

第 2 章 基本情報の収集

本業務を履行するに当たり利用する種々の基本情報について、以下にとりまとめた。

2.1 海域タイプ

各海域に堆積した赤土等は、海底地形や波浪の受けやすさによって、自然浄化パターンが異なることが知られている。したがって、海域を海底地形等で類型化することにより、自然浄化パターン別に類型化することが可能である(「平成14年度赤土等流出実態調査」、「赤土等汚染海域定点観測調査」等)。

「平成18年度赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査」では、「目崎茂和(1988)石垣島・白保サンゴの海」を参考に4つの海域タイプに110海域の類型化を実施している。また、「平成14年度赤土等流出実態調査」では、赤土等の拡散を促す北成分の卓越する冬季季節風の影響の有無を示す重要な要因として、海岸線の方向が挙げられている。

上記調査を参考に、「平成21-23年度赤土等に係る環境保全目標設定調査(赤土等の堆積による環境負荷調査)」では、海域タイプと海岸線の方向を元に110海域の類型化を実施している。「平成24年度赤土等流出防止海域モニタリング調査委託業務」では、海域タイプと海岸線の向きの定義を明確化し、修正した定義にしたがって、一部の海域の海域タイプ、海岸線の向きを修正した。

平成24年度に実施した海域タイプと海岸線の向きの修正内容を図 2.1-1に、海域タイプと海岸線の向きによる赤土等拡散の傾向を表 2.1-1に、環境の違いによるサンゴ礁形成の変化を、「目崎茂和(1988)石垣島・白保サンゴの海」より引用し図 2.1-2に示した。

本業務対象全海域の海域タイプ(修正版)と海岸線の向きを表 2.1-2、図 2.1-3、図 2.1-4に示した。

なお、重要サンゴ群集等地点、対照地点については、海域タイプ及び海岸線の向きは記載していない。

海域タイプ一覧 旧版(「平成21～23年度赤土等の堆積による環境負荷調査」より)

干瀬型：
低潮時干出する礁原が海岸から礁縁に至るまで連続した岩盤からなる。
干瀬・イノー型：
礁原の一部が低潮時にも水をたたえるサンゴ場となって干出しない。
イノー型：
波穏やかな海域で、干瀬の発達が悪いタイプ。
内湾型：
陸域に囲まれ波浪の影響を受けにくいタイプ。



海域タイプ一覧 修正版

干瀬型：
低潮時(大潮の最干時)に干出する程度の礁原が海岸から礁縁に至るまで連続した岩盤からなる。一般的に島嶼の北側に多いとされる。
干瀬・イノー型：
沖合に礁嶺が確認できる。礁嶺が干出するほど発達する場合や、水深が浅くなる程度の隆起である場合も含まれるが、ともに礁嶺の内側は礁池(イノー)となる。一般的に島嶼の北側に多いとされる。
イノー型：
礁原・礁嶺は発達せず、なだらかに沖に向かって水深が増す。一般的に島嶼の南側に多いとされる。
内湾型：
陸域に囲まれ波浪の影響を受けにくいタイプ。港湾域等も含まれる。

海岸線の向き一覧 旧版(「平成21～23年度赤土等の堆積による環境負荷調査」より)

北向き：
海岸線が北側を向いている。
南向き：
海岸線が南側を向いている。



海岸線の向き一覧 修正版

北側開口：
海岸線が北側に向かって開けており、北成分が卓越する冬季季節風の影響を受けやすい。
なお、東向き、西向きの海域も、北側に開けている場合は含まれる。
北側非開口：
海岸線が北側に向かって開けておらず、北成分が卓越する冬季季節風の影響を受けにくい。

図 2.1-1 平成24年度に実施した海域タイプ及び海岸線の向きの定義の修正

表 2.1-1 海域タイプと海岸線の向きによる赤土等拡散の傾向

| 海域タイプ | 赤土等拡散の傾向 |
|--------|---|
| 干瀬型 | 波浪によって底質が巻き上げ・拡散されやすく、赤土等は堆積し続けることはあまり無いと考えられる。 |
| 干瀬イノー型 | 礁嶺の存在により、多少の波浪では、礁池内の底質は巻き上げ・拡散されない。また、巻き上げ・拡散が起こった場合も、礁嶺の存在により直接外海に拡散しづらく、クチがある場合は、そこに向けた拡散経路が形成されることがある。 また、潮の干満に伴うクチに向けた一定の流れが礁池内に発生し、拡散を促す役割を果たすこともある。 |
| イノー型 | 波浪によって底質が巻き上げ・拡散されやすく、直接外海へ拡散する。 ただし、干瀬型よりも水深が深いため、巻き上げ・拡散能は干瀬型に劣ると考えられる。 |
| 内湾型 | 波浪の影響を受けづらく、赤土等は堆積し続ける事が多いと考えられる。 |

| 海岸線の向き | 赤土等拡散の傾向 |
|--------|---|
| 北側開口 | 冬季季節風の影響を受けやすく、冬場においては赤土等は堆積し続けることはあまりないと考えられる。 |
| 北側非開口 | 冬季季節風の影響を受けづらく、冬場においては赤土等堆積量は停滞、もしくは冬場の降雨により増大すると考えられる。 |

