

大分県江頭川河口におけるカブトガニ産卵地 造成と市民参加型モニタリング調査

PRODUCTION OF ARTIFICIAL SPAWNING SITE OF THE HORSESHOE CRAB
TACHYPLEUS TRIDENTATUS AT EGASHIRA RIVERMOUTH IN OITA PREFECTURE
AND MONITORING INVESTIGATION OF THE SPAWNING
WITH PUBLIC PARTICIPATION

清野聡子¹・宇多高明²・釘宮浩三³・綿末しのぶ³・石本利行³・
大久保章子³・河野律子³・土谷博信³・森 繁文⁴・工藤秀明⁴

Satoquo SEINO, Takaaki UDA, Kozo KUGIMIYA, Shinobu WATASUE, Toshiyuki ISHIMOTO,
Akiko OHKUBO, Ritsuko KONO, Hironobu TSUCHIYA, Shigefumi MORI and Hideaki KUDO

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

² 建設省土木研究所河川部 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1)

³ 杵築カブトガニを愛する会 (〒873-0033 大分県杵築市守江 1165-2)

⁴ 大分県別府土木事務所河港砂防課 (〒874-0840 大分県別府市鶴見字下田井 14-1)

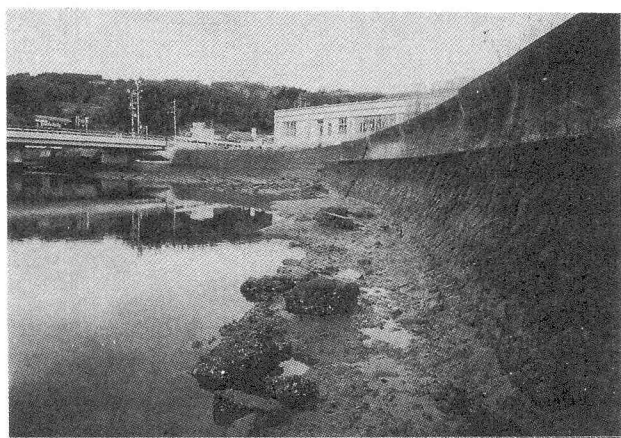
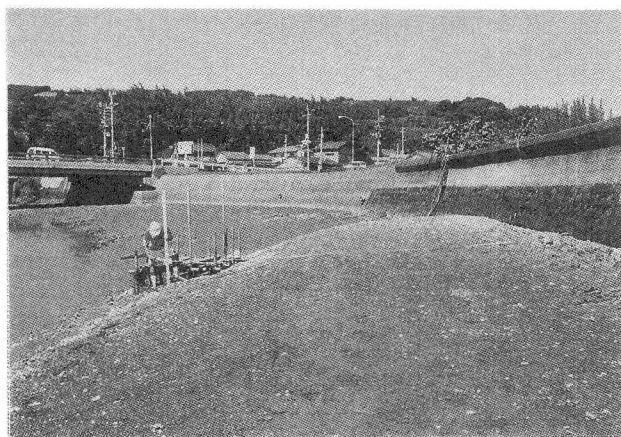
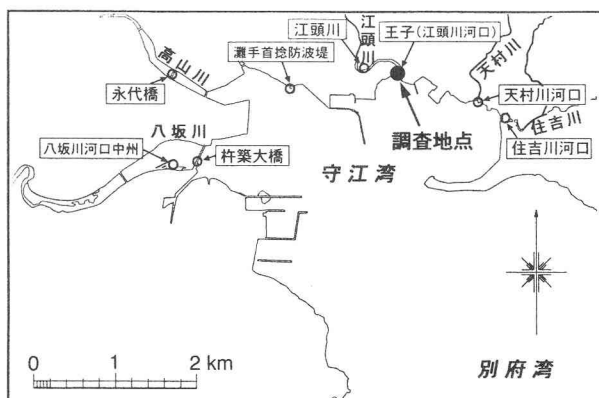
An artificial spawning site of the horseshoe crab *Tachypleus tridentatus* was built at the Egashira River mouth in Moriye Bay in Oita Prefecture as a mitigation of the river improvement of the Yasaka River flowing into the same bay. A jetty was built to stabilize sandy beach as the spawning site of horseshoe crab. Monitoring investigation of the spawning with public participation was carried out after the completion of the works at every high tide during summer. A stable spawning site of horseshoe crab was formed.

