

カブトガニ産卵地の保全に配慮した河道計画

River Channel Planning Taken into Consideration of Conservation of Spawning Ground of Horseshoe Crab *Tachypleus tridentatus*

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**

Yasufumi TSUCHIYA, Satoko SEINO, Takaaki UDA, Kozo KUGIMIYA, Kosaku MAEDA,
Tsunehiro JIKUMARU, Asuka HINO and Takashi KIYOMOTO

1. まえがき

大分県の守江湾沿岸と流入河川の河口域は、絶滅危惧生物カブトガニ (*Tachypleus tridentatus*) の、国内最大級の野生個体群が残存していることでわが国水域生態系の中でも非常に重要な意味を有している。しかしながらこの個体群も現在では数が減少しており、その保全が急務とされている。沿岸の産卵地では特にその傾向が顕著である中で、1997年8月、流入河川のひとつ江頭川の湾曲部内岸側砂州において近年守江湾域では発見されなかったほど多数の卵塊が確認された。孵化したカブトガニの一齢幼生は、砂州から波や流れの作用によって運ばれ、干潟に移動しそこで脱皮を繰り返して生育する。したがってカブトガニが生息するためには、産卵地の周辺に干潟が存在することが必須の条件となっている。新たに発見された江頭川湾曲部内岸側の砂州は河口から約0.8kmとやや離れているが、感潮区間内であり同時に河口部には干潟が存在することから、産卵地としての必要条件を満足していると考えられる。

一方、1997年9月16日に来襲した台風19号に伴う豪雨により、江頭川では著しい氾濫が生じた。江頭川の湾曲部内岸側には砂州が形成されていたが、この洪水時に新たに土砂堆積が進み、砂州の標高が左岸の堤内地標高より0.8mも高くなった。このため洪水疎通能力が著しく低下し、左岸側から周辺の田畑への浸水が起きた。このような災害に対する復旧工事として河道内堆積土砂の掘削が行われる予定である。

江頭川の湾曲部内岸側砂州はカブトガニの数少ない産卵地の一つで、かつ非常に重要な場所であることから、カブトガニ産卵地に及ぼす影響を極力少なくして掘削工事を進めることが求められている。本論文では、洪水前に撮影された空中写真、1997年8月のカブトガニ産卵地調査、洪水後の1997年12月17日の砂州現地調査、1998年2月に実施した砂州の地形測量データなどをもとに、カブトガニ産卵地の保全に配慮した河道計画と、実施にあたっての留意点についてとりまとめる。

2. 空中写真による江頭川河口部の地形環境の把握

江頭川は、図-1に示すように大分県守江湾に流入する二級河川である。守江湾にはそのほか二級河川八坂川や高山川が流入している。1996年7月19日の干潮時、守江湾の干潟および流入河川の河口部地形特性を調べるために縮尺 1/8,000 の空中写真撮影を行った。写真-1には江頭川の下流

キーワード: 稀少生物、カブトガニ、産卵場、河道計画、湾曲部砂州

* 総合ビデオサウンド (岡山県笠岡市緑町 6-35)

