

ピシウム属菌に関する最近の研究課題と将来への展望

大阪府立大学農学部植物病理学研究室 ^{いちたに}一谷 ^{たきお}多喜郎・^{とうじょう}東條 ^{もとあき}元昭

はじめに

筆者の一人は、「土壤伝染病」に関する本誌の特集号(一谷, 1981)で、「ピシウム病研究の現状と今後の課題」と題してそれまでに行われてきたピシウム病研究の流れに沿い、今後は土壌からの本属菌の検出・定量と生育・生存形態の観察が必要であるとした。また、これらの手法を確立することによって本属菌の生活環が解明され、この生活環に基づいた大規模で長期にわたる疫学的調査・研究が行われることに期待を寄せた。

その後にも、本誌上で「ピシウム菌による病害について」の特集が企画され、わが国における本菌の同定・分類から発生生態、さらに防除に至る一連の研究成果が紹介された(荒木ら, 1984)。一方、日本植物病理学会の土壤伝染病談話会においても、第12回(一谷ら, 1984)及び第15回(一谷, 1990)では主としてわが国における本属菌に関する研究成果が、第16回(一谷, 1992)では海外における研究の最新情報が提供された。さらに、現在多用されている英連邦菌学研究所(現 国際菌学研究所)の同定方法を実際に適用した経験に基づいて書かれた本属菌の種の同定に関する解説(一谷, 1992b)もある。

ここでは、主としてそれ以降のわが国内外の研究を概観し、当研究室の成果もあわせて紹介しながら、将来への展望を述べたい。

I 最近の研究課題

1 同定・分類

菌糸のタンパク質とアイソザイムの電気泳動パターンを分類学的形質に用い、異なる季節に3か所の池から優占種として分離された *Pythium* 'group F' 10菌株を比較した(ABDELZAHER et al., 1995c)(図-1, 2)。まず、*Pythium* 'group F' の10菌株内及びそれ以外の *Pythium* 'group F' の菌株間で対峙培養を行ったが、交配することはなかった。このように、本グループは有性繁殖構造を形成することがないので、同定が困難である。そこで、可溶性総タンパク質とアイソザイム(malic enzyme と 6-phosphogluconate dehydrogenase)のバンドパターンを比較したところ、*Pythium* 'group

F' における少なくとも五つのサブグループの存在が明らかになった。また、異なる季節に異なる池水から分離した2菌株は、同一のタンパク質とアイソザイムのパターンを示したので、*Pythium* 'group F' 内の変異を明らかにするために可溶性総タンパク質とアイソザイムのパターンを用いることは、本グループの形態的、生理的特徴を明確にする価値ある補助手段といえる。

蔵卵器、蔵精器、無性繁殖構造などの実測値とそれから計算される非充満性、卵胞子壁の厚さ、ooplast indexなどの生物測定学的計算値に分類学上の価値のあることが指摘された(DICK, 1990; SHAHZAD et al., 1992)。このようにして、生物測定学のアプローチにより蔵卵器の特性評価に対する精度が高まり、分子生物学的手法とともに、これからのピシウム属菌の分類学の発展に寄与することになると考えられる。

また、コンピュータを同定の補助に使うため、胞子の

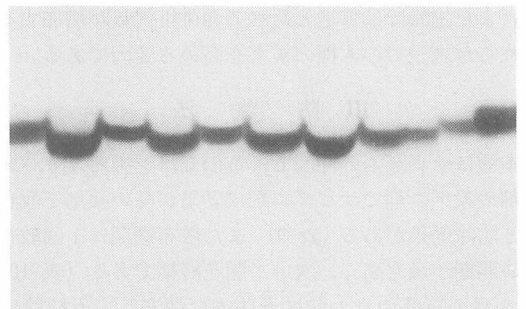


図-1 *Pythium* 'group F' のアイソザイム (malic enzyme) パターン

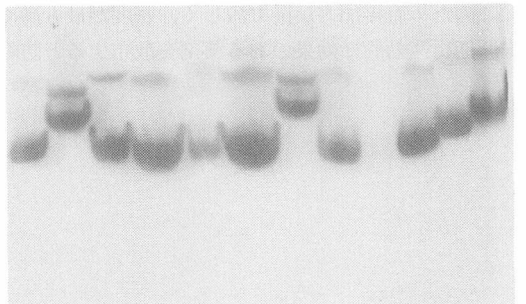


図-2 *Pythium* 'group F' のアイソザイム (6 PGDH) パターン

Studies on *Pythium*—Recent Trend and Prospects. By Takio ICHITANI and Motoaki TOJO

