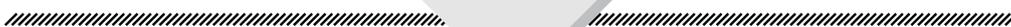


総論



はじめに

生物は大まかに植物、動物、微生物に分類され、自然界において植物は生産、動物は消費、微生物は分解を担っている。そのうち微生物とは一般に顕微鏡を用いなければ見えない微小な生物の総称で、細菌(真正細菌)、古細菌(アーキア)、真菌(菌類)、微細藻類、原生動物が含まれる。その研究は、1674年のアントニ・ファン・レーウェンフックが自作の顕微鏡を用いて細菌、真菌、原生動物等を観察、記録したことに始まる。そのため微生物の分類・同定は形態的観察に基づき、その重要性は現在でも変わらない。

細胞は構造的に、核膜がなく単一の環状のDNA分子(核様体)を持つ原核細胞と二重膜で覆われた核及びミトコンドリア、ゴルジ体、小胞体等の細胞小器官を持つ真核細胞に分けられる。細菌、ラン藻は原核細胞からなり原核生物と呼ばれ、原生生物、真菌、植物、動物は真核細胞からなり真核生物と呼ばれる。細菌、植物、真菌は細胞壁を有するが、動物は細胞壁を欠く。

1. 真菌の分類学的位置

真菌は一般にいうカビ、酵母、キノコの総称である。細胞構造は、細菌と異なり膜に覆われた核を有する真核細胞で、動物、植物と同様である。古典的には、光合成をしない下等な植物と考えられていたが、分子系統的には植物より動物と近縁関係にあり、独立した系統を形成している。

生物の中における真菌の位置付けはいくつかの変遷ののち、生物五界説に基づいて菌界という生物群にまとめられていた。原核生物はモネラ界1つからなり、真核生物は栄養摂取や構造的特徴を基に四界に分けられた。すなわち、単細胞の真核生物(原生動物と単細胞藻類)は原生生物界、多細胞の真核生物は栄養摂取を基に光合成を行う植物界、吸収を行う菌界、消化を行う動物界に分けられた¹⁾。この五界説は長く一般に支持されていたが、その後原核生物を真正細菌界と古細菌界に分けた六界説、原生生物界をクロミスタ界、アーケゾア界、原生動物界に3分割した八界説が提唱された²⁾。

2005年に発表された真核生物の新しい分類では、アミーボゾア、オピストコンタ(動物、真菌、一部の原生生物)、リザリア、エクスカヴァータ、クロマルベオラータ(クロミスタ等)、アーケプラスティダ(植物)の6つの界相当のグループとして分類されている^{3,4)}。オピストコンタ(後方鞭毛生物)の共有形質は、動物の精子やツボカビの胞子のように、後ろ側に鞭毛を持った細

胞であり、これが語源になっている。これらの生物が単系統群であることは、遺伝学及び微細構造の双方の研究から強く支持されている。

2. 真菌の形態と生殖

真菌は細菌と比較して、細胞が大きく、細胞分化がはるかに高度である。細胞は真核細胞であり、明確な細胞壁を有する。単細胞と多細胞形態をとる。

2.1 酵母

酵母の体細胞は、単細胞より構成され、球形、楕円形、卵円形、長円形、円筒形等比較的単純な形状で、大きさは通常、直径3～5 μm である。増殖は細胞(母細胞)の一部が突出し独立した細胞(娘細胞)となる。ふつう1つの母細胞から複数の娘細胞を生じる。この増殖様式を出芽と呼ぶ。一方、*Schizosaccharomyces*のように一般的な細菌と同様に、細胞分裂により増殖する菌種も見られる。

菌種によっては、培養条件により出芽した細胞が連結したまま伸長し、菌糸様の構造、仮性菌糸となることがある。仮性菌糸は、真正菌糸(仮性菌糸と対比して真正菌糸と呼ぶ)と異なり、幅が一定でなく、長くは伸長せず、連鎖状になる。さらに、*Candida albicans*のように特定の培養条件では厚膜胞子を形成することもある(各論18項)。

