

アサマNEWS

パートナ

2010-11 No. 139

バイキン博士の衛生雑談

ばい菌博士の食品衛生談義

34 食品微生物の分類の変革

1. 分類は変わりすぎる？

「細菌の分類はつぎつぎに変わるのでついていけない」、
ということは、わたしが、微生物のしごとについてから、
ずっといわれ続けてきた。

それにたいして「分類学は日に日に進歩するので、や
むをえないことです」と答えてきたけれども、近年の変
化は「ついていけない」とわたしにも思わせるほどま
がるしい。

変化の原因は、分類体系の、革命的といってよいほど
の変容にある。

2. 分類体系の変化

細菌の大きさ・形をしらべ、オキシダーゼテストをやり、
デンプンを分解するか、ウレアーゼをもっているか、ど
のような糖を分解するかなど、数十に及ぶテストをして、
ようやく、どの菌であるか、あるいは今まで報告されな
かった菌であるかを決定する。

このような古典的な方法から、16SrDNAなどの遺伝子
の配列を解析し、データベースと照合して、その細菌が
誰であるかを決める、という方法に、同定のルーチンも
変わってきた。

遺伝子の配列を基礎にする分類は、また、微生物同士
の系統関係を科学的に明らかにしてきた。進化のいつの
時代にそれぞれの細菌が枝分かれし、さらに枝分かれを
繰り返しながら、どのように現代の姿に到達したのかを
見ることができる。

このような系統進化の研究によって、多くの細菌が分
類上の再編成を受けることになった。また、従来ひとつ
だったグループ、例えば属が、数多くの属に分けられ、
ひとつの種が数種にわけられた。その変化はめまぐるし
く続いている。

細菌の系統進化にもとづくこの再編成の過程では、わ
が国の研究者が大きな貢献をしている。

細菌分類の世界に起こっているこのような変化を、こ
こで細かく述べることはとてもできないけれども、食品
細菌の分野に関係して、それも代表的な細菌グループに

限って、かいつまんで紹介しよう。

3. バシラス属

遺伝子の塩基配列を大きな基準として、好気性胞子細
菌の再編成が1990年代からはじまった。

まず、好気性胞子細菌は、以前のバシラス属からバシ
ラス目に格上げされ、食品に関係のあるバシラスは、そ
の中の4つの科に含められた。それらの科を通して、下
の表1のように7つの属がおかれた。

表1. バシラス属細菌の再編成
(括弧内はそれぞれの属に含まれる種の数)。

バシラス科 (Family <i>Bacillaceae</i>) 19属
バシラス属 (Genus <i>Bacillus</i>) (53)
<i>B. subtilis</i> , <i>B. alvei</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. circulans</i> , <i>B. coagulans</i> など
ジェオバシラス属 (Gen. <i>Geobacillus</i>) (25)
<i>G. stearothermophilus</i>
アリサイクロバシラス科 (Fam. <i>Alicyclobacillaceae</i>) 1属
アリサイクロバシラス属 (Gen. <i>alicyclobacillus</i>) (21)
<i>A. acidoterrestris</i> など
ピーニバシラス科 (Fam. <i>Paenibacillaceae</i>) 7属
ピーニバシラス属 (Gen. <i>Paenibacillus</i>) (113)
<i>P. alvei</i> , <i>P. macerans</i> , <i>P. polymyxa</i> など
アニューリニバシラス属 (Gen. <i>Aneurinibacillus</i>) (5)
ブレビバシラス属 (Gen. <i>Brevibacillus</i>) (16)
<i>B. brevis</i> , <i>B. laterosporus</i> など
スポロラクトバシラス科 (Fam. <i>Sporolactobacillaceae</i>) 1属
スポロラクトバシラス属 (Gen. <i>Sporolactobacillus</i>) (9)
<i>S. putidus</i> など

高温細菌として以前から知られていたバシラス・コア
ギュランスとバシラス・ステアロサーモフィラスのう
ち、コアギュランスはバシラス属に残ったけれども、ス
テアロサーモフィラスは、ロシアの研究者たちによっ
て、高熱油井に住むバシラス種とともにジェオバシラス
(*Geobacillus*) 属に含められた。

4. クロストリジウム属

嫌気性胞子細菌のクロストリジウムも大幅な再編成を
受けている。(表2)

