

## 塩蔵食品における好塩性食中毒原因細菌腸炎ビブリオに関する研究

中口 義次

京都大学東南アジア研究所

**概要** 我が国には、古くから「塩」を用いた食品の保存方法が存在した。それは古代中国から朝鮮半島を経由して日本に伝わり、八世紀の奈良時代には「醬醃(ひしお)」とよばれていた。肉醬醃は魚介類や獣肉を塩漬けにしたもので、塩辛の起源となったものである。塩辛の中で最も人気のあるのがイカ塩辛であり、塩辛全体の約 80% を占める。最近の塩蔵食品は、減塩志向の影響から低塩分の製品が主流になっている。2007 年に関東 9 都県の広範囲にわたる大規模な腸炎ビブリオ食中毒が発生した。その原因食品は低塩分のイカ塩辛であった。腸炎ビブリオは海洋性の好塩性細菌で、その病原性菌株に汚染された生または加熱が不十分の魚介類を食べることにより食中毒を引き起こす。耐熱性溶血毒(TDH)および TDH 類似溶血毒(TRH)を保持するものが病原性菌株であり、環境中では腸炎ビブリオ全体の 1% 以下でしか存在していない。本研究では、塩蔵食品の近年の消費者の志向をふまえた製品における安全性を明らかにし、食中毒原因菌の汚染の危険性について検討することを目的とした。

使用した塩蔵食品は市販品を購入し、塩分濃度および水分活性を調べた。各種の塩蔵食品の一般細菌および腸炎ビブリオの検出には、各種寒天培地および腸炎ビブリオ選択分離培地を使用し、汚染状況を調べた。さらに塩蔵食品中へ腸炎ビブリオを接種した場合の増殖について調べた。

今回調べた市販の塩蔵食品 8 種 11 品のうち、7 品は塩分濃度が 3 から 6% の低塩分の製品で、4 品は塩分濃度 10% 以上の高塩分の製品であった。それらの水分活性は、低塩分の製品で 0.84 から 0.91 Aw、高塩分の製品で 0.77 から 0.83 Aw であり、低塩分の製品ほど水分活性が高く、高塩分の製品ほど水分活性が低いことがわかった。低塩分のイカ塩辛とたこ塩辛では、一般細菌数は当初  $10^4$  菌数で、時間が経過するとともに増加し 48 時間後には約 100 倍以上に増加していた。それらの製品に腸炎ビブリオ汚染は確認されず、腸炎ビブリオを接種しても、すぐに菌数は確認できなくなった。高塩分のかつお酒盗とイカ塩辛では、一般細菌数は低塩分の製品に比べて低い菌数で抑えられており、48 時間後の菌数の増加も確認されなかった。それらの製品に腸炎ビブリオ汚染は確認されず、腸炎ビブリオを接種しても、すぐに検出されなくなった。

調査した市販の塩蔵食品に関して、低塩分の製品では一般細菌数が高く、室温に放置した状態だと菌数は容易に増加することがわかったが、高塩分の製品では一定した菌数で維持された。そして両方の製品では、腸炎ビブリオは生存および増殖できない状態で維持されており、腸炎ビブリオの汚染が生じたとしても、菌はすぐに死滅すると考えられた。塩蔵食品において、塩分濃度を低くすると水分活性が高くなる傾向があり、細菌および腸炎ビブリオの汚染のリスクが高まる。一方、塩分濃度を高くすると水分活性は低くなり、細菌および腸炎ビブリオの汚染のリスクは低下する。低塩分の塩蔵食品を製造する場合、塩分濃度の低下に伴う水分活性の増加に注意する必要があると考えられた。

### 1. 研究目的

我が国には、古くから「塩」を用いた食品の保存方法が考案され、代々受け継がれてきた。それは、古代中国から

朝鮮半島を経由して日本に伝わり、八世紀の奈良時代には、「醬・醃(ひしお)」とよばれていた。その醬醃には下記のように 3 種類が知られている。

①草醬(醃)は、野菜類を塩漬けにしたもので、漬け物の起源

②穀醬(醃)は、麦や米などの穀物を塩漬けにしたもので、味噌や醤油の起源

③肉醬(醃)は、魚介類や獣肉などを塩漬けにしたもので、塩辛の起源

現在、最も人気のある塩辛は、塩辛全体の約 80% を占めるイカ塩辛である。また、イカ類は最も人気のある水産食品であり、魚介類における国民一人あたりの年間消費量で第一位にある<sup>1)</sup>。我が国の水産食品の代表といえるイカと伝統的な塩蔵食品の代表である塩辛を組み合わせたイカ塩辛に代表される塩蔵食品の機能、消費、多様化、効用、安全性などについては、我が国で古くから伝わるにもかかわらず、不思議と科学的な知見や情報が乏しいのが現状である。また、2007 年に関東 9 都県で患者数 620 人を出したイカ塩辛による大規模な腸炎ビブリオ食中毒が発生したことから、我が国の塩蔵食品の「安全性」について、国民は関心を高めている。近年、声高にさげばれている我が国の「食の安全性」を考えるうえで、科学的な知見や情報に基づいた塩蔵食品のような我が国の伝統食品の取り扱いや管理といった情報の整備も重要なこととなっている。

