

◆漁場環境の保全・生態系の維持

沖縄島北部の沿岸漁場に流入する赤土等堆積状況調査 (漁業公害調査指導事業)

水産海洋技術センター 山内 岬・表原 陸・※今道智也

(R6 所属：宮古農林水産振興センター)

1 目的

北部地域の沿岸漁場では、サンゴ礁海域に生息する多種多様な魚介類を漁獲する潜水器漁業や各種の釣り・網漁業が営まれており、モズクやヒトエグサといった海藻類養殖も盛んである。一方、各海域に注ぐ大小様々な河川からは、今もなお降雨のたびに赤土等を含んだ大量の土砂が海域へ流入している。微細な粒子を多く含む赤土等が海域に流入すると、波浪や吹送流の影響を受けて再懸濁と移動、滞留及び沈降を繰り返す形で海域の底質環境を著しく悪化させる。

これら赤土等の海域流入は、多様な生物群集の関わり合いによって支えられるサンゴ礁性海域の漁場生産力とその機能を著しく破壊するだけでなく、慢性的な発生によって公害化した場合、そこで生活する地域住民の経済活動や食料供給、食文化の維持、地域資源の活用といった多方面に深刻な影響をもたらすおそれがある。

北部地域の赤土等堆積状況調査は、水産海洋技術センター本部駐在により平成 21 (2009) 年から毎年継続的に行われ、特に汚染度の高い羽地内海や東村平良湾を中心に、浅海域の赤土汚染の状況を記録してきた。今年度も引き続き、各漁場で漁業公害の発生リスクをもたらす河川等の出水状況を記録し、漁業関係者と監視体制を構築することを目的として、赤土等流出河川の河口域周辺や各海域に堆積する懸濁物粒子を調査した。

2 方法

(1) 河川等の赤土等流出状況の監視・報告

北部 12 市町村に広がる大小様々な赤土等流出河川を対象に、大雨が降った際に巡回して出水時の状況を可能な限り写真撮影した。また、各漁協職員や漁業者に対して、漁場への赤土等流入被害に関する情報提供を呼び掛けるとともに、流出時に撮影した写真等の提供を依頼した。これらの監視活動によって収集した写真は、速やかに本事業の主体である県水産課事業担当者へ報告し、陸域対策に係わる本庁関係各課の担当者へ情報共有した。

(2) 底質中懸濁物含有量 (SPSS) 簡易測定

底質に含まれる赤土等の堆積状況を把握するため、令和 5 (2023) 年調査と同様に 4 地区計 17 定点から踏査または潜水による採泥作業を行った (図 1)。調査時期は、気象庁の季節区分 (春: 3～5 月・夏: 6～8 月・秋: 9～11 月・冬: 12～2 月) を参考に概ね 3 か月単位で実施した。採取した試料は、SPSS 簡易測定法に基づいて懸濁物含有量の換算を行い、各定点の汚染度をランク分けした (大見謝, 2003)。

各地区における堆積量の動向を確認するため、過去 5 年間に本部駐在で測定した各地区の SPSS 平均値を基に、調査当月の地区別 SPSS 平均値と過去 5 年間 (2019～2023) の SPSS 平均値の比率 (以下、5 年平均比) を求めた。

