

沖縄島北部における養殖漁場の赤土等流出状況調査 (漁業公害対策指導事業)

水産海洋技術センター本部駐在 上原匡人・仲盛 淳

1. 目的および背景

沖縄県では、その土壌の特性や気候、地形などの自然的要因に加え、公共事業やリゾート開発、農地開発などの人為的要因があわさって、しばしば赤土流出が問題化してきた。この状況に対し、恩納村漁協を中心とする県内水産関係団体は、度々県への抗議や改善要請を行い、平成6年に沖縄県赤土防止条例が制定された。その後、県は平成25年に赤土等流出防止対策基本計画、平成27年に赤土等流出防止対策行動計画をそれぞれ策定し、赤土流出対策に取り組んでいる。特に赤土防止条例の制定により、赤土流出は減少したと言われているが(大見謝ら, 2002)、現在でも降雨時には、沖縄島北部のほとんどの海域で赤土流出が確認されており(図1)、現状の把握と改善に向けた取り組みが喫緊の課題となっている。そこで、水産海洋技術センター本部駐在では、今年度より羽地内海で行っている定点モニタリングに加え、新たに4か所15地点を定点として加えたので、その結果を報告する。

2. 方法

赤土等の堆積状況調査は、東村川田(4定点)、宜野座村前原(4定点)、金武町福花(3定点)、恩納村屋嘉田(4定点)で行った(図2)。これらの定点は、いずれも潜

水器や刺網などの沿岸漁業の漁場であり、モズクやヒトエグサ(アーサ)の養殖場でもある。底質の採集は、原則として年4回(各四半期)、大潮の干潮時に行った。川田については、沿岸と沖合の堆積状況を比較するため、第4四半期のみ、沖合3地点でも採泥器を用いて採集した。得られたサンプルは、研究室に持ち帰り、SPSS簡易測定法(大見謝, 2003)により底質中の懸濁物質含量(kg/m^3)を求め、ランクを決定した。

3. 結果と考察

(1) 赤土の堆積状況

東村川田(図2a)：いずれの定点においても、規模の程度は異なるものの流入河川があった。年間を通して定点1の懸濁物質含量が最も高く、SPSSランク6~7に相当した(図3)。第4四半期に採集した沖側(モズク養殖場とその周辺)では(図4)、定点1'が 3.8 kg/m^3 、定点2'-3'(定点2と3の中間沖)が 24.6 kg/m^3 、定点4'が 12.1 kg/m^3 であり、岸側よりも沖側で高い傾向を示した。このことは、比較的、大きな河川が流入し、遠浅の干潟が発達しない地形では、岸側ではなく、礁池内に堆積することを示唆しているのかもしれない。

宜野座村前原(図2b)：年間を通して、河

口域に位置する定点 1(川側)と 4(海側)で懸濁物質含量が高く、SPSS ランク 6 に相当した(図 3)。

金武町福花(図 2c):年間を通して、河口域に位置する定点 1 で懸濁物質含量が高く、SPSS ランク 6 に相当した(図 3)。また、排水溝が近くにある定点 2 でも(図 1)、時折、ランク 6 に達することが確認された。

恩納村屋嘉田(図 2d):年間を通して、すべての定点で SPSS ランク 6 以上を示し、恩納小学校裏の定点 4 では、ランク 7 に達することもあった(図 3)。

このように、すべての海域で、明らかな人為的な赤土流出を意味する 6 以上のランクが確認され、特に河口や排水路等に近いほど高いランクを示す傾向が認められた。このことは、現在でも赤土等の流出があることを示している。

(2) 水生生物への影響

赤土のような懸濁・堆積粒子が水生生物へ及ぼす影響は、様々な海産生物を対象として数多く報告されている。ここで、既存知見のうちサンゴ、海草・海藻、魚類、棘皮類、貝類への影響について整理した。

①海草藻場への影響

小澤ら(2005)は、羽地内海饒平名の海草藻場について航空写真の解析と現地調査により面積の比較を行った。その結果、約 40 年で当時の 22%まで面積が減少していることを明らかにし、赤土の流出が減少の主要因であることを指摘している(小澤ら, 2005)。

沖縄県の魚市場に水揚げされる沿岸性魚種のうち、漁獲量の約 1/3 に相当する種が幼期に海草藻場を利用することが知られて

いる(太田, 未発表)。また、海草藻場はモズクの苗床や本張りの場として重要であり、近年、需要の高まっているハネジナマコの幼生が、着底場所としてリュウキュウスガモの海草藻場を好むことも明らかにされている(Mercier et al., 2000)。このため、海草藻場の減少は、漁場の生産性を著しく低下させることを意味する。

