

福井県浜地から石川県千里浜の砂浜海岸における マクロおよびメガベントスの分布

奥村 卓二¹⁾・梶原 直人¹⁾・長澤 トシ子¹⁾

Distribution of Benthic Macrofauna in Sandy Beaches of Fukui and Ishikawa Prefectures, Japan

Takuji OKUMURA¹⁾, Naoto KAJIHARA¹⁾ and Toshiko NAGASAWA¹⁾

Abstract

Quantitative samples of benthic animals were collected on 18 and 19 June, 1997 from eight open sandy beaches along the coastline from Hamadi, Fukui Prefecture to Chirihama, Ishikawa Prefecture. For the beaches east of Kanazawa Port, the total wet weight of benthic animals was large, and the bivalve *Chion dysoni semigranosus* and an amphipod *Haustorioides* sp. dominated. In contrast, for the beaches west of Kanazawa Port, the total wet weight was small, and the species composition was different; i.e., another amphipod *Platorchestia platensis* and the isopods *Excirrolana chiltoni* and *Tylos granuliferus* dominated in the beaches west of Kasanomisaki, and *Haustorioides* sp., *E. chiltoni* and the mysid *Archaeomysis vulgaris* were dominant in the beaches between Kasanomisaki and Kanazawa Port. The eastern stations had the finer sand granules and a gentler bottom slope than the western stations, suggesting that these environmental conditions affect the distribution of benthic animals in the sandy beach.

Key words: macrobenthos, megabenthos, sandy beach, bottom slope, sand granule

緒 言

外海に面した開放性砂浜海岸は、波浪の影響を強く受けて底質が攪乱されるなどベントスにとって厳しい条件を持つ。しかし、魚類などの捕食者から逃れやすく、溶存酸素が豊富で、打ち上げ海藻や植物プランクトンなどの餌量の供給もあるなど、独特の好適な環境条件が形成されていることから、多くのマクロ・メガベントスが生息している (McLachlan 1983)。石川県加佐岬から石川県千里浜までの石川海岸は、全長約74 kmの日本でも有数の開放性砂浜海岸で

2000年11月7日受理 日本海区水産研究所業績A第536号

¹⁾ 〒951-8121 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所

(Japan Sea National Fisheries Research Institute, Suido-cho, Niigata 951-8121, Japan)

ある。この砂浜海岸の汀線におけるベントス分布については、田島ら(1987)が6, 9月に調査を行い、金沢港以西の手取川河口周辺海浜よりも金沢港以東の内灘町海浜の方が汀線のベントス量が明らかに多いことを報告している。また、1997年1月に起きたナホトカ号重油流出事故のあとに行われた潮上帯と潮間帯の生物調査によって、季節によらず金沢港以西の石川海岸ではベントス量が少ないが金沢港以東では多いことが報告されている(のと海洋ふれあいセンター1997; 石川県1998, 1999, 2000)。このようなベントスの分布様式は、波浪、底質などの環境条件の影響を受けて形成されていると考えられるが、両者の関係について詳細は明らかになっていない。そこで、本研究では、福井県浜地から石川県千里浜の砂浜海岸におけるマクロ・メガベントスの出現状況を調べるとともに、環境条件として底質粒度組成と海底勾配を調べ、マクロ・メガベントスの分布との関連を検討した。

本文に先立ち、本研究にご助言とご指導をいただいた、のと海洋ふれあいセンターの坂井恵一普及課長に厚くお礼を申し上げる。

材 料 と 方 法

調査対象域は、石川海岸とその西側の福井県雄島までの砂浜海岸とし、工事等で調査ができない海岸を除いてできるだけ等間隔になるように調査地点を選んだ。調査した8地点(A, 浜地; B, 塩屋; C, 片野; D, 安宅関; E, 徳光; F, 専光寺; G, 白尾; H, 千里浜)をFig.1に示す。各地点とも、日本海では潮汐が小さいことから潮汐の影響を考慮に入れず、波浪による影響の程度によって、陸上部より下方であるが波打ち帯より上方で表面は乾燥している表面乾燥帯下縁部(dry surface fringe)、波が洗う部分の波打ち帯中央部(swash zone)、および波が砕けてかけあがりかできている水深20-65cmの水没帯上縁部(aquazone fringe)の3ゾーンにわけて調査を行った。調査時期としては、アミ類の生息量が増加し(広田1998)、かつ波浪が弱く汀線帯が安定している時期にあたる1997年6月18日と19日に行った。調査時の波高は0.5m以下、調査時間内の潮位差は最大20cm、汀線の表面水温は20.3-24.9℃であった。

