

第1章 業務概要

1.1 業務の目的

本業務は、『エコアイランド宮古島推進計画』に明記されている「美しい海の保全」の取組みの一環として、赤土等流出防止対策など与那覇湾の環境改善に係る調査を実施していくものであり、赤土等流出が大きいと考えられる流域を優先して、今後進められていくグリーンベルトなどの営農対策等の効果検証および与那覇湾へ流入する河川水路等の影響把握を目的とするものである。

1.2 業務情報

- (1) 業 務 名 : 令和2年度 赤土等流出モニタリング調査業務
- (2) 位 置 : 宮古島市 与那覇湾沿岸部海域および周辺 (図 1.3.1)
- (3) 履 行 期 間 : 令和2年4月23日～令和3年3月31日

1.3 業務位置

当該業務の業務位置を図 1.3.1 に示す。

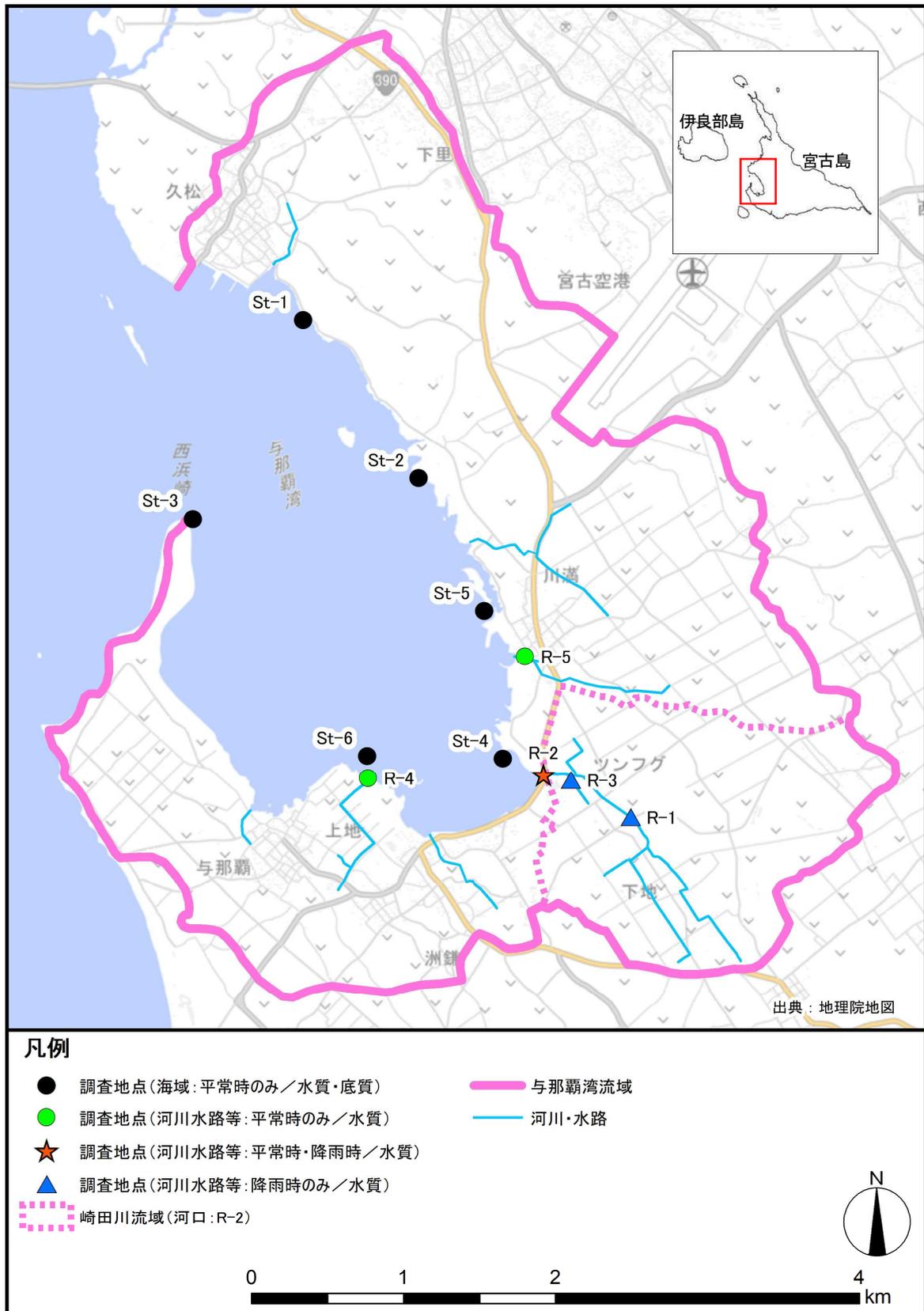


図 1.3.1 業務位置 (海域 (水質・底質)、河川 (水質))

1.4 業務フロー

当該業務フローを図 1.4.1 に示す。

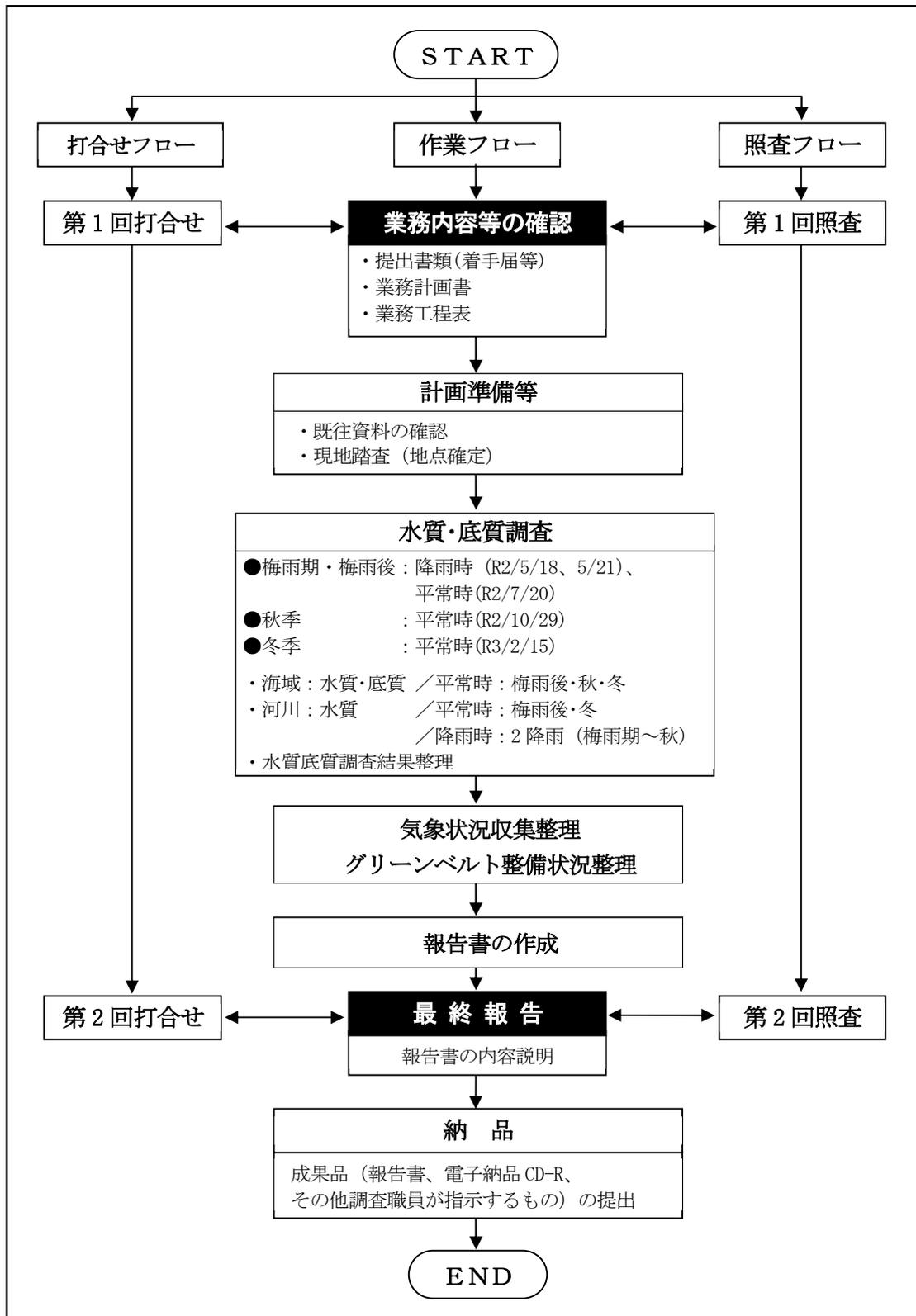


図 1.4.1 業務フロー

注1. 照査は受注者が社内で自主的に実施。

1.5 業務内容

1.5.1 水質・底質調査（海域・河川）

(1) 調査方法

調査地点および調査時期を表 1.5.1 に示す。

平常状況の把握のため、海域の水質底質、河川水質の平常時調査および、陸域からの赤土等流出の把握などのための降雨増水時の調査を実施した。

表 1.5.1 調査地点および調査時期

調査位置	地点数	調査時期		備考
海域	6 地点 (St. 1~6)	【平常時】 ★梅雨後 (梅雨後・台風期前) 令和 2 年 7 月 20 日 ★秋季 (台風期後) 令和 2 年 10 月 29 日 ★冬季 (冬季季節風時) 令和 3 年 2 月 15 日	●梅雨後・秋・冬に各 1 回 : 計 3 回 (3 季×1 回=3 回) ◇水質・底質	図 1.3.1 調査地点については、発注者と協議のうえ採取地点を確定した。
河川 水路等	3 地点 (崎田川) (R-2, 4, 5)	★冬季 (冬季季節風時) 令和 3 年 2 月 15 日	●梅雨後・冬に各 1 回 : 計 2 回 (2 季×1 回=2 回) ◇水質 ◇水位計測	図 1.3.1 農地等の排水系統図や流域図、現地踏査を踏まえ、発注者と協議のうえ地点を確定した。
	3 地点 (崎田川) (R-1, 2, 3)	【降雨時】 ★梅雨期・梅雨後～秋季 令和 2 年 5 月 18 日 令和 2 年 5 月 21 日	●梅雨期に 2 回 (2 降雨×1 回=2 回) ◇水質 ◇水位計測・流速測定	

注) 平常時の調査時期は、「沖縄県赤土等流出防止対策基本計画(平成 25 年 9 月/沖縄県)」と同時期としている。

【試料採取・計測】

平常時：海域 (St. 1~6)・河川水路等 (R-2、R-4、R-5 ※河川水路等の河口付近)

- ① 天候の安定している日の干潮時に実施した。
- ② 試料採取とともに外観等を観測した。
- ③ 河川水路等の水位計測は、既設構造物から水面までの距離を測定し、水位換算する方法とした。
- ④ 河川水路等(河口)は、潮位 90cm 以下(気象庁 HP)を目安に実施した。

降雨時：河川水路等 (R-1、R-2、R-3 ※崎田川及び周辺水路)

- ① 降雨増水時に実施。
- ② 調査は、梅雨期(5 月)の 2 降雨で実施した。
(台風は危険が伴うほか、強風による水位・流速測定への影響が大きくなるなど、梅雨期以降は、調査可能な降雨の機会が減少するため)
- ③ 試料採取とともに外観等を観測した。
- ④ 水位計測は、既設構造物から水面までの距離を測定し、水位換算する方法とした。
- ⑤ 流速測定は、流水に浮かべた浮子が任意区間長を通過する時間を計測し、決められた係数を乗じてその流水の流速とする方法(浮子法)とした。
- ⑥ 水面や濁質濃度が不安定な降雨初期は避け、なるべく水位ピーク以降に実施した。
- ⑦ 河川(河口)は、潮位 90cm 以下(気象庁 HP)を目安に実施した。

【調査実施者】

- 発注者・受注者同行：平常時 1 回 (梅雨後：海域・河川水路等)
- 発注者で実施：平常時 2 回 (秋季・冬季：海域・河川水路等)
- 受注者で実施：2 降雨(2 回) (梅雨期：河川水路等)

(2) 調査項目および分析方法

調査項目および検体数、水質項目分析方法、底質項目分析方法を表 1.5.2~4 に示す。
調査、分析方法は、JIS 等の公定法に則り実施した。

表 1.5.2 調査項目および検体数

場所	時期	項目	現地・室内	項目	検体数
海域	平常時	水質	現地観測	水深、透明度、水色、気温、水温、臭気	18
			室内分析	pH、COD、SS、全窒素、全磷、塩分	18
		底質	現地観測	臭気、外観、性状	18
			室内分析	SPSS、COD、硫化物	18
河川	平常時	水質	現地観測	水位、透視度、水色、気温、水温	6
			室内分析	pH、COD、SS、全窒素、全磷、BOD、 糞便性大腸菌群数	6
	降雨時	水質	現地観測	水位、透視度、水色、気温、水温、流量	6
			室内分析	pH、COD、SS、全窒素、全磷、BOD	6

表 1.5.3 水質項目分析方法

項目	分析方法
水深・水位	メジャー、コンベックス等による測定
透視度	透視度計による測定
透明度	透明度板による測定
水温	棒状温度計による測定
気温	棒状温度計による測定
色相	目視観察
pH	環告第 59 号*1 JIS K 0102-12.1
COD	環告第 59 号 JIS K 0102-17
BOD	環告第 59 号 JIS K 0102-21
SS	環告第 59 号 付表 9
全窒素	環告第 59 号 JIS K 0102-45.6
全磷	環告第 59 号 JIS K 0102-46.3.4
塩分	塩素イオン濃度値より換算
糞便性大腸菌群数	河川水質試験方法(案) 59.2

注：「環告第 59 号」とは、「水質汚濁に係る環境基準について」環境庁告示第 59 号（昭和 46 年）を示す。

表 1.5.4 底質項目分析方法

項目	分析方法
外観	目視確認
SPSS	沖縄県衛生環境研究所報 第 37 号 P.99-104
COD	底質調査方法 II 4.7
硫化物	底質調査方法 II 4.6

1.5.2 気象状況収集整理

宮古島気象台の降雨量データおよび台風の接近数等の情報を収集・整理した。

1.5.3 グリーンベルト整備状況の整理

発注者より提供されるグリーンベルトの整備状況について整理した。

1.5.4 調査結果の整理

調査結果は、グリーンベルト整備による調査海域への影響等について、地点間の比較、気象およびグリーンベルト整備状況等について整理した。

第2章 水質・底質調査

2.1 海域水質調査（平常時）

2.1.1 海域水質基準等

生活環境の保全に関する環境基準（海域）を表2.1.1に示す。

与那覇湾は環境基準の水域類型は指定されていないが、与那覇湾の北側近傍に位置する平良港海域は環境基準A類型（生活環境の保全に関する環境基準（海域））に指定されている。本業務では、これを参考として、環境基準に該当する項目を基準値と比較した。

表2.1.1 生活環境の保全に関する環境基準（海域）

項目 類型	利用目的の 適応性	基準値					該当水域								
		水素イオン 濃度 (pH)	化学的酸素 要求量 (COD)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	n-ヘキサン 抽出物質 (油分等)									
A	水産1級 水浴 自然環境保全及び B以下の欄に掲げ るもの	7.8以上 8.3以下	2 mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN/ 100mL以下	検出されな いこと。	第1の2の(2) により水域類 型ごとに指定 する水域								
B	水産2級 工業用水 及びCの欄に掲げ るもの	7.8以上 8.3以下	3 mg/L 以下	5 mg/L 以上	-	検出されな いこと。									
C	環境保全	7.0以上 8.3以下	8 mg/L 以下	2 mg/L 以上	-	-									
[備考] 与那覇湾は、環境基準の水域類型は指定されていないが、 与那覇湾の北に位置する平良港海域は環境基準A類型に 指定されている。参考として平良港海域の「環境基準 類型指定の状況」を右図に示す。					<table border="1"> <thead> <tr> <th>海域№</th> <th>水域名</th> <th>類型</th> <th>指定年月日</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>平良港海域</td> <td>A</td> <td>S52.4.25</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">環境基準類型指定の状況 (※沖縄県ホームページより引用)</p>			海域№	水域名	類型	指定年月日	6	平良港海域	A	S52.4.25
海域№	水域名	類型	指定年月日												
6	平良港海域	A	S52.4.25												
項目 類型	利用目的の適応性	基準値		該当水域											
		全窒素	全磷												
I	自然環境保全及びII以下の 欄に掲げるもの（水産2種 及び3種を除く。）	0.2mg/L 以下	0.02mg/L 以下	第1の2の (2)により水 域類型ごと に指定する 水域											
II	水産1種 水浴及びIII以下の欄に掲げ るもの（水産2種及び3種 を除く。）	0.3mg/L 以下	0.03mg/L 以下												
III	水産2種及びIVの欄に掲げ るもの（水産3種を除 く。）	0.6mg/L 以下	0.05mg/L 以下												
IV	水産3種 工業用水 生物生息環境保全	1 mg/L 以下	0.09mg/L 以下												