括弧で示したのは、その属の中に含まれる種の数で、
これで見えて分かるように、従来のクロストリジウム種の

大部分は、依然クロストリジウム属の中に置かれている。

表2. クロストリジウムの再編成

クロストリジア目
クロストリジア科 (Fam. Clostridiaceae)
クロストリジウム (Gen. Clostridium) (196)
キャロラメイター (Gen. Caloramator) (7)
オキシバクター (Gen. Oxobacter) (1)
ペプトストレプトコッカス科 (Fam. Peptostreptococcaceae)
フィリファクター (Gen. Filifactor)
サーモアナエロバクテリア目 (Ord. Thermoanaerobacteriales)
サーモアナエロバクテリア科 (Fam. Thermoanaerobacteriaceae)
サーモアナエロバクター (Gen. Thermoanaerobacter) (19)

この再編成の中で目立つ変化は高温細菌のクロストリジウム・サーモサッカロリテイカム (*Cl. thermosaccharolyticum*) が、高温嫌気細菌目 (*Thermoanaerobacteriales*) に含められ、サーモアナエロバクテリア目・サーモサッカロリテイカム (*Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum*) となったことだろう。

再編成された後のクロストリジウム属には、現在なお、ほぼ200種近くが記載されている。これらの中には形態も、性状も、また主な生息地域も異なるものも多い。いずれ、この属についてもさらなる再編成がおこなわれるものと考えられる。

5. シュードモナスとその類縁菌

食品腐敗細菌、とくに低温での腐敗細菌として、最も重要な細菌種がシュードモナスである。

このグループについても、やはり系統進化の研究によって、主に1980年以降に大きな変遷をうけている。(表3)

表3. シュードモナスの再編成
(括弧内はその属に含まれる種の数)

シュードモナス目 (Ord. Pseudomonadales)
シュードモナス科 (Fam. Pseudomonadaceae)
シュードモナス (Gen. Pseudomonas)
バーコリデリア (Gen. Burkholderia) (43)
アシドボラックス (Gen. Acidovorax) (15)
コマモナス (Gen. Comamonas) (13)
スフィンゴモナス (Gen. Sphingomonas) (48)
ザントモナス (Gen. Xanthomonas) (29)

シュードモナス属に含められていた菌種のうち、多くの動物病原菌はバーコリデリア (*Burkholderia*) に、また、他のいくつかの種も表に示した属を含め、約20の属に移された。

食品の腐敗に関係の深い細菌は、新しい分類でのシュードモナス属に含まれている。新しいシュードモナス属の細菌もその後つぎつぎに報告され、現在では約120種を数えている (PubMed)。

このように、シュードモナスの種は非常に多く、食品中にもそれらの多くが検出されてもよいように思う。しかし、さまざまな食品の腐敗細菌として現在までに報告された菌種の数はいずれも多くない。その中で、食品の

腐敗原因菌として、つねに挙げられる常連は、Ps. フルオレッセンス (*P. fluorescens*)、Ps. フラジ (*P. fragi*)、Ps. ランデンシス (*Ps. lundensis*)、Ps. ピュティダ (*P. putida*) の4菌種である。

ところが、これらの種についての分類研究はまだはまだ進んでいない。Ps. フルオレッセンスについては、以前から変異株の多い種として知られており、現在ではそれぞれ均一な種ではなく、少なくとも4種以上の、さまざまな菌種、亜種の集合体であると見られている。また、Ps. フラジ、Ps. ピュティダなどの菌種についても、それぞれいくつかの菌種に細分化される趨勢にある。

6. 色素細菌

グラム陰性で、運動性をもたず、赤-黄色のコロニーをつくる好気性細菌は、以前、まとめてフサイトファガー-フラボバクテリア目とされてきた。このような細菌は、しばしば食品に増殖し、表面を着色する。

このグループは均質なものではなく、さまざまなグループの細菌を、上のような特徴だけでひとまとめにされてきたものであることは、山里たちのグループによる研究で明らかにされていた。その後の系統分類研究の結果、いわゆるフラボバクテリアはバクテリアの中でも、グラム陽性細菌 (ファーミキューテス, *Firmicutes* phylum)、他の多くのグラム陰性細菌 (プロテオバクテリア *Proteobacteria* phylum) とは異なるバクテロイデス (*Bacteroides*) の仲間に入ることになり、再編成が行われてきた。食品に多少とも関係の深い菌種については、下の表(表4)になっている。

多くの色素細菌が、分類体系の中では、極めて遠い所に位置していることがわかる。

(清水 潮 元東京大学・広島大学教授)

