

特集「かまぼこと塩」
(解説)

水産練り製品製造における塩の役割

田島 眞^{1*}

The Role of Salt in the Manufacture of Fish Paste Products

Makoto TAJIMA^{1*}

1. はじめに

水産練り製品は、四方を海にかこまれ昔から魚食をしていた日本人には馴染みが深い食品である。生の魚ではたちまち腐敗してしまうものが、塩を練り込むことによって格段に保存性を増すと同時に新しい食感を得ることができる。水産練り製品における塩の役割は、安全性（保存性）と嗜好性を向上するものである。本解説では、主として食感（弾性－あし）に及ぼす塩の効果について述べる。

2. 水産練り製品の種類と生産量

日本食品標準成分表（八訂）には、水産練り製品としてかまぼこ類5品目、はんぺん2品目、ちくわ、だて巻、つみれ、なると、はんぺん、さつま揚げ、魚肉ハム・ソーセージ合計14品目が掲載されている。業界団体である日本かまぼこ協会では、取扱製品として、ちくわ、かまぼこ、あげかまぼこ、ゆでかまぼこ、風味かまぼこ、その他をあげている。これらの製品の生産量の推移を **Table 1** に示した。昭和50年には年間100万トンの生産量があったが、令和

2年度には41万トンと半減している。国民一人当たり、2.4 kg、月に直すと300 g弱である。現在の消費量は1月にかまぼこ1本半に過ぎない。

3. 過去の総説

水産練り製品のなかで、かまぼこについて解説した書物は過去に3冊ある。

- ①岡田 稔著「かまぼこの科学」成山堂書店刊，1999年初版
 - ②原 伸夫「かまぼこの足形成」恒星社厚生閣刊，2001年初版
 - ③山澤正勝・他編「かまぼこ」恒星社厚生閣刊，2003年初版
- いっぽう学会誌の総説には次のものがある。
- ①岡田 稔：かまぼこの科学，化学と生物4巻，617-622頁（1966）
 - ②志水 寛：かまぼこの技法，調理科学8巻，184-190頁（1975）
 - ③土屋隆英・佐野 猛：魚介肉タンパク質のゲル形成性，

Table 1 日本の水産練り製品生産量（単位トン 農林水産省）

	かまぼこ	あげかまぼこ	ゆでかまぼこ	風味かまぼこ	ちくわ	その他	総生産量
1975（昭和50）	362,469	327,068	84,519		258,882	1,324	1,034,262
1980（昭和55）	288,920	269,211	73,184		174,377	18,037	823,729
1985（昭和60）	241,669	290,979	85,621		199,861	73,356	891,486
1990（平成2）	223,021	279,607	54,148	65,270	181,693	25,382	829,121
1995（平成7）	178,326	258,698	44,837	59,036	169,559	24,264	734,720
2000（平成12）	155,255	233,304	40,394	50,451	153,285	15,404	648,093
2005（平成17）	127,586	217,862	34,153	54,517	131,732	21,115	586,965
2010（平成22）	89,975	187,346	31,916		94,561	65,031	468,830
2015（平成27）	66,440	201,638	24,644		73,743	104,098	470,563
2020（令和2）	54,602	174,049	28,050		58,053	95,771	410,526

¹ 実践女子大学名誉教授（〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷3-3-11）

Emeritus professor, Jissen Women's University, 3-3-11, Sendagaya, Shibuya-ku, Tokyo 151-0051, Japan

* Corresponding author E-mail : pfe00260@nifty.ne.jp

日食工誌 35 巻, 367-376 頁 (1988)

④渡辺悦生：かまぼこと塩, 日本海水学会誌 50 巻, 194-198 頁 (1996)

⑤土屋隆英：水産加工品製造における食塩の役割, 日本海水学会誌 53 巻, 341-349 頁 (1999)

⑥田島 眞：食品加工における塩の役割, 日本海水学会誌 57 巻, 3-6 頁 (2003)

⑦阿部周司：かまぼこの製造技術, *J. Jpn. Soc. Colour, Mater.*, 91 巻, 52-57 頁 (2018)