また、これまでに生じた陸域からの慢性的

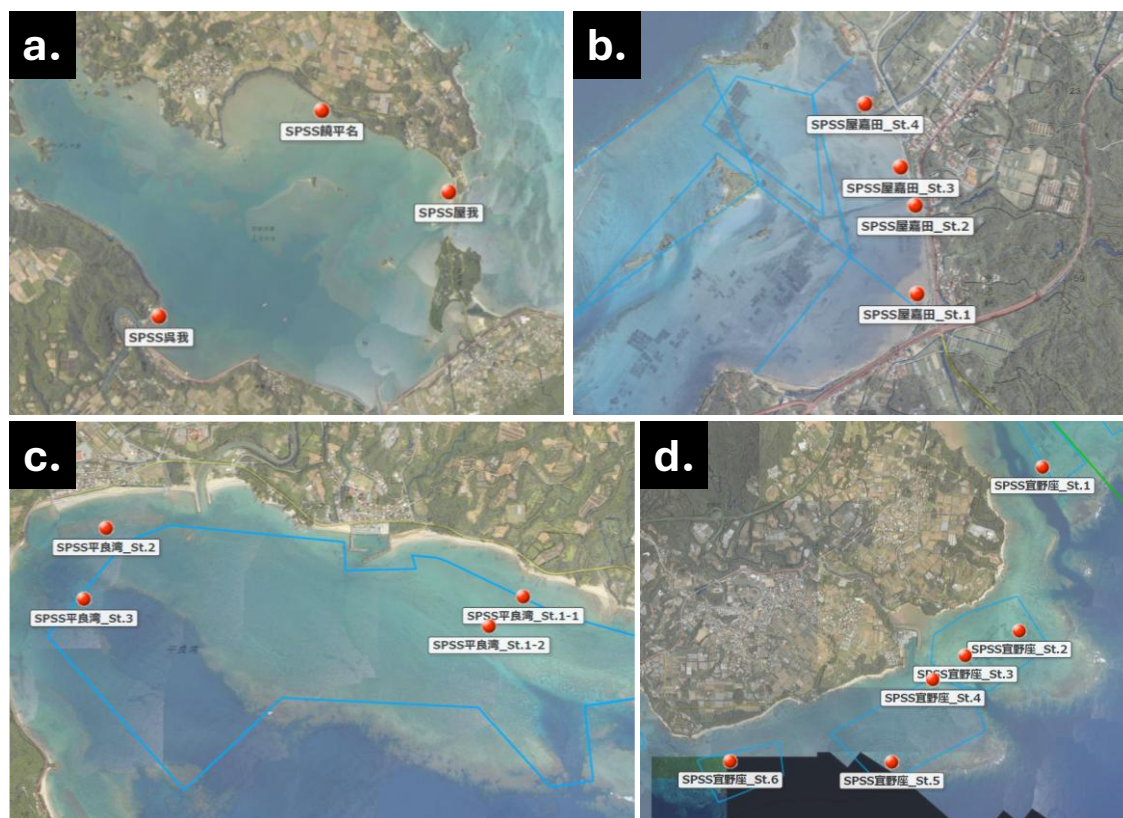


図1 底質中懸濁物含有量（SPSS）測定を行った定期調査定点の位置図

- a. :【踏査】羽地内海周辺海域（名護市・今帰仁村）、b. :【踏査】屋嘉田潟原（恩納村）。
c. :【潜水】平良湾（東村）、d. :【潜水】宜野座地先（宜野座村）、海域青線は各地区の区画漁業権の位置を示す。
出典：国土地理院全国最新写真（シームレス）と標準地図を加工して作成

な流入被害に加えて、令和6年11月に発生した北部豪雨（沖縄気象台，2024）の影響により、湾内への大規模な土砂流入が生じた恐れのある東村平良湾では、令和6年12月に追加調査を行い、堆積泥土が広がる湾奥の2地点と漁業集落による漁業再生活動が展開される湾中央の1地点で潜水またはエクスマンバージ式採泥器 A-15（宮本理研工業社製）を使って底質試料を採取した。各地への巡回活動において、漁協職員または漁業者から赤土等の流入による漁場環境の悪化に関する情報が得られた場合は、可能な限り現地の状況を写真で記録し、底質試料を採取した。持ち帰った試料は、同様に SPSS 簡易測定で懸濁物含有量を換算し、海域の汚染度を記録した。

3 結果

(1) 河川等の赤土等流出状況の監視・報告

令和6年（2024年）は4月27日に確認された名護市許田地区の湖辺底東端の川をはじめとして、5月22日に本部町塩川で赤土等の出水がみられ、6月4～19日に発生した梅雨末期の豪雨では、東村平良湾や有銘湾周辺だけでなく、本部半島や宜野座村地先においても大規模な出水と海域の懸濁が確認された（図2）。

また、9月後半から10月後半にかけては秋雨前線の影響により、名護西海岸や本部町周辺の河川から出水が生じ、名護湾から本部半島周辺の広い海域で懸濁が確認された。その後、11月7日から11日にかけて観測され

