

沖縄本島におけるトカゲハゼの 生息環境に関する研究

A STUDY ON HABITAT OF *Scartelaos histophorus*
IN MAIN ISLAND OF OKINAWA

古澤広隆¹・赤松良久²・仲座栄三³

Hiroataka FURUSAWA, Yoshihisa AKAMATSU and Eizo NAKAZA

¹学生員 学士(工) 琉球大学大学院 理工学研究科 (〒901-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地)

²正会員 博(工) 琉球大学准教授 工学部環境建設工学科 (同上)

³正会員 工博 琉球大学教授 工学部環境建設工学科 (同上)

Habitat of *S. histophorus*, which is mudskipper selected as a near-threatened species in Japan, is unapparent and therefore field observations were conducted at mud flats around Nakagusuku Bay in the main island of Okinawa to clarify the limiting factors of the habitat. In the field observations, thickness, grain size, rate of organic matter content of mud and nutrient concentrations of surface water and ground water were measured all over the mud flats. The result revealed that the thickness of mud, the grain size and the concentration of $\text{NH}_4\text{-N}$ in the groundwater are main limiting factors for the habitat. The evaluated habitat using these factors shows a good agreement with that observed.

Key Words : *Scartelaos histophorus*, mud flat, habitat environment, nutrient salts, thickness of mud

1. はじめに

干潟は多様な生態系が形成されるとともに、渡り鳥等の貴重な中継地・越冬地としても重要な役割を果たしている。しかし、沖縄県中城湾は貴重な干潟の埋立てが現在も行なわれている上に、現存する干潟においても家庭や豚舎から未処理の排水が流れ込むなど、干潟の環境悪化が進行している。中城湾の干潟は環境省絶滅危惧 I A 種に分類されたトカゲハゼの数少ない生息場であり¹⁾、トカゲハゼの生息場の復元と再生が強く望まれている。そのため、昆ら⁴⁾、中村⁵⁾、上江洲⁶⁾によりトカゲハゼの調査が行われてきたが、同じく沖縄県の絶滅危惧種であるリュウキュウアユ(*Plecoglossus altivelis ryukyuensis*)と比べるとトカゲハゼに関する研究は進んでいない。

そこで、本研究ではトカゲハゼが現存する中城湾内の佐敷干潟、中城湾の埋め立てのミティゲーションとして作られた人工干潟において水質・底質環境および生息数の調査を行った。また、両干潟において、佐敷干潟で観測された結果を基にトカゲハゼの生息場予測を行った。これによりトカゲハゼの生息環境を制約する要因を明らかにし、今後のトカゲハゼの保全・再生に向けた生息場予測法を確立することが本研究の目的である。

2. トカゲハゼの生態

トカゲハゼ(*Scartelaos histophorus*)は日本で沖縄本島、国外では東南アジア中心にインドやオーストラリアの熱帯、亜熱帯地方に分布している。沖縄本島はトカゲハゼ分布の北限であり、沖縄本島中南部の中城湾が最大の生息場になっている。調査では、トカゲハゼ成魚の個体数は中城湾全体で1600~2700尾程度であるとされている⁷⁾。写真-1にトカゲハゼの写真を示す。基本的に泥が細かくて緩く、マングローブ林より外側の開けた場所を好んで生息場としている。含水率が高い泥の上で生活しているため、トビハゼの仲間の様に岩に上がることは無い。オスもメスも泥の中に巣穴を作る。そのために巣の周りに



