

かまぼこの物性に及ぼす市販植物性たん白質の影響

山下民治・谷本昌太

Effect of Commercial Plant Protein Products on Physical Properties of Kamaboko

Tamiharu YAMASHITA and Shota TANIMOTO

The effects of 23 powdered soy protein products (PSPP) and 12 powdered wheat protein ones (PWPP) on the physical properties of kamaboko were studied. The kamaboko samples were made from a paste consisting of 60% frozen walleye pollack (*Theragra chalcogramma*) surimi (SA grade), 3% NaCl, 5% PSPP or PWPP, and 32% water by cooking at 90°C for 30min, after which they were evaluated by measuring jelly strength, softness, and expressible water rate. Fluctuations in water-soluble N and 3% NaCl-soluble N of PSPP were larger than those of PWPP. The jelly strength of the kamaboko added PWPP was larger than that of the kamaboko added PSPP. The jelly strength of the kamaboko added PSPP was mainly affected by 3% NaCl-insoluble N of PSPP, whereas the jelly strength of the kamaboko added PWPP was affected by gel-forming ability of PWPP.

かまぼこには弾力の補強やその他の物性の改善および新製品開発等の目的で、でん粉や大豆たん白質、小麦たん白質等が添加されている。著者ら¹⁾は、大豆たん白質と小麦たん白質の物理化学的性質がかまぼこの物性に大きく影響することを明らかにした。大豆たん白質や小麦たん白質は多くの製品が市販されており、それらの物理化学的性質は製品毎にかなり異なっていると思われる^{2)~4)}。しかし、これらの両たん白質製品の物理化学的性質の違いについて検討された例が少なく、十分明らかにされていない。また、両たんぱく質製品のかまぼこの物性に及ぼす影響について比較検討された例は少ない^{5)~6)}。そこで、これらのことを明らかにすることを目的として、市販大豆たん白質製品と小麦たん白質製品の物理化学的性質を調べ、また、これらの植物性たん白質製品をかまぼこに添加し、かまぼこの物性に及ぼす影響について比較検討を行った。

実験方法

1. 供試植物性たん白質

大豆たん白質は23種類、小麦たん白質は12種類のいずれも市販されている粉末状のものをを用いた。

2. 植物性たん白質の窒素成分

全窒素は、マイクロケルダール法で測定した。

水溶性窒素（以下、水-Nと記す）は、試料1gに蒸留水50mlを加え、マグネチックスターラーで2時間攪拌（室温）し、12,000×gで30分間遠心分離した。沈澱物に蒸留水を50ml加え、以下、同様な方法によって2回抽出を行い、この抽出液の窒素量をマイクロケルダール法で測定した。

3%塩化ナトリウム溶液可溶性窒素（以下、3% NaCl-Nと記す）は、試料1gに3.06%塩化ナトリウム溶液50mlを加え、以下、水-Nと同様な方法によって求めた。

3. 植物性たん白質のゲルの調製

大豆たん白質100gに4%塩化ナトリウム溶液300mlを添加し、石川式攪拌擂潰機18号（石川工場製）で20分間擂潰した後、ポリ塩化ビニリデンケーシング（直径3cm）に詰めて結締し、直ちに90°Cに設定した恒温水槽中で30分間加熱した。流水中で冷却後、各種の物性測定に供した。

小麦たん白質100gに4.9%塩化ナトリウム溶液160mlを添加し、以下大豆たん白質ゲルと同様な方法によってゲルを調製し、物性測定に供した。

4. かまぼこの調製

スケトウダラ冷凍すり身（日本水産製、特級、ショ糖4%、ソルビット4%、重合リン酸塩0.25%を含む）

600 g に、塩化ナトリウム30 g を添加し、石川式攪拌播潰機12号（石川工場製）で20分間播潰して塩ずり身を調製した。これに植物性たん白質50 g、水320 g を添加し、さらに20分間播潰した後、ポリ塩化ビニリデンケーシング（直径 3 cm）に詰めて結締し、90℃に設定した恒温水槽中で30分間加熱した。流水中で冷却後、各種の物性測定に供した。

