＝原 著＝

変敗食品から分離された *Arthrini* 属 2 種の 同定と培養性状

柏木さやか^{*1, †}・馬 場 浩^{*1}・吉田信一郎^{*2}・宇田川俊一^{*1}

(^{*1} 財団法人日本食品分析センター多摩研究所, ^{*2} 財団法人日本食品分析センター彩都研究所)

(受付: 平成 20 年 1 月 25 日)

(受理: 平成 21 年 2 月 25 日)

Identification and Cultural Characters of Two Species of *Arthrini* Isolated from Spoilt Foods

Sayaka KASHIWAGI^{*1, †}, Hiroshi BABA^{*1},
Shinichirou YOSHIDA^{*2} and Shun-ichi UDAGAWA^{*1}

(^{*1} Japan Food Research Laboratories, Tama Laboratory,
6-11-10 Nagayama, Tama-shi, Tokyo 206-0025; [†] Corresponding author)

(^{*2} Japan Food Research Laboratories, Saito Laboratory,
7-4-41 Saitoasagi, Ibaraki-shi, Osaka 567-0085)

Two anamorphic fungi isolated from spoilt foods were identified as *Arthrini* state of *Apiospora montagnei* and *Arthrini phaeospermum*, respectively. The former fungus has been reported to cause the spoilage of packaging food products such as seasoned soy-sauce for Japanese noodles. The latter was involved in the spoilage of strawberry jam. Therefore, further study was conducted to be confirmed the response of these spoilages. The growth and gas formation of two isolates from the spoilt foods and additional fungi of *Arthrini* state of *Apiospora montagnei* and *A. phaeospermum* were observed on inoculated YM broth in sealed pouches under extremely reduced oxygen tension. The results obtained indicate that the anaerobic growth of these fungi was observed and usually accompanied by formation of carbon dioxide and ethyl alcohol. The control of *Arthrini* growth by elimination of oxygen is not feasible, because of their propagation in a GasPack anaerobic jar. On the other hand, only one strain of *A. phaeospermum*, which was isolated from the thermally processed strawberry jam, was responsible for thermal tolerance examination of spores.

Key words: *Arthrini* spp., Food-borne fungi, Gas former

緒 言

食品の安全性に対する消費者の関心は非常に高くなっている。カビは肉眼で視認できることから苦情（クレーム）につながる事が多く、カビを原因とする食品の苦情事例は近年増加の傾向にある。

最近、麺つゆの膨張事故品から *Apiospora montagnei*

の無性世代 (*Arthrini* アナモルフ) を、またイチゴジャムから *Arthrini phaeospermum* をそれぞれ分離・同定した。一般にカビは好氣的に生育し、胞子の耐熱性も弱いと考えられているが、今回の事例で分離された麺つゆ膨張事故品のカビについては嫌気条件での生育およびガスの産生が、イチゴジャムのカビについては若干の耐熱性が認められた。したがって、これら分離菌とともに、これまでに食品および環境から分離された *Arthrini* 属の菌株についてガス産生能および耐熱性について試験し、結果を比較したので報告する。

[†] 連絡先

^{*1} ☎206-0025 東京都多摩市永山 6-11-10

^{*2} ☎567-0085 茨木市彩都あさぎ 7-4-41

Table 1. Fungi used in this study and their origins

	Strain	Isolation source
<i>Arthrinium</i> state of <i>Apiospora montagnei</i>	JFRL 003.03	ex spoilt seasoned soy-sauce for Japanese noodles, Japan, 2003
	JFRL 046.02	ex spoilt tomato product, Japan, 2002
	JFRL 006.03	ex environments, Japan, 2003
	NBRC 32855	ex living leaf, <i>Phragmites karka</i> , Japan, 1996
	NBRC 100538	ex soil, Japan, 2004
<i>Arthrinium phaeospermum</i>	JFRL 045.02	ex spoilt heat-processed strawberry jam, Japan, 2002
	JFRL 043.05	ex uncertain source, 2005
	JFRL 044.05	ex spoilt pudding, Nagoya City Health Research Institute, Nagoya, Japan, 1988
	NBRC 31950	ex soil, Sankt-Peterburg, Russia, 1979
	NBRC 100562	ex decaying fir needles, <i>Abies veitchii</i> , Japan, 2004

