

青果物腐敗を起こす *Penicillium* 属菌の同定とその病原性

獅山 慈孝*, 伊東 和子**, 伊藤富久子*, 福島 清美*,
鈴木 昌二***, 宇田川俊一***, 寺下 隆夫*, 吉川賢太郎*

Identification and Pathogenicity of *Penicillium* Species Isolated
from Postharvest Diseased Fruits and Vegetables

Jiko SHISHIYAMA*, Kazuko ITO**,
Fukuko ITO*, Kiyomi FUKUSHIMA*, Shoji SUZUKI***, Shun-ichi UDAGAWA***,
Takao TERASHITA* and Kentaro YOSHIKAWA*

Synopsis

The species of 24 *Penicillium* isolates from postharvest diseased fruits and vegetables obtained at the Kyoto Municipal Central Market and at retail markets in Osaka and Kobe were identified. The hosts surveyed were apple, melon, grape, lemon (imported), Natsudaidai, mandarin orange, orange (imported), maize, Chinese yam, spinach and malabar spinach. With reference to the taxonomic descriptions of Pitt and Udagawa et al., *P. italicum* and *P. digitatum* were identified as the causal pathogens of all of the citrus fruits. As the pathogens of apple, two species, *P. aurantiogriseum* and *P. glabrum* were identified, although *P. expansum* and *P. funiculosum* are mentioned in the literatures. The market diseases of malabar spinach, melon and maize were caused by *P. italicum*, but those of spinach (two species), Chinese yam and grape (two species) were caused by *P. simplicissimum* and *P. digitatum*, *P. sclerotigenum*, and *P. janthinellum* and *P. adametzioides*, respectively.

Inoculation tests with conidial suspensions showed that the six species were pathogenic: *P. italicum* and *P. digitatum* for citrus fruits, *P. sclerotigenum* for Chinese yam, *P. glabrum* and *P. aurantiogriseum* for apple, and *P. janthinellum* for grape. The inoculated hosts showed the same symptom as the ones obtained at market.

I はじめに

1990年5月から11月にかけて京都市中央卸売市場と京阪神地区マーケットにおいて青果物病害を週1回、計27回調査し、腐敗を起こしているものを採取し、その結果を前報²⁰⁾で報告した。対象とした青果物は26種であるが、それらのうち、多くのものは圃場菌といわれる *Alternaria* と *Fusarium* および貯蔵菌といわれる *Penicillium* によって腐敗し、その数は20種に及んでいる。なかでも *Penicillium* 属菌

によるものについては種名を同定することができなかった。したがって、今回は未同定の *Penicillium* 属を取り挙げ、保存菌株の胞子を単胞子分離し、所定の培地で培養したのち、生育したコロニーの色調、分生子柄、フィアライド、分生子の形態を調べ種名を同定した。また、種名の同定された菌種については、もとの宿主に接種し、病原性を確認した。

なお、種名の同定に当っては、Samson and van Reenen-Hoekstra¹⁸⁾, Pitt^{15,16)}, 宇田川^{29,30)}の記載

* 近畿大学農学部食品栄養学科食品微生物学研究室 (Lab. of Food Microbiology, Dept. of Food and Nutrition, Fac. of Agric., Kinki Univ., Nara 631, Japan)

** 樟蔭東女子短期大学 (Shoin Higashi Women College, Higashiosaka 577, Japan)

*** 日本食品分析センター (Japan Food Res. Lab., Shibuya, Tokyo 151, Japan)

によった。

II 実験材料と方法

1) 供試菌

供試した *Penicillium* 属菌は前報²⁰⁾ で述べたもののうち、リンゴ、アムスメロン、ブドウ、グレープフルーツ、ハウレンソウ、レモン、ナツダイダイ、ミカン、オレンジ、トウモロコシ、ナガイモおよびツルムラサキから分離し、継代培養によって保存したものである。それら24菌株の保存菌番号と分離された宿主名を表1に示した。

2) 単孢子分離

殺菌水に懸濁した分生子 (1白金耳当り1-2コ) を potato dextrose agar (PDA) 平板培地に植菌し、25°C, 24 h 培養した後、生育した菌糸を寒天片とともに PDA 培地に移植し、斜面培養として保存した。

3) 再分離菌株の培養と生育菌体の形態観察

供試24菌株を麦芽エキス寒天平板培地 (MEA, 麦芽エキス 2 g/l) とツアベックイーストエキス寒天平板培地 (CYA, 酵母エキス 5 g/l を含むツアベック培地) に各分離菌株を植菌し、25°C および 37°C で、7-14日培養した後、生育したコロニーの色調、形状および分生子柄、フィアライド、分生子の形態につい

