

塩蔵タラコおよび辛子メンタイコの製造工程中での 成分変化および卵膜の構造変化

Changes in Composition and Membrane Structure of Salted Alaska Pollack Roe ("Tarako") and Red Pepper Seasoned Roe, ("Karashi Mentaiko") during the Manufacturing Process

早瀬仁美* 真鍋征一 舟木淳子
(Hitomi Hayabuchi) (Sei-ichi Manabe) (Junko Funaki)
安藤泰子 長 修司
(Yasuko Andoh) (Shuji Cho)

We intended to show the changes in composition and membrane structure of salted Alaska Pollack roe ("Tarako") and its red pepper seasoned product ("Karashi Mentaiko") during the manufacturing process, and to propose a new method for the evaluation of fine structure of the roe with a polarization microscope.

The samples were collected from each stage of the salted process and the seasoned process. The chemical compositions of the roe and its seasoning liquid, the shapes and the rheological properties of the ovary and the egg were investigated. The fine structure of the egg was observed under the crossed nicols with a polarization microscope in addition to the sensory evaluation.

The components of the roe were classified into two groups judging from the change of the composition during the salted process: one with a steep change in a concentration in the early stage and then a successively slow change to an asymptotic value at the final stage such as moisture and ash, and another with a gradual decrease in the all stages such as protein, lipid (fatty acids) and carbohydrate. The increase in the salt concentration which was main component of the ash was conspicuous and was considered to be due to the decrease in the viscosity of the medium of the ovary. This decrease was caused by rotating the vessel containing the ovary with high concentration of salt under an elevating temperature resulting in the acceleration of diffusional rate of NaCl molecules. The concentration of moisture and ash changed obviously during the seasoned process and the one of the salt reached to the equilibrium level at 4 days after starting.

The egg was deformed into the spherical shape, and the elasticity of the roe increased during the salted process. The volume of the medium in the ovary increased slightly and the viscosity decreased remarkably during the seasoned process. The molecular orientation in the egg evaluated through the polarization microscopy, developed rapidly in the initial stage and leveled off at the end of the salted process. Even when the egg was damaged by a physical accident, the orientation was not disturbed in other part than the damaged point. These results indicate that (1) NaCl molecules which diffused into the roe gave rise to the irreversible changes in its membrane structure such as its molecular orientation, and (2) this structural change made the elasticity of the membrane increase and gave the membrane semipermeability.

キーワード：タラコ Pollack Roe；膜構造 Membrane Structure；成分 Composition；レオロジー Rheology；官能評価 Sensory Evaluation；偏光顕微鏡 Polarization Microscopy

緒 言

従来よりタラコは塩蔵加工食品として流通、販売され、食されている。塩蔵タラコは「たらこ加工管理要

* 福岡女子大学 人間環境学部
(Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University)

綱・加工要領等¹⁾に基づき原料卵を洗浄、水切り後、亜硝酸ナトリウムやアスコルビン酸ナトリウム、食用色素、調味料等を加えた食塩水中に漬け込んで、攪拌、放置、洗浄、水切り工程を経て製造される。一方、辛子メンタイコは塩蔵タラコを唐辛子調味液中に漬け込んで熟成させたものである。各製造工程の作用効果は、原料卵を塩漬けする工程では、イクラやすじこ²⁾と同様、①脱水による保存性の向上、②塩締めによる特有のテクスチャーの形成、③塩味の付与と旨味の増強であり、塩蔵タラコを唐辛子旨味調味液に浸漬する工程では、①塩出しと味の融和、②辛味と旨味の付与と風味の向上、③テクスチャーの向上である。

上述の作用効果の発現の基本は、1)タラコの構成成分の変化と、2)組織構造の変化にともなう生じる化学的性質と物理的性質の変化とにあると考えられる。しかし、前者に関しては、スケトウダラの前卵と塩蔵卵のエキス成分の比較³⁾などの報告があるのみで、経時的変化や辛子メンタイコに関する報告はない。後者に関しては、タラコの原料卵の違いによる塩蔵卵と焼いた後の卵の物性を比較した報告⁴⁾や、光学顕微鏡観察による卵の形態や透明度の変化から魚卵の構造について報告したもの⁵⁾があるのみで、経時的変化や卵の内部構造の変化については触れられていない。また、魚卵の構造の詳細を明らかにする方法として、超薄切片の透過型電子顕微鏡観察法がある⁶⁾が、この方法では観察試料の作製時に構造変化が起こる可能性があり、製造工程で実際に起っている構造変化をありのままに観察することはできない。

そこで、著者らは卵の形状が球体または回転楕円体であれば、特別な試料調製をすることなく、蒸留水や食塩水などの溶液を添加するだけで偏光顕微鏡観察が可能であり、卵内部で分子の配列によって生じる凝集構造体(数十nm程度の大きさ)が確認できること、さらにその構造体の規則的な配列状態の程度を、卵内部の位置の関数として定量的に記述することが理論上可能であり、クロスニコル下で対角位のレターデーションを測定することによって、卵を構成する分子の配向の程度が評価できることを明らかにした⁷⁾。この理論に基づき、本実験では卵内部での分子の凝集構造と、分子の配向状態の評価に偏光顕微鏡法を適用することにした。

