

自然石を使用したナルトビエイの食害防除対策

伊藤龍星

大分県農林水産研究指導センター水産研究部 北部水産グループ

Measures to control the food damage of longheaded eagle rays using natural stones

RYUSEI ITO

Northern Fisheries Group, Fisheries Research Division

Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：石，食害，ナルトビエイ，二枚貝，防除

ナルトビエイ *Aetobatus narutobiei* は、温帯から熱帯の沿岸域に生息するトビエイ科の板鰐類である。¹⁾ 本種は二枚貝を好んで捕食するため、²⁾ 西日本各地の沿岸域では、アサリ *Ruditapes philippinarum*、³⁻⁵⁾ タイラギ *Atrina pectinata*、⁶⁾ トリガイ *Fulvia mutica*、^{4,5,7)} バカガイ *Macra chinensis*、^{4,5,8)} マテガイ *Solen strictus* やサルボウ *Anadara kagoshimensis*⁷⁾ 等が食害され、2006年には大分県中津市沿岸のバカガイがほぼ全滅する被害⁸⁾ も発生している。このため対策として、有明海⁶⁾ では2001年度から、周防灘大分県海域⁹⁾ では2004年度から、同灘福岡県海域¹⁰⁾ では2007年度から駆除事業が行われ、本種の移動生態等も推定されている。¹⁰⁾ しかし、依然として毎年春～夏季には多くの回遊が確認され、駆除事業は開始から20年前後経過した2024年現在も国の補助事業として続けられている。

駆除以外の防除対策として、伊藤ら¹¹⁾ は脅しロープを、薄ら¹²⁾ は、玉石、立て杭、被覆網、浮き網、浮きロープを、熊本県水産研究センター¹³⁾ は、防護柵や立て杭、囲い網、被覆網、浮かせ網、砕石、袋網を検討し、被覆網や浮き網等では一定の効果をj確認している。しかし、玉石（長径35mm）や砕石（径約13mm）を用いた実験では、ほとんど効果は得られていない。

貝類漁場には、「砂質」の海底からなるものと、石や転石等が入り交じったいわゆる「石原」漁場といわれるものがある。大分県では、地元漁業者の感覚として、「石原」漁場のほうが「砂質」漁場に比べてアサリが生き残りやすいとされ、¹⁴⁾ 単位面積あたりのアサリ資源量も石原漁場のほうが多い事例もある。¹⁵⁾ ナルトビエイの摂餌行動として、砂質海底の場合には、砂中に吻部を突入させて砂を掘りながら潜砂した貝を顎板でくわえて食べることが確認されている。¹⁶⁾ しかし、海底が石原の

場合や砂質に石が混じる場合などは、石によって摂餌が妨害され、食害被害が軽減される可能性がある。

そこで筆者は、長径14cm、重さ1.3kg程度の自然石を用い陸上水槽内に人工的に石原漁場を作ってナルトビエイによる捕食実験を行い、石による食害防除効果を検討したので報告する。

材料と方法

供試魚 実験はナルトビエイのサイズを変えて実験1（2006年10月）と実験2（2007年7月）の2回実施した。各実験に使用した供試魚のサイズを表1に示した。実験1は体盤幅500mm前後、体重2kg前後の小型サイズ2尾、実験2は周防灘南部大分県海域の駆除作業で捕獲されるナルトビエイ2017～2019年の平均的サイズ¹⁷⁾ に相当する体盤長800mm前後、体重7kg前後の2尾とした。いずれも、大分県宇佐市沿岸における各年7月の駆除作業により捕獲されたもので、捕獲後すぐに当グループに持ち帰り、後述する水槽で実験開始まで馴致した。餌は宇佐市沿岸で採取した殻付きアサリを1日1回、実験開始日の前日まで投与した。投餌量は1日あたり、実験1のナルトビエイには計2kg、実験2のナルトビエイには計3～4kgとした。

