

九州北西海域（GB23 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・鈴木 克明¹・飯塚 睦¹・板木 拓也¹・
片山 肇¹・兼子 尚知²・石野 沙季¹・石塚 治³・喜瀬 浩輝¹

KUBOTA Ran, TACHIBANA Yoshiko, SUZUKI Yoshiaki, IIZUKA Mutsumi, ITAKI Takuya, KATAYAMA Hajime, KANEKO Naotomo, ISHINO Saki, ISHIZUKA Osamu and KISE Hiroki (2025) Chemical composition of marine surface sediments in the area offshore from northwestern Kyushu, Japan (Cruise GB23). *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 76 (4/5), p. 259–276, 4 figs. and 5 tables.

Abstract: We determined the concentrations of 23 elements in 186 marine surface sediment samples collected in the area offshore from northwestern Kyushu, and report the chemical composition data and spatial trends. CaO is the most abundant element in the samples, with a wide concentration range of 2.63–50.2 wt%. The study area is divided into three regions (the Gotonada Sea area, the area around the Hiradoshima-Genkainada Sea, and the Tsushima Strait) with distinct chemical compositions. The samples from the Gotonada Sea area have high concentrations of 18 elements and low concentrations of K₂O, CaO, Rb, Sr, and Ba. The relationships among the major elements concentrations in samples from this area differ from those in samples from the other two areas. These results suggest that the Gotonada Sea samples received a large contribution of mafic clastic material. The concentrations of K₂O, Rb, and Ba in the samples from the Hiradoshima-Genkainada Sea are higher than those in samples from the other two areas, indicating that some of the Genkainada Sea samples contain terrigenous particles. Samples from the Tsushima Strait have high concentrations of CaO and Sr, and differ from river sediments in Tsushima due to the dilution effect of the CaO component of biogenic debris particles (carbonate minerals). A comparison of the elemental compositions of river and marine sediments in the coastal zone suggests a low rate of sediment discharge from the present-day terrestrial environment to the marine environment.

Keywords: simultaneous multi-element analysis, clastic material, bioclast, mafic rock, felsic rock, transportation of sediments from the land to the sea, dilution by bioclast

要 旨

九州北西海域で採取された海底表層堆積物186試料について23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。本調査海域の堆積物試料に最も多く含まれる成分はCaOで、その濃度範囲は2.63–50.2 wt%と幅広い。本調査海域を五島列島周辺（北部を除く）及び五島灘周辺海域、平戸島・壱岐島周辺及び玄界灘周辺海域、五島列島北部から対馬北部に至る対馬海峡の3つに区分すると、海域ごとの元素組成特性が明らかになった。五島灘周辺海域の堆積物試料はK₂O, CaO, Rb, Sr, Baを除く18元素で高濃度を示すとともに、主要元素の濃度間の関係において他の2海域とは明らかに異なる分布を示した。この結果より五島灘周辺海域の堆積物の起源は苦鉄質火山岩由来の碎屑粒子の寄与が大

きいことが推測された。平戸島–玄界灘周辺海域はK₂O, Rb, Ba濃度が他の海域に比べて高く、玄界灘周辺で採取した一部の試料には陸源粒子の影響が考えられた。対馬海峡では海底堆積物中のCaO及びSrの濃度が高く、生物遺骸粒子（炭酸塩鉱物）のCaO成分による希釈効果により、対馬の河川堆積物の化学組成との共通性は見られなかった。沿岸域の河川及び海底堆積物中の元素組成の比較より、現在の陸域から海洋環境への堆積物の流出は少ないと考えられた。

1. はじめに

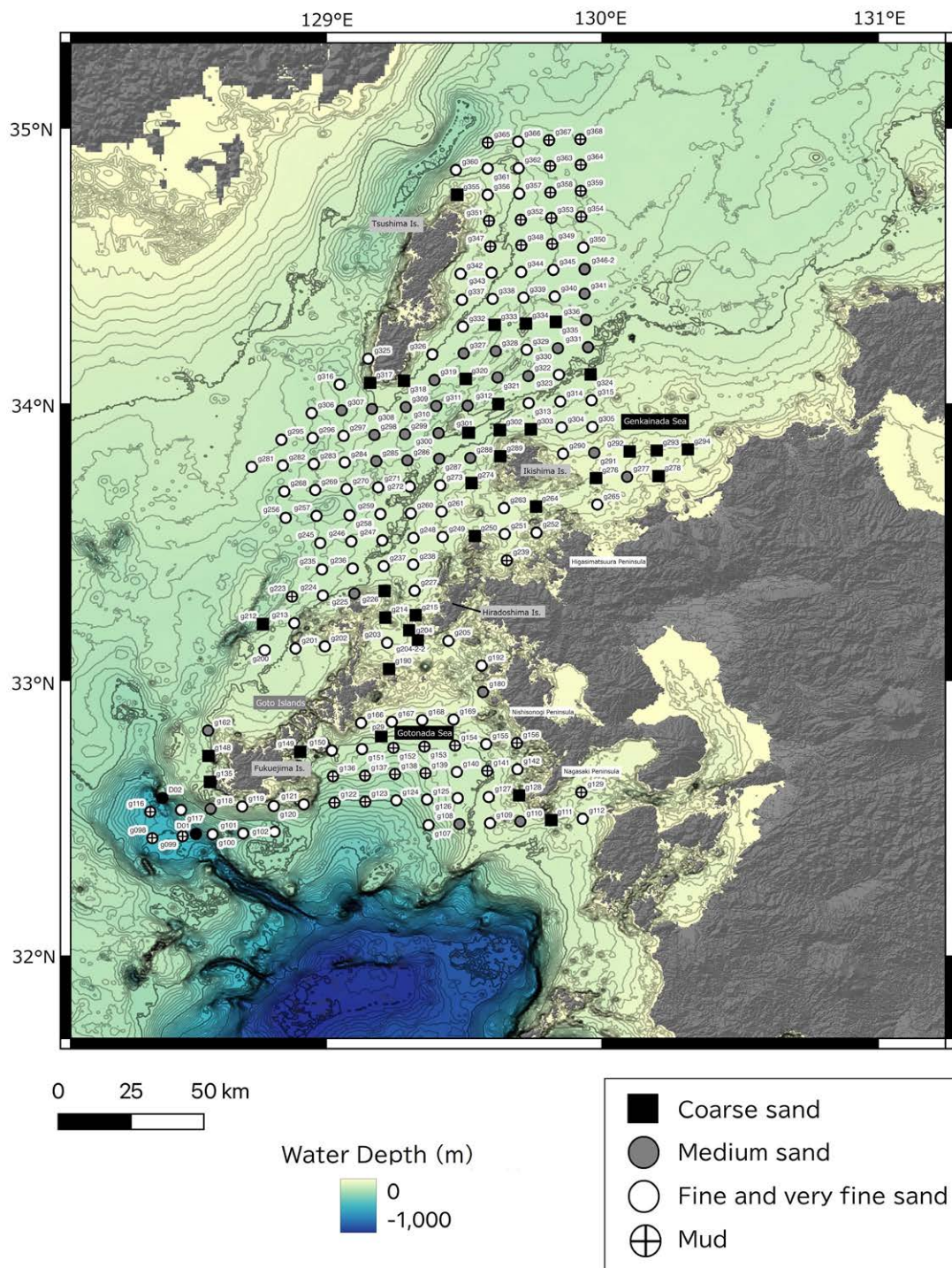
筆者らは、「本邦沿岸海域底質地球化学図」の作成に関する基礎的研究を継続しており、平成20年度より沖縄島周辺海域の海底表層堆積物の化学分析を行っている（寺島ほか、2009；太田ほか、2010, 2011, 2013, 2016,

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）

² 産業技術総合研究所 地質調査総合センター地質情報基盤センター（AIST, Geological Survey of Japan, Geoinformation Service Center）

³ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター活断層・火山研究部門（AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology）

* 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 GB23航海における九州北西海域での表層堆積物試料の採取地点及び粒度別分布図。地形の等水深線は100 m間隔。海底地形図は岸本(2000)に基づく。黒丸で示したドレッジ試料(D01, D02)の化学組成データは得られなかった。

Fig. 1 Sampling locations and particle size distribution map of marine surface sediments in the northwestern offshore area of Kyushu, Japan (GB23 Cruise). Topographic isobaths are at 100 m intervals. Submarine topographic map is based on Kisimoto (2000). The samples indicated by black circles are dredged samples (D01, D02), and no chemical composition data was obtained.

2017, 2019; 久保田ほか, 2019, 2022, 2023, 2024). GB23 航海では, 九州北西海域の 196 地点で木下式グラブ採泥器 (K-グラブ採泥器) により海底表層堆積物が採取され, このうち 186 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, GB23 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, 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. 方法

2.1 研究対象海域

GB23 航海における調査海域は, 対馬北東海域から対馬海峡東水道を経て, 五島灘を含む五島列島周辺海域に至る九州北西海域である (清家ほか, 2025). 北方に対馬海盆, 南方には男女海盆が存在するが, 本調査海域の海底地形は大陸棚, 大陸斜面を主とし 200 m 以浅の平坦な部分が多い. 五島列島沖で黒潮から分岐した対馬海流は, 対馬海峡を通して日本海に流入しており, 対馬近傍で流速が増大する. 対馬海峡周辺の表層底質は, 海水流動の影響を大きく受けて移動・運搬・再堆積を繰り返していると考えられている (桂, 1992). また, 過去の海面低下及び上昇といった海水準変動により形成された堆積物が分布している場所も多く, 本調査海域の底質は過去の海水準変動と現在の海水流動の影響を大きく受けているとされる (大嶋ほか, 1982; 桂, 1992; Ohta *et al.*, 2022). 近接する陸域の地質に関しては, Ohta (2018b) 及び Ohta *et al.* (2022) に詳しく記載がある.

2.2 試料処理及び分析方法

K-グラブ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, 石川式めく粉砕機で約 80 メッシュ (約 180 μm) 以下に粉砕して分析試料とした. 粉砕した試料 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 $^{\circ}\text{C}$ で 2 時間加熱して分解後, さらに 145 $^{\circ}\text{C}$ で 1 時間加熱分解を行った. その後, 200 $^{\circ}\text{C}$ 以下で蒸発乾固した後, 7 M 硝酸 5 ml を加えて加温溶解し, 超純水で希釈して試料溶液 (100 ml) とした. 各種成分の測定では, 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) 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, 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 表及び第 2 表にまとめた. なお測定誤差については Ohta (2018a) 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 Na_2O は参考値として示している.

3. 結果と考察

3.1 GB23 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. 元素濃度は CaO (2.63–50.2 wt%), Al_2O_3 (0.734–13.3 wt%), T- Fe_2O_3 (0.284–7.13 wt%) が高く, 次いで MgO (0.461–4.39 wt%), K_2O (0.156–2.79 wt%) の順に高い濃度範囲を示す. 第 1 表での太字表記の数字は, 試料中に最も多く含まれる元素の濃度を示し, CaO 含有量が最多となる試料が大部分である. CaO 濃度より Al_2O_3 濃度が高い試料は 14 試料にとどまる. 本海域で採取された試料は, 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屑片を含むものが多く, それを反映した結果となった. 微量元素では, Sr (142–2,709 mg/kg), Ba (31.4–648 mg/kg) の濃度が高く, 他の微量元素は全ての試料で 100 mg/kg 以下を示した.

第 3 表に粒度別試料 (粗粒砂, 中粒砂, 細粒砂, 泥質) の各元素濃度の中央値を示し, 粒度別分布図を第 1 図に示した. 粒度区分は船上記載データに基づく. どの粒度でも最高濃度を示す成分は CaO であり, 表層堆積物に占める生物遺骸粒子 (炭酸塩鉱物) が多いことを反映している. 粒度が細くなるにつれ CaO , Sr の濃度は減少し, その他の元素の濃度は増加する傾向にあり, 明確なトレンドが認められる. これは細粒化に伴って生物遺骸粒子より地殻起源粒子の割合が増加することを示している (寺島ほか, 2009). 生成環境によっては炭酸塩鉱物に多く含まれる MgO であるが, CaO や Sr とは濃集挙動が異なるため, 本調査海域においては地殻起源の MgO が卓越すると思われる.

各元素の濃度分布は海域ごとに特徴づけられるため, 本調査海域を 3 つに区分した. 海域別の元素濃度平均値を第 4 表に示し, 海域区分を第 2 図に示す. 五島列島周辺 (北部を除く) 及び五島灘周辺海域 (図中: 赤丸), 平戸島・壱岐島周辺及び玄界灘周辺海域 (図中: 青丸), 五島列島北部から対馬北部に至る対馬海峡 (図中: 白丸) の 3 海域の特徴について以下に述べる. なお, 第 4 表に過去同一海域で採取された試料 (GH85-1 及び GC05-1 航海) の元素濃度平均値を併記する.