て観察した。なお、同定に当っては上述の既往の図書を参考にした。

子のう形成については、とくに PK-H4 について上記培地のほかにオートミール寒天平板培地と PDA を用い、25°C, 14-28日培養し子のう形成の有無を調べた。

4) 接種試験

種名の同定された菌株の病原性を確認するため、健全な供試青果物を70%アルコールで表面消毒した後、殺菌水ですすぎ、滅菌針で5-6箇所負傷し、各菌株の分生子懸濁液を噴霧接種した (無傷のものについても行ったが図版には示していない)。接種後25°C, 暗黒下に保ち病斑が現れたものについては病徴を確認し、その病斑部の一部をとって PDA で培養し、接種菌と同一であることを確かめた。接種に用いた青果物 (産地) はリンゴ (スターキング, 山形産および陸奥, 青森産), ブドウ (巨峰, 長野産), グレープフルーツ (フロリダ産), オレンジ (カリフォルニア産) およびナガイモ (青森産) である。

III 実験結果

1) 種名を同定した菌株の形態

供試菌を上述の培地で培養し、コロニーの色調と形状、分生子柄の分岐状態 (対称分岐, 不対称分岐, 単輪生, 散開型など) と表面の構造 (粗面, 滑面),

Table 1. *Penicillium* isolated from postharvest diseased fruits and vegetables

Isolate No.	Host surveyed	Isolate No.	Host surveyed
PK-A1	Apple (Mutsu, Aomori)	PK-So1	Natsudaidai (Hyogo)
PK-A4	Apple (Starking)	PK-So4	Natsudaidai
PK-Am1	Melon (Amusumelon, Miyazaki)	PK-Jo1	Mandarin orange (Wakayama)
PK-G1	Grape (Delaware, Okayama)	PK-01	Orange (imported, USA)
PK-G4	Grape (Kyoho)	PK-04	Orange (imported, USA)
PK-Gf1	Grapefruit (imported, USA)	PK-010	Orange (imported, USA)
PK-H1	Spinach	PK-013	Orange (imported, USA)
PK-H4	Spinach	PK-017	Orange (imported, USA)
PK-L1	Lemon (imported, USA)	PK-020	Orange (imported, USA)
PK-L4	Lemon (imported, USA)	PK-023	Orange (imported, USA)
PK-L7	Lemon (imported, USA)	PK-Co1	Maize
		PK-Ni1	Chinese yam
		PK-Tu1	Malabar spinach

フィアライドと分生子の形状（楕円形，球形，垂球形，洋梨形など）と大きさについて観察した結果を表2と図版1に示した。なお，子のう形成はいずれの菌種においても認められなかったが，*P. sclerotigenum* においては白色ないし褐色の菌核を形成した。とくに，分生子柄において *P. aurantiogriseum* はやや粗面状を呈していたが，その他のものはすべて滑面であった。分生子においては *P. simplicissimum* がやや粗面状を呈しているのが特長であった。なお，コロニー表面の色調は白色，灰緑色，緑黄色ないしは青緑色であるが，裏面の色調は *P. glabrum* がCYAにおいて赤黄色を示す以外は白色，淡色，淡黄色，鈍黄色ないしは褐色を示し，色調には余り変化が認められなかった。

以上の観察結果から，オレンジから分離したPK-01, PK-04, PK-010, PK-013, PK-017, PK-020, PK-023, レモンから分離したPK-L1, PK-L4, PK-L7, ナツダイダイから分離したPK-So1, PK-So4, マンダリンオレンジから分離したPK-Jo1, アムスメロンから分離したPK-Aml, トウモロコシから分離したPK-Co1, ツルムラサキから分離したPK-Tul およびホウレンソウから分離したPK-H4 は *Penicillium* 亜属, *Cylindrosporium* セクションの *Italica* シリーズである *P. italicum* および *P. digitatum* と同定された。しかし，ブドウのデラウェアから分離されたPK-G1 は *P. adametzioides* と同定され，リンゴから分離されたPK-A4 は *Penicillium* 亜属, *Penicillium* セクションの *Viridicata* シリーズである *P. aurantiogriseum* と同定され，いま一つのリンゴから分離されたPK-A1 は *Aspergilloides* 亜属, *Aspergilloides* セクションの *Glabra* シリーズである *P. glabrum* と同定された。ブドウの巨峰から分離されたPK-G4 は *Furcatum* 亜属, *Divaricatum* セクションの *Janthinella* シリーズである *P. janthinellum* と同定された。さらにナガイモから分離し，菌核を形成したPK-Nil は *P. sclerotigenum* (所属が明らかでないが，菌核を形成するので下記の *Oxalica* シリーズとも考えられる) と同定され，いま一つのホウレンソウから分離されたPK-H1 は *Furcatum* 亜属, *Divaricatum* セクションの *Oxalica* シリーズである *P. simplicissimum* と同定された(本菌の所属は *Janthinella* とした方がよいといわれているが明らかでない)。