2.1.2 海域水質調査結果(平常時)

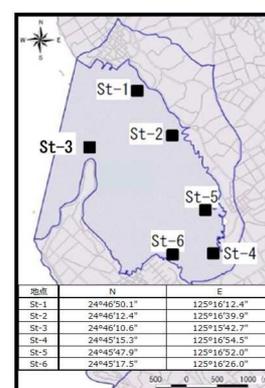
今年度の海域水質調査結果を表 2.1.2 に示す。

平常時の調査(採水)は、雨天時を避け、水質が比較的安定していると思われる大潮期の干潮となる時間帯に行った。

今年度は、梅雨後(令和2年7月20日)、秋季(令和2年10月29日)、冬季(令和3年2月15日)の計3回、調査を実施した。

表 2.1.2 水質調査結果

調査時期	項目	単位	St-1	St-2	St-3	St-4	St-5	St-6	
梅雨後 (R2.7.20)	現地観測	水深	m	0.67	0.50	0.95	0.41	0.39	0.14
		透明度	m	着底	着底	着底	0.20	着底	着底
		水色	-	6	6	5	15	5	12
		気温	℃	30.0	30.5	31.0	31.5	31.5	32.5
		水温	℃	29.5	30.5	35.5	34.8	32.5	35.2
	室内分析	pH	-	8.0(23.6℃)	8.1(23.5℃)	8.3(24.1℃)	8.1(24.1℃)	8.2(23.5℃)	8.2(23.7℃)
		COD	mg/L	1.2	1.3	1.5	2.6	1.8	2.0
		SS	mg/L	2.9	6.0	<0.5	47	7.4	11
		全窒素	mg/L	0.66	1.12	0.29	1.95	0.39	0.40
		全燐	mg/L	0.010	0.007	0.006	0.018	0.004	0.010
塩分	‰	30.5	27.3	31.8	22.2	31.5	31.0		
秋季 (R2.10.29)	現地観測	水深	m	0.80	0.70	0.70	0.70	0.80	0.50
		透明度	-	着底	着底	着底	0.50	着底	着底
		水色	-	10	10	7	16	12	12
		気温	℃	欠測	27.0	欠測	欠測	欠測	欠測
		水温	℃	欠測	25.5	欠測	欠測	欠測	欠測
	室内分析	pH	-	8.1(23.4℃)	8.1(21.1℃)	8.3(21.2℃)	8.3(20.9℃)	8.3(20.9℃)	8.3(21.3℃)
		COD	mg/L	1.0	1.3	1.2	1.6	1.5	1.9
		SS	mg/L	1.3	2.7	0.5	16	4.5	19
		全窒素	mg/L	0.65	0.30	0.24	0.48	0.41	0.33
		全燐	mg/L	0.008	0.008	0.007	0.010	0.008	0.009
塩分	‰	32.9	33.4	32.6	31.3	31.6	31.2		
冬季 (R3.2.15)	現地観測	水深	m	0.65	0.45	0.60	0.40	0.55	0.35
		透明度	-	着底	着底	着底	0.30	着底	着底
		水色	-	7	7	6	14	7	13
		気温	℃	21.0	21.5	22.5	20.0	21.0	20.5
		水温	℃	23.5	23.5	22.0	23.5	22.5	22.5
	室内分析	pH	-	8.2(18.1℃)	8.2(18.3℃)	8.3(18.3℃)	8.3(17.6℃)	8.2(17.0℃)	8.3(17.7℃)
		COD	mg/L	1.1	1.1	1.2	2.0	1.2	1.6
		SS	mg/L	1.2	3.3	1.4	20	6.7	15
		全窒素	mg/L	0.15	0.29	0.19	0.40	0.39	0.28
		全燐	mg/L	0.004	0.006	0.006	0.010	0.006	0.008
塩分	‰	28.8	33.0	33.1	20.9	29.8	27.9		



(1) pH

- pHは、一般に海水では8.1~8.2を示し、湧水・地下水などの陸水は、石灰岩地域である宮古島で、一般に7.0~8.0の中性~弱アルカリ性を示す。
- 各地点の傾向をみてみると、全地点において8.0~8.3の範囲内となっており、過年度調査と比較してほぼ安定した傾向がみられる。
- 環境基準との比較では、今年度は、環境基準A類型（7.8~8.3）相当であった。



図 2.1.1 pHの測定結果の推移

(2) COD

- 全体的な傾向として、今年度は、梅雨後（7月）に各地点ともに最も高い値となっている。今年度の梅雨後調査では、調査日の直近3日以内に70mm以上の降雨があったことから、陸域から流出した有機物が影響していると考えられる。
- 特に湾奥部の St. 4 は、梅雨後の値が他地点より高く、陸域からの有機物の影響が、他地点より大きいと考えられる。
- また、滞筋から離れており海水交換が滞りやすい湾奥部の St. 6 も梅雨後に高い値となっている。St. 6 においては農地の他、生活排水等の影響の可能性も考えられる。
- 湾内東側の滞筋沿いの St. 1、St. 2 は、他地点より若干低めの傾向がみられる。
- 環境基準との比較では、梅雨後の St. 4 で環境基準 A 類型（2.0mg/L 以下）を超過し、B 類型（3.0mg/L 以下）相当であった。それ以外の地点、時期において環境基準 A 類型を満足していた。



図 2.1.2 CODの測定結果の推移

(3) SS

- 各地点の傾向をみてみると、梅雨後のSt. 4が他の地点より特に高い。St. 4に近い崎田川の左岸流域では、前年度より土地改良の圃場整備が実施中であり、流末には沈砂池もあわせて整備されているものの、裸地が広がっている状況である。このことから、梅雨後調査の直前の大雨で崎田川から相応の赤土等が流出し、影響している可能性が考えられる。
- また、St. 6も他地点と比較すると高めの傾向にある。当該地点は与那覇湾の滯筋からも距離があり、特に海水交換がされにくく、淀みやすい地点といえる。

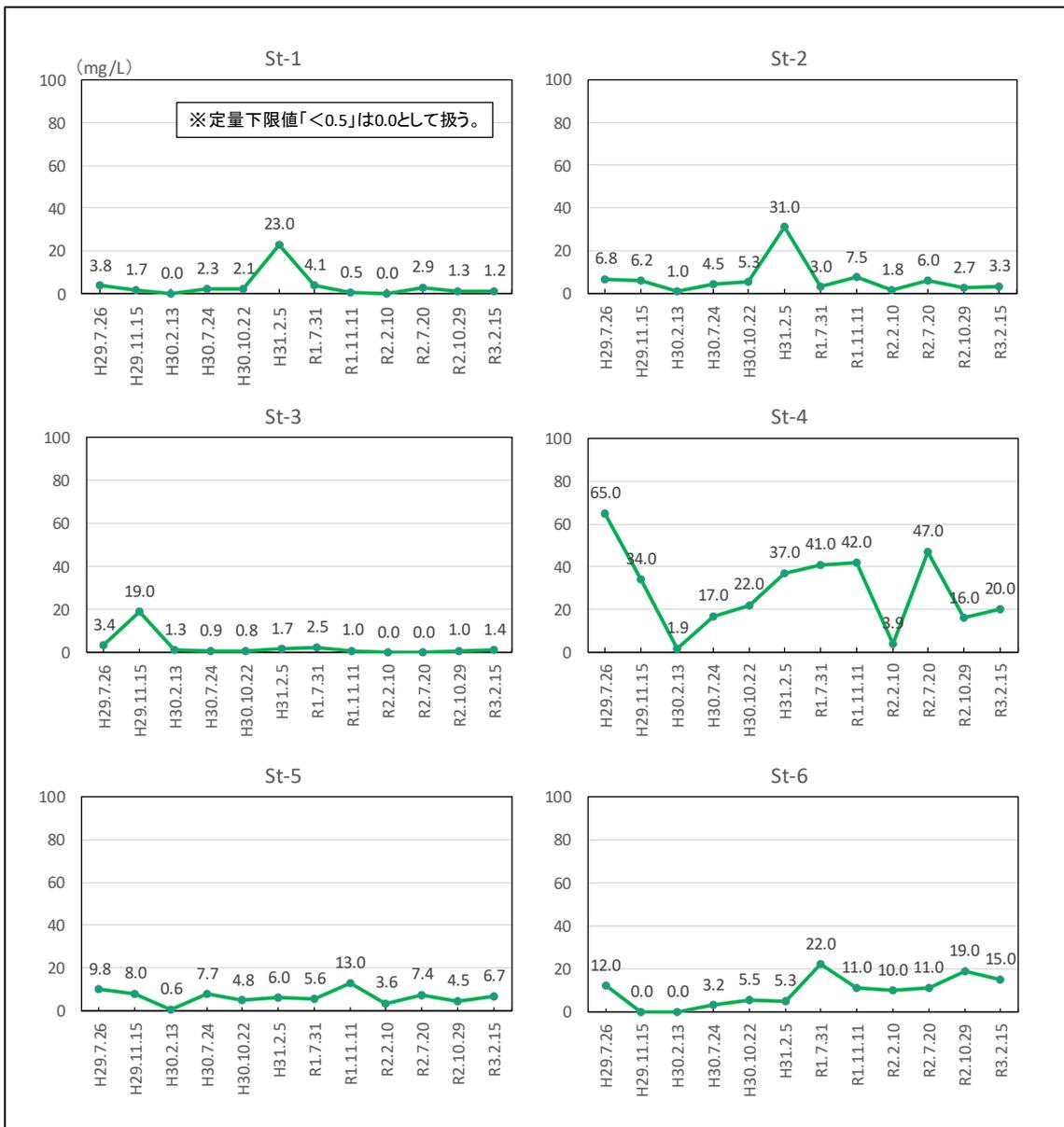


図 2.1.3 SSの測定結果の推移

(4) 全窒素

- 各地点の傾向をみてみると、今年度は、St. 2 と St. 4 の梅雨後の値が他の地点より高く、特に St. 4 は顕著である。前述のように調査日の直近 3 日以内に 70mm 以上の大雨が降っており、塩分濃度 (2.1.6 章) が低下していることから、陸域からの表面流や地下水の流量増加に伴う溶存態窒素の流出の可能性が考えられる。
- また、冬季に全地点で全窒素が低下していた。後述する塩分濃度が St. 3 以外で低くなっており、調査時点において、製糖工場からの温排水が相当量あったことが確認されていることから、希釈効果などの当該工場排水の影響が示唆される。
- 環境基準との比較では、梅雨後に St. 2 と St. 4 で環境基準Ⅳ類型 (1.0mg/L 以下) を超過がみられた。それ以外の地点については環境基準Ⅱ類型 (0.3mg/L 以下) ~Ⅲ類型 (0.6mg/L 以下) 相当であった。

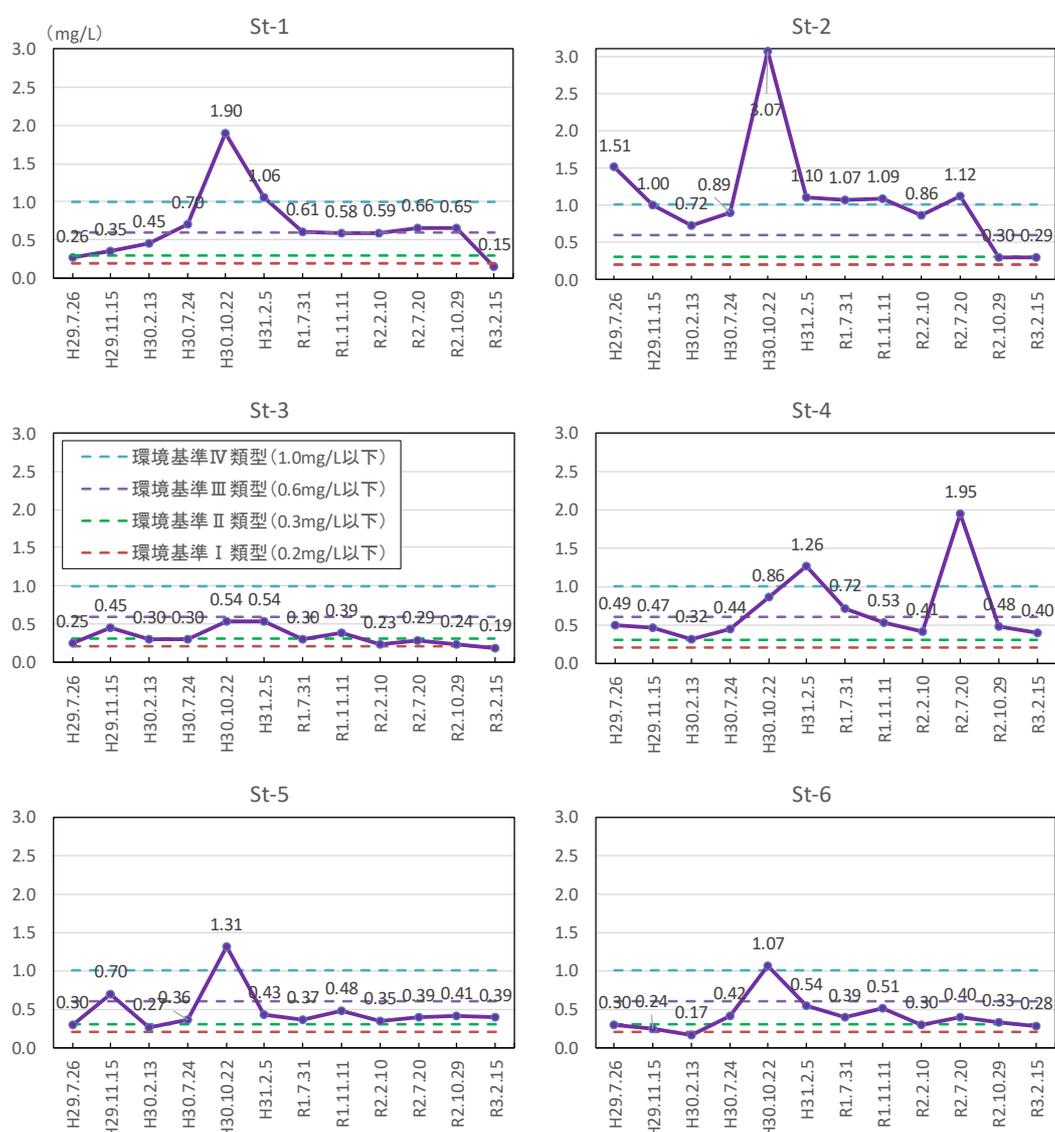


図 2.1.4 全窒素の測定結果の推移

(5) 全燐

- 今年度は、多少の変動はみられるものの、全体的に低い値で推移している。
- St. 4 では梅雨後に若干高くなっており、前述のSS濃度が高い値となっていることから、表面流の浮遊濁質成分への吸着分が若干影響していると考えられる。
- 今年度の冬季に若干全燐が低下している。全窒素と同様、製糖工場からの処理水の温排水の影響が示唆される。
- 環境基準との比較では、St. 2 以外の地点は総じて、環境基準Ⅰ類型（0.02mg/L以下）を満足する値であったが、St. 2 については、秋季に環境基準Ⅱ類型（0.03mg/L以下）程度の値を示した。



図 2.1.5 全燐の測定結果の推移

(6) 塩分

- 宮古島外洋の塩分濃度はおおむね 34.0～34.8 %とされており、各地点とも全季を通じて外洋より塩分濃度は低い傾向にある。
- 今年度は、梅雨後に St. 2 と St. 4、特に St. 4 で塩分濃度が低くなっている。梅雨後調査の数日前に 70mm 以上の大雨が降り、表面流や地下水の増加の影響と考えられる。
- また、冬季に St. 3 以外で低くなっている。冬季は降雨量が少なく、調査時点において、製糖工場からの温排水が相当量あったことが確認されていることから、希釈効果などの当該工場排水の影響が広域に及んでいることが示唆される。
- また、降雨が少なかった前年度の冬季は高い値となっている。当該調査時点においては、製糖工場からの排水が少なく、少雨により地下湧水量も減少していたことが示唆される。



