

豊川河口域に生息する貝類の分布特性と物理環境特性との関係について

DISTRIBUTION OF BIVALVES AND THEIR DEPENDENCY ON THE PHYSICAL ENVIRONMENTAL CHARACTER IN THE TOYO RIVER ESTUARY

尾嶋 百合香¹・天野 邦彦²・中西 哲¹・小林 草平³・中田 和義⁴
Yurika OSHIMA, Kunihiko AMANO, Satoru NAKANISHI, Sohei KOBAYASHI
and Kazuyoshi NAKATA

¹正会員 修(工) (独) 土木研究所 研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)

²正会員 博(工) (独) 土木研究所 上席研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)

³博(農) (独) 土木研究所 専門研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)

⁴正会員 博(水産) (独) 土木研究所 専門研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)

To clarify the relationships between physical characteristics and benthic organisms in estuary ecosystems, we surveyed geomorphology, water chemistry, and abundance and stable isotopes of benthic invertebrates in the Toyo River estuary with primary focusing on bivalves that are known to be sensitive to upstream river environment.

Abundance of bivalves was high at shallow places where substrate and dissolved oxygen were in preferable conditions. *Ruditapes philippinarum* was distributed in highly saline and sandy places. *Corbicula japonica* was abundant in places where mean salinity ranges from 1 to 25‰ and bottom sediments consist of gravels.

These habitat suitability information of native key species should be used in appropriate river environment management.

Key Words : estuary region , brackish-water region , physical environmental character , macrobenthos

1. はじめに

自然環境の保全, 復元に対する社会の関心が強まるなか, 河川事業においても環境や生態に配慮した計画・設計を行うことが必要になる. そのために生息場としての河川物理環境とそこに棲む生物との関係を適切に評価し, 環境や生態に配慮した保全, 再生の技術提案が求められている.

河川改修等の地形改変による生物への影響を予測するためには, 地形などの物理環境特性と生物分布との関係を把握する必要がある. 本研究では水質・底質といった河川環境の影響を直接受けやすい貝類に着目して, 地形や水質・底質等の生息環境と貝類の量・種を把握することで, 河口域における貝類の生息環境の特徴を整理し関連性を評価した.

2. 研究方法

(1) 調査地の概要

豊川は流域面積724km², 幹川流路延長77km, 段戸山(標高: 1,152m)を源流に設楽町, 新城市, 豊川市および豊橋市を通り三河湾へ流れる一級河川である(図-1).

調査はヤマトシジミ(*Corbicula japonica*)の生息域である豊川汽水域(放水路分岐付近: 本川11.6km)からアサリ(*Ruditapes philippinarum*)稚貝で有名である三河湾に面した六条干潟を含む下流を対象に行った.

当箇所は昭和40年代より放水路・護岸・豊川浄化センターの建設・整備などによる地形変化や, 農地開発に伴い整備された用水路への取水による河川流量の減少など人為的改変を受けている場所である.

