

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19700575
 研究課題名（和文） 殻付き二枚貝の冷蔵および冷凍貯蔵に関する研究—加熱調理による開殻機構の解明
 研究課題名（英文） Studies on cold storage and frozen storage of bivalves including shell - Investigation of shell-opening mechanism by cooking
 研究代表者
 氏名（ローマ字）：米田 千恵（YONEDA CHIE）
 所属機関・部局・職：千葉大学・教育学部・准教授
 研究者番号：20361404

研究成果の概要：

活アサリを食塩水浸漬群と水切り群の2群に分けて、冷蔵貯蔵した。水切り群の生菌数は3日目以降に増加し、一方、食塩水浸漬群の遊離アミノ酸量、コハク酸は、5日目以降に有意に減少した。次に、活アサリから調製した熱水抽出液、加熱後の軟体部および加熱前の生軟体部につき、常法によりエキス成分を分析した。熱水抽出液への抽出率は、コハク酸91%、遊離アミノ酸84%、核酸関連化合物69%、グリコーゲン37%と分子量の小さい順に抽出率が高かった。さらに、活アサリを -20°C または -40°C で8週間冷凍し、冷凍品について、水からまたは沸騰水中の2条件で加熱した。水から加熱したときに、殻が閉じたまま、または半開きの状態となるものが多かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19年度	2,900,000	0	2,900,000
20年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,400,000	150,000	3,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：調理と加工、冷蔵・冷凍

1. 研究開始当初の背景

(1) わが国では多くの魚介類を食用としているが、特に生で食する習慣があり、魚介類の鮮度に対する関心は極めて高い。魚介類を冷蔵貯蔵した際の品質変化については、鮮度や食味との関連からこれまでに数多くの報告があるが、そのほとんどは可食部を貯蔵し

たものであり、殻付き貝を扱った研究は、ハマグリ類に限られる。

(2) 二枚貝の開殻機構については、蝶番の脇にある靭帯が殻を開ける役目を、閉殻筋（貝柱）は殻を閉じる役目をしている。加熱調理では、靭帯、閉殻筋のタンパク質ともに熱変性し、閉殻筋が殻からはがれ、靭帯の力

が勝って殻が開く。しかし、死んだ貝では、この機構が働かず、殻が開かない。一方で、鮮度が低下したものと凍結品では、靱帯や閉殻筋の機能がどの程度残存しているか、加熱によりどのように殻が開くのか、は不明である。一方で、殻付きアサリの凍結品が既に商品化され、これは、加熱によって完全に殻が開くように、短時間の加熱前処理を施した後に急速凍結をしている。また急速解凍しないと殻が開かないといわれており、たとえば汁物では、未凍結品は水から加熱するのに対し、凍結品は沸騰水中で加熱することとなり、このような加熱条件の違いが食味に影響するものと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 家庭における殻付き貝の貯蔵方法は、砂抜きのために食塩水に浸漬、または、水切りした状態が多い。殻付き貝は、貯蔵初期には生きている状態であり、貯蔵条件の良否によっては、鮮度変化の様相も異なるものと考えられる。そこで、殻付き貝を冷蔵貯蔵したときの鮮度変化を調べる。

(2) 汁物をモデルとして、殻付き貝から熱水抽出液を調製し、加熱後の軟体部とともにエキス成分を分析し、熱水抽出液への抽出率を調べる。

(3) 殻付き貝を冷凍貯蔵した際の最適な冷凍方法ならびに解凍（加熱）条件を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 試料として愛知県産活アサリを東京都中央卸売市場にて購入した。試料購入日を0日目とし、4℃で9日間貯蔵した。貯蔵方法は、食塩水浸漬群と水切り群であり、食塩水浸漬群は試料重量に対して2.5倍量の3%食塩水に浸漬し、食塩水は毎日交換した。水切り群はすのこ付き密閉容器で貯蔵した。

(2) 冷蔵貯蔵中の外観、臭い、生菌数

貯蔵中の重量変化、外観の様子および接触刺激に対する反応、臭いの変化（官能検査）を調べた。生菌数については、藤井らの方法により、軟体部1gを無菌的に採取し、滅菌生理食塩水9mlを加えてホモジナイズしたものを試料原液とした。これを必要に応じて滅菌生理食塩水で希釈し、希釈液を2.5%食塩含有BPG寒天培地に0.1ml塗抹した。20℃で5日間培養し、出現したコロニー数より試

