

淡水産魚類の塩ずり肉のゲル化特性

常 江洲*1, 市川 寿, 野田奈々恵*2, 後藤 信治*3, 野崎 征宣

Gel-forming Characteristics of Meat Paste from Fresh Water Fish as Raw Material for Fish Jelly Products

Jiang Zhou CHANG, Hisashi ICHIKAWA, Nanae NODA,
Shinji GOTO, and Yukinori NOZAKI

In order to make fish jelly products of fresh water fish, 6 species (carp, tilapia, rainbow trout, catfish, crucian carp and grass carp) were used, and the characteristics of heat gelation in meat paste and a leaching method for enhancing the gel-forming ability were investigated.

The gel-forming ability of meat paste for these fresh water fishes was lower than that of marine fishes such as lizard fish. The temperature for promoting maximum gelation of meat paste from the fresh water fishes was between 50–70°C, higher than of marine fishes, which was 30–40°C. The gel-forming ability of the gel generated by heating in this range did not increase after further heating at 90°C according to the two-step heating method.

The patterns of temperature-gelation of the meat paste by heating for 20 and 120 min at various temperatures differed greatly according to species. Examining the setting and disintegrating properties of the meat paste, the 6 species were classified into the following three types: 1) difficult-setting and slight-disintegrating type for carp and tilapia, 2) difficult-setting and difficult-disintegrating type for rainbow trout and catfish, 3) difficult-setting and easy-disintegrating type for crucian carp and grass carp. Further, it was found that the preferred leaching methods to enhance gel-forming ability were the fresh water leaching method, for carp, rainbow trout, catfish and grass carp, and the alkaline salt water leaching method, for tilapia and crucian carp.

Key words: 淡水魚 fresh water fish, ゲル形成能 gel-forming ability, コイ carp, ティラピア tilapia, ニジマス rainbow trout, ナマズ catfish, ギンブナ crucian carp, ソウギョ grass carp.

淡水産魚類の塩ずり肉は、海産魚類のそれに比較して加熱ゲル形成能が低く、日本ではかまぼこ原料としてほとんど利用されていない。過去、淡水産魚類のねり製品原料への実用例については、一時期海産魚の漁獲が少ないころ、九州の筑後川流域でカムルチーのかまぼこ原料の代用がみられるが、淡水産魚類のねり製品に関する研究は少ない¹⁻³⁾。一方、現在中国における淡水産魚類の漁獲高は600万トンを越えているが、その利用は主として惣菜用であり、高度利用が望まれている。このことから、淡水魚のねり製品原料への利用については、詳細な魚肉のゲル化特性を把握することが必要であると考えられる。

本研究では、淡水産魚類のねり製品原料への有効利用を図るため、肉食性のニジマス、ナマズ、雑食性のコイ、ティラピア、ギンブナおよび草食性のソウギョ⁴⁾の6種類の淡水魚を選び、加熱ゲル形成特性を明らかにするとともにゲル形成能を増強させる有効な水晒方法について検討した。

実験方法

供試魚 コイ (Carp) *Cyprinus carpio*, ティラピア (Tilapia) *Tilapia mossambica* およびニジマス (Rainbow trout) *Salmo gairdneri* は長崎県内の養殖場で養殖されたものを、ナマズ (Catfish) *Silurus asotus*, ギンブナ (Crucian carp) *Carassius auratus langsdorfii* およびソウギョ (Grass carp) *Ctenopharyngodon idellus* は長崎県下の湖沼に棲息していたものを入手した。

肉糊の調製 活魚を即殺して頭部と内臓を除いたのち、二枚に卸し、冷水中で洗浄後、スタンプ式採肉機 (採肉穴直径5mm) を用いて落し身を採取した。水晒は、落し身に対して5倍量の冷蒸留水で、3回洗浄する清水晒、および志水^{5, 6)}によるアルカリ塩水晒の2方法で行った。過剰の水を除くため油圧式脱水機で加圧脱水後、水晒肉を低温室 (約5°C) で肉挽機 (穴直径3mm) にかけて挽肉とした。搗潰は挽肉に対して3%のNaClおよび含水率を81%に調整するための冷蒸留水