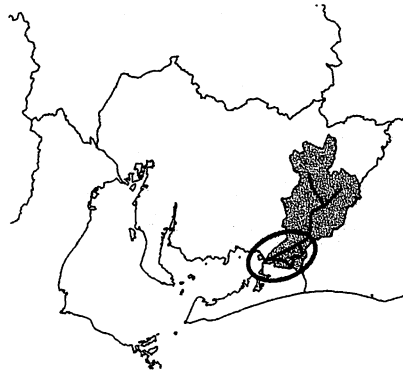


図-1 調査地概要

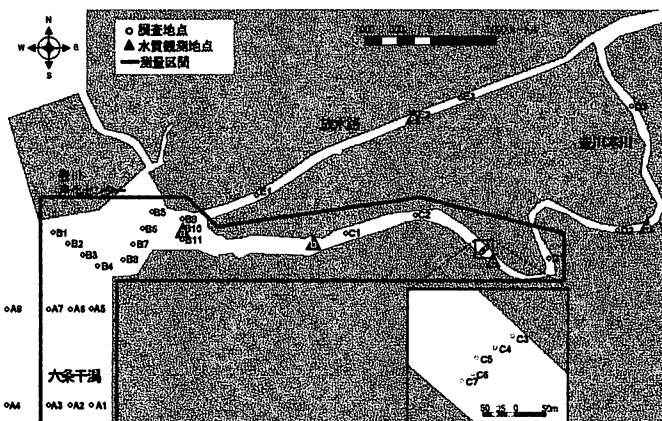


図-2 調査地点詳細

(2) 調査方法

a) 地形情報取得方法（深浅測量）

平成19年2月13日から23日にかけて本川6.8km付近から海域までの約4.7km²で深浅測量調査を行った（図-2）。

測量方法は、測量船（速力3～4ノット）に搭載した音響測深機による測深法であり、測深は精密音響測深機PDR1300型（1素子・周波数：200Hz・指向角：半減全角6°）を使用して実施した。測深回数は1回とし、測量船の誘導は、パソコンによる誘導システムを使用して実施した。船位の測定は、GPS測位機（TRIMBLE AgGPS124）により実施し、事前に四等三角点（五号）において精度の確認を行った。

資料解析手順として、現地調査より位置測量記録（X・Y：デジタル）、測深記録（Z：アナログ）を行った後、位置データ（X・Y座標）より、航跡図を作成し、紙媒体である測深記録へ座標を記入した後、座標を基に水深読取り位置、潮位、基準線を記入し、水深の読みとりを行い、地形のXYZデータを作成した。

b) 現地試料（貝類・水・底泥）採取方法

河口域における貝類の生物相と生息量を把握するために、平成19年2月28日から3月2日にかけて貝類等の試料採取調査を実施した。調査は図-2に示す海水の影響の異なる5区域32地点で行い、A区域：海域（8地点）、B区域：常に海水と淡水が混合している河口域（11地点）、C区域：海水の影響が強いと思われる河川域（7地点）、D区域：海水の影響が弱いと思われる河川域（3地点）、E区域：放水路（3地点）で行った。

各地点において船上よりスミス・マッキンタイヤー型採泥器（1/20m²）を用いて2回採泥した。採取物は、船上で網目1mmのふるいを用いて分別し、ふるい上に残った貝類を試料とした。試料は10%のホルマリン溶液を用いて固定処理を施した。同様の作業で別途安定同位体分析用の貝類を採取し速やかに冷凍保存した。併せて、河床・海底の底質状況を把握するため、同地点・同様方法で底泥の採取（500mL瓶2本ずつ）を行うとともに、水質状況を把握するためバンドーン採水器を用いて採水（5L）を行った。採水はA区域およびB1地点は海面下1.0m、その

