

## 流通スケトウダラ卵巣の銘柄と成熟度および卵の特性

## The relation between the brands of circulated Alaska pollack ovary and the degrees of maturity and characteristics of the eggs

|                         |                       |                       |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 早 渕 仁 美 <sup>*1</sup>   | 藤 恵 子 <sup>*1*2</sup> | 梅 木 陽 子 <sup>*1</sup> |
| (Hitomi Hayabuchi)      | (Keiko Tou)           | (Yoko Umeki)          |
| 太 田 朗 子 <sup>*1*2</sup> | 松 山 倫 也 <sup>*3</sup> | 真 鍋 征 一 <sup>*1</sup> |
| (Akiko Ohta)            | (Michiya Matsuyama)   | (Sei-ichi Manabe)     |

Alaska pollack ovary is sold in local markets in the frozen state, and classified as Gamuko, Mako or Mizuko by its degree of maturity.

The distribution pattern and oocyte diameter was consistent throughout the ovary and showed a homogeneous structure.

The oocyte diameter progressively increased from Gamuko, then Mako to Mizuko, indicating the mid vitellogenic, late vitellogenic, and mature stages, respectively. It was confirmed that the classification was based on the maturity level of the ovary. Gamuko had a high content of moisture and minerals and low content of lipids, and Mizuko also had a high content of moisture.

The egg membrane comprised two main layers, the outer layer and inner layer. The thickness of the outer layer slightly decreased, while that of the inner layer substantially increased with advancing ovarian maturity, and there was a substantial decrease in the transparency of the Mizuko egg membrane.

It was clarified that these changes in the egg structure were related to the physical properties and permeation of the egg.

**キーワード：**スケトウダラ卵巣 Alaska pollack ovary；銘柄 brand；成熟度 maturity；卵膜 egg membrane；卵径 oocyte diameter；成分 components

明太子の原料となるスケトウダラの卵巣は、そのほとんどが凍結状態で入手されており<sup>1)</sup>、一般に業界では卵巣の成熟度によって3つにランク（銘柄）付けされ取引され、未熟なものから成熟するに従ってガム子、真子、水子と呼ばれている。しかし、これら市場に流通しているスケトウダラ卵巣あるいは卵の品質に関する研究はほとんど行われておらず<sup>2)</sup>、成熟度のランク付けには明確な基準はない。また、成熟度と卵巣構造や卵構造、成分との関係、あるいは生鮮卵（巣）との違いなどに関しても明らかでない。

一方、高たんぱく低脂肪高ミネラルで栄養価の高い魚卵<sup>3,4)</sup>の有効利用を目的とした新規食品の開発<sup>5~9)</sup>、あるいは魚卵膜の機能性<sup>10)</sup>を活かした新素材開発<sup>11,12)</sup>のための研究が進められている<sup>13,14)</sup>。これらの研究開発においても、素材となる流通スケトウダラ卵巣について、上に述べた卵巣や卵あるいは卵膜の構造および成分に関する基礎的な知見が必要である。

本研究では、現在辛子メンタイコなどの材料として市場に流通している凍結スケトウダラ卵巣の銘柄と、成熟度や卵径、成分組成、卵の物性や浸漬溶液中における変化、卵の構造などを明らかにすることを目的とする。

## 実験方法

## 1. 試 料

実験に用いたスケトウダラ凍結解凍卵巣（ガム子、

<sup>\*1</sup> 福岡女子大学人間環境学部  
(Faculty of Human Environmental Science, Fukuoka Women's University, Fukuoka-shi 813-8529)

<sup>\*2</sup> 株式会社 ふくや  
(FUKUYA Company Ltd.)

<sup>\*3</sup> 九州大学大学院農学研究院  
(Faculty of Agriculture, Kyushu University)

## 流通スケトウダラ卵巣の銘柄と成熟度および卵の特性

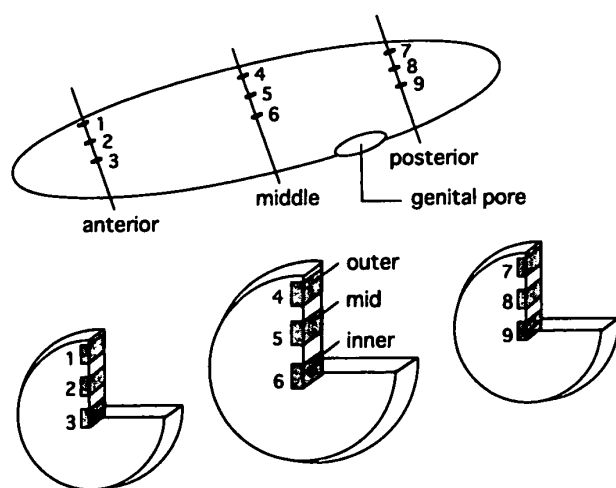


Fig. 1. Nine measurement points of oocyte diameter for Alaska pollack ovary.

