

サンゴ礁海域底質中の陸域・海域由来成分について (その2) ～沖縄県における状況～

城間一哲・座間味佳孝・糸洲昌子

Land / Sea - derived Component in the Sediments of Coral Reefs (Part 2) ～ Field Study in Okinawa ～

Ittetsu SHIROMA, Yoshitaka ZAMAMI and Shoko ITOSU

要旨: 海域の外観から、陸域由来ではない微粒子が堆積し、SPSS ランクを高く評価している海域がある。海域に堆積する微粒子は、陸域由来か海域由来かの2種類考えられるが、SPSS は底質の懸濁量を量る指標であるためどの由来による懸濁か区別できない。仮に海域由来の微粒子の懸濁により SPSS を高く評価していれば、陸域の赤土等の流出を過大評価してしまう可能性がある。この問題を解決するために沖縄県内のサンゴ礁海域底質中の陸域・海域由来成分および元素量を強熱減量、塩酸処理および ICP-MS で測定し、SPSS のデータを併せて、各海域の底質環境について検討した。その結果、「与那良川河口 099-1」、「伊原間」、「嘉良川河口 083-1」は海域由来成分が高く、赤土等の堆積が少ないことが明らかになった。その理由として、強熱減量(浮遊物)より、1 分間静置後の浮遊した懸濁物に海域由来粒子が多く残っていることによるものと推測された。また、「大浦川河口」や「儀間川河口」のように、河口から沖合に向け、距離が遠くなるにつれ陸域由来成分が減少することが確認された地点や、「大小堀川河口 022-2」や「平良川河口」のように、台風に伴う高波浪により拡散能が働き、赤土等が拡散され陸域由来成分と SPSS が減少し、底質環境が改善された地点が確認された。

Key words: 赤土等, SPSS, 強熱減量, 塩酸処理, ICP-MS

I はじめに

沖縄県赤土等流出防止基本計画では、県内 76 海域の赤土等堆積状況を海域底質中の懸濁物質量 (SPSS : content of Suspended Particles in Sea Sediment ; 以下 SPSS と記す) を指標とした「環境保全目標類型」で評価しており、赤土等流出防止海域モニタリング事業で継続してモニタリングが行われている。

沖縄県 (2015) ¹⁾ によると、海域の外観から、陸域由来ではない微粒子が堆積し、SPSS ランクを高く評価している海域として、「与那良川河口 099-1」、「伊原間」、「嘉良川河口 083-1」および「野崎川河口 097-1」が報告されている。これらの地点はリーフ外で比較的沖合に位置し、河口からの赤土等の影響は受けにくいと考えられるにもかかわらず SPSS ランク 6 以上が度々確認されているためである。実際に、沖縄県 (2019) ²⁾ によると、過去 8 年間の平均 SPSS (H24-31) が、「与那良川河口 099-1」は 82.8 kg/m³ (ランク 6)、「伊原間」は 68.1 kg/m³ (ランク 6)、「嘉良川河口 083-1」は 43.0 kg/m³ (ランク 5b) となっている。特に、「与那良川河口 099-1」と「嘉良川河口 083-1」は同一海域内の地点で最も河口から距離があるにもかかわらず、近隣地点より平均 SPSS が高い結果となっている。「与那良川河口 099-1」は、82.8 kg/m³ に対して 099-2 は 44.6 kg/m³、099-3 は 13.0 kg/m³、「嘉良川河口 083-1」は、43.0 kg/m³ に対して 083-2 は 7.8 kg/m³、

083-3 は 10.0 kg/m³ と、近隣 2 地点よりも高いことが確認された。

「野崎川河口 097-1」は、平均 SPSS が 32.0 kg/m³ (ランク 5b) と上述した 3 地点と比べ低く、また同一海域内の近隣地点「野崎川河口 097-2」の平均 SPSS が 35.2 kg/m³ (ランク 5b) と SPSS が変わらない。そのため本報では、海域の外観から、陸域由来ではない微粒子が堆積し、SPSS ランクを高く評価している海域の地点から除外することとした。