本調査海域の水深はおおむね 200 m 以浅であるが, 五島灘周辺海域 (赤丸) の南部 (g98–g102, g116, g117, g122, g123) のみ 200 m 以深である. 試料中最も多く含まれる成分が Al_2O_3 であるのは 14 試料に限られるが, そのうち 12 試料は五島灘周辺海域で採取されたものである (g108–g112, g125–g128, g140, g142, g156). また, 各元素濃度を海域別に比較すると, ほとんどの元素 (K_2O ,

第1表 GB23 航海で採取された九州北西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 in the northwestern offshore area of Kyushu, Japan (GB23 Cruise).

Location no.	Latitude deg-min	Longitude deg-min	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%
g98	32-25.6769 N	128-22.1973 E	396	1.33	1.09	3.41	0.091	0.716	12.7	0.106	0.030	2.10
g99	32-26.1238 N	128-28.7868 E	383	3.05	1.70	6.47	0.117	1.29	23.5	0.299	0.041	2.46
g100	32-26.5215 N	128-35.2885 E	299	2.07	1.28	6.28	0.108	1.79	15.8	0.218	0.049	2.13
g101	32-26.7212 N	128-41.9322 E	258	2.30	1.90	5.67	0.108	1.28	25.0	0.296	0.039	3.18
g102	32-27.0621 N	128-48.7796 E	219	2.45	2.01	6.39	0.109	1.56	21.3	0.258	0.033	3.27
g107	32-28.5114 N	129-22.2522 E	181	3.39	2.36	12.1	0.126	1.62	13.6	0.512	0.070	5.03
g108	32-28.7391 N	129-28.9565 E	112	2.75	1.92	11.3	0.112	1.87	7.80	0.392	0.102	4.31
g109	32-28.9427 N	129-35.6223 E	93	3.34	2.57	13.3	0.096	1.75	8.34	0.538	0.086	4.78
g110	32-29.3223 N	129-42.2044 E	78	3.13	2.78	12.2	0.082	1.67	4.83	0.625	0.112	5.52
g111	32-29.6234 N	129-48.9240 E	82	1.17	1.59	5.75	0.082	0.759	2.69	0.328	0.061	4.31
g112	32-29.9156 N	129-55.7666 E	73	1.95	2.25	9.04	0.072	1.14	5.04	0.240	0.056	4.94
g116	32-31.4387 N	128-21.7651 E	382	1.89	1.37	3.96	0.104	0.745	19.5	0.121	0.032	2.08
g117	32-31.8219 N	128-28.4369 E	266	0.918	0.920	1.78	0.079	0.487	10.9	0.071	0.023	1.46
g118	32-32.0444 N	128-34.8815 E	167	1.59	1.75	3.55	0.116	0.927	26.9	0.083	0.028	1.34
g119	32-32.5509 N	128-41.7315 E	115	1.71	2.34	2.50	0.133	0.592	34.5	0.087	0.031	1.22
g120	32-32.6613 N	128-48.6078 E	119	1.77	3.46	3.74	0.163	0.734	33.8	0.230	0.029	3.95
g122	32-33.4207 N	129-1.8022 E	206	3.65	2.18	8.55	0.142	1.37	18.6	0.393	0.042	3.29
g123	32-33.6282 N	129-8.4914 E	204	3.33	2.06	9.53	0.114	1.52	16.1	0.414	0.048	4.28
g124	32-33.8914 N	129-15.2501 E	199	3.24	2.24	10.9	0.130	1.61	15.3	0.488	0.060	5.07
g125	32-34.0850 N	129-21.9285 E	124	2.99	2.29	11.8	0.106	1.65	11.3	0.370	0.065	4.63
g126	32-34.3918 N	129-28.5857 E	114	3.17	2.78	12.6	0.112	1.56	12.1	0.555	0.087	5.60
g127	32-34.6231 N	129-35.3308 E	97	3.18	3.01	12.6	0.105	1.58	10.9	0.564	0.087	5.79
g128	32-35.0020 N	129-41.9366 E	71	2.46	1.98	7.93	0.078	0.988	7.31	0.324	0.062	3.78
g129	32-35.6466 N	129-55.4600 E	70	3.23	2.84	9.92	0.165	1.36	15.6	0.442	0.064	4.78
g135	32-37.9361 N	128-34.7490 E	105	1.53	1.87	4.01	0.102	0.798	31.1	0.198	0.044	1.59
g136	32-39.1315 N	129-1.4793 E	147	2.29	2.42	5.34	0.132	1.03	27.1	0.255	0.028	3.44
g137	32-39.2660 N	129-8.4341 E	163	3.11	2.34	9.14	0.125	1.57	17.3	0.397	0.041	4.62
g138	32-39.6149 N	129-14.9477 E	156	2.63	2.90	8.61	0.113	1.73	17.5	0.383	0.044	7.13
g139	32-39.8043 N	129-21.5739 E	139	3.14	2.60	10.7	0.119	1.59	15.5	0.451	0.060	5.42
g140	32-40.0683 N	129-28.4065 E	113	3.16	3.21	12.5	0.121	1.48	10.1	0.610	0.092	6.10
g141	32-40.3114 N	129-35.0125 E	106	3.17	2.52	10.6	0.108	1.51	10.9	0.486	0.060	4.66
g142	32-40.6718 N	129-41.5827 E	74	3.00	1.84	9.92	0.053	1.32	5.71	0.340	0.048	3.30
g148	32-43.5636 N	128-34.3957 E	126	2.53	4.39	9.77	0.333	1.03	21.6	0.872	0.107	6.05
g149	32-44.4572 N	128-54.3786 E	81	1.00	1.53	1.92	0.114	0.401	32.8	0.078	0.015	0.981
g150	32-44.7319 N	129-1.2264 E	108	2.15	2.06	5.00	0.121	0.858	25.2	0.251	0.026	2.12
g151	32-45.0320 N	129-7.7882 E	121	2.56	2.32	7.55	0.139	1.29	24.8	0.307	0.034	3.12
g152	32-45.3046 N	129-14.6142 E	126	2.88	2.40	8.45	0.121	1.45	18.8	0.360	0.039	3.78
g153	32-45.5742 N	129-21.3618 E	115	2.47	1.54	8.31	0.074	1.77	12.3	0.300	0.031	2.84
g154	32-45.8026 N	129-28.0210 E	105	2.59	1.74	8.37	0.084	1.56	10.1	0.348	0.035	3.02
g155	32-46.1282 N	129-34.7877 E	85	2.70	1.52	8.23	0.061	1.57	9.43	0.242	0.025	2.68
g156	32-46.3598 N	129-41.4615 E	73	3.21	2.72	10.8	0.135	1.69	10.6	0.437	0.045	4.49
g162	32-49.0757 N	128-34.3239 E	112	1.13	2.01	1.59	0.134	0.447	40.3	0.056	0.071	1.15
g166	32-50.7257 N	129-7.5900 E	63	1.98	2.15	3.28	0.164	0.654	34.5	0.173	0.019	1.25
g167	32-50.9639 N	129-14.2619 E	75	2.31	2.66	2.93	0.169	0.577	39.2	0.125	0.018	1.22
g168	32-51.3345 N	129-20.8764 E	76	2.40	2.41	3.84	0.147	0.835	34.0	0.137	0.020	1.44
g169	32-51.4714 N	129-27.6860 E	64	2.13	1.78	6.11	0.099	1.57	16.3	0.206	0.028	2.17
g180	32-57.4504 N	129-34.1000 E	47	1.38	1.70	2.40	0.155	0.483	31.8	0.115	0.019	1.35
g190	33-2.4491 N	129-13.6581 E	67	1.33	1.74	0.73	0.087	0.156	50.9	0.028	0.014	0.284
g192	33-3.1805 N	129-33.7937 E	49	2.25	2.47	4.46	0.178	0.806	33.1	0.192	0.021	1.60
g200	33-6.4563 N	128-46.6266 E	111	2.30	2.00	4.68	0.107	1.15	28.7	0.179	0.019	1.74
g201	33-6.8815 N	128-53.3291 E	93	2.31	1.61	5.84	0.094	1.53	19.2	0.220	0.022	1.86
g202	33-7.3602 N	128-59.7180 E	73	1.90	2.25	3.14	0.150	0.562	35.8	0.201	0.018	1.70
g203	33-8.1410 N	129-13.2405 E	64	1.67	1.17	4.10	0.078	1.19	14.0	0.153	0.026	1.23
g204	33-10.8279 N	129-18.2322 E	71	1.45	2.04	2.63	0.113	0.346	40.9	0.108	0.038	1.29
g204-2-2	33-8.6200 N	129-19.9351 E	66	1.24	1.75	3.55	0.123	0.503	34.7	0.148	0.048	1.86
g205	33-8.5695 N	129-26.5709 E	62	2.14	2.35	4.02	0.143	0.756	33.0	0.158	0.021	1.45
g212	33-12.1669 N	128-46.2401 E	147	1.60	1.15	4.31	0.081	1.39	20.1	0.316	0.031	1.83
g213	33-12.4072 N	128-53.0689 E	105	1.97	2.33	3.10	0.123	0.817	35.4	0.121	0.017	1.57
g214	33-13.6116 N	129-12.8720 E	64	1.17	1.19	2.66	0.098	0.693	27.9	0.104	0.026	0.987
g215	33-14.1197 N	129-19.4391 E	56	1.17	1.84	3.60	0.087	0.529	33.9	0.098	0.038	1.43
g223	33-18.1689 N	128-52.5768 E	123	2.22	1.79	4.96	0.105	1.19	28.1	0.215	0.022	1.96
g224	33-18.4126 N	128-59.2770 E	112	2.07	1.98	4.16	0.111	1.09	29.0	0.169	0.019	1.64
g225	33-18.8334 N	129-6.1134 E	92	1.45	1.07	3.93	0.092	1.01	15.8	0.158	0.018	1.49
g226	33-19.4038 N	129-12.6889 E	57	1.11	1.35	1.76	0.092	0.480	30.0	0.212	0.027	1.06
g227	33-19.4559 N	129-19.2167 E	81	1.80	1.48	5.17	0.090	1.35	14.4	0.216	0.023	2.03

九州北西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 続き.
Table 1 Continued.

