

発表番号 24

食塩中のミネラル類がかまぼこの食味と弾力に及ぼす影響について

西岡不二男(東京農業大学生物産業学部 教授)

(現在:富山県食品研究所 所長)

石内幸典(全国蒲鉾水産加工業協同組合連合会蒲鉾研究所 主任研究員)

松岡和文(全国蒲鉾水産加工業協同組合連合会蒲鉾研究所 研究員)

かまぼこの弾力ある特徴は、魚肉に2~3%の食塩を加え、ミオシンの持つ強い保水機能と弾力形成能を発現させることによって形成される。また、かまぼこの主原料は冷凍すり身であり、国内の消費量は年間40万トンにも達している。世界の冷凍すり身の生産量は約65万トンと推定され、生産国の拡大に伴って原料魚種の多様化が進み、坐りやすい魚や坐りにくい魚が含まれるようになった。

一方、海水や岩塩由来のいわゆるミネラル食塩の消費量は、塩の専売制の廃止と国民の天然物志向の中で増え続けているし、かまぼこへの使用量も増している。ミネラルの主成分は、カルシウム(Ca)やマグネシウム(Mg)であるが、味だけでなく、肉の保水力や坐りに強く関与する成分であることもよく知られている。ここでは、CaやMgが冷凍すり身で作ったかまぼこの味や弾力に及ぼす影響を調べた。①最初に、水溶液での苦味試験を行った。食塩濃度を2.5%に固定したが、その食塩に人体への有効性と味覚への影響を考慮してカリウム(K)を10%加えた。さらにCaとMgは5~15%まで、2%間隔で加えた溶液を調整し、液温15℃における苦味試験を3人のパネラーで行った。その結果、3人とも苦いとしたのは11%であったが砂糖を5%添加すると9%に移行した。砂糖の有無と関係なく全員が苦くないとしたのは5%であったし、苦味の程度はCaよりMgの方が強いと判定した。②坐りやすい魚種(スケトウダラ、イトヨリ)と坐りにくい魚種(シログチ)の冷凍すり身を用い、7倍量の冷水に上記濃度に相当のCaとMgを加えてホモジナイズしてから遠心分離し、沈殿重量を測定して保水力に対する影響を調べた。その結果、CaとMgの濃度を高めると冷凍すり身の保水力は顕著に低下し、坐りの促進を示唆した。また、保水力の低下率はCaよりMgの方が強かった。③上記の冷凍すり身を用い、食塩に10%のKと添加量を変えたCaとMgを加え、すり身の温度を10℃以下に保って播潰し、かまぼこを調製してから苦味と渋味についての食味試験と坐りへの影響を押込試験で調べた。その結果、CaとMgの濃度が5%では苦味や渋味がなく、むしろまろやかな食味であった。しかし、それ以上の濃度では苦みや渋味が濃度の増加と共に強くなった。また、坐りに対する影響は坐りにくいシログチ冷凍すり身においても顕著に現れ、CaやMgの添加量が5%でも押込強度や凹みの大きさが増大した。

19

助成番号 0250

食塩中のミネラル類がかまぼこの食味と弾力に及ぼす影響について

西岡 不二男 (元東京農業大学 生物産業学部食品科学科 教授)

石内 幸典 (全国蒲鉾水産加工業協同組合連合会 主任研究員)

松岡 和文 (全国蒲鉾水産加工業協同組合連合会 研究員)

①研究目的

かまぼこ特有の弾力は、魚肉に2～3%の食塩を加え、ミオシンの持つ強い保水機能と弾力形成能を発現させることによって形成される。また、かまぼこの主原料は冷凍すり身であり、国内の消費量は年間40万トンにも達している。世界の冷凍すり身の生産量は約65万トンと推定され、生産国の拡大に伴って原料魚種の多様化が進み、坐りやすい魚や坐りにくい魚¹⁾が含まれるようになった。

一方、海水や岩塩由来のいわゆるミネラル食塩の消費量は、塩の専売制の廃止と国民の天然物志向の中で増え続けているし、かまぼこへの使用量も増加している。ミネラルの主成分は、カルシウム (Ca) やマグネシウム (Mg) であるが、味だけでなく、肉の保水力や坐りに強く関与する成分であることもよく知られている²⁾。

ここでは、Ca や Mg が冷凍すり身で作ったかまぼこの味や弾力に及ぼす影響を調べるとともに、至適濃度を明らかにすることを目的とした。

②研究方法

2.1, 食塩溶液の調製及び味覚試験 種々のミネラルを含んだ溶液の味覚試験であるが、2.5%の食塩と5%の砂糖を加え、液温を20℃に保ち、3人のパネラーで苦味についての呈味試験を行った。用いたミネラルをTable1に示す。魚肉のカリウムはTable2³⁾に示すように、冷凍すり身製造に必須の水晒し工程で大きく流失するので、補填のため食味に影響しない範囲である10%のKClを食塩に加えることを基本とした。そして、CaとMgは塩化物と硫化物を用い、添加量を0～15%に変え、さらに両者の配合比を変えた。また、砂糖を添加したのは冷凍すり身に冷凍変性防止剤として5～8%の糖類が加えられていることを考慮したからである。

