

第 1 章 業務の概要

1.1 業務の名称

令和5年度 赤土等流出防止対策検証事業委託業務

1.2 履行期間

令和5年6月7日～令和6年3月18日

1.3 業務の目的

本業務は、「沖縄県赤土等流出防止条例」及び「第2次沖縄県赤土等流出防止対策基本計画」(以下「第2次基本計画」という。)に基づいた赤土等流出防止対策の効果及び環境保全目標の達成状況を確認するため、モニタリング調査により①海域における赤土等堆積状況の確認、②環境保全目標達成に向けた陸域対策の実施状況の確認、③モニタリング結果に応じた陸域における対策内容の検討、④沿岸域の生態系の改善状況を把握することを目的とする。

1.4 業務実施体制

沖縄環境保全研究所・沖縄県土地改良事業団体連合会 共同企業体

代表者

株式会社 沖縄環境保全研究所

沖縄県うるま市字州崎7番地11

TEL 098-934-7020 FAX 098-934-7021

構成員

沖縄県土地改良事業団体連合会

沖縄県南風原町字本部453番地3

TEL 098-888-4533 FAX 098-835-6072

1.5 業務の内容

業務内容を表 1-1に示した。

表 1-1 業務内容

業務項目		数量	摘要
共通項目	計画、準備	1式	計画書作成
	打ち合わせ協議	7回	6/20, 8/21, 9/26, 10/31, 11/13, 1/31, 3/18
	報告書作成	1式	
モニタリング調査関連	(1) 海域における赤土等堆積状況調査及び生物生息状況調査(担当：(株)沖縄環境保全研究所)		
	計画、準備	1式	
	定点観測調査		
	赤土等堆積状況調査	3回	33地点+対照地点(2地点)
	サンゴ類調査	1回	18地点+対照地点(2地点)
	重点監視海域調査		
	赤土等堆積状況調査	3回	78地点+対照地点+重要サンゴ群集等(11地点)
	生物生息状況調査	1回	65地点+対照地点+重要サンゴ群集等(11地点)
	SPSS等分析、結果整理	1式	SPSS323検体、生物調査結果整理等
	(2) 河川における赤土等堆積状況調査、赤土等流入状況調査及び生態系調査(担当：(株)沖縄環境保全研究所)		
	計画、準備	1式	
	赤土等堆積状況調査(SPRS調査)	3回	28地点(4河川×7地点)
	河川生態系調査	1回	8地点(4河川×2地点)
	流入状況調査	4地点	契約から2週間以内～2月末
	SPRS等分析、結果整理	1式	SPRS等28検体、生物定量サンプル同定等
	(3) 赤土等流出源調査(担当：沖縄県土地改良事業団体連合会)		
	計画、準備	1式	
	現地調査	2回	4流域
	結果整理	1式	
	(4) ドローンや人工衛星を活用した赤土等流出防止対策及び沿岸環境調査		
	ドローン撮影画像を用いた調査(担当：沖縄県土地改良事業団体連合会)		
	計画、準備	1式	
	撮影作業	1回	約6000ha農地(宮古島、石垣島)
	画像処理	1式	
	人工衛星画像を用いた調査(担当：(株)沖縄環境保全研究所)		
	画像取得	3回	
	画像解析	1式	
検討関連等	(5) 赤土等流出量の推計に係る検討(主担当：沖縄県土地改良事業団体連合会、副担当：(株)沖縄環境保全研究所)		
	「赤土等流出量算定システム」の推計手法の精度向上	1式	
	ドローン撮影画像等を用いたUSLE各係数の反映検討	1式	
	「赤土等対策進捗管理システム(沖縄県農林水産部)」との連携検討	1式	
	(6) 気候変動の影響調査(担当：沖縄県土地改良事業団体連合会)		
	既存データ収集	1式	
	降雨状況把握データ作成	1式	
	(7) 分析及び検証(担当：(株)沖縄環境保全研究所)		
	既存データ収集	1式	
	赤土等の流出及び堆積の要因考察	1式	
	(8) 調整会議等の運営支援(担当：(株)沖縄環境保全研究所)		
	庁内会議開催	1回	ワーキングチーム会議1回(11/21開催)
	資料作成、議事録作成等	1回	

1.6 全体工程表

全体工程表を表 1-2に示した。

表 1-2 全体工程表

業務項目		令和5年度									
		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
共通項目	計画、準備	■ 計画書作成等									
	打ち合わせ協議	■ 6/20		■ 8/21	■ 9/26	■ 10/31	■ 11/13		■ 1/31		■ 3/18
	報告書作成										■ 3/18納品
	(1) 海域における赤土等堆積状況調査及び生物生息状況調査(担当：沖縄縄環境保全研究所)										
モニタリング調査関連	計画、準備	■	■ 梅保申請、漁協周知等								
	定点観測調査										
	赤土等堆積状況調査		■ 梅雨後調査 6/26-7/14				■ 秋季調査 11/2-12/6		■ 冬季調査 1/22-2/1		
	サンゴ類調査						■ 秋季調査 11/2-12/6				
	重点監視海域調査										
	赤土等堆積状況調査		■ 梅雨後調査 6/26-7/14			■ 秋季調査 10/23-12/8			■ 冬季調査 1/22-2/2		
	生物生息状況調査					■ 秋季調査 10/23-12/8					
	SPSS等分析、結果整理		■	■			■	■		■	
	(2) 河川における赤土等堆積状況調査、赤土等流入状況調査及び生態系調査(担当：沖縄縄環境保全研究所)										
	計画、準備	■	■ 法定外公共物使用許可申請、特別採捕申請、リユウキュウアユ採捕申請等								
	赤土等堆積状況調査(SPRS調査)		■ 梅雨後調査 6/30-7/10			■ 秋季調査 11/8-11/10			■ 冬季調査 1/5-1/9		
	河川生態系調査								■ 冬季調査 1/5-1/9		
	流入状況調査		■	■	■	■	■	■	■	■	6/16～2/29
	SPRS分析、結果整理		■				■		■	■	
	(3) 赤土等流出源調査(担当：沖縄県土地改良事業団体連合会)										
	計画、準備	■	■ 調査準備								
	現地調査	■	■ 降雨時(梅雨時期) 6/14-6/16				■ 平常時 11/14-11/17		■ 平常時(梅足調査) 2/6-2/7		
	結果整理		■	■ 速報作成			■ 速報作成				
	(4) ドローンや人工衛星を活用した赤土等流出防止対策及び沿岸環境調査										
	ドローン撮影画像を用いた調査(担当：沖縄県土地改良事業団体連合会)										
	計画、準備		■ 撮影範囲設定等								
	撮影作業				■ 秋季撮影 9/6～9/26						
	画像処理					■	■	■	■	■	
	人工衛星画像を用いた調査(担当：沖縄縄環境保全研究所)										
	画像取得			■ 陸域用(4月-6月)、海域用(6～7月)で、 雲量の少ない画像取得		■ 秋季(10月下旬-12月)で、 雲量の少ない画像取得		■ 冬季(1-2月)で雲量の 少ない画像取得		■	
	画像解析			■				■	■	■	
検討関連等	(5) 赤土等流出量の推計に係る検討(主担当：沖縄県土地改良事業団体連合会、副担当：沖縄縄環境保全研究所)										
	「赤土等流出量算定システム」の推計手法の精度向上		■	■	■	■	■	■	■	■	
	ドローン撮影画像等を用いたUSLE各係数の反映検討		■	■	■	■	■	■	■	■	
	「赤土等対策進捗管理システム(沖縄県農林水産部)」との連携検討		■	■	■	■	■	■	■	■	
	(6) 気候変動の影響調査(担当：沖縄県土地改良事業団体連合会)										
	既存データ収集				■	■					
	降雨状況把握データ作成				■	■	■	■	■	■	
	(7) 分析及び検証(担当：沖縄縄環境保全研究所)										
	既存データ収集				■	■					
	赤土等の流出及び堆積の要因考察				■	■	■	■	■	■	
	(8) 調整会議等の運営支援(担当：沖縄縄環境保全研究所)										
	庁内会議開催						■ 11/21 (ワーキングチーム会議)				
	資料作成、議事録作成等						■				

1.7 調査地域および調査海域

1.7.1 調査地域

沖縄県全域

(1) 海域における赤土等堆積状況調査及び生物生息状況調査

沖縄本島、久米島、宮古島、石垣島、西表島、慶良間諸島

(2) 河川における赤土等堆積状況調査及び生物生息状況調査

沖縄本島、石垣島

(3) 赤土等流出源調査

沖縄本島、石垣島

(4) ドローンや人工衛星を活用した赤土等流出防止対策及び沿岸環境調査

1) ドローン撮影画像を用いた調査

宮古島、石垣島

2) 人工衛星画像を用いた調査

沖縄県全域(大東諸島除く)

調査地域の位置図を図 1-1に示した。

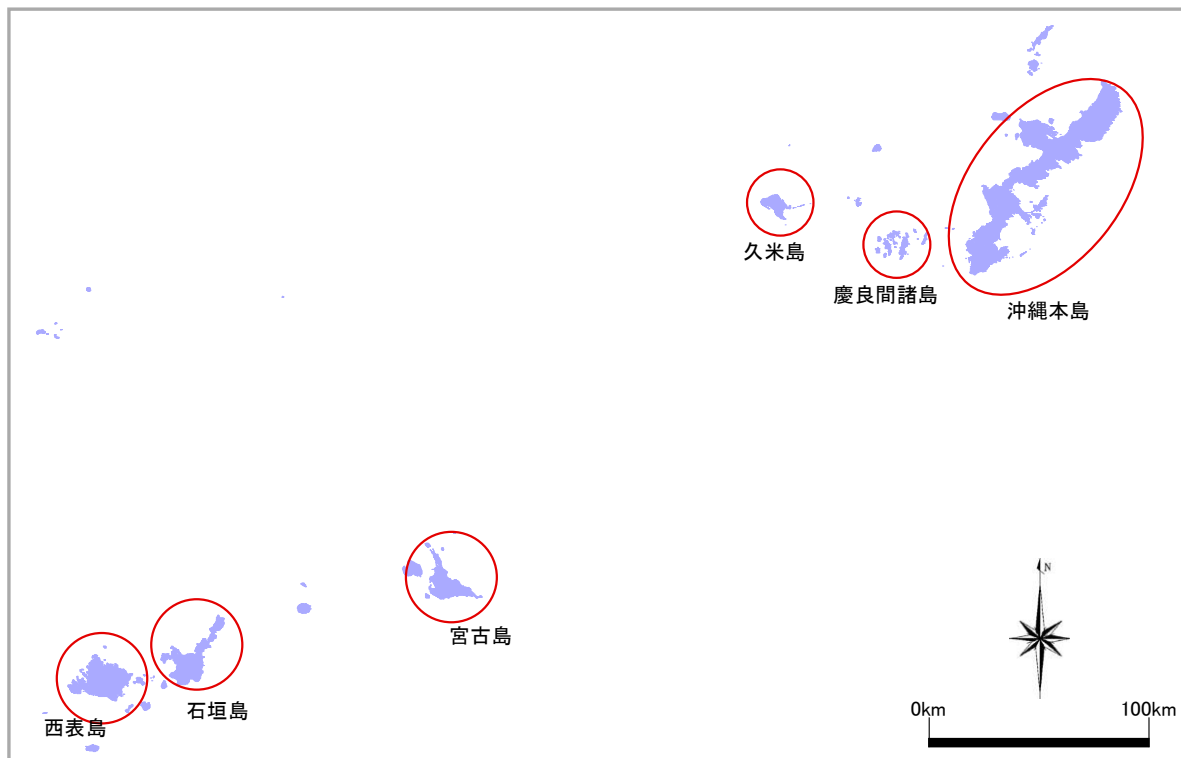


図 1-1 調査地域位置図

1.7.2 調査対象監視地域および細海域

監視地域、細海域ごとの調査項目一覧を表 1-3に、調査対象監視地域、細海域、流域位置を図 1-2～図 1-3に示した。なお、各海域番号は「平成21～23年度赤土等の堆積による環境負荷調査」の番号を踏襲したものである。

表 1-3 調査対象監視地域、細海域一覧

	監視地域		細海域名		備考 (注1)	海域における赤土等 堆積状況調査 及び 生物生態状況調査		河川における 赤土等 堆積状況調査、 流入状況調査 及び 生物調査 (注2)	赤土等 流出源 調査 (注3)	ドローンや人工衛星を 活用した赤土等流出 防止対策状況 及び沿岸環境調査	
						定点観測調査	監視海域調査			ドローン撮影画 像を用いた調査	人工衛星画像を 用いた調査
沖縄本島	5	塩屋湾	11	塩屋湾	代表海域	-	○	-	-	-	
	6	大宜味～源河	13	平南川河口海域	定点	○	-	-	-		
			35	源河川河口海域	定点	○	-	-	-		
	9	今帰仁北東	18	大井川(今帰仁村)河口海域	代表海域	-	○	-	-		
	12	本部半島西	22	大小堀川河口海域	代表海域	-	○	-	-		
			-	ウフビシ	重要サンゴ群集等	-	☆	-	-		
	15	赤瀬(海域・陸域)	39	赤瀬海岸	定点	○	-	-	-		
	18	屋嘉田潟原	40	屋嘉田潟原海域	代表海域	-	○	-	-		
	28	名城地先	65	北名城地先海域	代表海域	-	○	-	-		
	34	平良湾北	16	平良川河口海域	代表海域&定点	○	○	-	-		
			14	古島川河口海域	その他海域	-	-	○	○		
	35	有銘湾北	15	慶佐次川河口海域	代表海域	-	○	-	-		
	40	宜野座南東	43	漢那中港川河口海域	代表海域&定点	○	○	○	○		
			42	宜野座福地川河口海域	その他海域	-	-	○	○		
	41	金武湾	48	加武川河口海域	定点	○	-	-	-		
久米島			55	石川川(うるま市)河口海域	定点	○	-	-	-		県内 全域 対象
	42	宮城島北東	53	池味地先海域	代表海域	-	○	-	-		
	46	アージ島南	68	アージ島海域	定点	○	-	-	-		
宮古島	55	大度・米須地先	66	大度海岸	定点	○	-	-	-		
	50	久米島北東	71	真謝川河口海域	代表海域	-	○	-	-		
	51	久米島南西	73	儀間川河口海域	代表海域	-	○	-	-		
石垣島	52	島尻湾・久米島東	75	島尻川河口海域	代表海域	-	○	-	-		宮古島、 石垣島内 約6000ha の農地
	53	大浦湾(宮古島)	77	大浦湾海域	代表海域	-	○	-	-		
	-	-	-	シギラ	対照地点	-	☆	-	-		
西表島	-	-	-	南静園地先海域	対照地点	-	☆	-	-		
	60	伊原間湾	84	大浦川河口海域	代表海域	-	○	-	-		
			-	伊原間	対照地点、 重要サンゴ群集等	-	☆	-	-		
	61	野底嶋南	85	吹通川河口海域	代表海域	-	○	-	-		
	63	川平湾	87	川平湾	代表海域	-	○	-	-		
			-	川平湾外	対照地点	-	☆	-	-		
	64	崎枝湾	88	崎枝湾	代表海域	-	○	-	-		
	65	名蔵湾	90	名蔵湾	代表海域	-	○	-	-		
	69	石垣島東南	95	白保海域	代表海域&定点	○	○	○	○		
			-	白保アオサンゴ	重要サンゴ群集等	-	☆	-	-		
慶良間諸島	70	宮良湾	94	宮良川河口海域	代表海域&定点	○	○	-	-		
	73	西表島東	99	与那良川河口	代表海域	-	○	-	-		
	74	小浜島周辺	103	嘉弥真水道海域	代表海域	-	○	-	-		
計				マルグー	重要サンゴ群集等	-	☆	-	-		
				一般海域		11	22	4	4		
				対照地点、重要サンゴ群集等		1	11				
慶良間諸島	78	慶良間諸島	108	渡嘉志久ビーチ(108-01)	対照地点	-	☆	-	-		
			109	阿波連ビーチ(109-1)	対照地点	-	☆	-	-		
			110	阿嘉島海域(110-No.1)	対照地点	☆	☆	-	-		
				阿嘉島海域(110-No.2)	対照地点		☆	-	-		

注1:

代表海域:監視地域内で代表的な位置づけの海域であり、本海域でのモニタリング結果で当該重点監視地域の環境保全目標達成状況を評価する。

その他海域:監視地域内で代表海域以外の海域。

重要サンゴ群集等:監視地域内、優れた海中景観を形成するサンゴ群集地点。

対照地点:赤土等汚染の実態及びおそれが極めて少ないとされる清浄な地点。

定点:定点観測調査対象海域。

注2:細海域に対応した河川にて調査を行う。

注3:細海域に対応した河川流域にて調査を行う。

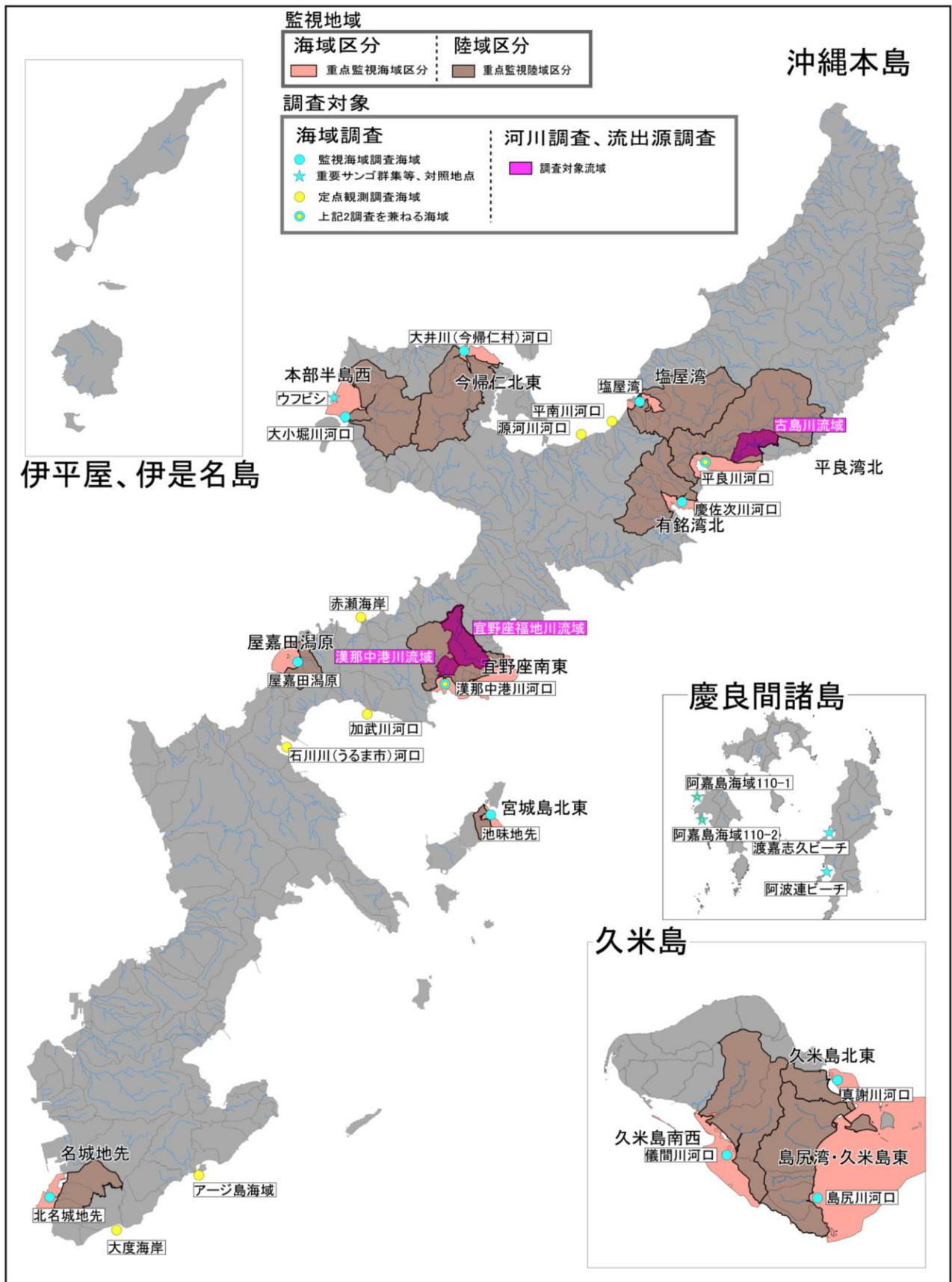


図 1-2 調査対象監視地域、細海域、流域位置図(1/2)