*1 長崎大学大学院海洋生産科学研究科 (〒852 長崎市文教町1-14)

*2 株式会社まるなか本舗 (〒852 長崎市岩川町1-4)

*3 長崎大学医学部 (〒852 長崎市坂本1-12-4)

を加え, 低温室(約5℃)で30分間石川式攪拌擂潰機を用いて行った。得られた肉糊は折れ径50mmの塩化ビニリデンケーシングに充填し, 30~90℃(10℃間隔)で20分間あるいは120分間加熱後, 直ちに氷水中で約30分間急冷し, 試料とした。二段加熱ゲルの調製は肉糊を50~70℃(10℃間隔)で20分間加熱後, 90℃で20分間加熱して氷水中で急冷し, 試料とした。試料は一夜低温室(約5℃)に放置後, 室温に戻してからゲル形成能の測定に供した。

ゲル形成能の測定 試料のゲル形成能はジェリー強度(Jelly strength; 以後J.S.と略)を測定した。すなわちレオテックス(サン科学製 SD-305型)を用いて, 厚さ20mmの試験片に直径5mmの球面プランジャーを当て, 試料台の上昇速度0.6mm/secで測定し, 破断時の応力(g)とその凹み(cm)の積をJ.S.(g・cm)とした。なお, 同一試料について6回測定し, その平均値を試料のJ.S.とした。

結果と考察

清水晒およびアルカリ塩水晒塩ずり肉のゲル形成能 6種の淡水魚の清水晒およびアルカリ塩水晒塩ずり肉(肉糊)を種々の温度で20および120分間加熱した。得られた温度-ゲル化曲線を Fig.1 に示した。まず, 清水晒した肉糊についてみると, そのパターンは魚種によって異なった。いずれの肉糊も30および40℃加熱ではゲル化が弱く, 肉糊に近い状態であった。50℃以上の加熱ではゲル化が大きく進行し, 60~70℃の加熱ではゲル化が完了し, ゲル形成能が最大となった。これらの結果は, 志水ら²⁾が行った3魚種(コイ, フナおよびティラピア)から得られた肉糊のゲル化パターンとはほぼ同様であった。

