

【論文】

底泥の粒度がアカアマダイ人工種苗の 巣穴形成に及ぼす影響

井上晃宏^{1*}

Effect of Marine Sediment Grain-size on the Construction of Burrow of Artificially Hatched Tilefish Fry

Akihiro Inoue^{1*}

The effect of grain-size of marine sediment on the construction of burrow of artificially hatched tilefish *Branchiostegus japonicus* was studied. Three types of sediment with a different content of silt-clay (7.7, 27.3 and 69.4%) were spread over three test tanks (34.8L) respectively. The fish averaging 97.9 mm total length were placed in the test tanks with 5 fish each, and the number of burrows constructed in 48 hours was counted. The experiment was done six times. In the sediment containing the most silt-clay, the fish constructed the most number of burrows. This result indicates that silt-clay content of sediments is a useful index to select suitable sea area for the release of artificially hatched tilefish.

アカアマダイ *Branchiostegus japonicus* は、本州中部以南、黄海、東シナ海、南シナ海にかけて分布し、我が国では延縄をはじめ、各種底びき網、釣り、吾智網、刺網などの漁業により漁獲¹⁾されている有用水産資源である。本種は、水深60~200mの砂泥域に巣穴を掘って底生生活を行うことが特徴で^{2,3)}、定着性が強いと考えられている。また、市場では高級魚として取り扱われている。これらのことから、本種は、栽培漁業対象種としての期待が高まっている⁴⁾。

石川県では、本種は主にこぎ刺網や底びき網漁業で漁獲されている。県内主要10港における漁獲量は、1995年の約171トンから、2008年には約56トンにまで減少した。このため、県内の主力産地となっている石川県漁業協同組合輪島支所のこぎ刺網漁業者が、2009年3月に県内初となる本種の種苗放流を輪島市沖で行った。

アカアマダイの人工種苗の放流は、1998年に(社)日本栽培漁業協会宮津事業場(現:(独)水産総合研究センター・宮津栽培漁業センター)により、京都府内の宮津湾に国内で初めて行われた³⁾。これを皮切りに、現在までに山口県、島根県、長崎県、京都府、福岡県、宮崎県で種苗放流が行われている^{3,5-9)}。2007年度までに放流された種苗は延べ約16万尾に達し^{3,5-8)}、うち約14万尾に標識が施されたが、再捕報告は20例^{5-8,10-15)}ほどに留まっている。アカアマダイの再捕率が著しく低い原因については、標識放流方法、放流場所の選定などが考えられるが、特に本種については外敵からの捕食を防ぐための巣穴形成が重要と考えられる¹⁶⁾。

京都府が行ったROVによる放流種苗の観察結果によると、砂分含有量の多い底質や軟泥は巣穴形成に適さなかった¹⁷⁾。また、本藤¹⁸⁾は、シルトクレイ分(泥分)が異

2009年12月14日受付

キーワード: アカアマダイ, 放流, 底泥, 粒度

¹ 石川県水産総合センター (〒927-0435 石川県鳳珠郡能登町字宇出津新港3-7)

* Tel:0768-62-1324, Fax:0768-62-4324, Email:a-inoue@pref.ishikawa.lg.jp

なる3種類の底泥(8.1%,63.1%,92.0%)を用いた水槽実験を行った結果,シルトクレイ分8.1%の試験区において巣穴形成が認められなかったことから,著しくシルトクレイ分の少ない底質では,巣穴を形成しないことを指摘した.しかしながら,本種が分布する海域の底質は,泥,砂まじりの泥,貝殻・泥まじりの砂,貝殻まじりの砂,粗砂など多岐にわたっており¹⁾,シルトクレイ分が63.1%以下の底質であっても巣穴を形成している可能性が高い.そこで,本報告では,シルトクレイ分の少ない底泥での巣穴形成を,水槽実験で確かめることにより,本種の適正な放流場所を選定する一助とした.

材料と方法

供試魚と実験水槽 実験には,2008年12月に(独)水産総合研究センター・宮津栽培漁業センターから種苗配付を受け,輪島支所のこぎ刺網漁業者が陸上水槽で中間育成し,当センターでさらに約3ヶ月継続飼育した種苗(全長範囲:86.2-107.0mm,平均:97.9mm)を用いた.

