

オニオコゼ種苗に適した標識法の検討

草 加 耕 司

Experiment in Marking Method for Seedlings Devil Stinger *Inimicus japonicus*

Koji KUSAKA

キーワード：オニオコゼ， ALC， 鰭切除， 標識放流

オニオコゼ *Inimicus japonicus* は千葉県、新潟県以南の南日本に分布する底棲性の高級魚¹⁾であるが、近年、漁獲量は減少傾向にある²⁾。このため、栽培漁業対象種として1980年代から西日本各機関で種苗生産と放流が継続されている³⁾。また、これと併行して放流技術開発研究も進められ、種苗放流の効果を把握するためのオニオコゼ種苗に適した標識法も検討されてきた⁴⁾。

大河内⁵⁾は、目的に適合した標識を用いることが重要であり、外部標識と内部標識を組み合わせることで調査の効率化が図れるとしている。オニオコゼの内部標識としては、従来からアリザリンコンプレクソン（以下、ALCとする）80～100mg/l海水への浸漬による耳石染色が有効とされている⁴⁾が、ALC が1,500円/gと高価なため、コストの低減が近年、課題となっており、友田ら⁶⁾は、ハタハタ *Arctoscopus japonicus* 稚魚を用いて ALC 溶液作製時の pH 調整による低濃度化の可能性を明らかにしている。

また、オニオコゼの外部標識については、チューブタグやアンカータグを用いた大型魚への標識法は確立されている⁴⁾ものの、小型魚への装着法については依然、未開発のままとなっている。当歳魚の外部標識について山口県⁷⁾は、背鰭切除法の有効性を報告しているが、標識時の視認性や作業性に優れる反面、鰭の再生に伴う持続性の低さが指摘されている⁸⁾。

そこで、まず ALC 標識について友田らの方法⁶⁾を参考に、pH 調整を含む ALC 溶液作製手順の改変による濃度低減の標識有効性に及ぼす影響について検討したところ、ハタハタと同様オニオコゼにおいても ALC 使用量の低減が図れることが確認された。また、鰭切除については、標識後の継続飼育魚及び標識放流後の再捕魚について鰭の再生状況等を追跡した結果、放流効果調査に供

するに十分な持続性を確認し、実用化の見通しを得たのでその概要を報告する。

材料と方法

供試魚 各試験に供したオニオコゼは、2004年又は'06年5月に岡山県水産試験場栽培漁業センターで種苗生産し、主として配合飼料を給餌して育成した当歳魚である。供試魚は、処理作業の前日から無給餌として標識の装着に用いた。

ALC 標識 試験区の設定を表1に示した。'06年9月に既報の標識法⁴⁾に準じて、浸漬海水濃度を50%海水と全海水、ALC 濃度を20～100mg/lの5段階、浸漬時間を12時間と24時間とする計14試験区を設定した。なお、対照区として ALC を含まない通常の50%海水浸漬区も12時間と24時間の2区設けた。

蒸留水に ALC 粉末（同仁科学研究所）を50g/lになるように加えて振盪し、1NのNaOH溶液でpH 9に調整して完全溶解した後、友田らの方法⁶⁾に準じて1NのHClでpH 4に再調整した。この ALC 原液について各試験区の規定量を計量し、総水量10lとなるよう過海水及び50%海水で希釀して各試験区のALC浸漬液とした。更に各試験区の ALC 浸漬液は、1NのNaOH溶液を添加してpH7.8に揃えた。その後、供試魚浸漬中のpH微調整は行わなかった。

試験には、平均全長56.1±3.5mmの稚魚を各試験区に6尾ずつ用いた。これらの供試魚は、平均全長40.8mm

表1 ALC 標識試験区の設定

海水濃度(%)	ALC 濃度(mg/l)	浸漬時間(時間)
50	0, 20, 40, 60, 80, 100	12, 24
100	40, 80	〃

時に、ALC 100mg/lの16時間浸漬により1度ALC装着済で、今回の浸漬により2重標識となる。試験容器には15l容のポリバケツを用い、1個のエアストーンにより微通気した。供試魚は、12時間及び24時間浸漬の後通常のろ過海水に戻し、2日後に耳石（扁平石）を摘出した。染色状況の調査は、落射蛍光顕微鏡（BX41、オリンパス）のB励起により耳石を検鏡し、蛍光の強さ、色、リングの連続性や第1回装着標識との比較から視認性を4段階に区分した。

