

アレルギー様食中毒の現状と対策

藤井 建夫

Fujii Tateo

東京家政大学家政学部

1. アレルギー様食中毒とは

アレルギー様食中毒は戦後まもなく国内各地で多発した。最近でも年間4～14件、患者73～218名が報告されているが、特に2008年は急増し、発生件数22件、患者数462名である(図1,表1)。特に学校や保育所などでの給食によるものが増えており、2009年1月にも札幌市の小学校で患者数259名の大規模な事件が発生している。

この食中毒はヒスタミンを高濃度含む食品を摂取した場合に、ふつう、食後30～60分位で、顔面、特に口のまわりや耳たぶが紅潮し、頭痛、じんま疹、発熱などの症状を呈するもので、重症になることは少なく、たいてい6～10時間で回復する(抗ヒスタミン剤の投与により速やかに全治する)。そのため食中毒としての届出は少ないが、今でも家庭などでの小規模な事例は多発していると思われる。

海外でも以前からシイラやツナ缶詰などによるアレルギー様食中毒が知られているが、最近では魚食志向を反映して増加傾向にある。

2. 今でもある非常識な鮮魚の取り扱い

2008年に起こった具体的な食中毒事例として『食と健康』2009年8月号(齊藤智子氏)の記事より拾ってみた。

2008年10月8日に都内の社員食堂で起こったマグロのマヨネーズ焼きによる事例では、490人中16名が発症した。このときのマグロのマヨネーズ焼きは残品が少なく、検査ではヒスタミンは検出されなかったが、原材料は冷凍輸入のキハダマグ

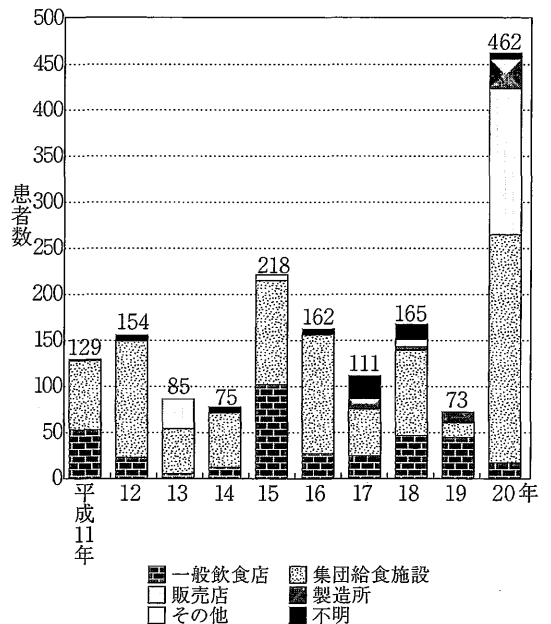
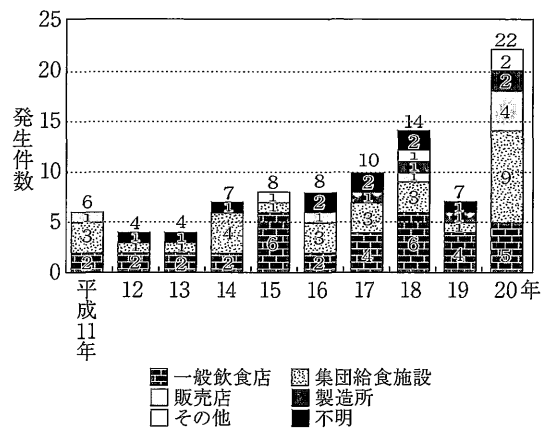


図1 原因施設別ヒスタミン食中毒発生件数と患者数の推移(斎藤, 2009)

表1 2008年に発生したアレルギー様食中毒事例(登田, 2009に追加)

