

## 第 2 章 現況と課題

本章では、現在の沖縄県における赤土等流出に関する現況と課題を示す。

まず、「2.1 赤土等流出による各種影響」にて、赤土等流出が、自然環境及び産業等を含め、広く県民の生活に影響を与えている現状を説明した後、「2.2 赤土等の流出メカニズム」にて、赤土等流出に関する「侵食」・「流下」・「堆積・巻き上げ」の一連のプロセスについて概要を説明する。その後「2.3 海域の現況」、「2.4 赤土等の流出状況」にて赤土等汚染にかかる現況を示した後、「2.5 旧基本計画の最終評価に示された課題」にて旧基本計画を踏まえ今後必要となる対応について整理した。

「2.5 旧基本計画の最終評価に示された課題」では、旧基本計画が令和3年度に終期を迎えたことから、平成 25 年度から令和3年度に実施した海域及び陸域のモニタリング調査結果を基に環境保全目標や流出削減目標量の達成状況の評価を行い、これら目標を達成していない監視地域の状況を把握するなどし、旧基本計画期間中に解決できなかった課題や新たに抽出された課題を整理している。よって、「2.5 旧基本計画の最終評価に示された課題」は平成 25 年度から令和3年度までのモニタリング調査結果で把握した現状を踏まえた上で抽出・整理された課題である。

なお、「2.3」～「2.5」については、旧基本計画におけるモニタリング調査結果及び旧基本計画最終評価結果の内容に基づく。

### 2.1 赤土等流出による各種影響

赤土等流出による影響を、「自然環境への影響」と「産業等への影響」に分けて示す。

#### 2.1.1 自然環境への影響

##### < 海域 >

- ・ 赤土等の堆積は、海域生物の生息・生育環境そのものを改変し、魚介類の産卵場所の喪失や底生動物、海藻草類、サンゴ類の埋没のほか、沈降粒子によるサンゴ類へのストレスなどの悪影響を及ぼす。
- ・ 赤土等による海水懸濁は、魚類の濁りからの回避行動や海藻草類の光合成阻害を引き起こし、また、サンゴ類（造礁サンゴ類）についても、体内に共生している褐虫藻の光合成阻害により、サンゴ類が褐虫藻の光合成産物を利用できなくなり死滅するなどの悪影響を及ぼす。
- ・ サンゴ礁生態系の基盤であるサンゴ類の死滅により、サンゴを住処とする様々な海域生物（魚類、底生動物等）は、その生息・生育環境を失うこととなり、結果これらの生物についても姿を消し、生物多様性は著しく減少する。
- ・ 赤土等の懸濁・堆積によりサンゴ幼生の定着阻害が起こることも確認されており、赤土等の影響により、幼サンゴ加入によるサンゴ礁の再生も妨げられることとなる。
- ・ 海草藻場や干潟等においても、赤土等が堆積することにより、泥が少ない環境を好む生物種が減少する一方、泥を好む生物種がみられるようになり種構成が変化するとともに、種数自体の減少傾向も見られ、生物多様性が減少する。



①健全なサンゴ礁海域



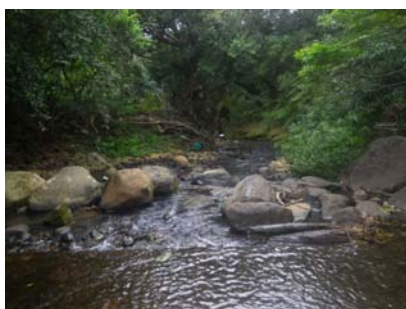
②海域への赤土等拡散



③赤土等が堆積した海域

### <河川>

- ・ 河川への赤土等の流出・堆積は、河川の流下能力や自然の浄化機能の低下を招き水質を悪化させるほか、河床の上昇により、河川内の岩や礫などが埋没することもある。ダムについても赤土等の流入は水源汚染を生じ、土砂の堆積が貯水量を減少させダム機能を低下させている。
- ・ 赤土等の堆積により河口閉塞が起きると、河川と海とを行き来する魚類の往来が妨げられる。
- ・ 赤土等が、河川内の岩や礫の表面に付着した場合、付着藻類が減少し、それに伴って、藻類を摂食する水生昆虫類をはじめ魚類や甲殻類、貝類が減少する等、生物群集に影響を与える。
- ・ 赤土等の流出による汚濁負荷は濁水に強い外来種の勢力拡大を助長する等の間接的な影響を与える可能性がある。



①清浄な河川域



②河川への流出



③赤土等が流出した河川

## 2.1.2 産業等への影響

### < 漁業 >

- ・ 定置網、建干網、刺網等に赤土等が付着し、漁場が赤土等によって濁ると、魚は網に入らなくなる。このため、漁業者は漁場の移動や網をあげて洗うことになる。
- ・ 赤土等による汚染は、モズク等の海草藻類、ハタ類(ミーバイ)等の魚類、クルマエビ等の養殖などに大きな影響を及ぼしている。
- ・ モズクやヒトエグサ(あーさ)などの養殖では、養殖網に付着した赤土等の洗浄や養殖のやり直し、品質劣化などが漁業者の負担になっている。また、海域から取水して陸上で養殖する海ぶどう等では、取水した海水に赤土等が混入しており取水海水フィルター清浄などが漁業者の負担となっている。
- ・ 潜水器漁業、素潜り漁業、追込網漁業等は、直接漁業者が海に潜るので、赤土等によって濁ると海の中が見えなくなり、極めて危険であるばかりでなく操業することができなくなることもある。



① 漁獲物



② モズク収穫



③ あーさ養殖場への赤土等流出

### < 農業 >

- ・ 土壌は、その元となる岩石等の母材に侵食や風化などの物理的作用と腐植などの生物的作用が加わり、長い時間をかけて生成される有限の資源である。農地からの赤土等流出は、農業生産の基盤である土壌を失うこととなり、継続的な農業生産にとって大きな損失となる。
- ・ 本県の耕作に適した土壌はごく浅く分布することから、赤土等流出により農地の表土が失われることで耕作に適さない条件となる。
- ・ 良好な農業生産のため土づくりした土壌を流出させることは、それまで費やした経費や労力も失うことであるから、農業経営上の損失にもなる。



① 農地からの収穫物



② 肥沃な耕土



③ 耕土の流出



### <観光・レクリエーション>

- ・ 赤土等の海域への流出により、観光業及びダイビング、ウィンドサーフィン等のレクリエーションなどの利用に適さなくなり、沖縄経済振興の主軸である観光産業に影響を及ぼす。
- ・ 赤土等の流出により、優れた景勝地やレクリエーションの場となっている干潟、藻場、砂浜、岩礁、マングローブ等で構成される海岸線周辺の景観が悪影響を受ける。



①健全な海域での観光業



②健全な海域におけるレクリエーション



③赤土等が拡散した海域

### <その他>

- ・ 水道水源の河川や海水淡水化施設の取水海域等においては、大量の赤土等が流入した場合には取水を停止する等の障害となる。
- ・ サンゴ礁を含む沿岸海域等は、地域に根ざした様々な祭事や伝統、文化、慣習等の実践の場であるが、赤土等の流出によって環境が悪化するとその障害となる。
- ・ サンゴ礁を含む沿岸海域等は、豊かな自然に触れることができる教育の場として貴重であるが、赤土等の流出によって環境が悪化するとその機会が失われる。
- ・ 本県に特徴的な亜熱帯海洋性気候に属するサンゴ礁等環境は、その独自性等を踏まえ研究の場として貴重であるが、赤土等の流出によって環境が悪化すると研究面での障害となる。

## 2.2 赤土等の流出メカニズム

赤土等とは、県内で見られる赤茶色の土(国頭マージ・島尻マージなど)や灰色の土(ジャーガルとその母岩のクチャ)など、粒子の細かい土壌の総称である。

赤土等の流出の機構は、強い降雨を起因とした「侵食」、「流下」、「堆積・巻き上げ」の過程として説明される(図 2-1)。

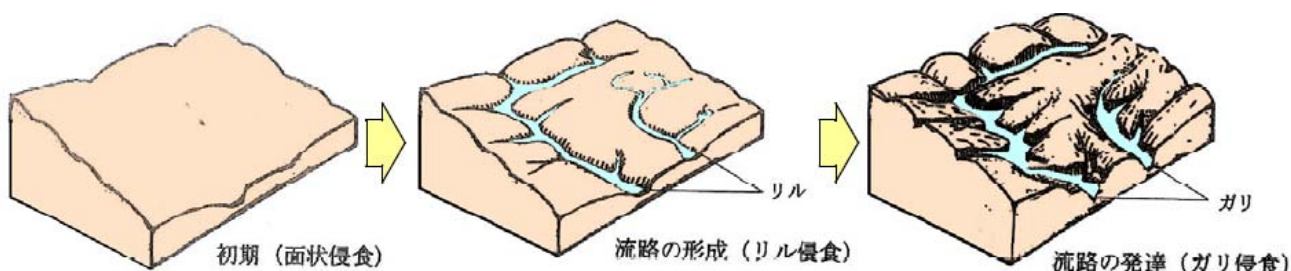


図 2-1 沖縄県における赤土等流出のイメージ



## 2.2.1 侵食

地表の土壌侵食は、降雨によって発生した地表面の流水によって引き起こされ、流水の量と速度に大きく影響される。したがって地形（傾斜角、斜面長、斜面の形状）の険しい地域は、土壌が侵食されやすい。侵食の初期状態では、土粒子が斜面全体から流出する面状（シート）侵食が起こり、その後、斜面全体に細かい雨溝を形成して土壌が流出するリル侵食となる場合がある。また、リル侵食が進んでより深く広い流路の発達した形態のガリ侵食となる場合もある（図 2-2）。



