

技術報告

トラフグ稚魚の寒冷麻酔効果

太田健吾

Effect of cold anesthesia for ocellate puffer *Takifugu rubripes* juveniles

Kengo OHTA

The effects of cold anesthesia for ocellate puffer juveniles were investigated. The juveniles of average TL 71.4 mm which were reared in ambient water temperature of 17.5 °C was immersed in cold sea water with a water temperature of 1-10 °C, and the anesthesia effect in each temperature was examined. As a result, the juveniles were anesthetized when they were immersed in cold sea water with a water temperature of 1-6 °C for 45 to 133 seconds. Mortality was not observed in all experimental groups, and they safely recovered in 172 to 378 seconds after the cold anesthesia treatment. These result indicate that cold anesthesia is an effective method for the ocellate puffer juveniles which are reared at ambient water temperature of at least 17.5 °C in the case of the marking, tagging and vaccination procedure.

2011年10月3日受付, 2012年1月25日受理

トラフグ *Takifugu rubripes* は室蘭以南の太平洋, 日本海, 朝鮮半島西岸, 黄海, 東シナ海に分布し, 白身で大変美味しいことから市場では高値で取引される高級魚となっている。また, 本種は全国で放流を目的に生産される種苗が年間 300 万尾を超えるなど, 栽培漁業の重要な対象種である¹⁾。

本種の放流調査には主に焼印標識²⁾, イラストマー³⁾, および胸鰭切除標識⁴⁾などの外部標識とアリザリンコンプレクソン (ALC)⁵⁾ で耳石を蛍光標識する内部標識が用いられている。しかし, 近年は放流尾数の増加に伴い, 既存標識のみでは放流群の区分に支障をきたすことが懸念され, 新標識開発へのニーズが高まっている。

独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所では新たな外部標識法として有機酸を体表に接触させて小棘および小棘鱗状突起を欠如させる手法 (有機酸標識) を開発し, 本法によって既存の焼印標識法では不適とされていた腹部への標識も可能となった^{6,7)}。

当該標識は市販綿棒を用いて有機酸を体表に接触, 浸透させるため, 種苗は標識直前に麻酔を施し, 標識後は

約 1 分間空气中で静置する工程を経る。このため, 今後, 本法の実用化を図るためには大量の種苗を安全かつ効率的に麻酔するシステムの構築が喫緊の課題となっている。

麻酔剤は養殖や栽培漁業の現場でワクチン接種などの際に用いられ, これまでに国内外で様々な種類が用いられてきた⁸⁾。このうち, 我が国で動物用医薬品として承認されているのはオイゲノール (FA100; 大日本住友製薬, 以下 FA100) のみとなっている^{8,9)}。しかし, FA100 は高価で覚醒時間が長く, 麻酔液が懸濁し, 液表面に泡が発生して魚が観察しにくいなどの欠点がある¹⁰⁾。また, 2006 年以降は新たに水揚げ前の 7 日間は使用を禁止するという休業期間が定められるなど, 使用にあたっては必ずしも簡便な麻酔剤とは言えない¹¹⁾。また, 麻酔剤以外では炭酸ガスを用いた麻酔法¹²⁾ も様々な魚種に利用されているが, ボンベの準備や炭酸水素ナトリウムと酸の計量などが必要なため, 簡便性を欠くと指摘されている¹⁰⁾。そこで, トラフグ種苗を安全かつ効率的に麻酔する目的で, 冷却した海水で寒冷麻酔を施し, 麻酔にか

独立行政法人水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所 増養殖部 資源増殖グループ

〒794-2305 愛媛県今治市伯方町木浦甲 2780

Fisheries Research Agency, National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Stock Enhancement and Aquaculture Division, Stock Enhancement Group, Hakatajima Laboratory, Imabari, Ehime 794-2305, Japan

keohta@fra.affrc.go.jp

かるまでの所要時間、覚醒時間、および覚醒後の生残状況から麻酔法としての有効性を検討した。

材料と方法

供試魚 試験は愛媛県今治市の民間業者（バイオ愛媛株式会社）で生産された種苗（平均全長 71.4 ± 2.45 mm）50尾を用い、平成23年6月10日に独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所伯方島庁舎で実施した。

試験区の設定 試験区は水温を1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9および10℃に調整した合計10区を設けた。試験水槽には1区当たり容量13ℓ（実水量10ℓ）のプラスチック製バケツ（アロン化成製）1個を用いた。