従って、本研究の目的は第一に塩蔵タラコと辛子メンタイコの製造工程中に起こる成分組成の変化と、卵巣、卵の形態および卵の微細構造の一部、特に卵膜の構造変化を明らかにすること、第二に卵の内部構造の

変化を明らかにする方法として、繊維、プラスチック、高分子膜などの高分子科学の分野で固体の微細構造の解析⁸⁾に利用されている偏光顕微鏡法を提案することである。

実験方法

1. 試料

図1にタラコの実験部位をまとめて示す。スケトウダラの卵巣はほぼ左右対称形の対をなすので、その一方を官能評価と卵巣としての物性の測定用とし、他方は顕微鏡観察、輪切りの物性の測定用、および塩分等の成分分析用として採取した。卵は、卵巣の中心と卵巣膜の中間部より、無傷でほぼ平均的な大きさのものを採取し、破断強度測定と顕微鏡観察に用いた。

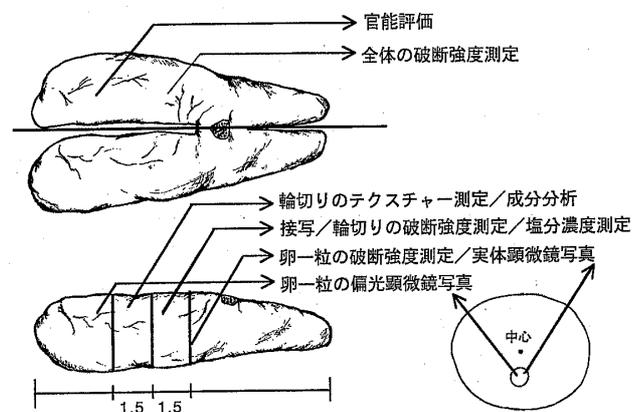
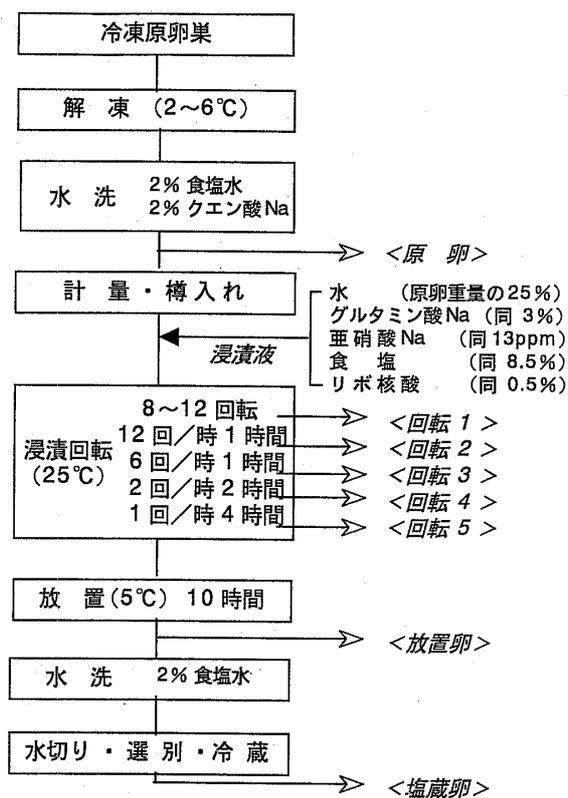


図1. タラコ(卵巣)の実験部位

塩蔵タラコの製造プロセスを図2-aに示すが、実験に要する試料が大量であるため、この工程は株式会社博多まるきた第一工場において実施した。解凍は6°Cで5時間、2°Cで5時間恒温室でファンを回しながら行い、水洗は20kg(1単位)を150lの洗浄水に入れ、手早く固まりを解して汚れや傷物を除き、ベルトコンベヤーに乗せて、真水でシャワー洗浄した。水切り後樽に入れて計量し、原卵重量に対して定率の水、食塩、旨味料を加え、蓋をして回転機にセットし、各工程終了後に3個の卵巣と浸漬液150mlを採取した。なお、スケトウダラ卵は1995年2月中旬にペーリング海アリューシャン列島北部海域で漁獲され、船上で採卵、-30°Cで急速凍結後約5カ月-25~-20°Cで貯蔵されたものを用いた。

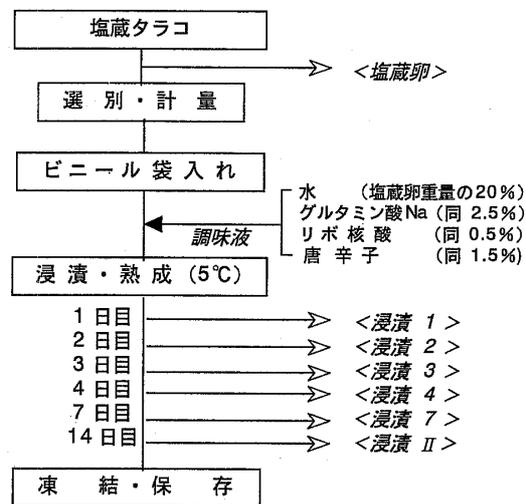
辛子メンタイコの製造工程を図2-bに示す。各々塩蔵タラコ3腹をビニール袋に入れて計量し、塩蔵タラコ重量に対して定率の唐辛子調味液を添加して、所定の日数冷蔵庫内で浸漬熟成を行い、辛子メンタイコと浸漬調味液を試料とした。

