

真空包装かまぼこ保存中の物性変化に及ぼす製造条件の影響^{*1}

赤 羽 義 章

(1985年3月18日受理)

Influences of Processing Condition on the Change in Physical Properties of "Vacuum-packed kamaboko" during Storage

Yoshiaki AKAHANE^{*2}

"Vacuum-packed kamaboko" and "casing-stuffed kamaboko" were prepared from the frozen "surimi" of Alaska pollack ground with 2.5% of NaCl and 20-35% of water. The released water, the expressible water and the hardness by texturometer were measured as the inspection factors of physical properties of these kamaboko during storage at 5°C up to 40 days.

"Vacuum-packed kamaboko" released increasingly rather high level of water during storage, compared with "casing-stuffed kamaboko". Setting of ground meat paste at 5°C (so-called "suwari") before heating at 90°C accelerated the increase of released water from "vacuum-packed kamaboko" during storage. The released water diminished by re-heating at 90°C for 5-25 min after vacuum-packing, whereas in accordance to the periods of re-heating the hardness of kamaboko tended to decrease.

The expressible water of both "vacuum-packed kamaboko" and "casing-stuffed kamaboko" changed little during storage and was maintained at the same level.

Besides, the hardness of the kamaboko showed a tendency to increase during storage at 5°C for 40 days.

真空包装かまぼこなどの包装魚肉ねり製品は保存性にすぐれ、取扱いが簡便なこともあって製品が多様化しつつあるが、流通あるいは保存期間中に包材のフィルムと内容物のかまぼこの間に、経時的に遊離水が発生するなどの問題が依然として残されている。この対策としては加水率を減らしたり、デンプンを添加することが一般的であるが、製品のテクスチャーが硬くなり過ぎたり、保存中にデンプンの老化により硬化するなどの物性変化により食感を低下させることが多い。

一方、かまぼこ製造技術に関する研究は多いが、真空包装かまぼこは製造後消費されるまでの日数が長いにもかかわらず、保存期間中の物性変化に関する系統だった研究は少ない。そこで、真空包装かまぼこ保存中の遊離水の発生などの物性劣化とその防止についての検討を企図し、その一環としてデンプン無添加系において、ケーシング詰かまぼこ真空包装かまぼこの遊離水発生の差、加水率、坐り、真空包装後の再加熱などの製造条件が遊離水の発生や製品の弾力にどのような影響を与えるかについて調べた。

実験方法

ケーシング詰かまぼこ及び真空包装かまぼこの試作 スケトウダラ無塩冷凍すり身(日本水産・峰島丸・特A級)を用い、製品仕上りに対して、食塩2.5%および水を20, 25, 30, 35%添加した4種類の塩すり身を調製した。これらの塩すり身を塩化ビニリデンケーシング(直径32mm, 折径50mm)に詰めて、直ちに90°Cで40分間加熱するか、5°Cで20時間坐らせた後90°Cで40分間二段加熱してケーシング詰かまぼこを試作した。これらのケーシング詰かまぼこのケーシングを剥ぎ、ポリプロピレン・ポリエチレンラミネート袋(25cm×16cm角型)に入れて真空包装し、必要に応じて再加熱することにより真空包装かまぼことした。この一連の操作はFig. 1に示した通りである。

かまぼこの物性の測定 試作したケーシング詰かまぼこ及び真空包装かまぼこを5°Cに冷蔵して、1, 20, 30, 40日目に、Table 1に示す検査項目すなわち遊離水分、圧出水、ハードネスについての経時変化を調べた。

^{*1} 真空包装かまぼこ保存中の物性劣化防止に関する研究—I (Prevention of the Deterioration in Physical Properties of "Vacuum-packed Kamaboko" during Storage—I) 本稿の一部は昭和58年度日本水産学会秋季大会(京都)において発表した。

^{*2} 日本新薬(株)食品技術研究所(Nippon Shinyaku Co., Ltd., Food Research Laboratories, Minami, Kyoto 601, Japan).

Frozen "surimi" of Alaska pollack without NaCl ("Muen-surimi")

- thawed at 10°C for 2 h.
- ground preliminarily for 5 min with silent-cutter.
- ground for 15 min with silent-cutter, adding final concentration of 2.5% of NaCl and 20–35% of crushed ice.

