この園地は長年ケンタッキーブルーグラスの草生栽培を行い、耕起されていないことが、白紋羽病の多発生している隣接園とは異なる。この草生栽培園土壌中には、両紋羽病菌に強い拮抗作用を示す微生物が隣接園土壌に比較して多く、両紋羽病菌の生育は抑止される。この生育抑止作用は土壌を熱処理すると不活性化する。また、熱処理煎汁培地中には紫紋羽病菌の生育を著しく阻止する未同定の物質が含まれている。

これらのことから、本土壌における両紋羽病菌の発病抑止作用には土壌微生物と未同定の紫紋羽病菌生育阻止物質が関与していると考えられる。従って、この種の土壌はBAKER and COOK (1974) の示した発病抑止土壌のうち、病原菌の住み付けない土壌に属し、その発病抑止性は渡辺 (1987) の指摘した誘導的抑止性に含まれるものと考えられる。

リンゴ栽培は喬木性の台木を利用した普通栽培が古くから実施され、主流になっているが、最近、わい性台木を利用したわい化栽培の面積がリンゴ主産県で急増している。

青森県内のリンゴわい化栽培園における両紋羽病の発生樹率は、南部地方では5.8% (藤田, 1984) であるのに対して、津軽地方では4.4%でやや少ないが、両地方とも白紋羽病の発生は非常に少なく、紫紋羽病の発生が圧倒的に多い。しかし、わい化栽培園は土壌改良が徹底され、細菌型の熟畑化土壌になっているため、荒木 (1967) の云う紫紋羽病から白紋羽病に移行する可能性がある。

一方、津軽地方のわい化栽培園における両紋羽病の発生は、普通栽培園と同様に火山灰土壌、砂質沖積土壌、シラス質土壌で多い。また、これらの園地では、園地の前歴が山林原野であった場合に比較してリンゴ園であった場合

に発生が多かった。従って、このような土壌条件の園地では土壌改良に重点を置いた防除対策が必要である。

これに対して、埴質沖積土壌、粘土質残積土壌および水田の減反政策で面積が急増した水田転換園では発生はほとんどみられない。しかし、水田転換園でも黒ボク土壌の客土と紫紋羽病罹病苗木を定植した園で紫紋羽病が多発生している。これは水田土壌は長期間湛水状態になっているため、紋羽病菌の無菌土壌に変化しているが、病原菌を持ち込むと定着し、発病することを示唆している。従って、水田転換園の紋羽病の防除は、苗木消毒の徹底と紋羽病の発生する土壌を客土しないことが大切である。

わい化栽培における紋羽病の発生には、前述のように土壌条件が大きく関与しているが、栽培管理の影響も大きい。

わい化栽培面積の多い火山灰土壌の園地では発生樹率は低いが、発生園地率は高い。これらの園地は開園年数が浅く、幼木が多いため、これから着果量が多くなる。過着果になると紋羽病の発生が多くなる (望月, 1962) ので、火山灰土壌の園地では今後紋羽病の発生の増加が懸念される。

また、わい化栽培に利用されているわい性台木は根群の発達が悪く (吉田, 1986) ため、藤田 (1992) も認めているように両紋羽病に対する抵抗力が弱い。また、わい化栽培では樹形を小型化するため、強剪定や夏期剪定が行われ、紋羽病の発生を助長している。従って、わい化栽培においては樹勢を適正に維持するために、栽培管理に配慮する必要がある。

一方、青森県ではマルバカイドウにわい性台木を接木し、それに穂品種を接木する二重台方式が、多くの園地で実施されている。これらの園地では、マルバカイドウに Apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV) が感染してネクロシスを生じ、これに病原菌が侵入、増殖し、紋羽

病が多発生している場合が多い。従って、紋羽病の発生の恐れのある園地では、苗木はマルバカイドウを切りとって使用するか、ウイルスフリーの品種、台木を使用することが大切である。

これまでリング紋羽病の防除は薬剤による防除に重点が置かれてきたが、リング紋羽病に卓効を示す薬剤として使用されていた土壌用有機水銀剤が使用禁止になった。このため、代替薬剤の検索およびその防除効果について検討した結果、紫紋羽病にはアンバム剤、ダイホルタン剤、消石灰液、白紋羽病にはチオファネートメ

チル剤、ベノミル剤が有効であった。これらの薬剤のうち、紫紋羽病にはアンバム剤が、白紋羽病にはチオファネートメチル剤およびベノミル剤が苗木消毒剤、治療剤として登録が認可されて実用化された。このほかにカーバム剤、D-D・メチルイソチオシアネート剤も原液注入で高い治療効果が認められたので、省力的な治療法として登録も含めて実用化が望まれる。

薬剤を用いない方法として、植質沖積土壌の客土が紋羽病の発病を著しく抑止したことから、本法は植穴客土による紋羽病の防除法として実用化が期待できる。

VIII. 摘 要

本論文は紫紋羽病菌 (*Helicobasidium mompa* Tanaka) の分生胞子の形成を確認し、リング紫紋羽病と白紋羽病の発生環境および防除法について研究した結果をとりまとめたものである。

1. リング紫紋羽病菌の分生胞子の形成と病原性

(1) リング紫紋羽病菌は子実体に形成された担子胞子からの分離法で、高率に分離されることが明らかになった。分離された菌株間には培地上の形態・性状に差異がみられ、病原性にも強弱がみられた。

(2) 担子胞子から分離された菌株の中に、これまで紫紋羽病菌では確認されていなかった分生胞子を形成する菌株が、7地点から得られた105菌株の中から2地点で、15菌株分離された。

(3) 培地上における分生胞子の形成は、12時間照明下では10~25°Cで形成され、特に15~25°Cで極めて良好であった。しかし、無照明下ではいずれの温度段階においても分生胞子の形成は著しく劣り、10°Cと25°Cではほとんど形成されなかった。

(4) 分生胞子の形態について、BUDDIN and

WAKEFIELD (1927, 1929) が報告した *H. purpureum* と比較した場合、分生胞子の形成状態は同じで、分生胞子の形、大きさは類似した。また、分生胞子を形成しない菌株に比較して、分生胞子を形成する菌株は培地上における菌糸の生育が劣ること、菌叢の色が淡いことおよび病原性が劣ることなども両氏の記載した *H. purpureum* と同じであった。

2. リング紫紋羽病菌の接種法

(1) 病原性の強いリング紫紋羽病菌株を選んで、リング枝に培養し、開墾年数の新しい火山灰土壌に植えたリング樹の根部に有傷接種した場合、高い発病樹率と発病度を示した。

3. リング普通栽培園における両紋羽病の発生環境

(1) 青森県内のリング普通栽培園における両紋羽病の発生樹率は、1929年には1.3%、1951年には4.4%、1966年には7.1%、1980年には8.7%であり、両紋羽病による被害が年々増加していることが明らかになった。

(2) 紋羽病の種類別発生樹率は、1966年に紫紋羽病が1.6%、白紋羽病が5.5%であった。し

かし、1980年には紫紋羽病が4.9%まで増加したのに対して、白紋羽病が3.8%に減少し、以前に比較すると紫紋羽病の重要性が増大した。

(3) 紋羽病の発生は土壌の種類および土壌条件と密接に関係し、土壌の種類と土壌条件の組み合わせによって、無～微発生型、少発生型、中発生型、多発生型の4型に大別できた。