表1 実験に使用したナルトビエイのサイズ

実験	雌雄	体盤幅 (mm)	体重 (kg)
実験1	♀	445	1.3
	♂	530	2.5
実験2	♀	830	7.4
	♂	740	6.0

馴致および実験水槽 供試魚の馴致と実験にはすべて、上屋つきの屋外 50 kℓコンクリート水槽（縦×横×深さ＝11.5m×3.5m×1.3m）を用いた。水深は80cmとし、砂ろ過海水を7ℓ/min 注水して、エアストーンによる通気を2か所で行った。また、餌場として水槽底面の一部（2.5m 四方）に厚さ約7cmの砂（乾燥珪砂5号）を敷いた。毎日14時に表層水温（棒状温度計）と比重（赤沼式比重計，特A）を測定し、比重はσ₁₅に換算した。

使用した石 石は自然石を当グループ前の桂川河口で採取した。実験1, 2ともに同じ石を用いた。石のサイズを表2に示した。平均長径136.1mm, 平均短径91.8mm, 平均重量1.3kg, 多くは楕円形をしており、片手で1個を持てる大きさ、重さであった。

表2 実験に使用した石のサイズ（測定個数20）

長径 (mm)±S.D.	短径 (mm)±S.D.	重量 (kg)±S.D.
136.1±42.8	91.8±28.6	1.3±0.7

実験1. 2006年10月3～5日に実施した（図5）。砂を敷いた水槽底面に、一辺50cmのステンレス製方形枠を約20cm間隔で4つおいた（図5(a)）。各枠内の石の個数、すなわちm²あたりの石の密度を変えて次の4区とした。A区（石なし，0個/m²），B区（石10個，40個/m²），C区（石20個，80個/m²），D区30個（石30個，120個/m²）である（表3）。C区以上の密度になると石は2段積みとなった。また、各区を真上から見たときに見える砂の面積を、写真を撮影して画像解析ソフトのイメージJで算出し、1枠すべてが砂の場合（A区）の面積を100%として比率で示した（表3）。

餌のアサリは各区に100個（平均殻長27.6mm, 同重量5.1g, 測定個数20）を散布した。実験開始の前日に散布したのち、水中で寒冷紗をかけ（図5(b)）、翌日の実験開始時（正午）には、アサリが完全に潜砂もしくは真上から見てアサリが見えないことを確認してから実験を開始した。開始日の日没までナルトビエイの摂餌状況を水中で観察するとともに、開始から48時間後に各区内に残存したアサリを計数して残存率を算出した。

表3 実験1の試験区

試験区	1枠内の石の個数	石の密度 (個/m ²)	上からみえる砂の面積の割合 (%)
A	0	0	100
B	10	40	55
C	20 [*]	80 [*]	21
D	30 [*]	120 [*]	5

^{*}: 1枠内の石の個数が20個(80個/m²)を超えると石は2段積みになる。

実験2. 2007年7月23～25日に実施した（図6）。実験1と同じ大きさの方形枠を5つおき、枠内の石の密度を次の5区とした。A区（石なし，0個/m²），B区（石10個，40個/m²），C区

（石15個，60個/m²），D区（石20個，80個/m²）E区（石30個，120個/m²）である（表4，図6(a)）。餌のアサリは実験前日に各枠内に70個（平均殻長26.0mm, 同重量4.4g, 測定個数20）を散布した。その他はすべて実験1と同様とした。

表4 実験2の試験区

試験区	1枠内の石の個数	石の密度 (個/m ²)	上からみえる砂の面積の割合 (%)
A	0	0	100
B	10	40	55
C	15	60	40
D	20 [*]	80 [*]	20
E	30 [*]	120 [*]	5