Ground meat paste with NaCl

- stuffed by 80 g portions in polyvinylidene chloride tube casing (32 mm in diameter).
- incubated at 5°C for 20 h, in case setting ("Suwari") applied.
- heated at 90°C for 40 min.
- cooled by chilled water for 30 min.

"Casing-stuffed kamaboko"

- peeled and placed in polypropylene polyethylene laminate film bags.
- packed under vacuum of ca. 10 mm Hg for 10 s.
- heated at 90°C for 0–25 min.
- cooled by chilled water for 30 min.

"Vacuum-packed kamaboko"

Fig. 1. Procedures for the preparations of "casing-stuffed kamaboko" and "vacuum-packed kamaboko".

Table 1. Measuring items used for examining the physical properties of kamaboko

(1) Released water:	Surface water of kamaboko was wiped out with paper towel.
(2) Expressible water:	A sliced section of kamaboko (3 mm, 2.5 g) was put between 3 sheets of filter paper each and applied a pressure of 1 kg for 5 min.
(3) Hardness (T.U.):	A test piece of 15 mm in thickness was applied to texturometer (Zenken type) with a plunger of V type and 1.5 mm clearance.
	$\text{Hardness (T.U.)} = \frac{\text{Measured Values}}{\text{Input Volt}}$
	T.U. means texturometer unit and 1 T.U. is equal to the force of 1 kg weight.

遊離水分はかまぼこを包装のフィルムから取り出し、ペーパータオルを巻き付けて周囲の遊離水を拭き取る操作を2回行ない、重量の減少をもとのかまぼこ重量に対する割合として算出した。

圧出水分の測定にはいくつかの方法¹⁻³⁾があるが、今回は検討の結果次の方法によることにした。すなわち、遊離水分を測定したかまぼこを3 mm (約2.5 g)の厚さに輪切りにし、東洋濾紙 No. 2の上下各3枚の間にはさみ、1 kg、5分間の加圧を行ない、重量の減少をもとのかまぼこ重量に対する割合をもって圧出水分とした。

かまぼこの弾力測定にもいくつかの方法⁴⁻⁶⁾があるが、短時間に非常に多数の試料を処理する必要があるため、岡部の方法⁴⁾及びその他の方法^{7,8)}を参考にして全研式テクスチュロメータによるハードネスの測定を行なった。測定にはV型プランジャを用いて、かまぼこ試料の厚さ15 mm、クリアランス1.5 mmの条件で、一定入力電圧下におけるピークの高さを測定し、次式よりハードネス (T.U.; 1 T.U. は破断応力1 kgに相当) の値を求めた。

$$\text{ハードネス (T.U.)} = \frac{\text{ピークの高さ}}{\text{入力電圧 (V)}}$$

かまぼこの全水分は細切した試料を135°Cで2時間乾燥して測定し、pHは試料に等量の水を加えてホモジネートとして、ガラス電極pHメータにより測定した。

結果と考察

ケーシング詰かまぼこと真空包装かまぼこの保存中の物性変化の比較 すり身をケーシングに詰めて加熱したケーシング詰かまぼこ、ケーシングから中のかまぼこを取り出してラミネート袋に再包装した真空包装かまぼこを、5°Cで40日間保存して物性変化を比較した結果がTable 2である。

遊離水分はケーシング詰かまぼこでも真空包装かまぼこでも加水率の多いC (加水率30%)、D (加水率35%)、が加水率の少ないA (加水率20%)、B (加水率25%)より多かったが、ケーシング詰かまぼこでA~Dそれぞれの遊離水分が保存中にほとんど変化しなかったのに対して、真空包装かまぼこでは保存日数と共に増加して行くことが特徴的に認められた。このようにケーシング詰

Table 2. Comparison of changes in physical properties between "casing-stuffed kamaboko" and "vacuum-packed kamaboko" during storage

"Casing-stuffed kamaboko" and "vacuum-packed kamaboko" added with 4 different level of water (A; 20%, B; 25%, C; 30%, D; 35%) were prepared by following method of Fig. 1, without setting incubation. Each sample was stored at 5°C up to 40 days to determine the released water, the expressible water and the hardness at every 10 days. The moisture and the pH of kamaboko were as follows; Moisture (A; 79.07%, B; 80.49%, C; 81.57%, D; 82.77%), pH (A; 6.84, B; 6.86, C; 6.84, D; 6.85).

