

# 冷凍アサリの開殻技術

川口 友彰\*1

## Shell-opening Technique for Frozen Short-neck Clam

Tomoaki Kawaguchi

アサリは冷凍すると開殻し難くなることが知られている。そのためアサリ加工品製造では、原料には生鮮貝を用い、製造時期は漁期に限られるという課題がある。そこで本研究では、冷凍アサリを開殻できる条件について検討した。その結果、冷凍アサリは沸騰水・水蒸気・マイクロ波で直接加熱すれば開殻することがわかった。また、沸騰水・水蒸気により短時間加熱することで、調理後開殻可能な状態に解凍できることがわかった。この結果に基づき、水蒸気による急速解凍後、レトルト処理することでレトルト殻付アサリの製造が可能であることを明らかとした。本開殻技術により、冷凍殻付アサリをアサリ加工品製造原料として使用することができるようになり、年間を通じた製造が展開可能である。

### 1 はじめに

殻付アサリの加工は生鮮貝を原料とするため、加工品製造期間がアサリの旬の時期に限られている。そのため、長期間保存可能な冷凍殻付アサリを利用した加工品製造技術が求められている。

しかし、冷凍アサリは加熱調理しても殻が開かなくなることが多いことが知られており<sup>1)</sup>、開殻しない貝は消費者に死貝と判断されるため商品価値が著しく低下する。冷凍アサリが加熱調理で開殻しなくなる原因はこれまでに明らかにされていないが、滝口<sup>2)</sup>は、凍結・解凍に伴う細胞破壊によって貝肉から溶出した結着性タンパク質が、貝肉と殻の結着を強めることによるという仮説を提案している。この仮説に基づき、沸騰水中で20秒以上加熱（結着性タンパク質の熱変性処理）して凍結すれば、凍結・解凍条件に関わらず加熱調理で開殻することを報告している<sup>2)</sup>。しかし、この凍結前加熱技術による“九州産”冷凍殻付アサリは見当たらず、近年求められる“産地による差別化”に対応することができていない。また、アサリ加工業者が自社で凍結前加熱処理により、原料冷凍アサリを製造・保管することも考えられるが、アサリ加工品製造と同時期（どちらも生鮮貝が調達できる時期に限られるため）に行うことは困難であると思われる。

そこで本研究では、所望の産地を選択でき、アサリ加工業者で冷凍保存・用時開殻処理が可能となるよう、一般的な冷凍庫で緩慢凍結したアサリを利用した開殻

技術を開発することとした。

### 2 研究, 実験方法

#### 2-1 試料

アサリは2018年5月に熊本県産の生鮮貝を購入した。アサリの重量は3.8 gであった。砂抜き後、生鮮貝はそのまま使用し、冷凍貝は冷凍庫（-30℃）で凍結した。各試験条件で10~30個のアサリを使用した。

#### 2-2 冷凍アサリの直接加熱による開殻試験

冷凍アサリを3分間沸騰水<sup>2)</sup>または蒸し器に直接投入し加熱した。また、冷凍アサリをマイクロ波（600 W）で1分または過熱水蒸気（180℃）で7分の加熱を、ウォーターオープンヘルシオ（SHARP（株）、AXCA400）により行った。レトルト処理は、冷凍アサリをレトルトパウチに入れシールした後、小型レトルト高压蒸気滅菌器（アルプ（株）、RK-3030）で種々の温度・圧力で20分加熱した。対照として、生鮮アサリおよび室温解凍アサリを沸騰水に入れ3分加熱した。

#### 2-3 冷凍アサリ急速解凍試験

冷凍アサリを沸騰水・蒸し器に直接投入し、所定時間加熱した後、室温まで冷却した。冷凍アサリをレトルトパウチに入れ、真空包装機（ホシザキ電機（株）、HPS-300A）にて真空度99%で包装した後、沸騰水に投入して加熱後、流水で室温まで冷却した。冷却したアサリは、沸騰水に入れ、3分間加熱した（真空包装したアサリは、包装から取り出して沸騰水に入れた）。

