

アサマNEWS パートナ

1988-11 No. 7

食 品 衛 生 ミ ニ 講 座

7. ブドウ球菌食中毒

近年わが国のブドウ球菌による食中毒は増加し、年間200～250件、患者数では4,500～5,000名、ときには7,000～8,000名と、腸炎ビブリオに次いで多く発生している。ブドウ球菌食中毒は毒素型といわれ、黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*) の産生するエンテロトキシン (enterotoxin、腸管毒) といわれる毒素を摂取することによって発生する。エンテロトキシンを産生するブドウ球菌は、病原ブドウ球菌とか化膿菌ともいわれるように、化膿症の傷口 (できものやニキビの化膿も本菌によることが多い) のほか、健康な人の皮膚、鼻の孔 (鼻前庭) の粘膜、口腔やのどの粘膜、さらに空中のじんあいなど、われわれの生活環境に広く分布して (表1)、食品への汚染の機会が極めて多い。

表1：食品、調理器具、調理人手指、成人鼻腔および健康人糞便からの黄色ブドウ球菌検出率¹⁾

由 来	検体数	黄色ブドウ球菌の検出陽性検体数 陽性率 (%)	
市 販 食 品	720	108	15.0
まな板拭き取り	280	26	9.3
食器類拭き取り	280	15	5.4
調 理 人 手 指	470	122	26.0
成 人 鼻 前 庭	50	7	13.2
糞 便	80	32	39.0
乳 幼 児	600	58	9.7
学 童	310	74	23.9
高 校 生	800	29	3.6
成 人			

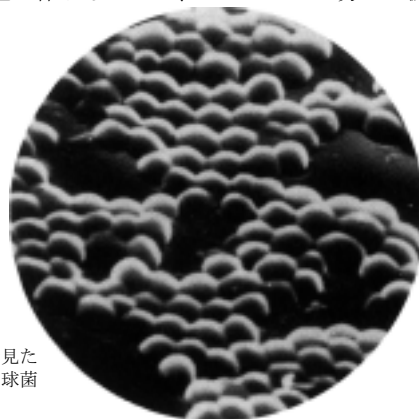
黄色ブドウ球菌のプロフィール

(1) 主な性状

ブドウ球菌は直径0.8～1.0 μ m (マイクロメートル) の球状の細菌で、ブドウの房のように集まって増殖するのでこの名が付けられた (電子顕微鏡写真参照)。1980年に示されたブドウ球菌属の分野では、コアグラージェ (血漿凝集因子) 産生能のある菌種は黄色ブドウ球菌 (*S.aureus*)、スタフィロコッカス・インターメディウス (*S.intermedius*) およびスタフィロコッカス・ハイカス亜種ハイカス (*S.hyicus*・*subsp.hyicus*) の3菌種とされているが、ヒトの食中毒の原因となるのは黄色ブドウ球菌だけである。

黄色ブドウ球菌は、グラム陽性で通性嫌気性である。

最適の増殖温度は35～37℃であるが、増殖可能な温度範囲は6.6～45.5℃と幅が広い。しかし、毒素産生は20℃以上で行われる。耐塩性がある、7.5%の食塩培地にも増殖する。芽胞は作らないので、60℃で30～60分で死滅する。



電子顕微鏡で見た
ブドウ球菌

(2) コアグラージェ型

黄色ブドウ球菌の産生するコアグラージェは、免疫学的特異性からⅠ～Ⅷ型に型別される。食中毒を起こすのはⅡ、Ⅲ、ⅥおよびⅦ型の4型で、この型別は食中毒発生時の疫学調査に広く応用されている (表2参照)。

表2：食品、調理器具、調理人手指、成人鼻腔および健康人糞便由来黄色ブドウ球菌のコアグラージェ型¹⁾

由 来	菌株数	I	II	III	IV	V	VI	VII
市 販 食 品	108	4	11	27	17	12	16	21
まな板拭き取り	26	1	3	12	3		2	5
食器類拭き取り	15		2	2	6		2	3
調 理 人 手 指	122	6	12	19	25	9	20	31
成 人 鼻 前 庭	7		1	2	3	1		
糞 便	32	1		1	16		3	11
乳 幼 児	58	1	7	4	18	18	1	9
学 童	74	3	12	10	9	10	5	25
高 校 生	29	1	6	5	4	4	3	6
成 人								
合 計	471	17	54	82	101	54	52	111