以上に同定した *Penicillium* 属の分離と同定の基準は宇田川の報文²⁹⁾によった。

2) 接種試験

同定した8菌種のうち，*P. adametzioides* (PK-G1, ブドウから分離)と *P. simplicissimum* (PK-G4, ホウレンソウから分離)を除く6菌種を用い，それぞれのもとの宿主に接種した結果を図版2, 3に示した。いずれにおいても採取した場合と同様の病徴を示しており，とくにナガイモにおいては全く同様の病徴と標徴を示した。また，無傷のものについては図版に示していないが，2-3日後に同様の病徴を示した。

IV 考 察

Penicillium 属の同定には一般に *Aspergillus* 属と同様にツアペック寒天培地ツアペックイーストエキス寒天培地，麦芽エキス寒天培地のほか，場合によって2%グリセロール硝酸塩寒天培地が用いられる。テレモルフ(完全時代)を調べるにはオートミール寒天培地，コーンミール寒天培地で3週-6か月培養する必要がある²⁹⁾。種名を同定するには，PittがRaperとThomのマニュアル¹⁷⁾を再検討し，国際植物命名規約に基づいて亜属，セクション，シリーズを設け，それぞれにタイプを明示している。それによれば現在300種以上に分類されているが，今回はそれを参考にした宇田川^{29,30)}，Samson and van Reenen-Hoekstra¹⁸⁾の記載によって同定した。柑橘類のいわゆるマーケット病のうち主な病害は *P. italicum* と *P. digitatum* によるが，それらは田中²³⁾，武内²²⁾，逸見⁵⁾，森本¹²⁾，赤井・河野¹¹⁾，池屋⁶⁾，宮川¹¹⁾，倉本⁹⁾，Snowdon²¹⁾，田中²⁴⁾，真山¹⁰⁾らによって報告され，船輸送，貯蔵時に被害が甚大であり，防除法^{4,31)}も種類検討されている。柑橘類は上記2種のほかに *P. expansum*，*P. fructigenum* によって腐敗²¹⁾するが，本実験で供試した柑橘類はすべて *P. italicum* または *P. digitatum* によって腐敗していることが明らかとなった。後者の場合はかび毒(マイコトキシン)として deoxybrevianamide⁹⁾ を生産する。

つぎに，リンゴは従来の報告^{2,5,10,12,13,14,21,24-26,28)}によれば *P. expansum*，*P. fimiculosum* または未同定の *Penicillium* sp. によって腐敗するとされているが，本実験では *P. glabrum* と *P. aurantiogriseum* によることが明らかとなった。これらは従来の記載とは異なる。また，この2種はいずれも土壌，食品からよく分離され，かび毒として citromycetin, penicillic acid (肉腫形成), xanthomycin, viomellein, viridicatin を生産する¹⁹⁾。

Table 2. Taxonomic characters of identified *Penicillium*

species (isolated stock No.)	Colony diameter (mm) at 25°C, 7days	Colony color and mycelial texture ^{*1}
<i>P. adametzioides</i> (PK-G1)	27 (CYA, MEA)	WH,GG~DG (CYA) on surface, GO (CYA), LY (MEA) on back, VE texture (CYA, MEA)
<i>P. aurantiogriseum</i> (PK-A4)	31 (CYA) 28 (MEA)	GG, DG (CYA, MEA) on surface, LY, DY (MEA) on back, VE texture (CYA, MEA)
<i>P. digitatum</i> (PK-04, PK-017, PK-023, PK-L1, PK-L4, PK-H4, PK-So1)	30~43 (CYA, MEA)	GG~GY on surface (CYA, MEA), WH~PA (CYA), LY (MEA) on back, VE texture (CYA, MEA)
<i>P. glabrum</i> (PK-A1)	36 (CYA) 40 (MEA)	WH, GG~DG (CYA, MEA) on surface, RY (CYA), GY (MEA) on back, VE texture (CYA, MEA)
<i>P. italicum</i> (PK-01, -010, -013, -020, PK-L7, PK-So4, PK-Gf1, PK-Am1, PK-Jo1, PK-Co1, PK-Tul)	35~48 (CYA) 27~41 (MEA)	GG~GB (CYA), GG (MEA) on surface, WH~LY (CYA, MEA) on back, VE or LA texture (CYA, MEA)
<i>P. janthinellum</i> (PK-G4)	30 (CYA) 20 (MEA)	GG~DG (CYA), GG (MEA) on surface, WH~LY (CYA), LY (MEA) on back, VE~LA texture (CYA, MEA)
<i>P. sclerotigenum</i> (PK-Ni1)	65 (CYA) 51 (MEA)	GG~DG (CYA) on surface, LY~BR (CYA), PA~LY (MEA) on back, VE texture
<i>P. simplicissimum</i> (PK-H1)	14 (CYA, MEA)	GG~DG (CYA), DG (MEA) on surface, WH~LY (CYA, MEA) on back, VE texture

No growth of mycelium in all species was recognized at 37°C, 7days and ascus was formed on CYA and MEA medium, but sclerotium formed only in *P. sclerotigenum* (PK-Ni1) showing white~brown color on CYA and MEA medium.