\*1 生物食品研究所

## 2-4 急速解凍アサリを用いたレトルトアサリ製造

2-3と同様に調製した沸騰水または水蒸気解凍アサリをレトルトパウチに入れ、シール後、121℃でレトルト処理した。貝内に刺した温度センサーによりF値を自動計測し、F値=5で加熱終了とした。

真空包装でのレトルト処理は以下により行った。冷凍アサリを直接水蒸気で解凍した後、真空度70%で真空包装し、レトルト処理した。真空包装（真空度99%あるいは70%）した冷凍アサリを沸騰水で解凍処理後、そのままレトルト処理に供した。真空包装（真空度99%）した冷凍アサリを沸騰水で解凍した後、開封し、真空度70%で再封後レトルト処理した。

## 2-5 開殻状態

加熱処理後に観察された図1に示す状態により開殻状態を評価した。なお、開殻率は総数に対するA状態の割合とした。

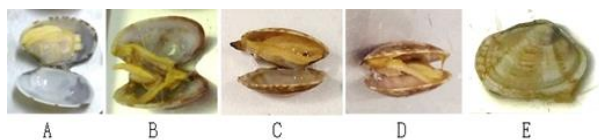


図1 冷凍アサリ加熱処理後の開殻状態

(A)完全に開き軟体部分が片側の殻に付着、(B)完全に開き軟体部分が両側の殻に付着、(C)45度未満の開きで軟体部分が片側の殻に付着、(D)45度未満の開きで軟体部分が両側の殻に付着、(E)閉じたまま

## 3 結果と考察

### 3-1 冷凍アサリの直接加熱による開殻

冷凍アサリは緩慢解凍後沸騰水に浸漬するとほとんど開殻しないが、凍結状態で直接沸騰水に浸漬すれば開殻することが知られている<sup>2)</sup>。緩慢凍結過程における大きな氷結晶生成による細胞破壊、解凍時の結着性成分溶出が、貝肉と殻の結合を強める（開殻しない）要因として提案<sup>2)</sup>されている。この仮説が正しいとすれば、冷凍アサリに、結着成分が熱変性（溶出前後いずれでも可）あるいは流出するような処理をすることで、冷凍アサリの開殻は可能と考えられる。そこで、冷凍アサリに種々の加熱処理を行い、開殻するかを調べた（図2）。その結果、冷凍アサリは沸騰水、水蒸気、マイクロ波により、全ての貝が開殻（状態A）することがわかった。過熱水蒸気では、状態Aがほとんどで一部、貝肉が両側の殻に付着する状態（状態B）とな

った。レトルト処理では、いずれの処理温度においても状態Aの貝が70%程度であった。一般的な処理温度である121℃では、閉じた貝（状態E）及び状態B・Dがみられた。温度が高くなると状態Eはみられず状態Bが30%程度であった。また、生鮮貝では全てが状態A、冷凍アサリ緩慢解凍後では全てが状態Eとなった。

