

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450276

研究課題名(和文) マサバの卵質に及ぼす要因の解明と卵質評価方法の確立

研究課題名(英文) Elucidation of the factors affecting the egg quality of chub mackerel and establishment of evaluation method of egg quality

研究代表者

長野 直樹 (NAGANO, NAOKI)

九州大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：50437943

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、新しい養殖対象魚種として期待されているマサバの卵質に影響を及ぼす要因を解明し、種苗生産において良質な受精卵を得るための基礎的知見を得ることを目的とする。様々な要因の中で、雌親魚の年齢や雌親魚の栄養状態(餌の脂肪酸およびアミノ酸)が卵質に及ぼす影響について調査した。マサバの種苗生産においては、1歳親魚よりも3歳親魚から採卵する方がより効率的であることがわかった。また、親魚の飼料へ魚油またはDHAを添加することにより、卵質や仔魚の質が高まることがわかった。

研究成果の概要(英文)：The chub mackerel (*Scomber japonicus*) is a commercially important species and aquaculture of chub mackerel is well established in south-western Japan. In this study, the effect of age and nutritional status (fatty acids and amino acids in the food) of female broodstock on reproductive performance and egg and larval quality were evaluated. Reproductive performance and larval quality were higher in the 3-year-old broodstock compared to 1-year-old broodstock. Further, the addition of fish oil or DHA to the broodstock diet improved egg and larval quality.

研究分野：海産魚の種苗生産と養殖技術の開発

キーワード：マサバ 種苗生産 卵質

## 1. 研究開始当初の背景

本研究で対象とするマサバ, *Scomber japonicus* は水産上重要な多獲性魚類であるが、近年その資源量は低水位で横ばいの傾向にある。その様な状況において、西日本を中心に養殖対象魚種として種苗生産技術の開発が望まれており、九州大学においても2012年度から生産技術の開発に取り組んでいる。

マサバは産卵期(春)に複数回産卵し、生涯に繰り返し産卵する。天然のマサバでは2歳魚以降のものが産卵群の主体となっており、飼育実験からは、ホルモン投与により1歳魚でも成熟・産卵できることが報告され、人工飼育化において受精卵を量的に確保できるようになった。しかし、良質な受精卵が安定的に得られるかは保証されておらず、卵質はふ化した仔魚の生残および成長に大きく影響することからも、親魚の養成方法に着目した良質な受精卵の安定確保を目指した研究が必要である。

卵質には様々な要因が影響を及ぼすことが知られている。主要なものとして、雌親魚の成熟・産卵様式(産卵経緯、年齢、産卵回数、産卵時期等)、雌親魚の栄養状態(餌の栄養)、遺伝的要因、環境要因等がマダイ、ブリ、大西洋タラ、サケ科等において報告されている。一方、近年、種苗生産・養殖技術の開発が進むマサバ・マグロ等のサバ科魚類では報告例がない。そこで、これらの要因の中で、(1)雌親魚の成熟・産卵様式、(2)雌親魚の栄養状態に着目した研究を行った。

## 2. 研究の目的

本研究では、卵質に影響を及ぼす要因を解明し、マサバの種苗生産において良質な受精卵を得るための基礎的知見を得ることを目的とする。様々な要因の中で、(1)マサバ雌親魚の年齢、(2)マサバ雌親魚の栄養状態(餌の脂肪酸およびアミノ酸)が卵質に及ぼす影響について明らかにする。

### (1) マサバ雌親魚の年齢の影響

雌親魚の年齢が卵質に及ぼす影響を明らかにする。マサバ親魚の産卵年齢毎に卵質を比較した報告例はない。親魚の高齢化に伴い、卵サイズは大きくなることが推測されるが、卵サイズがどう卵質に影響するかを明らかにする。また、ふ化仔魚の質についても比較する。

### (2) マサバ雌親魚の栄養状態の影響

雌親魚の栄養状態(餌の脂肪酸およびアミノ酸)が卵質に及ぼす影響を解明する。摂餌開始前のふ化仔魚は成長に必要な栄養を卵成分に依存するので、親魚の栄養状態が卵質に大きな影響を及ぼす。主要な卵成分は卵黄タンパクと脂質であり、卵質に影響を与える

餌の栄養成分として脂肪酸、アミノ酸、ビタミン、微量金属等が多くの魚種で報告されている。しかし、その結果は魚種ごとに異なり、マサバにおける栄養状態の影響を解明する。

### 脂肪酸組成の影響

餌に含まれる高度不飽和脂肪酸(海産魚の必須脂肪酸; DHA, EPA, アラキドン酸等)の量や組成比が、卵質に影響を及ぼすことが他魚種で知られている。マサバ雌親魚に異なる高度不飽和脂肪酸組成の配合飼料を与えて飼育し、得られた受精卵の質とふ化仔魚の質を比較する

### アミノ酸組成の影響

餌に含まれるタウリン含量が、ブリの産卵量や卵質(受精率やふ化率)に影響を及ぼすことが報告されている。また、タイ科ではグルタミン酸を多く含む受精卵のふ化率が高かった事が報告されている。そこで、異なるアミノ酸組成の配合飼料をマサバ雌親魚に与えて飼育し、得られた受精卵の質とふ化仔魚の質を比較する。

