

アサマNEWS パートナ

1988-3 NO.3

食 品 衛 生 三 講 座

3. エルシニア・エンテロコリチカ

5℃以下でも増殖する厄介な食中毒菌

エルシニア・エンテロコリチカ *Yersinia enterocolitica* は、昭和57年厚生省によって新たに指定された食中毒細菌の1つである。本菌による食中毒発生事例は、腸炎ビブリオやブドウ球菌食中毒に比べはるかに少ない。しかし、小学校・中学校などの集団給食で発生した事例では患者数は100名を越し、ときには500名、1000名を超える大型中毒の発生例もある。

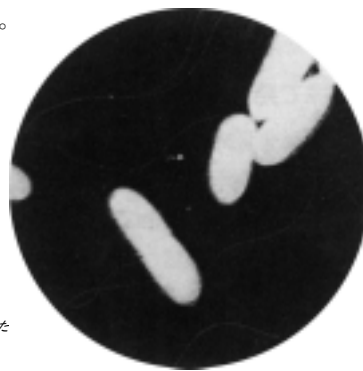
本菌中毒の主な症状は、発熱、腹痛、下痢、嘔吐であるが、ときには急性虫垂炎症状（いわゆる盲腸炎）を呈することもある。

本菌の感染経路は、これまでの食中毒事例では原因食品がほとんど不明なため、明確ではないが、ヒトに対して病原性を示す血清型の分布調査で、健康なブタ、イヌ、ネコ、ネズミなどが保菌しており、これから飲食物への汚染が重要であると考えられる。

エルシニア・エンテロコリチカのプロフィール

本菌は腸内細菌科に属するグラム陰性の桿菌で、芽胞は作らない。この菌はペストの原因となるペスト菌（*Y. pestis*）の仲間で、本来人畜共通感染病菌であるが、昭和47年静岡県下の小学校等の給食により2件の集団食中毒の発生以来、にわかに注目されるようになった（表1参照）。多くの菌株は周毛性の鞭毛を持ち、20～30℃培養では運動性を示すが、37℃培養では運動性を示さない。発育最適温度は25～30℃であるが、5℃以下の低温、特に0℃でも増殖するものもある（ワンポイント・レッスン、図3参照）。本菌は、生物学的性状から5つのタイプに分けられ、血清学的にO抗原が57種、K抗原が6種、H抗原が19種明らかにされている。本菌は自然界に広く分布しており、特に動物の腸管内に常在菌として保菌されている。ヒトに対して病原性のある主な血清型はO3、O5、O8およびO9の4型であるが、食中毒

患者から検出されている菌の血清型は大部分がO3型である。この血清型は健康なブタからよく検出され、またイヌ、ネコもしばしば保菌している。ブタは、と殺、解体時に枝肉や内臓などの汚染につながり、ペット動物もヒトへの感染源となる。健康なヒトの本菌の保菌率は極めて低いといわれる。



電子顕微鏡で見た
エルシニア菌

エルシニア・エンテロコリチカ食中毒とその特徴

（1）食中毒の発生状況

本菌によるヒトの感染症は世界各地で報告されている。日本における集団発生例は、表1に示したように昭和47年の静岡県の小学校・幼稚園の事例（喫食者441名、患者数188名、発病率42.6%）以来、9例が確認されている。

表1 わが国で発生した *Yersinia enterocolitica* による集団下痢症¹⁾

No	発生年月	発 生 場 所	患者数	喫食者数	発病(%)	原因食品	血清型
1	72・1	静岡 小学校 幼稚園	188	441	42.6	不明(給食)	O3
2	7	静岡 小学校	544	1,042	52.2	不明(給食)	O3
3	7	栃木 中学校	198	1,086	18.2	不明(給食)	O3
4	74・4	京都 小学校	296	814	36.4	不明(給食)	O3
5	75・6	宮城 小学校	145	486	29.8	不明(給食)	O3
6	79・1	宮城 養護施設	6	70	8.6	不明(給食)	O3
7	11	広島 小学校	184	954	19.3	不明(給食)	O3
8	80・4	沖縄 中学校	1,051	8,835	11.9	加工乳	O3
9	81・5	岡山 中学校	641	1,812	35.4	不明(給食)	O3

