

食品安全で考慮すべき微生物問題と現場対策 ～水産食品を例に～

(一財) 東京顕微鏡院
食と環境の科学センター 名誉所長
伊藤武氏
(ATP・迅速検査研究会会長)

本稿は、ATP・迅速検査研究会が2月17日、東京・中央区の月島社会教育会館で開催した第34回定例講演会において、同会の伊藤武会長が行った基調講演の要旨である。(編集部)

はじめに

現在、厚生労働省による将来的な HACCP 義務化に向けた施策が進められている。本稿では、HACCP 計画を作成する際になどに考慮すべき微生物問題について、水産食品を例に考えてみる。

HACCP でいうところの「生物学的ハザード」とは、食品中に存在することにより、人に健康被害を起こす可能性がある微生物(いわゆる食品・飲料水媒介微生物)、および微生物が産生した毒素をさす。つまり、食中毒(以前の経口伝染病を含む)を引き起こす細菌やウイルス、原虫、寄生虫などのことである。

水産食品で考慮を要する微生物

水産食品が関係する細菌のうち、腸炎ビブリオによる食中毒の発生件数が減少してきたが、最も

重要な病原菌である。その他にコレラ菌、ビブリオ・バルニフィカスなどの病原ビブリオ、ボツリヌス菌、ウェルシュ菌、リステリア・モノサイトゲネス、黄色ブドウ球菌も考慮を要する微生物である。サルモネラ属菌は家きんや家禽が保菌する病原体ではあるが、食品汚染が拡大しているし、環境にも広く分布することから、水産食品でも問題とされる。

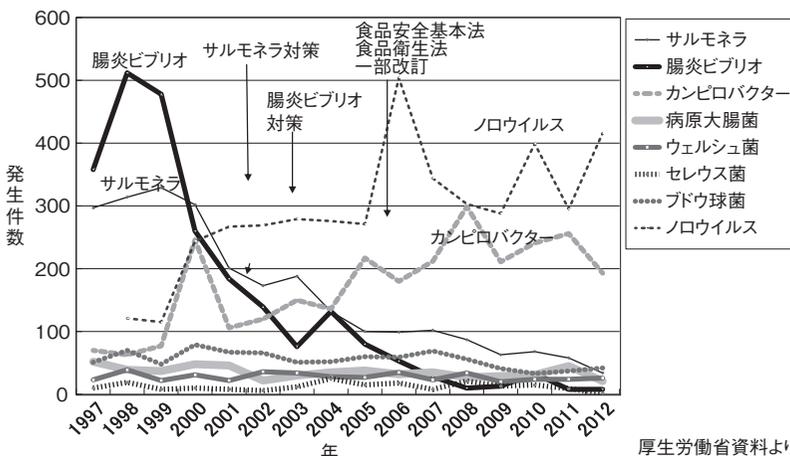


図1 主な微生物による食中毒の発生件数(患者数2人以上の事例)

ウイルスではノロウイルスやそれと類似するサポウイルス、A型肝炎ウイルス、寄生虫ではアニサキスやクドアが考慮を要する微生物として挙げられる。

水産食品で考慮を要する化学物質

化学物質としては、アレルギー様食中毒の原因物質であるヒスタミンが重要である。ヒスタミンは、主に赤身の魚（カジキ、マグロ、イワシ、サンマ、サバなど）に付着したヒスタミン生成菌により、ヒスチジンから生成される。ヒスタミンによる食中毒は、統計上は化学物質による食中毒（化学的ハザード）に分類されるが、現場においてはヒスタミン生成菌を制御するために、衛生管理を徹底する必要がある。

その他、動物性自然毒として、貝毒（下痢性貝毒：ホタテ貝、ムラサキガイ、アサリ、ホッキなど／麻痺性貝毒：ホタテ貝、アサリ、カキ、ムラサキ貝、キンシバイ、マボヤなど）、ふぐ毒、シガテラ毒（有毒魚種はドクタマス、バラフエダイなど）なども考慮する必要がある。

食中毒発生状況の傾向

図1は患者数2人以上の食中毒の発生状況であるが、近年の特徴としてノロウイルスやカンピロバクターによる食中毒が多数発生している。また、ウェルシュ菌やセレウス菌による食中毒は毎年10～30件前後が発生しているが、大きな変動は見られていない。病原大腸菌のうち腸管出血性大腸菌食中毒も、毎年、約20件前後の継続した発生が見られる。

一方、腸炎ビブリオ食中毒やサルモネラ食中毒は、以前と比較して顕著な減少傾向が見られる。魚介類の腸炎ビブリオ対策が徹底し、魚介類を原因とした食中毒は減少したが、継続的な対策が必要である。サルモネラについては鶏卵を原因とする食中毒が顕著に減少したことが大きく影響しているが、鶏肉のサルモネラ汚染が進んできており、対応が必要である。

