

第1章 業務概要

1.1 業務の目的

平成 26 年 3 月に宮古島市が策定した「与那覇湾及び周辺利活用基本計画」において、陸域からの赤土等流入低減が課題とされ、干潟保全のために赤土等流出防止対策に取り組むこととされている。

宮古島市では、赤土流出防止対策にあたり、グリーンベルトの有効性が立証されていることから、赤土流出が大きいと思われる地区をモデル地区として定め、集中的にリュウノヒゲ等を整備する計画である。

本業務は、リュウノヒゲ等による赤土流出防止対策の周辺海域等への効果検証を目的とした。

1.2 業務の名称

平成 29 年度 赤土流出対策モデル事業影響調査業務

1.3 業務の履行期間

平成 29 年 6 月 13 日～平成 30 年 3 月 31 日

なお、履行期間中における日曜日、祝日、夏季休暇、年末年始休暇および全土曜日は休日として設定した。

1.4 業務の履行場所

宮古島市与那覇湾沿岸部 6 地点 (図 2 水質・底質調査地点)

1.5 業務内容

1.5.1 水質・底質調査

調査地点：図 1 および図 2 に示す 6 地点とし、正確な調査地点は発注者と協議の上、取り決めた。

調査時期：梅雨後、秋季および冬季の各 1 回とした (計 3 回)。

試料採取：受託者が 1 回 (梅雨後)、発注者が 2 回 (秋季・冬季) 実施した。

調査項目：表 1 および表 2 に示す項目とした。

調査方法：表 3 に示す。

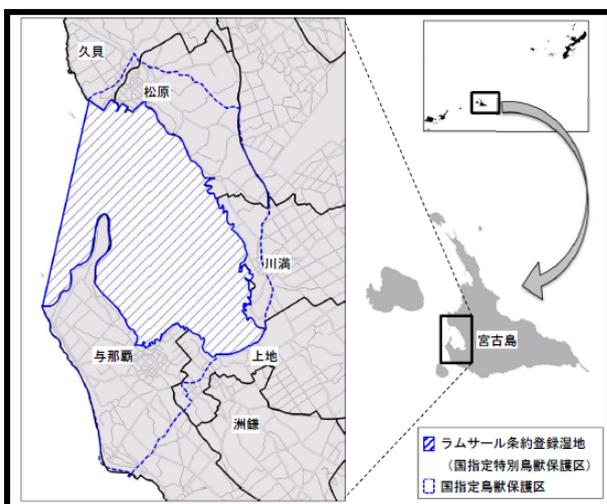


図 1 調査位置

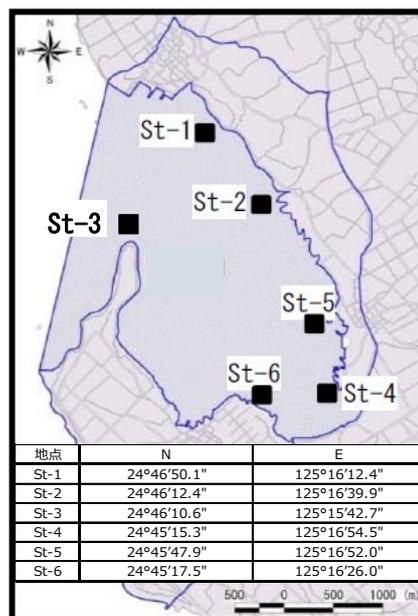


図 2 水質・底質調査地点

表 1 水質調査項目

現地・室内	項 目	検体数
現地観測	水深、透明度、水色、気温、水温	18
室内分析	pH、COD、SS、全窒素、全燐、塩分	18

表 2 底質調査項目

現地・室内	項 目	検体数
現地観測	臭気、外観、性状	18
室内分析	SPSS、COD	18

表 3 調査方法

項目		調査方法	
水質	pH	環告第 59 号*1	JIS K 0102-12.1
	COD	環告第 59 号	JIS K 0102-17
	SS	環告第 59 号	付表 9
	全窒素	環告第 59 号	JIS K 0102-45.6
	全燐	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	
底質	SPSS	沖縄県衛生環境研究所報 第 37 号 PP.99-104	
	COD	底質調査方法*2 II 4.7	