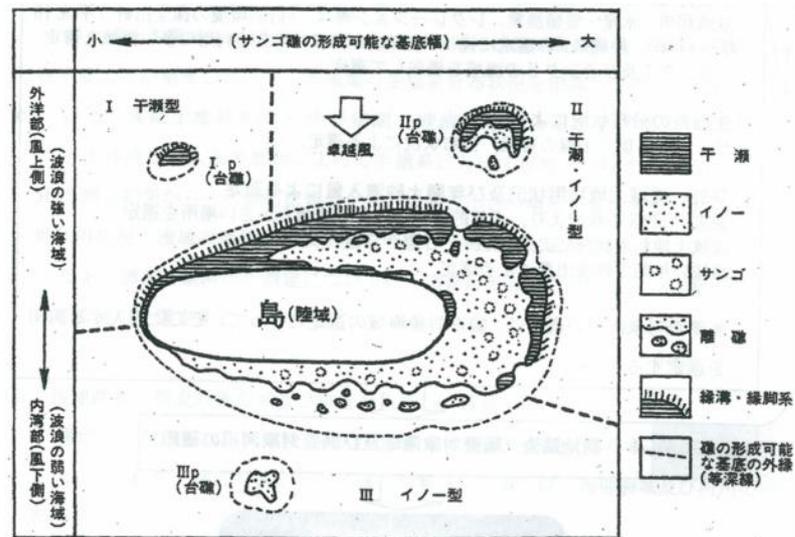


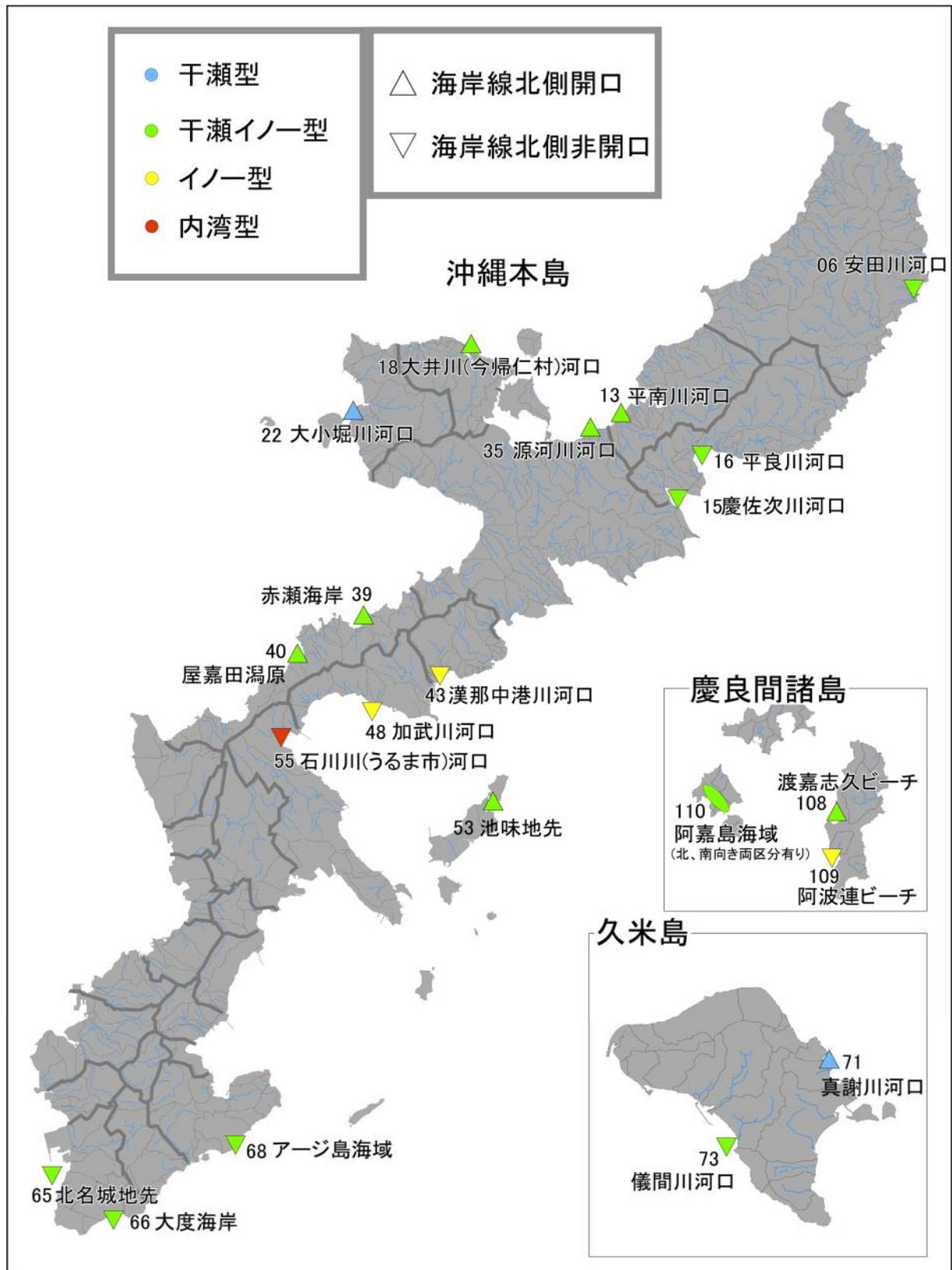
図 2.1-2 環境の違いによるサンゴ礁形成の変化

参考文献：目崎茂和(1988)石垣島・白保サンゴの海

表 2.1-2 海域タイプ(修正版)と海岸線の向き

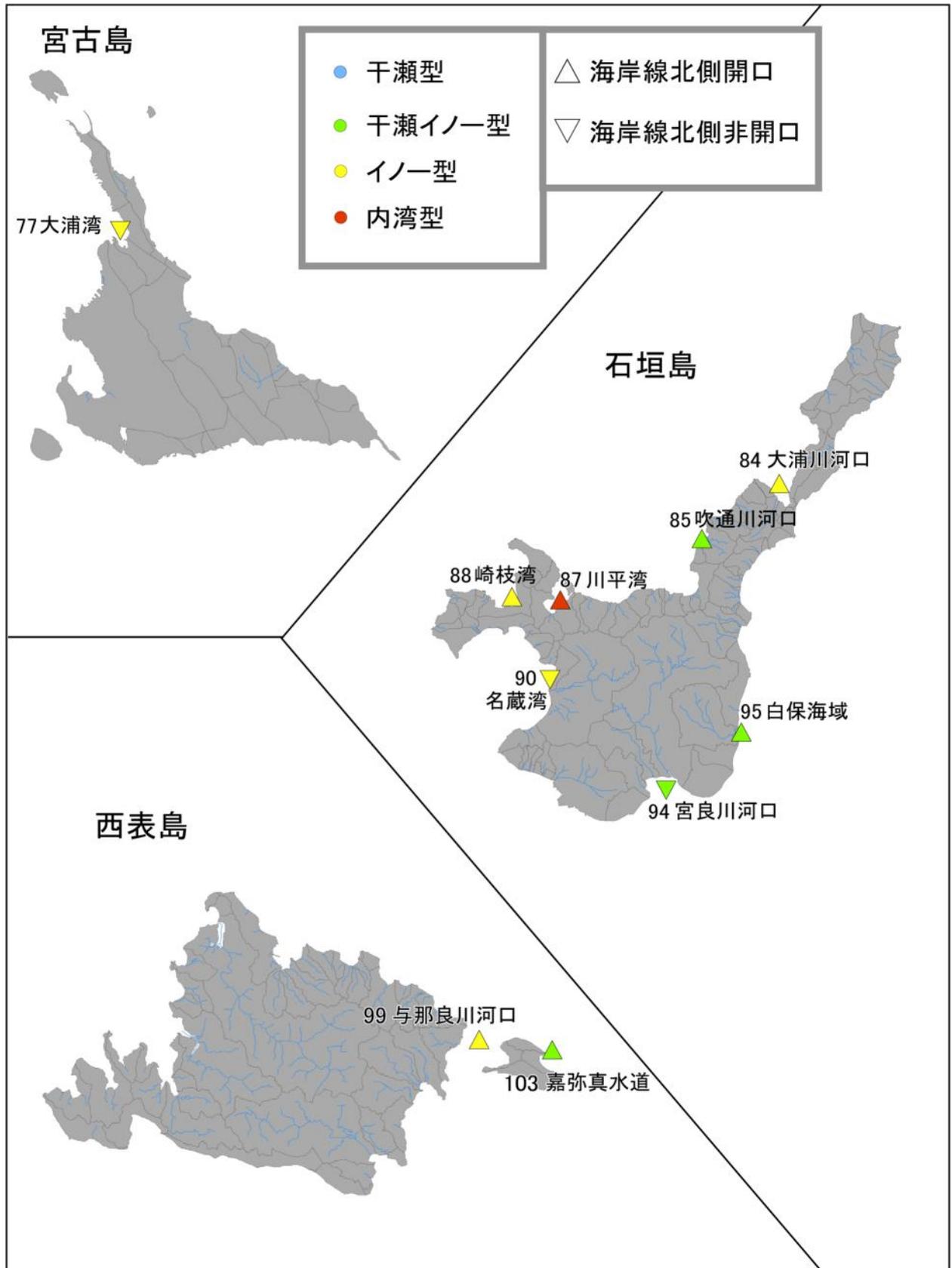
| 区分番号 | 海域区分 | 海域番号 | 海域名 | 海域タイプ | 海岸線の向き |
|------|-----------|------|---------------|--------|--------|
| 6 | 大宜味～源河海域 | 013 | 平南川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| | | 035 | 源河川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 9 | 今帰仁北東海域 | 018 | 大井川(今帰仁村)河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 12 | 本部半島西海域 | 022 | 大小堀川河口海域 | 干瀬型 | 北側開口 |
| 15 | 赤瀬海域 | 039 | 赤瀬海岸 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 18 | 屋嘉田潟原海域 | 040 | 屋嘉田潟原海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 28 | 名城地先海域 | 065 | 北名城地先海域 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 31 | 安田地先海域 | 006 | 安田川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 34 | 平良湾北海域 | 016 | 平良川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 35 | 有銘湾北海域 | 015 | 慶佐次川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 40 | 宜野座南東海域 | 043 | 漢那中港川河口海域 | イノー型 | 北側非開口 |
| 41 | 金武湾 | 048 | 加武川河口海域 | イノー型 | 北側非開口 |
| | | 055 | 石川川(うるま市)河口海域 | 内湾型 | 北側非開口 |
| 42 | 宮城島北東海域 | 053 | 池味地先海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 46 | アージ島南海域 | 068 | アージ島海域 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 49 | 大度・米須地先海域 | 066 | 大度海岸 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 50 | 久米島北東海域 | 071 | 真謝川河口海域 | 干瀬型 | 北側開口 |
| 51 | 久米島南西海域 | 073 | 儀間川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 53 | 大浦湾(宮古島) | 077 | 大浦湾海域 | イノー型 | 北側非開口 |
| 60 | 伊原間湾 | 084 | 大浦川河口海域 | イノー型 | 北側開口 |
| 61 | 野底崎南海域 | 085 | 吹通川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 63 | 川平湾 | 087 | 川平湾 | 内湾型 | 北側開口 |
| 64 | 崎枝湾 | 088 | 崎枝湾 | イノー型 | 北側開口 |
| 65 | 名蔵湾 | 090 | 名蔵湾 | イノー型 | 北側非開口 |
| 69 | 石垣島東南海域 | 095 | 白保海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 70 | 宮良湾 | 094 | 宮良川河口海域 | 干瀬イノー型 | 北側非開口 |
| 73 | 西表島東海域 | 099 | 与那良川河口 | イノー型 | 北側開口 |
| 74 | 小浜島周辺海域 | 103 | 嘉弥真水道海域 | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| 78 | 慶良間諸島海域 | 108 | 渡嘉志久ビーチ | 干瀬イノー型 | 北側開口 |
| | | 109 | 阿波連ビーチ | イノー型 | 北側非開口 |
| | | 110 | 阿嘉島海域 | 干瀬イノー型 | - |

注:平成24年度において、海域タイプを修正した海域は、013平南川河口、035源河川河口、015慶佐次川河口、053池味地先、068アージ島海域、071真謝川河口である。また、海岸線の向きを修正した海域は、095白保海域、099与那良川河口である。



注：重要サンゴ群集等地点、対照地点は記載していない。

図 2.1-3 海域タイプ(修正版)と海岸線の向き



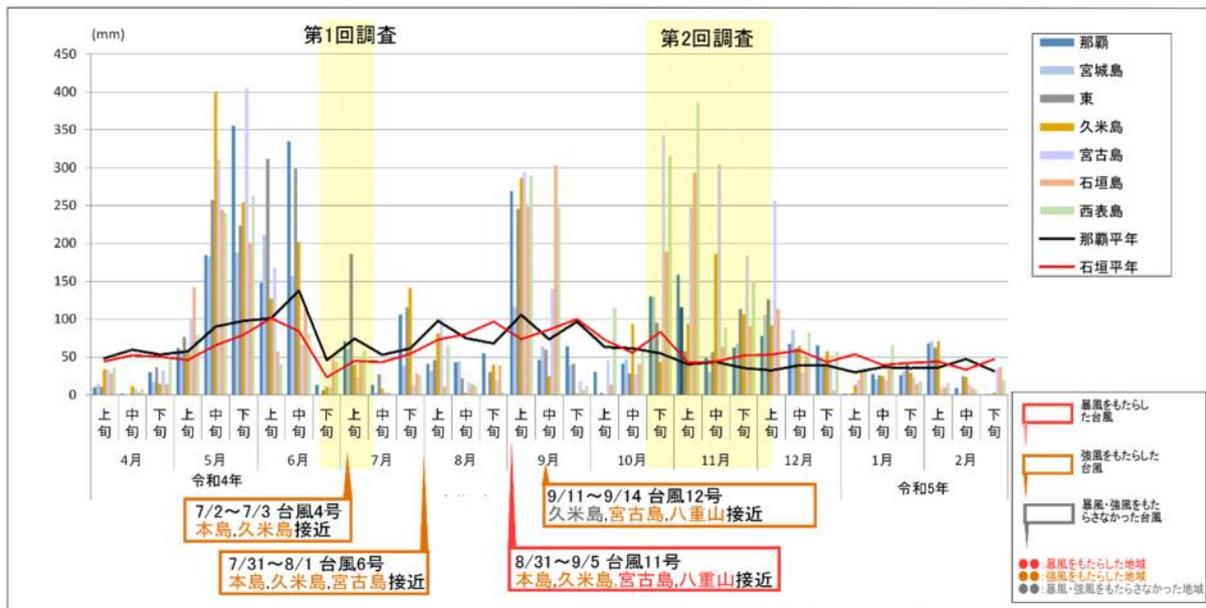
注：重要サンゴ群集等地点、対照地点は記載していない。

図 2.1-4 海域タイプ(修正版)と海岸線の向き

2.2 気象状況

2.2.1 気象状況の概況

沖縄気象台資料等を参考に、那覇、宮城島、東、久米島、宮古島、石垣島、西表島における旬別降水量と、沖縄地方に接近(沖縄地方の気象官署等から300km以内を通過すること)した台風の時期を図 2.2-1に示した。



注：沖縄気象台資料等を参考とした。

図 2.2-1 旬別降水量及び台風接近時期

気象状況のトピックを以下に記した。

- ・4月の降水量は平年と比べ、全地点において少雨傾向であった。
- ・今年度(令和4年度)の梅雨入りは5月4日と平年より5日早く、梅雨明けは6月20日と平年より1日早く、梅雨の期間は47日と平年より5日長かった(参考:平年値5月10日～6月21日、期間42日)。
- ・梅雨時期(5-6月)の総雨量としては、那覇、宮城島、東、久米島、石垣島、西表島、宮古島で平年よりかなり多い傾向であった。
- ・第1回調査時にあたる7月上旬において、沖縄本島及び久米島、宮古島、八重山地方に台風4号の接近があった。
- ・第1回調査後で第2回調査の前にあたる7月下旬から9月中旬にかけて、沖縄本島では台風4、6、11号の3つ、久米島では台風4、6、11、12号の4つ、八重山地方では台風11、12号の2つ、宮古島では6、11、12号の3つが接近した。それぞれの台風は地点間で差があるものの、大雨や暴風を伴ったため、大雨による赤土等の海域への流出と高波浪による堆積赤土等の拡散が生じたと考えられる。

2.2.2 各海域調査前の降水状況

各海域調査前の降水状況について以下に示した。

なお、月別雨量の平年との比較においては、沖縄气象台資料「沖縄地方の天候」において降雨量に対し「多い・平年並み・少ない」といった評価があることから、その内容を引用した。

(1) 梅雨時(5-6月)の降水状況詳細

第1回海域調査前である、5-6月(梅雨時)の降水状況を図 2.2-2に示した。

5月の降水量は平年と比べ、全地点で平年より多かった。6月の降水量は平年と比べ、沖縄本島地方、久米島、宮古島では平年より多く、石垣島、西表島では平年より少なかった。

5-6月の総雨量の平年比は、那覇 207%、宮城島 190%、東 205%、久米島 186%、石垣島 203%、西表島 206%、宮古島 254%と、全地点とも顕著な多雨傾向であった。