** 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科

*** 建設省土木研究所

**** (株) 住吉浜開発・海岸研究プロジェクト

***** 大分県別府土木事務所

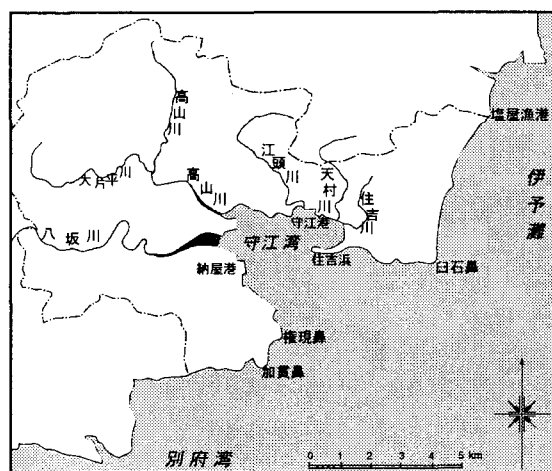


図-1 守江湾と江頭川河口の位置図

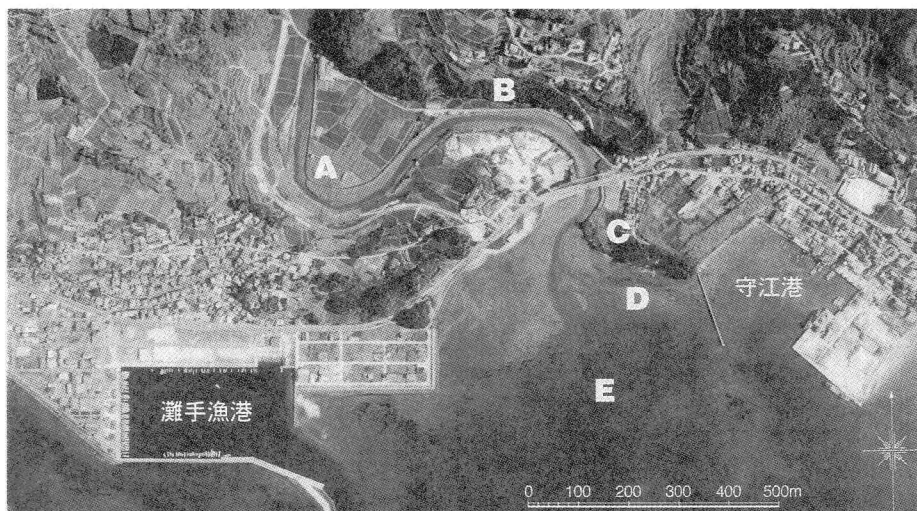


写真-1 江頭川河口部の空中写真（1996年7月19日撮影）

部河道と、守江湾東部の灘手漁港～守江港周辺の空中写真を示す。中央部に蛇行して流入するのが江頭川である。江頭川は、谷間をほぼ直線的に流れた後、河口から約 0.8km で左に大きく湾曲する。しかし河口部では逆に右回りに湾曲して全体として大きなS字カーブを描いている。S字カーブの上流側湾曲部内岸側の砂州が1997年8月に新たに発見されたカブトガニ産卵地

である。湾曲部内岸側砂州の詳細形状を調べると、湾曲部の上流側には左岸護岸が直線的に伸びており、そこから急激な湾曲が始まるために河川流は外岸側である右岸側に大きく押しつけられ、右岸の護岸に沿って狭い流路が伸びている。これと対照的に左岸側には砂州が伸びている。カブトガニの産卵地として新たに発見されたのは点Aの下流側で、ややふくらんだ護岸線に合わせるようにして砂州幅が広がる付近である。蛇行した流路は、その後左岸側の点B付近の山地により制約されて流れている。一方、点Cには小高い山があり、そこには王子八幡神社がある。また、江頭川河口左岸の「く」の字型に屈曲する護岸の南西側前面もまたカブトガニ産卵地として知られている。河口では蛇行部法線の延長上に左岸護岸が伸びるために、河川流もそれに沿って流下する。このため河川流は河口から南西方向へと流下する。このことは、2つのカブトガニ産卵地は、いずれも河川流による直接的な侵食作用が及びにくい場所であることを意味している。河口から流出した流れは左岸側の突出部の南側からラッパ状に流出するので、その中央部に小さな中州が形成され、流れはほぼ東向きに流れる水路(D)と、南下する水路(E)とに分かれる。これらの流路の周辺には干潟が広がっており、そこはカブトガニ幼生の生息地となっている。この幼生がいずれの産卵地起源のものかは不明であるが、干潟周辺の地形および潮流から判断して、江頭川水系内からのものと考えられる。

3. 江頭川湾曲部内岸側砂州のカブトガニ産卵地調査

1997年8月4日、筆者らの一人（土屋）は、河口から約0.8km上流の湾曲部内岸側砂州がカブトガニの産卵地となっていることを発見した。過去の調査によれば、江頭川河口の両岸にはカブトガニの産卵地があったが、そこでの産卵地点の数が少ないこと、それにもかかわらず産卵地周辺の干潟に移動して生育するカブトガニの幼生数が増えてきたことから、江頭川の上流にもカブトガニの産卵地が存在するはずとの推定のもとに現地調査を行った結果、新たな産卵地を発見したものである。この産卵地は、現在までに明らかになっている守江湾沿岸の他のカブトガニ産卵地（図-2参照）と比較して、河川のかかなり上流の、従来は見落とされていた場所であった。