鰓切除標識 鰓切除標識は、'04年に背鰓の一部と腹鰓を対象に行った。背鰓切除では、平均全長 62.0 ± 7.2 mm, 135尾について、碎氷により自然水温より約10°C下げて動きを止めた後、1尾ずつさらし布上に静置し、ピンセットで第1棘条を摘んで背鰓を広げて起部から解剖バサミを入れ、第1～3棘条を基部から皮膚とともに切除した。また、腹鰓切除は、平均全長 51.3 ± 3.1 mm, 30尾の右腹鰓すべてを基部から解剖バサミで切除した。標識後、鰓切除標識の持続性を検討するため、背鰓切除群と腹鰓切除群をそれぞれ異なる1kl FRP円形水槽内に収容し、2年4か月間継続飼育した。飼育条件は、自然水温の砂ろ過海水のかけ流しで、摂餌が不活発となる冬季以外に週2回、配合飼料を飽食量給餌した。

鰓の再生状況の調査では、生残魚全数について全長と全重量を測定後、対象となる鰓部位を詳細に肉眼観察し、I：全く再生なし、II：一部再生、III：かなり再生だが、識別可能、IV：完全再生され識別不能の4段階に区分した。

放流後の持続性調査 前述の背鰓切除と同群の稚魚4,500尾を、標識装着から6日後の'04年11月15日に図1に示す瀬戸内市牛窓町地先へ放流し、'06年11月から翌年2月に牛窓町漁協開設市場での市場調査により放流魚の背鰓標識を観察した。なお放流魚は、背鰓切除のほか、平均全長55mmの時点でALC 100mg/lの9時間浸漬による耳石染色を組み合わせた複数標識魚である。市場調査では、漁獲物のうち背鰓切除標識の可能性があるオニオコゼを買い上げ、耳石を摘出してALC標識の有無を検鏡することで、双方の標識について持続性及び脱落をチェックした。

結果

ALC標識 結果を表2に示した。ALC浸漬中の水温は26.3～26.7°C, DOは76～86%, pH 7.7～8.0で水質は安定しており、全試験区で浸漬中及び2日後までの死亡は確認されなかった。染色状況は、ALC標識を行った全

