

特集 フィールドシンポジウム「徳島県吉野川河口域の自然と開発事業」

吉野川河口部における代償的人工海浜創出からの教訓

独立行政法人国立高等専門学校機構・阿南工業高等専門学校・創造技術工学科 大田 直友

Lesson from the project of compensatively created tidal flat at Yoshinogawa River Estuary. Naotomo Ota (*National Institute of Technology, Anan College*)

はじめに

徳島県を東西に流れる延長194kmの一級河川吉野川の河口部は、日本有数、約13kmもの汽水域をもち、県庁所在地でありながら、シオマネキ、シギ・チドリ類をはじめ多様な生物が生息する貴重なエリアである。また、最河口部の川幅は約1.3kmもあり、その壮大な景観と優れた水質は徳島県の自慢の一つとなっている。しかし残念ながら、吉野川に代表される残された自然の豊かさは、徳島県の環境保全の志がとりわけ高く、努力して達成されたものとは言い難い。それは「周回遅れのトップランナー」としての結果論である。

“阿波25万石、藍50万石”と噂されたほど藍染めで栄えた江戸時代までは、徳島は（今よりは）全国主要都市の一つであったようだ。しかし文明開化に乗り遅れ、何らかの理由で社会基盤整備が極めて遅れている。道路事情が極端に悪く、車が一人に一台の徳島市では、人口わずか26万人なのに都会並みの交通渋滞に悩まされ続け、幹線のJRは未だに単線かつ電化の噂さえ聞いたこともない。徳島自動車道も47都道府県中最後になんとか整備されたが全て対面通行、それでも良いので県南方面への延伸は悲願となっており、本報告に関連のある沖洲マリンピア第二期事業の裏付けとなっている。さらに下水道普及率は断トツのワースト

1, 17.6%（2015年3月）と全国平均（77.6%）に追いつく魔法があれば教えて欲しい。完全に置いて行かれた地方格差代表のような徳島県にとって、「社会基盤整備」に憧れるなどというのは南北問題を彷彿とさせる。1980年代以降、時代遅れの感もある大規模な公共事業が吉野川河口部において、いくつも実施されている背景にはこういった事情も大きいようだ。

いずれにせよ、吉野川河口部においては、沖洲マリンピア第1期（1986年～1993年）&第2期事業（2005年～）、阿波しらさぎ大橋の架橋工事（2003年～2012年）、そして、高速道の架橋工事（2015年～）と大規模な開発事業が相次いで行われている。一定の環境配慮は行われているが、人工建造物が視界に入らず、ゆったりと流れる雄大な吉野川河口周辺の景観を見ることは、もう出来なくなりつつある。

本報告では、吉野川河口部右岸（沖洲海岸）変遷の歴史をたどりながら、そこに住む希少な甲虫ルイスハンミョウ *Cicindela lewisi*（以下、ルイスに省略）保護の現状や課題を紹介する。ルイスを巡っては、開発事業によって失われる生息地の代償として2007年、26億円を投じて人工海浜が造成されており、開発と環境保護の倫理を考えるには興味深い素材といえる。また一方で、環境影響評価では「影響は軽微」として注目されていない潮

間帯中・下部における底生生物（カニ・貝類）にあえて注目する。それらの加入・変動状況を人工海浜と沖洲海浜で比較し、人工海浜の代償具合を評価する。そして、これら情報から得られた課題や人工海浜造成がもたらした教訓を考察する。