Location no.	Latitude deg-min	Longitude deg-min	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%
g235	33-24.0757 N	128-59.0816 E	119	1.75	1.40	4.58	0.084	1.48	22.6	0.157	0.019	1.78
g236	33-24.2974 N	129-5.7538 E	107	1.67	1.55	4.23	0.091	1.20	25.7	0.145	0.022	1.96
g237	33-24.7981 N	129-12.4962 E	95	2.09	1.90	5.48	0.105	1.36	23.0	0.227	0.025	2.36
g238	33-25.1546 N	129-18.9152 E	86	2.18	1.44	7.13	0.070	2.01	12.0	0.208	0.026	1.99
g239	33-26.0639 N	129-39.2800 E	48	2.30	2.54	6.00	0.158	0.938	29.0	0.399	0.026	2.73
g245	33-29.8251 N	128-58.7043 E	144	2.10	1.71	4.80	0.098	1.19	27.6	0.196	0.022	1.82
g246	33-30.1715 N	129-5.4567 E	118	1.96	1.68	4.37	0.094	1.14	28.9	0.181	0.019	1.81
g247	33-30.3818 N	129-12.1994 E	107	2.26	1.74	5.80	0.090	1.48	21.8	0.203	0.023	1.99
g248	33-30.9205 N	129-18.9673 E	94	2.04	1.32	6.22	0.055	2.11	12.5	0.163	0.022	2.07
g249	33-31.1285 N	129-25.3218 E	84	1.99	1.52	6.21	0.078	1.75	16.0	0.224	0.023	1.98
g250	33-31.3395 N	129-32.2822 E	69	1.38	1.77	3.06	0.144	0.781	32.3	0.228	0.023	1.89
g251	33-31.7937 N	129-38.8242 E	69	2.45	2.17	5.95	0.131	1.17	25.3	0.332	0.025	2.42
g252	33-32.0863 N	129-45.7185 E	51	2.24	2.07	5.49	0.114	1.39	25.9	0.220	0.022	1.90
g256	33-35.2994 N	128-51.1925 E	136	2.02	1.30	5.32	0.082	1.68	20.1	0.137	0.021	1.54
g257	33-35.7234 N	128-57.8907 E	152	1.80	1.61	4.22	0.101	1.29	29.8	0.154	0.020	1.65
g258	33-35.8559 N	129-5.0843 E	119	1.82	1.44	3.52	0.078	1.14	29.2	0.094	0.016	1.37
g259	33-36.1095 N	129-11.7906 E	110	2.20	1.39	5.49	0.071	1.70	19.8	0.131	0.019	1.68
g260	33-36.2594 N	129-18.4001 E	101	2.21	1.30	6.75	0.060	2.11	13.5	0.163	0.020	1.96
g261	33-36.6485 N	129-25.0743 E	91	1.92	1.37	6.32	0.052	2.11	12.6	0.191	0.029	2.17
g263	33-37.4184 N	129-38.6561 E	66	2.37	2.07	5.15	0.117	1.16	28.2	0.232	0.022	1.76
g264	33-37.7245 N	129-45.6023 E	60	1.66	0.794	6.15	0.055	2.64	9.70	0.138	0.017	1.19
g265	33-38.1796 N	129-58.9399 E	49	2.37	1.70	7.65	0.076	2.05	14.0	0.269	0.030	2.35
g268	33-41.0485 N	128-50.8847 E	143	1.64	1.25	4.54	0.088	1.49	23.3	0.140	0.024	1.41
g269	33-41.3360 N	128-57.6052 E	118	1.57	1.29	3.75	0.115	1.23	28.5	0.123	0.020	1.38
g270	33-41.5447 N	129-4.4248 E	125	1.93	1.51	4.36	0.079	1.29	25.9	0.146	0.020	1.50
g271	33-41.8964 N	129-11.2978 E	117	1.88	1.53	4.55	0.083	1.42	24.2	0.125	0.020	1.59
g272	33-42.0554 N	129-18.1701 E	104	2.09	1.18	5.72	0.063	1.85	15.3	0.100	0.019	1.39
g273	33-42.3488 N	129-24.7998 E	96	2.02	1.09	6.50	0.064	2.12	11.4	0.116	0.023	1.71
g274	33-42.8390 N	129-31.6224 E	86	1.39	1.91	1.92	0.145	0.618	38.2	0.077	0.016	1.29
g276	33-43.9119 N	129-58.6631 E	52	1.33	0.886	4.94	0.047	2.28	14.7	0.066	0.011	1.04
g277	33-44.1997 N	130-5.4134 E	53	1.73	1.19	6.35	0.046	2.32	11.7	0.214	0.022	1.73
g278	33-44.3828 N	130-12.2345 E	40	1.52	0.674	5.21	0.039	2.79	6.78	0.091	0.022	1.41
g281	33-46.3716 N	128-43.8046 E	116	1.31	0.848	2.66	0.055	1.10	28.1	0.047	0.015	0.899
g282	33-46.6722 N	128-50.5605 E	121	1.71	0.814	4.93	0.052	1.92	15.6	0.079	0.019	1.07
g283	33-46.9975 N	128-57.3195 E	120	1.59	1.42	3.78	0.087	1.20	28.2	0.118	0.019	1.44
g284	33-47.3444 N	129-4.0473 E	114	1.62	1.27	4.05	0.085	1.24	24.8	0.128	0.021	1.48
g285	33-47.6098 N	129-10.8942 E	120	1.93	1.46	3.94	0.098	1.22	29.7	0.082	0.025	1.12
g286	33-47.7787 N	129-17.6488 E	120	1.97	1.31	5.33	0.071	1.73	20.3	0.130	0.028	1.35
g287	33-48.1419 N	129-24.5528 E	103	1.87	0.828	6.12	0.064	2.29	12.7	0.071	0.023	1.11
g288	33-48.3051 N	129-31.3361 E	94	1.61	1.37	3.78	0.090	1.43	27.4	0.088	0.016	1.24
g289	33-48.6562 N	129-37.8937 E	56	1.15	1.95	1.61	0.122	0.57	39.8	0.078	0.018	0.688
g290	33-49.2064 N	129-51.4912 E	52	1.82	1.81	4.48	0.107	1.35	25.5	0.236	0.021	1.62
g291	33-49.4274 N	129-58.2803 E	51	1.06	0.497	4.79	0.025	2.57	3.21	0.074	0.010	0.902
g292	33-49.7025 N	130-5.9962 E	48	1.18	0.484	5.63	0.038	2.68	5.86	0.054	0.011	0.952
g293	33-49.9275 N	130-11.8438 E	47	1.26	0.461	6.00	0.034	2.69	2.63	0.069	0.011	1.17
g294	33-50.1583 N	130-18.6472 E	50	2.37	1.58	8.09	0.076	2.38	12.9	0.233	0.026	2.17
g295	33-52.2694 N	128-50.2533 E	118	1.64	1.09	3.75	0.063	1.35	26.4	0.074	0.020	1.19
g296	33-52.6446 N	128-57.0443 E	132	1.95	1.36	4.34	0.079	1.45	25.8	0.113	0.021	1.39
g297	33-53.1073 N	129-3.7768 E	118	1.62	1.01	4.30	0.098	1.52	22.4	0.080	0.020	1.33
g298	33-53.3110 N	129-10.4759 E	106	1.36	1.36	2.56	0.109	0.873	35.0	0.058	0.026	1.23
g299	33-53.4630 N	129-17.1349 E	125	1.87	0.936	5.15	0.067	1.86	21.8	0.049	0.031	0.874
g300	33-53.7103 N	129-24.4145 E	106	1.52	1.00	4.93	0.066	1.83	19.2	0.096	0.044	1.04
g301	33-54.0102 N	129-30.9745 E	105	1.36	0.830	4.77	0.063	2.02	19.9	0.049	0.041	0.744
g302	33-54.3769 N	129-37.7693 E	90	1.13	0.616	4.74	0.047	1.91	11.4	0.048	0.023	0.742
g303	33-54.5265 N	129-44.5085 E	87	1.34	1.11	3.68	0.084	1.28	23.3	0.209	0.038	1.21
g304	33-54.9464 N	129-51.1805 E	82	2.19	1.62	6.31	0.082	1.90	17.4	0.224	0.025	2.42
g305	33-55.0481 N	129-57.8709 E	80	2.05	1.58	5.91	0.076	1.96	18.3	0.153	0.021	2.38
g306	33-58.0533 N	128-56.8452 E	132	2.21	1.20	5.46	0.069	1.83	18.6	0.127	0.020	1.47
g307	33-58.6356 N	129-3.3629 E	126	1.75	0.709	5.46	0.081	2.14	13.7	0.051	0.015	1.01
g308	33-58.9509 N	129-9.9560 E	110	1.34	1.29	2.49	0.099	0.744	32.8	0.067	0.023	1.16
g309	33-59.3602 N	129-17.2973 E	116	1.17	1.74	1.81	0.097	0.551	40.9	0.042	0.073	0.690
g310	33-59.5902 N	129-23.9277 E	129	1.22	0.986	4.04	0.062	1.65	23.2	0.048	0.051	0.803
g311	33-59.6593 N	129-30.7612 E	100	1.66	0.933	5.05	0.063	1.77	19.4	0.057	0.029	0.795
g312	34-0.0242 N	129-37.4334 E	103	1.53	0.669	5.54	0.051	2.29	12.7	0.158	0.029	0.863
g313	34-0.2227 N	129-44.0193 E	102	1.66	1.18	5.09	0.075	1.84	19.2	0.126	0.024	1.50
g314	34-0.5717 N	129-50.8932 E	92	1.93	1.17	6.12	0.064	2.22	14.2	0.124	0.017	1.47

第1表 続き.

Table 1 Continued.

Location no.	Latitude deg-min	Longitude deg-min	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%
g315	34-0.8516 N	129-57.6832 E	85	1.83	1.13	6.34	0.071	2.36	14.0	0.133	0.016	1.54
g316	34-4.2500 N	129-2.9372 E	131	1.90	1.60	4.34	0.092	1.44	26.6	0.097	0.019	1.46
g317	34-4.6065 N	129-9.5552 E	71	1.38	2.11	1.31	0.094	0.294	44.6	0.065	0.019	0.665
g318	34-5.0225 N	129-16.9315 E	102	0.861	1.72	1.28	0.097	0.318	43.3	0.045	0.045	0.909
g319	34-5.2266 N	129-23.5348 E	113	1.30	1.43	3.37	0.083	1.30	30.3	0.063	0.063	0.871
g320	34-5.4891 N	129-30.2986 E	121	1.28	0.760	4.62	0.060	1.84	21.1	0.046	0.021	0.702
g321	34-5.7970 N	129-37.2375 E	117	1.75	1.52	2.98	0.091	1.07	33.7	0.058	0.040	0.943
g322	34-6.1068 N	129-43.9573 E	106	1.77	1.04	4.99	0.083	1.98	20.5	0.061	0.018	1.19
g323	34-6.3831 N	129-50.5928 E	100	1.86	1.21	5.22	0.071	2.00	22.0	0.076	0.014	1.31
g324	34-6.4667 N	129-57.4794 E	98	1.53	1.40	3.50	0.097	1.24	29.1	0.096	0.017	1.28
g325	34-9.8701 N	129-9.1205 E	80	1.59	2.05	4.67	0.115	1.08	27.4	0.232	0.032	2.64
g326	34-10.8070 N	129-23.0623 E	106	1.55	1.67	3.21	0.102	0.890	31.0	0.121	0.026	1.63
g327	34-11.0367 N	129-29.8847 E	119	1.29	1.31	2.80	0.087	1.05	34.2	0.044	0.039	0.876
g328	34-11.5139 N	129-36.8555 E	107	1.54	1.41	3.25	0.081	1.18	32.5	0.046	0.024	0.863
g329	34-11.8299 N	129-43.5814 E	115	1.70	1.57	3.22	0.088	1.09	32.5	0.073	0.022	1.14
g330	34-12.1299 N	129-50.3651 E	111	1.63	1.47	3.21	0.081	1.11	31.9	0.061	0.020	1.08
g331	34-12.3620 N	129-56.9158 E	106	1.60	1.86	2.91	0.102	0.857	35.7	0.085	0.019	1.34
g332	34-16.8244 N	129-29.7041 E	107	1.50	1.89	2.54	0.102	0.761	38.4	0.087	0.033	1.79
g333	34-17.2272 N	129-36.6619 E	115	1.48	1.73	2.31	0.094	0.711	39.6	0.079	0.026	1.18
g334	34-17.4989 N	129-43.4511 E	102	1.56	1.73	2.09	0.090	0.581	40.7	0.065	0.034	1.01
g335	34-17.8981 N	129-49.9341 E	114	1.69	1.39	3.35	0.083	1.27	31.3	0.046	0.022	0.979
g336	34-18.3202 N	129-56.4991 E	117	1.77	1.78	2.82	0.083	0.904	34.9	0.074	0.021	1.35
g337	34-22.6695 N	129-29.5139 E	93	1.64	2.37	3.00	0.096	0.958	35.7	0.123	0.023	3.83
g338	34-22.8757 N	129-36.1761 E	107	1.57	1.76	2.53	0.081	0.751	37.6	0.092	0.020	1.79
g339	34-23.1583 N	129-42.9013 E	111	1.72	1.72	2.54	0.090	0.710	38.3	0.084	0.020	1.45
g340	34-23.3894 N	129-49.6897 E	116	1.55	1.62	2.69	0.083	0.855	35.9	0.078	0.018	1.38
g341	34-23.9837 N	129-56.1845 E	117	1.50	1.92	2.30	0.098	0.793	39.1	0.080	0.018	1.57
g342	34-28.3296 N	129-29.2108 E	92	2.08	2.09	5.70	0.099	1.42	24.4	0.248	0.025	3.27
g343	34-28.5697 N	129-35.9588 E	101	1.88	1.77	4.49	0.112	1.11	30.2	0.182	0.024	2.30
g344	34-28.7187 N	129-42.3904 E	105	1.84	1.80	3.91	0.095	1.00	33.9	0.154	0.024	2.17
g345	34-29.1703 N	129-49.3856 E	113	1.75	1.73	3.40	0.092	0.967	34.9	0.129	0.020	1.91
g346	34-29.2977 N	129-56.1787 E	113	1.58	1.82	2.78	0.093	0.713	38.8	0.106	0.019	1.48
g347	34-34.2488 N	129-35.6785 E	93	2.04	2.04	5.67	0.097	1.50	25.4	0.238	0.024	3.88
g348	34-34.4983 N	129-42.4114 E	103	1.99	1.92	5.02	0.104	1.30	28.1	0.224	0.025	3.49
g349	34-34.7899 N	129-49.1323 E	109	1.99	1.73	4.54	0.090	1.09	30.6	0.180	0.026	2.41
g350	34-34.0444 N	129-55.8875 E	112	1.93	1.77	3.92	0.093	1.05	33.4	0.159	0.022	2.04
g351	34-39.8376 N	129-35.3880 E	88	2.56	1.88	6.32	0.094	1.53	22.9	0.261	0.029	2.60
g352	34-40.0533 N	129-42.3083 E	106	1.78	1.72	4.85	0.112	1.22	30.3	0.225	0.029	3.02
g353	34-40.4600 N	129-48.9322 E	110	1.95	1.47	5.06	0.085	1.26	25.3	0.208	0.027	2.41
g354	34-40.7321 N	129-55.4378 E	116	1.96	1.60	5.32	0.091	1.38	24.9	0.213	0.027	2.48
g355	34-45.4507 N	129-28.4974 E	66	1.23	2.25	1.80	0.109	0.408	43.3	0.086	0.030	1.04
g356	34-45.4964 N	129-35.1059 E	79	2.03	2.09	4.58	0.109	1.23	28.2	0.185	0.025	2.21
g357	34-45.7361 N	129-41.9631 E	104	1.83	1.99	5.50	0.095	1.51	26.2	0.248	0.028	4.22
g358	34-46.0082 N	129-48.7363 E	117	1.87	1.72	4.94	0.118	1.26	26.5	0.219	0.026	2.78
g359	34-46.3386 N	129-55.3446 E	118	2.32	1.54	7.15	0.078	1.85	16.9	0.274	0.026	2.58
g360	34-50.8853 N	129-28.1972 E	114	1.91	2.10	5.55	0.101	1.72	23.4	0.220	0.034	4.46
g361	34-51.1920 N	129-35.1132 E	95	1.61	2.22	2.84	0.098	0.868	36.3	0.092	0.029	1.92
g362	34-51.2791 N	129-41.8313 E	102	1.96	1.89	5.69	0.104	1.72	22.5	0.236	0.026	3.73
g363	34-51.7279 N	129-48.6895 E	121	2.12	1.61	6.87	0.124	1.92	15.4	0.285	0.030	3.12
g364	34-52.0072 N	129-55.3447 E	125	1.73	1.41	5.43	0.074	1.58	18.4	0.228	0.023	2.67
g365	34-56.8086 N	129-35.1223 E	140	2.43	1.82	6.84	0.103	1.68	22.2	0.281	0.034	2.81
g366	34-57.0521 N	129-41.7449 E	114	1.85	1.87	5.37	0.094	1.54	25.4	0.195	0.027	3.18
g367	34-57.3475 N	129-48.4565 E	127	2.08	1.58	6.16	0.109	1.72	19.5	0.272	0.030	3.08
g368	34-57.5481 N	129-55.2570 E	130	1.67	1.08	5.31	0.084	1.63	13.1	0.191	0.019	2.03
p29	32-48.0384 N	129-11.9877 E	97	2.02	2.27	4.80	0.172	1.04	31.2	0.255	0.028	3.22