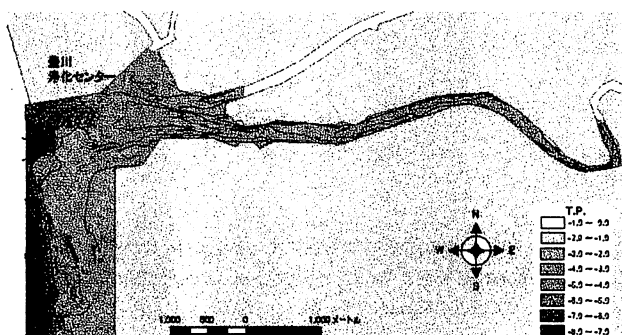


図-3 等深線図

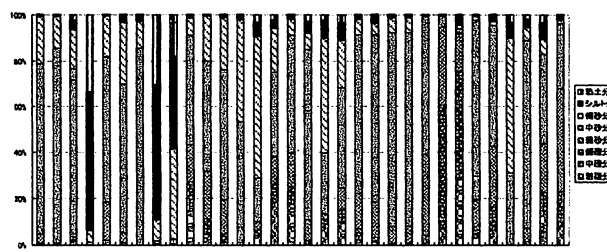


図-4 粒度分布

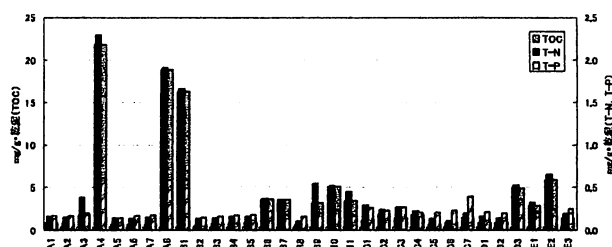


図-5 底質結果

他区間は1/2水深で行った。採取された水質・底質試料は速やかに冷蔵保存した。

c) 試料分析方法

ホルマリン固定した貝類は種の同定・種別個体数の計数及び殻長・湿重量の測定を行い、冷凍保存した貝類は炭素及び窒素の安定同位体比を測定した。また、底泥は土粒子の粒度組成（JIS A1204「土の粒度試験」）、全窒素・全含有有機物を元素分析装置（株）ジュー・サイエン

ス・ラボ社製, JM10), 全リンはモリブデン青(アスコルビン酸)吸光光度法(日本分光(株)社製, V-530)で測定した。水はガラス繊維ろ紙(Whatman GF/C)を用いて濾過を行い、濾紙上のものを懸濁物とし、炭素及び窒素の安定同位体比を測定した。炭素及び窒素の安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)は元素分析計(Thermo Electron 社製, Flash EA)を前処理装置として接続した安定同位体比測定用質量分析装置(Thermo Electron 社製, Delta Plus XL)を用いて測定した。

d) 塩分濃度観測

図-2に示す5地点において、自記式計測器多項目水質計等(YSI6000型等)を設置し、平成19年5月12日から6月2日にかけての20昼夜連続的に水質(塩分)を計測した。設置水深は表層(水面下50cm)と底層(底上50cm)の2層とし、表層に設置する計器については水位の変化に追従する様に係留した。測定間隔は10分間とした。

3. 研究結果

(1) 地形特性と底質特性

深淺測量による豊川河口域の等深線図を図-3に示す。現地の測量結果から得られたポイントデータを基に、ArcGISを用いてTIN(Triangulated Irregular Network)により表示したものである。全体的に豊川河口域は水深が5m未満と浅い河口・海域であり、所々滞筋により深い場所が形成されている。また、底泥の粒度分布を図-4に、CNP含有の分析結果を図-5に示した。各区域の特徴は、

