

アカアマダイ人工種苗の巣穴形成に及ぼす標識の影響

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: 町田, 雅春, 竹内, 宏行, 中川, 亨, 渡辺, 税, 升間, 主計
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014589

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に及ぼす標識の影響

町田雅春^{*1}・竹内宏行^{*1}・中川 亨^{*1}・渡辺 税^{*1}・升間主計^{*1}Effects of tagging on burrowing of marked and unmarked hatchery-reared red tilefish, *Branchiostegus japonicus*Masaharu MACHIDA, Hiroyuki TAKEUCHI, Toru NAKAGAWA,
Mitsugi WATANABE, and Shukei MASUMA

We observed the burrowing of hatchery-reared red tilefish (85-145 mm in Total length) unmarked or marked by anchor-type plastic tags with a spaghetti-form, pelvic-fin-clipping, or ventral-fin-clipping in a tank with mud on the bottom, and the influence of the tags on their burrowing. Fish were observed digging by mouth regardless of marking. Burrowing occurrence was 44 % (4/9 ind.) in the pelvic-fin-clipping treatment, 33 % (3/9 ind.) in the ventral-fin-clipping method, and 44 % (4/9 ind.) in the unmarked treatment, but 0 % (0/9 ind.) in the anchor-type plastic tagging method, indicating that the anchor-type plastic tag hinders the burrowing of red tilefish.

2007 年 7 月 17 日受理

アカアマダイ (*Branchiostegus japonicus*) は東シナ海を中心として分布し、我が国における北限は、日本海側が青森県、太平洋側が本州中部であり、南限はフィリピンおよびベトナム南部沿岸である¹⁾。本種は水深 60 ~ 200 m の砂質泥または泥質砂の海底に巣穴を形成し²⁾、巣穴を中心にして、体長に相応した強い縄張りを持つことが水槽実験を基に推測されている¹⁾。

アカアマダイは関西では「グジ」と呼ばれ高級魚として珍重され、魚価は 2,000 ~ 3,000 円/kg と比較的高値を維持しており、各地でブランド化の動きもみられている。しかし、本種の京都府における漁獲量は、1980 年には 86 t であったが、1999 年には 48 t となり減少傾向を示していることから^{*2}、アカアマダイはマダイやヒラメに続く新たな栽培漁業の対象種³⁾として、漁業者からの要望が高くなり、1998 年以降には宮津栽培漁業センター（以下、当センター）⁴⁾、長崎県、山口県⁵⁾、島根県および京都府⁶⁾で放流試験が実施されている。

当センターでは 2003 年に種苗生産した平均全長 116 mm のアカアマダイに外部標識の一つであるスパゲ

ティ型タグを付け、宮津湾奥部水深 1 m の砂泥域に放流したが、放流後の再捕例は極めて少ない⁷⁾。放流後の生態調査では、コチ (*Platycephalus indicus*) やヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) による捕食が確認されており⁸⁾、捕食が本種の放流後の生残に影響することが示唆されている。

アカアマダイ人工種苗は、全長約 75 mm からトンネル状の巣穴を形成することが認められており、本藤ら⁹⁾は写真撮影のために接近した際に魚が巣穴に逃げ込む行動を示すことから、この行動により捕食者からの追撃を避けている可能性を示唆している。このことから、放流されたアカアマダイ人工種苗の巣穴形成の成否や形成までに要する日数は、放流後の種苗の生残に深く関係すると考えられる。さらに、スパゲティ型タグや鰭切除^{*3}による標識は、放流したアカアマダイの巣穴形成の行動に影響を与えると考えられ、本種の巣穴形成に及ぼす標識の影響を明らかにすることは、放流技術を開発する上で極めて重要である。そこで、本研究では、これまでアカアマダイの放流試験に使用されてきたスパゲティ型タ

^{*1} 独立行政法人水産総合研究センター宮津栽培漁業センター 〒626-0052 京都府宮津市小田宿野 1721

(Miyazu Station, National Center for Stock Enhancement, FRA, 1721, Odashukuno, Miyazu, Kyoto 626-0052, Japan)

^{*2} 京都府立海洋センター (2000) 丹後海のアカアマダイ, 京都府季報, 69 号, 1-11.

