

カビとカビ毒

わが国は、カビの発育に適した気候条件のため、昔からみそや醤油などの製造を通してカビに親しんできた歴史があります。

しかし、その一方で、東京都の保健所には、カビによる食品の苦情が多く寄せられています。

また、輸入食品が増えるにつれて、アフラトキシンをはじめとする、カビが作り出す毒素であるカビ毒の問題がクローズアップされてきました。

そこで、食品衛生上問題となるカビとカビ毒について御紹介します。

目 次

1 カビQ&A

カビってなに？

カビの形態は？

カビはどうやって増えるの？

カビはどんな危害を与えるの？

2 食品衛生上問題のあるカビ

ユーロチウム

ワレミア

アスペルギルス

ペニシリウム

クラドスポリウム

ハンゼヌラ

3 カビ毒Q&A

カビ毒ってなに？

カビ毒汚染の分布は？

カビ毒の規制は？

カビ毒は調理で除去できる？

食品製造工程でカビ毒は除去できる？

4 食品衛生上問題のあるカビ毒

アフラトキシン

フザリウム系カビ毒

オクラトキシン

シトリニン

その他のカビ毒

1 カビQ&A

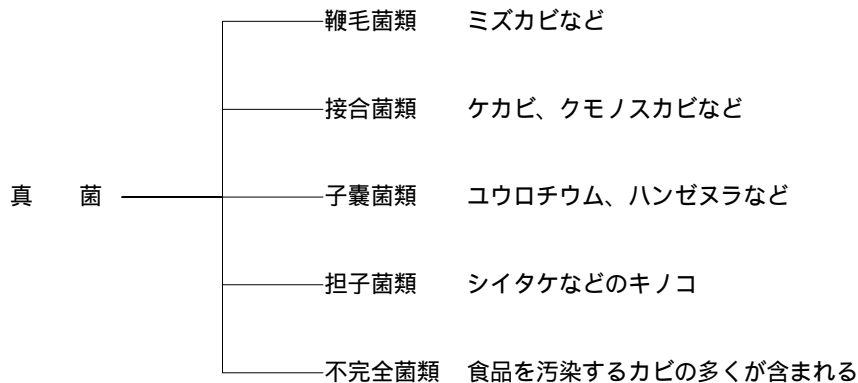
カビってなに？

生物は動物、植物そして原生生物に大きくわかれます。カビはキノコ、酵母とともに真菌類と呼ばれ、原生生物に含まれます。

真菌類はさらに、鞭毛菌類、接合菌類、子囊菌類、担子菌類（キノコ）及び不完全菌類に分類されます。

カビという呼び名は俗称で、一般的には不完全菌類、子囊菌類そして担子菌類の一部と酵母の一部のうち、食品などの上で増えて肉眼で見えるようになる種類をカビと呼んでいます。