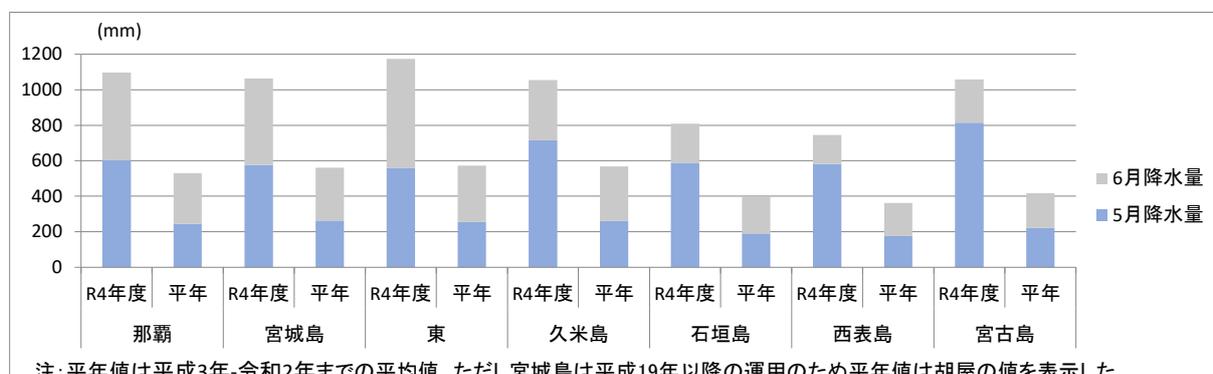


図 2.2-2 令和4年5-6月(梅雨時)の降水状況

(2) 夏季から初秋(7-10月)の降水状況

第2回海域調査前である、7-10月(夏季から初秋)の降水状況を図 2.2-3に示した。

7月の降水量は平年と比べ、那覇と久米島では平年並であり、宮城島、東、久米島では平年より多く、石垣島、西表島、宮古島では少なかった。8月の降水量は平年と比べ、全地点で少なかった。9月の降水量は平年と比べ、那覇、宮城島、東、久米島で多く、石垣島、西表島、宮古島において平年の2倍程度多かった。10月の降水量は平年と比べ、東で少なく、那覇、久米島、宮城島、石垣島では平年と同程度であり、西表島と宮古島では平年より多かった。

7-10月総雨量の平年比は、那覇103%、宮城島105%、東108%、久米島103%、石垣島109%、西表島134%、宮古島126%と、全地点ともに平年より多雨傾向であった。

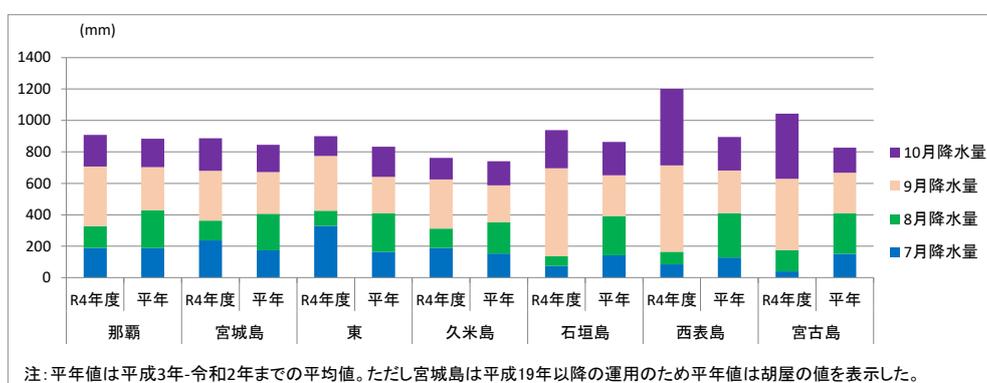


図 2.2-3 令和4年7-10月(夏季から初秋)の降雨状況

(3) 秋季から冬季(11-1月)の降水状況

11-1月(秋季から冬季)の降水状況を図 2.2-4に示した。

11月の降水量は平年と比べ、那覇、宮城島、東で多く、久米島、石垣島で2倍程度多く、西表島、宮古島で3倍程度多かった。12月の降水量は平年と比べ、全地点で多かった。1月の降水量は平年と比べ、全地点で少なかった。

11-1月の総雨量の平年比は、那覇162%、宮城島163%、東149%、久米島166%、石垣島164%、西表島206%、宮古島265%と、全地点ともに平年より多雨傾向であった。

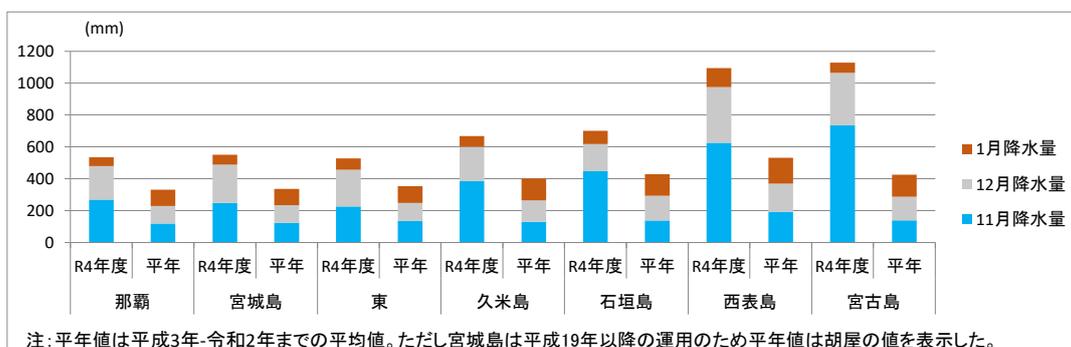


図 2.2-4 令和3年11月-令和4年1月(秋季から冬季)の総降水量の比較

2.2.3 台風情報

今年度(令和4年度)沖縄地方に接近した台風数の状況を表 2.2-1に示した。

台風の接近回数は、那覇、宮古島、石垣島において平年値より少なく、久米島において平年値と同じであった。

表 2.2-1 沖縄地方に接近した台風数の状況

| | 那覇 | 久米島 | 宮古島 | 石垣島 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 令和4年度 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| 平年値 | 3.9 | 4.0 | 4.2 | 4.3 |
| 過年度の最小～最大 | 0～9 | 1～9 | 1～7 | 1～9 |

注1: 接近は、台風が中心が観測所から300km以内に入ること。

注2: 平年値、最大、最小は沖縄気象台のホームページに掲載されているデータを基に、平成5年～令和3年の期間を抜粋し、算出した。

注3: 沖縄気象台HP「<http://www.jma-net.go.jp/okinawa/data/toukei/typn.html>」

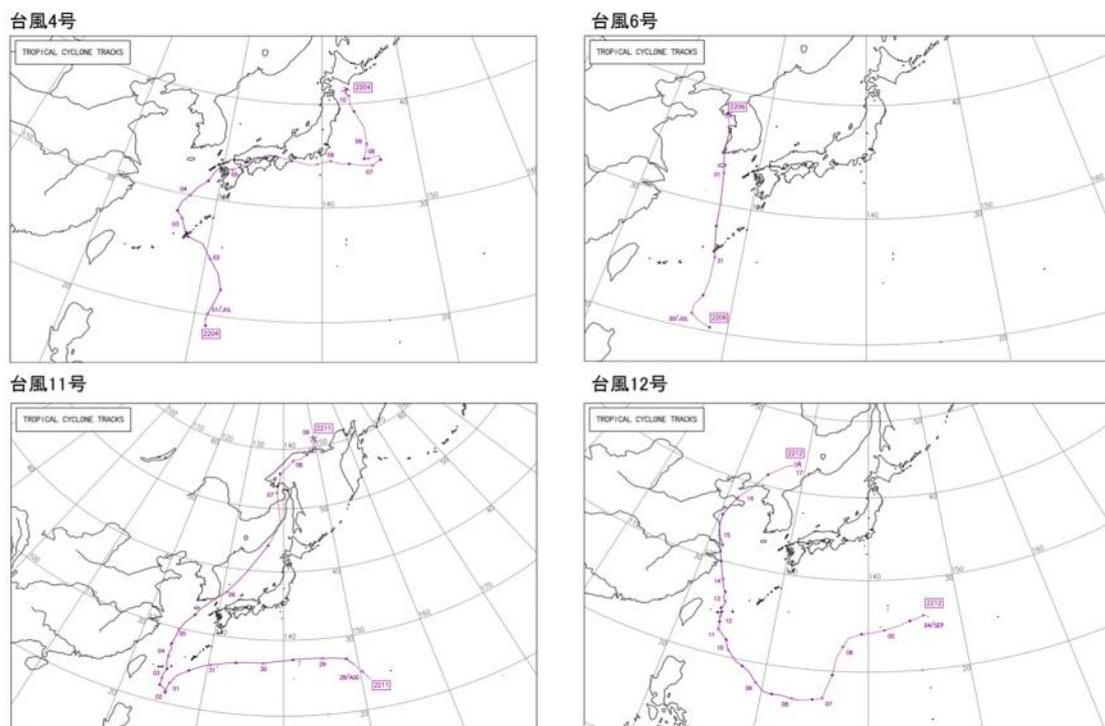
今年度(令和4年度)、沖縄本島地方、久米島、宮古島、八重山地方に接近した台風の概要を表 2.2-2、台風経路図一覧を図 2.2-5に示した。

なお、各日時や降水量のデータは沖縄気象台へヒアリングを行い、収集した。

表 2.2-2 沖縄本島地方、久米島、宮古島、八重山地方に接近した台風の概要

| 令和4年度 接近台風 | 観測地点 | 最接近日時 | 最大風速 | 強風域入 | 暴風域入 | 暴風域抜け | 強風域抜け | 期間降水量 |
|---------------|---------------|------------|------------------|-------------------------|------------|------------|------------------------|------------------------|
| 台風4号 | 那覇 (本島地方) | 7月2日 21時頃 | 14.0m/s (南西) | 7月2日 15時頃 | - | - | 7月3日 15時頃 | 67.0mm (7/1~7/4) |
| | 久米島 | 7月3日 00時頃 | 11.1m/s (西) | 7月2日 18時頃 | - | - | 7月3日 15時頃 | 30.5mm (7/1~7/4) |
| 台風6号 | 那覇 (本島地方) | 7月31日 12時頃 | 11.9m/s (南南西) | 7月31日 12時頃 | - | - | 8月1日 03時頃 | 63.0mm (7/31~8/1) |
| | 久米島 | 7月31日 12時頃 | 8.3m/s (南) | 7月31日 12時頃 | - | - | 8月1日 03時頃 | 174.5mm (7/31~8/1) |
| | 宮古島 | 7月31日 12時頃 | 7.8m/s (南) | 7月31日 12時頃 | - | - | 7月31日 18時頃 | 70.0mm (7/31~8/1) |
| 台風11号 | 那覇 (本島地方) | 8月31日 18時頃 | 19.9m/s (南南東) | 8月31日 12時頃 9月3日 00時頃 | - | - | 9月1日 00時頃 9月5日 16時頃 | 277.5mm (8/29~9/6) |
| | 久米島 | 8月31日 21時頃 | 20.2m/s (南東) | 8月31日 18時頃 9月3日 00時頃 | - | - | 9月1日 00時頃 9月5日 18時頃 | 287.5mm (8/29~9/6) |
| | 宮古島 | 9月3日 23時頃 | 21.4m/s (南南西) | 9月1日 00時頃 | 9月3日 15時頃 | 9月4日 15時頃 | 9月5日 12時頃 | 300.0mm (8/29~9/6) |
| | 石垣 (八重山地方) | 9月3日 23時頃 | 23.8m/s (南西) | 9月1日 09時頃 | 9月3日 23時頃 | 9月4日 07時頃 | 9月5日 09時頃 | 242.0mm (8/29~9/6) |
| 台風12号 | 久米島 | 9月13日 08時頃 | 9.3m/s (南東) | - | - | - | - | 8.0mm (9/11~9/13) |
| | 宮古島 | 9月12日 12時頃 | 16.6m/s (南東) | 9月11日 03時頃 | 9月13日 06時頃 | 9月13日 08時頃 | 9月14日 00時頃 | 135.5mm (9/11~9/13) |
| | 石垣 (八重山地方) | 9月12日 12時頃 | 30.6m/s (南西) | 9月11日 00時頃 | 9月11日 17時頃 | 9月13日 07時頃 | 9月14日 00時頃 | 303.0mm (9/11~9/13) |

