かまぼこの足について—XI.

足の評価

志 水 寛・清 水 亘

(1960 年 6 月 28 日受理)

“ASHI” OF KAMABOKO—XI*
EVALUATION OF “ASHI”

Yutaka SHIMIZU and Wataru SIMIDU**

Kamaboko is a food something like sausage made of fish meat. The so-called “ashi”, overall rheological properties of this food, has been regarded as the most important quality factor.

The present paper deals with the kinesthetic components of “ashi” which kamaboko gives those who eat it, such as “softness”, “toughness” and “shortness and crispness” and shows how closely they will affect our preference of “ashi”.

(1) The “shortness and crispness” which may be associated with our feelings in cutting a kamaboko off with teeth, and the “toughness” affect our evaluation of the quality of “ashi”, while the “softness” has little or nothing to do with the quality.

(2) The stretching-test has been developed for the purpose of an objective evaluation of the “toughness” of kamaboko. Scores for the “toughness” evaluated by the organoleptic tests correspond to values of the gel-strength which we have defined as the product of the tensile strength (g) and the maximum elongation (cm) of a strip of kamaboko.

水産ねり製品の品質は、外観、味、および“足”の3つの要因いかんによつて評価されるといわれるが、かまぼこのばあい、“足”のよしあしはこの3つの品質要因のうちでもつとも重要視されるようである。“足”という言葉は、ねり製品を口にするときの歯ごたえ、歯ざわり、歯ぎれ等、この食品の物性にもとづく食味の総称であるとみられ、その評価はこれまでもつばら経験的、官能的になされておられ、物性論的考察はあまりなされていないが、近年、製品の品質管理の必要性が認められるにつれて、“足”の質の客観的な表示方法が望まれるようになってきた。

著者らは、“足”を構成するもつとも重要な要素として“足の強さ”をとりあげ、その客観的測定の手段を講ずるとともに、これに影響するいろいろな製造学的要因について研究を進めてきた。しかし、“足のよしあし”の評価は“足の強さ”だけによつてきまるのではなくて、三宅ら¹⁾も指摘したように“歯ぎれ”その他の物性にもとづくいろいろな食感要素がこれに関与していると考えねばならない。

本報は、“足の質”の主観的な評価がどのような食感的要素と結びついているかを官能検査によつて検討するとともに、“足の強さ”の客観的測定法としての引張り試験について若干の改良を加えたものである。

実 験 1.

実験方法

試料 全国各地から集めた 14 種のかまぼこ。

* “Jelly-strength” が“足”のもつ意味を正確に伝えていないと考えられるので、これまで用いていた英文表題 “Jelly-strength of Kamaboko” を本題のように改める。

** 京都大学農学部 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru, Japan).

官能検査

パネル： 京都大学農学部水産化学研究室の研究員6名をもつて構成する。そのうちの3名はねり製品関係の研究に従事していて、その品質には特別の関心をもっており、また他の3名をも含めてこれまでに数回にわたるかまぼこの品質鑑定の経験がある。

試験方法： 14種の試料を7種ずつの2組に分け、順位づけ (ranking test) によつてそれぞれ“足のよしあし”、“やわらかさ”、“足の強さ”、“歯ぎれのよさ”の4項目について各試料をランクする。ただし、“足のよしあし”については判定人の嗜好にしたがつて評価するが、他の3つの項目については嗜好とは無関係にその要因の強さの順に順位をつけるように指示した。試料はすべて約1cmの厚さに切つて試食に供し、試料の提出順序は無作意にきめる。判定に要する時間には制限を設けず、また繰り返しテストも自由とした。

ひつ張り試験

Fig. 1のようなダンベル型のかまぼこ試片を一定速度 (0.33 cm/sec.) でひき伸ばし、破断にいたるまでの伸びと力の関係を記録用紙に自記させる。Fig. 2は著者らが用いた引張り装置と自記装置を模式的に示したものであり、Fig. 3はこれによつて得られた伸び/応力図形の1例である。

Fig. 3において変形曲線、伸びの軸、および破断点から伸びの軸におろした垂線によつて囲まれた扇形の面積は、破断するまでに試料に対してなされた仕事の総和であつて、試料が貯え得る潜状エネルギーの限度*いいかえると試料の内部構造における結合の状態を示すと考えてよいであろう。したがつて、扇形 ABC の面積の大きさをもつてかまぼこの“強さ”を表示すればよいのであるが、面積をいちいち測定することの面倒さを避けるためと、また著者らの目的がかまぼこの強さを比較し得る客観的な指標を得ることにあり、その意味で曲線 AB を直線 AB とみなしても大きな誤りを招かないと考え、試料の最大伸びとその応力の積、すなわち矩形 ACBD の面積をもつてかまぼこのゲル強度と規定することにした。

著者ら²⁾はさらに、引張り試験における破断応力と最大伸びがともに“足の強さ”の主観的評価に関係していることを確かめ、

Fig. 1. Shape and dimension of test specimen.

