島根大学地球資源環境学研究報告 29, 33~39 ページ (2010 年 12 月) Geoscience Rept. Shimane Univ., 29, p.33~39 (2010)



## 岡山県笠岡湾およびその周辺の干潟堆積物の元素組成

石賀 裕明\*·塩原 秀治\*·佐野絵里香\*\*

# Geochemical compositions of sediments from the tidal flat in Kasaoka Bay and neighboring areas in Okayama Prefecture, Japan

Hiroaki Ishiga \*, Hideji Shiohara \* and Erika Sano \*\*

#### Abstract

Geochemical compositions of sediments from the tidal flat in Kasaoka Bay and those of the Tamashima and Ashida-gawa areas of the neighboring bays in Seto Inland Sea were examined. The Kasaoka bay is one of the natural coasts remained within this inland sea and is well known for Horseshoe crab habitat at present. Heavy metals are useful elements for evaluation of coastal environments in comparison to iron concentration. A comparative study of other data from the estuaries of big cities in Seto Inland Sea reveals that zinc concentrations from Kasaoka, Tamashima and Ashida-gawa samples show similar level to those of the big cities (Urban trend). However, some of the Kasaoka samples show the lowered Zn concentration compared to the Urban trend. This group plots intermediate of the Urban trend and the normal sediment trend. Decreased concentration of Zn may be related to seawater circulation and probable restoration of natural ecosystem in Kasaoka Bay.

Key words: Kasaoka, Seto Inland Sea, tidal flat, sediments, geochemistry

## はじめに

水環境の中で干潟は特殊な環境である.潮の干満の差が大 きい地域では、干潮時に海面上に広大な海底面が現れる.河 川からの堆積物の供給により,干潟は海洋方向へと前進する. また、河川の運ぶ粘土粒子は海水と混合してフロックをつく り, 泥干潟の発達を促進する. 本邦では, 九州の有明海や不 知火海を代表として、中四国の瀬戸内海沿岸にはかつて広大 な干潟が発達していた. このうち瀬戸内海の沿岸地域は昭和 30年代からの急速な土地利用の変化と人工集中によって海 岸線は変化した.今日ではほとんどが人工的な海岸となって いる。比較的広い干潟が存在するのは、岡山県笠岡湾地域と その周辺、山口県の山口湾の小郡地域、周防灘西部の小月地 域などに限られている. 笠岡湾はカブトガニ生息地として知 られているとともに、今日では干潟・藻場の保全のための環 境管理が行われている. 瀬戸内海の環境は1973年の瀬戸内海 環境保全特別措置法の制定により環境保全、修復の取り組み がなされている.本論ではこのような干潟の現在の環境を地 球化学的に評価するために干潟の堆積物の元素組成を検討し た、重金属やイオウ含有量は水環境を評価する上で重要な指 標であるので、瀬戸内海の岡山市や広島市の河口域の堆積物

 \* 島根大学総合理工学部地球資源環境学科
Department of Geoscience, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan

\*\* 島根大学総合理工学研究科特別プログラム地球資源環境学専攻 Graduate Course In Earth Science And Geoenvironmental Science, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan のデータとの比較を行い、笠岡湾の干潟環境を評価する.

