

第3章 海域調査

3.1 定点観測調査

3.1.1 調査内容

(1) 調査項目

調査項目の一覧を表 3.1.1-1に示した。

表 3.1.1-1 調査項目一覧

	業務内容	数量	摘要
定点観測調査	赤土等堆積状況調査	2回	梅雨後(台風期前)、秋季(台風期後)の2回実施
	サンゴ類調査	1回	秋季の1回実施

(2) 調査日

赤土等堆積状況調査

第1回調査(梅雨後) 令和3年7月5日～7月18日

第2回調査(秋季) 令和3年10月21日～12月15日

サンゴ類調査

令和3年10月21日～12月15日

(3) 調査方法

1) 赤土等堆積状況調査

調査内容の一覧を表 3.1.1-2に示した。

表 3.1.1-2 調査内容(赤土等堆積状況調査)

	調査項目	測定、試験方法
現場サンプリング項目	採泥(SPSS測定用)	地点周辺3点からの混合採泥
	採水(水質測定用)	海底から約50cmでの採水
現場観測項目	水深	ダイビングコンピュータによる測定
	水温	棒状水温計による測定
	水平透明度	沖縄県衛生環境研究所報第35号pp.103-109
室内分析項目(注1)	SPSS	沖縄県衛生環境研究所報第37号pp.99-104
	濁度	JIS K0101(1998)9.4 ※但し、標準はポリスチレン
	塩分	海洋観測指針 1999
	全窒素(T-N)	JIS K0170-3(2011)
	全リン(T-P)	JIS K0170-4(2011)

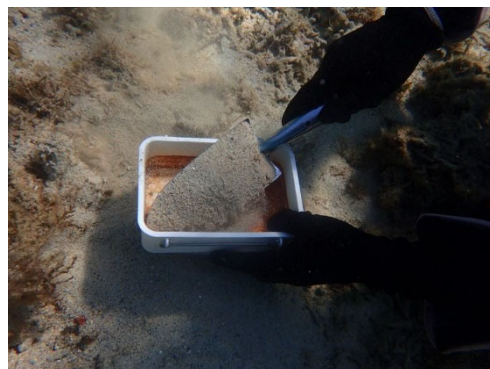
注1: 室内分析項目の内、濁度、塩分、全窒素(T-N)、全リン(T-P)の分析は、県衛生環境研究所が実施。

注2: 干潟地点においては、上記の内、採泥(SPSS測定用)、水深、SPSSのみを実施。

(a) 現場サンプリング項目

a) 採泥(SPSS 測定用)

ダイバー潜水により採泥した。採泥方法は沖縄県衛生環境研究所報第37号pp.99-104に従い、底質から水中に散逸する懸濁物質を最小に抑えるように、スコップでゴムパッキン付プラスチック容器内に採泥した。また、調査地点の平均的な赤土等堆積量が把握できるよう地点周辺3点において採泥し、その混合物を試料とした。



b) 採水(濁度、塩分、T-N、T-P 測定用)

海底面近く(海底から約50cm)において、ガラス瓶に採水した。なお、採水後、ガラス瓶は冷蔵保管した。



(b) 現場測定項目

a) 水温、水深

棒状温度計により水温を測定した。また、ダイビングコンピュータにより水深を測定した。



b) 水平透明度

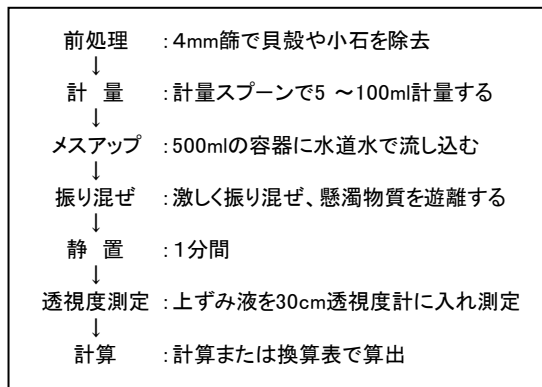
沖縄県衛生環境研究所報第35号pp.103-109に従い、透明度板(30cm白色円盤)により水平透明度を測定した。



(c) 室内分析項目

a) SPSS

SPSS分析は、県衛生環境研究所報第37号pp.99-104に従い実施した。



b) 濁度、塩分、全窒素(T-N)、全リン(T-P)

本項目については、県衛生環境研究所が分析を実施した。

2) サンゴ類調査

調査内容の一覧を表 3.1.1-3に示した。

表 3.1.1-3 調査内容 (サンゴ類調査)

	調査項目	摘要
永久コドラート内調査 (2m×2m) (注1)	サンゴ分布図作成	真上からの平面図(各群体の種名、大きさ、死亡部、成長部等を図示)
	サンゴ類総被度	サンゴ分布図上でのサンゴ類の面積を算出
	種類別被度	目視観察レベルで同定し、種別に被度を算出
	群体数	サンゴ分布図上での群体数を計測
	ミドリイシ類の最大長径	最大長径(cm)×短径(cm)で表記
	死サンゴ類の総被度	サンゴ分布図上での前年度から死滅したサンゴ類の面積を算出
	サンゴ類の群体形	日本の造礁サンゴ類(海遊舎)に準拠
	サンゴ類白化率	生存サンゴ中の白化部分の割合
	サンゴ類加入度	5cm未満のミドリイシ類群体数
	オニヒトデ等による食害状況	オニヒトデ及びシロレイシダマシ類によるサンゴ食害の面積を算出
	水温	水温ロガーによる連続測定(注2)
	写真撮影	サンゴ生息状況等の撮影
	永久コドラート周辺調査 (直径約20mの範囲)	サンゴ類の生息被度
生育型		主な生育型(枝状ミドリイシ優占型、枝状・卓状ミドリイシ混成型、卓状ミドリイシ優占型、特定種優占型、多種混成型、ソフトコーラル優占型)を記載する。
主な出現種及び種別被度		上位5種程度及び各種概略被度(0%,5%未満,5%,10%,20%,以下10%ピッチ)
オニヒトデ出現状況		個体数
オニヒトデ以外のサンゴ食害生物出現状況		概略個体数
特異的な出現生物		ウニ等が特異的に確認された場合
水深		ダイビングコンピュータによる測定
底質の状況		主な底質区分(岩盤、礫、砂礫、砂、砂泥、泥)
水温		棒状水温計による測定
サンゴ類白化率		生存サンゴ中の白化部分の概略割合(0%,5%未満,5%,10%,20%,以降10%ピッチ)
サンゴ類加入度		1㎡あたりの5cm未満のミドリイシ類群体数(周辺を遊泳し、当該群体数が多い範囲において調査)
その他特記事項		サンゴ攪乱要因(アンカー等人為的なサンゴ群落の損壊や台風などの波浪による岩盤の崩壊等)
特異的な現象		生物の産卵、希少種の目撃、サンゴ類の病気様症状を持つ群体等
写真撮影	サンゴ生息状況等の撮影	

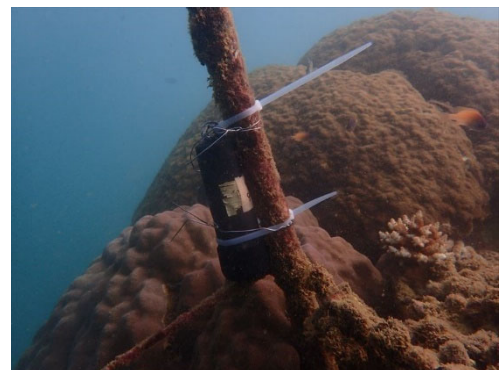
注1: 阿嘉島海域(110-No.1)のみは、4m×4mのコドラート

注2: 定点観測調査では、アージ島海域No.3の1海域で水温ロガーによる水温連続観測を実施。

2m×2mの永久コドラート内において、サンゴの生息状況を観察し、表 3.1.1-3に示す項目について調査した。なお、阿嘉島海域(110-No.1)のみは、4m×4mのコドラート内において実施した。

また永久コドラート周辺の直径約20mの範囲内においては、スポットチェック法に準じて表 3.1.1-3に示す項目について調査した。

また、アージ島海域(068-No.3)の1地点において、水温計ロガー(HOBO Water Temp Pro v2)を設置し、水温の連続観測(30分ピッチ)を実施した。ロガーは第1回調査時に永久コドラート鉄筋に設置し、第2回調査時に回収した。



