

桜島転石海岸における底生生物群集の空間変異

谷本裕夢・山本智子

〒 890-0056 鹿児島市下荒田 4-50-20 鹿児島大学水産学部

Abstract

Intertidal benthic communities were surveyed at Hakamagoshi coast of Sakura-jima Island. This coast is included Kirishima-Kinkowan National Park. Total 163 species or taxon, including 69 Gastropoda, 21 Bivalvia and 21 Crustacea, were sampled. Cluster analysis detected four large groups of benthic communities according to the tidal level of sampling sites.

はじめに

桜島西部の大正溶岩原に位置する桜島袴腰海岸は、長径が数 cm から数 m の溶岩由来の転石が広がる転石海岸である。袴腰は海中と海上を含む海域の景観や生物多様性を保護するために、霧島錦江湾国立公園の海域公園地区に指定されている(鹿児島市環境局環境部環境保全課, 2020)。大潮干潮時に干出する潮間帯が約 30 m から 200 m 広がり、桜島の 7 海岸潮間帯の底生生物群集を調査した研究によると、生物多様性が最も高い海岸である(稲留, 2001)。袴腰海岸では、鹿児島大学水産学部の水圏生物科学野外調査実習が毎年春期に行われており、約 40-100 種の底生動物が生息していることが確認されている。しかし、実習の調査場所は海岸の限られた場所のみとなっており、年によって確認された種数が大きく変化することから、海岸全体の底生生物相を捉え切れていないのではないかとこの疑問が生じる。そこで本研究では、桜島袴腰海岸の底生生物群集の空間変異を明らかにすることを目的に調査を行った。

調査方法

鹿児島市桜島横山町袴腰海岸の岩礁潮間帯にて、一定面積に生息する種と個体数を対象とした定量的調査と、広い範囲で種の存否のみを調べる定性的調査を行った。定量的調査を 4 月 27-30 日、定性的調査を 5 月 25 日の昼間干潮時に行った。定量的調査を行った期間の満潮時の潮位は約 250-300 cm、平均海水面は約 130 cm、干潮時の潮位は約 -20-90 cm であった。

定量的調査では、袴腰海岸全域を網羅的に調査するように、A-E の 5 本のラインを設定した。最も陸寄りの地点を起点とし、起点からライン A と E は 10 m、ライン B-D は 5 m 間隔で 50 cm × 50 cm のコドラートを設置した。以降、コドラートはラインのアルファベット - 起点からの距離 (m) と表記する。このうち、ライン B-D は実習の調査地点を再現したラインとなるようにした。

コドラート内に半分以上が入っている石について、長径が 5 cm 以上のものを転石とし、長径が 5 cm 未満、またはコドラート外に移動できない状態のものは底質とした。コドラート内の転石を取り除きながら、その転石に付着している底生生物の種と個体数を記録した。その場で同定できない種に関しては、研究室に持ち帰り同定した。ドラートを設置した場所に標尺を置き、PENTAX オートレベル AP-024 で標尺の目盛を読み取った。読み取った値と干潮時の潮位から、干潮時の海面とコドラートを設置した場所との潮位の差を計算し、各コドラートを設置した場所の潮位を求めた。

定性的調査では、ライン A、ライン B-D、ラ

Tanimoto, H. and T. Yamamoto. 2022. The spatial heterogeneity of benthic animal communities on a coble coast of Sakura-jima Island, Kagoshima Bay, Japan. *Nature of Kagoshima* 48: 363-369.

✉ TY: Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan (e-mail: yamamoto@fish.kagoshima-u.ac.jp).