ヒスタミン食中毒については、以前は食品の温

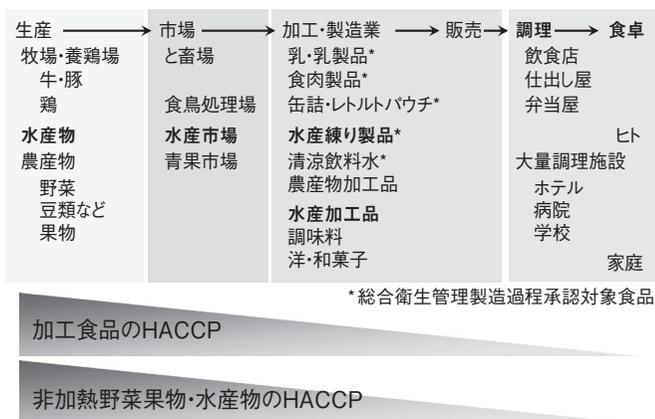


図2 生産から食卓まで(From Farm to Table)を一貫するHACCP

度管理が不十分であったため、多くのヒスタミン食中毒が発生していたが、最近では低温流通などの技術が進歩したことで、食中毒は着実に減少している。ただし、魚介類の遠隔地での捕獲や複雑な流通過程などにより、温度管理がされていないことから、毎年、食中毒は発生はしているの、警戒する必要がある。

考慮すべき微生物とその制御

食品の安全性を確保するためには、生産から食卓まで（いわゆる“From Farm to Table”）を一貫して、HACCPの考え方を取り入れることが有効である（図2）。そして、食品中の微生物を制御する手段を構築するためには、「菌の特性を知ること」がきわめて重要である。

以下に、水産食品で考慮すべきいくつかの生物学的ハザードについて、特徴や制御の考え方、現場での衛生対策などについて述べていく。

(1)腸炎ビブリオ

腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) は、主に海産の魚介類に分布する好塩性の微生物である。発育に最適の食塩濃度は3%で、0%では発育しない。8%でも発育でき、10%でもまれに発育するが、ほとんどの菌株は発育しない。海に分布するすべての腸炎ビブリオが病原性を有するわけではなく、多くの株は病原性を有して

いない。人の疾病に關与する毒素には、耐熱性溶血毒（TDH, thermostable direct hemolysin）産生株と TDH 類似毒素（TRH、TDH-related

hemolysin）産生株の 2 種類がある。

腸炎ビブリオによる食中毒の発生状況の推移は図 3 のとおりである。1970 年代には患者数が 1 万 6000 人近い時期もあった。しかし、2001 年（平成 13 年）に厚生省（現在は厚生労働省）が適切な対策を講じたこと、水産産業界が法規制を順守したことなどにより効果を上げて、現在は食中毒の発生は年間 10 件以下に減少している。

図 5 では、1996～98 年に発生した腸炎ビブリオ食中毒の原因食品は「魚介類の生食」や「魚介類の加熱不足」、キュウリの浅漬けなどであったが、腸炎ビブリオ食中毒が減少しても原因食品以前と同じの魚介類の生食である。

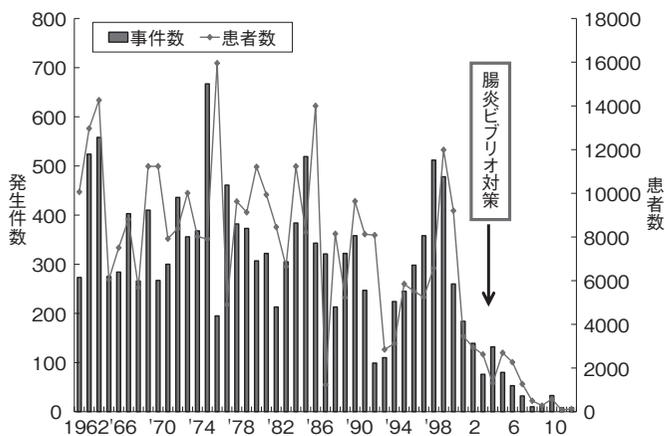


図3 腸炎ビブリオ食中毒の発生状況

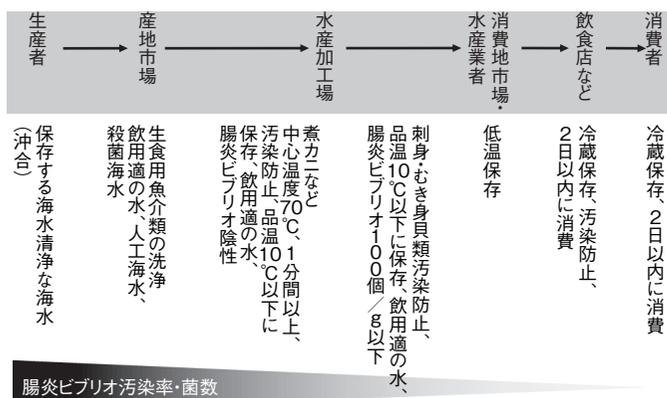


図4 生食用生鮮魚介類等の腸炎ビブリオ対策
(平成13年6月日通知、厚生省(現厚生労働省)資料より)