代償的人工海浜の造成とルイスハンミョウの保護

沖洲海岸の変遷と沖洲マリンピア事業による開発

徳島県を流れる吉野川の最河口部右岸は沖洲海岸と呼ばれ、吉野川の影響を受けた幅約2100mの開放的な前浜干潟であり、かつてはハマグリなどが多くとれ、海水浴場として賑わっていた（図1 a）。しかしながら、1986年から始まった沖洲マリンピア第1期事業によって115.6haの埋め立てが行われることになり、1990年ごろには人工島が沖洲海岸の前面に造成された（図1 b）。とりあえず、沖洲海岸の直接的な埋め立ては免れたが、沖洲海岸の前面は人工島との間に残された約200

mの運河状海面だけとなった。このような地形にはトンボロ（図1 b矢印）が発達しやすく（豊島・定道，1974），残された沖洲海岸は閉塞気味となった（中村ほか，2004）。そのため、沖洲海岸の波浪環境は大きく変わり、内湾的な砂質干潟となった。底生性生物相も変化し、内湾的な種であるホソウミナナ、フトヘナタリ、アサリなどが生息する環境となった。しかし、その内湾的環境はルイスの生息にはすこぶる適合したようで、2000年前後からは沖洲海岸の全体、特にトンボロ地形の南側で多く見られるようになった（中村ほか，2004）。なお、1970年代後半には沖洲海岸の南端に局地的に見られただけであったという（図1 a矢印）。

その後、沖洲マリンピア第2期事業が計画され、辛うじて残されていた沖洲海岸干潟部も埋め立てられることになった。しかしながら、1999年から2002年にかけて行われた環境影響評価によって、「沖洲海岸を生息環境とするルイスに与える環境影響が極めて小さいと判断できない」と判断され、

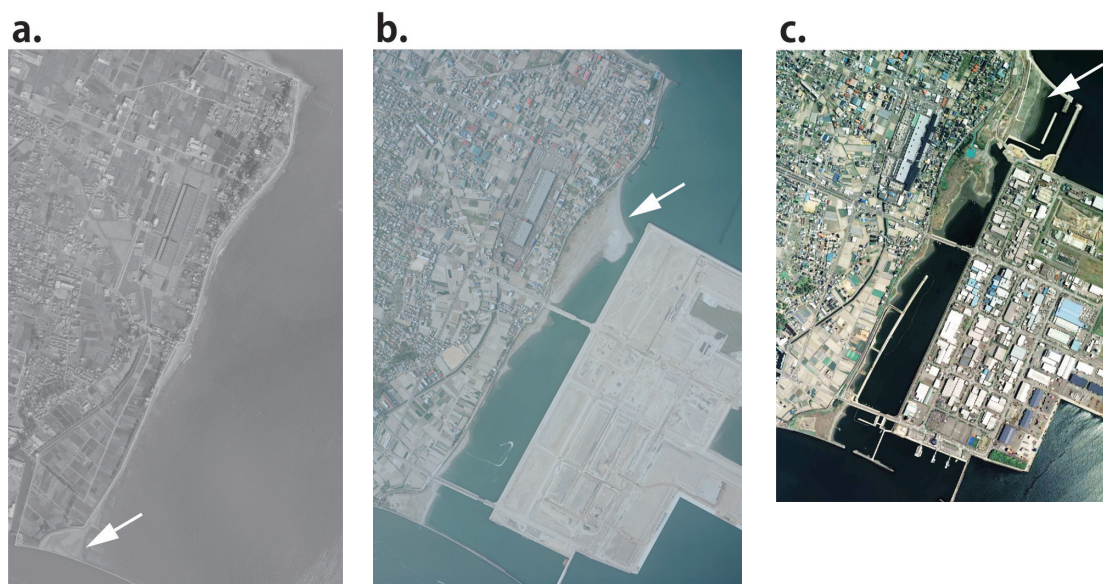


図1. 沖洲海岸の変遷（国土地理院の空中写真より）。a. 1975年，b. 1992年，c. 2009年。矢印の説明は文中にあり、写真の上が北を示す。

環境保全措置として「損なわれる環境が有する価値を代償するため、北端に新たに人工海浜を造成し、ルイスの移動を行う」こととなった。

ルイスハンミョウの生態とその保護の困難さ

ルイスは、日本に分布する海浜性のハンミョウ6種のうち1種で、主に瀬戸内海沿岸と九州北西部に分布する（佐藤，2008）。海浜性のハンミョウは海岸域の開発に伴って全国的に減少傾向にあり、6種全てが環境省のレッドリスト2015に掲載されている。6種の中でもルイスは最も危険度の高い絶滅危惧IB類（EN）となっており、保護の緊急性は高い。