イカ塩辛は、加熱処理されていない生の鮮度のよいイカを使って、イカの胴肉と肝臓、食塩、必要に応じてその他の調味料などを加えることにより作り出される我が国の伝統食品の代表的な塩蔵食品の一つである<sup>2)</sup>。昔から受け継がれてきた製造方法では、塩を使って細菌の増殖を抑えることで、魚介類の長期保存が可能となる。本来、イカ塩辛は高濃度の食塩を使用して作製される塩辛であったが、近年の減塩志向の影響から、食塩の使用量を減らした減塩タイプのイカ塩辛が人気を集めている。伝統的な高塩分のイカ塩辛は、食塩を大量に使用し、腐敗を防ぎながら、イカの肝臓に含まれる自己消化酵素の働きにより、旨みを醸成させる水産加工食品である。10% 以上の塩分濃度では、腐敗菌や食中毒菌の増殖が妨げられ、さらに常温保存が可能となる<sup>3)</sup>。しかし現在、市場で人気のあるイカ塩辛は、低塩分タイプのイカ塩辛であり、5% 前後の塩分濃度のものが多い。このイカ塩辛は、塩辛さが減り、口当たりが良く、低年齢層にも受け入れられている。大規模食中毒の原因となったイカ塩辛も、この減塩タイプのイ

カ塩辛であり、汚染した腸炎ビブリオの増殖に適していたと考えられる。

腸炎ビブリオ感染症は、腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) の病原性菌株で汚染された魚介類を生または加熱不十分な状態で食べることにより生じる食中毒であり、その主な症状は下痢症であるが、まれに腹痛、頭痛、嘔吐、発熱など、急性胃腸炎の症状が報告されている。現在では、日本を含むアジア地域、北米、ヨーロッパ、南米、アフリカと世界中でこの感染症の発生が報告されており、世界規模で重要な感染症である。この感染症は、気温の高い熱帯や亜熱帯地域では一年中、温帯地域では比較的気温の高い夏場に多く発生している<sup>4)</sup>。腸炎ビブリオは、海洋性の好塩性のグラム陰性の細菌であり、1950 年に大阪の泉南地域で発生した「シラス食中毒事件」を契機として、我が国で発見された数少ない病原体の一つである。この細菌は、増殖速度が極めて速く、至適条件下では、10 分以内に分裂して増殖する。またその生育には塩分が必要である。その生息域は、生育に塩分が必要ことから、海水および汽水域である。また活動は、水温が 15℃以上で活発になるため、我が国では、ほとんどの場合で夏場に分離され、夏場の食中毒原因細菌として、特に注意を払う必要がある。現在までに、多くの日本人研究者により、世界を先導してヒトへの病原性、環境中での生態や分布、1996 年アジアから始まった新型株による世界的な大流行など、幅広く医学的、生物学的、生態学的な研究が実施されてきた。現在、腸炎ビブリオ感染症は、食品、特に水産食品を介した輸出入により世界的に、WHO や FAO により監視が強められ、世界中での魚介類および水産食品の腸炎ビブリオの病原性菌株による汚染を考えるうえで重要であると表明されている。この細菌が食中毒を引き起こすための病原因子として、耐熱性溶血毒 (thermostable direct hemolysin, TDH) と TDH 類似溶血毒 (TDH-related hemolysin, TRH) が示されている。特に、ある種の血液寒天培地上で、神奈川現象という溶血活性を示す因子として、TDH が世界的にも注目され、食中毒患者からの腸炎ビブリオ感染症の確定診断および食品の汚染検査における腸炎ビブリオの検出において、これらの病原性遺伝子と毒素蛋白質が対象とされている。そして、これらの病原性遺伝子を保持する菌株が、腸炎ビブリオ感染症を引き起こす病原性菌株であり、環境中での病原性

菌株の分布頻度は、腸炎ビブリオ全体のわずか 1% 以下で、環境水や食品から病原性菌株を分離することは極めて困難であり、その分離には、高度な技術を必要とする。

## 2. 研究方法

### 2.1 腸炎ビブリオ菌株および培養方法

実験に供した腸炎ビブリオ菌株は、実験室に保存してある菌株のうち病原性菌株 (*tdh* 遺伝子陽性, *trh* 遺伝子陽性) を使用した。腸炎ビブリオの培養は、L-broth を用いて、37°C で約 18 時間培養し、必要に応じて LB 寒天培地および 1% NaCl 加標準寒天培地上に塗布し、培養液の 1 ml あたりの菌数をコロニーカウント法により求めた。

### 2.2 細菌培養用培地と腸炎ビブリオ選択分離用培地

一般細菌数および腸炎ビブリオ菌数を測定するために用いた寒天培地は、LB 寒天培地、標準寒天培地 (日水製薬株式会社)、1% NaCl 加標準寒天培地、TCBS 寒天培地 (栄研化学)、CHROMagar Vibrio (CHROMagar および関東化学) を使用した。一般細菌数を調べるために、標準寒天培地を使用した。腸炎ビブリオは、その生育に塩分を必要とするために、1% の NaCl を加えた標準寒天培地を調製した。一般細菌数の測定には、標準寒天培地