*1 colony color and mycelial texture abbreviate as follows: BG: blue-green; BR: brown; DG: dull green; DY: dull yellow; GB: grayish blue-green; GG: grayish blue-green; GG: grayish green; GO: grayish orange; GY: grayish yellow; LY: light yellow; OB: orange brown; PA: pale; RY: reddish yellow; WH: white; YB: yellowish brown; LA: lanose; VE: velutinous.

メロンについて田中²⁴⁾の報告によれば, *Penicillium* 属による記載はないが, Snowdon²¹⁾によれば, *P. crustosum*, *P. cyclopium*, *P. expansum*, *P. pallidum*, *P. viridicatum*, *Penicillium* spp. によって腐敗するとしている。しかし, 本実験で供試したアムスメロンの病原菌は *P. italicum* と同定された。とくに, *P. expansum* はかび毒として patulin (神経毒, 皮下肉腫), citrinin (腎臓癌, 腎臓毒), roquefortine を生産し, *P. viridicatum* は xanthomegnin, penicillic acid を生産¹⁹⁾するのでこの種のものには注意を要する。

腐敗したホウレンソウからは *P. simplicissimum* と *P. digitatum* が同定されたが, 既往の報告^{3,7,8,21)}によれば, それらは土壌菌または圃場菌といわれる *Fusarium*, *Botrytis*, *Peronospora*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Erwinia*, *Pseudomonas* などによって侵されるようで, 同定された菌は輸送, 包装, 貯

蔵菌によるものと考えられる。

ナガイモについては, 古くは山本の記載²²⁾があり, *P. sclerotigenum* によって腐敗すると述べている。これは本来土壌菌である *Pythium*²⁴⁾, *Fusarium*¹⁾ によって腐敗するといわれているので, 本菌による病害は明らかに負傷によるマーケット病と考える。

ブドウの場合は, *Rhizopus* を除けば圃場で感染したものによる二次的腐敗が多く, *Penicillium* 属としては *P. canescens*, *P. citrinum*, *Penicillium* spp. によって腐敗するという報告^{7,21)}がある。しかし, 今回同定した *P. adametzioides* と *P. janthinellum* は今までに記載がなく稀な病原菌であると考えられる。とくに, *P. citrinum* はかび毒 citrinin を生産¹⁹⁾する。

最後に, トウモロコシとツルムラサキから分離されたものはいずれも *P. italicum* と同定されたが, 前者について宇田川・鶴田²⁷⁾は着生を認めるものと

from postharvest diseased fruits and vegetables

Conidiophore arrangement and its surface*2	phialide form*2	Conidial form, surface and size (μm)*3
mv, nb, smooth (CYA)	OP(CYA)	sg~el smooth (CYA) 2.0-3.0×2.0-2.5
ab, bb, a little rough (CYA)	OP (CYA)	sg smooth (CYA) 3.0-4.0
ab, smooth (CYA)	OP (CYA)	sg, el, cy smooth (CYA) 3.5-17.5×3.0-7.5
nb, mv, smooth (CYA)	OP (CYA)	sg smooth 2.5×3.5
ab, bb, appressed smooth (CYA)	OP(CYA)	sg, el, cy, smooth (CYA) 3.0-11.5×2.0-5.0
sa, smooth (CYA)	OP (CYA)	gl~sg, smooth (CYA) 2.0-3.0
ab, smooth (CYA)	OP (CYA)	el, smooth (CYA) 3.5-4.5×3.0-3.5
sa, smooth (CYA)	OP (CYA)	gl~sg, rarely ap with a little rough (CYA) 2.0×3.0

*2 Conidiophore arrangement and phialide form abbreviate as follows: ab: asymmetric branch; bb: binary branch appressed; mv: monovericillate; nb: no branch; sa: sporadically asymmetric branch; op: obpyriform.

*3 Form of conidium abbreviate as follows: ap: ampulliform; el: ellipsoidal; cy: cylindrical; gl: globose; sg: subglobose.

