

<菌類講座 第6回>

Penicillium 属菌

宇田川俊一・内山茂

1. はじめに (*Penicillium* 属の文化財への加害)

Penicillium 属菌は *Aspergillus* 属とともに世界中の土壤に広く分布し、その多くは腐生性で生態的には典型的な分解菌である。*Penicillium* 属が文化財の保存分野で注目されるようになった契機は、1972年に発見された高松塚古墳の極彩色壁画がカビの発生により劣化したという衝撃的な事件である。壁画上の黒色スポットは当初は黒色不完全菌の *Gliomastix* (*Acremonium*) が主原因菌とされていた。しかし、調査とともに石室内の場所から同一と考えられる *Penicillium* sp. が分離され、形態観察の結果から *P. roqueforti* (Sugiyama et al. の遺伝子型に基づく同定では、*Roqueforti* 系の *P. paneum*) と同定された。*P. roqueforti* は

一般のアオカビと同様に緑色のコロニーを形成するため、見掛け上は壁画の黒色スポットとは無関係のようであるが、長期間の培養で次第に黒変し、正しく黒色スポットの主要な原因菌と分かった。

石室内の湿度は95～100%、温度は15～19℃という環境条件にあって、*Penicillium* の増殖には絶好であった。*Aspergillus* と比較すると、多くの *Penicillium* は生育温度範囲がより低温であり、*Aspergillus* と違って30℃以上で生育する種は少数である。例えば、*P. brevicompactum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* などの最低生育温度は-2℃付近、最高生育温度は30℃である。一方、ほとんどの *Penicillium* は中湿菌(生育に対する最低水分活性値:min Aw 0.80～0.90)であ

表1 米国、カナダのビルディング6カ所の石膏ボード2134検体から分離された糸状菌

菌名(平均発生率の高い順)

1. <i>Chaetomium globosum</i>	14. <i>Aspergillus versicolor</i>
2. <i>Penicillium viridicatum</i>	15. <i>Paecilomyces variotii</i>
3. 胞子非形成菌	16. <i>Cladosporium sphaerospermum</i>
4. <i>Eurotium herbariorum</i>	17. <i>Penicillium oxalicum</i>
5. <i>Penicillium aurantiogriseum</i>	18. <i>Aspergillus niger</i>
6. <i>Penicillium citrinum</i>	19. <i>Penicillium corylophilum</i>
7. <i>Stachybotrys chartarum</i>	20. <i>Penicillium decumbens</i>
8. <i>Aspergillus sydowii</i>	21. <i>Trichoderma harzianum</i>
9. <i>Penicillium chrysogenum</i>	22. <i>Penicillium fellutanum</i>
10. <i>Penicillium commune</i>	23. <i>Penicillium glabrum</i>
11. 担子菌(クランプ形成)	24. <i>Aspergillus ustus</i>
12. <i>Eurotium repens</i>	25. <i>Penicillium variabile</i>
13. <i>Memnoniella echinata</i>	26. <i>Talaromyces flavus</i>