(4) 調査海域、調査地点

調査海域、調査地点、緯度経度および対象調査項目の一覧を表 3.1.1-4に示した。なお、調査海域の位置図は、調査結果とともに図 3.1.2-1に示した。

表 3.1.1-4 調査海域、調査地点、緯度経度および対象調査項目一覧

海域番号	海域名	地点名	座標 (世界測地系)		赤土等堆積 状況調査対象 (年2回)		サンゴ類 調査対象 (年1回)		水温ロガー 設置
			緯度	経度					
沖縄本島 周辺	013 平南川河口	013-No.1	26° 39'5.2"	128° 05'8.2"	○	○	○	-	-
		013-No.2	26° 39'5.7"	128° 05'10.4"				○	-
		013-No.3	26° 39'10.7"	128° 05'19.2"				○	-
	035 源河川河口	035-No.1	26° 38'23.8"	128° 03'38"	○	○	○	-	-
		035-No.2	26° 38'27.7"	128° 03'41.8"				○	-
		035-No.3	26° 38'30.5"	128° 03'49.9"				○	-
	039 赤瀬海岸	039-No.1	26° 30'31.1"	127° 53'27.1"	○	○	○	-	-
		039-No.2	26° 30'29.6"	127° 53'24.2"				○	-
		039-No.3	26° 30'25"	127° 53'24.3"				○	-
	016 平良川河口	016-01(No.1)	26° 37'44.1"	128° 09'23.4"	(○)	(○)	(○)	-	-
		016-02(No.2)	26° 37'40.7"	128° 09'23.5"				(○)	-
		016-03(No.3)	26° 37'44.1"	128° 09'29.8"				(○)	-
	043 漢那中港川河口	043-01(No.1)	26° 28'22.3"	127° 57'17.3"	○	○	○	(○)	-
		043-No.2	26° 28'17"	127° 57'17.1"				○	-
		043-No.3	26° 28'16.7"	127° 57'25"				○	-
	048 加武川河口	048-No.1	26° 27'18.4"	127° 53'22.4"	○	○	○	-	-
		048-No.2	26° 27'12.5"	127° 53'29.6"				○	-
		048-No.3	26° 27'10.7"	127° 53'32.2"				○	-
	055 石川川 (うるま市)河口	055-No.1	26° 25'48.5"	127° 49'59.1"	○	○	○	-	-
		055-No.2	26° 25'10.4"	127° 50'1.4"				○	-
		055-No.3	26° 25'32.6"	127° 50'21.7"				○	-
	068 アージ島海域	068-No.1	26° 08'31"	127° 47'56.6"	○	○	○	-	-
		068-No.2	26° 08'30.8"	127° 48'3.2"				○	-
		068-No.3	26° 08'24.1"	127° 48'1.9"				○	○(注1)
066 大度海岸	066-No.1	26° 05'19.8"	127° 42'22.5"	○	○	○	○	-	
	066-No.2	26° 05'19.8"	127° 42'28.5"				○	-	
	066-No.3	26° 05'19.8"	127° 42'33.4"				○	-	
石垣島 周辺	095 白保海域	095-No.1	24° 23'51.8"	124° 15'34.3"	○	○	○	○	-
		095-No.2	24° 23'22.2"	124° 15'18.9"				○	-
		095-No.3	24° 22'19.5"	124° 15'21.9"				○	-
		095-No.4	24° 21'46.6"	124° 15'4.1"				○	-
	094 宮良川河口	094-No.1	24° 20'55"	124° 12'26.8"	○	○	(○)	-	-
094-02(No.2)	24° 20'59.4"	124° 12'50.6"	(○)	(○)					
周諸良 島間	阿嘉島海域(110-No.1)(対照地点)		26° 12'0.3"	127° 15'54.6"	■	■	■	-	
	阿嘉島海域(110-No.2)(対照地点)		26° 11'41.2"	127° 16'15.1"	■	■	■	-	
調査海域・調査地点数(上記○)					10海域	28地点	9海域	18地点	1地点
対照地点数(上記■)					2地点		2地点		0地点

(注):(○)で示した海域、地点については、重点監視海域として調査するが、調査結果は定点観測調査としても利用するため、表中に含めた。ただし、表最下段の集計には含めていない。

注1:水温計は、例年068-No.2に設置していたが、紛失の可能性をできるだけ排除するため令和2年度から068-No.3に設置することとした。

3.1.2 赤土等堆積状況調査結果

(1) 調査結果概要

各調査期SPSSランクを図 3.1.2-1に示した。なお、各海域のSPSSランクは海域内調査地点SPSS値の幾何平均のSPSSランクである。また、SPSS値の一覧を表3.1.2-1に示した。

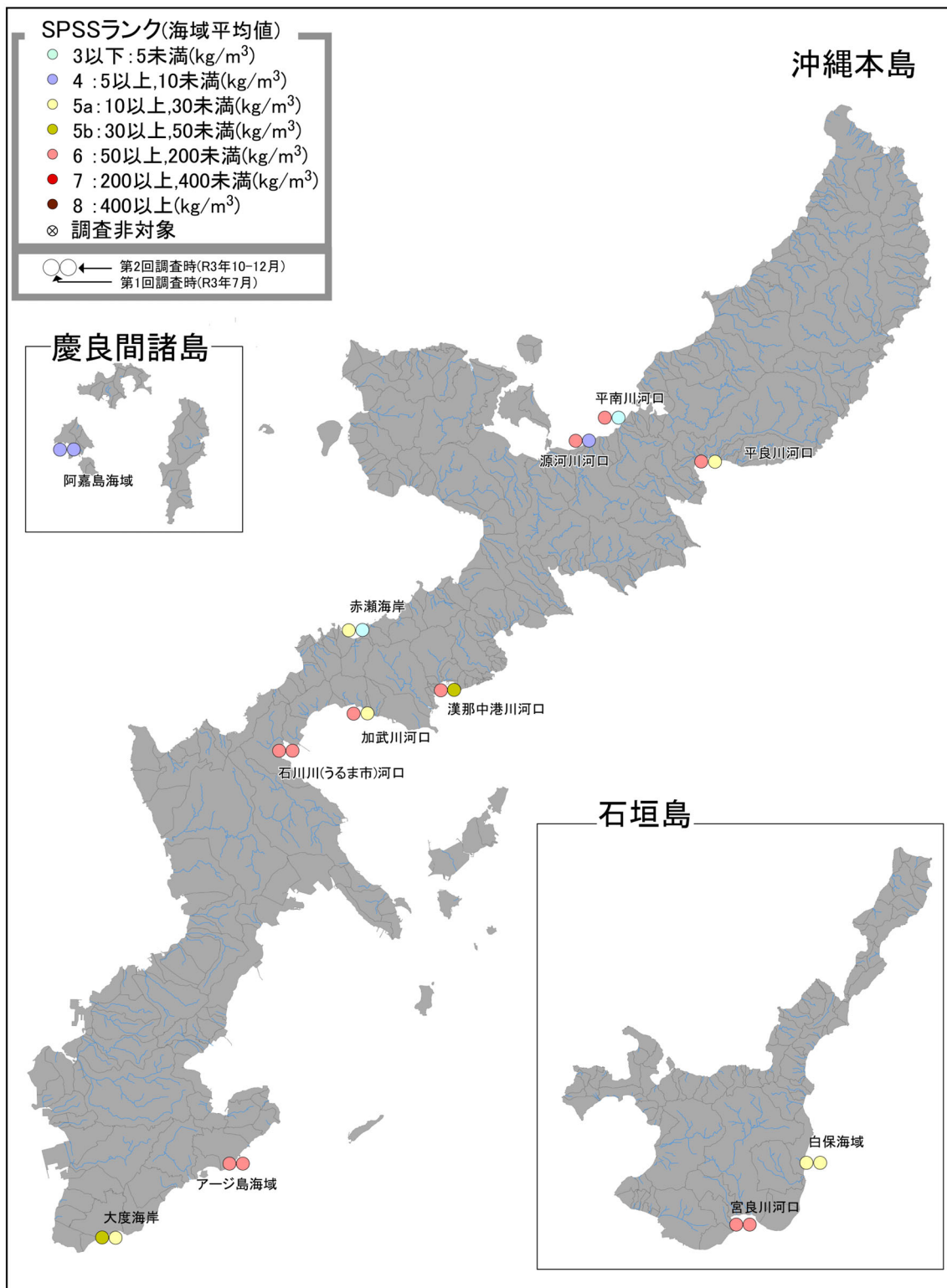


図 3.1.2-1 各調査期 SPSS ランク図(定点観測調査)

表 3.1.2-1 SPSS結果一覧

海域番号	海域名	地点名	第1回調査				第2回調査						
			調査日	SPSS		調査日	SPSS		幾何平均 (kg/m ³)	ランク			
				SPSS (kg/m ³)	ランク		SPSS (kg/m ³)	ランク					
沖縄本島周辺	013	平南川河口	013-No.1	7月18日	603.7	8	145.5	6	11月18日	1.7	3	4.0	3
			013-No.2	7月18日	447.9	8			11月18日	14.0	5a		
			013-No.3	7月18日	11.4	5a			11月18日	2.6	3		
	035	源河川河口	035-No.1	7月18日	38.1	5b	65.1	6	11月18日	6.4	4	9.6	4
			035-No.2	7月18日	168.9	6			11月18日	16.4	5a		
			035-No.3	7月18日	42.8	5b			11月18日	8.3	4		
	039	赤瀬海岸	039-No.1	7月9日	27.1	5a	16.9	5a	11月25日	19.3	5a	3.6	3
			039-No.2	7月9日	10.2	5a			11月25日	1.1	3		
			039-No.3	7月9日	17.4	5a			11月25日	2.1	3		
	016	平良川河口	016-01(No.1)	7月17日	237.1	7	139.6	6	11月26日	27.1	5a	18.6	5a
			016-02(No.2)	7月17日	96.7	6			11月26日	13.3	5a		
			016-03(No.3)	7月17日	118.5	6			11月26日	17.9	5a		
	043	漢那中港川河口	043-01(No.1)	7月17日	41.0	5b	61.8	6	11月24日	45.7	5b	32.8	5b
			043-No.2	7月17日	16.9	5a			11月24日	13.0	5a		
			043-No.3	7月17日	340.5	7			11月24日	59.6	6		
	048	加武川河口	048-No.1	7月17日	98.3	6	56.3	6	11月24日	22.9	5a	24.2	5a
			048-No.2	7月17日	26.1	5a			11月24日	23.7	5a		
			048-No.3	7月17日	69.9	6			11月24日	26.2	5a		
	055	石川川 (うるま市)河口	055-No.1	7月17日	706.4	8	102.0	6	11月16日	721.4	8	69.4	6
			055-No.2	7月17日	13.6	5a			11月16日	14.1	5a		
			055-No.3	7月17日	110.4	6			11月16日	32.8	5b		
	068	アージ島海域	068-No.1	7月11日	108.5	6	116.1	6	12月2日	96.7	6	82.8	6
			068-No.2	7月11日	99.9	6			12月2日	69.0	6		
			068-No.3	7月11日	144.3	6			12月2日	85.1	6		
066	大度海岸	066-No.1	7月5日	38.7	5b	30.1	5b	11月19日	12.4	5a	18.1	5a	
		066-No.2	7月5日	22.9	5a			11月19日	12.7	5a			
		066-No.3	7月5日	30.8	5b			11月19日	37.5	5b			
石垣島周辺	095	白保海域	095-No.1	7月8日	34.3	5b	20.9	5a	10月22日	27.7	5a	18.7	5a
			095-No.2	7月8日	21.2	5a			10月22日	24.1	5a		
			095-No.3	7月8日	9.7	4			10月22日	6.6	4		
			095-No.4	7月8日	27.1	5a			10月27日	27.7	5a		
	094	宮良川河口	094-No.1	7月16日	77.6	6	91.8	6	10月21日	18.8	5a	51.5	6
			094-02(No.2)	7月16日	108.5	6			10月24日	141.3	6		
	慶良間	阿嘉島海域(110-No.1)(対照地点)		7月10日	12.8	5a	6.9	4	12月15日	6.0	4	5.0	4
		阿嘉島海域(110-No.2)(対照地点)		7月10日	3.7	3			12月15日	4.2	3		