沖縄県赤土等流出防止基本計画で定められた陸域の流出削減目標量は、対応する海域の SPSS により定められる。そのため上述した地点では、赤土等の流出を過大評価している可能性がある。しかしながら、SPSS ではサンゴ礁海域底質中に陸域・海域由来成分がどのくらい含まれているかを把握することは困難である。そのため本報では、強熱減量、塩酸処理および ICP-MS を用いて、陸域・海域由来成分を求め、それらと SPSS のデータを併せて、各海域の底質環境を検討することを試みたのでその結果を報告する。

II 実験

1. 試料採取

底質試料は、平成 31 年度赤土等流出防止海域モニタリング事業の定点監視海域と重点監視海域の中から 8 海域

を選定し、第1回調査(2019年7月2日-7月15日)の34検体と第2回調査(2019年10月25日-12月14日)の35検体の計69検体を用いた(図1)。

2. 実験方法

方法の詳細は、「サンゴ礁海域底質中の陸域・海域由来成分について(その1)~分析手法の比較検討~」で記す。

(1) 強熱減量

強熱減量は、磁器製のつぼに入れ乾燥させた試料を一定時間電気炉に入れ、加熱後の重量を量り減量分を算出する方法である。105℃の乾燥減量から550℃強熱による減量の差分で「有機物量」を、950℃強熱による減量と550℃強熱による減量の差分で「海域由来成分」を求め、全体割合の100%から「有機物量」と「海域由来成分」を差し引くことで「陸域由来成分」を求めた。

105℃で2時間乾燥させた試料(5g)をるつぼにいれ電気炉を用いて550℃で4時間、950℃で2時間強熱し、ICP-MSで求めたCa、Mgの比率で結果を補正した。ま

た、SPSSとの比較検討するため1分間静置後の上澄み液を用いての強熱減量を測定した。以下、通常の強熱減量を「強熱減量(底質)」, SPSSと比較のために行った強熱減量を「強熱減量(浮遊物)」と呼称する。

(2) 塩酸処理

塩酸処理は、底質試料(炭酸塩)と塩酸が反応し、二酸化炭素が発生することでその反応前後の重量差で炭酸塩量、すなわち「海域由来成分」を算出する方法である。

105℃で2時間乾燥させた試料(1g)を十分量の塩酸(1+5)で溶解させて反応前後の重量差を測定し、ICP-MSで求めたCa、Mgの比率で結果を補正した。

(3) ICP-MS

ICP-MSは、多元素同時測定ができる機器であり、「陸域由来成分」の主成分元素であるAl、Feを定量することで陸域からの影響をより詳細に分析できる。また、Ca、Mgを測定することで強熱減量と塩酸処理の「海域由来成分」を補正することができるため、手法として用いた。

