



Title	新しく設計したプラスチック容器によるホタテ貝柱製品について
Author(s)	高間, 浩蔵; TAKAMA, Kozo; 加藤, 達哉 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 40(1), 58-64
Issue Date	1989-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24019
Type	departmental bulletin paper
File Information	40(1)_P58-64.pdf



新しく設計したプラスチック容器によるホタテ貝柱製品について

高間 浩蔵*・加藤 達哉*・伊勢谷善助**
杉浦 訓**・増尾 英明***

Quality of Scallop Adductor Muscle Sterilized in a Newly Designed Plastic Container

Kozo TAKAMA*, Tatsuya KATO*, Zensuke ISEYA**,
Satoshi SUGIURA** and Hideaki MASUO***

Abstract

A plastic container for M-sized ($30\text{ g} > M \geq 21\text{ g}$, by weight after the primary heat-treatment) scallop adductor muscles was newly designed based on data concerning weight, height and diameter of the muscle at each thermal processing step; i.e., primary and secondary heat-treatments and retorting, respectively.

The muscles were packed in the plastic container, and they were offered to determine the influences of 113°C -retorting on the qualities of the muscles.

The values of f_h and j were obtained from the heating curve as 7.5 (min) and 0.75, respectively.

The velocity constant of the browning development ($k_b[1/\text{min}] = 0.110$) of the muscle was relatively close to that of glycogen decrement ($k_c[1/\text{min}] = 0.129$) during the retorting.

The moisture and glycogen contents, and the browning in the muscle during storage in a dark place at 20°C scarcely changed until 4 months.

It was concluded that the plastic container is useful for maintaining the quality of short-term (several months) storage of scallop adductor muscles.

結 言

ホタテガイは北海道沿岸における重要な水産資源のひとつであるが、季節的な毒化による出荷規制は大きな問題である。しかし、毒化ホタテガイも加熱処理により無毒化することが明らかにされ、食品衛生的にも缶詰製品の安全性が示された¹⁻³⁾。

最近の食品包材・容器の多様化は目ざましく、とくにファッション性や利便性などの点からプラスチックを素材とする各種製品が使用されるケースが多くなった。本研究では、以上の諸点を踏まえ、ホタテ貝柱用として新たに設計、試作したプラスチック容器を用い、加熱殺菌工程および貯蔵中における貝柱の品質について、とくに褐変に注目し、本容器の特性を検討しようと

* 北海道大学水産学部食品化学第二講座
(Laboratory of Food Hygiene, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部水産食品製造実習工場
(Training Factory for Food Processing, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

*** 東洋製缶株式会社技術本部プラスチック容器技術部
(Plastic Container Technical Department, Technical Headquarters, Toyo Seikan Kaisha, Ltd.)

した。

実験方法

材料 北海道砂原町で水揚げされたカゴ養殖ホタテガイのほか、市販生鮮むき身ホタテガイを用いた。容器設計のために供試した材料は、昭和61年8月に水揚げしたものを、製品の貯蔵試験には、昭和62年6月に水揚げしたものである。

プラスチック容器詰製品の製造 研究室に持ち帰った材料ホタテガイを直ちに沸騰2%食塩水中に投じ、沸騰4分間を一番煮熟とした。冷却後、脱殻、内臓除去して貝柱を得た。これをあらたに調製した2%食塩水中にて2分間沸騰させて二番煮熟を行った。終了後、冷水中に10分間さらしたのち水切りしプラスチック容器に詰め、2%食塩水を満注してヒート・シーラー（シンワ機械製SN-1S型）で密封した。次いで高温高圧調理殺菌機（日阪製作所製RCS-40RTG型）を用い、置換式プログラムで殺菌した。加熱殺菌中の温度およびF値のモニターは、エラグ社製サーモプロセッサ（CMC-821型）によって行った。

水分量の測定 乳鉢で充分に磨砕した貝柱の一定量を105~110°Cの常圧乾燥法による重量減少量から算出した。

褐変度の測定 磨砕検体の一定量について、林・高木⁴⁾の5% KOH・メタノール溶液による消化法によって褐変度を測定し、波長400nmにおける乾物1g当りの吸光値（E-Value）として表示した。

グリコーゲンの定量 磨砕検体をアルカリ消化によって液化したのち、アルコール沈でんで生じたグリコーゲンを酸水解して得られるグルコースを定量して測定するHagedorn-Jensen法のHanes改良法⁵⁾に準じた。