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

CaO, Rb, Sr, Baを除く)の濃度が五島灘海域において最も高く、Al₂O₃高濃度試料(8 wt%以上)、Fe₂O₃高濃度試料(4 wt%以上)は五島灘海域に集中して分布している。男女海盆方向に水深が深くなる地点(g107, g122-g124, g137, g138)では特にAl₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Yの濃度が高く、深部へ堆積物が輸送され溜まっている可能性が考えられた。また、五島灘海域においては陸地から離れた地点で細粒砂と泥質の試料

が多い。

平戸島-玄界灘周辺海域(青丸)の試料採取地点の多くは水深70 m以浅であり、平戸島南西部及び壱岐島西部(g180, g190, g192, g204, g205, g215, g226, g250, g274, g289)で採取した試料は30 wt%以上の高CaO濃度を示す。また、K₂O, Rb, Ba濃度が他の2海域に比べて高く、2 wt%以上の高K₂O濃度を示す試料のほとんど(g307を除く19試料; g238, g248, g260, g261, g264,

九州北西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 GB23航海で採取された九州北西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 in the northwestern offshore area of Kyushu, Japan (GB23 Cruise).

Location no.	W. D.	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Ba	Pb
	m	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
g98	396	15	0.6	3.5	27	25	4.8	14	6.6	45	30	437	8.5	100	7.9
g99	383	23	0.8	5.9	39	36	5.6	19	12	57	47	885	11	223	13
g100	299	15	0.9	3.6	26	23	4.7	11	5.1	41	57	732	10	348	13
g101	258	21	1.0	6.0	34	34	6.4	18	7.4	67	48	1042	12	195	12
g102	219	25	1.1	5.7	33	36	5.6	18	8.6	62	53	970	12	240	13
g107	181	42	1.2	12	84	47	12	23	14	96	62	607	15	286	20
g108	112	35	1.1	9.4	61	27	8.7	14	5.8	56	60	490	11	390	19
g109	93	36	1.2	14	80	36	11	15	6.2	72	57	574	14	375	18
g110	78	30	1.1	15	93	39	11	15	5.5	76	49	451	15	362	15
g111	82	28	0.6	9.8	86	30	9.0	13	5.6	62	31	142	10	124	12
g112	73	41	1.2	9.5	52	37	9.4	18	5.0	65	42	310	8.9	185	16
g116	382	19	0.6	4.4	31	28	5.0	17	9.4	50	30	708	9.0	104	9.6
g117	266	8.4	0.4	1.9	16	18	3.2	7.1	2.8	31	18	502	8.5	63	4.1
g118	167	9.5	0.5	2.8	20	18	3.2	9.6	3.7	31	32	1361	9.3	181	9.6
g119	115	9.7	0.4	2.3	15	13	2.9	7.8	3.6	29	19	1838	8.9	113	7.2
g120	119	19	0.6	5.1	28	36	7.1	21	4.6	61	22	1644	10.1	89	13.9
g122	206	37	1.1	8.6	49	50	6.4	26	14	72	51	835	14	203	14
g123	204	36	1.3	8.9	53	44	7.3	22	11	81	55	594	13	227	15
g124	199	38	1.3	10	64	43	8.3	21	11	83	54	591	13	249	16
g125	124	29	1.1	9.4	64	30	8.5	16	6.7	64	48	599	10	329	14
g126	114	41	1.4	11	76	49	11	19	8.4	77	49	609	13	292	15
g127	97	41	1.3	12	76	56	12	21	8.4	77	49	582	13	284	16
g128	71	21	0.7	7.5	58	44	8.2	16	5.3	40	26	483	8.2	184	9.7
g129	70	40	1.4	9.0	54	47	8.7	24	11	72	48	891	16	214	18
g135	105	10	0.5	4.3	33	17	3.7	8.1	5.0	35	28	1731	11	169	11
g136	147	25	0.9	5.7	30	35	4.5	17	8.6	54	35	1248	12	129	11
g137	163	38	1.3	9.5	52	54	7.5	25	12	78	57	675	14	210	14
g138	156	34	1.4	9.5	54	47	8.7	21	9.4	85	59	727	12	178	14
g139	139	39	1.2	9.6	61	39	8.6	19	9.7	74	49	670	12	245	15
g140	113	37	1.2	14	97	48	13	23	11	83	46	535	13	278	15
g141	106	39	1.2	9.3	53	53	8.4	25	8.8	62	47	522	12	243	14
g142	74	40	1.0	7.5	40	38	7.6	17	5.3	45	41	369	8.5	257	15
g148	126	13	0.9	11	89	52	17	43	11	74	33	1213	22	312	17
g149	81	9.3	0.2	2.4	15	11	2.0	9.3	3.4	14	15	1792	6.4	79	7.0
g150	108	23	0.6	5.8	30	25	4.3	13	7.3	41	33	1282	11	151	12
g151	121	30	0.9	8.3	45	55	6.4	25	12	64	52	1132	14	190	14
g152	126	32	1.0	8.5	47	53	6.9	23	10	64	53	815	13	214	14
g153	115	24	0.8	4.9	32	31	4.7	13	5.5	39	51	571	8.7	273	11
g154	105	29	0.9	6.7	41	49	6.4	22	7.8	51	56	470	10	241	13
g155	85	26	0.7	4.4	27	35	5.2	14	5.4	39	50	441	7.8	236	12
g156	73	40	1.3	10	65	95	9.0	37	14	76	63	524	14	246	16
g162	112	8.9	0.2	0.7	14	10	3.2	10	1.9	27	12	1929	11	86	6.7
g166	63	13	0.3	3.0	22	19	2.8	6.6	4.7	25	23	1883	9.0	113	7.0
g167	75	15	0.3	2.8	18	19	2.9	8.2	5.2	28	21	1985	9.2	83	7.5
g168	76	17	0.4	3.1	20	22	3.2	9.9	5.3	31	31	1676	9.8	124	8.3
g169	64	22	0.7	3.2	20	22	4.2	8.1	4.0	31	45	844	7.9	252	11
g180	47	11	0.2	1.3	14	17	2.4	5.9	2.0	20	15	1669	6.5	78	6.5
g190	67	4.5	-	0.02	6.5	7.5	0.8	1.8	1.9	9.3	3.7	2710	2.7	31	3.4
g192	49	19	0.4	3.6	24	31	3.3	11	6.3	33	28	1733	10	125	9.4
g200	111	17	0.6	3.1	20	23	3.2	11	6.5	39	39	1345	9.9	204	10
g201	93	17	0.7	3.5	22	22	3.6	10	4.8	33	49	981	8.2	294	12
g202	73	14	0.3	2.9	18	17	3.1	7.9	5.1	31	16	1814	8.2	101	8.2
g203	64	13	0.3	1.8	13	16	2.7	4.1	1.8	19	32	760	6.8	235	7.7
g204	71	8.0	0.1	3.2	29	19	3.4	5.3	3.6	17	8.7	2171	5.5	76	6.5
g204-2-2	66	11	0.3	4.7	33	29	4.4	8.6	3.5	23	16	1901	7.9	100	7.1
g205	62	14	0.3	3.4	23	26	3.3	7.1	5.0	25	23	1771	8.1	130	8.5
g212	147	12	0.4	2.7	26	18	3.3	6.8	3.4	27	40	920	7.2	276	8.4
g213	105	13	0.3	2.0	13	17	2.4	7.3	4.0	31	24	1724	7.5	138	7.8
g214	64	9.3	0.2	0.8	11	8.9	2.1	3.0	1.7	13	17	1411	5.7	145	5.6
g215	56	8.9	0.1	3.9	28	18	4.0	4.8	3.9	17	14	1753	5.6	119	6.5
g223	123	17	0.6	3.5	23	25	3.6	12	7.0	42	39	1261	9.3	195	11
g224	112	15	0.4	2.4	17	19	2.9	8.2	4.6	32	33	1427	8.1	193	9.9
g225	92	12	0.3	2.0	16	17	2.7	4.8	2.7	27	31	836	7.1	211	8.0
g226	57	7.4	0.1	1.4	15	10	2.3	2.5	1.6	17	12	1676	3.6	96	4.9
g227	81	17	0.6	3.3	25	25	4.2	7.5	3.1	29	43	775	7.6	252	11

