

トカラギャップ周辺海域における現生貝形虫群集 (予報)

中野 太賀^{1,*}・岩谷 北斗^{1,*}・鈴木 克明²・板木 拓也²・久保 観¹・佐々木 聡史³

NAKANO Taiga, IWATANI Hokuto, SUZUKI Yoshiaki, ITAKI Takuya, KUBO Nozomi and SASAKI Satoshi (2022) Preliminary report of recent ostracode assemblages from the adjacent sea of Tokara Gap. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 73(5/6), p. 329–335, 3 figs, 2 tables.

Abstract: We studied the spatial distribution of the recent ostracode in the adjacent sea of Takarajima Island, Japan. This is the first study to report the recent ostracode assemblages in the study area. We examined the ostracode faunal composition in 5 surface sediments collected by GB21-1 cruise (AIST). As a result, at least 60 ostracode taxa were identified. Most of the assemblages were subtropical and tropical water species that have been reported from the East China Sea. Three ostracode bioassociations and two biofacies were discriminated based on R-mode and Q-mode cluster analyses. Ostracode bioassociations and biofacies were correlated with the water depth and the mud content. Thus, it is likely that recent ostracode assemblages in the adjacent sea of Takarajima Island were affected by surface sediment variations accompanied by water depth changes.

Keywords: Nansei Islands, Tokara Gap, biogeographic boundary, ostracode

要 旨

本研究は生物地理分布境界の渡瀬線が設定されている小宝島、悪石島間における海底生物相の変化を、現生貝形虫をモデルとして検討すると共にトカラギャップ周辺海域における現生貝形虫群集構造を明らかにすることを目的とする。解析にはGB21-1航海によって採取された表層堆積物5試料を用い、トカラ列島に属する宝島周辺海域における現生貝形虫の空間分布を検討した。結果として、研究海域から貝形虫が初めて認められ、60属以上を同定した。産出した貝形虫の多くは、亜熱帯域～熱帯域に生息する分類群であった。R-modeクラスター分析の結果、3つの貝形虫種群に分類され、Q-modeクラスター分析では2つの貝形虫相が認定された。これらの種群や貝形虫相は水深や含泥率と相関関係を示したことから、宝島周辺の貝形虫群集は水深に伴い変化する底質の影響を受けると推測される。

1. はじめに

南西諸島は、アジア大陸と日本列島を弧状につなぐ島嶼群である。この弧状列島にはトカラギャップ、ケラマギャップと呼ばれる2つの海底地形上の境界があり(第1

図)、これらの“ギャップ”は、水深1000 mを超える海底谷により特徴づけられる(木村, 1996)。トカラギャップ、ケラマギャップは、それぞれ渡瀬線、蜂須賀線と呼ばれる陸棲動物の生物地理区境界と一致することが知られている(Komaki, 2021)。とくに小宝島と悪石島の間に位置するとされるトカラギャップ上に置かれる渡瀬線は、熱帯系生物の北限と暖帯系生物の南限を区分する重要な生物地理区の境界として広く認識されてきた(例えば、黒田, 1931; 木村, 1996)。しかしKomaki (2021)によると、最近では文献調査の結果、渡瀬線の制定に明確な根拠が認められず、さらに、さまざまな陸棲生物(貝類、昆虫類、両生類、爬虫類、鳥類、植物)の分布情報を基に生物地理学的解析を行った結果、渡瀬線の南北で陸棲動物相に明瞭な変化はないとされる。すなわち、渡瀬線は生物地理区の境界ではない可能性が指摘されている。