2.2, 冷凍すり身の保水性試験 かまぼこの保水力や坐りに対する簡易判定法として肉の保水性試験が広く用いられているので、ここでもミネラルに対する保水力試験を行った。Table3に示す、冷凍すり身に7倍量の冷ミネラル水を加えてホモジナイズし、遠心分離し、沈澱量を測定してから対照区(脱イオン水)に対する保水率を算出した。加えるミネラル量であるが、かまぼこを作る際の肉糊の水分を80%、食塩含量を2.5%に調整するので、その際のミネラル濃度を算出し、等濃度になるように食塩を除いた相当量を添加した。

2.3, かまぼこの調製 かまぼこの弾力試験と味覚試験を行うために、Table3に示す冷凍すり身を用い、-3℃の冷蔵庫で半解凍状態になるまで放置した。半解凍状態の冷凍す

り身を包丁で細切してからブレンダーでさらに微細化した。その冷凍すり身に冷水を加えて水分を80%に調整し、さらに食塩を2.5%加えてから播潰機で約15分間塩摺りを行い、10℃以下の肉糊を調製した。その肉糊をポリ塩化ビニリデンチューブ（折径48mm）に詰め、無坐りはそのまま、坐りは10℃の恒温水槽で120分間の坐りを行った後、 87 ± 3 ℃で30分間加熱し、水道水で室温まで冷却し、弾力測定と味覚試験に供した。用いたミネラルはTable1に示すNo.1、2、3（硫化物）とNo.5、7、8、9、11（塩化物）であり、対照区はNo.0の他にKClを含まない食塩だけの試料も調製した。また、味覚試験はスクリーニングテストであり、共同研究者の3名で行ったが、20℃の試料を厚さ5mm片に切り、苦味の発現を主体に評価した。

2.4, かまぼこの弾力試験 水産庁通達の冷凍すり身品質検査基準に基づいて弾力測定を行った。すなわち、かまぼこの品温を20℃に戻した後、厚さ25mmの試験片とし、レオメーター（サン化学社製）を用い、直径5mmの球形プランジャー（進入速度6cm/min）で破断強度（g）及び凹みの大きさ（mm）を測定した。また、試料の一部を厚さ5mm片に切り、噛み切り試験を確認のために行った。

2.5, ミネラル塩かまぼこの調製と官能試験 かまぼこの最終味覚試験はスクリーニングテストの結果に基づいてかまぼこを調製し、優秀なパネラーを有する某食品会社に依頼して行った。その際の試料は、呈味性に差があったスケトウダラ及びイトヨリ冷凍すり身を使用し、前述の方法でかまぼこを調製した。

官能評価方法は、かまぼこの品温を10℃に保ったまま、コントロールサンプルと比較サンプル7品を白色紙皿に1cmの試験片として切った試料を2つずつ並べた一対比較方法を用いて、スケトウダラでは5人、イトヨリでは7人のパネラーでTable9に示す項目について評価を行った。

③研究結果

3.1, 食塩溶液の味覚試験 CaとMg塩化物についての苦味及び渋味に関する溶液の試験結果をTable4に示す。CaとMgの濃度が5%まではパネラー全員が苦味や渋味を感じないとしたが、濃度が6%になるとMgで感じるパネラーが現れたが、塩味がまろやかになるとするパネラーが多かった。そして、濃度が増すと、Mgの混合比が低くても苦味を感じるパネラーが多くなり、濃度が11%に達するとCaでも全員が強い苦味と渋味を感じるとした。また、砂糖を5%加えると、苦味や渋味の発現濃度は低濃度側へ移行し、5%でもMgの混合比が高いと感じるとするパネラーが現れ、9%になると全員が苦味や渋味を感じるとした。

一方、硫化物に対する結果をTable5に示すが、塩化物の場合より大きく低濃度側に移行し、無糖のMg濃度3%で苦味や渋味を感じるパネラーが現れたし、全員が苦いとした濃度はCaで6%、Mgで5%であったし、5%砂糖存在下ではそれぞれ4%と3%であった。結果には示さなかったが、塩にKClを10%まで加えても異味は生じなかった。

3.2, 冷凍すり身の保水性試験 3魚種の冷凍すり身を用いて、CaとMgの塩化物と硫化物が保水性に及ぼす影響を調べ、塩化物についての遠心沈澱重量をFig1に、対照区に対する保水率を求めてその一部をTable8にそれぞれ示す。3魚種共にCaとMgの濃度が高くなるのに伴って沈澱重量が減少するし、Mgの混合比率が高くなるほど沈澱量が少なく

なった。また、対照区に対する保水率を見ると、坐りやすいスケトウダラより坐りにくいシログチで顕著な低下が認められたが、硫化物はいずれの魚種においても、塩化物ほど顕著な低下は生じなかった。

3.3, かまぼこの味覚と弾力試験 前述の冷凍すり身にミネラル塩を添加して作ったかまぼこの弾力測定と味覚試験の結果を Fig2、3 及び Table6、7 にそれぞれ示す。