②サンゴへの影響

波利井・灘岡(2003)は、様々な赤土懸濁・堆積量下において、ウスエダミドリイシとアオサンゴの 2 種の幼生について定着率を比較した。その結果、種により度合いが異なったものの、幼生の定着が阻害される点では共通し(波利井・灘岡, 2003)、既知の報告とも一致した(Hodgson, 1990 ; Bobcock & David, 1991 ; Hunte & Winttenberg, 1992 ; Gilmore, 1999)。また、懸濁・堆積物の増加は、親サンゴの成長、生殖活動および生存にも影響を及ぼすという(沖縄県, 1979 ; Tomascik & Sander, 1985, 1987)。

③モズク類への影響

全国シェアの 99%以上を占めるモズクは、沖縄県の基幹水産物である。赤土によるモズクへの影響は、懸濁下での遊走子の着生率と光合成への影響等が調べられている(沖縄県, 1979)。この報告によれば、赤土の懸濁が遊走子の着生を制限していること、海中への光の透過量の減少により成長への抑制が示唆されている。

④魚類への影響

近年、懸濁物質は粒径により魚の影響が異なり、粗い粒径(75~250 μm)では、物理的に鰓を損傷させること、小さい粒径(~75 μm)では鰓の膜を通過し、鰓組織の隙

間に入り込むことにより粘液の分泌が誘発され、周囲の水から血液への酸素の取り込みに阻害的影響を及ぼすことが報告されている (Staub, 2000)。一般に、沖縄の赤土の粒径は 20 μm 以下であることから、後者による魚への影響が強く危惧される (上原, 2016)。また、SPSS ランク 6 以上の環境下では、多くのサンゴ礁魚類が回避行動を示すことが確認されている (沖縄県, 1979)。

⑤ シラヒゲウニへの影響

SPSS ランク 4 程度で、受精卵や幼生に赤土が付着し、生存率を著しく低下させることが報告されている (沖縄県, 1979)。

⑥ シャコガイ類への影響

赤土が幼生の繊毛に付着して生存率を低下させること、共生藻の生存や増殖に阻害的影響を及ぼすこと、SPSS ランク 3 以上で稚貝の生存率を低下させること、などが報告されている (沖縄県, 1979 ; 玉城・内藤, 1995)。

このように、種類によっては、SPSS ランク 3 程度から影響があることが明らかとなった。北部地域の現場巡回を行っている、農家や地域行政等の赤土流出防止に対する意識に温度差を感じるが多々ある。この点は、7 年前の状況とあまり変わっていないようだ (平安名, 2010)。特に、今回、すべての海域でランク 6 以上を示したことから、主な流出原因は畑である可能性が極めて高い。このため、発生源の特定とその改善に向けた対応策の実施が急務である。

最後に、本調査を行うに際し、国頭漁協の桐原永夫氏と恩納村漁協青年部の協力を得た。記して謝意を表す。

4. 引用文献

Babcock R, Davies P (1991) Effects of sedimentation on settlement of *Acropora millepora*. Coral Reefs, 205–508.

Gilmore I (1999) Experimental investigation into the effects of suspended sediment on fertilization, larval survival and settlement in a scleractinian coral. Mar Biol, 135: 451–462.

波利井佐紀・灘岡和夫 (2003) 環境ストレスとしての赤土懸濁・堆積がサンゴ幼生定着に及ぼす影響. 海岸工学論文集, 50 : 1041–1045.

平安名盛正 (2010) 沖縄本島北部域における赤土流出汚染状況調査. 平成 21 年度水産業改良普及活動実績報告書, 95–99.

Hodgson G (1990) Sediment and the settlement of larvae of the reef coral *Pocillopora damicornis*. Coral Reefs, 41–44.

Hunte W, Winttenberg M (1992) Effects of eutrophication and sedimentation on juvenile corals. II. Settlement. Mar Biol, 114: 625–631.

喜田和四郎・前川行幸 (1978) 座賀島周辺の海洋環境および養殖生物に関する影響—II 泥の濁りが養殖ヒトエグサに及ぼす影響. 三重大水実研報, 1 : 21–30.

松岡正義 (1976) 那賀川における養殖ヒトエグサへの濁りの影響調査. 徳島水試事報, 225–238.

Mercier A, Battaglione SC, Hamel JF (2000) Settlement preferences and early migration of the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*. J Exp

Mar Biol Ecol, 249: 89–110.

沖縄県 (1979) 赤土の流出による漁場環境
への影響調査報告書. 沖縄県, 那覇, 62p.