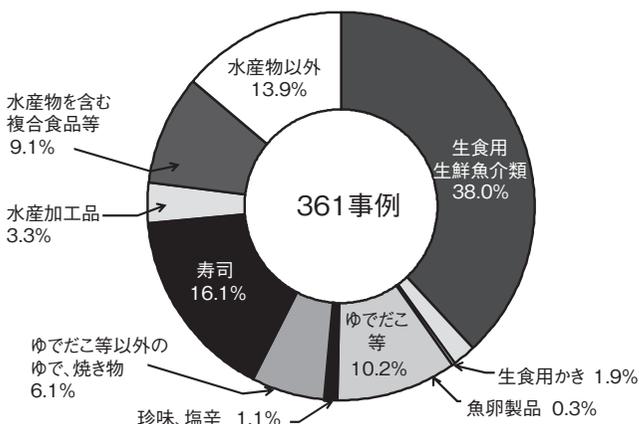


図5 腸炎ビブリオ食中毒の原因食品(1996～1998年)

腸炎ビブリオ食中毒の予防対策

腸炎ビブリオ対策といっても、海そのものの対策はできないので、まずは市場の衛生管理がポイントとなる。表 1 は腸炎ビブリオ食中毒が猛威を振るっていた頃に、赤羽荘資先生らが魚市場および店舗における腸炎ビブリオやその他の病原ビブリオ (NAG ビブリオ、*V. mimicus*、*V. fulvialis*) の汚染状況について調査したデータであり、さまざまな箇所から腸炎ビブリオが検出されている。厚生労働省の法規制が示される以前では、魚市場で使用する洗浄水は、腸炎ビブリオ汚染の高い魚市場隣接の海水や河川水を利用していった。市場での腸炎ビブリオ汚染を防止するには、厚生労働省の規制により滅菌海水や飲用適の水で施設や設備あるいは魚体を洗浄しなければならないし、生け簀の海水も人工海水などを活用し、魚介類への腸炎ビブリオ汚染を防止しなければならない。

腸炎ビブリオ食中毒の発生要因は、加熱食品や加工食品ではなく、主に魚介類 (刺身、寿司) の生食によるもの

である。最も対応が困難な生食であるため、生食魚介類への腸炎ビブリオ汚染防止と増殖防止を徹底することがポイントである。一般的に10個や100個といった少量菌では腸炎ビブリオ食中毒を起こさないことから、厚生労働省からの腸炎ビブリオ規制では刺身・むき身の貝類における腸炎ビブリオの菌数について、病原性がない菌株を含めて100個/g以下と定めた。さらに、市場や店舗での温度管理(10℃以下)を徹底することで、腸炎ビブリオの増殖を抑制できる。

すなわち、魚市場での衛生管理、捕獲から消費までの低温管理、滅菌海水による魚介類の洗浄など、生食用魚介類の腸炎ビブリオ汚染菌数の低減化と増殖防止対策が効果を上げ、年間の集団発症例は10件以下となった。加熱工程のない食品でも、「汚染させない」「増やさない」という対策の推進により、見事に食中毒制御に成功した特筆すべきことである。

イカ塩辛による腸炎ビブリオ食中毒

少し以前の事例になるが、2007年に12自治体にまたがって発生したイカ塩辛による腸炎ビブリオO3:K6による食中毒(患者数は595人)を紹介する。このイカ塩辛は塩分濃度が約4%で、腸炎ビブリオが増殖しやすい食品であった。そのような製品を常温で流通していたので、流通や販売の過程で腸炎ビブリオが増殖したものと考えられた。

その後、厚生労働省からは汚染防止対策として①内臓および筋肉を処理時に飲用適の水で洗浄、②細断機などの加工機械や製造ラインの洗浄・消毒、③滅菌海水など使用水の衛生管理、増殖防止対策として①加工・仕込み・保存などの工程を10℃以下、②流通販売も要冷蔵(10℃以下)、③期限表示などの指導がなされた。

最近では、塩分濃度を低くした塩辛製品が増えてきている。こうした食品では、腸炎ビブリオ食中毒について十分に注意しなければならない。

(2)その他のビブリオ属

腸炎ビブリオ以外にも、病原ビブリオ属としてはNAGビブリオ(非O1コレラ菌)、V.

表1 腸炎ビブリオ食中毒が流行していた1987~1988年における魚市場および店舗における腸炎ビブリオ汚染状況

検査対象	検査件数	腸炎ビブリオ検出数(%)	その他の病原ビブリオ検出数*
魚市場			
床面	30	10(33.3)	5
魚箱	31	10(33.3)	5
長靴	14	3(21.4)	5
店舗			
まな板 身おろし用	43	11(25.6)	12
刺身用	49	2(4.1)	5
包丁 身おろし用	45	12(26.7)	6
刺身用	55	2(3.6)	0
ふきん	40	2(5.0)	5
たわし	45	2(4.4)	2
容器 魚箱	39	18(46.2)	16
さく板	20	1(5.0)	3

赤羽荘資らのデータを一部改変
*NAGビブリオ、V.mimicus、V.fulvialis

mimicus、V. fulvialis、V. furnissii、V. vlnificus(ビブリオ・バルニフィカス; マスコミなどでは「人食いバクテリア」と表現されることもある)が知られているが、腸炎ビブリオに似たような生態であることから、腸炎ビブリオの対策と同じである。