## 沿岸域の干潟分布

## 1. 笠岡湾

笠岡湾はかつて神島までの幅4kmに至る広大な入り江が 存在していた.しかし,昭和41年着工の干拓事業によって, 海面 1800 ha が干拓された (広瀬, 1990). そのため, 干拓地 の北東側に北西南東方向に狭長(延長 2.5 km, 幅約 300 m) な湾入部(水路)と水島水道につながる湾口部となった(第1 図). 両者は瀬戸でつながり,ここは水路が基盤の岩石の張り 出しによって狭く(100m)なる. 湾入部も以前はほぼ2倍の 幅があったが、埋め立ての進行で幅が狭くなっている. 湾口 部の奥の部分では東から"入江"とよばれる水路と合流する. 湾口は 1.38 km, 湾奥行きは 2 km で現在の海面は 140 ha であ る. 湾の奥には小殿洲と呼ばれる島がある. 干潟は瀬戸から 大殿洲、小殿洲および湾の沿岸に発達する(第2図)、高潮位 時の汀線付近では砂干潟であるが、低潮位時には湾内に泥干 潟が現れる(第3図). 2010年6月24日の調査では、水島灘 に出る長浜の西方でアマモの繁殖が認められた. 長浜や正頭 の海浜は砂干潟である、地質的には白亜紀の花コウ岩が広く 分布する. 笠岡地域の北に隣接する部分は北東-南西方向に 延びる地帯構造をもつ舞鶴帯の構成岩類が分布する. 白亜紀 の花コウ岩はこの構造に調和的に貫入し、調査地域を含む幅 約9kmの範囲に広く分布する(光野・杉田, 1980). 長浜西 の海岸や大殿洲にはハンレイ岩がみられる.



第1図 調査地域(岡山県笠岡湾,玉島,広島県芦田川)の位置図,および試料採取地点を示す図.



第2図 笠岡湾の現在の海岸線を示す図.現在の笠岡湾は干拓 事業で狭長な水路となった湾奥と瀬戸からつながり水島灘に 広がる湾口に区分される.干拓地の区分について,1;最も 新しい時期のもの,2;昭和41年に始まり平成2年に完成し たもの,3;より古い時代に作られたもの.地名の略字について, O;大殿州,K:小殿州,M;孫殿州.破線は干潟の分布を示す.

## 2. 玉島

調査地域は高梁川の流入する沿岸の西側にあたる.この沿 岸の多くは埋め立てにより海岸線が大きく変えられている. 玉島湾から水島海峡に面する沿岸に狭小な自然海岸が存在す る.また,埋め立て地の沿岸に新しく干潟が形成されている 部分もある.



第3図 岡山県笠岡湾の湾奥(対岸は大殿州)の干潟を示す写真. 高潮時に形成される海浜砂と低潮時の泥干潟が対称的である.

## 3. 芦田川

調査地域は福山市の西部で,大規模な埋め立てにより海岸 線が変化している. 芦田川は調査地域の最も西に流入する河 川で,河口には干潟が発達する.

#### 試 料 採 取

試料は2010年4月15日,16日,および6月24日,25日に 採取した. 試料採取地点を第1図に示す. 試料は干潟の泥質堆 積物,及び満潮時の汀線の砂である.また,SS(浮遊物質)を 測定するため6月には満潮時,及び干潮時に海水を採取した.

## 分析方法

## 1. pH, ORP 値

泥質試料の pH, ORP (酸化還元電位) は採取後にガラス電 極 (ホリバ D54) を用いて測定した.

#### 2. 元素組成の検討

約100g程度の試料を160℃の恒温器で48時間以上乾燥させた. これにより水分および揮発性有機物を取り除いた. 乾燥試料は蛍光 X線分析装置(リガク RIX 2000)を用いて,粉末プレス法により微量元素組成(As, Pb, Cu, Zn, Cr, V, Sr, Zr, Th, Sc, TS, Br, I, Cl [ppm]), 主元素組成(TiO<sub>2</sub>, Fe2O<sub>3</sub>\*, MnO, CaO, P2O<sub>5</sub> [wt%])を求めた(第2表). Fe2O<sub>3</sub>\* は全鉄を示す. SS は石英フィルターを110℃,1時間乾燥させ,試料水をろ過した後,同様の乾燥を行いあわせて測定した. SS を測定後の石英フィルターについて蛍光 X線分析を行った.

## 分析結果

#### 1. pH, ORP 値

3地域についてpHはおおよそ7.0から8.0の範囲にある(第 4図). ORP は笠岡の試料では約+100から-300まで変化す る.pHとの関係では3試料を除いて負の弱い相関(r=-0.55) を持つものがある. 玉島, 芦田川の試料は負の値を持つ.