Received: 22 March 2022; published online: 23 March 2022; https://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_048/048-054.pdf

インEの周辺の3エリアに分け、各エリア4人で30分間調査し、確認した底生生物の種を記録した。

群集構造の解析にはPRIMER7を使用した。各コドラートで確認された底生生物各種の個体数のデータを四乗根で変換し、コドラート間の類似度指数としてBray-Curtis指数を使用し、各コドラート間の底生生物の類似度行列を求めた。

$$\text{Bray - Curtis Index} = \frac{\sum i |x_{Ai} - x_{Bi}|}{X_A - X_B}$$

x_{Ai} サンプルAの*i*番目の種の個体数； X_{Ai} サンプルAの全個体数 (x_{Bi} , X_{Bi} も同様)

求めた類似度行列から群平均法でクラスター解析を行った。

結果と考察

定性的調査と定量的調査によって採集された底生生物の種数は、海綿動物門4種、刺胞動物門1種、扁形動物門1種、紐形動物門1種、環形動物門6種、星口動物門3種、外肛動物門1種、軟体動物門100種(多板綱10種、腹足綱69種、二枚貝綱21種)、節足動物門35種(鞘甲綱14種、軟甲綱21種)、棘皮動物門5種、脊索動物門6種、の合計163種であった(表1)。

今回の調査ではラインB-Dで確認されず、ラインA, Eのみで採集された種又は分類群は合計63であったが、この中には過去の実習においてラインB-Dで採集されたものもあった。今回の調査で初めて確認された種は、クルマチグサ *Eurytrochus affinis*, スソカケガイ *Montfortia pulchra*, ウニレイシ *Mancinella echinata*, シワボラダマシ *Cancellopolia insculpta*, シマハマツボ *Alaba picta*, ミドリガイ *Smaragdinella calyculata*, キヌハダウミウシ *Gymnodoris inornata*, リュウモンイロウミウシ *Hypselodoris maritima*, イソアワモチ *Peronia verruculata*, ヒナタマエガイ *Musculus nana*, リュウキュウヒバリガイ *Modiolus tumescens*, オハグロガキ *Saccostrea scyphophilla*, カネツケキクザル *Chama limbula*, サルカシラ *Pseudochama retroversa*, ケマンガイ *Gafrarium divaricatum*, ココポーアマカフジツボ *Megabalanus*

coccopoma, ミナミクロフジツボ *Tetraclita squamosa*, トゲオウギガニ *Pilodius nigrocrinitus* であったが、いずれも個体数が少なかった。そのため、ラインB-DのエリアとラインA, ラインEのエリアで底生生物群集が大きく異なるわけではないと考えられる。

定量的調査で得られた結果をもとにクラスター解析を行った結果、8つのグループに分けられた(図1)。コドラートA-0, 68, D-24, E-0はそれぞれ1つのコドラートで1つのグループを形成した。それ以外の4つグループは複数のコドラートが含まれていた。複数のコドラートから形成されるグループについて、B-0が含まれるグループをグループ①、B-5が含まれるグループをグループ②、B-15が含まれるグループをグループ③、B-25が含まれるグループをグループ④とする。これらのグループは、ラインごとや起点からの距離ごとに形成されることはなく、実習の調査場所のラインB-Dはグループ①-④のコドラートが全て含まれていた。

図2はクラスター解析で分けられたグループ①-④の出現種上位10種と各グループのコドラート1つあたりの個体数を示している。出現種上位10種は、ウズマキゴカイ *Spirorbis (Spirorbis) spirorbis*, ヤッコカンザシ *Spirobranchus kraussii*, クログチ *Xenostrobus atratus*, カリガネエガイ *Barbatia virescens*, ムラサキグミモドキ *Afrocumis africana*, コビトウラウズ *Peasiella habeii*, タテジマイソギンチャク *Diadumene lineata*, マルミミエガイ *Didimacra tenebrica*, ムラサキクルマナマコ *Polycheira rufescens*, クサイロアオガイ *Nipponacmea fuscoviridis* であった。これらの種が袴腰海岸の代表種であると考えられ、カリガネエガイは桜島全体を通して最も一般的な種といわれている(若林ほか, 2014)。

出現種上位10種は、全て実習の調査場所であるラインB-Dで確認された。全ての生物のコドラート1つあたりの個体数は、グループ④が2360で最も高くなり、グループ①が22で最も低くなった。クラスター解析の結果をコドラートの潮位とあわせると、グループ①が300 cm以上、