リル侵食：面状侵食の状態では表面水が次第に集中し、流水は土地の底部などに向かって小さな溝（リル）を形成しながら流下するようになる。このような侵食形態をリル侵食という。

ガリ侵食：リル侵食がさらに進んで侵食溝が大規模になり、農業機械などの導入が不能になるまで達したリルをガリといい、その形態をガリ侵食とよぶ。【農業技術辞典(農研機構)】

図 2-2 土壌侵食の進行イメージ

一般に植生がある土地は土壌侵食が起こりづらい。これは、植生により雨滴が直接的に土壌に当たる衝撃が緩和され、また根により土壌流出防止の効果が発揮されることによる（写真①～③）。一方、農地の耕作や開発工事等で地表の植生を剥がし裸地状態にすると、上記効果が消失し、土壌侵食が顕著に起こることとなる（写真④～⑥）。

農地では緑肥による植生がある状態で、裸地と比べ土壌の流出量が 6～7 割程度抑えられることが報告されている（参考：赤土流出防止に有望な緑肥作物の選定(沖縄県農業研究センター)）。



① 植生により土壌侵食が起こりづらい森林、草地



② 植生により土壌侵食が起こりづらい農地(サトウキビ畑)



③ 植生により土壌侵食が起こりづらい農地(牧草地)



④ 開発工事による裸地化



⑤ 法面に発生したリル侵食



⑥ 裸地農地からの赤土等流出

以下、本県において土壌侵食が顕著となる各種自然条件について記載する。

### (1) 降雨条件

土壌侵食は、強い降雨が発端となる。

本県は亜熱帯特有のスコール的な強い雨の降り方が多く、降雨エネルギーの強さを表す指標である「降雨係数」でみると、本県は全国平均の約3倍である(図 2-3)。

「沖縄の気候変動監視レポート 2022(沖縄気象台)」によると、このまま温暖化が進行することで本県では将来的に、強い雨(日降水量 100 mm 以上、時間降水量 50 mm 以上)の発生頻度の増加が予測されている。降雨状況の変化に伴う赤土等流出の変化を想定した対策手法を検討する必要がある。

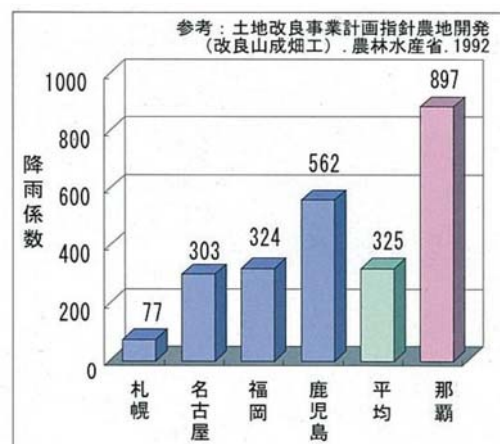


図 2-3 沖縄県の降雨の強さ・全国比較

### (2) 地形条件

急峻な地形は降った雨が流れやすく、土壌が侵食されやすい条件である。

沖縄本島中南部は丘陵地や台地・段丘が多く、なだらかな地形が多いが、沖縄本島北部や八重山は山地・丘陵地で急傾斜の地形が多く、赤土等が流れやすい地形といえる。

県全体では山地や丘陵地などの侵食されやすい地形が 50% 以上を占めている(図 2-4)。

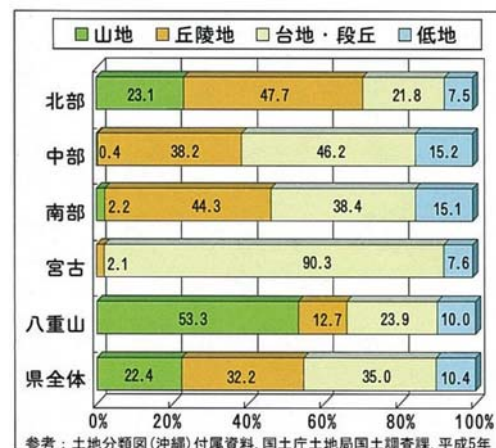


図 2-4 沖縄県の地形分類別比率

### (3) 土壌条件

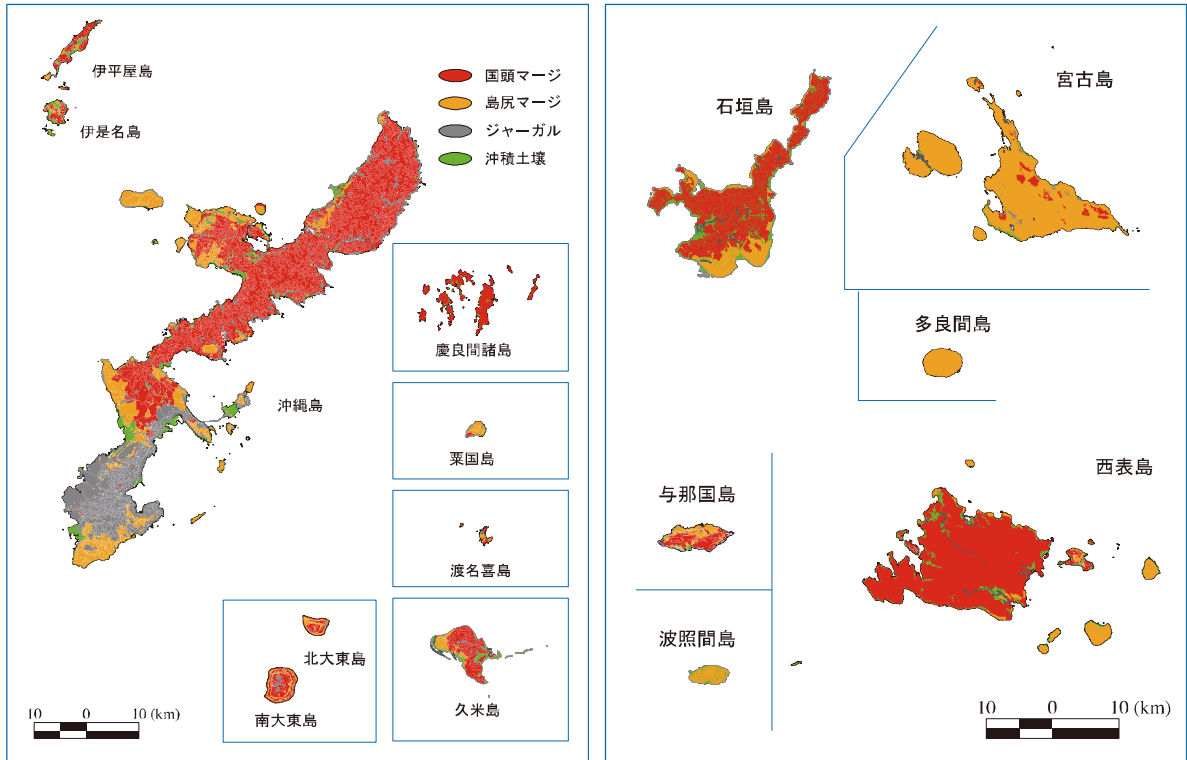
沖縄県に分布する主な土壌である、国頭マージ、島尻マージ、ジャーガル、ジャーガルの母岩となるクチャ(泥岩)は、粒子が細かく、分散しやすい土壌である(図 2-5)。加えて亜熱帯の沖縄では微生物の活動が活発で有機物が早く分解され、土壌中の有機物含量が少なくなることから、土壌粒子が結合した団粒構造が発達しにくい傾向にある。

沖縄県の土壌分布図を図 2-6 に示した。

各土壌の分布面積のうち約 55% を国頭マージが占め、ジャーガルが占める割合も多く、沖縄県には流出しやすい土壌が広く分布している。



図 2-5 沖縄県の主な土壌



データ提供：沖縄県衛生環境研究所

図 2-6 沖縄県の土壌分布図

### 2.2.2 流下

侵食された赤土等が河川に流入すると、河川を通じ海域まで運ばれる。

河川に流入した赤土等は、土壌粒子が微細で沈降しにくいこと、また、本県の河川の多くは島嶼という地形条件の中で河床勾配が急な上に短小であることから、降雨時には河川全体が急流となり、短時間で海域まで運ばれることとなる。特に沖縄本島北部、久米島、八重山の高島型の島は、急峻な地形であることからこの傾向が顕著となる(図 2-7)。