注: 赤字・赤塗りは海域平均SPSSランク6以上を表す。

SPSS、SPSSランクおよび底質外観等との関連については「沖縄県衛生環境研究所報第37号 pp.99-104」、「沖縄県の赤土流出について -赤土等ガイドブック-」、「基本計画」を参考とした。「沖縄県の赤土流出について -赤土等ガイドブック-」に記載されたSPSS、SPSSランクと対応する底質状況その他参考事項を図 3.1.2-2に示した。

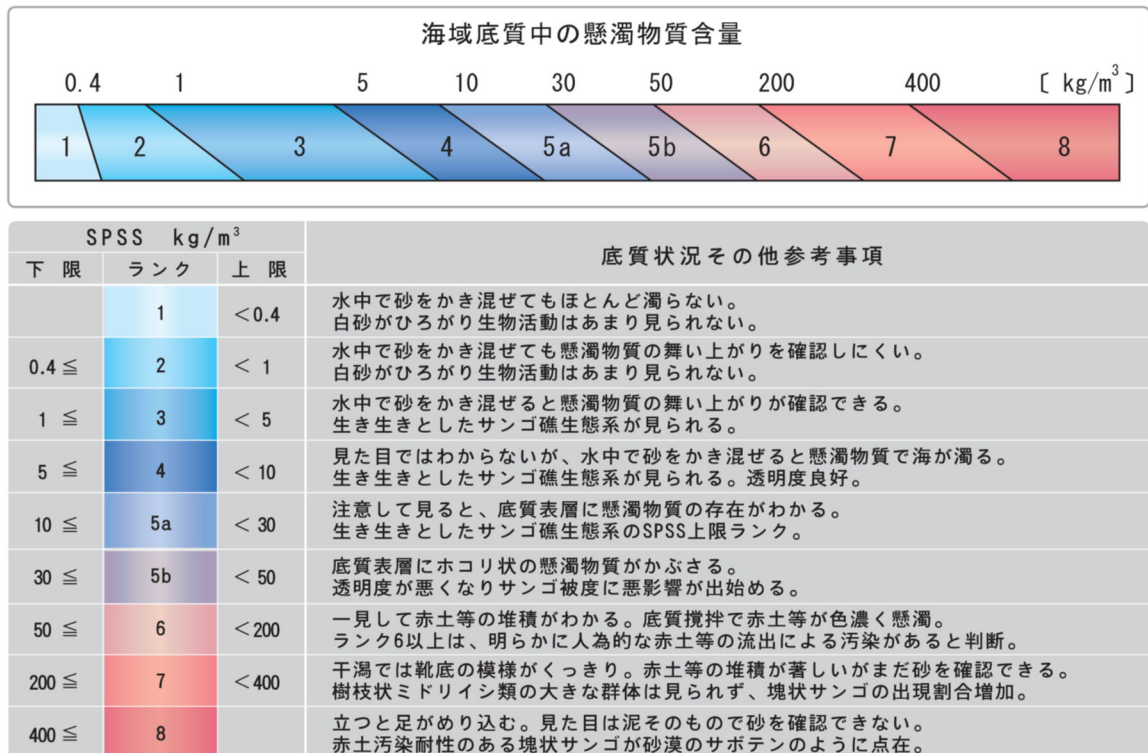


図 3.1.2-2 SPSS、SPSSランクと対応する底質状況その他参考事項
 (「沖縄県の赤土流出について -赤土等ガイドブック-」より引用)

全海域における各回毎のSPSSランク別海域数の集計を表 3.1.2-2及び図 3.1.2-3に示した。

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、第 1 回調査(7 月)では 8 海域(72.7%)、第 2 回調査(10-12 月)では 3 海域(27.3%)であった。

梅雨後に当たる第1回調査において、SPSSランク6以上の海域は8海域であった。昨年度(令和2年度)冬季調査と比較すると、SPSSランク6以上の海域は梅雨時期を挟んで4海域増加した。第2回調査では、SPSSランク6以上の8海域のうち、5海域がSPSSランク5b以下に改善し、残りの3海域はSPSSランク6以上を継続した。

なお、SPSSランク6が記録された地点は、平南川河口、源河川河口、平良川河口、漢那中港川河口、加武川河口、石川川(うるま市)河口、アージ島海域、宮良川河口であった。

表 3.1.2-2 SPSSランク別海域数一覧

	SPSSランク							海域数計	ランク6以上の海域数	ランク6以上の割合
	3	4	5a	5b	6	7	8			
令和2年度冬季調査(1~2月)	1	2	2	2	3	1	0	11	4	36.4%
令和3年度第1回(7月)	0	0	2	1	8	0	0	11	8	72.7%
令和3年度第2回(10-12月)	2	1	4	1	3	0	0	11	3	27.3%
対照地点(阿嘉島海域) (令和2年度冬季調査(1~2月))	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.0%
対照地点(阿嘉島海域) (令和3年度第1回(7月))	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.0%
対照地点(阿嘉島海域) (令和3年度第2回(10-12月))	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0.0%

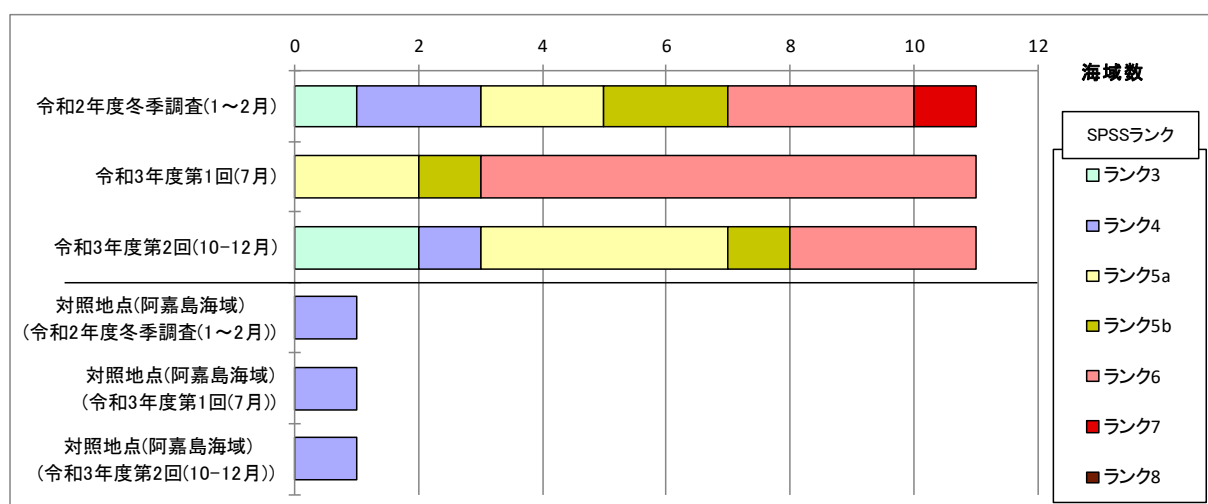


図 3.1.2-3 SPSSランク別海域数

(2) 海域タイプ毎の調査結果概要

海域における堆積赤土等は、海域タイプ及び海岸線の向きによって動態傾向が異なることが知られていることから、海域タイプ毎に調査海域を分類し、結果の概要を以下に述べた。ただし、阿嘉島海域(110-No.1、No.2)については、対照地点であり、海域タイプも設定していないため、本セクションでは言及しない。

なお、海域タイプ、海岸線の向きおよび調査海域の分類についての詳細は、「2.1 海域タイプ」参照)に述べたとおりである。

1) 干瀬型

定点観測調査海域内に、干瀬型の海域は存在しない。

2) 干瀬イノー型

干瀬イノー型北側開口の海域は、平南川河口、源河川河口、赤瀬海岸、白保海域、干瀬イノー型北側非開口の海域は、平良川河口、アージ島海域、大度海岸、宮良川河口である。

表 3.1.2-3に海域別にSPSSランクの推移を、図 3.1.2-4に干瀬イノー型海域のSPSSランク別海域数を示した。

表 3.1.2-3 干瀬イノー型の海域のSPSSランクの推移

海域名	海岸線の向き	SPSSランク		
		R2年度冬季	R3年度第1回	R3年度第2回
平南川河口	北側開口	3	6	3
源河川河口		4	6	4
赤瀬海岸		4	5a	3
白保海域		5b	5a	5a
平良川河口	北側非開口	6	6	5a
アージ島海域		6	6	6
大度海岸		5a	5b	5a
宮良川河口		6	6	6

