

桜島における多板綱および腹足綱の分布と多様性

木村喬祐・若林祐樹・富山清升

〒 890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35 鹿児島大学理学部地球環境科学科

要旨 これまでに桜島では、玉井・富山 (2001)、野中ほか (2002)、竹ノ内・富山 (2003) などによって特定の地点で特定の種のみ限定した研究は数多く行われてきた。しかし桜島の周囲の海岸全体を対象とした、生物群の現況や種多様度についての研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、桜島の海岸 8 地点で調査を行い、桜島における巻貝類の現況を明らかにするとともに、桜島の潮間帯に生息する巻貝類の多様度と各調査地点間の類似度を算出し、それを基に桜島の貝類相の特徴や地点間の相違点を明らかにすることを目的とした。

調査対象は、桜島の潮間帯に生息する多板綱および後鰓亜綱をのぞく腹足綱である。今回の調査では、桜島の周囲の海岸 8 か所を調査した。2013 年の 4-11 月の大潮と前後日の干潮時に各調査地点に行き、潮間帯に生息している貝類を見つけ取りし、採集したサンプルは、表面の汚れを軽く水で洗い流した後、乾燥機にかけて約 1-2 週間乾燥した。乾燥が終わったものから順次図鑑などを用いて同定作業を行った。その後地点ごとに多様度指数と類似度指数、群分析を行った。

桜島の海岸 8 地点において、調査および同定作業の結果、多板綱 5 種、腹足綱 65 種の合計 70 種の貝類がみられた。最も種数が多くみられたのは

Pt. F の藤野で 40 種類、最も種数が少なかったのは Pt. H の前崎で 11 種であった。その他の地点では 26-36 種類の種をみつめることができた。

周囲わずか 50 km ほどの比較的小さな半島である桜島には、70 種もの巻貝類が生息しており、その多様性は非常に高いといえる。ヒザラガイ *Acanthopleura japonica*、ヨメガカサ *Cellanatoreuma*、アマオブネガイ *Nerita (Theliostyla) albicilla*、オオヘビガイ *Serpulorbis imbricatus*、イボニシ *Thais (Reishia) clavigera* の計 5 種類は、発見が比較的容易であるということもあるが、今回の調査ではどの地点でも出現し、その個体数も他の種よりも多くみられたことから、これらは桜島における普通種であるといえる。

多くの種をみつめることができた理由として、転石海岸における地形の複雑性が、物理的ストレスを軽減し、捕食者からの捕食の危険を減らすことができるためだと考えられる (Raffaelli & Hawkins, 1996)。さらに、本研究での多様度指数の結果は、転石海岸に生息する生物群集の多様度は、その特有の地形の複雑性によって高くなるという Raffaelli & Hawkins (1996) の記述に沿う結果となった。

はじめに

本研究の調査地とした桜島は、鹿児島県の鹿児島湾のほぼ中央に位置している世界的にも有名な活火山である。約 2 万 6 千年前からの噴火活動によって形成された島で、有史以後も大規模な噴火活動を何度も繰り返す、今現在も活発な活動を続けている。

Kimura, K., Y. Wakabayashi and K. Tomiyama. 2014. Molluscan fauna of Polyplacophora and Prosobranchia in intertidal area of Sakurajima, Kagoshima, Japan. *Nature of Kagoshima* 40: 159-167.

✉ KT: Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan (e-mail: tomiyama@sci.kagoshima-u.ac.jp).

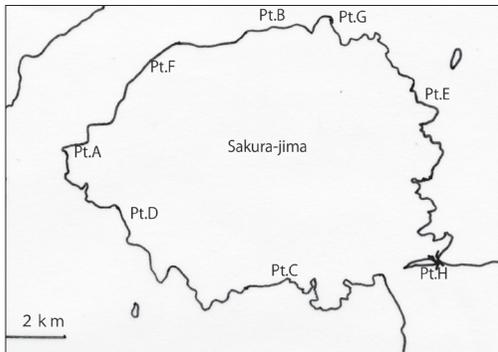


図1. 桜島と本研究の調査地点.

