

西之表市馬毛島南東海域底質の粒度組成変化

藤枝 繁・日高正康・東 諭史・小川修治

〒 890-0056 鹿児島市下荒田 4-50-20 鹿児島大学水産学部航海情報研究室

■ はじめに

種子島・西之表港の西約 9.3 km に位置する馬毛島は、無人島としては日本で 2 番目に大きく、面積 8.20 km²、周囲 12 km、標高 71 m の平坦な島である(日本離島センター, 2004)。馬毛島には、ニホンジカの亜種であるマゲジカばかりではなく、鳥類、植生、昆虫、サンゴ、海藻、魚介類、海洋性脊椎動物等、様々な分類群で保全の重要性が指摘されている種が生息している(立澤, 2003)。田中(1976)によると、1947年～1976年の馬毛島周辺の家そう類の性格について「亜熱帯性または温帯性であり、その種類も実に沢山あって多く、その総種類は 300 種以上にも及び、この中には新種、新産種、珍稀種、未発表種等が数十種にも達し、(中略)このような模範的な立派な家そう生育相は恐らく九州の他の所でも見当たらない地域であり、全く貴重な天然の植生域と言えよう。」と記している。また肥後(1984)によると、馬毛島東岸沖合の潜水調査の結果、この海域は潮流がかなり早く、岩石が散在しており、サンゴ類やウミトサカ、イソギンチャク、ウニ等が多く見られ、イセエビも所々の岩石間に見られたと記している。馬毛島周辺海域は、トビウオの産卵場であり、ナガラメ、イセエビ、キビナゴ、ミズイカ等の好漁場としても知られている(馬毛島環境問題対策編集委員会, 2010)。しかし、現

在这个の島は、土地の 99% を民間企業一社に買収され、採石工事や普天間基地移設の候補地となった飛行場建設のための森林伐採など、大規模な開発が行われており(大清水, 2011)、土砂の海域への流出が懸念されている。

底生生物の生息場所である海底底質は、生物によって好みが変わり、微々たる粒度の変化であっても大きな影響を与えることが知られている(肥後・本中野, 1984, 肥後・寺田, 1985)。2007年2月に撮影された航空写真では、すでに島の特に南半分が伐採され、ほとんど緑地がなく、地面が露出しており(南日本新聞, 2010)、馬毛島の開発による土砂の流出は、ナガラメなどの藻食性貝類の漁獲量の激減やサンゴ群落の消失といった問題を生じると指摘されている(馬毛島環境問題対策編集委員会, 2010)。

本研究室では、2002年、馬毛島の開発によって陸上部の土砂が流出している可能性があることに着目し、将来的に周辺海域の海底環境への影響を検討するため、馬毛島南東海域 11 点において海底底質の試料採取を行った。2010年には、2002年の調査と同一地点で再度試料採取を行い、両年の表層部の粒度組成および粒度組成の鉛直変化を比較することによって、2002年からの 8 年間で馬毛島東岸沖の粒度組成の変化を明らかにした。

■ 方法

観測点は、九州沿岸水路誌の九州・南西諸島近海海流統計図(海上保安庁, 1999)より、周辺の海流の方向を考慮し、馬毛島から見て流下にあたる馬毛島南東海域とし、図 1 に示すように格子状に 11 点を設定した。2002年および 2010年の

Fujieda, S., M. Hidaka, S. Higashi and S. Ogawa. 2012. Change of sediment composition off south-eastern part of Mageshima Island, Kagoshima, Japan. *Nature of Kagoshima* 38: 13-17.

✉ Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan (e-mail: fujieda@fish.kagoshima-u.ac.jp).

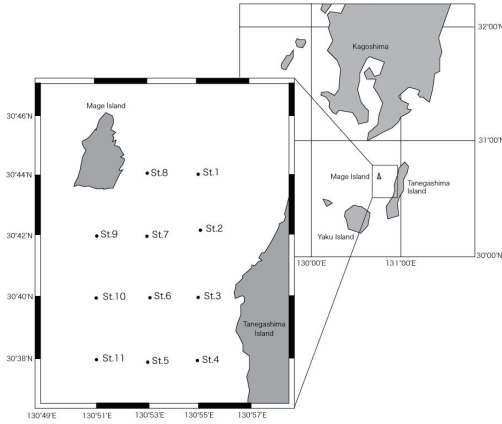


図1. 観測海域及び観測点位置.