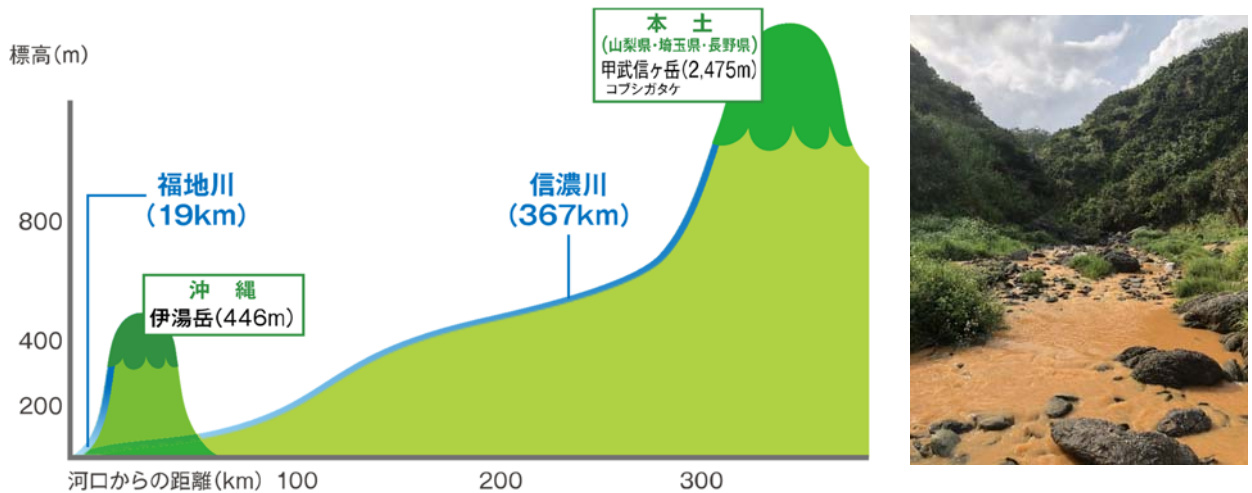


図 2-7 沖縄と本土の山岳標高と河口までの距離の比較例及び山地からの赤土等流出



### 2.2.3 堆積・巻き上げ

海へ流出した赤土等は、土壌粒子が細かいため浮遊時間が長く、広く海域を濁らせる。その後、徐々に沈降するが、外洋への拡散はリーフエッジに遮られ、河口域から礁池(イノー)にかけてのリーフ内の浅海域で堆積する。

底質巻き上げは、潮汐及び荒天時の波浪によってもたらされる。引き潮時等では、リーフの切れ目(クチ)から少しずつ外洋に出ていくが、一度堆積した赤土等がリーフの外に拡散するには相当な時間を要する。台風接近等による高波浪発生時には、海域地形によっては拡散が顕著に進む場合もある(図 2-8)。

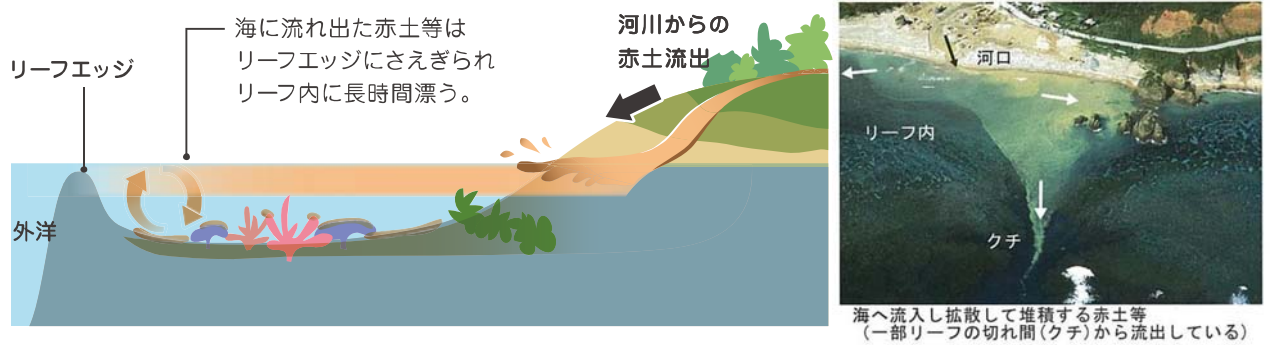


図 2-8 海域(リーフ内)での堆積の状況

### 【参考】赤土等流出と栄養塩流出

陸域からのサンゴ礁海域へ環境負荷としては、本計画で取扱う赤土等流出の他に栄養塩の流出も挙げられます。

海域へ流出する栄養塩は、生活排水、畜舎排水等に加え、農地からの赤土等流出に伴う化学肥料成分の流出等が由来として知られており、これらの海域への流出により貧栄養塩濃度を好むサンゴ類に負の影響を及ぼしているという報告があります<sup>(注)</sup>。本計画では、主に農地からの赤土等流出削減を目指しますが、この取組は同時に栄養塩流出の削減にも寄与することとなります。

また、本計画では、海域の赤土等堆積状況の改善により生物の生息状況が回復または良好な状態を維持しているかを把握するため、海域モニタリング調査を実施することとしており、前述のとおりサンゴ類は栄養塩類の影響も受けることから、海域モニタリング調査では栄養塩についても調査を行い、赤土等の堆積以外の影響についても把握することとしております。

その他県では、海域への栄養塩流出削減のため「社会資本総合整備計画」による生活排水対策の推進、「新・沖縄21世紀農林水産業振興計画」による家畜排せつ物の適正処理や化学肥料の低減等の取組もあります。

さらに県では、河川・海域等の公共用水域の調査を毎年度実施しており、栄養塩としての全窒素及び全リン酸等の環境基準が未達成の河川については上乘せ基準の見直しを行うとともに、排水基準を満たさない汚水の排出を抑制するため、食品製造業施設や畜産施設などの特定事業現場の監視強化に努めております。

また、生活排水対策の一環として、上下水道等の整備動向を踏まえながら合併浄化槽の普及を促進するとともに、生活排水対策のパンフレットの作成や家庭でできる生活排水の対策をホームページに掲載するなど普及・啓発についても実施しています。

(注)：陸域からの環境負荷対策について 金城孝一 (2017)日本サンゴ礁学会誌 19 巻

## 【参考】海域における赤土等堆積状況測定について

海域における赤土等堆積状況は、赤土等が堆積した海域の底質をサンプルとした底質中懸濁物質含量(SPSS:content of Suspended Particles in Sea Sediment)分析法が知られており、本計画においても赤土等の堆積状況把握等に使用する。

### ●SPSS 測定方法

SPSS の測定手順を図 2-9 に示す。



「赤土等濃度換算表」は、以下の沖縄県ホームページ内「(8)赤土等の含有量の計算」の「SPSS換算表(エクセル:37KB)」を参照してください。  
[https://www.pref.okinawa.jp/site/hoken/eiken/kankyo/mizu\\_hp/02-2\\_uminochousahouhou.html](https://www.pref.okinawa.jp/site/hoken/eiken/kankyo/mizu_hp/02-2_uminochousahouhou.html)

出典：「沖縄県の赤土流出についてー赤土等ガイドブックー」(沖縄県、平成 20 年)

図 2-9 SPSS の測定手順



## ● SPSS について

SPSS は、海域における赤土等の汚濁を継続的に定量する方法を確立するために沖縄県衛生環境研究所により開発された赤土等堆積指標であり、同時にその測定法も開発されている。本手法の利点として、実際の測定値と底質の外観がよく対応しており状況を説明しやすいことや、測定対象である底質は、時間的に大きく変動する水質と比べて安定しており、非降雨時に計画的に底質を採取できる点等が挙げられる。これらの利点から現在 SPSS 分析法は沖縄県における赤土等汚染モニタリングの標準手法として位置づけられ、沿岸海域の赤土汚染関連調査に活用されている。

さらに、SPSS の測定は、国や市町村、NPO 等団体が実施するモニタリング調査でも活用されており、環境省が実施するモニタリングサイト 1000 においてサンゴ礁調査のマニュアルにも掲載されるなど、沿岸域における赤土等の堆積状況を把握するための手法として普及している。

出典：沖縄県の赤土汚濁の調査研究(第2報)-赤土汚濁簡易測定法と県内各地における赤土濃度-  
大見謝辰男(1986)沖縄県衛生環境研究所報 20 号

:SPSS 簡易測定法とその解説 大見謝辰男(2003) 沖縄県衛生環境研究所報 37 号

## ● SPSS ランクについて

SPSS はその値により下表にある9つのランクに分類することができる。

ランク1～5b までは自然界由来(波浪により岩や砂が研磨されたものや生物活動等により生じたもの)による懸濁物質の発生が考えられるが、ランク6以上の場合、明らかに人為的な赤土等の流出による汚染と見なすことができる。

SPSS kg/m <sup>3</sup>			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	干潟では靴底の様相がくっきり。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。

出典：「沖縄県の赤土流出について-赤土等ガイドブック」(沖縄県、平成 20 年)

図 2-10 SPSS、SPSS ランクと対応する底質状況その他参考事項

SPSS(SPSS ランク)と海域における赤土等堆積状況及び周辺環境の対応したイメージを図 2-11 に示した。

周辺環境は、生息場環境(サンゴ場、海草藻場、干潟)を混在させて示し、SPSS(SPSS ランク)が高くなるほど、赤土等堆積量が増大し、それに伴い周辺環境も悪化した状況となることを示している。

