



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ヒスタミン産生菌の増殖に及ぼすガス置換包装の影響
Author(s)	岡, 重美; OKA, Shigemi; 福永, 健治 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 44(1), 46-54
Issue Date	1993-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24109
Type	departmental bulletin paper
File Information	44(1)_P46-54.pdf



ヒスタミン産生菌の増殖に及ぼすガス置換包装の影響

岡 重美*・福永 健治*・伊藤 博司**・高間 浩蔵*

Growth of Histamine Producing Bacteria in Fish-fillets Under Modified Atmospheres

Shigemi OKA*, Kenji FUKUNAGA*, Hiroshi ITO**
and Kozo TAKAMA*

Abstract

Aluminium laminated pauches were filled with fillets of Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) and histamine producing bacteria (*Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* and *Hafnia alvei*). These pauches were filled with either an Air or a Gas mixture (CO₂/N₂ 60:40), respectively, and sealed. The growth pattern of these organisms, pH value, and histamine content in both packed samples were examined during storage for 14 days at 4°C and 10°C.

After 14 days storage, the number of *M. morganii* was 4.6~4.4×10⁸/g flesh for the 4°C samples and 1.2~1.1×10⁸/g flesh for the 10°C samples in both Air packed and Gas packed samples, respectively.

However, the growth of the organisms in the Gas packed samples stored at 10°C was slightly inhibited during the first 3 days after storage. The number of *H. alvei* was 9.2×10⁶~1.0×10⁴/g flesh for the 4°C samples and 8.2~3.0×10⁸/g flesh for the 10°C samples in both Air packed and Gas packed samples, respectively. This result also showed that the growth of this organism was inhibited at 4°C and 10°C under Gas packed condition. However, no growth of *K. pneumoniae* was observed in both Air and Gas packed samples.

The content of histamine was about 550~650 mg/100 g flesh in Air packed samples and about 300~560 mg/100 g flesh in Gas packed samples with or without three histamine producing organisms at 10°C after 14 days.

From the results obtained, it was concluded that Gas packing slightly inhibits the growth of histamine producing bacteria except for in the case of *K. pneumoniae*, and histamine production does not originate in the test organisms.

結 言

ヒスタミンは主に海産の赤身魚に含まれるヒスタジンが、ヒスタミン産生菌のもつ脱炭酸酵素により魚肉中に産生されるもので、ヒトがこれらの魚肉を摂取した場合、時として頭痛、体表の紅疹、下痢、じん麻疹などのアレルギー様食中毒を起こす。

我が国をはじめ諸外国においても、サバ、サンマ、アジ、マグロなど赤身魚やこれらの加工食品に由来したアレルギー様食中毒が多く報告されている¹⁻¹⁰⁾。

アレルギー様食中毒の原因菌となるヒスタミン産生菌には、従来からよく知られている *Mor-*

* 北海道大学水産学部食品化学第二講座
(Laboratory of Food Hygiene, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道漁業協同組合連合会
(Hokkaido Gyogyokodokumiai Rengokai)

ganella morganii の他に、多くの菌種が報告されている¹¹⁾。

著者らは、最近、生鮮魚介類の流通システムの一つとして実用段階に入っている炭酸ガスや窒素ガスなどの不活性ガスを用いたガス貯蔵（以下 MA 貯蔵）が魚肉中の腐敗細菌に対して増殖抑制効果があること¹²⁾、またこれらの混合ガスが病原性大腸菌やブドウ球菌などの食中毒細菌に対しても増殖抑制効果のあることを報告した¹³⁾。

しかしながら、アレルギー様食中毒の原因菌とされるヒスタミン産生菌の増殖やヒスタミン産生に及ぼす MA 貯蔵の効果についてはいまだ明らかにされていない。

そこで著者らは本研究において、MA 貯蔵とヒスタミン産生菌の関係を明らかにし、かつ MA 貯蔵によるアレルギー様食中毒防止策の可能性を探る目的で、従来からヒスタミン産生菌と報告されている *Morganella morganii*^{11,14)}、*Klebsiella pneumoniae*^{4,11)}、*Hafnia alvei*^{11,14)} を供試し、MA 貯蔵中でのこれらの増殖パターンとヒスタミン産生について検討した。

