

河口干潟の環境と水産生物資源の変動に関する 現地観測

-大分県番匠川河口干潟のアサリを対象として-

FIELD SURVEY OF ENVIRONMENT AND CHANGE IN MARINE PRODUCTS
ON THE BEHAVIOR OF THE CRAM POPULATION IN THE TIDAL FLAT OF
THE BANJO RIVER IN OITA

高見 徹¹・東野 誠²・井上徹教³・中茂義晶⁴・安達貴浩⁵・清野聡子⁶
別府五男⁷・郡山貞次⁷・小松利光⁸

Tohru TAKAMI, Makoto HIGASHINO, Tetsunori INOUE, Yoshiaki NAKASHIGE, Takahiro
ADACHI, Satoquo SEINO, Itsuo BEPPU, Sadaji KOORIYAMA and Toshimitsu KOMATSU

¹正会員 博(工) 大分工業高等専門学校助手 土木工学科 (〒870-0152 大分市大字牧1666)

²正会員 博(工) 大分工業高等専門学校助教授 土木工学科 (同上)

³正会員 博(工) (独) 空港港湾技術研究所 海洋・水工部 (〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1)

⁴学生会員 九州大学大学院 工学府海洋システム工学専攻 (〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1)

⁵正会員 博(工) 九州大学大学院助教授 工学研究院環境都市部門 (同上)

⁶正会員 東京大学大学院助手 総合文化研究科 (〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1)

⁷国土交通省九州地方整備局佐伯工事事務所 (〒876-0813 佐伯市長島町4-14-14)

⁸フェロー 工博 九州大学大学院教授 工学研究院環境都市部門 (〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1)

A field survey was performed in order to investigate the effect of water quality and characteristics of the sediment on change in marine products in the tidal flat of the Banjo River in Oita. The population of cram has decreased there recently. The sampling points were set in the tidal flat about 2.5km upstream from the entry of Banjo River. The water quality, i.e. water temperature, pH, DO, BOD, COD, SS, nitrogen and phosphorus, characteristics of the bottom sediment, i.e. grading and amount of heavy metals contained in the sediment, and population of marine products, i.e. density of cram, distribution of shell lengths of crams and density of algae have been examined in each month. The influence on the decrease in the population of cram is discussed based on the observed data.

Key Words : *cram, fishery resource, Banjo River, tidal flat*

1. はじめに

河川感潮域では潮汐周期に伴って水没, 干出を繰り返す干潟が形成され, 様々な有機物生産の場となっている。また, 河口干潟では, その環境条件に応じて生態系が形成され, そこに生息する多様な魚貝類は水産生物資源としての役割を果たしてきた。しかし, 近年, 全国各地で自然的・人為的要因による水域生態系の劣化が顕在化し, その結果, 水産生物資源の減少等の問題が深刻化している。これらの多くは, 生息地の破壊や水域水質の悪化等の複合的要因が複雑に絡み合っ

ているが, できるだけ原因を究明して何らかの対策を講ずる必要がある。河口干潟の生態系の問題には, 河口域の水理・水質特性が深く関与する。したがって, 検討に際しては生態学的視点のみならず, 水理学・水質工学的手法の導入が必要である。近年, 大分県八坂川河口沖干潟におけるカブトガニの生態と水理特性の関係についての現地観測および数値シミュレーションによる検討¹⁾や, 吉野川河口干潟におけるシオマネキの生態と水理特性の関係についての検討²⁾等が行われている。本研究は, アサリの急激な減少が問題となっている大分県番匠川の河口干潟を調査対象水域として, 上述の複合的要因が生態系および水産生物資源の劣化に及ぼ

す影響について検討するものである。しかし、これらに関する過去の調査はほとんど行われていない。したがって、本論文ではまずアサリの急減の原因を究明するため、アサリの生態と水理・水質諸量ならびに底質との関係について現地観測による検討を行った。