調査地点の位置（緯度，経度）と水深を表1に示す。試料の採取は，2002年4月2日，3日，鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸にて，2010年9月13日，14日，同練習船南星丸にて行った。

試料の採取には，スミス・マッキンタイヤ採泥器を用いた。着底後，採泥器を船上に引き上げ，グラブ上部から直径34mmのストレッチパイプを試料に挿し，表面から最大深さ10cmまでの試料を採取した。採取された試料は，下層からゆっくり押し出し，第1層（0-2cm）から2cmごとに切り分け，他層の試料が混入しないように試料の周辺部を除去したものを，それぞれビニール袋に入れて研究室に持ち帰った。

実験室に持ち帰った試料は，まず -1ϕ （2mm）のふるいにかけて礫を取り除いた後，鹿児島大学総合研究博物館所有のレーザー回折式粒度分析装

置（島津製作所製、SALD-3100）を使用して粒度分析を行い，粒度分布の中央値を示す中央粒径値（ Mdi ），粒度分布の淘汰の度合いを示す分級度，粒度分布の歪みを示す歪度（ Ski ）および試料中の泥，シルトの含有率を求めた。なお，ここでは粒径を表す値として ϕ スケールを使用した。粒径 d （mm）と ϕ の関係は， $d=1/2^\phi$ ， $\phi=-\log_2 d$ で表され， ϕ が大きくなるほど粒径が小さい。また砂（ $-1\phi \leq Mdi < 4\phi$ ），シルト（ $4\phi \leq Mdi < 8\phi$ ），粘土（ $8\phi \leq Mdi$ ）であり，砂は極粗粒砂（ $-1\phi \leq Mdi < 0\phi$ ），粗粒砂（ $0\phi \leq Mdi < 1\phi$ ），中粒砂（ $1\phi \leq Mdi < 2\phi$ ），細粒砂（ $2\phi \leq Mdi < 3\phi$ ），極細粒砂（ $3\phi \leq Mdi < 4\phi$ ）に区分した。

■ 結果

水平分布

2002年と2010年の粒度分析結果を用いて，両年の第1層の泥の含有率，中央粒径値（ Mdi ），歪度（ Ski ）の水平分布および各地点の中央粒径値（ Mdi ）の鉛直分布を比較し，8年間の粒径の変化を求めた。表2に2002年と2010年の第1層の中央粒径値（ Mdi ），分級度（ σ_i ），歪度（ Ski ）および泥・シルトの含有率を示す。

泥は，2002年の試料では馬毛島南東沖のSt. 4，St. 5に含まれ，その含有率はそれぞれ0.15%，0.02%であった。2010年の試料の泥の含有率は，St. 5では同じく0.02%であったが，St. 4には含まれず，新たにSt. 10で0.41%となった。しかしいずれも泥の含有率は極めてわずかであり，分級度も0.36-1.04と高いことから，当海域の海底は分

表1. 調査地点の位置および水深.

St. No.	2002			2010		
	Lat.	Long.	Depth (m)	Lat.	Long.	Depth (m)
St. 1	30°44.0'N	130°55.0'E	48	30°44.0'N	130°55.0'E	41
St. 2	30°42.2'N	130°55.1'E	48	30°42.1'N	130°55.0'E	39
St. 3	30°40.0'N	130°55.0'E	51	30°40.0'N	130°55.0'E	44
St. 4	30°38.0'N	130°55.0'E	47	30°38.0'N	130°55.0'E	38
St. 5	30°37.9'N	130°53.0'E	57	30°38.0'N	130°53.0'E	52
St. 6	30°40.0'N	130°53.1'E	52	30°39.9'N	130°53.3'E	45
St. 7	30°42.0'N	130°53.0'E	44	30°42.0'N	130°53.0'E	37
St. 8	30°44.0'N	130°53.0'E	37	30°44.1'N	130°53.0'E	26
St. 9	30°42.0'N	130°51.0'E	39	30°41.9'N	130°51.1'E	30
St.10	30°40.0'N	130°51.0'E	53	30°40.0'N	130°51.0'E	44
St.11	30°38.0'N	130°51.0'E	58	30°38.0'N	130°51.1'E	48

