

アサマ
NEWS

パートナ

1989- 5 No. 10

食 品 衛 生 講 座

10. ウェルシュ菌とその食中毒

学校給食など大量調理食品の大敵一

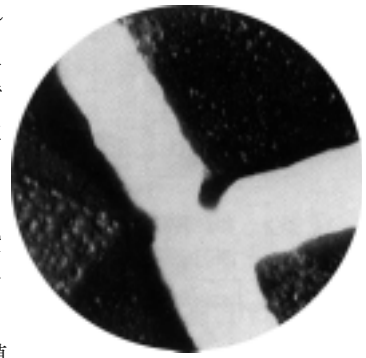
わが国で発生するウェルシュ菌食中毒は、発生件数は多くはないが、患者数では全細菌性食中毒の10%近くを占めていて、1件当たり平均160名と他の食中毒に比べ患者数の多いのが特徴となっている。この中毒はしばしば学校給食や仕出し屋などで大量に作られる弁当や料理で発生するため、大規模食中毒になるケースが多い。食中毒原因となるウェルシュ菌は、ヒト、動物の腸管内、土壌、下水などに広く分布し、食品汚染の機会が多い。加えて本菌は耐熱性の強大な芽胞を形成するので、通常の調理程度の加熱では生き残り、食品を常温で保存中に芽胞が発芽、増殖して中毒することになる。今回は、ウェルシュ菌をテーマに、この菌の特徴や食中毒の発生状況、その予防対策について考えてみよう。

ウェルシュ菌のプロフィル

ウェルシュ菌は、恐ろしい毒素型食中毒の原因菌として知られているボツリヌス菌（アサマニュースNo. 4および5参照）と同じクロストリウム属に含まれ、その学名は *Clostridium perfringens* である。かつては *C. welchii* という学名が付けられていたので、わが国ではいまだにウェルシュ菌という和名が一般に使われている。この菌はグラム陽性の芽胞形成菌で、その産生する毒素からA～E型の5型に分けられている（かつてF型という菌型があったが、現在これはC型菌に入れられている）。ヒトに食中毒を起こすのは大部分A型菌であるが、すべてのA型菌が食中毒を起こすわけではなく、エンテロトキシン（enterotoxin）といわれる毒素産生菌に限られる。

食中毒原因菌の芽胞は100℃で1～4時間の加熱に耐えるところから、「耐熱性変異株」と呼ばれている。本菌は15～50℃の範囲で増殖し、増殖至適温度は一般細菌より高く43～47℃である。なお、この菌の細胞分裂速度（世代時間ともいわれる）は、最も速いといわれるコレラ菌や腸炎ビブリオに近く、至適条件下ではわずか10～12分間といわれている。

発育pH域はpH5.5～8.0でpH5.0以下または9.0以上では増殖できない。本菌は嫌気性菌であるが、嫌気度の要求はボツリヌス菌ほど厳しくはなく、一般食品でも加熱調理後であれば、特に嫌気的条件下にしなくとも増殖できる。



ウェルシュ菌の電顕写真

ウェルシュ菌の分布

ウェルシュ菌は、ヒト、動物の腸管内、土壌、下水などに広く分布し、食品汚染の機会が多い。本菌はヒトの糞便中にも常在していて、耐熱性芽胞形成ウェルシュ菌の保菌率は年齢や生活環境によって異なるが、およそ6～40%であるといわれている。また、ウェルシュ菌は家畜や家禽の腸管内にも常在していて、ブタ、ウシ、ニワトリの糞便からの耐熱性ウェルシュ菌の検出率は10～30%で、さらに市販の食肉や肉類加工品、魚介類冷凍品などからもかなり高い頻度で検出されている。

ウェルシュ菌食中毒発生の仕組み

本菌食中毒は感染型といわれ、食品中でおびただしく増殖した生菌を食品とともに摂取することによって発生する。なお、発病の仕組みで見ると、ヒトの腸管に入ったウェルシュ菌は芽胞を形成し、その際産生されたエンテロトキシンにより下痢が起こる。この毒素は腸粘膜上皮細胞に作用して、腸管内に体液を流出させるために下痢を引き起こすことになる。このような発病の機作からウェルシュ菌食中毒を「生体内毒素産生型」と言うことがある。しかし、本菌の産生するエンテロトキシンは分子量が約35,000の単純タンパク質で、毒素自体は60℃、10分間の加熱によって失活する。また、酸性条件で不安定なため、胃液によって失活される。従って、ブドウ球菌やボツリヌス菌のように食品中に産生した毒素を摂取して発病する「毒素型」とは明らかに違って、食中毒発生の機序からは、食品中に作られた毒素によるものでなく、多量の生菌を摂取して発症するところから「感染型」に属するものである。