2. 調査対象水域の概要

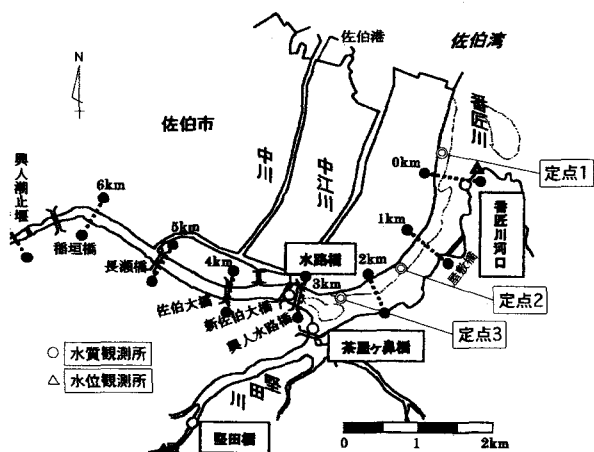


図-1 番匠川河口域の概略図。

(1) 番匠川の概略

調査対象水域である番匠川(図-1)は、大分県南部の山地に源を發し、佐伯湾に注ぐ幹線流路延長38.1km、流域面積464km²の1級河川であり、全流域面積の89%を山地が占めている。番匠川本線の河口端より約2.5km上流の地点では堅田川が合流している。河口干潟は、本線河口端から約2.5km上流までの左岸側と河口沖に形成されており、その総面積は約30haである。感潮区間は約6.8kmであり、干潮時においても河口端から上流約4km付近まで塩水が底層に侵入している。河口部の佐伯市では水産業と農業が基幹産業となっており、河口干潟ではアサリ、ハマグリおよびクルマエビ等を対象とした漁業が営まれている³⁾。大分県佐伯漁業共同組合のアサリ漁場は、河口沖および河口端より約1.5km上流までの範囲における右岸側の河道および左岸側の干潟部となっている³⁾。

(2) 番匠川河口のアサリ漁獲量の推移³⁾

番匠川河口におけるアサリ漁業は、1970年代前半までは流域に立地する工場からの排水汚染による水質悪化のため行われていなかったが、水質汚染問題が改善された1977～1980年から本格的に実施されるようになった。そのため、アサリの漁獲量は1984年から急増し、1989から1993年にかけては約100t/年程度で推移した。しかし、1994年から急激に低下し、1998年以降は年漁獲量1t/年に満たない状態である³⁾。他の魚貝類を含む総漁獲量は1980年代に入ってから低下が始まり、

その後現在まで低迷している。なお、九州でアサリ漁の盛んな大分県、福岡県、熊本県の農林統計を整理した結果によると、3県のアサリ資源の減少は1980年代に既に始まっており、一方、大分県では1985年以降低迷している。しかし、番匠川河口でのアサリの急減はその時期が上述の地域よりも約10年程度遅れていることから、地域固有の問題と判断される。アサリの生育阻害要因としては、有機物汚染や富栄養化による水質悪化、底質の粒度変化、捕食性巻貝(ツメタガイ)による食害、生息の場を競合するホトトギスガイや、アオサなどの大型海藻類の大増殖、重金属等の有害物質の影響⁴⁾、あるいは上流域の森林の状況の変化等が考えられるが、いまだ明らかにされていない。

3. 現地観測と実験

本研究では、番匠川河口域におけるアサリ漁獲量急減の原因を究明するための第一歩として、基礎的な環境特性を明らかにするため、本対象水域の特徴であり、調査の容易な左岸側の河口干潟における生物、水質、および底質の現況調査を行った。調査地点と調査期間ならびに調査項目とその方法は次のとおりとした。

(1) 調査地点と調査期間

調査地点は、番匠川河口から約2.5km上流までの区間の左岸側干潟上の3地点(下流から順に定点1, 2, 3, 図-1)とした。調査は2001年8月～2002年7月まで、1カ月に1度の頻度で実施した。また、調査は干潟が干出する干潮時の日中に実施した。なお、定点1, 2, 3の地盤高は、それぞれT.P. -0.5m, -0.8m, -0.5mである。また、定点1～3では塩水遡上の影響を受けるため、冠水時の塩分はおよそ34～36程度となる。