および 1% NaCl 加標準寒天培地を使用し、腸炎ビブリオ菌数の測定には、その選択分離培地である TCBS 寒天培地および CHROMagar Vibrio を使用した。全ての寒天培地は、37°C でインキュベートした。

### 2.3 塩蔵食品の塩分濃度と水分活性の測定

使用した塩蔵食品は、実験室周辺のスーパーマーケットで入手した (Table 1)。塩蔵食品の塩分濃度は、塩分濃度測定計 (C-121, 堀場製作所) を用いて測定し、水分活性については、水分活性計 (Pawkit, アイネクス) を用いて測定した (Table 2)。

### 2.4 一般細菌数および腸炎ビブリオ菌数測定のためのサンプル処理方法

使用した塩蔵食品の腸炎ビブリオによる汚染を調べるために、サンプルの約 10 g に 90 ml の滅菌生理食塩水を用いて懸濁し、その懸濁液を段階希釈した。そして希釈液を各種寒天培地上に接種し、37°C でインキュベートして、生育した菌数をコロニーカウントして、菌数を求めた。塩蔵食品への腸炎ビブリオの汚染実験に関しては、腸炎ビブリオの病原性菌株を L-broth で一晚培養し、一晚培養液を 1 ml あたり  $10^7$  の菌数になるように希釈した後、その 1 ml 溶液を 100 g の塩蔵食品に接種して汚染させた。それらのサ

Table 1. 使用した塩蔵食品

商品名	名称	原材料名	製造者 & 販売者
A	まぐろ酒盗	まぐろ、食塩、乳糖、発酵調味料、醸造酢、砂糖、豆板醤、粉末野菜、たん白加水分解物、唐辛子、調味料 (アミノ酸等)、酒精、ソルビット、増粘多糖類、パプリカ色素、酸化防止剤 (ビタミンC)	A
B	いか塩辛	いか (国産)、いか肝臓、食塩、発酵調味料、砂糖、たん白加水分解物、ソルビット、調味料 (アミノ酸等)、pH調整剤、増粘多糖類、着色料 (紅麴、カロチノイド)	B
C	このわた	塩、みょうばん	C
D	いか塩辛	いか (北海道沖)、発酵調味料、食塩、砂糖、たん白加水分解物、ソルビット、調味料 (アミノ酸等)、酒精、増粘多糖類	A
E	まぐろ酒盗	まぐろ、食塩、乳糖、発酵調味料、醸造酢、砂糖、豆板醤、粉末野菜、たん白加水分解物、唐辛子、調味料 (アミノ酸等)、酒精、ソルビット、増粘多糖類、パプリカ色素、酸化防止剤 (ビタミンC)	A
F	かつお酒盗	かつお、食塩、発酵調味料、ブドウ糖果糖液糖、醸造酢、砂糖、乳糖、たん白加水分解物、粉末野菜、酒精、調味料 (アミノ酸等)、増粘多糖類、紅麴色素、ラック色素、リンゴ酸	A
G	たこ塩辛	たこ、砂糖、食塩、豆板醤、アミノ酸液、醸造酢、米糀 (こめこうじ)、たん白加水分解物、ソルビット、調味料 (アミノ酸等)、酒精、酸味料、増粘多糖類、パプリカ色素、香辛料	A
H	たこわさび	たこ、茎わさび、発酵調味料、水飴、食塩、デキストリン、醸造酢、アミノ酸液、魚醤、唐辛子、たん白加水分解物、ソルビット、酒精、調味料 (アミノ酸等)、香辛料、増粘多糖類、香料	A
I	いか塩辛 (明太子風味)	いか (北海道沖)、スケソウダラの卵、発酵調味料、食塩、砂糖、乳糖、たん白加水分解物、魚醤、唐辛子、ソルビット、調味料 (アミノ酸等)、酒精、酸味料、増粘多糖類、パプリカ色素、紅麴色素、トレハロース、発色剤 (亜硝酸Na)	A
J	うにあえもの	いか (北海道沖)、塩うに、酒粕、砂糖、食塩、数の子、たん白加水分解物、ソルビット、調味料 (アミノ酸等)、糊料 (キサンタンガム)、着色料 (黄色4号、黄色5号)、香料	A
K	いか塩辛	いか、食塩、みりん、発酵調味料、調味料 (アミノ酸等)、グリセロール、ソルビット、酒精、甘味料 (甘草)、安定剤 (キサンタン)、酸化防止剤 (ビタミンE)	D

**Table 2.** 各種塩蔵食品の塩分濃度と水分活性

商品名	名称	塩分濃度(%)	水分活性(Aw)
A	まぐろ酒盗	10.4	0.79
B	いか塩辛	5.4	0.88
C	このわた	3.7	0.91
D	いか塩辛	3.5	0.89
E	まぐろ酒盗	10.4	0.81
F	かつお酒盗	10.8	0.83
J	たこ塩辛	5.7	0.88
H	たこわさび	3.9	0.91
I	いか塩辛 (明太子風味)	4.6	0.88
J	うにあえもの	5.6	0.84
K	いか塩辛	18.3	0.77