図 2.1.6 塩分の測定結果の推移

2.2 海域底質調査（平常時）

2.2.1 海域底質基準等

SPSS ランクと対応する底質状況その他参考事項および底質に係る水産用水基準を図2.2.1、表2.2.1に示す。

本業務における分析対象項目において、底質の環境基準は定められていないが、海底（川底）に堆積した赤土等の濃度を測る指標として、SPSS（海域底質中懸濁物質含量）簡易測定法およびランク評価が用いられている。

また、水産用水基準は、法的な基準ではないが、水生生物の生息環境として維持することがのぞましい基準として設定されたものであることから、水生生物保護のための基準といえる。

本業務では、SPSS ランクによる評価および参考としての水産用水基準における底質の基準値との比較を行った。

SPSS kg/m ³			底質状況その他参考事項
下 限	ランク	上 限	
	1	<0.4	水中で砂をかき混ぜてもほとんど濁らない。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
0.4 ≤	2	< 1	水中で砂をかき混ぜても懸濁物質の舞い上がりを確認しにくい。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
1 ≤	3	< 5	水中で砂をかき混ぜると懸濁物質の舞い上がりが確認できる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。
5 ≤	4	< 10	見た目ではわからないが、水中で砂をかき混ぜると懸濁物質で海が濁る。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。透明度良好。
10 ≤	5a	< 30	注意して見ると、底質表層に懸濁物質の存在がわかる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系のSPSS上限ランク。
30 ≤	5b	< 50	底質表層にホコリ状の懸濁物質がかぶさる。 透明度が悪くなりサンゴ被度に悪影響が開始する。
50 ≤	6	<200	一見して赤土等の堆積がわかる。底質攪拌で赤土等が色濃く懸濁。 ランク6以上は、明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断。
200 ≤	7	<400	干潟では靴底の模様がかっきり。赤土等の堆積が著しいがまだ砂を確認できる。 樹枝状ミドリイシ類の大きな群体は見られず、塊状サンゴの出現割合増加。
400 ≤	8		立つと足がめり込む。見た目は泥そのもので砂を確認できない。 赤土汚染耐性のある塊状サンゴが砂漠のサボテンのように点在。

図 2.2.1 SPSS ランクと対応する底質状況その他参考事項

出典：沖縄県ホームページより

表 2.2.1 底質に関わる水産用水基準

項目	基準値
COD	20 mg/g 乾泥以下
硫化物	0.2 mg/g 乾泥以下
ノルマルヘキサン抽出物	0.1 %以下
微細な懸濁物が岩面、礫または砂利などに付着し、種苗の着生、発生あるいはその発育を妨げないこと	
溶出試験（環告 14 号）により得られた検液の有害物質が水産用水基準の基準値の 10 倍を下回ること	

出典：水産用水基準 第8版（2018年版）（公社）日本水産資源保護協会

2.2.2 海域底質調査結果(平常時)

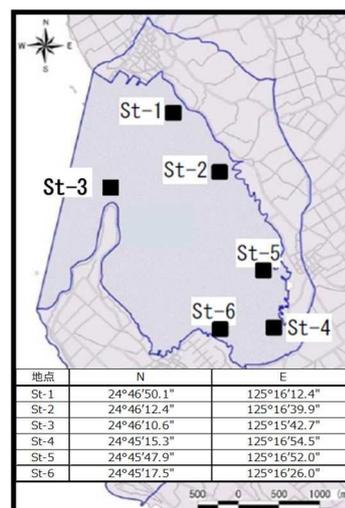
今年度の海域底質調査結果を表 2.2.2 に示す。

平常時の調査(採泥)は、雨天時を避け、水質が比較的安定していると思われる大潮期の干潮となる時間帯に、水質調査(採水)とあわせて行った。

今年度は、梅雨後(令和2年7月20日)、秋季(令和2年10月29日)、冬季(令和3年2月15日)の計3回、調査を実施した。

表 2.2.2 底質調査結果

調査時期	項目	単位	St-1	St-2	St-3	St-4	St-5	St-6	
梅雨後 (R2.7.20)	現地 観測	臭気	-	磯臭	磯臭	弱硫化物臭	磯臭	弱硫化物臭	磯臭
		外観	-	10YR 7/4 (にぶい黄橙)	10YR 7/4 (にぶい黄橙)	10YR 7/3 (にぶい黄橙)	5Y 5/2 (灰オリーブ)	7.5Y 5/2 (灰オリーブ)	5Y 5/2 (灰オリーブ)
		性状	-	砂	砂・シルト	砂	シルト・粘土	砂・シルト	シルト・粘土
	室内 分析	SPSS	kg/m ³	90	300	10	760	420	290
		COD	mgO/g乾	2.4	2.4	0.9	7.9	2.8	2.3
		硫化物	mgO/g乾	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.06	0.03
秋季 (R2.10.29)	現地 観測	臭気	-	磯臭	磯臭	磯臭	弱硫化物臭	弱硫化物臭	磯臭
		外観	-	10YR 6/4 (にぶい黄橙)	2.5Y 6/4 (にぶい黄)	2.5Y 7/4 (浅黄)	5Y 5/3 (灰オリーブ)	5Y 6/3 (オリーブ黄)	5Y 5/2 (灰オリーブ)
		性状	-	砂	砂・シルト	砂	シルト・粘土	砂・シルト	砂・シルト
	室内 分析	SPSS	kg/m ³	35	260	12	870	280	260
		COD	mgO/g乾	2.0	2.3	1.3	6.9	2.7	3.5
		硫化物	mgO/g乾	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02
冬季 (R3.2.15)	現地 観測	臭気	-	磯臭	磯臭	磯臭	弱硫化物臭	磯臭	磯臭
		外観	-	10YR 7/3 にぶい黄橙	10YR 7/3 にぶい黄橙	2.5Y 7/3 浅黄	5Y 5/3 灰オリーブ	7.5Y 5/3 灰オリーブ	5Y 5/2 灰オリーブ
		性状	-	砂	砂・シルト	砂	シルト・粘土	砂・シルト	砂・シルト
	室内 分析	SPSS	kg/m ³	54	220	11	890	420	170
		COD	mgO/g乾	2.2	2.7	1.0	5.2	4.6	3.2
		硫化物	mgO/g乾	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01



(1) SPSS (底質)

- 全体的に、湾口の St.1 と St.3 以外は、総じて SPSS (底質中懸濁物質含量) は高い。
- 特に湾奥部で崎田川河口付近の St.4 は顕著に高く、全季通じて SPSS ランク 8 (400kg/m³≦) を大きく超過している。
- St.2、St.5、St.6 は全季通じて SPSS ランク 8 もしくは 7 (200≦SPSS≦400kg/m³) である。
- 沖縄県によれば、ランク 6 の説明で「一見して赤土等の堆積がわかる。(中略) ランク 6 以上の場合は、明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断している」とされている。
- 全体的に、前年度と比較すると改善傾向がみられる。令和 2 年 8 月には 4 つの台風が接近するなど、流出・堆積した赤土等の攪拌・移動が推察される。

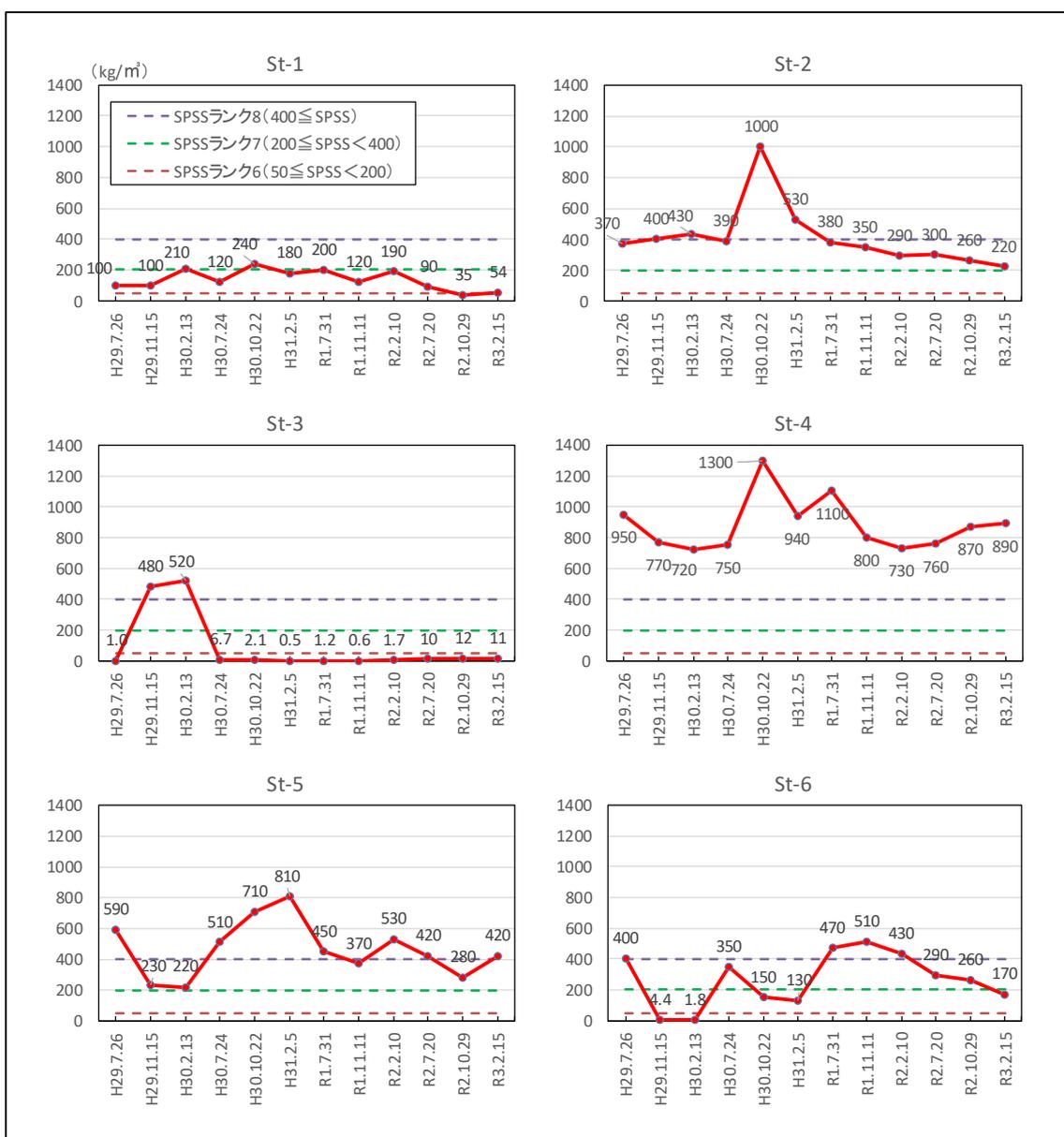


図 2.2.2 SPSS の測定結果の推移

(2) COD (底質)

- 全体的な傾向として、湾奥部で崎田川河口付近の St. 4 が特に高く、次いで滯筋から遠い St. 6、滯筋沿いの St. 5、St. 2 と湾奥の地点で COD が高い。この傾向は、SPSS が高い地点、すなわち泥土の堆積が多い地点とほぼ一致している。
- St. 6 では、調査開始以降から全体的に増加傾向にある。当該地点は与那覇湾の滯筋からも距離があり、特に海水交換がされにくく淀みやすい。また、集落が近く、生活排水の影響も受けやすいなどの条件が影響していることが考えられる。
- 水産用水基準との比較では、全地点において基準値 (COD : 20mg/g 乾泥以下) を下回っていた。
- しかしながら、St. 4 や St. 5、St. 6 では、SPSS (泥土) や COD (有機物) の値はそれぞれ高く、硫化物も検出されるなど多少腐泥化している状況にある。今後、底質の汚染が進むことにより、COD の値が大きくなり、貧酸素状態になると黒色を呈し、硫化水素による悪臭が発生するおそれがある。



図 2.2.3 COD (底質) の測定結果の推移

(3) 硫化物（底質）

- 全体的な傾向として、変動はあるものの湾奥部の St. 4～St. 6 で硫化物が検出されている。湾口部の地点と比べると多少の腐泥化がみられる。
- 水産用水基準との比較では、全地点で基準値（0.2mg/g 乾泥以下）を満足している。
- しかしながら、St. 4 や St. 5、St. 6 では、SPSS（泥土）や COD（有機物）の値はそれぞれ高く、今後、底質の汚染が進むことにより、貧酸素状態になると黒色を呈した還元層の形成や、硫化水素による悪臭が発生するおそれがある。

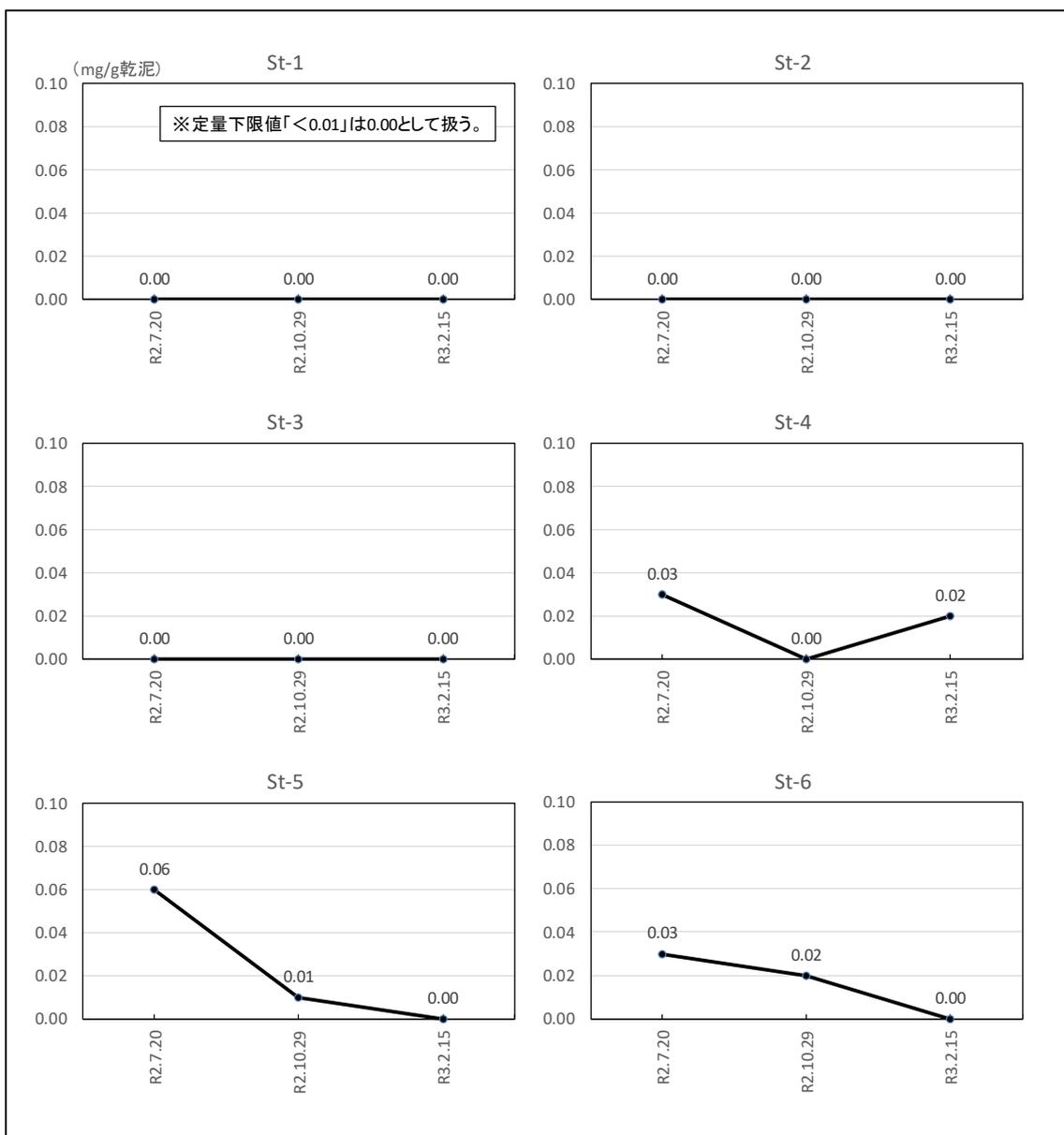


図 2.2.4 硫化物（底質）の測定結果の推移

2.3 河川水質調査（平常時）

2.3.1 河川水質基準等

生活環境の保全に関する環境基準（河川）、水浴場の水質判定基準、「人と河川の豊かなふれあいの確保」に関する評価レベル(案)および河川水質調査結果（平常時）のグラフを表2.3.1～3に示す。