中村ら（2004）によると、ルイスの成虫は海浜部を移動しながら小さな昆虫などを捕食し、幼虫は海浜に巣穴を作りハマトビムシなどの徘徊生物を待ち伏せて捕食する。幼虫の巣穴は、波浪が弱く勾配も緩い平均満潮付近に集中する。また、巣穴の維持と幼虫の生息には、植生等からの適度な淡水の供給も必要であるという。以上のように、ルイスは海浜の小型動物群集の高次捕食者であり、その保護には餌生物をはじめ、良好な海浜生態系が維持されていることが必要となる。さらには、成虫と幼虫で要求する餌・活動場所資源が異なるため、多様な環境条件の保全も必要となる。これに加えて、ルイスには昆虫コレクターによる採集や、海岸を利用する人々による幼虫巣穴の踏みつけなども懸念されている。よって、ルイスの人工海浜への移動・定着作業は、世界でも前例のない困難な環境保全措置だといえる。

人工海浜の物理環境とルイスの移動

人工海浜の物理的設計条件は、沖洲海岸のルイスの生息環境を調査して模倣して決められ（中村ほか，2004），2005年7月に造成工事が着工され、2007年3月に概成した（図1c矢印）。人工海浜の

設計条件と物理環境やルイスの餌条件等の詳細は渡辺ら（2012）に詳しいが、沖洲海岸の表土を移動し、海浜植生も移植された。人工海浜の勾配も沖洲海岸と同条件の緩やかなものとされ、波浪条件は30cm以下を目標に人工海浜前面に離岸堤も築かれた。

さらには、環境保全措置の実効性を高めるため、人工海浜をあらかじめ創出し、ルイスや海浜植物が人工海浜に定着するのを確認した上で沖洲海岸が埋め立てられることになった。そこで、ルイスの自然移動を促すために沖洲海浜と人工海浜をつなぐ回廊が設置され、検証の結果、その有効性も示唆されている（渡辺ほか，2012）。

ルイスハンミョウ保全の経過と現状

環境影響評価による環境保全措置によって人工海浜が造成され、ルイスの移動が行われたが、移動後5年程度の事後調査も行うことになっていた。その調査結果から、2007年3月に概成された人工海浜および吉野川中洲におけるルイスハンミョウの生息状況の経年変化を図2に示す（第12回マリニピア沖洲環境調査検討委員会資料，URL：<http://www.pref.tokushima.jp/docs/2015062200198/> 2016.1