(4) 栽培年数と密接に関係して両紋羽病菌に住み分け現象がみられ、紫紋羽病の単独発生は50年以下の園で、白紋羽病の単独発生は50年以上の園で圧倒的に多くみられた。両紋羽病が混在発生している園においても紫紋羽病の発生比率は50年以下の園で、白紋羽病の発生比率は50年以上の園で明らかに高かった。

(5) 両紋羽病の発生様相の異なる土壌中および土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育を比較した。その結果、両紋羽病の発生がみられない埴質沖積土壌で両紋羽病菌の生育が劣った。これに対して、紫紋羽病の多発生園では紫紋羽病菌の生育が良く、白紋羽病の多発生園では白紋羽病菌の生育が良好であった。

(6) 両紋羽病の発生様相の異なる園地の土壌微生物相を比較したところ、総微生物数は、無発生園に比較して両紋羽病の多発生園で多かった。細菌数は、紫紋羽病多発生園に比較して白紋羽病多発生園で多く、白紋羽病多発生園は細菌型土壌であった。しかし、両紋羽病菌に対する拮抗微生物数には園地間差は認められなかった。

(7) 白紋羽病の自然発生および接種による発生は台木の種類によって異なり、ミツバカイドウ、コバノズミに比較してマルバカイドウが少なかった。

(8) 青森県のリンゴ園には紋羽病のほとんど発生しない埴質沖積土壌が存在する。この土壌中および土壌煎汁培地では両紋羽病菌の生育が抑止された。また、その土壌に植えた苗木に両紋羽病菌を接種した場合、発病が著しく抑止された。罹病苗木を定植した場合も同様に両紋羽

病の発病が著しく抑止された。この種の土壌は病原菌の住み付けない発病抑止土壌に属し、その発病抑止性は自然抑止性に属するものと考えられる。

(9) リンゴ紋羽病がその周辺で多発生しているにもかかわらず、紋羽病が全く発生しない例としては青森県りんご試験場の1画に草生栽培園がある。この土壌には両紋羽病菌に強度の拮抗作用を示す微生物が多く、両紋羽病菌の生育が抑止される。この抑止作用は熱処理で不活性化する。また、熱処理抽出土壌煎汁培地には紫紋羽病菌の生育を著しく阻止する未同定の物質が存在する。この種の土壌は病原菌の住み付けない発病抑止土壌に属し、その発病抑止性は誘導的抑止性に属するものと考えられる。

4. リンゴわい化栽培における両紋羽病の発生環境

(1) 1985～1986年の調査では、青森県津軽地方のわい化栽培園における紋羽病の発生園地割合は39.7%で、発生樹率は4.4%であった。

(2) 紋羽病の種類別発生園地割合は、紫紋羽病の単独発生園の割合が30.1%に対して、白紋羽病の単独発生園および両紋羽病の混在発生園の割合がそれぞれ4.1%および5.5%であり、わい化栽培園では紫紋羽病の問題となる園地の割合が多かった。発生樹率も、白紋羽病が0.5%であったのに対して、紫紋羽病が3.9%で、紫紋羽病が圧倒的に多かった。

(3) 土壌の種類別紋羽病の発生は火山灰土壌、砂質沖積土壌、シラス質土壌で明らかに多かったが、埴質沖積土壌、粘土質残積土壌ではほとんど見られなかった。

(4) 園地の前歴が山林原野であった場合に比較して、リンゴ園を更新し、新植した園で発生が多かった。しかし、水田転換園では発生はみられなかった。ただし、水田転換園でも黒ボク土壌の客土および罹病苗木を定植した園では紋

羽病の発生が多かった。

(5) 紋羽病の発生様相の異なる土壌中および土壌煎汁培地における両紋羽病菌の生育には差が認められなかった。土壌微生物数は両紋羽病の無発生園に比較して多発生園が多く、特に細菌数が多かった。

これは普通栽培園の結果と矛盾するが、わい化栽培園は土壌改良が徹底されているためと考えられる。

(6) 一般に普及されている細がた紡錐形と強剪定を行うコルドン仕立様式における紋羽病の発生は定植後8年までは差が認められなかった。しかし、9年から15年生の樹では前者に比較して後者が明らかに多かった。

(7) コルドン仕立様式圃場における台木の種別別両紋羽病の発生は、M.7が最も多く、次いでM.9で、MM106とM.26は少なかった。しかし、白紋羽病菌の接種試験の結果では、マルバカイドウで発病程度が低かったもののわい性台木間では差は認められなかった。

(8) マルバカイドウ付二重台方式のわい化栽培園において、Apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV) 感染樹と非感染樹に対する紋羽病の発生状況を比較した結果、前者で著しく多かった。ACLSVの接種試験でも同じ結果が得られた。

5. わい化栽培における両紋羽病の防除

(1) 室内試験で高い殺菌効果を示した薬剤は、紫紋羽病菌に対してはアンバム剤、ダイホルタン剤、消石灰液で、白紋羽病菌に対してはチオフアネートメチル剤、ペノミル剤で、両紋羽病菌に対してはカーバム剤、D-D・メチルイ

ソチオシアネート剤であった。

(2) 紫紋羽病に対するアンバム剤、ダイホルタン剤および白紋羽病に対するチオフアネートメチル剤、ペノミル剤は土壌注入法では予防効果、治療効果とも認められたが、十分でなかった。しかし、これらの薬剤の露出処理法による治療効果は高く、実用性が認められた。また、同法による消石灰液の紫紋羽病罹病樹に対する治療効果も高かった。

(3) カーバム剤、D-D・メチルイソチオシアネート剤は休眠期から発芽期の間の原液土壌注入法で、両紋羽病罹病樹に高い治療効果を示し、葉害も認められなかった。

(4) リンゴ栽培歴の古い園地の土壌から両紋羽病菌に拮抗作用を示す菌を分離したところ、その割合は糸状菌は89.0%、細菌は40.2%、放線菌は38.9%であった。しかし、拮抗菌の割合に園地間差は認められなかった。

(5) 糸状菌のうち、*Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. は両紋羽病菌に高い拮抗作用を示した。*Gliocladium* spp. は紫紋羽病菌にのみ拮抗作用を示した。

(6) 室内で高い拮抗作用を示した微生物を土壌に施用した場合、両紋羽病菌の生育は抑制されなかった。

(7) 微生物資材として使用されているトリコンは対峙培養で白紋羽病菌に強い拮抗作用を示したが、圃場で発病を抑制することはできなかった。ファーテイレイドは対峙培養で白紋羽病菌に拮抗作用を示さなかったが、圃場では高い発病抑制効果を示した。

(8) 埴質沖積土壌の植穴客土処理は両紋羽病の発病を著しく抑止した。

引用文献

- 鏡谷大節・鈴木孝仁・赤井 純 (1963) : 北海道におけるアスパラガスの病害について. 北農 30 : 12-24.
 赤石行雄 (1954) : 苹果紫紋羽病菌の性質. 農業技術 9 : 36-37.