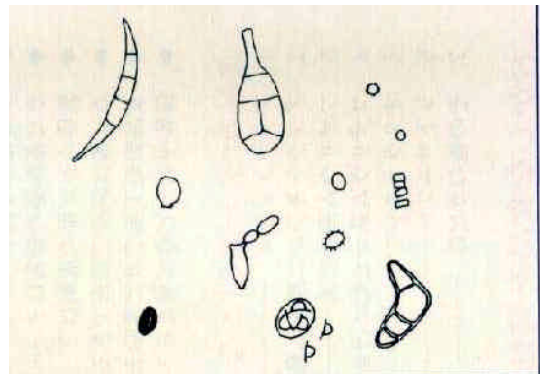
真菌の分類



カビの形態は？

カビは、糸のような「菌糸」と、「孢子」から成り立っています。菌糸は盛んに枝わかれしながら生育します。この菌糸の集合したものは、「菌糸体」と呼ばれます。

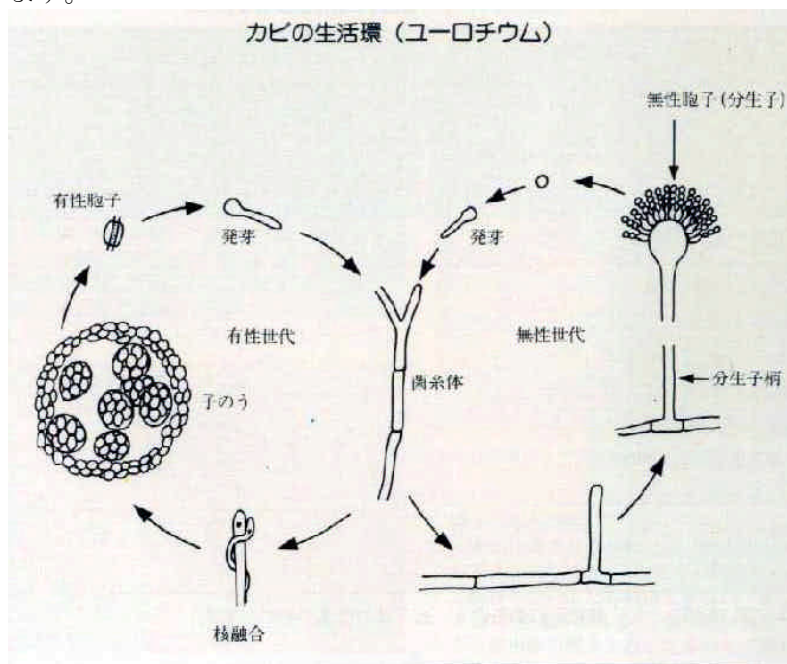
孢子は、球形、楕円形、棒状、三日月状、ラセン状などいろいろな形をしています。大きさは、菌種によって著しく異なりますが、2~10 μ mの直径のものが多くみられます。カビの様々な色は、ほとんどがこの孢子の色です。



カビはどうやって増えるの？

カビの孢子は、増殖に都合のよい条件におかれると、2~3日で目に見える塊（集落）になり、1週間もするとたくさんの孢子を作り、周囲にまき散らします。作られた孢子は、風や水あるいは人によって他の場所に運ばれ、再び発芽し発育します。このくり返しによりカビは広がり

ます。



カビは、餅、パン、菓子類などの澱粉や糖分を含んだ食品を特に好みますが、食品ばかりでなく、人の垢、ペンキの成分、プラスチックまでも栄養源にして発育し、目に見える大きな集落を形成します。

また、カビは湿度70%以上と細菌より低い水分でも発育できるため、乾燥した食品にも生える場合があります。ただし、カビは酸素がないと発育できず、ほとんどのカビは10℃～30℃の温度が必要です。

このように、カビの発育には栄養源、水分、温度そして酸素の四つの要素によって影響をうけます。

カビはどんな危害を与えるの？

カビは、食品製造、医薬品製造などに利用され、人々の暮らしに役立っているばかりでなく、他の微生物とともに生物の死骸を分解して環境を浄化しています。

その一方で、病気やアレルギー疾患の原因になったり、食品に生えて、毒物を生産し、ガンや中毒の原因になったりもします。

しかし、何とんでもカビの最大の害は、衣食住のあらゆるものをカビさせ、だめにしてしまうことでしょう。

ところで、カビが原因の苦情は、東京都が取り扱う食品に関する苦情の約3%を占めてい

しかし、保健所などへ届けられる例は、全体の一部で、生産から消費までの間に、カビの発生によって、膨大な量の食品が廃棄されているものと考えられます。

2 食品衛生上問題のあるカビ

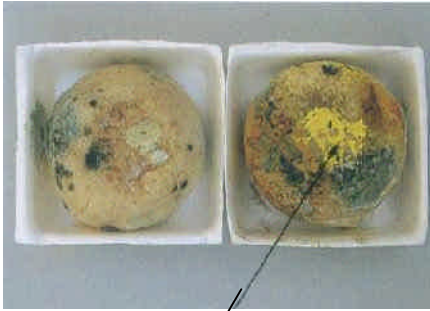
ユーロチウム(Eurotium)

やや乾燥した環境(水分活性 0.70~0.85)を好むカビ(好乾菌)で、和・洋菓子類、魚介類乾燥品、ジャム、佃煮など糖あるいは塩濃度の高い食品や、乾燥食品などにしばしば発生します。

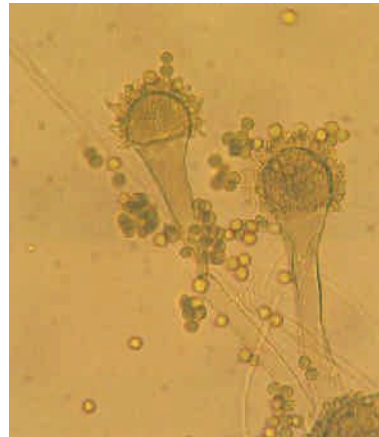
食品のカビ発生苦情の原因菌としてポピュラーな菌です。食品以外にもカメラのレンズ、フ