表面乾燥帯下縁部と波打ち帯中央部では、50cmの方形枠を使って深さ5cmまでの砂をとり、目合い1mmのふるいでふるってベントスを採集した。ただし、Sts. A, Bでは砂が粗かったため目合い2mmのふるいでふるった。したがって、Sts. A, Bの生物量の測定値については他の地点と比べて生物量が少なく種組成に偏りが生じている可能性があるため、以下の結果では他の地点と区別して扱った。水没帯上縁部では、ジョレン(幅30cm, 高さ20cm, 目合い2mm)を1mひいてベントスを採集した。ただし、Sts. A, B, Fでは礫が多く混じったため、採集を行わなかった。採集は各地点で4回繰り返した。採集したベントスについては、10%海水希釈ホルマリンで固定した後、実験室に持ち帰り、種の同定、計数および湿重量測定を行った。貝類については殻付きの湿重量を測定した。個体数と湿重量は、4回の採集の平均を求めて平方メートルあたりの密度で表した。ただし、多数の個体が採集されたSt. Gの水没帯上縁部におけるフジノハナガイ *Chion dysoni semigranosus* と St. Hの波打ち帯中央部におけるナミノリソコエビ類 *Haustorioides* sp.については、350尾の湿重量を測定して個体あたりの平均湿重量を求め、これで総湿重量を除いて総個体数を求めた。

粒度組成は、各地点の波打ち帯中央部で採取した底質を乾燥させた後30gとり、目合い0.063, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0および2.0mmのふるいでふるって調べた。淘汰度は、 $\sigma_{\phi} = (\phi_{84} - \phi_{16}) / 2$ (茂木1971)で求めた。海底勾配は、対象海域の海図(海上保安庁1981)上で海岸から水深20m地点までの距離 x (km)を求め、勾配 = 20(m) / 1000 / x (km)から算出した。