大見謝辰男・比嘉榮三郎・仲宗根一哉・満
本裕彰 (2002) 赤土条例施行前後におけ
る沖縄沿岸の赤土等堆積状況比較, 沖縄
県衛生環境研究所報, 36 : 77–84.

大見謝辰男 (2003) SPSS 簡易測定法とそ
の解説. 沖縄県衛生環境研究所報, 37 :
99–104.

小澤宏之・小笠原敬・宮良 工・玉城重則・
香村眞徳・長井 隆 (2005) 沖縄島羽地
内海における海草藻場分布の時空間変動
と大型ベントスの生息状況. 沖縄県環境
科学センター報, 6 : 86–93.

Staub E (2000) Effects of sediment

flushing on fish and invertebrates is
Swiss Alpine River. International
workshop and symposium on reservoir
sedimentation management. 185–194.

玉城英信・内藤美佐子 (1995) 赤土の水産
生物に対する影響調査. 平成 5 年度沖縄
県水産試験場事業報告書, 123–128.

Tomascik T, Sander S (1985) Effects of
eutrophication on reef-building corals.
I.. Mar Biol, 87: 143–155.

Tomascik T, Sander S (1987) Effects of
eutrophication on reef-building corals.
III. Reproduction of the reef-building
coral *Porites porites*. Mar Biol, 94: 77–
94.



図1 北部海域の赤土等流出状況。本部町伊豆見 (上段左) で流出した赤土は今帰仁村仲宗根 (上
段右 : 大井川河口) へ到達 ; いずれも川の水は赤茶色を呈している。下段は宜野座村惣慶 (左)
と金武町福花 (右)。