実験水槽(図1)には側面を遮光したポリカーボネート水槽(実容量:34.8L,半径:22cm,底面積:1,513cm²)



図1. 実験水槽(遮光前)

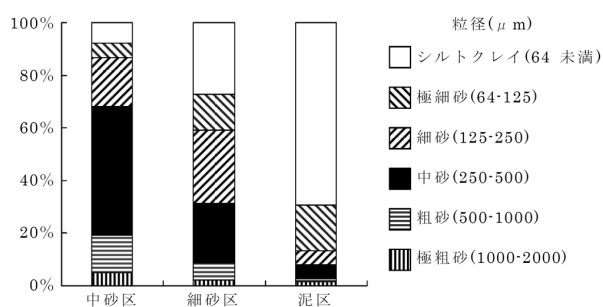


図2. 各試験区の粒度組成

3基を用いた.それぞれに,県内の七尾湾の2地点から採取した底泥を,シルトクレイ分(泥分)がおおよそ10%,30%,70%となるよう混合して敷き詰めた.底泥の厚さは最大で約14cmとした.粒度分析の結果,各実験水槽のシルトクレイ分は7.7%,27.3%,69.4%であった(図2).なお,図1の粒径の分類は沿岸環境調査マニュアル¹⁹⁾に従った.各実験水槽の試験区名は,粒径の粗い方から中砂区,細砂区,泥区とした.水深は約23cm,注水量は192L/時(換水率132回転/日)とした.実験期間中は,底泥上方5cmから緩やかに通気し,配合飼料を毎日午前9時頃と午後2時頃に与えた.

実験方法 各実験水槽には,供試魚を5尾ずつ(33尾/m²)収容し,1回の実験時間は48時間とした.実験終了時は,アカアマダイの遊泳で泥が舞い上がり,満水状態で巣穴の形成状況を詳細に観察することは困難であった.そのため,サイホンで静かに減水し,底泥の表面が視認できる状態になってから,巣穴の形成状況を確認した.本種は,水槽実験で窪み,溝,U字トンネル状など様々な形状の巣穴を形成することが分かっている¹⁸⁾.本実験では,窪み及び溝状のもの(以下「窪み」と言う.)と,U字トンネル状のもの(以下「U字トンネル」と言う.)に区分した(図3).なお,U字トンネルについては,出入り口の最大口径を直径として,両側の出入り口の内側最短距離を長さとして計測した.また,窪みのうち,直線構造を持つ溝状のものについても,その最大幅と最大長を計測した.

供試魚は,実験終了毎に各実験水槽から別の大型水槽1基に移した.その後,実験水槽内の底泥を十分に攪拌・静置して水平に整え,再び大型水槽から5尾をランダムに実験水槽へ戻して,同様の実験を都合6回行った.実験期間中,供試魚の行動を,給餌の前に各水槽10分程度に亘って観察した.

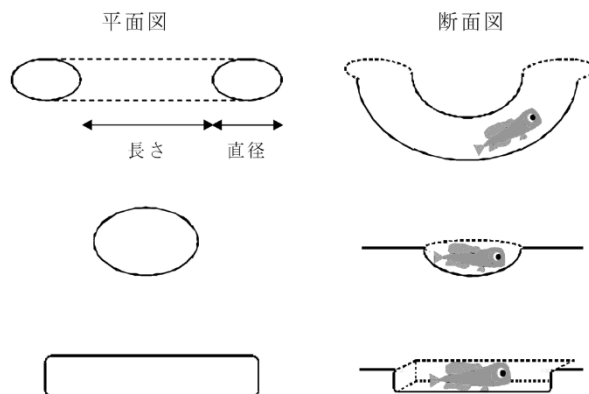


図3. 窪みとU字トンネルの模式図

上段:U字トンネル,中段:窪み,下段:溝

結果

各試験区における巣穴形成の結果を表1に示した。6回の実験により、U字トンネルの形成は、中砂区では1回で計1個、細砂区では2回で計2個、泥区では3回で計6個が確認された。窪みの形成は、中砂区での1回目を除く全ての実験で確認された(図4)。

2日間の実験で、1尾の個体が2個以上のU字トンネルを形成する可能性は低い²⁰⁾。そこで、試験区ごとの巣穴形成率(U字トンネル形成数/延べ供試個体数)を求めると、泥区が20%で最も高く、次いで細砂区が7%、中砂区が3%であった。形成されたU字トンネルの直径は平均3.7cm、長さは平均10.1cmであった。一方、直線構造を持つ溝状の窪みの幅は平均3.4cm、長さは平均21.8cmであ