して *P. notatum*, *P. viridicatum*, *P. palitans*, *P. oxalicum*, *P. expansum* があり, 西原¹⁴⁾は *Penicillium* spp. によると記載しているが, 後者については記載がない。これらはいずれも輸送, 箱詰め過程で感染したものと考え。かび毒として *P. viridicatum* は xanthomegnin, viomellein, penicillic acid, viridicatin を, *P. oxalicum* は oxaline, secalonic acid, roquefortine を生産¹⁹⁾する。

以上に述べたように, *P. italicum* と *P. digitatum* を除けば今までにあまり報告されていないものが目立っている。これら *Penicillium* 属の中には好乾性 (*Aspergilloides* の *Camembertii* シリーズ), 耐薬性 (*Furcatum* 亜属), 低温性 (*Penicillium* 亜属) のもの²⁹⁾があり, 今後の食料・食品の安全性を考えると, かび毒生産菌を含めてさらに詳しく検討しておく必要がある。

今後の課題として, 本実験で同定した *Penicillium*

属菌が二次代謝産物としていかなるかび毒がどれ程の量を生産するかを培養液と青果物を用いて調べる必要がある。

V 摘 要

前報²⁰⁾で報告した青果物のマーケット病害のうち, *Penicillium* 属菌によるものについては病原菌の種名を同定していない。本実験では, 柑橘類, リンゴ, メロン, ブドウ, ホウレンソウ, トウモロコシ, ナガイモおよびツルムラサキから分離した24菌株を用いてそれらの種名を同定するとともにもとの宿主にそれらを接種して病原性を確かめた。その結果, 柑橘類に腐敗を起こした病原菌は *P. italicum* と *P. digitatum* であり, リンゴの病原菌は *P. glabrum* と *P. aurantiogriseum*, メロンの病原菌は *P. italicum*, ホウレンソウの病原菌は *P. simplicissimum* と *P. digitatum*, ナガイモの病原菌は *P.*

