

トカラ列島周辺海域 (GB22-1 および 22-2 航海) で採取された海底堆積物の化学組成

久保田 蘭^{1,*}・立花 好子¹・板木 拓也¹・片山 肇¹・鈴木 克明¹・間中 光雄¹

KUBOTA Ran, TACHIBANA Yoshiko, ITAKI Takuya, KATAYAMA Hajime, SUZUKI Yoshiaki and MANAKA Mitsuo (2024) Chemical composition of marine surface sediments around Tokara Islands (GB22-1 and 22-2 cruises), Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 75 (5/6), p. 265-278, 4 figs and 6 tables.

Abstract: The contents of 24 elements in 71 samples of marine surface sediment collected from the Tokara Islands were determined, and the geochemistry and spatial patterns of the data were investigated. Compared with Okinawa Island, the samples of this study are rich in Al_2O_3 and T- Fe_2O_3 , and poor in CaO. The survey region is divided into four areas based on geochemistry. The sediments in the southeastern area are rich in Al_2O_3 , TiO_2 , and T- Fe_2O_3 , and poor in CaO and Sr. Those in the northeastern area are rich in CaO and Sr, and those in the southwestern area are rich in MnO, Ni, and Pb. The sediments in the northwestern area are rich in K_2O , Na_2O , and Rb. Although the relationship between elemental contents and water depth is spatially variable, the marine sediments of this study are estimated to be derived from three sources: bioclasts, mafic clastic material, and felsic clastic material.

Keywords: simultaneous multi-element analysis, clastic material, bioclast, mafic rock, felsic rock, early diagenesis, accumulation of heavy metal element

要 旨

トカラ列島周辺海域で採取された海底表層堆積物 71 試料について 24 元素を定量した結果を示し、化学組成の特徴や分布特性について報告する。本調査海域では生物源炭酸塩が主成分である沖縄本島周辺海域に比べ、堆積物中の Al_2O_3 、T- Fe_2O_3 濃度が高く相対的に CaO 濃度が低い結果となった。調査海域を 4 つに区分すると、南東海域は水深が深いため Al_2O_3 、 TiO_2 、T- Fe_2O_3 などの濃度が高く CaO、Sr 濃度が低い一方、北東海域は浅海部が多く CaO、Sr 濃度が高い。南西海域が MnO、Ni、Pb 濃度が高いのに対し、北西海域は粘土鉱物の増加により K_2O 、 Na_2O 、Rb 濃度が高いという結果となった。水深および元素濃度間の関係では各海域で異なる傾向が認められるが、本調査海域の海底堆積物は生物遺骸粒子・苦鉄質火山岩類由来の碎屑性粒子・珪長質火山岩類由来の碎屑性粒子の 3 要素に由来することが推測され、既報のトカラ列島周辺海域の分析結果と調和的であった。

1. はじめに

筆者らは、「本邦沿岸海域底質地球化学図」の作成に関する基礎的研究を継続しており、平成 20 年度より沖縄

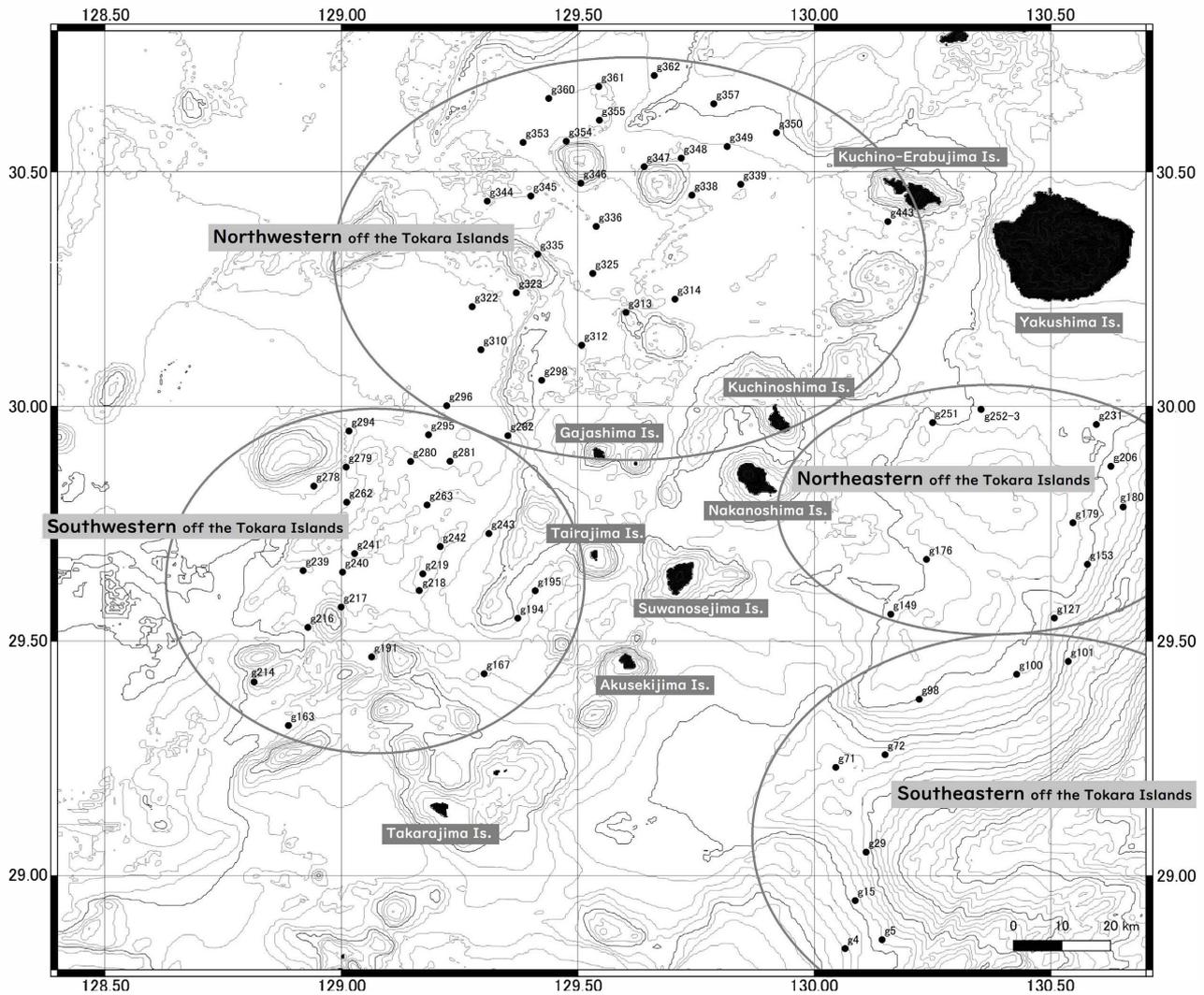
本島周辺海域の海底表層堆積物の化学分析を行っている(寺島ほか, 2009; 太田ほか, 2010, 2011, 2013, 2016, 2017, 2019; 久保田ほか, 2019, 2022, 2023)。GB22-1 および 22-2 航海では、トカラ列島周辺海域の 95 地点で木下式グラフ採泥器 (K-グラフ採泥器) により海底表層堆積物が採取され、このうち 71 地点の試料 (第 1 図) について 53 元素の化学分析を行った。本概要報告では、GB22-1 および 22-2 航海で採取された海洋堆積物中の、主成分元素 (Na_2O 、 MgO 、 Al_2O_3 、 P_2O_5 、 K_2O 、CaO、 TiO_2 、MnO、Total (T-) Fe_2O_3 (全鉄量を Fe_2O_3 に換算したもの)) といくつかの微量元素 (Li, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Y, Mo, Ba, Pb) を分析した結果と化学組成の特徴について報告する。

2. 試料処理及び分析方法

K-グラフ採泥器で採取された試料のうち、表層部 0-3 cm を適量分取した。礫質の堆積物試料については、可能な限り付随する細粒の堆積物を分取した。試料を室温で乾燥した後、石川式めう粉碎機で約 80 メッシュ (約 180 μm) 以下に粉碎して分析試料とした。粉碎した試料 0.1 g を硝酸 3 ml、過塩素酸 2 ml、フッ化水素酸 5 ml の混酸を用いて、120 $^{\circ}C$ で 2 時間加熱して分解後、さらに 145

¹ 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)

* Corresponding author: KUBOTA, R., AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: ran-kubota@aist.go.jp



第1図 GB22-1および22-2航海におけるトカラ列島周辺海域での表層堆積物試料の採取地点。海底地形は岸本(2000)に基づく。

Fig. 1 Sampling locations of marine surface sediments around Tokara Islands (GB22-1 and 22-2 cruises). Sea-bottom topography is based on Kishimoto (2000).