材料および方法

1. 事故検体からの菌の分離・同定

膨張事故品（ビニール袋で1食ずつ個別包装された麺つゆ）中の浮遊物について直接顕微鏡観察を行った結果、浮遊物はカビの菌糸からなっていた。浮遊物および液体部分について真菌分離用クロラムフェニコール加ポテトデキストロース寒天平板培地（栄研化学，東京，PDA）に接種し，25℃で5日間培養した。培養後，PDA上に生育したカビを分離し，JFRL 003.03株とした。なお，検体からは細菌および酵母は分離されなかった。

一方，イチゴジャムに発生した白色のカビと見られる部分をPDAおよびM40Y寒天平板培地に接種し，25℃で3日間培養した。培養後，生育したカビを分離し，JFRL 045.02株とした。

2. 試験菌株

上記の分離株およびTable 1に示す菌株，独立行政法人製品評価技術基盤機構生物遺伝資源部門（NBRC），名古屋市衛生研究所より分与を受けた菌株，これまでに筆者らが分離した菌株を供試し，比較した。

3. 同定試験

分離菌株をポテト・キャロット寒天培地（PCA）およびオートミール寒天培地（OA）に接種し，暗所およびブラックライト照射条件下で25℃，5～20日間培養後，集落について食品衛生検査指針³⁾に従って形態観察を行い，Ellis¹⁾，PittとHocking⁵⁾などの記載を参考に同定した。

また，形態による同定を確認するために，以下のように系統解析を行った。分離菌のDNAを抽出し，PCR法によりD2 LSU rRNA領域のDNAをMicroSeq D2 LSU rDNA Fungal Sequencing Kit [Applied Biosystems]を用いて増幅した後，ABI PRISM 310 Genetic Analyzer [Applied Biosystems]を用いて塩基配列を決定した。得られた配列はCLUSTAL X 1.8 (Jeanmougin, F)を用いてアライメントを行い，また近隣結合法（NJ法）によりTree View 1.6 (Molecular Evolution)を用いて系統樹を作成した。

4. ガス産生能試験

滅菌パウチ袋に5%グルコース YM 液体培地を15 ml ずつ分注した後，PCA 培地平板で25℃，ブラックライト照射条件下で23日間以上培養した試験菌を1白金耳量接種し，パウチ袋内に空気が残らないように注意して口をヒートシールした後，25℃，3～7日間培養した。なお，パウチ袋は酸素透過率の異なる3種類（透過率1.49, 48.5 および 2,500 ml/m³・24 h）を用いた。

試験菌の中でJFRL 003.03株については，産生したガスの組成をガスクロマトグラフ法により測定した。また，パウチ袋（透過率48.5 ml/m³・24 h）に10%グルコース YM 液体培地を分注してガス産生能試験と同様の方法で試験菌を接種し，25℃，5日間培養した後，培養液についてグルコースおよびエタノールの濃度を測定した。

5. 嫌気条件下での生育

試験菌をPDA 培地平板の中心に1点接種し，アネロバック®ケンキ（三菱ガス化学，東京）を用いて，25℃，7日間培養後，形成した集落の直径を測定した。

6. 耐熱性試験

TDT 試験管法⁷⁾により耐熱性を試験した。PCA 培地平板で25℃，ブラックライト照射条件下で23日間以上培養した試験菌の分生子を0.1% Tween80 加リン酸緩衝生理食塩水に懸濁して胞子液を調製した後，リン酸緩衝生理食塩水4.5 ml の入った試験管（内径10 mm）に胞子液0.5 ml を添加して試験液とした。なお，接種量は10⁵～10⁶ cfu/ml となるように調整した。接種した試験液を加熱処理（条件はTable 4 参照）後，直ちに急冷し，試験液をジクロラン・ローズベンガル・クロラムフェニコール寒天培地（DRBC, Oxoid Ltd., Basingstoke, UK）に混釈後，25℃，5日間培養を行って生残菌数を測定し，1 ml 当たりの生菌数として示した。

結 果

1. 原因菌の同定

形態を観察した結果，以下に示す特徴が認められた（Fig. 1～4）。

JFRL 046.02 および JFRL 003.03: PCA および OA,

Fig. 1. *Arthriniun* state of *Apiospora montagnei* JFRL 003.03. Colonies on PDA (top), PCA (bottom left), OA (bottom right) under black light, at 25°C, for 14 days.
 2. *Arthriniun* state of *Apiospora montagnei* JFRL 003.03. Conidiogenous structures and conidia ($\times 930$).
 3. *Arthriniun phaeospermum* JFRL 045.02. Colonies on PDA (top), PCA (bottom left), OA (bottom right) under black light, at 25°C, for 14 days.
 4. *Arthriniun phaeospermum* JFRL 045.02. Conidiogenous structures and conidia ($\times 930$).
 5. Gas production test of the strain JFRL 006.03. Control (left) and swelled of pouch type B by gas production (incubated at 25°C, for 7 days).

