

かまぼこ製造における減塩化について

福田 耕一, 野崎 征宣, 田端 義明

Reducing the Content of Salt in Preparing *Kamaboko*

Koichi FUKUDA*, Yukinori NOZAKI and Yoshiaki TABATA

With a view to reducing the content of salt, i. e. sodium chloride (NaCl) in preparing *kamaboko* (fish jelly products), influences of potassium chloride (KCl), calcium chloride (CaCl₂) and magnesium chloride (MgCl₂) as substitutes for NaCl on the gel-forming ability of *kamaboko* and their combined effects with sodium polyphosphate (PP) were examined.

The addition of these salts as substitutes for NaCl was within 0.6% for KCl and CaCl₂ (NaCl 2.4%, 20% as a rate of substitution), 1.2% for MgCl₂ (NaCl 1.8%, 40% as a rate of substitution) in fish meat with a comparatively high gel-forming ability and 0.6% for MgCl₂ (NaCl 2.4%, 20% as a rate of substitution) in that with a comparatively low gel-forming ability. On the other hand, the addition of MgCl₂ as substitute for NaCl in the presence of PP 0.2% was 0.6% for MgCl₂ (NaCl 2.4%, 20% as a rate of substitution) in other fish meat with a comparatively low gel-forming ability, except for frozen minced meat (e. g. Alaska pollack frozen *surimi*). The addition to this extent has scarcely influenced the taste of *kamaboko*.

Key words: かまぼこ *kamaboko*; 塩化ナトリウム sodium chloride; 塩化カリウム potassium chloride; 塩化カルシウム calcium chloride; 塩化マグネシウム magnesium chloride; ポリリン酸ナトリウム sodium polyphosphate.

食塩は、ねり製品製造において、魚肉の構造タンパク質を溶解して肉糊とし、加熱後のかまぼこゲル形成に必須のものであり、通常、かまぼこの製造では、魚肉に対して2.5~3.5%程度（製品としての終濃度は2%前後）添加される。¹⁻⁴⁾

近年、食塩（塩化ナトリウム、NaCl）の過剰摂取が高血圧や心臓病などの疾患に対して悪影響を及ぼす可能性があることから、食品加工においてはNaClの低減化傾向にあり、食品加工におけるNaClの代

替として塩化カリウムの使用並びにその効果、あるいはNaCl添加量そのものを低減すること及びこれによる貯蔵性などが検討されている。⁵⁻¹²⁾ かまぼこ中のNaCl含量は塩蔵品などに比べて必ずしも多いとはいえないが、NaClの摂取は種々の食品からの総合的な摂取量で考慮される。このため、かまぼこの減塩化についても不可欠な課題と考えるが、これに関する報告は少ない。^{13,14)}

本研究では、かまぼこ製造における減塩化、即ち

* 株式会社西日本紀文 (841 佐賀県鳥栖市藤木町若桜8-3)

NaClの低減化を図る目的で, その代替として塩化カリウム (KCl), 塩化カルシウム (CaCl_2), 塩化マグネシウム (MgCl_2) のかまぼこゲル形成能に及ぼす影響, 並びにポリリン酸ナトリウム (以下, 本文中PPと略) との併用効果を検討した。

実験方法

材料 スケトウダラ (Alaska pollack, *Theragra chalcogramma*) 冷凍すり身は工船SA級 (大洋漁業製) を, ワニエソ (Lizard fish, *Saurida wanieso*) は長崎魚市場から入手した鮮魚を用いた。

塩類並びにポリリン酸ナトリウムの添加 NaCl, KCl, CaCl_2 及び MgCl_2 の4種類の塩化物並びにPP (和光純薬工業製) を用いた。塩類の単独添加試験では, 魚肉に対して1~10%, NaClと他の塩類との組み合わせ試験では, 合計量が魚肉に対して3%となるように添加割合を変えて, また, PP添加試験では魚肉に対して0.2~0.6%を, 播漬時に添加した。

かまぼこの調製 冷凍すり身は小片としたのち, 20分間室温で空気解凍した。ワニエソは三枚に卸したのち採肉し, 魚肉落し身の約10倍量の冷水で3回水晒を行い, 脱水後1回肉挽機にかけた。挽肉に所定量の塩類を加え, 含水率が冷凍すり身では79%, ワニエソ肉では82%になるように水を加えて調整した。低温室 (約5°C) で, 冷凍すり身では20分間, ワニエソ肉では30分間播漬し肉糊とした。すりあがった肉糊は折れ径5cmの塩化ビニリデンのケーシングに詰め, 冷凍すり身では40°Cで40分間, ワニエソ肉では同温度で60分間坐らせたのち, さらに90°Cで30分間加熱後直ちに氷水中で急冷し, 一夜低温室 (約5°C) に放置した。室温に戻したのちかまぼこの品質判定試験に供した。