イルム、精密機器基盤などに発生する事があります。食品に発生した時は、青緑色又は一部分が写真のように黄色の集落を形成します。毒性の強いカビ毒の産生は報告されていません。

代表菌種： ユーロチウム・ヘルバリオラム(*E. herbariorum*)
ユーロチウム・アムステロダミ(*E. amstelodami*)
ユーロチウム・チェバリエリ(*E. chevalieri*)



まんじゅうに生えたユーロチウム・ヘルバリオラム



ユーロチウム・アムステロダミの顕微鏡写真

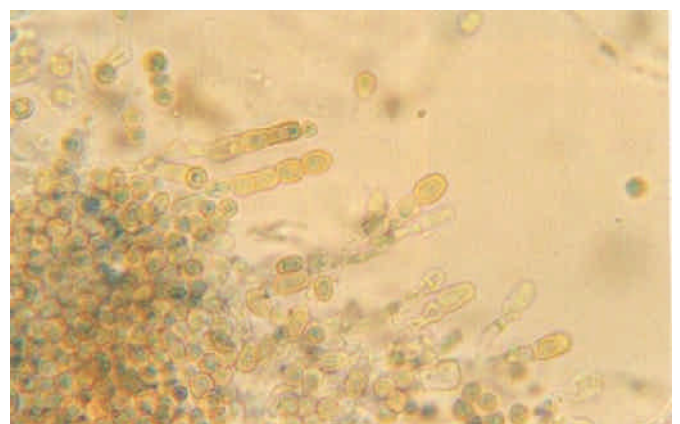
ワレミア(*Wallemia*)

好乾菌。チョコレート、カステラ、羊羹、干し柿など糖度の高い食品に発生する事が多いカビです。ほこり、じゅうたん、畳表などからも多数検出されます。直径2～3mm程度の小さなチョコレート色の集落を形成します。カビ毒は産生しません。

代表菌種： ワレミア・セビ(*W. sebi*)



まんじゅうに生えたワレミア・セビ



ワレミア・セビの顕微鏡写真

アスペルギルス(*Aspergillus*)

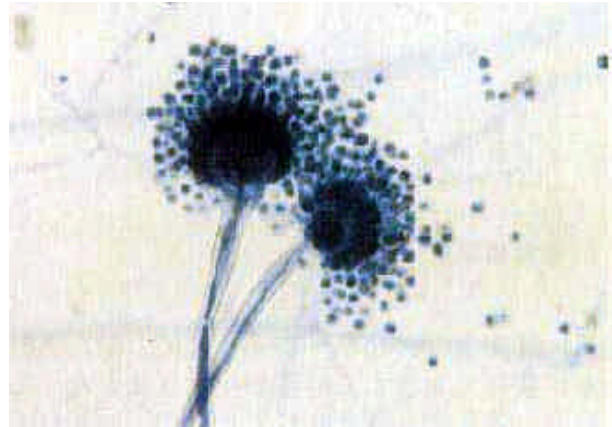
コウジカビとも呼ばれ、自然界において最も普通に見られるカビの一種です。アスペルギルス・オリゼー(*Aspergillus oryzae*)のように醸造に欠かせない菌、有機酸製造に応用されるアスペルギルス・ニガー(*Aspergillus niger*)、発ガン性のカビ毒を産生するアスペルギルス・フラバス(*Aspergillus flavus*)など、約 150 菌種がこの属に含まれます。パン、まんじゅう、ケーキ類、紅茶などに発生するほか、ピーナッツをはじめとするナッツ類、トウモロコシ、種々の穀類、穀粉類などの食品、ほこり、土壌など広く環境中に分布しています。

集落の色調は、緑、黄土色、茶、黒、しろ、青緑と菌種によって様々です。

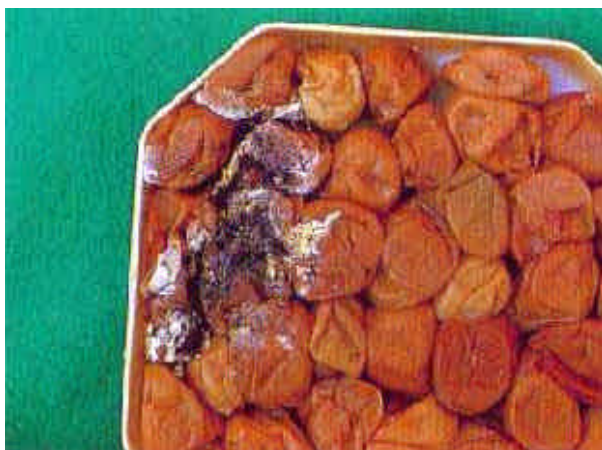
その他の代表菌種： アスペルギルス・バージカラー(*A.versicolor*)
アスペルギルス・キャンディダス(*A.candidus*)
アスペルギルス・アワモリ(*A.awamori*)