(2) 生物調査

生物調査では、アサリを含む貝類の現存量の把握と、アサリの死滅時期(稚貝あるいは成貝)の特定を行うため、各定点における貝類の個体数組成比率およびアサリの生息密度と殻長頻度分布、ならびにアサリの生息場での競合種であり、干潟上の底質表面に繁茂(堆積)する海藻類(緑藻アオサおよび紅藻オゴノリ)の堆積密度を測定した。貝類の採取は、塩化ビニル管を加工して作成した円筒形コアサンプラー(断面積100cm²、深さ5cm)によって行い、採取した底質(100～20000cm²相当量)を、1mmメッシュ篩を用いてふるい分けを行って、篩上の残留物のなかの各種貝類を選別・採取してそれぞれの個体数を計数し、個体数組成比率と密度(個/m²)を求めた。特に、アサリについては、実体顕微鏡(OLMPUS社製、SZH-ILLB)とCCDカメラ(TOSHIBA社製、IK-1570N)またはデジタルカメラ(NIKON社製、

COOLPIX990) を用いて撮影し、PC上に取り込み、画像処理解析ソフト (NIH Image ver. 1.61) を用いて殻長を測定した。海藻類は、それぞれの定点においてコドラート (50×50cm) を用いて底質表面の0.25~7.5m²を無作為に抽出して海藻を全量採取し、海藻種ごとに湿重量を測定して堆積密度 (g-wet/m²) を求めた。

(3) 水質観測データ

広範囲に渡る河口域の水質は、国土交通省九州地方整備局佐伯工事事務所が設置している番匠川河口、茶屋ヶ鼻橋、および水路橋の3カ所の水質観測所の定期観測データを入手し、水温、pH、DO、BOD、COD、SS、T-N、T-Pについて検討した。

(4) 底質調査項目

底質調査として、底質粒度および中央粒径値、ならびに重金属含有量を測定した。底質は、貝類の採取に用いた円筒形コアサンプラー (断面積100cm²、深さ5cm) を用いて採取し、JSF T 131「粒度試験方法」に従って粒度分布および組成比率を測定し、中央粒径値を求めた。重金属含有量は、粒度調査と同様の方法で底質を採取し、Cu、Zn、Ni、Mnについて測定した。なお、重金属類の分析については、タナベ環境工学 (株) および (株) 住化分析センターに依頼した。

4. 調査結果と考察

(1) 生物調査結果

a) 貝類の個体数組成比率とアサリの生息密度

定点1, 2, 3における貝類の個体数組成比率の季節変化を図-2に示す。図中の空欄は調査を実施しなかったことを表す。定点1における貝類個体数組成比率は、調査月ごとに多少の変動はあるがほぼ年間を通じて安定しており、採取された貝類全体の50.0~98.7%をアサリが優占した。しかし、定点2でのアサリの占める割合は12.7~53.9%であり、定点1と比較して少なく、巻貝のウミナガが多かった。さらに、定点3では、貝類全体の31.6~84.0%をウミナガが占めた。この結果より、調査地点のなかで最も河口端に近い定点1から最上流部の定点3に向けてアサリの個体数組成比率は低くなり、一方でウミナガの組成比率が高くなる傾向があることが明らかとなった。この原因については、それぞれの定点における水質および底質等の違いによる影響が考えられる。これらの影響の有無については、次節以降に詳述する。また、アサリの生育阻害要因の一つとして考えられたアサリの競合種であるホトトギスガイについては、本調査ではほとんど採取されず、本調査地点におけるアサリ減少の原因ではないと考えられる。また、捕食性巻貝のツメタガイについても同様に本調査にお