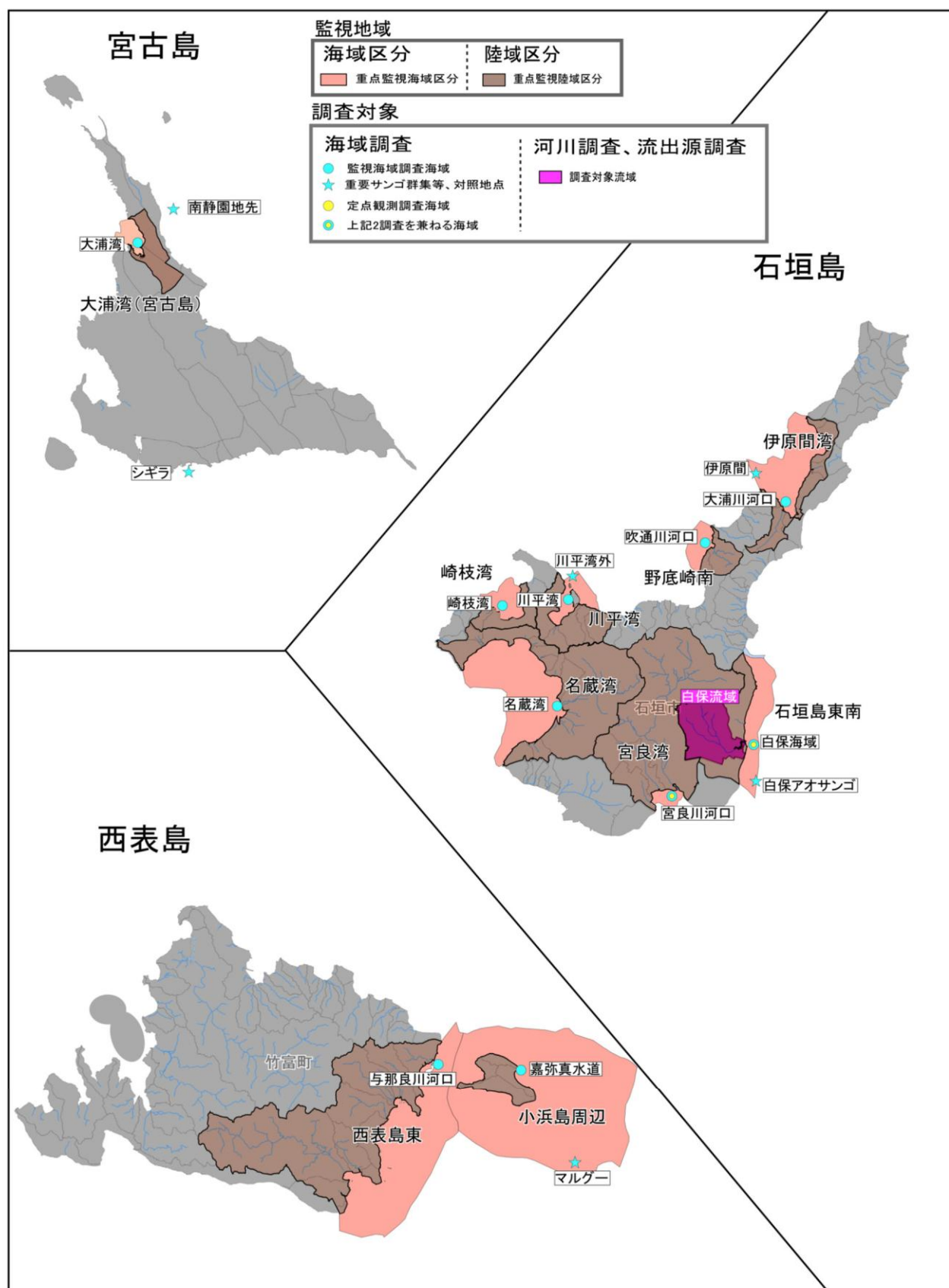


図 1-3 調査対象監視地域、細海域、流域位置図(2/2)

1.8 業務成果の概要

1.8.1 海域における赤土等堆積状況調査及び生物生息状況調査

(1) 定点海域調査

1) 赤土等堆積状況調査結果

今年度(令和5年度)値と平年値における調査季ごとのSPSS値(各海域内平均値)とSPSSランカー一覧を表 1-4に示し、今年度(令和5年度)と平年の年間最大SPSS値の比較を図 1-4に示した。

今年度(令和5年度)の沖縄本島周辺の海域の年間最大SPSSランクは、平年値の年間最大SPSSランクと比較して、加武川河口、宮良川河口、阿嘉島海域の3海域が悪化し、それ以外は同じであった。

加武川河口では、平年値はSPSSランク5b以下であり、今年度(令和5年度)はSPSSランク6以上と顕著に悪化した。宮良川河口については、第2回調査時期にSPSSランク7を記録し、平年値のランク6を上回った。阿嘉島海域では、ランク4から5aへの変動であり、現時点では堆積状況の顕著な悪化は懸念されなかった。

表 1-4 今年度(令和5年度)値と平年値における調査季ごとのSPSS値(各海域内平均値)とSPSSランカー一覧

調査地点	昨年度(令和4年度)				令和5年度												年間最大値			
	第2回(秋季調査)		第2回平年値 ^{注2}		第1回(梅雨後調査)		第1回平年値		第2回(秋季調査)		第2回平年値		第3回(冬季調査)		第3回平年値		令和5年度		平年値 ^{注1}	
	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ²)	SPSS ランク
平南川河口	6.3	4	4.0	3	61.3	6	50.2	6	10.4	5a	4.1	3	5.0	3	2.4	3	61.3	6	50.2	6
源河川河口	10.4	5a	11.6	5a	35.3	5b	46.4	5b	23.5	5a	11.6	5a	24.0	5a	5.1	4	35.3	5b	46.4	5b
赤瀬海岸	4.7	3	5.6	4	9.9	4	22.4	5a	22.1	5a	5.5	4	4.3	3	2.3	3	22.1	5a	22.4	5a
平良川河口	62.5	6	47.5	5b	51.1	6	112.1	6	27.2	5a	48.0	5b	34.9	5b	91.5	6	51.1	6	112.1	6
漢那中港川河口	10.1	5a	22.7	5a	20.2	5a	38.8	5b	38.9	5b	22.0	5a	25.1	5a	25.9	5a	38.9	5b	38.8	5b
加武川河口	56.8	6	22.9	5a	65.0	6	26.9	5a	43.4	5b	23.7	5a	55.7	6	23.6	5a	65.0	6	26.9	5a
石川川(うるま市)河口	82.5	6	105.4	6	34.9	5b	125.7	6	67.6	6	104.5	6	104.8	6	121.5	6	104.8	6	125.7	6
アージ島海域	50.5	6	38.7	5b	36.5	5b	56.6	6	50.0	5b	39.1	5b	76.0	6	54.2	6	76.0	6	56.6	6
大度海岸	13.9	5a	12.6	5a	9.1	4	17.4	5a	16.9	5a	12.6	5a	20.2	5a	15.6	5a	20.2	5a	17.4	5a
白保海域	19.8	5a	24.1	5a	9.3	4	30.8	5b	33.7	5b	23.9	5a	31.3	5b	26.5	5a	33.7	5b	30.8	5b
宮良川河口	101.1	6	103.7	6	85.2	6	147.1	6	242.3	7	103.6	6	128.6	6	107.4	6	242.3	7	147.1	6
阿嘉島海域	5.9	4	7.5	4	-	-	9.4	4	10.4	5a	7.4	4	-	-	6.4	4	10.4	5a	9.4	4
ランク6以上の海域数	5		2		4		5		2		2		4		4		6		5	
ランク6以上の海域割合	41.7%		16.7%		36.4%		41.7%		16.7%		16.7%		36.4%		33.3%		50.0%		41.7%	

注1: 平年値の年間最大値は、令和4年度までの結果から算出した各季(梅雨後調査、秋季調査、冬季調査)平年値の最大値。

注2: 昨年度(令和4年度)第2回の平年値は、本島周辺海域は平成7～16、24～令和3年度、石垣島周辺海域は平成11～16、24～令和3年度の調査結果から算出した。

注3: 表中の赤字はランク6以上、赤塗りは平年値はランク5b以下だが今年度ランク6以上を表す。

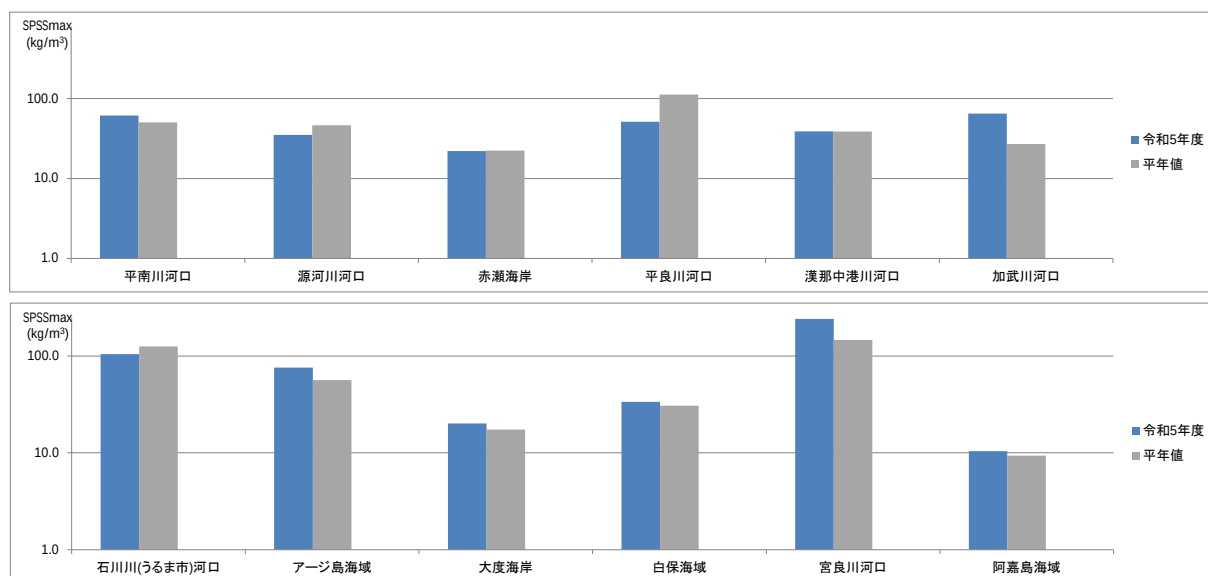


図 1-4 今年度(令和5年度)と平年の年間最大SPSS値の比較

2) サンゴ類調査結果

旧計画が開始された平成 25 年度以降のサンゴ類の被度の経年変化状況(調査地点ごとの推移)を図 3.1.3-4 に示した。

今年度(令和 5 年度)は、10%程度以上のサンゴ被度減少の地点は確認されず、全地点、10%程度未満の微増もしくは微減であった。また、夏季の高水温によるサンゴ白化現象等のサンゴ類の生育に影響を及ぼすような事象は確認されなかった。

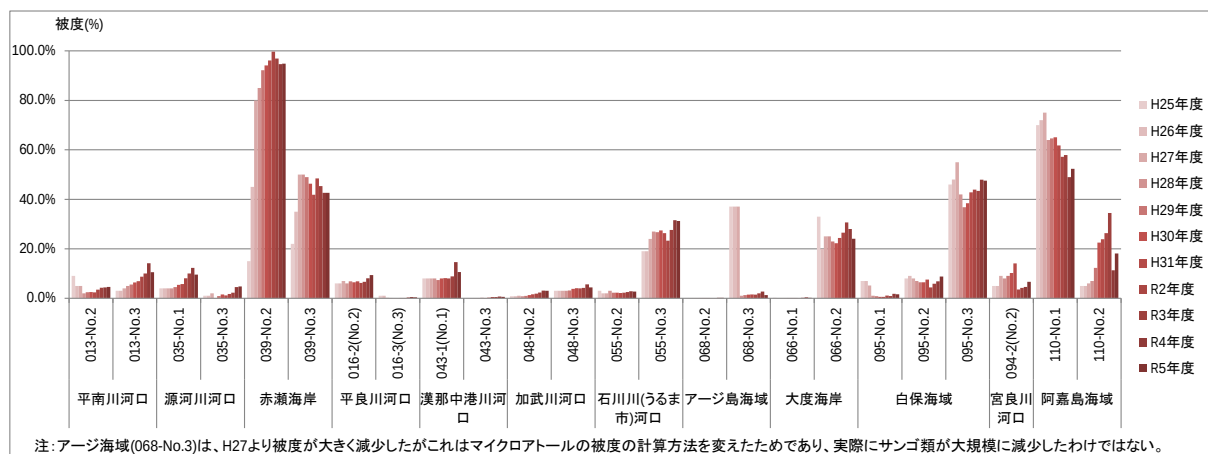
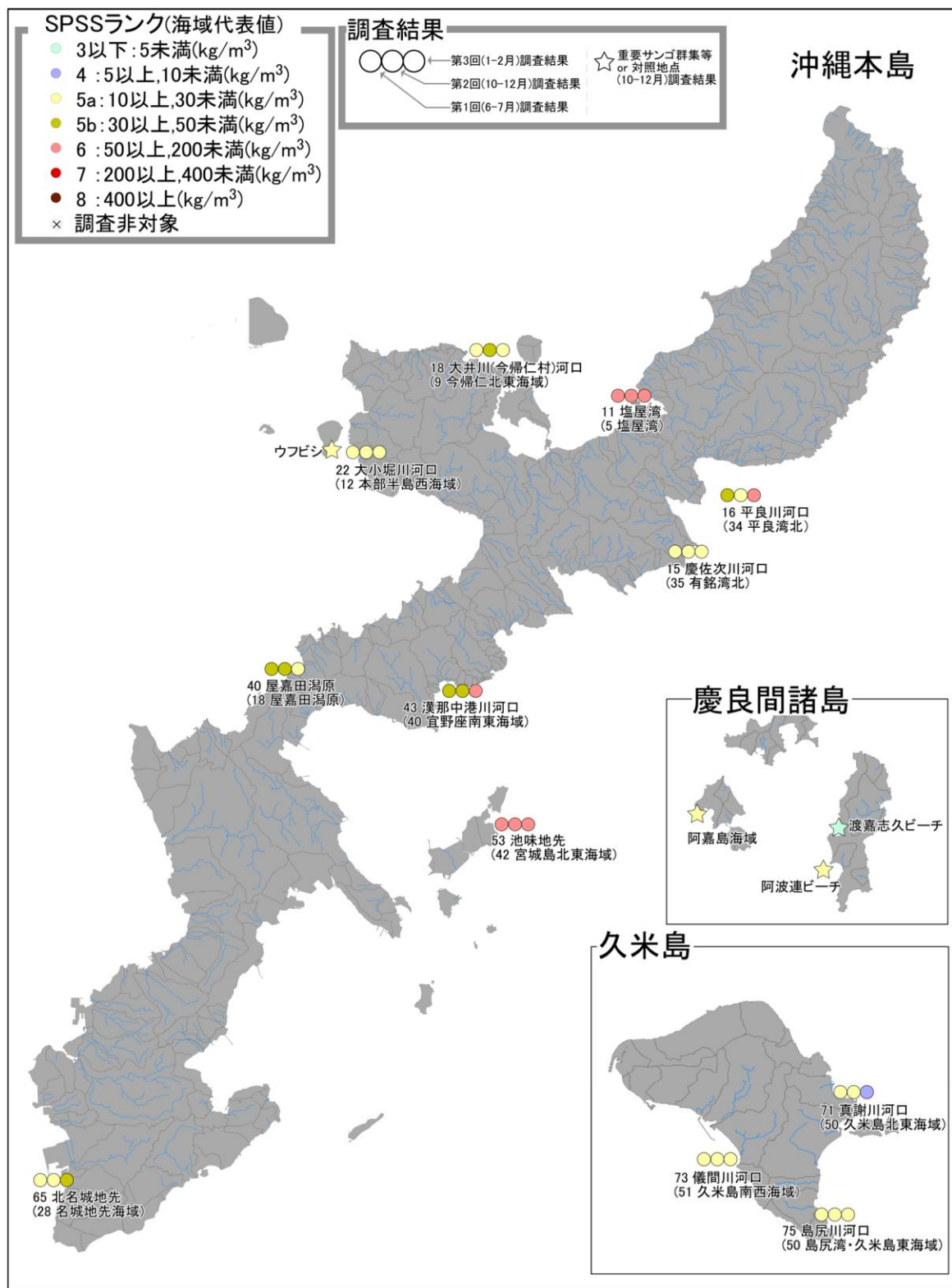


図 1-5 経年におけるサンゴ類の被度の比較(調査地点ごとの推移)

(2) 重点監視海域調査

1) 赤土等堆積状況調査結果

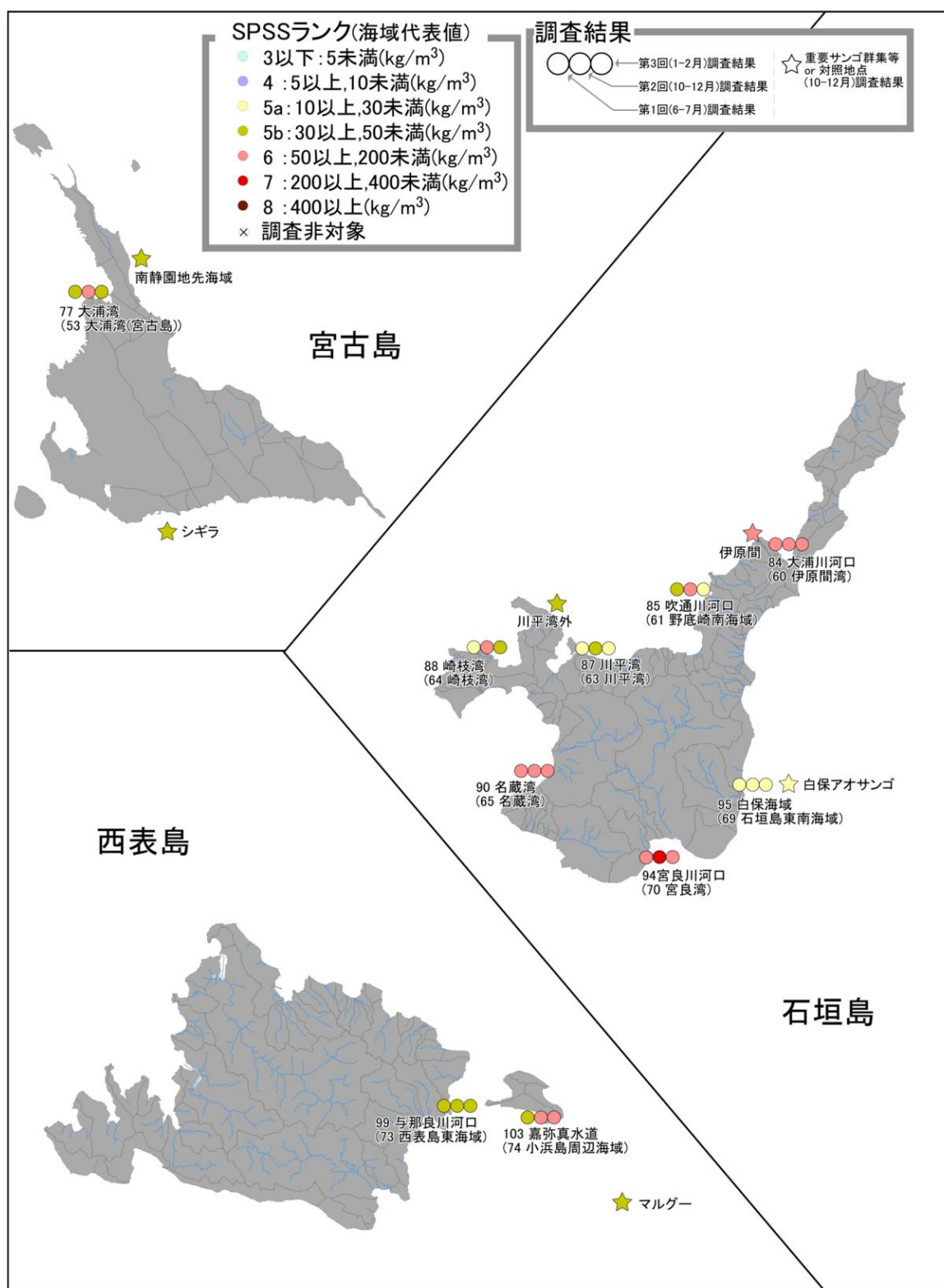
重点監視海域における各調査回SPSSランクを図 1-6、図 1-7に示した。



注:各海域名の下に対応する海域区分名を併記した。

注:図上の「SPSSランク(海域代表値)」は「代表評価地点」を有する海域ではその値を、「代表評価地点」を有しない海域では「堆積基準点」を除く海域内地点のSPSS幾何平均値を元にした。

図 1-6 SPSS調査結果(重点監視海域調査)(1/2)



注:各海域名の下に対応する海域区分名を併記した。

注:図上の「SPSSランク(海域代表値)」は「代表評価地点」を有する海域ではその値を、「代表評価地点」を有しない海域では「堆積基準点」を除く海域内地点のSPSS幾何平均値を元にした。

図 1-7 SPSS 調査結果(重点監視海域調査) (2/2)