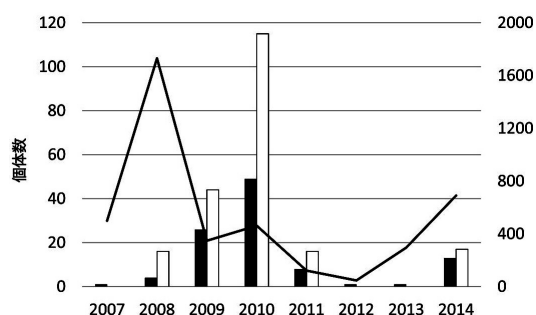


図2. 人工海浜（棒グラフ，左軸）および吉野川中洲干潟（線グラフ，右軸）におけるルイスハンミョウの最大確認数。白棒は幼虫，黒棒は成虫を示す。

参照)。調査期間中、常に成虫の個体数は幼虫の巣穴確認数より少ない傾向が見られ、変動傾向も類似しており、得られた密度情報の信頼性のある程度裏付けるものと考えられる。人工海浜では完成直後の2007年夏から成虫の出現が記録され、その後順調に増加し、2010年において最大（成虫49個体）となった。この50個体前後というのは、人工海浜の造成以前（2003～2005年）に沖洲海岸にて記録された成虫確認数と同程度の密度であり、造成3年目にして自然海岸の状況に迫いつくことになった。なお、人工海浜は、周辺付帯工事の危険防止等のため、2007年の海浜概成時から一般人の立入は禁止されていた。しかし、ルイスも順調に増加し、海浜の利用ルール等が決められ維持管理体制が構築されたことから（渡辺ほか、2012）、2010年3月に一般開放となった。

ところが2011年以降、ルイスの確認個体数が減少傾向に転じ、2012年および2013年にはわずか成虫1個体のみの記録となった（図2）。一方で、近隣最大のルイス生息地である吉野川河口砂州におけるルイスの確認数も2008年をピークに減少し、2012年前後には激減した。同期間中に、吉野川河口域で天候・自然災害など、ルイス生息にとって何らかの条件悪化が発生したのかもしれない。いずれにせよ、2012年～2013年のルイス激減はマスコミにも取り上げられ、原因の究明、順応的な対策が行われた。2013年に行われた減少の原因調査では、①幼虫が好む標高の面積が2007年以降、約80%失われた、②コウボウムギ・コウボウシバなど海にもっとも近い部分に生える植物が徐々に低標高域に広がり、幼虫が好む標高を覆っている、③植物が繁茂すると幼虫の巣穴の数は低下する、ことなどが明らかになった（渡辺ほか、2013）。さらに2013年には幼虫の生息に適した標高の維持・創出を目的に植生はぎ取りなどの実験的管理も行われた（渡辺ほか、2015）。その結果、幼虫の生

息可能地の面積を増やす方法としては、定期的な植生除去による生息場の創出が有効だという。しかしながら、植生をはぎ取って1年経過した時点で意図しない砂の堆積が確認されており、好条件を維持するには継続的な管理が欠かせない状況となっている。なお、これらの努力の結果、ルイスの個体数は若干増加し、2014年は13個体の成虫および17個体の幼虫が観察された（図2）。事業主体の徳島県は、2015年のルイスの出現状況次第で本事業に区切りを付けたい旨をマリンピア沖洲環境調査検討委員会では表明しているが（第12回マリンピア沖洲環境調査検討委員会資料、URL：<http://www.pref.tokushima.jp/docs/2015062200198/2016.1>参照）、継続的な管理の必要性が明らかになっているなか、今後誰がどのようにルイスの管理を行っていくのか、など難しい課題も残っている。

底生生物の加入状況による人工海浜の評価

人工海浜潮間帯中下部における底生生物の加入モニタリング

マリンピア事業における環境影響評価（1999～2002年）では、ルイス以外の動物や生態系への影響の程度は小さい、とされた。しかしながら、沖洲海岸はトンボロによる海面の閉塞によって出来た内湾的な環境となっており、砂質干潟にはホソウミニナ、フトヘナタリ、ヘナタリ、アサリなどが優占していた。実は徳島県では、このような内湾的な底生生物が高密度で生息している砂質干潟はほとんどない。徳島県ではアサリの漁獲量がわずか5t（2013年）という事実からしても、内湾的砂質干潟が貴重であったことを意味している。よって、代償措置によって創出される内湾的な人工海浜にどのような底生生物相が形成されるか、非常に興味深いところである。さらには、失われる海浜の「代償」という観点においても、ルイス

を中心とした海浜植生や潮間帯上部の生態系だけではなく、潮間帯中下部も沖洲海岸と同様の底生生物相が形成されるべきであろう。

そこで、事業主体（徳島県）による調査が手薄な人工海浜の潮間帯中・下部の底生生物（カニ・貝類のみ）について、独自に（徳島県の協力を得て）モニタリング調査を行い、創出された人工海浜への底生生物の加入状況を沖洲海岸と比較しながら明らかにした。