表1. 袴腰転石海岸の出現種リスト。●定量的調査でのみ採集された種，○定性的調査でのみ採集された種，◎定量的調査・定性的調査の両方で採集された種。

	和名	学名	A	B-D	E	
海綿動物門 尋常海綿綱	ナミイソカイメン	<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>	◎	○	○	
	ダイダイイソカイメン	<i>Hymeniacidon perlevis</i>	◎	○	◎	
	ムラサキカイメン	<i>Haliclona (Reniera) cinerea</i>	○			
	尋常海綿綱の一種	<i>Demospongiae</i> sp.	●	●	●	
刺胞動物門 花虫綱	タテジマイソギンチャク	<i>Diadumene lineata</i>	◎	◎	◎	
扁形動物門	扁形動物門の一種	<i>Platyhelminthes</i> sp.	●	◎	●	
紐形動物門	紐形動物門の一種	<i>Nemertea</i> sp.	●	●	●	
環形動物門 多毛綱	ウロコムシ科の一種	<i>Polynoidae</i> sp.	○	●		
	フサゴカイ科の一種1	<i>Terebellidae</i> sp. 1	◎		●	
	フサゴカイ科の一種2	<i>Terebellidae</i> sp. 2		●		
	ヤッコカンザシ	<i>Spirobranchus kraussii</i>	◎	◎	◎	
	ウズマキゴカイ	<i>Spirorbis (Spirorbis) spirorbis</i>	◎	●	●	
	多毛綱の一種	<i>Polychaeta</i> spp.	◎	●	◎	
星口動物門	星口動物門の一種1	<i>Sipuncula</i> sp. 1	○			
	星口動物門の一種2	<i>Sipuncula</i> sp. 2			○	
	星口動物門の一種3	<i>Sipuncula</i> sp. 3			○	
外肛動物門 裸喉綱	チゴケムシ	<i>Watersipora cucullata</i>	◎		●	
軟体動物門 多板綱	ウスヒザラガイ	<i>Ischnochiton boninensis</i>	●	●	●	
	ヤスリヒザラガイ	<i>Lepidozona coreanica</i>	◎	◎	◎	
	クサズリガイ	<i>Rhysoplax kurodai</i>		●		
	ヒザラガイ	<i>Liolophura japonica</i>	◎	◎	◎	
	クサズリガイ科の一種1	<i>Chitonidae</i> sp. 1			●	
	クサズリガイ科の一種2	<i>Chitonidae</i> sp. 2		●		
	クサズリガイ科の一種3	<i>Chitonidae</i> sp. 3	●			
	クサズリガイ科の一種4	<i>Chitonidae</i> sp. 4			●	
	ヒメケハダヒザラガイ	<i>Acanthochitona achates</i>	◎	●	◎	
	ケハダヒザラガイ	<i>Acanthochitona defilippii</i>	○	○	○	
	腹足綱	マツバガイ	<i>Cellana nigrolineata</i>	○		
		ヨメガカサガイ	<i>Cellana toreuma</i>	◎	◎	○
		コガモガイ	<i>Lottia kogamogai</i>	○	◎	◎
		コモレビコガモガイ	<i>Lottia tenuisculpta</i>	●	●	○
		キクコザラ	<i>Lottia langfordi</i>		●	
		クサイロアオガイ	<i>Nipponacmea fuscoviridis</i>	○	◎	◎
ヒメコザラ		<i>Patelloida pygmaea</i>		○	◎	
ウノアシガイ		<i>Patelloida saccharina lanx</i>	○	◎		
チグサガイ		<i>Cantharidus japonicus</i>			●	
クルマチグサ		<i>Eurytrochus affinis</i>	●			
クロマキアゲエビス		<i>Clanculus microdon</i>	○			
イシダタミ		<i>Monodonta confusa</i>	◎	◎	◎	
ニシキウズ		<i>Trochus maculatus</i>			○	
ニシキウズ (アナアキウズ)		<i>Trochus maculatus</i>	●	○	○	
ミシキウズ科の一種		<i>Trochidae</i> sp.	●			
クボガイ		<i>Tegula lischkei</i>	●			
ヒメクボガイ		<i>Tegula nigerrima</i>	○			
コシダカガンガラ		<i>Tegula rustica</i>	●		●	
ヘソアキクボガイ		<i>Tegula turbinata</i>			●	
クマノコガイ		<i>Tegula xanthostigma</i>		○	○	
クボガイ属の一種		<i>Tegula</i> sp.			○	
スガイ		<i>Lunella correensis</i>	●	◎	◎	
サンショウガイモドキ科の一種		<i>Chilodontaidae</i> sp.			●	
スソカケガイ	<i>Montfortia pulchra</i>	○				
アマオブネ	<i>Nerita albicilla</i>	◎	◎	◎		
カワザンショウガイ科の一種	<i>Assimineidae</i> sp.		●			
ヤクシマダカラ	<i>Mauritia arabica asiatica</i>		○			
アラレタマキビ	<i>Echinolittorina radiata</i>		◎	○		
ウズラタマキビ	<i>Littoraria scabra</i>		●	●		
コビトウラウス	<i>Peasiella habeii</i>	●	◎	◎		

