

日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究 X. 山陰から加賀の岩礁海岸における垂直分布

矢島孝昭: 金沢大学教養部生物学教室, 金沢市角間町 (〒920-11)

清水弘明: 金沢大学理学部生物学教室*, 金沢市角間町 (〒920-11)

Studies on the Intertidal Communities of the Japan Sea X. General Features of the Zonation from San-in to Kaga Rocky Shores

Takaaki YAJIMA: Department of Biology, College of Liberal Arts,
Kanazawa University, Kanazawa 920-11

Hiroaki SHIMIZU: Biological Institute, Faculty of Science,
Kanazawa University, Kanazawa 920-11

Abstract

YAJIMA, Takaaki (Department of Biology, College of Liberal Arts, Kanazawa University) and Hiroaki SHIMIZU (Biological Institute, Faculty of Science, Kanazawa University). 1995. Studies on the Intertidal Communities of the Japan Sea X. General Features of the Zonation from San-in to Kaga Rocky Shores. *Rep. Noto Mar. Cent.*, (1): 1-8.

The community structures and the vertical distributions of intertidal algae and invertebrates were investigated in summer at the exposed and sheltered rocky shores along the coasts from San-in to Tajima, Tango, Wakasa, Echizen and Kaga district facing the Japan Sea, western Honshu, Japan. Though the sessile invertebrates such as *Septifer exisus*, *Tetraclita squamosa* and so on were distributed patchy at each exposed rocky shore, these ones were dominants with *Granulittoria exigua*. Generally, the sessile organisms which were considered to be affected by the wave action were distributed in order from lower to upper zone. But, the order of these vertical distributions was not regular. If there were gaps at the lower eulittoral zone, the sessile invertebrates of upper zone were distributed widely at the lower zone. The mobile limpet of *Cellana toreuma* was distributed vertically at lower zone than that of *C. grata grata*. But, these distribution zones were closely related with the sea surface which is affected by the tidal rhythm.

はじめに

筆者の一人(矢島)は、日本列島をとりまく太平洋、東シナ海、オホーツク海の沿岸とは異なって、毎日の潮

位差が20~30cmと小さいだけでなく、年間を通じた潮位変動が一様でない非調和型の潮汐リズムを示す日本海沿岸の潮間帯生物群集の特性を明かにするために、本州の日本海沿岸の潮間帯を中心に、そこに生活している生物

*現在の所属: NHK社会情報番組部 (Present Address: NHK, 2-2-1 Jinnan Shibuya, Tokyo 150)

の帯状分布構造の記載と、垂直分布におよぼす潮汐と波浪の物理的要因の解析を進めてきた(矢島, 1978a, b, 1980a, b, c, 1981, 1986, 1988, 1990, 1993: 矢島・小坂, 1979: 矢島・山口, 1983: 矢島・清水, 1984: 矢島ら, 1979)。しかし、山陰から但馬、丹後、若狭の潮間帯生物群集に関しては、ONDO (1959) の山陰海岸での概報と細見 (1967) の但馬海岸の海蝕洞周辺での報告や、環境庁が各県に委託して実施した第2回自然環境保全基礎調査の島根、鳥取、京都、福井の各府県による1979年の報告書がある程度で、全体を通じてのまとまった調査報告はない。

そこで本著では、鳥取県北部から但馬、丹後、若狭、越前および石川県南部の加賀の岩礁海岸で夏季に潮間帯生物群集の調査を実施した結果を報告する。

本論に入るにあたって、海藻の同定をして頂いた、いしかわ動物園の佐野修氏と、論文の複写をお願いした東北大学浅虫臨海実験所の武田哲博士にお礼申し上げます。

調査の地点および方法

調査は、1984年8月7日から10日に浦富、香住、猫崎、蒲入、奈具、アンジャ、城山、美浜、立石で、1985年8月1日と2日は越前岬、雄島、片野で実施した (Fig. 1)。調査期間中は天候に恵まれ、波も比較的穏やかであった。

各調査地点は、陸上から歩いて行ける岩礁海岸で、地形を考慮して波当たりの強い露出浜と波当たりの弱い遮蔽浜について、それぞれ代表的な潮間帯生物群集を構成していると思われる所を1か所ずつ選定した。ただし、内湾的な奈具と美浜、それに外洋的だが岩礁海岸の規模が小さく地形的にも一様な片野は、1か所だけであった。