写真-1 トカゲハゼ

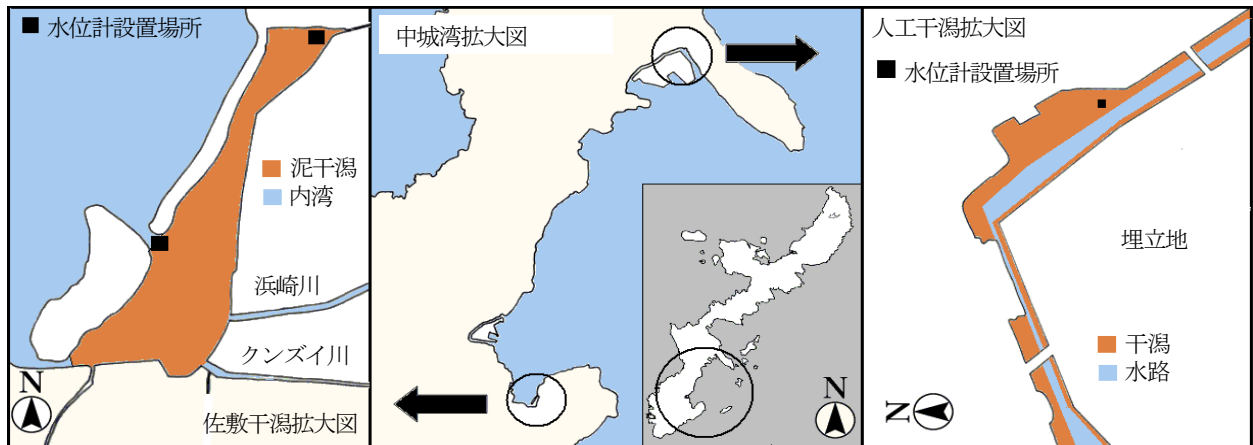


図-1 観測地

テリトリーを作り、周りのトカゲハゼと縄張り争いしながら巣を維持する。

産卵期は4月～6月で、4月下旬から5月にかけてピークを迎える。1週間程で孵化し、稚魚は下げ潮によって運ばれた中城湾の中央部で浮遊しながら成長する。その後、1ヶ月ほどで干潟に戻り、親個体と同じような半陸生の生活を始める。約1年で成熟し、翌年には繁殖に参加する。本種の寿命はおよそ3年と推定されるが、繁殖の主体は2歳魚と考えられる。干潟表面に生息する線虫類、カイアシ類（橈脚類）、珪藻類等の微小生物を主に食べており、春先はヒトエグサの仲間の海藻も良く食べる⁷⁾。

3. 観測概要

(1) 観測地

現地観測は沖縄本島におけるトカゲハゼの最大の生息地である佐敷干潟と中城湾の埋め立てのミティゲーションとして作られた人工干潟を対象として行った（図-1）。

佐敷干潟は中城湾奥部南端に位置する約60haの前浜干潟である。干潟には浜崎川、苗代川等の小河川が4本流入しており、干潟の中潮帯から低潮帯にかけて泥干潟が広がっている。最近の調査では、中城湾全体におけるトカゲハゼ成魚の個体の大半は佐敷干潟で確認されている⁷⁾。干潟を横切る様に延びる砂州と陸地の間に泥干潟、沖側に砂干潟が広がっている。泥干潟は、ジャーガルと呼ばれる灰色のシルトが大半で、場所により砂利や岩石の多い箇所が見られる。干潟には家庭や豚舎からの排水が流入しており、干潟内の水質悪化の原因となっている。また、砂州が波の影響で陸地側に移動しているため、泥干潟の面積が減少しており、更に減少が進むとトカゲハゼの生息場が消滅する可能性がある。

人工干潟は中城湾奥部北端の川田地区に位置する前浜干潟である。高潮帯の大部分は埋め立てられてコンクリート護岸が設けられ、中潮帯には泥干潟が広がっている。市街地や集落に隣接していることから生活廃水や畜舎廃水、不法投棄されたゴミが生態系に影響を与えてい

る。この干潟が川田干潟と呼ばれていた80年代初頭、干潟周辺では約1000尾のトカゲハゼ成魚が確認されていたものの、1984年に始まった新港地区の埋立事業とともに減少し、第二次埋め立て後の1994年には数十尾まで激減した⁷⁾。絶滅という最悪の事態は回避するため、沖縄県によるトカゲハゼの保全対策として、新たな生息場造成、生息数の減った場所にはトカゲハゼの人工繁殖および放流などの緊急保全措置がとられた。保全措置の一環で造成された生息場が今回の観測対象とした人工干潟である。

(2) 観測方法

干潟内の水質環境を明らかにするために、表層水および間隙水の採取を行った。佐敷干潟での表層水採取は大潮前の中潮である2007年10月23日に干潟内の9箇所1時間おき約一潮汐（6:00～17:00）行った。人工干潟においては、排水口および海域で採取を一回行った。間隙水は、佐敷干潟で6箇所、人工干潟で5箇所採取した。採水は干潮時に泥表面から5cm、15cm、30cm、45cm、60cm、100cm、150cmの位置で採取した。