3 人の味覚試験であるが、塩化物の場合は溶液中の結果と大きく異なり、5%でも苦味を感じるとするパネラーがあった。特に、イトヨリは他の2魚種と大きく異なり、Mg 含量が大きくなると5%でも全員が苦味を感じるとしたし、Caでも7%で全員が苦いとした。一方、硫化物の場合は、魚種間に差があったスケトウダラとイトヨリを用いた。ここでも魚種間や Ca と Mg の違いが現れており、イトヨリでは Ca でも2%で全員が苦いとしたに対しスケトウダラでは1名だけであったし、Mg の混合比が高くなるほど苦いとするパネラー数が多くなった。

塩化物を添加したかまぼこの破断強度と凹みの大きさは、いずれの魚種においても、Ca と Mg の濃度が7%で最高となり、Mg の混合比が高まるほど減少した。しかし、坐りの影響は認められず、かまぼこの破断強度と凹みの大きさは、10℃で2時間放置してもほとんど同じ値を示した。また、硫化物においてもミネラル塩の影響は認められ、対照区に対する変化率で見ると (Table8) 坐りにくいシログチでも顕著に現れた。

3.4, ミネラル塩かまぼこの官能評価 Ca 及び Mg の塩化物と硫化物を加えたかまぼこの味覚試験の結果を Table9 に示す。スケトウダラではミネラル塩を加えることによって塩味の強さが緩和されたが、イトヨリではその緩和効果が弱くなった。うま味の強さや甘みの強さには、ミネラル塩や魚種間に有意な差があるといえないものの、苦味の強さや渋味の強さには5%の $MgCl_2$ と2%の $MgSO_4$ でやや強くなっているし、魚種間にも違いが生じている。また、ここでも塩だけと10%の KCl を加えたものに差がないとの評価を得た。

④考察

4.1, ミネラル塩がかまぼこの食味に及ぼす影響 製塩技術はともかくとして、KCl を添加したのは、カリウムが魚肉にも他の動物と同様に最も多く含まれるミネラルであるが、冷凍すり身では製造の水晒し工程で大きく減少することや厚生労働省所轄である疾病予防と栄養に関する検討委員会が発した「疾病予防のための食生活についての提言」(1983)にカリウムの十分な摂取があると提言されているからである。カリウム塩は特有の渋味を有するので、塩味に影響を及ぼさない10%に留めた。3人のパネラーでは苦味や渋味に対する感受性が異なったが、ミネラル塩の添加で塩味が和らぐ点は一致した。3者が強い苦味や渋味を感じるとしたのは、 $CaCl_2$ で11%、 $MgCl_2$ で9%、 $CaSO_4$ で6%、 $MgSO_4$ で5%であり、硫酸マグネシウム(にがり)の閾値が最も低かったし、砂糖の添加で低濃度側に1~2%移行した。苦味が塩の添加で和らぐことや砂糖の添加で強まることは Békésy⁴⁾の結果で説明できるし、かまぼこにするとさらに低濃度側に移行するのは咀嚼に長時間を要するためであり、同濃度でも滞留時間が長くなると味が強くなることと一致する。しかし、冷凍すり身の違い、すなわち、スケトウダラとイトヨリで呈味性に差があり、イトヨリで強くなったことについてはうまく説明できない。3人の評価とプロの評価はほぼ一致して

おり、5%MgCl₂や2%MgSO₄でやや強いとしているが、10℃の判定であり、かまぼこを食べる温度として室温（20℃）を推奨していることを考慮すると、それぞれ4%と1%以下が妥当であると判断した。この基準で市販のミネラル含量⁹⁾を見ると、外国産を含めて基準以上の塩がかなりの数に達している。

4.2, ミネラル塩が肉の保水力やかまぼこの弾力に及ぼす影響 冷凍すり身を塩化物のCaやMg液に懸濁させると保水力が大きく低下するが、このことは破断強度が7%で最高になり、それ以上の濃度で弱くなることと密接に関係する。肉の保水力が低下すれば、見かけ上のタンパク質濃度が増加するので破断強度が大きくなるし、それ以上の濃度で弱くなるのは擂潰作業中に坐り（タンパク質の分子間結合）が進行するためであろう。また、保水力の低下率は坐りにくいシログチでも顕著に現れ、坐りかまぼこの結果とよく一致し、沈殿物収量の変化を調べることによって、魚肉に対する坐りや保水力の程度を調べるのに有効であることを確認した。硫化物ではCaやMg濃度を3%添加しても保水力の低下率が塩化物ほど顕著でなかった。また、坐りへの影響は坐りにくいとされるシログチで顕著であるのに対して坐りやすいとされるスケトウダラやイトヨリでは顕著でなかった。坐りにくいシログチで顕著に現れたのは、CaやMgによる感受性が強くなり、肉の離水でタンパク質分子間の距離が短くなり、分子間結合が促進して坐り効果が高くなったと判断した。シログチに硫酸塩を添加しても坐りが進行しなかった点については岡田²⁾の結果と異なったが、その違いは坐り温度の違い（40℃）に起因すると考えられる。また、弾力に影響を与えない置き身の時間は例え10℃であったとしても60分間が限界であり、それ以上放置すると、生じたタンパク分子間の結合を成形作業で切断するために、かまぼこの弾力が弱くなると判断された。