両干潟で異なる底生生物相と物理化学的環境条件

カニ・貝類の定量調査の方法は東ら（2014）に詳しいが、2008年6月から2013年6月まで沖洲海岸2ヶ所、人工海浜2ヶ所の各2潮位において、8個の0.1m²コドラート内を深さ15cmまで底質ごと採集し、2mm目ふるいに残ったサンプルをホルマリンで固定した。

その結果、調査を開始した2008年6月から2009年8月までは、両干潟でみられた貝・カニ類の個体数は同程度で推移した（図3）。しかし2009年11月に人工干潟の個体数が214個体まで激減し、その後は2012年にかけて88個体から361個体の低密度で推移した。2013年6月には692個体と若干増加の傾向を示したが、沖洲海岸と比べると極めて

低密度な状態が継続している（2015年も同様）。一方、沖洲海浜では2009年11月以降2012年3月まで、多少の変動は見られるものの安定的に（2000個体前後）貝・カニ類がみられ、2012年6月以降にはかなりの増加傾向も確認された。なお、沖洲海岸は事業の進捗に従って、2013年に埋め立てられ消滅した。

両海岸における貝・カニの個体数変動パターンの違いは、アサリの減少とホソウミナナの有無によるところが大きかった（図4）。沖洲海岸では、当初70%近くを占めていたアサリが、2009年には約40%、2010年には数%まで減少した。代わって優占度を上げたのがホソウミナナであり、2010～2012年には集団の80%以上を占めていた。一方、人工海浜におけるアサリは沖洲海岸より高密度状態が継続し、2008～2009年には90%近くまで優占していた。しかし2010年には50%まで低下し、2011年以降は30%未満の優占度になっている。そして、顕著な違いは、人工海浜ではホソウミナナとヘナタリがほとんどみられないことであった。逆に、沖洲海岸では少数しかみられないトリウミアカイソモドキが2010年以降半数ほどを占め、その他いくつかの種がごく少数生息する貧相な状態で安定している。

沖洲海岸と人工海浜の物理化学的環境を比較すると、多くの条件で異なっていることが判明している。水質については、リンおよび窒素が沖洲海浜で有意に高く、クロロフィルaについては沖洲海岸で2.7倍多いことも明らかになっている（東ほか、2012）。また、波浪の強さを石膏ボールで計測したところ、人工海浜の波浪が有意に強いことも明らかになった（東ほか、2014）。さらに、沈降するシルト・クレイの量を比較すると、沖洲海岸で有意に多かった（東ほか、2015a）。両干潟の北側には清廉な吉野川、南側には都市河川で汚染度の高い新町川が流れており、これらの河川

