低温殺菌条件下で調製したオボムコイド添加 魚肉ねり製品の物性特性

杉山雅昭, 三代達也, 塚正泰之, 中川恭子
太田隆男, 鈴木鐵也, 高岡浩蔵, 森友彦

(1996年11月22日受付)

Physical Properties of Kamaboko with Ovomucoid Pasteurized at Several Temperatures

Masaaki Sugiyama,^{*1} Tatsuya Mishiro,^{*1} Yasuyuki Tsukamasa,^{*1}
Kyoko Nakagawa,^{*2} Takao Ota,^{*2} Tetsuya Suzuki,^{*3}
Kozo Takama,^{*3} and Tomohiko Mori^{*4}

Fish gels were heated for various times at various temperatures from 60 to 75°C, whose sterilizing effects were the same as the standard (75°C) set by the Japan Food Sanitation Law. Textural profiles were evaluated by sensory evaluation and by instrumental analyses, including a puncture test, an ordinary texture test and a test by a texture mapping analyzer system (TMAS). The results of the puncture tests using spherical and wedge-shaped plungers were different from each other. In the texture test, the samples differed only in hardness and the differences were similar to those obtained in the puncture test using a spherical plunger. According to the TMAS analysis, the patterns of all of the samples were typical of kamaboko and the differences among the samples could be seen in the parameters of CW.F as hardness, RS as elasticity and CM as shortness. Regarding the relation between sensory evaluation and instrumental evaluation, the TMAS results were most highly correlated with the sensory evaluation.

キーワード：加熱、殺菌、レオロジー、官能評価、スケトウダラ、魚肉ねり製品、オボムコイド

前報¹⁾では、食品衛生法の魚肉ねり製品の殺菌条件 (75°Cに保持) と同等の殺菌値を与える条件を *Enterococcus faecalis* を指標菌として求め、さらに火戻りを抑制するためにオボムコイド (OM) を添加して、より低い温度で殺菌することによって得られるスケトウダラすり身ゲルの物性を破断特性によって調べた。従来は火戻りの温度帯であるために加熱に利用することなど考えられなかった 65°C 加熱によって、75°C で加熱した場合よりも 20% 以上も高い破断強度のゲルが得られることが明らかとなった。

その一方で、60°C、65°C、70°C および 75°C 加熱ゲルそれぞれの物性が破断試験で認められる硬さの違いだけではないことを示唆する結果をも得たが、その詳細については明らかではなかった。

本研究では、前報¹⁾で解明することができなかった加熱温度が異なるゲル間の物性の違いを明らかにすることを目的に、特性の全く異なる食品群を同じ尺度で評価できる点で近年注目されているテクスチャーマッピングアナライザーシステム (T.M.A. システム)²⁾を用いて物性を評価した。さらに、従来から魚肉ねり製品の品質評価に用いられている数値の測定方法による評価を同時に実施し、異なる測定方法で得られたパラメータ相互間の関係についても明らかにしようとした。

実験方法

冷凍すり身およびゲルの調製方法 前報¹⁾と同じ冷凍すり身を用い、同じ方法で肉類を調製した。加熱条件も前報¹⁾と同様にし、2%の粗オボムコイドを加えた肉類

^{*1} 丸大食品株式会社 (Marudai Food Co., Ltd., 21-3, Midori, Takatsuki Osaka 568, Japan).

^{*2} 株式会社日本食品開発研究所 (Japan Food Research and Development Institute Co., Ltd., 29, Ichinohashi-miyauchi-cho, Higashiyama, Kyoto 605, Japan).

^{*3} 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate 041, Japan).

^{*4} 京都大学食糧科学研究所 (Research Institute for Food Science, Kyoto University, Gokisocho, Uji, Kyoto 611, Japan).

