

ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和五十九年四月二十五日印刷
第二十八卷第五号

1984

5

特集号 ピシウム菌による病害

VOL 38

りんごの病害防除に！

*適用拡大になりました。

*赤星病／黒点病／*黒星病
斑点落葉病／*すす点病／*すす斑病

ピルノックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町 7-4

農 薬 要 覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課監修

農薬要覧編集委員会編集

好評発売中！ 御注文はお早目に！

— 1983年版 —

B 6 判 463 ページ タイプオフセット印刷
3,200 円 送料 250 円

— 主 な 目 次 —

- I 農薬の生産，出荷
種類別生産出荷数量・金額，製剤形態別生産数量・金額
- II 農薬の流通，消費
農薬流通機構図 農薬の農家購入価格の推移 など
- III 農薬の輸出，輸入
種類別輸出数量 種類別輸入数量 仕向地別輸出金額など
- IV 登録農薬
57年9月末現在の登録農薬一覧 農薬登録のしくみ
- V 新農薬解説
- VI 関連資料
農作物作付（栽培）面積 空中散布実施状況
- VII 付 録
法律 農薬関係主要通達 名簿 登録農薬索引

—1982年版— 3,600円 送料300円

—1981年版— 3,600円 送料300円

—1977年版— 2,400円 送料250円

—1976年版— 2,200円 送料250円

—1975年版— 2,000円 送料250円

—1963～74，1978～80 年版—

品切絶版

お申込みは前金（現金・小為替・振替）で本会へ

豊かな収穫に貢献するデュポン農薬

今日の汗を明日の収穫にしっかり結びたい…。デュポンは1世紀を超える研究をベースに数かずの農薬を開発。そのひとつひとつが農作物の安定多収に貴重な役割をはたしています。“育てる心”にデュポンジャパンは技術でお応えします。

殺菌剤

ベンレート*/ベンレート*-T/ダコレート/スパグリ

殺虫剤

ランネート*45/ホスクリン

除草剤

ロロックス*/レナパック/ハイバー*X/ゾーバー*

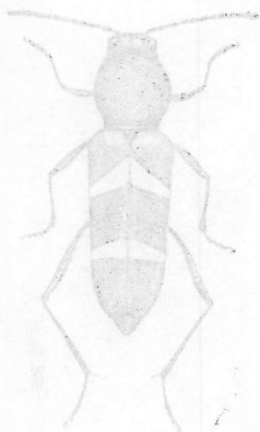
デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部

〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル



●デュポン農薬のお問い合わせは…

Tel.(03)585-5360



育ててほしいな、健やかに。



ホスコー農薬

スパグリ

ランネート

ベンレート

ダコレート

ベンレート

ベンレート

ベンレート

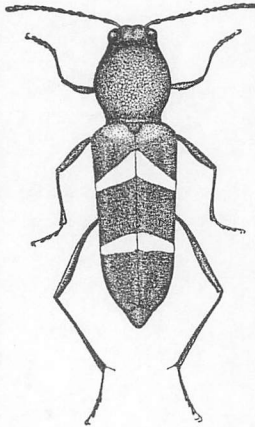
ベンレート

デュポン ジャパン



確かな明日の
技術とともに…

病害虫の



○カミキリムシ類防除剤

トラサイド^Δエース

○水稲害虫・やさい害虫に浸透殺虫剤

アルフェート[®] 粒剤

○優れた速効性と残効性

ハクサツプ[®] 水和剤

○種子殺消毒剤

○多年性雑草に

ケス水和剤 バサグラン[®] 粒剤 水和剤

○高濃度化による小薬量の線虫剤

テロン^{*} 92

○マツクイムシに多目的使用

○林地用除草剤

スミパイン[®] ザイトロン^{*}



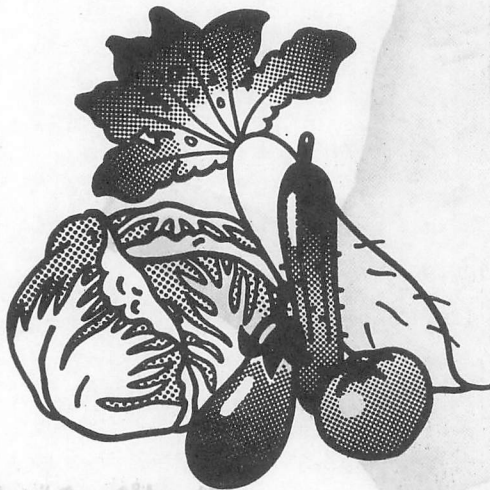
サンケイ化学株式会社

東京・大阪・福岡・宮崎・鹿児島

本社・鹿児島市郡元町880

東京事業所・東京都千代田区神田司町2-1

ホクコーの野菜農薬



●灰色かび・菌核病に卓効

スミレックス[®] 水和剤
FD
くん煙顆粒

●うどんこ・さび病に卓効

バイレトン[®] 水和剤5

●細菌性病害に卓効

カスミンボルドー 水和剤・FD

●効きめの長い低毒性殺虫剤

オルトラン[®] 水和剤 粒剤

●合成ピレスロイド含有新殺虫剤

ハクサツプ[®] 水和剤

●コナガ・アブラムシ類に新しいタイプの殺虫剤

オルトランナック 水和剤



取扱い
農協・経済連・全農



北興化学工業株式会社
〒103東京都中央区日本橋本石町4-2

お近くの農協でお求めください。

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 38 卷 第 5 号

昭和 59 年 5 月号

目次

特集号：ピシウム菌による病害

ピシウム菌による病害の発生の現状と問題点	荒木 隆男	1
日本産 <i>Pythium</i> 菌の分類と分類・同定上の諸問題	渡辺 恒雄	3
ピシウム菌による病害の発生生態	一谷多喜郎	12
イネ苗箱に発生するピシウム菌による病害	小川 勝美	18
ピシウム菌による牧草、飼料作物の病害	島貫 忠幸	22
コンニャク根腐病の生態と防除	祝迫 親志	28
ショウガ根茎腐敗病	新須 利則	33
ダイコン腐敗病	萩原 廣	37
メロン根腐萎ちょう病	小野木静夫・植松清次・渡辺恒雄	41
野菜の苗立ち枯れを起こすピシウム菌による病害	木曾 皓	45
新しく登録された農薬 (59.3.1~3.31)		50
中央だより	協会だより	17
人事消息	次号予告	11, 27, 32, 49 40

緑ゆたかな自然環境を

各種の作物に幅広く使えるようになりました

適用拡大!

トクテオン

乳剤・水和剤・粉剤・微粒剤



●ハマキムシ



●コナガ

特長

- ①多くの作物の各種害虫に優れた殺虫力があります。
- ②毒性が低く安心して使用できます。
- ③蜜蜂、天敵に対する影響も少ない薬剤です。
- ④接触毒と食毒により優れた殺虫力を発揮します。
- ⑤比較的残効性のある薬剤です。
- ⑥薬剤抵抗性が問題の害虫にも効果があります。

*説明資料進呈

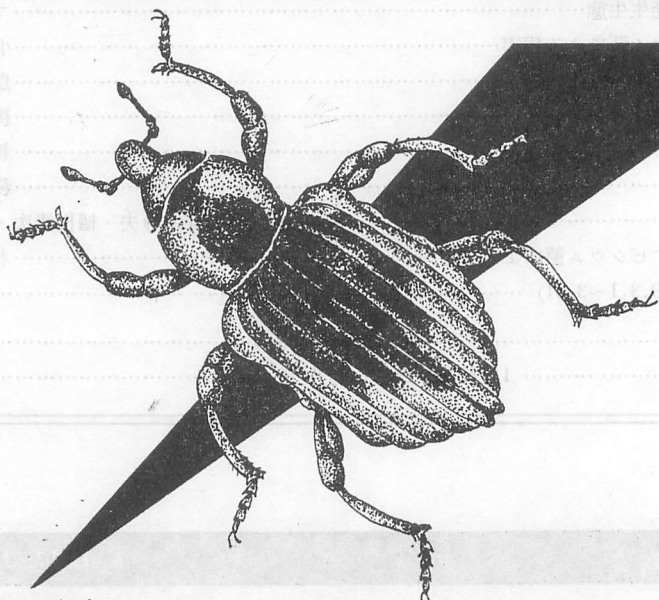


日本特殊農薬製造株式会社
東京都中央区日本橋本町2-4 ☎103

イネミズゾウムシの



本田防除に 登録認可



- イネミズゾウムシ、
本田の水面施用剤として適用が拡大になりました。

パダン[®]バツザ[®]粒剤

- イネミズゾウムシの成虫及び幼虫防除に適しています。
- イネドロオイムシ、イネツトムシ、ツマグロヨコバイ、ウンカ類、
ニカメイチュウ、コブノメイガにも卓効があります。

箱処理による

イネミズゾウムシの省力防除に

パダン[®]粒剤 4

- 残効が長く早植地帯でも優れた効果があります。
- 幼虫の根への加害を防止し増収につながります。
- ツマグロヨコバイ、ニカメイチュウ、イネゾウムシ、
イネドロオイムシなどとの同時防除に最適です。

イネミズゾウムシといもち病の同時防除に

パダン[®]ビーム[®]粒剤

- 1回の箱施用で長期間イネミズゾウムシといもち
病を防ぎます。
- 防除の手間が省け経済的です。



ピシウム菌による病害の発生の現状と問題点

社団法人日本植物防疫協会研究所 あら き たか お
荒 木 隆 男

本属名は *Pyto* (腐敗) に由来するため、別に腐敗菌属菌とも呼ばれ、すでにキュウリ、スイカなどの果実腐敗で市場病害として重視されてきたことは周知のとおりである。もともと土壌生息菌であり、このため出芽時の障害、子苗立ち枯れを起こしたり、成植物に立ち枯れ、萎ちょう、根の腐敗を呈し、重要な土壌伝染性病害の一つに挙げられる。最近では、連作または短期輪作が強いられるわが国農業の実情から、病原性の弱い *Pythium* 菌単独または他の菌との複合による不定性病害が問題となっている。そして多くの土壌病原菌は陸生菌であるが、*Pythium* 菌はマリモやアオミドロに寄生する水生菌でもあり、さらにはアサクサノリの赤腐病で知られる海水生息菌でもある。このように *Pythium* 菌の特徴は、生息の分布が広く、かつ宿主範囲が広く多犯性のため、防除がきわめて困難であることである。このたび本誌が“疫病”の特集 (35 巻 10 号, 1981) に引き続き、“ピシウム菌による病害”の特集を企画した背景は十分理解されるはずである。以下の各論文の著者は、この分野で活躍されている研究者であり、論文の内容はすべて資するところが大きい。なお *Pythium* 菌による病害の総説としては高橋 (1970), HENDRIX and CAMPBELL (1973), 渡辺 (1980, 81), 一谷 (1981) らを参照されたい。

最近 10 年間、つまり 1970 年代より 1980 年代の初めにかけてわが国で報告された *Pythium* 菌による新しい土壌病害は以下のとおりである。トウモロコシ腰折病 (*P. aphanidermatum*, 西原ら, 1979), トウモロコシ茎腐病 (*P. graminicola*, 島貫ら, 1983), サトイモ根腐病 (*P. myriotylum*, 長井ら, 1978), イチゴすくみ症 (*P. myriotylum*, *P. ultimum*, 渡辺ら, 1974, 77), ホウレンソウ立枯病 (*P. ultimum*, 一谷ら, 1979; *P. butleri*, 草刈ら, 1979; *P. aphanidermatum*, *P. paroeandrum*, 内記, 1983), ゴボウ根腐病 (*P. irregulare*, 一谷ら, 1975), ミツバ根腐病 (*Pythium* sp., 宮田ら, 1979; *P. apleroticum*, *P. aphanidermatum*, *Pythium* spp., 一谷ら, 1980), ダイコン腐敗病 (*P. ultimum*, 萩原ら, 1980), ショウガ根茎腐敗病 (*P. zingiberum*, 一谷ら, 1977), ミョウガ根茎腐敗病 (*P. zingiberum*, 一谷ら, 1979), コンニャク根腐病 (*P. aristosporum*, 祝迫, 1976), テンサイ苗立

枯病 (*P. betae*, *P. aphanidermatum*, *P. spinosum*, 高橋ら, 1972; *P. debaryanum*, *P. mamillatum*, *P. ultimum*, 山口, 1977), メロン根腐萎ちょう病 (*P. splendens*, 渡辺ら, 1982), ポインセチア根腐症 (*Pythium* sp., 阿部, 1976), オーチャードグラス株腐病 (*P. debaryanum*, *P. ultimum*, 荒木ら, 1974)。以上は日植病報, 各地域病虫研報などの関連雑誌に記載されたものであり、見落としがあるかもしれない。このほか本属菌による陸稲やインゲン、ダイズの連作障害が報告されており、新しい病害の続発は北海道から九州に及んでいる。ちなみにこの年代で発生した新しい土壌病害の数は、*Phytophthora* 菌によるもの 20, *Rhizoctonia* 菌 18, *Pythium* 菌 15, *Verticillium* 菌 12, *Fusarium* 菌 10 であり、ピシウム菌科 (*Pythiaceae*) によるものが他を圧倒している。

Pythium 菌による新しい土壌病害が明らかにされてきた理由の一つには、本属菌の分類・同定が整理され、理解されてきたことによると思われる。本菌の特徴は①菌糸に隔膜がない、②遊走子を形成する、③有性生殖を行ったのち、卵胞子を形成する、に大別される。本属菌は現在 *Mastigomycotina* (鞭毛菌亜門), *Oomycetes* (卵菌綱), *Peronosporales* (ツユカビ目), *Pythiaceae* (ピシウム菌科) に *Phytophthora* とともに属している。両属菌は類似する点が多いが、胞子のうから遊走子を放出する方法の違いによって区別されている。*Pythium* 菌の種の分類については MATTHEWS (1931), MIDDLETON (1943), WATERHOUSE (1967) により体系化され、検索表が示されている。いずれも主たる分類・同定の基準は形態的特徴を挙げている。渡辺によれば、胞子のうの形、胞子のう形成部位、雌雄同菌糸性と異菌糸性、蔵卵器と蔵精器の形態、卵胞子の形態を重要な分類・同定の基準に挙げている (後述参照)。形態的特徴を観察するためには、形態形成が必要な手段となるが、これまでに胞子のうや卵胞子の形成はコーンミール培地、V-8 ジュース培地、オートミール培地などが開発され、特に卵胞子形成には大麻種子培地あるいはステロール類の添加が良いとされてきた。しかし前述の栄養に富む培地上では多量の菌糸に隠されてしまい、肝心の有性器官や交雑の状態が観察しにくい欠点が生じる。渡辺ら (1983) が開発したペトリ液、ミリポアフィルターを併用した素寒天培養浸漬法は、*P. aphanidermatum* の胞子のうと遊走

The present Situation on Soil-borne Diseases Caused by *Pythium* spp. By Takao ARAKI

子を定量するために考案されたものであるが、分類・同定を行う面からも意義がある。菌糸体から卵胞子をフリーに採取するため、凍結処理を行うと良いという(楠ら, 1982)。すなわち *P. butleri* の培養菌体を -20°C 、3時間浸漬により菌糸体からフリーに卵胞子を取り出す方法であり、卵胞子の表面構造や厚さ、充満性の有無など形態観察の面からも重要である。形態的特徴に加え、菌糸の生育適温における伸びの速度を3段階に区分して種を決める方法は補助的手段として価値がある。後述のとおり、渡辺は自身の報告を混じえ、これまでにわが国で発表された *Pythium* 菌の56種について整理し、形態的特徴を提示した。今後の *Pythium* 菌の研究を進めるうえからきわめて適切であり、意義深いものを感じる。と同時に SNYDER-HANSEN 方式による *Fusarium* 菌の分類のように合理的な種の概念に基づいて *Pythium* 菌の種が整理されることを望んでいる。

Pythium 菌はショウガ根茎腐敗病菌 *P. zingiberum* のようなごく限られた種を除き、宿主範囲が広く、また耕地、未耕地あるいは寒帯、熱帯など各地に分布する。本菌は宿主植物がなくても植物遺体などを利用し、他の土壤微生物との拮抗下でも生存でき、依存する植物残渣が分解・消失した場合、耐久体の卵胞子で休眠し、永く土中生存が可能である。耐久体は主として卵胞子であるが、球状の胞子のうも長期間生存できる。一般には栄養と水分が保たれると発芽し、植物体へ侵入するが、寄生できるのは抵抗性の弱い幼植物か老衰期の地下部に限られる。本菌の生態について一谷 (1981) は詳細な生活環を図解しているが、これをまとめてみると、腐生一寄生一休眠の生活様式をとるタイプであり、典型的な土壤生息菌であり、腐生生活を主体とする条件的寄生菌に類別できる。

Pythium 菌はコンニャク根腐病菌で見られるように土中での垂直分布は表層部に限られ、10 cm くらいに分布が多く、15 cm 以上深くなるとその活動は低下する。発生条件では温度と水分が支配的であり、*P. iwayamai*, *P. paddicum* によるイネ科牧草褐色雪腐病、*P. graminicola* による苗立ち枯れは低温 ($3\sim 4^{\circ}\text{C}$)、多湿に起因する。一方、コンニャク根腐病、ダイコン腐敗病、ショウガ根茎腐敗病は高温 (30°C)、多湿で発生が激しい。また新鮮有機物の施用は糖依存菌である *Pythium* 菌の活性を高め、例えば緑肥施用直後、播種したエンバクは *P. ultimum* による苗立枯病の激発を招来し(沢田, 1969)、

あるいはチップを多量に施した草地でオーチャードグラス株枯病が多発する。一般に土壌 pH は酸性側より中性に近い側で発生し、イネ箱育苗の立ち枯れは低温下のカリ欠乏が影響する。要するに *Pythium* 菌による病害は極度の環境ストレスが加わることによって発生すると言える。

Pythium 菌の生態あるいは発生環境の究明のため、本菌の検出、定量法の開発は重要である。これまでに多くの試みがなされてきたが、指標植物法やキュウリ、ルービンなどの種子を基質に用いた捕捉法は簡易で確実である。筆者 (1967) は沖縄でサトウキビの刈り株から出るヒコバエまたは側芽を用い、*Pythium* 菌による根腐病の検診を行い、一定の成果を得たが、以後「側芽苗法」と呼んでいる。抗生物質を用いた選択分離培地は多くの改良が加えられ、今日に至っている。景山ら (1980) はコーンミール寒天培地にピマリシン、アグリマイシン、PCNB を加えた選択培地では根、土壌からよく *Pythium* spp. が検出でき、本法によりインゲン、ダイズの連作障害の主因を明らかにした。今後は *P. zingiberum* の例(清水ら, 1982)で見られるように種特異的な選択分離培地の案出が課題となるであろう。

これまでに化学的防除はクロルピクリンなどくん蒸剤による土壌消毒またはコンニャク根腐病に対しエクロメゾール粉剤、20 kg/10 a、植溝施用が有効、あるいはテンサイ苗立枯病に対する一連のヒドロキシイソキサゾール製剤が効果を収めてきた。今後は後述の小川の例のように、本菌に対しヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤が卓効を示したような、混合剤の開発が注目されよう。

Pythium 菌による病害に対し生態的防除の根幹は今のところ環境ストレスの解消に置かれるべきであろう。抑止土壌の存在とその機作についてはようやく研究が着目されたばかりである(Ko ら, 1983)。要は本菌の生理的、生態的特性を確実に把握することが先決なのかもしれない。

主な参考文献

- 1) HENDRIX, F. F., Jr. and W. A. CAMPBELL (1973): Ann. Rev. Phytopath. 11: 77~98.
- 2) 一谷多喜郎 (1981): 植物防疫 35: 123~126.
- 3) 高橋 実 (1970): 同上 24: 339~346.
- 4) 渡辺恒雄 (1980): 農業および園芸 55: 1545~1548.
- 5) ——— (1981): 同上 56: 77~80; 353~358; 477~479; 597~601.

日本産 *Pythium* 菌の分類と分類・同定上の諸問題

農林水産省林業試験場 わた なべ つね お
渡 辺 恒 雄

植物の土壌病害の病原を明らかにする過程で、*Pythium* 菌はしばしば分離されてきたが、形態を明確に記載し同定した例は比較的少ない。これは純粋培養に成功しても、分類・同定の基準となる形態を容易に観察できないことに起因する。本稿では、分類・同定の基準となる形態の観察法やその問題点を拾い出し解説したい。またこれまでに分類・同定された日本産 *Pythium* 菌の種名と主な形態的特徴をまとめてみた。

I *Pythium* 菌の分類学的位置と類縁菌との関係

Pythium 菌は、菌糸に隔膜を欠き、遊走子を形成し、有性生殖後卵胞子を形成する。分類学的には鞭毛菌亜門 (Mastigomycotina)、卵菌綱 (Oomycetes) のべと病菌目 (Peronosporales) に入れられている。形態が藻類に似ているということで、藻菌とも呼ばれ、一括して藻菌類 (Phycomycetes) と呼ばれてきたが、現在では以前ほどこの名称は使われていない。

べと病菌目 (Peronosporales) は、べと病菌科 (Peronosporaceae)、白銹病菌科 (Albuginaceae)、ペロノフアイソラ科 (Peronophythraceae) とピシウム菌科 (腐敗菌科, Pythiaceae) の4科に大別される。ピシウム菌科には6属が含まれ、植物病原菌として重要な *Pythium* と *Phytophthora* の2属が入る。この2属は、主として遊走子が胞子のう (sporangia) 内で直接分化するか、胞子のう内の原形質が外部へ移動、形成した球のう (vesicle) 内で分化するかにより区別されるが、その他の形態や生理的諸性質にもわずかな違いが見られる。また菌そうで区別のつきにくい菌として、*Mortierella* 属菌がある。これに属するある種の系統は、胞子のう胞子や接合胞子を形成しにくく、*Pythium* 菌で分生胞子 (conidia, 直接発芽は行うが、遊走子未形成の球状胞子のう) しか作らないものと、ほとんど区別がつかない例もある。しかし *Mortierella* 属菌は大部分が特有の生臭いにおいを持つので、未同定菌のおいをかぐとある程度の見当をつけられよう。

II 形態形成と観察法

Pythium 菌は、V-8 ジュース寒天、オートミール寒天、コーンミール寒天、ジャガイモ煎汁寒天の各培地上で良好な菌糸生育を行う。これらの培地上では、胞子のうや卵胞子形成は見られるが、*Pythium* 菌同定上一番重要な遊走子形成はまったく見られない。そこで遊走子を観察するには、これらの培養菌そうの一部を、遊走子の形成を促進する水や各種の液に浸したりする。また、自然感染した新鮮な罹病組織片を用いてもよいし、培養菌そうの代わりに宿主植物の器官や組織の一部、種子などに一度接種し感染させて用いるのもよい。

遊走子放出促進液としては、水道水、井戸水、池水、土壌浸出液やペトリ液などの各種の金属塩溶液などをいろいろテストしなければならないが、要は、ミリポアフィルターなどを使って、熱をかけずに無菌化した促進液を使用するのがよいであろう。促進液は、接種源がほぼかぶる程度に加え、入れすぎないように注意する。通常、9 cm シャーレ当たり 2~4 ml 程度がよい。次に、浸出液処理後適切な時期に観察することが大切で、通常処理後 6~72 時間で十分である。それ以後になると、溶菌する菌株が多い。

また、栄養に富む培地での培養菌そう上では、有性器官や交雑の状況などが、菌糸に隠されてしまって、観察しにくい。そこで V-8 ジュースなどの栄養の豊富な培養菌そうから接種源を取り、素寒天培地上で培養を行うと、これらの形態が観察しやすくなる場合が多い。

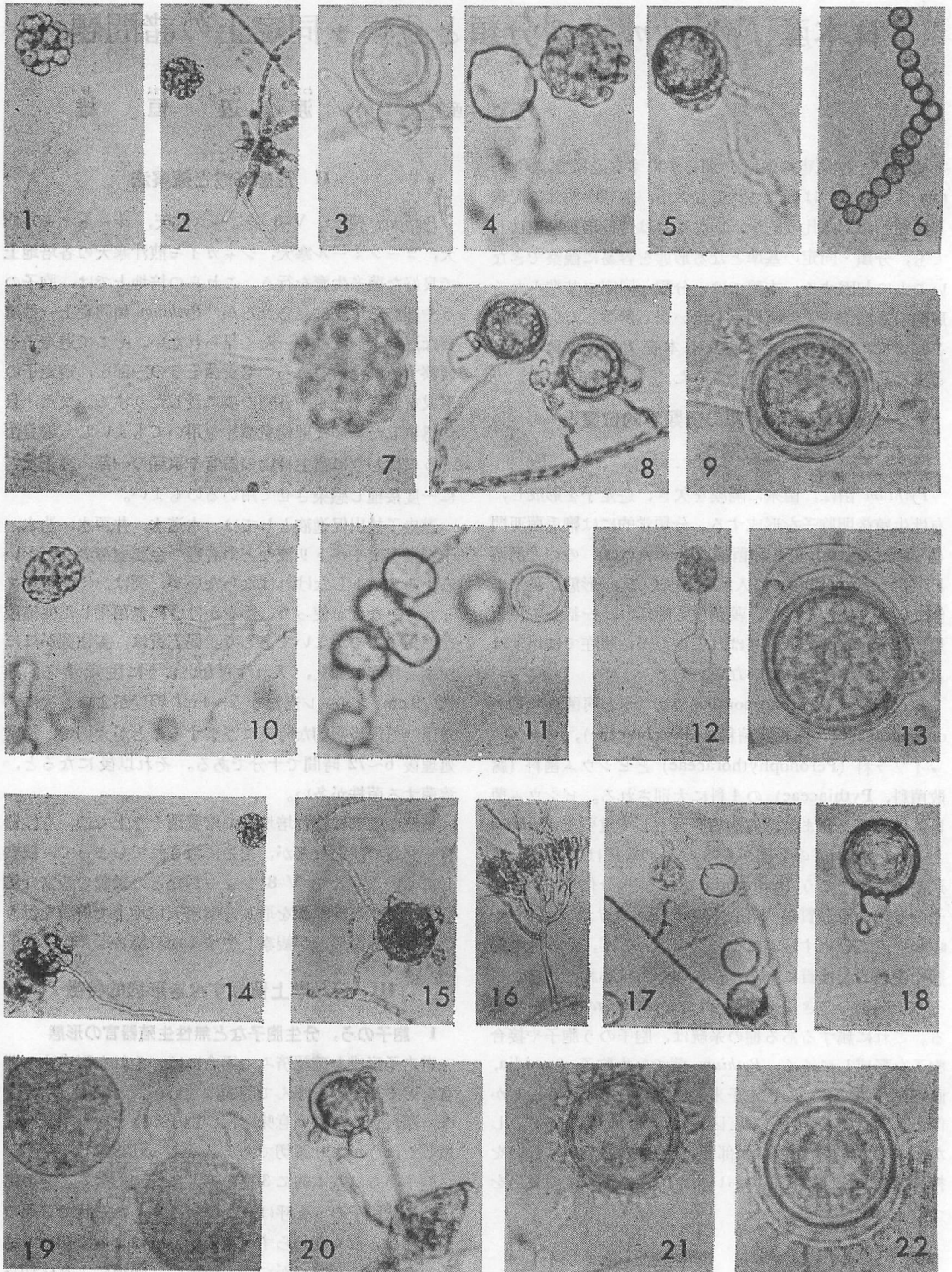
III 分類学上留意すべき形態的特徴

1 胞子のう、分生胞子など無性生殖器官の形態

遊走子形成を確認済みの場合には、それを形成する器官を遊走子のうと呼んで問題はないが、未確認の場合は、漠然とした広い意味を持つ胞子のうという用語を使用したほうがより適切であると考えられる。

胞子のうは基本的に3種の形態に大別できる。その第一は糸状胞子のうと呼ばれ、ほっそりした糸状で普通の菌糸とまったく変わらず、遊走子形成によって初めて胞子のうであると判定がつく。一般に、隔膜により仕切られたり、分岐した菌糸が胞子のうとなる。

第二は膨状胞子のうと呼ばれるもので、普通の菌糸と

第1図 *Pythium* 菌の諸形態

第1表 日本産 *Pythium* 菌の胞子のうの形態に基づく分類

1. 糸状胞子のう形成菌 (12 種)	<i>P. afertile</i> , <i>P. akanense</i> , <i>P. angustatum</i> , <i>P. apleroticum</i> , <i>P. diclinum</i> , <i>P. dissotocum</i> , <i>P. gracile</i> , <i>P. monospermum</i> , <i>P. oryzae</i> , <i>P. porphyrae</i> , <i>P. sulcatum</i> , <i>P. tenue</i>
2. 膨状胞子のう形成菌 (9 種)	<i>P. aphanidermatum</i> , <i>P. butleri</i> , <i>P. deliense</i> , <i>P. inflatum</i> , <i>P. graminicolum</i> , <i>P. helicum</i> , <i>P. myriotylum</i> , <i>P. torulosum</i> , <i>P. zingiberum</i>
3. 球状胞子のう形成菌 (32 種)	<i>P. acanthicum</i> , <i>P. carolinianum</i> ^{a)} , <i>P. cucurbitacearum</i> , <i>P. debaryanum</i> , <i>P. echinulatum</i> , <i>P. elongatum</i> , <i>P. fragariae</i> , <i>P. hemmianum</i> , <i>P. intermedium</i> , <i>P. irregulare</i> , <i>P. iwayamai</i> , <i>P. mamillatum</i> , <i>P. marsipium</i> ^{a)} , <i>P. mastophorum</i> , <i>P. megalacanthum</i> ^{a)} , <i>P. middletonii</i> ^{a)} , <i>P. nagaii</i> ^{a)} , <i>P. nelumbium</i> , <i>P. oedochilum</i> ^{a)} , <i>P. ostracodes</i> , <i>P. paddicum</i> , <i>P. paroecandrum</i> , <i>P. pleroticum</i> , <i>P. polypapillatum</i> , <i>P. proliferum</i> ^{a)} , <i>P. pulchrum</i> , <i>P. rostratum</i> , <i>P. spinosum</i> , <i>P. splendens</i> , <i>P. sylvaticum</i> , <i>P. ultimum</i> , <i>P. vexans</i>
4. 胞子のう未形成菌 (3 種)	<i>P. artotrogus</i> , <i>P. echinocarpum</i> , <i>P. horinouchiense</i>

a) 貫生する

は異なり、原形質に富む膨らんだ菌糸が分岐屈折した形態をとる。

第三は球形をしており球状胞子のうと呼ばれる。球形といっても形や大きさはさまざまである。遊走子未形成で直接発芽のみが観察される場合には、分生胞子 (conidia) や厚膜胞子、菌糸の膨らみ (hyphal swelling) などと呼ばれる。なお胞子のうとは別個に特異的に大きな厚膜胞子 (平均 64 μ m) を持つ *P. dimorphum* HENDRIX et CAMPBELL などもある。ニンジンのしみ腐れを起こす *P. sulcatum* などでは、球状胞子のうは遊走子を形成せず、糸状胞子のうがごくまれに遊走子を形成するという (PRATT and MITCHELL, 1973)。

いずれにしても遊走子形成の有無は、種によってはまったくの気まぐれとしか思えず、その形成は実験手法に

左右される場合も多い。ここに遊走子のうという用語に限定できない難しさがある。

糸状胞子のう形成菌は 16 種ほど知られているが、本邦産は 12 種である (第1表, 第1図 1, 7)。

膨状胞子のう形成菌は 17 種あり、わが国ではそのうち9種が知られている (第1表, 第1図 2, 10, 11, 14)。なお、第1表に示した *P. inflatum* は遊走子を形成しないとされている。

球状胞子のう形成菌は分生胞子形成菌も含めて約 33 種であるが、わが国では 32 種が知られている (第2表, 第1図 4, 6, 12, 17, 19)。このうち乳頭突起を形成する菌は、*P. carolinianum* と *P. oedochilum* の2種である。さらに *P. anandrum* など5種が乳頭突起を形成するとされている。

図 の 説 明

1 : *Pythium* sp., 糸状胞子のうと球のう。

2, 3 : *P. aphanidermatum*, 膨状胞子のうと球のう (2) および有性器官と卵胞子 (3). (注) 間生の藏卵器と未充満の卵胞子 (3)。