かまぼこの品質判定試験 かまぼこの破壊強度 (Breaking strength, Curd meter value で表示, C. V. と略), ゼリー強度 (Jelly strength, J. S. と略), 保水力等は前報¹⁵⁾の方法で測定した。C. V. 及びJ. S. 測定時の凹み (C. V. の凹み及びJ. S. の凹みと略) は, 破断時のプランジャーの深度 (mm) をフードチェッカー (サン科学製, 山本式) で測定した。なお, プランジャーはC. V. 測定の場合直径2mmの平面, J. S. 測定の場合直径5mmの球状のものを用いた。折り曲げテストはIwataらの方法¹⁶⁾で行った。

実験結果

塩類単独添加に伴うスケトウダラ冷凍すり身のゲル形成能 スケトウダラ冷凍すり身にNaCl, KCl, CaCl_2 及び MgCl_2 の添加量を変えて加熱ゲルを調製し, 得られた加熱ゲルのC. V. 及びC. V. の凹みの測定結果をFig. 1に, また, J. S., J. S. の凹み, 保水力及び折り曲げテストの測定結果をTable 1に示した。

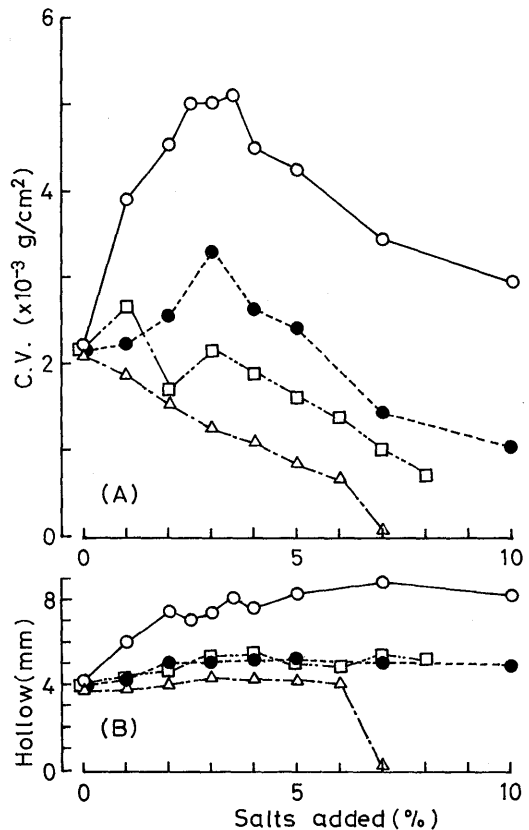


Fig. 1. Effect of sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride and magnesium chloride in various concentrations on breaking strength (C. V.) and hollow of C. V. of kamaboko prepared from Alaska pollack brayed-meat.

Alaska pollack brayed-meat was adjusted to a moisture content of 79% by chilled water, was ground with aliquot salt in a meat grinder for 20 min at 5°C. The meat paste obtained was filled into polyvinylidene chloride casing (3.2cm in diameter), sealed with wire, and then heated at 90°C for 30 min after setting at 40°C for 40 min. Immediately after heating the gel samples were chilled in ice-water. After keep standing in a cold room (5°C) overnight the gel-forming ability of the gel samples were evaluated at room temperature.

(A): Breaking strength (Curd meter value, C. V.); (B): Hollow of C. V. Symbols: (○), NaCl; (●), KCl; (△), CaCl_2 ; (□), MgCl_2 .

Table 1. Effect of sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride and magnesium chloride in various concentrations on the gel-forming ability of Alaska pollack brayed-ment

Salts added (%)	J. S. (g)	Hollow (mm)	W. H. C. (%)	Folding test	
NaCl	0	268	6.7	74.7	C
	1.0	307	7.4	88.6	B
	2.0	385	9.9	89.9	AA
	2.5	587	11.8	90.9	AA
	3.0	613	13.2	90.8	AA
	3.5	490	12.5	90.4	AA
	4.0	317	9.4	89.5	AA
	5.0	458	12.8	88.4	AA
	7.0	447	13.4	89.9	AA
	10.0	298	12.2	87.2	A
KCl	0	268	6.7	74.7	C
	1.0	439	11.3	81.3	B
	2.0	442	11.1	87.0	AA
	3.0	428	10.0	88.3	AA
	4.0	354	9.5	89.8	AA
	5.0	374	11.1	89.8	AA
	7.0	304	12.4	82.1	AA
	10.0	212	11.8	73.4	A
CaCl ₂	0	268	6.7	74.7	C
	1.0	366	12.0	78.9	B
	2.0	319	10.5	68.8	B
	3.0	319	12.0	74.9	B
	4.0	313	11.4	79.1	B
	5.0	228	10.6	71.4	B
	6.0	189	10.6	63.2	C
	7.0	99	9.2	44.2	C
MgCl ₂	0	268	6.7	74.7	C
	1.0	378	10.2	91.0	AA
	2.0	253	9.2	89.9	B
	3.0	388	10.4	91.6	AA
	4.0	301	10.4	91.4	AA
	5.0	297	10.4	92.3	AA
	6.0	227	10.2	89.0	AA
	7.0	176	10.0	81.0	AA
	8.0	150	9.5	83.2	A

* 1: Jelly strength, * 2: Water holding capacity.