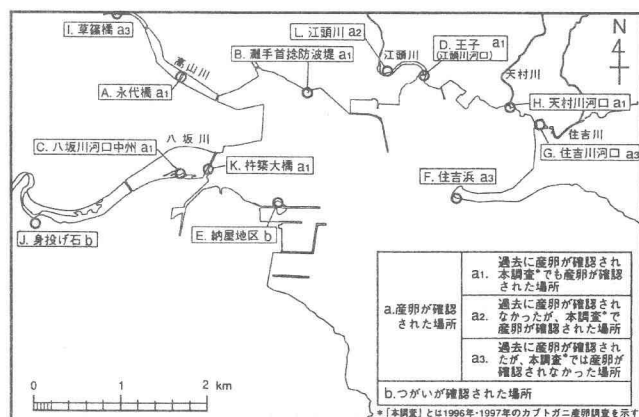


図-2 守江湾内のカブトガニ産卵地

カブトガニは夏季の大潮時に産卵を行うために、1997年8月の大潮時に観察を行った。産卵地においては河川の縦断方向に5m間隔で測線を設けるとともに、横断方向にも5m間隔で測点を設け、格子状区域でカブトガニの産卵状況調査を行った。カブトガニは大潮

時に番（つがい）となって産卵を行うが、その際特有の形で泡を発生する。そこでこの泡の発生状況を観察することによって産卵状況を調査した。

写真-2は、干潮時に右岸の小高い道路からカブトガニ産卵地を撮影したものである。河道の中央部に白っぽく見える2列の中州状砂州がカブトガニの産卵地である。また、手前側の砂州の上流側に、やや白っぽく見える砂州もまた産卵が確認された場所である。2列の砂州のうち、写真上方に見える砂州の中央やや下流には白っぽい物体が見えるが、そこより上流側が良好な産卵地となっている。写真には5m 間隔で立てた観測用のポールが多数見える。

写真-3にはカブトガニの産卵跡を示す。写真中央の帯状の小高い砂州が産卵地であって、その上に数多く見られる穴が産卵跡である。一方、写真-4には干潮直前の産卵地の状況を示しているが、写真中央のくぼみはカブトガニが産卵を行おうとした場所である。矩形状の穴の斜め左上に見えるキャタピラー状の模様（矢印）は番の進入により出来たもので、斜め左上から番が進入し、窪地に滞在した後、右側へと進んだことが窪地から右側についた細い筋から推定される。この細い筋は、カブトガニが河床付近を移動する際、尾を河床に擦ったために形成されたものである。

4. 洪水後の江頭川砂州状況調査とカブトガニ卵の掘削調査

1997年9月16日の台風19号に伴う豪雨により江頭川では氾濫が生じた。12月17日、洪水後における湾曲部の現地踏査を行った。写真-5は湾曲部の右岸側から湾曲部砂州を撮影したものである。河川流は写真上方から下方へと向かって流れている。両岸には護岸が設置されているが、主流は右岸護岸に沿って流れている。

正面に見えるのが湾曲部に形成された砂州である。また中央の低水路近くには流木が漂着しているが、その周りでは流れが乱されたために下流側では洗掘が起き、流木よりさらに離れた下流側の流れの減速域では細長い砂州が形成されている。カブトガニの産卵地は、写真-5の右端より下流側にある。一方、流木の上流側の砂州上には密生した植生群落が見られる。砂州上に植生が生えると、植生の存在によって流速が低下することにより土砂が益々堆積し、そのことが冠水頻度を下げて植生の繁茂を促すという自励的作用が働くことが知られている¹⁾。このことを考慮すれば、写真-5の湾曲部の植生帯はかなり安定した状態にあり、そのため今回の大洪水によっても土砂堆積が促進されたと考えられる。

以下では、左岸の下流側から湾曲部周辺の河岸状況を調べてみる。まず、写真-6は、左岸側からカブトガニ産卵地の周辺状況を撮影したものである。写真中央の低水路の近傍に見えている流木より下流側にはそれほど標高は高くないが細砂からなる砂州が伸びており、そこがカブトガニの産卵地である。写真-6よりさら