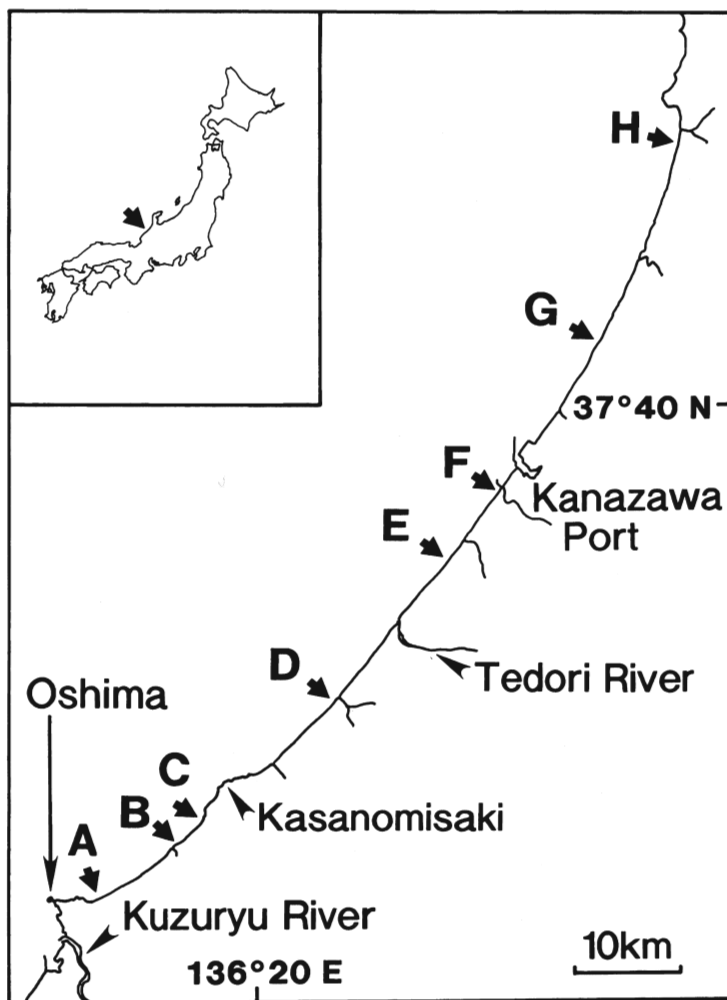


Fig.1. Location of the eight sandy beach sampling sites along the coastline of Fukui and Ishikawa Prefectures. A, Hamadi; B, Shioya; C, Katano; D, Atakaseki; E, Tokumitsu; F, Senkouji; G, Shiroo; H, Chirihama.

結 果

調査した8地点では、未同定の多毛類を除いて合計13種が出現した。そのうち10個体/m²以上の密度で分布していた地点を持つ種類は、フジノハナガイ、ナミノリソコエビ類、ヒメスナホリムシ *Excirolana chiltoni*、ハスノハカシパン *Scaphechinus mirabilis* の4種であった。

表面乾燥帯下縁部におけるマクロ・メガベントス量をTable 1に示す。Sts. C-Fでは総生物湿重量が少なかったのに対して(0.004-0.234g/m²)、Sts. G, Hでは多かった(6.465, 43.97g/m²)。種組成を比較すると、St. Cではヒメハマトビムシ *Platorchestia platensis* が出現し、St. Dではナミ

Table 1. Density (inds./m²) and wet weight (g/m²) of macro- and megabenthos in the dry surface fringe and swash zone of the sampling sites.

Species	A ^{a)}		B ^{a)}		C		D		E		F		G		H	
	Hamadi Inds./m ²	g/m ²	Shioya Inds./m ²	g/m ²	Katano Inds./m ²	g/m ²	Atakaseki Inds./m ²	g/m ²	Tokumitsu Inds./m ²	g/m ²	Senkouji Inds./m ²	g/m ²	Shiroo Inds./m ²	g/m ²	Chirihama Inds./m ²	g/m ²
Dry surface fringe																
Eulamellibranchia																
<i>Chiton dysoni semigranosus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	1.870	496	43.28
<i>Gomphina melanaegis</i> ^{b)}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	(1.193)	—	—
Polychaeta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0.308
Mysidacea																
<i>Archaeomysis vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.001	1	0.003	1	0.003	—	—
Amphipoda																
<i>Haustorioides</i> sp.	—	—	—	—	—	—	15	0.234	2	0.020	1	0.002	32	0.170	90	0.300
<i>Platorchestia platensis</i>	2	0.131	—	—	1	0.004	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isopoda																
<i>Excitrolana chiltoni</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0.038	1	0.001	97	3.229	4	0.077
<i>Tylos granuliferus</i>	2	0.071	1	0.018	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total wet weight	0.202		0.018		0.004		0.234		0.059		0.006		6.465		43.97	
Swash zone																
Eulamellibranchia																
<i>Chiton dysoni semigranosus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	491	44.94	107	9.202
<i>Gomphina melanaegis</i> ^{b)}	—	—	—	—	1	0.768	—	—	—	—	—	—	(1)	(6.350)	—	—
Mysidacea																
<i>Archaeomysis vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	5	0.009	2	0.007	1	0.005	103	0.618	—	—
<i>Archaeomysis kokuboi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	0.084	—	—
Amphipoda																
<i>Haustorioides</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0.003	—	—	4160	29.26	21700	121.8
Isopoda																
<i>Excitrolana chiltoni</i>	—	—	1	0.137	1	0.045	—	—	25	0.381	6	0.110	1010	24.48	68	2.369
Decapoda																
<i>Hippa truncatifrons</i>	18	4.81	9	1.965	2	0.156	—	—	—	—	2	0.133	—	—	—	—
Total wet weight	4.81		2.102		0.969		0.009		0.391		0.248		105.73		133.4	

^{a)} Sieved with 2 mm mesh at Sts. A and B; in contrast, sieved with 1 mm mesh at Sts. C–H.^{b)} Density and wet weight of the megabenthos (> 1g in wet weight of individual) is shown in the parenthesis.

