

## 酵母タンパク質を混和したかまぼこの性質について

田 端 義 明

Quality of Kamaboko Prepared by Adding Yeast Protein  
to Brayed Fish Meat

Yoshiaki TABATA

To examine the aptitude of single cell proteins (SCP) for use as by-material of Kamaboko (fish paste), the author prepared the Kamaboko mixed with SCP or activated gluten (A-glu). After panel tests and estimations of physical parameters of the preparations, the following results were obtained.

1) According to the results of panel tests for "Ashi" (viscoelasticity property) of the preparations, the preparation mixed with acetic acid assimilating yeast protein (SCP<sub>3</sub>) received better scores than that mixed with A-glu. On the other hand, the preparations mixed with hydrocarbon assimilating yeast proteins (SCP<sub>1</sub> and SCP<sub>2</sub>) received lower scores. Since A-glu is used in practice, SCP<sub>3</sub> may also become available as by-material of Kamaboko.

2) From the results of estimating physical parameters which were made along with panel tests, dissipation factors of viscoelasticity ( $\tan \delta$ ) showed a correlation coefficient of -0.944 against panels' scores. This coefficient was far better than those between other physical parameters and panels' scores.

前報<sup>1)</sup>で単細胞生物タンパク質 (SCP) のアルカリ解膠液における動的粘弾性を測定した結果、酢酸資化性酵母タンパク質は従来から利用されている A-glu に類似した性質がみられ、しかも、動的ずれ弾性率 ( $G'$ ) が大きく、さらに、 $\tan \delta$  の温度依存性が少ないことなどから、水産物製品の副原料として利用可能なことが考えられた。

この報告では、実際に魚肉すり身に各種 SCP および小麦粉より得られた市販の活性グルテン (A-glu) などを混和して試作したかまぼこにおける官能評価について述べる。

また、官能評価と同時に測定された種々の物理的パラメータ値との相関についても調べたので合せて報告する。

## 実 験 方 法

**材料** 炭化水素資化性酵母タンパク質、酢酸資化性酵母タンパク質および活性グルテン (A-glu) は前報<sup>1)</sup>で調製したものを使用した。

冷凍すり身 (大洋漁業株式会社製、天洋丸、無塩すり身、SA 級)

**かまぼこの調製** 冷凍すり身を細切し室温で大半解凍したのち、 $5 \pm 1^\circ\text{C}$  の室で石川式攪拌擂潰機を用いて空ずりを10分間、食塩添加後20分間擂潰し、さらに他の添加物を加えて15分間擂潰したすり身を折径 50mm/m の塩化ビニリデンに詰め、 $40 \pm 1^\circ\text{C}$  で1時間坐らせた後90±

1°C で30分間加熱したものを直ちに流水中で急冷して製品とした。なお添加する食塩および水の量は最終的にそれぞれ $0.55 \pm 0.02M$  および $79 \pm 0.5\%$ になるように調整した。製品の品質評価および物理的パラメータの測定には一夜 $5 \pm 1^\circ C$  の冷蔵庫に放置したものをを用いた。

**$\tan \delta$  の測定および動的弾性率 ( $G'$ )、動的損失 ( $G''$ ) の算出<sup>2)</sup>**  $\tan \delta$  は直続式動的粘弾性測定器 (VIBRON DDV—II型) の改良型を用いて求めた。

複素弾性率  $G^*$  の実数部分は(1)式により示され、本装置における振動荷重、振動変位は(2)、(3)式により求められるように調整した。

$$|G^*| = \frac{F}{4L} \cdot \frac{L}{S} \dots\dots\dots(1)$$

$$F = 10^4 \text{ dyne} \cdot \frac{10^3}{D} \cdot N = \frac{N}{D} \cdot 10^7 \text{ dyne} \dots\dots\dots(2)$$

$$4L = 5 \times 10^{-3} \text{ cm} \cdot A \cdot N = 5 \cdot A \cdot N \cdot 10^{-3} \text{ cm} \dots\dots\dots(3)$$