Fig. 3. Typical force vs. elongation curve for kamaboko strip.

Fig. 2. Schematic diagram of the apparatus used for stretching-test.

① test specimen, ② clamps, ③ carriages, ④ guiding rod, ⑤ driving unit, ⑥ angle-shaped beam, ⑦ point of electric contact, ⑧ electronic relay, ⑨ chains, ⑩ driving unit, ⑪ recording drum, ⑫ pen.

* 応力緩和やクリープ試験の結果からみると、かまぼこの塑性はひじょうに小さいことが分つている。

それらを統計的に処理して次のような“足の強さ”の表示式を導いている。

$$X = \log (1.05 \times F^4 \times L^9)$$

ここで、 X は“足の強さ”， F は破断応力 (10^3 g/cm^2)， L は最大伸び (dl/l_0) である。本式も、上述のゲル強度と本質的には同じ性質の量を取り扱っていることが分る。ただし、そこに与えられた係数が少数の判定人の主観的判定結果からひき出されたものであり、これに特別の意味をもたせることの意義は大きくないと考えられるので、上述のように定義したゲル強度をかまぼこの強さの指標として用いることにする。

実際に引張り試験を行なうばあい、試料誤差を考慮し、同一試料について 3~5 回の測定を行ない、その平均値によつてゲル強度を決定する。

実験結果および考察

“足の質”，“やわらかさ”，“足の強さ”，“歯ぎれのよさ”についてパネルが与えた順位の合計ならびに引張り試験によつて得たゲル強度の値は Table 1 のとおりである。Ranking test において、パネルを構成する各判定人が試料に与えた順位の一致の割合をみるために、Wendall の一致性の係数 $W^{(2)}$ を計算し、これを Friedman の方法で検定したところ、彼等の判定結果はここにとりあげた項目のすべてにおいてひじょうにより一致を示している。これは、このパネルを構成する 6 名の判定人の間で各要因に対する判定規準に混乱がなく、しかも彼等がこの種の食品の品質鑑定にかなり熟練していることを示すものと思われる。

Table 1. Results of ranking tests for quality of “ashi” and the three components.

Expt. Sample		Judges' score for								Gel-strength ³⁾	
		quality of "ashi"		softness		shortness and crispness		"toughness"			
		Score ¹⁾	Rank	Score ¹⁾	Rank	Score ¹⁾	Rank	Score ¹⁾	Rank	10 ³ ·g·cm	Rank
I	1	19	4	29	5	22	4	16	2	19	2
	2	29	5	26	4	24	5	24	5	17	3
	3	17	3	10	1	20	3	22	4	16	4
	4	11	1	12	2	8	1	20	3	9	5
	5	39	6.5	22	3	38	6	40	7	8	6
	6	14	2	38	7	17	2	9	1	28	1
	7	39	6.5	31	6	39	7	37	6	7	7
	W ²⁾	0.817**		0.613**		0.741**		0.728**			
II	1	10	2	39	7	9	1	7	1	18	1
	2	35	6	15	2	34	6.5	35	6	10	6
	3	29	4	28	5	24	4	22	3	11	4.5
	4	8	1	23	4	11	2	11	2	15	2
	5	19	3	22	3	18	3	23	4	11	4.5
	6	31	5	32	6	32	5	32	5	12	3
	7	36	7	9	1	37	6.5	38	7	9	7
	W ²⁾	0.811**		0.611**		0.825**		0.837**			

1) Scores are sum of ranks judged by 6 judges pannel.

2) Coefficient of concordance among judges. ** Significant at 1% level.

3) Values are products of the tensile strength (g) and the maximum elongation (cm) of kama-boko strip as shown in Fig. 1.

パネルが各試料に与えた順位合計の値から各要因別の判定順位を決定し、要因間の順位相関係数 r_s を求めると、Table 2 の値を得た。“足の強さ”および“歯ぎれのよさ”はいずれも“足の質”と強い相関関係にあるが、その有意性から考えると“足のよしあし”の評価に対して“歯ぎれ”の要素は“足の強さ”の要素よりもむしろ強く影響するといえよう。さきの三宅ら¹⁾の指摘を確認するものである。すなわち、“よい足”の条件は“強い足”だけではなくて、これにさらに“歯ぎれのよい”ことが必要である。しかし、“足の強さ”と“歯ぎれのよさ”がまったく独立的な食感とはいえないことは、両者の間の相関係数が高い有意性を示すことから明らかであろう。いつぼう、製品の“やわらかさ”は足の質の評価にあまり影響がないようにみえるが、このことは、さきに著者ら¹⁾によつて製品の地方色として指摘されている。

Table 2. Rank correlation coefficient, r_s between various factors of “ashi”.