発生日	報告自治体	原因食品	原因施設	患者/ 摂取者数	潜伏 時間	症状	ヒスタミン濃度 (残品または検査中)mg/100g
2/15	横浜市	イワシのつみれ汁	給食施設 (保育所)	8/14	10分	顔面紅潮,発疹	23
3/3	金沢市	サワラ(クロカワ カジキ)	販売店	47/231			F保育園:サワラフライ不検出,89 K保育園:西京焼き検査240 煮魚検査40 西京焼き残品930
3/7	名古屋市	カツオのたたき(推定)	家庭	3/3			
3/13	京都市	マグロのバター焼き	給食施設 (事業所等)	9/49		顔面紅潮,発疹, 頭痛等	430
4/14	東京都	カジキの揚げ漬け	給食施設 (事業所等)	23/59	直後~ 3時間	顔面紅潮,口の異常, 下痢,しびれ,倦怠感, 頭痛等	検査42 残品320
5/21	栃木県	カツオみそ漬け焼き	飲食店	5/16			840, 900, 960
6/2	群馬県	カジキマグロの照焼	邑景楽町内の77/2903 給食施設	5~ 55分		皮膚の発赤, 結膜(眼球)の 充血等,2名入院	7, 640
6/6	神奈川県	冷凍食品(クロカワ カジキ味付)	製造所	29/357	10分~ 3時間	発疹,かゆみ, じん麻疹等	残品252 調理済未摂取6.1
7/7	福岡県	カツオの照焼	給食施設 (保育所)	24/120	直後~ 30分	口のまわりのかゆみ	生カツオ170,加熱後カツオ48, カツオ照焼49
8/7	長野県	カジキの甘辛がらめ	給食施設 (保育所)	38/89			
8/18	富山県	カジキマグロの さく取り	販売店	44/不明			
8/18	青森市	サバの竜田揚げ (仕出し弁当)	飲食店	2/14			
8/19	千葉県	マグロ照焼	販売店	5/44		じん麻疹,頭痛	282
9/18	千葉県	ムロアジ干物	製造所	3/4	10分	じん麻疹,発熱, 嘔吐等	541
9/30	長崎県	イワシすり身揚げ	給食施設 (保育所)	8/39			
10/7	東京都	ブリの西京みそ漬	飲食店	2/3			130
10/8	東京都	マグロのマヨネーズ 焼き	給食施設 (事業所等)	16/490			不検出
10/9	福島県	サンマすり身揚げ	家庭	4/4			
10/15	東京都	ブリの照焼	飲食店	2/12	直後~ 30分	発疹,頭痛,下痢, 顔面紅潮	残品270
11/1	茨城県	イワシのすり身	販売店	2/2	10~ 30分	顔面紅潮,呼吸困難, 下痢,吐き気	残品148
11/10	静岡県	マグロ	販売店	67/556			
11/22	東京都	マグロのケチャップ 和え	給食施設 (小学校)	43/675		発疹,頭痛,かゆみ, しびれ等	検査20 保管原材料730

ロ(インドネシア産)であり,原料加工者が保管していた輸入日,輸入業者,現地での製造者が同じキハダマグロロイン未開封品3検体中1検体から730mg/100gのヒスタミンが検出されている。したがって輸入時点ですでに高濃度のヒスタミンが生成されていたと考えられる。

11月22日には,都内の小学校の給食で,これと

同じ原料を用いたマグロのケチャップ和えを食べた児童や教職員675名中43名の患者が発生し,検査のマグロのケチャップ和えからは20mg/100gのヒスタミンが検出されている。

10月15日に発生した別の事例では,都内の飲食店でブリ照り焼き定食を食べた2名が発症し,残品のブリ照り焼きからはヒスタミンが

表2 水産物の主なヒスタミン生成菌とその増殖特性

菌種	増殖特性					
	温度 (°C)			食塩 (%)		pH 下限
	下限	至適	上限	至適	上限	
<i>Morganella morganii</i> (モルガン菌) 〔中温・非好塩性〕	10	37	43	0.5以下	5~6	4.7
<i>Photobacterium damsela</i> 〔中温・好塩性〕	10	30~35	40	2	7	4.5
<i>Photobacterium phosphoreum</i> 〔低温・好塩性〕	0~4	20	20~30	2	7	4.5

270mg/100g検出された。この店では、10月4日に市場で仕入れたブリを半身に切り分け、一方の半身を2、3日間、刺身や焼き魚として提供し、残りの半身は冷蔵し、11日後に12切れにカットし、たれに漬け、注文ごとに焼いて当日のランチとして提供したという。冷蔵して10日以上も経った鮮魚を提供する飲食店があるとは驚きである。

3. なぜ赤身魚で中毒が起こるのか

アレルギー様食中毒の原因物質はヒスタミンという化学物質であるので、わが国の食中毒統計では化学性食中毒の中の「その他」として分類されているが、このヒスタミンは食品の貯蔵・加工中に増殖した細菌のヒスチジン脱炭酸酵素作用によって生成されるという点でほかの化学性食中毒とは性格を異にし、むしろ細菌性食中毒と考えるべきであろう。また免疫反応の異常によって起こる食物アレルギーと症状は似ているが発症機構が異なるので、アレルギー様食中毒と呼んで区別している。