(3) ファージ型

ファージ (細菌ウィルス) による黄色ブドウ球菌の型別法もコアグラージェ型別法と同様に本菌食中毒の疫学調査に応用されてきたが、現在では実用的価値はあまりないといわれている。

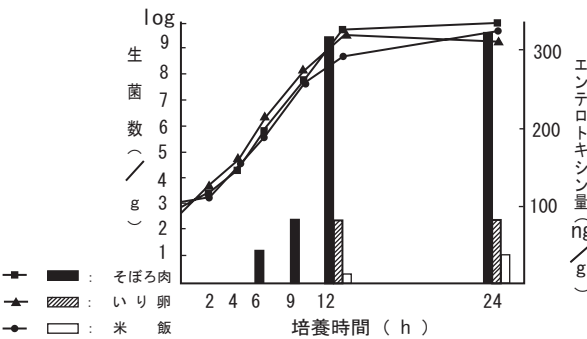
(4) エンテロトキシンの検出と型別

現在、黄色ブドウ球菌のエンテロトキシンは免疫特異性からA～Eの5種類に型別されている。わが国で発生

するブドウ球菌食中毒事例の90%以上はA型であるといわれる。近年、エンテロトキシンの極微量検出法であるRPHA法（逆受身赤血球凝集反応）およびRPLA法（ラテックスを用いる上記の改良法）が開発され、それらキットが市販されるようになり、食中毒発生時において、検体食品などからエンテロトキシンの検出が可能になった。

エンテロトキシンは分子量が30,000~40,000のタンパク質であるが、ヒトの消化酵素では不活性化されず、さらに重要なことは耐熱性が過大なことである（ワンポイント・レッスン参照）。黄色ブドウ球菌は各種食品中で増殖し、エンテロトキシンを産生する。図1には池亀らの成績を引用して示した。

図 1 : そぼろ肉, いり卵および米飯中での黄色²⁾ブドウ球菌の増殖とエンテロトキシン産生



ブドウ球菌食中毒の事例

〈事例 1〉機内食により発生した事例

昭和49年2月2日、某飲料会社が企画したヨーロッパツアーの団体客343名が、N航空ジャンボ機でパリへ向けて出発した。ところが、コペンハーゲン到着直前に食中毒症状を訴える人が続発し、乗客196名およびスチュワードス1名、計197名が発症（発病率57%）、143名がコペンハーゲンの某病院に入院した。機内食中毒としては世界最大級であったが、幸い死者は出なかった。

この中毒発生原因について、日本、米国、デンマークがそれぞれ独立して分担分の調査を行ったが、アンカレッジ・コペンハーゲン間で提供された朝食が原因食で、ブドウ球菌食中毒であることが判明した。すなわち、アンカレッジで積み込んだオムレツとハムから検出された黄色ブドウ球菌のファージタイプと、患者の糞便、吐物から同種のファージタイプ、さらに朝食を作ったコックAの手指の化膿巣、およびコックBの手指から分離されたブドウ球菌のファージタイプが一致した。

この中毒の潜伏期は1～3時間がほとんどで、嘔吐、下痢、腹痛が主な症状であった。

〈事例 2〉調理パン（卵サラダサンド・三角サンド）による食中毒

昭和53年6月16～17日、埼玉県浦和市の幼稚園などで、同市のIベーカリー製造の調理パンを食べた556名中242名（発病率43.5%）がブドウ球菌食中毒にかかった。

卵サラダサンドの卵とサラダは、前日の夕方2人の従業員によって調理され、冷蔵保管された。パンは前日午後3時頃焼き上げ、室温保管した。調理パンの加工は、翌日3～7時にかけて3名の従業員によって行われ、包装機でヒートシールされた。

