

アカアマダイ人工種苗の巣穴形成能力の発現

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 本藤, 靖, 益田, 玲爾, 津崎, 龍雄
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014528

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



アカアマダイ人工種苗の巣穴形成能力の発現

本 藤 靖^{*1}・益田 玲爾^{*2}・津崎 龍雄^{*1}

Development of Burrowing Behavior in Hatchery-Reared Red Tilefish *Branchiostegus japonicus*

Yasushi HONDOH, Reiji MASUDA, and Tatsuo TSUZAKI

Developmental changes in burrowing behavior were studied in the red tilefish. Five different size classes 50, 75, 90, 115 and 140 mm in total length (TL), were used in the experiment. One or three individuals were stocked in black polyethylene tanks (100 or 500 liter depending on fish size) with 3–5 replications of tanks under each condition. The tank bottom was covered with 5–7 cm depth of muddy silt. Fish were kept in those tanks for three days and the burrowing behavior was observed. Fish in the 50 mm size group showed no burrowing behavior. Fish in the 75 mm group formed either tunnel-like burrows or canals along the tank wall. Tunnel-like burrows were also observed in the 90 mm and 115 mm groups, but not in the 140 mm group; the fish in the largest group formed only canals. Our observation suggests that the formation of tunnel-like burrows in red tilefish first appear at a size of 75 mm TL, and continue until reaching 115 mm TL. Considering that burrows of this species serve as a means of shelter from predators, fish in the size range of 75–115 mm TL may be most suitable for use in stock enhancement of this species.

2002 年 1 月 23 日受理

アカアマダイ *Branchiostegus japonicus* は、日本海および太平洋の中部から東シナ海にかけて分布し、水深 30～200 m の砂泥域に棲息する¹⁻²⁾。本種の我が国における年間漁獲量は、1990 年の 16,665 t を最高に、1998 年には 2,284 t まで激減しており³⁾、移動範囲が比較的限られているとされること⁴⁾、また市場価値が安定していることから、栽培漁業の新しい対象種として注目されている⁵⁾。

日本栽培漁業協会宮津事業場では、1984 年から本種の技術開発に取り組んでいる。本種は水槽内で顕著ななわばりを形成するため、自然産卵による受精卵の確保は困難であった。そこで、若狭湾における天然魚の成熟過程の調査や、精巢精子からの抽出および保存方法の技術開発を進め、1997 年以降は数百万粒の受精卵を確保することが可能となった。これにより、飼育実験で 20～50 m³ 水槽規模の飼育実験が可能となり、1999 年に 10 万尾を超す着底稚魚の生産に成功し⁶⁾、2000 年には全長 60～150 mm の種苗 3.0 万尾を放流するに至った。

一方、放流技術につながる本種の生態的な知見は乏しい。Able ら⁶⁾は水深 200 m で潜水艇からアカアマダイ科

の魚 blueline tilefish *Caulolatilus microps* を観察していたところ、この魚が巣穴に逃げ込んだ直後にシュモクザメが通過したと報告している。アカアマダイにおいても、泥底に形成された巣穴にひそむ様子が潜水艇から観察されており⁷⁾、巣穴を形成し利用することが捕食者からの逃避行動の一つになっていることが推察される。そこで人工生産した種苗においても、巣穴を形成する能力の発現が放流後の生残を高める上で必須の条件となろう。こうした観点から、本研究では本種の巣穴形成能力の発現時期を明らかにすることを目的として、孵化後の日数が異なる種苗を単独または複数で水槽に収容し、巣穴形成の有無を観察した。

材料と方法

供試魚 2000 年 9 月 28 日から 30 日にかけて、人工授精により得られた受精卵を既報⁸⁾に従って孵化・飼育したアカアマダイを実験に用いた。実験時の平均全長はそれぞれ 46.5, 73.6, 92.5, 113.0 および 136.1 mm であり、以

^{*1} 日本栽培漁業協会宮津事業場 〒626-0052 京都府宮津市小田宿野 1721 (Japan Sea-Farming Association Miyazu Station, 1721, Oda-shukuno, Miyazu, Kyoto, 626-0052 Japan).

