

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：23303

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26560044

研究課題名(和文) 伝統食品の現代化が期せずして招いた食中毒リスクの原因究明

研究課題名(英文) Investigation into the cause of food poisoning in the modernized traditional food

## 研究代表者

中口 義次 (NAKAGUCHI, Yoshitsugu)

石川県立大学・生物資源環境学部・准教授

研究者番号：70378967

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：近年の健康志向の影響から伝統的な塩蔵食品の低塩分化がすすみ、その種の食品の細菌及び食中毒菌汚染のリスクが懸念されている。そこで市販の各種の塩蔵食品の食中毒リスクを明らかにすることにした。まず、それら食品の一般細菌数を調べたところ、高塩分の製品よりも低塩分のものの方が10倍程度高かった。また両製品において、食中毒菌の汚染は確認されなかった。さらにそれら食品中での食中毒菌の消長を調べたところ、両種の食品で菌の接種後すぐに死滅した。これらのことから、現在市販されている様々な種類の塩蔵食品は安全性が高いことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Recently the traditional salted foods were drastically changed. The risk of food poisoning in the salted foods is increasing because salt concentration of the salted foods became lower. In this study, I investigated the risk of this kind of salted foods. The bacterial contamination in the salted foods (foods in high salt and low salt) is not so high. There is no contamination with the food-borne pathogens in these foods. The prevalence of artificially added food-borne pathogen, *Vibrio parahaemolyticus*, into these foods was drastically decreased. These results indicated that the marketed salted foods with low salt concentration are safety food bacteriologically.

研究分野：食品微生物学

キーワード：伝統食品 塩蔵食品 食の安全 低塩分 魚介類 食中毒 水分活性 腸炎ビブリオ

## 1. 研究開始当初の背景

わが国には、古くから「塩」を用いた食品の保存方法が考案され、様々な食品が塩によって加工されてきた。それらは古くは中国から朝鮮半島を経由して日本に伝わり、奈良時代には、醬(ひしお)と呼ばれていた。その醬には3種類が知られており、野菜などを塩漬けにしたもので漬物の起源となる草醬、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となる穀醬、最後に、魚介類や獣肉などを塩漬けにしたもので塩辛の起源となる肉醬がある。現在最も人気のある塩辛はいか塩辛であり、塩辛全体の約80%を占めている。そのいか塩辛であるが、未加熱処理のいかの胴肉と肝臓、食塩を用いて作り出されるわが国の伝統食品の代表的な一品である。昔から受け継がれてきた製造方法では、大量の塩を用いて製造されてきたため、細菌の増殖を抑えることができ、長期保存がきくなど極めて安全性の高い食品であった。本来、いか塩辛は高濃度の塩を用いて作製されてきたが、近年の減塩志向の影響から塩の使用量を減らした減塩タイプのいか塩辛の製品が人気を博している。そのような状況の2007年に、関東9都県で患者数620人を出したいか塩辛による集団食中毒事件が発生した。原因食品は低塩分のいか塩辛で、その食中毒の原因となった病原体は腸炎ビブリオであった。腸炎ビブリオは、その生育に1から8%の塩分を必要とすることから、海及び汽水域に生息し、そこに生息する魚介類を汚染する。そして、その汚染した魚介類を生または加熱不十分の状態の人が喫食することで急性胃腸炎を発症し食中毒症状を呈する。2007年に発生した腸炎ビブリオによる大規模食中毒は、低塩分の塩蔵食品中での腸炎ビブリオ汚染及びその増殖が原因であり、低塩分の製品の製造及び保管が重要なポイントとなっていると考えられた。それまで低塩分の塩蔵食品で、腸炎ビブリオ食中毒が発生したことが確認されておらず、この食中毒事件で、現代の低塩分化された食品の新たなリスクへの対策が必要であることが考えられた。