試験方法 試験に用いた海水は自然水温（17.5℃）の砂ろ過海水に同一の海水で作製した氷塊を加えて調温し、水量は10ℓとした。試験中はデジタル温度計（SK-250WP11-N;SATO製）で水温を確認し、適宜、少量の氷塊を添加しながら設定水温を維持した。1区当たりの供試尾数は5尾とし、これらを各試験海水に浸漬後、麻酔されるまでの状況を目視で観察した。なお、観察では供試魚が水槽底面に横たわり、動きが完全に停止した段階を麻酔にかかった状態と定義した。各試験区でこの処理を繰り返し、供試魚が麻酔にかかった時間を個体ごとに記録した。麻酔にかかった個体は直ちに試験海水から取り揚げ、続いて行われる標識の作業を想定して市販ポリエチレンシート（25×20×10mm；イノアックエラストマー製）上に2分間放置した後、覚醒用水槽（容量13ℓプラスチックバケツ）に収容した。覚醒用水槽には自然水温のろ過海水を13ℓ/分で注水すると同時に200mℓ/min程度の通気を施し、覚醒時間を個体ごとに記録した。なお、覚醒時間は麻酔後、市販ポリエチレンシート上に放置した2分間に加えて、覚醒用水槽内で横たわっている魚体が正常に定位置するまでの時間と定義した。覚醒した個体は、さらに生残を確認するための水槽に移し、24時間後の生残状況を調べた。

結果

図1に試験結果を示した。麻酔効果が認められたのは1～6℃区であり、麻酔にかかる平均時間（秒）と標準偏差は各々 45 ± 3 , 56 ± 3 , 67 ± 4 , 78 ± 4 , 133 ± 5 , および 133 ± 9 であった。麻酔にかかるまでの時間は水温が低いほど短くなった。一方、1～6℃区の平均覚醒時間と標準偏差はそれぞれ 378 ± 26 , 316 ± 26 , 286 ± 15 , 290 ± 22 , 186 ± 11 , および 172 ± 8 となり、覚醒するまでの時間は上記とは逆に水温が高いほど短くなる傾向を示した。なお、いずれの試験区も供試魚は死亡せ

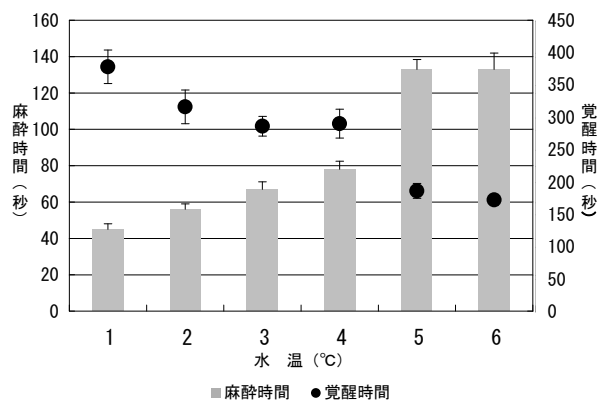


図1. トラフグ寒冷麻酔試験における水温別の麻酔時間と覚醒時間
バーは標準偏差を示す

ず、生残率は100%を示し、麻酔による生残への影響は認められなかった。

考察

寒冷麻酔の有効性については YOSHIKAWA *et al.*¹³⁾ がコイ *Cyprinus carpio* を輸送する際に、23℃で養成した成魚は4℃で5時間の麻酔、8~14℃では24時間の麻酔もしくは鎮静化が可能であると報告している。しかし、これ以外の処理条件では痙攣や鰓からの出血が認められたことから、コイでは寒冷麻酔に有効な水温の閾値が狭いと述べられている。また、YOSHIKAWA *et al.*¹³⁾ は同様の方法でマダイ *Pagrus major* を麻酔した結果、供試魚はいずれも低温に過敏に反応して大半が死亡したと報告している。また、MITTAL and WHITEAR¹⁴⁾ は23~25℃で養成したインドヌマウナギ *Monopterus albus*, インドナマズ *Heteropneustes fossilis*, およびキンギョ *Carassius auratus*, 海産魚では10℃で養成したウミトゲウオ *Spinachia spinachia* とニシイソギンポ *Blennius pholis* に対して寒冷麻酔を行った結果、麻酔にかかる温度はインドヌマウナギが10℃、インドナマズが6~7℃、キンギョが1℃、ウミトゲウオとニシイソギンポはいずれも0℃であったと報告している。このように、低温処理に対する麻酔効果は魚種によって異なる上、5~10℃の急激な水温変化に順応できない魚種の存在も報告¹⁵⁾ されていることから、寒冷麻酔を施す際には事前に対象種の低温耐性を確認しておく必要がある。