- 赤石行雄・関口昭良 (1953a) : 発生環境からみた苹果紫紋羽病の防除. 農業技術 8 : 22-24.
- 赤石行雄・関口昭良 (1953b) : 苹果紫紋羽病に関する研究
第1報 病原菌の分離と拮抗微生物. 日植病報 17 : 129-132.
- 赤石行雄・関口昭良・杉山令子 (1954) : 苹果紫紋羽病に関する研究
第4報 紋羽病に対する拮抗菌について. 北日本病虫研報 5 : 108-109.
- 青木 清・中里泰夫 (1951) : 紫紋羽病に関する研究 I. 病原菌の分離培養及び培養上の性状並びに罹病苗木の消毒. 日蚕雑 20 : 395-398.
- 青森県農事試験場 (1930) : 苹果紫紋羽病に関する調査. 青森農試業報 : 173-175.
- 青森県りんご課 (1993) : 平成5年りんご指導要項 : 55, 136-139, 237-261.
- 青森県りんご試験場(1952) : リンゴ紋羽病に関する試験及び調査. 青森県りんご試験場業績20年抄 : 58-59.
- 青森県りんご試験場 (1981) : 青森県りんご試験場50年史 : 116-146, 749-758.
- 荒井茂充 (1987) : リンゴ紋羽病の薬剤防除. 植物防疫 41 : 8-11.
- 荒井茂充・福島千萬男・中沢憲夫・瀬川一衛 (1990) : リンゴ白紋羽病及び紫紋羽病の発生に及ぼす ACLSV の影響. 北日本病虫研報 41 : 92-93.
- 荒井茂充・福島千萬男・瀬川一衛 (1989) : リンゴ白及び紫紋羽病に関する研究 1. 有効薬剤の注入法による罹病わい性樹の治療効果. 北日本病虫研報 40 : 74-76.
- 荒井茂充・福島千萬男・田中弥平 (1988) : リンゴ樹に対する紫紋羽病菌の接種法の検討. 北日本病虫研報 39 : 125-127.
- 荒井茂充・福島千萬男・田中弥平・原田幸雄 (1987) : リンゴ及びクワ紫紋羽病菌の分生孢子形成菌株について. 日植病報 53 : 92.
- 荒木隆男 (1956) : 紫紋羽病菌による土壌殺菌剤の室内試験法について (第1報). 関東東山病虫研報 3 : 38.
- 荒木隆男 (1965) : 紋羽病. 日植病報 31 記念号 : 227-234.
- 荒木隆男 (1967) : 紫紋羽病, 白紋羽病の発生と土壌条件. 農技研報 C21 : 1-109.
- 荒木隆男・足立嗣雄・鈴木直治 (1961a) : 果樹もんば病の発生環境調査. 日植病報 26 : 53.
- 荒木隆男・鈴木直治 (1958) : 紫紋羽病と白紋羽病の発生環境の比較. 日植病報 23 : 22.
- 荒木隆男・鈴木直治 (1959) : 白紋羽病菌及び紫紋羽病菌のセルロース分解酵素. 日植病報 24 : 19.
- 荒木隆男・鈴木直治 (1962) : 白もんば病・紫もんば病の土中における有機物の利用. 日植病報 27 : 67.
- 荒木隆男・鈴木直治 (1963) : 紫紋羽病発生土壌における腐植分画の変化と発生消長. 日植病報 28 : 67.
- 荒木隆男・鈴木直治・渡辺照夫・水沢芳名 (1961b) : 果樹白紋羽病の治療. 植物防疫 15 : 409-413.
- BAKER, R. and R. J. COOK (1974) : Biological control of plant pathogens. W. H. Freeman and Company pp. 61-71.
- BUDDIN, W. and E. M. WAKEFIELD (1924) : Observation on the growth of *Rhizoctonia Crocorum* (Pers.) D. C. in pure culture. Ann. appl. Biol. 11 : 292-309.
- BUDDIN, W. and E. M. WAKEFIELD (1927) : Studies on *Rhizoctonia Crocorum* (Pers.) D. C. and

- Helicobasidium purpureum* (Tul.) Pat. Trans. Brit. Mycol. Soc. 12 : 116-140.
- BUDDIN, W. and E. M. WAKEFIELD (1929) : Further notes on the connection between *Rhizoctonia Crocorum* and *Helicobasidium purpureum*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 14 : 97-99.
- CHEN, Y. S. (1964) : Studies on the metaboric products of *Rosellinia necatrix* Berl. 2. The structure of Rosellinic acid. Agric. Biol. Chem. 28 : 431-435.
- 知久武彦・今村昭二・平沢寿彦 (1960) : 果樹白紋羽病の薬剤処理による治療について。関東東山病虫研報 7 : 44.
- 陳 幼石 (1958) : 白紋羽病 (*Rosellinia necatrix*) の代謝生産物に関する研究。日植病報 23 : 22.
- 伊達 昇 (1991) : 便覧 有機肥料と微生物資材 : 141-182. 農山漁村文化協会, 東京.
- 道家剛三郎 (1951) : 白紋羽病による苧麻の萎凋について。日植病報 15 : 104.
- 藤田孝二 (1986) : 白紋羽病菌及び紫紋羽病菌の土壤中における伸展速度の簡易検定法 (シャーレ法)。東北農業研究 39 : 245-246.
- 藤田孝二 (1992) : わい性台りんご樹紫紋羽病の生態と防除。青畑園研報 7 : 1-34.
- 藤田孝二・清藤盛正 (1990) : りんご紫紋羽病菌の菌糸束および菌糸塊に対する各種薬剤の殺菌効果。日植病報 56 : 113.
- 藤田孝二・杉木 隆・松中謙次郎・瀬川一衛 (1984) : 青森県南地方におけるわい性台りんご樹の病害発生実態について。東北農業研究 35 : 209-210.
- 藤田孝二・杉山 悟 (1987) : りんご紫紋羽病 (*Helicobasidium mompa* Tanaka) の新分離法。日植病報 53 : 383.
- 福島千男・荒井茂充・中沢憲夫・田中弥平 (1986) : りんご紫紋羽病菌の培養性状と病原性について。日植病報 52 : 546-547.
- 福島千男・工藤祐基 (1973) : 白紋羽病の防除剤に関する試験。北日本病虫研報 24 : 67.
- 福島千男・長内敬明・中沢憲夫 (1983) : りんご紋羽病の発生要因に関する研究 (3) りんご園及び未耕地土壌での紋羽病菌の生育。日植病報 49 : 93.
- 福島千男・長内敬明・中沢憲夫 (1984a) : りんご紋羽病の発生要因に関する研究 (4) 各種土壌煎汁培地上における紋羽病菌の生育。日植病報 50 : 112.
- 福島千男・長内敬明・中沢憲夫 (1984b) : りんご紋羽病に対する NCS 剤及びデイトラペックス油剤の防除効果。日植病報 50 : 427.
- 福島千男・長内敬明・中沢憲夫・瀬川一衛 (1982b) : りんご紫紋羽病に対する石灰の防除効果。北日本病虫研報 33 : 81-82.
- 福島千男・中沢憲夫・長内敬明・瀬川一衛 (1982a) : りんご紋羽病の発生要因に関する研究 (1) 発生実態と土壌中及び土壌煎汁培地における病原菌の生育。日植病報 48 : 98-99.
- 福島千男・山田 隆・工藤祐基 (1971) : りんご白紋羽病の苗木消毒について。北日本病虫研報 22 : 82.
- 福島住雄 (1965) : りんご生産を支配する要因と生産予測に関する研究 I。青森りんご試報 9 : 1-37.
- 古屋広光・大和田正幸・宇井格生 (1979) : 北海道地方に存在するインゲン根腐病の発病抑止型土壌。日植病報 45 : 608-617.
- GARRETT, S. D. (1949) : A study of violet root rot. Factors affecting production and growth of