^{*2} 京都大学農学研究科付属水産実験所 〒625-0086 京都府舞鶴市長浜.

表 1. アカアマダイの巣穴形成能力実験の概要

実験区	50 mm 群	75 mm 群	90 mm 群	115 mm 群	140 mm 群
平均全長 (mm)	46.5	73.6	92.5	113.0	136.1
水槽個数					
単独区	3	5	5	3	3
3 尾区	3	5	5	3	3
水槽サイズ (l)	100	100	100	500	500
ふ化後日数	105~106	153~154	182~183	216~217	258~259
水槽底面積 (m ²)	0.22	0.22	0.22	0.68	0.68
実験期間	平成 13. 1. 16~18	平成 13. 3. 5~7	平成 13. 4. 3~5	平成 13. 5. 7~9	平成 13. 6. 18~20

表 2. アカアマダイの巣穴形成能力実験に使用した泥の粒度分析結果

粒 度	粒径範囲 (mm)	割合 (%)
粗 砂 (0.850~2 mm)	0.850~2	0.2
中 砂 (0.250~0.850 mm)	0.250~0.850	1.8
細 砂 (0.075~0.250 mm)	0.075~0.250	6.0
シルト (0.005~0.075 mm)	0.005~0.075	49.9
粘 土 (0.005 mm 未満)	0.005 未満	42.1

下それぞれ 50, 75, 90, 110, および 140 mm 群と呼称する。稚魚をそれら 5 段階のサイズに達するまで飼育したため、実験期間は 2001 年 1 月から 6 月となった。表 1 に実験方法の概要を示した。

実験水槽 50 mm および 75 mm 群については、100 l の黒色ポリエチレン水槽（底面積 0.22 m²）を、また 115 mm 以上の供試魚については 500 l の黒色ポリエチレン水槽（底面積 0.68 m²）を実験に用いた。100 l 水槽上面は、半面を白色のプラスチック板で、半面を透明のプラスチック板で覆った。500 l 水槽上面は、遮光率 90% の寒冷紗で水槽の 3/4 を覆った。水槽には深さ約 5~7 cm まで泥を敷き、100 l 水槽の水深は約 30 cm、500 l 水槽の水深は約 60 cm とした。各水槽の水底から約 5 cm 上方にエアーストーンを垂下し、微通気を行った。なお、使用した泥は本種の漁場である水深 50 m 付近の海底から採取したものを使用した。粒度組成は(株)関西環境総合センターにふるい分け及び沈降法による分析を依頼した(表 2)。100 l 水槽では止水で飼育を行い、500 l 水槽では弱い流水で飼育した。また、実験中の水温を 17℃ 前後に調温するため、100 l 水槽はウォーターバス方式とし、500 l 水槽には 16℃ の冷却海水を注水した。

収容尾数 本種の親魚では顕著ななわばり様行動が観察されており、アカアマダイの収容に際して、個体間の干渉が巣穴形成に影響をおよぼすことも考えられたため、水槽内にアカアマダイを単独で収容した区(単独区)と、3 尾収容した区(3 尾区)をそれぞれの成長段階毎に設けた。

使用した水槽の数は 75 mm および 90 mm サイズ群では 10 面(1 尾と 3 尾/槽、各 5 面)、他のサイズ群では 6 面(1 尾と 3 尾/槽、各 3 面)とした(表 1)。

観察 収容は午後 3 時前後に行い、以後、当日の 18 時、翌日からは 8 時、12 時、18 時の定時観察を収容後 3 日目

まで続けた。観察にあたっては、アカアマダイが水槽内で定位する水深および巣穴形成によって生じる濁りの有無を記録した。また巣穴や溝を形成した場合は実験終了時にその入り口の大きさや長さ等の形状を観察し記録した。さらに巣穴の形状を把握するため、飼育水を排水したのち穴に石膏を流して固め、その形状を保存し、一部は写真撮影した。