Key Words : Moriye Bay, Egashira River, horseshoe crab, mitigation, artificial spawning site

1. まえがき

カブトガニ *Tachypleus tridentatus* は、「生きている化石」としての学術的価値だけではなく、その生活史上、沿岸の砂浜・干潟・沖合がセットで必要なことから、その生存のためには、これらの場所での諸条件が全て満たされなければならないという、生態的示標種となっている。本種は、沿岸域開発に伴う埋め立てなどに起因して近年急激に生息数が減少しつつあり、現在では絶滅危惧生物となっている。さらに、1970年代から現在に至るまで、河口域・干潟環境保全のシンボリックな動物となっている。現在、カブトガニの生息地は、瀬戸内海西部や九州北部に残存しているのみである。筆者らは、カブトガニ生息地の一つである、大分県守江湾の八坂川および高山川河口沖に広がる干潟において、干潟の地形場に着眼しつつカブトガニの生息条件に関する研究を行い、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、カブトガニ産卵地である湾曲部内岸側砂州に関して、産卵地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った³⁾。

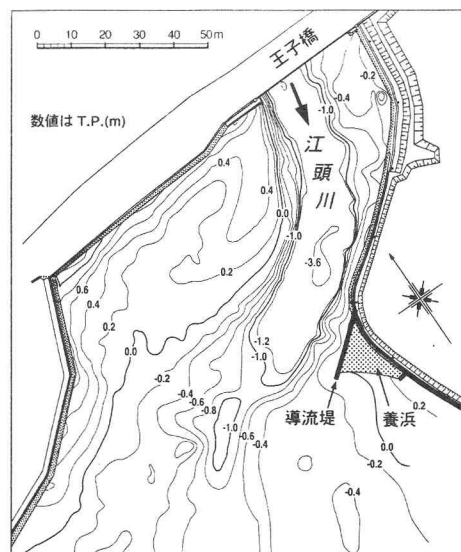
カブトガニの生息する沿岸の干潟環境の喪失が現在も続き、生息数が減少していることを受けて、各地ではカブトガニの産卵地造成が試みられている。しかし、カブトガニ産卵地の物理的特性の理解が十分でないために、その設計・維持上困難をきたしている場所も多い。本研究では、このような点を考慮しつつ、八坂川の河川改修に対するミティゲーションの一環として位置づけられた、同じ湾への流入河川である江頭川河口でのカブトガニ産卵地造成について述べる。江頭川河口左岸では、産卵地であった砂州が1997年9月16日の19号台風に伴う洪水によって流出したことを受けて、その復元を目的として産卵地造成を行った。それに際し、産卵地としての海浜の安定性を確保するための施設を建設するとともに、造成された産卵地が実際にカブトガニの産卵に利用されるかどうかについて市民参加型のモニタリング方式を考え、実施した。カブトガニ産卵地の設計・維持管理に関する多くの議論の中で、地域環境を守る主体は住民であり、同時に河川管理者や地域外の専門家による日常的、かつ永続的なモニタリングは現実には不可能であることから、市民参加型モニタリングの方式を開発した



ものである。

2. 産卵地設計の考え方

図-1に示すように、江頭川は守江湾東部に流入する二級河川である。この河口の左岸では、1997年9月の19号台風による洪水以前、写真-1に示すよう幅数mの砂州が形成されており、そこがカブトガニの産卵地となっていた。しかし洪水後、この砂州は写真-2に示すように完全に流出し、カブトガニ産卵地は失われた。また、前面の河道が深掘れし、河岸の勾配が大きくなったため、自然



