

水産生物資源の変動に関する複合的要因の解明過程における課題
—大分県番匠川河口干潟のアサリを例として—

Problems to Reveal Complex Factors on Changes in Coastal Fishery Resources
—An Example of Cram Population at River Mouth in Banjo River in Oita Prefecture—

清野聡子 ¹	小松利光 ²	安達貴浩 ²	井上徹教 ³
Satoquo Seino	Toshimitsu Komatsu	Takahiro Adachi	Tetsunori Inoue
高見徹 ⁴	中茂義晶 ⁵	別府五男 ⁶	郡山貞次 ⁶
Tohru Takami	Yoshiaki Nakashige	Itsuo Beppu	Sadaji Kooriyama

ABSTRACT : Biodiversity, biomass and fishery resources of rivers and coasts in Japan have declined for some decades. For the integrated river management, long-term environmental monitoring is essential. In Banjo River, cram resource was collapsed in 1993. Hearing for the fishermen of various fishery methods implies the long-term changes of biodiversity and biomass. Artifact for the fishery ground such as land reclamation, river improvement, and dredging was arranged time-sequentially. Complicated factors for environmental problems are hard to reveal and solve respectively, but resolutions for each factor are essential.

KEYWORDS: cram, fishery resource, Banjo River, tidal flat

1 はじめに

日本の河川や沿岸においては、生態系の種の多様性や生物量が減少傾向にある。その原因を究明し、水域管理上で対策可能な項目を挙げて対処することは、研究者と水域管理者が協調して行うべき急務である。特に、人間生活との関係では、生態系構成種でもある水産生物の状況が問題となりやすい。日本の水産生物資源は、全国的に長期的に低落傾向にある¹⁾。増養殖により人為的に資源添加がなされているものの、自然生態系からの供給が明らかに低落しており、漁獲量が減少している。その原因については、乱獲や生態系の劣化と考えられている。後者の生態系の長期的な劣化傾向については、生息地の破壊、水質の悪化、移入種の存在などの「複合的要因」が言われるが、1960～70年代の公害のような原因者が特定のである場合と異なり、多くの原因者が責任をとらないまま事態が推移し、時には自覚すら生じずにインパクトを与え続けることが考えられる。

個別的な水域においては、長期的な生態系や水産資源の劣化が認識されているものの、漸次的であるために対策をうつタイミングが難しく、抜本的な解決がなされることはまれである。一方、複合的要因の場合には、個々については要因の規制や原因物の撤去などの強硬手段をとるまでのインパクトが相対的に低くなる。

本研究では、地域のアサリ資源の急激な崩壊という明解な現象に対し、原因究明を行う途上においての複合的要因の取り扱いについての事例研究を行った。特に統計量だけに依存せず、水産資源をとりまく諸分野のデータについて考察を行った。それに基づき、現在日本各地で起きている同様の現象に対して、水域管理を念頭に置いたアプローチ方法の提案を述べる。

¹ 東京大学大学院総合文化研究科 Graduate School of Arts and Sciences, University of Tokyo

² 九州大学大学院工学研究院環境都市部門 Graduate School of Engineering, Kyushu University

³ (独) 港湾空港技術研究所 海洋・水工部 Port and Airport Research Institute, MOLIT

⁴ 大分工業高等専門学校 Oita National College of Technology

⁵ 九州大学大学院工学府海洋システム工学専攻 Graduate School of Engineering, Kyushu University

⁶ 国土交通省九州地方整備局佐伯工事事務所 Saiki Construction Office, MOLIT

2 漁業や地域環境に関するデータの特性

地域の自然環境の研究においては、生物相調査や物理環境の観測が行われる。これは研究を開始した時点以降の状態の把握には有効である。一方、環境の管理を目的とした研究には、過去からの環境変遷と将来予測という時間軸を入れた視点が必要である。環境変遷を知る上で、過去から経年的に自然史的な生物相調査などのデータが蓄積されていればよいが、大半の地域にとってはそのような条件は大変まれである。その場合、既存データの活用が重要となる。

日本の沿岸漁業の漁場となっている沿岸や河川では、農林水産統計があり、水域や自治体、漁業協同組合別に魚種ごとに経年的な推移が把握できるようになっている。魚種や組織の分け方が便宜的である場合や、漁協を通過しない取引や、申告漏れなどがあることが指摘されているが、概要を把握するには他にこれ以上の統計がない。