℃で1時間加熱分解を行った。その後、200℃以下で蒸発乾固した後、7M硝酸5mlを加えて加温溶解し、超純水で希釈して試料溶液(100ml)とした。各種成分の測定では、主成分元素(Na₂O, MgO, Al₂O₃, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, Total (T-) Fe₂O₃)とSr, BaをICP発光分光分析計(Thermo Fisher Science iCap-6300)で、そのほかの微量元素(Li, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Y, Mo, Pb)はICP質量分析計(Agilent 7900)を用いて測定した。分析結果を第1表および第2表にまとめた。なお測定誤差についてはOhta(2018)に報告がある。今回は海塩の除去を行っていないため、海塩の影響を最も受けるNa₂Oは参考値として示している。

3. 結果と考察

3.1 GB22-1および22-2航海で採取された表層堆積物の元素濃度の特徴

第1表に堆積物中に含まれる単位質量あたりの主成分元素濃度、第2表に微量元素濃度を示した。GB22-1および22-2航海の試料採取地点は、GK15-2, GB21-2およびGB21-3航海の範囲と近接しており、口永良部島、口之島、中之島、諏訪之瀬島などの活火山が分布する琉球弧火山フロントの外洋海域に位置する(鈴木ほか, 2024)。元素濃度はCaO(8.31–48.2 wt%), T-Fe₂O₃(0.262–16.6 wt%), Al₂O₃(0.364–13.7 wt%)が高く、MgO(0.77–6.00 wt%), Na₂O(0.74–4.77 wt%)がこれに続く。

トカラ列島周辺海域で採取された海底表層堆積物の化学組成 (久保田ほか)

第1表 GB22-1および22-2航海で採取されたトカラ列島周辺海域表層堆積物の主成分元素の分析結果.

Table 1 Major element composition of marine surface sediments around Tokara Islands (GB22-1 and 22-2 cruises).

Location no.	Lat (N)	Long (E)	W. D.	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	T-Fe ₂ O ₃
			m	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%
g4	28.845	130.065	737	2.67	3.33	10.0	0.164	0.712	19.7	1.16	0.162	8.88
g5	28.864	130.143	1044	2.80	3.58	13.3	0.150	0.961	14.6	0.829	0.176	7.84
g15	28.947	130.087	1070	2.86	1.65	6.75	0.074	0.752	31.3	0.264	0.104	3.05
g29	29.050	130.110	1438	3.28	2.65	12.1	0.104	1.17	17.5	0.484	0.164	5.30
g71	29.231	130.046	1277	3.86	2.86	13.1	0.143	1.71	9.71	0.571	0.293	5.64
g72	29.258	130.150	1186	3.09	3.24	12.1	0.112	1.05	18.3	0.558	0.140	6.68
g98	29.376	130.222	532	3.03	4.43	13.2	0.094	0.904	13.2	0.531	0.129	7.14
g100	29.429	130.428	606	2.71	5.12	11.8	0.120	0.766	13.8	0.613	0.237	8.14
g101	29.457	130.537	1105	3.70	1.73	8.88	0.121	1.45	13.6	0.364	0.248	3.29
g127	29.549	130.508	740	1.92	3.55	9.42	0.087	0.404	27.8	0.285	0.095	4.17
g149	29.557	130.162	493	2.31	5.56	12.1	0.094	0.576	12.3	0.763	0.198	9.93
g153	29.664	130.578	521	1.89	3.05	7.64	0.104	0.408	33.8	0.193	0.058	2.77
g163	29.320	128.888	771	2.38	1.30	6.30	0.108	1.11	29.8	0.290	0.136	2.57
g167	29.431	129.302	797	3.05	2.97	11.1	0.187	0.768	12.0	1.12	0.237	10.4
g176	29.674	130.237	469	2.50	5.40	11.8	0.130	0.695	16.7	0.901	0.187	10.7
g179	29.752	130.547	362	1.91	2.98	4.83	0.091	0.336	38.2	0.159	0.041	1.86
g180	29.786	130.652	682	3.26	1.32	9.54	0.084	1.74	15.3	0.337	0.055	2.77
g191	29.466	129.064	825	3.57	1.99	10.4	0.160	2.00	17.5	0.432	0.408	3.98
g194	29.549	129.373	669	2.07	3.56	6.67	0.186	0.598	24.5	1.69	0.347	13.7
g195	29.607	129.410	673	2.14	4.17	8.49	0.142	0.448	26.3	0.473	0.167	5.94
g206	29.873	130.627	590	2.44	2.57	10.0	0.115	1.36	10.7	0.516	0.109	5.42
g214	29.413	128.816	616	2.40	1.42	6.34	0.115	1.16	27.3	0.278	0.236	3.81
g216	29.529	128.929	905	3.12	1.82	9.30	0.125	1.70	23.7	0.399	0.195	3.81
g217	29.573	128.999	776	3.10	1.48	7.46	0.114	1.24	34.4	0.331	0.208	3.09
g218	29.608	129.165	820	3.17	1.60	8.11	0.108	1.49	26.3	0.333	0.220	3.43
g219	29.643	129.172	838	2.66	1.45	7.27	0.075	0.879	30.2	0.221	0.106	4.40
g231	29.962	130.596	476	2.01	2.02	8.74	0.097	1.59	21.5	0.281	0.074	3.11
g239	29.650	128.919	900	2.88	1.51	8.01	0.111	1.42	27.9	0.327	0.198	3.23
g240	29.647	129.003	869	2.69	1.68	8.31	0.117	1.18	27.5	0.415	0.196	4.10
g241	29.687	129.028	796	2.50	1.86	8.37	0.117	1.03	28.3	0.492	0.144	5.27
g242	29.702	129.209	822	2.29	3.84	9.58	0.140	1.16	20.2	0.896	0.202	10.3
g243	29.729	129.312	649	2.45	1.87	7.72	0.104	0.878	30.0	0.353	0.134	4.21
g251	29.966	130.250	469	2.26	5.47	10.8	0.159	0.678	15.1	1.52	0.231	15.4
g252-3	29.994	130.353	485	2.58	2.60	12.0	0.095	1.08	17.0	0.342	0.093	3.88
g262	29.796	129.011	804	2.21	1.38	6.71	0.087	1.10	29.7	0.278	0.066	3.03
g263	29.790	129.181	769	2.58	1.55	6.76	0.090	1.16	30.5	0.273	0.162	4.09
g278	29.830	128.942	901	3.67	2.15	11.2	0.158	2.28	15.3	0.454	0.374	4.39
g279	29.871	129.010	808	2.56	1.38	6.70	0.100	1.32	27.6	0.298	0.102	3.20
g280	29.883	129.146	757	2.41	3.01	9.62	0.367	1.39	18.2	0.826	0.205	10.8
g281	29.883	129.230	822	3.41	1.57	9.37	0.121	1.87	21.1	0.368	0.187	3.35
g282	29.938	129.352	850	3.62	2.12	11.7	0.144	2.39	14.1	0.466	0.136	4.43
g294	29.948	129.016	916	2.16	1.13	3.74	0.066	0.771	34.3	0.147	0.047	1.48
g295	29.940	129.184	894	3.56	1.31	9.13	0.121	1.80	20.6	0.368	0.179	2.91
g296	30.002	129.223	891	3.79	1.94	12.1	0.145	2.46	12.0	0.507	0.139	4.29
g298	30.056	129.424	561	2.05	1.78	6.00	0.446	0.969	28.3	0.353	0.175	4.81
g310	30.121	129.295	888	3.98	2.18	12.2	0.137	2.49	11.3	0.518	0.058	4.43
g312	30.131	129.508	615	2.80	1.94	9.68	0.140	0.976	23.0	0.420	0.138	4.72
g313	30.200	129.602	495	1.77	1.62	3.66	0.072	0.422	41.5	0.159	0.060	2.00
g314	30.229	129.705	680	3.72	1.39	9.65	0.126	1.81	18.5	0.413	0.100	3.31
g322	30.213	129.277	881	4.08	1.96	11.4	0.141	2.31	13.2	0.499	0.122	4.25
g323	30.242	129.370	890	3.67	1.62	9.61	0.125	1.93	18.1	0.430	0.238	3.53
g325	30.284	129.532	735	4.05	1.47	10.7	0.131	2.12	14.4	0.454	0.119	3.51
g335	30.324	129.415	257	0.735	3.97	0.364	0.110	0.098	48.1	0.021	0.017	0.26
g336	30.384	129.539	791	4.70	1.42	11.4	0.137	2.12	11.0	0.504	0.226	3.76
g338	30.450	129.741	738	3.70	2.60	13.7	0.217	1.32	10.8	0.910	0.175	6.81
g339	30.473	129.845	616	3.60	2.00	12.4	0.168	1.14	14.9	0.560	0.135	4.82
g344	30.437	129.309	812	3.63	1.84	11.8	0.161	1.62	13.6	0.575	0.119	4.66

第1表 続き.

Table 1 Continued.