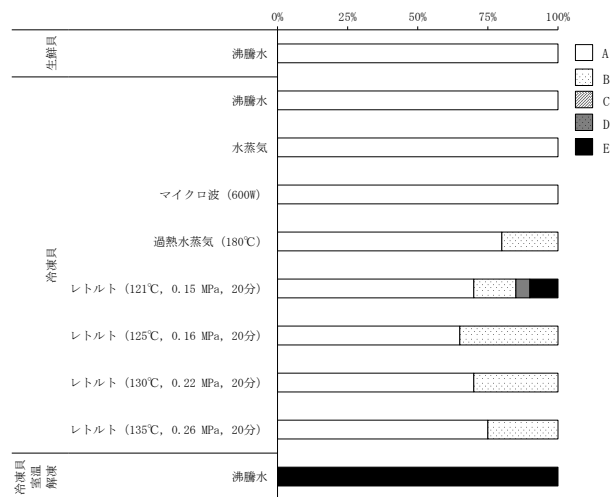


図2 直接加熱によるアサリの開殻状態

開殻状態A～Eの説明は図1に記載

過熱水蒸気処理において開殻率が100%にならなかった理由としては、冷凍アサリ投入の際の庫内温度低下や加熱ムラ等が考えられるが不明である。レトルト処理では冷凍アサリ投入後、庫内温度が所定温度に達するまでに時間を要すること・レトルトパウチにより熱伝導が低下することから、結着成分の溶出と貝肉と殻との結着を抑制できなかった可能性が考えられる（詳細については今後検討が必要である）。以上の結果は、前述の仮定を支持するものであり、冷凍アサリは急速加熱により開殻することがわかった。直接煮熟・蒸煮・電子レンジで調理する加工食品には、冷凍アサリを利用可能と考えられる。

### 3-2 冷凍アサリの急速解凍

現在レトルト殻付アサリが市場に流通しており、長期常温保存可能かつ加熱済み・即使用可能であるため利便性が高い上、開封後開殻するため生鮮貝を調理したかのように食すことができ需要がある。このような商品では、見た目や破損防止のためレトルトパウチ内では殻が閉じ、開封時に開殻する状態にする必要がある。しかしながら、図2のように冷凍アサリの直接レトルト処理では全ての貝を開殻することができなかつ

ため、レトルト処理単独での対応は難しいと思われる。そこで、前述の仮定に基づき、解凍アサリが開殻しない程度の加熱且つ接着性成分が熱変性もしくは流出するような処理により一旦解凍すれば、その後のレトルト処理（その他の加熱調理含む）で開殻するのではないかと考えた。このことを確認するために、まずは種々解凍処理を行い、解凍後のアサリの開殻性を沸騰水3分加熱により調べた（図3）。

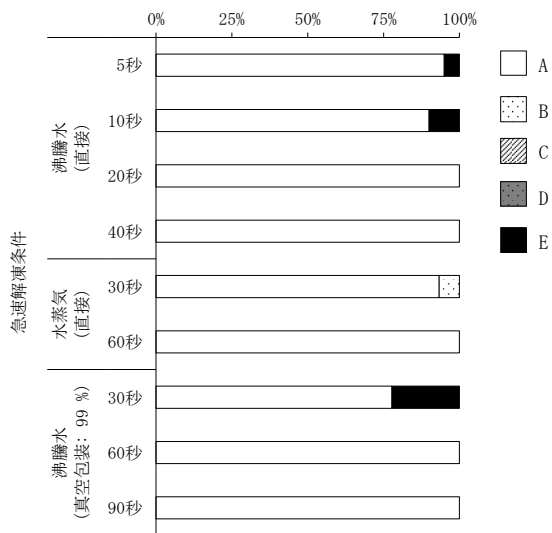


図3 急速解凍アサリの沸騰水による開殻性  
開殻状態A～Eの説明は図1に記載

冷凍アサリを沸騰水に5～40秒浸漬後に冷却し再び沸騰水に3分浸漬した（40秒より長時間の沸騰水浸漬ではアサリの開殻がみられた）。その結果、10秒以下の沸騰水浸漬では開殻しないアサリがみられたが、20秒以上浸漬したアサリの開殻率は100%であった。しかし、緩慢冷凍アサリを沸騰水に直接浸漬した結果、成分流出による呈味性の著しい低下をまねいたことから、実用性の低い方法と判断した（データ未掲載）。水蒸気で30～60秒加熱したアサリは、60秒加熱したものの開殻率が100%であった（60秒より長時間の水蒸気加熱はアサリの開殻発生）。レトルトパウチに真空度99%で真空包装封入した冷凍アサリは、60秒以上の沸騰水浸漬により、開殻率が100%となった（90秒より長時間の加熱は開殻発生）。以上の結果より、予想通り、冷凍アサリを短時間沸騰水・水蒸気で加熱・解凍することにより、解凍時点では開殻することなく、その後の調理で開殻可能な状態とすることができた。この冷凍アサリ急速解凍は、凍結前加熱冷凍アサリ<sup>2)</sup>と同様に、解凍後の調理で開殻することから、利用範

