

日本海リサーチ & トピックス No.8

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 水産総合研究センター
	公開日: 2024-03-06
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者:
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000533

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



日本海

リサーチ & トピックス

2011年2月 第8号



韓国北東部のハタハタ刺し網漁の水揚げ風景

編集 日本海区水産研究所



独立行政法人
水産総合研究センター

目 次

大型クラゲの移動予測手法の現状 —2009年の大発生年を例として— 渡邊達郎 日本海区水産研究所日本海海洋環境部	3
ハタハタの日本海見聞録 —耳石の同位体分析でわかる水温履歴— 藤原邦浩 日本海区水産研究所日本海漁業資源部	6
これまでのアカアマダイ標識放流試験から明らかになったこと 町田雅春・竹内宏行・長副 聡・升間主計 宮津栽培漁業センター	8
マダラ飼育における低コスト・省力化および安定生産への取り組み 友田 努 能登島栽培漁業センター 團 重樹 玉野栽培漁業センター 小谷口正樹 富山県農林水産総合技術センター水産研究所	11

表紙の解説

韓国北東部のハタハタ刺し網漁の水揚げ風景

日本海区水産研究所 藤原邦浩

日本海に生息するハタハタの大きな産卵場は、秋田県男鹿半島と朝鮮半島東岸の2箇所である。写真は、日本海を挟んで秋田県の対岸に位置する韓国北東部の東草（ソクチョ）という街の漁港で、2009年12月に撮影された。地元漁業者は刺し網にかかったハタハタを手で1尾ずつ網から取り外して足元の樽に入っていた。撮影当日、気温が低かったもののごく快晴で、秋田県の厳冬の「季節ハタハタ漁」の様子とは随分ちがうのが印象的であった。

大型クラゲの移動予測手法の現状 —2009年の大発生年を例として—

日本海区水産研究所 日本海海洋環境部
渡邊達郎

はじめに

日本海にやって来る大型クラゲ（エチゼンクラゲ）は、すべて東シナ海生まれだと考えられている。大型クラゲは、近年、2003年、2006年、2009年などに立て続けに東シナ海で大量発生し、対馬海峡を通して日本海に大量に流入した。しかし、2008年や2010年などは発生量が少なく、日本海への流入も少なかった。このように東シナ海における大型クラゲの発生量は年々変動が非常に大きいことが知られているが、今のところその理由はよく分かっていない。一方、日本海に入った大型クラゲは、「対馬暖流」と呼ばれる海流に乗って日本海を北上し、一部が日本沿岸に接近して、定置

網漁業などへ大きな被害を与えている。「接近」と書いたが、大型クラゲは遊泳力が弱く、自力では広範囲に移動することができないので、海洋での移動は基本的に海流任せであると考えられている。従って、海流の構造や変動を精度良く把握し、予測することが大型クラゲの移動予測にとって非常に重要だと言える。日本海区水産研究所では、漁業被害を最小限に食い止めるための情報提供を目的として、2004年度から大型クラゲの移動予測手法の開発に取り組んでいる。本稿では、大型クラゲが大量に発生した2009年を例として、予測手法の現状を紹介する。

大型クラゲの移動予測の3つのポイント

①日本海の流動構造（対馬暖流）の高精度な予測

前述したように大型クラゲは対馬暖流に乗ってほぼ受動的に移動するので、対馬暖流を含めた日本海の流動構造の把握と予測を精度良く行うこと

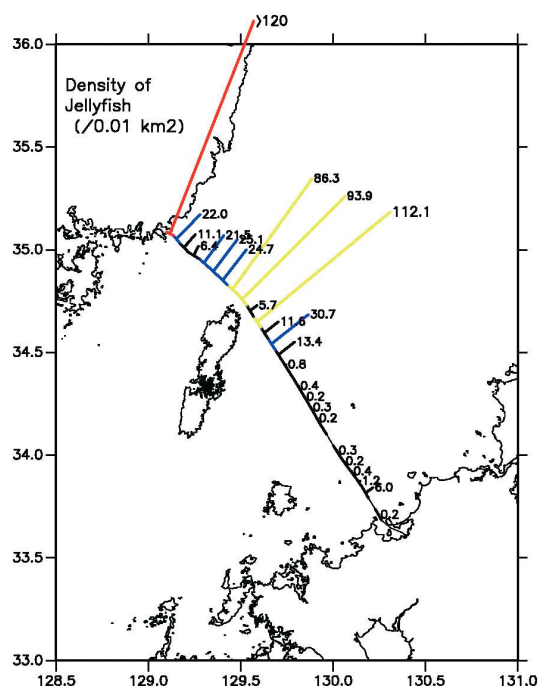


図1 2009年7月22日に博多-釜山間定期フェリーで行った大型クラゲ分布調査結果
(100m四方あたりの大型クラゲ個体数)