## 2. 元素組成

環境因子である微量元素についてみると(第1表), Pbは 笠岡では18~43 ppm (Av.=23.6 ppm, STD.=6), 玉島は22 ~40 ppm (Av.=30.0 ppm, STD.=6), 芦田川は24~35 ppm (Av.=29.3 ppm, STD.=4) である. Zn は笠岡では16~244 ppm (Av.=75.5 ppm, STD.=52), 玉島は16~250 ppm (Av.=142.2 ppm, STD.=77), 芦田川は58~161 ppm (Av.=121.7 ppm, STD.=40) である. Cu, Ni については笠岡においてKa14 (Cu=45, Ni=34), Ka15 (Cu=54, Ni=40)の2 試料でやや高い. 玉島については Ta6 (Cu=70, Ni=35), Ta7 (Cu=55)の2 試料でやや高い. Cr はいずれも60 ppm前後もしくはそれ以下である. TS は笠岡で は392~3418 ppm (Av.=1318.9 ppm, STD.=916), 玉島は751 ~5352 ppm (Av.=2678.6 ppm, STD.=1449), 芦田川は1791~ 4597 ppm (Av.=3004.5 ppm, STD.=1051) である.

その他の元素では Sr は笠岡では 66~258 ppm (Av. = 152.9 ppm, STD. = 43), 玉島は 107~231 ppm (Av. = 149.1 ppm,



第4図 岡山県笠岡湾, 玉島, 芦田川の干潟泥質堆積物の pH-ORP (酸化還元電位)を示す図.

STD.=37), 芦田川は 79~257 ppm (Av.=130.5 ppm, STD.=64) である. Sr については笠岡と玉島の試料でほぼ同じ領域を示 す. Zr は笠岡では 56~230 ppm (Av.=114.9 ppm, STD.=45), 玉島は 66~157ppm (Av.=111.8 ppm, STD.=29), 芦田川は 82~157 ppm (Av.=118.4 ppm, STD.=26) である.

#### 論

議

## 1. 元素組成からの水環境の評価

水環境の評価を行うために堆積物の元素組成は有効であ り,近年多数の報告がある.また,本邦では陸上の河川の堆積 物と海洋の堆積物の両方の元素組成の測定がされ、地球化学 図が公表され (今井ほか, 2010; Ohta et al., 2007 など),水環境 の評価に重金属が有効であることが示されている. その中で Zn は人間生活の中で鉄とともに最もよく使用されている金 属であり、両者の含有量及びその相関を用いて環境評価を行 う試みがなされている (石賀ほか, 2003; Ahmed et al., 2005). 第5図は3地域の試料をプロットしたものである. プロットは 両元素間で正の良い相関を持つグループとこれより亜鉛がや や低い領域にプロットされるものがある。正の良い相関を持 つグループは都市の組成線(U)に重なる.都市の組成線とは 瀬戸内海沿岸の広島市や岡山市の河口における堆積物のデー タから作られた回帰直線で、分散の小さなグループが直線に 近似できることが示されている(石賀ほか, 2003).一般の水 環境の堆積物は傾斜の小さい組成線 (S) で示される。 笠岡の 試料のいくつかが都市の組成線と一般の水環境の組成線の間 にプロットされる. 笠岡の試料のうち小殿州より外側の多く の試料(例えば Ka 20, Ka 21, Ka 23 など)で Zn 含有量が低下 していることがわかる.従って笠岡湾の干潟において水島水 道に面する水循環のよい部分では Zn 濃度がやや低減されて いることを示唆する. また、Zn 濃度がやや低下する点につい ては、アマモが育成するこの部分は生物濃縮により堆積物の 元素組成が変化した可能性があり、今後検討が必要である.