4, 5 : *P. vexans*, 球状胞子のうと球のう (4) と有性器官 (5)。

6 : *P. intermedium*, 連鎖した分生胞子。

7~9 : *P. dissotocum*, 糸状胞子のうと球のう (7) と有性器官 (8, 9). (注) 未充満の卵胞子 (9)。

10, 11 : *P. torulosum*, 膨状胞子のうと球のうと卵胞子。 (注) 充満した卵胞子 (11)。

12, 13 : *P. oedochilum*, 球状胞子のうと球のう (12) と有性器官 (13). (注) 欠刻ある新月形の藏精子 (13)。

14~16 : *P. myriotylum*, 膨状胞子のう, 長い逸出管と球のう (14). 有性器官 (15) と付着器 (16). (注) 雌雄異菌糸性 (15)。

17, 18 : *P. paroecandrum*, 球状胞子のう (17) と有性器官 (18). (注) 胞子のうの乳頭突起 (17) と無柄の藏精子 (18)。

19, 20 : *P. sylvaticum*, 分生胞子 (19) と有性器官 (20). (注) 菌糸状または球形の藏精子 (19, 20) と雌雄異菌糸性 (20)。

21, 22 : *P. echinulatum*, 突起のある藏卵器と卵胞子。 (注) 充満 (21) と未充満の卵胞子 (22)。

第 2 表 日本産 *Pythium* 菌の有性器官の諸性質に基づく分類

1. 雌雄異菌糸性 (diclinous) の例 (8 種)	<i>P. angustatum</i> , <i>P. aploeroticum</i> , <i>P. gracile</i> , <i>P. hemmianum</i> , <i>P. inflatum</i> , <i>P. marsipium</i> , <i>P. myriotylum</i> , <i>P. sylvaticum</i>
2. 刺状突起を有する例 (10 種)	<i>P. acanthicum</i> , <i>P. echinocarpum</i> , <i>P. echinulatum</i> , <i>P. irregulare</i> , <i>P. mamillatum</i> , <i>P. mastophorum</i> , <i>P. megalacanthum</i> , <i>P. paddicum</i> , <i>P. polyphallatum</i> , <i>P. spinosum</i>
3. 蔵卵器に主として 1 本の蔵精器が付く例 (20 種)	<i>P. acanthicum</i> , <i>P. akanense</i> , <i>P. aphanidermatum</i> , <i>P. aploeroticum</i> , <i>P. debaryanum</i> , <i>P. deliense</i> , <i>P. echinocarpum</i> , <i>P. fragariae</i> , <i>P. gracile</i> , <i>P. iwayamai</i> , <i>P. mamillatum</i> , <i>P. mastophorum</i> , <i>P. megalacanthum</i> , <i>P. nagaii</i> , <i>P. ostracodes</i> , <i>P. rostratum</i> , <i>P. spinosum</i> , <i>P. tenue</i> , <i>P. ultimum</i> , <i>P. vexans</i>
4. 蔵卵器が大きい例 (4 種) と小さい例 (5 種)	大きい例: <i>P. marsipium</i> , <i>P. mastophorum</i> , <i>P. oedochilum</i> , <i>P. splendens</i> 小さい例: <i>P. aploeroticum</i> , <i>P. deliense</i> , <i>P. inflatum</i> , <i>P. tenue</i> , <i>P. torulosum</i>
5. 卵胞子膜の厚い (1.8 μ m 以上) 例 (7 種)	<i>P. dissotocum</i> , <i>P. gracile</i> , <i>P. marsipium</i> , <i>P. ostracodes</i> , <i>P. proliferum</i> , <i>P. ultimum</i> , <i>P. vexans</i>

胞子のうから原形質が逸出管を通り外部に移動して、球のうが形成される。逸出管の形成部位では、頂部に付く *P. carolinianum* や *P. oedochilum* (第 1 図 12), 形成部位が一定しない *P. mastophorum* や *P. paroecandrum* (第 1 図 17) がある。逸出管 (太さ 2~5 μ m) の長短も分類・同定の基準として使われる。長い例は *P. elongatum* や *P. myriotylum* (第 1 図 14), 短い例は *P. carolinianum*, 無柄の例は *P. undulatum* がある。また *P. artotrogus* など 3 種は胞子のうを形成しない (第 1 表)。

2 胞子のう形成部位

分類・同定の基準として、胞子のう形成部位が重要な場合がある。胞子のうが菌糸の先端に付く (頂生) か、菌糸の中ほどに付く (間生) かのいずれかである。間生にも、菌糸の中央に付く場合と、菌糸に接して付く場合などがある。多くの菌では頂生と間生が入り混じり、どちらが優先するか決めがたい。胞子のうが頂生する代表的な例として、*P. intermedium* (第 1 図 6) と *P. splendens* がある。またまれではあるが、からになった胞子のう内から、新しい胞子のうが形成される場合がある。これは貫生 (内部増殖性, internal proliferation) と言うが、このような例は 17 種が知られている。その中で、*P. thalassium* は糸状胞子のうを形成するが、ほかはいずれも球状胞子のう形成菌である。わが国では、*P. carolinianum* など 7 種が内部増殖性の胞子のうを作る菌とされる (第 1 表)。

3 胞子のうの連鎖性と脱落性

球状胞子のうが 2 個以上連鎖する場合は、多くの種で見られる。*P. intermedium* (第 1 図 6) では球状胞子のうが 3 個以上連鎖して形成され、長い場合では 23 個も

連鎖する。連鎖した胞子のうの中では、先端にいくほど、古い胞子のうとなる。しかも胞子のうは離脱しやすい特徴がある。これらの胞子のうは遊走子を形成しにくく、離脱した胞子のうはたやすく直接発芽を行うので、分生胞子と呼ぶのにより適した形態と言える。

また、球状胞子が膨らんだ菌糸と、連鎖と言うより集合して形成する形態が、*P. acanthicum* や *P. oligandrum* に見られる。

4 胞子のうの大きさ

各器官の大きさは、培養条件によって多少変動する。したがって、分類・同定の基準としてあまり重視することはできない。直径が 30 μ m 以上ある大きな球状胞子のう形成菌の例としては、*P. elongatum*, *P. iwayamai*, *P. oedochilum*, *P. palingenes*, *P. pulchrum*, *P. splendens* と *P. undulatum* が知られる。その他は、いずれも 15~30 μ m である。

P. splendens の胞子のうは平均直径が 35 μ m 以上あり必ず頂生する。遊走子は形成しないが、たやすく同定できる菌の一つと言える。

5 付着器

P. myriotylum (第 1 図 16) のように特異的な付着器を作り、分類・同定の基準になる場合もある。

6 有性器官の形態と諸性質

(1) 有性器官の名称

Pythium 菌などの有性器官の形態を表現する専門用語はさまざまで、蔵卵器 (oogonium, 複数 oogonia) は、卵器 (樋浦, 1967), 生卵器 (樋浦, 1939), 造卵器 (生物学辞典, 1977) など、蔵精器 (antheridium) は精器 (樋浦, 1967), 雄精器 (樋浦, 1939), 造精器 (生物学

辞典, 1977) などと使われる。その他の有性器官や生殖に関する用語も種々用いられているが, なるべく汎用語を使って, 互いの理解を深めたい。

(2) *Pythium* 菌の雌雄異株性

Pythium 菌は *Phytophthora* 属菌とは異なり, 本来雌雄同株性 (homothallic) であると考えられてきた (MIDDLETON, 1943)。しかし 1967 年になって, CAMPBELL と HENDRIX は 2 菌株の対峙培養により, *P. sylvaticum* が雌雄異株性であることを明らかにした。それ以来今日までに, *P. catenulatum*, *P. flevoense*, *P. heterothallicum*, *P. intermedium* や *P. splendens* などが雌雄異株性であることが明らかとされた。特に, *P. catenulatum*, *P. splendens* と *P. sylvaticum* などは, 雌雄同株性と異株性が菌株によって異なることが判明した。

(3) 雌雄同菌糸性と異菌糸性

雌雄の有性器官が, 同一の菌糸上に形成されるか, 異菌糸に由来するかは, 重要な形態的特徴の一つである。文献上では, 蔵精器は同株性であるとか異株性であるという表現がされているが, これは先に述べた雌雄同株性 (homothallic) や異株性 (heterothallic) と紛らわしく, 実情に合わないので, 雌雄同菌糸性 (monoclinal) と異菌糸性 (diclinal) を用いるのがよいと考える。さらに雌雄同菌糸性の場合, 蔵精器が蔵卵器の直下で, 蔵卵器柄の一部となっているのを底生 (hypogynous) というが, *Phytophthora* 菌で使われる底着生という語との混同を避けるため, 直下生ということばを使用したい。

一般に, 有性器官を支える菌糸は交雑後溶菌しやすいので, できるだけ若い時期から観察を続ける必要がある。一般に雌雄異菌糸性と言われる菌でも, 溶菌後に観察すると同菌糸性に見えることがままある。

また, 多くの菌が両方の交雑様式をとるので, 少なくとも 100 例以上の事例を観察し, どちらが優先しているかを決めなければならない。

雌雄異菌糸性を主とする菌は 13 種であるが, わが国では *P. myriotylum* (第 1 図 15) など 8 種が知られている (第 2 表)。

(4) 蔵卵器と蔵精器の形態

有性器官未形成の十数種を除き, いずれも蔵卵器を形成する。蔵卵器は, 表面が滑らか (平滑) であるか, 刺状突起を有している。WATERHOUSE (1967) によると, 87 種のうち 17 種に刺状突起がある。わが国では, そのうち *P. echinulatum* (第 1 図 21, 22) など 10 種が知られている (第 2 表)。

刺状突起の形態も分類・同定の基準となる。例えば, *P. mamillatum* は円すい形をした刺状突起を有し, *P.*

paddicum や *P. polypapillatum* は突起が鈍頭で, 特に *P. polypapillatum* では突起が分岐する。*P. spinosum* でははっきりした指状をしている。突起の長さや数が不定の例としては, *P. irregulare* がある。上述した以外の種は, いずれも平滑である。*P. papillatum* は, 蔵卵器に乳頭突起がある特異的な形態をしている。蔵卵器に付く蔵精器の数は一定せず, 分類・同定の規準とはならない。

蔵精器をまったく作らない種は, *P. auguillae-aceti*, *P. conidiophorum* と *P. papillatum* の 3 種がある。蔵卵器に 1 本の蔵精器が優先的に付く種は, わが国では *P. vexans* (第 1 図 5) など 20 種が知られている (第 2 表)。3 本以上の蔵精器が付く例としては, *P. arrhenomanes*, *P. catenulatum* と *P. nelumbium* がある。上述以外の種は, 蔵卵器に付く蔵精器の数が 2 本以上で一定しない。蔵精器は通常隔膜により蔵精器柄または菌糸と仕切られるが, *P. tenue* は隔膜を形成しないことを特徴とする。

蔵精器の形態は, 球形, こん棒形, 円筒形, 卵形, 鐘形, 新月形などさまざまで, 同一菌でもいろいろな形態が見られる。コマ形またはかぎ形の蔵精器は, *P. aristosporum*, *P. graminicolum*, *P. myriotylum* や *P. vexans* などに見られる, かなり特異的な形態である。表面に欠刻のある蔵精器を作る例としては, *P. oedochilum* (第 1 図 13) や *P. sulcatum* などがある。

有性器官の形成部位も, 分類・同定の基準として重要である。例えば, 蔵卵器が主として間生の例は, *P. pulchrum*, 蔵精器が間生の形態をとる代表的な例は, *P. aphanidermatum* (第 1 図 3) などがある。*P. hypogynum* は蔵精器が直下性 (底生) をとる代表例と言える。蔵精器に柄がないか極端に短い例として, *P. paroecandrum* (第 1 図 18) や *P. ultimum* などがある。

(5) 卵胞子の形態

卵胞子は通常平滑であるが, 網状構造をとる例としては, *P. cystosiphon*, *P. dictyosporum* と, *P. pythioides* の 3 種がある。

卵胞子の充満性 (plerotic) と未充満性 (aplerotic) は, 分類・同定の重要な形態的特徴とされている。充満する例としては, *P. graminicolum*, *P. monospermum*, *P. torulosum* (第 1 図 11) などがあり, 未充満の代表として, *P. dissotocum* (第 1 図 8, 9) や *P. vexans* (第 1 図 5) がある。*P. iwayamai* は未充満とされたり, 充満していると解釈されたりしている。一般に菌によっては両方が認められる場合があり, やはり 100 例以上を観察して, どちらが菌の一般的な形態かを定める必要がある。

卵胞子中には通常1個の油胞 (reserve globule) を形成するが、*P. oedochilum* など4種には、5個以上の油胞ができる。

(6) 有性器官の大きさ

蔵卵器の直径は、通常15~30 μm の大きさで、種間の差異はほとんどない。しかし直径が30 μm 以上ある大きな蔵卵器形成菌は現在約9種あり、わが国では *P. oedochilum* など4種である(第2表)。また一方、直径20 μm 以下の小さい蔵卵器を形成する菌は8種あり、わが国ではそのうち *P. deliense* など5種がある。その他はいずれも15~30 μm の範囲に入る。卵胞子の大きさは、蔵卵器の大きさに応じて変わる。

卵胞子膜の厚さも、分類・同定の基準として重要であり、わが国では1.8 μm 以上ある厚い卵胞子膜形成菌として、*P. vexans* など7種が知られている(第2表)。

Pythium 菌の同定にあたっては、以上述べたような点に気をつけて、種々の状況下で形態観察を行い、総合的な判断を下す必要がある。

IV 温度と菌糸生育速度

Pythium 菌の同定が形態的特徴によることは言うまでもないが、生理的性質を知っていると種名の見当がつく場合もある。生理的性質の中でもっとも一般的なものが、菌糸生育温度である。特に最適温度での菌糸生育速度(コロニー半径/日)が問題となる。菌糸生育速度が、供試した培地組成や湿度などの環境因子に影響されることは言うまでもない。菌糸生育速度を①速い(30 mm 以上/日)、②普通(20~30 mm/日)、③遅い(20 mm 以下/日)の3段階に分けると、本邦産の *Pythium* 菌は最近の結果をも加えると大方次のように分類される(WATANABE, 1978)。

① 伸びの速い(30 mm 以上/日) 菌

最適温度 34~37°C: *P. aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. myriophyllum*

31°C : *P. spinosum*, *P. splendens*

28°C : *P. ultimum*

② 伸びの普通(20~30 mm/日) の菌

最適温度 31°C : *P. graminicolum*

25°C : *P. intermedium*

③ 伸びの遅い(20 mm 以下/日) 菌

最適温度 31°C : *P. torulosum*

28°C : *P. carolinianum*, *P. sulcatum*

V 日本産 *Pythium* 菌の種名と主な形態的特徴

わが国の *Pythium* 菌は、1930 年代にイネ苗腐病やインゲン綿腐病に関連して研究が開始されたが、初期のころは池水に生息する菌やアオミドロやマリモなどの淡水藻に寄生する菌が、研究対象とされた。伊藤(1936)は、1936 年以前に知られていた日本産 *Pythium* 菌16種の検索表とその形態を記載した。原は1954年以前にわが国で報告された *Pythium* 菌27種の寄主植物名と植生を整理した。高橋は、1970年に30種を整理したが、そのうち12種は原(1954)の記載にはない。1978年にWATANABEら(1978)がイチゴの根や根圏土壌から16種の *Pythium* 菌を分離したが、そのうち8種は本邦初産であった。これらの結果をまとめると、わが国では後述のとおり56種が報告されている。そのうち少なくとも4種は同種異名であると考えられるが、WATERHOUSE(1967)は89種、AINSWORTH and BISBYの菌学辞典7版(1983)では87種の *Pythium* 菌を認知しており、わが国にはその約半数が生息していると言えよう。

次にこれらをアルファベット順に並べ、主な形態的特徴をまとめてみた。なお器官の大きさは、特別な場合を除きすべて省いた。

① *P. acanthicum* DRECHSLER: 分生胞子または球状胞子のうは通常間生、蔵卵器は刺状突起を有し頂生、各蔵卵器に蔵精器は1個、頂生、雌雄同菌糸性、卵胞子は充満、菌糸が球形から不整形に膨らむ。

② *P. afertile* KANOUE et HUMPHREY: 糸状胞子のう。有性器官は未形成、菌糸には球形の厚膜胞子状の膨らみを有し、頂生または間生。

③ *P. akanense* TOKUNAGA: 糸状胞子のう。蔵卵器は平滑、頂生。各蔵卵器に蔵精器は1個、頂生。卵胞子は充満。

④ *P. angustatum* SPARROW: 糸状胞子のう。蔵卵器は平滑で頂生または間生。蔵精器はまが玉形、こん棒形、かぎ形をし、各蔵卵器に1~5個、頂生。主として雌雄異菌糸性。卵胞子は未充満。

⑤ *P. aphanidermatum* (EDSON) FITZ: 膨状胞子のう。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器は円筒形ないしたる形をし、各蔵卵器に通常1個、特異的に間生。主として雌雄同菌糸性。卵胞子は未充満(第1図2, 3)。

⑥ *P. apteroticum* TOKUNAGA: 糸状胞子のう。蔵卵器は平滑で頂生あるいは間生。蔵精器は各蔵卵器に1個、頂生。必ず雌雄異菌糸性。卵胞子は未充満。

⑦ *P. artotrogus* (MONT.) DE BARY: 胞子のう未形

成。藏卵器は刺状突起を有し、主として間生。藏精器は主として底生（直下性、hypogynous）、無柄。雌雄同菌糸性。卵胞子は充満。

⑧ *P. butleri* SUBRAMANIAM=*P. aphanidermatum* (EDSON) FITZ.

⑨ *P. carolinianum* MATTHEWS: 球状胞子のうは乳頭突起を有し、頂生または貫生。有性器官未形成。

⑩ *P. cucurbitacearum* TAKIMOTO: 球状胞子のうは乳頭突起を有す。藏卵器は頂生。藏精器は垂球形、各藏卵器に1個、底生。卵胞子充満。(注) *Phytophthora* 菌に近似。遊走子についての記載はない。

⑪ *P. debaryanum* HESSE: 最近では *P. ultimum* TROW または *P. sylvaticum* CAMPBELL et HENDRIX の異名として取り扱う例が多い。

⑫ *P. deliense* MEURS: 膨状胞子のう。藏卵器は平滑で主として頂生。藏精器は各藏卵器に1個、頂生や間生。雌雄同菌糸性。藏卵器柄が藏精器に傾く特徴を有す。卵胞子は未充満。

⑬ *P. diclinum* TOKUNAGA=*P. gracile* SCHENK

⑭ *P. dissotocum* DRECHSLER (= *P. oryzae* ITO et TOKUNAGA): 糸状胞子のう。藏卵器は平滑で頂生または間生。藏精器は円筒形またはかぎ形をし、各藏卵器に1~2個、頂生。主として雌雄同菌糸性。卵胞子は未充満。卵胞子膜は厚い(第1図7, 9)。

⑮ *P. echinocarpum* ITO et TOKUNAGA: 胞子のう未形成。藏卵器は刺状突起を有し、間生。藏精器はこん棒形あるいは円筒形で各藏卵器に通常1個、頂生または直下性(底生)。卵胞子充満。

⑯ *P. echinulatum* MATTHEWS: 分生胞子または球状胞子のうを頂生。藏卵器は刺状突起を有し、頂生。藏精器は各藏卵器に1個、底生(直下性)。ごくまれに有柄。卵胞子は未充満(第1図21, 22)。

⑰ *P. elongatum* MATTHEWS: 球状胞子のうは洋ナシ形ないし円筒形で頂生、長い逸出管を有する。菌糸に球形または不整形の膨らみを有す。有性器官未形成。

⑱ *P. fragariae* TAKAHASHI et KAWASE: 球状胞子のう。藏卵器は平滑で頂生または間生。藏精器は各藏卵器に通常1個、頂生。雌雄同菌糸性。卵胞子は充満。

⑲ *P. gracile* SCHENK: 糸状胞子のう。藏卵器は平滑(ときに突起あり)、頂生または間生。藏精器は卵形、こん棒形あるいはまが玉形をし、各藏卵器に通常1個、頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子は未充満。卵胞子膜は厚い。

⑳ *P. graminicolum* SUBRAMANIAM: 膨状胞子のう。藏卵器は平滑で頂生。藏精器はこん棒形、ナスビ形、かぎ形、各藏卵器に2~6個、頂生。主として雌雄同菌糸

性。卵胞子は充満。(注) Ho ら(1941)は *P. graminicola* SUBRAMANIAM を用いた。

㉑ *P. helicum* ITO: 膨状胞子のう。藏卵器は頂生。藏精器はこん棒形または長だ円形、各藏卵器に1~6個、頂生、特に藏卵器や藏卵器柄に藏精器柄が絡み付く。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子未充満。

㉒ *P. hemmianum* TAKAHASHI: 分生胞子は頂生または間生。藏卵器は平滑、頂生。藏精器は各藏卵器に1~3個、頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子充満。

㉓ *P. horinouchiense* HIRANE: 胞子のう不明。藏卵器は平滑(まれに1突起がある)で頂生または間生。藏精器はこん棒形、各藏卵器に1~3個、頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子未充満。

㉔ *P. inflatum* MATTHEWS: 膨状胞子のう(遊走子未形成)。有性器官はごくまれに形成。藏卵器は平滑で頂生または間生。藏精器は各藏卵器に1~2個、頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子は充満。

㉕ *P. intermedium* DE BARY: 分生胞子は3個以上が連鎖し頂生、離脱性、基部から離れるほど古くなる。雌雄異株性で有性器官未形成(第1図6)。

㉖ *P. irregulare* BUISMAN: 分生胞子または球状胞子のう。藏卵器の刺状突起は長さや数が不均一で通常1~3本。藏精器はしばしばナスビ形で隔膜を有し頂生。雌雄同菌糸性。卵胞子は未充満。

㉗ *P. iwayamai* ITO: 球状胞子のう。藏卵器は平滑、頂生または間生。藏精器はこん棒形、各藏卵器に通常1個、頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子は充満または未充満。

㉘ *P. mamillatum* MEURS: 球状胞子のう。藏卵器は鈍頭の刺状突起を有し頂生。藏精器はこん棒形、各藏卵器に1個を頂生。雌雄同菌糸性。卵胞子は充満。

㉙ *P. marsipium* DRECHSLER: 球状胞子のうは卵形で、乳頭突起を有し頂生または貫生。藏卵器は平滑、主として間生。藏精器は各藏卵器に1~3個。雌雄異菌糸性。卵胞子未充満、卵胞子膜は厚い。

㉚ *P. mastophorum* DRECHSLER: 球状胞子のうは頂生または間生。藏卵器は鈍頭の刺状突起を有し頂生。藏精器は各藏卵器に通常1個、頂生。卵胞子未充満。

㉛ *P. megalacanthum* var. *callistephi* TASUGI et SINO: 分生胞子は頂生。藏卵器は刺状突起を有し頂生。藏精器は各藏卵器に1個、頂生または間生。卵胞子未充満。

㉜ *P. middletonii* SPARROW=*P. proliferum* DE BARY. (注) 伊藤(1942)は旧学名の *P. proliferum* で報告した。

㉝ *P. monospermum* PRINGSH.: 糸状胞子のう。藏卵

器は平滑で頂生または間生。蔵精器はこん棒形またはかぎ形で各蔵卵器に 1~2 個を頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子は充満。(注) ごく類似の *P. dissotocum* は卵胞子が未充満。

⑤④ *P. myriotylum* DRECHSLER: 膨状胞子のう。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器はかぎ形で各蔵卵器に 3 個以上, 頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子は未充満。付着器多し (第 1 図 14~16)。

⑤⑤ *P. nagaii* ITO et TOKUNAGA: 球状胞子のうは頂生および貫生。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器は卵形, 球形あるいはこん棒形で各蔵卵器に 1 個, 頂生。雌雄同菌糸性。卵胞子未充満。

⑤⑥ *P. nelumbium* TAKAHASHI et OUCHI: 球状胞子のう。蔵卵器は平滑, 頂生。蔵精器は各蔵卵器に 8~15 個, 頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子充満。(注) 命名者は胞子のうは糸状あるいは膨れたのう状体と記載したが, 図には明らかに球状胞子のうが描かれている。

⑤⑦ *P. oedochilum* DRECHSLER: 球形胞子のうはときどき卵形, 乳頭突起が良く発達し, 頂生または間生。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器は上部に欠刻のある円筒形または新月形をし各蔵卵器に 1~3 個, 頂生。卵胞子は未充満。卵胞子膜は厚い (第 1 図 12, 13)。

⑤⑧ *P. oryzae* ITO et TOKUNAGA=*P. dissotocum*

⑤⑨ *P. ostracodes* DRECHSLER: 球状胞子のう。蔵卵器は平滑, 頂生。蔵精器は円筒形またはこん棒形, 各蔵卵器に 1 個, 頂生。雌雄同菌糸性。卵胞子充満。卵胞子膜は厚い。

⑥① *P. paddicum* HIRANE: 球状胞子のうは頂生または貫生。蔵卵器は鈍頭の刺状突起を有し頂生。蔵精器はこん棒形をし各蔵卵器に 1~2 個を頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子未充満。

⑥② *P. paroecandrum* DRECHSLER: 球状胞子のう, 乳頭突起が良く発達。蔵卵器は平滑でしばしば間生。蔵精器はかぎ形をし無柄, 通常 1 個が蔵卵器のごく近くに形成。雌雄同菌糸性。卵胞子未充満 (第 1 図 17, 18)。

⑥③ *P. pleroticum* ITO: 分生胞子は頂生または間生。蔵卵器は平滑, 頂生または間生。蔵精器はだ円形またはまが玉形, 各蔵卵器に 1~4 個, 頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子充満。

⑥④ *P. polypapillatum* ITO: 球状胞子のうは頂生または貫生。蔵卵器は鈍頭かつ分岐した刺状突起を有し, 頂生。蔵精器はこん棒形または卵形, 各蔵卵器に 1~2(4) 個, 頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子未充満。

⑥⑤ *P. porphyrae* TAKAHASHI et SASAKI: 糸状胞子のう。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器は球形, こん棒形, 各蔵卵器に 1~4 個, 頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子は充満。

⑥⑥ *P. proliferum* DE BARY=*P. middeltonii* SPARROW: 球状胞子のうは乳頭突起を有し頂生または貫生。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器はこん棒形をし各蔵卵器に 1~3 個, 頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子未充満。

⑥⑦ *P. pulchrum* MINDEN: 球状胞子のうは頂生または間生。蔵卵器は平滑で主として間生。蔵精器はたる形, 各蔵卵器に 1 個, 底生 (直下性, hypogynous)。雌雄同菌糸性。卵胞子は未充満。

⑥⑧ *P. rostratum* BUTLER: 球状胞子のうは頂生または間生, 逸出管は横に発達。蔵卵器は平滑で乳頭突起が発達, 間生または頂生。蔵精器は各蔵卵器に 1 個, ごく近くに発達, または底生。雌雄同菌糸性。卵胞子は充満。

⑥⑨ *P. spinosum* SAWADA: 分生胞子は頂生または間生。蔵卵器は指形の刺状突起があり頂生または間生。蔵精器は各蔵卵器に 1 個, 頂生。雌雄異菌糸性または同菌糸性。卵胞子充満。

⑥⑩ *P. splendens* BRAUN: 分生胞子は直径が 35 μm 以上あり, 頂生。雌雄異株性で単一培養では通常有性器官未形成。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器はかぎ形で各蔵卵器に 2 個以上, 頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子未充満。

⑥⑪ *P. sulcatum* PRATT et MITCHELL: 糸状胞子のう (まれに)。分生胞子。蔵卵器は平滑で頂生または間生。蔵精器はこん棒形, かぎ形などさまざまで, 外壁の一部がへこみ, 各蔵卵器に 1~3 個, 頂生。雌雄同菌糸性または異菌糸性。卵胞子は未充満。菌糸には球形または不整形の膨らみがある。

⑥⑫ *P. sylvaticum* CAMPBELL et HENDRIX: 分生胞子。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器は各蔵卵器に通常 2~3 個, 頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子未充満 (第 1 図 19, 20)。(注) 卵胞子が未充満である点が, *P. hemmianum* と異なる。

⑥⑬ *P. tenue* GOBI: 糸状胞子のう。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器は隔膜を欠き各蔵卵器に通常 1 個, 頂生。雌雄同菌糸性。卵胞子未充満。

⑥⑭ *P. torulosum* COKER et PATTERSON: 膨状胞子のう。蔵精器は平滑で頂生。蔵精器はこん棒形またはまが玉形で各蔵卵器に 1~2 個, 主として頂生 (蔵卵器のごく近くに形成)。雌雄同菌糸性。卵胞子は充満 (第 1 図 10, 11)。

⑥⑮ *P. ultimum* TROW: 分生胞子。蔵卵器は平滑で

頂生。蔵精器はこん棒形、まが玉形またはかぎ形をし、通常1個が蔵卵器のごく近くから発達、細胞のごく一部が付着し無柄または短柄。通常雌雄同菌糸性。卵胞子は未充満。卵胞子膜は厚い。

⑤⑤ *P. vexans* DE BARY: 球状胞子のう。蔵卵器は平滑で頂生。蔵精器は鐘形、かぎ形、新月形をし、各蔵卵器に1個、頂生、細胞の大部分が付着。雌雄同菌糸性。卵胞子未充満。卵胞子膜は厚い。(第1図4, 5)。

⑤⑥ *P. zingiberum* TAKAHASHI: 膨状胞子のう。蔵卵器は平滑で、頂生、まれに1個の乳頭突起を有す。蔵精器は菌糸状またはこん棒形、各蔵卵器に1~5個、頂生。雌雄異菌糸性。卵胞子は充満。卵胞子膜は厚い。(注) *P. myriotylum* に近似。

おわりに

Pythium 菌は、わが国のどの土壤にもほぼ生息しており、各種植物の苗立ち枯れや根腐病の病原菌として知られてきた。したがって一般の関心も高く、1930年代から始まったわが国の *Pythium* 菌の研究も、分離技術の向上に伴ってかなり発展し、今日までに56種の *Pythium* 菌が分離・同定された。その中で少なくとも19種は日本人の命名によるものであった。このほか、未同定菌は多数に上るが、これらの多くは分生胞子か糸状胞子の

う形成菌(第1図、遊走子形成は確認済み)であって、有性器官や分類同定の決め手となる特異的な形態を作らない菌である。これらの中には、CAMPBELL and HENDRIX (1967) が報告した *P. sylvaticum* や PLAATS-NITERINK (1972) が報告した *P. flevoense* などの雌雄異株(heterothalic) な種もかなり含まれていると思われるので、今後2菌株の対峙培養などの実験を加えて有性器官を作らせ、より完全な分類・同定を行うよう努力する必要がある。

参考文献

- 1) CAMPBELL, W. A. and F. F. HENDRIX, Jr. (1967): Mycologia 59: 274~278.
- 2) DRECHSLER, C. (1930): Jour. Washington Acad. Sci. 20: 398~418.
- 3) 伊藤誠哉 (1936): 大日本菌類誌 1: 101~113.
- 4) ITO, T. (1944): Jour. J. Bot. 20: 51~60.
- 5) MATTHEWS, V. D. (1931): Studies in the genus *Pythium*, Univ. N. Carolina Press, pp. 1~136.
- 6) MIDDLETON, J. T. (1943): Mem. Torrey Bot. Club 20: 1~171.
- 7) PLAATS-NITERINK, A. J. VAN DER. (1972): Acta Bot. Neerl. 21: 633~639.
- 8) 高橋 実 (1970): 植物防疫 24: 339~346.
- 9) WATERHOUSE, G. M. (1967): Mycol. Pap. 109: 1~15.
- 10) ——— (1968): ibid. 110: 1~71.
- 11) 渡辺恒雄 (1980): 農業および園芸 55: 1545~1548.
- 12) ——— (1981): 同上 56: 77~80; 353~358.