ンプルを室温で保管したと仮定して 25°C で、0 時間、6 時間、12 時間、24 時間、48 時間インキュベートした。菌数測定のためのサンプル処理は、上記のように実施した。

### 3. 研究結果と考察

#### 3.1 市販品の塩蔵食品

研究室周辺の環境で入手可能だった塩蔵食品について、それらの原材料、塩分濃度や水分活性を調べた (Table 1, Table 2)。これらの塩辛の中で使用されている魚介類は、いか、たこ、まぐろ、かつお、なまこの内臓というように多くの魚種があり、そこから多くの製品が製造され、一般的に流通していることがわかった。それらの中でも、イカ塩辛は最も人気があり、全てのマーケットで見つけることができた。ほとんどの商品に共通して、調味料および発酵調味料が使用されていた。それに加えて、たん白加水分解物も使用されており、それらの製品に「旨み」をより一層強調したものになっているようであった。昔ながらのイカ塩辛、まぐろ酒盗、かつお酒盗とは異なり、たこ塩辛、たこわさび、イカ明太子やイカのウニ和えのような製品は、近年開発されて商品化されてきたものであると考える。これらの製品には、比較的多くの種類の添加物が加えられている傾向があった。おそらく近年の食の多様性を考慮して、さまざまな味付けを検討した結果ではないだろうかと思われる。

る。また、それらの製品に、香辛料が使われていることがわかる。この場合の香辛料は、製品の保存性というよりは、製品の味のアクセントといった目的で使用されているのではないだろうかと考えられた。

我が国の食品衛生法上の食品添加物の分類からみると、発酵調味料、たん白加水分解物や酸味料は、「味」に関する目的で、香料や色素は、「嗜好」に関する目的で、酸化防止剤は、「保存」に関する目的で、増粘多糖類は、「製造」に関する目的で使用されている。

#### 3.2 塩蔵食品の塩分濃度と水分活性

今回使用した市販品の各種の塩蔵食品の塩分濃度について、まぐろ酒盗とかつお酒盗以外の製品は、塩分濃度が 3 から 6% の低塩分タイプの塩辛であった。一方、まぐろの酒盗 2 品およびかつおの酒盗 1 品は、ともに塩分濃度が 10% を越える製品であり、高塩分のタイプの塩辛で、伝統的な製法により製造されていると思われた。イカ塩辛については、1 品が高塩分タイプのイカ塩辛で、その他のイカ塩辛は低塩分タイプのものであった。近年は、消費者がより低塩分の商品を求める傾向があるため、店頭で販売されているイカ塩辛のほとんどは、低塩分のタイプのものである。購入時における店頭での保管形態は、1 品を除くほとんどの製品で、冷蔵タイプのショーケースで保管されていた。1 品は、高塩分のタイプのイカ塩辛で、これは店頭で通常の棚で、常温で保管されていた。それぞれの製品のラベルに記載されている保存方法をみると、塩分濃度が 10% 以上の高塩分のタイプに属す製品 4 品は、「直射日光、高温多湿を避けて保存」となっており、塩分濃度が 5% 前後の低塩分のタイプに属す製品は全て、「要冷蔵 (10°C 以下)」となっていた。水産食品加工業者は、製造時、塩分濃度が 10% を境として、保存方法の記載を使い分けしていると考えられた。

#### 水分活性について

塩分濃度が 5% 前後の低塩分の塩蔵食品については、店頭で比較的容易に見つけることができた (Table 1)。それらの水分活性は、0.84 Aw から 0.91 Aw であり、食塩濃度が 10% 以上の高塩分の塩蔵食品に比べて高い傾向がみられた (Table 2)。一方、塩分濃度が 10% をこえる高塩分タイプの塩蔵食品は、水分活性が、0.77 Aw から 0.83 Aw であった。これらのことから、塩分が多くなると食品中に存在する自由水が結合水となり、水分活性が低下する

と考えられ、低塩分の塩蔵食品では水分活性が高く、高塩分の塩蔵食品では水分活性が低く抑えられるということが、一般的に製造されている製品の塩分濃度と水分活性の値からも明らかとなった。

### 3.3 低塩分の塩蔵食品における一般細菌および腸炎ビブリオ

低塩分の塩蔵食品として、イカ塩辛(食塩濃度は 5.4%、水分活性は 0.88 Aw)とたこ塩辛(食塩濃度は 5.7%、水分活性は 0.88 Aw)について、腸炎ビブリオによる汚染と食品中の一般細菌数を調べた。また、それぞれのサンプルに既知の菌数で腸炎ビブリオを接種した場合の時間の経過に伴う腸炎ビブリオの増殖を調べた。