105℃で2時間乾燥させた試料(0.05g)をマイクロウ

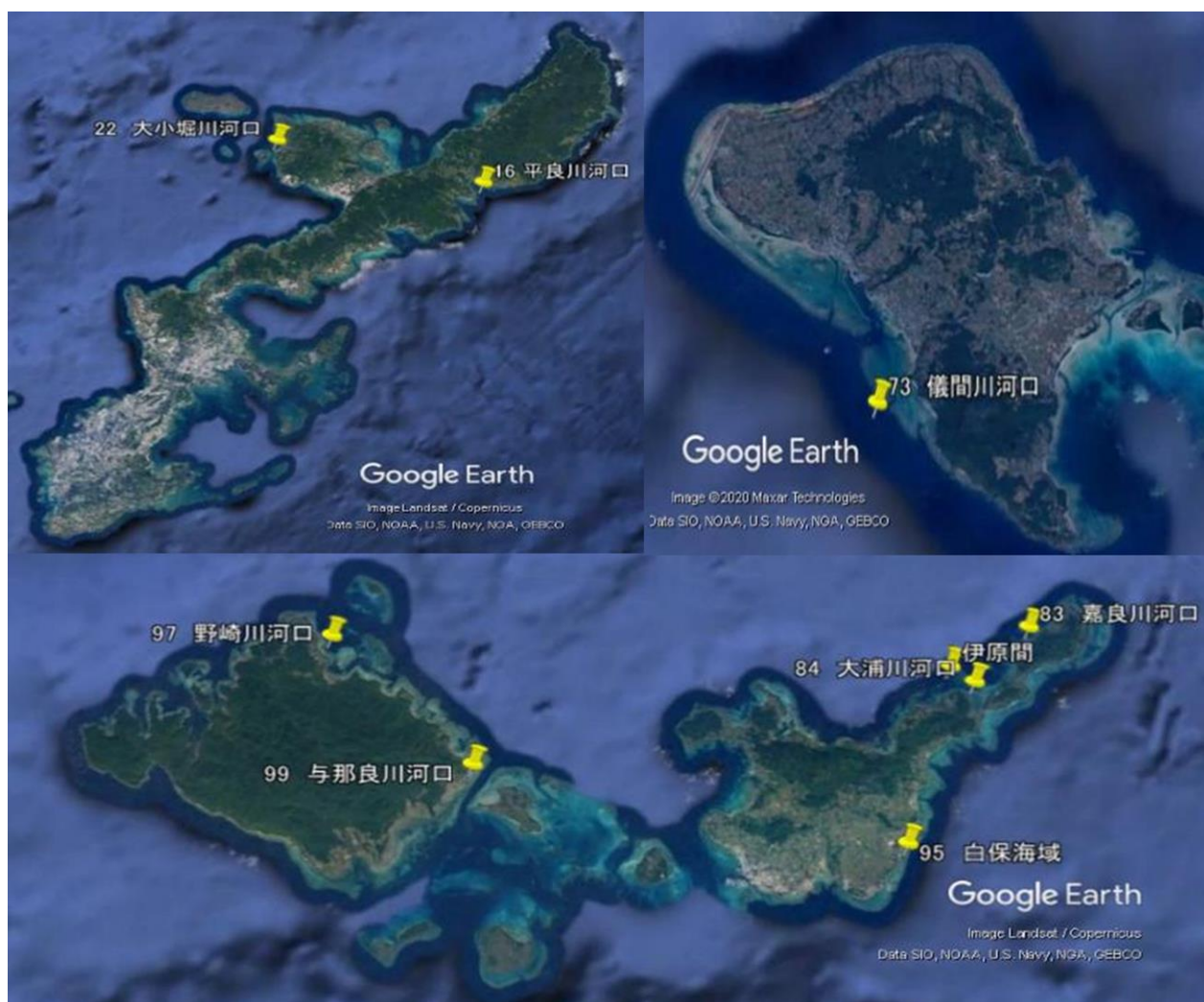


図1. 調査海域図.

ェーブで王水分解した後、5%硝酸で希釈し ICP-MS で測定した。

Ⅲ 結果および考察

1. 与那良川河口, 伊原間, 嘉良川河口

(1) 強熱減量

海域の外観から、陸域由来ではない微粒子が堆積し、SPSS ランクを高く評価している海域と指摘されている「与那良川河口 099-1」, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」の3地点は、強熱減量(底質)と強熱減量(浮遊物)の海域由来成分割合の変化が少ないことが確認された(表1)。はじめに、「与那良川河口 099-1」の海域由来成分は、強熱減量(底質)と強熱減量(浮遊物)では15.0%の差であったのに対して、同一海域内の近隣2地点「与那良川河口 099-2, 099-3」の平均は、39.7%の差であった。続いて、「伊原間」の海域由来成分は、強熱減量(底質)と強熱減量(浮遊物)では4.8%の差であった。そして、「嘉良川河口 083-1」の海域由来成分は、強熱減量(底質)と強熱減量(浮遊物)では8.0%の差であったのに対して、同一海域内の近隣2地点「嘉良川河口 083-2, 083-3」の平均は、18.8%の差であった。この結果から3地点は、1 分間静置後の浮遊物に海域由来の微粒子が多く残っていることが明らかになった。

表1. 与那良川河口, 伊原間, 嘉良川河口の第1-2回調査を平均した底質と浮遊物の海域由来成分の比較。

	海域由来成分(%)		
	①底質	②浮遊物	①-②
与那良川河口099-1	89.3	74.3	15.0
与那良川河口099-2,-3平均	87.7	48.0	39.7
伊原間	96.6	91.8	4.8
嘉良川河口083-1	96.9	88.9	8.0
嘉良川河口083-2,-3平均	96.0	77.2	18.8
全地点平均	82.6	59.3	23.3