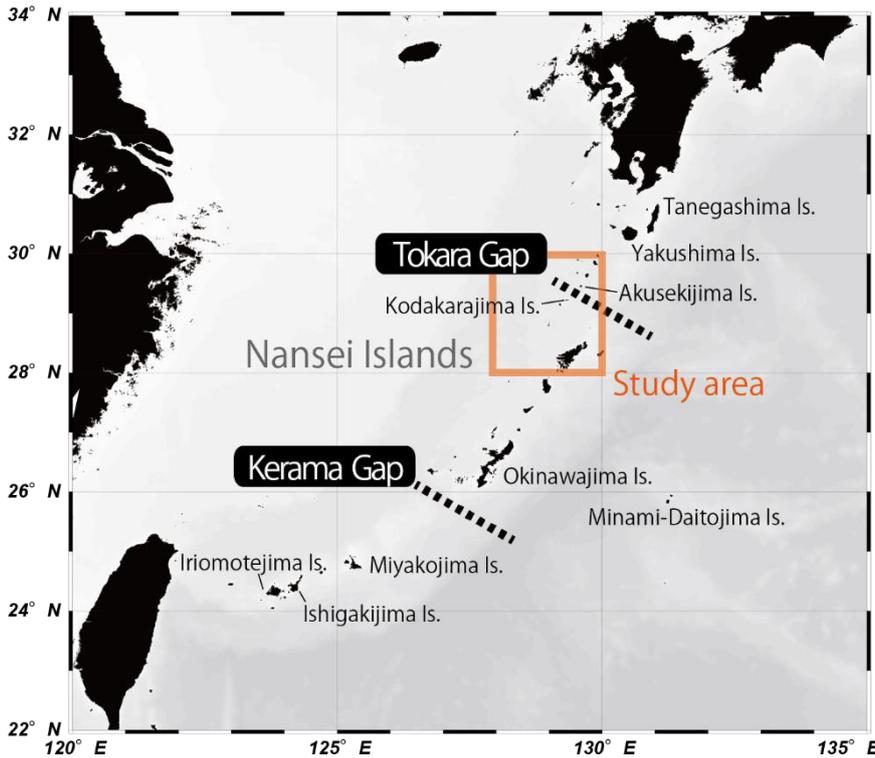
渡瀬線は、一般に陸棲生物に適応される生物地理区境界である。しかしながら、渡瀬線が、トカラギャップと呼ばれる海底地形により規制される以上、海洋生物の地理分布に影響を与えている可能性は十分にある。実際に、トカラギャップは、浅水性魚類の生物地理境界に一致するとされており(坂井ほか, 2005)、南西諸島から九州・四国・本州太平洋沿岸にかけて大きく変化する海洋生物

¹ 山口大学大学院創成科学研究科 (Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, Yamaguchi, 753–8512, Japan)

² 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

³ 島根大学大学院総合理工学研究科総合理工学専攻地球科学・地球環境コース (Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane University, Matsue, 690–8504, Japan)

* Corresponding author: NAKANO, T., Email: taigamofumofu@gmail.com, IWATANI, H., Email: hokuto_i@yamaguchi-u.ac.jp



第1図 南西諸島全域図とトカラ・ケラマギャップ位置図. 地図は Ocean Data Viewにより作成 (Schlitzer, 2021).

Fig. 1 Entire map of Nansei Islands and location of Tokara and Kerama gaps. Map was created using Ocean Data View (Schlitzer, 2021).

相を把握する上で重要な位置にある。しかしながら、南西諸島における海洋生物の地理分布とその形成機構の詳細について、これまで十分に議論されてきたとは言えない。これは、海洋生物の空間的な拡散のしやすさに起因すると考えられる。例えば、海洋生物の中でも移動性が高い魚類などは、生物地理上の境界線を明確にとらえることは難しい。水深1000 mを超える海底谷であっても、遊泳能力のある海洋動物であれば、容易にその障壁を乗り越えてしまう。また、幼生期に浮遊性の生活様式をとる貝類などの底生無脊椎動物の多くは、海流などの影響により容易に拡散をし、その生活範囲を拡大することができる(関口, 2009)。したがって、海洋生物の生物地理を考察するためには、浮遊性・遊泳性の生活史を持たない分散能力の低い動物群を選出する必要がある。

そこで本研究は、浮遊幼生期を持たず種の拡散範囲が狭いとされる貝形虫(安原, 2007)をモデル生物として用い、トカラギャップ周辺の海洋生物相とその地理分布について検討した。貝形虫とは体長0.5–1 mm以下程度の石灰質の殻を有する微小な甲殻類であり、生息する環境に応じてその種構成や多様性、殻の化学組成の変化が見られるため、精度の高い環境指標・生物指標として利用されている(例えば、安原, 2007; Irizuki *et al.*, 2009; 森下ほか, 2010; Iwatani *et al.*, 2016; 田中, 2016; 塚越, 2017)。しかしながら、トカラギャップ周辺海域における現生貝形虫の研究はこれまで行われておらず、その地理分布の詳細は明らかにされていない。

本研究は、トカラギャップ周辺海域から初めて現生貝形虫の産出を報告するものである。本海域における現生貝形虫の実態を明らかにすることは、南西諸島の海洋生物地理分布とその形成機構を明らかにするうえで重要な基礎資料となる。