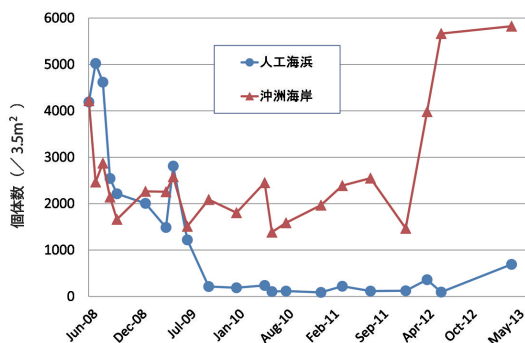


図3. 沖洲海岸と人工海浜における貝・カニ類の個体数変化。

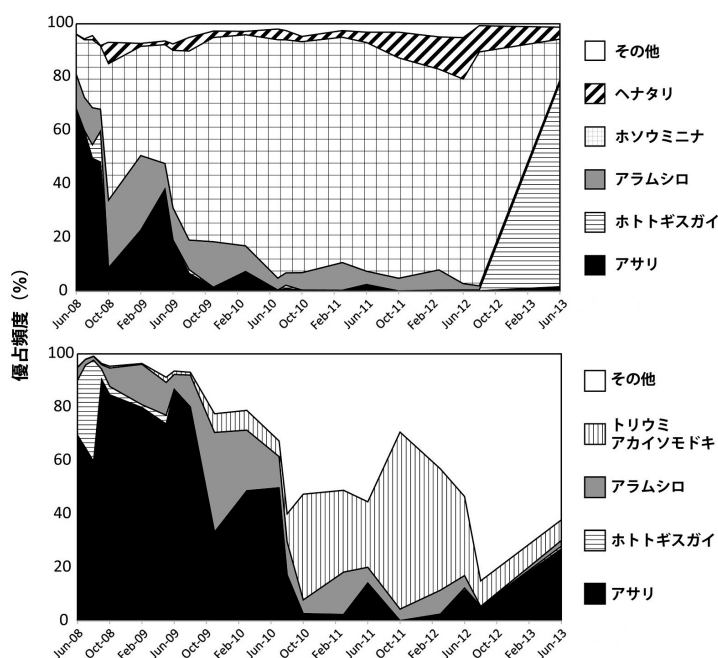


図 4. 上. 沖洲海岸, 下. 人工海浜における貝・カニ相優占種の変化.

の影響が示唆された。新町川の影響を受けやすい沖洲海岸では栄養塩類が多く、静穏でシルト・クレイの堆積も多く、強風で有名な吉野川河口に近い人工海浜では栄養塩やシルト・クレイの蓄積も少なく、波浪が強い、という海浜の立地条件が物理化学的条件の違いに影響している可能性が示唆された。

以上の結果をまとめると、造成後 8 年経過した 2015 年現在でも人工海浜の貝・カニ相は、沖洲海岸とは大きく異なった状態となっていた。また、リン、窒素、クロロフィル a、波浪、シルト・クレイの供給量などの物理化学的環境条件も異なっており、海浜の立地の違いが影響を与えている可能性が示唆されている。

人工海浜でホソウミニナ不在の理由－沈み込み現象の謎

二つの海浜の貝・カニ類相が大きく異なってい

た原因は、ホソウミニナの有無が大きかったが、その理由として「沈み込み現象」の関与が指摘されている（東ほか, 2014; 東ほか, 2015a; 東ほか, 2015b)。「沈み込み現象」とは、干潟底質表面の物質が 24 時間程度で底質中へ沈み込む現象である。この現象は、沖洲海岸ではみられず、人工海浜においてのみ観察され、底質中に埋没したホソウミニナの死亡率は有意に上昇した（東ほか, 2015b)。また、人工海浜の底質表面にはシルト・クレイが少なく、実験的にシルト・クレイを添加したところ、沈み込み現象が緩和された。さらに、人工海浜では時間を経るにつれて底質中のシルト・クレイ量が減少することが明らかになった（東ほか, 2015a)。ホソウミニナを底質中に埋没させると死亡率が上昇することから、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高い。沈み込み現象の原因として、干潟の底質中に生息するニホンスナモグリによる生物攪拌の