表4. サイトファガー-フラボバクテリア目の再編成
(括弧内はその属に含まれる種の数)

バクテロイデス門 (phylum Bacteroidetes)
サイトファジア綱 (class Cytophagia)
サイトファガレス目 (order Cytophagales)
サイトファガシー科 (fam. Cytophagaceae)
サイトファガ (gen. Cytophaga) (4)
フレキシバクター (gen. Flexibacter) (7)
フラボバクテリア綱 (class Flavobacteria)
フラボバクテリアレス目 (ord. Flavobacteriales)
フラボバクテリアシー科 (fam. Flavobacteriaceae)
フラボバクテリアム (<i>Flavobacterium</i>) (57)
エンペドバクター <i>Empedobacter</i> (1),
クリセオバクテリアム <i>Chryseobacterium</i> (47),
スフィンゴバクテリア綱 (class Sphingobacteria)
スフィンゴバクテリアレス目 (ord. Sphingobacteriales)
スフィンゴバクテリアシー科 (fam. Sphingobacteriaceae)
スフィンゴバクテリアム <i>Sphingobacterium</i> (13),
スフィンゴモナス <i>Sphingomonas</i> (48)

食 品 加 工 と 微 生 物

その 54. ノロウイルスによる食中毒 (4)

ノロウイルス食中毒の伝播様式

ノロウイルス食中毒の起こり方は、前回にも述べたが、整理すると次の4つに分けられる。

(1) 汚染されたカキなどの二枚貝によるもの

ノロウイルスに感染したヒトの糞便・嘔吐物がトイレに流されると、大量のウイルスが下水処理場に流入することになる。ノロウイルス流行期には、1リットル当たり数千万個～数百万個が流入するといわれる(図1)。これらは下水処理場でほとんど除去されるが一部は下水処理場から放出され、河川から海域を汚染していく。海では20リットル当りの検査では不検出のレベルまで希釈されるが、そこに生息するカキなど二枚貝では、1日に1億個以上のプランクトンを摂取するため、大量の海水(1時間に10リットル以上)をろ過するので、内臓の中腸腺に海水中のノロウイルスを濃縮・蓄積することになる。このようなカキを生食または加熱不足で食べることによって食中毒が発生する。

図1. 患者糞便(上)および吐物(下)中のノロウイルス量(西尾ら)

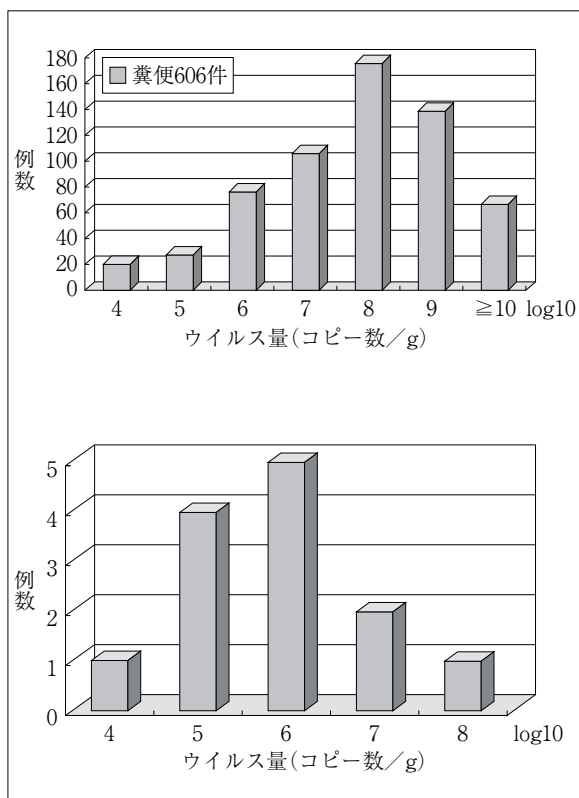


表1は2000/01～2003/04の4シーズン(各10月～翌3月の期間を1シーズンとする)に市販されていたバック詰め剥き身カキについて、ノロウイルスの汚染状況を調べた結果であるが、生食用で平均12.9%、加熱加工用で平均24.4%の汚染率であった。加熱用の方が高い汚染率であったが、生食用もシーズンによっては20%と高い年もあるので注意が必要である。

表1. 市販生カキ中のノロウイルス汚染状況(入谷ら)