塩蔵タラコおよび辛子メンタイコの製造工程中での成分変化および卵膜の構造変化



→ <試料名> は試料の採取を示す

図 2-a. 塩蔵タラコの製造工程



→ <試料名> は試料の採取を示す

図 2-b. 辛子メンタイコの製造工程

2. 分析および測定法

1) 成分分析

分析試料は1サンプルにつき3個の卵巣の同部位から同量ずつ採取し、ホモジナイザー(10000rpm 3分間)にかけて均一化して用い、3回ずつ測定した結果を平均して分析値とした。水分は105°C常圧加熱乾燥法⁹⁾、

灰分は灼熱法¹⁰⁾、たんぱく質はケルダール分解法¹¹⁾、脂質はクロロホルム・メタノール混液抽出法¹²⁾により定量した。なお、糖質・繊維の成分値は100から水分・灰分・たんぱく質・脂質の合計値を差し引いて求めた。また、塩分は食塩濃度計(東亜電波工業株式会社製, SA-10 KB)を用いて定量した。さらに、試料から総脂質を抽出した¹³⁾後に、リン脂質(PL)はFiske and Subbarow法¹⁴⁾、トリグリセリド(TG)はFletcher法¹⁵⁾、コレステロール(TC)はSperry and Webb法¹⁶⁾によりそれぞれ定量した。

2) 物性測定

RHEONER(山電株式会社製, RE-3305型)を用い、測定温度25°Cにおいて卵巣全体、輪切り(平均厚さ15mm・径45×30mm)、卵一粒の破断特性を測定、輪切りについてはテクスチャー特性も測定した。卵巣全体と輪切りの測定には直径16mmの円柱型プランジャーを用い、卵巣全体の場合は排卵口を下に向けて平らにし、輪切りの場合は切断面を上にして、それぞれほぼ中央部にプランジャーが接触するようにして、圧縮速度1mm/secで試料の高さの各々60%、95%まで歪みを加えて(テクスチャー特性の場合は歪率20%で2度の上下運動で)測定した。卵一粒の測定には直径8mm円柱型プランジャーを用い、卵全体を0.5mm/secで圧縮し、歪率は50%とした。なお、各工程で卵巣3腹(回)、卵一粒についてはばらつきが大きいので、各卵巣から3サンプルで計9卵(回)について測定した。

3) 卵の顕微鏡観察

卵の形状観察には実体顕微鏡(オリンパス光学工業株式会社製 BO 61)を用い、内部構造の観察には偏光顕微鏡(オリンパス光学工業株式会社製 BHSP)を用い、長焦点対物レンズを装着した。観察にあたっては、卵に少量の水を加え、クロスニコル下での白色光による干渉色でレターデーション(retardation)を評価した。なお、定性的なレターデーションの判定は単色光(波長:550nm)での像の明るさ(顕微鏡写真:白色部分の多少)により行った。また、卵の最大屈折率の方向は鋭敏赤色板を挿入した際の加色、減色の現象¹⁷⁾から確定した。

4) 官能評価

各製造工程におけるタラコの官能的な味の変化を把握するために、熟練したパネラー3名(43, 23, 22歳の女性)を1グループとして3回、塩味・旨味・辛味・融味(味のまろやかさ)の化学的味に関わるもの、および総合評価(好ましき)について、各々塩蔵タラコ

を基準(0)として、-5~+5の両極11点尺度法により評価を行った。

実験結果および考察

1. 製造工程における成分組成の変化

1) 塩蔵タラコの製造工程(塩蔵工程)

図3に各製造工程におけるタラコの成分組成の変化を示す。水分は各工程で有意に減少しており、卵巣重量の減少と一致した。たんぱく質は僅かに減少しているが、脂質はほとんど変化せず、灰分は原卵から塩蔵卵まで各工程で有意に増加している。このように、塩蔵工程における成分組成の変化は①急速に変化して浸漬回転5終了後ほぼ一定値または極値をとる成分(水分、灰分)と、②微量の変化が最終工程まで継続する成分(たんぱく質、脂質、糖質)の2つの型に分類された。

そこで、上記①の型の成分組成の変化を、灰分の多くを占める塩分に注目して、卵巣と浸漬液の塩分濃度の変化(図4)で示す。塩分濃度約24%の液に浸漬、回転(攪拌)することにより、卵巣内の塩分濃度は上昇し、浸漬液のそれは低下する。この塩分の濃度上昇は、卵巣と浸漬液との全体量に占める平均の塩分濃度