人事消息

(3月31日付)

竹腰 隆氏(農業検査所検査部企画調整課)は退職
串崎光男氏(草地試環境部長)は退職

(4月1日付)

川上清隆氏(農蚕園芸局植物防疫課検査第1班国際検査係長)は同課検査第1班調整係長に

小野 仁氏(横浜植物防疫所業務部国際第1課兼農蚕園芸局植物防疫課)は同上課農業航空班技術係長に

早川泰弘氏(農業検査所検査部化学課兼農蚕園芸局植物防疫課)は同上課農薬第1班安全指導係長に

小島恒夫氏(同上所検査部生物課)は同上課併任に

大友哲也氏(横浜植物防疫所業務部国際第1課)は同上課併任に

伊藤誠治氏(東北農試栽培第二部)は横浜植物防疫所業務部国際第1課に

根岸寛光氏(農蚕園芸局植物防疫課農薬第1班安全指導係長)は退職

山内淳司氏(沖縄開発庁沖縄総合事務局農林水産部農政課課長補佐)は農業検査所検査部技術調査課検査管理官に

大井明大氏(環境庁水質保全局土壤農薬課)は同上所検査部農薬残留検査課残留化学検査第3係長に

清水謙一氏(農業検査所検査部技術調査課)は環境庁へ出向

足立教好氏(新規採用)は農薬検査所検査部生物課に
清野義人氏(新規採用)は同上部技術調査課に

池上雅春氏(門司植物防疫所長)は横浜植物防疫所長に

松本安生氏(横浜植物防疫所成田支所長)は門司植物防疫所長に

関塚昭明氏(神戸植物防疫所業務部長)は那覇植物防疫事務所長に

弓削高志氏(同上所業務部国際第1課長)は同所業務部長に

北島克己氏(横浜植物防疫所札幌支所長)は同所業務部国内課長に

近藤巨夫氏(農林水産技術会議事務局企画調査課研究調査官)は名古屋植物防疫所国内課長に

松原芳久氏(神戸植物防疫所業務部国際第3課長)は同所業務部国際第1課長に

松延正弘氏(横浜植物防疫所業務部国内課長)は同上所業務部国際第3課長に

木村伸司氏(同上所業務部国内課防疫管理官)は同上所業務部国内課長に

細川一伍氏(神戸植物防疫所業務部国際第1課防疫管理官)は那覇植物防疫事務所国際課長に

清水四郎氏(横浜植物防疫所東京支所長)は同所成田支所長に

前田篤實氏(名古屋植物防疫所国内課長)は同上所東京支所長に

ピシウム菌による病害の発生生態

大阪府立大学農学部植物病理学研究室 一 谷 多 喜 郎

はじめに

土壌病原菌の一つとしてのピシウム菌は、これまでに考えられてきた以上に大きな位置を占めている。U.S. D.A. の農業ハンドブック No. 165 (1960) に挙げられている 81 属, 3,330 種類の根部病害のうち, 11 属, 約 23% は *Phycomycetes* に属している。また, 上位の根部病原菌 10 属を挙げると, ピシウム属は *Phymatotrichum* に次いで2位を占め, これに *Rhizoctonia*, *Fusarium* が続くことになる。さらに, 根部病原菌全体 (235 種) の 62% を占める上位 10 種を挙げると, *Pythium debaryanum* は *Fusarium oxysporum*, *F. roseum*, *Verticillium albo-atrum* とともに4番目に位置し, *P. ultimum*, *P. arrhenomanes* はともに5位に入っている²²⁾。

また, 最近のピシウム菌による病害の発生状況を見ると, ピシウム菌は立枯病菌という従来の概念からはみ出たものが目だっている。

I 検出・定量と生育・生存形態の観察

ピシウム菌の分離には罹病植物あるいは植物片を用いて遊走子を捕そくする方法がとられていた。やがて農業と強く結びついた宿主名のリストが作られ, 選択分離培地の改良によりピシウム菌の地理的分布を知ることができるようになった。また, 生育・生存形態の観察法を改良することにより, 本属菌の土壌中における生活環をたどることができ, ピシウム菌の映像を描くことができるようになってきた。

BURR と STANGHELLINI は *P. aphanidermatum* に特異的な選択分離培地を作り, 本菌を他菌から分離することが容易で, 本菌の同定がしやすいこと, 培地上におけるコロニーの起源追跡が容易であること, 土壌に接種した卵孢子密度とその土壌の希釈度との関係曲線が得られ, 未知の卵孢子量を持つ土壌からその菌を分離する場合に必要な土壌の希釈度に対する目安が得やすいことをあげた³⁾。最近本法により灌漑施設のあるテンサイ畑土壌中の *P. aphanidermatum* の伝染源密度が調べられている³⁷⁾。

筆者らもこの方法を改変し, 2,3 のピシウム菌に適用

してきたが^{10,14,15,28)}, その精度が比較的低く, また培地上におけるコロニーの起源の追跡がしばしば困難で, 菌の生育・生存形態の観察に支障をきたしていた。景山・宇井^{20,21)}の選択培地の組成を考慮しながら, 土壌中におけるショウガ根茎腐敗病菌 *P. zingiberum* の繁殖体の定量と観察のために作った選択分離培地の組成は, デンプン-ペプトン-アスパラギン寒天培地にローズベンガル, ペノミル剤, ビマリシン, ストレプトマイシン, パンコマイシンを添加したものになった³⁵⁾。本法は 34°C で実施されるので, この比較的高温下で出現するピシウム菌は数種に限られ, 本法を *P. zingiberum* が生息する土壌に対して適用する限り, 事実上種特異的な分離法と言える。本法の検出精度は 10² 個繁殖体/乾土 g と推定された。この場合, 繁殖体の回収率は 0.025~0.129% で, これは 10³~10⁶ 個繁殖体/乾土 g に相当する。したがって, この検出精度と回収率の差は, 本菌卵孢子の低い発芽率 (0.5~6.5%) に基づくものと考えられる。本法のピシウム菌ならびにその病害の生態的研究への適用は, 今後の課題である。

II 分布とその疫学的意義

アメリカ各地から 2,132 点の土壌を採集し, ピシウム菌のフロラが調べられた⁷⁾。オランダでは, 特に新しい干拓地に侵入してくる種に注意を払い, ピシウム菌の分布調査が行われた³²⁾。渡辺^{40~42)}はわが国各地におけるピシウム菌の分布を調べ, 特に *P. aphanidermatum* は年平均気温が 10°C 以上の東北地方以南の土壌に広く分布しており, やや低温下で接種しても病原性が認められることから, 東北地方などの気温の低い地帯でも本菌を重要な土壌病原菌として認識する必要があるとしている⁴²⁾。

一方, 筆者ら¹⁶⁾はショウガ根茎腐敗病菌 *P. zingiberum* の産地内およびその周辺未耕地における分布を調べたところ, 本菌は産地周辺の未耕地土壌, そこに自生するショウガ根および根圏, さらには産地内でも6年以上の長期輪作を行っている地区の土壌からは検出されなかった。しかし, 4~5 年以内の比較的短期輪作を行っている地区の土壌からは, しばしば本菌が分離された。この場合, 本菌が検出された地点と土性, 灌漑用の水路などとの間には一定の関係は見いだされなかった。このよ

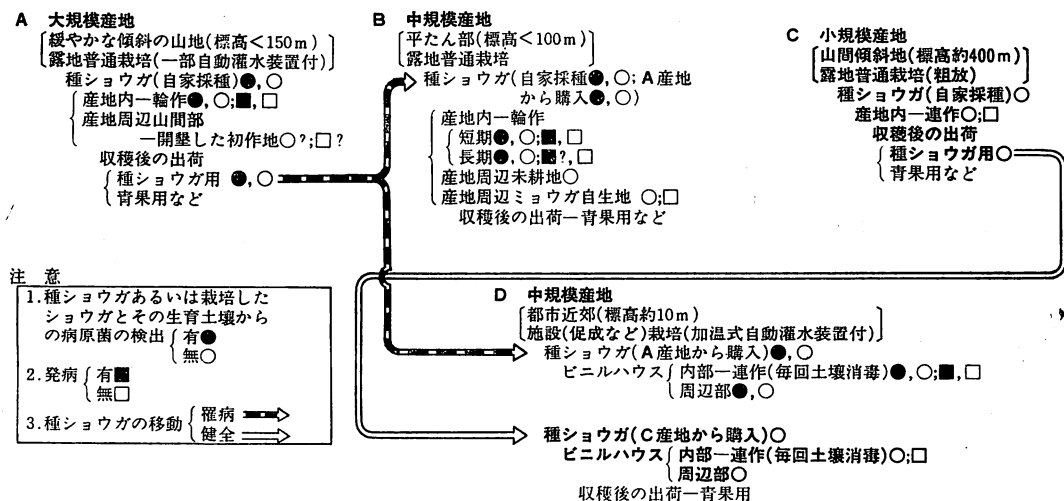
うに、本菌は罹病種ショウガにより産地に常に持ち込まれない限り、土壌中では急速に衰退していくもので、この衰退は本菌がショウガ、ミョウガなど2,3の植物を侵すのみ¹²⁾で、比較的狭い宿主範囲を持つということと符合する。さらに、本菌を人工的に雑草に接種すると感染が見られるものもあったが、ショウガ栽培は場および跡地の雑草からは菌がまったく分離されなかった³⁹⁾。本菌により濃厚に汚染された現地土壌を温室に移し、そこに生育してきた雑草からも本菌は分離されなかった(一谷、未発表)。一方、毎年多少の根茎腐敗病が発生しているショウガ促成栽培ビニルハウス内の雑草から本菌が検出されたこともあったが¹²⁾、耕地内雑草の伝染源としての役割については、さらに検討を要する。

このように衰退が著しく、*P. zingiberum* が土壌からものは検出されなくなって1年余り経過した場合でも、宿主であるミョウガを栽培し始めると、その翌年から検出されてくるようになる。ミョウガ栽培を継続すると、菌数は増大し、翌々年には本菌を復活させるために植えたミョウガさえも罹病させた¹⁷⁾。このような復活には、ショウガ根茎の煎汁やミョウガの地上部をすき込んでも効果がなく、宿主の伸長する根が有効であった。山野に自生するミョウガ根圏土壌に健全ミョウガを栽培して*P. zingiberum* の復活を試みても、菌は検出されることなく、自生するミョウガ根部、根圏には*P. zingiberum* が生存していないと考えられたが、その理由については明らかでない。本菌は通常種ショウガによって産地に持ち込まれ⁹⁾、栽培中の宿主の根圏で増殖するようである¹⁷⁾。

さらに、産地における*P. zingiberum* の分布調査を、奈良市内山間部の米谷町で1977年以来継続して行っている。この結果の一部はすでに報告しているが⁹⁾、この産地は20年以上も連作を続けていて、まだ根茎腐敗病の発生がない。根茎腐敗病に類似した症状株およびその生育土壌からも菌が検出されず、収穫後のショウガを和歌山市に持ち込み、促成栽培を毎年行っているが、種ショウガ由来の発病をまったく認めていない。したがって、奈良市米谷町は根茎腐敗病菌によりまったく汚染されていないと考えられた。この原因究明は行っていないが、この産地は標高400mの所にあり真夏でも夜温が20°C以下になること、自家採種であること、粗放な露地普通栽培であることなどがわかっている。ショウガ産地内外で行ってきた根茎腐敗病菌の分布調査結果を、その種ショウガによる産地間の移動と関連づけてまとめると、第1図のようになる。

III 伝 染 環

ピシウム菌の生活環はすでに図示しているが¹¹⁾、これに若干補足^{8,10,18)}して説明すると、比較的乾燥した土壌中では、主要な耐久体である卵胞子は、分解がそれほど進んでいない罹病した宿主組織や植物残渣中で内因的休眠状態にあり、その他の耐久体(球形孢子のうなど)とともに土壌微生物の拮抗を受けることも少なく長期間生存する。これらの耐久体を持つ罹病した宿主組織や植物残渣が分解・消失するにつれ、耐久体は土壌粒子中に裸出され、ここでは微生物の拮抗にさらされながら耐久生存することになる。このような状態の卵胞子では外因的



第1図 ショウガ各産地の根茎腐敗病による汚染とその病原菌の種ショウガによる移動

休眠率が増大し、球形胞子のうとともに、卵胞子は春先に発達してくる根圏や分解が進行する残渣から滲出してくる栄養にすばやく反応し、それらの周辺で発芽管発芽、菌糸伸長および各種の胞子のうを形成する。本属菌は根圏や残渣が多く含まれる土壤中で腐生生活を営むことができるが、植物根部に感染する前に乾燥などの不良環境に会ったり、微生物の拮抗にさらされると、菌糸、糸状または不整形の胞子のう、球形胞子のうから発芽をした発芽管などの非耐久体は死滅する。

環境が良好になっても抵抗性宿主が存在すると、本属菌の侵入・定着が阻害されることがある。宿主が罹病性である場合には、本属菌の菌糸は単一または集団で表皮上に付着器を形成したり、あるいは形成することなく表皮細胞の縫合部あるいは角皮から貫入する。貫入は細い感染系によって起こり、宿主内部に侵入すると部分的に太り、やがてやや細めの侵入菌糸となりまん延していく。菌糸が宿主内部で細胞壁を貫通するときにも部分的に細る。梅雨時など土壤表面に過剰の水が存在すれば、菌種によっては遊走子の形成・活動がおう盛になり、単一の遊走子またはその集団により宿主の孔辺細胞や表皮細胞上で被のう化し、発芽後付着器を形成したり、あるいは形成することなく気孔や角皮から侵入する。

宿主からの栄養摂取と無数の耐久体の形成は、侵入後短時間のうちに起こる場合が多い。本属菌の菌糸は一般に組織内深くに侵入することはないが、まれに道管にまで達し宿主を萎ちょうさせることもある。組織中の本属菌はペクチン質分解酵素を産生し、被侵入組織とその周辺部の細胞を遊離・崩壊させ、組織を水浸状に軟化させる。特に、ビニルハウス内などの高温多湿下では、侵入した菌が再び罹病組織の表面上に現れてきて二次以降の伝染源にもなる。罹病宿主内外に形成された非耐久体は、罹病組織の崩壊過程で微生物の拮抗などを受けてほとんど死滅するが、耐久体は生存する。

比較的高温性の種は、露地では腐生および作物や雑草への寄生の生活を春から初秋にかけての高温期に行い、晩秋から翌春にかけての低温期には休眠などにより耐久生存する。一方、比較的低温性の *P. ultimum* などは、高温の夏期に有機物を投与しても、菌数が一時的に増加するだけで直ちに減少し、その際に特に耐久体が増加するというようなことはない。このように、低温性の菌は夏を除くすべての、むしろ冷涼な季節で活動することができ、この間に根圏や残渣が多く含まれている土壤中で腐生生活を営んだり、作物や雑草に寄生したりする。卵胞子などの耐久体もこの時期に形成されるものと考えられる。

IV 感 染 と 発 病

植物に寄生する *ピシウム* 菌は通常表層土 10 cm に生息していて、この部位はちょうど植物の細根が分布している所でもあり、感染が起こりやすい場所になっている。

本属菌による感染は土壤中の種子で起こったり、発芽中の幼植物で起こり出芽前後の立ち枯れになる。出芽後の幼植物は地際部が侵されて倒伏する。このような場合、根、茎の細胞に二次以降の細胞壁が形成され、幼植物が成植物に生長してくると、根や茎は抵抗性になり、感染は生理的に活性の高い未分化の細根に限られるようになる。細根が侵され褐変すると、吸水不良になり、地上部は退色、生育不良を起こす。この場合、植物が枯死しないときには減収になる。本属菌は、コムギの根、根毛、その他の表皮細胞、ときどき皮層の最外層部に感染している *Lagena radicola* とともに根腐れを起こす²²⁾。本属菌と *Fusarium* などと混合感染した根部障害がインゲンマメやエンドウにも出ている。また、*ピシウム* 菌はワタの発芽率の不良、生育不良の主な原因にもなっている。果樹における樹勢の衰弱も本属菌に帰せられる場合があり、*ピシウム* 菌単独か *Phytophthora* とともにミカン、モモ、ナシの細根褐変の原因をなしている。わが国の牧草地では、*ピシウム* 菌が湿害の重要な生物学的因子に挙げられている³³⁾。

モモの木に感染する *P. ultimum* の菌糸は通常表皮細胞の縫合部に小さな付着器を作り、感染系を細胞間に挿入する。付着器を表皮細胞上に形成すると、感染系を直接細胞内に挿入することになる。遊走子が表皮細胞上で発芽して感染する場合も、上記の菌糸による場合と同一のパターンを取る。接種 48 時間以内に菌糸は皮層を密にまん延するが、第二次細胞壁が形成されていると、中心柱にまで奥深く侵入することはない。接種源近くの根は淡褐色になるが、同時に細胞の遊離による組織の崩壊が見られる。根への感染に酵素が関与しているか否かは明らかでないが、感染の成立後侵入菌糸の先端部から先の未侵入組織細胞で褐変が認められる。したがって、感染は機械的貫入とマセレーションによって起こるものと考えられる²⁷⁾。

MELLANO ら²⁸⁾は *P. ultimum* の感染に対するキンギョソウの感受性は、その齢によって決まるとした。罹病性と抵抗性の宿主根への貫入・感染は同じように起こるが、感染後のパターンが異なる。罹病性宿主根上では、菌糸は伸長部、成熟部、しばしば根冠、老化した部位には付着器を生じ、付着器形成後 4~8 時間以内に 2~3

層の細胞に侵入し、その後菌糸は細胞間げきや細胞壁を貫通して根部にまん延する。一方、抵抗性宿主根上では、菌糸は若齢の三、四次根上には多数の附着器を形成し皮層に速やかに定着するが、厚膜化した一、二次根面には附着器をまばらに形成し、感染は数層の皮層に限られ、そこに褐色病斑が形成される。このような防御反応の機構については、キンギョソウの中に含まれているステロール類がマセレーション酵素の活性を阻害し、またこれが菌糸生育の代わりに卵胞子形成を促進して菌の病原性に影響を及ぼしていると考えられている。

ピシウム菌の感染を受けた根に過敏反応は認められないが、この根でファイトアレキシンや傷害後にフェノール物質の集積が一般に認められると言われている。もし、この集積があるならば、本属菌は多犯性であるので、これらの物質が集積する前に侵入を完了することになる²⁾。ピシウム菌をはじめとする多犯性菌においても、宿主・寄生者関係がそれらの接触の場で解明されなければならない。

V 発病環境

環境がピシウム菌以外の病原菌と植物に不良である場合、ピシウム菌による病害が発生すると言える。本属菌はこのような環境に対してすばやく反応し、増殖をする。しかし、他菌が活動したすと、ピシウム菌は死滅するか休眠状態になる。

遊走子を形成しやすいピシウム菌は水分の変動に対して敏感に反応し、湿地における根部病害は本属菌に帰せられることが多い。一方、遊走子を形成しにくい菌は、むしろ温度の影響を強く受ける。また、低温下で強い病原力を持つ *P. vexans* と *P. irregulare* は、高温 (96%) 下で病原力は弱いという¹⁾。両菌は酸素量が急激に減少しない限り、二酸化炭素分圧が高くてもこれに耐えることができる⁶⁾。さらに、土壌水分は分泌物の移動距離にも影響を及ぼす³⁰⁾。以上のような土壌水分などの複合したピシウム菌に対する影響については、これまでにあまり注意が払われていない。

ピシウム菌が各種植物の衰弱に関与しているとき、他の微生物群が相乗的に関係しているのが普通である。リンゴの replant (改植) による障害では、これまでに言われてきた線虫は必ずしも病原とは考えられず、むしろ *Pythium* spp., 特に *P. sylvaticum* が関係している³⁴⁾。リンゴ園土壌から分離した *P. sylvaticum* の菌株は、非リンゴ園土壌からのものに比べて病原力が強かった³⁴⁾。広い宿主範囲を持つ本菌のような菌では、特定の宿主根圏における長期にわたる宿主との相互関係の結果、やが

てレースに分化していくものと考えられる⁸⁾。

衰弱以外の病気でピシウム菌と他菌との相互作用の例を挙げると、インゲンの根で *P. ultimum* と *R. solani* の間の拮抗作用、*P. ultimum* と *F. solani* f. *phaseoli* の間の相乗作用がある³¹⁾。

PCNB は *R. solani* による2種類のマツの立枯病に有効であるが、ピシウム菌による出芽後の立枯病を増加させる。これは PCNB がピシウム菌に無効であるばかりでなく、拮抗菌である *Penicillium paxilli* を抑制したものと解せられている。また、ピシウム菌を CGA 48988 で抑制することなくベノミル剤を散布すると、ピシウム菌によるワタの立ち枯れが増大する³⁰⁾。また、殺虫剤を散布した場合、直接的な毒性により *R. solani* による立枯病を減少させたが、殺虫剤自身およびその分解産物は *Pythium* spp. による立枯病を増加させる⁴⁾。殺線虫剤を用いた場合にも、ピシウム菌などへの異なる二次的効果が知られている³⁰⁾。さらに、除草剤を散布しても、*P. myriotylum* によるインゲンマメやササゲの立枯病を増加させるが、*P. irregulare* によるそれらの立枯病は減少した³⁸⁾。以上の試験例は、ほとんどがガラス室内試験であり、土壌、病原菌、試験方法が必ずしも統一されておらず、矛盾する結果も多い。

ピシウム菌による病気の発病環境に関する研究は防除に直結している。今後、ほ場レベルでの試験が望まれる。

VI 土壌検診—卵胞子密度と発病の関係

土壌中において、それぞれ生態的に異なる *P. butleri* と *P. zingiberum* を用い、卵胞子密度と植物への感染との関係を調べた結果^{19,24)}を紹介する。まず、MITCHELL²⁸⁾が卵胞子密度と感染との関係を求める際に提起した前提条件である ① 接種源には卵胞子以外の繁殖体を含まないこと、② 卵胞子は土壌中で宿主の分泌する栄養によってのみ発芽をすること、③ 接種期間中に二次以降の感染が起こらないこと、④ 発病は立ち枯れ率で表されること、⑤ 接種した卵胞子は、植物に侵入する前に発芽管が伸長して菌糸を生ずるほかには、遊走子などの繁殖体を形成しないことを考慮し、無菌的に卵胞子によるモデル土壌への接種試験を行った。この場合のモデル土壌とは、市販の海砂あるいはガラスビーズを用い、水分特性曲線^{18,25)}を畑土(砂土)に近似させた無栄養のものである。

P. butleri の卵胞子は凍結法²³⁾により採取し、海砂(20~35 メッシュ、毛管ポテンシャル -20 mb) 中でキュウリ(山東四葉)に接種(35°C, 5日間, 約 1,500 lx,

第 1 表 *Pythium butleri* の卵胞子密度とキュウリ幼植物への感染との関係^{a)}

接種卵胞子数 (個 / 乾土 g)	出芽後の倒伏数 (累計)				
	1	2	3	4	5 (日)
3.0	0	0	0	0	0
3.0×10	0	0	3	10	—
3.0×10 ²	0	0	8	10	—
3.0×10 ³	0	1	10	—	—
無接種	0	0	0	0	0

a) 10個体/区供試, —: 観察せず

第 2 表 *Pythium zingiberum* の卵胞子密度と *Chenopodium quinoa* 幼植物への感染との関係

接種卵胞子数 (個 / 乾土 g)	播種数	出芽数 ^{a)}	出芽後の倒伏数 ^{b)}	
			6	10(日)
1	5	4	0	0
1×10	5	4	0	0
1×10 ²	5	4	0	0
1×10 ³	5	4	0	1
1×10 ⁴	5	5	2	4
無接種	5	5	0	0

a) 不出芽の個体もすべて発根していたが、病原菌の侵入は認められなかった。

b) 累計, 出芽後倒伏した個体にはすべて病原菌の侵入が認められた。

12 時間照明下) し, 最少発病卵胞子数を 3~30 個/乾土 g と推定した (第 1 表)²⁴⁾。 *P. zingiberum* の卵胞子は乾燥法^{18,19)}により採取し, ガラスビーズ (352 メッシュ以下と 28~45 メッシュのものを 2:8 に混合, 毛管ポテンシャル -50 mb) 中で *Chenopodium quinoa* に接種 (30°C, 10 日間, 約 1,500 lx, 14 時間照明下) した (第 2 表)。反復の結果, 1×10² 個卵胞子/乾土 g でもまれにごく低率に発病するので, 最少発病卵胞子数は乾土 g 当たり 10~1,000 個の範囲にあると推定された¹⁹⁾。このように, *P. zingiberum* の最少発病卵胞子数が *P. butleri* の場合に比べて約 50 倍量を必要とするのは, 前者の卵胞子の発芽率が後者のその 1/20 以下であることと符合する。事実, *P. zingiberum* 卵胞子のモデル土壌中における発芽率は 2~4% であり, この卵胞子は各種の発芽誘起処理によっても明らかな効果を示さず, 内因的休眠にあると考えられた¹⁸⁾。この卵胞子が土壌中で耐久生存し, 次年度の宿主植物の栽培により根圏中で休眠が破られるとすれば, 本菌の最少発病卵胞子数は上述の値よりも低くなるものと推察される^{17,18)}。

以上のモデル土壌による実験は, 土壌中における生物防除の機構を調べたり, 接種源密度と発病との関係に及ぼす環境 (温度, 湿度, C/N 比など) の影響を調べた

りする場合に有効である。今後はモデル土壌を用い, 接種源としての卵胞子の休眠, 特に内因的休眠, および卵胞子の空間的分布の問題を調べなければならない。さらに, モデル土壌による実験を, 生態的に互いに異なる菌種を用いてモデル土壌の物理的・化学的特性, 土壌微生物相の関与, 接種源密度の急激な変動の可能性を考慮しながら進めていき, 実験に疫学的意味を持たせる必要がある。

お わ り に

HENDRIX と CAMPBELL は, ピシウム菌科に関する最近の総説⁹⁾に “New Roles for Old Organisms” という副題をつけているが, この副題はこの分野の研究に夢を抱かせる表現である。

外見上健全な成植物でも, その根部は若い組織に限ってピシウム菌に侵され, 植物はやがて衰弱していく。しかし, 本属菌の侵害を受けた植物の被害度は, 環境, 宿主の抵抗力に左右されることが多く, 植物はしばしば明瞭な病徴を欠き, また他病を併発している場合も多い。このように, ピシウム菌による病害はその本来が持つ “立枯病”, “根腐病” などという概念を変えつつある。

ピシウム菌による病害は, 農業のみによる防除が不可能である。また, 農業には省資源, コスト高, 政府の厳しい規制の問題がある。一方, 本病の場合, 発病環境調査は防除に直結することが多い。農業の有効な利用を耕種的, 生物的防除法に組み合わせ, ピシウム菌による病気の発病環境をいかに経済的に操作していくかという方向に, 将来は進むべきであると考えられる。

引 用 文 献

- 1) BIESBROCK, J. A. and F. F., Jr. HENDRIX (1970): *Phytopathology* 60: 880~882.
- 2) BRUEHL, G. W. (1976): *Ann. Rev. Phytopath.* 14: 247~264.
- 3) BURR, T. J. and M. E. STANGHELLINI (1973): *Phytopathology* 63: 1499~1501.
- 4) ERWIN, D. C. et al. (1961): *J. econ. Ent.* 34: 855~858.
- 5) GARDNER, D. E. and F. F., Jr. HENDRIX (1973): *Can. J. Bot.* 51: 1593~1598.
- 6) GIBSON, I. A. S. et al. (1961): *Phytopathology* 51: 531~533.
- 7) HENDRIX, F. F., Jr. and W. A. CAMPBELL (1970): *Can. J. Bot.* 48: 377~384.
- 8) ——— (1983): *Zoosporic Plant Pathogens* (BUCZACKI, S. T. ed.), Academic Press, London, pp. 123~160.
- 9) 一谷多喜郎 (1980): 関西病虫研報 22: 7~11.
- 10) ——— (1981): 同上 23: 60.
- 11) ——— (1981): 植物防疫 35: 123~126.
- 12) ———・菊池義郎 (1981): 日植病報 47: 117.
- 13) ——— (1981): 関西病虫研報 23: 1~7.
- 14) ———・新須利則 (1981): 日植病報 47: 151~157.
- 15) ——— (1981): 同上 47: 158~165.
- 16) ICHITANI, T. and H. GOTO (1982): *Ann. Phytopath.*

- Soc. Japan 48: 674~676.
- 17) ——— and T. SHIMIZU (1984): Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B 36: 15~19.
- 18) 池田彰弘 (1983): 大阪府立大学修士論文, pp. 105.
- 19) ———・一谷多喜郎 (1984): 昭和 59 年度 日本植物病理学会大会講演要旨予稿集 1-45.
- 20) 景山幸二・宇井格生 (1980): 日植病報 46: 542~544.
- 21) ——— (1982): 同上 48: 308~313.
- 22) KRUPA, S. V. and Y. R. DOMMERGUES eds. (1979): Ecology of Root Pathogens, Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, pp. 281.
- 23) KUSUNOKI, M. and T. ICHITANI (1982): Ann. Phytopath. Soc. Japan 48: 695~698.
- 24) ——— (1984): ibid: (in press).
- 25) ——— et al. (1984): Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B 36: 9~14.
- 26) MELLANO, H. M. et al. (1970): Phytopathology 60: 935~942.
- 27) MILLAR, C. R. et al. (1966): ibid. 56: 46~49.
- 28) MITCHELL, D. J. (1975): ibid. 65: 570~575.
- 29) 望月寛人ら (1975): 関西病虫研報 17: 115.
- 30) PAPAIVIZAS, G. C. and J. A. LEWIS (1979): Soil-Borne Plant Pathogens (Schipper, B. and Gams, W. eds.), Academic Press, London, pp. 483~505.
- 31) PIECZARKA, D. J. and G. S. ABAWI (1978): Phytopathology 68: 403~408.
- 32) PLAATS-NITERINK, A. J. VAN DER (1975): Neth. J. Pl. Path. 81: 22~37.
- 33) 沢田泰男 (1973): 土肥誌 44: 377~382.
- 34) SEWELL, G. W. F. (1981): Ann. appl. Biol. 97: 31~42.
- 35) SHIMIZU, T. and T. ICHITANI (1984): Ann. Phytopath. Soc. Japan: (in press).
- 36) STANGHELLINI, M. E. and HANCOCK, J. G. (1971): Phytopathology 61: 165~168.
- 37) ——— et al. (1982): ibid. 72: 1481~1485.
- 38) SUMNER, D. R. (1974): ibid. 64: 1353~1358.
- 39) 田上俊太郎ら (1983): 熊本県農試研報 8: 19~31.
- 40) WATANABE, T. (1981): Ann. Phytopath. Soc. Japan 47: 449~456.
- 41) ——— (1981): ibid. 47: 562~565.
- 42) ——— (1983): Trans. mycol. Soc. Japan 24: 15~23.