	2001/01	2001/02	2002/03	2003/04	合計
生食用	1/11※ (9.1%)	3/35 (8.6%)	7/35 (20.0%)	4/35 (11.4%)	15/116 (12.9%)
加熱加工用	2/10 (20.0%)	1/11 (9.1%)	4/11 (36.4%)	3/9 (33.3%)	10/41 (24.4%)
合計	3/21 (14.3%)	4/46 (8.7%)	11/46 (23.9%)	7/44 (15.9%)	25/157 (15.9%)

表2は主にアジアから輸入された生鮮魚介類についてノロウイルス汚染状況を調査した結果である。検体数の多いものをみると、アカガイ、アサリ、加熱用カキ、タイラギ、ハマグリで15～19%の汚染率であった。

表2. 輸入生鮮魚介類のノロウイルス検出状況(西尾ら、武田ら)

種類	検体数	陽性数	陽性率(%)
アカガイ	723	130	18.0
アサリ	58	11	19.0
ウチムラサキガイ	3	2	66.7
カキ	55	4	7.3
カキ(加熱用)	96	14	14.6
カキ(生食用)	97	2	2.1
シジミ	6	2	33.3
タイラギ	92	16	17.4
バカガイ	1	1	100.0
ハマグリ	414	74	17.9
その他二枚貝	15	0	0
ウシエビ	1	1	100.0
ブラックタイガー	79	10	12.7
その他エビ	4	0	0

(2) 食品取扱者による食材の汚染

ノロウイルスに感染した食品取扱者・調理者がノロウイルスに汚染された糞便や嘔吐物を食品に付着・汚染させることで食中毒が起きる場合がある。最近はこのような原因による大規模食中毒事例(表3)が増えているが、多くの場合、調理者が素手で調理することが主原因と考えられている。中には、ノロウイルスに感染しても発症しないが、ウイルスを排出する不顕性感染者が認められ、このようなヒトが食品を取り扱ったことによる事例も生じている。不顕性感染者の中には、食中毒事件から2週間後にも107コピー/gという多量のウイルスを排出しているような事例も知られている。

表3. 患者数500人以上の食中毒事件(2006年)

原因施設	月日	原因施設	原因食品	原因物質	患者総数	喫食者数	死者
1 山梨県	4.20	給食施設	ロールキャベツ	ノロウイルス	585	1,446	0
2 埼玉県	6.13	仕出屋	不明(仕出弁当)	ノロウイルス	710	2,080	0
3 千葉県	10.29	仕出屋	不明	ノロウイルス	507	不明	0
4 奈良県	12.8	仕出屋	不明(仕出弁当)	ノロウイルス	1,734	4,137	0
5 秋田県	12.11	仕出屋	不明(弁当)	ノロウイルス	781	5,505	0
6 大阪府	12.11	仕出屋	不明(仕出弁当)	ノロウイルス	801	不明	0

(3) 飲料水汚染による場合

ノロウイルスに汚染された井戸水や簡易水道によって食中毒が発生することがある。このような食中毒では原因食材の特定が困難な場合が多いが、患者発生が連続的に見られるのが特徴である。飲料水の塩素消毒（残留塩素0.1ppm）では、大腸菌は死滅するので検出されないが、ノロウイルスは不活性化されないで食中毒となる。

(4) ヒトからヒトへの汚染

このケースでは、食品を介さないこともあるので食中毒とは言えない場合もあるが、一般に「ヒト-ヒト感染」と呼ばれる。トイレでの排便後に手に付いたウイルスを、トイレの蓋やレバー、水道の蛇口に汚染したり、また嘔吐物・糞便などの処理時に、手や雑巾、バケツ、蛇口などがノロウイルスに汚染され、汚染された手でドアノブや身の回りを汚染する（表4）。それらの汚染された場所を他の健康者が手で触れ、その手指を口に触れて感染したり、食事の際に手指を介して感染したりする。

表4. 高齢者施設の拭き取り検査成績（西尾ら）

場所	ノロウイルスコピー数（cm）
トイレの便座	520～15,000
手すり	110～5,900
ドアノブ	120～270

また、ノロウイルスに汚染された糞便や嘔吐物が乾燥し、室内に塵となって漂い、それが直接口に入ったり、食べ物や衣服に付き、手を介して感染することがある。

また別の事例では、プールの水や浴槽の湯がノロウイルスに汚染され、それを介して感染する場合もある。風呂の温度ではノロウイルスは1時間以上生存可能であるため、感染者が入浴した後に利用したヒトが感染することもある。