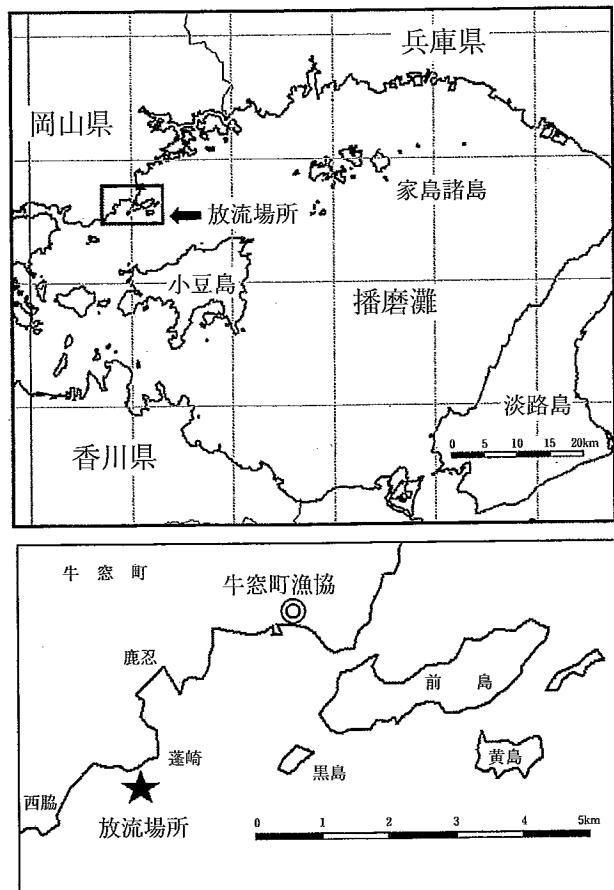


図1 標識魚の放流場所

ての試験区で蛍光リングを確認でき、対照区と比較して十分に判別可能な染色状況であった。1区6尾中の状況にも大差はみられなかった。蛍光リングの視認性について、浸漬時間別では、12時間で第1回目の装着リングと比較して同等もしくは弱く不連続であったのに対し、24時間では全般に強く連続的な蛍光が得られた。また、海水濃度別では、同一のALC濃度間では50%より全海水のほうがより太く連続した蛍光となり、この傾向は12時間浸漬で顕著であった。蛍光の色あいについては、80mg/l以上で赤色系であったのに対し、60mg/l以下で低濃度ほどより白色系の明るく明瞭な蛍光となり、視認性に優れていた。ALCによる耳石の染色状況を図2に示した。ALC 20mg/lの24時間区において白色で強い蛍光が得られたことから、5日後に同条件で35,000尾の大量標識を実施したところ、第1回目と遜色のない明瞭なリングが染色された（図2-右）。

鰓切除標識 鰓切除魚の標識後の成長を図3に示した。背鰓切除群の平均全長は、440日後に 149 ± 10 mm, 854日後に 176 ± 17 mm、平均体重 130 ± 30 gとなった。一方、腹鰓切除群の平均全長は、417日後に 127 ± 10 mm, 831日後に 157 ± 16 mm、平均体重 88 ± 21 gとなった。試験

表2 ALC 標識試験結果

浸漬時間	海水濃度(%)	ALC 濃度(mg/l)	生残率(%)	染色状況	備考
12	50	0	100	×	
		20	〃	○	白色光
		40	〃	△	白色細光
		60	〃	△	〃
		80	〃	△	赤色光, 不連続
		100	〃	△	〃
	100	40	〃	○	白色光, 連続
		80	〃	○	〃
24	50	0	〃	×	
		20	〃	○	白色光
		40	〃	○	〃
		60	〃	○	〃
		80	〃	○	赤色光
		100	〃	○	〃
	100	40	〃	○	白色光
		80	〃	○	〃

× 全く染まっていない、又はごく弱い蛍光

○ 連続した明瞭な蛍光

△ 不連続、または細い蛍光

◎ 連続した強く太い蛍光

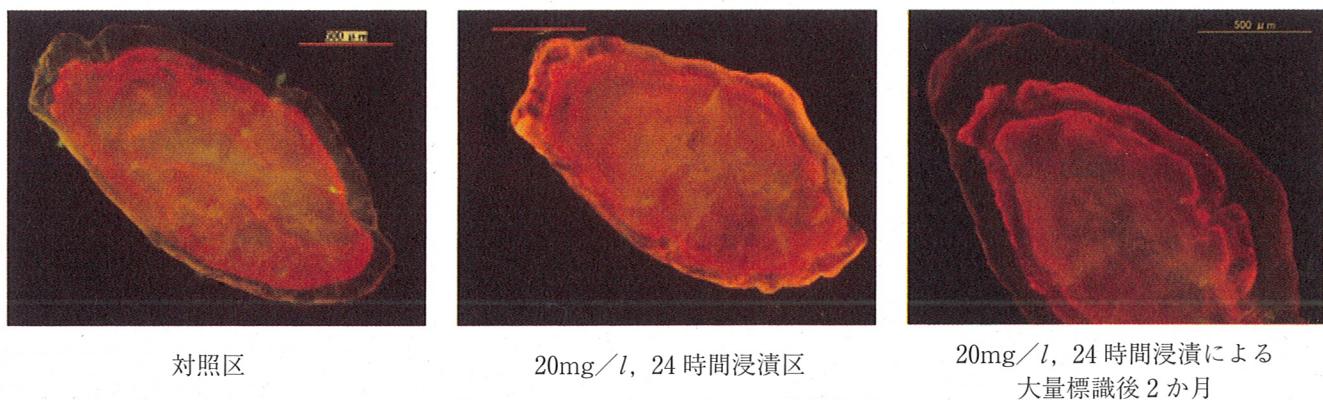


図2 ALCによる耳石の染色状況

※ スケールバーは500 μm

開始前の両群サイズ等の前歴及び飼育密度が異なるため明確でないが、腹鰓切除群の成長は背鰓切除群よりもやや劣っていた。鰓切除後の生残率は、背鰓切除群が122日後に99.8%，腹鰓切除群が99日後に96.7%と、両群ともへい死は僅かで、鰓切除の影響ほとんど無かったと考えられる。