今井ほか (2010) の地球化学図では、笠岡湾を代表する試料 は長浜の南東沖, 今井 (2010) の試料リスト中番号の試料 18 燧灘〜紀伊半島の Zn = 196 ppm, Pb = 50 ppm, および北木島 の南南西沖, 同 25 の Zn = 126 ppm, Pb = 34 ppm である.中 国地方の瀬戸内海で Zn が 170.5~424.7 ppm の領域に塗色さ れているのは、広島市沿岸の海域と播磨灘である。笠岡湾が 小規模な水域でありながら Zn 濃度が低くなっているのは水 循環と生態系に関係するのかもしれない.

Pb については 3 地域の試料が鉄と強い相関 (r=0.72) を持 つ. しかし,より詳細にみると笠岡の試料のいくつかが Pb の 含有量がやや低い. Pb は重工業の発展に伴いその使用量が増 加する. 一般には堆積物には 20 ppm 前後含まれるので 3 地域 の試料についてはやや高いものがあると言える. Cr と鉄につ いては 3 地域の試料について正の強い相関 (r=0.80) を示す. Cr も工業地帯からの寄与が関係する. 一般には堆積物の Cr の含有量は 20~40 ppm といえる. 試料のほとんどが 20 ppm 以上のものであり, リンと鉄については組成線 (S: 横井・石 賀, 2008 の第 2 図による) にほぼ近似される. TS と鉄は 3 地

第1表 岡山県笠岡湾,玉島,芦田川の干潟における堆積物および干満時および満潮時の海水の(浮遊物質)の元素組成. Av.:平均値, STD:標準偏差を示す. 空欄は検出限界以下.

