

ウナギ親魚および卵の効率的な確保を目指して

— 若齢魚からの採卵と卵脂肪酸に及ぼす親魚飼料の影響 —

山田 智^{*1}・堀 勝彦^{*2}・瀬岡 学^{*3}

Toward the improvements of broodfish management and egg quality of the Japanese eel, *Anguilla japonica*, for larviculture - egg collection from young broodfish and effects of broodfish diet on egg fatty acid contents -

Satoshi YAMADA^{*1}, Katsuhiko HORI^{*2}, and Manabu SEOKA^{*3}

Abstract It is essential for the progress of the study on the eel larviculture to obtain broodfish and eggs more efficiently. The Japanese eel broodfish are grown up for several years under the misapprehension that larger and older fish produce eggs with high quality. In the present study, we revealed that high quality eggs can be obtained from younger and smaller broodfish. In addition, we showed that egg fatty acid profile, one of nutritional determinants of fish egg quality, can be altered by the manipulation of dietary fatty acids for the young broodfish. The results obtained here may help considerably in improvements for broodfish management and egg quality in the study on the larviculture.

Key words: eel, broodfish, broodfish diet, egg fatty acid

ウナギは「土用の丑」で知られるように、長年にわたり日本人の食文化の一端を担ってきた。そして、古くからウナギ養殖が活発に行われ、現在では本邦における重要な養殖産業にまで発展している。しかし、養殖のための種苗は日本沿岸に出現するシラスウナギを採捕して賄っているのが現状で、ブリやマグロなどとともに未だ種苗を天然産に依存している珍しい養殖魚種である。また、日本のみならず東南アジアの各国がシラスウナギを採捕し養殖種苗として用いることがシラスウナギ天然資源量を左右する大きな要因の一つと考えられており、それに伴う種苗の価格変動も養鰻漁

家の計画的な生産を妨げている。また、種苗価格の変動は蒲焼などの小売価格にも反映されることから、小売事業者のみならず消費者に対する経済的影響も無視できない。したがって、これらを解決するには天然種苗に頼らない人工種苗の生産が欠かせない技術となる。そして、この観点に立って行われてきたウナギ種苗生産に関する研究はここ10年で大きな進歩を遂げ、(独)水産総合研究センター養殖研究所ではサケ脳下垂体抽出液やステロイドホルモンを用いた催熟・採卵技術の開発に続き (Kagawa *et al.*, 2001), ついに2003年には卵からシラスウナギを経て稚魚まで飼育することに

2005年11月15日受理 (Received: November 15, 2005)

*1 愛知県水産業振興基金栽培漁業部 〒441-3615 愛知県田原市小中山町一膳松 1-3 (Aichi Fish Farming Institute, Ichizenmatsu, Konakayama, Tahara, Aichi 441-3615, JAPAN)

*2 愛知県農林水産部水産課 〒460-8501 名古屋市中区三の丸 3-1-2 (Fisheries Administration Division, Department of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Aichi Prefectural Government, Sannomaru, Naka-ku, Nagoya, Aichi 460-8501, Japan)

*3 近畿大学水産研究所 〒649-5145 和歌山県東牟婁郡那智勝浦町浦神 468-3 (Fisheries Laboratory, Kinki University, Urugami, Nachikatsuura, Wakayama 649-5145, Japan)

世界で初めて成功した (Tanaka *et al.*, 2003)。

しかし、一方でウナギの種苗生産研究に用いられている親魚は大型で、育て上げるまでには2～3年と長期間を要し、人為催熟して得られる卵の状態が劣悪であることが多いために卵自体やふ化した仔魚の生き残りも良くないなどの問題点も解決されないまま残っている。したがって、これまで以上に成熟・産卵と仔稚魚飼育に代表されるウナギ種苗生産研究を推し進め、天然産種苗に依存しない人工種苗を生産するための基礎知見を得るには、親魚飼育期間の短縮化や健全な仔魚が得られる良質卵の確保のような効率化のための技術開発が望まれる。