真子、水子) は、1998 年 2 月ベーリング海で漁獲、船上で魚体より摘出され、 $-40^{\circ}\text{C}$  で急速凍結後、 $-25^{\circ}\text{C}$  ~  $-20^{\circ}\text{C}$  で凍結保管されていたものである。凍結卵巣は  $4\sim 10^{\circ}\text{C}$  で解凍して試料とした。なお、業界では、真子は卵巣サイズにより小さい方から順に SS, S, M, L, LL に分類されているが、本論文中特にことわらない限り、実験には M サイズの真子を用いた。なお、偏光顕微鏡観察には、各卵巣を先端から  $1/4$  付近で切断し (図 1)、その切り口の中心部から  $1/2$  部位にある、標準的な卵を採取して用いた。

## 2. 分析および測定法

### (1) 卵径

10% ホルマリン溶液で固定した卵巣組織を蒸留水中でほぐし、万能投影機 (Nikon, Profile Projector) で 20 倍に拡大、各卵巣各部位から無作為に選んだ 500 粒について卵径計測を行った。なお、発達卵群の卵径計測に関しては、固定していない卵巣組織を 1.3% 塩化ナトリウム水溶液中でほぐし、30 粒について行った。

また、銘柄間の卵径および卵巣重量の比較は、一元配置分散分析 (one-way ANOVA) の後、Tukey-Kramer の検定法 (Tukey-Kramer test) により行った。

### (2) 組織観察

ブアン液で固定した試料をエタノールで脱水した後、メタクリレート樹脂に包埋、滑走式マイクロームにより作製した切片 (厚さ  $2.5\mu\text{m}$ ) に 1% トルイジンブルー溶液で染色を施し、光学顕微鏡 (オリンパス光学工業株式会社製, BX 50) で観察した。なお、卵膜の微細構造の観察は、卵巣組織をカルノフスキー液で固

定後 1% オスミウム酸溶液による 2 次固定を行い、エポキシ樹脂で包埋、ウルトラマイクロームにより作製した超薄切片 ( $1\mu\text{m}$ ) に、酢酸ウラニルおよびクエン酸鉛の 2 重染色を施し、透過型電子顕微鏡 (JEM-200 CX) を用いて行った<sup>15)</sup>。

### (3) 卵膜の厚さ

卵細胞の中心部付近を通ると考えられる核が認められる断面において、組織像の卵膜部分を光学顕微鏡で 400 倍に拡大し、卵膜外層および卵膜内層の厚さを接眼マイクロメーターで計測した。なお、卵 1 粒につき 3 箇所計測を行い、平均値を採用した。

### (4) 卵の物性測定

RHEONER (山電株式会社製, RE-3305 型) を用い、測定温度  $20^{\circ}\text{C}$  において、卵一粒の破断特性を測定した。なお、設定は  $8\text{mm}\phi$  円柱型プランジャー、測定速度  $0.5\text{mm/sec}$ 、歪率 95%、格納ピッチを  $0.01\text{sec}$  とした。

### (5) 偏光顕微鏡による卵の観察

血液反応板に卵 8 粒を置き、2.5% 塩化ナトリウム水溶液を  $400\mu\text{l}$  加え、カバーガラスをかけた状態で、偏光顕微鏡 (オリンパス光学工業株式会社製, BX 50) を用いてクロスニコル下で経時的に 24 時間後まで卵像を観察した。顕微鏡には長焦点対物レンズを装着し、鋭敏赤色板 ( $530\text{nm}$ ) を対角位に挿入、白色光を光源として卵の干渉色を観察し、撮影画像から卵面積を測定した。なお、卵膜の配向性 (卵膜を構成している高分子鎖の配列状態の程度) を評価する<sup>16,17)</sup> ために、卵の中心から一定位にある 4 点の干渉色を測定し、レタデーション<sup>18)</sup> を算出した<sup>19)</sup>。

### (6) 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 ( $10,000\text{rpm}$ , 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。前報<sup>1)</sup> と同様、水分は  $105^{\circ}\text{C}$  常圧恒量乾燥法、たんぱく質はケルダール法、脂質はソックスレー抽出法、灰分は灰化法により測定し、炭水化物は差し引きにより算出した。

また、スケトウダラ卵を  $3\text{g}$  前後採取して計量 ( $x$ ) し、 $100,000\text{g}$  で 30 分間遠心分離<sup>14)</sup> (Beckman 社製、超遠心分離機 Optima TLX Ultracentrifuge) を行って分離状態を観察し、得られたペレット重量を  $x$  に対する重量割合で算出した。また、得られた上清を溶離液 ( $1/15\text{M}$  phosphate buffer +  $0.3\text{M}$  NaCl : pH 7) で 100 倍希釈後、 $0.2\mu\text{m}$  の濾過フィルタ (Gelman Japan 社製) で濾過し、 $10\mu\text{l}$  をゲル濾過クロマトグラ

フイー分析 (日立製作所製) に用いた。なお、カラムは Shodex PROTEIN KW 803 (昭和電工株式会社製), 流速 0.7 ml/min, カラム温度 35°C, UV 検出器は 280 nm に設定して測定した。たんぱく質分子量は, たんぱく質標準サンプル (オリエンタル酵母工業株式会社製, Molecular Weight Marker Proteins HPLC) を用いて同条件下で測定して得られた溶出時間と標準たんぱく質分子量の検量線から算出した。

## 実験結果

### 1. スケトウダラ卵巣の卵径分布

真子 M の左右卵巣を, 前部・中部・後部で切断し, 得られた各断面の外側・中側・内側の部位, 片腹 9 カ所 (図 1) の卵径分布を調べた結果を図 2 に示す。いずれの部位においても卵径頻度分布は明瞭な 2 峰型を示し, 卵径にも部位による差は認められなかった。なお, この結果は左右の卵巣に共通であった。従って, 以後卵巣組織観察部位は原則として図 1 に示す 5 の位置, 1 カ所とした。