	Trace	ace elements (ppm)														Major elements (wt%)								
sample	As	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Sr	Y	Nb	Zr	Th	Sc	TS	F	Br	Ι	CI	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	* MnO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	_
Kasaoka	-	10	00	-		00		1.45	47		07	0	0	0.0.1	100	0			0.05	1 00	0.00	0.70	0.00	
Kal Ka2	7	18	39	16	14	39	18	145	10	2	6/ 76	3	3	631	126	6 7	24	65	0.05	1.62	0.09	2.73	0.06	
Ka 3	8	21	34	2	7	33	1	66	16	8	75	4	1	478	89	7	35	455	0.13	1 23	0.15	1 18	0.03	
Ka 4	12	29	93	11	2	23	71	222	23	15	147	5	10	469	63	6	7	168	0.82	5.16	0.13	2.82	0.09	
Ka 5	6	20	49	4	13	29	32	148	21	3	87	3	9	929	101	9	18	3635	0.22	3.28	0.07	2.70	0.08	
Ka 6	4	18	45	4	30	42	31	122	17	1	56	2	9	527	159	6	22		0.15	3.53	0.07	3.53	0.07	
Ka 7	4	21	16	2	5	17		176	19		59	4	4	721	12	10	27	3799		0.43	0.02	3.45	0.04	
Ka 8	5	21	29	41	3	16		179	22	2	77	5	5	600	7	6	26	229	0.08	1.23	0.04	3.08	0.06	
Ka 9 Ka 10	4	10	19	3/	5 1	1/		183	21	1	71	4	3	392	39	0	26	4138	0.04	0.89	0.03	2.08	0.00	
Ka 10 Ka 11	7	22	77	8	7	39	34	145	25	8	191	6	9	1289	41	18	20	7759	0.037	3 40	0.00	2.06	0.00	
Ka 12	9	27	134	24	16	41	51	206	28	7	133	9	14	3418	156	18	24	7768	0.37	4.13	0.15	4.20	0.13	
Ka 13	9	27	131	22	16	44	42	207	29	7	134	9	12	3400	247	38	25	12005	0.37	4.13	0.15	4.20	0.13	
Ka 14	13	38	216	45	34	60	104	133	32	10	108	14	14	3225	89	89	37	18999	0.56	6.41	0.38	2.41	0.15	
Ka 15	15	43	244	54	40	69	124	95	35	12	106	16	15	2745	36	60	33	11837	0.63	7.43	0.44	1.47	0.16	
Ka 10	7	31 21	148	30	21	28	84 36	108	33 26	87	107	5	13	3120	40	32	19	9/58	0.40	2.13	0.19	2.33	0.14	
Ka 18	7	22	80	7	7	30	35	145	25	8	195	6	11	886	38	10	21	2224	0.37	3.64	0.09	2.17	0.09	
Ka 19	5	21	50	7	9	23	15	106	26	4	107	5	7	928		8	28	967	0.21	2.18	0.05	1.72	0.06	
Ka 20	8	19	62	5	12	43	46	163	22	7	178	5	12	1042	75	8	16	314	0.56	3.87	0.12	2.58	0.09	
Ka 21	5	20	61	8	16	49	45	183	20	5	119	4	14	1128	61	9	19	2412	0.48	4.07	0.10	3.07	0.10	
Ka 22	7	21	79	8	12	43	45	177	24	6	127	3	11	907	62	9	16	2112	0.44	4.17	0.12	2.75	0.09	
Ka 23	6	21	64	5	10	38	37	155	20	4	92	2	12	1053	182	10	1/	4635	0.37	3.87	0.10	2./3	0.09	
Ka 24 Ka 25	7	20	82	۱U ۹	18	40	68 68	154	24	6	154	6	15	1639	143	11	15	1607	0.30	3.4Z 5.05	0.09	2.12	0.00	
Ka 26	5	21	79	9	21	42	60	160	24	5	121	5	15	1354	156	14	13	1787	0.54	4.51	0.14	3.64	0.10	
Ka 27	9	28	47	4	6	32	5	125	23	8	230	5	4	1044	75	15	22	5537	0.31	1.68	0.07	1.43	0.05	
Ka 28	7	19	56	12	12	44	13	134	20	3	98	3	6	946	128	8	27	1163	0.22	2.58	0.15	2.09	0.08	
Ka 29	7	22	59	10	12	36	6	182	20	2	75	2	7	1010	127	9	21	2614	0.16	2.44	0.11	3.64	0.08	
Ka 30	9	27	119	28	27	74	58	136	23	5	122	6	12	2612	245	18	17	4873	0.40	4.92	0.18	2.86	0.10	