Flannigan と Miller (2001) による

表2 *Penicillium* 属の亜属, 節, 列とテレオモルフ

テレオモルフ, 亜属, 節, 列	Raper, Thom システムの列
テレオモルフ	
<i>Eupenicillium</i> 属	<i>P. javanicum</i> , <i>Carpenteles</i>
<i>Aspergilloides</i> 亜属	Monoverticillata
<i>Aspergilloides</i> 節	
1. <i>Glabra</i> 列	<i>P. frequentans</i> , <i>P. thomii</i> , <i>P. lividum</i>
2. <i>Implicata</i> 列	<i>P. implicatum</i>
<i>Exilicaulis</i> 節	
3. <i>Restricta</i> 列	<i>P. restrictum</i>
4. <i>Citreonigra</i> 列	<i>P. decumbens</i> , <i>P. adametzi</i>
<i>Furcatum</i> 亜属	Asymmetrica-Divaricata
<i>Divaricatum</i> 節	
5. <i>Janthinella</i> 列	<i>P. janthinellum</i>
6. <i>Canescentia</i> 列	<i>P. canescens</i> , <i>P. nigricans</i>
7. <i>Fellutana</i> 列	<i>Ramigena</i> , <i>P. decumbens</i>
<i>Furcatum</i> 節	Divaricata と <i>Velutina</i> の一部
8. <i>Oxalica</i> 列	<i>P. oxalicum</i> , <i>P. raistrickii</i>
9. <i>Citrina</i> 列	<i>P. citrinum</i> , <i>P. herquei</i>
10. <i>Megaspora</i> 列	—
<i>Penicillium</i> 亜属	Asymmetrica
<i>Penicillium</i> 節	Fasciculata, <i>Lanata</i> , <i>Velutina</i> , <i>Funiculosa</i> の一部
11. <i>Expansa</i> 列	<i>P. expansum</i> , <i>P. chrysogenum</i>
12. <i>Viridicata</i> 列	<i>P. viridicatum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. roqueforti</i>
13. <i>Camembertii</i> 列	<i>P. camemberti</i>
14. <i>Urticicola</i> 列	<i>P. brevicompactum</i> , <i>P. ochraceum</i> , <i>P. urticae</i> , <i>P. granulatum</i>
<i>Cylindrosporium</i> 節	(Terverticillate)
15. <i>Italica</i> 列	<i>P. italicum</i> , <i>P. digitatum</i>
<i>Coronatum</i> 節	
16. <i>Olsonii</i> 列	<i>P. herquei</i>
<i>Inordinate</i> 節	(Polyverticillata)
17. <i>Arenicola</i> 列	—
<i>Biverticillium</i> 亜属	Biverticillate-Symmetrica
<i>Coremigenum</i> 節	
18. <i>Duclauxii</i> 列	<i>P. claviforme</i> , <i>P. duclauxii</i>
19. <i>Dendritica</i> 列	—
<i>Simplicium</i> 節	
20. <i>Miniolutea</i> 列	<i>P. funiculosum</i> , <i>P. purpurogenum</i>
21. <i>Islandica</i> 列	<i>P. rugulosum</i> , <i>P. funiculosum</i>
テレオモルフ	
<i>Talaromyces</i> 属	<i>P. luteum</i>

り、*Aspergillus*に多い好乾性(min Aw 0.80以下)の種はほとんど見当たらない。比較的乾燥条件にも耐える種として*P. brevicompactum* (min Aw 0.78), *P. citrinum* (min Aw 0.80), *P. chrysogenum* (min Aw 0.81)などがあり、住居の室内環境からよく検出される。温・湿度に対するこのような*Penicillium*の生育特性から、総合的有害生物管理(IPM)の導入によって温度20℃、相対湿度65%以下に保管される文化財では、*Penicillium*による災害の機会は少ないと思われる。しかしながら、FlanniganとMillerによって行なわれた米国、カナダの室内環境調査にも示されているように、施設の壁面に発生するカビの検出状況では*Penicillium*の種がランクの上位に多数あり(表1)、高湿度環境の屋外建造物・展示場以外でも*Penicillium*の発生による劣化のリスクが予測される。因みに、日本工業規格JIS Z2911:2010かび抵抗性試験方法には、*P. citrinum*, *P. pinophilum*の2種が試験菌として用いられている。

2. *Penicillium*属の分類

*Penicillium*属の分類はPitt(1979)のモノグラフが基本になっている。その他に、Ramirez(1982)がRaperとThom(1949)の分類システムを改訂した形でモノグラフを出版している。また、最近になってSamsonとFrisvad(2004)が*Penicillium*亜属についての新しい分類を発表したが、一般的にはまだPitt(1979)の分類システムとそれを微修正したPittのマニュアル(2000)に従って同定している。

Pitt(1979)は本属を4亜属、10節(section)、21列(series)に分けている(表2)。2008年現在で承認されている*Penicillium*の種は304種となっているが、実数はそれ以上と推定される。テレオモルフは*Eupenicillium*, *Talaromyces*で、88種が知られている。Pitt(2000)のマニュアルでは、*Penicillium*の代表種についての同定を扱い、テレオモルフ17種を含めて70種を検索することができる。また、SamsonとFrisvad(2004)の成書では*Penicillium*亜属のみで、58種の記載が収載されている。因みに*Penicillium*亜属は*Penicillium*4

亜属中で最大の種数からなり、その同定は専門家にとっても難しい菌群である。*Aspergillus*と同様に形態に基づく分類を超えて、二次代謝産物プロファイルから分子系統学による分類まで専門的な知見については、第1～3回国際*Penicillium-Aspergillus*ワークショップの会議内容をまとめた報告がある。SamsonとFrisvad(2004)の成書にも、マイコトキシン産生性、 β -チュブリン塩基配列を用いた分子系統学的な情報が取り入れられている。

属の特徴を次に示す。

3. *Penicillium*属の特徴

Penicillium Link (1809)

(ラテン語：*penicillus* = 画家の刷毛)

テレオモルフ：*Eupenicillium*, *Talaromyces*
(子囊菌類, ユウロチウム亜属, ユウロチウム目, マユハキタケ科)