アミノ態-Nの定量 磨砕検体の一定量に10%トリクロル酢酸溶液を加えてホモジナイズ後、定容して調製した検液についてFormol滴定法によってアミノ態-N量を測定した。

結果および考察

容器の設計 一番煮熟後に得られた貝柱の重量を測定し、30g以上をL、21g以上30g未満をM、21g未満をSとしてそれぞれサイズ毎に分別した。これら、およびこれらの二番煮熟後、ならびに109°C 62分間加熱殺菌後の貝柱の重量（W g）、厚さ（H mm）および直径（D mm）を測定した。ここで、殺菌温度に109°Cを採用したのは、商業的には平2号缶詰で109°C、80~90分が適用されていることを参考にしたためである。結果をTable 1に示す。加熱処理による貝柱の収縮の程度は、重量減少で最も大きく16~19%に及ぶ。しかし、容器設計上は内容物の厚さと直径の変化が問題となる。直径の収縮変化率は±4%弱にすぎずほとんど影響がないとしても、厚さの減少変化率は二番煮熟で1~4%、二番煮熟から殺菌終了の間でL約11%、MおよびS 8%強を示し、主に厚さを考慮した容器設計が必要となった。これらのデータを基にMサイズを製品化する対象として容器高さ（深さ）を22.0 mmと設定した。また、貝柱の身くずれを防ぐことを考慮して1個毎が納まる形とし、容器1/2高さにおける直径を40.0 mmと設定した。設計図をFig. 1に示す。なお、素材は、エチレンビニルアルコール共重合体樹脂をポリプロピレン樹脂ではさんだ3層積層の0.45 mm厚さのものである。このものは、酸素透過度0.05 ml (22°C, 60% RH)~0.4 ml (30°C, 80% RH)/m²・24 h・atm、水蒸気透過度0.9 g/m²・24 hのバリアー特性を有している。

容器の熱伝導特性 本試作容器を用いても、109°C殺菌条件ではF₀=4に達するまでには実質加熱時間が74分を要することから、以後の実験では、殺菌温度を113°Cに固定して行った。缶詰

Table 1. Variation in size of scallop adductor muscles during thermal processing.

Size	Primary heat treatment in a boiling 2% NaCl soln., for 4 min	Secondary heat treatment in a boiling 2% NaCl soln., for 2 min	Retorting at 109°C, for 62 min ($F_0 = 3.18$)
L: W±SD (g)	32.4 ± 2.7	30.2 ± 2.6	26.1 ± 2.0
range (g)	30.2 - 36.8	27.8 - 34.4	23.9 - 29.1
H±SD (mm)	25.8 ± 2.2	24.8 ± 1.3	22.2 ± 1.3
range (mm)	23 - 28	23 - 26	20 - 23
D±SD (mm)	41.4 ± 1.1	40.4 ± 1.1	40.8 ± 1.3
range (mm)	40 - 43	39 - 41	39 - 42
M: W±SD (g)	24.7 ± 2.6	23.0 ± 2.6	20.3 ± 2.1
range (g)	21.1 - 29.3	19.4 - 27.6	16.9 - 24.0
H±SD (mm)	24.5 ± 1.9	23.6 ± 2.0	21.7 ± 1.4
range (mm)	21 - 30	20 - 30	20 - 24
D±SD (mm)	37.4 ± 1.8	35.9 ± 1.8	36.5 ± 2.3
range (mm)	30 - 40	30 - 39	31 - 40
S: W±SD (g)	18.7 ± 1.8	17.6 ± 1.7	15.6 ± 1.4
range (g)	14.6 - 20.9	13.8 - 19.7	12.6 - 17.3
H±SD (mm)	21.4 ± 1.8	21.2 ± 1.9	19.6 ± 1.7
range (mm)	18 - 24	19 - 25	17 - 22
D±SD (mm)	32.5 ± 1.7	32.9 ± 1.7	33.6 ± 1.3
range (mm)	30 - 36	30 - 35	31 - 36

L ≥ 30 g, 30 g > M ≥ 21 g, S < 21 g by weight after primary heat treatment; W: weight, H: height, D: diameter

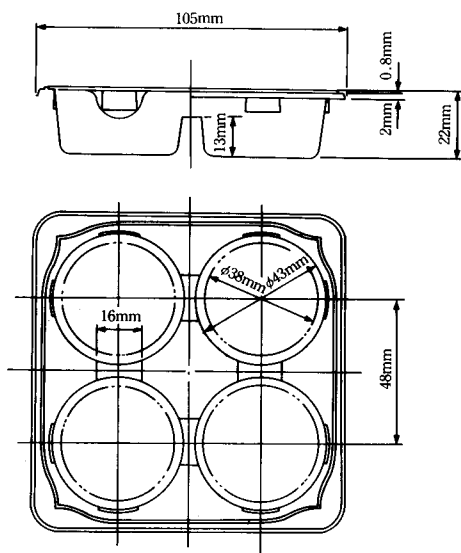


Fig. 1. Shape of the plastic container designed for M-sized scallop adductor muscles.