日本海の夏季の潮位は全体に高く、年間を通じた最低低潮線は8月の平均潮位より50cm近くも下にある。そこで調査時の汀線を起点として、下は垂直に深さ50cm、上はアラレタマキビガイの分布上限までの範囲で、垂直方向に10cm、横は50cmごとに方形枠を順次設定するベルト・トランゼクト法を用いた。そのため横の長さは一定であるのに対して、縦の長さは岩面の勾配によって、10

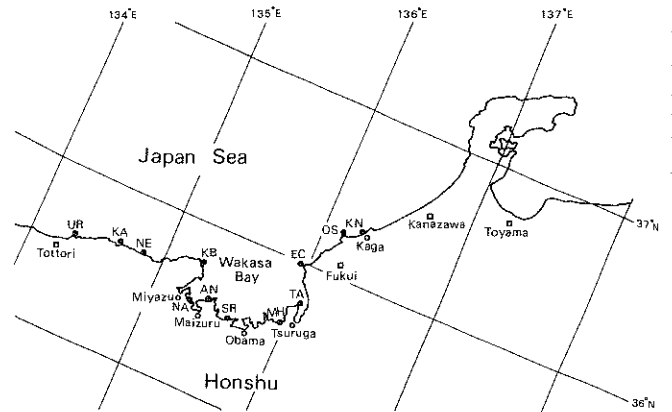


Fig. 1 Map showing the surveyed stations along at San-in to Kaga rocky coasts. UR: Uradome, KA: Kasumi, NE: Neko-zaki, KB: Kaba-nyu, NA: Nagu, AN: Anjya, SR: Siroyama, MH: Mihama, TA: Tateishi, EC: Echizen-misaki, OS: Osima, KN: Katano.

cmから50cmまでの範囲で適宜変えた。

各方形枠内に出現する種は、個体数を判別しにくい海藻やカンザシゴカイ類、それに個体が小さくて密集するイワフジツボやウズマキゴカイ類は被度で、その他の無脊椎動物は個体数で記録して、1平方メートルあたりの密度に換算した。また、イソガニなど移動性の強いものやヨコエビ類などの海藻葉上性のものは、調査の対象外とした。

各調査地点の汀線の潮位表基準面からの高さは、気象庁の潮位表の標準港である舞鶴、三国、金沢からの潮候改正数を基に概算した。

結果

全調査地点で出現した種数は、海藻が41種 (ただし無節サンゴモ類と有節サンゴモ類は、それぞれ一括した)、無脊椎動物は40種であった。

Table 1は、各調査地点で出現した海藻の種数、無脊椎動物の種数と個体数の実数 (+は、被度で求めたイワフジツボとウズマキゴカイ類の追加個体数を意味する)、および優占的に出現するものをまとめたものである。

海藻は、奈具やアンジャ、それに浦富などの遮蔽浜で生育の被度が低く優占種がみられなかった地点や、浦富の露出浜のミツデソゾ *Laurencia okamurai*、蒲入の露出

Table 1 Dominant species of the intertidal algae and invertebrates at each station. + shows the presence of more individuals of *Dexiospira* sp. or *Chthamalus challengeri*.

Species	Uradome		Kasumi		Neko-zaki		Kaba-nyu		Nagu	Anjya		Shiroyama		Mihama	Tateisi		Echizen-misaki		Oshima		Katano	
	E	S	E	S	E	S	E	S		E	S	E	S		E	S	E	S	E	S		
ALGAE																						
<i>Sargassum tortail</i>														●								
<i>S. nigrifolium</i>							●															
Melobesioideae spp.				●	●			●														
Corallinoideae spp.	●		●				●						●									●
<i>Plocamium telfairiae</i>								●													●	
<i>Laurencia okamurai</i>	●																					
No. of species	5	3	4	3	5	2	11	7	4	6	3	7	3	5	9	3	8	1	7	1	12	
INVERTEBRATES																						
<i>Dexiospira</i> sp.														●								
<i>Cellana grata grata</i>								●										○				
<i>Collisella dorsuosa</i>	○		○																			
<i>Littorina brevicula</i>		●																				
<i>Granulittoria exigua</i>	●						●	○			●	○	●	●		●	●		●	●		●
<i>Septifer exisus</i>	○		○		○		○		●	●		●										●
<i>Capitulum mitella</i>	○		○		○		●															
<i>Chthamalus challengeri</i>					●									●								
<i>Tetraclita squamosa</i>			●		●										●							
No. of species	11	6	16	13	16	7	14	7	18	18	8	15	12	11	15	10	12	3	15	8	13	
No. of individuals	636+	146+	389+	656+	1238	39+	926+	44	1727+	873+	125+	1313+	98+	126+	166	56+	395+	34	199+	63+	408+	