⑤今後の課題

本研究においては、CaやMg等のミネラルがかまぼこの食味や弾力に及ぼす影響を調べ、限界濃度を明らかにすることができた。しかし、用いた冷凍すり身はその一部であるし、生魚については皆無であるので、これらの生魚でも同様の検討を行う必要がある。

⑥文献

- 1) 志水寛, 町田律, 竹並誠一: 魚肉肉糊のゲル形成特性に見られる魚種特異性. 日水誌, 47, 95 ~ 104 (1981).
- 2) 岡田稔: 水産ねり製品の品質 特に弾力に関する研究. 東海水研報, A, 183, (1963).
- 3) 科学技術庁資料調査会編: 五訂日本食品標準成分表, 大蔵省印刷局, 160 ~ 212, (2000).
- 4) Békésy, G. von: Science, 145, 834-835, (1964).
- 5) 新野靖, 西村ひとみ, 古賀秋洋, 篠原富男, 伊藤浩士: 市販食塩の品質. 日本調理科学会誌, 32, 133 ~ 144 (1999).

Table 1 Cotents of the salt

No.	Additives						
	NaCl(%)	KCl(%)	Mixing ratio of Ca and Mg				
			A Ca:Mg 1:0	B Ca:Mg 3:1	C Ca:Mg 1:1	D Ca:Mg 1:3	E Ca:Mg 0:1
0	90	10	0	0	0	0	0
1	89	10	1.00:0	0.75:0.25	0.50:0.50	0.25:0.75	0:1.00
2	88	10	2.00:0	0.50:1.50	1.00:1.00	1.50:0.50	0:2.00
3	87	10	3.00:0	2.25:0.75	1.50:1.50	0.75:2.25	0:3.00
4	86	10	4.00:0	3.00:1.00	2.00:2.00	1.00:3.00	0:4.00
5	85	10	5.00:0	3.75:1.25	2.50:2.50	1.25:3.75	0:5.00
6	84	10	6.00:0	4.50:1.50	3.00:3.00	1.50:4.50	0:6.00
7	83	10	7.00:0	5.25:1.75	3.50:3.50	1.75:5.25	0:7.00
8	82	10	8.00:0	6.00:2.00	4.00:4.00	2.00:6.00	0:8.00
9	81	10	9.00:0	6.75:2.25	4.50:4.50	2.25:6.75	0:9.00
10	80	10	10.00:0	7.50:2.50	5.00:5.00	2.50:7.50	0:10.00
11	79	10	11.00:0	8.25:2.75	5.50:5.50	2.75:8.25	0:11.00
13	77	10	13.00:0	9.75:3.25	6.50:6.50	3.25:9.75	0:13.00
15	75	10	15.00:0	11.25:3.75	7.50:7.50	3.75:11.25	0:15.00

Table 2 Amount of mainly mineral with part of possibility food from fish(mg/100g)

Fish name	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu
Treadfin-bream	85	390	46	26	200	0.5	0.4	0.05
Treadfin-bream surimis	290	17	26	12	110	0.1	0.3	0.01
Lizardfish	120	380	80	36	260	0.3	0.4	0.02
Mackerel	140	320	9	32	230	1.1	1.0	0.10
Alaska pollock	130	350	41	32	270	0.4	0.5	0.06
Alaska pollock surimis	120	130	7	21	130	0.1	0.3	0.03
Hoki	160	330	20	24	160	0.3	0.3	0.04
Southern blue whiting	220	320	23	41	160	0.3	0.3	0.04
Horse mackerel	120	370	27	34	230	0.7	0.7	0.08
Croaker	95	260	37	28	140	0.4	0.6	0.03

Table 3 Frozen surimis used in the present study

Fish	Grade	Product	Additive
Alaska Pollock	SA	U. S. A.	Sorbitol : 5%、Sugar : 4%、PP : 0.3%
Treadfin-bream	SA	INDIA	Sugar : 6%、PP : 0.2%
White crocker	AA	TAHILAND	Sugar : 5%、PP : 0.05%

PP : polyphosphate salt

Table 4 Number of panelist to be bitter and astringent tast in the solution(Chloride)

Additive	Concentration of CaCl ₂ and MgCl ₂ in salt	Control	Mixing raito of CaCl ₂ and MgCl ₂				
			A(1:0)	B(3:1)	C(1:1)	D(1:3)	E(0:1)
0%Sugar	0(%)	0	-	-	-	-	-
	5	-	0	0	0	0	0
	6	-	0	0	0	1	2
	7	-	2	2	2	2	2
	8	-	2	2	2	2	2
	9	-	2	2	2	3	3
	11	-	3	3	3	3	3
	13	-	3	3	3	3	3
	15	-	3	3	3	3	3
5%Sugar	0(%)	0	-	-	-	-	-
	5	-	0	0	0	0	0
	6	-	1	2	2	2	2
	7	-	2	2	2	3	3
	8	-	2	2	3	3	3
	9	-	3	3	3	3	3
	11	-	3	3	3	3	3
	13	-	3	3	3	3	3
	15	-	3	3	3	3	3