実験方法

供試材料

新鮮な同一ロットの冷凍メパチマグロ (*Thunnus obesus*) を一夜 4°C で解凍したものを用いた。

供試菌株

供試菌株としての *Morganella morganii* IID 602 と *Hafnia alvei* IID 978 は東京大学医科学研究所より、また *Klebsiella pneumoniae* TX 649 は東京都立衛生研究所からそれぞれ分与されたものを供試した。

総生菌数の測定

Plate count agar (Difco) によって 37°C、48 時間培養後の総生菌数を常法に従って測定し、魚肉 1g あたりの菌数として算出した。

接種菌数の測定

Niven らの寒天培地^{15,16)} によって 37°C、48 時間培養後の接種菌数を常法に従って測定し、魚肉 1g あたりの菌数として算出した。

接種用菌液

2% ヒスチジン加 Trypticase soy agar (BBL) 斜面培地の保存菌を 0.1% ヒスチジンブイヨン⁴⁾ 5 ml に 25°C、24 時間培養した後、その 0.1 ml をさらに同培地 5 ml に接種し、25°C、20 時間培養した培養菌液を 10⁸ 個/1g 魚肉の割合に調製したものを接種用菌液とした。

ガスの充填と試料の貯蔵

試料の調製、接種菌量、ガス組成 (CO₂/N₂ 60:40)、ガス充填方法はいずれも前報¹³⁾ に準じて行った。なお、シール後の両パックはともに 4°C と 10°C に分け、これらを 14 日間貯蔵し、この間経日的に前述の各菌数と pH を測定するとともに、一部の試料についてはヒスタミン含量の測定も行った。

pHの測定

前報¹³⁾に準じて行った。

ヒスタミン含量の測定

試料中のヒスタミン含量は逆相イオン対高速液体クロマトグラフ法によって定量した。以下に試料の調製法および分析条件を示す。

i) 試料液の調製

試料マグロ肉を9倍容の生理食塩水でホモジナイズし、このホモジナイズに対し100%トリクロル酢酸溶液(W/V)を加え、終濃度10%とし、3,000 rpm, 10分間遠心分離後、得られた上清をさらに0.2 μm フィルターによりろ過し、分析に供した。

ii) 分析条件

- ① 分析機器 : HITACHI L-6200 Intelligent pump
HITACHI F-1050 Fluorescence Spectrophotometer
HITACHI D-2500 Chromato-Integrator
- ② 分析カラム : LiChrospher RP-18 (e), 5 μm, 4φ×250 mm (MERCK 社)
- ③ カラム温度 : 40°C
- ④ 移動相流速 : 1.0 ml/min.
A: 50 mM 過塩素酸ナトリウム緩衝液 pH 4.0
含 5 mM ヘキサスルホン酸ナトリウム
B: メタノール
A: B/98:2 (V/V)
- ⑤ 蛍光試薬流速: 0.5 ml/min.
- ⑥ 蛍光検出器 : HITACHI F-1050 励起波長: 340 nm 蛍光波長: 450 nm

結 果

総生菌数と接種菌数

はじめに *M. organii* を接種した時の総生菌数と接種菌数の経日的変化を図1に示した。総生菌数は、10°C 貯蔵の Air パックで3日目には既に10⁶まで、6日目には10⁸まで増殖し、以後14日までこのまま推移した。また Gas パックでも貯蔵後3日目には10⁵まで、6日目には10⁷まで、14日目には Air パックと同様10⁸まで増殖した。しかし、Air パックに比べ貯蔵期間中いずれも菌数は少なく、明らかに菌の増殖抑制効果が認められた。

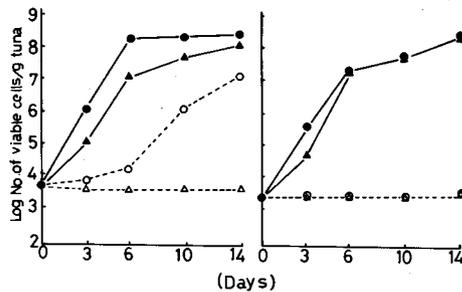


Fig. 1. Total viable cells (left) and growth of *M. organii* (right) in fish fillets stored at 4°C and 10°C under modified atmospheres (—●—: Air pack, 10°C, ---○---: Air pack, 4°C, —▲—: Gas pack, 10°C, ---△---: Gas pack, 4°C).