本研究ではこれらの理由から、飼育期間が従来よりも極めて短期間で済む小型の若齢魚を人為催熟して採卵が可能かどうか、また異なる油脂を添加した親魚飼料をウナギに与えることで、魚類では卵質に大きく関わると考えられている卵の脂肪酸、ひいては卵質に影響を与えるかどうかを調べることを目的とした。

若齢魚からの採卵

ウナギをハウス養鰻など従来の養殖方法で飼育すると、原因は不明であるが多くの個体が雄になり、雌はごく少数しか現れない (千葉, 岩田, 1999)。したがって、現在では種苗生産研究に必要な雌個体を多く得るため、シラス期から性ホルモンの一種であるエストラジオール-17 β を約6ヵ月間経口投与してウナギを雌性化する (立木ら, 1997)。このように人為的に雌性化された若齢魚が、すでにその時点で人為催熟すること

のできるのであれば、従来のように長い期間をかけて育て上げなくともより短期間で親魚を確保できることになり、種苗生産研究をさらに一層効率的に進めることができると考えた。

そこで、シラス期からエストラジオール-17 β を経口投与して雌性化したウナギ15尾 (投与区; 平均体重約760g: シラス期から約14ヵ月飼育)、およびこれらと同由来であるがエストラジオール-17 β を投与せずに雌となった19尾 (無投与区; 平均体重約650g) を、海水馴致した後はサケ脳下垂体抽出液を毎週1回注射して採卵を試みた (Kagawa *et al.*, 2001)。

その結果、無投与区では7尾 (37%) からのみ採卵できたのに対し、投与区ではほぼ全数の14尾 (93%) から卵が得られた。また、採卵までに要したサケ脳下垂体抽出液の投与回数は無投与区で9～13回 (平均11回)、投与区では7～11回 (平均9回) であり、投与区では採卵時期が早まる傾向にあった (Fig. 1)。したがって、エストラジオール-17 β で雌性化した個体は、若齢魚でもサケ脳下垂体抽出液に良く反応して成熟することが分かった。

この理由は不明であるが、エストラジオール-17 β の投与は生殖腺を卵巣へと分化させるだけでなく、サケ脳下垂体抽出液やそれに誘導される内因性ホルモンに対する生殖器官の感受性をも高めるのかもしれない。今後に残された興味ある検討課題である。いずれにしても本研究結果から、従来よりもウナギ親魚の飼育期間を大幅に短縮することができる技術が開発されたことから、ウナギ種苗生産研究をさらに一層効率的に進めることができるものとする。

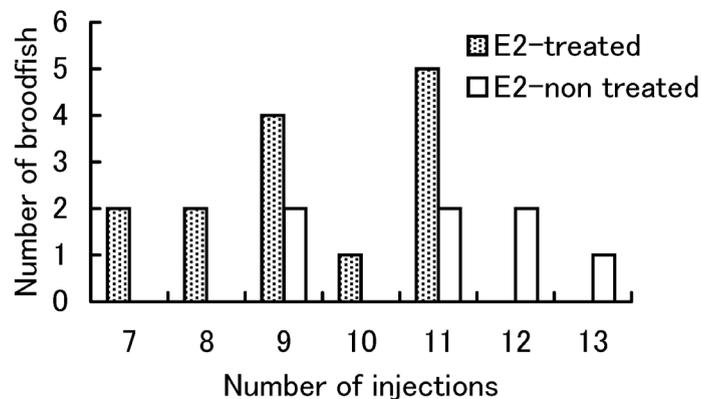


Fig. 1. Number of salmon pituitary extract injections in young eel treated with or without estradiol-17 β . Bars show the number of broodfish with ovulation.