中央だより

一農林水産省一

○イネミズゾウムシ防除対策会議開催さる

イネミズゾウムシ防除対策会議が、3月22日関東農政局第二講堂において、関係都道府県、農業研究センター、農業環境技術研究所、東北、北陸、中国、四国、九州各農業試験場、関係地方農政局、農業検査所、植物防疫所及び植物防疫課の担当官が参集し開催された。

会議では、植物防疫課から、①58年度イネミズゾウムシの発生状況及び防除状況、②59年度イネミズゾウムシ特別防除事業の進め方について説明があり、続いて、①58年度イネミズゾウムシ特別防除事業の実施状況、②今後の防除対策について、③イネミズゾウムシ発生面積の推計方法について等の検討が行われた。

○イネミズゾウムシの防除対策に関する緊急調査研究結果検討会開催さる

イネミズゾウムシの防除対策に関する緊急調査研究結果検討会が、3月23日農業研究センター大会議室において、関係都府県、植物防疫課、農林水産技術会議事務局、農業研究センター、農業環境技術研究所、東北、北陸、中国、九州各農業試験場、関係地方農政局、植物防疫所の担当官が参集し開催された。

検討会では、57~58年度に実施された、①冷涼・寒冷・積雪地帯における越冬実態の把握並びに58年度発生量の推定及び防除法の確立、②越冬後成虫及び幼虫の

発生時期、発生量と被害との関係、③新成虫の発生時期及び越冬密度について調査研究結果の報告があり、検討が行われた。

協会だより

一本 会一

○人事異動

(4月1日) 研究部農業研究室長兼務 荒木隆男 (研究部長・研究所長代理)、研究部ウイルス研究室長 匠原監一郎 (ウイルス研究室主任)、審査部審査係長 森田和博 (審査部審査係)、研究所総務係長 松本純一 (総務部会計課)、試験研究農場業務科長 栗山 亨 (試験研究農場業務主任)

(4月1日) 調査役・研究所勤務 於保信彦

(4月15日) 調査役・研究所勤務 後藤重喜

計 報

元 本会囑託、応勳昆虫名誉会員 南川仁博氏逝去す
南川仁博氏は、4月1日肺炎のため逝去されました。享年 90 才。御冥福をお祈りします。
御遺宅ならびに御遺族は
〒270-01 千葉県流山市松ヶ丘 4-520-100
電話 (0471) 44-0289
御長男 南川信義氏

イネ苗箱に発生するピシウム菌による病害

岩手県立農業試験場 小 川 勝 美

はじめに

ピシウム菌によるイネ苗の病害としては、古くは水苗代における苗腐敗病がある^{1,2)}。また、保温折衷苗代の立枯性腐敗病、畑苗代の苗立枯病の関与菌の一つにピシウム菌が挙げられている。これらの病害はいずれも育苗期間の天候が低温に経過した場合に多発しやすいことから、北海道、東北などの寒冷地ではしばしば発生し、激しい場合は苗が全滅するなど苗代期のもっとも恐るべき病害とされてきた。

昭和 40 年代の後半に機械移植栽培法が導入されて育苗の様式が一変し、大型育苗施設を使用した箱育苗法が急速に普及された。これは育苗期間の病害発生様相を大きく変え、まったく予想外の新病害の発生をもたらした。しかし、従前同様にしばしば低温に遭遇することから、ピシウム菌に起因する苗立枯病の発生が問題として残された。さらに、中苗育苗などの葉齢増加苗では、育苗後半に急性的に萎ちょう現象を呈して枯死する、いわゆるムレ苗の発生が問題となっている。これは発生時期が移植間近で対応策が難しいことから、現在農家に恐れられている病害の一つである。その主な原因はピシウム菌と考えられている^{3~6)}。

筆者は箱育苗で発生する病害の防除法について検討中であるが、特にピシウム菌による病害について若干の知見が得られたので、紹介して参考に供したい。

本稿を取りまとめるにあたり、本菌の同定を賜った元北海道大学農学部景山幸二氏に謝意を表する。

I 病徴と発生様相

育苗箱内で発生するピシウム菌による病害の病徴を見ると、大別して、出芽障害、苗立ち枯れおよび急性萎ちょう症の三つの症状が認められる。

出芽障害は、土壤水分が多すぎ、出芽温度も低く経過した場合にしばしば認められる。種子に対してかびの付着は認められないが、芽は腐敗している。箱の中央部またはいずれか一方に偏って発生することが多い。

苗立ち枯れは、出芽後低温に経過した場合に発生しやすく、多くは部分的にまとまって発生し、いわゆる坪枯

れ状を呈する⁶⁾。生育初期から発生すると生育はきわめて悪く、根は少ない。苗の葉しょう基部は、健全苗が乳白色を呈しているのに対して、罹病苗では水浸状の淡緑褐色または淡褐色を呈している。下葉からしだいに淡褐色となり、芯葉は針状に巻き込んで灰緑色となって萎ちょうする。芯葉は手で軽く引くと抜けやすく、抜いた下部は黒褐色に腐敗しているが、葉しょう基部の症状が軽微な苗では抜けにくい。基部にはかびが認められない。この点、フザリウム菌による苗立枯病と異なる。

急性萎ちょう症は、本葉第 2 葉および第 3 葉未展開葉が急激に水分不足をきたしたようにしおれるもので、早い個体は第 2 葉の抽出し始めから認められる。葉身は針状に巻き、灰緑色となり、のちには淡黄褐色から灰褐色になる。茎は全般にやや細く、淡黄褐色を呈し、のちに枯死する。葉しょう基部は初め淡い褐変症状が認められ、しだいに褐色になり、いわゆる褐変苗となる。根は褐変しているものが多い。特に冠根、根毛の伸長が小さく、新根の発生が少ない。根は切れやすく、箱内の根張りが悪い。また、箱下の置床伸長根が少なく、箱は容易に持ち上げられる。発生は箱全面または不定形の斑紋状に見られ、この症状は一般に“ムレ苗”と称されているものの一つである。

急性萎ちょう症を示した苗を抜き取り、水洗い後 1 夜殺菌水中に静置した後、簡易ミクロトームを用いて、淡褐色の葉しょう基部を対象に節の横断切片を作成して鏡検するか、あるいは、冠根、根毛をそのままスライドグラス上に押しつぶして鏡検した結果、しょう葉節およびその上位節から発根した冠根の中心柱、皮層は褐変し、



第 1 図 稲苗の急性萎ちょう症いわゆるムレ苗の発生状況

Disease of Rice Seedlings in the Nursery Flat
Caused by *Pythium* sp.. By Katsumi OGAWA

さらに発根直前の冠根もすでに褐変しているのが認められた。これらのことがその後の発根量の減少となり、萎ちょう症を引き起こすものと考えられた。冠根組織、根毛にはピシウム菌の卵胞子が見られた。

II 病原菌の分離と病原性

立ち枯れまたは萎ちょう症状を呈した苗からと、両症状の発生しやすい岩手山中性腐植質火山灰土壌（農試土壌）から関与菌の分離を試みた。その結果、いずれから *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp., *Pythium* sp. および *Bacteria* などが多く分離された。この中で、*Pythium* sp. と *Bacteria* 以外の3菌はイネ苗立ち枯病菌としてすでにその病原性が明らかにされ^{6,7)}、それぞれ特徴的な病徴を持ち、分離に供された苗の症状とは異なるものである。このことから、*Pythium* sp. と *Bacteria* について病原性の検討を要するものであるが、分離された *Pythium* sp. はいずれも稲苗に対して病原性が認められた。*Bacteria* については別途検討を要する。

III ピシウム菌の種類

第1表に示す分離菌の中から、P-ta, P-ni, P-ma-1, P-ma-2 の4菌株について、WATERHOUSE⁸⁾, MIDDLETON⁹⁾, MATTHEWS¹⁰⁾ の検索表および DRECHSLER¹¹⁾ の報告を参照して同定した。イネ立ち枯れ苗、急性萎ちょう苗の根部と茎基部および多発土壌から分離された菌株はいずれも *P. graminicolum* であった。

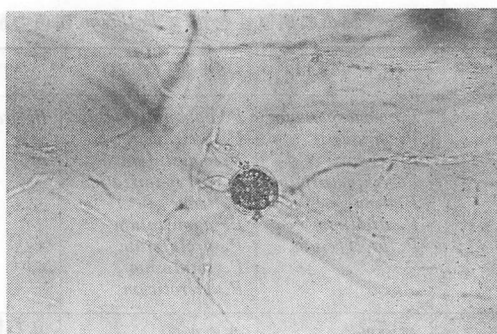
分離菌の形態は以下に示すとおりである。

蔵卵器 (18.6~26.9 μ m) は表面平滑で頂生または間生、球形から亜球形。卵胞子は球形、表面平滑で蔵卵器内を満す。雄性器は雌雄同菌糸性または異菌糸性、同菌糸性の場合には蔵卵器のすぐ下から生じる。やや膨らみ、曲がり首かぼちゃ型をしており、雄性器枝がときどき分岐し、蔵卵器当たり1~6個付く。遊走子のうは糸状で菌糸より膨れる。遊走子の放出は認められなかった。

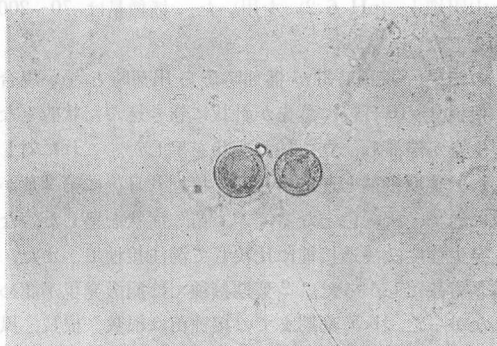
第1表 分離菌株の来歴と病原性

菌 株	来 歴	病原性 ^{a)}
P-ma	水浸状の立ち枯れ苗 (根部)	+
P-ta	岩手山中性腐植質火山灰土壌 (表層土)	+
P-ni	立ち枯れ苗	+
P-ma-1	P-ma 菌 1.5 葉期接種→急性萎ちょう苗 (根部)	+
P-ma-2	P-ma-1 菌接種→急性萎ちょう苗 (茎基部)	+

a) 播種時接種によって苗立ち枯れの認められたもの



第2図 *P. graminicolum* の分岐した雄性器枝 (景山氏原図)



第3図 *P. graminicolum* の蔵卵器内に充満する卵胞子 (景山氏原図)

トウモロコシ煎汁寒天培地上における菌糸生育温度を調査した結果、最適温度は 25°C 付近で、5°C または 40°C では伸長が見られなかった。

稲苗に病原性を持つピシウム属菌を既往の研究に見ると、いずれも苗腐敗病菌として報告されたものである。すなわち、徳永 (1933)¹⁾ は7種、伊藤 (1942)²⁾ は9種の病原性を確認し、両氏によって14種のピシウム属菌が報告されている。筆者ら⁴⁾ の苗立ち枯れ、急性萎ちょう症を示す分離菌は、両氏の報告に含まれない新しい種類であった。

IV 接種時期と病徴

分離菌株 (P-ma 菌) を供試し、接種時期と病徴発現との関係を検討した。接種法は次のとおりである。ジャガイモ煎汁液で 26°C, 29 日間培養後 20°C 定温下に置き、随時取り出して接種に供した。接種量は箱 (60×30×3 cm) 当たり 500 ml 振とうフラスコ1本分とし、軽くミキサーにかけて、水道水 500 ml に懸濁させて用いた。接種時期は播種時、出芽時、1.5 葉期および2葉期とした。接種は表土上方から灌注またはホーローバット

第2表 稲苗に病原性を持つ *Pythium* 属菌の種類

〔報告者〕	徳永 (1933)	伊藤 (1942)	小川ら (1983)
種 類	<i>P. monospermum</i> <i>P. oryzae</i> <i>P. nagaii</i> <i>P. echinocarpum</i> <i>P. tenue</i> <i>P. diclinum</i> <i>P. proliferum</i>	<i>P. aphanidermatum</i> <i>P. helicum</i> <i>P. marsipium</i> <i>P. polycephalum</i> <i>P. tenue</i> <i>P. angustatum</i> <i>P. proliferum</i> <i>P. torulosum</i> <i>P. pleroticum</i>	<i>P. graminicolum</i>
主な病徴	苗腐敗	苗腐敗	立ち枯れ, 急性萎ちょう

内での3日間底孔浸透とした。土壤はオートクレーブ殺菌火山灰畑土 (pH 6.2) を用いた。播種量は 70~200 g/箱とした。

この結果、接種時期が播種時から出芽時と早い場合は、接種9~10日後に葉先が針状に巻き込んだ状態となって生育が停滞し、立ち枯れ症状を呈した。これに対して、1.5葉期接種と遅い場合は、接種8日後に第2葉が急激に巻葉、灰緑色となる“ムレ苗”症状を呈した。なお、発生程度は浸透接種に比較して灌注接種で、また、厚播きで甚だしかった。2葉期接種では病徴発現が認められなかった。1.5葉期までの接種苗は根数、根長、風乾重が劣った。

このことから、稲苗のピシウム菌による病徴は感染時期によって異なると考えられる。生育量の小さい苗が本病菌に侵された場合、病徴発現が早い場合は苗立ち枯れ症状を呈し、これより生育が進んだ苗が侵された場合や病徴発現が遅い場合は苗立ち枯れとは異なった急性萎ちょう症、いわゆるムレ苗症状を示すものと考えられる。また、苗の生育ステージから見て、本病菌の影響が見られるのは2葉期前までで、この期間に茎葉基部が侵され

た場合は発根数が減少して、水分収支バランスを崩して苗は萎ちょう枯死するものと考えられる。

V 発生要因

土壌 pH と発生：火山灰土壌 (原土 pH 5.8) と沖積土壌 (同 5.2) の pH を希硫酸または炭酸カルシウムで理論値 pH が 4.0~6.5 になるように調整し、育苗に供した。常法による育苗途中、播種9日後に 0~2°C の微風に 24 時間処理し、その後の発生状況を観察した。発生は処理2日後の昇温時から顕著になり、葉身は灰緑色を呈して急激に萎ちょうした。低温処理区では両土壌とも pH 5.2 以上で発生が著しく、土壌 pH の関係が明らかであった。低温無処理区では発生が少なく、土壌 pH による差異は認められなかった。なお、土壌 pH と低温抵抗性、根の活力との関係についてはさらに検討を要するところである。

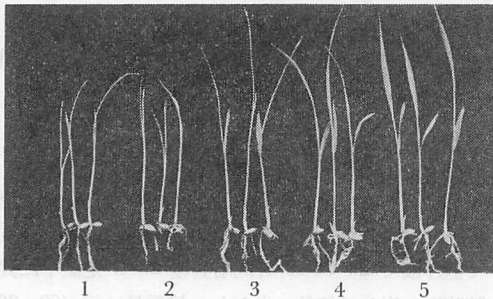
土壌養分と発生：育苗標準の基肥量 (N : 2, P₂O₅ : 3, K₂O : 2) にカリ、リン酸の追肥区 (液肥で P₂O₅, K₂O 各 1 g, 4 回) では萎ちょう症の発生が認められなかったのに対して、カリ欠乏区 (K₂O 0 g), カリ少肥区 (同 1 g) および基肥カリ区 (同 2 g) では土壌 pH が低い場合でも低温処理によって萎ちょう症の発生が見られた。この場合の播種 15 日後の箱内土壌 100 g 当たりカリ量は 12 mg 以下で、これ以上の濃度では発生が見られなかった。このことからカリの不足が萎ちょう症発生に関与していると考えられる。

育苗温度と発生：前記したように低温が発生の大きな誘因と考えられる。特に低温遭遇の時期が早いほど発生が多い。この場合の温度は 3~4°C 以下と考えられている。

遮光と発生：白寒冷紗被覆によって遮光した場合、箱内は常に湿った状態に置かれ、苗の生育も軟弱ぎみとなり、萎ちょう症および水浸状褐変苗の発生が多かった。

VI 防 除 法

ピシウム菌による苗立ち枯れおよび急性萎ちょう症の発生は育苗中の低温、土壌の高 pH、土壌のカリ不足などによって助長されることから、本病害を防除する耕種的手段としては、土壌 pH の調整や適正な温度、肥培管理などの指導対策がとられている。さらに、薬剤による防除にはヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤の 8 g/箱、播種時土壌混和、同乳剤の 500~1,000 倍液、0.5 l/箱播種時灌注の効果が高いことが認められて

第4図 *P. graminicolum* の接種時期と病徴 (灌注接種)

- 1 : 播種時接種…苗立ち枯れ, 2 : 出芽時接種…苗立ち枯れ
3 : 1.5 葉期接種…急性萎ちょう症
4 : 2.0 葉期接種…健全, 5 : 無接種…健全

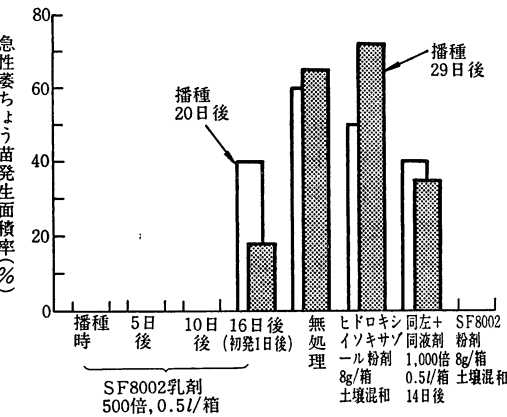
第3表 *Pythium* sp. による苗立枯病に対する薬剤処理の効果

供 試 薬 剤	施 用 法	褐変苗+ ^{a)} 枯死苗率 (%)	急性萎ちょう・枯死苗 ^{b)} 発生面積率 (%)
ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤 (4.0%, 0.5%)	播種時土壌混和 8g/箱	17.6	0
同 上 乳 剤 (30%, 4%)	播種時灌注 500倍, 0.5 <i>l</i>	17.2	0
	播種時灌注 1,000倍, 0.5 <i>l</i>	20.0	0
ヒドロキシイソキサゾール粉剤 (4%)	播種時土壌混和 8g/箱	57.0	70
メタラキシル (2%) 粒剤	播種時土壌混和 4g/箱	3.0	0
無 処 理	—	88.9	85

腐植質火山灰土壌 (pH 6.2) を使用し、中苗方式で育苗した。

a) 播種 26 日後抜き取り調査

b) 播種 35 日後の立毛観察



第5図 *Pythium* sp. によるイネ苗急性萎ちょう症発生に対する薬剤処理の効果
SF 8002 剤：ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル剤

いる。特に同乳剤は、処理時期が播種時から初発直前までの生育中いずれの時期とも有効で、初発直後の処理でもその後の発生拡大が少ないことから、予防的な使用だけではなく育苗途中の応急対策的な使用も可能とみられる。

耕種的な対策と合わせて薬剤処理を行うことにより、健苗育成が可能と思われる。

おわりに

箱育苗では多湿で播種密度が高く苗の病害抵抗性が低下しがちである。特に寒冷地や低温年には絶えず低温にさらされるので、ピシウム菌による病害が発生しやすい。

防除法として耕種的な対策と薬剤の使用法について明らかにされたが、本病の防除を推進するためには、箱内における感染機作、病徴発現機構などについて不明の点が多いので、これらの点についても今後さらに詳細に究明する必要がある。

引用文献

1) 徳永芳雄 (1933) : 日植病報 2 : 545~546 (講要).
2) 伊藤 健 (1943) : 同上 12 : 109~115.
3) 小川勝美 (1983) : 同上 49 : 91 (講要).
4) ——— (1983) : 同上 49 : 389 (講要).
5) 梅原吉広ら (1983) : 同上 49 : 389 (講要).
6) 茨木忠雄 (1976) : 農業及園芸 51 : 40~44.
7) ——— (1976) : 同上 51 : 295~298.
8) WATERHOUSE, G. M. (1967) : Commonw. Mycol. Inst Mycol. Pap. p. 110.
9) MIDDLETON, J. T. (1943) : Mem Torrey Bot. Club 20 : 1~171.
10) MATTHEWS, V. D. (1931) : Univ. of N. C. Press Chapel Hill. pp. 136.
11) DRECHSLER, C. (1936) : Phytopathology 26 : 676~684.

ピシウム菌による牧草，飼料作物の病害

農林水産省草地試験場 しま 島 ぬき 貫 ただ 忠 ゆき 幸

はじめに

昭和 57 年度のわが国の牧草，飼料作物の栽培面積は 100 万 ha で，そのうち牧草は 80.8 万 ha，残りはトウモロコシなどの飼料作物である（農林水産省統計情報部，1983）。これを作物類別耕地利用率で見ると，北海道 52.4%，九州 20.7%，東北 13.7% の順で，全国平均では全耕地面積の 19.7% に当たるが，なお，自給飼料確保のための草地造成や水田利用再編対策などによって，漸増傾向にある。さらに最近では，草地，飼料畑の生産性向上が求められるようになり，有機物の施用や土壌改良資材の投入と並んで病害虫への対応が強く要請されるに至っている。

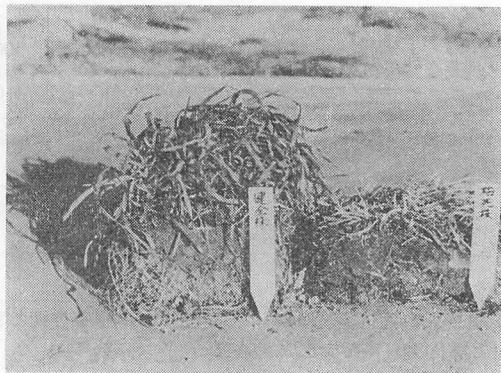
他方，牧草，飼料作物の病害については，研究の歴史も浅く，ようやく茎葉の病害の全ぼうが明らかにされたにすぎず，中でも土壌病害の研究はアルファルファやアカクロパの 2, 3 の病害で行われているのみである。牧草，飼料作物のピシウム病についての系統的な研究は皆無に近く，断片的な研究で，与えられた表題に十分には応じられないが，あえて研究の現状を紹介する。

I オーチャードグラス株枯病²⁾

本病は，1969 年 8 月，北海道網走支庁遠軽町の造成 3 年目のオーチャードグラス草地で，刈り取りしたあと，再生不能となって株が枯死する症状を呈して多発した。草地全面にわたってオーチャードグラスの生育は不良であったが，枯死株は水が停滞しやすい低地に集中して発生した。被害株の茎葉は褐色を呈しており，根部は激しく褐変して，生育は不良であった（第 1 図）。

1 病原菌

枯死した古い組織から菌の分離を行うと *Pythium* spp. のほかに *Fusarium* spp., *Cephalosporium* sp. などが分離されたが，被害株を殺菌土壌と混入し，オーチャードグラスを播種，その苗の根を分離材料とした場合には *Pythium* spp. が高頻度で分離された。分離された菌をオーチャードグラスに接種したところ，*Fusarium* spp. や *Cephalosporium* sp. には病原性が認められず，*Pythium* spp. のみが根腐れや立ち枯れ症状を示し，菌も再分離



第 1 図 オーチャードグラス株枯病の被害株(右)と健全株(左)

された。これらのことから本病は *Pythium* spp. によるものと考えた。

病原性を示した *Pythium* spp. は形態的な特徴から，数種に分類し，その中で病原性が強く，分離頻度の高い 3 菌株について種の同定を試みた。MATTHEWS⁹⁾, MIDDLETON¹⁰⁾ などの検索表に従って，1 菌株を *Pythium debaryanum* HESSE, 他の 2 菌株は *P. ultimum* TROW とそれぞれ同定した。

ここで分離された *P. debaryanum* と *P. ultimum* の寄主範囲を知るため，イネ科作物（イネ，コムギ，ライムギ，メドッフェスク，トールフェスク，イタリアンライグラス，ペントグラス，レッドトップ，オーチャードグラス，チモシー）に接種試験を行った。その結果，すべてのイネ科作物の根に根腐れ症状を起こしたことから，本菌の寄主範囲はかなり広いものと考えられる。

2 発病要因の解析

本病の発生環境について，現地調査の結果から次のように考察した。発生地は洪積土壌に属し，重粘，緊密であるため通気性が悪い。このことは発生地土壌の 3 相分布から，孔げき率（液相＋気相）が低いことによってもわかる。また，この土壌は降雨後，過湿になりやすい特徴がある。土壌 pH は 4.0 で強酸性を示している。農家は，土壌 pH の矯正や土壌改良のために，石灰やチップ（木屑）を利用した堆肥を土壌に施用している。本病発生地にもチップなどの未熟の有機物が大量に存在していた。これらのことから，本病は未熟の有機物に菌（*Pythium* spp.）が定着，増殖し，刈り取り後一時的に

第1表 *Pythium iwayamai*, *P. paddicum* と分離菌株との形態と大きさの比較

菌 株	<i>P. iwayamai</i> ⁵⁾	<i>P. paddicum</i> ⁵⁾	No. 19 (<i>P. iwayamai</i>)	No. 8 (<i>P. paddicum</i>)
器 官				
胞 子 の う	球 形 27~50×21~29 μm	球 形 26~37×24~35 μm	球 形 15~30 μm	球 形 10~25 μm
遊 走 子	あ り 9~14 μm	あ り 10~20 μm	あ り 9~13 μm	未 確 認
蔵 卵 器	球形・平滑 20~26 μm	球形・表面に剛刺 14~30 μm	球形・平滑 20~28 μm	球形・表面に剛刺 10~25 μm
蔵 精 器	1~2 個, まれに 3~4 個	1~2 個, まれに 3~4 個	主に 1~2 個	主に 1~2 個
卵 胞 子	球 形 18~23 μm	球 形 12~23 μm	球 形 15~25 μm	球 形 10~25 μm

衰弱したオーチャードグラスに感染が起こり、枯死させたものと推察された。

II 褐色雪腐病

北陸地方の多雪地帯では越冬作物は各種の雪腐病によって大きな被害を受けることが知られている。雪腐小粒菌核病のほかに、ピシウム菌による褐色雪腐病の被害も、レンゲ、ムギ類、牧草で報告されている^{4,6,13)}。また、1973年、北海道の道東内陸部（根室支庁中標津町など）のイネ科牧草に、今まで北海道で発生している雪腐病とは異なる冬枯れ症が発生した¹⁾。発生様相を見ると、局部的にパッチ状を呈し、特にくぼ地、低地あるいは融雪水の水路にあたる場所など、水が停滞しやすい場所に発生が多い傾向にあった。

いずれの草種でも、本病の発生は融雪後、顕著になる。被害株の茎葉は褐色を呈する。根部の生育は健全株と大差なかった。本病は病徴から他の雪腐病と容易に識別できる。つまり、菌核の付着がないことから雪腐大粒および小粒菌核病と、被害茎葉は桃紅色を帯びていないことから紅色雪腐病の病徴と異なっている。本病の被害茎葉を鏡検すると、多数の卵胞子が認められる。罹病した株は枯死するか、あるいは萌芽が遅れ、生育が遅延する。現在、北海道の排水の悪い転換畑にコムギを栽培すると、本病と思われる症状が発生している。

1 病原菌

被害株の茎葉から菌の分離を行うと高率に *Pythium* spp. が分離されるが、その中でも蔵卵器に突起を持つ菌株と蔵卵器が平滑な菌株が多く分離された。ムギ類の褐色雪腐病菌とされている *Pythium iwayamai*⁵⁾, *P. paddicum*⁵⁾ と形態比較を行い、蔵卵器に突起を持つ菌株は *P. paddicum* と、蔵卵器が平滑な菌株は *P. iwayamai* とほぼ一致した¹²⁾ (第1表)。他の菌株は種の同定までは至らなかった。ムギ類雪腐病菌として *P. iwayamai* と *P. paddicum* のほかに4種の *Pythium* spp. が報告⁵⁾ されており、筆者らも未同定の *Pythium* spp. を分離し

ている。これらのことから、褐色雪腐病の病原菌は *P. iwayamai* と *P. paddicum* 以外に数種の *Pythium* 菌が存在すると思われる。

2 発生要因の検討

北海道では今まで本病の発生が報告されていなかったもので、発病に関係すると考えられる降雨量、温度および土壌水分含量との関係について検討した。発生前年の9月から11月の降雨量は、平年に比べて3倍あった。また、土壌水分含量と温度の関係を接種により比較したところ、土壌水分含量は高いほど(飽和容水量 60% < 80% < 100% 区)、温度は 18°C より 4°C の低温で、発病程度が高くなった。このことは菌株 (*P. iwayamai*, *P. paddicum*) および草種間 (オーチャードグラス、チモシー、ホイトグラス) でも同じ傾向にあった。これらのことから、根雪前の多量の降雨が土壌水分含量を高め、積雪下の低温など本菌の好適条件が加わり本病が発生したものと推察される。

本菌を14種のイネ科作物 (コムギ、オオムギ、ライムギ、エンバク、メドフフェスク、トールフェスク、ケンタッキーブルーグラス、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラス、ペントグラス、レッドトップ、オーチャードグラス、チモシー、ホイトグラス) に接種したところ、草種間で発病程度に差が認められるが、すべての作物に病原性を持つことが判明した。

3 発生生態

本病の発生生態については平根⁴⁾ がムギ類褐色雪腐病で広範囲な研究を行っている。晩秋から冬季にかけて雨量の多い年は本病の被害が多い。これは越冬した卵胞子が多量の遊走子を形成して、第一次伝染源となるためである。寄主体への侵入は発芽した遊走子が気孔から侵入するが、表皮から直接侵入する場合もある。侵入した菌糸は組織中を伸長し茎基部や生長点を侵害して枯死させる。また本病は7科24種の作物に発生を認めている。石黒⁷⁾ らはイタリアンライグラスの雪腐病の研究で、経時的に菌の分離を行って菌の消長を調べた結果、*Pythi-*

um spp. は根雪前の下葉から分離され始め、病原性の強い菌株 (*P. paddicum*) は根雪 25 日目以降から急激に分離されると報告している。これらのことから本菌の感染時期は根雪から根雪 1 か月後までに起こると考えられる。

本病を防除するうえで大切なことは、根雪前の降雨あるいは融雪水が停滞しないように排水を良好にすることである。

III トウモロコシ腰折病^{8,11)}

1978 年 6 月、群馬県の飼料用 トウモロコシ畑で発生した。草丈約 1 m のトウモロコシ (10 葉期) に地面から約 10~20 cm のところの葉しょうが暗緑色水浸状に腐り、それが直ちに内側の稈に及ぶ。稈では節または節間に褐色、紡錘形のややくぼんだ病斑を生じる。稈の病変の進行は表面よりも内部で速やかで、稈は直ちに軟化腐敗し、その部位より折れて倒伏しやすくなる。病勢が進むと罹病部表面はしばしば細菌の菌泥に覆われ魚臭を発することもある。

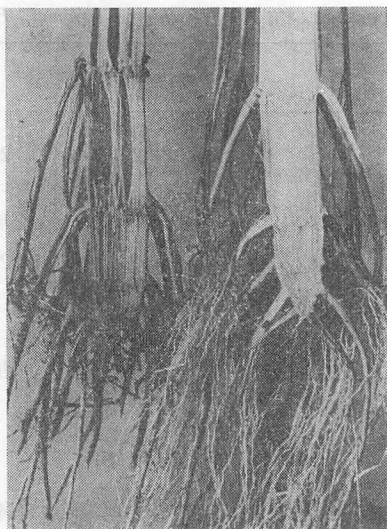
1 病原菌

病斑より分離される細菌には病原性はなく、同時に分離される *Pythium* sp. のみが病原性を示した。*Pythium* 菌は寒天培地上に蔵卵器、蔵精器、遊走子のうを形成し、それらの形態、特に蔵精器が蔵卵器への付着のしかたから *Pythium aphanidermatum* と同定した。ペトリ皿内での接種試験では有傷処理したイネ科、マメ科、ウリ科およびナス科などの植物に病原性が認められ、中でもキュウリ、スイカ、トマト、インゲンの果実には綿腐状を呈した。

本病の発生生態については詳細な報告はないが、病原菌は土中にあるため適当な温度と湿度、特に降雨が続いたとき、まん延する。菌が雨水の水滴で泳ぎ回り、泥と一緒に葉しょうなどにはね上げられて付着し、感染が起るとされている。

IV トウモロコシの茎腐症

数年前より関東地方で 8 月下旬から 9 月上旬にかけて、外観健全な飼料用トウモロコシが数日で黄化、萎ちようする症状が発生している。発病株は雌穂が黄化、垂下している。地際の稈の表面には病変は認められないが、軟化している。この部分を縦断すると柔組織は水浸状を呈し、ルーペで白色の菌糸が見えることが多い。病勢が進むと柔組織は消失して、維管束のみが繊維状に残る (第 2 図)。発病株の根群の発達は悪く、支根 (気根) を含む大部分の根は濃く褐変して、崩壊しており、一部



第 2 図 トウモロコシ茎腐症の稈の被害状況
被害株 (左) と健全株 (右)

は脱落していた。

1 病原菌

関東各地 (4 県 6 市町村) から採集した被害株の稈、根より菌の分離を行った。分離された 50 菌株の *Pythium* spp. はほぼ同一の形態をしていた。その中から採集地を異にする 8 菌株を選んで病原性と種の同定に供試した。本菌の培養した菌体を 5 葉期のトウモロコシ根部へ接種したところ、すべての菌株は接種 1 週間後に根腐れ症状を起こした。強い接種を行うと立ち枯れ症状となった。本菌の遊走子のうは不規則に分岐した膨状体で、容易に遊走子を形成した。蔵卵器は球形で、径 17~35 (平均 26.4) μm である。蔵精器はこん棒状、1~8 (平均 3) 個で側着している。卵胞子は球形で、蔵卵器を満たしている。また、コーンミール寒天培地で菌糸生育温度を見ると、最適温度は 25~30°C で、37°C では生育するが、40°C では生育しなかった。以上の特徴から、WATERHOUSE^{16,17)} の Key に従い、本菌を *Pythium graminicola* と同定した。

