

鳥取県水産試験場 資料B

1. 山陰沖・大陸棚海底堆積物中の重金属類

佐野 茂*

重金属類は生物にとって一般に有害であると考えられており、耕地の土壌などでは詳細な資料が収集されている。しかし遷移元素に属する重金属には生物学的活性を有するものが多く、生物にとって必須な微量栄養素となっている¹⁾。海底堆積物中の重金属については知見が甚だ少ないが、それらの濃淡は海底に生息する魚介類の成育や、漁場の形成と関係が深いのではないかと考えて、山陰沖の大陸棚上で鉄その他4種の含有量を測定した。

調査方法

1. 調査地点及び試料

海底堆積物は図1に示した砂浜浅海域13点、隠岐島東方の沖合域11点及び図7に示した美保湾内の20点で、SK採泥器により採取した。

2. 中央粒径値の測定

採取した堆積物は湿潤のまま、エメリー管で粒度組成を求めた後、作図によってMdφを算出した。

3. 重金属類の測定

残余の堆積物は風乾した後、農林省の定めた方法¹⁾により金属の測定に供した。すなわち、試料5gに濃HNO₃25ml加えて1夜放置した後、ホットプレート上で加熱分解し、激しい反応がおさまってから濃HNO₃10ml HCl-H₂SO₄(4:1)混液10mlを加え、200℃で加熱して液が透明になった後さらに乾固近くまで加熱を続けた。6NHClを終濃度で1Nとなるよう加えて加熱溶解し、ろ過して100mlとする。

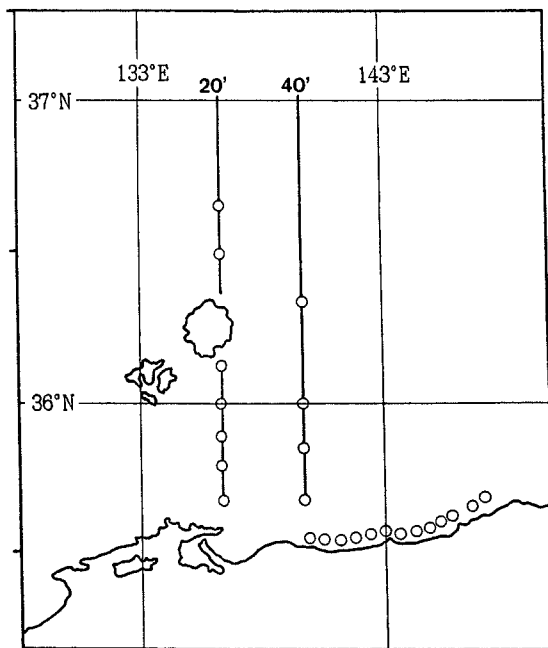


図1 採泥地点

※ 元水産試験場

ここに調整した酸分解液について日立製作所139-0005型分光光度計0420型原子吸光装置を用いて、原子吸光法によりCo, Cu, Zn, Mn及びFeの含有量を測定した。分析値は乾泥中のppm及び%で表した。

4. バックグラウンドによる誤差の検討

土壌の酸分解液を直接に原子吸光光度計に吸入するとバックグラウンドの吸収などによって誤差を生じる³⁾。海底土にはNaやCaが含まれているが、これらの塩化物が混入すればバックグラウンド吸収を呈する⁴⁾⁵⁾。海底土のNaCl含有量は外洋砂浜で6~8mg/g、粒子の細かな美保湾では13~20mg/g程度であった。したがってここに調整した酸分解液には0.3~1.0g/lのNaClを含有することになる。

いま、0.2~1.0/lのNaCl溶液を作り、NaClの吸光波長240.7nmについて吸光度を測定した結果、NaClによるバックグラウンド吸収は実験誤差の範囲内であると判断した。

また堆積物が含有するCaは約18mg/g程度であるが、分解の途中で添加したH₂SO₄によりその21~95%が除去されることがわかった。したがってCaに起因する誤差も特に補正はしなかった。

調査結果と考察

1. 砂浜浅海から沖合に至る海域

1) 砂浜浅海域

鳥取県岩美郡羽尾から同東伯郡由良に至る13箇所の砂浜から採取した堆積物の測定結果は、先に報告したが⁶⁾、計52個の採集物を海深別に区分し、各々のCo, Cu, Zn, Mn, 及びFeの含有量を平均値と標準偏差によって示すと表1となる。

概して水深を増すにつれて砂の粒径が小さくなり、重金属類は増加する傾向にあった。

表1 砂浜浅海域の海底堆積物に含有される重金属(1970年4月~11月)