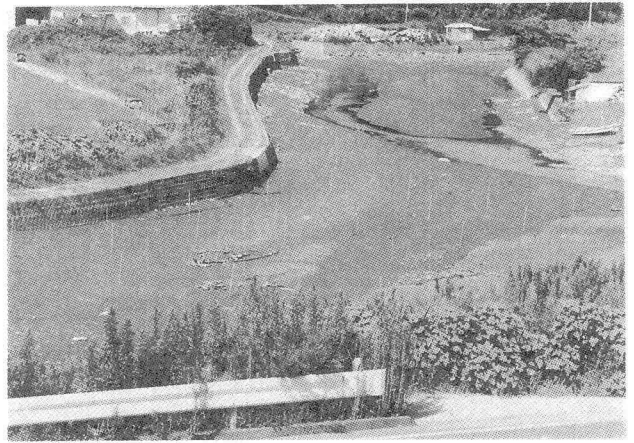


写真-2 カブトガニ産卵地の全体状況



写真-3 カブトガニの産卵跡

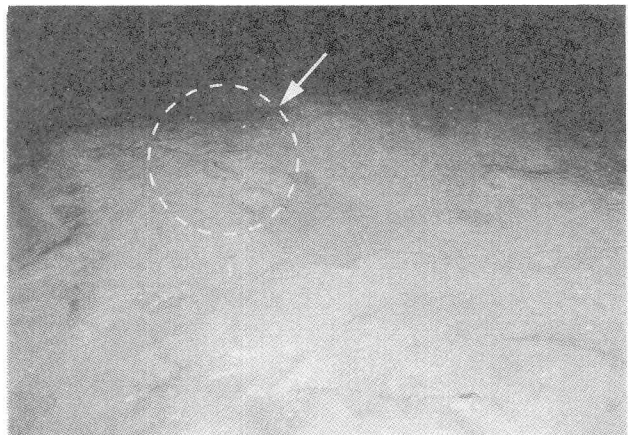


写真-4 干潮直前におけるカブトガニの産卵地

に上流で撮影したのが写真-7である。砂州上と写真左端近くの斜めに傾いた棒は、1997年夏に行ったカブトガニの産卵地調査時に立てたものであり、斜めになったのは洪水流の作用による。また中央部には流木が見られる。流木から約30m上流では洪水によって新たに形成されたと見られる砂州が上下流方向に細長く伸びている。この砂州の状況を上流側から順に撮影したのが写真-8,9である。最も上流側から撮影した写真-8によれば、洪水流が流れたときに倒伏した植生がそのままの姿で残されている。写真の、向かって右側に低水路があるが、低水路側には植生帯が密生している。それより左岸側には土砂が堆積して砂州が形成されている。この状況を拡大して示したのが写真-9である。砂州の先端部には小高い砂の山ができています。

写真-10には、洪水後の1997年9月18日に行った産卵場の掘削調査の結果を示す。河床には幾筋かの縞模様が観察されるが、この縞模様は洪水時に土砂が堆積した際形成されたものであって、その下の縞模様の全く見られない層が洪水前の砂州を表している。洪水によってこの位置では10～15cmの土砂堆積が生じた