三角サンドは、上記とほぼ同様に作られ、卵、ハム、ジャムの三角形のサンドイッチを3個1組にして包装した。なお、上記作業は随所で素手でやったことが分かった。

細菌検査の結果（残食および吐物）、調理パン（サラダ、卵）から1 g 当たり黄色ブドウ球菌 8.6×10^7 個（コアグラゼⅦ型）が検出され、他の5検体からもコアグラゼⅦ型菌が検出された。また患者の直採便5名中4名からコアグラゼⅦ型菌が検出され、調理従業員の拭き取り検査などで8名中1名の手指、鼻、のどよりコアグラゼⅦ型菌が検出され、道具のステンレスべら7本よりも同型のブドウ球菌が検出された。これらのことから、この食中毒はベーカリーの調理人の1名が汚染源となり、調理パンの加工中に汚染が広がり、ブドウ球菌食中毒の発生につながったものと考えられた。なお、この事件で、発生原因となったベーカリー工場に対し15日間の営業停止処分が行われたという。

〈事例 3〉幕の内弁当による中毒事例

昭和59年10月初旬、東京都内のA会館である団体の全国大会が開催され、全国から604名が参加した。この会合に昼食として出されたB店で調製した幕の内弁当により、午後1時過ぎから嘔気、嘔吐、下痢などの症状を訴える人が続出し、患者数は最終的には198名（発病率33%）にのぼった。

調査の結果、幕の内弁当の副食全体がブドウ球菌に汚染されていたが、中でも「ふきよせ卵」の汚れはひどく、1 g 当たり $10^8 \sim 10^9$ 個の菌数であった。またこの食品からエンテロトキシンAが検出されたので、ふきよせ卵を中心に弁当の汚染があったものと考えられる。

B店の従業員の手指、弁当残品、患者の吐物、糞便などからコアグラウゼⅦ型のブドウ球菌が検出され、患者の症状とその検査結果から幕の内弁当を原因食品と断定した。

なお、B店で作った「ふきよせ卵」などの副食品は、前日の6時半頃から調理され、冷蔵保管後、当日朝6時半頃から盛り付けられた。調製から喫食まで29時間あまりたっていること、この間に調理従事者の手指などから汚染したブドウ球菌が増殖し、エンテロトキシンAを産したものとされる。なお、B店では通常、結婚式の引き出物用折り詰めなどをせいぜい1日100個程度作っていたのが、当日は幕の内弁当635個、さらに内容の異なった弁当、その他パーティー料理など多量の注文を受けた。このような調理能力をはるかに超えた無理な食品の取り扱いや加工などが、食中毒発生の原因となった事例は今までもかなり多く発生している。

ブドウ球菌食中毒の特徴と予防のポイント

①症状

潜伏期は1～6時間、平均3時間である。初め唾液の分泌が増加し、次いで悪心、嘔気、嘔吐、腹痛、下痢が起る。潜伏期の短いこと、嘔吐の激しいこと、発熱を見ないことがこの中毒の特徴で、1～2日で完全に回復し、一般に死亡することはない。

②原因食品

本中毒の原因食品として欧米では、牛乳、乳製品、シェークリーム（またはエクレア）による中毒例が多い。わが国では、かつて、だんご、おはぎ、煮豆類で多く発生していたが、最近では、にぎり飯、弁当類、調理パン、惣菜類で多く発生している。ことに家庭では、にぎり飯による中毒例が多い。

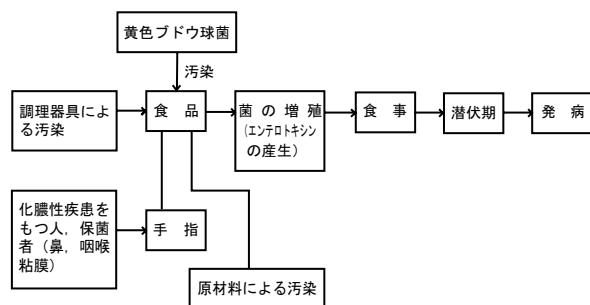
③汚染源と汚染経路

ブドウ球菌の分布は広く、生活環境のいたるところにいるが、汚染源として最も重要なのは、食品を取り扱う人の手指などの化膿巣で、次いで鼻やのどにいるブドウ球菌で、今までの中毒例では食品の調理者の手指を介して汚染することが極めて多く、またクシャミにより鼻の菌が食品にばらまかれる事例も多い。食品工場や調理施設では日常、従業員の健康や傷などに注意し、ことに手指などが化膿している者を直接食品に触れる作業をさせないようにすることが、予防上極めて大切である。