● : Dominant in coverage. ○ : Dominant species—species significantly more abundant than the mean occurrence rate in 90% reliability (KATO *et al.*, 1952). ●⊙ : Most dominant species—the most abundant species among the dominants.

浜のナラサモ *Sargassum nigrifolium* と遮蔽浜のユカリ *Plocamium telfairiae*、美浜のヨレモク *Sargassum tortail* を除けば、露出浜では有節サンゴモ類 *Corallinoideae* spp. が、露出浜と遮蔽浜のいずれにも薄い膜状の無節サンゴモ類 *Melobesioideae* spp. が比較的多くの調査地点で優占的に出現していた。

無脊椎動物は、被度で優占的に出現した城山の遮蔽浜でのウズマキゴカイ *Dexiospira* sp. と、猫崎の露出浜と美浜のイワフジツボ *Chthamalus challengeri* 以外は、調査地点ごとに信頼度90%で平均出現率よりも有意的に高く出現するものを優占種とみなした (KATO *et al.*, 1952) ものである。全体的にみれば、遮蔽浜では出現する種数や個体数は少なく、優占種もタマキビガイ *Littorina brevicula* など僅かであった。それに対して露出浜では、移動性のアラレタマキビガイ *Granulittoria exigua* と、固着性のムラサキインコガイ *Septifer exisus* が広く最優占ないしは優占種として出現していた。しかし、香住、猫崎、立石ではクロフジツボ *Tetraclita squamosa* が、

浦入ではカメノテ *Capitulum mitella* が最優占種として出現し、調査地点全域でみれば、固着動物が比較的高い密度で分布していた。

前述したように、海藻、無脊椎動物ともに遮蔽浜での出現種数や個体数は少ない。そこで、各調査地点の露出浜の潮間帯で優占的かつ特徴的に出現する種を中心に、それらの垂直分布をまとめたのが、Figs. 2、3である。なお、潮上帯の代表種であるアラレタマキビガイについては、タマキビガイとの垂直分布関係をも含めて別の機会に総合的に報告する予定でいる。

クロフジツボの殻上に付着していたウミゾウメンのような例もあるが、海藻は一般に潮間帯の下部に出現し、その垂直分布の上限は、浦富のミツデソゾを除けば、有節サンゴモ類 (大半はピリヒバである) と同じか、それより下部にみられる。さらに、香住や片野のように、ムラサキインコガイの殻上に有節サンゴモ類が付着している例もあるが、潮間帯の無脊椎動物の垂直分布の下限は、有節サンゴモ類の垂直分布の上限と接していた。