水産系データの最大の特徴は、水産生物の採取という経済行為にあたるので農林水産統計として行政体によって経年的にデータが採取・蓄積・管理されている点である。生態系構成種のうち、水産生物はこの種のデータが全国的に存在するが、それ以外の生物については稀少生物の棲息や研究サイトである以外はモニタリングが行われていないため、データがない。そのため、生物相調査が不十分な水域では、生態系の変化を評価する際には、データ皆無よりかは、水産生物のデータを参考として傾向把握を行うことが現実的である。しかし漁業統計は、自然条件が変動する上に、人間の側の条件設定のバイアスがかかる点が解説を困難にしている。①漁獲努力量、②移入や移出、③採取地点などが制度上、経済上、純粋な生態系調査とは異なる。①は、高齢化による漁獲努力の減少、水産流通において経済価値の高いものに対して熱心に採取が行われる他魚種との優先順位の変動、価格の下落の防止のための豊漁時の漁獲制限、②は、漁業権の設定エリアなどが関係深い。近年は、国内だけでなく国外からも成魚だけでなく、稚魚や稚貝を移入するケースが多く、数字がその海域の生産性を反映しないことも多い。③は、採取地点の漁場として適している場所としての総合評価である。すなわち自然条件的には良好であっても、利便性や漁業権やタブーの設定により漁労が営まれないケースもある。

一方、人為改変の概要は、行政に残されている資料の収集と解析があるが、河川・港湾・農地など分野別にまとめられているため横断的に見るには多大なる労力を要する。さらに、過去の工事の記録が廃棄されている場合も多く、全貌を把握するには困難である。その際、地域の改変を経年的に概観するには、第二次世界大戦後であれば空中写真判読が現実的な手法である²⁾。それを裏付けるために、地域史との照応を行い、関係者へのヒアリングを行うことも必要である。

3 日本の河口域と沿岸漁業

日本の河口域は古来より高度に利用がなされており、河岸には都市・集落が立地するほか、河道自体も水産業や航路として利用されている。特に、河口干潟は、アサリ、ハマグリ、シジミ類などの貝類、ガザミ、クルマエビなどの甲殻類の漁場、さらに、ノリ養殖地などになっており、水産業の価値が高いエリアである。日本の水産業は、自然界からの収斂的な漁業のほか、増養殖業も広く営んでおり、これらは、自然環境の保全が持続的漁場利用に繋がる一方で、養殖業それ自体が環境負荷をもたらす原因ともなることも知られている。そのため、河口干潟の持続的な利用のためには、人為的要素が入ることを前提とした自然生態系の保全や管理が必要である^{3) 4)}。

一方、土木事業としては、河口港の維持のための航路浚渫、治水対策としての砂州の除去や河道の掘削が日常的に行われてきている。これらは、海洋と河川と陸の接点であるために変動することが当然である物理環境に対して、そのダイナミズムを固定化する方向性をもってきた。そのため、河口生態系は本来、環境のダイナミズムを前提としているとはいえ、物理環境の固定化や強度の改変に対しては、人為の影響のない自然状態が維持できなくなるのは当然である。当地の自然の原始的・二次的状態、遷移過程を考える際、上述のように高度に利用・改変されている場における生態系の経年的なデータが不可欠である。その場合、水産系の統計、特に漁獲データは非常に重要な役割を果たす。河口干潟の生態系に対して、自然災害や人為改変のインパクトの影響評価をする際、また、生物の減少などの因果関係を研究する際には、これらの

データから原因について作業仮説をつくり、それを観測や数値計算によって検証していくことになる。

沿岸・沿川の漁業者は、漁場を継代的に利用しており、漁業対象種のみならず生態系、気候、地形、水質などの生物・物理環境の長期的な観察を行っている。漁業者のこのような「地域環境の長期モニター」としての役割に注目した場合、学術情報に較べて、定性的で未組織な知識形態ではあるが「経験知」として再評価が世界的に行われつつある。環境復元や環境管理計画作成の際に大変多くの情報をもたらすためである。しかし定量性に欠けるために、漁業者のヒアリング結果の活用の評価が確立しているとはいえない。本研究では、既存の河川に関する情報と、水産資源の漁獲量変動を事例にして当地の漁業者の認識との照応する際の課題の抽出を行った。