いてはほとんど採取されなかった。

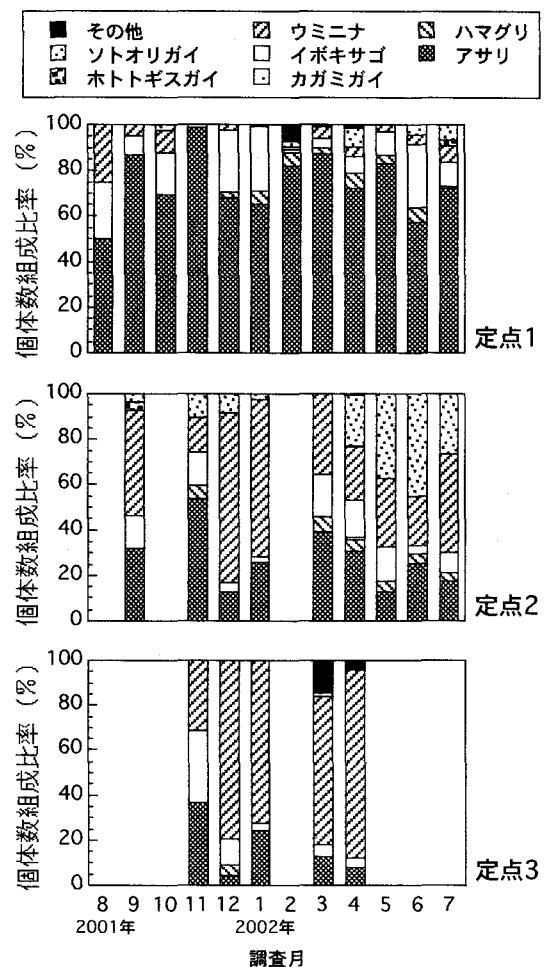


図-2 各定点における貝類個体数組成比率の季節変化。

また、各定点におけるアサリの生息密度 (図-3) は、定点1で28~631個/m²であり、定点2の10~283個/m²および定点3の20~233個/m²と比較して高かった。しかし、定点1におけるアサリ生息密度の季節変動は大きく、2001年12月~2002年2月に100個/m²以下となる。アサリ生息密度は2001年10月を除いて冬季に極めて低くなった。2001年10月については、台風21号通過直後であったことから、台風による増水とそれによる底質の攪乱がアサリの生息密度に一時的な影響を及ぼしたと考えられる。また、西日本におけるアサリの産卵時期はおよそ1~6月あるいは4~6月であることから⁴⁾、2002年3月からの生息密度の急激な上昇は産卵後の稚貝の新規加入によるものと思われる。しかし、比較的アサリ生息密度の高かった2001年8月~11月 (10月を除く) および2002年3月~7月においても、その密度は179~631個/m²であり、代表的なアサリ漁場である愛知県三河湾や、山口県大海湾の数千個/m²と比較して^{5), 6)}、1オーダー低い値となっている。アサリの生息密度の変動については、毎月の調査における均質な採取の困難なこともそ

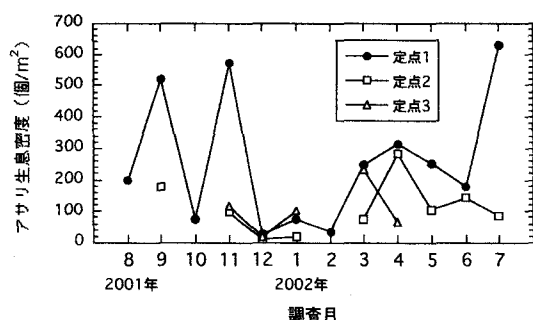


図-3 各定点におけるアサリの生息密度の季節変化。

の要因として考えられる。しかし、冬季のアサリ密度の減少（減耗）については、東京湾盤洲干潟においても報告されており⁷⁾、本調査地点においても同様の現象が起こっている可能性が示唆された。