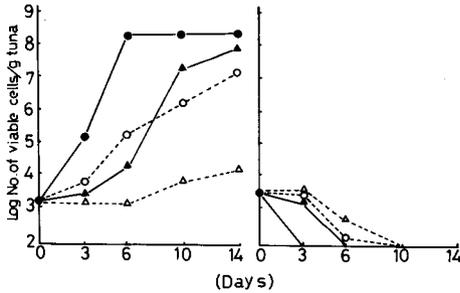


Fig. 2. Total viable cells (left) and growth of *K. pneumoniae* (right) in fish fillets stored at 4°C and 10°C under modified atmospheres. Symbols are the same as in Fig. 1.

一方、4°Cに貯蔵した場合、Airバックでは貯蔵3日目まで菌の増殖は認められなかったが、6日目から菌は増殖し始め、貯蔵14日目には 10^7 までに達した。これに対し、Gasバックでは貯蔵期間中菌の増殖は全く認められず、明らかに菌の増殖抑制効果が認められた。

次に接種菌数について検討したところ、10°C貯蔵の場合 Airバック、Gasバックのいずれにおいても貯蔵後6日目にはともに 10^7 まで、14日目には 10^8 まで増殖が認められた。ただし、Gasバックにおいては貯蔵6日目まではAirバックより菌数が少なく、ガス置換による菌の増殖抑制効果が認められたが、それ以降両者の間に菌数の違いは認められなくなった。

これに対して4°C貯蔵の場合には、貯蔵期間中 Airバック、Gasバックとも接種菌の増殖は全く認められなかった。

次に *K. pneumoniae* を接種した場合の総生菌数と接種菌数の結果を図2に示した。総生菌数の場合、10°C貯蔵のAirバックで貯蔵3日目には 10^5 まで、貯蔵6日目には既に 10^8 まで増殖し、14日目までそのまま推移した。これに対してGasバックでは貯蔵3日目から菌の増殖遅滞が確認され、貯蔵6日目で 10^4 、14日目にあっても 10^7 台と貯蔵期間中いずれの場合もAirバックに比べて菌数が少なく、明らかに菌の増殖抑制効果が認められた。

一方、4°C貯蔵の場合、両バックとも10°C貯蔵時に比べ菌数は少なかったものの、Airバックでは 10^7 台まで、Gasバックにおいては 10^4 台まで菌の増殖が認められた。しかし、この場合も貯蔵期間中Gasバックの方が菌数は少なく、菌の増殖阻害効果が確認された。

また、接種菌数は貯蔵日数によって多少違いはみられたものの、貯蔵温度、バック種別に関係なく、10°C貯蔵のAirバックでは貯蔵3日目に、Gasバックでは6日目に、また4°C貯蔵のAirバックとGasバックではともに10日目に接種菌は検出不能となった。

次に *H. alvei* を接種した場合のバック種別、温度別の総生菌数および接種菌数の経日的変化を図3に示した。総生菌数においては、10°C貯蔵のAirバック、Gasバックとも貯蔵6日目には既に 10^8 まで増殖し、14日目まで菌数はそのまま維持したが、貯蔵期間中GasバックよりもAir

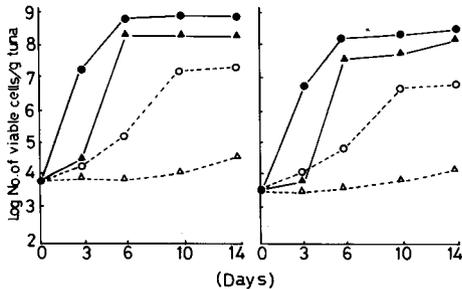


Fig. 3. Total viable cells (left) and growth of *H. alvei* (right) in fish fillets stored at 4°C and 10°C under modified atmospheres. Symbols are the same as in Fig. 1.