う、遊走子、有性繁殖構造、菌糸、厚膜孢子、菌叢の形状、生育温度などの性質をコードし、データファイルが作られている (JONG et al., 1992)。さらに、PLAATS-NITERINK (1981) のモノグラフ中の 76 種から遊走子形成能など 19 の形質を抽出し、これらの形質を数値化、標準化してデータベースとし、コンピュータを利用した自動的同定システムを開発しようとする試みもある (葛ら, 1994)。

2 病原性並びに寄生性

一般的なピシウム病ではないが、*Pythium* spp. によるチューリップの葉枯病が報告された (MUKOBATA et al., 1989)。ベントグラス赤焼病菌 *P. aphanidermatum* (Pa) も葉枯れを起こす (反保, 1991)。本菌のほかに、*P. myriotylum*, *P. torulosum*, *P. vanterpoolii* も芝草の成植物に葉枯性病害を起こす (SMILEY, 1992)。

チューリップ根腐病には複数のピシウム菌が関与し、この中には病原力が強く重要な病原菌と病原力が弱く重要でないものが認められた (ICHTANI et al., 1991)。また、オオムギ黄枯病は複数のピシウム菌の感染によって生じた根部の障害により根活性が低下して起こることが明らかにされた (楠, 1995)。また、本病による被害程度は、土壤中のアンモニア濃度が低い場合に高まると考えられている (楠, 1995)。

亜熱帯及び熱帯の低湿地のウマに腫瘍をつくる *Pythium* sp. が分離された (AUSTWICK and Copland, 1974)。鹿児島県でも同様の菌が顆粒性皮膚炎を起こす病原菌として分離され、*P. gracile* と同定された (ICHTANI and AMEMIYA, 1980) (図-3~5)。本菌は *P. insidiosum* sp. nov. と改められ (DeCOCK et al., 1987)、2 か月後に独立に同様の病原菌として *P. destruens* sp. nov. が報告された (SHIPTON, 1987)。その後、血清学的に *P. gracile sensu* ICHTANI and AMEMIYA と *P. destruens* は *P. insidiosum* と同一であることが示され (MENDOZA and MARIN, 1989)、有性繁殖構造の形成が困難である本菌に対して血清学的診断法の有効性が強調された (PARACHARTAM et al., 1991)。また、本菌は肉牛 (MILLER et al., 1985 b)、イヌ (MILLER et al., 1985 a; O'NEILL-FOIL et al., 1984)、ヒト (SATHAPATAYAVONGS et al., 1989) 及びネコ (BISSONNETTE et al., 1991) への感染も知られるようになった。そこで、*P. insidiosum* に対して *in vitro* における抗生物質の有効性が試され、miconazole が最も有効で、続いて ketoconazole も有効であった (SEKHON et al., 1992)。また、人畜共通の病原菌としての本菌の生活史を調べる試みがなされ (MENDOZA et al., 1993)、地中海貧血患者に本菌が感染して動脈炎を起こすという (WANACHWANAWIN et