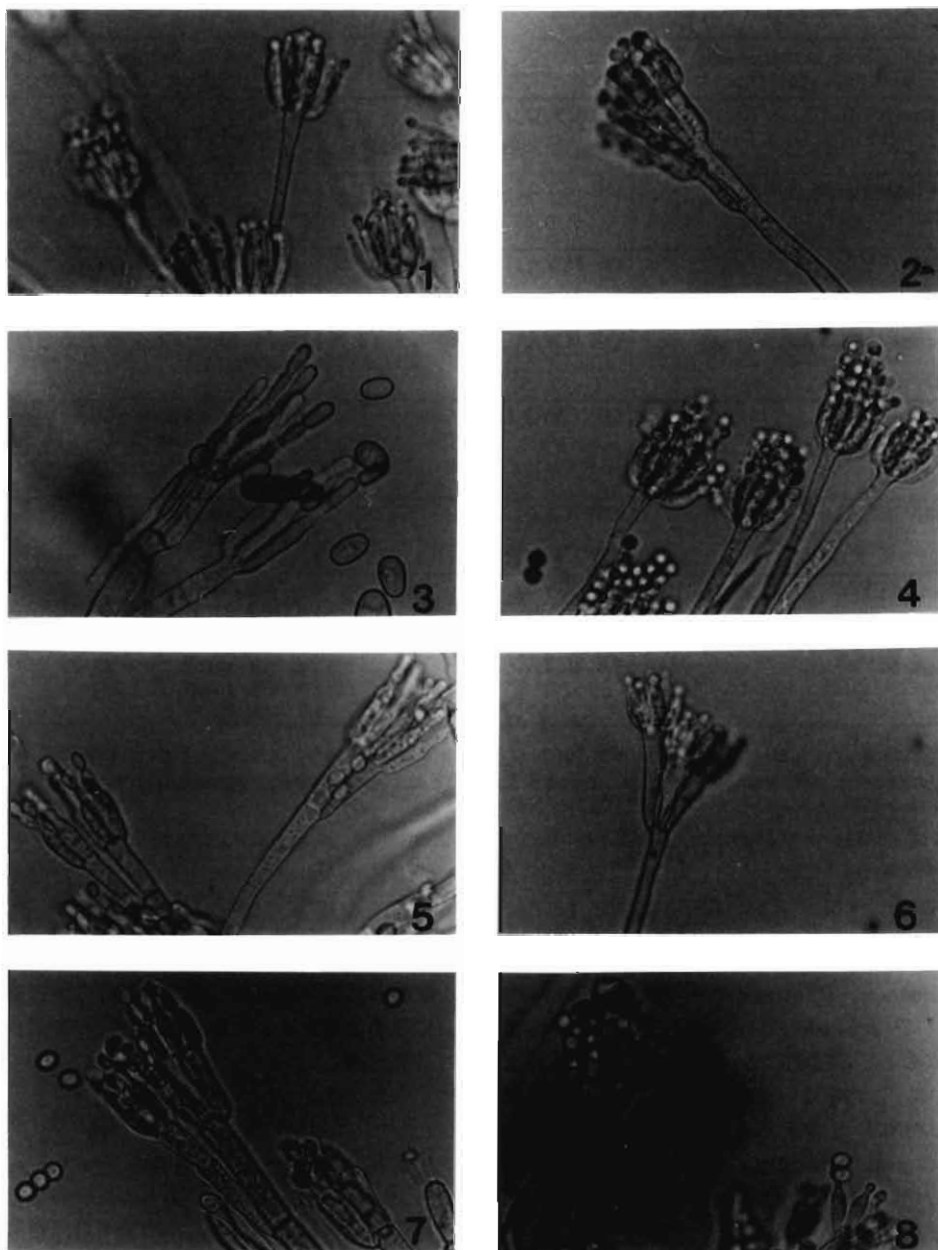


Plate 1. Morphological characters of conidiophore (metula), phialide and conidium in *Penicillium* identified

1. *P. adametzioides* (PK-G1) isolated from diseased grape
2. *P. aurantiigriseum* (PK-A4) isolated from diseased apple
3. *P. digitatum* (PK-04) isolated from diseased orange
4. *P. glabrum* (PK-A1) isolated from diseased apple
5. *P. italicum* (PK-01) isolated from diseased orange
6. *P. janthinellum* (PK-G4) isolated from diseased grape
7. *P. sclerotigenum* (PK-Ni1) isolated from diseased chinese yam
8. *P. simplicissimum* (PK-H4) isolated from diseased spinach