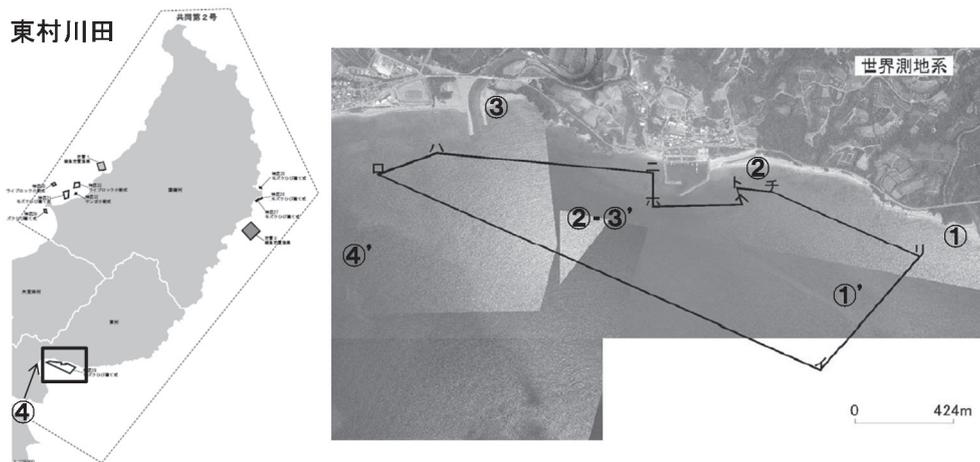


図 2 a 東村川田地先の底質採集定点。数字は採集定点を示し、「'」表示は、第 4 四半期に行った沖合での調査を意味する。

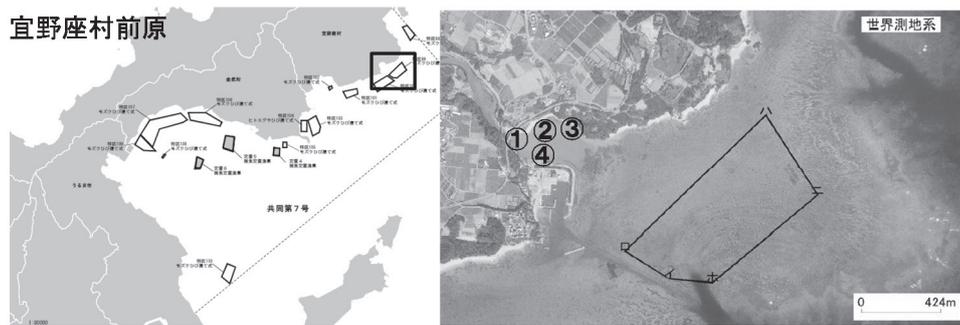


図 2 b 宜野座村前原地先の底質採集定点。

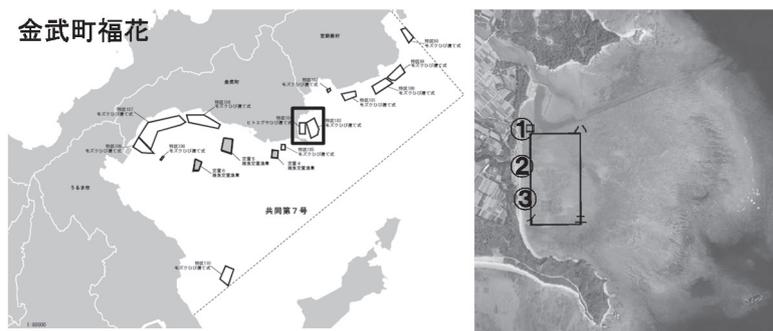


図 2 c 金武町福花地先の底質採集定点。数字は採集定点を示す。

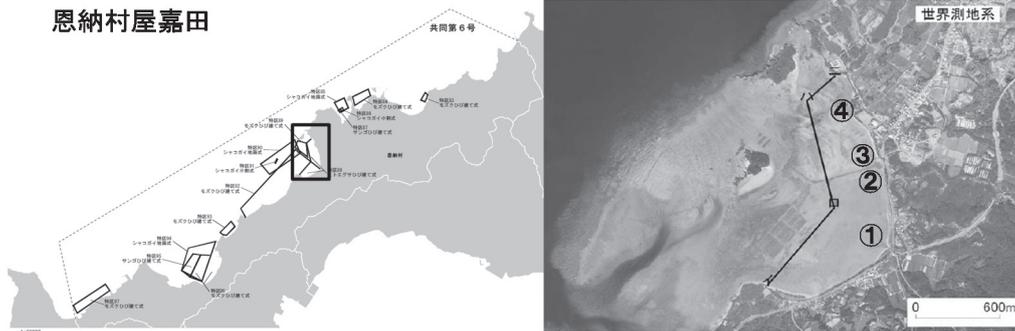


図 2d 恩納村屋嘉田地先の底質採集定点。数字は採集定点を示す。

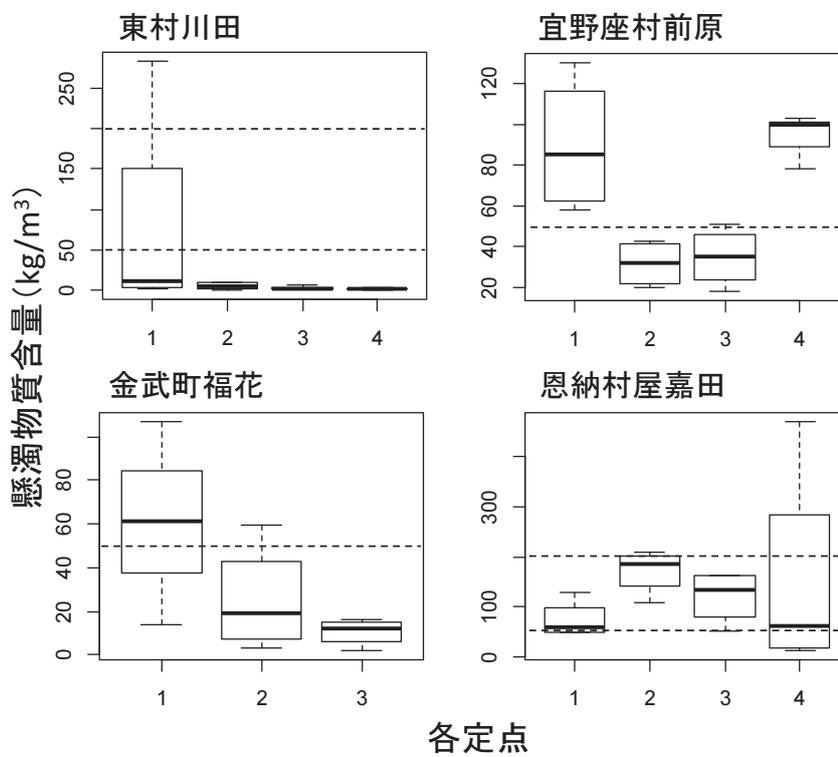


図 3 北部海域における赤土等懸濁物質含量。各定点におけるデータのばらつきを比較するため、箱ひげ図を用いた（箱の太線は中央値を示す）。含量 50 kg/m^3 以上は、人為的流出を意味する SPSS ランク 6 以上に相当する（ランク 6 : 50 kg/m^3 以上, ランク 7 : 200 kg/m^3 以上, ランク 8 : 600 kg/m^3 以上）。



図4 赤土サンプルの採集状況。上段は左右ともに東村川田での沖合定点での様子。下段は、恩納村屋嘉田での底質サンプル採集（左）と SPSS 簡易測定法により底質中の懸濁物質含量を測定している様子（右）。