		Quality of “ashi” vs. “Softness”	Quality of “ashi” vs. “Shortness and crispness”	Quality of “ashi” vs. “Toughness”	“Shrotness and crispness” vs. “Toughness”	“Toughness” vs. Gel strength
r_s	Expt. I	0.205	0.991**	0.812*	0.787*	0.821*
	Expt. II	-0.571	0.955**	0.929**	0.955**	0.884*

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

主観的測定による“足の強さ”と客観的測定によつて求めたゲル強度の順位の間にもみられる一致性は2回試験においていずれも5%以下の危険率で有意であることを示しており、著者らが定義したゲル強度をもつてかまぼこの“足の強さ”を表示するに充分な根拠を与えるものと考えられるが、以下に述べる実験で、さらに多数の試料についてその妥当性を確かめることにする。

実 験 2.

実験方法

試料：昭和34年秋、仙台市で行なわれた第12回全国かまぼこ品評会出品物の中から選んだ30種のかまぼこ。

試験の方法：試料の“足の強さ”を1～5点の評点法 (scoring test) によつて官能的に評価するとともに、実験1.で述べた方法でゲル強度を測定し、両者の間の関係を検定した。官能試験に用いたパネルは実験1.に用いたと同じであり、scoringに用いた採点規準はTable 3のとおりである。ここで“普通”という等級は、全国各種かまぼこのうち中等程度 (平均) の“足の強さ”をもつてするようにパネルに指定したが、その規準は判定人の経験と主観によつて多少異なるのはやむを得ない。試料の大きさは実験1.におけると同様であり、試料の提出順序はTable 4の試料番号の順であつて無作意にきめてある。

Table 3. Adjectives used in scoring “toughness” and associated weightings.

Weighting of adjectives	5	4	3	2	1
Adjectives used in scoring	ひじょうに強い very tough	強 い tough	普 通 moderately tough	弱 い fraile	ひじょうに弱い very fraile

Table 4. Comparison between subjective and objective evaluation for "toughness" of kamaboko.

Sample			Subjective evaluation		Objective evaluation			
No.	Locality	Style	Total score ¹⁾	Grade ²⁾	Tensile strength (10 ² ·g)	Max. elongation (cm)	Gel strength ³⁾ (10 ² ·g·cm)	Rank
1	Nanao	Boiled	24	B	4.6	5.9	27	3
2	Kyushu	Broiled	26	A	3.3	6.8	22	10.5
3	Miyazu	Steamed	23	B	3.5	6.2	22	10.5
4	Kōriyama	Steamed and broiled	18	C	2.9	5.1	15	21.5
5	"	Steamed	26	A	4.3	5.6	24	9
6	Miyazu	"	23	B	3.4	5.5	19	15
7	Kesenuma	"	13	D	3.1	5.9	18	17.5
8	Eyoton	Steamed and broiled	21	B	2.8	4.6	13	24
9	Wakayama	Steamed	16	C	2.9	5.1	15	22
10	Miyagi	Steamed and broiled	23	B	>2.2	>7.5	>16	12
11	Osaka	"	16	C	1.6	4.1	7	29.5
12	Niigata	"	18	C	2.5	6.8	17	19
13	"	"	18	C	3.0	6.6	20	13
14	Okayama	"	6	D	2.6	2.8	7	30
15	Aomori	Broiled	25	A	5.7	6.5	26	4
16	Turuga	Steamed and broiled	24	B	4.1	6.2	25	6.5
17	Kyoto	Steamed	11	D	2.4	4.3	10	25.5
18	Sizuoka	"	28	A	>3.5	>7.5	>26	1
19	Odawara	"	26	A	4.7	6.4	30	2
20	Hukuoka	"	18	C	2.2	7.3	16	20
21	Odawara	"	22	B	4.0	6.3	25	6.5
22	Sizuoka	"	22	B	4.4	5.6	25	6.5
23	Himeji	Steamed and broiled	22	B	3.1	6.2	19	15
24	Hokuriku	Steamed	15	C	4.5	5.6	25	6.5
25	Wakayama	Steamed and broiled	14	D	2.4	3.2	8	27.5
26	Odawara	Steam ^u d	20	B	3.4	5.5	19	15
27	Tyūgoku	"	15	C	3.6	3.8	14	23
28	Kyoto	"	13	D	2.2	4.4	10	25.5
29	Nagoya	"	16	C	3.0	6.0	18	17.5
30	Himeji	Steamed and broiled	17	C	2.5	3.0	8	27.5

1) Values are sum of scores judged by 6 judges pannel.