この食中毒は主にマグロ、カツオ、カジキ、サバ、イワシ、アジなどの赤身魚やその加工品（みりん干し、焼き魚、フライ、竜田揚げなど）で起こるが、赤身魚が本食中毒の原因となりやすいのは、ヒスタミンの前駆物質となる遊離ヒスチジン含量が白身魚では数mg～数十mg/100gであるのに対し、赤身魚では700～1,800mg/100gと非常に高いためである。一般的には100mg/100g以上の食品で発症するとされているが、実際には摂取量が問題であり、食中毒事例から発症者のヒスタミン摂取量を計算した例では大人一人当たり22～320mgと報告されている。

4. ヒスタミンは細菌が作る

アレルギー様食中毒はかつてはプトメイン中毒と呼ばれ原因不明であったが、1953年にこの食中毒が魚肉腐敗細菌によることが木俣らによって初めて明らかにされた。その分離株は低温増殖性などの点で当時の *Bergey's Manual* の記載とは異なったため *Achromobacter histamineum* として報告されたが、これが現在、代表的な原因菌として有名なモルガン菌 (*Morganella morganii*) である。

これまで鮮魚やその加工品のヒスタミン生成菌としてよく知られているのは、*M. morganii*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *Raoultella planticola* などの腸内細菌科細菌であり、実際の食中毒事例からの分離株も *M. morganii*, *R. planticola*, *Hafnia alvei* などの腸内細菌科細菌であった。

一方、海洋や魚の腸管、体表などにも低温性と中温性の2種の好塩性ヒスタミン生成菌 (*Photobacterium phosphoreum* および *P. damsela*) が存在する。モルガン菌とこれら2種のヒスタミン生成菌の特徴を表2に挙げておく。海洋性のヒスタミン生成菌は従来あまり注目されていない菌群であるが、*P. phosphoreum* は冷蔵温度でもヒスタミンを生成することができ、一方 *P. damsela* は *M. morganii* と同程度に強いヒスタミン生成能を有するという点で重要である。

5. 注意すべき海のヒスタミン生成菌

モルガン菌と2種の好塩性ヒスタミン生成菌の沿岸海域での出現状況を調べた結果では、低温好塩性のヒスタミン生成菌 (*P. phosphoreum*) は主に冬から初夏にかけて存在し、夏には中温好塩性

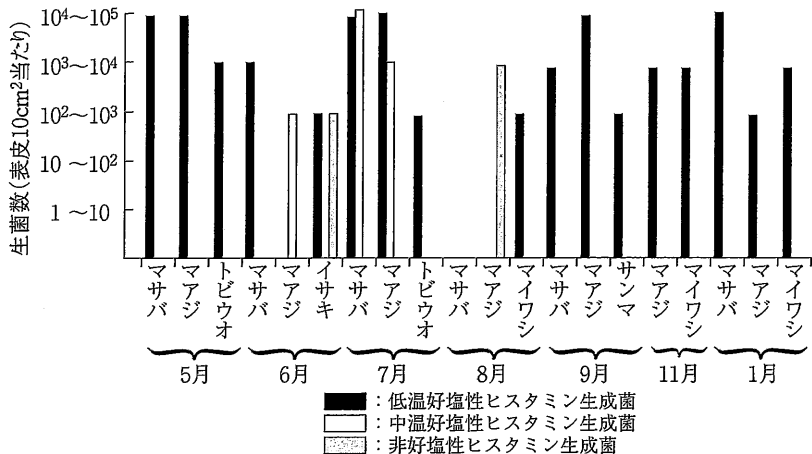


図2 鮮魚に付着しているヒスタミン生成菌数の季節変化 (与口ら, 1990)

の菌 (*P. damsela*) が多く出現する。一方、モルガン菌はもともと腸内の菌であるので、清浄海水 (たとえば相模湾) からは検出されず、比較的汚れた海水 (たとえば東京湾湾奥部) から検出される。

また、市販鮮魚について調べた例 (図2) では、中温好塩性菌やモルガン菌は主に夏場に検出され、低温好塩性菌は周年高頻度に検出される。このうち、中温好塩性のヒスタミン生成菌は夏の鮮魚から多いときには $10^3 \sim 10^4/\text{cm}^2$ 検出されることがあるので、過去の食中毒事例の中には本菌によるものも含まれていた可能性がある。