これから分かるように, かまぼこに関する研究は 2000 年頃まででその後は, 下火である。その理由は, 食品に係わる研究がこの 2000 年代に入ると大きく変わったことによる。一つは分子生物学的研究手法が取り入れられるようになったこと, 第 2 は研究対象が生理機能を中心とするこ

とになったことである。その結果, モノを対象とした伝統食品についての研究はストップしてしまった。したがってこの解説もやや旧聞に属するものを中心となることをご了承いただきたい。

4. かまぼこの製造工程

Fig. 1 に水産練り製品の代表であるかまぼこの製造工程を示した。

原料となる魚は, 白身の魚が主流で, 高級品はエソやシログチ, ヒラメなどであるが, 一般の製品はスケトウダラ (スケソウダラともいう) がほとんどである。遠洋の海域で漁獲して洋上で後述する冷凍すり身に加工して中間原料とする。

原料魚を解体して, 魚肉 (筋肉) 部分を採取して, 水晒

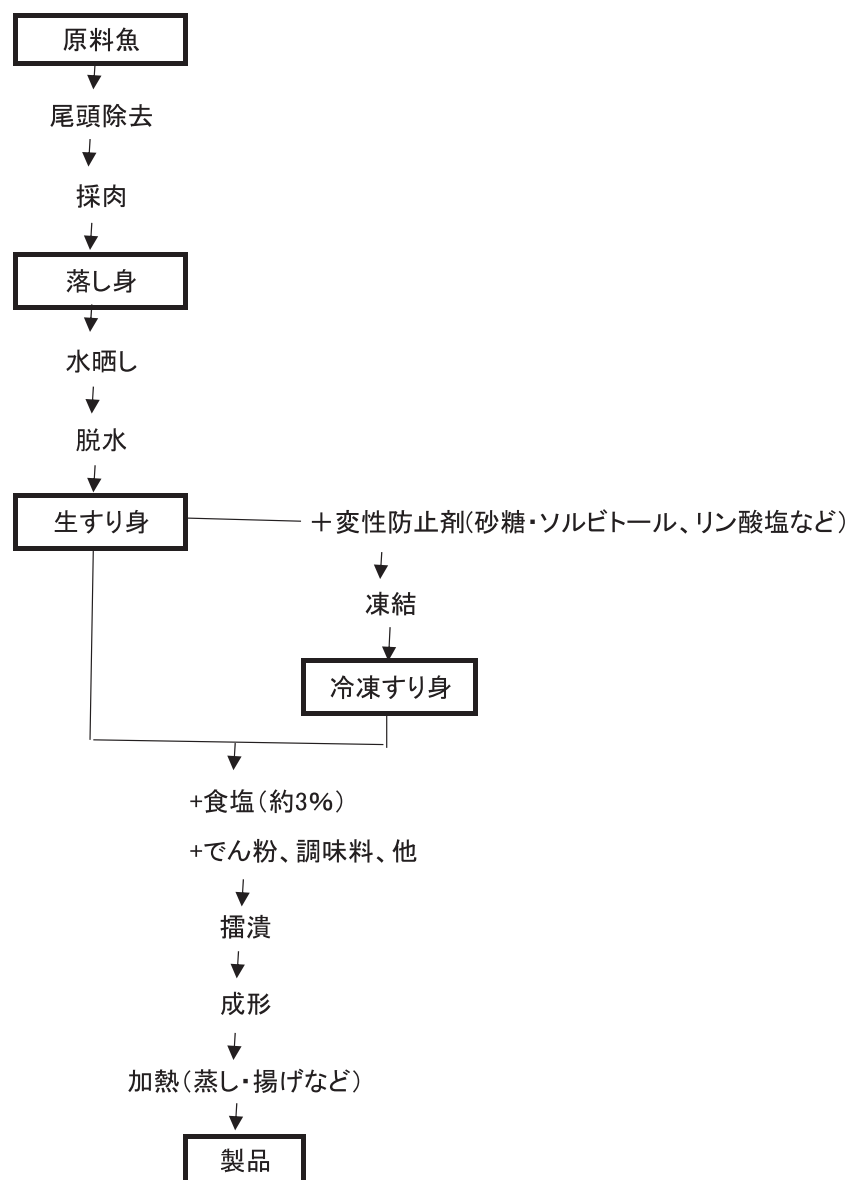


Fig. 1 かまぼこの製造工程

しを行う。血液などの異臭の原因となる成分や、水溶性たん白質が除かれる。脱水した後、サイレントカッターで均質化したものが、生すり身である。スケソウダラなど、洋上で大量に漁獲したものは、船内で冷凍すり身に加工する。冷凍時には、たん白質の変性防止のために、砂糖、ソルビトール、リン酸塩が添加される。