ウェルシュ菌食中毒の発生状況

最近5か年（昭和58～62年）のウェルシュ菌食中毒の発生状況を表1に示した。これから分かるように、事件数は全細菌性食中毒の1.8%と少ないが、患者数では1.5～14.7%（平均7.5%）を占め、1事件当たりの患者数は159名と他の食中毒に比べて多いのが目立つ。この中毒の発生場所（原因施設）についてまとめたのが表2であるが、これから分かるように学校給食、飲食店、仕出し屋、弁当屋など多人数に食事を提供する場所で多く発生している。

表1 わが国におけるウェルシュ菌食中毒の年次別発生状況（昭和58～62年）

年次	件数 (件)	患者数 (人)	1件当たりの 患者数(人)	全細菌性食中毒と対比 件数(%)	患者数(%)
昭和58年	16	4,571	286	2.1	14.7
59年	12	1,733	144	1.5	6.1
60年	9	971	108	0.9	2.6
61年	22	3,258	148	3.0	11.3
62年	9	288	32	1.3	1.5
5か年平均	14	2,164	159	1.8	7.5

(厚生省食品保健課資料による)

表2 わが国におけるウェルシュ菌食中毒の原因施設（昭和58～62年、5か年の合計）

原因施設名	件数 (%)	患者数 (%)	1件当たりの 患者数
	件	人	人
総数	68 (100%)	10,821 (100%)	159
家庭	1 (1.5)	3	3
事業所	1 (1.5)	62 (0.6)	62
学校	8 (11.8)	3,752 (34.7)	469
病院	6 (8.8)	449 (4.1)	75
旅館	11 (16.2)	707 (6.5)	64
飲食店	19 (27.9)	1,924 (17.8)	101
製造所	1 (1.5)	473 (4.4)	473
仕出し屋	10 (14.7)	2,831 (26.2)	283
その他	7 (10.3)	485 (4.9)	69
不明	4 (5.9)	135 (1.2)	34

(厚生省食品保健課資料による)

近年わが国では、共働き家族の増加、核家族化あるいは単身者の増加などから外食する機会や既製、半調理の惣菜類の利用頻度が著しく増加した。このようなことを背景に、食中毒の大型化傾向が見られるようになった。最近の厚生省の食中毒統計を見ると、昭和58～62年の5年間では、1事件当たり患者数500名以上の大型食中毒が26件発生していて、うち学校給食で8件（全体の31%）、仕出し屋・弁当屋が10件（38%）、飲食店4件（15%）、などが目立っている。患者数（総人数29,738名）で見ると、飲食店で発生したものが12,776名（43%）、学校給食で6,583名（22.1%）、仕出し屋5,269名（17.7%）などの順となっている。これら大型食中毒の病因物質としてウェルシュ菌は、病原大腸菌、腸炎ビブリオに次いで第3位となっている。

表3にはウェルシュ菌食中毒の原因食品についてまとめてあるが、これから分かるように、弁当などの複合調理食品による事例が圧倒的に多く、肉類の加工品がこれに次いでいる。

本中毒の多くが、学校給食や仕出し屋の料理、弁当類のように一時にかなり大量の材料を加熱調理した食品によって発生している。

本中毒は、平均12時間の潜伏期を経てから発症し、主

症状は下痢と腹痛で、嘔気・嘔吐は比較的少なく、発熱はほとんど見られない。本中毒の予後は良好で、発病後1週間以内に回復し、死亡例はない。

表3 わが国におけるウェルシュ菌食中毒の原因食品（昭和58～62年、5か年の合計）

	件数 (件) (%)	患者数 (人) (%)	1件当たりの 患者数(人)
複合調理食品	28 (41.1)	6,116 (56.5)	218
肉類およびその加工品	6 (8.8)	994 (9.2)	166
穀類およびその加工品	2 (2.9)	693 (6.4)	347
魚介類およびその加工品	3 (4.4)	111 (1.0)	37
野菜類およびその加工品	1 (1.5)	47 (0.4)	47
その他	3 (4.4)	512 (4.7)	171
不明	25 (36.8)	2,348 (21.7)	94
小計	件 68	人 10,821	人 159