注1: 観測地点「那覇」を沖縄本島地方の代表、「石垣」を八重山地方の代表とした。
 注2: 沖縄気象台への聞き込みにより最接近日時、最大風速、期間降水量、強風・暴風域入及び抜け日時を引用した。
 注3: 「-」については、上記条件(強風域入、暴風域入)が記録されなかった場合を示す。
 注4: 結果は速報値であり、気象台発表においては後日変更となる可能性がある。



注: 気象庁HP「https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/route_map/index.html」より引用した。

図 2.2-5 台風経路図一覧

2.3 海水温

今年度(令和4年度)、夏場の高水温によるサンゴ類の白化現象が起こっていないかどうかを確認するため、海域に水温ロガー(以下、「ロガー」)を設置し、水温の連続観測を実施した。ロガーはOnset社のHOBOウォーターテンププロV2を用いた。

本項目は、降水量等とともに、海域の環境を示すためのデータで、定点観測調査、重点監視海域調査共に関連するため、本セクションで扱うこととした。

2.3.1 高水温によるサンゴへの影響

サンゴ類は、一般的に30℃を超えるような水温となると、共生藻を体外へ排出し、骨格が透けて全体が白く見える「サンゴ白化現象(以後、「白化」)」が起こる。白化後、高水温状況が改善されなければ、共生藻から得ていた光合成生産物を受け取れず成長の阻害などにとどまらず、斃死するとされる(中村, 2012)。ただし、白化の起こる水温は、すべてのサンゴにおいて一様ではなく、種ごとの群体形や体内の共生藻の種類により異なるとされる(Loya *et al.*, 2001、中村, 2012)。

今年度(令和4年度)調査において、白化や死亡が確認されたとき、その原因が、赤土等流出なのか、高水温による白化なのか、また別の原因なのかを検討する材料とするため、ロガーを設置することとした。

参考文献

- ・中村 崇(2012). 造礁サンゴにおける温度ストレスの生理学的影響と生態学的影響,海の研究(Oceanography in Japan),21(4),131-144
- ・Y.Loya, K.Sakai, K.Yamazato, Y.Nakano, H.Sambali and R.Van Woelk (2001), Coral bleaching: the winners and losers, Ecology Letters, 4:122-131

2.3.2 水温ロガー設置地点及び測定期間

水温ロガー設置地点とその他緒言を表 2.3-1 に、各ロガー設置海域の位置を図 2.3-1 及び図 2.3-2 に示した。

ロガーの設置地点は、沖縄本島で 3 地点、久米島に 1 地点、石垣島に 3 地点、西表島に 1 地点、渡嘉敷島に 1 地点、宮古島に 1 地点計 10 地点とした。各設置地点は周辺海域を代表する地点として設定し、測定は 30 分ピッチでおこなった。

測定期間は各地点で令和 4 年 6 月 27 日から順次行い、7 月 11 日までに全地点で開始した。測定終了日は、令和 4 年 10 月 25 日とした。

なお、アージ島海域のロガー設置地点については平成 26 年から令和元年度までは 068-No.2 としていたが、令和 2 年度から 068-No.3 とした。

表 2.3-1 水温ロガー設置地点、その他緒言

| 水温ロガー設置地点 | 評価対象海域 | 測定ピッチ | 測定開始日 | 測定終了日 |
|------------------|---------|-------|-----------|------------|
| 大小堀川河口022-2 | 沖縄本島西岸域 | 30min | 令和4年7月12日 | 令和4年10月25日 |
| 慶佐次川河口015-1 | 沖縄本島東岸域 | | | |
| アージ島海域068-No.3 | 沖縄本島南岸域 | | | |
| 真謝川河口071-1 | 久米島全域 | | | |
| 白保海域095-S07 | 石垣島東岸 | | | |
| 宮良川河口094-2(No.2) | 石垣島南岸 | | | |
| 伊原間 | 石垣島北岸 | | | |
| 与那良川河口099-01 | 西表島全域 | | | |
| 渡嘉志久ビーチ108-1 | 慶良間諸島全域 | | | |
| 南静園地先海域 | 宮古島全域 | | | |

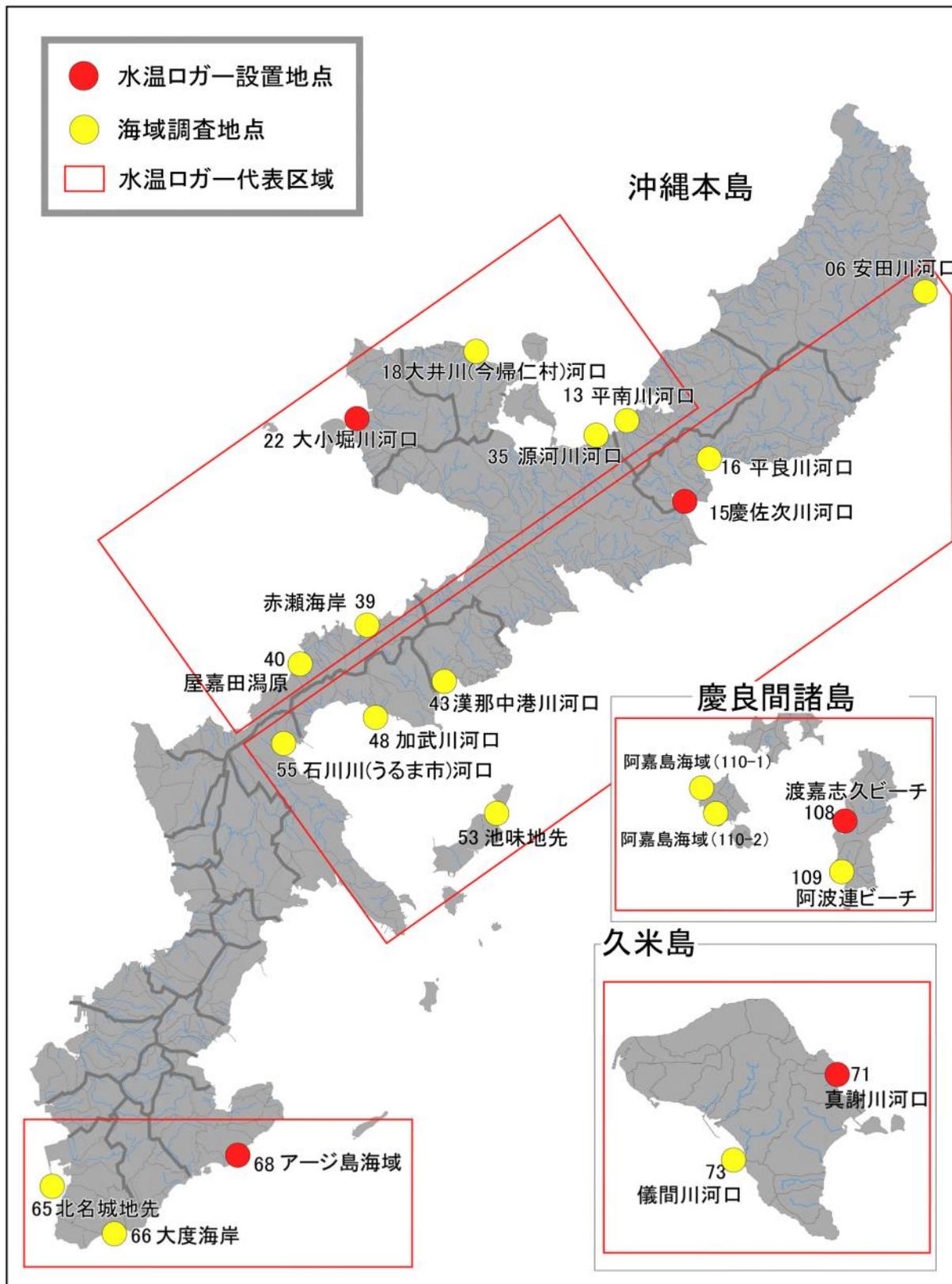


図 2.3-1 ロガー設置位置図 (1/2)

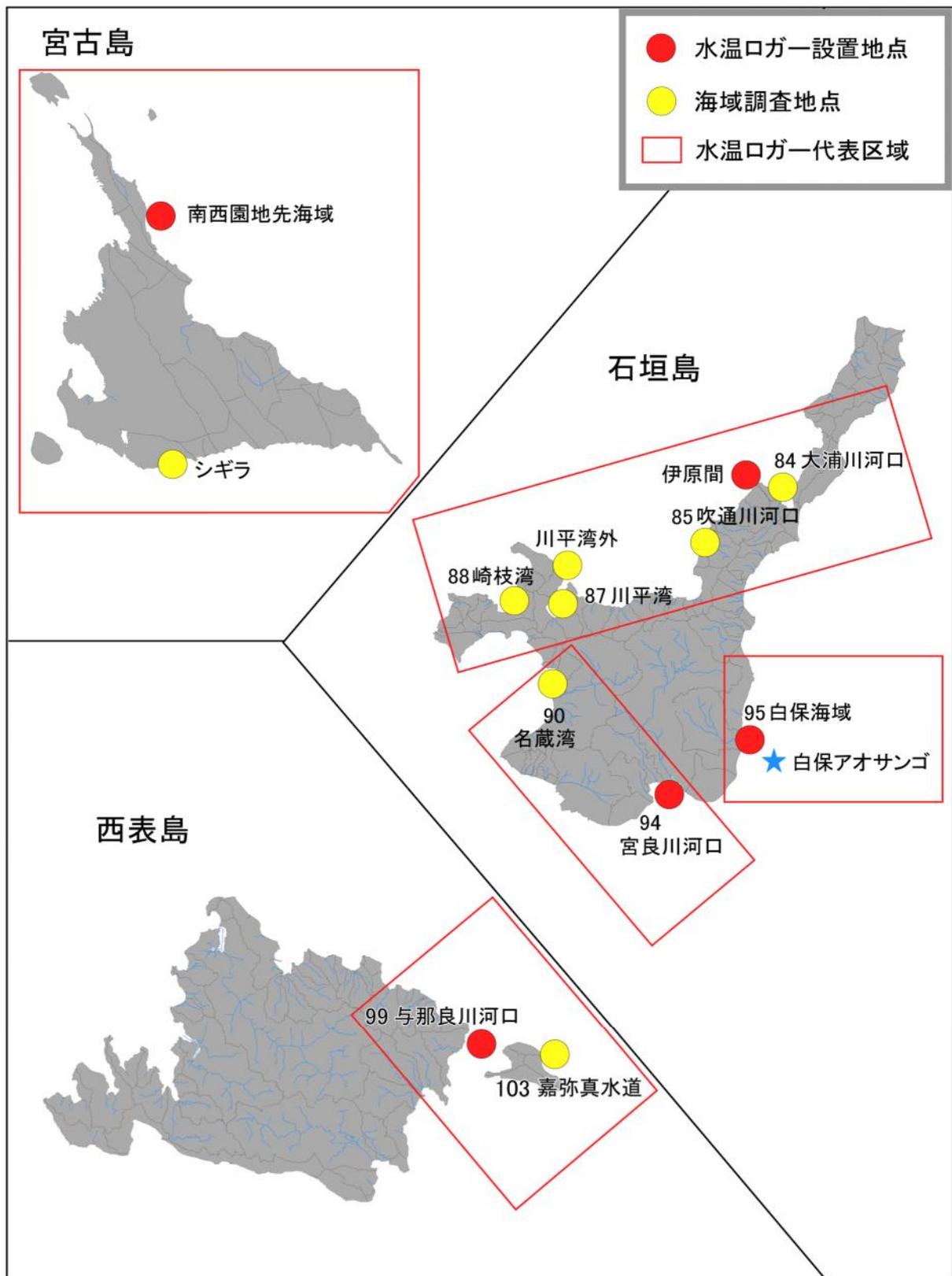


図 2.3-2 ロガー設置位置図 (2/2)