生すり身はそのまま、冷凍すり身も解凍することなく、播潰工程に移る。播潰は3%程度の食塩を加えて播潰し、播潰中に副原料を加えてさらに播潰を行う。副原料には、3%程度のでん粉と、調味料などが添加される。

播潰により、塩溶性たん白質が溶解する。播潰終了後に蒸し（蒸しかまぼこ）、揚げ（揚げかまぼこ）などの加熱処理を行う。加熱後は冷却して製品とする。この加熱工程で“あし”（弾力）が形成される。

5. 魚肉筋肉たん白質の構造

Table 2に魚肉のたん白質の組成を示した。魚肉たん白質の大部分を占めるのが、筋原たん白質で、魚肉筋肉の構成成分となっている。

Fig. 2に魚肉筋肉たん白質の微細構造を示した。筋肉はその名の通り筋から構成されており、その筋を筋線維と

いう。筋線維は、筋原線維の束で、筋原線維はたん白質そのものである。筋原線維を構成するたん白質には多種があるが（**Table 2**）、主要なものは、アクチンとミオシンである。アクチンは球状たん白質で、これが線状に結合し、細いフィラメントを形成している。ミオシンは、分子量約22万の繊維状たん白質で2本の螺旋状構造を持ち、太い

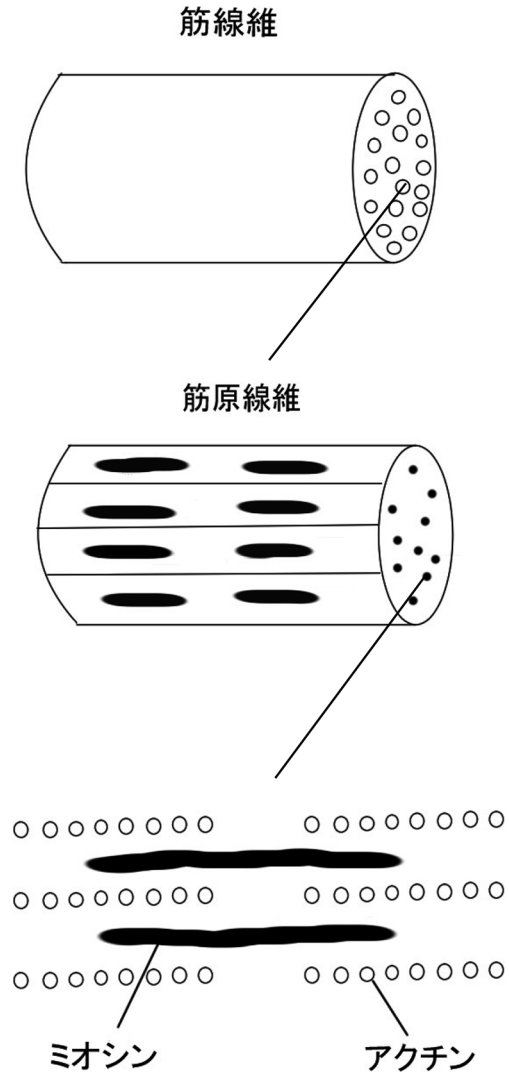


Fig. 2 魚肉たん白質の構造（模式図）

Table 2 魚肉のたん白質組成 ¹⁾	
筋原線維たん白質	50～70%
ミオシン	
アクチン	
トロポニン	
トロポミオシン	
筋形質たん白質	20～50%
ヘモグロビン	
ミオグロビン	
パルプアルブミン	
クレアチン	
解糖系酵素	
筋基質たん白質	10%以下
コラーゲン	