Location no.	Lat (N)	Long (E)	W. D. m	Na ₂ O wt%	MgO wt%	Al ₂ O ₃ wt%	P ₂ O ₅ wt%	K ₂ O wt%	CaO wt%	TiO ₂ wt%	MnO wt%	T-Fe ₂ O ₃ wt%
g345	30.448	129.401	778	3.64	1.38	9.69	0.127	1.79	18.4	0.424	0.103	3.44
g346	30.476	129.506	659	1.99	0.768	5.44	0.064	0.809	9.91	0.225	0.057	1.89
g347	30.511	129.640	673	3.85	1.39	10.0	0.147	1.59	19.0	0.456	0.111	3.63
g348	30.529	129.719	621	3.03	3.88	11.9	0.317	0.727	9.88	2.33	0.255	16.6
g349	30.554	129.816	611.0	3.79	1.21	9.94	0.122	1.89	16.1	0.433	0.087	3.33
g350	30.583	129.920	549	3.36	1.86	11.9	0.190	1.23	15.4	0.573	0.110	5.06
g353	30.563	129.384	796	4.22	1.54	11.7	0.142	2.29	11.0	0.498	0.127	3.80
g354	30.565	129.475	781	4.05	1.82	11.2	0.132	2.20	13.6	0.476	0.069	3.90
g355	30.610	129.546	732	4.77	1.73	12.4	0.131	1.98	9.67	0.506	0.123	4.48
g357	30.645	129.787	481	3.43	2.00	11.8	0.178	1.26	19.7	0.646	0.101	5.83
g360	30.656	129.439	723	4.11	1.61	11.0	0.134	2.11	14.2	0.477	0.104	3.76
g361	30.682	129.544	713	4.00	1.89	11.5	0.134	2.22	13.0	0.488	0.055	3.92
g362	30.705	129.662	596	3.30	1.58	8.92	0.131	1.45	23.1	0.465	0.091	4.34
g443	30.394	130.156	635	2.88	6.00	12.1	0.094	1.04	8.31	0.721	0.235	10.3

※ Bold type indicates the concentration of the richest element in each sample.

た. 微量元素で高い濃度を示すのは, Sr (285–2,218 mg/kg), V (6.23–496 mg/kg), Ba (13.8–472 mg/kg), Zn (10.2–177 mg/kg), Rb (3.35–113 mg/kg)などで, 他の微量元素は全ての試料で100 mg/kg以下を示した. 本海域で採取した71試料のうち, 一部の試料は, 粒度や採取深度にかかわらず, 炭酸塩骨格や殻から構成される生物遺骸破片を含んでいた. しかしながら, 30 wt%以上のCaO濃度を示したのは10試料 (20 wt%以上の濃度を示したのは29試料)と少なく, 9試料でCaO濃度よりAl₂O₃濃度が高く, 2試料でT-Fe₂O₃濃度が最も高かった(第1表). Al₂O₃, T-Fe₂O₃濃度が高く相対的にCaO濃度が低いという特徴は, 既報のトカラ列島周辺海域 (GB21-1, 21-2および21-3)における海底表層堆積物試料の分析結果 (久保田ほか, 2022, 2023)と同様であり, 生物起源の炭酸塩鉱物が主成分である沖縄周辺海域の海底表層堆積物試料 (寺島ほか, 2009; 太田ほか, 2010, 2011, 2013, 2016, 2017; 久保田ほか, 2019)とは明らかに傾向が異なる.

第3表に, 粒度別試料 (粗粒砂, 中粒砂, 細粒砂, 砂質泥-泥質)の各元素濃度の中央値を示した. 粒度区分は船上記載データに基づく (鈴木ほか, 2024). Al₂O₃, Na₂O, K₂O, Cr, Ni, Cu, Zn, Pbなどの地殻起源の成分は砂質泥-泥質試料で濃度が最も高く, 細粒化に伴って濃度が高くなる傾向がみられた. 一方で, MgO, TiO₂, T-Fe₂O₃, Sc, V, Coといった成分は粗粒砂試料で高濃度を示し, 生物遺骸粒子に由来するCaOやSrの濃度は砂質泥-泥質試料で最も低かった. どの粒度でも最高濃度を示す成分はCaOではあるものの, Al₂O₃の濃度も比較的高く, これら試料の主な構成成分は生物遺骸粒子だけでなく火山岩由来の碎屑性粒子の寄与が大きいたことが示唆される.

次に, 調査海域を4つに区分した海域別の元素濃度平

均値を第4表に示した. 海域の区分は, GB21-1, 21-2および21-3航海の報告書 (久保田ほか, 2022, 2023)を参考に, g4, g5, g15, g29, g71, g72, g98, g100, g101をトカラ列島南東海域, g127, g149, g153, g176, g179, g180, g206, g231, g251, g252-3をトカラ列島北東海域, g163, g167, g191, g194, g195, g214, g216-g219, g239-g243, g262, g263, g278-g281, g294, g295をトカラ列島南西海域, g282, g296, g298, g310, g312-g314, g322, g323, g325, g335, g336, g338, g339, g344-g350, g353-g355, g357, g360-g362, g443をトカラ列島北西海域とした(第1図). トカラ列島南東海域試料の多くは1000 m以深で採取され, Al₂O₃, TiO₂, T-Fe₂O₃, Co, Cu, Zn, Pbなどの濃度が高く, CaOやSrの濃度が低い傾向にあった. 南東海域はGK15-2航海における奄美大島北部海域と最も近接しており, g4およびg5は奄美大島の北方約10kmに位置する. 両海域はT-Fe₂O₃濃度が高いという特徴が一致していた (太田ほか, 2017). 北東海域は浅海部が多く, 比較的CaO濃度が高い. CaOに伴って濃集すると考えられるSrも高濃度を示すことから, 生物生産が盛んである可能性がある. また, K₂O, Na₂O, MnOの濃度が低かった. 南西海域はMnO, Ni, Pb濃度が高く, 0.35 wt%以上の高MnO濃度を示す試料 (g191, g194, g278)は南西海域に分布する. 北西海域は, GB21-2および21-3航海における口永良部島周辺海域の西部に位置しており, 同様にK₂O, Na₂O, Li, Be, Rb, Baといった成分の濃度が高い傾向がみられた.

3.2 トカラ列島周辺海域 (GB22-1 および 22-2 航海) における水深および元素濃度間の関係

第5表に, 水深データを含む測定値間の相関係数を示した. 相互に高い相関係数を示すK₂O, Rb, Baは珪長質

トカラ列島周辺海域で採取された海底表層堆積物の化学組成 (久保田ほか)

第2表 GB22-1 および22-2航海で採取されたトカラ列島周辺海域表層堆積物の微量元素の分析結果.

Table 2 Trace element composition of marine surface sediments around Tokara Islands (GB22-1 and 22-2 cruises).