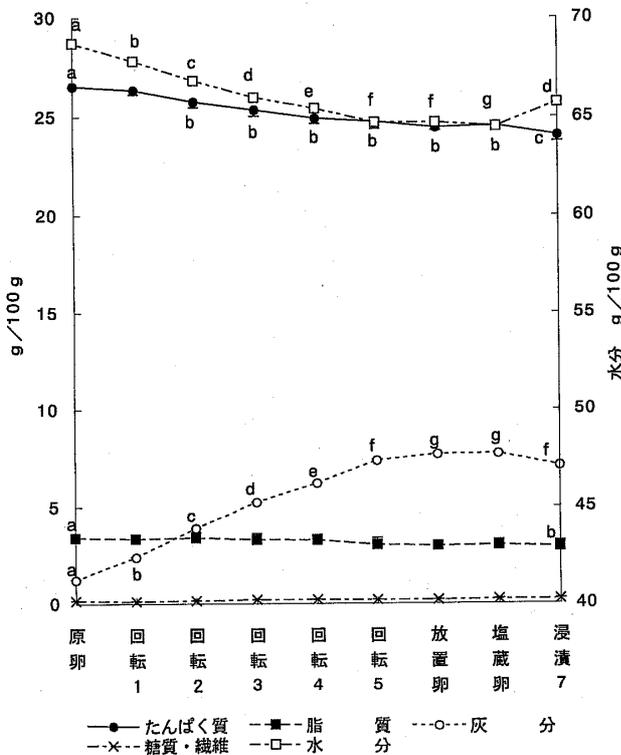


図3. 製造工程における成分組成の変化
3検体の平均±標準偏差を示す。なお、各々異なるアルファベットは各工程間に有意差 (p<0.01) があることを示す。

が約6.8%であることを考慮すると、塩分の濃度勾配を駆動力とした拡散によると考えられる。すなわち卵巣外から卵巣内へのNaCl分子の流れが起こる。浸漬回転はこの拡散速度を高め、卵巣内での塩分濃度を均質化している。

図4の横軸の座標の原卵~回転1は時間として数分、回転1から回転3はほぼ等間隔(各々1時間)であるが、回転3~4は2時間、回転4~5は4時間、放置までは10時間である。従って、原卵から回転3までの卵巣内でのNaCl分子の拡散速度は、他の工程に比較して非常に大きいことが分かる。拡散速度は濃度勾配(=浸漬液の塩分濃度-卵巣内の塩分濃度)に比例する。濃度差は工程が進むに従って急速に減少するので、拡散速度は急速に減少するはずであるが、原卵~回転3の間の塩分濃度の上昇速度はほとんど変わらず急であり、拡散速度はむしろ増加している。これは、回転1~回転3ではNaCl分子の拡散速度を促進する要因があることを意味する。この工程での温度上昇や、卵巣内の溶液(卵間液)の粘度の低下が、卵外から卵内への拡散を速め、卵巣内での拡散を容易にしているのではないかと考えられる。

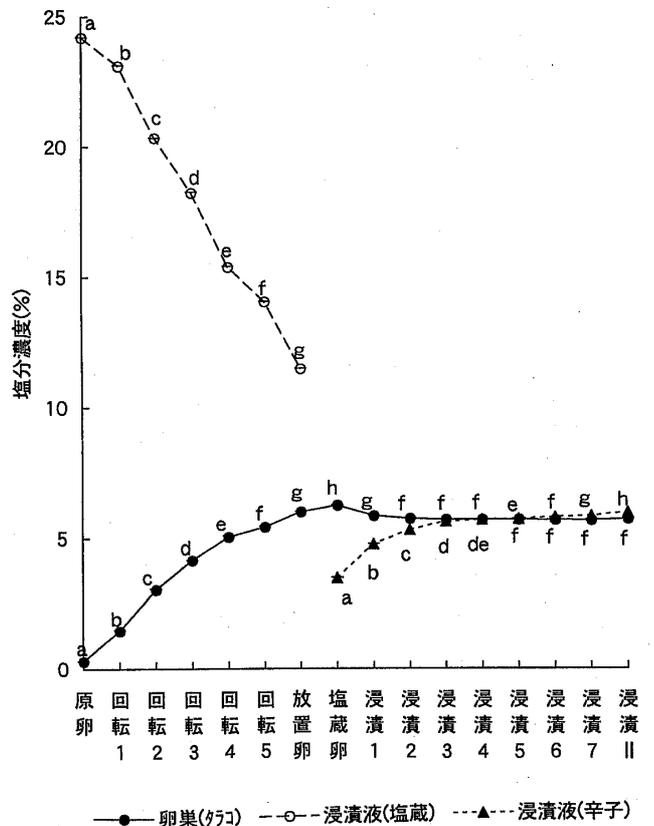


図4. 製造工程における塩分濃度の変化
3検体の平均±標準偏差を示す。なお、異なるアルファベットは各工程間に有意差 (p<0.05) があることを示す。

塩蔵タラコおよび辛子メンタイコの製造工程中での成分変化および卵膜の構造変化

一方、前述②の最終工程まで変化が継続する成分の例として脂質を取り上げた。リン脂質(PL), トリグリセリド(TG), コレステロール(TC)の濃度変化を、卵巣および浸漬液の両者について図5に示す。卵巣中のこれらの濃度はわずかに減少し、浸漬液中のそれは増加する。これらの挙動は濃度勾配に従った脂質の移動、すなわち拡散によって生じたものと考えられる。ただし、卵巣中の脂質濃度は浸漬液中のその400~600倍であり、塩分の場合とは異なる。卵巣から卵巣外への脂質の拡散は穏やかであり、NaCl分子に比較して拡散速度は著しく小さく、塩蔵タラコの段階でも拡散は進行しつつある。このように、拡散速度は分子量の影響を強く受けており、これらの挙動はより分子量の大きなたんぱく質成分でも同様であろうと推察される。

2) 辛子メンタイコの製造工程(調味工程)

塩蔵タラコから辛子メンタイコに至る工程でも、成分値に有意な変化がみられたのは水分と灰分(塩分)のみで、浸漬1日目から7日目までは大きな変化がみられなかったため、図3と図5では浸漬7日目の結果のみを示した。塩分濃度の変化については図4に示す