## 2. 研究の目的

近年の健康志向の影響から各種の塩蔵食品での減塩化が進んでいる。塩蔵食品の減塩化により、その食品中での細菌の増殖を抑えることができないことから、食中毒リスクの高い食品になっていることを懸念し、現代の塩蔵食品の理化学的特性と細菌汚染を調べ、それら食品の食中毒リスクを明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 研究室近辺で入手可能な市販の塩蔵食品を購入し、それらの塩分濃度及び水分活性を測定した。また、それら製品のラベルを確

認し、製造会社、製造場所、原材料及び食品添加物の表示、含有塩分表示等を確認した。そして製品ごとの特徴などを調べた。それら製品について、測定した塩分濃度と記載されていた塩分相当量(g/食品100g)を比較した。また、製品の塩分濃度が10%以上の高塩分の製品と5%前後の低塩分の製品について、それら製品の水分活性の値と比較し、それらの関連性や食品添加物との関連性を調べた。

(2) 入手した市販の各種塩蔵食品について、それらの細菌汚染の実態を明らかにするために、それら食品の一般細菌数(標準寒天培地、1%食塩加標準寒天培地)と食中毒菌である腸炎ビブリオの菌数(腸炎ビブリオの選択分離培地であるTCBS寒天培地とクロモアガービブリオ培地)をコロニーカウント法により調べた。

(3) 市販の塩蔵食品中での一般細菌数の消長を調べるために、標準寒天培地及び1%食塩加標準寒天培地を使用し、室温(25℃)保管条件下で時間経過(0, 6, 12, 24, 48時間)に伴い変化する一般細菌数をコロニーカウント法により調べた。

(4) 市販の各種塩蔵食品中での食中毒菌の消長を調べるために、研究室で保管している腸炎ビブリオ病原性株をそれら食品に接種し、時間経過(0, 6, 12, 24, 48時間)による腸炎ビブリオ病原性株の菌数の変化を腸炎ビブリオの分離選択培地(TCBS寒天培地及びクロモアガービブリオ培地)を用いてコロニーカウント法により調べた。

(5) 各種の塩蔵食品の理化学的特性(塩分濃度及び水分活性)と一般細菌汚染及び食中毒菌汚染の結果、さらに室温条件下で時間経過に伴い増減する一般細菌数及び食中毒菌の菌数を総合的に比較することで、現代の低塩分化された各種塩蔵食品の食中毒に対するリスクについて評価を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 各種の塩蔵食品

研究室周辺で購入可能であった各種の塩蔵食品をまとめたところ、これら塩辛類で使用されている魚介類は、いかが最も多く、他には、かつお、たこ、まぐろ、なまこの内臓などがあり、これらは一般的に広く流通していることが分かった。これらの中でも、いかが塩辛は最も人気がある製品であり、すべての小売店で見つけることができた。また市販されているすべての製品に共通して、調味料及び発酵調味料が使用されていた。これらは現在市販されている塩蔵食品の多くで発酵が十分に行われていないために、味付けの意味合いで添加されていると考えられた。比較的古くから製造されてきたいか塩辛、まぐろ酒

盗及びかつお酒盗とは異なり、たこ塩辛やたこわさびいか明太子などのような製品は近年製造された製品であると考えられた。後者の製品に共通しているのは、どれも低塩分の製品しか確認することができなかつたことである。またそれらの製品には、多くの種類の食品添加物が使用されていた。これは低塩分の製品であるということから細菌の増殖を抑えるために水分活性などを調整する目的で使用されていることと、近年の消費者の食の多様化を考えて、様々な味付けを検討した結果ではないかと考えられた。

