

徳島市沖洲人工干潟でのホソウミニナの生息阻害要因 A Study on Inhabitation Inhibition Factor for Mud Snail *Batillaria cumingi* at an Artificial Tidal Flat in Okinosu, Tokushima City

東 和之*, **・大田 直友***・河井 崇****・上月 康則*****

Kazuyuki HIGASHI, Naotomo OTA, Takashi KAWAI and Yasunori KOZUKI

要旨: 徳島市沖洲地区にある人工干潟は、埋め立てられる既存干潟の代償措置として造成されたが、既存干潟の貝・カニ類相を再現出来ていなかった。貝・カニ類個体数密度（特に表在性）が極端に少なく、決定的な違いはホソウミニナ *Batillaria cumingi* の有無であった。筆者らは、「ホソウミニナが人工干潟で生息できないのは餌不足のためである」という仮説を検証するために、ホソウミニナの野外飼育実験を行った。しかし、餌量およびホソウミニナ成長量は干潟間で有意差が確認されず、仮説は却下された。ところが飼育実験中に、人工干潟でのみホソウミニナの死亡や過度の消失がみられ、野外実験によって底質表面の物体が底質へ沈み込んでいること（＝「沈み込み」現象）が確認された。沈み込み現象が、人工干潟におけるホソウミニナの生息を妨げている可能性が示された。

キーワード: 人工干潟, 貝・カニ類相, 代償, ホソウミニナ, 野外実験

1. はじめに

干潟を含む沿岸域は、江戸時代以降、都市の発展・膨張による開発圧に晒されてきた。特に高度経済成長期において沿岸域の様相は大きく変貌した。なかでも干潟域は埋め立てなどの開発が容易であるため、自然干潟は1945年以降その40%が消滅した¹⁾。このような状況で、水質浄化、漁業資源量の増加、野鳥保護、景観向上、住民アクセスの確保などの社会的要請のために、全国各地で人工的な干潟の造成が進められ、また検討されている²⁾。

人工干潟や海浜を造成する事業は1970年代か

ら数多く行われている³⁾が、特に2002年に自然再生推進法が制定され、沿岸域においては干潟や藻場などの再生が強く求められている。加えて、干潟の再生技術については、2012年12月に策定された国土交通省技術基本計画に基づいた、「閉鎖性海域の水環境改善技術に関する研究」として推進されており⁴⁾、更なる知見の蓄積が求められている。

徳島市沖洲地区にあるマリンピア沖洲人工干潟は、高速道路用地造成のために失われる既存干潟の代償措置として、既存干潟の4つの環境条件（波浪条件、底質粒度、海浜勾配および海浜植生）

* 学生会員 徳島大学院 先端技術科学教育部, ** 阿南工業高等専門学校 技術部, *** 阿南工業高等専門学校 創造技術工学科, **** 琉球大学 理学部 海洋自然科学科, ***** 正会員 徳島大学院 ソシオテクノサイエンス 研究部

表 1 既存干潟と人工干潟での栄養塩および底生珪藻量測定結果（値は mean±S. D.）.

** : *t*-test, $\alpha < 0.01$.

	全窒素(mg/L)**	全リン(mg/L)**	Chl.a(mg/m ²)**
既存干潟	0.423±0.119	0.063±0.019	70.0±16.5
人工干潟	0.339±0.104	0.048±0.017	25.9±2.70

を模倣し 2007 年に造成された⁵⁾。しかし、底質の中砂分の割合が多く、栄養塩（T-N（全窒素）および T-P（全リン））の流入量や底生珪藻の現存量（Chl. a）が少ないといった物理化学環境が干潟間で異なっており（表 1）⁶⁾、既存干潟の物理・化学環境を十分再現しているとは言えなかった。さらに、模倣元の既存干潟と比較して造成後 5 年でも貝・カニ類が極めて少ない状況であった⁶⁾。特に、既存干潟の圧倒的優占種であるホソウミナナ *Batillaria cumingi* がほとんど確認されず、出現種数も少ない傾向であった。ホソウミナナは、幅広い粒度環境に対応し、非常に高密度 (>1000 個体/m²) になることが知られている^{7,8)}。またホソウミナナは、他の絶滅が危惧されているウミナナ類とは異なり、唯一干潟で数を増やしている普通種である⁹⁾。このような旺盛な増殖可能性を有するにもかかわらず、既存干潟において圧倒的に優占していたホソウミナナが、環境条件を模した隣接する人工干潟で生息しないのはなぜだろうか。沖洲人工干潟は既存干潟と比較して、底生物の餌資源である底生珪藻量が有意に少なかったことから⁶⁾、その理由を「人工干潟の餌不足」にあると考え、ホソウミナナの野外飼育実験にて検証した。また、実験に先立って、造成後 5 年間の既存干潟と人工干潟の貝・カニ類の生息状況を比較し、「人工干潟の餌不足」仮説に至った経緯を説明する。