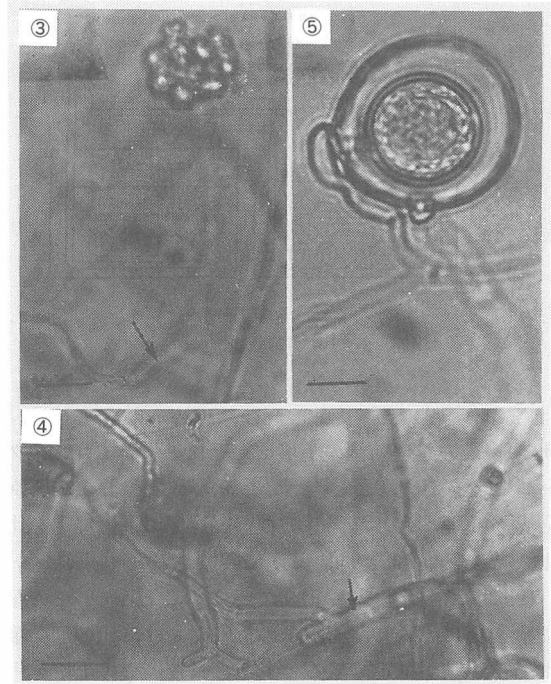


図3~5 ウマの顆粒性皮膚炎を起こすピシウム菌

3 糸状遊走子のう (矢印)

4 遊走子放出後、中空になった遊走子のう

5 蔵卵器と1個の異菌糸性蔵精器

注: バーは5 μm

al., 1993)。また、角膜潰瘍部から本菌が分離され、本菌には通常の抗カビ剤は無効で外科的切除がよいと報告されている (VIRGILE et al., 1993)。農業国で低湿地が多く、地中海貧血患者も多いタイ国では、有効な抗カビ剤がないこともあって、本菌によるヒトの病気がまん延して、本病には三つの型があるといわれている (IMWIDITHAYA, 1994)。

3 生態

予防に重点を置く防除法の確立が望まれているにもかかわらず、病害発生以前の土壤中における *Pythium* 属菌の繁殖体の行動はほとんど知られていない。これは、土壤中における本属菌の生態解析法が確立されていないことによると考えられる。当大学附属農場野菜畑土壌を用い、選択培地による定量及び生育・生存形態観察法の改良 (東條ら, 1992)、同定法の簡便化 (東條ら, 1990) 及び接種試験法の改良 (東條ら, 1993) を行った。その結果、種単位の季節的な密度変動や生育・生存形態を調べることが可能になった。さらに、*Pythium* 属菌の繁殖体を土壌へ導入して行動を追跡するため、湿熱処理 (図-6) により土壌環境を大きく変えずに本属を不活化させた

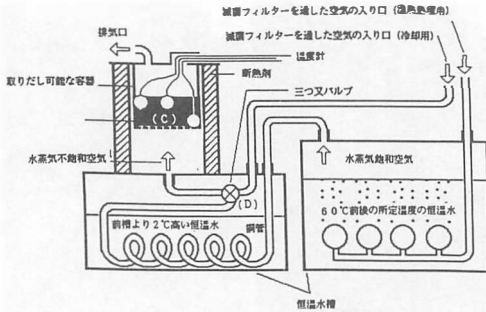
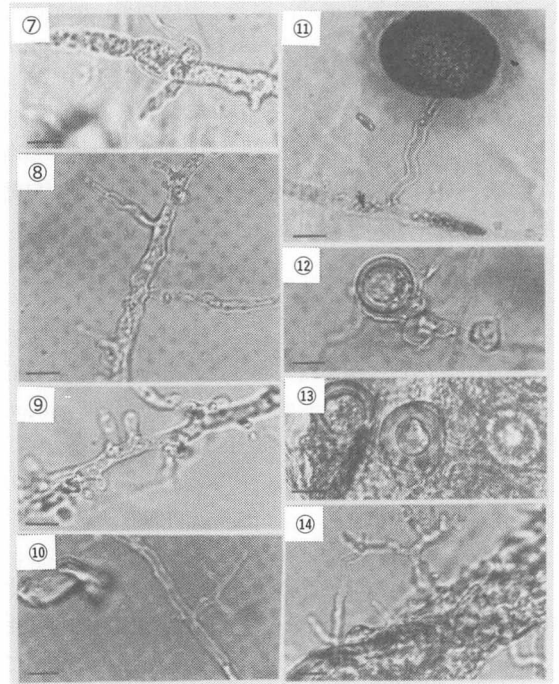