5. 物性の測定

試料の破断強度（g）、凹みの大きさ（cm）、軟らかさ〔キモグラムの立ち上がり角度で示した（°）〕は岡田式ゼリー強度試験器（中央理研製）で測定し、ゼリー強度（g・cm）は（破断強度×凹みの大きさ）／2 の式から算出した。圧出水分率は試料（直径 2 cm、約 1 g の円柱状）を10kg/cm²で20秒間加圧し、圧出された水分量を測定し、試料の全水分を100としたときの相対値として求めた。

実験結果および考察

1. 植物性たん白質の窒素成分

大豆たん白質と小麦たん白質の全窒素、水-N、3 % NaCl-Nを測定し、結果を表 1 に示した。

大豆たん白質の全窒素は、7.84～14.34%（平均12.09 %、変動係数17.5%）であり、大部分は10～14%の範囲にあったが、この値の範囲外にあるものは、23製品中3製品であった。水-Nは0.64～12.36%（平均6.09%、

変動係数66.0%）、3 % NaCl-Nは0.64～5.49%（平均2.49%、変動係数55.8%）であった。

小麦たん白質の全窒素は、12.01～14.18%（平均13.11%、変動係数5.3%）、水-Nは0.92～5.40%（平均2.05%、変動係数72.7%）、3 % NaCl-Nは0.79～1.98%（平均1.54%、変動係数22.1%）であった。

このように、今回供試した植物性たん白質の窒素成分の量は、大豆たん白質は小麦たん白質に比べて水-Nと3 % NaCl-Nが多く、それぞれ約 3 倍と約1.6倍であった。また、同一たん白質でも製品の種類によってかなりのばらつきがみられた。特に、大豆たん白質では水-Nと3 % NaCl-N、小麦たん白質では水-Nの製品間のばらつきが大きかった。

2. 植物性たん白質のゲル物性

植物性たん白質のゲル物性を測定し、結果を表 2 に示した。

大豆たん白質のゲルの破断強度は、37～448 g（平均216 g、変動係数75.5%）、凹みの大きさは1.14～3.24 cm（平均2.16cm、変動係数34.3%）、ゼリー強度は21～726 g・cm（平均288 g・cm、変動係数90.3%）、軟らかさは27.14～76.90°（平均47.83°、変動係数37.9%）圧出水分率は9.55～52.43%（平均27.09%、変動係数55.4%）であった。

小麦たん白質のゲルの破断強度は、188～536 g（平均291 g、変動係数33.0%）、凹みの大きさは2.09～5.23 cm（平均3.66cm、変動係数27.9%）、ゼリー強度は213

表 1 植物性たん白質製品の窒素成分（%）

試料	大豆たん白質製品			小麦たん白質製品		
	全窒素	水溶性窒素	3 % NaCl 可溶性窒素	全窒素	水溶性窒素	3 % NaCl 可溶性窒素
1	8.99	2.22	1.6	13.01	5.4	1.04
2	10.23	3.07	2.32	13.69	1.88	1.98
3	14.13	7.21	3.28	13.80	1.47	1.94
4	14.13	3.75	1.56	12.01	0.95	1.26
5	12.63	1.61	1.05	13.42	1.12	1.53
6	14.60	10.25	2.21	13.52	1.38	1.70
7	14.09	10.17	4.02	12.06	1.14	1.52
8	14.31	9.08	2.44	13.36	1.30	1.59
9	11.55	1.01	0.92	13.41	0.92	1.58
10	11.69	1.28	1.03	12.04	1.91	1.80
11	10.79	0.64	0.53	12.77	1.98	1.77
12	10.34	2.03	1.53	14.18	5.16	0.79
13	10.33	7.28	5.02			
14	14.30	12.17	3.44			
15	14.34	11.58	3.36			
16	14.15	6.43	2.03			
17	7.80	3.63	1.80			
18	10.28	8.22	5.49			
19	10.06	6.76	4.94			
20	14.25	12.36	2.81			
21	11.70	0.65	0.64			
22	9.04	6.65	1.98			
23	14.27	11.94	3.30			
平均値	12.09	6.09	2.49	13.11	2.05	1.54
変動係数(%)	17.5	66.0	55.8	5.3	72.7	22.1