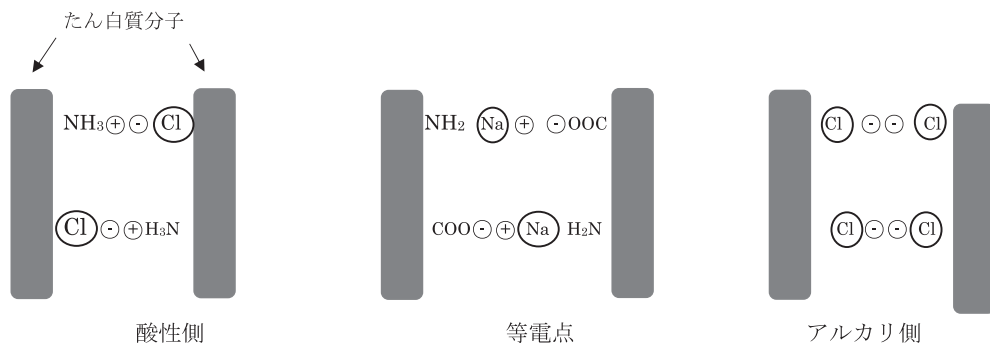


Fig. 3 食塩分子がたん白質分子を溶解する模式図
（岡田 稔「かまぼこの科学」（2020）より一部改変）

フィラメントを形成する。これらが相互に束になって筋原線維を構成する。細いフィラメントと太いフィラメントが重なりあった部分は、暗く見え、ミオシンフィラメントのみの部分は薄く見え、筋肉全体では横紋状に見えるので、筋肉のことを横紋筋とも呼ぶ。この筋原たん白質のアクチンとミオシンがかまぼこの弾力のもととなる。

6. 食塩による筋肉たん白質の溶解

たん白質は、アミノ酸のポリマーであるので、遊離のアミノ基とカルボキシル基が存在する。その電荷はpHによって異なる。(Fig. 3)

食塩 (NaCl) は、水に溶解すると Na^+ イオンと Cl^- イオンに電離する。電離したイオンは、たん白質のアミノ基 (+に荷電) とカルボキシル基 (-に荷電) に結合し、両者を引き離す。基が、引き離されたたん白質は、溶解する。

播潰工程は、食塩により魚肉たん白質を溶解する工程である。Fig. 4 に各種食塩濃度における魚肉たん白質の溶解度を示した。食塩濃度 3 % から 15 % が最も溶解度が高い。

7. 加熱によるゲル化

溶解した魚肉たん白質を加熱すると、繊維状のミオシン

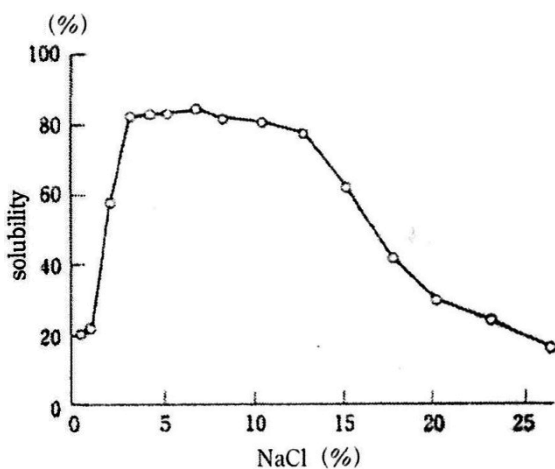


Fig. 4 各種食塩濃度におけるスケソウダラたん白質の溶解 (田島眞：日本海水学会誌 57 巻 5 頁 (2003))