一方、低温好塩性の *P. phosphoreum* は 2.5℃ 貯蔵の魚肉中に多量 (61 ~ 144mg/100g) のヒスタミンを産生することが確認されているので、低温流通が主流の鮮魚分類では食品衛生上注意すべき細菌である。

海水や鮮魚からは好塩性ヒスタミン生成菌が分離され、実験例では貯蔵中にこれらが増殖してヒスタミンを蓄積するにもかかわらず、これまで食中毒事例からこれらの好塩菌がほとんど分離されないのは、①わが国ではアレルギー様食中毒が、行政的には化学性食中毒として扱われるため、原因菌の究明までは行われない事例が多いこと、②微生物検査が行われたとしても、本菌が検査に常用される食塩無添加培地では増殖できないこと、③低温好塩型菌が原因菌の場合には常用の 35℃ 培養では増殖できないこと、④本菌群は冷凍に弱いので凍結保存したサンプルでは死滅してしまうこと、などによるのであろう。

なお、*P. phosphoreum* を原因菌とする事例は丸干しいわしによる食中毒事件において、2004年に始めて報告されている。

6. 条件で異なるヒスタミンの蓄積量

図3は、カツオ、サンマ、マサバなどの赤身魚を各種温度 (5, 20, 35℃) に貯蔵して普通肉部のヒスタミン量の変化を調べた結果であるが、試料によって蓄積量や傾向が異なり、35℃ がもっとも著しい場合、20℃の方が35℃よりも著しい場合、また35℃でもまったく蓄積しない場合があり、5℃においても5日以内に100mg/100g程度に達する場合、いったん蓄積したヒスタミンが減少する場合などがあり、一定の傾向がみられない。

魚肉中でのヒスタミン生成には、5℃貯蔵では低温菌 (*P. phosphoreum*) が、35℃では中温菌 (*P. damsela*, *M. morgani*) などが、20℃ではこの両者が関与すると考えられるが、試料によってヒスタミン蓄積の様子 (増加開始時期や蓄積量、消長パターン) が異なる原因は、付着しているヒスタミン生成菌の種類や数が季節や海域によって異なるほか、ヒスタミン分解菌 (腐敗菌の *Pseudomonas putida* など) もいるので、その分布や消長などによっても大きく変動するためである。