図-6 土壌の湿熱処理装置

畑土壌を作製した(東條・一谷, 1992; 東條・一谷, 1993a)。この処理前後の土壌に、それぞれナイロンスクリューに封入した *Pa* と *P. spinosum* (以下, *Ps*) の卵胞子と菌糸を埋没させ、発芽の推移と溶菌の進行経過を比較したところ、ほぼ同じように観察された(東條・一谷, 1993b; 東條・一谷, 1993c)。このことから、この湿熱処理土壌に導入した卵胞子の行動により、元の畑土壌における行動が推定できると考えられた。この土壌を用いてハウレンソウの苗立枯れと卵胞子密度の関係を調べたところ、*Pa* は 28°C、*Ps* は 15°C で最も発病が激しく、これらの温度条件の湿潤下では *Pa* で 10 個/g 乾土以上、*Ps* で 10² 個/g 乾土以上で発病が認められた(平山ら, 1994)。一方、両菌の卵胞子を導入した土壌を野外条件下に放置し、18 か月間にわたり非植栽下における卵胞子密度の変化を調べた。その結果、*Pa* では大きな変動がみられず、6 か月目以後に徐々に密度が低下したのに対し、*Ps* では卵胞子密度の変化が気温に対しては負の、土壌水分に対しては正の相関を示した(小林, 1995)。

同一水系に属していて、水質汚濁度が異なる3か所のため池を選び、池水中の *Pythium* 属菌の種類を季節別に調べたところ、9種 (*Pythium carolinianum*, *P. catenulatum*, *P. coloratum*, *P. fluminum*, *P. marsipium*, *P. myriotylum*, *P. papillatum*, *P. pleroticum*, *P. undulatum*) と4グループ (*Pythium* 'group F', *Pythium* 'group HS', *Pythium* 'group P', *Pythium* 'group T') が分離・同定された(ABDELZAHER et al., 1995b)。この中の *Pythium* 'group HS' を除くすべての菌は、これまでに世界各地の河川湖沼から水生菌として多少とも報告があるものであった。

セルロース分解性の *P. fluminum* は、アイルランドの川から分離されたもので、それ以来報告がなかった生態学的に興味ある菌で、わが国では初めて分離されたものである(ABDELZAHER et al., 1994e)(図7~14)。本菌は水温が2~30°Cの条件の各地の水系に生存していると考え

図7~14 セルロース分解性の *P. fluminum*

- 7 不規則に厚くなった菌糸
 - 8 サンゴ状に分枝した菌糸
 - 9 小胞性の分枝をした菌糸
 - 10 先細く短い側枝を持つ枝のある菌糸
 - 11 糸状遊走子のう(矢印)と短い逸出管
 - 12 中間生蔵卵器と異菌糸性の不規則な形態をした1個の蔵卵器
 - 13 セルロース繊維中で厚膜化した卵胞子
 - 14 セルロース繊維を分解中の菌糸
- 注: バーは 20 μm

られた(ABDELZAHER et al., 1995c)。検出例が少ない *P. marsipium* については、新しく有性繁殖構造を形成させる方法を見いだした(ABDELZAHER et al., 1994d)。この方法によって本菌の同定が容易になり、今後本種の報告例が増加するものと期待される。

分離した *Pythium* 属菌のほとんどは遊走子を形成した。しかし、著しく汚染した水は高い浸透ポテンシャル、及び極端に低い(4.5以下)か高い(10.5以上)pHであり、遊走子形成を遅らせ(ABDELZAHER et al., 1994b)、卵胞子発芽を抑制すると考えられた(ABDELZAHER et al., 1994a)。したがって、ため池の水質汚濁度を調べることにより、池水中の *Pythium* 属菌の動態を把握することができると考えられた。さらに、廃棄物、動物及び植物遺体などによって起こる水質汚濁は、本属菌のそれらへの定着を助長するものと推察された。

池水を灌漑に用いると、発病の危険性があるといわれている。本研究で分離した池水中の *Pythium* 属菌には、病原力が弱い菌もあったが、通常の灌漑ではこれが病原性を発揮するとは考えられなかった (ABDELZAIHER et al., 1994 c)。また、ため池の取水口周辺の土壌からは病原性のある本属菌が分離されたが、これらの菌は池水中からは分離されていない (ABDELZAIHER et al., 1994 c, 1995 b)。しかし、池の底土からは病原性のある本属菌が検出されている。ため池の取水口の土壌を含め、ため池の底土に生息する病原性 *Pythium* 属菌の池水中における行動については、今後に残された問題である。