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	Ba mg/kg	Pb mg/kg
g235	119	13	0.4	2.4	17	20	2.9	7.3	3.5	30	42	976	7.7	265	10
g236	107	15	0.4	2.9	18	21	3.3	8.3	5.0	33	38	1148	7.9	205	9.6
g237	95	19	0.6	3.9	25	26	4.1	9.8	4.8	40	42	1125	8.8	230	12
g238	86	19	0.7	4.1	26	25	4.4	8.0	3.4	35	66	673	8.6	349	15
g239	48	24	0.5	7.0	47	52	6.1	18	10	52	35	1496	13	156	15
g245	144	17	0.6	3.5	23	24	3.7	12	6.8	44	41	1129	9.8	204	11
g246	118	16	0.5	3.1	21	23	3.4	10	5.9	38	39	1260	9.6	205	11
g247	107	20	0.6	3.5	23	24	3.9	9.6	5.1	38	50	1004	9.4	254	12
g248	94	17	0.7	3.2	17	20	3.2	7.6	3.5	29	54	627	5.9	394	13
g249	84	17	0.7	3.9	23	22	3.8	9.2	4.4	30	49	815	7.0	310	13
g250	69	9	0.3	4.8	36	23	4.0	6.9	4.3	25	22	1688	7.2	157	9.5
g251	69	24	0.7	5.8	33	35	4.6	14	8.0	41	37	1227	11	202	12
g252	51	22	0.7	4.6	25	27	3.9	11	5.2	34	44	1347	9.8	259	12
g256	136	13	0.8	3.1	18	20	3.0	8.2	3.8	34	56	878	8.6	333	11
g257	152	13	0.6	3.3	18	19	2.9	9.0	4.8	36	42	1252	8.5	233	10
g258	119	12	0.5	2.5	14	15	2.3	7.3	3.7	27	35	1265	7.4	212	9.0
g259	110	19	0.8	2.7	16	20	2.7	7.5	3.7	31	49	897	7.7	308	10
g260	101	21	0.9	3.0	18	19	3.0	7.1	3.1	33	60	680	6.9	368	11.8
g261	91	20	0.8	3.1	17	20	3.1	7.6	2.7	27	54	653	6.2	378	12
g263	66	21	0.6	4.0	23	24	3.4	10	6.3	30	34	1432	8.1	204	10
g264	60	17	0.5	2.4	18	19	2.5	7.0	3.2	20	71	569	4.4	540	14
g265	49	26	0.8	5.2	30	41	4.7	12.3	5.5	37	59	771	8.9	389	16
g268	143	11	0.6	2.5	16	17	2.6	6.2	3.0	28	45	1018	7.7	300	10
g269	118	10	0.5	2.5	15	15	2.5	6.3	3.4	30	40	1300	7.1	242	8.8
g270	125	13	0.6	2.8	16	17	2.6	7.2	3.9	31	41	1208	8.1	240	8.6
g271	117	15	0.6	2.5	15	16	2.6	6.6	2.8	30	39	1115	7.2	258	8.9
g272	104	17	0.7	2.2	13	15	2.4	5.6	2.4	25	50	761	6.0	338	10
g273	96	18	0.7	2.5	15	17	2.7	6.1	2.5	24	55	589	5.9	386	11
g274	86	9.6	0.3	1.8	11	12	1.6	4.5	2.9	19	17	1902	5.2	103	7.6
g276	52	16	0.4	1.4	9.0	12	1.5	4.1	1.9	14	55	770	2.9	463	11
g277	53	22	0.7	3.1	18	17	2.7	6.8	2.8	24	59	588	5.1	484	13
g278	40	14	0.5	1.2	12	11	1.9	4.5	3.6	14	64	421	2.0	649	13
g281	116	6.8	0.4	1.1	6.5	7.2	1.5	3.4	1.9	17	31	1272	4.0	239	7.8
g282	121	9.0	0.6	1.6	9.1	10	1.7	3.9	2.6	21	53	741	4.8	435	12
g283	120	11	0.6	2.2	15	16	2.7	6.5	3.4	30	38	1306	8.2	216	8.9
g284	114	12	0.6	2.4	15	15	2.7	6.0	2.6	28	36	1117	7.0	235	9.4
g285	120	13	0.5	1.7	11	12	2.1	5.8	2.8	23	31	1346	8.2	227	8.1
g286	120	14	0.6	2.5	15	14	2.4	5.7	2.3	22	42	958	8.2	325	9.4
g287	103	12	0.5	1.5	11	12	1.8	5.0	1.7	15	52	667	5.2	440	10
g288	94	12	0.4	1.6	13	13	1.9	5.8	2.8	21	37	1271	5.2	284	9.6
g289	56	7.2	0.2	1.2	11	10	1.5	3.7	3.0	19	17	2203	5.9	113	7.6
g290	52	18	0.6	3.7	22	22	3.2	7.3	3.4	27	39	1462	7.5	240	11
g291	51	15	0.4	1.1	9.5	11	1.5	4.1	1.7	11	60	222	2.3	545	11
g292	48	13	0.4	1.0	10	11	1.2	3.2	2.0	12	65	362	2.3	586	12
g293	47	15	0.5	1.4	13	12	1.4	3.2	1.9	12	67	212	2.8	578	11
g294	50	30	0.9	4.7	27	28	4.4	11	6.2	39	73	709	8.2	406	18
g295	118	9.3	0.6	1.8	10	11	2.0	5.2	2.9	23	41	1190	4.9	288	9.7
g296	132	12	0.6	2.6	14	16	2.5	6.7	3.5	28	44	1137	8.3	305	11
g297	118	11	0.6	1.6	13	16	2.7	5.2	2.2	27	46	997	7.2	317	9.1
g298	106	8.6	0.4	1.7	15	13	2.7	6.3	2.6	24	25	1568	7.6	177	8.6
g299	125	11	0.5	1.3	10	12	2.2	4.3	1.8	17	50	1034	7.1	352	9.4
g300	106	9.5	0.4	1.9	15	17	2.7	6.1	1.9	15	45	920	6.8	364	9.6
g301	105	9.8	0.4	1.2	12	9.8	2.2	6.0	1.9	14	55	940	5.7	407	11
g302	90	10	0.4	1.1	11	6.7	1.5	4.2	2.0	9.0	43	596	3.3	413	7.9
g303	87	11	0.3	2.5	20	11	2.5	4.6	2.8	20	33	1354	6.0	246	7.6
g304	82	22	0.8	3.8	27	27	4.2	9.6	5.0	36	52	887	7.5	384	13
g305	80	18	0.8	3.2	19	22	3.6	8.9	4.1	30	55	905	6.6	330	13
g306	132	13	0.8	2.6	16	16	2.8	6.8	4.0	28	57	858	7.0	373	12
g307	126	7.7	0.6	1.6	8.7	13	1.6	2.9	2.5	18	64	672	7.1	474	13
g308	110	8.6	0.4	1.7	12	14	2.8	5.8	2.3	26	23	1427	9.1	148	7.5
g309	116	7.9	0.3	1.3	13	10	3.2	8.6	2.5	17	17	1750	6.9	106	8.5
g310	129	7.9	0.3	1.1	12	7.7	2.6	6.7	2.1	14	41	1071	5.4	344	9.9
g311	100	9.5	0.5	1.8	12	10	2.2	4.6	1.8	14	49	1009	6.1	349	9.1
g312	103	10	0.4	1.7	15	11	2.1	5.7	2.2	13	61	646	12	419	11
g313	102	13	0.6	2.6	18	16	2.7	6.3	2.5	23	50	918	6.1	350	11
g314	92	16	0.6	2.7	18	17	2.8	7.0	3.6	26	66	730	6.6	443	13

九州北西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 続き.
Table 2 Continued.

Location no.	W. D.	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Ba	Pb
	m	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
g315	85	17	0.6	2.6	18	17	2.6	7.6	4.4	30	67	747	5.1	540	13
g316	131	14	0.6	2.6	16	19	3.2	7.8	3.7	38	49	1208	8.5	263	11
g317	71	7.3	0.2	1.5	13	12	1.9	5.1	2.4	18	12	2546	6.2	57	5.9
g318	102	8.1	0.3	1.6	15	9.6	3.4	8.4	3.2	22	12	1973	7.7	61	10
g319	113	9.0	0.4	1.6	16	12	3.6	10	3.4	22	38	1372	7.1	262	12
g320	121	7.5	0.4	1.0	9.3	8.1	1.8	4.3	1.5	13	46	1028	5.9	366	8.3
g321	117	8.4	0.3	1.6	14	11	2.8	7.0	3.3	20	29	1525	5.9	194	11
g322	106	11	0.5	1.6	14	13	2.5	5.8	2.1	20	55	988	6.0	384	12
g323	100	14	0.6	2.0	13	13	2.4	6.0	3.3	23	55	1097	5.2	431	11
g324	98	14	0.5	2.2	14	14	2.5	7.1	3.4	23	36	1284	6.1	230	9.1
g325	80	21	0.9	4.0	28	26	5.2	12	4.8	49	42	1496	8.9	169	9.7
g326	106	12	0.6	2.3	18	15	4.1	8.4	3.1	29	29	1434	8.3	163	10
g327	119	8.3	0.4	1.3	14	12	2.7	7.9	2.6	20	30	1531	7.6	203	11
g328	107	9.0	0.4	1.3	11	10	2.2	5.8	2.5	18	32	1468	6.3	245	8.7
g329	115	9.6	0.5	1.6	11	12	2.2	5.8	2.3	20	28	1514	6.3	211	8.0
g330	111	8.4	0.4	1.7	11	12	2.2	5.7	2.6	22	30	1468	6.6	217	9.3
g331	106	12	0.5	2.2	13	14	2.7	7.5	3.6	24	25	1544	6.9	151	8.7
g332	107	13	0.5	2.4	18	17	4.0	9.6	3.9	33	25	1663	7.5	122	10
g333	115	9.9	0.4	1.9	15	15	3.1	7.7	3.7	33	24	1725	8.0	132	10
g334	102	10	0.4	1.8	13	14	2.9	7.5	3.9	25	20	1731	7.1	93	8.5
g335	114	11	0.4	1.4	9.4	11	2.0	5.1	2.2	18	33	1412	6.3	266	8.8
g336	117	12	0.4	2.0	12	13	2.7	6.7	3.4	24	25	1544	6.0	152	8.5
g337	93	20	0.9	3.5	20	27	6.5	13	4.9	60	36	1555	7.4	89	10
g338	107	12	0.4	2.4	14	17	3.3	8.4	4.0	34	26	1528	6.9	108	8.4
g339	111	12	0.5	2.2	14	19	2.9	8.4	4.5	31	25	1609	7.5	109	8.3
g340	116	14	0.5	2.1	14	16	2.8	7.7	4.3	30	28	1557	6.8	138	7.8
g341	117	12	0.5	1.8	12	14	2.7	7.4	3.8	27	24	1790	6.4	117	8.1
g342	92	30	1.3	4.5	29	32	5.1	15	6.8	58	52	975	9.6	205	10
g343	101	19	0.9	3.3	22	23	4.0	12	5.9	40	37	1155	8.1	165	9.2
g344	105	19	0.7	3.6	22	23	4.2	13	6.9	42	37	1311	7.9	155	9.7
g345	113	17	0.7	2.8	18	20	3.5	10	5.0	37	33	1389	7.7	146	8.5
g346-2	113	14	0.6	2.9	18	19	3.3	9.8	5.5	34	28	1632	7.6	104	8.5
g347	93	28	1.3	5.4	33	35	6.3	17	7.5	60	61	1021	10	202	13
g348	103	24	1.1	4.8	29	34	5.7	16	8.6	58	52	1060	9.6	162	11
g349	109	22	0.9	3.9	25	27	4.6	13	7.5	46	44	1191	9.0	162	11
g350	112	20	0.9	3.6	22	24	3.9	12	6.7	41	40	1308	8.6	159	9.7
g351	88	29	1.3	5.7	36	36	6.1	20	9.2	54	65	1003	11	241	14
g352	106	27	1.2	4.4	28	30	5.4	16	7.2	49	49	1082	12	171	13
g353	110	21	0.9	4.2	27	27	4.7	13	6.9	44	47	944	8.9	182	11
g354	116	23	1.1	4.3	27	28	4.8	14	6.8	47	51	941	9.4	225	12
g355	66	10	0.3	2.3	19	14	2.9	7.6	3.9	22	18	2484	7.9	67	9.7
g356	79	21	0.9	3.8	25	25	4.9	12	5.5	50	50	1456	9.9	200	12
g357	104	27	1.3	5.5	38	39	6.2	17	7.4	64	65	1083	11	203	14
g358	117	21	1.0	4.6	30	32	5.5	14	7.2	53	52	1027	9.4	195	13
g359	118	25	1.3	5.1	32	33	5.4	15	7.5	50	68	656	10	312	14
g360	114	24	1.1	4.7	33	31	6.9	14	5.8	58	63	1125	10.0	219	15
g361	95	14	0.6	2.6	16	18	3.8	7.9	4.3	39	32	1941	8.9	129	10
g362	102	26	1.3	4.3	30	31	5.6	13	5.5	56	61	1021	10.0	242	12
g363	121	24	1.4	5.5	38	38	6.5	17	6.8	56	74	616	12	335	15
g364	125	22	1.1	4.3	28	31	5.1	14	6.7	50	58	706	9.1	277	12
g365	140	30	1.4	6.0	39	38	7.2	19	10	61	72	940	12	273	16
g366	114	23	1.1	4.4	28	29	5.4	14	6.5	55	58	1098	9.3	235	13
g367	127	24	1.2	5.0	33	34	5.9	16	7.6	52	65	725	11	269	15
g368	130	20	0.9	3.8	24	25	4.1	12	5.9	39	57	506	7.7	291	12
p29	97	22	0.7	4.9	29	29	4.6	14	7.4	45	34	1431	9.9	129	11

g265, g273, g276-g278, g287, g291-g294, g301, g312, g314, g315)が玄界灘海域に存在している。粒度分布をみると、泥質及び中粒砂は少なく、粗粒砂及び細粒砂が多い。五島灘周辺海域及び平戸島-玄界灘周辺海域における元素濃度分布は、GH85-1及びGC05-1航海で採取した海底堆積物の測定結果（今井ほか，2010；Ohta *et al.*,