桜島の周囲を囲む海岸は、その多くの地点が噴火の際に流れ出した溶岩によって形成されており、巨大な岩から直径数 cm の小石まで、大小様々な溶岩由来の転石でおおわれている岩礁海岸と転石海岸の両方の性質をあわせもつ海岸である。これら2つの性質を持つ海岸の潮間帯における地形の複雑性は、波浪や温度、日光などの物理的要因からの生物種に対するストレスを軽減するため、そこに生息する生物群集は高い多様性を示すことが知られている (Takada & Kikuchi, 1990; Raffaelli & Hawkins, 1996)。

これまでに玉井・富山 (2001)、野中ほか (2002) などによって桜島の袴腰海岸におけるアマオブネガイ *Nerita albicilla* (Linnaeus) やイシダミガイ *Monodonta labio confuse* Tappone-Canefri などの貝類の生活史など、特定の地点で特定の種のみに限定了研究は多く行われたが、桜島の周囲の海岸全体を対象とした、そこに生息する生物群の種多様度 (species diversity) についての研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、多板綱および後鰓亜綱を除くすべての腹足綱を研究対象とし、桜島の海岸8地点でサンプリング調査を行い、桜島における巻貝類の現況を明らかにするとともに、潮間帯に生息する巻貝類の多様度と各調査地点間の類似度を算出し、それを基に桜島の貝類相の特徴や地点間の相違点を明らかにすることを目的とした。

■ 材料と方法

調査地 桜島は、鹿児島県の薩摩半島、大隅半島に挟まれた鹿児島湾 (錦江湾) のほぼ中央に位置しており、日本で最も活発な活火山の一つである。桜島は始良カルデラの南縁部に生じた成層火山で、地質学的には比較的新しい火山である。御岳と呼ばれる、約2万6千年前に鹿児島湾内の海底火山として活動を開始した活火山によって形成された。北から北岳、中岳、南岳がつらなり、最もあとにできた南岳が現在も小爆発を繰り返す散発的な活動を続けている。現在活発な活動を続けている南岳火口は、鹿児島市の市街地からわずか10 km の距離にある。桜島は、世界的にも例のない長期間にわたり継続的な噴火をしている活火山であり、何世紀も前から大規模な噴火活動を繰り返してきた。有史以後起こった文明 (1471 年)、安永 (1779 年)、大正 (1914 年)、昭和 (1946 年) の噴火は桜島の四大噴火とよばれ、いずれも大量の火山噴出物を出し、桜島とその周辺地域の自然環境に多くの影響を与えた (福山・小野, 1981)。大正3年 (1914 年) の大噴火以前、桜島は鹿児島湾内の火山島であったが、大正噴火で流出した大量の溶岩により大隅半島と陸続きになった。現在は東西 12.2 km、南北 9.5 km、周囲 52 km の不規則な楕円形の小半島となっている (国土地理院, 1990)。

調査材料と方法 桜島の海岸は、過去の幾多もの噴火活動の際に流れ出した溶岩によって形成されている。海岸には溶岩が冷え固まってできた黒いゴツゴツした岩が転がっており、桜島の海岸の多くが転石海岸である。なお、桜島が面する鹿児島湾の平均海水面は 155 cm、大潮時の潮位差は 270 cm である。

今回の調査では、桜島の周囲の海岸の袴腰 (Pt. A: 31°35'N, 130°35'E)、二俣 (Pt. B: 31°37'N, 130°39'E)、有村 (Pt. C: 31°33'N, 130°40'E)、赤水 (Pt. D: 31°34'N, 130°36'E)、浦之前 (Pt. E: 31°36'N, 130°42'E)、藤野 (Pt. F: 31°37'N, 130°37'E)、割石崎 (Pt. G: 31°37'N, 130°40'E)、前崎 (Pt. H: 31°33'N, 130°42'E) の合計8か所を調

