

第4章 大東地域におけるサンゴ礁の現況と変遷

第1節 サンゴ礁の現況調査

1. 現況調査の方法

現況調査は、サンゴ礁の現況把握を目的に、サンゴ群集や各種攪乱要因などについて記録した。サンゴ礁地形は沖合の砕波帯となる礁縁に内と外とで大きく区分されるが、本調査においては、陸側の凹地を礁池、砕波帯から沖側を礁斜面として調査を行った。また、離礁における調査は礁池と同様に行った。礁斜面と礁池それぞれの場所でもに対象となるサンゴ群集の規模や特徴などに応じて、表4-1-1のとおりマンタ法及びスポットチェック法を使い分けて実施した。調査方法の詳細については「第2章 第1節 1. 現況調査の方法」を参照。

表4-1-1. サンゴ礁地形と調査方法.

	マンタ法	スポットチェック法
礁斜面	大東地域全域	良好なサンゴ群集
礁池(離礁)	広い範囲	狭い範囲

1-1. 現況調査の調査範囲

大東地域の現況調査は、北大東島および南大東島周辺のサンゴ礁を調査対象海域とした。

1-1-1. 礁斜面の調査範囲

大東地域の沿岸全周を調査範囲の対象とした(図4-1-1)。さらに、マンタ法で良好なサンゴ群集を確認した場合、その生息状況を把握するために適宜スポットチェック法を実施し、詳細な記録を行った。

1-1-2. 礁池の調査範囲

大東地域にはめばしい礁池は無いので、礁池の調査は実施していない。

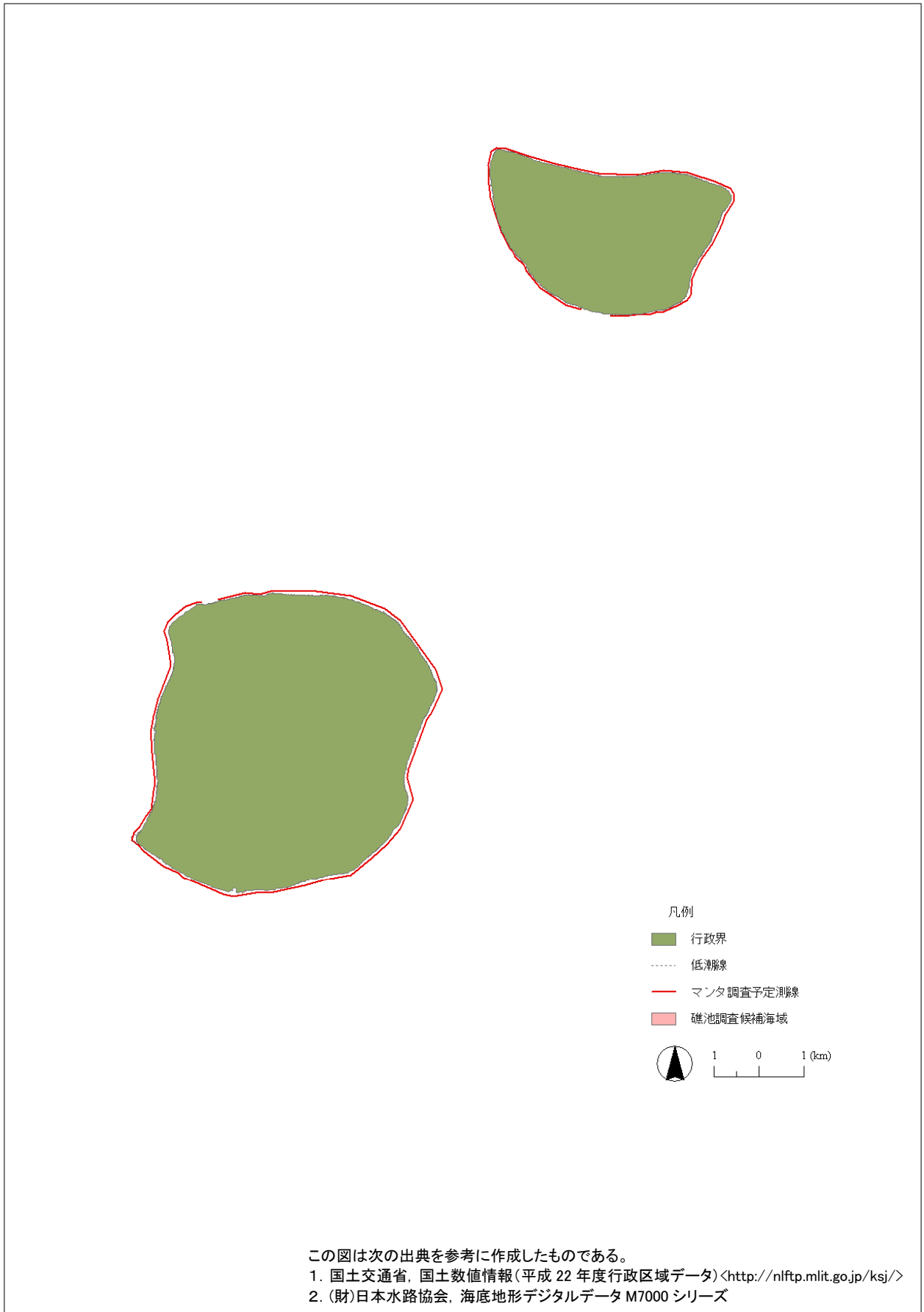


図4-1-1. 大東地域における礁斜面の調査測線.

1-2. 現況調査の調査方法

1-2-1. マンタ法

サンゴ群集の概要把握のため、マンタ法で調査を実施した。本事業では、観察者1名が船に曳航され、海底を観察し、調査項目を約2分毎に記録した。ただし、海底の生物群集等に変化がない場合には観察を継続し、変化する地点で区切って記録した。船は出来る限り（水深5m前後の）サンゴ礁礁縁に接近させ、地形に沿って3~4ノット（1.5~2.0m/秒）で走行した。調査項目の詳細については「第2章 第1節 1-2. 現況調査の調査手法」を参照。

1-2-2. スポットチェック法

スポットチェック法とは、複数の調査員がおおよそ50m四方の範囲を任意に15分間遊泳し、サンゴ類等の生物の生息状況を調査する方法である（環境省・日本サンゴ礁学会 2004）。

本事業では、観察者1名が調査地点周辺をスノーケリングにて15分間遊泳し調査を実施した。調査は環境省がモニタリングサイト1000事業で実施しているサンゴ礁調査（スポットチェック法）に準じて行い、サンゴ群集、サンゴ類に影響を与える攪乱の度合い、底質、魚類等について観察記録し状況写真を撮影した。調査項目の詳細については「第2章 第1節 1-2. 現況調査の調査手法」を参照。

1-3. 現況調査の実施時期

現況調査は、2011年8月に実施した。

表4-1-2. マンタ調査の調査時期と主な調査海域.

調査時期	主な地域
8月中旬	北大東島、南大東島

表4-1-3. スポットチェック調査の調査時期と主な調査海域.

調査時期	主な地域
8月中旬	北大東島、南大東島

参考文献

環境省、日本サンゴ礁学会 編（2004）日本のサンゴ礁 財団法人自然環境研究センター
国土交通省、国土数値情報（平成22年度行政区域データ）<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
（財）日本水路協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

2. 現況調査の結果

調査結果は、以下に各調査項目について2つの手法（マンタ法・スポットチェック法）で得られた内容を合わせて整理し、現在の大東地域のサンゴ礁の概要をまとめた。なお、調査結果を整理するにあたり、流域を元に分けた陸域区分と岬、水路、礁原（礁嶺）などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目して分けた海域区分を用い、両者をひとつの生態学的な単位として捉えた「陸域海域区分」作成しこれを用いた。「第4節大東地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析」の項で詳細を示す。

2-1. サンゴ群集に関する調査結果

大東地域におけるマンタ法調査の総調査距離（総曳航距離）は約 37km であった。スポットチェック調査は8地点で実施した。

2-1-1. サンゴ群集

(1) 被度（マンタ法）

マンタ法調査で記録されたサンゴ被度ランクを色分けして図4-1-4に示す。マンタ法調査の総調査距離に対する各サンゴ被度ランクが確認された距離の割合は、0～5%が24.6%、5～10%が21.1%、10～25%が29.2%、25～50%が19.8%、50～75%が5.2%、75～100%が0.0%であった。全調査距離に対するサンゴ被度ランク25%以上（評価：やや高い～非常に高い）の割合が全体の約1/4と低かった。特に、サンゴ被度ランク75～100%（評価：非常に高い）の割合が0.0%と非常に低かった。サンゴ被度ランク10～25%（評価：やや低い）が確認された距離の割合が最も高かった（表3-1-4）。南大東島の北側から東側にかけてサンゴ被度ランクが比較的高かったが、北大東島、南大東島ともに南側の礁斜面のサンゴ被度は非常に低かった（図4-1-3）。

表4-1-4. サンゴ被度ランク毎の調査距離に対する割合.

評価	被度ランク	調査距離 37km に対する割合 (%)
非常に低い	0～5%	24.6
低い	5～10%	21.1
やや低い	10～25%	29.2
やや高い	25～50%	19.8
高い	50～75%	5.2
非常に高い	75～100%	0.0

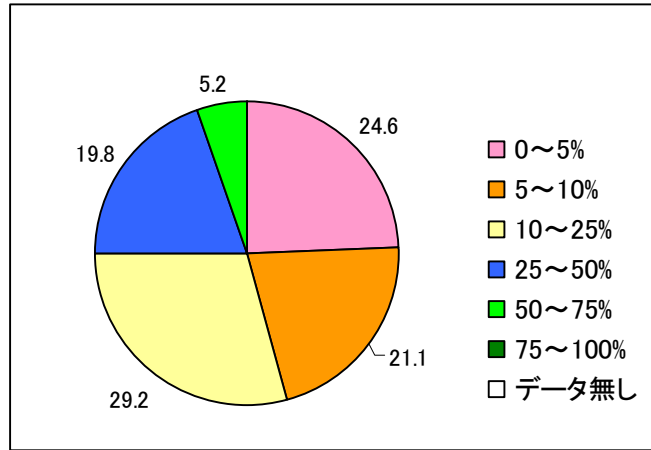


図4-1-2. サンゴ被度ランクの割合(%)。

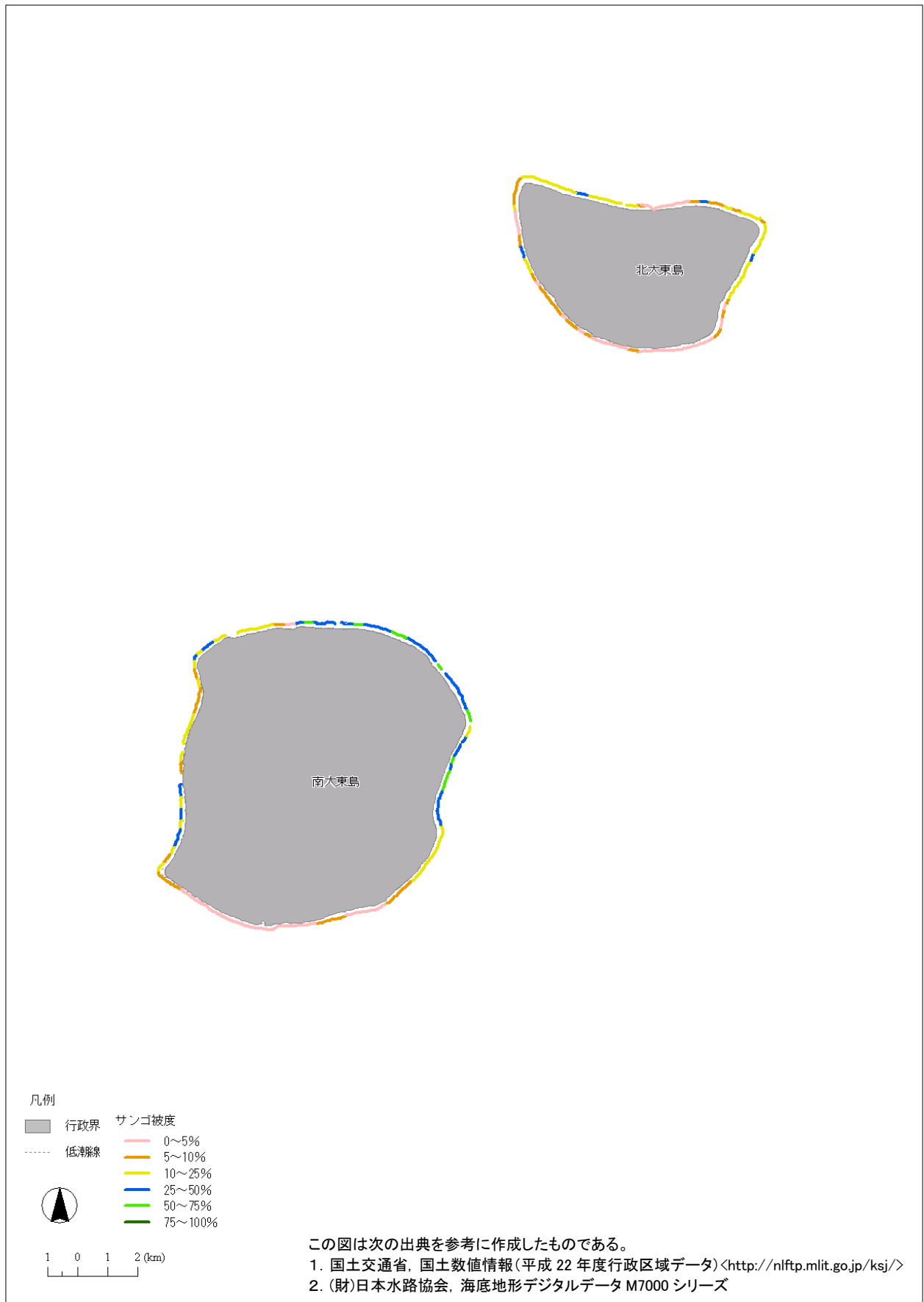


図4-1-3. 大東地域におけるマンタ法による調査結果(サンゴ被度).

マンタ法調査で記録されたサンゴ被度ランクを、陸域区分と海域区分を用いて作成した陸域海域区分毎に平均化し整理した（図4-1-4）。図4-1-4および表4-1-5に示すとおり、大東地域では、評価が低い（被度5～10%）海域が北大東島の1海域、評価がやや低い（被度10～25%）海域が南大東島の1海域であった。

表4-1-5. サンゴ被度ランク毎の海域数と全海域数に対する割合.

評価	被度ランク	海域数	全2海域に対する割合(%)
非常に低い	0～5%	0	0.0
低い	5～10%	1	50.0
やや低い	10～25%	1	50.0
やや高い	25～50%	0	0.0
高い	50～75%	0	0.0
非常に高い	75～100%	0	0.0

大東地域のマンタ法調査では、総調査距離に対する25%未満のサンゴ被度ランクが確認された距離の割合は7割以上であった。サンゴ被度ランク毎の海域も、評価が低いとやや低いのみであった。全体的に低い被度であり、サンゴ被度50%以上の群集が確認された地域は限られていた（表4-1-6）。

表4-1-6. マンタ調査においてサンゴ被度50%以上が確認された地域.

	地域
北大東島周辺	無し
南大東島周辺	北港から南大東空港東にかけて断続的に数地点



図4-1-4. 大東地域におけるマンタ法によるサンゴ被度の陸域海域区分毎の集計結果.

(2) 優占種群 (マンタ法)

マンタ法調査における総調査距離に対する各優占種群が確認された距離の割合を図4-1-5に、優占種群を色分けして地図上に図示したものを図4-1-7に示す。各優占種群の割合は、ミドリイシ類が0.0%、コモンサンゴ類が0.0%、ハナヤサイサンゴ類が43.0%、ハマサンゴ類が12.9%、キクメイシ類が0.0%、その他が1.0%、多種混成が38.4%、優占無し*が5.7%であった(図4-1-5)。

優占種群の割合が最も高かったのはハナヤサイサンゴ類で、2番目に高かった多種混成の群集もハナヤサイサンゴ類を含む混成群集(ハナヤサイサンゴ類とハマサンゴ類)であった。

北大東島及び南大東島の南側や岬の周辺では、ハナヤサイサンゴが優占する場所が多かった(図4-1-7)。

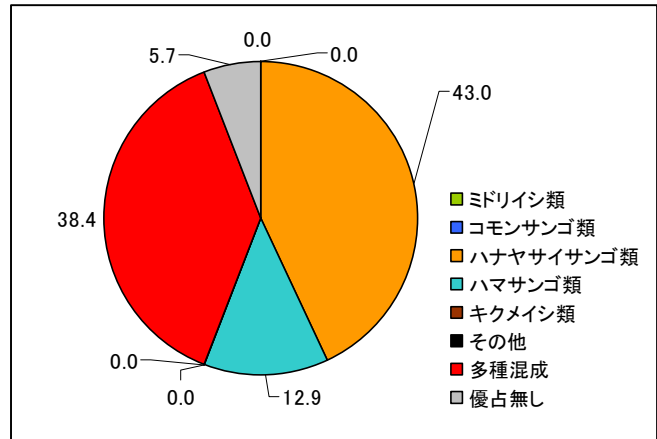


図4-1-5. 優占種群の割合 (%)。

※優占種群の「優占無し」はサンゴ類がほとんどいない場合にも適用

(3) 優占する群体形 (マンタ法)

マンタ法調査における総調査距離に対する各群体形が確認された距離の割合を図4-1-6に、優占する群体形を色分けして地図上に図示したものを図4-1-8に示す。各群体形の割合は、卓状が0.0%、枝状が0.0%、塊状が9.0%、準塊状が46.5%、被覆状が0.0%、葉状が0.0%、混成が38.0%、枝状・塊状が0.0%、その他が0.0%、無し*が5.7%であった(図4-1-6)。

優占する群体形の割合が最も高かった準塊状はハナヤサイサンゴ類の群体形である。2番目に群体形の割合が高かった多種混成は、準塊状(ハナヤサイサンゴ類)や塊状(ハマサンゴ類)などの混成群集であった。

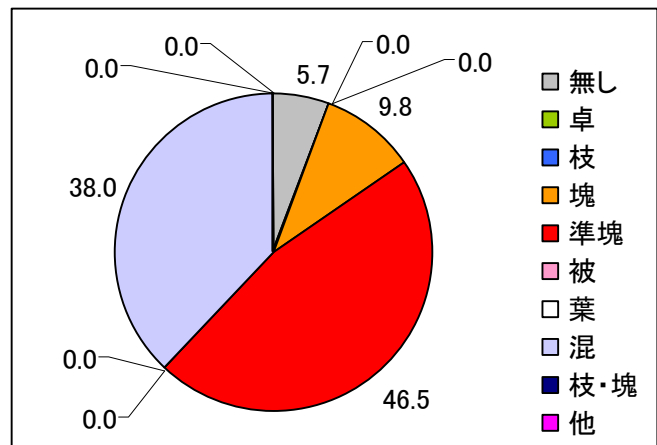


図4-1-6. 優占群体形ごとの割合 (%)。

※卓: 卓状、枝: 枝状、準塊: 準塊状、塊: 塊状、枝・塊: 枝状と塊状、被: 被覆状、葉: 葉状、他: その他の形状、混: 多種混成、無し: 優先形状なし

優占群体形の「無し」はサンゴ類がほとんどいない場合にも適用

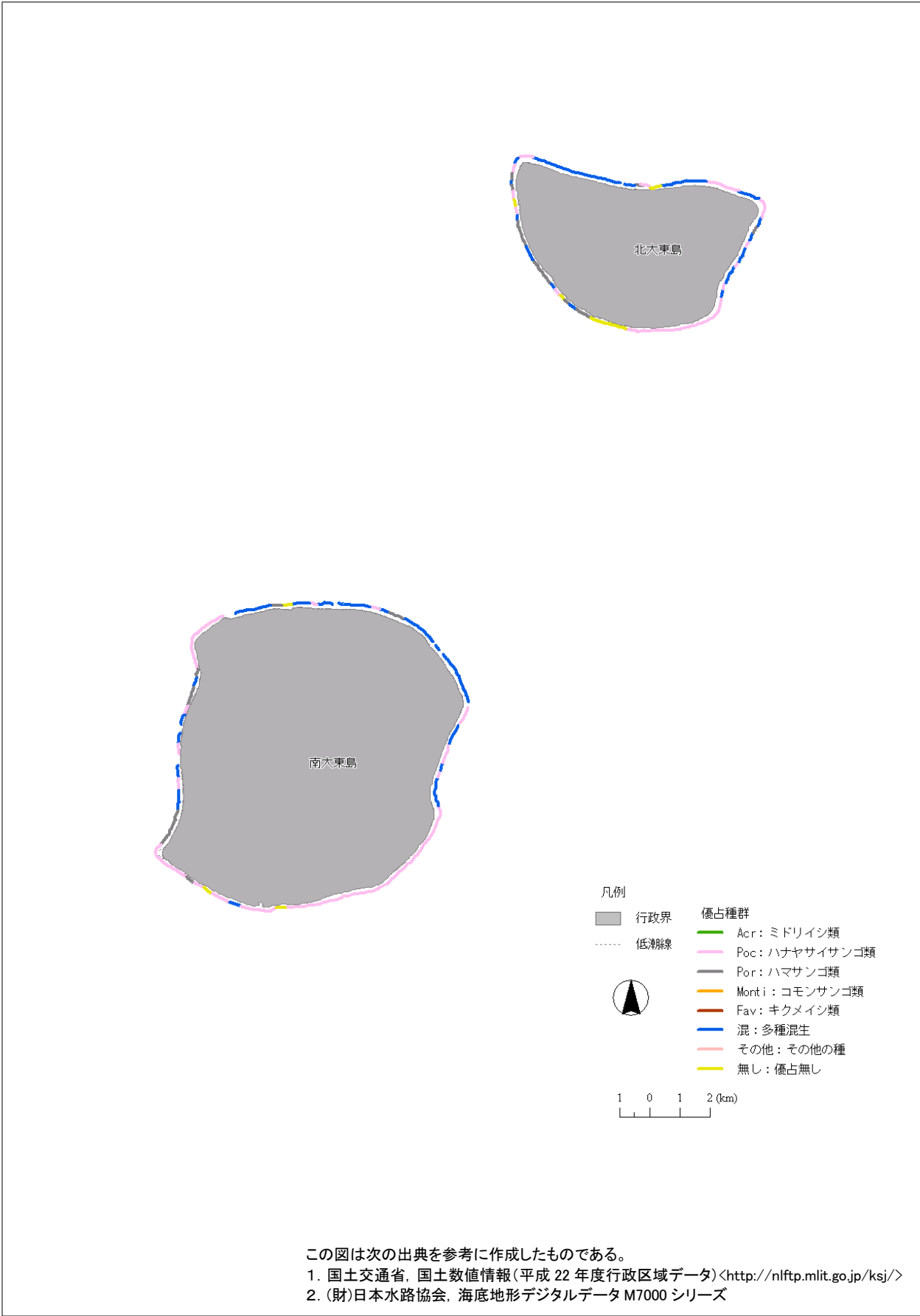


図4-1-7. 大東地域におけるマンタ法による調査結果(優占種群).

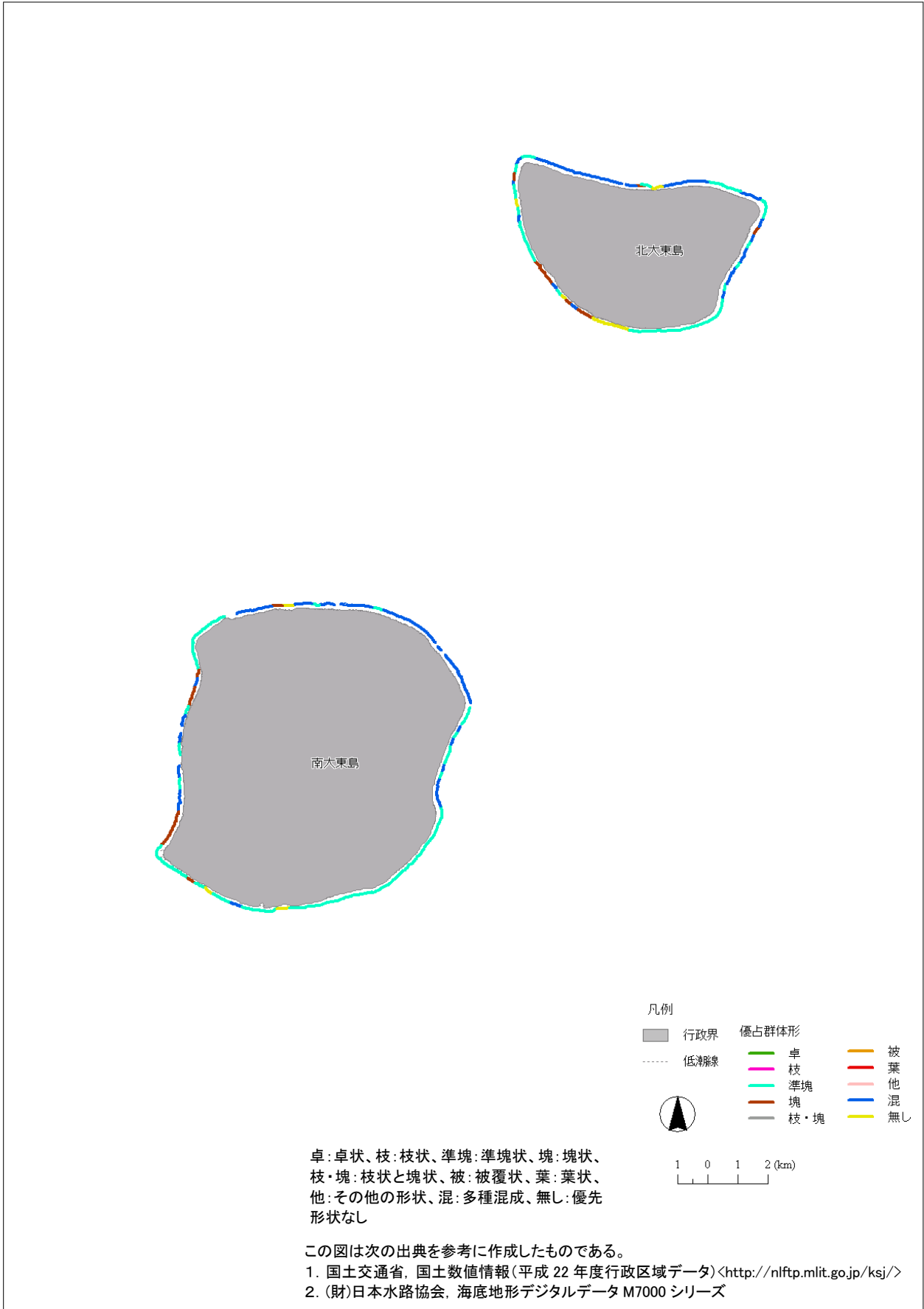


図4-1-8. 大東地域におけるマンタ法による調査結果(優占群体形).

(4) ミドリイシ類の優占群体直径 (マンタ法)

マンタ法調査における総調査距離に対する各卓状ミドリイシ優占群体直径ランクが確認された距離の割合を図4-1-9に、色分けして地図上に図示したものを図4-1-10に示す。各卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合は、5cm未満が0.0%、5~20cmが25.3%、20~50cmが8.5%、50~100cmが0.0%、100cm以上が0.0%であった(図4-1-9)。

大東地域では卓状ミドリイシは多くなく、多くの場所で「無し」であった。特に、北大東島周辺や南大東島の南側では卓状ミドリイシが無い場所が多かった(図4-1-10)。

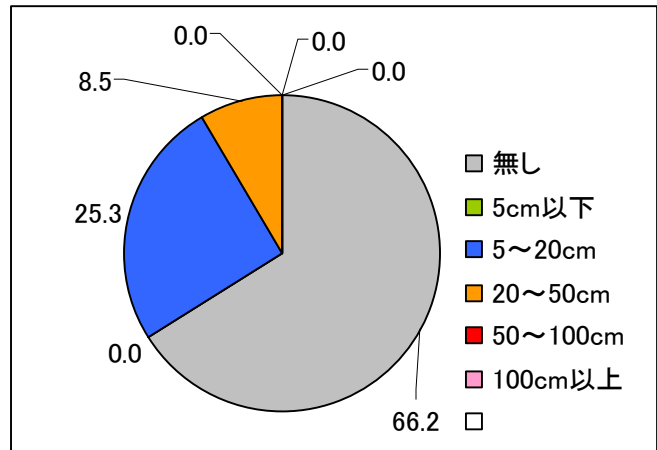


図4-1-9. 卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合(%).

「無し」は卓状ミドリイシ類以外のサンゴ種群が優占し、卓状ミドリイシ類が全くみられない場合にも適用

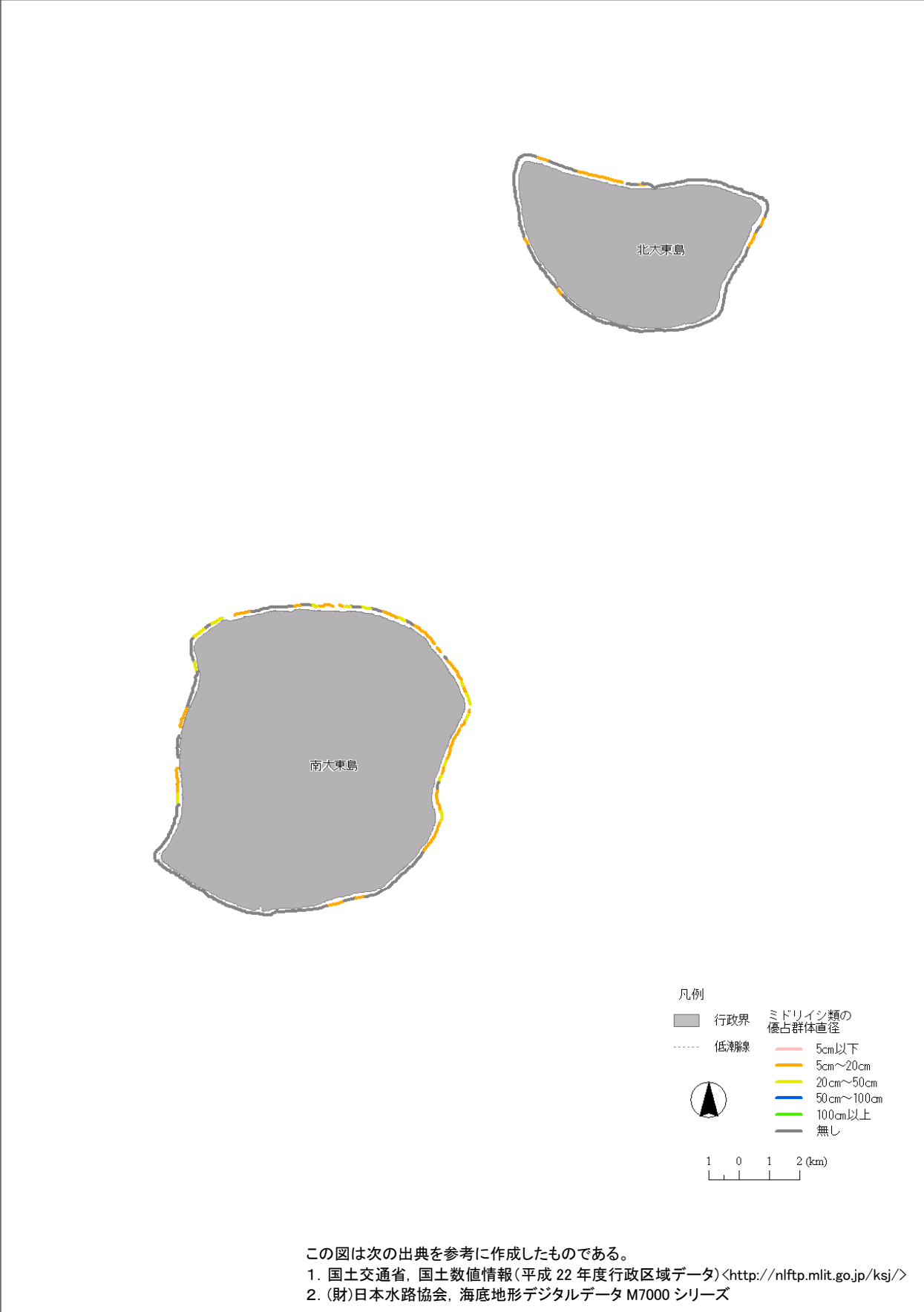


図4-1-10. 大東地域におけるマンタ法による調査結果(ミドリイシ類の優占群体直径).

(5) 被度 (スポットチェック法)

スポットチェック調査によるサンゴ被度の結果を図4-1-11に示す。スポットチェック調査は、主にサンゴ被度が高いと予想された狭い範囲の地点を抽出して実施されており、大東地域のサンゴ被度を概観するものではないことに留意する必要がある。

被度の高い (被度 50%以上) 地点は、南大東島の北側の1地点だけだった (表4-1-7)。



表4-1-7. サンゴ被度が50%以上の地点が確認された地域.

	地点
北大東島周辺	無し
南大東島周辺	南大東島北側礁斜面

大東地域のスポットチェック調査で確認された特徴的なサンゴ群集を以下に記述する。

北大東島西 (sp110815o002) では、パラオハマサンゴが優占する被度 40%のサンゴ群集が確認された。南大東島北 (sp110817o005) では、ハナヤサイサンゴ類やアミメサンゴ類など様々な種類が混生する被度 60%のサンゴ群集が確認された。

マンタ法調査やスポットチェックで確認されたすばらしいサンゴ群集(一部)

		
北大東島西 (sp110815o002)	南大東島北 (sp110817o005)	

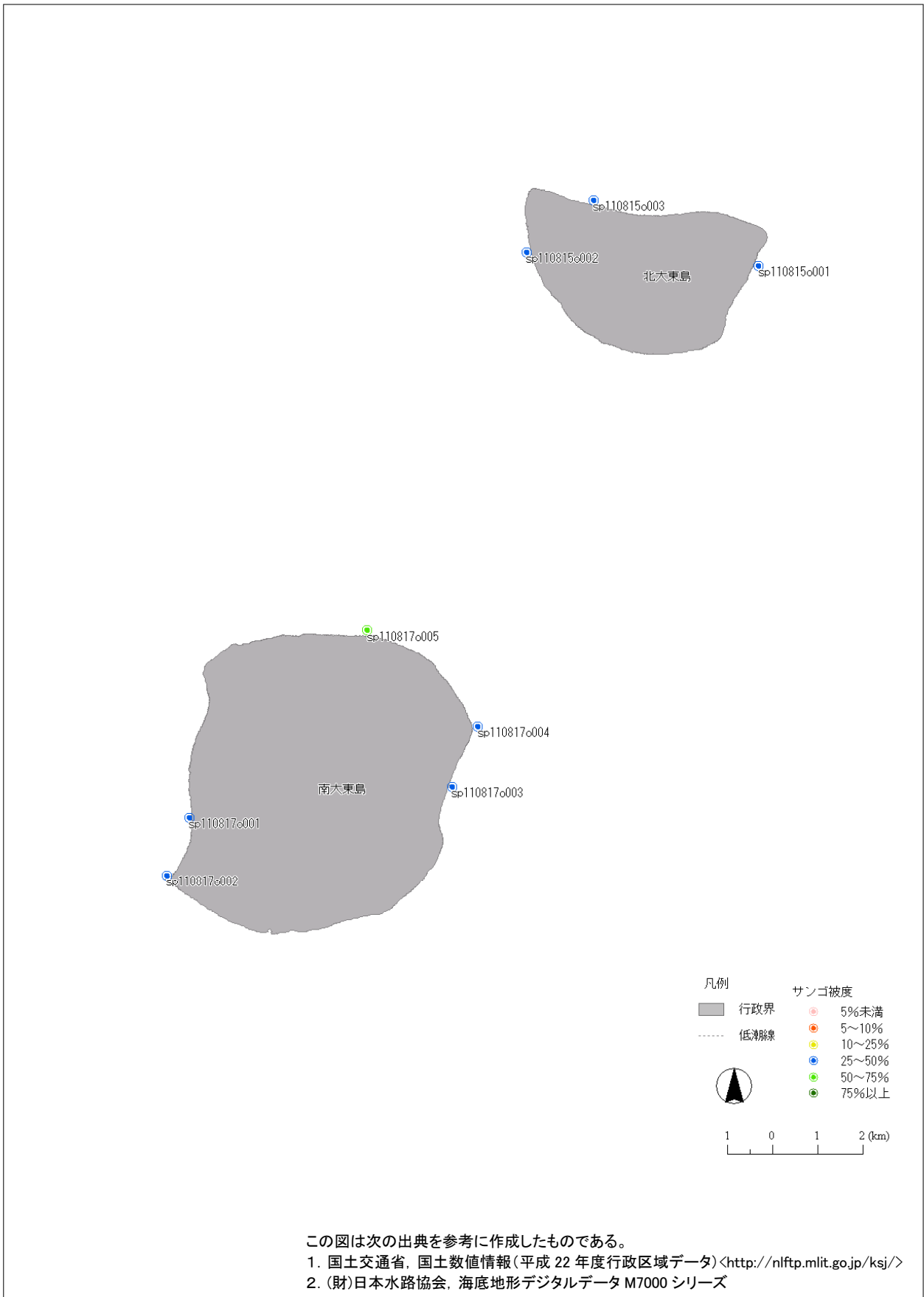


図4-1-11. 大東地域におけるスポットチェック法によるサンゴ被度.

(6) 大型卓状ミドリイシ群体直径 (スポットチェック法)

大東地域におけるスポットチェックでは、全ての地点で大型卓状ミドリイシ群体は確認されなかった(図4-1-12, 図4-1-14)。

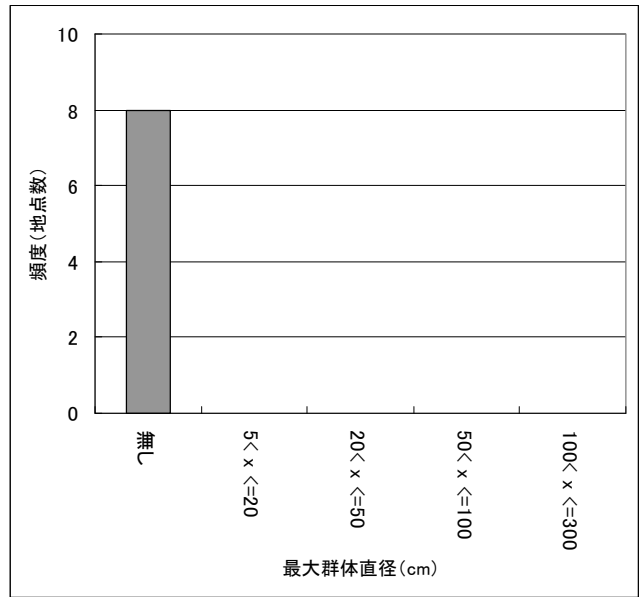


図4-1-12. 卓状ミドリイシ群体最大直径.

(7) ミドリイシ小型群体密度 (スポットチェック法)

大東地域におけるスポットチェック調査によるミドリイシ小型群体密度は、0.25m²あたり1群体以下がほとんどであった(図4-1-13, 図4-1-15)。

ミドリイシ小型群体平均密度が2群体/0.25m²以上の地点は、南大東島の西港南のみであった。

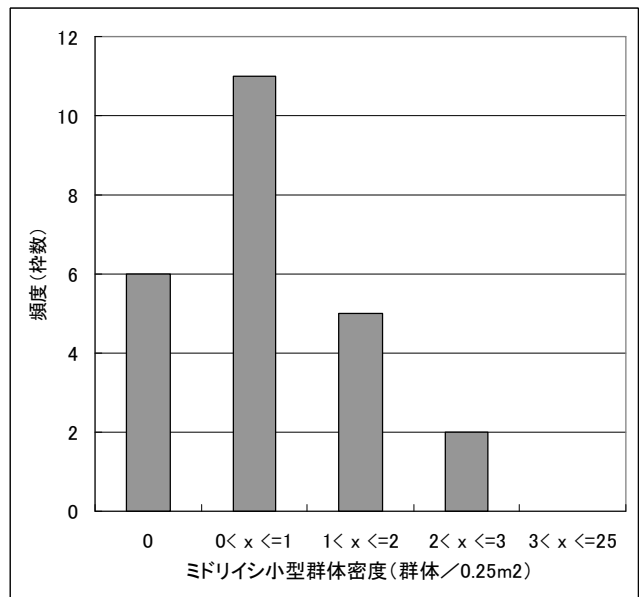


図2-1-32. ミドリイシ小型群体密度.

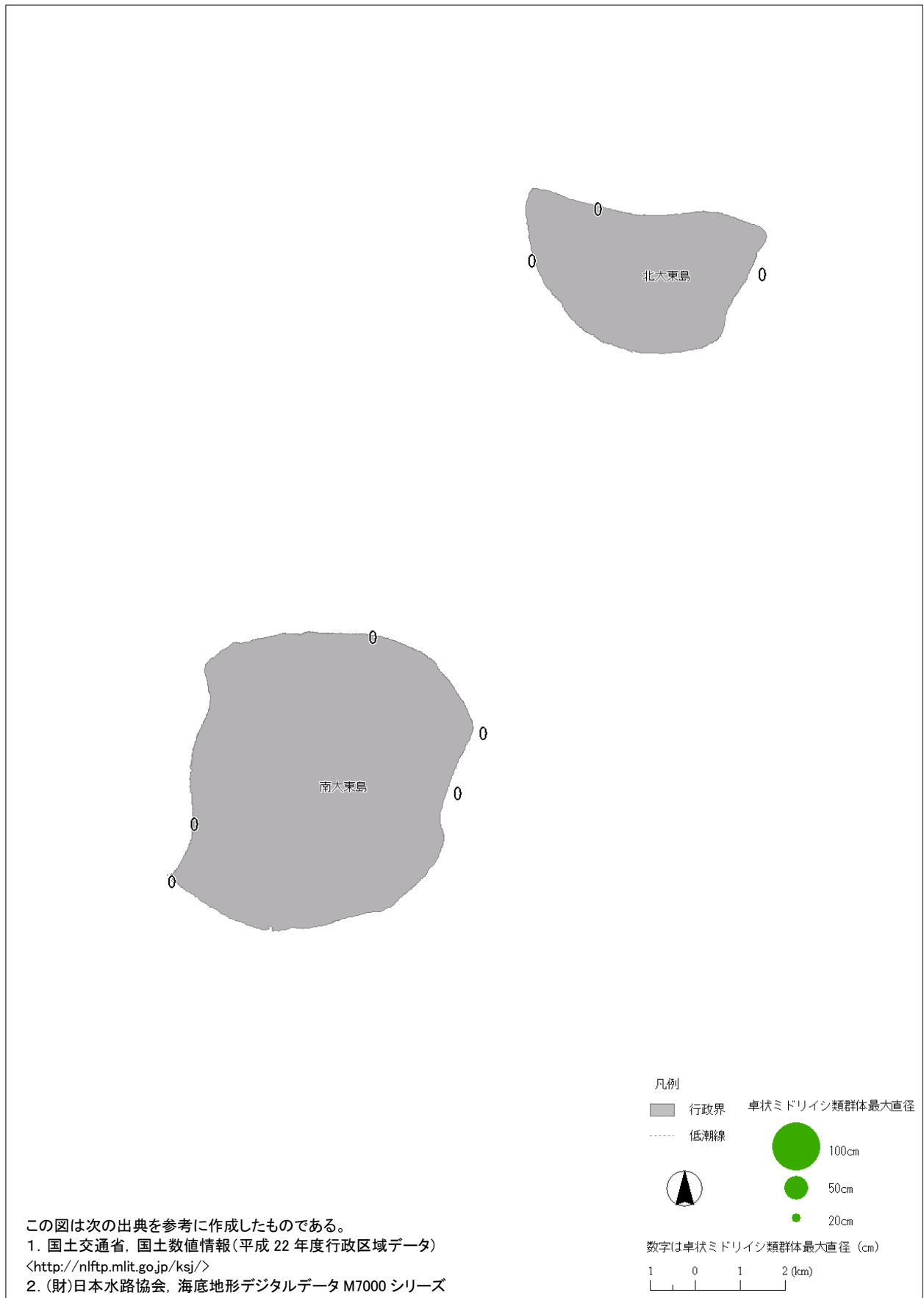


図4-1-14. 大東地域におけるスポットチェック法による卓状ミドリイシ類大型群体直径最大値 (cm).

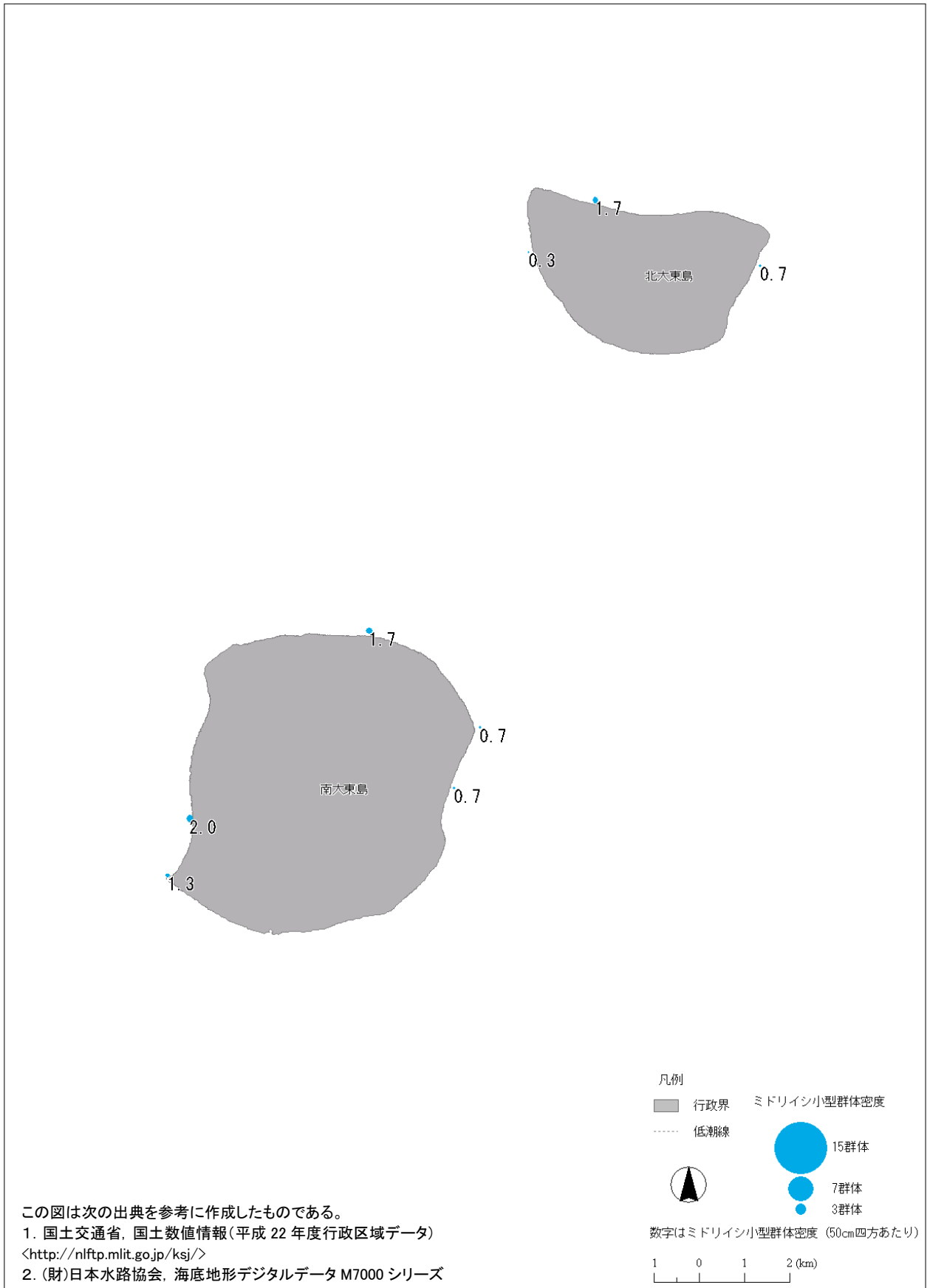


図4-1-15. 大東地域におけるスポットチェック法によるミドリイシ類小型群体密度(個/50cm 四方).

2-1-2. 白化現象

大東地域ではマンタ法調査においてサンゴの白化は確認されていない（表4-1-8、図4-1-16）。大東地域の調査では、調査時期が主に8月中旬であり、調査を実施した時期や場所以外に白化していたかどうかは不明である。

表4-1-8. マンタ調査での白化の程度毎の距離に対する割合(%)。

		白化	白化で死亡	ミドリイシ類の白化	白化したミドリイシ類の死亡
白化していない割合	0%	100.0	100.0	100.0	100.0
白化の程度(白化したサンゴ群集の割合)毎の割合	5%	0.0	0.0	0.0	0.0
	10%	0.0	0.0	0.0	0.0
	20%	0.0	0.0	0.0	0.0
	30%	0.0	0.0	0.0	0.0
	40%	0.0	0.0	0.0	0.0
	50%	0.0	0.0	0.0	0.0
	60%	0.0	0.0	0.0	0.0
	70%	0.0	0.0	0.0	0.0
	80%	0.0	0.0	0.0	0.0
	90%	0.0	0.0	0.0	0.0
	100%	0.0	0.0	0.0	0.0
	N.D.	0.0	0.0	0.0	0.0

N.D.はデータ無し

2-1-3. 病気

マンタ法調査において、病気により影響を受けているサンゴ群集は確認されていない。

表4-1-9. マンタ調査で確認された病気の影響を受けているサンゴ群集の割合(%)。BBBはブラックバンドディズィーズ、WSはホワイトシンドローム。

	割合(%)
無し	100.00
BBD	0.00
WS	0.00
骨格異常	0.00
その他	0.00
N.D.	0.00

N.D.はデータ無し

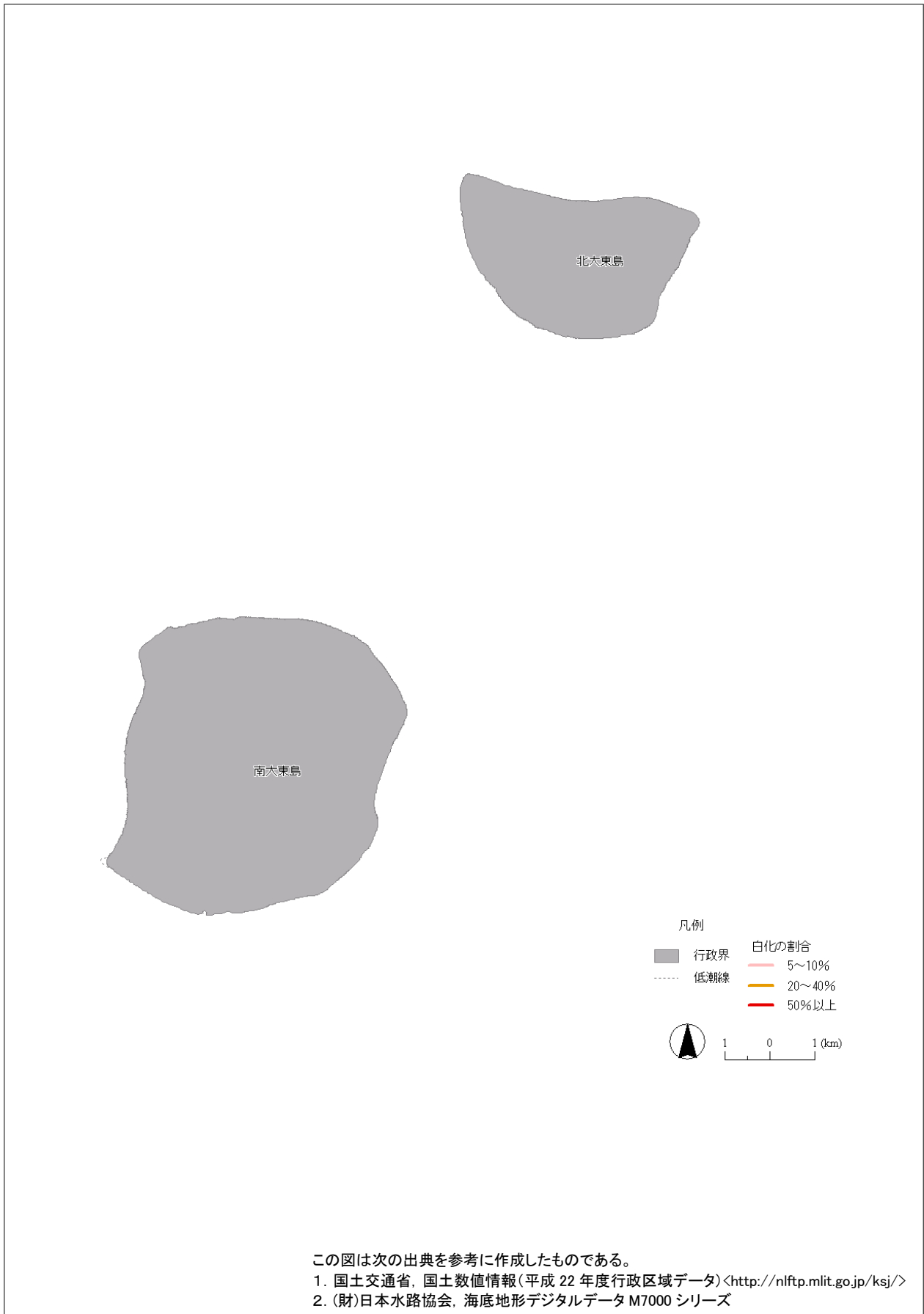


図4-1-16. 大東地域におけるマンタ法によるサンゴの白化割合.