^{*3} 長崎県総合水産試験場 (2006) 平成 17 年度アカアマダイ栽培漁業技術開発検討会資料

グと鰭切除標識を用いて、全長 85 ～ 145 mm の種苗を水槽内で飼育し、標識装着がアカアマダイ人工種苗の巣穴形成に与える影響を調査した。

材料と方法

本試験に用いたアカアマダイ人工種苗の大きさと試験区の概要を表 1 に示した。

供試魚と標識 2005 年 10 月 16 日にふ化した人工種苗を試験に用い、フィラメント長が 17 mm チューブ長 14 mm のスパゲティ型タグ（ホールプリント社製）を装着した区（以下、スパゲティ型タグ区）、右胸鰭を切除した区（以下、胸鰭切除区）、右腹鰭を切除した区（以下、腹鰭切除区）の 3 種類の標識を施した区と無標識区 1 区の計 4 区を設定した。標識を装着した稚魚は、砂泥を敷いてない 0.3 kℓ FRP 水槽 1 面で飼育し、順次試験に供試した。なお、スパゲティ型タグは、背鰭前端よりやや後方の背鰭担鰭骨の位置に装着した（図 1）。胸鰭および腹鰭切除には鉗を用い、右側の鰭の基部から切除して標識とした。

表 1. 標識装着アカアマダイの巣穴形成行動の実験概要

試験区	供試魚		水槽		換水率 (回転/日)	総実験期間 (年月日)
	尾数 (尾)	平均全長 (mm) ±標準偏差	水量 (ℓ)	底面積 (㎡)		
スパゲティ型タグ区	9	103.3 ± 14.1	140	0.4	112	平成 18. 5. 29 - 7. 14
胸鰭切除区	9	108.9 ± 12.6	〃	〃	〃	〃
腹鰭切除区	9	104.2 ± 16.2	〃	〃	〃	〃
無標識区	9	108.3 ± 20.0	〃	〃	〃	〃

試験水槽 試験には、透明のポリカーボネイト製ふ化器（実容量 140 ℓ，底面積 0.4 ㎡）4 個を用いた。水槽の底面には、当センター近くの栗田湾の水深 18 m から採取した砂泥（シルト・粘土の比率約 60 %）を最深部の深さが 14 cm になるように敷き、水深は 33 cm とした。各試験開始時の砂泥層を一定にするため、試験終了毎に水槽内の飼育水を抜き取り、砂泥をスコップで攪拌した後に海水を満たし、海水中の砂泥が沈殿するのを確認後、次の試験を開始した。

飼育方法 飼育水は、自然水温の砂ろ過海水を用い、供試魚の掘削行動による飼育水の濁りを速やかに排出するため、注水量を 172 ℓ / 時（換水率 112 回転/日）に調整した。通気および遮光は行わず、飼育水温は朝 9 時に、水槽上部の照度を照度計（T-10Ws, MINOLTA 製）で 12 時に測定し記録した。餌には配合飼料（おとひめ EP3 号、日清丸紅飼料製）を用い、1 日 2 回給餌した。

試験方法 全長を測定した供試魚を各水槽に 1 尾ずつ収容し、翌日（1 日目）の午前 7 時から 1 ～ 2 時間毎に午後 5 時まで、アカアマダイの行動および巣穴形成過程や巣穴の有無を 4 日目まで観察した。巣穴の形成過程に見られる構造状況により以下の 4 タイプに区分した。すなわち、すり鉢状に掘られ窪み状になったもの（以下、窪み）、溝状に掘られたもの（以下、溝）、トンネル状に穴

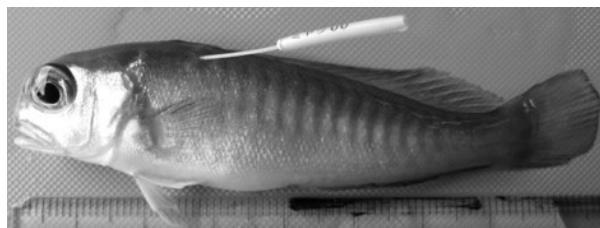


図 1. スパゲティ型タグの装着部位

を形成したが未貫通のもの（以下、穴）およびトンネル状に貫通したもの（以下、巣穴）である。供試魚は試験毎に別の個体を用い、2006 年 5 月 29 日から 7 月 14 日までの間に 9 回の試験を実施した。