鰓の再生状況を図4に示した。背鰓切除では122日後には全個体とも再生していなかったが、440日後には矮小再生したⅡの個体が64.1%，棘がかなり伸長したⅢが14.5%出現した。854日後にはⅡが59.8%，Ⅲが19.7%とⅢの頻度がやや上がり、完全再生も1尾出現したものの、440日と大きな変化はみられず、この間再生はほとんど進行していなかった。特に全く再生がみられないⅠは、21.4%から19.7%出現と安定していた。背鰓標識の2年3か

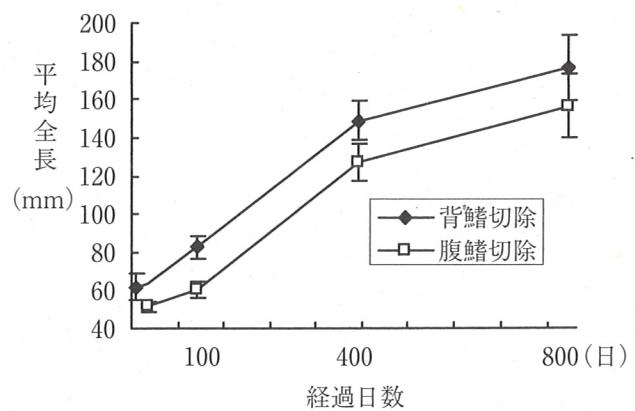


図3 鰓切除魚の標識後の成長

月後の脱落率は、0.8%と低かった。

腹鰓切除でも99日後には全個体とも再生していなかったが、417日後には基部が僅かに再生したⅡが46.4%，かなり軟条が伸長したⅢが7.1%出現した。831日後にはⅢの出現頻度が上がったものの、417日後と比較して大きな変化はみられなかった。腹鰓標識の2年3か月後の脱落率は0で、全く再生のない個体も50%を占めるなど背鰓標識と比較して高い持続性を示した。

放流後の持続性 調査期間中に牛窓町漁協市場で観察した漁獲物は81尾で、うち3尾に背鰓切除痕が確認された。市場調査で回収した標識魚を図5に、それらの持続性評価を表3に示した。再捕された放流魚は、放流後2

年数か月で全長186~269mmに成長し、前述の飼育魚より大型化していた。特に全長269mmの雌は、体重403gで卵巣重量4.5gの成魚となっていた。背鰓の再生状況は、No.3が全く再生なし、No.1と2は第1，2棘が僅かに再生し、第3棘が通常の長さの半分程度に伸長していたが、十分識別可能であった。一方、ALC 100mg/lへの9時間浸漬により耳石染色したリングの蛍光も明瞭で、成長に伴う耳石肥厚による視認性の低下等はみられなかつた。