Table 2. Gas production activity of *Arthriniium* spp.

Fungus and strain	Gas production in the pouch of *1					
	Type A		Type B		Type C	
	7 days	14 days	7 days	14 days	7 days	14 days
<i>Arthriniium</i> st. of <i>Apiospora montagnei</i>						
JFRL 003.03	—*2	+	++	++	++	++
JFRL 046.02	+	+	++	++	+	++
JFRL 006.03	+	+	++	++	+	++
NBRC 32855	+	+	++	++	++	++
NBRC 100538	—	+	+	+	+	+
<i>Arthriniium phaeospermum</i>						
JFRL 045.02	+	+	+	+	+	+
JFRL 043.05	+	+	+	+	+	+
JFRL 044.05	+	+	++	++	+	+
NBRC 31950	—	+	+	+	+	++
NBRC 100562	—	+	++	++	+	++

*1 Type A: oxygen transmittance, 1.49 ml/m³·24 h

Type B: oxygen transmittance, 48.5 ml/m³·24 h

Type C: oxygen transmittance, 2,500 ml/m³·24 h

*2 — indicates no gas production; + indicates no swelling of pouch by less gas production; ++ indicates swelling of pouch by significant gas production.

25℃, 7日間培養後の集落は直径 62~68 mm, 白色~灰白色, 薄い基底菌糸層上に気生菌糸および暗褐色の分生子塊を形成した. 分生子柄母細胞は無色, フラスコ形, 5~9×4~6 μm, 分生子柄は母細胞から直立, 単生, 無色, 幅 1~2 μm. 分生子は 1 細胞, 暗褐色, 滑面, レンズ形, 正面からは円形, 側面からは紡錘形, 5~9×4~6 μm, ときに不規則な楕円形, 10~17×3~5 μm, 両面の接合部には無色のバンドがある.

以上の形態的な特徴から, JFRL 046.02 および JFRL 003.03 株を *Apiospora montagnei* の *Arthriniium* アナモルフと同定した.

JFRL 045.02: PCA および OA, 25℃, 7日間培養後の集落は直径 87 mm 以上, 白色~灰白色, 薄い基底菌糸層上に気生菌糸および暗褐色~黒色の分生子塊を形成した. 分生子柄母細胞は無色, フラスコ形, 5~7×4~7 μm, 分生子柄は母細胞から直立, 単生, 無色, 幅 1~2 μm. 分生子は 1 細胞, 暗褐色, 滑面, レンズ形, 正面からは円形, 側面からは紡錘形, 7~11×4~7 μm, ときに不規則な楕円形, 14~17×4~5 μm, 両面の接合部には無色のバンドがある.

以上の形態的な特徴から JFRL 045.02 株を *Arthriniium phaeospermum* と同定した.

また, 形態による同定結果を確認するために行った系統解析では, *Arthriniium-Apiospora* 群には 4 つの主要なクラスターが存在するとの報告もあるが²⁾, 標準株として用いた NBRC 株との間で D2 LSU rDNA 領域の塩基配列は完全に一致した (結果省略).

2. ガス産生能試験

結果を Table 2 に示した. 培養 14 日目でパウチ袋 A では試験菌すべてにおいてガスの産生が認められた. 一

方, パウチ袋 B および C においては培養 7 日目で試験菌すべてにガスの産生が認められ, 多くの菌株でパウチ袋が膨張した (Fig. 5). 膨張したパウチ袋のガスの産生量は C より B のほうが多い傾向にあったが, NBRC 31950 株では C のみで膨張が認められた. パウチ内の液体培地中での試験菌の生育はパウチ袋 A に比べて B および C が良好であったが, B と C では差は見られなかった.