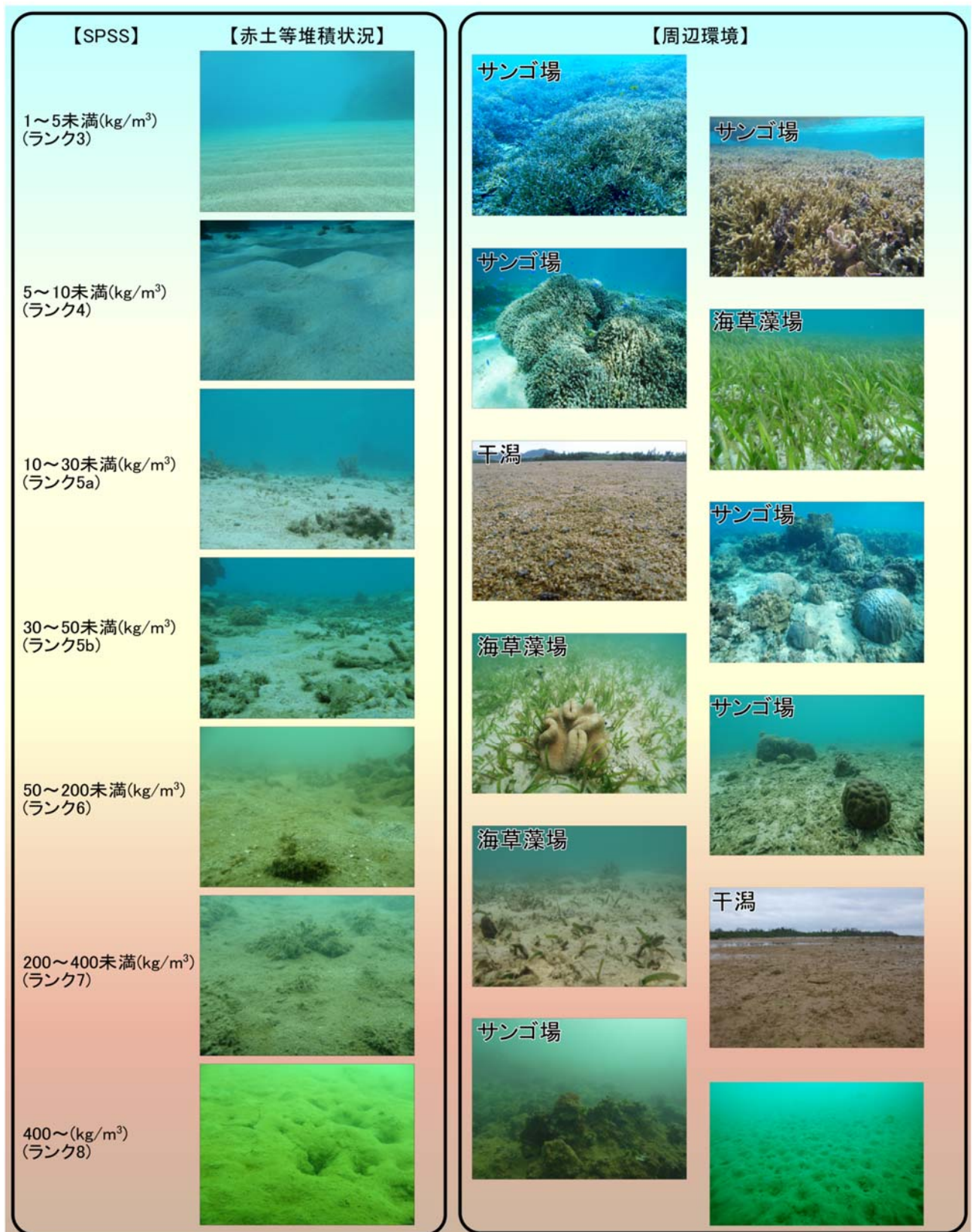


図 2-11 SPSS(SPSS ランク)と赤土等堆積状況、周辺環境の対応イメージ

## 2.3 海域の現況

旧基本計画は、平成 25 年から開始し、令和3年度で終期を迎えた。その9年間で実施された赤土等流出防止対策の効果を把握するため、海域調査を含む様々な調査を実施しており、最終評価ではそれらの調査結果を基に計画の達成状況等の評価した。

ここでは旧基本計画最終評価結果に基づき、海域の現況を述べる。

### 2.3.1 海域モニタリング調査の概要

#### (1) 調査実施地域

沖縄県全体から 76 地域を監視地域とし、さらに監視地域の中から赤土等堆積状況や農地面積などを基準に 22 地域を選定し、重点監視地域として設定した。

モニタリング調査は、監視地域で5年に1回、重点監視地域は毎年度実施した。

注：旧基本計画における監視地域とは、海域における目標(環境保全目標)と陸域における目標(流出削減目標量)を設定した上で、赤土等の流出削減を図った地域であり、旧基本計画における重点監視地域とは、監視地域から選定し、対策及びモニタリングのさらなる重点化を図った地域である。

#### (2) 赤土等の堆積指標(SPSS)

旧基本計画では、海域における赤土等の堆積状況は SPSS(content of Suspended Particles in Sea Sediment: 海域底質中懸濁物質含有量)を指標とした。

SPSS とは、海域の底質1m<sup>3</sup>あたりに含まれる懸濁物質(赤土等)の量(kg/m<sup>3</sup>)のことで、海域における赤土等の堆積状況を把握することができる。堆積指標(SPSS)は、懸濁物質量から9つのランクに分類することができ、ランク6以上(SPSS:50kg/m<sup>3</sup>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される(SPSS の詳細については p.19~21 参照)。

#### (3) 旧基本計画での目標設定(環境保全目標)

旧基本計画では、赤土等流出による影響を受けた本県の沿岸域を良好な状態に再生することを目的として、県内における赤土等流出及びそれに伴う環境への影響等の現状を踏まえ、監視海域区分ごとに目指すべき海域環境として「環境保全目標」を設定した。

「環境保全目標」の設定にあたり、各監視海域における平成 23 年度時点の赤土等堆積状況から、サンゴ場は4類型(AA、A、B、C 類型)に、海草藻場及び干潟は2類型(A、B 類型)に生息場類型を分類し(表 2-1)、計画終期の令和3年度までに類型を概ね1つ上の類型に改善することを目標とした。

表 2-1 生息場類型(旧基本計画時)

堆積指標 SPSS (kg/m <sup>3</sup> )	SPSSランク	生息場類型		
		サンゴ場	海草藻場	干潟
0.4未満	ランク 1	AA類型	A類型	A類型
0.4~1未満	ランク 2			
1~5未満	ランク 3			
5~10未満	ランク 4			
10~30未満	ランク 5a	A類型	B類型	B類型
30~50未満	ランク 5b	B類型		
50~100未満	ランク 6	C類型	B類型	B類型
100~200未満	ランク 7			
200~400未満	ランク 8			
400以上	ランク 8			

※緑色網掛け類型が望ましい類型



#### (4) 調査項目

主な調査項目は、赤土等の堆積指標(SPSS)測定であり、合わせて海域生物生息状況も補足的に確認した。

### 2.3.2 海域調査結果

#### (1) 環境保全目標の達成状況

監視海域ごとの環境保全目標の達成状況は、海域の赤土等堆積状況調査の結果(堆積指標(SPSS))に基づき評価した。

監視海域 76 海域のうち 57 海域(75%)で赤土等堆積状況が改善または改善傾向にあり、このうち環境保全目標を達成した海域は 38 海域(50%)となっている(図 2-12)。

また、重点監視海域及び監視海域、それぞれの環境保全目標の達成状況については以下のとおりである。

①重点監視海域(22 海域)の環境保全目標達成状況

→改善傾向が確認できた海域:16 海域(73%)、  
うち環境保全目標類型を達成した海域:5 海域

②監視海域(重点監視海域を除く 54 海域)の環境保全目標達成状況

→改善傾向が確認できた海域:41 海域(76%)  
うち環境保全目標類型を達成した海域:33 海域

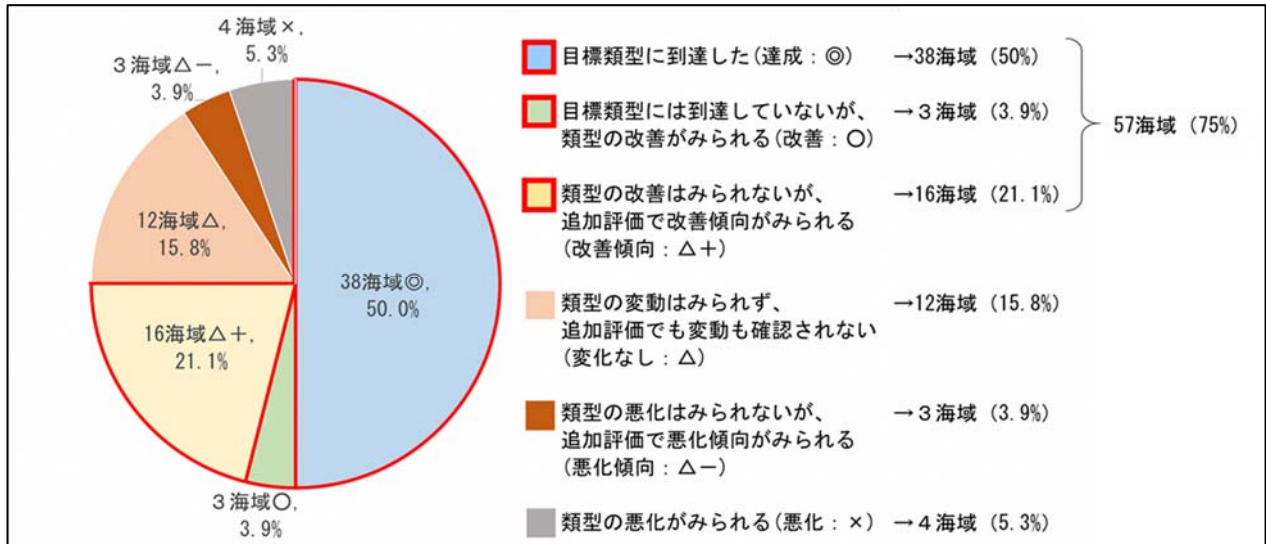


図 2-12 環境保全目標達成状況(旧基本計画最終評価時)