2.3.3 水温ロガーを設置した各海域における日別水温の変化

各海域における日毎の海水温データを図 2.3-3～図 2.3-12に示した。掲載している折れ線グラフは、一日の平均水温を結び、グラフ中のエラーバー上端は一日の最高水温を、下端は最低水温を表している。

(1) 沖縄本島

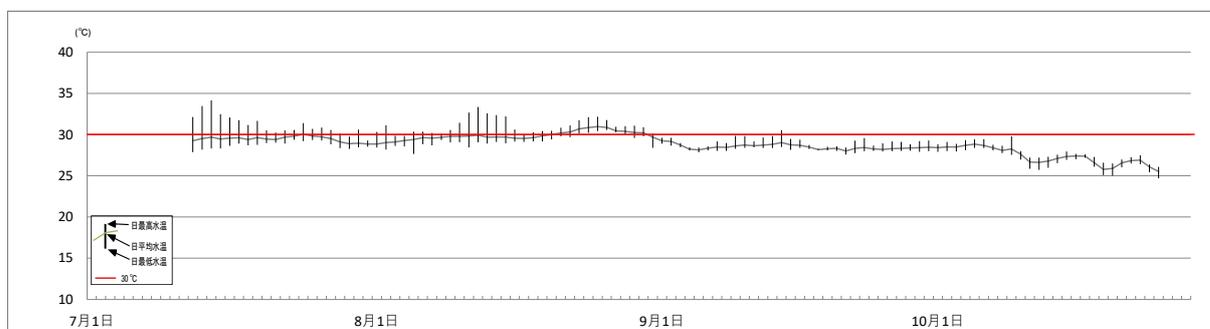


図 2.3-3 大小堀川河口022-2海水温データ

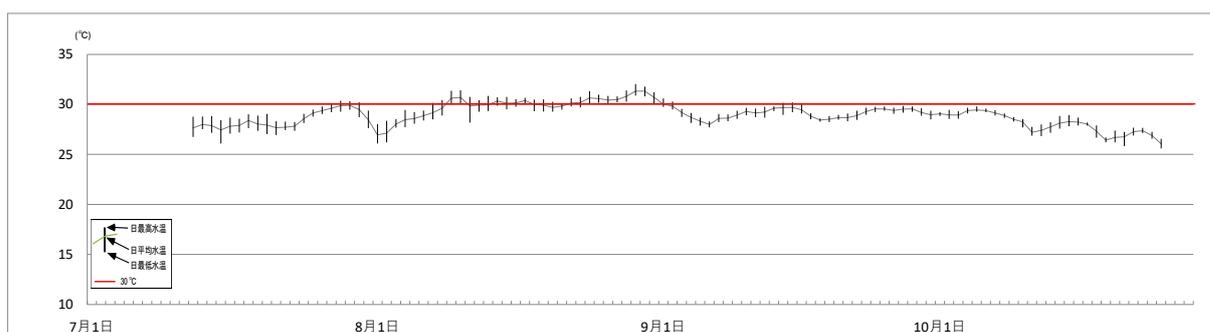


図 2.3-4 慶佐次川河口015-1海水温データ

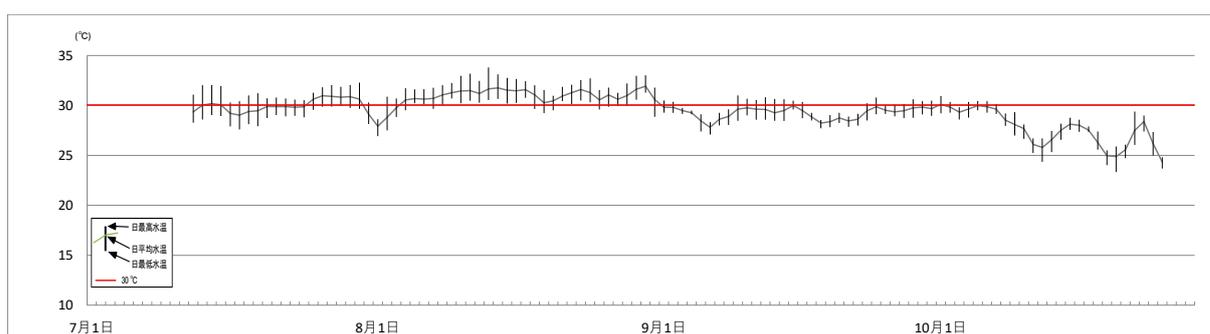


図 2.3-5 アージ島海域068-No.3における海水温データ

(2) 久米島

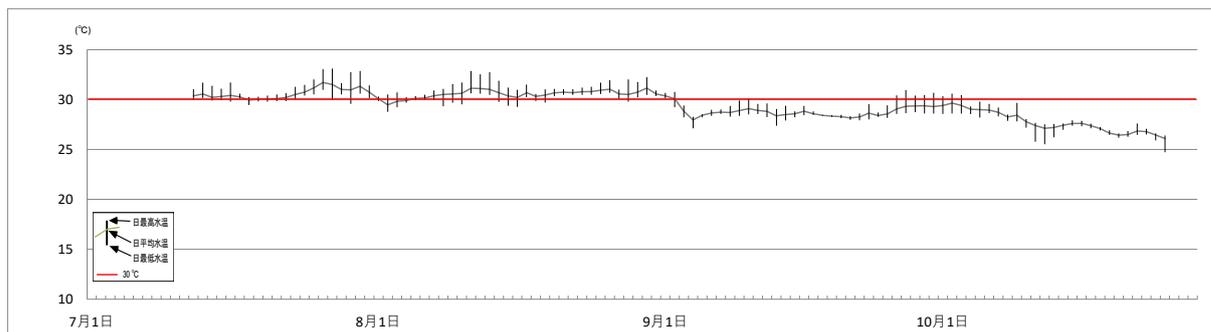


図 2.3-6 真謝川河口071-1における海水温データ

(3) 石垣島

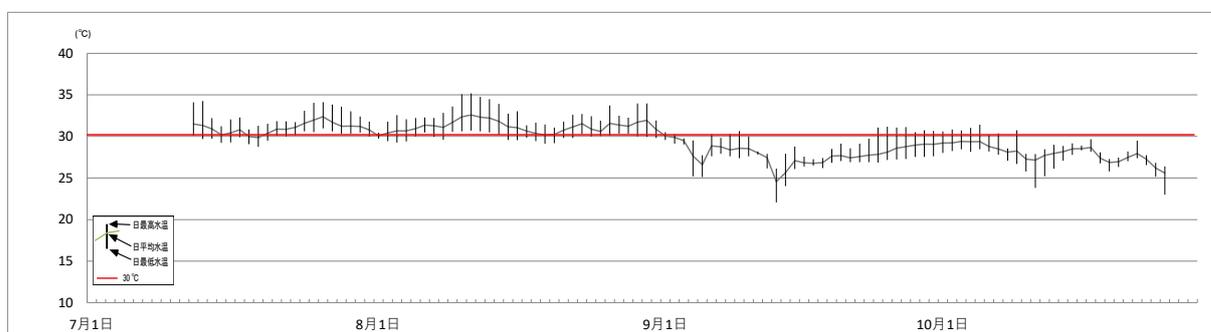


図 2.3-7 白保海域095-S07における海水温データ

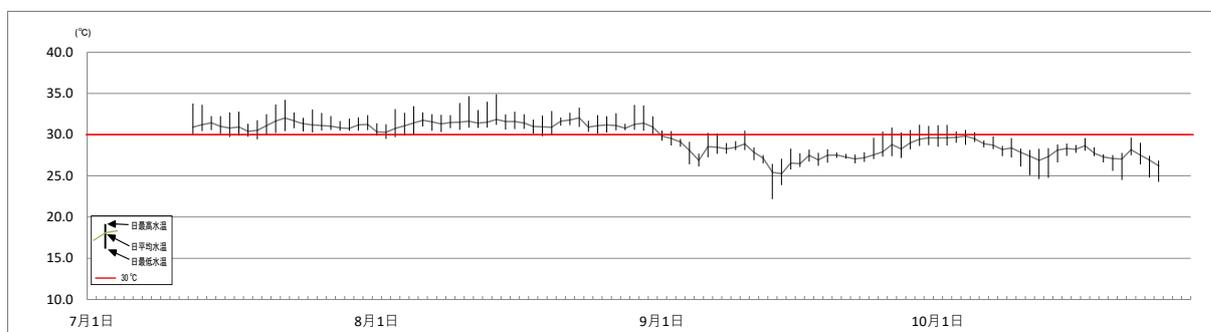


図 2.3-8 宮良川河口094-2(No.2)における海水温データ

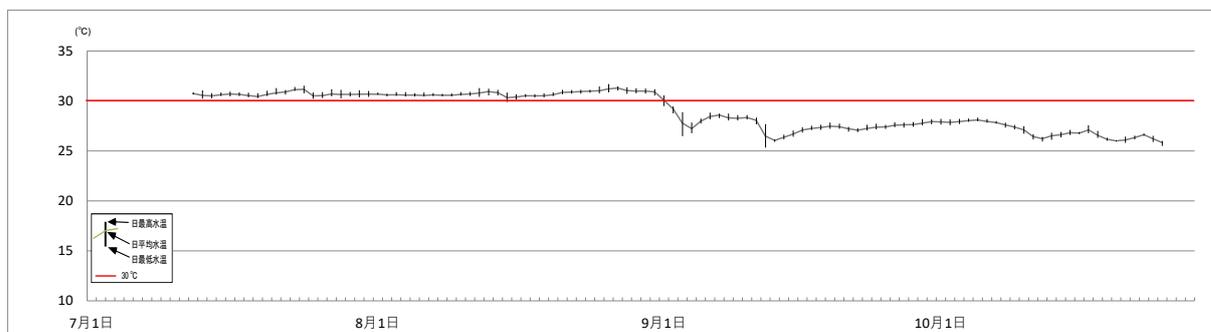


図 2.3-9 伊原間における海水温データ

(4) 西表島

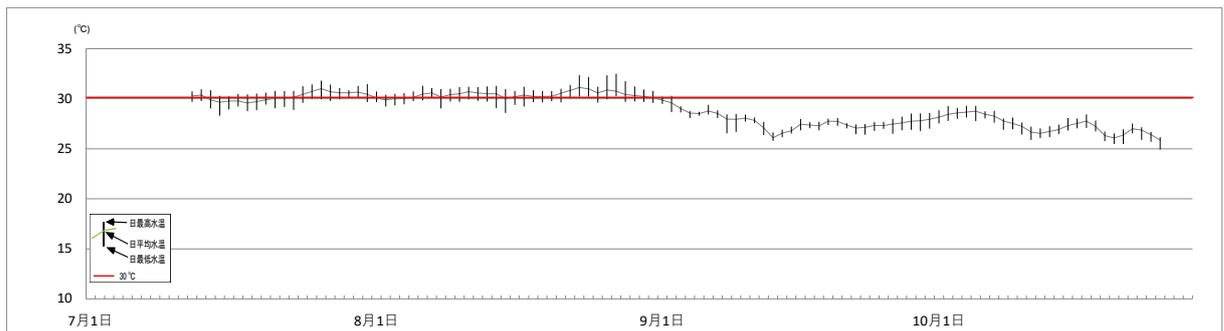


図 2.3-10 与那良川河口099-01における海水温データ

(5) 渡嘉敷島

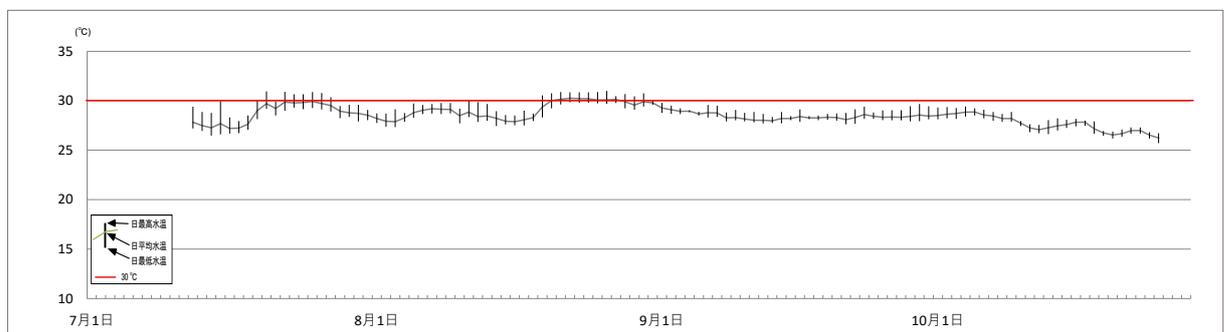


図 2.3-11 渡嘉志久ビーチ108-01における海水温データ

(6) 宮古島

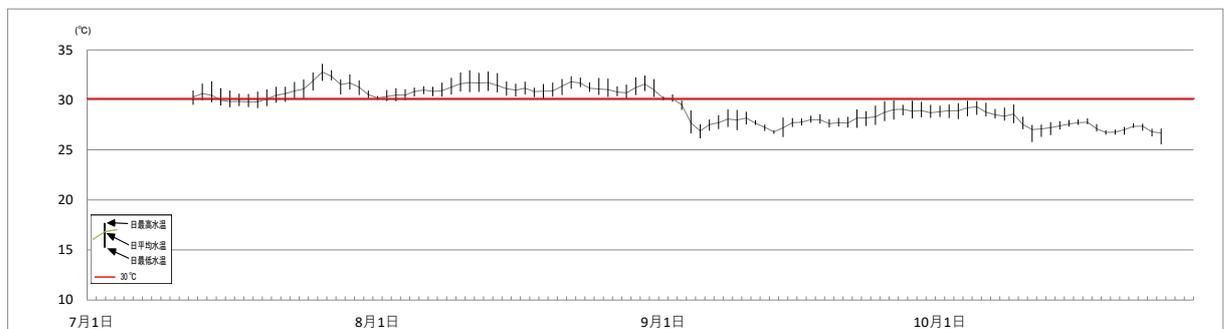


図 2.3-12 南静園地先海域における海水温データ

2.3.4 サンゴ白化の可能性判定

海水温情報を元にしたサンゴ白化現象の指標は、アメリカ海洋大気局(NOAA)による衛星画像から得た水温情報を元にした DHW (degree heating weeks) 等が知られている。参考文献によると、DHWとは、直前 12 週間において、各週の平均水温から平年値の夏季水温の差分を取ったものの累積値のことである。なお、マイナス値を含め差分が 1 未満のものについては加算しない。DHW が 4 以上であればサンゴの白化が発生する可能性が高く、8 以上でサンゴが白化により死亡する可能性が高いとされている。

本業務では、上記を踏まえ本調査で得られたロガーデータを基とした DHW を用いて、サンゴ白化の可能性を判定することとした。

参考文献

・ Remote sensing of sea surface Temperatures during 2002 Barrier Reef Coral Bleaching. (2003) Gang Liu et al., Eos, Vol.84, No15

(1) 判定方法

本業務でのロガーデータを元に DHW を算出し、それを元に夏季の高水温による白化の可能性について判定を行った。本業務での水温ロガーデータ緒言を表 2.3-2 に、本業務での DHW 算出方法例を表 2.3-3 に示した。

DHW を算出するには 12 週間の水温データが必要であることから、ロガーデータのうち 7 月 11 日から 10 月 2 日までの 12 週間の各週において、7 日間の日平均水温の平均を 12 個算出した。さらに、それぞれから夏季水温の平年値の差分をとり、その合計値を DHW とした。

なお、差分の合計について、差分が 1 未満(マイナス値を含む)のものについては加算しないこととした。

夏季水温の平年値について、平成 31 年度において、本業務で過去に取得したロガーデータを用いた方が、実際の白化の発生と整合性が高いことが示唆されたことから、平成 26、27、30、31 年度、令和 2、3 年度のデータを用いて、それぞれの 8 月の 31 日間の月平均値を求め、その 6 年分(渡嘉志久ビーチ、南静園地先海域では、平成 30、31 年度、令和 2、3 年度の 4 年分)の平均を用いた。平成 28、29 年度については、水温データは存在しているが、高水温傾向にあったことから平均算出から省いた。令和 2 年度の与那良川河口海域のデータについては、ロガーが消失したことから石垣北岸域の伊原間の値を代用して用いた。

判定にあたっては、各地点の DHW が 4 以上であれば、白化が発生した可能性が高く、8 以上であれば、サンゴが白化により死亡した可能性が高いとした。

表 2.3-2 本業務(過年度含む)での水温ロガーデータ緒言

| 水温ロガー設置地点 | 位置 | 測定年度 | 測定ピッチ | 夏季水温の 平年値 ^{注1} |
|--------------------|--------|------------|-------|----------------------------|
| 大小堀川河口022-2 | 沖縄島北西部 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 28.9 |
| 慶佐次川河口015-1 | 沖縄島北東部 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.1 |
| アージ島海域068-No. 3 | 沖縄島南部 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.8 |
| 真謝川河口071-1 | 久米島 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.3 |
| 白保海域095-s07 | 石垣島 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 28.4 |
| 宮良川河口094-2 (No. 2) | 石垣島 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.5 |
| 伊原間 | 石垣島 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.3 |
| 与那良川河口099-01 | 西表島 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.7 |
| 渡嘉志久ビーチ108-1 | 渡嘉敷島 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.7 |