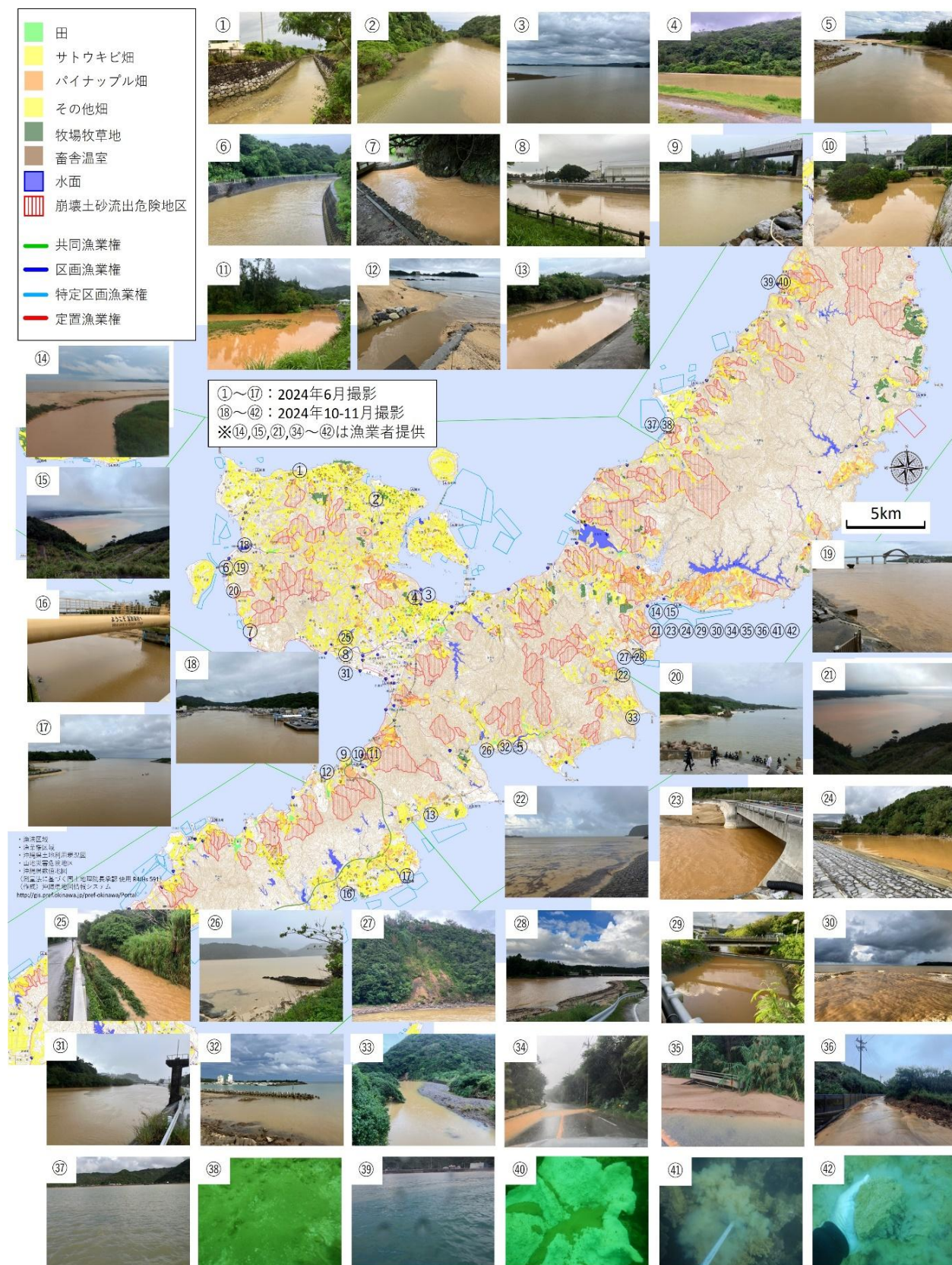


図2 令和6(2024)年に確認した沖縄島北部の赤土等流出状況

出典: 沖縄県数値地図(測量法に基づく国土地理院承認使用 R4JHs591)

作成: 沖縄県地図情報システム <http://gis.pref.okinawa.jp/pref-okinawa/Portal>

表 1 令和 6 (2024) 年に行った SPSS 簡易測定用採泥結果の概要 (単位: 試料)

対象地域	定点名称	採取方法	冬季 (2月)	春季 (3～5月)	夏季 (6～8月)	秋季 (9～11月)	冬季 (12月)	備考 (対象地域の漁業活動歴)
定期調査								
恩納村	屋嘉田潟原	踏査	4	—	8	—	4	ヒトエグサ
名護市	羽地内海	踏査	3	3	3	—	3	ヒトエグサ・小型定置
東村	平良湾	潜水	—	8	4	—	4	モズク
宜野座村	宜野座地先	潜水	6	5	6	—	6	モズク
現地確認調査 (不定期)								
名護市	喜瀬地先・許田漁港	潜水	—	—	—	3	—	小型定置・魚類養殖
東村	平良湾奥・中央	潜水	—	—	—	—	3	漁業再生活動 (新規養殖・魚礁)
国頭村	浜漁港周辺	素潜り	—	—	—	—	1	モズク
計			13	16	21	3	21	

*: 宜野座村は 2023 年 5 月調査開始のため算出せず。



図 3 令和 6 (2024) 年北部豪雨で確認された東村平良湾周辺の赤土等流出状況及び海域への土砂流入の発生状況 (2024 年 11 月 14 日撮影: 全て漁業者等より提供)

a. 流入した土砂で埋没した沈砂池、b. 道路に越流した赤水、c. 流下後に道路に堆積する赤土等、
d. 赤土等が流出する古島川、e. 潮上川河口、f. 平良湾に流れ込む赤土等。

た線状降水帯の発生により、北部 7 市村に土砂災害警戒情報が発表され、11 月 9 日には東村平良で日降水量が歴代 1 位となる 403.5 mm の大雨が記録された (沖縄気象台, 2024)。同地区の降り始めからの降水量は 600 mm を超えており、漁業者から提供された写真では河川だけでなく、周辺農地の土壌保全や排水を目的とした対策施設 (沈砂池・側溝等) を越流したと思われる赤水が道路に溢れて川のように流れ込み、湾内に広く拡散する様子が記録されていた (図 3)。監視活動の結果得られた情報は、速やかに水産課へ報告するとともに、北部農林水産振興センターや北部保健所などの各出先機関において赤土等流出防止対

策の現地指導に係わる関係者へ情報提供した (山内・表原, 2026)。

(2) 底質中懸濁物含有量 (SPSS) 簡易測定

令和 6 (2024) 年 2 ～ 12 月にかけて定期調査を行った 4 地区 (恩納村・名護市・東村・宜野座村) から、計 67 試料の底質を採取した (表 1)。

また、巡回中に得られた漁業者等からの情報提供に基づき、小型定置網が設置される名護市喜瀬地先、かつて魚類養殖が営まれたことのある許田漁港、漁業集落による漁業再生活動として新規養殖や魚礁設置が試みられている東村川田及びサンゴ養殖の取組が進む国

表2 令和6（2024）年定期調査で採泥した底質試料の SPSS 簡易測定に基づく汚染度ランク

対象地域	定点名称	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
恩納村	屋嘉田St.1		5b			6			5b				6
	屋嘉田St.2		6			6			7				5b
	屋嘉田St.3		6			6			6				5b
	屋嘉田St.4		6			5b			6				5a
名護市	呉我		6			8			8				8
	饒平名		6			6			7				6
	屋我		7			6			6				5b
東村	平良湾St.1-1			6		6		6					5b
	平良湾St.1-2			5b		5b		6					7
	平良湾St.2			5b		5a		6					6
	平良湾St.3			5b		5a		5b					6
宜野座村	地先St.1		5a			5a			5a				5a
	地先St.2		5a			5a			5a				5a
	地先St.3		5b			5b			5b				5a
	地先St.4		5a			5a			6				5a
	地先St.5		5a			5a			5a				5a
	地先St.6		5a			-			5a				5a

SPSS kg/m ³	上限	<0.4	<1.0	<5.0	<10	<30	<50	<200	<400	—	ランク 6 以上	30
	ランク	1	2	3	4	5a	5b	6	7	8	ランク 5a～5b	37
	下限		≦0.4	≦1.0	≦5.0	≦10	≦30	≦50	≦200	≦400	ランク 4 以下	0
											計（試料）	67