Table 5 Number of panelist to be bitter and astringent tast in the solution(Sulfide)

additive	Concentration of CaSO ₄ and MgSO ₄ in salt	Control	Mixing ratio of CaSO ₄ : MgSO ₄				
			A(1:0)	B(3:1)	C(1:1)	D(1:3)	E(0:1)
5%Sugar	0(%)	0	-	-	-	-	-
	1	-	0	0	0	0	0
	2	-	0	0	0	0	1
	3	-	2	2	2	3	3
	4	-	3	3	3	3	3
	5	-	3	3	3	3	3

Table 6 Number of panelist to be bitter and astringent tast in the kamaboko(Chlorid)

Fish	Concentration of CaCl ₂ and MgCl ₂ in salt	Control	Mixing ratio of CaCl ₂ : MgCl ₂				
			A(1:0)	B(3:1)	C(1:1)	D(1:3)	E(0:1)
Alaska pollock	0(%)	0	-	-	-	-	-
	5	-	0	0	0	1	1
	7	-	3	3	2	3	3
	8	-	3	3	3	3	3
	9	-	3	3	3	3	3
	10	-	3	3	3	3	3
	11	-	3	3	3	3	3
Treadfin-bream	0(%)	0	-	-	-	-	-
	5	-	1	1	2	3	3
	7	-	3	3	3	3	3
	8	-	3	3	3	3	3
	9	-	3	3	3	3	3
	10	-	3	3	3	3	3
	11	-	3	3	3	3	3
White crocker	0(%)	0	-	-	-	-	-
	5	-	0	0	0	1	1
	7	-	3	3	3	3	3
	8	-	3	3	3	3	3
	9	-	3	3	3	3	3
	10	-	3	3	3	3	3
	11	-	3	3	3	3	3

Table 7 Number of panelist to be bitter and astringent tast in the KAMABOKO(Suifide)

Fish	Concentration of CaSO ₄ and MgSO ₄ in salt	Control	Mixing ratio of CaSO ₄ : MgSO ₄				
			A(1:0)	B(3:1)	C(1:1)	D(1:3)	E(0:1)
Alaska pollock	0(%)	0	-	-	-	-	-
	1	-	0	-	0	-	1
	2	-	1	-	2	-	3
	3	-	3	-	3	-	3
Treadfin-bream	0(%)	0	-	-	-	-	-
	1	-	1	-	1	-	2
	2	-	2	-	3	-	3
	3	-	3	-	3	-	3

Table 8 Rate of deposil and rate of setting KAMABOKO with frozen surimis from fish types

Test	Additives	Pricipitative ratio and setting ratio of KAMABOKO(%)			
		Alaska pollock	Treadfin-bream	White crocker	
Centrifugal test	5%CaCl ₂	93.1	67.2	65.5	
	5%MgCl ₂	84.1	59.1	63.7	
	3%CaSO ₄	90.1	97.3	85.2	
	3%MgSO ₄	95.8	97.7	82.7	
Elasticity test	5%CaCl ₂	Breaking strength	102.5	101.3	153.2
		Breaking strain	98.3	97.5	114.1
	5%MgCl ₂	Breaking strength	96.6	97.6	119.8
		Breaking strain	103.3	92.5	112.8
	3%CaSO ₄	Breaking strength	94.0	82.5	99.6
		Breaking strain	90.3	89.6	98.1
	3%MgSO ₄	Breaking strength	79.5	88.3	102.0
		Breaking strain	84.1	88.7	96.2

Table 9 Sence panel from KAMABOKO adding mineral salt

Item	Fish	Contorol	4%CaCl ₂	4%MgCl ₂	5%CaCl ₂	5%MgCl ₂	1%MgSO ₄	2%CaSO ₄	2%MgSO ₄
Salt taste	A	0	-0.6	-1.0	-1.6	-1.1	-0.7	-0.9	-1.3
	B	0	-0.2	0.1	0.4	0	0.3	0	0.1
Strength of taste	A	0	-0.2	0.1	0.8	0.3	0.7	0.6	0.1
	B	0	0	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.8
Sweet taste	A	0	0	0.2	0.5	0	-0.1	0.3	0.5
	B	0	-0.1	0	0.1	0	0.1	0.1	0.5
Bitter taste	A	0	-0.6	-0.2	-0.5	0.1	0	0	-1.1
	B	0	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3
Astringcy taste	A	0	-0.3	0.3	-0.4	0.1	0.3	0.4	-1.1
	B	0	0	0	0.3	0.4	0	0.1	0.3

A: Alaska pollock, n=5, B: Treadfin-bream, n=7, Merit mark of sensory test : -3:Very weak or very bad, -2:Weak or bad, -1:Slighty weak or slighty,0:Same control,1:Slightry strong or slightry good ,2: Strong or good,3:Very strong or very good