状態では河岸に砂州が再生しにくい状態となった。

カプトガニ産卵地の物理環境的条件については最近の研究によってかなり明らかになってきたものの、いまだ生物側の選択性の解明は十分ではない。こうした状況下でのミティゲーションでは、産卵地を全く新たに造成することよりも、失われた産卵地を復元するのが確実な手法と言える。このため、洪水によって流出した砂州付近での砂浜造成による、カプトガニ産卵地復元計画を立てた。

産卵地の復元計画では、洪水により砂州の土砂流出が起きたことから、養浜砂の流出防止対策が必要である。また、河口への養浜砂の逆流が生じ、河口で過剰な堆砂を招いて治水上の問題を発生させないように、さらには砂浜の安定化を目的とした施設が洪水の流下障害にならないよう十分な検討が必要である。

このため、河口左岸に突堤兼用の導流堤を建設し、その東側で養浜を行ってカブトガニ産卵地を造成する計画を立てた。この案は、河川管理者にとっては河口の安定化を図るものとして受け入れ易く、同時に導流堤の建設予定地では河口へと向かう沿岸漂砂が卓越しているので、河口導流堤さえ建設すれば、その施設の漂砂上手側に安定した海浜が形成されうるという見通しに基づいて発案されたものである。図-2には1998年6月測量の河口部測量結果に、導流堤および産卵地（海浜）の位置を示す。河口部では、右に湾曲して河川護岸に当たるようにして洪水が流れたことに起因して、護岸前面には-3.6mに至る深掘れが生じている。同時に、右岸側には規模の大きな河口砂州が形成されている。導流堤は大きく深掘れした低水路法線形に滑らかに接続して流れの剥離が起こらないように設計した。導流堤の長さは20m、幅が2mであって、法線は左岸護岸の延長方向とした。導流堤の長さは、その東側に旧来存在した砂浜と同程度の幅約20mの砂浜が形成されるよう設定した。図-3の断面

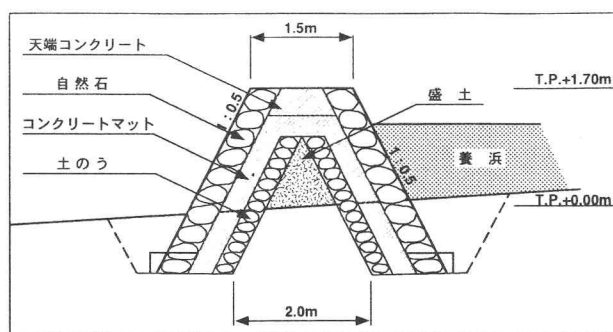


図-3 導流堤の標準断面図

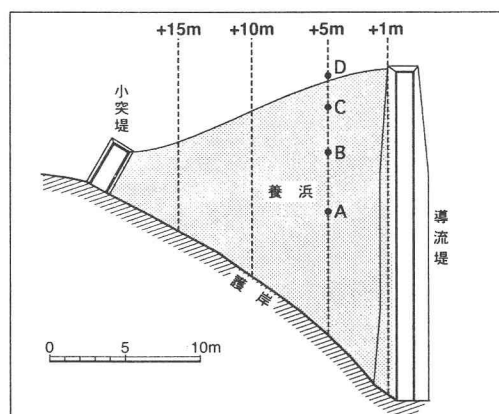


図-4 測線配置

図に示すように、導流堤の両側には自然石を積むことによって環境への配慮を行った。突堤の天端高はT.P.1.70m、勾配は1:0.5（5分勾配）とした。

産卵地となる砂浜は、導流堤東側の、湾曲した護岸の前面に造成した。養浜時の海浜高は首捻防波堤でのカブトガニ産卵実績¹⁾を考慮し、十分な産卵空間ができるようT.P.1.2mとした。満潮かつ高波浪時に砂浜にうちあがった波が導流堤を越えて河川側に流出する場合、養浜砂の流出が起こる危険性が高い。このような土砂流出を防止するために、導流堤の天端高は砂面より0.5m高いT.P.1.7mとした。また導流堤の中心部はコンクリートのコア（厚さ約0.5m）を入れ、浸透流による養浜砂の流出を防止した。