海深 m	項目	Md Φ	Co ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn %	Fe %	泥質 %
3	平均値	2.2	6.4	2.9	32	0.014	1.21	0.4
	標準偏差	0.42	1.2	1.9	13	0.002	0.16	0.5
5	平均値	2.28	8.1	3.2	32	0.015	1.26	0.8
	標準偏差	0.42	1.9	2.4	11	0.002	0.14	1.5
10	平均値	2.51	9.1	3.6	37	0.017	1.56	1.6
	標準偏差	0.27	2.7	2.2	10	0.003	0.42	1.2
20	平均値	2.65	8.5	3.2	36	0.018	1.65	2
	標準偏差	0.21	2.7	1.1	13	0.005	0.68	2

2) 沖合域

図1に示した東経133°20'及び133°40'の両線上、11地点で採取した堆積物の底質及び重金属は表2に示すとおりであった。

表2 沖合域の海底堆積物に含有される重金属(1976年10月6~7日)

位置		海深 m	底質	Co ppm	Cu ppm	Zu ppm	Fe %	有機Cmg/g
35° 40' N	133° 20' E	55	中粒砂	18	2.5	22	5.6	1.2
35° 47'	133° 20'	72	〃	12	1.8	15	8.9	1.3
35° 53'	133° 20'	96	〃	11	1.4	12	1.3	0.2
36° 00'	133° 20'	140	泥質	52	19	65	10.5	19.7
36° 07'	133° 20'	140	〃	53	11	54	10	10.7
36° 30'	133° 20'	221	〃	35	14	51	12.3	15
36° 40'	133° 20'	260	〃	37	11	43	7.8	12.6
35° 40'	133° 40'	75	中粒砂	10	1.4	17	4	0.7
35° 50'	133° 40'	170	砂混泥	25	9.3	41	6.4	9.2
36° 00'	133° 40'	180	泥質	40	14	59	7.6	14.3
36° 20'	133° 40'	205	〃	33	14	54	8.8	13.2
37° 20'	132° 51'	340	〃	1988年1月採集		—	—	21.3
37° 21'	132° 49'	334	〃	〃	—	—	—	16.6

3) 海底地形と金属含有量

山陰、鳥取県沖では海底地形にもとづいて、大陸棚を表3のとおり区分することができる⁷⁾。

表3 山陰・鳥取県沖大陸棚の位置づけ

区分	海深 m	細分	海深 m
大陸棚上位面 (陸棚 I)	0~110	陸棚 I -a	1~10
		陸棚 I -b	25~40
		陸棚 I -c	50~110
陸棚斜面 I	110~200		
大陸棚下位面 (陸棚 II)	180~320	陸棚 II -a	180~190
		陸棚 II -b	230~280
陸棚斜面 II	320~1000		