査した(図1)。調査地点の設定は、島全体の潮間帯を調査でき、かつ安全に調査が行えることなどを考慮して行った。

2013年の4-11月の大潮と前後日の干潮時に各調査地点に行き、潮間帯に生息している貝類を見つけ取りした。

調査対象は、桜島の潮間帯に生息する多板綱および後鰓亜綱をのぞく腹足綱である。多板綱とはいわゆるヒザラガイ類のことである。長楕円形で扁平な体を持ち、背側の中央は8枚の殻片からなる殻板に被われており、その周辺には肉帯と呼ばれる硬い外套膜がある。腹足綱とは、一般に巻き貝とよばれている貝類のグループである。通常は石灰質の硬いらせん状に巻いた殻をもっているが、内巻や笠形の類もあり、殻の形は非常に多様である。軟体は通常殻の中にあり、頭、内臓嚢と足よりなるが、頭には1対の触角と目があり口は前方腹面にある(波部ほか, 1994)。

調査地にて採集したサンプルは、表面の汚れを軽く水で洗い流し、その後乾燥機にかけて約1-2週間乾燥した。乾燥が終わったものから順次図鑑などを用いて同定作業を行った(伊藤, 1983; 奥谷, 2000; 鳥海, 1975; 行田, 1995; 稲留・山本, 2005)。

データ解析 各地点ごとに同定作業を行い、その結果を図にまとめた。その後、各地点の貝類相の特徴を明らかにするため、また、各地点間の類似度を調べるために以下の方法で解析を行った。

各地点の潮間帯における生物相の多様性の度合いを数値化するために、多様度指数(index of diversity)を算出した。今回は個体数を含めて多様度を評価することができるSimpson(1949)の多様度指数(Simpson's index of diversity)を用いた。今、S群に分けられた全数N個の玉を箱に入れよく混ぜ、任意の1個を取り出して箱に戻し、再度玉を取り出すという試行を考える。このとき、2回の試行で取り出した玉2個が同一群に属する確率を $\Sigma \pi^2$ とすると

$$\Sigma \pi^2 = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

で与えられる(Simpson, 1949)。ただし n_i は第i番目の群に属する玉の数である。この $\Sigma \pi^2$ はSimpsonの単純度指数(Simpson's index of concentration)であり、これの逆数 $1/\Sigma \pi^2$ がSimpsonの多様度指数(Simpson's index of diversity)である。

次に、群集の計量的比較のためによく用いられる類似度指数を求めた。類似度を表現する指数には単に共通指数によるものから、種類構成によるもの、構造的規則性の母数によるものなど非常に多くのものがあるが、今回は共通種数による指数である野村・シンプソン指数を用いた。この指数は、Jaccardの共通係数やその他の共通種数を基礎とする指数では、比較される群集のサイズに大きな差のある場合にはこれらの指数に影響を与える点に気付いた野村(1939, 1940)によって提案されたものである。

$$NSC = \frac{c}{b}, \quad a \geq b$$

この式は、アメリカで有名なSimpson係数(Simpson's coefficient)と同一である。なお本研究では、この野村・シンプソン指数を共通種数ではなく共通科数によって算出した(野村, 1939, 1940; Simpson, 1949)。

上記の方法で算出した各地点間の野村・シンプソン指数を基に、Mountford法を用いてデンドログラム(dendrogram)を作成した。Mountford法は数量分類学という平均連結法の一つである。この方法は、マトリックスの中で最も高い数値の群を選び、残りの群集と初めに形成された群との間の類似度指数をまた新たに計算し、新しいマトリックスを作成する。つぎにそのマトリックスより最も高い数値の群を選び、その群を中心にまた類似度指数を計算して新たなマトリックスを作成するという作業を繰り返して最終的にデンドログラムを完成させるという方法である(木元, 1978; 大垣, 2008)。

■ 結果

桜島の海岸8地点において、調査および同定作業の結果、多板綱5種、腹足綱65種の合計70種の貝類がみられた(表1)。8地点のうち最も種

表1. 各調査地点における出現種およびSimpsonの多様度指数.