次に、有機物量に視点を置くと、「与那良川河口 099-1」, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」の3地点は、強熱減量(底質)の場合では違いが確認されなかったが、強熱減量(浮遊物)の場合だと、他地点と比べて少ないことが確認された(表2)。ここで、有機物量と粒子径には逆相関の関係を有すると報告がある³⁾。このことから強熱減量(浮遊物)の有機物量が少ない3地点は、他地点に比べて浮遊物の粒子径は大きいと考えられる。しかしながら、粒子径の大きさは SPSS の操作過程では沈降しない程度の粒子径であるため、高 SPSS の評価の一因だと考える。また、上述した3地点はリーフ外にあるため潮流

等の物理的要因の影響を受けやすく、本来 SPSS で沈降するはずだった海域由来粒子がより細かく砕けるか、どこかで砕けた海域由来粒子が運び込まれている可能性があると考えられる(図2)。例えば、「与那良川河口 099-1」は西表島と小浜島間のヨナラ水道に位置する地点であり、そのヨナラ水道は潮流が強いという報告がある⁴⁾。現時点で「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」については、同様の報告は確認されていないが、海域由来粒子の物理的破碎をもたらすような環境がある可能性が考えられた。

表2. 与那良川河口, 伊原間, 嘉良川河口の強熱減量(底質)と強熱減量(浮遊物)の有機物量の比較。

地点名	有機物量(%)			
	浮遊物		底質	
	第1回	第2回	第1回	第2回
与那良川河口099-1	8.2	8.7	3.8	4.0
与那良川河口099-2	13.0	12.7	3.8	3.7
与那良川河口099-3	13.1	-	3.9	3.9
伊原間	-	6.5	-	4.3
嘉良川河口083-1	7.3	7.3	4.1	3.8
嘉良川河口083-2	10.0	8.5	3.9	4.1
嘉良川河口083-3	9.4	9.8	4.0	3.9

最後に3地点の海域由来成分を同じ SPSS ランク平均値と比較した(表3)。「与那良川河口 099-1」は、第1-2回調査の平均 SPSS ランクが6で海域由来成分が89.3%であった。同じ SPSS ランク6の海域由来成分が平均77.8%であったことから海域由来成分が高いといえる。続いて、「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」は、第1-2回調査の平均 SPSS ランクがともに5aで海域由来成分が「伊原間」は96.6%, 「嘉良川河口 083-1」は96.9%であった。同じ SPSS ランク5aの海域由来成分が平均88.4%であったことから、「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」は海域由来成分が高いといえる。

表3. 「与那良川河口 099-1」, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」の第1-2回調査を平均した海域由来成分と SPSS.

	海域由来成分(%)	SPSS	SPSS
		(kg/m ³)	ランク
与那良川河口099-1	89.3	63.8	6
伊原間	96.6	29.8	5a
嘉良川河口083-1	96.9	27.8	5a
SPSSランク6平均	77.8	-	-
SPSSランク5a平均	88.4	-	-



図 2. 与那良川河口, 伊原間, 嘉良川河口の地点図.

(2) 塩酸処理

塩酸処理による結果を表 4 に示す.

「与那良川河口 099-1」は, 第 1-2 回調査の平均 SPSS ランクが 6 で海域由来成分が 84.1%であった. 同じ SPSS ランク 6 の海域由来成分が平均 73.9%であったことから, 海域由来成分が高いといえる. 続いて, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」は, 第 1-2 回調査の平均 SPSS ランクが 5a で海域由来成分が「伊原間」は 90.4%, 「嘉良川河口 083-1」は 92.1%であった. 同じ SPSS ランク 5a の海由来成分が平均 87.5%であったことから, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」は海域由来成分は高いといえる.

「与那良川河口 099-1」は, 「平成 19 年度石西礁湖サンゴ群集変動調査委員会資料」⁵⁾でも同一地点を塩酸処理している. 平成 19 年度の結果は, 第 1-2 回調査の平均 SPSS ランクが 3 で海域由来成分が 93.3%であった. 当時の塩酸処理には, 方法の記載がないため本手法との比較は参考程度であるが, 12 年前と比較し, 底質環境の悪化が要因の 1 つであると推測される.