各監視海域の環境保全目標の達成状況については、図 2-13～図 2-14 に示した。

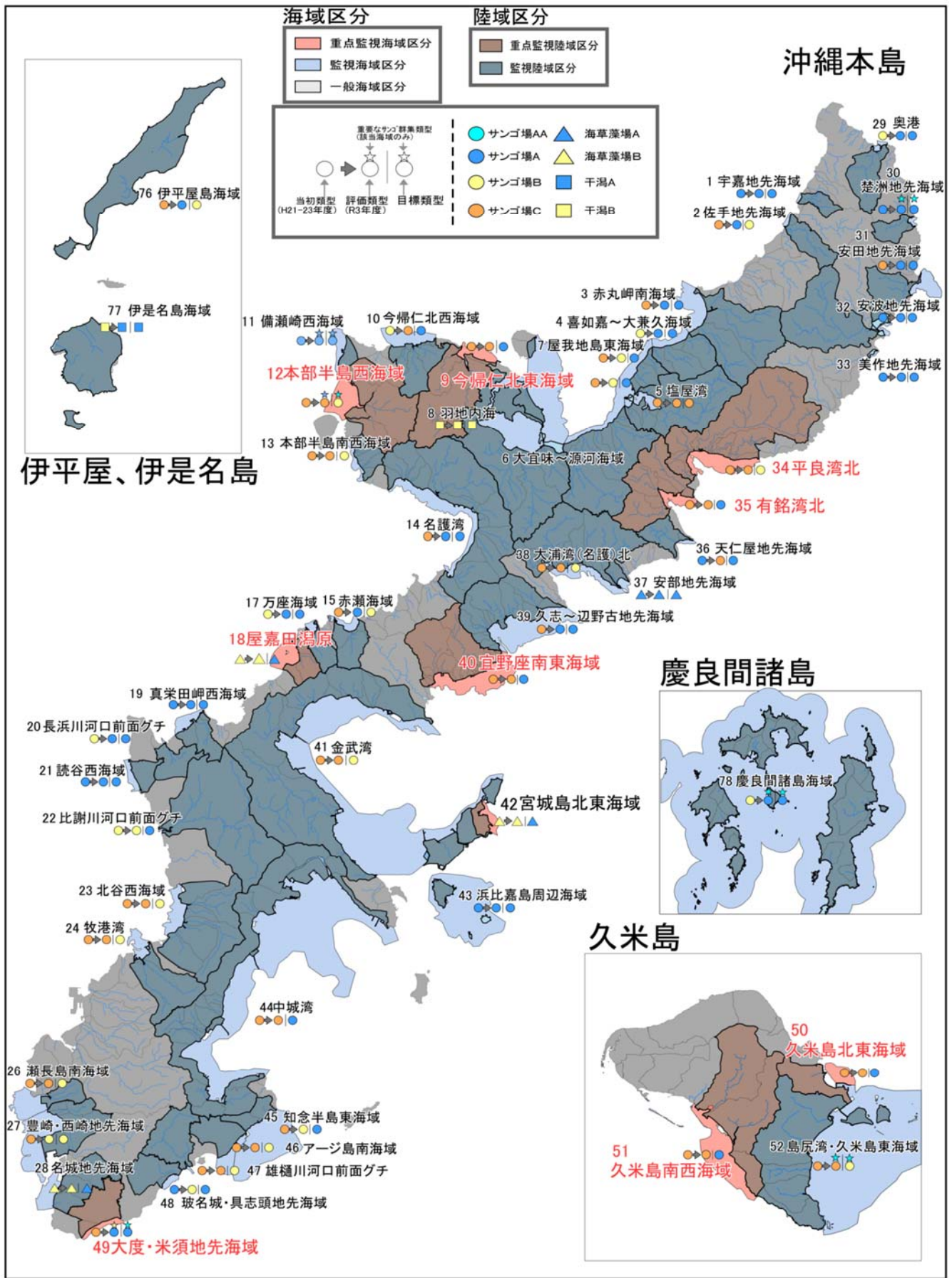


図 2-13 監視海域における環境保全目標達成状況(旧基本計画最終評価時)(1/2)

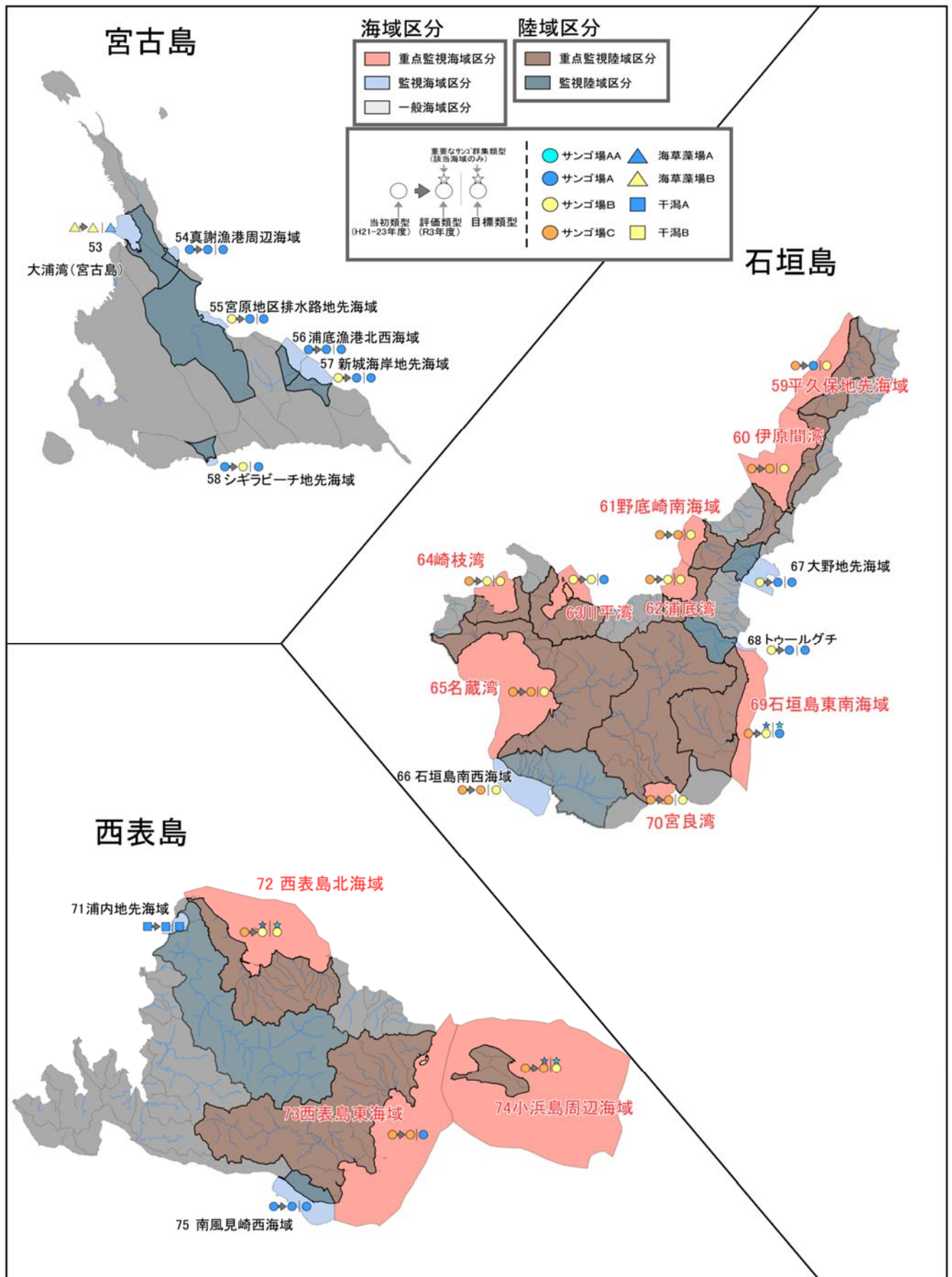


図 2-14 監視海域における環境保全目標達成状況(旧基本計画最終評価時)(2/2)