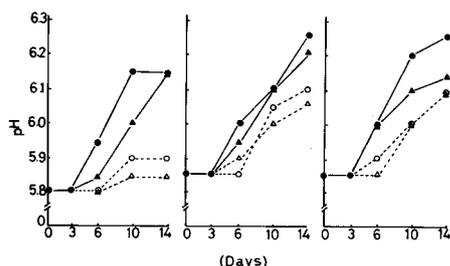


Fig. 4. pH values of fish fillets stored at 4°C and 10°C under modified atmospheres. *M. moganii* (left), *K. pneumoniae* (center), *H. alvei* (right). Symbols are the same as in Fig. 1.

パックの方が菌数が多かった。同様に 4°C 貯蔵では、Air パックで 10⁷ 台まで菌の増殖が認められたが、Gas パックでは 10⁴ まで増殖したに過ぎず、両貯蔵温度とも Gas パックにおける菌の増殖抑制効果が認められた。

一方、接種菌におけるパック種別、温度別にみた菌数変化でも一般にやや総生菌数より少ないものの、ほぼ同様の増殖パターンを示し、いずれも Gas パックにおいて菌の増殖抑制効果が高く、また菌数も Air パックより少なかった。

試料の pH

菌種別、パック種別、貯蔵温度別試料の経日的 pH 変化を測定した。

その結果を図 4 に示した。*M. moganii* を接種した時の試料の pH は、はじめ 5.80 であったが、10°C 貯蔵の Air パックでは貯蔵 3 日目から上昇し始め、14 日目には 6.15 まで上昇した。これに対して Gas パックでは、貯蔵期間中の pH 上昇は遅かったが、貯蔵 14 日目には Air パックと同じ pH に達した。

一方、4°C 貯蔵試料の場合には Air パック、Gas パックともに貯蔵期間中の pH 上昇はわずかであった。

次に *K. pneumoniae* 接種の場合、貯蔵 3 日目までは両パックとも pH 5.85 のまま推移していたが、10°C 貯蔵の Air パックと Gas パックでは 3 日目から上昇がはじまり、貯蔵最終日の 14 日目にはともに 6.2 前後まで上昇した。

一方、4°C 貯蔵試料においては Air パックで 6 日目から、Gas パックで 3 日目から上昇しはじ

Table 1. Histamine content of Air packed and Gas packed samples after 14 days storage at 4°C and 10°C.

Strains	Storage time (Days)	Histamine content (mg/100 g flesh)			
		Air pack		Gas pack	
		4°C	10°C	4°C	10°C
<i>M. moganii</i>	14	N.D.*	657.7	N.D.	456.0
<i>K. pneumoniae</i>		N.D.	580.6	N.D.	344.7
<i>H. alvei</i>		N.D.	553.2	N.D.	302.6
Blank		N.D.	641.1	N.D.	564.6

* N.D.: Not detected.

め、14日目にはいずれも pH 6.1 前後まで上昇した。

さらに *H. alvei* 接種試料においても、はじめ pH が 5.85 であったが、10°C 貯蔵の時、Air パック、Gas パックともに 3 日目から上昇がみられ、貯蔵 14 日目には pH 6.2 前後まで上昇した。

これに対して 4°C 貯蔵試料の場合、Air パックでは貯蔵 3 日目から、また Gas パックでは貯蔵 6 日目からともに上昇が認められ、14 日目には両者ともに pH 6.1 まで上昇した。

以上の結果、貯蔵 14 日目の 3 種供試菌の接種試料においては、共通して 10°C 貯蔵下での Air パックが最も高い pH を示した。また *M. morgani* の 4°C 貯蔵下での両パックの pH 変化が小さかった以外は菌種別、貯蔵温度別、パック種別でとくに注目されるべき傾向はみられなかった。

試料中のヒスタミン含量

貯蔵 14 日目のヒスタミン産生菌の接種試料と未接種試料についてヒスタミン含量を測定した。その結果を表 1 に示した。表 1 から明らかな様に、菌種別、パック種別によらず 4°C 貯蔵の試料からは、いずれもヒスタミンは検出されなかった。