Location no.	W. D. m	Li mg/kg	Be mg/kg	Sc mg/kg	V mg/kg	Cr mg/kg	Co mg/kg	Ni mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Rb mg/kg	Sr mg/kg	Y mg/kg	Mo mg/kg	Ba mg/kg	Pb mg/kg
g4	737	13	0.7	23	226	20	18	8.9	11	117	23	926	21	0.5	119	9.9
g5	1044	16	0.8	24	168	27	19	15	23	88	33	393	20	0.7	191	13
g15	1070	12	0.6	10	60	15	11	16	16	49	27	742	16	0.6	129	15
g29	1438	19	0.9	19	139	34	17	26	37	74	42	459	20	1.2	237	17
g71	1277	27	1.1	18	157	54	17	33	53	83	61	352	20	2.6	315	21
g72	1186	15	0.7	21	165	36	21	21	37	75	32	453	18	0.9	173	14
g98	532	11	0.5	25	216	68	26	31	65	74	26	465	17	1.0	126	11
g100	606	12	0.5	27	208	67	31	45	40	89	22	414	16	1.5	125	17
g101	1105	29	1.0	10	78	34	10	24	29	70	60	584	16	2.3	284	20
g127	740	8.9	0.4	16	108	13	13	10	16	54	11	1502	12	0.4	61	8.0
g149	493	11	0.5	32	280	39	31	20	23	100	15	398	14	0.5	86	9.3
g153	521	8.9	0.4	10	67	15	9.3	10	12	44	12	1606	12	0.3	64	10
g163	771	22	0.9	6.8	52	29	8.8	27	15	57	48	835	11	0.6	223	20
g167	797	13	0.7	18	215	16	19	10	6.8	155	23	435	16	0.6	146	13
g176	469	11	0.5	34	365	46	33	26	32	115	20	640	18	0.8	103	13
g179	362	7.8	0.3	6.3	47	9.4	5.1	7.8	6.4	36	8.6	1658	9.4	0.5	46	6.0
g180	682	36	1.2	8.0	47	18	5.9	10	10	58	69	715	15	0.7	263	17
g191	825	42	1.7	11	89	56	13	46	31	97	94	602	17	2.5	413	41
g194	669	11	0.5	23	386	33	27	27	15	149	19	816	16	1.7	89	15
g195	673	9.2	0.4	23	115	25	19	17	11	82	14	1337	15	0.4	71	13
g206	590	27	1.0	15	120	17	13	11	8.6	74	49	474	13	0.4	214	13
g214	616	17	1.0	6.2	56	27	14	46	11	73	47	1140	12	1.9	203	25
g216	905	33	1.4	11	85	45	12	34	26	84	77	655	16	0.9	338	26
g217	776	25	1.0	8.5	72	32	11	34	18	68	52	848	13	1.2	229	22
g218	820	26	1.1	9.3	72	42	11	34	21	71	70	716	15	1.7	272	22
g219	838	14	0.9	8.2	55	27	11	23	12	52	37	719	11	0.6	109	18
g231	476	30	1.0	8.5	54	11	7.6	10	5.9	50	58	1176	11	0.3	214	13
g239	900	27	1.2	8.9	69	40	11	32	20	65	64	727	14	1.3	269	24
g240	869	23	1.0	10	84	32	12	29	17	64	51	694	14	1.1	225	20
g241	796	18	0.8	12	123	30	14	24	14	74	42	699	13	0.6	167	18
g242	822	20	1.2	23	206	45	24	26	16	108	48	502	14	0.5	153	15
g243	649	14	0.8	11	87	25	14	25	13	58	35	761	12	0.8	128	16
g251	469	13	0.6	33	496	28	36	16	16	137	20	595	17	0.6	108	11
g252-3	485	19	0.8	14	78	12	11	10	8.6	50	35	750	14	0.5	145	13
g262	804	22	0.9	7.6	55	30	8.6	20	13	52	48	762	12	0.4	189	15
g263	769	23	1.1	8.3	58	34	12	30	14	59	50	747	12	1.0	181	18
g278	901	49	1.9	11	88	64	15	43	27	88	104	551	15	1.3	440	25
g279	808	26	1.2	7.6	58	38	10	25	14	63	61	727	13	0.8	228	17
g280	757	19	1.5	18	165	48	22	35	13	108	51	485	18	0.9	152	20
g281	822	31	1.4	9.1	64	41	10	30	19	69	79	591	17	1.7	336	23
g282	850	45	1.7	11	84	62	12	38	28	92	102	498	17	0.8	424	27
g294	916	10	0.6	3.6	26	17	4.6	12	5.8	28	29	1424	9.4	0.3	119	8.1
g295	894	27	1.3	9.3	55	28	8.3	24	15	63	69	550	21	1.7	302	23
g296	891	48	1.9	12	85	61	12	36	27	94	109	447	21	1.2	442	27
g298	561	16	0.8	8.2	81	28	18	47	10	69	38	881	14	1.3	118	22
g310	888	52	1.9	11	96	67	11	42	32	103	113	449	18	0.7	472	28
g312	615	14	0.9	13	84	21	15	20	12	62	34	638	15	0.9	145	20
g313	495	8.5	0.4	5.8	37	11	7.5	12	6.6	35	16	2218	10	0.3	59	8.9
g314	680	23	1.1	10	57	25	7.3	17	14	63	65	540	21	1.9	297	18
g322	881	39	1.7	11	77	54	11	33	25	91	97	464	19	1.1	425	26
g323	890	31	1.4	10	68	41	11	32	19	74	80	521	18	2.0	357	23
g325	735	29	1.3	11	61	35	8	22	18	73	84	462	24	1.6	370	22
g335	257	3.1	0.1	1.0	6.2	8.1	1.0	2.4	1.9	10	3.3	1987	5.6	0.2	14	3.7
g336	791	22	1.2	12	61	19	8.8	17	12	70	71	348	26	2.3	344	23
g338	738	15	0.9	21	137	16	13.4	10	10	84	40	372	23	1.2	233	14
g339	616	15	1.0	16	104	18	11.3	11	10	73	41	455	18	1.0	218	16
g344	812	21	1.2	14	86	22	10.0	14	13	70	58	406	22	1.3	279	17
g345	778	24	1.1	11	63	27	8.3	19	13	67	69	512	23	1.5	301	20
g346	659	9.3	0.5	6.4	30	8.7	4.0	6.4	5.2	30	27	300	12	0.8	128	8.9
g347	673	18	0.9	12	64	17	8.3	13	9.7	60	56	579	23	1.7	252	18
g348	621	10	0.7	32	465	19	30	10	11	177	22	370	22	0.9	144	10
g349	611	22	1.1	10	49	19	6.3	13	11	64	65	479	24	1.5	305	18
g350	549	15	1.0	13	85	17	10	9.8	9.0	68	36	507	16	0.9	200	15
g353	796	33	1.5	11	62	36	7.9	23	19	76	85	394	23	1.7	409	21
g354	781	38	1.6	11	73	48	9.0	30	23	86	92	482	20	1.1	403	23
g355	732	24	1.3	13	76	23	9.6	15	12	73	68	353	24	1.7	315	18
g357	481	17	1.0	15	106	21	11	13	9.3	76	42	606	17	0.9	192	14

第2表 続き.

Table 2 Continued.

Location no.	W. D. m	Li mg/kg	Be mg/kg	Sc mg/kg	V mg/kg	Cr mg/kg	Co mg/kg	Ni mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Rb mg/kg	Sr mg/kg	Y mg/kg	Mo mg/kg	Ba mg/kg	Pb mg/kg
g360	723	35	1.5	11	64	36	7.9	23	19	76	80	471	22	1.4	371	20
g361	713	40	1.6	12	83	51	10	33	26	92	97	478	21	1.0	401	23
g362	596	23	1.1	11	82	26	9.0	16	12	70	55	640	17	0.9	237	15
g443	635	14	0.6	40	261	33	31	14	19	103	30	285	23	1.3	169	10

第3表 GB22-1および22-2航海で採取された海底表層堆積物の粒度別化学組成の中央値.

Table 3 Median elemental concentrations by particle size.

Elements		Coarse sand n=18	Medium sand n=16	Fine and very fine sand n=23	sandy silt, silty clay n=14
Na ₂ O	wt %	2.28	2.83	3.30	3.82
MgO	wt %	3.56	1.82	1.55	1.91
Al ₂ O ₃	wt %	10.0	9.65	9.54	11.3
P ₂ O ₅	wt %	0.112	0.124	0.122	0.139
K ₂ O	wt %	0.69	1.05	1.45	2.21
CaO	wt %	18.4	21.3	19.0	13.6
TiO ₂	wt %	0.524	0.498	0.415	0.477
MnO	wt %	0.145	0.142	0.134	0.136
T-Fe ₂ O ₃	wt %	6.54	4.76	3.53	3.95
Li	mg/kg	11.2	16.2	22.6	38.2
Be	mg/kg	0.524	0.914	1.102	1.60
Sc	mg/kg	20.3	12.5	10.4	11.0
V	mg/kg	164	82.4	64.5	80.3
Cr	mg/kg	18.3	26.6	28.2	52.5
Co	mg/kg	18.1	12.5	9.76	10.9
Ni	mg/kg	10.7	18.7	21.8	33.0
Cu	mg/kg	11.4	12.1	13.8	26.4
Zn	mg/kg	78.2	71.6	64.8	87.2
Rb	mg/kg	19.9	37.3	57.7	93.0
Sr	mg/kg	783	622	550	480
Y	mg/kg	15.0	16.0	17.3	18.9
Mo	mg/kg	0.461	0.910	1.16	1.21
Ba	mg/kg	106	171	252	406
Pb	mg/kg	10.6	17.6	17.6	23.1

の火山性物質の影響を、TiO₂、T-Fe₂O₃、Sc、V、Co、Znは苦鉄質の火山性物質の影響を強く反映していると推測される。水深と各元素濃度の間には有意な相関関係は認められなかった($r < 0.6$)。しかしながら、前項で示した海域別に水深と各元素濃度の関係をみると、南東海域および北西海域においては正および負の相関関係が認められた(第6表)。それぞれの海域で特徴は異なり、まず南東海域においては珪長質岩に多く含まれるK₂O、Rb、Ba濃度と水深の間に正の相関関係が認められた。また、北

西海域では水深が深くなるにつれ、K₂O、Rb、B、Na₂O、Al₂O₃、Li、Be、Cr、Cu、Pb濃度が増加し、CaOおよびSr濃度は減少することが確かめられた。第2図は、Al₂O₃、K₂O、CaO、Cu濃度と水深の関係を、海域別に示したものである。Al₂O₃、K₂O、CaO濃度と水深の関係は概ねGB21-2および21-3航海における同図(久保田ほか、2023)と一致しており、Al₂O₃およびK₂O濃度は水深が増すにつれ緩やかに増加し、CaO濃度は緩やかに減少する傾向が見られた。ただ、同程度の水深でトカラ列島の南

第4表 GB22-1 および22-2航海で採取されたトカラ列島周辺海域表層堆積物の海域別平均値.
Table 4 Average elemental concentration and water depth by sea area.