表 1. 袴腰転石海岸の出現種リスト(続き). ●定量的調査でのみ採集された種, ○定性的調査でのみ採集された種, ◎定量的調査・定性的調査の両方で採集された種.

	和名	学名	A	B-D	E	
軟体動物門 腹足綱	タマキビ科の一種	Littorinidae sp.			●	
	オオヘビガイ	<i>Thylacodes adamsii</i>	◎	◎	○	
	ウネボラ	<i>Gyrineum natator</i>	●	●		
	シマベッコウバイ	<i>Japeuthria cingulata</i>	●	●	●	
	イソニナ	<i>Japeuthria ferrea</i>	◎	○	○	
	フトコロガイ	<i>Euplica scripta</i>	◎	●	○	
	ノミニナ	<i>Zafra pumila</i>	◎	●	◎	
	フトコロガイ科の一種	Columbellidae sp.			●	
	ヤタテガイ	<i>Strigatella scutulata</i>	○	●	◎	
	ウネレイシガイダマシ	<i>Drupella margariticola</i>	◎	◎	◎	
	ヒメヨウラク	<i>Ergalatax contracta</i>	◎	●	◎	
	ウネレイシ	<i>Mancinella echinata</i>	○			
	イボニシ	<i>Reishia clavigera</i>	○	◎	○	
	シマレイシガイダマシ	<i>Tenguella musiva</i>	◎	◎	◎	
	アッキガイの一種 1	Muricidae sp. 1		●		
	アッキガイの一種 2	Muricidae sp. 2	●	●		
	アッキガイの一種 3	Muricidae sp. 3	●	●		
	シワボラダマシ	<i>Cancellopolia insculpta</i>			○	
	ゴマフボラダマシ	<i>Clivipollia incarnata</i>	○		○	
	カヤノミカニモリ	<i>Cerithium dialeucum</i>	●	●		
	ゴマフニナ	<i>Planaxis sulcatus</i>		◎	○	
	シマハマツボ	<i>Alaba picta</i>			●	
	ミツクチキリオレガイ科の一種	Triphoridae sp.			●	
	新生腹足目の一種	[unassigned] Caenogastropoda sp.			●	
	ブドウガイ	<i>Haloa japonica</i>	●	●		
	ミドリガイ	<i>Smaragdinella calyculata</i>	●		●	
	キセワタガイ	<i>Philine orientalis</i>	●	●		
	頭楯目の一種	Cephalaspidea sp.			●	
	クロシタナシウミウシ	<i>Dendrodoris arborescens</i>			○	
	クロシタナシウミウシ科の一種	Dendrodorididae sp.	●		●	
	クモガタウミウシ	<i>Platydoris ellioti</i>		●		
	キヌハダウミウシ	<i>Gymnodoris inornata</i>	○			
	リュウモンイロウミウシ	<i>Hypselodoris maritima</i>	○			
	シラライロウミウシ	<i>Goniobranchus tumuliferus</i>		○		
	裸鰓目の一種	Nudibranchia sp.		●		
	カラマツガイ	<i>Siphonaria japonica</i>	◎	○	◎	
	キクノハナガイ	<i>Siphonaria sirius</i>		○	○	
	イソアワモチ	<i>Peronia verruculata</i>			○	
	イソアワモチ科の一種	Onchidiidae sp.	●		●	
	二枚貝綱	マルミミエガイ	<i>Didimacra tenebrica</i>	◎	◎	◎
		コベルトフネガイ	<i>Arca boucardi</i>	◎	●	○
		カリガネエガイ	<i>Barbatia virescens</i>	◎	◎	◎
		エガイ	<i>Barbatia foliata</i>		●	
		フネガイ科の一種	Arcidae sp.		●	
		ヒナタマエガイ	<i>Musculus nana</i>	●		●
		リュウキュウヒバリガイ	<i>Modiolus tumescens</i>	○		
		ムラサキインコ	<i>Mytilisepta virgata</i>		◎	
クジャクガイ		<i>Septifer bilocularis</i>	◎	◎	◎	
ケガイ		<i>Trichomya hirsuta</i>	◎	◎	◎	
クログチ		<i>Xenostrobus atratus</i>	◎	◎	◎	
イタボガキ科の一種		Ostreidae sp.		●	○	
オハダログキ		<i>Saccostrea scyphophilla</i>			○	
マクガイ		<i>Isognomon ephippium</i>			○	
シロアオリ		<i>Isognomon legumen</i>	●	●	◎	
カキ目の一種		Ostreida sp.		●		
キクザルガイ		<i>Chama japonica</i>	◎	◎	◎	
カネツケキクザル		<i>Chama limbula</i>	○		○	