A区域：岸側は砂質で水深1~2mの浅場であり、なだらかな傾斜が沖に向かっており、急斜で水深8m程度の

深場となっている沖側(St. A4, A8)はでシルト・粘土質の泥底であった。

B区域：豊川本川と放水路の流入部が合流する河口域は滞筋など複雑な地形を形成しており、浄化セン

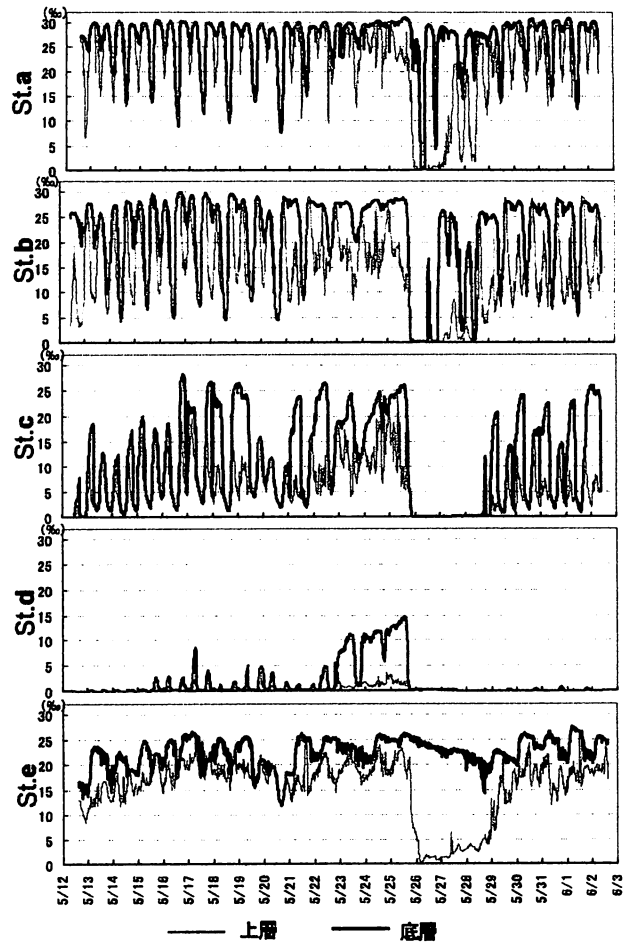


図-6 塩分濃度観測結果

表-1 採取された貝類

種名	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1	D2	D3	E1	E2	E3
イシマキガイ																									9	13						
Assiminea sp.																					1	11	9	7	5	31	146	2			1	
エドカ'リミ'コ'マツホ'															2				11		16									89		
カワグチツホ'																					2									2		
チリマンカリナ																													48			
ホソウミナ													1	156		1	35		1													
ウミナ													40						35													
Batillaria sp.																			2													
アラムシロカ'イ													4		1	14	1															
トウカ'ガイ'科	13	3									4	2	3																			
スイフ'ガイ'科	4	1	1					11																							4	
ウミウシ目								1																								
サルホ'ウカ'イ								6	2						1		1															
Scapharca sp.																																
コウモン'カワ'ヒバ'ガイ																									2						1	
ヒバ'ガイ'属																					1											
ホト'キ'ス'ガイ'目	10	1	10					1	167	1	51		2		2	21	10	4	18	12	830	6					1			14	2	
ムラ'サ'キ'ガイ'イ																																
チヨ'ノ'ハ'ナ'ガイ'イ																																
シロ'トリ'ガイ'属																																
ユウ'シ'オ'ガイ'イ																																
ニッ'コ'ウ'ガイ'科	23	2						20	2				4	170				7														
シズ'ク'ガイ'イ																																
マナ'ガイ'イ																																
ケ'イト'リ'ガイ'イ																																
ヤマト'シ'ジ'ミ																																
ヤマト'シ'ジ'ミ'属																																
カ'ミ'ガイ'イ																																
ア'サ'リ																																
マル'ス'タ'レ'ガイ'科	1023	253	4			28	53	29			25	364	35	448	46	35	218	724	76	25	104											
イ'ワ'ナ'ガイ'科													2																			
オ'オ'ガイ'イ																																
個体数	6	6	9	2	1	2	5	6	6	4	2	6	4	7	8	7	7	7	3	8	3	3	3	3	5	5	3	2	2	10	3	2
個体数	1074	261	64	2	28	73	44	182	35	431	37	462	412	46	280	828	122	78	172	1085	34	64	49	71	143	280	70	13	52	166	4	7

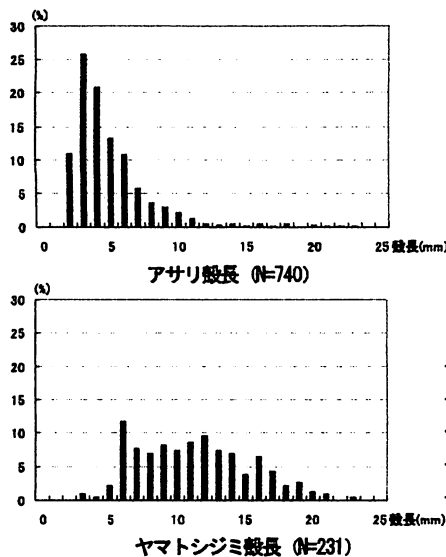


図-7 殻長グラフ

ターに近い箇所では水深が4~5mと深くなっておりシルトと細砂が中心の泥底であった。浄化センター付近が深場となっているのは三河港における公共埠頭、大規模な工業用地等の埋立ての為に土砂採取されたためと思われる。その他の調査点では水深1~2mと浅場であった。

C区域：海域の影響が強いと思われる下流のSt. C1では砂質に礫が混ざっており、蛇行部に近い調査点では、右岸側 (St. C3, C4) では砂質、左岸側 (St. C6, C7) では粗砂や細礫が優占していた。