次に, アルカリ塩水晒を行なった肉糊についてみると, Fig.1 に示されるように魚種および水晒方法により, ゲル形

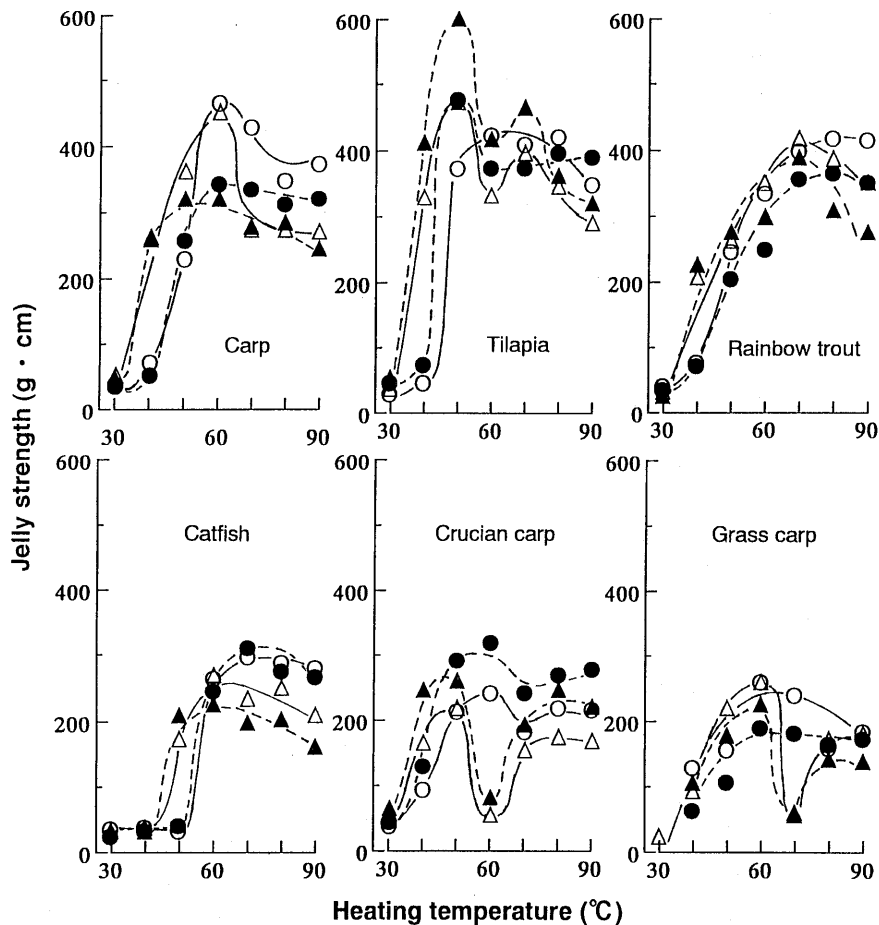


Fig. 1. Temperature-gelation curves of meat paste prepared from the meat of fresh water fishes.

(○, ●); 20 min heating, (△, ▲); 120 min heating; open symbols and closed symbols are fresh water leaching, alkaline salt water leaching respectively.

Table 1. Setting and disintegrating properties of meat paste from various fresh water fishes

Species	Setting-index* ¹		Disintegration-index* ²
	30℃	40℃	
Carp	12	56	40* ⁵
Tilapia	10	78	22
Rainbow trout	8* ⁴	50* ⁴	19* ⁴
Catfish	11* ³	13* ³	9* ³
Crucian carp	24	69	77
Grass carp	10	36	76* ⁵

*¹ {Jelly strength (30℃ and 40℃, 120min)/Jelly strength (60℃, 20min)} × 100

*² {Jelly strength (1 - Jelly strength(60℃,120min)/Jelly strength (60℃, 20min)} × 100

*³⁻⁵ Setting- and disintegration-index obtained by substituting Jelly strength (70℃, 20min), Jelly strength (80℃,20min) and Jelly strength (70℃, 120min), respectively.

Meat paste was prepared from fish meat by using fresh water leaching.

成能が異なった。両者の効果を比較すると、アルカリ塩水晒によってゲル形成能が強められたものはティラピア (50℃加熱) およびギンブナ (60℃加熱) であり、そのゲル形成能は約1.3倍増強した。逆にアルカリ塩水晒によってゲル形成能が低下したものはコイ (60℃加熱) であり、清水晒肉のゲル形成能の0.7倍に低下した。また、アルカリ塩水晒の肉糊の温度-ゲル化パターンは清水晒のものと同様であり、アルカリ塩水晒を行ってもゲルの坐りと劣化 (戻り) には影響がないことが明らかとなった。

魚肉ねり製品製造における水晒工程は、かまぼこの品質向上のために必須のものである。水晒は、従来からの清水晒に加え、赤身魚肉の品質向上に有効なアルカリ晒⁷⁾ およびアルカリ塩水晒^{5, 6)} が開発され、さらに弱足魚のゲル形成能の増強のためのカルシウム晒^{8, 9)} あるいは脱脂および脱臭を目的とした真空晒¹⁰⁾ などが開発されている。水晒の主要な効果は、ゲル形成を阻害作用を有する筋形質タンパク (ミオゲン) を除去すると同時に、アクトミオシンの質的向上を図ることにある。本研究では、淡水産魚肉のゲル形成能に及ぼす清水晒法とアルカリ塩水晒法の効果を検討した。実験結果に示されるように、本実験供試魚は、清水晒が有効なもの (4種) とアルカリ塩水晒が有効なもの (2種) に分別された。後者のアルカリ塩水晒法^{5, 6)} は、海産赤身魚の水晒方法として開発され、イワシやサバなど赤身魚肉のゲル形成能の増強に有効であることが知られている。アルカリ塩水晒の効果は、酸性域にある赤身魚肉のpHをゲル形成能の高い中性域への移動とゲル形成阻害因子とされるミオゲン¹¹⁾ の溶出にある。ミオゲンの清水晒による溶出性は、白身魚肉と赤身魚肉では異なり、後者のものが溶出しにくい¹²⁾。すなわち赤身魚肉をイオン強度の低い溶液で水晒を行うと、ミオゲンが筋原繊維の表面に凝集不溶化するためである¹³⁾。その結果、清水晒を行っ