2) Samples scored >25, 24–20, 19–15 and <14 are graded A, B, C and D, respectively.

3) Values are products of the tensile-strength and the maximum elongation of kamaboko strip as shown in Fig. 2.

実験結果ならびに考察

“足の強さ”の主観的ならびに客観的測定結果は Table 4 のとおりである。両者の間の関係をみるために全試料を主観的測定結果については評点合計に応じて A (評点 25 以上), B (評点 24–20), C (評点 19–15) および D (評点 14 以下) の 4 階級に分類し, 客観的測定結果についてはゲル強度の大きさの順に 1–30 までの順位をつけた。ただし, ゲル強度の等しいものは順位の平均値を用い, 同順位とした。主観的にランクされた A, B, C, D の各階級に含まれる試料のゲル強度の順位は Table 5 のようになる。

いま, 各級に属する試料のゲル強度の順位が, ランダムであると仮定したばあいと較べて, どの程度の偏りがあるかを検定するために Kruskal-Wallis の

Table 5. Ranks of gel-strength corresponding to the subjective grade of "toughness".

Grade of toughness	Ranks of gel-strength
A	1, 2, 4, 9, 10.5
B	3, 6.5, 6.5, 6.5, 10.5, 12, 15, 15, 15, 24
C	6.5, 13, 17.5, 19, 20, 21.5, 21.5, 23, 27.5, 29.5
D	17.5, 25.5, 25.5, 27.5, 29.5

H 検定⁴⁾を行なうと,

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_i \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1) = 17.32$$

となる。ここに、 c = 試料の組の数, n_i = 各組の試料数, R_i = 各組の試料についての順位合計, $N = \sum n_i$ である。ここで、同順位を扱ったために H を補正すると

$$H_0 = 17.39.$$

いつぼう、自由度 3 の χ^2 分布の 1% 点は

$$\chi_3^2(0.01) = 11.34$$

であるから

$$\chi_3^2(0.01) < H_0.$$

すなわち、官能的に分類された 4 つの区分によつて、それに属する試料のゲル強度の大きさは明らかに異なるのである。しかし、個々の試料について検討してみると、なかには階級と順位の間には多少のずれが認められる。たとえば、試料 (8), (11), (24), (30) など、これは官能試験が多量の試料を割合短時間に扱ったために生じた誤差もあるが、試料中にふくまれる澱粉量の多少が判定人の正確な判断を妨害していることにもよるのであろう。

A, B, C, D の各級に属する試料のゲル強度の平均はそれぞれ 26, 21, 16, 11 であり、全試料平均は 18 である。官能検査に用いた採点規準からいつでも 16~21 程度のゲル強度を全国平均と考えてもよいわけであるが、ここに試験に供したかまぼこはすべて出品物であり全般的に品質が良いために、採点規準もそれだけからくなつていられるから、一応 C 級程度のものを市販品の標準と考えて差支えないと考える。

実験 1, 2 の結果からみて、“足の質”をきめる要素のうち、すくなくとも“足の強弱”は客観的な測定が可能であつて、有力な他の要素である“歯ざれ”についても測定手段を確立することによつて、この種食品の品質の数量的取扱いが可能になるであらう。

本研究に対して有益な意見をよせられた阪大工学部池田潤平講師、日本合成ゴム株式会社二宮和彦氏ならびに試料のしゅう集と実験に協力された吉野耕司氏に厚くお礼を申し述べる。

要 約

(1) かまぼこの食感のいろいろな要素のうち、“歯ざれ”ならびに“足の強さ”の要素は、ともに“足の質”の評価と密接な関係にあるが、“硬さ、やわらかさ”は“足のよしあし”にあまり関係がない。

(2) ねり製品の機械的強度の指標として“ゲル強度”(引張り試験における引張り強度と最大伸びの積)を定義した。

(3) かまぼこの“足の強さ”はゲル強度によつて客観的に表示することができる。

文 献

- 1) 三宅正人・堀口吉重・林孝市郎: 本誌, 21, 1241 (1956).
- 2) 志水 寛・清水 亘: 本誌, 19, 596 (1954).
- 3) たとえば 吉川誠次: 化学の領域, 増刊 36 号, 96 (1959).
- 4) たとえば 吉川誠次: 化学の領域, 増刊 36 号, 84 (1959).