Fig. 2. Heating curve of scallop adductor muscles in the plastic container.
 te: Retort temperature, tc: Internal temperature.

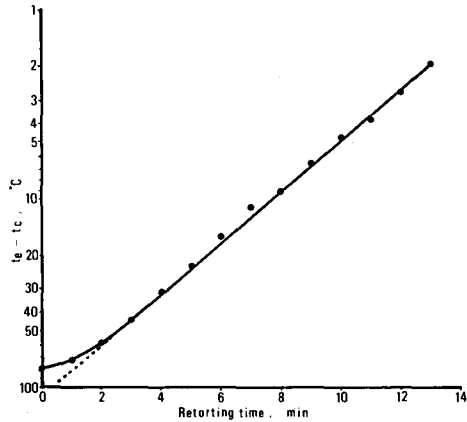


Table 2. Influence of retorting time at 113°C on moisture, glycogen and amino-nitrogen contents and on browning of scallop adductor muscles.

	Retorting time, min				
	0 ($F_0=0$)	10 ($F_0=1.30$)	20 ($F_0=2.15$)	30 ($F_0=3.95$)	40 ($F_0=5.75$)
Moisture (%)	78.7	70.5	71.7	74.9	73.6
Glycogen (mg/g of dry matter)	5.2	1.4	0.5	0.4	0.6
(mg/ml of liquid)	0.05	0.09	0.07	0.07	0.06
Amino-N (mg/g of dry matter)	13.4	6.8	6.8	7.8	7.3
(mg/ml of liquid)	0.33	0.45	0.45	0.54	0.51
Browning (E_{400} /g of dry matter)	1.67	2.21	2.53	2.69	2.49

の加熱殺菌法で常用される手法^{6,7)}を本容器へも適用することにより、容器の熱伝導特性を示す fh および j 値の測定を行った。加熱温度 (te) ならびに品温 (tc) の測定データを用い、 $[te - tc]$ の対数をタテ軸に、加熱時間をヨコ軸にとって図示すると Fig. 2 のようである。殺菌開始時間の補正は缶詰の場合と同様、レトルト温度が所期設定温度 (本実験では 113°C) に到達した時間の 42% 前として行い、Fig. 2 より、 $fh=7.5$ (分)、 $j=0.75$ が求められた。

加熱殺菌中の貝柱水分量の変化 Table 2 に殺菌時間と貝柱水分含量の関係を示す。二番煮熟を終え容器詰めした段階 (殺菌時間 0 分) の貝柱水分は 78.7% であったが、10 分間の加熱殺菌で 70.5% となり、約 10% の水分減少が起こった。しかし、それ以上の殺菌時間の延長ではむしろ水分減少は軽減した。 $F_0=4.0$ 以上、すなわち 30 分以上の殺菌では、5~6% 程度の水分減少であった。このことから、殺菌加熱初期は貝柱筋肉の収縮による脱水が速やかに起こるが、引き続きその後の加熱過程で再び復水するような貝柱筋肉の物理的組織変化が進行するものと推察された。

褐変の進行 同じく Table 2 に殺菌時間と貝柱の褐変度の関係を示した。今、初期 (殺菌時間 0 分) 褐変度 (1.67) を a 、極大褐変度 (1.02 (=2.69-1.67)) を A とし、ある殺菌時間後の褐変増大量を x とし $x/(A-x)$ の対数をタテ軸に、殺菌時間をヨコ軸にとってプロットすると Fig. 3 のようになる。すなわち、殺菌加熱後 25 分まではほぼ直線関係を示した。褐変の反応速度定数を k_B とすれば、 k_B はこの直線の勾配から求めることができ、 $k_B[1/\text{min}]=0.1103$ が得られた。また、113