表2 植物性たん白質製品のゲル物性

試料	大豆たん白質製品					小麦たん白質製品				
	破断強度 (g)	凹みの大きさ (cm)	ゼリー強度 (g・cm)	軟らかさ (°)	圧出水分率 (%)	破断強度 (g)	凹みの大きさ (cm)	ゼリー強度 (g・cm)	軟らかさ (°)	圧出水分率 (%)
1	73	1.4	51	56.65	41.71	536	3.37	601	38.88	7.15
2	54	1.66	45	68.31	35.27	237	3.97	470	52.52	14.85
3	437	3.04	664	29.39	12.07	188	2.88	271	50.13	10.26
4	392	2.77	543	29.57	12.15	204	2.09	213	38.66	12.46
5	344	2.47	425	29.75	18.04	344	4.91	845	49.08	5.43
6	325	3.05	496	36.94	10.65	191	2.5	239	48.17	7.61
7	300	2.42	363	32.80	15.37	371	3.0	557	32.96	7.81
8	448	3.24	726	29.80	11.08	325	2.68	436	33.06	8.49
9	62	1.31	41	58.23	40.80	201	3.94	396	57.53	8.86
10	48	1.20	29	67.62	46.69	323	4.95	799	49.93	6.39
11	50	1.23	31	64.00	44.76	292	4.45	650	50.16	7.07
12	40	1.65	33	73.03	45.83	285	5.23	745	57.26	7.42
13	37	1.74	32	76.90	39.08					
14	389	2.55	496	27.14	13.86					
15	431	3.03	653	29.94	9.55					
16	388	2.93	568	30.94	10.12					
17	37	1.14	21	70.48	52.43					
18	74	2.22	82	67.29	34.10					
19	60	2.04	61	69.13	33.18					
20	380	2.78	528	30.15	10.63					
21	63	1.19	37	54.84	43.58					
22	181	1.47	133	32.94	30.93					
23	358	3.20	573	34.19	11.16					
平均値	216	2.16	288	47.83	27.09	291	3.66	518	46.53	8.65
変動係数(%)	75.5	34.3	90.3	37.9	55.4	33.0	27.9	41.1	17.6	29.7

～845 g・cm (平均518 g・cm, 変動係数41.1%), 軟らかさは32.96～57.53° (平均46.53°, 変動係数17.6%), 圧出水分率は5.43～14.85% (平均8.65%, 変動係数29.7%) であった。

このように、小麦たん白質のゲルは大豆たん白質のゲルに比べて、ゼリー強度は大きく、圧出水分率は小さかった。また、同一たん白質でも製品の種類によって、これらの物性値にかなりのばらつきがみられた。特に、大豆たん白質のゲルの方が小麦たん白質のゲルよりも破断強度やゼリー強度のばらつきが大きかった。このことは、表1に示したように、加熱ゲルの物性に関する3% NaCl-Nのばらつきが大豆たん白質の方が小麦たん白質よりも大きいことと関係があるものと考えられた。

3. 植物性たん白質添加かまぼこの物性

植物性たん白質を5%添加した肉糊を、90℃で30分間加熱して調製したかまぼこの物性を測定した。結果を図1と図2に示した。この図からわかるように、小麦たん白質を添加したかまぼこは、大豆たん白質を添加したものに比べて、破断強度や凹みの大きさ、ゼリー強度が大きく、軟らかさの値は小さい傾向があった。また、官能的にも、小麦たん白質を添加したかまぼこは、大豆たん白質を添加したものに比べて弾力が強かった。また、圧出水分率は図示しなかったが、大豆たん白質を添加したかまぼこは平均22.65% (変動係数8.1%), 小麦たん白質を添加したものは平均21.89% (変動係数5.9%) で