った。これらの溝は、計測中も周囲から徐々に崩れた。

供試魚は、実験終了時に海水を抜くと、窪みやU字トンネルに身を寄せた。また、1個のU字トンネルに数尾が逃げ込むこともたびたび観察された。逃げ込んだ個体は、U字トンネルにロープなどを入れても、逃げ出するような行動をとらなかった。供試魚の中には、水面近くに定位し、巣穴の形成を全く試みていないと思われる個体も見られた。このような個体は、人影や物音に敏感に反応し、水面を飛び出したり、実験水槽の蓋に突き当たることもあった。

考察

アカアマダイは、様々な底質の海底に分布するとされているとおり¹⁾、本実験では粒度の異なる全ての試験区でU字トンネルの形成が見られた。しかし、底泥のシルトクレイ分が多いほど、U字トンネルを形成し易い傾向にあることが示された。

本実験で、中砂区と細砂区に用いた底泥は大部分が粒径100~500 μ mの粒子から成っていた。これらの粒径は、最も小さな流速で移動を始めることが実験的に明らかにされており²¹⁾、物理的には不安定な粒径である。一方、これらよりも小さな粒子は、粒子間の結合等により移動しがたくなることから²²⁾、物理的には、より安定的であるといえる。このため、供試魚が巣穴を掘削しても、中砂区と

表1 水槽実験によるアカアマダイの巣穴形成個数

No.	実験期間	中砂区		細砂区		泥区	
		窪み	U字トンネル	窪み	U字トンネル	窪み	U字トンネル
1	7/ 8 ~ 7/10	0	0	2	0	1	0
2	7/10 ~ 7/12	4	0	6	0	5	0
3	7/13 ~ 7/15	3	1	2	1	1	1
4	7/16 ~ 7/18	3	0	3	1	1	4
5	7/28 ~ 7/30	4	0	6	0	3	1
6	8/ 4 ~ 8/ 6	4	0	5	0	2	0
合計		18	1	24	2	13	6



図4. 実験水槽内に形成された窪みとU字トンネルの外観

細砂区では粒子の移動によりU字トンネルの形状を維持できなかった一方、泥区では貫通したU字トンネルの形状を崩れることなく維持できたものと考えられる。直線構造を持つ溝状の窪みが、U字トンネル形成の失敗痕であることは、両方の最大幅ないし直径がほぼ等しいことから裏付けられる。

巣穴形成率は、本実験では最も高い泥区でも20%であった。本藤ら²⁰⁾がシルトクレイ分92%の底泥を用いた実験(供試魚の平均全長:92.5mm)では、20%であった。また、町田ら¹⁶⁾がシルトクレイ分約60%の底泥を用いた実験(供試魚の平均全長:108.3mm)では、44%であった。本実験の巣穴形成率が低かった理由として、実験密度が33尾/m²と高かったのに対し、町田ら¹⁶⁾の実験では2.5尾/m²と大きく異なっていたことが挙げられる。すなわち、本実験では巣穴の形成に関与していないと思われる個体が幾つか見られた。これらは、実験密度が高くて競合を生じ、他の個体の巣穴形成エリアから排除されたものと考えられる。そのため、巣穴形成率の低下に繋がったと考えるのが妥当である。

実験で観察されたように、本種は危険を感じると、身を隠すために窪みやU字トンネルに身を寄せる。しかし、窪みでは上部から襲ってくる外敵から身を守ることは難しく、U字トンネルを形成することが生き残りにとって重要と考えられる。若狭湾では、砂質泥および多砂質泥(シルトクレイ分25~90%)の海域に0.2kg以下の個体が多く分布すると報告されている²³⁾。この報告では、主に餌料環境の観点から評価されているが、小型個体の巣穴形成に適した底質という側面もあったと考えられる。

今回、底泥のシルトクレイ分と巣穴形成に着目した実験を行い、シルトクレイ分が10%以下の底泥であっても、本種はU字トンネルを形成できることが分かった。巣穴形成には、シルトクレイ分以外にも、空隙率や礫分等の大きな粒子の存在も影響すると考えられる。しかし、放流サイズの種苗では、シルトクレイ分が多いほどU字トンネルの形成に成功する確率は高いことが明らかである。したがって、種苗放流の適地を選定する際には、シルトクレイ分を一つの指標として用いることが重要と考えられる。