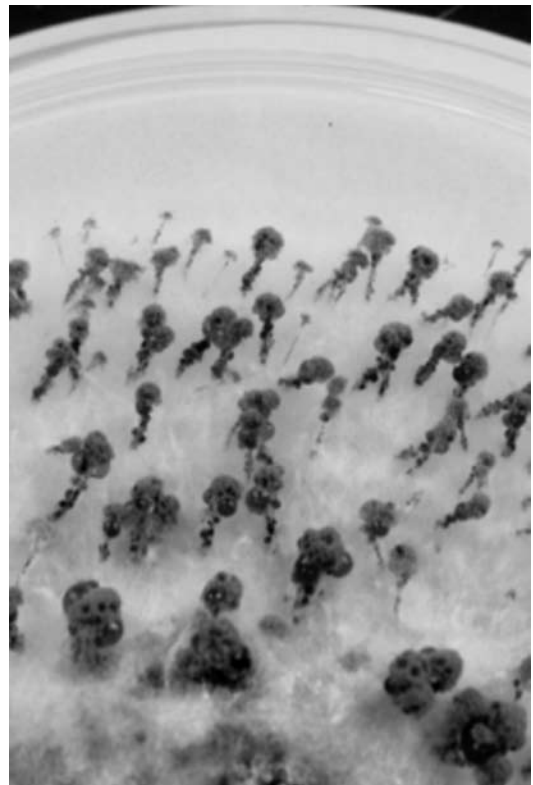


図1 コロニー上に形成されたシンネマ
(*P. glandicola* MEA培養)

コロニーの特徴: 発育は通常かなり速く、最初白色、次第に緻密な菌糸層または気生菌糸から分生子柄が立ち上がり、ブラシ状に分岐して、分生子の形成とともにほとんどが黄緑色、青緑色、灰緑色、暗緑色、鈍緑色などになる。裏面は無色、黄色、褐色、オレンジ色、赤色など。分生子柄が基質から密生する場合をピロード状、気生菌糸から分岐する場合を羊毛状、また縄のようにまとまった菌糸からできるものを縄状、さらに分生子柄相互がまとまって密着しているものを束状(強く密着したものはシンネマ状(図1))という。

形態的特徴: フィアロ型分生子形成。分生子柄は単生または束状、無色または淡色、滑壁または粗壁、先端はやや膨らむものと膨らまないものがあるが、*Aspergillus* の頂囊のように大きく膨らまない。分生子柄は分岐してブラシ状の分生子形成細胞(ペニシリ、単数形ペニシラス)が形成される。ペニシリの最も簡単なものは分生子柄の先端にそのままフィアライドが輪生状に形成されたもので単輪生体という(*Aspergillus* の単列に相当)。これに対して複雑なペニシリでは先端がさらに輪生状に分岐し、各分枝の最先端にフィアライドが輪生する2輪生体、3回以上の分岐が繰り返される3輪生体、4輪生体があり、3輪生体以上はまとめて多輪生体という。分枝は下から順にラミー、ラムリー、メトレと名付けられている。フィアライドは、基部が膨らんだ円筒形で先端は急に細まり頸状になるもの(アンブル形)と、基部が細長い円筒形で先端が徐々に細まり、やや尖ったようになるもの(矛先形またはペン先形)とがある。分生子は1細胞、球形、楕円形、または円筒形、無色または淡緑色、滑面または粗面、連鎖する。種によって菌核を形成する(図2)。テレオモルフのある菌では、閉子嚢殻ができる。

Penicillium ではほとんどの種が緑色になるため、*Aspergillus* のようにコロニーの色調からは区別できない。そのためピロード状、羊毛状、縄状、束状、シンネマ状などのコロニーの組織、ペニシリの分岐状態、フィアライドのタイプ(アンブル形か矛先形か)などの性質を総合して、亜属、節、列に分けられている。

分布・生態: 世界的に広く分布するが、とくに温

帯地域に分布の中心がある菌種が多く、寒冷地にも生息する。典型的な土壌菌類であるが、空中浮遊菌としては *Cladosporium* に次いで多く、室内環境、とくに空調下の保管場にも存在する。

4. 同定のための培養

Penicillium の同定に用いる標準培地は、*Aspergillus* と同様に CzA, CYA, MEA で、好乾性を示す菌種が少ないため、CY20S, MY20, M40Y, MY50G などを使用する機会は少ないが、必要な場合は *Aspergillus* と同様の好乾性培地を用いる。培養は 25℃ 及び CYA を用いて 5℃ と 37℃ で 7 日間(コロニー直径測定、コロニーの観察、生育の速い菌の顕微鏡観察、37℃ 培養の観察)、12 日または 14 日間(生育の遅い菌の顕微鏡観察)行なう。菌核の形成には暗室での培養が推奨される。テレオモルフを形成する菌では、アナモルフ観察とは別に OA, PCA, CMA などの培