2. 試料と方法

本研究は、産業技術総合研究所地質調査総合センターにより実施されたGB21-1航海にて、トカラ列島南西部に位置する宝島周辺海域で採取された表層堆積物を試料として用いた。調査海域の主たる底質としては泥質堆積物や砂質堆積物の他、火山性の礫などが確認された(鈴木ほか, 2022)。木下式グラブ採泥器を用いて採取された堆積物から金属製スパチュラにより表層約1 cmを取り分け、研究試料とした。GB21-1航海にて採取された61試料のうち、49試料を貝形虫分析試料として分取した。本研究では調査海域における水深毎の貝形虫群集の特徴を把握するために、最浅部から水深200 m毎に選定した5試料[試料採取地点: 90 (試料採取水深: 353 m), 64 (524 m), 42 (735 m), 190 (932 m), 108 (1169 m)]を貝形虫分析に用いた(第1表)。

試料から抽出した貝形虫の群集構造を明らかにするために多様度(H)、均衡度($Eq.$)、産出頻度を算出した。多様度、均衡度の解析には統計解析ソフトのPAST (Paleontological Statistics; Hammer *et al.*, 2001)を用いた。多様度指数は、次のように定義されるShannon-Wiener指

第1表 試料採取地点の詳細と含泥率の分析結果. W.D.は試料採取地点の水深 (m) を示す.

Table 1 Sample information and results of %mud analysis. W.D. :water depth (m).

site no.	latitude (° N)	longitude (° E)	W.D. (m)	sampler	bulk dry weight (g)	sand dry weight (g)	%mud
42	28.98	129.45	735	K-grab	90.44	83.08	8.13
64	29.07	129.34	524	K-grab	52.42	42.87	18.22
90	29.16	129.40	353	K-grab	80.21	80.41	ca. 0
108	29.00	128.52	1169	K-grab	50.40	2.52	95.00
190	29.41	129.03	932	K-grab	59.92	4.59	92.34

数を用いた: $H = -\sum p_i \ln p_i$, ここで p_i は試料 i 番目の分類群の割合である. 均衡度は, 試料中に分類群がどの程度均等に含まれているかを表す指標である. 本研究で用いた均衡度 E は Shannon-Wiener 指数 H と分類群数 S を用いて $E = e^{H/S}$ で示される. 試料に各種が均等に産出するにつれ均衡度の値は高くなり, 最大値は 1 である. 産出頻度は, 属の同定が不可能であった破片殻を含めた湿潤試料 1 g あたりの個体数として算出した.

研究試料を採取した地点を, その地点に産する貝形虫の種構成および産出頻度に基づいた客観的なグループに分類するため, Q-mode クラスタ分析による群集解析を行った. さらに今回の分析で産出した貝形虫種を生態的に類似するグループに分類し, それぞれのグループの各地点における産出様式を明らかにするために R-mode クラスタ分析を行った. いずれのクラスタ分析も各地点, 各タクサにおける貝形虫の個体数を変数として用いた. この様に Q-mode 及び R-mode クラスタ分析により, 地点ごとの類似度, 種ごとの類似度を推定する手法は貝形虫の種構成を統計的に分析する際に一般的に用いられる手法である (例えば, Iwatani *et al.*, 2011).

分析には統計解析ソフトの PAST を用い, 1 試料から 3 個体以上産出する 38 の分類群を対象に検討を行った (第 2 表). クラスタ分析の類似度には重複度指数 (Horn, 1966) を用い, 算出された類似度を非加重結合法 (UPGMA: Unweighted Pair-Group Method with arithmetic Average) により, 類似度の高いほうから順次クラスタを構成した.

2.1 含泥率

研究試料の含泥率を得るために, 以下の手順で試料の処理を行なった. まず, 湿潤状態の試料から 1-4 g 程度の堆積物を含水率測定用に分取した. 試料中の平均的な含水率を得るため, 生物遺骸などが包有される箇所を避け, 試料の中心部から基質のみを採取した. 分取した試料は, その湿潤重量を計量したのちに約 60°C に設定した恒温乾燥器内で完全に乾燥させ, 乾燥重量を計量した. 計測された湿潤重量と乾燥重量の差から, 分取した試料の含水率を算出した.

第 2 表 貝形虫の産出リスト (クラスタ分析に用いた 38 タクサ).

Table 2 List of ostracodes from the adjacent sea of Tokara gap (The table displays 38 taxa used for cluster analyses).