4 番匠川河口干潟の現状

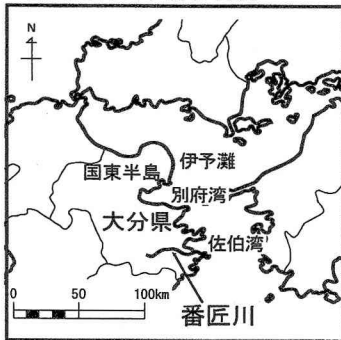


図-1 番匠川的位置図

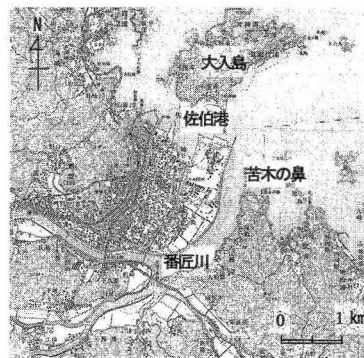


図-2 番匠川河口とその周辺

番匠川は、大分県南部に位置する幹線流路延長 38km、流域面積 464km²の一级河川である(図-1, 図-2)。河口干潟は 2.7ha の面積を有し、アサリやクルマエビなどを対象とした漁業が営まれているほか、野鳥の観察会が行われている。感潮区間は 6.8km である。河口部の佐伯市には重要港湾の佐伯港があり、水産業、農業が基幹産業である。

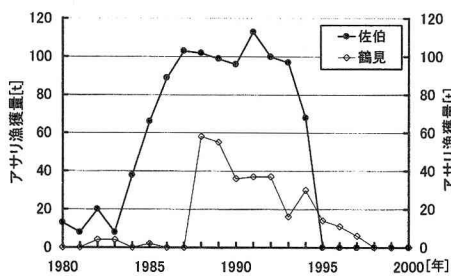


図-3 佐伯漁協の総漁獲量とアサリ漁獲量の変化

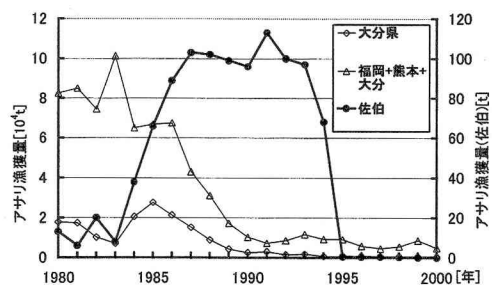


図-4 佐伯漁協、大分県全体、九州三県のアサリの漁獲量経年変化

農林水産統計によれば、1993 年から 1995 年にかけて河口干潟でのアサリの漁獲量が急減し(図-3)、その原因究明と問題解決が求められている。九州地方では当地以外にもアサリ資源の減少がみられており(図-4)、番匠川河口もその一環なのか不明である。アサリ資源の崩壊が個別的な種の問題か、漁場生態系全体の変化なのかの判別は、(1)漁業統計の解析、(2)既存資料からの河口の来歴調査、(3)漁業者のヒアリング、(4)水質など物理環境の解析、(5)河口や漁場の管理者(行政)や地元住民へのヒアリングによる研究手法をとった。本稿では(1)(2)(3)について述べる。河口域の水理や貝類相の状況については文献^{5) 6)}に詳述した。

5 番匠川河口のアサリ漁業の状況

①佐伯の漁獲量

佐伯漁業共同組合に水揚げされるアサリ漁獲量は図-3に示すように、1984年から急増し、1989～1993年にかけては100t近く、1991年には113tに達している。しかし、1994年から急落してほぼ0t近くに落ち込み現在に至っている。他の魚介類を含む総漁獲量では、1980年代に入ってから低下が始まり、1986年代以降400t前後、1995年以降は200tを割り込む低迷傾向にあった。1986～1993年の期間は、佐伯漁協の水揚げの約4分の1をアサリが占めていたことになり、その重要性が伺われる。アサリ資源が崩壊した1995年以降は当然その部分が無くなっているが、かつてアサリが漁獲されなかった時代には他魚介類で生産を上げていたことからすると、漁業不振という状況と考えられる。佐伯漁協のアサリ以外の漁獲の大半は、単価の高い一本釣と安定的な養殖魚のハマチやタイとなっている。