芝草のピシウム病菌には、わが国においても既に薬剤耐性菌の出現が報告されている (一谷ら, 1991)。芝草のピシウム病菌 *P. vanterpoolii* のメタラキシル剤耐性株について (一谷ら, 1991)、その形態 (ICHTANI et al., 1994)、培養的性質及び病原力 (藤田ら, 1993)、土壌中における卵胞子の発芽 (藤田・一谷, 1995 a, b)、発芽管の残存、菌糸の溶解 (藤田・一谷, 1995 b)、植物遺体への着生能 (藤田・一谷, 1994) 及び植物遺体中での卵胞子形成 (藤田・一谷, 1996 a) などの生態的性質ならびに最少発病卵胞子数を求め (藤田・一谷, 1996 b)、発病力には元の感受性菌と比較して著しい差がないことが明らかになった。しかもこの耐性は6か年を経過した現在でも変わらず (耐性菌 LC_{50} , 400 $\mu\text{g}/\text{ml}$; 感受性菌 LC_{50} , 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$)、この耐性菌を用いて自然土壌中における行動を追跡することにより、元の感受性菌の土壌中における動態が把握できると考えられた。

菌間寄生菌 *P. oligandrum* がわが国で初めて分離され (KINOSHITA et al., 1994)、その同じ畑土壌から分離された病原性の *P. ultimum* (NAKAZON et al., 1994) との間の

相互作用が、土壌中のキュウリ (四葉) 幼植物根及びその内部において観察された (木下・一谷, 1995) (図-15)。両菌とも同一の畑土壌から分離されているので、畑土壌中での両菌間に寄生・被寄生の関係が存在するものと考えられた。また、*P. ultimum* のみを接種すると、キュウリ幼植物は早期にすべて枯死した。しかし、あらかじめ *P. oligandrum* により感染させた後に *P. ultimum* を接種した場合には、その半数以上が生存していて *P. oligandrum* による *P. ultimum* の生物防除の可能性が示された。

4 農薬と非標的微生物

農薬の標的微生物への効果については明らかにされているが、非標的微生物への影響に関してはほとんど知られていない。むしろ関心が払われていないといえる。また、新農薬が導入され使用され始めると、標的微生物に対する拮抗微生物をはじめ、その食物連鎖に関係する微生物に影響を与え、これまでに安定していた生態系をかく乱させ、思わぬ病害の大発生を招く。したがって、常に農薬の非標的微生物に対する事前評価が必要となるわけである (一谷, 1993)。

植物病害の防除に農薬を使うと、他の病害による被害を増大させるという100以上の例が芝草病害で知られており、その好例としてベノミル剤が *Drechslera poae* による *Poa* 属のドレクスレラ病、赤焼腐病とともにピシウム病の発生を促進させるという (HODGES, 1990)。この発病促進は、拮抗菌と病原菌の芝草生態系における微妙なバランスが破壊されることによると考えられる。ゴルフ場における農薬の非標的微生物への影響に関する研究は少なく、結論はまだ出ていない (SMILEY, 1981, 1992)。

5 分子生物学

形態に基づく同定が困難な *Pythium* 属菌の種に対して、分子生物学的手法を応用した分類が試みられている。RFLPs と RAPD を用いた解析により、*P. ultimum* の種内における多様性が示され、有性器官を形成しない種内群の存在が指摘されている (FRANCIS et al., 1994)。また、これらの手法とパルスフィールド電気泳動による核型分析を組み合わせることにより、ヘテロタリックな種である *P. sylvaticum* の交配に伴う遺伝子の移動が染色体レベルで明らかにされている (MARTIN, 1995)。一方、細胞壁糖タンパク質の泳動パターンにより、有性器官の形態が互いに類似する5種 (*P. graminicola*, *P. aristosporum*, *P. myriotyllum*, *P. zingiberis*, *P. volutum*) は互いに明瞭に区別されるが、3種 (*P. aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. butleri*) には種の違いに関係なく同じパターンが認められることが示された