- mycelial stand in *Heliobasidium purpureum* Pat. Trans. Brit. Mycol. Soc. 29 : 114-127.
- GARRETT, S. D. (1956) : In Biology of Root Infecting Fungi. Cambridge Univ. Press, London, pp. 196-199, 293.
- 権藤道夫・新山茂人 (1958) : 土壤病原菌の土壤生態学的研究
1. 紫紋羽病菌に対する土壤諸要素の影響. 鹿大農学報 7 : 132-139.
- 権藤道夫・瀬戸正徳・田原篤行 (1956) : 梨白紋羽病菌並びに柑橘紫紋羽病菌に対する 2, 3 水銀剤の殺菌効果. 九州病虫研報 2 : 83-84.
- GUPTA, V. K. and K. D. VERMA (1978) : Comparative susceptibility of apple rootstocks to *Dematophora necatrix*. Indian Phytopathology 31 : 377-378.
- 原 摂祐 (1916) : 果樹病害論. 梨の白紋羽病, 梨の紫紋羽病 : 54-67. 日本柑橘協会.
- 原 摂祐 (1954) : 日本菌類目録. 日本菌学会 : 318.
- HULL, R. and A. R. WILSON (1946) : Distribution of violet root rot (*Helicobasidium purpureum* Pat.) of sugar beet and preliminary experiments on factors affecting the disease. Ann. Appl. Biol. 33: 420-434.
- 家城洋之 (1967) : 紫紋羽病菌分離用培地・紫紋羽病の菌株による温度要求の差異. 蚕糸研究 62 : 22-31.
- 家城洋之 (1969) : 白・紫紋羽病菌に対する *Trichoderma* 菌の拮抗作用. 日植病報 35 : 71-75.
- 家城洋之 (1972) : 紫紋羽病菌の桑苗木への接種に及ぼす各種要因の影響. 日蚕雑 41 : 124-130.
- 家城洋之・久保村安衛・糸井節美 (1967) : 林地における白紋羽病菌の検索. 日植病報 33 : 91.
- 家城洋之・久保村安衛・糸井節美 (1969) : 林地土壤中における白紋羽病菌の検索並びに垂直分布. 日植病報 35 : 76-81.
- 鑄方末彦 (1927) : 実験果樹病害篇 : 43-47. 養賢堂, 東京.
- ITO, K. (1949) : Studies on "Murasaki-monpa" disease caused by *Helicobasidium mompa* Tanaka. Bull. Gove. Forest. Exp. Stn. 43 : 1-126.
- 糸井節美・中山賢三・久保村安衛 (1966) : 紫紋羽病菌および白紋羽病菌の栄養要求. 日蚕雑 35 : 95-102.
- 加藤 正 (1991) : 土壤の容気量とリンゴ白紋羽病菌の生育. 平成 3 年度東北支部園芸要旨 : 25-26.
- 勝又 要 (1933) : 苹果の紫紋羽病の防除に就て. 病虫雑 20 : 52-57.
- 木村甚弥 (1935) : 紋羽病防除と早期発見. 青森県農会報 168 : 39-40, 青森県農会報 169 : 6-15.
- 木村甚弥 (1961) : りんご栽培全編 : 527-557, 632-639. 養賢堂, 東京.
- 小島 暁 (1987) : 桑園における白紋羽病の防除. 植物防疫 41 : 17-21.
- 駒田 且 (1971) : 土壤病害の生物的防除法の現状と問題点. 農及園 46 : 21-26.
- 久保村安衛・糸井節美 (1968) : たん水による白紋羽病跡地の土壤消毒. 日植病報 34 : 373.
- 久保村安衛・高橋広治 (1984) : 土壤から分離した拮抗放線菌による白紋羽病菌の発育抑制. 日植病報 50 : 88.
- 工藤 晟・伊藤 伝 (1988) : *Gliocladium virens* による紫紋羽病菌の生育阻害. 日植病報 54 : 375.
- 工藤祐基・大友義視・福島千萬男・山田 隆 (1968) : 青森県におけるリンゴ紋羽病の発生実態. 北日

- 本病虫研報 19:47.
- 呉 竹生(1915): 苹果の病害. 白紋羽病. 果樹 142:45.
- 町田郁夫・斉藤 彰・福島千萬男・田中弥平(1985): ACLSV の ELISA による感染実態調査. 日植病報 51:363.
- 松中謙次郎・瀬川一衛・山口 昭(1976): リンゴ潜在ウイルスに関する研究 第3報 指標植物としての *Malus Scheidekeri* Zabel. について. 日植病報 42:70-71.
- 松尾卓見・桜井善雄(1954): 白紋羽病被害苗木の温湯消毒と桑園における本病遮断溝の位置. 日蚕雑 23:271-277.
- 三浦道哉(1911): 紫紋羽病に就いて. 青森県農会報 16:6-11.
- 三浦道哉(1917): りんごの病気. 15 紫紋羽病. 113-118. 裳華房, 東京.
- 宮部金吾(1910): 果樹の病害に就いて. 青森県農会報 12:1-4.
- 宮川経邦・高田 宏(1964): 徳島県における土壌水銀剤によるナシ白紋羽病の防除. 植物防疫 18:27-28.
- 三宅市郎(1916): 桑の菌類. 白紋羽病. 蚕試報 1:311-312.
- 三宅市郎(1917): 紫紋羽病駆除予防法に就いて. 病虫雑 4:409-414, 495-500.
- 三宅市郎(1920): 紫紋羽病菌に就いて. 蚕試報告 4:273-395.
- 三宅市郎(1924): 紋羽病駆除予防法に就いて. 蚕試彙報 22:13-26.
- 三宅忠一(1960): 無花果の白紋羽病. 果樹 14:15-27.
- 宮田善雄(1985): 微量土壌平板法とその応用. 植物防疫 39:586-591.
- 望月武雄(1962): リンゴ樹において果実着生によって惹起される樹勢衰弱現象の解明に関する研究. 弘前大農学術報 8:40-124.
- 望月武雄・星野好博・柳瀬春夫(1963): リンゴ紋羽病の発生と土壌環境について. 北日本病虫研報 14:72-73.
- 村田寿太郎(1927): 果樹紋羽病の治療の説. 中央園芸 289:29-31.
- 中村幸夫・大野達夫(1964): 青森県りんご園土壌調査報告 II. 青森りんご試報 8:1-61.
- 仲谷房治(1989): 樹枝挿入法によるリンゴわい性樹での紫紋羽病菌の捕捉. 日植病報 55:489.
- 中沢憲夫・福島千萬男(1973): リンゴ紫紋羽病の防除剤に関する試験. 北日本病虫研報 24:66.
- 成田春蔵・加藤 正・桜田 哲・今 智之(1987): リンゴ紋羽病の発生と土壌の種類並びに土壌物理性. 東北農業 40:275-276.
- 奈須田和彦・菅 正道(1968): 果樹白紋羽病菌の一簡易土壌検診法, 残さ濾過法と好適培地(予報). 北陸病虫研報 16:91.
- 日本植物防疫協会(1984): 新版 土壌病害の手引:1-341. 東京.
- 西田藤治(1911): 無花果の病害, 白紋羽病. 園芸の友 7:882.
- 野村彦太郎(1901): 葡萄, 桑, 茶樹の根朽病. 農事試報 18:93-103.
- 落合政文(1973): 果樹白紋羽病菌に対する防除薬剤の室内検定試験1. 日植病報 39:138.
- 落合政文・林 重昭(1974): ペノミル剤およびチオファネートメチル剤によるリンゴ白紋羽病の治療効果. 日植病報 40:228.
- 落合政文・林 重昭(1978): リンゴ白紋羽病の防除薬剤に関する研究. 福島園試研報 8:25-45.