た赤身魚肉のゲル形成能は低下する。本実験結果に示されるように、アルカリ塩水晒によるゲル形成能増強効果はティラピア (50℃加熱で最大) とギンブナ (60℃加熱で最大) に認められた。アルカリ塩水晒効果は、本2供試魚肉のpHが中性付近であったことから、pHの移動によるものではなく、ミオゲンの溶出によることが推定された。以上のように、淡水産魚肉のゲル形成能に及ぼす水晒の効果には魚種によって差異がみられたが、今後、さらにタンパク質特性との関わりで検討することが課題であると考えられる。

ゲル化特性 上述の清水晒肉の肉糊のゲル形成能から、志水らの方法²⁾ に従って求めた坐り指数および戻り指数を Table 1 に示した。淡水産魚肉の坐り指数および戻り指数は、志水ら²⁾ は破断強度で、著者らはJ.S.によって評価している。本実験結果を志水らの結果と比較したところ、若干の差異がみられたことから、坐りやすさについては、坐り指数40℃で<30を“極めて坐りにくい”、30℃で<25を“坐りにくい”、>25を“坐りやすい”、また戻りやすさについては、戻り指数<20を“戻りにくい”、20~70を“戻りやすい”、>70を“極めて戻りやすい”とみなして区分した。本実験の結果を坐りと戻りの難易によって分類すると、ニジマスおよびナマズは坐りにくく、戻りにくいタイプ、コイおよびティラピアは坐りにくく、やや戻りやすいタイプ、ソウギョおよびギンブナは坐りにくく、戻りやすいタイプに区分された。

一方、志水ら²⁾ は、魚肉のゲル形成能の評価は、一定の条件下で調製した肉糊を60℃ (戻りやすい魚の場合は50℃) および90℃の両温度で加熱して得られたゲルのゲル形成能、すなわち潜在ゲル形成能と見掛けのゲル形成能による表示法を提唱している。これについて、本実験に用いた6種の淡水魚のゲル形成能をみると、坐りにくく、戻りにくいタイプのニジマスとナマズを除いて、すべての魚種では60℃加熱のもの

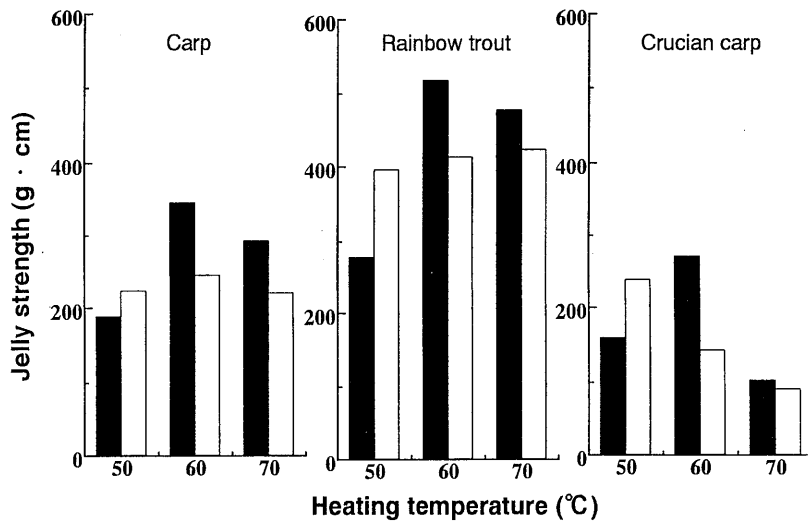


Fig.2. Gel-forming ability of meat paste prepared from the meat of fresh water fishes.