[備考]

*1 水質汚濁に係る環境基準について

昭和 46 年 12 月 環境庁告示第 59 号 最終改正 平成 28 年 3 月 環境省告示第 37 号

*2 底質調査方法 平成 24 年 8 月 環水大水発 120725002 号

1.5.2 気象状況収集整理

宮古島気象台の降水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 リュウノヒゲ等の整備状況の整理

今年度はリュウノヒゲ等の整備は実施されなかった。

1.5.4 調査結果の整理

水質、底質調査の地点間比較を行った。

1.5.5 報告書作成

上記調査結果および写真集等を取りまとめて業務報告書を作成した。

第2章 調査結果

2.1 水質調査結果

水質調査結果および生活環境の保全に関する環境基準(海域)を表5～6に示す。

全体的にみると、梅雨後調査におけるCOD、SS、全窒素、全燐の値が比較的高く、冬季調査においては比較的低い傾向にあった。降雨により地表の赤土等が海域に流出することおよび、気温、水温が高く、日照時間が長いため、底質の窒素、リン等の成分の溶脱が冬季調査と比べると多いことが原因と考えられる。

河川河口付近に位置するSt-4は、COD、SS、全燐の値が比較的高い傾向にあった。CODが高くなる要因として、製糖工場や農地からの有機物を多く含む排水に由来する成分が多く、それらの河川からの流出が、比較的大きく影響していると考えられる。SSは、地表面(赤土等)の浸食による濁り成分に由来するものが多く、それらの河川からの流出が、濃度増加に寄与していると考えられる。全燐は、農地からの排水に含まれる肥料等に由来する成分が多く、これらの流出が大きく影響していると考えられる。

また、St-2において全窒素の値が比較的高い傾向にあった。全窒素は、畜舎や農地等からの排水に由来する成分が多く、St-2近くの陸域周辺には畜舎があり、また、ほとんどが農地であることから、その排水等の影響を少なからず受けていると考えられる。さらに、同地点の塩分の値が比較的低いことから、陸域からの淡水が比較的影響しやすい(例えば地形、地下水流出、人為的等)場所であることが考えられ、このことが全窒素の濃度上昇の要因となっている可能性がある。

当該調査地点が位置する与那覇湾は、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、環境基準に該当する項目を表6の「生活環境の保全に関する環境基準(海域)」の基準値と比較した。

pHは、秋季調査におけるSt-6の値が基準値を超過しており、St-1は環境基準C類型(7.0以上8.3以下)に相当し、その他は環境基準A類型(7.8以上8.3以下)に相当した。CODは、梅雨後調査におけるSt-4が環境基準B類型(3mg/L以下)に相当し、その他は環境基準A類型(2mg/L以下)に相当した。全窒素については、おおむね環境基準Ⅱ～Ⅳに相当したが、梅雨後調査におけるSt-2は超過していた。全燐については、おおむね環境基準Ⅰ～Ⅲに相当したが、梅雨後調査におけるSt-4は環境基準Ⅳに相当した。