Genera	site no.	42	64	90	108	190
	W.D. (m)	735	524	353	1169	932
<i>Arcacythere</i>					2	3
<i>Argilloecia</i>			2	4		2
<i>Aurila</i>		7	16	10		
<i>Aversovalva</i>		1			1	8
<i>Bradleya</i>					1	9
<i>Bythocypris</i>		4	24	5		
<i>Bythocypris?</i>				8		
<i>Bythocythere</i>			4			
<i>Cardobairdia</i>		2	7	6		
<i>Cornucoquimba</i>		7	9	5		1
<i>Cythereella</i>						8
<i>Cytherois</i>		4		3		1
<i>Cytheropteron</i>		6	8	7	2	25
<i>Eucythere</i>						3
<i>Eucytherura</i>		3	1	2		22
<i>Hemicytherura</i>		5	2	1		
<i>Hermanites</i>		5	3	4		
<i>Kangarina</i>		6	2	3		
<i>Kotoracythere</i>		3	1	6		
<i>Krithe</i>					2	37
<i>Loxoconcha</i>		10	45	18		1
<i>Loxocorniculum</i>		4	1	3		
<i>Neonesidea</i>		36	115	61	1	
<i>Orlovibairdia</i>				6		
<i>Ornatoleberis</i>		2	3	4		
<i>Paracypris</i>		2	13	8		
<i>Paracytheridea</i>		11	9	10		
<i>Paradoxostoma</i>		2	1	4		
<i>Parakrithe</i>						3
<i>Paranesidea</i>		5	4	2		
<i>Perissocytheridea</i>			7	1		
<i>Pontocypris</i>			5	3		
<i>Propontocypris</i>				3		
<i>Pseudocythere</i>		1	3	1		1
<i>Saida</i>				3		2
<i>Schizocythere</i>		5	1	3		
<i>Sclerochilus</i>			12	3		
<i>Xestoleberis</i>		50	63	60		6
Others		17	22	17	8	10
fragments		66	32	74	16	3
total number of valves		264	415	348	33	145
total ostracodes (/1g)		2.33	5.74	148.60	0.24	0.85
%fragments		25.00	7.71	21.26	48.48	2.07
Shannon_H		2.82	2.59	2.89	2.43	2.40
Evenness_e^H/S		0.46	0.32	0.42	0.94	0.48

次に、試料全体の湿潤重量を計量後、孔径63 µmの篩上で水洗し、砂粒子サイズより粗粒な画分を回収し、その乾燥重量 [Sand_dry (g)] を計量した。先に得られた含水率から試料全体の水洗前の乾燥重量 [Bulk_dry (g)] を算出し、求めた試料全体の水洗前の乾燥重量と砂粒子より粗粒な画分の乾燥重量を用いて含泥率 [%MC] を算出した。すなわち、本研究による含泥率の算出法は次式によって示される：

$$\%MC = [\text{Bulk_dry (g)} - \text{Sand_dry (g)}] / [\text{Bulk_dry (g)}] \times 100.$$

2.2 貝形虫分析

本研究では、含泥率分析に用いた試料のうち粒径63 µmより粗粒な画分を貝形虫分析用試料に用いた。貝形虫分析用試料には、貝形虫殻のほか、礫や翼足類などの大型の生物遺骸が多く含まれていた。また同定が困難とされる成長ステージが初期段階の貝形虫幼体殻(安原, 2007)や細かい破片殻も多く認められた。これらを除くために、さらに試料を篩過し、粒径125 µm以上かつ500 µm以下の画分を分析に用いた。篩過された試料は、簡易分割器を用いて適宜縮分し、8-50の倍率に設定した双眼実体顕微鏡下で200個体を目安に貝形虫殻の抽出を行った。なお、ここでの個体数は右殻・左殻を区分せず、それぞれ1個体とし、両殻は2個体として計数した。殻の破損が著しく、同定が不可能であった場合は“破片”として、同定可能であった個体とは別に計数した。

産出した貝形虫は、宝島西方に位置する水深の最も深い地点(試料採取地点：108, 水深：1169 m)から得られた1個体を除いて付属肢などの軟体部が保存された標本は認められず、ほぼすべてが遺骸殻であった。したがって、本研究では、殻形態の特徴に基づき同定を行った。抽出された貝形虫は幼体が相当数産出し、種レベルの同定が困難であったため、本研究では属レベルの同定に留めた。

3. 結果と考察

3.1 含泥率

分析した全5試料の含泥率は、約0-95%の幅広い値を取ることが明らかになった(第1表)。調査海域東部(試料採取地点：42, 64, 90)では、含泥率は20%以下の低い値を示し、調査海域西部では90%以上の高い値を示した。含泥率と試料採取地点の水深は、高い正の相関($r = 0.89$)を示し、水深が深くなるほど含泥率が高くなる可能性がある。

3.2 貝形虫

本研究で分析した5地点の試料から、計1205個体の貝形虫殻を抽出した。属が不明であった個体や破片殻を除き、少なくとも60属の貝形虫が確認された。産出した貝形虫の多くは、東シナ海で一般的に報告されて