(1)式に(3)、(4)式を代入すれば  $|G^*|$  は次のようになる。

$$|G^*| \left| \frac{L}{S} \cdot \frac{N}{D} \cdot 10^7 \cdot \frac{1}{5 \cdot A \cdot N \cdot 10^{-3}} \right| = 2 \cdot \frac{L}{A \cdot D \cdot S} \cdot 10^9 \text{ dyne/cm}^2 \dots\dots(4)$$

$$G' = |G^*| \cdot \cos \delta \text{ [dyne/cm}^2] \dots\dots\dots(5)$$

$$G'' = |G^*| \cdot \sin \delta \text{ [dyne/cm}^2] \dots\dots\dots(6)$$

$$\tau = \frac{G'}{\omega G''} \dots\dots\dots(7)$$

ここで  $F$ : 振動荷重,  $S$ : 試料断面積,  $L$ : 試料長,  $4L$ : 振動変位,  $D$ : 読み取り値,  $A$ ,  $N$ : 装置定数,  $\omega$ : rad/sec

なお測定結果に重大な影響を与える条件の一つである温度を制御するため、電子恒温循環装置によって試料取付部のジャケットに温度制御した水を循環させた。

**ゼリー強度** 岡田式ゼリー強度試験器でプランジャー 4 m/m を用いて測定した。

**カード・メータによる破断強度** 飯尾電気(株)製のカード・メータでプランジャー 2 m/m を用い、破断時にプランジャー 1 cm<sup>2</sup> にかかる重さで表わした。

**保水力** 中央理研製の遊離水分測定器で、試料を濾紙の間にはさみ、10kg/cm<sup>2</sup> の圧を3分間かけた後の試料に残存する水分量の元の水分量に対する百分率で表わした。

**官能検査** パネルは当学部食品化学教室の教官および学生の計8名をもって構成し、試験方法として比対照採点法<sup>3)</sup>を用い、“硬さ”、“弾力性”、“歯切れ”および“総合評価”の四項目について評価した。対照試料として常に品質がほぼ一定した市販の一製品を用い、これの各該当項目をそれぞれ10点としてこれよりよいものには+、悪いものには-の点を与えて比較評価した。

## 実 験 結 果

**A-glu** A-glu は水産ねり製品の生地改良剤として市販されているが、官能評価の結果は Table 1 に示すように必ずしもすぐれていなかった。すなわち A-glu を 1% 混和した製品は、ようやく市販の中クラスにランクされ、それ以上の混和では製品の品質を急速に低下させた。従って A-glu はこの場合生地改良剤というより、増量剤とした方が適切と考えられた。

**炭化水素資化性酵母タンパク質** グロブリン系とアルブミン系とに分離して検討した。その結果を Table 2 に示す。

これら2種類のタンパク質は A-glu に比較してかまぼこ副原料としての適性はさらに低い

Table 1. Estimations of "Ashi" (Viscoelasticity) of Kamaboko which was made of brayed fish meat mixed with activated gluten.\*

Samples	G' (x10 <sup>6</sup> )	G'' (x10 <sup>5</sup> )	Tanδ	J. S.	B. S. (g/cm <sup>2</sup> )	W. H. C. (%)	Sensory values			
							Hard.	Elast.	Crisp.	Genl. Eval.
"Ajiichi" (Standard)	1.215	1.831	0.151	409	5669	78.9	10.0	10.0	10.0	10.0
Froz. bred. fish meat	0.473	0.698	0.147	648	10191	82.3	11.2	11.8	11.6	11.4
A-glu 1%	0.537	0.776	0.145	611	8153	79.4	10.0	10.4	9.8	10.2
A-glu 3%	0.391	0.586	0.150	539	3949	77.2	8.4	8.2	7.8	8.2
A-glu 5%	0.248	0.273	0.160	380	3885	70.5	7.8	6.6	6.4	6.6