(厚生省食品保健課資料による)

ウェルシュ菌食中毒の事例

<事例1>冷やしうどんの「つけ汁」による食中毒

昭和55年7月9日、埼玉県久喜市内の小、中学校で「冷やしうどん」によって摂食者4,333名中3,610名（発病率83.3%）という極めて大規模食中毒が発生した。主症状は下痢（発生頻度94.7%）、腹痛（87.0%）で、発生日時は7月9日午後6～11時に集中していた。久喜市では、(株)乙食品が11校の給食の委託を受けていて、7月9日の給食献立はA、Bの2コースに分かれていて、中毒の発生したのはBコースの献立であった。その内容は「カレーたいやき」、「野菜のピーナッツ和え」、「冷凍みかん」、「冷やしうどん」および「牛乳」の5品目。このうち冷やしうどんの「つけ汁」が前日に調理されたものである。

細菌検査の結果、調理施設から収去したうどんの「つけ汁」、および小、中学校で保存検食のうどんの「つけ汁」から、それぞれウェルシュ菌が検出された。また、糞便検査で調理従事者68名中49名、小、中学校の児童、生徒および教師275名のうち262名からそれぞれウェルシュ菌が検出され、この中毒はウェルシュ菌によるものと決定された。

問題の「つけ汁」は、7月8日午前11時30分から製造が開始され、50℃のお湯の中に、鶏肉、野菜（にんじん）、だしの素、醤油、なるとを入れ、1時間沸騰させ、1時間室温で放置後、2台のステンレス容器に移した。その後40分間扇風機で冷やしてから冷蔵庫（0℃）に入れ翌朝まで保管した。しかし、その後行った調査で、「つけ汁」が大量であったため、0℃の冷蔵庫に入れても、最初の3時間で約10℃、次の4時間で約10℃程度温度が下がっただけで、冷蔵庫に入れたときの液温（50℃）から20℃になるまで7時間もかかったことが判明した。

「つけ汁」は煮沸工程があるので、ウェルシュ菌以外の細菌はほとんど死滅したと考えられ、問題の菌だけが生き残り、「つけ汁」の保存中におびただしく増殖したものである。

上記食中毒事件は、冷やしうどんの「つけ汁」の製造方法の欠陥によるものであって、乙食品に対しては1週間の営業停止処分がとられた。

＜事例2＞仕出し弁当（スパゲティナポリタン）による食中毒

昭和58年5月20日、富山県下のT市民病院看護専門学校宿舍ほか、高岡市、新湊市、射水郡大門町・大島町の2市2町の75事業所で、摂食者851名中、609名（発病率71.6%）が食中毒にかかった。この事件は大門町にあるH給食センターで調製した仕出し弁当（副食・スパゲティナポリタン）によって発生したもので、病因物質はウェルシュ菌、Hobbs 1型であることが判明した。

この仕出し弁当の献立内容は、和え物（スパゲティナポリタン）、揚げ物（野菜天ぷら）、焼き物（焼き魚）、魚肉ねり製品（かまぼこ）、漬物（山海漬）、酢の物（うの花酢漬）で、これらの保存検食の細菌検査の結果、スパゲティナポリタンからウェルシュ菌Hobbs 1型がヒトの感染発症菌量 10^6 /g以上検出され、本中毒の原因食品であると決定された。

問題のスパゲティは、当日朝3～5時にかけ調理され、5～7時まで放冷され、その後11時頃までに盛り付けられたという。調理後、盛り付けるまでの間に、原因菌の増殖至適温度（43～47℃）にかなりの時間放置されていたものと考えられた。なお、この施設の従業員の大部分が農村婦人のパートタイマーで、県衛生当局の見解では、衛生知識や清潔の習慣などを身につけているとはとても考えられない状態であったという。なお、このH給食センターについては、施設の改善命令が出されたほか、3日間の営業停止処分がとられたという。

ウェルシュ菌食中毒予防のポイント

食中毒を引き起こす耐熱性ウェルシュ菌は自然界の分布は広く、食品の原材料はもちろん、加工・調理器具への汚染の可能性が高い。今まで集団給食や仕出し屋等で発生した事例の多くは、喫食の前日に加熱調理した食品によったもので、他の細菌性食中毒の発生とはかなり様子が違っている。本中毒は、加熱調理に生き残った芽胞や、調理した食品へ二次汚染したエンテロトキシン産生性ウェルシュ菌が食品中で増殖し、これを食べて発病している。これらのことから、本中毒の予防のポイントをまとめると、