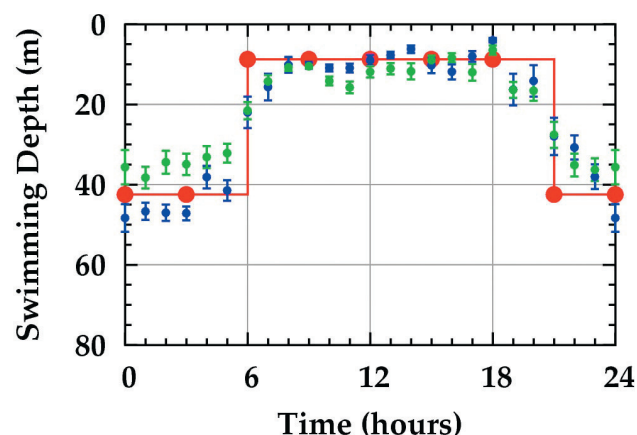


図2 大型クラゲの時間毎の分布水深図

緑印は、2009年10月4日～25日の平均。青印は、より日周鉛直移動が明瞭であった10月7日～13日の平均。赤線は、予測計算に用いた簡略化した日周鉛直移動曲線。

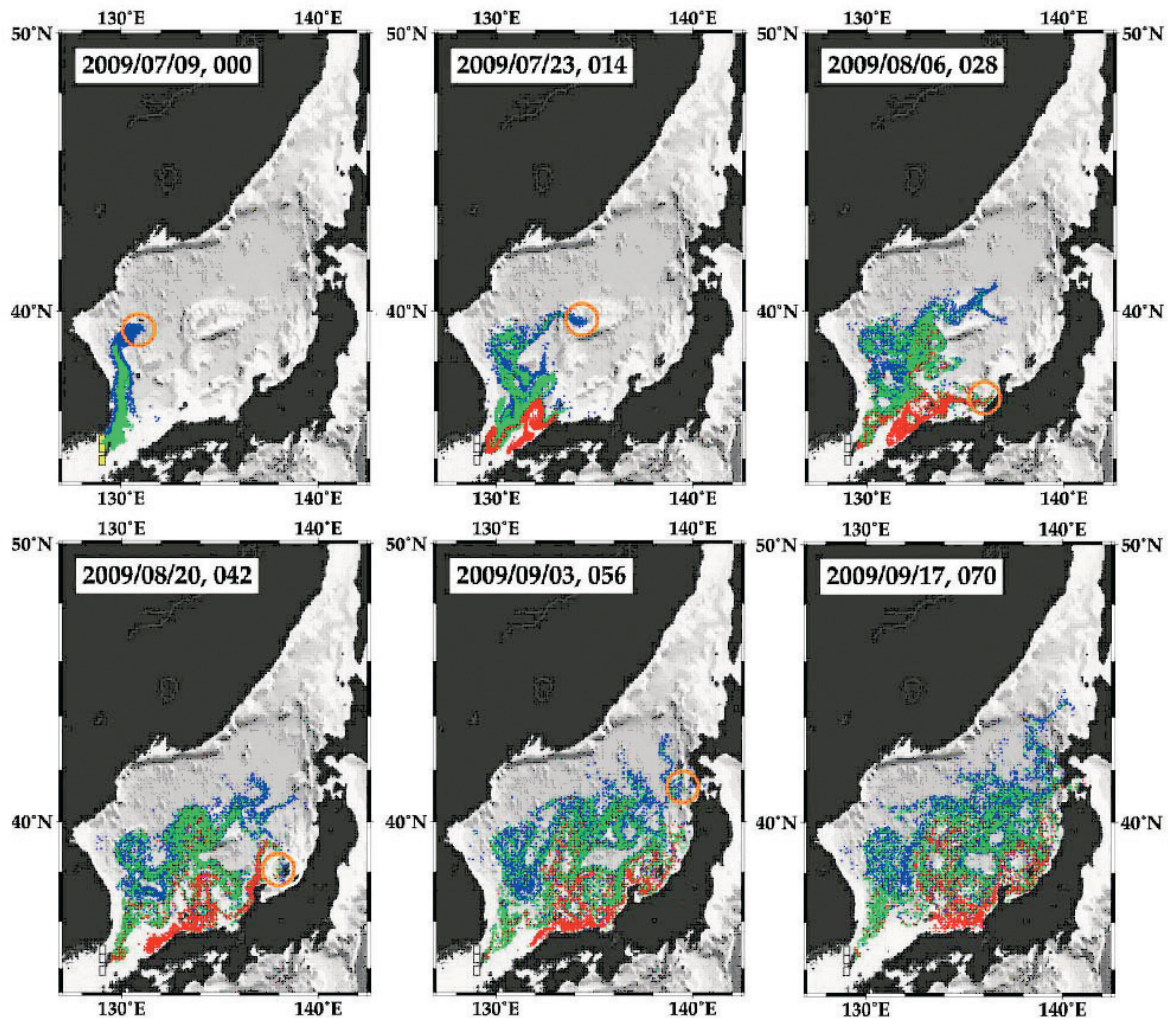


図3 2009年の大型クラゲ移動予測計算結果

対馬海峡を西水道西部（青）、西水道東部（緑）、東水道（赤）の3海域に分け、分布調査結果に基づき6月末から大型クラゲに見立てたトレーサーを投入した。大和堆到達（上段中央）、金沢沖到達（上段右図）、佐渡島到達（下段左図）、津軽海峡到達（下段中央）等の時期が実際の目撃情報と良く一致している。

が最も重要である。そのため、日本海区水産研究所では、数値シミュレーション手法を用いて2ヶ月先までの流動構造の予測を行うことができる「日本海海況予測システム（JADE）」を開発・運用しており、この流動場を移動予測に用いている。なお、JADEによる海況予測（流動構造・水温構造）は、下記のホームページで閲覧できる。

<http://jade.dc.affrc.go.jp/jade/>

②対馬海峡からの大型クラゲの流入時期・場所の把握

東シナ海から日本海に流入する大型クラゲは、東シナ海と日本海を結ぶ対馬海峡を必ず通過することから、対馬海峡で大型クラゲの流入量をモニ

タリングすることにより、日本海への流入状況を把握することができる。日本海区水産研究所では、対馬海峡を横断する博多－釜山間の定期フェリー（カメラライン、ニューかめりあ）を用いて、目視及びカメラ撮影による大型クラゲの流入量調査を定期的に行っている。図1は、2009年において最も多くの大型クラゲが見られた7月22日の調査における流入量（100m四方における個体数に換算してある）である。これを見ると、大型クラゲは西水道（対馬－釜山間）の韓国沿岸域から大量に流入しており、対馬海峡東水道（福岡－対馬間）からはあまり流入していないことが分かる。また、対馬北部にも多くの大型クラゲが見ら

れるが、この海域には小さな渦が定在しており、渦に取り込まれて滞留しているものと考えられている。時期的には流入のピークは7月であり、8月以降は急激に減少していた。以上のことから、狭い対馬海峡内でも大型クラゲの流入状況は場所や時期により大きく変動しており、移動予測を行う上で極めて有用な情報であると言える。