#### (2) 各種の塩蔵食品の理化学的特性(塩分濃度と水分活性)

本研究で使用した市販の各種塩蔵食品の塩分濃度を調べたところ、まぐろ酒盗とかつお酒盗、いか塩辛(1品)以外のすべての製品は、塩分濃度が5%前後の低塩分の製品であった。それら低塩分の製品以外の製品(まぐろ酒盗、かつお酒盗、いか塩辛(1品))は、塩分濃度が10%以上の高塩分の製品であり、昔ながらの伝統的な製法で製造されていることが分かった。また、数多く見られたいか塩辛について、1品を除いてすべてが低塩分の製品であった。最近の消費者の嗜好では、健康志向から低塩分の製品を求める傾向があり、そのことを反映して店頭で売られているいか塩辛についても、低塩分の製品が大多数を占めていると考えられた。またそれらいか塩辛について、製品の販売保管方法を比較したところ、高塩分の製品については店頭の通常の販売棚(保冷施設がないもの)で常温で販売されており、一方で、低塩分の製品については、保冷機能を伴った冷蔵ショーケース内で販売保管されていた。このことは、後者の製品では、塩分濃度が低くなっていることで細菌の増殖を抑えることができないことが十分に理解されており、それゆえ適切な製造販売方法がとられていると考えられた。

それら製品の水分活性を調べたところ、塩分濃度が5%前後の低塩分の製品では、水分活性の値が、0.84から0.91 Awであった。一方で、塩分濃度が10%以上の高塩分の製品では、水分活性の値が、0.77から0.83 Awであった。これらのことから、低塩分の塩蔵食品では水分活性が高く、逆に高塩分の塩蔵食品では水分活性が低くなっていることが分かった。そのことから、高塩分の製品では水分活性が低く抑えられているために、細菌の増殖には適さず、食中毒などに対して比較的安全な食品であると考えられた。

#### (3) 低塩分の塩蔵食品中での細菌汚染(一般細菌及び食中毒菌)の実態

塩分濃度が5%前後の低塩分の製品(いか塩辛とたこ塩辛)について、一般細菌数及び腸炎ピブリオによる汚染の実態を調べ、さらにそれら食品に既知の菌数の腸炎ピブリオを接種した場合の食品中での腸炎ピブリオ

の消長を調べた。低塩分の製品では、一般細菌数の汚染は $10^4$ 程度であり、比較的汚染の高い製品であることが分かった。さらにそれら製品を常温(25℃)条件下で保管し、保管時間による一般細菌数の増減を調べたところ、48時間後には、 $10^6$ から $10^7$ に増加し、菌数は当初の100倍から1,000倍に増加していた。これは、低塩分の製品では水分活性が高くなっており、細菌の増殖を抑えることができないからであると考えられ、この種の食品を常温保管した場合、食中毒のリスクが極めて高いことが示唆された。

また食中毒菌である腸炎ピブリオの汚染について調べたところ、すべての低塩分の製品で腸炎ピブリオの汚染は確認されなかつた。また、 $10^5$ の菌数の腸炎ピブリオをそれら食品に接種し、その消長を調べたところ、接種した腸炎ピブリオはすぐに検出することができなくなつた。このことから、これら低塩分の塩蔵食品でも、腸炎ピブリオ食中毒に対する安全性は担保されていると考えられた。

腸炎ピブリオは、その増殖に塩分を必要とし、塩分濃度が1から8%程度で増殖が可能な細菌である。本研究で使用した低塩分の製品の塩分濃度は5%前後であり、腸炎ピブリオの増殖に最適であると考えられたが、市販品として販売されている塩蔵食品では、様々な食品添加物が加えられているともあり、腸炎ピブリオの増殖には適さない環境になっていると考えられた。

#### (4) 高塩分の塩蔵食品中での細菌汚染(一般細菌及び食中毒菌)の実態

塩分濃度が10%を超える高塩分の塩蔵食品(いか塩辛とかつお酒盗)について、一般細菌数及び腸炎ピブリオによる汚染の実態を調べ、さらにそれら食品に既知の菌数の腸炎ピブリオを接種した場合の食品中での腸炎ピブリオの消長を調べた。高塩分の製品では、一般細菌数の汚染は $10^3$ 程度であった。さらにそれら製品を常温(25℃)条件下で保管し、保管時間による一般細菌数の増減を調べたところ、48時間後でも菌数の変化は見られなかつた。このことから、低塩分の製品とは異なり、常温保管下でも、食中毒リスクの極めて低い食品であると考えられた。