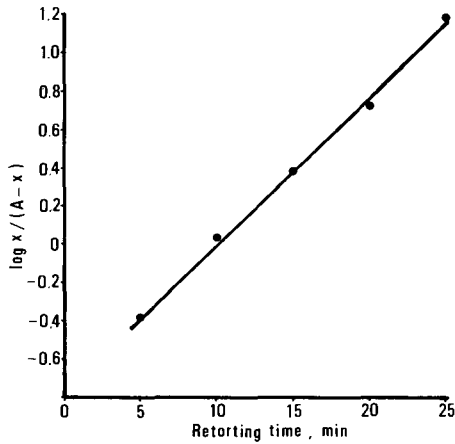


Fig. 3. Browning development in scallop adductor muscles during processing at 113°C.

x : Increased E-value after retorting for a certain period, A : Maximum E-value

°C 加熱殺菌では貝柱の褐変は約 30 分で極大に達するものと判断された。

グリコーゲン量の変化 加熱殺菌時間と貝柱および液汁中のグリコーゲン量の関係を Table 2 に示してある。グリコーゲンは貝柱褐変の原因物質のひとつと考えられるが、液汁中のグリコーゲン量の加熱殺菌時間による変化が極めて僅少であり無視できる程度であることから、加熱殺菌工程での貝柱から液汁へのグリコーゲンの溶出移行はほとんどないものと思われる。したがって、貝柱中のグリコーゲン量の減少は、加熱殺菌中に分解しその多くが褐変反応に関与するためと考えられるが、とくに殺菌加熱初期に顕著な減少が認められた。Tanaka ら⁸⁾も、110°, 115° および 120°C の温度でいずれの場合も $F_0=5.65$ になるように加熱殺菌したサバ水煮缶詰の品質について検討し、グルコースの著しい減少と肉タンパク質の有効性リジンの減少に基づく褐変の進行することを報告している。そこで貝柱について、ある殺菌加熱時間後におけるグリコーゲン減少量を x, 初期グリコーゲン量を a とすれば、ある殺菌時間後のグリコーゲン残存量は a-x となり、表中の測定値に相当する。ここで、 $a/(a-x)$ の対数をタテ軸に、加熱殺菌時間をヨコ軸にとってプロットすると Fig. 4 のようになる。すなわち、約 20 分の加熱殺菌までは、ほぼ直線関係が認められた。貝柱の加熱殺菌工程におけるグリコーゲン減少にかかわる反応速度定数を k_c とすれば、Fig. 4 の直線の勾配から求められ、 $k_c[1/min]=0.1290$ が得られた。この値は、前述の褐変反応速度定数 ($k_B[1/min]=0.1103$) に近似するものであり、グリコーゲンの減少と褐変の進行との間に

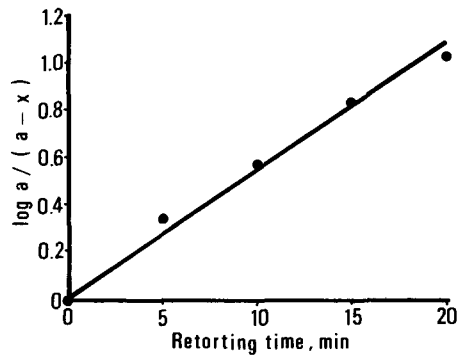


Fig. 4. Glycogen loss in scallop adductor muscles during processing at 113°C.

a : Initial amount of glycogen, x : Decreased amount of glycogen after retorting for a certain period.

Table 3. Changes in moisture, glycogen and amino-nitrogen contents and development of browning in sterilized scallop adductor muscles during storage in a dark place at 20°C.

	Storage period, months			
	0	2	4	6
Moisture (%)	81.7	81.2	80.8	81.0
Glycogen (mg/g of dry matter)	2.6	2.6	2.6	1.5
Amino-N (mg/g of dry matter)	1.5	1.7	8.4	6.4
Browning (E_{400} /g of dry matter)	3.84	2.77	3.52	4.48

Sterilization condition: 113°C for 38 min, $F_0=4.85$

密接な関係のあることを示すものと判断された。

アミノ態-N量の変化 貝柱および液汁中のアミノ態-N量と殺菌時間の関係について Table 2 に示してある。貝柱中のアミノ態-N量は殺菌加熱初期に著しい減少をみるが、それ以上の殺菌時間経過中にはほとんど変化がない。しかし、液汁中では殺菌時間の延長とともに極めてわずかながらアミノ態-Nが増大する傾向が認められた。貝柱中のアミノ態-N量の変化と貝柱褐変の進行との間には、明瞭な相関が認められないが、これは褐変反応が遊離アミノ酸との反応に加えて、タンパク質アミノ基、とくにリジンのε-アミノ基との反応も進行するためと考えられる。