全重点監視海域における各回の SPSS ランク別海域数集計を図 1-8 に示した。

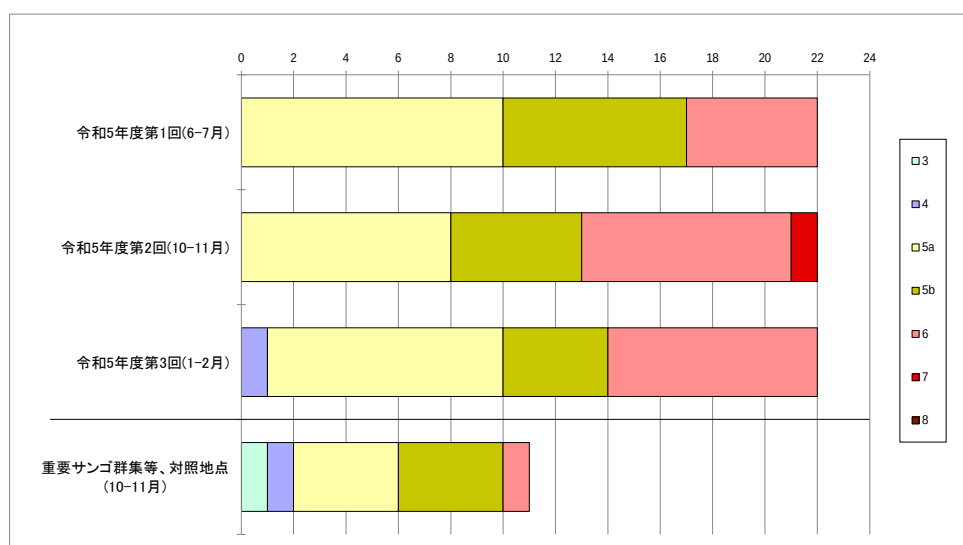


図 1-8 SPSS ランク別海域数一覧

明らかに人為的な影響により赤土等堆積があると判断されるSPSSランク6以上の海域は、梅雨後に当たる第1回調査(6-7月)では5海域(22.7%)、台風期後に当たる第2回調査(10-11月)では9海域(40.9%)、冬季に当たる第3回調査(1-2月)では8海域(36.4%)であった。

年間に一度でもSPSSランク6以上が記録された海域は、塩屋湾、平良川河口、漢那中港川河口、池見地先、大浦湾、大浦川河口、吹通川河口、崎枝湾、名蔵湾、宮良川河口、嘉弥真水道の11海域であった。

今年度(令和5年度)はSPSSランク6以上の海域数は第1回調査が最も少なく、第2回調査が最も多かった。この要因としては以下の二つが考えられる。

- ・梅雨中盤の6月初旬に台風2号が来襲し、それまでの堆積赤土の拡散能が働いたと考えられる。その後、本島地方の梅雨終盤では多雨傾向にあったことから、再び堆積量が増加したと考えられるが、例年に比べるとその量は少なかった可能性が考えられる。
- ・8月初旬に来襲した台風6号以降、本島地方、八重山地方とも台風接近による暴風・強風圏内に入ることがなく、波浪による赤土等堆積能は低い状態が継続したと考えられ、秋季におけるSPSSが高くなる傾向にあったと考えられる

※気象状況については、「2.2 気象状況」参照。

2) 生物生息状況調査結果

確認した種類数と主な出現種を表 1-5 に示した。

サンゴ類は、サンゴ場にて計178種、海草藻場にて計63種が確認された。海藻草類は、サンゴ場にて計137種、海草藻場にて計111種が確認された。魚類は、サンゴ場にて計324種、海草藻場にて計139種が確認された。ベントス類は、サンゴ場にて計265種、海草藻場にて計188種、干潟にて計85種が確認された。

表 1-5 確認した種類数と主な出現種

●サンゴ類

サンゴ場		海草藻場		サンゴ場		海草藻場	
40地点		23地点		40地点		23地点	
種類数	主な出現種	種類数	主な出現種	種類数	主な出現種	種類数	主な出現種
178	ハマサンゴ属(塊状、被覆状) コカメノコキクメイシ カンボクアナサンゴモドキ フカトゲキクメイシ コモンサンゴ属(塊状、被覆状) カメノコキクメイシ	63	ハマサンゴ属(塊状、被覆状) ゴカクキクメイシ バリカメノコキクメイシ フカトゲキクメイシ ハナヤサイサンゴ エダコモンサンゴ	137	藍藻綱 ハイオオギ 無節サンゴモ類 フデノホ ムクキッコウグサ イバラノリ属	111	無節サンゴモ類 ウミウチワ属 藍藻綱 フデノホ イバラノリ属 リュウキュウスガモ

●魚類

サンゴ場		海草藻場	
40地点		23地点	
種類数	主な出現種	種類数	主な出現種
324	オジサン レモンズメダイ ルリスズメダイ シノビハゼ属 ネットアイズメダイ ホンソメフケベラ カタボシオオモンハゼ	139	タカノハハゼ ハラスジベラ シノビハゼ属 サラサハゼ オキフエダイ シチセンムスメベラ ムラサメモンガラ

●ベントス類

サンゴ場		海草藻場		干潟	
40地点		23地点		11地点	
種類数	主な出現種	種類数	主な出現種	種類数	主な出現種
265	尋常海綿綱 ウスボヤ科 ツマジロナガウニ タワシウニ ゼニイシ モミジスナゴ	188	尋常海綿綱 ウスボヤ科 オウギガニ科 ツマジロサンゴヤドカリ クロナマコ ゼニイシ	85	多毛綱 テッポウエビ科 タテジマヨコバサミ ホウシュノタマ ミナミベニツケガニ ヒメクワノミカニモリ

3) 永久コドラート調査結果

平成 24 年度から今年度(令和 5 年度)までのコドラート内サンゴ被度の比較を図 1-9 に示した。

今年度(令和 5 年度)、サンゴ被度が昨年度(令和 4 年度)より 10%程度以上減少した地点は大小堀川河口海域(022-2)(前回調査時(令和 4 年度): 35%、今年度(令和 5 年度): 25%)、阿波連ビーチ(109-1)(前回調査時(令和 4 年度): 70%、今年度(令和 5 年度): 60%)であった。

大小堀川河口海域(022-2)においては、サンゴ群体の死亡状況や、今年度(令

和5年度)に夏季の高水温による白化現象が確認されていないこと等から、死亡原因は赤土等の堆積である可能性が考えられる。その他、消失した群体も多くみられており、これらは6月上旬の台風2号、8月上旬の台風6号の波浪によるものと考えられる。

阿波連ビーチ(109-1)においては、大型の台風6号(那覇接近 8/1～8/6)における波浪等の影響によりサンゴ群体の死滅・消失が発生した可能性が高いと考えられる。

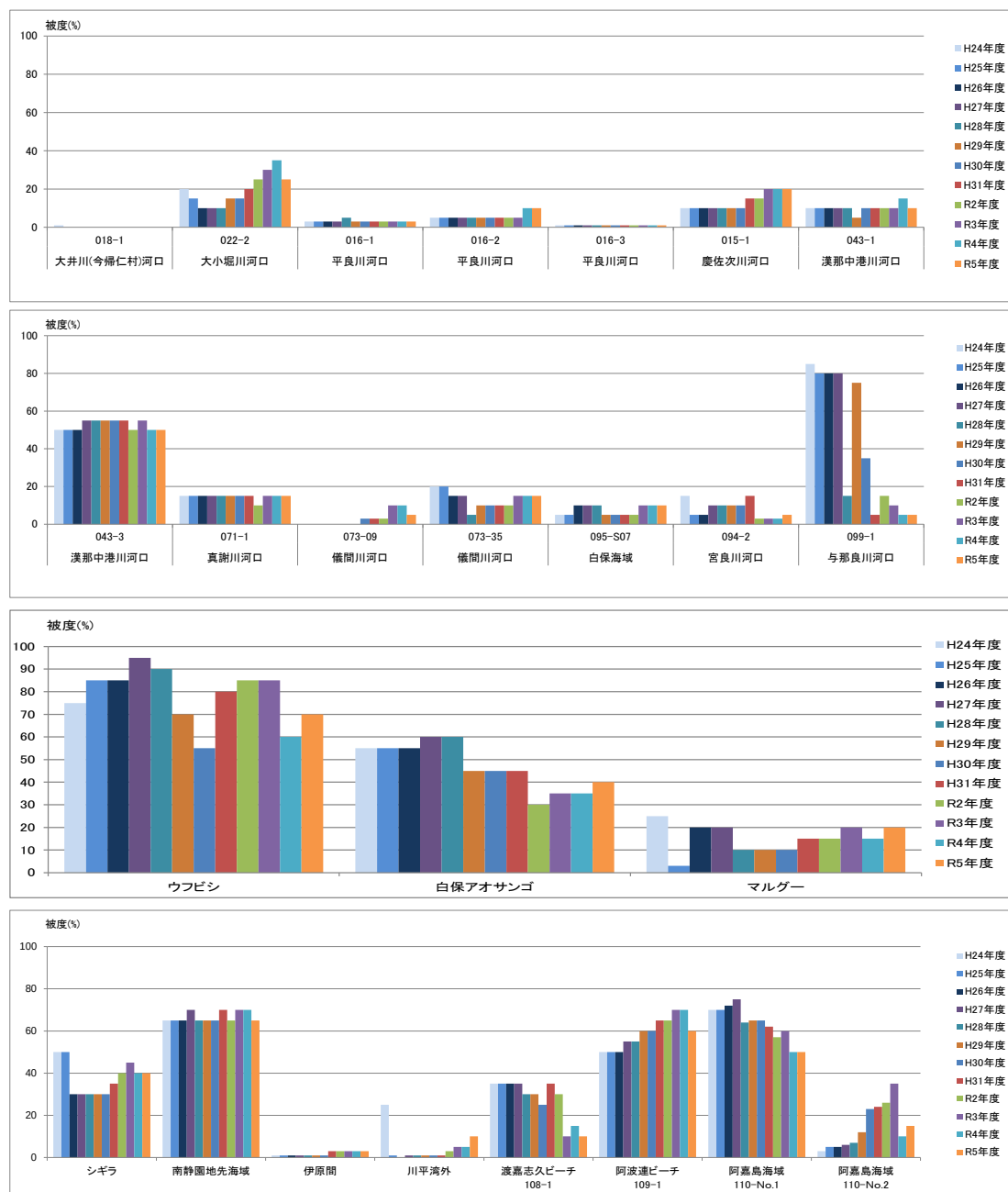


図 1-9 平成 24 年度から令和 5 年度までのコドラート内サンゴ被度の比較

1.8.2 河川における赤土等堆積状況調査、赤土等流入状況調査及び生物生息状況調査

(1) 赤土等堆積状況調査

河川における赤土等堆積状況調査については、古島川（平良湾北）、宜野座福地川（宜野座南東）、漢那中港川（宜野座南東）、轟川（石垣島東南）の4河川において、梅雨後、秋季、冬季の3回実施した。各河川のSPRSの調査時期毎のランク別地点数の推移を図1-10に示した。

人為的な赤土汚染が示唆されるランクⅢ以上の割合は、宜野座福地川を除いては冬季が高い傾向が窺えた。今年度は秋以降、少雨傾向が続いたため、河川流量が低下したことにより土砂が堆積しやすくなったことが原因と考えられる。今年度を通してランクⅢ以上の割合が高かったのは順に漢那中港川、轟川、古島川、宜野座福地川であり、流域内に農地が多い河川ほどランクⅢ以上の割合が高い傾向が窺えた。

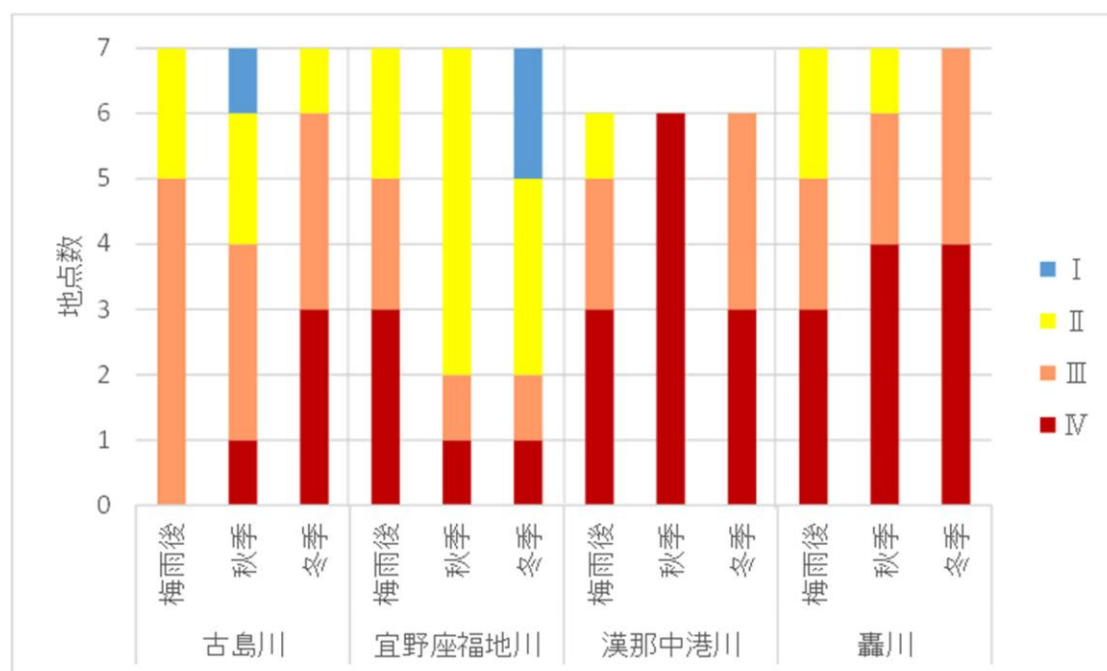


図 1-10 SPRS ランク別地点数の推移

(2) 赤土等流入状況調査

赤土等流入状況については、前記 4 河川において水位・流速・濁度計を設置して連続観測を行い、SS 負荷量（流出量）を算出した。算出した結果を基に「平成 19 年度赤土等の発生源対策推進事業 赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査」（以下「平成 18、19 年度調査」という。）の結果、及び USLE による推計流出量との比較を行った。今年度の SS 負荷量のまとめを表 1-6 に示した。

表 1-6 今年度の SS 負荷量まとめ

河川名	観測期間 SS負荷量 (t)	観測日数 (日)	河川流域 面積 (km ²)	観測地点まで の流域面積 (km ²)	年間河川流 域SS負荷量 (t)	単位面積あた りの年間 SS負荷量 (t/km ²)
古島川	433.61	250	5.11	4.29	754.1	147.6
宜野座福地川	36.81	251	8.27	7.03	63.0	7.6
漢那中港川	16.57	251	1.81	0.80	54.5	30.1
轟川	176.19	247	10.93	10.48	271.5	24.8

※年間河川流域SS負荷量=観測期間SS負荷量×365/観測日数×河川流域面積/観測地点までの流域面積

※単位面積あたりの年間SS負荷量=年間河川流域SS負荷量/河川流域面積

1) H18、19 年度調査との比較

平成 18、19 年度調査との比較は、一連降雨ごとの期間降雨量と土壌流出量、および一連降雨ごとの期間降雨係数と土壌流出量との関係を使用した。土壌流出量と期間降雨量、降雨係数の関係図 1-11 に示した。なお、轟川については 12 月以降浚渫工事が行われていたことから、12 月以降のデータを含まない関係図も追加した。また、漢那中港川では平成 18、19 年度において調査を行っていない。

降雨に対する土壌流出量を平成 18、19 年度と比較すると、令和 5 年度は古島川と轟川では増加傾向、宜野座福地川では減少傾向が確認された。回帰式については、平成 18、19 年度に比べ令和 5 年度は各河川とも切片が高く、傾きは小さかった。これは、強い降雨の際に赤土等が流れにくくなっていることが示唆され、平成 18、19 年度よりも対策が進んでいることが窺える。

令和 5 年度は各河川とも期間降雨量よりも期間降雨係数との関係の方が相関係数が高く、従来の考えを支持する結果であった。

なお、令和 5 年度は少雨傾向で一連降雨データが少なく、高強度の降雨データも少なかったことは懸念材料である。



図 1-11 土壌流出量と期間降雨量、降雨係数の関係

2) USLE に基づく推計流出量との比較

USLE による推計流出量との比較については、年間流出量、観測期間流出量、一連降雨毎の流出量について比較を行った。

(a) 年間流出量の比較

年間流出量の実測流出量と推計流出量の比較を図 1-12 に示した。年間の実測流出量と推計流出量との差異は、古島川流域、漢那中港川流域で 2 倍程度であり、宜野座福地川流域と轟川流域では 10 倍程度の顕著な差が見られた。

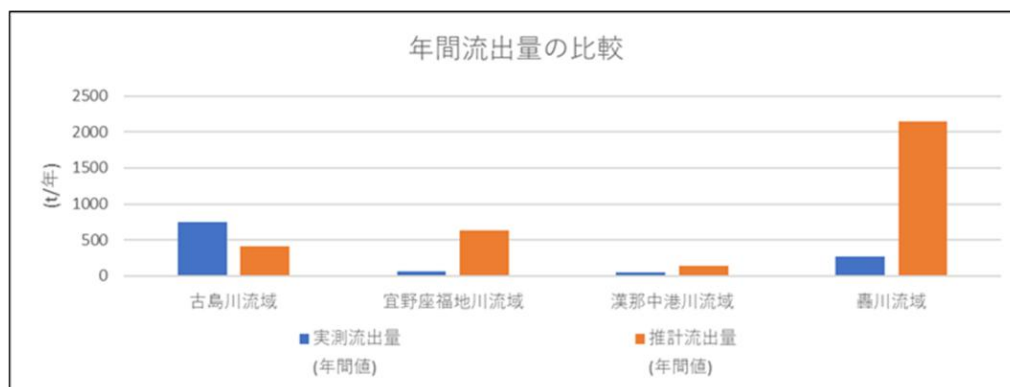


図 1-12 年間流出量の比較

(b) 連続観測期間流出量の比較

連続観測期間の実測流出量と推計流出量の比較を図 1-13 に示した。宜野座福地川流域と漢那中港川流域では、誤差は比較的少ないものの、古島川流域では実測流出量が推計流出量の 5 倍ほどとなり、一方轟川流域では逆に、推計流出量が実測流出量の 2 倍ほどとなった。

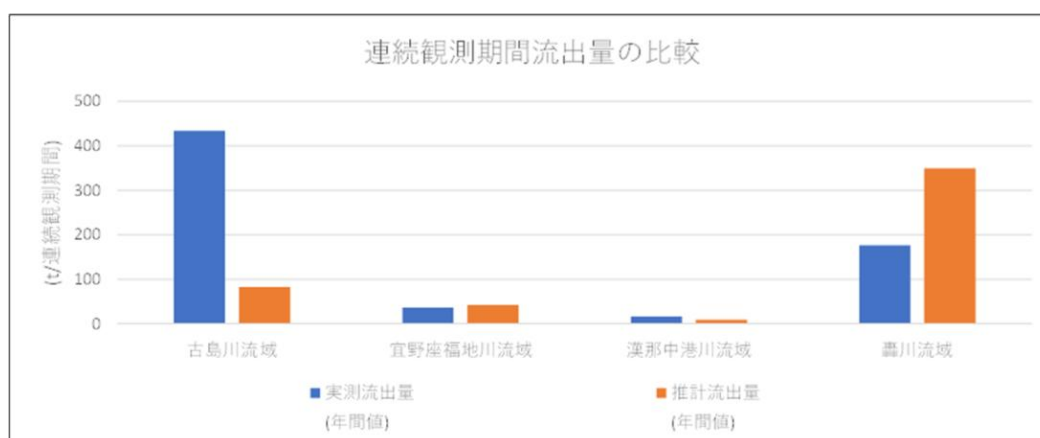


図 1-13 連続観測期間流出量の比較

上記差異の生じる原因として、以下が可能性として考えられる。

- ・USLE で設定している各種流出にかかる係数は一律の類型化であり、実際の流出メカニズムの複雑さを十分に反映していない可能性がある。
- ・USLE に反映させていない流出源が存在する可能性がある。
- ・農地の利用状況が変化した可能性がある。
- ・流出量の増加に伴い誤差量も大きくなる可能性がある。