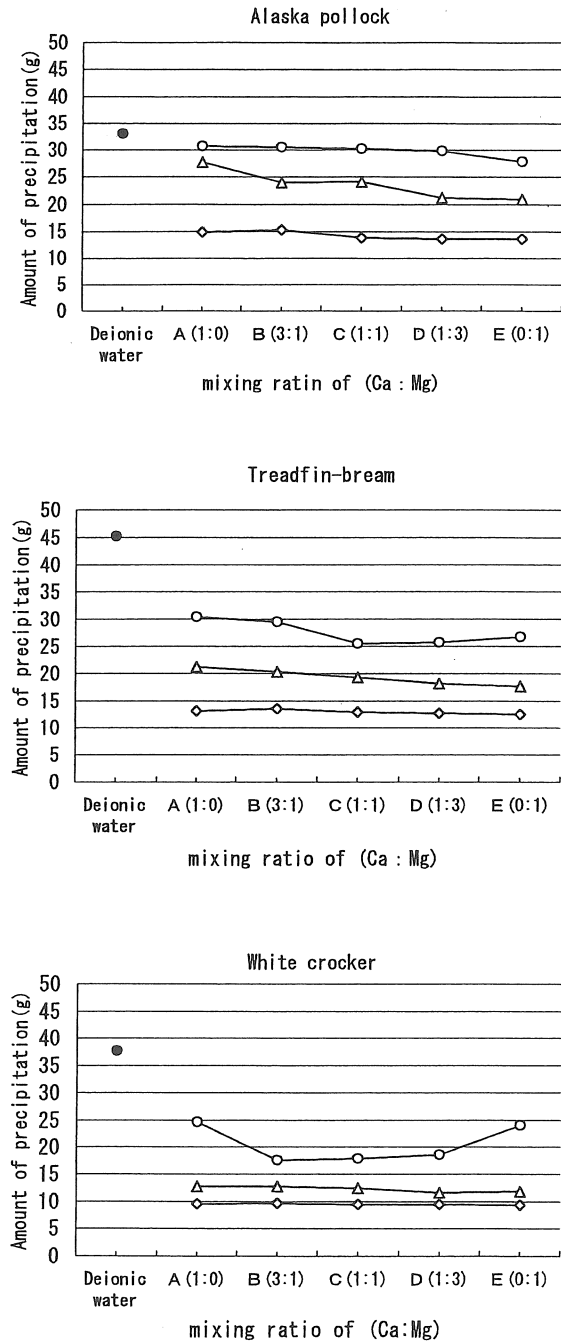


Fig.1 Amount of precipitation from suspension water of frozen surimi

Symbol is (O) 5%CaCl₂·MgCl₂ solution, (Δ)7% CaCl₂·MgCl₂ solution, (□) 11%CaCl₂·MgCl₂ solution. Deionionic water does not contain Ca and Mg.