統計解析 無標識区の巣穴の形成個体数に対して、各試験区の巣穴形成個体数を比較するために、Fisher の直接確率検定を行い、有意水準は片側検定で 5 % 以下とした。

結 果

試験期間中の試験区における飼育水温は、16.8 ～ 23.3 ℃ の範囲で推移し、水槽上部の照度は 120 ～ 962 lx であった。標識を施したスパゲティ型タグ区、胸鰭切除区、腹鰭切除区および無標識区の全ての個体は、試験終了時までで生残した。1 回目の試験の供試魚の平均全長は 90 mm であり、その後約 1 ヶ月経過した 8、9 回目の試験に用いた種苗の全長は、スパゲティ型タグ区で 126、117 mm、胸鰭切除区で 130、122 mm、腹鰭切除区で 131、125 mm、無標識区で 121、115 mm であった。

各試験区の供試魚が掘削行動を行っている時は、掘削により舞い上がった泥や砂で海水が濁り、さらにアカアマダイ稚魚は警戒心が強く、観察のために人が近寄ると掘削行動を中断する場合もあり、その行動を詳細に観察することは難しかった。換水率を約 13 分間で 1 回転と高くしたことで、飼育水中の濁りが低減された時には、底面に潜り込む行動や敷いた泥やそれに含まれる礫、貝殻等を口に含み、水槽の壁面付近まで運んで吐き出す行動を繰り返す様子が観察された。これらの行動は、標識の有無および種類に関係なく全ての魚で認められた。巣穴を形成する時には、頭部から穴に入り、胸鰭と腹鰭を利用して後進して巣穴から出て来る行動が観察された。しかし、巣穴が貫通する時の様子を観察する機会は得られなかった。腹鰭切除区では巣穴を形成した 3 例のうち 2 例は昼間に形成したが、その他の試験区で形成された 8 例の巣穴は、濁りが収まった 8 時頃に形成されていることが確認された。また、アカアマダイ人工種苗は、昼間には溝や窪みの中に静止していることが多かった。形成された巣穴の底面は小石を含む泥で、その天井部分は主に粘土質であった。

各試験区におけるアカアマダイ人工種苗の個体別の巣穴形成状況を表 2 に示した。砂泥を掘削する行動は、各

表 2. 標識を装着したアカマダイ稚魚の巣穴形成状況

試験区	個体番号	経過日数（日）														
		0					1					2				
		無 ^{*1}	窪み ^{*2}	溝 ^{*3}	穴 ^{*4}	巣穴 ^{*5}	無	窪み	溝	穴	巣穴	無	窪み	溝	穴	巣穴
スパゲティ型タグ区	1-1	1						1	1			1				
	1-2	1					1									
	1-3	1					1	1								
	1-4	1					1							1		
	1-5	1					1					1				
	1-6	1					1								1	
	1-7	1					1					1				
	1-8	1					1								1	
	1-9	1												1		
計		9	0	0	0	0	0	2	7	1	0	0	3	0	0	0
胸鰭切除区	2-1	1						1								
	2-2	1								1				1		
	2-3	1						1							1	
	2-4	1						1			1					
	2-5	1						1					1		1	
	2-6	1						1								1
	2-7	1						1					1			
	2-8	1						1					1		1	1
	2-9	1					1					1		1		
計		9	0	0	0	0	0	1	7	0	1	0	3	1	1	3
腹鰭切除区	3-1	1						1	1					1		
	3-2	1								1						
	3-3	1									1					
	3-4	1					1	1								
	3-5	1						1							1	
	3-6	1						1				1				
	3-7	1						1						1		1
	3-8	1						1								
	3-9	1						1				1				
計		9	0	0	0	0	0	1	7	1	1	0	4	2	0	1
無標識区	4-1	1								1				1		
	4-2	1									1				1	
	4-3	1						1							1	
	4-4	1						1				1				
	4-5	1						1						1		
	4-6	1						1						1		
	4-7	1					1	1						1		
	4-8	1						1				1				
	4-9	1							1			1	1			1
計		9	0	0	0	0	0	1	6	1	1	0	3	3	0	0