3) 一覽降雨ごとの流出量の比較

一連降雨ごとの流出量の実測流出量と推計流出量の比較を図 1-14 に示した。

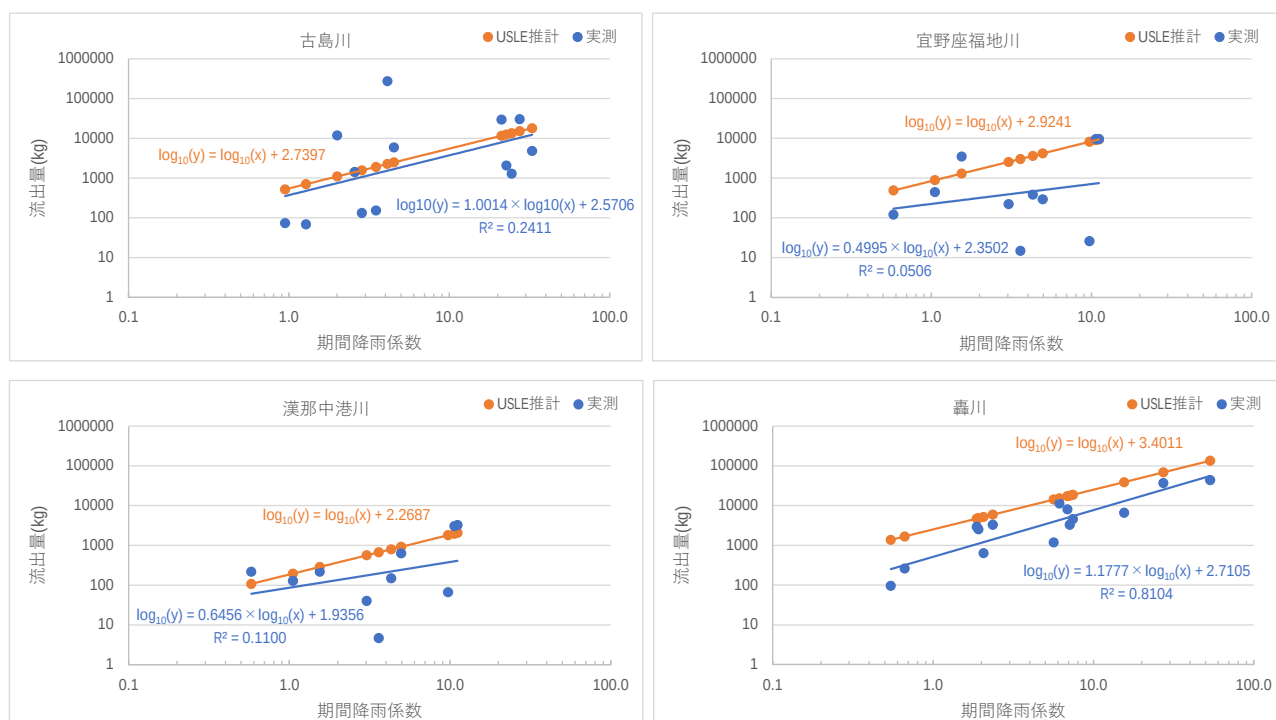


図 1-14 一連降雨ごとの流出量の比較

実測流出量のプロット(青色プロット)および回帰直線(青色ライン)をみると、4流域とも推計流出量による回帰直線(橙色ライン)を下回る傾向が確認された。これは、基本的には、推計流出量は、実際よりも高めの流出量を推計している傾向があることを示唆している。その要因としては、「(b)連続観測期間流出量の比較」で述べた原因が可能性として考えられるが、「USLE に反映させていない流出源が存在する可能性がある。」については、今回の推計流出量が農地のみを対象とし、それ以外からの流出源を考慮していないことを考えると、これら 4 流域においては、その他大規模な流出源が恒常的に存在している可能性は低いと考えられる。ただし古島川においては、比較的少雨時に流出量が増大しているケースが確認されたことから、この際に何らかの単発的な流出源が発生した可能性も考えられる。

実測流出量の回帰直線(青色ライン)の傾きをみると、古島川、轟川では推計

流出量の回帰直線(橙色ライン)の傾きとほぼ同等であるが、宜野座福地川と漢那中港川では、推計流出量の回帰直線(橙色ライン)の傾きより小さかった。これは、宜野座福地川と漢那中港川では、大雨時の流出量が比較的少ない傾向にあることを示しており、これら 2 流域では対策の効果がより進んでいる可能性を示唆している。

実測流出量のプロット(青色プロット)の分布をみると、轟川では比較的直線状に配置されたが、古島川、宜野座福地川、漢那中港川ではその傾向が低く、ばらつきが大きかった。その要因としては、轟川では、流域内の面積のうち農地が 65.2%を占めているが、古島川では 24.2%、宜野座福地川では 12.7%、漢那中港川では 36.8%と農地割合が低いことと関係している可能性がある。農地割合が低くなると、その分開発現場や土砂崩れ等、農地以外の箇所が流出源となる可能性が高くなり、またそれら流出源については一時的な発生であることも多いと推察され、これらのことが、農地割合の低い流域において、降雨量に対して流出量のばらつきが大きくなる要因である可能性が考えられる。

前述した通り、推計流出量は、実際よりも高めの流出量を推計している傾向があるが、図 1-14 では縦軸の流出量は対数を取っているため、実数としての差異は図の見た目以上に大きくなる。例えば図内最下段の轟川では、最も右端のプロットを比較すると、実測流出量(青色プロット)が 43,981(kg)、推計流出量(橙色プロット)が 134,347(kg)であり、約 3 倍の差異がある。したがって前段の「連続観測期間流出量の比較」において、積算流出量として最大 5 倍程度の差異が生じることが「一連降雨ごとの流出量の比較」からも十分にありえる事象と考えられる。

なお、これらの傾向は、高強度の一連降雨が少ない今年度のデータ上での傾向であることに留意が必要である。また、高強度の降雨を含めた場合、実測流出量と推計流出量の差異はさらに大きくなる可能性がある。

4) まとめ

以上のことから、USLE による推計流出量では、実際の流出量を精度高く算出することは難しいが、降雨と農地からの流出量との関係性については、一定程度示すことはできていると考えられる。

このことから、USLE による推計流出量により、農地における対策効果を「量」としてではなく「割合」としては、表現できる可能性が十分にあると考えられる。

(3) 生物生息状況調査

生物生息状況調査では、冬季の 1 回、前記 4 河川の各 2 区域において実施した。本調査において生物種は 168 種が確認され、魚類は 26 種、底生動物は 142 種が出現した。底生動物の内訳は、水生昆虫 90 種、軟体動物 18 種、甲殻類 24 種、その他 10 種であった。

1.8.3 赤土等流出源調査

(1) 第1回調査

降雨時の「流域内における主な赤土等流出源」及び「その周辺の赤土等流出防止対策」の状況を把握するため、各地域にて写真撮影等の現地調査を行った。

1) 古島川流域

古島川流域においては山地の斜面上にパイナップル畑が広がっていることもあり、降雨時は濁流が勢いを持ったまま側溝や道路に流れている様子が確認された。

また、グリーンベルトやブロックなどで末端対策を行っていても、車両が出入りする通路など対策がされていない部分を経由して流れ出ていることが多く、沈砂池や河川においてもかなり濁っている様子が確認された。

2) 漢那中港川流域

河川の西部、北部山地に沈砂池が多く設置されているが、調査当日はオーバーフローが見られ、流出先の河川や水路でもかなりの濁りがあった。

道路と接している畑地では、農業機械の通路として用いるためか末端対策があまり見られず、道路を経て河川に濁流が流れている様子も確認された。

3) 宜野座福地川流域

全体的に勾配修正などの土地改良が行われた土地が多く、その地点から流れる水については濁りが少なかった。

沈砂池のオーバーフローもなく、河川下流においても濁りはわずかであった。

4) 轟川流域(白保)

広大なサトウキビ畑が広がっており、赤土等流出防止対策についても様々な種類がみられた。

調査当日はあまり雨が降っていなかったため河川においての濁水はあまりみられなかったが、道路上に赤土等の流出痕が多くみられたことから、畑地からの赤土流出は多いと考えられる。

(2) 第2回調査

地籍図における農地一筆ごとに栽培種情報および営農対策の実施件数を目測で調査し、それを基に栽培種ごとの対策実施割合等を求めた。

また、対策区分の判定方法を表 1-7 に示す。

表 1-7 対策区分ごと判定基準

植栽グリーンベルト	ベチバーや月桃など耕作地の端に植えられているものを対象とした。
樹木	耕作地の端に樹木が生えている箇所を対象とした。
自然植生	耕作地から道路等までの間に植物が茂っており、流出痕があまり見られないものを対象とした。
畦畔	耕作地が窪んでいる箇所や盛り土で周囲を囲っている箇所も対象とした。
ケアマット	猪垣下部に張り付けられた植物性のマットを対象とした。
葉ガラ梱包	耕作地の端に残っているものを対象とした。
ブロック等	コンクリートブロックなどを道路との境目に敷いている箇所や、土地改良事業で周囲が石垣等に囲われているものも対象とした。
全面マルチ	耕作地が葉ガラやビニルなどで全体的に覆われている箇所を対象とした。
部分マルチ	耕作地のうち作物周辺だけが葉ガラやビニルで覆われている箇所等を対象とした。
対策無	赤土等の流出を防止する対策が見られない箇所を対象とした。

1) 古島川流域

古島川流域において令和5年12月6日及び令和5年12月7日に調査を実施した。

この地域では、一筆あたりの面積が大きいために同農地筆内で作物がわかれている畑地や対策も部分的になっている畑地が多くあった。また、人為的ではない対策としては、畑の斜面下方向に森林地帯の自然植生や樹木が茂っているものが多い。獣害対策のための柵の設置が優先され余剰スペースがないことや、パイナップル植え付け前の除草剤の散布で枯らさないように気を遣うことから、グリーンベルトはパイナップル農家に受け入れられにくい状況となっている。かわりとして、柵の下部に張り付ける「ケアマット」という対策が多く実施されている。

表 1-8 調査結果集計(古島川流域)

		件数	対策確認農地	対策確認農地 内訳										対策無し農地	対策割合	実施割合 内訳			
				グリーンベルト等末端対策実施状況							マルチング実施状況					末端割合	自然植生除く 末端割合	マルチング	
				植栽グリーンベルト	樹木	自然植生	畦畔	ケアマット	葉ガラ梱包	ブロック等	全面	部分							
調査 対象 農地	サトウキビ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%		
	パイナップル	100	63	19	15	24	2	7	0	1	5	0	37	66%	62%	40%	5%		
	果樹	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	100%	100%	0%	0%		
	野菜	10	7	2	1	4	0	0	0	0	1	0	3	73%	64%	27%	9%		
	菊	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%		
	花き	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	100%	100%	0%	0%		
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%		
	裸地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%		
	小計	113	73	21	16	31	2	7	0	1	6	0	40	65%	69%	42%	5%		
	計			78(自然植生を除く47)							6								
調査 対象 外農地	牧草地	5	調査対象外																
	水田	0																	
	ハウス	7																	
	不耕作地	29																	
	計	41																	
総計		154																	

2) 漢那中港川流域

漢那中港川流域において令和5年11月30日に調査を実施した。

サトウキビ畑について、道路に接している地点では末端対策は少なかった。マルチングについて、環境コーディネーターいわく時期によっては緑肥や葉ガラで行っている場所も多いらしいが、今回は調査時期が悪くあまり確認できなかった。

表 1-9 調査結果集計(漢那中港川流域)

		件数	対策確認農地	対策確認農地 内訳										対策無し農地	対策割合	実施割合 内訳			
				グリーンベルト等末端対策実施状況							マルチング実施状況					末端割合	自然植生除く 末端割合	マルチング	
				植栽グリーンベルト	樹木	自然植生	畦畔	ケアマット	葉ガラ梱包	ブロック等	全面	部分							
調査対象農地	サトウキビ	85	28	8	3	11	0	0	0	2	0	4	57	33%	28%	15%	5%		
	パイナップル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%		
	果樹	4	4	0	0	0	0	0	0	3	1	0	100%	0%	0%	0%	100%		
	野菜	24	18	8	4	4	0	0	0	0	1	1	6	75%	67%	50%	8%		
	菊	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100%	100%	100%	0%		
	花き	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%		
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%		
	裸地	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100%	100%	100%	0%		
	小計	115	52	16	8	15	0	0	0	3	4	6	63	45%	37%	23%	9%		
	計			42(自然植生を除く27)							10								
調査対象外農地	牧草地	4	調査対象外																
	水田	0																	
	ハウス	19																	
	不耕作地	17																	
	計	40																	
総計		155																	

3) 宜野座福地川流域

宜野座福地川流域において令和5年12月1日に調査を実施した。

サトウキビ畑のマルチングについて、環境コーディネーターいわく時期によっては

緑肥や葉ガラで行っている場所も多いらしいが、今回は調査時期が悪くあまり確認できなかった。

また、勾配修正等の土地改良が行われた畑地が多く、畑の周囲がブロックで囲まれているサトウキビ畑も多かった。

表 1-10 調査結果集計(宜野座福地川流域)

	件数	対策確認農地	対策確認農地 内訳										対策無し農地	対策割合	実施割合 内訳		
			グリーンベルト等末端対策実施状況								マルチング実施状況				末端割合	自然植生除く 末端割合	マルチング
			植栽グリーンベルト	樹木	自然植生	畦畔	ケアマット	葉ガラ梱包	ブロック等	全面	部分						
調査対象農地	サトウキビ	89	39	2	3	9	1	0	0	24	0	0	50	44%	44%	34%	0%
	パイン	17	12	4	4	2	0	0	0	0	2	0	5	71%	59%	47%	12%
	果樹	9	6	0	2	1	2	0	0	0	1	0	3	67%	56%	44%	11%
	野菜	28	22	0	4	1	0	0	0	3	13	1	6	79%	29%	25%	50%
	菊	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	花き	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	100%	100%	0%	0%
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	裸地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	小計	145	81	6	13	15	3	0	0	27	16	1	64	56%	44%	34%	12%
	計			64(自然植生を除く49)							17						
調査対象外農地	牧草地	3															
	水田	1															
	ハウス	12	調査対象外														
	不耕作地	40															
	計	56															
	総計	201															

4) 轟川流域(白保)

轟川流域において令和5年 12 月 15 日及び令和6年 2 月6日～7日に調査を実施した。

調査時期がサトウキビの収穫時期と重なっており、収穫後の葉ガラによるマルチングや葉ガラ梱包が多くみられた。

表 1-11 調査結果集計(轟川流域)

	件数	対策確認農地	対策確認農地 内訳										対策無し農地	対策割合	実施割合 内訳		
			グリーンベルト等末端対策実施状況								マルチング実施状況				末端割合	自然植生除く 末端割合	マルチング
			植栽グリーンベルト	樹木	自然植生	畦畔	ケアマット	葉ガラ梱包	ブロック等	全面	部分						
調査対象農地	サトウキビ	128	54	10	8	14	0	0	8	2	12	0	74	42%	33%	22%	9%
	パイン	12	5	3	1	0	0	0	0	0	0	1	7	42%	33%	33%	8%
	果樹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	野菜	9	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	22%	22%	22%	0%
	菊	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	花き	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	裸地	6	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	33%	33%	17%	0%
	小計	155	63	14	11	15	0	0	8	2	12	1	92	41%	32%	23%	8%
	計			50(自然植生を除く35)							13						
調査対象外農地	牧草地	59	調査対象外														
	水田	5															
	ハウス	2															
	不耕作地	15															
	計	81															
総計		236															

1.8.4 ドローンや人工衛星を活用した赤土等流出防止対策及び沿岸環境調査

(1) ドローンを用いた農地の画像撮影及び撮影画像の解析

県内の沿岸域の赤土等堆積状況、陸域の土地利用状況や対策実施状況を広く把握するため、ドローン画像、人工衛星画像を用いた調査を行った。

ドローン画像は、離島含む県内農地 6,000 ha以上を撮影して取得し、取得したドローン画像を解析し、農地の地形特性(主に勾配)、利用状況(非植生地と植生地の分類)、作付け作物(サトウキビ、野菜などの面的解析と果樹等の点的解析)、赤土等流出防止対策の実施状況等を把握する。

本年度業務においては、宮古島と石垣島において 13,221ha の範囲で撮影を行った。

1) 調査項目

調査項目の一覧を表 1-12 に示した。

表 1-12 調査項目一覧

調査項目	数量	摘要
ドローン撮影	1回	秋季を中心に撮影
画像による情報収集	1式	陸域 ・農地の利用状況 ・農地の赤土等流出防止対策の有無 ・土地利用の変化 海域 ・赤土等堆積状況 ・サンゴ等生物分布状況

2) 調査方法

(a) ドローン撮影

撮影は DJI 社の Phantom 4 Pro V2.0 と Mavic 3 Multispectral を使用した。

撮影した画像の地上解像度が 5cm を確保できるように、高度約 150m 上空より撮影を行うように事前にフライトプランを作成し、撮影を行った。

以下に、撮影に用いた Phantom 4 Pro V2.0 を示す。



図 1-15 Phantom 4 Pro V2.0

(b) ドローン撮影範囲

ドローン撮影は、宮古島・石垣島の計 13,221ha の範囲で静止画の撮影を行った。
表 1-13 に地域別撮影地域(ha)詳細を示す。

なお、農地の面積は筆ポリゴン(2023 年公開版)より算出した。

表 1-13 撮影地域及び面積

地域	撮影農地面積 (ha)	撮影面積 (ha)
宮古島	5,610	9,393
石垣島	1,386	3,828
小計	6,996	13,221

※表中の「撮影面積(ha)」は農地を撮影する際に生じる、農地以外の範囲を含めた実績撮影面積を示す。

以下に、宮古島と石垣島の撮影予定範囲を示す。

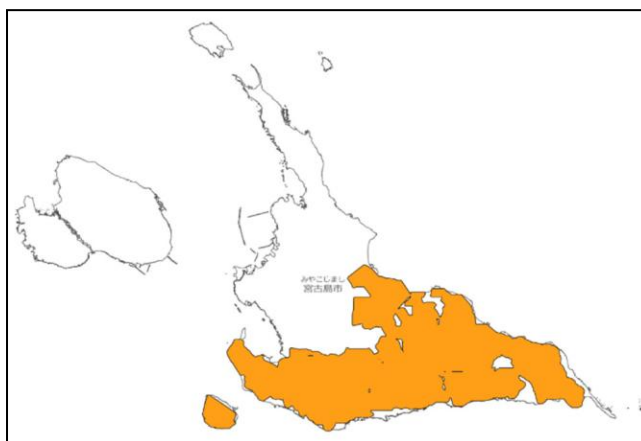


図 1-16 撮影範囲図(宮古島)

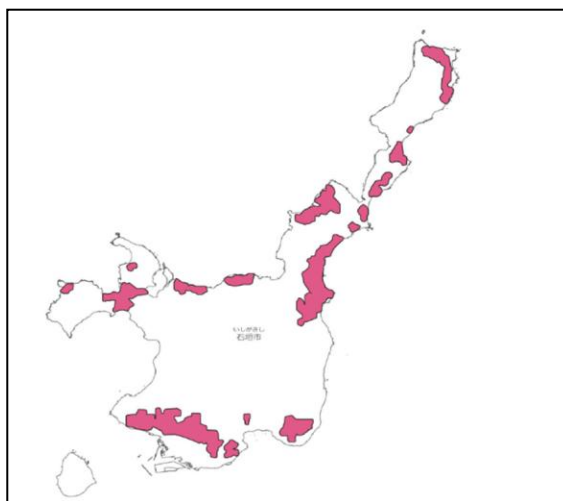


図 1-17 撮影範囲図(石垣島)