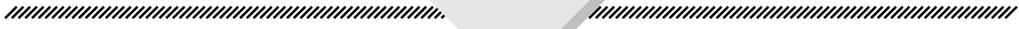
単純な出芽様式により増殖する単細胞で、仮性菌糸、真正菌糸をほとんど形成しない狭義の酵母を真正酵母、仮性菌糸、真正菌糸をよく形成する酵母を酵母様真菌と呼ぶ。

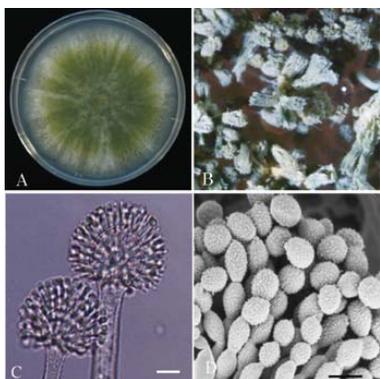
2.2 糸状菌

糸状菌は菌糸と胞子により増殖する。菌糸の幅は通常1～10 μm で、菌種によりほぼ一定の幅を持って伸びる。菌群により、菌糸中に隔壁を持つものと無隔壁の菌糸がある。前者の各隔壁の中心部には、小孔があり、これを介して隣接する細胞間で原形質内物質の流動が行われる。後者は、隔壁で区切られないため菌糸全細胞を通じて原形質流動が見られ、多核で、その例として接合菌類が挙げられ、下等真菌の菌糸形成法と考えられている。通常、菌糸は無色透明もしくは淡黄色～淡褐色であるが、中には茶褐色～黒色になる菌群があり、多くの場合、菌糸、分生子の両方が黒色を呈し、有性型の知られていない菌群を黒色真菌と呼んでいる。

菌糸は先端部から、枝分かれしながら伸長し、網状、樹皮状ないし束状の集合体(菌糸体)を形成する。菌糸体は機能面から栄養菌糸と生殖菌糸に分けられ、前者は培地または寄生組織上やその内部に発育して栄養分を吸収し、後者は多くの場合空気中に発育し胞子を産生する

各論





(A. PDA, 25°C, 7日培養。B. 分生子頭。C. アスペルジラ。D. 分生子 (SEM), スケール: C; 10 μm, D; 5 μm)

分類:

マイコトキシン産生菌

菌名:

Aspergillus flavus

病原性:

免疫不全患者において、多くは呼吸器系が侵されるが、いずれの組織、臓器も侵される可能性がある。肺のアレルギー、角膜、外耳道以外の場合、日和見感染を起こす。

感染部位に炎症を起こし、多くの場合、咳、発熱を伴う。

性状:

コロニーの色調は黄緑色～緑色、分生子頭は放射状～緩い円柱状、分生子柄は粗面、アスペルジラは単列と複列が混在し、頂のうは垂球形～フラスコ形、25～45 μm、頂のうの上部1/2～2/3にメトレ、フィアライドを形成する。分生子は球形～垂球形、刺状突起を有し、直径3～6 μm。茶色～黒色の菌核を形成することがある。

培地・培養:

培養温度: 25もしくは37°C

培養期間: 5～7日

適切な培地: PDA, CYA, MEA

菌株を保管している施設: IFM, NBRC, JCM, CBS, ATCC など

検出・分離・同定:

1. 適切な同定法: 形態観察, β-チューブリン・カルモジュリン遺伝子の塩基配列
2. 検出・分離: 喀痰、膿などは分離培地に塗抹する。皮膚、臓器組織などは細断し分離培地上に置く。分離培地は、クロラムフェニコールを添加したPDA, SDAを使用し (PDAの方が菌の形態的特徴が出やすい), 37°Cで7～10日間 (場合によってはそれ以上) 培養する。土壌試料は、40°C, 2～3日間乾燥する。輸送用の容器、加工場の壁、床などは滅菌した綿棒でその表面を擦過し、その綿棒を滅菌水で抽出、遠心分離する。もしくは培地上に直接塗布する。果実、穀物は滅菌水で洗浄し、その水を回収、遠心分離する。いずれの試料においても、クロラムフェニコールを添加したPDAと混釈し、シャーレに分注、固化後、37°Cで7～10日間 (場合によってはそれ以上) 培養する。目的と思われるカビが出現したら、スラント (PDAもしくはSDA) に釣菌する。