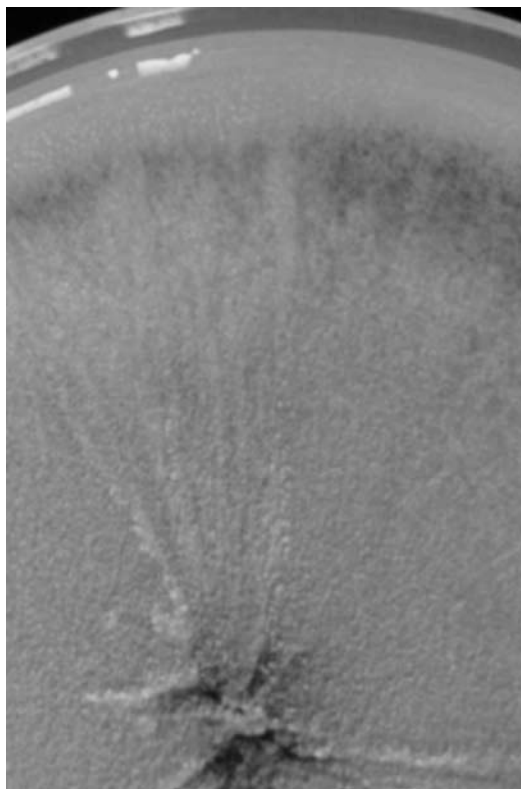


図2 コロニー上に形成された菌核
(*P. thomii* PDA培養)

地で14日～28日間の培養を行なう。さらに、Pittのマニュアルを検索に用いるときは25%グリセロール・硝酸塩寒天培地(G25N)、中性クレアチン・スクロース寒天培地(CSN)を、Samsonらの検索システムによるときは酵母エキス・スクロース培地(YES)、クレアチン・スクロース寒天培地(CREA)を適宜追加する。CzA、CYA培養でよい結果が得られない場合は、PDAを代用として培養する。基本的には、CYA、MEA、PDAの3種類の培地を使用、5℃培養は省略し、37℃はCYAのみとする方法で十分である。*Aspergillus*の場合と同様にコロニーの色の記載には、KornerupとWanscher(1978)が使用されている。光学顕微鏡以外に、分生子や子嚢胞子のSEMによる観察も種の同定に役立つことが多い。図3に*Penicillium*の菌種を同定する上での主な形態を、表3に亜属、節への検索表を示す。

5. 各亜属の特徴

(1) *Aspergilloides* 亜属 (Monoverticillata)

本亜属の特徴はペニシリの主体が単輪生であることで、ときにメトレがあっても少数に止まる。分生子柄の先端に膨らみのある *Aspergilloides* 節と先端の膨らみがない *Exilicaulis* 節に分けられる。

Aspergilloides 節には、生育が速やか(CYA、

25℃、7日間培養後のコロニー直径30mm以上で、分生子柄は長くなり、先端は明確に膨らみ、分生子は球形となる *Glabra* 列と、生育が遅く(直径30mm以下)、分生子柄は短く、先端の膨らみは比較的著しくなく、分生子は垂球形～楕円形になる *Implicata* 列が含まれる。

Exilicaulis 節には、生育が遅く(直径25mm以下)、分生子柄は短く、粗壁、分生子は球形～扁円形、粗面の *Restricta* 列と、生育が速く(CYAまたはMEAで25mm以上)、分生子柄は中程度に長く、分生子は球形～楕円形、滑面の *Citreonigra* 列が含まれる。

主要種としては、*P. citreonigrum*、*P. decumbens*、*P. glabrum*、*P. implicatum*、*P. purpurescens*、*P. sclerotiorum*、*P. spinulosum*、*P. thomii* など。

(2) *Furcatum* 亜属 (Asymmetrica-Divaricata)

本亜属の特徴はペニシリの主体が複(2)輪生となり、分生子柄の先端付近または中間部からも広角度に分岐したペニシリを形成し、単輪生体と複輪生体が混在して典型的な散開型になる *Divaricatum* 節とメトレ、フィアライドが非対称的に配列した複輪生体のペニシリを形成する *Furcatum* 節に分けられる。

