



## 腐敗と食中毒

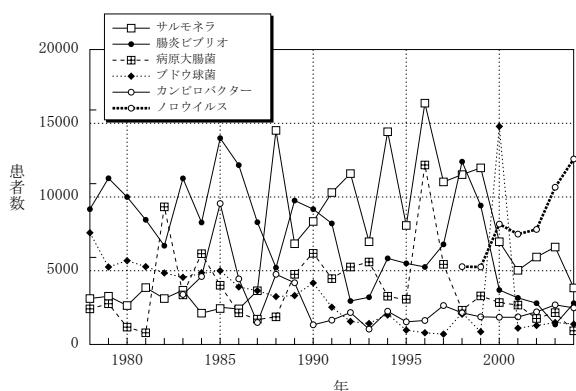
### 6. ノロウイルス

#### ノロウイルス食中毒の拡がり

ノロウイルスによる腸炎は1970年代の終わりから、イギリス、オーストラリア、アメリカで報告され、現在では多くの先進国で冬季の食品由来胃腸炎の原因の主なものひとつに数えられるようになった。アメリカの疾病対策予防センター（CDC）推定ではアメリカの胃腸炎患者の約50%がノロウイルスによるもので、毎年2千3百万人の患者が発生するという。

わが国でもこのウイルス（およびその他のウイルス）が食中毒原因物質として食品衛生法に追加された1998年からの統計をたどると（図1）このウイルスが食中毒の中でもっとも大きな原因微生物になることが分かる。

図1 わが国の主な食中毒での患者数の推移



1989年3月に豊田市の9つの小学校で学校給食が原因となって生徒3,236人、教員117人が罹患するという大きな食中毒がおきた。調査の結果、ある給食センターの一人の調理人がこのときのノロウイルスに感染していたことが判明した。

2003年にはこのウイルスによる大きな集団食中毒が3件報告されている。1月には北海道厚岸町でも学校給食でのきな粉をまぶしたねじりパンによる661名のノロウイルス食中毒があり、原因是ノロウイルスに感染したパン製造業者にあると推定された。また、同じ月に東京、文京区の二つの小学校で、計421名の児童・教諭・給食調理人がノロウイルス食中毒に罹った。検査の結果、汚染が疑われたバターロールパン・牛乳からはノロウイルスは検出されなかったが、患者と調理人から同じウイルス株が検出され、やはり調理人が感染源であったと推定された。11月には長崎

市方面を修学旅行で訪れた3校の生徒、教師1,477名が長崎の著名なレストランで食事をし、そのうちの790名が嘔吐、下痢、発熱などの症状を伴う食中毒にかかりた。調査の結果患者とレストラン従業員の便、および調理台の表面から単一のウイルス株が検出された。一方食べ物の方からはウイルスが検出されず、ノロウイルスに感染していた従業員からの汚染が原因であると推定された。

#### ノロウイルス

ノロウイルスは1968年にアメリカのノーウォーク（Norwalk）市でおきた食中毒をきっかけ1972年に報告されたノーウォークウイルスが原型で、その後アメリカのスノウマウンテン、ハワイ、英国のトートン、ムーアクロフト、バーネット、アミューリー、わが国のサッポロ、オトフクなど各地で類似のウイルスが発見された。これらはそれぞれ発見地の名前が付けられている。従来、小形球形ウイルス（SRSV）、ノーウォーク様ウイルス、サッポロ様ウイルスなどとよばれていたが、2002年の国際ウイルス会議でノーウォーク様ウイルスはノロウイルス（Norovirus）サッポロ様ウイルスはサボウイルスとそれぞれ属名が決められた。これらの属の種はそれぞれノーウォークウイルス、サッポロウイルスの一種ずつである。わが国でも2003年8月に食品衛生法でノロウイルスと呼ぶことが定められた。

ノロウイルスは径が27–32 nm の球状のウイルスで、電子顕微鏡でみると表面に凹みがあり、カリシウイルス科（カリシスはギリシャ語の聖杯）に属すると考えられている。一本鎖のプラスのRNA、すなわち、直接にタンパク質合成の録型になるRNAをもっている。

表1 ノロウイルスの分類

科	属	種
カリシウイルス	ノロウイルス	ノーウォークウイルス*
	サボウイルス	サッポロウイルス
	ラゴウイルス	ウサギのウイルス
	ベシウイルス	ブタ・ネコのウイルス