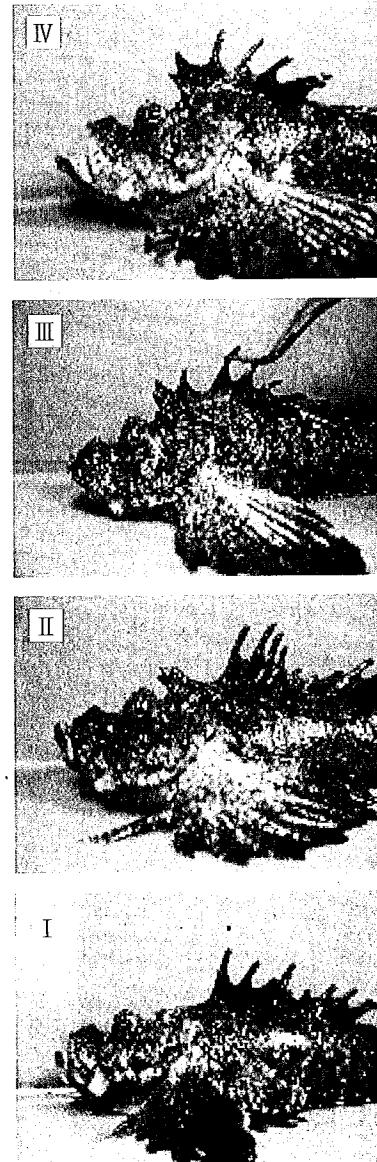
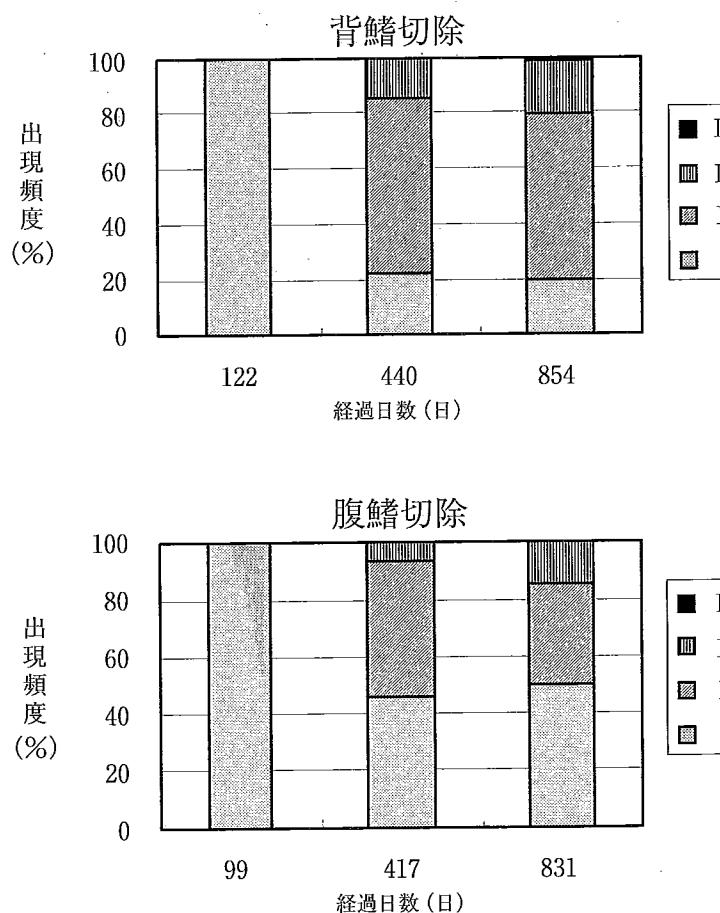


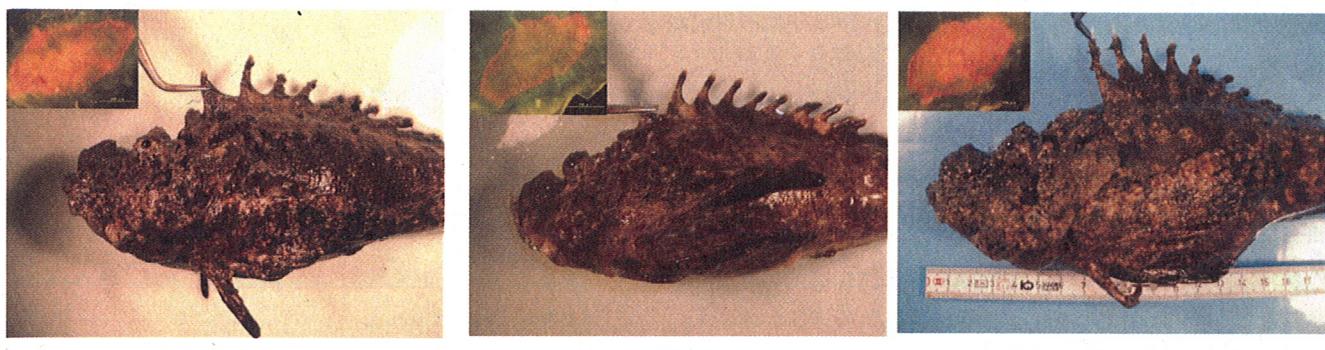
図4 鰓の再生状況

I：全く再生なし

III：かなり再生だが、識別可能

II：一部再生

IV：完全再生され識別不能



No.1

No.2

No.3

図5 市場調査で回収した標識魚

表3 再捕された放流魚と標識の持続性評価

No.	放流後日数	全長 (mm)	体重 (g)	性別	ALC リング	標識の持続性評価	
						背鰭カット痕	
1	773	238	255	♀	○：明瞭	II：第1, 2が僅か、第3棘が半分の長さに再生。	
2	〃	186	111	♂	〃		〃
3	801	269	403	♀	〃	I：全く再生なし。	