崎田川ほか与那覇湾に流入する河川水路等は、環境基準の水域類型に指定はされていないが、本業務では、参考として表2.3.1～3に示す環境基準や判定基準に該当する項目について基準値と比較することとした。

表 2.3.1 生活環境の保全に関する環境基準(河川)

類 型	AA	A	B	C	D	E
水素イオン濃度	6.5～8.5				6.0～8.5	
生物化学的酸素要求量(mg/L)	1以下	2以下	3以下	5以下	8以下	10以下
浮遊物質量(mg/L)	25以下			50以下	100以下	ごみ等の浮遊ナシ
溶存酸素量(mg/L)	7.5以上		5以上		2以上	
大腸菌群数(MPN/100mL)	50以下	1000以下	5000以下	—		

表 2.3.2 水浴場の水質判定基準（環境省）

項目		ふん便性大腸菌群数	油膜の有無	COD	透明度
適	水質AA	不検出 (検出限界2個/100ml)	油膜が認められない	2mg/L以下 (湖沼は3mg/L以下)	全透 (水深1m以上)
	水質A	100個/100ml以下	油膜が認められない	2mg/L以下 (湖沼は3mg/L以下)	全透 (水深1m以上)
可	水質B	400個/100ml以下	常時は油膜が認められない	5mg/L以下	1m未満～ 50cm以上
	水質C	1,000個/100ml以下	常時は油膜が認められない	8mg/L以下	1m未満～ 50cm以上
不適		1,000個/100mlを 超えるもの	常時油膜が認められる	8mg/L超	50cm未満

表 2.3.3 「人と河川の豊かなふれあいの確保」に関する評価レベル(案) (国交省)

ランク	説明	ランクのイメージ	評価項目と評価レベル ^{※1)}					
			全国共通項目				地域特性項目	
			ゴミの量	透視度 (cm)	川底の感触 ^{※3), 4)}	水におい	糞便性 大腸菌群数 (個/100mL)	当該河川・地点の特性や地域住民のニーズに応じて独自に設定
A	顔を川の水につけやすい		川の中や水際にゴミは見あたらないまたは、ゴミはあるが全く気にならない	100以上 ^{※2)}	快適である	不快でない	100以下	・住民と共に独自に設定 ・文献等から設定
B	川の中に入って遊びやすい		川の中や水際にゴミは目につくが、我慢できる	70以上	不快感がない		1000以下	
C	川の中に入れないが、川に近づくことができる		川の中や水際にゴミがあつて不快である	30以上	不快である	水に鼻を近づけると不快な臭いを感じる	1000を超えるもの	
D	川の水に魅力がなく、川に近づきにくい		川の中や水際にゴミがあつてとても不快である	30未満		水に鼻を近づけるととても不快な臭いを感じる		

※1) 評価レベルについては、河川の状況や住民の感じ方によって異なるため、必要に応じて住民による感覚調査等を実施し、設定することとする。

※2) 実際には100cmを超える水質レベルを設定すべきであり、今後の測定方法の開発が望まれる。

※3) 川底の感触とは、河床の礫に付着した有機物や藻類によるヌルヌル感を対象とする。そのため、川底の感触は、ダム貯水池、湖沼、堰の湛水域には適用しない。

※4) 感触の「不快感」については、各々以下のイメージである

A: 素足で入りたいと感じる B: 履物があれば入りたいと感じる C: 履物をはいても入りたくない

2.3.2 河川水質調査結果(平常時)

今年度の河川水質調査結果および各項目の調査結果グラフを表2.3.4、図2.3.1に示す。

平常時調査は海域調査の梅雨後（令和2年7月20日）及び冬季（令和2年2月10日）と同日に実施した。

(1) pH

- pHは、一般に海水では8.1～8.2を示し、湧水・地下水などの陸水は、石灰岩地域である宮古島で、一般に7.0～8.0の中性～弱アルカリ性を示す。
- 全体的な傾向として、池原排水路（R-4）の冬季調査以外は7.3～7.5の範囲内となっている、池原排水路（R-4）の冬季調査は海水の影響が考えられる。
- 環境基準との比較では、今年度の調査は環境基準AA類型（6.5～8.5）相当であった。

(2) 化学的酸素要求量（COD）

- 今年度の梅雨後は、崎田川（R-2）が池原排水路（R-4）、川満ウプカー（R-5）の2地点より低い傾向がみられる。
- 崎田川（R-2）では、前年度の秋季（R1年11月）が特に高く、その後、低下している。河口に近い海域 St.4 でも当該調査で高い値を示しており、崎田川からの有機物負荷の流出があったものと思われる。
- また、崎田川（R-2）では今年度の冬季（2月）でも高くなっている。サトウキビの収穫時期に伴う、製糖工場からの温排水が影響している可能性が考えられる。
- なお、CODは、海域や湖沼で主に使用される有機物汚濁の指標である。関連業務の海域モニタリングとの比較にも使用されている。

(3) 浮遊物質（SS）

- 梅雨後は、川満ウプカー（R-5）が高くなっている。調査前の雨の影響と思われるほか、当該地点は他の2地点と異なり、マングローブ林由来の泥質によるものと考えられる。
- 一方、冬季では、製糖工場の温排水が流入する崎田川（R-2）も含め、全地点で比較的低い結果となっている。

(4) 全窒素（T-N）

- 崎田川（R-2）では、冬季に値が下がる傾向が顕著である。前述のように当該調査の時期は、製糖工場からの温排水が確認されており、窒素成分の低下は当該排水による希釈効果による可能性が考えられる。
- 崎田川（R-2）の前年度の秋季や今年度の梅雨後の高い値は、全燐が経年的に低いことから、堆肥や肥料成分、畜舎排水の影響以外に、湧水（地下水）の影響も表れていると考えられる。川満ウプカー（R-5）でも同様に、総じて窒素が高く、全燐が低いことから湧水（地下水）影響が表れているといえる。

(5) 全燐 (T-P)

- 池原排水路 (R-4) で、他の2地点より高い傾向が顕著である。当該地点の直上流は沈砂池で、さらに上流の水路まで感潮区間でもあり、流れが非常に緩やかである。一見して水路の底泥が黒色を呈し、特に気温が高い季節において栄養塩の流入と富栄養化の現象が推察される。堆肥や肥料成分のほか、集落排水施設もあり、生活排水の影響も考えられる。
- 崎田川 (R-2) や川満ウプカー (R-5) では、総じて窒素が高く、全燐が低いことから湧水 (地下水) 影響が表れているといえる。

(6) 生物化学的酸素要求量 (BOD)

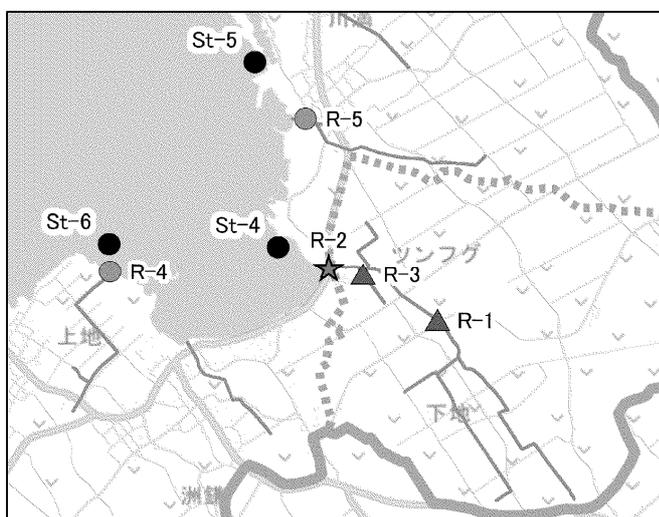
- 崎田川では、COD と同様の推移となっている。
- 環境基準との比較では、R-2 (河口) の平常時以外は A 類型 (2mg/L 以下) を満足していた。一方、R-2 については秋季 11 月の平常時で 15mg/L となっており、E 類型 (10mg/L 以下) を超過する結果となった。冬季 2 月では D 類型 (8mg/L 以下) を満足していた。

(7) 糞便性大腸菌群数

- 各地点とも検出されないか微量な検出となっており、生活排水や家畜し尿等の影響は低いといえる。しかしながら、崎田川上流域には畜舎等からの無処理のし尿排水も確認されており、また、上述のように池原排水路の生活排水路の影響も示唆されることから、今後の動向を注視する必要がある。

表 2.3.1 河川水質調査結果（平常時）

調査時期	項目		単位	R-2 (崎田川)	R-4 (池原排水路)	R-5 (川満ウブカー)
梅雨後 (R2.7.20)	現地 観測	水位	m	0.34	0.41	0.26
		透視度	m	>50	16.5	9.0
		水色	-	無色	淡黄緑	黄褐
		濁り	-	無	有	有
		気温	℃	30.0	31.2	31.0
		水温	℃	26.1	32.8	28.2
	室内 分析	pH	-	7.5(24.3℃)	7.5(24.4℃)	7.4(24.3℃)
		COD	mg/L	1.6	4.3	3.9
		SS	mg/L	4.3	21	96
		全窒素	mg/L	5.37	3.00	4.44
		全磷	mg/L	0.033	0.289	0.023
		BOD	mg/L	0.5	2.0	0.6
		糞便性大腸菌群数	個/100mL	4	0	2
冬季 (R3.2.15)	現地 観測	水位	m	0.32	0.45	0.19
		透視度	-	22.0	35.6	35.0
		水色	-	淡黄緑	淡黄緑	淡黄褐
		濁り	-	有	有	有
		気温	℃	21.0	22.0	20.5
		水温	℃	31.5	22.5	23.5
	室内 分析	pH	-	7.5(18.1℃)	8.0(18.0℃)	7.5(17.6℃)
		COD	mg/L	3.5	2.4	0.9
		SS	mg/L	1.9	7.7	9.4
		全窒素	mg/L	2.01	1.52	4.96
		全磷	mg/L	0.034	0.139	0.047
		BOD	mg/L	2.4	1.4	<0.5
		糞便性大腸菌群数	個/100mL	1	0	0



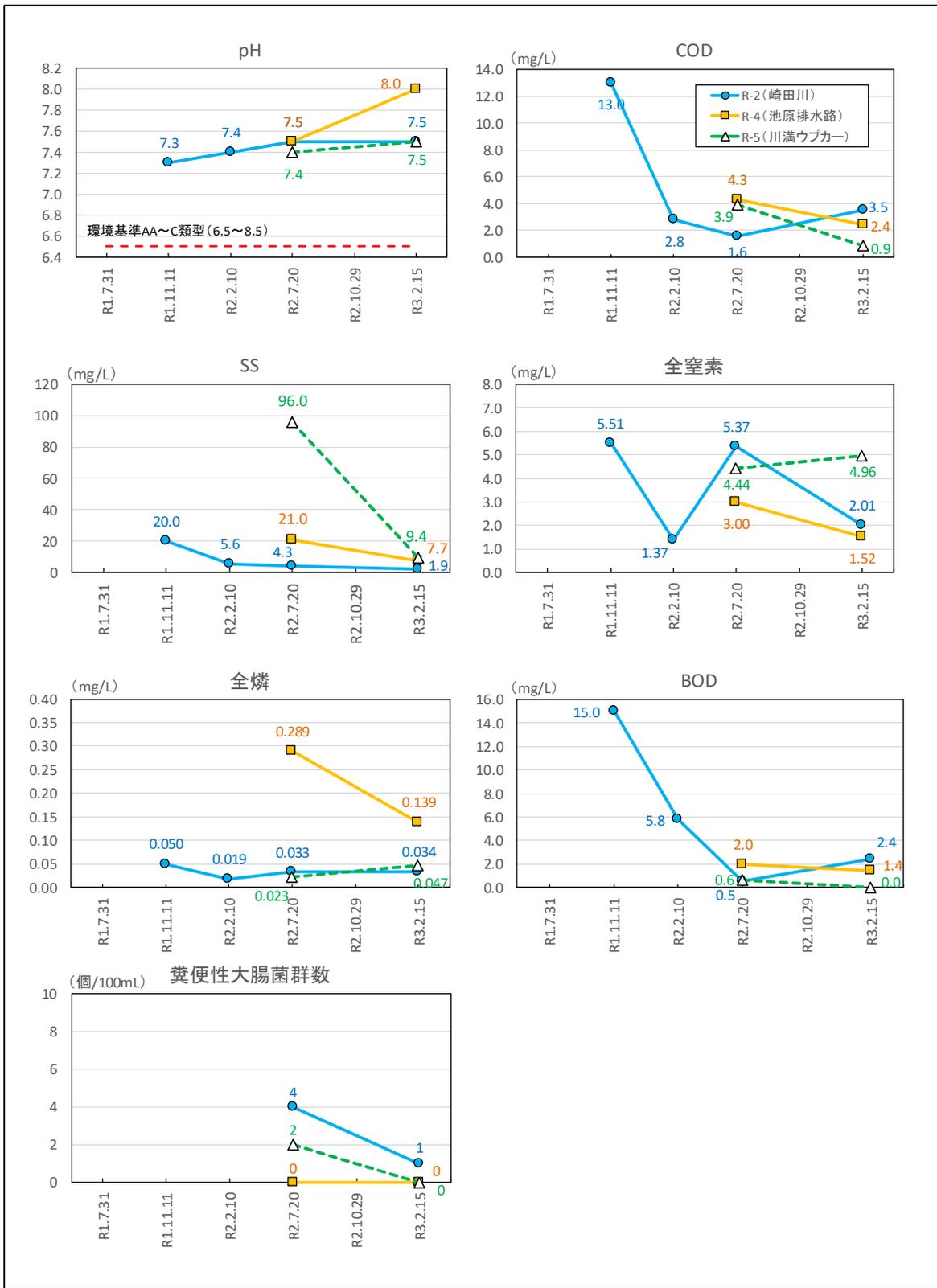


図 2.3.1 河川水質調査結果（平常時）

2.4 河川水質調査（降雨時）

2.4.1 水質調査（降雨時）

降雨時の河川水質調査結果およびそのグラフを表 2.4.1、図 2.4.1 に示す。

降雨時調査は、梅雨期の令和 2 年 5 月 18 日、5 月 21 日に、崎田川および流入水路で実施した。

なお、調査時期は、計画では梅雨期・夏季（6 月～9 月）の 2 降雨としていたが、台風の暴風時は避けるなども考慮しながら、調査可能と判断された降雨時に実施した。

(1) pH

- 全体的な傾向として、積算雨量が多いと値が上がるといった採水実施までの積算雨量に応じて推移しているが、全地点において 7.2～7.7 の範囲内となっており、過年度調査から継続して大きな変動はない。

(2) 化学的酸素要求量（COD）

- 崎田川上流の湧水付近（R-1）および河口（R-2）は、pH と同様に積算雨量に応じて推移している。一方、バガス置場下流（R-3）は先の 2 地点とは違う挙動を示しており、5/18 の雨より降雨規模が小さい 5/21 の雨のほうが、より多くの有機物および栄養塩が流出した可能性が考えられた。
- 後述の SS 濃度や全磷、BOD も同様と考えられる。

(3) 浮遊物質（SS）

- COD と同様の推移となっている。バガス置場（R-3）では 5/21 調査時に有機物由来の濁りが流出していたと考えられる。

(4) 全窒素（T-N）

- 全窒素では、全地点とも pH と同様に、積算雨量に応じた推移となっている。バガス置場下流（R-3）に関しては、5/21 調査時には、窒素のみが低い値となっている。このことから、窒素に関しては硝酸態窒素などの溶存態として、それまでの降雨による表面流や浸透流と共に流出していた可能性が考えられる。

(5) 全磷（T-P）

- COD や SS 濃度と同様の推移となっている。磷は土壌等に吸着・固定され、土壌流出とともに流出するものも多いが、バガス置場下流（R-3）においては、バガスから流出した汚濁物質に磷が吸着し一緒に流出した可能性が考えられる。