^{*}: 1枠内の石の個数が20個(80個/m²)を超えると石は2段積みになる。

結 果

実験1. 期間中の水温は22.8～23.6°C, 比重は1.021～1.022であった。寒冷紗を取り除くと2尾はすぐに試験区に来遊し、石がないA区と石が最も少ないB区から、吻部を砂に入れながらアサリを食した。開始4時間後にはA, B区のアサリは食べつくされ、その後はC, D区に移動して、石の隙間にあるアサリを食べようとする行動が多く観察された（図5(c)）。しかし、石が転がったり移動したりすることはなく、方形枠が数cm移動した程度であった（図5(d)）。

図1には、石の密度とアサリの残存率を示した。石を置かないA区（0個/m²）では、アサリは完食され残存率0%であったが、B区（40個/m²）で6%, C区（80個/m²）で55%と、石を多く置くにつれてアサリの残存率は高まり、D区（120個/m²）では85%であった。

続いて、上から見える砂の面積とアサリの残存率を図2に示した。石は1枠に20個（80個/m²）以上置くと2段積みになり、120個/m²では砂面積は5%に減少するが、石の密度の場合と同様に、石が多くなり上から見える砂の面積が小さくなるほど、アサリの残存率は高くなった。

実験2. 期間中の水温は26.9～28.0°C, 比重は1.021～1.022であった。寒冷紗を開けると2尾ともすぐに試験区に来遊してアサリを食べ始めたが、実験1と違って石の少ない区から食べるといった行動はなかった。A区とB区は開始2時間後には完食されたが、石がある区でも吻部で砂を探りながら石を移動させたり（図6(e)）、2段積みの石でも石と石の隙間に吻部を強く突入させるため、石が押されて転がったり移動して（図6(b, d)）、開始日の日没までには石の下にあるアサリもかなり食べられていた。

図3には石の密度とアサリの残存率を示した。実験1と同様、石がないとアサリは完食され、石の密度が高くなるとアサリの残存率も高くなる傾向にはあった。しかし、残存率は最大でも60