### 2. 卵巣銘柄と卵巣重量・卵径との関係

卵巣の各銘柄別の卵径頻度分布を図 3 に示す。ガム子から水子にかけて, 発達卵群の卵径は増大し, 水子では分離卵の存在を意味する径のものが認められた。また, 図 4 に各銘柄別の卵巣重量と発達卵群の卵径の平均値を示す。ガム子・真子・水子の平均重量は順に  $19.4 \pm 4.0 \text{ g}$ ・ $112.7 \pm 67.9 \text{ g}$ ・ $150.4 \pm 43.8 \text{ g}$  である。平均卵径はそれぞれ  $608.4 \pm 87.8 \mu\text{m}$ ・ $919.7 \pm 84.6 \mu\text{m}$ ・ $1052.3 \pm 76.5 \mu\text{m}$  であり, ガム子 < 真子 < 水子の順に, 重量および卵径のいずれもが増大したが, 水子では成熟に達し吸水して大型化した卵, すなわち透明

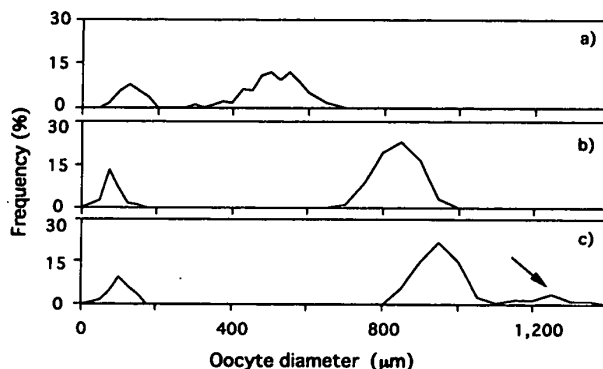


Fig. 3. Frequency distribution of oocyte diameter for different brands of Alaska pollack ovary.

a) Gamuko b) Mako c) Mizuko

Arrow indicates a peak of the separated egg group.

卵が混在した。なお, 真子では SS~LL の 5 段階の卵巣サイズと相関して重量は増加している ( $37.9 \pm 5.6 \text{ g}$ ・ $58.5 \pm 5.4 \text{ g}$ ・ $89.2 \pm 13.6 \text{ g}$ ・ $169.2 \pm 11.0 \text{ g}$ ・ $220.6 \pm 17.8 \text{ g}$ ) が, 卵径は順に  $826 \pm 53 \mu\text{m}$ ・ $906 \pm 80 \mu\text{m}$ ・ $958 \pm 88 \mu\text{m}$ ・ $938 \pm 69 \mu\text{m}$ ・ $945 \pm 62 \mu\text{m}$  で, S~LL の間に有意差は認められなかった。

### 3. 卵巣銘柄と卵の物性との関係

各銘柄の卵巣 5 腹から無作為に採取した卵一粒の荷重-歪み曲線 (サンプル数: ガム子 40, 真子 25, 水子 25) のうち, 各銘柄の卵一粒の代表的な曲線を図 5 に示す。前報<sup>1)</sup>の真子卵一粒の歪率 40% まででは破断点がみられなかったが, 今回歪率と分析精度を上げることで, 真子は歪率 55%, さらに歪率 70% 付近でも高い破断点がみられることが分かった。また, 水子は低い歪率 35% 付近で早く破断したのに対して, ガム子は弾力性があり歪率 70% 付近ではじめて破断点が観察さ

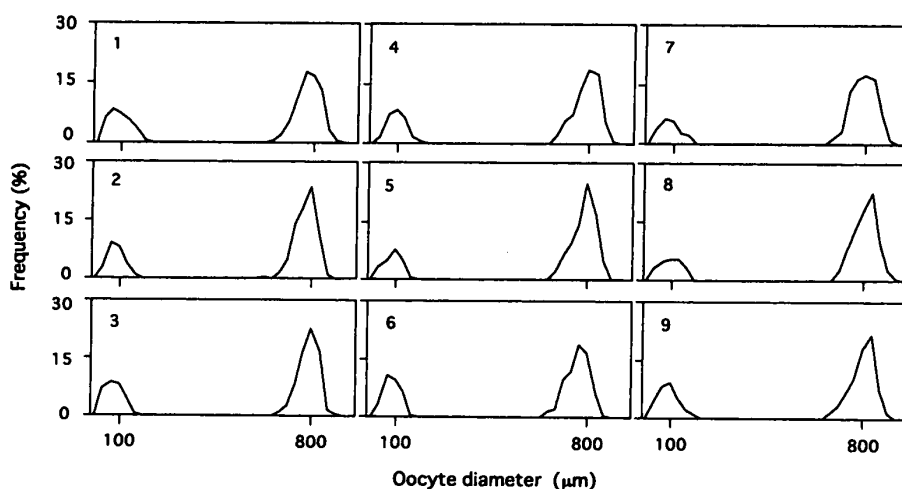


Fig. 2. Frequency distribution of oocyte diameter at sampling sites 1-9 in Alaska pollack ovary.