\*I型、II型の遺伝グループに分かれ  
それぞれの遺伝子グループが多く株を含む

#### b) ノロウイルス食中毒

##### 食中毒症状

ウイルスが口を通して入ってから、24~48時間の潜伏期を経て食中毒が発症する。この潜伏期間は、A型肝炎ウイルスの15~50日という潜伏期に比べると著しく短い。ノロウイルス食中毒の症状は突然にはじまる吐き気・嘔吐・下痢が主なもので、ときに腹痛や頭痛、軽度の発熱、悪寒、筋肉・のどの痛みをともなう。ふつうは症状は軽く、24~60時間の間に回復する。

中毒をおこす発症量については明確ではないが、100以下という僅かのウイルス粒子で発症すると考えられる。

この中毒の大きな特徴は、季節性のあることで、11月～

4月に多く、とくに11～1月に大部分の中毒事例が集中している。このような季節性を説明する原因はよく分からぬが、冬季の低温と乾燥がウイルスの外界での生存を助けていることがひとつの理由だろう。また、貝類によるウイルス性胃腸炎が冬の時期に多いことについて、貝が水中のウイルスを濃縮する機能が冬期に著しく高まることが理由のひとつであることを示す実験もある。

### 原因食品

このウイルスによる食中毒の主な原因是患者の糞便によって汚染した食品・水といわれる。人から人への二次感染も報告されている。老人施設・保育所など締め切った建物に沢山の人が生活しているような環境での集団感染も目立つ。この場合始めに感染・発病した患者が吐いた吐物中のウイルスがエアロゾルになって飛散し、食べ物・水を汚染し、集団感染が拡がるという可能性も指摘されている。したがって糞便だけでなく、吐物の処理にも気を付けなければならない。

わが国での統計ではノロウイルス食中毒の原因の多くは旅館・食堂の料理、宴会料理、学校・事業所の給食などで、原因食品が特定されないものが大部分である。原因を特定されたものの中では大部分がカキとされ、これに他の貝類を加えると80-90%になる。諸外国でもカキが原因食とされることが多い。

### 貝類のノロウイルス汚染

ノロウイルスによるカキの汚染についてはわが国でも広島、福岡、高知などで調べられている。場所や試験方法によって、また試験年度によって結果には大きな差があるが、広島湾のカキでは検査した285個のカキの中でノロウイルス陰性とされるものは48.8%で、1個当たり100以上のノロウイルスをもっている個体が17.6%だった。高度の汚染は12月、1月に多い。また、生食用のカキと加熱調理用のカキの間には大きな差がなかった（文献1）。

近年はわが国の海産物も半ば以上を輸入に頼るようになっている。輸入魚介類のノロウイルス汚染についても調査されており、その一例を表2に示す。表に見るように、平均して15%程度の汚染率を示している。輸入魚介についても汚染は春・夏よりも冬の方が高い。検体数が少ないので、結論は下せないが、カキの汚染が特に高いわけではなさそうだ（文献2）。

表2 輸入魚介のノロウイルス汚染

注：検体数3以上のデータを示した

国名	種類	検体数	陽性率
中国	ハマグリ	62	19%
	アカガイ	26	15%
	アサリ	14	14%
韓国	アカガイ	48	13%
	アサリ	4	50%
	タイラギ	17	18%
	カキ	11	0%
北朝鮮	ハマグリ	20	20%
	アサリ	5	0%
タスマニア	カキ	7	0%
インドネシア	ウシエビ	3	0%
	計	217	15%

### 免疫

ノロウイルス食中毒はどの国でも極めてふつうに見られる食中毒なのでこれに感染して抗体をつくっている人の数も当然ながら多い。調査によるとアメリカ、ヨーロッパ、中米、インド亜大陸などの国々で成人（18才以上）の54.90%がノロウイルスに対する抗体をもっていた。ユーロスマラビアの54%、バングラデッシュの90%という数字を除くと、ほぼ70%前後で、抗体をもつ人の比率は先進国、途上国との間でそれほど大きく違わない。抗体をもっていることは、その人がノロウイルスに感染していたことを示すけれ

ど、その抵抗性は長く続くものではない。人にノロウイルスを繰り返し飲ませた実験の結果では、発症した後、1、2日後にウイルスを飲ませると再び発症することが分かった。

### 血液型と感染

B型の血液型の人はノロウイルスに感染しにくい、という興味ある報告があり、この問題を巡って近年数多くの研究が目立つ。例えば51人のボランティアにノロウイルスを飲ませて感染の有無を調べたたちの実験では表3（文献3）に示したように、B型の人はノロウイルスに感染しにくく、また、感染しても目立った症状は出ないという、B型人間（わたしもそうだが）には嬉しい結果となっている。