漁獲量は必ずしも自然資源の状況を反映していない。すなわち、当地では、佐伯市と漁協が出資して有明海産のアサリを1993～2000年には毎年16t、2001年には8t、2002年には5.2tを移入して河口に撒いて漁獲しており、現実には養殖に近い形態をとっているためである。1995年以降は、統計上は移入量の10tも回収できない状態になっている。市の財政負担分を一般市民にも享受してもらうために、河口の左岸側に潮干狩場として作定したエリアに移入アサリを撒いている。

②アサリ漁場利用

番匠川河口干潟は、右岸側の苦木の鼻と対岸の大入島を結ぶ線で漁場を分けており、左岸側の大半を佐伯漁協の、右岸の沖側は隣接する鶴見漁協の漁場となっている(図-5)。そのため、番匠川河口砂洲全体のアサリ漁獲量を把握するため、鶴見漁協の漁業形態と水揚も検討対象とした。その結果、鶴見の沿岸漁場の大半はリアス式海岸であるために砂浜干潟がなく、鶴見漁協におけるアサリの漁場の大半が番匠川河口干潟に相当することがわかった。よって番匠川河口干潟でのアサリの総漁獲量は、佐伯分と鶴見分の合計と考えることが妥当である。図-6に示すように鶴見のアサリ漁獲量は1987年から急激に漁獲量を拡大し1988年をピークに1998年には1t以下へと徐々に低迷している。立ち上がり時期は、佐伯漁協での増大に追従するような変動を示す。一方で、佐伯側の資源が崩壊したと考えられる1995年以降の1997年までの3年間をみると、佐伯以上の漁獲を上げているデータの傾向が目目される。

このデータのみから考察すると、佐伯漁協のアサリ漁獲量急落の状況として以下が考えられる。(1)佐伯漁協の漁場である河口干潟の河道側の約4分の3のエリア(図-5)にアサリ資源へのインパクトが生じた。鶴見漁協の漁場の残り4分の1は沖側にあり、インパクトが時間差を置いて影響した。(2)河口干潟全体のアサリ資源の状態が衰退したが、漁獲努力など人間的要因が佐伯と鶴見の2漁協では異なるため、漁獲量が1t以下になる時期に差が生じた。(3)鶴見漁協分のデータで番匠川河口以外の漁場の分や移入などの量が多い。

漁法としては、男性漁業者のジョレン掘りと女性漁業者の徒歩による採集である。漁獲としては前者が主として計上されている。

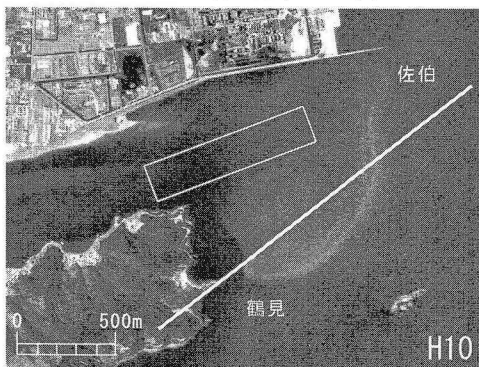


図-5 番匠川河口の利用状況(直線は佐伯漁協と鶴見漁協の漁場の境界線。長方形は漁場整備箇所。)

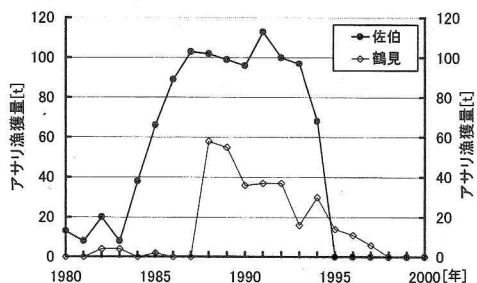


図-6 佐伯漁協、鶴見漁協のアサリの漁獲量経年変化

③九州のアサリ漁場

アサリ資源の減少は対象地だけでなく、九州全体の状況であるとの情報⁷⁾から、九州でアサリ漁が盛んな大分県・福岡県・熊本県の3県の農林統計を整理した(図-4)。その結果、3県のアサリ資源の減少は1980年代に始まっており、大分県内では1985年以降は低落傾向が続いている。佐伯漁協の漁獲量との対応としては、1994年に九州北部や大分県全県規模での急落はみられないため、長期的にアサリ資源は九州圏内で低落傾向にあるものの、番匠川河口での現象は、94年以降の固有の問題である可能性が高まった。