Divaricatum 節には、生育が速やか(CYA、

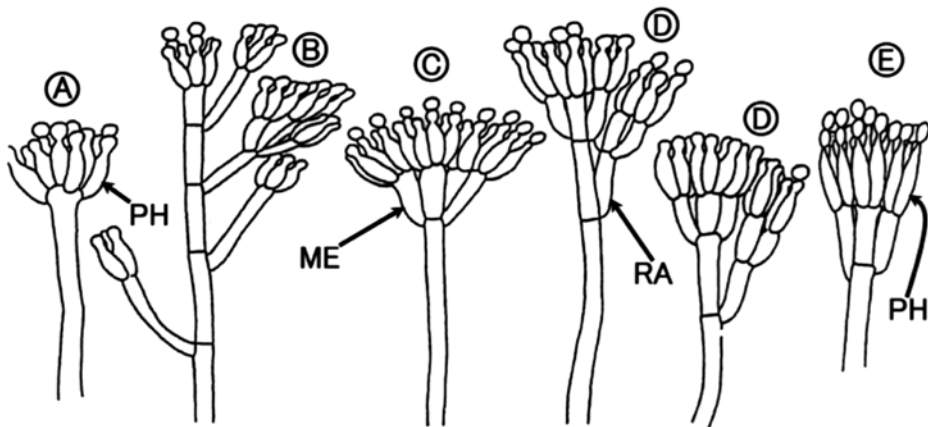


図3 *Penicillium* の形態

A:単輪生, B:複輪生+単輪生(*Divaricatum*列), C:複輪生(*Furcatum*列),
D:3輪生, E:複輪生(*Biverticillium*列), PH:フィアライド, ME:メトレ, RA:ラミー

表3 *Penicillium* の亜属と節の検索

1	ペニシリは単輪生または基本的に単輪生であるが少数のメレ形成が見られる; フィアライドはアンブル形	<i>Aspergilloides</i> 亜属
1-A	分生子柄の先端が頂囊状に膨らむ (MEA 培地)	<i>Aspergilloides</i> 節
1-B	分生子柄の先端が膨らまない (MEA 培地)	<i>Exilicaulis</i> 節
2	ペニシリは複輪生, ときに複輪生のほか不規則な単輪生を含む; フィアライドはアンブル形	<i>Furcatum</i> 亜属
2-A	ペニシリは不規則, 分生子柄先端部の輪生と同様に メレ, フィアライドを準先端部あるいは中間部にも生じ, 散開型となる	<i>Divaricatum</i> 節
2-B	ペニシリはほとんど分生子柄先端部のメレとフィアライドからなる; やや散開型	<i>Furcatum</i> 節
3	ペニシリは3輪生が多く, 複輪生はあっても密着型; フィアライドはアンブル形	<i>Penicillium</i> 亜属
3-A	分生子は円筒形	<i>Cylindrosporium</i> 節
3-B	分生子は球形, 分生子塊は褐色; ペニシリはしばしば不規則	<i>Inordinate</i> 節
3-C	分生子は楕円形; 分生子柄は通常長さ1mm以上; ペニシリはしばしば3本以上の 密着した分枝 (ラミー) を生じる	<i>Coronatum</i> 節
3-D	ペニシリは分生子柄先端部に生じ, 1-2本のラミーを生じる	<i>Penicillium</i> 節
4	ペニシリは複輪生または少数の単輪生を含むが基本的には複輪生; フィアライドは矛先形	<i>Biverticillium</i> 亜属
4-A	CYA または MEA, 25°C 培養で分生子柄束を形成	<i>Coremigenum</i> 節
4-B	CYA, MEA, 25°C 培養でコロニー表面はピロード状, 羊毛状, または縄状; 分生子柄は単一	<i>Simplicium</i> 節

25°C, 7日間培養後のコロニー直径35mm以上)で, ペニシリは極めて不規則, 典型的な散開型になる *Janthinella* 列, 生育が遅く (直径35mm以下), やはりペニシリは不規則で典型的な散開型を特徴とする *Canescentia* 列が含まれる。 *Canescentia* 列は分生子柄または分生子の両方またはいずれか一方が著しく刺状~粗壁になる。その多くは土壌菌である。以上のほか, 生育が遅く (直径35mm以下), 短い分生子柄に2-3本程度に分岐したペニシリを生じ, それぞれが複輪生または単輪生になる *Fellutana* 列が含まれる。

一方の *Furcatum* 節には, *Oxalica*, *Citrina*, *Megaspora* 列があるが, *Megaspora* 列はまれな土壌菌で分離される機会は少ない。大部分は生