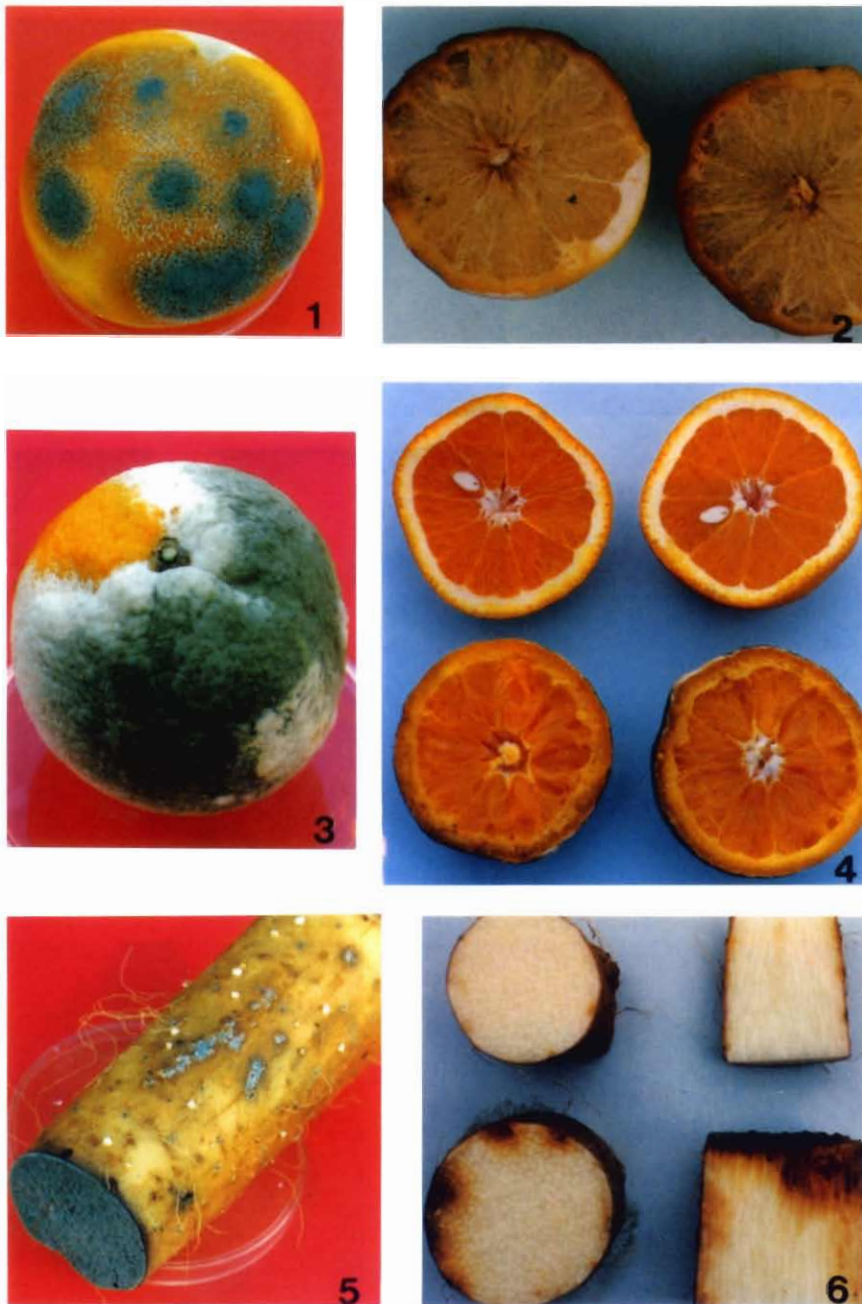


Plate 2. Disease symptoms caused by *Penicillium* identified

1. Surface symptom of grapefruit inoculated with *P. italicum*
2. Cross-sections of grapefruit inoculated with *P. italicum*
3. Surface symptom of orange inoculated with *P. digitatum*
4. Cross-sections of orange inoculated with *P. digitatum* (below) and not inoculated (above)
5. Surface symptom of Chinese yam inoculated with *P. sclerotigenum*
6. Cross-sections of Chinese yam inoculated with *P. sclerotigenum* (below) and not inoculated (above)