## 3. 研究の方法

### (1) マサバ雌親魚の年齢の影響

雌親魚の年齢が卵質に及ぼす影響を明らかにするため、同じ配合飼料を給餌して養成した天然種苗由来の1歳雌親魚と3歳雌親魚にHCG(500 IU/kg BW)を打注し、人工授精により採卵を行った。卵と仔魚の質の評価は、浮上卵数、浮上卵率、浮上卵のふ化率、浮上卵の卵径と油球径、ふ化仔魚の脊索長、および無給餌条件下におけるふ化仔魚の生残率を比較することにより行った。生残率はKaplan Meier法により解析した。また、受精卵からFolch法により脂質を抽出し、ガスクロマトグラフィーによる脂肪酸組成の分析に供した。

### (2) マサバ雌親魚の栄養状態の影響

雌親魚の栄養摂取状態が卵質に及ぼす影響を明らかにするため、異なる脂肪酸組成およびアミノ酸組成の餌を与えたマサバ雌親魚から卵を採取し、ふ化前の卵質とふ化後の仔魚の質を評価した。

### 脂肪酸組成の影響

異なる種類の油脂(A:魚油, B:アラキドン酸, C:DHA, D:植物油)を5%添加した市販の配合飼料(粗脂肪6%)を2か月間給餌し養成した親魚を用いて採卵試験を行った。産卵の誘導は5トン楕円形水槽に収容された親魚に生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)を400 µg/kg ずつ筋肉注射することにより行った。卵と仔魚の質の評価は、無給餌条件下におけるふ化仔魚の生残率を比較することにより行った。また、受精卵からFolch法により脂質を抽出し、ガスクロマトグラフィーによる脂肪酸組成の分析に供し

た。

#### アミノ酸の影響

マサバ2歳親魚(約500g)に市販のEP飼料に2-アミノエタンスルホン酸(タウリン)を0.5%と1.0%添加した飼料を2か月間給餌した後、採卵を行った(0.5%添加区及び1.0%添加区)。また、タウリンを飼料に添加しない試験区を対照区とした。給餌量は体重の1-2%とし、毎日給餌を行った。親魚の飼育は5トン楕円水槽で行い、採卵はヒト絨毛性ゴナドトロピン(hCG)を筋肉注射後に、乾導法による人工授精で得られた。受精卵については、孵化率と孵化後の無給餌生残率を測定することにより、卵質の評価を行った。

#### 4. 研究成果

##### (1) マサバ雌親魚の年齢の影響

1歳雌魚と3歳雌魚の平均尾叉長はそれぞれ25.0cmと33.4cm、平均体重はそれぞれ228.3gと491.0gであった。1尾当たりの浮上卵数は1歳魚で平均15,000個、3歳魚で53,000個と3歳魚が多かったが、浮上卵率とふ化率について年齢による差は見られなかった(表1)。

1歳魚と3歳魚から得られた受精卵の卵径と油球径、およびふ化仔魚の脊索長は3歳魚において有意に大きいことが示された(図1)。無給餌条件下におけるふ化仔魚の生残率は3歳魚で高かった(図2)。1歳魚と3歳魚から得られた受精卵の卵1個当たりの脂質含量は、それぞれ10.59 $\mu$ g/個と16.00 $\mu$ g/個であり、3歳魚で高かった(表2)。受精卵の脂肪酸含有量を分析したところ、DHA等のn-3高度不飽和脂肪酸(n-3HUFA)の含有量、およびDHA/EPAは3歳魚において高かった。

表1. 1歳魚と3歳魚の尾叉長、体重、総卵数、浮上卵率、及びふ化率の比較

	1歳魚 (n=3)	3歳魚 (n=3)
尾叉長 (cm)	25.0	33.4
体重 (g)	228.3	491.0
総卵数 ( $\times 10^3$ 粒/個体)	23.7	72.3
浮上卵率(%)	67.2	72.8
ふ化率(%)	82.1	80.4

これらのことから3歳魚から得られた受精卵は1歳魚と比較して、ふ化した後のエネルギーとなる卵黄(タンパク質)や油球(脂質)の容量、n-3HUFAが多いため、無給餌時の生残率が向上した事が推測された。