表3 ノロウイルス感染と血液型

血液型	感染しなかった	感染した	
		症状なし	症状あり
O (26人)	1 (4%)	8 (31%)	17 (65%)
A (18人)	4 (22%)	2 (11%)	12 (67%)
B (5人)	2 (40%)	3 (60%)	0 (0%)
AB (2人)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

その後の研究で分かっていることを簡単にまとめるとつきのようになる。

血液型はそれぞれの型に特有の抗原が赤血球の表面に付着していることによって生じる。この抗原は、血液だけではなく、唾液などの分泌液にも含まれ、気管や消化管表面の細胞にも存在する。ノロウイルスは消化管に入ると、小腸上皮の血液型抗原に付着し、感染が始まると考えられているが、この際O型とA型の抗原（A型はA抗原、O型はH抗原）には反応して付着するけれども、B型の抗原（B抗原）には反応しない。したがってB型の人は感染を免れ、あるいは僅かの感染で済むということになる。また、このような抗原をそもそも僅かしか唾液や消化管粘液にもっていない、非分泌型といわれる人もいて（日本人では約16%）そのような人はノロウイルスの感染を免れるようだ。

ただし血液型とノロウイルス感染の関係はやや複雑で、同じノロウイルスでも株によってはB型の人でも感染し、あるいはO型の人でも感染しないというものもある。さらに非分泌型の人でも感染の可能性をもつ株もある。

血液型と病気の関連についてはこの連載でも、またあらためて取り上げてみたい。

### ノロウイルスの予防

特定された原因食品にはカキを中心とする貝類が多い。カキがとくに多くの原因となっているのは、生で食べるためである。どの程度の加熱でノロウイルスが死滅するかはまだ分かっていない。60°C1時間の加熱では生き残るという実験結果がある。他の食中毒・肝炎ウイルスが80°C、短時間の加熱で死滅するし、加熱した直後の食品ではノロウイルス食中毒にかかるないことからも、ノロウイルスについても80°C、数分間の加熱で死滅すると考えられる。ノロウイルスはまた、pH 2.7で2時間生き残るという報告もある。生ガキを食べるときにレモン汁をかけても、ウイルスを殺すという点では気休めに過ぎない。

ノロウイルスによる食中毒を予防するには、まず生のカキ、生の貝を食べないことが肝心である。また、上でも述べたように、調理人からの汚染による集団中毒が多発していることからも、感染者の吐物・糞便からの汚染を絶つことが必要である。いずれにしろ、ノロウイルスは環境、食品、水の中に普遍的に分布しているので、一般的な衛生上の注意を守ることがこの中毒の予防にも重要になる。

（清水潮 元東京大学・広島大学教授）

### 文献

- 1) 野田衛他, 広島市衛研年報, 23: 62-69, 2004
- 2) 杉枝正明他, IASR, 24: 317-318, 2003.
- 3) Hutson, M. M. et al., J. Inf. Disease, 185: 1335-1337, 2002.