2. 研究方法

2.1 貝・カニ類定量調査

沖洲人工干潟は、既存干潟の波浪条件、底質粒度、海浜勾配および海浜植生の 4 つの物理環境を

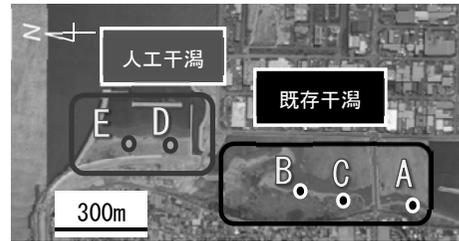


写真 1 既存干潟および人工干潟の調査地点。

模倣して造成された⁵⁾。すなわち、波浪条件は静穏度を 30 cm 以下とし、底質表土は既存干潟の潮間帯表土を移動させ、シルト分を約 3%とすることを管理目標として造成された。また、海浜勾配は DL (TP+1.03 m¹⁰) = +2.0 m 以上で 1/12.5 程度、DL = +2.0 m 以下で 1/25 程度を管理目標とし、海浜植生は既存干潟から人工干潟へ移植された。以上のような模倣人工干潟と、模倣元の既存干潟において、貝・カニ類の種組成および個体数を比較するために、定期的に定量調査を行った。定量調査は 2008 年 6 月より、夏季を中心に写真 1 に示す A, B (既存干潟) および D, E (人工干潟) において行った。なお地点 A は埋め立て工事の進行により失われたため、2010 年 3 月の調査より、新たに地点 C を設けた。さらに、潮位による生物相の違いを反映させるために、各調査地点において DL = +1.0 m (中潮位域) および DL = +0.5 m (低潮位域) の 2 潮位について調査を行い、合わせて分析した。

各潮位に 33 cm 四方のコドラートを 8 個ランダムに設置し、コドラート内の底質を深さ 15cm まで採取した。底質は 2 mm 目でふるい、ふるいに残った生物を 10%中性ホルマリンで固定し、実験室へ持ち帰り体サイズを測定した。

既存干潟および人工干潟の波浪強度を比較するために、石膏球（直径 10 cm）を用いて波浪強度を 2012 年 12 月に 2 回測定した。既存干潟（調査地点 B および C）と人工干潟（調査地点 D および E）の DL = +0.5 m において、乾燥重量を測定し

た石膏球を木杭に固定し、底質に突き刺した。石膏球は各地点に8個ずつ設置 ($n=16$ /干潟) し、24時間 (2 潮汐) 経過後に回収したのち実験室で乾燥重量を測定し、減耗量 (dry g) を計算した。

2.2 ホソウミナナの野外飼育実験

筆者らのこれまでの研究では、人工干潟の底生珪藻量は既存干潟と比較して有意に少なく、「ホソウミナナが人工干潟でほとんど確認できないのは餌不足のためである」という仮説を立てた。この仮説の正否を確認するために、既存干潟および人工干潟において、ホソウミナナを対象とした野外飼育実験を行った。

定量調査を行った 2 潮位 (DL=+0.5 m および DL=+1.0 m) の中間付近 (DL=+0.7 m) に、3 mm メッシュのプラスチック網を用いて実験ケージ ($\phi=40$ cm, 露出部高さ=40 cm) を6個ずつ底質に埋め込んだ。なお、ケージの上部は日光を通しやすしい園芸用のネット (1 mm メッシュ) で閉じて、ホソウミナナのケージ外への逸脱および外部からのベントスの侵入を防いだ。ケージ設置後 2 週間経過したのち、3つのケージには120個体のホソウミナナを入れ、3つのケージは空 (コントロール) にした。実験は2013年8月16日から9月26日まで行い、終了後にホソウミナナ成長量および餌量 (Chl. *a* 量: 底生珪藻量) を測定した。

ホソウミナナ成長量は、ケージ内に投入したホソウミナナ 120 個体のうち、無作為に選んだ 20 個体を事前にタグで個体識別し、湿重量を測定した (合計 60 個体) 後、実験最終日に再び湿重量を測定し、実験終了時の湿重量と実験開始時の湿重量の差をホソウミナナの成長量 (wet g) とした。