表 4. 「与那良川河口 099-1」, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」の第 1-2 回調査を平均した海域由来成分と SPSS.

	海域由来成分 (%)	SPSS (kg/m ³)	SPSS ランク
与那良川河口099-1	84.1	63.8	6
伊原間	90.4	29.8	5a
嘉良川河口083-1	92.1	27.8	5a
SPSSランク6平均	73.9	-	-
SPSSランク5a平均	87.5	-	-
与那良川河口099-1 (H19年度)	93.3	1.0	3

(3) ICP-MS

ICP-MS による結果を表 5 に示す.

はじめに, 「与那良川河口 099-1」は, 第 1-2 回調査の平均 SPSS ランクが 6 で, 陸域由来成分の主元素の Fe + Al 合計量が 4,270 mg/kg であった. 同じ SPSS ランク 6

の Fe + Al 合計量が平均 15,300 mg/kg であったことから, 陸域由来成分が低いといえる. 続いて, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」は, 第 1-2 回調査の平均 SPSS ランクが 5a で「伊原間」は 1,190 mg/kg, 「嘉良川河口 083-1」は 1,130 mg/kg であった. 同じ SPSS ランク 5a の Fe + Al 合計量が平均 2,840 mg/kg であったことから, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」は陸域由来成分は低いといえる.

表 5. 「与那良川河口 099-1」, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」の第 1-2 回調査を平均した Fe + Al 合計量と SPSS.

	Fe+Al合計量 (mg/kg)	SPSS (kg/m ³)	SPSS ランク
与那良川河口099-1	4,270	63.8	6
伊原間	1,190	29.8	5a
嘉良川河口083-1	1,130	27.8	5a
SPSSランク6平均	15,300	-	-
SPSSランク5a平均	2,840	-	-

2. 野崎川河口

野崎川河口の 3 手法による結果を表 6, 地点図を図 3 に示す.

「野崎川河口 097-1」は, 「I はじめに」で述べたように SPSS が経年的に低く, 今回の第 1-2 回調査でも平均 SPSS ランクが 5a と低い結果となった. 同じ SPSS ランク 5a 平均と比較して海域由来成分が低く, Fe + Al 合計量が高い結果であった. このことから「与那良川河口 099-1」, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」とは異なり海域由来成分が高い地点とはいえない. また, 同一海域内の近隣 2 地点「野崎川河口 097-2, 097-3」と比較しても海域由来成分と Fe + Al 合計量に大きな違いは確認されなかった. 「野崎川河口 097-1」は上述した 3 地点と異なり, 河口からの距離と地点間の距離が比較的近いことから, 地点間の違いが確認されなかったと考えられる.

表 6. 野崎川河口の第 1-2 回調査を平均した海域由来成分と Fe + Al 合計量.

	強熱減量		塩酸処理	ICP-MS
	SPSS ランク	海域由来 成分(%)	海域由来 成分(%)	Fe+Al 合計量(mg/kg)
097-1	5a	71.8	66.5	2,860
097-2	5b	73.6	66.8	3,710
097-3	4	80.3	70.2	3,050
SPSSランク5a平均		88.4	87.5	2,840



図 3. 野崎川河口地点図.

3. 大浦川河口

大浦川河口の 3 手法による結果を表 7, 地点図を図 4 に示す.

SPSS ランクは, 地点が河口からの距離に関わらず変化がなかったが, 今回検討した 3 手法では変化が確認された. 地点が, 「大浦川河口 084-OU08 → OU10 → OU19 → OU32 → OU48 → OU50」と河口から沖合に向けて距離が遠くなるにつれ, 強熱減量の陸域由来成分と ICP-MS の Fe + Al 合計量が減少し, 塩酸処理の海域由来成分が増加していることが確認された. しかしながら, SPSS ランクが 6 以上と変化がないことから, 懸濁物の量自体は変わらず, 成分の割合が変化しただけでサンゴに悪影響を及ぼしている可能性があると考えられる.