b) アサリの殻長頻度分布

アサリの成長過程とその死滅時期を把握するため、アサリ密度の最も高い定点1で採取されたアサリのうち、生存していたもの（生貝）と死亡していたもの（死貝）とに分別して、それぞれの殻長頻度分布を測定した（図-4）。なお、図中の死貝（穴）とは、捕食性巻貝のツメタガイによって貝殻に穴を穿たれて死亡していたアサリを示している。2002年2月の調査において採取されたアサリの生貝は、個体数が少なかったとともに、殻長11～27mmのものに限られていた。また、死貝もほとんどみられなかった。しかし、同年3月では、殻長1～2mmおよび2～3mmの生貝が、それぞれ107個/m²および62個/m²採取され、2月下旬から3月初旬の産卵にともなう稚貝の新規加入がなされたと判断された。しかし、一方で、殻長1～2mmおよび2～3mmの死貝もそれぞれ136個/m²および106個/m²となり、生貝の存在個体数を上回る個体数が確認された。その後の4～6月では、殻長1～3mm程度の稚貝の死亡個体数は多くは確認されなかったが、7月の調査においては再び100個/m²以上が確認された。この結果から、定点1においてアサリの生息密度が低くなる原因は、新規加入直後の稚貝の死亡によっているのではないかと考えられる。また、ツメタガイによって穴を穿たれた死貝の個体数は、その他の原因による死貝個体数と比較して極めて少なかった。先述の貝類個体数組成比率においてもツメタガイの採取個体数は極めて少ないことから、本調査地点においては、ツメタガイがアサリ資源量に大きな影響を与えることはないといえる。

c) 海藻類の堆積密度

河口干潟に出現する主要な海藻であるアオサとオゴノリの堆積密度を図-5に示す。アオサはすべての定点においてほぼ通年観測されたが、特に、2002年3月～5月の春季において、その密度が最大となった。定点1、2、3におけるアオサの密度の最大値は、それぞれ90g/m²

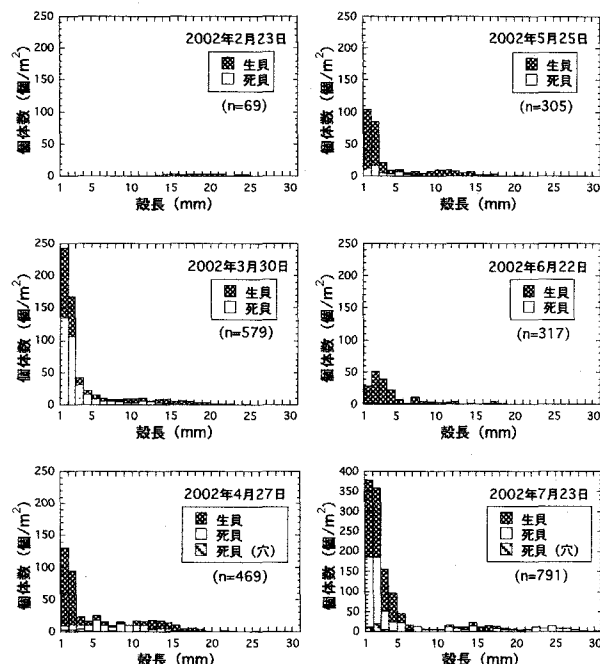


図-4 定点1におけるアサリの殻長頻度分布の変化。

（台風21号による出水によって定点1付近に局所的にアオサが流入・堆積した2001年10月を除く）、3486g/m²、5684g/m²であり、定点2と3で極めて高い値を示した。これらの値は、「グリーンタイド」として問題となっている高知県浦ノ内湾等での堆積密度に匹敵する値であり⁸⁾、定点2および3の左岸堤防付近では、堆積したアオサが腐敗することによって生じたと思われる底質の嫌気化が年間を通じて観察された。同定点付近には、女島樋門および女島樋管が設置されており、干潮時には農業排水が流れ込んでいる。アオサの増殖はこれらの排水からの栄養塩の供給によるものと考えられた。一方、オゴノリは、冬季～春季である2002年1月～5月にのみ出現し、定点2では最大4452g/m²が観測された。アオサおよびオゴノリの増殖期である3～5月は、アサリの産卵および稚貝の新規加入時期と重なるため、これら海藻の増殖がアサリの稚貝の生育に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