As to conditions in processing *kamaboko*, refer to the legends of Fig. 1.

Fig. 1 にみられるように、NaCl 添加ゲルでは 2.5~3.5%, KCl 添加ゲルでは 3%, MgCl₂ 添加ゲルでは 1% の添加で最大の C. V. を示した。CaCl₂ 添加ゲルの C. V. は添加量の増加に伴い低下した。特に NaCl 2.5~3.5% 添加ゲルの C. V. は無添加ゲルに比べて約 2 倍、KCl 3% 添加ゲルの 1.5 倍、MgCl₂ 1% 添加ゲルの約 2 倍であった。また、MgCl₂ 添加ゲル

では 9% 以上の添加、CaCl₂ 添加ゲルでは 8% 以上の添加のもの C. V. については、ゲル形成能が殆ど失われていたため示さなかった。他方、C. V. の凹みは、特に NaCl 添加ゲルでは 2% 添加まで急激に増大するが、その後の添加ではフラットになった。また、KCl, MgCl₂ 及び CaCl₂ 添加ゲルではほぼ同じ値を示し、2% 添加まで多少増大し、その後の添加ではフラットになった。CaCl₂ 添加ゲルでは 7% 添加で殆ど凹みが失われ、C. V. と同じ傾向を示した。

また、Table 1 に示したように、NaCl, KCl 及び MgCl₂ を添加した加熱ゲルの J. S., J. S. の凹み、保水力は C. V. の結果とほぼ同じ傾向がみられた。また、折り曲げテストの測定結果は NaCl, KCl 及び MgCl₂ の添加ゲルでは、概ね 2~7% の添加範囲のものは AA と高い評価が得られている。CaCl₂ 添加ゲルでは、J. S. は 1% の添加で最大値を示しており、C. V. の結果との一致がみられなかった。また、折り曲げテストは 1~5% 添加で B を示しており、かまぼこの品質は低いものであった。

NaCl と他の塩類との組合わせ添加に伴うスケトウダラ冷凍すり身のゲル形成能 スケトウダラ冷凍すり身に NaCl と KCl, CaCl₂ 及び MgCl₂ との合計量が、魚肉に対して 3% となるように添加割合を変えて添加して加熱ゲルを調製し、得られた加熱ゲルの C. V. 及び凹みの測定結果を Fig. 2 に、また、J. S., J. S. の凹み、保水力及び折り曲げテストの測定結果を Table 2 に示した。

Fig. 2 にみられるように、MgCl₂ 添加ゲルの C. V. は添加量の増加に伴って増加し、MgCl₂ 0.6% (NaCl 2.4%) で最大となり、NaCl 3% 添加ゲルに比べて約 16% の増加となった。KCl 及び CaCl₂ 添加ゲルの C. V. は 0.6% 添加 (NaCl 2.4%) までは緩徐に低下し (NaCl 3% 添加ゲルに比べて約 10% の低下)、さらに添加量が増加すると急激に低下した。また、C. V. の凹みも C. V. と同様の傾向がみられた。

また、Table 2 に示したように、KCl, CaCl₂ 及び MgCl₂ 添加ゲルの J. S., J. S. の凹み及び保水力も C. V. と同様の傾向がみられた。折り曲げテストの結果をみると、KCl 添加ゲルでは 3% 添加、CaCl₂ 添加ゲルでは 0.6% 添加、MgCl₂ 添加ゲルでは 1.8% 添加までのすべてが AA を示した。

NaCl と MgCl₂ との組合せ添加に伴うワニエソ肉のゲル形成能に及ぼすポリリン酸ナトリウムの影響

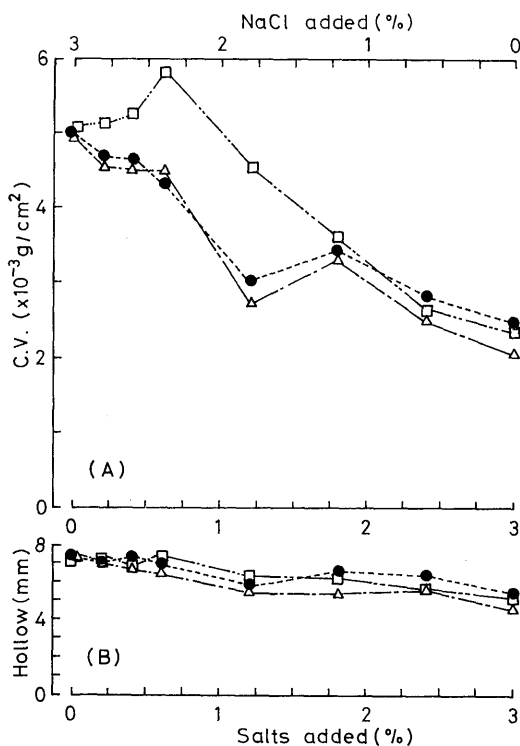


Fig. 2. Effect of potassium chloride, calcium chloride and magnesium chloride in various concentrations on the breaking strength (C. V.) and hollow of C. V. of *kamaboko* prepared from Alaska pollack brayed-meat in the presence of various concentrations of sodium chloride.