*1 砂泥の掘削行動見られず
 *2 すり鉢状に掘られた窪み
 *3 溝状に掘削
 *4 トンネル状の穴を形成したが未完通
 *5 トンネル状に貫通

試験区共に 0 日目（試験開始当日）には認められなかった。スパゲティ型タグ区における 1 日目の巣穴の形成状況は、窪みを形成した個体が 2 尾、溝が 7 尾で、この内 1 尾は、穴も形成した。巣穴を作った個体は 0 尾であった。その後、窪みと溝を作る個体は出現したが、穴と巣穴を作る個体はいなかった。胸鰭切除区の 1 日目における巣穴形成状況では、窪み形成個体数が 1 尾、溝が 7 尾、穴が 0 尾、巣穴が 1 尾であった。その後も窪み、溝、穴、巣穴を作る個体は出現したが、4 日目には窪みと溝を作る個体はいなかった。巣穴は 1 日から 4 日までに 1 個体ずつが形成した。同様に 1 日目の腹鰭切除区では、窪み形成個体が 1 尾、溝が 7 尾、穴が 1 尾、巣穴が 1 尾であった。その後、窪みと溝を作る個体は 3 日目以降に、穴

を作る個体は 4 日目には出現しなかった。巣穴は 1, 2, 4 日目に形成された。無標識区における 1 日目の巣穴形成状況は、窪み形成個体が 1 尾、溝が 6 尾、穴が 1 尾、巣穴が 1 尾であった。その後、窪みを作る個体は 3 日目まで、溝を作る個体は 2 日目まで、穴を作る個体は 3 日目まで出現した。巣穴は、1, 3, 4 日目に形成された（表 2）。

各試験区における巣穴形成結果を表 3 に示した。無標識区では 9 尾のうち 4 尾が巣穴を形成した。スパゲティ型タグ区では、巣穴を形成する個体はいなかった。胸鰭切除区では 4 尾が、腹鰭切除区では 3 尾が巣穴を形成した。Fisher の直接確率検定では、無標識区の巣穴の形成個体数と胸鰭切除区および腹鰭切除区の巣穴形成個体数に有意差は認められなかった（ $p > 0.05$ ）が、スパゲティ型タグ区の巣穴形成個体数との間には有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）（表 3）。

考 察

標識を施したスパゲティ型タグ区、胸鰭切除区、腹鰭切除区および無標識区の全ての個体は、試験終了時まで生残し標識装着の影響と考えられる死亡は認められなかった。また、1 回目と 9 回目の試験開始までの約 1 ヶ月

表 3. アカマダイ人工種苗の巣穴形成結果

試験区	供試尾数 (尾)	未形成 (尾)	形成 (尾)
スパゲティ型タグ区	9	9	0*
胸鰭切除区	9	5	4
腹鰭切除区	9	6	3
無標識区	9	5	4

*有意水準 5% 以下で無標識区との間で有意差あり

間で約 33 mm 成長しており、これまでの当センターにおける育成試験での成長状況とはほぼ同じであった¹⁰⁾。また、飼育期間を通して種苗は、配合飼料を活発に摂餌しており、標識装着による成長への影響はなかったと思われる。これらのことから、本試験における飼育水温や照度条件、標識装着および飼育条件がアカアマダイの生残や成長に大きく影響を与えたとは考えられなかった。また、本試験の無標識区での巣穴形成率は 44 % であり、本藤ら⁹⁾が、全長 75 ~ 115 mm のアカアマダイ人工種苗を用いた同様の試験結果における巣穴形成率の 20 ~ 40 % と同程度であることから、水槽、換水量、水温、泥組成などの実験条件は異なるものの、アカアマダイの巣穴形成行動に大きく影響を与える試験条件ではなかったと考えられた。

巣穴の形成は、腹鰭切除区では 3 例中 2 例が、昼間に形成された。しかし、朝 7 時の観察時には飼育水が非常に濁り、アカアマダイは、活発に掘削していることが推察され、胸鰭切除区および無標識区では、早朝に巣穴が形成されていたことから、本種の巣穴形成行動は早朝に活発になることが示唆された。アカアマダイ人工種苗 1 尾が、巣穴を作る本数について本藤ら⁹⁾は、アカアマダイ人工種苗を水槽に収容し 3 日間観察した結果、巣穴や溝を 2 本以上形成したのは、13 水槽中で 1 例のみであったことから、1 尾が巣穴を 2 本以上作る可能性は低いとしている。しかし、観察期間を 4 日間とし、個体別に観察した本試験では、11 尾が巣穴を形成し、この内 4 尾 (36 %) は、巣穴と窪みや溝を作っていることから、観察時間や水槽、底質などの実験条件を変えることにより、新たな生態学的な特徴が明らかになる可能性が示唆された。