産卵地造成のために養浜を行う場合、別の地域からカブトガニの産卵に適した砂礫を大量に調達することは、場合によっては土砂採取地の環境の悪化を招く恐れがある。したがって、本来自然の堆積作用で砂州が形成されるのであれば、そのような自然の作用を促進することにとどめておくことが望ましい。このことから、養浜材としては、前報³⁾で述べたように洪水疎通能力の低下が起きている江頭川湾曲部の砂州を除去した際の発生土砂を利用した。それが全量の2/3であって、これのみでは土砂量が不足したため、港湾工事に伴う湾内の浚渫土砂を1/3用い、全体では約120m³の養浜を行った。港湾の浚渫土砂を用いたのは生態系への影響を考えて、極力同じ海域の土砂を利用したかったことによる。カブトガニの主たる産卵時期が7～9月の大潮時であることから、工事は

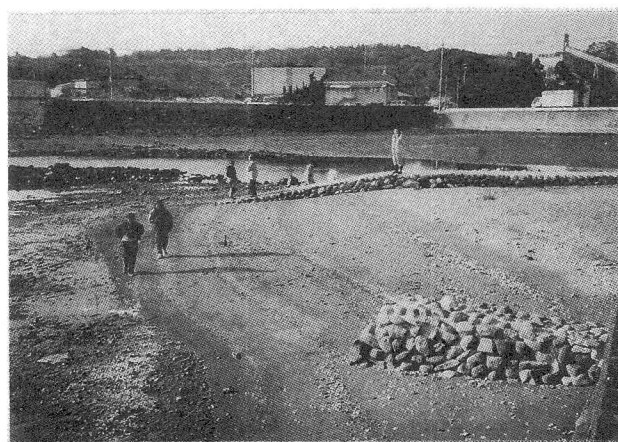


写真-3 江頭川河口左岸に造成されたカブトガニ産卵地を東側から撮影

7月31日には概成させた。

なお、1999年夏季のカブトガニ産卵調査では、海浜材料に多く含まれた粘性土が産卵の障害になった可能性が大きいと判断されたために、1999年12月中旬から20日までに、江頭川の湾曲部内岸側の砂州に新たに堆積した土砂（約65m³）を掘削し、産卵地に投入した。この場合、従来の海浜の上層約20cmを削った後、新しい土砂を投入した。また造成した海浜の沖合には、洪水時に河口の深掘れ部から運び出されたと考えられる雑石が多数散乱し、それらが産卵活動のため岸に近づくカブトガニの番の運動を阻害したと考えられたために、1999年12月20日にはこれらの散乱した雑石を人力により取り除いた。

図-4には人工産卵地の平面図と測線配置を示す。導流堤と平行に、導流堤から1, 5, 10, 15m離れた場所に測線を設定した。

3. 人工産卵地の現地踏査

2000年1月8日に実施した人工産卵地の現地踏査結果を以下に示す。写真-3はカブトガニ産卵地を東側から撮影したものである。写真右端には直立護岸が延びている。カブトガニ産卵地はその前面にある。写真上端部には江頭川河口が位置し、石張りの導流堤が河口と海浜とを分けている。また、写真下部には、海岸護岸と直交して小規模な突堤が設置されている。これは、施設完成直後の8月7日の調査時（満潮でかつ比較的高波浪が入射していた）、緩やかに湾曲した護岸ののり面に沿って入射波が反射し、それが海浜へ遡上して海浜上部が侵食される状況が観察された。このような波浪条件は海浜土砂の流出を促すだけではなく、カブトガニの産卵にも適さないと考えられた。このため、護岸の沿波を防止する策として急遽検討したのが不透過突堤であり、その長さは3.35m、天端幅は1.5mである。