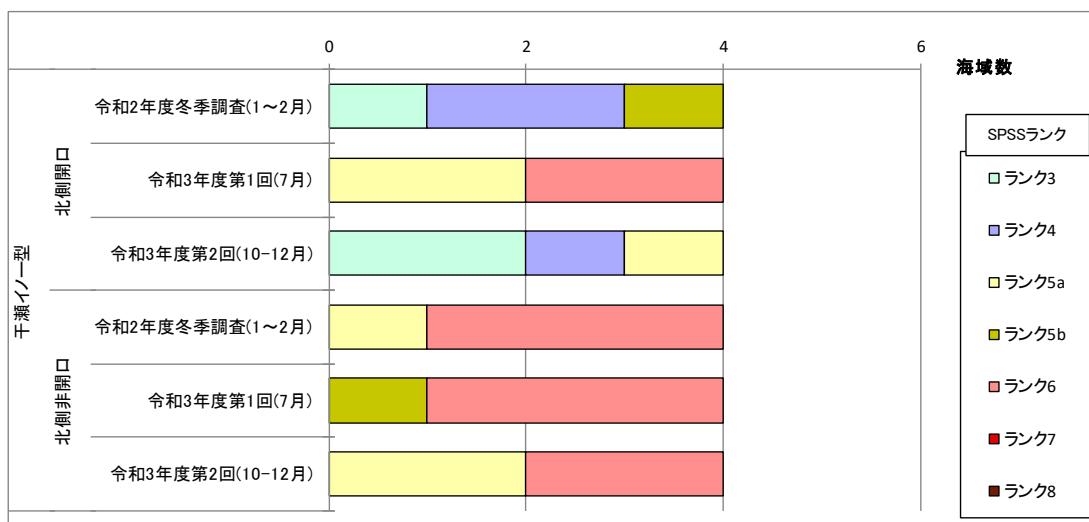


図 3.1.2-4 干瀬イノー型海域のSPSSランク別海域数

(a) 干瀬イノー型・北側開口海域

a) 一般的特徴

干瀬イノー型は、礁嶺の存在により、多少の波浪では拡散が起こりにくいとされる。また台風来襲時等には降雨による赤土等の流出が起こるが、高波浪も発生するため、風向・波向によってはそれ以上に堆積赤土等の拡散が進むと考えられる。また、北側開口の海域は、季節風の影響で冬季は拡散能が高いと考えられる(「2.1海域タイプ」参照)。

b) 今年度(令和3年度)の状況

第1回調査時において、平南川河口と源河川河口でSPSSランク6、赤瀬海岸と白保海域でSPSSランク5aであり、SPSSランク6以上の海域は2海域であった。昨年度(令和2年度)冬季調査と比較すると、平南川河口(SPSSランク3)、源河川河口(SPSSランク4)、赤瀬海岸(SPSSランク4)において、悪化傾向がみられ、白保海域(SPSSランク5a)においては、改善傾向がみられた。悪化傾向のある海域については、梅雨時の降雨により、赤土等が流出し海域に堆積したためと考えられる。また、改善傾向のある白保海域においては第1回調査前に来襲した台風の影響で波浪による拡散が起こったと考えられる。

第2回調査時では、第1回調査と比べ、SPSSランク5aを継続した白保海域以外の全海域が改善しており、これは今年度(令和3年度)の台風の影響で波浪による拡散が起こったと考えられる。

(b) 干瀬イノー型・北側非開口海域

a) 一般的特徴

干瀬イノー型は、礁嶺の存在により、多少の波浪では拡散が起こりにくいとされる。また台風来襲時等には降雨による赤土等の流出が起こるが、高波浪も発生するため、風向・波向によってはそれ以上に堆積赤土等の拡散が進むと考えられる。また、北側非開口の海域は、季節風の影響が働かず冬季は拡散能が低いと考えられる(「2.1海域タイプ」参照)。

b) 今年度(令和3年度)の状況

第1回調査(梅雨後)において、平良川河口とアージ島海域と宮良川河口でSPSSランク6、大度海岸でSPSSランク5aであり、半数以上の海域がSPSSランク6以上であった。昨年度(令和2年度)冬季調査と比較すると、大度海岸(SPSSランク5a)において、悪化傾向がみられ、それ以外の海域では変化がなかった。悪化傾向のある海域については、梅雨時の降雨により、赤土等が流出し海域に堆積したためと考えられる。

第2回調査時では、第1回調査と比べ、平良川河口と大度海岸ではSPSSランクが改善していたものの、アージ島海域と宮良川河口ではSPSSランク6を維持した。これは今年度(令和3年度)の台風の波浪により、一部の海域で拡散が進んだものと考えられる。

3) イノー型

イノー型北側開口の海域は、定点観測調査海域内に存在しない。イノー型北側非開口の海域は漢那中港川河口、加武川河口である。

表 3.1.2-4に海域別にSPSSランクの推移を、図 3.1.2-5に干瀬イノー型海域のSPSSランク別海域数を示した。

表 3.1.2-4 イノー型の海域のSPSSランクの推移

海域名	海岸線の向き	SPSSランク		
		R2年度冬季	R3年度第1回	R3年度第2回
漢那中港川河口	北側非開口	5b	6	5b
加武川河口		5a	6	5a

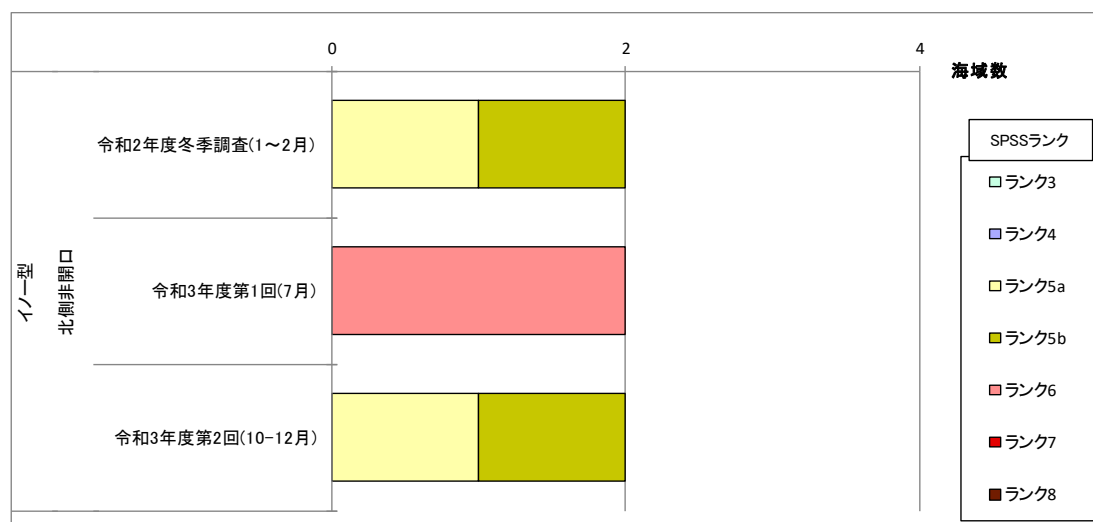


図 3.1.2-5 イノー型海域のSPSSランク別海域数

(a) イノー型・北側非開口海域

a) 一般的特徴

イノー型は、波浪により底質が巻き上げ・拡散しやすく、台風来襲時等には降雨による赤土等の流出が起こるが、高波浪も発生するため、風向・波向によってはそれ以上に堆積赤土等の拡散が進むと考えられる。ただし、水深が比較的深いため、拡散能は干瀬型に劣る。また、北側非開口の海域は、季節風の影響が働かず冬季は拡散能が低いと考えられる(「2.1海域タイプ」参照)。

b) 今年度(令和3年度)の状況

第1回調査時(梅雨後)において、漢那中港川河口と加武川河口でSPSSランク6であった。昨年度(令和2年度)冬季調査と比較すると、漢那中港川河口(SPSSランク5b)、加武川河口(SPSSランク5a)において、悪化傾向がみられ、これは梅雨時の降雨により、赤土等が流出し海域に堆積したためと考えられる。

第2回調査では、第1回調査と比べ、全ての海域で改善しており、これは今年度(令和3年度)の台風の影響で波浪による拡散が起こったと考えられる。

4) 内湾型

内湾型北側開口の海域は、定点観測調査海域内に存在しない。内湾型北側非開口の海域は、石川川(うるま市)河口である。

表 3.1.2-5に海域別にSPSSランクの推移を、図 3.1.2-6に内湾型海域のSPSSランク別海域数を示した。

表 3.1.2-5 内湾型の海域のSPSSランクの推移

海域名	海岸線の向き	SPSSランク		
		R2年度冬季	R3年度第1回	R3年度第2回
石川川(うるま市)河口	北側非開口	7	6	6

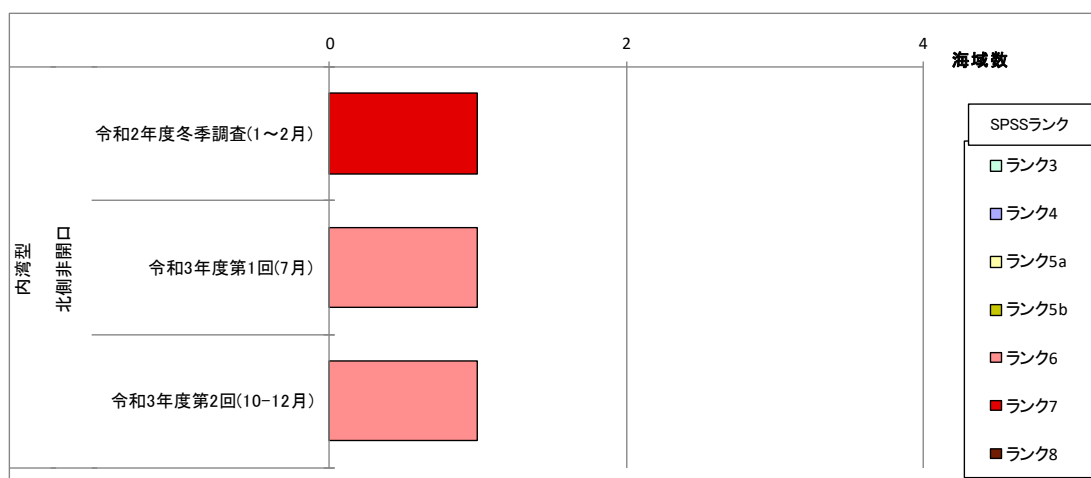


図 3.1.2-6 内湾型海域のSPSSランク別海域数

(a) 内湾型・北側非開口

a) 一般的特徴

内湾型は、波浪の影響を受けづらく、赤土等は堆積し続けると考えられる。また、北側非開口の海域は、冬季季節風の影響も受けづらいため、さらにその傾向は顕著であると考えられる(「2.1海域タイプ」参照)。

b) 今年度(令和3年度)の状況

第1回調査時(梅雨後)において、石川川(うるま市)河口ではSPSSランク6であった。昨年度(令和2年度)冬季調査と比較すると、石川川(うるま市)河口(SPSSランク7)において、改善傾向がみられた。第1回目調査(梅雨後)までに台風の接近はなく、また梅雨時の降雨量も平年と比べ少ないということはないため、SPSSランクが改善した要因は不明であった。