Chl. *a* 量分析試料として、実験開始から2週間ごと (人工干潟の 28 日目データは悪天候で未採集) の干潮時に、先端部を切断し、開口部を直径 16 mm としたプラスチックシリンジを用いて4個 (ケージ) の干潟底質を採取した。実験室におい

て、干潟表面より 1 cm の底質を切断し、*N,N*-ジメチルホルムアミドで抽出後、吸光光度法¹¹⁾により Chl. *a* 量 (mg/m^2) を求めた ($n=12$ /実験設定)。また、人工干潟と既存干潟の底生珪藻量を比較するために、飼育実験開始時および終了時に実験ケージ外の底質を同様の方法で採取、分析し、Chl. *a* 量を求めた ($n=12$ /干潟)。

2.3 沈み込みの検証実験

前項の野外飼育実験の際に、人工干潟においてのみ実験ケージが底質中へ大きな沈み込み (写真 2) や、実験ケージ内のホソウミナナも底質表層でほとんど見られないなどの現象が確認された。そこで、底質表面の物質が底質に沈み込んでいるのではないかと考え、検証実験を行った。

実験には、ガラス製のおはじき ($\phi=17.9 \pm 0.87$ mm (mean \pm S.D.), 重量= 1.78 ± 0.23 g (mean \pm S.D.)) および、軟体部重量と同程度の油性粘土を詰めて重量を一致させたホソウミナナの空き殻を用意した。既存干潟と人工干潟において、25 cm コドラート ($n=3$) の中に各 10 個ずつ無作為に並べ、24 時間 (2 潮汐) 後にはおはじきおよびホソウミナナ殻の有無を確認した。確認は、干潟表面を目視で確認した後、底質を深さ 10 cm まで掘り、2 mm のふるいにかけて、沈み込みの有無について確認を行った。実験は、おはじきで2回、ホソウミナナ殻で1回行った。

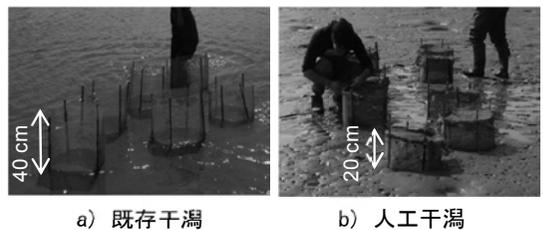


写真 2 既存干潟と人工干潟における実験終了時の実験ケージ外観。

3. 研究結果

3.1 貝・カニ類定量調査

3.1.1 貝・カニ類個体数密度および種数の変動

5年間の調査により得られた、既存干潟と人工干潟における貝・カニ類の個体数密度変化を図1に示した。調査を開始した2008年6月は、人工干潟の貝・カニ類個体数密度は4192個体(3.5m²:以下同じ)、既存干潟は4218個体であり、ほぼ同等の密度であった。しかし、翌年には既存干潟の貝・カニ類個体数密度は42%減少し、2464個体となった。その一方、人工干潟の個体数密度は上昇し5022個体となり、既存干潟の倍の密度となった。その後、既存干潟と人工干潟においては同年10月まで密度の減少が続いたが、人工干潟の密度が既存干潟のそれを上回った状態であった。その後、2009年11月に人工干潟において極端な低密度化が起り、個体数は214個体まで落ち込んだ。これは、既存干潟の2090個体と比較してわずか1/10であった。その後、人工干潟では2012年8月まで低密度のまま推移した。一方の既存干潟の密度は増減を繰り返しながらも2012年3月までは2000個体前後で安定して推移した。ところが、同年6月から密度が増加し始め、同年8月には調査開始以来最高密度である5663個体にまで増加した。

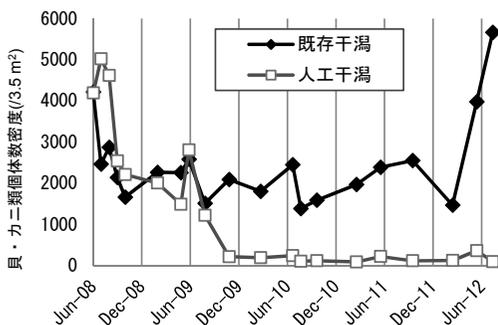


図1 既存干潟と人工干潟における貝・カニ類個体数密度(貝・カニ類)の経時変化。

調査開始当初の種数は、人工干潟で13種(3.5m²,以下同じ)、既存干潟で16種であり、既存干潟の方が上回っていた。既存干潟と人工干潟間で最も種数に差があったのは2009年2月であり、人工干潟が13種に対して既存干潟が20種と、既存干潟が7種上回っていた。既存干潟の方が2010年6月までは種数が多かったものの、2010年8月に初めて人工干潟の種数が既存干潟を上回った。その後は既存干潟および人工干潟とも確認された種数はほぼ同じであり、11から15種の間で推移した。