D区域：蛇行部に近いSt. D1, D2では水深2~3m程度と下流のC区域よりも深くなっており、砂質に粗砂や礫が混在していた。上流のSt. D3では細砂質で、シルトが混在していた。

E区域：河口に最も近いSt. E1では礫やシルトが混在した砂質であり、上流側のSt. E3では粗砂の割合が高かった。

(2) 塩分特性

塩分観測の結果を図-6に示す。海域に近いSt. aやSt. bではおおむね海水と同程度の塩分濃度 (32‰前後) であるが、干潮時に塩分が大きく低下していた。St. cにおいては、1~30‰までの濃度変化があり海域の影響を強く受けている河川域である事が確認できる。St. dでは、普段は5‰以下の淡水であるが、小潮時等の底層部では15‰付近まで塩分濃度が上昇しており、当箇所までは塩水が遡上していた。また放水路のSt. eでは、普段は本川からの水供給がないため、河口から同程度離れているSt. cよりも塩分変動が小さく、底層部においては常に15‰の塩分濃度があった。

観測期間中の5月25日から26日にかけての降雨による当古水位観測所地点で時間最大約480m³/sの出水に伴い、塩分濃度が全ての地点において一時的に下がっていた。

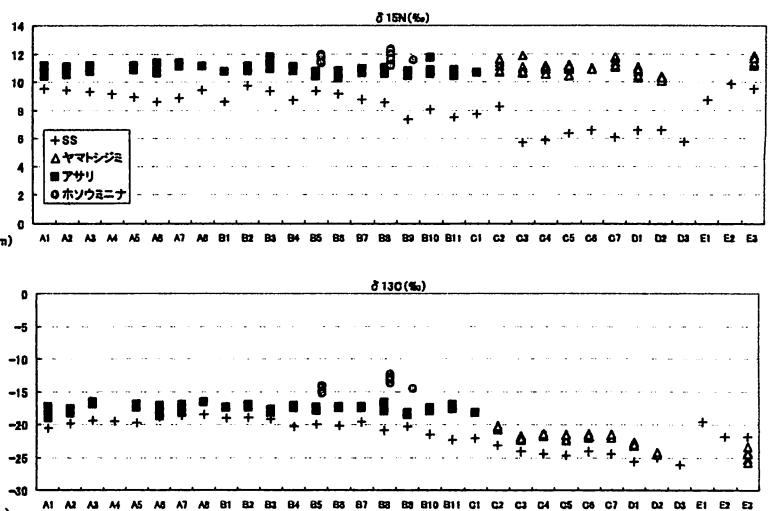


図-8 安定同位体比

(3) 貝類分布

貝類調査の結果を表-1に示す。

A区域の浅場及びB区域の沖側ではアサリが優占しており、干潮時には干上がってしまう岸側 (St. B5, B8) ではウミナ (*Batillaria multififormis*), ホソウミナ (*Batillaria cumingi*) が出現していた。C区域において、下流のSt. C1ではアサリとホトトギスガイ (*Musculista senhousia*) が出現し、その他の地点ではヤマトシジミが優占していた。D区域においてSt. D1, D2ではヤマトシジミが優占していたが、St. D3では淡水域に生息するチリメンカワニナ (*Semisulcospira reiniana*) が優占していた。放水路のE区域においてSt. E1, E2ではエドガワミズゴマツボ (*Stenothyra edogawaensis*), チヨノハナガイ (*Raeta pulchellus*) 等、内湾河口域から汽水域にみられる種類が出現していたのに対し、St. E3では汽水域に多いヤマトシジミが優占していた。

図-7にアサリとヤマトシジミの殻長ヒストグラムを示す。今回の調査ではアサリが多数出現していたが、5mm以下の殻長のものが70%以上を占めており1年未満の個体が多かった¹⁾。また採取地点の違いによる殻長の違いもなかった。一方、ヤマトシジミは稚貝から成貝を含む6~16mmの個体が均等にみられた。