JFRL 003.03 株のパウチ内ガス測定値は二酸化炭素 96.0% となり, ガスのほとんどが二酸化炭素であることが明らかになった. また, 同菌の 25℃, 5日間培養後の培養液中のグルコース濃度は 9.32% (YM 液体培地中のグルコース濃度 10%), エタノール濃度は 0.2% となり, 培養液中のグルコースが消費されてエタノールが検出されたことから, 試験菌のガス産生はアルコール発酵によるものと推測された.

3. 嫌気条件下での生育

Apiospora montagnei の *Arthriniium* アナモルフは供試した 5 株すべてが 7日間培養後の集落直径が最大約 40~50 mm までとなり, 嫌気条件下でも好気状態の約 60~70% 程度の生育を示した. 一方, *Arthriniium phaeospermum* では嫌気条件で JFRL 045.02, JFRL 043.05 の 2 株について生育が認められなかったほか, 生育が認められた 3 株においても 7日間培養後の直径が最大約 20 mm までとなり, 好気状態の約 20% 程度の生育にとどまった.

4. 耐熱性試験

Table 3 に示すように, JFRL 045.02 株以外のすべての試験菌株は 60℃, 1 分間の加熱処理で死滅した. しかし, *Arthriniium phaeospermum* JFRL 045.02 株は

Table 3. Heat resistance of conidia of *Arthrini* spp. at 60°C and two heating times

Fungus and strain	Viable counts (CFU/ml)		
	Initial	1 min heating	5 min heating
<i>Arthrini</i> st. of <i>Apiospora montagnei</i>			
JFRL 003.03	9.0×10^3	0	0
JFRL 046.02	1.3×10^4	0	0
JFRL 006.03	5.6×10^3	0	0
NBRC 32855	2.1×10^4	0	0
NBRC 100538	1.3×10^4	0	0
<i>Arthrini</i> <i>phaeospermum</i>			
JFRL 045.02	1.6×10^4	13	17
JFRL 043.05	2.5×10^4	0	0
JFRL 044.05	1.7×10^4	0	0
NBRC 31950	1.0×10^4	0	0
NBRC 100562	3.8×10^3	0	0

Table 4. Heat resistance of conidia of *Arthrini* *phaeospermum* JFRL 045.02 strain at different temperatures and heating times

Heating temperature (°C)	Heating time (min)	Viable counts (CFU/ml)	Percentage survival (%)
50	0	1.6×10^4	100
	1	1.3×10^4	81.3
	5	2.1×10^3	13.1
	10	23	0.14
60	0	1.6×10^4	100
	1	13	0.08
	5	17	0.1
	10	14	0.09
70	0	1.6×10^4	100
	1	16	0.1
	5	14	0.09
	10	8	0.05
80	0	4.1×10^4	100
	1	28	0.07
	5	19	0.05
	10	17	0.04
90	0	4.1×10^4	100
	1	18	0.04
	5	4	0.01
	10	0	0

60°C, 5 分間の加熱でも生残した。そのため本菌について加熱条件 50~90°Cでの耐熱性を検討したところ, Table 4 に見られるように, 90°C, 5 分間の加熱処理でも生残率はわずかながら, 生育が認められた。

考 察

糸状不完全菌類の *Arthrini* 属は世界中に広く分布し, 約 45 種が知られているが, ほとんどは腐生性で, 枯死した植物体, 特に湿地で草本植物の茎葉に見られる。また, 土壌からも分離されることがある。食品では穀類から検出されるほか, ナッツ類, イモ類, 豆類などの農産物から数種が記録されている。食品から分離される代表的な種は *Arthrini* *phaeospermum* であるが, *Apiospora montagnei* のアナモルフもまた同様に食品か

ら検出される⁵⁾。

加工食品における膨張事故の原因は多くが酵母または細菌によるものであるが, 膨張事故品から分離された *Apiospora montagnei* のアナモルフにガス産生による膨張の再現性が認められ, カビの汚染によっても食品の膨張事故が起こることが示された。試験に用いた *Arthrini* 属 10 株すべてにガスの産生が認められたことから, *Arthrini* 属による二酸化炭素の産生は系統に特異的な性質ではなく, *Arthrini* *phaeospermum* および *Apiospora montagnei* のアナモルフに共通した性質であると考えられた。また, 二酸化炭素の産生はアルコール発酵によるものと推測された。