3.1.2 ホソウミナナ個体数密度の変動

既存干潟と人工干潟におけるホソウミナナの個体数密度の経時変化を図2に示した。既存干潟のホソウミナナは、調査開始当初は631個体(3.5m²,以下同じ)であった。その後、季節的な変動を見せながら5年間を通して増加の傾向が見られた。そして2012年6月から急激な密度上昇が見られ、同年8月には4955個体に達した。

一方、人工干潟においては、計20回の調査のうち3回(2008年7月、2009年5月および2011年3月)、合計4個体だけ確認された。

3.1.3 貝・カニ類の種構成変化

図3に既存干潟および人工干潟における年ごとの貝・カニ類種の構成(その年に行った定量調査で確認された全ての貝・カニ類を合算し、優占率

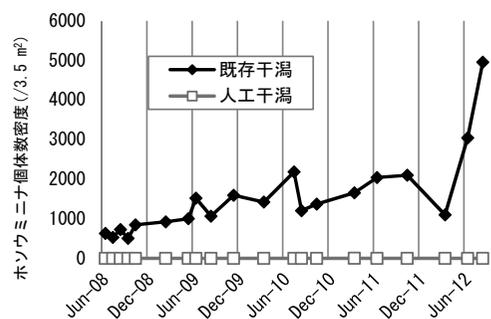


図2 既存干潟と人工干潟におけるホソウミナナ個体数密度の経時変化。

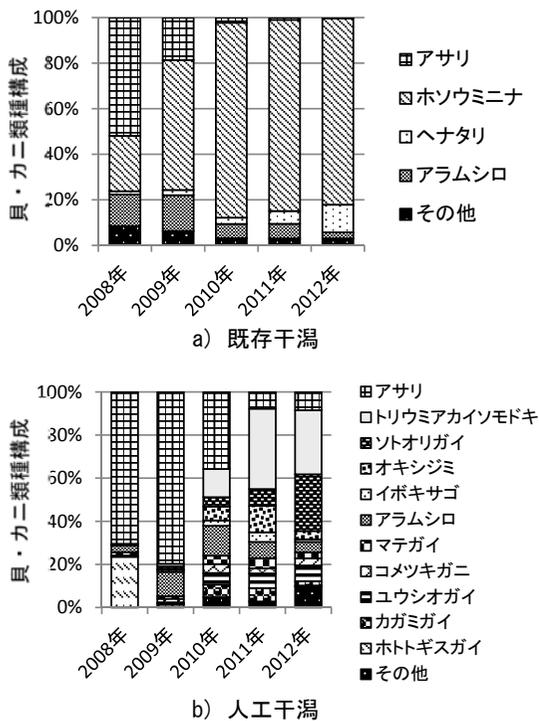


図3 既存干潟と人工干潟における貝・カニ類種の構成変化.

を計算)を示した。調査開始当初の2008年には、優占種は既存干潟と人工干潟とも二枚貝のアサリ *Ruditapes philippinarum* であった。しかし、2009年になると既存干潟の優占種はホソウミニナへと変わり、2010年以降の既存干潟におけるホソウミニナの優占率(全貝・カニ類個体数密度に占めるホソウミニナ個体数密度の割合)は80%以上となった。その一方、人工干潟では2010年までアサリが最優占種であったが、2011年からトリウミアカイソモドキ *Sestrostoma toriumii* へと変わった。しかし、既存干潟のホソウミニナのように圧倒的な優占種は存在せず、均等度の高い集団となった。

ここで特徴的なのは、既存干潟ではアサリが減少した後は、ホソウミニナとヘナタリ *Cerithidea cingulata* という表在性巻き貝の密度が急増したの

に対し、人工干潟では、表在性の生物は少なく、イボキサゴ *Umbonium moniliferum* が見られる程度であり、貝・カニ類個体数密度が極めて低い状態が続いていることである。