7. 魚肉中でのヒスタミン蓄積の様子

P. phosphoreum は魚の皮膚だけでなく、腸管内容物にも通年検出され、その菌数は中温性の生成菌と同じか $10 \sim 10^2$ 倍ほど多く存在するので、筋

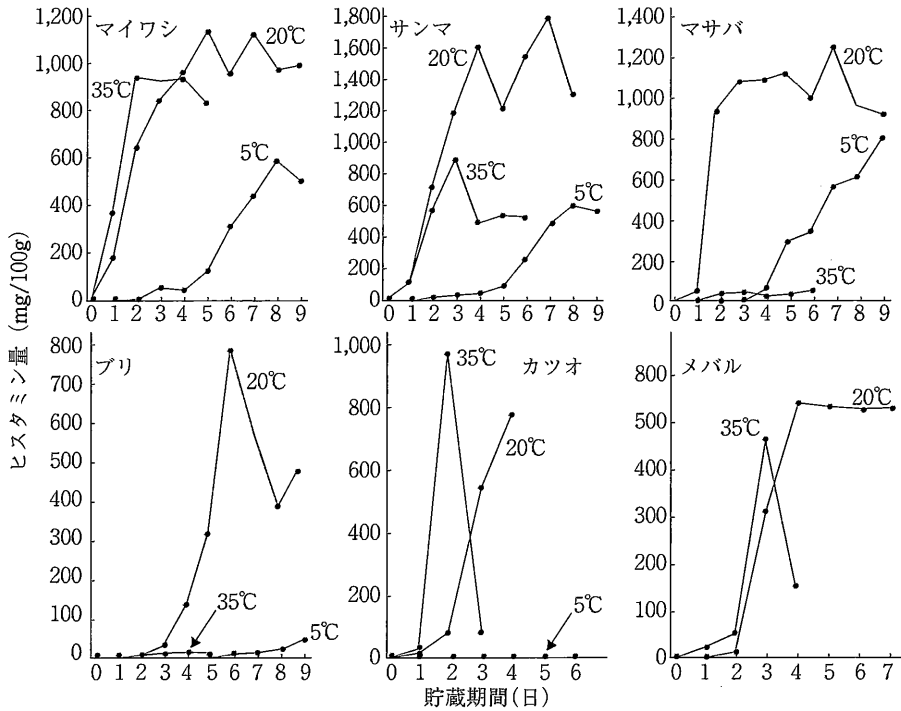
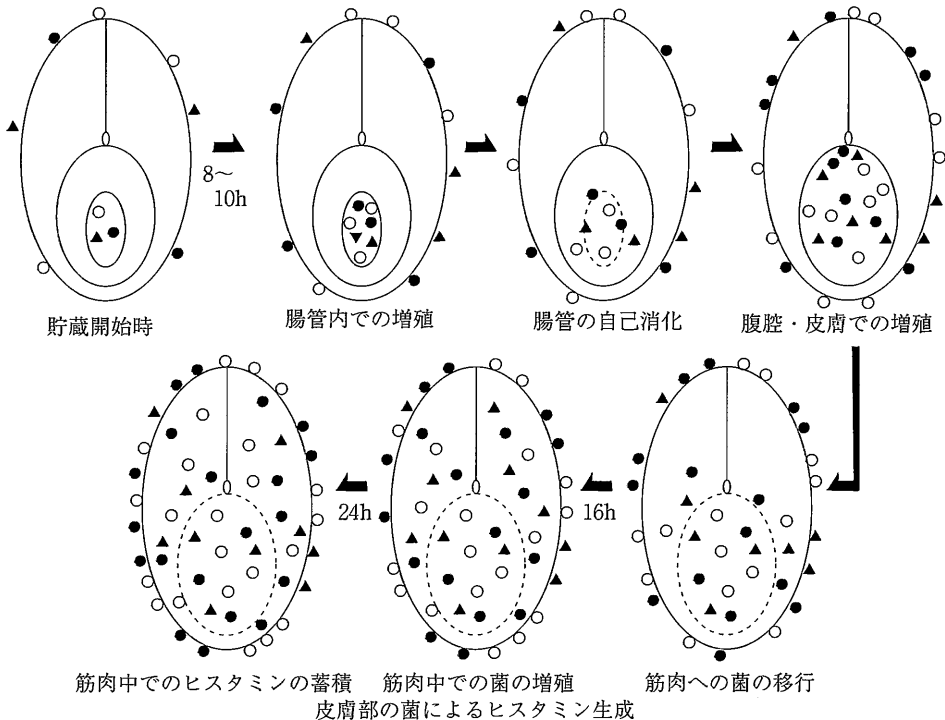


図3 各種赤身魚(普通肉)の5,20,35℃貯蔵中のヒスタミン量の変化(山中ら, 1984)



図は魚の断面で、円は内側から順に腸管、腹腔膜、表皮を示す。図中の時間は貯蔵開始からの経過時間。
○：*P. phosphoreum*, ●：*P. damsela*, ▲：モルガン菌

図4 鮮魚の貯蔵中(25℃)におけるヒスタミン蓄積の機構(与口ら, 1990)

肉中でのヒスタミン蓄積には腸管内の生成菌も重要である。マサバを25℃で貯蔵した際のヒスタミン生成菌の挙動を調べた結果では、腸管内の生成菌は8～10時間で著しく増殖し、その後腸管の自己消化で腹腔内へ拡散し、さらに無菌であった筋肉内へ移行、増殖し、ヒスタミンを生成・蓄積する。腸管内には多いときには $10^7 \sim 10^8/g$ のヒスタミン生成菌が存在する場合もあり、そのような魚体で温度管理の下手際によって内臓の自己消化が早く進行した場合や、内臓除去が不十分な状態で放置したような場合には、腹部肉にかなりのヒスタミンが蓄積し、これが凍結・解凍を繰り返すことでさらに筋肉中へ移行する可能性がある(図4)。したがって漁獲後に内臓を除去することは、その後の貯蔵中のヒスタミン生成を防ぐ点で意味があろう。

8. ヒスタミンの測定法

ヒスタミンの測定にはわが国では、かつては河端らのカラム法が用いられていたが、最近ではHPLC法が広く用いられている。米国では公定分析法であるAOAC法(Official Methods of Analysis of AOAC International掲載の測定法)に記載されている蛍光法が一般的である。このうちHPLC法