「大浦川河口 084-OU08」は, SPSS ランクが第 1-2 回調査を平均して 5b の評価であった. 同じ SPSS ランク 5b と比較すると, 第 1-2 回調査を平均した強熱減量では同じ SPSS ランク 5b 平均の陸域由来成分が 16.9% に対して 68.3% と高い結果であった. また, 塩酸処理では同じ SPSS ランク 5b 平均の海域由来成分が 74.5% に対して 28.6% と低く, ICP-MS では同じ SPSS ランク 5b 平均の Fe + Al 合計量が 16,000 mg/kg に対して 76,000 mg/kg と高い結果であった. この結果から, SPSS 測定における 1

分間静置の過程で, 浮遊せずに沈降する大きさの粒子径を有した赤土等が多く堆積していると考えられる.

表 7. 大浦川河口の第 1-2 回調査を平均した陸域・海域由来成分と Fe + Al 合計量.

	強熱減量		塩酸処理	ICP-MS
	SPSS ランク	陸域由来 成分(%)	海域由来 成分(%)	Fe+Al 合計量(mg/kg)
084-OU08	5b	68.3	28.6	76,000
084-OU10	6	53.6	39.2	59,100
084-OU19	6	14.8	73.1	22,600
084-OU32	6	18.4	79.6	8,770
084-OU48	6	7.4	84.9	8,210
084-OU50	6	6.7	86.6	7,370
SPSSランク5b平均		16.9	74.5	16,000
SPSSランク6平均		18.0	73.9	15,300



図 4. 大浦川河口地点図.

4. 白保海域

白保海域の 3 手法による結果を表 8, 地点図を図 5 に示す.

第 1-2 回調査を平均すると, 全地点において海域由来成分が強熱減量では 91.1-96.9%, 塩酸処理では 83.4-92.5% と他海域よりも高い結果となった. 全地点リーフ内にあるため, 大浦川河口のような陸域・海域由来成分の地点間の差は確認されなかったが, 河口付近の地点である「白保海域 095-S16, 095-S22」は ICP-MS を用いた Fe + Al 合計量が他の地点より高いことが確認された. また, 海域内で最も海域由来成分が高く, Fe + Al 合計量が低い「白保海域 095-No.3」は, コドラート内サンゴ被度でも良好な結果であった. 沖縄県 (2019) ²⁾ よりコドラート内サンゴ被度が「白保海域 095-No.1」は 0.6%, 「白

保海域 095-No.2」は 7.5%に対して、「白保海域 095-No.3」は 42.8%と高く、3 手法と同様な結果を示した。

表 8. 白保海域の第 1-2 回調査を平均した海域由来成分と Fe + Al 合計量.

	SPSS ランク	強熱減量	塩酸処理	ICP-MS
		海域由来 成分(%)	海域由来 成分(%)	Fe+Al 合計量(mg/kg)
095-No.1	6	95.5	88.6	2,670
095-No.2	5b	95.7	92.0	2,730
095-No.3	5a	96.6	92.5	975
095-No.4	5a	96.5	89.3	1,480
095-S07	5b	95.8	91.4	1,470
095-S16	6	91.1	83.4	5,390
095-S19	5a	95.9	86.7	1,990
095-S22	5a	93.7	88.8	3,840
095-S34	5a	96.9	90.2	1,370



図 5. 白保海域地点図.

5. 大小堀川河口

大小堀川河口の 3 手法による結果を表 10, 地点図を図 6 に示す。

「大小堀川河口 022-1」は、第 1-2 回調査を平均すると SPSS ランク 6 と評価している。同じ SPSS ランク 6 の平均値と比較すると、強熱減量の陸域由来成分では平均 18.0%に対して 2.7%, 塩酸処理の海域由来成分では平均 73.9%に対して 90.4%と良好な結果であった。また、ICP-MS も同じ SPSS ランク 6 の Fe + Al 合計量が平均 15,300 mg/kg に対して 5,190 mg/kg と良好な結果であった (表 9)。同地点は、卓上ミドリイシ等が確認され、高 SPSS にもかかわらず比較的健全なサンゴ群集が広がっていると報告がある²⁾。このことから「与那良川河口 099-1」, 「伊原間」, 「嘉良川河口 083-1」と同様に、海域の外観から、陸域由来ではない微粒子が堆積し、SPSS ランクを高く評価している地点といえる。ただし、同地点は陸から近く、またリーフ内にあるため上述した 3 地点とは異なる影響があると考えられる。

表 9. 「大小堀川河口 022-1」の第 1-2 回調査を平均した陸域・海域由来成分と Fe + Al 合計量.