結 果

実験結果の概要を表 3 に示した。50 mm 群ではいずれの水槽でも巣穴の形成は認められなかった。この群では水面付近にいる個体が 1~3 尾認められたが、他の個体は水槽の底から 1~5 cm の範囲に遊泳することが多かった。

75 mm 群では、収容直後には水面付近に遊泳するものが少数で、多くは底から 1~5 cm の範囲にいた。また、掘削行動によると考えられる濁りが単独区では 5 面中 1 面で、一方、3 尾収容区は 5 面中 2 面で収容した日の夕方から、また翌日には単独区で 5 面中 2 面、3 尾収容区ではすべての水槽で認められた。実験終了時には、単独区でトンネル状の巣穴(以下巣穴)が 2 面(40%)および水槽壁面と泥の境目に沿った溝状の掘削痕(以下溝)が 3 面(60%)でみられ、5 面すべての水槽に巣穴または溝が各 1 個形成された。3 尾区では巣穴がすべての水槽で 2 本ずつ形成された(100%)。溝もすべての水槽で各 1 個ずつ形成された(100%)。巣穴のトンネル口の直径は最大 69 mm、最小 13 mm でその長さは最大 154 mm、最小 104 mm で、また溝の幅の大きさは、最大 110 mm、最小 20 mm、長さは最大 460 mm、最小 210 mm であった。アカアマダイは巣穴に入り、しばらく後に他方または同じ口から出て来る行動が観察された。

90 mm 群では、単独区の 5 面中 2 面で、また 3 尾区では 5 面すべてで、収容当日から海水が濁り始めた。3 日目には単独区と 3 尾区でそれぞれ 1 本ずつの巣穴が形成された(20.0%) (図 1)。その直径は最大 40 mm、最小 10 mm でその長さは最大 100 mm、最小 80 mm であった。

巣穴を石膏で型をとると、巣穴の中は蛇行等がなく、ほぼ直線的なトンネル構造であることが分った(図 2)。

表 3. アカアマダイの巣穴形成能力実験結果の概要

実験区	50 mm 群	75 mm 群	90 mm 群	115 mm 群	140 mm 群
単独区 実験水槽数	3	5	5	3	3
トンネル状の巣穴を形成した水槽数	0	2	1	1	0
1 水槽当りのトンネル状の巣穴数	0	0~1	0~1	0~1	0
巣穴を形成した水槽の割合 (%)	0	40.0	20.0	33.3	0.0
溝を形成した水槽個数	0	3	4	1	2
1 水槽当りの溝状の個数	0	0~1	0~1	0~1	0~1
溝を形成した水槽の割合 (%)	0	60.0	80.0	33.3	66.7
巣穴も溝も形成しなかった水槽数	3	0	1	1	1
3 尾区 実験水槽数	3	5	5	3	3
トンネル状の巣穴を形成した水槽数	0	5	1	3	0
1 水槽当りのトンネル状の巣穴数	0	2	0~1	1	0
巣穴を形成した水槽の割合 (%)	0	100	20.0	100	0
溝を形成した水槽個数	0	2	5	1	3
1 水槽当りの溝の個数	0	1	1~3	0~2	1~2
溝を形成した水槽の割合 (%)	0	100	100	33.3	100
巣穴も溝も形成しなかった水槽数	3	0	0	0	0



図 1. 巣穴の入り口で定位しているアカアマダイ (90 mm 群, 3 尾区)

また溝は、単独区で 4 面 (80%), 3 尾収容区で 5 面のすべてで形成され (100%), その直径は最大 30 mm, 最小 10 mm, 長さは最大 400 mm, 最小 100 mm であった。

単独区の 1 面では、実験期間中終始水面近くで遊泳しており、巣穴の形成はみられなかった。

115 mm 群では単独区の 3 面中 1 面で、3 尾区では 3 面中 1 面で収容当日、翌日には、単独区の 3 面中 2 面で、3 尾区では 3 面中すべてで海水の濁りがみられたが、単独区の 1 面では濁りはまったく認められなかった。濁りがみられた単独区の 1 面 (33.3%), 3 尾区の 3 面 (100%) で実験終了時に巣穴が形成されていた。その直径は最大 80 mm, 最小 20 mm でその長さは最大 230

mm, 最小 180 mm であった。

石膏型によれば、巣穴はやはり直線的なトンネル構造であった。筆者が写真撮影のために接近すると巣穴に逃げ込み、多くの場合は入った側とは反対の穴から顔をのぞかせた (図 3)。溝は単独区の 1 水槽で 1 個だけ掘られていた。その直径は、最大 60 mm, 最小 30 mm, 長さは 320 mm であった。