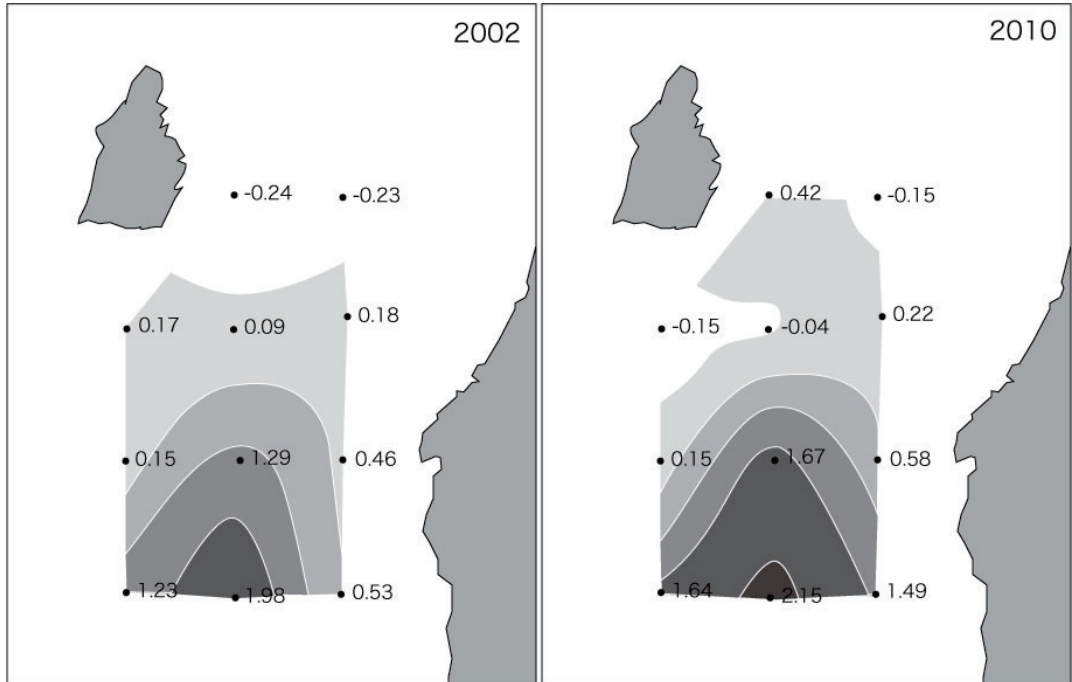


図2. 2002年と2010年の中央粒径値 (M_{di}) の等値線図。

級度の高い砂質であるといえる。

2002年と2010年の表層の中央粒径値 (M_{di}) の等値線図を図2に、2002年と2010年の表層の中央粒径値 (M_{di}) の差分の水平分布を図3に示す。2002年では、馬毛島東部の St. 1, 8 に 0ϕ 以下の極粗粒砂が分布し、馬毛島から6 km 南方沖の St. 5, 6, 11 に 1ϕ 以上の中粒砂から細粒砂の分布が見られた。歪度は、馬毛島南方沖の中粒砂から細粒砂の St. 5, 6, 11 で負の歪みを示し、細粒に偏る分布傾向を示した。2010年になると、馬毛

島近傍東部の St. 8 で 0ϕ 以下の極粗粒砂が 0ϕ 以上の粗粒砂に 0.5ϕ 以上細粒化した。一方、馬毛島南東部の St. 7, 9 では、 0ϕ 以上の粗粒砂が 0ϕ 以下の極粗粒砂に粗粒化した。また2002年、 1ϕ 以上の中粒砂から細粒砂であった馬毛島南方沖 (St. 5, 6, 11) では、2010年にはさらに細粒化した。特に馬毛島から南東に最も離れた St. 4 では -0.97ϕ と大きく細粒化し、底質は粗粒砂から中粒砂に変化した。

表2. 2002年と2010年の表層の中央粒径値 (M_{di})、分級度 (σ)、歪度 (S_{ki})、泥・シルトの含有率。

St. No.	中央粒径値 (M_{di})		分級度 (σ)		歪度 (S_{ki})		泥・シルト含有率 (%)	
	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010
St. 1	-0.23	-0.15	0.46	0.64	0.13	0.24	0.00	0.00
St. 2	0.18	0.22	0.42	0.66	0.12	0.12	0.00	0.00
St. 3	0.46	0.58	0.53	0.63	0.10	0.02	0.00	0.00
St. 4	0.53	1.49	0.66	0.65	-0.16	-0.25	0.15	0.00
St. 5	1.98	2.15	0.76	0.48	-0.39	-0.19	0.02	0.02
St. 6	1.29	1.67	0.68	0.36	-0.29	-0.02	0.00	0.00
St. 7	0.09	-0.04	0.51	0.46	0.13	0.19	0.00	0.00
St. 8	-0.24	0.42	0.46	0.49	0.12	0.00	0.00	0.00
St. 9	0.17	-0.15	0.45	0.63	0.14	0.26	0.00	0.00
St. 10	0.15	0.15	0.72	0.90	0.36	0.12	0.00	0.41
St. 11	1.23	1.64	0.72	1.04	-0.22	-0.58	0.00	0.00