を60°C, 65°C, 70°C および75°Cで、それぞれ112分間、18分30秒間、3分間および30秒間加熱してゲルとした。

物性の測定 物性測定法は従来法に準じて行った。すなわち、温度を20°Cに調整した試料の中心部から20mmを切り取り、破断試験およびテクスチャー解析を食品物性測定装置 (RB-3305, 山電製) と付属の解析プログラムを用いて実施した。破断試験法は8mmφの球型プランジャーと傾斜角30°の楔型プランジャーを用いてステージ速度1mm/sで測定した。また、テクスチャー解析法は3mmφの円柱状プランジャーを用いてステージ速度5mm/sで、ゲルの完全破断時の歪み率を100%とし、歪み率80%に相当する荷重を負荷しながらステージの上下動を2回繰り返した。得られた波形状から「かたさ」(g), 「もろさ」(g), 「硬直性」, 「付着性」(J/m²), 「ガム性荷重」(g), 最初の押し込みで得られる試料変形パターンに面積である「A1」(J/m²), 2回目の押し込みで得られる「A2」(J/m²) および「A1/A2」を求めた。³⁾ 各測定は、それぞれの試料について5回繰り返して、その平均値を試料の測定値とした。

さらに、食品物性を多角的に表現する目的で最近開発されたT.M.A. システムを用いた測定も実施した。この方法は、多くの食品群中に占める当該食品の物性面における相対的な位置付けを可能にする手法である。従来の方法⁴⁾に従ってT.M.A. システム (KES-G5 ハンディ圧縮試験機, カトーテック社製) を用い、超音波カッター (USC-3305, 山電製) で厚さ4mmに調整した試料を断面積0.25cm²の円柱状プランジャーを用いて4.8mm/secの速度で圧縮回復試験を行ない、その小変形 (完全破断時の15% 荷重), 中変形 (30% 荷重), 大変形 (60% 荷重) および破断変形時 (完全破断) 毎に得られた全16項目の測定値を因子分析した。解析により得られたCWF (かたさ), CM (くずれにくさ) およびES (弾力性) の得点を求めた。また、各種市販かまぼこ、魚肉ソーセージ、チーズ等については既報²⁾の食品群の物性値を比較のために併記した。

官能評価 熟練したパネル8名により試料のかたさ、弾力性およびもろさの各項目について、試料間の比較を行いながら相対尺度によって順位と試料間の距離を評価し、パネル毎に得られた各試料の得点を正規化してその平均値を試料の得点とした。また、平均値の差についてt検定を用いて評価した。

結果および考察

破断強度法による物性値 球型および楔型プランジャーを用いて測定した破断強度と破断変形の結果をTable 1に示した。球型プランジャーによる破断試験の結果は前報¹⁾で示したとおり65°C加熱区で破断強度および破断変形は最大であった。60°C加熱区はいずれの項目も最小で、65°C加熱区に比べて破断強度は67%, 破断変形は86%であった。

一方、楔型プランジャーで測定した場合には、破断強度および破断変形ともに70°C加熱区が最大値を示し、球型プランジャーで得た結果とは異なっていた。それぞれのプランジャーで最大値を示す65°Cと70°C加熱区の破断強度を比較すると、球型プランジャーでは70°C加熱区は65°C加熱区の79%であったのに対し、楔型プランジャーではその関係がほぼ逆転し、65°C加熱区が70°C加熱区の82%となった。しかし、最小値を示したのが60°C加熱区であった点は球型プランジャーの場合と同じであった。また、楔型プランジャーの70°C加熱区と60°C加熱区の値の間には有意差が認められ、60°C加熱区の破断強度および破断変形は70°C加熱区のそれのそれぞれ70% および87%であった。

プランジャーの形状によって破断強度が最大となる加熱区が異なるということは、ゲルの物理的な性質が温度毎に明らかに相違することを示している。また、球状プランジャーと楔型プランジャーにおいて最大破断強度を示す加熱温度が異なったが、試料に対して荷重が「点」として付加される球状プランジャーと「線」として付与される楔型プランジャーにおいて、後者のほうが試料の変形が大きいために破断荷重が試料の柔軟性に大きく影

Table 1. Puncture test by using different plunger for fish gels with ovomucoid

Heat conditions	8 mmφ spherical type				30° wedge type			
	(g)		(mm)		(g)		(mm)	
	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
60°C-112 min	675.0±39.0 ^a		15.2±0.4 ^a		898.7±129.0 ^a		11.6±0.6 ^a	
65°C-18.5 min	1008.0±114.2 ^b		17.6±0.7 ^b		1045.3±102.0 ^{ab}		12.5±0.1 ^a	
70°C-3 min	794.7±20.5 ^b		16.7±0.4 ^b		1279.0±101.2 ^b		13.3±0.2 ^{bc}	
75°C-0.5 min	819.3±79.5 ^{ab}		16.4±0.4 ^{ab}		1182.7±82.9 ^b		12.9±0.2 ^{ac}	

^{abc}: Means with different superscripts within the same column are significantly different $p < 0.05$.