第2回調査では、第1回調査と比べ、石川川(うるま市)河口ではSPSSランク6を維持した。これは内湾型が、通常は地形上波浪が発生しにくいことから、今年度(令和3年度)の台風の影響は少なかったと考えられる。

(3) 評価

1) 平年値との比較による評価

今年度(令和3年度)調査結果を、過年度業務の調査結果から算出した平年値と比較し、評価した。評価においては、明らかに人為的な影響により赤土等堆積があると判定されるSPSSランク6以上であるかどうかを判断基準とした。なお、評価対象のSPSSランクは、各海域内地点幾何平均の年間最大値とした。

今年度(令和3年度)値と平年値のSPSSとSPSSランク(海域平均値)一覧を表3.1.2-6に示し、今年度(令和3年度)と平年の年間最大SPSS値の比較を図3.1.2-7に示した。

なお、平年値は各海域内地点幾何平均を基に、調査季(梅雨後調査、秋季調査、冬季調査)ごとに、本島周辺海域では平成7～令和2年度の調査結果、石垣島周辺海域では平成11～令和2年度の調査結果を幾何平均し、算出した。また、平年値の年間最大値は各季の平年値のうち最大値を示した。ただし、今年度(令和3年度)は、冬季調査を実施していないため、梅雨後調査、秋季調査の2季調査のうち、どちらか高い方のSPSS値を平年値の最大値とした。

表 3.1.2-6 今年度(令和3年度)値と平年値のSPSSとSPSSランク(海域平均値)一覧

	昨年度(令和2年度)冬季調査				第1回(梅雨後調査)				第2回(秋季調査)				年間最大値		平年値の年間最大値(注1)	
	冬季調査		平年値(注2)		令和3年度		平年値		令和3年度		平年値		令和3年度		平年値	
	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク	SPSS値 (kg/m ³)	SPSS ランク
平南川河口	4.2	3	2.4	3	145.5	6	44.1	5b	4.0	3	4.0	3	145.5	6	44.1	5b
源河川河口	9.4	4	5.1	4	65.1	6	43.7	5b	9.6	4	11.7	5a	65.1	6	43.7	5b
赤瀬海岸	5.3	4	2.3	3	16.9	5a	23.3	5a	3.6	3	5.7	4	16.9	5a	23.3	5a
平良川河口	77.6	6	91.5	6	139.6	6	105.1	6	18.6	5a	49.3	5b	139.6	6	105.1	6
漢那中港川河口	42.9	5b	25.9	5a	61.8	6	38.8	5b	32.8	5b	22.4	5a	61.8	6	38.8	5b
加武川河口	29.8	5a	23.6	5a	56.3	6	26.3	5a	24.2	5a	22.8	5a	56.3	6	26.3	5a
石川川(うるま市)河口	209.6	7	121.5	6	102.0	6	128.2	6	69.4	6	107.2	6	102.0	6	128.2	6
アージ島海域	114.4	6	54.2	6	116.1	6	55.2	6	82.8	6	37.5	5b	116.1	6	55.2	6
大度海岸	16.9	5a	15.6	5a	30.1	5b	17.0	5a	18.1	5a	12.4	5a	30.1	5b	17.0	5a
白保海域	30.1	5b	26.5	5a	20.9	5a	31.1	5b	18.7	5a	24.4	5a	20.9	5a	31.1	5b
宮良川河口	113.0	6	107.4	6	91.8	6	149.7	6	51.5	6	107.1	6	91.8	6	149.7	6
阿嘉島海域	9.2	4	6.4	4	6.9	4	12.8	5a	5.0	4	7.6	4	6.9	4	12.8	5a
ランク6以上の海域数	4		4		8		4		3		2		8		4	
ランク6以上の海域割合	33.3%		33.3%		66.7%		33.3%		25.0%		16.7%		66.7%		33.3%	

赤字:ランク6以上、赤塗り:平年値はランク5b以下だが今年度ランク6以上。

注1:平年値の年間最大値は、令和2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2年度)第3回の平年値は、本島周辺海域では平成7~16、24~令和2年度、石垣島周辺海域では平成11~16、24~令和2年度の調査結果から算出した。

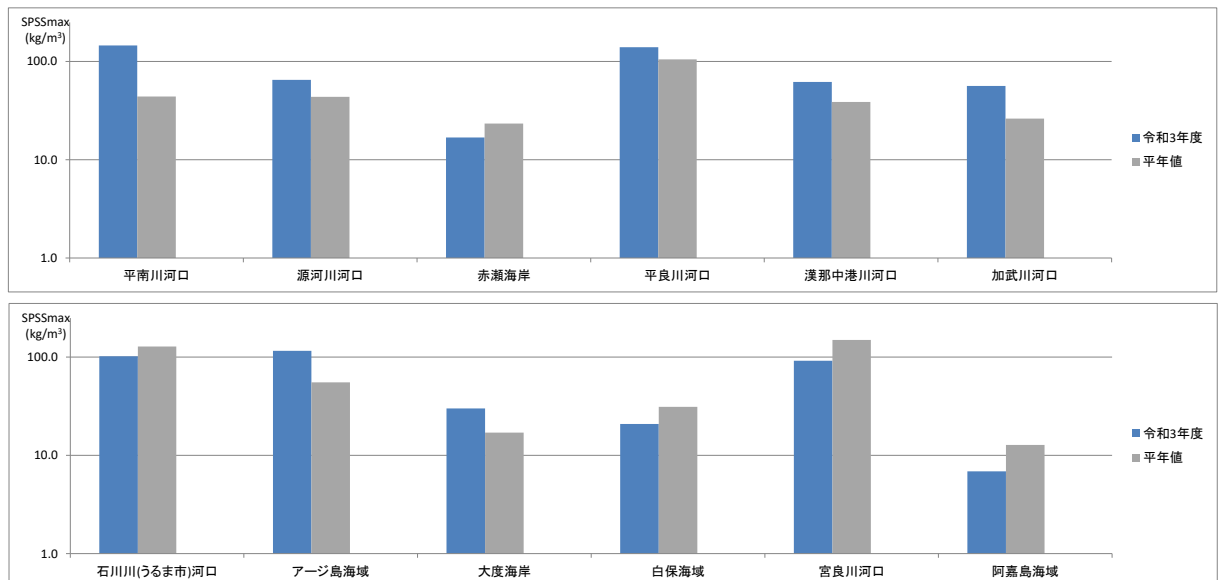


図 3.1.2-7 今年度(令和3年度)と平年の年間最大SPSS値の比較

(a) 第1回調査結果

第1回調査において、SPSSランク6以上の海域は、平南川河口、源河川河口、平良川河口、漢那中港川河口、加武川河口、石川川(うるま市)河口、アージ島海域、宮良川河口の8海域であり、SPSSランク6以上の海域割合は66.7%であった。そのうち平南川河口、源河川河口、漢那中港川河口、加武川河口の4海域の平年値はSPSSランク5b以下であり、今年度(令和3年度)のSPSSランクは悪化した。今年度(令和3年度)のSPSSランクが平年値のSPSSランクより改善した海域は白保海域のみであり、悪化した海域は平南川河口、源河川河口、漢那中港川河口、加武川河口、大度海岸であり、それ以外はSPSSランクを維持した。

(b) 第2回調査結果

第2回調査において、SPSSランク6以上の海域は、石川川(うるま市)河口、アージ島海域、宮良川河口の3海域であり、SPSSランク6以上の海域割合は25.0%であった。そのうちアージ島海域の平年値はSPSSランク5bであり、今年度(令和3年度)のSPSSランクは悪化した。今年度(令和3年度)のSPSSランクが平年値より改善した海域は源河川河口、赤瀬海岸、平良川河口であり、悪化した海域は漢那中港川河口、アージ島海域であり、それ以外はSPSSランクを維持した。

(c) まとめ

今年度(令和3年度)の沖縄本島周辺海域の年間最大SPSSランクは、平年値の年間最大SPSSランクと比較して、平南川河口、源河川河口、漢那中港川河口、加武川河口、大度海岸の5海域が悪化しており、それ以外は同じSPSSランクであった。これは年間を通して最も赤土等の流出が懸念される梅雨の5-6月に平年よりも降水量が多かったことが原因であると考えられる。特に平南川河口、源河川河口、漢那中港川河口、加武川河口においては、平年値はSPSSランク5b以下であったのに対して、今年度(令和3年度)はSPSSランク6に悪化した。

今年度(令和3年度)の石垣島周辺海域の年間最大SPSSランクは、平年値の年間最大SPSSランクと比較して白保海域では改善、宮良川河口では維持していた。白保海岸において、SPSSランクが改善した要因は、6月上旬に強風を伴う台風3号が石垣島に接近したことにより、海域の赤土等が拡散したためと考えられる。

2) 経年比較

図 3.1.2-8に、経年的な年間最大SPSSランク6以上の海域数の推移および那覇観測所と石垣観測所における年間総雨量の推移を示した。

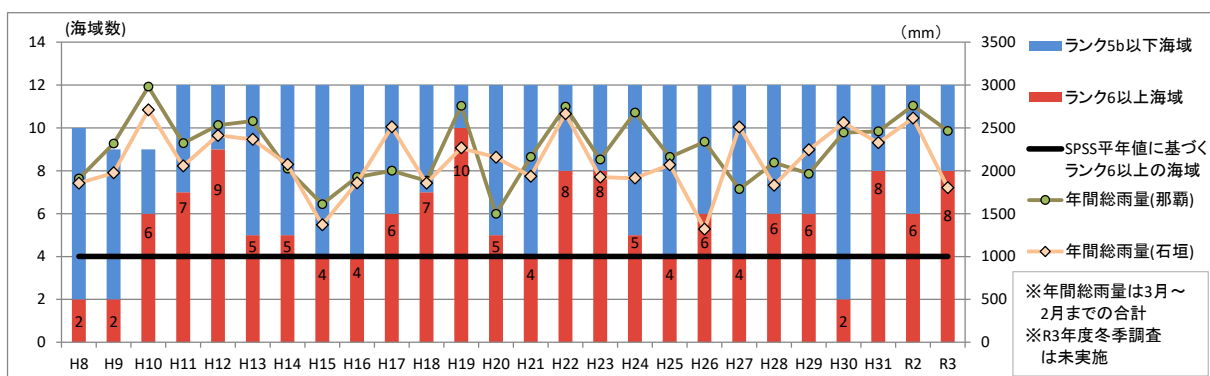


図 3.1.2-8 年間最大SPSSランク6以上の海域数の推移
および那覇観測所と石垣観測所における年間総雨量(3月～2月)の推移

SPSSランク6以上の海域数は2～10の範囲で変動しており、SPSS平年値に基づくランク6以上の海域数は4であった。

年間総雨量と比較してみると、SPSSランク6以上の海域数は、雨量の増減に伴って増減している状況が確認される(平成24年度、平成30年度、令和2年度は除く)。このことから、海域における赤土等堆積量は降水量の影響を顕著に受けていると考えられる。