酸素透過率の異なる包装材料でガス産生能を試験した結果, *Arthrini* 属は完全な無酸素状態よりも低酸素

状態においてアルコール発酵が盛んに行われ、ガス産生における至適酸素濃度は株によって異なる可能性も示唆された。膨張事故品の麺つゆはヘッドスペースのない状態でビニール包装されていたため、原因菌は麺つゆ中の溶存酸素および包装フィルムからわずかに透過した酸素を利用して生育し、アルコール発酵によりガスを産生したと推測される。

食品包装フィルムの酸素透過率は目的によってさまざま、ポリエチレン系の素材は $2,200 \sim 13,000 \text{ ml/m}^3 \cdot 24 \text{ h}$ と高い酸素透過性をもつものに対してポリエステルやナイロンでは $75 \sim 120 \text{ ml/m}^3 \cdot 24 \text{ h}$ 程度と低い。この値をもって酸素バリア性があるといわれていた時代もあったが、最近では酸素バリア性フィルムとして扱われるのは通常、酸素透過率 $10 \sim 20 \text{ ml/m}^3 \cdot 24 \text{ h}$ 以下のフィルムである。酸素バリア性のある素材としてはポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、エチレン・ポリビニルアルコール共重合体などが挙げられる。これらは単体で使われるほか、大部分はラミネート基材として用いられている⁴⁾。 *Arthrini* 属は嫌気状態でも生育可能な株もあり、わずかな酸素濃度の上昇にも敏感に応答するため、真空包装、ガス置換包装、酸素吸収剤封入包装でもカビが発生する可能性がある。

一般にカビは好気性微生物とされ、酸素濃度が1%以下では生育率が激減し、0.1%では限られた菌種のみが生育するものと思われる。しかし、このことは必ずしも実験的な実証があるわけではない。Tabak と Cooke⁸⁾ によると、100%窒素ガス気相中でも嫌気的な生育を示す種として、 *Geotrichum candidum*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *Aureobasidium pullulans*, *Penicillium* spp., *Exophiala jeanselmei*, *Mucor hiemalis*, *Phoma herbarum*, *Trichoderma viride* などが報告されている。また、 *Fusarium oxysporum* および *Mucor* spp. については嫌気条件下でアルコール発酵を行うことが知られている¹⁰⁾。これらのカビのほとんどが食品汚染カビとしてもしばしば検出されるので、気相調整によるカビの制御は水分活性や pH などの他の要因との相乗的な効果としてとらえるべきであろう。また、食品包装材料の選定には注意を払う必要がある。酸素バリア性の不十分なフィルムを用いた包装では透過した酸素を消費してカビが発生、さらには膨張事故が起こる可能性が十分にある。

今回加熱加工食品から分離された *A. phaeospermum* JFRL 045.02 株は不完全菌としてはかなりの熱抵抗性が認められた。 *A. phaeospermum* の耐熱性については報告があり、リンゴジュース中、88℃、1.5 分および水中、105℃、2.5 分の加熱で分生子が生残したという⁵⁾。しかし、坪内らの変敗プリンより分離した *A. phaeospermum* には耐熱性が認められず、60℃、10 秒間の加熱で死滅している⁹⁾。今回試験した *Arthrini* 属 10 株の中でも耐熱性が認められたのは 1 株のみで

あったことから、耐熱性は種よりも株レベルでの特性であると考えられる。糸状不完全菌類の耐熱性の獲得には厚壁の分生子のほか、厚膜胞子の形成や菌糸の厚壁化が関係していると考えられるが⁶⁾、耐熱性の認められた *A. phaeospermum* JFRL 045.02 株とその他の菌株との間で形態的な違いは見られなかった。

Arthrini 属菌を含めて、今後も新たな膨張原因菌や耐熱性菌として種々のカビが検出される可能性は高く、原材料を含め加熱殺菌以前でのトータルな汚染防止対策が品質管理上重要ではないかと考えられる。

要 約

変敗食品から分離された糸状不完全菌類 *Arthrini* 属のカビについて菌種を同定した。また、変敗原因菌であることを確認するために、分離菌株のガス産生能試験および嫌気条件下での生育、耐熱性試験を行った。比較のため、関連の標準菌株と既存の食品・環境由来分離株などを併せて供試した。