いる亜熱帯から熱帯域に生息する分類群であった(例えば、Ruan and Hao, 1988; Tabuki and Nohara, 1988; Hou and Gou, 2007; Iwatani *et al.*, 2013)。一方で、比較的冷温な深海域であっても好冷性の分類群(小沢, 2007)は、全く確認されなかった。最も多産したのは、*Neonesidea* であり、全個体数中17.7%を占めた。次いで*Xestoleberis*、*Loxoconcha*が多産し、それぞれの産出頻度は14.9%、6.1%であった。

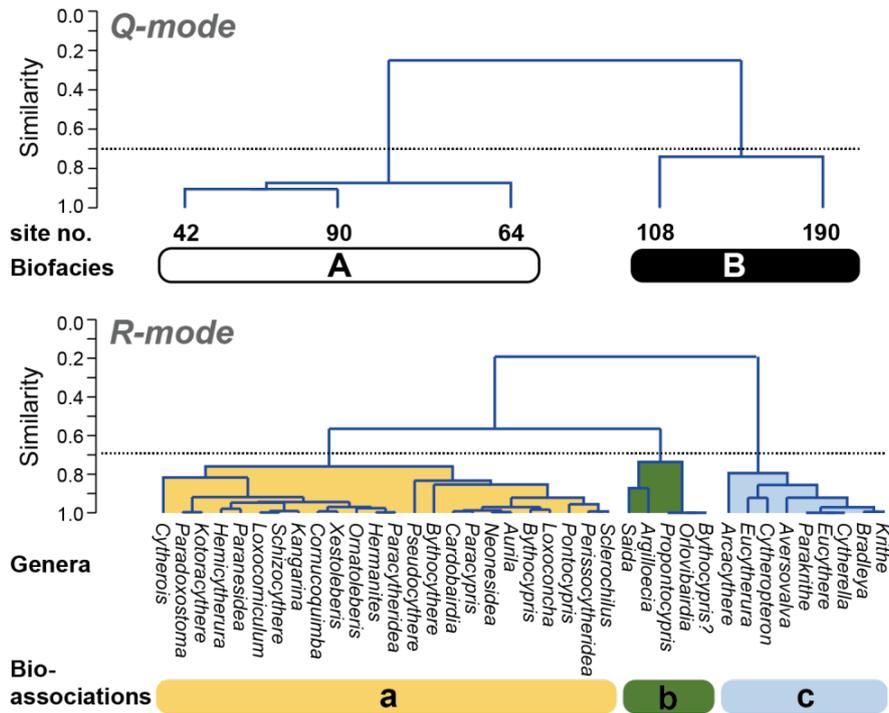
3.2.1. 群集構造

分析の結果を第2表に示す。多様度は、2.40-2.89の値を取り、平均値は2.62であった。均衡度は、0.32-0.94の広い値を示し、その平均値は0.52であった。産出頻度の平均値は31.55(個/g)であり、その値は0.24-148.60(個/g)と幅広い範囲を持つ。多様度は、試料採取地点の水深と強い逆相関を示し($r = -0.77$)、水深が増加するに従い、多様度は減少することが明らかになった。均衡度は、水深と高い正の相関を示し($r = 0.83$)、水深が増加するに従い、均衡度も増加することが明らかになった。一方、産出頻度は、水深との相関は認められなかった。