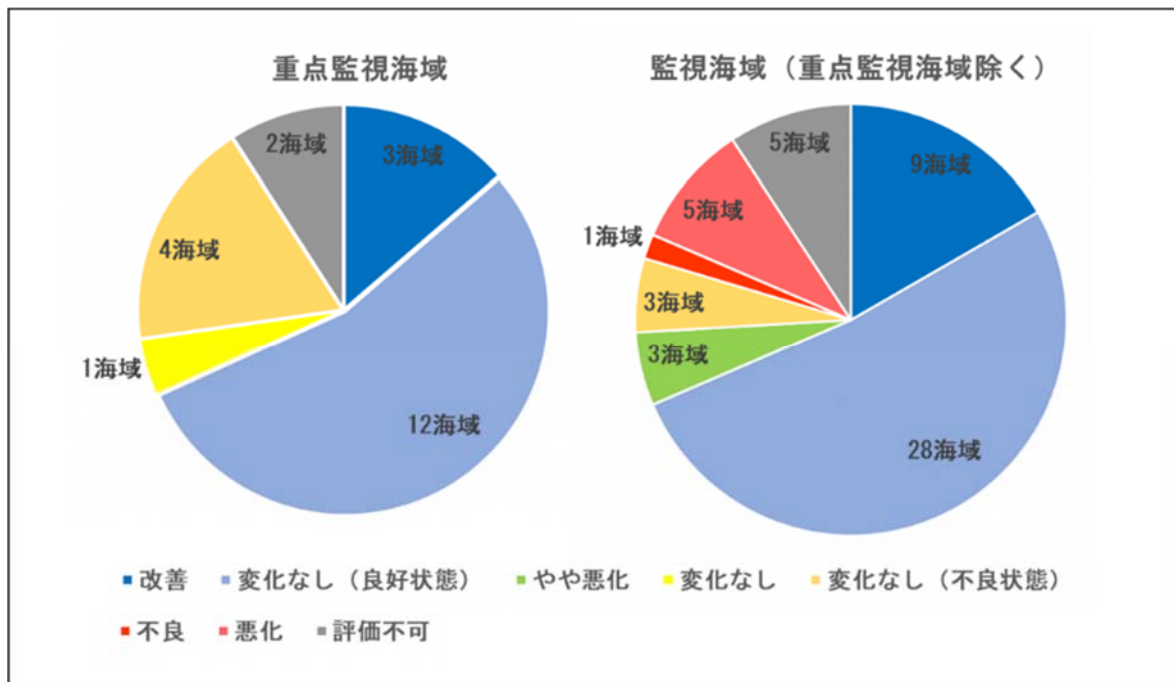
## (2) 生物相の改善状況

海域調査では、赤土等堆積状況調査に合わせ監視海域の生物調査も行ったことから、その結果を用いて、監視海域における生物相の改善状況の評価を行った。

生物生息状況は赤土等の堆積状況以外にも影響されることから、本評価は補足的な評価として位置づけ、各監視海域(重点監視海域を含む)における生物の出現状況から生物相ランクの改善状況の評価した。

重点監視海域のうち、生物相ランクが「改善」した海域は3海域、生物相ランクに変化はないが良好状態が維持された「変化なし(良好状態)」が12海域で、これらは重点監視海域の68%を占めた(図2-15)。

監視海域(重点監視海域を除く)では生物相ランクが「改善」した海域は9海域、生物相ランクに変化はないが良好状態が維持された「変化なし(良好状態)」が28海域で、監視海域(重点監視海域を除く)の69%を占めた(図2-15)。



注:「改善」:生物相が改善した海域

「変化なし(良好状態)」:生物相に大きな変化はないが、良好状態を継続している海域

「やや悪化」:生物相はやや悪化しているが、良好状態は維持している海域

「変化なし」:生物相に大きな変化はない海域。良好もしくは不良状態かについては判断できない

「変化なし(不良状態)」:生物相に大きな変化はないが、不良状態を継続している海域

「不良」:生物相の変化は把握できないが、現在不良状態にある海域

「悪化」:生物相が悪化した海域

「評価不可」:生物相による評価ができない海域

図 2-15 生物相の評価結果(旧基本計画最終評価時)

各監視海域の生物状況の推移については図 2-16～図 2-17 に示した。

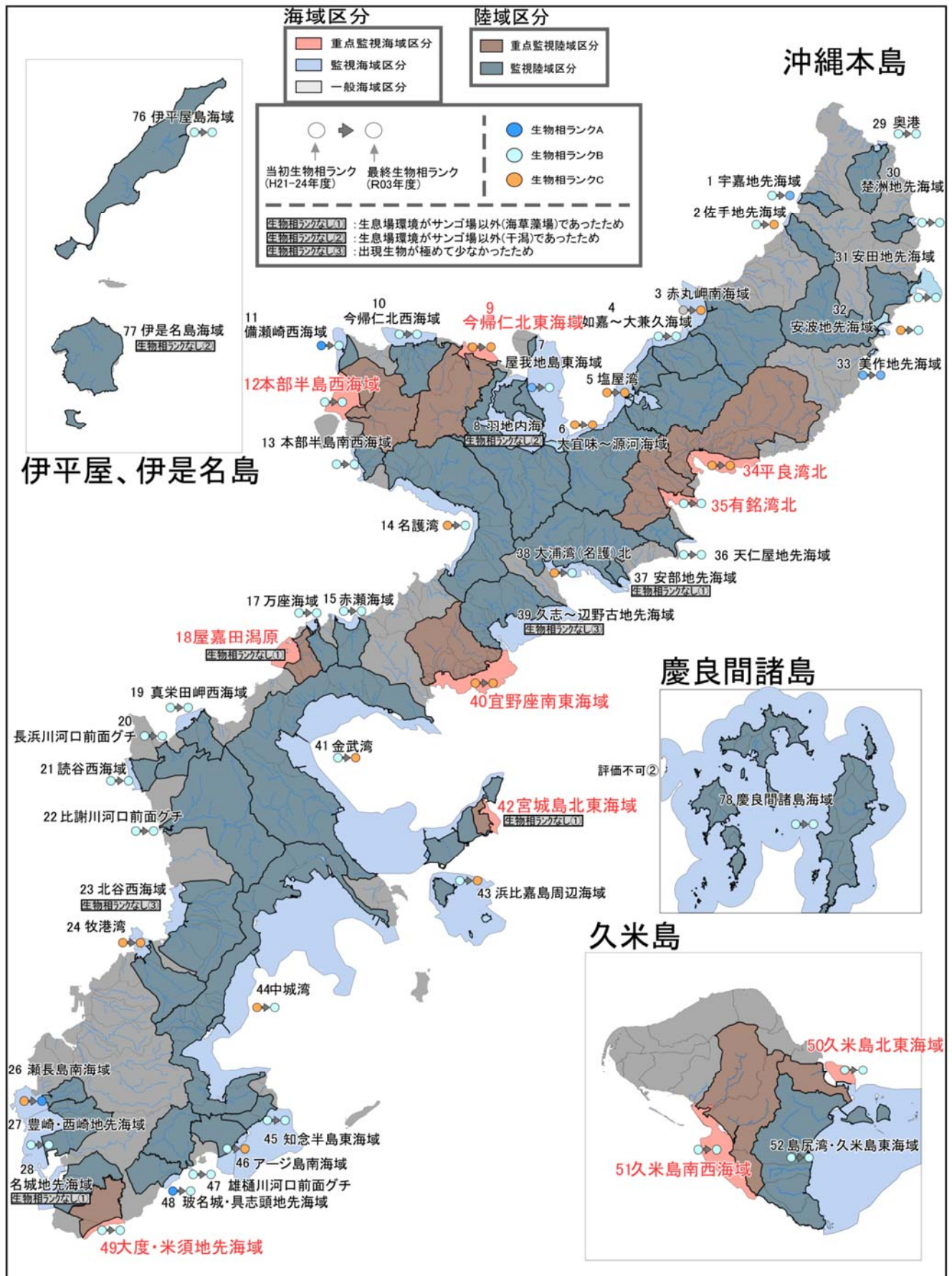


図 2-16 監視海域における生物状況の推移(旧基本計画最終評価時)(1/2)