Sea area	(n)	W. D.	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	T-Fe ₂ O ₃
		m	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%
Southeastern	9	999	3.11	3.18	11.2	0.120	1.05	16.8	0.597	0.184	6.22
Northeastern off the Tokara Islands	10	529	2.31	3.45	9.68	0.106	0.887	20.9	0.529	0.114	6.01
Southwestern	23	800	2.74	2.00	8.12	0.131	1.25	25.3	0.481	0.194	5.02
Northwestern	29	691	3.46	2.02	10.2	0.153	1.61	17.0	0.535	0.124	4.62
All the samples	71	743	3.02	2.36	9.59	0.135	1.32	20.2	0.524	0.153	5.15

Sea area	(n)	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Mo	Ba	Pb
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Southeastern	9	17.2	0.756	19.6	157	39.4	18.9	24.3	34.6	79.9	36.2	532	18.0	1.26	189	15.3
Northeastern off the Tokara Islands	10	17.2	0.671	17.6	166	20.9	16.6	13.1	13.8	71.8	29.7	951	13.6	0.503	130	11.2
Southwestern	23	22.6	1.06	11.5	101	35.0	13.5	28.3	16.0	77.6	52.7	753	14.2	1.07	217	19.8
Northwestern	29	24.2	1.13	13.0	92.7	30.0	11.0	20.4	15.1	75.3	61.3	591	19.3	1.20	277	18.3
All the samples	71	21.8	1.00	14.0	114	31.5	13.6	22.4	17.7	76.2	50.9	687	16.7	1.07	226	17.4

※Southeastern: g4, g5, g15, g29, g71, g72, g98, g100, g101, Northeastern: g127, g149, g153, g176, g179, g180, g206, g231, g251, g252-3,

Southwestern: g163, g167, g191, g194, g195, g214, g216-g219, g239-g243, g262, g263, g278-g281, g294, g295,

Northwestern: g282, g296, g298, g310, g312-g314, g322, g323, g325, g335, g336, g338, g339, g344-g350, g353-g355, g357, g360-g362, g443

Bold letters indicate the highest concentration of each element.

第5表 GB22-1および22-2航海で採取されたトカラ列島周辺海域表層堆積物の各測定値間の相関係数。
Table 5 Correlation coefficient matrix for studied sediments (n = 71).

	Depth	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	T-Fe ₂ O ₃	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Mo	Ba	
Na ₂ O	0.41																								
MgO	-0.27	-0.36																							
Al ₂ O ₃	0.25	0.67	0.28																						
P ₂ O ₅	-0.08	0.08	0.11	0.20																					
K ₂ O	0.37	0.84	-0.50	0.45	0.06																				
CaO	-0.21	-0.66	-0.17	-0.86	-0.22	-0.53																			
TiO ₂	-0.06	0.06	0.52	0.43	0.50	-0.14	-0.44																		
MnO	0.29	0.15	0.28	0.27	0.32	0.08	-0.27	0.46																	
T-Fe ₂ O ₃	-0.10	-0.11	0.72	0.42	0.45	-0.28	-0.40	0.92	0.50																
Li	0.38	0.64	-0.42	0.33	0.00	0.91	-0.38	-0.17	0.13	-0.28															
Be	0.40	0.72	-0.48	0.40	0.15	0.94	-0.43	-0.10	0.15	-0.21	0.94														
Sc	-0.08	-0.03	0.86	0.58	0.23	-0.28	-0.49	0.74	0.40	0.87	-0.32	-0.29													
V	-0.13	-0.16	0.78	0.37	0.32	-0.34	-0.34	0.89	0.47	0.96	-0.31	-0.31	0.88												
Cr	0.36	0.37	0.16	0.41	0.08	0.51	-0.35	0.70	0.07	0.41	0.15	0.18	0.15	0.33											
Co	-0.06	-0.19	0.84	0.41	0.30	-0.34	-0.32	0.70	0.55	0.41	0.15	0.18	0.15	0.33	0.20										
Ni	0.35	0.23	-0.09	0.11	0.22	0.44	-0.08	-0.09	0.50	-0.01	0.55	0.55	-0.08	-0.03	0.83	0.20									
Cu	0.45	0.32	0.30	0.50	-0.09	0.26	-0.37	0.06	0.35	0.16	0.31	0.23	0.33	0.24	0.80	0.40	0.57								
Zn	0.09	0.22	0.49	0.54	0.50	0.09	-0.55	0.89	0.60	0.87	0.12	0.17	0.71	0.81	0.37	0.73	0.23	0.25							
Rb	0.40	0.74	-0.53	0.33	0.03	0.97	-0.40	-0.20	0.09	-0.33	0.96	-0.51	-0.37	-0.38	0.57	-0.37	0.54	0.27	0.07						
Sr	-0.39	-0.68	0.01	-0.75	-0.22	-0.55	0.84	-0.37	-0.33	-0.34	-0.39	-0.51	-0.37	-0.26	-0.43	-0.29	-0.26	-0.38	-0.48	-0.46					
Y	0.27	0.82	0.00	0.73	0.28	0.59	-0.73	0.38	0.19	0.25	0.32	0.44	0.36	0.19	0.21	0.13	0.03	0.24	0.43	0.44	-0.67				
Mo	0.37	0.65	-0.26	0.29	0.14	0.54	-0.39	0.02	0.55	-0.07	0.37	0.42	-0.06	-0.08	0.33	-0.05	0.44	0.35	0.14	0.48	-0.46	0.56			
Ba	0.44	0.84	-0.48	0.45	0.02	0.98	-0.51	-0.12	0.15	-0.29	0.93	0.93	-0.27	-0.32	0.55	-0.33	0.47	0.32	0.13	0.97	-0.53	0.57	0.56		
Pb	0.44	0.61	-0.46	0.25	0.16	0.78	-0.25	-0.17	0.40	-0.24	0.80	0.84	-0.31	-0.30	0.82	-0.19	0.77	0.34	0.14	0.84	-0.41	0.32	0.62	0.81	

Bold type indicates that the correlation coefficient is larger than 0.6 or smaller than -0.6.

第6表 各海域における水深と全元素濃度間の相関係数.

Table 6 Correlation coefficients between water depth and all element concentrations by sea area.