3.2.2. 貝形虫生物相

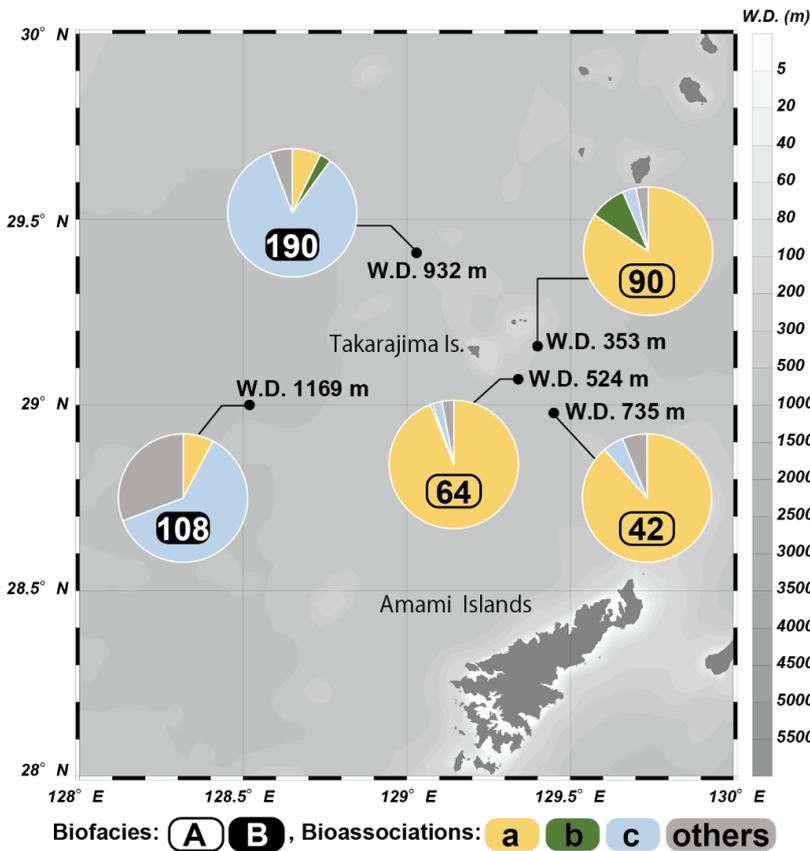
Q-modeクラスター分析の結果、類似度約0.7を境界に2つの貝形虫相(A, B)に区分された(第2図)。貝形虫相Aは、水深が相対的に浅い調査海域東部で採取された含泥率の低い3試料(42, 64, 90)より構成される(第3図)。貝形虫相Bは、相対的に深海域から採取された含泥率の高い2試料(108, 190)より構成される(第3図)。R-modeクラスター分析の結果、類似度約0.7を境に3つの種群(a, b, c)に区分された(第2図)。種群aは、*Paradoxostoma*、*Xestoleberis*などの海藻や石灰藻の表面に生息するとされる分類群(例えば、Yasuhara *et al.*, 2005; Sato and Kamiya, 2006)や、*Aurila*、*Loxoconcha*、*Neonesidea*などの浅海域に分布の中心を持つ貝形虫(例えば、Zhou, 1995; 鶴見・神谷, 2007)を含む24タクサによって特徴付けられる。種群bは、*Argilloecia*や*Saida*が含まれる5タクサより構成される。種群cは、*Cytheropteron*や*Bradleya*、*Krithe*などの深海域に分布の中心を持つ貝形虫(例えば、Whatley, 1983; Zhao and Whatley, 1997; 神谷, 2006)によって特徴づけられる9タクサよりなる。つまり、浅海性タクサが優占する種群aが、貝形虫相Aから多産し、深海性タクサによって特徴づけられる種群cが、貝形虫相Bに多く含まれる(第3図)。したがって、調査海域の貝形虫相は、主に水深変化の影響を受けている可能性が示唆された。一方で、種群bは、水深と関連付けられる産出傾向を示さなかった。種群bの構成種である*Argilloecia*は、低酸素で適度に有機物に富む堆積物中から報告され(Cronin, 1983)、低酸素環境の指標と考えられている(Alvarez Zarikian *et al.*, 2009; Angue Minto'o *et al.*, 2015; Iwatani *et*

トカラギャップの現生貝形虫（中野ほか）



第2図 Q-modeおよびR-modeクラスター分析結果。

Fig. 2 Dendrograms showing the result of Q-mode and R-mode cluster analysis.



第3図 調査海域の貝形虫相と貝形虫種群の相対頻度分布。W.D.は試料採取地点の水深(m)を示す。等深線図はOcean Data Viewにより作成(Schlitzer, 2021)。

Fig. 3 Diagram showing ostracode biofacies and relative abundances (%) of ostracodes in each bioassociation in the study area. W.D.: water depth (m). Bathymetric map was created using Ocean Data View (Schlitzer, 2021).

al., 2018). したがって, 種群bは, 水深とは別の環境要素に規制されている可能性がある。

貝形虫相の分布は, 底質に強く依存することが広く知られている(池谷・塩崎, 1993)。本研究の分析地点において, 堆積物の含泥率と水深は高い正の相関を示すため, 水深の増加に伴い泥質堆積物が増えたことにより, 深海性の泥底種が優占的に産出するようになった可能性がある。つまり, 調査海域の貝形虫相は, 水深に伴い変化する底質によって規制されている可能性がある。ただし, 本研究の貝形虫分析に用いたのはトカラ列島東方の浅海域(水深300~700 m台)とトカラ列島西方の深海域(水深900~1100 m台)にて採取した試料であり, 調査海域全体を網羅的に分析したわけではない。したがって, 分析結果から得られた貝形虫群集の分布が, 水深だけでなく, 例えば海底火山や海峡などの海底地形, 海流, 島嶼部などとの空間的な位置関係などにより制約されている可能性も否定できない。海洋堆積物は, さまざまな海底地形に対応し変化をするため, トカラギャップのような海底地形上の障壁が, 貝形虫の分布に影響を与える可能性は十分に考えられる。今後, 検討試料を追加して多様な空間条件における貝形虫分析を進めると共に, 分類学的検討を進め, 南西諸島に知られている“ギャップ”と貝形虫相の関係性を明らかにすることが必要である。