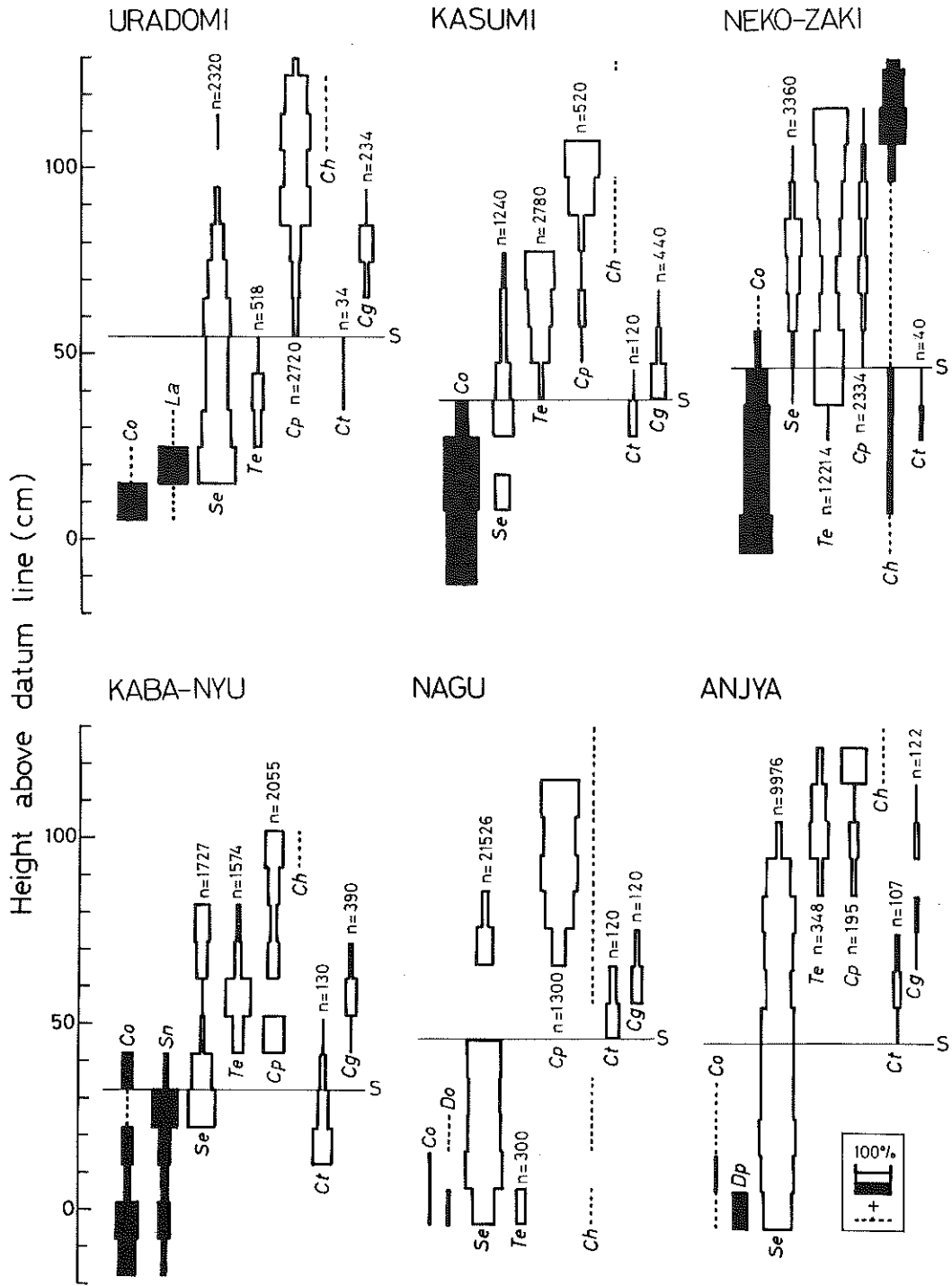


Fig. 2 Vertical distributions of main algae and invertebrates at each station. Co: Corallinoideae spp., La: *Laurencia okamurai*, Sn: *Sargassum nigrifolium*, Do: *Dilophus okamurai*, Dp: *Dictyopterus prolifera*, Ch: *Chthamalus challengeri*, Densities of these algae and *Chthamalus* are shown by coverage. Se: *Septifer exisus*, Te: *Tetractita squamosa*, Cp: *Capitulum mitella*, Ct: *Cellana toreuma*, Cg: *Cellana grata grata*. The number of individuals (n) of these invertebrates means the total of density/m² at each quadrat surveyed. S: the shore line at the time of observation done.