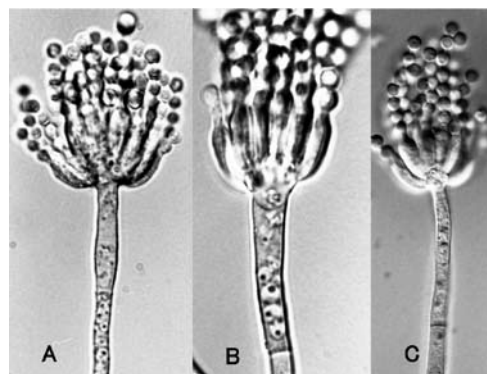
図4 *Aspergilloides* 亜属A: *P. glabrum*B: *P. spinulosum*C: *P. decumbens*

表4 Samson, Frisvad によって提案された *Penicillium* 亜属の節, 列

節, 列	Raper, Thom システムの列
<i>Coronata</i> 節	
1. <i>Olsonii</i> 列	<i>P. brevicompactum</i>
<i>Roqueforti</i> 節	
2. <i>Roqueforti</i> 列	<i>P. roqueforti</i>
<i>Chrysogena</i> 節	
3. <i>Chrysogena</i> 列	<i>P. chrysogenum</i>
4. <i>Mononematosa</i> 列	—
5. <i>Aethiopica</i> 列	—
6. <i>Persicina</i> 列	—
<i>Penicillium</i> 節	
7. <i>Expansa</i> 列	<i>P. expansum</i>
8. <i>Claviformia</i> 列	<i>P. claviforme</i>
9. <i>Urticolae</i> 列	<i>P. urticae</i>
10. <i>Italica</i> 列	<i>P. italicum</i>
11. <i>Gladioli</i> 列	<i>P. gladioli</i>
<i>Digitata</i> 節	
12. <i>Digitata</i> 列	<i>P. digitatum</i>
<i>Viridicata</i> 節	
13. <i>Viridicata</i> 列	<i>P. viridicatum</i>
14. <i>Corymbifera</i> 列	<i>P. granulatum</i>
15. <i>Verrucosa</i> 列	<i>P. viridicatum</i> の一部
16. <i>Camemberti</i> 列	<i>P. camemberti</i> , <i>P. commune</i>
17. <i>Solita</i> 列	<i>P. cyclopium</i> の一部

育が速やか(直径35mm以上)で、大型、密着した複輪生、ときに単輪生のペニシリになる *Oxalica* 列と、生育が遅く(35mm以下)、主体は非対称の複輪生体になり、ときに複輪生体と単輪生体のペニシリが混在する *Citrina* 列に分けられる。*Oxalica* 列は容易に同定できるが、*Citrina* 列の場合はフィアライドの形態がアンプル形であることを確認して、フィアライドが矛先形(ペン先形)になる複輪生を形成する *Biverticillium* 亜属と誤認しないように注意する必要がある。

主要種としては、*P. brasilianum*, *P. citrinum*, *P. corylophilum*, *P. fellutanum*, *P. herquei*, *P. janczewskii*, *P. janthinellum*, *P. miczynskii*, *P. oxalicum*, *P. paxilli*, *P. raistrickii*, *P.*

simplicissimum, *P. waksmanii* など。

(3) *Penicillium* 亜属 (Terverticillata)

本亜属の特徴はペニシリが3輪生(または3輪生以上)となることで、ペニシリにおける分岐はラミー(4輪生ではラムリーを加える)、メトレ、フィアライドが非対称的に配列する。一部の種では広角に開いた不規則なペニシリを形成することもあるが、主体が3輪生となることで *Divaricatum* 亜属の種とは容易に判別することができる。環境から検出される機会が多く、しかも58種(SamsonとFrisvad, 2004)からなり、それぞれの種が非常に類似した形態のため同定が難しい。RaperとThom (1949)はコロニーの特徴を基にして、

表5 中性クレアチン・スクロース寒天培地(CSN), 25℃, 7日間培養後の*Penicillium* 亜属主要種の特徴 (Pitt, 2000)

菌種	CSN培地上のコロニー		反応	
	発育	直径mm	コロニーの裏面	培地寒天面
<i>P. aurantiogriseum</i>	++	15-22	酸性+褐色	酸性+褐色
<i>P. brevicompactum</i>	+	8-14(-20)	中性(弱酸性)	中性~弱酸性
<i>P. camemberti</i>	+++	15-20	アルカリ性	アルカリ性, 周辺部中性
<i>P. chrysogenum</i>	++~+++	12-18	中性~弱酸性	中性または弱酸性
<i>P. commune</i>	+++	20-26	アルカリ性	アルカリ性(弱酸性)
<i>P. crustosum</i>	+++	25-30	アルカリ性(弱い)	酸性(アルカリ性)
<i>P. echinulatum</i>	+++	22-25	アルカリ性	アルカリ性
<i>P. expansum</i>	+++	24-30	酸性+褐色(アルカリ性)	酸性
<i>P. glandicola</i>	++	12-18	酸性+褐色	弱酸性~酸性
<i>P. griseofulvum</i>	+	18-24	中性	中性
<i>P. hirsutum</i>	+++	24-30	酸性(+褐色)	酸性
<i>P. italicum</i>	+	10-20	中性	中性
<i>P. roqueforti</i>	+++	25-40	アルカリ性(中性)	多様
<i>P. solitum</i>	+++	18-22	アルカリ性	通常アルカリ性
<i>P. verrucosum</i>	+	10-15	中性	中性
<i>P. viridicatum</i>	++~+++	15-22	酸性(+褐色)	酸性