標準寒天培地および 1% NaCl 加の標準寒天培地を用いて、一般細菌数を調べたところ、イカ塩辛では、0 時間で  $10^4$  程度の菌数で、25°C での時間が経過するとともに菌数は増加し、48 時間後では  $10^6$  から  $10^7$  の菌数であった (Fig. 1 A と B)。同様に、たこ塩辛では 0 時間で  $10^4$  程度の菌数で、12 時間ぐらいまではそれほど変化はなく、24 時間、48 時間と時間が経過するとともに菌数は増加し、48 時間では、 $10^7$  程度の菌数まで増加した (Fig. 2 A と B)。ど

ちらのサンプルにおいても、類似した傾向がみられた。そして、0 時間と 48 時間を比較して、一般細菌数は 100 倍以上に増加していた。

両サンプルの腸炎ビブリオによる汚染を調べたところ、両方のサンプルで、腸炎ビブリオによる汚染は確認できなかった (Fig. 1 C と D、Fig. 2 C と D)。さらに、腸炎ビブリオを接種した場合の菌数の増加を調べたところ、両サンプルとも、0 時間では、接種した腸炎ビブリオを検出することができたが、6 時間後には、どちらのサンプルでも、腸炎ビブリオを検出することができなくなった (Fig. 1 C と D、Fig. 2 C と D)。このような条件下では、仮に腸炎ビブリオが汚染したとしても、食品サンプル中で腸炎ビブリオは増殖することができずに、死滅してしまうと考えられた。塩分濃度との関連を考慮すると、腸炎ビブリオは好塩性の細菌であり、1 から 8% の塩分濃度の条件下で、増殖することが確かめられている。両サンプルは、塩分濃度がイカ塩辛で 5.4%、たこ塩辛で 5.8% であったことを考えると、腸炎ビブリオの増殖は可能である。しかし腸炎ビブリオが増殖できなかったのは、それらの水分活性が低かったためだと考えられる。一般的に、一般細菌は水分活性が 0.90 Aw 以上で増殖