Table 2. Density (inds./m²) and wet weight (g/m²) of macro- and megabenthos in the aquazone fringe of the sampling sites; samples were not collected at Sts. A, B and F.

Species	C Katano		D Atakaseki		E Tokumitsu		G Shiroo		H Chirihama	
	Inds./m ²	g/m ²	Inds./m ²	g/m ²	Inds./m ²	g/m ²	Inds./m ²	g/m ²	Inds./m ²	g/m ²
Eulamellibranchia										
<i>Chion dysoni semigranosus</i>	—	—	—	—	—	—	2190	1258	79.1	4.545
<i>Gomphina melanaeigis</i>	2.5	0.045	—	—	—	—	1.7	0.404	—	—
<i>Gomphina melanaeigis</i> ^{a)}	(0.8)	(1.272)	—	—	—	—	(5.8)	(8.859)	—	—
Polychaeta	—	—	2.5	0.437	—	—	—	—	0.8	0.051
Mysidacea										
<i>Archaeomysis vulgaris</i>	—	—	4.2	0.031	—	—	1.7	0.008	0.8	0.002
<i>Archaeomysis kokuboi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	0.002
Amphipoda										
<i>Haustorioides</i> sp.	—	—	—	—	—	—	866.7	9.210	—	—
Isopoda										
<i>Excirrolana chiltoni</i>	0.8	0.043	—	—	—	—	7.5	0.302	—	—
Decapoda										
<i>Crangon</i> sp.	—	—	1.7	0.255	—	—	—	—	—	—
Diogenidae	—	—	0.8	0.136	—	—	—	—	—	—
<i>Hippa truncatifrons</i>	5.8	1.189	—	—	1.7	0.161	—	—	—	—
<i>Matuta planipes</i> ^{a)}	—	—	(0.8)	(1.060)	—	—	(4.2)	(8.761)	(0.8)	(1.277)
Clypeasteroidea										
<i>Scaphechinus mirabilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	25	2.262
Total wet weight	2.549		1.919		0.161		1286		8.139	

^{a)}: Density and wet weight of the megabenthos (>1g in wet weight of individual) is shown in the parenthesis.

ノリソコエビ類が出現し、Sts. E, Fではナミノリソコエビ類、ヒメスナホリムシ、およびシキシマフクロアミ*Archaeomysis vulgaris*が出現した。それに対して、Sts. G, Hではこの地点でしか出現しなかったフジノハナガイの他に、ナミノリソコエビ類、およびヒメスナホリムシが多数出現した。Sts. A, Bでは総生物湿重量が少なく(0.202, 0.018g/m²)、ヒメハマトビムシとハマダングムシ*Tylos granuliferus*が出現した。

波打ち帯中央部でも (Table 1), Sts. C-Fでは総生物湿重量が少なかったのに対して(0.009-0.969g/m²)、Sts. G, Hでは多かった(105.73, 133.4 g/m²)。種組成を比較すると、St. Cではハマスナホリガニ*Hippa truncatifrons*、ヒメスナホリムシとコタマガイ*Gomphina melanaeigis*が出現し、St. Dではシキシマフクロアミが出現し、Sts. E, Fでは、ヒメスナホリムシ、シキシマフクロアミ、ナミノリソコエビ類とハマスナホリガニが出現した。それに対してSts. G, Hではこの地点でしか出現しなかったフジノハナガイの他に、ナミノリソコエビ類、およびヒメスナホリムシが多数出現した。Sts. A, Bでは総生物湿重量が比較的少なく(4.81, 2.102g/m²)、ハマスナホリガニが主に出現した。

水没帯上縁部においても (Table 2), Sts. C-Eでは総生物湿重量が少なかったのに対して(0.161-2.549g/m²)、Sts. G, Hでは多かった(1286, 8.139g/m²)。St. Gでは、フジノハナガイとナミノリソコエビ類が非常に多数出現し、St. Hでは、フジノハナガイとハスノハカシパンが主に出現した。それに対して、St. Cではコタマガイとハマスナホリガニが主に出現し、St. Dではシキシマフクロアミが主に出現し、St. Eではハマスナホリガニが出現した。