(n=5)

Table 2. Physical properties of fish gels with ovomucoid obtained under various heat conditions

Heat conditions	Hardness (g)		Brittleness (g)		Cohesiveness		Adhesiveness (J/m ²)	
	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
60°C-112 min	176.0±8.0 ^a		54.3±5.3 ^a		0.53±0.03 ^a		7.1×10 ⁴ ±9.7×10 ³ ^a	
65°C-18.5 min	217.3±5.2 ^b		50.0±8.6 ^a		0.51±0.06 ^a		6.1×10 ⁴ ±2.5×10 ³ ^a	
70°C-3 min	185.0±6.7 ^a		57.0±13.9 ^a		0.51±0.02 ^a		5.8×10 ⁴ ±3.3×10 ³ ^a	
75°C-0.5 min	197.0±8.3 ^a		75.3±15.9 ^b		0.48±0.06 ^a		5.4×10 ⁴ ±7.6×10 ³ ^a	

	Gumminess (g)		A1 (J/m ²)		A2 (J/m ²)		A1/A2	
	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
60°C-112 min	91.0±4.1 ^a		3.6×10 ³ ±2.1×10 ⁴ ^a		1.9×10 ³ ±1.0×10 ⁴ ^a		0.517±0.029 ^a	
65°C-18.5 min	99.3±21.5 ^b		4.0×10 ³ ±2.4×10 ⁴ ^a		2.0×10 ³ ±2.4×10 ⁴ ^a		0.513±0.054 ^a	
70°C-3 min	94.6±4.6 ^a		3.6×10 ³ ±9.4×10 ³ ^a		1.8×10 ³ ±1.2×10 ⁴ ^a		0.504±0.026 ^a	
75°C-0.5 min	95.5±9.5 ^a		3.8×10 ³ ±1.8×10 ⁴ ^a		1.9×10 ³ ±1.9×10 ⁴ ^a		0.485±0.042 ^a	

***: Means with different superscripts within the same column are significantly different $p < 0.05$.

(n=5)

響されたためと考えられた。

テクスチャー解析による物性値 3mmφ円柱型プランジャーを用いたテクスチャー解析で得られた測定値をTable 2に示した。表中の8項目中で各試料間に有意差が認められたのは、「かたさ」の項目だけであり、各温度毎のゲル物性の特徴を比較検討する上で十分な結果は得られなかった。「かたさ」の値は65°C加熱区が最も高く217gであり、75°Cおよび70°C加熱区は65°C加熱区よりも有意に低く、60°C加熱区は176gで他の3加熱区よりも有意に小さかった。この順位は球型プランジャーを用いた硬断強度解析の結果と同様であり、ゲルに加わる局所的な力が球型プランジャーと円柱状プランジャーでは類似しているためと考えられた。

T.M.A. システムで得られる物性値 本実験で調製し

た4試料についてT.M.A. システムで測定し、パラメータ間の違いを精査するために既知の食品についてT.M.A. システムで測定したデータ²⁾と共に3つの二次元グラフ化したものをFig. 1に示した。個々の試料間に違いはあるものの巨視的に見ると、本実験調製試料はいずれも典型的な「かまぼこ」のグループに属することが示された。加熱温度毎の特性を比較すると、65°Cから75°C加熱で得られた試料がCW.F軸に沿って散布するのに対して、60°C加熱で得られた試料はCM軸方向に低下した。このことは、試料の「くずれにくさ」の低下、つまり「もろさ」が増大したことを示し、他の加熱区の試料に比べてコンニャク等の食品群に近い物性になることを示していると思われる(Fig. 1)。

また、T.M.A. システムで得られた因子得点をTable

Fig. 1. Texture map of the fish gels and various other foods.

C: cheese, FS: fish sausage, KA: *kamaboko*, W: whey protein, GE: gelatin, A: agar, U: *uirus*, Y: *yousan*, KO: *konnyaku*. Sample 1: 60°C-112 min, Sample 2: 65°C-18.5 min, Sample 3: 70°C-3 min, Sample 4: 75°C-0.5 min.