(4) 懸濁物・貝類の安定同位体比

安定同位体比の標記は一般的な方法に基づき、炭素及び窒素それぞれの国際標準物質からの千分偏差 (‰) で示した。測定結果を図-8に示す。懸濁物の窒素安定同位体比 (以下 $\delta^{15}\text{N}$)、炭素安定同位体比 (以下 $\delta^{13}\text{C}$) は海域側のA・B・E区域に比べて、河川上流側のC・D区域ではどちらも低い値を示していた。アサリやヤマトシジミの $\delta^{15}\text{N}$ については地点による大きな差異は見られなかった。しかし、 $\delta^{13}\text{C}$ は海域側のA・B・E区域に比べて河川

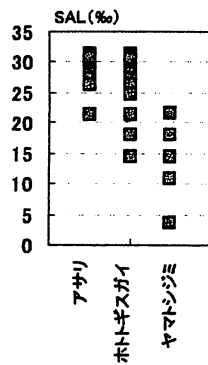


図-9 生息箇所塩分濃度

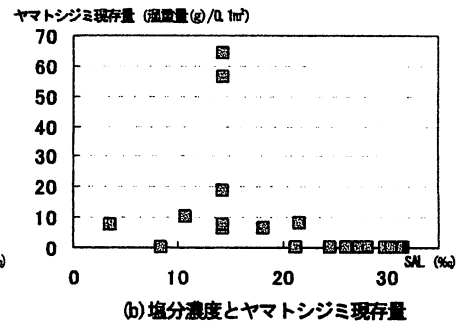
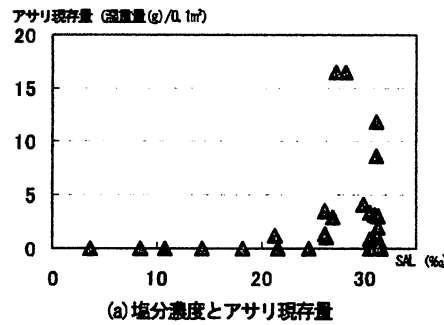


図-10 塩分濃度と現存量

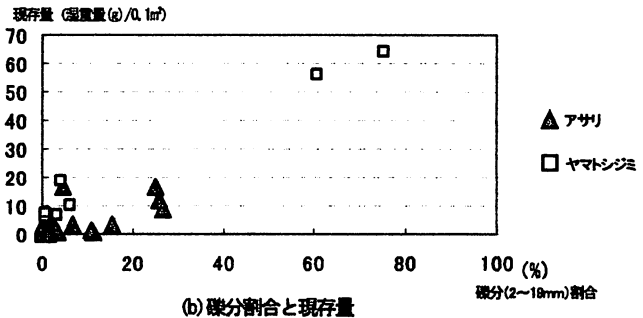
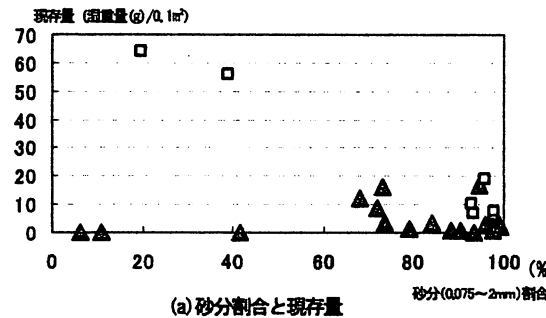


図-11 粒径割合と現存量

上流側のC・D区域では河川上流ほど小さくなる傾向が見られた。

4. 考察

(1) 生物分布特性

図-9に優占した貝類の生息箇所の塩分濃度を示す。ここで塩分濃度は、海域であるA区域は試料採取時に計測した底層塩分濃度(31.0±0.47‰)を使用し、河川水の影響を受けているA区域以外の塩分濃度は図-6で示した5地点における20昼夜観測データの平均値から内挿し求めている。図よりアサリは21.3～31.4‰、ホトトギスガイは14.3～31.5‰、ヤマトシジミは3.5～21.7‰の塩分濃度に生息しており、文献で示されている生存可能範囲内に分布していた(アサリ・ホトトギスガイ：10～32‰²⁾、ヤマトシジミ：0～22‰³⁾)。