卵脂肪酸組成に及ぼす親魚飼料の影響

魚類の卵質は様々な要因を受け決定されるが、なかでも親魚が摂取した栄養素の影響を受けることが良く知られている (Kjørsvik *et al.*, 1990)。したがって、ウナギの卵質が安定しないのは、人為催熟によるホルモンバランスの乱れやストレスのほかに、親魚飼料の栄養素も大きく関わっている可能性は十分に考えられる。ウナギは成長に伴い摂餌活性が低下することから、これまで親魚飼料に関する研究はほとんど行われていなかった。しかし、シラス期からの飼育期間が約1年のウナギは活発に摂餌することから、先に述べた若齢魚の成熟・採卵技術の確立は親魚飼料に関する研究を行う上でも極めて有効なツールになると考えた。魚類の卵質に影響を与える親魚飼料の栄養素には脂肪酸、ビタミン、カロテノイドなどがある (Kjørsvik *et al.*, 1990)。ここでは親魚飼料の脂肪酸組成の違いが卵の脂

肪酸組成と卵質に及ぼす影響について検討した。

先述と同じ方法で雌性化したウナギ (平均体重119g: シラス期から7ヵ月飼育) を、400尾ずつ2群に分け、それぞれに n-6 系脂肪酸のリノール酸 (18:2 n-6) を多く含むヒマワリ油、あるいは n-3 系脂肪酸のドコサヘキサエン酸 (22:6 n-3) を多く含むカツオ油を添加した養鰻用飼料を与えて約3ヵ月間飼育した (Table 1)。飼育はウナギの成熟を促進する海水中で行った (Kagawa *et al.*, 1998)。飼育終了後は各飼料区から22尾を無作為に選び出し、サケ脳下垂体抽出液の反復注射により人為催熟して採卵するとともに (Kagawa *et al.*, 2001)、得られた搾出卵については受精率やふ化率など卵質評価指標の測定と脂肪酸分析を行った。

飼育期間中は両飼料区とも活発に摂餌して、飼育終了時における平均体重はいずれも約330gと等しかった。また、人為催熟に要したサケ脳下垂体抽出液の投与回数にも区間差や従来との差は認められなかった

Table 1. Formula and proximate and fatty acid compositions of diets

	Diet	
	Sunflower oil	Bonito oil
Ingredients (%)		
Commercial mash	100	100
Sunflower oil	7	-
Bonito oil	-	7
Tap water	130	130
Proximate composition (% dry)		
Crude protein	48.3	47.8
Crude fat	13.8	13.9
Sugar	22.0	21.3
Crude ash	13.0	12.8
Fatty acid composition (% of total fatty acid)		
14:0	1.8	3.7
16:0	11.0	19.2
16:1	2.3	5.4
18:0	4.6	5.5
18:1 n-9	21.8	13.9
18:1 n-7	0.7	2.8
18:2 n-6	39.7	1.4
18:3 n-3	0.5	0.4
20:4 n-6	0.4	1.5
20:5 n-3	3.5	7.1
22:6 n-3	4.8	20.5

ことから、若齡魚を用いることで親魚飼料を活発に摂取させることができるとともに、人為催熟も順調に行えることを再確認した。

そして、これらの親魚から採卵を試みたところ、ヒマワリ油区からは17尾、カツオ油区からは19尾とほぼ同数の親魚から卵が得られた (Table 2)。また、両飼料区の浮上卵率、受精率、ふ化率および採卵数もそれぞれ40%、23%、10%および700粒/g 魚体重前後で明確な差異は認められなかった (Table 2)。一方、卵の脂肪酸組成についてみると、親魚飼料の脂肪酸組成と同様に、ヒマワリ油区ではリノール酸が、またカツオ油区ではドコサヘキサエン酸が多く、区間差が認められた (Fig. 2)。

以上の結果から、卵の脂肪酸組成は親魚飼料のそれを反映し変動するが、本研究で用いた親魚飼料では卵

質に明確な差は見出されなかった。本研究で使用したヒマワリ油あるいはカツオ油を添加した親魚飼料はいずれもウナギの必須脂肪酸要求を満たしている (竹内ら, 1980)。おそらく、脂肪酸要求を満たす飼料を親魚が摂取していれば、食餌性脂肪酸の違いが卵の脂肪酸組成に反映したとしても、ウナギの卵質はさほど影響を受けないのかもしれない。しかし、本研究で用いたヒマワリ油やカツオ油とは脂肪酸組成が異なる種々の油脂も存在することから、今後はこれらについても検討を加え、卵脂肪酸、ひいては卵質に及ぼす親魚飼料の影響を調べる必要があるだろう。一方、本研究結果から、親魚飼料を通して卵の生化学成分を改変できることがウナギでも明らかになった。脂肪酸以外に魚類の卵質に関わるとされるビタミンE、ビタミンC、アスタキサンチンなどの親魚飼料への添加効果についても興味を持たれる。