はヒスタミン以外のアミン類も同時定量できるという利点がある。しかしいずれも前処理として酸またはメタノール抽出液中の妨害物質を陰イオン交換樹脂によって除去する必要があり、装置を測定状態にするなどの操作も必要となることから、測定までに6時間以上を要し、迅速・簡便性に欠ける。

ここでは最近わが国で普及しつつある迅速・簡便法(ヒスタミン分解酵素を用いた酸素電極法と発色法)について紹介しておく。

酸素電極法はヒスタミンに対して特異性の高いアミノキシダーゼによるヒスタミンの酸化分解反応を利用したもので、この反応で消費された酸素量を酸素センサにより測定し、ヒスタミン濃度を求めるものである。また発色法は、基質特異性の優れたヒスタミンデヒドロゲナーゼを用い、酵素反応の際に生じる電子の授受により還元発色試薬を発色させ、発色した反応液の吸光度からヒスタミン濃度を測定する方法である。いずれも専用の測定用装置とキット酵素液が市販されている。

このほか酵素免疫法を利用した方法もあり、キット化された製品が輸入販売されている。

各種ヒスタミン測定法の概要を比較して表3に示す。

表3 各種ヒスタミン測定法の比較

	チェックカラー ヒスタミン	ヒストマン	Histamarine	HPLC法	AOAC掲載公定法
メーカー	キッコーマン	キッコーマン	Immunotech・仏		
測定方法	酵素法(呈色反応)	酵素法(酵素電極)	EIA	HPLC法	蛍光法
測定時間	1時間	1時間	1.5時間	6時間以上	6時間以上
感度	10~150ppm	5~200ppm	1~100ppm	0.1ppm~	50ppm~
再現性	良い	非常に良い	ばらつきがでる	非常に良い	ばらつきが大きい
定量性	良い	良い	検量線直線でない	非常に良い	テクニカルファクター大
サンプル抽出	熱あるいは 蒸留水抽出 ろ紙ろ過	熱抽出 ろ紙ろ過	蒸留水抽出 フィルターろ過	酸抽出 フィルターろ過	アルコール抽出 イオン交換樹脂処理
検量線作成	1点	なし	5点	必要	4点
測定操作	簡便	簡便	多少煩雑	煩雑	煩雑
ランニングコスト	500円(1サンプル) 500円(検量線)	1,835円 0円	830円 4,150円	5,000円 5,000円	1,300円 5,200円
イニシャルコスト	カラーテスターPD470 6万円 通常の分光光度計も 使用可	ヒスタミン計 145万円	プレートリーダー 50万円~	HPLC 300万円~	蛍光検出器 100万円~

(キッコーマン資料)

9. ヒスタミン生成菌の検出・計数法

ヒスタミン生成菌の検出用培地としては、Niven培地、Yamani培地などがある。いずれもpHを5.3～6.0に調整することによって共存菌の増殖を抑え、ヒスタミン生成菌による培地中のL-ヒスチジン (5g/l) からのヒスタミン生成 (pH上昇) をBCPなどの指示薬の色変で見分けるものである。これらの培地には5g/lのペプトンまたはトリプトンを含むため、培地の色変は必ずしもヒスタミンによるとは限らないので、液体培地、平板培地いずれの場合もそこで増殖した細菌を分離し、ヒスチジン・ブロス中でのヒスタミン生成を確認する必要がある。

海水や鮮魚中のヒスタミン生成菌の数は全生菌数の0.01～10%程度であるので、上記の培地では共存する*Pseudomonas*や*Alteromonas*, *Vibrio*, *Moraxella*, *Acinetobacter*などの優勢菌群中からヒスタミン生成菌を分離することは極めて難しい。このような困難を克服するため、ヒスタミン生成菌の低pH増殖性に注目して、まずpH4.5～4.7のブイヨンで増菌培養した後、ヒスチジンブロスでのヒスタミン生成を確認し、平板上で画線分離する方法が開発されている (ヒスタミン生成菌は低pH抵抗性があり、低いpHで著量のヒスタミンを分泌するため、培地の色変化の観察で分離が可能である)。なお、このpHでは腸内細菌科 (*Enterobacter*や*Raoultella*など) の一部生成菌は増殖できないため、これらを考慮して、培地のpHを5.0にする方法が推奨される。