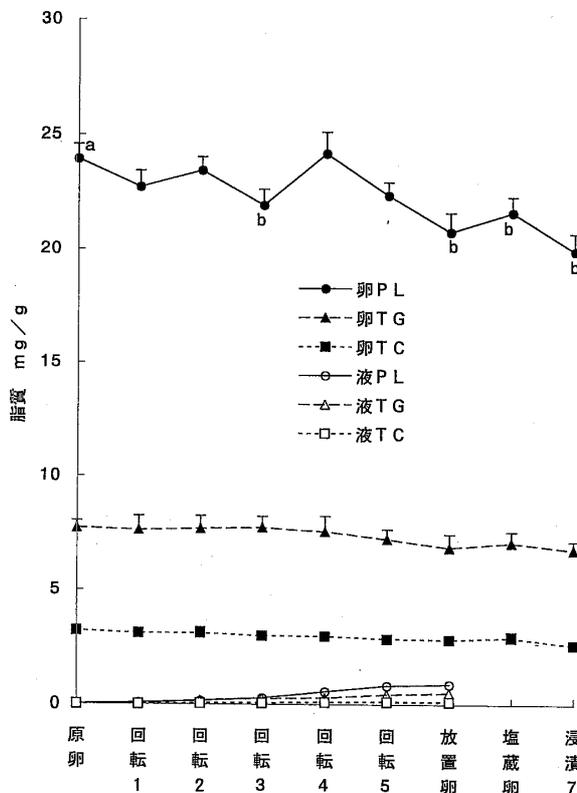


図5. 製造工程における脂質濃度の変化

3検体の平均±標準偏差を示す。なお各々、bはaとの間に有意差 ($p < 0.05$) があることを示す。

が、無食塩(Naイオンにより食塩濃度計では約3.5%)の調味液に浸漬するので、塩分濃度は急速に低下し、漬け込み後4日でタラコと浸漬液の濃度はほぼ平衡状態になった。なお、5日目以降は浸漬液の塩分濃度が卵巣より高くなっているが、これは浸透圧の原理から考えて、卵巣内には塩分以外の成分が高濃度に溶解しているので、比較的分子量の小さいNaClが浸漬液中に拡散するためであろう。

2. 卵巣および卵の形態の製造工程中での変化

原卵巣は卵巣膜表面がみずみずしく滑らかであるが、塩蔵タラコでは卵巣膜表面に肉眼でも識別出来る凹凸が現れ、滑らかさが失われた。辛子メンタイコでは、唐辛子を含む調味液の影響で赤く着色され、表面状態は塩蔵タラコに比較してやや滑らかさが増加した。卵の形状を実体顕微鏡で観察すると、塩蔵工程(図2-a)においては、粘液様で平面的な原卵が次第に立体的になり、浸漬回転3の段階では球形が明確で、個々にばらばらとなる傾向が認められた。調味工程(図2-b)における卵の形状の変化はそれほど顕著ではなかったが、卵間の水分、卵表面の滑らかさ、および立体感が若干増した。卵の直径は原卵から浸漬回転3に至るまで急速に減少し、浸漬回転4以降では原卵のほぼ75%で一定値となった。

浸漬回転1~3の工程における球状化の変化は卵内部の圧力の増加に起因し、直径の減少は卵膜の収縮が起こっていることを意味する。圧力の増加は浸透圧によるものと考えられるが、この浸透圧を発生させる原因としては、①卵膜自体の構造上の変化による卵膜の半透膜化と、②卵の周りの液体組成の変化の2つが推察される。なお、①は不可逆的、②は可逆的な変化である。卵の直径の不可逆的な減少を示す実験データと、後述する偏光顕微鏡観察より、①の要因の寄与がより大きいと考えられる。

3. 卵巣および卵の物性と官能評価の変化

図6に卵巣全体および卵一粒の代表的な荷重-歪み曲線を示す。卵巣全体の曲線の勾配は原卵が最も小さく、塩蔵が進むとともに次第に大きくなり、塩蔵卵巣と浸漬7卵巣が硬くなっていることが分かる。卵巣全体としての物理的性質は、卵巣膜と卵自体の物理的性質の影響を受けるが、卵は塩蔵工程において卵自体の弾性的性質を強め、調味工程でさらに若干弾性率が大きくなっている。なお、卵巣の変形時には卵相互の重心移動に伴う変形が起こっているために、卵は歪み30~40%程度で破断するのに対して、卵巣全体としては60%でも破断しておらず、卵巣膜が破れない限り破