③大型クラゲの分布水深の把握

海流は水深によって向き、速度が異なっているため、大型クラゲの受動的輸送経路もその分布する水深によって変わってくる。これまで大型クラゲの分布水深に関しては測定が難しく、ほとんど知見がなかったが、近年、大型クラゲに直接水深計を取り付けた調査等の結果、大型クラゲは表面～100m深付近を自発的に遊泳して移動していることが分かってきた (Honda *et al.*, 2009)。図2は分布水深の時間毎の変動を示している。これを見ると、日中は表層付近に分布し、夜間は深層に降下する明瞭な日周鉛直移動を行っていることが分かる。この動きを簡略化したもの（図2の赤線）を大型クラゲの自発的な鉛直移動として、移動予測計算に用いている。

移動予測結果の検証

図3は、2009年に行った大型クラゲ移動予測計算結果を示している。対馬海峡での分布調査結果を元に、流入場所・時期を設定している。主な海

域での大型クラゲ初見時期は、隠岐海峡：7月21日、大和堆：7月23日、金沢沖：8月12日、佐渡島：8月24日、津軽海峡：8月31日、であったが、予測計算結果は実際の日撃情報と数日以内のずれで一致しており、非常に良い精度で移動予測を行うことができた。

おわりに

2010年は幸いなことに日本海にほとんど大型クラゲが流入してこなかった。しかし、その理由は分かっておらず、次年度以降また大量発生する可能性もある。大型クラゲの分布水深と海洋環境との関係などこれから研究を進めていくべき課題は多いが、これからも少しずつ移動予測の精度向上を図っていきたいと考えている。

【引用文献】

- N. Honda, T. Watanabe, Y. Matsushita, 2009: Swimming depths of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* investigated using pop-up archival transmitting tags and ultrasonic pingers. *Fisheries Science*, **75**, 947-956.

ハタハタの日本海見聞録 —耳石の同位体分析でわかる水温履歴—

日本海区水産研究所 日本海漁業資源部
藤原邦浩

はじめに

ハタハタ (*Arctoscopus japonicus*) は、砂に潜る習性をもつ底魚であるとともに、大きな胸鰭を広げ優雅に遊泳して日本海を旅する回遊魚でもある。本種は、日本海においては、秋田県男鹿半島と朝鮮半島東岸に大きな産卵場があり、その2大産卵場に対応した2群がみられる (Shirai *et al.*, 2006)。両海域で生まれた群は、いずれも、豊富な餌をもとめて日本海西部 (隠岐島周辺～能登半島以西) へ来遊する。両群の日本海西部への来遊量は、資源状況により年変化するとされる (沖山, 1970)。来遊量の複数年にわたるモニタリングは、ハタハタの資源状態をより高精度に把握するために重要であり、なるべく簡便で安価なモニタリング手法の開発が望まれている。

今回は、秋田産卵群と朝鮮半島産卵群それぞれの成長様式や経験してきた水温が、産卵場の環境や回遊ルートの違いを反映して異なっているのでは? と考え、ハタハタの一生の成長・水温履歴が記録されており、低コストで標本が得られる「耳石 (じせき)」に注目し、両群の判別の決め手探しを試みた。

耳石による成長・水温履歴の調べ方

2009年12月に、秋田県の男鹿市と、韓国東岸の江陵 (カンヌン) 市や草束 (ソクチョ) において、ハタハタの生鮮標本を収集し、体長などを測定後、耳石を採取した (図1)。本種の耳石は、5 mm前後の真っ白なもので、頭部背面をカットすることで簡単に採取できる (図2)。

一般に、耳石は成長とともに形が徐々に変化しながら大きくなるため、異なる環境条件で成長す



図1 ハタハタの体長測定
韓国東岸江陵 (カンヌン) 市内のホテルにて

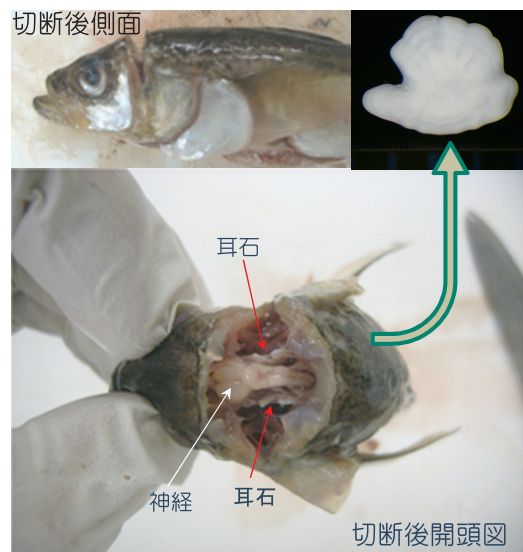


図2 ハタハタの耳石採取の様子
頭部に切り込みを入れた状態

ると形も異なることがある。形が産卵場・群判別の決め手になった例は少ないが、もっとも簡便な手法として、耳石の6方向の径を測定し、形そのものを両群間で比較した。

魚類の耳石は、代謝の変化やストレスなどによって輪紋が刻まれる。その輪紋には、産卵期などに年1回形成されるもの (年輪) や、生活スタ

イルや体形が激的に変化する際などに形成されるものがある。ハタハタも同様であり(池端, 1987), ごく浅瀬の藻場でふ化してから, 生涯初めて水深200m以深の深場へと移り棲む夏ごろの輪紋や, ふ化した年の最初の冬(産卵時)に形成される1本目の年輪が, 耳石表面からおおよそ観察できる。この輪紋を参考に粉末試料を採取して酸素安定同位体比を分析すると, 各成長段階において経験した水温がわかる。今回は, 試料の量の確保と, 研磨などの加工作業による不要な混入物を避けるため, 何も施さずに表面から直接, 直径0.2mm

のマイクロドリルを用いて試料を採取し, 酸素安定同位体比を分析した。分析値をHoie *et al.* (2004) により水温に換算し, 各成長段階周辺における経験水温を両群間で比較した。