いずれも学校等（小・中学校・幼稚園・養護施設）の集団給食によって発生している。中でも昭和55年沖縄の小・中学校の給食による事例は、喫食者8,855名中1,051名が発病（発病率11.9%）という大規模なもので、この時の原因食は加工乳であった。外国の事例では、1976年アメリカのニューヨーク州の学校でチョコレートミルクによる事件以来、数件の発生があり、カナダでは、1975

年小学校における集団発生がある。これらの患者から分離された血清型は、日本、カナダ、ヨーロッパではO3群、アメリカではO8群が主体を占めていて、本菌の分布には地域特性があるように見受けられる。

(2) 原因食品

わが国で発生した集団中毒例では、沖縄で発生した加工乳による事例以外の原因食品は明らかにされていない。しかし、これまでの症例の検索、本菌の分布調査から見ると、ヒトへの感染源としては、食肉、ミルクおよびペット動物が注目され、そのうち食肉を介する感染が最も重要であるように思われる。またイヌ、ネコ、ネズミなど保菌動物の排泄物による二次汚染食品、飲料水などが原因食となる可能性がある。別に記載するように、本菌は他の食中毒菌と違って低温増殖性があり、食品の低温保存条件には注意しなければならない。本菌は芽胞を作らないで65℃以上の加熱で容易に死滅する。従って、十分な加熱調理は本菌の中毒予防に有効である。

(3) 沖縄で発生した加工乳による中毒例

昭和55年4月沖縄で発生したエルシニア中毒例は、表1に示した9例中最大規模のもので、しかも原因食品の判明した唯一の事例なので、ここに概要を紹介する。この事件は同年4月10日から12日にかけて、那覇およびコサの2保健所管内の小・中学校計9校の児童生徒84名が腹痛、嘔吐、下痢などの中毒症状を呈したことから始まる。その後の調査で、14校、1,051名の患者数に達した。疫学調査により、4月9日の学校給食は、8校が3か所の給食センターで調理され、1校は学校内の施設で調理された。給食内容は3か所の給食センターによりそれぞれ異なっていた。しかし、患者発生の共通食品としては学校給食用加工乳があり、これが本事例の感染源であることが確認された。すなわち、初発患者の見られた2日前の4月8日製造の加工乳5検体中4検体から患者から分離された菌と同じ血清型(O3)のエルシニア・エンテロコリチカが検出され、この加工乳が感染源となったことが確認された。

しかし、加工乳そのものの汚染源、汚染経路は不明であったが、加工乳を製造したM乳業の工場におけるビン詰め充てん機および、サージタンクから充てん機までのパイプ洗浄・消毒が不十分であることが確認され、またビン詰め消毒過程で、ノズルの目づまりにより消毒用の次亜塩素酸ナトリウムがかからず、ビンの消毒不十分が問題点として指摘された。当然のことながら感染源となったM乳業に対しては、営業停止命令が出され、早急な施設の改善命令が出された。

エルシニア食中毒の予防対策

本菌による食中毒の予防対策についてとりまとめた都衛研の伊藤氏²⁾のスキームを引用して図1に示した。

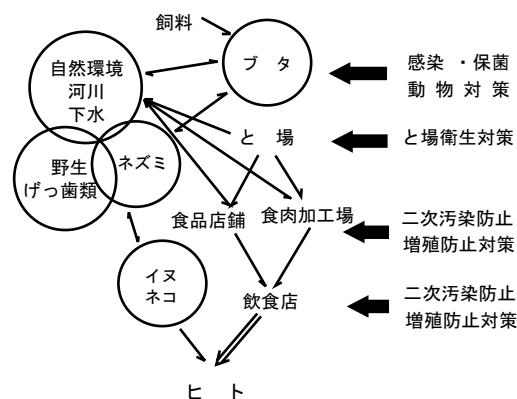


図1 エルシニア食中毒の感染経路と予防対策 (伊藤、1987)

その要点は次の3項目にまとめられる。

汚染防止 と場衛生の推進、食肉店舗や飲食店における食肉を通じての二次汚染防止。

除菌・殺菌 食肉製品の製造や食肉の調理に際しては、中心温度が70℃以上になるよう加熱する。

菌の増殖の防止・抑制 食肉の低温流通、保存の徹底。ただし、一般に食中毒細菌の増殖防止のための目安とされている「10℃付近」では不十分で、この温度では本菌はかなりよく増殖する。普通の電気冷蔵庫(5～10℃)中での生肉類の保存は短時間に限り、長く保存するときは冷凍すること。