アカアマダイ人工種苗が巣穴を形成する行動は、いずれの試験区においても試験開始当日の 0 日目には認められなかったが、1 日目には、巣穴の形成段階は異なるものの、全ての試験区において巣穴形成に関わる行動が認められ、使用した人工種苗は、全て巣穴を形成する形質を有していたと考えられた。巣穴形成の初期と考えられる窪みの形成は、スパゲティ型タグ区では、1 日目から 4 日まで認められたが、胸鰭切除区と無標識区では 4 日目以降に、腹鰭切除区では 3 日目以降は認められなかった。溝の形成は、1 日目までに作る個体の割合が全ての試験区で高く、スパゲティ型タグ区、胸鰭切除区、腹鰭切除区でそれぞれ 7 尾ずつ (78 %)、無標識区で 6 尾 (67 %) であった。穴を形成する個体は、胸鰭切除区では 2 ~ 4 日目まで、腹鰭切除区、無標識区では、1 日目から 3 日目まで観察され、その出現割合は、経過日数と共に増加傾向を示したが、スパゲティ型タグ区では 1 日目に 1 尾 (11 %) が観察されたに過ぎなかった。このことから、胸鰭切除区、腹鰭切除区および無標識区では、経過日数と共に掘削行動が発達しているように思えるが、スパゲティ型タグ区では、その発達、溝を形成す

る段階で停滞しているように感じられた。トンネル状の巣穴は 1 ~ 4 日目にかけて、腹鰭切除区が 3 尾 (33 %)、胸鰭切除区および無標識区の種苗で 4 尾 (44 %) が形成した。しかし、スパゲティ型タグ区では、巣穴を形成する個体は出現しなかった。本種は吻部を用いて巣穴形成の行動を行っているため、スパゲティ型タグ、胸鰭切除、腹鰭切除を施した個体においても、掘削行動は可能であると考えられ、本試験の観察でも泥や貝殻を搬出する行動を確認し、窪み、溝、穴を作製する個体が出現している。また、スパゲティ型タグ区の窪みや溝の 1 日目の形成状況は、胸鰭切除区や腹鰭切除区および無標識区の形成状況と大きな違いはなく、溝を作製する個体が多かった。しかし、胸鰭切除区、腹鰭切除区および無標識区では、2 日目以降に穴や巣穴を形成する個体が出現したにもかかわらず、スパゲティ型タグ区では、それらを形成する個体は現れず、完全な巣穴を形成する個体は、認められなかった。無標識区における巣穴の形成個体数と各試験区の巣穴形成個体数に対する検定結果では、スパゲティ型タグ区の巣穴形成個体数において、有意差は認められたが ($p < 0.05$)、胸鰭切除区と腹鰭切除区の巣穴形成個体数には有意差が認められなかったことから ($p > 0.05$)、スパゲティ型タグの装着がアカアマダイ人工種苗の穴および巣穴形成を阻害していると考えられた。アカアマダイ人工種苗が構築する巣穴は、内部で反転することが困難と考えられるほどに狭く⁹⁾、本試験で観察されたアカアマダイ人工種苗が作った巣穴の内径は、魚体のサイズよりわずかに大きいだけである。このことから、スパゲティ型タグを装着した個体は、窪みや溝を掘ることは出来るが、穴を作製する際には、魚体から横に飛び出した状態のスパゲティ型タグが、穴の壁面に接触するなどにより、稚魚の巣穴を形成する行動が阻害されたものと考えられる。そこで、全長 90 ~ 130 mm のアカアマダイ人工種苗にスパゲティ型タグを用いて標識することは、巣穴形成の観点から判断すると避けるのが妥当と考える。アカアマダイ稚魚は、胸鰭や腹鰭により泳ぎを制御しながら掘削行動を行うが、本試験での胸鰭切除区と腹鰭切除区のアカアマダイ人工種苗では、無標識区の種苗と掘削行動に差は認められず、両標識方法は、放流後のアカアマダイ人工種苗が巣穴を形成する行動を阻害することは少ないと推定される。