| Class | Order | Family | Japanese name | Species name | Pt. A | Pt. B | Pt. C | Pt. D | Pt. E | Pt. F | Pt. G | Pt. H | | |
|----------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|
| POLYPLACOPHORA | Neoloricata | Ischnochitonidae | ウスヒザラガイ | <i>Ischnochiton comptus</i> | - | - | + | + | + | + | + | - | | |
| | | | ヤスリヒザラガイ | <i>Lepidozona coreanica</i> | + | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | ヒザラガイ | <i>Acanthopleura japonica</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| | | | ヒメケハダヒザラガイ | <i>Acanthochitona achates</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| | | Chitonidae | ケムシヒザラガイ | <i>Cryptoplax japonica</i> | - | - | - | - | + | - | - | + | - | - |
| | | | ヨメガカサ | <i>Cellana toreuma</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | | Acanthochitonidae | Necellidae | ウノアシ | <i>Patelloida saccharina</i> | - | + | + | + | + | + | + | - | - |
| | | | | ヒメコザラ | <i>Patelloida pygmaea heroldi</i> | + | + | + | - | + | - | - | - | - |
| | | GASTROPODA | Patellogastropoda | Lottidae | コウダカアオガイ | <i>Nipponacnea concinna</i> | + | + | - | + | - | - | - | - |
| | | | | | カスリアオガイ | <i>Nipponacnea radula</i> | + | + | - | + | - | - | - | - |
| オトメガサ | <i>Scutus (Aviscutum) sinensis</i> | | | | + | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| クモノコガイ | <i>Shlorostoma xanthostigma</i> | | | | + | + | - | + | + | + | + | + | + | |
| コシダカガシガラ | <i>Omphalius rusticus</i> | | | | - | + | - | + | + | + | + | + | + | |
| アシヤガイ | <i>Granata lyrata</i> | | | | - | - | - | + | + | + | + | + | + | |
| ニシキウズ | <i>Trochus maculatus</i> | | | | + | + | - | + | + | + | + | + | + | |
| ギンタカハマ | <i>Tectus pyramis</i> | | | | + | + | - | - | - | - | - | - | - | |
| ナツモモ | <i>Clanculus margaritarius</i> | | | | + | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| クロマキアガエビス | <i>Clanculus microdon</i> | | | | + | - | - | + | + | + | + | + | + | |
| Neritimorpha | Discopoda | Turbinidae | イシタタミ | <i>Monodonta labio confusa</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | チガサガイ | <i>Cantharidus japonicus</i> | - | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | ヒラヒメアワビ | <i>Stomatella impertusa</i> | - | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | スガイ | <i>Turbo (lunella) cornatus coreensis</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | カサウラウズ | <i>Asratium heimbürgi</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | アマオネガイ | <i>Nerita (Theliosyla) albicilla</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | カヤノミカニモリ | <i>Clypeomorys bifasciata</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | ノミカニモリ | <i>Bitium glareosum</i> | - | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | シマハマツボ | <i>Alaba picta</i> | - | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | ゴマフニナ | <i>Planaxis sulcatus</i> | - | - | - | + | + | + | + | + | | |
| Neritimorpha | Discopoda | Littorinidae | ウミニナ | <i>Batillaria multiformis</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | | ウミニナ | <i>Peasiella habei</i> | - | - | - | + | - | - | - | - | | |
| | | | コビトウラウズガイ | <i>Littoraria (Littorinopsis) intermedia</i> | - | - | - | - | + | - | - | - | | |
| | | | ヒメウズラタマキビ | <i>Littoraria (Palustorima) articulata</i> | - | - | - | - | - | + | - | - | | |
| | | | マルウズラタマキビ | <i>Nodilittorina radiata</i> | - | - | - | - | - | + | - | - | | |
| | | | アラレタマキビ | <i>Strombus (Conomurex) luhuanus</i> | + | - | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | マガキガイ | <i>Crepidula (Bostrycapulus) gravispinosus</i> | - | - | - | - | + | + | + | + | | |
| | | | アワネガイ | <i>Serpulorbis imbricatus</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | オオヘビガイ | <i>Cypraea (Lyncia) carneola carneola</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | | |
| | | | ケナムラサキダカラ | | + | + | - | + | + | + | + | + | | |