- 岡部光波 (1954)：桑の白紋羽病について。群馬蚕試報 30：11-19.
- 岡部光波・高橋智美 (1956)：土壤伝染性病害発生園の実態調査。群馬蚕試報 31：1-48.
- 大野達夫・中村幸夫 (1963)：青森県りんご園土壤調査報告 I。青森りんご試報 7：1-73.
- 長内敬明・中沢憲夫・福島千男 (1983)：リンゴ紋羽病に対するバスアミド粒剤の防除効果。北日本病虫研報 34：128-129.
- 佐久間勉 (1986)：紫紋羽病菌に対する拮抗微生物の分離およびそれらの培地上における拮抗状況。日植病報 52：545.
- 佐久間勉・宮川久義・小金沢碩城 (1984)：機械注入したクロルピクリンのリンゴ紫紋羽病に対する効果及びブルーサンを指標植物にしたその効果判定。果樹試報 C11：39-47.
- 佐々木武吉 (1916)：桑紋羽病予防試験に就いて。病虫雑 3：270-277.
- SAWAI, K., T. OKUNO, T. FUJIOKA and M. FURUYA (1983)：The relation between the phytotoxicity of cytochalasin E and its molecular structure. 日植病報 49：262-265.
- SAWAI, K., T. OKUNO and T. ITO (1982)：The toxicity of cytochalasin E on plants. 日植病報 48：529-531.
- 四方 久・三枝隆夫 (1978)：土壤中の白紋羽病菌検出のための埋没枝片培養法について。日蚕雑 47：519-526.
- 島 善隣 (1929)：リンゴの栽培, 10 根腐病類。農及園 28：744-748.
- 篠田辰彦・太田 庸・飯田 格 (1966)：開墾地土壤における微生物フローラの推移。東北農試研報 33：425-573.
- 篠田辰彦・太田 庸・飯田 格・君ヶ袋尚志 (1979)：開墾地土壤および既耕地土壤から採取した微生物の植物病原菌に対する拮抗作用。日植病報 45：478-483.
- 孫工弥寿雄・喜多孝一 (1979)：サツマイモ紫紋羽病に関する研究 1. 発病抑止効果をもつ各種資材導入と湛水マルチの併用効果。九州病虫研報 25：21-25.
- 相馬盛雄・成田春蔵・加藤 正 (1967)：青森県りんご園土壤調査報告 V。青森りんご試報 11：19-63.
- 相馬盛雄・成田春蔵・加藤 正 (1970)：青森県りんご園土壤調査報告 VI。青森りんご試報 14：29-99.
- 相馬盛雄・成田春蔵・加藤 正 (1987)：青森県のりんご園土壤：1-44。青森県りんご協会。
- 相馬盛雄・成田春蔵・加藤 正・中村幸夫 (1966)：青森県りんご園土壤調査報告 IV。青森りんご試報 10：49-76.
- 相馬盛雄・成田春蔵・中村幸夫 (1965)：青森県りんご園土壤調査報告 III。青森りんご試報 9：43-55.
- 鈴井孝仁 (1978)：アスパラガス紫紋羽病の生態と防除に関する研究。北海道農試報 122：87-165.
- 鈴木直治・荒木隆男 (1963)：果樹白紋羽病の発生環境と防除法。農及園 38：6227-6230.
- 鈴木直治・笠井久三・荒木隆男 (1951)：甘藷紫紋羽病に関する研究 第3報 土壤条件と発病の関係。日植病報 15：92.
- 鈴木直治・笠井久三・荒木隆男・山崎保子 (1952)：甘藷紫紋羽病の防除法。農及園 27：360-364.

- 鈴木直治・笠井久三・山崎保子・荒木隆男・豊田 栄・高梨友子(1957):甘藷紫紋羽病に関する研究. 農技研報 C8:1-173.
- 鈴木達彦・豊田広三・石沢修一(1961):土壌ミクロフローラと作物根,微生物の生態. 東大応微研シンポジウム 第2集:194-222.
- 高木文男・渡辺文吉郎(1953):苧麻白紋羽病菌と *Trichoderma* 菌の拮抗現象を主として培地上で観察. 日植病報 18:158.
- 田町似信男・望月武雄・花田 慧(1955):りんご紋羽病と土壌状態の関係について(第1報). 土肥誌 26:305-308.
- 田町似信男・望月武雄・花田 慧(1956):りんご紋羽病と土壌状態の関係について(第2報). 土肥誌 27:180-184.
- TANAKA, N. (1891): A new species of Hymenomycetous fungus injurious to the mulberry tree. J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 4:193-204.
- 田中澄人(1961):白紋羽病に関する研究 2 果樹組織の浸出液が白紋羽病菌の生育に及ぼす影響. 九州農業研究 23:189-190.
- 田中澄人(1965):白紋羽病に関する研究 第6報 指標植物の検索. 福岡農試園芸分場研報 4:1-4.
- 田中澄人(1967):果樹白紋羽病に対する PCNB 剤の効果試験. 福岡園試研報 6:29-36.
- 田中澄人(1969):果樹白紋羽病に対する薬剤防除法. 農及園 44:51-54.
- 照井陸奥生(1953):紫紋羽病菌及び白紋羽病菌の2, 3比較培養性質について. 日植病報 18:25-27.
- TERUI, M. (1955): Influence of free oxygen on the mycelial growth of violet and white root rot fungi, *Helicobasidium mompa* Tanaka and *Rosellinia necatrix* Berl. on apple tree. 栃内・福士記念論文集:161-163.
- 照井陸奥生・望月武雄・花田 慧・原田幸雄(1964):紫紋羽病菌および白紋羽病菌の生育におよぼすフルボ酸の影響. 日植病報 29:245-251.
- 津川 力監修(1981):実践・リンゴのわい化栽培:1-58. 青森県農業普及会.
- 鶴田章逸(1915):梨の白紋羽病. 果樹 149:39-45.
- WATANABE, B. (1952): Enzymes of ramie white root rot fungus, *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. Kyushu Agr. Res. 9:5-6.
- 渡辺文吉郎(1953):茶白紋羽病菌の子のう殻. 日植病報 17:175.
- 渡辺文吉郎(1955):地上部処理と苧麻白紋羽病との関係. 九州病虫研報 1:40-42.
- 渡辺文吉郎(1963):白紋羽病の生態ならびに防除. 農林省指定試験(病害虫) 3:1-110.
- 渡辺文吉郎(1987):土壌病害—発生・生態と防除—:191-203. 全国農村教育協会, 東京.
- 渡辺文吉郎・高木文男(1955):白紋羽病の生態と防除. 農及園 30:1195-1200.
- 渡辺文吉郎・高木文男(1956):クロールピクリンによるラミー白紋羽病の防除. 九州農試彙報 4:107-120.
- 渡辺龍雄(1938):苧麻白紋羽病とその防除法. 病虫雑 25:761-766, 29:322-326.
- WHINTNEY, N. J. (1954): Investigation on *Rhizoctonia Crocorum* (Pers.) D. C. in relation of the

violet root rot of carrot. Can. Jour. Bot. 32 : 680-704.

山川隆平・東海林覚 (1976) : 桑紫紋羽病菌の人工接種と土壤要因について. 東北農業研究 18 : 258-259.

山本和太郎・前田巳之助 (1955) : 白紋羽病菌と紫紋羽病菌に対する *Trichoderma* 菌の拮抗作用. 日植病報 20 : 180.

吉田義雄 (1986) : リンゴ育種をめぐる諸問題(9) 2 台木の育種. 農及園 61 : 1118-1124, 1335-1341.