料1g中の生菌数を算出した。

(3) 冷蔵貯蔵中の加熱による開殻状況

アサリ15個（約143g）を試料重量の2.3倍量の水または沸騰水とともに加熱し、加熱後の開殻状況を4段階に分類した。水からの加熱は、アサリを水とともに加熱し、沸騰後微沸騰を5分間継続し、消火した。沸騰水加熱は、沸騰水にアサリを入れ、再沸騰後に微沸騰を5分間保ち、消火した。

(4) 冷蔵貯蔵中のエキス成分の変化

軟体部から常法により過塩素酸抽出液を調製し、これを遊離アミノ酸（高速アミノ酸分析計）、ATPおよび関連化合物（HPLC）、コハク酸（酵素法）の分析に供試した。

(5) 熱水抽出液および加熱軟体部のエキス成分

殻付きアサリ約25g（5～6個）と脱イオン水100mlをガスバーナーで加熱した。全てのアサリの殻が開いてから、5分間微沸騰を継続した後消火した。ろ過後、ろ液を100mlに定容した。熱水抽出液につき、塩分濃度（塩分濃度計）、全エキス分（蒸発乾固法）を測定した。熱水抽出液および熱水抽出液調製後の加熱軟体部につき、グリコーゲン、遊離アミノ酸、ATPおよび関連化合物、コハク酸を測定した。

(6) 冷凍アサリの加熱条件

活アサリを-20℃または-40℃冷凍庫で1、2、4、8週間保存した。熱水抽出液の加熱条件は、水(20℃)からの加熱または沸騰水から加熱の2方法を用いた。加熱後のアサリについて、殻の開き方を6段階に分類して写真撮影した。

4. 研究成果

(1) 外観および臭いの変化

食塩水浸漬群および水切り群ともに貯蔵初期（0～3日目）のアサリは硬く殻を閉じていた。5日目以降では殻が開く個体が増え、接触刺激への反応性が低くなり、そのような個体では腐敗臭が強くなった。また、臭いに関する官能検査より両群とも貯蔵5日目に初期腐敗と判断されたが、冬季（12月）の貯蔵実験では、水切り群は5日目、食塩水浸漬群は7日目と若干遅延した。したがって、貯蔵初期においては「殻を硬く閉じているもの」、「開殻しているものは刺激を与えたときに反応が素早いもの」は活きがよく、高鮮度であるといえる。また、5日目以降では、腐敗

臭の強弱によって可食か否かをある程度判定できるものと考えられた。しかしながら、7日目以降であっても殻を閉じている個体が30~60%存在し、生きていのかどうか判定が困難であった。とくに食塩水浸漬群では明らかに腐敗の進行した様子であっても腐敗臭が弱かった。また、貯蔵中に重量は減少し、貯蔵9日目に0日目の85~93%となった。

(2) 生菌数の変化

貯蔵0日目の生菌数は 1.2×10^6 であり、水切り群では3,5,7日目にそれぞれ 10^6 , 10^7 , 10^8 と増加し、腐敗の進行と対応していた。一方、食塩水浸漬群は貯蔵期間を通して 10^5 ~ 10^6 の範囲であり、官能的に初期腐敗と考えられた5日目以降も生菌数は低値であった。

(3) 加熱による開殻状況

貯蔵3日目までは全ての個体において加熱により殻が開いた。5日目以降、完全に殻を開かない個体が出現し、貯蔵7日目の食塩水浸漬群では60%以上の個体が開殻不十分であった。一方、水切り群を沸騰水加熱した場合は、7,9日目であっても開殻不十分な個体は20%以下であり、貯蔵条件、加熱条件によっては腐敗した個体でも、加熱により殻を開くことが確認された。

(4) 生軟体部のエキス成分の変化

貯蔵0日目の遊離アミノ酸総量は1281~1499mg/100gであり、タウリン、グリシン、アラニン、グルタミン酸が主要なアミノ酸で、これらで総量の80%以上を占めていた。貯蔵期間中、両群とも遊離アミノ酸組成に大きな変動は見られなかったが、総量は、両群とも1,2日目に増加傾向を示した。また、食塩水浸漬群は、5日目以降に有意に減少し、9日目の総量は0日目の約43%にまで減少した。一方、水切り群では、7日目、9日目でも0日目とほぼ同量含まれていた。