表3 定期調査底質試料の SPSS 簡易測定に基づく懸濁物含有量の推移

対象地域	SPSS (kg/m ³)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	過去5年間の平均値* (2019～2023)
恩納村 n=16	平均値	107.6				72.9			125.2				36.1	87.6
	最大値	168.9				96.7			202.4				68.9	491.5
	最小値	45.5				43.1			46.9				13.1	4.2
名護市 n=12	平均値	198.8				225.0			297.4				245.0	344.4
	最大値	268.5				404.9			602.5				531.6	1407.8
	最小値	141.2				79.8			75.5				34.6	10.4
東村 n=16	平均値			41.1		46.2		80.1					112.3	72.3
	最大値			62.5		98.2		177.4					250.6	1605.4
	最小値			30.8		21.7		39.3					48.5	0.8
宜野座村 n=23	平均値	19.6				20.1			30.8				12.9	
	最大値	35.4				30.1			63.8				13.8	
	最小値	13.4				15.4			15.4				12.3	

頭村浜漁港周辺海域の3市村から計7試料の底質を採取した（表1）。

SPSS 簡易測定の結果、定期調査を実施した4地区計67試料のうち、30試料（45%）が明らかな人為的赤土等の流出による汚染指標であるランク6以上を記録した。一方、生き生きとしたサンゴ礁生態系が維持され、透明度が良好とされるランク4以下の試料は地区や採泥時期に関わらずいずれの定点でも出現

せず、ランク5a～5bの定点が37試料と全体の55%を占めた（表2）。特に、ランク6以上の出現率が高かった地区は、羽地内海の92%で、次に屋嘉田潟原63%、平良湾50%、宜野座地先4%の順であった。羽地内海の呉我地区では、4地区で唯一ランク8を超える汚染が複数月にわたって確認され、含有量は8月5日に最大602.5 kg/m³に達した。次に赤土等の堆積が著しいとされるランク7の定

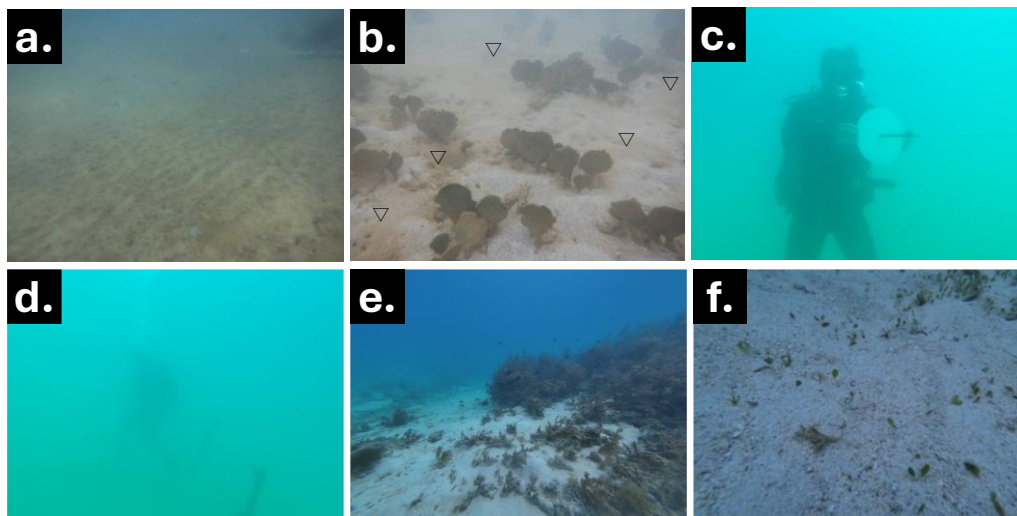


図4 潜水による採泥を行った SPSS 定点の底質環境と懸濁状況

(撮影：平良湾 2024 年 12 月 17 日・宜野座地先 2024 年 12 月 5 日)

- a. 東村平良湾礁池内の海底の様子（平良湾 St. 1-1・古島川河口付近）、b. 砂地に堆積する赤土等（平良湾 St. 1-1）。
c. 透視度測定状況（平良湾 St. 1-2・視野 2m 以下）、d. 再懸濁による視界不良の状況（平良湾 St. 1-2）。
e. 赤土等の堆積による影響が少ない海底の様子（宜野座 St. 1）、f. 良好な底質と海草類の繁茂（宜野座 St. 3）。