吉井 甫・伊藤一雄 (1944) : 甘藷紫紋羽病菌に就いて (予報) 本菌の分離並びにその寄主体侵入方法について. 農及園 19 : 17-18.

Environmental Factors Important for the Occurrence of the Violet and White Root Rots (*Helicobasidium mompa* Tanaka and *Rosellinia necatrix* (Hartig) Berlese) in Apple Orchards and their Control Methods

Chimao FUKUSHIMA

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori 036-0332, Japan

Summary

The present studies describe cultural conditions to induce conidia of the violet root rot, occurrences of the violet root rot and white root rot in relation to environmental factors, and experimental results to establish control measures of these diseases.

1. Cultural condition to induce conidia of the violet root rot

(1) By improved procedure, fungus of the violet root rot was able to be isolated from basidiospores formed on fruit bodies.

Mycelial colonies differed from each other not only in their morphology and colors but also in their virulence.

(2) Previously conidia had not been recorded from the violet root rot. Of 105 isolates originated from seven localities, 15 isolates from two localities formed conidia at a cultural condition of 25°C and 12-hour day-length.

(3) Under 12-hour day-length, the fungi formed conidia at temperatures between 10 and 25°C, with the optimum temperatures being 15 to 25°C. Under total darkness, however, the conidial formation was retarded; only a small proportion of isolates formed conidia at 15 and 20°C, but not at all at 10 or 25°C.

(4) All the traits of systematic importance, i. e., shape and color of conidia, the way of conidial development, etc., were very similar to those described for *H. purpureum* by BUDDIN and WAKEFIELD (1927, 1929).

Compared to isolates which did not form conidia, those which formed conidia developed less vigorously into mycelia and were less virulent. Mycelial colonies by conidia forming isolates were pale in their violet color. These findings were also the same to those described for *H. purpureum* by the above authors.

(5) The violet root rot was readily induced with the following procedure. Apple trees were

planted at volcanic ash soil following wounding of their underground parts. Then they were inoculated with apple shoots on which virulent isolates had been mass-cultured in advance.

2. Root rot diseases on apple trees on the traditional standard root stocks

(1) The proportion of trees suffered from two diseases gradually but steadily increased in orchards where the traditional standard root stocks were used, i. e., 1.3% in 1929, 4.4% in 1951, 7.1% in 1966 and 8.7% in 1980.

(2) In 1966, the proportion of trees suffered from the white root rot were larger than those from the violet root rot; 5.5% from the former and 1.6% from the latter. By 1980, however, their relative importance reversed; 4.9% suffered from the violet and 3.8% from the white root rots.

(3) Textures and geological origin of soils largely accounted for orchard infestation with the diseases: Orchards were able to be categorized into less, slightly, moderately and severely susceptible on the basis of these factors.

(4) Media which contained the soil from orchards with less or slight infestation as their recipe greatly retarded the growth and development of the two diseases. In contrast, each of these diseases developed vigorously in media which contained the soils from severely infested orchards with the respective diseases.

Media which contained the soil extract infused at 100°C also showed similar effects on fungi.

(5) In orchards where either of the two diseases singly occurred, the violet root rot solely occupied orchards of less than 50 years old, while the white root rot solely those of 50 years old and over. Similar tendencies were found even in the cases where two diseases simultaneously occurred; the violet root rot predominated over the white root rot in orchards of less than 50 years old and vice versa in those of 50 years old and over.

(6) Severely infested orchards were richer in microorganisms than less infested orchards. The orchards infested with the white root rot were richer in bacteria than those infested with the violet root rot. However, no differences were found in the abundance of antagonistic microorganisms.

(7) Of the root stocks observed, Maruba was less infected naturally than Mitsuba and Kobanozumi were.

Inoculation tests confirmed the field observations.

(8) Root rot diseases had rarely colonized alluvial clay soils. Media which contained the soil greatly retarded the growth and development of the two diseases. Media which contained the soil extract infused at 100°C also showed similar effects on fungi.

In alluvial clay soils, the two diseases were not induced even though artificially inoculated or naturally infected trees were planted.

(9) In Aomori Apple Experiment Station, there is a peculiar block where the root rot diseases have never been recorded, even though nearby blocks with the same soil have severely been infested. Soil media derived from the block greatly retarded the growth and development of the

two diseases. This block was richer in antagonistic organisms. The soil from the block lost antagonistic action after being heated in an oven at 50 to 120°C.

While, the soil extract infused at 100°C greatly retarded the growth and development of the violet root rot.

3. Root rot diseases in dwarfed orchards

(1) Surveys in 1985 and 1986 showed that 39.7% of orchards cultivated with dwarfing root stocks were colonized by the root rot diseases. This accounted for 4.4% of the total trees.

(2) Of these orchards, 30.1% was colonized by the violet root rot alone, 4.1% by the white root rot alone and 5.5% by both the violet and white root rots. Of total trees, 3.9% and 0.5% were infested with the violet and white root rots, respectively.

(3) The levels of infestation were severe in volcanic ash soil, alluvial sandy soil and Shirasu soil, but less in alluvial clay soil and clayed tertiary-rock soil.

(4) Infestation was less in orchards which were newly opened at woodlands or at uncultivated fields than in replanted orchards. No infestations were recorded in orchards which were converted from paddy fields, unless Kuroboku soil were introduced into or infested trees were planted in these orchards.

(5) The two diseases developed normally on soil media regardless of the orchard infestation levels. This was also true where soil extract was used as the media. These results differed from those in traditional root stock orchards. The difference was possibly due to soil treatments with chemicals practiced in dwarfing root stock orchards.

Severely infested orchards were richer in microorganisms, especially in bacteria, than less or slightly infested orchards.

(6) In the first 9 years after planting, infestation did not differ between the two different training systems, a vertical cordon and an Aomori style of the free spindle bush. After 10 years of planting, however, the infestation became severer in the former training system which required heavier pruning to keep the trees in a desired form within a limited space with the ages of the trees.

(7) Where different dwarfing rootstocks were used under the same cordon training system, M.7 was the most susceptible to natural infestation from the two diseases followed in the order by M.9, MM106 and M.26. In the inoculation tests with the white root rot, although these rootstocks were more susceptible than Maruba, no differences were found between the dwarfing rootstocks.

(8) A survey was conducted at an orchard planted with double-worked trees; a fruiting top was grafted on M.26 which in turn was grafted on Maruba as a nurse-root to induce M.26 to develop its own roots. This showed that trees infected with ACLSV, a causal virus of topworking disease, were much susceptible to the root rot diseases than those free from the virus. This observation was affirmed by the disease inoculation onto trees which had been inoculated with the virus in advance.

4. Control measures for dwarfed orchards

(1) Laboratory tests screened ambam, captafol, slaked lime, metam-sodium and D-D isothiocyanate-methyl as effective for the violet root rot, and thiophanate-methyl, benomyl, metam-sodium and D-D isothiocyanate-methyl for the white root rot.

(2) In soil injection tests, thiophanate-methyl and benomyl exerted preventative and curative actions for the white, and ambam and captafol for the violet to some extents. However, none of them were effective for practical usages. Curative action of these fungicides were greatly enhanced if they were applied after the rooting parts had been exposed from the soil cover and the affected parts had been removed.

Employing the same procedure, the slaked lime exerted enhanced curative action against the violet root rot.

(3) The soil fumigants, metam-sodium and D-D isothiocyanate-methyl, were extremely effective in the curative action if they were injected into the soil at their formulated concentrations during a dormant season.