| 南静園地先海域 | 宮古島 | 平成26～令和4年度 | 30分 | 29.2 |

注1: 夏季水温の平年値は、平成26、27、30、31年度、令和2、3年度(渡嘉志久ビーチ、南静園地先海域では、平成30、31年度、令和2、3年度)のデータを用いて、それぞれの8月の31日間の月平均値を求め、その6年分の平均を用いた。

注2: 令和2年度の与那良川河口海域のデータについてはロガーが消失したことから石垣北岸域の伊原間の値を代用して用いた。

表 2.3-3 本業務での水温ロガーデータを元にした DHW の算出方法例

| | | ① | ② | ③(①-②) |
|------|-------|--------------------|----------|-------------------|
| 1週目 | 7月第1週 | 7日間の日平均水温の平均(1週目) | 夏季水温の平年値 | 差分(1週目) |
| 2週目 | 7月第2週 | 7日間の日平均水温の平均(2週目) | | 差分(2週目) |
| 3週目 | 7月第3週 | 7日間の日平均水温の平均(3週目) | | 差分(3週目) |
| 4週目 | 7月第4週 | 7日間の日平均水温の平均(4週目) | | 差分(4週目) |
| 5週目 | 8月第1週 | 7日間の日平均水温の平均(5週目) | | 差分(5週目) |
| 6週目 | 8月第2週 | 7日間の日平均水温の平均(6週目) | | 差分(6週目) |
| 7週目 | 8月第3週 | 7日間の日平均水温の平均(7週目) | | 差分(7週目) |
| 8週目 | 8月第4週 | 7日間の日平均水温の平均(8週目) | | 差分(8週目) |
| 9週目 | 9月第1週 | 7日間の日平均水温の平均(9週目) | | 差分(9週目) |
| 10週目 | 9月第2週 | 7日間の日平均水温の平均(10週目) | | 差分(10週目) |
| 11週目 | 9月第3週 | 7日間の日平均水温の平均(11週目) | | 差分(11週目) |
| 12週目 | 9月第4週 | 7日間の日平均水温の平均(12週目) | | 差分(12週目) |
| | | | | 差分の合計(DHW) |

注: 差分が1未満(マイナス値を含む)のものについては加算しない。

(2) 判定結果

各海域におけるDHWによるサンゴの白化可能性判定結果を表 2.3-4 に示した。

今年度(令和 4 年度)設置した水温ロガーのデータから算出した DHW において、4 以上及び 8 以上が確認された事から、夏季の高水温による白化及び白化による死亡が発生した可能性が高い海域があると推定された。サンゴの白化が発生する可能性が高い DHW 値 4 以上が確認された海域は、沖縄島南岸域、石垣島東岸、西表島全域であった。また、サンゴが白化により死亡する可能性が高い DHW 値 8 以上が確認された海域は久米島全域、石垣島南岸、石垣島北岸、宮古島全域であった。

これは、7 月においては沖縄島及び久米島に台風 4 号、沖縄島、久米島、宮古島に台風 6 号の接近があったものの強風域のみの発生であったため、海水温低下の要因である台風による海水の攪拌が弱かったと考えられる。八重山諸島においては 7 月及び 8 月に台風の接近が無かったため海水温の低下が起こらず、高い海水温が続いたことから DHW 値が高くなったと考えられる。

第 2 回(秋季)調査時においてサンゴ群体の死亡が確認された場合は、高水温によるサンゴ被度への影響があったのか本データを用いて検討を行う。

表 2.3-4 各海域における DHW によるサンゴの白化可能性判定結果

| | 海域名 | | 水温ロガー設置地点 | 令和4年度 | |
|---------|----------------------|-------------|-----------|-------|------------------------|
| | | | | DHW値 | DHWによる判定 ^{注1} |
| 沖縄島西岸域 | 022 | 大小堀川河口 | ロガー設置 | 1.7 | - |
| | 013 | 平南川河口 | | | |
| | 035 | 源河川河口 | | | |
| | 018 | 大井川(今帰仁村)河口 | | | |
| | ウフビシ(重要サンゴ群集) | | | | |
| | 039 | 赤瀬海岸 | | | |
| | 040 | 屋嘉田潟原 | | | |
| 沖縄島東岸域 | 06 | 安田川河口海域 | | 2.7 | - |
| | 015 | 慶佐次川河口 | ロガー設置 | | |
| | 016 | 平良川河口 | | | |
| | 043 | 漢那中港川河口 | | | |
| | 048 | 加武川河口 | | | |
| | 055 | 石川川(うるま市)河口 | | | |
| | 053 | 池味地先 | | | |
| 沖縄島南岸域 | 065 | 北名城地先海域 | | 4.1 | 白化 |
| | 068 | アージ島海域 | ロガー設置 | | |
| | 066 | 大度海岸 | | | |
| 久米島全域 | 071 | 真謝川河口 | ロガー設置 | 8.3 | 白化による死亡 |
| | 073 | 儀間川河口 | | | |
| 石垣島東岸 | 095 | 白保海域 | ロガー設置 | 7.7 | 白化 |
| | 白保アオサンゴ(重要サンゴ群集) | | | | |
| 石垣島南岸 | 094 | 宮良川河口 | ロガー設置 | 10.8 | 白化による死亡 |
| | 090 | 名蔵湾 | | | |
| 石垣島北岸 | 084 | 大浦川河口 | | 9.8 | 白化による死亡 |
| | 伊原間(対照地点) | | ロガー設置 | | |
| | 085 | 吹通川河口 | | | |
| | 087 | 川平湾 | | | |
| | 川平湾外(対照地点) | | | | |
| | 088 | 崎枝湾 | | | |
| 西表島全域 | 099 | 与那良川河口 | ロガー設置 | 6.5 | 白化 |
| | 103 | 嘉弥真水道 | | | |
| | マルゲー(重要サンゴ群集) | | | | |
| 慶良間諸島全域 | 渡嘉志久ビーチ(108-1)(対照地点) | | ロガー設置 | 2.9 | - |
| | 阿嘉島海域(No.1)(対照地点) | | | | |
| | 阿嘉島海域(No.2)(対照地点) | | | | |
| | 阿波連ビーチ(109-1)(対照地点) | | | | |
| 宮古島全域 | 077 | 大浦湾海域 | | 9.9 | 白化による死亡 |
| | 南静園地先海域(対照地点) | | ロガー設置 | | |
| | シギラ(対照地点) | | | | |