Ka 31	3	21	37	5 7	6	19		93 75	20	с 6	83 86	6	2	1066	153	13	31 20	3143	0.11	1.05	0.02	1.20	0.05	
Av	71	23.6	75.5	140	13.5	37.9	439	152.9	23.1	55	114.9	55	86	1318.9	1024	15.5	22.8	4049.6	0.33	3 25	0.02	2.62	0.00	
STD.	3	6	52	14	9	15	30	43	5	3	45	3	5	916	64	17	7	4438	0.19	1.72	0.09	0.82	0.03	
Tamashi	ma																							
Ta 1	14	40	234	54	33	66	107	107	33	10	102	13	13	3887	63	38	21	14244	0.58	6.58	0.28	1.80	0.15	
Ta 2	7	22	39	4	5	25		172	21	1	66	2	7	751	180	6	26	26	0.05	1.46	0.05	3.65	0.07	
Ta J	3	22	62	7	4	21	20	231	23	3	0	5	0	1028	31 157	9 12	29	2709	0 1 0	0.4Z 2.58	0.04	0.30 1.50	0.05	
Ta 5a	13	33	178	36	31	55	85	140	30	9	137	12	12	2805	157	54	27	10513	0.13	5 73	0.07	2 10	0.00	
Ta 5b	12	30	160	34	28	49	71	181	28	8	132	10	12	2933	153	59	27	13382	0.48	5.08	0.19	2.89	0.13	
Ta 6	13	39	250	70	35	57	104	111	35	11	105	14	14	5352	26	90	21	21252	0.60	7.01	0.15	1.50	0.15	
Ta 7	12	31	201	55	28	50	90	136	32	9	142	11	14	4381	140	63	32	12410	0.53	6.09	0.13	2.22	0.17	
Ta 8	10	32	160	34	29	50	79	161	29	8	117	10	12	2571	27	60	31	12969	0.49	5.31	0.18	2.64	0.12	
	10.4	20	142.2	24	24	46.3	70 79 N	143	285	0 6 9	111.8	9	10.6	2678.6	98.4	34 42.4	285	96524	0.47	4.92	0.12	2.27	0.12	
STD.	3	6	77	22	11	14	25	37	4	4	29	4	4	1449	57	26	5	6193	0.18	2.13	0.07	1.10	0.04	
Ashida-																								
gawa																								
As 1	11	35	161	37	19	47	69	108	40	10	117	14	13	4597	130	35	14	9540	0.51	5.57	0.08	1.90	0.13	
As 2	9	31	07	25	15	03	44 22	100	34	87	15/	10	0	2131	141	14	20	2528	0.39	4.45	0.08	1.60	0.11	
As 3 Ac 4	9	20 24	97 58	10	14	32	32 8	79	30	5	97	9	3	1791	51	10	24	1140	0.34	3.03 2.32	0.00	1.00	0.11	
As 5	11	30	152	28	16	42	93	135	37	11	130	14	13	3650	7	32	11	7610	0.63	6.66	0.11	1.87	0.12	
As 6	10	28	147	26	12	47	107	257	34	10	127	13	17	3330	102	25	6	7636	0.67	7.02	0.10	2.23	0.13	
Av.	9.3	29.3	121.7	24.2	13.8	44.3	58.6	130.5	34.6	8.4	118.4	11.2	10.8	3004.5	91.0	22.5	16.7	5357.8	0.46	4.94	0.08	1.77	0.11	
STD.	2	4	40	9	4	11	38	64	3	2	26	3	5	1051	52	10	8	3356	0.18	1.82	0.03	0.31	0.02	
Kasaoka	SS																							CC ((L)
11000 Ka 6	2	11	52	22	29	11		3	2		11		4	5676		19		73805	0 1 2	0 44	0.10	2 10	0.21	აა (mg/L) 15 1
Ka 12	2	13	47	17	29 57	13		1	2		14		2	5340	58	14		67276	0.09	0.52	0.05	1.09	0.43	20.4
Ka 29	2	11	44	19	27	12		2	2		15		2	6154	104	23		80446	0.12	0.44	0.10	1.56	0.20	23.3
Ka 33	2	11	44	19	27	9		1	2		14		1	6958	12	21		79418	0.09	0.27	0.08	1.09	0.32	17.6
ebb	0			0.0	00	10	10		0		4.5		0	4700	0.5	10		50005	0.00	1.00	0.1.4	1.00	0.10	07.4
Каб Каро	3	14	115	23	30	19 20	16	1	3		15	1	6	4/98	25	18 17		57694	0.28	1.23	0.14	1.30	0.19	8/.1
114 23	3	15	30	22	30	20	20	2	0		10	'	J	5557	103	17		57004	0.55	1.00	0.17	1.50	0.22	103.0