Table 3. T.M. factor score and sensory score of fish gels with ovomucoid

Heat conditions	T.M. factor score			Sensory score					
	CW.F	CM	RS	Hardness		Elasticity		Shortness	
				mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
60°C-112 min	1.298	1.636	-0.492	-1.19±0.32 ^a		-0.70±0.75 ^a		0.96±0.86 ^a	
65°C-18.5 min	2.075	1.637	-0.262	0.13±0.55 ^b		0.23±0.98 ^{ab}		-0.50±0.59 ^b	
70°C-3 min	0.971	1.368	-0.344	0.01±0.98 ^b		-0.11±1.07 ^{ab}		0.29±0.69 ^b	
75°C-0.5 min	2.334	1.777	-0.096	1.05±0.32 ^c		0.59±0.65 ^b		-0.75±0.78 ^b	

^{a-c}: Means with different superscripts within the same column are significantly different $p < 0.05$.

Values of T.M. factor score and sensory score are means ($n=3$) and means $\pm$ s.d. ($n=8$), respectively.

3に示した。「かたさ」を示すCW.Fは75°C加熱区で最大となり、以下65°C, 60°C, 70°C加熱区の順であった。「弾力性」を示すRSでは、大きい方から75°C, 65°C, 70°C, 60°C加熱区の順であった。また、「くずれにくさ」を表すCMは大きい方から75°C, 65°C, 60°C, 70°C加熱区の順であった。

官能評価による物性評価 T.M.A. システムの各因子と対応させている3項目の感覚用語を食感を構成する因子として官能評価を実施した結果をTable 3に示した。「かたさ」については、75°C加熱区が最も高い評点を得、次いで65°C, 70°C, 60°C加熱区の順であった。このうち、65°Cと70°C加熱区間に有意差は認められなかったが、他の試料間には有意差が認められた。「弾力性」においても75°C加熱区が高く、次いで65°C, 70°C加熱区の順となり、60°C加熱区が最も低い評価を受けた。75°C加熱区の評点は他の3加熱区よりも有意に高く、60°C加熱区は他の3加熱区よりも有意に低く認識されていた。「もろさ」は小さい方から60°C, 70°C, 65°C, 75°C加熱区の順で評価されたが、60°C加熱区と70°C加熱区間に有意差は認められなかった。また、65°C加熱区と75°C加熱区間にも有意な差は認められなかったが、この2試料を1グループとした場合には、先の60°C加熱区と70°C加熱区とからなるグループとの間に有意差が認められた。

機器測定値と官能評価結果との関係 食品の品質特性評価の基本は官能評価であるが、機器による測定値は客観的な指標として認知されている。本研究で実施した各官能評価項目間と、さらに3種類の測定方法との関係を明らかにするために、各項目の平均値から求めた相関行列をTable 4に示した。まず、官能評価項目間では「かたさ」と「弾力性」の間に0.978と高い相関が認められた。一方、「もろさ」は「かたさ」との間に-0.927、「弾力性」との間に-0.985の高い負の相関が認められ、「もろさ」は「かたさ」や「弾力性」とは正反対の特性として判断されていることが示された。これらの関係が

ら、官能評価の各項目が独立したものではなく、相互に何らかの関連性を持ちながら評価されていることが推察された。

また、官能評価項目の得点と物性値との関係をみると、官能評価における「かたさ」と「弾力性」は、2種類のプランジャーで得られた破断強度とは0.514から0.701の、破断変形値とは0.566から0.750の正の相関を示し、テクスチャー解析の測定項目の中で唯一試料間に差を認めた「かたさ」の測定値との間にそれぞれ0.557および0.707の正の相関を示した。

因子得点と官能評価得点との関係は、RSの得点が官能評価の「かたさ」と「弾力性」との間にそれぞれ0.982と0.987という高い相関を示し、「もろさ」との間に-0.956という高い負の相関を示した。CW.Fの得点についても官能評価の「かたさ」と「弾力性」との間に0.672と0.782の正の相関および「もろさ」との間に-0.842という負の相関を示した。一方、CMの得点と官能評価の各項目との関係は相関係数が±0.5以下となり、高い相関は認められなかった。以上のことから、T.M.A. システムで魚肉ねり製品として評価する場合にCW.FとRSの2因子だけで試料の特性を表現できるものと考えられた。