ハンバーガー用パンに生えたアスペルギルス・フラバス(緑)とアスペルギルス・アワモリ(黒)



アスペルギルス・フラバスの顕微鏡写真



減塩梅干しに生えたアスペルギルス・アワモリ

ペニシリウム(*Penicillium*)

アスペルギルスと並び、わが国の食品から頻繁に検出される菌です。本菌は、アオカビとも呼ばれ、青緑色の集落をつくるのが特徴で、約 150 菌種に分類されています。その中にはペニシリンをつくったり、チーズの製造に用いられるペニシリウム・カマンベルティ(*P.camemberti*)や、黄変米の原因菌として知られるペニシリウム・シトリナム(*P.citrinum*)、ペニシリウム・イスランジカム(*P.islandicum*)のほか、オクラトキシンやペニシリン酸を産生するペニシリウム・ベロコサム(*P.verrucosum*)などのカビ毒産生菌も含まれます。もち、柑橘類、リンゴ、魚肉練り製品、清涼飲料水、サラミソーセージ、乳製品などにしばしば発生します。又、穀類、穀粉類などの食品、ほこり、土壌など広く環境中に分布しています。

その他の代表菌種： ペニシリウム・グラブラム(*P.glabrum*)
ペニシリウム・クリソゲナム(*P.chrysogenum*)
ペニシリウム・ディギタータム(*P.digitatum*)



レモンに生えたペニシリウム・ディギタータム



ペニシリウム・ベロコーサムの顕微鏡写真

クラドスポリウム(*Cladosporium*)

良く風呂場の壁でみかける黒いカビがこの菌です。俗にクロカビと呼ばれ、住居内ばかりでなく、まんじゅう、ケーキ、野菜など様々な食品や衣類にも生え、暗緑色から黒色の集落をつくります。空中に浮遊するカビの中でもっとも多いのがこの菌で、喘息などのアレルギーとしても問題にされています。

代表菌種： クラドスポリウム・クラドスポリオイデス(*C.cladosporioides*)
クラドスポリウム・スフェロスペルマム(*C.sphaerospermum*)



卵焼きに生えたクラドスポリウム・クラドスポリオイデス



クラドスポリウム・クラドスポリオイデスの顕微鏡写真

アルタナリア(*Alternaria*)

本菌は、ススカビとも呼ばれ、なし、柑橘類、リンゴなどの腐敗の原因となるほか、ゆでうどんなどの水分の多い食品に発生します。灰色から黒色のやや綿毛状の集落をつくります。土壌、空中、ほこり、植物、穀類などに分布し、植物病原菌、アレルゲンとしても重要視されています。

代表菌種： アルタナリア・アルタナータ(*A.alternata*)



メロンに生えたアルタナリア・アルタナータ



アルタナリア・アルタナータの顕微鏡写真

フザリウム(*Fusarium*)

灰白色から深紅で綿毛状の集落を形成します。キノコなどをカビさせた例はありますが、市販の加工食品上で増殖した例はわずかです。本菌は、畑などで麦をはじめ多数の植物に寄生する植物病原菌として知られています。この菌の感染した麦を食べることによって、わが国においても過去何度となくアカカビ中毒が発生しています。土壌、麦などの植物、汚水などに分布し、一部の菌種はトリコテセン毒素という刺激性の強いカビ毒を産生します。

代表菌種： フザリウム・オキシスポラム(*F.oxysporum*)
フザリウム・ソラニ(*F.solani*)
フザリウム・グラミネアラム(*F.graminearum*)