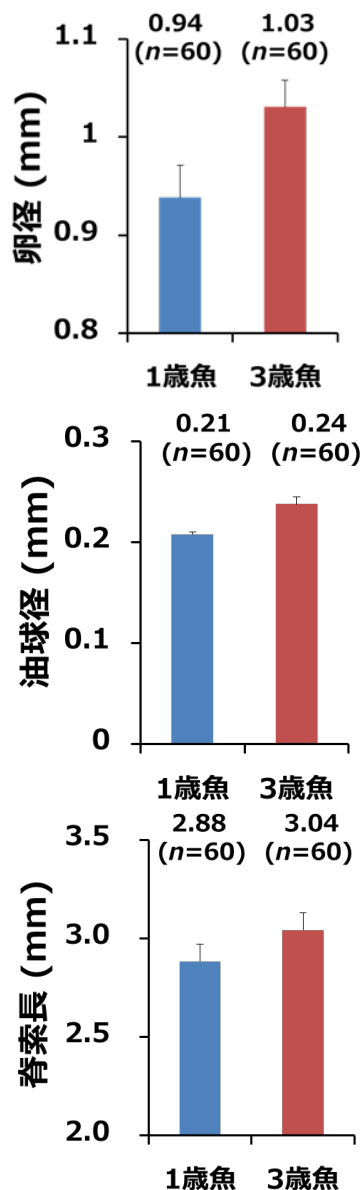


図1. 1歳魚と3歳魚から得られた受精卵の卵径と油球径、および孵化仔魚の脊索長

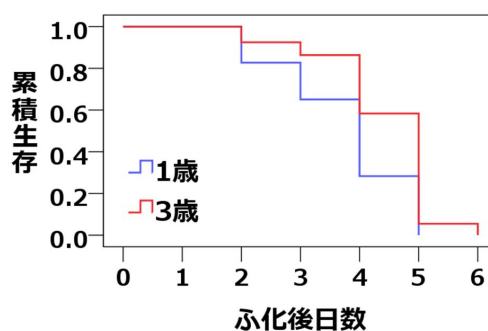


図2. 1歳魚と3歳魚から得られた仔魚の無給餌生残

表 2. 1 歳魚と 3 歳魚から得られた受精卵の卵 1 個当たりの脂質含量と脂肪酸含有量 (µg/個)

	1 歳魚 (n=3)	3 歳魚 (n=3)
脂質含量	10.59	15.00
16:0	1.35	1.65
18:0	0.37	0.43
18:1n-9	1.32	1.95
18:2n-6	0.31	0.56
20:4n-6	0.09	0.13
20:5n-3 (EPA)	0.52	0.57
22:6n-3 (DHA)	1.35	1.82
飽和脂肪酸	1.83	2.21
n-3HUFA	2.27	2.88
DHA/EPA	2.57	3.19

(2) マサバ雌親魚の栄養状態の影響  
脂肪酸組成の影響

受精卵の脂肪酸組成は給餌した飼料の脂肪酸組成を反映していた。採卵数は試験区 A (魚油添加区) と試験区 C (DHA 添加区) において多く、試験区 B (アラキドン酸添加区) と試験区 D (植物油添加区) において少なかった。またメス 1 尾当たりの産卵数も A と C において多く、B と D において少なかった。無給餌条件下におけるふ化仔魚の生残率は試験区 A と C において高く(88.6%と86.4%)、B と D において低かった(81.4%と82.1%)。飼料の脂肪酸組成が、親魚の産卵数及び仔魚の生残に影響したことが推測された。

アミノ酸の影響

総産卵数、浮上卵数、沈下卵数について対象区とタウリン添加区との間に差は見られなかった。得られた受精卵については、孵化率と孵化後の無給餌生残率を測定することにより、卵質の評価を行った。孵化率は対象区において平均 83.0%、0.5%添加区及び 1.0%添加区においてそれぞれ平均 87.7%と 87.5%であったが、統計的に有意な差は見られなかった。また、無給餌生残率はタウリン添加区において高い値を示したが、タウリン 0.5%添加区及び 1.0%添加区の間に差は見られなかった。本研究においては、卵質および仔魚の質に及ぼす親魚の飼料へのタウリン添加効果はみられなかった。

(3) 上記の研究結果より、マサバの種苗生産においては、1 歳親魚よりも 3 歳親魚から採卵する方がより効率的であると考えられた。また、親魚の飼料へ魚油または DHA を添加することにより、卵質や仔魚の質が高まることわかった。

5. 主な発表論文等  
〔雑誌論文〕(計 0 件)  
なし

〔学会発表〕(計 2 件)  
長野直樹, 北野戴, 坂口圭史, Sethu Selvaraj・Sanny David P. Lumayno, 松山倫也  
マサバの卵質と仔魚の質に及ぼす雌親魚の年齢の影響  
2014 年 3 月 30 日  
平成 26 年度日本水産学会春季大会  
北海道大学(函館市)

Nagano N., Kitano H., Sakaguchi K., Selvaraj S., Lumayno SDP, Matsuyama M.  
Effect of broodstock age of female chub mackerel *Scomber japonicus* on egg and larval quality.  
Aquaculture America 2014  
2014 年 2 月 10 日  
Seattle (USA)

〔図書〕(計 0 件)  
なし

〔産業財産権〕  
なし

〔その他〕  
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者  
長野 直樹 (NAGANO, Naoki)  
九州大学大学院農学研究院・准教授  
研究者番号: 50437943

(2) 研究分担者  
なし

(3) 連携研究者  
松山 倫也 (MATSUYAMA, Michiya)  
九州大学大学院農学研究院・教授  
研究者番号: 00183955

坂口 圭史 (SAKAGUCHI, Keishi)  
九州大学大学院農学研究院・准教授  
研究者番号: 50396280

北野 戴 (KITANO, Hajime)  
九州大学大学院農学研究院・助教  
研究者番号: 30635008