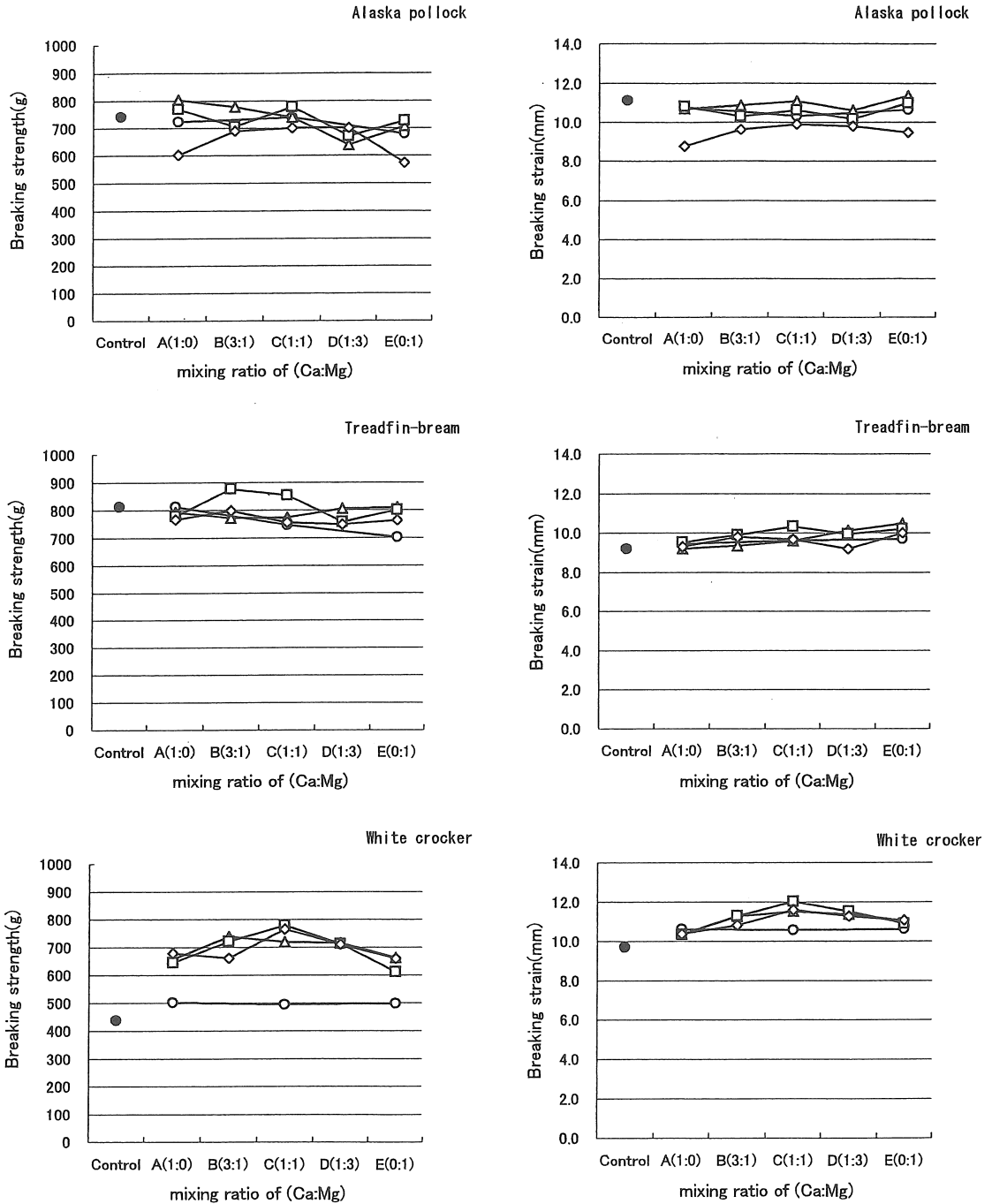


Fig. 2 Breaking strength and breaking strain of no setting KAMABOKO with indentation test when adding sample salt to each SURIMI.

- : Control 90%NaCl+10%KCl
- : 5% (CaCl₂+MgCl₂)+85%NaCl+10%KCl
- △: 7% (CaCl₂+MgCl₂)+83%NaCl+10%KCl
- : 9% (CaCl₂+MgCl₂)+81%NaCl+10%KCl
- ◇: 11% (CaCl₂+MgCl₂)+79%NaCl+10%KCl