以上の結果をもとに各調査地点の表面乾燥帯下縁部・波打ち帯中央部・水没帯上縁部の総生物湿重量と種組成を総合的に比較することで、以下のように各地点を類別することができた。まず、総生物湿重量により、生物量が多いSts. G, Hと少ないSts. C-Fに大きく分けられた。次に各地点の種組成を比較することで次のようにさらに細かく類別できた。Sts. G, Hについては、St. Gでは水没帯上縁部のフジノハナガイと波打ち帯中央部のヒメスナホリムシがより多いのに対して、St. Hでは波打ち帯中央部のナミノリソコエビ類がより多かった。またSts. C-Fにつ

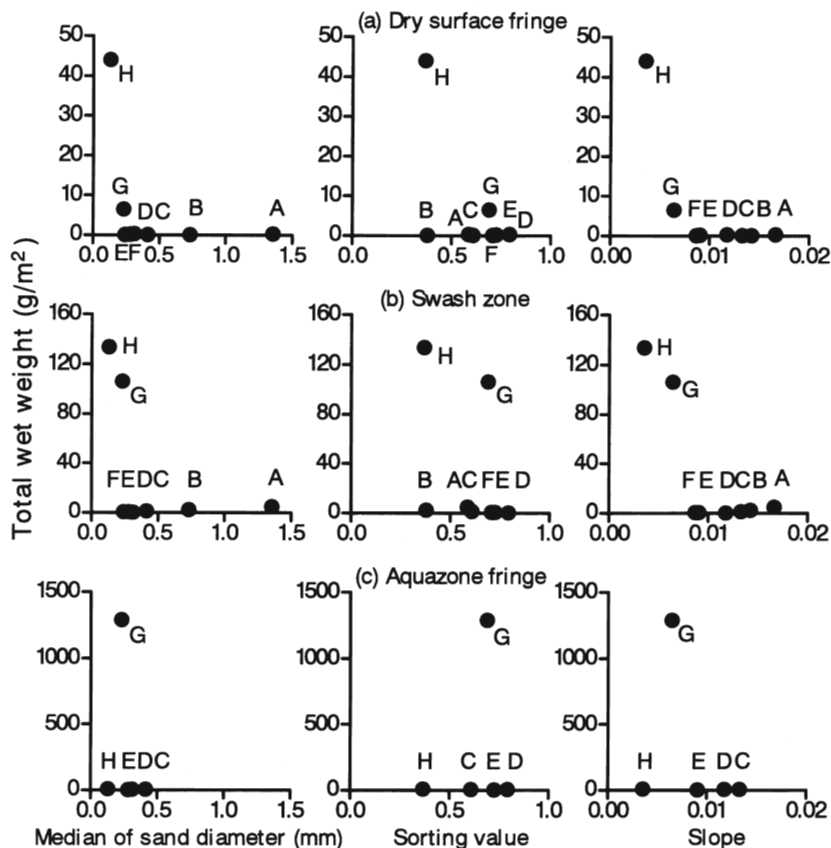


Fig. 2. Relation of median sand diameter, sorting value and bottom slope to total wet weight of the benthic animals in the dry surface fringe (a), swash zone (b) and aquazone fringe (c) of the sampling sites. Sorting values were determined according to a previous report (Mogi 1971), and bottom slope calculated as 20 (m)/1000/distance from shore at 20-m depth (km). A-H in the figure indicate the sampling sites. Samples from the dry surface fringe and swash zone were sieved with 1 mm mesh at Sts. C-H or with 2 mm mesh at Sts. A and B. Samples from the aquazone of Sts. C-E, G and H were collected by a hand-operated dredge with 2 mm mesh, and samples at Sts. A, B and F were not collected due to pebbles.