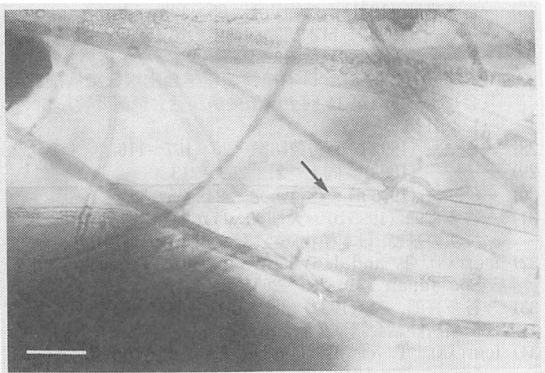


図-15 土壌中のキュウリ根面における植物病原性 *P. ultimum* に対する *P. oligandrum* の寄生現象 (矢印)

注：バーは10 μm を表す

(TAKENAKA et al., 1994)。細胞壁タンパク質のアミノ酸分析は、高等植物と *Pythium* 属菌の類似性について議論の場を提供している (TAKENAKA and KAWASAKI, 1994)。今後、これらの手法の積極的な応用により、系統分類学的な整理が本属菌においても進められると考えられる。

属、種及び種以下の分類群の分子生物学的同定技術が急速に発展してきた。しかし、新しい同定技術は被検菌の生態と分類が十分理解された上で用いられなければならない。これらの最新の手法により、種や種以下の分類群が均質であったり、不均質であったりすることが示されている。このような知見は、過去の病理学的知見の蓄積と合わせて考えれば、本属菌を含む土壌菌の全体的理解の助けになると考えられる (CORRELL, 1992)。

II 今後の展望

ピシウム病害では、一般に罹病根部を直接観察することはできない。この場合、地上部の病徴は本属菌以外の原因によって起こる場合と類似しているため、被検試料の採取、診断に困難を来す。したがって、感染の時期や部位を正確に把握する必要があり、そのために土壌水分 (一谷, 1995 a) や土壌温度との関連で本属菌による病害の特性を正しく理解しておく必要がある。同時に、土壌試料を根面、根圏、非根圏に分けて採取し、ピシウム病菌の存否、密度あるいは分布を調べることも肝要である。

本属菌の分離に先立って行う表面消毒には、細心の注意を払う必要がある (一谷, 1995 b)。土壌から本属菌の菌密度とその生育・生存形態を同時に観察する方法 (東條ら, 1992) には、さらに精度を上げるなど改良の余地がある。分離菌の病原性の検定も、できるだけ自然に近い状態で実施する必要がある (RUSH et al., 1992)。本属菌による作物の減収率の測定については、まず明確な測定目標をもち、病原菌による被害を理解することが大切である。通常、反復区を設けた統計的実験計画を組まなければならない (JOHNSON, 1992)。

土壌病原菌としての本属菌の検出と同定に関する最近の遺伝学的、生化学的、分子レベルでの手法については、CORRELL (1992) の中に詳しく述べられている。これら最新の手法を使えば、本属菌をはじめとする種、亜種及び個体群レベルの土壌中における相互関係が明らかになり、本属菌を含む土壌病原菌の生態を総合的に把握するのに役立つと考えられる。

おわりに

ここでは、ピシウム属菌に関する最近の研究課題を同定、分類、病原性及び寄生性、生態、農薬と非標的微生物、及び分子生物学の順に述べてきた。このような各分野には、「ピシウム病害の診断」から「土壌病菌の一員としてのピシウム菌の動態把握」までの広がりがある存在すると考えられる。「DNA」から「個体群」までを研究材料として各種の最新の手法が駆使されるべきであり、このようにしてピシウム菌の生物学ともいべき領域が健全に育っていくと考えられる。