数が多くみられたのは Pt. F の藤野で 40 種類であった。この地点では、多板綱 4 種、腹足綱 36 種を発見した。最も種数が少なかったのは Pt. H の前崎で、Pt. F のおよそ 4 分の 1 の 11 種しかみられなかった。ここでは多板綱 2 種、腹足綱 9 種を発見することができた。その他の地点では 26–36 種類の種をみつけることができた。ヒザラガイ、ヨメガカサ、アマオブネガイ、オオヘビガイ、イボニシの計 5 種類は、Pt. A–H の全ての地点で出現した。8 つの調査地点のうち、過半数の 5 地点以上でその存在を確認できた種の数、多板綱が 3 種、腹足綱が 21 種であった。イシダタミとスガイは Pt. C 以外の全地点でみられ、ウネレイシダマシとフトコロガイは Pt. H 以外の全地点でみられた。ある特定の地点でのみ出現した種は全部で 20 種あり、ヤスリヒザラ、ギンタカハマ、ナツモモ、クチムラサキダカラ (Pt. A)、カサウラウズとノミカニモリ (Pt. B)、コビトウラウズ

ガイとマルウズラタマキビ (Pt. C)、チグサガイ、シイノミヨフバイ、コンゴウトクサ (Pt. D)、アシャガイ、ウミニナ、ウネレイシ、キビムシロ、ムシロガイ、キヌボラ、ハルシャガイ (Pt. F)、ナツメダカラとマツムシ (Pt. G) である。Pt. E と Pt. H には特定の種は出現しなかった。

多様度指数と類似度指数

各地点の Simpson の多様度指数は、最も高かった地点は赤水 (Pt. D) で 13.50 であり、この地点は出現種数が 2 番目に高かった地点である。出現種数が 11 種と最も少なかった前崎 (Pt. H) は、多様度指数も全地点で最も低く、その値は 9.31 であった。最も出現種数の多かった藤野 (Pt. F) の多様度指数は 13.33 で、全地点で 2 番目に高かった。その他の 5 地点は 9.94–12.25 の範囲であった (表 1)。

各調査地点を出現科数でみてみると、調査地

表 2. 各地点における巻貝類の出現科数.

| | Pt. A | Pt. B | Pt. C | Pt. D | Pt. E | Pt. F | Pt. G | Pt. H |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ウスヒザラガイ科 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| クサズリガイ科 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ケハダヒザラガイ科 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| ケムシヒザラガイ科 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ヨメガカサガイ科 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ユキノカサガイ科 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| スカシガイ科 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| ニシキウズガイ科 | 6 | 4 | 3 | 5 | 3 | 6 | 4 | 2 |
| サザエ科 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| アマオブネガイ科 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| オニノツノガイ科 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| ウキツボ科 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ゴマフニナ科 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ウミニナ科 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| タマキビ科 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| ソデボラ科 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| カリバガサガイ科 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ムカデガイ科 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| タカラガイ科 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| オキニシ科 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| ミツクチキリオレ科 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| アッキガイ科 | 5 | 5 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 1 |
| フトコロガイ科 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0 |
| ムシロガイ科 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 |
| エソバイ科 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| フデガイ科 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| タケノコガイ科 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| イモガイ科 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| クルマガイ科 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| カラマツガイ科 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Number of family | 20 | 17 | 18 | 22 | 17 | 23 | 15 | 10 |

全体では 30 科出現しており、最も出現科数が多かったのは藤野 (Pt. F) の 23 科で、最も少なかったのは前崎 (Pt. H) の 10 科であった (表 2)。全 30 科のなかで最も種数の多かったのはニシキウズガイ科で、10 種が見つかった。次いでムシロガイ科の 7 種、フトコロガイ科の 6 種と続いた。