これまでの成果と今後の展望

ハタハタの耳石の形は, 凸凹が多くて特徴的ではあるが, その各部位の径やその比率(バランス)には個体差が大きく, 秋田群と韓国群の違いは判明しなかった。

酸素安定同位体比の分析結果(あくまで仮の換算値)では, ふ化～沖合の深場へ定着するまでの水温は, 秋田よりも韓国の方がごく僅かに高い傾向もあったが, 現データでは両群を区別する基準にはなりえなかった。また, 耳石の中心部分(ふ化後の幼魚期)の換算水温が, 実際のふ化直後と思われる2～3月の秋田県沿岸表水温よりも明らかに低かったことから, 各成長段階の耳石表面から芯部までの試料を採取した影響があったことが示唆される。再チャレンジする際, ある成長段階の部分を, よりピンポイントで採取するように工夫すると, 両群の水温履歴もより明瞭に調べることができるであろう。

今回の分析結果を相対的にみると, 耳石の中心

部よりも, 縁辺部の換算水温が明らかに低いことがわかった。これは, 沿岸藻場でふ化後, 成長しながら水温がより低い沖合の深場へ移動する様子(図3)を示している。ハタハタにおける酸素安定同位体比分析は初の試みであったが, ハタハタの一生の水温履歴を調べるツールとして十分利用

しうと考えられる。現在もハタハタの生態研究では未だに不明な点があり, 中でも, 0歳時の秋～冬にかけてどこに生息するのか? は関心事である。秋田群は, 0歳時の夏まで男鹿半島周辺で分布し, その後, 姿が確認できなくなり, 丸1歳

を過ぎた春に, 秋田から遠く離れた日本海西部や日本海の真ん中の大和確に出現することが知られている。0歳時の秋～冬にかけての水温履歴が判明すると, 産卵場から日本海西部および大和確への来遊経路を推察でき, ハタハタ資源の増減要因や資源量調査における新たなアイデアが得られるのでは? と期待している。

【引用文献】

- Shirai, S. M., R. Kuranaga, H. Sugiyama and M. Higuchi., 2006: Population structure of the sailfin sandfish, *Arctoscopus japonicus* (Trichodontidae), in the Sea of Japan. Ichthyol. Res., **53**, 357-368.
- 沖山宗雄, 1970: ハタハタの資源生物学的研究 II 系統群(予報). 日水研報告, **22**, 59-69.
- 池端正好, 1988: ハタハタの耳石に関する基礎的研究. 第2回ハタハタ研究協議会報告書, 40-50.
- Hoie, H., Otterlei, E., and Folkvord, A., 2004: Temperature-dependent fractionation of stable oxygen isotopes in otoliths of juvenile cod (*Gadus morhua* L.). ICES Journal of Marine Science, **61**, 243-251.

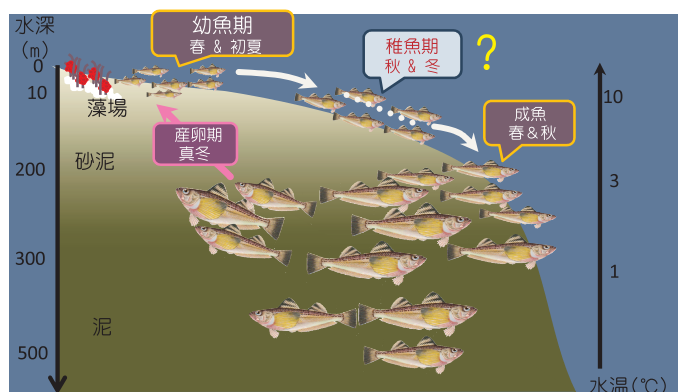


図3 ハタハタの一生の鉛直的移動の模式図

これまでのアカアマダイ標識放流試験から 明らかになったこと

宮津栽培漁業センター

町田雅春・竹内宏行・長副 聡・升間主計

はじめに

アカアマダイは近年多くの魚種で魚価の低迷が続く中で、比較的高値を維持し、各地でブランド化が進められているほどの重要な魚である（写真1）。地元若狭湾でも古くから漁業が営まれ、特に京都ではグジと呼ばれて珍重されている。若狭湾西部海域では釣延縄漁業で漁獲され、体重500g以上を「大」、300～500gを「中」、200～300gを「小」および200g未満を「シャリ」と称した4銘柄に区分けされ（尾崎ら，2008）、特に大グジは高値（3,000～4,000円/kg）で取引されている。



図1 アカアマダイの標識法
（上段：スパゲティー型標識，下段：イラストマー標識）

全国における本種の漁獲量は昭和61年の1.1万トン进行ピークに年々減少をたどっており、平成14年以降2千トン前後の低水準で推移している（農林水産省，漁業・養殖業生産統計年報）。本種は大きな回遊はしないと考えられていることから、新たな栽培漁業対象種として漁業者からの要望が高くなっている。当センターでは昭和59年から種苗生産技術開発に取り組み、平成10年から京都府立海洋センターと共同で標識放流試験を実施し、



写真1 アカアマダイ

外部標識（主にスパゲティー型標識，図1）により放流後の移動分散を調べてきた（竹内ら，2004）。平成19年からはイラストマー標識（図1）による放流試験に取り組み（表1），平成21年からは市場調査法による放流効果調査を進めている。

外部標識調査では、漁業者からの再捕報告に基づいて調査を実施してきたが、イラストマー標識魚については京都府立海洋センターと協力し、舟屋で有名な京都府の伊根と日本三景の1つである天橋立近くの江尻と養老地区の市場に水揚げされる漁獲魚の調査を行っている。

移動分散

先にも述べたように、本種は移動範囲がそれほど大きくないと言われてきた。スパゲティー型標識による放流試験では、福井県高浜沖で再捕された2尾を除いて、放流場所から20km以内の狭い範囲で再捕されており、若狭湾内での移動範囲の小さいことが実証された（図2）。さらに、イラストマー標識放流魚でも同様な結果が得られている（図3）。

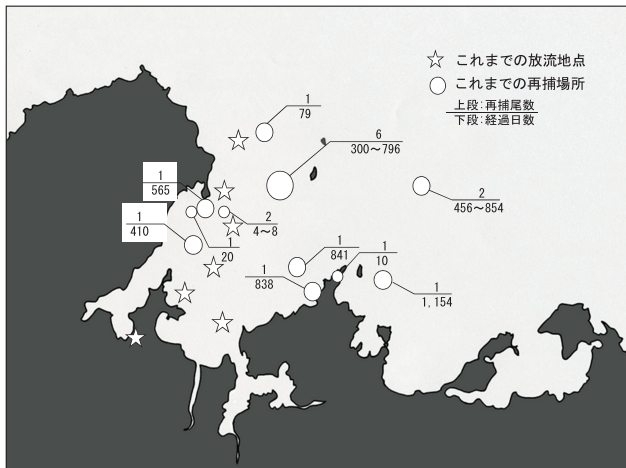


図2 アカアマダイ放流魚の再捕状況 (平成12～15年)
(竹内らの論文から転用)