考 察

今回、オニオコゼ種苗の ALC 浸漬条件再検討のための試験を行った結果、ALC 濃度は、溶液作製時の pH 調整などの改変によって、20mg/l の低濃度でも染色可能であることが確認できた。浸漬に使う海水濃度については、ALC が海水中の 2~4 倍の金属イオンとキレート化合物を生成して浸漬中に標識液の実効濃度が低下することから、この作用を緩和するための溶媒として 1/2 以上の希釀海水がこれまで主に使われてきた⁴⁾。しかし、今回の試験では、50% 海水の効果は明らかでなく、ALC 40mg と 80mg/l の濃度においてはむしろ全海水で明瞭な染色にみえた。ただ、ALC 濃度を 20mg/l まで下げた場合の金属イオンによる減衰の影響が不明なこと、更に希釀海水が海産魚の浸透圧調整にかかる負担を軽減するとの報告¹⁰⁾もあり、ストレスの大きい長時間処理においては、1/2 程度の海水浸漬のほうが安定的な染色を得られることも考えられる。また、浸漬時間については、オニオコゼが他魚種と比較して浸漬処理等のハンドリングに強く、浸漬中も底面で定座して安静なこと、その結果として 100mg/l の 24 時間でも死亡が確認されなかつことから、24 時間程度の浸漬による魚体への影響は少ないと考えられた。処理当日の午前に溶液の調整と浸漬開始を済ませば、翌日午前中に標識作業を終了できるという作業性の良さや、より視認性の高い標識装着の観点からも、本種には ALC 低濃度での 24 時間浸漬が適

していると考えられた。

オニオコゼ小型魚の外部標識としては、鰓抜去¹¹⁾と鰓切除法⁷⁾の報告がある。腹鰓抜去法は基部関節から鰓を外し取ることからその後再生がほとんどなく、マダイ¹²⁾ *Pagrus major* やクロソイ¹³⁾ *Sebastodes schlegeli* 等ではその永続性から外部標識として用いられているが、腹鰓が膜鰓で魚体と繋がった本種での抜去は致命傷となる。そこで、腹鰓に代わって背鰓抜去が検討されたが、鰓の形態上、抜去棘条が限定されるため多大の標識時間を要することが難点¹¹⁾で、実用には至っていない。

一方、鰓切除は作業性には優れるものの、持続性が十分には明確されていなかったため、今回、標識後の鰓の再生状況を追跡した結果、腹鰓切除では鰓の再生はごく僅かで、対鰓の一方が未標識の完全な状態で比較対照できる点も含めて、持続性、識別性に優れた標識と考えられた。ただ、標識魚は、明らかに不自然に体を傾けながら水槽底面を匍匐または定位するようになり、飼育試験での成長も、背鰓切除魚に劣った。これらのことから、左右腹鰓で底面に定位し、胸鰓の遊離軟条で匍匐前進する本種にとって、対鰓の欠損は海域で致命的となることも推察される。対鰓の切除及び抜去は、年ごとに左右を使い分けうことから、年級分離を容易とするため有効な外部標識として採用されているが、本種では種苗性を著しく損なう危険があるため、実用にあたっては潜砂能力等の逃避行動への影響調査が更に必要であろう。