すでに述べたように、ブドウ球菌は6.6℃という低温でも徐々に増殖する。しかし、毒素産生は20℃以上といわれているので、調理加工した食品はできるだけ速やかに消費すること、また保存するときは10℃以下に保つことがこの食中毒予防のポイントになる。

ブドウ球菌食中毒の起こり方を図2に示した。

図2：ブドウ球菌食中毒の起こり方



ワンポイント・レッスン

ブドウ球菌のエンテロトキシン－煮ても焼いても食えないやつ－

黄色ブドウ球菌の産生するエンテロトキシンはヒトの消化酵素では不活性化されず、さらに重要なことは耐熱性が強く、ことに食品中では耐熱性は強大なことである。ブドウ球菌のエンテロトキシンの発見者として有名なアメリカの故G. M. Dack教授により調べられた

エンテロトキシンの耐熱性を表3に示した。これから分かるように、エンテロトキシンは沸騰水の温度である100℃で1時間加熱してもなお存在しているし、120℃20分という高圧殺菌の条件下でもなお毒素は完全には不活性化されない。つまり、エンテロトキシンは一般の食品の加熱調理の条件では、その毒性は失われることはない。言い換えれば、いったんブドウ球菌が増殖して毒素が作られた食品では、安全対策はないということである。これに対し、芽胞が強大な耐熱性のあるボツリヌス菌の毒素は熱に比較的不安定で、90℃以上では数分の加熱で毒性は消失する。

表3 エンテロトキシンの耐熱性³⁾

加熱処理法	試験に用いた サルの数	発症数	陽性率 (%)
煮 沸 20分	15	4	27
煮 沸 30分	21	7	33
煮 沸 60分	14	2	14
120℃加熱20分	14	1	7

文 献

- 1) 善養寺浩ら：食衛誌、12（6）、501（1971）
- 2) 池亀公和ら：食品と微生物、2（2）、92（1985）
- 3) G. M. Dack & W. E. Cary：Prevent. Med.、4、167（1930）
（河端俊治：国立予防衛生研究所食品衛生部客員研究員・農学博士）

食品の微生物ミニ講座

微生物と酸素とのかかわりあれこれ（続）

——スポンジケーキのガス封蔵とカビの発育例——

前回（アサマニュースNo. 6）は微生物と酸素とのかかわりについて主として基礎的な面から述べ、また食品を取り巻く雰囲気環境と食品の貯蔵性について一般的な記述をしたが、今回はスポンジケーキのカビの発育の問題を最近の研究報告から数値を示して具体的に紹介することにした。

食品のガス封蔵による貯蔵性の向上を目的とした研究は、国の内外を問わず昔から試行錯誤が繰り返されてきたが、その評価には賛否が両立しておりなお未解決問題となっていると言えよう。著者も魚肉ソーセージが開発される以前の戦後間もない頃に、焼き竹輪の炭酸ガス（CO₂）封蔵試験を行ったことがあるが、その時は細菌の生菌数測定結果の再現性の問題、製品への酸味移行の問題などがあって、焼き竹輪のCO₂封蔵の効用はなお検討を要すると結論したものであった。

その後気密包装、真空パック、脱酸素剤などの研究が

活発に行われ、それぞれそれなりの成果を上げたが、ガス封蔵研究はこれらに比べて散発的に続行されてきた観がある。その点、今回紹介するフランスで行われたスポンジケーキの研究¹⁾の場合は焼き竹輪の場合と異なり、CO₂封蔵によるカビの発育抑制に限定していることもあって、有効性の評価の信憑性は高いと考えられるものである。従ってこの報告は日頃から食品の保蔵関係の業務に携わっている方々には、参考になる点が多いものと思われる。

すでによく知られている通り、カステラ様ケーキ類にはカビが発生しやすく、その対策に種々腐心している実情にあるが、ここに紹介する報告はCO₂、窒素ガス(N₂)および両者の混合ガスを使用してガス封蔵した時の防カビ効果を検討したものである。