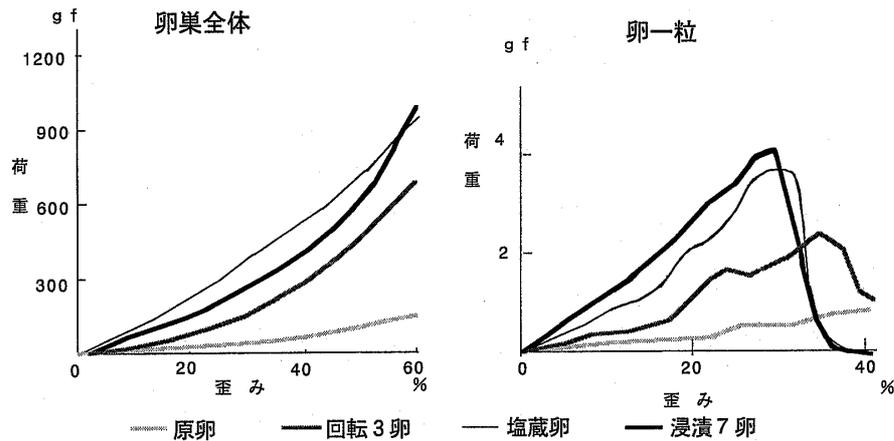


図6. 製造工程における卵巣と卵の破断特性

断点はみられない。

図7に各製造工程における卵巣の輪切りのテクスチャー特性を代表的なパターンで示す。原卵は軟らかく、付着力は弱いが付着時間は長い。浸漬回転3卵の弾性率(応力/歪み)は急速に高まっており、同時に付着力が大きくなり付着時間は短くなっている。なお、スケトウダラ卵の付着性は食塩添加によってほとんど変化しないという報告⁴⁾のように、各々の応力- (マイナス)部の面積はほぼ同じである。しかし、波形、すなわち付着力(縦軸)と付着時間(横軸)の大小を比較すると、付着性が顕著に変化していることが分かる。塩蔵工程においては、塩分濃度の高まりとともに卵を取り囲む溶液の粘度が減少して付着時間が短くなっているのではないかと考えられる。一方、調味工程において、浸漬7卵は塩蔵卵と比べて、弾性率にはほと

んど差がないものの、付着力は小さく付着時間は短くなっており、付着性の変化が顕著であることが分かる。卵間溶液の粘度がさらに減少して、浸漬液間の出入りが容易になっていると推察される。

なお、塩味や旨味、辛味、味のまろやかさの程度と総合の官能評価の結果、塩蔵工程では回転1~3の初期の段階で塩味と旨味が急速に付与され(回転1→3の評価値は各々-5→-1.8, -5→-2),同時に総合評価も高くなる(同, -5→-2)こと、調味工程では塩味が若干減少し(塩蔵→浸漬7日の評価値は0→-2),旨味が顕著に増加して(同, 0→3.5),味がまろくなって風味が良くなり(同, 0→3)辛味も加わって(同, 0→1.7),総合評価が急激に高くなり(同, 0→4.2),浸漬7日前後で最も高くなることが分かった。

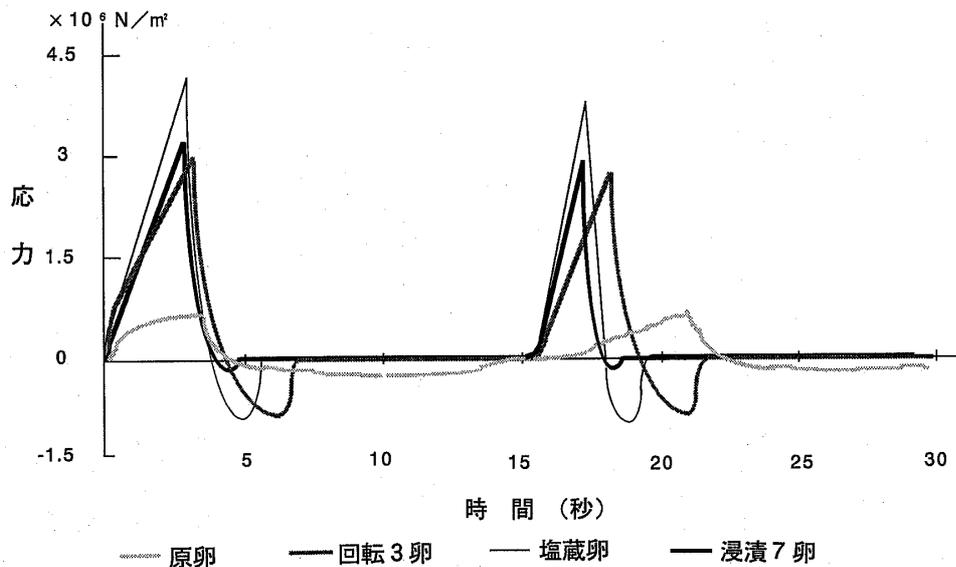


図7. 製造工程における卵巣輪切りのテクスチャー特性
(歪み速度=100%/15秒)

塩蔵タラコおよび辛子メンタイコの製造工程中での成分変化および卵膜の構造変化

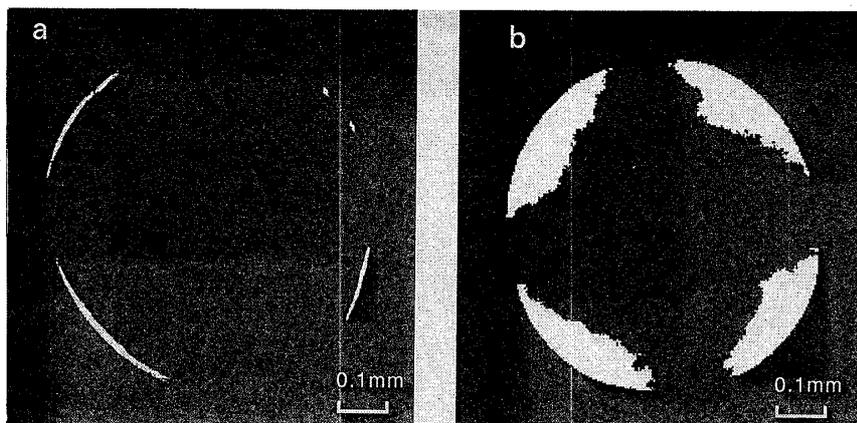


図8. クロスニコル下での卵の偏光顕微鏡写真

a: 原卵 (配向が小さい) b: 浸漬回転4後の卵 (配向が大きい)