次に、背鰓切除では、2 年数か月後のほぼ漁獲加入ま

での識別に支障はないものの、約80%の個体で鰓の部分的な再生がみられ、煩雑になりがちな市場調査で若干の不安を残した。この原因として、標識時の切除不良による不完全標識個体が12.4%と高かった¹⁴⁾ことがあげられる。標識から1年2か月後まで速やかだった成長に伴う再生が、2年4か月後になってもさほど進行していなかったことは、その後も再生は著しくは進行しないことを示唆している。山口県の行った背鰓標識魚の追跡飼育においても、2年目に0.5%だった脱落率は、4年後も1.7%にとどまり⁷⁾、クロソイの腹鰓抜去においても1年以降の変化は少なく¹³⁾、今回と同様な持続傾向を示している。それゆえ、標識時の作業精度が鰓切除標識法における正否のポイントといえ、魚体組織への過度な切り込みによる死亡を避けつつも、背鰓基部からの切除の徹底を図る必要がある。また、作業精度の年変動を把握し、放流効果調査結果を補正するため、標識魚の1年間継続飼育による脱落率の調査も不可欠である。

あとがき

今回の標識試験は、平成16~17年度オニオコゼ放流効果調査（単県事業）の一環として実施したものである。同調査事業では表4に示したとおり、市場調査法による放流効果の定量化を目的とした背鰓切除と、放流サイズ及び時期を検討するためのALC多重標識を組み合わせた。今後とも放流技術の向上を図るととも放流効果範囲内の市場調査をとおして、オニオコゼ種苗放流の経済効果を明らかにする予定としている。

文 献

- 1) 阿部宗明, 1986: 原色魚類検索図鑑, 北隆館, 東京.
- 2) 草加耕司, 2008: 岡山県におけるオニオコゼの漁獲実態, 岡山水試報23, 10-14.
- 3) 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, 2006: 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績(全国), 平成16年度, 19.
- 4) 大阪府・愛媛県・島根県, 1998: オニオコゼ平成5年度~9年度の総合考察, 地域特産種量産放流技術開発事業 魚類・甲殻類グループ総合報告書, 平成9年度, オニ1-オニ11.
- 5) 大河内裕之, 2006: 栽培漁業技術開発の最前線-II 放流効果の調査手法と標識技術, 日水誌, 72(3), 450-453.
- 6) 友田 努・桑田 博, 2006, pH調整したアリザリン・コンブレクソン溶液の希釀によるハタハタ稚魚の耳石標識, 日水誌, 72(1), 76-78.
- 7) 山口県水産研究センター, 2006: 背鰓切除によるオニオコゼの標識, 水産研究成果情報, 平成17年度, 140-141.
- 8) 北川 衛・山口光明・萩野節雄, 1983, マダイの腹鰓抜去による標識法について, 栽培技研, 12(1), 5-9.
- 9) 塚本勝巳, 1987: 魚卵・稚仔魚の耳石標識法, 海洋と生物, 49, 103-105.
- 10) 御堂岡あにせ・飯田悦左, 2006: 希釀海水によるオニオコゼ仔魚の斃死軽減法, 広島水技セ研報, 1, 41-42.
- 11) 愛媛県, 1992: 外部標識試験, 地域特産種量産放流技術開発事業 魚類・甲殻類グループ総合報告書, 平成3年度, 愛23-愛25.
- 12) 高場 稔, 1986: マダイの種苗放流・追跡-V 腹鰓標識放流魚の腹鰓再生について, 栽培技研15(2), 177-186.
- 13) 中川雅弘・大河内裕之, 2001: 水槽実験によるクロソイ小型種苗の腹鰓抜去標識の有効性, 栽培技研, 29(1), 9-11.
- 14) 草加耕司, 2005: オニオコゼ大型種苗の育成と標識放流, 岡山水試報20, 93-95.

表4 '04~'06年の標識放流実績

年度	月/日	放流場所	ALC 浸漬条件(浸漬サイズ)	鰓カット	尾数	放流時平均全長(mm)
2004	11/15	牛窓町サカケノ鼻	50%海水, 100mg/l, 9時間, 1重(55mm)	背鰓1~3棘条	4,500	62.0
2005	8/19	牛窓町黒島	50%海水, 100mg/l, 12時間, 1重(40mm)	無し	15,500	41.4
	10/3~4	〃	50%海水, 100mg/l, 12時間, 2重(40, 60mm)	背鰓1~3棘条	25,200	59.1
2006	8/21	〃	50%海水, 100mg/l, 16時間, 1重(40mm)	無し	14,000	40.8
	9/26~28	〃	50%と100%海水, 20mg/l, 24時間, 2重(40, 60mm)	背鰓4~6棘条	32,000	61.0