また食中毒菌である腸炎ピブリオの汚染について調べたところ、これら高低塩分の製品で腸炎ピブリオの汚染は確認されなかつた。また、 $10^5$ の菌数の腸炎ピブリオをそれら食品に接種し、その消長を調べたところ、接種した腸炎ピブリオはすぐに検出することができなくなつた。このことから、低塩分の塩蔵食品と同様に、高塩分の製品でも腸炎ピブリオ食中毒に対する安全性は担保されていると考えられた。

〔雑誌論文〕(計2件)

Najwa, M. S., Rukayadi, Y., Ubong, A., Loo, Y. Y., Chang, W. S., Lye, Y. L., Thung, T. Y., Aimi, S. A., Malcomn, T. T. H., Goh, S. G., Kuan, C. H., Nakaguchi, Y., Nishibuchi, M., Son, R. "Quantification and antibiotic susceptibility of *Salmonella* spp., *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium in raw vegetables (ulam)" International Food Research Journal, 22(5): 1711-1718. 2015.

Ponniah, J., Robin, T., Son, R., Cheah, Y. K., Ghazali, F. M., Nishibuchi, M., Nakaguchi, Y., Malakar, P. "Characterisation of *L. monocytogenes* strains isolated from salad vegetables" International Journal of Food Safety, Nutrition and Public Health, 5(2):137-150. 2015.

〔学会発表〕(計7件)

中口 義次、減塩化された現代の塩蔵食品の特性と細菌汚染及び食中毒リスク、日本防菌防黴学会第42回年次大会、2015年9月1日-2日、千里ライフサイエンスセンター(大阪府豊中市)

中口 義次、西淵光昭、市販塩蔵食品の理化学的特性と腸炎ピブリオ食中毒リスクの評価、第49回腸炎ピブリオシンポジウム、2015年10月15日-16日、日本食品衛生協会(東京都渋谷区)

Escalante-Maldonado, O., R., Iwade, Y., Nakaguchi, Y., Nishibuchi, M., *trh* gene sequence and its significance in the pathogenicity of *Vibrio parahaemolyticus*, 日本防菌防黴学会第42回年次大会、2015年9月1日-2日、千里ライフサイエンスセンター(大阪府豊中市)

Escalante-Maldonado, O., R., Iwade, Y., Nakaguchi, Y., Nishibuchi, M., Frequent sequence variation of *Vibrio parahemolyticus trh* gene affects considerably the clinical significance of the thermostable direct hemolysin-related hemolysin, 50 Annual Joint Panel Meeting on Cholera & Other Bacterial Enteric Infections Panel Meeting, United States-Japan Cooperative Medical Science Program, 11-15 January 2016, North Bethesda, Maryland (USA)

中口 義次、現代における塩蔵食品の特性と食中毒のリスク評価、第108回日本食品衛生学会学術講演会、2014年12月4日-6日、金沢歌劇場(石川県金沢市)

中口 義次、グローバル化がもたらす食と感染症 日本に、そして金沢にやってくる食、人、感染症、第108回日本食品衛生学会学術講演会、2014年12月4日-6日、金沢歌劇場(石川県金沢市)

中口 義次、グローバル化する魚介類とローカルな水産発酵食品の細菌性食中毒に対する安全性、石川県立大学シーズ発表会・第17回i-BIRD マッチングセミナー、2014年8月2日、いしかわ大学連携インキュベータ(i-Bird)(石川県野々市市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中口 義次(NAKAGUCHI, Yoshitsugu)  
石川県立大学・生物資源環境学部・准教授  
研究者番号: 70378967