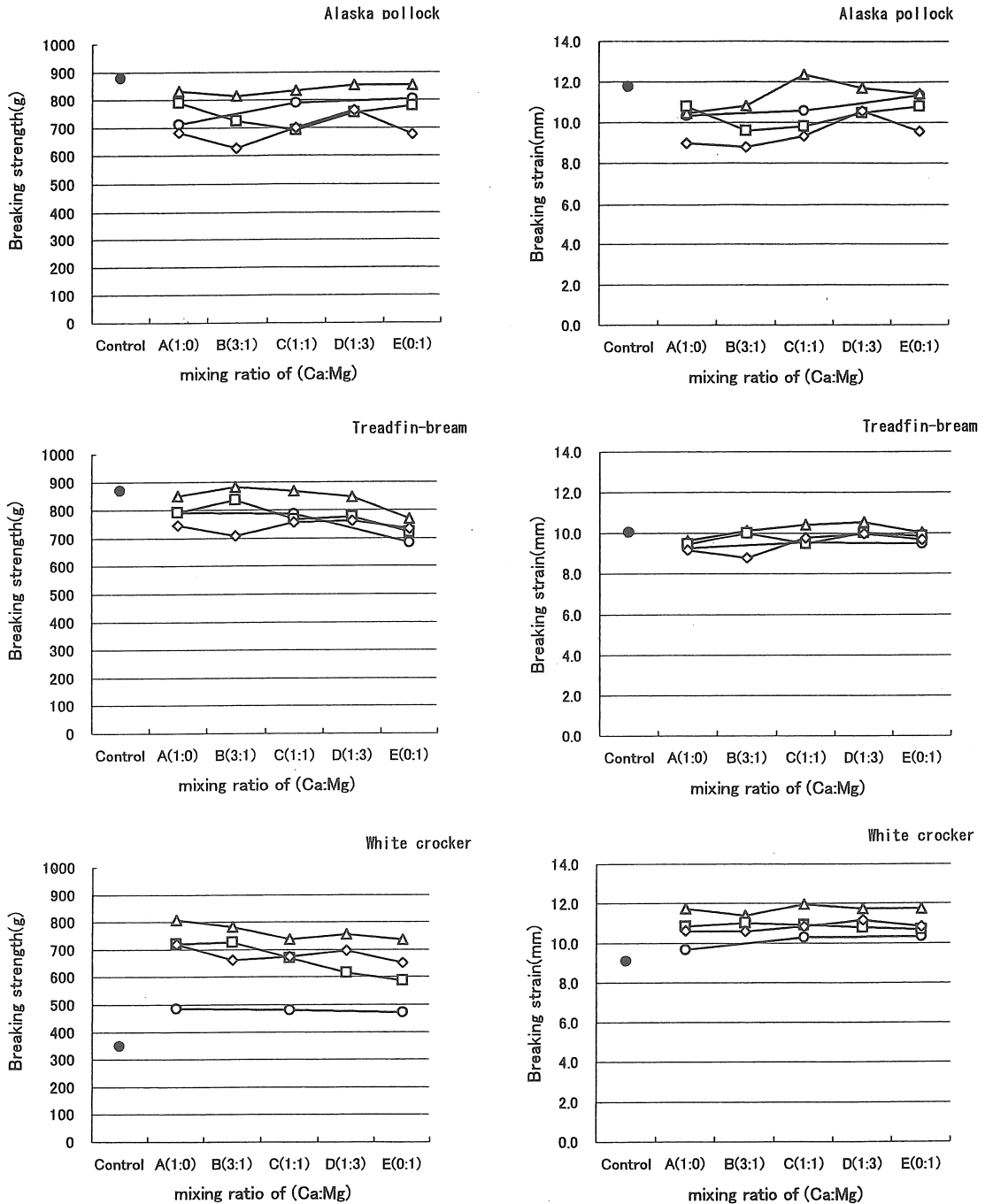


Fig. 3 Breaking strength and breaking strain of setting KAMABOKO (10°C, 120min) with indention test when adding sample salt to each SURIMI

- :Control 90%NaCl+10%KCl
- :5% (CaCl₂+MgCl₂) +85%NaCl+10%KCl
- △:7% (CaCl₂+MgCl₂) +83%NaCl+10%KCl
- :9% (CaCl₂+MgCl₂) +81%NaCl+10%KCl
- ◇:11% (CaCl₂+MgCl₂) +79%NaCl+10%KCl

The Effects of Minerals Contained in Salt on the Taste and Elasticity of Kamaboko

Fujio Nishioka (Former Professor, Faculty of Bio-Industry of Tokyo University of Agriculture)

Yukinori Ishiuchi (Chief Researcher, Laboratory of All-Japan Kamaboko Makers Association)

Kazufumi Matsuoka (Researcher, Laboratory of All-Japan Kamaboko Makers Association)

The characteristic elasticity of kamaboko is produced by adding 2% to 3% salt to fish flesh to elicit a high water-holding function and elasticity-forming ability from myosin. The main ingredient of kamaboko is frozen surimi, of which consumption in Japan reaches as great as 0.4 million tons per year. The worldwide production of frozen surimi is estimated to be approximately 0.65 million tons. With increasing number of producing countries, the types of raw fishes vary increasingly and have included fishes that are strong or weak on setting(suwari) ability of kamaboko.

On the other hand, the consumption of so-called mineral salt derived from ocean water and halite has been greater with the abolition of salt monopolies and a public trend toward natural foods, and the amount of mineral salt used for kamaboko has also been increasing. The main ingredients of mineral salt include calcium (Ca) and magnesium (Mg), which are well known to play an important role not only in the taste but also in the water-holding ability and setting of kamaboko.

In the present research, we assessed the effects of Ca and Mg on the taste and elasticity of fish sausages made from frozen surimi.

<1> In the first place, we conducted tests of bitter taste with water solution. The salt level was stabilized at 2.5%, and 10% potassium (K) was added to the salt in view of the effectiveness for human body and effects on the sense of taste. Furthermore, solutions in which Ca and Mg were added from 5% to 15% at intervals of 2% were prepared, and the bitter taste tests were performed with solutions at 15 °C in 3 panelists. The results showed that all of 3 panelists answered as "bitter" for 11% solution; after the addition of 5% sugar to solutions, the bitterest solution was 9% solution. Regardless of the presence/absence of sugar, all the panelists answered as "not bitter" for 5% solution, and they judged that the degree of bitterness was greater for Mg than for Ca. <2> Frozen surimi of fishes that are strong suwari ability (Alaska Pollock and Threadfin-bream) and weak suwari ability (White croaker) was diluted with 7-fold greater cold water, to which Ca and Mg at the concentrations corresponding to the above levels were added. Following homogenization, the solutions were centrifuged, and the sediments were measured to investigate the effects on the water-holding ability of the flesh. The results showed that the water-holding ability of the frozen minced flesh was markedly reduced with increasing concentrations of Ca and Mg, suggesting the acceleration of suwari ability. The decreasing rate in water-holding ability was higher for Mg than for Ca. <3> Using the above frozen surimi, 10% K as well as Ca and Mg of

different quantities were added to salt. The frozen surimi maintained at 10 °C or lower was crushed to prepare kamaboko. With the kamabokos, we assessed bitter and astringent tastes in taste tests and the effects on settingability in indentation tests. The results revealed that Ca and Mg at 5% caused neither bitter nor astringent tastes but produced a somewhat smooth taste. For Ca and Mg at higher concentrations, however, bitter and astringent tastes became stronger with increasing concentrations. The effects on settingability appeared significantly even in the frozen surimi of White croaker that is weak settingability; with Ca and Mg added at as low as 5%, the breaking strength (g) and the breaking strain (mm) of indentation tests increased.