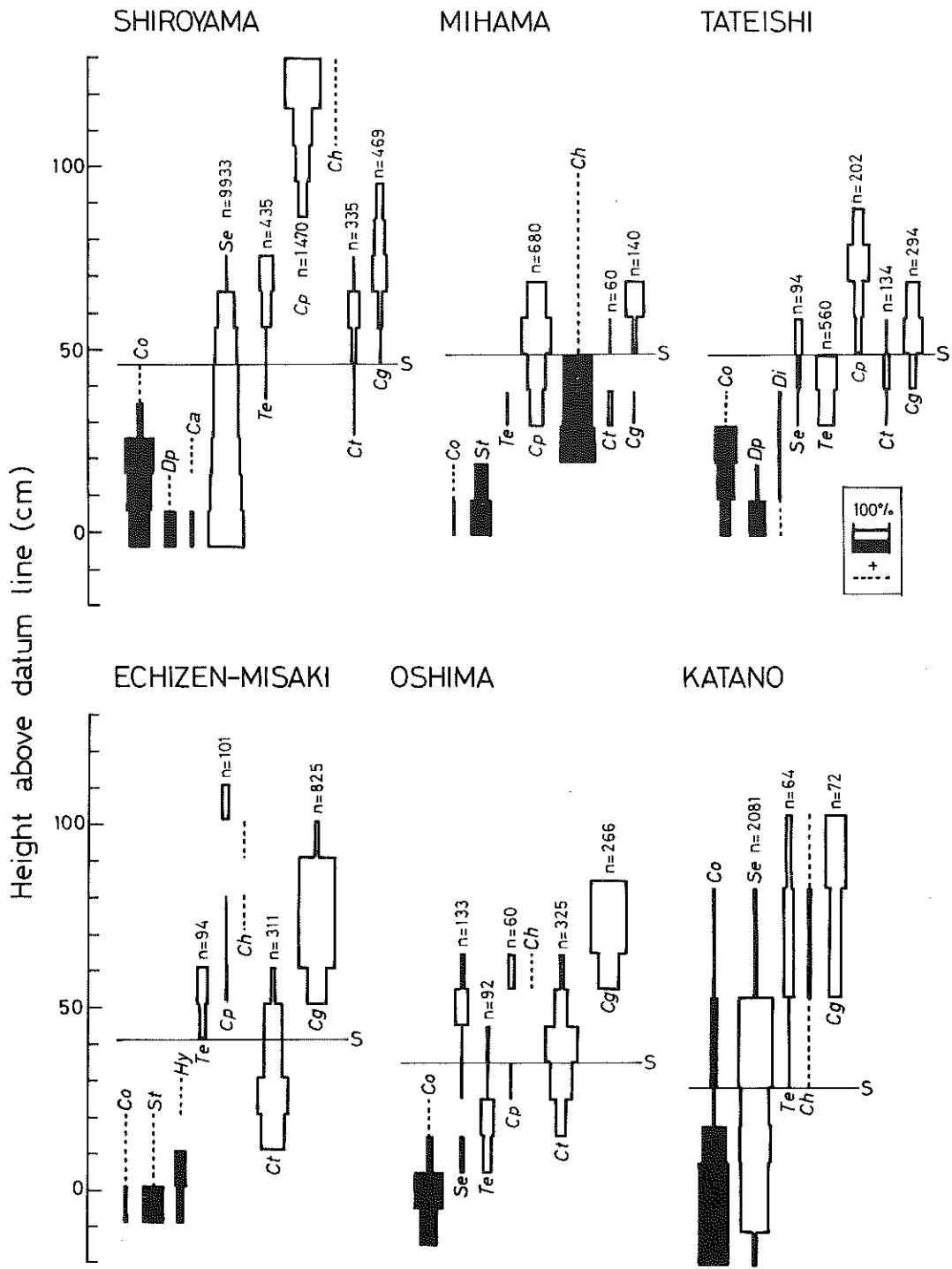


Fig. 3 Vertical distributions of main algae and invertebrates at each station. Ca: *Caulacanthus okamurai*, St: *Sargassum tortail*, Di: *Dictyota dichotoma*, Hy: *Hypnea* sp. Other abbreviations and explanation are in Fig. 2.