導流堤上では、主として夜間に行うカブトガニの産卵モニタリングを安全に行えるよう、その天端は平坦にし

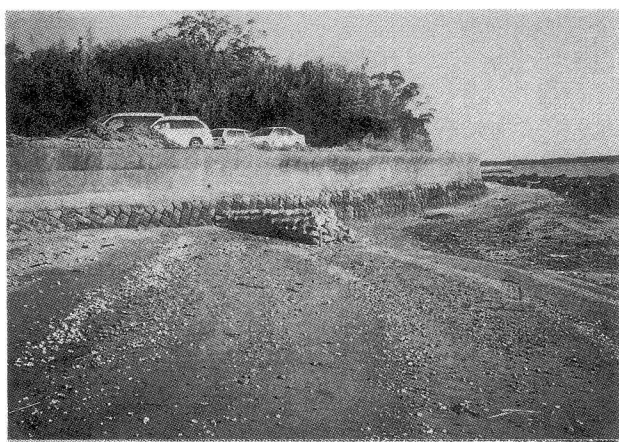


写真-4 導流堤上から東向きに産卵地を撮影

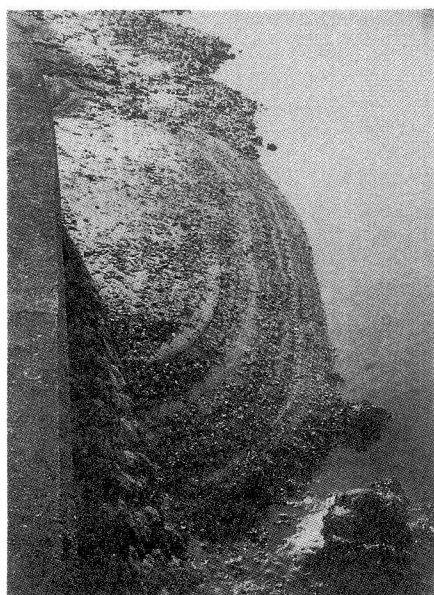


写真-5 沿岸漂砂によって運ばれた土砂が平坦面上の上流端に堆積してできた砂州

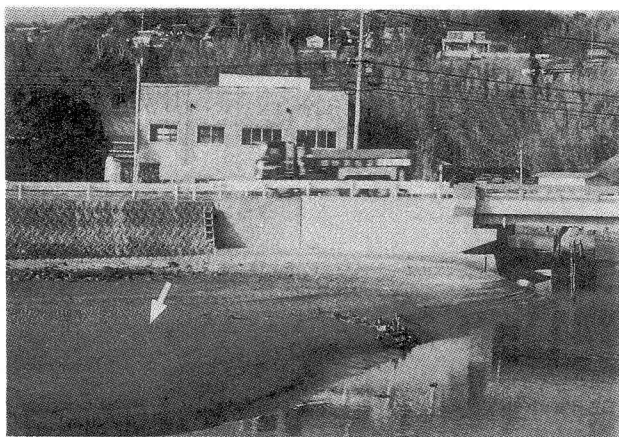


写真-6 産卵地の砂州（写真の矢印）と橋台基部に形成された河口砂州の状況

た。写真中2人が歩行している場所が干潟と砂浜の境界である。養浜砂は沖方向にはほとんど流出せず、沖合の干潟面と人工海浜とは明瞭な線で区分されている。

写真-4は、導流堤上から写真-3と逆方向を望んで撮影したものである。中央に海岸護岸があり、この護岸の基部に沿ってごく狭い砂浜が前方へ続いている。この砂浜

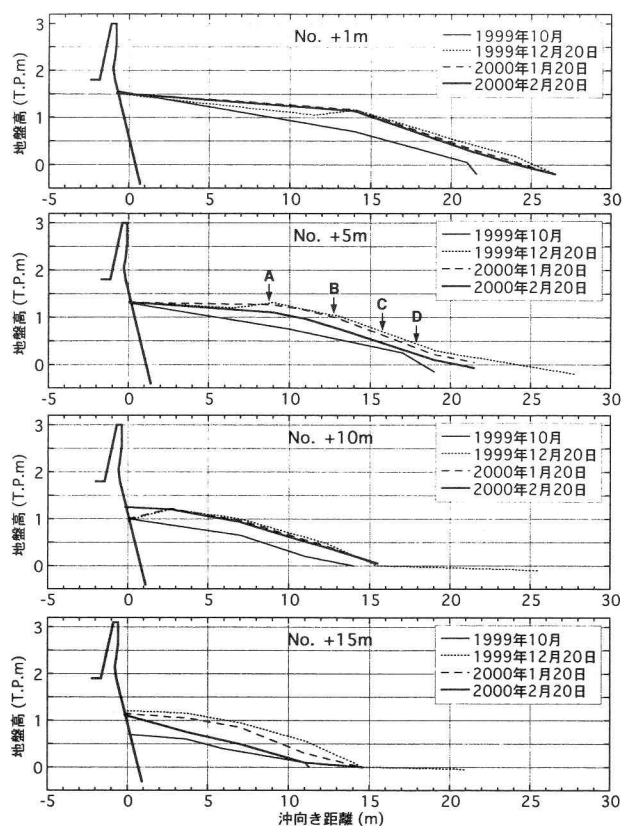


図-5 海浜縦断形の変化

の砂は、写真前方から手前側へと向かう沿岸漂砂によってわずかつ移動している。一方、導流堤の裏（河道）側では、河口への進入波によって移動可能な底質は河岸に沿った漂砂の作用により上流へと運ばれ、写真-5に示すように上流端に堆積して砂州が形成された。

江頭川河口では右岸側に砂州があり、ここはカブトガニの産卵地であることが確認されている。写真-6は、産卵地の砂州（写真の矢印）と、橋台の基部に形成されている河口砂州の状況を示す。この砂州の上流端でも護岸や橋台に沿って上流方向に流れた土砂が急勾配をなして堆積していることが見て取れる。