④漁業者の観察—漁業統計の背景

このような漁業統計を考察する場合の留意点として「人間側の漁獲努力」と「移入」を自然条件以外にも考察して統計のバイアスを最小化する必要がある。そのため佐伯漁業共同組合アサリ組合の平野徳真佐組合長(2001・09・06)、河野繁喜氏、小野美枝子氏(2001・10・26)にヒアリングを行い以下の情報をいただいた。

当地のアサリ漁業の本格的な開始は1977～1980年ごろである。収量は1984年から急増し、佐伯漁業協同組合のなかにアサリ組合が結成された。それ以前に貝類が河口干潟にいなかったわけではなく“漁獲対象としなかった”という。その理由としては、流域に立地する工場からの排水がひどかった70年代には河口干潟での漁業が困難と判断されたためだが、当時も貝類資源は潜在的にはあった。さらにそれ以前には、佐伯近辺の漁村の主力は沖合のイワシの巻網や鯛の一本釣りであって、採貝漁業は行われていなかった。河口付近の集落は、漁業ではなく廻船業を生業とする人が多かった。その後、番匠川の水質の向上に伴い河口干潟の漁場利用が可能と判断され漁業が開始された。1980年代後半から1990年代前半にかけての10年間には、アサリが面白いように漁獲されたという。資源保護のため、禁漁や漁獲制限を行ってきた。

1994年から1995年に資源量が急落したその時期に、目視で特別の事象が見出されたことはなかったという。当時、後述する採石場の崩落があったが流下物は特に確認していない。一方で、1990年ごろから干潟表面に「掃いて棄てるほど居た」小型巻貝(ニナ類)が急減して現在に至るといふ。これはアサリ以外の生物も減少したという証言である。「現在の番匠川河口干潟は生物の種も量も他の干潟と比較して少ないように思うが、昔からこういう状態なのか？」という聞き手の質問に対しては、具体的な種名では表現しないが、番匠川河口の普通種であった貝類が徐々に居なくなって今日に至るのであって、以前はもっと生物が豊かな状態であったという。

6 漁場の人為改変

河口に位置する漁場は、多様な目的による人為改変を被る。時間スケールを江戸時代から現在にとり、その履歴を整理した。

①城下町の形成⁸⁾

佐伯は江戸時代初頭に佐伯藩の城下町として都市形成がなされた。河口砂州を活かした城下町であった。「佐伯の殿さん浦でもつ」といわれたほど佐伯湾の近海のイワシ漁業によって経済が支えられていた。番匠川がもたらす農業や林業の恵みとともに、漁業や海運も盛んな都市として栄えた。

古絵図資料の弥生町誌付図 佐伯領内図(寛政12(1800)年)(図-7)によれば、当時の河口砂州に城下町が立地し、網状水路が運河と濠の役割を兼ねていた。自然地形を活用した都市形成であったことわかる。砂州上の集落の間の交通には舟運が盛んに利用されたようである。佐伯藩は、幕末にいたるまで、干拓などの農地整備をほとんど行わず、網状水路が保存された状態で明治を迎えた。

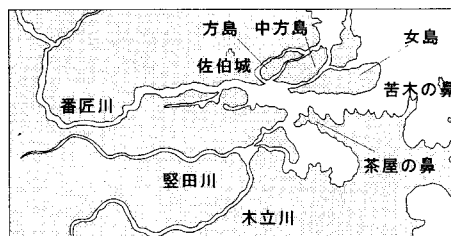


図-7 古文書からトレースした江戸時代の番匠川河口域
資料: 弥生町誌付図3 佐伯領内図 寛政12年(1800年)

②河川改修

現在の番匠川の支流である堅田川や木立川が河口付近で番匠川本川に合流するあたりにはかつては入江が発達していた様子が古絵図(図-7)から伺われるが、現在このエリアは干拓

や埋立が進み農地となっている。明治期以降は、軍港都市としての位置付けも加わった。

昭和 10 年代より、洪水被害が頻発し、県の河川改修事業が行われたが、戦時中に一時中断された。その後、河川改修の重要性から昭和 26 年に国直轄河川に位置付けられ改修が集中して進められた。網状水路を整理し、本川を右岸側に大きく寄せる工事が行われた。下流の池田捷水路の直線化が最大のものであった⁸⁾。その後、河口砂州に立地した集落は堤防に囲まれ、舟運も衰退し、運河は排水路としての機能を果たすようになった。