域の試料でやや正の相関を示す.2000 ppm 以上の高い値は玉 島の試料に多い.逆に笠岡の多くの試料で2000 ppm より低 い.このことはZnから推定される笠岡の干潟で水循環が良い ことと矛盾しない.ヨウ素とリンの関係では笠岡の多くの試 料で負の相関を示す.ヨウ素は一般に海草や海洋プランクト ンに濃縮し易いと考えられる(Wong, 1991). 芦田川の試料も この相関の一部にプロットされるが、リン濃度の高い領域に 3 試料が認められる.藻類による水質浄化が期待されるとす れば、リン濃度はアマモのような海草の繁殖地域で低下する と考えられる. 玉島ではリンおよびヨウ素が負の相関を示す が,その傾向は笠岡の試料の傾向よりも右上にある. 玉島で は異なる種類のプランクトンの繁殖と堆積物中への埋没によ りこのような傾向が形成されている可能性が示唆される. 今 後の検討課題である.

笠岡湾での干潮時と満潮時での浮遊物質 (SS) 中の元素組 成について, SSと鉄, Zn, Pb, Cr, リン, TS, Clをプロッ トした(第6図). 干潮時の SS (87.1, 103.6 mg/L, 第1表) は 満潮時のそれ (15.1, 20.4, 23.3, 17.6 mg/L, 第1表) に比べ高



第5図 岡山県笠岡湾,玉島,広島県芦田川の干潟堆積物の元素組成の相関図. 笠岡の試料では Zn-Fe2O3 の相 関において都市の組成線よりも Zn が低くなる試料がある.詳細は本文参照. U は都市の干潟・河川の堆積物, S は一般の干潟・河川の堆積物を示す.



第6図 岡山県笠岡湾の干満時および満潮時の海水のSS(浮遊物質)と元素組成の関係を示す.詳細は本文参照.

くなる. これは干潮時には海水の流れにより,より多くの懸 濁物が形成されるためと言える. このような干潮時の SS の 増加に比例して鉄, Zn, Cr は明瞭に増加する(第6図). し かし, Pb の増加はわずかである. リンについては干潮時,満 潮時でほとんど変化しない試料と満潮時の方が高くなる試料 (Ka 12, 33)がある. これらはそれぞれ大殿州に流入する入江 の水路と瀬戸の試料である. 満潮時にはこのような水循環の 悪いところではプランクトンの発生が大きいと予想される.

## 2. 後背地の地質

後背地の地質を評価する上では Th, Sc, Zr, TiO<sub>2</sub>, Nb など が有効である.特に Th/Sc 比はよく用いられる (Condie, 1993; McLennan et al., 1993).3 地域の試料において Th-Zr および Th-Sc のグラフでは広い範囲に分散する (第7図). Th/Sc-Zr/Sc



第7図 岡山県笠岡湾,玉島,広島県芦田川の干潟堆積物の後背地の考察のための Th-Zr-Sc の相関図. 詳細 は本文参照. Gr(花コウ岩), PASS (Post-Archean Australian Shales), UCC (Upper Continental Crust), TTG (Tonalite-Trondhjemite-Granodiorite), Ba (玄武岩)の値は Condie (1993) による.

のグラフでも同様の傾向があるが、対数グラフでは PAAS (Post-Archean Australian Shales) 平均値が頁岩組成を代表するもので もしくは TTG 組成付近に集合する. PAAS とは平均的な頁岩 組成を代表するもので Taylor and McLennan (1985) により提 唱されている. TTG (Tonalite-Trondhjemite-Granodiorite) は Condie (1993) による. このようなプロットの分散は試料の Thの含有量が比較的低いためと考えられる. 笠岡湾周辺の地 質からは花コウ岩質岩石が優勢であるので、Th はさらに高い 含有量を持つと予想される. 笠岡湾周辺の沿岸域に流入する 高梁川や芦田川の河川の数試料については、今井ほか(2010) で報告されている。それによると高粱川流域において、今 井(2010)の試料リスト中番号の23岡山及び丸亀の試料18 (Th=9.6 ppm, Sc=9.0 ppm), 試料 17 (Th=22.7 ppm, Sc=10.8 ppm), 芦田川で23 岡山及び丸亀の試料18 (Th=35.0 ppm, Sc =10.7 ppm) が報告されている. この結果からは後背地が花コ ウ岩質でThに富んだ組成を持つと言える. 改めて今回の分析 値をみると Zr-TiO2 のプロットでは正の相関を示す試料群が ある(第8図). 一般的に Zr はジルコンといった細粒砂やシ ルトに濃縮する.一方, TiO2 はルチルやチタン鉄鉱等細粒の 鉱物に含まれるので、両者は負の相関を持つことが多い、し かし、ここで両者に正の相関を示すものが存在するのは、両 元素が同様に細粒画分に含まれることを示す。試料として用 いた高潮時の汀線の砂は波のエネルギーを最も強く受け粘土 質物質が失われている. そのため砂粒子は主に石英と長石か らなる.一方洗い出された粘土は潮の干満の大きな干潟では 懸濁物として運搬・循環される. そのため重鉱物は分級によ り消失が進むと考えられる、ここで用いた泥干潟の試料では 花コウ岩起源の重鉱物として一般的なジルコンやモナザイト など Zr や Th を含む鉱物の含有量が低下すると考えられる. 細粒画分として含まれる Th と Nb (r=0.75) や, TiO2 や Nb は 鉄と強い相関 (r=0.89,0.9)を持つ.

