

クロマグロの資源増殖に関する生物・生化学的研究  
Biological and Biochemical Studies on Resource  
Propagation of Pacific Bluefin Tuna *Thunnus thynnus*

熊井 英水 (Kumai, Hidemi)  
近畿大学・水産研究所・教授



研究の概要

クロマグロ資源の増強に資する基礎・応用的知見の集積を目的に、成熟・産卵促進、初期発育・種苗生産および栄養素代謝・飼料開発に関する研究を進め、クロマグロの種苗量産につながる養成技術の確立を目指す。

研究分野／科研費の分科・細目／キーワード

農学／水産学・水産学一般／(1) クロマグロ (2) 資源・増殖 (3) 成熟・産卵 (4) 初期発育 (5) 種苗生産 (6) 栄養素代謝 (7) 飼料開発 (8) 完全養殖

1. 研究開始当初の背景・動機

(1) マグロ類、特に、クロマグロの世界的な資源減少が危惧され、以前の日本の遠洋漁業による乱獲と、全漁獲量の9割にも及ぶ輸入に対して非難が集中していた。

(2) この状況を打開するために、クロマグロ資源増強・養殖に関する情報を世界に発信する。

2. 研究の目的

(1) クロマグロの資源増強を目指して、種苗生産に係る基礎・応用的知見を集積し、その量産技術の開発に貢献する。

(2) 当該研究機関はクロマグロの種苗生産、養殖および親魚養成に関する施設・実績を持つ数少ない機関の一つである。

3. 研究の方法

(1) 研究内容が多岐にわたるため、成熟・産卵促進、初期発育・種苗生産および栄養素代謝・飼料開発の各セクションに分け系統的かつ効率的に研究を展開した。

(2) 奄美実験場と大島実験場では大型生簀を購入して、親魚と沖出し稚魚の養成規模を拡大し、環境条件の違いが成熟・産卵に及ぼす影響や産卵予報に関する重要な知見を得た。

(3) 受精卵を各セクション・研究分担者に配布して、供試魚の生産・確保に当たると、種苗量産に向けた研究・技術開発を進めた。

4. 研究の主な成果

(1) 平成 14 年には世界で初めてクロマグロの完全養殖に成功し、平成 16 年には完全養殖マグロを市場出荷した。また、最終年の平成 18 年には本研究成果により、10000 尾を超える稚魚の海面生簀への沖出しに成功した。

(2) 成熟・産卵促進セクション

2-1) ♂は 2・3 歳で成熟精子を観察したが、♀は 4 歳で初めて成熟した。本格的な産卵は 4 歳魚より始まる。

2-2) ♀親魚の成熟は、長日化・水温上昇で促進され、産卵盛期は 13.7 h 明期:10.3 h 暗期・27°C。

2-3) 毎年産卵した奄美実験場の水温が、平成 15・16 年のみの大島実験場より全体的に高く、バラツキは小さく安定していた。成熟・産卵には水温の安定が重要である。卵輸送方法に関する知見も得た。

2-4) 産卵期以外の♂精巣に運動活性の高い精子を認めた。液体窒素による精子保存には凍害防御剤の DMSO が、DMSO の希釈にウシ胎児血清が有効であった。

2-5) アロマトーゼは 1554 塩基・518 アミノ酸残基の翻訳領域を含み、卵巣発現タイプであった。本酵素の発現は、卵成熟の指標として利用できる。

(3) 初期発育・種苗生産セクション

3-1) 仔魚期の DNA、RNA、タンパク質含量は指数関数的に増加し、DNA/RNA はふ化後 19~23 日に著増した。

#### 〔4. 研究の主な成果 (続き)〕

3-2) ふ化後2日に脳下垂体とそのACTH陽性細胞を、4日から膵臓内分泌細胞と甲状腺濾胞細胞を確認した。ふ化後20日前後にT<sub>3</sub>は顕著に増加し、T<sub>4</sub>とコルチゾルに変化はなく高値を維持した。ふ化後7日からトリプシン活性が、20~25日にリパーゼおよびアミラーゼ活性が上昇した。ふ化後2週間にペプシン活性が認められた。

3-3) ふ化後10日までの適水温域は24~26°C、塩分濃度は30 PSU前後であった。ふ化直後~9日の仔魚比重は24.3~27.1で、昼間に高く夜間に低かったため、浮上・沈降死は体比重による問題でなかった。底面噴流装置による防止を試みた。