海岸ごとに貝類相の特徴をみてみると、各地点ともニシキウズガイ科とアッキガイ科の割合が高く、全地点において 30% 前後がこの二つの科で占められていた。

各調査地点間の共通科数による野村・シンプソン指数をみると、Pt. E-H 間と Pt. F-H 間の 1.000 が最も高く、Pt. C-G 間の 0.600 が最も低かった (表 3)。

Mountford 法による群分析

野村・シンプソン指数によって計量化した 8 地点間の類似度を群分析法 (cluster analysis) によって表示した結果が図 2 に示すデンドログラムである。Pt. E と H, Pt. F と H がそれぞれ多様性指数 1.000 という結果からひとつのグループを形成した。同様に Pt. B と C, Pt. A と G がそれぞれ小さなグループを形成した。E と F と H の指数は 1.000 で、B と D の指数は 0.941, A と G の指数は 0.867 であった。さらに、EFH 群と C の多様性指数は 0.851 で、EFHC 群と BD 群の指数は 0.843, 最後に EFHCBD 群と AG 群の指数は 0.800 であった。デンドログラムで示されている通り、

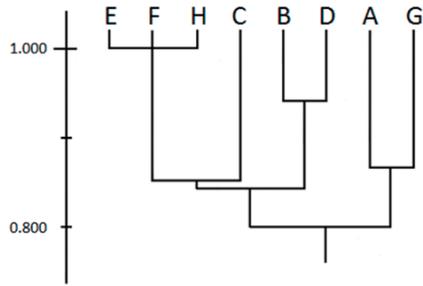


図 2. Mountford 法による群分析.

全地点間の多様性指数は 1.000-0.800 と高い数値の範囲であるという結果が得られた。

考察

出現種数と海岸環境

桜島の海岸 8 地点において潮間帯の貝類群集の調査を行ったところ、計 70 種の多板綱および後鰓類を除く腹足綱をみつけることができた。藤野 (Pt. F) の 1 地点だけでも 40 種類の貝類が出現した。Pt. F の次に多くの種が出現した地点は、36 種が出現した赤水 (Pt. D) であった。これほど多くの種をみつけることができた理由として、転石海岸における地形の複雑性が、物理的ストレスを軽減し、捕食者からの捕食の危険を減らすことができるためだと考えられる (Raffaelli & Hawkins, 1996)。

さらに、各地点の Simpson の多様性指数をみると、発見種数の多かった赤水 (Pt. D) や藤野 (Pt. F) などが非常に高い値をとり、Pt. D が 13.50 で最も高く、次いで Pt. F が 13.33 という結果になった。最も低い値になったのは前崎 (Pt. H) でその値は 9.31 であった。Pt. H は出現種数も全地点で最も低い 11 種であった。今回調査した地点は、Pt. H を除くすべての地点が桜島溶岩由来の転石海岸である。本研究での多様性指数の結果は、転石海岸に生息する生物群集の多様性は、その特有の地形の複雑性によって高くなるという Raffaelli & Hawkins (1996) の記述に沿う結果と

表 3. 各調査地点間の共通科数 (右上) と類似度指数 (左下).

| | Pt. A | Pt. B | Pt. C | Pt. D | Pt. E | Pt. F | Pt. G | Pt. H |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pt. A | - | 15 | 15 | 16 | 15 | 16 | 13 | 9 |
| Pt. B | 0.882 | - | 13 | 16 | 12 | 16 | 12 | 9 |
| Pt. C | 0.833 | 0.765 | - | 15 | 13 | 16 | 9 | 9 |
| Pt. D | 0.800 | 0.941 | 0.833 | - | 15 | 18 | 13 | 9 |
| Pt. E | 0.882 | 0.706 | 0.765 | 0.882 | - | 14 | 10 | 10 |
| Pt. F | 0.800 | 0.941 | 0.889 | 0.818 | 0.824 | - | 13 | 10 |
| Pt. G | 0.867 | 0.800 | 0.600 | 0.867 | 0.667 | 0.867 | - | 7 |
| Pt. H | 0.900 | 0.900 | 0.900 | 0.900 | 1.000 | 1.000 | 0.700 | - |