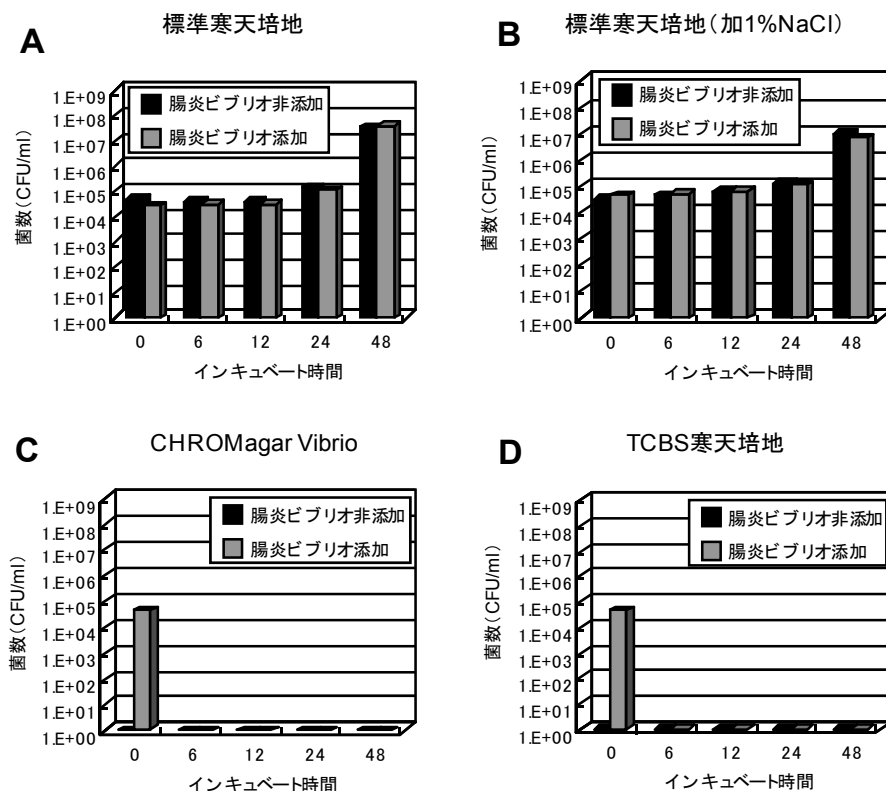


Figure 1. イカ塩辛(低塩分)における一般細菌および腸炎ビブリオ

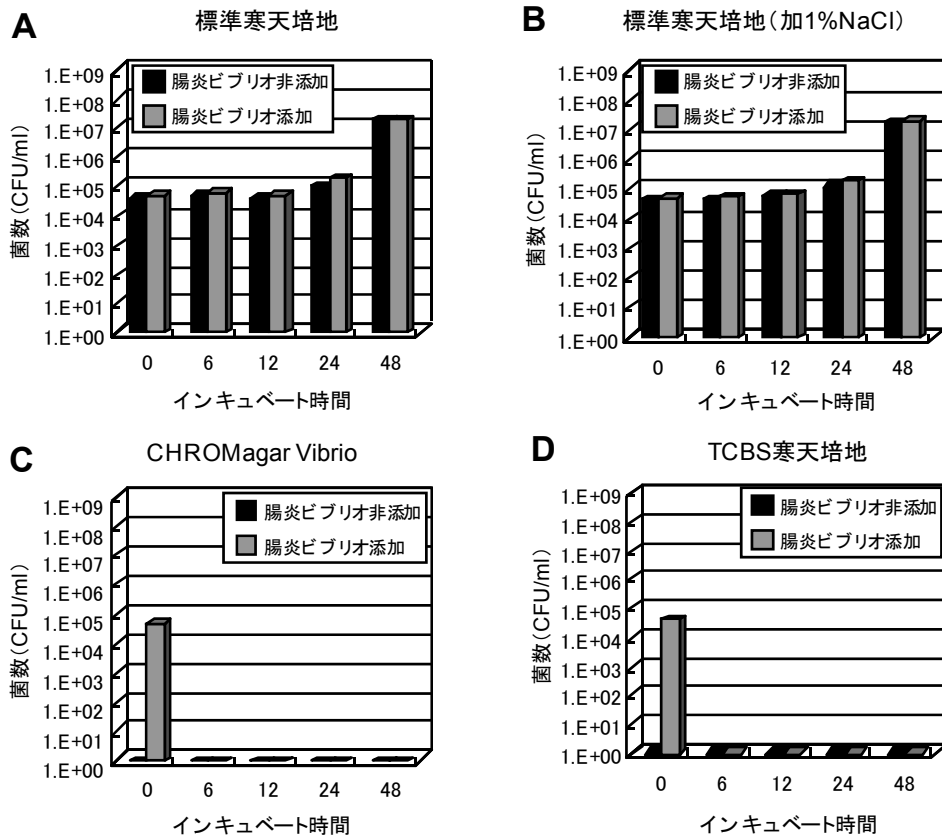


Figure 2. たこ塩辛(低塩分)における一般細菌および腸炎ビブリオ

可能で、多くの食中毒原因菌の場合は0.94 Aw以上でその増殖が可能になるといわれている。今回の両サンプルは塩分濃度は低かったが、水分活性は低く抑えられていたので、腸炎ビブリオが増殖することができなかったと考えられた。

### 3.4 高塩分の塩蔵食品における一般細菌数および腸炎ビブリオ

高塩分の塩蔵食品として、イカ塩辛(塩分濃度は18.3%、水分活性は0.77 Aw)とかつお酒盗(塩分濃度は10.8%、水分活性は0.83 Aw)を使用した。このイカ塩辛は、近年人気のある低塩分のイカ塩辛ではなく、昔ながらの伝統的な製法で製造されている塩分濃度の高いイカ塩辛である。

高塩分のイカ塩辛の一般細菌数は、ほとんど検出することができなかった(Fig. 4 AとB)。また、かつお酒盗では、一般細菌数が $10^3$ 程度で、時間が経過しても、ほぼ一定であった(Fig. 3 AとB)。このイカ塩辛は、塩分濃度が18%以上で極めて高濃度の食塩を含んでいる。そのため、通常の微生物の生存条件下には適していなかったと考え

られる。一方、かつお酒盗では、その塩分濃度が高濃度ではあるけれども10%程度である。この条件下では、ある程度の好塩性の細菌が生存可能であったと考えられる。

両サンプルの腸炎ビブリオによる汚染を調べたところ、両方のサンプルで腸炎ビブリオの汚染を確認することはできなかった(Fig. 3 CとD、Fig. 4 CとD)。そして、腸炎ビブリオを接種した場合の菌数の増加を調べたところ、両サンプルとも0時間では、接種した腸炎ビブリオを検出することができたが、6時間後には、両サンプルで腸炎ビブリオを検出することができなくなった(Fig. 3 CとD、Fig. 4 CとD)。このような条件下では、腸炎ビブリオの汚染が起こったとしても、腸炎ビブリオは増殖することができず、死滅するということがわかった。

### 3.5 塩蔵食品の塩分濃度と水分活性の関係と細菌に与える影響

一般的に入手することができる市販品の塩蔵食品の塩分濃度と水分活性の関係をみてみると、市販品の多くは、低塩分のもが多く、それらは店頭では、「塩辛」と表示はされているが、保管は、冷蔵保管がなされていた。一方、