1) 2003 年、麺つゆの膨張事故品から分離したカビ菌株について、ポテト・キャロット寒天培地およびオートミール寒天培地を用いて、25℃、暗所およびブラックライト照射下で 5~20 日間培養し、形成された集落、分生子形成細胞、分生子を観察して、 *Apiospora montagnei* の *Arthrini* アナモルフと同定した。また、2002 年に変敗したトマト加工品から分離された 1 菌株も同一種と確認した。

2) 2002 年、イチゴジャムに発生した白色の変質部分から分離したカビ菌株について、1) と同様の条件下で培養し、同定を行った結果、 *Arthrini phaeospermum* であることが判明した。

3) 以上の変敗食品由来株および標準菌株など、 *Apiospora montagnei* の *Arthrini* アナモルフ 5 菌株、 *A. phaeospermum* 5 菌株についてガス産生能および嫌気条件下の生育について試験を行った結果、供試したすべての *Arthrini* 菌株が使用したパウチ袋（酸素透過率 1.49, 48.5 および 2,500 $\text{ml/m}^3 \cdot 24 \text{ h}$ ）中の 5% グルコース YM 液体培地中で生育し、7~14 日間後にはガス（二酸化炭素）を産生し、袋の膨張が観察された。また、PDA 培地、アネロパック®ケンキを使用、25℃、7 日間培養後の集落形成を調べた結果、 *Apiospora montagnei* の *Arthrini* アナモルフ全 5 菌株、 *A. phaeospermum* の 3 菌株について生育が認められた。特に前者では好気状態の約 60~70% 程度の生育に達した。以上の知見から、食品にしばしば汚染が見られる *Arthrini* 属菌について、加工包装食品の膨張事故原因となる可能性が示唆された。

4) ガス産生能試験に用いた 10 菌株について加熱媒体としてリン酸緩衝生理食塩水を用い、TDT 試験管法により耐熱性試験を行った。接種源としてポテト・キャロット寒天培地、25℃、ブラックライト照射下で 23 日

間以上培養し、形成された分生子を使用した。耐熱性を示した菌株は、変敗イチゴジャムから分離した *A. phaeospermum* 1 株のみで、90°C、5 分間の加熱処理後もわずかに生残した。この結果から、*Arthrini* 属菌の孢子耐熱性は個々の菌株レベルの特徴と考えられた。

本研究で得られた知見は、特に加工食品におけるカビ汚染の制御の面で役立つものと思われる。

謝 辞

試験菌株の一部を供与いただいた坪内春夫、戸矢崎紀紘氏に深く感謝します。

文 献

- 1) Ellis, M. B.: Dematiaceous Hyphomycetes. p. 567-575, C.A.B. Commonw. Mycol. Inst., Kew (1971).
- 2) 後藤慶一, 若林佳子, 新井大介, 岡田 元: *Arthrini* 属および関連属菌の系統分類 (第 1 報): リボゾーム RNA 遺伝子群および β チュープリン遺伝子からのアプローチ. 日微資源誌, **17**, 113 (2001).
- 3) 厚生労働省: 食品衛生検査指針 微生物編. p. 394-401, 日本食品衛生協会, 東京 (2004).
- 4) 大須賀 弘: 新・食品包装用フィルム—フレキシブル包装と環境—改訂版. p. 206-212, 日報, 東京 (1994).
- 5) Pitt, J. I. and Hocking, A. D.: Fungi and Food Spoilage. 2nd ed., p. 74-75, Chapman & Hall, New York (1997).
- 6) Samson, R. A., Hoekstra, E. S. and Frisvad, J. C.: Introduction to Food- and Airborne Fungi. 7th ed., p. 339-356, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht (2004).
- 7) 芝崎 勲: 食品殺菌工学 改訂新版. p. 63-124. 光琳, 東京 (1998).
- 8) Tabak, H. and Cooke, W. B.: Growth and metabolism of fungi in an atomosphere of nitrogen. Mycologia, **60**, 115-140 (1968).
- 9) 坪内春夫, 山本勝彦, 坂部美雄, 宇田川俊一: 変敗プリンより分離した食品汚染菌 *Arthrini* *phaeospermum*. 名古屋市衛研報, **34**, 57-60 (1988).
- 10) 宇田川俊一, 上田成一: カビ汚染と危害. 宇田川俊一編, p. 15-16. 幸書房, 東京 (2004).