これに対して、10°C 貯蔵の接種試料と未接種試料からは、ともにヒスタミンが検出され、魚肉 100 g あたり Air パックで 550~650 mg、Gas パックでも 300~560 mg の産生が認められた。なお、パック種別で比較した時のヒスタミン含量は、いずれも Gas パックより Air パックの方が多かった。

考 察

生鮮魚介類の流通システムの一つとして実用化されるようになった MA 貯蔵の安全性確認を目的として、本報ではとくにアレルギー様食中毒の原因菌となるヒスタミン産生菌の MA 貯蔵下での増殖パターンとヒスタミンの産生について検討を行った。

まずヒスタミン産生菌を魚肉に接種し、MA 貯蔵した試料の総生菌数と接種菌数の経日的変化を菌種別に検討した。

M. morgani を接種した場合のバック種別、貯蔵温度別にみた総生菌数では、10°C と 4°C 貯蔵のいずれの場合とも貯蔵期間中 Air パックよりも Gas パックの方が菌数が少なく、明らかにガス置換による菌の増殖抑制効果が認められた。これに対して接種菌の場合、4°C 貯蔵では両パックのいずれにおいても菌の増殖はみられなかったものの、10°C 貯蔵の場合には両パックとも 10⁸ まで増殖した。この結果 *M. morgani* では試料の貯蔵温度によって菌の増殖パターンに明確な違いが認められたが、バック種間では 10°C 貯蔵の 3 日目の場合をのぞき差はみられなかった。

このことは、Wei らの真空パックでの報告¹⁴⁾と同様、MA 貯蔵が本菌の増殖にとってほとんど抑制効果のないことを示している。

K. pneumoniae を接種した場合、総生菌数においてはバック種別、貯蔵温度別にかかわらず、*M. morgani* とほぼ同じ増殖パターンを示し、Gas パックによる菌の増殖抑制効果が認められた。

これに対して接種菌においては、バック種別、貯蔵温度別に関係なく菌の増殖は全く認められず、とくに 10°C 貯蔵の場合の両パックでの菌数の減少が、4°C 貯蔵の場合に比べて速かった。このことは 10°C 貯蔵においては、本菌は増殖しないと報告とも一致する¹⁷⁾。

あえて本菌種を研究の対象に選択したのは、過去に本菌による食中毒が報告⁴⁾されていること、また MA 環境下での本菌の増殖能変化の可能性を考慮したことなどによる。

H. alvei を接種した場合の総生菌数においても、前述の 2 菌種と増殖パターンは変わらず、菌数においては 10°C 貯蔵よりも 4°C 貯蔵の方が、また Air パックよりも Gas パックのほうが菌数が少なく、ガス置換による菌の増殖抑制効果が認められた。

これに対して、接種菌では貯蔵温度においてはもちろん、パック別においても菌数に差が認められ、その増殖パターンは総生菌数の場合とほぼ同様であった。このことから、本菌の増殖がガス置換によって弱いながら抑制されることが示唆された。しかし、マグロ肉に本菌を接種し、真空と Air パック肉での増殖について検討した Wei らの報告¹⁴⁾では、両者の間でほとんど差は認められていない。

なお、本研究で用いた菌数測定培地の培養温度は、彼らの用いた温度条件とは異なるので、同じ Air パック試料といえども比較は出来なかった。

ヒスタミン産生菌に対する MA 貯蔵下での増殖について検討した報告はみられないが、本研究で得られた結果から、MA 貯蔵は真空パックと同様ヒスタミン産生菌の完全な増殖抑制効果は期待出来ない。したがって、食品をより低温に貯蔵することによって菌の増殖を抑制することが必要と考えられる。

ついで、菌の増殖やヒスタミンの産生に試料の pH が影響することから、被検菌接種後の各菌種別、パック種別および貯蔵温度別試料の pH 変化を経日的に測定した。その結果、はじめ pH が 5.80~5.85 であったが、各試料とも早いもので貯蔵 3 日目から、遅くとも 6 日目にはいずれのパックとも上昇が認められた。とくに 10°C 貯蔵の Air パックでは、菌種に関係なく pH の上昇も早く、pH も高かった。しかし、残りのパックでは菌種により一定した上昇変化はみられなかったが、4°C 貯蔵パックでは全般に pH はやや低い傾向にあり、また試料中の菌の増殖と相関しているものと思われる。