(4) Of microorganisms isolated from soils of mature orchards, 89.0% of fungi, 40.2% of bacteria and 38.9% of Actinomycetes were antagonistic. The proportional composition did not statistically differ between orchards.

(5) Of the antagonistic fungi, *Penicillium* spp. and *Trichoderma* spp. were extremely antagonistic against the two diseases, while *Gliocladium* spp. solely against the violet root rot.

(6) Microorganisms which antagonistically acted in the laboratory did not retard the growth and development of the two diseases in field tests.

(7) A commercially available bio-product 'Tricon' antagonistically acted against the white root rot in dual culture tests. However, it was not effective in field tests. On the contrary, even though 'Fertilade' did not exert any antagonistic action against the white root rot in the dual tests, it retarded the growth and development of the disease.

(8) Mass-introduction of alluvial clay soil into planting holes at a susceptible orchard greatly retarded the growth and development of the violet and white root rot.

図版説明

図版Ⅰ リンゴわい化栽培園

図版Ⅱ— 1. 紋羽病の地上部の症状 2. 紫紋羽病の地下部の症状
3. 白紋羽病の地下部の症状

図版Ⅲ— 1. 紫紋羽病菌の担子孢子未形成子実体
2. 紫紋羽病菌の担子孢子形成子実体

図版Ⅳ— 1. 2. 紫紋羽病菌の分生孢子と分生子柄
3. 紫紋羽病菌の分生孢子的着生状態

図版Ⅴ— 1. 草生栽培園土壌煎汁培地における紫紋羽病菌の生育
2. 白紋羽病多発生園土壌煎汁培地における紫紋羽病菌の生育

図版Ⅵ— 1. ギシギシ, セイヨウタンポポの雑草草生リンゴ栽培園
2. 紫紋羽病菌によるギシギシの被害
(1) 被害根 (2) 紫紋羽病の菌糸束
3. 紫紋羽病菌によるセイヨウタンポポの被害
(1) 被害根 (2) 紫紋羽病菌の菌糸束

図版Ⅶ— 1. チオファネートメチル剤の露出処理法による白紋羽病罹病樹の治療
(1) 治療前 (2) 治療後
2. カーバム剤原液注入による白紋羽病罹病樹の治療
(1) 治療前 (2) 治療後
3. D-D・メチルイソチオシアネート剤原液注入による紫紋羽病罹病樹の治療
(1) 治療前 (2) 治療後

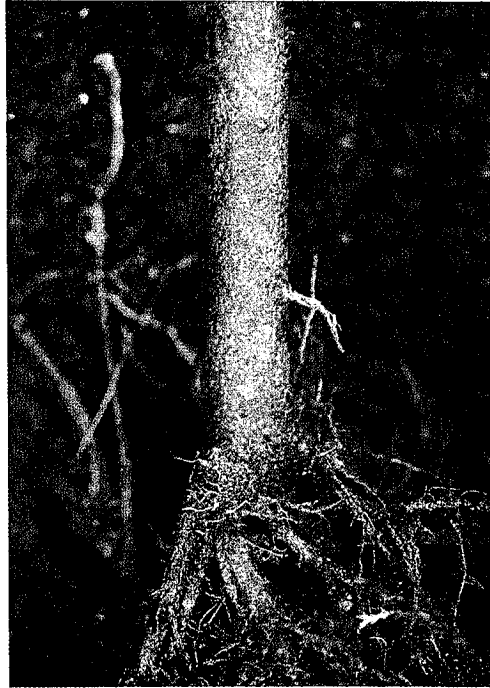
図 版 I



図 版 II-1



図版 II-2



図版 II-3



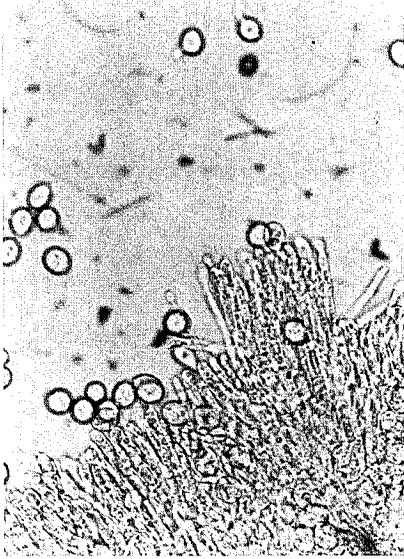
図 版 III-1



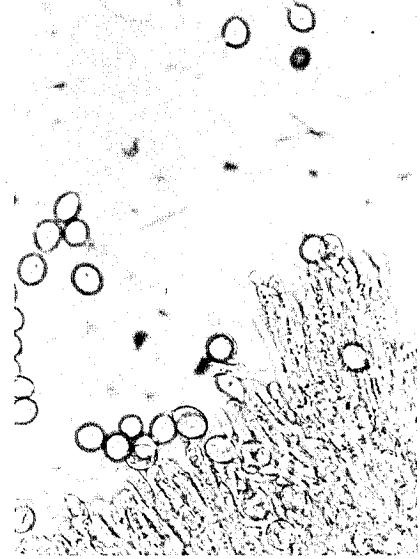
図 版 III-2



図版 IV-1



図版 IV-2



図版 IV-3

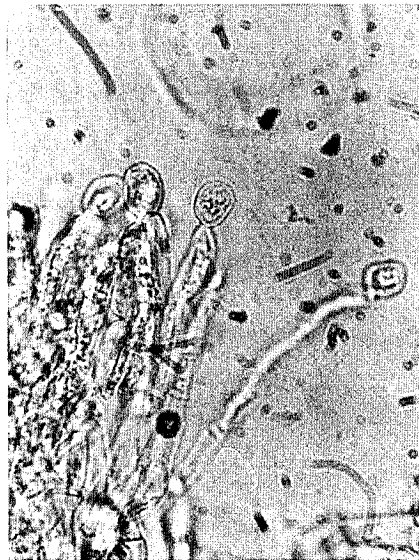


図 版 V—1

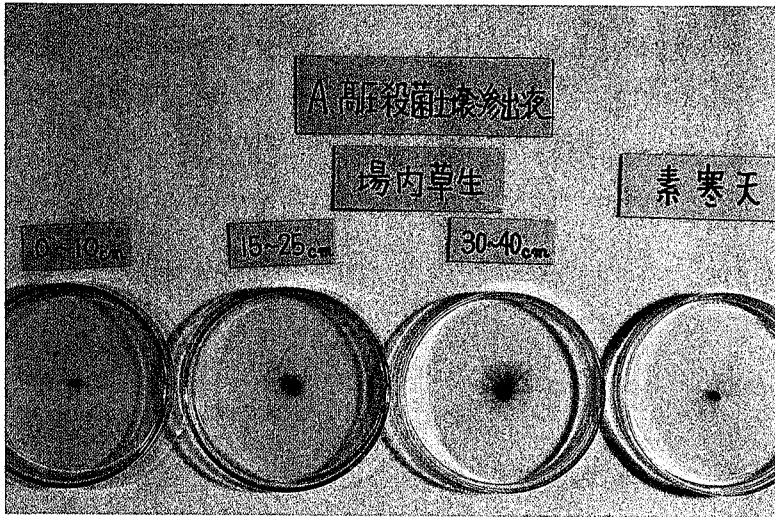
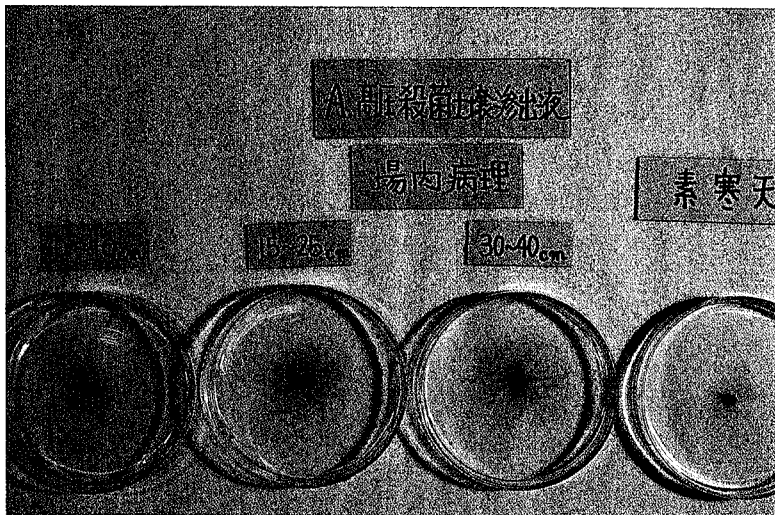