なった。

しかし Pt. D と Pt. F は、桜島の浸食により供給された溶岩や火山灰などの物質の堆積によってできた火山麓扇状地上にある海岸であり、直径 1–20 cm 程度の小さな石が多く、1 m 以上の巨大な岩は比較的少ない海岸である。一方、溶岩の流出によってできた袴腰 (Pt. A) や浦之前 (Pt. E)、割石崎 (Pt. G) の海岸は、大小様々な岩が多く存在し、干潮時には潮だまりもできる非常に地形が複雑な海岸である。一見すると Pt. A や Pt. G のほうが生物群集の多様性が高くなる要因をより多く有しているように見受けられるが、今回の調査では、Pt. D や Pt. F がより高い多様度指数を示す結果となった。これは、Pt. A や Pt. G の海岸付近はフェリーなどの船の往来が多く、海岸に打ち寄せる波が他地点よりも強く、Pt. D と Pt. F に比べて生物群に対するストレスが強いためだと考えられる。また、もうひとつ考えられる要因としては、今回の調査方法におけるサンプル採集の過程にいくつかの問題があったことが挙げられる。今回のサンプル採集は、干潮時に潮間帯上を歩き、岩陰や潮だまりに潜む貝類を見つけ取りしていくという方法であった。この方法は少数でも少ない時間でより広範囲を探索できるという利点があるが、その反面、調査者の技量や海岸の足場の良し悪し、さらには時間帯や天候などによっても採集結果が左右されるという欠点がある。この欠点を補うためには、一か所の地点で複数回の調査を行う必要があるが、本研究ではそれを十分に行うことができず、その結果、地点間でサンプル採集の質に差異が生じ、多様度指数に少なからずの影響が出てしまったものと考えられる。

8 地点のうち、最も出現種数が少なかったのは Pt. H の前崎で、その数はわずか 11 種であった。今回調査した 8 地点のうち、そのほとんどの場所が桜島の溶岩流出によってできた転石海岸であるが、前崎 (Pt. H) は他の地点とは特徴が大きく異なる海岸であった。前崎は桜島の南東部にあり、大正噴火の際の溶岩流出によって大隅半島と桜島が陸続きになったことでできた海岸である。この地点は鹿児島湾の湾奥に位置し、波がほとんどな

く砂や泥が堆積している海岸である。また、この海岸は鹿児島湾内で漁業を行っている人々の漁港として使われており、多くの船が係留している。さらに、桜島の周囲を囲む鹿児島湾は、その地形構造のために湾奥部の海水の交換が非常に行われ難いという特徴を持つ。以上のことから、Pt. H が最も貝類の出現種数が少なかったのは、ここが砂や泥で形成された海岸で軟体動物が生息しやすい岩や複雑な地形がないこと、人々の生活活動によって汚染された海水が長期間に渡りこの地点に溜まってしまったことによる水質の悪化などが理由として考えられる。

桜島における普通種と希少種

桜島は、周囲わずか 50 km ほどの小さな島でありながら、70 種類もの巻貝類が生息しており、その多様性は非常に高いといえる。ヒザラガイ、ヨメガカサ、アマオブネガイ、オオヘビガイ、イボニシの計 5 種類は、Pt. A–H の全地点で出現した。この 5 種は、発見が比較的容易であるということもあるが、今回の調査ではどの地点でも出現し、その個体数も他の種よりも多くみられたことから、この 5 種は桜島の全ての海岸に生息する普通種であるといえる。また、70 種のうち約 3 分の 1 の 20 種が、ある特定の地点でのみ出現した種で、これらは桜島における希少種であるといえる。