4. 人工産卵地の変形

図-4に示した4測線について、海浜縦断測量を4回行った。第1回は1999年10月の第1回養浜直後である。その後養浜砂の調整を行い、1999年12月20日、2000年1月20日、2月20日に測量を実施した。第2回養浜を行った後には測量密度を増加させたので、この間の海浜縦断形変化からは波浪による海浜地形変化の特性を読み取ることができる。

図-5が測量結果である。これによれば、10m測線では安定しているが、15m、5m測線では経時的に侵食が進んでいる。これと対照的に1m測線ではわずかであるが海浜地盤高の上昇が見られる。総じて侵食量が大きいのは、導流堤の先端を超えて一部の養浜砂が江頭川の河道

表-1 産卵地における底質粒度分析の結果

測点	12月1日測定 d ₅₀ (mm)	12月22日測定 d ₅₀ (mm)
A	0.61	0.66
B	2.01	0.45
C	0.64	0.46
D	0.23	0.56

内へと流れ出したことを意味している。導流堤の天端高は冲向きに次第に低下しており、先端部では干潟の地盤高と同じである。このため、導流堤の先端を回り込む養浜砂の流出が起きたと考えられる。導流堤の先端を回り込んだ土砂は導流堤に沿って上流方向へ運ばれ、最終的に写真-5に示す砂州まで運ばれて堆積したと考えられる。しかし全体的に見れば産卵地は波浪の作用に対してほぼ安定であり、導流堤による漂砂の阻止効果が現れている。