成 長

若狭湾西部海域における本種の成長について尾崎ら (2008) が報告している。報告によると雌に比べて雄の成長が早く、雄では満1歳で体長10.6 cm (体重26g) (以下同様)、2歳で17.3cm (111 g)、3歳で22.0cm (229g)、雌では1歳で10.4cm (24g)、2歳魚で15.2cm (75g)、3歳魚で18.9cm (145g) と成長する。体長6～7 cmで放流したアカアマダイは、放流後552～960日で8尾 (満1.9～3.1歳) が再捕され、再捕魚の大きさは体長18.0～24.5cm、体重112～279 gであった (図4)。再捕された放流アカアマダイは8尾全て雌だったので、天然魚の雌の成長 (尾崎ら, 2008) と比較してみた (図



図3 イラストマー標識放流海域と再捕場所

- 標識放流海域 (伊根町鷺崎沖51-52海区, 一部本庄沖)
- 再捕場所 (伊根町鷺崎沖51-52-53海区)

放流年 (平成)	放流場所	水深 (m)	平均全長 (cm)	尾数 (千尾)	イラストマー標 識色と鰭抜去
19	伊根町鷺崎沖、 本庄沖	58～90	74	1.8	赤
20	〃	59～88	69～75	3.3	橙、緑
21	伊根町鷺崎沖	50～70	74～90	9.5	赤、赤+右腹 鰭抜去
22	〃	66～68	44～54	70.5	青、赤

表1 若狭湾西部海域 (丹後海) におけるアカアマダイのイラストマー標識放流の概要

4)。図に見られるように、放流魚が天然魚と同様な成長をしていることが確認された。

成熟・産卵

イラストマー標識放流魚8尾は6～11月に再捕され、そのうち3尾の成熟状態を観察することができた。6月19日と10月21日に再捕された2尾はそれぞれ満2.7, 3歳に達し、卵巣の成熟状態は産卵期間中であることを示すほどに進んだ状態になっていた (図5)。一方、11月26日の個体 (満2.2歳) の成熟状態は未熟だった。アカアマダイが産卵を開始する年齢は2歳と推定されている (渡辺・鈴木, 1995)。再捕された放流魚から得られた観察結果は、渡辺・鈴木 (1995) の推定を裏付けるものとなった。また、若狭湾西部海域におけ

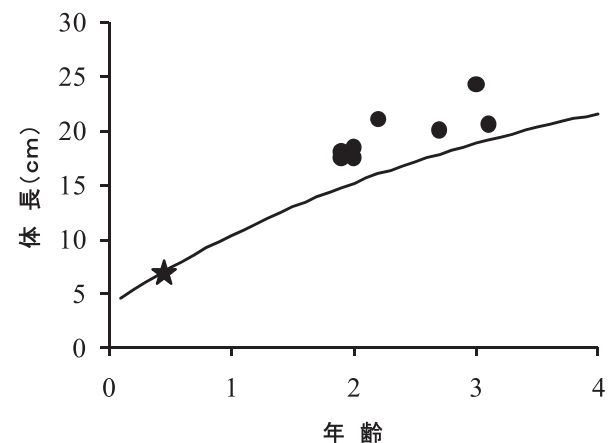


図4 天然アカアマダイ雌の成長と再捕された放流魚 (雌) の体長

直線で示した天然魚雌の成長は尾崎ら (2008) の成長式に基づいて作図した。

- ★: 放流時平均体長
- : 再捕魚体長



図5 6月に再捕されたアカアマダイ卵巣内に観察される多くの透明卵
(年齢2.8歳, 体長20.1cm, 体重172g, 卵巣重量1.4g (GSI 0.8))

る産卵期は6～10月で産卵盛期は9～10月と報告されている(船田, 1963; 清野ら, 1977)。数少ないデータだが, 放流魚から得られた結果は, これまでの報告と一致している。

イラストマー標識

再捕された8尾の放流魚のうち7尾は装着したイラストマーが肉眼でも容易に確認できる状態だった(図6)。7尾のうち2尾を漁業者が見つけていることから, スパゲティー型標識ほどではないが, 皮下に挿入するイラストマー標識を一般の人でも発見することができそうだ。

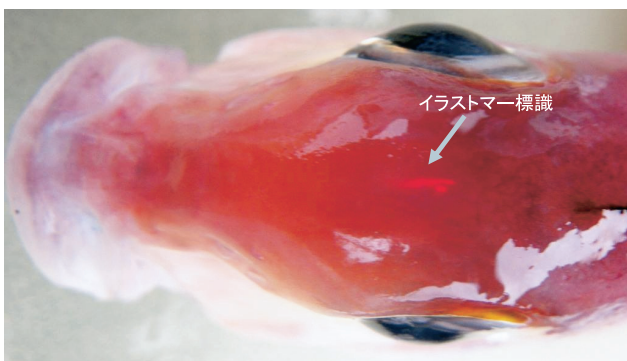


図6 552日後に再捕されたアカアマダイのイラストマー標識の状態

おわりに

これまでのアカアマダイの放流試験から, 放流魚が天然魚と同様に成長し, 成熟していることが明らかになった。また, 平成22年には念願のアカアマダイ大量種苗放流(7万尾)に初めて成功した。この放流魚は平成23年10月に2歳となり, 漁獲されるサイズに達する。丹後海で操業している多くの漁業者や遊漁者でアカアマダイ狙いの方々にも, 漁獲した際には図1, 6に示した部位にイラストマー標識があるかどうかの確認をしていただけのようにご協力をお願いします。