2022)と調和的である(第4表)。

対馬海峡の海底堆積物（白丸）は、他の海域に比べてCaO及びSrの濃度が高い。特に対馬南東部（g298, g307, g308, g317-g319, g321, g326-g341, g343-g346）に高CaO濃度試料（30 wt%以上）が多く存在する。一方で、対馬北東部で採取された試料（g347-g368）は、以南の対馬

第3表 GB23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	Medium sand	Fine and very fine sand	Mud
		n=34	n=31	n=89	n=32
Na ₂ O	wt %	1.34	1.60	1.96	2.31
MgO	wt %	1.58	1.41	1.72	1.80
Al ₂ O ₃	wt %	3.55	3.78	4.80	6.39
P ₂ O ₅	wt %	0.087	0.087	0.094	0.109
K ₂ O	wt %	0.781	1.22	1.35	1.48
CaO	wt %	30.0	27.4	25.0	19.1
TiO ₂	wt %	0.086	0.074	0.163	0.277
MnO	wt %	0.026	0.025	0.022	0.030
T-Fe ₂ O ₃	wt %	1.06	1.16	1.81	3.02
Li	mg/kg	10.2	10.9	17.1	25.0
Be	mg/kg	0.399	0.448	0.640	1.11
Sc	mg/kg	1.79	1.70	3.14	5.57
V	mg/kg	14.9	13.5	20.0	34.8
Cr	mg/kg	12.0	13.2	21.9	35.3
Co	mg/kg	2.26	2.67	3.32	5.98
Ni	mg/kg	5.26	6.30	8.41	17.1
Cu	mg/kg	3.18	2.59	4.64	8.58
Zn	mg/kg	18.0	21.9	32.7	54.0
Rb	mg/kg	25.7	32.2	42.2	51.6
Sr	mg/kg	1412	1346	1115	825
Y	mg/kg	5.97	6.89	8.17	11.4
Ba	mg/kg	145	227	239	214
Pb	mg/kg	9.14	9.39	10.6	13.5

海峡試料に比べCaO濃度が低く、Al₂O₃、TiO₂、Fe₂O₃などの濃度が高い傾向にあり、ほとんどが泥質である。

3.2 GB23航海海域周辺の陸域堆積物の元素濃度との関係

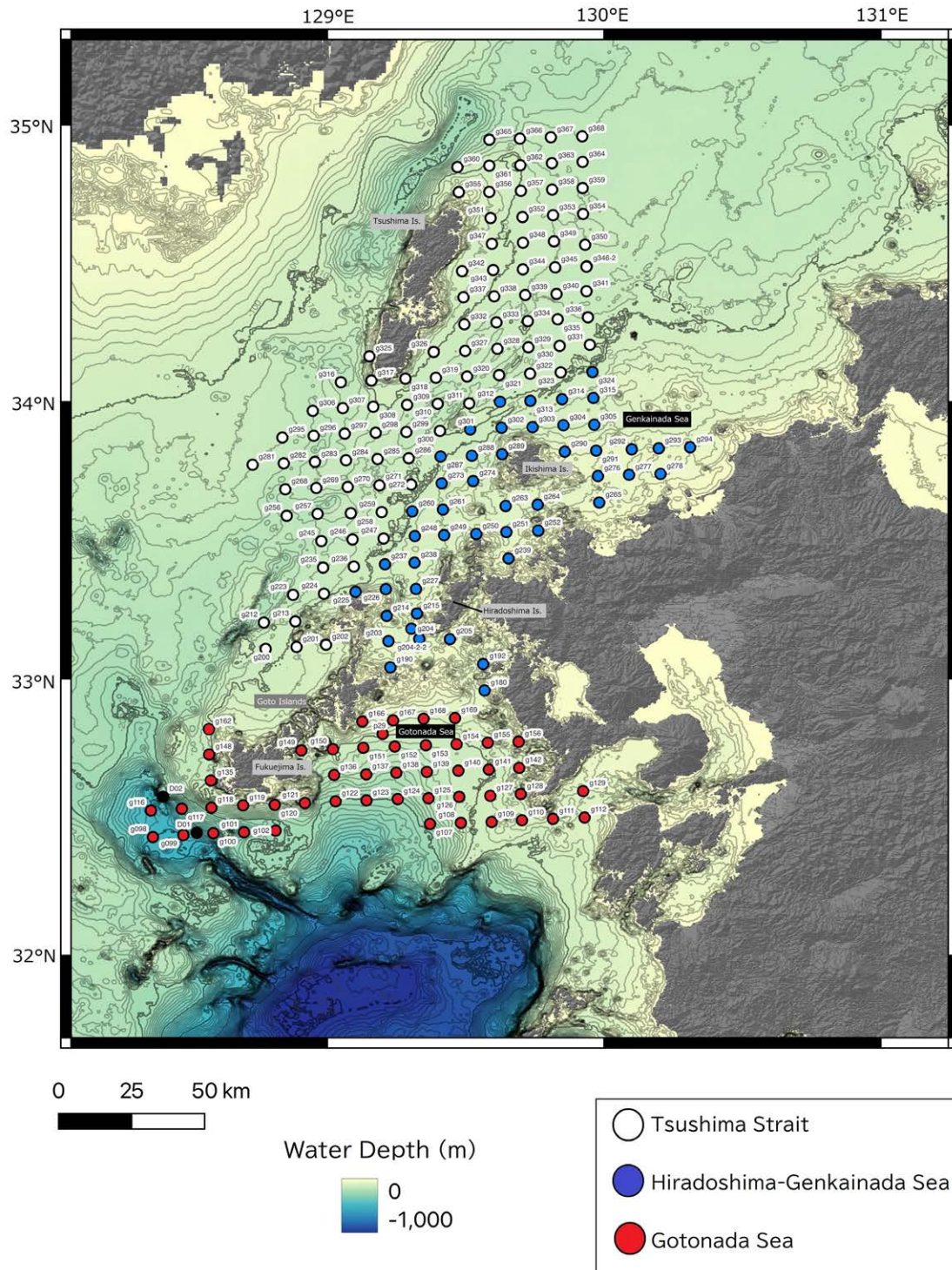
本調査海域周辺の陸域で採取した河川堆積物中の元素広域分布については、今井ほか(2004, 2010)やOhta (2018b)及びOhta *et al.* (2022)に報告がある。以下、河川堆積物の試料名は今井ほか(2010)、Ohta (2018b)に従う。九州北西部の沿岸域はK₂O濃度が高く、陸域と海域における分布の連続性が示唆されている(今井ほか, 2010)。本研究においても、特に玄界灘周辺海域で採取した試料(g265, g276-g278, g290-g294)はK₂O, Rb, Ba濃度が高く、近接する陸域に分布する非アルカリ性珪長質火山岩の影響が考えられる。

このように陸域と海域における元素分布の連続性が示唆されるデータがある一方で、連続性が見出せないケースが多々ある。長崎半島(4001)、西彼杵半島南部(7001, 7002, 7003, 7007)の河川堆積物にはCuが豊富に含まれ、特に長崎半島の試料はMgO, Al₂O₃, MnO, Cr, Ni, Zn

の濃度が非常に高い(今井ほか, 2010)。しかし、長崎半島及び西彼杵半島の近傍地で採取された海底堆積物において、これら元素濃度が高い傾向が見られるのは一部(g129, g156)にとどまる。また、五島灘海域の西方、五島列島近傍で採取した海底堆積物(g119, g120, g135, g149, g166)と、近接する陸域の河川堆積物(Fke08-11, Hs01-03, Nk01)との比較において、元素組成の共通性は認められなかった。五島灘海域は他海域に比べ試料中の元素濃度が高く(第4表)、陸域から海域への堆積物の流出が予想されたが、その可能性は低い。対馬の古第三紀-新第三紀堆積物由来の河川堆積物(Ts01-23)は、Li, Be, K₂O, Rbを豊富に含む(Ohta, 2018b)。しかし、対馬海峡周辺の海底堆積物には生物遺骸粒子に由来するCaOやSrが多く含まれ、他の元素は比較的低濃度を示した(第3表)。苦鉄質火山岩や火砕岩の露頭がある平戸島(Hr01-09)はAl₂O₃、TiO₂、T-Fe₂O₃、V、Znなどの濃度が高く、変成岩類が広く分布する西彼杵半島北部(7005, 7006)ではCrやNiに富むなど、地域ごとに河川堆積物中の元素組成には特徴がある。ただ、平戸島・西彼杵半島近傍の海底堆積物においても生物遺骸粒子の寄与が大きく

第4表 GB23 航海で採取された九州北西海域表層堆積物における元素濃度の海域別平均。
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%		
Gotonada Sea	This Study	47	143	2.47	2.21	7.51	0.119	0.124	18.5	0.324	0.049	0.055	3.51			
	previous study * (GC05-1)	12	-	2.49	3.20	8.27	0.104	1.21	12.0	0.394	0.055	3.82				
Hiradoshima- Genkainada Sea	This Study	48	73	1.71	1.42	4.88	0.087	1.56	21.0	0.156	0.023	1.54				
	previous studies * (GH85-2, GC05-1)	28	-	1.52	2.05	4.15	0.082	1.26	18.2	0.133	0.021	1.38				
Tsushima Strait	This Study	91	112	1.77	1.58	4.20	0.091	1.27	28.0	0.136	0.025	1.79				
	All the samples	186	110	1.93	1.70	5.21	0.097	1.34	23.77	0.189	0.031	2.16				
Sea area	(n)	Li		Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	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
Gotonada Sea	This Study	47	26.5	0.88	7.19	45.9	36.3	6.92	17.4	7.55	56.0	41.9	901	11.3	209	12.7
	previous study * (GC05-1)	12	40.17	0.99	9.04	54.3	45.9	8.38	17.8	8.51	55.0	41.3	639	11.39	218	15.7
Hiradoshima- Genkainada Sea	This Study	48	15.4	0.50	2.80	19.3	19.2	2.92	6.91	3.54	24.1	42.6	1097	6.42	304	10.5
	previous studies * (GH85-2, GC05-1)	28	15.6	0.49	2.80	20.4	23.4	3.08	11.0	4.46	21.3	43.1	1041	5.91	259	11.1
Tsushima Strait	This Study	91	15.1	0.67	2.82	18.8	19.5	3.50	9.18	4.43	33.8	41.2	1250	7.99	225	10.3
	All the samples	186	18.1	0.68	3.92	25.8	23.7	4.21	10.7	4.99	36.9	41.8	1122	8.43	241	11.0
※Gotonada Sea: g98-g102, g107-g112, g116-g120, g122-g129, g135-g142, g148-g156, g162, g166-g169, p29,																
Hiradoshima-Genkainada Sea: g180, g190, g192, g203-g205, g214, g215, g225-g227, g237-g239, g248-g252, g260, g261, g263-g265, g273, g274, g276-g278, g287-g294, g301-g305, g312-g315, g324,																
Tsushima Strait: g200-g202, g212, g213, g223, g224, g235, g236, g245-g247, g256-g259, g268-g272, g281-g286, g295-g300, g306-g311, g316-g323, g325-g368,																
Bold letters indicate the highest concentration of each element.																
* Imai <i>et al.</i> (2010), Ohta <i>et al.</i> (2022)																



第2図 九州北西海域 (GB23 航海) の表層堆積物試料の海域区分。地形の等水深線は 100 m 間隔。海底地形図は岸本 (2000) に基づく。黒丸で示したドレッジ試料 (D01, D02) の化学組成データは得られなかった。

Fig. 2 Area division of marine surface sediments in the northwestern offshore area of Kyushu, Japan (GB23 Cruise). Topographic isobaths are at 100 m intervals. Submarine topographic map is based on Kisimoto (2000). The samples indicated by black circles are dredged samples (D01, D02), and no chemical composition data was obtained.