この有節サンゴモ類の密度が低下する潮間帯下部から順に上部にかけて、ムラサキインコガイ、クロフジツボ、カメノテ、イワフジツボと、固着動物が出現する傾向が一般的にみられた。しかし、この傾向は固定的なものではなく、例えば猫崎のように、ムラサキインコガイの密度が全体に低いところでは、クロフジツボがムラサキインコガイよりも潮間帯の下部から上部にかけて広範囲に分布していた。さらにムラサキインコガイが出現せず、クロフジツボの密度も極めて低い美浜では、カメノテやイワフジツボの垂直分布域が下部に移行するなど、各部位での固着動物の密度の違いによって、それぞれの垂直分布域に変化がみられた。

一方、移動性のヨメガカサガイ *Cellana toreuma* とベッコウカサガイ *C. grata grata* の調査時点での汀線との垂直的な位置関係をみると、調査地点および密度に関係なく、汀線付近をはさんでヨメガカサガイの方がベッコウカサガイよりも、その分布の中心は下部にあった。

移動性のカサガイ類が汀線周辺を中心に分布していたのに対して、固着動物の垂直分布域は調査地点によって著しく異なっていた。このような傾向は、アラレタマキビガイの垂直分布の範囲とも一致していた。もとよりアラレタマキビガイは潮上帯の移動性の巻貝であり、毎日の波しぶきの影響でその垂直的な生息部位は異なると思われるが、浦富、猫崎、アンジャ、城山のように固着動物が垂直的に高い所まで分布している地点では、アラレタマキビガイの分布域も上昇していた。なかでも城山では、アラレタマキビガイの垂直分布の上限は、潮位表基準面から垂直に12m以上もあった。

考 察

金沢港を例にすると、年間の最高高潮位と最低低潮位の巾は約70cmある。しかし毎日の干満差は20cm程と小さく、また、全体の潮位が冬から春にかけては低く、夏から秋にかけては高い日本海側の潮間帯と、平均潮位をはさんで毎日規則正しく干潮と満潮を繰り返している太平洋側とは、潮間帯生物の垂直分布を構成している要因は同じではない。このことは斎藤(1970)も言及してい

る。日本海のように年間を通じた潮汐変動に非調和型なリズムがみられるところでは、潮間帯生物の垂直分布域を単に潮位から考察することはできない。潮間帯の範囲を越えて広くそこに特有な生物が分布していることは、Figs. 2、3の結果からでも明かである。ここでは、一般に潮間帯の無脊椎動物とみなされているものを中心に、潮位に基づいた潮間帯の範囲にこだわらずに検討する。

Table 1の結果によれば、山陰から但馬、丹後、若狭にかけての潮間帯では、ムラサキインコガイをはじめとしてクロフジツボ、カメノテといった固着動物が最優占種ないしは優占種として広く分布していた。このような傾向は、ほとんどの潮間帯でアラレタマキビガイのみが優占的に出現する傾向のみられる石川県(矢島, 1978b, 1981, 1983, 1986)から北の飛島(矢島・清水, 1984)、男鹿半島(矢島, 1980)とは、同じ日本海の潮間帯生物群集を構成する種は共通していたが、固着動物の密度に違いがみられる。しかし、今回の調査地点を含めて、その周辺全域で固着動物の密度が高いというわけではなく、固着動物の密度がパッチ状に高い所が点在し、そのような所を調査地点として選定したからであるが、山陰から若狭にかけての潮間帯の固着動物の密度は、前述した石川県より北の日本海に面した本州のそれとは相対的に高い傾向が認められた。その理由として、対馬海流の影響の多少、潮汐の非調和型リズムの質的な違い、波浪の強弱などが考えられるが、日本海の潮間帯生物の帯状分布の地理的变化におよぼす要因を検討する際の重要な課題のひとつといえよう。

Figs. 2、3の結果によれば、有節サンゴモ類の垂直分布の上限が潮間帯無脊椎動物の垂直分布の下限と一致していた。しかし、アンジャのように、有節サンゴモ類の密度が低いところでは、ムラサキインコガイが潮間帯の下位まで出現しているし、香住や片野では、潮間帯の下位に分布しているムラサキインコガイの殻上に有節サンゴモ類が付着していた。これらのことを総合すると、潮間帯無脊椎動物の垂直分布の下限域には、有節サンゴモ類の存在と密度が関与しているといえよう。有節サンゴモ類の垂直分布の上部になんらかの理由で空白的な区域が生じれば、ムラサキインコガイは下部まで分布域を拡

大することが可能である。その後に出現した有節サンゴモ類は、これらの固着動物の殻の上を新たな生育場所として潮間帯の上部へと分布域を拡大する傾向がみられる。このように潮間帯の下部に空白的な区域が生じた場合の垂直分布パターンの変動は、固着動物の種間でもみられる。