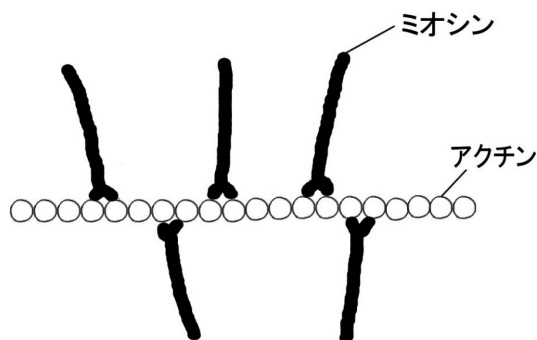


Fig. 5 ミオシンたん白質による網目構造

たん白質が分子末端で絡み合い網目構造を形成する (Fig. 5)。これが弾力 (あし) のもとである。Fig. 6 に食塩濃度とあしの強さの関係を示した。食塩濃度数 % から 10 数 % が最もあしが強い。一般的なかまぼこが食塩濃度 3 % であるのは、味の点からこれ以上では、適当でないとされているからである。

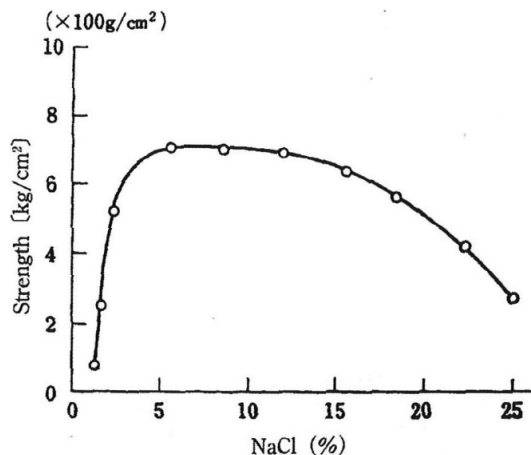
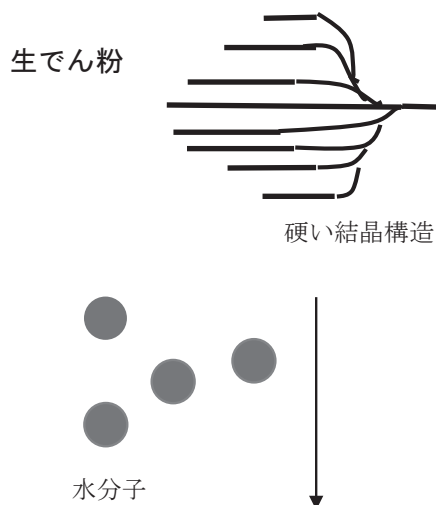
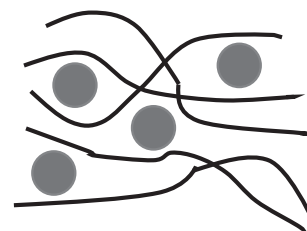


Fig. 6 各種食塩濃度におけるゲル強度 (田島眞：日本海水学会誌 57 巻 6 頁 (2003))



糊化でん粉



分子鎖がほどけてネットワークを形成

Fig. 7 でん粉の糊化

8. 副原料のでん粉の役割

かまぼこには、副原料として3%程度のでん粉が加えられる。でん粉は、加熱前は生でん粉と称し、結晶構造をもって硬い性状をしている。これを水とともに加熱すると、糊化でん粉に変わり、粘性と弾性が出現する (Fig. 7)。ミオシンのゲル化とともに、でん粉の糊化がかまぼこの弾性を生み出している。

9. おわりに (未解明なこと)

かまぼこ製造における食塩の役割として、ミオシンたん白質の溶解は確かだが、加熱によるゲル化にどう関わっているかは未解明である。

そもそも食塩による筋原たん白質の溶解メカニズムが明確となっていない。前述の2で述べた説も現在では、否定

する意見が多いという³⁾。たん白質分子間のクーロン力が、食塩のイオン強度によって影響され融解するという説もある³⁾。

長い歴史を持つ水産練り製品であるが、その製造原理が未だ解明されていないことは、残念なことである。

文 献

- 1) 魚肉タンパク研究所ホームページ, “魚肉たんぱく”, (<https://www.kamaboko.com/fishprotein/lecture/fish-protein/>) (accessed 2022.9.16)
- 2) 田島 眞, 食品加工における塩の役割, 日本海水学会誌, **57**, 3-6 (2003)
- 3) 大迫一史, 日本海水学会 塩と食の研究会 2021 年度研究会 (2022 年 3 月 10 日)

(令和4年9月30日受付)
(Received September 30, 2022)