Open bars and closed bars indicate heated gel at various temperatures for 20 min, heated gel at 90°C for 20 min after heating various temperatures for 20 min respectively.

が90°C加熱よりも高く、ニジマスとナマズでは逆に90°C加熱のものが高かった。また、60°C20分間加熱で得られた6魚種のゲルのJ.S.は、最も低いギンブナの242g·cmから最も高いコイの467g·cmを示した。本実験で用いた6魚種のゲル形成能は志水らの報告²⁾によるゲル形成能の低い魚種と同程度であることから、いずれも弱足魚種に属しているとみられる。

また、淡水魚は海産魚の坐りの温度帯30~40°Cにおけるゲル化、すなわち坐りを起こさず、海産魚の戻りの温度帯50~70°Cでゲル化が完了し、J.S.が最大となった。これは海産魚と大きく異なる点であった。

塩ずり肉糊の二段加熱ゲル形成能 淡水魚の塩ずり肉の二段加熱ゲル化特性を調べるために、前述した6魚種から、坐りにくく、やや戻りやすいタイプのコイ、坐りにくく、戻りにくいタイプのニジマス、坐りにくく、戻りやすいタイプのギンブナの3魚種を選び実験に供した。得られた温度-J.S.グラフをFig.2に示した。同図に示されるように、総体的にみると3魚種のゲル化パターンはほぼ同様であった。50°Cの加熱ものでは淡水産魚肉も海産魚肉と同様に二段加熱ゲルのJ.S.が一段加熱に比べてやや高かった。これは、淡水魚肉が50°C加熱では、若干坐りを起こす性質を示すものと考えられた。しかし、60°Cおよび70°C加熱した二段ゲルのJ.S.は、一段加熱のものより逆に低かった。このことから60および70°C加熱で形成されるゲルは坐りゲルではなく、熱凝固ゲルであると考えられた。以上のように、一段加熱でJ.S.の最高値が得られるのは、淡水魚肉では50~70°Cの温度帯であり、この加熱温度は海産魚肉の坐り温度帯である30~40°Cに比べて高かった。

ゲル形成能の低い魚肉を用いたかまぼこ製造では、坐りを

行う二段加熱が用いられている。これは、二段加熱のものが一段加熱(直蒸し)のものよりもJ.S.の高いゲルを形成するからである。しかし、淡水産魚肉肉糊の加熱ゲル形成には、直蒸しの有用性が認められた。すなわち淡水魚肉は上述のように坐りを起こさないため、二段加熱を行うと一段加熱のものよりJ.S.が低下することから、最大のゲルを形成する加熱温度では、二段加熱は不適であることがわかった。

一般に、坐りは、肉糊が塑性を失って弾性に富んだゲルに変わる現象であり、肉に内在するトランスグルタミナーゼ(TGase)によってミオシン重鎖間に ϵ -(γ -glutamyl)lysine架橋(以下、 ϵ -(γ -Glu)Lys架橋)が形成され、ネットワーク構造をとることが主な成因の一つであると考えられている¹⁴⁻¹⁸⁾。塚正ら¹⁹⁾は、淡水魚コイ肉糊で ϵ -(γ -Glu)Lys架橋による坐りが認められないのは、ミオシンの熱安定性が高くTGaseの作用を受けにくいこと、肉中のTGase全活性が著しく低いことに起因していることを報告している。本実験に用いた淡水産魚肉肉糊はいずれも坐りを起こさなかったことから、コイ肉と同様の作用機構が推測される。

本実験に供試された淡水産魚類(6種)のゲル形成能は、いずれも海産ねり製品原料魚のエソ^{20, 21)}やシログチ²²⁾のゲル形成能より低いが、イワシやサバ(未発表)のそれと同レベルであった。このことから、淡水産魚はねり製品原料としての適性を有すると考えられるが、淡水産魚肉単用によるねり製品は低級レベルの評価となることが予測されるので、他のゲル形成能の高い魚肉、例えばエソなどとの混用が望ましいと考えられる。従って、さらに淡水産魚肉のゲル形成能向上のための検討が必要と考えられるため、現在、有効な添加物の探索あるいは加工方法(例えば高压処理法)の検討を行っている。