CaO濃度が高いため、他元素が希薄化しており、元素濃度分布の陸海連続性は確認できない。壱岐島 (Iki01-07) は、平戸島と同じく苦鉄質火山岩由来の河川堆積物が多く、 TiO_2 、 $\text{T-Fe}_2\text{O}_3$ 等のほかCr, Ni, Znに富むとの報告がある。一方で、周辺の海底堆積物中のCaO濃度は比較的低いためCaO成分による希釈効果が弱く、沿岸海底堆積物に対する陸源物質の影響を見ることができると考えられた。しかし、島近傍で採取された海底堆積物 (g263, g264, g274, g276, g288-290, g302-304) において河川堆積物と同様の傾向は確認できない。また、対馬南部地域に散在するZn-Pb鉱床の影響を受けて、河川堆積物Ts04及びTs05はZn, Pbに富むとされるが、近傍海域で採取されたg317, g318, g325, g326でZn, Pbは高濃度を示さない(第2表)。

これらの結果から、河川堆積物が沿岸海底堆積物に与える影響の範囲は小さいと考えられる。また、周辺の陸域には大きな河川が少なく、河川から玄界灘、五島灘、対馬海峡の北部地域への土砂流入量はほとんどない (Ohta *et al.*, 2022) ことから、現在の陸域から海洋環境への堆積物の流出、すなわち元素の移行の割合は少ないと推測される。

3.3 九州北西海域 (GB23航海) における水深及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。本調査海域の水深は大部分が200 m以浅であり変化に乏しいため、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 ($-0.6 < r < 0.6$)。最も相関係数が高いのはCaO-Sr (0.96) である。これら2成分とMgOは生物遺骸粒子 (炭酸塩鉱物) の主成分であり、珊瑚類・貝類・石灰藻類の成長に伴って同様に濃集すると考えられるが、MgOと他2成分の濃度間の相関係数はCaO-MgO (0.22), MgO-Sr (0.25) と低かった。第3図 (a) (b) はCaO, MgO, Srの濃度の関係を海域別で示したものである。第3図 (b) よりCaO-MgO間の相関関係は見いだせない。特に五島灘周辺海域の試料 (赤丸) は、ばらつきが大きく、CaO低濃度かつMgO高濃度側に分布することが確かめられる。このようなCaO低濃度かつMgO高濃度試料は、トカラ列島中部海域 (GB21-2 及び21-3航海) やトカラ列島北東及び南東海域 (GB22-1 及び22-2航海) 等にも存在し、 K_2O , Rb, Baに乏しく Al_2O_3 , TiO_2 , $\text{T-Fe}_2\text{O}_3$, Sc, Cr, Co, Ni, Cuの濃度が高いという同一の特徴を有する (久保田ほか, 2023, 2024)。この結果に加え、MgOの濃集挙動がCaO, Srと大きく異なることと、 Al_2O_3 -MgO濃度間の関係 (第4図 (e)) においても五島灘周辺海域試料のみが緩やかな正の相関関係にあることを踏まえると、五島灘周辺海域の海底堆積物の起源には苦鉄質火山岩由来の碎屑粒子の寄与が大きいと考えられる。苦鉄質碎屑粒子の影響はMgO-T- Fe_2O_3 濃度間及びT- Fe_2O_3 - TiO_2 濃度間

の関係からも確認することができる (第3図 (c) 及び(d))。全試料の分析値から導出される相関係数はMgO-T- Fe_2O_3 (0.69), T- Fe_2O_3 - TiO_2 (0.88) と高い値を示すが、五島灘周辺海域試料に限るとその決定係数 R^2 はどちらも0.9を超える。つまり、五島灘周辺海域試料では図中の回帰直線への当てはまりがよく、より鮮明に苦鉄質碎屑粒子の寄与が大きいことが示された。

第3図 (e) は TiO_2 濃度と K_2O 濃度の関係を示し、過去の航海報告書 (太田ほか, 2017; 久保田ほか, 2023, 2024) と同様に、① TiO_2 , K_2O 共に低濃度、②高濃度 TiO_2 ・低濃度 K_2O 、③低濃度 TiO_2 ・高濃度 K_2O の3つのパターンに分けられた。①のCaO, Srに富む生物遺骸粒子を起源とするグループは各海域の試料が混在しているが、②の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を起源とするグループ (赤丸の範囲) はほとんどが五島灘周辺海域試料である。また、起源を③ K_2O などに富む珪長質火山岩類由来の碎屑性粒子とする青丸の範囲には、玄界灘周辺海域試料 (g265, g276-g278, g290-g294, g305, g314, g315) が含まれ、平戸島周辺試料は①グループに分類された。

第4図に、 Al_2O_3 濃度とCaO, T- Fe_2O_3 , K_2O , Rb, MgO濃度の関係を海域別で示した。 Al_2O_3 濃度とCaO濃度間の相関係数 r は-0.74であり (第5表)、負の相関関係にあることから、 Al_2O_3 を主とする碎屑性粒子とCaOを主成分とする生物遺骸粒子の単純な混合関係を示していると考えられる。第4図 (a) より緩やかな負の相関関係が確認できるが、CaO低濃度域でばらつきが大きい。五島灘海域試料は他と傾向が異なり、低濃度CaO・高濃度 Al_2O_3 を示すものが多い。一方で、黒破線で示す回帰直線より Al_2O_3 濃度が低い方にずれる試料は玄界灘周辺海域試料が多い。太田ほか (2010) は Al_2O_3 -CaO濃度間の関係において両成分が低濃度にずれる試料について、陸源物質の寄与が大きい可能性を示唆している。これは、本研究において玄界灘沿岸域は陸域と海域における元素分布の連続性が確かめられたことと調和的である。 Al_2O_3 -T- Fe_2O_3 濃度間の相関係数は0.80と高いが (第5表)、関係図 (第4図 (b)) を見ると海域によって異なる。第3図 (e) で②苦鉄質火山岩由来の碎屑性粒子を起源とするグループに分類された五島灘試料は、第4図 (b) において Al_2O_3 ・T- Fe_2O_3 高濃度域に分布する。珪長質碎屑粒子若しくは生物遺骸粒子の影響が大きいと考えられる他2海域について低濃度域にプロットされる。回帰直線の傾きは0.41で、GB21-2 及び21-3やGB22-1 及び22-2航海などトカラ列島周辺の海底堆積物 (傾き0.42) と近似している (久保田ほか, 2023, 2024)。ただトカラ列島周辺海域に見られるようなFe高濃度 (10 ~ 25 wt%) を含む試料は、本調査海域では存在しない。第4図 (c) に示す Al_2O_3 - K_2O 濃度間の相関係数は0.55と高くない。これは、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

第 5 表 GB23 航海で採取された九州北西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 = 186).

	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	Ba
Na ₂ O	0.18																						
MgO	-0.03	0.57																					
Al ₂ O ₃	0.07	0.85	0.37																				
P ₂ O ₅	0.08	0.31	0.78	0.07																			
K ₂ O	-0.07	0.27	-0.40	0.55	-0.50																		
CaO	-0.08	-0.42	0.21	-0.74	0.36	-0.77																	
TiO ₂	0.09	0.80	0.68	0.84	0.48	0.15	-0.44																
MnO	0.14	0.49	0.53	0.63	0.32	-0.01	-0.28	0.71															
T-Fe ₂ O ₃	0.15	0.74	0.69	0.80	0.38	0.14	-0.42	0.88	0.66														
Li	0.09	0.84	0.53	0.85	0.19	0.29	-0.52	0.80	0.50	0.87													
Be	0.23	0.73	0.40	0.76	0.13	0.40	-0.48	0.70	0.42	0.83	0.86												
Sc	0.14	0.81	0.69	0.86	0.38	0.11	-0.44	0.93	0.75	0.92	0.86	0.74											
V	0.13	0.73	0.67	0.82	0.41	0.07	-0.43	0.93	0.80	0.90	0.80	0.68	0.98										
Cr	0.14	0.79	0.66	0.74	0.43	0.11	-0.37	0.84	0.49	0.85	0.86	0.76	0.86	0.81									
Co	0.17	0.71	0.73	0.78	0.47	0.04	-0.37	0.92	0.79	0.94	0.79	0.74	0.94	0.95	0.83								
Ni	0.28	0.74	0.71	0.67	0.55	0.02	-0.26	0.83	0.58	0.84	0.79	0.75	0.83	0.80	0.92	0.87							
Cu	0.34	0.77	0.65	0.61	0.51	0.00	-0.18	0.77	0.42	0.76	0.80	0.73	0.78	0.74	0.88	0.75	0.91						
Zn	0.32	0.78	0.70	0.72	0.43	0.06	-0.29	0.84	0.58	0.93	0.87	0.86	0.89	0.85	0.87	0.89	0.89	0.88					
Rb	0.07	0.46	-0.20	0.65	-0.33	0.90	-0.73	0.33	0.06	0.37	0.52	0.68	0.32	0.26	0.38	0.27	0.30	0.32	0.37				
Sr	-0.21	-0.43	0.25	-0.72	0.39	-0.77	0.96	-0.42	-0.24	-0.44	-0.55	-0.57	-0.43	-0.40	-0.39	-0.37	-0.31	-0.26	-0.36	-0.78			
Y	0.29	0.72	0.74	0.60	0.65	-0.09	-0.14	0.82	0.63	0.76	0.67	0.67	0.80	0.79	0.79	0.83	0.86	0.81	0.85	0.20	-0.18		
Ba	-0.13	0.13	-0.49	0.44	-0.52	0.95	-0.73	0.05	0.00	-0.02	0.10	0.18	0.00	-0.01	-0.07	-0.06	-0.13	-0.17	-0.13	0.77	-0.69	-0.22	
Pb	0.06	0.72	0.35	0.84	0.11	0.57	-0.60	0.71	0.51	0.72	0.79	0.79	0.74	0.69	0.69	0.72	0.68	0.64	0.71	0.74	-0.61	0.60	0.44

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

間の相関係数は小さくなるとの寺島ほか(2009)の報告と調和的な結果であり、図より海域により異なる回帰直線にあることが確認できる。Al₂O₃-Rb濃度間の関係図(第4図(d))においても同様の傾向が示された。

4. まとめ

九州北西海域の五島列島、平戸島、壱岐島及び対馬周辺で採取した海底表層堆積物186試料について53元素の化学分析を行い、主成分元素及び微量元素23元素の化学組成の特徴や分布特性について検討した。本調査海域で採取した試料の主な構成成分はCaO、Al₂O₃、T-Fe₂O₃であり、生物遺骸破片(炭酸塩鉱物)を含む試料が多い。ただCaOの濃度範囲は2.63–50.2 wt%と幅広い。本調査海域を五島列島周辺(北部を除く)及び五島灘周辺海域、平戸島・壱岐島周辺及び玄界灘周辺海域、五島列島北部から対馬北部に至る対馬海峡の3つに区分すると、各海域の元素分布特性に明らかな違いが見られた。五島灘周辺海域の堆積物試料はK₂O、CaO、Rb、Sr、Baを除く18元素で高濃度を示した。海流の影響をあまり受けず、南部に位置する男女海盆へ堆積物が輸送されている可能性が考えられた。平戸島–玄界灘周辺海域の試料の多くは、水深70 m以浅で採取され、特に玄界灘周辺の試料は珪長質岩に多く含まれるK₂O、Rb、Baの元素濃度が他に比べて高い。対馬海峡の海底堆積物はCaO及びSrの濃度が高く、海流や海底環境の関係で生物生産が卓越すると推測された。陸域で採取した河川堆積物との関係を海域別に検証すると、多くの沿岸域において河川堆積物が海底堆積物に与える影響の範囲は小さいことが確かめられた。例外として、現在の陸域環境を反映していると示唆されたのは玄界灘周辺海域である。この海域の堆積物中のTiO₂濃度とK₂O濃度の関係から珪長質碎屑粒子を起源とすることが示され、近傍陸域に分布する非アルカリ性珪長質火山岩の影響が考えられた。対馬海峡周辺海域の堆積物については生物遺骸粒子由来のCaO成分による希釈効果と対馬海流の強い流れの影響が大きいため、元素挙動から起源を検証することは難しく今後詳細な検討が必要である。一方、五島灘周辺海域試料は、主要元素の濃度間の相関関係において他の2海域とは明らかに異なる分布を示した。

謝辞：GB23航海において試料採取にご尽力いただいた乗船研究者及び学生の皆様、並びに調査の実施にご尽力いただいた望星丸乗組員の皆様に深く感謝いたします。また、査読者の山岡香子主任研究員には多くの有益な助言を頂きました。厚く御礼を申し上げ、謝意を表明します。

文 献

今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴真澄・岡井貴司・

立花好子・富樫茂子・松久幸敬・金井 豊・上岡晃(2004)日本の地球化学図。産総研地質調査総合センター, 209p.