2 発生要因

神奈川県下では、1979 年ごろから発生しており、本年は栃木、千葉、群馬、福島各県で発生を確認した。このほかに長野、宮城、鳥取各県でも類似の発生が知られており、調査が進めば発生地域は広がるものと考えられる。

発生生態の解明などは今後の研究に待つところが多いが、被害が顕在化した最大の理由はトウモロコシの利用形態の変化が挙げられる。つまり、青刈り主体から通年

第2表 *Pythium* 属菌による牧草・飼料作物の病害

species	host	symptoms
<i>P. aphanidermatum</i>	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Saccharum officinarum</i> <i>Zea mays</i> ^{a)}	root rot seed rot, damping-off, root rot sugar cane rot stalk rot
<i>P. artotrogus</i>	<i>Panicum purpurascens</i> <i>Saccharum officinarum</i>	rot rot
<i>P. butleri</i>	<i>Agrostis palustris</i> <i>Zea mays</i>	turf spot stalk rot
<i>P. debaryanum</i>	<i>Medicago sativa</i> <i>Zea mays</i> , grasses ^{a)}	seed rot, damping-off, root rot seed rot, damping-off, root necrosis
<i>P. dissotocum</i> <i>P. graminicola</i>	<i>Saccharum officinarum</i> <i>Zea mays</i> ^{a)}	weak root rot stalk rot, root rot seedling blight
<i>P. hypogynum</i>	grasses <i>Avena sativa</i> , <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Triticum aestivum</i>	} root necrosis
<i>P. irregulare</i>	<i>Avena sativa</i> , <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Zea mays</i> , grasses	} seed rot, damping-off, root necrosis
<i>P. iwayamae</i> ^{a)} <i>P. monospermum</i>	grasses, cereals <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Panicum miliaceum</i> , <i>Saccharum officinarum</i> , <i>Sporobolus cryptandrus</i>	} snow blight } root necrosis
<i>P. myriotylum</i> <i>P. oligandrum</i> <i>P. ostracodes</i> <i>P. paddicum</i> ^{a)} <i>P. paroecandrum</i>	<i>Medicago sativa</i> <i>Stipa</i> sp., <i>Triticum aestivum</i> <i>Triticum aestivum</i> grasses, cereals <i>Zea mays</i>	seed rot, damping-off, root rot on wheat wheat root snow blight damping-off, seedling blight, root rot
<i>P. periilum</i> <i>P. pulchrum</i> <i>P. rostratum</i>	<i>Agropyron repens</i> <i>Medicago sativa</i> <i>Avena sativa</i> <i>Medicago sativa</i> , <i>Zea mays</i> <i>Medicago sativa</i> , <i>Zea mays</i> <i>Saccharum officinarum</i> , <i>Triticum aestivum</i> , <i>T. durum</i>	root necrosis seed rot, damping-off, root rot root necrosis damping-off, seedling blight, root rot damping-off, seedling blight, root rot
<i>P. splendens</i>	<i>Saccharum officinarum</i> , <i>Triticum aestivum</i> , <i>T. durum</i>	} root necrosis
<i>P. tardicrescens</i>	<i>Avena fatua</i> , <i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Triticum aestivum</i>	} root rot, root browning
<i>P. ultimum</i>	grasses ^{a)} <i>Medicago sativa</i> , <i>Zea mays</i>	root necrosis damping-off, seedling blight, root rot
<i>P. vexans</i> <i>P. volutum</i>	<i>Zea mays</i> <i>Avena sativa</i> , <i>Triticum aestivum</i>	damping-off, root rot, seedling blight root browning

主として下記の文献を参考にしてまとめた

1. SPRAGUE, R. (1950) : Diseases of cereals and grasses in north America, The Ronald Press Company, New York.
2. A compendium of corn diseases (1977) and A compendium of alfalfa diseases (1979), The American Phytopathological Society, Inc.

a) 日本で報告のあるもの

利用のホールクロップサイレージへ移行して，以前に比べて収穫時期が遅くなったことが被害を大きくしている。今までの観察，聞き取りの結果から，本病の被害は8月下旬から9月上旬に黄熟期となる作期に集中する傾向にある。また，施用する有機物の種類や品種によって発病程度が異なっている，最近のトウモロコシの連作やイネ科作物を主体とした作付体系も発病を助長している要因と考えられる。

V その他のピシウム菌による被害

前に触れた以外にも，数多くのピシウム菌が牧草や飼料作物を加害することが知られている。SPRAGUE¹⁵⁾ は

seed rot, damping-off および root rot などの病原として 20 種を超える *Pythium* 属菌を挙げている(第2表)。わが国においても，アルファルファ，トウモロコシ，青刈り用オオムギなどで，*Pythium* 属菌による damping-off が発生しており，局所的にはその被害は軽視できないものがある。しかし，種名や生態については不明な点が多い。

最近，水田再編に伴って転換畑を利用した牧草や飼料作物の栽培が広く行われるようになった。これらの多くは湿潤で *Pythium* 属菌にとって好適な環境となっている。筆者らは，転換畑に関する別枠研究の一環として，北海道空知郡長沼町で，水田とこれに隣接する転換草地

第 3 表 水田およびそれに隣接する草地土壌から分離される *Pythium* 属菌^{a)}

HENDRIX の分類	供 試 土 壤 (cover crop)	水 田	転 換 牧 草 畑			
		イ ネ	ア カ ク ロ ー バ	チ モ シ ー	メ ド ッ フ ェ ス ク	ト ウ モ ロ コ シ
<i>P. dissotocum</i> -complex		○		○	○	○
<i>P. graminicola</i> -complex		○	○		○	○
<i>P. irregulare</i> -complex		○	○			
<i>P. monospermum</i> -complex					○	
<i>P. rostratum</i> -complex		○				
<i>P. sylvaticum</i> -complex			○			○
unidentified species (u ₁)		○				
〃 (u ₂)					○	
〃 (u ₃)			○	○	○	○
〃 (u ₄)			○			
〃 (u ₅)				○		
〃 (u ₆)		○				○

a) 佐藤ら, 未発表

第 4 表 水田転換畑の作物根部から分離される *Pythium* 属菌^{a, b)}

HENDRIX の分類	種 名	宿 主	採 集 地
<i>P. dissotocum</i> -complex	<i>P. dissotocum</i> ?	アルファルファ	札幌市
<i>P. inflatum</i> -complex	<i>P. inflatum</i>	//	//
<i>P. ultimum</i> -complex	<i>P. debaryanum</i>	//	//
<i>P. paroecandrum</i> -complex	<i>P. paroecandrum</i>	//	//
<i>P. irregulare</i> -complex	<i>P. irregulare</i> ?	//	//
	<i>P. scleroteichum</i>	//	//
<i>P. dissotocum</i> -complex	<i>P. adhaerens</i>	//	江別市
<i>P. graminicola</i> -complex	<i>P. vanterpoolii</i>	//	//
<i>P. tenue</i> -complex	?	//	//
<i>P. oligandrum</i> -complex	<i>P. oligandrum</i>	//	道東
<i>P. ultimum</i> -complex	<i>P. debaryanum</i>	//	//
<i>P. dissotocum</i> -complex	<i>P. adhaerens</i> ?	トウモロコシ	長沼町
<i>P. graminicola</i> -complex	<i>P. aristosporum</i>	//	//
	<i>P. graminicola</i> ?	//	//
	<i>P. torulosum</i>	//	//
<i>P. irregulare</i> -complex	<i>P. echinocarpum</i> ?	インゲン	芽室町
<i>P. oligandrum</i> -complex	<i>P. oligandrum</i> ?	//	//
<i>P. paroecandrum</i> -complex	<i>P. paroecandrum</i>	//	//
<i>P. graminicola</i> -complex	<i>P. graminicola</i>	水田土壌	長沼町
<i>P. sylvaticum</i> -complex	?	//	//
unidentified	12 isolates	{ アルファルファ トウモロコシ チモシー	{ 札幌市 長沼町

a) 佐藤ら, 未発表

b) アルファルファに病原性を示した *Pythium* 菌のみ記載

の *Pythium* 属菌相の比較を試みた (第 3 表)。アルファルファの実生苗を用いて、両者の土壌から検出された *Pythium* 属菌を HENDRIX^{a)} に従って類別すると、転換草地では栽培されている草種に関係なく、*P. dissotocum*-complex, *P. graminicola*-complex, *Pythium* sp. (器官の形成が不十分で類別不能) などが検出された。また、水田土壌からも 4 複合種と類別不能 2 種が得られた。これらの菌株の病原性をアルファルファ、オーチャードグラ

スおよびダイコンの幼苗を用いて検討してみると、菌株によって強弱はあるが、大部分の菌株は、供試植物の一部または全部に病原性を有していることが明らかとなった。水田土壌から病原性を有する *Pythium* 属菌が高頻度で検出されたことは興味ある事実と考えられる。高ミネラル牧草として、これからの普及が期待されているアルファルファの感受性が際だって高いことが関心をひいたので、さらに道内数か所の転換畑のアルファルファ、

トウモロコシ、インゲンなどの根から直接 *Pythium* 属菌を分離してアルファルファに対する病原性を検討した(第4表)。地上部に顕著な病変が見られない場合にも、その根からは種々の *Pythium* 菌が分離され、感受性の高いアルファルファの幼苗に対しては強い病原性を有することが判明した。

おわりに

現在、草地作の分野では、永年草地の衰退や長大作物、特にトウモロコシの連作による減収に対する関心が高まってきており、その原因の一つが各種土壌病害と目されている。当然、ピシウム菌も重要な役割を果たしているものと考えられる。筆者らの乏しい調査結果からも、草地あるいは飼料畑土壌中の *Pythium* 属菌相は、構成する種も多様でまた密度も高いことが示唆された。その多くは saprophyte または weak parasite としてみなされてきたものである。推測によるが、これらの種も、感受性草種または品種の導入、過湿土壌、未熟有機物の施用など、発病を助ける条件が満たされれば、その被害は軽視できないものと考えられる。前述した *P. graminicola* によるトウモロコシの茎腐症や種子島でサトウキビの品種 L60-14 に特異的に発生した根腐病¹⁴⁾などは、その好例であろう。

P. aphanidermatum, *P. ultimum* など強い病原性を有

する種に関する研究が重要であることはもちろんであるが、草地、飼料作物の *Pythium* 属菌相の解明と被害の発生に結び付く条件の解析が、今後の課題であろう。

本論文を記するにあたり、御校閲と御助言をいただいた草地試験場病理研究室長 佐藤 徹氏に深く感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 荒木隆男ら (1974): 日植病報 40: 117.
- 2) ————ら (1971): 同上 37: 175.
- 3) HENDRIX, F. F., Jr. and K. E. PAPA (1974): Proceedings of Amer. Phytopath. Soc. 1: 200~207.
- 4) 平根誠一 (1955): 農業改良技術資料 60: 1~86.
- 5) ———— (1960): 日菌報 2: 82~87.
- 6) 飯田 格・鈴木幸雄 (1958): 北陸農業研究 3: 51~60.
- 7) 石黒 潔 (1983): 北陸病虫研報 31: 89~94.
- 8) 井澤弘一 (1980): 関東草飼研誌 4: 5~13.
- 9) MATTHEWS, V. D. (1931): Studies on the Genus *Pythium*, The University of North Carolina Press, pp. 1~136.
- 10) MIDDLETON, J. T. (1943): Memoris of the Torrey Botanical Club. 20: 1~171.
- 11) 西原夏樹・井澤弘一 (1979): 日植病報 45: 124.
- 12) 島貫忠幸・荒木隆男 (1977): 同上 43: 108~109.
- 13) 斉藤 正 (1958): 日草誌 3: 74~78.
- 14) 佐藤 徹 (1975): 九病虫研報 21: 98~100.
- 15) SPRAGUE, R. (1950): Diseases of cereals and grasses in north America, The Ronald Press Company, New York.
- 16) WATERHOUSE, G. M. (1967): Mycological Papers 109: 1~15.
- 17) ———— (1968): ibid. 110: 1~71.

人 事 消 息

(4月1日付)

梅木亀男氏 (横浜植物防疫所札幌支所苫小牧出張所長) は同所札幌支所長に
 中北博通氏 (名古屋植物防疫所衣浦出張所長) は横浜植物防疫所塩釜支所長に
 山崎耕勝氏 (同上所伏木支所金沢出張所長) は同所伏木支所長に
 水流照男氏 (神戸植物防疫所業務部国内課長) は同所大阪支所長に
 吉岡謙吾氏 (門司植物防疫所名瀬支所長) は同所福岡支所長に
 豊澤 隆氏 (同上所刈田出張所長) は同所名瀬支所長に
 江口照雄氏 (横浜植物防疫所長) は退職
 井上 亨氏 (那覇植物防疫事務所長) は退職
 深町十吾氏 (同上所国際課長) は退職
 川村知二氏 (横浜植物防疫所塩釜支所長) は退職
 宮島美智男氏 (名古屋植物防疫所伏木支所長) は退職
 藤井富男氏 (神戸植物防疫所大阪支所長) は退職
 白石 久氏 (門司植物防疫所福岡支所長) は退職
 田中 智氏 (孺恋馬鈴しょ原原種農場次長) は胆振馬鈴しょ原原種農場長に
 中原通夫氏 (農業土水試水工部長) は同場長に
 田中市郎氏 (農業研究センター総合研究官) は北陸農業

試験場長に

日野彦彦氏 (農林水産技術会議事務局研究開発官) は農業生物資源研究所企画連絡室長に
 山下 淳氏 (農業生物資源研分子育種部生育遺伝子研究室長) は同所分子育種部長に
 原 楨 紀氏 (北海道農試草地開発一部草地3研究室長) は草地試験場環境部長に
 池田 勇氏 (果樹試芸芸津支場育種2研究室長) は同支場長に
 中川行夫氏 (同上支場長) は野菜試験場施設栽培部長に
 田辺秀男氏 (北海道農試てん菜部育種3研究室長) は同場てん菜部長に
 片岡孝義氏 (四国農試栽培部作物3研究室長) は北陸農業試験場企画連絡室長に
 柚木利文氏 (北陸農試企連室長) は九州農業試験場畑作物部長に
 松本省平氏 (石川県農試企画経営部長) は農林水産技術会議事務局研究管理官に
 浅賀宏一氏 (東北農試栽培一部病害1研究室長) は同上局研究開発官に
 高橋広治氏 (農業研究センター病害虫防除部土壌病害研究室長) は同部畑病害研究室長に
 駒田 且氏 (同上部畑病害研究室長) は同部土壌病害研究室長に

コンニャク根腐病の生態と防除

茨城県農業試験場 ^{いわい}祝 ^{ぎこ}迫 ^{ちか}親 ^し志

コンニャク根腐病がいつごろから発生したかは不明であるが、農商務省農事試験場で、明治 31 年に茨城県袋田村（現大子町）で行った病害の試験成績の中に「根腐レ」と記されている。また、茨城県では本病を「シナビ」と呼んでいるが、茨城県農事試験場で明治 34 年に行ったコンニャク病害の試験成績の中にシナビ病、根朽病、葉焼病と記されている。根朽病は白絹病、葉焼病は腐敗病と葉枯病の両者と考えられ、上記の「根腐レ」および「シナビ」は根腐病ではないかと推測される。さらに大正 7～8 年に菊地 晟氏（茨城県袋田村）は郡農会からボルドー液によるコンニャク腐敗病防除試験を委託されているが、その成績の中に、シナビ、ネグチ、ハグサレと記されている。また、須賀川芳春氏（茨城県水府村）は昭和 10 年にコンニャク栽培について試験し、時の知事から表彰されている。その報告書の中にシナビ病と記されている。菊地 晟、須賀川芳春両氏によると、原記載のシナビ病と現在の根腐病は同一のものであると述べている。したがって本病は古くから発生していたものと思われる。しかし、戦後、昭和 22～23 年ごろから被害が目立つようになり、昭和 27～30 年に大発生し、農林省や茨城農試の係官が現地を訪れ、本病について、病原菌の究明、薬剤試験などが行われたが未解決に終わっている。しかし、その後栽培の縮小、発病は場を避けての栽培と思われるが、発生が少なくなり問題にならなかった。昭和 37～38 年ごろから再び茨城県をはじめ関東各地のコンニャク産地に大発生し、大きな問題となった。当時根腐病株から、いくつかの菌が分離されたが、現地症状の再現に至らず腐心していた。幸いに農林水産省研究機関はじめ関東各県の協力によって、コンニャク根腐病研究会として取り上げ、昭和 41～44 年に連絡試験を開始した。筆者は根腐病菌の主たる病原菌として *Pythium* 菌を分離し、病徴の再現に成功した。本文には病徴ならびに菌の性質、生態、防除法についての概略を記し参考に供する。

I 病 徴

本病は根、球茎（親芋）、吸枝、生子および葉柄基部などを侵す。最初（茨城では 6 月下旬～7 月上旬）根の

一部が水浸状に腐敗する。その後は急激に進展し、根全体に及ぶ。中には水浸状から紫褐色に腐敗するものもある。そのため病株は容易に引き抜くことができる。地上部は開葉ごろまで正常な生育をするが、初め葉色が少し淡くなって葉縁が上側に巻きぎみとなり、しだいに生気を失って、黄化萎ちようするものも認められる。葉柄は縦じわができるものもある。さらに、倒伏し乾枯する。根は水浸状からしだいに褐変し腐朽崩壊し、芋も腐敗消失する。8 月中旬ごろまで倒伏しなかった株は 8 月下旬～9 月の秋雨とともに芋から二次根を生じ、生気を取り戻し、地上部は健全な様相を示すことがある。球茎（親芋）の発病は生育中は腐敗消失するが、被害が軽かった芋は部分的に表面が腐敗し、平滑なくぼみを生じ不整形となることがある。吸枝および生子では初め水浸状に腐敗するが、さらに水浸状から紫褐色に腐敗崩壊する。葉柄基部では紫色水浸状に軟腐し倒伏することがある。

II 病原菌の分離および接種

1 病原菌の分離

前年発病したほ場を選定し、地上部に症状を認めない時期から掘り取り調査を行い、発病初期から菌の分離を行った。その結果は第 1 表のとおりである。第 1 表に示すように *Pythium* 菌は発病初期の 7 月 4 日、14 日、24 日には高い頻度で分離されもっとも多かった。後期の 9 月 6 日の調査ではやや少なかったが、これは後期になると新鮮な罹病根が得られず、病徴が進んだ、腐敗したものを分離材料としたためと考えられた。*Fusarium* 菌は *Pythium* 菌に次いで高い頻度で分離され、*Rhizoctonia* 菌はもっとも低い分離頻度であった。

2 分離菌の接種

根腐病の根から分離した *Pythium* 菌、*Fusarium* 菌、*Rhizoctonia* 菌について、殺菌土を詰めた径 30 cm ポットに、土壌フスマ培養菌を 30 g 接種し直ちにコンニャクを植え（6 月 1 日）、7 月 4 日（出芽時）、8 月 26 日（生育中期）に根の発病調査、10 月 10 日（収穫期）に芋の発病調査を行った。第 2 表に示すように *Pythium* 菌は最初、根が水浸状に腐敗し、病勢進展は速やかで、7 月 5 日調査、8 月 26 日調査ともに甚だしい発病であった。また、芋にも発病を示した。生育期接種は表示しなかったが、接種 10 日後に甚だしい発病を示し、いず

第1表 罹病根からの菌の分離

分離月日	地上部の症状	地下部の症状	分離個体数	分離率(%) ^{a)}		
				P	F	R
7月4日	症状はない	根の一部が水浸状に腐敗	94	81.8	11.3	0
7月14日	一部の株は葉色が淡くなっているものもある	水浸状の根と紫褐色に腐敗した根と混在	92	92.3	34.7	11.9
7月24日	葉色が淡黄色に変わりさらに萎ちょうしているものあり	紫褐～黒褐色に腐敗	49	95.9	42.8	14.2
9月6日	地上部は萎ちょうしている	紫褐～黒褐色に腐敗崩壊	32	43.7	50.0	12.5

注 採集場所：茨城県久慈郡大子町，同水府村

a) P: *Pythium*, F: *Fusarium*, R: *Rhizoctonia*

第2表 分離菌のコニャクに対する病原性

菌 株	7月4日 (出芽時)		8月26日 (生育期)		10月10日 (収穫時)
	発病株数	発病度	発病株数	発病度	発病芋数
P-2 (<i>Pythium</i>)	6/6	62.5	5/5	100	3/5
P-10 (〃)	5/5	55.0	5/5	100	4/6
R-1 (<i>Rhizoctonia</i>)	0/5	0	0/5	0	0/5
R-2 (〃)	0/6	0	0/6	0	0/6
F-1 (<i>Fusarium</i>)	0/6	0	0/5	0	0/5
F-2 (〃)	0/5	0	0/6	0	0/6
無接種	0/6	0	0/6	0	0/6

注 1. 発病株数：発病株数/供試株数

2. 発病度の算出は発病程度により，軽：1，中：2，重：3，甚：4とし，

$$\text{発病度} = \frac{n + 2n + 3n + 4n}{4N} \times 100 \quad \left(\begin{array}{l} n: \text{該当株数} \\ N: \text{調査株数} \end{array} \right)$$

れも自然発病の病徴を再現することができた。*Fusarium* 菌，*Rhizoctonia* 菌は本病の病原菌とは異なり，*Fusarium* 菌の場合は調査の結果，乾腐病の病原菌であることが確認され，また，*Rhizoctonia* 菌による病害は新病害乾性根腐病として報告した^{3,7)}。

III 分離菌の分類

1 病原菌の形態

トウモロコシ寒天培地上で本菌の形態は無隔膜で菌糸の幅は 2.5～7.5 μm，平均 4.6 μm で菌糸の先端に付着器を多数形成し，はかに手のひら状態の菌糸と分生胞子と思われる球状の膨らみがときに観察される。遊走子のうは不整形の膨状体でしばしば集合し，まれに遊走子を産生する。遊走子はソラマメ状をして2本のべん毛を生じている。蔵卵器は球形，類球形，平滑で通常頂生であるが，間生も見られる。直径 22～37 μm，平均 28.4 μm，蔵卵器壁は通常平滑であるが，ときにゆるやかな波状のでこぼこを有する。卵胞子は蔵卵器に不充満で径 16～29 μm，平均 22.4 μm，平滑でわずかに褐色に輝いている。蔵精器は異株性，同株性が共存し，こん棒状，

かま首状で先端部で合着している。蔵卵器に 3～6 個付着しているが，7 個以上の場合もあった。また，蔵卵器柄を巻くことはなく，よく先端部に蔵卵器と合体しているが，蔵卵器を抱くように結合しているものも観察できる。

2 生理的性質

本菌の発育温度は 30°C を適温とし，発育限界低温度は 10°C，発育限界高温度は 37°C であった。pH と菌そうの発育はトウモロコシ寒天培地で pH 3.7～12.2 で発育が認められ，pH 5.5～7.1 は発育良好，pH 6.7 で最高の菌そう発育値を示した。炭素源と菌そうの発育は glucose, sucrose, pectine, soluble starch, dextrin, maltose が優れた菌そう発育値を示し，窒素源と菌そうの発育では無機窒素化合物で (NH₄)₂HPO₄，(NO₃)₂SO₄，アミノ酸を窒素源とした場合 glycine, DL-alanine, L-asparagine, L-glutamine が優れていた。

3 病原菌の同定

本病について茨城県大子地方にシナビ病がある。*Rhizoctonia* と *Fusarium* によるものらしいと記されている⁸⁾。また，研究の初期のころ，本病は *Rhizoctonia* 菌による

ものと報告され^{1,6)}、さらに、昭和 41~44 年に行われたコンニャク根腐病研究会のまとめの中に^{4,5)}、*Pythium* sp. と *Rhizoctonia solani* が本病の病原菌で、発病環境によってどちらか一方が優勢になる場合も見られる。今後研究が進み両菌による病状が明確に区別できるようになった場合は、*Pythium* sp. による病害を根腐病とは別の名称を付した病害として扱うことになろうと報告した。しかし、*Fusarium* 菌によるものは調査の結果、コンニャク乾腐病であり、*Rhizoctonia* 菌によるものは本病とは異なり、乾性根腐病として報告した^{3,7)}。*Pythium* 菌のみが根腐病を再現することができた。したがって、コンニャク根腐病菌は *Pythium* によるものとする。試験に供した P-2 菌、P-10 菌は HENDRIX (1974) の群別表に当てはめると、遊走子のうが不整形の膨状体、蔵卵器が平滑である点より *Pythium graminicola* complex に属する。さらに、WATERHOUSE (1967) の Key を参考に *Pythium aristosporum* と思われる。また、MIDDLETON (1943) の Key もおおよそこれを支持するが蔵精器は蔵卵器に対して必ずしも先端部に結合するとは限らない点、また、蔵精器の分岐の基部が蔵卵器と近いとは限らない点で *Pythium myriotylum* の可能性もあるが、遊走子を形成しにくい点、蔵精器の蔵卵器上での結合のしかた、温度反応より、供試した 2 菌株はいずれも *Pythium aristosporum* VANTERPOOL と同定した²⁾。

IV 伝 染 経 路

本病は主に土壌伝染する。発病程度の異なる病土を採取し、病土そのまま 1/2 に希釈した区を作り、径 30 cm の植木鉢に詰め、5月20日にコンニャクを植えて8月7日に根の発病を調査した。結果は第3表のとおりで、多発は場、中発は場ともに甚だしい発病を示し、1/2に希釈した場合でも発病株、発病度に差が認められなかった。土壌伝染のほか、発病畑から採取した罹病芋を植えた場合でも発病し、芋による伝染が認められた。また、発病畑に自生しているエノキグサ、スベリヒユ、採り残しのキャベツから本菌が分離され、伝染環のうえで

第3表 発病を異にした畑の病土と発病との関係

病 土	希 釈 度	発 病 調 査	
		発病株率	発 病 度
多発は場の病土 〃	原 土	100%	72.2
	1/2 希釈	100	63.8
中発は場の病土 〃	原 土	100	69.4
	1/2 希釈	100	52.8

注 1. 1鉢3株植え、1処理3鉢、計9株

2. 発病度の算出は第2表に準ずる

何らかの役目を果たしているものと思われた。

V 発 生 生 態

1 菌量と発病および菌の垂直分布

接種菌量が多いほど発病は甚だしくなるが、無病土に対し2%の病土の混入でもなお甚だしい発病を示し、ごく少量の病土の混入でも発病する。次に菌の接種深度と発病との関係では、深さ 10 cm に接種した場合植え付け 45 日後に、15 cm では 60 日後の調査で発病を認めた。しかし、深さ 15 cm では植え付け 80 日後になっても、なお、健全な根が認められ、本病の進展は緩慢であった。深さ 25 cm に接種した場合は接種 80 日後になってもまったく発病を認めなかった。したがって、深層では菌の活動が比較的緩慢で菌密度も低いものと推定された。次にほ場における菌の垂直分布を調査したが、指標作物、コンニャクの根の腐敗から菌量を推定すると、大子町左貫で調査したほ場(3ほ場)では表層に多く 20 cm 以上の深層ではきわめて少ない。一方、大子町下金沢で調査したほ場(1ほ場)では 20 cm 以上の深い層にも多量の菌が生存しているものとみなされた。したがって、表層に多いという一定の傾向は認められなかった。根腐病菌の垂直分布はほ場の管理作業、土壌の理化学性によって異なると考えられる。大子町左貫の土壌は崩積性畑土壌壤土/砂礫であり、大子町下金沢の土壌は黒色火山灰土であった。両者の土壌の違いも菌量および垂直分布に差を生じたものと考えられる。

2 地温と発病との関係

地温 30°C でもっとも発病が甚だしく、次いで 28°C、25°C、33°C、20°C の順であり、30°C が発病適温とみなされた。地温と発病までの日数について見たところ、土壌フスマ培養菌を接種した場合は 18°C、20°C、25°C、30°C では接種後 2 日以内、15°C では 2 日以上 5 日以内に発病した。自然病土を接種した場合は培養菌を接種した場合よりやや日数を要し、25°C、30°C では 2 日以内、18°C、20°C では 2 日以上 5 日以内、15°C では 5 日以上 10 日以内に発病することが認められた。

3 土壌の種類と発病

ポットによる 1 年の試験と 1 m² 無底の木枠の試験は初年度菌量を変えて接種し、その後 5 年間無接種により連作で行った 15 の試験例から、火山灰畑土壌黒色壤土 ≧ 沖積畑土壌砂壤土 = 火山灰畑土壌褐色壤土 ≧ 崩積性畑土壌壤土/砂礫 > 沖積畑土壌植壤土の順に発病が甚だしく、根腐病の発病程度からすると火山灰畑土壌黒色壤土、沖積畑土壌砂壤土、火山灰畑土壌褐色壤土は崩積性畑土壌壤土/砂礫、沖積畑土壌植壤土に比し、本病原菌

が生息し発病しやすい土壌であると考えられた。

4 土壌水分と発病

土壌水分が少なく乾燥すると生育が悪くなり、干ばつに弱い作物であるが、土壌水分が最大容水量の 30~80% の試験で土壌水分が多いほど発病が甚だしくなった。次に畝の高さを 10 cm, 20 cm, 30 cm とし発病との関係を調べたが、畝の低い 10 cm 区は発病が多く収量も少なかった。したがって、排水の悪い畑では干ばつを受けない程度に高畝にするか、畑の周りに溝を掘り排水を良くすることが必要である。

5 土壌 pH および石灰施用と発病

試験の範囲では土壌 pH が 5.1~6.1 で甚だしく、そに中でも pH 5.4 がもっとも激しい発病を示している。pH 4.8 以下および 7.0 以上になると軽くなった。次に数種の石灰塩類について発病との関係を検討したが、消石灰、炭酸石灰は発病を軽くし施用量の多いほどその効果は高かった。塩化石灰、硫酸石灰、硝酸石灰は発病を軽くすることはできなかった。消石灰の施用量と発病および収量について検討したが、300~2,000 kg の施用で無処理の 1/3~1/4 に減少しいずれも施用量が多いほど発病は少なかった。収量はいずれも 2 倍以上で施用量間に差がなく、10 a 当たりの施用量は 300~500 kg と考えられた。なお、石灰施用によって Zn 欠乏症が心配されたが Zn 欠乏症は発生しなかった。次に、石灰の施用時期について秋期 11 月、春 3 月、植え付け前 5 月に施用し検討したが、施用時期によって効果に差が認められなかった。

6 有機物施用と発病

有機物として稲わら、または堆肥(稲わら、ナラ、クヌギ、マツ葉などの落葉および牛糞を主材とした堆肥)を 10 a 当たり 1,000 kg 施用し発病との関係を検討したところ、初年度は発病との関係は認められなかったが、連用 2 年になると明らかに発病が多くなり、特に未熟堆肥および稲わらでは発病が多かった。次に中熟堆肥 10 a 当たり 2,000 kg と消石灰を 300~500 kg 同時に施用すると、逆に発病は少なくなり高い収量が得られ、その効果は次年度まで持続した。

7 品種と発病および各種作物との関係

品種について検討したところ、支那種がもっとも強く、次いで、あかぎおおだま、はるなくる、備中の順で在来種がもっとも弱かった。茨城県では品質を重視するあまり、本病に弱い在来種が栽培されていることも発病が多い一因ではないかと考える。次に本病の各作物に対する病原性について検討したが、根を腐敗させ激しい発病をした作物は、コンニャク、サトイモなど 2 作物、発

芽が悪くなった作物はキュウリ、トマトなど 2 作物、発芽後倒伏枯死した作物はキュウリ、ナスなど 4 作物、細根に水浸状の腐敗を認めた作物はナス、キュウリ、ミョウガ、アサガオ、ダイズ、ゴボウ、ダイコン、オクラ、陸稲、グラジオラスなど 21 作物、根から病原菌のみが分離された作物はジャガイモ、サツマイモ、ダリアなど 3 作物、根に異状も認めず根から菌も分離されなかった作物は、ナガイモ、ミョウガなど 3 作物であった。自然発病は場にコンニャクなど 16 作物を栽培し、本菌の自然発病は場での影響を検討したが、コンニャク、サトイモは寄主と考えられるので除き、14 作物には発芽障害、生育に対する影響は認められなかった。さらに、自然病土に播種した作物から菌の分離を行ったが、根腐病菌が分離された作物は、ナス、キュウリに 1 菌株ずつ分離されただけであり、他の 12 作物からは分離されなかった。また、自然病土に播種した作物の根の褐変および根全体が濁色を呈したが、本菌に選択的に効果を示すエクロメゾール剤を処理しても発生し、さらに、菌の分離結果から根腐病菌以外の菌によるものと判断され、ほ場では本菌による他作物への障害は少ないものと思われた。