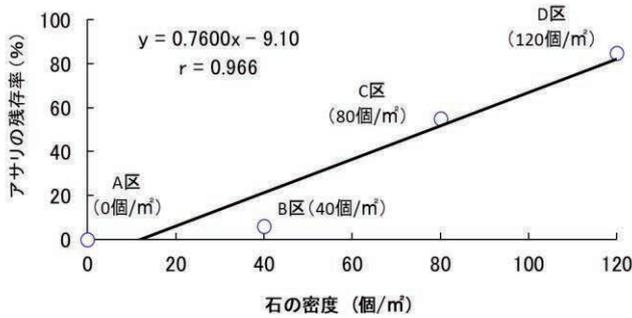


図1 実験1 石の密度とアサリの残存率の関係

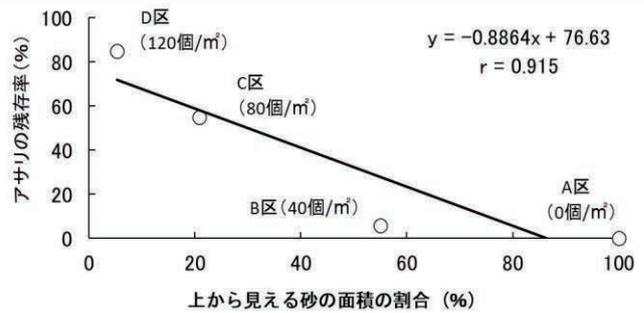


図2 実験1 上から見える砂の面積とアサリの残存率の関係

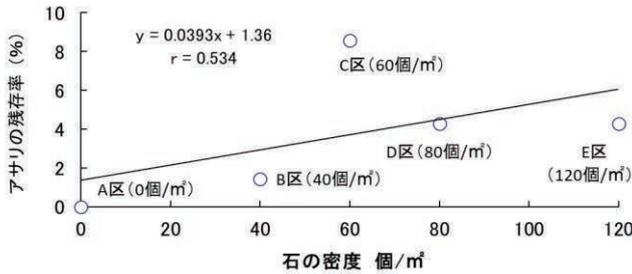


図3 実験2 石の密度とアサリの残存率の関係

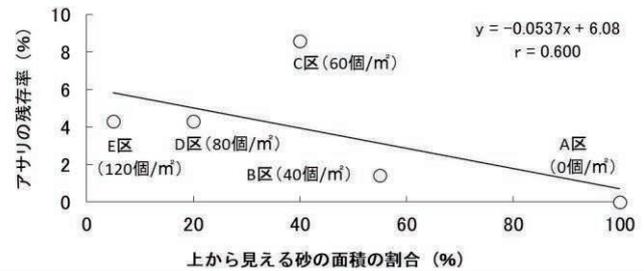


図4 実験2 上から見える砂の面積とアサリの残存率の関係

個/m²の8%で、80個/m²や120個/m²では4%台であった。

上から見える砂の面積とアサリの残存率を図4に示した。実験1と同様、石は80個/m²から2段階積みになり、120個/m²では砂面積は5%まで減少した。しかし、今回の実験では、砂面積の大小にかかわらず、生残率は4~8%であった。

開始48時間後の実験終了時には、石を設置した4区すべての石(75個)の移動が確認された(図6(b, d))。特に各区で枠から枠外まで移動した石はB区で2個(20%)、C区で7個(47%)、D区で5個(25%)、E区で13個(43%)、合計で27個(36%)あり、石の最大の移動距離は約30cmであった。目立って大きく移動した石の大きさを測定したところ、平均で長径124.3mm、短径86.4mm、重量0.95kg(測定個数7)であった(図6(f))。

考 察

薄ら¹²⁾は、漁場環境保全の観点からより小さいサイズの石による防除効果を期待して、体盤幅約70cm、体重約5kgの雌を用いてアサリ成貝とほぼ同じ大きさの玉石(長径35mm、重量22g)での実験を行ったが、海砂を入れず玉石だけの場合でもアサリの残存率は平均36%に過ぎず、玉石では食害防除効果は期待できないとしている。熊本県水産研究センター¹³⁾による体盤幅91cm、体重10.1kgのナルトビエイの雌を用いた碎石(径約13mm)による実験でも、碎石に混ぜたアサリの92%が摂餌され、同サイズの碎石では食害防除効果は期待できないとしている。今回、これらより大きな石を用いたが、小型サイズのナルトビエイを用いた実験1では、石密度80個/m²でアサリの残存率は55%

120個/m²では85%と高い残存率が得られた。摂餌観察では、砂のみの海底では容易にアサリを探し出していたが、石は動かすことができず、石によって摂餌が妨害されていることが確認できた。

しかし、平均的サイズのナルトビエイを用いた実験2では、重さ1.3kg程度の石では、吻部で石を簡単に移動させてアサリを食し、残存率も4~8%に過ぎないことが判明した。このサイズの石では、当該海域に出現する平均的サイズのナルトビエイ(体盤幅800mm前後、体重7kg前後)の食害防除には効果がなく、より大きい石や重い石を使用しなければならないと考えられる。

ナルトビエイ摂餌行動を観察すると、実験1の小型サイズのエイが石の隙間のアサリを食べようとする際には、左右の腹鰭を直角に下に向けて体の後退を防ぐようにしながら、左右の胸鰭を上下にはばたくように動かしつつ、体を垂直近くまで前傾姿勢にして石の隙間に吻部を入れようとした(図5(c))。しかし、石は動くことはなかった。実験2の平均的サイズのエイの場合も同様の行動が多々観察されたが(図6(e))、石の隙間を強力に押し付けた結果、石は簡単に移動していた。この時、水面には胸鰭から発せられる水流が渦を巻くように見えることもあり、かなりの推進力が生じていると推定された。