2-2. サンゴ以外の生物調査結果

2-2-1. 食害生物

サンゴを捕食することで、サンゴ群集に大きな被害を及ぼすオニヒトデおよびサンゴ食巻貝類、そしてときに広範囲にサンゴを覆い殺すテルピオス（被覆状のカイメン類）について、以下に整理した。

(1) オニヒトデ

オニヒトデはサンゴを捕食するため、大発生した際に大きな打撃をサンゴ群集に与える。今回はマンタ法調査、スポットチェック調査ともに、オニヒトデの個体数とその大きさ、食痕数を調査した。オニヒトデの食痕は、1個体が複数の食痕を残している場合があるため、1かたまりとなった複数の食痕は1つとしてカウントした。

大東地域では、オニヒトデとその食痕については、全くなかった（図4-1-17～21）。

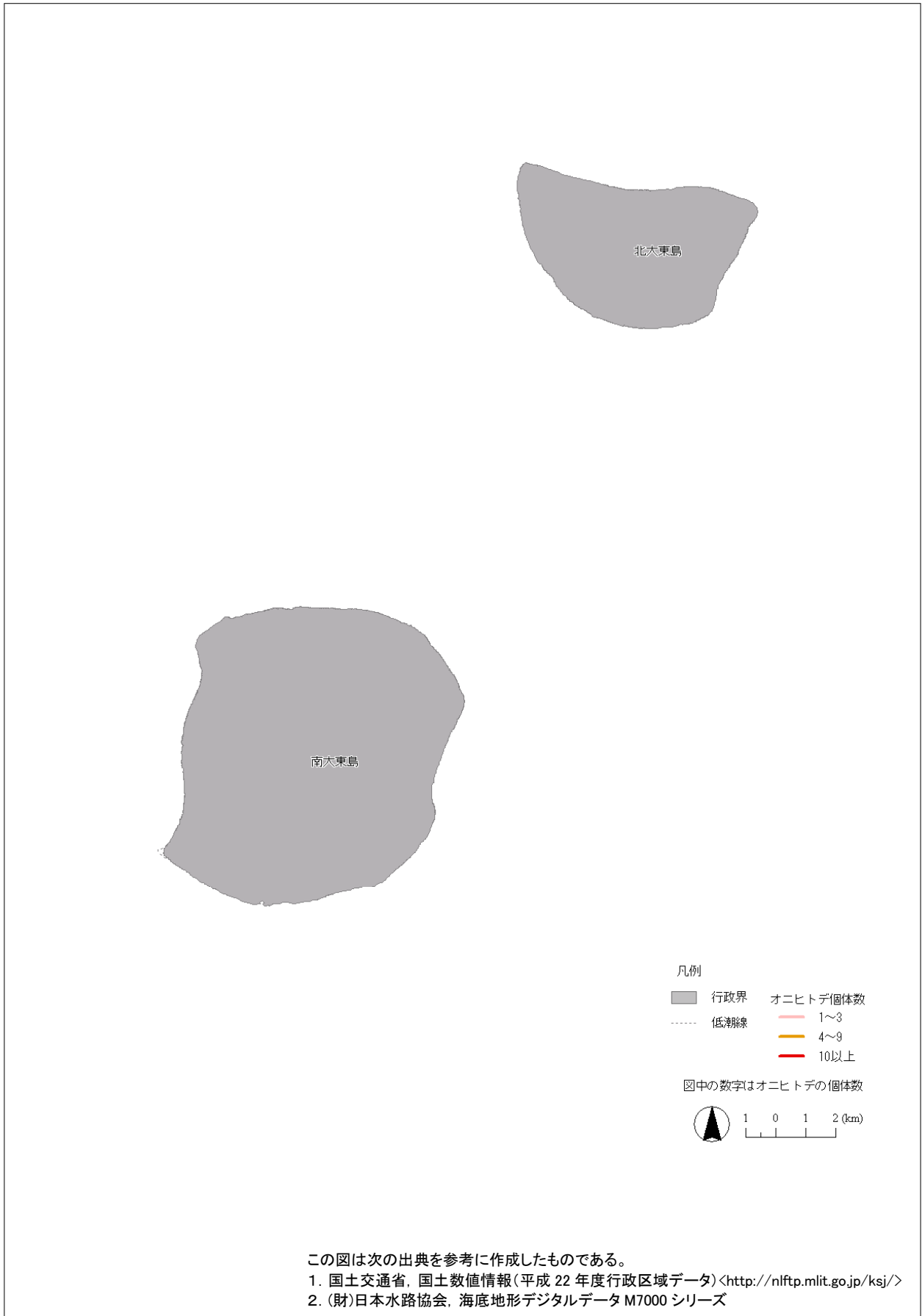


図4-1-17. 大東地域におけるマンタ法によるオニヒトデ個体数(個/区間).



図4-1-18. 大東地域におけるマンタ法による陸域海域区分毎のオニヒトデ個体数平均ランク。

図中の流域/海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の流域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

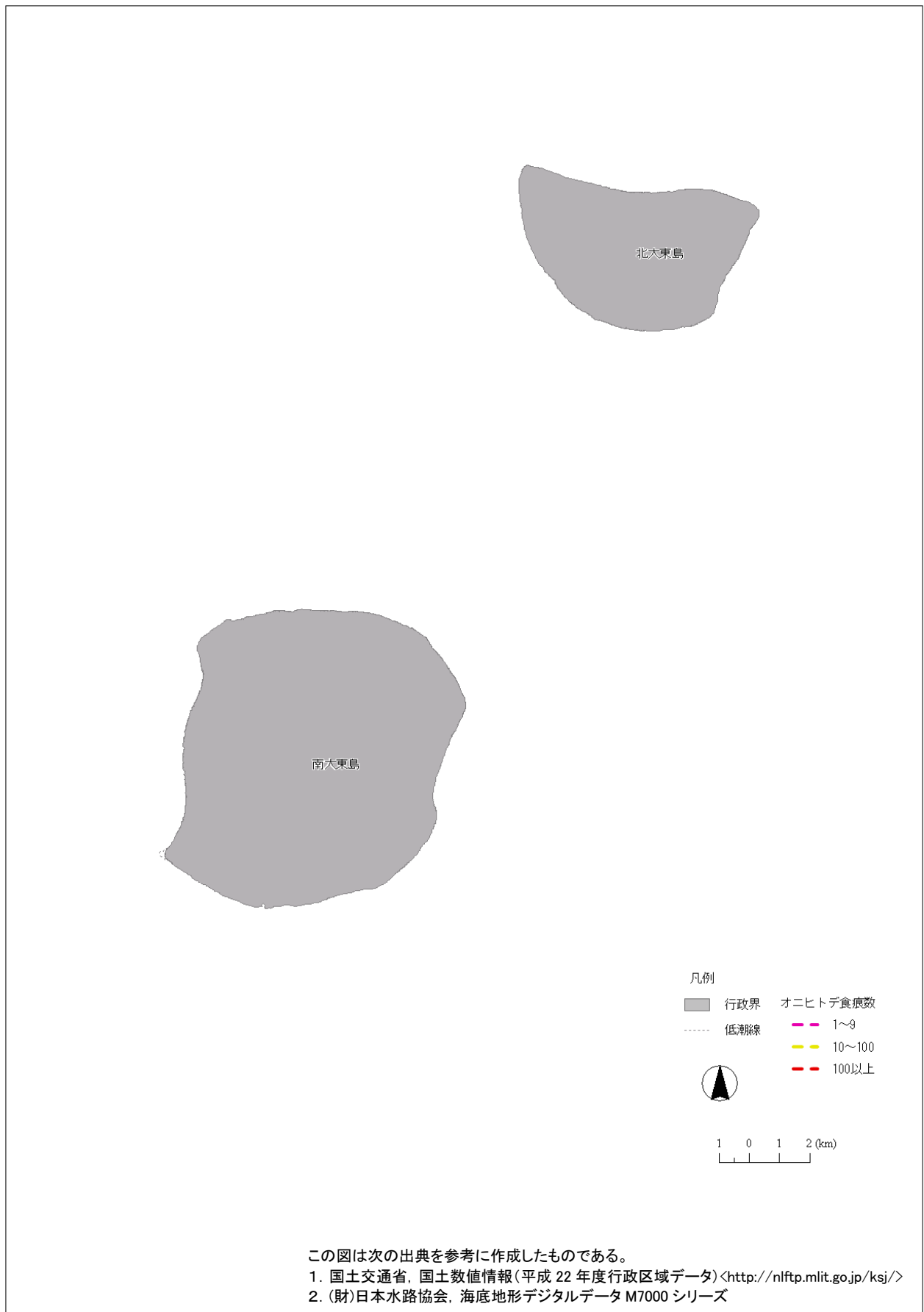


図4-1-19. 大東地域におけるマンタ法によるオニヒトデ食痕数(個/区間).

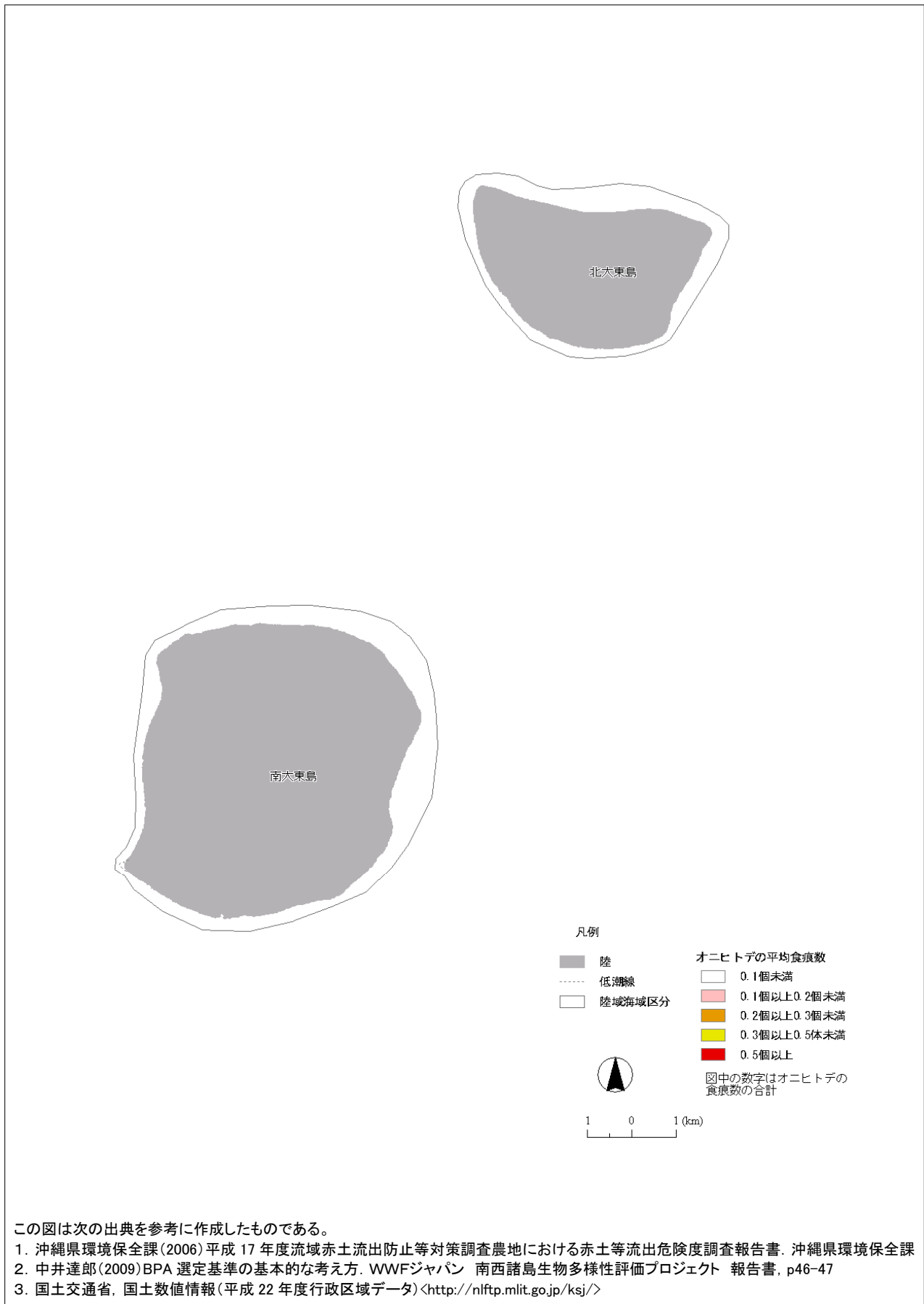


図4-1-20. 大東地域におけるマンタ法による陸域海域区分毎のオニヒトデ食痕数平均ランク.

図中の流域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の流域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

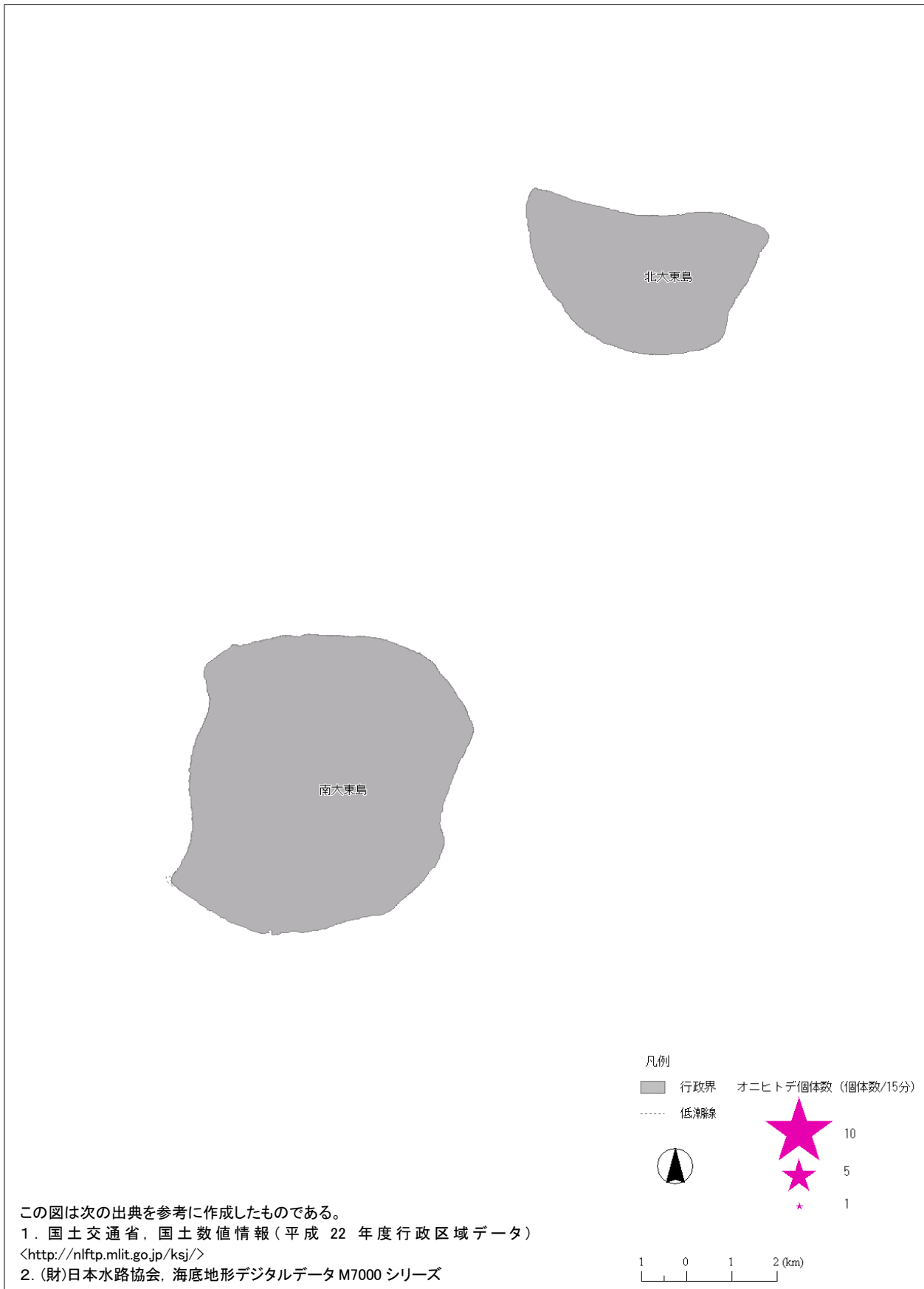


図4-1-21. 大東地域におけるポットチェック法によるオニヒトデ個体数(個/15分).

(2) サンゴ食巻貝類

マンタ法調査において、サンゴ食巻貝類に影響を受けているサンゴは確認されなかった(表4-1-10)。

(3) テルピオス

マンタ法調査において、テルピオスに影響を受けているサンゴは確認されなかった(表4-1-10)。

表4-1-10. サンゴ食巻貝類及びテルピオスの影響を受けているサンゴ群体の割合(%). (総区間数に対する各ランクの割合)

	0	<10	10~100	>100
サンゴ食巻貝類	100.0	0.0	0.0	0.0
テルピオス	100.0	0.0	0.0	0.0

(4) 大東地域における食害生物の状況

大東地域ではマンタ法調査とスポットチェック調査において、食害生物の影響は確認されなかった。

2-2-2. その他の生物

(1) ソフトコーラル

波あたりや水質などの環境条件によって、サンゴと同所的に出現し、同時に競争的な底生生物であるソフトコーラルをマンタ法で調査した。調査の結果を被度ランク別の割合で表4-1-11に示す。全体の約9割は、5%以下の低い被度であった。ソフトコーラルの被度ランクが高かった場所はなかった(図4-1-22)。

表4-1-11. マンタ法で確認されたソフトコーラルの各被度ランクの割合(%). (総区間数に対する各被度ランクの割合)

被度ランク	割合(%)
0~5%	91.8
5~10%	8.2
10~25%	0.0
25~50%	0.0
50~75%	0.0
75~100%	0.0

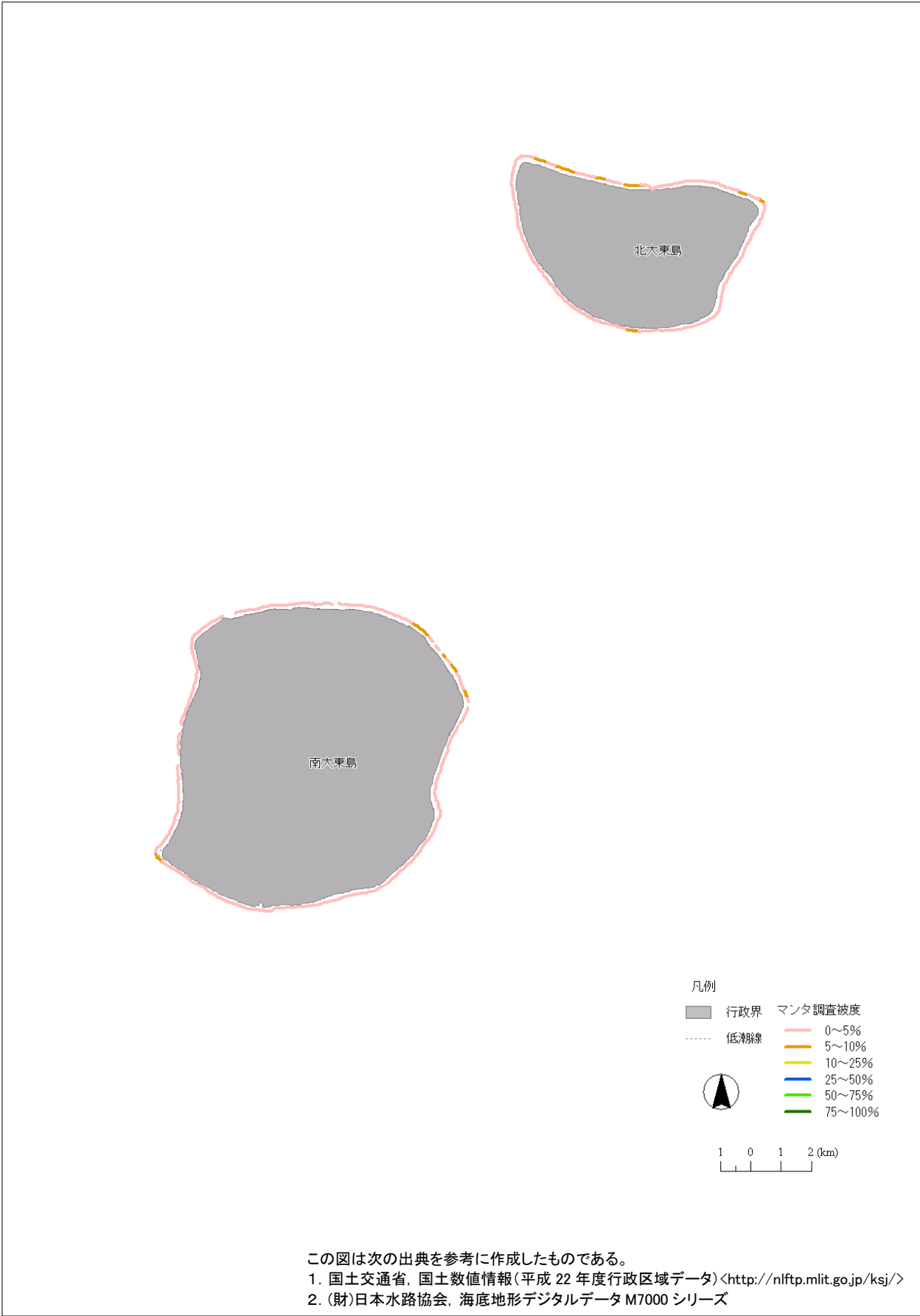


図4-1-22. 大東地域におけるマンタ法によるソフトコーラル被度(%)

(2) 海藻草類

波あたりや水質などの環境条件によって、サンゴと同所的に出現し、同時に競争的な底生生物である海藻草類をマンタ法で調査した。調査距離に対する各被度ランクの距離の割合を表4-1-12に示す。

海藻類は調査した全ての場所で被度が0~5%であった(図4-1-23)。

海草類は調査した全ての場所で被度が0~5%であった(図4-1-24)。

表4-1-12. マンタ調査で確認された海草藻類の各被度ランクの割合(%). (総区間数に対する各被度ランクの割合)

被度ランク	海藻	海草
0~5%	100.0	100.0
5~10%	0.0	0.0
10~25%	0.0	0.0
25~50%	0.0	0.0
50~75%	0.0	0.0
75~100%	0.0	0.0

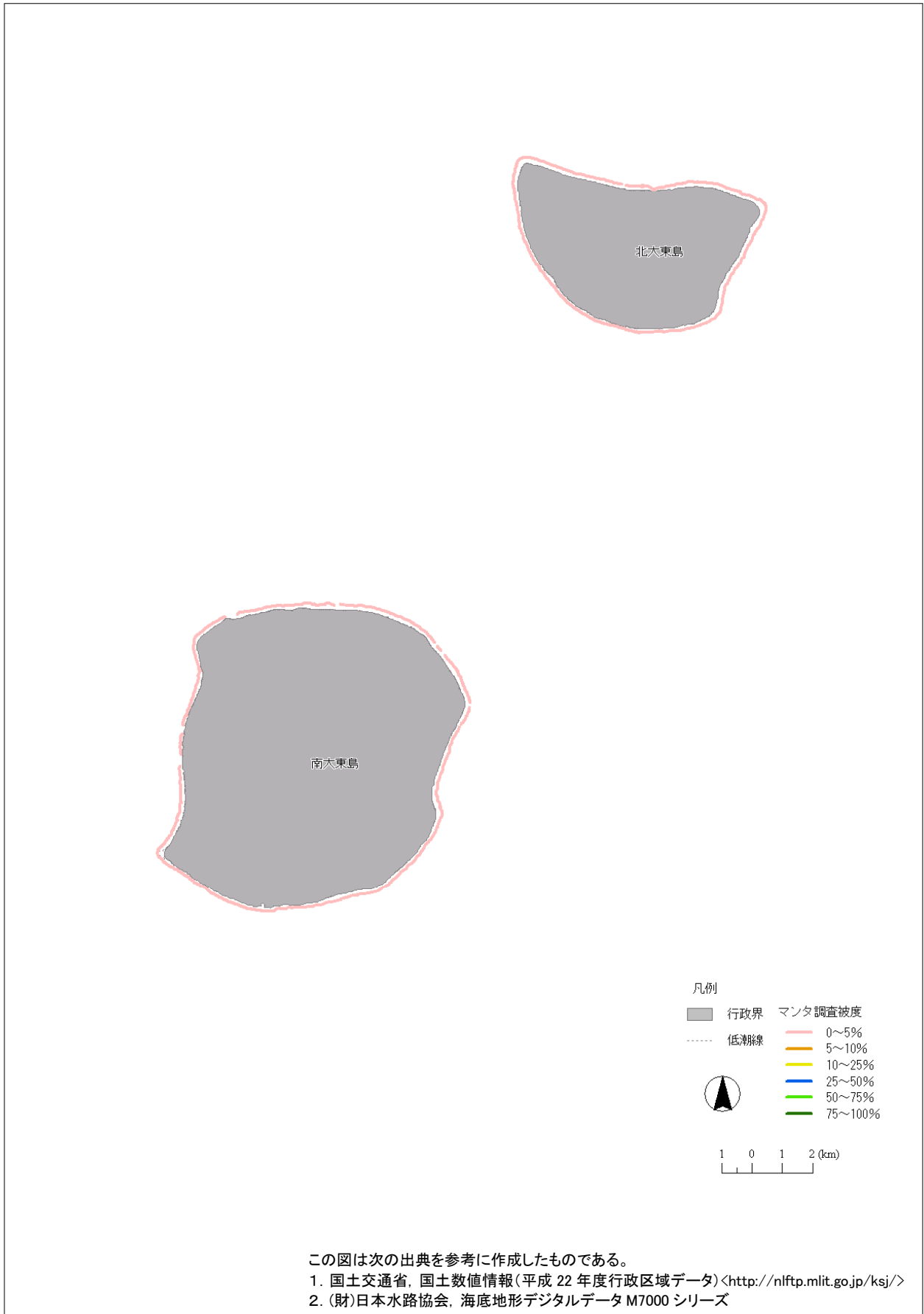


図4-1-23. 大東地域におけるマンタ法による海藻被度(%、海草類は含まれていない)。

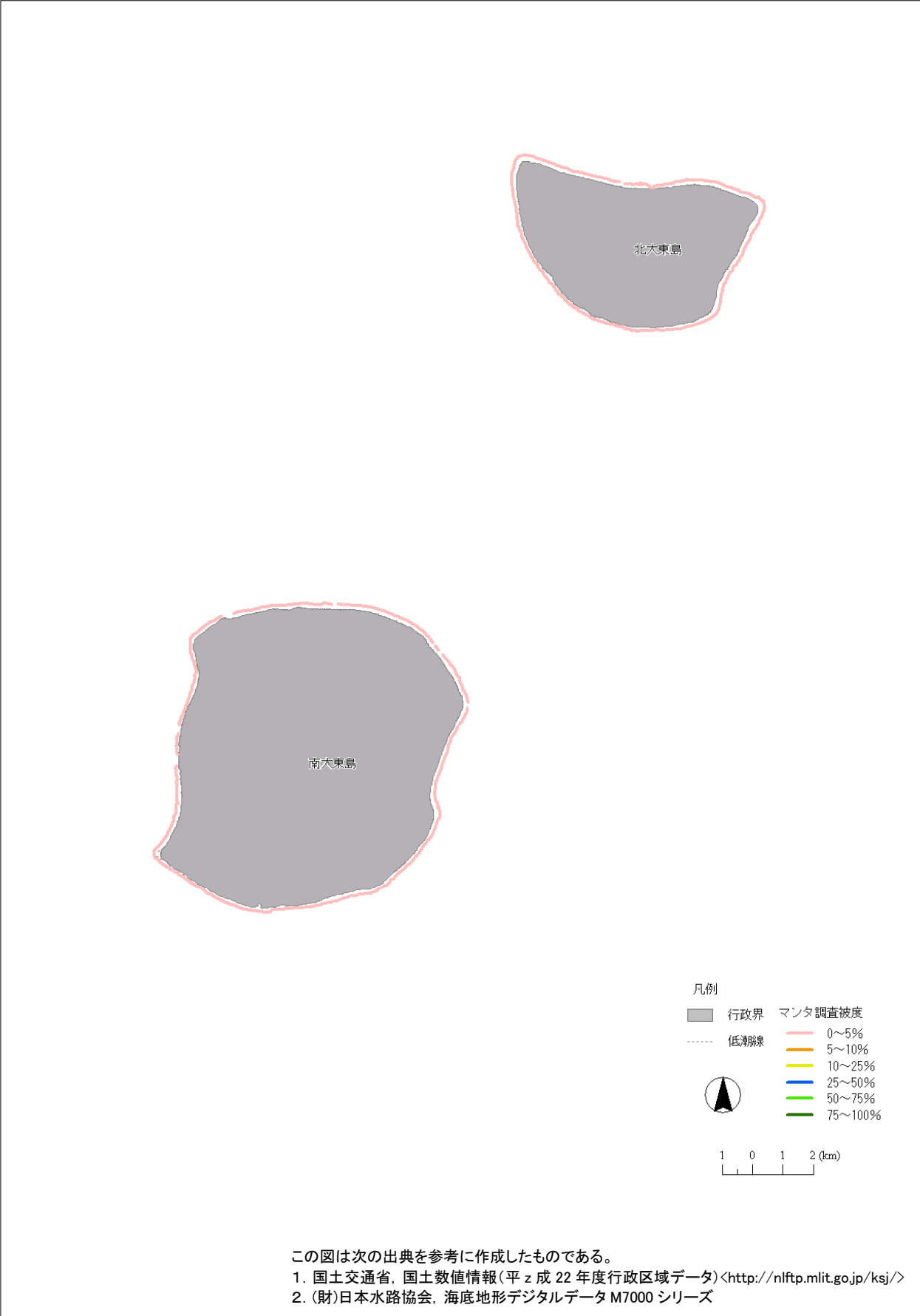


図4-1-24. 大東地域におけるマンタ法による海草被度(%、海藻類は含まれていない)。

(3) 魚類

漁業資源および観光資源として重要な魚類の生息状況を把握するため、マンタ法調査およびスポットチェック調査において、魚類の個体数を記録した。

マンタ法調査では、漁業資源を調査する目的で、タマン、イラブチャー、ミーバイ、グルクン、ミジュン、カハジャーについて個体数をランク分けして記録した。また、観光資源を調査する目的で、チョウチョウウオ、ヒロサーについて個体数をランク分けして記録した。それぞれの調査結果を、陸域海域区分毎に平均化し図4-1-25～32に示す(図中の1.0は確認個体数0を示す)。但し、事業の性格上、調査は概況把握に留めており、季節や時間帯に関し厳密な調査設定をしていないことから、異なる季節や時間帯では今回の結果と異なる可能性があることに留意する必要がある。

全域で相対的な個体数が多かったのは、イラブチャー、グルクンであった。一部地域で相対的な個体数が多かったのは、チョウチョウウオ、ミジュンであった。全域で相対的な個体数が少なかったのは、タマン、カハジャー、ミーバイ、ヒロサーであった(表4-1-13)。

表4-1-13. 魚類調査の結果.

魚種	相対的な多寡
タマン	全域で少ない
イラブチャー	全域で多い
カハジャー	全域で少ない
チョウチョウウオ	一部地域で多い
ミーバイ	全域で少ない
グルクン	全域で多い
ヒロサー	全域で少ない
ミジュン	一部地域で多い

一般名などで記録し、タマンはハマフエキなどフエキダイ類、イラブチャーはブダイ類、ミーバイはハタ類、カハジャーはモンガラカワハキ類、チョウチョウウオはチョウチョウウオ類、ヒロサーはメネモチノウオ、グルクンはカサゴ類、ミジュンなどはミンやキビナゴなどとした。

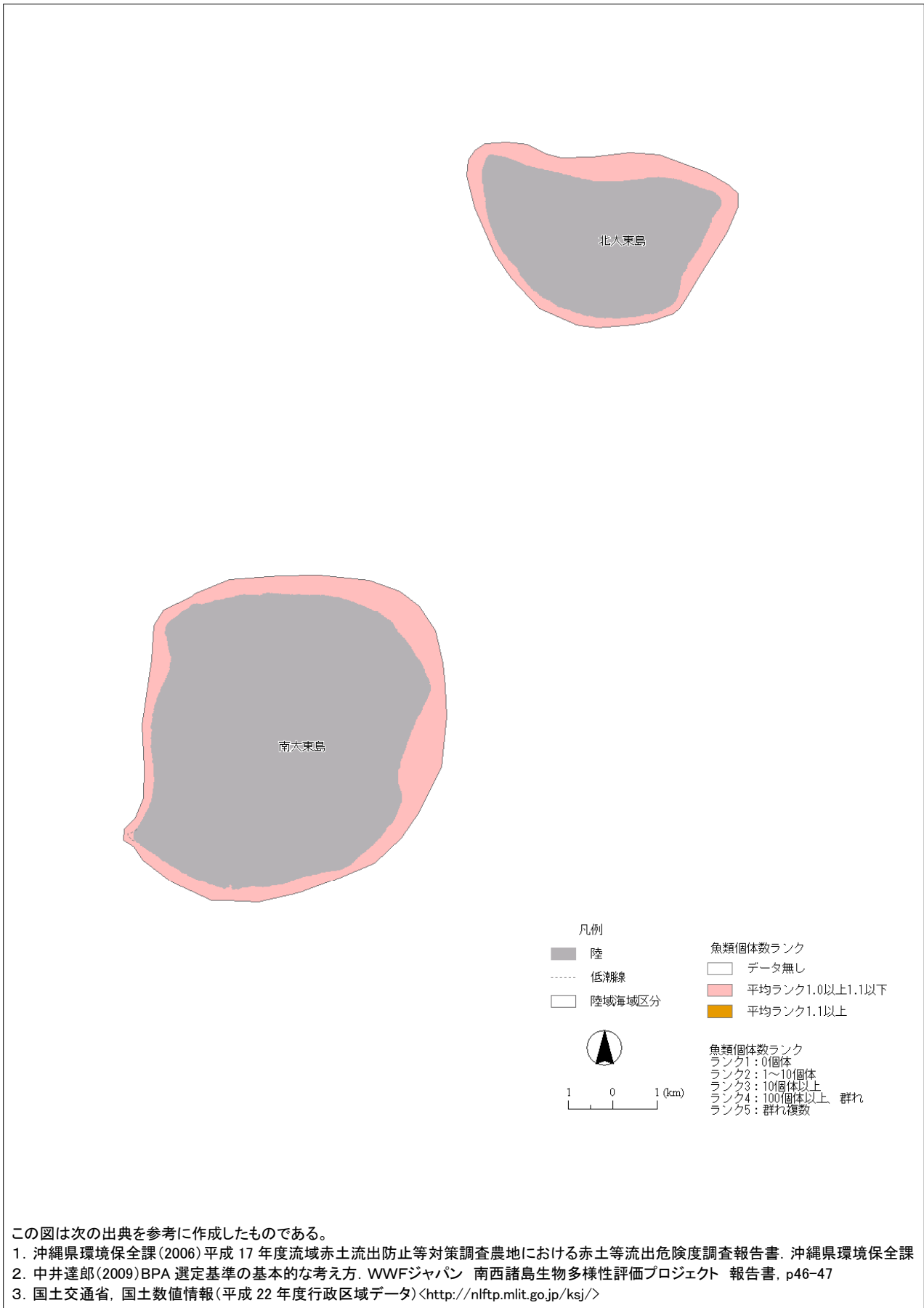


図4-1-25. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(タマン)。

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図4-1-26. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(イラブチャー).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

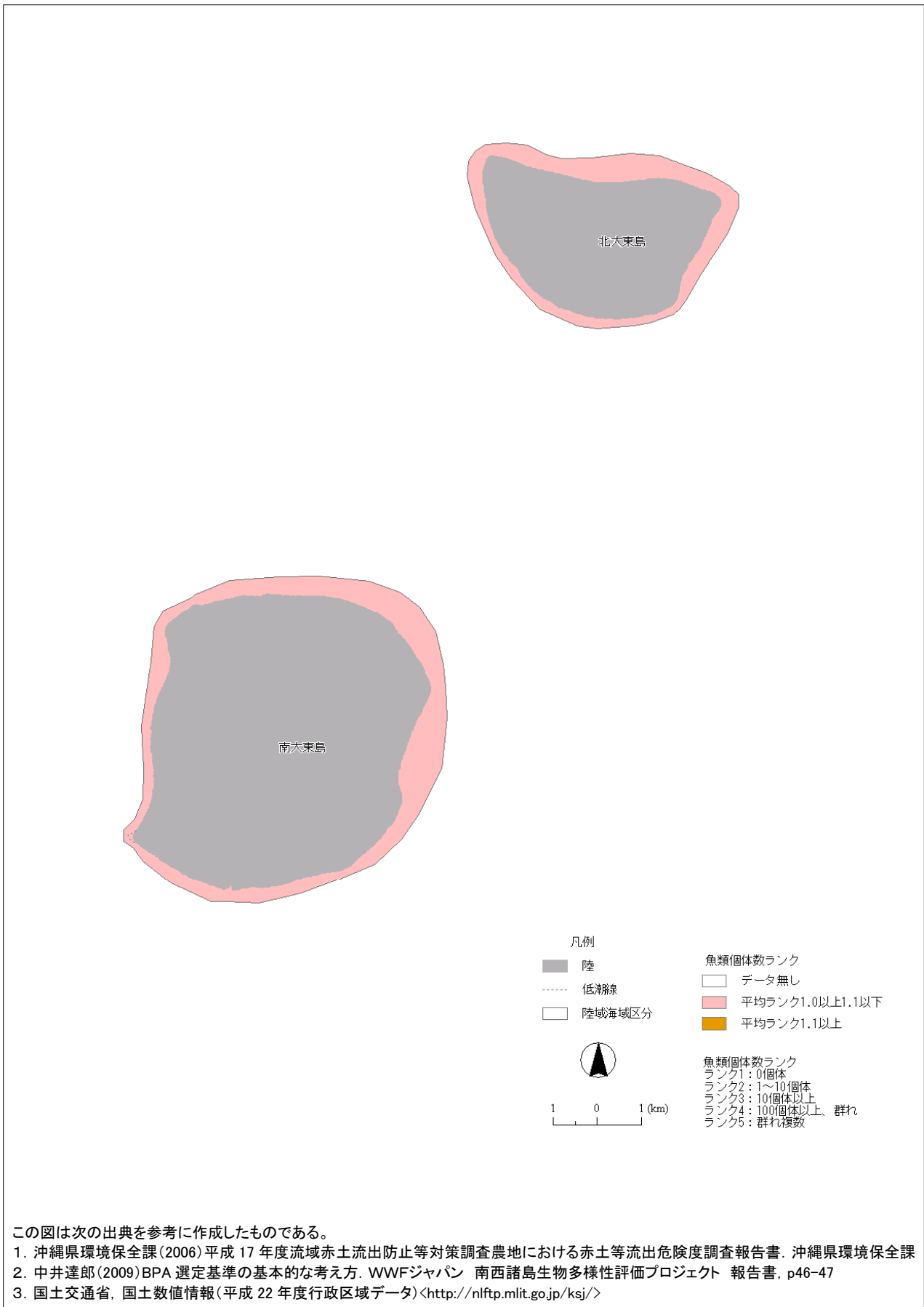


図4-1-27. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(カハジャー).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

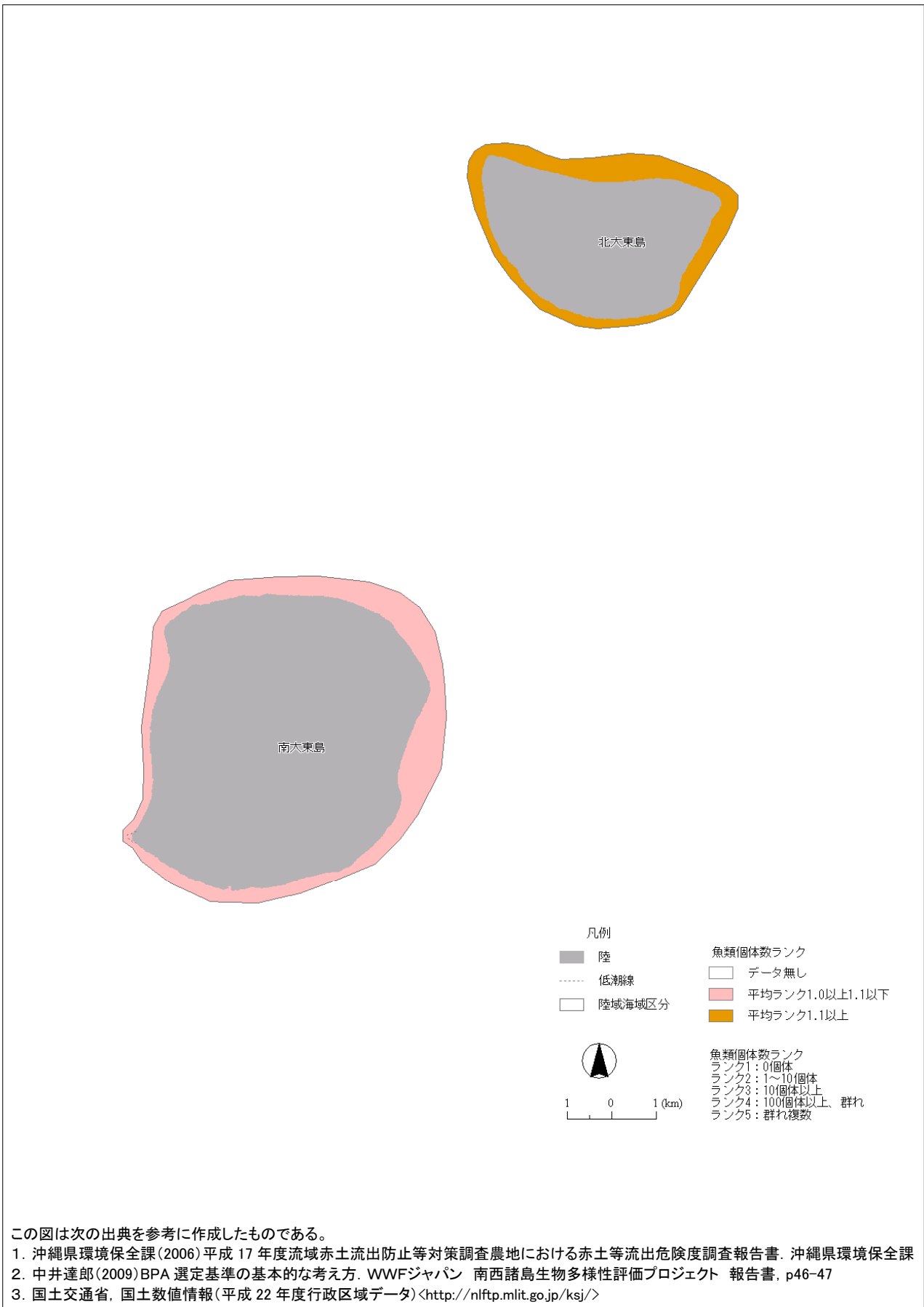


図4-1-28. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(チョウチョウウオ).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

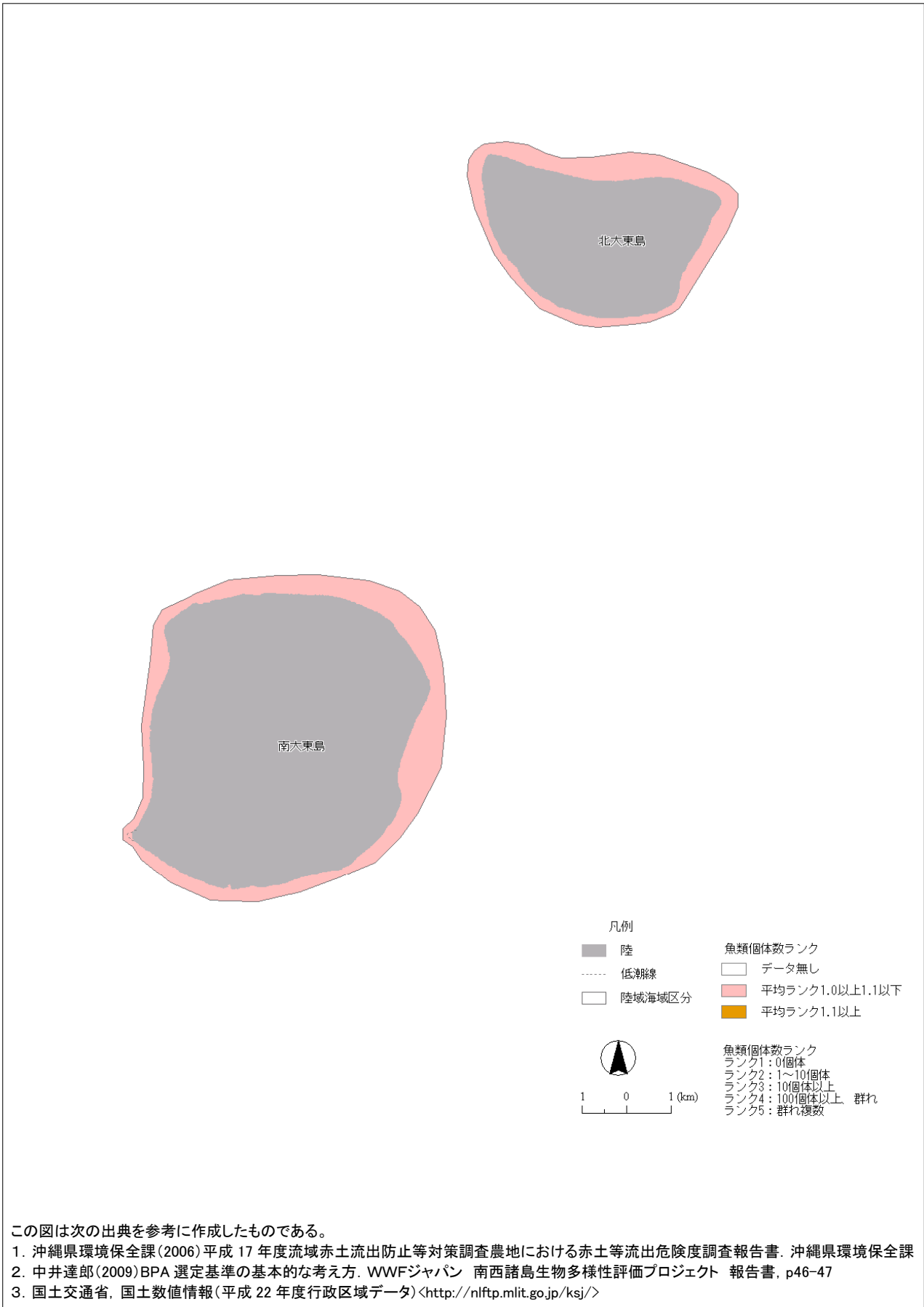


図4-1-29. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(ミーバイ).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

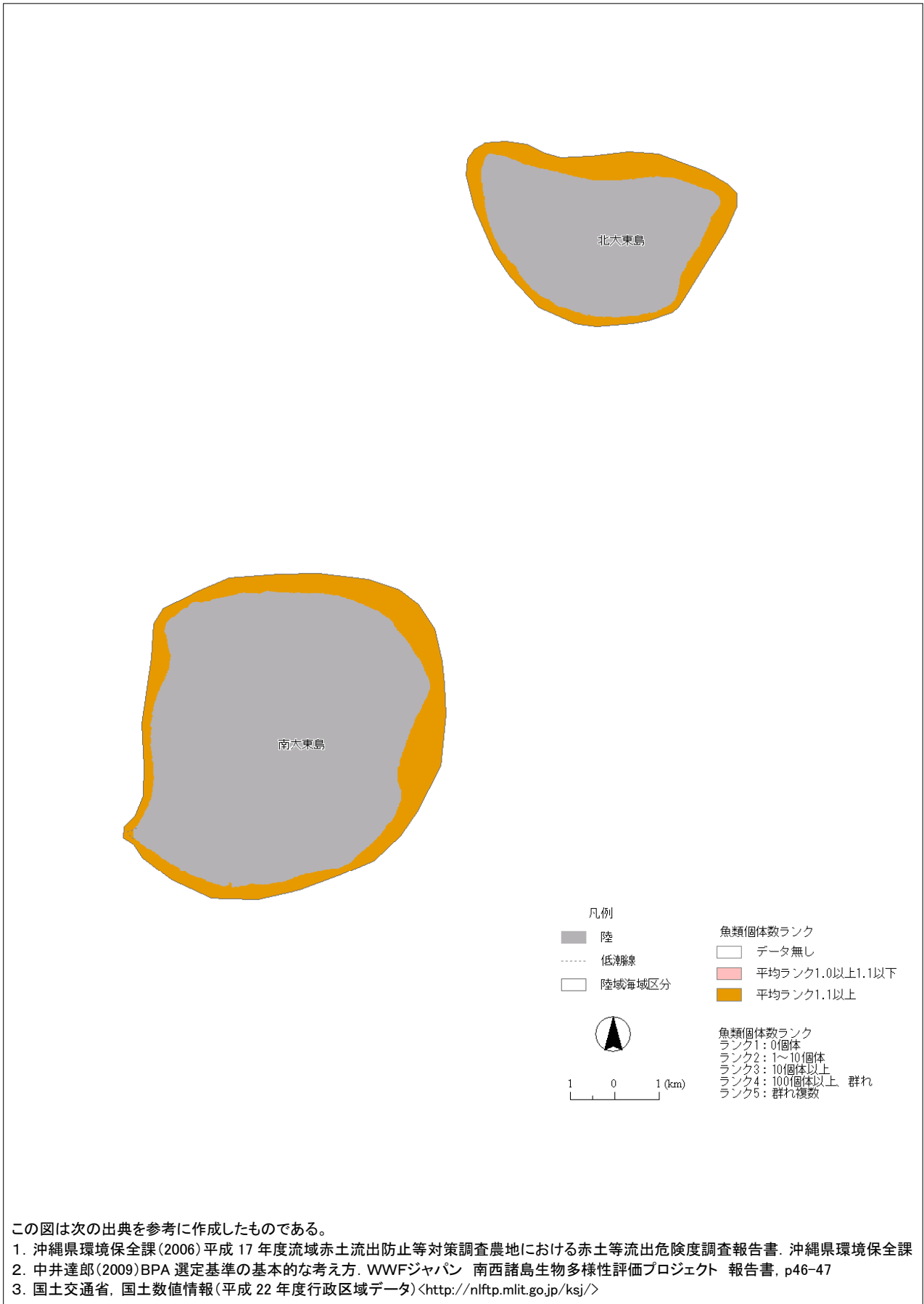


図4-1-30. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(グルクン)。

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

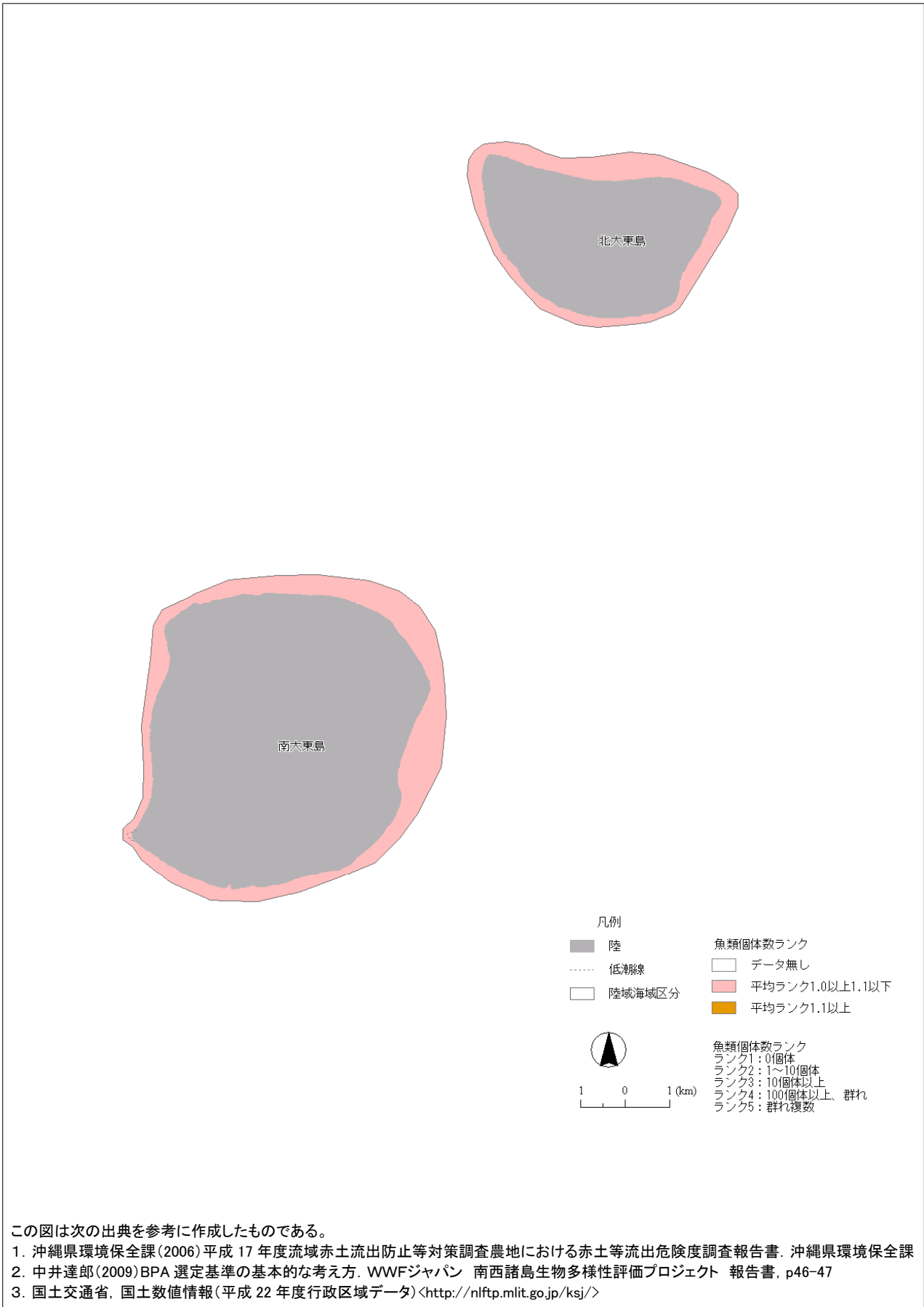


図4-1-31. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(ヒロサー).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

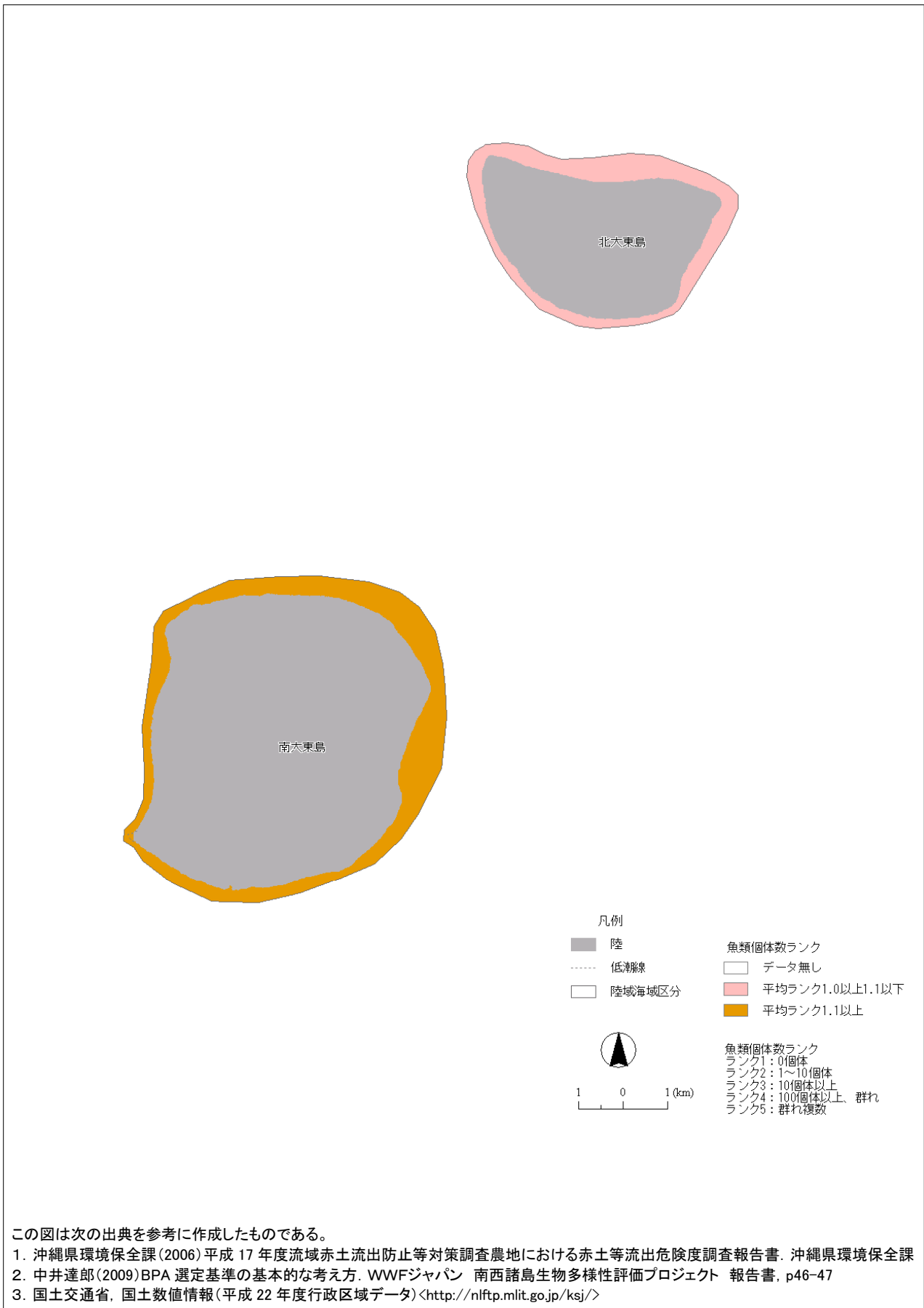


図4-1-32. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(ミジュン).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

(4) ウミガメ類・ウミヘビ類

マンタ法調査で確認されたウミガメ類とウミヘビ類の個体数を、陸域海域区分毎に平均化した結果を図4-1-33~34に示す。

ウミガメ類はサンゴ礁生態系の一員であり、漁業資源としてだけでなく観光資源としても重要である。また、ウミヘビ類のなかで、特にイイジマウミヘビは、サンゴ群集に依存する複数種のスズメダイ類の卵を専食する。従って、このようなウミヘビ類には多種のスズメダイ類が生息可能な良好なサンゴ群集の存在が不可欠であると考えられる。

ウミガメ類は、北大東島と南大東島で確認され、北大東島で確認された個体数が多かった。(図4-1-33)。

ウミヘビ類は、北大東島と南大東島の両方で確認されなかった(図4-1-34)。

ウミガメ類とウミヘビ類は魚類と同様、調査は概況把握に留めており、季節や時間帯に関し厳密な調査設定をしていないことから、異なる季節や時間帯では今回の結果と異なる可能性があることに留意する必要がある。

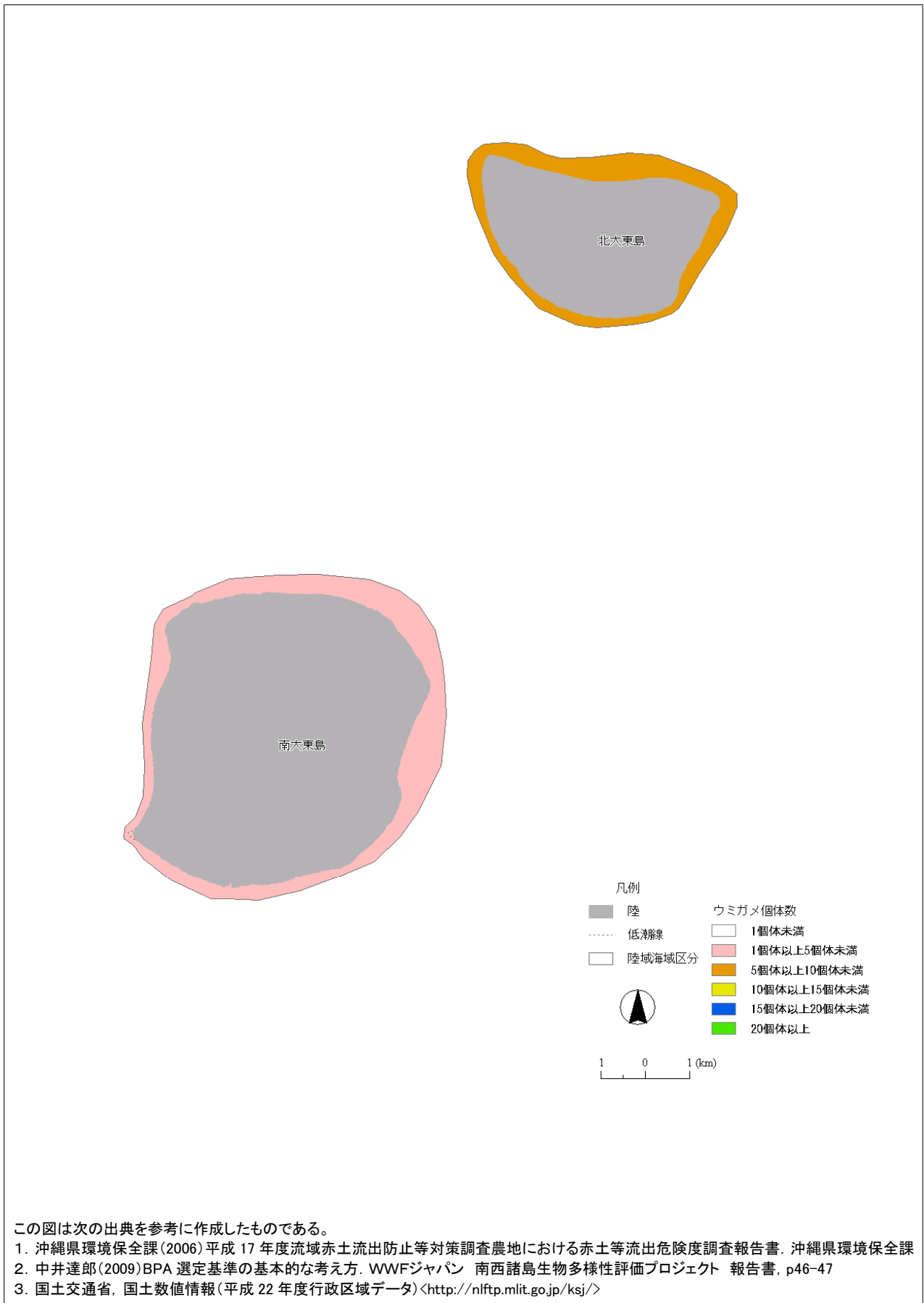


図4-1-33. マンタ法によるウミガメ類の陸域海域区分毎の合計記録個体数.