以上の結果から、接種試験によって発芽が悪くなった作物、発芽後倒伏枯死した作物、細根に水浸状の腐敗を認めた作物があったが、これらの症状は殺菌土に多量の菌を接種した場合の作物の反応と考えられ、自然ほ場では、コンニャク、サトイモを除く他の作物では被害もなく、菌の増殖的役割は軽いものと判断された。

8 連・輪作と発病

本病について連・輪作によって発病を軽減しようとし、前作との関係について、陸稲、ダイズ、サツマイモ、ダイコン、キュウリ、トマト、トウモロコシ、コンニャクを 3 年連作し、その跡作の根腐病の発生はコンニャク連作区 93.3%、コンニャクを除く他の作物ではいずれも 5% 以下でその効果は顕著であった。また、作物の種類によって効果に差が認められなかった。次に、陸稲、サツマイモ、キュウリを組み合わせ 1 年導入した場合は発病を軽減し、収量が 1.5~2.5 倍、さらに、陸稲、サツマイモ、キュウリを組み合わせ 2 年導入した場合は、7 月 30 日の調査では連作区の 1/10 の発病で収量は 2~3 倍に増加した。

VI 薬剤防除

1 種芋消毒

既述したように本病は主に土壌伝染によって発病するが、罹病芋によっても伝染する。本病を防除するには無

病の芋を選ぶと同時に種芋消毒を行うことが重要である。種芋消毒には、チウラム・ペノミル水和剤、または、チウラム・チオファネートメチル水和剤 200 倍、1～3 時間浸漬が有効であった。

2 土壌消毒

コンニャク根腐病にはクロルピクリンが有効なことが認められていた。しかし、注入後ポリ被覆しないと効果が上がらない。茨城県ではクロルピクリン注入後ポリ被覆により一般農家に実用化し普及したが、注入後風などのため、ポリ被覆が不完全な状態となり、消毒が完全でなかったため、8 月上旬ごろまではすばらしい生育をしていたコンニャクが、8 月中旬過ぎから急に発病し全滅した畑があった。また、消毒した畑でガス抜きを良くしようとして深く耕起し、深部の未殺菌の部分の土壌が表面に持ち上げられ、殺菌した土とかくはんされ、急に甚だしくなった例もあった。注入後ポリ被覆が不完全であったり、未消毒の土が残ったりすると、その中に生存していた病原菌が消毒した土壌中で存分に活動し甚だしい発病となって現れることが考えられる。したがって、クロルピクリンで消毒後ポリ被覆した場合、ポリが風に飛ばされないように、また、ポリの押さえに使用した土など、未消毒の土が残らないように注意が必要である。

次に、エクロメゾール剤による防除法であるが、現地では本剤による防除法が技術的に簡単に安定し定着して

いる。エクロメゾール粉剤を 10 a 当たり 20 kg 植溝に施用し、軽くかくはんして植えると発病せず、発病防止、収量ともに安定した効果が得られた。全層処理は 30～50 kg 処理でも植溝 20 kg 処理に比し劣った。既述したように輪作の試験で陸稲、サツマイモを導入すると発病は少なくなるが、発病は場に陸稲を 1 年導入後コンニャクを植える場合は、エクロメゾール粉剤 5～10 kg 処理すると多発は場にエクロメゾール粉剤を 10 a 当たり 20 kg 施用したのとはほぼ同等の防除効果が得られた。植え付け時のエクロメゾール乳剤の処理は粉剤に比し劣った。生育期に処理しようとする場合、エクロメゾール乳剤を m^2 当たり 3 l 処理しようとする場合は、2,000～2,500 倍液、5 l 処理しようとする場合は、2,000～3,000 倍液が適当な濃度および施用量と考えられた。生育期のエクロメゾール粉剤の処理はきわめて劣り、粉剤による生育期の処理は適当ではないと考えられた。

引 用 文 献

- 1) 五味美知男ら (1965) : 関東東山病虫研報 12 : 39.
- 2) 祝迫親志ら (1976) : 日植病報 42 : 100.
- 3) — (1977) : 同上 43 : 72.
- 4) 田上義也・竹内昭士郎 (1970) : 関東東山病虫研報 17 : 149～151.
- 5) 竹内昭士郎 (1970) : 植物防疫 24 : 369.
- 6) 徳永友三 (1966) : 北日本病虫研報 17 : 57.
- 7) — (1970) : 福島農試報告 7 : 61～85.
- 8) 渡辺龍夫 (1962) : 植物病学, 養賢堂, 東京, pp. 298.

人 事 消 息

(4 月 1 日付)

大島康臣氏 (熱帯農業研究センター研究一部主任研究官) は農業研究センター病害虫防除部線虫害研究室長に
村田伸夫氏 (農業環境技術研企連室連絡科長) は農業生物資源研究所分子育種部生育遺伝子研究室長に
守中 正氏 (同上所環境生物部微生物管理科糸状菌分類研究室長) は同所企画連絡室連絡科長を併任
早川博文氏 (東北農試環境部虫害 2 研主任研究官) は北海道農業試験場畑作物畑虫害研究室長に
真鍋 勝氏 (食品総合研究所食品保全部マイコトキシン研究室長) は同所企画連絡室を併任
伊藤純雄氏 (野菜試施設栽培部培地研主任研究官) は農業研究センタープロジェクト研究第 2 チーム主任研究官に
河本征臣氏 (農業研究センター病害虫防除部畑病害研主任研究官) は同部土壌病害研究室主任研究官に
小林紀彦氏 (同上部畑病害研主任研究官) は同部土壌病害研究室主任研究官に
唐澤哲二氏 (同上部土壌病害研主任研究官) は同部畑病害研究室主任研究官に
本間善久氏 (四国農試栽培部病害研主任研究官) は農業環境技術研究所環境生物部微生物管理科土壌微生物生態研究室主任研究官に

後藤孝雄氏 (東北農試栽培一部病害 2 研主任研究官) は四国農業試験場栽培部病害研究室主任研究官に
西 和文氏 (農業研究センター病害虫防除部土壌病害研) は同部畑病害研究室に
佐藤文子氏 (同上部土壌病害研究室) は同部畑病害研究室に
松浦博一氏 (石川県農試病理害虫科) は同上部畑虫害研究室に
谷内純子氏 (果樹試安芸津支場病害研究室) は同場盛岡支場病害研究室に
田中篤哉氏 (経済局統計情報部作物統計課) は同上場口之津支場病害研究室に
白井洋一氏 (農蚕園芸局蚕業課) は野菜試験場環境部虫害第 1 研究室に
園田亮一氏 (農業環境技術研環境生物部微生物管理科土壌微生物利用研) は東北農業試験場栽培第一部病害第 2 研究室に
稲垣春郎氏 (農業研究センタープロジェクト 5 チーム主任研究官) は石川県農業試験場企画経営部長に
石黒 潔氏 (北陸農試作物部作物 4 研) は福島県農業試験場病理昆虫部に
山本孝彥氏 (四国農試栽培部病害研主任研究官) は富山県農業試験場花き球根病害指定試験地主任に

シ ョ ウ ガ 根 茎 腐 敗 病

長崎県総合農林試験場 ^{しん}新 ^す須 ^{とし}利 ^{のり}則

ショウガの栽培面積は全国的に見れば小さく、いわゆる代表的なマイナー作物であるが、関東以西に産地を形成し、作型も露地から施設を利用した栽培まで多様化している。そして産地化が進み、地域内での連作の年次を経るに従って、土壤病害が増加して産地の存続を脅かすという、他の多くの野菜産地と共通の問題を抱えている。ショウガの土壤病害の中では、根茎腐敗病の被害がもっとも甚だしく、産地では土壤の汚染が高まるにつれて、それが種の汚染に直接結び付き、さらには場での被害を増大させるという、栄養繁殖作物の宿命とも言える悪循環を繰り返している。本病の被害を克服することが、産地を存続させていくための最大の課題である。

I 病 徴

根茎腐敗病はショウガの栽培期間中だけでなく、貯蔵中にも発生する。露地では、栽培期間中の被害は萌芽期から生育末期まで発生するが、大別して、①種が罹病していたことにより、これから萌芽した一次茎が罹病する場合と、②これから周辺株へのまん延、あるいは汚染していたは場の土壤中の菌密度が高まって起こる、は場感染とに分けられる。種ショウガが罹病していた場合、主として植え付け後最初に萌芽した茎（一次茎）が伸びる途中、土中で黄褐～淡褐色に腐敗したり、あるいはすでに地上に伸長した茎が展葉するころ茎葉が黄変、萎ちょうする。このような株は大部分が二次茎を出芽することなく腐敗して、株絶えとなる。地下部を掘り取ってみると種ショウガは腐敗している。被害株は坪状にまとまって発生するよりも、は場内に散在することのほうが多い。これに対し、被害の主体をなすは場感染の場合は、種ショウガは健全でも、地上に現れる前の土中の芽が黄褐～淡褐色に変色して軟化腐敗したり、すでに地上に伸びている茎の地際部が暗緑色、水浸状に変わり軟化腐敗する。よく見ると被害部、あるいは地際の地表にかすかに病原菌の菌糸が認められることがある。被害茎の地上部は葉が黄変してしだいに枯れ上がり、地際から折れて倒伏することもある。甚だしい場合には株の全茎が侵される。土中の芽が侵された場合も、茎の地際が侵された場合も被害は急速に地下部へ進み、土中の茎および新根

茎が淡褐色に変色し、腐敗する。被害株は茎の基部、あるいは地際部が軟腐症状を呈しているため、地上部を持って引くと、地際部分から切れる。先述の種ショウガに由来する場合とは違い、被害は坪状に、あるいはさらに広い範囲にわたって、まとまって発生していることが多い。早い時期に発病した場合には、株全体が侵されて株絶えになるが、生育後期、特に秋に近くなってから感染した場合には、株の中の一部の茎の地際または芽、あるいはこれに近い根茎の一部など、限られた範囲の被害に終わることが多い。また、罹病根茎の混入によって貯蔵中にも発病し、ときに大量腐敗を起こすことがある。このとき腐敗根茎が白色綿毛状の菌そうに覆われているのがよく見られる。

半促成、促成など施設栽培でも、種に由来する発病の経過、症状は露地とほぼ同じで、生育期間中の土壌からの感染に基づく発病も、根茎の肥大期から収穫期まで見られる。被害の様相も露地とほとんど変わらないが、施設内は地温、土壌水分などの環境条件の推移が露地と異なるため発病の程度、発病のピークと生育のステージとの関係には多少の違いが見られる。また生育の前・中期だけでなく後期でも、地際の被害が新根茎の腐敗に進みやすい点も露地栽培と異なる。

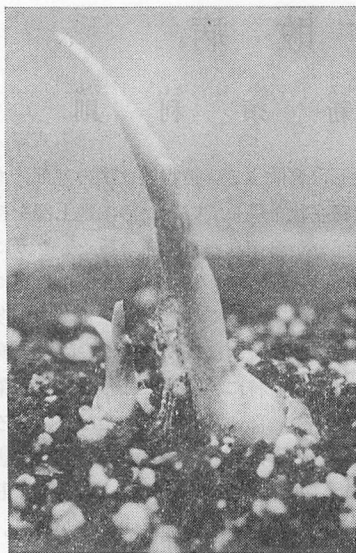
II 病 原 菌

本病は *Pythium zingiberum* TAKAHASHI によって起こる。本菌はショウガの立ち枯れ、根茎の腐敗を起こす *Pythium* 菌として、わが国では高橋⁵⁾によって初めて記載されたが、その後、本菌の原記載には形態的に若干の疑問が持たれ⁴⁾、分類学的位置も不明瞭であった。そこで 1976 年から 4 年間、国内各地の作型が異なるショウガ産地から採集された被害株から菌を分離し、菌学的検索を行った結果、主要な形質が原記載と一致し、*Pythium zingiberum* TAKAHASHI と同定された¹⁾。

本菌の遊走子のうは糸状で、分枝した不整形は少ない。蔵卵器は頂生、球形、径 26~34 μm 、壁薄く平滑で、ごくまれに 1 個の突起を持つ。蔵精器はこん棒状、円筒状、通常 2~4 個絡まって側着、異株性である。卵胞子は壁の厚さ約 1 μm 、平滑、球形、径 21~30 μm で蔵卵

Rhizome Rot* of Ginger and Its Control. By Toshinori SHINSU

* 本文では、桂・谷岡⁴⁾および一谷・新須¹⁻³⁾の記載に基づいて、根茎腐敗病の英名を Rhizome Rot とした。



第1図 出芽直後の芽の被害

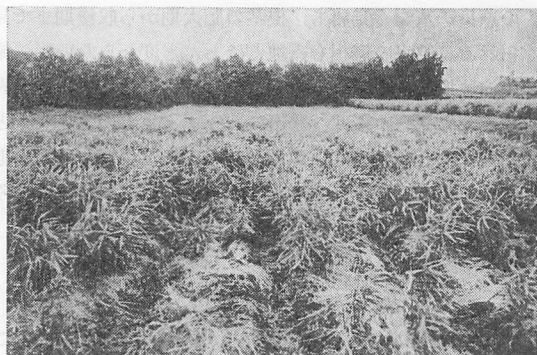


第2図 一次茎伸長期の被害



第3図 根茎肥大期の被害

中央の茎（一次茎）の地
際が軟化腐敗して枯死



第4図 8月下旬の被害ほ場（坪枯れ）



第5図 被害根茎の断面（芽および新根、茎の腐敗）

器内に通常非充満性である。本菌は球形あるいは不整形の vegetative hyphal body を形成し、これらは容易に発芽管によって発芽する。

本菌は腐敗したショウガの各部位、特に地上茎の基部、芽、根茎からよく分離され、また、その栽培土壌からも容易に分離される¹⁾。

一方、外国では *P. myriotylum* による立毛中のショウガの被害が報告されているが、わが国ではいずれの産地からも分離されていない。また、根茎腐敗病の症状を現す株から低率に *P. aphanidermatum* が *P. zingiberum* に混じって分離され、また栽培中のほ場の土壌から *P. ultimum* がわずかに分離されたが、これらはショウガに病原性を認めていない¹⁾。

III 伝 染 源

前に述べたように本病は種ショウガと土壌によって伝染する。通常、被害の多かったほ場から採種したり、貯蔵中に腐敗した根茎が多く混入しているものの中から選別して種ショウガとして使用することはほとんどないが、被害が軽い場合に罹病根茎が見逃されて種として使われやすい。栽培期間中に地上茎の基部や、地上に出る途中の芽が特に侵されやすいことを述べたが、貯蔵中に伝染する場合もこれらの部分から腐敗が始まりやすく、したがって植え付け前の種ショウガでも芽や茎の切除痕の軟化または腐敗した部分に保菌していることが多い。

一方、ショウガが収穫されたのち、土壌中の菌密度は

急速に低下するが、翌年のシヨウガの植え付け時期まで残って伝染源になることが知られている。またほ場に病株の残渣を放置すると、土壌の汚染を助長する可能性もある。さらに集団栽培地帯では、シヨウガを栽培したことのないほ場でも菌が検出されることがあり、豪雨などによる汚染は場からの表層水、土砂の流れ込みが原因と思われる。病原菌は土壌中で少なくとも2年以上生存することを示唆する調査結果がある⁹⁾。

IV 発 生 条 件

CMA 培地上での本菌の菌糸生育温度は最低 8~9°C、最適 34°C 付近、最高 40~43°C である。根茎の腐敗は 27~37°C の間では温度による差がなく激しく、40°C でも腐敗が進む。一方、およそ 20°C より温度が下降するに従って腐敗の進行は鈍り、9~10°C 以下ではほとんど認められない。ほ場における初期発生が種シヨウガが原因で起こることは先に述べたが、さらにこれが伝染源になって、あるいは土壌中に前年から残存していた菌の密度の高まりによって起こる、ほ場での二次感染は土壌が湿潤なときに甚だしい。病原菌の密度は根圏土壌、あるいは非根圏土壌でも高まり、初めの被害株から周辺に急速に被害が拡大して坪枯れを起こす。このようにして、露地栽培で被害が目だってくるのは普通つゆの後期、あるいはつゆ明けごろからである。夏季に雨が頻繁に降る年は、9月に入るまでまん延が続くこともあるが、通常は8月中旬ごろまでに被害の大勢は決まる。からつゆの年や、夏季に乾燥状態が続くときは被害が少ない。ほ場の条件としては、排水が悪い場合に発生しやすく、同一ほ場内でも降雨後に水の停滞しやすい場所に多い。また傾斜地では、豪雨のときなど上位のほ場から汚染土が雨水とともに流れ込み、激発することがあり、土砂の流れた跡に沿って被害が発生しているのをよく見かける。

施設栽培でも、初期発生は露地と同様に種シヨウガが主な原因となって起こる。一方、施設内は地温や土壌湿度など、発病に関与する環境条件の変動が露地ほど大きくなく、換気、灌水など栽培管理のしかたによってかなり変わるが、生育の中・後期は一般に高温多湿になりやすい。このため二次感染は根茎の肥大期から収穫期まで続き²⁾、ときに甚大な被害を受ける。

V 防 除

対策として考えられることは多いが、これまで述べた本病の伝染方法、発生条件から見て、防除の要点は次の3点に絞られる。

1 無病の種シヨウガの確保

シヨウガは栄養繁殖作物であり、直接本病の被害を受ける根茎を使用するため、無病の種シヨウガを生産し、使用することが栽培の基本である。しかしながら、産地の汚染が進んでくると、まったく無病の産地から採種することはますます困難となる。無病の種シヨウガを地域内で入手できないときは、地域外からの導入を図るが、この場合収穫されたのち、あるいは植え付け前では、少数の罹病した根茎の混入は見分けることが難しい。できるだけ立毛中に、生育後期のは場で発病の有無を確認しておくことが望ましい。さらに罹病根茎の混入のおそれがある場合は植え付け前に選別を行う。前にも述べたとおり、根茎は芽や茎の基部に当たる部分から侵されることが多く、被害を受けたものはこれらの部分が腐敗して軟化しているので、このような症状に識別の重点を置く。一方、根茎の他の部分の表面にも病斑が見られることもあるが、軽症のものは見逃しやすい。薬剤による種シヨウガの消毒を行う場合、付着している土壌を軽く洗い落としてから薬液に浸漬することが多いが、このように土が除かれた段階で検査すると見分けやすい。また、外観は健全に見えても、種として用いる大きさに根茎を分割したとき、切断面が褐変していたり、腐敗が認められるものも除く。

2 ほ場の選定と排水対策

露地、施設栽培とも、ほ場はできるだけ排水の良い、あるいは、上位にあるほ場から雨水、土砂が流れ込まない立地条件の場所に選定する。あわせて、ほ場周辺の排水溝を整備して周辺からの水の浸透を防ぐ。排水の悪い条件のところでは高畝栽培にするか、土層改良、土木工法的な排水対策を行うことが望ましい。

3 病株の除去とほ場の清掃

病株を認めたらず置きせず、直ちに抜き取ってほ場外に持ち出し、後で汚染源にならないよう処分する。抜き取りにあたっては根圏土壌を周辺に散らさないよう留意する。また、病勢が盛んなときは病株周辺の土壌でも菌密度が高くなり、放置すれば坪枯れに発展するので、後述の薬剤の株元灌注によってまん延を防止する。収穫後は病株およびそれらの残渣はほ場内に残さず、生育中に抜き取った病株同様に処分する。

VI 薬剤による防除

1 種シヨウガの消毒

本病が各産地にまん延している現状では、立毛中に被害があっても程度が軽ければ病株やその周りの株を除去したうえで採種したり、周辺のは場の発病状態から土壌

が汚染している懸念はあっても病株が目だたなければそのは場から採種するようなことは、ある程度避け難くなってきている。これが貯蔵期間中の根茎腐敗病の増加をもたらし、大量腐敗するに至らなくても腐敗根茎が混在することによって、汚染が周辺の根茎に及んでいることが多い。あるいは、根茎は形状が複雑なのでかなり多量の土壌が付着しやすく、その土壌が汚染している危険性もある。また、導入した種ショウガの立毛中のようすが明らかでないなど、消毒が必要とされる事例は多い。ところで、根茎腐敗病に侵された根茎は、組織の腐敗を伴うために被害の程度が軽くても薬剤による消毒効果を期待できない。したがって種ショウガの消毒にあたっては、対象を付着している汚染土壌、あるいは菌による表面汚染に置き、腐敗箇所の認められる個体は極力取り除く。種ショウガの消毒薬剤としては現在キャプタン水和剤に登録があり、消毒法としては薬液に浸漬する方法と、粉衣法とがある。

- ① 浸漬法 植え付け前に 500~800 倍液に 1~3 時間、100~300 倍液に 1~10 分間浸漬したのち、薬液が十分乾くまで風乾する。
- ② 粉衣法 根茎重量の 2.0% 相当の薬剤を散粉機などを用いて根茎にまんべんなく付着するように散布する。

VII 土 壌 消 毒

土壌くん蒸剤による定植前の消毒と、発病期に株元に薬液を灌注する方法の二つがある。

1 定植前土壌消毒

臭化メチル剤を用いる。薬量はは場の土壌条件、処理時の被覆のしかたなどにもよるが、1 m² 当たり 30~40 g (プラスチックフィルム被覆の高さがおよそ 15 cm の場合) が必要である。消毒は本剤の一般的な処理要領に従って行う。ところで最近、特に露地栽培の産地で処理効果に対する不満が強い。これには根茎腐敗病の発生生態からくる防除の難しさもあるが、は場面積が広い場合に、処理時に地面とプラスチックフィルム被覆との間に適当な空間を保つことが、資材、労力の点で容易でなく、ガスの拡散を悪くしていることも大きな原因になっていると思われる。植え付け前の土壌くん蒸剤として

は、このほかにクロルピクリン剤も有効であるが、本剤は現在ショウガに登録がない。

2 発病期の薬剤灌注

発病を認めたら早めに病株を抜き取り、キャプタン水和剤の 500~800 倍液を 1 m² 当たり 3~6 l の割合で、病株の抜き取り跡、およびその周りの株の株元に灌注しまん延を防ぐ。このほか、エクロメゾール乳剤の 2,000~3,000 倍、ダイホルタン水和剤の 800~1,000 倍液の灌注も有効な試験例があるが、これらはショウガに登録がない。

お わ り に

ショウガ根茎腐敗病は *Pythium zingiberum* TAKAHASHI によって起こる病害で、露地、施設栽培を問わず発生する。種ショウガと土壌によって伝染するが、は場における初期発生は特に種ショウガの影響が大きい。対策の基本は無病の種ショウガの生産であり、採種体系の整備、確立が強く望まれる。また、連作障害回避の基本的対策としての輪作は重点的に進められているが、地域内に高い密度でショウガ栽培は場が散在している産地で、個別の、短期の輪作を行っても、本病の発生生態、被害の実態から見て、必ずしも目だった効果は上がっていないと思われる。集団的、計画的輪作が望ましい。またこれに加えて、排水対策を主とするは場条件の整備も重要である。一方、ショウガはマイナー作物であることから、適用農薬が少なく、また現行の農薬による土壌消毒も広面積に、適正な方法で実施することは資材、労力の面で容易でない。このことが、被害の増大化傾向を阻止しえない大きな原因にもなっている。現在本病についても粒剤施用による防除が試験段階にあり、中には有望な結果も得られている。安全で、処理の簡便な防除法の実用化が待たれる。

引 用 文 献

- 1) 一谷多喜郎・新須利則(1980): 日植病報 46: 435~441.
- 2) ——— (1981): 同上 47: 151~157.
- 3) ——— (1981): 同上 47: 158~165.
- 4) 桂 琦一・谷岡義治(1967): 関西病虫研報 9: 49~55.
- 5) 高橋 実(1954): 日植病報 18: 115~116.
- 6) 重永知明・田上俊太郎(1979): 昭 53 年度病害虫に関する九州地域試験研究打合せ会議資料: 43.
- 7) 新須利則(1978): 植物防疫 32: 467~470.

ダイコン 腐敗病

農林水産省野菜試験場 ^{はぎ}萩 ^{わら}原 ^{ひろし}廣

はじめに

ダイコン腐敗病 (Pythium rot) は、1979 年春筆者らが見いだした、*Pythium ultimum* TROW によって引き起こされる病害である。その症状や発生の様相には軟腐病と類似する点が多く、軟腐病と見誤りがちである。また、通常の秋播き栽培での本病の発生は低率で、2% を超えることはまれのようなのである。このようなことから、たとえ本病が発生していたとしても見過ごされている可能性が高い。

本病の発生分布は明らかではない。筆者は、現在までに、最初に本病を見いだした野菜試験場内のほかに、三重県美杉村 (1980 年夏)、明和町 (1980 年秋)、長野県小諸市 (1981 年夏) においても発生を確認した。三重県下 2 か所の発生はごく低率であったが、小諸市での被害株率は 10% を超えており、栽培上の問題となっていた。また、田上氏 (私信) によれば、熊本県下でも低率ではあるが発生が認められたという。本病菌は各地に普遍的に分布する病原菌であり、本病が各地で発生している可能性は高い。

本病は発生事例が少ないことから、その発生生態には不明な点が多い。以下に筆者が行った発生現場における観察結果を述べ、2, 3 の考察を加えたい。

発生現場内での調査を御承認いただいた野菜試験場生理第 1 研究室長 (現 同栽培部長) 高橋和彦氏ならびに関係各位、御校閲いただいた野菜試病害第 2 研究室長竹内昭士郎氏に深謝する。

I ダイコン腐敗病の症状

本病についてはあまり知られていないと思われるので、まず、本病の症状と軟腐病との差異について述べる。

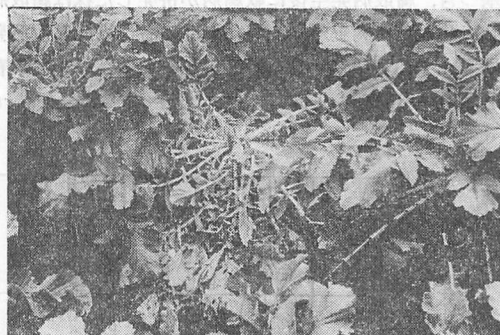
本病は、主として、ダイコンの生育後期に発生する。発病株は、最初、一部の葉に萎ちょうが見られ、萎ちょう葉数がしだいに増加していき、ついには株全体の葉が萎ちょうし、下垂してしまう (第 1 図)。萎ちょうの見える葉の基部あるいは葉の着生している茎部 (芯の部分) には、水浸状の斑点が形成されており、この病斑の

拡大に伴って萎ちょう葉数が増加するようである。

病斑発生部位は、主として肥大根と茎部の接続部であるが、ときには茎頂部付近や根頭部あるいは肥大根地際部に生じる場合もある。肥大根に生じた病斑は、最初水浸状の斑点で、しだいに黄褐色化し、組織はやや柔軟になり、のちに水分を失ってへこむようになる。茎部または葉柄基部の病斑は、最初水浸状でのちに褐変する。未展開の若い葉では、葉全体が侵されることもあるが、成熟葉では葉柄基部内側の柔組織がくさび形に侵されるにとどまる。

罹病部には、しばしば白色綿毛状の菌糸が観察され、外見上認められない場合でも罹病部を湿室中に保つと盛んに菌糸が発生する。罹病組織を顕微鏡観察すると、細胞内および細胞間げきに、直径 5 μm 前後の無隔膜菌糸が多数認められる (第 2 図)。

本病は収穫後も発生する。これは、軽症株を発病に気づかず収穫したためで、貯蔵・出荷中に病斑が拡大



第 1 図 ほ場における発病状況
葉が萎ちょうしている。



第 2 図 罹病組織内に見られる無隔膜菌糸

Pythium Rot of Japanese Radish. By Hiroshi HAGIWARA

して腐敗する。

本病と軟腐病の症状には、2、3の相違点がある。まず、罹病組織の状態であるが、軟腐病ではどろどろに軟化腐敗してしまうのに対し、腐敗病では株全体が腐敗するようになるまで組織は崩壊せず、柔軟性が保たれる。また、罹病部のにおいては、軟腐病では特有の悪臭を発するのに対し、腐敗病ではちょうどタクアン漬のような、いわゆる大根臭である。さらに、腐敗病では罹病組織中に無隔膜菌糸が観察され、その周囲に白色綿毛状の菌糸が発生する場合があるが軟腐病では菌糸は認められない。このような点から、本病と軟腐病とは区別が可能である。なお、菌核病の症状も本病と類似するが、この場合は組織中の菌糸の形状あるいは組織上の菌核形成の有無により診断可能である。

II ほ場における発生状況

第1表に、本病を最初に見いだした野菜試験場内ほ場における、1979年春作から1982年春作までの、7作にわたるダイコン栽培時期と腐敗病および軟腐病の発病株率を示した。発病株率の算出は、1979年春作および秋作では収穫前の2回の調査結果により、1980年以後の5作については栽培期間中3～7日おきに行った調査結果に基づき、腐敗病発生後に軟腐病が併発した株は腐敗病として数えた。調査対象ほ場における各作期の腐敗病発病株率は0.5～15%で、1979年春作および1980年春作の2作で10%を上回った以外はすべて2%未満で

あった。本病は、1978年春作（5月23日播種、7月10日収穫）ですでに高率に発生していた（当時は軟腐病と混同していた）といい、秋作に比し、春作では多発生しやすい条件下にあるといえる。しかし、春作についても、1981年と1982年には発病株率が低かった。これは、後述するように、春作の栽培時期を繰り上げていった結果、本病の多発生が回避されたことによるものと考えられる。

第3図に、このほ場における1980年および1981年の4作についての本病発生株率の推移と、当該における日平均気温および降水量の変化を示した。図中の矢印は、本病が最初に確認された日（初発生確認日）を示すが、この初発生確認日は、4作とも播種後35日以上経

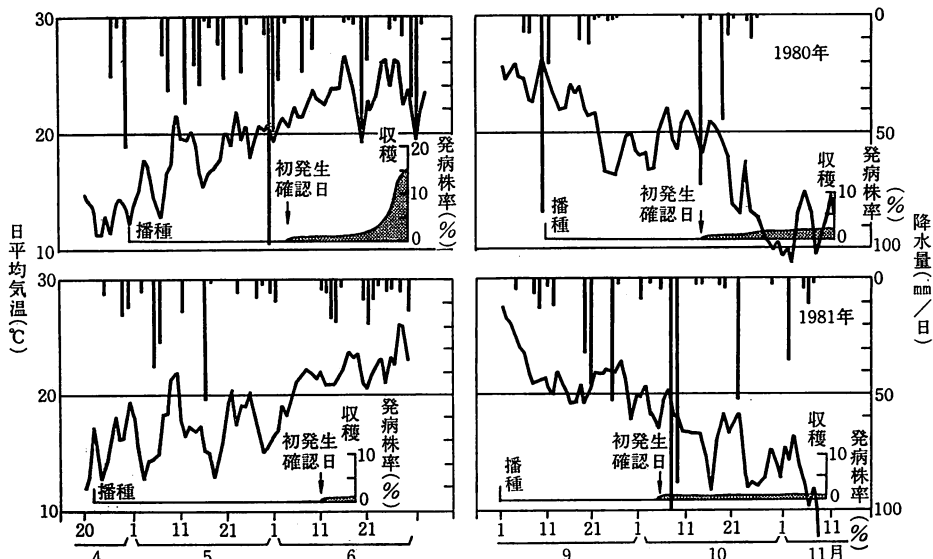
第1表 ダイコン腐敗病発生ほ場における作期ごとの発病株率の推移^{a)}

年 度	作期 ^{b)}	栽培期間(月/日)		発病株率(%) ^{c)}	
		播 種	収 穫	腐敗病	軟腐病
1979	春 作	5/9	7/3	10.34	2.20
	秋 作	9/10	11/21	0.60	3.60
1980	春 作	4/30	6/30	15.68	2.10
	秋 作	9/11	11/12	1.71	1.39
1981	春 作	4/22	6/18	0.52	0.52
	秋 作	9/1	11/10	0.42	0.10
1982	春 作	4/21	6/17	1.04	1.46

a) 野菜試栽培部生理第1研究室ほ場

b) 品種 春作：夏みの早生2号，秋作：耐病総太

c) 約950株中の発病株率



第3図 ダイコン腐敗病発生ほ場における本病発生推移と日平均気温、降水量の日変化 (気象データは野菜試栽培第2研調査)