#### まとめ

瀬戸内海の干潟の現状の把握のために、岡山県笠岡湾、玉 島および芦田川河口で調査をおこなった. 笠岡湾は干拓事業



第8図 岡山県笠岡湾, 玉島, 広島県芦田川の干潟堆積物の特 性を示す Zr と TiO2 の相関図. 両者にやや相関を持つグルー プがあり, 干潟の砂及び泥質堆積物では細粒画分に Zr が含 まれることが分かる.

により1800 ha の海面が失われたが,現在でも140 ha 前後の 自然海岸をもつ海面が残っている.しかも,瀬戸内海では少 なくなった泥干潟が存在する.玉島および芦田川河口はほと んどが人工海岸であるが泥干潟が存在する.これらの干潟の 堆積物の元素組成を検討し,広島市や岡山市の河口域の堆積 物組成(都市の組成)と比較検討した.笠岡湾の干潟堆積物 には Zn-Fe2O3 の評価図において都市の組成線よりも Zn が低 くなるものがある.これらは干潟の面積が小さいにも関わら ず,水循環の良いことによると推定されるが,アマモ場とし ての生態系の存在による水環境の浄化作用との関係を明らか にすることが課題である.

#### 謝 辞

本研究の研究費の一部は科学研究費補助金(代表:島根大 学汽水域研究センター,国井秀伸教授)を用いた.島根大学 地球資源環境学科入月俊明准教授には本論を読んでいただい た.また,英文は同学科 Barry Roser 准教授に校閲を頂いた. 記して感謝します.

## 文 献

- Ahmed, F., Bibi, M. H., Monsur, M. H. and Ishiga, H., 2005, Present environment and historic changes from the record of lake sediments, Dhaka City, Bangladesh. *Environ. Geol.* 48, 25-36.
- Condie., K. C., 1993, Chemical composition and evolution of the upper continental crust : Contrasting results from surface and shales. *Chem. Geol.* 104, 1-37.
- 広瀬 伸, 1990, 笠岡湾干拓地の地盤特性と工事の概要, 土と基礎, 38, 104-108.
- 今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴(氏家)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 豊・上岡 晃, 2010,海と陸の地球化学図. 産業技術総合 研究所地質調査総合センター, 207p.
- 石賀裕明・道前香緒里・アーメッドファルキ・ハワビビ・梅田 学, 2003, Zn-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 判別図から堆積環境を評価する, 島根大地球環境 学研報, no. 22, 15-20.

- McLennan, S., Hemming, S., MacDaniel, D. K. and Hanson, G. N., 1993, Geochemical approach to sedimentation, provenance and tectonics. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 284, 21-40.
- 光野千春・杉田宗満(編), 1980, 岡山県地質図 (10 万分の1). 内外 地図株式会社.
- Ohta, A., Imai, N., Terashima, S., Tachibana, Y., Ikehara, K., Okai, T., Ujiie-Mikoshiba, M. and Kubota, R., 2007, Elemental distribution of coastal sea and stream sediments in the island-arc region of Japan and mass transfer processes from terrestrial to marine environments. *Appl. Geochem.*, 22, 2872-2891.
- Taylor, S. R. and McLennan, S. M., 1985, The Continental Crust: Its composition and Evolution. Blackwell. 312p.
- Wong, G. T. F., 1991, The marine geochemistry of iodine. Review in Aquatic Science. 4, 45-73.
- 横井絵美・石賀裕明, 堆積物の元素組成からみた山陰地域神西湖の 環境変化, 島根大地球環境学研報, no. 27, 35-41.
- (受付:2010年9月30日,受理:2010年10月29日)