(A): Breaking strength (Curd meter value, C. V.);
(B): Hollow of C. V. Conditions in processing *kamaboko* and descriptions for symbols in the figure are same as in Fig. 1.

ワニエソ肉に NaCl と MgCl₂ との合計量が魚肉に対して 3% となるように添加割合を変え、さらに、それらに PP の添加量を変えて加熱ゲルを調製し、得られた加熱ゲルの C. V. 及び C. V. の凹みの測定結果を Fig. 3 に、また、J. S., J. S. の凹み、保水力及び折り曲げテストの測定結果を Table 3 に示した。

Fig. 3 にみられるように、PP 無添加ゲルの C. V. は MgCl₂ 0.4% と NaCl 2.6% との組合わせ添加が最大値を示しており、前述のスケトウダラ冷凍すり身の結果 (MgCl₂ 0.6%, NaCl 2.4%) と若干の相違がみられた。一方、PP 添加ゲルでは、MgCl₂ 無添加のものでは、PP 0.2% 添加ゲルの C. V. が最も高く (PP 無添加ゲルに比べて約 6.3% の増大)、PP 添加量の増加に伴って大きく低下 (約 38%) した。MgCl₂ 添加ゲルのものでは、PP 0.2% 添加ゲルの C. V. は、MgCl₂ 添加量の増加に伴って大きくなり、

Table 2. Effect of potassium chloride, calcium chloride and magnesium chloride in various concentrations on the gel-forming ability of Alaska pollack brayed-meat in the presence of various concentrations of sodium chloride

Salts added (%)		J. S. (g)	Hollow (mm)	W. H. C. (%)	Folding test
NaCl	KCl				
3.0	0	613	13.2	90.8	AA
2.8	0.2	596	13.1	91.6	AA
2.6	0.4	508	12.7	92.0	AA
2.4	0.6	532	13.2	91.0	AA
1.8	1.2	437	10.7	91.0	AA
1.2	1.8	500	12.4	90.3	AA
0.6	2.4	389	11.4	91.1	AA
0	3.0	359	10.5	91.2	AA
NaCl	CaCl ₂				
3.0	0	613	13.2	90.8	AA
2.8	0.2	481	11.1	90.6	AA
2.6	0.4	460	10.1	86.8	AA
2.4	0.6	476	10.6	81.3	AA
1.8	1.2	334	9.7	69.2	A
1.2	1.8	388	9.6	64.9	B
0.6	2.4	313	9.5	66.0	C
0	3.0	284	9.3	72.6	C
NaCl	MgCl ₂				
3.0	0	613	13.2	90.8	AA
2.8	0.2	631	12.4	90.7	AA
2.6	0.4	650	12.0	89.4	AA
2.4	0.6	728	13.5	91.3	AA
1.8	1.2	707	12.7	92.3	AA
1.2	1.8	459	11.5	89.4	AA
0.6	2.4	402	11.6	90.6	A
0	3.0	307	10.6	90.8	A

As to conditions in processing *kamaboko* and abbreviations, refer to the legends of Fig. 1 and Table 1.

MgCl₂ 0.6% 添加 (NaCl 2.4%) で最大となり、この添加量までは PP 無添加ゲルに比べて平均約 8% の増加がみられた。さらに MgCl₂ 添加量の増加に伴って急激に低下した。また、PP 0.4% 及び PP 0.6% 添加ゲルの C. V. は、PP 無添加ゲルに比べて全般的に低いが、最大値は MgCl₂ 添加量がそれぞれ 0.6%、0.4% であった。C. V. の凹みをみると、PP 0.2%、MgCl₂ 無添加ゲルが最も大きく、MgCl₂ 添加量の増加に伴って小さくなり、MgCl₂ 0.4% 以上の添加では PP 無添加、PP 0.2%、PP 0.4% 及び PP 0.6% 添加ゲルのいずれもほぼ同じ値であった。また、PP 無添加、PP 0.4% 及び PP 0.6% 添加ゲルでは MgCl₂ 添加量 1% までほぼ同じ値を示しており、こ