いては、ヒメハマトビムシ、ハマスナホリガニが出現したがシキシマフクロアミとナミノリソコエビ類は出現しなかったSt. Cと、シキシマフクロアミとナミノリソコエビ類が出現したがヒメハマトビムシとハマダンゴムシは出現しなかったSts. D-Fにわけられた。Sts. A, Bでは使ったふるいの目合いが違うため直接ベントス分布を他地点と比較できないが、出現した種類を見ると目合いの違いが調査結果に与えた影響は大きくないと考えられた。Sts. A, Bでは総生物湿重量が少なく、ヒメハマトビムシ、ハマダンゴムシ、ハマスナホリガニが出現したがシキシマフクロアミとナミノリソコエビ類は出現しなかったことから、Sts. A, BはSt. Cに近いベントス分布を示すと考えられた。

以上のベントス分布を、波打ち帯中央部で測定した底質粒度中央粒径値・淘汰度および海図から求めた海底勾配と比較し、両者の関係を検討した。表面乾燥帯下縁部(Fig.2a)と波打ち帯中央部(Fig.2b)においては、総生物湿重量が多いSts. G, Hでは底質粒度が細かく海底勾配が緩

やかであるのに対して、総生物湿重量が少ないSts. A-Fでは比較的底質粒度が粗く海底勾配が急である傾向があった。しかし、淘汰度と総生物湿重量とは関連が見られなかった。フジノハナガイ、ナミノリソコエビ類、ヒメスナホリムシの生息個体数についても、総生物湿重量と環境条件に見られた関係と同様な関係があった。一方、水没帯上縁部(Fig.2c)では、St. Gの総生物湿重量が非常に多いのに対してSt. Hの総生物湿重量が比較的少ないため、環境条件と生物量の間には明瞭な関係は見られなかった。

考 察

本研究で調査した福井県浜地から石川県千里浜の砂浜海岸は、これまでに報告されてきた典型的な砂浜海岸のベントス分布(上平 1979; Ansell 1983; Bally 1983; McLachlan 1983)一波にのって移動する特徴をもつフジノハナガイ、ナミノリソコエビ類とヒメスナホリムシが波打ち帯に多く生息する一と同様なベントス分布を示した。各調査地点で生物量と出現種を比較することにより、ベントス分布パターンはSts. A-C, Sts. D-FおよびSts. G, Hとに分けられた。金沢港(Sts. F, Gの間)を境界としてベントス分布が大きく異なる結果は、これまでの報告(田島ら 1987; のと海洋ふれあいセンター 1997; 石川県 1998, 1999, 2000)と一致した。しかし、本研究では、調査地点を石川海岸に加えて福井県の浜地まで広げ、表面乾燥帯下縁部と波打ち帯中央部に加えて水没帯上縁部も調査することで、これまでより詳細なベントス分布を明らかにすることができた。

さらに本研究では、砂浜海岸の汀線に生息する動物は砂に潜るなど底質に依存した生態をもつため、ベントス分布に影響する環境条件として底質粒度と海底勾配を検討した。その結果、フジノハナガイ・ナミノリソコエビ類・ヒメスナホリムシが数多く出現し、総生物湿重量が多かったSts. G, Hでは底質の中央粒径値が小さく海底勾配が緩やかであるのに対して、フジノハナガイ・ナミノリソコエビ類・ヒメスナホリムシがいないか少なく、生物量も少なかったSts. A-Cでは粒度が粗く勾配が急であることがわかった。これらの結果から、底質粒度・海底勾配とベントス分布に関連があることが示唆された。

ただし、金沢港の西側のSt. Fと東側のSt. Gを比較すると、生物量は大きく異なるのに対して、海底勾配はSt. Gの方がやや緩やかであるが底質粒度はほぼ同じであり、Sts. F, Gに関してはベントス分布と底質粒度に関連が見られなかった。しかし、石川海岸の粒度を多数の地点で調べた結果によると、底質粒度は調査地点によるばらつきが大きい全体に金沢港を境に西では粗く東では細くなる傾向がある(宇多 1997)。本研究では、粒度が地点により変動しやすいのに対して8地点だけでしか調査していないため、金沢港の西側のSt. Fで粒度が小さい地点を選んだ結果、金沢港の東西における粒度の変化を十分に把握できなかった可能性がある。底質粒度については、調査地点の周囲についても調査を行って周辺環境を考慮して考える必要があるだろう。