前述した砂浜浅海から沖合域に至る海底に堆積する各金属の濃度を、上記の区分にしたがって図示すると図2～図5となる。

図によってわかるとおり、海底地形上の区分にしたがって、堆積物中の金属濃度もまた不連続に分布する傾向がある。種類別に概観すると次のとおりである。

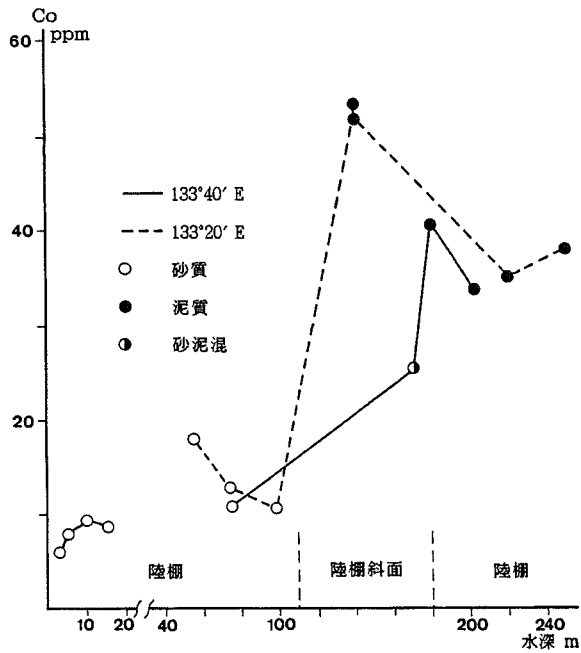


図2 海深別海底堆積物中のCo濃度

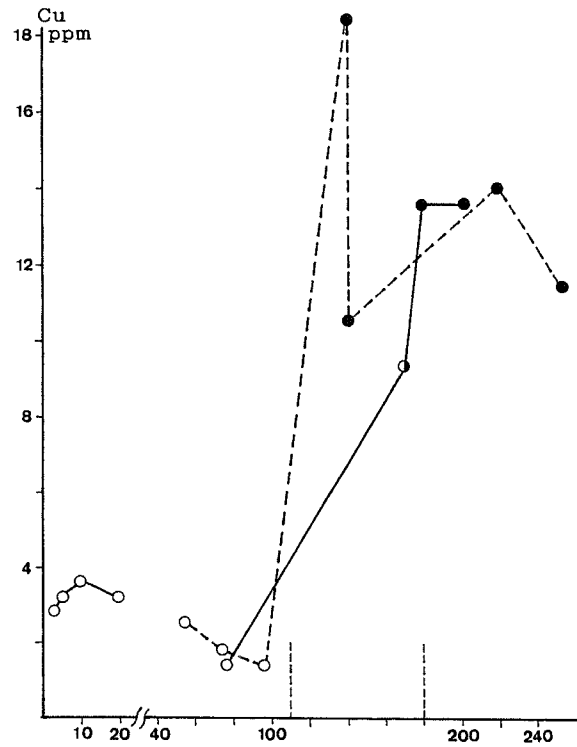


図3 海深別海底堆積物中のCu濃度

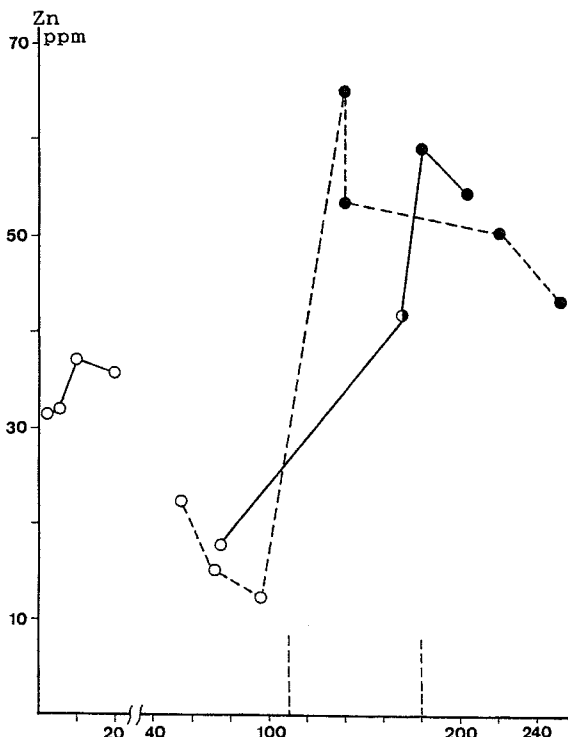


図4 海深別海底堆積物中のZn濃度

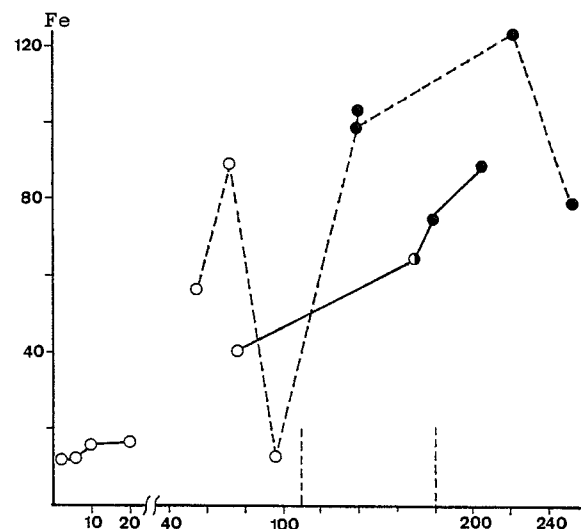


図5 海深別海底堆積物中のFe濃度

Co : 陸棚 I では 50 m 深付近に極大点がある。陸棚斜面 I で急増するが、陸棚 II ではやや減少する。

Cu : 陸棚 I では 10 m 深で極大となる。陸棚斜面 I で飛躍的に増量する。

Zn : 陸棚 I では 10 m 深で極大となり、Cu に似た分布をなす。陸棚斜面 I で急増するが、陸棚 II ではやや減少して Co に類似した分布をなしていた。

Fe : 海深を増すにつれて漸増しており、他の金属と異なって陸棚斜面 I では急増しない。

全体として、どの金属も陸棚斜面 I または陸棚 II の上端付近で最多となっている。また粒径の大きい砂質よりも微細な堆積物の方が金属の含有量は著しく多量であった。

2. 美保湾

中海に隣接する美保湾の海底堆積物についてはすでに詳細に報告した⁶⁾ が堆積物の中央粒径値と各金属の濃度を図示するとそれぞれ図 6 及び図 7 となる。

この湾内の堆積物は外洋の砂浜域に比べて泥質の組成が大きく、金属類も多量に堆積している。

塩素量の水平分布から推定すると、湾内には通常図 8 に示した向きの流れがある。堆積物の粒径は図 6 のとおり流れに対応して分布しているが、金属類は粒径とは異なった分布をなしており、各金属とも陸岸に近い場所に高濃度な地点があり、沖合に向かって減少している。