(6) 生物化学的酸素要求量（BOD）

- COD や SS 濃度、全磷と同様の推移となっている。同じ有機物の指標である COD と同様の状況と考えられる。

表 2.4.1 河川水質調査結果（降雨時）

調査時期	項目		単位	崎田川		
				R-1 (湧水付近)	R-2 (河口)	R-3 (バガス置場下流)
梅雨期 (R2.5.18)	現地 観測	水位	m	1.20	0.43	0.28
		透視度	m	4.0	2.0	3.5
		水色	-	浅黄色	浅黄色	にぶい黄色
		濁り	-	有	有	有
		気温	°C	28.0	28.0	28.0
		水温	°C	23.0	23.0	23.0
	室内 分析	pH	-	7.7(20.9°C)	7.6(20.7°C)	7.5(21.3°C)
		COD	mg/L	11	12	19
		SS	mg/L	66	61	96
		全窒素	mg/L	5.62	4.47	3.99
		全磷	mg/L	0.38	0.38	0.25
		BOD	mg/L	2.6	3.1	5.7
	流量 Q		m ³ /s	0.489	0.647	0.037
	積算雨量(6h無降雨)		mm	96.5		
	降雨係数		tf・m ² /ha・h	66.4		
梅雨期 (R2.5.21)	現地 観測	水位	m	1.10	0.43	0.50
		透視度	-	6.0	5.0	4.0
		水色	-	明黄褐色	明黄褐色	黄褐色
		濁り	-	有	有	有
		気温	°C	22.0	22.0	22.0
		水温	°C	23.0	23.0	24.0
	室内 分析	pH	-	7.4(21.4°C)	7.5(21.5°C)	7.2(21.5°C)
		COD	mg/L	9.2	9.9	30
		SS	mg/L	42	38	110
		全窒素	mg/L	3.75	2.72	1.62
		全磷	mg/L	0.34	0.31	0.33
		BOD	mg/L	1.7	1.7	6.9
	流量 Q		m ³ /s	0.489	0.647	0.037
	積算雨量(6h無降雨)		mm	63.0		
	降雨係数		tf・m ² /ha・h	26.5		



図 2. 4. 1 河川水質調査結果 (降雨時)

2.4.2 流量調査（降雨時）

降雨時の採水にあわせて、流量調査（水位・流速）も実施した。流量調査結果を表 2.4.2 に示す。また、流量調査結果および SS 濃度分析結果を基に作成した崎田川湧水付近（R-1）と河口（R-2）の HQ 式・LQ 式の概略検討結果とそのグラフを表 2.4.3、図 2.4.2～5 に示す。

なお、表 2.4.2 には、参考として 6 時間無降雨を一連降雨の区切りとした調査開始までの積算雨量と降雨係数を示した。

降雨係数とは、農地の水食による年間流亡土量を予測する土壌流亡予測式（USLE 式）の係数のひとつである。

（1）流量調査結果

流量調査結果をみると、おおむね積算雨量に応じて流量も推移している。崎田川河口（R-2）で最も流量が多く、その上流は、崎田川本川（湧水付近（R-1））の上流域やバガス置場側からの流出のほかに、崎田川北側の川満地域からの流域も合流している。

（2）HQ 曲線・LQ 曲線

今年度は、前年度に測定した流量調査結果もあわせて、崎田川湧水付近（R-1）と河口（R-2）における HQ 曲線および SS 濃度による LQ 曲線を、参考として作成した。

HQ 曲線や LQ 曲線は、河川の管理や汚濁負荷量の推定に活用されることが多く、流下障害や断面の大きな変化がない限りは、測定した水位を流量に換算し、汚濁負荷の状況まで推測する管理・評価手法である。

図 2.4.2～5 より、湧水付近（R-1）はボックスカルバートであり、ほぼ一定の断面であることから、HQ 曲線および LQ 曲線の相関性は高いように見える。当該地点は下流側の堰によるため池の水位が影響している地点であり、常に水深 50cm 程度であるが、堰を開放し、ため池の水位が下がると河床が表れてくる場所となっている。これまでのところ、堰が閉じている状態での調査であるため、今後、堰を開放した状態での調査も必要となってくると考える。

一方、河口（R-2）では、水面（水位）が不安定なほか、潮汐の影響も考えられ、調査のタイミングが難しいこともあるが、データのバラツキが大きい。

いずれにせよ、両地点ともサンプル数が 3 点のみなので、現段階では妥当性の評価には至らない。今後、調査を継続し、データの蓄積により、随時、HQ 曲線を更新していく必要がある。

LQ 曲線においても、同様に妥当性の評価には至らないが、陸域の赤土等流出防止対策が進み、流出負荷が少なくなると曲線の傾きが小さくなるなどの変化がみえてくると思われるため、今後、調査を継続し、データの蓄積により、随時、曲線を更新していく必要がある。

表 2.4.2 流量調査結果（降雨時）

調査 年月日	地点名		崎田川			
			R-1 (湧水付近)	R-2 (河口)	R-3 (バガス置場下流)	
	測定時間		8:40	9:30	9:10	
R2.5.18	水位	A (m)	2.96	2.86	—	
		B (m)	1.76	2.43	—	
		B' (m)	—	2.68	—	
		H = (A-B) (m)	1.20	0.43	0.28	
	流速	区間長 (m)		9.50	14.60	5.00
		1回目	流下時間 (sec)	66	53	76
			流速 (m/s)	0.144	0.275	0.066
		2回目	流下時間 (sec)	64	21	116
			流速 (m/s)	0.148	0.695	0.043
		3回目	流下時間 (sec)	40	18	136
			流速 (m/s)	0.238	0.811	0.037
		平均流速 (m/s)		0.177	0.594	0.049
	流水断面積 (m ²)		3.255	1.282	0.900	
	浮子の更正係数		0.850	0.850	0.850	
流量 Qa (m ³ /s)		0.489	0.647	0.037		
調査開始までの積算雨量 (mm)		96.5				
調査開始までの降雨係数 (tf・m ² /ha・h)		66.4				

調査 年月日	地点名		崎田川			
			R-1 (湧水付近)	R-2 (河口)	R-3 (バガス置場下流)	
	測定時間		10:40	11:20	11:00	
R2.5.21	水位	A (m)	2.96	2.86	—	
		B (m)	1.86	2.43	—	
		B' (m)	—	2.68	—	
		H = (A-B) (m)	1.10	0.43	0.50	
	流速	区間長 (m)		9.50	14.60	5.00
		1回目	流下時間 (sec)	70	17	24
			流速 (m/s)	0.136	0.859	0.208
		2回目	流下時間 (sec)	62	15	29
			流速 (m/s)	0.153	0.973	0.172
		3回目	流下時間 (sec)	43	17	21
			流速 (m/s)	0.221	0.859	0.238
		平均流速 (m/s)		0.170	0.897	0.206
	流水断面積 (m ²)		3.255	1.282	1.933	
	浮子の更正係数		0.850	0.850	0.850	
流量 Qa (m ³ /s)		0.470	0.977	0.339		
調査開始までの積算雨量 (mm)		63.0				
調査開始までの降雨係数 (tf・m ² /ha・h)		26.5				

表 2. 4. 3 HQ 式・LQ 式の概略検討結果

地点	調査年月日	水位 H	実測流量 Qa	SS濃度	実測濁質負荷量 La	係数 β	計算流量 Qc=β*H ²	係数 α	計算濁質負荷量 Lc=α*Qa ²	計算濁質負荷量 Lp=α*(β*H ²) ²
		(m)	(m ³ /s)	(mg/L) (g/m ³)	(g/s)	(回帰式から決定)	(m ³ /s)	(回帰式から決定)	(g/s)	(g/s)
		①	②	③	④=②*③	⑤	⑥=⑤*① ²	⑦	⑧=⑦*② ²	⑨=⑦*(⑤*① ²) ²
R-1 (崎田川湧水付近)	R2.5.21	1.10	0.4702	42.0	19.750	0.3583	0.4335	114.0	25.1960	21.4180
	R2.5.18	1.20	0.4887	66.0	32.253		0.5160		27.2121	30.3342
	R1.7.18	0.66	0.1442	11.0	1.586		0.1561		—	—
R-2 (崎田川河口)	R2.5.21	0.43	0.9775	38.0	37.143	4.0057	0.7380	47.8	45.6823	26.0443
	R2.5.18	0.43	0.6472	61.0	39.480		0.7380		20.0288	26.0443
	R1.7.18	0.31	0.1058	14.0	1.481		0.3883		—	—

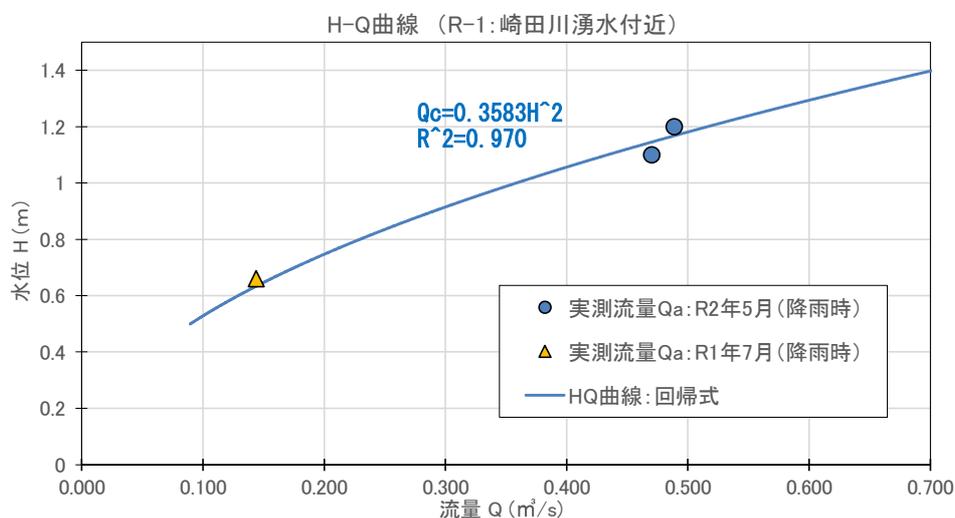


図 2. 4. 2 HQ 曲線 (崎田川湧水付近 : R-1)

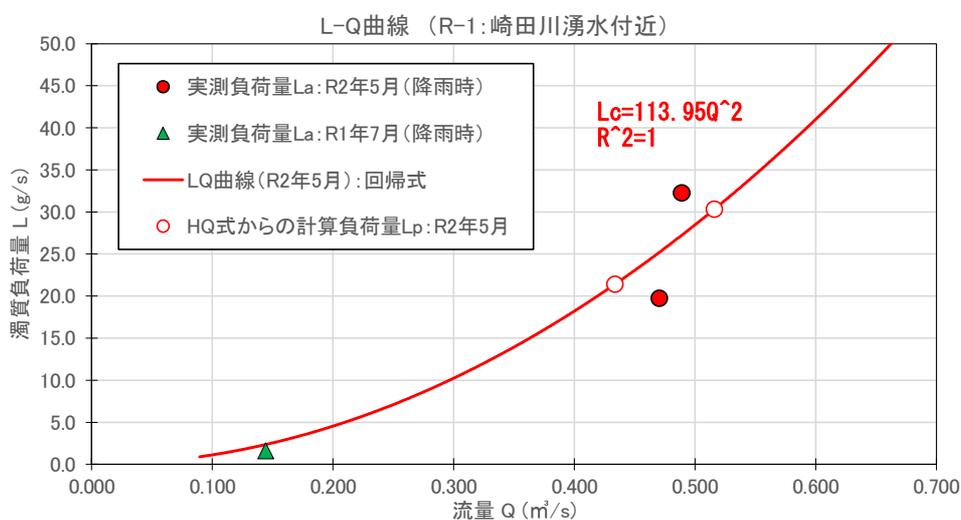


図 2. 4. 3 LQ 曲線 (崎田川湧水付近 : R-1)

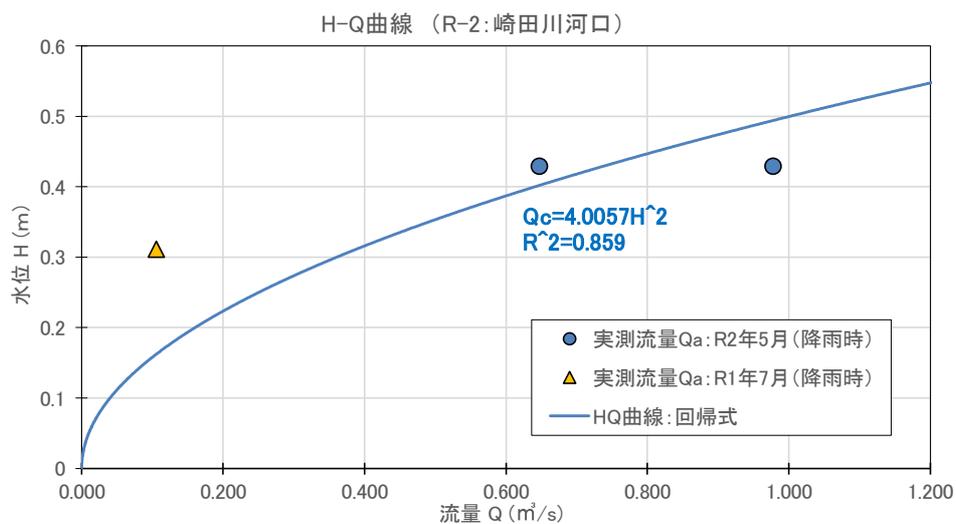


図 2.4.4 HQ 曲線 (崎田川河口 : R-2)

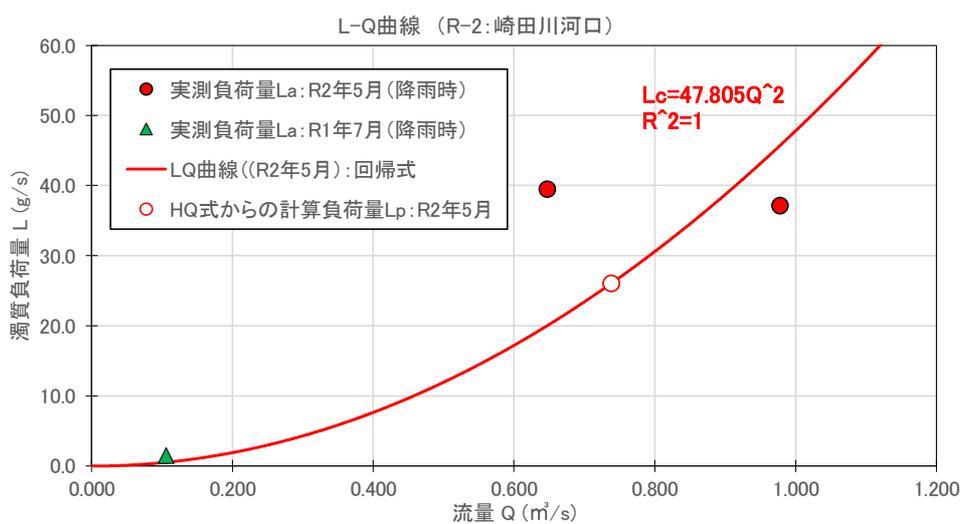


図 2.4.5 LQ 曲線 (崎田川河口 : R-2)

第3章 気象状況収集整理

気象庁ホームページより、与那覇湾に近い雨量観測所の降雨データおよび台風等の情報を収集・整理し、USLE式による降雨係数を算定し、整理した。

与那覇湾に近傍の気象観測所は、宮古島気象台と鏡原（宮古航空気象観測所）（以下、鏡原）の2箇所である。降雨量や台風時の観測データについては、与那覇湾流域により近い鏡原の観測データを使って整理することとした。

3.1 降雨量

降雨量については、調査を開始した平成29年度からの降雨状況もあわせて示し、経年変化も比較することとした。

月降雨量（平成29年度～令和2年度）、日降雨量グラフ（令和2年度）、日降雨量データ（令和2年3月～令和3年2月）を図3.1.1～2、表3.1.1に示す。

- ① 令和2年度（R2.3月～R3.2月）の1年間の降雨量は2600.0mm/年であり、昨年度（H31.3月～R2.2月）の2428.0 mm/年と比べて、172.0mm多かった。
- ② また、鏡原の降雨量の平年値（H15～R1の17年の平年値）は1998.4 mm/年であるが、本年度は、平年値と比べても602.0mm多く、今年度は降雨量が多い年だったといえる。
- ③ 今年度における、最大月降雨量は令和2年8月の461.0mm/月であり、次いで令和2年6月の433.5mm/月であった。また例年だと降雨量が比較的少ない12月に400mm/月を記録した。
- ④ 最大日降雨量は梅雨時期の6月9日に154.0 mm/日を記録した。次いで、同じ梅雨時期の令和2年5月22日に111.5mm/日を記録した。また、令和2年12月8日には106.0mm/日が記録されている。