放流後のアカアマダイ種苗の生残には、捕食魚から逃避できる巣穴形成の成否が大きく関与すると考えられ、放流されたアカアマダイ人工種苗が、スムーズに巣穴を形成できるような放流手法が望まれる。放流後の生残率を高めるためには、今後、巣穴形成行動を発現させる要因を解明すると共に、サイズ毎に適した標識を選択することが必要と考えられる。本試験で用いた標識のうち巣穴の形成率が無標識区との間で違いが認められなかった標識は、胸鰭または腹鰭切除による標識である。鰭切除の標識は、多くの魚類で試験的に用いられており、高場¹¹⁾

は、腹鰭を切除して放流したマダイ再捕魚の腹鰭軟条の欠損個体が46～60%であったが、放流後1年以上を経過すると欠損個体が少なくなったことを報告している。また、マダイでは鰭切除時のサイズによって再生速度が異なることが報告されている^{12, 13)}。このように、鰭切除による標識は、切除後に再生する割合が高く、標識の持続性に問題を残している。今後、鰭切除標識を用いてアカアマダイの放流効果を推定するには、標識時の魚体サイズ、持続性および視認性について早急に検討しなければならない。一方、本試験ではスパゲティ型タグを装着した全長90～130 mmのアカアマダイ人工種苗は、巣穴を形成しなかったが、竹内¹⁴⁾は、2002年にスパゲティ型タグを装着した平均全長102～114 mmのアカアマダイ人工種苗が、放流1日後に放流魚が作ったと考えられる巣穴に潜んでいるところを観察していることから、スパゲティ型タグの装着の影響が少ない種苗の大きさやスパゲティ型タグの長さ等の標識方法の条件を検討する必要がある。

謝 辞

本実験に用いた海底土は京都府立海洋センター濱中雄一主任研究員に便宜を図って頂き、同センターの海洋調査船平安丸の宇野善治前船長と乗組員の方々に協力して頂き、栗田湾で採取した。ここに深謝の念を表したい。また、宮津栽培漁業センター嘱託職員の藤原敏子、小倉麻由美さんをはじめ、皆さんの協力を得て、本実験を実施することができた。協力して頂いたすべての職員に感謝します。

文 献

- 1) 林 泰行 (1985) 東シナ海産アカアマダイの漁業生物学的研究. 山口県外海水産試験場研究報告, **20**, 1-95.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 本藤 靖 (2001) 平成11年度日本栽培漁業協会事業年報, 301-303.
- 5) 山口県 (2005) 平成17年度栽培漁業関係技術開発事業(魚類Aグループ)報告書, 山口1-山口12.
- 6) 村上直人 (2001) 放流したアカアマダイが初めて再捕される. さいばい, No.97, 日本栽培漁業協会, 3-7.
- 7) 竹内宏行・渡辺 税・中川 亨 (2004) 若狭湾におけるアカアマダイの標識放流試験とその再捕状況. 平成15年度栽培漁業センター技報, 102-104.
- 8) 竹内宏行 (2003) 平成15年度日本栽培漁業協会事業年報, 71-72.
- 9) 本藤 靖・益田玲爾・津崎龍雄 (2002) 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**, 85-89.
- 10) 日本栽培漁業協会 (2003) アカアマダイの水温別養成試験, 平成14年度資源増大技術開発事業報告書, 宮津1-宮津7.
- 11) 高場 稔 (1986) マダイの種苗放流・追跡ーV. 栽培漁業技術開発研究, **15**, 177-186.
- 12) 立石 賢・田代征秋・北島 力・岩本 浩 (1981) マダイ小型種苗の腹鰭切除による標識, 長崎水試研報, **7**, 1-6.
- 13) 立石 賢・塚島康生・森 勇・北島 力 (1981) マダイ種苗の鰭切除による標識, 長崎水試研報, **10**, 27-33.
- 14) 竹内宏行 (2003) 平成14年度日本栽培漁業協会事業年報, 168-172.