今年度(令和3年度)は、本島地方における梅雨時期(5-6月期)の降水量が平年に比べ多く、SPSSランク6以上の海域数は平年より4海域多い8海域であった。昨年度(令和2年度)と比べると、降雨量が減少したにもかかわらず、SPSSランク6以上の海域数は増加した。ただし、昨年度(令和2年度)は降雨量が多いにもかかわらず、SPSSランク6以上の海域数が比較的少ない年度であり、今年度(令和3年度)が特に降雨量に対する、SPSSランク6以上の海域数が多い年度ということではなかった。

なお、平成24年度、平成30年度、令和2年度は比較的総雨量が多いにもかかわらず、SPSSランク6以上の海域数は比較的少ない状況にあった。平成24年度と平成30年度については、梅雨時期に台風が来襲しており、第1回調査(梅雨後)前に赤土等が拡散した可能性が高いと考えられる。また、令和2年度については、特に梅雨時期に台風の襲来はなかったことから、比較的降雨量が多いにもかかわらずSPSSランク6以上の海域数が少ない原因は不明であった。

(4) 経年結果

赤土等堆積状況調査は、過年度と同じ地点[沖縄本島調査域(9調査海域・河口域、27定点)、石垣島調査域(2調査海域・河口域、6定点)、阿嘉島調査域(1調査海域、2定点)]で、継続して実施している。

沖縄本島の調査海域では、平成7年度から今年度(令和3年度)にかけて、合計83回調査を行なっている(平成9年度は沖縄県衛生環境研究所データを含めた)。平成7～16年度の調査では、梅雨前(5月前後)、梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(10月前後)、季節風の影響後(2月前後)の年度内4回調査、平成17～23年度の調査では、梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(10月前後)の年度内2回調査、平成24～令和2年度の調査では、梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(11月前後)、季節風の影響後(2月前後)の年度内3回調査、令和3年度は梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(11月前後)の年度内2回調査を行った。

石垣島の調査海域では、平成11年度から今年度(令和3年度)にかけて、合計74回調査を行なっている。平成11年～16年度の調査では、沖縄本島調査域と同時期に年度内4回調査、平成17～23年度の調査では、梅雨前(5月前後)、梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(10月前後)の年度内3回調査、平成24～令和2年度の調査では、梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(11月前後)、季節風の影響後(2月前後)の年度内3回調査、令和3年度は梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(11月前後)の年度内2回調査を行った。

阿嘉島調査海域は、赤土等流出汚染の見られない海域代表として、平成7年度から今年度(令和3年度)にかけて(平成9、10年度を除く)、合計32回調査を行なっている。平成7年度の調査では、9、10、12、3月の年度内4回調査を行っている。平成8年度から令和元年度(平成9、10年度、平成28年度を除く)では、台風シーズン終了後の秋季(10月前後)に年度内1回調査を行なっている。また、平成28年度は、梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(11月前後)、季節風の影響後(2月前後)の年度内3回調査、令和2年度には台風シーズン終了後の秋季(11月前後)、季節風の影響後(2月前後)の年度内2回調査、令和3年度には梅雨明け後(7月前後)、台風シーズン終了後の秋季(11月前後)の年度内2回調査を行った。

上記の各海域の結果をまとめるため、経年の各季SPSSランクを図 3.1.2-9に示し、経年の各年間最大SPSSランクを図 3.1.2-10を示した。なお、ここでは、一年を、梅雨前(4-5月)、梅雨後(6-7月)、秋季(10-12月)、冬季(1-3月)に分け、過年度調査結果の内、この期間に含まれない調査結果については、省いて表示した。また、同年度、同季内に2回以上調査している場合は、各季の中間日に近い調査結果を採用した。さらに、海域別経年SPSS値推移状況を図 3.1.2-11に示した。また、那覇、名護、石垣島における3期(3～6月、7～10月、1～2月)の経年降水量を図 3.1.2-12に示した。

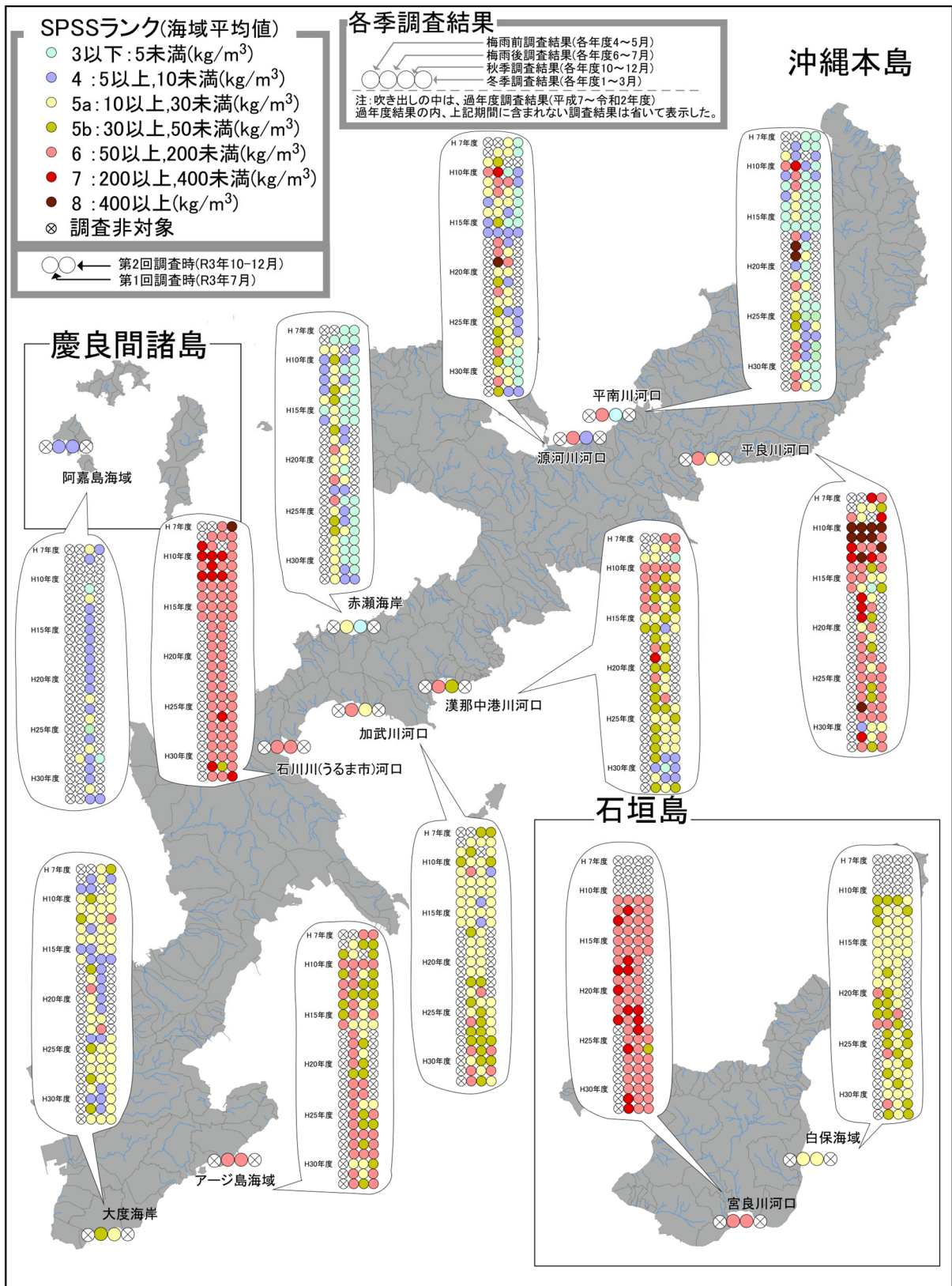


図 3.1.2-9 各海域における経年の各季SPSSランク図 (過年度各季SPSSランク表示版)