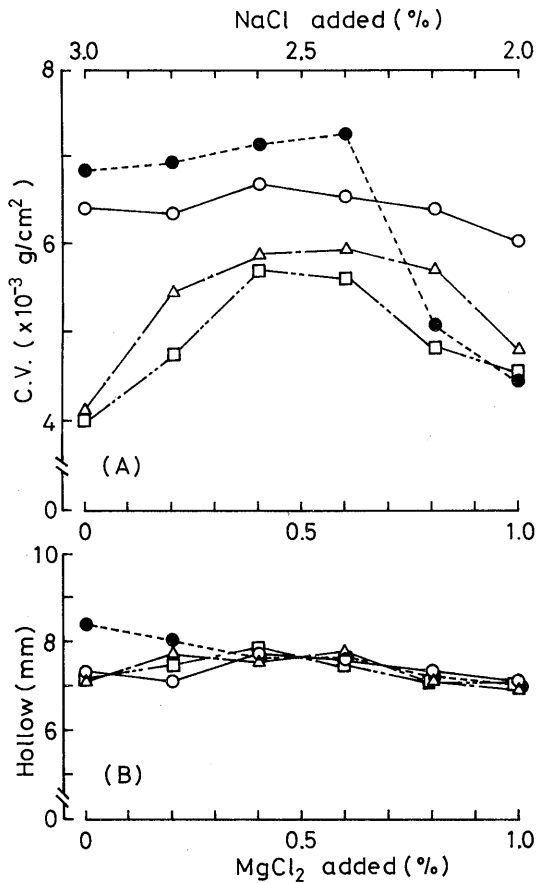


Fig. 3. Effect of sodium polyphosphate (PP) concentration on breaking strength (C. V.) and hollow of C. V. of kamaboko prepared from lizard fish meat (washed meat) in the presence of various concentrations of sodium chloride and magnesium chloride.

Kamaboko prepared by heating the meat paste at 90°C for 30 min after setting at 40°C for 60 min, after adjusting to a moisture content of 82% and grinding for 30 min. Other condition in processing kamaboko was same as in Fig. 1.

(A): Breaking strength (Curd meter value, C. V.); (B): Hollow of C. V. Symbols: (○), non-PP; (●), 0.2% PP; (△), 0.4% PP; (□), 0.6% PP.

の3者とも MgCl₂ 0.4% 添加で最大値を示している。

また、Table 3 に示したように、いずれのゲルの J. S. 及び J. S. の凹みは C. V. 及び C. V. の凹みとほぼ同様の傾向がみられるが、保水力及び折り曲げテスト (すべて AA) からは有意な差異は認められなかった。

考 察

魚肉ねり製品 (かまぼこ) は食味が“足”と称する

Table 3. Effect of sodium polyphosphate (PP) concentration on the gel-forming ability of lizard fish meat (washed meat) in the presence of various concentrations of sodium chloride and magnesium chloride

PP and salts added (%)	J. S. (g)	Hollow (mm)	W. H. C. (%)	Folding test
PP NaCl MgCl ₂				
0 3.0 0	600	10.8	89.0	AA
0 2.8 0.2	631	11.0	89.2	AA
0 2.6 0.4	660	11.6	88.9	AA
0 2.4 0.6	669	11.5	88.3	AA
0 2.2 0.8	687	12.3	88.9	AA
0 2.0 1.0	657	12.1	89.1	AA
0.2 3.0 0	687	13.4	87.9	AA
0.2 2.8 0.2	707	12.6	87.8	AA
0.2 2.6 0.4	729	12.2	86.6	AA
0.2 2.4 0.6	764	11.4	86.1	AA
0.2 2.2 0.8	737	11.2	86.5	AA
0.2 2.0 1.0	695	10.8	85.2	AA
0.4 3.0 0	506	12.1	89.0	AA
0.4 2.8 0.2	619	12.9	88.7	AA
0.4 2.6 0.4	643	12.5	88.7	AA
0.4 2.4 0.6	636	12.6	87.9	AA
0.4 2.2 0.8	637	12.5	88.1	AA
0.4 2.0 1.0	594	12.1	87.0	AA
0.6 3.0 0	492	12.0	86.6	AA
0.6 2.8 0.2	572	12.6	88.2	AA
0.6 2.6 0.4	643	12.6	87.3	AA
0.6 2.4 0.6	644	12.6	86.5	AA
0.6 2.2 0.8	578	11.9	86.2	AA
0.6 2.0 1.0	549	11.8	85.7	AA

As to conditions in processing kamaboko and abbreviations, refer to the legends of Fig. 3 and Table 1.

食感で支配される特殊な食品であり、かまぼこの“足”を付与するためには NaCl が不可欠のものとなっているが、最近の食品は NaCl の低減化傾向にあることから、本研究ではかまぼこ製造における NaCl の低減、即ち NaCl の代替として他の塩類の効果を検討した。

塩ざりした魚肉 (肉糊) を加熱すると弾力のあるゲルを形成するが、これには筋肉タンパク質の構成成分であるミオシンが重要な役割を果たしとされている。¹⁷⁻²⁰⁾ 即ち、加塩及び播潰操作によって魚肉から溶解抽出され、水和されたミオシンが、加熱によって弾力のあるゲルを形成する。従って、このように魚肉構造タンパク質 (ミオシン) の溶解及び水和がゲル形成の前提になっているとすると、ゲル形成に対する塩