生態・分布:

世界各地に分布し、土壌、食品 (穀類、畜産品、発酵食品、ナッツ類など)、昆虫など多くの基質に広く存在する。侵襲性アスペルギルス症の2番目に多い原因菌である。

耐乾性があり、多量の分生子を産生する。

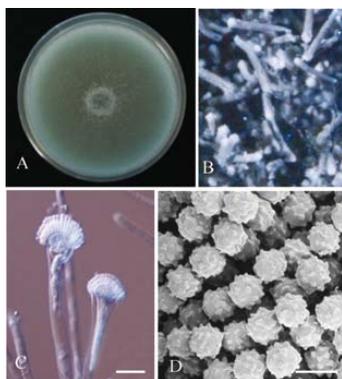
その他、特記事項:

天然物で最も発ガン性が強いといわれる aflatoxin の代表的な産生菌である。その他、cyclopiazonic acid, 3-nitropropionic acid を産生する。

生活環境中に多く生息し、日和見真菌症、アレルギーの原因となる。

同じグループに属する *A. parasiticus*, *A. nomius* が aflatoxin を産生する。麴の製造に使用される麴菌 (*A. oryzae*) は、形態的に *A. flavus* と大差なく、分子系統的な検討が行われた現在では、野生株 *A. flavus* を長い時間かけて育種した菌種と考えられている。麴菌では aflatoxin 産生遺伝子は発現していないことが確認されている。

高温 (70°C 以上)、薬剤 (70% エタノール、次亜塩素酸など) などにより殺菌できる。



(A. PDA, 25°C, 7日培養。B. 分生子頭。C. アスペルジラ。D. 分生子 (SEM)。スケール：C；10 μm, D；5 μm。)

分類：

真菌症原因菌

菌名：

Aspergillus fumigatus

病原性：

免疫不全患者において、多くは呼吸器系が侵されるが、いずれの組織、臓器も侵される可能性がある。肺のアレルギー、角膜、外耳道以外の場合、日和見感染を起こす。

感染部位に炎症を起こし、多くの場合、咳、発熱を伴う。悪化すると呼吸不全、他の臓器に播種するとさらに重篤となる。

性状：

コロニーの色調は濃緑色～青緑色、分生子頭は密な円柱状、分生子柄は滑面、アスペルジラは単列、頂のうはフラスコ形、20～30 μm、頂のうの上部1/2にフィアライドを形成。分生子は球形、通常刺状突起を有し、直径2～3.5 μmである。

培地・培養：

培養温度：25もしくは37°C

培養期間：5～7日

適切な培地：PDA, CYA, MEA

菌株を保管している施設：IFM, NBRC, JCM, CBS, ATCC など

検出・分離・同定：

1. 適切な同定法：形態観察、β-チューブリン・カルモジュリン遺伝子の塩基配列
2. 検出・分離：喀痰、膿は分離培地に塗抹する。皮膚、臓器組織は細断し分離培地上に置く。分離培地は、クロラムフェニコールを添加したPDA, SDAを使用し(PDAの方が菌の形態的特徴が出やすい)、37°Cで7～10日間(場合によってはそれ以上)培養する。土壌試料は、45°C、2～3日間乾燥する。輸送用の容器、加工場の壁、床などは滅菌した綿棒でその表面を擦過し、その綿棒を滅菌水で抽出、遠心分離する。もしくは培地上に直接塗布する。果実、穀物は滅菌水で洗浄し、その水を回収、遠心分離する。いずれの試料においても、クロラムフェニコールを添加したPDAと混釈し、シャーレに分注、固化後、37°Cで7～10日間(場合によってはそれ以上)培養する。目的と思われるカビが出現したら、スラント(PDAもしくはSDA)に釣菌する。