3.2 ホソウミニナの野外飼育実験

3.2.1 既存干潟と人工干潟における餌料比較

図4に既存干潟と人工干潟の「コントロール」ケージのChl. *a*量経時変化を示した。全ての測定において有意差は確認されなかった(*t*test, N.S.)。次に、飼育実験前後の実験ケージ外のChl. *a*量を比較した(図5)が、こちらも有意差は確認されず(*t*test, N.S.)、今回の実験期間を通して、干潟間の底生珪藻量には差が無かった。

3.2.2 既存干潟と人工干潟におけるホソウミニナの成長量比較

図6に飼育実験終了時のホソウミニナ成長量を

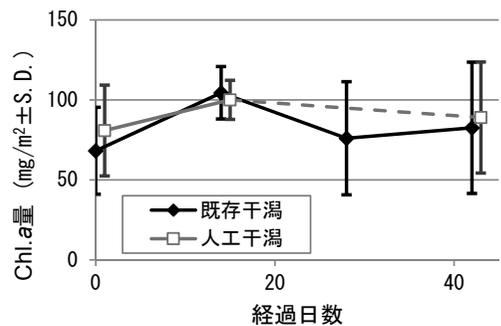


図4 「コントロール」ケージのChl. *a*量経時変化.

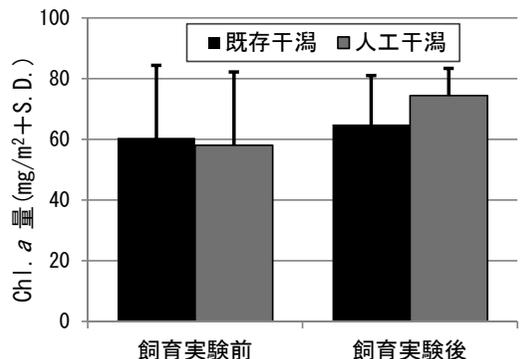


図5 実験ケージ外のChl. *a*量比較.

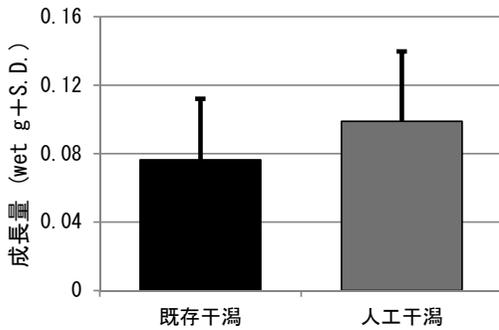


図6 ホソウミニナの成長量比較.

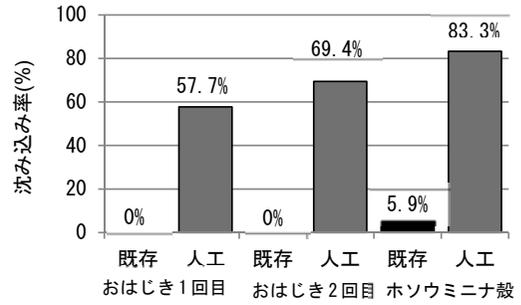


図7 人工および既存干潟間での沈み込み率比較.

表2 飼育実験におけるホソウミニナの死亡率および回収率. **: Pearsonの χ^2 検定, $p < 0.01$.

	投入個体数	死亡個体数	死亡率**	個体回収率**
既存干潟	120	0	0.0%	89.2%
人工干潟	120	13	10.8%	56.7%

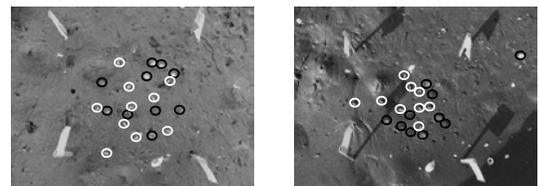
示した. 実験期間終了後の成長量は, 既存干潟のホソウミニナと比較して, 人工干潟のホソウミニナの方が高い傾向であったが有意差は確認されなかった (t -test, N.S.).

3.2.3 ホソウミニナの死亡率と回収率

成長量に関しては有意差が無かったが, 人工干潟の実験ケージでのみ10.8%のホソウミニナの死亡が確認された(表2). 加えて, 飼育実験終了後のホソウミニナ回収率(実験開始時に投入したホソウミニナ数に占める, 実験終了後に回収できたホソウミニナ数の割合)についても, 人工干潟の方が32.5%も有意に低かった(Pearsonの χ^2 検定, $p < 0.01$).