類の効果はその種類によって異なってくる。塩類の魚肉に対する効果については、坐りに関する多くの研究がなされており、²⁸⁻³⁷⁾ 肉タンパク質を水和せしめる力の強いイオン程、坐りを強く起こし、坐りには無機塩類による肉タンパク質の水和が大きな役割を果たしていることが推察されている。従って、かまぼこのゲル形成は、坐りと同一の機構のもとに起こる現象である³⁸⁾ ことから、かまぼこのゲル形成能は塩類の種類によって左右される。事実、本研究ではNaCl, KCl, CaCl₂及びMgCl₂の4種の塩化物について検討を行ったが、実験結果 (Fig. 1, Table 1) が示すように、塩の種類によってそのゲル形成能が異なった。即ち、ゲル形成能はNaCl>KCl>MgCl₂>CaCl₂の順に高くなっている。全て塩化物を用いているため、陽イオンの効果としてNa⁺>K⁺>Mg²⁺>Ca²⁺の順にゲル形成能を高めているといえる。また、NaCl, KCl及びMgCl₂添加ゲルでは、ゲル形成能が最大を示す添加量がある。特にNaClについては、ゲル形成の効果並びにかまぼこ中の含量が検討されており、本実験結果が示すように、最大のゲル形成能を示すNaCl添加量2.5~3.5% (試料中のNaCl含量約2.0~2.7%)は既報¹⁻³⁾の結果とほぼ一致している。塩濃度がゲル形成能の最大値を示す添加濃度を越えて高くなると、ゲル形成能は徐々に低下している。このようにゲル形成阻害ともいうべき理由として次のことが考えられる。即ち、塩類の添加に伴って魚肉構造タンパク質の溶解が徐々に増大すると同時に水和が進行し、ある塩濃度で最大限の溶解及び水和が行われ、ゲル形成能も最大となる。しかし、この塩濃度を越えると肉糊中の水と過剰に存在する塩との水和がおこる (水との相互作用) 結果、ゲル形成 (網状構造の形成) に影響を及ぼし、ゲル形成能の低下となってあらわれている。水と親和性の高い糖あるいはアミノ酸などを加えた肉糊を加熱して得られるゲルは、それらと水との相互作用 (水の構造化) のため坐りが抑制され、^{39,40)} ゲル形成能が低下する⁴¹⁾ が、本実験結果もこのような類似の機構によるものと推察される。

次に、かまぼこ製造におけるNaClと他の塩 (KCl, CaCl₂, MgCl₂) との組合わせを変えて魚肉に添加し、NaClの低減化を試みた。実験結果 (Fig. 2, Table 2) が示すように、ゲル形成能の増強効果を示すものはMgCl₂のみであり、その最大値を示すMgCl₂の添加量は0.6% (NaCl 2.4%)であった。

前述のようにMgCl₂単独添加では1%添加で最大の効果を示したが、NaClとの組合わせ添加では、それより低い添加量でゲル形成能の増強効果が認められた。また、KClとCaCl₂はゲル形成にとって負の効果を示している。前述のように、KClは3%添加でゲル形成能が最大となるのに対しNaClとの組合わせでは低下しており、この原因については説明することができない。CaCl₂はゲル形成能の増強効果を有することが知られている^{4,42)} が、本研究においてはそのような効果は認められなかった。これらのことから、NaClの代替としての塩類の添加量は、比較的ゲル形成能の高い魚肉ではKCl及びCaCl₂ 0.6% (NaCl 2.4%, 代替率20%), MgCl₂ 1.2% (NaCl 1.8%, 代替率40%)までの範囲、比較的ゲル形成能の低い魚肉ではMgCl₂ 0.6% (NaCl 2.4%, 代替率20%)であると考えられる。また、これらの添加量ではかまぼこの味に殆ど変化が感じられなかった。

先のNaClと他の塩類との組合わせ実験でゲル形成能の増強効果がみられたMgCl₂について、NaClとMgCl₂との組合わせの量を変えて魚肉に添加したときのPPの効果を検討した。市販スケトウダラ冷凍すり身には、変性抑制剤として0.2%程度のPPが含まれているので、本研究では魚肉水晒肉 (ワニエソ肉) を用いた。かまぼこのゲル形成能に及ぼすPPの効果については、PP 0.1~0.3%添加によるゲル形成能の増強が報告^{4,43-51)} されているが、本研究結果もそれらとの一致がみられた。他方、MgCl₂存在下のゲルについてみると、PP 0.2%添加ゲルは、PP無添加あるいはPP 0.4%及びPP 0.6%添加ゲルに比べてMgCl₂ 0.6% (NaCl 2.4%, 代替率20%)まで高いゲル形成能を保持していた。従って、PP存在下におけるNaClの代替としてのMgCl₂は、冷凍すり身以外の比較的ゲル形成能が低い魚肉についても上記の添加量まで代替添加が可能であると考えられる。また、本実験結果 (Fig. 3) が示すように、PP 0.2%添加のものゲル形成能はMgCl₂ 0.6% (NaCl 2.4%)で最大値を示しているが、スケトウダラ冷凍すり身中のPPが0.2%程度含まれていることを考慮すれば、前述のスケトウダラ冷凍すり身の結果 (Fig. 2) も首肯できる。