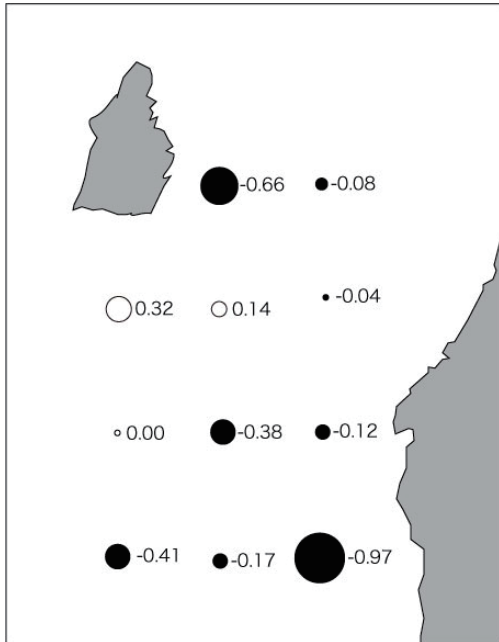


図3. 中央粒径値 (Mdi) の差の分布.

鉛直分布

図4に各観測点における2002年と2010年の中央粒径値 (Mdi) の鉛直分布を示す。2002年と2010年の中央粒径値 (Mdi) の差は大小あるが、11点中8点で2010年の方が対になる全ての層で細粒化していた。特に、St. 4, 8のように第1層で細粒化傾向が大きい地点では、対になる層の差も大きく、特にSt. 8では深度8 cmまでその差は見られた。一方、St. 7, 9のように表層が粗粒化していた地点では、両年の差は小さかった。

■ 考察

九州沿岸水路誌の九州・南西諸島近海海流統計図(海上保安庁, 1999)より、馬毛島周辺の海流は、屋久島水道を北上し、大隅海峡を東進する黒潮分子流の支流が馬毛島北部沖から種子島に向かって南東に流れている。この海域海底の分級度は、1980年に行った海上保安庁水路部(1981)の調査とほぼ同じであり、またこの8年間で泥・シルトの含有率が極めて低い状態が継続していることから、この海域の強い流れは常に存在してい

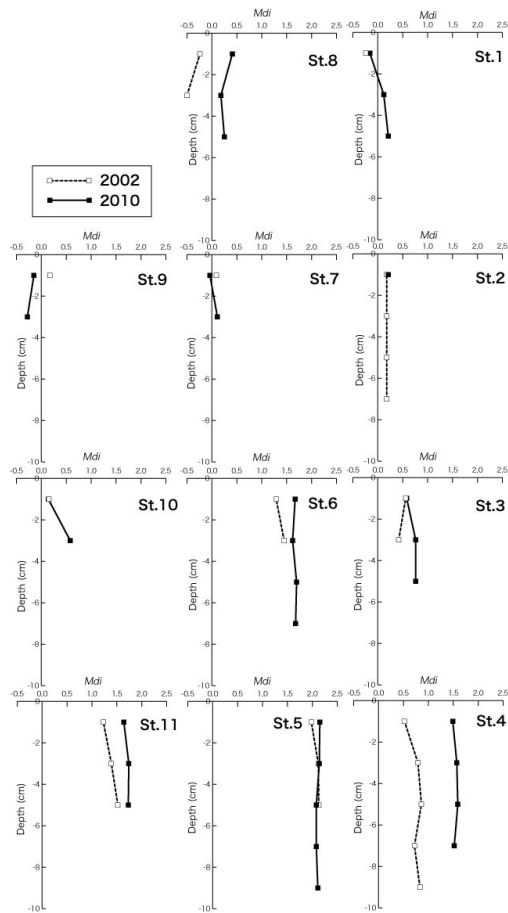


図4. 中央粒径値 (Mdi) の鉛直分布.