ワンポイント・レッスン

エルシニア菌は低温度でも増殖

多くの食中毒細菌は10℃以下になるとほとんど増殖しないし、毒素も産生しなくなる。今まではE型ボツリヌス菌だけは例外的に3.3℃という低温で増殖することが知られていた(この菌は、この温度で約3週間後には毒素を生成する)。最近、エルシニア菌が0～5℃という低温で増殖することが明らかにされ、注目されている。図2にはスライスしたハム(浅川ら³⁾、1976)、図3には生牛肉(Hannaら⁴⁾、1977)におけるエルシニア・エンテロコリチカの増殖と温度の関係を示した。エルシニア菌の0～5℃という低温での増殖性は、本菌による食中毒予防対策上から極めて重要な特徴といえよう。

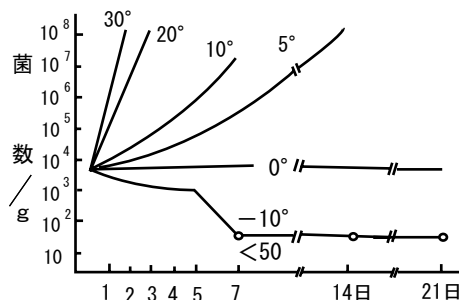


図2 ハムにおける *Yersinia enterocolitica* の増殖 (浅川ら³⁾、1979)

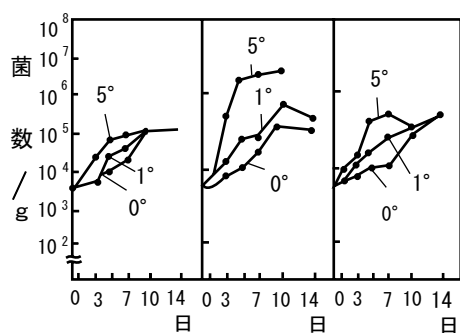


図3 生牛肉における *Yersinia enterocolitica* の増殖
(Hanna et al.,³⁾ 1977)

- 文献 1) 浅川 豊：食中毒Ⅱ（坂崎編）P. 181、中央法規出版（東京）（1983）
2) 伊藤 武：第 118 回三琇技研セミナー講演集、P. 19 三琇書房（東京）（1987）
3) 浅川 豊ほか：静岡衛研報、19、1（1976）
4) M. Hanna et al.：J. Food Sci. 42、1180（1977）

（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

食品の低温処理法 - その 1

前回では食品の腐敗に密接な関係がある微生物の発育と温度とのかかわりについて概要を述べ、生鮮食品では低温保持が微生物の発育と代謝作用の抑制に有効であることを示した。そこで今回は低温処理法にはどんな方法があるのか、またそれぞれの利点、欠点などについて解説する。

低温処理法として現在知られているものには、昔から賞用されてきた方法から新しい方法として今後の成果が注目されているものまで各種の方法があるが、今回は氷蔵法、水氷法、冷蔵法、氷（結）点冷蔵法について説明し、深温凍結法（いわゆる冷凍法）と新しい方法である冷霧（Cold Fog、C F）法と氷結カプセル形式（Capsule Packed Freezing、C P F）法は次回に述べることにする。

さて、微生物の発育と腐敗活性は、一般にほぼ -10°C 付近で抑制されるであろうと見られていることは前回述べた。だからと言って、生鮮食品の貯蔵は一律に -10°C 以下の温度ならば低い程良いというわけにはいかないのである。必要以上の低温で処理することはエネルギーの浪費となつて経済的に不利であるばかりでなく、場合によっては冷凍変性など無用の品質劣化を招くので、対象とする食品の原料科学的特性とその用途に適当な低温処理方法（温度と時間）を選択するようにする必要がある。

1) 氷蔵法

冷却しようとする食品から使用氷の融解潜熱に必要な熱量を奪って食品を冷却する方法である。本法の冷却効率を高めるためには、先ず細砕氷をできるだけ対象食品と密に接触させることが大切である。氷蔵で得られる温度

はよくて $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ くらいであるが、氷蔵法のやり方次第では容易に温度が大きく変動するので温度の安定性に難点がある。しかし、簡易、安価などの利点もあり、依然として重用されている。前回（アサマニュース、No. 2）述べたように $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ では十分に発育や代謝活性を示す微生物が多いので、本法は短期型冷却法である。生鮮魚一般のほか食鳥の冷却法としても利用されている。食塩その他の塩類を寒剤として砕氷と混和すれば寒剤の種類、添加比率によって各種のかなり低い零下温度が得られるが実用的ではない。