生態・分布：

世界的に分布し、土壌、腐朽植物、ハウスダスト、建築材料、空調装置、穀物をはじめとする食品など生活環境中に広く存在する。

耐乾性があり、多量の分生子を産生する。

その他、特記事項：

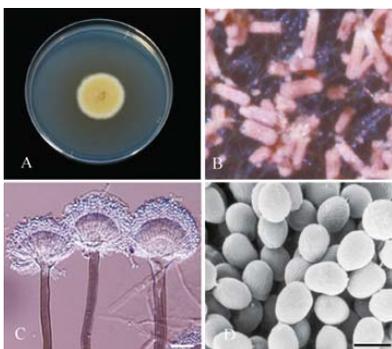
生活環境中に多く生息し、日和見真菌症、アレルギーの原因となる。真菌症原因菌として *Aspergillus* は *Candida* と並んで重要であるが、本菌種は *Aspergillus* が原因となる真菌症の約7割を占めている。有用菌、環境菌でもある。

50°C以上でも発育可能である。

コロニーの色調は灰緑色で一見、*Penicillium* と混同することがあるが、実顕微鏡で分生子頭を確認することで見分けることができる。近年、薬剤感受性の違いから医療上問題となっている *A. fumigatus* 関連種 (*A. lentulus*, *A. udagawae*, *A. viridinutans*, 分子系統的には明確に異なる) とは、分生子の形状(球形、粗面)、50°Cでの生育で識別可能である。

カイコの病原性微胞子虫に対する増殖抑制効果を有する fumagillin を産生する。マイコトキシンとしては、gliotoxin, verruculogen, fumitremorgin A, B を産生する。

高温(70°C以上)、薬剤(70%エタノール、次亜塩素酸など)などにより殺菌できる。



(A. PDA, 25°C, 7日培養。B. 分生子頭。C. アスペルジラ。D. 分生子。スケール：C；10μm, D；5μm)

分類：

環境菌

菌名：

Aspergillus terreus

病原性：

呼吸器系に日和見感染を起こす。角膜、外耳道、爪なども侵す。

呼吸器系では感染部位に炎症を起こし、多くの場合、咳、発熱を伴う。角膜、外耳道では潰瘍を生じる。

性状：

コロニーの色調は黄土色、分生子頭は円柱状、アスペルジラは複列、頂のうは半球形、10~20 μm、頂のうの2/3にメトレ、フィアライドを形成。分生子は球形、滑面、直径2~2.5 μm、SEMでは筋状の隆起が見られる。

培地・培養：

培養温度：25もしくは37°C

培養期間：7~10日

適切な培地：PDA, CYA, MEA

菌株を保管している施設：IFM, NBRC, JCM, CBS, ATCC など

検出・分離・同定：

- 適切な同定法：形態観察, β-チューブリン・カルモジュリン遺伝子の塩基配列
- 検出・分離：喀痰、膿などは分離培地に塗抹する。皮膚、臓器組織などは細断し分離培地上に置く。分離培地は、クロラムフェニコールを添加したPDAもしくはSDAを使用し(PDAの方が菌の形態的特徴が出やすい)、37°Cで7~10日間(場合によってはそれ以上)培養する。土壌試料は、40°C、2~3日間乾燥する。輸送用の容器、加工場の壁、床などは滅菌した綿棒でその表面を擦過し、その綿棒を滅菌水で抽出、遠心分離する。もしくは培地上に直接塗布する。果実、穀物は滅菌水で洗浄し、その水を回収、遠心分離する。いずれの試料においても、クロラムフェニコールを添加したPDAと混釈し、シャーレに分注、固化後、37°Cで7~10日間(場合によってはそれ以上)培養する。目的と思われるカビが出現したら、スラント(PDAもしくはSDA)に釣菌する。