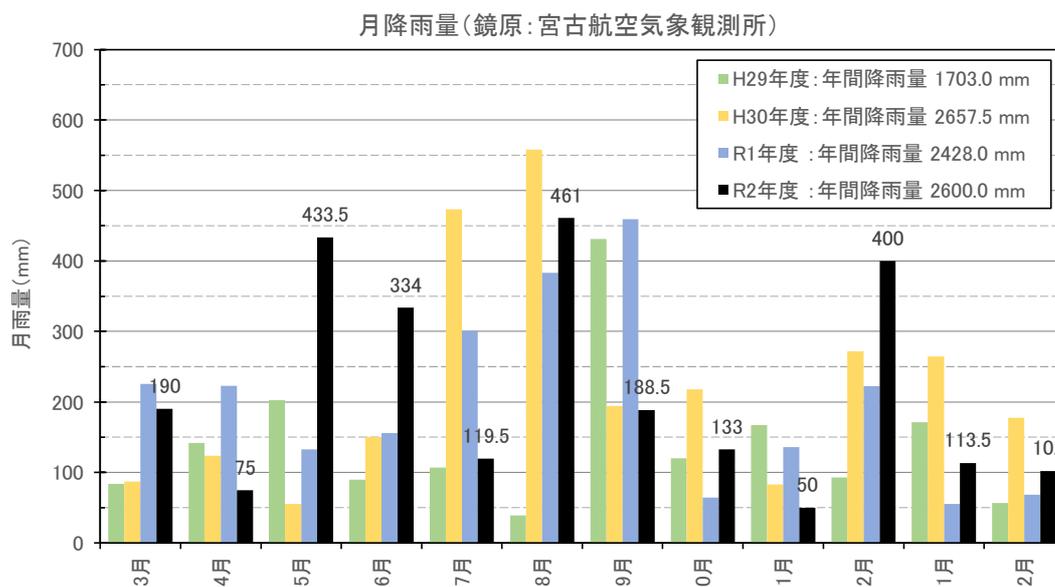


図3.1.1 月降雨量グラフ(平成29年3月～令和3年2月)

出典：気象庁HP 各種データ・資料 過去の気象データ検索 鏡原

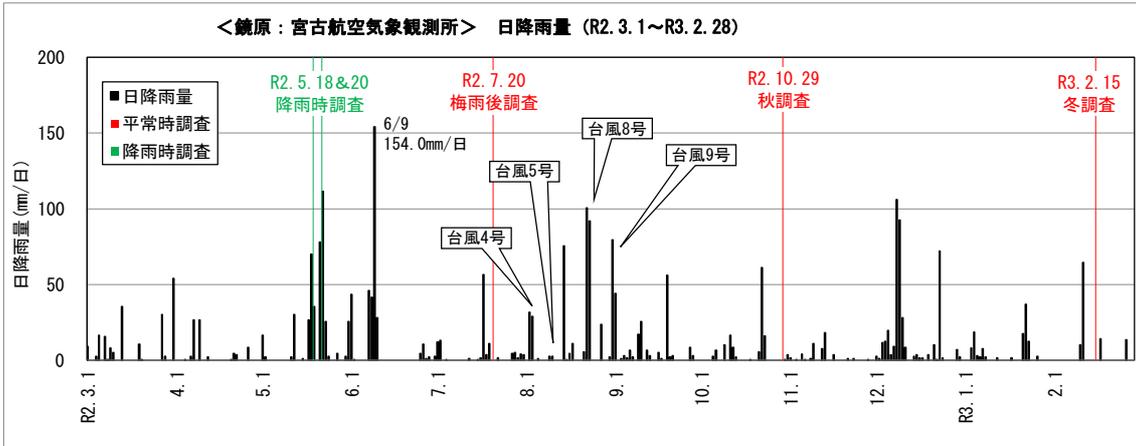


図 3.1.2 日降雨量グラフ(令和2年3月～令和3年2月)

出典：気象庁HP 各種データ・資料 過去の気象データ検索 鏡原

表 3.1.1 (1/2) 日降雨量データ (平成 2 年 3 月 1 日～令和 2 年 8 月 31 日)

年月日	日降雨量	年月日	日降雨量	年月日	日降雨量
2020/3/1	9.0	2020/5/1	16.5	2020/7/1	12.0
2020/3/2	0.0	2020/5/2	2.0	2020/7/2	13.0
2020/3/3	0.0	2020/5/3	0.0	2020/7/3	0.0
2020/3/4	2.5	2020/5/4	0.0	2020/7/4	0.5
2020/3/5	16.5	2020/5/5	0.0	2020/7/5	0.0
2020/3/6	0.0	2020/5/6	0.0	2020/7/6	0.0
2020/3/7	15.5	2020/5/7	0.0	2020/7/7	0.0
2020/3/8	0.5	2020/5/8	0.0	2020/7/8	0.0
2020/3/9	8.0	2020/5/9	0.0	2020/7/9	0.0
2020/3/10	5.0	2020/5/10	0.0	2020/7/10	0.0
2020/3/11	0.0	2020/5/11	2.0	2020/7/11	0.0
2020/3/12	0.0	2020/5/12	30.0	2020/7/12	1.0
2020/3/13	35.5	2020/5/13	0.0	2020/7/13	0.0
2020/3/14	0.0	2020/5/14	0.0	2020/7/14	0.0
2020/3/15	0.0	2020/5/15	1.0	2020/7/15	0.5
2020/3/16	0.0	2020/5/16	0.0	2020/7/16	1.5
2020/3/17	0.0	2020/5/17	26.5	2020/7/17	56.5
2020/3/18	0.0	2020/5/18	70.0	2020/7/18	3.5
2020/3/19	10.5	2020/5/19	35.5	2020/7/19	11.0
2020/3/20	0.5	2020/5/20	0.0	2020/7/20	0.0
2020/3/21	0.0	2020/5/21	78.0	2020/7/21	0.0
2020/3/22	0.0	2020/5/22	111.5	2020/7/22	1.5
2020/3/23	0.0	2020/5/23	25.5	2020/7/23	0.0
2020/3/24	0.0	2020/5/24	2.5	2020/7/24	0.0
2020/3/25	0.0	2020/5/25	0.0	2020/7/25	0.0
2020/3/26	0.0	2020/5/26	0.0	2020/7/26	0.0
2020/3/27	30.0	2020/5/27	4.5	2020/7/27	4.5
2020/3/28	2.5	2020/5/28	0.0	2020/7/28	5.0
2020/3/29	0.0	2020/5/29	0.0	2020/7/29	1.5
2020/3/30	0.0	2020/5/30	2.5	2020/7/30	4.0
2020/3/31	54.0	2020/5/31	25.5	2020/7/31	3.5
月合計	190.0	月合計	433.5	月合計	119.5
2020/4/1	0.0	2020/6/1	43.5	2020/8/1	0.0
2020/4/2	0.0	2020/6/2	0.5	2020/8/2	31.5
2020/4/3	0.0	2020/6/3	0.0	2020/8/3	29.0
2020/4/4	0.5	2020/6/4	0.0	2020/8/4	0.0
2020/4/5	0.0	2020/6/5	0.0	2020/8/5	1.0
2020/4/6	2.5	2020/6/6	0.0	2020/8/6	0.0
2020/4/7	26.5	2020/6/7	46.0	2020/8/7	0.0
2020/4/8	0.0	2020/6/8	41.5	2020/8/8	0.0
2020/4/9	26.5	2020/6/9	154.0	2020/8/9	2.5
2020/4/10	0.0	2020/6/10	28.0	2020/8/10	2.5
2020/4/11	0.0	2020/6/11	0.0	2020/8/11	0.0
2020/4/12	2.0	2020/6/12	0.0	2020/8/12	0.0
2020/4/13	0.0	2020/6/13	0.0	2020/8/13	0.0
2020/4/14	0.0	2020/6/14	0.0	2020/8/14	75.5
2020/4/15	0.0	2020/6/15	0.0	2020/8/15	0.5
2020/4/16	0.0	2020/6/16	0.0	2020/8/16	4.5
2020/4/17	0.0	2020/6/17	0.0	2020/8/17	11.0
2020/4/18	0.0	2020/6/18	0.0	2020/8/18	0.0
2020/4/19	0.0	2020/6/19	0.0	2020/8/19	0.0
2020/4/20	0.5	2020/6/20	0.0	2020/8/20	0.0
2020/4/21	4.5	2020/6/21	0.0	2020/8/21	5.5
2020/4/22	3.5	2020/6/22	0.0	2020/8/22	100.5
2020/4/23	0.0	2020/6/23	0.0	2020/8/23	92.0
2020/4/24	0.0	2020/6/24	0.0	2020/8/24	0.0
2020/4/25	0.0	2020/6/25	4.5	2020/8/25	0.0
2020/4/26	8.5	2020/6/26	10.5	2020/8/26	0.0
2020/4/27	0.0	2020/6/27	1.0	2020/8/27	23.5
2020/4/28	0.0	2020/6/28	2.0	2020/8/28	0.0
2020/4/29	0.0	2020/6/29	0.0	2020/8/29	0.0
2020/4/30	0.0	2020/6/30	2.5	2020/8/30	2.0
—	—	—	—	2020/8/31	79.5
月合計	75.0	月合計	334.0	月合計	461.0

出典：気象庁HP 各種データ・資料 過去の気象データ検索 鏡原

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

表 3.1.1 (2/2) 日降雨量データ (令和2年9月1日～令和3年2月29日)

年月日	日降雨量	年月日	日降雨量	年月日	日降雨量
2020/9/1	44.0	2020/11/1	1.5	2021/1/1	0.0
2020/9/2	0.0	2020/11/2	0.0	2021/1/2	0.0
2020/9/3	1.0	2020/11/3	0.5	2021/1/3	8.0
2020/9/4	3.0	2020/11/4	0.0	2021/1/4	18.5
2020/9/5	1.5	2020/11/5	4.0	2021/1/5	3.0
2020/9/6	6.5	2020/11/6	0.5	2021/1/6	2.0
2020/9/7	2.0	2020/11/7	0.0	2021/1/7	7.5
2020/9/8	0.0	2020/11/8	1.0	2021/1/8	2.0
2020/9/9	17.0	2020/11/9	11.0	2021/1/9	0.0
2020/9/10	25.5	2020/11/10	0.0	2021/1/10	0.0
2020/9/11	0.0	2020/11/11	0.0	2021/1/11	0.0
2020/9/12	6.5	2020/11/12	7.5	2021/1/12	1.5
2020/9/13	3.0	2020/11/13	18.0	2021/1/13	0.0
2020/9/14	0.0	2020/11/14	0.0	2021/1/14	0.0
2020/9/15	0.0	2020/11/15	0.0	2021/1/15	0.0
2020/9/16	5.0	2020/11/16	3.5	2021/1/16	0.0
2020/9/17	1.0	2020/11/17	0.0	2021/1/17	1.5
2020/9/18	0.0	2020/11/18	0.0	2021/1/18	0.0
2020/9/19	56.0	2020/11/19	0.0	2021/1/19	0.0
2020/9/20	2.0	2020/11/20	0.0	2021/1/20	0.0
2020/9/21	3.0	2020/11/21	1.0	2021/1/21	17.5
2020/9/22	0.0	2020/11/22	0.0	2021/1/22	37.0
2020/9/23	0.0	2020/11/23	1.0	2021/1/23	12.5
2020/9/24	0.0	2020/11/24	0.0	2021/1/24	0.0
2020/9/25	0.0	2020/11/25	0.0	2021/1/25	0.0
2020/9/26	0.0	2020/11/26	0.0	2021/1/26	2.5
2020/9/27	8.5	2020/11/27	0.0	2021/1/27	0.0
2020/9/28	3.0	2020/11/28	0.5	2021/1/28	0.0
2020/9/29	0.0	2020/11/29	0.0	2021/1/29	0.0
2020/9/30	0.0	2020/11/30	0.0	2021/1/30	0.0
—	—	—	—	2021/1/31	0.0
月合計	188.5	月合計	50.0	月合計	113.5
2020/10/1	0.0	2020/12/1	2.5	2021/2/1	0.0
2020/10/2	0.0	2020/12/2	1.0	2021/2/2	0.0
2020/10/3	0.0	2020/12/3	11.5	2021/2/3	0.0
2020/10/4	0.0	2020/12/4	12.5	2021/2/4	0.0
2020/10/5	2.5	2020/12/5	19.5	2021/2/5	0.0
2020/10/6	6.5	2020/12/6	3.5	2021/2/6	0.0
2020/10/7	0.0	2020/12/7	9.0	2021/2/7	0.0
2020/10/8	0.0	2020/12/8	106.0	2021/2/8	0.0
2020/10/9	10.0	2020/12/9	92.5	2021/2/9	0.0
2020/10/10	0.0	2020/12/10	28.0	2021/2/10	10.0
2020/10/11	16.5	2020/12/11	8.5	2021/2/11	64.5
2020/10/12	8.5	2020/12/12	0.0	2021/2/12	0.0
2020/10/13	2.0	2020/12/13	0.0	2021/2/13	0.0
2020/10/14	0.0	2020/12/14	2.5	2021/2/14	0.0
2020/10/15	0.0	2020/12/15	3.5	2021/2/15	0.0
2020/10/16	0.0	2020/12/16	1.5	2021/2/16	0.0
2020/10/17	0.0	2020/12/17	1.5	2021/2/17	14.0
2020/10/18	0.5	2020/12/18	0.0	2021/2/18	0.0
2020/10/19	0.0	2020/12/19	3.5	2021/2/19	0.0
2020/10/20	0.0	2020/12/20	0.0	2021/2/20	0.0
2020/10/21	5.5	2020/12/21	10.0	2021/2/21	0.0
2020/10/22	61.0	2020/12/22	0.5	2021/2/22	0.0
2020/10/23	16.0	2020/12/23	72.0	2021/2/23	0.0
2020/10/24	0.0	2020/12/24	1.5	2021/2/24	0.0
2020/10/25	0.0	2020/12/25	0.0	2021/2/25	0.0
2020/10/26	0.0	2020/12/26	0.0	2021/2/26	13.5
2020/10/27	0.0	2020/12/27	0.0	2021/2/27	0.0
2020/10/28	0.0	2020/12/28	0.0	2021/2/28	0.0
2020/10/29	0.0	2020/12/29	7.0	—	—
2020/10/30	0.5	2020/12/30	2.0	—	—
2020/10/31	3.5	2020/12/31	0.0	—	—
月合計	133.0	月合計	400.0	月合計	102.0

出典：気象庁HP 各種データ・資料 過去の気象データ検索 鏡原

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

3.2 台風

宮古島へ接近した台風（令和2年3月～令和3年2月）、台風の宮古島への接近数の統計および宮古島接近台風経路図（令和2年）を表3.2.1～2、図3.2.1に示す。

- ① 今年度の宮古島への台風の接近数は4個であり、すべて8月の接近であった。気象庁発表の平年値（1981年～2010年までの30年を平均した値）3.8個とほぼ同等数であった。
- ② 台風接近に伴う積算雨量については、台風8号で198.0mm/2day、台風9号で123.5mm/2dayを記録した。

表3.2.1 宮古島へ接近した台風
（令和2年3月～令和3年2月）

台風番号	接近日	最大風速 (m/s)	積算雨量 (mm)
4号	R2.8.2～8/3	16.3	60.5
5号	R2.8.8～8/9	7.4	2.5
8号	R2.8.21～8/25	16.5	198.0
9号	R2.8.31～9/1	17.6	123.5

表3.2.2 台風の宮古島への接近数の統計

年 \ 月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	接近数 合計
1951～2009 累計	0	0	0	2	11	20	42	62	51	24	12	0	221
2010 (H22)								1	2				3
2011 (H23)					2	1		1					4
2012 (H24)						2		3	2				7
2013 (H25)						1	1	2	1	1			6
2014 (H26)						1	2						3
2015 (H27)					1		1	2	1				5
2016 (H28)									3	1			4
2017 (H29)							2		1	1			4
2018 (H30)						1	2	1	1	1			6
2019 (R1)							1	1	3*	1*	1		6
2020 (R2)								4*	1*				4
累計	0	0	0	2	14	26	51	77	66	29	13	0	273
平年値(1981～2010)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.6	1.1	1.0	0.4	0.1	0.0	3.8
平年値(2010～2019)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.9	1.1	1.4	0.5	0.1	0.0	4.9

注1: 宮古島への接近: 台風中心が宮古島地方気象台の300km以内に入ることをいう。

注2: *印は台風が2つの月にまたがって接近(両月に加算)したことを示す。接近数は月合計と年で異なることがある。

出典: 気象庁HP 各種データ・資料 過去の気象データ検索 鏡原
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