一般に固着動物は、潮間帯の下部から上部にかけてムラサキインコガイ、クロフジツボ、カメノテ、イワフジツボの順に分布の中心域を異にしていた。しかし猫崎や美浜の例のように、ムラサキインコガイの密度が低ければクロフジツボが、さらにクロフジツボの密度も低ければカメノテやイワフジツボが潮間帯の下部まで分布域を拡大したり、分布の中心を移動したりしていた。

有節サンゴモ類を含めて潮間帯の固着生物の垂直分布の出現順位が下部から上部にかけて一定せず、下部に空白的な区域があれば、上部に分布していたものも下部に分布域を拡大する理由として、日本海の潮汐の非調和型リズムが考えられる。すなわち、冬から春にかけての平均潮位の低下、夏から秋にかけての平均潮位の上昇と、毎日の干満差の小ささである。このことは、潮間帯の上部に固着しているものが波浪の影響を受けないと仮定した場合、冬季には完全に干出して低温に曝され、海の生物が生存するには極めて厳しい環境に置かれる。逆にいえば、波浪の影響を強く受けるであろう所の固着生物は、潮位とは関係なく波浪による水面の変動によって垂直分布域を上下に拡大することが可能であろう。つまり、日本海の潮間帯にあっては、固着生物の垂直分布域を決定する要因の第一は波浪にあり、ついで有節サンゴモ類の分布上限が関係しているといえる。

一方、移動性のカサガイ類の垂直分布をみると (Figs. 2, 3)、調査地点に関係なく、毎回の調査時の汀線をはさんでヨメガカサガイは下部に、ベッコウカサガイは上部に、その垂直分布の中心が分かっている。このようにカサガイ類では、潮位の変化に連動して垂直分布域を異にしているのがわかる。

毎日の潮位が低い日本海の潮間帯にあっては、干潮時といっても波が多少でもあれば潮間帯の環境は変化してしまう。それでもなおカサガイ類のように汀線をはさん

で垂直分布域を異にした行動をとるほうが、潮汐の変動が非調和型である潮間帯の環境に対して、より適応したものといえるのではないであろうか。このような行動をとれるのも、カサガイ類が移動性であって、固着動物とは違って潮位の変動に対応して垂直的に生活域を変えることができるからであるといえる。つまり、ヨメガカサガイやベッコウカサガイの垂直分布域を決める要因は、波浪ではなくて潮汐にあることを示唆している。

要約

1. 夏季に山陰の鳥取県北部から但馬、丹後、若狭、越前それに石川県南部の加賀の岩礁海岸の露出浜と遮蔽浜での潮間帯生物群集の組成を調べ、露出浜で特徴的に出現する生物の垂直分布におよぼす要因を、日本海の潮汐の非調和型リズムから検討した。

2. 遮蔽浜では、海藻、無脊椎動物ともに出現する種数や密度が低く、無節サンゴモ類とアラレタマキビガイが比較的広く優占的に出現していた。

3. 露出浜では、有節サンゴモ類、アラレタマキビガイ、ムラサキインコガイが広く最優占ないしは優占種として出現するとともに、地域によってはクロフジツボやカメノテが最優占種であった。これらの固着動物は各調査地点周辺の全域にわたって分布しているというよりもパッチ状に分布する傾向が顕著であるが、石川県以北の日本海に面した本州の岩礁性潮間帯と比較すれば、固着動物の密度は一般に高かった。

4. 固着生物の垂直分布の中心は、一般に下から上へ有節サンゴモ類、ムラサキインコガイ、クロフジツボ、カメノテ、イワフジツボの順にあり、これらの分布の垂直的な範囲を決める要因の第一は、波浪にあることが示唆された。

5. 固着動物の垂直分布の下限は、有節サンゴモ類の分布上限と関係していた。しかし、潮間帯の下部に分布の空白的な区域があれば、固着動物は垂直的な出現順位に関係なく、そのような所に分布域を拡大する傾向が認められた。