3) 撮影実績

撮影した画像枚数は、宮古島は 40,712 枚、石垣島は 13,654 枚となった。

以下に、宮古島の撮影範囲を示す。緑色の枠は、撮影範囲を包含した矩形を示している。



図 1-18 宮古島撮影地区

以下に、左下の来間島の区画の画像解析によって作成したオルソ画像を示す。



図 1-19 来間島撮影地区

以下に、石垣島の撮影範囲を示す。緑色の枠は、撮影範囲を包含した矩形を示している。



図 1-20 石垣島撮影地区

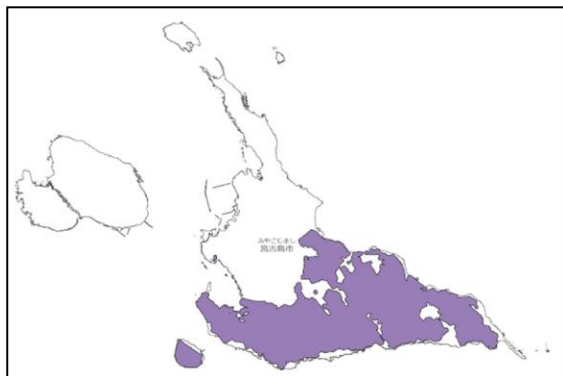
以下に、左上の川平湾西の区画のオルソ画像を示す。



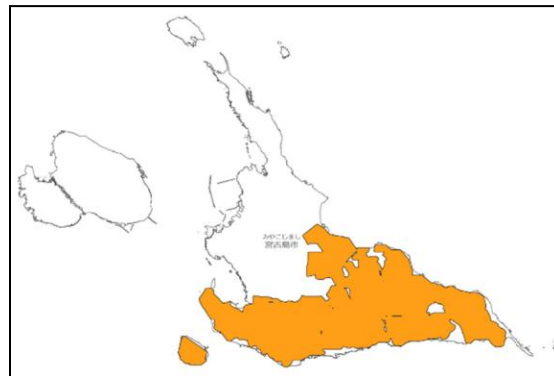
図 1-21 川平湾西オルソ画像

4) 撮影予定エリアと実際に撮影したエリアの対比

ドローン空撮の予実を示す。空撮予定エリアと実際の撮影エリアの撮影範囲図を図 1-22、図 1-23 に示した。

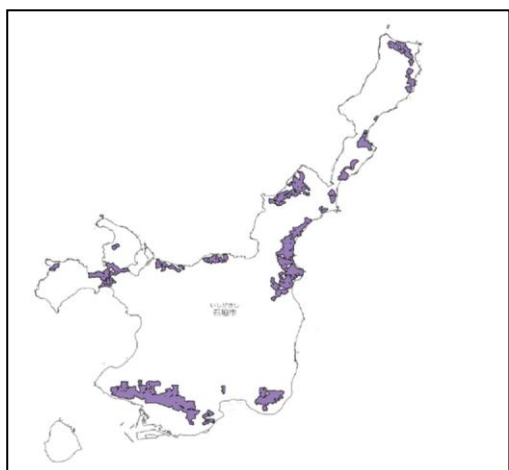


撮影予定エリア

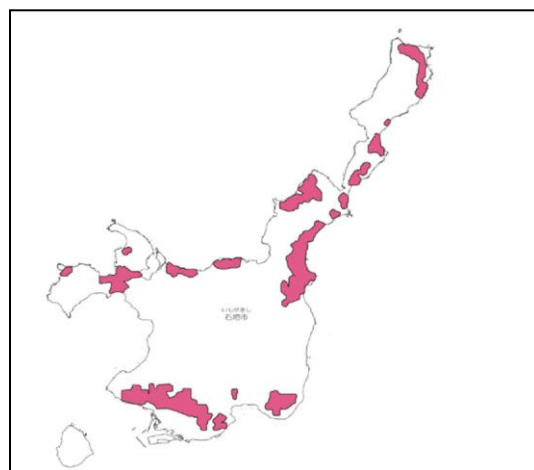


実際の撮影エリア

図 1-22 撮影予定エリアと実際の撮影エリア(宮古島)



撮影予定エリア



実際の撮影エリア

図 1-23 撮影予定エリアと実際の撮影エリア(石垣島)

これらの図による対比から、宮古島・石垣島ともに撮影予定エリアを十分にカバーできていることが確認できた。

(2) 人工衛星画像を用いた調査

人工衛星「Sentinel-2」によって撮影された、沖縄県周辺における画像を令和 5 年度の 3 季分(陸域: 春季、秋季、冬季)、(海域: 梅雨後、秋季、冬季) 取得し、以下の 4 つの解析を行った。

- 1) 陸域: 土砂崩れや比較的大きな改変(開発事業)の抽出解析
- 2) 陸域: 農地の被覆状況解析
- 3) 沿岸域: 赤土等堆積量解析
- 4) 沿岸域: サンゴ等生物生息状況解析

解析手法の概要を表 1-14、表 1-15 に示した。

表 1-14 人工衛星画像解析手法概要 1(陸域解析)

陸域: 土砂崩れや大きな改変箇所抽出	
1	衛星画像から、海域の除去
2	衛星画像から、SQLを使用した、雲域・雲影の除去、部分合成
3	バンド間演算によりNDVI(正規化植生指数)を算出し、植生が無いエリアを抽出する。
4	バンド間演算によりGSI(粒径指数)を算出し、粒径が細かいエリアを抽出する。
5	植生が無く、かつ粒子が細かいエリアを「裸地エリア」として抽出する。
6	裸地エリアから圃場範囲の除去(注: 圃場における裸地は次項目で対応)
7	裸地エリアから海岸砂浜帯の除去
8	裸地エリアの内、3,000m ² 以上の「中規模裸地」、10,000m ² 以上の「大規模裸地」を抽出する。
9	各「中・大規模裸地」について、市町村名、米軍基地内かどうか等について確認し整理する。
10	上記を3季画像にて実施し、各「中・大規模裸地」の変動について整理する。
陸域: 農地の被覆状況	
1	衛星画像から、海域の除去
2	衛星画像から、SQLを使用した、雲域・雲影の除去、部分合成
3	バンド間演算によりNDVI(正規化植生指数)を算出し、植生が無いエリアを抽出する。
4	バンド間演算によりGSI(粒径指数)を算出し、粒径が細かいエリアを抽出する。
5	植生が無く、かつ粒子が細かいエリアを裸地エリアとして抽出する。
6	筆ポリゴン(農林水産省より提供されている農地範囲を一筆単位で囲んだポリゴン群)を重ね合わせ、筆ポリゴン範囲内の裸地エリアを抽出する。
7	市町村別に、筆ポリゴン面積と筆ポリゴン内裸地エリア面積を算出し、「農地内裸地割合」を算出する。
8	上記を3季画像にて実施し、「農地内裸地割合」の変動について整理する。

表 1-15 人工衛星画像解析手法概要 2(沿岸域解析)

沿岸域：赤土等堆積量	
1	大気補正
2	陸域、海域高深度域の除去
3	雲域、雲影域の除去
4	SPSS予測モデルの構築
4.1	応答変数の準備 (SPSS)
4.2	説明変数の準備1 (RSI, RSI2)
4.3	説明変数の準備2 (底質情報)
4.4	説明変数の準備3 (水深情報)
4.5	ランダムフォレスト法によるSPSS予測モデルの構築
5	沿岸域赤土等堆積状況推定図用のSPSS予測モデルの構築
6	予測SPSSに基づく、沿岸域赤土等堆積状況推定図の作成
沿岸域：サンゴ等生物生息状況	
1	大気補正
2	陸域、海域高深度域の除去
3	雲域、雲影域の除去
4	サンゴ高被度帯推定モデルの構築
4.1	応答変数の準備 (サンゴ高被度情報)
4.2	説明変数の準備 (バンド情報)
4.3	ランダムフォレスト法によるサンゴ高被度帯推定モデルの構築
5	推定結果に基づく、サンゴ高被度帯分布推定図の作成

各解析結果を図示した人工衛星画像を一部抜粋して、図 1-24～図 1-26 に示した。なお、これら解析結果については、現時点では誤判定を含んでいることに留意が必要である。各解析とも精度向上に向け、今後更なる検討が必要となる。

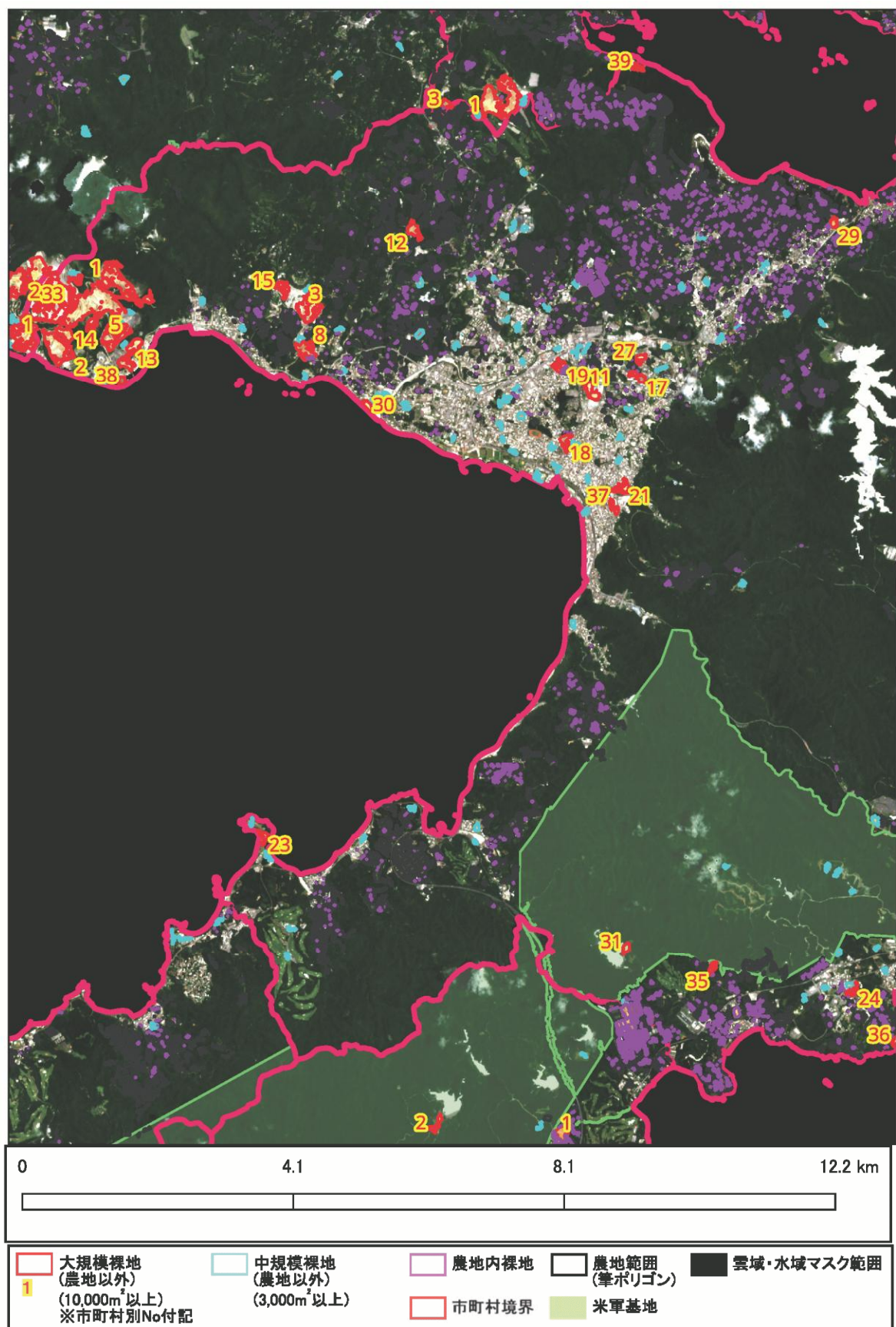


図 1-24 人工衛星画像解析による、陸域における中・大規模裸地、農地内裸地抽出
(春季 名護市 1 エリアの抜粋掲載)

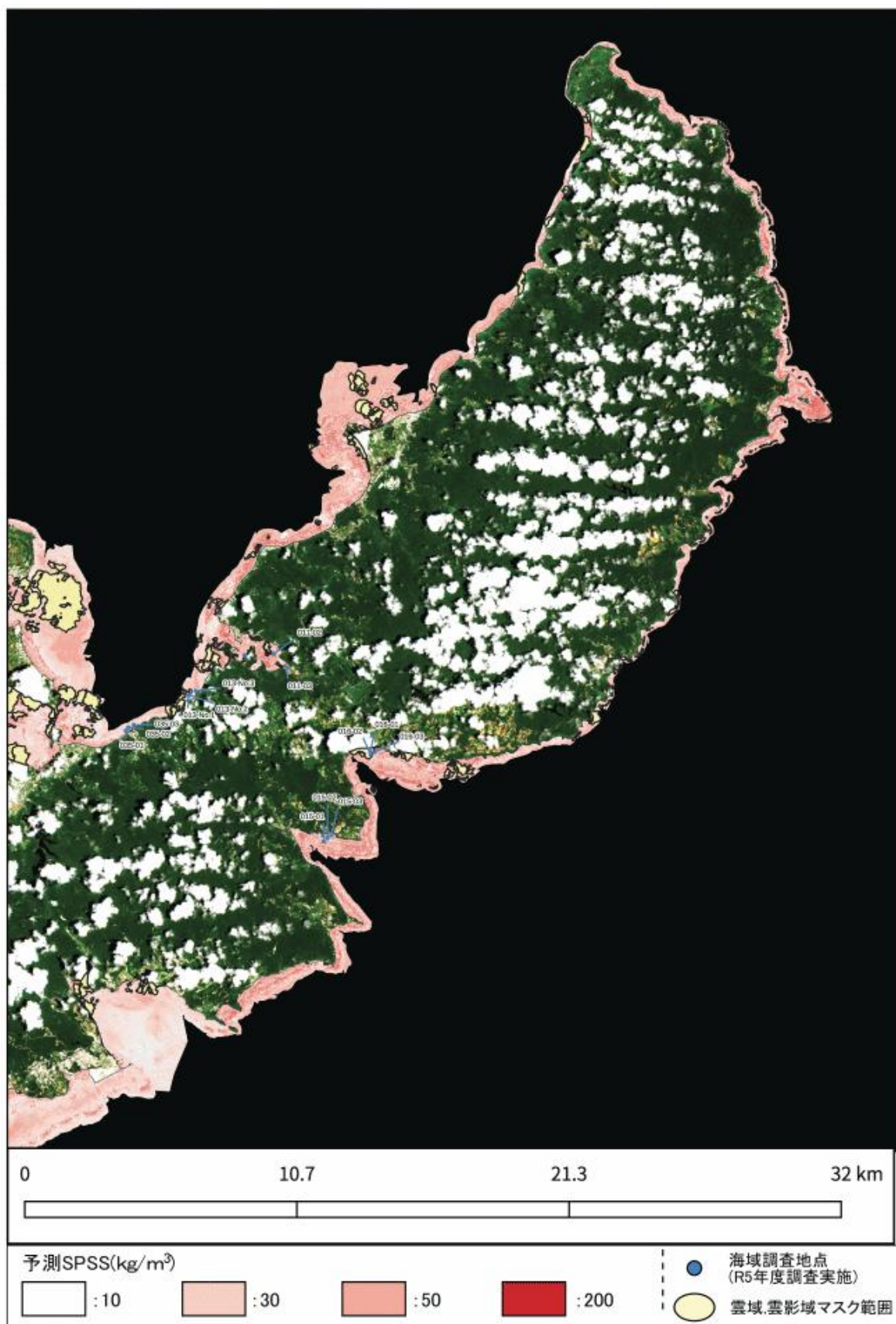


図 1-25 人工衛星画像解析による、沿岸海域赤土等堆積分布推定
(梅雨前時期 本島北部エリアの抜粋掲載)



図 1-26 人工衛星画像解析による、サンゴ等生息状況解析
 ランダムフォレスト法による沿岸海域分類(本島北部エリアの抜粋掲載)

1.8.5 赤土等流出量の推計にかかる検討

農地からの赤土等流出量の推計値の精度向上を図るため、専門家の助言等を踏まえ次の検討を行った。

(1) 推計手法の検討

農地の区画を把握するために使用する登記所備付地図データ(以下、登記所データ)と筆ポリゴンの二つのデータについて、流出要因のうち区画形状が影響すると考えられる斜面長の影響について検討を行った。

斜面長を分割するほど流出量が減少する性質を用いて検討するため、二つのデータの包含関係を整理したところ図 1-27、図 1-28 のようになった。

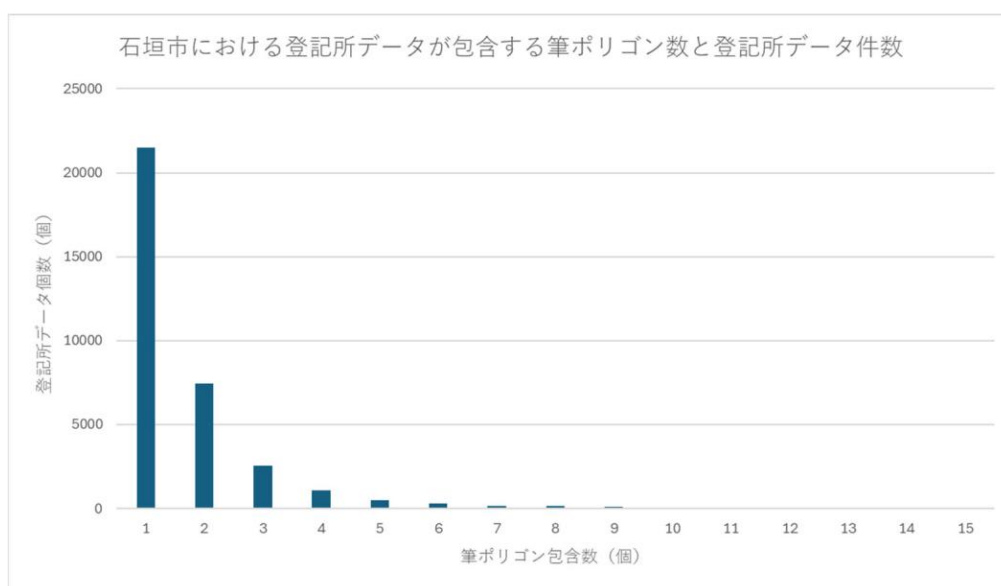


図 1-27 石垣市の登記所データが包含する筆ポリゴン数と登記所データの件数

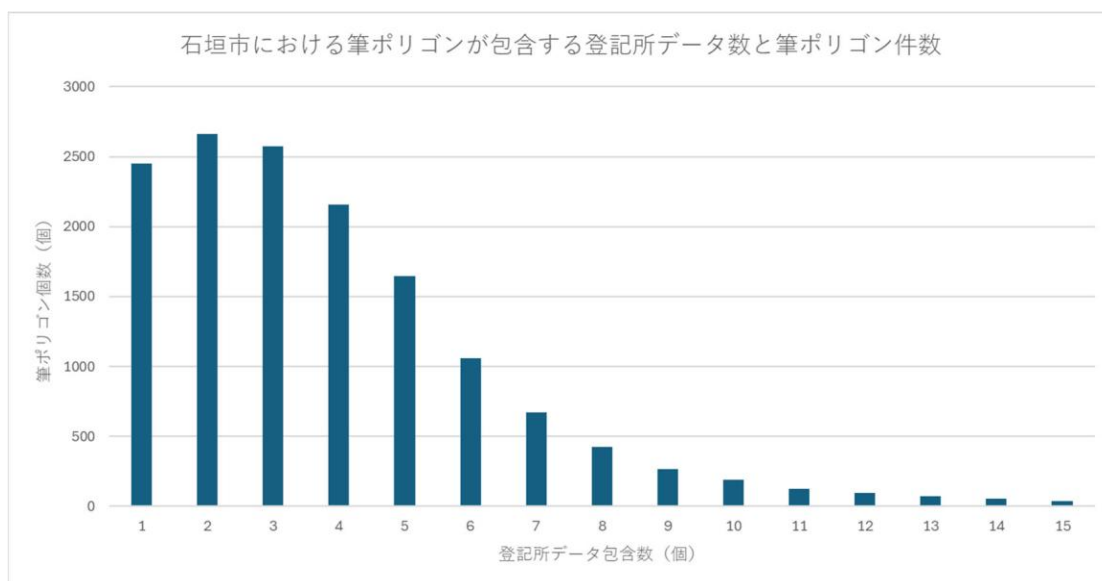


図 1-28 石垣市の筆ポリゴンが包含する登記所データ数と筆ポリゴンの件数

両区画ともに、別の種類の区画によって分割される区画が存在し、いずれも細分化したデータの流出量を積み上げたものが、元の区画の流出量より少なくなることが想定される。

つまり、別の種類の区画で分割される割合が低い方の区画タイプが、高い区画タイプよりも流出量が低くなることが想定される。

そこで、図 1-27 および図 1-28 を比較すると、筆ポリゴンが登記所データで分割される割合の方が、登記所データが筆ポリゴンで分割される割合より高いことから、登記所データによる区画は、筆ポリゴンによる区画と比較して流出量が低くなると想定される。

このことから区画形状から見た区画の優位性は、推定流出量が安全側として過小評価にならない筆ポリゴンの方が高いと考えられる。

一方で、登記所データの区画は、大字、地番によって識別されるため、赤土等流出防止対策協議会や農業委員会や製糖工場など関連組織が保有するデータとの連携が容易である。

両方の特徴を生かすため、農地区画については、情報共有の優位性を考慮した登記所データによる情報の一元化が望ましいと考える。なお、流出量算定のための面積は、登記所データに含まれる筆ポリゴンの面積を「耕地面積」として補正を行う。

(2) UAV 解析データの反映手法の検討

1) 地形係数関連解析結果の反映手法の検討

UAV 撮影画像から数値標高モデルを経て地表の勾配データを作成した後、赤土進捗管理システムで用いている勾配値との比較を行った。結果を図 1-29 に示す。

グラフから、画像解析結果の勾配が継承データの勾配より高い傾向が読み取れる。これは、標高値について、表層モデルから地形モデルに変換における樹木等の除去の精度に起因するものか、Slope ツールの条件設定に起因するものか、検証が必要と考える。