表 5 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 (H29. 7. 26)	現地 観測	水深	m	0.6	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2
		透明度	-	着底	着底	着底	30	着底	着底
		水色	-	3	13	3	17	14	4
		気温	℃	31.9	31.8	32.1	32.3	32.2	32.0
		水温	℃	32.2	32.2	31.8	36.8	35.8	34.5
	室内 分析	pH	-	8.1(23.7℃)	8.0(23.8℃)	8.2(24.5℃)	8.2(24.3℃)	8.2(24.3℃)	8.2(24.6℃)
		COD	mg/L	1.2	1.1	1.4	2.2	1.4	1.4
		SS	mg/L	3.8	6.8	3.4	65	9.8	12
		全窒素	mg/L	0.26	1.51	0.25	0.49	0.30	0.30
		全磷	mg/L	0.014	0.024	0.013	0.087	0.019	0.029
塩分	‰	31.4	24.7	33.0	31.8	32.7	32.7		
秋季 (H29. 11. 15)	現地 観測	水深	m	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.6
		透明度	-	着底	着底	着底	0	着底	着底
		水色	-	3	14	4	17	13	3
		気温	℃	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
		水温	℃	25.0	25.0	25.0	24.0	25.0	26.0
	室内 分析	pH	-	7.7(19.7℃)	8.0(19.3℃)	8.2(20.5℃)	8.1(18.7℃)	8.1(22.0℃)	8.4(22.5℃)
		COD	mg/L	0.6	1.0	1.2	1.7	1.6	1.2
		SS	mg/L	1.7	6.2	19	34	8	<0.5
		全窒素	mg/L	0.35	1.00	0.45	0.47	0.70	0.24
		全磷	mg/L	0.014	0.026	0.033	0.036	0.031	0.008
塩分	‰	33.2	32.6	32.7	33.5	31.0	32.3		
冬季 (H30. 2. 13)	現地 観測	水深	m	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8
		透明度	-	着底	着底	着底	着底	着底	着底
		水色	-	3	13	3	14	13	3
		気温	℃	16.0	17.0	17.0	17.0	15.0	14.0
		水温	℃	16.0	17.0	15.0	16.0	11.0	11.0
	室内 分析	pH	-	8.2(19.7℃)	8.2(19.7℃)	8.2(20.0℃)	8.2(22.1℃)	8.2(22.0℃)	8.1(21.8℃)
		COD	mg/L	0.9	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2
		SS	mg/L	<0.5	1	1.3	1.9	0.6	<0.5
		全窒素	mg/L	0.45	0.72	0.30	0.32	0.27	0.17
		全磷	mg/L	0.009	0.009	0.007	0.007	0.007	0.005
塩分	‰	33.6	32.2	34.0	33.8	33.9	34.5		

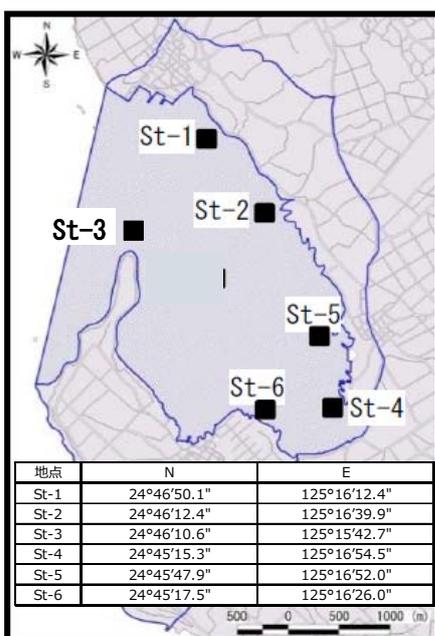


図 2 水質・底質調査地点

表6 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	-	-	

海域№	水域名	類型	指定年月日
6	平良港海域	A	S52.4.25

[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。

環境基準類型指定の状況
(※沖縄県ホームページより引用)



項目 類型	利用目的の適応性	基準値		該当水域
		全窒素	全燐	
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	

2.2 底質調査結果

底質調査結果を表7に示す。また、参考としてSPSS、SPSS ランクと対応する底質状況その他参考事項を図4に示す。

全体的にみると、SPSS(底質中懸濁物質含量)の値が高いのが目立つ。参考として、「SPSS、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)」と比較した。St-4の値はどの調査時期も最も高いランク8に相当した。その他の地点についても調査時期によって値が低い地点もあったが、おおむねランク6~8に相当していた。沖縄県によれば、「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」とある。