グループ②が 110–200 cm, グループ③が 20–130 cm, グループ④が 20 cm 未満のコドラートに対応していた。多少の重なりはあるものの潮位によって4つのグループを分けることができ、潮位

が低いグループになるほど1コドラートあたりの総個体が多くなった。以上の結果から、潮位がもたらす干出時間の違いが底生生物の分布に影響を及ぼしていると考えられる。和田ほか(1983)は、

表1. 袴腰転石海岸の出現種リスト(続き)。●定量的調査でのみ採集された種, ○定性的調査でのみ採集された種, ◎定量的調査・定性的調査の両方で採集された種。

		和名	学名	A	B-D	E
軟体動物門	二枚貝綱	サルカシラ	<i>Pseudochama retroversa</i>			○
		ケマンガイ	<i>Gafrarium divaricatum</i>	○		
		トマヤガイ	<i>Cardita leana</i>	●	◎	◎
節足動物門	鞘甲綱	タテジマフジツボ	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	●		
		シロスジフジツボ	<i>Fistulobalanus albicostatus</i>			○
		オオアカフジツボ	<i>Megabalanus volcano</i>			○
		ココポーマアカフジツボ	<i>Megabalanus coccopoma</i>			○
		イワフジツボ	<i>Chthamalus challengeri</i>	○		◎
		ムツアナフジツボ	<i>Tetraclitella chinensis</i>		○	
		クロフジツボ	<i>Tetraclita japonica</i>	○	○	○
		ミナミクロフジツボ	<i>Tetraclita squamosa</i>			○
		フルイヒラフジツボ	<i>Tetraclitella (Eotetraclitella) pilsbryi</i>		●	
		ヨツカドヒラフジツボ	<i>Tetraclitella darwini</i>		●	
		フジツボ目の一種1	<i>Balanomorpha</i> sp. 1			●
		フジツボ目の一種2	<i>Balanomorpha</i> sp. 2			●
		フジツボ目の一種3	<i>Balanomorpha</i> sp. 3		●	
		カメノテ	<i>Capitulum mitella</i>	○	○	○
	軟甲綱	テッポウエビ科の一種1	<i>Alpheidae</i> sp. 1		●	
		テッポウエビ科の一種2	<i>Alpheidae</i> sp. 2		●	
		イソヨコバサミ	<i>Clibanarius virescens</i>	○	○	○
		ホンヤドカリ	<i>Clibanarius virescens</i>	○	○	○
		イソカニダマシ	<i>Petrolisthes japonicus</i>	○	○	○
		オウギガニ	<i>Leptodius exaratus</i>	○	◎	○
シワオウギガニ		<i>Macromedaeus distinguendus</i>			○	
ホシマンジュウガニ		<i>Atergatis integerrimus</i>	○			
オウギガニ科の一種		<i>Xanthidae</i> sp.	○	○	○	
トゲオウギガニ		<i>Pilodius nigrocrinitus</i>	○			
エリアシアワツツガニ		<i>Psaumis cavipes</i>		●		
イソオウギガニ		<i>Ozium rugulosus</i>	○	◎	◎	
イボイワオウギガニ		<i>Eriphia smithii</i>	○		○	
ヒメアカイソガニ		<i>Acmaeopleura parvula</i>	○	◎		
イソガニ		<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	●		○	
ヒライソガニ		<i>Gaetice depressus</i>	◎	◎		
アカイソガニ	<i>Cyclograpsus intermedius</i>		●			
カクベンケイガニ	<i>Parasesarma pictum</i>		○			
ヒメベンケイガニ	<i>Nanosesarma minutum</i>	◎	◎	◎		
マキノトラノオガニ	<i>Pilumnopus makianus</i>		●			
ケブカガニ	<i>Pilumnus vespertilio</i>	○	●			
棘皮動物門	ヒトデ綱	ヤツデヒトデ	<i>Coscinasterias acutispina</i>		●	
	ナマコ綱	ニセクロナマコ	<i>Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota</i>	◎	●	○
		トラフナマコ	<i>Holothuria (Stauropora) pervicax</i>	◎	●	◎
		ムラサキグミモドキ	<i>Afrocucomis africana</i>	◎	◎	◎
		ムラサキクルマナマコ	<i>Polycheira rufescens</i>	◎	◎	◎
脊索動物門	ホヤ綱	ベニボヤ	<i>Herdmania momus</i>	◎	●	◎
		カラスボヤ	<i>Pyura vittata</i>	○		
		マボヤ	<i>Halocynthia roretzi</i>	○		
		シロボヤ	<i>Styela plicata</i>	◎		◎
		ホヤの一種	<i>Ascidacea</i> sp.	◎		○
		群体ボヤの一種	<i>Ascidacea</i> spp.	◎	●	◎