また、単独区及び 3 尾区の 1 槽に貫通していない未完成の穴が各 2 個形成されていた。

140 mm 群では、単独区の 1 面を除くすべてで、収容当日から翌々日にかけて濁りが生じた。実験終了時、単独区の 1 面に未完成の穴が 1 本見られたほかは、単独区、3 尾収容区ともに完全な巣穴は認められず (0%), 比較的長い溝が単独区で 2 面 (66.7%), 3 尾収容区で 3 面 (100%), 1~2 本形成されるにとどまった。その直径は最大 60 mm, 最小 25 mm, 長さは最大 1400 mm, 最小 350 mm であった。期間中、濁りのまったく見られなかった単独区の 1 面では、巣穴の形成は認められなかった。

考 察

種苗生産したアカアマダイは、全長 75 mm 頃からトンネル状の巣穴を形成し、その長さは魚の全長のおおよそ 1.5 倍程度であった。また、この巣穴に隠れ、しばらくしてから出てくる行動も観察された。入った側と反対側から出ることが多いのは、トンネルが狭く中で反転することが困難であるためと考えられるが、この行動により捕食者の追撃を逃れる可能性も十分に示唆される。

本実験で巣穴を形成した水槽の割合は、全長 75 mm 群では単独区で 40%, 3 尾区の 100% が形成し、全長



図2. アカアマダイのトンネル状の巣穴の石膏型 (90 mm 群, 3 尾区)



図3. 巣穴から顔をのぞかせてるアカアマダイ (115 mm 群, 3 尾区)

90 mm 群では 20% と 20%, さらに全長 115 mm 群では, 33.3% と 100% であった。このことから全長 75 mm 頃から巣穴形成能力が発現すると考えられた。その後, 巣穴の形成率は減少したが, 溝の形成率は高くなった。全長 140 mm 群では巣穴の形成率は 0% と大きく低下したものの, このサイズでも溝を形成している。90 mm 群同様にこれが巣穴形成の失敗の痕跡と仮定するなら, 140 mm まで成長した後も, 本種の人工種苗は身を隠そうとする習性を備えていると推察される。90 mm や 140 mm 群で巣穴の形成率が低下した理由については, 実験水槽の泥の深さや水槽の大きさ等の制約により, 巣穴形成行動が抑制された可能性が考えられた。今後は, これらの点を改善するとともに, 天然海域で囲い網を用いた広い環境下での実験等を進め, 各サイズでの巣穴形成行動の特性をより詳細に把握する必要がある。

本実験で, 巣穴を形成した 75~115 mm 群の実験のうち, 溝もトンネルも掘らなかった例が 2 例あり, これらはいずれも単独区の水槽である。このことから, 他の個体の存在により巣穴形成能力の発現が促進される可能性が考えられた。しかし, 巣穴形成が認められた 75~115 mm 群の単独区では, 巣穴や溝を 2 本以上形成した例は

13 水槽中 1 例のみであり, 1 尾が巣穴を 2 本以上形成する可能性は低いものと推察される。

栽培漁業において, 種苗の放流技術開発を進めていく上で, 対象魚種の生態やその行動特性を把握することは極めて重要と考えられる⁸⁾。たとえばヒラメの場合, 適切な潜砂を行い, かつ摂餌に際して捕食者に身をさらしにくいように馴致された人工魚は放流の適応性が高いとされる⁹⁾。こうしたいわゆる種苗性の指標として, アカアマダイについては巣穴形成行動が挙げられよう。