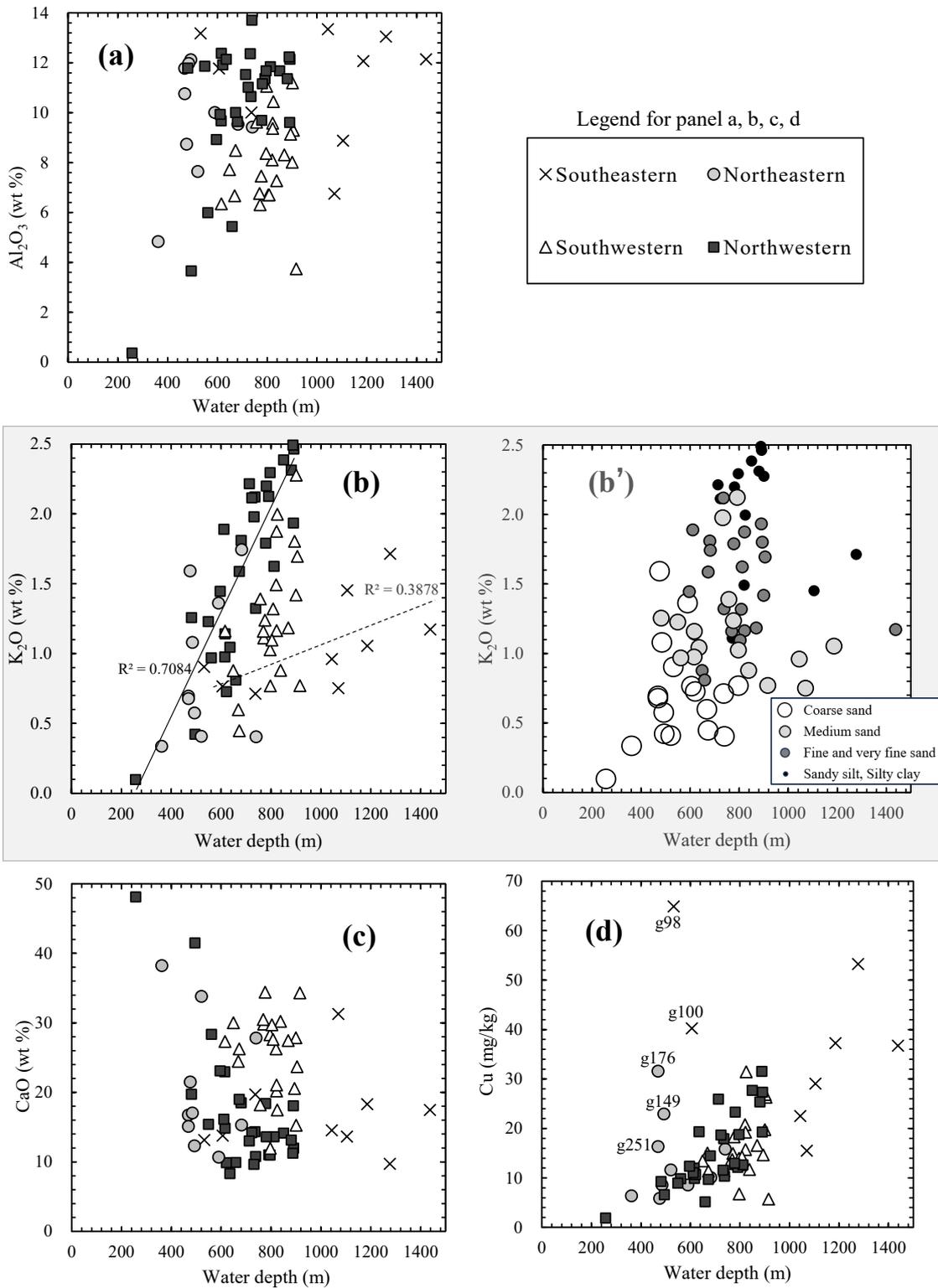
	Depth			
	South eastern	North eastern	South western	North western
Na ₂ O	0.59	0.32	0.51	0.73
MgO	-0.69	-0.31	-0.37	-0.29
Al ₂ O ₃	-0.04	0.19	0.20	0.63
P ₂ O ₅	-0.05	-0.32	-0.19	-0.12
K ₂ O	0.62	0.27	0.53	0.84
CaO	0.09	-0.21	-0.15	-0.70
TiO ₂	-0.34	-0.20	-0.30	0.09
MnO	0.16	-0.18	-0.07	0.29
T-Fe ₂ O ₃	-0.55	-0.21	-0.36	0.03
Li	0.59	0.33	0.50	0.78
Be	0.74	0.35	0.50	0.83
Sc	-0.55	-0.17	-0.36	0.07
V	-0.61	-0.24	-0.35	-0.01
Cr	-0.45	-0.16	0.31	0.71
Co	-0.62	-0.21	-0.46	0.06
Ni	-0.21	-0.21	-0.06	0.59
Cu	-0.14	-0.01	0.34	0.76
Zn	-0.36	-0.14	-0.26	0.42
Rb	0.66	0.31	0.53	0.83
Sr	-0.23	-0.03	-0.31	-0.64
Y	0.35	0.11	0.16	0.59
Mo	0.29	-0.02	-0.06	0.50
Ba	0.72	0.33	0.52	0.86
Pb	0.54	0.32	0.19	0.80

Bold type indicates that the correlation coefficient is larger than 0.6 or smaller than -0.6.

側 (南西および南東海域) 試料と北側 (北西および北東海域) 試料を比較すると, Al₂O₃ および K₂O 濃度は北側が高く, CaO 濃度は北側が低い. K₂O 濃度と水深の関係においては, 各海域について高い相関係数 (第6表) が得られるが, それぞれの回帰直線の傾きが異なるため, 全体的にはばらつきがやや大きくなった (第2図 (b)). また, 第2図 (b') より, 細粒化に伴って K₂O 濃度が高くなることが確かめられ, 他の元素に比べてより鮮明にその特徴が示された. 水深と Cu 濃度間の関係では, 特に北西海域において正の相関が確認され ($r = 0.76$), 他海域についてもその直線関係に準ずる傾向にある. その直線関係からずれる粗粒堆積物試料 (g98, g100, g149, g176, g251) は採取地点が近接しており, 付近の海域には古期岩類 (古第三系・中生界・古生界) が分布する (本座ほか, 1977).

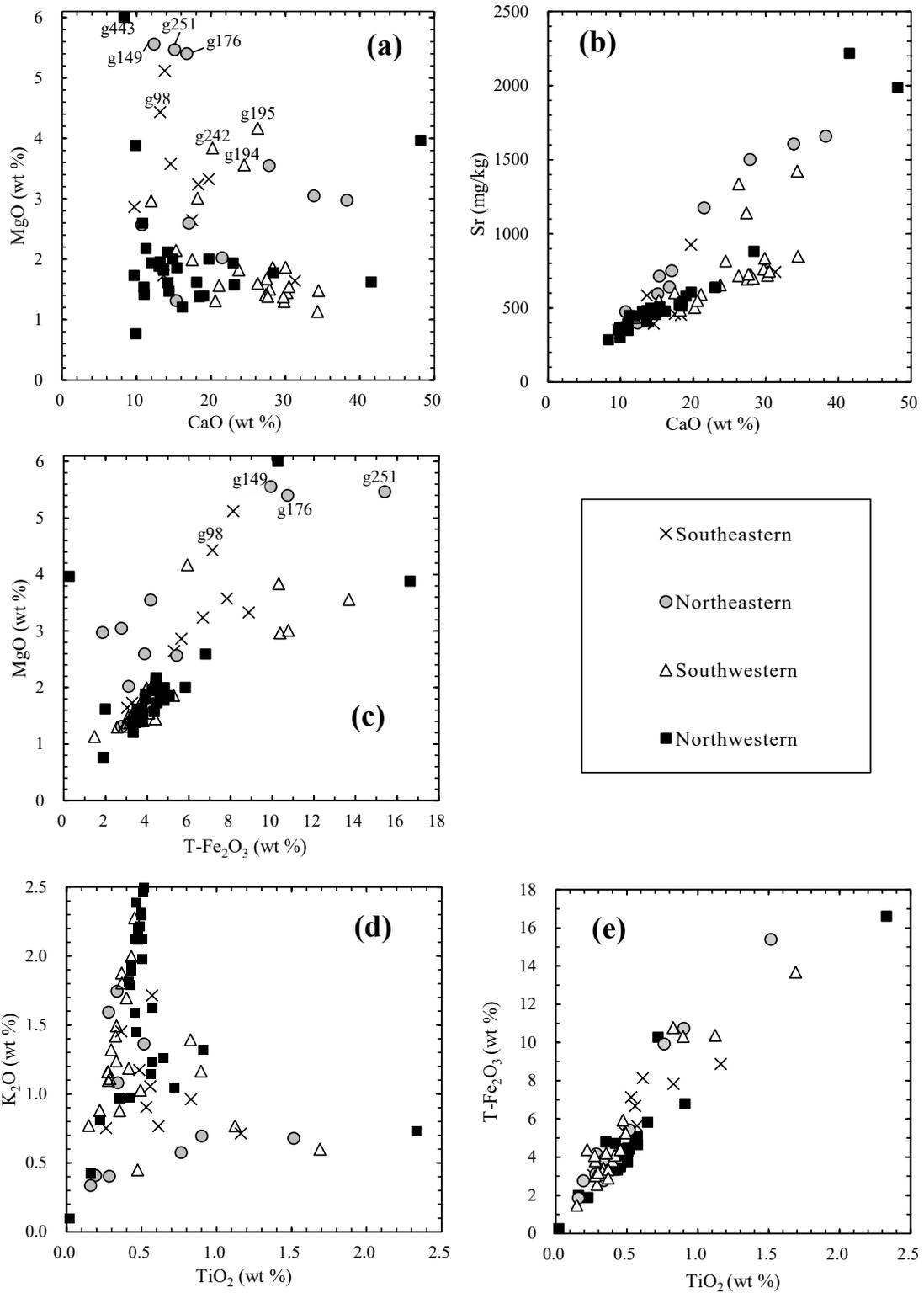
第3図a, bは, 生物遺骸粒子の主成分である CaO, MgO, Sr の濃度の関係を示したものである. 3成分間の相関係数は, CaO-Sr (0.84), CaO-MgO (-0.17), MgO-Sr (0.01) となっており (第5表), 海域別にみても高い相関

係数を示すのは CaO-Sr 濃度間のみであった. これら3成分は, 石灰藻, 珊瑚, 貝類などの生物活動で同様に濃集されると考えられるが, 本海域において MgO の濃集挙動は他の2成分と異なることが推測される. 第3図aで CaO 低濃度かつ MgO 高濃度の試料は, 粒度が粗く, T-Fe₂O₃, TiO₂, Sc, V, Zn 等の濃度が高く, K₂O, Rb, Ba に乏しいことが確かめられた. この特徴は GB21-2 および 21-3 航海における報告 (久保田ほか, 2023) と同様であり, これら試料の起源として苦鉄質火山岩由来の碎屑粒子の寄与が大きいことが示唆される. また CaO 低濃度・MgO 高濃度試料の多くは, トカラ列島の東側 (北東および南東海域) で採取された試料で, 一部南西海域の島近傍の試料が含まれる. 海底地質図によると, トカラ列島東方沖には第四紀堆積層および古期岩類 (古第三系・中生界・古生界) が分布しており (本座ほか, 1977), 特に g98, g149, g176, g251 は奄美大島周辺海域試料 (太田ほか, 2017) と同様に MgO, Co, T-Fe₂O₃ 濃度が高く, CaO 濃度が低い (第2表および第3図a, c) という特徴を有する.