次に、塩分濃度と現存量(湿重量/0.1m²)の関係を示す(図-10)。アサリは26‰付近の塩分濃度で現存量が大きくなっていた。アサリは塩分が高い環境を好むことが知られているが、塩分濃度30‰付近のA区域では、現存量が小さくなっていた。この理由としてA区域では個体数は多かったが稚貝ばかりであったことがあげられる。当該箇所(六条潟付近)は愛知県により、苦潮被害回避策として稚貝を採捕し県内各地に移植放流されていることから、成貝が存在せずこのような結果になったと思われる。ヤマトシジミにおいては好適活性範囲が1～25‰⁴⁾とされているが、今回の調査でも同様の傾向が見られた。

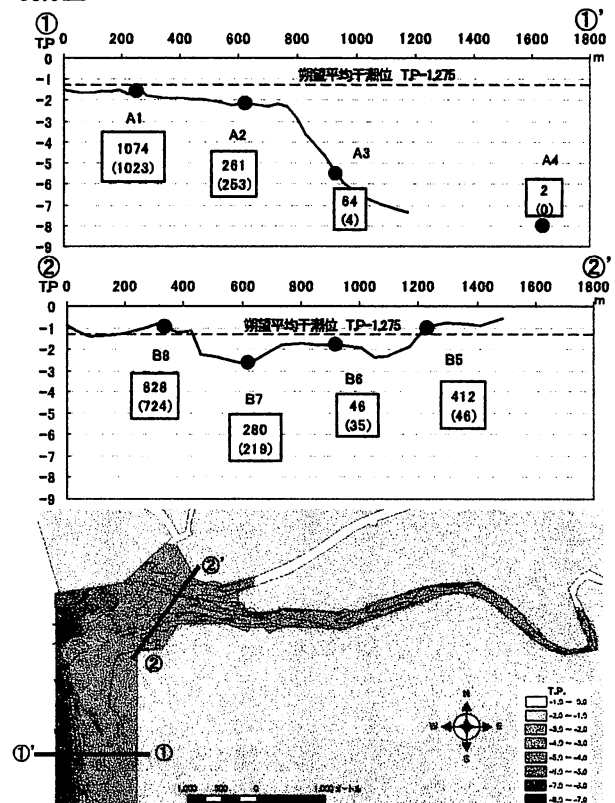


図-12 採取水深と個体数との関係

特に15‰付近に現存量のピークが見られることから、15‰付近の塩分濃度が成長に好ましい環境であると思われる。

図-11に先述したアサリとヤマトシジミの生息可能な塩分濃度範囲内の底質と現存量の関係を示す(図-

11(a)：砂分割合(粒径0.075~2mm)，図-11(b)：礫分割合(粒径2~19mm)。アサリについては現存量が多い地点は砂分が60%付近地点に限られていた。砂分が40%を切る地点は深場でシルト・粘土分が多く生息には適さないと考えられる。また、砂分が多くても現存量が少ない地点は、先述したように、個体数は多いが稚貝ばかりであったことが考えられる。ヤマトシジミについては、砂分割合と負の相関、礫分割合と正の相関を示していた。濾過食者であるヤマトシジミは水管が短い為、体に取り込むのは底質直上水ではなく底質間隙水を利用する⁴⁾ため個体特性にあった環境に生息していると思われる。当該地区のヤマトシジミに関しては、漁業による人為的影響は無視できないが、アサリに比べて粒径の大きい底質を選好する傾向が見られた。

図-12は、平面的に見て直線的に配置した測点である海域のSt. A1~A4と河口域のSt. B5~B8を横断的に見て、採取水深と採取された個体数とを比較したものを示したものである。図中の枠内の数字は採取された全ての個体数、下段括弧内はアサリの個体数を表している。A区域において浅場では1,000個体(0.1m²辺り)を越えるアサリが採取されたが、シルト・粘土の割合が高く有機物量の多い沖合の深場では、シズクガイ(*Theora fragilis*)など深場の泥底を好む種が僅かに確認できた。河口域であるB区域でも、浅場では沢山の個体が確認された。また流心部であるSt. B7は流水が強い為、底質が細粒化することがなく、酸素供給や餌供給が少なくないため貝類の個体数がSt. B6よりも多いことが推測できた。