当該調査対象項目についての環境基準は定められていないが、参考としてCODの「水産用水基準(2012年版)((社)日本水産資源保護協会2013)」と比較すると、全地点において基準(COD: 20mg/g 乾以下)を下回っていた。水産用水基準とは、水産資源保護の観点から維持することが望ましい基準である。ただ、St-4のCODの値が他地点と比べて高いことから、前述のように製糖工場や農地からの排水等の流出が影響していると考えられる。底質の汚染が進むことにより、CODの値が大きく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ことがある。St-4では、どの調査時期も硫化物臭が確認されていることから、汚染の度合いが比較的高いことがわかる。

表7 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 (H29. 7. 26)	現地観測	臭気	-	硫化物臭、磯臭	弱硫化物臭	磯臭	弱硫化物臭	硫化物臭	硫化物臭
		外観	-	2.5Y 5/4 (黄褐)	5Y 5/4 (オリーブ)	2.5Y 7/4 (浅黄)	5Y 5/4 (オリーブ)	5Y 5/3 (灰オリーブ)	7.5Y 5/3 (灰オリーブ)
		性状	-	砂	シルト、礫、砂	砂	シルト、粘土	シルト、粘土	砂、シルト
	室内分析	SPSS	kg/m ³	100	370	1.0	950	590	400
		COD	mgO/g乾	2.0	5.4	0.8	6.9	5.3	4.1
秋季 (H29. 11. 15)	現地観測	臭気	-	磯臭	磯臭	磯臭	微硫化物臭	磯臭	磯臭
		外観	-	10YR 7/4 (にぶい黄橙)	2.5Y 5/6 (黄褐)	5Y 4/4 (暗オリーブ)	7.5Y 4/2 (灰オリーブ)	7.5Y 5/3 (灰オリーブ)	2.5Y 6/8 (明黄褐)
		性状	-	砂、礫	シルト、砂、礫	シルト、砂、礫	シルト、粘土	シルト、砂	砂
	室内分析	SPSS	kg/m ³	100	400	480	770	230	4.4
		COD	mgO/g乾	2.4	3.1	6.2	7.9	5.4	0.5
冬季 (H30. 2. 13)	現地観測	臭気	-	磯臭	磯臭	磯臭	微硫化物臭	磯臭	磯臭
		外観	-	10YR 5/6 (黄橙)	10YR 5/6 (黄褐)	5Y 4/3 (暗オリーブ)	7.5Y 5/3 (灰オリーブ)	7.5Y 4/2 (灰オリーブ)	2.5Y 5/4 (黄褐)
		性状	-	砂、礫	シルト、砂、礫	シルト、砂、礫	シルト、粘土	シルト、砂	砂
	室内分析	SPSS	kg/m ³	210	430	520	720	220	1.8
		COD	mgO/g乾	4.4	3.8	7.5	7.4	3.4	1.2

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出始める。
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。 樹枝状ミドリイン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4 SPSS、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)

2.3 気象状況収集整理

降水量、台風(H29. 3～H30. 2) および調査日、台風の宮古島への接近数およびH29年宮古島接近台風経路図を、図5～6、表8に示す。

・宮古島の降水量の平年値(S56～H22の30年の平年値)は2021mm/年^{注.1}、H29. 3～H30. 2の1年間の降水量は1904mm/年であり、平年値より120mm/年程度少なかった。

注.1 出典：気象庁 各種データ・資料 過去の気象データ検索 宮古島

・宮古島への台風の接近数は、S26～H29(67年間)で平年値3.8個、今年度は4個であり、平年値と同程度であった。

・接近した4個の台風のうち、台風3号(H29. 7. 2～3)と台風18号(H29. 9. 13～14)が降水量・風速が大きく、与那覇湾への赤土等の流入が多かったものと推察される。