囲が広く実用性が高いものと考えられる。そこで、実際のレトルト殻付アサリ製造に適応可能かを、呈味成分ロスが少ない、レトルトパウチ（真空包装）封入冷凍アサリの煮沸加熱あるいは冷凍アサリ水蒸気加熱により解凍したアサリを用いて検討した。

### 3-3 急速解凍アサリを用いたレトルト殻付アサリ製造

急速解凍アサリを用いてレトルト殻付アサリを製造する際、同一レトルトパウチ内で急速解凍およびレトルト処理を完結できることがエキス損失や工程上望ましい。そこで、図3の結果に基づき、冷凍アサリを真空包装（真空度99%）状態で沸騰水に60秒浸漬した後、続けてレトルト処理を行った（表1）。その結果、7割のアサリが開殻せず、残りが半開き状態と、明らかに真空包装が開殻を妨げることがわかった。そこで、真空度99%で真空包装した冷凍アサリを同一条件で解凍し、種々真空度の真空包装でレトルト処理したところ、真空度70%で全て開殻することがわかった（70%のみデータ掲載）。この結果に基づき、アサリの開殻を妨げない真空包装条件（真空度70%）で沸騰水による急速解凍処理（180秒）とレトルト処理を行ったところ、開殻率は10%であった。これは、レトルトパウチ内に残存する空気により貝への伝熱が妨げられたことによると考えられる。このように、高真空度の真空包装での急速解凍から、低真空度の包装でのレトルト処理にすればレトルト殻付アサリの製造は可能であるが、作業が煩雑であり実用性は低い。そこで、比較的解凍時のドリップが少なく真空包装不要の水蒸気解凍アサリにより、レトルト殻付アサリの製造を検討した。その結果、図3の結果と同様に30秒の水蒸気加熱による解凍ではレトルト処理で20%が開殻せず、60秒以上の水蒸気解凍処理で、100%開殻することがわかった。

表1 急速解凍アサリを用いたレトルトアサリ加工

解凍処理条件			レトルト処理条件		開殻状態					総数	開殻率 (%)	
包装	方式	時間	包装	温度	F値	A	B	C	D			E
真空 (99%)	沸騰水	60秒	真空 (99%)	121℃	5	0	0	3	0	7	10	0
真空 (99%)	沸騰水	60秒	真空 (70%)	121℃	5	10	0	0	0	0	10	100
真空 (70%)	沸騰水	180秒	真空 (70%)	121℃	5	1	0	0	2	7	10	10
無	水蒸気	30秒	真空 (70%)	121℃	5	16	0	0	4	0	20	80
無	水蒸気	60秒	真空 (70%)	121℃	5	20	0	0	0	0	20	100

開殻状態A～Eの説明は図1に記載

以上の結果より、緩慢冷凍アサリを水蒸気で急速解凍し、低真空度の真空包装でレトルト処理することにより、レトルト殻付アサリを製造できることがわかった。

#### 4 まとめ

長期間保存可能な冷凍殻付アサリを用いたアサリ加工品製造の基礎的技術として、冷凍アサリ開殻技術の開発を試みた。その結果、沸騰水や水蒸気により、直接冷凍アサリを加熱すれば開殻すること、短時間加熱すれば調理後開殻可能な状態に解凍できることを明らかにした。これらをもとに、レトルト殻付アサリの製造が可能であることを明らかにした。本技術により、冷凍殻付アサリをアサリ加工品製造の原料として使用することができるようになり、年間を通した製造に有用であると思われる。

#### 5 参考文献

- 1) 米田千恵：日本家政学会誌，62巻(6号)，pp. 361-368(2011)
- 2) 滝口明秀：千葉県水産研究センター研究報告，1号，pp. 85-88(2002)