現在のトカラギャップ, ケラマギャップは水深1000 mを超える海底谷であるが, 更新世後期(約2万年前)以前には現在よりも水深が浅かったとされる(木村, 1996)。そのため南西諸島は, 氷河期の海面低下によって中国大陸と日本とを繋ぎ, 陸上動物の移動を助ける陸橋として機能していた可能性が指摘されている(木村, 1996)。つまり, 南西諸島の“ギャップ”は, 地質時代を通じた生物相への普遍的な障壁として存在していたわけではない。今後, 南西諸島の現生貝形虫の情報が充足されることにより, “ギャップ”と呼ばれる障壁により海洋動物相がどのように影響を受けてきたのかを解明する上で重要な手がかりとなることが期待される。

謝辞: 産業技術総合研究所の井上卓彦氏, および片山肇氏には, 本研究の機会を頂いた。望星丸乗組員の皆様, 並びに乗船研究者の皆様には, 試料採取において多大なるご尽力を頂いた。また, 匿名の査読者からは有益なご指摘を頂いた。本研究は, 山口大学理学部ステップアップ研究および山口大学理学部ハイライト研究による支援を受けた。以上の皆様, および関係機関に心よりお礼申し上げます。

文 献

- Alvarez Zarikian, C. A., Stepanova, A. Y. and Gruetznert, J. (2009) Glacial-interglacial variability in deep sea ostracod assemblage composition at IODP Site U1314 in the subpolar North Atlantic. *Marine Geology*, **258**, 69–87.
- Angue Minto'o, C. M., Bassetti, M. A., Morigi, C., Ducassou, E., Toucanne, S., Jouet, G. and Mulder, T. (2015) Levantine intermediate water hydrodynamic and bottom water ventilation in the northern Tyrrhenian Sea over the past 56,000 years: New insights from benthic foraminifera and ostracods. *Quaternary International*, **357**, 295–313.
- Cronin, T. M. (1983) Bathyal ostracodes from the Florida-Hatteras slope, the Straits of Florida, and the Blake Plateau. *Marine Micropaleontology*, **8**, 89–119.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. and Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**, 9 pp (入手日付: 2021年8月2日)。
- Horn, H. S. (1966) Measurement of “overlap” in comparative ecological studies. *The American Naturalist*, **100**, 419–424.
- Hou, Y. and Gou, Y. (2007) *Fossil Ostracoda of China (Vol. 2) Cytheracea and Cytherellidae*. 798pp, Science Pub, Beijing. (in Chinese with English abstract)
- 池谷仙之・塩崎正道 (1993) 日本沿岸内湾性介形虫類の特性—古環境解析の指標として—。地質学論集, **39**, 15–32.
- Irizuki, T., Taru, H., Taguchi, K. and Matsushima, Y. (2009) Paleobiogeographical implications of inner bay Ostracoda during the Late Pleistocene Shimosueyoshi transgression, central Japan, with significance of its migration and disappearance in eastern Asia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **271**, 316–328.
- Iwatani, H., Irizuki, T. and Goto, T. (2011) Temporal changes of Plio–Pleistocene Ostracoda from the Takanabe Formation, Miyazaki Group, Southwest Japan. *Paleontological Research*, **15** (4), 267–289.
- Iwatani, H., Irizuki, T. and Yasuhara, M. (2013) Occurrence of a rare puncooid ostracod, *Promanawa konishii* (Nohara, 1976), in Recent sediments of the East China Sea. *Journal of Micropalaeontology*, **32**, 221–223.
- Iwatani, H., Kondo, Y., Irizuki, T., Iwai, M. and Ikehara, M. (2016) Orbital obliquity cycles recorded in Kuroshio Current region, eastern Asia, around Plio–Pleistocene boundary. *Quaternary Science Reviews*, **140**, 67–74.
- Iwatani, H., Yasuhara, M., Rosenthal, Y. and Linsley, B. K. (2018) Intermediate-water dynamics and ocean ventilation effects on the Indonesian Throughflow during the past 15,000 years: Ostracod evidence. *Geology*, **46**, 567–570.
- 神谷隆宏 (2006) 日本海の環境変化と海洋生物—ことに貝