特に日野川河口域ではこの傾向が著しく、どの金属も河口直下で最多となっており、河川水によって運ばれた物質であることを示している。

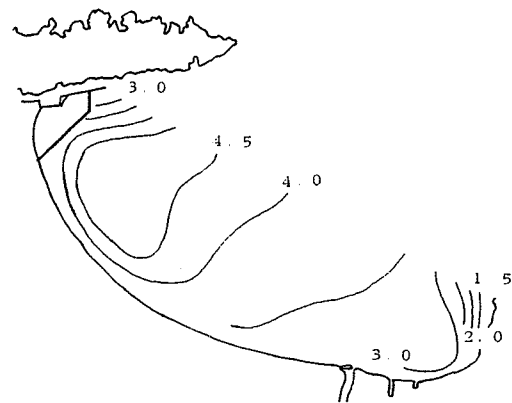


図 6 美保湾海底堆積物の中央粒径値Md φ

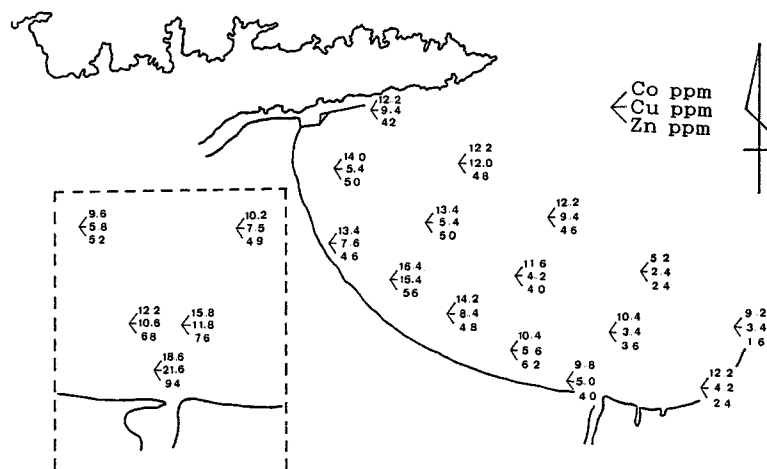


図 7-1 美保湾堆積物中のCo, Cu, Zn濃度

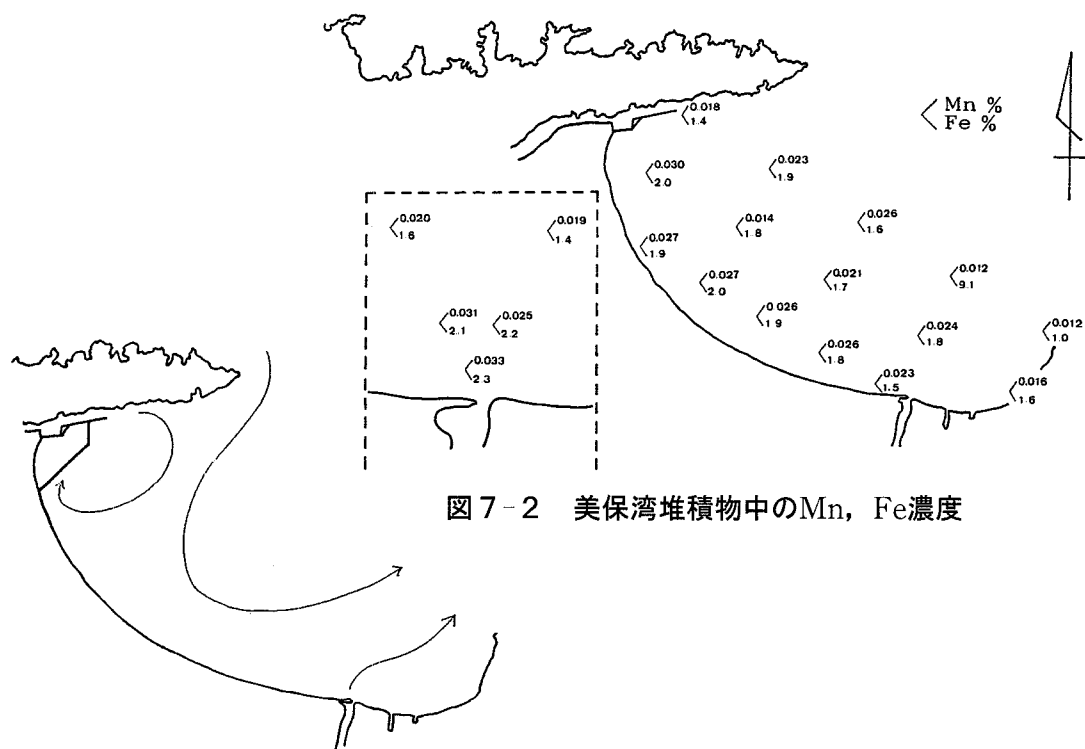


図7-2 美保湾堆積物中のMn, Fe濃度

図8 美保湾の湾流模式図

摘要

山陰沖の大陸棚では、堆積物中の重金属類含有量がC0が6~53ppm、Cuが2~19ppm、Znは12~66ppmでMnが0.014~0.033%、Feは1.0~12.3%であった。どの金属も陸棚斜面Iまたは陸棚IIの上端付近で最多となっている。