Sample	"Casing-stuffed kamaboko"					"Vacuum-packed kamaboko"					
	Periods of Storage at 5°C (days)										
	1	10	20	30	40	1	10	20	30	40	
Released water (%)	A	0.5	0.6	0.6	0.8	0.8	1.4	2.5	3.0	3.4	3.8
	B	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	2.4	3.1	3.9	4.5
	C	1.2	1.2	1.4	1.4	1.5	1.4	3.3	3.4	4.2	5.2
	D	1.7	1.3	1.5	1.7	1.7	2.0	3.5	4.0	4.3	6.3
Expressible water (%)	A	8.8	8.4	8.6	8.4	8.9	8.2	7.9	7.9	8.4	8.1
	B	9.1	9.4	9.2	9.6	10.0	9.2	9.0	9.1	8.6	8.7
	C	10.5	10.7	10.5	10.3	11.1	10.2	9.9	9.9	10.3	10.0
	D	11.8	12.0	12.2	12.1	12.3	11.5	11.8	12.1	11.6	11.5
Hardness (T.U.)	A	2.07	2.07	2.13	2.15	2.26	2.07	2.13	2.21	2.31	2.32
	B	1.26	1.24	1.40	1.49	1.62	1.32	1.54	1.55	1.52	1.60
	C	0.93	1.02	1.07	1.10	1.13	0.98	1.00	1.03	1.02	1.05
	D	0.53	0.64	0.66	0.74	0.86	0.53	0.64	0.71	0.85	0.85

かまぼこで遊離水分の増加が小さいのは、ケーシングとかまぼこがいわゆるアドヒージョン⁹⁾を起して密着性が高まるためであろう。一方、真空包装かまぼこは一度作ったかまぼこを再包装したためフィルムとの密着性が低く、さらに減圧下にあるため水分移動によりフィルムとの間に遊離水が次第に増加したものと考えられる。

圧出水分はケーシング詰かまぼこ、真空包装かまぼこ共に加水率に応じて多かったが、A～Dそれぞれの圧出水分は保存中にはほぼ一定のレベルにあって、あまり変化しない点が共通していた。

また、ハードネスは当然ながら加水率が高いものが低くなっていたが、ケーシング詰かまぼこ、真空包装かまぼこ共に保存中にハードネスが高くなる傾向が見られた。これらのかまぼこはデンプンを含んでいないので、この現象はデンプンの老化による硬化ではない。かまぼこの弾力は加熱直後よりも冷却した方が高くなるとの報告¹⁰⁾があるが、この実験結果も同様な理由によるものと思われる。

坐りが真空包装かまぼこ保存中の物性変化に及ぼす影響 魚肉の塩すり身を 40°C 以下の温度に一定時間放置するいわゆる坐りをした後に 80～90°C の本加熱をする二段加熱によると、かまぼこの足は著しく増強される。そのため、坐りは足の弱いかまぼこや加水率の高いかまぼこで、弾力補強の手段の一つとして応用されている。

そこで、真空包装かまぼこで保存中の物性変化に坐りがどのように影響しているかを知るため、5°C で 20 時間坐らせた後 90°C で 40 分間の本加熱をしたかまぼこを真空包装して、5°C で 40 日間保存した。保存中の物性変化の測定結果が Table 3 である。

Table 2 と Table 3 より真空包装かまぼこの遊離水分の経時変化を対比させたものが Fig. 2 であるが、坐りをしたかまぼこは坐りをしなかったものより明らかに遊離水が多く発生し、保存中に増加している。このように、同一加水率のかまぼこを真空包装して保存した場合に、坐りをしたものが坐りをしないものより遊離水分が多くなることは明瞭な現象である。真空包装かまぼこに限らず、坐りをしてから本加熱するリテーナ成型かまぼこで遊離水が発生しやすいのは、加水率が高いこと以外に坐りという操作自体が関係している可能性がある。しかし、今回の実験では坐りの温度と時間の条件に詳細な検討を加えていないので、これらの点については今後検討したい。