1999年12月、産卵地の底質サンプリングを行い、粒度特性を調べた。図-4に示す5m測線上、冲向きに配置された測点A～Dにおいて表層から約20cmの範囲内の土砂を採取した。当初造成した産卵地では養浜に用いた海底掘削土に粘性土が混入しており、それが産卵地からの濁りの発生原因となっていたことから、12月中旬に表層約20cmを除き、新しい養浜砂を投入した。このため、粒度分析は2回実施した。表-1にはこれらの分析結果を示す。12月1日の測定では、産卵地（測点A～C）のd₅₀は0.61～2.01mmにあった。その後再養浜を行った後では、0.45～0.66mmとかなり一様な粒径分布となった。d₅₀で見ると、既往の研究¹⁾で指摘されているd₅₀の範囲内である。

5. カブトガニの産卵モニタリング

江頭川河口左岸に建設されたカブトガニの人工産卵地の効果と問題点を把握し、今後に活かすために、杵築市市民有志によるモニタリングを行った。一般市民が行うモニタリングであるために、環境調査の専門家が行うように、高度かつ多種類の調査は行うことはできず、比較的簡便な方法で調査を行った。調査項目は、カブトガニを含む生物の状況、産卵地の濁りの発生状況などである。観察は1999年8月10日の満潮時から9月30日の満潮時まで延べ31日間行った。満潮は朝と夜2回あるが、カブトガニの産卵は夜間を主とするために、夜間は必ず行い、これに加えて余裕がある場合には昼間も観察した。観察には延べ約120人が協力し46回実施した。観察場所は、海浜の背後の護岸と導流堤上である。以下にモニタリングで得られたいくつかの観察結果について記す。

①1999年8月10日 19:30には右岸河口砂州（図-2および

写真-6参照）でカブトガニが産卵時に発生する産卵泡が確認された。しかし人工産卵地へのカブトガニの出現はなかった。観察によれば、養浜箇所では養浜土砂のうち細粒分が表面に現れて濁っていた。このことがカブトガニの産卵にとってマイナス要因であったと推定された。これは改良点として記録された。

②8月12日8:45には、カブトガニの番が対岸の江頭川右岸砂州に現れ、産卵を開始した。護岸沖2mの位置で最初は頭を岸に垂直に向け、後には岸と平行に頭を西に向け産卵した。10:30頃産卵を終了し、沖へ戻った。雌には大分県杵築市で捕獲・放流されたことを示すOT0306のラベルがあり、雄には前体左に大きなへこみがあった。このことは、少なくともこの地域にカブトガニの成体が生存し、産卵を行う可能性があり得ることを意味している。

③8月15日21:10には、海面は非常に静穏であったが、この時刻にカブトガニの雌1匹が導流堤に沿って時計回りに回転しつつ導流堤に沿って下流方向へ移動する状況が観察された。このこともカブトガニの産卵の可能性を示唆する。しかし雄カブトガニはおらず、人工産卵地での産卵には至らなかった。

6. 考察

江頭川河口に新たに造成したカブトガニ産卵地の規模は大きくないが、八坂川改修工事関連で初めてなされた産卵地造成であること、また、従来のカブトガニ産卵地造成ではしばしば工学的配慮が不足し、そのことが人工産卵地の機能損失に繋がったことを考慮し、それを防止するための種々の工学的検討が行われたことが特筆される。従来の産卵地造成では、カブトガニの生態に関心が集まり過ぎる結果、産卵地の安定性についての配慮が不足し、この結果造成した産卵地の土砂の流出などが起きた例が多い。