過しており、日平均気温は 20°C 前後で、初発生確認日当日またはその直前に降雨がある。これらのことは、本病の発生に、降雨、気温といった気象条件と、ダイコンの生育段階が関連することを示唆している。播種 1 か月後ごろには、ダイコンの直根は急激に肥大するとともに抽根を始めており、これらに伴う条件が本病の発生に関連しているのかもしれない。

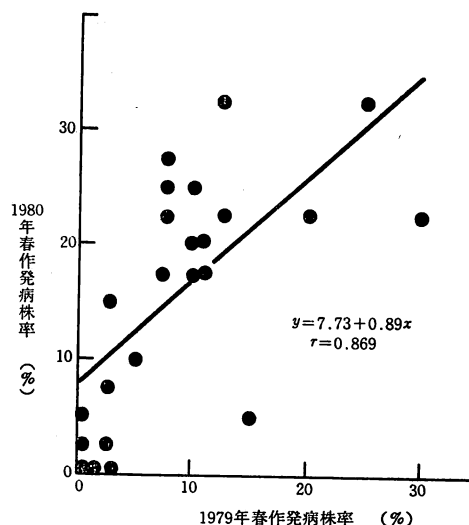
次に、ダイコン根部切片の表面に、病原菌の含菌寒天片を付着させた後、5、10、15、20、25、30、35°C の各温度下に保ったところ、35°C 下ではダイコン切片にはまったく変化が認められず、5、10°C 下では寒天片下の表層部がわずかに褐変したのみであったが、15~30°C 下では水浸状の病斑が形成された。この病斑形成は、20~30°C 下で速やかであり、25°C 下での拡大がもっとも急激であった。このことから、本病の発病には 20°C 以上の温度が好適であると判断される。初発生後、秋作では気温がしだいに低下して本病発生に不適な温度条件になるのに対し、春作では逆に気温が上昇し、好適な温度条件に向かうことになる。1980 年春作では 6 月 20 日以降急激に発病株率が増加し、1979 年春作でも 6 月下旬に発生が著しく増加した。この時期の日平均気温は 25°C 付近にあり、日最低気温も 20°C を超えている。このような温度条件と降雨とがあいまって発病株率の急激な増加をもたらしたのと考えられる。

一方、1981 年春作では栽培時期を前進させたため、6 月 20 日以前に収穫を終了した。この年は比較的冷涼少雨であったこともあり初発生も遅く、その後の発生増加も少なかった。しかし、隣接ほ場では 6 月 16 日に初発生を見た後、6 月 22 日には 5% に達する発病を見ており、収穫時期を早めたことによって本病の急激な増加が回避できたものと判断される。ちなみに、ほぼ同時期に栽培した 1982 年春作の発病株率も低率にとどまった。

以上から、本病はダイコンの生育後期に発生するが、特に春作に多く、その多発生は生育後期の高温と降雨に関係が深いものと考えられる。また、本病の発生地においては、生育後期に高温・多湿とならないような栽培時期を選定することによって多発生が回避できるものと考えられる。

III 発病前歴と発生

本病の発生は、ほ場によって多少があり、同一ほ場内にも偏りが見られ、多発生地では次作の発生も多い傾向にある。そこで、ほ場を 2×5 m の小区画 (約 40 株) に区分して、その小区画ごとの発病株率を算出した。第



第4図 ダイコン腐敗病発生ほ場内の同一区画における 1979 年春作と 1980 年春作の発病株率の関係
1 区画約 10m², 40株。

4 図は、同一区画について、1979 年春作と 1980 年春作の発病株率の関係を示したものである。両年とも、小区画内の発病株率は無発病 (0%) から激しい場合には 30% に達し、区画によって大きな差が認められた。また、同一区画内の 2 作の発病株率間には、正の相関が認められた。これは、本病の発生が、その発病前歴に支配されることを示しており、本病菌が土壌伝染していることの一つの現れと考えられる。

IV 病原菌の生態

腐敗病に罹病したダイコンの病斑部組織内には、細胞間げきあるいは細胞内に無隔膜菌糸が多数観察される。ほ場内で、根部に形成された病斑の拡大速度を調査したところ、平均気温 20°C 下で、24 時間当たり半径 12~20 mm であった。培地上での本菌菌糸の伸長が 25~30 mm/日 (20°C) であるので、ダイコン組織内での菌糸の伸長はかなり速い。このような速度で病斑が拡大するため、一部の葉に萎ちょう症状が認められてから 2~3 日以内に株全体が萎ちょうし、数日後には株全体が腐敗してしまう。また、病斑形成後 1 日以上経過した組織表面には 2~5 mm の厚さに気中菌糸が発生することが多い。普通これらの組織中には菌糸が見られるのみで、他の器官は認められなかった。腐敗過程における罹病組織内での病原菌の形態について検討するため、罹病組織片を土壌中に埋め込み、約 20°C に保ったところ、2 日後には組織から 5~10 mm に及ぶ範囲に菌糸が多数伸長

し、組織片の周囲の土粒内およびその周囲に蔵卵器・蔵精器および分生孢子が多数形成され、蔵卵器内には卵孢子の形成も認められた。一方、組織片内には腐食性と思われる線虫が多数活動し、崩壊が見られたが、菌糸以外の器官は観察できなかった。7日後には組織は著しく崩壊し、多数の雑菌菌糸が生じていた。組織片の一部に卵孢子が観察されたが、形成量は土との接触部に多かった。本菌の卵孢子あるいは分生孢子は耐久生存器官として働くことが知られており、罹病組織の崩壊に伴って周辺土壌粒子あるいは組織中に形成された大量の卵孢子や分生孢子が、土壌中に残って次作での伝染源になるものと考えられる。

本病の症状は、ほとんどの場合葉柄基部または茎と根頭部の境界付近から始まる。しかも、本病発生の盛期にはこれらの部分は抽根により地表から 20 cm 以上も上方に位置しており、土壌中で耐久生存していた病原菌がいかにしてこれらの部位に到達するかは興味深い問題である。前述のように、本病の発生は降雨との関連が深いことから、雨滴によって土粒とともに病原菌が発病部位に達することが想像され、この部位の保湿性が高く傷ができやすいことも感染に有利な条件となっているように思われる。また、本菌は遊走子を形成しないので、感染は卵孢子または分生孢子的発芽によって生じた菌糸によって起こっているものと考えられる。しかしながら、これらの感染経路あるいは感染過程については明らかでなく、今後の検討課題である。

本病菌は寄主範囲が広く、わが国でも多数の作物で被害が報告されている。本病発生は場でも、キュウリやホウレンソウに苗立ち枯れが発生し、それらから本病菌が分離された。また、本病菌は腐生能力が高いとされており、新鮮有機物などの供給により増殖と衰退を繰り返しているものと思われるが、これらの腐生的あるいは寄生的生活が本病発生にいかなる影響を及ぼしているかにつ

いては現在のところまったく不明である。

V 防 除

本病は、通常 2% を超える発生を見ることはまれであり、特に本病のための防除を必要とする場面は少ないようである。しかし、栽培時期によっては多発生するので、薬剤散布の効果を検討した。すなわち、1979 年春作および 1980 年春作の 2 回、本病の初発生確認後、TPN 水和剤 600 倍、キャプタン水和剤 800 倍、ダイホルタン水和剤 800 倍液を週 1 回計 3 回散布したが、本病の発生にはほとんど影響が認められなかった。

前述のように、本病の多発生は栽培時期との関連が深く、この時期を避ければ被害を回避できる。また、発病前歴とも関連が深いことから、本病多発地では作付けを取りやめるか、栽培時期を移動させることが望ましい。本病罹病組織上あるいはその周辺土壌中には大量の病原体が存在するので、発病株は速やかに処分するべきである。

お わ り に

現在まで、ダイコン腐敗病による被害発生の事例はきわめて少ない。先に述べたように、発生様相などから見て、軟腐病と混同されている可能性もある。その意味で、本稿が契機となって本病の発生が各地で確認されることになれば一つの前進である。以上に、筆者が行った観察結果を紹介した。これらは、断片的であるため、きわめて不十分な内容に終わってしまった。本病に限らず、*Pythium* 病菌の発生生態に関する研究はあまり多くない。多岐にわたる被害と土壌中での高い活動性から見て、農業上の重要性は低くない。今後の検討が期待される。

引 用 文 献

- 1) 萩原 廣ら (1980): 野菜試報告 A7: 173~182.

次 号 予 告

次 6 月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集: 導入天敵

導入天敵による害虫防除の戦略 広瀬 義躬
ヤノネカイガラムシの導入天敵とその防除効果

西野 操・古橋嘉一

オンシツコナジラミ防除へのオンシツツヤコバチ

(仮称)の利用

梶田 泰治

導入天敵の利用による施設園芸害虫の総合防除

矢野 栄二

最近多発しているチャ輪斑病の発生生態と防除

堀川 知広

セイヨウナン胴枯病の発生生態と防除

仲谷 房治

雪腐小粒菌核病菌の種生生態学

松本 直幸

さび病菌研究——最近の話題

佐藤 昭二

農業に関する GLP 制度

長尾雄一郎

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ

定価 1 部 500 円 送料 50 円

メロン根腐萎ちょう病

千葉県暖地園芸試験場 おのぎしずお うえまつ せいじ
小野木 静夫・植松 清次農林水産省林業試験場 わた なべ つね お
渡 辺 恒 雄

はじめに

千葉県下の主なハウスやトンネル栽培のメロン栽培地において、生育中期から収穫末期にわたって発生する萎ちょう症が、昭和 56 年ごろから目立ち始めて、その被害面積も増加して産地で大きな問題となってきた。

ウリ類の萎ちょう症の発生原因については、カボチャモザイクウイルス、つる枯病菌、疫病菌、つる割病などの土壤病原菌、センチュウ類、ウリハムシ幼虫などによる土壌害虫類や生理的原因などのいろいろな原因が考えられ、さらに原因不明のものなど、発生する場所によってそれぞれ異なるようである。

千葉県においては、昭和 57 年より、県下のメロンの萎ちょう症の発生原因の究明と防除法について試験を実施中であるが、現在までに発生原因は *Pythium splendens* による根腐萎ちょう病³⁾と *Monosporascus cannonballus* による黒点根腐病⁴⁾であることが判明した。ここでは根腐萎ちょう病について、現在までに得られた主な知見について述べてみたい。

本試験を遂行するにあたり、千葉県君津農業改良普及所富津支所 粕谷昌孝氏、石川 広氏に終始御協力いただいたことを、ここに記して謝志を表したい。

I 病原菌

病原菌は *pythium splendens* で、1925 年 BRAWM よりゼラニウムから分離されて以来、ワタを含めて 26 種以上の寄主植物が報告されている。

わが国においては渡辺らが 1977 年にイチゴの根から分離したのが最初である²⁾。

形態は、直径が 35 μm 以上もある、大きくて、暗色を帯びた球状の胞子のうを菌糸の先端に付けているのが特徴である。

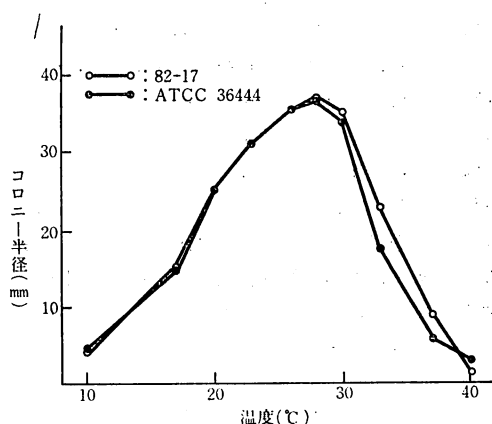
菌糸の発育温度は 25~30°C、胞子形成は 20~25°C で行われるが、最適温度は 20°C である。第 1 図は分離菌の温度反応を示すもので、28°C 付近が最適温度で、同時に示したイチゴから分離された菌とはほぼ同様な反応を示した。

Pythium Root Rot of Melons. By Shizuo ONOGI, Seiji UEMATSU and Tsuneo WATANABE

II 発生状況

千葉県下のメロンの根腐萎ちょう病の発生状況は第 1 表に示すように、全県下に発生が認められており、30% 前後と高い発生面積率を示している (*M. cannonballus* による黒点根腐病を含む)。

発生状況調査を富津市について行ったので、ここでは富津市の状況について述べてみたい。富津地方は、ウリ類の栽培が古くから行われ、文政 2 年 (1819) にカボチャが導入されて以来、明治、大正、昭和とウリ類が栽培されている古い産地である。品目も、カボチャが長い間栽培されていたが、スイカ、プリンスメロンとなり、さ



第 1 図 PDA 培地上の *Pythium splendens* 菌糸生育速度 (渡辺, 1982)

82-17 はメロンよりの分離菌, ATCC 36444 はイチゴよりの分離菌

第 1 表 千葉県下のメロン萎ちょう症発生面積 (1982年夏作)

栽培地	栽培面積	発生面積	発生面積率
富津市	4.5ha	1.0ha	22%
銚子市	100.0	34.0	34
旭市	1.0	0.3	30
飯岡町	25.0	8.2	33
海上町	1.0	0.2	30
計	131.5	43.7	33

品 種: アムス, アンデス, ボルカなど
栽培場所: ハウスおよびトンネル

らに消費動向とし好の変化に伴い、昭和 56 年ごろからアールスメロンにと変化は見られるが、ウリ類の連作は今日に至っている。

従来、ウリ類で発生が多いつる割病の防除対策にはユウガオやカボチャなどの台木を利用した接ぎ木栽培などで被害を回避してきたが、アールスメロンの導入に伴い、接ぎ木すると品質が低下すると言われるようになって自根栽培が多くなり、そのため萎ちょう症の発生が多くなった。

本症状の発生地の多くは、D-D 剤、EDB 剤などによるネコブセンチュウの防除対策はほぼ毎年実施されているが、他の土壤病害の防除はほとんどされていない。

III 病 徴

萎ちょう症状が発生し始めるのは、メロンの交配後 15~20 日ごろからである。晴天日で高温になると日中葉がしおれるが、夕方から夜間になるとしおれが回復する。しかし、曇りの日や雨の日は初期には発生しない。このようなしおれの状態は、しばしば土壤水分不足のため発生するしおれと区別しにくい場合が多い。

このように、日中にしおれ夜間回復する症状がしばらく続き、収穫 10 日前ごろから夜間もしおれの状態が回復しなくなり、やがて枯死する株も発生する。

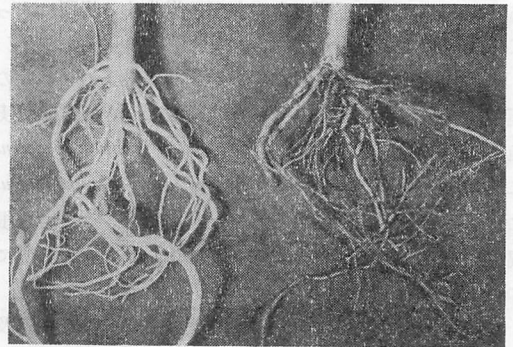
罹病株の根を掘り取ってみると、かならず根群の発達が悪く、根量がきわめて少なくなっている。引き抜くとゴボウ根状を呈している。これは細根がほとんど枯死しているためで、本病の初期症状の根を見ると細根の先端が褐変しており、そのため細根が腐敗する。症状が進むと、根の褐変も細根から亜主根、さらに主根へと広が

り、やがて株の地際部も水浸状を呈し、組織内部も褐変してくる。

このように、細根が侵されると根からの水分吸収ができなくなり、萎ちょうしてくるものと思われる。



第2図 メロン根腐萎ちょう病（春系アールス）



第3図 *Pythium splendens* によるメロンの根の褐変状況

左：健全株，右：発病株

第2表 千葉県産ハウスメロンの根部から分離された糸状菌 (1982, 渡辺)

ほ 場	糸 状 菌					
	<i>Pythium splendens</i>	<i>Pythium</i> spp.	<i>Rhizoctonia</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Monosporascus cannonballus</i>	そ の 他
農家 A 1	+	—	+	+	—	<i>Humicola</i> +
2	+	—	—	+	+	<i>Mortierella</i> +
3	+	—	+	+	+	<i>Phialophora</i> +
						<i>Sarcinella</i> +
農家 B 1	+	—	+	+	—	<i>Alternaria</i> +
2	+	—	+	+	—	<i>Cephalosporium</i> +
						<i>Gladosporium</i> +
農家 C	+	+	+	+	+	<i>Papulaspora</i> +
農家 D	—	—	+	+	+	
農家 E	—	—	+	+	+	

+: 検出済, —: 未検出

第3表 メロンの罹病根から分離された糸状菌のメロン子苗に対する病原性

供試菌株	病原性 ^{a)}									
	館山					筑波				
	アムス	サンライズ	スーパー	グリーンパール	合計 (感染率%)	アムス	園研2号	サンライズ	合計 (感染率%)	総計 (感染率%)
<i>Rhizoctonia solani</i> 82-55 82-56	0/10 10/10	0/10 10/10	0/10 11/11	0/10 10/10	0/40(100) 41/41(100)	1/14 14/14	0/8 8/8	2/6 6/6	3/28(88.2) 28/28(100)	3/68(72.3) 69/69(100)
<i>Fusarium solani</i> 82-58 82-59	0/11 0/12	0/10 0/10	0/10 0/10	0/10 0/10	0/41(100) 0/42(100)	2/14 0/14	0/8 1/8	0/6 1/6	2/28(83.3) 2/28(100)	2/69(92.1) 2/70(100)
<i>Pythium splendens</i> 82-18 82-28 82-34 82-46 ATCC-36444	9/12 5/10 5/9 7/10 1/10	3/10 1/9 4/10 5/10 1/10	5/9 7/10 6/10 7/10 1/10	3/10 1/9 4/10 5/10 1/10	20/41(100) 14/38(100) 19/39(100) 24/40(100) 1/10(100)	2/14 11/14 4/14 6/14 5/14	0/8 2/8 1/8 0/8 0/8	3/6 5/6 4/6 2/6 2/6	5/28(73.3) 18/28(66.7) 9/28(76.9) 8/28(73.3) 7/28(76.5)	25/69(88.9) 32/66(92.1) 28/67(92.9) 32/68(91.7) 11/68(90.2)
対 照	1/15	0/10	0/10	0/10	1/45(0)	0/14	0/8	1/6	1/28(0)	2/73(0) ^{b)}

a) 罹病株数/供試株数。接種試験は、館山と筑波でのおおの2回行い、接種12~14日目の結果に基づく。

b) 2個体は未発芽個体。

IV 病原菌の分離と病原性

富津市内の5か所のは場から得られた罹病株からの分離菌を第2表に示した。*pythium* 菌は3か所のは場から分離されたが、大部分は *P. splendens* であった。ほかに *Rhizoctonia*, *Fusarium* などがいずれのは場からも分離された。その他 *M. cannonballus* など8種類の糸状菌が分離された。

分離された菌をアムス、サンライズ、グリーンパール、スーパーおよびメロン用台木品種の園研2号などの苗に接種した結果、*Rhizoctonia solani* と *P. splendens* には強い病原性が認められた(第3表)。さらに、汚染土壌を作りこれらの品種を定植して栽培したところ、*P. splendens* には強い病原性が認められた。昭和58年度に *P. splendens* と *R. solani* とを混合接種したところ、収穫時に激しい萎ちょう症状と枯死株が発生した。

V 品種間差異

発生状況調査から、発病には品種間差異があることが認められた。根腐萎ちょう病と黒点根腐病が併発している場合が多いので、はっきり言えないが、アムスメロン、春系アールス、夏系アールス、アンデス、ボルカ、ポナスなどいずれも台木を使用しない自根栽培で発生が多く見られた。強い品種として、バーディで発生はきわめて少ない傾向が認められた。また、メロン用台木の園研2号も第3表に示すように *P. splendens* に対して強い抵抗性を示した。

VI 防 除 法

メロンの定植前に土壌消毒を行い防除効果について検討を行った。

供試したほ場は、昭和58年春作において根腐萎ちょう病が大発生し収穫ができなかったほ場である。用いた薬剤はクロルピクリン剤、臭化メチル・クロルピクリン剤、ダゾメット粉粒剤、EDB油剤で、30cm間隔に3~4mlあて、深さ20~25cmに注入し、ポリエチレンにて被覆し、ガス抜きは7日後に行った。ダゾメット粉粒剤区は7日、10日後と2回ガス抜きを行った。定植は薬剤処理20日後に行った。

防除効果は、第4表(1)~(4)に示したとおりである。まず、収穫時の根張り状況は、クロルピクリン剤、臭化メチル・クロルピクリン剤、ダゾメット粉粒剤区でいずれも良好で、根圏指数はほとんど3で根の張りが良く、無処理区においては指数が2.2と根の張りが悪くなっていた。そのため、萎ちょう株の発生もクロルピクリン剤区、臭化メチル・クロルピクリン剤区はまっとなかったのに対し、無処理区は100%の萎ちょう株が発生した。EDB油剤区はやはり、無処理区と同様に大部分の株が萎ちょうした。

根の褐変は、クロルピクリン剤区、臭化メチル・クロルピクリン剤区でわずかに認められたにすぎなかった。しかし、EDB油剤区、無処理区においては褐変株率で100%、褐変度でも77.5、60.6と激しく褐変していた。試験区の褐変した根をWA培地上に置き、*P. splendens*

第4表 各種薬剤の防除効果 (1983)

(1) 根圏調査

(3) 萎ちょう株調査

供試薬剤	10a当たり 薬量	調査 株数	根圏指数			平均	10a当たり 薬量	調査 株数	健全 株数	萎ちょう 株数	萎ちょう 率
			3	2	1						
クロルピクリン剤	36 l	42	42	0	0	3.0	36 l	42	42	0	0.0%
臭化メチル・ クロルピクリン剤	36 l	31	31	0	0	3.0	36 l	31	31	0	0.0
ダゾメット粉粒剤	40 kg	40	40	0	0	3.0	40 kg	40	34	6	15.0
EDB 油剤	48 l	23	13	6	4	2.4	48 l	23	3	20	87.0
無処理		26	10	12	4	2.2		26	0	26	100

(2) 根部褐変調査

(4) 褐変部よりの *P. splendens* の検出

供試薬剤	10a当たり 薬量	調査 株数	健全 株数	褐変 株数	褐変 率	褐変度	調査プレート数	検出 数
クロルピクリン剤	36 l	42	40	2	4.8%	1.2	10 個	0 個
臭化メチル・ クロルピクリン剤	36 l	31	26	5	16.1	4.0	10	0
ダゾメット粉粒剤	40 kg	40	20	20	50	17.5	10	9
EDB 油剤	48 l	23	0	23	100	77.5	10	10
無処理		26	0	26	100	60.6	10	10

注 (1) 根圏の大きさ: 小 (指数1), 中 (指数2), 大 (指数3)

(4) 1. WA培地上に根を置床し, 25°C で4日インキュベート

(2) 褐変度 = $\frac{\sum(\text{褐変程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 4} \times 100$ 褐変程度: 指数0 (根の褐変率 0%), 1 (同1~20%),
2 (同20~50%), 3 (同50~80%), 4 (同80~100%)

(3) 収穫時調査

2. クロルピクリン剤区, 臭化メチル・クロルピクリン剤区は褐変根が少なく, 白根に近いものを使用

第5表 防除効果の実態調査 (1983)

農家番号	ハウス面積	土壌消毒 の有無	萎ちょう症 の発生株率	品 種
1	3,000m ²	有	10%	アムス
2	1,000	有	0	アムス
3	3,000	有	0	春系アールス
4	1,000	有	15	春系アールス
5	1,320	有	20	ボレロ
6	1,320	有	5	ボレロ
7	1,000	有	0	春系アールス
8	1,320	無	80	アムス
9	1,320	無	80	アムス
10	2,000	無	75	東海アールス

注 土壌消毒は主に臭化メチル・クロルピクリン剤によった。

の検出を行ったところ, クロルピクリン剤区と臭化メチル・クロルピクリン剤区においては検出されなかった。一方, ダゾメット粉粒剤区においては根が褐変している部分からはほとんどの場合菌が検出された。EDB 油剤区, 無処理区においてはすべてのプレートから *P. splendens* が検出された。

第5表は, 昭和58年春に農家において防除がなされたほ場の実態調査を行った結果を示すもので, 防除効果の低い農家においても発生株率が20%で, 土壌消毒を実施した多くの農家では萎ちょう株が発生しなかった。これに比較して, 無防除の農家においては80%前後の

高い率で萎ちょう株が発生した。

以上のとおり, 前年に大発生したほ場においても, 土壌消毒を実施すれば, ほぼ防除することができた。

おわりに

各地で発生している, メロンの萎ちょう症の発生原因は, それぞれの地域で異なるものと思われる。すなわち, 土壌病害による場合, 台木との親和性がない場合, 土壌の著しい過湿や温乾などによる根の機能の低下による場合, また着果数が著しく多い場合, 強整枝による株疲れなど, 萎ちょう症の原因となるのは, 病害, 虫害, 生理的原因, 原因不明と種々考えられるが, 千葉県下におけるメロンの萎ちょう症は *P. splendens* による根腐萎ちょう病, *M. cannonballus* による黒点根腐病, *R. solani* による立ち枯れなどが複雑に関係している症状であると思われる。

防除に関しては, 土壌くん蒸剤による防除効果が高いが, さらに有効な土壌消毒剤と台木の利用や品種の選定など, 総合防除対策を進める必要があるものと思われる。

引用文献

- 1) 小野木静夫 (1983): 今月の農薬 27(5): 24~27.
- 2) 渡辺恒雄 (1981): 農業及園芸 56(2): 103~108.
- 3) 小野木静夫ら (1982): 日植病報 49(1): 126 (講要).
- 4) 渡辺恒雄ら (1982): 同上 49(1): 127 (講要).

野菜の苗立ち枯れを起こすピシウム菌による病害

社団法人日本植物防疫協会研究所 木 曽 皓

はじめに

野菜栽培に限られたことではないが、苗作りはその後の栽培や収益に大きく関連する多くの因子を秘めている。例えば、スイカをユウガオに接ぎ木するため育苗をしていたところ、ユウガオつる割病が発生して台木のユウガオが使用できなくなり、追い播き育苗で栽培にはこぎ着けたものの、初出荷が大幅に遅延したなどという実例は多い。このような苗作りの障害の中で、あいかわらず話題になる病害に苗立枯病がある。すなわち、原因はともあれ、発芽不良の種子が多くて必要株数が得られない発芽障害も問題ではあるが、発芽したばかりの小苗が次々と立ち枯れや生育不良に陥る障害は、その後の栽培に大きな支障をきたす。この観点から、苗立枯病の被害を回避できれば、その後の生育はかなり約束できる。

わが国では、野菜の苗に立ち枯れ症状 (damping-off) を起こす病原菌としては、かなり多数の種類が報告されている¹⁰⁾。しかし、学問的には野菜の苗立枯病はリゾクトニア属菌とピシウム属菌の2種の菌が起こす病害を指す。本稿ではピシウム菌による苗立枯病に限定して記述した。しかし、病徴などリゾクトニア菌および疫病菌との比較が必要な場合には、これらの菌についても併せて記述した。

I 苗立枯病と病徴

幼苗期は、一般に組織も柔らかく、病害に対する抵抗力も小さいために、いろいろな器官が同時に病原菌に侵される場合が多い。したがって、立ち枯れ症状ばかりでなく、葉腐れ、萎ちょう、生育不良、黄化などが併せて発生するが、これらの症状は主として地際部の茎枯れ(腰折れ, damping-off) や根腐れ (root rot) が原因している。幼苗期にこれらの障害が起きる野菜には、キュウリをはじめとするウリ科作物、ナス、トマト、ピーマン、インゲン、キャベツ、レタス、ホウレンソウ、ネギ、ニンジン、ゴボウなど多くの種類があり、それを侵す病原菌はピシウム属菌のほか、リゾクトニア属菌、フザリウム属菌、疫病菌、菌核病菌、白絹病菌、また、キュウリではつる枯病菌なども苗の立ち枯れ症状を起こすことがある。

Damping-off of Vegetables Caused by *Phythium* sp.
By Akira Kiso

しかし、普通はピシウム属菌、リゾクトニア属菌および疫病菌のいずれかによる場合が圧倒的に多い。ただ、前述のとおり、わが国における野菜の苗立枯病の病原菌は、リゾクトニアとピシウムの2属の菌にすぎず、ピシウム属菌はキュウリ、ユウガオおよびヘチマの苗立枯病を起こす(第1表)。

苗立枯病の病徴は、病原菌の土中での密度が高く、活動が盛んなときには、種子が発芽して芽が地上に出るまでにやられて腐ってしまう (pre-emergence damping-off) ことも少なくない。しかし、一般にはピシウム菌に侵されると子葉期の小苗の地際が暗緑色水浸状に軟腐し少し細くなって倒伏する (post-emergence drmping-off)。そのためこの症状から、キュウリでは苗立枯病の別名を、腰折病あるいは軟化腐敗病ともいう。また、多湿条件下では罹病部に綿毛状の菌糸を生じ、それに接した下葉も発病し暗緑色水浸状～淡褐色の大型病斑を作ることがある。生育の進んだ苗では茎基部の罹病部があめ色に変わるが、疫病のように極端にぐびれず、病勢の進行も比較的緩慢である。

これに対して、リゾクトニア菌の場合は健全部との境がはっきりした褐色の少しへこんだ病斑ができ、病状が進むと茎の外層組織から崩壊し、細くなり倒伏する。生育の進んだ苗では淡灰白色の病斑が茎の表層部分にできるが、深部組織まで侵されることは少なく被害も軽微で止まる。しかし、湿度が高く、病勢が急性であるときにはピシウム菌や疫病菌による場合と区別のつかないことが多い。しかし、リゾクトニア菌では、ピシウム菌と違って褐色がかかった菌糸が、くもの巣のように粗く発生している。また、疫病菌による場合は、目だった菌糸の発生は見られない。

このほか、わが国では数種のピシウム菌が苗立ち枯れ

第1表 わが国で報告されたピシウム菌による苗立枯病とその病原菌

宿主植物	病 原 菌	別 名
キュウリ キュウリ ユウガオ ヘチマ	<i>Pythium cucurbitacearum</i>	腰折病, 軟化腐敗病
	<i>P. debaryanum</i>	
	<i>P. hemmianum</i>	立枯病, 腰折病

注 日本有用植物病名目録, 第2巻(1980), 日本植物病理学会編

第 2 表 わが国において報告された数種のピシウム菌で起こされた苗立ち枯れ症

宿 主 植 物	病 原 菌	立 ち 枯 れ 症 状	報 告 者
夏作水耕ミツバ	<i>Pythium apteroticum</i> <i>P. aphanidermatum</i> <i>Pythium</i> spp.	根茎部の褐変、軟化、側根脱落。 地際部は暗緑色、地上部は黄化、黒変、 生育不良で倒伏。	一谷ら, 1980
ハウレンソウ	<i>P. ultimum</i>	発芽前に地中で種子腐れ。発芽後は地際 部は暗茶褐色、水浸状でくびれて倒伏。	一谷ら, 1972
ハウレンソウ	<i>P. aphanidermatum</i>	根の黒変、水浸状で細くなり倒伏。	小島ら, 1979
ナ タ ネ	<i>Pythium</i> sp.	胚軸の地際部から子葉にかけて水浸状、 灰白色、くびれて倒伏 (ナタネ苗ピシウ ム立枯病)。	井上ら, 1958
テ ソ サ イ	<i>P. ultimum</i> <i>P. aphanidermatum</i> <i>P. spinosum</i> <i>Pythium</i> spp. <i>P. betae</i>	地際部は暗緑色、水浸状で細くくびれて 軟化し、倒伏。ときに根部の褐変や発芽 前に地中で種子腐れ。	高橋ら, 1972 山口ら, 1974