圧出水分について同様に Table 2 と Table 3 を比較すると、加水率の高いもので坐りをしたものの圧出水分がやや少ない傾向のものもあるが、全体的にあまり差が見られなかった。また、ハードネスは坐りをすることによって著しく高くなり、保存の初期に前記の坐りをしないかまぼこと同じようにやや高くなる傾向を示した。

Table 3. Changes in physical properties of "vacuum-packed *kamaboko*" during storage

"Vacuum-packed *kamaboko*" added with 4 different level of water (As; 20%, Bs; 25%, Cs; 30%, Ds; 35%) were prepared by following method of Fig. 1, with setting incubation at 5°C for 20 h. Each sample was stored at 5°C up to 40 days to determine the released water, the expressible water and the hardness were inspected at every 10 days.

Sample	Periods of Storage at 5°C (days)					
	1	10	20	30	40	
Released water (%)	As	1.6	2.8	3.0	4.2	4.5
	Bs	2.6	3.3	4.9	5.5	5.9
	Cs	2.8	5.1	6.1	7.0	8.4
	Ds	3.3	5.7	6.5	8.0	8.9
Expressible water (%)	As	8.2	8.4	8.3	8.0	8.5
	Bs	8.8	9.3	9.4	9.3	8.9
	Cs	10.0	9.9	9.7	9.5	9.5
	Ds	11.0	10.6	10.8	10.5	10.6
Hardness (T.U.)	As	2.54	2.88	2.75	2.84	2.70
	Bs	2.02	2.16	2.20	2.40	2.18
	Cs	1.65	1.67	1.64	1.65	1.70
	Ds	1.20	1.24	1.24	1.28	1.20

Table 4. Influence of re-heating after vacuum-packing on the water release from "vacuum-packed *kamaboko*" during storage

Each sample was subjected to one of 3 heat treatments after vacuum-packing (unheated, 90°C for 5 min, 90°C for 25 min) and stored at 5°C up to 40 days. Refer samples A-D, As-Ds, to Table 2 and Table 3.

Sample	Periods of Heating (min)	Periods of Storage at 5°C (days)				
		1	10	20	30	40
A	0	1.4 (%)	2.5 (%)	3.0 (%)	3.4 (%)	3.8 (%)
	5	0.9	1.1	1.2	1.7	1.9
	25	1.1	1.0	1.3	1.4	1.8
As	0	1.6	2.8	3.0	4.2	4.5
	5	1.2	2.0	2.4	2.6	2.9
	25	1.5	2.0	2.1	2.6	3.0
B	0	1.4	2.4	3.1	3.9	4.5
	5	1.0	0.9	1.4	1.7	1.5
	25	1.0	1.0	1.5	1.4	1.5
Bs	0	2.6	3.3	4.9	5.5	5.9
	5	2.7	2.8	2.8	3.1	3.9
	25	1.9	3.1	3.2	4.0	4.7
C	0	1.4	3.3	3.4	4.2	5.2
	5	1.2	1.3	1.6	2.1	2.4
	25	1.5	1.6	1.5	1.8	2.5
Cs	0	2.8	5.1	6.1	7.0	8.4
	5	2.3	4.1	4.5	4.7	4.9
	25	3.0	3.6	4.0	4.8	4.8
D	0	2.0	3.5	4.0	4.3	6.3
	5	2.1	2.1	3.0	3.5	4.1
	25	1.9	2.1	2.1	3.4	3.6
Ds	0	3.3	5.7	6.5	8.0	8.9
	5	3.4	4.1	4.7	4.8	5.6
	25	3.5	4.1	4.4	5.0	6.2