## 流通スケトウダラ卵巣の銘柄と成熟度および卵の特性

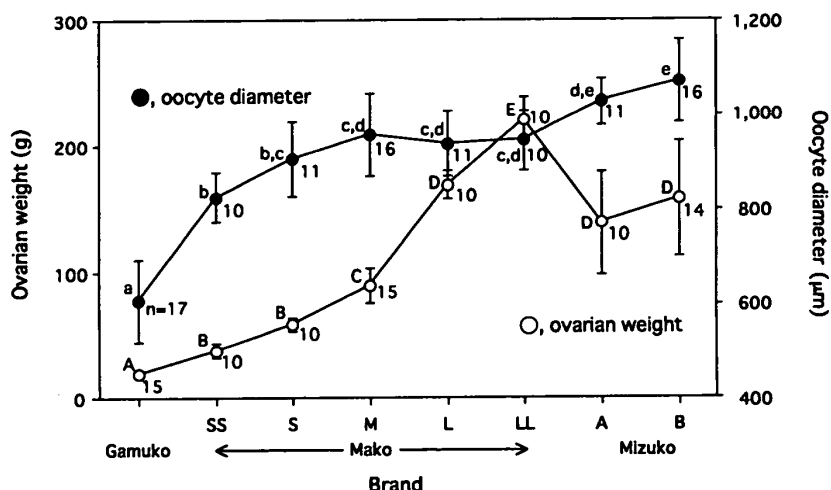


Fig. 4. Ovarian weight and oocyte diameter for different brands of Alaska pollack ovary.

The ranges shown by  $\bar{\text{T}}$  indicate the ranges of one standard deviation, n, number of samples.

Statistically significant differences between groups are shown by different letters ( $P < 0.05$ ).

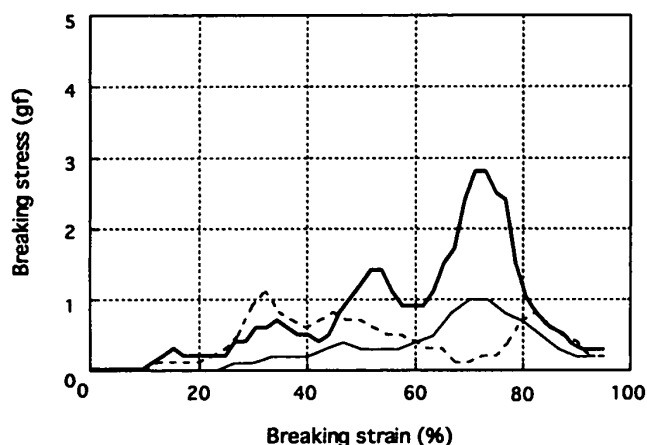


Fig. 5. Fracture characteristics of an egg collected from different brands of Alaska pollack ovary.

—Gamuko, —Mako, ----Mizuko

れた。

#### 4. 卵巣銘柄と卵膜物質透過性能との関係

図6は各銘柄の卵巣から採取した卵の塩化ナトリウム水溶液中におけるレタデーションと卵の投影面積を経時的に示したものである。何れの銘柄卵もレタデーションは32分まで上昇したが、その後は徐々に低下した。水子のレタデーションは浸漬直後から高く、ピーク時も高値であったがバラツキが大きく、真子は徐々に上昇し高いピークが得られた。一方、ガム子ではわずかな上昇しかみられなかった。また、卵の投影面積は何れも浸漬直後若干減少したが、徐々に増大し24時間後には、水子1.6倍、真子1.5倍、ガム子は1.2倍

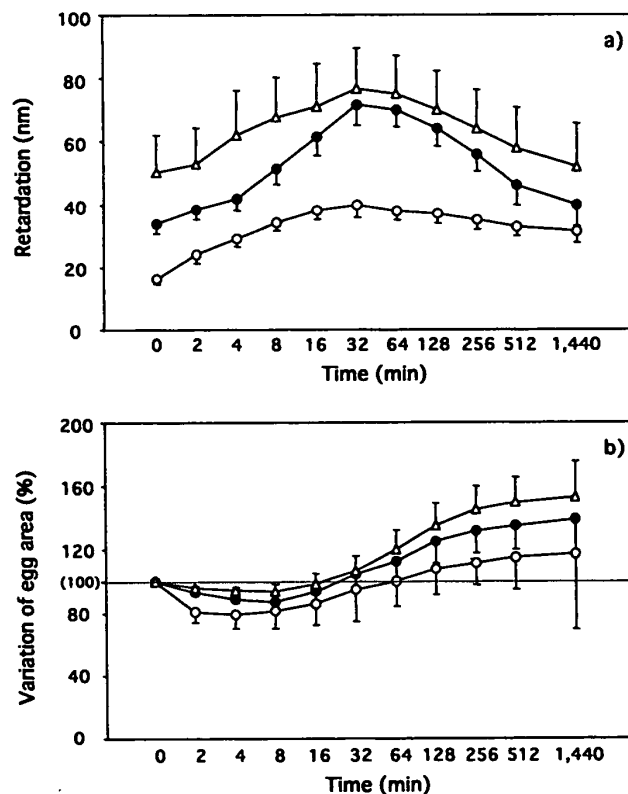


Fig. 6. Changes in retardation (a) and variation in egg area (b) for different brands of Alaska pollack egg.