なお、鮮魚の氷蔵の場合に必要な氷の量は次式で求められる。

氷の必要量 (kg) = (氷蔵したい魚の重量、kg) $\times$ (魚の比熱、約 0.8) $\times$ (当初の魚体温と希望冷却温度との温度差、 $^{\circ}\text{C}$) $\div 80$ (氷の融解潜熱 Kcal/kg)

実際には魚体周辺の空気や容器などの冷却にも消費されるので、計算値よりも多量の氷が必要である。冬は魚の 3 割増し、夏は 1.5 $\sim$ 2 倍増しが一応の目安とされている。

2) 水氷法

清浄な水または海水と砕氷によって、水温をほぼ $0\sim -2^{\circ}\text{C}$ に保って対象物を浸漬冷却する方式である。この際、冷凍機を補助的に利用して常時 $-2\sim -3^{\circ}\text{C}$ を保持することもできる。その場合は後出の氷点冷蔵法と同一方式となる。本法は冷却液媒（冷水）で直接対象物全体を冷却するので、氷蔵法よりも冷却効率が良く、温度ムラがないなどの利点があるが、鮮魚などでは船の揺動による脱鱗、魚体の吸水膨潤などの欠点がある。水は血液、粘液などにより次第に汚れてくるので、過度の反覆利用は逆効果となる。水産物ではカツオ、サバ、サンマ、アジなどを対象とし、船倉または甲板上に設けた冷却槽を使用し、また畜産物では食鳥に対し冷水槽と回転ドラムから成るスピンチラーを使用しそれぞれ実施している。

3) 冷蔵法

冷蔵といえば直ぐに冷蔵庫による冷却貯蔵を連想するが、前出の氷蔵法と水氷法も冷蔵法的一种と言えるし、凍結して冷却冷蔵するいわゆる冷凍冷蔵（凍蔵とも言う）法もこの範ちゅう（疇）に属する。この冷凍冷蔵法は別に述べることにし、ここでは家庭用電気冷蔵庫による冷蔵法に限定して述べる。

最近は家庭用の電気冷蔵庫でも各種の機能を具備し、賑やかな宣伝合戦を繰り広げているので、その選択に迷うくらいである。温度別に見れば、 $4\sim 10^{\circ}\text{C}$ （いわゆる冷蔵）、 3°C （特鮮室）、 $1\sim -1^{\circ}\text{C}$ （チルド）、 -1°C （カプセル氷温）、 $-2\sim -3^{\circ}\text{C}$ （パーシャルフリージング、P F）等々まことに多種にわたっている。冷却温度の調整にはフロンなどの気化潜熱が容易に得られるような冷媒を機械的に強制循環する方式が採られている。この方式では温度の調整が容易であり、また安定した温度の維持が可能であるが、庫内が低湿度となるため生鮮食

品を直接冷気に接触させると乾燥して重量減、凋萎、変色などの悪現象が見られるので相応の対策、例えば気密包装、加湿機の設置、至適温度の選定などが考えられている。

先に氷蔵法、水氷法は冷蔵法的一种であると記したが、いずれも冷却手段としての意義が強く、貯蔵手段としての意義は弱い。これに対して冷蔵庫による冷蔵は一般に冷却と貯蔵を兼ねた冷蔵法と言える。しかし冷蔵温度が0～4℃に設定された冷蔵庫のスペース（棚、引出し、室など）では微生物の発育と代謝が十分に起こり得る（アサマニュース、No. 2参照）ことから、この温度域での冷蔵は比較的短期間である。