白い (明るい) 部分の最内側がレターデーション 50nm の箇所当たる

4. 卵の微細構造変化—卵の偏光顕微鏡による観察

図8-aと図8-bとに、それぞれクロスニコル下での原卵および浸漬回転4卵の偏光顕微鏡写真を示す。原卵は卵膜に対応する部分のみが明るく輝き、その他の部分は暗黒で、卵膜の部分でもボラライザーとアナライザーの方向は暗黒である。これは、卵膜部分のみに光学的異方性があることを示している。一方、浸漬回転4卵では、卵の内側も明るく輝いており、卵膜だけでなく卵の内側にも光学的異方性があり、成分分子の配向が進んでいることを示している。

さらに鋭敏赤色板を挿入して、加色、減色の関係から、卵の最大屈折率の方向を調べると、卵の円周方向に最大屈折率の方向があることが分かった。従って、卵膜の構成成分の分子軸は、卵膜の平面上に配向しており、この配向の進行に伴って卵の弾性率の増加、卵膜の半透膜としての性質が発現されるのではないかと考えられた。

白色光で観察した際の干渉色で表示されるレターデーションは卵膜中の分子の配向の程度と卵膜の球状化とに直接関係しており、レターデーションが大きいほど分子の配向の程度が大きく、球状化していることを意味する。図8は単色光で観察した場合の像の明るさを示すが、写真上で明るい部分の最内側が、レターデーション 50nm の箇所当たる。卵の外側部付近 (厳密には卵膜の内表面部) のレターデーションが最も大きく、中央部に向かって減少している。卵の外壁部から 50nm のレターデーションを示す箇所までの距離 (白色部: 膜厚) が長いほど、分子の配向が大きいことを意味する。そこで、膜厚を卵の直径 (外周から卵の中心部までの距離×2) で除した値を、卵の構造変化の程

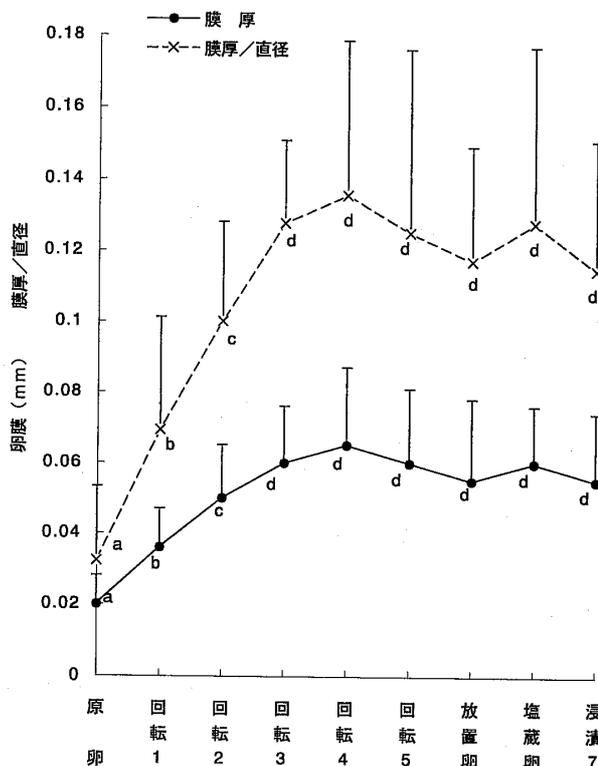
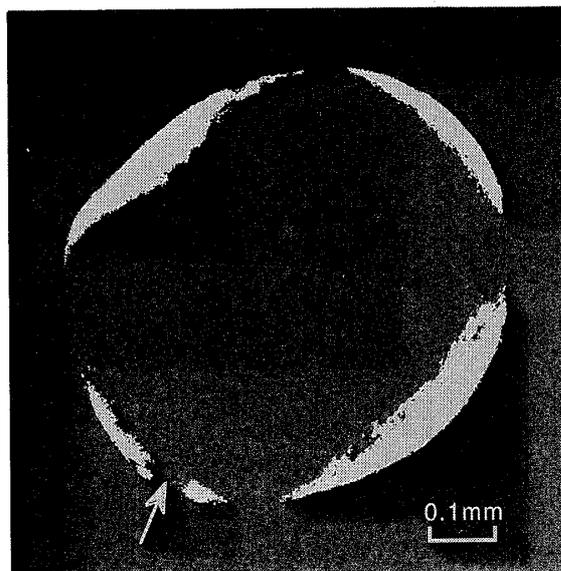


図9. 製造工程における卵の構造変化

9検体の平均±標準偏差を示す。なお異なるアルファベットは各工程間に有意差 ($p < 0.05$) があることを示す。

度を表す指標として図9に示す。

分子の配向は回転1~3の間で急速に増大し、その後塩蔵卵、浸漬7卵までほぼ一定となっており、卵の分子配向が塩蔵工程の初期の段階で形成され、最終段階まで維持されていることが分かる。この分子配向の高まりが卵の弾性率を高め、同時に膜としての半透膜化を促進して浸透圧を生じさせ、球状化をもたらしてい