次に MA 貯蔵の 14 日目試料におけるヒスタミンの産生量について検討した。菌種別、パック種別に関係なく 4°C 貯蔵試料のすべてからヒスタミンは検出されなかった。これに対して 10°C 貯蔵試料からは、菌未接種のものも含め、魚肉 100 g あたり Air パックで 550~650 mg, Gas パックにおいても 300~560 mg のヒスタミンが検出されたが、いずれの試料とも後者より前者で産生量がやや多い傾向があった。

さらに、これらの結果を菌種別試料で比較した場合にも Air パックに対して Gas パック試料のヒスタミン産生量は約 30~45%、また菌未接種試料においても同様に Gas パック試料においても約 10% の抑制効果が認められた。しかし、両パックの菌未接種試料からもヒスタミンが検出されたこと、*K. pneumoniae* 接種試料において本菌の増殖がみられなかったにもかかわらず両パックからいずれもヒスタミンが検出されたことなどから、本研究において各試料から検出されたヒスタミンは、むしろ 10°C にも発育温度を持ち、しかもヒスタミン産生能をもつ他の混在菌に由来したのではないかと推察された。

Wei らの真空パックでの報告¹⁴⁾と同様に、MA 貯蔵の場合も *M. morganii* などのヒスタミン産生菌の増殖を完全に阻止することが不可能であると判明した。

Ferencik¹⁸⁾は *H. alvei* が、アジ、マグロ、ブタ肉ホモジネート中でヒスタミンを産生したこと、またいくつかの海産魚におけるヒトの中毒量のヒスタミンの産生は主に魚肉を汚染した細菌のヒスチジン脱炭酸酵素活性、および筋肉中の遊離ヒスチジン含量に依存していると報告している。一方、奥積¹⁹⁾は低温好塩性ヒスタミン生成菌のヒスタミン産生に及ぼす温度、pH などについて検討し、培養におけるヒスタミン生成の至適温度は発育のそれより若干高い所にあること、また洗滌菌体によるヒスチジン脱炭酸の至適温度は 35~40°C であり、さらに培養におけるヒスタミン生成の至適 pH は 5~6 付近であるが洗滌菌体のヒスチジン脱炭酸の至適 pH は 5.4 であったと報告している。

ヒスタミンの産生と菌数との関係において、産生には 10^7 個/g 肉以上の生成菌数が必要であるとの報告^{20,21)}もあるが、これはヒスタミン産生菌数であって、総生菌数ではない。著者らの 37°C 培養で得た Air パックの 4°C 貯蔵試料での総生菌数が平均 10^7 /g 肉であってもヒスタミンが検出

されなかった例と一致している。

これらの結果は、Airパックの貯蔵15日目の接種菌 (*M. morganii*, *K. oxytoca*) の菌数 (10^7 /g肉) が一般生菌数 (10^5 /g肉) より多いにも関わらず、ヒスタミン含量にほとんど差が認められなかったとする Wei らの報告¹⁴⁾ と同様である。

以上の結果、本研究では貯蔵温度で増殖しなかった *K. pneumoniae* をのぞき、MA貯蔵試料内の接種ヒスタミン産生菌の完全な増殖抑制効果は認められなかった。しかし、試料の4°C以下での低温貯蔵管理により、これらの増殖とそれに伴うヒスタミンの産生が抑制されるものと推察される。

なお本研究における Gas パック試料においては、貯蔵温度、貯蔵日数にかかわらず、試料肉色素のメト化現象が観察されたので、今後はガス組成との関連から、マグロの品質および保蔵上の問題点として検討が必要と考えられる。