○Gamuko, ●Mako, △Mizuko

となった。

#### 5. 卵巣銘柄と成分組成

表1に各銘柄卵巣の成分組成を示す。ガム子は水分

**Table 1.** Comparison of the components from different brands of Alaska pollack ovary.

| Components (%) | Gamuko     | Mako       | Mizuko     |
|----------------|------------|------------|------------|
| Moisture       | 78.75±0.05 | 68.56±0.04 | 72.35±0.03 |
| Protein        | 17.32±0.12 | 25.70±0.07 | 22.74±0.11 |
| Lipid          | 0.87±0.03  | 1.59±0.02  | 1.42±0.12  |
| Ash            | 1.63±0.07  | 1.39±0.02  | 1.32±0.11  |
| Carbohydrate   | 1.61±0.09  | 2.76±0.09  | 2.17±0.09  |

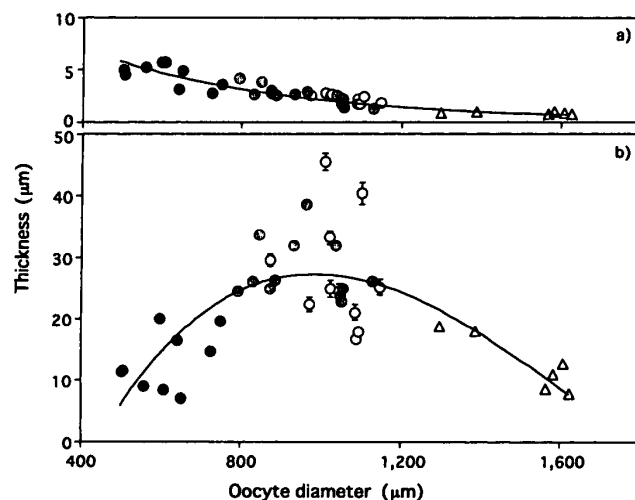
Figures indicate Mean ± Standard Deviation.

および灰分が最も高く、たんぱく質、脂質、炭水化物の含有率は最も低い。真子の水分は最も少ないが、たんぱく質、脂質および炭水化物は最も多い。

超遠心分離後はいずれの銘柄の卵巣も、リピッド1層と上清液2層、ペレット1層に分離した。上清はねっとりとしており、上部のリピッド層は固まっていた。なお、ガム子、真子、水子と成熟にともない、リピッド層と上清の粘性は減少し、さらさらとしてきた。ペレットの重量%は、ガム子38.9±7.0%、真子25.4±1.9%、水子22.9±1.8%の順に減少した。上清たんぱく質の分子量はいずれも、4,000と30万付近、及び70万以上に大きなピークがみられ、ガム子<真子<水子の順に分子量の小さい成分が多く検出された(図7)。

#### 6. 卵巣銘柄と卵膜の厚さ及び卵の構造

各銘柄卵巣から採取した卵の、卵膜の厚さを外層と内層に分けて測定した結果を表2に示す。外層はガム子が最も厚く、真子、水子と次第に薄くなる傾向がみられたが、逆に内層は、ガム子から真子と次第に厚くなり、水子で最も厚くなった後、水子透明卵で急激に薄くなっており、外層と内層で異なる変化がみられた。



**Fig. 8.** Relationship between the oocyte diameter and thickness of the egg membrane (zona radiata) for different brands of Alaska pollack ovary.

a) outer layer of the egg membrane

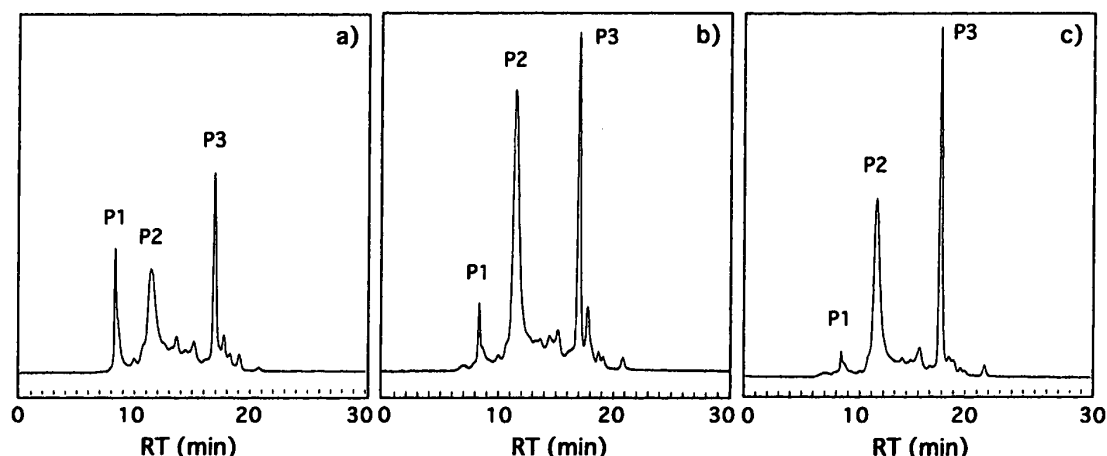
b) inner layer of the egg membrane

● Gamuko, ◐ Mako, ○ Mizuko, △ Mizuko transparent egg

また、卵径と卵膜の厚さの関係を図8に示すが、卵径の増大とともに卵膜外層は次第に薄くなり、卵膜内層は卵径800~1,000 μm付近で肥厚し、1,200 μm以上では急激に薄くなった。なお、卵径  $x$  (μm) と卵膜の厚さ  $y$  (μm) には一定の式で表される関係が認められ、次のように表された。

$$\text{卵膜外層: } y = 15.594 e^{-0.0019x} \quad (r=0.94)$$

$$\text{卵膜内層: } y = 4E - 0.8x^3 - 0.0002x^2 + 0.2545x - 79.767 \quad (r=0.76)$$



**Fig. 7.** HPLC patterns of the supernatant protein for different brands of Alaska pollack ovary.

a) Gamuko b) Mako c) Mizuko

P1 indicates the molecular weight peak of more than 700,000.