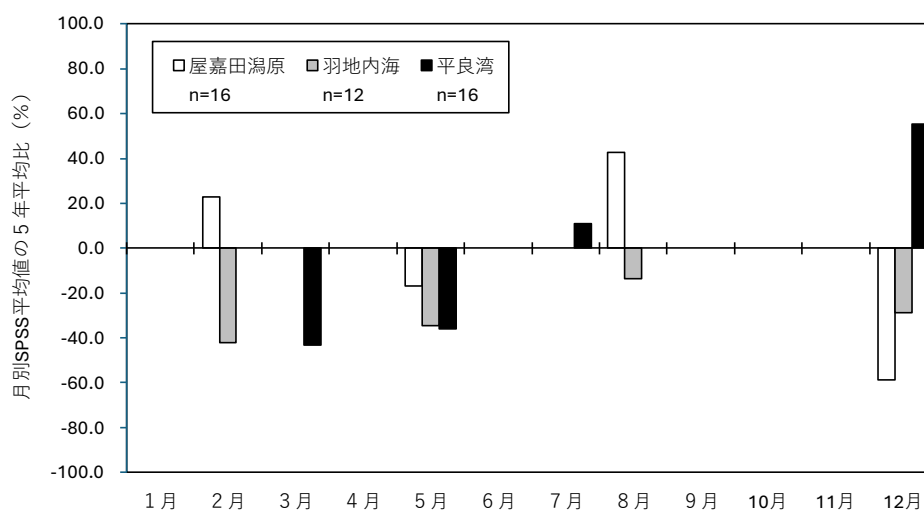


図5 各地区の月別 SPSS 平均値の 5 年平均比（調査月の平均値／過去 5 年間の平均値×100）

※宜野座地先は 2023 年 5 月から調査したため比較対象から省いた。

点は、2 月に羽地内海の屋我地区、8 月に饒平名地区と屋嘉田潟原、12 月に平良湾で確認された。潜水作業によって採泥した海域でランク 7 以上が確認されたのは平良湾だけであり、特に 7 月以降に高い平均値で推移した(表 3)。平良湾の調査では、いずれの時期も各定点の海底には目視確認できるレベルで赤土等がひどく堆積しており、採泥時には舞い上

がった粒子によって視界が長時間遮られるほどの懸濁が生じた(図 4 d.)。一方、同じく潜水作業を行った宜野座地先の透明度は良好で、常に 20 m 以上の透視度を確保でき、砂上にはウミヒルモ類といった砂地に分布する海草類を確認できた(図 4 e, f.)。各地区から得られた月別 SPSS 平均値を基に令和

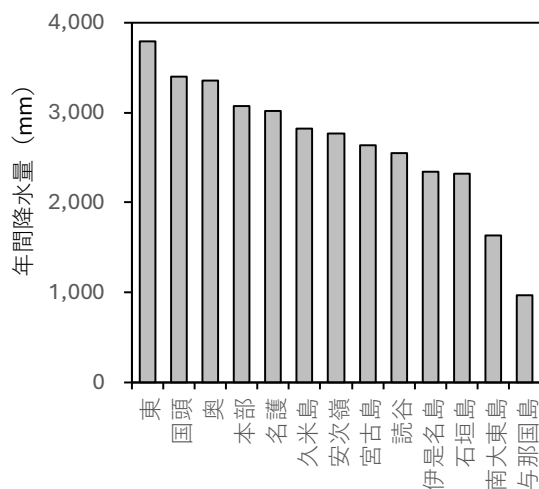


図6 県内13観測所の年間降水量(2024年)

出典: 気象庁ホームページ

<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/>

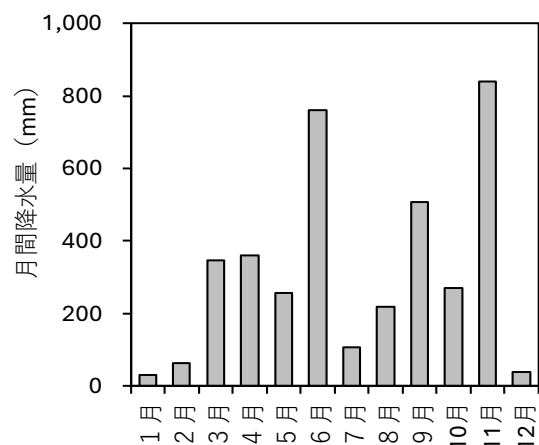


図7 東村地域気象観測所における月別降水量(2024年)

出典: 気象庁ホームページ

<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/>

表4 令和6(2024)年に採泥した現地確認調査3地区のSPSS簡易測定結果

対象地域	定点名称	SPSS (kg/m ³)	SPSS (ランク)
名護市	喜瀬地先①	40.4	5b
	喜瀬地先②	40.4	5b
	許田漁港	857.4	8
東村	平良湾奥①	2506.3	8
	平良湾奥②	3003.4	8
	平良湾中央	116.4	6
国頭村	浜漁港周辺	4.2	3

元年～令和5年(2019～2023年)のSPSS平均値に対する5年平均比を求めた結果、羽地内海はいずれの時期も減少傾向が示され、2月には最大42.3%に減少した(図5)。屋嘉田潟原は交互に増減しながら、12月には5年平均に対して58.8%に減少した。平良湾では、5月までは減少傾向を示したものの、その後増加に転じ、12月には58.8%に増加した。沖縄気象台における年間降水量の観測では県内離島を含む13観測所の中で東村が最も多い雨量を記録し、特に6月と11月に顕著な降水量が記録された(図6・7)。また、現地確認を行った平良湾奥と名護市許田漁港の海底は、いずれも泥化が顕著に進んでおり(図8)、それぞれの底質試料中のSPSSは、最も汚染度が高いとされるランク8の指標値400 kg/m³を大きく超えた(表4)。特に顕著な汚染が確認された平良湾奥の潮上川流下では、河口に近い斜面沿いに群生するサンゴの表面や周囲の岩盤に多量の流入土砂が被さっており、河川から流出したものと思われる比較的新しい流木等も確認された(図8a-g.)。河口に近い水深12～15mの海底には、泥化した懸濁物堆積層が確認され、底質試料中のSPSSは1 m³あたり2,500～3,000 kgに達した(表4)。このような赤土等の堆積が著しいポイントでは、滞留した懸濁物粒子が海底付近を霧状に覆っており、海底に近づくほど照度が急激に低下し、わずか1mの距離まで海底に近づかなければ堆積層の表面を視認することができなかった(図8h-n.)。同様の環境は、許田漁港の海底でも確認され、独特のきめ細かな感触と粘着性を示す赤土由来の細粒泥の層や海底付近の急激な照度低下の状況が一致していた(図9a-d.)。