採泥は表層の底質を採取し、採取箇所が生息場であるか否かに注意を払った。佐敷干潟においては2007年11月中旬から12月上旬にかけて、泥干潟全域の105箇所採取した。また、人工干潟においては、2008年7月3日および8月13日に、泥干潟となっている場を中心として64箇所採取を行った。泥厚調査は干潮時に行い、泥が完全に露出しているか、多少水没している程度で行った。目盛り付きのパイプを泥に挿し込み、入らなくなった時の値を泥厚とし、パイプが200cm以上入った場合は一律200cmとした。

表層水と間隙水に関してはBRAN+LUEBBE社の全自動水質計測器TRAACS2000でT-P、T-N、PO₄-P、NH₄-N、NO₃-N、NO₂-Nを測定した。また、底質に関しては島津製作所のレーザ回折式粒度分布測定装置SALD-3000Sで粒度分布を、マッフル炉を用いて強熱減量の測定を行った。強熱減量は、乾燥させたサンプルを600度で2時間燃焼させ、燃焼前からの減少量を有機物量として計測した。

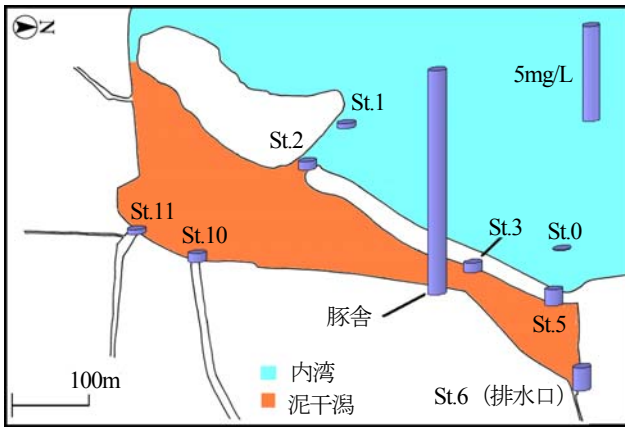


図-2 一潮汐平均した表層水のNH₄-N濃度 (佐敷干潟)

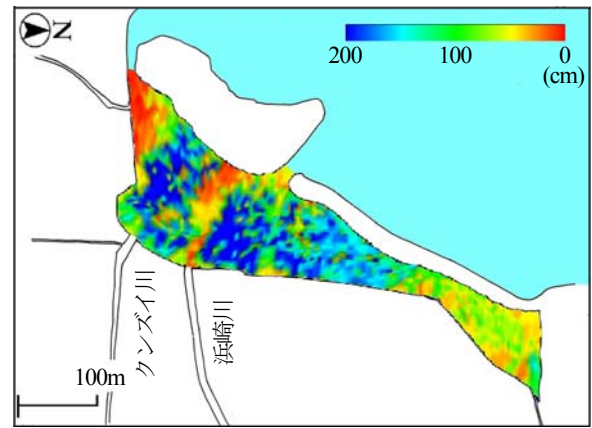


図-5 泥厚の空間分布 (佐敷干潟)

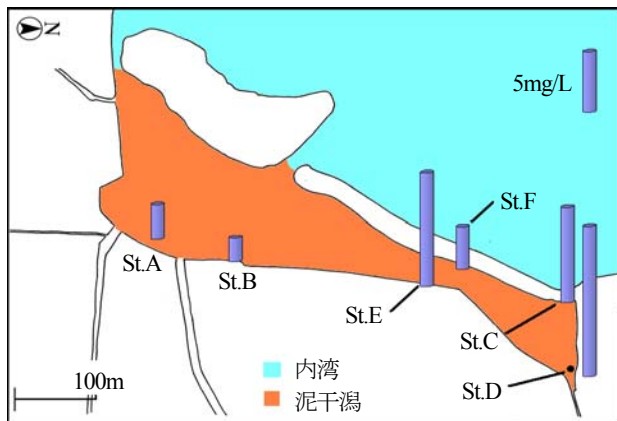


図-3 鉛直方向に平均した間隙水のNH₄-N濃度 (佐敷干潟)

表-1 間隙水中のNH₄-N濃度と生息場の関係 (佐敷干潟)