- ①調理した食品はできるだけ速やかに消費する。
- ②調理後、喫食までに時間のかかる弁当や大量に作られる学校給食などでは、調理した食品をできるだけ小分けして速やかに冷却するようにし、やむを得ず翌日まで保存するときは品温を確実に10℃以下になるように冷蔵保存すること。
- ③前日に加熱調理した食品は、冷蔵保存したのもでも使用時に十分な再加熱を行うこと（カレーやシチューなど）。

ワンポイント・レッスン

ウェルシュ菌の血清型と食中毒起因性

ウェルシュ菌は、その生産する毒素からA～Eの5型に分類されている。これとは別に、食中毒起因性のA

型耐熱性芽胞形成菌については、Hobbs型とTW型の血清型分類がある。Hobbs型はイギリスの有名な女性細菌学者でウェルシュ菌食中毒の発見者であるBeatty Hobbsによって提唱された分類で、1～17型に分けられ、TW型はHobbs型に該当しない耐熱性A型菌の分類で、1～52型に分けられている。両血清型とも食中毒発生時の疫学調査に広く応用されている。その後、Duncanら、HauschildおよびStrongらによる人体実験や動物実験によって、ウェルシュ菌の産生するエンテロトキシンが本中毒の原因物質であることが明らかにされ、Hobbsが報告した血清型の大部分はエンテロトキシン産生菌であることも確認された。しかし、細菌耐熱性の弱い（易熱性）芽胞形成ウェルシュ菌の一部にも、エンテロトキシンを産生するものがあることが報告された。

（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

食品と微生物 最近の海外における研究から（その3）

347品目の化学的合成食品添加物の用途別の区分は保存料、殺菌料をはじめ濾過助剤、離型剤、吸着剤等々に至るまで多岐にわたっている。今回ここに取り上げるピロリン酸塩類は“強化剤”“結着剤”として区分されており、少なくとも“保存料”“殺菌料”には含まれていない。しかし、1980年代早々からUSDA（アメリカ農務省）をはじめ多くの研究機関では、リン酸塩類の食品の機能性の改良とは別に抗菌性に関する研究が行われるようになり、特に偏性嫌気性食中毒細菌のボツリヌス菌の発育とその毒素産生阻止などに研究が集中していたようである。そこで今回はソーセージの天然汚染菌相を対象としたピロリン酸塩類の抗菌効果について実施された研究を紹介しよう。

（1）酸性とアルカリ性のピロリン酸塩の場合

最初の報告¹⁾は豚肉をトリミングし、脂身を20%程度に抑えてミンチしたものにピロリン酸塩を加えてソーセージに加工し、低温（5℃）と高温（20～22℃）に保持して貯蔵した時の菌数の挙動からピロリン酸塩の抗菌効果を検討したものである。抗菌力試験では実験条件が大きく影響するので、その概要を示すことにする。ミンチ肉に対して食塩は2%、コショウ0.5%、添加水10%となるように配合し、これに肉に対してピロリン酸塩類の濃度の合計が0.4%となるようにアルカリ性のピロリン酸4ナトリウム（TSPP）および、または酸性のピロリン酸1ナトリウム（SAPP、アメリカでは食添として許可されているが、日本では現在のところ法定許可品ではない）の各5%W/V溶液を加え、混和し、

ケーシング詰めとした後、80℃の熱水中で中心温度が65.5℃になるまで加熱した。この場合、配合肉の混和時からケーシング詰め品の煮熟終了までの所要時間は、20分間以内とするように配慮している。これは生肉中のフォスファターゼによるピロリン酸塩の分解を極力阻止して、リン酸塩の濃度の低下を防止するためである。これらを前記のように、低温または高温に貯蔵して経時的に供試している。

さて、5℃で0～21日間冷蔵したときの生菌数の変化は、当初の1週間は対照区、各種の処理区のいずれも 10^3 CFV/gでほとんど菌数は増加しない。第1週から第2週の終わりにかけて、いずれの区も約8倍の菌数に増加したが、なお 10^3 CFV/g台は超えていない。第2週から第3週にかけても処理区はいずれも全く増菌しない。対照区は若干増菌したが 10^4 CFV/gを示したに過ぎなかったことから、冷蔵中はピロリン酸塩の抗菌効果はほとんど発揮されない。ところが20～22℃の温度で0～48時間貯蔵した時は、中温細菌数は対照区よりも処理区の方が低く、特にSAPP 0.4%添加区は2対数サイクルつまり 10^2 相当の減菌効果を示している(図1)。