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。



図4-1-34. マンタ法によるウミヘビ類の陸域海域区分毎の合計記録個体数.

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

2-3. 攪乱要因調査結果

2-3-1. 赤土等堆積概況

スポットチェック調査による現地観測の赤土等堆積概況の結果を図4-1-35に示す。北大東島の赤土等堆積概況ランクは、ランク1(きれい)であった。北大東島の2地点以外の調査地点では、調査に適した砂だまり等が無かったり、水深が深かったりしたため、赤土等堆積状況の調査ができなかった。

2-3-2. 底質

マンタ法調査による調査測線上の優占する底質は「岩」が最も多く(98.9%)、続いて「れき」の順であった。サンゴ群集が主に生息可能な「岩」と「岩とれき」を合計した割合は9割以上であった。

表4-1-14. マンタ法における優占する底質の割合。
(合計が100%とならないのは、データ無しの区間があるため)

底質	割合(%)
岩	98.9
れき	0.6
砂	0.0
泥	0.0
岩とれき	0.5
れきと砂	0.0
岩と砂	0.0
岩と泥	0.0

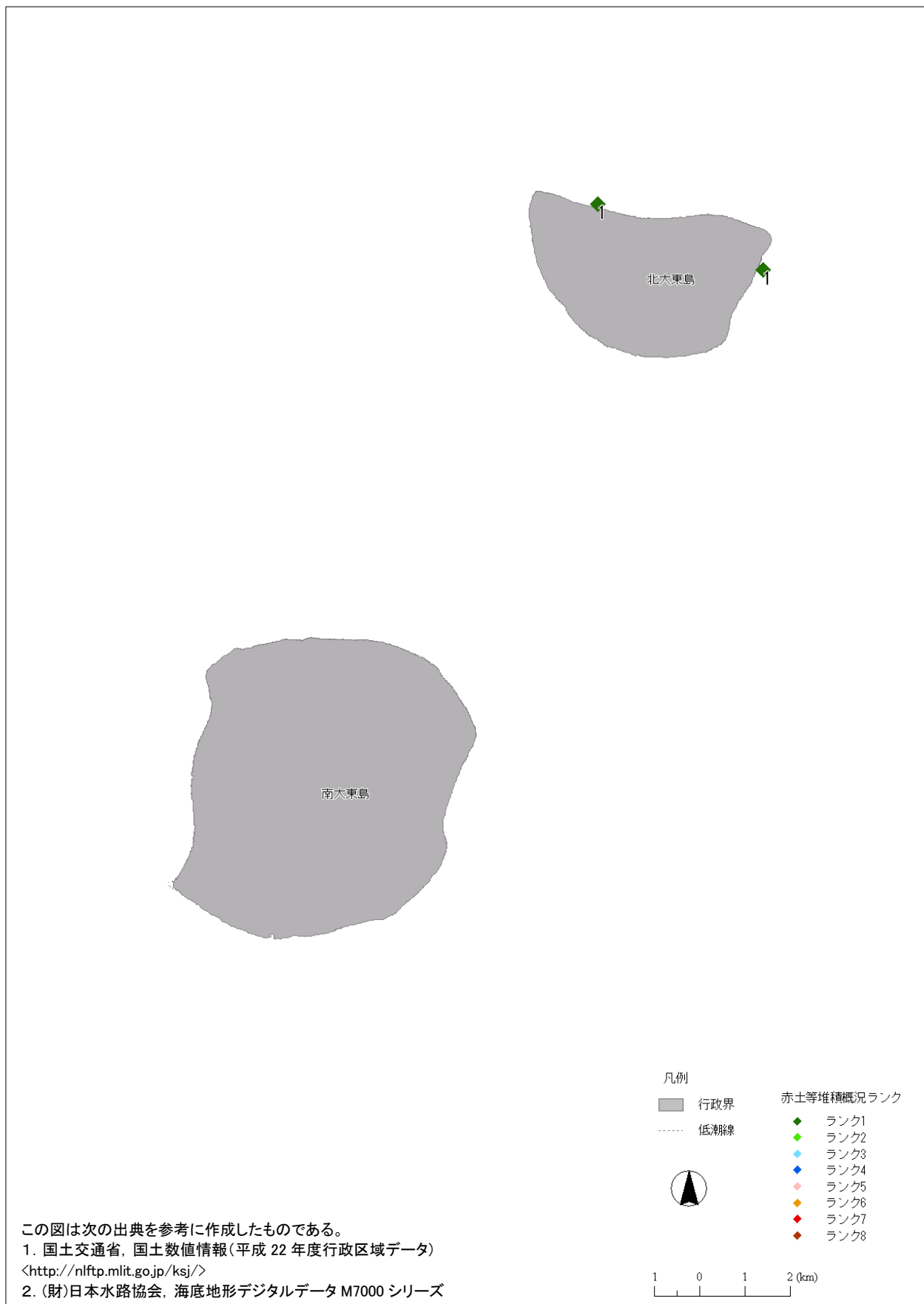


図4-1-35. 大東地域の赤土等堆積概況ランク。

2-3-3. 濁り

大東地域では、セッキ板を用いた透明度の測定は実施していない。赤土等土壌流出などの大規模な汚濁は確認されなかった。

2-3-4. その他攪乱要因

<海中ゴミ>

マンタ法およびスポットチェック法による調査では、目立ったゴミの影響はみられなかった。

<埋め立てや浚渫、汚濁>

埋め立てや浚渫はマンタ法およびスポットチェック法による調査では、後述する資料調査で挙げられた事項以外では確認されなかった。

2-4. 現況調査の結果まとめ

大東地域のマンタ法調査では、25%以下のサンゴ被度ランクが多かった(図4-1-2)。南大東島の北側から東側にかけてサンゴ被度ランクが比較的高かったが、北大東島、南大東島ともに南側の礁斜面のサンゴ被度は非常に低かった(図4-1-3)。全体的に低い被度であり、サンゴ被度50%以上の群集が確認された地域は限られていた(表4-1-6)。スポットチェック調査での被度の高い(被度50%以上)地点は、南大東島の北側の1地点だけだった(図4-1-11)。陸域海域区分毎のサンゴ被度ランクの平均は、全ての地域で5~10%か10~25%であった(図4-1-4)。優占する種群は、ハナヤサイサンゴ類が多く、北大東島及び南大東島の南側や岬の周辺では、ハナヤサイサンゴが優占する場所が多かった(図4-1-7)。マンタ法調査において確認された卓状ミドリイシ優占群体直径ランクは、「無し」が多く、北大東島周辺や南大東島の南側では卓状ミドリイシが無い場所が多かった(図4-1-10)。スポットチェック調査では、全ての地点で大型卓状ミドリイシ群体は確認されなかった(図4-1-14)。また、ミドリイシ小型群体平均密度は、0.25m²あたり1群体以下がほとんどであった(図4-1-15)。

オニヒトデはマンタ法調査及びスポットチェック調査共に、個体も食痕も全く確認されなか(図4-1-17~21)。白化、病気、サンゴ食巻貝、テルピオスの影響を大きく受けているサンゴ群集も確認されなかった。

ソフトコーラルや海藻、海草の被度は全体的に低かった。

魚類は、イラブチャー、グルクンは全域で相対的な個体数が多く、チョウチョウウオ、ミジュン是一部地域で相対的な個体数が多く、タマン、カハジャー、ミーバイ、ヒロサーは全域で相対的な個体数が少なかった(表4-1-13)。

ウミガメ類は、北大東島と南大東島で確認され、北大東島で確認された個体数が多かった。(図4-1-33)。ウミヘビ類は、北大東島と南大東島の両方で確認されなかった(図4-1-34)。

赤土堆積状況は、北大東島の2地点でランク1(きれい)であった(図4-1-35)。

参考文献

(財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課

国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

中井達郎(2009)BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

第2節 大東地域におけるサンゴ群集及びその攪乱要因の変遷

1. サンゴ群集の変遷

現在の大東地域のサンゴ群集が過去と比較してどのような状況にあるのかを評価するために、サンゴ群集の変遷、特に被度に関して、過去の調査結果を整理した。大東地域ではサンゴに関する調査自体が非常に少なく、2007年に環境省のモニタリングサイト1000で実施された調査のみであった。

- ・大東地域で実施された簡易遊泳観察調査（2007年）

1-1. 広域概況調査

大東地域では広域概況調査は実施されていない。

1-2. 簡易遊泳観察調査

簡易遊泳観察調査はサンゴ礁の一定の範囲（数十メートル程度）を遊泳し、サンゴ類等の状況を観察する手法である。大東地域における過去からのサンゴ群集の変遷を追うために、過去に実施されていたサンゴ類の調査について整理した。なお、近年モニタリング等で実施されているスポットチェック法は、簡易遊泳調査の一つであり、詳細な調査手法は野村（2004）に定められている。

大東地域で実施された調査（表4-2-1）の地理的なサンゴ被度の変遷を図4-2-2に示す。

表4-2-1. 大東地域における調査年と地点数.

地域	調査年	地点数	参考文献
大東	2007	15	環境省自然環境局生物多様性センター 2009

表4-2-1に挙げる各年の調査からサンゴ被度の平均値、中央値※、第一四分位値※、第三四分位値※、最大値及び最小値を算出し、大東地域における簡易遊泳観察によるサンゴ被度の変遷として箱ひげ図を作成した(図4-2-1)。但し、得られたサンゴ被度情報がランクで表現されていた場合には中央値を用いて計算した(例えば、10~25%の場合は17.5%)。大東地域では2007年しか調査が実施されていない。

大東地域では簡易遊泳観察法による調査は2007年しか実施されておらず、サンゴ被度の変遷は不明である。

※中央値、第一四分位値、第三四分位値について

第一四分位数(25パーセンタイル)とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて25%の位置にある数。中央値とは、観測値を大きさの順に並べたデータのちょうど中央にあるデータのこと、50パーセンタイルに等しい。第三四分位数(75パーセンタイル)とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて75%の位置にある数。

パーセンタイルとは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて全体の100α%に位置する値を100αパーセンタイルという(0 ≤ α ≤ 1)。65パーセンタイルであれば、最小値から数えて65%に位置する値を指す。

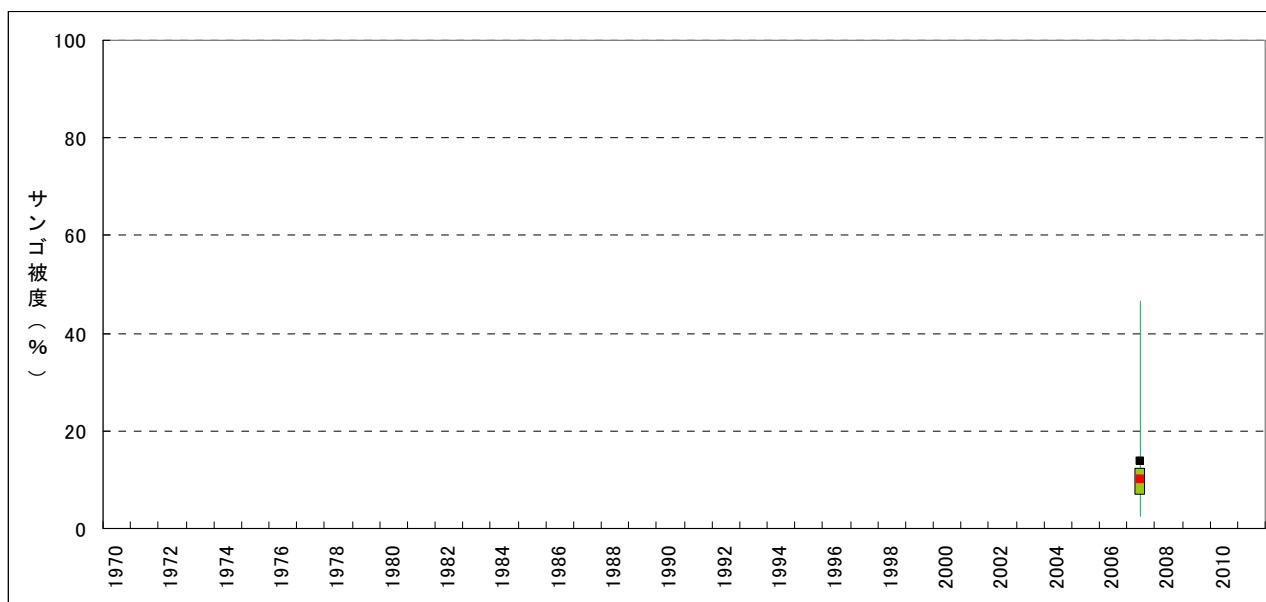


図4-2-1. 簡易遊泳観察法による大東地域のサンゴ被度(%)の変遷。横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は平均値、赤い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している。大東地域では2007年しか調査が実施されていない。

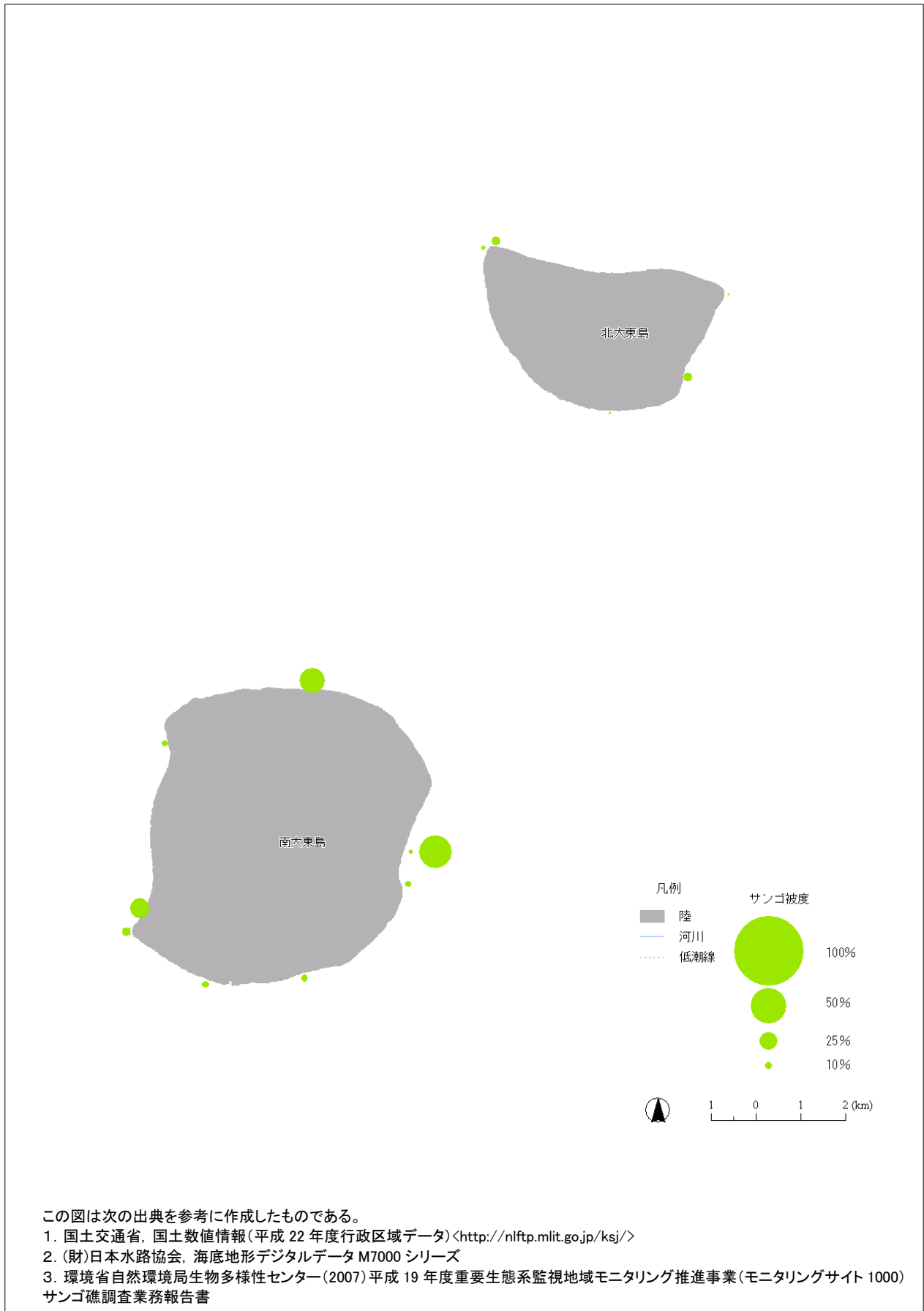


図4-2-2. 2007 年に大東地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

1-3. 大東地域のサンゴ群集の変遷

大東地域では広域概況調査は実施されておらず、簡易遊泳観察法による調査も2007年しか実施されていない。そのため、サンゴ被度の変遷は不明である。

参考文献

国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
(財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
環境省自然環境局生物多様性センター (2007) 平成19年度重要生態系監視地域モニタリング推進事業 (モニタリングサイト1000) サンゴ礁調査業務報告書

2. 攪乱要因とその変遷

攪乱とは、サンゴ群集の様相を変化させるようなさまざまな要因のことで、オニヒトデによるサンゴの捕食や台風時の波浪による物理的な破壊などがある。特に大きな攪乱には、オニヒトデの大発生や高水温による白化現象、赤土等の流入、埋め立てによる消失、水質の悪化などが挙げられる。ここでは大東地域の攪乱の状況を、文献資料をもとに整理した。ただし、観光業や漁業などの利用による直接・間接的な影響については、「第3節 大東地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報」で取り上げた。

表4-2-2. サンゴ群集に影響を与える主な攪乱要因一覧.

項目	サンゴへの影響
オニヒトデ	オニヒトデはサンゴを摂食するヒトデ類であり、たびたび大発生することで、大きな被害をもたらしている。
白化現象	海水温をはじめとする生息環境の大きな変化によってサンゴがストレスを受け、褐虫藻との共生のバランスが崩れてしまうことで、サンゴの白化が引き起こされる。夏期に高水温が続いた1998年には、世界中の多くのサンゴが白化により死亡した。
赤土等の流入	雨により国頭マージなどの赤土等が河川を通じて海に流れ、海底に堆積する。サンゴ礁に赤土が堆積すると、サンゴが死亡したり、砂浜が赤くなり環境レクリエーションや、水産資源に影響を与える。
水質の悪化	汚濁水の流入による富栄養化などの水質の悪化はサンゴの石灰化や生殖機能などに影響を与えるなど、サンゴの生育環境を脅かすことでサンゴ礁の荒廃をもたらす。
埋め立てや浚渫	埋め立ては、埋め立てられた場所の生物が消滅するだけでなく、陸域とのつながりをも分断するため、生活史の中で海と陸を行き来する生物へも影響を与える。
その他	サンゴの病気や台風による直接的な破壊、過剰な利用、サンゴ食巻貝類による捕食などは、時にサンゴ群集に大きな影響を与える可能性がある。

なお、調査結果を整理するにあたり、陸域の流域と海域区分を用いて作成した陸域海域区分を用いた。採用した海域区分は、岬、水路、礁原（礁嶺）などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えている。「第4節 大東地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析」の項で詳細を示す。

2-1. オニヒトデの大発生

2-1-1. サンゴ群集への影響と問題点

オニヒトデはサンゴを捕食する生物として有名であるが、自然界では生態系の一員としての役割を持ち、適切な生息密度を保ちながら生息している。しかし、何らかの原因でこのバランスが崩れることで、大発生が起これると考えられている。オニヒトデの大発生の原因は、現在も解明されていないことから、抜本的な対策は困難な状況にある。

沖縄県のオニヒトデの大発生は、1957年頃から琉球列島を中心として、たびたび起こっていたことが記録されている。特に1970年代から1980年代にかけて、全県的な大発生が起これり、壊滅的な被害を受けた。また、2000年頃からは、慶良間諸島で大発生が起これり、近年、八重山・宮古など再び県内各地で大発生が確認されている。

2-1-2. 大東における調査や対策

大東地域ではオニヒトデに関する調査は行われていない。

2-1-3. 大東地域におけるオニヒトデの大発生のサンゴ群集への影響

大東地域ではオニヒトデに関する調査は行われていないため、オニヒトデ大発生が大東地域のサンゴ群集へ与えた影響は不明である。

2-2. サンゴの白化現象

2-2-1. 白化現象とは

サンゴの白化現象とは、サンゴと共生関係にある褐虫藻が何らかの要因でサンゴから抜けだし、サンゴの骨格が透けて白く見える状態を指す。生息環境（海水温、塩分、光条件など）の大きな変化によってサンゴがストレスを受け、褐虫藻との共生のバランスが崩れてしまうことで、サンゴの白化が引き起こされると考えられている。特に、夏期に高水温が続いた1998年には、世界中のサンゴ礁で多くのサンゴが白化し死亡した。近年、高水温による広範囲の白化が頻繁に確認されることから、地球規模的な気候変動に関係があると考えられている（図4-2-3）。

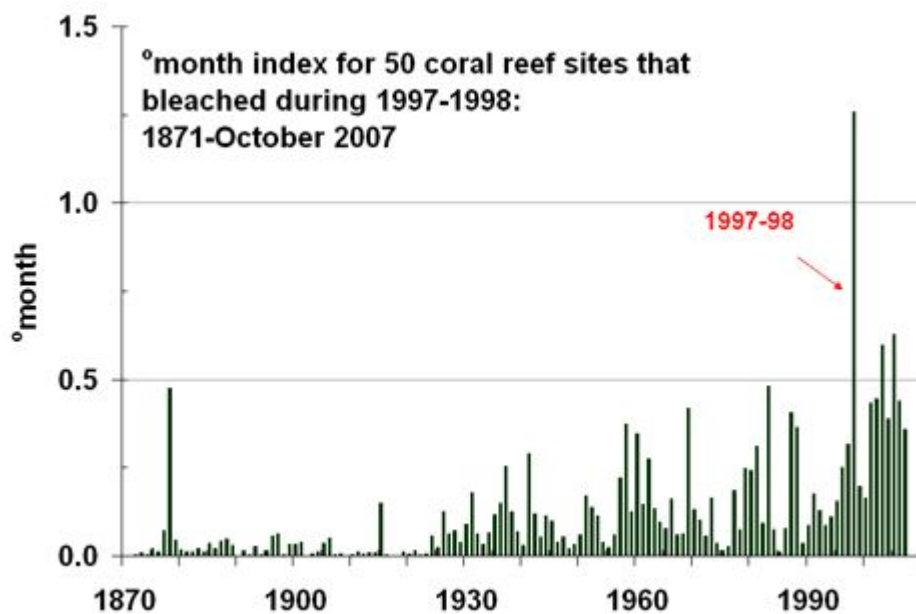


図4-2-3. 世界のサンゴ礁 50 ヶ所における高水温指数(UK Hadley Centre global monthly SST;1871-1999とNOAA NCEP EMC CMB Global Reyn-Smith Olv2 Satellite and observations data set をもとに作成). °month は1982年から1999年のデータをもとに、年間の月々の平均最大水温を超える月を合計した高水温指数. 解析の詳細は Lough (2000) を参照. オーストラリア海洋科学研究所ホームページより.

2-2-2. 大東地域における白化現象の記録

大東地域でのサンゴの白化現象に関する調査や情報は無い。

2-2-3. 大東地域における白化現象のサンゴ群集への影響

大東地域でのサンゴの白化現象に関する調査や情報は無いため、大東地域における白化現象のサンゴ群集への影響はよくわからない。

高水温による白化現象は、短期間に深刻な影響が大規模に及び、地球規模的な気候変動とも関係するため、直接的な対策がとりにくいことが特徴である。しかしながら、白化現象によるサンゴ群集の変遷をモニタリングすることが対策の第一歩である。また、赤土対策などの既存の攪乱要因の対策をとることにより回復力を高めることは、白化への対策にもなる。さらに、白化現象と気候変動の関係を広く知らしめ、二酸化炭素排出量の削減を啓発することが白化に対する対策につながると考えられる。地球規模的な気候変動の要因である大気中の二酸化炭素濃度上昇は、これによる海洋の酸性化が指摘されており、そのサンゴ群集への影響も懸念されている。

参考文献

AIMS ホームページ <<http://www.aims.gov.au/pages/research/coral-bleaching/thermal-stress/tsi-images.html#figure01>>

Lough JM (2000) Sea surface temperature variations on coral reefs: 1903-1998. AIMS Report No. 31. Australian Institute of Marine Science, Townsville.

環境庁 (2000) 平成 10 年度造礁サンゴ群集の白化が海洋生態系に及ぼす影響とその保全に関する緊急調査報告書

2-3. 赤土等の土壌流出

2-3-1. 赤土等の土壌流出とその歴史

赤土等の土壌の流出は海を濁らせ、特に固着生物上に堆積するなど、サンゴ礁生態系を攪乱し、水産業や観光産業の資源へ影響を与えている(沖縄県 1978、西平 1980、西平 1981、Yamazato 1987、Nishihira 1987、Sakai et al. 1989、沖縄県環境保健部 1991、大垣・野池 1992、大見謝 1996、大見謝 1998、大見謝ら 1999)。沖縄の土壌はそれ自体の特性に加え、雨の降り方が激しいうえに急峻な地形が多いため侵食が起こりやすい。特に、開発行為などにより緑地が失われ裸地状態になると、対策のとられていない土地からの土壌の侵食はさらに激しくなる。沖縄における赤土等の流入の経緯は「第2章 第2節 2-3-1. 赤土等の土壌流出とその歴史」を参照。

赤土等の流入に関する実態は沖縄県衛生環境研究所が継続的に調査しており、底質中懸濁物質量簡易測定法(SPSS法)を用いることが一般的となっている。底質中懸濁物質量(content of Suspended Particles in Sea Sediment)とは、底質に含まれるシルト以下の粒径をもった微粒子量のこと、赤土等の堆積の目安とされ、沖縄ではSPSSの略称で呼ばれる。このSPSSと同様に海水の濁りの指標とされる透明度は濁度と強い相関があるといわれている(大見謝辰男・満本裕彰 2001)。他方、透明度とSPSSの値は単純には相関がみられないものの、複数年にまたがるような長期の観測で得られた透明度とSPSSの値の平均は互いに強い相関がみられる(大見謝辰男・満本裕彰 2001)。SPSS法の詳細は大見謝(2003)に記述されている。ここでは、「2-3-2. 海域の赤土等の堆積状況」に示した平成21年度に沖縄県環境保全課で実施されたSPSS法による大東地域の現況と、「2-3-3. 赤土等の流れやすい流域」とを比較した。

2-3-2. 海域の赤土等の堆積状況

沖縄県環境保全課(2010)が沖縄県内全域で実施した赤土堆積実態調査では、大東地域では調査が実施されていない。

2-3-3. 赤土等の流れやすい流域

陸域からの赤土等の土壌流出量を推定するため、既存の GIS データ等を利用して、土壌流亡予測式 (USLE 式) を用い、土壌流出量を算出した。USLE は Universal Soil Loss Equation の略で、USLE 式は米国において土壌流出を推定するために開発された、面状侵食およびリル侵食に対する年間流亡量を予測する実験式である。USLE 式は下に示す式で表され、単位等がわが国での実状にあわせて修正されている (翁長ら 1994、沖縄県 1997)。USLE 式はほ場単位での流出量を予測するために作成された計算式であるため、流域単位での流出量を求める場合、河川内にとどまる量などが把握できない。そのため、実際に海域に流出している量よりも多めに流出量が算出されるおそれがあることに留意する必要がある。各係数の設定方法は「第 2 章 第 2 節 2-3-3. 赤土等の流れやすい流域」を参照。

$$\text{USLE 式 : } A=R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

A : 単位面積あたりの年間流亡量 (t/ha/year)

R : 降雨係数。降雨侵食指数を数値化したもの。平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査 (沖縄県環境保全課 2006) で採用されている 6 地域 (名護、那覇、久米島、宮古島、石垣島、西表島) の年降雨係数を使用した。

K : 土壌係数。単位降雨辺りの流亡量を与える係数。

L : 斜面長係数。基準斜面長 (20m) に対する比率から求められる係数。

S : 傾斜係数。傾斜勾配の関数で、日本では基準勾配 (5°) で $LS=1$ と仮定されている。

C : 作物係数。作物の種別とその生育状態で定まる係数。裸地の場合を 1 とした侵食流亡土量の軽減割合を示す。

P : 保全係数。畝立て方向、等高線栽培など保全的耕作の効果を示す係数。

※大東地域の降雨係数は、沖縄県環境保全課 (2006) に整理されていなかったため、那覇の降雨係数を用いた。

赤土等流出量の算出結果

ほ場単位での土壌流出量の算定結果を図4-2-5に示す。北大東島、南大東島共に流出量の高い土地がみられる。

ほ場単位での土壌流出量の算定結果を図4-2-5に示す。地目ごとにクロス集計した結果を図4-2-4に示す。USLE式による土壌流出量が最も多い地目はサトウキビ畑で、二番目に多かったのが改変工事中の土地であった。

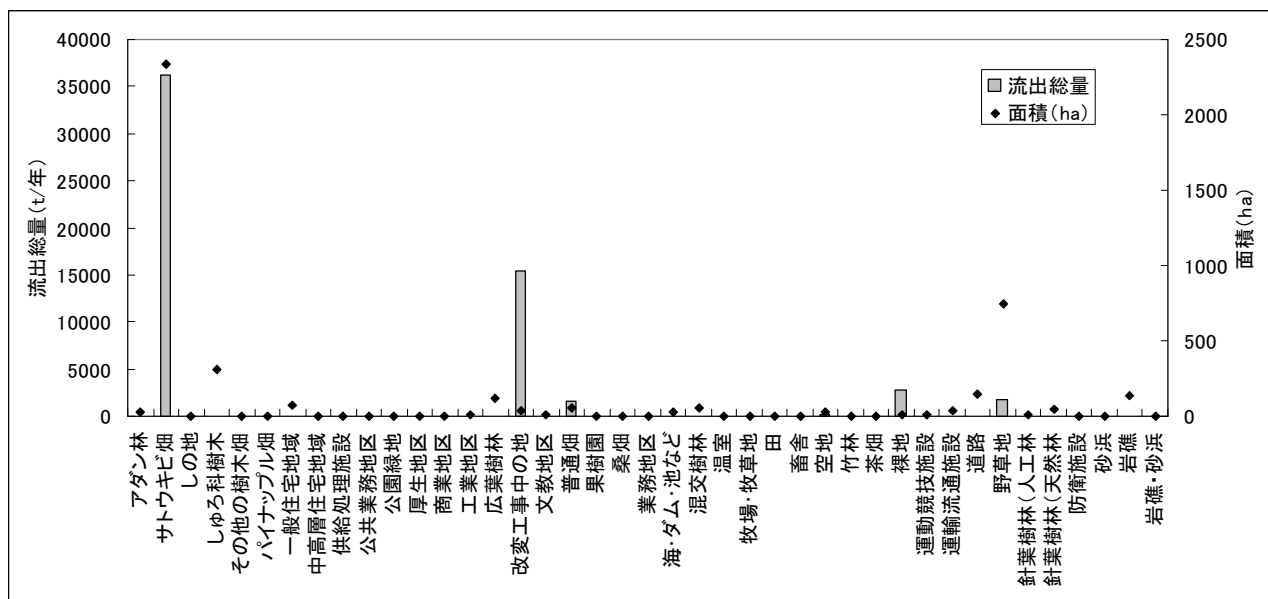
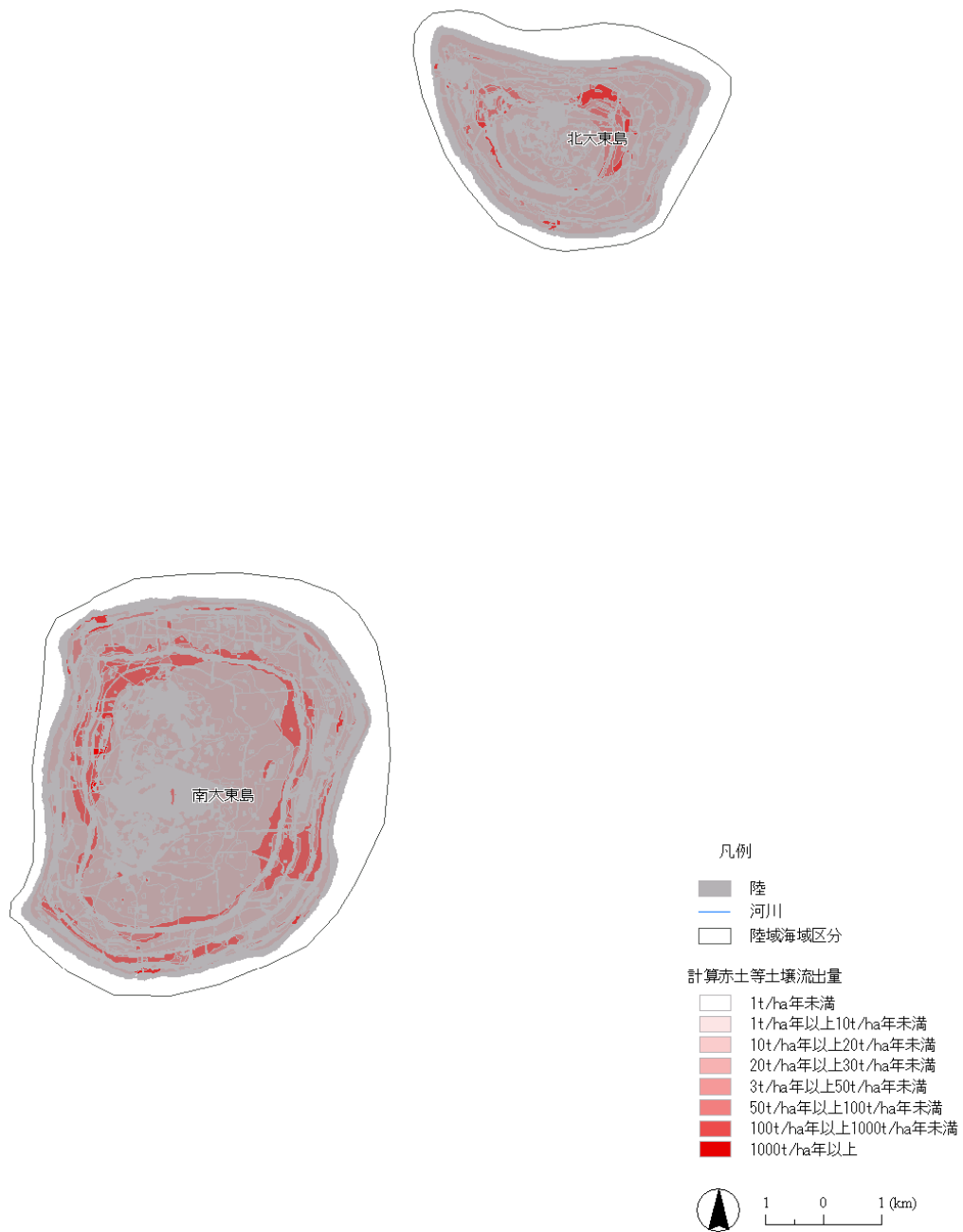


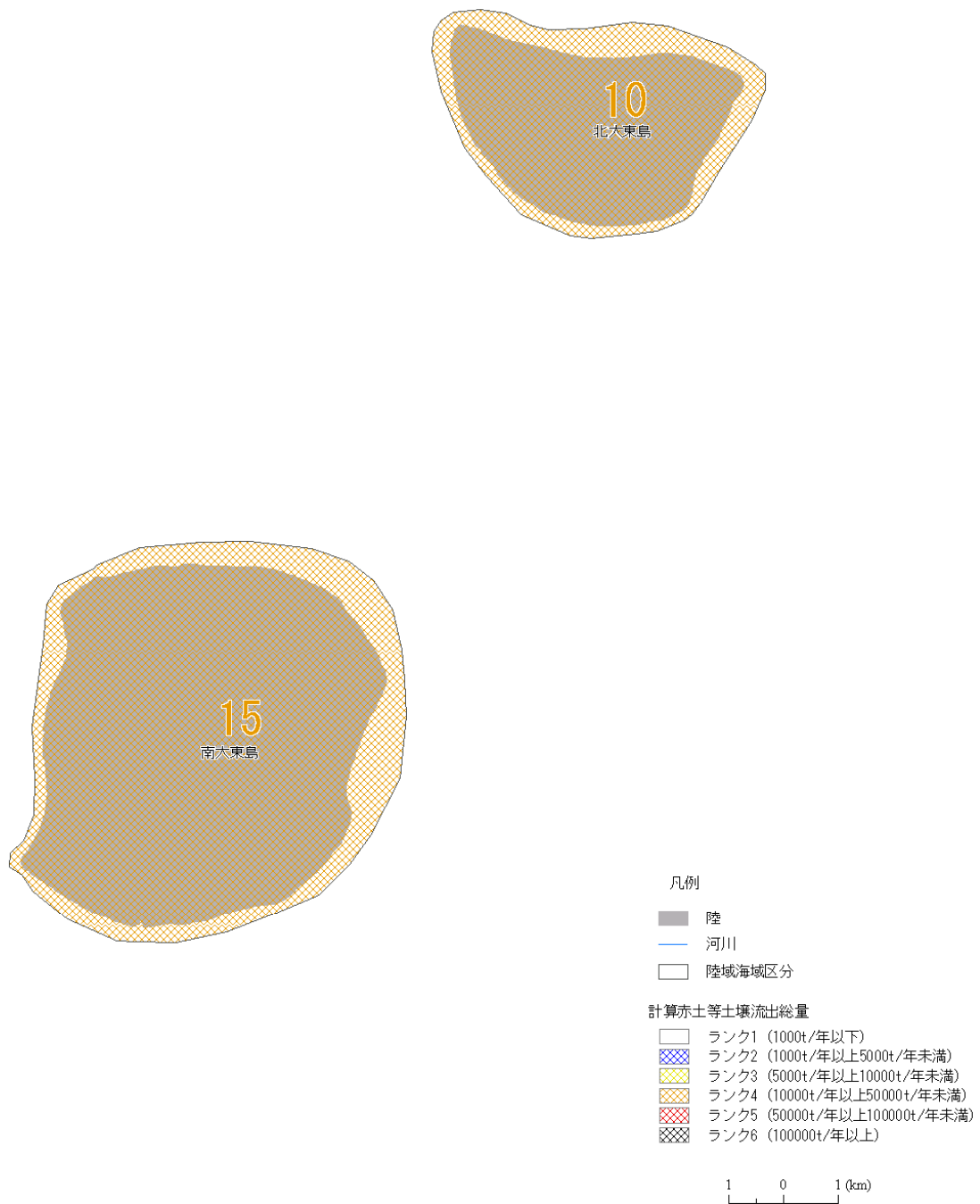
図4-2-4. 大東地域における各地目の土壌流出量.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. 国土交通省, 国土数値情報(河川データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
3. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書
4. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書
5. 沖縄県(1983~1991)土地分類基本調査
6. 沖縄県(1989~2009)沖縄県土地利用現況図
7. 渡邊康志(2002)GIS 利用による陸域影響に関する調査研究

図4-2-5. 大東地域における土壌流出量の算定結果.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. 国土交通省, 国土数値情報(河川データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
3. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書
4. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書
5. 沖縄県(1983~1991)土地分類基本調査
6. 沖縄県(1989~2009)沖縄県土地利用現況図
7. 渡邊康志(2002)GIS 利用による陸域影響に関する調査研究

図4-2-6. 大東地域における流域海域区分毎の赤土等土壌流出総量と単位面積あたりの土壌流出量.

2-3-4. 大東地域における赤土等の土壌流出のサンゴ群集への影響

赤土等の流出は、沖縄県赤土等流出防止条例の施行などさまざまな流出防止対策により、流出の総量が減少している。特に、沖縄県赤土等流出防止条例の施行後の開発に伴う赤土等の土壌の流出が減少している（大見謝ら 2002、沖縄県環境政策課 2009）。また、パイナップル畑の面積の変化から 1960 年代後半から 1970 年代前半にかけて、農地からの赤土等の土壌の流出が大きかったものと推測される。

USLE 式による土壌流出推定量の結果は、大東地域の赤土等土壌流出量は、北大東島、南大東島共に流出量の高い土地がみられ、サトウキビ畑からの流出量が最も多かった。

参考文献

- Nishihira M. (1987) Natural and human interference with the coral reef and coastal environments in Okinawa. *Galaxea*, 6, 311-321
- Sakai K., Nishihira M., Kakinuma Y and Song J. I. (1989) A short-term field experiment on the effect of siltation on survival and growth of transplanted *Pocillopora damicornis* branchlets. *Galaxea*, 8, 143-156
- Yamazato K. (1987) Effects of deposition and suspension of inorganic particulate matter on the reef building corals in Okinawa, Japan. *Galaxea*, 6, 289-309
- 翁長謙良, 吉永安俊, 安里維大 (1994) 改良山成畑における耕地組織と砂防. 琉球大学農学部学術報告, 279-289
- 翁長謙良・呉屋昭・松村輝久 (1991) 沖縄島北部黄色土の土壌侵食の評価と対策. 土壌の物理特性, 63, 19-34
- 沖縄県 (1978) 赤土の流出による漁場の汚染状況調査報告書. pp164
- 沖縄県 (1983~1991) 土地分類基本調査
- 沖縄県 (1989~2009) 沖縄県土地利用現況図
- 沖縄県 (1997) 宮良川流域赤土流出実態調査.
- 沖縄県 (2003) 沖縄県環境基本計画. pp218
- 沖縄県 (2009) 平成 19 年度沖縄県環境白書. pp232
- 沖縄県環境保健部 (1991) 赤土流出防止対策の手引き. pp228
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.
- 沖縄県環境保全課 (2008) 平成 19 年度赤土等の発生源対策推進事業赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査報告書.
- 沖縄県環境保全課 (2009) 平成 20 年度赤土等の発生源対策推進事業赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査報告書.
- 沖縄県環境保全課 (2010) 平成 21 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) 報告書.
- 国土交通省, 国土数値情報 (河川データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 西平守孝 (1980) 潮間帯群集の人為的攪乱, 特に陸地からの赤色土の影響. 琉球列島にお

- ける島嶼生態系とその人為的変革, 127-131
- 西平守孝 (1981) 久米島における潮間帯群集の人為的攪乱ー特に赤土の影響についてー.
池原貞雄編, 琉球列島における島嶼生態系とその人為的変革 (II), 243-261
- 大垣俊一、野池元基 (1992) 沖縄県石垣島の土地改良事業と白保のサンゴ礁. 日本生態学会, 42(1), 9-20
- 大見謝辰男、大山峰吉、池間修宏、八重山保健所衛生課、沖縄県水産業改良普及所、石垣市水産課、伊平屋村漁業協同組合、伊是名漁業協同組合、久米島漁業協同組合、恩納村漁業協同組合、(1993) 沖縄県内各地の海域における赤土汚染の現状 (第2報). 第23回沖縄県衛生監視員研究発表会 (抄録), 沖縄県環境保健部, 50-60
- 大見謝辰男、仲宗根一哉、満本裕彰、小林孝 (1999) 赤土堆積がサンゴに及ぼす影響 (第2報)ーサンゴの赤土堆積耐性についてー. 沖縄県衛生環境研究所報, 33, 111-120
- 大見謝辰男、満本裕彰 (2001) サンゴ礁における濁度・水平透明度・SPSS 測定値の関係について. 沖縄県衛生環境研究所報, 35, 103-109
- 大見謝辰男・比嘉榮三郎・仲宗根一哉・満本裕彰 (2002) 赤土条例施行前後における沖縄沿岸の赤土等堆積状況比較. 沖縄県衛生環境研究所報 第36号
- 大見謝辰男 (1996) 赤土堆積がサンゴに及ぼす影響. 沖縄県衛生環境研究所報, 30, 79-86
- 大見謝辰男 (1998) 石垣島白保海域の赤土汚染とサンゴ礁の現況. 沖縄県衛生環境研究所報, 32, 113-117
- 大見謝辰男 (2003) SPSS 簡易測定法とその解説. 沖縄県衛生環境研究所報, 37, 99-104
- 大見謝辰男 (2004) 陸域からの汚濁物質の流入負荷. 環境省・日本サンゴ礁学会編, 日本のサンゴ礁, 66-70
- 中井達郎 (2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書
- 渡邊康志 (2002) GIS 利用による陸域影響に関する調査研究. 平成13年度内閣府委託事業「サンゴ礁に関する調査」, (財) 亜熱帯総合研究所, 103-134
- 渡邊康志 (2008) 統合的管理のための環境 GIS の構築. 沖縄県企画部科学技術振興課, 平成19年度亜熱帯島嶼域における統合的沿岸・流域・森林管理に関する研究推進事業報告書, 291-341

2-4. 水質

2-4-1. サンゴ群集への影響

サンゴは水中に生息し、海水を媒体として体の中と外の物質交換を行っている。その体を取り巻く海水の環境が変化すると、さまざまな生理的な影響が見られる(中野 2002)。水質汚濁、富栄養化などの水質の悪化はサンゴの生育環境を脅かし、サンゴ礁の荒廃をもたらす(Pastorok and Bilyard 1985, Done 1992, Laws 1993)。さらに、高濃度ではあるが、船底塗料や除草・殺虫剤などに使用されている化学物質の暴露による影響も確認されている(渡邊 2006)。サンゴは貧栄養の海水に適応した生物であるため、水質を本来のサンゴ礁で見られる貧栄養に保つことはサンゴ礁生態系を健全に保つ上で基本的な対策であると考えられる。特に近年、サンゴ礁を取り巻く環境は変化しており、海水温の上昇、陸からの赤土等の土壌や栄養塩類等の流入など、さまざまな攪乱要因により複合的なストレスを受け、サンゴ群集の健康度が低下しているのではないかと懸念されている。このようにストレスを受けているサンゴは、日和見感染による病気にかかりやすくなるなど、攪乱に対して抵抗力が低下すると考えられている。

2-4-2. これまで行われてきた調査

大東地域では沖縄県による公共用水域の水質測定調査は行われていない。その他に経年的な水質の変化がわかるような資料はみつからなかった。

参考文献

- Done, T.J. (1992) Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologica (The ecology of mangrove and related ecosystems)*. 247, 121-132.
- Laws, E.A. (1993) *Aquatic pollution, an introductory text*, 2nd edn. John Wiley and Sons, New York, 611 pp
- 中野義勝 (2002) 造礁サンゴの環境負荷への生理生態的反応に関わる研究の概観. 中森亨編, 日本におけるサンゴ礁研究 I, 43-49
- Pastorok, R.A., Bilyard, G.R. (1985) Effects of sewage pollution on coral-reef communities. *Marine Ecology Progress Series*. 21, 175-189.
- 渡邊俊樹 (2006) 造礁サンゴ幼若体の褐虫藻獲得に対する有害化学物質暴露の影響試験に関する調査報告. 安村茂樹・新井秀子編, WWF ジャパン・プロジェクト報告書南西諸島における野生生物の有害化学物質調査 ('05~'07), 49-55

2-5. 埋め立てや浚渫によるサンゴ礁の消失

2-5-1. サンゴ群集への影響と問題点

埋め立てによるサンゴ礁の消失は、埋め立てにより新たな土地を生み出す一方、サンゴ礁が二度とサンゴ礁生態系となることがないため、最も影響の大きな攪乱といえる。また、埋め立ては、埋め立てられた場所の生物が消滅するだけでなく、陸域とのつながりをも分断するため、生活史の中で海と陸を行き来する生物へも影響を与える。浚渫は工事区域内の生物が消滅するだけでなく、サンゴ礁地形を改変し水の流れを変化させる。その結果、周辺の生物の生息環境を変化させるため、サンゴ礁生態系へ与える影響は大きい。

沖縄県の埋め立ての変遷は「第2章 第2節 2-5-1. サンゴ群集への影響と問題点」を参照。

2-5-2. 大東地域における埋め立て及び浚渫の状況

埋め立て地や浚渫された場所については、第四回自然環境保全基礎調査でサンゴ礁消滅域として整理されている。大東地域における埋め立て及び浚渫の現状を把握するため、国土数値情報の行政区域の2008年のポリゴンを用いて1975年のポリゴンで処理し、面積が増えた行政区域を抽出した(図4-2-7)。この際、ポリゴン作成の精度上の問題で、埋め立てられていない部分も抽出されたため、第四回自然環境保全基礎調査(環境庁1996)およびサンゴ礁分布図(環境省2008)の浚渫埋め立ての情報と、沖縄県土地対策課所有の航空写真(平成3年及び4年撮影)をもとに修正を行なった。また、第4回自然環境保全基礎調査と第5回自然環境保全基礎調査の海岸調査より、人工海岸を抽出した。

大東地域では埋め立てられている場所はないが南大東漁港は陸を掘り込んで建設されている。人工海岸は港に限られている。

2-5-3. 大東地域における埋め立て及び浚渫の影響

調査精度の誤差も含まれるが、1972年から2007年までに、沿岸の埋め立て等により県土面積は3,155ha拡大しており、広い面積の干潟やサンゴ礁が消滅したと考えられる。大東地域では、1974年以降の埋め立ては行われていない。

沖縄県全体での埋め立てと同様に海岸の人工化は著しく、沖縄県では1984~1993年間に101.02kmの人工海岸が増加しており(環境庁1994)、これは全国一の増加である。他方、この間に自然海岸は30.83km減少している(環境庁1994)。埋め立てのみならず道路建設や護岸による海岸の人工化は、生活史の中で陸と海を行き来する生物の移動を分断し、大きな影響を与える。また、埋め立て地に人工ビーチを付設する際には砂の採取と造成を伴うため、サンゴ礁生態系への影響が大きいと考えられる。大東地域の人工海岸は港周辺に限られている。

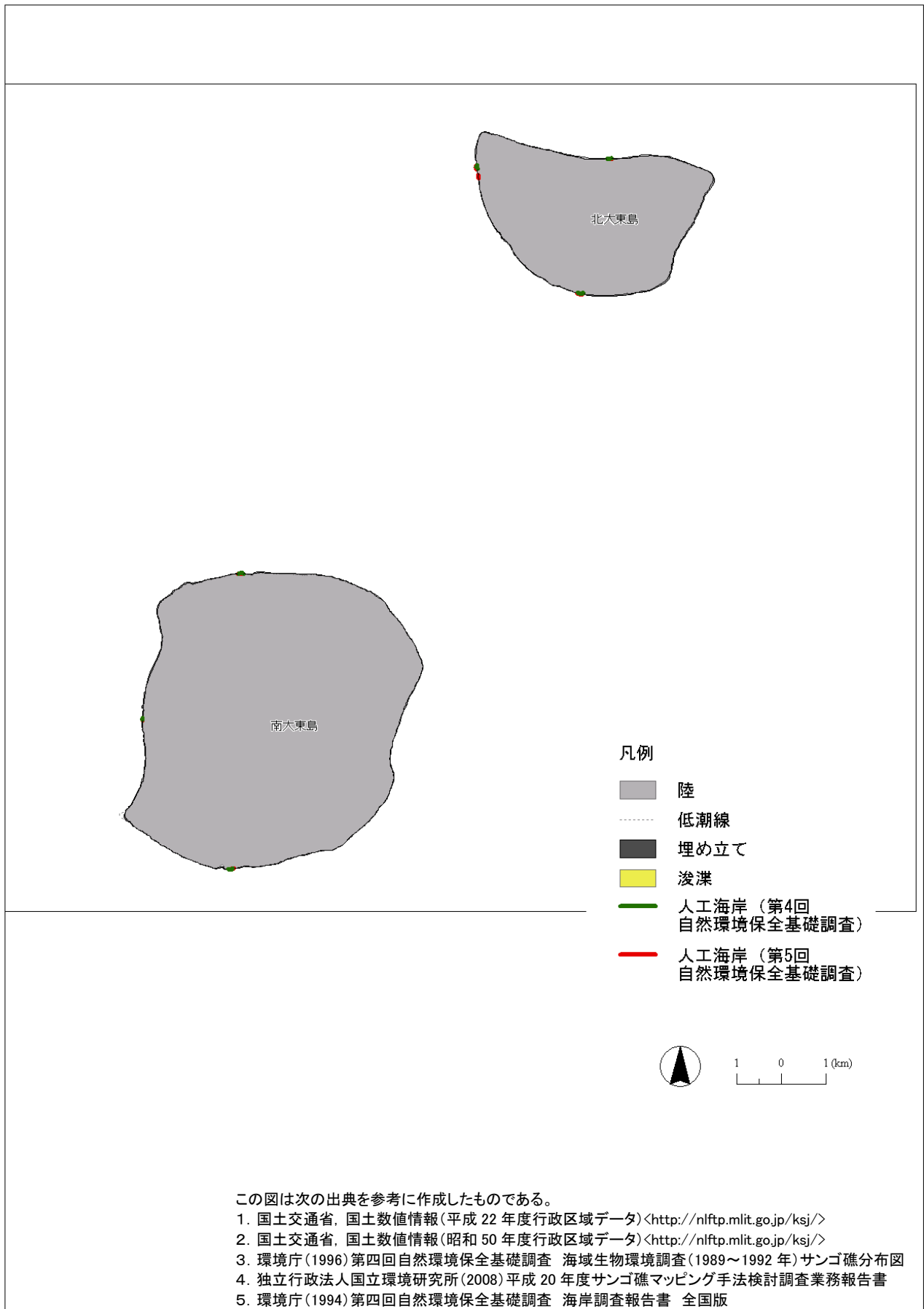


図4-2-7. 伊平屋島、伊是名島周辺における 1974 年以降の埋め立て地。

参考文献

- 環境庁（1994）第四回自然環境保全基礎調査 海岸調査報告書 全国版. pp349
- 環境庁（1996）第四回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査（1989～1992年）サンゴ礁分布図. 環境庁.
- 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 国土数値情報（行政区域データ昭和50年）国土交通省.
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 国土数値情報（行政区域データ平成20年）国土交通省.
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 国土地理院（1991～1992）空中写真. 沖縄県土地対策課 GIS データ.
- 独立行政法人国立環境研究所（2008）平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書. 環境省, 10pp.