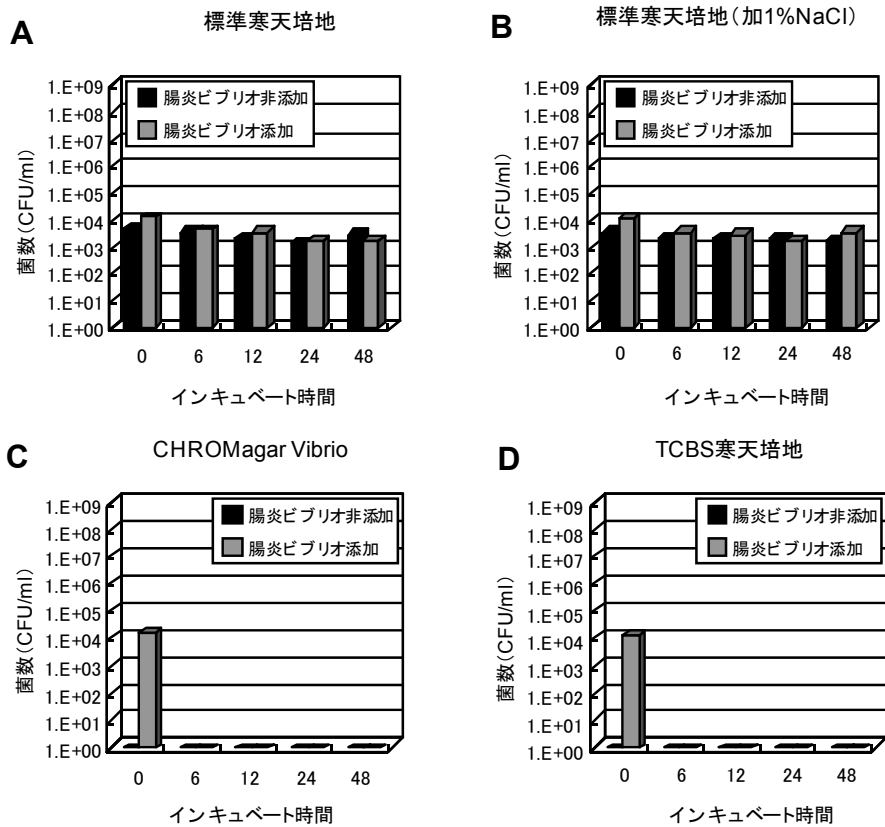


Figure 3. かつお酒盗(高塩分)における一般細菌および腸炎ビブリオ

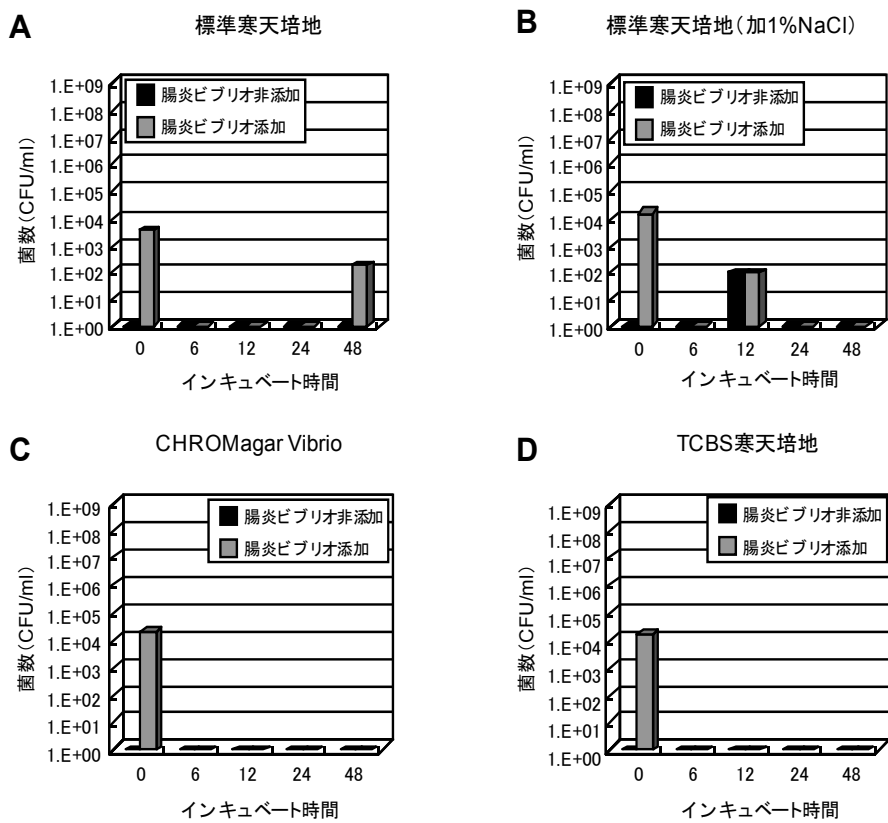


Figure 4. イカ塩辛(高塩分)における一般細菌および腸炎ビブリオ

高塩分のもは、冷蔵保管の表示はなく、店頭では室温で通常の棚に並べられていた。市販品の塩分濃度と水分活性の関係をみてみると、低塩分の塩蔵食品は、どれも高塩分の塩蔵食品よりも水分活性の値が大きいことがわかった (Table 2)。このことは、傾向として、「塩分濃度が高い＝水分活性が低い」という関係になるようである。

今回、低塩分の塩蔵食品として、塩分濃度が 5% 前後で水分活性が 0.88 Aw のサンプルを使用し、高塩分の塩蔵食品として、塩分濃度が 10% 以上で水分活性が 0.83 Aw 以下のものを実験に使用した。一般細菌数では、低塩分の塩蔵食品よりも高塩分のものの方が、初期の値で 10 倍程度低く抑えられており、また時間の経過とともに、低塩分のもので増殖が盛んになり約 1000 倍にまで増殖するのに対し、高塩分のものではほぼ一定の菌数であり、常温保存されていたとしても、食品中の微生物は制御されている状態にあるということがわかった。