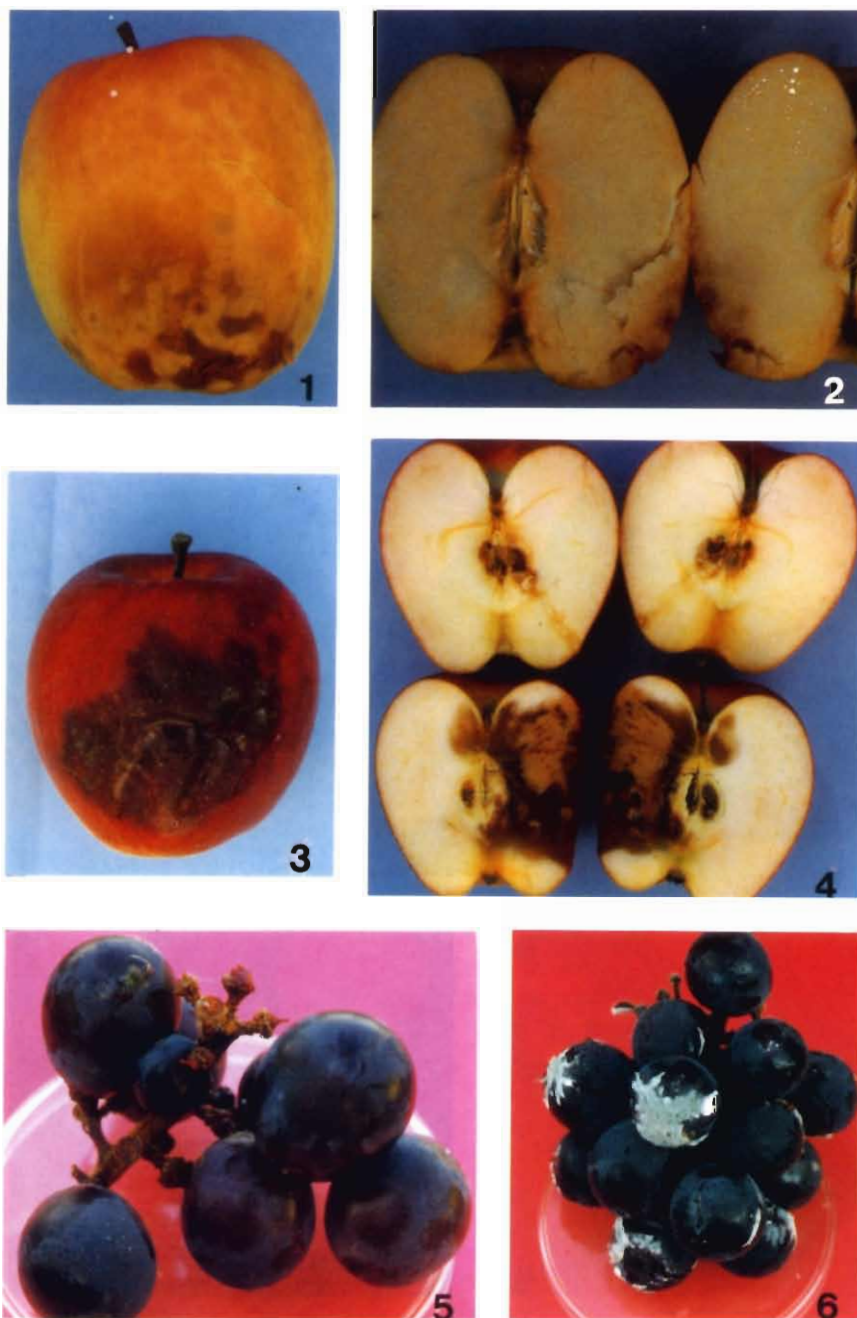


Plate 3. Disease symptoms caused by *Pericillium* identified

1. Surface symptom of apple inoculated with *P. glabrum*
2. Cross-sections of apple inoculated with *P. glabrum*
3. Surface symptom of apple inoculated with *P. aurantiogriseum*
4. Cross-sections of apples inoculated with *P. aurantiogriseum* (below) and not inoculated (above)
5. Surface view of control grapes not inoculated
6. Surface symptom of grape inoculated with *P. janthinellum*

sclerotigenum, ブドウの病原菌は *P. adametzioides* と *P. janthinellum*, トウモロコシとツルムラサキの病原菌は *P. italicum* であることが明らかになった。

なお、それらの病原性をグレープフルーツ、オレンジ、リンゴ、ブドウおよびナガイモを用いて調べた結果、いずれももとの病徴と同じであったので、供試6菌株はそれぞれの宿主に対して病原性を示すことが確認された。

引用文献

- 1) 赤井重恭・河野又四：植物防疫 6, 403~407 (1952)
- 2) 赤井重恭・河野又四：関西病虫害研報 19, 52~60 (1977)
- 3) 赤井重恭・久能均：関西病虫害研報 10, 64~67 (1968)
- 4) Dawson, J.A. and J.W. Eckert: Proc. Int. Soc. Citriculture 1, 255~259 (1977)
- 5) 逸見武雄：農及園 10, 297~317 (1935)
- 6) 池屋重吉：病虫害誌 23, 856~859 (1936)
- 7) 河野又四：防菌防黴誌 4, 12~19 (1976)
- 8) 倉本孟：植物防疫 33, 9~16 (1979)
- 9) 真山真理：四国女大紀要 6, 39~44 (1987)
- 10) 真山真理：今月の農薬 34, 78~83 (1990)
- 11) 宮川経邦：徳島果試報(特報) 1, 1~68(1962)
- 12) 森本徳右衛門：高知大研報 9, 25~31(1960)
- 13) 永田英明・山下修一・土居養二：植物防疫 38, 415~420 (1984)
- 14) 西原夏樹：関東病虫害研報 6, 23 (1959)
- 15) Pitt, J.I.: The genus *Penicillium* and its teleomorphic states, *Eupenicillium* and *Talaromyces*, pp. 634, Acad. Pr. London, UK (1979)
- 16) Pitt, J.I.: A laboratory guide to common *Penicillium* species, pp. 187, C.S.I.R.O., Div. of Food Processing, North Ryde, Australia (1988)
- 17) Raper, K.B. and C. Thom: A manual of the Penicillia, pp. 875, Will. & Wilk., Baltimore, USA (1949)
- 18) Samson, R.A. and E.S. van Reenen-Hoekstra: Introduction to food-borne fungi, pp. 299, Centraalbureau voor Schimmelcult., Baarn, Netherlands (1988)
- 19) Sharma, R.P. and D.K. Salunkhe: Mycotoxins and phytoalexins, pp. 775, CRC, London, UK (1991)
- 20) 獅山慈孝・寺下隆夫・吉川賢太郎・成瀬知詠子・小沢佳子・津田盛也：本誌 26, 27~32(1993)
- 21) Snowdon, A.L.: A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables, Vol. 1, General introduction and fruits, pp. 302, Wolfe Sci., Barcelona, Spain (1990)
- 22) 武内晴好：九大農雑誌 3, 339~349 (1929)
- 23) 田中長三郎：病虫害誌 7, 309~312 (1920)
- 24) 田中寛康：市場病害ガイドブック, pp. 226, 日本植物防疫協会, 東京 (1990)
- 25) 照井陸奥生：弘大農報 5, 58~62 (1959)
- 26) 照井陸奥生・原田幸雄：弘大農報 15, 21~31 (1969)
- 27) 宇田川俊一・鶴田 理：かびと食物, p. 215, 医歯薬出版, 東京 (1975)
- 28) 宇田川俊一：防菌防黴誌 15, 261~267(1987)
- 29) 宇田川俊一：防菌防黴誌 19, 657~665(1991)
- 30) 宇田川俊一・椿 啓介他著：菌類図鑑, p. 1076~1120, 講談社, 東京 (1984)
- 31) 山田峻一・倉本 孟・田中寛康：園試報 B12, 207~228 (1972)
- 32) 山本和太郎・吉谷啓作・前田己之助：兵庫農大研報 2, 69~79 (1955)