Table 2. Performance of artificial insemination in sunflower oil-fed and bonito oil-fed groups

	Dietary group	
	Sunflower oil	Bonito oil
No. of female broodfish used for insemination	22	22
No. of female broodfish with ovulation	17	19
Buoyancy (%)	37.1±34.9*	40.9±37.1
Fertilization (%)	23.8±43.0	22.9±20.9
Hatching (%)	9.7±13.5	14.0±20.4
Relative amount of eggs striped (eggs/g fish BW)	749.0±171.3	665.6±213.3

*Mean±SD.

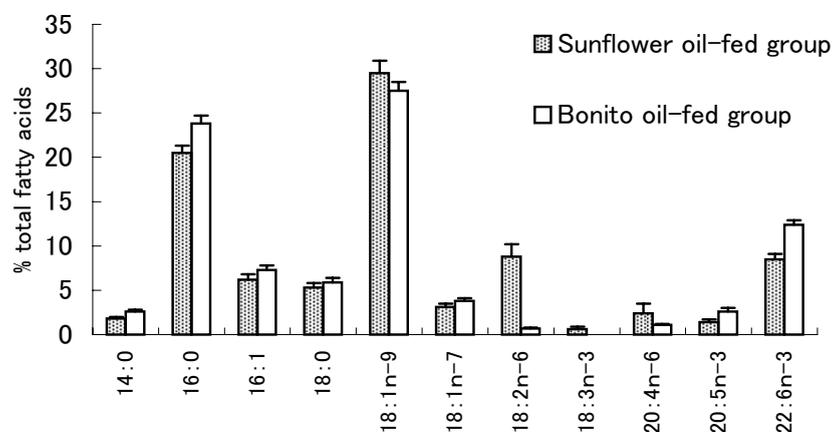


Fig. 2. Egg fatty acid composition in the sunflower oil-fed and bonito oil-fed groups.

おわりに

以上の本研究結果から、若齢の親魚を用いて人為催熟・採卵が可能ながことが明らかとなった。また、卵質には明瞭な影響は認められなかったものの、親魚飼料の脂肪酸組成が卵の脂肪酸組成に反映することを示した。卵質を改善するまでには至らなかったが、本研究で得られたこれらの知見は、ウナギ親魚および卵の効率的な確保を目指すうえで、有用な示唆を与えるものと考えられる。

文 献

- 千葉洋明, 岩田宗彦, 1999: ウナギの性: 雌雄は環境によって変わるか. 月刊海洋, **31**, 297-303.
- Kagawa H., Inuma N., Tanaka H., Ohta H., and Okuwaza K., 1998: Effect of rearing period in seawater on induce maturation in female Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Sci.*, **64**, 77-82.
- Kagawa H., Ohta H., and Tanaka H., 2001: Recent progress of research on larval production of Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Suisanzoshoku*, **49**, 127-132.
- Kjørsvik E., Jensen A. -M., and Holmefjord I., 1990: Egg quality in fishes, in "Advances in Marine Biology" (ed. by Blaxter J. H. S. and Southward A. J.), Academic Press, London, pp. 71-113.
- 立木宏幸, 中川武芳, 田村憲二, 広瀬慶二, 1997: ニホンウナギにおける estradiol-17 β の経口投与による雌化効果, 成長および親魚養成. 水産増殖, **45**, 61-66.
- 竹内敏郎, 新井 茂, 渡部 武, 新間弥一郎, 1980: ウナギの必須脂肪酸要求量. 日水誌, **46**, 345-353.
- Tanaka H., Kagawa H., Ohta H., Unuma T., and Nomura K., 2003: The first production of glass eel in captivity: fish reproductive physiology facilitates great progress in aquaculture. *Fish Physiol. Biochem.*, **28**, 493-497.