6. 移動性のヨメガカサガイとベッコウカサガイの垂

直分布をみると、前者の方が後者よりも分布の中心は下部にあり、これらカサガイ類の垂直分布域を決める要因は、潮位変動にあるといえよう。

引用文献

- 福井県編, 1978: 第2回自然環境保全基礎調査・海域生物調査報告書, 53pp.
- 細見彬文, 1967: 十字洞門並びに暗幕地洞門内部の動物相の変化について, 浜坂海岸海中並びに海蝕洞調査報告, pp. 23-28. 兵庫県美方郡浜坂町役場.
- KATO, M., T. MATSUDA, and Z. YAMASHITA, 1952: Associative ecology of insects in the paddy field cultivated by various planting forms. *Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. IV (Biol.)*, **19**, 291-301.
- 京都府衛生部公害対策室編, 1978: 第2回自然環境保全基礎調査・海域生物調査報告書, 67pp.
- ONDŌ, Y., 1959: Ecological division of intertidal animal communities based on the types of habitat along the coast of San'in district, Japan. *Bul. Mar. Biol. Stat. Asamushi*, **9**, 149-151.
- 斎藤 讓, 1970: 日本海沿岸の海藻が貧弱な理由—生態学的見地から—. *科学*, **40**, 561-565.
- 島根県編, 1978: 第2回自然環境保全基礎調査・海域生物調査報告書, 68pp.
- 鳥取県編, 1978: 第2回自然環境保全基礎調査・海域生物調査報告書, 69pp.
- 矢島孝昭, 1978a: 石川県の潮間帯—動物を中心に—。採集と飼育, **40**, 608-611.
- 矢島孝昭, 1978b: 日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究I. 石川県における帯状分布の概略, 金沢大学日本海研究所報告, **(10)**, 1-27.
- 矢島孝昭, 1980a: 日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究IV. 男鹿半島の夏季における垂直分布, 金沢大学日本海研究所報告, **(12)**, 1-17.
- 矢島孝昭, 1980b: 七尾南湾(雄島・雌島・寺島)の潮間帯生物群集, 雄島・雌島(七尾南湾)自然環境調査報告書, pp. 13-19. 石川県環境部, 金沢.
- 矢島孝昭, 1980c: 対馬暖流と日本海のいきものたち, (金沢大学・大学教育開放センター編), pp. 125-142. 金沢大学教育開放センター, 金沢.
- 矢島孝昭, 1981: 日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究V. 七ツ島大島および七尾湾南湾の潮間帯, 金沢大学日本海域研究所報告, **(13)**, 55-65.
- 矢島孝昭, 1983: 石川県の潮間帯—生物の現状と人為的攪乱について—, 115pp. 石川県環境部自然保護課, 金沢.
- 矢島孝昭, 1986: 七ツ島と舳倉島の潮間帯—生物群集の比較と類型化—, 舳倉島・七ツ島の自然, pp. 105-121. 石川県環境部, 金沢.
- 矢島孝昭, 1988: 潮間帯固着性生物の分布におよぼす調和型と非調和型の潮汐リズム, 大槌臨海研究センター報告, **14**, 135-137.
- 矢島孝昭, 1990: 石川県の岩礁性潮間帯生物, 「石川の生物」(石川の生物編集委員会編), pp. 216-219. 石川県高等学校教育研究会生物部会, 金沢.
- 矢島孝昭, 1993: 潮汐・波浪と磯の動物たち, 週刊朝日百科「動物たちの地球」, **115**, 200-201. 朝日新聞社, 東京.
- 矢島孝昭・小坂ちか子, 1979: 日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究III. 潮汐の季節変動と帯状分布, 金沢大学教養部論集(自然科学篇), **(16)**, 29-39.
- 矢島孝昭・山口昌宏, 1983: 日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究VI. 能登九十九湾の潮間帯域にみられるヤドカリ類とその宿貝利用について, 金沢大学日本海域研究所報告, **(15)**, 1-14.
- 矢島孝昭・清水弘明, 1984: 日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究VII. 飛島の垂直分布, 金沢大学日本海域研究所報告, **(16)**, 45-58.
- 矢島孝昭・新谷 力・又多政博, 1979: 日本海の潮間帯生物群集に関する基礎的研究II. 能登九十九湾周辺海浜域におけるムツサング *Rhizopsammia minuta mutsuensis* の生息状況, 金沢大学日本海域研究所報告, **(11)**, 81-91.