2-6. その他の攪乱

サンゴ群集に影響を与える主な攪乱要因を2-1から2-5まで紹介したが、その他の攪乱要因として、サンゴの病気による死亡や台風による直接的な破壊、過剰な利用による破壊や資源の減少、サンゴ食巻貝類による捕食などがあげられる。これらの攪乱要因の規模や頻度は、前述した攪乱要因ほどではないが、今後環境の変化などによりサンゴ群集に大きな影響を与える可能性もある。各攪乱の概要は「第2章 第2節 2-6. その他の攪乱」を参照。

第3節 大東地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報

1. 海域の保全に関する区域の設定状況

<保全に関する区域>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<保全に関する区域の効用>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<保全に関する区域の事例>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

今後の大東地域の保護区管理の参考とするために、現在の大東地域における海域の保全に関する区域の設定状況等を整理した。

1-1. 沖縄における海域の保全に関する区域

第2章 第3節記載のとおり、沖縄における海域の保全に関係する区域の種類は表2-3-1に示してある。

1-2. 大東地域における海域の保全に関する区域

サンゴ礁を守る重要な方策の一つとして、保護区の制定及び保全すべき地域の提案が挙げられ、これらを保護区等に関する情報として整理した。

表2-3-1の海域の保全に関する区域で法的な規制のある区域のうち、国定・国立公園などの自然公園地域、鳥獣保護区で、大東地域においてサンゴ礁域に直接かかるものを図4-3-1に整理した。大東地域の全域が鳥獣保護区に指定されており、北大東島、南大東島の一部に特別地区が設定されている。

沖縄県の自然環境の保全に関する指針では大東地域の各評価ランクの分布は図4-3-2のようになっている。港の周辺などを除き多くの範囲が評価ランク1とされている。

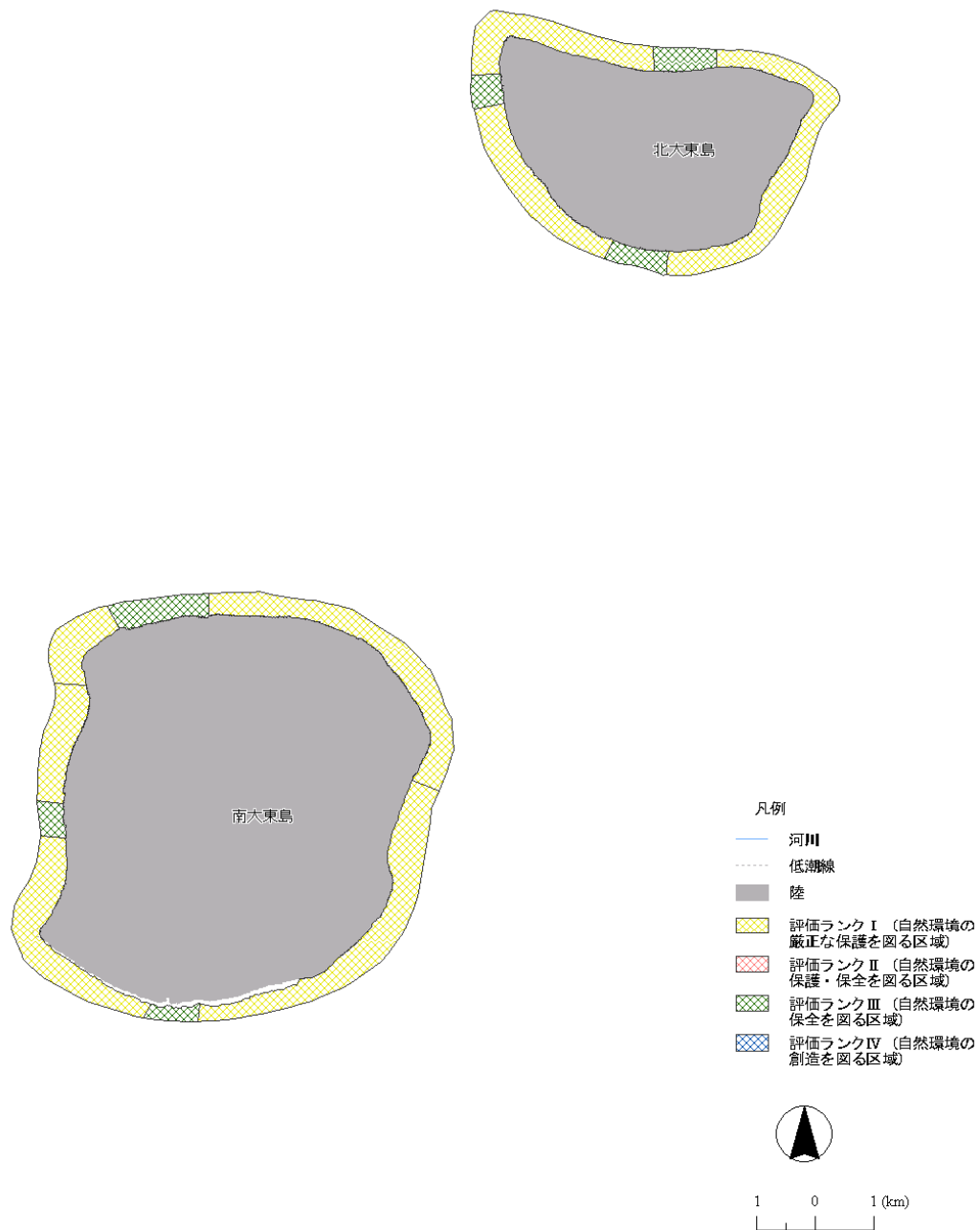
WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトにおいて、大東地域の生物多様性優先保全地域として抽出された地域を図4-3-3に示した。



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ。

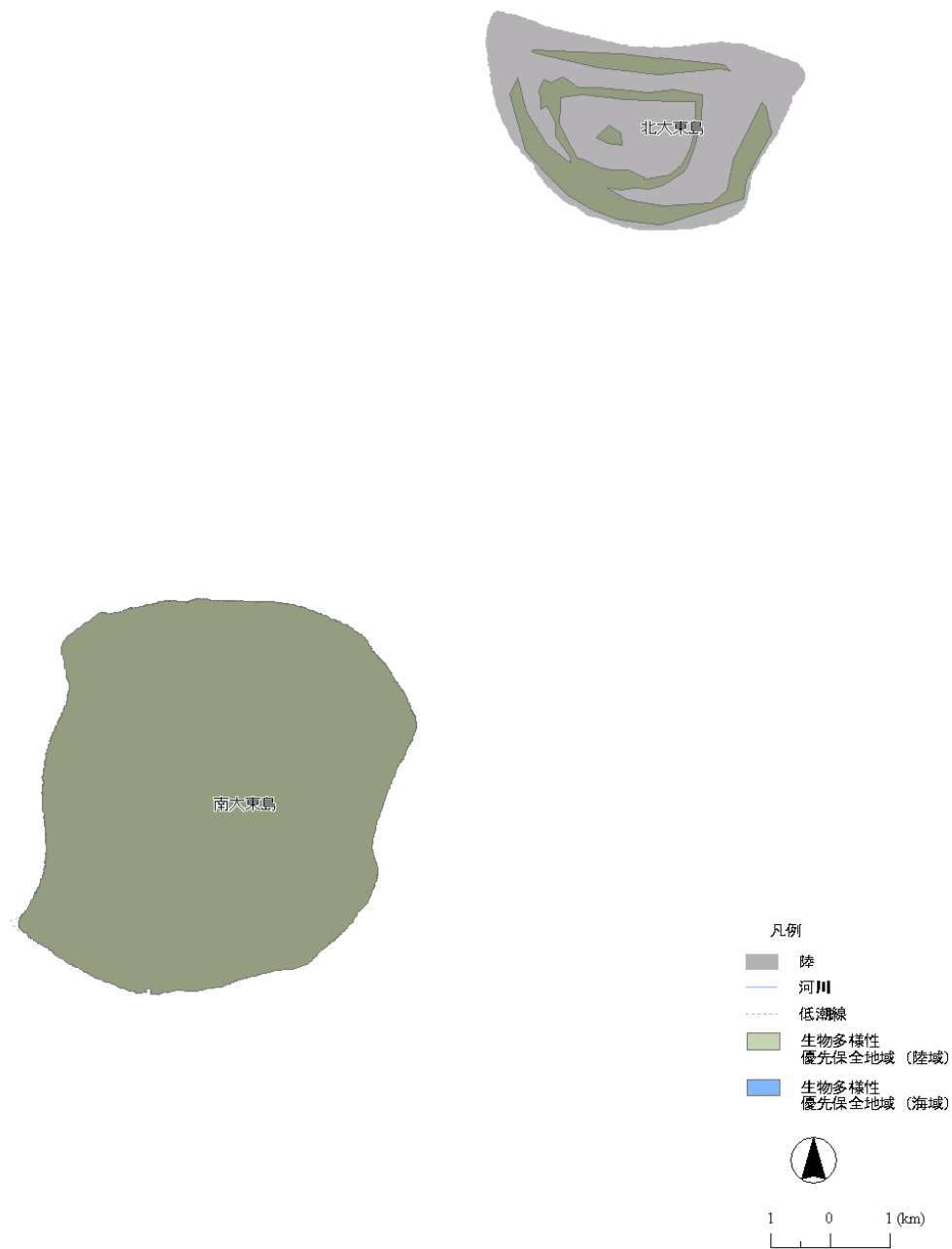
図4-3-1. 大東地域における海域・陸域の保全に関する法的規制区域。



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ
4. 沖縄県自然保護課(2000)自然環境の保全に関する指針-[沖縄島周辺離島及び大東諸島編]-

図4-3-2. 大東地域における自然環境の保全に関する指針.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
4. 安村茂樹編(2009)WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
5. 山野博哉(2009)サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45

図4-3-3. 大東地域における生物多様性優先保全地域(WWF 2009).

1-3. サンゴ分布ポテンシャルマップ

WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトで評価されたサンゴ分布高ポテンシャル地点を図3-3-4に示す。さらに、サンゴ分布高ポテンシャル地域と評価されたポイントを自然地理的ユニットで集計した結果を、図3-3-5および図3-3-6に示した。サンゴ分布高ポテンシャルポイントが10ポイント以上であった海域を表3-3-1に示した。

表3-3-1. サンゴ分布高ポテンシャルポイントが10以上の海域

	海域
礁池	なし
礁斜面	なし

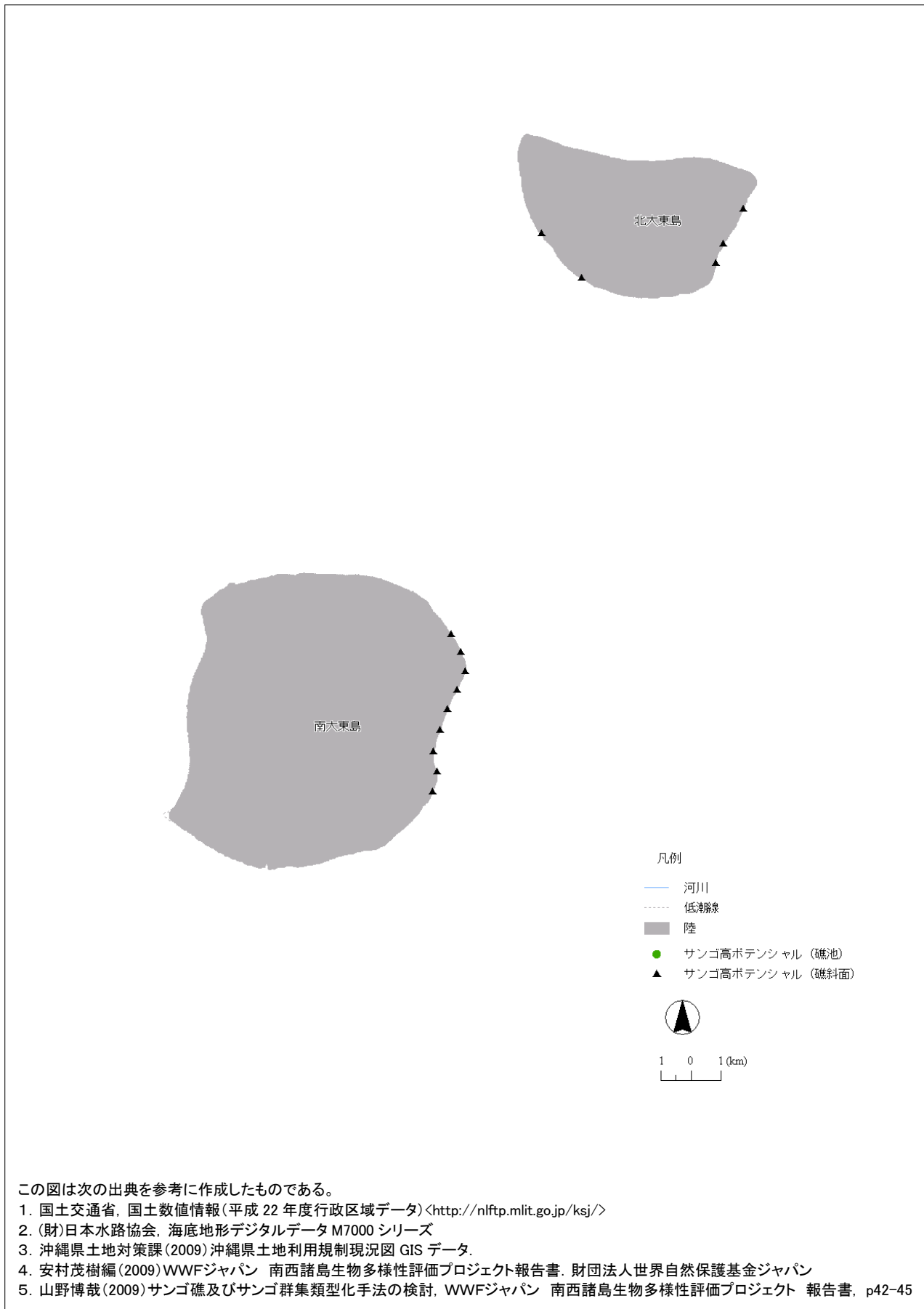
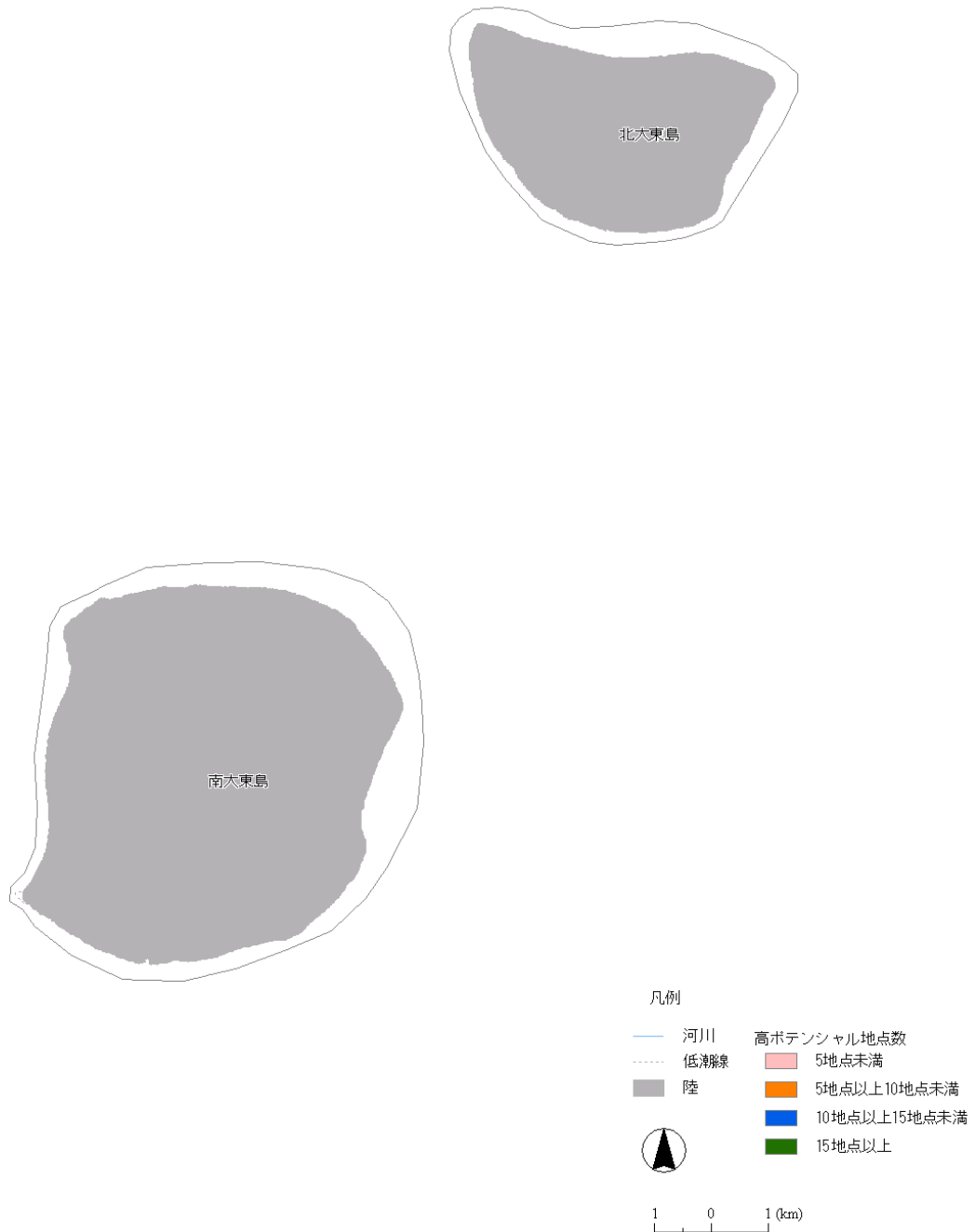


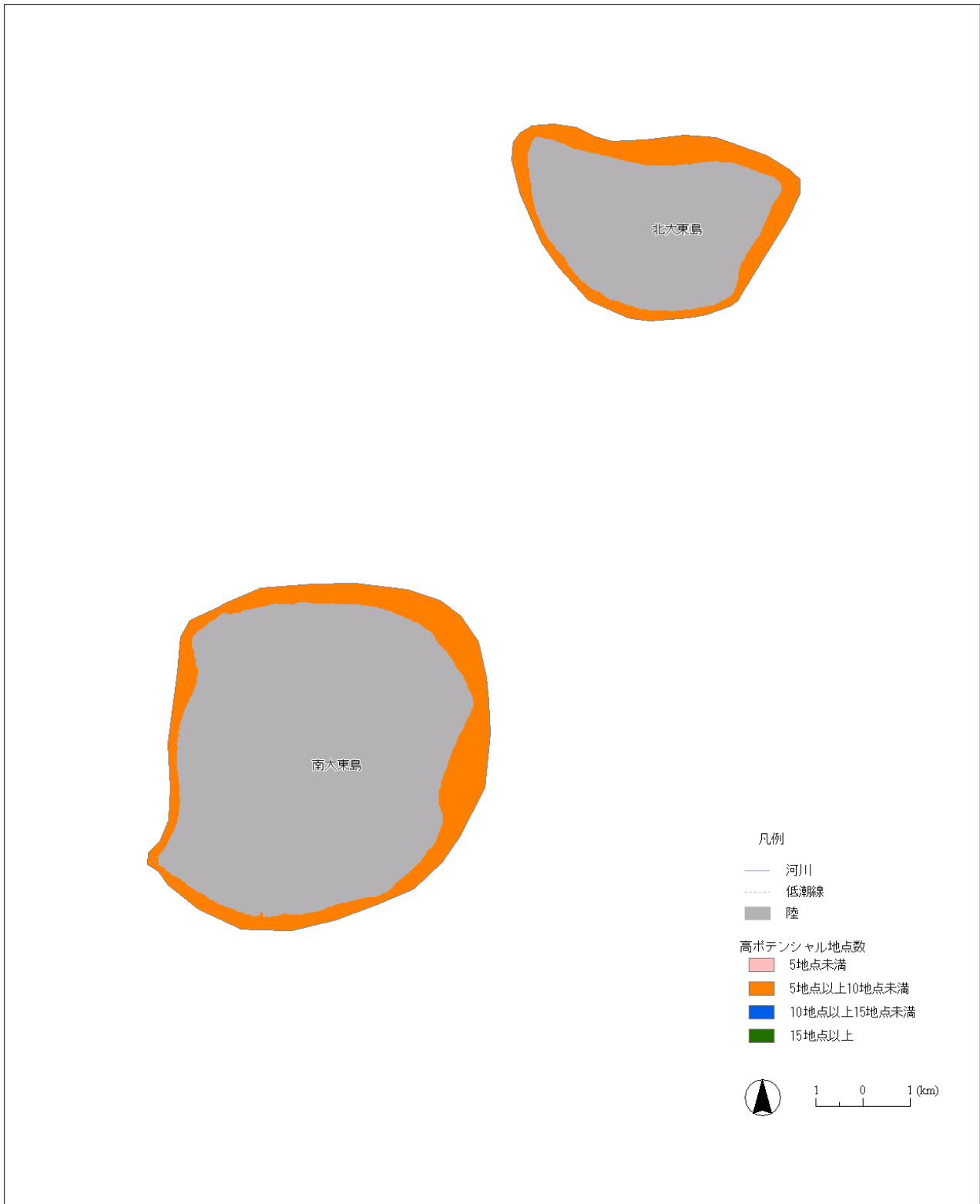
図4-3-4. 大東地域におけるサンゴ高ポテンシャル地点(礁池・礁斜面).



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009) 沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
4. 安村茂樹編(2009) WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
5. 山野博哉(2009) サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45
6. 沖縄県環境保全課(2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
7. 中井達郎(2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

図4-3-5. 大東地域におけるサンゴ高ポテンシャルの陸域海域区分での集計結果(礁池).



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009) 沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
4. 安村茂樹編(2009) WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
5. 山野博哉(2009) サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45
6. 沖縄県環境保全課(2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
7. 中井達郎(2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

図4-3-6. 大東地域におけるサンゴ高ポテンシャルの陸域海域区分での集計結果(礁斜面).

1-4. 大東地域における海域の保全に関する区域の現状

大東地域の保全に関する区域は、種類や管理主体が多様であり、サンゴ礁生態系を保全するには、現行の制度で様々な種類の保護区を複雑に組み合わせなければならない。海域の保全に関する区域は、漁業資源の保護、観光資源の保護、生態系の保護などの目的により、管理主体も水産行政、自然保護行政、コミュニティーなど多岐にわたり、その種類により規制が異なるなど非常に複雑である。また、自然環境保全に関する指針のように保全すべき地域として提案されているが、実際の保全には結びついていない地域が多くある。このような現状の中、自然環境および生物多様性を保全するにあたり、生物や生物多様性の保護を目的とし、立ち入りの制限、全ての動植物の採取捕獲を禁止、開発などの生物の生息環境に影響を与える行為の規制が行える海域の保全に関する区域の設定について多様な主体と連携して検討していく必要がある。

参考文献

- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
安村茂樹編 (2009) WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
沖縄県環境保全課 (2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
沖縄県自然保護課 (2000) 自然環境の保全に関する指針ー [沖縄島周辺離島及び大東諸島編] ー
沖縄県土地対策課 (2009) 沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
山野博哉 (2009) サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45
中井達郎 (2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

2. 観光に関する情報

<サンゴ礁域における観光>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<観光によるサンゴ礁への影響>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<持続可能な観光利用：エコツーリズム>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

沖縄の重要な産業である観光とその資源であるサンゴ礁は、密接に関わっている。今後の観光とサンゴ礁保全の参考とするため、大東地域の観光地域について整理した。

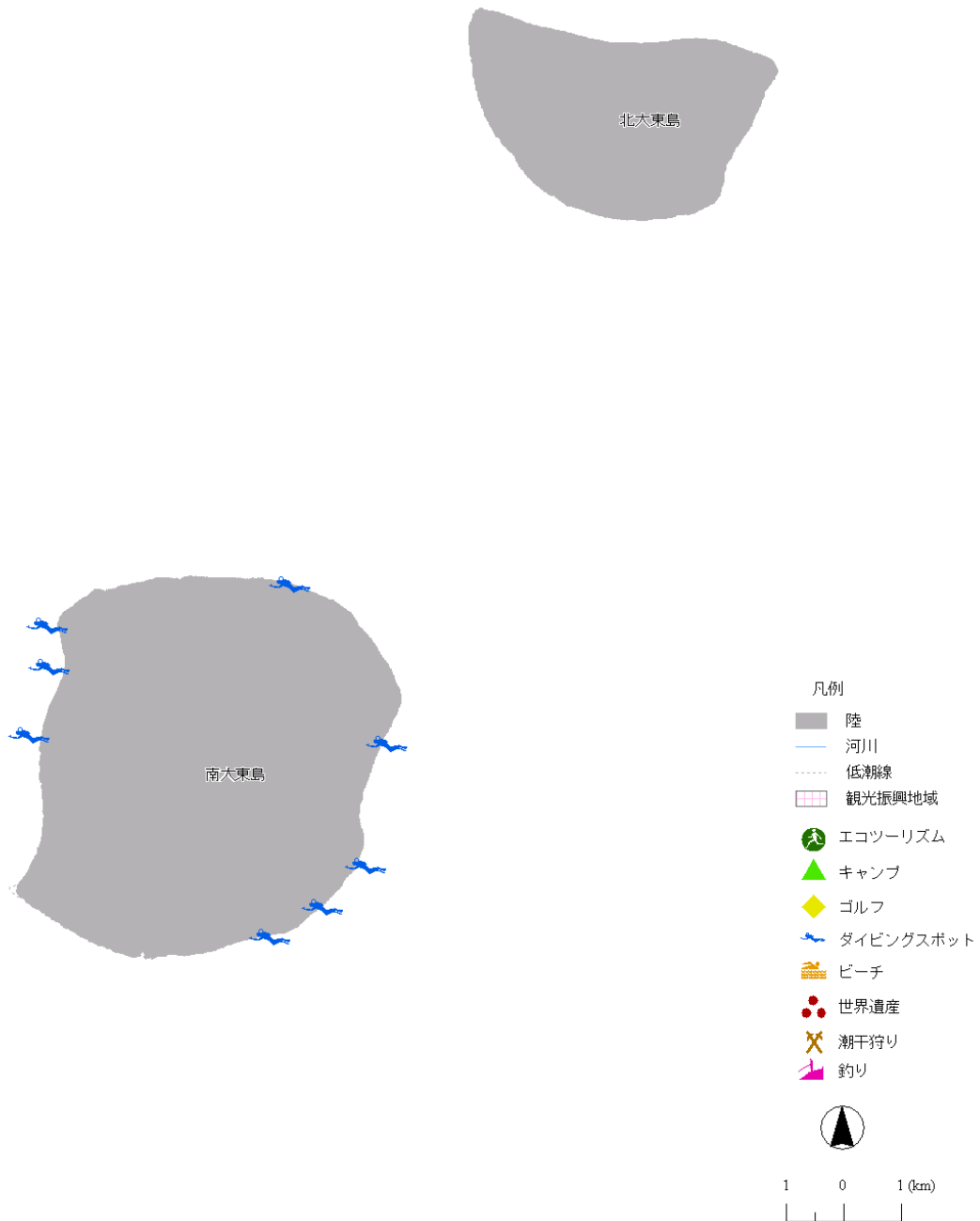
2-1. 大東地域における観光地

サンゴ礁を適切に利用するための基礎情報として、観光ポイントは文献情報（金城・仲宗根 2009、財団法人沖縄コンベンションビューロー2010、フィッシング沖縄社 2000）を基に、主要な観光ポイントを整理した（図4-3-7）。大東地域では、南大東島周辺にダイビングポイントが多くある。

上記でまとめた観光ポイントを、陸域海域区分毎に再集計し、図4-3-8に示した。観光ポイントが5ポイント以上あったのは、南大東島の周囲であった。その他の区域は3ポイント未満であった。

表3-3-2. 大東地域におけるダイビングポイント一覧.

No.	地点名
1	ヤギバナPART I
2	ヤギバナPART II
3	ゴンゴン穴
4	白砂(本場)
5	高幕
6	実釣場
7	穴口
8	鋼浜



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. フィッシング沖縄社(2000) 家族で楽しむ沖縄の潮干狩りとキャンプ場マップ. フィッシング沖縄社
4. 沖縄観光コンベンションビューロー(2010) 美ら島 2010-沖縄県観光情報ファイル. 沖縄観光コンベンションビューロー
5. 沖縄県観光商工部観光企画課, 観光振興地域(位置図). <<http://www3.pref.okinawa.jp/site/view/contview.jsp?cateid=233&id=827&page=1>>
6. 金城孝一、仲宗根一哉(2009) 既存情報に基づく海域および陸域特性を反映させた沖縄島のサンゴ礁区分の試み. 沖縄県衛生環境研究所報, 第 43 号

図4-3-7. 大東地域における主な観光地と観光振興地域.

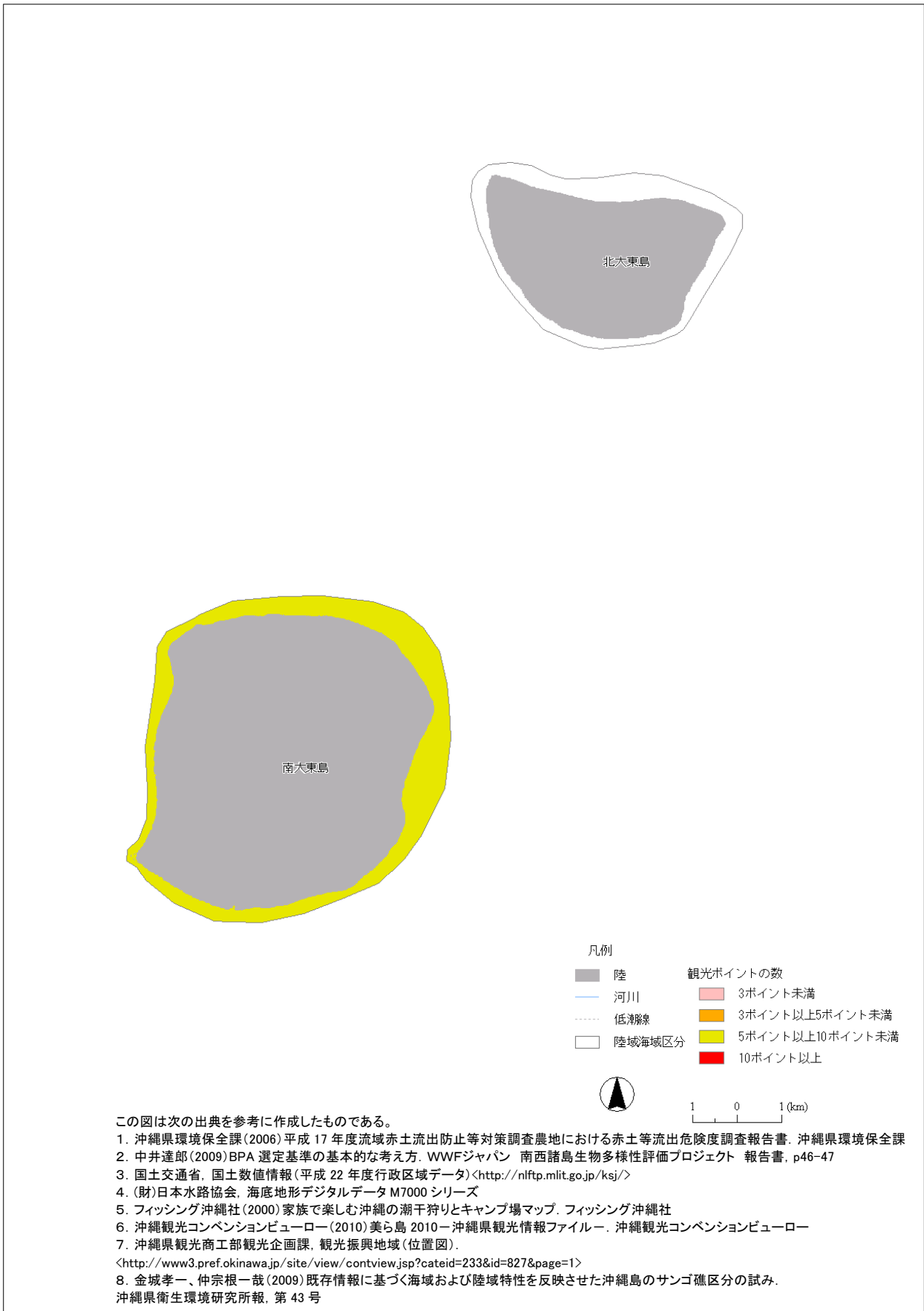


図4-3-8. 大東地域における観光地等の陸域海域区分での集計結果.

2-2. 観光まとめ

南大東島にダイビングポイントが多かった。観光地の数や入域観光客数とサンゴ被度の変遷・現状について明確な関係性は見出せなかった。しかし、沖縄県への入域観光客数は年々増加傾向にあり、環境収容量も考慮しながら、今後もサンゴ礁生態系へ配慮していく必要がある。

参考文献

- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
- フィッシング沖縄社 (2000) 家族で楽しむ沖縄の潮干狩りとキャンプ場マップ. フィッシング沖縄社
- 沖縄観光コンベンションビューロー (2010) 美ら島 2010—沖縄県観光情報ファイル. 沖縄観光コンベンションビューロー
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 沖縄県観光商工部観光企画課, 観光振興地域 (位置図).
<<http://www3.pref.okinawa.jp/site/view/contview.jsp?cateid=233&id=827&page=1>>
- 金城孝一、仲宗根一哉 (2009) 既存情報に基づく海域および陸域特性を反映させた沖縄島のサンゴ礁区分の試み. 沖縄県衛生環境研究所報, 第 43 号
- 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 中井達郎 (2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

3. 漁業に関する情報

<沖縄県における漁業概要>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<漁業によるサンゴ礁への影響>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<持続可能な漁業：資源管理>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

3-1. 大東地域における漁業利用の範囲

大東地域における漁業利用の範囲について、一定範囲の漁業を独占排他的に営み、その利益を享受することができる漁業権の設定状況、並びにこの権利の主体となる漁業協同組合の位置を整理した。大東地域では沖縄海区漁業調整委員会指示により、指定された地先海面及び漁法において、委員会の承認を受けた者以外は当該漁業による漁業が禁止されている（図4-3-9）。

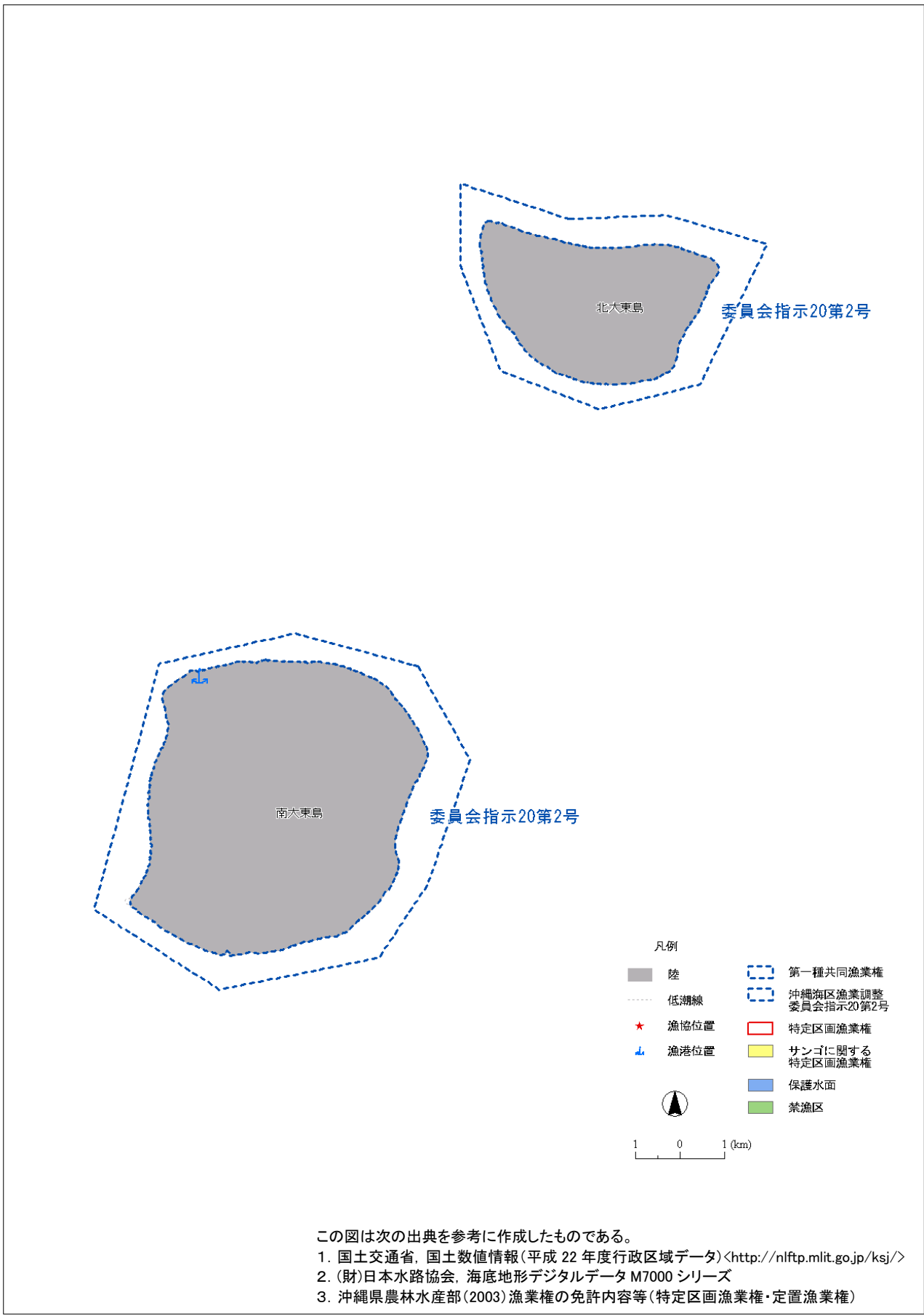


図4-3-9. 大東地域における特定区画漁業権の設定状況および漁業協同組合の位置.

3-2. 漁業まとめ

大東地域では沖縄海区漁業調整委員会指示により、指定された地先海面及び漁法において、委員会の承認を受けた者以外は当該漁業による漁業が禁止されている。サンゴ礁生態系保全と漁業を両立していくには、禁漁区、禁漁サイズ、保護区など資源管理を手法とした持続的な漁業を展開していくことが重要である。

参考文献

国土交通省，国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
(財)日本水路協会，海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
沖縄県農林水産部（2003）漁業権の免許内容等（特定区画漁業権・定置漁業権）

第4節 大東地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析

1. 陸域と海域の区分

今回の調査結果を過去の調査結果などと比較するため、陸域と海域をそれぞれ地形から区分をして作成した「陸域海域区分」を元に集計した。大東地域の陸域海域区分を図4-4-1に示す。

1-1. 陸域区分の作成

沖縄島は沖縄県環境保全課が地形図をもとに作成した流域区分データを、陸域区分として使用した(沖縄県環境保全課 2006))。それ以外の地域は、国土地理院基盤地図情報の10mメッシュデータを利用し、GISソフトにて作成した流域を、陸域区分とした。西表浦内川、与那田川が同じ流域になったため、計算の過程で、浦内川河口部をヌル値処理(湾として処理)し、2つの流域に区分した。宮古島の陸域区分は、宮古島市企画政策部・宮古島市水道局(2009)を参考に、地下水の流域をもとにした。

1-2. 海域区分の作成

海域区分は、WWFJの南西諸島生物多様性評価プロジェクトで中井(2009)が作成した海域区分(自然地理的ユニット)を使用し、今回のマンタ法調査のラインが入るように修正した。自然地理的ユニットとは、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えており、陸域の流域に相当する。修正方法は、海上保安庁水路部低潮線データを用い沿岸の浅場が含まれるように修正後、マンタ法調査航跡データを重ね、航跡が海域区分内に含まれるように修正した。

1-3. 流域・海域の統合

作成した陸域区分、海域区分をGIS上で重ねて表示し、国土数値情報の河川データ、海上保安庁の水路部の低潮線データなどを参考に、各流域が接している海域と統合した。流域が二つの海域をまたいでいる場合は、海岸線が長い方の海域と統合した。

1-3-1. 陸域海域区分を用いるときの注意

今回作成した陸域海域区分は、流域が直接接する海域と統合したため、流域と海域が1対1の対応となっている。各流域は直に接する海域だけでなく、隣接する海域へも影響を与えていることもあることに注意が必要である。また、風向きや潮の干満、潮流などの気象条件により影響の範囲や方向が変化することも注意すべき点である。さらに、下水道が整備されている地域などは地形的な流域区分では分けられなかったり、隆起珊瑚礁域では地下水系が発達していたり、解析する年や地域、項目ごとに流域が変化することにも注意

が必要である。例えば、下水道整備地域が関係する栄養塩類の排水系（流域）と、主に地形や土壌が関係する赤土等の土壌の流出の排水系（流域）は、同じ排水系ではないので注意が必要である。

このように多くの注意点があるため、他の解析等で陸域海域区分を使用する場合は、上記注意点を考慮すべきである。

1-4. 地域区分の作成

大東地域の各地域の傾向を解析するために、陸域海域区分を東西などの大きな区分でまとめた（図4-4-2）。各地域にまとめるにあたっては、陸域海域区分を基本とし、湾や岬などの地形を考慮しながら分けした。この単位を「地域区分」とした。

参考文献

沖縄県環境保全課（2006）平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書。沖縄県環境保全課

宮古島市企画政策部・宮古島市水道局（2009）平成19年度宮古島地下水水質保全調査報告書。

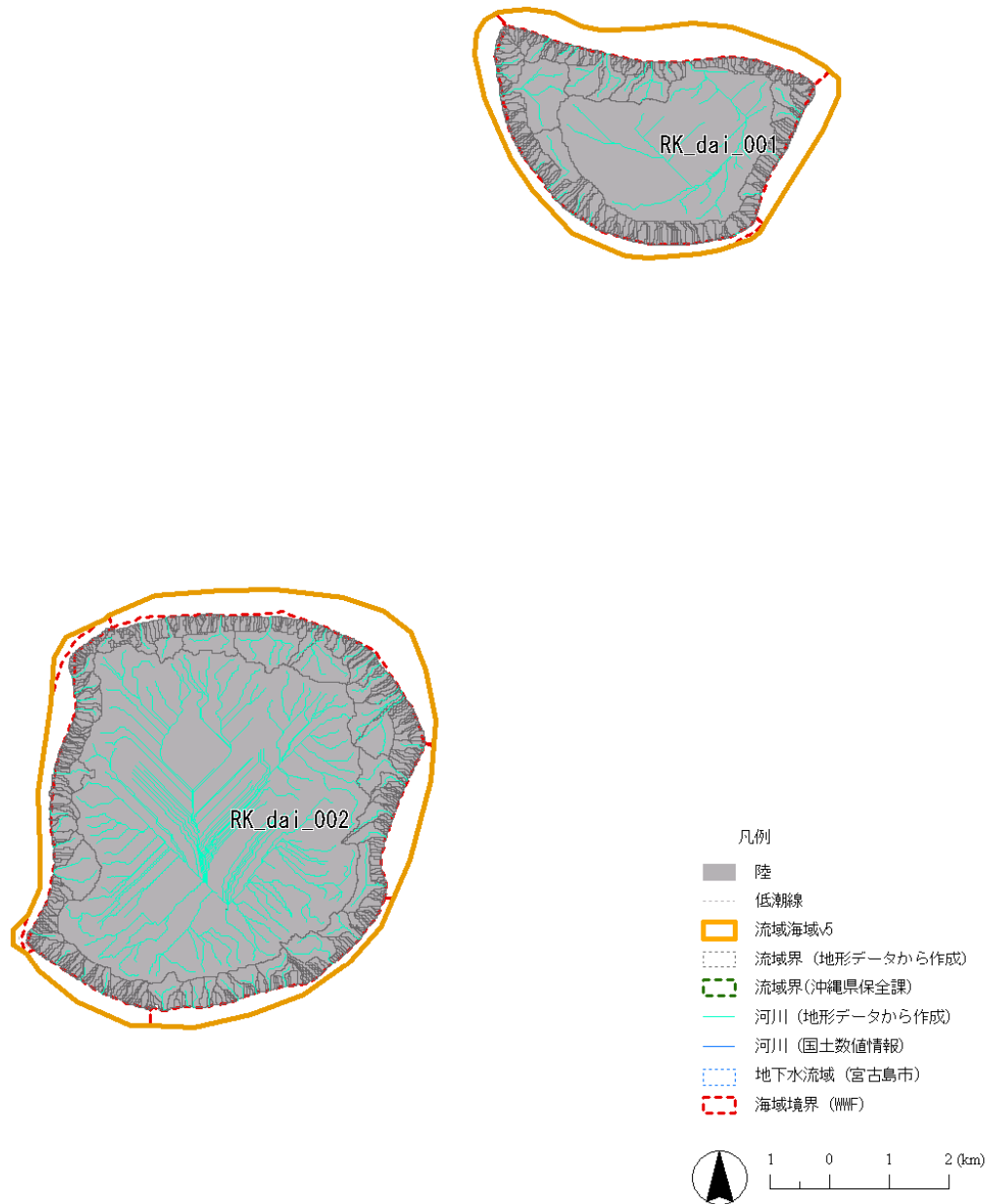
国土交通省，国土数値情報（平成22年度行政区域データ、河川データ）
<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

国土交通省国土地理院 基盤地図情報（10mメッシュ標高）
<<http://fgd.gsi.go.jp/download/>>

国土地理院基盤地図情報<<http://fgd.gsi.go.jp/download/>>

中井達郎（2007）サンゴ礁裾礁における空間構想把握のための自然地理的ユニットの設定—与論島東部サンゴ礁を例に—。地学雑誌，116(2)，223-242

中井達郎（2009）BPA選定基準の基本的な考え方。WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書，p46-47



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ、河川データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
4. 国土交通省国土地理院 基盤地図情報(10mメッシュ標高)<<http://fgd.gsi.go.jp/download/>>

図4-4-1. 大東地域における陸域海域区分.



図4-4-2. 大東地域における地域区分.

2. サンゴ群集の現況と変遷

2-1. 大東地域におけるサンゴ群集の現況

<大東地域のサンゴ被度の概況>

大東地域はサンゴ被度ランク 10～25%の割合が最も高く、25～50%の割合も比較的高かった。50%以上のサンゴ被度の占める割合は、全体の1割に満たず、75～100%は全体で0.0%と非常に少ない（表4-4-1）。

表4-4-1. マンタ法調査における距離に対するサンゴ被度ランクの割合(%)。
赤い塗りつぶしは最も高い割合。

地域名	地域区分	サンゴ被度ランク(%)					
		0～5	5～10	10～25	25～50	50～75	75～100
大東	daitou	24.6	21.1	29.2	19.9	5.2	0.0

2-2. 大東地域におけるサンゴ群集の変遷

2-2-1. 広域概況調査結果の変遷（マンタ法）

大東地域では広域概況調査は実施されていない。

2-2-2. 簡易遊泳観察調査結果の変遷

大東地域における簡易遊泳観察による1972年から2010年までのサンゴ被度の経年変化を図4-4-3に示す。大東地域では簡易遊泳観察法による調査は2007年と2011年にしか実施されておらず、サンゴ被度の変遷は不明である。

陸域海域区分毎のサンゴ被度の変遷を図4-4-4に示す。これまで行われてきた簡易遊泳観察による各地点のサンゴ被度を、陸域海域区分毎に集計し調査年ごとに平均化した。ただし、サンゴ被度がランクで表現されている場合は中央値を用いた（例えば、10～25%の場合は17.5%）。

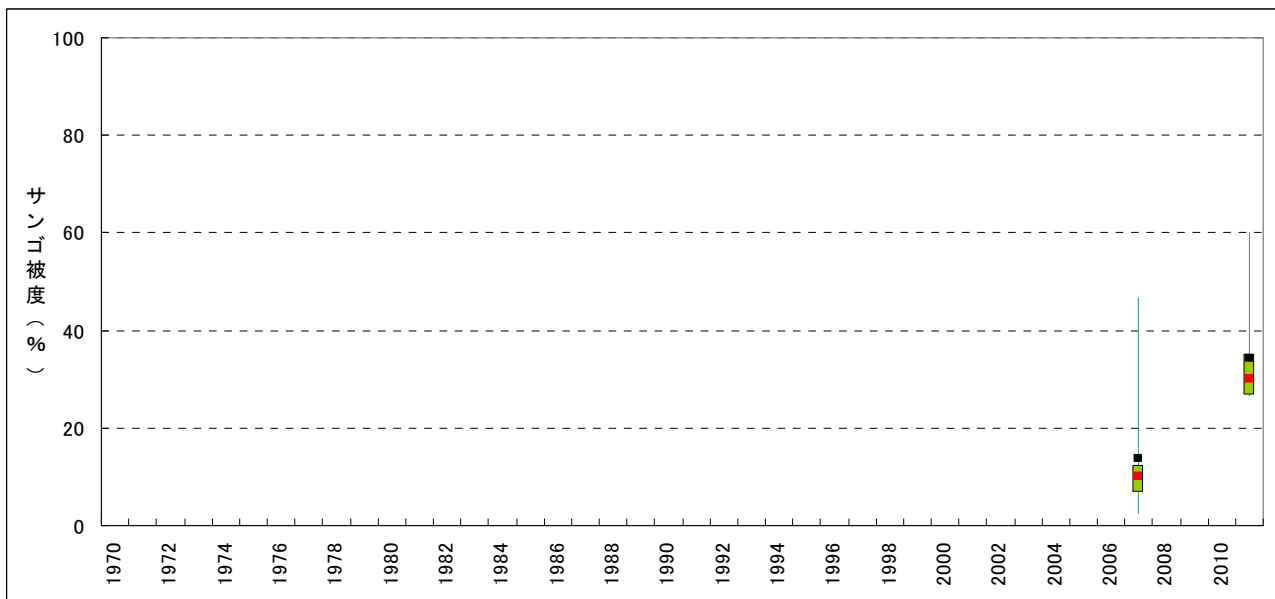


図4-4-3. 簡易遊泳観察法による大東地域のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は平均値、赤い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. サンゴ被度の変遷は調査がほとんど行われていないため不明である. 調査地点数が非常に少ない年もあることに注意が必要である.

<大東 (daito) >

大東地域では簡易遊泳観察法による調査は2007年と2011年にしか実施されておらず、サンゴ被度の変遷は不明である。

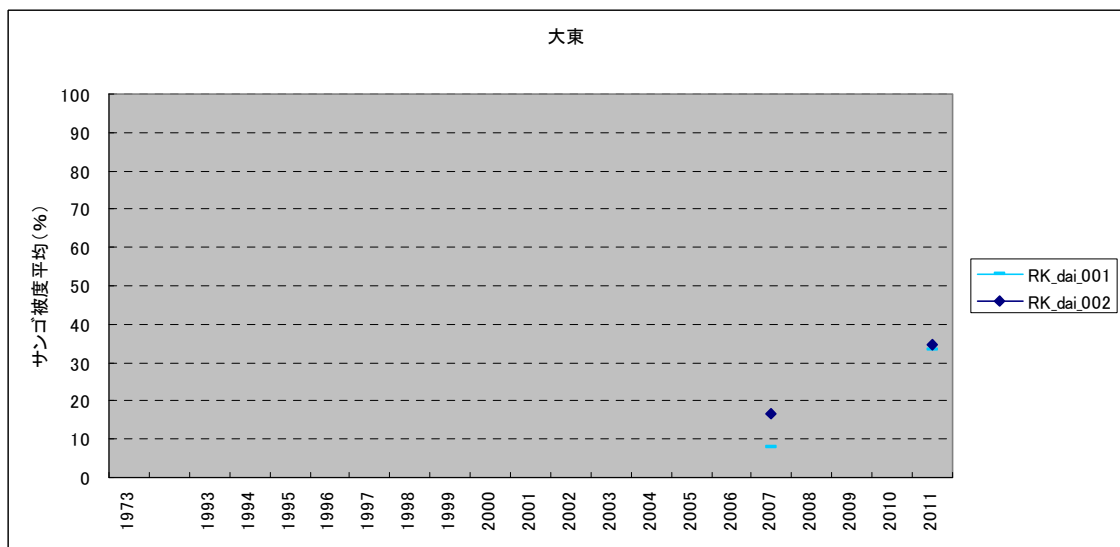


図4-4-4. 大東におけるサンゴ被度の変化.