(2) 水質観測結果

2001年8月～2002年7月における番匠川河口域の水質観測所における観測結果を図-6に示す。3カ所の水質観測所における水質は、互いに際だった差異は認められず、同様の傾向を示した。3カ所の水質観測地点において、調査期間を通じて、水温は9.1～31.0℃、pHは6.9～8.2の範囲を変動し、DOは6.4mg/l以上、BODおよびCODは1.3mg/lおよび3.4mg/l以下、SSは4mg/l以下となり、良好な水質を示した。しかし、T-Nは調査期間を通じて0.59～0.89mg/l、T-Pは、2001年8月の茶屋ヶ橋水質観測所において0.093mg/lの高い値を示し、それ以外の月のすべての観測所においても0.012～0.035mg/lと

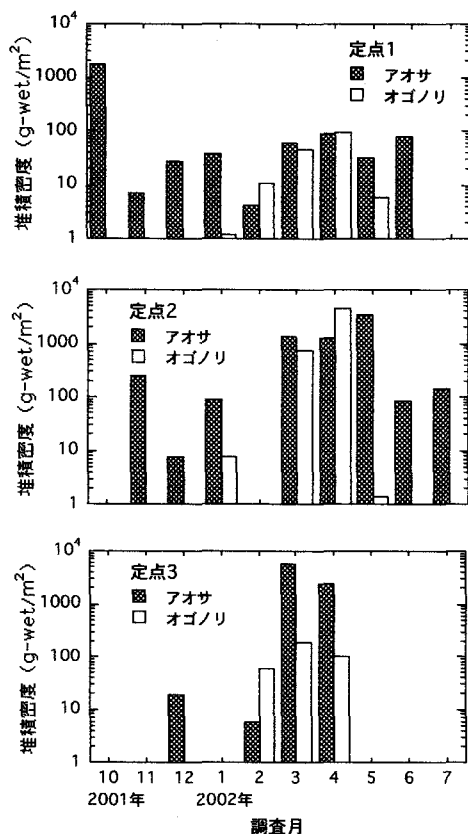


図-5 各定点における海藻類の堆積密度の季節変化。

なり、富栄養化傾向にあることが認められた。これらの栄養塩類の増加がアオサの増殖を助長すると考えられる。河口域全体における栄養塩濃度の上昇は樋門・樋管からの負荷だけでなく、番匠川上流や堅田川からの負荷も考えられることから、これらの流入負荷量とその水質への影響については今後検討する必要がある。

(3) 底質調査結果

a) 底質粒度組成比率と中央粒径値

各定点における底質の粒度組成比率を図-7に示す。最下流部の定点1では年間を通じて粒径106~250 μm の細砂および粒径250~425 μm の中砂の合計値が底質全体の66.6~85.2%を占め、粒径75 μm 以下の粘土・シルト成分は0.65~10.3%、粒径850 μm 以上の礫分は0.1~0.8%と少なかった（中央粒径値180~333 μm ）。定点2では細砂および中砂が底質全体の47.5~79.2%となり、定点1と比較して少なかった。一方で、定点2では粘土・シルト成分が底質全体の3.0~22.7%、礫分が1.7~8.7%となり、定点1と比較して多かった（中央粒径値240~357 μm ）。これらに対して、定点3では礫分以上の粒径のものが底質全体の66.2~86.9%を占め、細砂および中砂を含む砂分は極めて少なかった（中央粒径値2291~5410 μm ）。これらの結果から、最下流部の定点1から上流部の定点3にかけて、礫分が多くなる傾向が明らかとなった。アサリの生育には細砂および中砂が