地点名	St.C	St.E	St.D
NH ₄ -N (mg/L)	7.87	9.42	12.51
トカゲハゼの有無	○	○	×
トカゲハゼの大きさ	小~大	小	

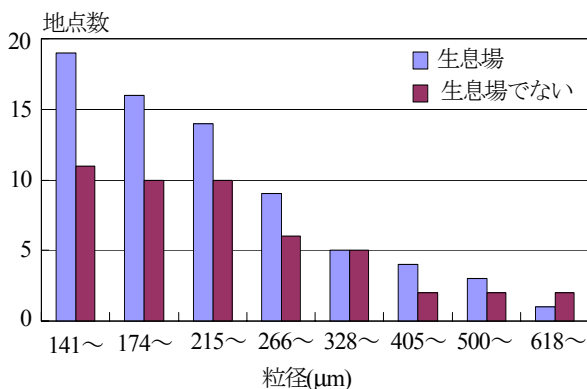


図-4 底質表面の最頻径と生息場の関係 (佐敷干潟)

また、一年を通して佐敷干潟で2箇所、人工干潟で1箇所の水位連続観測を行った (図-1)。

4. 観測結果

(1) 佐敷干潟

図-2に一潮汐平均した表層水のNH₄-N濃度を示す。豚舎のNH₄-N濃度(16.57mg/L)およびSt.6のNH₄-N濃度(1.70mg/L)は沿岸域のSt.1(0.34mg/L)と比べて干潟内の水質に大きな影響を持つことが分かる。なお、PO₄-P、NO₃-N、NO₂-Nの値も豚舎および家庭からの排水(St.6)が他の場所よりも卓越していた。

図-3に鉛直方向に平均した間隙水のNH₄-N濃度を、表-1にその濃度と生息場の関係を示す。図-3から、間隙水のNH₄-N濃度は表層水の濃度を反映しており、家庭と豚舎からの排水の影響を大きく受けていることがわかる。表-1から、トカゲハゼは水質悪化に強い耐性を持っているものの、間隙水中のNH₄-N濃度が非常に高濃度となると生息場及び個体の成長量に制限が加わる。また、NH₄-N濃度が9.5mg/Lを越えると生息場として好ましくない状態と推定できる。なお、PO₄-P、NO₃-N、NO₂-Nの濃度は生息場および個体の成長量との明確な関係性が見られなかった。

図-4に底質表面の最頻径と生息場の関係を示す。この図より、粒径が大きくなるほど生息場の数が減少していくことが分かる。最頻径が618μmを超えると、生息場でない箇所が生息場である箇所を上回ることから、600μm付近がトカゲハゼの生息限界値であると考えられる。

図-5に泥厚の空間分布を示す。図-5より佐敷干潟では排水口がある干潟の北側から、河川の流入がある南側に向かって徐々に泥厚が厚くなる傾向があることがわかる。これは、干潟の北側では流入する家庭排水の流出口からの土砂供給がほとんど無いためと考えられる。逆に、泥厚が厚くなっている場所では、コンクリート護岸されているものの、河川から土砂供給があるためと考えられる。

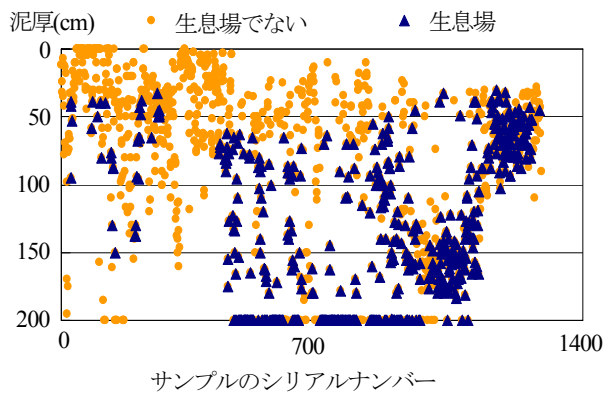


図-6 泥厚と生息場の関係 (佐敷干潟)

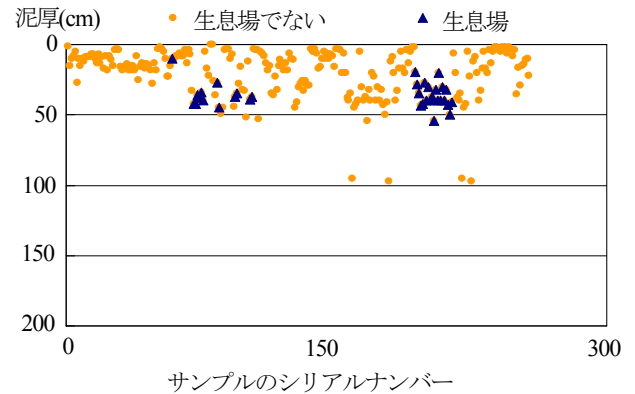


図-10 泥厚と生息場の関係 (人工干潟)

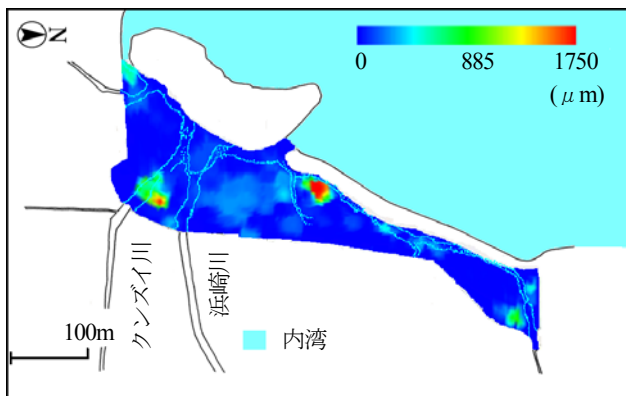


図-7 底質表面の粒度の空間分布 (佐敷干潟)

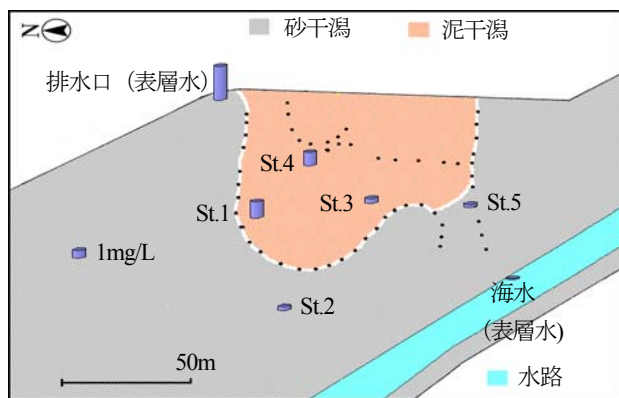


図-8 表層水と鉛直平均した間隙水のNH₄-N濃度 (人工干潟)

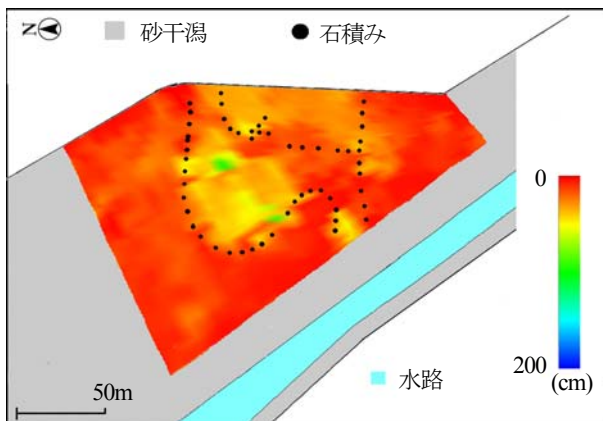


図-9 泥厚の分布 (人工干潟)

また、泥厚と生息場の関係をみてみると (図-6)、トカゲハゼは広い範囲の泥厚に生息可能なことがわかる。しかし、生息場となっている箇所には泥厚が30cm以下である場所が無いことから、トカゲハゼの生息場には泥厚が30cm以上は必要であると考えられる。

図-7に底質表面の粒度の空間分布を示す。干潮時でも水が流れている場所の周辺は、粒度が高いことがわかる。砂州の先端周辺に、粒度の高い箇所が見られるが、これは砂州の先端から流入してくる波によって運ばれてきた沖砂が堆積したものであると考えられる。図-7の中央左にも粒度の高い箇所が見られるが、これはクズイ川により運ばれてきた土砂が堆積したものと考えられる。一方で、浜崎川の流入口付近に土砂が堆積していないのは、畑などの土砂が河川へ流入することを防止する対策がクズイ川と比べて行われているためと思われる。

(2) 人工干潟

図-8に表層水および鉛直方向に平均した間隙水のNH₄-N濃度を示す。表層水は排水口および海水で、間隙水はSt.1~St.5で採取した。人工干潟の水質は排水口から比較的近いSt.1およびSt.4においてその影響が出ていると考えられるが、干潟全体にその影響は及んでいない。濃度の絶対値も全体的に佐敷干潟より低いことから、人工干潟においては周辺からの栄養塩負荷がトカゲハゼの生息環境に与える影響は小さいと考えられる。

図-9に泥厚の分布、図-10に泥厚と生息場の関係を示す。図中に黒い点で示した石積みの内側が泥干潟、外側が砂干潟である。泥干潟の内、幾つか局所的に泥厚が十分にある箇所があったものの、人工干潟は佐敷干潟に比べて泥厚が薄いことが分かる。トカゲハゼの生息場である箇所(21地点)の内、泥厚が30cm以上である箇所が大半を占めていた。これより、トカゲハゼは30cm以上の泥厚がある場所を好むことが改めて示された。しかし、泥厚が30cm以下であった場所が4箇所見られ、最も薄かった箇所は20cmであった。人工干潟においては、泥干潟の範囲が極めて限られているうえに、泥厚が十分でないことから、条件が良くない場所での生息を強いられているためと考えられる。

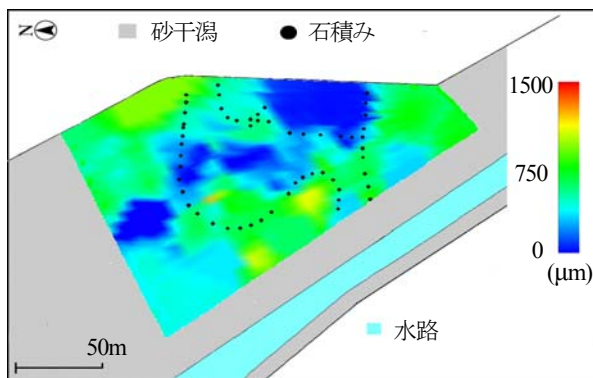


図-11 底質表面の粒度分布（人工干潟）

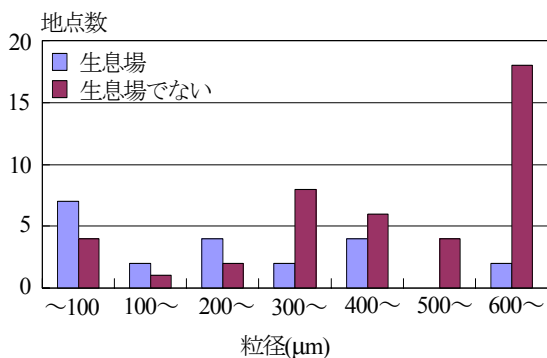


図-12 底質表面の最頻径と生息場の関係（人工干潟）

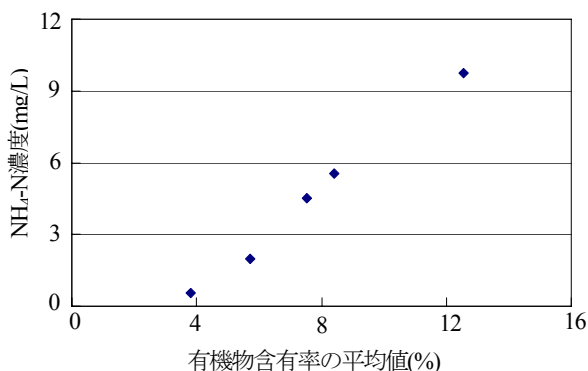


図-13 間隙水中のNH₄-Nと有機物含有率の関係

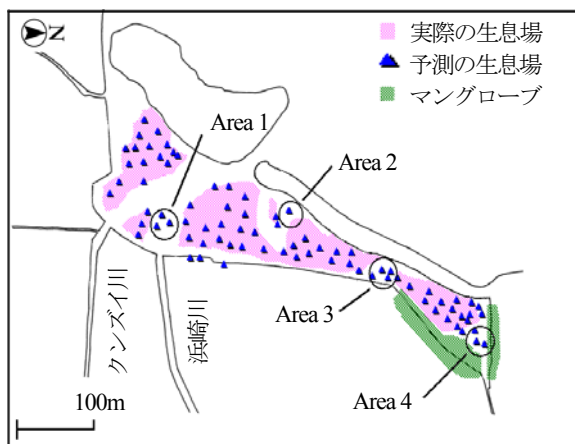


図-14 生息場予測の結果（佐敷干潟）

図-11に底質表面の粒度分布，図-12に底質表面の最頻径と生息場の関係を示す．粒径の大きさと生息場であるか否かに差が見られたものの，佐敷干潟とは異なり，粒径が大きくなるほど生息場の数が減少していく傾向は見られなかった．しかし，最頻径が600μm以上の値を取った箇所では，生息場でない箇所が大部分であることから，佐敷干潟同様に600μm付近がトカゲハゼの生息限界値であると考えられる．

5. トカゲハゼの生息場予測

(1) 佐敷干潟

観測結果より，泥厚，粒径，間隙水中のNH₄-N濃度が生息場を制限する要因であると推定される．そこで，トカゲハゼの生息許容値を，泥厚30cm以上，粒径600μm以下，NH₄-N濃度10mg/L以下と定義し，許容値をすべて満たす地点をトカゲハゼの生息場と予測した．

図-13に深さ5cmで採取した間隙水中のNH₄-N濃度と間隙水採取場所周辺における有機物含有率の平均値の関係を示す．これより，両者は非常に高い相関があることが明らかとなった．そこで，下記の関係式を用いて採泥地点の有機物含有率からNH₄-N濃度を導出した．

$$C_{NH_4} = 1.0824 C_0 - 3.7627 \quad (1)$$

ここに， C_{NH_4} は間隙水中のNH₄-N濃度， C_0 は底質の有機物含有率である．

これらの条件より予測した生息場と実際の生息場を比較した結果を図-14に示す．生息場と予測された80箇所内，実際の生息場の範囲内に存在した箇所は66地点で，その割合は82.5%であった．これより，泥厚，粒径，間隙水中のNH₄-N濃度を制約因子とした生息場予測は妥当であると考えられる．また，観測で生息場でないと判断した25地点の内訳を調査した結果，粒径の許容値を満たさなかった箇所が2箇所，泥厚の許容値を満たさなかった箇所が10箇所，間隙水中のNH₄-N濃度の許容値を満たさなかった箇所が1箇所であった．これより，佐敷干潟では泥厚が生息場を決定する一番の要因になっているものと考えられる．しかし，生息場と合致しない箇所（Area 1～4）も見受けられる．Area 1ではミオ筋周辺につき常時水があるため，採餌や求愛行動などを潮が引いている時間帯に行うトカゲハゼにとって，生息場として不適であるためと考えられる．Area 2は図-7から見られる様に，比較的粒度が粗い箇所が多い．また，周囲より傾斜があるため，底質表面の水分が無くなりやすく，湿った場所を好むトカゲハゼは好まないと考えられる．Area 3は生息許容値より遥かに高い濃度のNH₄-Nが豚舎の廃液として流入しているため，Area 4は生活排水の流

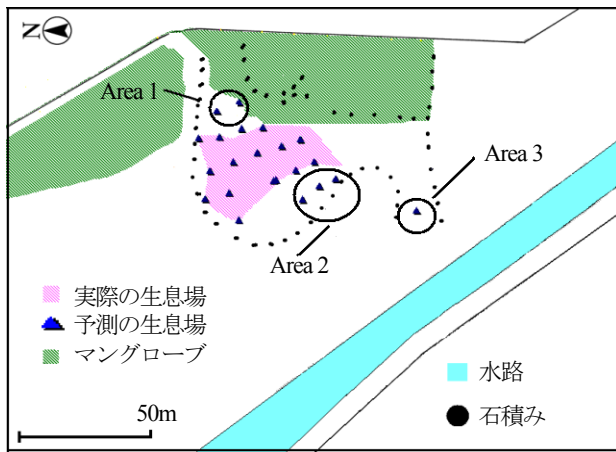


図-15 生息場予測の結果 (人工干潟)

入等により、間隙水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が有機物含有率より導出した濃度以上に含まれているためと考えられる。

(2) 人工干潟

佐敷干潟で得られた生息制限要因を用いて人工干潟におけるトカゲハゼの生息場予測を行った。予測した生息場と実際の生息場を比較した結果を図-15に示す。生息場と予測された22地点の内、実際の生息場と合致した箇所は15地点で、合致率は68%であった。これより、泥厚、粒径、間隙水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を制約因子とした生息場予測結果は人工干潟においても妥当なものであると考えられる。

今回の予測では干潟内の水質が佐敷干潟と比べて良い傾向があったため、間隙水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が許容値である 10mg/L を超える箇所が一箇所も無かった。そのため、生息場を予測する際の条件が緩くなった。また、泥干潟の中で生息場でない25地点の内訳を調査した。その結果、粒径の許容値を満たさなかった箇所が10箇所、泥厚の許容値を満たさなかった箇所が16箇所、両方とも満たさなかった箇所が7箇所であった。これより、人工干潟においても泥厚が生息場を決定する一番の要因になっているものと考えられる。生息場と合致しない箇所 (Area 1~3) も見られる。Area 1ではマングローブが繁茂しているためトカゲハゼにとっては生息場として不適であるためと考えられる。これは、マングローブの周辺ではマングローブの地下根によって泥が締め固められ、生息孔を掘りにくくなる事、神経質かつ臆病なトカゲハゼにとってはマングローブによって視界が遮られる事を嫌うためでないかと考えられる。Area 2は周囲と比較して泥が締まっている箇所が多く、周囲より泥表面が盛り上がっている地形であるため、底質表面の水分が無くなりやすく、湿った場所を好むトカゲハゼは生息場として好まない為であると考えられる。Area 3は完全に砂干潟であることから泥干潟に生息するトカゲハゼの生息場になり得ない。

6. まとめ

佐敷干潟において表層水、間隙水、泥厚、粒径の調査を行った結果、トカゲハゼの生息を大きく制限する要因が、泥厚、粒径、間隙水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度であることがわかった。それぞれの生息許容値は、泥厚 30cm 以上、粒径 $600\mu\text{m}$ 以下、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 10mg/L 以下程度であり、これらの生息許容値を基にした生息場予測を行った結果、トカゲハゼの生息場を大まかに予測可能であることが明らかとなった。

人工干潟でも同様の調査および生息場予測を行った結果、生息場が非常に限られていることが明らかとなった。そのため、人工干潟では泥の補填、マングローブの伐採等の対策を早急に行うべきであることが示唆された。

謝辞：今回の研究では、トカゲハゼの生態に関して、国際マングローブ生態系協会研究員の仲里裕子博士に、水質分析等に関しては東京工業大学大学院理工学研究科池田駿介教授ならびに池田研究室の学生の皆様に機器の使用方法等、多くのご指導を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 沖縄県 沖縄県商工労働部企業立地推進課：トカゲハゼのはなし 第3訂, 2000.
- 2) 環境省：改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータブック 汽水・淡水魚類, pp.86-87, 2003.
- 3) 沖縄県：改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 (動物編) レッドデータおきなわ, pp.152-153, 2005.
- 4) 昆健志・桜井雄・武井直行：沖縄県名護市楚久地先で確認されたハゼ亜目魚類トカゲハゼ *Scartelaos histophorus*, 沖縄生物学会誌, No.41, pp.25-32, 2003.
- 5) 中村匡聡：中城湾におけるトカゲハゼの遺伝学的集団解析, 平成14年度日本水産学会大会 (日本農学会水産部会) 講演要旨集, 2002.
- 6) 上江洲弥生：沖縄県佐敷の干潟におけるトカゲハゼ *Scartelaos histophorus* の生息を限定する環境要因, 琉球大学大学院理学研究科修士論文, 1997.
- 7) 沖縄県：中城湾全体におけるトカゲハゼ保全計画, 20p., 1995.
- 8) 沖縄県：平成16年度中城湾新港地区トカゲハゼ生息状況等監視調査委託報告書, 20p., 2004.
- 10) 国土交通省監修 海の自然再生ワーキンググループ著：順応的管理による海辺の自然再生, pp.143-154, 2007.
- 11) 酒井陽一・赤倉康弘・富田幸晴・小早川弘・高橋由浩・細谷誠一・池田宗平：海域における生活史や生活環境の情報が少ない種に対するモニタリングのためのインパクト・レスポンスフローの策定, 沿岸域学会誌Vol.18, No.14, pp.79-91, 2006.

(2008. 9. 30受付)