参考文献

環境省自然環境局生物多様性センター (2007) 平成 19 年度重要生態系監視地域モニタリング推進事業 (モニタリングサイト 1000) サンゴ礁調査業務報告書

3. サンゴ群集と攪乱要因との関係

<オニヒトデ、白化現象>

大東地域ではオニヒトデ及び白化現象に関する調査は行われていないため、オニヒトデ大発生や白化現象が大東地域のサンゴ群集へ与えた影響は不明である。

<赤土等土壌流出>

赤土等の流出は、沖縄県赤土等流出防止条例の施行などさまざまな流出防止対策により、流出の総量が減少している。特に、沖縄県赤土等流出防止条例の施行後の開発に伴う赤土等の土壌の流出が減少している（大見謝ら 2002、沖縄県環境政策課 2009）。また、パイナップル畑の面積の変化から 1960 年代後半から 1970 年代前半にかけて、農地からの赤土等の土壌の流出が大きかったものと推測される。

USLE 式による土壌流出推定量の結果は、大東地域の赤土等土壌流出量は、北大東島、南大東島共に流出量の高い土地がみられ、サトウキビ畑からの流出量が最も多かった。

<水質>

大東地域では沖縄県による公共用水域の水質測定調査は行われていない。その他に経年的な水質の変化がわかるような資料はみつからなかった。そのため、大東地域における水質とサンゴ群集の関係は不明である。ただし、人為的な栄養塩類の海域への流出がオニヒトデの大発生を引き起こす可能性が指摘されており（Fabricius 2005）、慶良間地域外の水質の悪化がオニヒトデの大発生を引き起こすなど、他海域の水質が宮古地域のサンゴ群集へ間接的に影響を与える可能性もある。

<観光>

南大東島にダイビングポイントが多かった。観光地の数や入域観光客数とサンゴ被度の変遷・現状について明確な関係性は見出せなかった。しかし、沖縄県への入域観光客数は年々増加傾向にあり、環境収容量も考慮しながら、今後もサンゴ礁生態系へ配慮していく必要がある。

<埋め立て、浚渫、人工海岸>

大東地域では埋め立てられている場所はないが南大東漁港は陸を掘り込んで建設されている。人工海岸は港に限られている。

<まとめ>

大東地域のサンゴ群集へのオニヒトデ大発生や大規模な白化現象による攪乱の影響は不明であった。大東地域のサンゴ礁を保全するためには、今あるサンゴ礁を保全し、攪乱要因などサンゴ礁に与える負荷をできるだけ少なくすることが最も重要である。また、地域ごとのサンゴ群集を守ることは、サンゴ群集の回復が見込めるなど、地球規模的なく乱に対しても有効である。さらにサンゴ礁の劣化に根本的に対処するために、オニヒトデの大発生と栄養塩類、白化現象と地球規模の気候変動、サンゴの病気と水質など可能性のある攪乱要因に

対して調査、研究することも重要である。

参考文献

Fabricius K. E. (2005) Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. Mar. Poll. Bull. 50, 125-146

沖縄県環境政策課 (2009) 平成 19 年度沖縄県環境白書. pp232

大見謝辰男・比嘉榮三郎・仲宗根一哉・満本裕彰 (2002) 赤土条例施行前後における沖縄沿岸の赤土等堆積状況比較. 沖縄県衛生環境研究所報 第 36 号

第5節 大東地域におけるサンゴ群集の現状と攪乱要因

＜大東地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因＞

大東地域のサンゴ被度は調査がほとんど行われていないため、不明である。2011年の調査では、大東地域のサンゴ被度はあまり高くなかった。

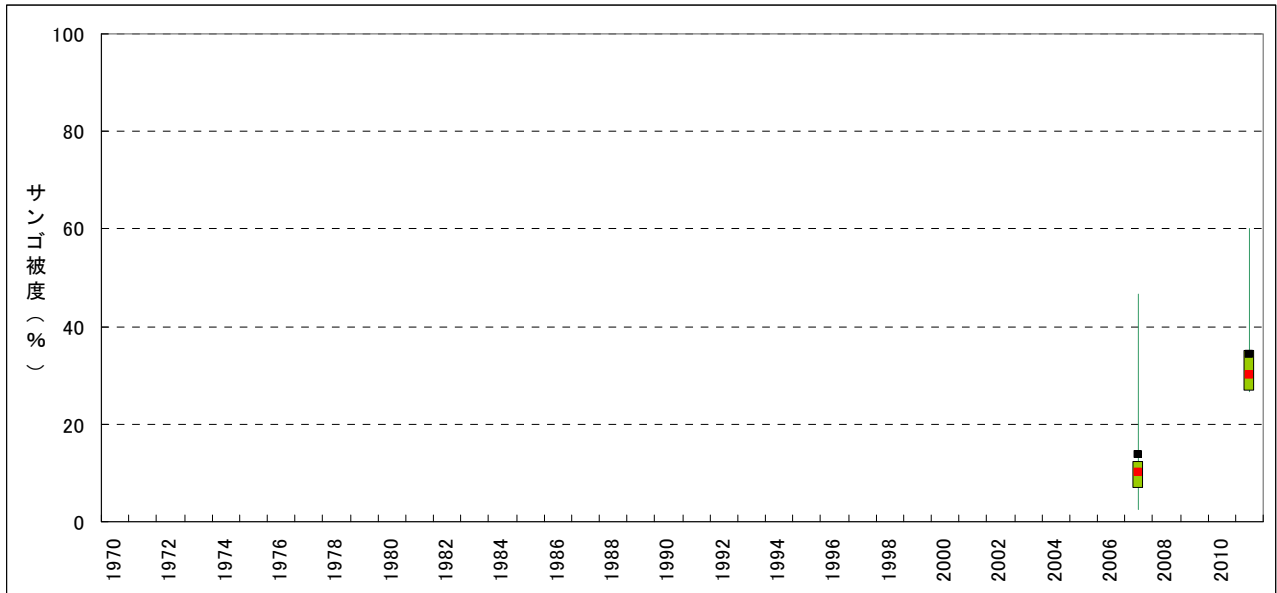


図4-5-1. 簡易遊泳観察法による大東地域のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は平均値、赤い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. サンゴ被度の変遷は調査がほとんど行われていないため不明である. 調査地点数が非常に少ない年もあることに注意が必要である.

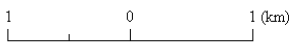
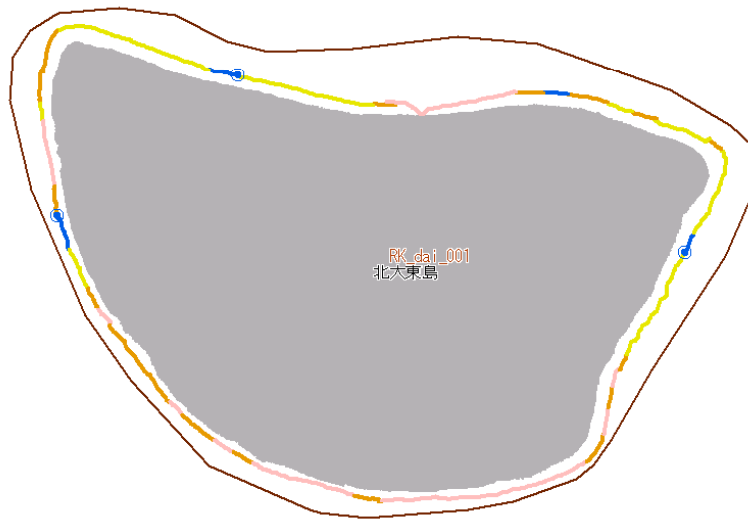
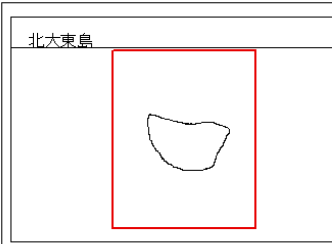
※中央値、第一四分位値、第三四分位値について

第一四分位数 (25 パーセンタイル) とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて 25%の位置にある数。中央値とは、観測値を大きさの順に並べたデータのちょうど中央にあるデータのこと、50 パーセンタイルに等しい。第三四分位数 (75 パーセンタイル) とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて 75%の位置にある数。

パーセンタイルとは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて全体の $100\alpha\%$ に位置する値を 100α パーセンタイルという ($0 \leq \alpha \leq 1$)。65 パーセンタイルであれば、最小値から数えて 65%に位置する値を指す。

＜大東地域のサンゴ礁地図＞

現在の大東地域のサンゴ礁地図を、現況調査結果をもとに作成した。礁池内のデータは環境省作成のサンゴ礁マップ 2008 年のデータに今回の現地調査の結果を重ね合わせ、埋め立て地については、過去の調査をもとに今回の整理した結果を用いた。陸域・海域区分はそれぞれ沖縄県環境保全課の「赤土等流出危険度予測評価システム」調査結果で作成された流域区分と、WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトで中井（2009）により作成された海域区分をもとに作成した。

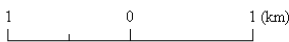
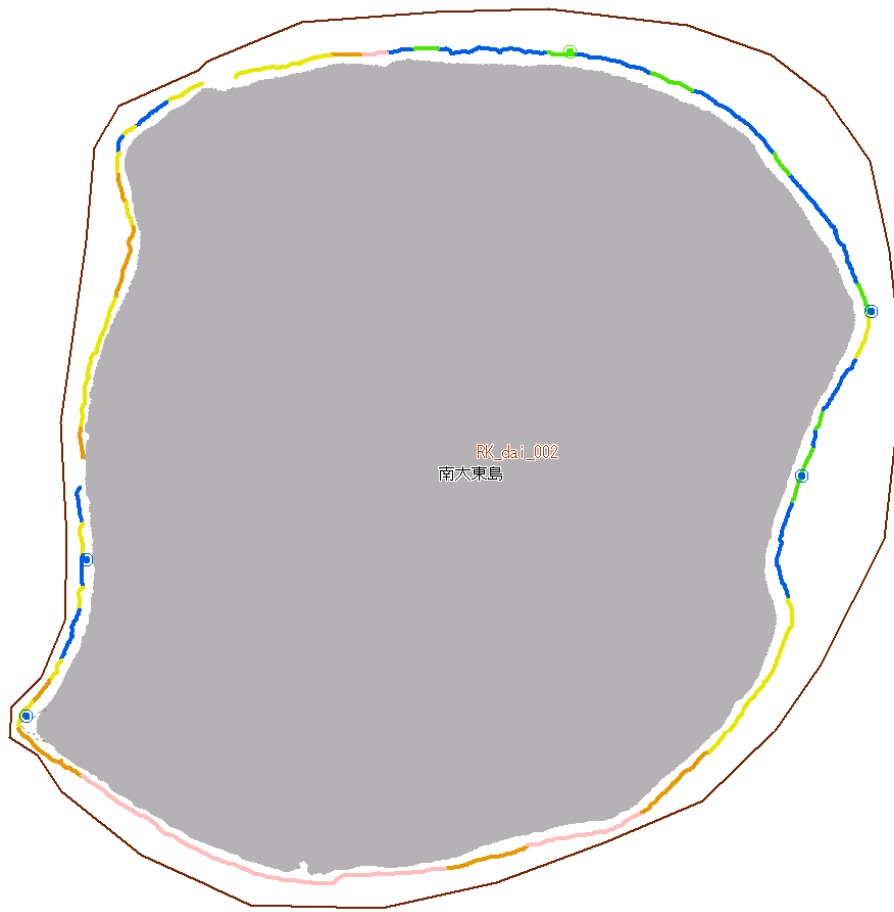
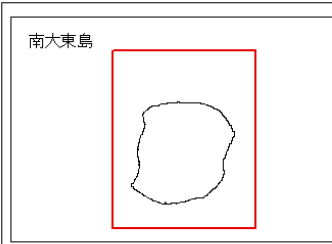


凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)
陸	5%未満
低潮線	5~50%
埋め立て浚渫	50%以上
陸域海域区分	

マンタ調査結果 (サンゴ被度)	スポットチェック調査 (サンゴ被度)
0~5%	5%未満
5~10%	5~10%
10~25%	10~25%
25~50%	25~50%
50~75%	50~75%
75~100%	75%以上

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
3. 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
4. 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
5. 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ礁分布図 (1/10万). 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書 (干潟・藻場・サンゴ礁調査) 第3巻サンゴ礁, <<http://www.biodic.go.jp/reports/reef/index.html>>
6. (独)国立環境研究所 (2009) 平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書. 環境省請負, 10pp



凡例

- 陸
- 低潮線
- 埋め立て浚渫
- 陸域海域区分

環境省2008年
調査結果
(サンゴ被度)

- 5%未満
- 5~50%
- 50%以上

マンタ 調査結果
(サンゴ被度)

- 0~5%
- 5~10%
- 10~25%
- 25~50%
- 50~75%
- 75~100%

スポット
チェック調査
(サンゴ被度)

- 5%未満
- 5~10%
- 10~25%
- 25~50%
- 50~75%
- 75%以上

この図は次の出典を参考にして作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
3. 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
4. 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
5. 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ礁分布図 (1/10万). 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書 (干潟・藻場・サンゴ礁調査) 第3巻サンゴ礁, <<http://www.biodic.go.jp/reports/reef/index.html>>
6. (独)国立環境研究所 (2009) 平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書. 環境省請負, 10pp

第5章 波照間島地域におけるサンゴ礁の現況と変遷

第1節 サンゴ礁の現況調査

1. 現況調査の方法

現況調査は、サンゴ礁の現況把握を目的に、サンゴ群集や各種攪乱要因などについて記録した。サンゴ礁地形は沖合の砕波帯となる礁縁に内と外とで大きく区分されるが、本調査においては、陸側の凹地を礁池、砕波帯から沖側を礁斜面として調査を行った。また、離礁における調査は礁池と同様に行った。礁斜面と礁池それぞれの場所でともに対象となるサンゴ群集の規模や特徴などに応じて、表5-1-1のとおりマンタ法及びスポットチェック法を使い分けて実施した。調査方法の詳細については「第2章 第1節 1. 現況調査の方法」を参照。

表5-1-1. サンゴ礁地形と調査方法.

	マンタ法	スポットチェック法
礁斜面	波照間島全域	良好なサンゴ群集
礁池(離礁)	広い範囲	狭い範囲

1-1. 現況調査の調査範囲

1-1-1. 礁斜面の調査範囲

波照間島の沿岸全周を調査範囲の対象とした(図5-1-1)。さらに、マンタ法で良好なサンゴ群集を確認した場合、その生息状況を把握するために適宜スポットチェック法を実施し、詳細な記録を行った。

1-1-2. 礁池の調査範囲

礁池ではすべての範囲を調査するには面的な調査が必要となり、予算的・労力的に実施するのは困難である。そこで表2-1-2に記した選定条件を用い既存情報から調査海域を絞り込み、最終的に検討委員会の確認を得て調査海域を決定し(図5-1-1)、調査を実施した。調査範囲が狭い場合はスポットチェック法による調査を行ない、広い場合はまずマンタ法を行い、良好なサンゴ群集を確認した場合その生息状況を把握するために適宜スポットチェック法を実施し、詳細な記録と写真の撮影を行った。



図5-1-1. 波照間島地域における礁斜面の調査測線.

1-2. 現況調査の調査方法

1-2-1. マンタ法

サンゴ群集の概要把握のため、マンタ法で調査を実施した。本事業では、観察者1名が船に曳航され、海底を観察し、調査項目を約2分毎に記録した。ただし、海底の生物群集等に変化がない場合には観察を継続し、変化する地点で区切って記録した。船は出来る限り（水深5m前後の）サンゴ礁礁縁に接近させ、地形に沿って3~4ノット（1.5~2.0m/秒）で走行した。調査項目の詳細については「第2章 第1節 1-2. 現況調査の調査手法」を参照。

1-2-2. スポットチェック法

スポットチェック法とは、複数の調査員がおおよそ50m四方の範囲を任意に15分間遊泳し、サンゴ類等の生物の生息状況を調査する方法である（環境省・日本サンゴ礁学会 2004）。

本事業では、観察者1名が調査地点周辺をスノーケリングにて15分間遊泳し調査を実施した。調査は環境省がモニタリングサイト1000事業で実施しているサンゴ礁調査（スポットチェック法）に準じて行い、サンゴ群集、サンゴ類に影響を与える攪乱の度合い、底質、魚類等について観察記録し状況写真を撮影した。調査項目の詳細については「第2章 第1節 1-2. 現況調査の調査手法」を参照。

1-3. 現況調査の実施時期

現況調査は、2010年4月に実施した。

表5-1-2. マンタ調査の調査時期と主な調査海域.

調査時期	主な地域
4月中旬	波照間島

表5-1-3. スポットチェック調査の調査時期と主な調査海域.

調査時期	主な地域
4月中旬	波照間島

参考文献

環境省、日本サンゴ礁学会 編（2004）日本のサンゴ礁 財団法人自然環境研究センター
国土交通省、国土数値情報（平成22年度行政区域データ）<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
（財）日本水路協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

2. 現況調査の結果

調査結果は、以下に各調査項目について2つの手法（マンタ法・スポットチェック法）で得られた内容を合わせて整理し、現在の波照間島周辺のサンゴ礁の概要をまとめた。なお、調査結果を整理するにあたり、流域を元に分けた陸域区分と岬、水路、礁原（礁嶺）などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目して分けた海域区分を用い、両者をひとつの生態学的な単位として捉えた「陸域海域区分」作成しこれを用いた。「第4節波照間島地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析」の項で詳細を示す。

2-1. サンゴ群集に関する調査結果

波照間島地域におけるマンタ法調査の総調査距離（総曳航距離）は約17kmであった。スポットチェック調査は3地点で実施した。

2-1-1. サンゴ群集

(1) 被度（マンタ法）

マンタ法調査で記録されたサンゴ被度ランクの結果を色分けして図5-1-3に示す。マンタ法調査の総調査距離に対する各サンゴ被度ランクが確認された距離の割合は、0～5%が11.5%、5～10%が34.5%、10～25%が17.3%、25～50%が18.7%、50～75%が17.8%、75～100%が0.0%であった（表5-1-4）。全調査距離の6割以上が非常に低い～やや低い評価で、低い評価（被度5～10%）の割合が最も高かった。波照間島の南東側のサンゴ被度が低く、南西側は被度ランク50～75%が多く確認された（図5-1-3）。

表5-1-4. サンゴ被度ランク毎の調査距離に対する割合.

評価	被度ランク	調査距離17kmに対する割合(%)
非常に低い	0～5%	11.5
低い	5～10%	34.6
やや低い	10～25%	17.3
やや高い	25～50%	18.7
高い	50～75%	17.8
非常に高い	75～100%	0.0

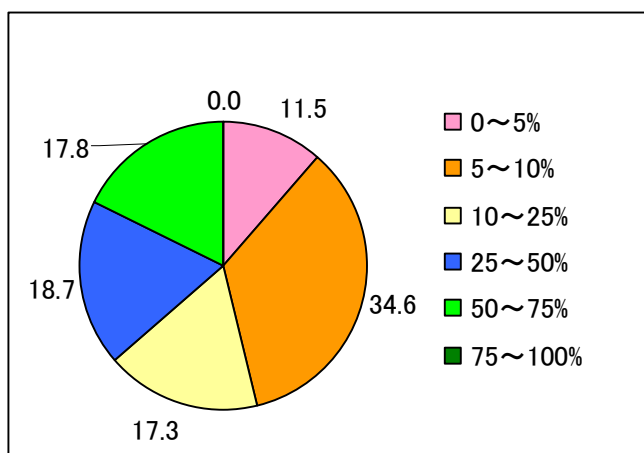


図5-1-2. サンゴ被度ランクの割合(%)。

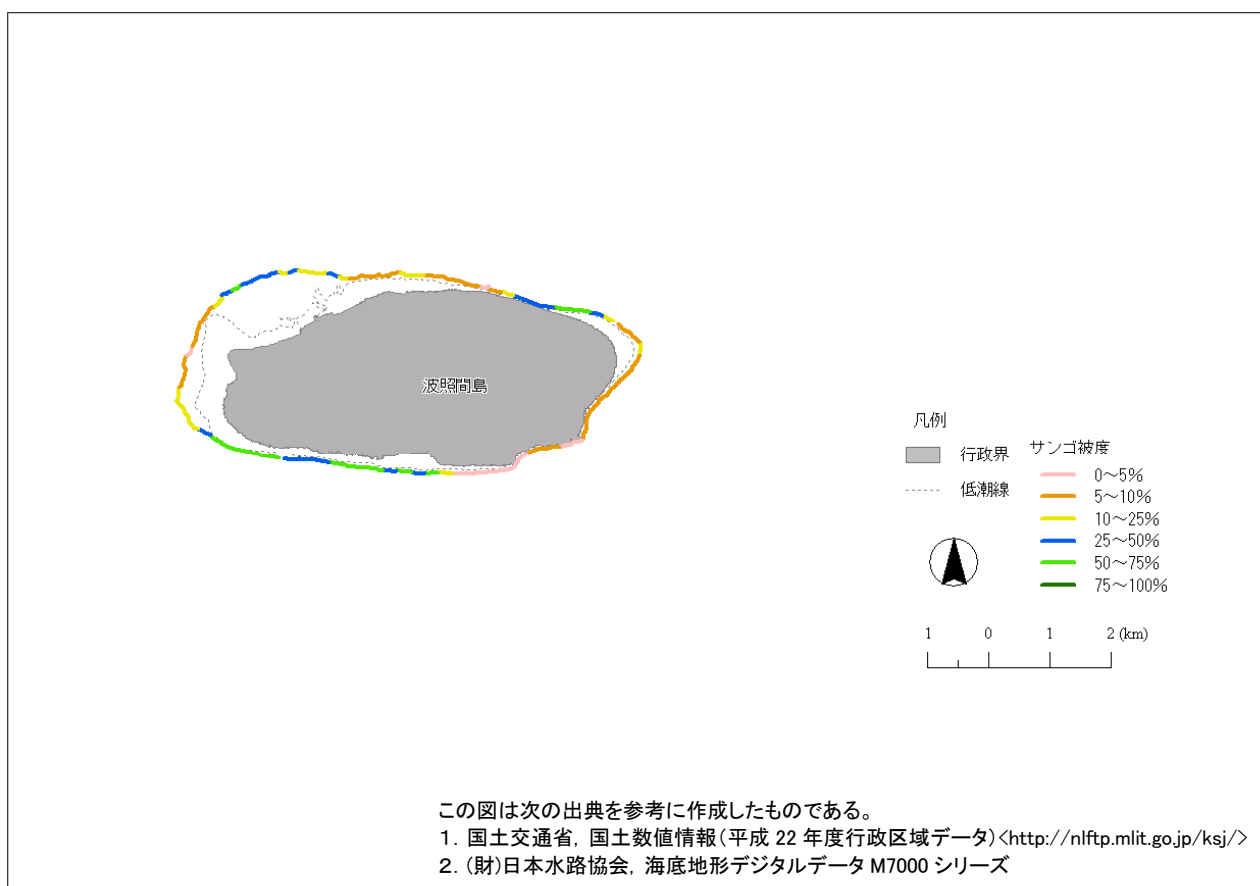


図5-1-3. 大東地域におけるマンタ法による調査結果(サンゴ被度)。

マンタ法調査で記録されたサンゴ被度ランクを、陸域区分と海域区分を用いて作成した陸域海域区分毎に平均化し整理した（図5-1-4）。図5-1-4および表5-1-5に示すとおり評価が非常に高い（被度75～100%）海域および高い（被度50～75%）海域は無かった。評価がやや低い（被度10～25%）海域は波照間島北側に分布し4海域で、非常に低い（被度5～10%）海域は波照間島南西側の1海域であった。

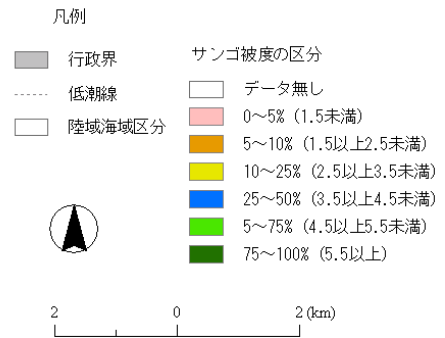
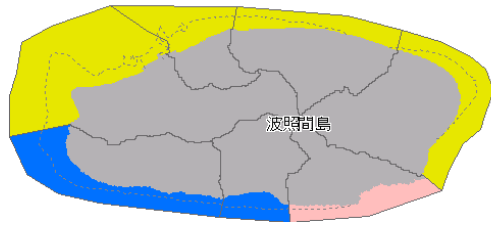
表5-1-5. サンゴ被度ランク毎の海域数と全海域数に対する割合.

評価	被度ランク	海域数	全7海域に対する割合(%)
非常に低い	0～5%	1	14.3
低い	5～10%	0	0.0
やや低い	10～25%	4	57.1
やや高い	25～50%	2	28.6
高い	50～75%	0	0.0
非常に高い	75～100%	0	0.0

波照間島地域のマンタ法調査では、総調査距離に対する25%未満のサンゴ被度ランクが確認された距離の割合は約6割であった。サンゴ被度ランク毎の海域は、やや低い海域（7海域中4海域）とやや高い海域（7海域中2海域）が混在していた。全体的に被度は高くないが、サンゴ被度50%以上の群集が確認された地域もあった（表5-1-6）。

表5-1-6. マンタ調査においてサンゴ被度50%以上が確認された地域.

	地域
波照間島地域	波照間空港北礁斜面、北浜礁斜面、ペムチ浜礁斜面、毛崎南礁斜面



図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の流域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図5-1-4. 波照間島地域におけるマンタ法によるサンゴ被度の陸域海域区分毎の集計結果.

(2) 優占種群 (マンタ法)

マンタ法調査における総調査距離に対する各優占種群が確認された距離の割合を図5-1-5に、優占種群を色分けして地図上に図示したものを図5-1-7に示す。各優占種群の割合は、ミドリイシ類が10.3%、コモンサンゴ類が7.3%、ハナヤサイサンゴ類が2.0%、ハマサンゴ類が0.0%、キクメイシ類が0.0%、その他が5.8%、多種混成が63.0%、優占無し*が11.6%であった(図5-1-5)。

優占種群の割合が最も高かった多種混成の群集はアナサンゴモドキ類とコモンサンゴ類やハマサンゴ類などの混成群集であった。

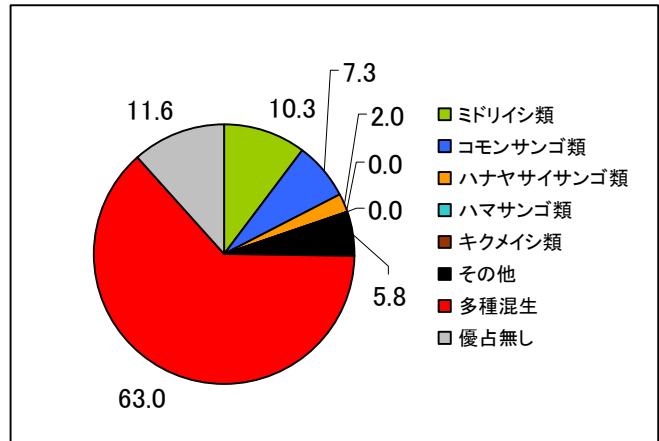


図5-1-5. 優占種群の割合(%)

※優占種群の「優占無し」はサンゴ類がほとんどいない場合にも適用

(3) 優占する群体形 (マンタ法)

マンタ法調査における総調査距離に対する各群体形が確認された距離の割合を図5-1-6に、優占する群体形を色分けして地図上に図示したものを図5-1-8に示す。各群体形の割合は、卓状が3.6%、枝状が0.0%、塊状が0.0%、準塊状が2.0%、被覆状が24.2%、葉状が0.0%、混成が56.4%、枝状・塊状が0.0%、その他が2.2%、無し*が11.6%であった(図5-1-6)。

優占する群体形の割合が最も高かった多種混成は、被覆状(コモンサンゴ類やアナサンゴモドキ類)と準塊状(ハナヤサイサンゴ類)や塊状(ハマサンゴ類)などの混成群集であった。

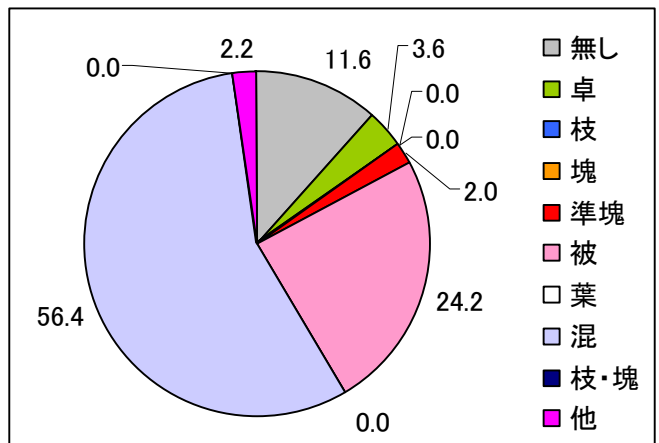


図5-1-6. 優占群体形ごとの割合(%)

※卓:卓状、枝:枝状、準塊:準塊状、塊:塊状、枝・塊:枝状と塊状、被:被覆状、葉:葉状、他:その他の形状、混:多種混成、無し:優先形状なし。

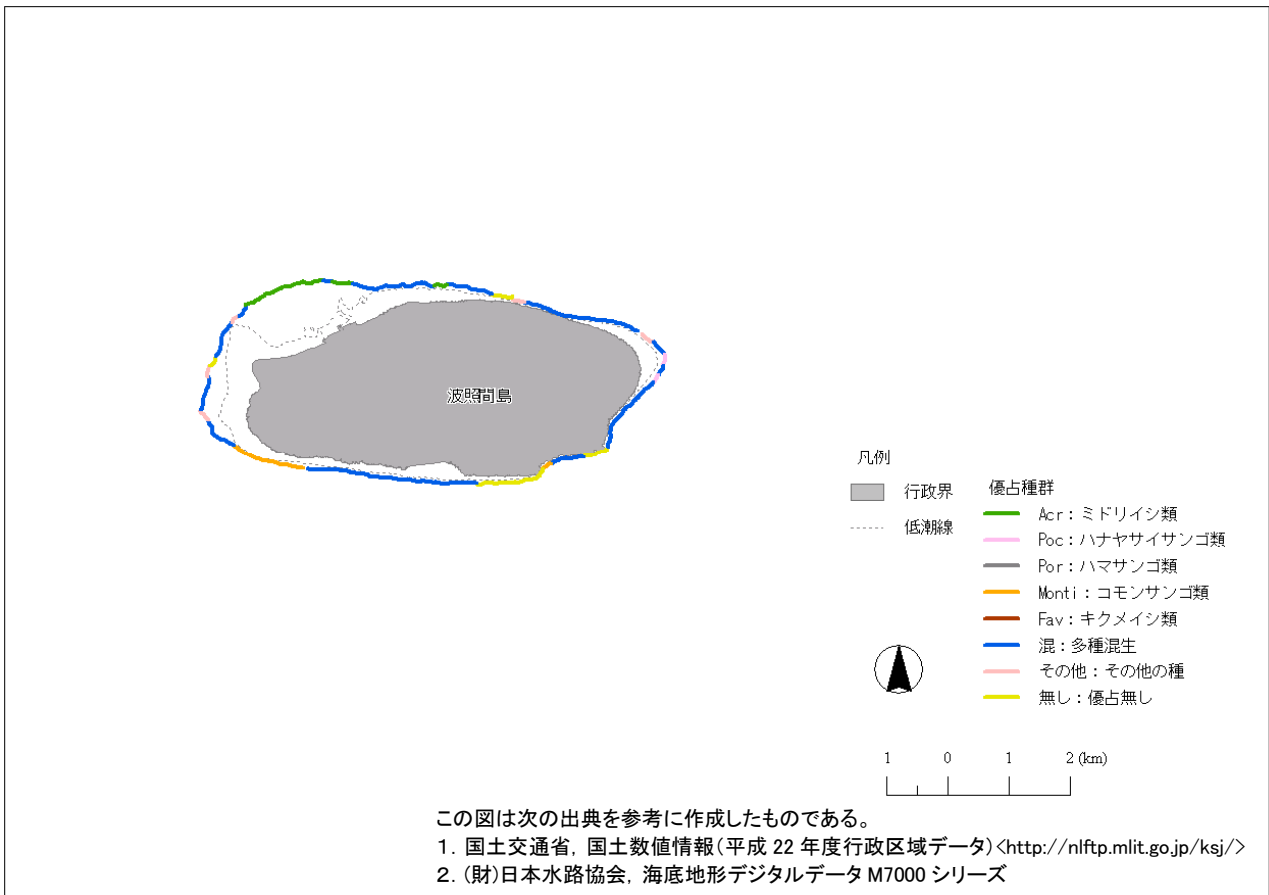


図5-1-7. 波照間島地域におけるマンタ法による調査結果(優占種群).

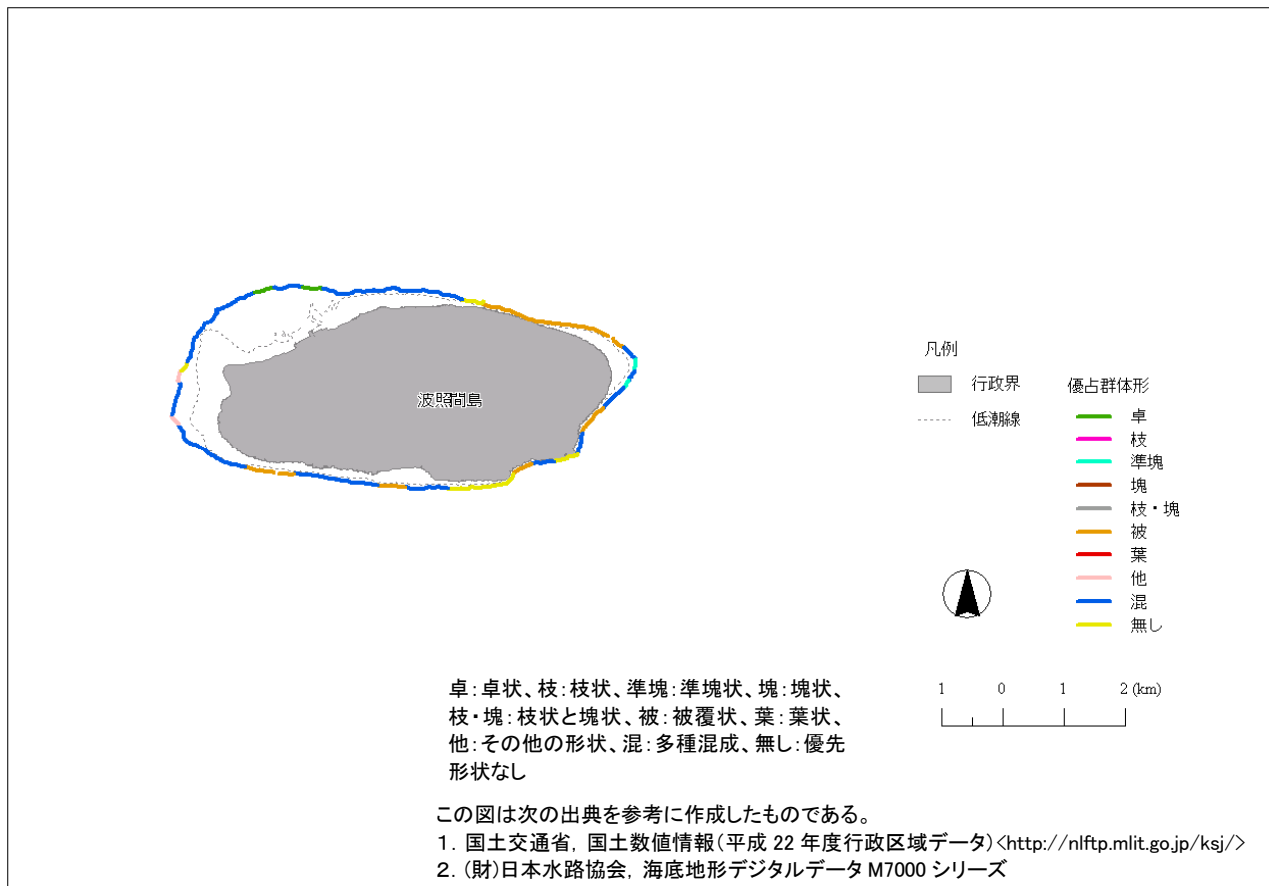


図5-1-8. 波照間島地域におけるマンタ法による調査結果(優占群体形).

(4) ミドリイシ類の優占群体直径 (マンタ法)

する各卓状ミドリイシ優占群体直径ランクが確認された距離の割合を図5-1-9に、色分けして地図上に図示したものを図5-1-10に示す。各卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合は、5cm未満が4.3%、5~20cmが66.7%、20~50cmが19.4%、50~100cmが0.0%、100cm以上が0.0%であった(図5-1-9)。

波照間島地域における卓状ミドリイシ優占群体直径ランクは、5~20cmが全体の6割以上を占めることから、近年何らかの攪乱(特にオニヒトデによる攪乱)を受けたことが示唆される。(図5-1-10)。

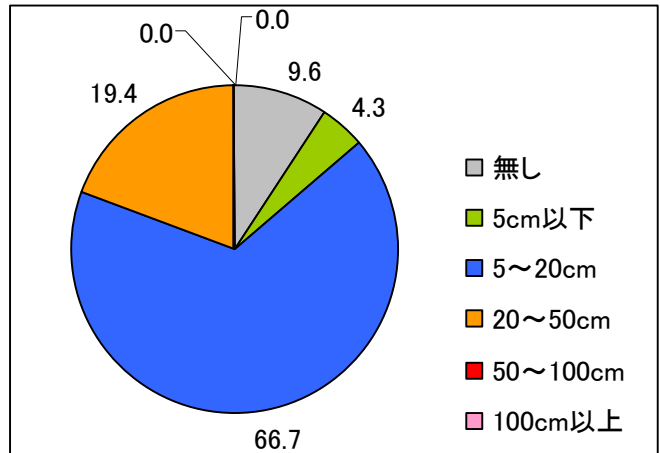


図5-1-9. 卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合(%).

「無し」は卓状ミドリイシ類以外のサンゴ種群が優占し、卓状ミドリイシ類が全くみられない場合にも適用

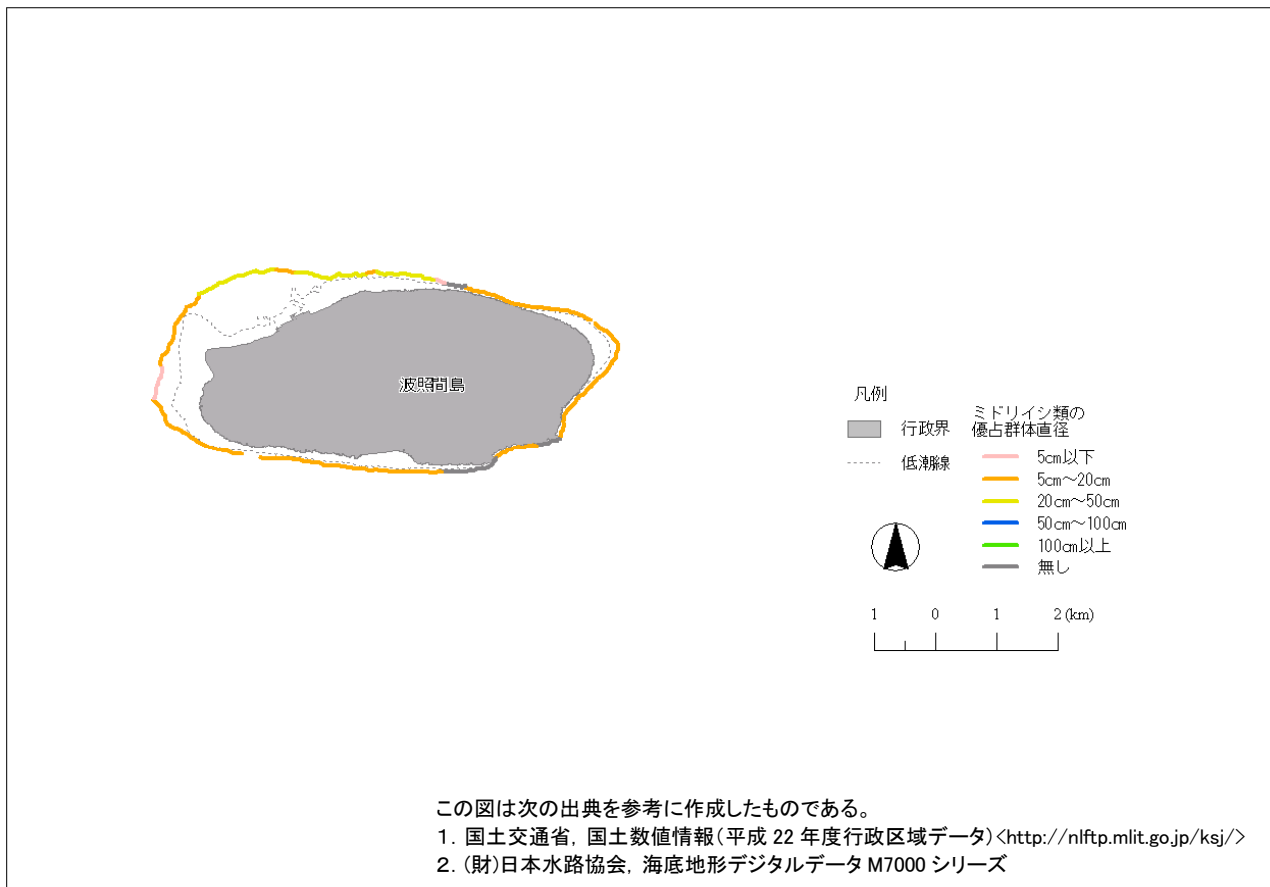


図5-1-10. 波照間島地域におけるマンタ法による調査結果(ミドリイシ類の優占群体直径).

(5) 被度 (スポットチェック法)

スポットチェック調査によるサンゴ被度の結果を図5-1-11に示す。スポットチェック調査は、主にサンゴ被度が高いと予想された狭い範囲の地点を抽出して実施されており、波照間島地域のサンゴ被度を概観するものではないことに留意する必要がある。

被度の高い (被度 50%以上) 地点は、波照間島北西礁斜面の1地点だけだった (表5-1-7)。

表5-1-7. サンゴ被度が50%以上の地点が確認された地域.

地点	
波照間島地域	波照間島北西礁斜面

波照間島地域のスポットチェック調査で確認された特徴的なサンゴ群集を以下に記述する。

波照間島北では、卓状と枝状のミドリイシ類が優占する被度 53.3%のサンゴ群集や (sp110415k098)、被度 46.7%のサンゴ群集 (sp110415k097) が確認された。

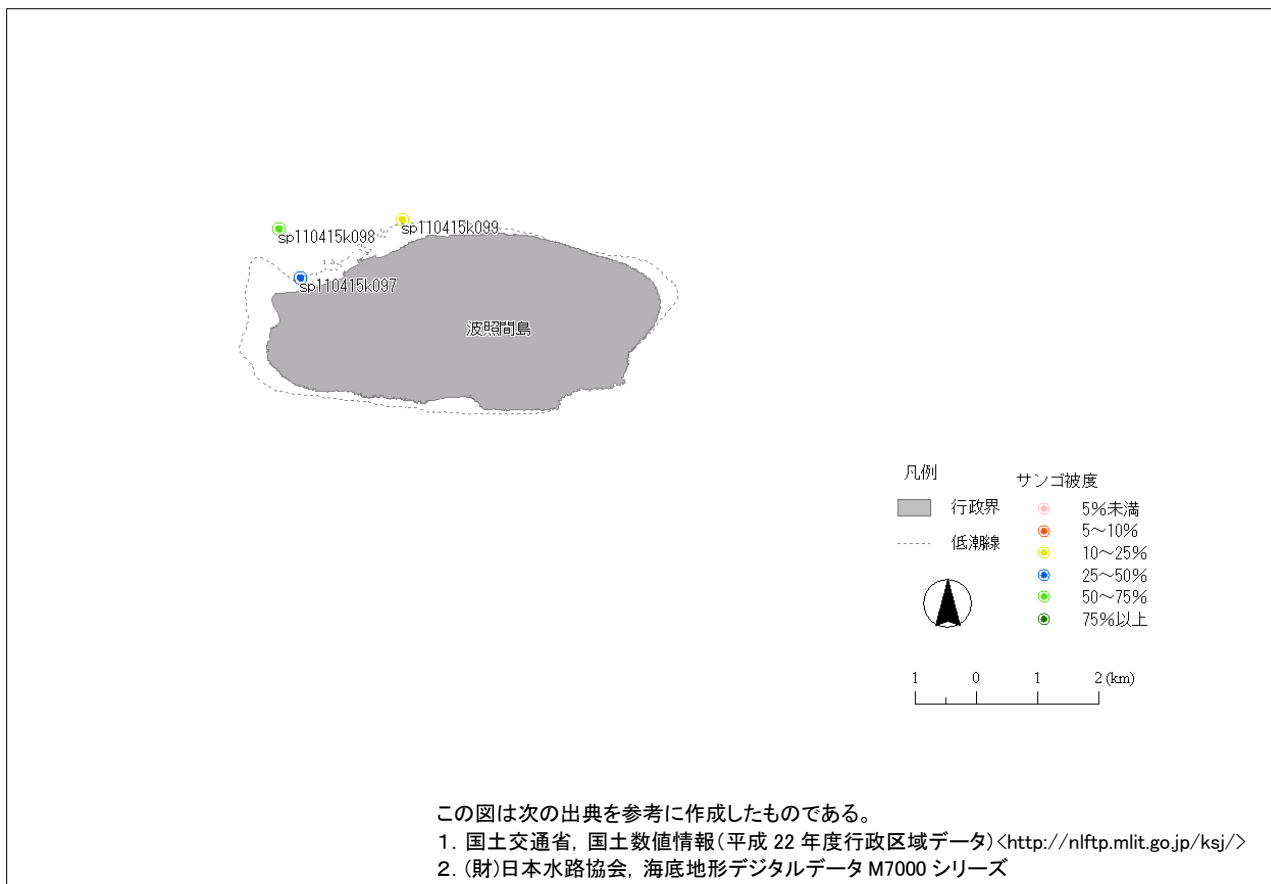


図5-1-11. 波照間島地域におけるスポットチェック法によるサンゴ被度.

マンタ法調査やスポットチェックで確認されたすばらしいサンゴ群集(一部)

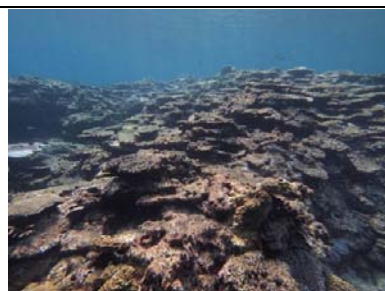


波照間島北
(sp110415k098)



波照間島北
(sp110415k97)

マンタ法調査やスポットチェックで確認された低い被度のサンゴ群集(一部)



波照間島北
(sp110415k099)

(6) 大型卓状ミドリイシ群体直径 (スポットチェック法)

波照間島地域におけるスポットチェック調査による大型卓状ミドリイシ群体最大直径は、50cm 以上 100cm 以下の大きさが1地点、100cm 以上の大きさが2地点であった(図5-1-12, 図5-1-13)。調査を行った全ての地点で、直径 100cm 以上の群体が観察された。

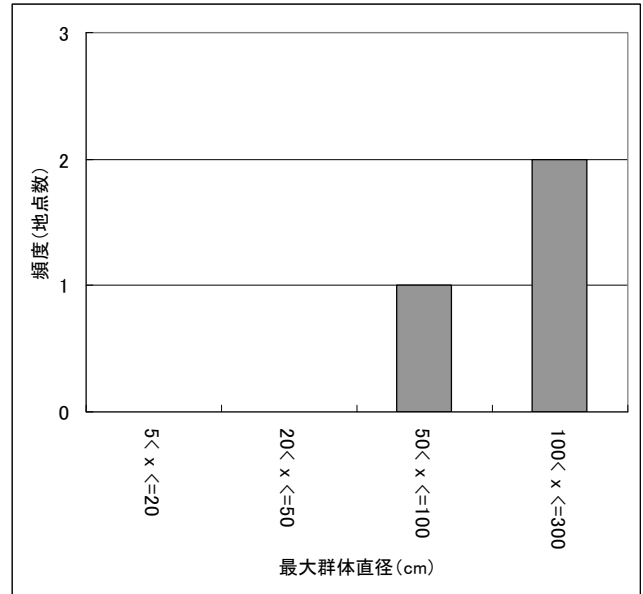


図5-1-12. 卓状ミドリイシ群体最大直径.

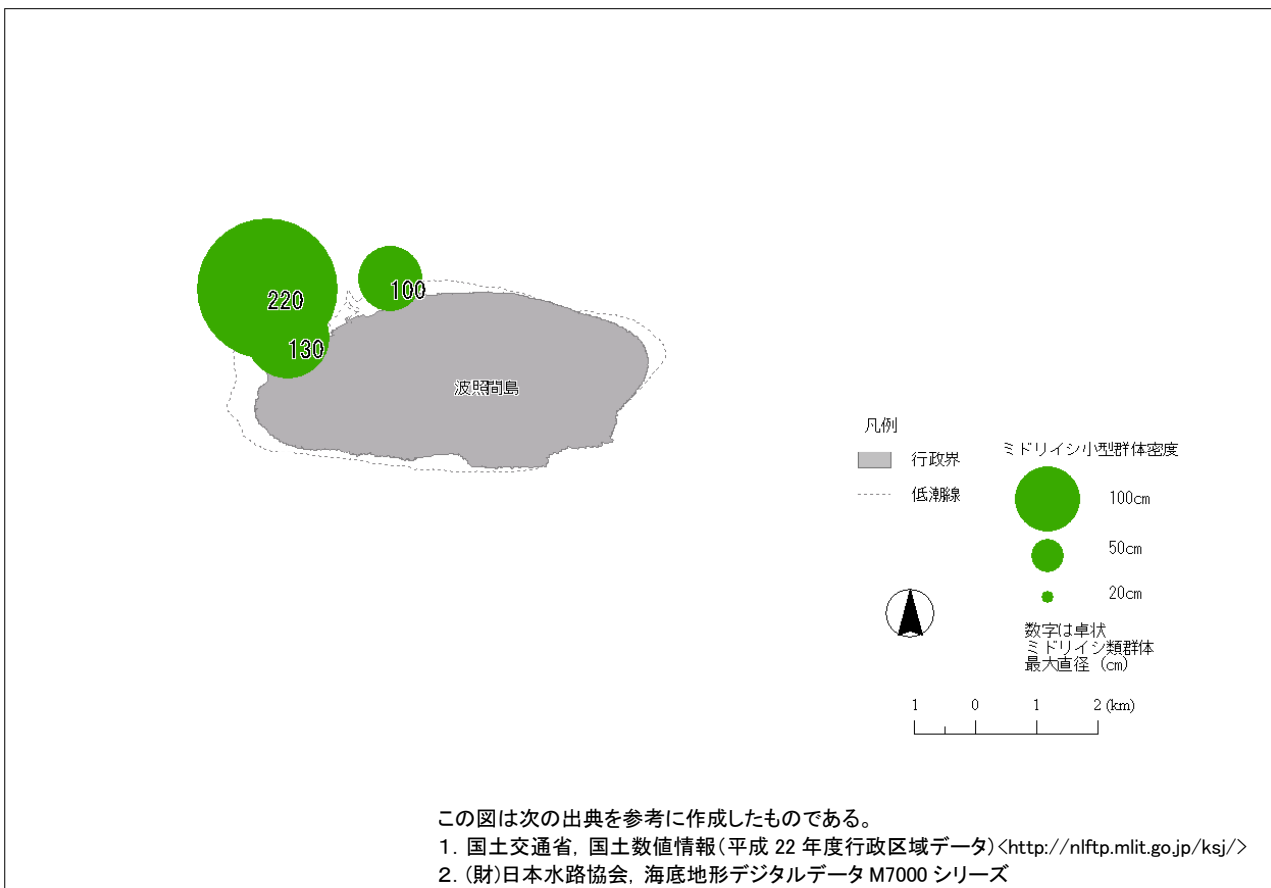


図5-1-13. 波照間島地域におけるスポットチェック法による卓状ミドリイシ類大型群体直径最大値 (cm)

(7) ミドリイシ小型群体密度 (スポットチェック法)

波照間島地域におけるスポットチェック調査によるミドリイシ小型群体密度は、 0.25m^2 あたり0~2群体がほとんどであった(図5-1-14, 図5-1-15)。

ミドリイシ小型群体平均密度が2群体/ 0.25m^2 以上の地点は、波照間島北礁斜面の1地点のみであった。

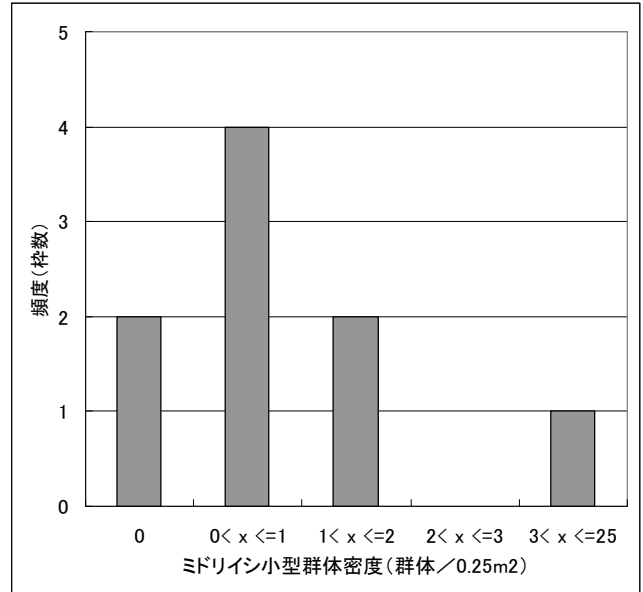


図5-1-14. ミドリイシ小型群体密度

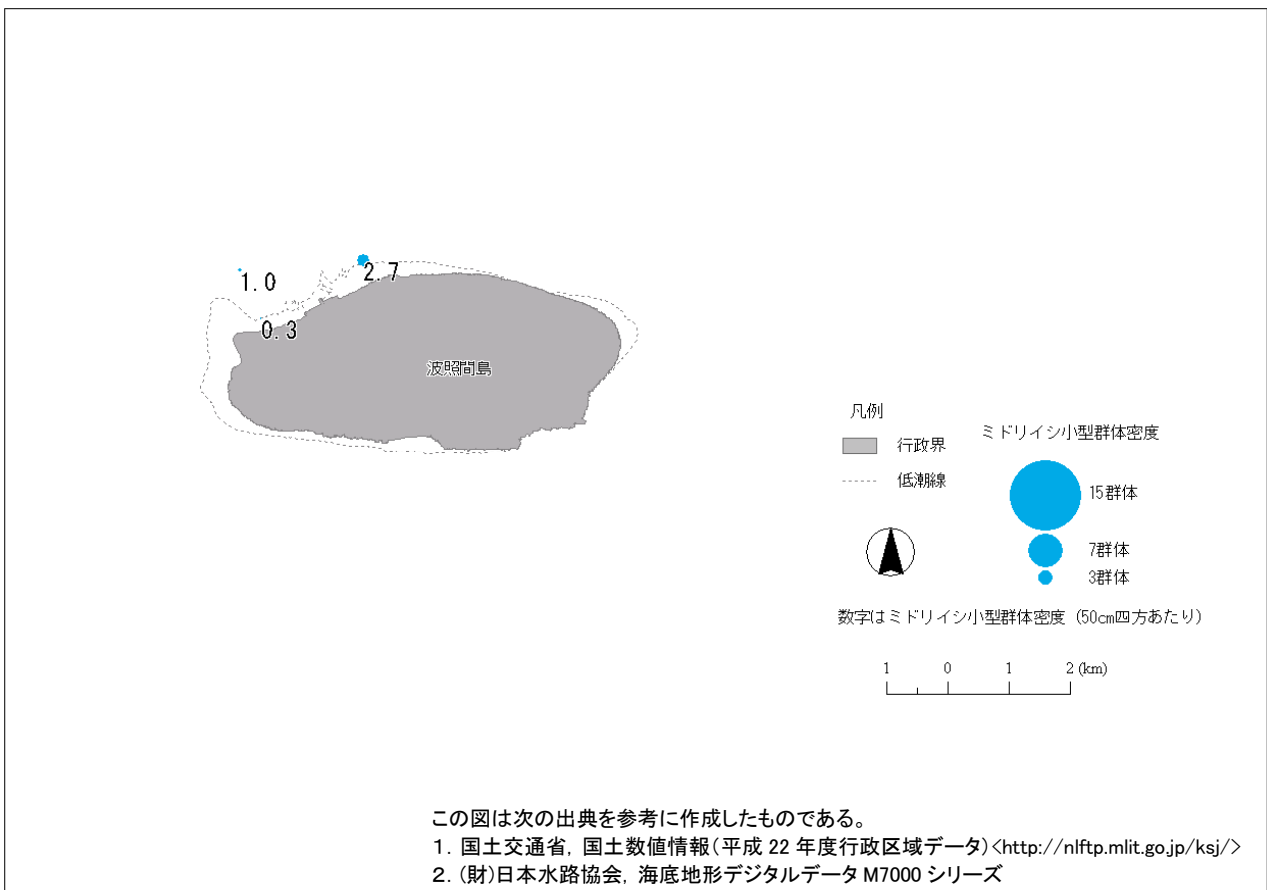


図5-1-15. 波照間島地域におけるスポットチェック法によるミドリイシ類小型群体密度 (個/ 50cm 四方)

2-1-2. 白化現象

波照間島地域ではマンタ法調査においてサンゴの白化は確認されていない（表5-1-8、図5-1-16）。波照間島地域の調査では、調査時期が主に4月上旬であり、過去に大規模な白化現象が確認された時期ではない（8~10月）。調査を実施した時期や場所以外に白化していたかどうかは不明である。

表5-1-8. マンタ調査での白化の程度毎の距離に対する割合(%)。

		白化	白化で死亡	ミドリイシ類の白化	白化したミドリイシ類の死亡
白化していない割合	0%	100.0	100.0	100.0	100.0
白化の程度(白化したサンゴ群集の割合)毎の割合	5%	0.0	0.0	0.0	0.0
	10%	0.0	0.0	0.0	0.0
	20%	0.0	0.0	0.0	0.0
	30%	0.0	0.0	0.0	0.0
	40%	0.0	0.0	0.0	0.0
	50%	0.0	0.0	0.0	0.0
	60%	0.0	0.0	0.0	0.0
	70%	0.0	0.0	0.0	0.0
	80%	0.0	0.0	0.0	0.0
	90%	0.0	0.0	0.0	0.0
	100%	0.0	0.0	0.0	0.0
	N.D.	0.0	0.0	0.0	0.0

N.D.はデータ無し

2-1-3. 病気

波照間島の北東と南西の礁斜面で、骨格異常が確認された（表5-1-9、図5-1-17）。

表5-1-9. マンタ調査で確認された病気の影響を受けているサンゴ群集の割合(%)。BBBはブラックバンドディズィーズ、WSはホワイトシンドローム。

	割合(%)
無し	89.06
BBD	0.00
WS	0.00
骨格異常	10.94
その他	0.00
N.D.	0.00

N.D.はデータ無し

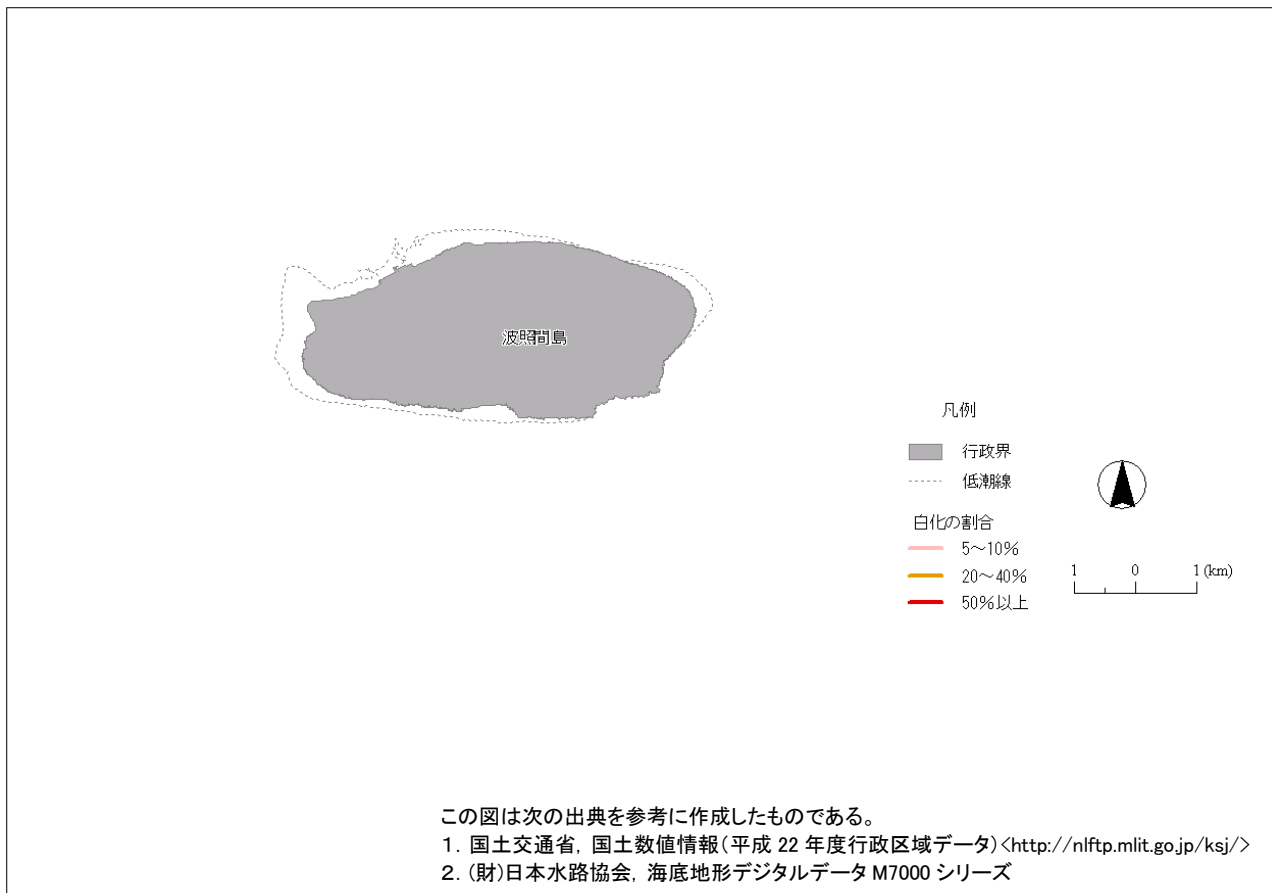


図5-1-16. 波照間島地域におけるマンタ法によるサンゴの白化割合.