影響が疑われており、現在詳細を解明中である。

人工海浜造成から得られた教訓

創られた自然における環境保全倫理－誰が、いつまで、どのように保護し続けるのか？

造成された人工海浜にルイスは移動させられ、一定の定着・成功も確認された。しかしながら、時間経過に伴って浜辺の標高は変化し、植生の繁茂などによりルイスの個体数が極端に低下する事態もみられた。普通の親水的人工海浜なら、これらの変化は「誤差のうち」で済まされるかもしれないが、この人工海浜は「ルイスの生息に最適な環境条件の維持」という課題が常につきまとう。今後、全くの放置状態ではルイスの生息は困難になることが予測されており、いわば生まれたときから「人工呼吸器」を手放せない海浜となっている。しかしながら、予算主義に裏打ちされた行政のシステムでは、「事業完了」となれば、その後はほとんど動けなくなるだろう。では、環境保全措置による「代償」を宣言したら、永遠に責任が発生するのか、逆に、一般に行われている5年間の事後調査で問題がなければ完全終了で良いのか？さらに言えば、たとえば、これが人工的に造られた海浜でなければ、ここまで「虫」のために手を入れるだろうか？これらの課題は、「創られた自然」特有の倫理問題と捉えることができ、それぞれの立場によって答えは異なるだろうし、正解はないのだろう。結局、ヒトが自然環境を創出し代償するということは、非常に繊細な配慮と継続的な管理が必要になり、普通の自然海浜の管理では負うことのない新たな責任が発生することを改めて目の当たりにした次第である。

余裕を持った空間確保と多様な環境の創出と保全

ルイスの保護は、幼虫と成虫で要求する環境が

異なるため、複雑で多様な環境条件を必要とされる。さらに、底質が砂という不安定な基質、河川の河口部（氾濫原、日常的な強風）という地理的な条件下で、出水や台風等による攪乱を受けやすい。実際、時間的な経過によって植生による幼虫生息域の被覆や標高の変化なども起きている。ルイスの生息状況調査から導き出した一断面である最適環境条件を維持するのは難しいことも示された。

これらの変動に対応する一つの方法は、幅広く多様な環境条件を整備し、日常的な変動に耐える余裕を構築する事であろう。マリンピア人工海浜の場合、ルイスのおもな生息地はトンボロ南側の幅300mとされ、人工海浜の幅も300mとされた。しかし、今となってはやはり小さすぎる印象は拭えない。潮間帯部の状況からも人工海浜と沖洲海岸の物理化学的環境が異なっていることが示唆されている。メインの生息地が300mだとしても、環境は多少なりとも変動するのが一般的であり、その300mを支える周りの緩衝地帯も必要であろう。空間・予算的制限はあるだろうが、創出環境はできるだけ余裕を持って設計し、多様な環境を確保しておくことが重要である。

貝・カニの分布状況から、人工海浜の潮間帯部分は模倣した沖洲海岸とは異なる状況になっている。おそらくその原因は、立地による物理化学的環境の違いであろう。人工海浜そのものの物理条件は沖洲海岸を模倣して作られたのだが、周辺（この場合、南北の河川）からの影響によって、異なる環境になっている可能性がある。今さらであるが、人が自然環境を作り出すことは、大変困難である。とくに、立地や予算に制限がある中では、完璧に再現するのは不可能であろう。そういった意味でも、上述のような余裕や幅を持った設計が不可欠であり、継続的な順応的管理が必要になってくる。

また、近隣の最大のルイス生息地である中洲における個体数と人工海浜の個体数変動パターンには、2009年以降連動性がみられる（図2）。中洲と人工海浜との往來の可能性やバックアップ領域として互いの重要性を評価し、移植の有効性などを検討していくべきであろう。

26億円の人工海浜を作ってまで、何を守りたかったのか？

河口干潟などの氾濫原は、時間と共に自然に変動する。例えば、吉野川の中洲も、数十年を経て河口部から河川内部への移動が明らかになっている。このような、変動することが前提の環境において、人が手を加え続けていく意味、すなわち、ルイスが生息可能な条件を維持し続けることには、釈然としないという意見があるのも事実である。

また、形成された生息地の時間的な短さも議論になったこともある。もともと開放的な砂質海岸であった沖洲海岸の一部に生息していたルイスは、人工島の造成で内湾的環境に変化した10年ほどの間（1990年代）に分布を急拡大した（図1）。そして、時期が重なった環境影響評価の結果、絶滅危惧種であるルイスを無視することはできず、回避も不可能。ならば代償措置として人工海浜を造成して保護という流れになっている。このように、ごく短期間に希少種の生息地が意図せず人工的に創出されるというのは、潮間帯でもそれほど珍しくない。長期間行われていた埋め立て事業の途中、潮間帯部に仮置きしていた浚渫土に加入した大量のシオマネキ、違法に廃棄された建設残土で創られた干潟状地形に加入するフトヘナタリなどが挙げられる。特に、干潟生物の多くが絶滅危惧種として扱われ、かなり良好な生息地（プランクトン幼生の供給地）が点在する徳島県では事例が多い。こういった状況に遭遇するたび、関係者からは釈然としないという意見があることも否定できない。