注 日本有用植物病名目録, 第 2 巻 (1980) に掲載されていない資料。

症状を起こす (第 2 表)。すなわち、夏作水耕ミツバの根腐れを起こす *P. apteroticum*, *P. aphanidermatum* および *Pythium* spp.⁶⁾、水田跡地で発生するハウレンソウの立枯病を起こす *P. ultimum*⁵⁾、夏ハウレンソウ栽培の多湿は場で根の褐変と立ち枯れを起こす *P. aphanidermatum*¹¹⁾、ナタネ苗立ち枯れ症状を起こす *Pythium* sp.⁷⁾、テンサイ苗立枯病を起こす *P. aphanidermatum*, *P. spinosum*, *Pythium* spp. および *P. betae*¹⁴⁾ などである。また、苗立ち枯れ症状を起因する直接的関連は不明であるが、ゴボウ根腐病の病原である *P. irregulare* および *Pythium* sp.⁴⁾、ならびにコンニャクの新根腐れ性病害の罹病部から分離された *Pythium* sp.^{8,15)} などのピシウム菌も、宿主の感受性や発病環境が菌の侵害力に適合したような場合には、苗立ち枯れ症状をそれらの幼苗に起こしうるものと考えられる。

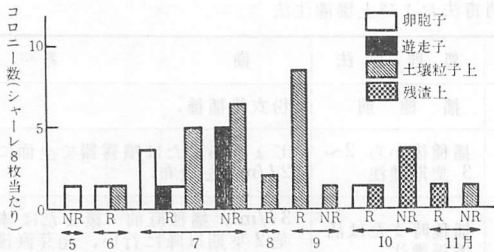
II 病原菌の生活環

野菜に苗立枯病を起こすピシウム菌は、自然界では腐生時代 (saprophytism state)、寄生時代 (parasitism state) および休眠 (内因的休眠, constitutive dormancy と外因的休眠, external dormancy) の生活環をたどっている。すなわち、未分解罹病組織あるいは植物残渣や非根圏土粒中の球形胞子のうおよび卵胞子は耐久体として活動不良時期を休眠して経過する。その間耐久体行動の最適条件が備わると、球形胞子のう、卵胞子は発芽管発芽促進を起こし、その場に宿主植物が存在すると遊走子の遊泳、発芽した胞子の発芽管の伸長により組織内に感染する場合、一方植物残渣が存在すると、それを

腐生生活の栄養給源 (food base) として菌糸伸長、各種胞子のう形成、各種胞子のう発芽管発芽を起こして腐生時代が始まる。やがてその場に宿主植物が導入されると、前述と同じように胞子のうは土壤表面、水中で遊走子形成・遊泳が起こり、また、発芽した胞子のうは発芽管を伸長させて宿主植物の気孔、表皮などに菌糸・遊走子侵入を成立させ、宿主組織内から栄養摂取・繁殖体形成が始まる。この過程でピシウム菌は小苗に対する寄生生活が起こり、苗立ち枯れの発生、引き続き枯死が進行して宿主体内に球形胞子のう、卵胞子、菌糸などを残存し、再び腐生時代の行程をたどる。この生活環を行っている間においても、前述の腐生時代同様に植物残渣への菌糸伸長、胞子のう形成、胞子のう発芽管発芽を繰り返しながら、不良活動条件を迎えるに至って耐久体による休眠生活が始まる。以上のような生活環を繰り返しながらピシウム菌は苗立枯病を起こすが、この生活環は疫病菌とはほぼ同じである。

III 病原菌の生態と土中での行動

苗立枯病を起こすピシウム菌の伝染は、他のピシウム菌と同じように菌糸がまん延するか、無性的に胞子のうを形成し発芽して菌糸となるか、または遊走子を形成してこれが伝染源となる。さらに有性器官として藏卵器と雄精器を形成し、卵胞子となって長期間にわたって生存し、環境が本菌の行動に適合すれば発芽管を出して発芽し、のちに菌糸となり初感染源となる。ピシウム菌は土壤中で比較的長期間生存できるが²⁾、菌糸は短命では場での生存は望めない²⁾。しかし、広い宿主範囲と広い栄



第1図 *P. aphanidermatum* の畑土壌中の生存形態 (望月ら, 1975)

R: 宿主根圏区, NR: 非宿主根圏区
土壌平板法と希釈平板法で検出

養要求性から、施設内などの連作は場で連続して有機質の施用が行われれば、菌糸による生存も可能と思われる。また、被のう化した遊走子は畑土や無栄養の水中でも容易に発芽するので、生存はきわめて短いと考えられている¹²⁾。一方、耐久体である卵胞子の休眠については、ごく少数種で研究されているにすぎないが、*P. aphanidermatum* では、組織の崩壊に伴って土壌中に放出されると、適当な環境と栄養条件下でよく発芽する¹⁾。これら一連の性質は、生育中や腐植の過程、あるいは枯死した作物に対して、他の菌類と複合病害を起こす菌としての行動、すなわち高い腐生能力を持つ菌としてピシウム菌が持つ生態的有利性をも示し、寄生時代と腐生時代の行動が、より激しく、かつ大きく苗立ち枯病の発生と被害をもたらす主因となっている。

また、ピシウム菌は土壌中の未熟有機物を栄養源として速やかに菌糸を伸長させたり、遊走子のうや遊走子を作る能力が強く、土壌生息型の病原菌でもある。さらに、土壌中に生息している菌類の中では、一番早く未分解有機物に着生して糖類を消費する性質があるので、糖分解菌とも呼ばれている。特に青刈りした作物や緑肥のように C/N 比の低い未分解有機物を施用すると、ピシウム菌が一時的に活性化し、密度が高くなる。このような不良環境を与えると、小苗に対する感染は短時間のうちに起こる。感染の成否は速い胞子発芽と拮抗菌が生育してくるまでに栄養生長を完了する、すなわち *host and parasite interaction* の成立を完了することで決まり、それは苗立ち枯病が宿主に対して大きな被害を与える原因になっている。

次に耐久体の行動であるが、前述したように休眠性耐久体のあるものは一度外から栄養が与えられると、短時間のうちに高い発芽率を示す。しかし、発芽後の成立に必要な十分量の栄養がないと直ちに溶菌する。この溶菌に先立つ耐久体の形成は、土壌中における菌数の維持に

役だっているが、その形成条件は明らかでない。

畑土壌中におけるピシウム菌の各形態の季節的消長を見ると、7月の多湿な時期には遊走子が検出され、越冬期の11月以降には卵胞子が確認される(第1図)。これは、この病原菌による病害発生が低湿地や多湿な時期に限られていることとほぼ一致している⁹⁾。野菜に寄生するピシウム菌の発育温度はほぼ 2~40°C、特に 30~32°C に発育適温があるので、高温性の菌類である。しかし、発病適温は 20~30°C とやや低い。実際のは場では温度よりも土壌水分の支配を受けて比較的低温のつゆ期、または9月ごろに苗立ち枯病の被害は現れる。被害は乾燥地より湿潤地で高いが、湿度が 70~80% のとき最大、pH 3~9 の範囲で発育するが、最適 pH は 6 前後である。

また、ピシウム菌は砂質土壌では生育が悪く、壤土でもっとも良好である。これが育苗土や床土に有機物の多い壤土を使用するのが普通の苗作りでは、苗立ち枯病の発生を助長する要因ともなっている。さらに、本菌の活動する土層は酸素の多い表層であり、表層土ほど病原菌の密度は高く、かつ生育の良好な深度では病原性も強い¹³⁾。

以上のような生態によって、ピシウム菌は土壌中で行動を起こすものと考えられる。しかし、土壌中で感染に必要な量のピシウム菌が存在するとき、発病に必要なものは環境条件である。この条件で主要なものは土壌湿度であり、湿潤下での苗立ち枯病のまん延は、室内実験の結果から遊走子の形成、その活動に関連していることが明らかにされている。現地でもこの状況の起こることが示唆されている⁹⁾。土壌中での遊走子の遊泳・活動は、土壌孔げきが水で飽和されたときに起こる。また、遊走子の活動は根圏で形成されて根による強い誘引があったとき初めて行われる。しかし、土壌中で宿主に接するピシウム菌の卵胞子と胞子のうは発芽管による発芽を行い、宿主の滲出液が遊走子形成を阻害すると考えられているので、根圏における耐久体からの遊走子形成の謎は明らかでない。しかし、栄養がなくて自由水があるとき、卵胞子と胞子のうは容易に遊走子を形成する。この現象は灌漑水や豪雨に続く洪水時の表層土中や土壌表面で起こり、遊走子は容易に野菜苗に感染して苗立ち枯病を起こす。また、同じようなことは、育苗土や床土が過湿ぎみであると、汚染土の飛び込みや汚染した灌水によって苗立ち枯病が発生する。

IV 防 除 法

苗立ち枯病を防除する手段としては、他の土壌病害と同

第 3 表 苗立枯病に対する種子消毒法および土壤灌注法

対象種子	処 理 剤	濃 度	処 理 方 法	備 考
キ ュ ウ リ ト マ ト ピー マ ン ナ ス	キャプタン水和剤	種子重量の0.2~0.4% 粉衣	播 種 前	粉衣後播種。
		800 倍 (1,000 ppm)	播種後から 2~ 3 葉期灌注	じょうろまたは噴霧器で全面に 2 l/m ² を散布。
キ ュ ウ リ ト マ ト	TPN 水和剤	800~1,000 倍	播種時または活 着後灌注	3 l/m ² 、播種直前・後または本 葉 2 葉期以降に行い、発芽直後 は避ける。
キ ュ ウ リ	ダイホルタン水和剤 ^{a)}	800~1,000 倍	播種前または後 に灌注	極端な砂質土では薬量を減らす。 3 l/m ² 。
キ ュ ウ リ	エクロメゾール乳剤 ^{a)}	2,000~3,000 倍	土壤全面灌注発 病ごく初期	多量の灌注は薬害を生じる。砂 土、赤土では使用しない。

a) 苗立枯病には登録がないが、立ち枯れ性疫病にはあり。立ち枯れ性疫病を対象として使用する。

様に耕種的 (生物的防除を含む) および化学的防除が考えられる。現在、ピシウム菌による病害ではピシウム菌の生理・生態の特徴をとらえた化学的防除が、一般には行われているが、必ずしも効果を上げていない。一方、耕種的防除法の検討もなされているが実用性には乏しい面もあり、また抵抗性品種の研究も見られるが²⁾ これも普及までには至っていない。

これらの検討はあくまで広義でのピシウム病を対象にしているが、苗立枯病としての学問的立場での防除法ではない。そのため試験研究例の少ない苗立枯病防除法も、当面土壤伝染病、特に水媒伝染病としての根拠にたつての防除法とならざるをえない。

1 栽培管理面での注意

苗床や鉢用の土壤は、できるだけ汚染の少ない、新しい水田土壤がよい。汚染のおそれのある土壤は、必ず土壤消毒を行う。少量であれば蒸気消毒がよい。多量の土壤はクロルピクリンかメチルブロマイドで常法どおり消毒して使用する。発病には過湿が大敵で、ことに土の表面に水がたまるような状態はもっとも危険である。多湿を避けるために露地栽培では高畝にしたり、透水性や排水を良くし、雨水が停滞しないようにする。育苗床では灌水は午前中に十分行い、空気湿度が高まる夕方以降には、土の表面が乾いているような状態が望ましい。また、苗床は蒸し込まないことが大切である。鉢上げ用の土壤や直播する畑土壤に C/N 率の低い有機物や未熟有機物を使用すると、これらを栄養源としてピシウム菌の活動が盛んになって発病を助長するので、有機物施用は十分注意する。

2 薬剤による防除

苗立枯病の薬剤防除には、苗床や鉢用としての土壤を消毒、種子に薬剤をまぶす粉衣、播種時から苗の時期に

薬液を土壤に灌注する方法があり、これらのうちのどれか、あるいは土壤消毒と、粉衣か灌注のいずれかを組み合わせる行くと効果的である。

土壤消毒は少量であれば焼き土や蒸気消毒がよい。一般にはクロルピクリンやメチルブロマイドなどの土壤くん蒸剤で消毒する。育苗や鉢用の土壤はぜひ消毒して使用する。本畑土でも連作地で前作に苗立枯病の発生が激しかったところでは、必ず土壤消毒を実行する。土壤の含水量が高かったり、火山灰土など軽い土壤では殺菌効果が劣るので、十分注意して消毒する必要がある。

種子粉衣は薬剤を種子にまぶして播種し、菌の侵入を防止しようとするもので、キャプタン水和剤を使用する (第 3 表)。実際には、本剤を乾燥種子重量の 0.2~0.4 % 粉衣するが、薬剤が付着しにくい種子では、一度水浸し、直ちにに取り出して新聞紙などで余分の水分を除いたのち粉衣する。

苗立枯病菌は土の表面近くに生存して宿主の地際部を侵すので、薬剤を土壤に灌注、散布すれば効果が期待できる。薬剤については、ダイホルタン水和剤、エクロメゾール乳剤、キャプタン水和剤などを使用する。ただし、前 2 者の薬剤は疫病に対する適用農業であるが、これを対象に使用すれば同時にピシウム菌にも効果を認める (第 3 表)。薬量は 1 m² 当たり 2~3 l で、じょうろで灌注するか、噴霧器で圧力を落として株元に近づけ土壤処理を行う。発芽して間もない子葉の時期には薬害が出やすいので、一般にはこの時期を避けて、播種時か、第二葉期以降に使用する。幼苗期は薬害が出やすいので、苗の大きさ、土質などに応じて濃度や量を加減する。壤土や有機質の多い土壤では問題は少ないが、砂土や砂壤土では薬害が出やすいので施用を控えるか、濃度を薄くする。灌注の回数は 5~7 日間隔で、2 回ぐらい

処理する。連用すると生育抑制や黄化などの障害を起こすこともあるので注意する。ダイホルタンとキャプタンは、魚介類に対して比較的毒性が強いので使用にあたっては十分な注意が必要である。

おわりに

野菜栽培の基本は、健全種子の確保と苗作りにあると考えられる。その苗時代に病原菌の攻撃を受ければそれは栽培上致命的である。その障害を回避するためにも苗立枯病の防除をおろそかにできない。すなわち、防除対策を確立する必要がある。ピシウム属は現在 100 近い種があるが、前述したとおりわが国ではキュウリ、ユウガオ、ヘチマに対して 4 種のピシウム菌による苗立枯病が同定されているにすぎない。その他の多くの苗立ち枯れ症状に関与するピシウム病はすべてピシウム属菌とされているので、これらの菌の種の同定が待たれる。また、それぞれの種においては、その生態や伝染源としての繁殖体の、土壌中での分布や行動は異なるので、防除対策を立てるためには、簡単な同定法、伝染源としての

繁殖体の形態、分布、行動の詳細な解明、感染に必要な最少菌量と発生子察法の確立および発病環境の把握などについての、きめ細かな学問的、かつ農業的普及に結び付く苗立枯病研究の今後の発展を期待したい。

引用文献

- 1) BURR, T. J. and M. E. STANGHELLINI (1973): *Phytopathology* 63: 1499~1501.
- 2) HENDRIX, F. F., Jr. and W. A. CAMPBELL (1973): *Ann. Rev. Phytopath.* 11: 77~98.
- 3) HOCH, H. C. and G. S. ABAWI (1979): *Phytopathology* 69: 417~419.
- 4) 一谷多喜郎ら (1975): 日植病報 41 (3): 270.
- 5) ———ら (1979): 関西病虫研報 21: 44.
- 6) ———ら (1980): 同上 22: 76~77.
- 7) 井上義孝・竹内昭士郎 (1961): 同上 3: 30~34.
- 8) 祝迫親志ら (1975): 日植病報 41 (3): 271~272.
- 9) 望月寛人ら (1975): 関西病虫研報 17: 115.
- 10) 日本植物病理学会編集 (1980): 日本有用植物病名目録, 第2巻, 日本植物病理学会, 東京, pp. 518.
- 11) 小島博文ら (1979): 関西病虫研報 21: 46.
- 12) STANGHELLINI, M. E. (1974): *Proc. Amer. Phytopath. Soc.* 1: 211~214.
- 13) 高橋 実 (1962): 土壌病害読本 (共著), 三共株式会社, 東京, pp. 96.
- 14) ———ら (1972): 日植病報 38 (4): 306~312.
- 15) 山本盤ら (1967): 同上 33 (5): 329.

人事消息

(4月1日付)

長嶺将昭氏 (熱帯農業研究センター沖縄支所 2 研主任研究官) は沖縄県農業試験場病虫部サトウキビ害虫指定試験地主任に

山田忠雄氏 (農業環境技術研究所資材動態部農薬動態科除草剤動態研究室長) は農林水産技術会議事務局筑波事務所を併任

中島保治氏 (農業土木試験場長) は退職

赤塚 恵氏 (北陸農業試験場長) は退職

木方行郎氏 (農業生物資源研究所分子育種部長) は退職

高瀬 昇氏 (北海道農試てん菜部長) は退職

石坂信之氏 (同上場病昆部病害 1 研主任研究官) は退職

腰岡政二氏 (選考採用) は農業環境技術研究所資材動態部農薬動態科農薬管理研究室に

田中喜之氏 (選考採用) は同上科薬剤耐性研究室に

(4月11日付)

大川義清氏 (農蚕園芸局植物防疫課課長補佐 (検疫第 2 班担当)) は退職

(4月12日付)

古茶武男氏 (農蚕園芸局農産課課長補佐 (指導班担当)) は同局植物防疫課課長補佐 (検疫第 2 班担当) に

斉藤 登氏 (農薬検査所農薬審査官) は同上課課長補佐 (農薬第 1 班担当) 及び農林水産技術会議事務局バイオテクノロジー室併任に

伊藤 洋氏 (農蚕園芸局種苗課課長補佐) は農林水産技術会議事務局バイオテクノロジー室を併任

石井康雄氏 (同上局植物防疫課課長補佐 (農薬第 1 班担当)) は農薬検査所検査第一部毒性検査課長に

長谷川邦一氏 (農薬検査所検査部長) は同所検査第一部長に

桜井 寿氏 (農薬検査所検査部毒性検査課長) は同所検査第二部長に

渡辺孝弘氏 (同上所調整指導官) は同所農薬審査官に

上垣隆夫氏 (同上所検査部企画調整課長) は同所検査第一部企画調整課長に

小田雅庸氏 (同上部技術調査課長) は同上所検査第一部技術調査課長に

鈴木啓介氏 (同上部化学課長) は同上所検査第二部化学課長に

鈴木重夫氏 (同上部生物課長) は同上所検査第二部生物課長に

刈屋 明氏 (同上部農薬残留検査課長) は同所検査第二部農薬残留検査課長に

西内康浩氏 (同上部魚介類安全検査室長) は同所検査第二部魚介類安全検査室長に

新刊 本会 発行 図書

農薬用語辞典

(改訂版)

日本農薬学会 監修

「農薬用語辞典」(改訂版) 編集委員会 編

B 6 判 112 ページ

1,400 円 送料 200 円

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

新しく登録された農薬 (59.3.1~3.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号[登録業者(会社)名]、対象作物:対象病害虫:使用時期及び回数などの順。ただし除草剤については、適用雑草:適用地帯を記載。(…日…回は、収穫何日前まで何日以内散布の略。)(登録番号 15706~15721 まで計 16 件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもので [] 内は試験段階時の薬剤名である。

『殺菌剤』

フサライド・バリダマイシン水和剤

フサライド 20.0%, バリダマイシン 5.0%

ラブサイドバリダシンゾル (59.3.19)

15717(北興化学工業)

稲:いもち病・紋枯病:21 日4回:散布, 空中散布

『殺虫殺菌剤』

NAC・PAP・フサライド粉剤

NAC 1.5%, PAP 2.0%, フサライド 2.5%

ラブサイドエルトップ粉剤 DL (59.3.19)

15706 (日産化学工業)

稲:いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類:21 日4回

クロルピリホスメチル・XMC・カスガマイシン・フサライド粉剤

クロルピリホスメチル 2.0%, XMC 2.0%, カスガマイシン 0.10%, フサライド 1.5%

レルダンカスラブマク粉剤 DL (59.3.19)

15716(北興化学工業)

稲:ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ・いもち病:45 日2回

PAP・PHC・フサライド・EDDP 粉剤

PAP 2.0%, PHC 1.0%, フサライド 1.5%, EDDP 2.0%

ヒノラブパブサンサイド粉剤 35 (59.3.19)

15718(三笠化学工業), 15719(大日本除虫菊)

稲:いもち病・穂枯れ(ごま葉枯病菌)・ツマグロヨコバイ・ウンカ類:21 日4回

PAP・カスガマイシン粉剤

PAP 2.0%, カスガマイシン 0.20%

カスエル粉剤 DL (59.3.19)

15720(北興化学工業), 15721(日産化学工業)

稲:いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類:14 日4回

『除草剤』

シアン酸塩・DCMU・DPA・2,4-PA 水和剤

シアン酸ナトリウム 40.0%, DCMU 7.5%, DPA 9.0%, 2,4-PA 3.5%

クイットリー水和剤 (59.3.19)

15709(保土谷化学工業)

公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地等:一年生および多年生雑草:雑草生育期

DCMU・DCPA・NAC 水和剤

DCMU 7.0%, DCPA 45.0%, NAC 9.0%

ストロンダック水和剤 (59.3.19)

15711(三笠化学工業), 15712(北興化学工業), 15713(保土谷化学工業), 15714(大日本除虫菊)

温州みかん:畑地一年生雑草, 公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・のり面等:一年生雑草:雑草生育期(雑草の草丈 30~50 cm)

『植物成長調整剤』

クロルメコート液剤 [C.C.C]

クロルメコート 46.0%

サイコセル (59.3.19)

15707(日本サイアナミッド), 15708(北海三共)

小麦(春播):茎稈の伸長抑制:6 葉期前後(草丈 30~40 cm)

『誘引剤』

ピーチフルア剤 [Z-20, CN (f-3), f-3]

モモンクイガ性フェロモン 3.0 mg/1 個

モモンクイガ性フェロモン剤 (59.3.19)

15710(武田薬品工業)

りんご・もも・なし:モモンクイガ雄成虫:誘引

『展着剤』

展着剤

パラフィン 24.0%

キクノー (59.3.19)

15715(三和化学)

りんご:ボルドー液, 有機銅剤に添加

植物防疫

第 38 巻 昭和 59 年 4 月 25 日印刷
第 5 号 昭和 59 年 5 月 1 日発行

定価 550 円 送料 50 円 1 か年 6,150 円
(送料共概算)

昭和 59 年

5 月号

(毎月 1 回 1 日発行)

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤武雄

印刷所 株式会社 双文社印刷所
東京都板橋区熊野町 13-11

— 発行所 —

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京 (03) 944-1561~6 番

振替 東京 1-177867 番

— 禁 転 載 —



果樹・野菜の
病害防除に

トップジンM 水和剤

灰色かび病・
菌核病の防除に

日曹ロニラン 水和剤

きゅうりの
べと病防除に

アリエッティ 水和剤

大豆の諸害虫・紫斑
病の同時防除に

日曹スミトップM 粉剤

増収を約束する

日曹の農薬

果樹・野菜の
害虫防除に

ホスピット75 乳剤

畑作イネ科雑草の
除草に

クサガード 水溶剤

りんごの収穫前
落果防止に

ビーナイン 水溶剤

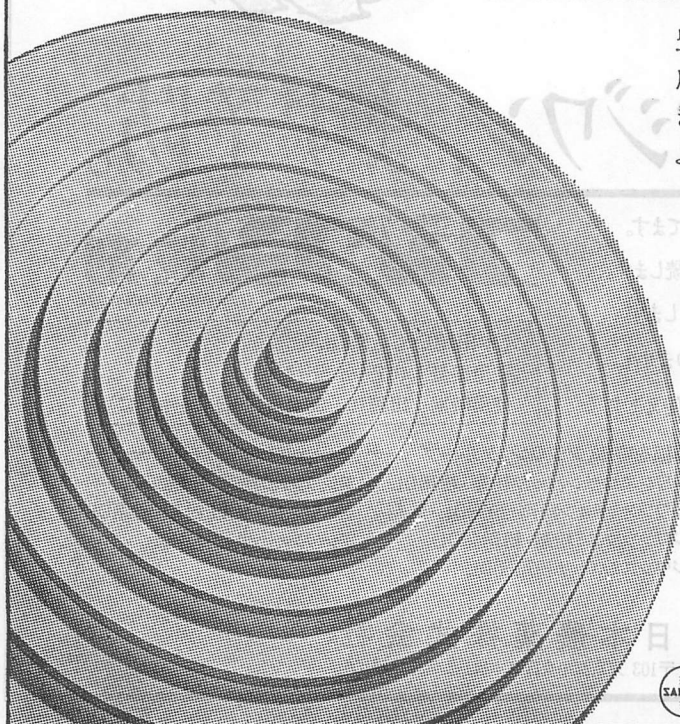


日本曹達株式会社

本 社 〒100 東京都千代田区大手町2-2-1
支 店 〒541 大阪市東区北浜2-90
営業所 札幌・仙台・信越・名古屋・福岡・四国・高岡

テーマは一点。アプローチは無限。

豊作——その確かな道をひらくために、
広く枝葉をひろげる三共農薬の技術。
きょうも広範、緻密な研究を通して、
より豊かな収穫への挑戦をつづけています。



* 水田の省力除草に

クサカリン® 粒剤25

* 稲に安全、多年生雑草
にも効く初期除草剤

サンバード® 粒剤

* 安定した健苗育成に

タチガレン® 粉剤
液剤

* 天然物誘導型総合殺虫剤

カルホス® 乳剤 粉剤
微粒剤F



三共株式会社

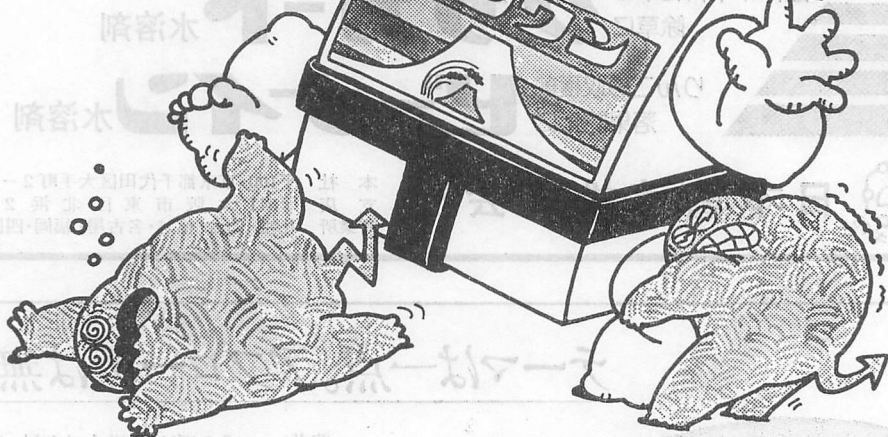
北海道三共株式会社
九州三共株式会社



フジワンのシンボルマークです。



まあ来い、穂いもち、ひとヒネリだ！



穂いもち、フジワン、まず予防。

- 散布適期巾が広く、散布にゆとりがもてます。
- すぐれた効果が長期間(約6週間)持続します。
- 粉剤2～3回分に相当する効果を発揮します。
- 稲や他作物に薬害を起こす心配がありません。
- 人畜、魚介類に安全性が高く安心して使えます。

フジワン[®]粒剤

Ⓔは日本農薬の登録商標です。

〈本田穂いもち防除〉

使用薬量：10アール当り4kg

使用時期：出穂10～30日前(20日前を中心に)

あなたの稲を守る《フジワン》グループ

フジワン粒剤・粉剤・粉剤DL・乳剤・AV
フジワンブラエス粉剤・粉剤DL
フジワンカヤフォス粒剤
フジワндаイアジノン粒剤

フジワンエルサンバッサ粉剤・粉剤DL
フジワンスミチオン粉剤・粉剤DL・乳剤
フジワンツマズミ粉剤・粉剤40DL
フジワンスミバッサ粉剤50DL

フジワンND粉剤・粉剤30DL
フジワンツマサード粉剤・粉剤DL
フジワンバッサ粉剤DL



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

—連作障害を抑え健康な土壌をつくる!—

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

®
パスアミド

微粒剤

❖いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。

❖広範囲の土壌病害、線虫に高い効果があります。

●安全性が確認された使い易い殺虫剤

マリックス® 乳剤
水和剤

●ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

キノンドー® 水和剤80
水和剤40

❖作物の初期生育が旺盛になります。

❖粒剤なので簡単に散布できます。

●ボルドー液に混用できるダニ剤

ブデシ®
乳剤

●澄んだ水が太陽の光をまねく/
水田の中期除草剤

モゲブロン®
粒剤



兼商株式会社

東京都千代田区丸の内 2-4-1

実験以前のこと

——農学研究序論——

農学博士 小野小三郎著

農業技術協会発行

B 6 判 304 頁 定価 1,600 円 ㊦ 250 円

本書は、「農業技術」に延べ 32 回にわたって連載したものを一括取りまとめたものです。

国立農試で作物の病害研究に専念し、ついで企業の研究所長として新農薬創製の研究管理に当たり、さらに植物病理学会会長を務めた著者が、長い研究ならびに研究管理生活を通じて、苦しみ、悩みながら研究を進めてきた体験にもとづき、創造的研究とは何か、創造的研究の過程はどう分けられるか、各過程における問題点は何か、それらの処し方はどうすればよいかなどを整理し、提示したものです。

農学・生物学についての研究方法論としては唯一的なものであり、文献も豊富に載せられているので、これらの関係の研究者およびその方面に進まれる人達にとって貴重な指針になるばかりでなく、一般読者にとっても科

学的なものの考え方などを知るうえに、少なからず参考になるものです。

——主 目 次——

第一部 実験以前のこと／Ⅰ 研究における創造性
Ⅱ 構想への準備期 Ⅲ 啓示期 Ⅳ 研究計画期 Ⅴ
実験期 Ⅵ 実験周辺の諸問題

第二部 続・実験以前のこと／Ⅰ 研究における個性
論 Ⅱ 研究における偶然の役割 Ⅲ 研究における技
術の問題 Ⅳ 研究における科学史の意義 Ⅴ 研究に
おける明部と暗部

注文は農業技術協会【㊦ 114 東京都北区西ヶ原 1-26-3
Tel 03-910-3787 振替 東京 8-176531】または最寄り
の書店経由をお願いします。

未来を拓く 技術と創造の



農協・経済連・全農

クミカの農薬

●稲もんがれ病・園芸・畑作難防除病害に

バンタック
粉剤DL、粉剤、水和剤75、ソル

●浸透持続型いもち防除剤

ビーム ビーム・ジン
粉剤DL、粉剤、水和剤 ソル、粒剤

安全性・経済性・高い信頼

●水田除草剤

サターンS 粒剤
サターンM 粒剤
クミリードSM 粒剤

★いま、新しい結論。水田初期除草剤(新発売)
クミアイ **ソルネット** 粒剤

★省力・省資源・長〜い効きめの
初期一発処理新除草剤(新発売)

クミアイ **クサホープ** 粒剤

★初期一発でも体系使用でも幅広く使える

グラノック 粒剤

★稲に安全 一発処理剤のホープ
シルベノン 粒剤



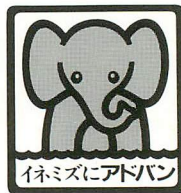
自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社
本社 東京都台東区池之端1-4-26 〒110-91

イネミズ防除の決め技!

育苗箱専用強力防除剤

アドバンテージ
粒剤



※アドバンテージは米国
FMC社の商標です。

特 長

- 高い浸透移行作用でイネミズゾウムシの成虫を速効的に防除します。
- 残効性にすぐれ、イネミズゾウムシの幼虫を長期間にわたり、きわめて低密度に抑えます。
- 成虫、幼虫の両方にすぐれた防除効果を発揮し、稲の生育を守って減収を防止します。
- 1回の箱施用で従来の体系処理(箱処理+本田処理)より高い防除効果が期待できます。
- 稲への安全性が高く、田植3日前から直前までの施用ができます。

販売元



日産化学

原体供給元

FMC
FMCコーポレーション