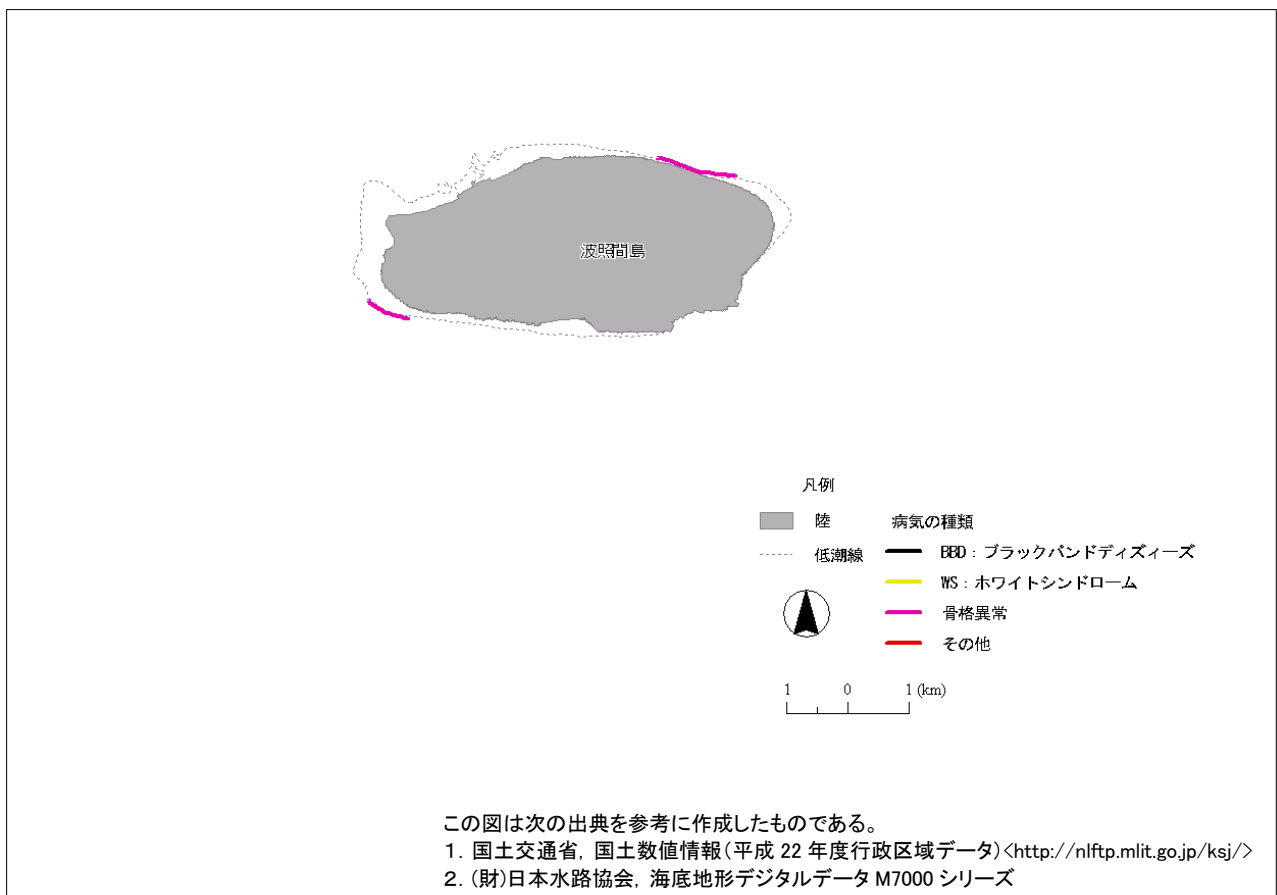


図5-1-17. 波照間島地域におけるマンタ法による病気の分布.

2-2. サンゴ以外の生物調査結果

2-2-1. 食害生物

サンゴを捕食することで、サンゴ群集に大きな被害を及ぼすオニヒトデおよびサンゴ食巻貝類、そしてときに広範囲にサンゴを覆い殺すテルピオス（被覆状のカイメン類）について、以下に整理した。

(1) オニヒトデ

オニヒトデはサンゴを捕食するため、大発生した際に大きな打撃をサンゴ群集に与える。今回はマンタ法調査、スポットチェック調査ともに、オニヒトデの個体数とその大きさ、食痕数を調査した。オニヒトデの食痕は、1個体が複数の食痕を残している場合があるため、1かたまりとなった複数の食痕は1つとしてカウントした。

今回のマンタ法調査で確認された、波照間島地域におけるオニヒトデ個体数を図5-1-18に、食痕数を図5-1-20に、マンタ法調査により確認されたオニヒトデの個体数および食痕数を、陸域海域区分毎に平均化した結果を図5-1-19と図5-1-21に示す。波照間島周辺ではオニヒトデは確認されていないが、食痕が全体的に確認されており、特に北側に多い。食痕の陸域海域区分の平均も、北側の食痕数が多く、波照間漁港の東側で最大となっている。

スポットチェック調査によるオニヒトデ個体数（個体数/15分）の結果を図5-1-22に示す。波照間島周辺では、オニヒトデは確認されなかった。

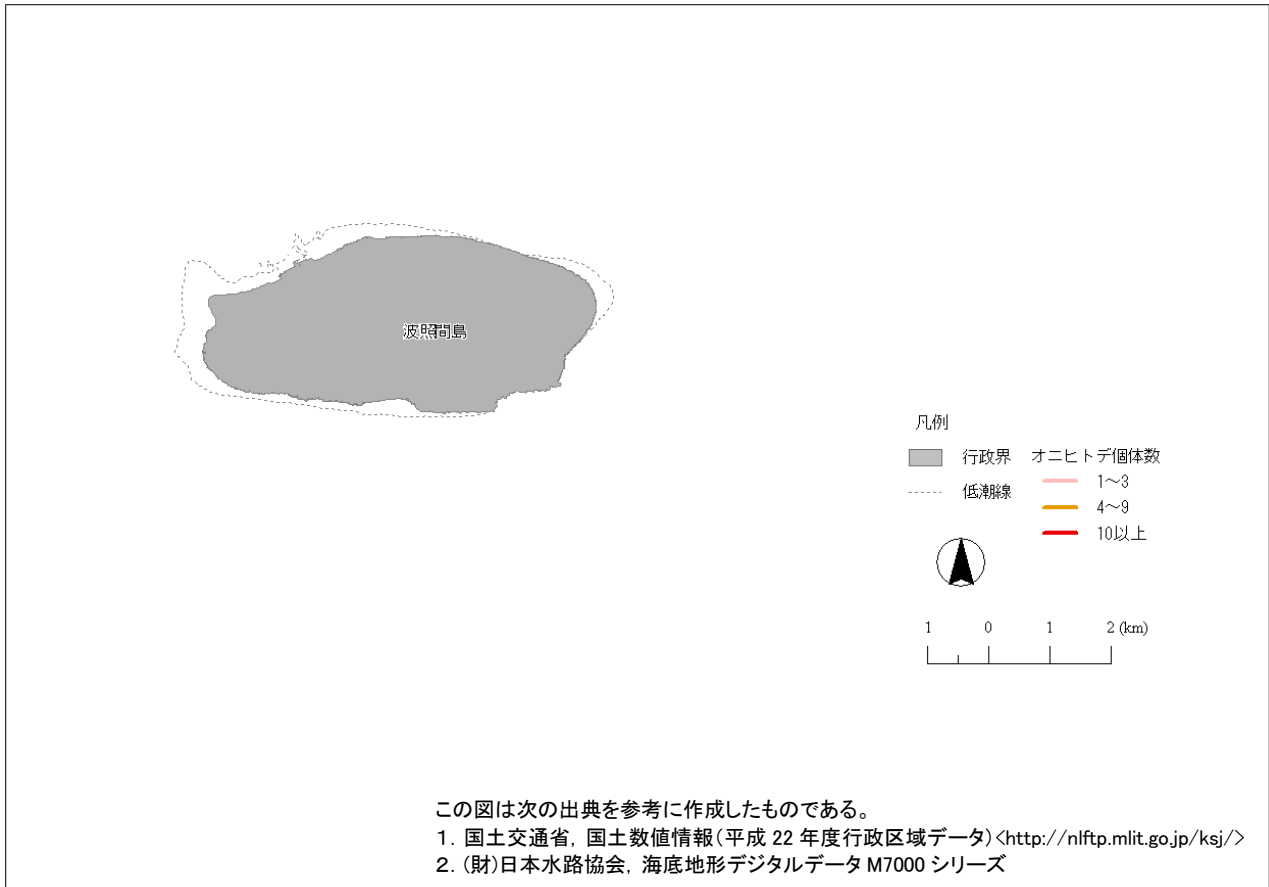


図5-1-18. 波照間島地域におけるマンタ法によるオニヒトデ個体数(個/区間).

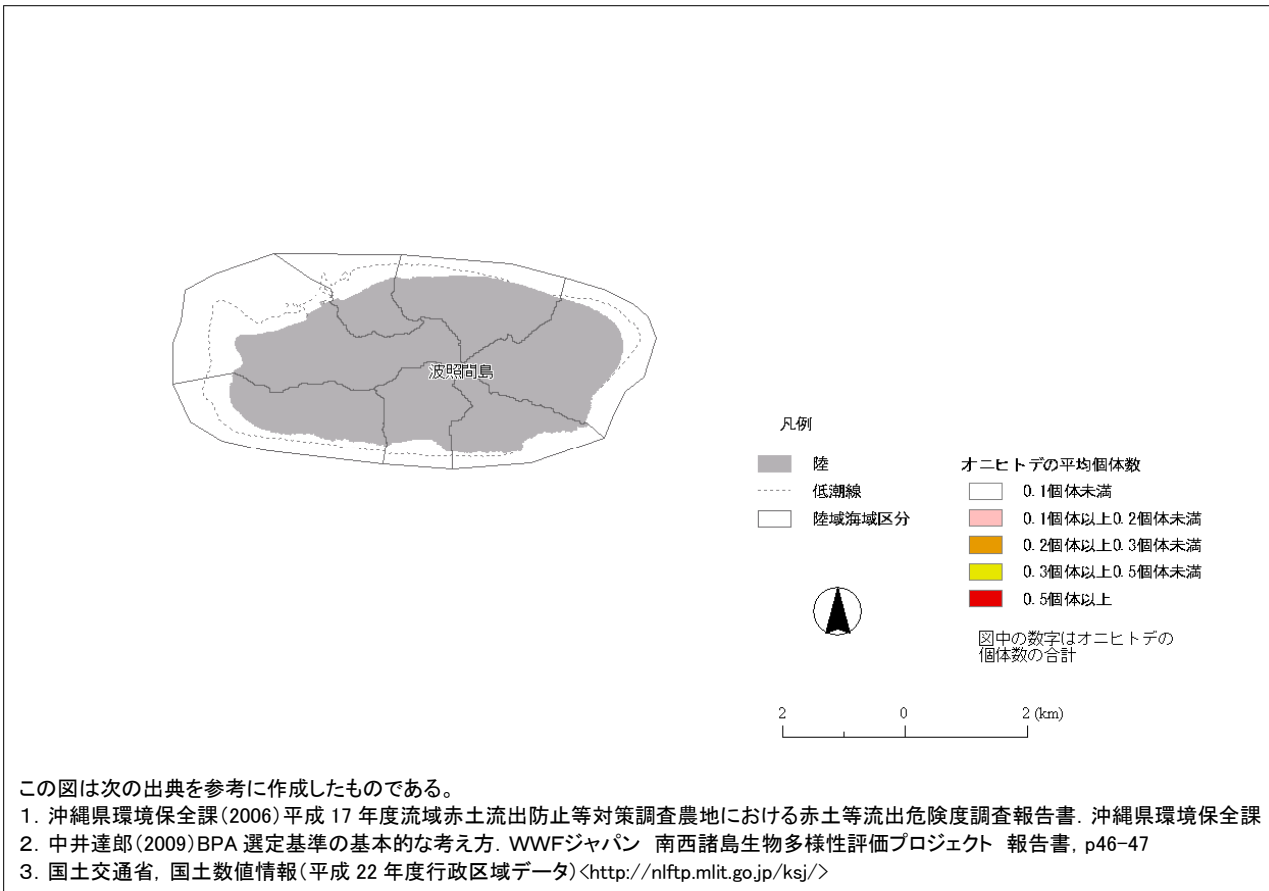


図5-1-19. 波照間島地域におけるマンタ法による陸域海域区分毎のオニヒトデ個体数平均ランク.

図中の流域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の流域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

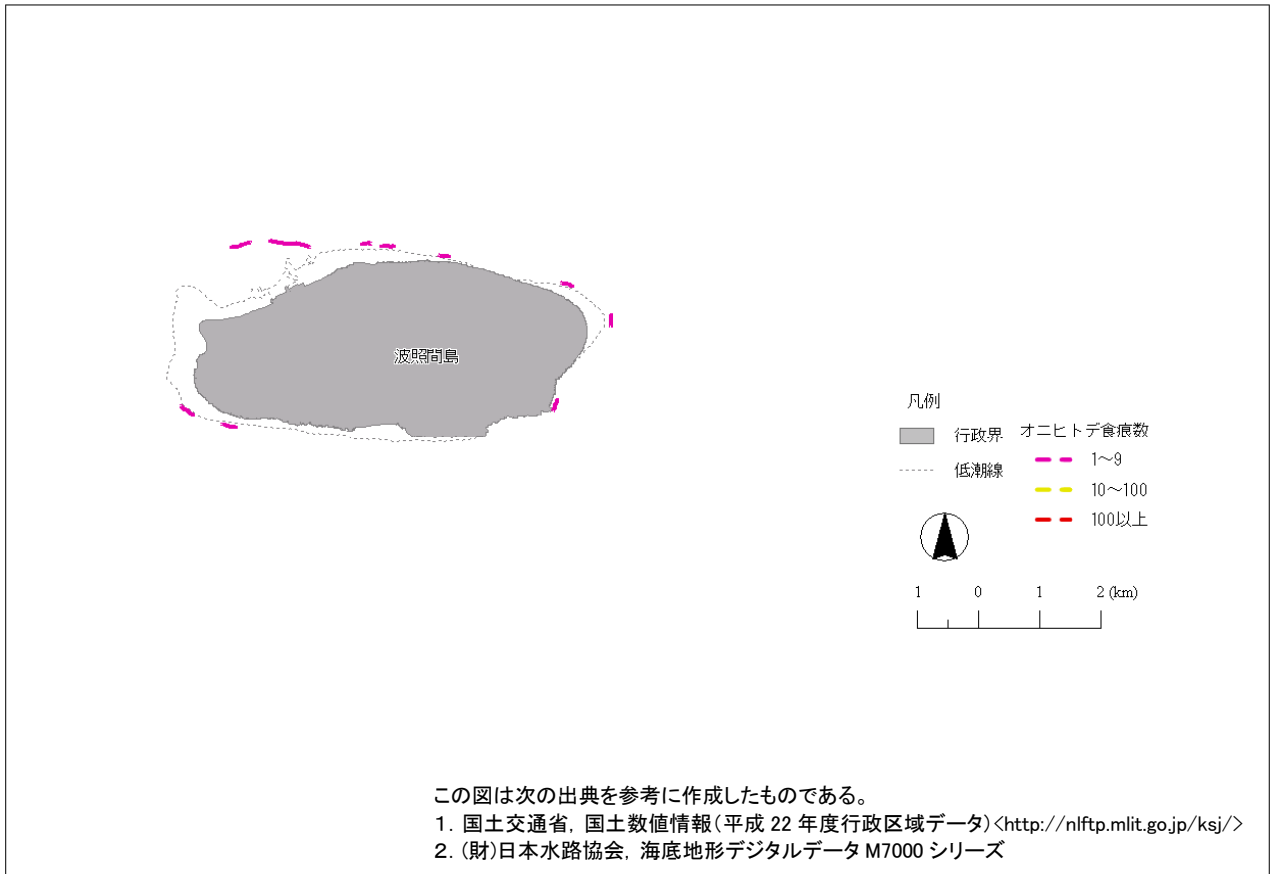


図5-1-20. 波照間島地域におけるマンタ法によるオニヒトデ食痕数(個/区間).

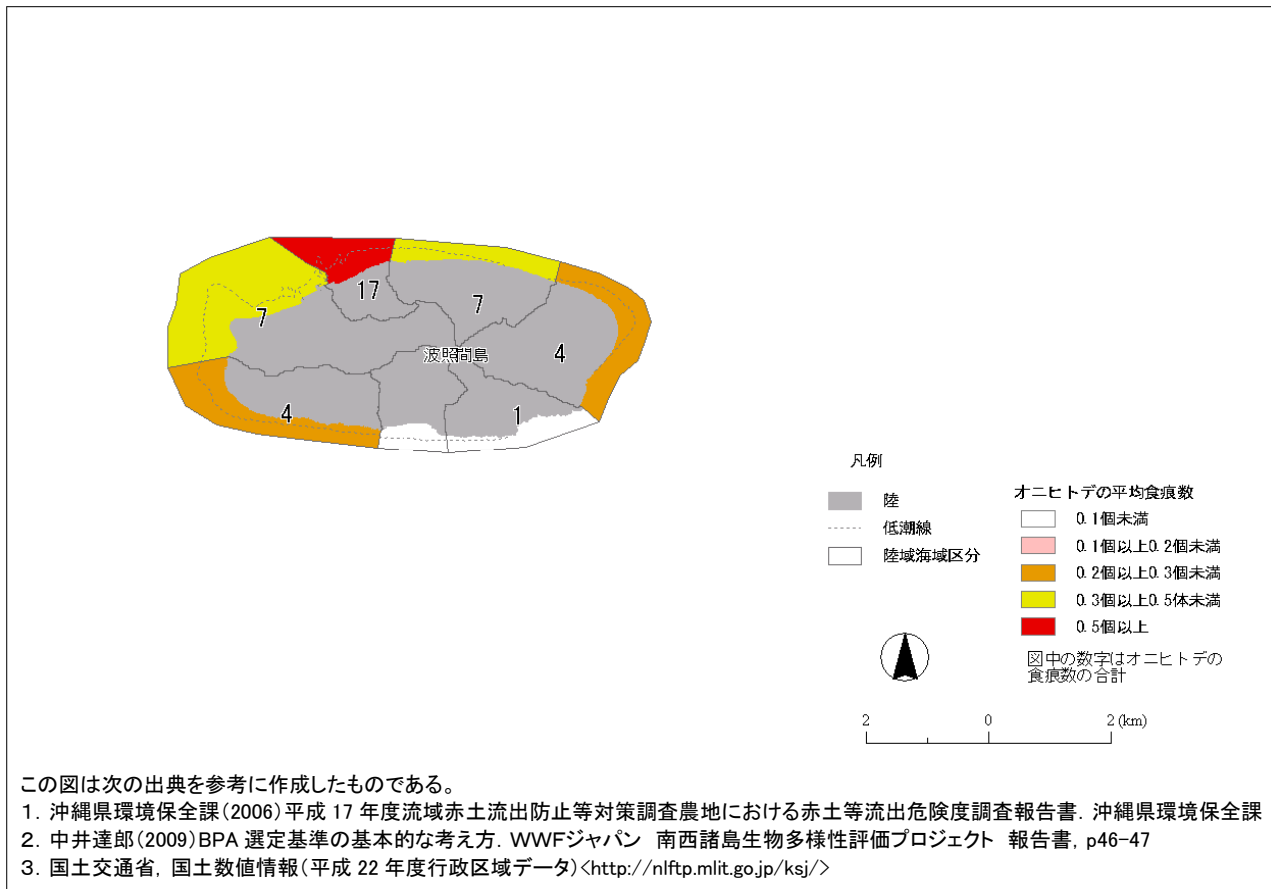


図5-1-21. 波照間島地域におけるマンタ法による陸域海域区分毎のオニヒトデ食痕数平均ランク.

図中の流域/海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の流域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

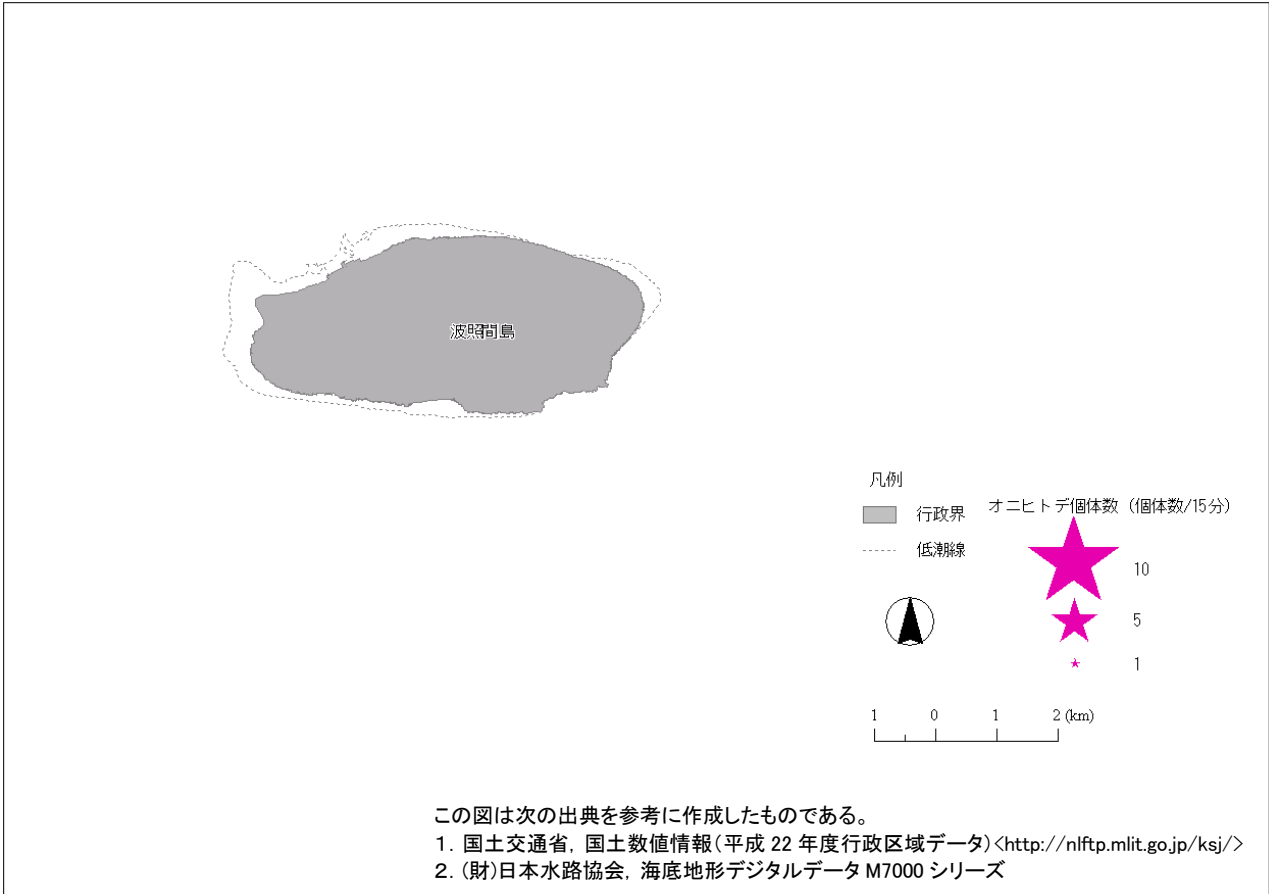


図5-1-22. 波照間島地域におけるポットチェック法によるオニヒトデ個体数(個/15分).

(2) サンゴ食巻貝類

マンタ法調査において、サンゴ食巻貝類に影響を受けているサンゴは確認されなかった(表5-1-10)。

(3) テルピオス

マンタ法調査において、テルピオスに影響を受けているサンゴは確認されなかった(表4-1-10)。

表5-1-10. サンゴ食巻貝類及びテルピオスの影響を受けているサンゴ群体の割合(%). (総区間数に対する各ランクの割合)

	0	<10	10~100	>100
サンゴ食巻貝類	100.0	0.0	0.0	0.0
テルピオス	100.0	0.0	0.0	0.0

(4) 波照間島地域における食害生物の状況

波照間島周辺ではマンタ法調査やスポットチェック調査ではオニヒトデ個体は確認されていないが、食痕が島の北側で多く確認されている。今後もオニヒトデの発生状況を確認しながら、必要に応じて集中的な駆除などの対策を検討する必要がある。

波照間島地域では、サンゴ群集に影響を与えるようなサンゴ食巻貝類やテルピオスの大発生は確認されていない。

2-2-2. その他の生物

(1) ソフトコーラル

波あたりや水質などの環境条件によって、サンゴと同所的に出現し、同時に競争的な底生生物であるソフトコーラルをマンタ法で調査した。調査の結果を被度ランク別の割合で表5-1-11に示す。全体の約8割は、5%以下の低い被度であった。ソフトコーラルの被度ランクが高かった場所はなかった(図5-1-23)。

表5-1-11. マンタ法で確認されたソフトコーラルの各被度ランクの割合(%)。
(総区間数に対する各被度ランクの割合)

被度ランク	割合(%)
0~5%	78.3
5~10%	21.7
10~25%	0.0
25~50%	0.0
50~75%	0.0
75~100%	0.0

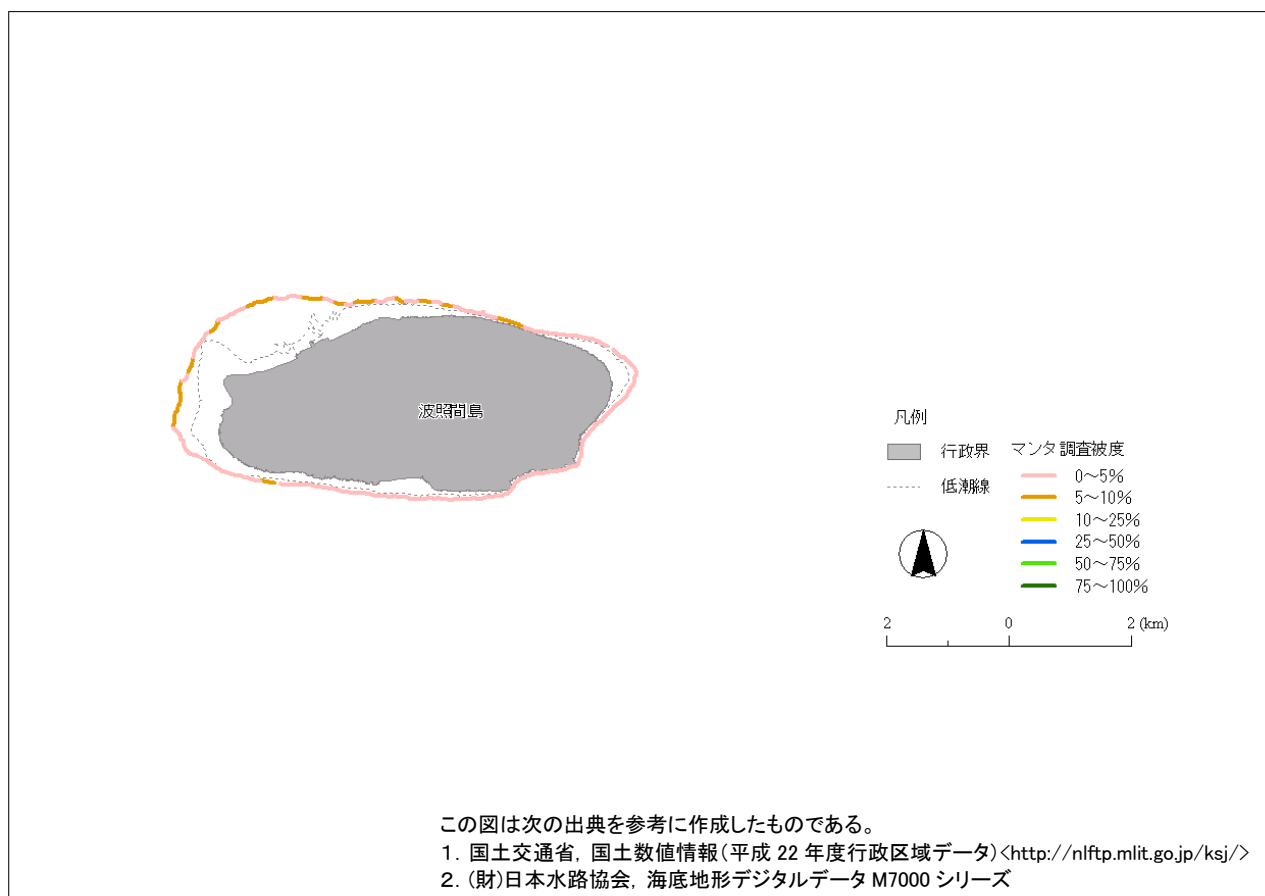


図5-1-23. 波照間島地域におけるマンタ法によるソフトコーラル被度(%)。

(2) 海藻草類

波あたりや水質などの環境条件によって、サンゴと同所的に出現し、同時に競争的な底生生物である海藻草類をマンタ法で調査した。調査の結果を被度ランク別の割合で表5-1-12に示す。

海藻類は、全体の約9割は被度ランク0~5%の低い被度であった(表5-1-12、図5-1-24)。

海草類は、波照間島地域では確認されていない(表5-1-12、図5-1-25)。

表5-1-12. マンタ調査で確認された海草藻類の各被度ランクの割合(%). (総区間数に対する各被度ランクの割合)

被度ランク	海藻	海草
0~5%	95.7	100.0
5~10%	4.3	0.0
10~25%	0.0	0.0
25~50%	0.0	0.0
50~75%	0.0	0.0
75~100%	0.0	0.0

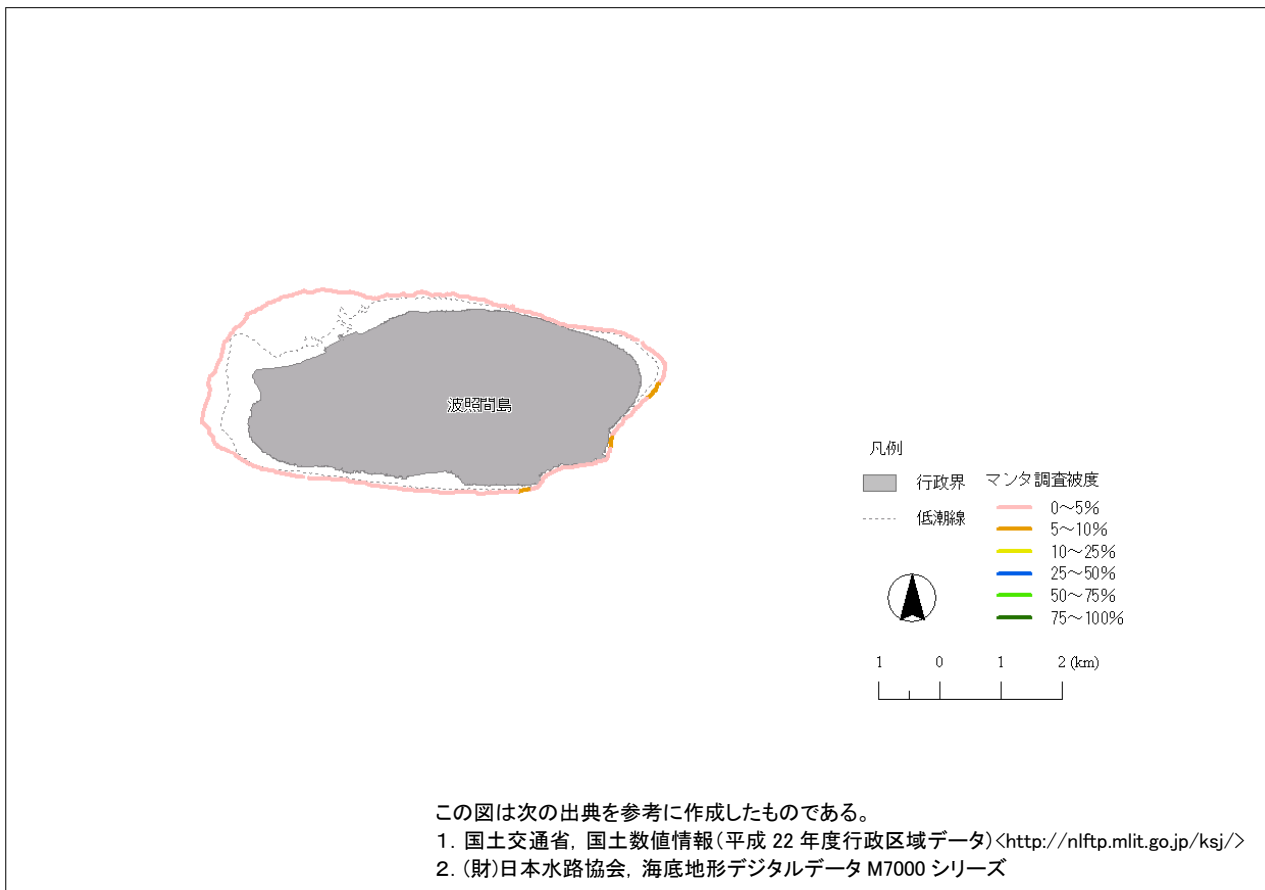


図5-1-24. 波照間島地域におけるマンタ法による海藻被度(%、海草類は含まれていない).

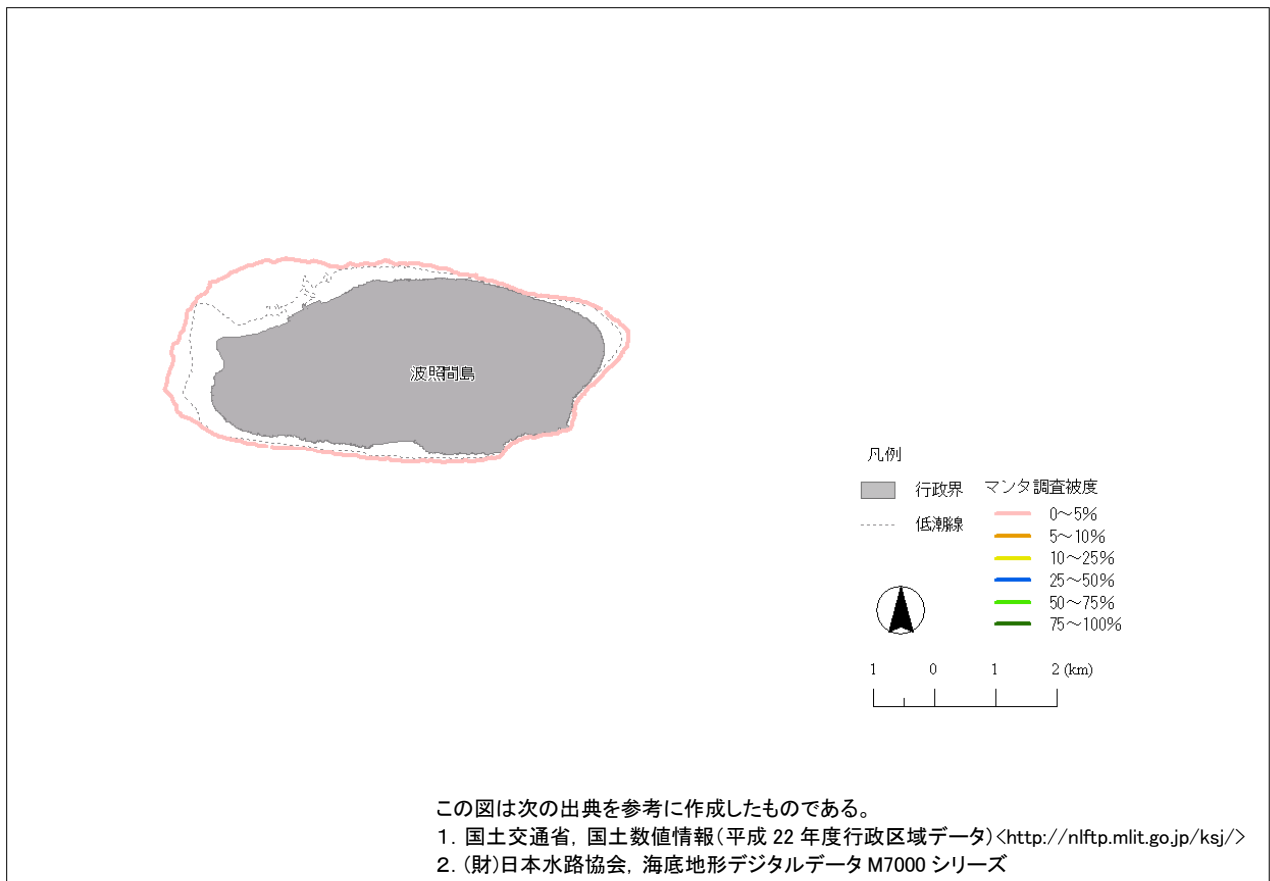


図5-1-25. 波照間島地域におけるマンタ法による海草被度(%、海藻類は含まれていない).

(3) 魚類

漁業資源および観光資源として重要な魚類の生息状況を把握するため、マンタ法調査およびスポットチェック調査において、魚類の個体数を記録した。

マンタ法調査では、漁業資源を調査する目的で、タマン、イラブチャー、ミーバイ、グルクン、ミジュン、カハジャーについて個体数をランク分けして記録した。また、観光資源を調査する目的で、チョウチョウウオ、ヒロサーについて個体数をランク分けして記録した。それぞれの調査結果を、陸域海域区分毎に平均化し図5-1-26～33に示す(図中の1.0は確認個体数0を示す)。但し、事業の性格上、調査は概況把握に留めており、季節や時間帯に関し厳密な調査設定をしていないことから、異なる季節や時間帯では今回の結果と異なる可能性があることに留意する必要がある。

全域で相対的な個体数が多かったのは、イラブチャー、チョウチョウウオであった。多くの地域で相対的な個体数が多かったのは、カハジャー、グルクンであった。一部地域で相対的な個体数が多かったのは、タマン、ミーバイであった。全域で相対的な個体数が少なかったのは、ヒロサー、ミジュンであった(表5-1-13)。

表5-1-13. 魚類調査の結果.

魚種	相対的な多寡
タマン	一部地域で多い
イラブチャー	全域で多い
カハジャー	多くの地域で多い
チョウチョウウオ	全域で多い
ミーバイ	一部地域で多い
グルクン	多くの地域で多い
ヒロサー	全域で少ない
ミジュン	全域で少ない

一般名などで記録し、タマンはハマフエキなどフエキダイ類、イラブチャーはブダイ類、ミーバイはハタ類、カハジャーはモンガラカワハキ類、チョウチョウウオはチョウチョウウオ類、ヒロサーはメネモチノウオ、グルクンはカサゴ類、ミジュンなどはミンやキビナゴなどとした。

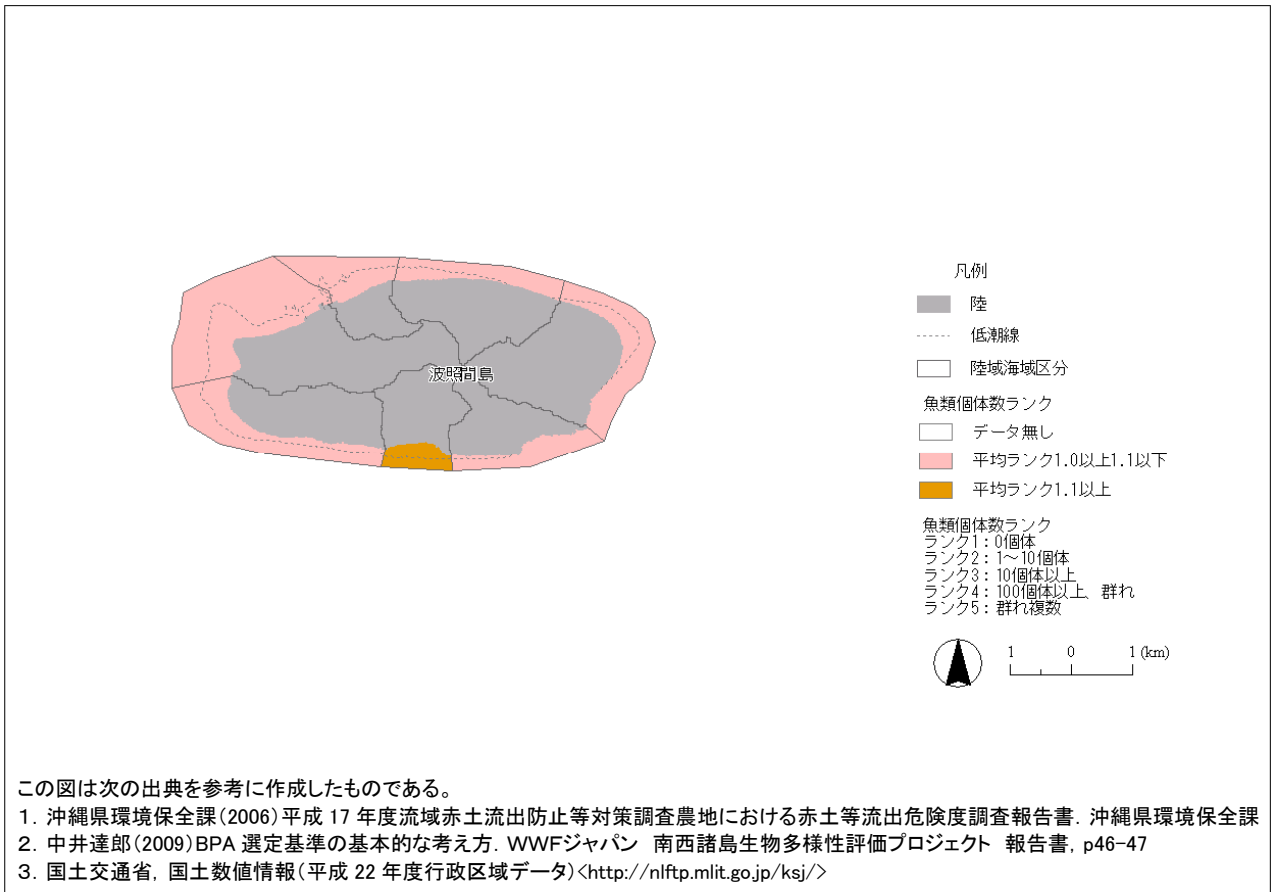


図5-1-26. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(タマン)。

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

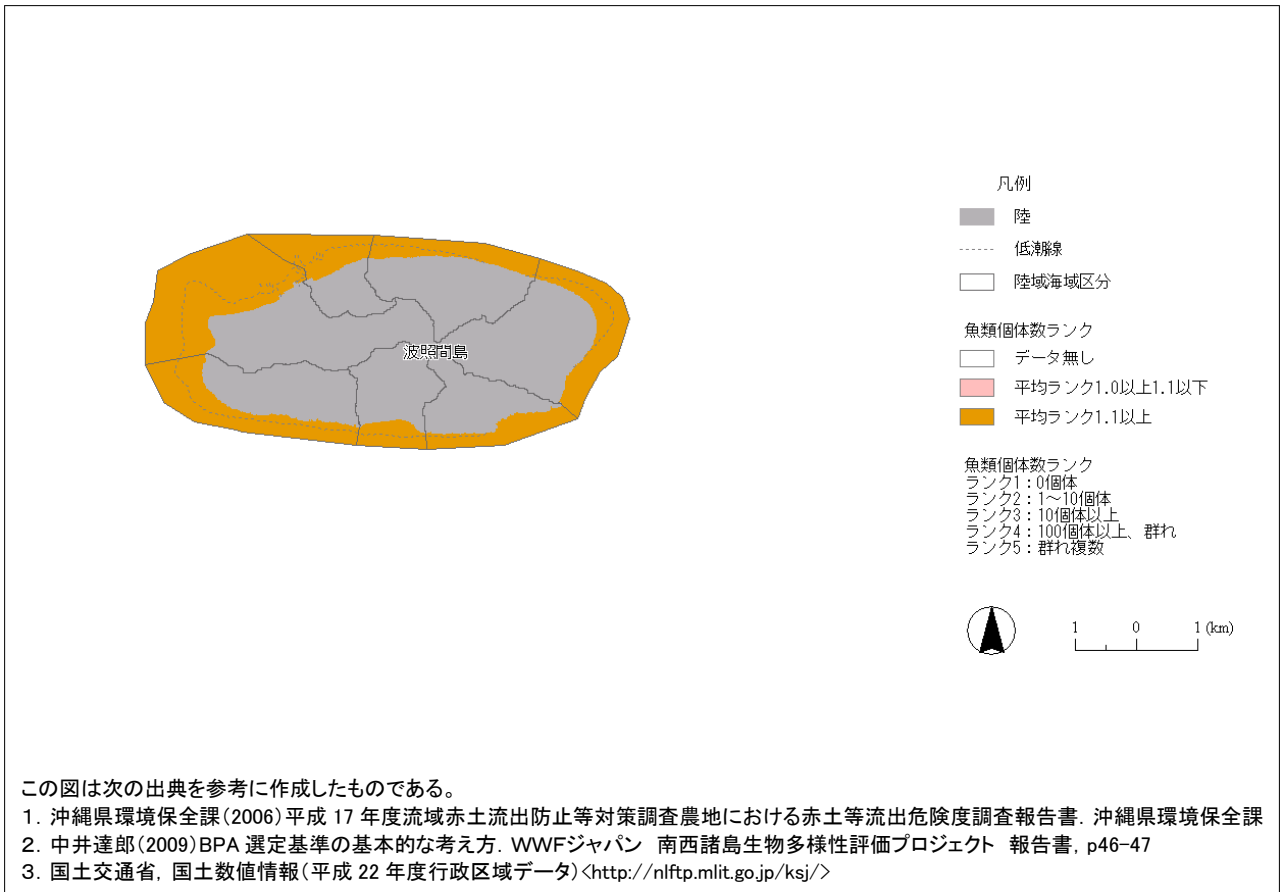
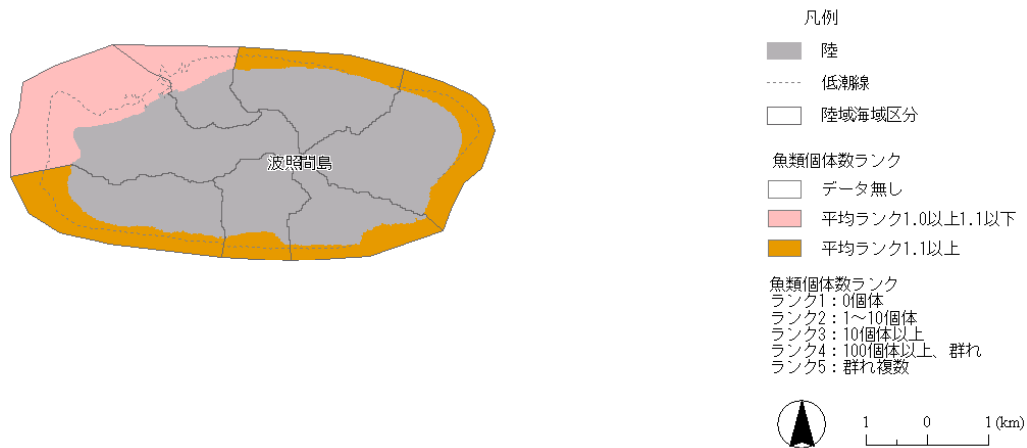


図5-1-27. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(イラブチャー)。

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

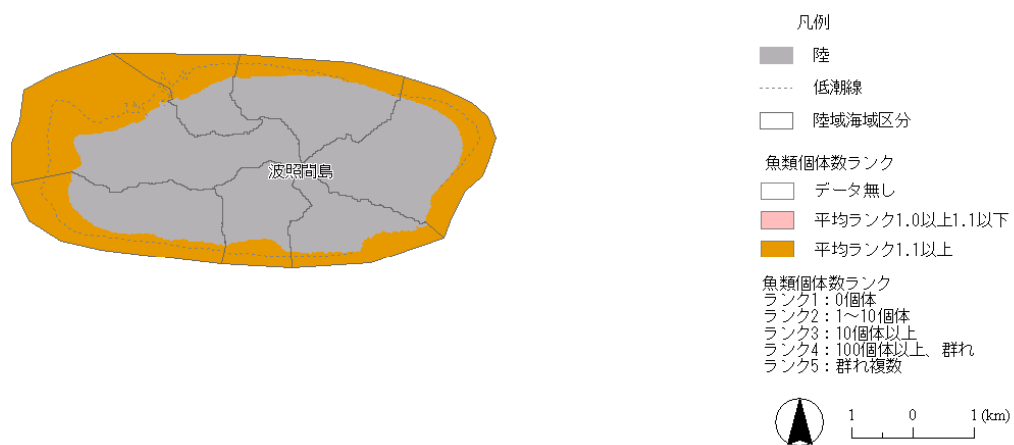


この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図5-1-28. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(カハジヤー).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