文 献

- 1) 清水 亘, 竹林 靖 (1935): 蒲鉾及其類似製品の研究 (第2報)・蒲鉾の形状, 板, 板付量, 及調味材料の調査, 水産製造会誌, **3**, 170-181.
- 2) 岡田 稔, 山崎惇子 (1956): カマボコの一般成分及び足との関係, 東海区水研報, No. 13, 85-89.
- 3) 清水 亘, 上野三郎, 日引重幸, 藤田貞夫, 志水寛, 遠藤金次, 清水 潮, 池内常郎, 高木一郎, 寺島広由, 中越昭子 (1957): 魚肉ソーセージの研究 (II)・市販品の成分および貯蔵試験, 京大食研報, No. 19, 44-51.
- 4) 岡田 稔 (1974): ねり製品の足とその増強, 魚肉ねり製品 (岡田 稔, 衣巻豊輔, 横関源延編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 180-202.
- 5) 加藤 明 (1984): 減塩の切札・塩化カリウムの活用, 食品開発, **19**, No. 11, 27-31.
- 6) 新村 裕 (1985): 蓄肉加工品製造の基礎知識, 食品と科学, **27**, No. 3, 86-90.
- 7) 前田安彦 (1985): 調理食品の減塩加工と新製品開発, **20**, 食品開発, No. 5, 16-22.
- 8) 加藤 明 (1985): 塩化カリウムの有効利用, 食品と科学, **27**, No. 7, 100-102.
- 9) 高坂和久 (1986): 減塩と肉製品の課題, 食品と科学, **28**, No. 3, 112-115.
- 10) 伊藤 寛 (1986): “食塩”加工技術の見直しから新しい技術へ, 食品開発, **21**, No. 7, 50-53.
- 11) 山本常治 (1987): 最近の水産加工食品の特徴と需要傾向, 食品工業, **30**, No. 7, 70-79.
- 12) 脇田修平 (1987): 食塩代替調味料の開発, 食品工業, **30**, No. 12, 32-36.
- 13) 水上 広, 山本常治 (1981): 無塩ならびに減塩かまぼこの製造に関する試験 (1), 水産ねり製品技術研究会誌, **7**, No. 6, 252-256.
- 14) 水上 広, 山本常治 (1982): 減塩かまぼこならびに無塩かまぼこ製造に関する試験 (2), 水産ねり製品技術研究会誌, **7**, No. 7, 305-310.
- 15) 田端義明, 金津良一 (1975): 市販かまぼこのカード・メータによる破断応力について, 日本誌, **41**, 233-241.
- 16) K. Iwata, T. C. Chandrasekhar, H. Iida, T. Suzuki, and E. Noguchi (1970): Evaluation of Some of Peru and Chile Coast Fishes Processed into *kamaboko*, *Bull. Tokai Reg. Res. Lab.*, No. 61, 43-51.
- 17) 平野 弘 (1942): 鮮肉性の研究 (第三報)・魚肉の蛋白組成と蒲鉾生成力との関係 (其三), 日化誌, **63**, 1081-1084.
- 18) 北林邦次 (1954): スルメイカの生化学的研究-VIII・摺り肉の坐りと actomyosin との関係, 北水研報, No. 11, 126-130.
- 19) 三宅正人, 林孝市郎 (1956): 練製品に関する研究-II・魚肉の myosin 区蛋白含量に就いて, 日水誌, **22**, 48-50.
- 20) 石下真人, 鮫島邦彦, 安井 勉 (1980): ミオシンの加熱ゲル機構, ニューフード・インダストリー, **22**, No. 5, 67-75, **22**, No. 6, 69-77.
- 21) 安井 勉, 石下真人, 鮫島邦彦 (1981): 食肉加工特性の決定因子・ミオシンの熱ゲル化反応をめぐって, 化学と生物, **19**, No. 5, 337-344.
- 22) 西岡不二男, 町田 律, 志水 寛 (1983): シイラ・ミオシンのかまぼこ形成能, 日水誌, **49**, 1233-1238.
- 23) 志水 寛, 西岡不二男, 町田 律, 藤 照明: ミオシン加塩ゾルのゲル化特性, 日水誌, **49**, 1239-1243.
- 24) 安井 勉, 鮫島邦彦 (1985): 筋肉タンパク質の加熱ゲル形成, ニューフード・インダストリー, **27**, No. 5, 76-82, **27**, No. 6, 81-88, **27**, No. 7, 82-89, **27**, No. 8, 54-65.
- 25) 沼倉忠弘, 関 伸夫, 木村郁夫, 豊田恭平, 藤田孝夫, 高間浩蔵, 新井健一 (1985): 坐りによる肉糊のゲル形成とミオシンの交差結合反応, 日水誌, **51**, 1559-1565.
- 26) 西本真一郎, 橋本昭彦, 関 伸夫, 木村郁夫, 豊田恭平, 藤田孝夫, 新井健一 (1987): スケトウダラ肉糊の坐り中に起るミオシン重鎖とゲル強度の変化に影響する要因, 日水誌, **53**, 2011-2020.
- 27) 沼倉忠弘, 関 伸夫, 木村郁夫, 豊田恭平, 藤田孝夫, 高間浩蔵, 新井健一 (1987): 坐りに伴う塩ざり肉たんぱく質の SDS-ゲル透過図の変化, 日本誌, **53**, 2045-2049.
- 28) 清水 亘 (1944): 水産動物肉に関する研究・第4報所謂坐りと戻りに就いて, 日本誌, **12**, 165-172.