生態・分布：

世界各地に分布し、土壌、穀類、繊維などの基質に広く存在する。

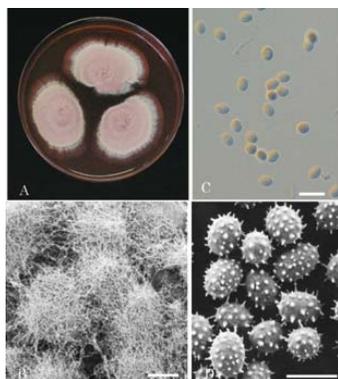
耐乾性があり、多量の分生子を産生する。

その他、特記事項：

生活環境中に生息し、角膜、外耳道などの真菌症、アレルギーの原因となる。

マイコトキシンとしては、patulin, citrinin, citreoviridin, gliotoxinなどを産生する。

高温(70°C以上)、薬剤(70%エタノール、次亜塩素酸など)などにより殺菌できる。



(A. PDA, 25°C, 14日培養。B. 子のう果。C. 子のう胞子。D. 子のう胞子 (SEM)。スケール：B；100 μm, C, D；5 μm)

分類：

食品危害菌

菌名：

Talaromyces flavus

無性型：*Penicillium dangeardii*

病原性：

顕著な病原性の報告はない。

少量の胞子の誤飲や接触では、健康被害を伴うことはない。

性状：

PDA, MEA上での生育は速く、黄色～ピンク色、綿毛状のコロニーとなる。子のう果は長い棍棒状の菌糸に細い別の菌糸が巻き付いた原基から発達し、気生菌糸が集まって球塊になる。子のうは連鎖し、亜球形～球形、8孢子性、成熟すると消失する。子のう胞子は幅広い楕円形、 $3.5\sim 5 \times 2.5\sim 3.5 \mu\text{m}$ 、刺状突起を生じる。ペニシリは複輪生、フィアライドはペン先型、6～8本輪生する。分生子は楕円形、 $2.5\sim 3 \times 2\sim 3 \mu\text{m}$ 、滑面、連鎖する。

培地・培養：

培養温度：25°C

培養期間：14～21日

適切な培地：PDA, OA, MEA

菌株を保管している施設：IFM, NBRC, JCM, CBS, ATCC など

検出・分離・同定：

- 適切な同定法：形態観察, ITS領域・ β -チューブリン・RPB 1 (RNA polymerase II subunit 1) 遺伝子の塩基配列
- 検出・分離：土壌試料は、60%エタノールで10分処理した後、エタノールを除去する。輸送用の容器、加工場の壁、床などは滅菌した綿棒でその表面を擦過し、その綿棒を滅菌水で抽出、遠心分離する。もしくは培地上に直接塗布する。果実、穀物は滅菌水で洗浄し、その水を回収、遠心分離する。果汁、飲料などはpHを4程度に調整しておく。いずれの試料においても60°C、30分の加熱処理後、クロラムフェニコールを添加したPDAと混釈し（果汁、飲料などの場合は2倍濃度と等量を混釈）、シャーレに分注、固化後、37°Cで7～10日間（場合によってはそれ以上）培養する。目的と思われるカビが出現したら、スラント（PDAもしくはOA）に釣菌する。

生態・分布：

世界各地に分布し、土壌、穀類、ナッツ類、加工食品、果汁、香辛料などの基質に広く存在する。耐乾性がある。

その他、特記事項：

耐熱性を有するため、飲料の汚染菌として重要である。濃縮リンゴ果汁、濃縮柑橘類、その他果汁、加工食品などから分離されている。

Talaromyces 属の中では、最も代表的な種である。本種によく類似した *T. macrosporus* は、子のう胞子が大型で、 $5\sim 6.5 \times 3.5\sim 5 \mu\text{m}$ である。果汁、加工食品から分離され、本種より耐熱性が高い。かつて食品危害菌として検出された *T. flavus* の多くは *T. macrosporus* と考えられている。

87.8°CでのD値は7.8分（リンゴ果汁中）、90°CでのD値は3分（リンゴ果汁中）である。

薬剤（次亜塩素酸など）などにより殺菌できる。5分程度の短時間のエタノールの接触では死滅しない。