アマダイ科の魚の巣穴形成については, 前述の blue-line tilefish⁶⁾ の他, *Lopholatilus chamaeleonticeps*¹⁰⁾ でも報告されており, 特に大型種の後者では長径 4~5 m, 深さ 2~3 m に達する縦穴を掘るという。アカアマダイについては, 潜水艇から巣穴に隠れる様子が観察されているものの⁷⁾, 釣獲した活魚 (体長約 30 cm の雌 2 尾) を長期間 (21 日および 145 日間) 給餌飼育した例では, 水槽底に深さ 30 cm の泥底を与えても巣穴は形成しなかったという¹⁾。飼育条件下で巣穴を形成させることが困難である可能性と, 巣穴形成行動の特性が成魚になるとやや低下する可能性の両方が示唆される。稚魚の巣穴形成についての報告は, アマダイ科全般の天然・飼育条件とも, 本研究以外に例を見ない。

種苗生産水槽内のアカアマダイの稚魚は, 全長が 35 mm 頃から一斉に水槽の底層に定位することが観察されている²⁾。しかしこのサイズでは, ハンドリング後の眼球の損傷等から死亡個体が著しく増加するなど, 極めて取り扱いが難しい (本藤未発表)。したがって放流には適していないものと考えられる。また本研究の実験から, 50 mm サイズでも, 巣穴形成能力が発現しておらず, 放流には適さない。本実験における巣穴形成能力を基準にし, また後期育成のコスト等も考慮すると, 本種の放流最小サイズは全長 75~115 mm と考えられた。しかし現時点では, このサイズの魚体の肉質が柔らかいことから外部標識の装着が非常に難しいこと, 耳石標識の装着も, 薬品の投入による急激な飼育環境の変化に非常に敏感で, 取り扱いが難しいことや現状の飼育では, 配合飼

料への餌付きの悪さから、アリザリン・コンプレクソン (ALC) 経口投与等も困難さが予想される (本藤未発表)。今後は、成長段階ごとにより詳細な行動特性を把握するとともに、小型個体にも適用可能な標識手法の開発が急務である。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、懇切なご指導と貴重なご意見を賜りました日本栽培漁業協会古澤 徹常務理事、広瀬慶二技術参与に謝意を表します。

文 献

- 1) 林 泰行 (1985) 東シナ海産アカアマダイの漁業生物的研究. 山口県外海水産試験場研究報告, **20**, 28-30.
- 2) 奥村重信 (2000) アカアマダイの親魚養成と種苗生産技術に関する研究. 日裁協特別研究報告, **16**, 1-43.
- 3) 水産庁漁業養殖業生産統計年報 (1997) 全国の地方設定魚種の漁獲量. 水産庁振興部開発課, 59-60.
- 4) 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的研究-II, 未成魚. 成魚の分布. 京都府海洋センター研究報告, 第1号, 15-28.
- 5) 本藤 靖・村上直人・渡辺 税・竹内宏行・藤浪祐一郎・津崎龍雄 (2001) 人工授精によるアカアマダイの種苗生産. 栽培技研, **28**, 73-79.
- 6) ABLE, K. W., WTICHELL, D. C., GRIMES, C. B. and JONES, R. S. (1987) Tilefishes of the genus *Caulolatilus* construct burrows in the sea floor. *Bulletin of Marine Science*, **40**, 1-10.
- 7) 通山正弘 (1975) 潜水調査船 “しんかい” からみたアカアマダイなどについて. 南西水研ニュース, 第13号, 12.
- 8) MASUDA, R. and K. TSUKAMOTO (1998) Stock enhancement in Japan: Review and perspective. *Bull. Mar. Sci.*, **62**, 337-358.
- 9) FURUTA, S. (1996) Predation on juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) by diurnal piscivorous fish: Field observations and laboratory experiments. (ed. by Y. Watanabe, Y. Yamashita, Y. Oozeki), *Survival Strategies in Early Life Stages of Marine Resources*, Balkema, Rotterdam, 285-294.
- 10) ABLE, K. W., WTICHELL, D. C., GRIMES, C. B. and JONES, R. S. (1987) Sidescan sonar as a tool for detection of demersal fish habitats. *Fishery Bulletin*, **85**, 725-736.