## 有害食品微生物制御のための最新動向

### その15 人類と微生物との戦いは永遠に続く（I）

#### 1. はじめに

ここに掲げた表題は著者の過去50余年にわたる微生物制御（殺菌、静菌、除菌などの手段）に関する研究と教育に携わって来て到達した結論である。

先ず最初に表題に至った理由について著者なりに考察し、次いで微生物群との戦いのための手段について食中毒細菌を例にとって述べることにした。

#### 2. 強力な力を持つ微生物群とは

ここでは表題を掲げるに至った理由を10項目に分けて説明する。

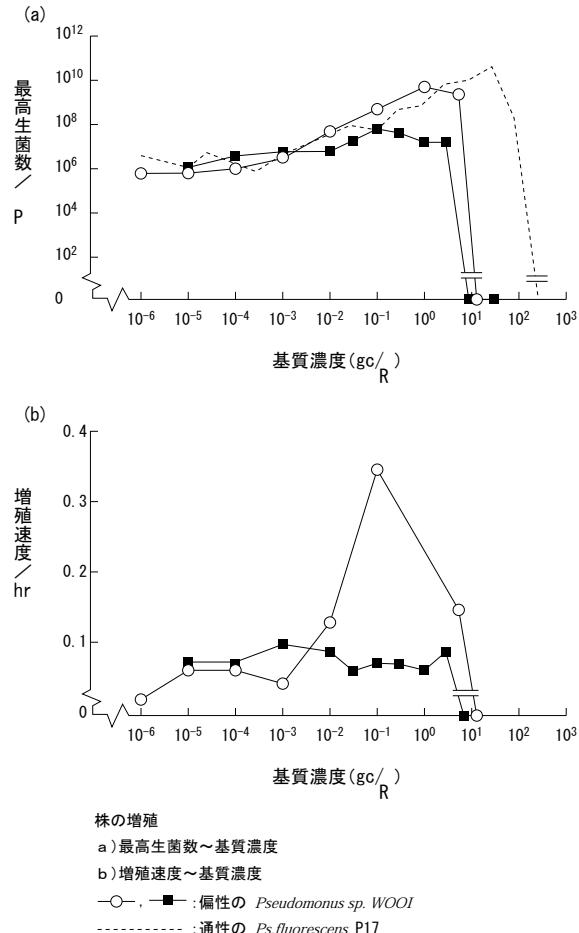
##### 1) 種々雑多な微生物が至るところに多数生息している

地球上の土壤、地表水、海水などの水系、空気中には夫々の環境諸条件に適合した微生物群が存在している。そしてそれらに生息する動植物をはじめ人類、それを取りまく環境には夫々特有のミクロフローラが形成されている。土壤は微生物の宝庫であり、グラム陽性細菌、グラム陰性細菌がほぼ同じ比率で存在するが、水系ではグラム陰性細菌が優勢である。これらの微生物群が人間をはじめ動植物のミクロフローラ形成に影響を及ぼすことになる。

##### 2) 微生物の増殖速度は極めて大である

最適条件下で細菌は10~20分、真菌は60~120分という世代時間を示すとされているが、食中毒菌の世代時間は特に注目しなければならない。世代時間30分の1個の細胞が10時間で $10^6$ 、20時間で約 $10^8$ になると計算されることはよ

図1 Oligotroph *Pseudomonas* 2 菌



く例示されている。

#### 3) 微生物の要求する栄養成分は多岐にわたる

微生物群は二酸化炭素と無機化合物を利用する光合成細菌や独立栄養型細菌と、従属栄養型微生物のように有機化合物を主体的に利用する三群に分けられる。後者は極めて単純な合成培地でよく増殖するものがある一方で、高度の栄養要求をする細菌も存在する。更に極めて低濃度の有機物を基質とするOligotrophic bacteria（微量栄養要求型細菌）が知られている。図1に示したのは偏性のOligotrophである *Pseudomonas* sp.WOOIと通性の *Ps.fluorescens* P17の増殖特性を比較したものである。両者とも最大増殖菌数 $10^6$ ~ $10^8$ が基質濃度 $10^{-6}$ から $10^2$  g 炭素 (C) /lで得られている。因に通常用いられている培地は約4,000mgC/lである。一般の水系では1~6mgC/l、大洋で<0.1~1.0mgC/lの値が示されている。24時間入浴槽、給湯、冷却塔などの水系での汚染菌として最近注目されている激症肺炎菌である *Legionella pneumophila* もoligotrophic bacteria ということができる。

#### 4) 微生物細胞は単純であるが精巧な構造、機能をもつている

図2は微生物細胞構築のための異化。光合成、同化の機構の概念図である。光合成器官、無機、有機物質の分解（異化）によって得られるエネルギーをATPとして蓄積し、一方細胞外の栄養物質の取り込み、細胞構築のための高分子をATPの保有するエネルギーを用いて規則正しく分解、再合成などが行われて特徴ある微生物細胞が得られている。その場合、栄養成分の分解、合成は規則正しく遺伝情報に従って遂行し、Feed back control（図3）により過不足なく必要構成成分である高分子が合成されている。