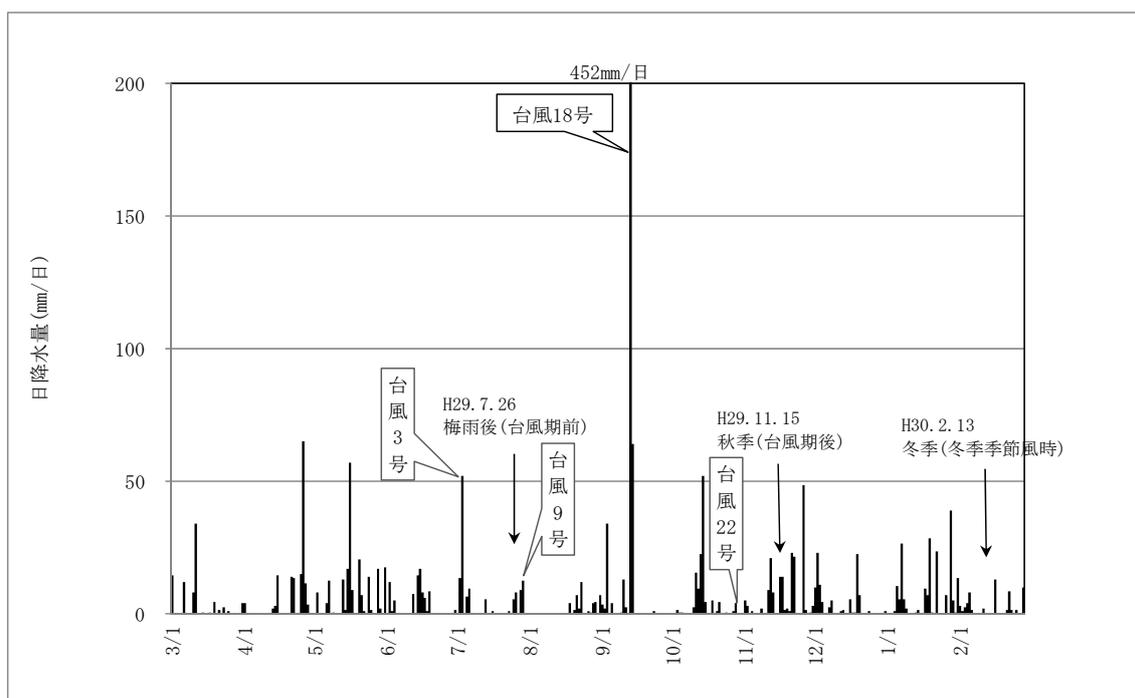


図5 降水量、台風および調査日(H29. 3～H30. 2)