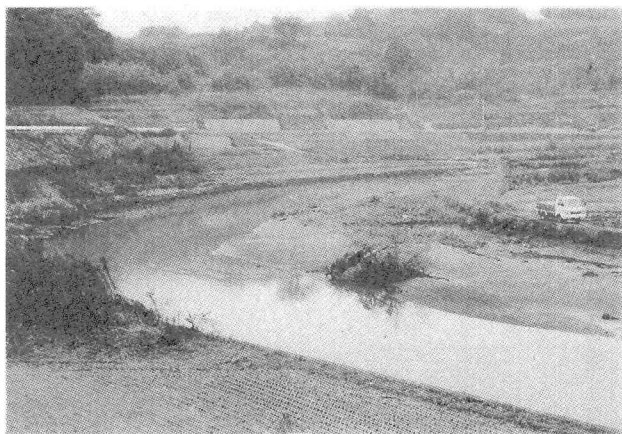


写真-5 台風19号に伴う洪水によって新たな堆積の生じた砂州

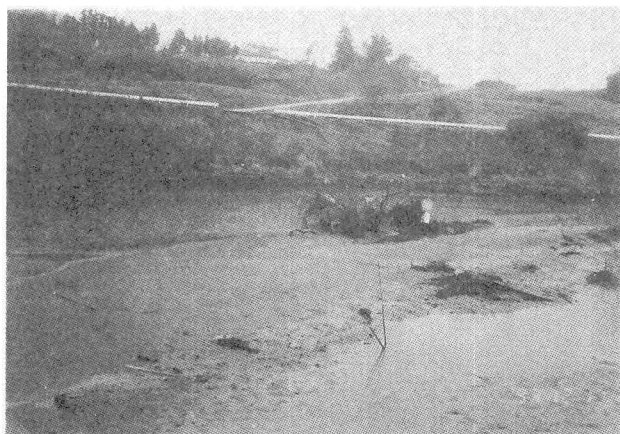


写真-6 カブトガニ産卵地を下流側から望む

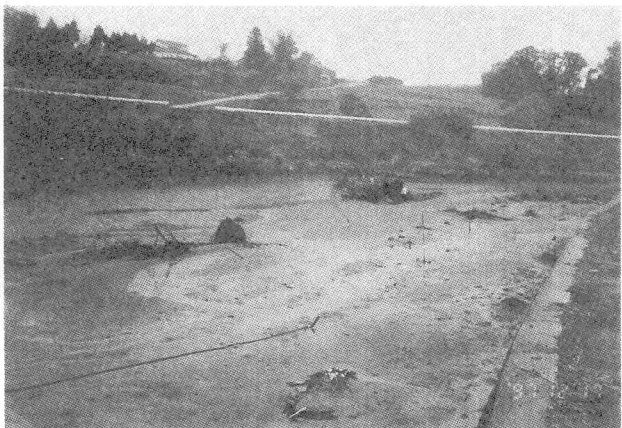


写真-7 カブトガニ産卵地と低水路近くに漂着した流木



写真-8 洪水流によって倒伏した植生と砂州

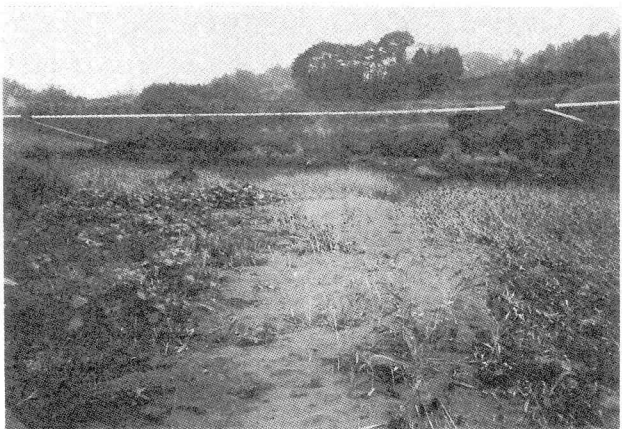


写真-9 砂州先端部での土砂堆積状況



写真-10 洪水による砂州上の新たな土砂堆積状況

ことが分かる。

さらに、カブトガニの産卵から約4ヶ月、また大洪水から約3ヶ月が経過した1997年12月27日にカブトガニの卵の掘削調査を行った。結果を写真-11に示す。標尺の先、やや右側に集中するようにして地表面下約25cmにカブトガニの白い卵塊（写真の矢印）が見られ、カブトガニの卵は生きていることが確認された。産卵から約4ヶ月が経過し、途中に大洪水があったもののカブトガニの卵は生きており、孵化しなかった卵がそこに残されていた。また、1998年3月26日には発生が進んで回転卵となって残存していた。さらに5月11日には同地点には卵がなかったことから、孵化したカブトガニ幼生は砂州から去ったと考えられる。