令和4年度の農地区画に含まれる矩形の標高値から算定した結果との比較は、上記検証を行ったのちに精度検証を行う。

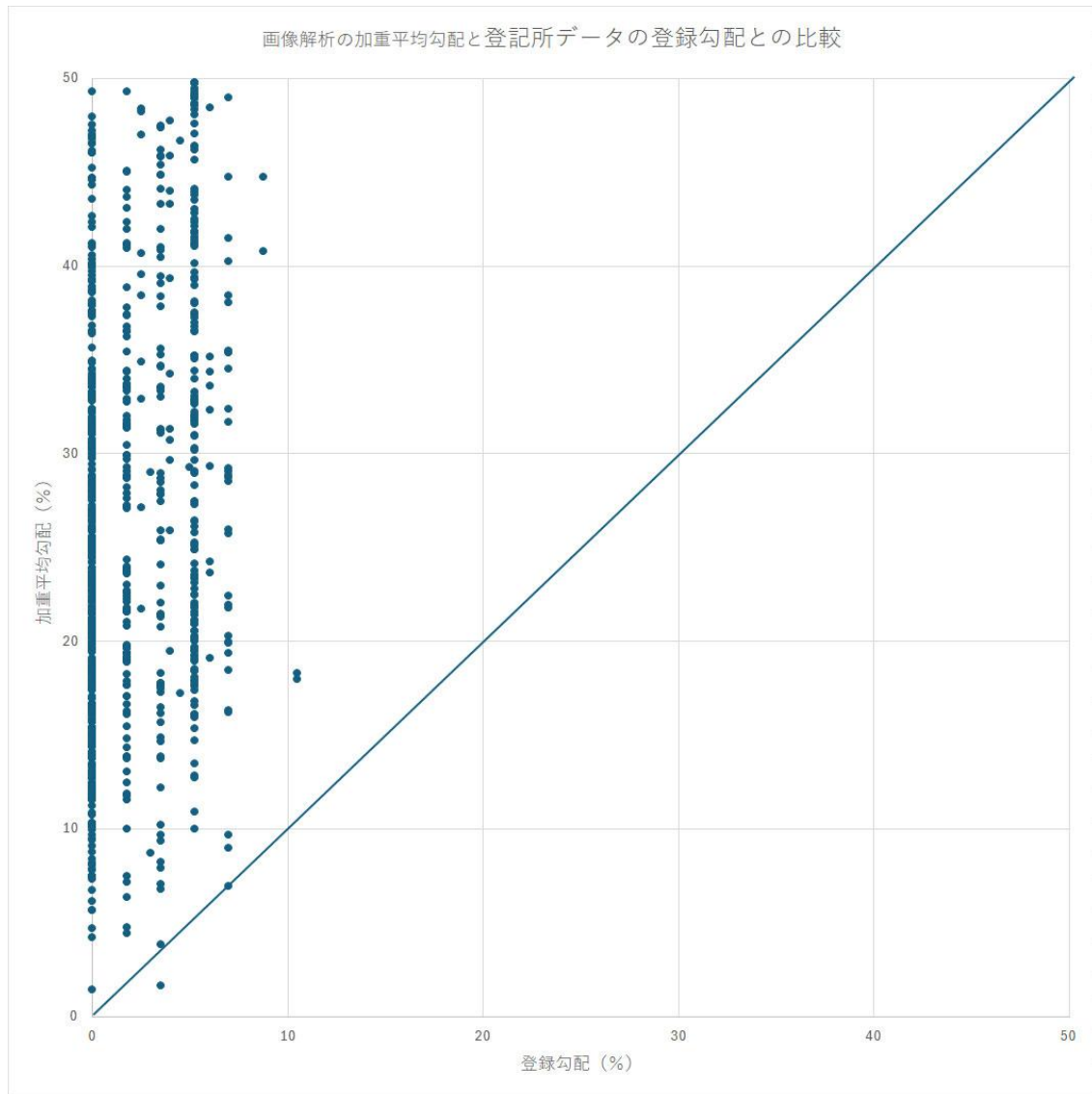


図 1-29 野底地区の継承データと画像解析結果の勾配値との対比

2) 植生関連解析結果の反映手法の検討

(a) 検討内容

植生等の判別は、令和4年度の人工知能による解析手法をもとに、農業委員会や製糖工場の作付け情報やオルソ画像によるハウス等の登録が可能なクラウドシステムでの教師データの補完により判別精度の向上を図った。

今回の分類では、全ての作物を一度に学習させて分類するのではなく、段階的に処理を行っていく。実施フロー図を図 1-30 に示す。

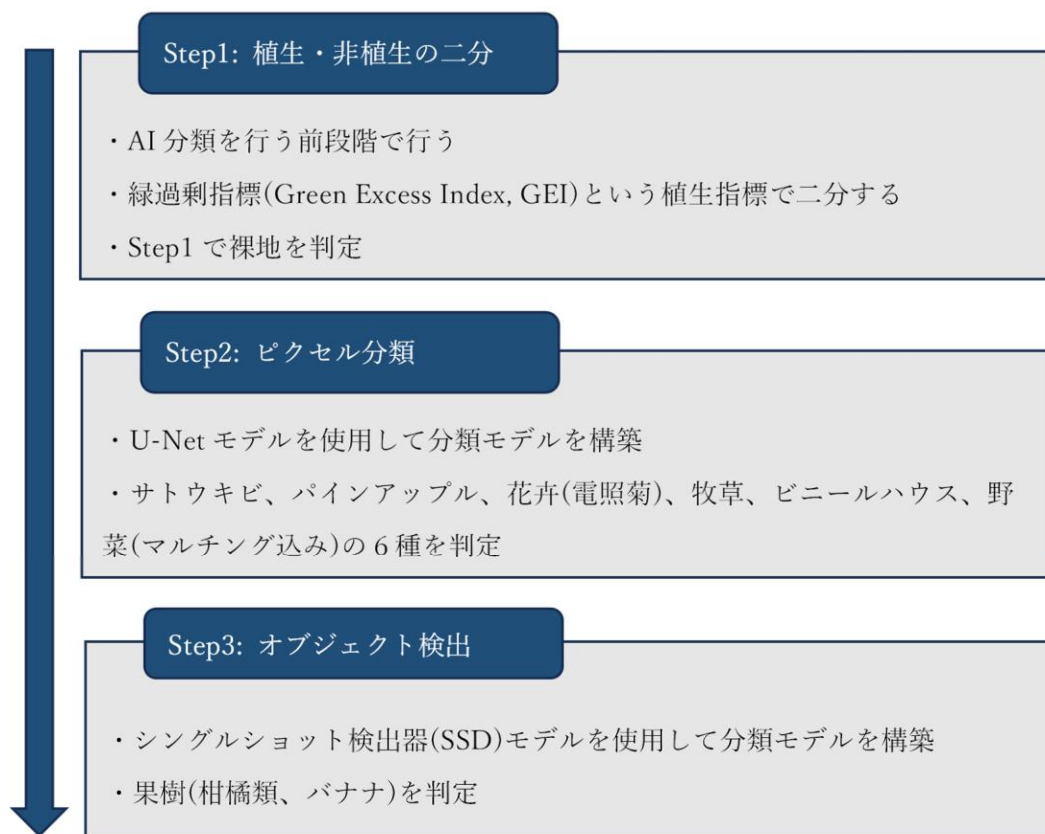


図 1-30 作物分類の解析フロー

一般的に推定モデルの精度検証は、推定値を実測値と比較することによって行われる。しかし、ドローン撮影範囲において、撮影と同時期に植生状況を調査した実測値となるデータがない。よって、本年度は、農林部の進捗管理システムのデータを仮の実測値としてモデルの評価を行った。

評価方法を表 1-16 に示す。評価対象としては流出源調査の対象海域かつドローン撮影データがある平良湾北海域及び宜野座南東海域を選定した。

表 1-16 推定モデル評価方法

検証区分	画像解析結果	画像解析結果の区画展開		検証データ	備考
		登記所データ	筆ポリゴン	農地筆データ	
画像展開の検証	GEI	○	○		同一画像から展開した結果の 2 群のデータの順位と検定
	CP	○	○		展開元画像と展開結果の 2 群のデータの独立性について検定 帰無仮説 H_0 : 作物展開方法と作物区分は独立している 対立仮説 H_1 : 作物展開方法と作物区分は独立していない
作物判定結果の検証	CP	○		○	展開した結果と仮想真値の 2 群のデータの適合度について検定 帰無仮説 H_0 : 登記所データと農地筆データの作物は関連がある 対立仮説 H_1 : 登記所データと農地筆データの作物は関連がない

(b) 評価結果

a) GEI の画像判定

① 平良湾北

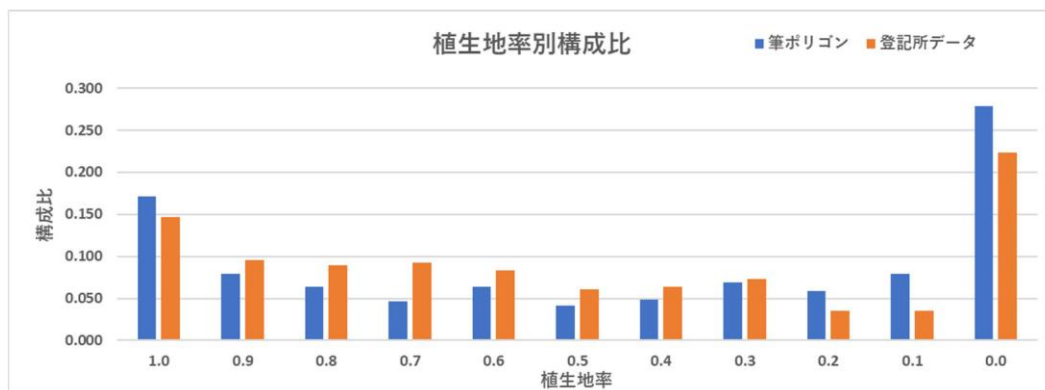


図 1-31 平良湾北区画別区画内植生地率と構成比

表 1-17 平良湾北植生・非植生解析検定結果

順位和算定		期待値、分散	
n_A	391	$E(W) = n_A(n_A + n_B + 1)/2$	137,828
n_B	313	$V(W) = n_A n_B (n_A + n_B + 1) / 12 - n_A n_B \sum t_i^2 - 1 / 12 (n_A + n_B) (n_A + n_B - 1)$	7,123,383
ΣW_A	141,867	標準化	
ΣW_B	105,941	$z = (W - E(W)) / \text{SQRT}(V(W))$	-11.95
$W = \min(W_A, W_B)$	105,941	p 値	0

帰無仮説 H_0 : 筆ポリゴンと登記所データで画素展開結果に差はない。

対立仮説 H_1 : 筆ポリゴンと登記所データで画素展開結果に差がある。

有意水準5%において、 $Z < -1.96$ であることから、帰無仮説 H_0 は棄却され、筆ポリゴンと登記所データで画素展開結果に差がないとは言えない。

平良湾北海域においては、サンプル数が少ないことから、上記の結果となったことが想定されるが、筆ポリゴンと登記所データの区画の包含関係を考慮した画像解析結果の展開方法の調整が必要と考えられる。

② 宜野座南東海域

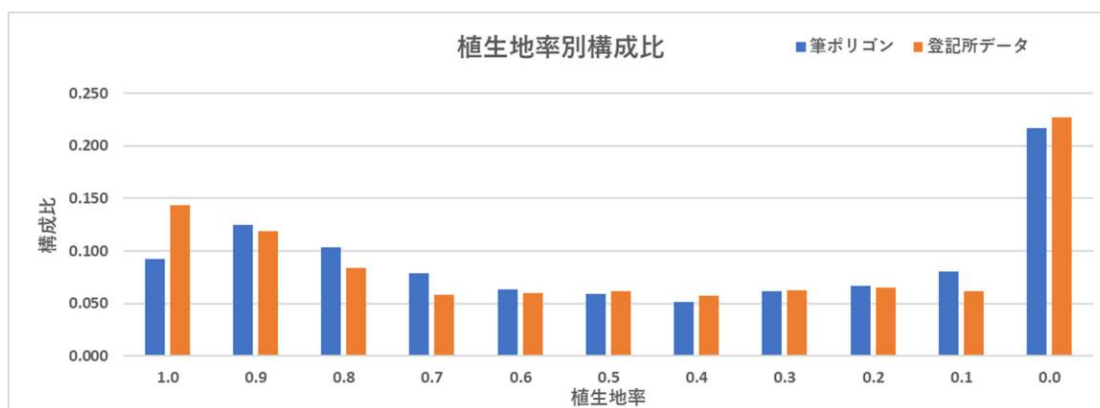


図 1-32 宜野座南東海域区画別区画内植生地率と構成比

表 1-18 宜野座南東海域植生・非植生解析検定結果

順位和算定		期待値、分散	
n_A	1,735	$E(W)=n_A(n_A+n_B+1)/2$	5,487,805
n_B	4,590	$V(W)=n_A n_B (n_A+n_B+1)/12 - n_A n_B \sum ti(ti^2-1)/12(n_A+n_B)(n_A+n_B-1)$	4,170,251,931
ΣW_A	5,597,979	標準化	
ΣW_B	14,404,834	$z=W-E(W)/\text{SQRT}(V(W))$	1.71
$W=\min(W_A, W_B)$	5,597,979	p 値	0.088

有意水準5%において、 $Z < 1.96$ であることから、帰無仮説 H_0 は棄却されず、筆ポリゴンと登記所データで画素展開結果に差がないと言える。

宜野座南東海域においては、サンプル数が多く、検定の精度は高いと想定される。この海域は、平地で筆ポリゴンと登記所データの区画形状の差が少ない(同じ形状をしている)と想定され、展開結果に差がない結果となったと考えられる。

b) ピクセル分類の画像判定

① 平良湾北

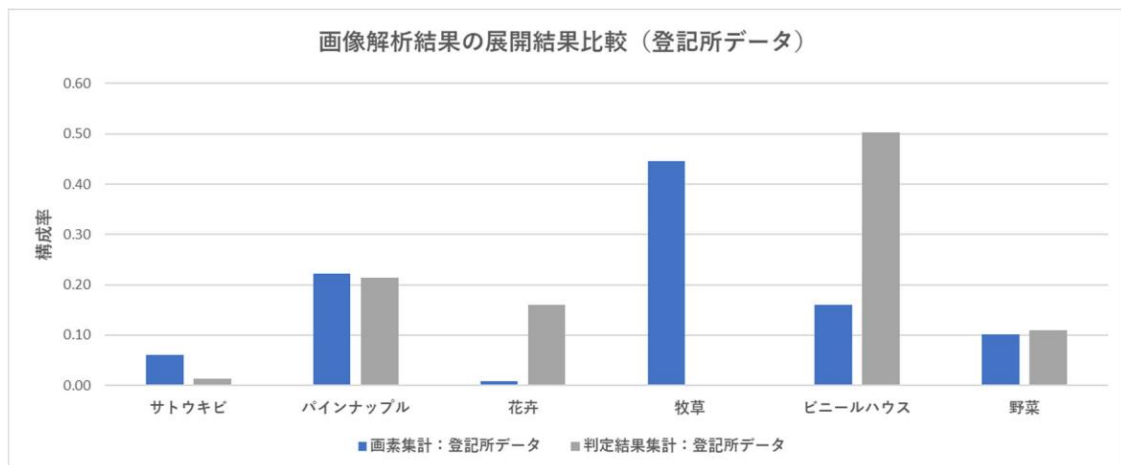


図 1-33 平良湾北海域登記所データの展開元画素と判定結果の集計値比較

表 1-19 平良湾北海域におけるピクセル分類の χ^2 検定結果

区分		サトウキビ	バイナナッブル	花卉	牧草	ビニールハウス	野菜	計
実測値	画素集計：登記所データ	0.061	0.223	0.008	0.446	0.160	0.101	1.00
	判定結果集計：登記所データ	0.014	0.215	0.160	0.000	0.502	0.110	1.00
	計	0.075	0.437	0.168	0.446	0.662	0.211	2.00
理論値	画素集計：登記所データ	0.037	0.219	0.084	0.223	0.331	0.106	1.00
	判定結果集計：登記所データ	0.037	0.219	0.084	0.223	0.331	0.106	1.00
	計	0.075	0.437	0.168	0.446	0.662	0.211	2.00
χ ² 検定値	画素集計：登記所データ	0.015	0.000	0.068	0.223	0.088	0.000	0.395
	判定結果集計：登記所データ	0.015	0.000	0.068	0.223	0.088	0.000	0.395
χ ² =								0.790
行数 m =								2
列数 n =								6
自由度 = (m-1) × (n-1) =								5
P値 =								0.97769

帰無仮説 H_0 : ピクセル分類の画像と登記所データで画素の比率は独立である。

対立仮説 H_1 : ピクセル分類の画像と登記所データで画素の比率は独立ではない。

有意水準5%において、 $P > 0.05$ であることから、帰無仮説 H_0 は棄却されず、 픽セル分類の画像と登記所データで画素の比率は独立である(関係性がない)と言える。

平良湾北海域においては、サンプル数が少なく、検定の精度は低いと想定されるが、解析画像における作物構成と登記所の区画に反映した結果の作物構成の関係性が低いことから、画像解析モデルの精度とともに区画への展開方法について検討が必要と考えられる。

② 宜野座南東海域

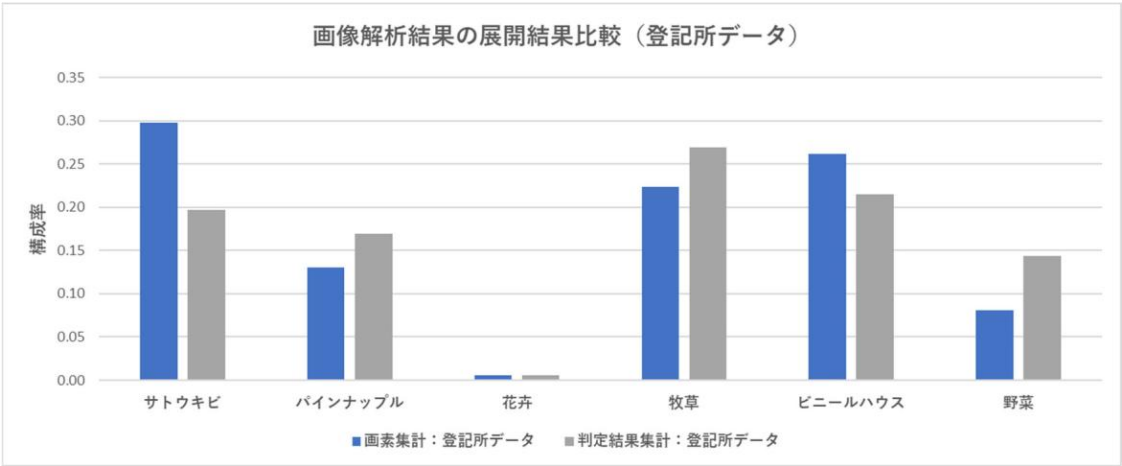


図 1-34 宜野座南東海域登記所データの展開元画素と判定結果の集計値比較

表 1-20 宜野座南東海域における 픽セル分類の χ^2 検定結果

区分		サトウキビ	バイナップル	花卉	牧草	ビニールハウス	野菜	計
実測値	画素集計: 登記所データ	0.298	0.130	0.005	0.224	0.262	0.081	1.00
	判定結果集計: 登記所データ	0.197	0.169	0.006	0.269	0.215	0.143	1.00
	計	0.495	0.299	0.011	0.493	0.477	0.224	2.00
理論値	画素集計: 登記所データ	0.247	0.150	0.006	0.247	0.239	0.112	1.00
	判定結果集計: 登記所データ	0.247	0.150	0.006	0.247	0.239	0.112	1.00
	計	0.495	0.299	0.011	0.493	0.477	0.224	2.00
χ^2 検定値	画素集計: 登記所データ	0.010	0.003	0.000	0.002	0.002	0.009	0.026
	判定結果集計: 登記所データ	0.010	0.003	0.000	0.002	0.002	0.009	0.026
$\chi^2 =$								0.052
行数 $m =$								2
列数 $n =$								6
自由度 $= (m-1) \times (n-1) =$								5
P値 $=$								0.99997

有意水準5%において、 $P > 0.05$ であることから、帰無仮説 H_0 は棄却されず、 픽セル分類の画像と登記所データで画素の比率は独立である(関係性がない)と言える。