出典：気象庁 各種データ・資料 過去の気象データ検索 宮古島

表 8 台風の宮古島への接近数

台風の宮古島への接近数(1951～2017年)													沖縄気象台
年	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 年合計
1951 (S.26)					1		1			1			3
1952 (S.27)						1	1	1			2		5
1953 (S.28)						1		1		1			3
1954 (S.29)							1	1	1				3
1955 (S.30)							1			1			2
1956 (S.31)				1			1*	2*	3				6
1957 (S.32)									1		1		2
1958 (S.33)						1	1		1				3
1959 (S.34)							1		1	2	2		6
1960 (S.35)							2	3					5
1961 (S.36)									1	1			2
1962 (S.37)							2*	2*					3
1963 (S.38)						2			1				3
1964 (S.39)							3	1					4
1965 (S.40)						2		2					4
1966 (S.41)					2		1	2	4				9
1967 (S.42)							2	1		1			4
1968 (S.43)									2				2
1969 (S.44)								2	1	1			4
1970 (S.45)							1		2				3
1971 (S.46)					1				2		1		4
1972 (S.47)							1	2					3
1973 (S.48)							1						1
1974 (S.49)						1	1	1	1				4
1975 (S.50)								2	1				3
1976 (S.51)					1		1	2			1		5
1977 (S.52)							1	1	1				3
1978 (S.53)						1		1	1	1			4
1979 (S.54)								2		1			3
1980 (S.55)								1		1	1		3
1981 (S.56)						1	1	1			1		4
1982 (S.57)							1	1	1				3
1983 (S.58)									1				1
1984 (S.59)						1		2					3
1985 (S.60)							1	2		2			5
1986 (S.61)					1		1	2			1		5
1987 (S.62)							1	1					2
1988 (S.63)						2		1	1	1			5
1989 (H.元)						1	1	1	2				5
1990 (H.2)					1		1	2	1	1			6
1991 (H.3)					1		1	1	2	1			6
1992 (H.4)						1		1	1				3
1993 (H.5)									1				1
1994 (H.6)							1	3*	1*	1			5
1995 (H.7)							1	1	1				3
1996 (H.8)					1		1		1				3
1997 (H.9)					1	1		2					4
1998 (H.10)									1	1			2
1999 (H.11)								1	1				2
2000 (H.12)							1	1	2	1	1		6
2001 (H.13)					1				1	1			3
2002 (H.14)						1	3		1				5
2003 (H.15)				1		2		1	2		1		7
2004 (H.16)						1		3	1	1			6
2005 (H.17)							1	2	1	1			5
2006 (H.18)							2	2	1				5
2007 (H.19)							1		2	1			4
2008 (H.20)									1				1
2009 (H.21)								1		1			2
2010 (H.22)								1	2				3
2011 (H.23)					2	1		1					4
2012 (H.24)						2		3	2				7
2013 (H.25)						1	1	2	1	1			6
2014 (H.26)						1	2						3
2015 (H.27)					1		1	2	1				5
2016 (H.28)									3	1			4
2017 (H.29)							2		1	1			4
累計	0	0	0	2	14	25	48	71	61	27	12	0	257
平年値	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

1. 宮古島への接近: 台風が中心が宮古島地方気象台の300km以内に入ることをいう。
 2. *印は台風が二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。
 3. 平年値とは、1981年から2010年までの30年を平均した値。
 4. この表は、気象庁予報部予報課アジア太平洋気象防災センターの事後解析で確定した台風資料により作成。

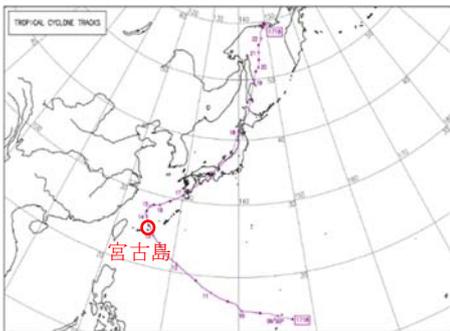
出典：沖縄気象台 台風の統計 沖縄管内府県予報区別台風接近数 宮



台風 3号



台風 9号



台風 18号



台風 22号

図 6 平成 29 年宮古島接近台風経路図

出典：気象庁 各種データ・資料 過去の台風資料 台風経路図

2.4 リュウノヒゲ等の整備状況の整理

今年度はリュウノヒゲ等の整備は実施されなかった。

2.5 調査結果の整理

水質、底質調査の地点間の比較を図7に示す。

水質および底質の調査結果から、前述のように、St-4が比較的汚染度合いが高い傾向にあった。SS、SPSSが最も高かったことから、海底の底質が流れによって巻き上げられており、その度合いも高い傾向にあると考えられる。ただ、SPSSは、St-4以外にも全体的に高い値であったことから、河川のみならず、様々なところから赤土等の流出があり、流れ(潮の満ち引き等)によって与那覇湾全体に拡散されていると推測される。St-2の全窒素がどの調査時期も高い傾向にあったことから、同地点も赤土等の流出がある場所の一つであると考えられる。