#### 4. 今後の課題

我が国で古くから親しまれている塩蔵食品は、冷蔵庫のない時代に、ただ塩を用いることで食品を腐敗から守り、また食中毒原因菌の増殖を抑えて、安全性を担保した食品であった。身近に冷蔵庫があり、流通過程でも冷蔵を続けることが可能な現代において、塩蔵食品の最も特徴的な「塩」を減らして、安全性を担保したままの現代の塩蔵食品が新たに生み出され、食卓を賑わせている。また、近年の減塩志向の影響からも、その傾向は顕著である。しかし、その「現代の塩蔵食品」の安全性は、古く塩を大量に使用していた塩蔵食品の安全性には及ばないことはあまり知られていない。そのため、今まで知られていなかった塩蔵食品での食中毒が大規模に発生した。これらの状況をふまえ、新しい塩蔵食品の特徴を正確に把握し、食中毒に代表される食品の安全性を深く理解し、一般消費者

へ広くアピールしていくことは極めて大切なことである。今回、数種類の塩蔵食品について、その塩分濃度と水分活性を指標として、食中毒原因菌の汚染状況と汚染した場合の菌の増殖を検討した。使用された塩蔵食品の中で、低塩分の製品でも、水分活性が低く抑えられていることもあり、その安全性は確認された。しかし、製造され、流通し、消費されている「現代の塩蔵食品」の全てがそのように安全性が担保されているとは限らない。このようなことから、塩蔵食品の安全性について、塩分濃度と水分活性を指標として、さまざまな製品の安全性を検討することは大切である。また、今回は実施できなかったが、現代の塩蔵食品である低塩分の塩蔵食品において、安全性が担保されなくなるポイントである塩分濃度と水分活性の値について、詳細に検討し、また使用される魚介類の種類においてもそれらを検討し、明らかにしていくことが、我が国の伝統食品を継承し、食の安全を広く消費者に提供していく上でも重要な課題だと考えている。

#### 謝 辞

本研究課題を実施するにあたり、研究助成金を賜りました公益財団法人ソルト・サイエンス研究財団に深くお礼を申し上げます。

#### 文献等

- 1) 奈須啓二、奥谷喬司、小倉通男、共編、1991 年、イカー—その生物から消費まで—、成山堂書店
- 2) 藤井建夫著、1992 年、塩辛・くさや・かつお節、恒星社厚生閣
- 3) 藤井建夫著、2000 年、魚の発酵食品、成山堂書店
- 4) 中口義次など、2006 年、世界レベルで重視される腸炎ビブリオ食中毒、生物の科学「遺伝」別冊 19 号 127-135 頁



## Study on *Vibrio parahaemolyticus*, Halophilic Food-Poisoning Bacterium, in Salted Food

Yoshitsugu Nakaguchi

Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University

### Summary

In Japan, there was salted food called “hishio” for a long time ago. The salted food came from China through Korea in old days. There were three types of the salted food. The salted food called “shishi-bishio” was made by meat and seafood. This type of the salted food is the origin of “shiokara”. The most popular “shiokara” is salted cuttlefish in Japan. It occupies approximately 80 % of “shiokara”. Many Japanese consumers like low salinity rather than high salinity for the salted food now. The large food-poisoning outbreak by *Vibrio parahaemolyticus* occurred in eastern area of Japan on 2007. The cause of this food-poisoning outbreak was low-salted cuttlefish produced by seafood processing company in Tohoku area. *Vibrio parahaemolyticus* infection is caused by consumption of raw or partially cooked seafood. The major virulent factors of *V. parahaemolyticus* are thermostable direct hemolysin (TDH) and TDH-related hemolysin (TRH). The virulent strain of *V. parahaemolyticus* has one or both virulent genes. The population of the virulent strain of *V. parahaemolyticus* is less than 1 % of total *V. parahaemolyticus* in environmental condition. The purpose of this study is to clarify contamination and growth of bacteria and *V. parahaemolyticus* in the salted foods.

The 11 products of 8 kinds for tested salted foods were collected from supermarket near laboratory. The salt concentration and water activity of these salted foods were evaluated. The 7 products is low salinity (3 to 6 %) and 4 products is high salinity (over 10 %). The water activity ( $A_w$ ) for products of low salinity and high salinity was 0.84 to 0.91  $A_w$  and 0.77 to 0.83  $A_w$ , respectively. The products of low salinity are high water activity and these of high salinity are low water activity. The numbers of bacteria in the salted foods of low salinity increased than 100 times after 48 hours at 25°C. The contamination of *V. parahaemolyticus* for all products of the salted food collected from the market was not detected. *V. parahaemolyticus* could not be recovered in the all salted foods after 6 hours of inoculation of *V. parahaemolyticus*.

The salted foods of low salinity that are purchased in supermarket have high level of water activity. The increase of bacteria in them happens drastically. Bacteria in the salted food of high salinity were constant. There was no contamination of *V. parahaemolyticus* in the all salted food of this study. *V. parahaemolyticus* cannot survive in them. The manufactures for seafood processing have to pay attention to low salinity and high water activity in the salted food.