美保湾では各金属とも陸岸に近い場所ほど高濃度であって、日野川河口域では特に著しい。

文献

- 1) 和田 攻：微量金属の意義と分析法，ぶんせき，2，38~44，1977
- 2) 農林省：地力保全事業における重金属の分析法，昭和45年
- 3) 本間 慎：環境試料中の金属の分析，ぶんせき，4，55~61，1975
- 4) 内野光一，小泉英明：原子吸光分析におけるバックグラウンド補正の進歩，ぶんせき，1，29~33，1975
- 5) 大八木義彦：原子吸光分析，ぶんせき，14，62~71，1976
- 6) 佐野 茂：砂浜浅海における生物生産V，水産増殖，27，1，15~20，1979
- 7) 豊島吉則：鳥取県の海岸および海底に関する調査報告，鳥取水試報告，6，41~76

鳥取県沖における有用肉食性貝類 (バイ *Babylonia japonica* (REEVE), エゾボラモドキ *Neptuna intersculpta* (SOWERBY), エッチュウバイ *Buccinum striatissimum* SOWERBY, テングニシ *Hemifusus ternatanus* (GMELIN)) の内部形態について
特に消化器系と生殖器系

梶川 晃

Internal form of a useful carnivorous shellfish (Ivory shell, *Babylonia japonica* (REEVE), Double sculptured neptune¹³⁾, *Neptuna intersculpta* (SOWERBY), Finally-striate buccinum¹³⁾, *Buccinum striatissimum* SOWERBY, Ternate false fusus¹³⁾, *Hemifusus ternatanus* (GMELIN) in the sea off Tottori Prefecture, for the digestive system and the reproductive system.

Akira Kajikawa*¹

鳥取県では産業上有用な肉食性貝類の生息は数種みられるが、近年それら貝類の漁獲量が減少してきている。これら資源の増殖を図るためには、生態的な知見の収集が必要であり、特に個体群の成長、維持、繁殖等に関連する摂餌生態、生殖生態が重要である。

本来、生態的特徴は形態的特徴と密接に関係しているものと考えられるので、今回、本県沿岸性の肉食性貝類の代表種であるバイを中心に、沿岸性のテングニシ、沖合性のエゾボラモドキ、エッチュウバイについて、消化器系、生殖器系の形態的特徴について観察し、若干形態面から生態面について検討したので報告する。

供試材料と方法

1984年5月上旬に、バイは美保湾の籠網にて漁獲されたものを1トン水槽に収容し常温飼育、テングニシは泊沖の小型底曳網にて漁獲されたものを同形水槽に収容し常温飼

育、またエゾボラモドキ、エッチュウバイは青谷沖合の沖合底曳網にて漁獲された個体を持ち帰り、200 l 水槽で水温10~15°C程度で飼育し、それぞれ7月にかけて適宜サンプルとして観察に供した。

なお、観察に供した個体の大きさは、バイが殻長80~85mm、テングニシ170~180mm、エゾボラモドキ130~140mm、エッチュウバイ110~120mmであり、すべて生きた個体を観察した。