浄化センター近くのSt. B1は水深4.5m程度あり底質も有機物量が高く粘土・シルト質であった。浚渫溜地のような深場では河川からの有機物が堆積しやすく貧酸素水塊が発生する確率が高くなる⁵⁾。豊川河口部では平成13年・14年に苦潮(青潮)が発生しアサリが大量死した漁獲被害を受けている。B区域近辺において国土交通省及び愛知県で浚渫砂を利用した干潟造成など⁶⁾を行っており、影響は緩和されていると思われるが、局所的に現存する深場もあり、今後さらなる対策が望まれる。

(2) 摂餌特性

水中懸濁物について、海域であるA区域の $\delta^{13}C$ は-20.5~-18.5‰であり、潮の影響がないD区域は-25.5‰前後と低く、海水の影響の大小により $\delta^{13}C$ が大きく違うことが確認できた。

アサリの $\delta^{13}C$ はA・B・C区域毎の差はそれほど大きくなく、海域で生産された有機物を摂取していると考えられる。ヤマトシジミに関しては海域に近いSt. C2(-20.47±0.25‰)から海水の影響のないSt. D2(-24.47±0.15‰)まで、海水の影響の受け具合を反映し、St. C2のように海水の影響を強く受けているヤマトシジミは海由来の有機物も摂餌していることが確認出来た。安定同位体比の特性は河川汽水域に生息する二枚貝の餌資源と

して、海域で生産される有機物の重要性を示すものであり、河口部の潮汐による水の交換は、塩分濃度のみでなく、餌資源の利用可能性の観点からも二枚貝の生息に影響していると考えられた。

5. まとめ

水深が浅く底質・酸素条件の良い箇所では貝類が量産されており、貝類毎の底質条件や塩分条件の違いによる好適環境の違いが確認でき、底質などの僅かな差や水質特性が貝類に与える影響が大きいことが確認できた。

また、アサリやヤマトシジミの河口域の貝類は、海域で生産された懸濁物を摂取している傾向が見られた。河口域は、河川からの有機物を栄養源として植物プランクトンが増殖し、貝類がこれを餌資源として利用しやすい生産性の高い場所である。しかし、河口域では流下有機物の分解などにより酸素消費が活発に行われている。浅場では水表面からの酸素供給により底層まで溶存酸素が保たれ、餌資源が豊富な事から貝類が量産されているが、深場の底層部では酸素循環が良好でなく嫌氣的になりやすい。河口部では航路浚渫等、窪地のような深場が多い。このような深場を解消すると共に浅場を維持する管理が必要である。

謝辞：国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所の皆さまには調査の際に便宜を図って頂いた。また、本研究は文部科学省科学技術振興調整費研究「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発」による成果であることを付記し、感謝いたします。

参考文献

- 1) 伊藤博：アサリとはどんな生き物か、アサリの生態、および漁協生産の推移 日本ベントス学会誌57(2002)p. 134~138
- 2) 島根県内水面水産試験場：汽水域の生物と環境 第3章
- 3) 中村幹雄著：日本のシジミ漁協 その現状と問題点、たたら書房(2000)p. 1~17
- 4) 富士昭：ヤマトシジミの生態と資源(総合報告)、平成8年度小川原湖における貝類調査結果 最終総合解析報告書(1997)p. 52~62
- 5) 佐々木淳・磯部雅彦・渡辺晃・五明美智尾：東京湾における青潮の発生規模に関する考察、海岸工学論文集 第43巻(1996)p. 1111~1115
- 6) 中田吉三郎 他：水質・底生生物等のモニタリングによる干潟造成効果の確認、浚渫土砂を活用した三河湾の干潟・浅場造成効果の検証、三河港湾事務所(2005)p. 15~30
(2008. 4. 3受付)