【引用文献】

- 竹内宏行, 渡辺 税, 中川 亨, 2004: 若狭湾におけるアカアマダイ標識放流試験とその再捕状況. 栽培漁業センター技報, 1, 102-104.
- 渡辺健一, 鈴木伸洋, 1995: 徳島県太平洋沿岸のアカアマダイの性分化, 成熟および産卵期. 日水誌, 62(3), 406-413.
- 尾崎 仁, 飯塚 覚, 宮嶋俊明, 濱中雄一, 2008: 若狭湾西部海域におけるアカアマダイの年齢と成長. 京都海洋セ研報, 30, 1-11.
- 船田秀之助, 1963: 若狭湾におけるアカアマダイの資源調査. 京都水試業績, 15, 1-24.
- 清野精次, 林 文三, 小味山太一, 1977: 若狭湾産アカアマダイの生態研究-1 産卵と性比. 京都海洋セ研報, 1, 1-14.
- 町田雅春, 竹内宏行, 中川 亨, 升間主計, 2010: アカアマダイ人工種苗へ装着したイラストマー標識の有効性. 栽培漁業センター技報, 12, 44-48.
- 升間主計, 町田雅春, 竹内宏行, 中川 亨, 2010: 日本海リサーチ&トピックス, 7, 10-11

マダラ飼育における低コスト・省力化 および安定生産への取り組み

友田 努^{*1}・團 重樹^{*2}・小谷口正樹^{*3}

はじめに

能登島栽培漁業センターでは、1985年からマダラの栽培漁業に関する技術開発の取り組みを始め、2003年には50万尾以上の種苗を生産し、大量放流できる技術水準にまで達した。しかし、2007年以降は頻発するワムシ培養不調に伴う餌量不足やワムシ由来の有害細菌・カビ等の混入によるマダラ生産不調がしばしば生じ、その対策が求められてきた。

日本栽培漁業協会小浜事業場が開発した『ほっとけ飼育』（高橋，1998）は、飼育水槽の中でワムシ培養・栄養強化と仔魚飼育を同時並行で行う止水式の種苗生産手法であり、生物餌料の使用量軽減とワムシ培養・仔魚飼育作業の簡素化のみならず、防疫面での付加価値的な効果が近年改めて



写真1 マダラの『ほっとけ飼育』

見直されつつある。そこで、本年度の種苗生産試験ではワムシ培養不調に左右されない安定生産技術を確立するため、マダラの『ほっとけ飼

育』（写真1）を検討した。

一方、本誌第7号（友田ら，2010）では天然プランクトンを利用した粗放的飼育による放流種苗の健苗性向上効果を紹介した。一般的に、海上網生簀での粗放的飼育は陸上水槽での集約的飼育に比べ

単位生産尾数が低く効率性に欠ける。そこで、中間育成試験では量産規模での低コスト・省力化を目的とし、天然プランクトンの他に補助的な飼餌料を給餌する半粗放的飼育手法（写真2；友田，2008）を検討した。

種苗生産期における低コスト・省力化および安定生産の効果

『ほっとけ飼育』におけるワムシ給餌期（全長9mm時まで）の生残率は平均64.3%と安定しており（表1）、この間の種苗単価は平均0.8円/尾となった。最も注目すべきは、水温11℃という飼育条件下でも活性の高いL型ワムシ小浜株（12℃植え継ぎ培養）を用いれば、飼育水槽内でワムシが安定増殖し、日常的な給餌の必要が無くなるという点である（図1）。さらに、『ほっとけ飼育』では飼育水中ワムシのn-3 HUFA含量が従来の給餌型飼育に用いる二次培養ワムシよりも顕著に高く、且つそれがマダラ仔魚の魚体にも反映されており、栄養学的にも優れた飼育手法であることが確認された（表2）。また、ワムシ給餌期以降においても低コスト・省力化を図るため、高コストで手間の掛かるアルテミア幼生・配合飼料の代替

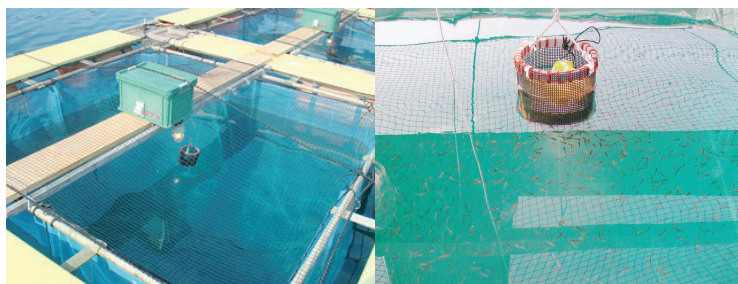


写真2 半粗放的飼育（左）と補助的給餌（右）

*1：独立行政法人水産総合研究センター能登島栽培漁業センター

*2：独立行政法人水産総合研究センター玉野栽培漁業センター

*3：富山県農林水産総合技術センター水産研究所

に市販の冷凍コペポダ（写真3）を主要餌料として餌料系列に組み込んだ。その結果、ふ化から全長20mm時までの累積生残率は25～40%と従来レベルの飼育成績を維持でき、この間の種苗単価は平均3.7円/尾となった。なお、本稿で試算した種苗単価は直接経費（餌料費，人件費）のみの値で

あり、光熱水費・備品費・資材消耗費・減価償却費および親魚養成工程に掛かる経費を含まない。

中間育成期におけるコスト軽減効果

実用的な収容密度（4～7万尾/生簀）の半粗放的飼育において沖出し適正サイズを検討した

（図2）。全長12-13mmで沖出した場合、一般的な取り上げサイズ（全長30mm）における生残率は50%前後であった。全長17mm沖出しの場合、輸送時のハンドリング不備により翌日に3割前後の減耗が見られたものの、30mm時における生残率は60%前後とやや高くなった。さらに、全長19mm沖出しの場合は80%強、全長20mmの場合は90%前後と顕著に高くなった。なお、全長20mmで沖出した場合、50mm時における生残率も75%前後と比較的良好な飼育成績が得られた。以上の結果から、沖出し適正サイズは変態完了する全長18mm以降が妥当と考えられた。ちなみに、全長20mmから40mm時までの育成単価は5.3円/尾となり、前述の種苗単価3.7円/尾と合算すると9.0円/尾