なお、石は大きいものを使うほど重くなり、ナルトビエイの摂餌を妨害してアサリの残存率も上昇することが期待される。ただし、アサリを漁獲する場合には、石が大きいほど人間にとっても妨げになることを考慮しておく必要がある。

また、近年はクロダイによるアサリ食害被害の報告^{18,19)}も増加していることから、本法によるクロダイ防除の可能性も検討すべきと考える。

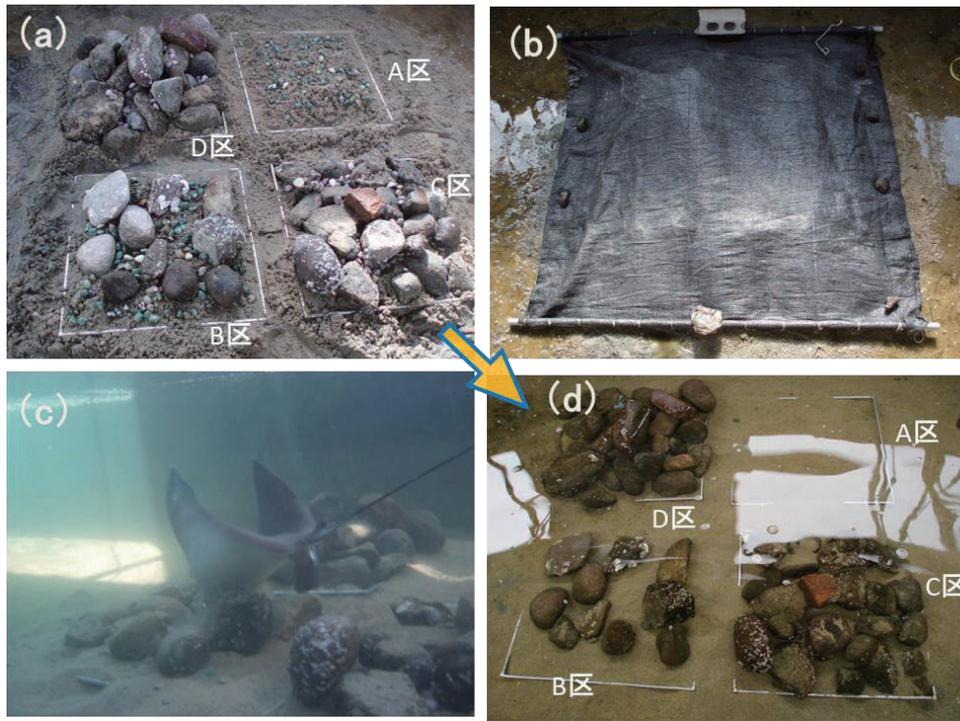


図5 実験1 (a) : 実験開始前の4区 (A, B, C, D), (b) : 開始前日に餌のアサリ投入後, 寒冷紗をかけてアサリを潜砂させる, (c) : 石の隙間のアサリ食べようとするナルトビエイ, (d) : 実験終了時の4区 (石の移動はない)