\* Descriptions for samples, physical parameters and sensory values are as follows:  
 "Ajiichi" : Kamaboko called "Ajiichi" of which "Ashi" is always fairly constant.  
 Froz. bred. fish meat : Kamaboko made of frozen brayed fish meat (3% NaCl).  
 A-glu 1%, 3% and 5% : Kamaboko made of frozen brayed fish meat (3% NaCl) mixed with 1%, 3% and 5% of activated gluten respectively.  
 G', G'' and Tanδ were measured at 30°C and 3.5 Hz.  
 G' : Dynamic elasticity, G'' : Dynamic viscosity, Tanδ : G''/G', J. S. : Jelly strength,  
 B. S. : Breaking strength by curd meter, W. H. C. : Water holding capacity.  
 The dimensions for G' and G'' are shown as dyne/cm<sup>2</sup>.  
 Sensory values were the mean scores by 8 panels. The score for "Ajiichi" was fixed at 10 in every item.  
 Hard. : Hardness, Elast. : Elasticity, Crisp. : Crispness, Genl. Eval. : General evaluation.

Table 2. Estimations of "Ashi" (Viscoelasticity) of Kamaboko which was made of brayed fish meat mixed with hydrocarbon assimilating yeast proteins (SCP<sub>1</sub> of albumin and SCP<sub>2</sub> of globulin).

Samples	G' (x10 <sup>6</sup> )	G'' (x10 <sup>5</sup> )	Tanδ	J. S.	B. S. (g/cm <sup>2</sup> )	W. H. C. (%)	Sensory values			
							Hard.	Elast.	Crisp.	Genl. Eval.
"Ajiichi" (Standard)	1.356	1.862	0.137	416	5202	83.9	10.0	10.0	10.0	10.0
SCP <sub>1</sub> 1%	0.496	0.785	0.158	345	5032	76.6	10.2	9.2	9.5	9.2
SCP <sub>2</sub> 1%	0.539	0.835	0.155	453	6072	81.2	9.6	10.2	10.0	9.8
SCP <sub>1</sub> 3%	0.545	0.952	0.175	327	4310	67.8	6.3	6.3	6.3	6.3
SCP <sub>2</sub> 3%	0.585	1.026	0.175	383	4480	69.9	7.4	6.6	6.8	6.9
SCP <sub>1</sub> 5%	0.687	1.302	0.190	310	3482	40.1	4.0	3.7	3.5	3.8
SCP <sub>2</sub> 5%	0.638	1.222	0.191	358	3885	46.2	6.5	5.4	5.8	5.5
SCP <sub>1</sub> 10%	0.985	2.062	0.209	410	2314	20.5	1.2	1.0	1.2	1.2
SCP <sub>2</sub> 10%	0.879	1.850	0.210	399	3673	27.2	1.8	2.0	2.0	2.0

Descriptions for samples, physical parameters and sensory values are identical with Table 1.

値を示した。ただし混和率が1%未満では官能値に A-glu との間に大差は認められなかった。グロブリン系混和のものは少し軟くなるが、弾力性と歯切れはあまり変化がないようである。これに対してアルブミン系混和のものは硬い感じを与え、弾力性と歯切れで若干劣り、これらグロブリン系とアルブミン系相互の比較ではグロブリン系タンパク質の方が、かまぼこ用副原料として若干すぐれているように思われる。

酢酸資化性酵母タンパク質 これを混和したものについて測定した結果を Table 3 に示す。

Table 3. Estimations of "Ashi" (viscoelasticity) of Kamaboko which was made of brayed fish meat mixed with acetic acid assimilating yeast protein (SCP<sub>3</sub>).