飼育例	試験開始時			飼 育		試験終了時				冷凍濃縮ナノノ 使用量(L/L)		ワムシ使用量* (億個体)	
	全長 (mm)	尾数 (万尾)	密度 (万尾/L)	水温 (℃)	期間 (日)	全長 (mm)	尾数 (万尾)	生残率 (%)	密度 (万尾/L)	合計	1万尾生 産当たり	合計	1万尾生 産当たり
2010-1区 自家製冷凍ナノノ添加	4.0 ± 0.1	92.0	2.00	11.3 (10.7~11.6)	30	9.2 ± 0.9	52.9	57.5	1.15	90.4	1.71	17.0	0.32
2010-2区 市販冷凍ナノノ添加	4.2 ± 0.1	80.0	1.74	11.0 (10.5~11.5)	30	9.1 ± 0.7	51.5	64.4	1.12	86.4	1.68	11.5	0.22
2010-3区 市販冷凍ナノノ添加	4.2 ± 0.1	32.2	0.70	11.4 (9.5~11.7)	28	9.3 ± 0.6	26.5	82.3	0.58	97.2	3.67	8.0	0.30
2010-4区 自家製冷凍ナノノ添加	4.7 ± 0.1	102.0	2.22	11.4 (9.8~11.7)	28	9.1 ± 0.8	54.0	52.9	1.17	81.2	1.50	12.5	0.23
平 均		76.6					46.2	64.3			2.14		0.27

飼育はすべて50kL八角型コンクリート水槽（実容量46kL）で行った

*1 ワムシは冷凍濃縮ナノノを0.2kL/億個体/日の割合で給餌し、48時間植え継ぎ培養（水温12℃、80%希釈海水）したものとする

表1 L型ワムシ小浜株を用いた低水温でのマダラ『ほっとけ飼育』の概要

項目	ワムシ*1				マダラ	
	二次培養A (自家製冷凍 ナノノ)	二次培養B (市販冷凍 ナノノ*2)	飼育水中A (自家製冷凍 ナノノ添加)	飼育水中B (市販冷凍 ナノノ添加)	TL9mm仔魚A (自家製冷凍 ナノノ添加)	TL9mm仔魚B (市販冷凍 ナノノ添加)
ARA (%、d.b.)*3	0.40	0.30	0.46	0.60	0.77	0.71
EPA (%、d.b.)	2.30	2.31	3.22	5.07	2.99	3.15
DHA (%、d.b.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.33
Σn-3HUFA (%、d.b.)	2.60	2.73	3.68	5.73	4.63	5.34
DHA/EPA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.10
DHA/ARA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.46
EPA/ARA	5.76	7.67	7.05	8.45	3.90	4.43
18:1/n-3HUFA	0.36	0.20	0.26	0.15	0.36	0.24

飼育水中ワムシ以外は2試料の平均値を示す

*1 二次培養ワムシは冷凍濃縮ナノノを0.2kL/億個体/日の割合で給餌し、48時間植え継ぎ培養（水温12℃、80%希釈海水）したもの。飼育水中ワムシはマダラ飼育水槽内で自然増殖しているものとする