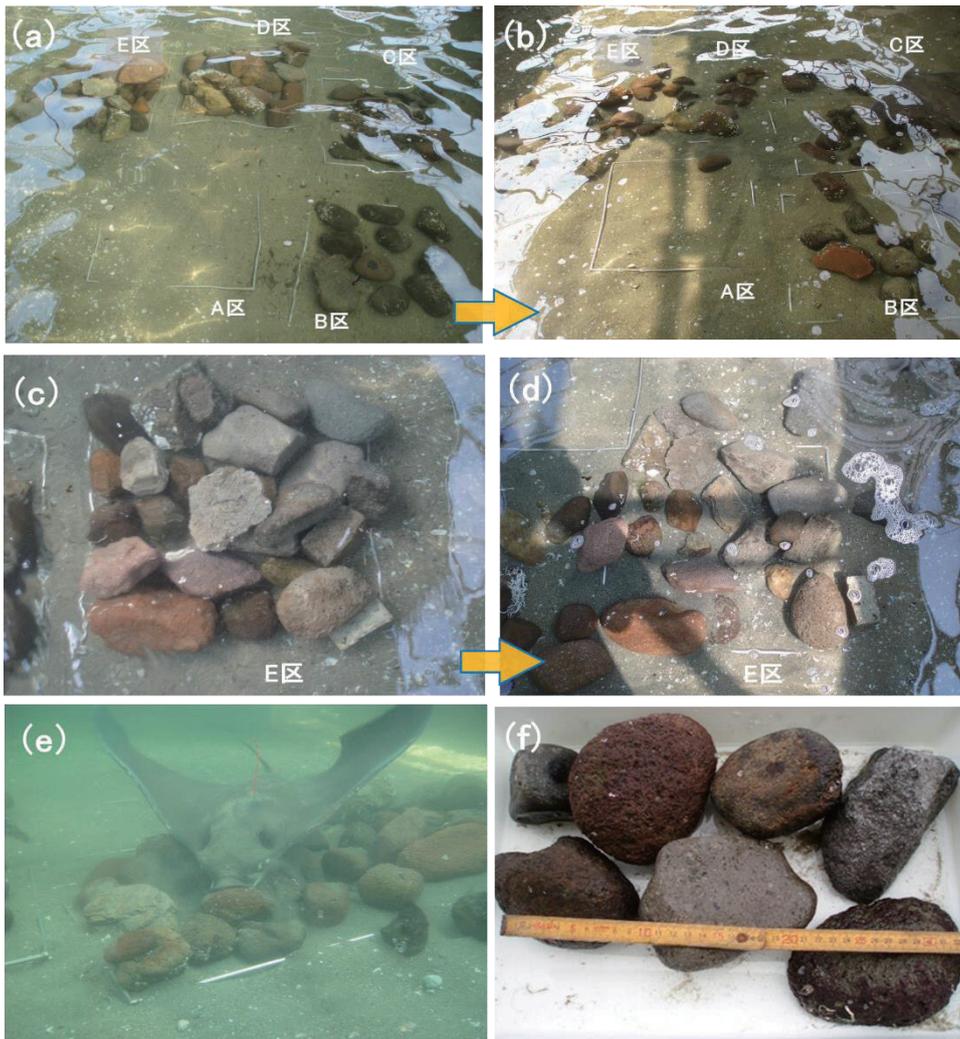


図6 実験2 (a) : 実験開始時の5区 (A, B, C, D, E), (b) : 実験終了時の5区 (石が移動), (c) : 実験開始時のE区 (d) : 実験終了時のE区 (石が移動) (e); 吻部で石を移動させるナルトビエイ, (f) : 大きく移動した石

摘 要

ナルトビエイの食害防除対策として石による摂餌妨害を想定し、小型サイズ（体盤幅 500mm 前後，体重 2kg 前後）および当該海域の平均的サイズ（同 800mm 前後，同 7kg 前後）のナルトビエイを陸上水槽で飼育し、アサリを餌として自然石（1 個約 1.3kg）の配置密度を変えて実験を行った。

1. 小型のナルトビエイは石を移動させることができず、石の密度が高いほど防除効果も上昇し、120 個/m²ではアサリの残存率は 85%であった。
2. 対して平均的サイズのナルトビエイは石を容易に移動させてアサリを捕食し、アサリの残存率は 4~8%に過ぎなかった。
3. 以上から、約 1.3kg の石は小型サイズのナルトビエイには食害防除効果があるが、平均的サイズのナルトビエイには効果がないことが判明した。
4. 当該海域の平均的サイズ（体盤幅 800mm 前後，体重 7kg 前後）以上のナルトビエイの食害防除には、より大きくて重い石を用いる必要がある。