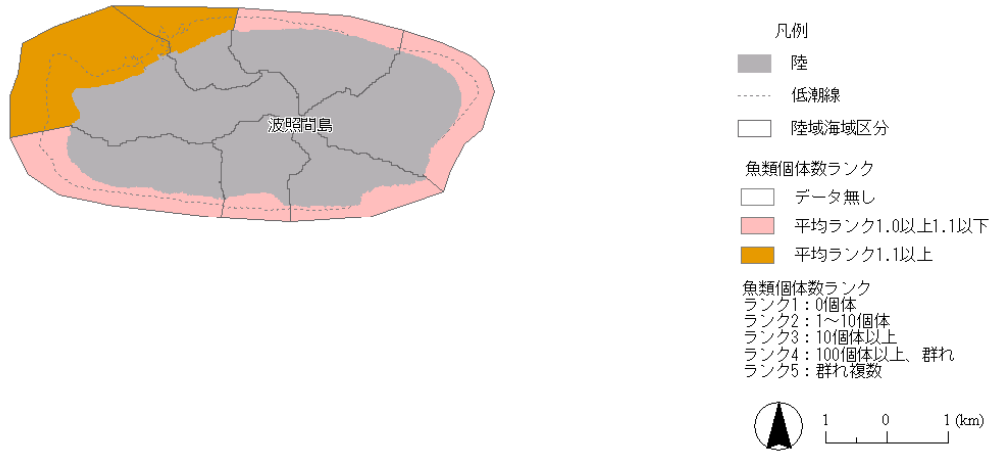


この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図5-1-29. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(チョウチョウウオ).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

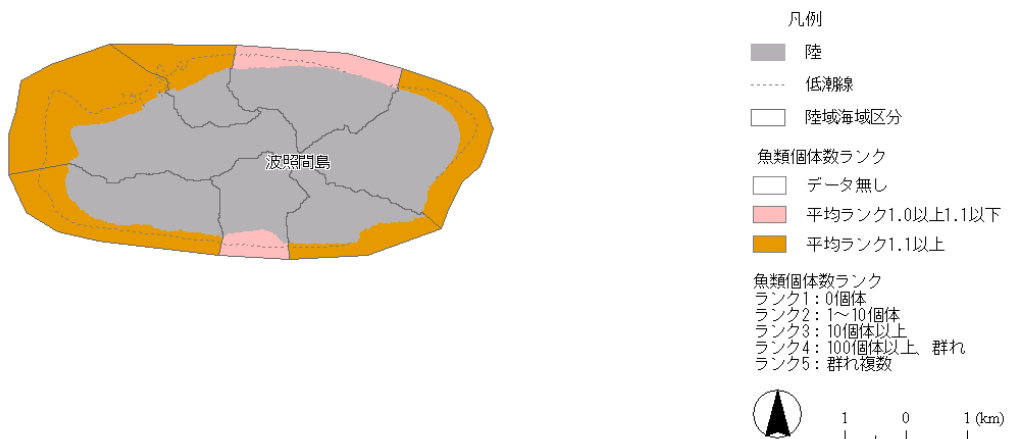


この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図5-1-30. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(ミーバイ).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図5-1-31. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(グルクン).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

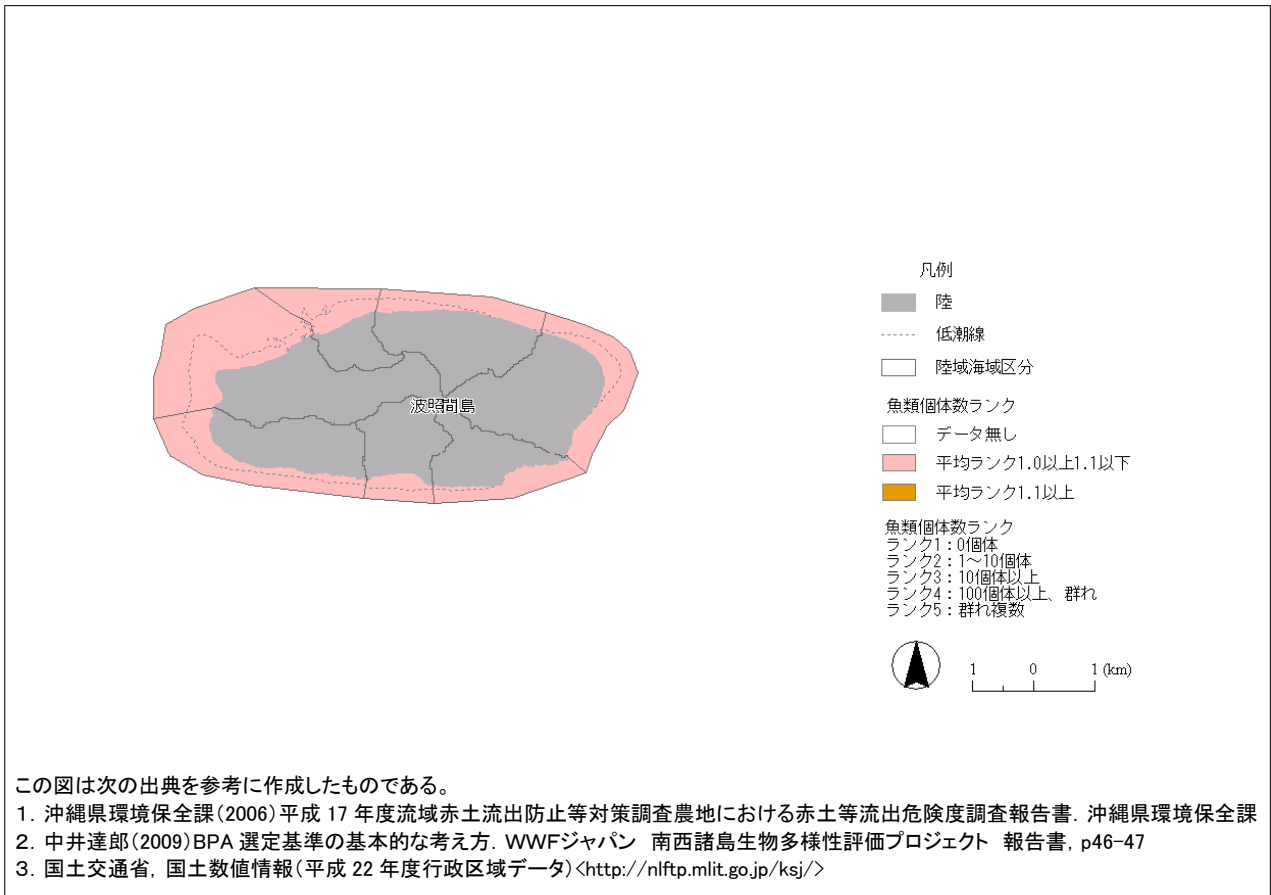


図5-1-32. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(ヒロサー).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

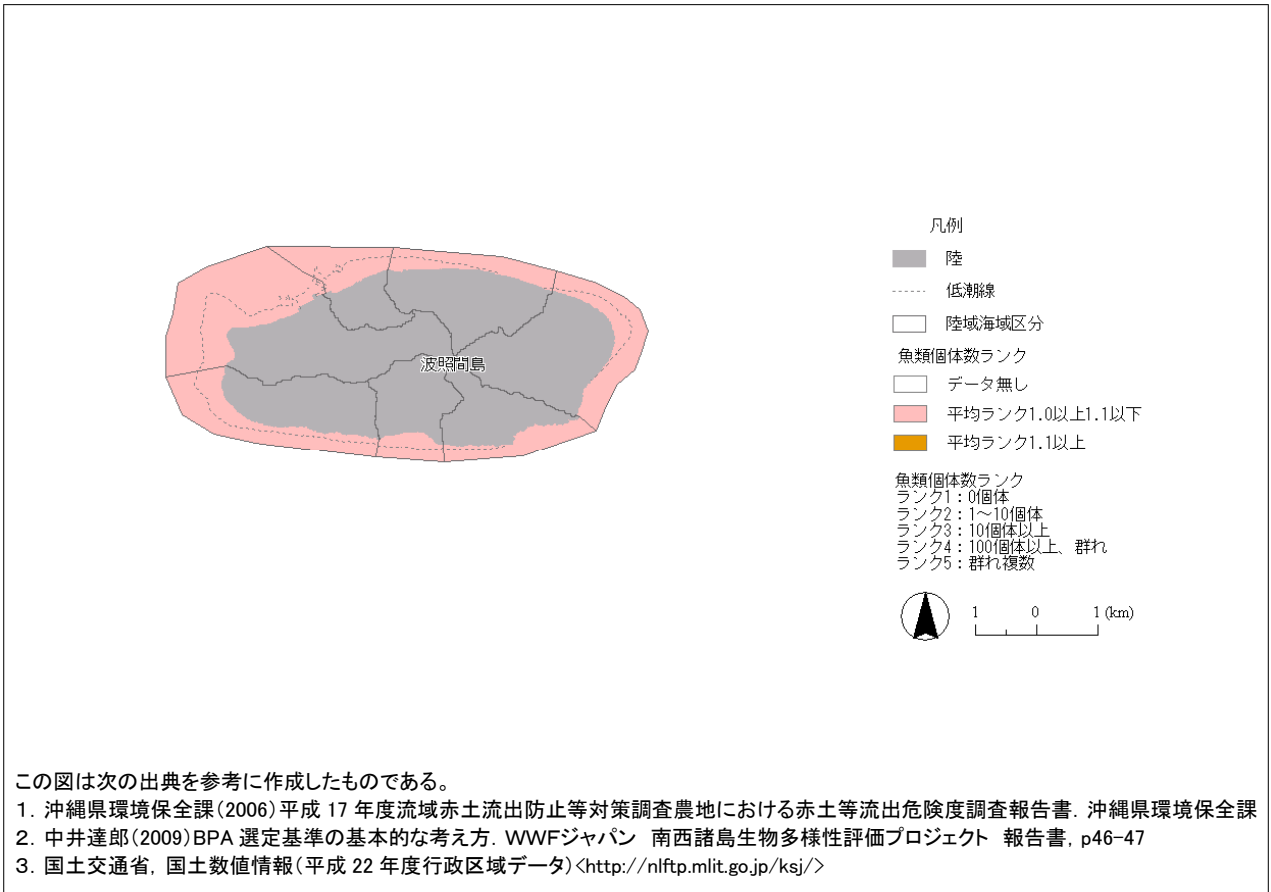


図5-1-33. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク(ミジュン).

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

(4) ウミガメ類・ウミヘビ類

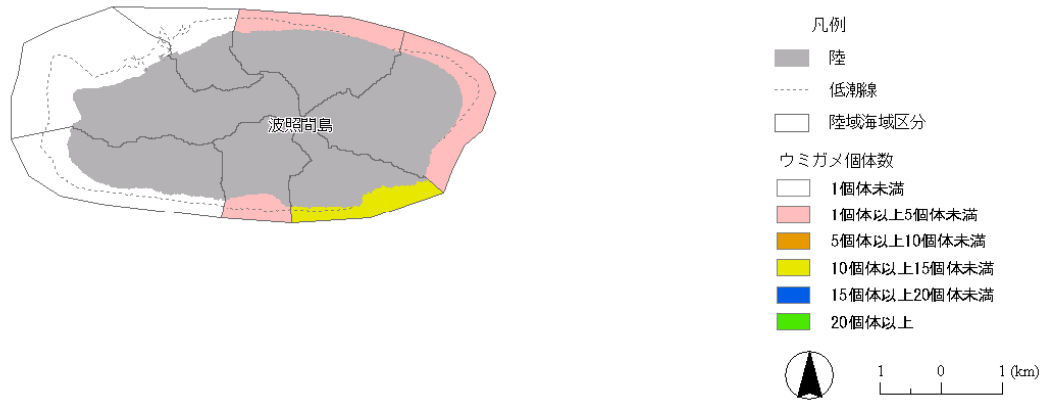
マンタ法調査で確認されたウミガメ類とウミヘビ類の個体数を、陸域海域区分毎に平均化した結果を図5-1-34~35に示す。

ウミガメ類はサンゴ礁生態系の一員であり、漁業資源としてだけでなく観光資源としても重要である。また、ウミヘビ類のなかで、特にイイジマウミヘビは、サンゴ群集に依存する複数種のスズメダイ類の卵を専食する。従って、このようなウミヘビ類には多種のスズメダイ類が生息可能な良好なサンゴ群集の存在が不可欠であると考えられる。

ウミガメ類は波照間島東側で確認され、島の南東で確認された個体数が多かった。島の西側ではウミガメ類は確認されなかった(図5-1-34)。

ウミヘビ類は、波照間島南東側で確認された個体数が多かった。その他の地域ではほとんど確認されなかった(図5-1-35)。

ウミガメ類とウミヘビ類は魚類と同様、調査は概況把握に留めており、季節や時間帯に関し厳密な調査設定をしていないことから、異なる季節や時間帯では今回の結果と異なる可能性があることに留意する必要がある。

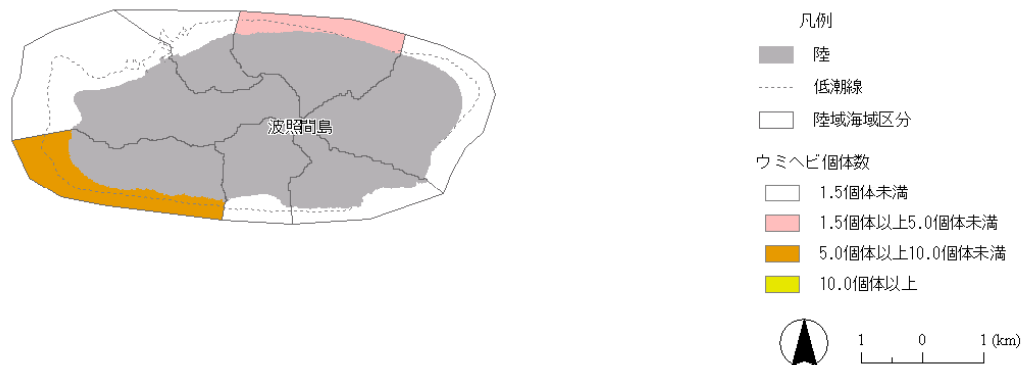


この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図5-1-34. マンタ法によるウミガメ類の陸域海域区分毎の合計記録個体数.

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

図5-1-35. マンタ法によるウミヘビ類の陸域海域区分毎の合計記録個体数.

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の集水域に相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

2-3. 攪乱要因調査結果

2-3-1. 赤土等堆積概況

スポットチェック調査による現地観測の赤土等堆積概況の結果を図5-1-36に示す。波照間島地域の赤土等堆積概況ランクは、全ての調査地点でランク2（わずかに濁る）以下であった。

2-3-2. 底質

マンタ法調査による調査測線上の優占する底質は「岩」が最も多く（97.0%）、続いて「れき」の順であった。サンゴ群集が主に生息可能な「岩」と「岩とれき」を合計した割合は9割以上であった。

表5-1-14. マンタ法における優占する底質の割合。
(合計が100%とならないのは、データ無しの区間があるため)

底質	割合(%)
岩	97.0
れき	2.1
砂	0.0
泥	0.0
岩とれき	0.9
れきと砂	0.0
岩と砂	0.0
岩と泥	0.0

2-3-3. 濁り

セッキ板を用いて測定された透明度の結果（1地点）を海の濁りの指標として図5-1-37に示した。波照間島南で26.0mであった。

2-3-4. その他攪乱要因

<海中ゴミ>

マンタ法およびスポットチェック法による調査では、目立ったゴミの影響はみられなかった。

<埋め立てや浚渫、汚濁>

埋め立てや浚渫はマンタ法およびスポットチェック法による調査では、後述する資料調査で挙げられた事項以外では確認されなかった。

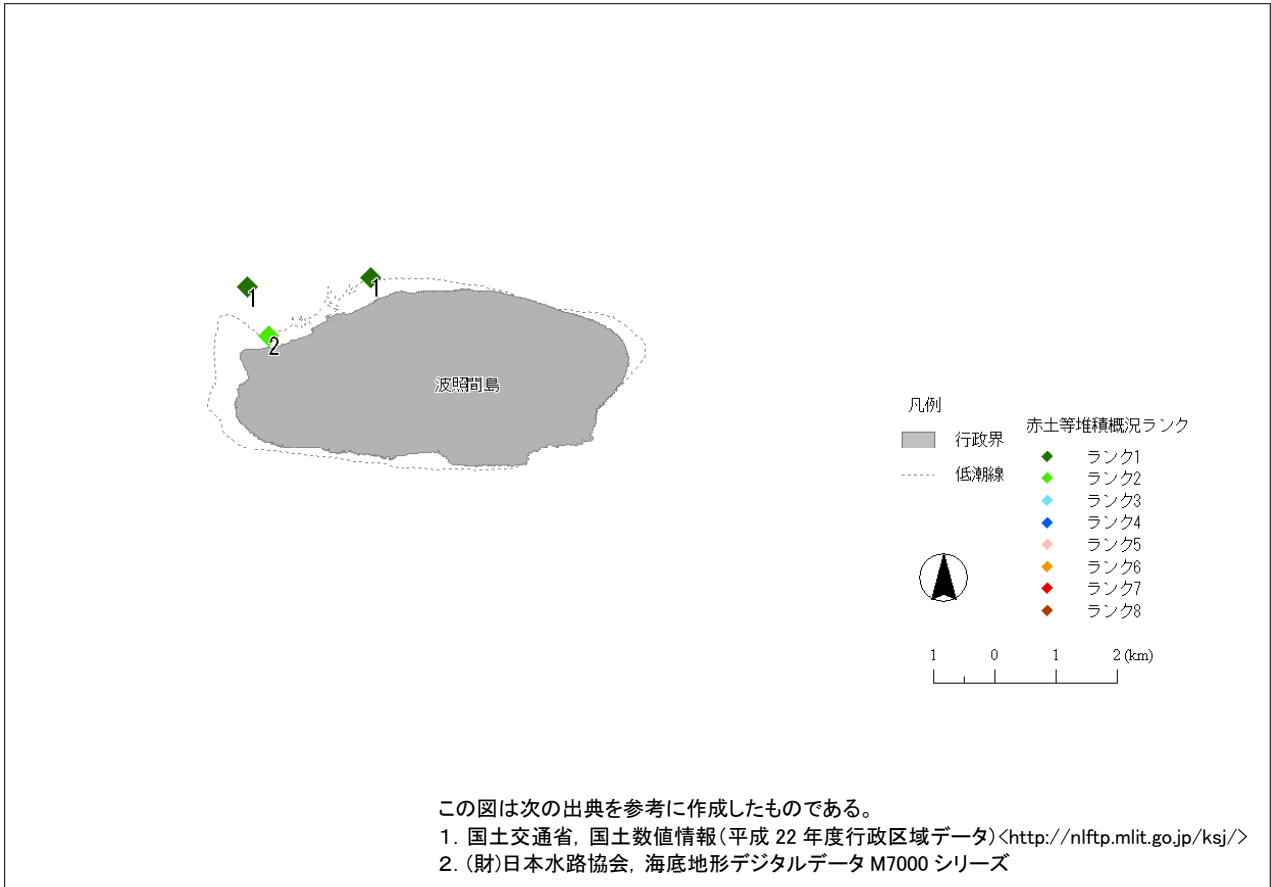


図5-1-36. 波照間島地域の赤土等堆積概況ランク.

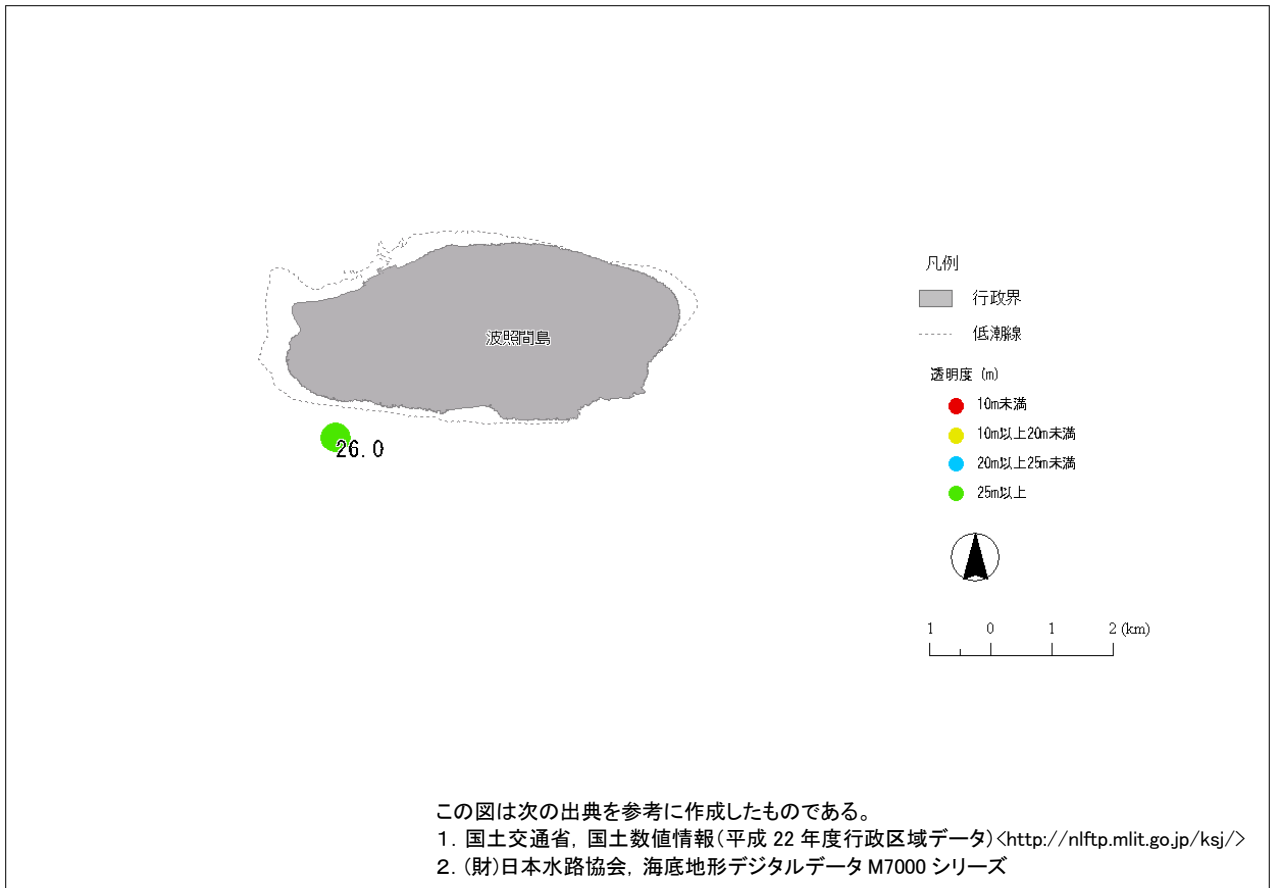


図5-1-37. 波照間島地域の透明度(m).

2-4. 現況調査の結果まとめ

波照間島地域のマンタ法調査では、25%以下のサンゴ被度ランクが多かった（図5-1-2）。波照間島の南東側のサンゴ被度が低く、南西側は被度ランク50~75%が多く確認された（図5-1-3）。全体的に被度は高くないが、サンゴ被度50%以上の群集が確認された地域もあった（表5-1-6）。スポットチェック調査での被度の高い（被度50%以上）地点は、波照間島北西礁斜面の1地点だけだった（図5-1-11）。陸域海域区分毎のサンゴ被度ランクの平均は、10~25%と25~50%が多かった（図5-1-4）。優占する種群は、多種混成群集の割合が最も高く、アナサンゴモドキ類とコモンサンゴ類やハマサンゴ類などの混成群集であった（図5-1-5）。マンタ法調査において確認された卓状ミドリイシ優占群体直径ランクは、5~20cmが全体の6割以上を占め50cm以上の卓状ミドリイシが優占する場所はなかった（図5-1-10）。スポットチェック調査での大型卓状ミドリイシ群体最大直径は、50cm以上100cm以下の大きさが1地点、100cm以上の大きさが2地点で比較的大小が大きかった（図5-1-13）。また、ミドリイシ小型群体平均密度は、2群体/0.25m²以上の地点は、波照間島北礁斜面の1地点のみであった（図5-1-15）。

オニヒトデは、マンタ法調査及びスポットチェック調査共に確認されなかった（図5-1-18~21）。しかしながら、波照間島地域では全体的にオニヒトデの食痕が確認されており、特に島の北側に多い。食痕の陸域海域区分の平均も、北側の食痕数が多く、波照間漁港の東側で最大となっている。今後オニヒトデによりサンゴ群集が大きく影響を受ける可能性があるため、必要であれば駆除などの対策を検討するべきである。白化、病気、サンゴ食巻貝、テルピオスの影響を大きく受けているサンゴ群集は確認されなかったが、波照間島の北東と南西の礁斜面で、骨格異常が確認された。

ソフトコーラルや海藻、海草の被度は全体的に低かった。

魚類は、イラブチャー、チョウチョウウオは全域で相対的な個体数が多く、カハジャー、グルクンが多く地域で相対的な個体数が多かった。タマン、ミーバイは一部地域で相対的な個体数が多く、ヒロサー、ミジュンは全域で相対的な個体数が少なかった（表5-1-13）。

ウミガメ類は波照間島東側で確認され、島の南東で確認された個体数が多かったが、島の西側ではウミガメ類は確認されなかった（図5-1-34）。ウミヘビ類は、波照間島南東側が多かったが、その他の地域ではほとんど確認されなかった（図5-1-35）。

赤土等堆積概況は、全ての調査地点でランク2（わずかに濁る）以下であった（図5-1-36）。透明度は、波照間島南で26.0mであった（図5-1-37）。

参考文献

(財)日本水路協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

沖縄県環境保全課（2006）平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書、沖縄県環境保全課

国土交通省、国土数値情報（平成22年度行政区域データ）<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

中井達郎（2009）BPA選定基準の基本的な考え方。WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書、p46-47

第2節 波照間島地域におけるサンゴ群集及びその攪乱要因の変遷

1. サンゴ群集の変遷

現在の波照間島地域のサンゴ群集が過去と比較してどのような状況にあるのかを評価するために、サンゴ群集の変遷、特に被度に関して、過去の調査結果を整理した。波照間島地域では全域のサンゴ群集の変遷が比較可能な、長期にわたる同一手法、同一地点による継続的な調査は実施されておらず、個別または断続的な調査に限られている。そのため、波照間島地域を広域かつ同時期に同一手法で実施され、本事業で実施した調査と比較可能な以下の調査を対象とした。

- ・波照間島地域で実施された広域概況調査（マンタ法調査；1991年、衛星画像解析；2008年）
- ・波照間島地域で実施された簡易遊泳観察調査（1993年、2008年）

なお、調査結果を整理するにあたり、流域で分けた陸域区分と、岬、水路、礁原（礁嶺）などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えて分けた海域区分から作成した陸域海域区分を用いた。「第4節 波照間島地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析」の項で詳細を示す。

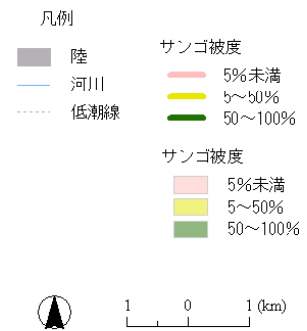
1-1. 広域概況調査

本事業で実施したマンタ法調査の結果と比較可能な既存資料は、環境庁が1990年～1992年に実施した「第四回自然環境保全基礎調査」の結果及び環境省が2008年に実施した結果である。第四回自然環境保全基礎調査では、波照間島地域の調査は1992年に実施されている。また、調査方法は今回実施したマンタ法が採用されている。調査側線は厳密には同一ではないものの、対象範囲を沖縄県全域のサンゴ礁の浅い礁斜面に設定しているなど、ほぼ同様な範囲が調査されている。サンゴ類に関しては、第四回自然環境保全基礎調査では被度が三段階のランク（5%未満、5～50%、50%以上）で記録されている。また、「第四回自然環境保全基礎調査」と「サンゴ礁マッピング手法検討調査」（2008年の状態を調査）では、広範囲な礁池を対象とした調査も実施されている。これらの調査は航空写真もしくは衛星画像の読みとりと現地調査によりサンゴ群集の分布を把握したものである。

波照間島地域の1992年の調査では、南側の礁斜面でサンゴ被度50%以上の礁斜面がみられ、その他の礁斜面では、5%未満や5～50%のサンゴ被度であった。また、サンゴ被度50%以上の礁池は無かった。2008年の調査では礁池のサンゴ被度は、5%未満が多くなっている。

表5-2-1. 1991年の調査でサンゴ被度が高かった海域.

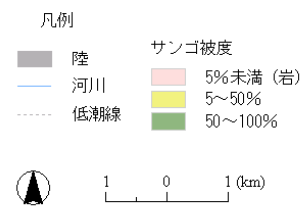
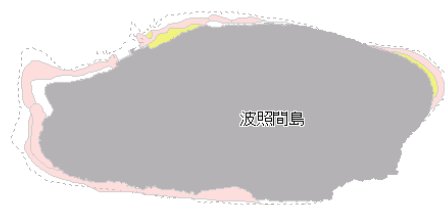
		海域名
波照間島地域	礁斜面	波照間島南
	礁池	無し



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区画データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 環境庁(1992)第 4 回自然環境保全基礎調査

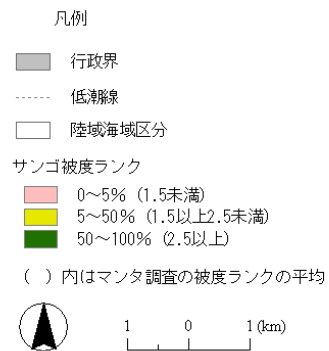
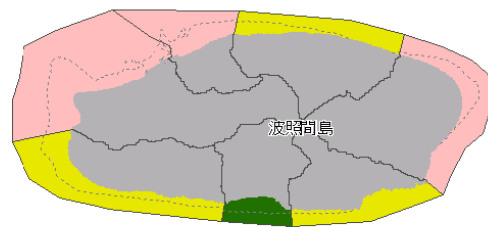
図5-2-1. 1991 年に波照間地域で実施された広域概況調査のサンゴ被度.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. (独)国立環境研究所(2008)平成 20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書

図5-2-2. 2008 年に波照間地域で実施された広域概況調査のサンゴ被度.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 21 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
 2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
 3. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.
 4. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
 5. 環境庁(1992)第 4 回自然環境保全基礎調査
- サンゴ被度の集計は、礁斜面のデータ(マンタ調査)のみを使用している。

図5-2-3. 波照間島地域における第四回自然環境基礎調査結果の海域区分毎のサンゴ被度の集計結果.

1-2. 簡易遊泳観察調査

簡易遊泳観察調査はサンゴ礁の一定の範囲（数十メートル程度）を遊泳し、サンゴ類等の状況を観察する手法である。波照間島地域における過去からのサンゴ群集の変遷を追うために、過去に実施されていたサンゴ類の調査について整理した。どの調査も調査地点は厳密には同一ではないが、波照間島地域での簡易遊泳調査で浅い礁斜面を調査している。なお、近年モニタリング等で実施されているスポットチェック法は、簡易遊泳調査の一つであり、詳細な調査手法は野村（2004）に定められている。

波照間島地域で実施された調査（表5-2-2）の地理的なサンゴ被度の変遷を図5-2-5～6に示す。

表5-2-2. 波照間島地域における調査年と地点数.

地域	調査年	地点数	参考文献
波照間島	1993	3	(財)沖縄県環境科学センター 1994
	2008	15	海游 2008

表5-2-1に挙げる各年の調査からサンゴ被度の平均値、中央値[※]、第一四分位値[※]、第三四分位値[※]、最大値及び最小値を算出し、波照間島地域における簡易遊泳観察によるサンゴ被度の変遷として箱ひげ図を作成した(図5-2-4)。但し、得られたサンゴ被度情報がランクで表現されていた場合には中央値を用いて計算した(例えば、10~25%の場合は17.5%)。波照間島地域では1993年と2008年しか調査が実施されていない。

波照間島地域では簡易遊泳観察法による調査は1993年と2008年しか実施されておらず、サンゴ被度の変遷は不明である。

※中央値、第一四分位値、第三四分位値について

第一四分位数(25パーセンタイル)とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて25%の位置にある数。中央値とは、観測値を大きさの順に並べたデータのちょうど中央にあるデータのことで、50パーセンタイルに等しい。第三四分位数(75パーセンタイル)とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて75%の位置にある数。

パーセンタイルとは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて全体の100α%に位置する値を100αパーセンタイルという(0 ≤ α ≤ 1)。65パーセンタイルであれば、最小値から数えて65%に位置する値を指す。

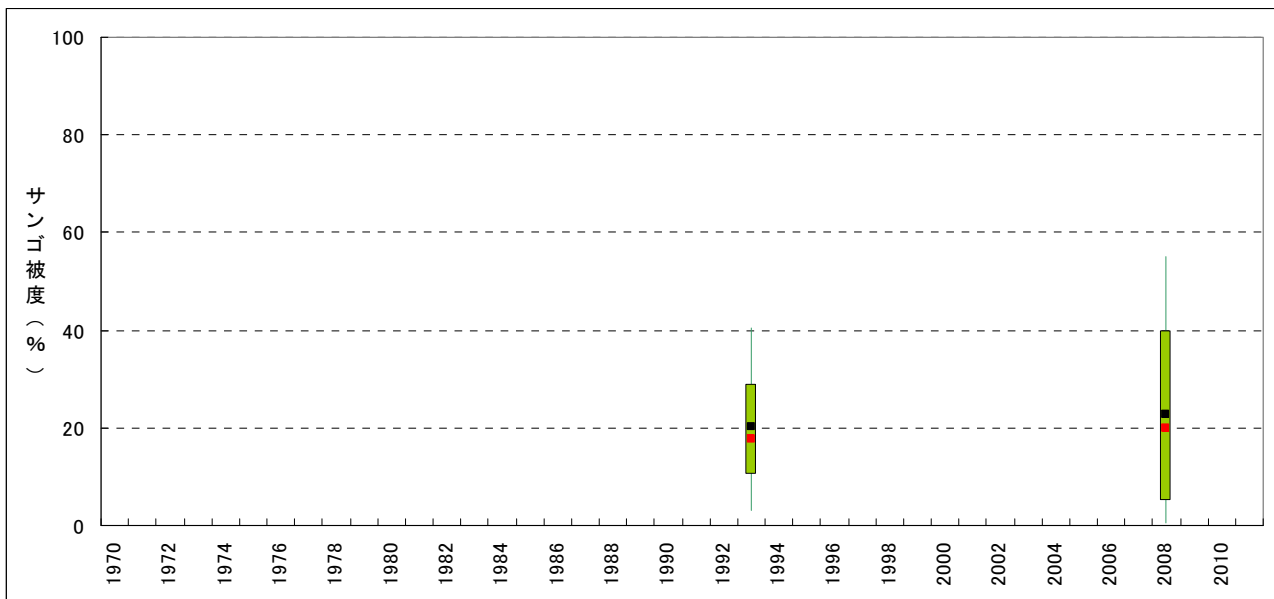
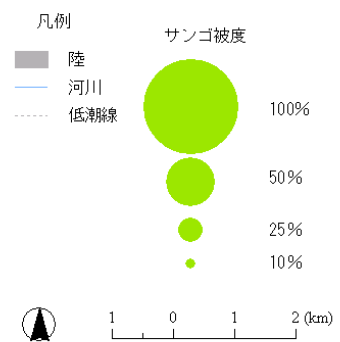


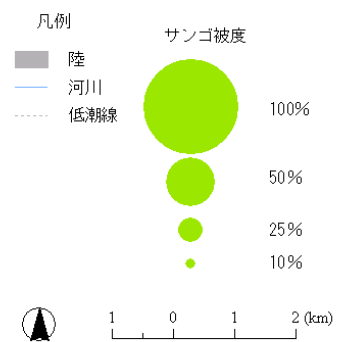
図5-2-4. 簡易遊泳観察法による波照間島地域のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は平均値、赤い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. 大東地域では2007年しか調査が実施されていない.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. (財)沖縄県環境科学センター(1994)沿岸海域実態調査(宮古島、石垣島及び西表島並びに周辺離島)

図5-2-5. 1993年に波照間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 有限会社 海游(2008)平成 19 年度石西礁湖周辺海域広域調査業務(鳩間島・波照間島海域)報告書

図5-2-6. 2008年に波照間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

1-3. 波照間島地域のサンゴ群集の変遷

波照間島地域では簡易遊泳観察法による調査は1993年と2008年しか実施されておらず、サンゴ被度の変遷は不明である。

参考文献

(財)沖縄県環境科学センター(1994)沿岸海域実態調査(宮古島、石垣島及び西表島並びに周辺離島)

(財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

(独)国立環境研究所(2008)平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書

沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.

環境庁(1992)第4回自然環境保全基礎調査

国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

中井達郎(2009)BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

有限会社 海游(2008)平成19年度石西礁湖周辺海域広域調査業務(鳩間島・波照間島海域)報告書

2. 攪乱要因とその変遷

攪乱とは、サンゴ群集の様相を変化させるようなさまざまな要因のことで、オニヒトデによるサンゴの捕食や台風時の波浪による物理的な破壊などがある。特に大きな攪乱には、オニヒトデの大発生や高水温による白化現象、赤土等の流入、埋め立てによる消失、水質の悪化などが挙げられる。ここでは波照間島地域の攪乱の状況を、文献資料をもとに整理した。ただし、観光業や漁業などの利用による直接・間接的な影響については、「第3節 波照間島地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報」で取り上げた。

表5-2-3. サンゴ群集に影響を与える主な攪乱要因一覧.

項目	サンゴへの影響
オニヒトデ	オニヒトデはサンゴを摂食するヒトデ類であり、たびたび大発生することで、大きな被害をもたらしている。
白化現象	海水温をはじめとする生息環境の大きな変化によってサンゴがストレスを受け、褐虫藻との共生のバランスが崩れてしまうことで、サンゴの白化が引き起こされる。夏期に高水温が続いた1998年には、世界中の多くのサンゴが白化により死亡した。
赤土等の流入	雨により国頭マージなどの赤土等が河川を通じて海に流れ、海底に堆積する。サンゴ礁に赤土が堆積すると、サンゴが死亡したり、砂浜が赤くなり環境レクリエーションや、水産資源に影響を与える。
水質の悪化	汚濁水の流入による富栄養化などの水質の悪化はサンゴの石灰化や生殖機能などに影響を与えるなど、サンゴの生育環境を脅かすことでサンゴ礁の荒廃をもたらす。
埋め立てや浚渫	埋め立ては、埋め立てられた場所の生物が消滅するだけでなく、陸域とのつながりをも分断するため、生活史の中で海と陸を行き来する生物へも影響を与える。
その他	サンゴの病気や台風による直接的な破壊、過剰な利用、サンゴ食巻貝類による捕食などは、時にサンゴ群集に大きな影響を与える可能性がある。

なお、調査結果を整理するにあたり、陸域の流域と海域区分を用いて作成した陸域海域区分を用いた。採用した海域区分は、岬、水路、礁原（礁嶺）などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えている。「第4節波照間島地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析」の項で詳細を示す。

2-1. オニヒトデの大発生

2-1-1. サンゴ群集への影響と問題点

オニヒトデはサンゴを捕食する生物として有名であるが、自然界では生態系の一員としての役割を持ち、適切な生息密度を保ちながら生息している。しかし、何らかの原因でこのバランスが崩れることで、大発生が起これると考えられている。オニヒトデの大発生の原因は、現在も解明されていないことから、抜本的な対策は困難な状況にある。

沖縄県のオニヒトデの大発生は、1957年頃から琉球列島を中心として、たびたび起こっていたことが記録されている。特に1970年代から1980年代にかけて、全県的な大発生が起これり、壊滅的な被害を受けた。また、2000年頃からは、慶良間諸島で大発生が起これり、近年、八重山・宮古など再び県内各地で大発生が確認されている。

2-1-2. 波照間島における調査や対策

波照間島地域で実施されたサンゴに関する調査をもとに、年毎のサンゴ被度とオニヒトデ個体数の分布を図5-2-8～10に示す。波照間島地域では2008年の調査で、島の北側で多くのオニヒトデが確認されている。

表5-2-2に挙げる各年の調査からオニヒトデ個体密度の平均値、中央値^{*}、第一四分位値^{*}、第三四分位値^{*}、最大値及び最小値を算出し、波照間島地域における簡易遊泳観察によるオニヒトデ個体密度の変遷として箱ひげ図を作成した(図5-2-7)。但し、得られたサンゴ被度情報がランクで表現されていた場合には中央値を用いて計算した(例えば、10～25%の場合は17.5%)。波照間島地域では簡易遊泳観察法による調査は1993年と2008年しか実施されておらず、サンゴ被度の変遷は断片的である。また、調査地点数が非常に少ない年もあることに注意が必要である。

図5-2-7より、波照間島地域で1地点あたりのオニヒトデ個体密度の最大値が、大発生状態と考えられるオニヒトデ個体密度(10個体/10分または15分)を超えた年は、2008年であった。ただし、サンゴやオニヒトデに関する調査がほとんど行われておらず、オニヒトデ駆除の記録も無いため、波照間島地域でのオニヒトデ大発生の変遷は不明である。

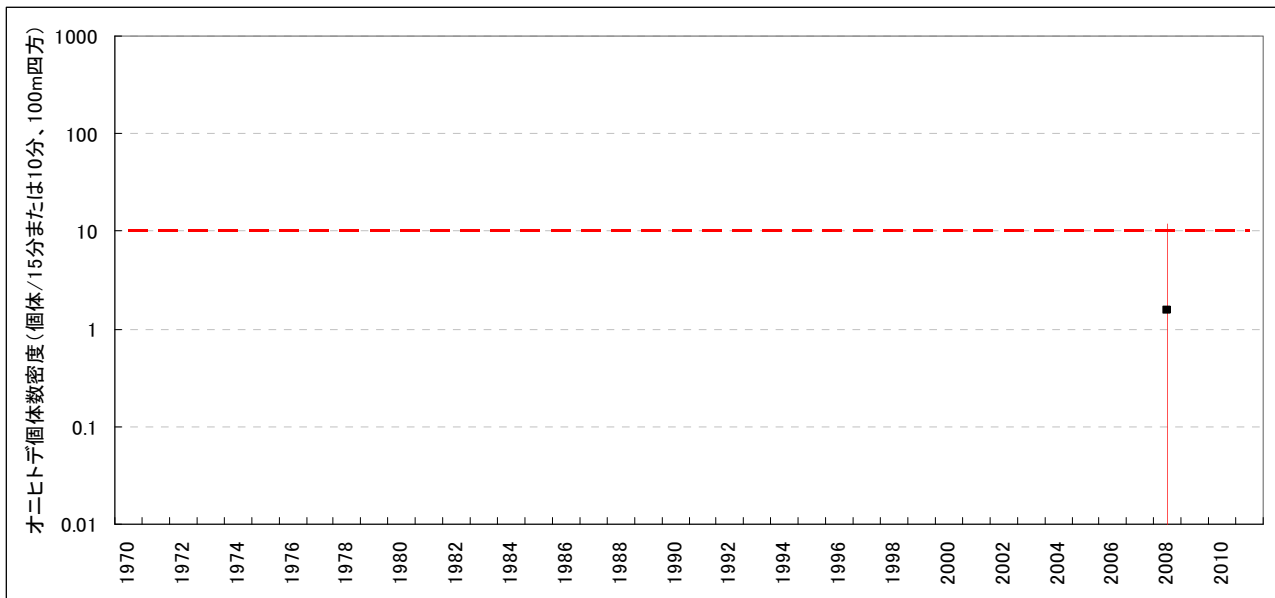
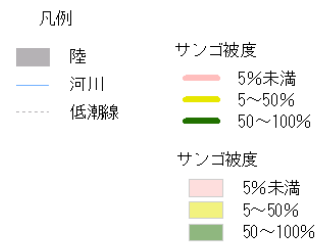


図5-2-7. 簡易遊泳観察法による沖縄島周辺離島地域のオニヒトデ個体数密度の変遷. 横軸は調査年、左の縦軸はオニヒトデ個体数密度(10分もしくは15分あたり)の対数を、右の縦軸はオニヒトデ駆除個体数を、図中の黒い点(■)は平均値、青い点(■)は中央値、赤色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値、緑の点(■)は駆除個体数を表している. 赤い破線は、大発生状態と考えられるオニヒトデ個体密度. 波照間島地域では簡易遊泳観察法による調査は1993年と2008年しか実施されておらず、サンゴ被度の変遷は断片的である. また、調査地点数が非常に少ない年もあることに注意が必要である.



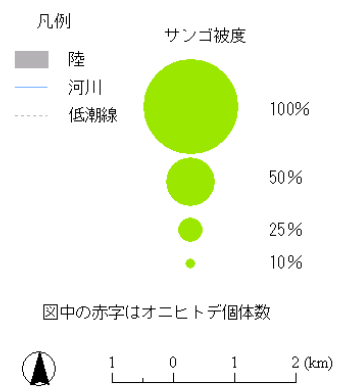
図中の赤字はオニヒトデ個体数



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 環境庁(1992)第 4 回自然環境保全基礎調査

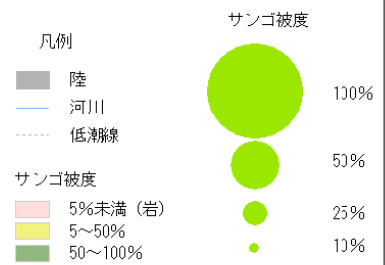
図5-2-8. 1991年に波照間島地域で実施された広域概況調査のサンゴ被度.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. (財)沖縄県環境科学センター(1994)沿岸海域実態調査(宮古島、石垣島及び西表島並びに周辺離島)

図5-2-9. 1993年に波照間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.



図中の赤字はオニヒトデ個体数



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区画データ)<<http://nftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 有限会社 海游(2008)平成 19 年度石西礁湖周辺海域広域調査業務(鳩間島・波照間島海域)報告書
4. (独)国立環境研究所(2008)平成 20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書

図5-2-10. 2008 年に波照間地域で実施された広域概況調査及び簡易遊泳調査のサンゴ被度.

2-1-3. 波照間島地域におけるオニヒトデの大発生ของサンゴ群集への影響

波照間島地域では2008年の調査で、島の北側で多くのオニヒトデが確認されていた。波照間島地域ではオニヒトデに関する調査はほとんど行われていないため、オニヒトデ大発生が大東地域のサンゴ群集へ与えた影響は不明である。

参考文献

(財)沖縄県環境科学センター(1994)沿岸海域実態調査(宮古島、石垣島及び西表島並びに周辺離島)

(財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

(独)国立環境研究所(2008)平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書

環境庁(1992)第4回自然環境保全基礎調査

国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

有限会社 海游(2008)平成19年度石西礁湖周辺海域広域調査業務(鳩間島・波照間島海域)報告書

2-2. サンゴの白化現象

2-2-1. 白化現象とは

サンゴの白化現象とは、サンゴと共生関係にある褐虫藻が何らかの要因でサンゴから抜けだし、サンゴの骨格が透けて白く見える状態を指す。生息環境（海水温、塩分、光条件など）の大きな変化によってサンゴがストレスを受け、褐虫藻との共生のバランスが崩れてしまうことで、サンゴの白化が引き起こされると考えられている。特に、夏期に高水温が続いた1998年には、世界中のサンゴ礁で多くのサンゴが白化し死亡した。近年、高水温による広範囲の白化が頻繁に確認されることから、地球規模的な気候変動に関係があると考えられている（図5-2-11）。

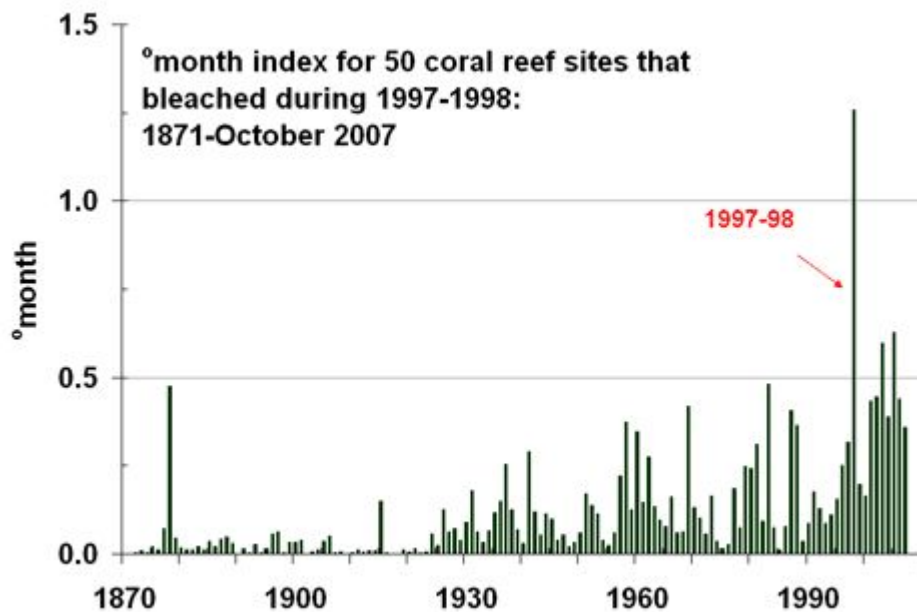


図5-2-11. 世界のサンゴ礁 50 ヶ所における高水温指数(UK Hadley Centre global monthly SST;1871-1999とNOAA NCEP EMC CMB Global Reyn-Smith Olv2 Satellite and observations data set をもとに作成). °month は1982年から1999年のデータをもとに、年間の月々の平均最大水温を超える月を合計した高水温指数. 解析の詳細はLough(2000)を参照. オーストラリア海洋科学研究所ホームページより.

2-2-2. 波照間島地域における白化現象の記録

波照間島地域でのサンゴの白化現象に関する調査や情報は無い。

2-2-3. 波照間島地域における白化現象のサンゴ群集への影響

波照間島地域でのサンゴの白化現象に関する調査や情報は無いため、大東地域における白化現象のサンゴ群集への影響はよくわからない。

高水温による白化現象は、短期間に深刻な影響が大規模に及び、地球規模的な気候変動とも関係するため、直接的な対策がとりにくいことが特徴である。しかしながら、白化現象によるサンゴ群集の変遷をモニタリングすることが対策の第一歩である。また、赤土対策などの既存の攪乱要因の対策をとることにより回復力を高めることは、白化への対策にもなる。さらに、白化現象と気候変動の関係を広く知らしめ、二酸化炭素排出量の削減を啓発することが白化に対する対策につながると考えられる。地球規模的な気候変動の要因である大気中の二酸化炭素濃度上昇は、これによる海洋の酸性化が指摘されており、そのサンゴ群集への影響も懸念されている。

参考文献

AIMS ホームページ <<http://www.aims.gov.au/pages/research/coral-bleaching/thermal-stress/tsi-images.html#figure01>>

Lough JM (2000) Sea surface temperature variations on coral reefs: 1903-1998. AIMS Report No. 31. Australian Institute of Marine Science, Townsville.

環境庁 (2000) 平成 10 年度造礁サンゴ群集の白化が海洋生態系に及ぼす影響とその保全に関する緊急調査報告書

2-3. 赤土等の土壌流出

2-3-1. 赤土等の土壌流出とその歴史

赤土等の土壌の流出は海を濁らせ、特に固着生物上に堆積するなど、サンゴ礁生態系を攪乱し、水産業や観光産業の資源へ影響を与えている(沖縄県 1978、西平 1980、西平 1981、Yamazato 1987、Nishihira 1987、Sakai et al. 1989、沖縄県環境保健部 1991、大垣・野池 1992、大見謝 1996、大見謝 1998、大見謝ら 1999)。沖縄の土壌はそれ自体の特性に加え、雨の降り方が激しいうえに急峻な地形が多いため侵食が起こりやすい。特に、開発行為などにより緑地が失われ裸地状態になると、対策のとられていない土地からの土壌の侵食はさらに激しくなる。沖縄における赤土等の流入の経緯は「第2章 第2節 2-3-1. 赤土等の土壌流出とその歴史」を参照。

赤土等の流入に関する実態は沖縄県衛生環境研究所が継続的に調査しており、底質中懸濁物質量簡易測定法(SPSS法)を用いることが一般的となっている。底質中懸濁物質量(content of Suspended Particles in Sea Sediment)とは、底質に含まれるシルト以下の粒径をもった微粒子量のこと、赤土等の堆積の目安とされ、沖縄ではSPSSの略称で呼ばれる。このSPSSと同様に海水の濁りの指標とされる透明度は濁度と強い相関があるといわれている(大見謝辰男・満本裕彰 2001)。他方、透明度とSPSSの値は単純には相関がみられないものの、複数年にまたがるような長期の観測で得られた透明度とSPSSの値の平均は互いに強い相関がみられる(大見謝辰男・満本裕彰 2001)。SPSS法の詳細は大見謝(2003)に記述されている。ここでは、「2-3-2. 海域の赤土等の堆積状況」に示した平成21年度に沖縄県環境保全課で実施されたSPSS法による久米島地域の現況と、「2-3-3. 赤土等の流れやすい流域」とを比較した。

2-3-2. 海域の赤土等の堆積状況

沖縄県環境保全課(2010)が沖縄県内全域で実施した赤土堆積実態調査では、大東地域では調査が実施されていない。

2-3-3. 赤土等の流れやすい流域

陸域からの赤土等の土壌流出量を推定するため、既存の GIS データ等を利用して、土壌流亡予測式 (USLE 式) を用い、土壌流出量を算出した。USLE は Universal Soil Loss Equation の略で、USLE 式は米国において土壌流出を推定するために開発された、面状侵食およびリル侵食に対する年間流亡量を予測する実験式である。USLE 式は下に示す式で表され、単位等がわが国での実状にあわせて修正されている (翁長ら 1994、沖縄県 1997)。USLE 式はほ場単位での流出量を予測するために作成された計算式であるため、流域単位での流出量を求める場合、河川内にとどまる量などが把握できない。そのため、実際に海域に流出している量よりも多めに流出量が算出されるおそれがあることに留意する必要がある。各係数の設定方法は「第 2 章 第 2 節 2-3-3. 赤土等の流れやすい流域」を参照。

$$\text{USLE 式 : } A=R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

A : 単位面積あたりの年間流亡量 (t/ha/year)

R : 降雨係数。降雨侵食指数を数値化したもの。平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査 (沖縄県環境保全課 2006) で採用されている 6 地域 (名護、那覇、久米島、宮古島、石垣島、西表島) の年降雨係数を使用した。

K : 土壌係数。単位降雨辺りの流亡量を与える係数。

L : 斜面長係数。基準斜面長 (20m) に対する比率から求められる係数。

S : 傾斜係数。傾斜勾配の関数で、日本では基準勾配 (5°) で $LS=1$ と仮定されている。

C : 作物係数。作物の種別とその生育状態で定まる係数。裸地の場合を 1 とした侵食流亡土量の軽減割合を示す。

P : 保全係数。畝立て方向、等高線栽培など保全的耕作の効果を示す係数。

赤土等流出量の算出結果

ほ場単位での土壌流出量の算定結果を図5-2-13に示す。波照間島南東部に土壌流出の高い土地がみられる。

地域区分ごとにクロス集計した結果を図5-2-12に示す。USLE式による土壌流出量が最も多い地目は改変工事中の土地で、二番目に多かったのがサトウキビ畑であった。

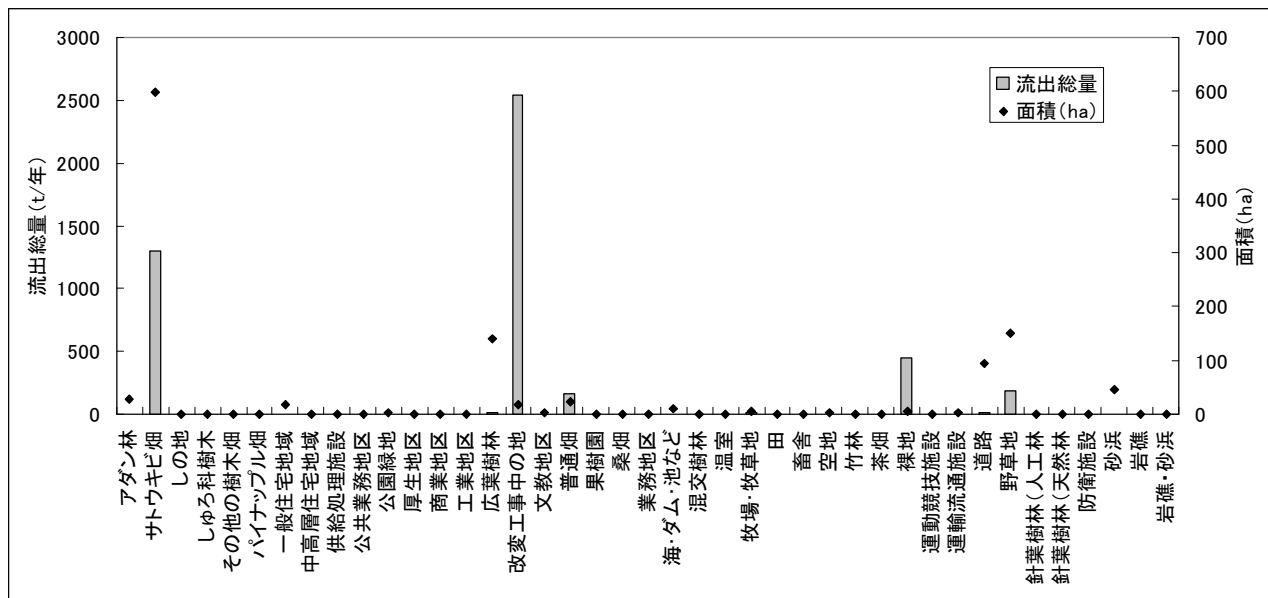
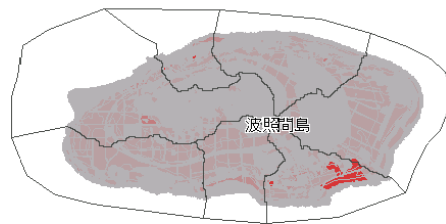


図5-2-12. 波照間島地域における各地目の土壌流出量。

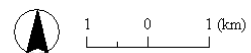


凡例

- 陸
- 河川
- 陸域海域区分

計算赤土等土壌流出量

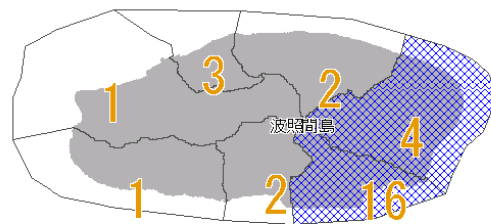
- 1t/ha年未満
- 1t/ha年以上10t/ha年未満
- 10t/ha年以上20t/ha年未満
- 20t/ha年以上30t/ha年未満
- 30t/ha年以上50t/ha年未満
- 50t/ha年以上100t/ha年未満
- 100t/ha年以上1000t/ha年未満
- 1000t/ha年以上



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. 国土交通省, 国土数値情報(河川データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
3. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書
4. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書
5. 沖縄県(1983~1991)土地分類基本調査
6. 沖縄県(1989~2009)沖縄県土地利用現況図
7. 渡邊康志(2002)GIS 利用による陸域影響に関する調査研究

図5-2-13. 波照間島地域における土壌流出量の算定結果.