あり、大豆たん白質を添加したかまぼこの方が幾分大きかった。

4. 植物性たん白質の物理化学的性状と植物性たん白質添加かまぼこの物性との関係

植物性たん白質の物理化学的性状とこれを5%添加し

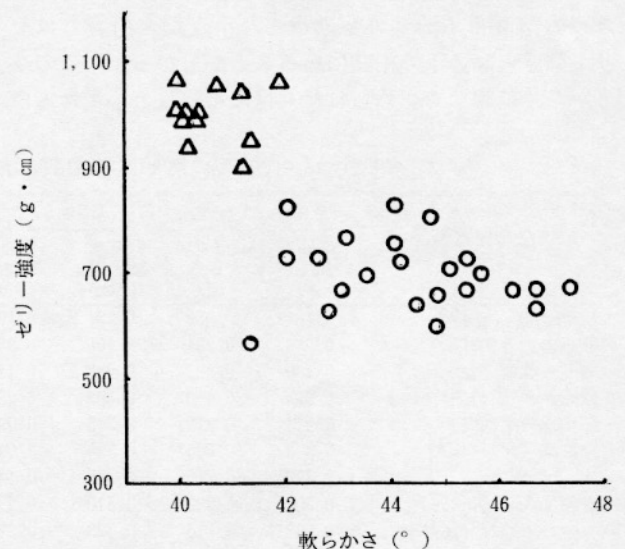


図1 植物性たん白質製品添加かまぼこの軟らかさとゼリー強度
○, 大豆たん白質製品
△, 小麦たん白質製品

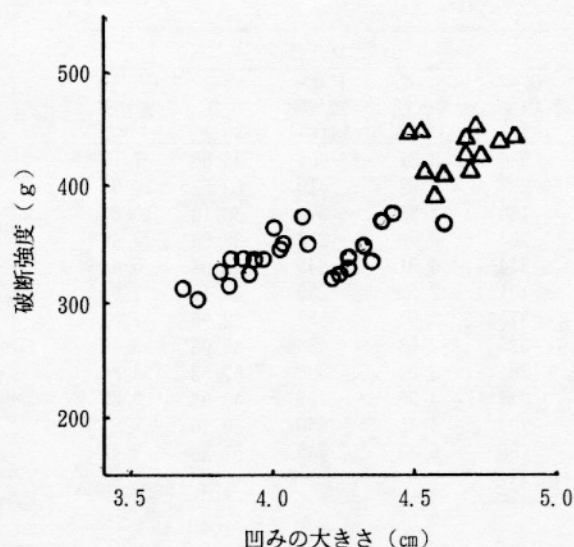


図2 植物性たん白質製品添加かまぼこの凹みの大きさと破断強度

○, 大豆たん白質製品
△, 小麦たん白質製品

て調製したかまぼこの物性との相関関係を表3に示した。

大豆たん白質の全窒素や水-N、ゲルの破断強度や凹みの大きさ、ゼリー強度とかまぼこの圧出水分率との間には高い負の相関があった。また、3%塩化ナトリウム溶液不溶性窒素量(試料の全窒素量-3%NaCl-N)とかまぼこの破断強度、凹みの大きさ、ゼリー強度との間には、それぞれ正の相関があった。

小麦たん白質のゲルのゼリー強度はかまぼこのゼリー強度と、小麦たん白質のゲルの圧出水分率はかまぼこの軟らかさや圧出水分率と正の相関があった。

このように、植物性たん白質を添加したかまぼこの品質、特にゼリー強度は、大豆たん白質では3%塩化ナトリウム溶液に不溶性の窒素量と、小麦たん白質ではゼリー強度と高い正の相関にあることが分かった。このことから、前報¹⁾で認められた大豆たん白質と小麦たん白