図2 細胞構築のための異化、同化、光合成の関係概念図

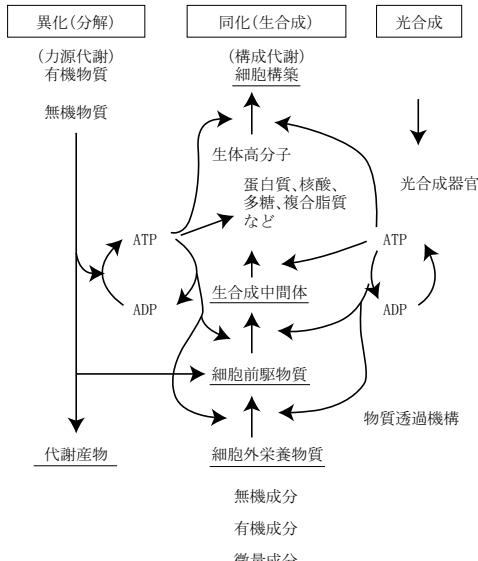
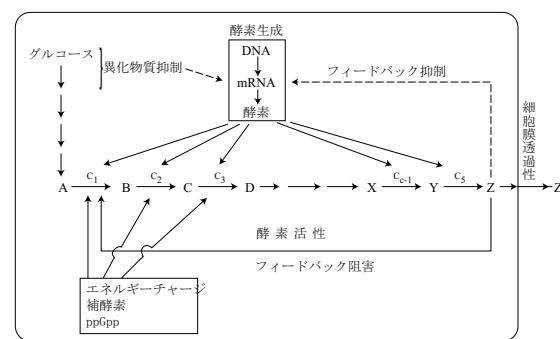


図3 微生物の代謝調節機構



5) 微生物は多様な環境条件下で生存、増殖することができる

微生物は凍結条件でも乾燥状態でも1~2年と長期にわたって生存し、適当な環境条件が整えられると正常な増殖を行ふことができる。

微生物群は全体としては-10°Cから110°Cの広範囲の温度域のもとで増殖することができる。低温度条件でも増殖できる好冷性、低温性菌は非常に多く、細菌28属、酵母3属かび4属の菌種のものが知られている。表1には0°C以下で増殖が認められている菌をまとめたものであり、表2は食中毒細菌などでも10°C以下の冷蔵庫温度で増殖することができる事を示しており、*Aeromonas hydrophila*、*Listeria monocytogenes*、*Yersinia enterocolitica*では-1~0°Cでも増殖可能であることが認められている。一方好熱性、超好熱性細菌も多数分離されている。著者が調べた範囲では、最高

表1 0°C以下の最低増殖温度を示した微生物例

細菌 :	<i>Arthrobacter glacialis</i>	-5°C	
	<i>B.globisparus</i>	-10°C、 <i>B.psychrophilus</i>	-10°C
	<i>Micrococcus cryophilus</i>	-4°C	
	<i>Micrococcus</i> sp.	-7.5°C	
	<i>Proteus ichthyois</i>	-5°C	
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-5°C	
酵母 :	<i>Candida frigida</i>	-4.5°C、 <i>Can. nivalis</i>	-4.5°C
	<i>Cryptococcus</i> sp.	-10°C	
	<i>Deharyomyces</i> sp.	-10°C	
	<i>Mycoderma</i> sp.	-6.7°C	
	<i>Rhodotorula</i> sp.	-10°C	
	<i>Torula botryoides</i>	-6°C	
かび :	<i>Alternaria alternata</i>	-5°C	
	<i>Botrytis cinerea</i>	-6°C	
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-5°C	
	<i>Clad. herbarum</i>	-5°C	
	<i>Cladosporium</i> sp.	-6.7°C	
	<i>Geotrichum candidum</i>	-8°C	
	<i>Penicillium expansum</i>	-6°C	
	<i>Pen. glaucum</i>	-6°C、 <i>Pen.hirsutum</i>	-5°C
	<i>Rhizopus</i> sp.	-9°C、 <i>Sporotrichum carnis</i>	-7.8°C
	<i>Thamnidium</i> sp.	-7.8°C	

表2 発育下限温度10°C以下の食中毒細菌  
(病原性細菌)

細 菌	発育下限温度 (°C)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	1~5
<i>Brucella abortus</i>	8
<i>B.cereus</i>	7
<i>C.botulinum E</i>	3.3
<i>C.botulinum B,F</i>	6.5
<i>E.coli</i> O157 : H7	3.4~8
<i>C.perfringens</i>	3.3~5.0°C
<i>E.coli</i> (病原性)	8 (1.1~4.4)
<i>Listeria monocytogenes</i>	-1~0
<i>Legionella pneumophila</i>	5.7
<i>Ps.aeruginosa</i>	5
<i>Salmonella</i> sp.	5.2~10
<i>Staph.aureus</i>	6.5~7.7
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5~8
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0~1