Samples	G' (x10 <sup>6</sup> )	G'' (x10 <sup>5</sup> )	Tan δ	J. S.	B. S. (g/cm <sup>2</sup> )	W. H. C. (%)	Sensory values			
							Hard.	Elast.	Crisp.	Genl. Eval.
"Ajiichi" (Standard)	1.215	1.831	0.150	410	5670	78.9	10.0	10.0	10.0	10.0
SCP <sub>3</sub> 1%	0.487	0.694	0.143	545	7898	79.3	10.2	11.6	9.4	10.4
SCP <sub>3</sub> 3%	0.632	1.077	0.170	418	5350	77.0	9.5	10.0	8.7	9.4
SCP <sub>3</sub> 5%	0.661	1.126	0.170	550	—	73.5	8.5	8.5	8.5	8.5
SCP <sub>3</sub> 5% + Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 0.1%	0.523	0.887	0.169	409	4268	74.3	8.5	9.0	8.7	8.7
SCP <sub>3</sub> 10%	0.772	1.437	0.185	485	—	54.9	6.2	6.0	6.2	6.1

Descriptions for samples, physical parameters and sensory values are identical with Table 1.

このタンパク質は供試試料中最もすぐれた値を示した。すなわち硬さ、弾力性および歯切れなど全ての項目について A-glu よりも良好な結果を示した。1%混和で歯切れが若干落ちたが、硬さおよび弾力性がすぐれ市販品の中以上と認められた。10%混和した場合でも A-glu などのように極端な品質低下を示さず、なおかなりの官能評価が得られた。

**官能値と物理的パラメータ** かまぼこの物理的パラメータすなわち動的弾性率 (G')、動的損失 (G''), 損失正接 (tan δ)、ゼリー強度、カード・メータによる破断強度および保水力などと官能値との関係を Fig. 1~5 に示し同時に各相関係数を併記した。

これらの図にみられるように、tan δ と官能値との相関係数は  $r = -0.944$  を示して負の相関ながら最も高く、G' および G'' のそれはそれぞれ  $-0.831$ ,  $-0.765$  を示した。他のパラ

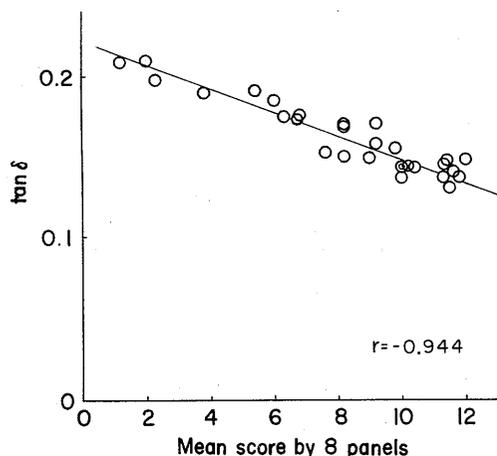


Fig. 1. Correlation between tan δ and sensory values.  
r : Correlation coefficient.

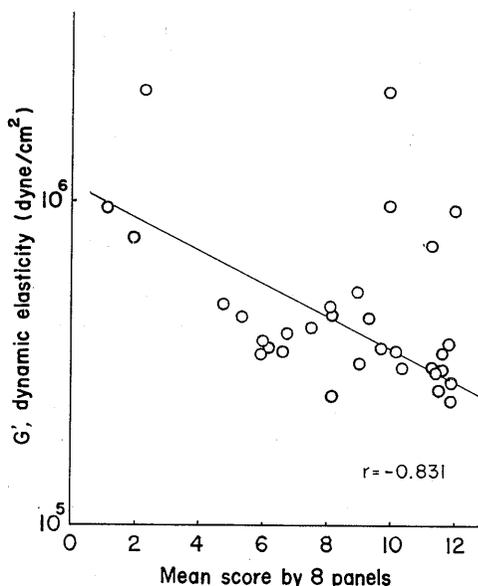


Fig. 2. Correlation between dynamic elasticity and sensory values.  
r : Correlation coefficient.