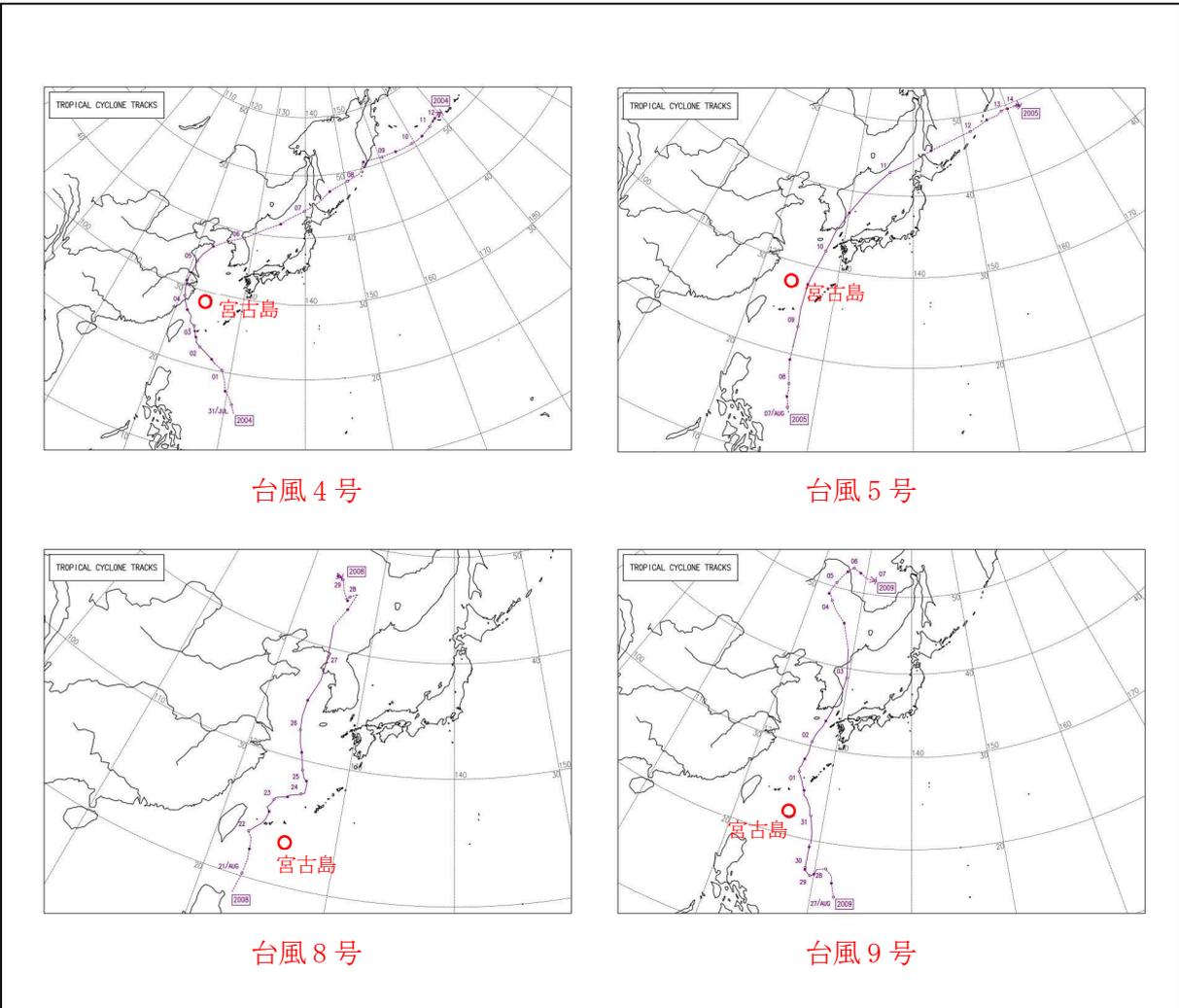


図 3.2.1 宮古島接近台風経路図（令和2年）

出典：気象庁HP 各種データ・資料 過去の気象データ検索 鏡原
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

第4章 グリーンベルトの整備状況の整理

今年度は、コロナ禍による感染拡大防止のため、グリーンベルト等の整備・イベントなどは実施されなかった。

与那覇湾流域におけるグリーンベルトの整備は、現状、ほとんど進んでいない。

第5章 まとめ

5.1 降雨状況

汚濁物質等の挙動・変化の考察の一助とするため、降水状況および各採取日までの期間降雨量の整理を行った。

ここで、各採取日までの期間降雨量は、各採取日の「1週間前」、「15日前」、「30日前」からのそれぞれの積算降雨量とした。

日降雨量グラフおよび採取前の各期間の降雨量を図5.1.1～2、表5.1.1に示す。

- ① 前述したように、今年度は、前年度より降雨量が多い。台風は4つ接近したがすべて8月であった。
- ② 今年度の梅雨後（R2.7.20）の採取では、採取前3日以内に積算雨量71.0mmの雨が降っている。他の採取時よりも直前の降雨量が多かった。
- ③ 今年度の秋季（R2.10.29）の採取では、採取前1週間以内に積算雨量77.0mmの雨が降っている。
- ④ 今年度の冬季（R3.2.15）の採取では、採取前1週間以内に積算雨量74.5mmの雨が降っている。
- ⑤ 調査前60日間の長期降雨量については、梅雨後683.5mm、秋季399.0mm、冬季286.0mmとなり、梅雨時期の降雨量が卓越していた。

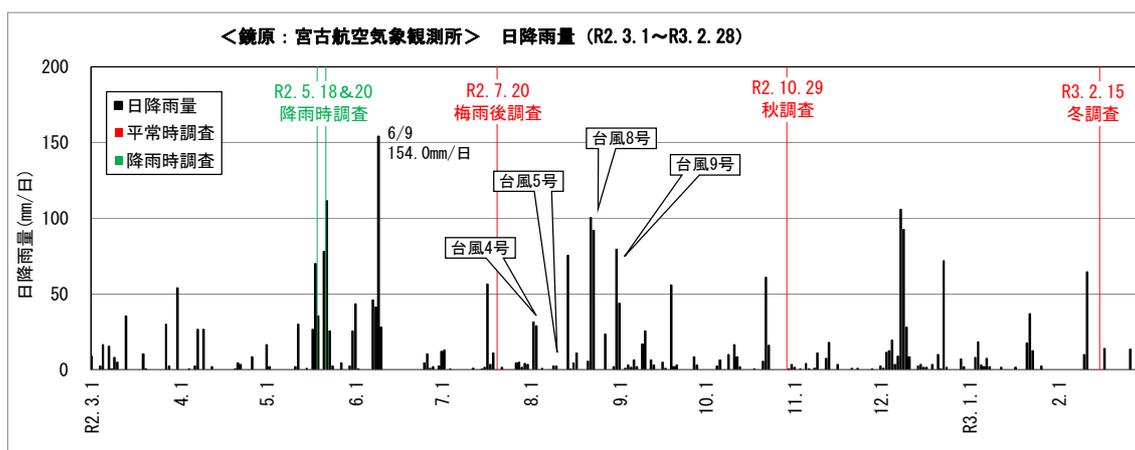


図5.1.1 日降雨量グラフ(令和2年3月～令和3年2月)

出典：気象庁HP 各種データ・資料 過去の気象データ検索 鏡原

表 5. 1. 1 採取前の各期間の降雨量

年度	採取日		採取前の各期間の降雨量(mm)				
			3日以内	1週間以内	15日以内	30日以内	60日以内
H30年度	梅雨後	H30.7.24	43.0	51.5	201.5	538.0	—
	秋季	H30.10.22	0.0	65.0	88.5	369.0	—
	冬季	H31.2.5	5.5	8.5	8.5	183.0	—
R1年度	梅雨後	R1.7.31	3.5	15.0	228.5	301.0	457.0
	秋季	R1.11.11	1.0	6.5	83.5	104.5	313.5
	冬季	R2.2.10	14.0	53.5	95.5	109.0	212.0
R2年度	梅雨後	R2.7.20	71.0	73.0	74.0	120.0	683.5
	秋季	R2.10.29	0.0	77.0	83.0	129.0	399.0
	冬季	R3.2.15	0.0	74.5	74.5	145.5	286.0

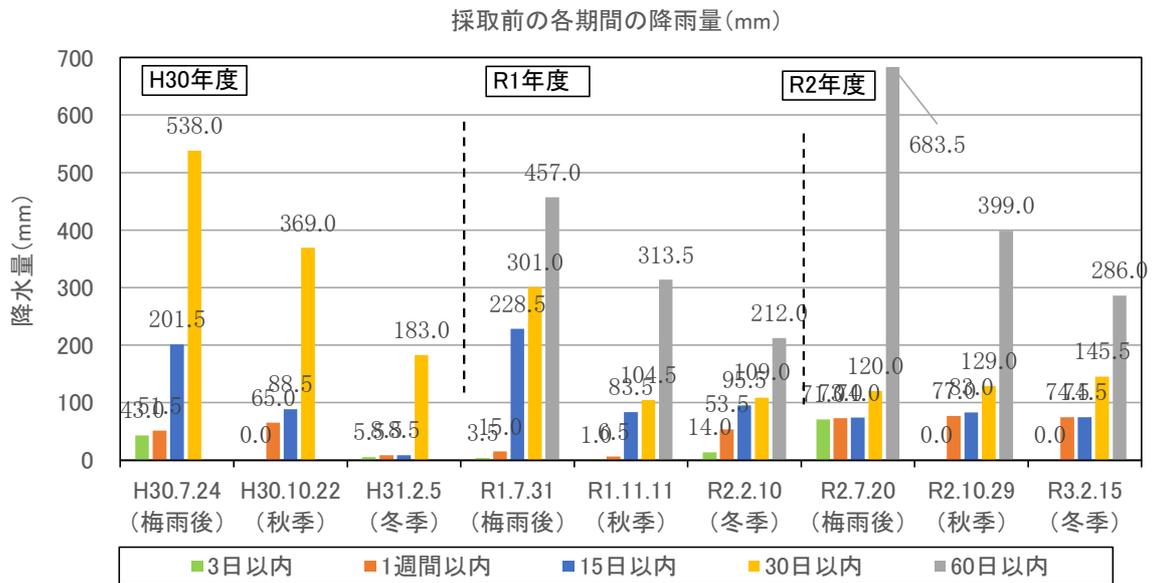


図 5. 1. 2 採取前の各期間の降雨量

5.2 水質・底質調査

【概要】

<海域>

- 湾最奥 (St. 4) は赤土等の堆積が最も多く、陸域由来の汚染度も高い。改善傾向は認められない。
- 湾奥東側 (St. 5)、湾内東側 (St. 2) の滞筋のある東側ラインも赤土等の堆積が多い。両地点は若干ながら改善傾向が認められる。
- 湾奥西側 (St. 6) は海水交換がされにくい。赤土等の堆積が多く、陸域由来の汚染傾向がある。悪化傾向が認められる。
- 湾口西側 (St. 3) は、赤土等の堆積はないが、表面下のヘドロ化など監視が必要
- 塩分濃度、窒素及びリンの値から、湾内の水質には地下水も影響している。

<河川水路等>

- 池原排水路からは生活排水由来とみられるリンの流出が確認された。
- 製糖工場の処理水施設は機能している。
- 降雨時は、降雨規模に応じて赤土等が流出している。
- バガス置場からは、降雨時に比較的長期にリンなどが溶出している可能性がある。

- ★ 湾東側は、若干の改善傾向。湾最奥はの現状維持。湾奥西側は悪化傾向。
- ★ 短期的な年変動だけでなく、長期的なモニタリングが今後も必要。
- ★ 赤土等流出対策やその他汚濁物質の低減、地下水の水質保全に努めることが重要。

【説明】

5.2.1 海域 (平常時)

海域の水質・底質調査結果の地点間の比較および経年変化を図 5.2.1 に示す。

- ① 湾最奥部の St. 4 で、水質の COD、SS、全窒素や全リン、底質の SPSS、COD が高く、最も汚染度が高いといえる。全窒素は最低ランクの IV 類型を超過する時期もあり、改善傾向は認められない。
- ② 湾奥部の St. 5、湾内東側の St. 2 の滞筋のある東側ラインも底質の SPSS、COD が高い傾向にある。若干改善傾向が認められる。
- ③ 湾奥西側の St. 6 は、滞筋から距離があり、湾内で最も海水交換が滞りやすい海域であり、陸域からの赤土等の汚濁物質等の影響を受けやすく、汚染度の度合いが高いといえる。水質の COD、SS、底質の SPSS、COD の増加傾向にあり、悪化傾向が認められる。

- ④ 今年度は前年度より降雨量が多く、各項目の値の変動が大きいため、一概に経年比較はできないが、窒素・磷などはまとまった降雨後に状態が悪くなる傾向がみられる。
- ⑤ 以上より、与那覇湾は、やはり閉鎖性が高く、海水の交換が滞りやすいため、陸域からの赤土等やそれに由来する有機物などが湾内に滞留しやすい。農地の赤土等流出防止や、製糖工場や畜舎、生活排水などからの汚濁物質等対策など、陸域からの負荷低減に努めることが重要である。

(1) 表面水の影響について

- ① 崎田川河口前面の St. 4 は、直前に大雨が降った梅雨後に塩分濃度が大きく下がっている。また、経年的に塩分濃度が下がると COD と SS、全窒素、全磷が上がるといった、塩分濃度と逆相関の傾向が認められる。このことより、当該地点は、崎田川湧水（地下水）の影響のほか、土粒子に吸着した磷の流出など崎田川流域からの表面水の影響も大きいと考えられる。
- ② 今年度は、梅雨後調査（7/20）から秋季調査（10/29）までに 4 度の台風が接近し、当該 4 つの台風が、すべて 8 月の接近であった。相当量の赤土等が湾内に流出したものと推察されるが、底質の SPSS をみても、むしろ秋季調査のほうが低くなっている。このことから、台風等の連続により、相当量の赤土等が流出しながら、同時に堆積していた泥土等は攪拌およびフラッシュ（急流等により洗い流される）されたと推察される。
- ③ St. 3 は、平成 29 年度調査で底質の SPSS と COD の値が高かったが、平成 30 年度調査以降低減し、全調査地点のなかでも、陸域からの赤土や有機物の汚染が少ない状態を維持している。当該地点は広く漂砂が堆積し、砂の年移動や季節移動が考えられ、また、引き潮時の流れも速いことなどから、本年度においては、豪雨や台風などで当該地点周辺も攪拌・流出された可能性が考えられる。
しかしながら、過年度には硫化物臭も確認され、表面より下は灰色を呈し、一見してヘドロ化している状況にあったことから、今後も監視が必要である。



※Google Mapより地図情報取得

調査時期	調査日	気温 (°C)	水温 (°C)	
H29	梅雨後	H29.7.26	32.1	33.9
	秋季	H30.2.13	27.0	25.0
	冬季	H30.2.13	16.0	14.3
H30	梅雨後	H30.7.24	28.1	29.6
	秋季	H30.10.22	26.5	26.3
	冬季	H31.2.5	23.2	21.8
R1	梅雨後	R1.7.31	31.6	33.6
	秋季	R1.11.11	23.7	22.5
	冬季	R2.2.10	17.7	17.8
R2	梅雨後	R2.7.20	31.2	33.0
	秋季	R2.10.29	27.0	25.5
	冬季	R3.2.15	21.1	22.9