謝 辞

本報告を取りまとめるにあたり、校閲を頂いた石川県水産総合センター貞方勉所長に深く感謝します。独立行政法人宮津栽培漁業センター町田雅春主任技術開発員並びに愛媛大学沿岸環境科学研究センター小森田智大

機関研究員には、情報の収集にご協力いただきました。石川県水産総合センター勝山茂明専門研究員及び仙北屋主主任技師には、実験に用いた底泥を採取していただきました。これらの方々に深くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次: アカアマダイ. 東シナ海・黄海の魚類誌, 東海大学出版会, 2007, p.614-622.
- 2) 通山正弘: 潜水調査船“しんかい”からみたあかあまだいについて. 南西水研ニュース, 1975, **13**, p.12.
- 3) 藤浪祐一郎: 資源添加技術開発の概要. アカアマダイ. 平成10年度日本栽培漁業協会事業年報, 2000, p.339-341.
- 4) 竹内宏行, 渡辺税, 中川亨, 町田雅春, 村上直人, 津崎龍雄, 升間主計: アカアマダイの中間育成における適正密度. 栽培漁業センター技報, 2008, **7**, p.48-52.
- 5) 本藤靖: 資源添加技術開発の概要. アカアマダイ. 平成11年度日本栽培漁業協会事業年報, 2001, p.301-303.
- 6) 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会: 栽培漁業種苗生産. 入手・放流実績(全国), 2002~2003.
- 7) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター: 栽培漁業種苗生産. 入手・放流実績(全国), 2004.
- 8) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・社団法人全国豊かな海づくり推進協会: 栽培漁業種苗生産. 入手・放流実績(全国), 2005~2009.
- 9) 福岡県: 平成20年度栽培漁業技術実証試験結果報告書. 社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 2009, p.250.
- 10) 村上直人: アカアマダイの放流技術開発. 平成12年度日本栽培漁業協会事業年報, 2002, p.138-139.
- 11) 山本健也, 南部智秀, 尾串好隆, 道中和彦, 原川泰弘: アカアマダイの種苗生産・放流技術開発. 平成18年度山口県水産研究センター事業報告, 2007, p.41-48.
- 12) 山本健也, 南部智秀, 尾串好隆, 道中和彦, 原川泰弘: アカアマダイの種苗生産・放流技術開発. 平成19年度山口県水産研究センター事業報告, 2007, p.50-56.
- 13) 京都府: 平成20年度栽培漁業ブロック会議アカア

底泥の粒度とアカアマダイの巣穴形成

- マダイ分科会資料,2008.
- 14) 島根県:平成20年度栽培漁業ブロック会議アカアマダイ分科会資料,2008.
- 15) 山口県:平成16年水産資源増殖ブランド・ニッポン推進対策事業栽培漁業関係技術開発事業(魚類Aグループ)報告書,2005,p.1-10.
- 16) 町田雅春,竹内宏行,中川亨,渡辺税,升間主計:アカアマダイ人工種苗の巣穴形成に及ぼす標識の影響.栽培漁業技術開発研究,2007,**35**(1),p.23-27.
- 17) 京都府:アカアマダイの放流技術開発の取り組み.社団法人全国豊かな海づくり推進協会栽培漁業事例集(平成19年度版),2008,p.44-46.
- 18) 本藤靖:アカアマダイ人工種苗の巣穴形成と粒度組成の検討.平成14年度日本栽培漁業協会事業年報,2003,p.165-166.
- 19) 松本英二:粒度分析,沿岸環境調査マニュアル[底質・生物編],恒星社厚生閣,1986,p.31-34.
- 20) 本藤靖,益田玲爾,津崎龍雄:アカアマダイ人工種苗の巣穴形成能力の発現.栽培漁業技術開発研究,**29**(2),2002,p.85-89.
- 21) A. Sundborg:The River Klaralven, a study of fluvial processes.Geografiska Annaler,1956,**38**,p.127-316.
- 22) 斎藤文紀:“堆積物の移動”地球環境調査計測辞典第3巻沿岸域編,2003,p.125-128.
- 23) 京都府:平成15年度資源増大技術開発事業報告書,2004,p.1-12.