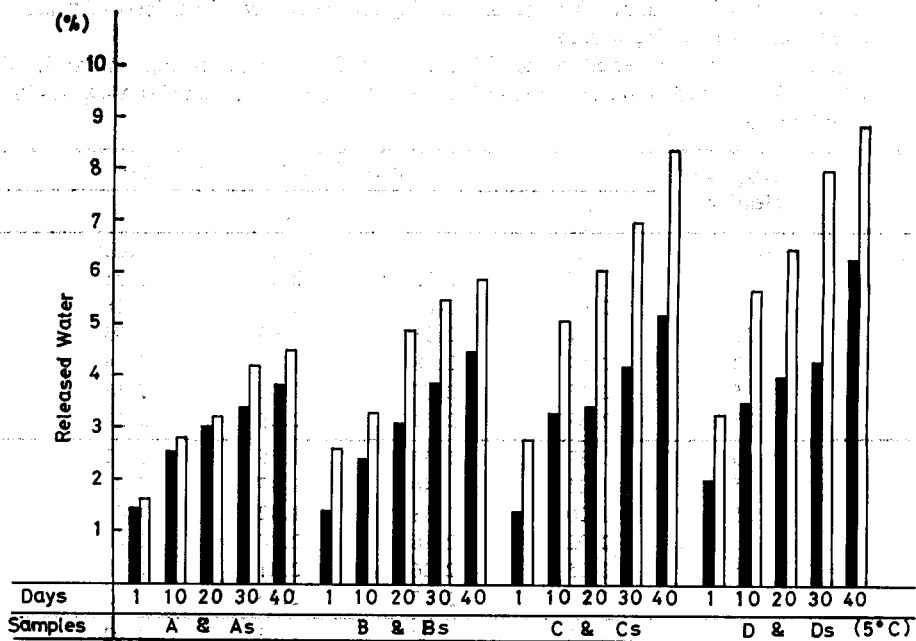


Fig. 2. Influence of setting incubation on the released water from "vacuum-packed *kamaboko*" during storage.

Refer samples A-D (■: without setting incubation), As-Ds (□: with setting incubation) to Table 2 and Table 3.

Table 5. Influence of re-heating after vacuum-packing on the change of the expressible water of "vacuum-packed *kamaboko*" during storage

Each sample was subjected to one of 3 treatments after vacuum-packing (unheated, 90°C, for 5 min, 90°C for 25 min) and stored at 5°C up to 40 day. Refer samples A-D, As-Ds to Table 2 and Table 3.

Sample	Periods-of Heating	Periods of Storage at 5°C (days)				
		1	10	20	30	40
A	0 (min)	8.2 (%)	7.9 (%)	7.9 (%)	8.4 (%)	8.1 (%)
	5	8.8	8.6	8.5	8.7	8.3
	25	8.8	8.5	8.9	8.7	8.4
As	0	8.2	8.4	8.3	8.0	8.5
	5	8.7	8.3	8.4	8.6	8.4
	25	8.8	8.8	8.6	8.8	8.4
B	0	9.2	9.0	9.1	8.6	8.7
	5	9.1	9.3	9.4	9.1	9.3
	25	8.9	9.2	9.2	9.0	9.1
Bs	0	8.8	9.1	9.4	9.3	8.9
	5	8.4	9.5	9.1	9.5	9.5
	25	9.0	9.1	9.1	9.2	9.1
C	0	10.2	9.9	9.9	10.3	10.0
	5	10.7	10.5	10.7	10.3	10.1
	25	10.2	10.4	10.2	10.7	9.7
Cs	0	10.0	9.9	9.7	9.5	9.5
	5	10.6	10.4	10.0	10.1	10.2
	25	10.2	9.3	10.3	9.6	9.2
D	0	11.5	11.8	12.1	11.6	11.5
	5	12.1	12.5	11.7	12.4	11.6
	25	12.6	12.4	12.3	11.8	11.7
Ds	0	11.0	10.8	10.8	10.5	10.6
	5	11.9	11.8	11.3	11.6	11.3
	25	12.3	11.5	11.8	11.2	12.0

Table 6. Influence of re-heating after vacuum-packing on the change of hardness of "vacuum-packed kamaboko" during storage

Each sample was subjected to one of 3 treatments after vacuum-packing (unheated, 90°C for 5 min, 90°C for 25 min) and stored at 5°C up to 40 days. Refer samples A~D, As~Ds to Tables 2 and 3.