CHUNG¹⁶⁾ はティラピア *Tilapia mossambica* と卵生メダカ *Cyprinodon dearborni* の養成時と寒冷麻酔時の水温の関係について報告している。それによると水温を24, 27, 30, および33℃で養成した供試魚に対して寒冷麻酔を施したところ、麻酔にかかる水温はティラピアが各々8.5, 9.8, 10.7, および11.5℃、卵生メダカが3.4, 4.4, 5.1, および6.8℃となり、同一魚種であっても養成水温によって異なると述べている。

今回の試験では自然水温（17.5℃）で養成した平均全長71.4 mmのトラフグ種苗に対し、水温を1～10℃まで冷却した海水（水温差7.5～16.5℃）を用いて寒冷麻酔の効果を調べた。その結果、自然水温から11.5～16.5℃の範囲の冷却で種苗が安全に麻酔されることが明らかとなった。これにより、寒冷麻酔は少なくとも17.5℃で養成した種苗に対して有効と考えられ、有機酸標識を含む様々な標識の装着やワクチン接種の際の麻酔法としての利用が期待できる。本種では養成水温の違いが麻酔効果に及ぼす影響が把握できていないが、CHUNG¹⁶⁾の試験結果からは養成水温と麻酔にかかる水温には相関性が認められることから、より安全、確実に麻酔を施すためにも今後は更なるデータの集積が必要と考える。

謝 辞

本試験の結果をまとめるにあたり、ご協力、ご助言を賜りました独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所増養殖部長與世田兼三博士、増養殖部資源増殖グループ長 島 康洋氏に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 水産庁・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2011) 種苗生産放流実績(放流用)－魚類. 平成21年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績(全国)～資料編～, 東京, 34-36pp.
- 2) 阿知波英明(2002) 焼き印によるトラフグ未成魚への標識方法. 日水誌, **68**, 92-93.
- 3) 宮木廉夫・新山 洋・安元 進・池田義弘・多部田修(1997) トラフグ *Takifugu rubripes* 幼魚におけるイラストマー蛍光標識の有効性について. 長崎県水産試験場研究報告, **23**, 27-29.
- 4) 松村靖治(2005) 有明海におけるトラフグ *Takifugu rubripes* 人工種苗の当歳時の放流効果と最適放流方法. 日水誌, **71**, 805-814.
- 5) 松村靖治(2005) アリザリン・コンプレクソン並びにテトラサイクリンによるトラフグ *Takifugu rubripes* 卵および仔稚魚の耳石標識. 日水誌, **71**, 307-317.
- 6) 太田健吾・渡辺研一(2008) 有機酸を用いたトラフグの新標識. 平成20年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 145p.
- 7) 太田健吾(2011) 酢酸を用いたトラフグの新標識. FRANEWS, **27**, 23p.
- 8) 竹田達右(2002) ワクチン注射前の麻酔によるストレス緩和効果. アクアネット, **5** (4), 36-40.
- 9) 石丸克也(2002) ワクチン注射前の麻酔によるストレス緩和効果. アクアネット, **5** (4), 30-33.
- 10) 渡辺研一(2007) 炭酸ガス発泡剤のヒラメ稚魚に対する麻酔効果. 日水誌, **73**, 287-289.
- 11) 山本岳男・渡辺研一・今井 智・大貫 努・飯田真也・細川隆良・中島 歩(2008) サケ親魚に対する炭酸ガスの麻酔効果－ドライアイスとポンペを用いて－. SALMON 情報, **2**, 8-10.
- 12) FISH, F.F. (1943) The anesthesia of fish by high carbon-dioxide concentration. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **72**, 287-289.
- 13) YOSHIKAWA, H., S. UENO, and H. MITSUDA (1989) Short- and long-term cold-anesthesia in carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 491-498.
- 14) MITTAL, A.K. and M. WHITEAR (1978) A note on cold anesthesia of poikilotherms. *J. Fish. Biol.*, **13**, 519-520.
- 15) MCFARLAND, W.N. and G.W. KLONTZ (1969) Anesthesia in fishes. *Fed. Proc.*, **28**, 1535-1540.
- 16) CHUNG, K.S. (1980) Cold anesthesia of tropical fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **46**, 391p.