第2図 GB22-1 および22-2航海で採取されたトカラ列島周辺海域表層堆積物中の Al_2O_3 、 K_2O 、 CaO 、 Cu 濃度と試料採取地点の水深の関係(海域別)。(b) 実線と破線はそれぞれ、北西部と南東部のサンプルにおける相関関係を示す。(b')は K_2O 濃度と水深の関係を粒度別に示す。

Fig. 2 The relationship between elemental concentrations (Al_2O_3 , K_2O , CaO , Cu) and water depth by sea area. (b) The solid and broken lines show the correlation lines for Northwestern and Southeastern samples, respectively. (b') is the relationship between K_2O concentration and water depth by particle size.



第3図 GB22-1および22-2航海で採取されたトカラ列島周辺海域表層堆積物中のCaO-MgO, CaO-Sr, T-Fe₂O₃-MgO, TiO₂-K₂O, TiO₂-T-Fe₂O₃濃度間の関係 (海域別).

Fig. 3 The relationship between elemental concentrations of marine sediments by sea area ((a) CaO-MgO, (b) CaO-Sr, (c) T-Fe₂O₃-MgO, (d) TiO₂-K₂O, (e) TiO₂-T-Fe₂O₃).

苦鉄質火山岩由来の碎屑粒子の寄与については、 $MgO-T-Fe_2O_3$ 濃度間および $T-Fe_2O_3-TiO_2$ 濃度間の相関係数が高いことから確認することができる(第3図cおよびe, 相関係数はそれぞれ0.72および0.92)。また、 TiO_2 濃度と K_2O 濃度の関係(第3図d)では、GK15-2航海(太田ほか, 2017)、GB21-2および21-3航海(久保田ほか, 2023)の試料の分析結果と同様に、① TiO_2 、 K_2O ともに低濃度、②高濃度 TiO_2 ・低濃度 K_2O 、③低濃度 TiO_2 ・高濃度 K_2O の3つの傾向が確かめられた。これにより、本航海で採取した試料についても、 CaO 、 Sr に富む生物遺骸粒子、 $T-Fe_2O_3$ や MgO などに富む苦鉄質火山岩類由来の碎屑性粒子、 K_2O などに富む珪長質火山岩類由来の碎屑性粒子の3つの起源物質の影響を受けているものと推測された。

次に Al_2O_3 濃度と CaO 、 K_2O 、 $T-Fe_2O_3$ 、 TiO_2 、 Cu 濃度の関係を粒度別に示した(第4図)。 Al_2O_3 濃度と CaO 濃度間には明瞭な負の相関係数($r = -0.86$)が認められる(第4図a)。これは CaO を主成分とする生物遺骸粒子(炭酸塩鉱物)と Al_2O_3 を主とする碎屑性粒子(ケイ酸塩鉱物)の単純な混合関係を示していると考えられる。この直線関係から外れるg101、g206、g346は粒度および分布海域が異なるなど共通点はなく、他に比べ CaO 濃度が低くなる要因は不明瞭である。第4図(b)は $Al_2O_3-K_2O$ 濃度間の関係を示しており、全体の相関係数は0.45と高くない。一般的なケイ酸塩岩石(苦鉄質岩-珪長質岩)中の K_2O 濃度は1-6%、 Al_2O_3 濃度は12-17%程度変化すると言われ、異なる岩石由来の碎屑性粒子が近傍に堆積する場合は $Al_2O_3-K_2O$ 濃度間の相関係数は小さくなると考えられる。一方で、粒度別にみるとそれぞれ正の相関が認められる。粒度によって回帰直線の傾きが異なり、砂質泥-泥質から粒度が粗くなるにつれ傾きが緩やかになることが確認できた。また、 Al_2O_3 高濃度(10 wt%以上)かつ K_2O 高濃度(2.0 wt%以上)の砂質泥-泥質試料は、すべて陸域から遠く離れた北西海域の水深700-900 mの海底面から採取された試料であった。これらは陸源性の碎屑物の影響だけでなく、堆積場が半遠洋性の環境下に移行し、粘土鉱物の含有量が増加したことを反映している可能性が考えられる。

第4図cに示す通り、 $Al_2O_3-T-Fe_2O_3$ 濃度間では、 $T-Fe_2O_3$ 低濃度域(8.0 wt%以下)において正の相関係数が認められる($r = 0.74$)。g194、g251、g348は、 $Al_2O_3-T-Fe_2O_3$ 間の直線的な傾向から外れ、著しく高い $T-Fe_2O_3$ 濃度を持つ粗粒堆積物試料である。これら3試料は $T-Fe_2O_3$ と MgO の他、 TiO_2 、 Sc 、 V などの不可動性元素の濃度が高いため、鉄酸化物被覆ではなく苦鉄質火成岩類の影響が強く表れた試料であると考えられる。トカラ列島周辺海域における $T-Fe_2O_3$ 高濃度試料に関しては、GB21-1、21-2および21-3航海のデータ(久保田ほか, 2022, 2023)を含めて考察しても地域性が認められないため、局所的な要因によ

るものと推測される。 $Al_2O_3-TiO_2$ 濃度間の関係(第4図d)においても、 TiO_2 低濃度域(0.8 wt%以下)で正の相関係数が認められ($r = 0.87$)、 $T-Fe_2O_3$ 高濃度試料と TiO_2 高濃度試料はほぼ一致していた。

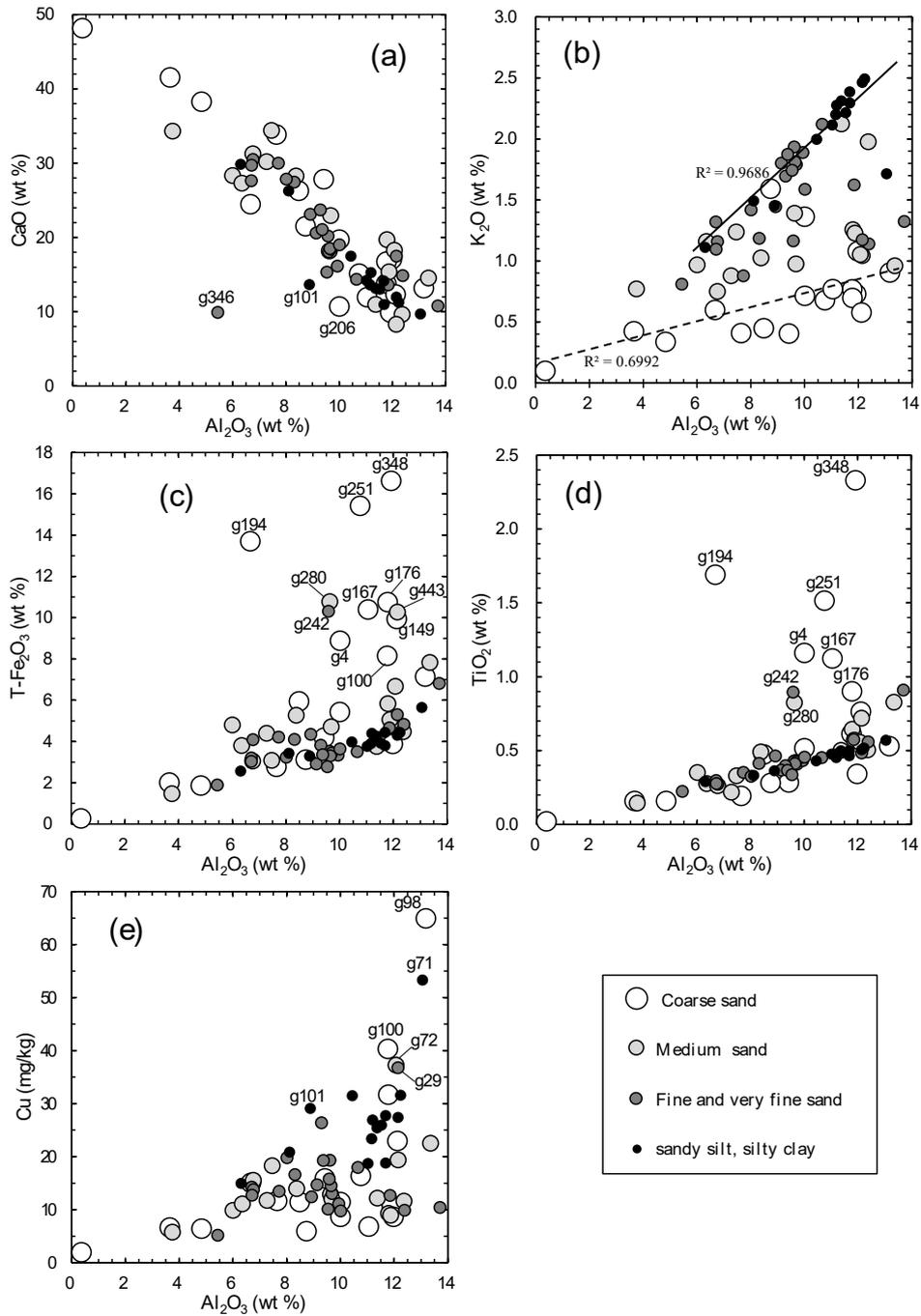
Al_2O_3 濃度と Cu 濃度の関係(第4図e)では、ばらつきが大きくはっきりとしたトレンドは確認できない。 Cu 高濃度試料(35 mg/kg以上)はすべて南東海域の深海域で採取され、中でもg71、g100は Mn 濃度がやや高い。これらはGB21-2および21-3航海(久保田ほか, 2023)における Cu 高濃度試料と採取地点が近接、また類似点も多いことから、GH09航海の報告(太田ほか, 2010)にあるように Cu 高濃度化の要因の一つとして初期続成作用による濃集が考えられる。すなわち、この Cu 高濃度試料は、還元的環境下にある下層堆積物から溶出したイオンが堆積物表層や海中で酸化されて再沈殿(堆積物表層部の粒子表面に吸着)したものと推測される。