たと言える。しかし、2002年の表層の中央粒径値 (Mdi) は、1980年に行った海上保安庁水路部(1981)の調査とほぼ一致したが、2010年の表層の中央粒径値 (Mdi) の等値線図(図2)を見ると2002年に比較して大きく変わったことがわかる。この底質の変化は、調査海域の海流より、東側の種子島方面からではなく、むしろ北西側海域からの影響を受けたと考えて良い。近年この海域にあって大量の土砂の供給源となりうるものには、海域北西部に位置する馬毛島における陸上部の開発が挙げられる(大清水, 2011)。流れの上流側にあたる馬毛島から大量の土砂が流出した場合、それらは南東に向かって流れる海流に乗り、粒度が粗く重いものは馬毛島近傍南～南東部に堆積し、粒度の細かいものは沈まずに流れの弱まる

海域まで移動して堆積すると推察される。2002年と2010年の調査の粒度組成を比較すると、流れが早くこれまで粗粒砂しか堆積できなかった馬毛島南部海域は、新たに大量の極粗粒砂が堆積し粗粒化した。また極粗粒砂が堆積していた馬毛島近傍東部 (St. 8) には、粗粒砂が堆積した。一方、馬毛島から離れた南東沖では、これまで中粒砂・細粒砂が主であったが、今回、大量の細粒砂の供給により細粒化の傾向が見られた。特に St. 4 では、8 cm の深度でも 8 年前の中央粒径値 (M_{di}) と一致しないことから、馬毛島から当海域へ流出した土砂量が相当大きいことが推察される。田中 (1976) は、この島が自然のままであった 1970 年代に海藻生息地としての保存指定を求めており、そこでは近年県下の各沿岸でもこの天然の海そう類が公害その他の種々の理由によって犯され悪くなって来ている傾向が著しく多く憂慮されているが、この馬毛島だけは全く自然のままの状態を存続維持して来ていると記している。

残念ながら、現在の馬毛島周辺海域の状況は、馬毛島陸上部の開発による大量の土砂の海域への流出によって、同周辺海域だけでなく、同島から 10 km 以上離れた海域にも影響を与えており、馬毛島南東部沖～種子島西岸沖海域の海底環境の急激な変化による海洋生態系への影響が懸念される状態にある。

■ 謝辞

本研究を行うにあたり、故肥後伸夫水産学部名誉教授から多大な助言をいただきました。また試料の採取は、鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸益満侃船長以下乗組員および南星丸内山正樹船長以下乗組員の労を多とします。皆様に心よりお礼申し上げます。

■ 引用文献

- 大清水友明. 2011. 馬毛島に上陸する！, FLASH, 2011.7.15号, 光文社, 東京. pp.101-105.
- 海上保安庁. 1999. 大隅海峡最強流速分布図, 九州沿岸水路誌第105号. pp. 14.
- 海上保安庁水路部. 1981. 5万分の1沿岸の海の基本図, 海底地形地質調査報告種子島北部, pp. 5-32.
- 南日本新聞. 2010. 米軍再編と鹿児島 (中) 馬毛島, 南日本新聞 2010.2.12 朝刊.
- 立澤史郎編. 2003. 馬毛島の生物相, 馬毛島の自然を守る会.
- 田中剛. 1976. 馬毛島の海藻生育地の保存指定について, 自然愛護, 2, pp. 4-5.
- 肥後伸夫. 1984. 種子島周辺海域における定置漁場・藻場・人工魚礁調査報告書, 鹿児島県, pp. 5-7.
- 肥後伸夫, 本中野伸一. 1984. 出水市沖合海域におけるクルマエビ漁場に関する研究—I, 漁場の底質について, 鹿児島大学水産学部紀要, 33(1), pp. 145-153.
- 肥後伸夫, 寺田和彦. 1985. 甌島周辺海域におけるキビナゴ漁場に関する研究—I, 荒人崎沖の産卵場における卵の着床について, 鹿児島大学水産学部紀要, 34(1), pp. 97-109.
- 馬毛島環境問題対策編集委員会編. 2010. 馬毛島, 宝の島-豊かな自然, 歴史と乱開発, 南方新社, 鹿児島, pp. 12-33.
- (財) 日本離島センター編. 2004. 馬毛島, 日本の島ガイド 島ダス, (財) 日本離島センター, 東京. p. 1049.