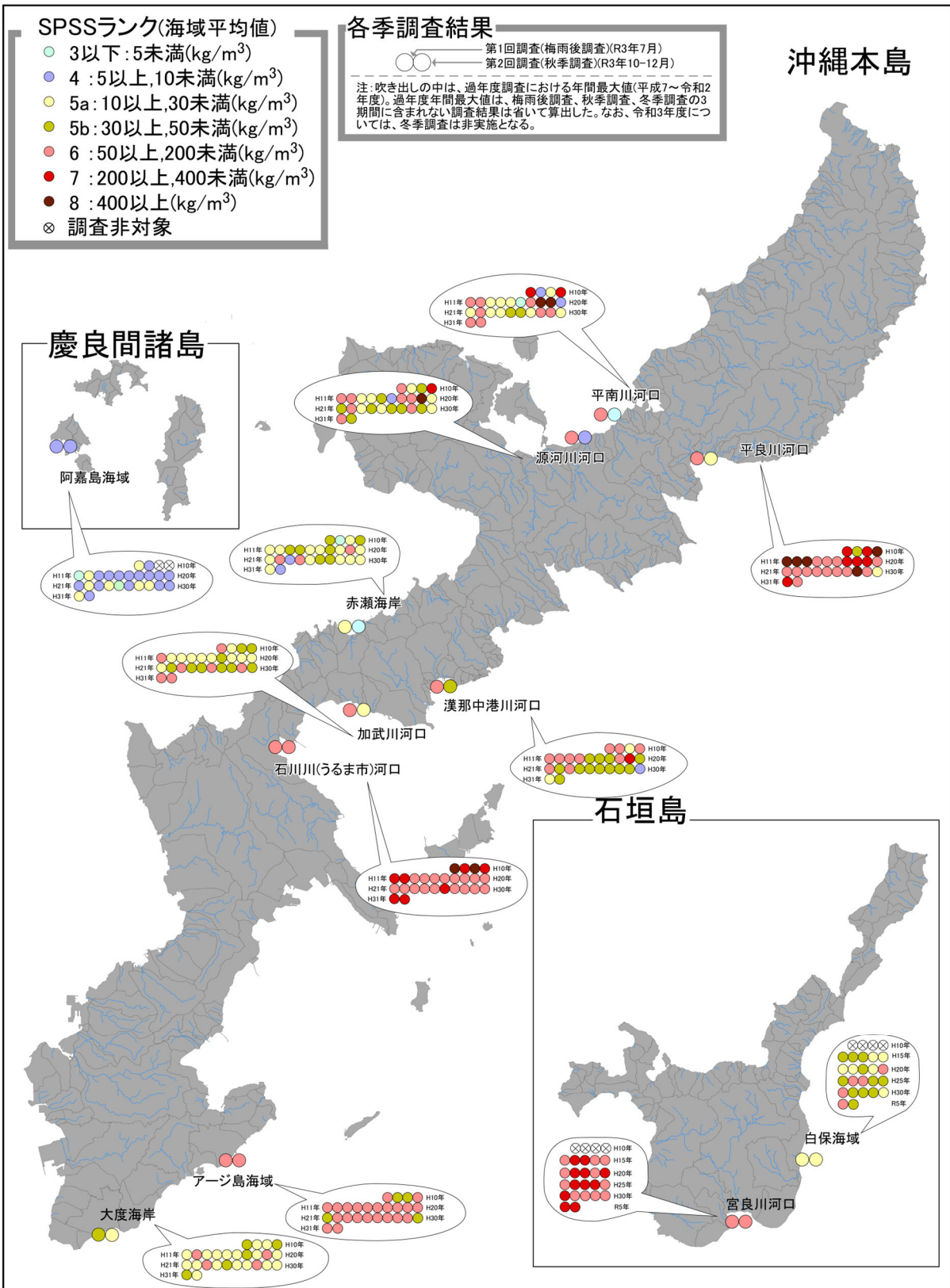


図 3.1.2-10 各海域における経年の各年間最大SPSSランク (過年度各年度最大SPSSランク表示版)

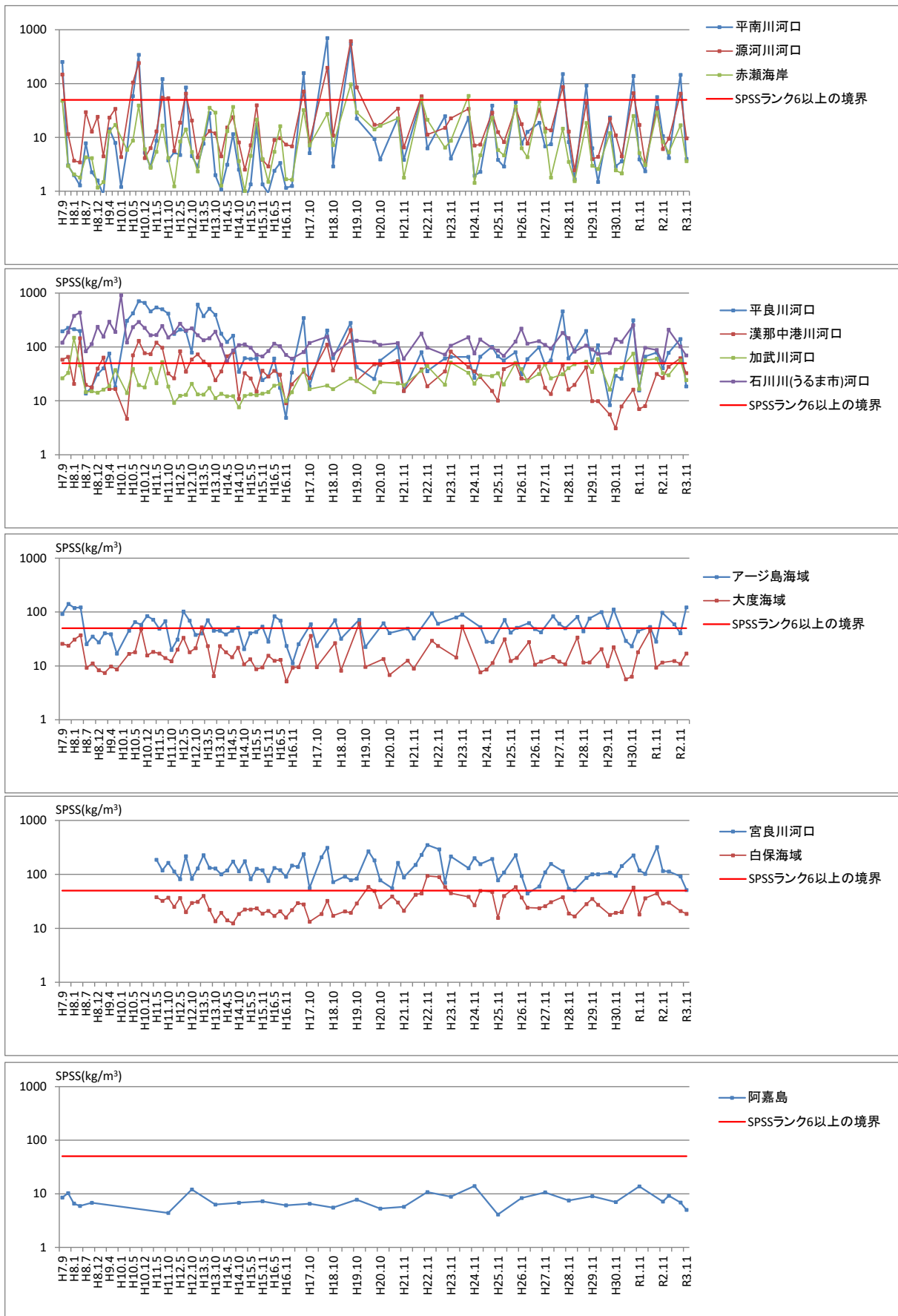


図 3.1.2-11 海域別経年SPSS値推移状況

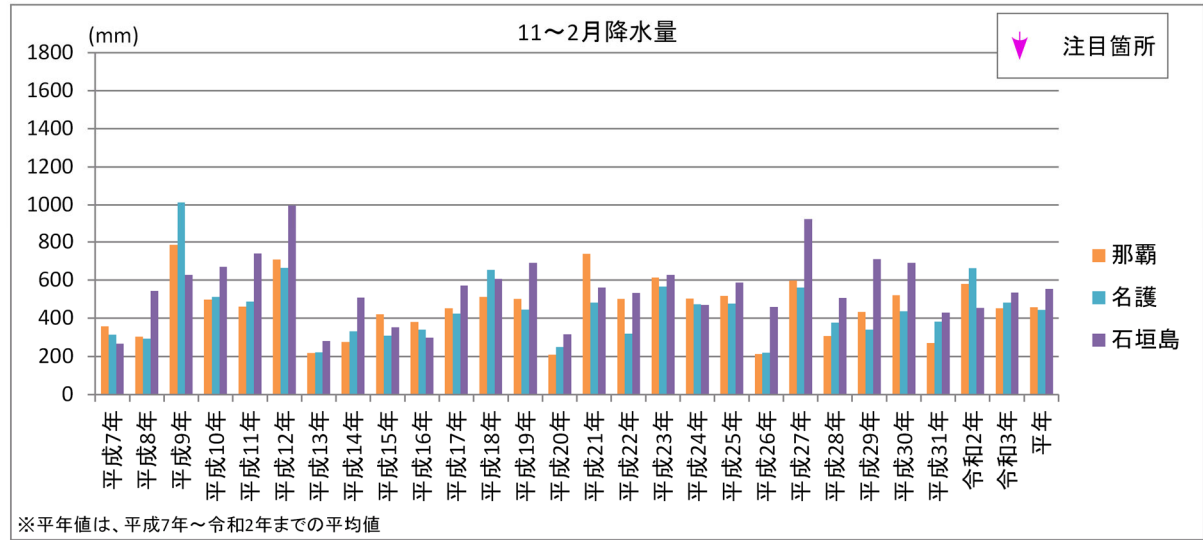
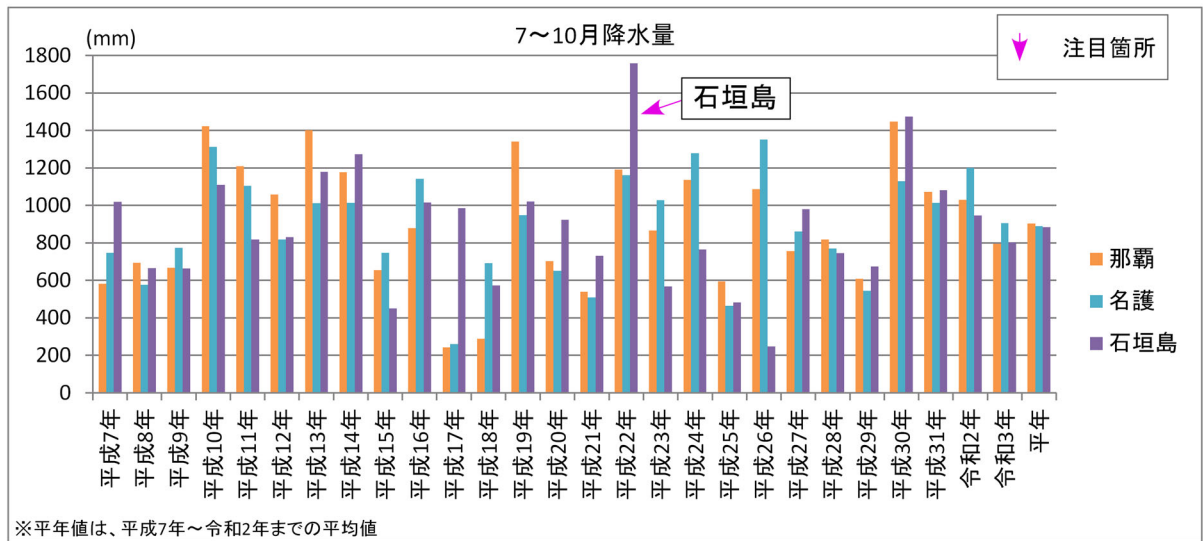
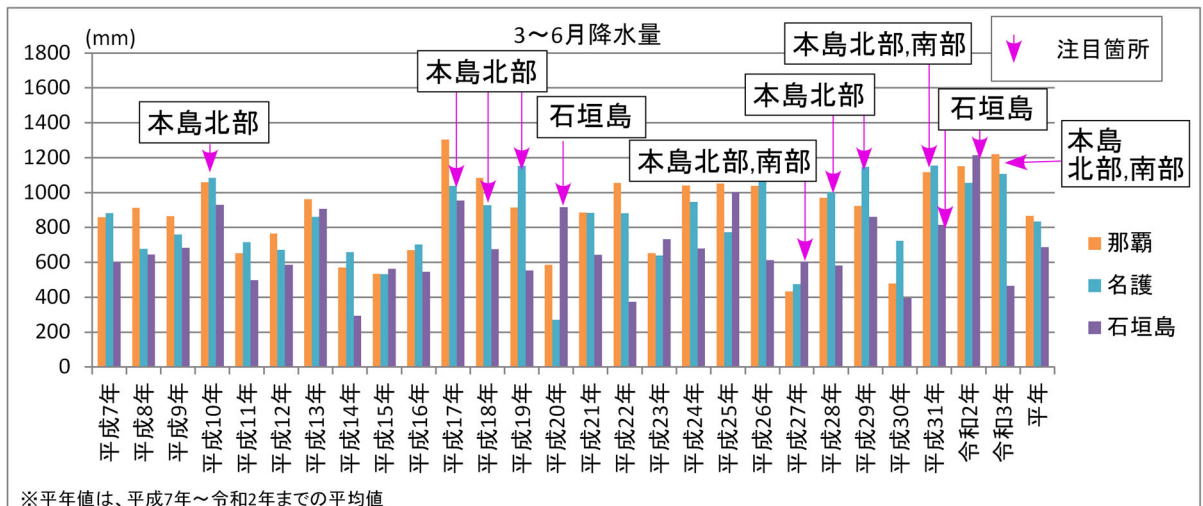