また、精子の大きさについては、千倍以下の顕微鏡下で概略の長さを測定したものである。

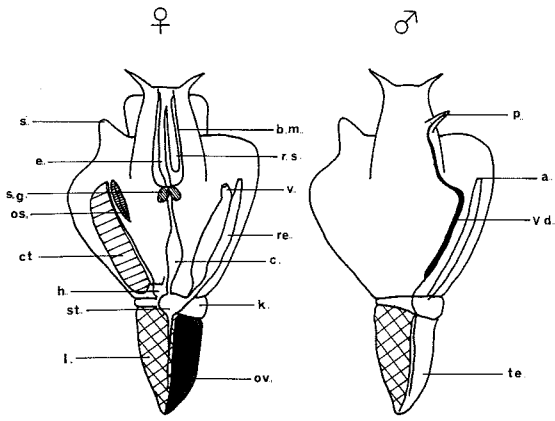
結果と考察

I 消化器系

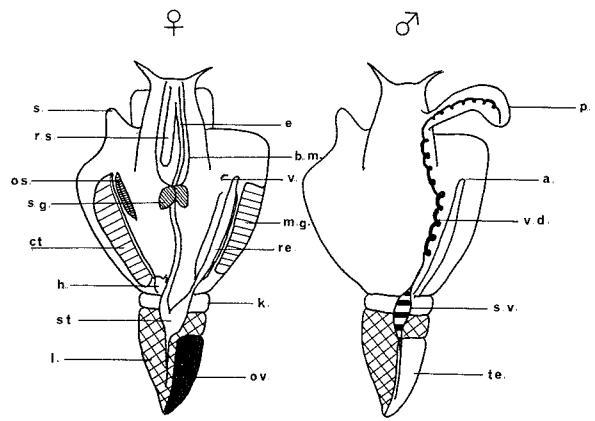
各4種の内部形態の模式図を図1に示す。

バイでは、口球の中に歯舌囊と食道の上部が折れ曲がって収納されている。歯舌囊の中には内側に3列の犬歯状の歯舌が連なる口吻が収まっている。この歯舌は、歯の方

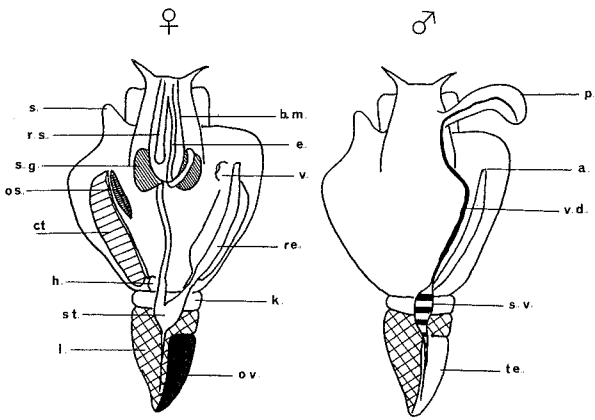
*¹ 鳥取県水産試験場海洋漁業部



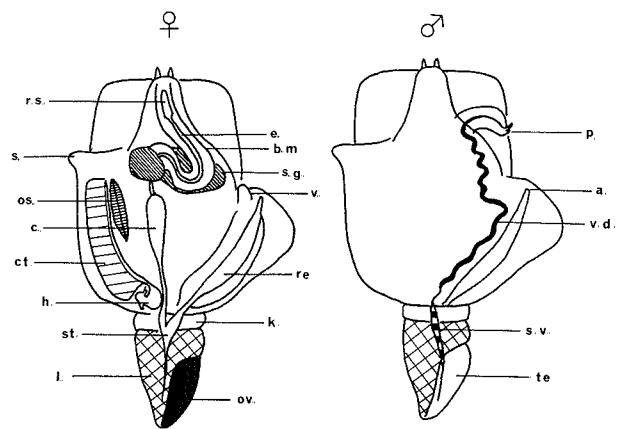
Babylonia japonica (R_{EEVE})



Buccinum striatissimum (S_{OWERBY})



Neptunea intersculpta (S_{OWERBY})



Hemifusus ternatanus (G_{MELIN})

器官名

- a. ; anus 肛門
- b. m. ; buccal mass 口球
- ct ; ctenidium 鰓
- e. ; esophagus 食道
- h. ; heart 心臟
- k. ; kidney 腎臟
- l. ; liver 肝臟
- m. g. ; mucus gland 粘液腺
- os. ; osphradium 嗅檢器
- ov. ; ovary 卵巢
- p. ; penis ペニス

- re. ; rectum 直腸
- r. s. ; radular sac 齒舌囊
- s. ; siphon 水管
- s. g. ; salivary gland 唾液腺
- st. ; stomach 胃
- s. v. ; seminal vesicle 精子囊
- te. ; testis 精巢
- v. ; vagina 膾
- v. d. ; vas deferens 輸精管
- c. ; crop 素囊

図1 各魚種の内部形態の模式図

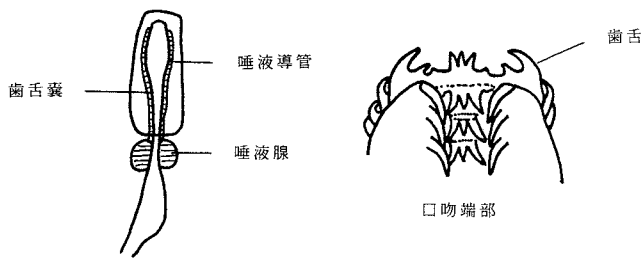


図2 バイの口吻部の模式図

向が食道部に向かうように配列され、口吻の外側先端部まで配列されている。

また、唾液腺が口球の外側に位置し、食道の両端に沿って導管を前方に送り、口吻の内側両サイドに開口している。

そして、口吻の内側に歯舌の歯の向きが食道方向に向いており、歯舌は吻の先端部外側まで並びその先端部は歯の方向が反り返る状態にあり、餌に食い付き易くできている。

一方、水管の中側、左側外套膜に鰓があり、その先端の基部に化学刺激受容器である嗅検器が隣接している。本種は、平常時水管を出して砂中に潜伏しているが、漁場または水槽中でも、餌料を投入すれば素早く砂中からはい出し、口吻を伸ばしながら餌に近付き摂餌する行動をとる。摂餌の際には、口吻の長さは殻長の3倍程度伸びる。