※気温、水温は調査時間帯の平均値

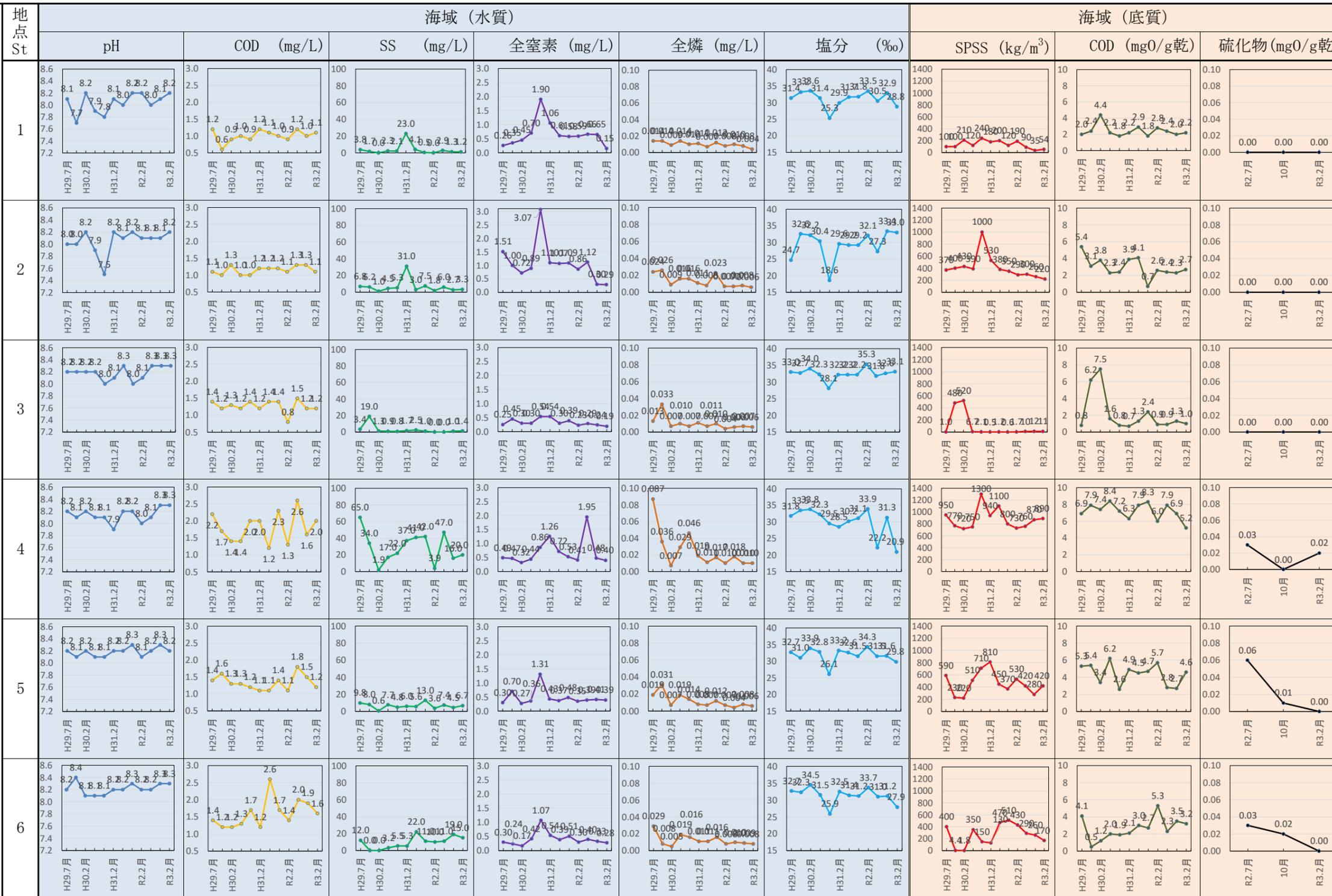


図5.2.1 水質・底質調査結果の地点間の比較および経年変化

(2) 地下水の影響について

- ① St. 2 は、特に全窒素において、塩分濃度と逆相関の傾向を示す。全磷においてはほとんど変化はみられず、この点において、St. 4 と異なっている。
- ② ここで、湧水（地下水）は、河川に比べて、窒素の値が高く、磷の値が低い傾向が知られている。これは、一般に雨水等が地下へ浸透する過程で、磷は土壌等に吸着・固定されるが、窒素は硝酸態などイオンの形でそのまま浸透するためである。
- ③ また、与那覇湾東側の滲筋は、湾奥から湾口側に St. 4、St. 5、St. 2 と窒素や磷の挙動に関連があるものと想定されたが、中間地点の St. 5 の特に全窒素は他の 2 地点と異なりほとんど上下していない。このため、St. 4～St. 2 は関連性が不明確であり、St. 2 の水質は St. 4 とは別の要因の影響が大きいと考えられる。
- ④ このことから、St. 2 は近傍の地下湧水の影響が大きいことが示唆される。図 2.5.4 に示す与那覇湾東側の地下水流域の資料においても、陸域の地下浸透水が与那覇湾側に流れてきていることから、当該地点は地下水の影響が他の地点より大きいと考えられる。
- ⑤ 以上より、与那覇湾の水質保全のためには、農地等からの赤土等流出防止対策と同時に、地下水・湧水の水質保全も重要である。
- ⑥ 参考として、以下に与那覇湾周辺の地下水関連資料を示す。

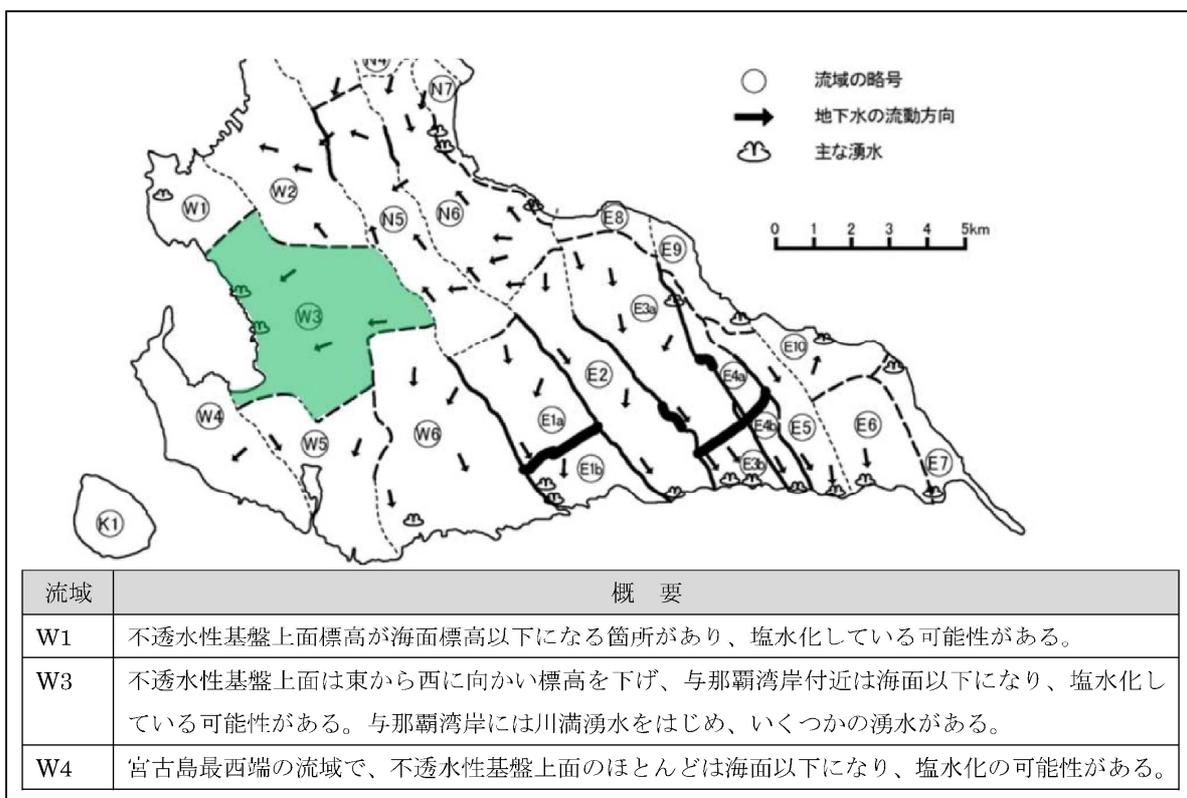


図 5.2.2 宮古島南部の地下水流域区分と流向

出典：与那覇湾及び周辺利活用基本計画，宮古島市，平成 26 年 3 月

5.2.2 河川水路

(1) 平常時 (3 地点：崎田川、池原排水路、川満ウプカー)

- ① 崎田川 (R-2) は、全窒素が高い傾向にあり、湧水の影響以外にも流域からの畜産排水や農地からの排水の影響が考えられる。冬季は、製糖工場の温排水による希釈効果が考えられ、製糖工場の排水処理施設は効果を発揮しているいえる。
- ② 今年度より追加した池原排水路 (R-4) は、全磷が他の2地点より明らかに高い。沈砂池上流の水路も汚染度が高く、集落排水施設の処理状況を確認する必要がある。
- ③ 今年度より追加した川満ウプカー (R-5) は、マングローブ林が広がり SS (濁り) が高い。湧水の影響もあり全窒素が若干高いが、他の2地点と比べ汚染度は低いと考える。
- ④ 今年度より分析項目に追加した糞便性大腸菌は、全地点で低く、川で遊べるレベルであった。しかしながら、畜舎から無処理のし尿の流入が確認されており、動向を注視する必要がある。
- ⑤ 以上より、河川水路の調査結果から、農地の赤土等の影響や、畜舎、生活排水などの影響も含め、汚濁物質等対策など、陸域からの負荷低減に努めることが重要である。

(1) 降雨時 (3 地点：崎田川および周辺水路)

- ① 崎田川湧水付近 (R-1)、河口 (R-2) は、降雨量に応じ各項目の濃度も増減している。
- ② 赤土等流出量の目安となる SS 濃度 (浮遊物質) は、積算雨量 96.5mm の降雨時に、河口で 66mg/L であり、相応の赤土等が流出したものと考えられる。
- ③ バガス置場下流 (R-3) では、全窒素以外の項目において、1 回目の降雨の 3 日後の降雨のほうが流出濃度が上がる現象が確認され、土砂流出のピーク後も、磷などの栄養塩成分は、比較的長期に渡り溶出し続ける可能性が示唆された。
下に示すように両採水時の濁水の水色をみると、5/18 調査時の濁水は黄土色で明らかに土粒子によるものである。一方、5/21 調査時の濁水は褐色を帯び土粒子の影響は少ない。このことより、5/21 調査時はヤードからの排水があったか、有機物由来の濁りや栄養塩の溶出が継続していた可能性が考えられる。
- ④ 管理の簡便化を目的とした湧水付近や河口の HQ 曲線や LQ 曲線は、今後、データ数を蓄積し、その精度を上げる必要がある。



5/18 採水時



5/21 採水時

写真 5.2.1 バガス置場下流 (R-3) の採水時状況

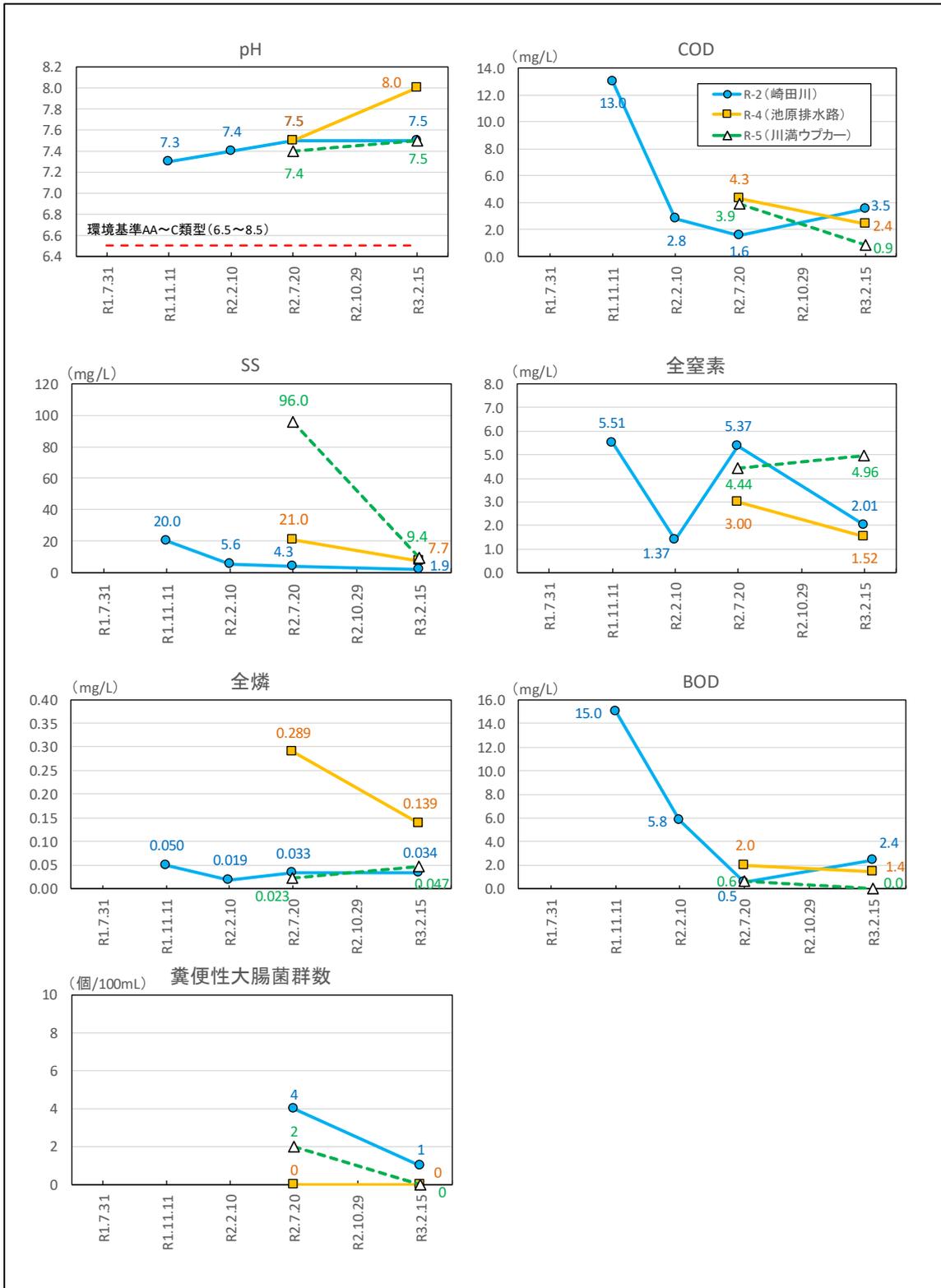


図 5. 2. 3 河川水質調査結果（平常時：崎田川、池原排水路、川満アップカー）



図 5.2.4 河川水質調査結果 (降雨時：崎田川)

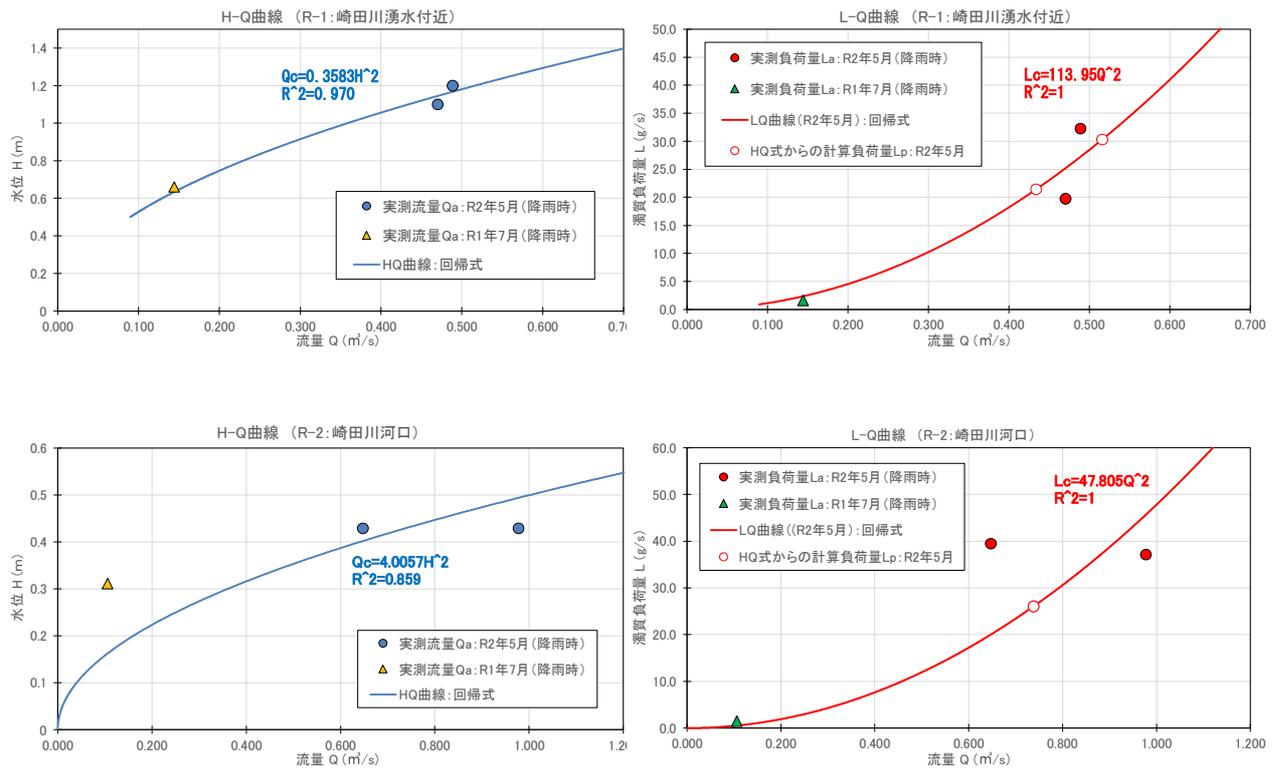


図 5. 2. 5 HQ 曲線および LQ 曲線 (崎田川湧水付近 (R-1)、河口 (R-2))