酸性:黄色; 弱酸性:淡黄色; 中性:灰色,ときに赤味を帯びる; 弱アルカリ性:灰紫色; アルカリ性:紫~赤紫色。褐色を示すものは,自然に産生された色素に対する反応である。()内は,「ときに」を示す。

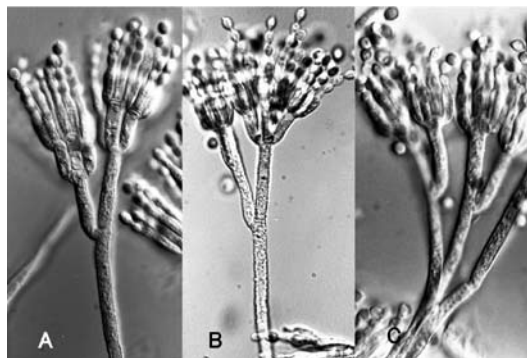


図5 *Furcatum* 亜属
 A: *P. janthinellum*
 B: *P. simplicissimum*
 C: *P. citrinum*

ピロード状(*Velutina* 亜節), 羊毛状(*Lanata* 亜節), 縄状(*Funiculosa* 亜節), 束状(*Fasciculata* 亜節)に分けた。Pitt (1979)はこれに分生子柄の壁面の特徴(滑壁か粗壁か), 標準培養条件での発育度(CYA, MEA, 25℃, 7日間培養後のコロニー直径)を加えて, 列を規定した。しかし, Pittは *Penicillium*, *Cylindrosporium*, *Coronatum*, *Inordinate* の4節に分けたものの, *Penicillium* 節を *Expansa*, *Viridicata*, *Camembertii*, *Urticicola* 列に細分した他はそれぞれ1列のみで節を構成したため, 検索の上でほとんどの種が *Penicillium* 節に含まれ, アンバランスとなってしまった。2004年, SamsonとFrisvadは *Penicillium* 亜属に対して6節17列を設定し(表4), 総括検索表に

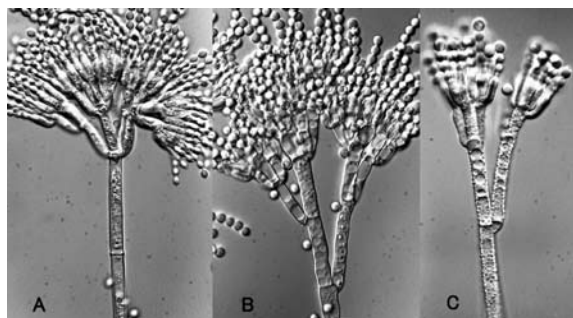


図6 *Penicillium* 亜属
A: *P. brevicompactum*
B: *P. chrysogenum*
C: *P. roqueforti*

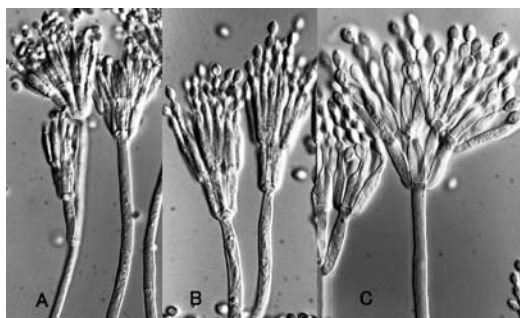


図7 *Biverticillium* 亜属
A: *P. pinophilum*
B: *P. funiculosum*
C: *P. rugulosum*

表6 *Furcatum* 亜属 と *Biverticillium* 亜属の相違点

	<i>Furcatum</i> 亜属	<i>Biverticillium</i> 亜属
メトレの長さに対するフィアライドの長さの比	メトレ > フィアライド	概ね等倍(1~1.2)
輪生をなすメトレの数	主に5本以下	通常5本以上
フィアライドの形	頸の部分で急に細まる(アンプル形)	頸の部分に向かって徐々に細まる(矛(ほこ)先形)
テレオモルフがある場合	<i>Eupenicillium</i>	<i>Talaromyces</i>