20°C、暗所に貯蔵中の貝柱水分量、褐変度、グリコーゲン量およびアミノ態-N量の変化 これまでの実験とは異なるホタテガイを材料とし、113°C、38分間の加熱殺菌を行い $F_0=4.85$ の製品を調製し、20°C、暗所に貯蔵した。6ヶ月間の貯蔵中、2ヶ月毎にとり出し、各種項目について測定した結果を Table 3 に示してある。表より明らかなように、貝柱の水分含量は貯蔵6ヶ月間81~82%であり、ほとんど変化しないものと判断された。また、貯蔵4ヶ月間は、褐変度およびグリコーゲン量においてもほとんど変化が認められなかった。しかし、その後の2ヶ月間の間にグリコーゲンが減少し、貝柱の褐変度も増大した。一方、アミノ態-N量は増大し、とくに貯蔵4ヶ月後に顕著な増大を示した。この傾向は、 $F_0=1$ 程度の製品について行った予備実験の結果（データは示さない）でも同様に認められた。

Taguchi ら⁹⁾ は、マグロ油漬缶詰の10年間の長期貯蔵中の品質変化を検討し、煮熟、殺菌中にグルコースが激減することのほかに、その長期貯蔵中にわずかながらタンパク質の分解が進行することを報告している。本実験は6ヶ月間の短期貯蔵の結果であり、長期貯蔵結果と直接対比することはできないものと思われる。しかしながら、予備実験で Hsu らの方法を改良した Satterlee らの方法¹⁰⁾ に準じ、トリプシン、キモトリプシン、ペプチダーゼの3種酵素混合系および微生物プロテアーゼを用いる多酵素法によって測定した人工消化率でも貯蔵0ヶ月目78.8%、2ヶ月目79.6%であったが、4ヶ月目では81.9%となり、貯蔵期間の延長とともに貝柱の消化性が増大した。したがって、20°Cに貯蔵した場合、貯蔵4ヶ月前後で貝柱タンパク質の一部構造変化と分解、いわゆる容器詰水煮食品の熟成と考えられる変化が進行するものと推察された。

本研究に供したプラスチック容器は、Mサイズのホタテ貝柱を4個、個別に納める形態とし、イーザーオープンの利便性をも考慮して設計した。長期間保蔵性を優先するには、従来の缶詰製品に勝るものはないとしても、数ヶ月間程度の保蔵性を問題にするならばプラスチック容器詰でも十分に可能である。また、本試作容器は、貝柱を個別に納めるために機械的な振動等による身くずれがなく、殺菌による保蔵性と貝毒分解に基づく食品衛生上、有利なホタテガイ流通形態のひとつであると結論された。

文 献

- 1) 野口玉雄・上田要一・尾上義夫・河野迪子・小山絹江・橋本周久・妹尾芳郎・三島 進 (1980). PSPにより毒化したホタテガイの缶詰製造中における毒性値の変化. 日水誌 46(10), 1273-1277.
- 2) 野口玉雄・上田要一・尾上義夫・河野迪子・小山絹江・橋本周久・竹内俊郎・妹尾芳郎・三島 進 (1980). PSPにより著しく毒化したホタテガイの缶詰製造および貯蔵中における毒性値の変化. 同誌 46(10), 1339-1344.
- 3) 浅川 学・高木光造 (1983). 麻ひ性貝毒に対する pH, 加熱の影響. 北大水産彙報 34, 260-263.
- 4) 林 賢治・高木 徹 (1980). 調味加工品サキイカの褐変に関する研究-II. サキイカの褐変度の表示法とその応用. 日水誌 46(1), 87-90.
- 5) 村山繁雄 (1982). 魚介類のグリコーゲン, p. 208-210. 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編. 食品分析法 929 p. 光琳, 東京.
- 6) 芝崎 勲 (1983). 新・食品殺菌工学. 463 p. 光琳, 東京.
- 7) 保坂秀明 (1972). 食品工学入門 一基礎と操作一. 343 p. 化学工業社, 東京.
- 8) Tanaka, M., Nagashima, Y. and Taguchi, T. (1985). Quality comparison of canned mackerel with the equal lethality. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 51(10), 1737-1742.
- 9) Taguchi, T., Tanaka, M., Okubo, S. and Suzuki, K. (1982). Changes in quality of canned tuna during long-term storage. *Ibid.* 48(6), 855-859.
- 10) Satterlee, L.D., Marshall, H.F. and Tennyson, J.M. (1979). Measuring protein quality. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 56, 103-109.