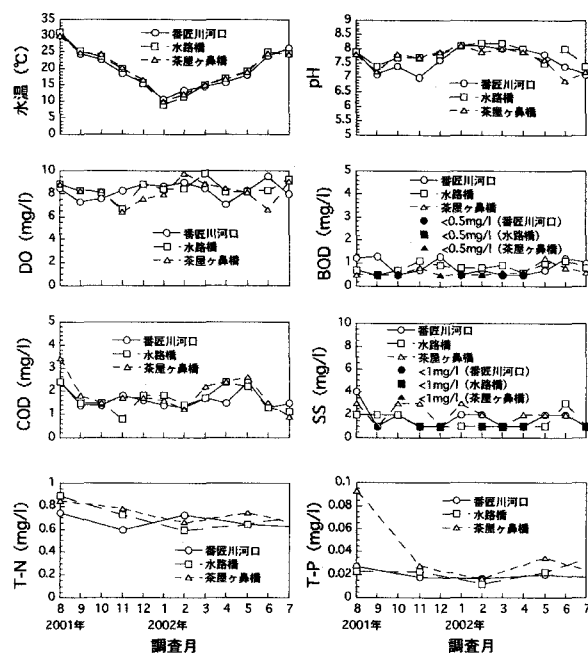


図-6 水質観測結果（2002年1月～7月は速報値）。

適しており、粘土・シルト成分や礫分が多い環境には適していない⁵⁾。先述の貝類個体数組成比率における定点1から3に向けてのアサリの組成比率の低下とウミナナの割合の上昇は、底質粒度組成比率における礫分の組成比率の上昇と一致することから、各定点における貝類個体数組成比率の差異は底質粒度による影響が大きいといえる。

b) 重金属含有量

各定点における底質の重金属含有量は、2001年7月～2002年5月までの分析結果によると、Cuが定点1で3.9~7.0mg/kg、定点2で6.3~9.0mg/kg、定点3で4.2~7.5mg/kg、Znが定点1で36~50mg/kg、定点2で33~50mg/kg、定点3で21~39mg/kg、Niが定点1で7.7~15mg/kg、定点2で14~20mg/kg、定点3で6.7~16mg/kg、Mnが定点1で150~340mg/kg、定点2で190~290mg/kg、定点3で140~290mg/kgであった。山口県瀬戸内海沿岸におけるアサリ漁場の底質の重金属含有量の平均値は、Cuが5.9ppm、Znが36ppm、Niが6.8ppm、Mnが124ppm等、が報告されており⁹⁾、定点1, 2, 3における重金属含有量の最大値はこれらの報告値に比較して約1.5~3倍程度高い値であった。重金属類がアサリの生育に及ぼす影響濃度については、まだ充分な知見が得られていないため、今後バイオアッセイによって、底質重金属濃度とアサリの生育との関係を明らかにする必要がある。