70°C~80°Cで増殖可能な好熱性細菌として *Bacillus* 6菌種、*Clostridium* 3菌種、*Methanobacterium* 5菌種、*Thermas* 3菌種などがあるし、最高100°C以上でも増殖できる細菌として、*Hyperthermus*、*Pyrococcus*、*Pyrobaculum*、*Pyrodictium*などを見出されている。

真菌はpH 2~11と広い範囲のpHが増殖可能域であるが、細菌においても好酸性菌、好アルカリ性菌が存在し、細菌全体としてpH 1.0~11.0 範囲で増殖できるということがで

きる。食中毒細菌では大体4.0前後の増殖可能最低pH値を示しているし、有胞子細菌でもpH3.5~4.0が最低pHとなっている。しかし最近果実製品の変敗菌として有胞子中温性細菌として *Alicyclobacillus acidoterrestris* が分離され、pH2.5でも増殖できることが報告されている。*B.acidocaldaricus* もpH2~6が最適pHといわれているが、好熱性で45°C~70°Cの増殖可能域を示し、酸性の温泉から分離されている。*E.coli* O157 : H7の発育可能pH域は4.0~9.0とされているが、pH3.7~4.11のリンゴサイダーで食中毒事件が起こっている。また表3に示したようにTSB培地、4°CでpH2.0で24時間後でも死滅が認められない。対照の大腸菌では3時間で死滅している。更に*E.coli* O157 : H7は次の食品中でも低温で長く生存していることが認められている。

表3 極端なpHにおける生存状況(4°C、TBS)

菌 株	時 間	pH				
		2	3	4	11	12
EHEC 43889	0	4.8 <sup>a</sup>	4.9	5.0	4.8	4.5
	1	4.8	4.9	4.8	4.8	~1.0
	3	4.8	4.9	4.9	4.8	<1.0 <sup>b</sup>
	5	4.7	4.2	4.9	4.7	<1.0
	7	4.6	4.9	5.0	4.5	<1.0
	24	3.8	4.8	4.8	~2.0	NT
EHEC 43895	0	4.3	4.2	4.0	3.8	4.0
	1	4.2	4.1	4.0	4.2	4.0
	3	4.2	4.2	4.0	4.0	3.9
	5	4.0	4.2	4.2	4.0	3.8
	7	4.2	4.1	4.0	4.0	3.6
	24	3.8	4.1	4.1	3.7	<1.0
B(対照菌株)	0	3.5	4.4	4.5	4.1	4.1
	1	2.8	4.5	4.4	4.3	2.4
	3	<1.0	4.5	4.5	4.0	~1.3
	5	<1.0	4.5	4.4	3.6	<1.0
	7	<1.0	4.3	4.3	3.4	<1.0
	24	NT	2.8	4.0	~1.5	NT

a、 log<sub>10</sub> CFU/ml

b、 最小定量限界 (log<sub>10</sub>=1.0 または10CFU/ml)

NT 測定せず

リンゴサイダー(pH3.7~4.11)、4°C、14日：マヨネーズ(pH4.4)、ドレッシング(pH3.56)、ソース(pH4.35)、7°C、35日；マヨネーズ、5°C、34~55日；チeddarチーズ、室温、158日；挽き肉、-20°C、9ヶ月。

通常地上細菌は300気圧で増殖速度が低下し400気圧で発育が停止するといわれている。併し海底菌では400~600気圧でも増殖可能な好圧性、耐圧性菌が存在する。*B.submarinus*、*B.barborokoites*、*M.aquarivirus*、*Ps.perfectomarinus*などは30°C~40°Cで600気圧のもとでも増殖可能であり、*Desulfovibrio* sp. では700~1,000気圧でも増殖できると報告されている。

加熱、ガンマ線、殺菌剤に対して *Bacillus*、*Clostridium* の形成する胞子は一般に抵抗性が大であるが、*Deinococcus* (*Micrococcus*) *radiodurans*、*M.roseus*、*Ps.radiiora*、virusは細菌胞子と同等のガンマ線抵抗性を示す。紫外線に対しても細菌胞子の抵抗性が大であるがそれ以上に *Asp.niger*、*Asp.flavus* がより耐性が大きい。(続く)

(大阪大学名誉教授 斎崎 熱)

## アサマ化成株式会社

E-mail : [asm@asama-chemical.co.jp](mailto:asm@asama-chemical.co.jp)  
<http://www.asama-chemical.co.jp>

- ・本 社／〒103-0001 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／〒532-0011 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／〒103-0001 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／〒453-0063 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／〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304
- ・桜 陽 化 成／〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061