今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴真澄・岡井貴司・立花好子・池原 研・片山 肇・野田 篤・富樫茂子・松久幸敬・金井 登・上岡 晃(2010)海と陸の地球化学図。産総研地質調査総合センター, 207p.

桂 忠彦(1992)対馬～五島列島周辺海域の海底地質。水路部研究報告, no. 28, 55–138.

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.

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,「沖縄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)で採取された海底表層堆積物の化学組成。地質調査研究報告, 74, 287–300.

久保田 蘭・立花好子・板木拓也・片山 肇・鈴木克明・間中光雄(2024)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。地質調査研究報告, 75, 265–278.

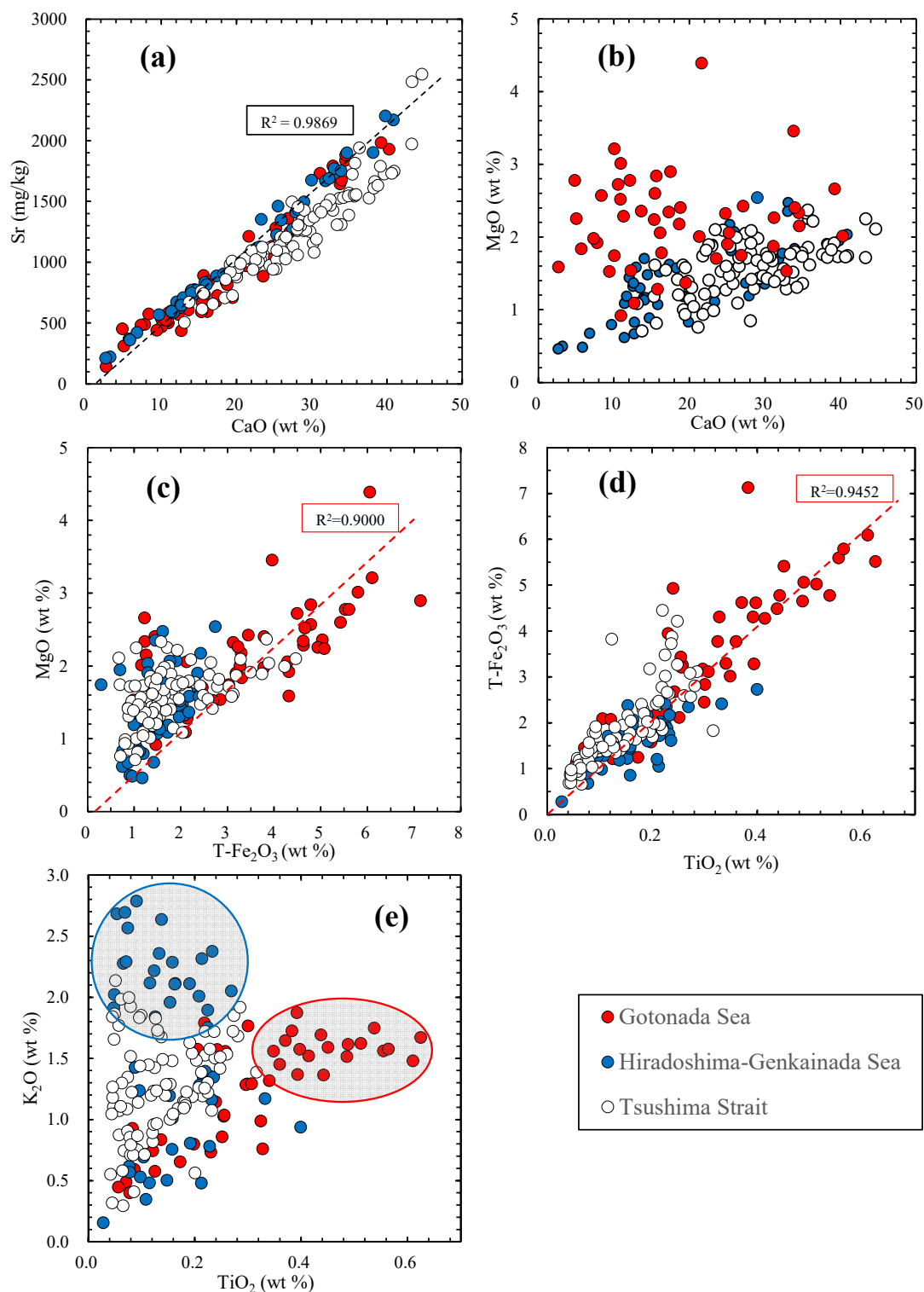
大嶋和雄・井上英二・小野寺公児・湯浅真人・黒田 敬(1982)対馬—五島周辺海域の堆積物。地質調査所月報, 33, 321–350.

Ohta, A. (2018a) Evaluation of straightforward and rapid multi-element analyses 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.

Ohta, A. (2018b) Geochemical mapping of remote islands around Kyushu, Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 69, 233–263.

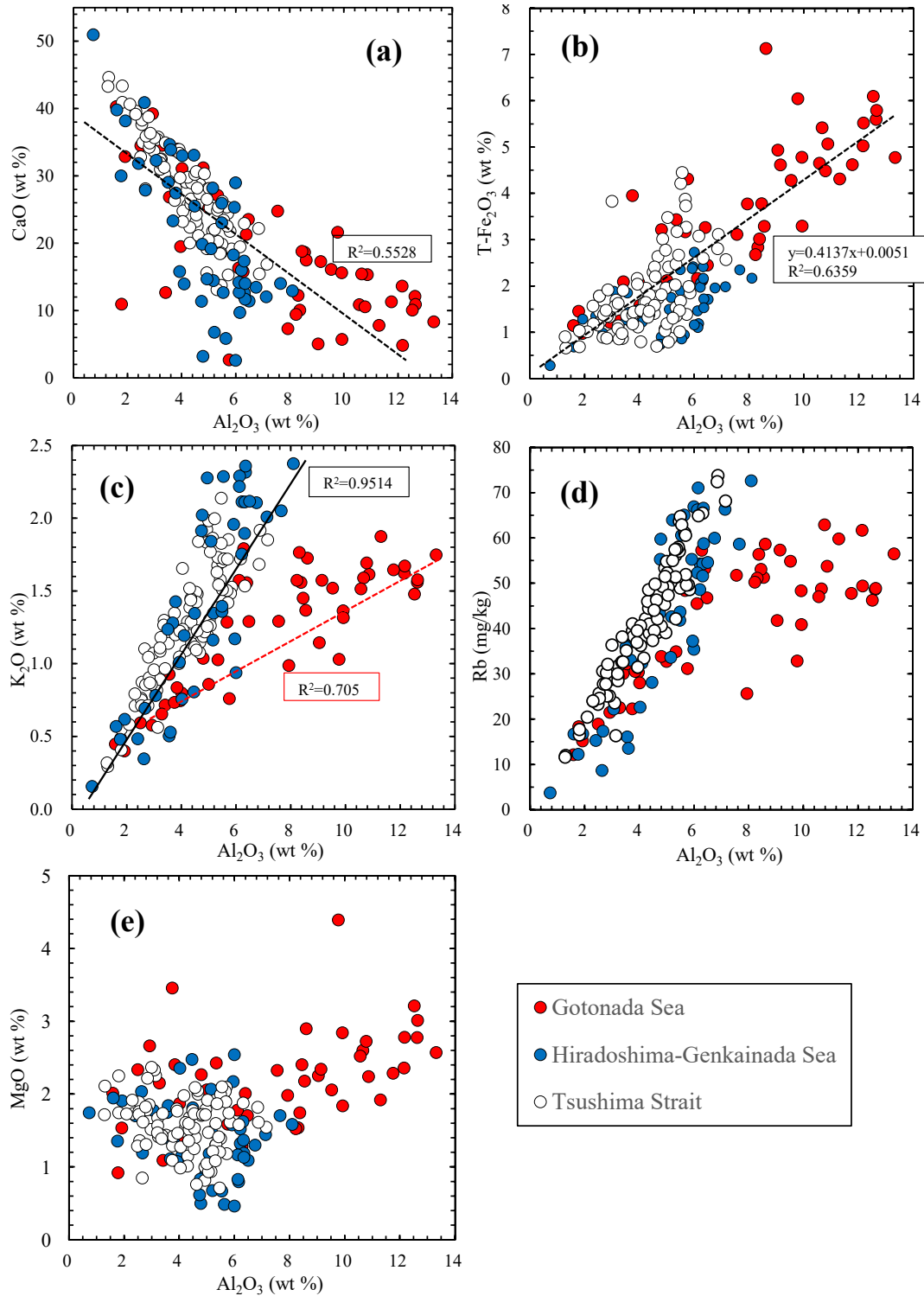
太田充恒・寺島 滋・今井 登・立花好子・板木拓也・荒井晃作・片山 肇・池原 研(2010)沖縄島西方海域の海底表層堆積物の化学組成。荒井晃作編,「沖縄周辺海域の海洋地質学的研究」平成21年度研究概要報告書—沖縄島北西方沖海域—, 地質調査総合センター速報, no. 51, 103–115.

太田充恒・今井 登・立花好子・板木拓也・荒井晃作・



第3図 GB23航海で採取された九州北西海域の表層堆積物中のCaO-Sr, CaO-MgO, T-Fe₂O₃-MgO, TiO₂-T-Fe₂O₃, TiO₂-K₂O濃度間の関係(海域別)。(a)図中の黒実線は全試料における相関関係を示す。(c)(d)赤破線は五島灘周辺海域で採取された試料における相関関係を示す。(e)赤丸は高濃度TiO₂・低濃度K₂O, 青丸は低濃度TiO₂・高濃度K₂Oを示すグループを示す。

Fig. 3 The relationship between elemental concentrations in marine sediments across different marine regions ((a) CaO-Sr, (b) CaO-MgO (c) T-Fe₂O₃-MgO, (d) TiO₂-T-Fe₂O₃, (e) TiO₂-K₂O). (a) The black broken line shows the correlation line for all samples. (c) (d) The red broken line shows the correlation line for Gotonada samples. (e) The red circle indicates the range of high Ti and low K concentrations, and the blue circle indicates the range of low Ti and high K, respectively.



第4図 GB23航海で採取された九州北西海域の表層堆積物中の Al_2O_3 - CaO , Al_2O_3 - $\text{T-Fe}_2\text{O}_3$, Al_2O_3 - K_2O , Al_2O_3 - Rb , Al_2O_3 - MgO 濃度間の関係（海域別）. (a) 図中の破線は全試料における相関関係を示す. (c) 図中の赤破線は五島灘周辺海域試料, 黒実線は平戸島-玄界灘及び対馬海峡周辺海域試料における相関関係をそれぞれ示す.

Fig. 4. The relationship between elemental concentrations for studied sediments ((a) Al_2O_3 - CaO , (b) Al_2O_3 - $\text{T-Fe}_2\text{O}_3$, (c) Al_2O_3 - K_2O , (d) Al_2O_3 - Rb , (e) Al_2O_3 - MgO). (a) The broken line shows the correlation line for all samples. (c) The red broken line shows the correlation line for Gotonada samples and the black solid lines show the correlation lines for all samples except Gotonada samples, respectively.

- 片山 肇・池原 研 (2011) 沖縄島周辺海域の海底表層堆積物の化学組成. 荒井晃作編, 「沖縄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—沖縄島西方沖海域—, 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, 「沖縄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, 「沖縄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, 「沖縄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, 「沖縄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.
- Ohta, A., Imai, N., Tachibana, Y. and Ikehara, K. (2022) Application of spatial distribution patterns of multi-elements in geochemical maps for provenance and transfer process of marine sediments in Kyushu, western Japan. *Geological Society, London, Special Publications*, **505**, 241–270.
- 清家弘治・飯塚 睦・鈴木克明・板木拓也・片山 肇・兼子尚知・石野沙季・石塚 治・喜瀬浩輝・桑野太輔・山崎 誠 (2025) 東シナ海東北部及び日本海西部における海底堆積物採取調査の概要. 地質調査研究報告, **76**, 217–233.
- 寺島 滋・板木拓也・片山 肇・池原 研・今井 登・太田充恒 (2009) 沖縄南東海域の表層堆積物等の化学組成. 荒井晃作編, 「沖縄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—沖縄島東方沖海域—, 地質調査総合センター速報, no. 46, 99–106.

(受 付 : 2024 年 10 月 9 日 ; 受 理 : 2025 年 7 月 28 日)