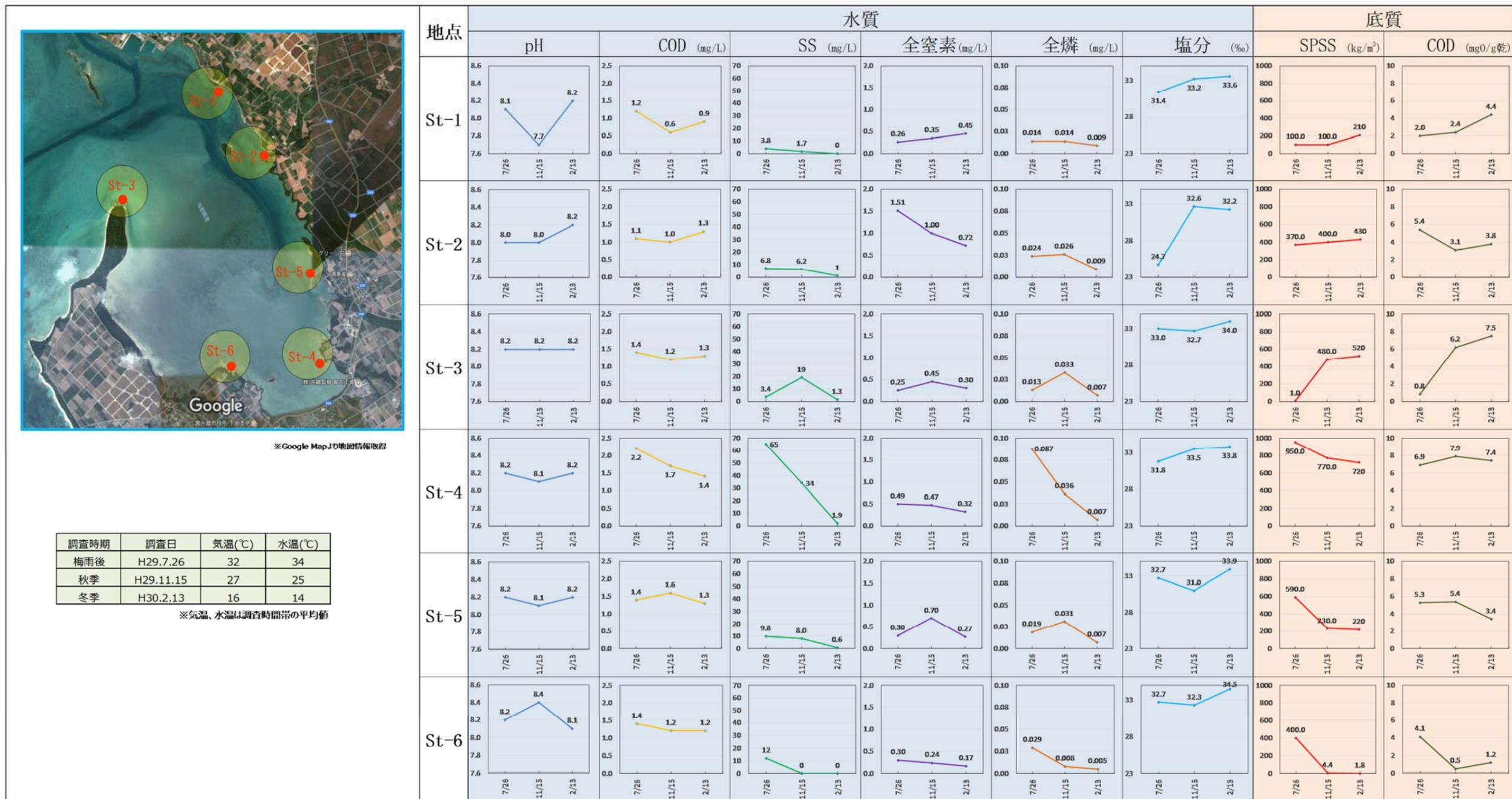


図7 地点間の比較