4) 氷（結）点冷蔵法

“チルド”、“氷温”、“パーシャル”などの謳い文句はいずれも生鮮食品の氷結点（凍結開始温度）〔ワンポイント・レッスン参照〕付近、すなわち生鮮食品が凍結するか、しないかの近辺の低温で貯蔵する方法である。この方法の利点は、0℃以上の低温貯蔵よりもよりもかなり長期間貯蔵できることである。また-18℃以下の深温凍結冷蔵法に比して、所要冷却エネルギーは著しく少なく、いわゆる冷凍変性の心配がない。しかし、本法はいずれにしてもそれぞれの冷却方式に応じた貯蔵限界があるので効果の過信は禁物である。チルド法は魚肉よりも筋肉組織が堅固な食肉に適用して発展した冷蔵法で、温度範囲はなお明確でないが、ほぼ1～-1℃である。この製品は冷凍変性がなく鮮肉性に富んでいる。パーシャルフリージング（PF）法は、チルド法よりもさらに低温の-2～-3℃で冷蔵する方法である。この温度の調整は-3℃でも凍結しない有機剤（例えばアルコール類、グリコール類）、あるいは塩類（例えば食塩、塩化カルシウムなど）を添加した液媒を冷却配管を通して-3～-5℃に冷却することで得られる。PF法は主として鮮魚の鮮度保持に適用されている。この場合、ときには魚の表層部に部分的な凍結が起きるが、その場合でもタンパク質の塩溶性の比較値から冷凍変性は認められていないといわれる（表1）。PF法による魚の“生きの良さ”を貯蔵魚の

表1 各種の低温貯蔵条件で貯蔵中のニジマス筋肉のタンパク質の塩溶性の挙動1)

貯蔵条件	g/100g 筋肉		%
	塩溶性タンパク質 (A)	全タンパク質 (T)	
氷蔵 (10日間)	14.9	16.2	92
PF (-3℃, 10日間)	15.7	16.2	97
凍結 (-30℃, 2か月間)	14.7	16.1	91

それとK値（核酸関連物質の分解率）で比較した結果でも前者が18、後者が46でPF法が著しく勝れた冷蔵法であることが客観的に認められている。しかしPF-60よりも貯蔵期間が短いことは言うまでもない。氷温法は0℃から各種の氷点（ワンポイント・レッスン参照）に達するまでの温度、特に凍結直前の温度を志向して冷却冷蔵する方法であるので、部分凍結するPF法とはこの点で異なる。本法はナシなどの生鮮果物、松葉ガニ、車エビ等の生鮮水産物、食鳥など各種の食品の冷却冷蔵と、野菜、生めん、パンなどの熟成、乾燥、発酵などに効果的な方法であることを認めている。また各種の氷点降下剤の開発とそれらの組み合わせにより、不凍氷点域は一層拡大される方向にあるようであるが、それに応じて氷点降下剤の添加濃度も増大しているので食味との関係のチェックは是非明らかにしてほしいものである。

引用文献

- 1) 内山 均ほか：東海水研報、第95号、1～14頁より抜粋（1978）
- 2) 加藤舜郎：食品冷凍総論、57頁、増補改訂食品冷凍講義、日本冷凍協会（1979）
- 3) 加藤舜郎：同書、P. 56
（笹島正秋：元水産庁東海区水産研究所保蔵部長）

ワンポイント・レッスン

表に示したように食品の氷結点²⁾は食品の種類によって相違する。従ってそれぞれの食品の氷結点から凍結直前

表 各種食品の氷結点²⁾

食 品	氷点℃	含水率%	食 品	氷 点 ℃	含水率%
サラダ菜	-0.4	95.4	レ モ ン	-2.2	88.7
トマト	-0.9	90.5	サクランボ	-2.4	85.5
タマネギ	-1.1	89.1	バ ナ ナ	-3.4	75.5
グリーンピース	-1.1	73.4	ク リ	-4.5	55.0
カリフラワー	-1.1	88.0	ク ル ミ	-6.7	40.1
ジャガイモ	-1.7	79.5	牛 肉	-0.6～-1.7	71.6
サツマイモ	-1.9	69.3	魚 肉	-0.6～-2.0	81.0
リンゴ	-2.0	87.9	牛 乳	-0.5	88.6
オレンジ	-2.2	88.1	卵 白	-0.45	89.0
ブドウ	-2.2	81.5	卵 黄	-0.65	49.5
カキ	-2.1	82.2	チ ー ズ	-8.3	35.3

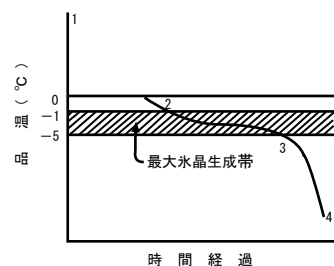


図 モデル食品の中心部の凍結線図³⁾

の至適低温を選定して氷温冷蔵温度とする。凍結曲線図の2が氷結点に相当する。この段階ではまだかなり高い含水率を保っており一般に生鮮食品ではその鮮性を保持している。

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