一方で、伝統や文化とともに存在してきた「里山」「田園」などは人間の手が加わらないと維持できない二次的自然の代表であるが、近年その重要性の認識向上は著しい。例えば、1995年に策定された初代の生物多様性国家戦略では、全119ページのうちわずか8回しか「里山」が登場しなかった。しかし、生物多様性国家戦略2012-2020においては、252ページ中127回も「里山」が使われている。手付かずの自然がごく限られた日本において、鷺谷・矢原（1996）が主張したように「自然度」から「生物多様性」重視への価値評価の変化が大きく進んでいる裏付けであろう。そう言った意味では、埋められる予定の場所に不意に分布を広げたルイスでも、その種や遺伝子の多様性を守ろうとしたことは、賞賛されるべき環境保全措置であったと言えよう。さらに現在、人工海浜は失われた水辺の代償として、水遊びや貝掘り、環境教育などでかなりの利用者が訪れているのも事実である。徳島産ルイスの遺伝子が維持され、浜辺の親水・教育機能が活用されるなら、26億円の投資も案外安いものだったのかもしれない。

引用文献

- 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. 2012. 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）, 68（2）: 1091-1096.
- ・——・——・上月康則. 2014. 徳島市沖洲人工干潟でのホソウミナ生息阻害要因. 沿岸域学会誌, 27（3）: 41-50.
- ・——・橋本 温・大谷壮介・山中亮一・上月康則. 2015a. 底質中のシルト・クレイが徳島市沖洲人工干潟における「沈み込み現象」に与える影響. 土木学会論文集B3（海洋開発）,

- 71 (2) : 802–807.
- ・——・——・——・——・——. 2015b.
- 人工干潟の底質における「沈み込み現象」の検証と底生生物への影響評価. 土木学会論文集B1 (水工学), 59 (4) : 1111–1116.
- 中村聡志・中川康之・桑江朝比呂. 2004. 沖洲海岸におけるルイスハンミョウ幼虫の生息物理条件調査. 海洋開発論文集, 20 : 323–328.
- 佐藤 綾. 2008. 浜辺のハンミョウ (コウチュウ目: ハンミョウ科) の現状と保全. 保全生態学研究, 13 : 103–110.
- 豊島 修・定道成美. 1974. 皆生海岸におけるトンボロと海底変形. 海岸工学講演会論文集, 21 : 167–172.
- 鷺谷いづみ・矢原徹一. 1996. 保全生態学入門. 270pp. 文一総合出版, 東京.
- 渡辺雅子・大塚弘之・上月康則・大田直友・河井 崇・萬宮竜典・岡田直也・中野 晋. 2012. 希少種ルイスハンミョウを対象とした海浜ミチゲーションと官学民協働による維持管理の重要性. 土木学会論文集B3 (海洋開発), 68 (2) : 1233–1237.
- ・上月康則・岡田直也・野上文子・河井 崇・披田 毅・大塚弘之. 2013. 人工海浜におけるルイスハンミョウの分布に対する植生と標高の影響. 土木学会論文集B2 (海岸工学), 69 (2) : 1246–1250.
- ・山本龍兵・采女尚寛・上月康則・岡田直也・玉井勇佑・野上文子・河井 崇. 2015. 人工海浜におけるルイスハンミョウ生息環境の創出と管理手法に関する調査研究. 土木学会論文集B3 (海洋開発), 71 (2) : 916–920.