産卵地造成後のモニタリングでは、人工産卵地での産卵は見られなかった。したがって、カブトガニの産卵確認という意味においては、十分目的を達成できなかった。しかし人工産卵地のごく近傍へのカブトガニの出現が見られたことから、今後への期待も大きい。一方、作用外力に対して安定な海浜を形成させるという面では所期の目的をほぼ達成できた。さらに、モニタリングに参加した28名の市民は、調査への積極的な係わりによって、少なくともカブトガニの生息環境を守ること、また、生物だけでなく流れやそれに伴う砂の移動機能についての理解が進んだと考えられる。新河川法のもとでの、環境保全および川づくりへの市民の積極的な参加を期待するには、今後、生物だけでなく川の物理環境や河川管理の仕組みに関する市民の理解が不可欠である⁵⁾。本研究で構築しつつあるモニタリングの方法は、この意味に

おける環境学習の一環としても有効であり、河川や河口域での市民参加を促すきっかけになり得ると推察される。

ここで建設した導流堤と突堤は、海岸の施設設計の基準⁶⁾に基づいて造られたものではない。その理由は、これらの施設が高潮対策や侵食対策を目的とせず、安定なカブトガニ産卵地を造るという目的を達成するために最小限の規模を持った施設であることによる。計画対象地は守江湾湾奥で、湾外と比較して発生波浪は低い。また、高潮位時には施設と人工海浜は水没してもよいという設計思想を有しており、全体として導流堤と短突堤の間に安定な海浜を形成させることに主眼があった。実際には、この区域内に堆積しうる量より過剰に養浜されたが、過剰分は波浪の作用によって流出したのみである。計画潮位・計画波浪を与えて現在の基準にしたがって施設設計を行うと施設規模が非常に大きくなり過ぎ、カブトガニ産卵地の造成が周辺の干潟をつぶす行為となる危険性があったが、その点は最小限にすることができた。一般の河川・海岸・港湾の施設は、その設計に当たって、高潮位や高波浪を対象とせざるを得ない。これに対して、本研究で述べた生態配慮型の環境改善では、施設設計において作用外力を小さくしても機能が果たし得る。既存の設計手法はそのような配慮がなされていないことから、今後は生態系保全を目標とした施設の設計手法について考え、基準を作成することが必要である。このことによって安価で、かつ周辺環境に及ぼす影響を小さくした施設設計が可能となる。

養浜砂の確保では、流域内で材料を調達すること、また河川や港湾の管理との調整を図りつつ、本来自然の作用によって形成された産卵地を、行政管理境界を超えて復元することを目指した。今回の工事は小規模ではあるが、河川を流下し海に至るはずの堆積物の管理を行うことは、新たに「生態系保全のための土砂管理」という新しい概念として位置づけられよう。また、ここでは養浜砂を他の海岸域から採取することは極力避けた。これは、砂を採取すべき場所にも、当然固有の生態系が形成

されているから、それに対して新しい場所で環境事業を行うという名目でその場所の環境を破壊することは、矛盾した行為につながると思ったからである。実際には、流域内での必要な土砂の全量確保は困難であったが、河道内の砂州への新たな堆砂土砂を養浜材として使用した。その場合、採取箇所は治水上掘削が必要な場所に限定し、河道に形成されるべき生態系にダメージを与えないように十分注意した。以上の点は、生態系に優しいという名目でなされる環境保全型の事業において十分注意されるべきことである。

謝辞:本研究におけるカブトガニ産卵地の造成においては、(有)東邦建設の吉田國康氏より、また、モニタリング調査では九州建設コンサルタント(株)の江平義雄氏より多大な協力を受けた。ここに記して謝意を表する。

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：カブ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・古池綱・前田耕作・日野明日香：絶滅危惧生物カブ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：カブトガニ産卵地の保全に配慮した河道計画、第4回河道の水利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・大分県：カブトガニの棲む干潟 - 八坂川の河川改修と環境保全、p.57,1999.
- 5) 清野聡子・宇多高明・濱田隆士：河川事業の遂行上取得された各種資料を有効活用した河川環境教育手法、環境システム研究、Vol.27,pp.135-146,1999.
- 6) 海岸保全施設築造基準連絡協議会編：改訂海岸保全施設築造基準解説、p.269,1987.

(2000.4.17 受付)