引用文献

- 1) ABDELZAHER, H. M. A. et al. (1994 a): *Mycoscience* 35: 315~318.
- 2) ——— et al. (1994 b): *Ibid.* 35: 377~382.
- 3) ——— et al. (1994 c): *Ibid.* 35: 429~432.
- 4) ——— et al. (1994 d): *Mycol. Res.* 98: 920~922.
- 5) ——— et al. (1994 e): *Ibid.* 98: 982~984.
- 6) ——— et al. (1995 a): *Mycoscience* 36: 45~49.
- 7) ——— et al. (1995 b): *Ibid.* 36: 71~85.
- 8) ——— et al. (1995 c): *Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B* 47: 11~17.
- 9) 荒木隆男ら (1984): *植物防疫* 38: 201~249.
- 10) AUSTWICK, P. K. C. and J. W. COPLAND (1974): *Nature, Lond.* 250: 84.
- 11) BISSONNETTE, K. W. et al. (1991): *J. Med. Vet. mycol.* 29: 39~44.
- 12) CORRELL, J. C. (1992): SINGLETON, L. L. et al., *Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi*. APS Press: 7~16.
- 13) DECOCK, A. W. A. M. et al. (1987): *J. Clin. Microbiol.* 25: 344~349.
- 14) DICK, M. W. (1990): *Keys to Pythium*. Reading, UK: 1~64.
- 15) 藤田百合子・一谷多喜郎 (1994): *芝草研究* 23: 21~26.
- 16) ———・——— (1995 a): 同上 23: 134~137.
- 17) ———・——— (1995 b): *日菌報* 36: 112~114.
- 18) ———・——— (1996 a): 同上 37 (印刷中).
- 19) ———・——— (1996 b): 同上 37 (印刷中).
- 20) ———ら (1993): *芝草研究* 22: 13~20.
- 21) FRANCIS, M. D. et al. (1994) *Mol. Plant-Microbe Interact.* 7: 766~775.
- 22) 葛 嵐屏ら (1994): *日植病報* 60: 779 (講要).
- 23) 平山喜彦ら (1994) 同上 60: 778~779 (講要).
- 24) HODGES, C. F. (1990): *Golf Course Management/November*. 60~82.
- 25) 一谷多喜郎 (1981): *植物防疫* 35: 123~126.
- 26) ——— (1990): 日本植物病理学会第15回土壌伝染病談話会講演要旨, pp. 43~55.
- 27) ——— (1992 a): 日本植物病理学会土壌伝染病談話会レポート (第16回土壌伝染病談話会講演要旨), pp. 123~126.
- 28) ——— (1992 b): *防菌防黴* 20: 107~116.
- 29) ——— (1993): 同上 21: 209~213.
- 30) ——— (1995 a): *芝草研究* 24: 25~35.
- 31) 一谷多喜郎 (1995 b): 大畑貫一ほか編. *作物病原菌研究技法の基礎*, 日本植物防疫協会, 東京, (印刷中).
- 32) ICHITANI, T. and J. AMEMIYA (1980): *Trans. mycol. Soc. Japan* 21: 263~265.
- 33) 一谷多喜郎ら (1984): 日本植物病理学会第12回土壌伝染病談話会講演要旨, pp. 67~112.
- 34) ICHITANI, T. et al. (1991): *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 57: 174~179.
- 35) 一谷多喜郎ら (1991): *芝草研究* 20: 33~40.
- 36) ICHITANI, T. et al. (1994): *Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B* 46: 1~6.
- 37) IMWIDHTHAYA, P. (1994): *Postgrad. Med. J.* 70: 558~560.