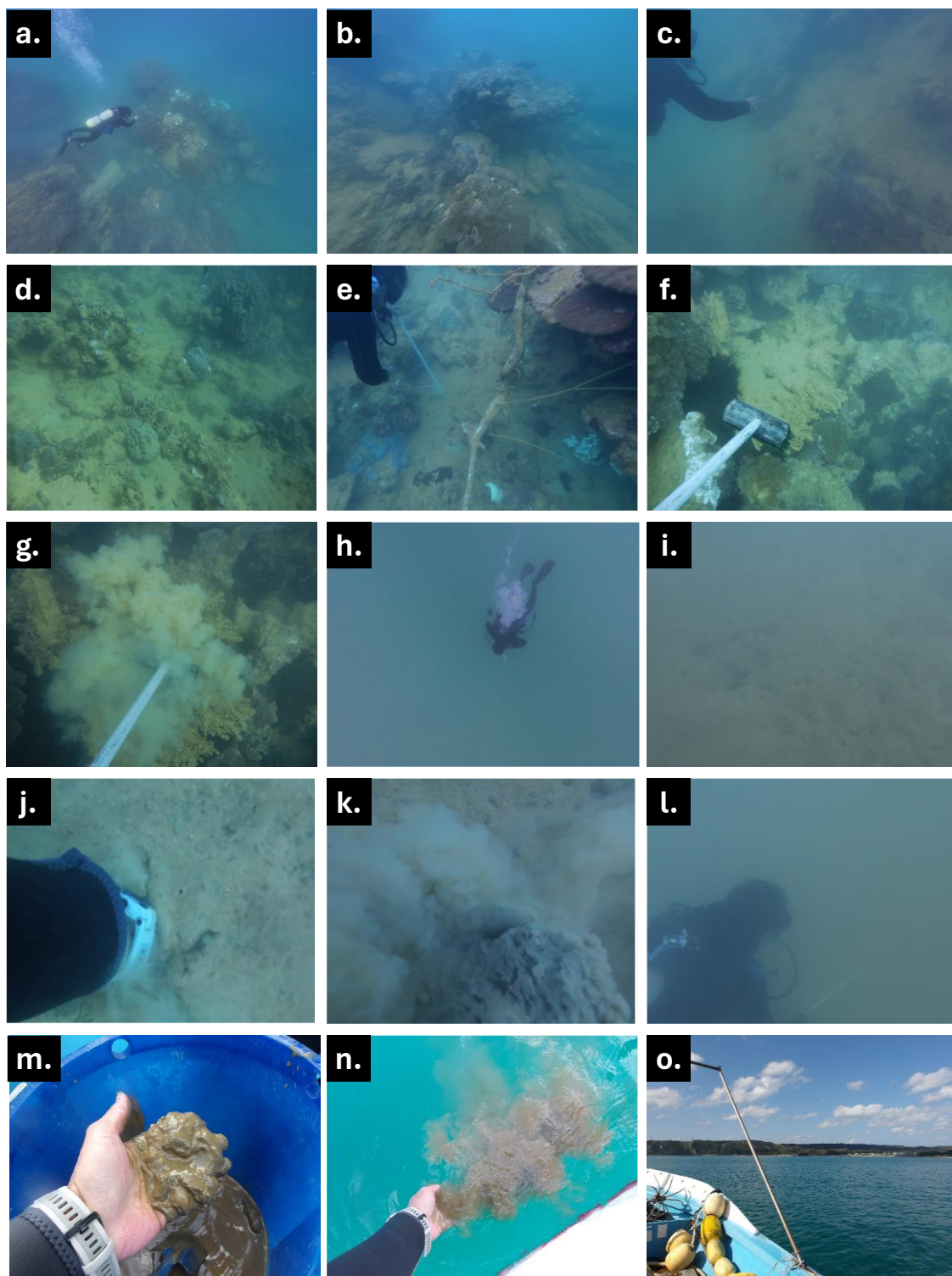


図8 東村平良湾奥で確認された赤土等を含む流入土砂の堆積状況 (2024/12/17 撮影)

a-g. 湾奥に広がるハマサング群落への堆積状況。h. 水深 12m 地点の水面から見下ろした海底方向の様子 (霧状に濁るため地形を視認できない)、i-k. 海底に堆積する泥土化した赤土等を含む懸濁物 (埋没した手の指先に砂の感触がある)、l. 海底方向を水平移動する様子 (同様の堆積が湾奥全体に存在する可能性が高い・透明度 50cm 以下)、m, n. 採取した底質試料。o. 調査当日の天候 (降雨・風浪の影響なし)。