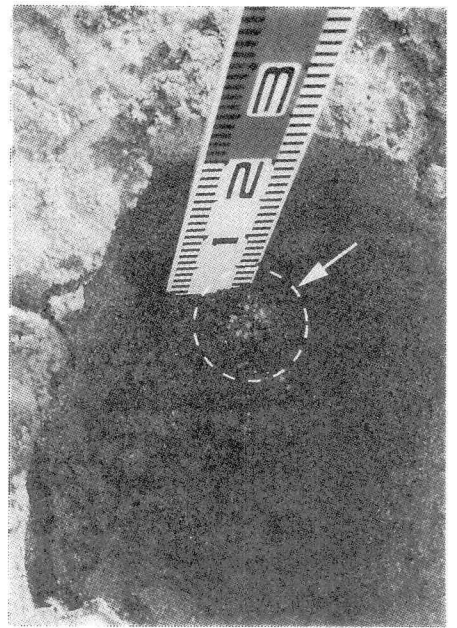


写真-11 産卵されたカブトガニの卵の状況 (1997年12月27日撮影)

5. 湾曲部内岸側砂州の平面形状

1998年2月、江頭川の湾曲部内岸側砂州の地形測量を行った。図-3には湾曲部内岸側砂州の平面形状を示す。砂州の平面測量では、縦断方向に10m間隔で12本の測線を設定し、この測線を基準に測量を行うとともに植生帯の範囲も測定した。低水路は上流側から右岸側へ直進し、約8m幅の干潮時低水路が右岸に沿うようにして流れている。この低水路に沿って側方侵食によって形成されたと考えられる崖が上流から下流方向へと伸びている。この崖の高さは下流方向に次第に低下している。崖のすぐ裏側には標高がT.P.1.48mに達する高い砂州が形成されている。この場所に隣接する堤内地の標高が0.68mであることを考慮すれば、砂州の標高は異常に高い。図では、砂地、ヨシ帯を区別しているが、砂は低水路河道とほぼ平行に伸びる細長い帯状の区域で著しく堆積した。この堆積域の河心側には密生したヨシ帯があり、その外側は崖が形成されて段差が

付いていることによって砂州の堆積が促進されたことが分かる。また、測線No.4上の河道の中央部にはU字状の深掘れと、その下流側には小高い砂堆が形成されている。これは写真-5にも示したように、根を上流方向に向けた流木が漂着したためにその周辺が洗掘されるとともに流木の下流では堆砂が生じたことによる。