4. まとめ

トカラ列島の口之島、中之島、諏訪之瀬島および口永良部島などの活火山が分布する琉球弧火山フロントの外洋海域から採取した海底表層堆積物71試料について、53元素の化学分析を行い、主成分元素および微量元素24元素の化学組成の特徴や分布特性について検討を行った。本調査海域においては、生物源炭酸塩が主成分である沖縄本島周辺海域とは異なり、 Al_2O_3 、 $T-Fe_2O_3$ 濃度が高く相対的に CaO 濃度が低い傾向が見られた。これは既報のトカラ列島周辺海域(GB21-1、21-2および21-3)における海底表層堆積物試料の分析結果と一致しており、火山岩由来の碎屑性粒子の影響が大きいと推測された。本調査海域を4つの海域に区分したところ、海域によって各元素の分布特性および水深データを含む測定値間の相関係数に明らかな違いが見られた。生物遺骸粒子の主成分である CaO 、 MgO 、 Sr の濃度の関係は、海域別にみても $CaO-Sr$ 濃度間のみ高い相関係数を示し、 MgO の濃集挙動は他の2成分と異なることが推測された。主要元素の濃度間の相関係数から、本調査海域で採取した海底表層堆積物試料は、生物遺骸粒子・苦鉄質火山岩類由来の碎屑性粒子・珪長質火山岩類由来の碎屑性粒子の3つの起源物質の影響を受けているものと考えられた。また、 Al_2O_3 高濃度かつ K_2O 高濃度の砂質泥-泥質試料は、すべて陸域から遠く離れた北西海域の水深700-900 mの海底面から採取された試料であり、これらは堆積場が半遠洋性の環境下に移行して粘土鉱物の含有量が増加したことを反映している可能性が考えられた。

文献

本座栄一・宮崎光旗・玉木賢策・村上文敏・石原丈実・小野寺公児・有田正史・奥田義久・湯浅真人・玉木



第4図 GB22-1および22-2航海で採取されたトカラ列島周辺海域表層堆積物中の Al_2O_3 -CaO, Al_2O_3 - K_2O , Al_2O_3 -T- Fe_2O_3 , Al_2O_3 - TiO_2 , Al_2O_3 -Cu濃度間の関係 (粒度別). 粒度区分は船上記載データに基づく. (b) 図中の実線と破線はそれぞれ, 砂質泥-泥質試料および粗粒砂試料における相関関係を示す.

Fig. 4 The relationship between elemental concentrations of marine sediments by particle size ((a) Al_2O_3 -CaO, (b) Al_2O_3 - K_2O , (c) Al_2O_3 -T- Fe_2O_3 , (d) Al_2O_3 -Ti, (e) Al_2O_3 -Cu). Particle size classification is based on data recorded on board the ship. (b) The solid and broken lines show the correlation lines for sandy silt-silty clay and coarse sand samples, respectively.

- 賢策・井内美郎 (1977) 琉球島弧周辺広域海底地質図. 海洋地質図, no. 7, 地質調査所.
- 岸本清行 (2000) 海陸を合わせた日本周辺のメッシュ地形データの作成: Japan250m.grd. 地質調査所研究資料集, no. 353 (CD).
- 久保田 蘭・太田充恒・今井 登・立花好子・板木拓也・片山 肇・杉崎彩子・岡井貴司 (2019) 奄美大島西方海域 (GK17-2 航海) で採取された海底表層堆積物の化学組成. 井上卓彦 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成30年度研究概要報告書—宮古島・石垣島・西表島周辺海域—, 地質調査総合センター速報, no. 77, 153–161.
- 久保田 蘭・太田充恒・立花好子・板木拓也・片山 肇・鈴木克明・間中光雄 (2022) トカラ列島周辺海域 (GB21-1 航海) で採取された海底表層堆積物の化学組成. 地質調査研究報告, 73, 337–347.
- 久保田 蘭・太田充恒・立花好子・板木拓也・片山 肇・鈴木克明・間中光雄 (2023) トカラ列島周辺海域 (GB21-2 および 21-3 航海) で採取された海底堆積物の化学組成. 地質調査研究報告, 74, 287–300.
- Ohta, A. (2018) Evaluation of straightforward and rapid multi-element analysis of stream sediments for geochemical mapping in the remote islands of Japan – Seto Inland Sea region – *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 69, 1–30.
- 太田充恒・寺島 滋・今井 登・立花好子・板木拓也・荒井晃作・片山 肇・池原 研 (2010) 沖繩島西方海域の海底表層堆積物の化学組成. 荒井晃作 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成21年度研究概要報告書—沖繩島北西方沖海域—, 地質調査総合センター速報, no. 51, 103–115.
- 太田充恒・今井 登・立花好子・板木拓也・荒井晃作・片山 肇・池原 研 (2011) 沖繩島周辺海域の海底表層堆積物の化学組成. 荒井晃作 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成22年度研究概要報告書—沖繩島西方沖海域—, 地質調査総合センター速報, no. 55, 124–136.
- 太田充恒・今井 登・立花好子・天野敦子・板木拓也・荒井晃作・池原 研・岡井貴司 (2013) 沖永良部島周辺海域の海底表層堆積物の化学組成. 荒井晃作 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成24年度研究概要報告書—沖永良部島周辺海域—, 地質調査総合センター速報, no. 61, 99–107.
- 太田充恒・今井 登・立花好子・天野敦子・板木拓也・片山 肇・岡井貴司 (2016) 沖永良部島—徳之島北西海域 (GK14 航海) で採取された海底表層堆積物の化学組成. 板木拓也 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成27年度研究概要報告書—奄美大島周辺海域—, 地質調査総合センター速報, no. 70, 88–98.
- 太田充恒・今井 登・立花好子・板木拓也・片山 肇・天野敦子・岡井貴司 (2017) 奄美大島, 徳之島, 喜界島周辺海域 (GK15-2 航海) で採取された海底表層堆積物の化学組成. 板木拓也 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成28年度研究概要報告書—奄美大島周辺海域—, 地質調査総合センター速報, no. 72, 64–81.
- 太田充恒・久保田 蘭・今井 登・立花好子・板木拓也・片山 肇・杉崎彩子・岡井貴司 (2019) 宮古島, 石垣島, 西表島周辺海域 (GK18-1 航海) で採取された海底表層堆積物の化学組成. 井上卓彦 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成30年度研究概要報告書—宮古島・石垣島・西表島周辺海域—, 地質調査総合センター速報, no. 77, 94–107.
- 鈴木克明・板木拓也・片山 肇・兼子尚知・針金由美子・齋藤直輝・岩谷北斗・松井浩紀・石塚 治・山崎 誠・有元 純・徳田悠希・千徳明日香・池内絵里・井口亮・鈴木 淳・清家弘治 (2024) トカラ列島西方海域及び屋久島南方海域の底質分布とその制御要因. 地質調査研究報告, 75, 223–248.
- 寺島 滋・板木拓也・片山 肇・池原 研・今井 登・太田充恒 (2009) 沖繩南東海域の表層堆積物等の化学組成. 荒井晃作 (編) 「沖繩周辺海域の海洋地質学的研究」平成20年度研究概要報告書—沖繩島東方沖海域—, 地質調査総合センター速報, no. 46, 99–106.

(受付: 2024年1月19日; 受理: 2024年9月26日)