砂浜海岸のベントス分布に影響する環境条件としては、底質の他に、波浪、潮汐および水質も重要であると考えられている(McLachlan 1983; Bally 1983)。波にのって移動するナミノリソコエビ・ヒメスナホリムシなどのフクロエビ類とフジノハナガイ類の分布には底質に加えて波浪の影響が大きいと考えられている(上平 1979; Ansell 1983)。一般に波浪と底質・海底勾配には関連があり、遠浅の砂浜海岸では波のエネルギーがゆっくり逸散するため汀線の波浪は弱く、底質粒度も小さくなることが知られている(逸散型海岸, Raffaelli and Hawkins 1996)。本研究では波浪の強さを調べていないが、海底勾配・底質と波浪の関係から推察すると、生物

量が多かったSts. G, Hでは波浪は弱く、ベントスの生息に適した強さだったと考えられる。

以上のように底質粒度、海底勾配、波浪といった環境条件が、浜地から千里浜のベントス分布に影響していると考えられる。これまで環境条件とベントス分布との関連については、潮汐によってベントスが潮上帯・潮間帯・潮下帯といった帯状に分布することに関する研究が中心で、本研究のように長い海岸の水平分布について調べた例は少ない(Bally 1983)。こうした環境条件は、地理、海流、河川や人為的介入などにも影響され、さらに相互に関連していることから、マクロベントスの水平分布と環境の関係については今後さらに詳しい研究が必要である。

文 献

- Ansell, A.D. (1983) The biology of the genus *Donax*. In *Sandy beaches as ecosystems*, ed. by McLachlan, A. and Erasmus, T., Dr W. Junk Publishers, The Hague, pp. 607-635.
- Bally, R. (1983) Factors affecting the distribution of organisms in the intertidal zones of sandy beaches. In *Sandy beaches as ecosystems*, ed. by McLachlan, A. and Erasmus, T., Dr W. Junk Publishers, The Hague, pp. 391-403.
- 広田 祐一 (1998) 餌料としてのかいあし類・アミ類の生態. 千田 哲資・木下 泉(編), 砂浜海岸における仔稚魚の生物学(水産学シリーズ116), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 78-88.
- 石川県 (1998) 潮間帯生物相調査 砂浜海岸. 平成9年度石川県ロシアタンカー油流出環境影響調査<野生生物調査>報告書, 石川県環境安全部自然保護課, 82-94.
- 石川県 (1999) 潮間帯生物相調査 砂浜海岸. 平成10年度石川県ロシアタンカー油流出環境影響調査<野生生物調査>報告書, 石川県環境安全部自然保護課, 43-44.
- 石川県 (2000) 潮間帯生物相調査 砂浜海岸. 平成11年度石川県ロシアタンカー油流出環境影響調査<環境調査・野生生物調査>報告書, 石川県環境安全部自然保護課, 52-53.
- 海上保安庁 (1981) 福井港至輪島港 1/200000 No.1169. 海上保安庁, 東京.
- 上平 幸好 (1979) 函館の砂質海岸における大型動物の生態学的研究Ⅱ. フクロエビ類の分布およびその成因について. 北大水産彙報, **30**, 133-143.
- McLachlan, A. (1983) Sandy beach ecology - a review. In *Sandy beaches as ecosystems*, ed. by McLachlan, A. and Erasmus, T., Dr W. Junk Publishers, The Hague, pp. 321-380.
- 茂木 昭夫 (1971) 汀線と碎波帯. 星野 通平(編), 海洋科学基礎講座7 浅海地質学, 東海大学出版会, 東京, pp. 109-252.
- のと海洋ふれあいセンター (1997) ロシアタンカー油流出事故について. のと海洋ふれあいセンター研究報告, **3**, 72-76.
- Raffaelli, D. and Hawkins, S. (1996) *Intertidal Ecology*. (潮間帯の生態学. 朝倉 彰訳, 1999, 文一総合出版, 東京, 516 pp.)
- 田島 迪生・皆川 哲夫・町田 洋一・野村 元・宇野 勝利・大橋 洋一・安田 信也・津田 茂美・四登 淳 (1987) 加賀砂泥域における漁場環境特性と生物分布—生物分布. 昭和61年度大規模砂泥域開発調査事業(日本海域)調査報告書総括, 日本海区水産研究所, 43-104.
- 宇多 高明 (1997) 日本の海岸侵食. 山海堂, 東京, pp. 177-185.