3-4) 脂肪組織形成過程と飼育環境による制御を試みた。魚体冷蔵保存に有効な特殊フィルムの効果を確認した。

3-5) 衝突死は遊泳時の低い姿勢・推力制御能と、光、色、明暗周期、低酸素、輸送、ハンドリングなどの刺激、魚体コルチゾル含量の増加、エネルギー出力などが関与していた。その防止には水槽壁の模様(水玉、格子、縦縞)と150lx以上の夜間電照が有効であった。

3-6) Syndinids属(卵黄白濁症)の培養にマダイ卵ホモジネートが有効であったが、海水に暴露しても遊泳可能な形態に変態しなかった。疾病は仔魚期にはウイルス性神経壊死症が、稚魚期にはマダイイリドウイルス症が主体であった。

(4) 栄養素代謝・飼料開発セクション  
4-1) フェノキシエタノールが麻酔に適していた。また、稚魚の絶食耐性が低く、タンパク質、脂質およびエネルギー要求量は高い。

4-2) 摂餌刺激物質としてマアジ筋肉エキスからIMP、Glu、Hisの3種混合物を同定した。嗅覚神経・舌咽-迷走味覚神経において、Pro、Leu、Met、Val、Ile、UMP、IMP、ADP、Betなどに高い活性が得られた。視神経節細胞の密度は成長により低下し、巨大神経節細胞(LGC)のそれは増加した。LGCの分布は前方斜め上方の高い知覚能を示唆した。

4-3) 魚粉飼料区の成長はイカナゴ区より顕著に劣った。また、魚粉に対する消化能は低い、アミノ酸組成に大きな問題はなかった。仔稚魚は非極性より極性脂質画分のDHAを利用することが分かった。

4-4) 酵素処理チリ魚粉(ECF)飼料に優れた成長が得られたが、長期飼育では若干劣った。ビタミンC要求量は430 mg/kgであった。最終的に、稚魚配合飼料には64%脱脂ECF、7.5%スジコオイル、8.0%活性ゲンブンの配合が適していた。本配合飼料で体重70gまでの稚魚を問題なく飼育できた。

#### 5. 得られた成果の世界・日本における位置づけとインパクト

(1) 本研究によりクロマグロの完全養殖が達成されたとともに、10000尾を超える種苗量産が可能になった。

(2) この偉業は世界に先駆けたもので、クロマグロ資源増強・研究の端著として大きな意義を持つ。

#### 6. 主な発表論文

(研究代表者は太字、研究分担者には下線)

(1) Ontogenic changes in RNA, DNA and protein contents of laboratory-reared Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis*. Y. Tanaka, W-C. Gwak, M. Tanaka, Y. Sawada, T. Okada, S. Miyashita and **H. Kumai**, *Fisheries Science*, **73**, 378-384, 2007.

(2) Characterization of transthyretin in Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*. Y. Kawakami, M. Seoka, S. Miyashita, **H. Kumai** and H. Ohta, *Zool., Sci.*, **23**, 443-448, 2006.

(3) Effect of *Artemia* enrichment on the growth and survival of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck and Schlegel) larvae. A.K. Biswas, J. Nozaki, M. Kurata, **H. Kumai** and M. Seoka. *Aquaculture Research*, **37**, 1662-1670, 2006

(4) Diel and ontogenic body density change in Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis* (Temminck and Shlegel), larvae. T. Takashi, H. Kohno, W. Sakamoto, O. Murata and Y. Sawada. *Aquaculture Research*, **37**, 1172-1179, 2006.

(5) Gustatory responses in Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck and Shlegel). J. Kohbara, T. Miyazaki, K. Takii, H. Hosokawa, M. Ukawa and **H. Kumai**. *Aquaculture Research*, **37**, 847-854, 2006.

(6) Anesthesia, fasting tolerance and nutrient requirement of juvenile northern bluefin tuna. K. Takii, H. Hosokawa, S. Shimeno, M. Ukawa, A. Kotani and Y. Yamada. *Fisheries Science*, **71**, 499-505, 2005.

(7) Completion of the Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck and Shlegel) life cycle. Y. Sawada, T. Okada, S. Miyashita and **H. Kumai**. *Aquaculture research*, **36**, 413-421, 2005.

(8) クロマグロ仔魚の成長に伴う比重変化、坂本 亘・岡本杏子・上土生起典・家戸敬太郎・村田 修、*日水誌*, **71**, 499-505, 2005.