質のかまぼこの弾力に及ぼす物理化学的性質の違いが、市販されている植物たん白質においても広く適用できることが確認された。

要 約

市販大豆たん白質(23種類)と小麦たん白質(12種類)のかまぼこの物性に及ぼす影響について検討を行い、次の結果を得た。

- (1) 植物性たん白質の3%塩化ナトリウム溶液可溶性窒素の製品間のばらつきは、大豆たん白質は小麦たん白質に比べて大きかった。
- (2) 小麦たん白質を添加したかまぼこは、大豆たん白質を添加したものに比べて、ゼリー強度は大きく、圧出水分率は小さい傾向が認められた。
- (3) 植物性たん白質添加かまぼこのゼリー強度は、大豆たん白質を添加した場合は大豆たん白質の3%塩化ナトリウム溶液に不溶性の窒素量と、また、小麦たん白質を添加した場合は小麦たん白質自体のゲルのゼリー強度と高い相関があった。

文 献

- 1) 山下民治：日食工誌，**38**，883，(1991)。
- 2) K. YASUMATSU, J. TODA, M. AJIKAWA, N. OKAMOTO, H. MORI, M. KUWAYAMA and K. ISHII: *Agric. Biol. Chem.*, **36**, 523 (1972)。
- 3) K. YASUMATSU, J. TODA, T. WADA, M. MISAKI and K. ISHII: *Agric. Biol. Chem.*, **36**, 537(1972)。
- 4) 日引重幸・栗原道彦・大野 潔：日食工誌，**15**, 359 (1968)。
- 5) 日引重幸・栗原道彦・大野 潔：日食工誌，**15**, 366 (1968)。
- 6) 中村邦典・藤井 豊・石川宣次・首藤勝夫：東海区水産研究所研究報告，**71**，87 (1972)。

表3 植物性たん白質製品の物理化学的性質と植物性たん白質製品添加かまぼこの物性との相関関係

植物たん白質製品の 物性	大豆たん白質製品添加かまぼこ					小麦たん白質製品添加かまぼこ				
	破断 強度 (g)	凹みの 大きさ (cm)	ゼリー 強 度 (g・cm)	軟ら かさ (°)	圧 出 水分率 (%)	破断 強度 (g)	凹みの 大きさ (cm)	ゼリー 強 度 (g・cm)	軟ら かさ (°)	圧 出 水分率 (%)
破断強度 (g)	0.187	0.339	0.281	-0.192	-0.818	0.613*	-0.039	0.461	-0.464	-0.335
凹みの大きさ (cm)	0.069	0.291	0.190	-0.053	-0.785**	0.665**	-0.168	0.796**	0.102	-0.034
ゼリー強度 (g・cm)	0.149	0.332	0.257	-0.177	-0.792**	0.709**	0.369	0.725**	-0.254	-0.212
軟らかさ (°)	0.334	-0.410	-0.403	0.260	0.795**	0.187	0.553	0.400	0.437	0.179
圧出水分率 (%)	-0.214	-0.372	-0.315	0.093	0.868**	-0.376	0.116	-0.221	0.658*	0.683*
全窒素 (%)	0.393	0.586**	0.534*	-0.095	-0.717**	0.130	0.457	0.305	0.153	0.325
水-N (%)	-0.273	0.215	-0.045	0.146	-0.632**	0.459	-0.116	0.287	-0.174	0.422
3%NaCl-N (%)	0.509*	-0.222	-0.410	0.270	-0.250	-0.124	0.319	0.048	0.220	-0.243
(全-水) N (%) ^{*1}	0.587**	0.116	0.339	-0.239	0.309	-0.423	0.508	-0.163	0.251	-0.297
(全-NaCl) N (%) ^{*2}	0.662**	0.628**	0.668**	-0.232	-0.478**	0.174	0.193	0.248	0.031	0.404

*¹ (全-水) N: (全窒素-水溶性窒素)

*² (全-NaCl) N: (全窒素-3%NaCl可溶性窒素)

** : 危険率1%以下, * : 危険率5%以下