カボチャに生えたフザリウム属のカビ



フザリウム属の一種の顕微鏡写真

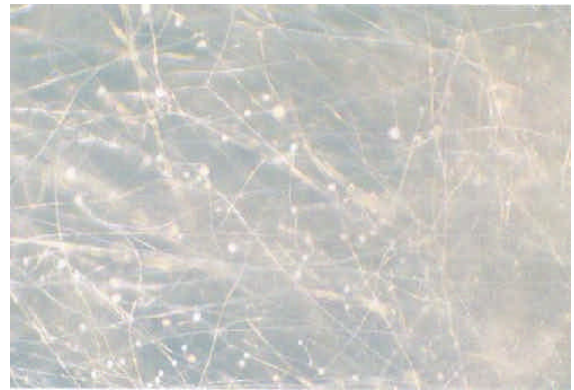
ムコール(*Mucor*)

ケカビと呼ばれ、灰白色で綿毛状の集落を形成します。発育は速く、食品上でも短時間のうちに大きな集落を形成します。土壌、果実、野菜、でんぷん、腐敗物等に広く分布し、長期間低温に保存した食品、生鮮野菜・果実などにしばしば発生します。

代表菌種： ムコール・ムセド(*M.mucedo*)
ムコール・プシルス(*M.pusillus*)



ウニに生えたムコール属のカビ



ムコール属の一種の顕微鏡写真

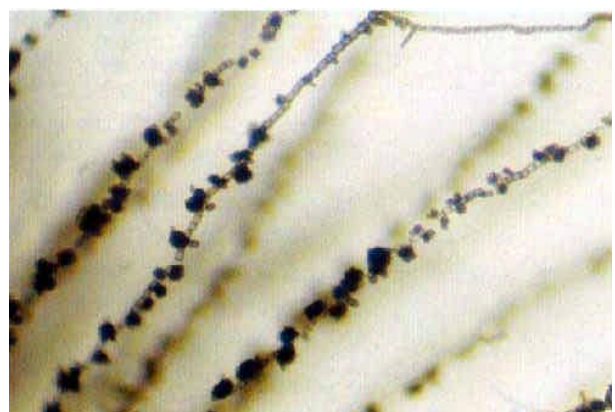
オーレオバシヂウム(*Aureobasidium*)

発育初期には白色の集落を形成しますが、次第に黒色の湿潤した集落となります。醤油及び清涼飲料水製造工場やその周辺の環境中から頻繁に検出されます。清涼飲料水、ところてん、ゼリーなどの食品や工場の壁面などで発生が見られます。

代表菌種： オーレオバシヂウム・プルランス(*A.pullulans*)



オレンジゼリーに生えたオーレオバシヂウム・プルランス



オーレオバシヂウム・プルランスの顕微鏡写真

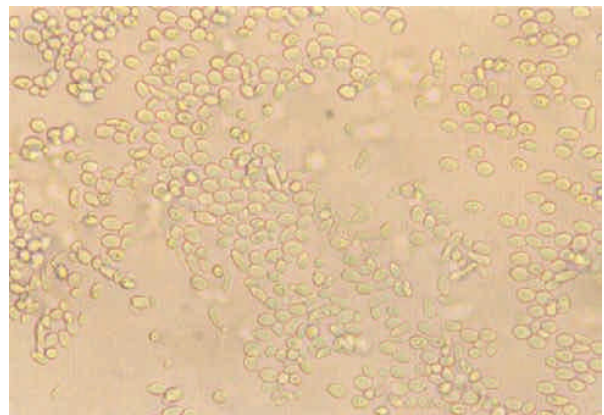
ハンゼヌラ(*Hansenula*)

代表的な産膜酵母で、漬物汁等の液体表面では膜状に発育しますが、寒天培地や一部の固形食品では乳白色の円形、丘状の集落を形成します。ケーキ、パン、いなり寿司などの食品で増殖すると酢酸エチルを産生し、シンナー臭を発生させます。この菌は、漬物、ジュース類、シロップなどから検出されます。

代表菌種： ハンゼヌラ・アノマーラ(*H. anomala*)
ハンゼヌラ・サブペリキュローサ(*H. subpelliculosa*)



黒糖カステラに生えたハンゼヌラ



ハンゼヌラ・アノマーラの顕微鏡写真

3 カビ毒Q & A

カビ毒って何？

カビが作り出す代謝産物のうちで、人や動物に対して有害な作用を示す化学物質のことを総称してカビ毒と呼んでいます。

カビ毒として確認されているものは、現在 300 種類以上報告されています。わが国のカビ毒研究が盛んになったきっかけは、第二次世界大戦後東南アジア、エジプト、スペインなどから輸入した米から強い肝臓障害を引き起こすカビ毒産生菌が見つかった、いわゆる「黄変米」事件でした。