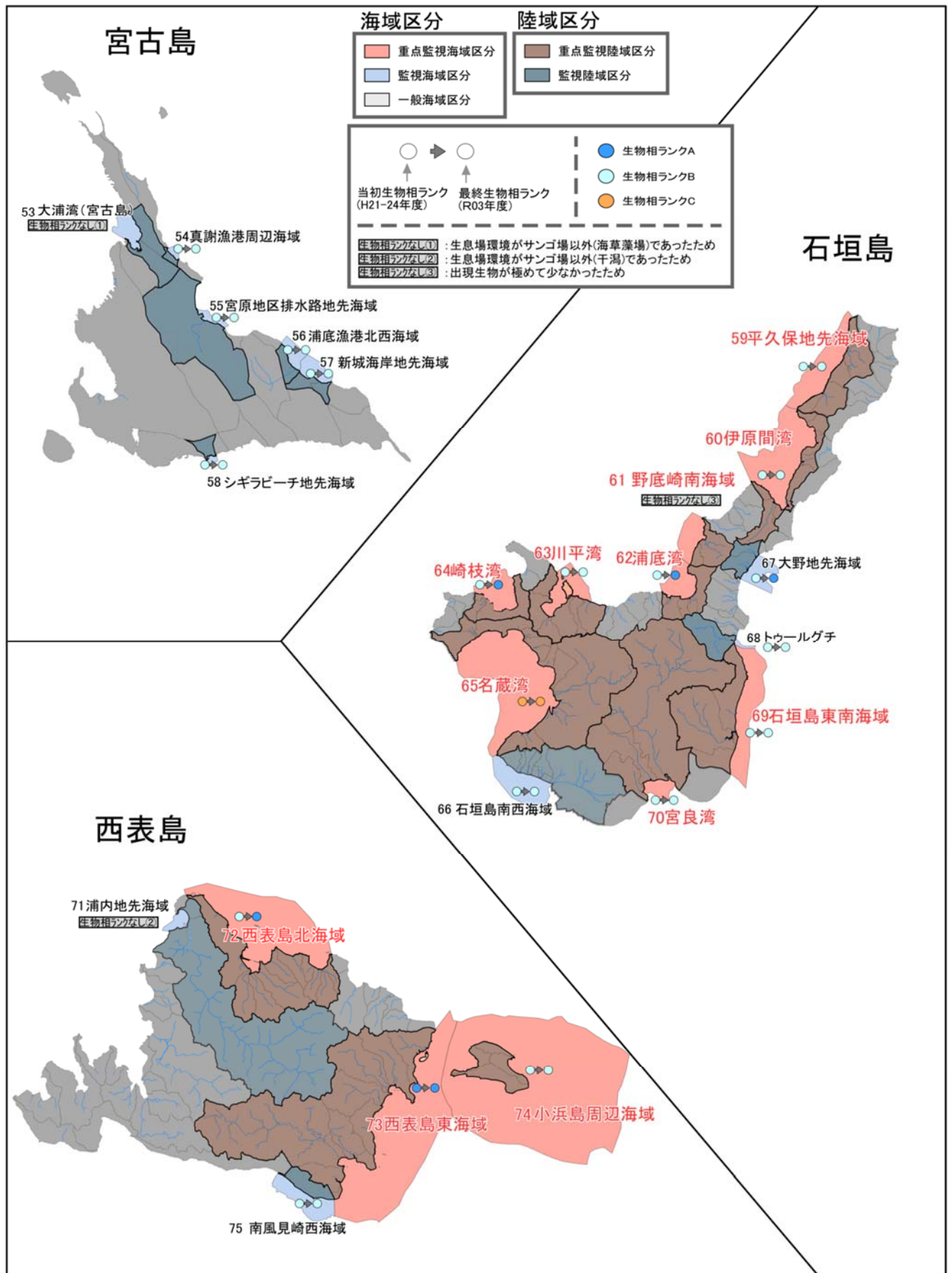


図 2-17 監視海域における生物状況の推移(旧基本計画最終評価時)(2/2)



## 2.4 赤土等の流出状況

### 2.4.1 全県からの流出削減状況

令和3年度の流出源別推計流出量を表 2-2 に示す。

令和3年度の県全域からの赤土等の推定年間流出量は 245,900t となり、平成 23 年度から令和3年度にかけて、52,400t (H23 年度比 17.6%) 削減した。主な流出源ごとの推定年間流出量は、農地が 199,500t (H23 年度比 21.8% 減)、開発事業が 34,100t (H23 年度比 38.1% 増)、米軍基地が 4,900t (H23 年度比 56.6% 減)、その他森林等 7,400t (H23 年度比 2.8% 増) となった。

表 2-2 令和3年度の流出源別推計流出量

区 分	面 積 (ha)			年 間 流 出 量 (t/年)		
	平成23年度	平成28年度	令和3年度	平成23年度	平成28年度	令和3年度
合 計	227,689	229,023	229,408	298,300	270,900	<b>245,900</b>
農地(耕地)	38,200	37,820	37,500	255,100	226,400	<b>199,500</b>
開発事業	1,197	1,233	1,308	24,700	27,500	<b>34,100</b>
公共事業	1,021	911	925	21,200	20,400	25,100
土地改良	387	309	377	3,900	5,700	5,000
区画整理	25	50	29	500	2,900	800
施設用地造成	324	137	303	10,800	2,700	12,000
公園造成	10	0	23	200	0	800
河川事業	24	8	17	300	200	500
道路改良	113	95	93	3,300	2,700	3,400
公共その他	138	311	83	2,200	6,200	2,600
民間事業	176	322	383	3,500	7,100	9,000
リゾート関連	19	66	67	200	1,600	1,300
民間その他	157	256	316	3,300	5,500	7,700
米軍基地	21,792	18,820	18,484	11,300	9,600	<b>4,900</b>
裸地	23	20	6	8,000	6,800	2,100
その他	21,769	18,800	18,478	3,300	2,800	2,800
森林その他	166,500	171,150	172,116	7,200	7,400	<b>7,400</b>
森林	90,800	93,530	94,292	3,900	4,000	4,000
草地等	6,600	6,470	6,487	500	500	500
宅地	15,200	15,900	16,320	600	700	700
道路	11,000	11,600	11,675	500	500	500
水面・河川・水路	2,700	3,400	3,244	0	0	0
その他	40,200	40,250	40,098	1,700	1,700	1,700

また、県全域及び各流出源別の推定年間流出量の推移を図 2-18、令和3年度の流出源別流出割合を図 2-19 に示す。

農地からの推定年間流出量は、平成 23 年度に比べると約2割削減しており、開発事業からの推定年間流出量は、沖縄県赤土等流出防止条例による規制により条例制定前(平成 5 年度)の約2割以下まで削減していたが、平成 23 年度から令和3年度にかけては若干の増加に転じている。

農地からの流出量は、県全体の 81%を占め依然として高いが、これは土地利用に占める農地面積の割合が高いことが影響している。農地からの単位流出量(1ha あたりの年間流出量)は徐々に減少しており(データ省略)、これまで農業現場で推進されてきた対策の効果が現れているものであるが、対策が不十分な農地からの赤土等流出は依然として確認されている。

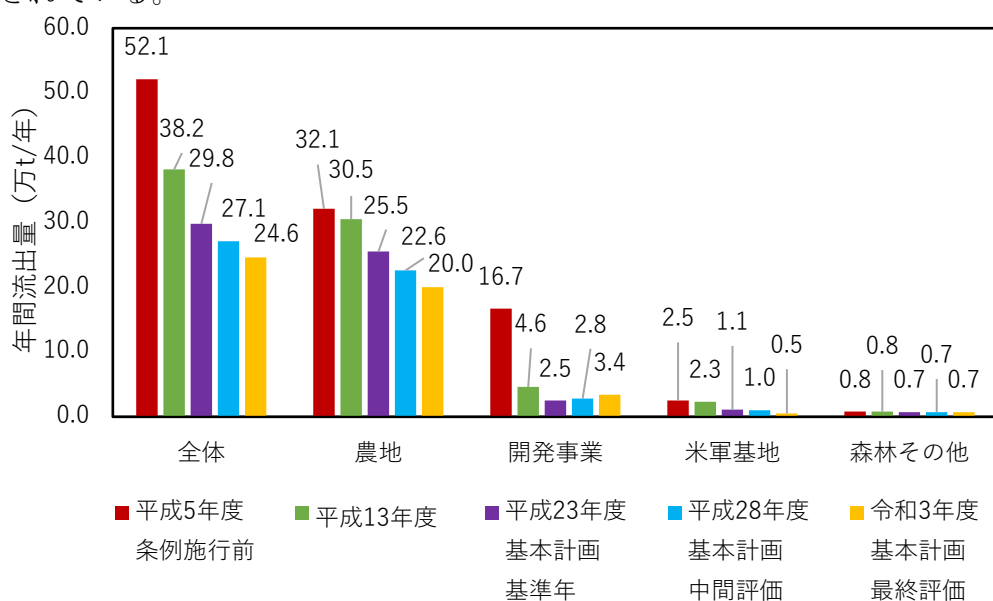


図 2-18 流出源別推定年間流出量の推移(平成5年度～令和3年度)

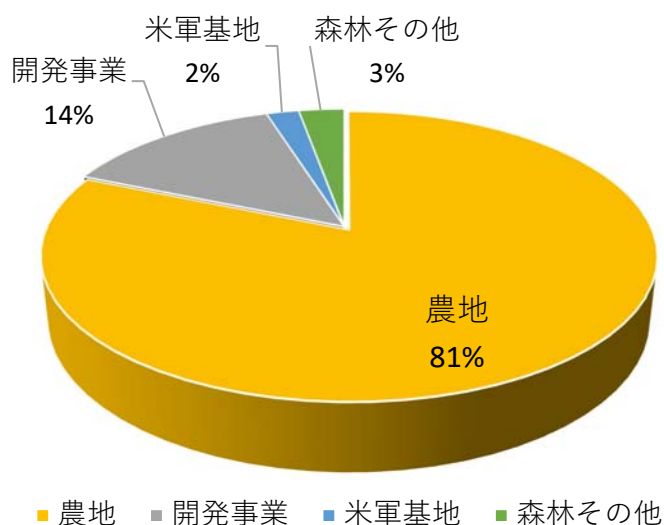


図 2-19 流出源別流出割合(令和3年度)