3.3 沈み込みの検証実験

沈み込みの検証実験の結果を図7に示し, 実験時の様子を写真3に示した, 既存干潟ではおはじきの沈み込み率(底質内で発見された数/回収数 $\times 100$)が0%であったのに対し, 人工干潟の沈み込み率は57.7および69.4%と有意に高かった(Pearsonの χ^2 検定, $p < 0.01$). 同様にホソウミニナ殻についても, 既存干潟の沈み込み率が5.9%であったのに対して, 人工干潟の沈み込み率は

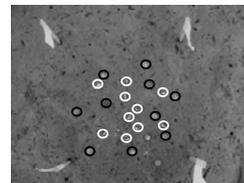


設置直後

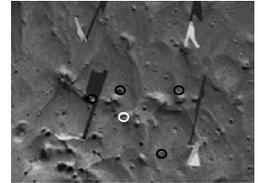


24時間経過後

a) 既存干潟



設置直後



24時間経過後

b) 人工干潟

写真3 沈み込みの検証実験時の様子. 写真中の○は, おはじき(黒)およびホソウミニナ殻(白)のある箇所を示す.

83.3%と有意に高かった(Pearsonの χ^2 検定, $p < 0.01$). しかしながら回収率については, 全ての実験において干潟間で有意差は確認されず(Pearsonの χ^2 検定, N.S.), 実験時の流失量に差はなかった. よって, 人工干潟では, 底質表面の物質が沈み込んでいることが明らかになった.

4. 考察

4.1 人工干潟の餌不足仮説に至った経緯

既存干潟と人工干潟の生物相は, 造成初期の優

占種がアサリであり、貝・カニ類個体数密度も類似していた。しかし、既存干潟と人工干潟でアサリが減少した後は、大きく異なって推移した。その決定的な違いは、既存干潟ではホソウミナナが着実に増加し圧倒的な優占種となったが、人工干潟ではごくわずかに加入は確認されたものの、増加しなかったことである。

その原因として、人工干潟の物理化学環境が既存干潟と異なっていることが挙げられる。人工干潟は、既存干潟の物理条件を模倣して造成された⁵⁾。しかし、底質の粒度組成や底生珪藻量などの物理化学環境が干潟間で異なっており⁶⁾、既存干潟の生息環境を十分再現しているとは言えなかった。さらに、内湾的環境を好むホソウミナナであるが、既存干潟と人工干潟の波浪強度を比較したところ、人工干潟の方が石膏球の減耗量が高く、有意に (t -test, $p < 0.01$) 波浪強度が強かった (図 8)。既存干潟は、埋め立て地に囲まれた非常に波浪の穏やかな場所であるため、台風などによる流出や大規模な土壌の攪乱が発生しにくく、静穏な状態が保たれている。同様に、周辺の埋め立てによって、閉鎖的な環境となった東京湾の谷津干潟においても、ホソウミナナ個体数の増加が確認されている⁹⁾。静穏な既存干潟では、安定的な好適環境下では確実に再加入でき、爆発的に増加しやすいというホソウミナナが持つ直達発生の利点と相まって、増加した可能性が高い。

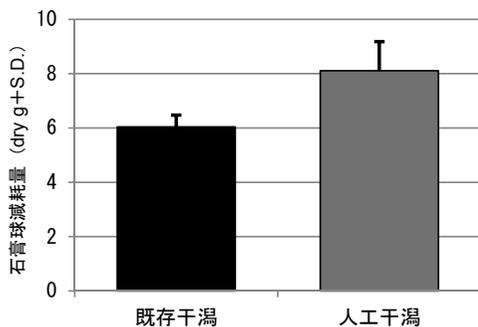


図 8 石膏球を用いた波浪強度の比較。

ところで、人工干潟など新たな環境への巻貝類の加入には分散能力が重要であるとの報告がある¹²⁾。ホソウミナナは、プランクトン幼生期を持たない初期生活史 (=直達発生) であり¹³⁾、分散能力が低く、人工干潟へ新規に加入しにくいとも考えられる。また、餌資源量の観点からは、英虞湾では干潟表層の底生珪藻が増加することにより、ホソウミナナを含む腹足類の個体数密度が大きく増加したことが報告されている¹⁴⁾。

いずれにせよ、人工干潟にはごくわずか (5年間で4個体) であるがホソウミナナが確認されており、加入後に密度が増加しなかったのは、餌である底生珪藻現存量が少ないためだと考えた。以上が「人工干潟の餌不足仮説」に至った経緯である。