宜野座南東海域においては、サンプル数が多く、検定の精度は高いと想定されるが、平良湾北海域と同様に、解析画像における作物構成と登記所の区画に反映し

た結果の作物構成の関係性が低いことから、画像解析モデルの精度とともに区画への展開方法について検討が必要と考えられる。

(c) 作物判定と進捗管理システムデータ

① 平良湾北

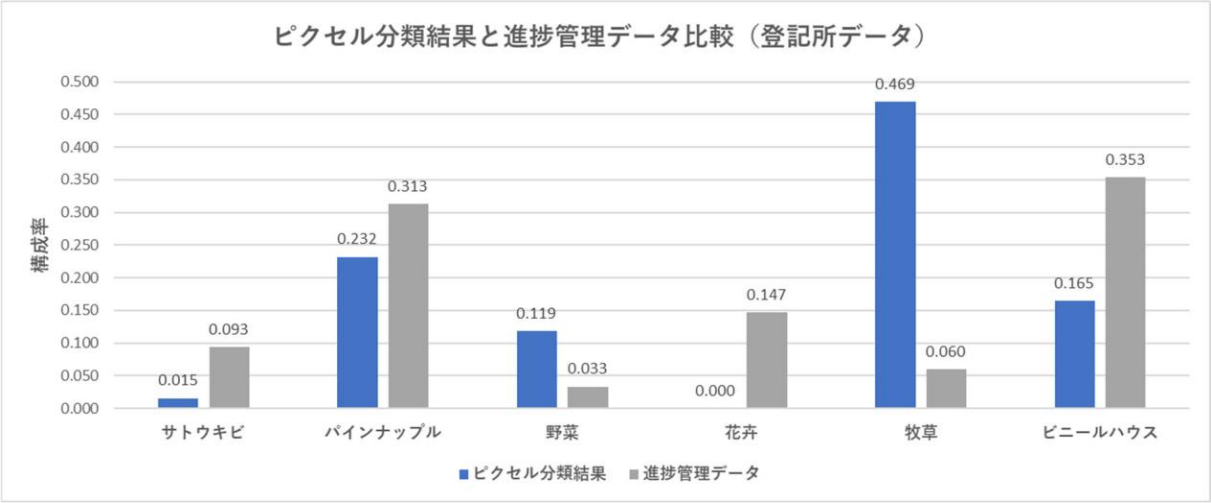


図 1-35 平良湾北画像解析結果と進捗管理データの作物構成率の比較

表 1-21 平良湾北海域における χ^2 検定結果

データ区分		サトウキビ	バイナップル	野菜	花卉	牧草	ビニールハウス	計
実測値	ピクセル分類結果	3	45	23	0	91	32	194
理論値	進捗管理データ	14	47	5	22	9	53	150
実測値	ピクセル分類結果	0.015	0.232	0.119	0.000	0.469	0.165	1.00
理論値	進捗管理データ	0.093	0.313	0.033	0.147	0.060	0.353	1.00
χ^2 検定値		0.065	0.021	0.218	0.147	2.789	0.100	3.340
								$\chi^2 =$
								行数 $m =$
								列数 $n =$
								自由度 $= (m-1) \times (n-1) =$
								P値 =

帰無仮説 H_0 : 登記所データの推定結果は、進捗管理データの登録値に適合している。

対立仮説 H_1 : 登記所データの推定結果は、進捗管理データの登録値を適合していない。

有意水準5%において、 $P > 0.05$ であることから、帰無仮説 H_0 は棄却されず、登記所データの推定結果は、進捗管理データの登録値に適合していると言える。

図 7-54-3 の構成率の比較において、サトウキビ、花卉、牧草、ビニールハウスなど、直感的には登記所データの推定結果は、進捗管理データの登録値に適合していないと見れるが、検定の結果は適合しているとの結果が得られた。

精度の検定においては、正確な理論値の取得と検定方法の検討が必要と考えられる。

② 宜野座南東海域

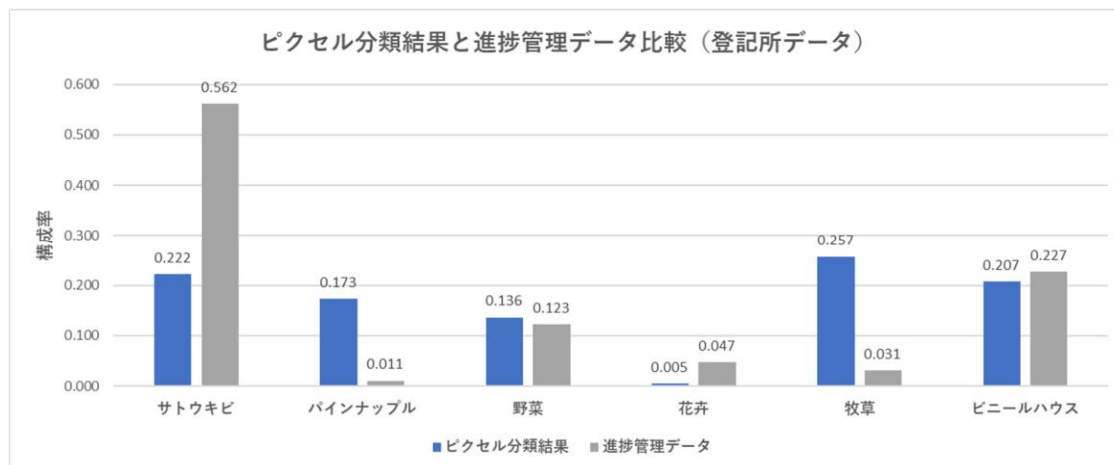


図 1-36 宜野座南東海域画像解析結果と進捗管理データの作物構成率の比較

表 1-22 宜野座南東海域における χ^2 検定結果

データ区分		サトウキビ	パインナップル	野菜	花卉	牧草	ビニールハウス	計
実測値	ピクセル分類結果	647	505	398	15	750	604	2,919
理論値	進捗管理データ	1,223	23	267	103	67	495	2,178
実測値	ピクセル分類結果	0.222	0.173	0.136	0.005	0.257	0.207	1.00
理論値	進捗管理データ	0.562	0.011	0.123	0.047	0.031	0.227	1.00
χ^2 検定値		0.206	2.499	0.002	0.038	1.663	0.002	4.408
								$\chi^2 =$ 4.408
								行数 $m =$ 2
								列数 $n =$ 6
								自由度 $= (m-1) \times (n-1) =$ 5
								P値 $=$ 0.49223

有意水準5%において、 $P > 0.05$ であることから、帰無仮説 H_0 は棄却されず、登記所データの推定結果は、進捗管理データの登録値に適合していると言える。

平良湾北海域と同様に、図 7-55-3 の構成率の比較において、サトウキビ、パインナップル、花卉、牧草など、直感的には登記所データの推定結果は、進捗管理データの登録値に適合していないと見れるが、検定の結果は適合しているとの結果が得られた。

精度の検定においては、正確な理論値の取得と検定方法の検討が必要と考えられる。

(d) 作物について、3種類の解析結果の評価

筆ポリゴンに展開した結果をもとに、植生・非植生判別、ピクセル分類、オブジェクト検出の区画展開後の各検定結果の組合せパターンを表 1-23 に示す。左

側の表は、組合せ表を示し、右側の表は、作物係数の区分を示す。

表 1-23 において緑色で示した判定_CP と判定_OA が両方登録されている区画と判定_GEI が「非植生」で判定_CP または判定_OA で作物が設定されている区画で件数が多いものについては、画像解析モデルおよび画像展開方法の調整が必要と考える。

表 1-23 植栽の判定結果の組み合わせ表

No	判定_GEI	判定_CP	判定_OA	件数	最終判定
1	植生地	サトウキビ		14,372	1
2	植生地	パインナップル		3,246	2
3	植生地	ビニールハウス		2,257	10
4	植生地	花卉		99	4
5	植生地	牧草		15,419	7
6	植生地	野菜		3,213	3
7	植生地		柑橘	148	6
8	植生地	サトウキビ	バナナ	19	
9	植生地	サトウキビ	柑橘	7	
10	植生地	パインナップル	バナナ	20	
11	植生地	パインナップル	柑橘	24	
12	植生地	ビニールハウス	バナナ	6	
13	植生地	ビニールハウス	柑橘	82	
14	植生地	花卉	柑橘	2	
15	植生地	牧草	バナナ	10	
16	植生地	牧草	柑橘	249	
17	植生地	野菜	バナナ	1	
18	植生地	野菜	柑橘	103	
19	植生地			2,292	99
20	非植生地	サトウキビ		2,430	1
21	非植生地	パインナップル		1,413	2
22	非植生地	ビニールハウス		7,735	10
23	非植生地	花卉		271	6
24	非植生地	牧草		7,063	7
25	非植生地	野菜		4,189	3
26	非植生地	サトウキビ	バナナ	2	
27	非植生地	サトウキビ	柑橘	4	
28	非植生地	パインナップル	バナナ	7	
29	非植生地	パインナップル	柑橘	4	
30	非植生地	ビニールハウス	バナナ	1	
31	非植生地	ビニールハウス	柑橘	116	
32	非植生地	花卉	柑橘	2	
33	非植生地	牧草	バナナ	4	
34	非植生地	牧草	柑橘	47	
35	非植生地	野菜	柑橘	38	
36	非植生地		柑橘	38	
37	非植生地			7,075	99
38		サトウキビ		18	1
39		パインナップル		7	2
40		ビニールハウス		38	10
41		牧草		36	7
42		野菜		21	3
43			バナナ	27	6
44			柑橘	311	6
合計				119,952	

Ccode	作物区分
1	サトウキビ
2	パインナップル
3	野菜
4	花き
5	葉タバコ
6	果樹・花木
7	牧草
8	不耕作畑
9	裸地
10	ハウス
11	水田
99	その他

3) 赤土等対策進捗管理システムとの連携に関する検討

農林水産部と収集した情報および推定結果の共有による効果的な流出防止対策実施のために、「赤土等対策進捗管理システム(沖縄県農林水産部)」との連携について整理した。

農地からの推定結果について、農林水産部の事業効果の評価における算定結果との整合性を確保するため、農林水産部と協議を行い、進捗管理システムへ検討結果の反映を行った。また、農地以外の開発事業、森林、米軍基地等の流出源についても一元的な流出状況の把握を可能とするため関係データを統合した。さらに、海域調査結果についても統合した。

画像解析結果を反映した筆ポリゴンを水土里情報のクラウドシステムへ登録し、関係機関で閲覧できるようにプロトタイプを作成した。

今後、陸海の相互評価を可能とする情報プラットフォームについて検討する。

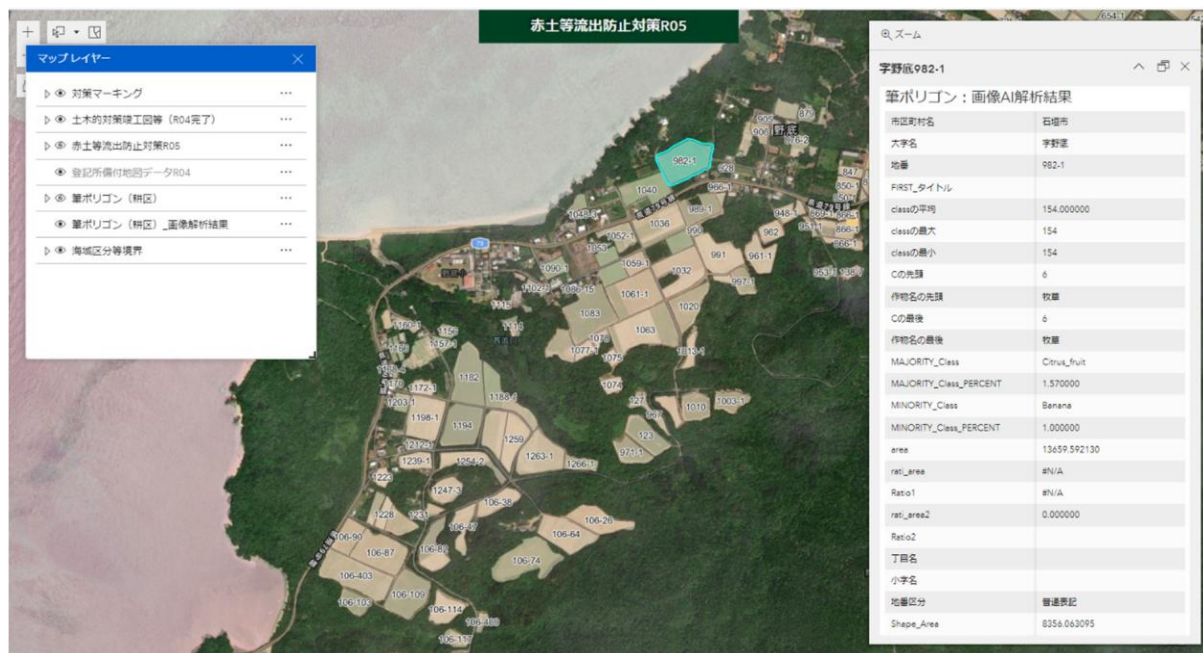


図 1-37 水土里情報クラウドシステムによる流出源統合管理の例

1.8.6 気候変動の影響調査

(1) USLE 式における降雨係数への影響

1) 調査内容

近年の気候変動による降雨状況の変化が赤土流出量への影響を調べるために、USLE における流出量の計算に用いる降雨係数を算出している6地域(名護市、那覇市、久米島、宮古島、石垣島、西表島)について、降雨係数の推移を整理した。

また、降雨係数に影響する年間降水量および雨の強さ区分別の年間降水量を降水量(前1時間)の特別値から算出し、値の推移を整理した。

傾向の判断材料として特定の年の前 10 年の平均値の推移も用いたほか、有意な変化傾向(信頼水準 90%以上)がみられた場合のみ回帰直線を示し、その傾きをトレンドとして表示した。

2) 結果概要

降水量については名護、那覇、久米島、宮古島の 4 地域において有意な増加傾向がみられ、そのうち名護、宮古島に関しては降雨係数についても有意な増加傾向がみられた。

全体的に降水量が増えた地域が多いものの、雨の強度に地域差がでており結果として降雨係数については全域的な傾向はみられなかった。

しかし、平成 13 年度に報告された沖縄県における赤土等流出源実態調査の降雨係数と最新の降雨係数 10 年平均値との比較を行った結果においては、表 1-24 に示す通り、6 地域全てにおいて最新の降雨係数 10 年平均値の方が高くなっている。

そのため、過去の値を用いている場合は現在の流出量を過少に見積もっている可能性が考えられる。

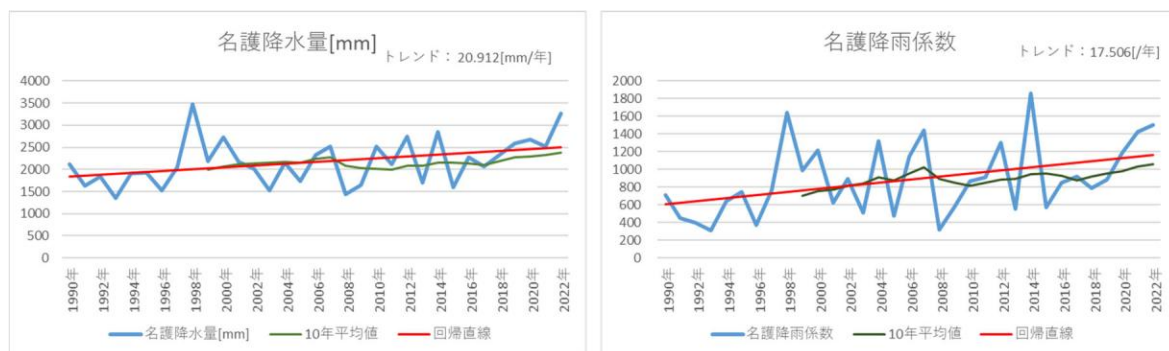


図 1-38 名護降水量及び降雨係数推移

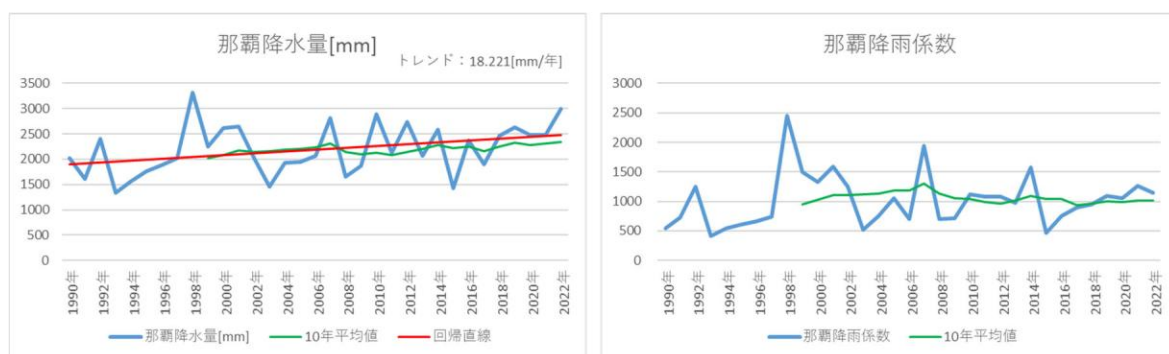


図 1-39 那覇降水量及び降雨係数推移

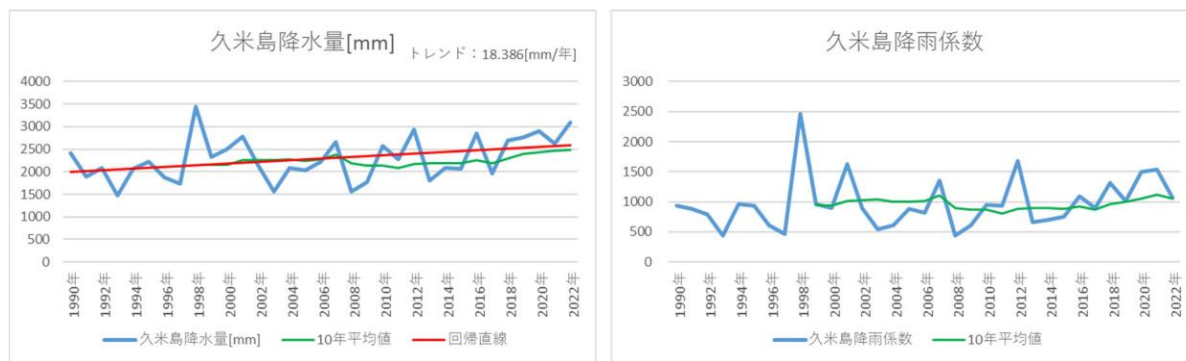


図 1-40 久米島降水量及び降雨係数推移

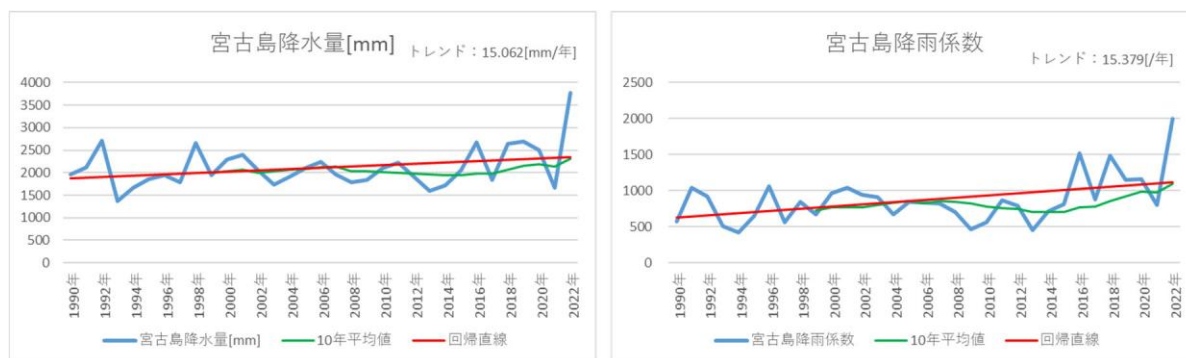


図 1-41 宮古島降水量及び降雨係数推移

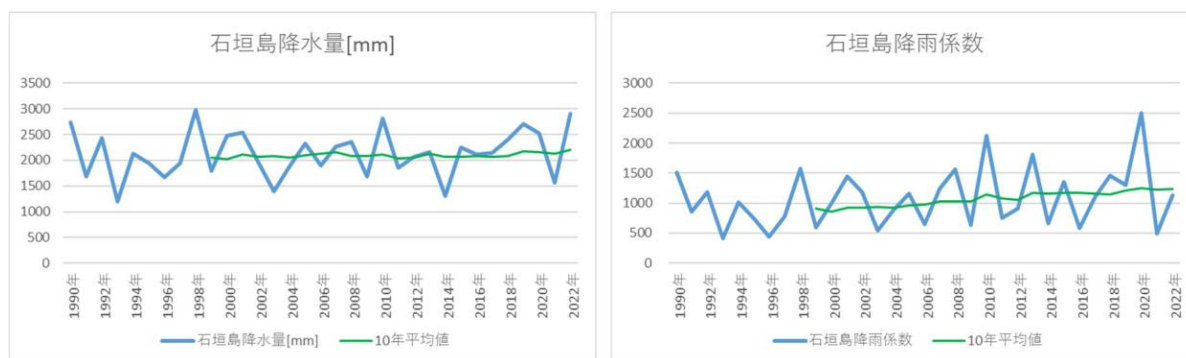


図 1-42 石垣島降水量及び降雨係数推移

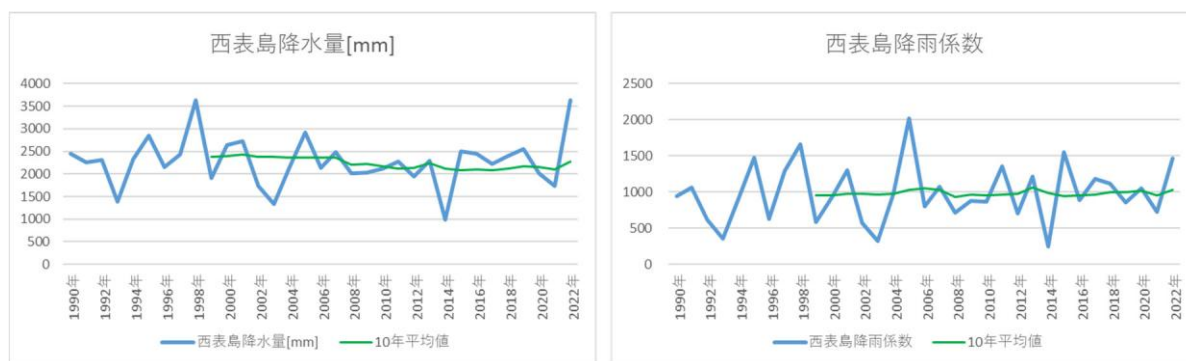


図 1-43 西表島降水量及び降雨係数推移

表 1-24 降雨係数 10 年平均値当初、現在値比較

	平成13年度 報告値	2013～2022年 平均値
名護	752	1055
那覇	968	1018
久米島	820	1053
宮古島	692	1100
石垣島	850	1241
西表島	931	1030