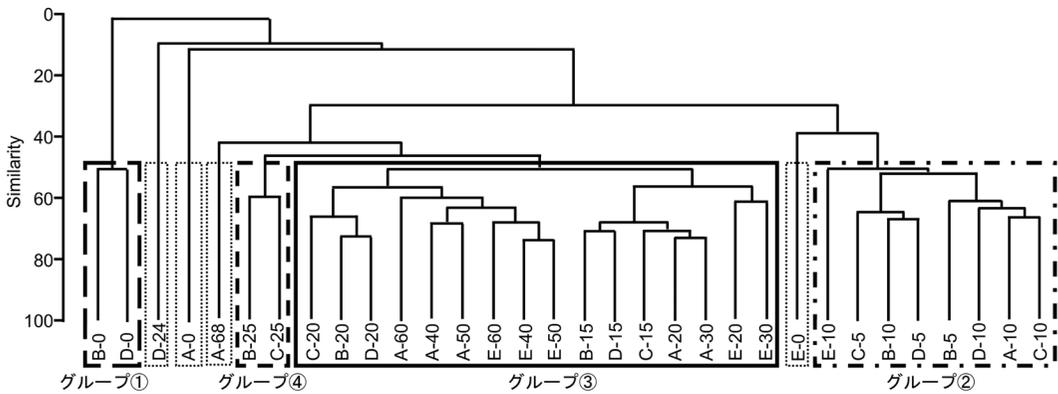


図1. 各コドラートにおける群集構造のクラスター解析結果. 各コドラートをラインの名前-起点からの距離 (m) で表し, 複数のコドラートで形成されたグループの番号を一番下に示した.

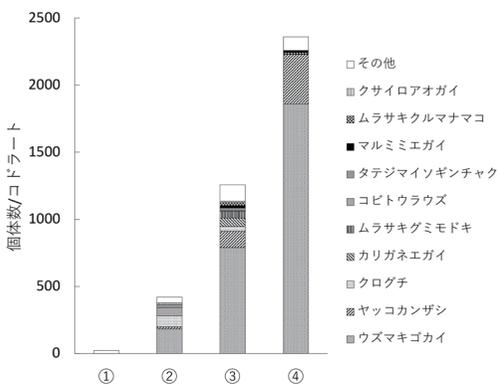


図2. 各グループにおける1コドラートあたりの個体数. クラスター解析で分けられたグループ①-④における1コドラートあたりの個体数上位10種を種別に示し, それ以外をその他でまとめた.