引用文献

- 1) 中坊徹次. 日本産魚類検索 全種の同定 第 2 版（中徹次編）. 東海大学出版会，東京. 2000.
- 2) 山口敦子. 日本沿岸域へのナルトビエイ *Aetobatus flagellum* の出現と漁業への影響. 月刊海洋号外 2006 ; 45 : 75-79.
- 3) 薄 浩則・重田利拓. 広島県大野瀬戸のアサリ養殖 場におけるナルトビエイによる食害. 平成 12 年度瀬戸内 海ブロック水産業関係試験研究推進会議・介類研究会 2002 ; 35-36.
- 4) 伊藤龍星，平川千修. 胃と腸の内容物からみた周防灘南 部沿岸におけるナルトビエイの食性. 水産技術 2009 ; 1(2) : 39-44.
- 5) 野副 滉，田中慎也，黒川皓平，後川龍男，大形拓路. 豊 前海におけるナルトビエイの食性. 福岡県水産海洋技術 センター研究報告 2021 ; 31 : 75-79.
- 6) 川原逸郎，伊藤史郎，山口敦子. 有明海のタイラギ資源に 及ぼすナルトビエイの影響. 佐賀県有明水産振興センタ ー研究報告 2004 ; 22 : 29-33.
- 7) 亀井良則，浜口昌巳，萱野泰久. 岡山県沿岸域で採捕され たナルトビエイの消化管内容物. 岡山県水産試験場報告 2009 ; 24 : 32-34.
- 8) 伊藤龍星・林 亨次・平川千修 (2008) 豊前海重要貝類漁 場開発調査 (5) バカガイの大量発生とナルトビエイによ る食害被害. 平成 18 年度大分県農林水産研究センター水 産試験場事業事報，207-209.
- 9) 伊藤龍星. ナルトビエイによる貝類への食害. ノリタイ ムス 2007 ; 1870 : 2.
- 10) 野副 滉，大形拓路，伊藤輝昭. 標識放流から推定した 周防灘におけるナルトビエイの移動生態. 福岡県水産海 洋技術センター研究報告 2020 ; 30 : 13-20.
- 11) 伊藤龍星・林 亨次・平川千修 (2008) 豊前海重要貝類 漁場開発調査 (7) 脅しロープによるナルトビエイの防 除効果. 平成 18 年度大分県農林水産研究センター水産 試験場事業報告，212-213.
- 12) 薄 浩則，崎山一孝，山崎英樹. ナルトビエイによるア サリに対する食害の防除に関する水槽実験. 水産技術 2012 ; 5(1) : 57-66.
- 13) 熊本県水産研究センター. 熊本県アサリ・ハマグリ資源 管理リファレンス～ナルトビエイ対策編～. 2017 ; 16- 19.
- 14) 三代和樹，福田祐一，齊藤 肇，秋山吉寛. アサリ資源 回復にむけての人工転石帯の有効性. 大分県農林水産研 究指導センター研究報告（水産研究部編）2011 ; 1 : 23- 28.
- 15) 江頭潤一. アサリ資源回復計画推進事業 資源供給漁場 造成効果調査. 平成 19 年度大分県農林水産研究センタ ー水産試験場事業報告 2009 ; 200-202.
- 16) 伊藤龍星，福田祐一. 飼育下におけるナルトビエイ摂餌 行動と摂餌痕形成. 水産技術 2010 ; 2(2) : 73-77.
- 17) 白樫 真. 継続は力なり～終わりなきナルトビエイの駆 除～. おおいたクアニュース 2020 ; 51 : 8-9.
- 18) 重田利拓. 瀬戸内海の魚類に見られる異変と諸問題. 日 本水産学会誌 2008 ; 74(5) : 868-872.
- 19) 泉川晃一，村山史康. 浅口市寄島町地先人工干潟におけ るアサリ減耗要因の推定. 岡山県農林水産総合センター 水産研究所研究報告 ; 2018 ; 33 : 17-22.