よる方法を導入した。また形態的性質だけでなく、補助的な手段として Frisvad (1985) が考案した指示薬を含むクレアチン培地を採用し、培養後の発色反応を同定に利用した。さらに、Lund (1995) が報告したエーリッヒ試薬を用いる呈色反応をこれに追加した。クレアチン培地については、Pitt (2000) も本亜属に限定して有効であるとし、中性クレアチン・スクロース寒天培地での類別を導入している(表5)。本亜属の種は37℃で発育を示すものはない。

主要種としては、*P. allii*, *P. aurantiogriseum*, *P. bialowiezense*, *P. brevicompactum*, *P. camemberti*, *P. chrysogenum*, *P. commune*, *P. crustosum*, *P. digitatum*, *P. echinulatum*,

P. expansum, *P. flavigenum*, *P. glandicola*, *P. griseofulvum*, *P. hirsutum*, *P. italicum*, *P. olsonii*, *P. polonicum*, *P. roqueforti*, *P. solitum*, *P. verrucosum*, *P. viridicatum* など。

(4) *Biverticillium* 亜属 (*Biverticillata-Symmetrica*)

本亜属の特徴はメトレ、フィアライドの対称的な配列からなる複輪生体のペニシリを形成することで、ときに分岐して3輪生となることもあり、単輪生体が混在することもあるが、これらの変化は部分的に過ぎず、広く観察すれば判断を誤ることはない。むしろ同じ複輪生のペニシリを形成する *Furcatum* 亜属との違いを注意する必要がある

る。両者のペニシリにおける形質の相違点を表6にまとめて示す。テレオモルフ-アナモルフの関係から明らかのように、本亜属は *Aspergilloides*, *Furcatum*, *Penicillium* 諸亜属とは系統的に異なる菌群である。その他の特徴として、CYA, PDAでの培養で黄色～赤色の菌糸層が発達し、裏面及び寒天部に色素が見られることが多く、分生子柄の先端に多数のメトレが輪生し、矛先形のフィアライドが密生する。分生子は一般的に楕円形～紡錘形になることが多い。また、*Penicillium* 亜属とは対照的に37℃で発育する種があると同時に、5℃で発育する種がほとんど見られないことも特徴的といえよう。Pitt (1979, 2000)は本亜属をシンネマを形成する *Coremigenum* 節と単生の分生子柄のみを形成する *Simplicium* 節に大別し、後者についてはMEAでの生育度に基づき、*Miniolutea* 列(MEA, 25℃, 7日間培養後のコロニー直径25mm以上)と *Islandica* 列(コロニー直径25mm以下)に細分している。*Coremigenum* 節の菌種中で最もよく分離される種は *P. vulpinum* (Cooke & Masee) Seifertであるが、この種は主として土壌菌である。

主要種としては、*P. diversum*, *P. funiculosum*, *P. islandicum*, *P. minioluteum*, *P. pinophilum*, *P. purpurogenum*, *P. rugulosum*, *P. variable* など。

参 考 文 献

- 1) Allsopp, D., Seal, K. and Gaylarde, C. (2004) Introduction to Biodeterioration, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge. 237p.
 - 2) Flannigan, B., Samson, R.A. and Miller, J.D. (2001) Microorganisms in Home and Indoor Work Environments, Taylor & Francis, London. 490p.
 - 3) Pitt, J.I. (1979) The Genus *Penicillium* and its Teleomorphic States *Eupenicillium* and *Talaromyces*. Academic Press, London. 634p.
 - 4) Pitt, J.I. (2000) A Laboratory Guide to Common *Penicillium* Species, 3rd ed. Food Science Australia, North Ryde, Australia. 197p.
 - 5) Ramirez, C. (1982) Manual and Atlas of the Penicillia. Elsevier Biomedical, Amsterdam. 874p.
 - 6) Samson, R.A. and Frisvad, J.C. (2004) *Penicillium* subgenus *Penicillium*: new taxonomic schemes, mycotoxins and other extrolites. Stud. Mycol., 49: 1-257.
 - 7) 高鳥浩介(2007) 高松塚古墳石室のカビ問題を考える。防菌防黴, 35:651-666.
 - 8) The 31st International Symposium on the Conservation and Restoration of Cultural Property: Study of Environmental Conditions Surrounding Cultural Properties and Their Protective Measures. February 5-7, 2008. National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo. 157p.
- (うだがわ・しゅんいち 星薬科大学客員講師,
うちやま・しげる 日本菌学会会員)