T.M.A. システムを用いて測定した市販かまぼこにおいては、テクスチャーの判別にはCMとRSが重要であり、「かたさ」を表すCW.Fは試料間でそれほど差がないことが示されている⁹。これは、市販製品が「かたさ」という品質特性においてはかなり類似しているという側面を示しており、本研究の試料のように調理条件が異なる試料では、CW.Fの重要性が増すものと考えられる。また、ここでの結果は官能評価との相関だけを問題としており、CMは試料の判別には重要であるが、官能評価とは必ずしも一致しないことを示していると考えられる。

物性測定値間の関係を見ると、球型および楔型のプランジャーを用いた破断強度解析の比較はすでに述べたと

Table 4. Correlation coefficient matrix between scores or values of sensory evaluation and physical measurements

		Sensory evaluation			8 mm ϕ spherical type plunger		30 $^{\circ}$ wedge type plunger		Texture analysis							T.M.A. system		
		Hardness	Elasticity	Shortness	Puncture force (g)	Deformation (mm)	Puncture force (g)	Deformation (mm)	Hardness (g)	Brittleness (g)	Cohesiveness	Adhesiveness (J/m ²)	Gumminess (g)	A1 (J/m ²)	A2 (J/m ²)	A1/A2	CW. F	CM
Sensory evaluation	Elasticity	0.978	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Shortness	-0.927	-0.985	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8 mm ϕ spherical type plunger	Puncture force (g)	0.514	0.660	-0.749	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Deformation (mm)	0.566	0.653	-0.711	0.954	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30 $^{\circ}$ wedge type plunger	Puncture force (g)	0.701	0.574	-0.454	0.109	0.457	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Deformation (mm)	0.758	0.652	-0.535	0.370	0.599	0.896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Texture analysis	Hardness (g)	0.557	0.707	-0.811	0.978	0.883	0.111	0.372	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Brittleness (g)	0.701	0.600	-0.489	-0.212	-0.192	0.437	0.372	-0.086	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Cohesiveness	-0.568	-0.927	0.859	-0.318	-0.347	-0.622	-0.640	-0.397	-0.853	—	—	—	—	—	—	—	—
	Adhesiveness (J/m ²)	-0.374	-0.920	0.845	-0.486	-0.585	-0.844	-0.379	-0.466	-0.652	0.921	—	—	—	—	—	—	—
	Gumminess (g)	0.526	0.736	-0.614	0.991	0.969	0.326	0.479	0.969	-0.099	-0.431	-0.584	—	—	—	—	—	—
	A1 (J/m ²)	0.998	0.747	-0.881	0.894	0.732	-0.006	0.141	0.982	0.074	-0.491	-0.453	0.478	—	—	—	—	—
	A2 (J/m ²)	0.658	0.254	-0.416	0.828	0.651	-0.373	-0.212	0.958	-0.497	0.096	0.063	0.749	0.516	—	—	—	—
	A1/A2	-0.878	-0.785	0.677	-0.045	-0.111	-0.666	-0.634	-0.119	-0.946	0.958	0.958	-0.170	-0.227	0.373	—	—	—
T.M.A. system	CW. F	0.873	0.782	-0.842	0.656	0.371	-0.066	0.037	0.711	0.482	-0.694	-0.489	0.680	0.871	0.514	-0.518	—	—
	CM	0.811	0.405	-0.460	0.105	-0.144	-0.426	-0.388	0.319	0.496	-0.443	-0.583	0.192	0.566	0.294	-0.364	0.896	—
	RE	0.982	0.987	-0.956	0.526	0.621	0.656	0.612	0.604	0.719	-0.371	-0.313	0.621	0.680	0.143	-0.362	0.797	0.481

おりであり、テクスチャー解析の「かたさ」と球型プランジャーで測定した破断強度の間には、0.978 という高い相関関係を示した。

因子得点と各物性測定値との関係では、C.W.F. および RS とテクスチャー解析の「かたさ」との間に、それぞれ 0.711 と 0.604 の相関係数が得られたが、RS と球型プランジャーで得られる破断強度および破断変形との間では 0.555 と 0.604 の相関係数であった。T.M.A. システムで得られる測定値は、個々の試料について得られた 16 変数からの因子得点により求められており、それぞれの因子得点に各変数が関係していることを考えると、T.M.A. システムで得られる測定値は本研究で比較した他の測定法が表す物性とは違う物性側面を表現している可能性が考えられた。