## 2.4.2 赤土等流出量の変化の要因

主な流出源ごとに推定年間流出量の変化の要因を以下に整理した。

### (1) 農地

平成23年度と令和3年度の農地からの推定年間流出量を比較すると、55,600t削減していると推計された。削減要因は、流出防止対策による効果が大きく、耕作農地面積の変化によるものも影響している。

農地からの赤土等流出防止対策として、土木的対策（農地の勾配抑制、排水路、沈砂池の整備等）及び営農的対策（マルチング、グリーンベルトの設置等）が行われており、これら対策等により推定年間流出量が41,000t削減した。

平成23年度から令和3年度に農地転用による農地減少及び耕作放棄地の増加により、耕作農地面積が約2,700ha減少したと推計されており、この耕作農地面積の減少による裸地の減少に伴い、赤土等の推定年間流出量は約14,000t減少している。

市町村に配置されている農業環境コーディネーターやNPO等が、農地における営農的対策を推進したことで、これら対策の普及拡大が図られている。

特に、農業環境コーディネーターを配置し、地域と協働で積極的な営農的対策が進められている市町村の多くでは、令和3年度の農地からの単位流出量（1haあたりの年間流出量）が平成23年度と比較して削減しており、営農的な赤土等流出防止対策の効果がうかがえた。

#### 【参考】農業環境コーディネーターの活動

農業環境コーディネーターは、農家が実施する赤土等流出防止対策の支援や地域イベント等を通じた普及・啓発活動を行っている指導員です。

農業環境コーディネーター（補助員含む）は市町村の赤土等流出防止営農対策協議会に所属し、大宜味村、東村、今帰仁村、本部町、恩納村、宜野座村、糸満市、久米島町、石垣市、竹富町、名護市の11市町村で活動しており（令和4年12月現在）、農業環境コーディネーターの働きかけで、農地での対策が農家にも徐々に浸透してきています。

### (2) 開発事業

開発事業からの推定年間流出量を平成23年度と令和3年度で比較すると、9,400t増加した。開発現場からの赤土等流出量は、沖縄県赤土等流出防止条例の施行により、条例施行前に比べ流出量は約8割削減されたが、開発事業の環境の変化に伴う影響（事業面積<sup>①</sup>や事業日数<sup>②</sup>の増加）や一部事業現場における赤土等流出防止対策の不足<sup>③</sup>により流出量が増加に転じていると考えられる。

※流出量の増加要因

#### ①事業面積の増加

沖縄県赤土等流出防止条例に基づく事業行為届出書・通知書の件数は、平成



23年度は1,162件で、令和2年度は1,390件と228件増加している。

事業面積も令和2年度では増加しており、当該届出書・通知書に記載された事業現場面積の合計が平成23年度は1,197haで、令和2年度が1,308haであった。

### ②事業日数の増加

沖縄県赤土等流出防止条例に基づく事業行為届出書・通知書に記載された事業行為の開始及び終了の予定年月日から算出した結果、平成23年度は1事業あたり135日で、令和2年度は175日であり、事業日数が平均40日(30%)増加している。

### ③不十分な赤土等流出防止対策

令和2年度に実施した赤土等流出実態調査の結果、一部の事業現場では、事業行為届出書・通知書の示す赤土等流出防止対策計画書どおりの対策が講じられていない、または、設置された赤土等流出防止施設が十分に機能してないことが確認された。

## (3) 米軍基地

米軍基地からの赤土等の推定年間流出量を平成23年度と令和3年度で比較すると、6,400t減少した。

米軍基地全体の裸地面積は減少していると推計されたが、一部地域では裸地状態の継続や増加が確認されており、赤土等の流出源となっていることが危惧される。

※米軍基地内の裸地面積

平成23年度:23ha ⇒ 令和3年度:6ha(17ha減)

### 2.4.3 流出削減目標量の達成状況

令和3年度の監視地域全体(重点監視地域を含む)の推定年間流出量は141,172tと推計され、平成23年度と比較して推定年間流出量は28,440t削減された。

基本計画で設定された監視地域全体の削減目標量(94,328t/年)に対する達成率は30%であった。

表 2-3 流出削減目標量の達成状況

	H23流出量 (t/年) ①	R3目標			R3流出量			目標達成率 (%) ①-③/①-②
		流出量 (t/年) ②	削減量 (t/年) ①-②	削減割合 (%)	流出量 (t/年) ③	削減量 (t/年) ①-③	削減割合 (%)	
監視地域全体	169,612	75,284	94,328	▲56%	141,172	28,440	▲17%	30%
重点監視地域	76,442	25,781	50,661	▲66%	61,984	14,458	▲19%	29%
監視地域 (重点監視地域除く)	93,170	49,503	43,667	▲47%	79,188	13,982	▲15%	32%

## 2.5 旧基本計画の最終評価に示された課題

旧基本計画に基づく対策の推進により、特に、農地におけるグリーンベルトやマルチング等の対策は、市町村の地域協議会や NPO 等団体による支援により確実に進展がみられ、その結果、多くの海域では赤土等堆積状況の改善が確認され、また赤土等堆積状況の改善に伴い海域生物の生息状況に改善がみられた海域も複数確認された。

一方、旧基本計画の最終年度(令和3年度)においても、「環境保全目標」及び「流出削減目標量」を達成していない監視地域があったことから、今後さらに市町村や関係機関と、海域における赤土等堆積状況や陸域における流出防止対策実施状況について情報共有を行い、継続的な赤土等流出防止対策の推進による沿岸域の環境改善に取り組んでいく必要がある。

旧基本計画の期間中に解決できなかった課題や新たに抽出された課題に対応するため、本計画では以下の対応が求められる。

### 【課題1】農地からの流出量は確実に削減しているが、依然として全体の流出量の約8割を占めている。

#### 【対応】

- 農地における赤土等流出防止対策を、土木的対策と営農的対策の両面から重点的に推進する必要がある(土木的対策と営農的対策については p.60「4.1.1 農地における対策」参照)。
- 勾配抑制や沈砂池等の土木的対策が行われていない農地では、農家による営農的対策の実施だけでは、赤土等流出防止対策を進めることが困難であることから、農地の勾配抑制や排水路、沈砂池の整備などの土木的対策を進める必要がある。
- 営農的な赤土等流出防止対策は、恒久的な対策でないことから継続的な実施や、営農行為による裸地状況にあわせた対策の実施が必要である。しかし、これら営農的対策に要する費用や労力の負担が大きく、農家のみで行うことは困難であることから、引き続き市町村の赤土等流出防止対策地域協議会や NPO 団体等と協働で、持続的かつ効果的な対策を行っていくことが求められる。
- 農地における営農的な赤土等流出防止対策の実施は、土壌保全や土づくりの圃場管理等の営農行為につながることから、農家に対しては、営農行為の一環として取組を進めるよう働きかけを強化する必要がある。

### 【課題2】調査の結果、土砂の堆積により流出防止効果が低下していると思われる沈砂池等が確認されている。

#### 【対応】

- 沈砂池等の維持管理が適切に行えるよう、浚渫等の維持管理マニュアルの作成や堆積土の再利用化等によるコスト軽減などを検討するとともに、適切な管理が確実に実施されるような仕組み作りが必要である。

**【課題3】沖縄県赤土等流出防止条例の施行後、開発事業からの赤土等流出量は大幅に削減されたが、旧基本計画策定後、若干の増加傾向にあった。**

**【対応】**

- 引き続き定期的なパトロールや指導を実施するとともに、施工業者や事業行為者の意識向上を図るため講習会などにおいて不適切事例などを紹介するなどし、条例に基づく対策の徹底を求めていく。

**【課題4】海域の赤土等堆積状況と陸域の年間流出量との相関が低い地域がある。**

**【対応】**

- 陸域における流出防止対策の効果が海域における赤土等堆積の改善につながるまで時間を要することから、引き続き調査を行う必要がある。
- 陸域において把握できていない土地利用や赤土等流出防止対策の実施状況、赤土等の流出があることも考えられることから、広域的な陸域における調査を効果的に行う必要がある。
- 各流出源からの流出量は対策の実施状況などの調査結果を基に算出した推計値であることから、より詳細に推計する必要がある。

**【課題5】監視海域（重点監視海域除く）の赤土等堆積状況の調査は、5年に一度の調査のため、降雨や気象条件の変動から海域の堆積状況の変化を十分に把握できていない可能性があり、課題の把握が遅れる可能性がある。**

**【対応】**

- 県全域の沿岸域の堆積状況の推移を定期的に把握出来る調査を実施する必要がある。

赤土等流出問題は、本県の土壌や地形、気象の特殊性に起因する問題であり、開発事業及び農業活動を行うにあたり避けては通れない課題である。各種流出防止対策の実施により本県における赤土等の流出量は確実に減少しているが、更なる対策を講じ赤土等の流出量を削減していく必要がある。

当初、目標とした沿岸域の環境改善を達成するためには、既に実施された対策を継続させ対策効果を維持させるとともに、新たに抽出された課題等に取り組む対策の強化を図る必要がある。現在、改善傾向にある海域の環境を再び悪化させることなく確実に回復させ、それを維持する取組が本計画では求められる。