	強熱減量	塩酸処理	ICP-MS	
	SPSS ランク	陸域由来 成分(%)	海域由来 成分(%)	Fe+Al 合計量(mg/kg)
022-1	6	2.7	90.4	5,190
SPSS ランク 6 平均		18.0	73.9	15,300

「大小堀川河口 022-2」は、SPSS ランクが 8→5a (第 1 回→第 2 回) と底質環境が改善されたと評価している。これは、3 手法でも同様の傾向が確認された。はじめに強熱減量の陸域由来成分では 21.8→2.0% (第 1 回→第 2 回), 続いて塩酸処理の海域由来成分では 66.5→92.9% (同), そして ICP-MS の Fe + Al 合計量では 26,100→3,870 mg/kg (同) と底質環境が改善されたことが確認された。第 2 回調査は台風期後に行うことから、台風による底質の巻き上げ・拡散の影響を受けたことが考えられる。

一方で、「大小堀川河口 022-3」は、SPSS ランクが 8→6 (同) と「大小堀川河口 022-2」と比べて少し改善された程度であり、これは 3 手法でも同様の傾向が確認された。このことから同一海域内であっても地点間の違いにより台風による底質の巻き上げ・拡散の影響が異なる結果となった。「大小堀川河口 022-2, 022-3」の地点間の差は、水深による影響が大きいと考える。平年水深値 (H24-31) が「大小堀川河口 022-2」では 1.5 m に対して、「大小堀川河口 022-3」では 3.3 m となっている²⁾。

水深が浅いほど台風に伴う波浪や強風の影響が受けやすいためこのような差が生じたと考えられる。

「大小堀川河口 022-2, 022-3」は第1回調査のSPSSランクが8と高く、検討した3手法の結果から懸濁物の多くは陸域由来の微粒子によるものだといえる。これは、同年の3-6月に台風を伴わず降水量が多かったことにより、陸域から赤土等の流出が多かったことが要因であると報告がある²⁾。期間降水雨量(3-6月)の平年値(H14, H21-H26)が859mmに対して、H31年度が1,268mmと平年より多く降ったことによる影響が大きいと考える。

表 10. 大小堀川河口の第1-2回調査の陸域・海域由来成分と Fe + Al 合計量。

	SPSS		強熱減量		塩酸処理		ICP-MS	
	ランク		陸域由来成分(%)		海域由来成分(%)		Fe+Al 合計量(mg/kg)	
	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回
022-1	6	7	2.3	3.0	89.8	91.1	4,880	5,490
022-2	8	5a	21.8	2.0	66.5	92.9	26,100	3,870
022-3	8	6	49.1	52.7	41.7	45.4	40,200	30,900



図 6. 大小堀川河口地点図。

6. 平良川河口

平良川河口の3手法による結果を表11、地点図を図7に示す。

SPSS ランクは、3地点とも第1回調査はSPSS ランク6以上で、第2回調査はSPSS ランクが5a以下であった。

第1回調査の高SPSS ランクは、検討した3手法から陸域由来成分と Fe + Al 合計量が高いことから、陸域由来の微粒子によるものだと考えられる。この高SPSSは、大小堀川河口と同様に、台風を伴わず降水量が多かったことによる赤土等の流出が原因だと考えられる。

第2回調査の低SPSS ランクは、検討した3手法から第1回調査と比較して陸域由来成分が減少し、海域由来

成分が増加しており、底質環境の改善傾向が同様に確認された。

表 11. 平良川河口の第1-2回調査の陸域・海域由来成分と Fe + Al 合計量。

	SPSS		強熱減量		塩酸処理		ICP-MS	
	ランク		陸域由来成分(%)		海域由来成分(%)		Fe+Al 合計量(mg/kg)	
	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回
016-01(No.1)	7	5a	39.6	20.4	53.2	72.7	20,800	11,300
016-02(No.2)	8	5a	61.1	55.7	30.9	38.9	44,000	15,000
016-03(No.3)	6	4	33.6	21.4	59.6	68.7	25,500	17,200