ビブリオ・バルニフィカスは重篤な症状で、致死率が高い。ただし、一般の健康者は発症しないと考えるとよい。感染しやすい宿主としては、免疫機能が低下している人、肝臓疾患のある人(肝硬変、肝臓がんなど)、鉄欠乏貧血の人(鉄剤などを大量に飲んでいる人)、糖尿病やアルコール中毒の患者、ステロイド薬剤で治療している人などが挙げられる。こうした人が、生の海産魚介類などを喫食すると、発症するリスクが高い。そのため、易感染宿主を対象とした食事(病院食など)では生の魚介類を提供しないことが対策となる。

コレラ菌(V. cholerae)もビブリオの仲間である。コレラは、最近では世界的に見ても、特定の地域でしか発生していないし、東南アジアでも発生例が減少している。以前は、検疫所において、特定の地域から輸入される食品についてコレラ菌の検査を実施していたが、現在は検疫感染症から除外されたことから実施していない。コレラの発生状況については、WHOが世界規模で把握しているため、そうした機関からの最新情報を入手しておき、リスクがある地域からの魚介類の輸入があるかどうか情報を適切に得ることが大切である。

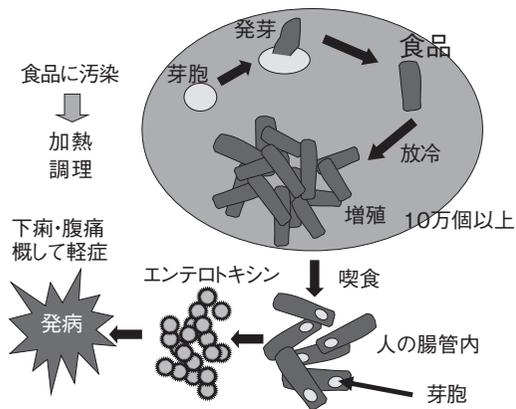


図6 ウェルシュ菌食中毒が発生するメカニズム

(4)ウェルシュ菌

ウェルシュ菌 (*Clostridium perfringens*) は偏性嫌気性菌(酸素がない環境で増殖、大気中では死滅する菌)で、発育温度は15～50℃、至適発育温度は45℃である。熱抵抗性が高い芽胞を産生し、芽胞は煮沸1時間でも死滅しない。

ウェルシュ菌食中毒が発生するメカニズムは図6のようになる。ウェルシュ菌を含む食品を加熱調理すると、芽胞に対していわゆる「ヒートショック」の作用をして、発芽が始まる。もし食品が嫌気的な状況であれば、菌が増殖する。それを人が摂取すると、腸の中で毒素(エンテロトキシン)を産生し、発症に至る。

土壌などに存在し、広く分布している菌であるが、すべての菌株が毒素を産生するわけではない。毒素を産生するのは、ごく一部のウェルシュ菌のみである。従来から知られているエンテロトキシン(CPE)以外に下痢原性毒素(イオタ毒素様エンテロトキシン、CPiLE)、いわゆる「新型エンテロトキシン」を産生するウェルシュ菌が門間らにより発見された。

食中毒の主な原因食品としては、食肉や魚肉の加熱調理食品が多い。特に注意が必要なのは加熱調理された惣菜あるいはローストビーフなどである。食肉や魚肉にはグルタチオンなどの還元作用のある物質が多い。また、加熱により酸素が大気中に放出されるため、こうした食品は嫌気的な状況になりやすい。芽胞が発芽して、ウェルシュ菌

の増殖が起こる。

ただし、ウェルシュ菌は、一般的に「10万個以上の菌数でなければ食中毒を発症しない」といわれている。そのため、加熱食品を室温に長時間放置しないことが重要管理点である。通常の捕獲した生の魚介類は嫌気的な状況ではないことから、ウェルシュ菌の増殖を考える必要はない。

大量調理施設での対策

大量調理施設(例えば集団給食施設など)や仕出し弁当によるウェルシュ菌食中毒は、毎年のように発生している。こうした施設の関係者にとっては「芽胞菌について正しく理解すること」が大切である。「耐熱性芽胞は加熱調理では死滅しない」「大量調理では食品内が嫌気的となり、食品の放冷中にウェルシュ菌が増殖する可能性がある」といった点を理解する必要がある。

もしHACCP計画においてウェルシュ菌を取り扱うのであれば、例えば「加熱調理食品は3時間以内に20℃以下にする」といった管理を、CCPとして設定しなければならない。また、「小分けにして冷蔵保存すること」「前日調理後の室温放置は厳禁」なども重要な管理項目となるだろう。

(5)ボツリヌス菌

ボツリヌス菌は芽胞を形成する偏性嫌気性の細菌で、食品中で毒素(神経毒)を産生する(図7)。毒素型にはA、B、C、D、E、F、G、Hの各型があり、国内で食中毒の原因となるのは主にA型、B型、E型である。各型の特徴については、表2にまとめたので参考にしていただきたい。

本菌による食中毒は、最近ほとんど起きておらず、起きてても散発的な発生である。しかし、警戒を怠ってはならない、重大なハザードの一つである。ボツリヌス毒素の人に対する致死量は毒素型による差があるが、50ng～500μgである。生物毒素であるテトロドトキシンが2mg、青酸カリが150～200mgであることから比較すると、ボツリヌス毒素はきわめて強力な毒素で、少量で致死することからバイオテロに使われないような警戒も必要である。