図 版 V—2



図版 VI-1



図版 VI-2-(1)



図版 VI-2-(2)

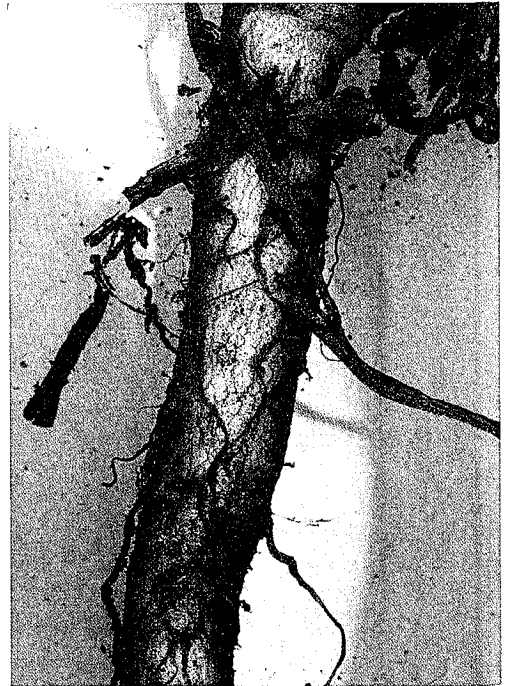


図 版 VI—3—(1)

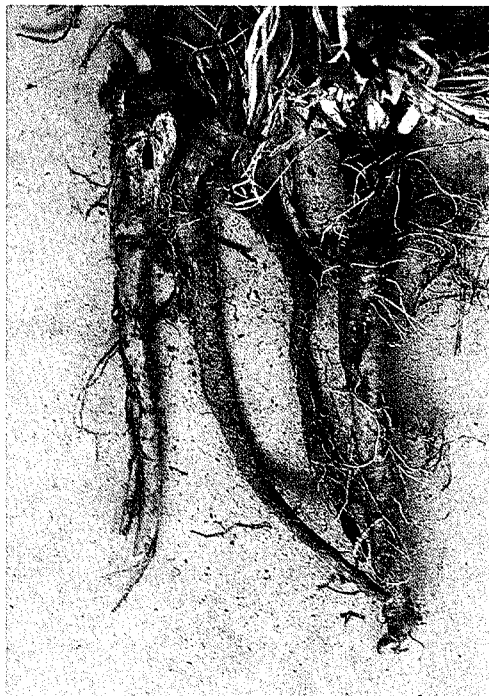


図 版 VI—3—(2)

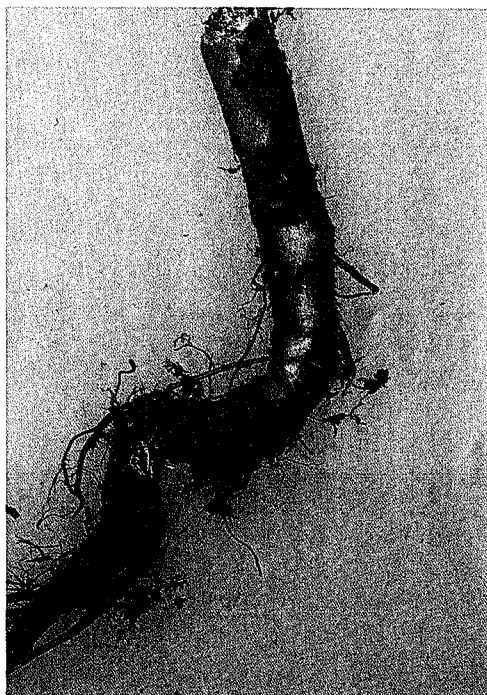


図 版 VII—1—(1)

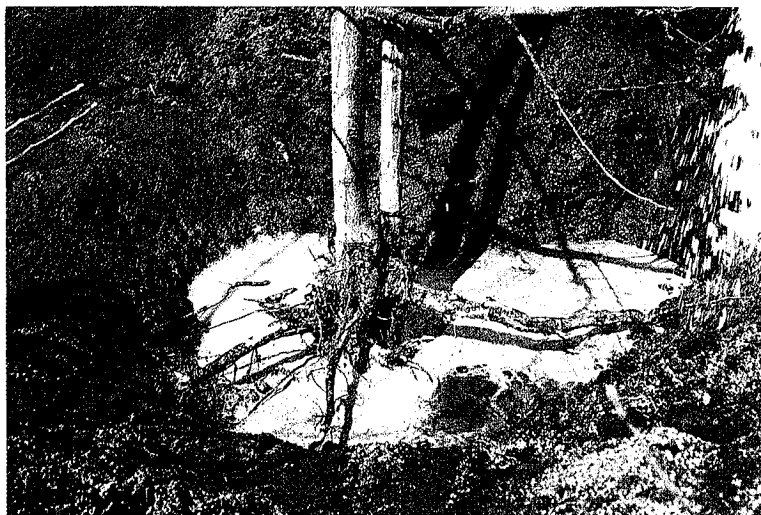
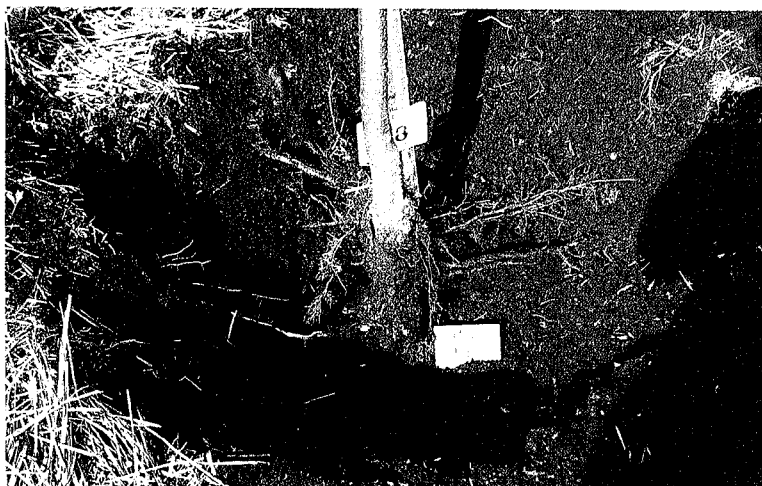


図 版 VII—1—(2)



図版 VII-2-(1)



図版 VII-2-(2)



図 版 VII—3—(1)



図 版 VII—3—(2)