- 形虫の進化について— 環日本海学 森・海・空のメッセージ, 33–40.
- 木村政昭 (1996) 琉球弧の第四紀古地理. 地学雑誌, **105**, 259–285.
- Komaki, S. (2021) Widespread misperception about a major East Asian biogeographic boundary exposed through bibliographic survey and biogeographic meta-analysis. *Journal of Biogeography*, **48**, 2375–2386.
- 黒田長禮 (1931) 脊椎動物の分布上より見たる渡瀬線. 動物学雑誌, **43**, 172–175.
- 森下知晃・山口龍彦・眞柴久和・神谷隆宏 (2010) 貝形虫の殻のMg/Ca比, Sr/Ca比による古環境推定の現状と問題点. 地質学雑誌, **116**, 523–543.
- 小沢広和 (2007) 日本海的好冷性介形虫相の変遷と海洋環境. 化石, **82**, 21–28.
- Ruan, P. and Hao, Y. (1988) II. Descriptions of ostracode genera and species. In Research Party of Marine Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources and Chinese University of Geosciences eds., *Quaternary Microbiotas in the Okinawa Trough and Their Geological Significance*. Geological Publishing House, Beijing, 227–395, 33–74. (in Chinese)
- 坂井陽一・門田 立・木寺哲明・相良恒太郎・柴田淳也・清水則雄・武山智博・藤田 治・橋本博明・具島健二 (2005) トカラ列島北部に位置する口之島, 中之島の浅海魚類相. 生物圏科学: 広島大学大学院生物圏科学研究科紀要, 広島大学, **44**, 1–14.
- Sato, T. and Kamiya, T. (2006) Taxonomy and geographical distribution of recent *Xestoleberis* species (Cytheroidea, Ostracoda, Crustacea) from Japan. *Paleontological Research*, **11**, 183–227.
- Schlitzer, R. (2021) Ocean Data View. <https://odv.awi.de/> (閲覧日: 2021年9月1日)
- 関口英夫 (2009) 沿岸域で生まれた海洋生物の分散とその生態学的意義. 沿岸海洋研究, **46**, 85–100.
- 鈴木克明・板木拓也・片山 肇・兼子尚知・山崎 誠・徳田悠希・千徳明日香 (2022) 宝島及び諏訪之瀬島周辺海域の底質分布とその制御要因, 地質調査研究報告, **73**, 275–299.
- Tabuki, R. and Nohara, T. (1988) Preliminary study on the ecology of ostracods from the moat of a coral reef off Sesoko Island, Okinawa, Japan. In Hanai, T., Ikeya, N. and Ishizaki, K. eds., *Evolutionary Biology of Ostracoda, its Fundamentals and Applications*. Kodansha & Elsevier, Tokyo, Amsterdam, 429–437.
- 田中華人 (2016) 貝形虫 (甲殻類) からみた分類学と古生物学の繋がり. タクサ, 日本動物分類学会誌, **40**, 9–16.
- 塚越 哲 (2017) 現生生物を対象とした古生物学的研究 その2—貝形虫類の進化と多様性の研究例—. 化石, **102**, 15–30.
- 鶴見厚支・神谷隆宏 (2007) 日本・東南アジア産 *Neonesidea* 属 (甲殻亜門, 貝形虫綱, ポドコピーダ目) 8種の系統関係と生物地理. タクサ, 日本動物分類学会誌, **23**, 19–31.
- Whatley, R. (1983) Some aspects of the palaeobiology of Tertiary deep-Sea Ostracoda from the S. W. Pacific. *Journal of micropalaeontology*, **2**, 83–104.
- 安原盛明 (2007) 完新世の内湾貝形虫と環境変動—特に広義の人為汚染の影響—. 人類紀自然科学編集委員会, 共立出版, 161–172.
- Yasuhara, M., Yoshikawa, S. and Nanayama, F. (2005) Reconstruction of the Holocene seismic history of a seabed fault using relative sea-level curves reconstructed by ostracode assemblages: Case study on the Median Tectonic Line in Iyo-nada Bay, western Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **222**, 285–312.
- Zhao, Q. and Whatley, R. (1997) Distribution of the Ostracod genera *Krithe* and *Parakrithe* in bottom sediments of the East China and Yellow seas. *Marine Micropaleontology*, **32**, 195–207.
- Zhou, B. (1995) Recent ostracode fauna in the Pacific off Southwest Japan. *Memoirs of the Faculty of Science Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy*, **57**, 21–98.

(受付: 2021年12月21日; 受理: 2022年7月7日)