図 3.1.2-12 那覇、名護、石垣島における3期(3~6月、7~10月、1~2月)の経年降水量

図 3.1.2-9～図 3.1.2-12の情報をうい、各海域における経年変化の概要を以下に示した。なお、必要に応じ、過年度の調査結果を含めた現地の状況を補足情報として合わせて記載した。

1) 平南川河口、源河川河口

平南川河口、源河川河口では、平成10～12年、平成17～19年、平成22年度、平成28年度、平成29年度(平南川河口のみ)、平成31年度、令和2年度(平南川河口のみ)、今年度(令和3年度)において、主に梅雨後にSPSSランク6以上を記録した。名護における3-6月期の降水量をみると、平成10年度(1083.5mm)、平成17年度(1037.5mm)、平成18年度(926.5mm)、平成19年度(1151mm)、平成28年度(1003mm)、平成29年度(1146.5mm)、平成31年度(1155.5mm)、令和2年度(1055.5mm)、令和3年度(1106.5mm)では多雨であり、SPSSランク6以上を記録した年と一致する。この2海域においては、梅雨時を含む3-6月の降雨量が多かった年度の梅雨後調査において、SPSSランクが悪化する傾向が確認された。

2) 赤瀬海岸

赤瀬海岸では、多くの年度でSPSSランク5b以下であるが、散発的に(平成19年度梅雨後、平成22年度梅雨後、平成24年度梅雨後)SPSSランク6が確認された。これらの年度においては、特に降水量が多いわけではないことから、流出源が陸域に発生し、単発的に赤土等が流出したものと考えられる。

3) 平良川河口

平良川河口では、梅雨後においてはほぼ毎年SPSSランク6以上が確認されている。これは、降水量が平年より著しく少なかった平成27年度も同様であった。秋季においてはSPSSランクが改善する年もあるが、冬季においては再びSPSSランク6以上に悪化する傾向にあった。

平成10年からの5年間程はSPSSランク6以上が続く状態であったが、その後は一旦秋季に堆積量が減少する年度が多くなった。また、平成17～19年度、平成31年度の梅雨後調査においてはSPSSランク7、平成28年度の梅雨後調査においてはSPSSランク8を観測したが、これらの年の3-6月期は多雨であったことと一致した。

4) 漢那中港川河口

漢那中港川河口では、平成10年からの5年間程は頻繁にSPSSランク6が確認されたが、それ以降ではSPSSランク6は梅雨後調査時に散発的に見られるようになった(平成18～19、21年)。このうち、平成18、19年度については、3-6月期は多雨であったことと一致した。なお平成23年では秋季調査時にSPSSランク6が確認された。その後の各季の調査では、平成24年度からSPSSランク5b以下で推移し、更に平成29年度の秋季調査からはSPSSランク5a以下で推移していることから、重点的な陸域対策の効果が現れている可能性が考えられるが、今年度(令和3年度)の梅雨後調査で約10年ぶりにSPSSランク6を記録した。なお、SPSSランク6がみられた原因は、3-6

月期の降雨のうち令和3年度(1218.5mm)は、平成17年度(1304.0mm)に次いで2番目に降雨量の多い年であったためと考えられる。

5) 加武川河口

加武川河口では、平成22年度以前では多くの年度でSPSSランク5b以下であり、梅雨時に多量の雨が降った平成17、18年度においてもSPSSランクは6以上に悪化していないことから、当時基本的には陸域において懸念される恒常的な赤土等流出源は殆ど無かったと考えられていた。しかし、近年ではSPSSランク6を記録する回数が増加傾向にあった(平成26年度梅雨後、平成29年度梅雨後及び冬季、平成31年度梅雨後及び冬季、令和2年度梅雨後、今年度(令和3年度)梅雨後)。なお、加武川流域のほとんどは米軍基地が占めており、農地等は下流側に一部存在するのみであることから、SPSSランク6を記録する年度においては流出源が流域内米軍基地内等に発生し、単発的に赤土等が流出した可能性が考えられる。

6) 石川川(うるま市)河口

石川川(うるま市)河口では、調査開始から現在まで常にSPSSランク6以上であったが、平成31年度秋季において、初めてSPSSランク5bが確認された。基本的には本海域は内湾型であり拡散が起こりづらいことから、堆積が続いているものと考えられるが、平成31年度のように梅雨後に台風が頻発した場合には、拡散が起こると予想される。なお、過年度の陸域調査において、農地からの著しい赤土等の流出が確認されたことから、継続して赤土等が堆積しているものと考えられる。

7) アージ島海域

アージ島海域では、梅雨後においてはほぼ毎年SPSSランク6が確認されている。これは、降水量が平年より著しく少なかった平成27年度も同様であった。平成10、22、23、27、29、令和2年度においては、SPSSランク6が各年の全調査を通して継続したが、それ以外のほとんどの年度では、秋季にSPSSランク5b以下に改善され、冬季にSPSSランク5b以下を維持もしくは再びSPSSランク6に悪化する傾向がみられた。

8) 大度海岸

大度海岸では、経年的に殆どSPSSランク5b以下であるが、散発的に(平成12年度冬季、平成19年度梅雨後、平成23年度秋季)SPSSランク6が確認された。大度海岸においては平成9年に大度洞穴の下流地下水脈にコンクリート堤体が打設され、農業用水かんがいダムが建設されて以降、30～40mmの降雨でも濁水が大度洞穴から湧出し、側溝から大度海岸へ流出しており、地下ダム建設に伴う地下水位の上昇が影響しているものと懸念される(「海域における赤土汚染モニタリング 沖縄県衛生環境研究所報第34号(2000) pp.85-95」を参照)。

9) 白保海域

白保海域では、経年的に各季ともSPSSランク 5aもしくは 5bで推移してきたが、平成 20 年度の梅雨前調査、平成 22 年度の秋季調査、平成 23 年度の梅雨前及び梅雨後調査、平成 26 年度梅雨後調査、平成 31 年度梅雨後調査でSPSSランク 6を記録した。石垣島における降水量をみると、平成 20 年度 3～6 月においては、平年以上の降雨があった。また、平成 22 年度の 7～10 月期においては、観測史上最大量の降雨が確認されたことから、それにより多量の赤土等が流出し、その影響が3季に渡り残り続けたと考えられる。また、平成 26 年度では、3～6 月雨量は平年以下であったが、5 月 5 日に日雨量 196.5mm(石垣島観測所)の猛烈な降雨が観測され、その際に赤土等の著しい流出が起こった可能性が高いと考えられる。また、平成 31 年度 4 月は平年よりも降雨量が多く(平成 31 年度:339.0 mm、平年:155.1 mm)、そのなかでも 4 月 5 日には 128.5 mmの降雨が観測されており、これがSPSSランク悪化の原因であると考えられる。

10) 宮良川河口

宮良川河口では、平成26年冬季以外、常にSPSSランク6以上で推移している。本海域の海域タイプは干瀬イノー型であるが、湾であり拡散が比較的起こりづらいこと、また、農地からの著しい赤土等の流出量が著しいことが推定されており(「2.3陸域情報」参照)、継続的に赤土等が堆積しているものと考えられる。

11) 阿嘉島海域

阿嘉島海域は当初から、赤土等の堆積のない対照海域としてモニタリング調査が継続されてきた。経年結果においても、ほぼSPSSランク4であり、清浄な状態を保っている。