従来法に代わるヒスタミン生成菌の検出法として、ヒスタミン生成菌が共通に持つヒスチジン脱炭酸酵素遺伝子にPCRプライマーを設計し、魚肉中から迅速にヒスタミン生成菌を検出するPCR法が確立されている。また、ヒスタミン生成菌の持つヒスチジン脱炭酸酵素遺伝子の配列が、ヒスタミン生成菌の種類によって異なることを利用し、この配列の違いを多型解析法の一つであるSSCP (Single-Strand Conformation Polymorphism) 法で解析することにより、検出と同時に同定もできるシステムも開発されている。

10. 予防は低温管理の徹底が基本

近年わが国近海での漁獲量が減少傾向にあるため、アジやサバなどの加工用原料を外国から輸入したり、中には加工も海外で行うケースが増えており、現地での品質管理が十分でない場合には原料や加工段階でのヒスタミン蓄積が危惧される。

鮮魚にはもともと海洋性のヒスタミン生成菌が付着している可能性が高いため、室温での放置を避け、低温貯蔵によってその増殖を抑制することももっとも基本的な予防対策である。ただし鮮魚を5℃で貯蔵しても、上記の低温性ヒスタミン生成菌が増殖して5日以内に100mg/100gに達することがあり、しかもこの菌は $10^8 \sim 10^9$ /gに達したときでもほとんど腐敗臭を発しないので要注意である。

また学校給食ではカジキのフライや照り焼きなどによる事例がよく見られるが、原料のカジキは最終段階で切り身になるまでにいくつもの業者を経由し、そのたびに解凍凍結が繰り返されることがあり、その際の取り扱い不適による品質低下も心配される。

学校給食では原料が当日の朝に解凍された状態 (切り身) で搬入されるが、この管理がなかなか難しいのではないだろうか。凍った状態では加熱調理に支障があり、解凍し過ぎても問題が生じる。また、切り身状態のカジキが調理台のそばの暑い所に放置 (その間に菌が増えて原因物質のヒスタミンができる) されることがないように注意も必要である。最終的に加熱するという安心感があるのかも知れないが、実際にはいったん生成されたヒスタミンは調理加熱では分解されないことを十分理解すべきである。

はじめにも述べたように、アレルギー様食中毒はわが国では化学性食中毒として扱われているが、ヒスタミンは原料魚の貯蔵中やその加工・調理中、最終製品の貯蔵・流通中にヒスタミン生成菌が増殖することによって蓄積されるので、アレルギー様食中毒防除の基本は微生物性食中毒としての対応を行うことである。

参 考 文 献

本稿で触れなかった事項や文献は下記の拙稿を参照ください。

- 1) 藤井建夫：ヒスタミン生成菌、『HACCPと水産食品』（藤井・山中編），p.59-74，恒星社厚生閣（2000）
- 2) 藤井建夫：アレルギー様食中毒，日本食品微生物学会雑誌，23, 61-71（2006）
- 3) 藤井建夫：細菌性食中毒としてのアレルギー様食中毒，食品衛生学雑誌，47，J343-J348（2006）



ふじい・たてお

東京家政大学家政学部

1975年京都大学大学院農学研究科博士課程修了，水産庁東海区水産研究所微生物研究室長を経て，1986年東京水産大学食品生産学科助教授，1993年同教授，2003年東京海洋大学教授（大学統合により名称変更），2007年 東京海洋大学名誉教授，山脇学園短期大学教授，2009年 東京家政大学特任教授，現在に至る。農学博士

○委員等

日本食品衛生学会（前会長），日本食品微生物学会（理事），日本伝統食品研究会（会長），厚生労働省総合衛生管理製造過程（HACCP）に関する評価検討会委員，内閣府食品安全委員会専門委員，ほか

○専門：一貫して食品微生物の教育・研究に従事。特に食中毒・腐敗菌など有害微生物制御および水産発酵食品の微生物機能に関する研究

○主な著書

「微生物制御の基礎知識-食品衛生のための90のポイント」（中央法規出版，1997）

「魚の発酵食品」（成山堂書店，2000）

「食品微生物II-食品の保全と微生物」（幸書房，2001）

「塩辛・くさや・かつお節（増補版）」（恒星社厚生閣，2001）

「加工食品と微生物-現場における食品衛生」（中央法規出版，2007）

「食品衛生学第二版」（恒星社厚生閣，2007）

「日本の伝統食品事典」（朝倉書店，2007）

「食品微生物標準問題集（改訂）」（幸書房，2008）

「食品安全の事典」（朝倉書店，2009）ほか