*2 マリネクロレラ100（マリンバイオ）

*3 乾燥重量

表2 マダラ『ほっとけ飼育』におけるワムシと魚体の脂肪酸分析結果

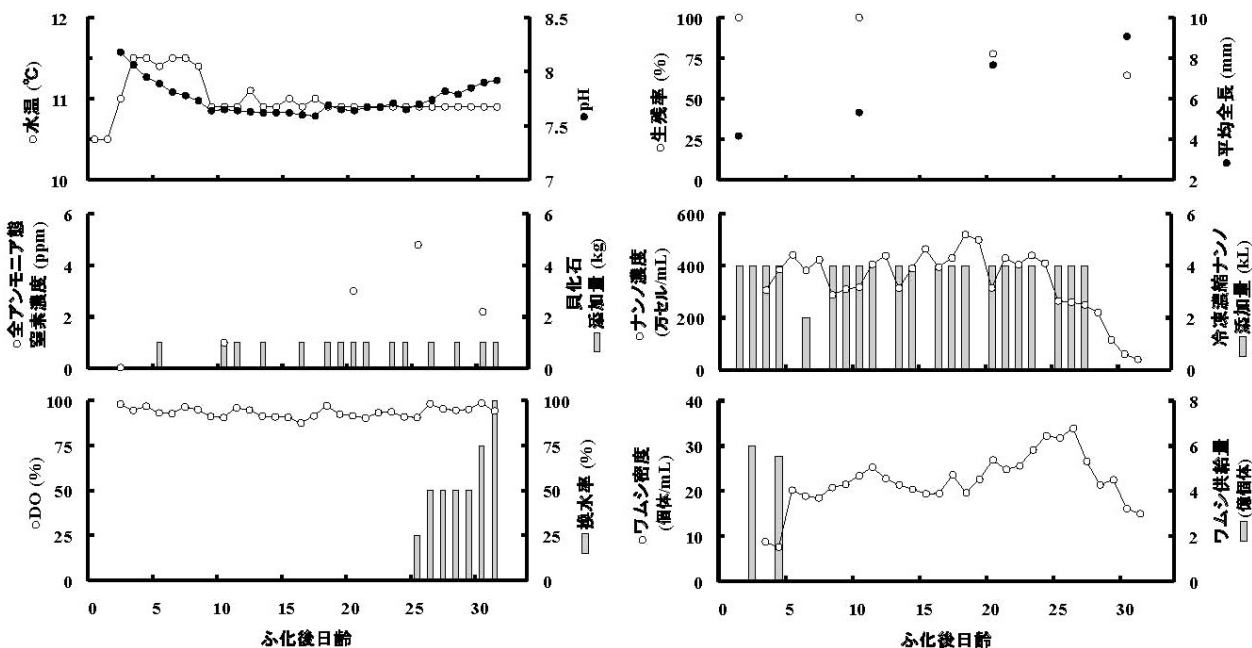


図1 マダラ『ほっとけ飼育』における初期の飼育状況

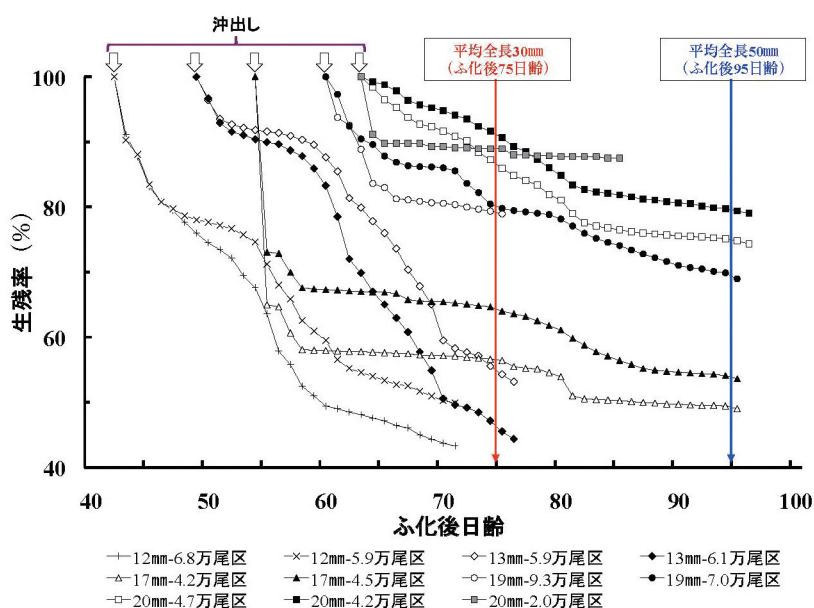


図2 半粗放的飼育におけるマダラ仔稚魚の生残状況
(沖出しサイズ・収容尾数別)

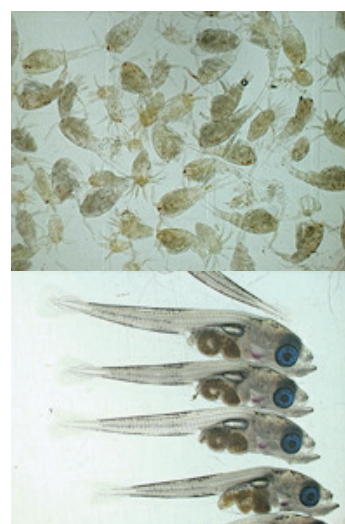


写真3 市販冷凍コペーダ(上)とそれを飽食したマダラ仔魚(下)

(40mmサイズ)であった。これを、陸上での集約的飼育における従来実績13.6～14.7円/尾(30mmサイズ)と比較すると、種苗サイズが大きいながらも34～39%のコスト削減となった。なお、本飼育手法の場合、光熱水費・備品費・減価償却費等は陸上飼育よりも比較的軽微なものであるため、潜在的なコスト軽減効果はより高いものと推察される。

おわりに

近年、種苗生産現場では全国的に省エネ・省コスト・省力化の風潮が高まりつつある。その中で、ワムシ培養不調に伴う仔魚期の成長不良、ワムシが感染源と考えられるウイルス性・細菌性疾患の発生、ワムシ栄養価の不備による形態異常の発現等の生産成績低下への対策が強く求められている。さらに、ワムシ培養・種苗生産工程における環境保全(排水・排熱等の環境負荷削減)への対策も将来的に検討すべき課題である。本稿で一部紹介したように、仔魚飼育作業の簡素化を目的とした『ほっとけ飼育』は、ワムシ使用量・培養作業の軽減のみならず培養不調に起因する仔魚期の疾病を防除する事ができる有効な飼育手法である。これにより、ワムシを利用する一般的な栽培漁業対象種であれば、種苗生産期の大幅な低コス

ト・省力化ならびに安定生産が可能となる。今後は、細菌学的側面においても本飼育手法の成立メカニズム解明が期待される。一方、未利用生物資源である天然プランクトンを利用した半粗放的飼育は、他の魚種においても低コスト・省力化および健苗性向上を図るためのエコロジカルな中間育成手法として十分活用できる。現状では健苗性を厳密かつ科学的に評価するまでには至っていないため、さらなる栄養学・生化学・行動学的研究と合わせて、放流種苗としての健全性を検証する必要がある。最後に、本マダラ生産業務に関わられた多くの方々にこの場を借りて心より感謝申し上げます。

【引用文献】

- 友田 努, 荒井大介, 手塚信弘, 堀田和夫, 2010: 粗放的生産(スパルタ飼育)によりマダラ仔稚魚の健苗性向上を目指す. 日本海リサーチ&トピックス, 7, 3-5.
- 高橋庸一, 1998: ヒラメの種苗生産マニュアル「ほっとけ飼育」による飼育方法-, 栽培漁業技術シリーズNo.4, 日本栽培漁業協会, 東京, 57pp.
- 友田 努, 2008: 近年のハタハタ種苗生産技術開発. 栽培漁業センター技報, 8, 9-13.

編集後記

冬の雷鳴のとどろくときに獲れるハタハタの名前は、雷光の古語〈霹靂神（はたたかみ）〉に由来するらしい。別名の「佐竹魚（さたけうお）」とは、関ヶ原の戦いのあと、水戸の領主佐竹公が秋田に国替えさせられてからハタハタがよく獲れるようになり、それは「常磐のハタハタが佐竹氏を慕って移動してきたからだ」という伝説に由来すると聞く。本号に掲載した「ハタハタの日本海見聞録」は平成22年度研究成果発表会で発表されたもので、ハタハタの耳石の同位体分析で水温履歴を読み取り、そこから来遊経路を推察することで資源状態の把握に新たな手法を得ようとする試みを紹介している。筆者が韓国のホテルのシャワールームでハタハタを並べ耳石を採集した努力が、伝説を解き明かす日を導くことに期待したい。

（日本海区水産研究所業務推進課長）

発行：独立行政法人水産総合研究センター

編集：独立行政法人水産総合研究センター日本海区水産研究所
〒951-8121 新潟市中央区水道町1-5939-22
電話：025-228-0451（代） FAX：025-224-0950
<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/>