③導流堤延伸と航路浚渫、および河口砂州の地形

図-8 に空中写真による河口の経年変化を示す。昭和 36(1961)年には、右岸側はほとんど開発されていないが、左岸側には区画化された工場や住宅地の土地利用があった。河口砂州は右岸側に接していた。昭和 40(1965)年には右岸側の海岸と砂州の間に掘削跡が観察される。ヒアリング結果によれば、この掘削は漁船が鶴見方面と往来する際に航路とするため行われたという。昭和 62(1987)年には、左岸側に導流堤が建設された。その結果、番匠川河口の左右岸の非対称性がより強くなった。導流堤は時代を経て延伸を続けたが、佐伯港湾に対する防砂堤としての役割もあった。平成 10(1998)年は、1987 年とほとんど変化がなかった。導流堤の延伸に呼応するように、河口砂州の右岸側端部が導流堤先端に接するように沖側へと発達していった。これは導流堤によって波浪の影響が弱められ堆砂が進むためである。

河口砂州上に干潟が広がっているが、概形としては、左岸側端部は導流堤先端部の河心側であり、佐伯湾に向かって扇形に広がり、右岸側端部はリアス式海岸の岬のひとつである苦木の鼻に接している。

佐伯湾の海図および海上保安庁の海底地形図からの情報によれば、番匠川河口沖は急深となっている。佐伯市街地全体が河口砂州上に立地しているわけだが、砂州縁辺部まで埋立などの開発が進んでおり、その沖はドロップオフとなっている。番匠川河口砂州はこの佐伯全体の砂州の最右岸の端部であると位置づけられる。

④沿岸漁場整備

平成 10(1998)年には佐伯市の事業として、沿岸漁場整備として海底耕運が行われた。区域は図-5 に示す河口中心部に対してである。整備理由は、アサリ資源の急減への対策と考えられる。この整備にもかかわらず、アサリ資源回復の抜本的な解決には至らなかった。

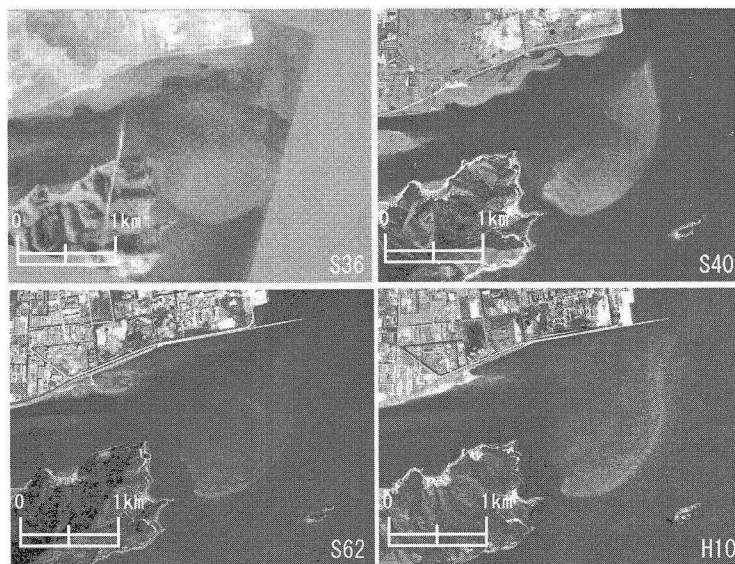


図-8 空中写真による番匠川河口の経年変化

7 漁場へのインパクトの短期的要因

アサリ資源の崩壊と同時期の出来事として上流の採石場の崩落が発生していたため検討対象とした。1993 年 8 月 29 日に 24km 上流の石灰石砕石場から約 30 万 m³ の土砂崩落とそこからの土砂の流入があった。その土砂が一週間にわたって河道を堰き止めてダムアップが心配されていたが、最終的には台風による出水で流下したため、河道が開いて安全性が確保された。流下した土砂の動態は十分に把握されていない。河口のアサリ資源の急減が同時期にあったこ

とが、上流での土砂崩壊と河口生態系との因果関係の有無の解明が 10 年後となっても必要とされている理由である。しかし、採石場崩壊のない水域でも同様のアサリ資源減少が起きているため、これが主要因と考えにくいのが現状である。