1984年以降のボツリヌス菌食中毒の原因食品

を、表3に示した。国内ではE型菌による食中毒の発生事例が多い。以前、魚市場の排水溝の土を調べたところ、一部でE型が検出されたことがあったが、魚市場は、さまざまな地域・国から魚が輸入されてくるので、ボツリヌス菌による汚染が見られることがあるのだろう。ただし、ボツリヌス菌が分布することが、すなわち健康被害にはならない。ボツリヌス菌の汚染と増殖要因が重要である。

ボツリヌス菌による土壌汚染で注目すべき箇所は、鮭などが海から川へと上がってくるような河川や地域である。川に上がってきた鮭は、その多くが産卵後に死滅する。死滅した鮭は腐り、腐った鮭は嫌気的な環境になりやすい。すると、もし魚体にボツリヌス菌が付着していれば、そこでボツリヌス菌が増殖する可能性もある。増殖したボツリヌス菌芽胞が、再び河川や海を汚染する悪循環を作り出す。

耐熱性芽胞を形成するA型およびB型のボツリヌス菌は、国内にはほとんど分布していないが、欧米や中国などの海外ではこれらのボツリヌス菌が分布しており、輸入食品などから国内に入ってくるリスクを考えておかなければならない。

辛子レンコンによるボツリヌス食中毒

代表的なボツリヌス菌食中毒の一つとして、1984年に発生した辛子レンコンによる事例が挙げられる。辛子レンコンは熊本県の郷土料理で、本来は地元で消費されることを想定した（長期流通を想定していない）食品であったが、それを長期流通するために、真空包装したり、脱酸素剤を入れて広域流通することにした。その結果、ボツリヌス菌（A型）の毒素が産生され、食中毒が発生した（患者数36人、死者11人）。

問題となった辛子レンコンの工程は、まずレンコンを洗浄し、両端を切断、水漬けしてから水煮（12～13分）する。レンコンの穴に辛子、味噌、調味料を充填し、冷蔵庫内で18時間保存する。その後、衣をつけ、180℃で10分間揚げ、18℃に冷却する。さらに真空包装後、80℃で1時間の殺菌処理（脱酸素剤を封入する場合は80℃で20分の殺菌処理）を行う。いくつかの加熱工程はある

表2 A、B、E型ボツリヌス菌の特徴

	A型	B型	E型
タンパク分解性	分解	分解	非分解
至適発育温度	35～40℃	35～40℃	18～25℃
最低発育温度	10℃	10℃	3.3℃
発育pH	4.6以上	4.6以上	5.0以上
塩分濃度	10%以下	10%以下	5%以下
水分活性	0.94以上	0.94以上	0.97以上
芽胞の耐熱性 D値/分 死滅温度	112℃/1.23 120℃、4分	112℃/1.23 120℃、4分	80℃/0.6～1.23 80℃、10分

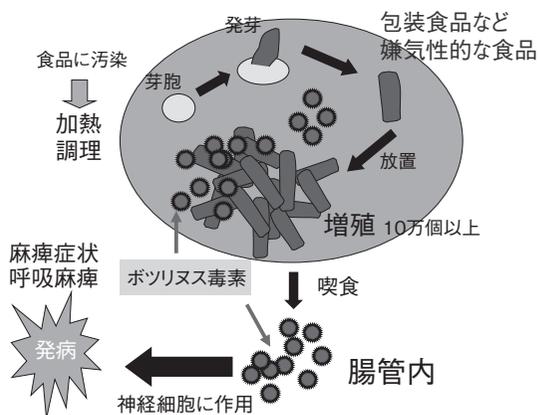


図7 ボツリヌス菌食中毒が発生するメカニズム

表3 日本で発生したボツリヌス菌食中毒の原因食品（1984～2012年）

原因食品	毒素型	原因施設
真空包装芥子レンコン	A型	製造業
里芋	A型	製造業
グリーンオリーブ	B型	輸入食品
鮭の調味乾燥品	E型	家庭
いずし14例 ニシン、イワシ、ハタハタ、カレイ、 ウグイ、アユ、コハダ、ハヤ、イワナ	E型	家庭
ハズし	E型	家庭
ハヤシライス	A型	?
あずきばっとう	A型	?

が、その加熱条件は、いずれも芽胞を殺滅できるような条件ではなかった。

ボツリヌス菌による食中毒の対策

ボツリヌス菌の芽胞の死滅対策としては120℃4分間の加熱、またはこれと同等以上の効力する方法で殺菌することが挙げられる。また、ボツリ

ヌス菌の増殖防止対策としては、生産から消費まで10℃以下で管理することや、「10℃以下（冷蔵）で保存する」という旨の表示を行うことなどが挙げられる。特にポツリヌス菌芽胞が死滅しない低い温度で加熱され、ポツリヌス菌の増殖可能な真空パックされた食品は冷蔵保存、冷蔵輸送が重要である。

(6) ノロウイルス

ノロウイルスは38nmの小型の球形ウイルス（インフルエンザウイルスの10分の1の大きさ）で、ヒトにのみ感染し、動物などには感染しない。潜伏時間は24～48時間で、感染ウイルス量は10～100個といわれている。