かまぼこの官能評価では、一般に「足」を評価する場合が多い⁹⁾。森岡ら⁹⁾は、通常の破断測定と官能評価との関係について詳細に検討し、「足」について破断測定を用いて評価する場合に破断荷重と共に荷重付与時の試料の変形パターンが重要であると報告している。本研究においても直接的な物性値が得られる破断測定やテクスチャー解析よりも、因子分析の解析によって直接的な数値は失われているものの試料の圧縮過程を反映している T.M.A. システムが官能評価の結果と高い相関関係を示したことから、森岡らの結果⁹⁾を支持する結果となった。また、個々の測定情報が集約されている T.M.A. システムの因子得点と官能評価との間で高い相関が認められたことは、官能評価パネルが破断測定等によって得られる機器測定値を単独で官能評価と対応させることはできず、必ず他の物性測定値の影響を受けることを示しており、今後官能評価と物理量の関係を検討していく上で重要な課題になるものと考えられる。ただし、これらの結果は限られた検体数から得られたものであり、また、魚肉ねり製品に限定されているため、T.M.A. システムの客観的評価法としての有用性についてはさらに検討する必要があると思われる。

上述の結果から、オボムコイドを添加して火戻りを抑制し、食品衛生法の基準殺菌値と等しい条件下で調製したゲルでは、75℃ よりも低い 65℃ や 70℃ でより大きな破断強度や破断変形を示すこと、60℃ では 65℃ 以上で加熱したものとは異なり、破断荷重やテクスチャー解

析における「かたさ」の低下と共に「もろさ」の増大によって「かまぼこ」の性質を持つものの、一部で「こんにゃく」様の特性を有するゲルが得られることが明らかとなった。この特性の出現が魚肉ゲル形成時の加熱温度依存性とオボムコイドとの相乗作用であることは容易に理解できるが、タンパク質化学的な解析を行っていないため、そのメカニズムについては不明である。また、魚肉ねり製品の「火戻り」を抑制した場合の品質変化とその評価については、牛血清タンパク質の添加によるもの⁹⁾などが報告されているが、食品衛生法で定められた殺菌条件を考慮したものではなく、本研究と比較することはできない。

従来、魚肉ねり製品は、かたさや弾力性に富むほど嗜好性が高まるとの考えが一般的であった。しかし、市場ではソフトな食感の製品が増加していることから、柔らかな物性を有する魚肉ねり製品を開発することも必要なことと思われる。製品の物性の改良方法には脂肪等を加える各種の技法があるが、加熱温度のコントロールを中心にした物性の改良は原料自体の特性を活かした製品開発に応用できる点で優れていると思われる。

文 献

- 1) 杉山雅昭, 三代達也, 塚正孝之, 鈴木睦性, 高岡浩康: オボムコイドを添加し軟質の低温度条件下で調製した魚肉ねり製品の破断特性. 日食誌, 64, 76-81 (1996).
- 2) 森 友彦, 阿部洋一, 太田隆男: 食品と開発. 物性測定とテクスチャー, 31(2), 8-11 (1996).
- 3) H. J. Kang, Y. Matsumura, and T. Mori: Characterization of Texture and Mechanical Properties of Heat-induced Soy Protein Gels, *JAOCS*, 68, 339-345 (1991).
- 4) 西成勝好: テクスチャー測定法, 「新食品分析法」(第 2 版) (日本食品科学工学会編), 光臨, 東京, 1996, pp. 739-741.
- 5) 森 友彦: テクスチャーの数値化の手法と豆腐のテクスチャー. デイリーフード, 13, 14-19 (1992).
- 6) 中川敏子, 太田隆夫, 杉山雅昭, 阿部洋一, 高岡浩康, 森友彦: かまぼこの物性への加工条件および原料魚種の影響. 日食工誌, 44, 501-507 (1997).
- 7) 志本 寛: かまぼこの足. *New Food Industry*, 23, 85-75 (1981).
- 8) 森岡克司, 志本 寛: かまぼこのテクスチャーと押し込み破断特性. 日食誌, 64, 531-536 (1990).
- 9) H. Toyonaka, K. Suzuki, M. Kinoshita, Y. Shimizu, and M. Sakaguchi: Detection of Inhibitors for *Maduro-induction Proteinase* in Fish and Calf Serums. *Nippon Shokuhin Gakkaishi*, 55, 521-525 (1991).