P2 and P3 are the peaks of about 300,000 and 4,000, respectively.

## 流通スケトウダラ卵巣の銘柄と成熟度および卵の特性

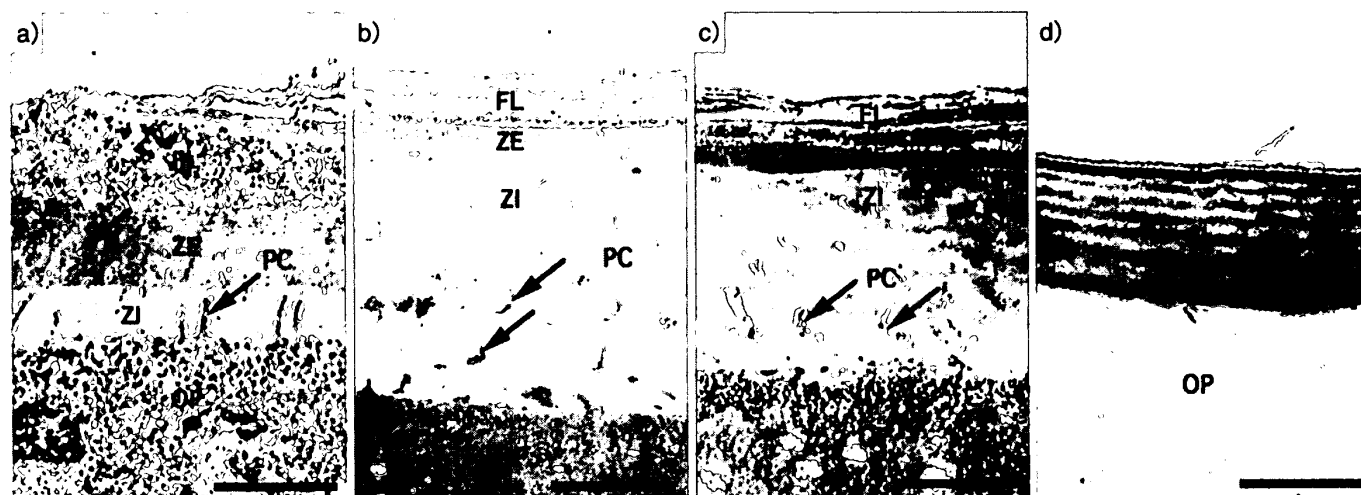


Fig. 9. Ultrastructures of the egg membrane (zona radiata) in oocyte for different brands of Alaska pollack ovary.

a) Gamuko b) Mako c) Mizuko d) Mizuko transparent egg

FL, follicular layer ; ZE, zona radiata externa (outer layer) ; ZI, zona radiata interna (inner layer) ; PC, pore canal ; OP, ooplasm.

The scale bar showed 10  $\mu$ m.

Table 2. Thickness of outer and inner layers of egg membrane (zona radiata) in the oocytes collected from different brands of Alaska pollack ovary.

| Ovarian brand | Outer layer ( $\mu$ m) | Inner layer ( $\mu$ m) |
|---------------|------------------------|------------------------|
| Gamuko        | 4.74 $\pm$ 0.96        | 12.94 $\pm$ 5.08       |
| Mako          | 2.51 $\pm$ 0.76        | 25.67 $\pm$ 6.20       |
| Mizuko        | 2.29 $\pm$ 0.43        | 27.93 $\pm$ 9.44       |
| Mizuko*       | 0.75 $\pm$ 0.10        | 12.65 $\pm$ 4.70       |

Figures indicate Mean  $\pm$  Standard Deviation.

\*transparent egg

一方、各銘柄卵巣卵の卵膜構造にはほとんど差が認められず、何れの膜も濾胞細胞層と細胞質の間に層状構造として認められ、多数の卵膜孔管を有しており、卵膜外層は薄く均質な2層構造、卵膜内層は厚く10層前後の網目状構造を呈していた(図9-a, b, c)。しかし、水子の透明卵では卵膜孔管や網目状構造の消失などの構造変化が認められた(図9-d)。

### 考 察

硬骨魚類の卵巣は、裸状型と嚢状型に大別される<sup>20)</sup>。裸状型は卵巣実質部の一部が直接体腔に露出する構造を示す一方、嚢状型は卵巣が完全な袋状をしており、スケトウダラをはじめほとんどの硬骨魚類の卵巣がこの型に属する。卵巣内における卵細胞の分布や発達様式に関して、スケトウダラ卵巣では未発達卵群から分離した発達卵群が卵径を増大させ、その一部が分離し

成熟に達すること、また、卵巣卵の分布の様式と卵径に部位による差は認められないことが報告されている<sup>21)</sup>。本研究の結果も併せて考察すると、スケトウダラ卵巣は均質な構造をとっており、一部の卵を利用するにあたり、卵巣部位を問わない利点を有していることが明らかになった。