注1：凡例は以下の通り。

●DHWによる判定

「白化」：算出したDHWは4～8であり「白化」と判定された海域およびその周辺海域

「白化による死亡」：算出したDHWは8以上であり「白化による死亡」と判定された海域およびその周辺海域

「-」：算出したDHWは4未満である海域およびその周辺海域

2.3.5 今年度(令和4年度)の白化情報

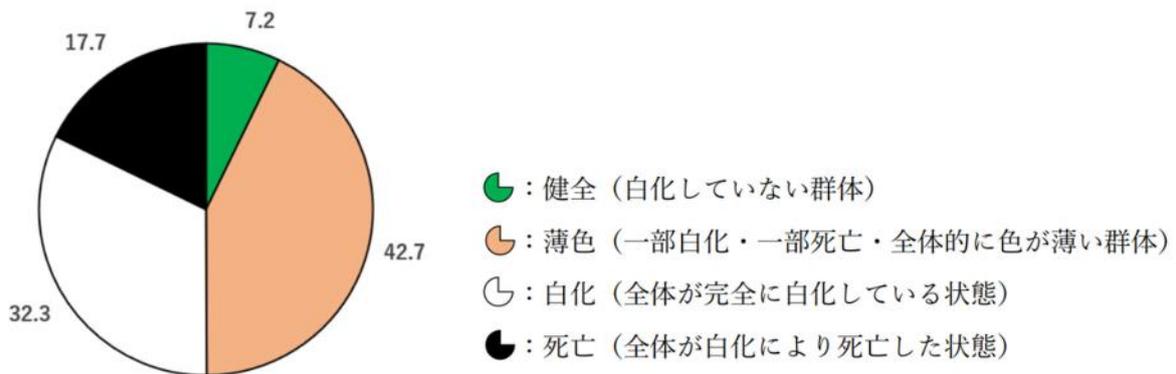
今年度(令和4年度)は、環境省より西表石垣国立公園において高水温による白化現象が起こった事が報告されている。以下に環境省発表「西表石垣国立公園石西礁湖のサンゴ白化現象の2022年9月調査結果について」を引用し、石西礁湖におけるサンゴ類白化率及び被度の平均値を表2.3-5に、平均白化率の内訳を図2.3-13に、平均被度の変化を図2.3-14に、石西礁湖の白化状況を図2.3-15に示した。

平均白化率は92.8%と顕著であり、内訳として健全7.2%、一部白化等42.7%、白化32.3%、死亡17.7%であった。平均被度は21.6%であり、昨年度(令和3年度)9月の26.2%から低下した。

表 2.3-5 石西礁湖におけるサンゴ類白化率及び被度の平均値

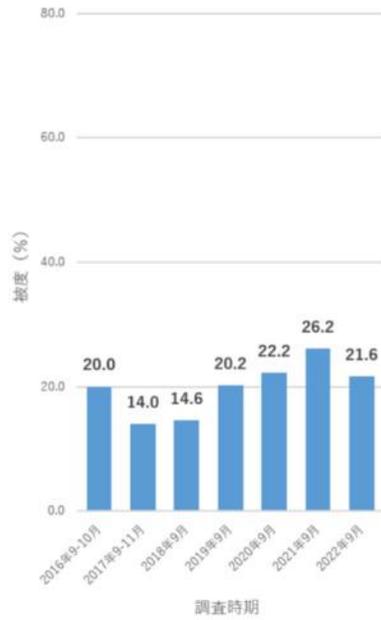
| | 平均白化率 | 平均被度 |
|------|-------|-------|
| 石西礁湖 | 92.8% | 21.6% |

注:環境省「西表石垣国立公園 石西礁湖のサンゴ白化現象の2022年9月調査結果について」より引用した。



注:環境省「西表石垣国立公園 石西礁湖のサンゴ白化現象の2022年9月調査結果について (付属資料 調査地点、調査結果の図および記録写真等について)」より引用した。

図 2.3-13 平均白化率の内訳



注：環境省「西表石垣国立公園 石西礁湖のサンゴ白化現象の2022年9月調査結果について（付属資料 調査地点、調査結果の図および記録写真等について）」より引用した。

図 2.3-14 平均被度の変化



注：環境省「西表石垣国立公園 石西礁湖のサンゴ白化現象の2022年9月調査結果について（付属資料 調査地点、調査結果の図および記録写真等について）」より引用した。

図 2.3-15 石西礁湖の白化状況

2.4 陸域情報

本業務対象海域を含む海域区分及び対応陸域区分の位置を図 2.4-1及び図 2.4-2に示した。

「海域区分」とは、「平成23年度赤土等に係る環境保全目標設定調査(赤土等の堆積による環境負荷調査)」において、地形や流れ(潮流・海浜流等を含む)、赤土等の動態を考慮して、沿岸域を区分けした海域単位で、「陸域区分」とは、そこに流れ込む隣接流域界を統合し区分けした陸域単位である。