食中毒の症状は、吐き気、嘔吐、下痢、腹痛、軽度な発熱などである。感染しても発症しない場合や、軽い風邪様症状の場合もある。小児や子どもでは嘔吐が頻発し、大人では30～50%が嘔吐の症状を呈する。脱水症状が激しく、治療が不完全な場合には死亡することもある。また、嘔吐物を誤嚥することにより誤嚥性肺炎で死亡する場合もある。

ノロウイルスの感染経路については、図8のようになる。食中毒発生時の感染経路としては、カキなどの二枚貝による事例が多いが、あらゆる食品が原因となっている。国内では年間で1～2万人の食中毒患者が発生している。感染症としての患者数については、（正確な統計がないので定かではないが）少なくとも年間200万人はいるのではないかとされている。もし冬場に嘔吐や下痢などの症状が見られた場合は、ほとんどがノロ

ウイルスによるものと考えてよいかもしれない。

ノロウイルス食中毒の予防対策

2007～2011年に原因食品が判明したノロウイルス食中毒の原因食品を図9にまとめた。発生要因としては、①ノロウイルスに汚染されたカキなどの二枚貝の生食あるいは加熱不十分な場合、②ノロウイルスに汚染された井戸水や簡易水道の消毒が不十分な場合、③食品取扱者がノロウイルスに感染しており、その人の手指などを介して汚染された食品——などが挙げられる。

ただし、ノロウイルス食中毒については、約7割近くが「原因不明」である。ノロウイルス食中毒を減少させるためには、こうした原因不明の事例について、さらに詳細な原因究明などがなされる必要があるだろう。

カキ養殖場におけるノロウイルス対策としては①養殖地域の衛生対策、②浄化時の衛生対策、③加工・輸送時の衛生管理、④生食用カキのウイルス検査——に集約される。ノロウイルスは培養できないので、遺伝子型の検査が行われる。ただし、遺伝子型の検査では、生きているウイルスだけでなく、死んでいるウイルスも検出されるので要注意である。

カキの洗浄については、それぞれの養殖場で方法が異なるが、多くの養殖場では紫外線殺菌をした海水を用いたカキの浄化が行われている。ノロウイルスの汚染がない海水でカキを浄化することは、大切な管理ポイントである。ただし、浄化カキによるノロウイルス食中毒も散見されているので、安心して生食できるような浄化方法について、さらに検討を進めなければならない。

なお、カキについては、ノロウイルスの他、A型肝炎ウイルスやサルモネラなども考慮すべきハザードである。

新型ノロウイルス

ノロウイルスは遺伝子グループI（GI、9種類）、遺伝子グループII（GII、22種類）が知られている。これまで国内ではGII.4という型の流行が見られていたが、昨年末にはGII.17という型——いわゆる「新型ノロウイルス」の流行が

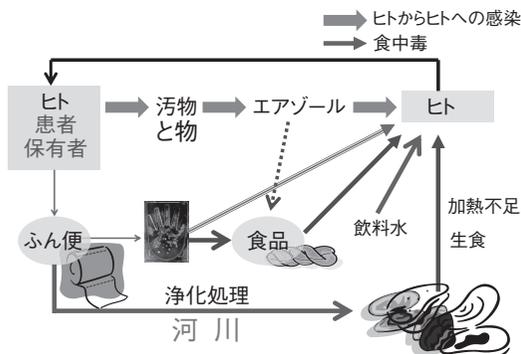


図8 ノロウイルスの感染経路

懸念されていた。

過去に発生事例のない変異株は、抗原性が異なるため、免疫力を持たない人が多い。そのため、大流行が起きる危険性があることから、昨年末から厚生労働省ではGⅡ.17に対する警告を発していた。今後とも新型ノロウイルスについては人とカキの両面からのモニタリングが必要であろう。

(7)クドア・セプテンブクタータ

2011年、厚生労働省の通知により、ヒラメに寄生した粘液胞子虫である「クドア・セプテンブクタータ」が食中毒を起こす新たな病因物質とされた。この寄生虫は、潜伏時間は4～8時間、主な症状は下痢、嘔吐、胃部の不快感などである。養殖されたヒラメの刺身を原因食品として、 $10^5 \sim 10^6$ 個のクドアを摂取すると発症する可能性がある。

食中毒の発生状況は、平成25年は21件244人、平成26年は43件429人となっており、8～10月に多発し、冬から春にかけて少なくなる。ヒラメの刺身は集団（会食）で食べる機会が多いので、この食中毒は集団発生が多いが、散発事例も見られている。

なお、平成23年よりヒラメ筋肉1g当たりのクドアの胞子虫が 1.0×10^6 個以上の場合、食品衛生法第6条違反となり、回収しなければならない。

クドア食中毒の予防対策

ヒラメの養殖場におけるクドア食中毒の予防対策としては、主に①養殖段階におけるクドア保有稚魚の排除、②飼育環境の清浄化（クドアの生活環は解明されていないが、粘液胞子虫類は魚との環形動物（例えばゴカイなど）を交互に宿主とすると考えられているので、環形動物の排除対策を講じる）、③養殖施設における出荷前のモニタリング検査（鏡検法とPCR法によるクドア寄生ヒラメの排除）——などが挙げられる。