メータの中では保水力の相関係数が0.917と高い値を示した。

なお tan δ をはじめ動的粘弾性の測定は温度  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 、振動数 3.5Hz で行なった。

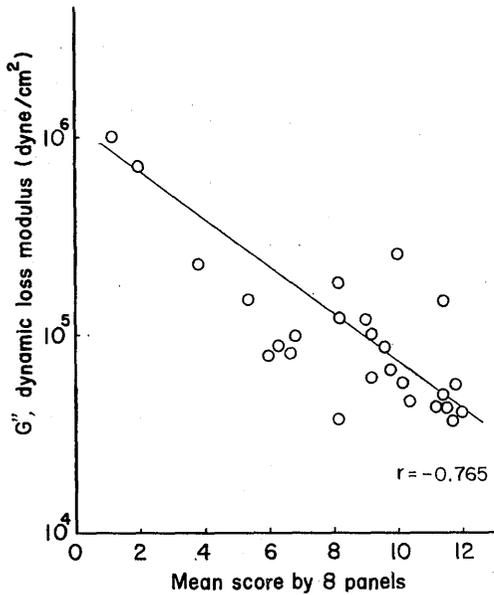


Fig. 3. Correlation between dynamic loss modulus and sensory values,  $r$  : Correlation coefficient.

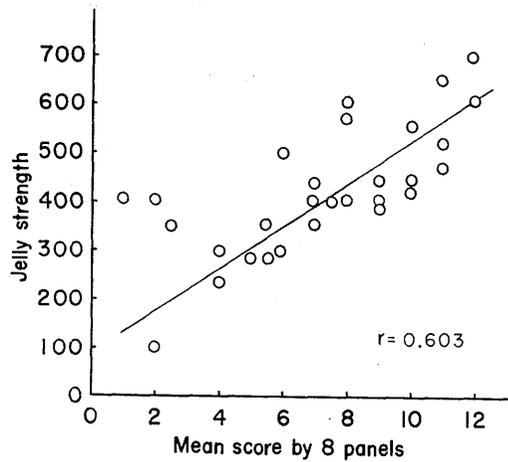


Fig. 4. Correlation between jelly strength and sensory values,  $r$  : Correlation coefficient.

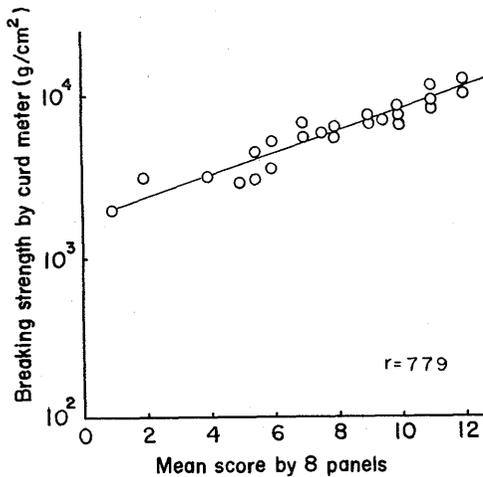


Fig. 5. Correlation between breaking stress by curd meter and sensory values,  $r$  : Correlation coefficient.

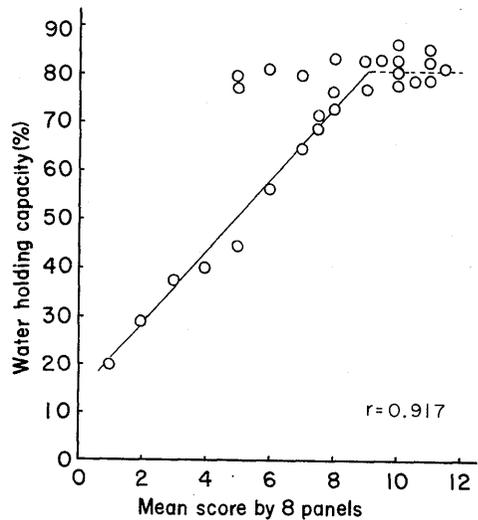


Fig. 6. Correlation between water holding capacity and sensory values,  $r$  : Correlation coefficient.