ATPおよび関連化合物総量は、貯蔵0日目に $4.6 \mu\text{mol/g}$ であり、両群とも0~3日目の構成比は、ATP (アデニン三リン酸)、ADP (アデニン二リン酸)、AMP (アデニン一リン酸) が約89%を占めていた。両群とも7日目以降にATP、ADPの比率が減少し、対応してイノシン(HxR)、ヒポキサンチン(Hx)、キサンチン(Xt)の比率が増加し、9日目にこれらの化合物が30%以上含まれていた。しかしながら、ADPとAMPは、9日目においても50%以上含まれ、高値であった。また、これらATPおよび関連化合物の消長より、アサリの鮮度

指標を検討したところ、Hx /AMP 比值およびK'値が有効であった。

コハク酸は、嫌気代謝系において蓄積する物質であり、貯蔵中の増加が予想されたが、本研究では貯蔵0日目に最高値(49mg/100g)を示した。水切り群では貯蔵中に有意な変化を示さず、食塩水浸漬群では9日目に急減した。

以上のように貯蔵5日目以降は、両群ともエキス成分量が減少し、とくに食塩水浸漬群で減少量が多かった。初期腐敗となった5日目以降、細胞の機能が徐々に低下し、体成分の分解が進み、特に食塩水浸漬群では食塩水中へ体成分が流出したためと考えられた。

(5) 熱水抽出液および加熱軟体部のエキス成分

表1に熱水抽出液100ml中の諸成分の含量を示す。また、熱水抽出液と加熱むき身のエキス成分の分析結果より、遊離アミノ酸組成は、熱水抽出液と加熱むき身とも、タウリンが総量の約50%を占め、次いでグリシン、グルタミン酸、アラニンの含量が高かった。また、主要な核酸関連化合物は両者ともアデニル酸(AMP)であったが、加熱むき身ではグアニル酸(GMP)も検出された。さらに図1より熱水抽出液への抽出率を算出したところ、コハク酸91%、遊離アミノ酸84%、ATPおよび関連化合物69%、グリコーゲン40%と、分子量の小さい順に抽出率が高いことが明らかとなった。また生むき身のエキス成分を熱水抽出液および加熱むき身のそれと比較すると、グリシン(甘味)やアデニル酸(甘味を伴ううま味)の含量が熱水抽出液および加熱むき身において増加しており、呈味への寄与が示唆された。

表1. 熱水抽出液100ml中の成分

塩分濃度	0.2%
全エキス分	507±30 mg
グリコーゲン	42.5±10.6 mg
遊離アミノ酸総量	108.0±2.5 mg
ATP および関連化合物総量	28.3±1.2 μmol
コハク酸	7.9±0.2 mg

(6) 冷凍アサリの加熱条件

まず、未凍結アサリでは、2つの加熱条件(水からの加熱および沸騰水からの加熱)と

も全ての殻が開き、身（軟体部）は、片方の殻にまとまっていた。一方で、凍結アサリについては、 -20°C 冷凍アサリ、 -40°C 冷凍アサリともに水から加熱した場合よりも沸騰水から加熱した場合の方が未凍結品と同じように開殻する割合が高かった。また、アサリが完全に開殻せず半開きの状態になるのは、 -40°C 冷凍アサリよりも -20°C 冷凍アサリの方が多く、殻付きアサリの冷凍においては、急速凍結が望ましいものと考えられた。また、 -40°C 冷凍アサリは水から加熱しても身が両方の殻に付着するために身が引きちぎられて開殻する割合が高かった。しかしながら、 -20°C 冷凍アサリでも、沸騰水から加熱すれば7割以上が未凍結品と同様に開殻するため、家庭レベルでの殻付きアサリの冷凍は十分可能と考えられた。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計0件）

〔学会発表〕（計3件）

- ① 井上あゆみ、米田千恵、活アサリ冷蔵貯蔵中の鮮度変化、平成21年度日本水産学会春季大会、2009.3.30、東京海洋大学（東京）。
- ② 米田千恵、アサリ熱水抽出液のエキス成分およびアサリの冷凍・加熱条件の検討、日本調理科学学会 平成20年度大会、2008.8.29、椛山女学園大学（名古屋）。
- ③ 米田千恵、井上あゆみ、アサリの冷蔵貯蔵によるエキス成分の変化、日本家政学会 第60回大会、2008.6.1、日本女子大学（東京）。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

米田 千恵 (YONEDA CHIE)
千葉大学・教育学部・准教授
研究者番号：20361404

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし