

北九州市曾根干潟の間島背後に形成された comet tail 上のカブトガニの 自然産卵地と人工産卵地の現地調査

FIELD OBSERVATION OF NATURAL AND ARTIFICIAL SPAWNING SITES OF
HORSESHOE CRAB *TACHYPLEUS TRIDENTATUS* ON SONE TIDAL FLAT IN
KITA-KYUSHU CITY

清野聡子¹・宇多高明²・土屋康文³・眞間修一⁴・山田伸雄⁵・綿末しのぶ⁶

Satoquo SEINO, Takaaki UDA, Yasufumi TSUCHIYA, Shu-ichi MAMA,
Nobuo YAMADA and Shinobu WATASUE

¹正会員 農修 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科助手 (〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1)

²正会員 工博 建設省土木研究所河川部長 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1)

³総合ビデオサウンド (〒714-0048 岡山県笠岡市緑町 6-35)

⁴八千代エンジニアリング (株) (〒330-8538 埼玉県大宮市土手町 2-15-1 小島 MN ビル)

⁵パシフィックコンサルタンツ (株) (〒819-0004 福岡県福岡市西区姪浜町 33-1)

⁶であいねっとわーくともだち (〒873-0015 大分県杵築市八坂平尾台 6-2)

Field observation of natural and artificial spawning sites of horseshoe crab *Tachypileus tridentatus* was conducted at Sone tidal flat in Kita-Kyushu City. Natural spawning site is located at the sandy beach at the comet tail extending landward from the lee side of Mashima island on tidal flat. Beach profile and grain size distribution of the spawning site were measured. Artificial nourishment was carried out in front of the gently sloping coastal revetment. Spawning of horseshoe crab was confirmed on this nourished beach, but nourished sand on the artificial beach was carried away by longshore sand transport under wave action. In order to create a stable spawning site for horseshoe crab, it is necessary to build groins to stabilize sandy beach.

Key words : Horseshoe crab, spawning site, sandy beach, beach nourishment, grain size, comet tail

1. まえがき

西日本各地には「生きている化石」として学術上有名で、かつ絶滅危惧種であるカブトガニ (*Tachypileus tridentatus*) の生息地が残存しているが、それらも沿岸域開発に伴う埋め立てなどに起因して近年急激に数が減少しつつある。筆者らはこのようなカブトガニの生息地の一つである、大分県守江湾の八坂川・高山川河口沖に広がる干潟において、干潟の地形場に着目しつつカブトガニの生息条件に関する調査研究を行い、カブトガニ産卵地の物理特性の定量的評価を進めてきた¹⁾²⁾。また、同じく守江湾に注ぐ江頭川では、カブトガニの産卵地として利用されている湾曲部内岸側砂州に関して、その保護を図りつつ洪水対策を進める手法について具体的提案を行い³⁾、産卵地造成の試行を行いつつある。一方、近年でもカブトガ

ニが生息する沿岸の干潟環境の喪失が続き、その環境変化に伴って各地の干潟におけるカブトガニ生息数が減少していることから、カブトガニ産卵地の造成が各地で試みられるようになった。しかしながら、カブトガニ産卵地の物理的特性の十分な理解がなければ、その設計・維持上困難に直面するだけでなく、カブトガニにとってのその利用可能性が不明確なまま事業が進められるという危険性がある。このことから、カブトガニ産卵地造成の合理的ミティゲーション手法を開発することが必要とされている。そこで、筆者らは各地での産卵地造成について現地踏査を行っている。1998 年 4 月には北九州の糸島半島周辺でのカブトガニ生息地の現地調査を行った⁴⁾が、1998 年 7 月には同じくカブトガニの生息地として有名な北九州市の曾根干潟を訪れた。ここでは、干潟の沖合にある間島の背後に細長く伸びた砂州をカブトガニの自然産卵地の視



図-1 曾根干潟におけるカブトガニ人工産卵地の位置

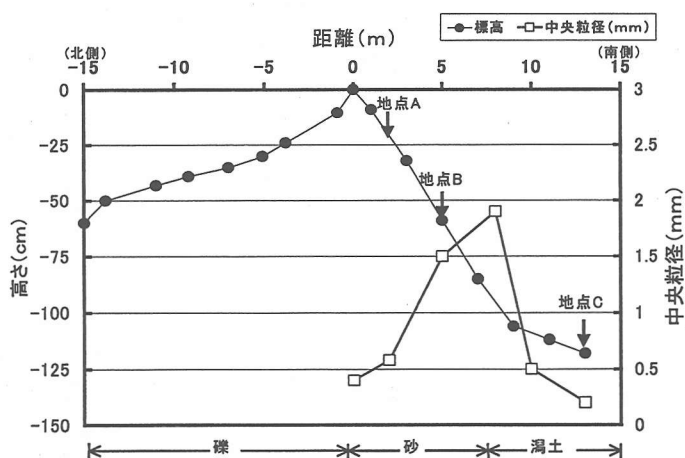


図-2 砂州基部から 50m 離れた測線 1 の横断形と d_{50} の分布

点から調査するとともに、北九州市の資料⁵⁾を参考として、現地踏査時の写真をもとにカブトガニの人工産卵地についての観察結果を要約する。

2. カブトガニの自然産卵地の現地踏査

宇多ら⁶⁾は、間島の背後に伸びる砂州 (comet tail) の地形特性を現地踏査によって調べ、この砂州が間島から沿岸漂砂によって陸向きに運ばれた土砂が干潟上に細長く伸びて形成されたものであることを示した。この砂州はカブトガニの産卵地としても知られている。北九州市在住のカブトガニ研究家の林修氏は 1995, 1996 年の 2 ヶ年、干潮時に島に渡り、砂州の掘削調査によって卵塊を確認している。これによると、1995 年には 2 卵塊 (約 100 卵/塊) が、1996 年には 1 卵塊 (同) が確認された。産卵が確認された場所は、間島の砂州の付け根付近である。このことより、1998 年 7 月 7 日、砂州の付け根付近を中心として地形測量と砂州の材料調査を行った。

現地調査は、図-1 に示すように、間島から陸側に約 570

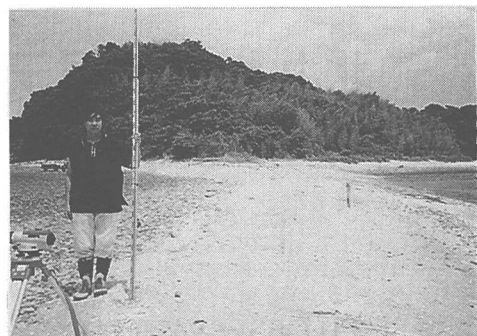


写真-1 間島背後の砂州と測線位置

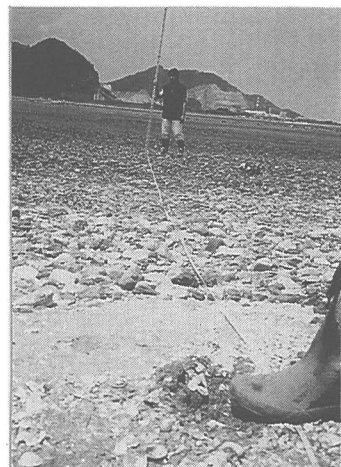


写真-2 測線 1 上を北向きに撮影

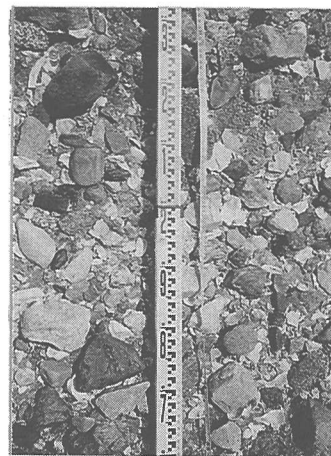


写真-3 測線 1 上、砂州の頂点から北に 2m 地点の地表面の状況

m 伸びた砂州の基部から 50m, 100m, 150m 離れた場所に横断測線を設定し、これらの測線に沿って砂州の横断測量および砂州材料の採取・粒度分析を行った。測量は広い干潟上で行われたために、基準点測量を行うことができず、したがって砂州の相対標高のみを示す。以下では、測線 1 での測定結果を示す。写真-1 は間島から延びる砂州の全体状況と測線位置 (観測者の位置) を示している。

図-2 には測線 1 の横断形を示す。砂州の頂点に基準点を設けて横断距離と標高差を測定している。砂州の頂点より北側は相対標高が高いのに対し、南側では前浜勾配が約 1/11 と急勾配で低下し、干潟面に続く。砂州の頂点はバームが形成されているため鋭くとがっている。この砂

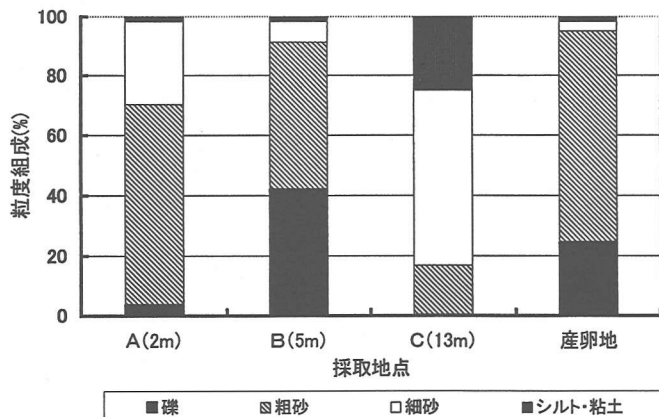


図-3 砂州材料の粒度分析結果



写真-4 測線 1 上を南向きに撮影

州は、図-1 の地形図に示されていることから分かるように、通常時には平均海面上に出ている。図-2 には目視による礫、砂、潟土の分類を示すが、頂点の北側では写真-2 に示すように全面が礫で覆われており、表面が固く締まっている。この状況は砂州の頂点から北側に 2m 地点の地表面の状況を示した写真-3 からも見取れる。この区域はカプトガニの産卵地として適していない。砂州の頂点から南側に 8m 離れると、干潟面が広がる。写真-4 には砂州とその沖の干潟面を示す。砂州から干潟面への変化は非常に急である。全体に横断形は左右非対称である。

図-3 には、図-2 に示す砂州の頂点から横断方向(南向き)にそれぞれ 2, 5, 13m 離れた地点 A, B, C において採取された砂州材料の粒度分析結果を示す。砂州の頂点から 2m の A では、礫と粗砂が全体の約 71% を占めている。砂州頂点から 5m 離れた B では粒径がさらに粗くなり、礫分が 42%, 粗砂が 49% と、両者で 90% 以上を占める。しかし頂点から 13m 離れた潟土上の C では、粗砂以上は 17% と低く、細砂分が 58%, シルト・粘土が 25% と、細粒分の占める割合が大きく増加する。前出の図-2 には、各地点のサンプリングデータより求めた d_{50} の分布も併せて示すが、 d_{50} は砂州の頂点での約 0.4mm から前浜中央部での 1.5~1.9mm まで増加した後低下し、潟土上では 0.2mm となる。カプト

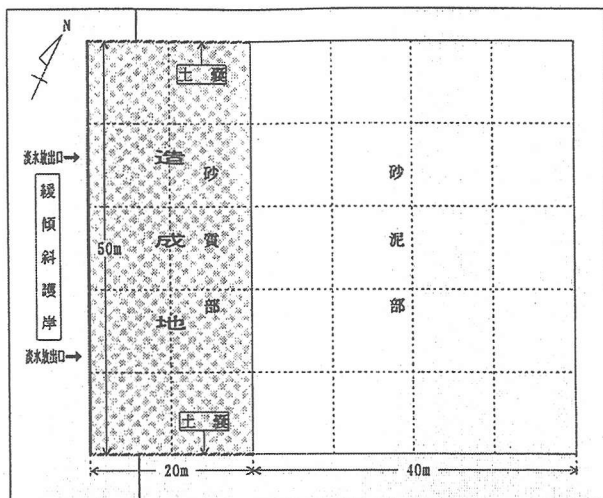


図-4 カプトガニ人工産卵地の平面図

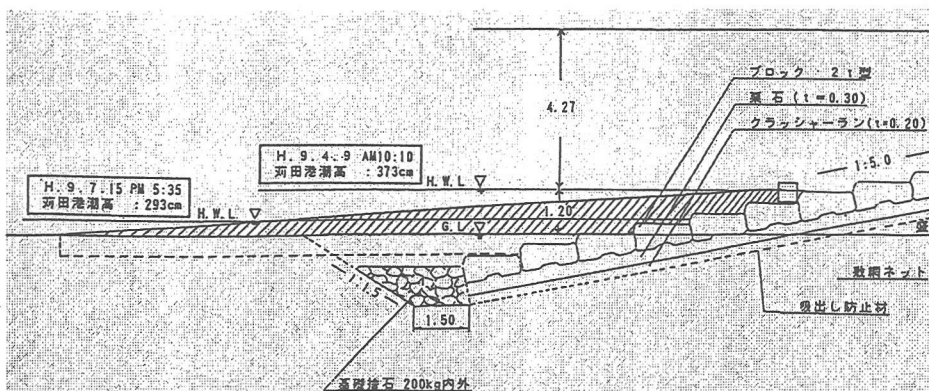


図-5 カプトガニ人工産卵地の標準横断図

ガニは水通しのよい砂礫地を産卵地とすること^りを考慮すれば、砂州の頂点から南側に約 10m までの範囲の砂浜が産卵地に適すると推定できる。

3. カプトガニ人工産卵地造成の概要⁵⁾

曾根干潟では、古くから干拓が進み、海岸堤防が海側に前進した結果、干潟の大部分が直立型の海岸堤防によって取り囲まれている⁶⁾。このため、最大干出面積約 500ha という干潟の大きさに比べてカプトガニの産卵に適した砂地が非常に少ない。そこで北九州市によりカプトガニの産卵地となる砂地を試験的に造成し、産卵地を創出する手法の確立を目指した現地実験が 1997, 1998 年に行われた。現地実験は、図-1 に示すように曾根干潟のほぼ中央部に流入する貫川河口の南側 150m の緩傾斜堤防前面で行われ、図-4 の平面図および図-5 の横断図に示すように、既存の緩傾斜堤の前面で砂層厚が 50cm 以上になるように幅 50m、奥行き 20m、勾配 1/16 の砂浜が造成された。養浜砂は、長崎県壱岐産の d_{50} が約 1mm の砂である。なお、曾根干潟へ流入する河川としては、図-1 に示すように北側から順に竹馬川、大野川、貫川そして朽網(くさみ)川があるが、いずれも低平地河川であるために河口から干潟への流入

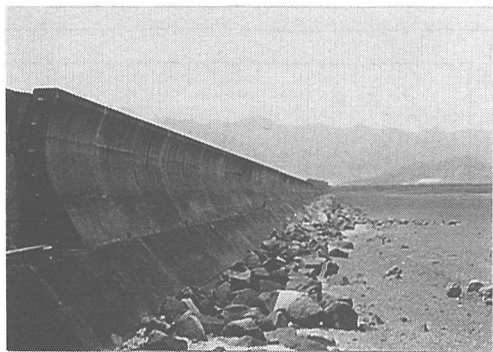


写真-5 貫川河口左岸側の直立式海岸堤防と干潟
(1998年7月8日)



写真-7 カブトガニの産卵促進のための淡水供給状況

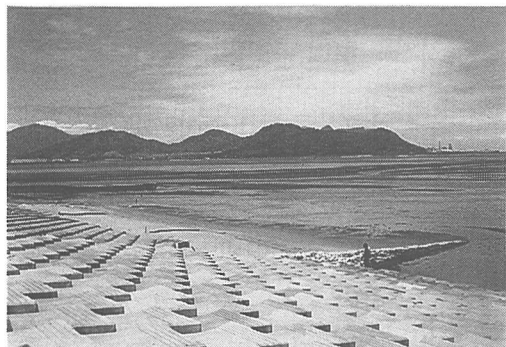


写真-6 緩傾斜堤とカブトガニ産卵場の状況(1997年6月19日)



写真-8 南側の土嚢突堤周辺の海浜状況(1998年7月8日)

土砂量は小さい。また、カブトガニが産卵地へ誘引される条件の一つとして、河川から流入する淡水の影響が考えられることから、海岸堤防の背後にあるクリークから水中ポンプにより淡水を吸水し、南北2カ所の放水口からそれぞれ約16,13l/minの放水が行われた。

4. カブトガニの人工産卵地の現地踏査

曾根干潟は直立式の海岸堤防によって三方を囲まれ、東側が周防灘に面している。写真-5は貫川河口の左岸からこの堤防を北向きに撮影したものである。直立式の海岸堤防の天端高はT.P. 6.2mであって、周辺の干潟面の標高T.P. 約1.1mと比較すると高いために、海岸堤防は干潟面上から見ると著しくそそり立っている。この海岸堤防はもともと干拓堤防として干潟上に建設されたものであって、旧海岸線ははるかに内陸側に位置している。現況では曾根干潟への河川からの供給土砂量が少なく、また図-1に示したように曾根干潟に東側から入射する卓越波の入射方向に対して海岸堤防への法線が反時計回りの方向に約24°傾いているために、堤防に沿って北向きの沿岸漂砂が発達する条件下にある。このため河川からの流入土砂は北向きに移動してしまい、海岸堤防の前面に前浜は存在しない。ただし、図-1に示すように北九州空港の滑走路の南側で一部海岸堤防が突出しているために形成された凹部にはわずかながら土砂が堆積し、そこに植生群落がある。ここにのみ狭い海浜が見られるのは、海岸堤防

に沿って発達する北向きの沿岸漂砂がその凹部にトラップされるからであり、またこの凹部での土砂堆積量がわずかであることは上述の、北向きの沿岸漂砂の存在と河川流出土砂量が小さいことを裏付けている。

写真-5に示した直立式海岸堤防は階段がなく、また高さが非常に高いために、干潟面への進入路確保の上で障害になっている。これに対して親水性の確保の名目で、2t型の平ブロックを用いた1/5勾配の緩傾斜堤が造られた。写真-6はこの緩傾斜堤と干潟面との関係を表している。現地で見ると、この緩傾斜堤は異様なほど干潟面に突出しており、かなり広い面積にわたって干潟面を覆い、陸域と海域の貴重なインターフェイスゾーンを喪失させている。そもそも干潟へのアクセスを確保するのであれば海岸堤防の所々に階段を造ることで十分である⁷⁾し、なによりも外海や外洋のように厳しい波浪の作用を受けることがない、干潟のように安定した場所に2tのコンクリート製のブロックは異常に大きいとの印象を免れ得ない。干潟や生物などの環境を考えるのであれば緩傾斜堤ではなく、写真-5に示した直立式海岸堤防の前面に小規模に土砂を投入しヨシなどの植生の繁茂を許すとともに、その土壌を守るための砂浜の方が環境に対して優れていると考えられる。

なお、現況で写真-6のように緩傾斜堤がある場所で、両側を土嚢袋で仕切られた区域で海浜勾配1/16の養浜が行われた。写真-7は、海岸堤防背後のクリークからポンプ吸水した淡水の流下状況である。

以上のようにして造成されたカブトガニ産卵地は、

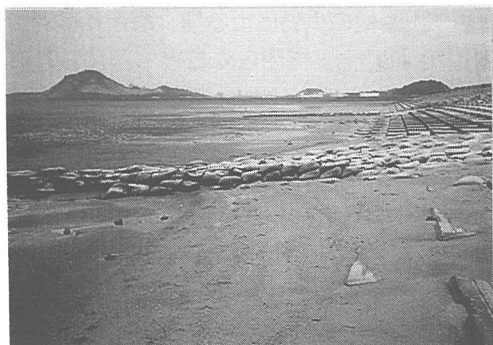


写真-9 北側の土嚢突堤周辺の海浜状況 (1998年7月8日)



写真-11 貫川河口に形成された河口砂州 (1998年7月8日)

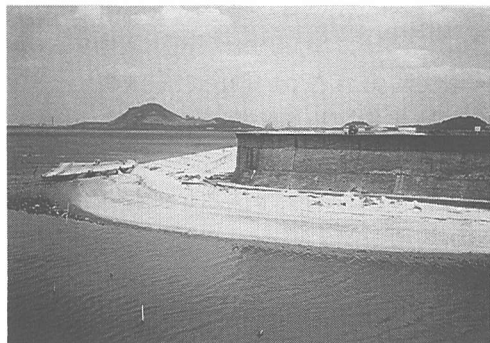


写真-10 貫川河口の全体状況 (1998年7月8日撮影)



写真-12 河口砂州の上流端付近に形成された急斜面

その後波浪の作用により大きく変形した。写真-8 は南側の土嚢突堤の付け根における海浜状況である。この部分では緩傾斜堤防のステップの高さが沿岸方向にわずかに異なり、南側が高くなっている。このためこの段差が不透過性の突堤と同様な働きをし、漂砂移動を阻止するために隅角部には三角形の狭い前浜が残されている。同様に写真-9 には養浜区間の北端部の状況を示す。土嚢突堤の北側へと土砂が流出し、北側に一部前浜が存在する。以上に示した2カ所のごく狭い前浜ではカブトガニの産卵が確認されている⁵⁾。

結局、産卵地造成のための養浜では養浜砂の中央粒径が約1mmと干潟の材料と比較して粒径が大きかったために、養浜砂は沖向きにはほとんど移動せず、大部分が沿岸方向北向きに流出した。

養浜区間のすぐ北側には貫川の河口がある。養浜域から北側へと流出した土砂は貫川河口へと運ばれ、堆積することになった。写真-10 は貫川の左岸から右岸を眺めたものであるが、投入した風化花崗岩砂(マサ)が河口砂州を形成しつつ堆積していることがよく分かる。写真-11 は、海岸堤防の河道内への巻き込みが始まる地点から貫川の上流方向を眺めたものである。全体に鉛直上方に凸な形状で土砂が堆積している。また写真-12 は砂州の上流端付近の状況である。沿岸漂砂により砂州の上流端付近へと運ばれた土砂は安息角をなして堆積するため、非常に急な斜面が形成されている。

前出の図-3 には、写真-6 の中央部の汀線付近から採取

した砂州材料の粒度分析結果を示す。礫分が25%、粗砂分が70%であって、両者で95%を占める。また、 d_{50} は1.4mmである。ここではカブトガニの産卵が確認されているが、この結果と間島背後の砂州の粒度分析結果を比較すると、砂州の頂点から5mのB付近が底質条件から見てほぼ同様な条件になっており、粒度組成から考えても間島背後の砂州はカブトガニの産卵地として望ましい条件を満足していることが分かる。

5. 考察

曾根干潟の緩傾斜堤防前面で行われた養浜では、養浜後カブトガニの産卵が行われたことが確認されている⁵⁾。その意味では産卵地の造成は目的を達している。しかし養浜に関する海岸工学的検討が十分でなかったために養浜土砂の流出が起きた。したがって安定的な産卵地は形成されていない。この原因は、海岸堤防の法線が卓越入射波の入射方向に対して斜行しているために、海岸堤防前面では北向きの沿岸漂砂が卓越し、養浜砂がその方向に移動するという点についての認識が十分でなかったことにある。しかし、養浜区域に隣接して貫川の河口が存在したために、北向きに移動した土砂はそこに河口砂州を形成して堆積することになり、河口砂州が新たなカブトガニの産卵地となった。この河口砂州は波の作用でわずかな距離上流方向へと移動することはあってもかなり安定

している。したがって大局的に見れば、カプトガニ産卵地の造成という意味では目的を達成していると言える。

これと比較して、間島背後から岸向きに細長く伸びた砂州は、その形状が海岸堤防の法線とほぼ平行な汀線形状を有する人工産卵地の砂浜形状と大きく異なる。しかし、砂州が島の背後に位置するために、島自体による波の遮蔽効果が期待でき、それが comet tail としての安定性をもたらしている。したがって、形は違っても波の作用に対して砂浜を安定な形状とすることができかどうか、安定した産卵地を創出する際考慮しなければならない重要な点である。

また、カプトガニの人工産卵地では、結果的に養浜砂は波の作用下で沿岸方向に流出したが、このような砂の移動は主として満潮時の波浪進入度が高い時に生じており、その時波浪の作用により碎波帯付近では強い攪乱作用が生じている。シルト質の底質はこの攪乱作用により広く拡散してしまうことから、沿岸漂砂の作用で砂が移動したという事実は、逆にシルト質の成分が砂には付着しにくい環境条件にあることを意味している。したがってそのような条件下では養浜砂の流出を確実に阻止して安定な砂浜を形成することができれば、そこはカプトガニの良好な産卵地となりうることを示唆している。

図-1 に示したように産卵地の造成を行った付近の海岸堤防は、卓越入射波の方向に対して反時計回りの方向に24° 傾いている。このことは、養浜区間の北側にのみ突堤を建設すれば、その南側に三角形の前浜が確保することが可能であることを意味している。その場合、新たに形成される汀線は波の入射方向（ほぼE方向）と直角となって安定することになる。この場合、沿岸漂砂の流出を防止するために突堤は必ず不透過性とし、また満潮時において砂浜にうち上がる波が突堤を越えて流出しないような高さにする必要がある。

一方、カプトガニ産卵地の造成では淡水の供給が試みられたが、海浜に流水を流すことは、海浜の地下水面を上昇させるので海浜の侵食を促進することが知られている。このことから、例えばカプトガニの産卵に都合がよいとしても、結果的に海浜砂の流出を促進する行為となる。これに伴い、流水の侵食作用によって砂中の卵が露出して運

び去られ、干出や他の生物による捕食などに遭遇して、卵発生が阻害され孵化まで至らぬことも考えられる。これらの理由からこのような放水を継続的に行うことはさらに検討を要しよう。

謝辞：本研究に際して、北九州市企画局企画政策室の城作花氏からはカプトガニ産卵地に関する資料や聞き取り調査の結果について御教示していただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 清野聡子・前田耕作・日野明日香・宇多高明・真間修一・山田伸雄：カプトガニは何故その岸辺に産卵するのか？，海岸工学論文集，第45巻，pp. 1091-1095, 1998.
- 2) 清野聡子・宇多高明・真間修一・三波俊郎・芹沢真澄・古池鋼・前田耕作・日野明日香：絶滅危惧生物カプトガニの生息地として見た守江湾干潟の地形・波浪特性，海岸工学論文集，pp. 1096-1100, 1998.
- 3) 土屋康文・清野聡子・宇多高明・釘宮浩三・前田耕作・軸丸恒宏・日野明日香・清本隆司：カプトガニ産卵地の保全に配慮した河道計画，第4回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集，pp. 189-194, 1998.
- 4) 清野聡子・宇多高明・土屋康文・日野明日香：海岸ミチゲーションの視点から見た北九州糸島半島におけるカプトガニ産卵地の現地踏査，海洋開発論文集，第15巻，pp. 189-194, 1999.
- 5) 北九州市経済局マリノベーション推進室・環境テクノス（株）：曾根漁港生物生息造成検討調査報告書（概要版），p. 33, 1998.
- 6) 宇多高明・清野聡子・三波俊郎・芹沢真澄・古池鋼：島の背後に伸びた砂州（comet tail）の形状と卓越波向の関係—北九州の姫島、間島を例として—，海洋開発論文集，第15巻，pp. 457-462, 1999.
- 7) 宇多高明・芹沢真澄・三波俊郎・古池鋼・清野聡子：緩傾斜堤に係わる様々な問題点の整理，海洋開発論文集，第15巻，pp. 523-528, 1999.