また、1960 年には、イギリスで、一ヶ月の間に 10 万羽以上の七面鳥が肝臓障害で死ぬ事故があり、この原因が飼料に含まれていたカビ毒であることが明らかになりました。

このような事件や事故を契機に、今まで主として発酵や腐敗の面からのみとらえられてきた食品とカビについて、カビ毒が新たな問題として浮上してきました。

カビ毒汚染の分布は？

発ガン性のカビ毒として有名なアフラトキシンを生産するアスペルギルス・フラバスは、わが国の農産物を汚染している可能性はほとんどありませんが、熱帯や亜熱帯地方に多く存在することが確認されています。したがって、これらの国から輸入される農産物が汚染されている可能性はあります。

一方、温帯から寒帯にかけては、アカカビによる汚染が問題となっています。

このカビは、気象条件によっては麦などに大発生し、その麦を食べた豚が流産するなどの被害が出ています。

カビ毒の規制は？

わが国は、1971年に厚生省から「ピーナッツ含有食品について10ppb以上のアフラトキシンB₁を検出してはならない」との通達が出されました。

その後、すべての食品に対して、10ppbという規制が適用されています。

カビ毒は調理で除去できる？

1 カビ毒は熱に強い

カビ毒は、通常の調理や加工の温度（100℃から210℃）や時間（60分以内）では、完全に分解することはできません。

2 カビ毒は家庭の調理で分解できるか

ゆでる、炒める、炊飯などのごく一般的な調理方法でカビ毒が減れば安心なのですが…

たとえば、ゆでた場合では、食品に50から80%のカビ毒が残り、ゆで水には10から15%ほどが検出されます。このことからゆでることによってはカビ毒はほとんど分解しないことがわかります。

同じように、油で炒めたり、米を炊飯してもカビ毒はほとんど減りません。

調理によるカビ毒の残存

()内は残存率(%)

食品	調理方法	カビ毒	カビ毒量(ppb)	
			調理前	調理後(%)
そば	ゆでる	アフラトキシンB ₁	8.1	6.8(84.0)
ポップコーン	炒める	デオキシニバレノール	233	184(79.0)
ハト麦	炊飯	ゼアラレノン	840	740(88.1)
押し麦	炊飯	デオキシニバレノール	264	235(89.0)

カビ毒は調理で除去できる？

食品の製造工程では、加熱、水洗などの工程があります。これは家庭で行う調理条件と大差は

ありませんので、前項に述べたようにあまり期待はできません。

それでは、食品添加物の影響はどうでしょうか。

たとえば、食用油の原料のトウモロコシなどがカビ毒に汚染されていた場合を考えてみます。食用油の製造工程には、原料油に含まれる不純物を除くために、脱酸工程、脱色工程、脱臭工程などがあります。この脱酸工程で食品添加物のアルカリ剤が使用されますが、これで大半のカビ毒が分解されます。さらに、その後の精製工程で分解し、製品になるまでに完全に除去されます。

ナッツ類や穀類などがカビ毒で汚染されていた場合、焼いても熱に強いいため分解しません。しかし、虫食いや変色したものの汚染率が高いことがわかっていますので、除去するためには選別するしかありません。選別方法には機械によって除去する方法と、人の目で除去する方法（ハンドピック法）に大きく分けられています。

人の目で選別した場合、下の表に示したように、劣悪粒と正常流の間のカビ毒汚染に大きな差が見られます。選別する人の熟練度によるわけですが、今のところ機械による選別より効果があることが確認されています。

家庭でピーナッツなどのナッツ類を食べる時にも、カビが生えているもの、虫食いのもの、食べて苦いもの、未熟なものは食べないようにした方が安全です。

ピーナッツ粒の選別効果

	カビ付着粒	虫食い粒	変色粒	正常粒
選別粒数	100	100	80	500
カビ毒汚染粒数	22	12	2	0
汚染粒混在率 (%)	22	12	2.5	0

4 食品衛生上問題のあるカビ毒

アフラトキシン

アフラトキシンが発見されたきっかけは、1960年にイギリスで発生した10万羽以上の七面鳥が死亡した事件です。その原因物質を出したカビがアスペルギルス・フラバス (*Aspergillus flavus*: コウジカビの一種) であったことから、アスペルギルス・フラバスの産生した毒 (トキシシン) ということでアフラトキシンと命名されました。その後の研究でアスペルギルス・パラジチカス (*Aspergillus parasiticus*) もアフラトキシンをつくることがわかってきました。