(2) 沈砂池等赤土流出防止対策施設規模への影響

1) 調査内容

赤土等流出防止対策に係る施設の設計については用いられている降雨の考え方が多数あり、土地改良事業や開発行為によって考え方が異なっている。

施設の設計にかかわるそれぞれの降雨の考え方に対応するため、名護、那覇、久米島、宮古島、石垣島、西表島の6地域を対象に年間最大時間雨量、10 年確率降雨強度、2 年確率降雨強度、15 年平均月別最大連続雨量最大値、2 年確率最大日雨量に関して地域ごとに推移を整理した。

特に、15 年平均月別最大連続雨量最大値と 2 年確率最大日雨量に関しては条例制定時期の基準値と比較し、各地域の超過傾向を整理した。

確率降雨強度の算定手法は、農林水産省の計画基準降雨の解説資料において、算定方法が記載されている岩井法を用いることとし、資料年数は 10 年とした。

傾向の判断材料として、有意な変化傾向(信頼水準 90%以上)がみられた場合のみ回帰直線を示し、その傾きをトレンドとして表示した。

2) 結果概要

(a) 期間別 10 年確率降雨強度

永久的な堆砂施設としての沈砂池の規模要件に係る 10 年確率降雨強度について、年代別に算出した結果と 20 年、30 年確率降雨強度として算出した結果を表 1-25 に示す。

表 1-25 条件別沈砂池設計に係る確率降雨強度[mm/h]

算定期間	名護	那覇	久米島	宮古島	石垣島	西表島
1990年代	69.066	96.558	79.686	91.136	78.307	77.305
2000年代	67.961	82.955	69.993	74.006	81.515	75.178
2010年代	68.899	73.956	73.248	85.060	104.446	87.765
直近30年	81.343	94.098	88.000	95.251	112.895	87.850
直近20年	82.652	81.287	83.141	88.337	111.451	87.471
直近10年	79.938	77.489	77.407	89.775	118.182	76.970

年代別に算出した結果の最大値と最小値の幅は、石垣島の約 26[mm/h]から名護の約 1.1[mm/h]まであり、地域によって大きく差が出る結果となった。

10 年、20 年、30 年のそれぞれの確率降雨強度についても、遡る期間による変動幅は 10[mm/h]以上が 3 地域、約 7[mm/h]が 2 地域、約 3[mm/h]が 1 地域と、地域差があった。

(b) 地域別最大時間雨量、確率降雨強度、確率日雨量、連続雨量の推移

1990 年から 2022 年までの年間最大時間雨量、10 年確率降雨強度、2 年確率降雨強度、2 年確率最大日雨量、15 年平均月別最大連続雨量最大値に関して地域ごとに推移を整理した。

有意な変化傾向(信頼水準 90%以上)がみられた場合の傾き(トレンド)の一覧は表 1-26 のようになった。

表 1-26 地域別各雨量値の傾き(トレンド)

	年間最大時間雨量 [mm/h/年]	10年確率降雨強度 [mm/h/年]	2年確率降雨強度 [mm/h/年]	2年確率日雨量 [mm/日/年]	15年平均月別最大連続雨量 [mm/年]
名護	0.66	0.21	0.49	1.05	—
那覇	—	-1.22	-0.23	—	2.03
久米島	—	—	0.59	-0.89	0.82
宮古島	—	—	—	0.80	—
石垣島	—	1.79	0.96	3.07	-0.49
西表島	—	0.46	0.40	2.25	0.82

年間最大時間雨量については名護のみ増加しており全域的な傾向とはいえない。しかし、永久的な堆砂施設としての沈砂池の規模要件にかかわる 10 年確率降雨強度と、濁水処理工にかかわる 2 年確率降雨強度に関しては那覇のみ減少、その他の複数の地域で増加しており、広い範囲で増加しているといえる。

また、工事期間中の仮設沈砂池の規模要件にかかわる 2 年確率日雨量に関しても久米島のみ減少、他は那覇以外の全地域で増加しており県内の広い範囲

で増加している。15年平均月別最大連続雨量に関しては石垣島のみ減少、他3地域で増加しており広い範囲で増加している。

以上のことから、施設の規模にかかわる降雨の各数値については、施設の種類にかかわらず広く増加傾向にある。

(c) 連続雨量値および2年確率最大日雨量

連続雨量値について「赤土等流出防止対策必携(平成3年、沖縄県環境保健部)」においては150[mm]程度を想定することが望ましいとしている。

全地域の1975年～1989年(当初)及び2008年～2022年(直近)における15年平均月別最大連続降雨量最大値を表1-27に示す。

全地域平均の当初は141.7mmで、直近は162.8mmであり、直近のほうが21.1mm(14.9%)増加していた。2008年～2022年の15年平均月別最大連続降雨量最大値は、石垣島を除く地域で150mmを超える結果となった。

表 1-27 当初及び直近の15年平均月別最大連続降雨量最大値

	名護	那覇	久米島	宮古島	石垣島	西表島	全地域平均
1975～1989年(当初)	139.5	138.9	147.3	147.7	157.5	119.0	141.7
2008～2022年(直近)	177.8	161.6	171.9	155.3	149.1	161.1	162.8
差	38.3	22.7	24.6	7.6	-8.4	42.1	21.1
差(%)	27.5%	16.3%	16.7%	5.1%	-5.3%	35.4%	14.9%

また、表1-28に1990年～2022年(33年間)の15年平均月別最大連続降雨量最大値が150mmを超過した回数をまとめた。

表 1-28 15年平均月別最大連続雨量最大値150[mm]超過年数

	1990～2022年 150[mm]超過回数
名護	31
那覇	32
久米島	19
宮古島	33
石垣島	19
西表島	16

名護、那覇、宮古島においては30回以上、久米島、石垣島、西表島においてはおよそ半分以上の16回以上は超過している結果となった。15年平均月別最大連続雨量のトレンドについても減少傾向にあるのは石垣島のみであり、連

続降雨量については条例当初の想定を超えている地域が多いと考えられる。

「土地改良事業等における赤土等流出防止対策設計指針（平成7年、沖縄県農林水産部）」において、工事期間中の仮設沈砂池の容量を設計するための指針として2年確率最大日雨量を用いている。各地域を比較した結果の最大値として日雨量 169.6[mm/日]を想定しているため、その値を超過した回数を表1-29にまとめた。

表 1-29 2年確率最大日雨量 169.6[mm/日]超過回数

	1999~2022年 169.6[mm/日]超過回数
名護	13
那覇	23
久米島	10
宮古島	2
石垣島	22
西表島	15

1999年～2022年の24年のうち、那覇、石垣島においては20回以上、名護、西表島では半分の12回以上となっている。比較すると少ないが、久米島は10回、宮古島は2回となった。

地域別比較の最大値という点からみると、石垣島は2010年以降200[mm]を超え続けており、当初想定した169.6[mm]の約1.2倍となっている。

以上のことから仮設沈砂池の規模については、複数地域において基本的に対処できる容量を超えていると考えられる。

本報告書では、近年の降雨量等から沈殿池や沈砂池の容量（規模）設計に用いられる降雨係数、年間最大時間雨量、10年間確率降雨量強度、2年確率降雨強度、2年確率最大日雨量、15年平均月別最大連続雨量最大値等の値を算出した。

その結果、複数の値が容量（規模）設定の指標を有意に超える結果となった。

一方で、沖縄気象台が発行している「沖縄の気候変動監視レポート 2022」において、有意な変化がみられるのは、「沖縄地方平均の冬の降水量の減少」、「沖縄地方日降水量1mm以上の年間発生件数の減少」のみとなっている。

よって、引き続き降雨量の変化を注視し、必要に応じて沈殿池や沈砂池の容量（規模）に用いる指標について、見直しを検討する必要がある。

1.8.7 分析及び検証

(1) 赤土等堆積状況による評価

1) 今年度(令和5年度)の環境保全目標の達成状況

今年度(令和5年度)調査結果による環境保全目標達成状況を図 1-44に示した。

22地域中9地域(40.9%)において環境保全目標を達成し、2地域(9.1%)において旧計画時最終類型より改善傾向にあり、7地域(31.8%)において旧計画時最終類型より改善が見られず、4地域(18.2%)において旧計画時最終類型より悪化傾向にあった。

環境保全目標を達成したのは、塩屋湾、本部半島西、屋嘉田潟原、名城地先、有銘湾北、久米島北東、久米島南西、島尻湾・久米島東、石垣島東南であり、石垣島東南を除き、久米島を含んだ沖縄本島地方に位置する地域であった。

一方、旧計画時最終類型より悪化傾向にあったのは、宜野座南東、川平湾、崎枝湾、小浜島周辺であり、宜野座南東を除き、八重山地方に位置する地域であった。

なお、評価の指標であるSPSS値は気象条件により値が大きく変動することから単年度の結果のみから評価することは誤った結果を導きかねないことに留意が必要である。経年的なSPSSの推移状況を踏まえた上で、環境保全目標の達成状況を評価する事が望ましいと考えられる。

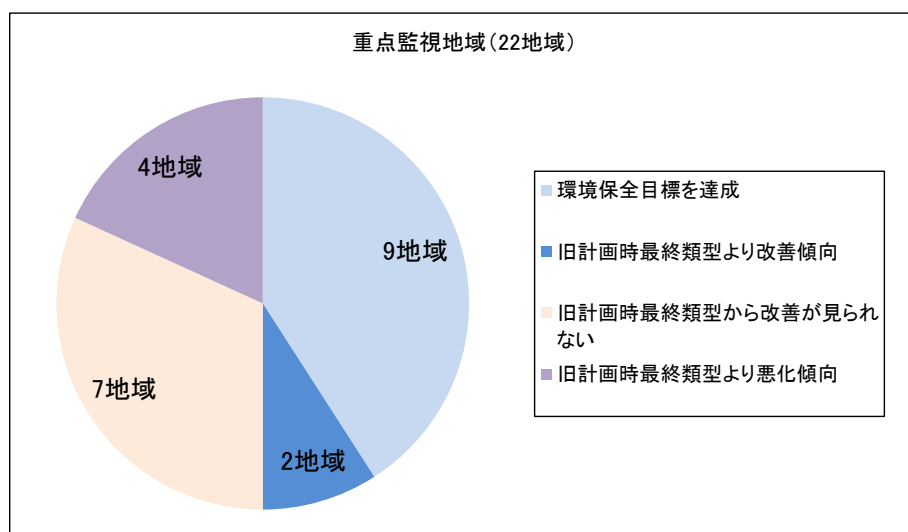


図 1-44 今年度(令和5年度)調査結果による環境保全目標達成状況

2) 環境保全目標達成状況の推移

環境保全目標達成状況の経年推移を図 1-45 に、類型の経年推移を図 1-46 に示した。

今年度(令和 5 年度)は、第 2 次基本計画の初年度にあたるが、参考までに昨年度状況を加え、旧計画最終年度(令和 3 年度)以降の推移を確認した。

今年度(令和 5 年度)の目標達成状況は、昨年度(令和 4 年度)と比べると目標達成地域が 1 地域(塩屋湾)、令和 3 年度より改善地域が 2 地域増加した(今帰仁北東、本部半島西)。ただし、塩屋湾は改善に時間がかかる地域であるため、環境保全目標が旧計画時最終年度と同等のサンゴ場 C と設定されており、必ず目標達成となることに留意する必要がある。

今年度(令和 5 年度)の類型は、A 類型が 8 地域、B 類型が 5 地域、C 類型が 9 地域であった。昨年度(令和 4 年度)と比べると、今年度(令和 5 年度)は A 類型が増加し改善傾向がみられた。昨年度(令和 4 年度)B もしくは C 類型であり、今年度(令和 5 年度)A 類型となったのは、本部半島西、有銘湾北、久米島北東、久米島南西、嘉弥真水道の 4 地域であった。

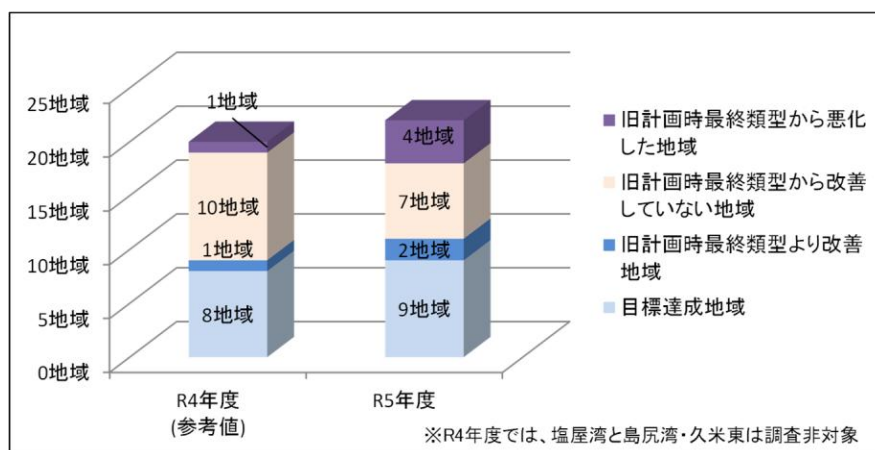


図 1-45 環境保全目標達成状況の経年推移

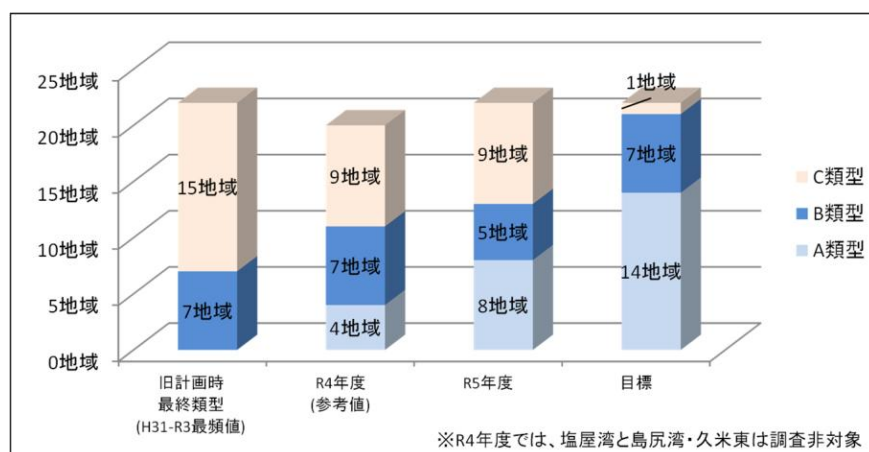


図 1-46 類型の経年推移

(2) 生物生息状況

今年度の「主にみられる生物」の出現状況から判定した生物グループを、平成21－24年度、および令和3年度のグループとともに表 1-30に示した。なお合わせて、SPSSによる類型情報も併記した(生物グループについては、「9.2.1(2) 生物生息状況」参照)。

汚染域(グループ4,5)から清浄域(グループ1,2,3)への変動が確認されたのは、今帰仁北東と平良湾北であった。

今帰仁北東については、SPSSによる類型でもサンゴ場Bに改善しており、今年度のSPSS状況と生物状況がともに改善した。一方平良湾北についてはSPSSによる類型では改善傾向は確認されていない。

なお、清浄域(グループ1,2,3)から汚染域(グループ4,5)への変動は確認されなかった。

一般的に赤土等の堆積状況の改善が生物相の改善に結びつくためには時間を要すると考えられること、生物の出現状況は調査時の天候等にも左右されることから、単年度の生物グループの変動のみで評価を行うのではなく、継続的な調査結果をもつて総合的に判断する必要がある。

表 1-30 今年度(令和 5 年度)の生物グループ

監視地域	代表海域	生物グループ			【参考】SPSSによる類型					
		H21～24年	R3年時点	R5年度	R3年度類型 SPSS値(kg/m ³)		R4年度類型 SPSS値(kg/m ³)		R5年度類型 SPSS値(kg/m ³)	
塩屋湾	塩屋湾	4	4	5	240.8	サンゴ場C			173.5	サンゴ場C
今帰仁北東	大井川 (今帰仁村)河口	4	4	2	154.2	サンゴ場C			46.5	サンゴ場B
本部半島西	大小堀川河口	3	3	3	50.8	サンゴ場C	70.8	サンゴ場C	27.2	サンゴ場A
屋嘉田潟原	屋嘉田潟原	-	-	-	43.3	海草藻場A	32.6	海草藻場A	35.6	海草藻場A
名城地先	北名城地先	-	-	-	43.8	海草藻場A	15.3	海草藻場A	39.2	海草藻場A
平良湾北	平良川河口	5	5	2	237.1	サンゴ場C	626.8	サンゴ場C	101.9	サンゴ場C
有銘湾北	慶佐次川河口	3	3	3	73.1	サンゴ場C	109.5	サンゴ場C	23.4	サンゴ場A
宜野座南東	漢那中港川河口	5	5	5	33.8	サンゴ場B	43.4	サンゴ場B	69.1	サンゴ場C
宮城島北東	池味地先	-	-	-	138.4	海草藻場B	154.0	海草藻場B	120.7	海草藻場B
久米島北東	真謝川河口	3	2	3	770.0	サンゴ場C	32.0	サンゴ場B	23.0	サンゴ場A
久米島南西	儀間川河口	2	3	3	43.4	サンゴ場B	30.1	サンゴ場B	27.7	サンゴ場A
島尻湾・久米島東	島尻川河口	3	2	3	295.8	サンゴ場C			27.4	サンゴ場A
大浦湾（宮古島）	大浦湾	-	-	-	80.7	海草藻場B			59.4	海草藻場B
伊原間湾	大浦川河口	2	3	2	106.7	サンゴ場C	114.4	サンゴ場C	169.5	サンゴ場C
野底崎南	吹通川河口	-	-	-	87.0	サンゴ場C	80.9	サンゴ場C	51.4	サンゴ場C
川平湾	川平湾	2	2	3	11.7	サンゴ場A	17.9	サンゴ場A	37.9	サンゴ場B
崎枝湾	崎枝湾	3	1	3	37.7	サンゴ場B	63.4	サンゴ場C	83.3	サンゴ場C
名蔵湾	名蔵湾	4	4	4	77.6	サンゴ場C	72.6	サンゴ場C	168.3	サンゴ場C
石垣島東南	白保	2	2	2	34.5	サンゴ場B	25.8	サンゴ場A	28.1	サンゴ場A
宮良湾	宮良川河口	2	3	3	141.3	サンゴ場C	239.3	サンゴ場C	278.5	サンゴ場C
西表島東	与那良川河口	1	1	3	54.8	サンゴ場C	48.3	サンゴ場B	45.1	サンゴ場B
小浜島周辺	嘉弥真水道	2	2	2	46.1	サンゴ場B	40.8	サンゴ場B	61.6	サンゴ場C

注1：H21～24年度、およびR3年度時点の生物グループは「令和3年度赤土等流出防止モニタリング調査委託業務」より引用した。

注2：生息場環境が海草藻場である、屋嘉田潟原、北名城地先、池見地先、大浦湾については生物グループは設定していない。

注3：吹通川河口については、経年的にほとんど「主にみられる生物」が確認されていないことからグループは設定していない。

1.8.8 調整会議等の運営支援

第 2 次基本計画の県の取組の進捗管理にかかる赤土等流出防止対策協議会、幹事会及びワーキングチーム会議、その他会議の開催にあたり、会場手配、資料作成、会議の場での資料説明、議事録作成などの運営補助を行った。

本業務では、令和 5 年度第 1 回ワーキングチーム会議の補助を行った。

(1) 開催日時と会場

令和 5 年 11 月 21 日 10:00～11:30

沖縄県教職員共済会館 八汐荘 中会議室

(2) 議事

以下の議題について議論された。

- ・ 第 2 次沖縄県赤土等流出防止対策基本計画に示された各課の取組の実施状況について
- ・ 令和 4 年度のモニタリング調査結果について
- ・ 沖縄県赤土等流出防止対策基本計画ワーキングチーム会議について

(3) 補助内容

本業務では、会場手配、資料作成、会議の場での資料説明、議事録作成を行った。