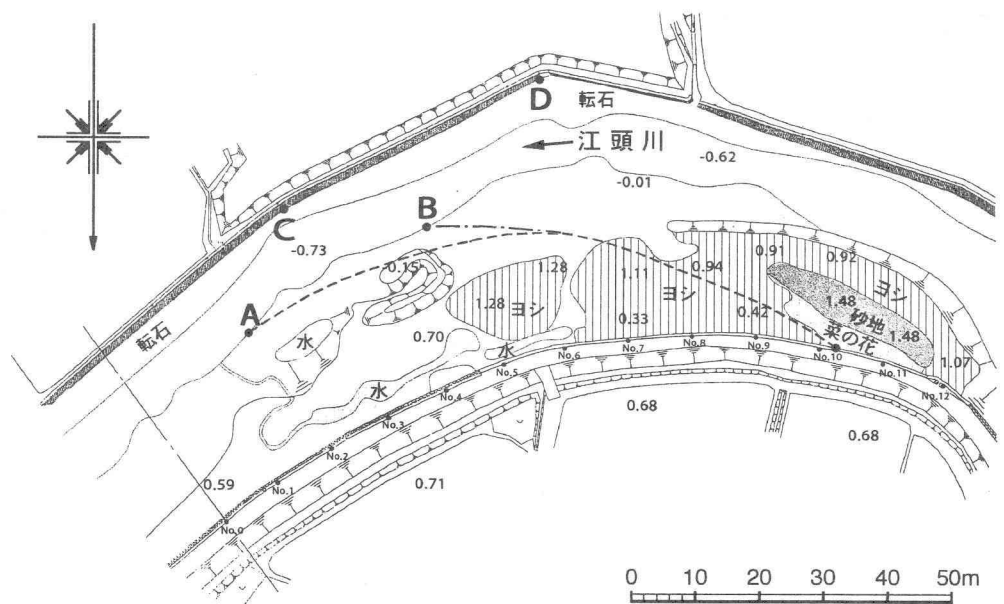


図-3 江頭川湾曲部内岸側砂州の地形図

6. カブトガニの生息地に配慮した砂州の掘削方法

上流部の標高1.48mもの高さの砂州を掘削すれば洪水時の洪水疎通能力は向上する。しかし、現況で砂州

が形成されている区域は湾曲部内岸側砂州であるために、2～3年に1回程度起こる洪水（平均年最大洪水）のたびに再び土砂が堆積し砂州の復元が進む。したがって砂州掘削の効果は洪水のたびに低下していくことに注意が必要である。また、砂州の掘削は上流部を中心に行うが、砂州の掘削を行って低水路を広げると流水が対岸へ当たり、それが再び左岸側へと反射するような形で流れるために、従来安定していた左岸側砂州が侵食される恐れがある。いま、図-3に破線で示すように、上流部河道となだらかに接するようにして砂州の最も標高の高い部分を掘削したとする。この場合、低水路に沿った流れは右岸のCD間の護岸に鋭角状に当たり、CD間から左岸方向へと向いた流れが生じる可能性が大きい。この流れが発生すれば、図-3の最も下流端の測線 No.0 付近（カブトガニの産卵地）へと向かう強い流れが生じ、これによって洗掘が進むと推定される。したがって点B付近で掘削域をとどめることは危険であろう。これに対しては、点Bの下流側の点A付近から滑らかな低水路となるようにして砂州の掘削を行う必要があると考えられる。この場合、低水路は全体に縮流されるので掃流力は高まるが、点Aより下流側の低水路とほぼ接するような形に低水路を造れば流れはスムーズになると考えられる。砂州の掘削においては、現況の左岸護岸の根入れ深さを考慮し、護岸の安定性を損なわない範囲まで左岸護岸の前面の地盤高を下げ、そこから現況の水際線までほぼ一様勾配となるよう掘削する必要がある。そのほかの留意点は以下のように要約される。

掘削時期の選定：砂州中には孵化前の卵が残されている。したがってそれらの卵の孵化が終わり、砂中にカブトガニがいなくなると同時に洪水期の始まる梅雨の前に工事を終えることが望ましい。

掘削土砂の扱い：掘削土砂は可能であれば保管し、ミティゲーション時における守江湾沿岸および流入河川におけるカブトガニ産卵地造成に利用することが望ましい。科学的には未解明ではあるが、カブトガニ産卵地の砂の条件としては、砂の粒度だけでなく鉱物組成など、質的な問題が関与していると思われる。そのため現にカブトガニの産卵地である区域で採取された材料は産卵地造成に最適と考えられる。

濁水対策：工事中の濁水発生を最小限にするようにして工事を進める必要がある。具体的には水中工事を避けることである。これは工事を容易にする面でも役立つと考えられる。また、可能であればシルト分などが現存の産卵場所に堆積しないような工夫を行うとよい。

工事の立ち会いと保全策：工事の立ち会いにはカブトガニ調査に関係する人も参加し、万一残存している卵があれば、これらの立ち会い人が適切な方法で卵の移設を行う必要がある。

モニタリング：掘削工事後の地形、水理、およびカブトガニの産卵状況のモニタリング調査を行うことが望ましい。これには研究者だけでなく、現地の川づくりに関心のある住民にも参加を呼びかけて行うことが理想的である。なぜなら、そのような行為を経て川づくりやカブトガニにとどまらず河川を取り巻く環境の保持に対する多くの人々の理解が進むであろうから。

7. あとがき

カブトガニが産卵地として利用する砂州は比較的小規模である。このことは、個々の場の保全を集積して初めて全体的な効果が発現されることを意味する。この意味で、本研究で取り上げた江頭川の一つの砂州の掘削にあたっての環境への配慮は、河川感潮域の保全、および絶滅危惧生物と河川工事の両立問題に関して、理念的にも实际的にも先駆的役割を果たしていると考えられる。江頭川の当該地は昨年発見されたばかりであるが、従来のカブトガニの生態研究に再整理を迫る情報をもたらしめている。カブトガニの産卵地は、今までは海からの視点で考察されてきたが、河川の湾曲部の砂州もまた重要な産卵地となりうるという知見は、今後、汽水生物としての考察を深めるべきことを示唆している。

参考文献

- 1) 宇多高明・平林 桂・藤井政人・深谷 渉 (1994)：瀬沼川におけるポイントバーの発達過程の分析，土木技術資料，Vol.36, No.7, pp.70-75.