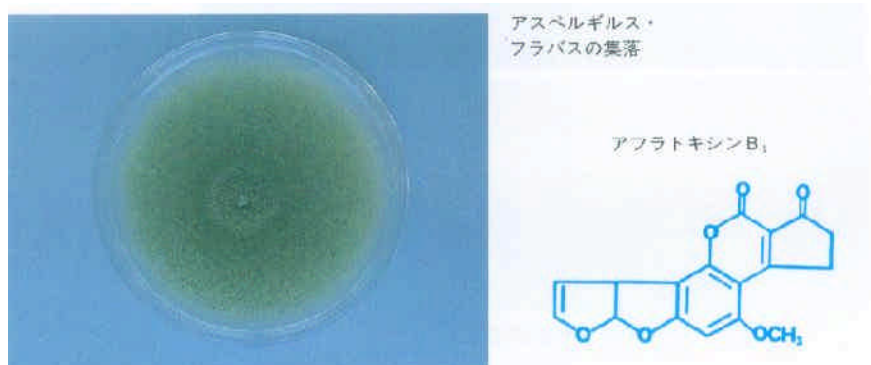
アフラトキシンには、アフラトキシンB₁をはじめB₂、G₁、G₂、M₁などの種類が知られています。

なかでもアフラトキシンB₁は天然物でもっとも強力な発ガン物質として知られています。

人に対する急性中毒の例としては、1974年にインドで肝炎のために106名という多くの人が死亡した事件やケニヤでの急性中毒事件などがあります。

慢性中毒については、タイ、フィリピン、南アフリカ、ケニヤなどで、肝ガン発生率とアフラトキシン摂取量との間に関連性があるとの疫学調査の結果が報告されています。

東京都では広範囲な食品について検査を行っていますが、ピーナッツ及びピーナッツバターなどの加工品、トウモロコシ、ハト麦、そば粉などの穀類及びその加工品、ナツメグ、白コショウなどの香辛料、ピスタチオナッツ、製あん原料雑豆、ナチュラルチーズなど多くの食品から検出し、行政的に対応しています。しかし、検出されたものの大半は微量であり、直ちに人の健康に影響を与える心配はない量です。また、アフラトキシンが検出されたものはすべて輸入食品であり、国産品からは検出されていません。



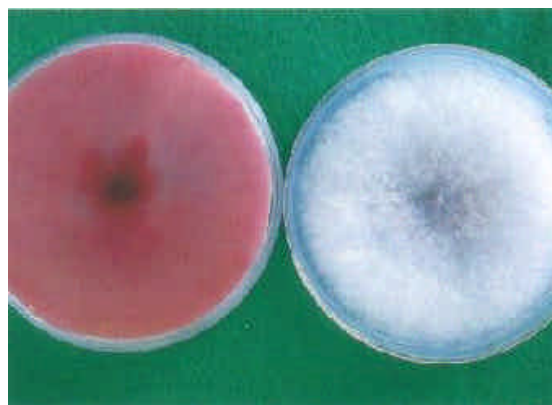
フザリウム系カビ毒

フザリウム属のカビは、畑等の土壤に多く生息し、特に麦やトウモロコシについてカビ毒をつくります。これらが生産するカビ毒は、化学構造により、トリコテセン系カビ毒、ゼアラレノン、ブテノライド、モニリホルミンなど多くの種類が知られています。

このうち、トリコテセン系カビ毒の一種であるデオキシニバレノールとニバレノール及びゼアラレノンは、日本、カナダ、アメリカ、フランス、イギリスなど多くの国で麦類を汚染していることがわかり、大きな問題となっています。