(1) 残存酸素(O₂)量が約4%の場合

表1に示されているようにカビは20℃ではO₂含量が約21%の通常の空気中では非常に良く発育して孢子の形成にまで進展しているが、15%CO₂区すなわち15%CO₂と85%のN₂との混合ガスで数回カビを接種した平板培地に入っている気密性積層パウチ中のガス環境を置換してO₂残存量を4%程度とした場合は孢子形成までには至っていない。しかし菌糸体のスポットの発生があることが示されている。ところがCO₂濃度を85%に高めた混合ガスで置換して同様に残存O₂量を4%とした場合は3週間後でも完全にカビの発生は阻止されている。

表1 各種濃度のCO₂とN₂のガス環境下におけるカビ(*Aspergillus niger*)の発育性¹⁾

(20℃)

環 境	培養温度 (℃)	残存O ₂ 量 (%)	培養時間 (週間)	発育度
空 気	20	-	1 3	+ + +++
15%CO ₂ : 85%N ₂	20	4	1 3	± ±
85%CO ₂ : 15%N ₂	20	4	1 3	0 0

±：寒天平板培地上の白色菌糸体スポットの出現を示す。

++、+++：孢子集落の大きさの程度を示す。 0：完全阻止。

(2) 残存O₂量が約1%の場合

前記の実験法に若干の改良を加えて、混合ガスでパウチ内を置換して残存O₂量を約1%とし、同様の実験を行った結果は表2に示した通りである。表から明らかなように、残存O₂量が1~1.5%の場合はテストした培養温度、混合ガス組成に関係なく、またN₂ 100%のN₂単用でカビは完全に阻止されている。ただしN₂単用の場合はCO₂単用の場合とは異なり、カビ以外に細菌が存在するとカビの発育阻止効果は認められないという報告²⁾がある。

表2 各種濃度のCO₂とN₂のガス環境下におけるカビ(*A.niger*)の発育性¹⁾

(20℃、4℃)

環 境	培養温度 (℃)	残存O ₂ 量 (%)	培養時間 (週間)	発育度
10%CO ₂ : 90%N ₂	20 4	1~1.5 1	3	0 0
15%CO ₂ : 85%N ₂	20 4	1 1	3	0 0
85%CO ₂ : 15%N ₂	20 4	1 1	3	0 0
100%N ₂	20 4	1~1.5 1	3	0 0

さて、実際にスポンジケーキを大気中ならびに各種濃度比のCO₂とN₂の混合気相中(残存量1~1.5%)に20℃で2~8週間貯蔵した時のカビ(*A.niger*)の発育状況を調べた結果でも、15~85%CO₂区はすべて(1)と(2)に示したモデル実験の場合と同様の結果を示し、対照の大気中貯蔵区だけが全面的にカビで蔽われたと報告している。

このようにCO₂とN₂の混合ガスによるスポンジケーキのガス封蔵は、カビの発生防止には有効であることが示されたが、Guinotらはその理由としてCO₂のpH低下作用とAw(水分活性)の低下作用にあると推察している。その当否は別としても有効性の事実は信用できるものである。しかしケーキのサイズによっては不適当な食感をもたらすと述べている。例えば、厚さ5cmのケーキでは8週間後にステーリングといわれるデンプンの戻り(retrogradation)が起こったが、これは適当な湿潤剤を併用することでカバーできたと述べている。

このようにスポンジケーキのガス封蔵によるカビの発生防止法としては、50%CO₂以上のN₂との混合ガスで残存O₂量が1.5%以下になるように置換し、湿潤剤とともに低温下(4℃)に保存することが有効であると提唱しているが、ガス封蔵の菌の発育抑制効果は対象食品の種類、水分含量、菌相、ガス組成、残存酸素量、貯蔵温度、Awなど多くのパラメーターが複雑に絡み合っているため、前述したようにガス封蔵の有効性の評価に賛否両論があっても不思議ではないことが理解されよう。

文 献

- 1) P. Guinotほか：Acta Alimentaria、17 (2)、183~192 (1988)
- 2) B. Ooraikulほか：Can. Inst. Fd. Sci. Technol. J.、15、313~315 (1982)

アサマ化成株式会社

E-mail : 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