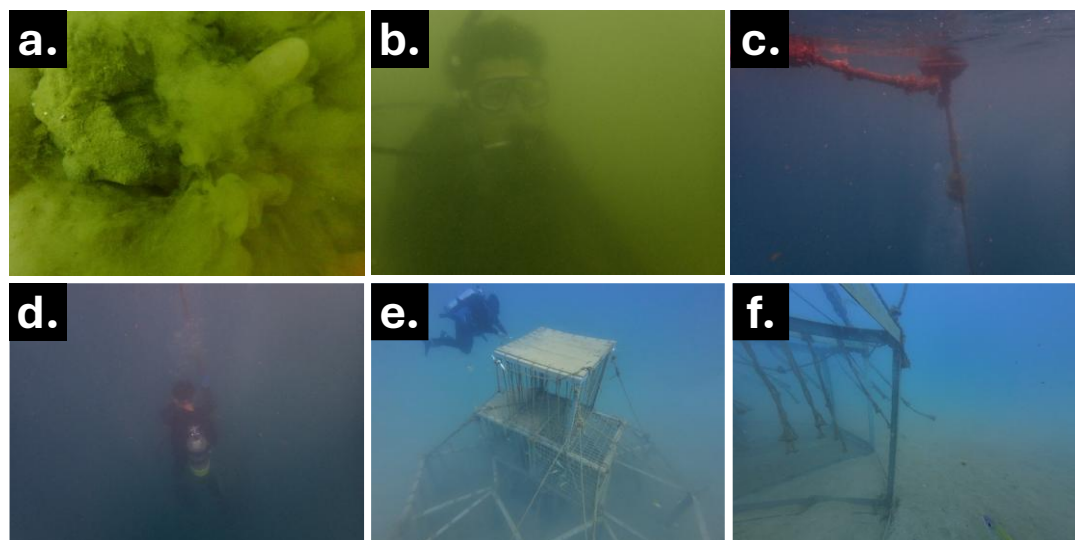


図9 潜水による現地確認調査を行った SPSS 定点の底質環境と懸濁状況

(撮影：名護市許田漁港 2024/9/6・平良湾 2024/12/17)

- a. 許田漁港内の海底堆積物 (SPSS ランク 8・ 857.4kg/m^3)。b. 港内水深 10m の透明度 (目測 50 cm 以下)。
c. 港内表層の透明度 (目測 5~7m)、d. 潜行中の透明度 (海底地形は濁りにより視認できず)。
e. 漁業集落設置の魚礁外観 (平良湾中央付近)、f. 魚礁付近の底質状況 (SPSS ランク 6・ 116.4kg/m^3)。

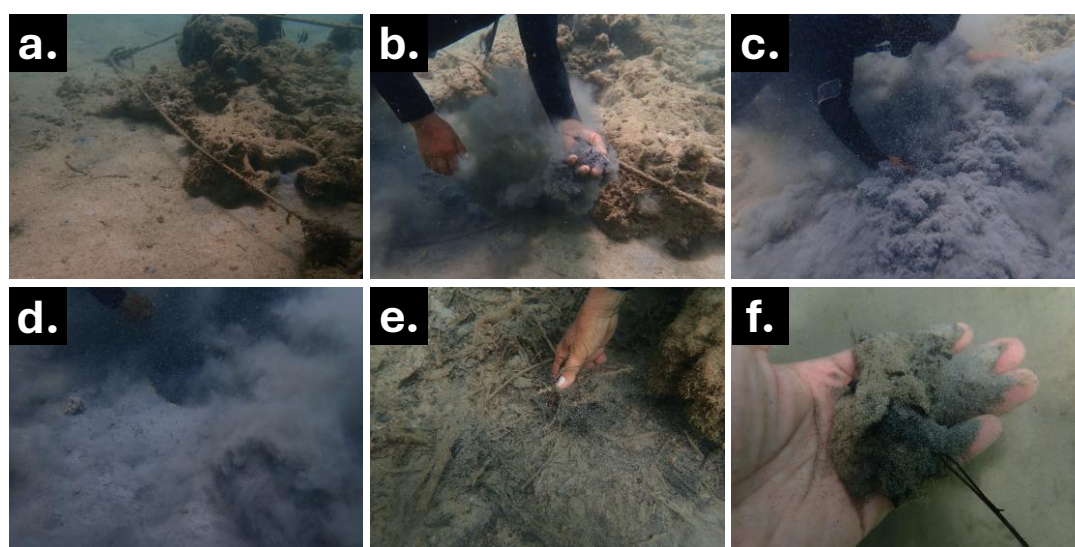


図10 名護市喜瀬地先 SPSS 定点の底質環境と陸生植物片等の堆積状況 (2024/9/6 撮影)

- a. 岩礁・砂地の底質環境 (表面シルト堆積)、b. 埋没した植物片と黒化した砂、c. 深い部分の砂まで黒化した状況。
d. 黒化した砂の表面、e. 植物片の堆積状況。f. 葉や枝が形状を保ったまま堆積している様子。

平良湾の河川流下で確認された堆積ポイントから湾口方向に数百メートル離れた湾中央付近に位置する魚礁設置地点の底質試料からは、SPSS ランク 6 の堆積が確認された (表 4)。海底付近は同様に霧状の濁りが発生していた (図 9 e, f.)。現在も小型定置網が操業されている喜瀬地先では、堆積した懸濁物粒子の強

い舞い上がりとともに、砂に埋没した状態で原形をとどめたままの草木・植物片が至る所に確認され、周辺の砂は深い部分まで黒化していた (図 10)。海域に接する河川周辺の低地には水田が広がり、上流域周辺の耕作地では、一定の営農的対策が施されていたことから、大規模な赤土等の流出源は確認されなか



図 11 降雨時の名護市喜瀬・許田地区周辺状況と許田海域の懸濁状況（2024/6/19 撮影）

- a. 真謝川上流の濁水発生状況（喜瀬）、b. 真謝川護岸への出水（喜瀬）、c. 山林斜面からの出水（喜瀬）。
d. 許田土地改良区周辺農道から河川へ濁水が越流する様子、e. 許田福地川河口への赤土等流出状況。
f. 許田漁港周辺海岸から見た海域の懸濁状況。

った一方、河川上流に位置する水源流域では濁流が生じており、山林斜面からは複数箇所から出水が確認された（図 11a-c.）。また、台風通過や害虫被害等によって生じたと思われる倒木や枯れ木から生じた植物片が、出水時の濁流にもまれて排水設備に流入・堆積し、排水を阻害することで農道を越流した濁水が土砂や草木片を河川から海域へと運搬している様子が確認された（図 11d-f.）。