トリコテセン系カビ毒の中毒症状としては、悪心、おう吐、腹痛、下痢が主なものですが、造血機能障害、免疫機能抑制作用などもあります。

その他、ゼアラレノンは女性ホルモンのような作用を持ち、家畜に対して不妊、流産、外陰部



フザリウム・グラミネアルムの集落

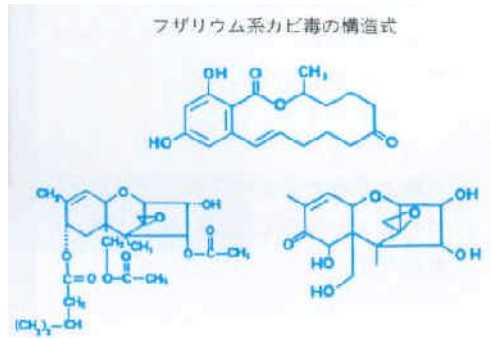


市販ポップコーン製品の中身

肥大を引き起こします。

人の中毒としては、日本の戦後の食糧難時代に起きたアカカビ中毒、旧ソ連のATA症（食中毒性無白血球症）などが報告されています。

東京都の検査では、小麦粉、押麦、ハト麦などの麦類、ポップコーン、ジャイアントコーン、コーンミールなどのトウモロコシ製品から検出されています。



フザリウム属のカビが感染した小麦

オクラトキシン

アスペルギルス・オクラセウス (*Aspergillus ochraceus*) あるいはペニシリウム・ビリディカータム (*Penicillium viridicatum*) といったカビによってつくられるオクラトキシンA及びBが知られています。

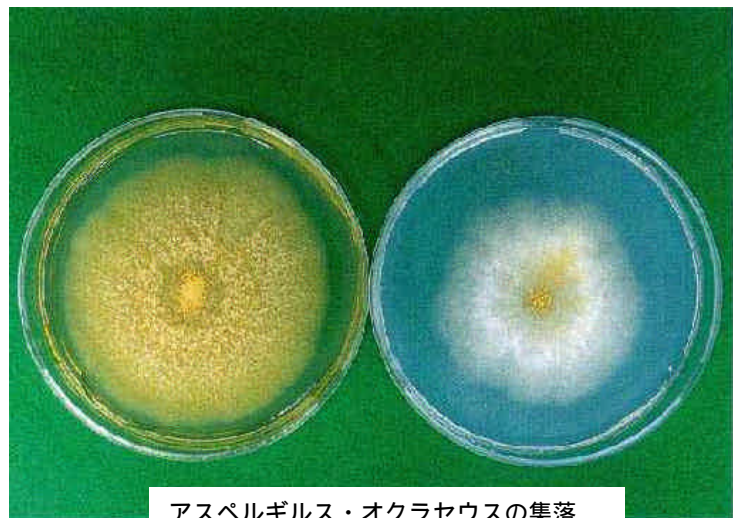
オクラトキシンAは腎毒性及び肝毒性のカビ毒として知られていますが、マウスにオクラトキシンを食べさせると、肝臓と腎臓にガンを発生させることが報告されています。

北欧ではオクラトキシンによって汚染された飼料で飼育した豚の腎障害が多く認められています。

人の発症例としては、バルカン諸国で流行性腎臓病がしばしば発生していますが、これもオクラトキシンAが原因とされています。

オクラトキシンAの汚染は非常にまれですが、コーヒー豆、豆類、大麦、小麦、燕麦などから検出したという報告があります。

東京都の検査では、ハト麦、そば粉、ライ麦及び製あん原料豆などから検出されています。



アスペルギルス・オクラセウスの集落

オクラトキシンの構造式



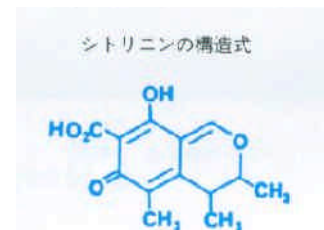
シトリニン

シトリニンは、ペニシリウム・シトリナム (*Penicillium citrinum*)、ペニシリウム・ビリディカータム (*Penicillium viridicatum*) などのカビによってつくられるカビ毒で、腎細尿管上皮変性を起こすことが知られています。

東京都の検査では検出例は非常に少なく、その量も極めて少ないものですが、ハト麦、そば粉、ライ麦粉から検出したことがあります。



ペニシリウム・シトリナムの集落

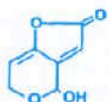


その他のカビ毒

食品に汚染する可能性のあるものとして、ペニシリウム・エキSPANサム (*Penicillium expansum*) などによりつくられるパツリンやアスペルギルス・バージカラー (*Aspergillus versicolor*) などによってつくられるステリグマトシスチンなどがあります。諸外国では、パツリンはカビた果物及びその加工品に、ステリグマトシスチンは穀類を中心に汚染されていたという報告がありますが、東京都の検査では、これらは検出されていません。



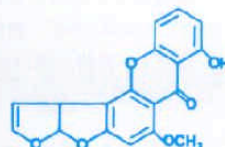
パツリンの構造式



ペニシリウム・エキSPANサムの集落



ステリグマトシスチンの構造式



アスペルギルス・バージカラーの集落