4.2 人工干潟の餌不足仮説の却下

既存および人工干潟における Chl. *a* 量は、合計 5 回の比較においても有意差が見られず、前報⁶⁾と異なる結果であった。前報と比較すると、既存干潟の Chl. *a* 量は同程度であったが、人工干潟の Chl. *a* 量が大きく増加していた。この理由として、干潟に流入してくる栄養塩量の変化に着目した。徳島県によって月に 1 回定期的に行われている環境調査の結果から、水質の COD (化学的酸素要求量) および T-N (全窒素) の測定結果を確認 (年度ごとに 12 か月分の平均値を求め、 t -test により平均差の検定を実施) すると、2012 年度までは人工干潟と既存干潟の間で統計的に有意な差 (t -test, $p < 0.05$) があつたものの、2013 年度は有意差が確認されなかった (t -test, N.S.)。この原因として、既存干潟埋め立ての進行による流況の変化などが考えられるが、残念ながら詳細な検証には至っていない。いずれにせよ、本飼育実験は餌量が同じ状態で実施され、成長量においても有意差は見られなかった。このことから、人工干潟における現在の Chl. *a* 量はホソウミナナが高密度で生息す

る既存干潟と同等であることが明らかになった。ゆえに「人工干潟には餌量が少ないためにホソウミニナが生息できない」という仮説は却下され、餌量以外の原因を探る必要が考えられた。

4.3 沈み込み現象の可能性

餌量以外の原因として、実験時の野外状況から、人工干潟における「沈み込み」に着目した。というのも、人工干潟でのみホソウミニナの死亡が確認され、回収率も低く、さらには人工干潟の実験ケージのみが大きく沈んでいたからである。また実験期間を通して、人工干潟の実験ケージ内では、ホソウミニナが底質表面で確認できなかった。そして、検証実験の結果、底質表面の物質が明らかに沈み込んでいた。この沈み込みが、人工干潟におけるホソウミニナの不在に関わっているのではないかと推察された。加えて、人工干潟で確認されている表在性生物はイボキサゴとアラムシロ *Reticunassa festiva* 程度である。この両種は頻繁に砂に潜る習性が確認されており¹⁵⁾¹⁶⁾、純粋な表在性生物であるとは言いがたい。このことから、沖洲人工干潟で確認されている「沈み込み」は、表在性生物に負の影響を与えている可能性がある。

我々は、沖洲人工干潟で確認されている底質による沈み込みを「沈み込み現象」と名付けた。今後はこの「沈み込み現象」がホソウミニナの生息にどのような影響を与えているのか、どのような原因により引き起こされているか、について実験的に検証する予定である。

5. 結論

本研究では、人工干潟と既存干潟の5年間の貝・カニ類相を比較することで、両者の相違点を明らかにし、更に「ホソウミニナが人工干潟で生息できないのは餌不足のためである」という仮説を検証するために野外飼育を行い、以下の様な知

見を得た。

- 1) 既存干潟と人工干潟の貝・カニ類個体密度および種構成は、初期には類似していたが、徐々に大きく異なっていた。
- 2) 既存干潟の最優占種はホソウミニナ、次いでヘナタリとなり、表在性の巻き貝2種で90%程度を占めていた。
- 3) 人工干潟と既存干潟では底生珪藻量(Chl. *a* 量)に差が無く、ホソウミニナの成長量も同じであった。よって「ホソウミニナが人工干潟で生息できないのは餌不足のためである」という仮説は却下された。
- 4) 人工干潟の実験ケージでのみ、ホソウミニナの死亡や高頻度の消失が確認された。
- 5) 人工干潟においては、表面の物質が底質へ沈み込んでおり、この「沈み込み現象」がホソウミニナの生息に悪影響を与えている可能性がある。

引用・参考文献

- 1) 環境庁編：平成6年度版環境白書，pp.369-371，ぎょうせい，東京，1995。
- 2) 風呂田利夫：干潟保全再生の技術と活用，Civil Engineering Consultant, Vol.221, pp.24-27, 2003。
- 3) 中瀬浩太・金山進・木村賢史・山本英司・石橋克己：閉鎖性水域に造成した人工干潟に関する基礎的調査，海岸工学論文集，第53巻，pp.1071-1075，2006。
- 4) 国土交通省：新たな「国土交通省技術基本計画」の策定について，http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000209.html，参照2014年8月1日。
- 5) 徳島県：H17 港開 徳島小松島港（沖洲地区）徳・北沖洲4～南沖洲4 業務委託 報告書，2007。
- 6) 東和之・大田直友・河井崇・山本龍兵・丸岡