飲食店でのクドア予防対策としては、冷蔵条件では1週間は病原性を保持するといわれる。対策は①冷凍（ -80°C で2時間以上、 $-15 \sim -20^\circ\text{C}$ で4時間以上で失活する）、②加熱（ 75°C 5分間

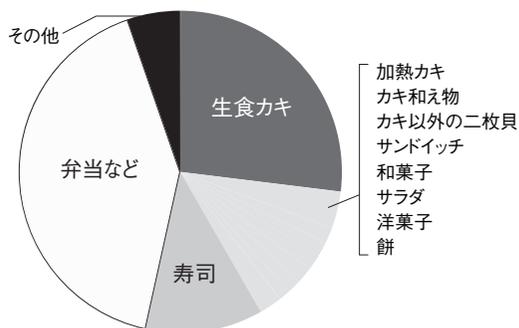


図9 ノロウイルス食中毒の原因食品
(2007～2011年に原因食品が判明したものののみ)

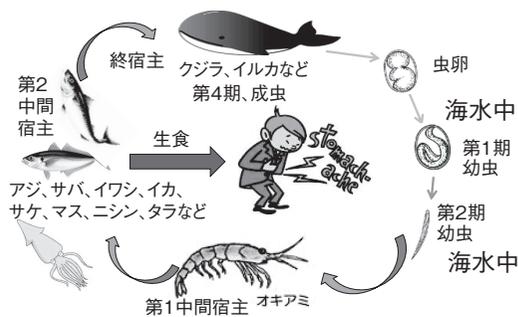


図10 アニサキスの生活環

以上で失活) である。

いったん凍結させることが確実な対策といえるが、ヒラメの刺身は凍結させると味が落ちてしまう。この辺りの問題をうまく克服できれば、安心してヒラメが食べられるようになる。

(8)アニサキス

アニサキスによる食中毒は、ほとんどが散発事例である（集団発生はきわめてまれである）。潜伏時間は1～36時間（ほとんどが8時間以内）、主な症状としては激しい腹痛、悪心、嘔吐を引き起こす胃アニサキス症の他、腸アニサキス症や消化管外アニサキス症など、さまざまな症状を呈する。また、食物アレルギーとしての症状を呈する場合もある。

厚生労働省の食中毒統計によると、2012年は65件71人、2013年は88件89人、2014年は79件79人となっているが、年間の推定患者数は2000人以上ともいわれている。

アニサキスの生活環は、図10に示したように

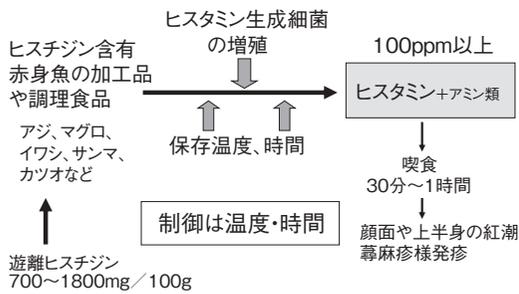


図11 ヒスタミンによる食中毒(食中毒統計では化学性食中毒)

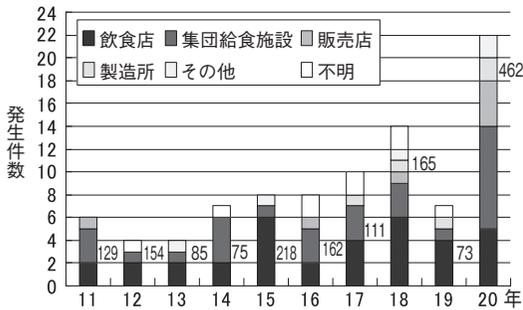


図12 ヒスタミン食中毒の発生件数と患者数

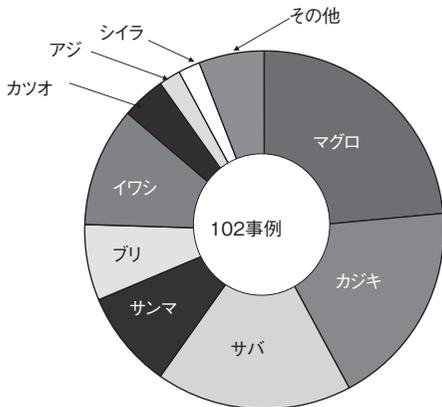


図13 ヒスタミン食中毒の原因魚種(平成15～26年)

なる。原因となる魚は、平成25～26年の統計を見ると、サバ39件、サンマ14件、イワシ5件、アジ3件などで、その他にもキンメダイやカツオ、イナダ、イカ、イカ塩辛、ヒラメ、ブリ、カマスなどもある。

アニサキス食中毒の予防対策

アニサキス食中毒の予防対策としては、(広範囲な海域の魚に汚染が見られることから) 海洋で

の対策は不可能といえる。そのため、アニサキスを死滅させてから喫食することがポイントとなる。つまり、加熱(60℃、1分以上)あるいは冷凍(-20℃、24時間以上)が有効である。オランダでは、ニシンに関して-20℃以下で24時間以上という冷凍を義務づけた結果、アニサキス症患者が激減したという統計もある。なお、アニサキスの虫体(幼虫)は長さ2～3cm、太さ0.5～1mmと比較的大きいため、目視で見つけることが可能である。