5. まとめ

番匠川河口干潟におけるアサリ資源急減の原因究明を目的として、2001年8月～2002年7月に現地観測を行

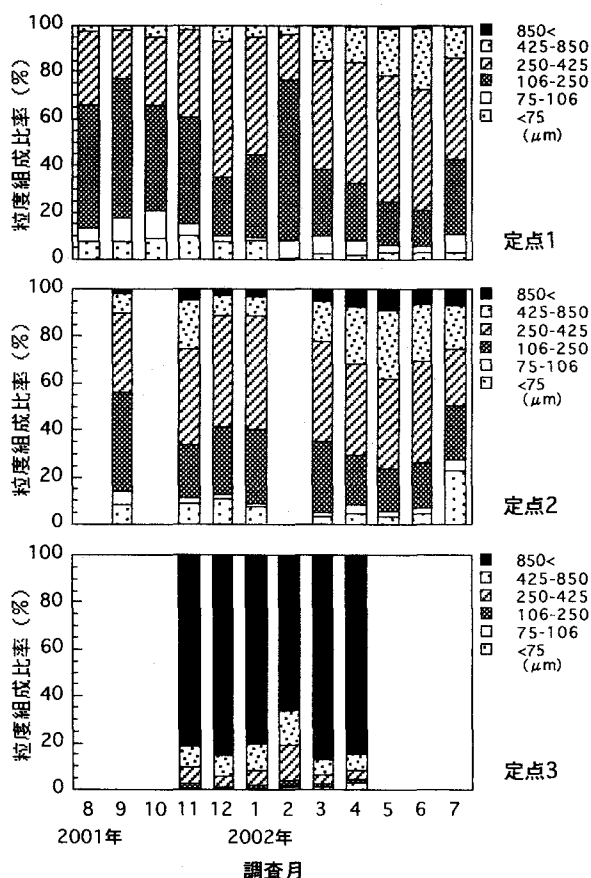


図-7 各定点における底質の粒度組成比率の季節変化。

った結果、以下の知見を得た。

- 1) 採取された貝類のなかで、アサリの個体数組成比率は、河口端の干潟（定点1）で最も高く、その値は50.0～98.7%であった。しかし、その密度は低く、最大で631個/㎡であった。
- 2) 定点1では12月～1月におけるアサリ密度の減少と、3月および7月における稚貝の死亡が認められた。
- 3) 河口端より1.5kmおよび2.5km上流の干潟（定点2, 3）ではアサリの密度が低かった。底質中の礫分の割合が多いことが主要な原因と考えられる。
- 4) 河口域の水質は富栄養化傾向にあり、定点2および3では、3～5月において、富栄養化にともなう大型海藻であるアオサの大増殖が観測された。
- 5) すべての定点において、捕食性巻貝であるツメタガイあるいはアサリの競合種であるホトトギスガイの個体数は少なく、アサリ資源量に対する影響はないと考えられた。
- 6) すべての定点における底質の重金属含有量（Cu, Zn, Ni, Mn）は、代表的なアサリ漁場と比較してやや高い傾向を示した。

以上の結果から、番匠川河口干潟における貝類の個体数組成比率は底質粒度に影響されるものの、アサリ資源量の低下の原因は冬季の減耗と稚貝の新規加入直後の死亡によるものが大きいと考えられる。また、富

栄養化にともなう大型海藻類の大増殖や底質の重金属含有量の増加はアサリの生息密度の低下に影響を及ぼす可能性がある。一方で、ツメタガイによる捕食やホトトギスガイによる生息場での競合については、これらの生息密度が低いため、アサリ資源量に影響を及ぼさないことが分かった。今後は、本研究では未調査であった右岸側河道部および海域の調査を実施するとともに、樋門・樋管等からの栄養塩負荷量と、海藻の腐敗に伴う底質の嫌気化や重金属類による貝類への影響、ならびにこれらの対策としての河川管理方法について検討する予定である。

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、現地の漁業等については西日本技術研究所の工藤勝宏氏にご教示を頂いた。佐伯工事事務所鶴崎秀樹氏、小犬丸智明氏、草野裕一氏には研究全般にわたってご尽力頂いた。記してここに感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 清野聡子，宇多高明，三船修司：過去の地形条件における希少生物カブトガニの孵化幼生の分散課程の復元と生息地保全，水工学論文集，第46巻，pp.1181-1186，2002。
- 2) 宇野宏司，中野晋：吉野川河口における塩分環境とシオマネキ幼生分布状況，水工学論文集，第46巻，pp.1175-1180，2002。
- 3) 清野聡子，小松利光，安達貴浩，井上徹教，高見徹，中茂義晶，別府五男，郡山貞次：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—，環境システム研究論文集，第30巻，2002。
- 4) (社)全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業 増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編（平成8年度版），pp.123-164，1996。
- 5) 西沢正，日向野純也，田口浩一，伊藤寛：三河湾におけるアサリ稚貝の分布量と底質および流れとの関係，水産工学，第32巻，pp.137-143，1995。
- 6) 井上泰：山口・大海湾におけるアサリの生態と環境について，水産土木，第16巻，pp.29-35，1980。
- 7) 柿野純，古畑和哉，長谷川健一：東京湾盤洲干潟における冬季のアサリのへい死要因について，水産工学，第32巻，pp.23-32，1995。
- 8) 大野正夫：アオサと大繁殖，アオサの利用と環境修復（能登谷正浩編），pp.1-15，成山堂書店，東京，1999。
- 9) 熊谷洋，佐伯清子：底質とアサリの重金属含量について，日本水産学会誌，第48巻，pp.837-841，1982。

(2002. 9. 30受付)