- 38) JOHNSON, K. B. (1992) : SINGLETON, L. L. et al., Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi. APS Press : 236~242.
- 39) JONG, S. C. et al. (1992) : Mycotaxon XLIV : 301~314.
- 40) KINOSHITA, T. et al. (1994) : Mycoscience 35 : 191~198.
- 41) 木下富雄・一谷多喜郎 (1995) : 日植病報 61 (印刷中).
- 42) 小林幹生 (1995) 大阪府立大学修士論文. 59 pp.
- 43) 楠 幹生 (1995) : 植物防疫 49 : 413~418.
- 44) MARTIN, F. (1995) : Genetics 139 : 1233~1246.
- 45) MENDOZA, L. and G. MARIN (1989) : Mycoses 32 : 73~77.
- 46) MENDOZA, L. et al. (1993) : J. Clin. Microbiol. 31 : 2967~2973.
- 47) MILLER, R. I. et al. (1985 a) : J. Am. Vet. met. Ass. 186 : 473~478.
- 48) ——— et al. (1985 b) : Ibid. 186 : 984~986.
- 49) MUKOBATA, H. et al. (1989) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 55 : 594~602.
- 50) NAKAZONO, E. et al. (1994) : Abstract presented at 5th Int'l Congress Mycology, Vancouver.
- 51) O'NEILL-FOIL, C. S. et al. (1984) : J. Am. Anim. Hosp. Ass. 20 : 959~966.
- 52) PARACHARKTAM, R. et al. (1991) : J. Clin. Microbiol. 29 : 2661~2662.
- 53) PLAATS-NITERINK, A. J. VAN DER (1981) : Stud. Mycol. 21 : 242 pp.
- 54) RUSH, C. M. et al. (1992) : SINGLETON, L. L. et al., Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi. APS Press : 3~6.
- 55) SATHAPATAYAVONGS, O. et al. (1989) : J. Infect. Dis. 159 : 274~280.
- 56) SEKHON, A. S. et al. (1992) : Eur. J. Epidemiol. 8 : 427~432.
- 57) SHAHZAD, S. et al. (1992) : Bot. J. Linnean Soc. 108 : 143~165.
- 58) SHIPTON, W. A. (1987) : J. Med. Vet. mycol. 25 : 137~151.
- 59) SMILEY, R. W. (1981) : Plant Dis. 65 : 17~23.
- 60) ——— (1992) : Compendium of Turfgrass Diseases (2nd ed.) : 98 pp.
- 61) TAKENAKA, S. and S. KAWASAKI (1994) Physiol. Mol. Pl. Path. 45 : 249~261.
- 62) ——— et al. (1994) Phytopathology 84 : 1089 (Abstract).
- 63) 反保宏行 (1991) : 愛媛連大博士論文 (香川大). 199 pp.
- 64) 東條元昭・一谷多喜郎 (1992) 土と微生物 40 : 33~36.
- 65) ———・——— (1993 a) 日菌報 34 : 215~220.
- 66) ———・——— (1993 b) 日植病報 59 : 75~76 (講要).
- 67) ———・——— (1993 c) 同上 59 : 607~609.
- 68) ———ら (1990) : 関西病虫研報 32 : 68.
- 69) ———ら (1992) : 同上 34 : 11~16.
- 70) ———ら (1993) : 同上 35 : 1~5.
- 71) VIRGILE, R. et al. (1993) : Cornea 12 : 81~83.
- 72) WANACHWANAWIN, W. et al. (1993) : Trans. Royal Soc. Tropic. Med. Hyg. 87 : 296~298.

主な次号予告

次2月号は、下記原稿を掲載する予定です。

平成7年の病害虫の発生と防除

農林水産省農産園芸局植物防疫課

イネもみ枯細菌病の発生生態と防除

曳地康史

果樹園作業の改善をめざす新技術

小川幹雄

レタス腐敗病の発生生態と防除

白川 隆

チャノキイロアザミウマ卵のアザミウマタマゴバチの寄生とその調査法

高梨祐明・高木一夫・広瀬義躬

温州萎縮病をめぐる最近の話題

岩波 徹

(リレー随筆)産地の研究室から——地域ブランドを育てる(5)/わさび

大谷清和

定期購読者以外のお申込みは至急前金にて本会へ

定価1部800円 送料76円

本会発行図書

農薬適用一覧表(平成7農薬年度)

農林水産省農薬検査所 監修

定価 3,500円 (本体3,399円) 送料 340円 A5判 391ページ

平成7年9月30日現在、当該病害虫(除草剤は主要作物)に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で、殺菌剤、殺虫剤、除草剤、植物成長調整剤に分け、各作物ごとに適用のある農薬名とその使用時期、使用回数を分かりやすく一覧表としてまとめ、付録として、毒性及び魚毒性一覧表及び農薬商品名・一般名対比表を付した。農薬取扱業者の方はもちろんのこと病害虫防除に関係する方の必携書として好評です。