図 7. 平良川河口地点図。

7. 儀間川河口

儀間川河口の3手法による結果を表12、地点図を図8に示す。

大浦川河口と同様に、地点が「儀間川河口 073-06 → 03 → 09 → 35」と河口から沖合に向けて距離が遠くなるにつれて、強熱減量の陸域由来成分と ICP-MS の Fe + Al 合計量が減少し、塩酸処理の海域由来成分が増加する傾向が確認された。また、「儀間川河口 073-06」を除いて、河口から地点が遠くなるにつれ、SPSS ランクが低くなっている。このことから、懸濁物量も少なくなり底質環境が良好になっていく傾向が確認された。

「儀間川河口 073-06」は、第1-2回調査を平均するとSPSS ランク4と評価している。3手法では、強熱減量の陸域由来成分が14.3%、塩酸処理の海域由来成分が75.3%、Fe + Al 合計量が21,100 mg/kg と同一海域内の地点の中で最も底質環境が良くない結果であった。「大浦

川河口 084-OU08」と同様に、最も河口から近い地点で、SPSS ランクが低く陸域由来成分が高いことから、両地点の河口付近の底質は粒子径の大きい赤土等が多く含まれている可能性があると考えられる。

「儀間川河口 073-35」は、本実験の中で SPSS ランクが3と最も低く、また1分間静置した後の懸濁物が回収できず強熱減量（浮遊物）は測定できなかった。「与那良川河口 099-1」、「伊原間」、「嘉良川河口 083-1」と同様にリーフ外にある地点ではあるが、浮遊させても懸濁物が回収できず、また SPSS ランクが低い。よって、上述した3地点とは異なり SPSS で沈降する程度の大きさの海域由来粒子を多く含んだ底質環境であると考えられる。

表 12. 儀間川河口の第1-2回調査を平均した陸域・海域由来成分と Fe + Al 合計量。

	SPSS ランク	強熱減量	塩酸処理	ICP-MS
		陸域由来 成分(%)	海域由来 成分(%)	Fe+Al 合計量(mg/kg)
073-03	5b	7.5	82.5	13,100
073-06	4	14.3	75.3	21,100
073-09	5a	3.3	90.8	4,360
073-35	3	1.0	91.0	2,000



図 8. 儀間川河口地点図。

IV まとめ

SPSS では陸域・海域由来成分を調べることができないことから、サンゴ礁海域中の底質試料を強熱減量、塩酸処理および ICP-MS で測定し、以下の結果を得た。

1. 「与那良川河口 099-1」、「伊原間」、「嘉良川河口 083-1」の3地点は、同じ SPSS ランクの平均値と比較して海域由来成分が高い。また、その要因として強熱減量（浮遊物）より海域由来の微粒子が1分間静置後でも多く浮遊しているためだと考えられた。
2. 「大浦川河口」や「儀間川河口」では、河口から沖合に向け地点が遠くなるにつれ陸域由来成分が減少し、海域由来成分が増加することが確認された。
3. 「大小堀川河口 022-2」や「平良川河口」のように台風等に巻き上げによる影響で陸域由来成分と SPSS が減少し、底質環境が改善された地点が確認された。

V 参考文献

- 1) 沖縄県環境保全課 (2015) 平成 27 年度 赤土等流出防止海域モニタリング調査委託業務報告書 (概要版) 第 5 章. 沖縄県, pp. 18.
- 2) 沖縄県環境保全課 (2019) 平成 31 年度 赤土等流出防止海域モニタリング調査委託業務報告書 (概要版) 第 3-4 章. 沖縄県, pp. 1-3, 37-75
- 3) BARNES, R. S. K. (1974) Estuarine biology. The institute of biology's studies in biology. Edward Arnold Ltd., London, 49 : 24-27.
- 4) 下池和幸 (2004) 石西礁湖. 環境省・日本サンゴ礁学会, 日本のサンゴ礁, 環境省, 東京, pp. 227-232.
- 5) 株式会社ニュージェック (2008) 平成 19 年度 石西礁湖サンゴ群集変動調査委員会資料. pp. 32-35.