(9)ヒスタミン

ヒスタミンを含有する魚(例えばアジ、マグロ、イワシ、サンマ、カツオなど)の加工品や調理食品で、ヒスタミン生成細菌が増殖すると、ヒスタミンが生成される。つまり、ヒスタミンは、食中毒統計では「化学的ハザードによる食中毒」として分類されるが、制御については「生物学的ハザード」として対策を講じることがポイントとなる(図11～13)。

ヒスタミン生成菌の種類としては、腸内細菌科の *Morganella morganii*、*Citrobacter freundii*、*Enterobacter aerogenes*、*Enterobacter cloacae*、*Raoultella planticola*、*Hafnia alvei*、海洋由来菌である *Photobacterium phosphoreum*、*P. damsela*、*Tetragenococcus murianticus*、その他、環境に存在する *Oenococcus oenos*、*Lactobacillus buchneri* など、多岐にわたる。

ヒスタミン食中毒の予防対策

図14は *P. phosphoreum* の増殖を示しているが、低温でも増殖可能で5℃や10℃でも増殖が認められている。予防対策としては、「ヒスタミン生成菌は、魚体に付着して当然」と認識して、その微生物の制御を考えるべきである。

魚介類によるヒスタミン食中毒防止対策としては、以下のような点に集約される。

①漁船(捕獲時の対応)

- 捕獲した魚は直ちに水揚げ
- 水揚げした魚は速やかに施氷/水水中に入れ、低温保管

- 凍結する場合でも速やかに処理する。
- 捕獲から低温保持されるまでの時間の記録
- ②魚市場の対応
 - 陸揚げ後も速やかに施水／水水中に入れ、低温保管
 - カジキなど大型の魚はいかに早く水で覆うかがポイント
- ③魚加工工場での対応
 - 原料魚の受入れ時の確認
 - ・漁獲から加工工場に搬入されるまで低温管理に維持
 - ・受入れ時に魚が十分に施水／水水されていること
 - ・色調やにおいなどで鮮度の低下がないこと
 - ・ヒスタミン検査証明書
 - 加工工程
 - ・加工室の温度管理は20℃以下
 - ・解凍時間と温度管理（5℃未満に温度管理されたチルド室）
 - ・カットや調味液漬けは短時間に処理（室内の温度が21℃を超える場合は4時間以内の処理、室内の温度が21℃を超える場合は8時間以内に処理）

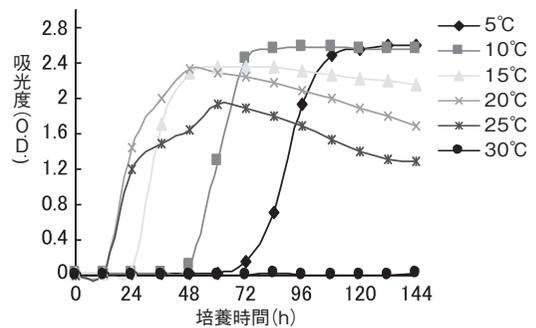


図14 *Photobacterium phosphoreum* IFO13896の各種培養温度条件での増殖(培地)

いても、さまざまな情報（例えば、鮭の分布や微生物汚染状況など）を基にハザードや、その制御方法について検討する（ハザードとしては、例えばサルモネラ、ボツリヌス菌、ウェルシュ菌などが挙げられるかもしれない）。そして、もし製品を嫌気状態で流通するのであれば、流通段階などでのボツリヌス菌やウェルシュ菌の制御についても考慮しなければならない。

微生物の特徴や性質をきちんと理解した上で、ハザード分析を行えば、自ずと（HACCP計画で取り扱うハザードについて）制御方法は構築できるであろう。そして、ハザードを制御する上で特に重要な工程については、CCPで管理することになる。

現在、厚生労働省では将来的なHACCPの義務化を見据えた施策を展開しており、東京でオリンピック・パラリンピックが開催される2020年が一つの目安といわれている。「HACCPは難しい」といった声も聞かれるが、ハザードに関する正しい知識を持って、ハザード分析を行えば、HACCP計画の作成は必ずしも難しいことではないはずである。

微生物の特性を理解すれば HACCP 構築は難しいことではない

最後に、昆布巻きを例に、生物学的ハザードについて考えてみる。原料は、北海道で水揚げされた昆布を乾燥したもので、昆布巻きの芯は冷凍鮭の切り身と仮定する。

昆布巻きの製造工程では、まず原料の昆布を酢と水で洗浄する。本稿で述べてきたように、原料の昆布を汚染する微生物としては、病原性のある腸炎ビブリオ、サルモネラ、そして有芽胞菌（ボツリヌス菌、ウェルシュ菌）が挙げられる。ハザードを挙げたら、「昆布は乾燥品なので、病原ビブリオは死滅している」「生産地水揚げされる海域」が北海道なので、ボツリヌス菌とウェルシュ菌の可能性が考えられる。ただし、低温保存を徹底すれば菌の増殖は防げる」といったことを考えて、具体的な制御方法を検討する。芯に用いる鮭につ