→ は破損箇所を意味する

図 10. クロスニコル下での破損塩蔵卵の偏光顕微鏡写真

るのではないかと考えられる。なお、その時点で 50 nm のレターレーションを示す箇所（膜厚）が直径に対してほぼ 13% の位置であることから、①分子の配向の存在が卵膜部分のみであること、②光学異方性を示す屈折率楕円体としては半径方向を光軸とする負結晶に分類されることが、複屈折率の計算⁷⁾から推察された。

図 10 に製造工程中（おそらく浸漬回転工程）で卵膜が偶発的に働く機械的な力によって破損した卵の、クロスニコル下での偏光顕微鏡写真を示す。破損箇所のみが光学異方性を失って暗黒部となっているが、その他の部分は破損による影響をほとんど受けていない。このことは、光学異方性発現の主原因が卵膜内での不可逆的な構造変化に伴う分子の配向にあることを示唆しており、浸透圧による卵膜の可逆的な変形によって発現したものではないことを意味している。従って、浸透圧は卵膜の不可逆的な構造変化によって結果的に生じるもので、浸透圧が膜構造変化をもたらす原因ではないと推察される。

要 約

塩蔵タラコおよび辛子メンタイコの製造工程中に起こる成分組成の変化と、卵巣、卵の形態および卵膜の構造変化を明らかにし、卵の内部構造の変化を観察する新たな方法として偏光顕微鏡法を提案することを目的とした。

塩蔵タラコができるまでの塩蔵工程、辛子メンタイコができるまでの調味工程、それぞれの各段階で試料

を採取し、卵巣と浸漬液の成分分析、卵巣と卵の形状・物性測定、官能評価を行ない、卵の内部構造をクロスニコル下での偏光顕微鏡により観察した。

塩蔵工程における成分組成は、急速に変化して工程終了時にほぼ漸近値をとるような水分や灰分と、微量の変化が継続するようなたんぱく質、脂質（脂肪酸）、糖質とに分類された。特に、灰分の多くを占める塩分の変化は顕著で、高濃度食塩水中での浸漬回転と加温、卵巣内溶液の粘度低下が、NaCl 分子の拡散速度を促進していると考えられた。調味工程においても同様、急速に変化したのは水分と灰分で、塩分は浸漬 4 日目にほぼ平衡状態になった。

塩蔵工程では平面的な原卵が急速に球形化して弾性率が増加し、調味工程では卵間の水分が若干増加し、付着性が低下した。卵の偏光顕微鏡観察により、光学異方性（分子配向を反映）が、塩蔵工程初期段階で急速に増大し、その後最終段階までほぼ一定であること、卵が破損した場合も破損箇所以外は分子配向が保たれることが分かった。従って、拡散によって卵巣内へ浸透した NaCl 分子は卵膜の不可逆的な構造変化（例えば分子配向性の増加）を起し、この構造変化が膜の弾性率を増し、卵膜を半透膜化するのではないかと推察された。

終わりに、本研究を行うにあたりご協力いただきました、株式会社ふくや 川原正孝氏他研究室の皆様、株式会社まるきた 北風宏雄氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 北海道水産物加工協会組合連合会：「たらこ加工管理要綱・加工要領等」，パンフレット（1983）
- 2) 長坂豊道：New Food Industry, 29, 31 (1987)
- 3) Chiou, T. K., Matsui, T. and Konosu, S.: Nippon Suisan Gakkaishi, 55, 15 (1989)
- 4) 中村邦典，石川宣次：東海水研報, 115, 1 (1985)
- 5) 田元馨：冷凍, 44, 5 (1969)
- 6) 川本信之，福田芳生：魚類組織図説（硬骨魚類篇），p 88, 岩波書店，東京（1971）
- 7) 真鍋征一，早瀬仁美，藤岡留美子，安藤泰子：福岡女子大人間環境学部紀要, 28, 23 (1997)
- 8) 真鍋征一：高分子の固体構造 II（高分子学会編），p 489, 共立出版，東京（1984）
- 9) 永原太郎，岩尾裕之，久保彰治：全訂食品分析法，p 78, 柴田書店，東京（1978）
- 10) 永原太郎，岩尾裕之，久保彰治：全訂食品分析法，p 140, 柴田書店，東京（1978）
- 11) 永原太郎，岩尾裕之，久保彰治：全訂食品分析法，p 100, 柴田書店，東京（1978）

塩蔵タラコおよび辛子メンタイコの製造工程中での成分変化および卵膜の構造変化

- 12) 農林水産技術会議事務局：食品分析研究会報告書（昭和49年6月），p 31（1978）
- 13) Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H.: *J. Biol. Chem.*, **226**, 497（1957）
- 14) Fiske, C. and Subbarow, Y.: *J. Biol. Chem.*, **66**, 375（1925）
- 15) Fletcher, M. J.: *Clin. Chem. Acta.*, **22**, 393（1968）
- 16) Sperry, W. M. and Webb, M.: *J. Biol. Chem.*, **187**, 97（1950）
- 17) 坪井誠太郎：偏光顕微鏡，p 123，岩波書店，東京（1976）

（平成8年8月13日受理）