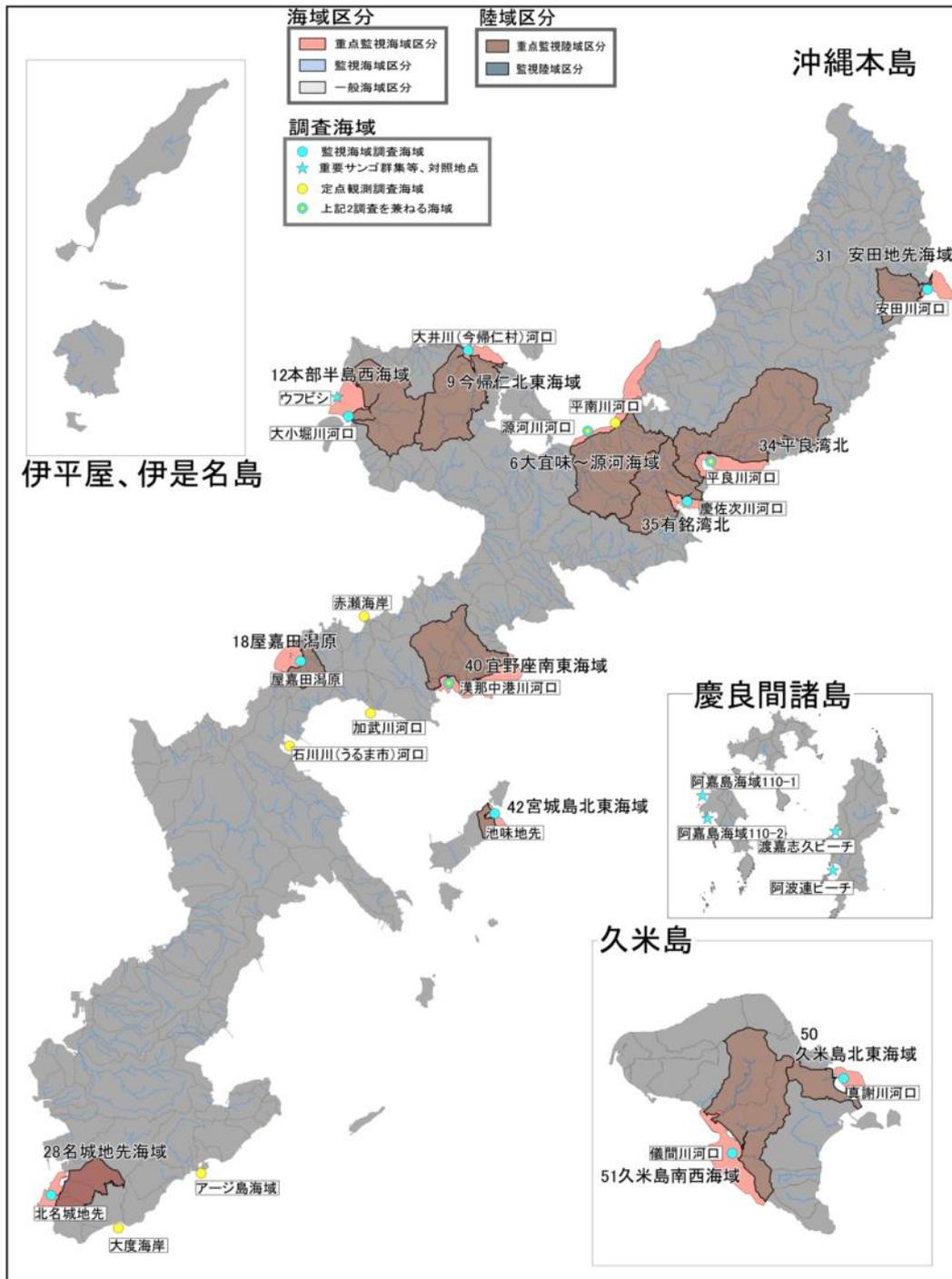


図 2.4-1 本業務対象海域を含む海域区分及び対応陸域区分の位置

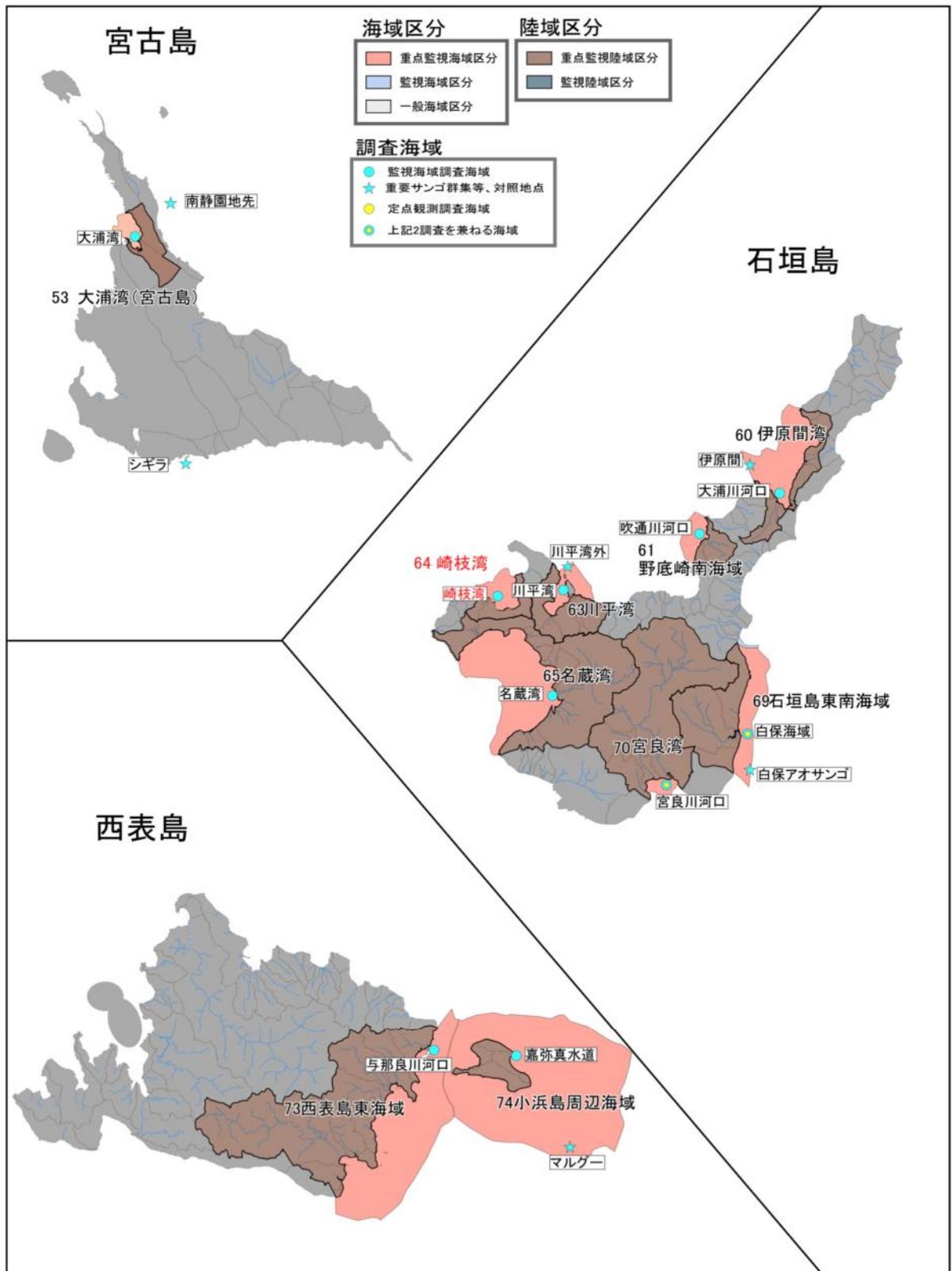


図 2.4-2 本業務対象海域を含む海域区分及び対応陸域区分の位置

今年度(令和4年度)調査対象海域区分に対応する陸域区分の面積及び流出量等を表 2.4-1に、監視陸域区分の面積を図 2.4-3に、推定流出量を図 2.4-4に示した。なお、本データは令和3年度に推計された各監視海域における流出源別赤土等年間流出量である。

本業務対象海域の中で人為的流出源(農地、基地、開発事業)が1,000ha以上占めているのは、平良川河口を含む平良湾北、漢那中港川河口を含む宜野座南東海域及び宮良川河口を含む宮良湾であった。流域面積全体としては、西表島東海域が76,00ha以上あり、対象海域の中ではとび抜けて多い。

流出量が多いと推定されたのは、宮良川河口を含む宮良湾、白保海域を含む石垣島東南海域の流域であった。

流出源としては、殆どの海域で農地が主要因と推定されているが、漢那中港川を含む宜野座南東海域の流域では基地が農地を上回る主な流出源として推定されている。

表 2.4-1陸域区分の面積及び流出量(監視陸域区分)

| 監視区分 | 海域区分 | 海域区分名 | 面積(ha) | | | | | 流出量(t/年) | | | | |
|------|----------|----------|--------|-------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|--------|
| | | | 農地 | 基地 | 開発 | 森林 | 合計 | 農地 | 基地 | 開発 | 森林 | 合計 |
| 監視海域 | 9 | 今帰仁北東海域 | 454 | 0 | 2 | 1,957 | 2,413 | 2,701 | 0 | 40 | 89 | 2,830 |
| | 12 | 本部半島西海域 | 227 | 2 | 10 | 2,001 | 2,240 | 708 | 0 | 299 | 96 | 1,103 |
| | 18 | 屋嘉田潟原 | 61 | 151 | 18 | 257 | 487 | 377 | 23 | 206 | 18 | 624 |
| | 34 | 平良湾北 | 328 | 1,452 | 3 | 2,597 | 4,380 | 3,672 | 218 | 95 | 212 | 4,197 |
| | 35 | 有銘湾北 | 181 | 0 | 0 | 1,691 | 1,872 | 1,326 | 0 | 7 | 74 | 1,407 |
| | 40 | 宜野座南東海域 | 307 | 1,287 | 13 | 682 | 2,290 | 1,016 | 1,255 | 497 | 85 | 2,853 |
| | 42 | 宮城島北東海域 | 37 | 0 | 1 | 149 | 187 | 282 | 0 | 8 | 7 | 298 |
| | 50 | 久米島北東海域 | 80 | 0 | 0 | 190 | 270 | 407 | 0 | 0 | 9 | 416 |
| | 51 | 久米島南西海域 | 412 | 0 | 1 | 907 | 1,320 | 2,091 | 0 | 20 | 42 | 2,152 |
| | 60 | 伊原間湾 | 110 | 0 | 0 | 642 | 752 | 602 | 0 | 0 | 30 | 632 |
| | 61 | 野底崎南海域 | 37 | 0 | 0 | 327 | 364 | 177 | 0 | 0 | 14 | 191 |
| | 63 | 川平湾 | 90 | 0 | 9 | 911 | 1,011 | 729 | 0 | 92 | 41 | 863 |
| | 64 | 崎枝湾 | 129 | 0 | 0 | 239 | 368 | 1,180 | 0 | 0 | 11 | 1,191 |
| | 65 | 名蔵湾 | 809 | 0 | 7 | 2,358 | 3,175 | 4,938 | 0 | 165 | 108 | 5,211 |
| | 69 | 石垣島東南海域 | 888 | 0 | 13 | 404 | 1,305 | 7,773 | 0 | 276 | 24 | 8,074 |
| | 70 | 宮良湾 | 1,747 | 0 | 28 | 1,887 | 3,662 | 17,154 | 0 | 1,380 | 90 | 18,624 |
| | 73 | 西表島東海域 | 401 | 0 | 8 | 7,254 | 7,663 | 3,060 | 0 | 172 | 318 | 3,550 |
| | 74 | 小浜島周辺海域 | 206 | 0 | 7 | 574 | 787 | 1,605 | 0 | 92 | 27 | 1,724 |
| | 6 | 大宜味～源河海域 | 173 | 0 | 2 | 3,508 | 3,683 | 742 | 0 | 30 | 153 | 925 |
| | 28 | 名城地先海域 | 392 | 0 | 9 | 554 | 955 | 3,799 | 0 | 312 | 25 | 4,136 |
| 31 | 安田地先海域 | 56 | 0 | 0 | 824 | 880 | 148 | 0 | 0 | 48 | 196 | |
| 53 | 大浦湾(宮古島) | 330 | 0 | 6 | 557 | 894 | 372 | 0 | 124 | 26 | 522 | |
| 78 | 慶良間諸島海域 | 23 | 0 | 2 | 2,602 | 2,626 | 206 | 0 | 21 | 124 | 351 | |
| 合計 | | | 7,478 | 2,892 | 140 | 33,074 | 43,584 | 55,065 | 1,495 | 3,834 | 1,673 | 62,067 |

注：令和3年度に推計された各監視海域における流出源別赤土等年間流出量より

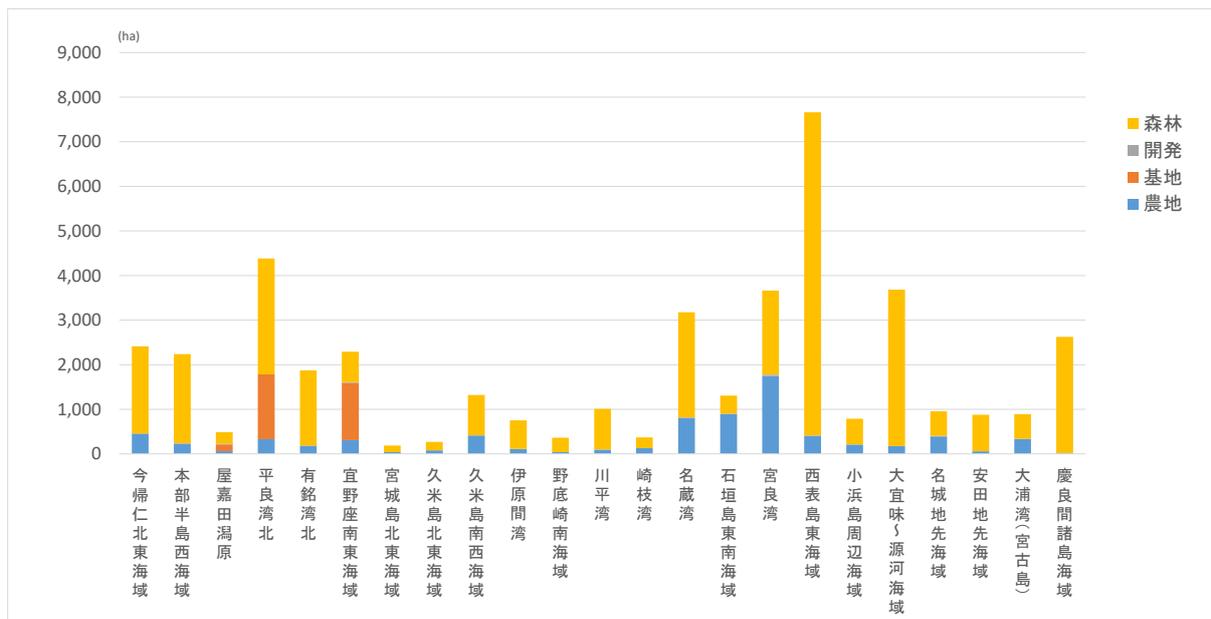


図 2.4-3 監視陸域区分の面積

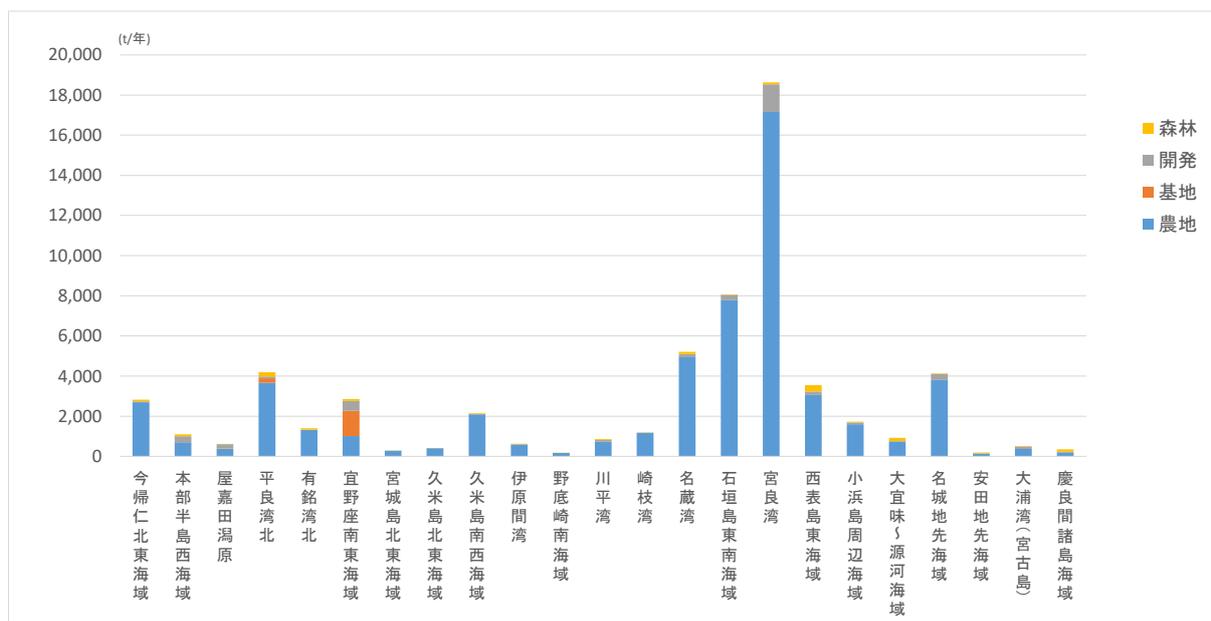


図 2.4-4 監視陸域区分の推定流出量