要 約

淡水産魚類のねり製品原料への有効利用を図るため、6魚種の塩ずり肉のゲル化特性を比較するとともに、これらの魚肉の加熱ゲル形成能を増強させる有効な水晒方法を検討した結果、次のようなことが明らかとなった。

(1) 淡水産魚肉の塩ずり肉の加熱ゲル形成能は、エソなどの海産魚に比べて低く、淡水魚は総体的に弱足魚種に属している。また、本実験に用いた6種の淡水魚は、坐りにくく、戻りにくいタイプのニジマスおよびナマズ、坐りにくく、やや戻りやすいタイプのコイおよびティラピア、坐りにくく、戻りやすいタイプのソウギョおよびギンブナに区分された。

(2) 淡水産魚肉の塩ずり肉のゲル形成は50~70℃で大きく進行し、海産魚肉の坐り温度帯30~40℃と比較して、その程度は高かった。また、この温度帯で加熱したゲルは二段加熱(90℃加熱)してもゲル形成能は増強しなかった。

(3) 塩ずり肉のゲル形成能を増大させる有効な水晒方法は、コイ、ニジマス、ナマズおよびソウギョでは清水晒法、ティラピアとギンブナではアルカリ塩水晒法であった。

文 献

- 1) 志水 寛：日水誌，**40**，175-179(1974).
- 2) 志水 寛，町田 律，竹並誠一：日水誌，**47**，95-104 (1981).
- 3) 志水 寛，藤田照人：日水誌，**51**，1187-1194(1985).
- 4) 益田 一，尼岡邦夫，荒賀忠一，上野輝彌，吉野哲夫編：日本産魚類大図鑑「解説」(東海大学出版会)初版，東京，1984，pp.37-185.
- 5) 志水 寛：特許公報，昭40-21224(1965).
- 6) 志水 寛，川崎正之：昭和52年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，1977，pp.152.
- 7) 志水 寛：ジャパン・フード・サイエンス，**3**，No.11，65-66(1964).
- 8) 山本常治：昭和51年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，1976，pp.140.
- 9) 猪上徳雄，上野雄平，秋場 稔：昭和53年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，1978，pp.174.
- 10) 西岡不二男，志水 寛：昭和55年度日本水産学会春季大会講演要旨集，1980，pp.241.
- 11) 志水 寛，西岡不二男：日水誌，**40**，267-270(1974).
- 12) 志水 寛，柄多 哲，西岡不二男：日水誌，**42**，1025-1031(1976).
- 13) 志水 寛，池田和夫：日水誌，**45**，533-536(1979).
- 14) 関 伸夫，宇野秀樹，李 南赫，木村郁夫，豊田恭平，藤田孝夫，新井健一：日水誌，**56**，125-132(1990).
- 15) 塚正泰之，志水 寛：日水誌，**56**，1105-1112(1990).
- 16) I. Kimura, M. Sugimoto, K. Toyoda, N. Seki, K. Arai, and T. Fujita: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**, 1389-1396(1991).
- 17) Y. Tsukamasa, K. Sato, Y. Shimizu, C. Imai, M. Sugiyama, Y. Minegishi, and M. Kawabata: *J. Food Sci.*, **58**, 785-787(1993)
- 18) 塚正泰之：学位請求論文，京都大学，京都，1992，pp. 53-59.
- 19) 塚正泰之，志水 寛：日水誌，**57**，535-540(1991).
- 20) 野崎征宣，金津良一，田端義明：冷凍，**53**，473-480 (1978).
- 21) 野崎征宣，山本常治，田端義明：日水誌，**52**，1565-1572(1986).
- 22) 野崎征宣，赤枝 宏，谷口忠敬，田端義明：冷凍，**59**，527-532(1984).