4 考察

本調査により、沖縄島北部の広域で赤土等の流入が依然として高い頻度で発生し、特に出水時には短時間のうちに大量の懸濁物が沿岸域へ到達する状況が改めて明らかとなった。平良湾奥で確認されたように、河川等から流入した土砂がサンゴ群集を直接覆うほど堆積し、海底には霧状の懸濁物が長時間滞留するなど、漁場環境に深刻な影響を及ぼす事態が生じている。海底の SPSS 値が $3,000 \text{ kg/m}^3$ に達

し、広い範囲で赤土由来の堆積層が存在した事実は、通常の季節的な流入イベントを超えた異常な負荷が発生したことを示す。さらに同様の特徴を持つ堆積層が名護市許田でも確認されたことは、慢性的な流入イベントによって湾内の懸濁物粒子が再懸濁と移動を繰り返し、風浪条件や地形的特徴によって堆積しやすい場所に沈降・泥化によって長期的に固定した状態であることを示唆しており、サンゴ礁池内や港内に流入した懸濁物粒子の特徴的な動態と自然浄化作用では改善しにくい特徴を捉えたものと考えられる。

県内の既往知見では、これまでに塩屋湾や羽地内海といった内湾性の高い海域で浄化作用が小さく、条例施行前に堆積していた赤土等がそのまま堆積し、SPSS ランク 6 以上の状態が長期的継続する事例が示されている（大見謝ほか, 2002）。本調査を実施した東村平良湾は、外海に面した開放的な湾であり、比較的強い自然浄化の作用が働くにも関わらず

このような堆積層が確認されたことは、海域の回復力を上回る異常な赤土汚染が現在もお進んでいること示していると考えられる。湾奥に確認された堆積層の表面は、波浪条件等により常に再懸濁と移動を繰り返すため、降雨がなくとも隣接するモズク漁場や漁業再生活動区域に継続的な負荷を与え、漁業生産活動を著しく阻害する要因となっている。

また、羽地内海や屋嘉田潟原では、過去5年平均と比較した SPSS の減少傾向が一部認められた。ただし、これらの海域の堆積量は過去の土砂流入によって既に高い値で推移しており、依然として汚染度は高位で推移している。また、羽地内海周辺の調査定点は、2023年5月以降に7定点中4定点が削減されたため、それ以前の SPSS 平均値と傾向が異なる可能性がある。次期調査期間では、過年度と同一の7定点から採泥し、経年的変動の評価に適したデータを取得する必要がある。

一方、定期調査において取得した SPSS 値には、年間を通してランク4以下の定点が確認されず、慢性的な堆積状況の改善には至っていないことがわかった。これは、短期的な気象条件の違いによって局所的な改善が見られたとしても、根本的な流出源対策と過去に堆積した泥土の除去が不十分なままでは底質環境の改善が困難であることを示している。

今年度は特に、6月の梅雨末期豪雨や11月の線状降水帯の発生に伴う災害級の大雨が赤土等流出の規模拡大に関係したと考えられ各地で記録された写真からは、農地由来だけでなく、山間部の濁流、側溝・沈砂池からの越流など、多様な流出経路が確認された。近年の降雨強度の増大が陸域対策施設の限界を超えている可能性を示唆するものであり、今後の気候変動の影響を考慮した対応策の早急

な検討が必要である。

さらに、モズク漁場で行った潜水調査では本島東側の外海に面した2海域で明瞭な対照関係が確認された。宜野座地先のように透明度が高く、海草群落が維持され、複数経営体によるモズクの生産活動が継続している海域がある一方、平良湾のように長期的な赤土汚染の影響で底質環境が極めて悪化した海域が認められ、地域によって海域の赤土堆積負荷の構造要因が異なることが推察された。これは、陸域の土地利用形態、河川構造、排水・沈砂施設の機能性、干潟エリアの有無、海域の地形的条件が複合的に影響した結果、漁場への流入量と海域への溜まりやすさに差異が生じた結果であると予想される。後者の海域では、漁場環境の悪化によって新規就業を検討する漁業者が減少しているといい、またモズク養殖を営む既存経営体も養殖工程初期の芽出し管理を行う海域の底質悪化により、生産活動再開の目途が立っていない。

以上の調査結果から、北部地域の沿岸漁場では依然として赤土等の堆積が漁場生産活動の重大な制約要因となっていることが示された。これらの対策として、漁業者・漁協による監視情報の迅速な共有と、行政による陸域対策部局との連携強化が不可欠である。特に、豪雨時の流出源は、農地・山林・排水施設など多様であるため、漁業関係者だけでは把握しきれない現場が多い。本調査で蓄積した現地証拠を基に、漁業公害の発生リスクの適切な管理に向けて、流出源ごとの対策優先度の整理と関係各課の連携強化が強く望まれる。

また、短時間の記録的大雨の増加傾向とともに漁業者等による情報提供の重要性が年々高まっている。本調査においても漁業者から提供された出水直後の写真・動画提供が赤土

流出の実態把握に極めて有効であった。こうしたリアルタイムの現場情報に基づく行政と連携した監視体制を継続・強化しつつ、海域への負荷を低減させるために各地域特性に応じた実効性の高い陸域対策の取組実施が求められている。

5 引用

- 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, 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.
- 沖縄气象台, 2024: (顕著気象現象速報) 令和6年11月7日から11月10日の大雨について, 29pp. <https://www.jma-net.go.jp/okinawa/data/kencho/2024/2411.pdf>
- 山内 岬・表原 陸, 2026: 赤土等流出防止対策活動と連携した普及啓発の取組(漁業公害調査指導事業), 2024(令和6)年度沖縄県水産海洋技術センター水産業改良普及活動報告書, 99-102.