また、卵巣重量はガム子から真子で平均19gから220gへと増加し、水子で149gと減少していたが、発達卵群の卵径はガム子500 $\mu$ m、真子800 $\mu$ m、水子900 $\mu$ mと増大しており、卵径は成熟にともなって大きくなり、水子では分離卵群が形成されることが確認された。一方、真子のSSからLLの5種類の卵巣では、重量が大きく異なるのに対し、卵径には差が認められなかった。従って、ガム子は卵黄形成(成長)中期、真子は卵黄形成中期から後期の成長盛期、水子は成熟期の卵巣と考えられ、ランク(銘柄)付けは、ガム子と真子(SS~LL)が卵巣重量により、水子は透明卵(成熟に達し、吸水により大型化した卵細胞)の有無や卵巣の形状によりなされていると推察された。なお、水子の卵巣重量にばらつきがみられたのは、卵巣重量が魚体の大きさを反映しているためと考察された。

スケトウダラ卵の68~80%は水分であるが、それ以外の成分のほぼ80%がたんぱく質で、残りを炭水化物、脂質、灰分で4~9%ずつ占めている。ガム子から真子への変化は、成長にともなう卵黄蓄積による、糖たんぱく質やリポたんぱく質等、たんぱく質の増加を反映しているものと推察され、水分が顕著に減少し、

その分たんぱく質や炭水化物、脂質が増加している。真子から水子への変化、すなわち水分の増加は、成熟期の吸水にともなうものと考えられる。なお、超遠心分離後のペレットを偏光顕微鏡で観察した結果、そのほとんどが卵膜であったことから、ペレット量の減少は以下に述べる卵膜構造の変化を反映しているものと推察された。すなわち、卵膜外層が厚く卵径の小さいガム子では、卵に対して卵膜の占める割合が大きく、卵膜が破壊され難いために内部液が出難い。一方、吸水により卵が大きくなった水子では、卵膜が相対的に薄くなり卵膜の占める割合が小さくなるとともに内部液を分離し易いためであろう。上清たんぱく質の分子量のピークには、成熟度別の違いは認められなかったが、成熟にともなう低分子量の増加は、ガム子から真子にかけての卵黄形成にともなう上記のような成分変化と関係しているものと推察された。

卵膜構造の変化は卵の物性や物質透過性とも関係しており、卵膜外層が厚く、卵膜の占める割合の大きいガム子卵は破断し難く弾力性があり、浸漬溶液を卵膜自体があまり吸収せず、塩化ナトリウム水溶液中での卵膜内の分子鎖配向（レタデーション）も高くないので卵のプチプチ感が出難いと言えよう。真子になると卵膜外層が薄くなり、浸漬溶液の吸収率がよく、塩化ナトリウム水溶液中での卵膜内の分子鎖の配向も高くなり、内層は厚くなっているため適度な硬さと明確な破断点があるために、プチプチ感が大きくなると推察される。一方、水子卵は卵膜外層と内層何れも薄くなっているために、浸漬溶媒をよく吸収し、塩化ナトリウム水溶液中での上述の配向も急激に上昇するが、破断しやすく水っぽい触感になっていると考えられる。

なお、レタデーションは卵の光学的性質を複屈折（分子配向）の大ききで示すものである<sup>18)</sup>が、[レタデーション＝膜厚×複屈折の大きき]として観察され、官能的には卵膜の緊張状態を表わすものと考えられる。卵のレタデーションは32分をピークに徐々に低下するように見える（図6）が、水溶液中で膨張した卵の膜厚は薄くなるので、レタデーションを膜厚で割った（あるいはレタデーションと卵面積との積）複屈折の大ききはほぼ一定となり、塩化ナトリウム水溶液中の卵の分子配向は32分でほぼ一定値に達することが分かっている<sup>19)</sup>。

また、卵膜外層は卵黄蓄積にともなう内側からの膨張により薄くなるが、外層の体積は一定であると考えられる。一方、内層は卵黄形成とともにその厚さを増

大させ、成長盛（真子）期に著しく肥厚した後、成熟（水子）期の吸水による卵細胞の大型化にともなう内層の伸張により、急激に薄くなると考えられる。また、成熟後期の水子透明卵では、卵膜孔管の閉鎖や網目状構造の消失をともなう構造変化がみられ、成長期のものとは異なる物質輸送特性を有している可能性が示唆された。

以上、本報告では流通スケトウダラ卵巣の銘柄と卵の成熟度との関係についての検討を行ったが、成熟にともなう卵径や卵膜と細胞内構造の変化は魚卵食品の調味加工製造に大きく影響するものと考ええる。なお、今回は一般に流通している凍結卵巣を用いた結果を示したが、凍結卵は未凍結（生鮮）卵と細胞内構造や物理化学的性質等に差が認められたので、その点については更に詳しく検討し、次回に報告する。

## 要 約

スケトウダラ卵巣は凍結状態で流通しており、卵巣の成熟度によりガム子、真子、水子に分けられている。本研究では、魚卵有効活用の観点から、これら銘柄化された卵巣に関する基礎的知見を得ることを目的とした。

卵巣内の卵の分布様式と卵径は均一で、スケトウダラ卵巣は均質な構造をしていることが分かった。卵径は、ガム子、真子、水子と次第に大きくなる傾向がみられ、真子では卵巣サイズによる卵径の差は認められなかった。流通スケトウダラ卵巣のランク付けは、ガム子と真子（SS～LL）に関しては卵巣重量により、水子は透明卵の有無や卵巣の形状によりなされていたが、ガム子は成長中期、真子は成長盛期、水子は成熟期の卵巣と考えられ、銘柄は卵巣の成熟度に基づいていることが確認された。