Sample	Periods of Heating (min)	Periods of Storage at 5°C (days)				
		1	10	20	30	40
A	0	20.7	2.13	2.21	2.31	2.32
	5	2.01	2.06	2.11	2.16	2.20
	25	1.91	2.06	2.05	1.95	1.98
As	0	2.54	2.88	2.75	2.84	2.70
	5	2.53	2.67	2.72	2.61	2.75
	25	2.68	2.60	2.68	2.51	2.60
B	0	1.32	1.54	1.55	1.52	1.60
	5	1.21	1.40	1.47	1.42	1.34
	25	1.20	1.38	1.42	1.40	1.39
Bs	0	2.02	2.16	2.20	2.40	2.18
	5	2.25	2.26	2.41	2.30	2.21
	25	2.05	2.17	2.26	2.43	2.25
C	0	0.98	1.00	1.03	1.02	1.05
	5	0.87	1.01	1.08	1.16	1.09
	25	0.74	0.94	1.06	1.06	1.06
Cs	0	1.65	1.67	1.64	1.65	1.70
	5	1.65	1.70	1.63	1.81	1.78
	25	1.66	1.73	1.82	1.70	1.63
D	0	0.53	0.64	0.71	0.85	0.85
	5	0.59	0.71	0.73	0.76	0.78
	25	0.54	0.60	0.73	0.78	0.75
Ds	0	1.20	1.24	1.24	1.28	1.20
	5	1.09	1.18	1.17	1.17	1.15
	25	1.01	1.00	1.18	1.13	1.11

真空包装後の再加熱がかまぼこ保存中の物性変化に及ぼす影響 一般に真空包装かまぼこ製造では、真空包装後殺菌のために再加熱が行なわれる。この再加熱の影響を知るため、坐りをせず本加熱したかまぼこ A (加水率 20%), B (加水率 25%), C (加水率 30%), D (加水率 35%) と坐りをした後本加熱したかまぼこ As (加水率 20%), Bs (加水率 25%), Cs (加水率 30%), Ds (加水率 35%) を真空包装して、90°C で 0, 5, 25 分間の再加熱をし、5°C に 40 日間保存して物性変化を調べた。

Table 4 は遊離水分の変化についてまとめたものである。これより明らかなように、真空包装後再加熱することにより、A~D, As~Ds 共に遊離水の発生はかなり抑制され、5 分間の短時間の再加熱で効果が現われ、25 分間加熱してもあまり変化しなかった。再加熱により遊離水の発生が抑えられる原因としては、真空包装を開封したときの所見から、再加熱によってフィルムが収縮することなどによりかまぼこの密着性が高まることに関

係しているように思われる。

圧出水分については Table 5 にまとめた通りである。A~D, As~Ds 共に加水率に応じて圧出水が多かったが、それぞれの圧出水は保存期間中あまり変化せず、ほぼ同じレベルを保っており、再加熱によっても特に減少したり増加することはなかった。

ハードネスの変化については Table 6 に示したが、保存 1 日目で比較すると、坐りをしなかった A~D では D を除いて再加熱によりハードネスが低下する傾向が見られた。一方、坐りをした As~Ds では再加熱してもハードネスが低下しにくく、As や Cs ではむしろハードネスが上昇する場合も認められた。しかし、過度の再加熱はかまぼこの足を劣化することになるので、予備加熱としての坐りとそれに続く本加熱及び真空包装後の再加熱については、総合的な関係を考慮に入れた加熱条件の設定が必要であると考えられる。

る謝意を表します。本研究に際し、貴重なる助言と協力を頂いた、当研究所沢田玄道所長をはじめ、駒井正一、阿武尚彦、西浦康雄の諸氏に深謝致します。

文 献

- 1) 志水 寛・藤田功夫・清水 亘：京大食研報告，No. 21, 51-58 (1958).
- 2) E. WIERBICK and F. E. DEATHERAGE: *J. Agr. Food Chem.*, 6, 387-392 (1958).
- 3) 岡田 稔：東海水研報，No. 36, 21-126 (1963).
- 4) 志水 寛・清水 亘：日水誌，26, 911-916 (1960).
- 5) 三宅正人・田中明子：日水誌，35, 311-315 (1969).
- 6) 岡部元雄：調理科学，4, 156-162 (1971).
- 7) 丹羽栄二・小長谷庸子・三宅正人：農化，46, 295-301 (1972).
- 8) 山野善正・江本三男・吉岡正久・福井義明：日食工誌，20, 358-363 (1973).
- 9) 横山理雄：日水誌，32, 1023-1030 (1966).
- 10) 丹羽栄二・中山照雄・浜田 巖：日水誌，49, 245-249 (1983).