- 篤史・橋本温・上月康則：人工干潟と自然干潟におけるマクロベントス相の比較，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol.68, No.2, pp.1091-1096, 2012.
- 7) Adachi N., and Wada K.: Distribution in relation to life history in the direct-developing gastropod *Batillaria cumingi* (batillariidae) on two shores of contrasting substrata. *J. Moll. Stud.*, 65, pp.275-287, 1999.
- 8) Wonham M.J, O'Connor M. and Harley C.D.G.: Positive effects of a dominant invader on introduced and native mud-flat species. *Mar Ecol Prog Ser.* Vol.289, pp.109-116, 2005.
- 9) 風呂田利夫：内湾の貝類，絶滅と保全—東京湾のウミニナ類衰退からの考察—，月間海洋/号外，No.20, pp.74-82, 2000.
- 10) 国土交通省四国地方整備局港湾空港部：沿岸観測情報ポータルサイト，<http://www.pa.skr.mlit.go.jp/enganjouhou/tp01.html>，参照 2014 年 11 月 14 日。
- 11) Lorenzen C.: Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations, *Limnol. Oceanogr.*, 12(2), pp.343-346, 1967.
- 12) Armitage A. R. and Fong P.: Gastropod Colonization of a Created Coastal Wetland: Potential Influences of Habitat Suitability and Dispersal Ability, *Restoration Ecology*, Vol.12, No.3, pp.391-400, 2004.
- 13) 足立直子・和田恵次：ホソウミニナの卵と発生様式，ちりぼたん，28, 2, pp.33-34, 1997.
- 14) 国分秀樹・奥村宏征・高山百合子・湯浅城之：英虞湾の浚渫ヘドロを用いた人工干潟とアマモ場における底質と底生生物の変遷，海岸工学論文集，第 54 巻，pp.1251-1255, 2007.
- 15) 鈴木勤：決定版 生物大図鑑 貝類，世界文化社，1986.
- 16) 児山敬一：学研生物図鑑 貝 I，学習研究社，1983.

著者紹介

東 和之（学生会員）

徳島大学大学院先端技術科学教育部知的力学システム工学専攻博士後期課程（徳島県徳島市南常三島町 2-1），阿南工業高等専門学校技術部（徳島県阿南市見能林町青木 265），修士（工学），土木学会および日本ベントス学会会員。

E-mail : higashi@anan-nct.ac.jp

大田 直友

阿南工業高等専門学校創造技術工学科（徳島県阿南市見能林町青木 265），同校准教授，博士（理学），日本ベントス学会，日本生態学会，応用生態工学会および貝類学会会員。

E-mail : ota@anan-nct.ac.jp

河井 崇

琉球大学理学部海洋自然科学科，博士（理学）。

E-mail : tkawai1975@gmail.com

上月 康則（正会員）

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部（徳島県徳島市南常三島町 2-1），同大学教授，博士（工学），土木学会，水環境学会および日本ベントス学会会員。

E-mail : kozuki@eco.tokushima-u.ac.jp

A Study on Inhabitation Inhibition Factor for Mud Snail *Batillaria Cumingi* at an Artificial Tidal Flat in Okinosu, Tokushima City

Kazuyuki HIGASHI, Naotomo OTA, Takashi KAWAI and Yasunori KOZUKI

ABSTRACT : An artificial tidal flat in Okinosu, Tokushima City, was created to compensate for the loss of a natural tidal flat; however, the ecological conditions of the benthic assemblage in the artificial habitat differ extensively from those in the natural habitat. In particular, the mud snail *Batillaria cumingi*, which dominated the lost habitat overwhelmingly, were found to be rare in the created habitat. In a previous study, we found that the amount of available food for *B. cumingii* (i.e., diatoms) was significantly lower in the artificial habitat; therefore, we enclosed the snails in both habitats and compared their growth rate to test a “food-limiting hypothesis.” However, we found no significant difference in growth rates or the abundance of food items between the two habitats. It is notable that significantly higher mortality and disappearance rates were observed for the snail only in the created habitat during the experiment. However, our additional experiment showed that the empty shells at the surface sank into the sediment significantly in the created habitat. Thus, we regard a “sinking event” as the main reason for the absence of the mud snail in the created shore.

KEYWORDS : *created tidal flat, shellfish and crab, compensation, Batillaria cumingi, field experiment*