スケトウダラ卵の成分組成は、水分70%、たんぱく質25%、脂質1.5%、灰分1.5%、炭水化物2%程度であったが、ガム子は水分と灰分が多く脂質が少なめ、水子は水分が多めであった。超遠心分離により、上部のリピッド層と上清液2層、ペレット1層に分離した。上清たんぱく質分子量は4,000と30万付近、および70万以上にピークがみられた。なお、成熟にともないペレット量が減少し、上清たんぱく質は分子量の小さいものが増えた。

卵膜は内外2層の構造を示し、貫通する多数の卵膜孔管を有していた。また、成熟にともない卵膜外層は薄く、内層は厚くなり水子透明卵では急激に薄くなることが分かった。

## 流通スケトウダラ卵巣の銘柄と成熟度および卵の特性

成熟や凍結解凍にともなう卵構造の変化は、卵の物性や物質透過性と関係していることが示唆された。

## 謝 辞

本研究は福岡県産業・科学技術振興財団産学官共同研究開発事業(平成10～12年度)によって実施された。ご協力頂きました福岡県水産海洋技術センター白石日出人氏、株式会社ふくや川原正孝氏、株式会社博多まるきた北風宏雄氏に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 早濑仁美, 真鍋征一, 舟木淳子, 安藤泰子, 長修司(1997), 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, 日本調理科学会誌, **30** (3), 239-247.
- 2) 中川平介(1974), タラコの品質に関する研究, 広島大学水畜産学部紀要, **13** (2), 119-223.
- 3) 鈴木平光(1994), 魚卵の栄養価とその特性, 食の科学, **195**, 42-46.
- 4) 城島クニ子・堀川蘭子・浜口陽一(1970), 数種魚卵たんぱく質の栄養学的研究, 栄養と食糧, **23**, 325-329.
- 5) 加藤健仁(1993), 魚介類の未・低利用卵の加工, 北水試だより, **20**, 24-27.
- 6) 早濑仁美(1995), タラコの味噌調理加工方法, 日本国特許庁, 特開平 7-265015.
- 7) 早濑仁美, 一木葉子(2001), シート状魚卵加工食品およびその製造法, 日本国特許庁, 特開 2001-178422.
- 8) 早濑仁美, 藤恵子(2000), チーズ様魚卵加工食品およびその製造法, 日本国特許庁, 特願 2000-335704.
- 9) 早濑仁美, 太田朗子(2000), クリスピー食品およびその製造法, 日本国特許庁, 特願 2000-335706.
- 10) S. Manabe, H. Hayabuchi, Y. Yamaura, R. Fujioka, N. Ohmachi (1998), Composite membrane composed of Alaska Pollack roe membrane, Membrane, **23**(1), 32-38.
- 11) R. Fujioka, N. Ohmachi, H. Hayabuchi, S. Manabe (1999), Permeation properties of composite membrane composed of alginic acid and Alaska Pollack roe membrane. Membrane, **24**(2), 132-138.
- 12) 藤岡留美子, 大町直子, 池田淳子, 早濑仁美, 真鍋征一, 今田清久(1999), アルギン酸塩を媒体とした卵膜分散体の作製方法とその物質透過特性, 福女大人間環境学部紀要, **30**, 1-8.
- 13) 真鍋征一, 早濑仁美, 松山倫也他(1998-2000), 魚卵膜を利用した物質透過制御材料の開発, 財団法人福岡県産業科学技術振興財団産学官共同研究開発事業.
- 14) 真鍋征一, 早濑仁美, 松山倫也他(2001), 魚卵膜を利用した物質透過制御材料の開発, 財団法人福岡県産業・科学技術振興財団産学官共同研究開発事業成果報告書, 福岡県.
- 15) 藤恵子, 米田道夫, 松山倫也, 梅木陽子, 太田朗子, 山口幸恵, 早濑仁美(2001), マダイとコイの卵細胞の凍結解凍前後における形態変化, 福女大人間環境学部紀要, **32**, 29-36.
- 16) 真鍋征一, 早濑仁美, 藤岡留美子, 安藤泰子(1997), 偏光顕微鏡を用いた魚卵膜の微細構造解析方法, 福女大人間環境学部紀要, **28**, 23-30.
- 17) 早濑仁美, 安藤泰子, 山浦由美子, 真鍋征一, 藤岡留美子(1998), 辛子メンタイコ製造過程中でのスケトウダラ卵膜の構造変化, 福女大人間環境学部紀要, **29**, 21-27.
- 18) 栗屋裕: 高分子素材の偏光顕微鏡入門, アグネ技術センター (2001).
- 19) 梅木陽子, 早濑仁美, 真鍋征一, 太田朗子, 一木葉子, 舟木淳子(2000), スケトウダラ卵膜内部の分子鎖配向に及ぼす共存イオンの影響, 福女大人間環境学部紀要, **31**, 7-11.
- 20) W. S. Hoar (1957), The gonads and reproduction. In "The Physiology of Fishes" (ed. M. E. Brown), Vol. 1, Academic Press, New York, 287-321.
- 21) 谷野保夫, 辻崎久輝, 中道克夫, 久新健一郎(1959), スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS) の卵巣の成熟について, 北水研報, **20**, 145-164.

(2001年10月15日受理)