- 29) 右田正男, 岡田 稔 (1952): 魚肉の坐りについて - I ・坐りに対する無機塩類の影響, 日水誌, 18, 117-123.
- 30) 右田正男, 岡田 稔 (1952): 魚肉の坐りについて - II ・坐りに対するアルカリ金属塩の影響, 日水誌, 18, 159-170.
- 31) 右田正男, 岡田 稔 (1953): 魚肉の坐りについて - III ・坐りに対する有機変性剤の影響, 日水誌, 19, 589-595.
- 32) 右田正男, 岡田 稔 (1954): 魚肉の坐りについて - IV ・pH の影響, 日水誌, 20, 213-223.
- 33) 志水 寛, 清水 亘, 池内常郎 (1954): かまぼこの足について - IV ・塩類の影響 (その1), 日水誌, 20, 295-297.
- 34) 岡村一弘 (1960): 魚肉ねり製品の研究 - X ・かまぼこすり身に添加された塩類の足におよぼす影響 (その1), 日水誌, 26, 595-599.
- 35) 岡村一弘 (1960): 魚肉ねり製品の研究 - X II ・かまぼこすり身に添加された塩類の足におよぼす影響 (その3), 日水誌, 26, 605-609.
- 36) 岡村一弘 (1961): 魚肉ねり製品の研究 - X V ・かまぼこすり身に添加された塩類の足におよぼす影響 (その6) ・澱粉含有量のことなるかまぼこに対する各種塩類の足補強効果の比較, 日水誌, 27, 58-65.
- 37) 岡田 稔 (1963): 水産ねり製品の品質, 特に弾力に関する研究, 東海水研報, No. 36, 21-126.
- 38) 志水 寛 (1961): 魚肉蛋白に関する原料学的研究, 京都大学学位請求論文, pp. 108-149.
- 39) 丹羽栄二, 中山照雄, 浜田 巖 (1975): 誘電特性からみた魚肉の坐りと戻り, 農化, 49, 449-453.
- 40) 丹羽栄二 (1984): 加工上に見られる魚肉タンパク質の特質 - III - 魚肉すり身の坐り, 食品タンパク質の科学 (山内文男編), 食品資材研究会, 東京, pp. 209-219.
- 41) 野崎征直, 田端義明, 秋場 稔 (1984): 筋原繊維タンパク質のゲル形成能と水の存在状態とに及ぼすアミノ酸の影響, 昭和59年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 講演 No. 617, pp. 139.
- 42) 岡田 稔 (1965): 強力補強剤 (その2), ニューフード・インダストリー, 7, No. 10, 「かまぼこの技術 (8)」, 1-6.
- 43) 岡田 稔, 山崎惇子 (1958): 多磷酸塩の水産ねり製品への応用 - I ・使用条件の吟味, 東海水研報, No. 21, 49-59.
- 44) 岡村一弘, 松田敏生, 横山理雄 (1958): 魚肉ねり製品に対する磷酸塩類の研究 - I ・各種磷酸塩類のかまぼこの品質に及ぼす影響について, 日水誌, 24, 545-550.
- 45) 岡村一弘, 松田敏夫, 横山理雄 (1959): 魚肉ねり製品に対する磷酸塩類の研究 - II ・ピロ磷酸ソーダ, トリポリ磷酸ソーダおよびこれら混合塩のかまぼこに対する足補強効果, 日水誌, 24, 821-825.
- 46) 岡村一弘, 松田敏生, 横山理雄 (1959): 魚肉ねり製品に対する磷酸塩類の研究 - III ・肉類の吸水力測定法の吟味並びにねり製品の足と吸水力との関係, 日水誌, 24, 826-832.
- 47) 岡村一弘, 松田敏生, 横山理雄 (1959): 魚肉ねり製品に対する磷酸塩類の研究 - IV ・ピロ磷酸ソーダとトリポリ磷酸ソーダ混合塩の保水力増強並びに足補強効果, 日水誌, 24, 978-985.
- 48) 岡村一弘, 松田敏生, 横山理雄 (1959): 魚肉ねり製品に対する磷酸塩類の研究 - V ・各種磷酸塩の足補強効果並びに摺身の“だれ”防止について, 日水誌, 24, 986-993.
- 49) 岡村一弘 (1960): 魚肉ねり製品の研究 - X I ・かまぼこすり身に添加された塩類の足におよぼす影響 (その2), 日水誌, 26, 600-604.
- 50) 岡村一弘 (1961): 魚肉ねり製品の研究 - X III ・かまぼこすり身に添加された塩類の足におよぼす影響 (その4) ・テトラ磷酸塩およびヘキサメタ磷酸塩添加によるかまぼこの足, 日水誌, 27, 48-51.
- 51) 岡村一弘 (1961): 魚肉ねり製品の研究 - X IV ・かまぼこすり身に添加された塩類の足におよぼす影響 (その5) ・磷酸塩類混合塩の低濃度添加とかまぼこの足, 日水誌, 27, 52-57.