謝 辞

本研究に供試した冷凍メバチマグロの御提供を頂いた北州食品、曾我照光氏に厚く御礼申し上げます。

また菌株の分与に御協力頂いた東京都立衛生研究所、松下 秀氏に深謝いたします。

文 献

- 1) 宮木高明・林 誠・小林 求 (1953). サンマ櫻干中毒本體の研究 (腐敗毒の研究). 千葉大学腐敗研究所報告 6, 90-92.
- 2) 河端俊治・石坂公成・三浦利之・佐々木忠尚 (1956). 水産食品の腐敗中毒に関する研究—VII. メバチ刺身によるアレルギー様食中毒とその原因細菌の検出. 日水誌 22, 41-47.
- 3) 坂部美雄 (1973). アレルギー様食中毒に関する研究. 第1編 食中毒原因菌によるヒスタミンの生成について. 奈良医誌 24, 248-256.
- 4) Taylor, S.L., Guthertz, L.S., Leatherwood, M. and Lieber, E.R. (1979). Histamine production by *Klebsiella pneumoniae* and an incident of scombroid fish poisoning. *Appl. Environ. Microbiol.* 37, 274-278.
- 5) 中村 章 (1982). ヒスタミンによる食中毒. 食衛誌 23, 197-198.
- 6) 浮島美之 (1985). 仕出し弁当によるヒスタミン中毒. 食衛誌 26, 531-532.
- 7) 林 成美・田中康裕・坂口勝規 (1988). まぐろのさしみによるヒスタミン食中毒. 食衛誌 29, 343-345.
- 8) Yamanaka, H., Shimakura, K., Shiomi, K., Kikuchi, T. and Okuzumi M. (1987). Occurrence of allergy-like food poisoning caused by "mirin" seasoned meat of dorado (*Coryphaena hippurus*). *J. Food Hyg. Soc. Japan.* 28, 354-358.
- 9) 青木 勤 (1988). あじのから揚げによるアレルギー様食中毒. 食衛誌 29, 361-362.
- 10) 佐々木広治 (1989). マグロの照り焼きによるヒスタミン食中毒. 食衛誌 30, 454-455.
- 11) Taylor, S.L., Guthertz, L.S., Leatherwood, M., Tillman, F. and Lieber, E.R. (1978). Histamine production by food-borne bacterial species. *J. Food Safety.* 1, 173-187.
- 12) 岡 重美・西沢洋一・高間浩蔵 (1989). ガス置換貯蔵法によるラミコンカップ詰め魚肉切り身の鮮度保持に関する研究. 北海道大学研究彙報 40, 138-146.
- 13) 岡 重美・伊藤博司・高間浩蔵 (1992). ガス置換貯蔵魚肉中における食中毒細菌の増殖と毒素産生能. 北海道大学研究彙報 43, 105-114.
- 14) Wei, C.I., Chen, C.M., Koburger, J.A., Otwell, W.S. and Marshall, M.R. (1990). Bacterial growth and histamine production on vacuum packaged tuna. *J. Food Sci.* 55, 59-63.
- 15) Niven, J.R., C.F., Jeffrey, M.R. and Corlett, J.R. D.A. (1981). Differential plating medium for quantitative detection of histamine-producing bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 41, 321-322.
- 16) Chen, C.M., Wei, C.I., Koburger, J.A. and Marshall, M.R. (1989). Comparison of four agar

- media for detection of histamine-producing bacteria in tuna. *J. Food Protect.* **52**, 808-813.
- 17) Krieg, N.R. and Holt, J.G. (1984). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, **1**, Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 461-463.
 - 18) Ferencik, M. (1970). Formation of histamine during bacterial decarboxylation of histidine in the flesh of some marine fishes. *J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol.* **14**, 52-60.
 - 19) 奥積昌世・栗野正石・大木由美 (1984). N 菌群細菌 (低温好塩性ヒスタミン生成菌) のヒスタミン生成に及ぼす温度, pH および NaCl 濃度の影響. 日水誌 **50**, 1757-1762.
 - 20) Okuzumi, M., Okuda, S. and Awano, M. (1982). Occurrence of psychrophilic and halophilic histamine-forming bacteria (N-group bacteria) on/in red meat fish. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **48**, 799-804.
 - 21) 山中英明・塩見一雄・菊池武昭・奥積昌世 (1984). 赤身魚類の貯蔵中におけるヒスタミンの消長. 日水誌 **50**, 695-701.