ノロウイルス食中毒の予防は加熱と手洗い

ここでは上記の4項目ごとに、食中毒防止策をまとめ

ておきたい。

(1) カキを介しての食中毒の防止には、現状では養殖海域へのウイルスの流入を完全に防止することは困難である。生食用カキでは出荷前に、しばらく殺菌海水（紫外線照射海水）などに置くことで浄化を行っているところが多くなっているが、細菌に比べて中腸腺に蓄積されたノロウイルスは除去効果が悪く、また輸入の二枚貝も表2に示したように、生食用も含めて汚染率が高い。そのため、生食用であっても加熱（85℃、1分以上）をすることが望ましい。その他の食品や布巾、まな板、食器などもできるだけ加熱を行う。

(2) 食品取り扱い者からの汚染防止には、現実的には検便で保菌状態を調べることは難しいので、日常的な健康管理を十分行い、手洗いの徹底、食品に触れる場合には手袋の着用など、予防措置を徹底することが重要となる。

(3) 飲料水による食中毒の防止は水源近くのウイルス汚染の防止が必要であるが、実際には汚染に気づかず食中毒なる場合が多い。水源が疑わしい場合には、使用前に加熱殺菌することが望ましい。

(4) ヒト-ヒト感染の防止には、まずトイレのあとには手洗いを十分し、室内環境を汚染しないことが重要である。また嘔吐物などがある場合には、速やかに処理をし、処理によって汚染が広がることのないように注意が必要である。ノロウイルスは次亜塩素酸ナトリウムにも比較的強いので、ペーパータオルで汚物を拭き取り（ペーパータオルは塩素濃度1,000ppm程度の次亜塩素酸ナトリウムに浸しておく）、その後汚れた場所を次亜塩素酸ナトリウム（塩素濃度200ppm）で浸すように拭く。

最後にカキによるノロウイルス感染防止のための管理措置について、食品安全委員会の提言案（図2）を参考にあげておく。

（東京海洋大学名誉教授、東京家政大学生生活科学研究所 所長 藤井建夫）

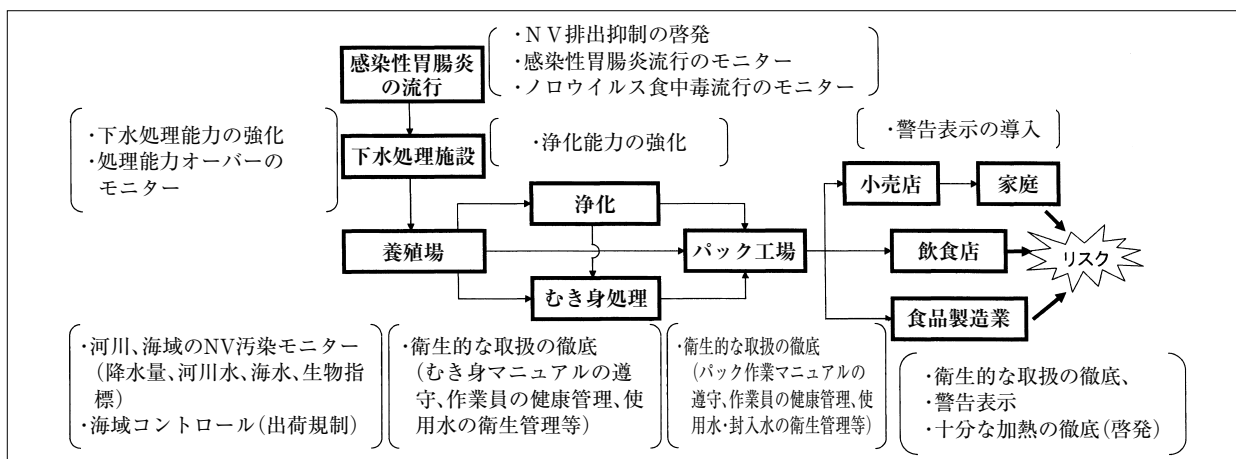


図2. カキを主とする二枚貝によるノロウイルス感染防止のための管理措置（食品安全委員会）

アサマ化成株式会社

E-mail : asm@asama-chemical.co.jp

http://www.asama-chemical.co.jp

●本社 東京 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285
 ●大阪営業所 大阪 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889
 ●東京アサマ化成 東京 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
 ●中部アサマ化成 名古屋 名古屋市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
 ●九州アサマ化成 福岡 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092)582-5295 FAX (092)582-5304
 ●桜陽化成 札幌 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061