流量については、1993 年は長雨で平年の約 1.5 倍の平均流量であった。1994 年には平年の約 3 分の 1 倍と低下した。そのため、アサリ資源が急減した 1993 年頃は、河川流量の変動が激しかったといえる。河口の水質については、BOD、COD、TN、大腸菌群数が 1993 年の前後で急激に悪化した様子はなく、経年的に低下傾向にある⁵⁾⁶⁾。

流量の変動は自然界に起きている現象であり、急激な衰退をもたらす直接的な原因とは思われない。また、水質悪化によるものでもないと考えられる。

8 まとめ

上述のように番匠川河口のアサリ資源に関する漁獲統計、漁獲努力状況、漁場の環境変遷を調べた。資源崩壊の原因究明は途上であるが、複合的問題の要因を列挙し検討した。水産資源学や水産統計学の分野で、水産生物資源の統計値には諸般の社会条件が影響し、純粋な個体数調査結果と同様に扱いにくいことは知られている。

ところが、近年、資源回復や環境復元のプロジェクトにおいては、過去数十年間の動向を知ることが重要と考えられ、環境要素の数値が求められている。ある水域の生態系について他に統計値がない場合には、水産統計が使用される。その際に、統計値のバイアスの程度や内容について詳細に検討されることは稀である。その理由として、漁業の実態や地域の情報について細かに調べられないことが多いからである。周辺情報についても、その確度の検証がさらに困難になる場合も多い。

番匠川での調査結果として、①アサリ資源崩壊後の水産振興目的の地域外個体群の継続的な移入、②漁法や性別による漁獲努力量の差異という要因が挙げられた。漁業統計値の推移と突発的な出来事を直接的な因果関係で考えることは困難である。

現在、アサリ資源の低迷は全国的に報告されており、移入も国内だけでなく国外からも報告されている。その場合には、水産生物個体群の遺伝的攪乱や、移入種の問題が発生しやすくなることは不可避である。番匠川河口干潟のアサリ資源の劣化が、こういった水産流通上もたらされたものか、この地特有の物理環境原因によるものかは判断が困難であった。

漁業者へのヒアリングによれば、水産生物以外に対象地での生物の多様性や量の減少が確認されていることから、生態系劣化の原因がアサリ以外にも同様に存在すると考えることは当然のことといえよう。

謝辞

本研究は、土木学会水理委員会河川懇談会の共同研究計画「汽水域の環境特性に関する研究（番匠川）」の一環である。アサリ資源の生物学的検討については熊本県立大学の堤裕昭教授、現地の漁業については西日本技術研究所の工藤勝宏氏、佐伯市役所林業水産課の方々にご教示をいただいた。多分野にわたる調査には佐伯工事事務所鶴崎秀樹氏、小犬丸智明氏、川原輝久氏にご尽力いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 水産庁:平成 12 年度漁業白書 <http://www.hakusyo.maff.go.jp/>
- 2) 清野聡子・塩崎正孝・宇多高明・後藤隆・黒木利幸・中村利行.空中写真による干潟の微地形判読と現地踏査を組み合わせたカブトガニ生息地・産卵地調査法,水工学論文集,第 45 巻,pp.1021-1026.2001.
- 3) 清野聡子・宇多高明・森繁文・工藤秀明・山下博由.河川感潮域および河口干潟における複数希少種の複合保全計画の検討-大分県八坂川・守江湾を例として-,河川技術に関する論文集,第 6 巻,pp.209-214.2000.
- 4) 清野聡子:川から干潟を考える, 海岸, 41 巻第 2 号 pp.21-27.2001.
- 5) 高見徹・東野誠・井上徹教・中茂義晶・安達貴浩・小松利光・清野聡子・別府五男・郡山貞次.汽水域の環境特性:番匠川河口干潟における底質粒度と貝類生息密度,土木学会第 57

回年次学術講演会講演概要集, VII-065, pp.129-130, 2002.

6) 中茂義晶・小松利光・安達貴浩・井上徹教・高見徹・清野聡子・郡山貞次:番匠川河口域の環境特性に関する研究,平成 13 年度土木学会九州支部講演会講演集,B-480-481.2001.

7) (社)日本栽培漁業協会:アサリの種苗放流と漁業に関する調査報告書.2001.

8)九州地方建設局佐伯工事事務所:佐伯ー40 年のあゆみー.1993.