地質と生物群の関係性

各地点の海岸を形成している地質 (国土地理院, 1990) をみると、Pt. A と Pt. H が大正溶岩、Pt. C が安永溶岩、Pt. E が文明溶岩、Pt. D, Pt. F, Pt. B が火山麓扇状地、Pt. G が年代不詳の古い溶岩によって構成されている。これを踏まえ各地点間の類似度を基にした群分析の結果 (図 2) をみると、E と F と H のグループ、B と D のグループ、A と G のグループの大きく 3 つに分けられた。このことから各地点間の生物群集の類似度に、海岸を構成する溶岩の違いは関係がないことが分かる。また、距離の近い地点同士でグループを構成していないことから、桜島内での地理的距離によ

る生物群の変異はないと考えられる。しかし、AとG、BとD、EとFはそれぞれ海岸の地形や転石の大きさなどの地理的特徴が似ており、このことが地点間の類似度に影響を与えている一つの要因と考えられる。

今回の桜島8海岸における潮間帯生物の分布調査では、計70種の巻貝類を発見し、その種がどの地点に分布しているのかを明らかにすることができた。しかし、今回の調査は全地点において十分なサンプリングを行うことができておらず、結果、充実した完璧なデータを得ることができなかった。桜島の潮間帯生物の分布および多様性について、より正確かつ詳細に明らかにするためには、更なる細かいサンプリングと、今回は行わなかった各種の個体数についての調査やコードラト法を用いた調査などを行う必要がある。

■ 謝辞

本研究を行うにあたり、研究について多くの貴重なご助言をして頂きました行田義三氏（鹿児島市）、水生生物調査の方法や同定作業について丁寧にご指導して下さいました森敬介氏（国立水俣病総合研究センター）に深く感謝申し上げます。調査および論文作成に協力していただいた同輩の若林佑樹氏、ならびに同研究室の同輩、先輩方にお礼申し上げます。

■ 引用文献

福山博之・小野晃司, 1981. 桜島火山地質図 1: 25,000. 地質調査所.

- 波部忠重・奥谷喬司・西脇三郎, 1994. 軟体動物学概説 (上巻). サイエントリスト社, 東京.
- 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 (3-4): 177-190.
- 伊藤年一, 1983. 学研生物図鑑 一貝 I [巻貝]. 株式会社学研研究社.
- 木元新作, 1978. 動物群集研究法 I—多様性と種構成. 共立出版.
- 国土地理院, 1990. 1: 15,000 火山土地条件図 - 桜島. 国土地理院.
- 野村健一, 1939. 種ヶ島の蛾類について. 吉田博士祝賀記念誌, 601-634.
- 野村健一, 1940. 昆虫相比較の方法 特に相関法の提唱について. 九州帝国大学農学部学芸雑誌, 9: 235-263.
- 野中佐紀・鎌田育江・若松あゆみ・富山清升, 2002. 桜島袴腰大正溶岩の岩礫性転石海岸における草食性腹足類4種の潮間帯での带状分布の季節的变化. 九州の貝, 58: 35-47.
- 奥谷喬司, 2000. 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 東京.
- 大垣俊一, 2008. 多様性と類似度, 分類学的新指標. *Argonauta*, 15: 10-22.
- Raffaelli, D. & Hawkins, S. 1996. *Intertidal ecology*. Chapman & Hall, London.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Takada, Y. & Kikuchi, T. 1990. Mobile molluscan communities in boulder shores and the comparison with other intertidal habitats in Amakusa. *Publications of the Amakusa Marine Biological Laboratory of Kyushu University*, 10: 145-168.
- 竹ノ内秀成・富山清升, 2003. 溶岩質転石海岸におけるアマオブネガイのサイズ頻度分布の季節変動. 鹿児島大学理学部地球環境科学科. 卒業論文.
- 玉井宏美・富山清升, 2001. 火山性溶岩の転石海岸におけるカラマツガイの生活史について. 鹿児島大学理学部地球環境科学科. 卒業論文.
- 鳥海 衷, 1975. 海岸動物の生態と観察. 築地書店, 東京. 136 pp.
- 行田義三, 1995. 鹿児島県を模式産地とする貝. 九州の貝, 45: 29-45.