考 察

以上の実験結果より、かまぼこ副原料としての適性について酢酸資化性酵母タンパク質は A-glu よりもすぐれており、炭化水素資化性酵母タンパク質は A-glu より劣ること、従って酢酸資化性酵母タンパク質は実用化し得ることを明示されたものとする。前文でも述べたように、酢酸資化性酵母タンパク質の有用性はアルカリ解膠液の性質の比較から、あらかじめ予想をたてたものであったが、アルカリ解膠液の性質がただちに中性付近のかまぼこに適用し得る詳細な理由については、なお他の実験や考察を必要とするように思われる。

**$\tan \delta$  ( $G''/G'$ ) およびその他のパラメータと官能値との相関** 減衰振動方式における  $\eta'/G'$  と官能値との相関性が平田<sup>4)</sup>により提唱されたが、高木<sup>5)</sup>は振動数を規定しがたい減衰振動方式においては、 $\eta'/G'$  に比べて  $G''/G'$  の方が変動幅が少ないことから  $G''/G'$  の有用性を述べると共に、コンプレッシブ・タフネスとの相関性を通じて、間接的に官能値との相関性を示した。

強制振動方式は振動数に対する考慮は不必要であり、 $\tan \delta$  と官能値との相関係数は $-0.944$ と高い (Fig. 1)。この相関について母相関係数  $\rho = 0$  の仮説検定を  $t$  検定<sup>6)</sup>で行なった結果も、 $t = r \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2} = 14.9$  ( $n=29$ )、有位水準 $0.1\%$ の  $t$  の限界値 $3.690$ をはるかに越えているので、 $\tan \delta$  の官能値との相関は高いものと考えられる。

$\tan \delta$  に比べれば  $G'$  および  $G''$  と官能値との相関係数ははるかに小さく、口腔内のしゃくで弾性および粘性の総合的な評価がなされているものと考えられて興味深い。なおゴムについては  $\tan \delta$  の有効性が以前より認められているようである。

その他のパラメータの中で、保水力の官能値との相関係数が $0.917$ と高いのが注目されるが、著者の経験よりしても保水力の相関性をかまぼこ一般に認めるには疑問があり、この実験材料に限られた特殊性と考えられる。この点より考えれば官能値と物理的パラメータとの相関については、広い範囲の材料について検討を行なわなければ、一般に適用することは不可能と考えられる。この点は  $\tan \delta$  についても考慮すべき問題で、特に一部の市販かまぼこのように多量のでん粉を含む場合等について、充分吟味を行なう必要がある。

## 要 約

単細胞生物タンパク質、(SCP) のかまぼこ副原料としての適性試験として、SCP および A-glu の試料を混和したかまぼこを試作し、官能試験および種々の物理的パラメータの測定を行なって次の結果を得た。

1. かまぼこの足に対する官能評価の結果、酢酸資化性酵母タンパク質混和のものは、A-glu 混和のものより評価が高く、これに反して炭化水素資化性酵母タンパク質混和のものは評価が低かった。A-glu が実用化されている点より考えて、酢酸資化性酵母タンパク質は、かまぼこの副原料として実用化し得るものと考えられる。

2. 官能評価と平行して測定した物理的パラメータの中では、動的粘弾性における正接損失 ( $\tan \delta$ ) は官能値との相関係数が $-0.944$ であり、他のパラメータに比べて著しく高い相関を示すことが認められた。

この研究は九州大学農学部食糧化学工学科食品製造工学教室の野村男次教授、早川功博士との共同研究である。なお本報告の概要は昭和49年4月26日の日本食品工業学会で連名で発表した。また本稿をまとめるに当たり、種々ご懇切なご指導とご助言を賜わった。厚くお礼申し上げる。

## 文 献

- 1) 田端義明：本誌，No.37，29～37，(1974)
- 2) 後藤廉平・平井西夫・花井哲也：レオロジーとその応用，共立出版，東京 (1957) pp.130
- 3) 吉川誠次：食品の官能検査法，光琳書院，東京 (1967) pp.101
- 4) 平田貞夫：日水誌，30，635～638 (1964)
- 5) I. TAKAGI, : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 39, 661～665 (1973)
- 6) 成実清松・坂井忠次：数理統計学要説，培風館，東京 (1952) pp.123