一般的に海産腹足類については、化学刺激受容器が発達していて摂餌に関与しているといわれている¹⁾²⁾。本種の摂餌行動も嗅覚によるものと判断されるが、餌を感知する能力が強い上、嗜好性も強く、概して甲殻類及び軟体類、多毛類等強く好む³⁾。

本種では唾液腺に蛋白質の消化酵素があることが知られているが⁴⁾⁵⁾、形態的特徴か

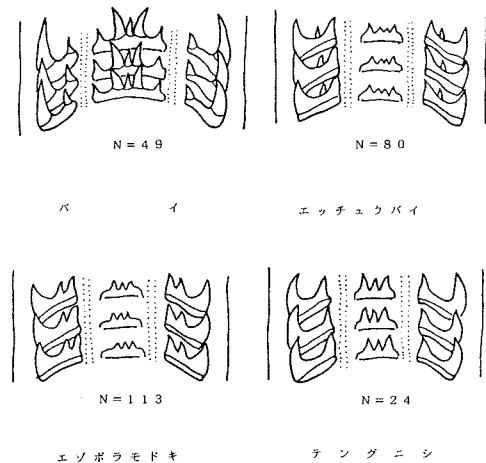


図3 歯列の形状と数





ら摂餌の際、口吻の先端部の鋭い歯舌で餌の表皮等を食い破り(図2)、唾液腺から送られてくる蛋白質消化酵素を含む唾液で餌肉を消化しながら、吻の内側に並ぶ歯舌により、蠕動運動によって消化しながら、流動状の餌が逆流しないよう食道、素ノウに運ばれていくものと考えられる。

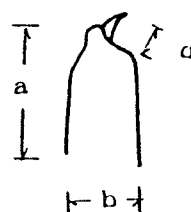
素ノウの下部にはU字形の胃となり、肝臓の中に一部埋まり、肝臓の導管は胃につながっている。その後は直腸を通して肛門につながっていることから、肝臓で消化吸収された残渣は直腸をとおり肛門から糞として排出されるものと考えられる。

また観察に供した4種では、消化器系はほぼ似た形態であり、同様な食性であると考えられるが、歯舌の歯の形状と歯列数をみると(図3)、バイが最も歯先が鋭い。そして口球の中の歯舌囊、食道が折れ曲がって収納されているのがバイ、エソボラモドキ、エッチェウバイであり、テングニシはそれらが折れ曲がっていない。

テングニシでは生貝を好み、餌に対して攻撃、捕食の際足をうまく使うことが知られており⁶⁾、摂餌も長時間にわたるが⁷⁾、バイの場合攻撃、捕食と一連の摂餌行動が素早く、短時間で終了してしまう。これら摂

表1 種とペニスの形態及び精子の大きさ

	バ イ	エッチュウバイ	エゾボラモドキ	テングニシ
ペニスの形態				
サイズ	$a \times b$ =10×3 mm	$a \times b \times c$ =70×25×10mm	$a \times b \times c$ =55×15×8 mm	$a \times b \times c$ =40×15×5 mm d=10mm
精子の大きさ	150 μm	200 μm	150 μm	300 μm



肉厚 c

餌行動、つまりは餌への食付きから食い終るまでの時間は、歯舌の歯先の鋭さが関係しているものと考えられる。

また、素ノウのみられなかったのがエゾボラモドキ、エッチュウバイであった。

II 生殖器系

バイの雄では、精巣から輸精管を通じて、比較的直に頸部右側にあるペニス先端に至っている。産卵期の成体では、輸精管は表皮から盛り上がっている。エゾボラモドキの輸精管はバイと同様比較的直であるが、エッチュウバイのそれは螺旋状に、テングニシでは蛇行している(図1)。

本種は、交尾の際ペニス長が平常時の3倍程度伸びるが、ペニスは小型である。その他の3種については大型のペニスを保有し、特にエゾボラモドキ、エッチュウバイは大

きい(表1)。

ヒメエゾボラでは、精巣で作られた精子が貯精囊に移送され、交尾の時期まで貯留されるといわれている⁸⁾⁹⁾。今回、バイでは観察時期が産卵期であったものか、精巣の中では動く精子が観察されたが、バイ以外の種では、精巣から輸精管の途中に貯精囊がみられ、その小囊の中には上皮に頭部を接して並ぶ多量の活発に動く精子がみられた。

また、これら4種の精子は、低倍率での検鏡であったため、頭部の形状は不明であるが、頭部から出る繊毛1本の非常に長い尾(頭部の長さ:尾の長さ≒1:50)を持つ精子であり、4種の中ではテングニシの精子が最も大きかった。