和歌山県御坊市広磯の転石海岸で底生生物の分布と潮位との関係を調査し, 干出時間の違いが生物の分布を決める原因の一つであると示唆している.

以下に, グループ別に生物相の特徴を整理する. グループ①は, アラレタマキビ *Echinolittorina radiata*, ウズラタマキビ *Littoraria scabra* の2種しか出現しなかった. グループ②は, 出現種上位10種のうちムラサキギミモドキ以外の種が確認された. コドラート1つあたりの個体数は, ウズマキゴカイが183.6, クログチが82.1, コビトウラウスが58.6と高い値を示した. グループ③は, 出現種上位10種が全て見られた. コドラート1つあたりの個体数はウズマキゴカイが788.2で

も高くなり, 次いでヤッコカンザシが124.1となった. この2種だけで全個体数の約7割を占めていた. カリガネエガイ, クログチ, マルミミエガイといった二枚貝綱と, ムラサキギミモドキやムラサキクルマナマコといったナマコ綱の生物の個体数が他のグループよりも高かった. グループ④は, 出現種上位10種のうち, ウズマキゴカイ, ヤッコカンザシ, クログチ, カリガネエガイ, タテジマイソギンチャク, マルミミエガイが確認された. コドラート1つあたりの個体数は, ウズマキゴカイ, ヤッコカンザシ, カリガネエガイ, マルミミエガイの値が大きくなった. 特に, ウズマキゴカイが1860, ヤッコカンザシが370.5と大きな値であり, ウズマキゴカイとヤッコカンザシが出現種上位2種となって全個体数の9割以上を占めた.

長年実習で行ってきたラインB-Dでの調査は, クラスター解析でわかれたグループ①-④に含まれる底生生物群集を広く網羅できることが分かった. このエリアはラインA, ラインEの周辺より傾斜が急になっており, 袴腰海岸の潮上帯から潮間帯下部を含んでいる. 干出時間が異なる様々な環境を網羅し, 潮位に伴って空間変異を持つ袴腰海岸の底生生物群集場所の全体像を捉えていると考えられる.

一方で, 転石海岸の底生生物群集は, 転石の重なり方 (井上ほか, 1999) や転石サイズ (柴橋ほか, 2002; 稲留・山本, 2005) といった転石がもたらす生息環境にも影響を受けると考えられて

おり、このような要因についても分析が必要である。

謝 辞

本研究をおこなうにあたり、調査にご協力していただいた先輩方(三上泰知さん, 金井耀大さん), 同輩(井口悠稀さん, 上野純也さん, 中江由美子さん, 浜崎菜弥子さん)の皆様に深く感謝申し上げます。

引用文献

稲留陽尉. 2001. 桜島転石海岸の底棲生物群集と環境要因の関係. 鹿児島大学卒業論文.

稲留陽尉・山本智子. 2005. 桜島転石海岸の潮間帯における貝類群集と転石の特性の関連. *Venus*, 64: 177-190.

井上雅夫・島田広昭・桜井秀忠・端谷研治. 1999. 磯浜海岸における付着動物相と底質特性に関する現地調査. 海洋開発論文集, 15: 177-182.

鹿児島市環境局環境部環境保全課. 2020. 「かごしま自然百選～気付き・考え・つなごう 恵み豊かな自然～」
<https://www.city.kagoshima.lg.jp/machizukuri/kankyohozen/shizen/hozonju/documents/kagoshimashizenhyakusenzen-taiban.pdf>, 2021年10月13日確認.

柴橋朋希・島田広昭・田中賢治・吉安勇介・橋中秀典・井上雅夫. 2002. 多様な付着動物相を有する人工タイドプールの造成手法に関する研究. 海洋開発論文集, 18: 503-508.

和田恵次・福井康雄・阿部直哉. 1983. 転石海岸における動物分布の一例. 日本ベントス研究会誌, 25: 33-39.

若林佑樹・木村喬祐・富山清升. 2014. 桜島産後鰓類および二枚貝類の現状調査. *Nature of Kagoshima*, 40: 225-236.