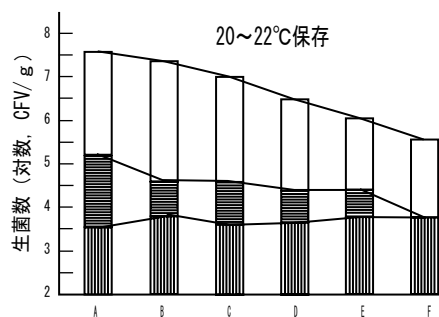


図1 添加したピロリン酸塩の種類とその濃度を異にするソーセージの48時間貯蔵中の中温細菌数の変化¹⁾

(注1) ■ : 0時間 ■ : 24時間後 □ : 48時間後
A : 対照区 B : TSPP 0.4% 添加 C : SAPP 0.1% TSPP 0.3% 添加
D : SAPP 0.2% TSPP 0.2% 添加 E : SAPP 0.3% TSPP 0.1% 添加
F : SAPP 0.4% 添加

また図示はしていないが通性嫌気性細菌の場合も同様の傾向を示すことから、20～22℃のような比較的高温で貯蔵したときにはピロリン酸塩処理は抗菌効果を発揮するとMarcyらは指摘しているが、この程度の効果で実用価値があるかどうかはなお検討の余地がある。

なお、この時の菌相は当初(0時間後)は*Streptococcus*、*Bacillus*、*Coryneform*、*Micrococcus*、*Staphylococcus*、*Lactobacillus*、*Clostridia*の7種のうち、対照区は*Clostridia*以外の6種、処理区ではピロリン酸塩の種類と濃度の違いによって若干の相異があるが4～6種の菌相が検出されている。24時間後になると対照区は

*Streptococcus*だけが検出されるようになるが、処理区では*Coryneform*、*Lactobacillus*、*Clostridia*以外の4種のうちの3～4種がなお検出されている。しかし48時間後には対照区のほか、処理区のB、C(図1参照)でも*Streptococcus*だけが100%検出されるようになり、その他のいずれの処理区でも84～97%は*Streptococcus*が占めるようになることが示されている。

ところで、一般にグラム陽性菌よりも陰性菌の方がリン酸塩に抵抗性があるといわれている。*Streptococcus*はグラム陽性菌であるので上記の結果は例外的なものといえるが、このような例外的事例はほかにも知られている²⁾。

(2) 酸性と中性のピロリン酸塩の場合

MarcyらはTSPP(前出)に換えて西独で食肉製品に使用されているピロリン酸3ナトリウム(PYRO-3)の抗菌効果を前記1)の場合と同様の方法で、SAPP(前出)と比較検討している³⁾。これによれば、7℃の低温で21日間冷蔵したときの菌数変化は前記1)の場合とほとんど同様の傾向を示し、対照区と各処理区との間の菌数に差はほとんど認められない結果となっている。

一方、20～22℃の高温では1)の場合ほどの菌数の差異は示さなかったが、それでもSAPPの添加量が0.3～0.4%の場合は対照区およびその他の処理区よりも相対的に中温菌数と通性嫌気性菌数は、ともに低い結果を示している。従って、PYRO-3も、TSPPと同様にSAPPよりは抗菌効果は低いものとみなされる。

なお、この場合にも貯蔵中の菌相の変化を調べているが、前記1)の場合とほぼ同様の傾向が得られ、48時間後には*Streptococcus*が主体を成している。

以上の結果を総合すると、ピロリン酸塩の抗菌効果の再現性と高温貯蔵したときの汚染菌の発育抑制効果の実用性については、なお検討を重ねる必要があるようである。しかし冒頭に述べたように、USDAをはじめ大学その他の研究機関でリン酸塩類の抗菌効果に注目していることもあり、いずれにしてもピロリン酸塩は単なる機能性の改良剤として有用であるばかりでなく、使い方がいいんによっては保存料的な利用の仕方においても有用であることが示唆される。

文 献

- 1) J. A. Marcyら : J. of Food Science, 53, 25～27 (1988)
- 2) H. J. S. Nielsenら : J. of Food Protection, 46, 1078 (1983)
- 3) J. A. Marcyら : J. of Food Science, 53, 28～30 (1988)

(笹島正秋 : 元水産庁東海区水産研究所保蔵部長)

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