バイの雌では、卵巣から肥厚した膈に連なり、直腸に隣接し外套膜に付着しているが、肛門の横に膈口として開く。他の3種の

雌の形態もほぼ同様であるが、肥厚した膺から膺口までの一部が外套膜中に埋没している。

今回、本種の雌では、膺口のすぐ内側がピンク色を呈した肥厚部には活発に動く精子がみられ、更にその内側には流動状のゼラチン状物質に包まれた卵粒がみられた。このことは雌が精子の貯蔵能力を有し、膺の中で受精卵を袋詰めに行っているものと考えられる。これらの観察結果を踏まえて本種の雌の産卵生態について考察してみると、交尾後、ある程度の期間膺内に精子を蓄え、ある程度の間隔で受精卵を産出し、また交尾も産卵期を通して数回行われ¹⁰⁾、膺中で受精した卵粒を袋詰めにし、足部葡萄面上部にある腹足口にて、膺口から産出された卵嚢を整形し固めて、基物に産みつけるものと考えられる¹¹⁾¹²⁾。

なお、今回の観察で本種の雌に膺の外套膜周辺に粘液状物質が多量にみられた個体もあったが、この粘液状物質が卵嚢形成に関与しているのか確認できなかった。

またこれら4種の中で、エッチュウバイの雌に、右側外套膜の内側に乳白色物質が腺状に配列されている粘液腺がみられた。

要 約

鳥取県沖合で5月に漁獲された有用肉食性貝類（バイ、テングニシ、エゾボラモドキ、エッチュウバイ）4種の消化器系、生殖器系の形態観察を行った。

- 1) 消化器系については、4種とも内側3列並列の歯舌を有する口吻が納まる歯舌嚢を持つ。歯舌の歯の方向は食道側に向いている。4種の中でバイがもっとも歯先が鋭い。
- 2) 唾液腺は口球の外側に位置し、食道の両

端に沿って導管を吻端内側両サイドに開口している。

- 3) バイでは、摂餌の際、口吻の先端部の鋭い歯舌で餌の表皮等を食い破り、唾液腺から送られてくる唾液で餌肉を消化しながら、吻の内側に並ぶ歯舌により、蠕動運動によって消化しながら、流動状の餌が逆流しないよう食道、素ノウへ運ばれるものと考えられた。
- 4) 食道から素ノウ、肝臓から導管によってつながる胃へと連なり、直腸を通して肛門につながっている。4種の中、素ノウのみられなかったのはエゾボラモドキ、エッチュウバイであった。
- 5) 生殖器系については、雄は4種とも精巣から輸精管を通じて頸部右側にあるペニス先端に至る。精巣から輸精管に通ずる手前の位置にエゾボラモドキ、エッチュウバイ、テングニシには貯精嚢がみられる。
- 6) 4種の雌は、卵巢から直腸に平行して隣接した膺に連なり、肛門の横に膺口として開く。
- 7) バイの雌では、膺の中で精子の貯蔵能力を有し、受精卵を袋詰めに行っているものと考えられた。
- 8) エッチュウバイの雌には、乳白色物質が腺状に配列されている粘液腺がみられた。

文 献

- 1) 椎野秀雄 (1963) : 水産無脊椎動物学, 倍風館, 150~178.
- 2) 橋本芳郎 (1967) : 化学刺激と魚介類の行動, 日水試, 33 (3), 243~250.
- 3) 梶川 晃 (1981) : バイの養殖に関する研究—I, 数種餌料の摂餌刺激効果及び餌料価値. 水産増殖, 29, 20~25.

- 4) 山口正弘・押尾幸雄・塚本雅子・矢後長純・高槻俊一(1961)：バイの炭水化物分解酵素及びタンパク質分解酵素の性状Ⅰ，動物学雑誌，70 (4)，115～119.
- 5) 山口正弘・押尾幸雄・塚本雅子・矢後長純・高槻俊一(1961)：バイの炭水化物分解酵素及びタンパク質分解酵素の性状Ⅱ，動物学雑誌，70 (4)，120～124.
- 6) 浜田サツ子 (1974)：貝の食性をしらべて，さかな，13，31～33.
- 7) 梶川 晃 (1981)：バイ，イタヤガイの食害動物について，鳥取水試報告，23，31～37.
- 8) 高丸禮好・富士 昭 (1981)：北海道南部におけるヒメエゾボラの生殖周期，水産増殖，29 (2)，78～87.
- 9) 高橋延昭・高野和則・村井 茂(1972)：ヒメエゾボラ雄の生殖周期に関する組織学的研究，北大水彙報，23，65～72.
- 10) 梶川 晃 (1976)：バイの増養殖に関する研究，産卵. 鳥取水試報告，18，6～14.
- 11) 猪野 俊 (1950)：バイの生活史及びその増殖方法，水産動物の研究 (1)，日本出版，30，11～24.
- 12) 網尾 勝 (1963)：海産腹足類の比較発生学ならびに生態学的研究，水大校研報，12，15～144.
- 13) 渡部忠重・奥谷喬司監修 (1985)：世界海産貝類大図鑑，平凡社.