凡例

- 陸
- 河川
- 陸域海域区分

計算赤土等土壌流出総量

- ランク1 (1000t/年以下)
- ▨ ランク2 (1000t/年以上5000t/年未満)
- ▧ ランク3 (5000t/年以上10000t/年未満)
- ▩ ランク4 (10000t/年以上50000t/年未満)
- ランク5 (50000t/年以上100000t/年未満)
- ランク6 (100000t/年以上)

1 0 1 (km)

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. 国土交通省, 国土数値情報(河川データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
3. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書
4. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書
5. 沖縄県(1983~1991)土地分類基本調査
6. 沖縄県(1989~2009)沖縄県土地利用現況図
7. 渡邊康志(2002)GIS 利用による陸域影響に関する調査研究

図5-2-14. 波照間島地域における流域海域区分毎の赤土等土壌流出総量と単位面積あたりの土壌流出量.

2-3-4. 波照間島地域における赤土等の土壌流出のサンゴ群集への影響

赤土等の流出は、沖縄県赤土等流出防止条例の施行などさまざまな流出防止対策により、流出の総量が減少している。特に、沖縄県赤土等流出防止条例の施行後の開発に伴う赤土等の土壌の流出が減少している（大見謝ら 2002、沖縄県環境政策課 2009）。また、パイナップル畑の面積の変化から 1960 年代後半から 1970 年代前半にかけて、農地からの赤土等の土壌の流出が大きかったものと推測される。

USLE 式による土壌流出推定量の結果は、波照間島域の赤土等土壌流出量は、波照間島南東部に土壌流出の高い土地がみられ、改変工事中の土地からの流出量が最も多かった。

参考文献

- Nishihira M. (1987) Natural and human interference with the coral reef and coastal environments in Okinawa. *Galaxea*, 6, 311-321
- Sakai K., Nishihira M., Kakinuma Y and Song J. I. (1989) A short-term field experiment on the effect of siltation on survival and growth of transplanted *Pocillopora damicornis* branchlets. *Galaxea*, 8, 143-156
- Yamazato K. (1987) Effects of deposition and suspension of inorganic particulate matter on the reef building corals in Okinawa, Japan. *Galaxea*, 6, 289-309
- 翁長謙良, 吉永安俊, 安里維大 (1994) 改良山成畑における耕地組織と砂防. 琉球大学農学部学術報告, 279-289
- 翁長謙良・呉屋昭・松村輝久 (1991) 沖縄島北部黄色土の土壌侵食の評価と対策. 土壌の物理特性, 63, 19-34
- 沖縄県 (1978) 赤土の流出による漁場の汚染状況調査報告書. pp164
- 沖縄県 (1983~1991) 土地分類基本調査
- 沖縄県 (1989~2009) 沖縄県土地利用現況図
- 沖縄県 (1997) 宮良川流域赤土流出実態調査.
- 沖縄県 (2003) 沖縄県環境基本計画. pp218
- 沖縄県 (2009) 平成 19 年度沖縄県環境白書. pp232
- 沖縄県環境保健部 (1991) 赤土流出防止対策の手引き. pp228
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.
- 沖縄県環境保全課 (2008) 平成 19 年度赤土等の発生源対策推進事業赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査報告書.
- 沖縄県環境保全課 (2009) 平成 20 年度赤土等の発生源対策推進事業赤土等に係る環境保全目標設定基礎調査報告書.
- 沖縄県環境保全課 (2010) 平成 21 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) 報告書.
- 国土交通省, 国土数値情報 (河川データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成 22 年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 西平守孝 (1980) 潮間帯群集の人為的攪乱, 特に陸地からの赤色土の影響. 琉球列島にお

- ける島嶼生態系とその人為的変革, 127-131
- 西平守孝 (1981) 久米島における潮間帯群集の人為的攪乱ー特に赤土の影響についてー.
池原貞雄編, 琉球列島における島嶼生態系とその人為的変革 (II), 243-261
- 大垣俊一、野池元基 (1992) 沖縄県石垣島の土地改良事業と白保のサンゴ礁. 日本生態学会, 42(1), 9-20
- 大見謝辰男、大山峰吉、池間修宏、八重山保健所衛生課、沖縄県水産業改良普及所、石垣市水産課、伊平屋村漁業協同組合、伊是名漁業協同組合、久米島漁業協同組合、恩納村漁業協同組合、(1993) 沖縄県内各地の海域における赤土汚染の現状 (第2報). 第23回沖縄県衛生監視員研究発表会 (抄録), 沖縄県環境保健部, 50-60
- 大見謝辰男、仲宗根一哉、満本裕彰、小林孝 (1999) 赤土堆積がサンゴに及ぼす影響 (第2報)ーサンゴの赤土堆積耐性についてー. 沖縄県衛生環境研究所報, 33, 111-120
- 大見謝辰男、満本裕彰 (2001) サンゴ礁における濁度・水平透明度・SPSS 測定値の関係について. 沖縄県衛生環境研究所報, 35, 103-109
- 大見謝辰男・比嘉榮三郎・仲宗根一哉・満本裕彰 (2002) 赤土条例施行前後における沖縄沿岸の赤土等堆積状況比較. 沖縄県衛生環境研究所報 第36号
- 大見謝辰男 (1996) 赤土堆積がサンゴに及ぼす影響. 沖縄県衛生環境研究所報, 30, 79-86
- 大見謝辰男 (1998) 石垣島白保海域の赤土汚染とサンゴ礁の現況. 沖縄県衛生環境研究所報, 32, 113-117
- 大見謝辰男 (2003) SPSS 簡易測定法とその解説. 沖縄県衛生環境研究所報, 37, 99-104
- 大見謝辰男 (2004) 陸域からの汚濁物質の流入負荷. 環境省・日本サンゴ礁学会編, 日本のサンゴ礁, 66-70
- 中井達郎 (2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書
- 渡邊康志 (2002) GIS 利用による陸域影響に関する調査研究. 平成13年度内閣府委託事業「サンゴ礁に関する調査」, (財) 亜熱帯総合研究所, 103-134
- 渡邊康志 (2008) 統合的管理のための環境 GIS の構築. 沖縄県企画部科学技術振興課, 平成19年度亜熱帯島嶼域における統合的沿岸・流域・森林管理に関する研究推進事業報告書, 291-341

2-4. 水質

2-4-1. サンゴ群集への影響

サンゴは水中に生息し、海水を媒体として体の中と外の物質交換を行っている。その体を取り巻く海水の環境が変化すると、さまざまな生理的な影響が見られる(中野 2002)。水質汚濁、富栄養化などの水質の悪化はサンゴの生育環境を脅かし、サンゴ礁の荒廃をもたらす(Pastorok and Bilyard 1985, Done 1992, Laws 1993)。さらに、高濃度ではあるが、船底塗料や除草・殺虫剤などに使用されている化学物質の暴露による影響も確認されている(渡邊 2006)。サンゴは貧栄養の海水に適応した生物であるため、水質を本来のサンゴ礁で見られる貧栄養に保つことはサンゴ礁生態系を健全に保つ上で基本的な対策であると考えられる。特に近年、サンゴ礁を取り巻く環境は変化しており、海水温の上昇、陸からの赤土等の土壌や栄養塩類等の流入など、さまざまな攪乱要因により複合的なストレスを受け、サンゴ群集の健康度が低下しているのではないかと懸念されている。このようにストレスを受けているサンゴは、日和見感染による病気にかかりやすくなるなど、攪乱に対して抵抗力が低下すると考えられている。

2-4-2. これまで行われてきた調査

波照間島地域では沖縄県による公共用水域の水質測定調査は行われていない。その他に経年的な水質の変化がわかるような資料はみつからなかった。

参考文献

- Done, T.J. (1992) Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologica (The ecology of mangrove and related ecosystems)*. 247, 121-132.
- Laws, E.A. (1993) *Aquatic pollution, an introductory text*, 2nd edn. John Wiley and Sons, New York, 611 pp
- 中野義勝 (2002) 造礁サンゴの環境負荷への生理生態的反応に関わる研究の概観. 中森亨編, 日本におけるサンゴ礁研究 I, 43-49
- Pastorok, R.A., Bilyard, G.R. (1985) Effects of sewage pollution on coral-reef communities. *Marine Ecology Progress Series*. 21, 175-189.
- 渡邊俊樹 (2006) 造礁サンゴ幼若体の褐虫藻獲得に対する有害化学物質暴露の影響試験に関する調査報告. 安村茂樹・新井秀子編, WWF ジャパン・プロジェクト報告書南西諸島における野生生物の有害化学物質調査 ('05~'07), 49-55

2-5. 埋め立てや浚渫によるサンゴ礁の消失

2-5-1. サンゴ群集への影響と問題点

埋め立てによるサンゴ礁の消失は、埋め立てにより新たな土地を生み出す一方、サンゴ礁が二度とサンゴ礁生態系となることがないため、最も影響の大きな攪乱といえる。また、埋め立ては、埋め立てられた場所の生物が消滅するだけでなく、陸域とのつながりをも分断するため、生活史の中で海と陸を行き来する生物へも影響を与える。浚渫は工事区域内の生物が消滅するだけでなく、サンゴ礁地形を改変し水の流れを変化させる。その結果、周辺の生物の生息環境を変化させるため、サンゴ礁生態系へ与える影響は大きい。

沖縄県の埋め立ての変遷は「第2章 第2節 2-5-1. サンゴ群集への影響と問題点」を参照。

2-5-2. 波照間島地域における埋め立て及び浚渫の状況

埋め立て地や浚渫された場所については、第四回自然環境保全基礎調査でサンゴ礁消滅域として整理されている。波照間島地域における埋め立て及び浚渫の現状を把握するため、国土数値情報の行政区域の2008年のポリゴンを用いて1975年のポリゴンで処理し、面積が増えた行政区域を抽出した(図5-2-15)。この際、ポリゴン作成の精度上の問題で、埋め立てられていない部分も抽出されたため、第四回自然環境保全基礎調査(環境庁1996)およびサンゴ礁分布図(環境省2008)の浚渫埋め立ての情報と、沖縄県土地対策課所有の航空写真(平成3年及び4年撮影)をもとに修正を行なった。また、第4回自然環境保全基礎調査と第5回自然環境保全基礎調査の海岸調査より、人工海岸を抽出した。

波照間島地域では埋め立てられている場所は少なく、人工海岸は港周辺に限られている。

2-5-3. 波照間島地域における埋め立て及び浚渫の影響

調査精度の誤差も含まれるが、1972年から2007年までに、沿岸の埋め立て等により県土面積は3,155ha拡大しており、広い面積の干潟やサンゴ礁が消滅したと考えられる。波照間島地域では、1974年以降の埋め立ては少ない。

沖縄県全体での埋め立てと同様に海岸の人工化は著しく、沖縄県では1984~1993年間に101.02kmの人工海岸が増加しており(環境庁1994)、これは全国一の増加である。他方、この間に自然海岸は30.83km減少している(環境庁1994)。埋め立てのみならず道路建設や護岸による海岸の人工化は、生活史の中で陸と海を行き来する生物の移動を分断し、大きな影響を与える。また、埋め立て地に人工ビーチを付設する際には砂の採取と造成を伴うため、サンゴ礁生態系への影響が大きいと考えられる。波照間島地域の人工海岸は港周辺に限られている。

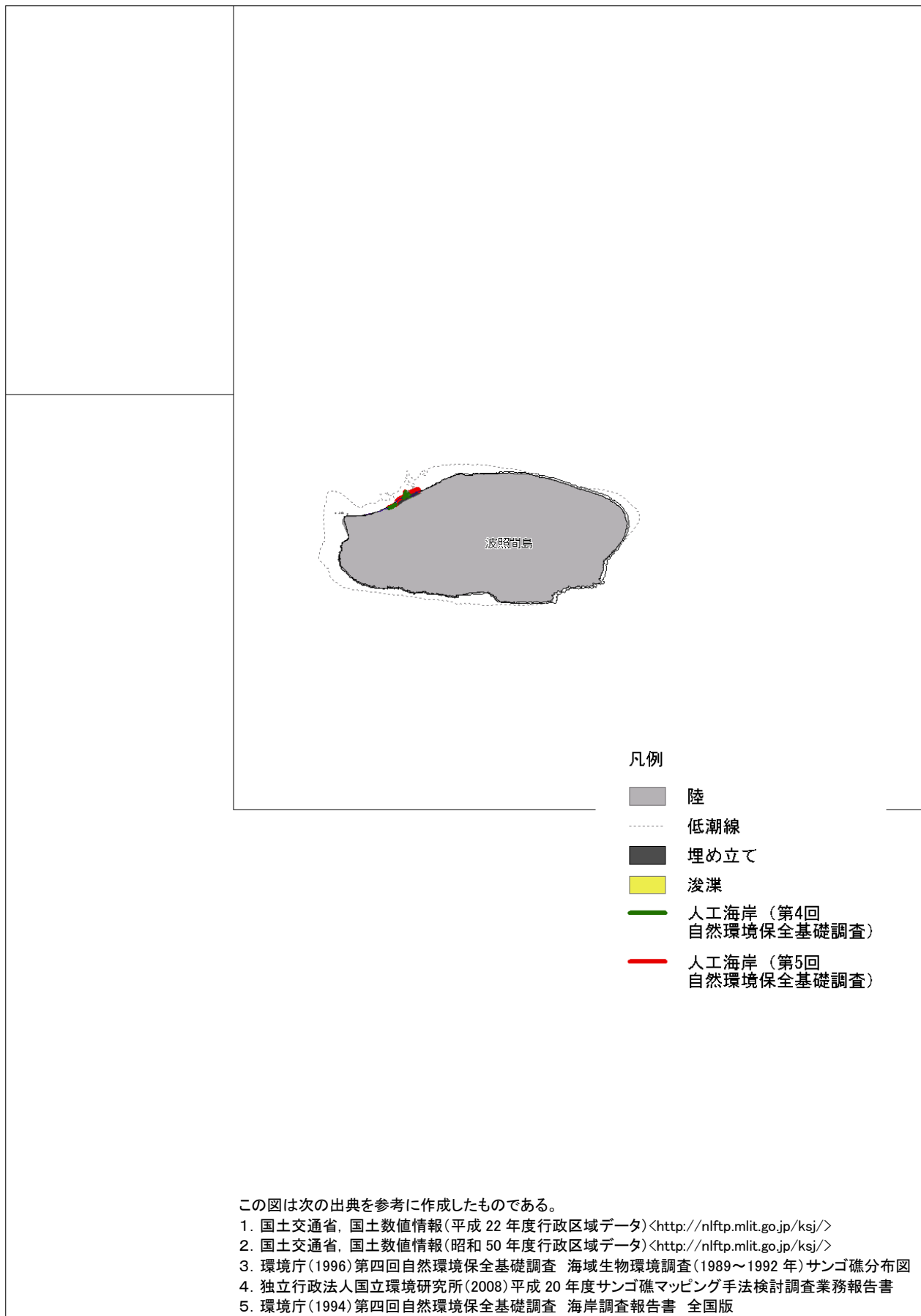


図5-2-15. 波照間島地域における 1974 年以降の埋め立て地.

参考文献

- 環境庁（1994）第四回自然環境保全基礎調査 海岸調査報告書 全国版. pp349
- 環境庁（1996）第四回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査（1989～1992年）サンゴ礁分布図. 環境庁.
- 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 国土数値情報（行政区域データ昭和50年）国土交通省.
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 国土数値情報（行政区域データ平成20年）国土交通省.
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 国土地理院（1991～1992）空中写真. 沖縄県土地対策課 GIS データ.
- 独立行政法人国立環境研究所（2008）平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書. 環境省, 10pp.

2-6. その他の攪乱

サンゴ群集に影響を与える主な攪乱要因を2-1から2-5まで紹介したが、その他の攪乱要因として、サンゴの病気による死亡や台風による直接的な破壊、過剰な利用による破壊や資源の減少、サンゴ食巻貝類による捕食などがあげられる。これらの攪乱要因の規模や頻度は、前述した攪乱要因ほどではないが、今後環境の変化などによりサンゴ群集に大きな影響を与える可能性もある。各攪乱の概要は「第2章 第2節 2-6. その他の攪乱」を参照。

第3節 波照間島地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報

1. 海域の保全に関する区域の設定状況

<保全に関する区域>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<保全に関する区域の効用>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<保全に関する区域の事例>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

今後の波照間島地域の保護区管理の参考とするために、現在の波照間島地域における海域の保全に関する区域の設定状況等を整理した。

1-1. 沖縄における海域の保全に関する区域

第2章 第3節記載のとおり、沖縄における海域の保全に係る区域の種類は表2-3-1に示してある。

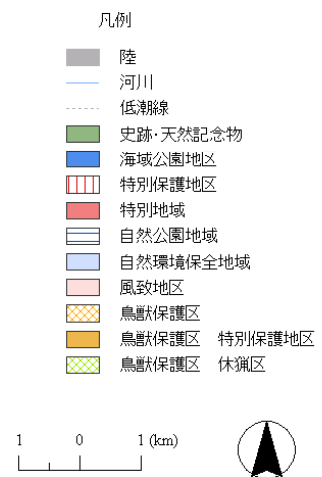
1-2. 波照間島地域における海域の保全に関する区域

サンゴ礁を守る重要な方策の一つとして、保護区の制定及び保全すべき地域の提案が挙げられ、これらを保護区等に関する情報として整理した。

表2-3-1の海域の保全に関する区域で法的な規制のある区域のうち、国定・国立公園などの自然公園地域、鳥獣保護区で、波照間島地域においてサンゴ礁域に直接かかるものを図5-3-1に整理した。波照間島には県指定の史跡のみだった。

沖縄県の自然環境の保全に関する指針では波照間島地域の各評価ランクの分布は図5-3-2のようになっている。全域で評価ランク1とされている。

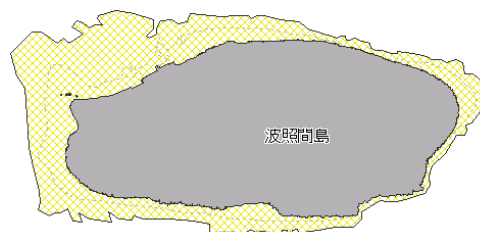
WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトにおいて、波照間島地域の生物多様性優先保全地域として抽出された地域を図5-3-3に示した。



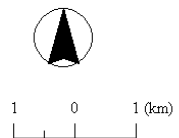
この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ) <<http://nftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.

図5-3-1. 波照間島地域における海域・陸域の保全に関する法的規制区域.



- 凡例
- 河川
 - 低潮線
 - 陸
 - 評価ランク I (自然環境の厳正な保護を図る区域)
 - 評価ランク II (自然環境の保護・保全を図る区域)
 - 評価ランク III (自然環境の保全を図る区域)
 - 評価ランク IV (自然環境の創造を図る区域)



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ
4. 沖縄県自然保護課(2000)自然環境の保全に関する指針-[沖縄島周辺離島及び大東諸島編]-

図5-3-2. 波照間島地域における自然環境の保全に関する指針.



凡例

- 陸
- 河川
- 低潮線
- 生物多様性
優先保全地域 (陸域)
- 生物多様性
優先保全地域 (海域)



1 0 1 (km)

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
4. 安村茂樹編(2009)WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
5. 山野博哉(2009)サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45

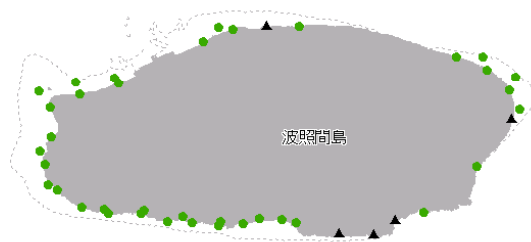
図5-3-3. 波照間島地域における生物多様性優先保全地域(WWF 2009).

1-3. サンゴ分布ポテンシャルマップ

WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトで評価されたサンゴ分布高ポテンシャル地点を図3-3-4に示す。さらに、サンゴ分布高ポテンシャル地域と評価されたポイントを自然地理的ユニットで集計した結果を、図3-3-5および図3-3-6に示した。サンゴ分布高ポテンシャルポイントが10ポイント以上であった海域を表3-3-1に示した。

表3-3-1. サンゴ分布高ポテンシャルポイントが10以上の海域.

	海域
礁池	波照間島南西
礁斜面	なし



凡例

— 河川

----- 低潮線

■ 陸

● サング高ポテンシャル（礁池）

▲ サング高ポテンシャル（礁斜面）

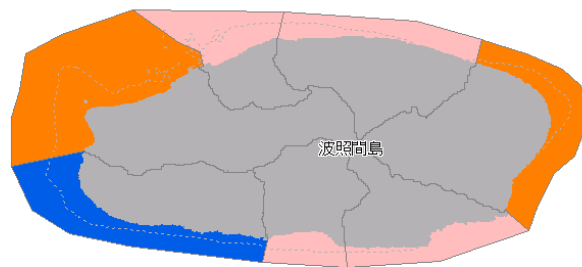


1 0 1 (km)

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
4. 安村茂樹編(2009)WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
5. 山野博哉(2009)サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45

図5-3-4. 波照間島地域におけるサンゴ高ポテンシャル地点(礁池・礁斜面).



凡例

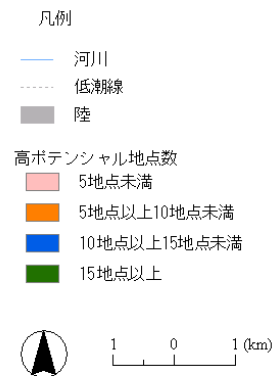
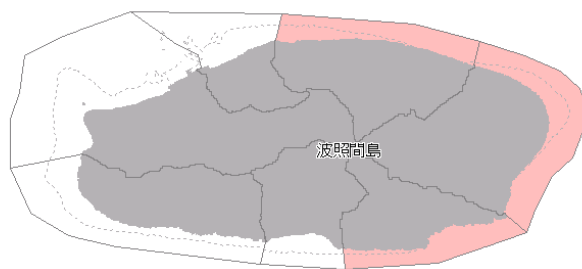


1 0 1 (km)

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ
4. 安村茂樹編(2009)WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, 財団法人世界自然保護基金ジャパン
5. 山野博哉(2009)サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45
6. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書, 沖縄県環境保全課
7. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

図5-3-5. 波照間島地域におけるサンゴ高ポテンシャルの陸域海域区分での集計結果(礁池).



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県土地対策課(2009)沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
4. 安村茂樹編(2009)WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
5. 山野博哉(2009)サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45
6. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
7. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方, WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

図5-3-6. 波照間島地域におけるサンゴ高ポテンシャルの陸域海域区分での集計結果(礁斜面).

1-4. 波照間島地域における海域の保全に関する区域の現状

波照間島地域の保全に関する区域はほとんど無く、サンゴ礁生態系を保全するには、現行の制度で様々な種類の保護区を複雑に組み合わせなければならない。海域の保全に関する区域は、漁業資源の保護、観光資源の保護、生態系の保護などの目的により、管理主体も水産行政、自然保護行政、コミュニティーなど多岐にわたり、その種類により規制が異なるなど非常に複雑である。また、自然環境保全に関する指針のように保全すべき地域として提案されているが、実際の保全には結びついていない地域が多くある。このような現状の中、自然環境および生物多様性を保全するにあたり、生物や生物多様性の保護を目的とし、立ち入りの制限、全ての動植物の採取捕獲を禁止、開発などの生物の生息環境に影響を与える行為の規制が行える海域の保全に関する区域の設定について多様な主体と連携して検討していく必要がある。

参考文献

- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
安村茂樹編 (2009) WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書. 財団法人世界自然保護基金ジャパン
沖縄県環境保全課 (2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
沖縄県自然保護課 (2000) 自然環境の保全に関する指針ー [沖縄島周辺離島及び大東諸島編] ー
沖縄県土地対策課 (2009) 沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ.
国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
山野博哉 (2009) サンゴ礁及びサンゴ群集類型化手法の検討, WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p42-45
中井達郎 (2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

2. 観光に関する情報

<サンゴ礁域における観光>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<観光によるサンゴ礁への影響>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<持続可能な観光利用：エコツーリズム>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

沖縄の重要な産業である観光とその資源であるサンゴ礁は、密接に関わっている。今後の観光とサンゴ礁保全の参考とするため、波照間島地域の観光地域について整理した。

2-1. 波照間島地域における観光地

サンゴ礁を適切に利用するための基礎情報として、観光ポイントは文献情報（金城・仲宗根 2009、財団法人沖縄コンベンションビューロー2010、フィッシング沖縄社 2000）を基に、主要な観光ポイントを整理した（図5-3-7）。波照間島地域にはダイビングポイントが少しある。

上記でまとめた観光ポイントを、陸域海域区分毎に再集計し、図5-3-8に示した。観光ポイントが多い区域は無かった。

表5-3-2. 波照間島地域におけるダイビングポイント一覧.

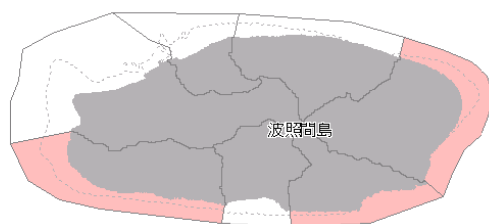
No.	地点名
1	東のWアーチ
2	イーストキャニオン
3	サンドウェーブポイント



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. フィッシング沖縄社(2000)家族で楽しむ沖縄の潮干狩りとキャンプ場マップ. フィッシング沖縄社
4. 沖縄観光コンベンションビューロー(2010)美ら島 2010-沖縄県観光情報ファイル. 沖縄観光コンベンションビューロー
5. 沖縄県観光商工部観光企画課, 観光振興地域(位置図).
<<http://www3.pref.okinawa.jp/site/view/contview.jsp?cateid=233&id=827&page=1>>
6. 金城孝一、仲宗根一哉(2009)既存情報に基づく海域および陸域特性を反映させた沖縄島のサンゴ礁区分の試み. 沖縄県衛生環境研究所報, 第 43 号

図5-3-7. 波照間島地域における主な観光地と観光振興地域.



凡例	
■ 陸	観光ポイントの数
— 河川	■ 3ポイント未満
⋯ 低潮線	■ 3ポイント以上5ポイント未満
□ 陸域海域区分	■ 5ポイント以上10ポイント未満
	■ 10ポイント以上

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書¹⁾ 沖縄県環境保全課
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
4. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
5. フィッシング沖縄社(2000)家族で楽しむ沖縄の潮干狩りとキャンプ場マップ. フィッシング沖縄社
6. 沖縄観光コンベンションビューロー(2010)美ら島2010-沖縄県観光情報ファイル. 沖縄観光コンベンションビューロー
7. 沖縄県観光商工部観光企画課, 観光振興地域(位置図).
<<http://www3.pref.okinawa.jp/site/view/contview.jsp?cateid=233&id=827&page=1>>
8. 金城孝一、仲宗根一哉(2009)既存情報に基づく海域および陸域特性を反映させた沖縄島のサンゴ礁区分の試み. 沖縄県衛生環境研究所報, 第43号

図5-3-8. 波照間島地域における観光地等の陸域海域区分での集計結果.

2-2. 観光まとめ

観光地が集中する地域はほとんど無かった。沖縄県への入域観光客数は年々増加傾向にあり、環境収容量も考慮しながら、今後もサンゴ礁生態系へ配慮していく必要がある。

参考文献

- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
- フィッシング沖縄社 (2000) 家族で楽しむ沖縄の潮干狩りとキャンプ場マップ. フィッシング沖縄社
- 沖縄観光コンベンションビューロー (2010) 美ら島 2010—沖縄県観光情報ファイル. 沖縄観光コンベンションビューロー
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 沖縄県観光商工部観光企画課, 観光振興地域 (位置図).
<<http://www3.pref.okinawa.jp/site/view/contview.jsp?cateid=233&id=827&page=1>>
- 金城孝一、仲宗根一哉 (2009) 既存情報に基づく海域および陸域特性を反映させた沖縄島のサンゴ礁区分の試み. 沖縄県衛生環境研究所報, 第 43 号
- 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 中井達郎 (2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47

3. 漁業に関する情報

<沖縄県における漁業概要>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<漁業によるサンゴ礁への影響>

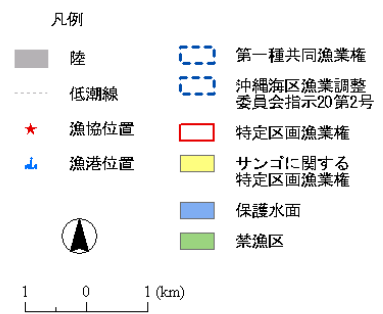
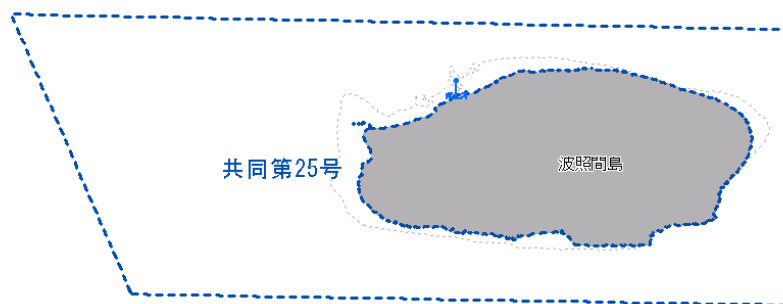
第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<持続可能な漁業：資源管理>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

3-1. 波照間島地域における漁業利用の範囲

波照間島地域における漁業利用の範囲について、一定範囲の漁業を独占排他的に営み、その利益を享受することができる漁業権の設定状況、並びにこの権利の主体となる漁業協同組合の位置を整理した。波照間島地域の沿岸全域には共同漁業権が設定されている（図5-3-9）。



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. 沖縄県農林水産部(2003)漁業権の免許内容等(特定区画漁業権・定置漁業権)

図5-3-9. 大東地域における特定区画漁業権の設定状況および漁業協同組合の位置.

3-2. 漁業まとめ

波照間島地域の沿岸全域には共同漁業権が設定されている。サンゴ礁生態系保全と漁業を両立していくには、禁漁区、禁漁サイズ、保護区など資源管理を手法とした持続的な漁業を展開していくことが重要である。

参考文献

国土交通省，国土数値情報(平成22年度行政区域データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

(財)日本水路協会，海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

沖縄県農林水産部（2003）漁業権の免許内容等（特定区画漁業権・定置漁業権）

第4節 波照間島地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析

1. 陸域と海域の区分

今回の調査結果を過去の調査結果などと比較するため、陸域と海域をそれぞれ地形から区分をして作成した「陸域海域区分」を元に集計した。波照間島地域の陸域海域区分を図5-4-1に示す。

1-1. 陸域区分の作成

沖縄島は沖縄県環境保全課が地形図をもとに作成した流域区分データを、陸域区分として使用した(沖縄県環境保全課 2006))。それ以外の地域は、国土地理院基盤地図情報の10mメッシュデータを利用し、GISソフトにて作成した流域を、陸域区分とした。西表浦内川、与那田川が同じ流域になったため、計算の過程で、浦内川河口部をヌル値処理(湾として処理)し、2つの流域に区分した。宮古島の陸域区分は、宮古島市企画政策部・宮古島市水道局(2009)を参考に、地下水の流域をもとにした。

1-2. 海域区分の作成

海域区分は、WWFJの南西諸島生物多様性評価プロジェクトで中井(2009)が作成した海域区分(自然地理的ユニット)を使用し、今回のマンタ法調査のラインが入るように修正した。自然地理的ユニットとは、岬、水路、礁原(礁嶺)などの地形が半閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをひとつの生態学的な単位として捉えており、陸域の流域に相当する。修正方法は、海上保安庁水路部低潮線データを用い沿岸の浅場が含まれるように修正後、マンタ法調査航跡データを重ね、航跡が海域区分内に含まれるように修正した。

1-3. 流域・海域の統合

作成した陸域区分、海域区分をGIS上で重ねて表示し、国土数値情報の河川データ、海上保安庁の水路部の低潮線データなどを参考に、各流域が接している海域と統合した。流域が二つの海域をまたいでいる場合は、海岸線が長い方の海域と統合した。

1-3-1. 陸域海域区分を用いるときの注意

今回作成した陸域海域区分は、流域が直接接する海域と統合したため、流域と海域が1対1の対応となっている。各流域は直に接する海域だけでなく、隣接する海域へも影響を与えていることもあることに注意が必要である。また、風向きや潮の干満、潮流などの気象条件により影響の範囲や方向が変化することも注意すべき点である。さらに、下水道が整備されている地域などは地形的な流域区分では分けられなかったり、隆起珊瑚礁域では地下水系が発達していたり、解析する年や地域、項目ごとに流域が変化することにも注意

が必要である。例えば、下水道整備地域が関係する栄養塩類の排水系（流域）と、主に地形や土壌が関係する赤土等の土壌の流出の排水系（流域）は、同じ排水系ではないので注意が必要である。

このように多くの注意点があるため、他の解析等で陸域海域区分を使用する場合は、上記注意点を考慮すべきである。

1-4. 地域区分の作成

波照間島地域の各地域の傾向を解析するために、陸域海域区分を東西などの大きな区分でまとめた（図5-4-2）。各地域にまとめるにあたっては、陸域海域区分を基本とし、湾や岬などの地形を考慮しながら分けした。この単位を「地域区分」とした。

参考文献

沖縄県環境保全課（2006）平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書。沖縄県環境保全課

宮古島市企画政策部・宮古島市水道局（2009）平成19年度宮古島地下水水質保全調査報告書。

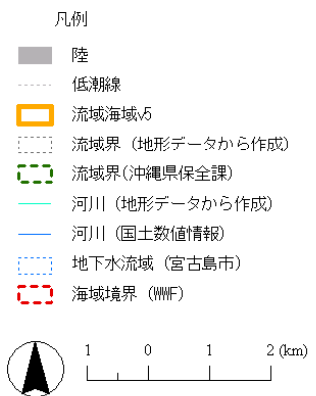
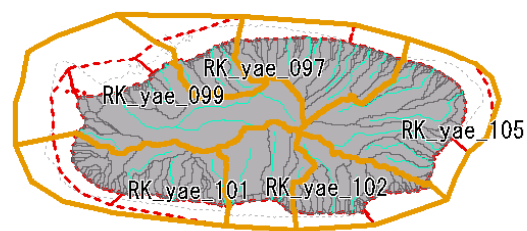
国土交通省，国土数値情報（平成22年度行政区域データ、河川データ）
<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>

国土交通省国土地理院 基盤地図情報（10mメッシュ標高）
<<http://fgd.gsi.go.jp/download/>>

国土地理院基盤地図情報< <http://fgd.gsi.go.jp/download/>>

中井達郎（2007）サンゴ礁裾礁における空間構想把握のための自然地理的ユニットの設定—与論島東部サンゴ礁を例に—。地学雑誌，116(2)，223-242

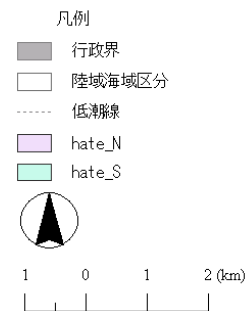
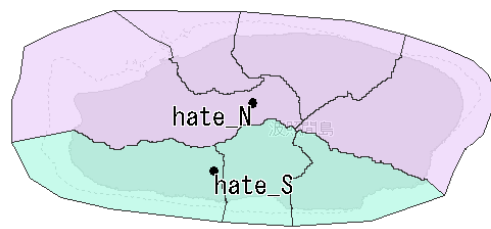
中井達郎（2009）BPA選定基準の基本的な考え方。WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書，p46-47



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成22年度行政区域データ、河川データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
4. 国土交通省国土地理院 基盤地図情報(10mメッシュ標高) <<http://fgd.gsi.go.jp/download/>>

図5-4-1. 波照間島地域における陸域海域区分.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ、河川データ)<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
4. 国土交通省国土地理院 基盤地図情報(10m メッシュ標高)<<http://fgd.gsi.go.jp/download/>>

図5-4-2. 波照間島地域における地域区分.

2. サンゴ群集の現況と変遷

2-1. 波照間島地域におけるサンゴ群集の現況

<波照間島地域のサンゴ被度の概況>

波照間島地域はサンゴ被度ランク 5~10%の割合が最も高かった。50%以上のサンゴ被度の占める割合は17.8%と2割近かったが、75~100%は全体で0.0%と非常に少ない(表5-4-1)。

表5-4-1. マンタ法調査における距離に対するサンゴ被度ランクの割合(%)。
赤い塗りつぶしは最も高い割合。

地域名	地域区分	サンゴ被度ランク(%)					
		0~5	5~10	10~25	25~50	50~75	75~100
波照間北	hate_N	3.4	51.6	19.8	18.1	7.0	0.0
波照間南	hate_S	24.3	7.9	13.3	19.7	34.8	0.0
波照間		11.5	34.6	17.3	18.7	17.8	0.0

<波照間北>

マンタ法による調査では、サンゴ被度ランクが5~10%の割合が最も高く、51.6%を占めている。サンゴ被度ランク75~100%の割合は非常に低く0.0%であった。スポットチェック法による調査では、波照間島北西礁斜面でサンゴ被度が高かった。

<波照間南>

マンタ法による調査では、サンゴ被度ランクが50~75%の割合が最も高く、34.8%を占めている。サンゴ被度ランク75~100%の割合は低く0.0%であった。

2-2. 波照間島地域におけるサンゴ群集の変遷

2-2-1. 広域概況調査結果の変遷（マンタ法）

1991年に波照間島地域で実施された第4回自然環境保全基礎調査の調査結果を表5-4-2に、今年度（2011年～2012年）の調査結果を表5-4-3に示す。今年度の調査結果は、第4回自然環境保全基礎調査の調査結果と比較するためサンゴ被度の区分を第4回自然環境保全基礎調査の調査結果に合わせて再集計した。

波照間島地域全体では、1991年の調査ではサンゴ被度50%以上の割合が17.7%だったが、今年度の調査では20.9%に増加している。サンゴ被度5～50%の割合は、1991年は35.2%であったのが今年度の調査では13.8%に減少している。サンゴ被度0～5%の割合は、1991年では16.4%であったが、今年度は13.8%に減少している。

地域別にみると、1991年の調査では波照間島北でサンゴ被度5～50%の割合が最も高かったが、今年度の調査では5～50%の割合が最も高くなっている。陸域海域区分別にみると、波照間島北西及び東側のサンゴ被度がわずかに増加している（図5-4-3）。

表5-4-2. 第4回自然環境保全基礎調査のサンゴ被度の距離に対する割合（波照間島地域）。赤い塗りつぶしは最も高い割合。

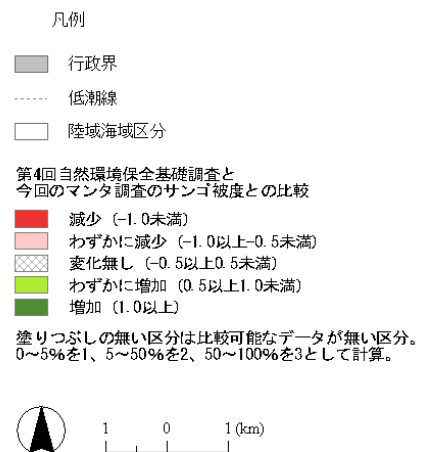
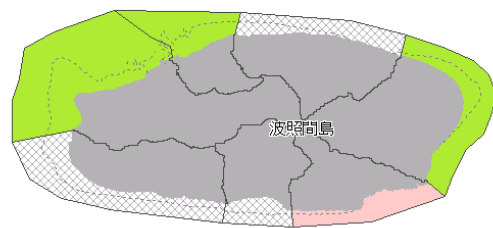
地域名	地域区分	サンゴ被度ランク(%)		
		0～5	5～50	50～100
波照間北	hate_N	65.8	29.8	4.4
波照間南	hate_S	4.5	64.4	31.1
波照間		35.2	47.1	17.7

N.D.はデータ無し

表5-4-3. 本事業で実施したマンタ法によるサンゴ被度の距離に対する割合（波照間地域）。赤い塗りつぶしは最も高い割合。1992年との比較のため第4回自然環境保全基礎調査の未調査地域は含めていない。

地域名	地域区分	サンゴ被度ランク(%)		
		0～5	5～50	50～100
波照間北	hate_N	3.4	89.6	7.0
波照間南	hate_S	24.3	40.9	34.8
波照間		13.8	65.2	20.9

N.D.は第4回自然環境保全基礎調査で未調査



この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 沖縄県環境保全課(2006)平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書.
2. 中井達郎(2009)BPA 選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
3. 国土交通省, 国土数値情報(平成 22 年度行政区域データ、河川データ)〈<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>〉
4. 国土交通省国土地理院 基盤地図情報(10m メッシュ標高)〈<http://fgd.gsi.go.jp/download/>〉
5. 環境庁(1992)第 4 回自然環境保全基礎調査

図5-4-3. 第 4 回自然環境保全基礎調査とサンゴ礁資源情報整備事業のマンタ調査結果の陸域海域区分毎の変化

2-2-2. 簡易遊泳観察調査結果の変遷

波照間島地域における簡易遊泳観察による1972年から2010年までのサンゴ被度の経年変化を図5-4-4に示す。与那国島、波照間島周辺では簡易遊泳観察法による調査は非常に少なく、年により調査地域に偏りがあるため、サンゴ被度の変遷は不明である。

陸域海域区分毎のサンゴ被度の変遷を図4-4-5～図4-4-6に示す。これまで行われてきた簡易遊泳観察による各地点のサンゴ被度を、陸域海域区分毎に集計し調査年ごとに平均化した。ただし、サンゴ被度がランクで表現されている場合は中央値を用いた(例えば、10～25%の場合は17.5%)。

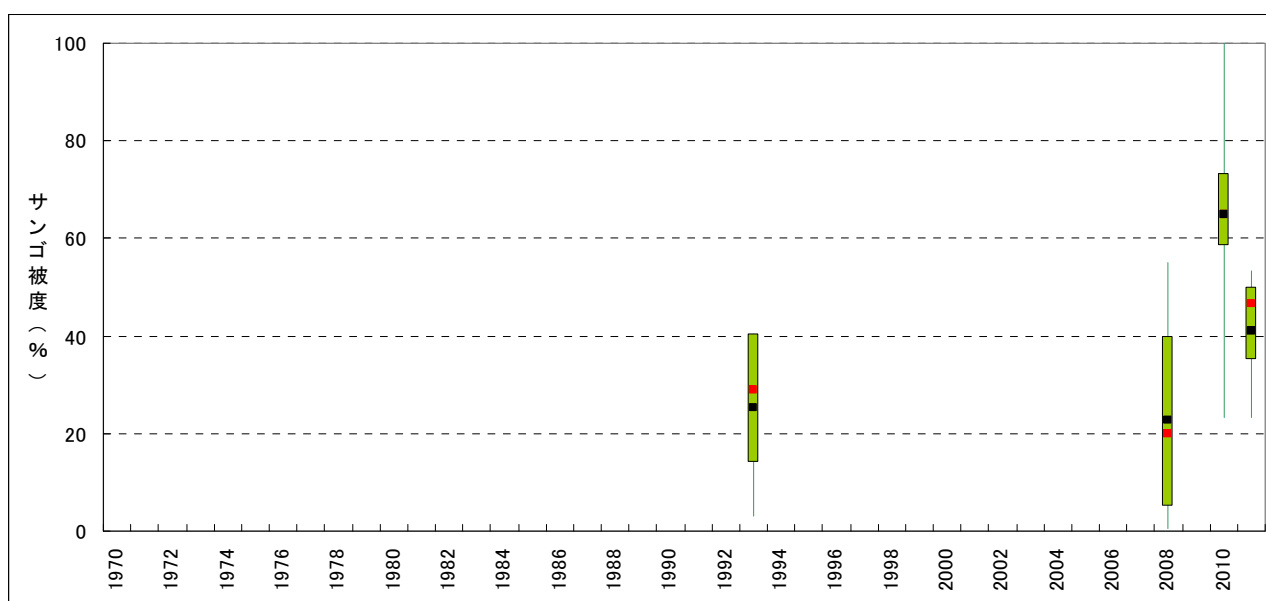


図5-4-4. 簡易遊泳観察法による与那国島、波照間島周辺のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は平均値、赤い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. サンゴ被度の変遷は調査が断続的で、サンゴ被度の変遷は断片的である. 調査地点数が非常に少ない年もあることに注意が必要である.

<波照間北 (hate_N) >

波照間北での簡易遊泳調査は実施年や地点数が少ないため、サンゴ被度の変遷は不明である。2011年のサンゴ被度が高いのは、本事業のスポットチェック法調査データが含まれているため、調査場所がサンゴ被度の高い場所に偏っている可能性がある。

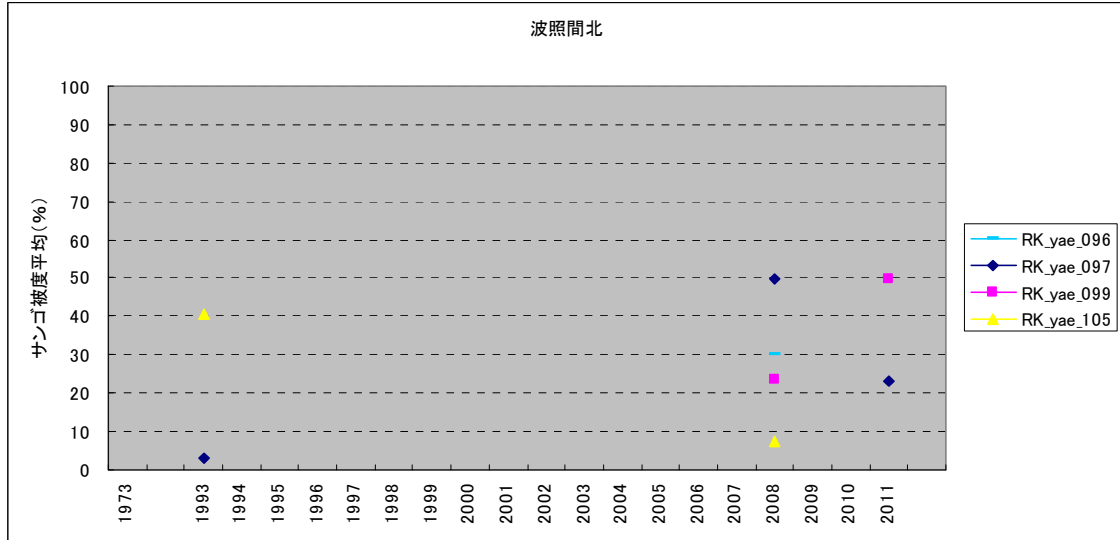


図4-4-5. 波照間北におけるサンゴ被度の変化。

<波照間南 (hate_S) >

波照間南では簡易遊泳調査による調査はほとんど行われていないため、サンゴ被度の変遷は不明である。

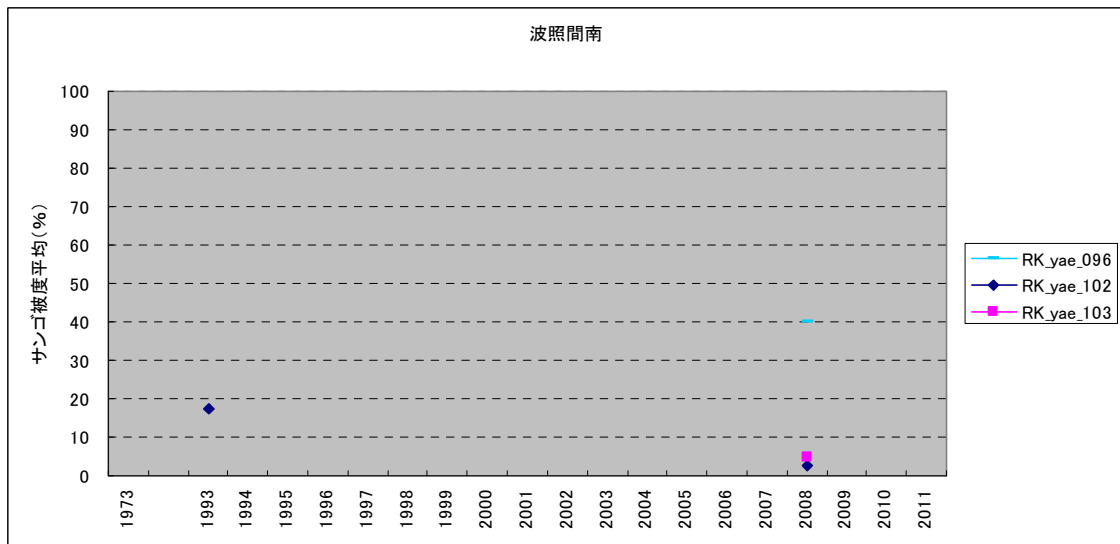


図4-4-6. 波照間南におけるサンゴ被度の変化。

参考文献

- (財)沖縄県環境科学センター (1994) 沿岸海域実態調査 (宮古島、石垣島及び西表島並びに
周辺離島)
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
- (独)国立環境研究所 (2008) 平成 20 年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成 17 年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流
出危険度調査報告書.
- 環境庁 (1992) 第 4 回自然環境保全基礎調査
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成 22 年度行政区域データ、河川データ)
<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- 国土交通省国土地理院 基盤地図情報 (10m メッシュ標高)
<<http://fgd.gsi.go.jp/download/>>
- 中井達郎 (2009) BPA 選定基準の基本的な考え方. WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評
価プロジェクト 報告書, p46-47
- 有限会社 海游 (2008) 平成 19 年度石西礁湖周辺海域広域調査業務 (鳩間島・波照間島海域)
報告書

3. サンゴ群集と攪乱要因との関係

<オニヒトデ、白化現象>

波照間島地域では2008年の調査で、島の北側で多くのオニヒトデが確認されていた。波照間島地域ではオニヒトデに関する調査はほとんど行われていないため、オニヒトデ大発生が大東地域のサンゴ群集へ与えた影響は不明である。

波照間島地域でのサンゴの白化現象に関する調査や情報は無いため、大東地域における白化現象のサンゴ群集への影響はよくわからない。

波照間島地域ではオニヒトデ及び白化現象に関する調査はほとんど行われていないため、オニヒトデ大発生や白化現象が波照間島地域のサンゴ群集へ与えた影響は不明である。

<赤土等土壌流出>

沖縄県内の赤土等土壌流出は、沖縄県赤土等流出防止条例の施行などさまざまな流出防止対策により、流出の総量が減少している。特に、沖縄県赤土等流出防止条例の施行後の開発に伴う赤土等の土壌の流出が減少している(大見謝ら 2002、沖縄県環境政策課 2009)。また、パイナップル畑の面積の変化から1960年代後半から1970年代前半にかけて、農地からの赤土等の土壌の流出が大きかったものと推測される。

USLE式による土壌流出推定量の結果は、波照間島域の赤土等土壌流出量は、波照間島南東部に土壌流出の高い土地がみられ、改変工事中の土地からの流出量が最も多かった。

<水質>

波照間島地域では沖縄県による公共用水域の水質測定調査は行われていないため、波照間島地域における水質とサンゴ群集の関係は不明である。ただし、人為的な栄養塩類の海域への流出がオニヒトデの大発生を引き起こす可能性が指摘されており(Fabricius 2005)、慶良間地域外の水質の悪化がオニヒトデの大発生を引き起こすなど、他海域の水質が宮古地域のサンゴ群集へ間接的に影響を与える可能性もある。

<観光>

観光地が集中する地域はほとんど無かった。観光地の数や入域観光客数とサンゴ被度の変遷・現状について明確な関係性は見出せなかった。しかし、沖縄県への入域観光客数は年々増加傾向にあり、環境収容量も考慮しながら、今後もサンゴ礁生態系へ配慮していく必要がある。

<埋め立て、浚渫、人工海岸>

波照間島地域では埋め立てられている場所は少なく、人工海岸は港周辺に限られている。埋め立てと波照間島地域のサンゴ礁の劣化との関係は、埋め立てによるサンゴ礁の消失が

明白であるが、このことを除き劣化との関係を見出すことは出来なかった。

<まとめ>

波照間島地域のサンゴ群集へのオニヒトデ大発生や大規模な白化現象による攪乱の影響は不明であった。波照間島地域のサンゴ礁を保全するためには、今あるサンゴ礁を保全し、攪乱要因などサンゴ礁に与える負荷をできるだけ少なくすることが最も重要である。また、地域ごとのサンゴ群集を守ることは、サンゴ群集の回復が見込めるなど、地球規模的なくく乱に対しても有効である。さらにサンゴ礁の劣化に根本的に対処するために、オニヒトデの大発生と栄養塩類、白化現象と地球規模の気候変動、サンゴの病気と水質など可能性のある攪乱要因に対して調査、研究することも重要である。

参考文献

Fabricius K. E. (2005) Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. Mar. Poll. Bull. 50, 125-146

沖縄県環境政策課 (2009) 平成 19 年度沖縄県環境白書. pp232

大見謝辰男・比嘉榮三郎・仲宗根一哉・満本裕彰 (2002) 赤土条例施行前後における沖縄沿岸の赤土等堆積状況比較. 沖縄県衛生環境研究所報 第 36 号

第5節 波照間島地域におけるサンゴ群集の現状と攪乱要因

＜波照間地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因＞

与那国島、波照間島周辺では簡易遊泳観察法による調査は非常に少なく、年により調査地域に偏りがあるため、サンゴ被度の変遷は不明である。

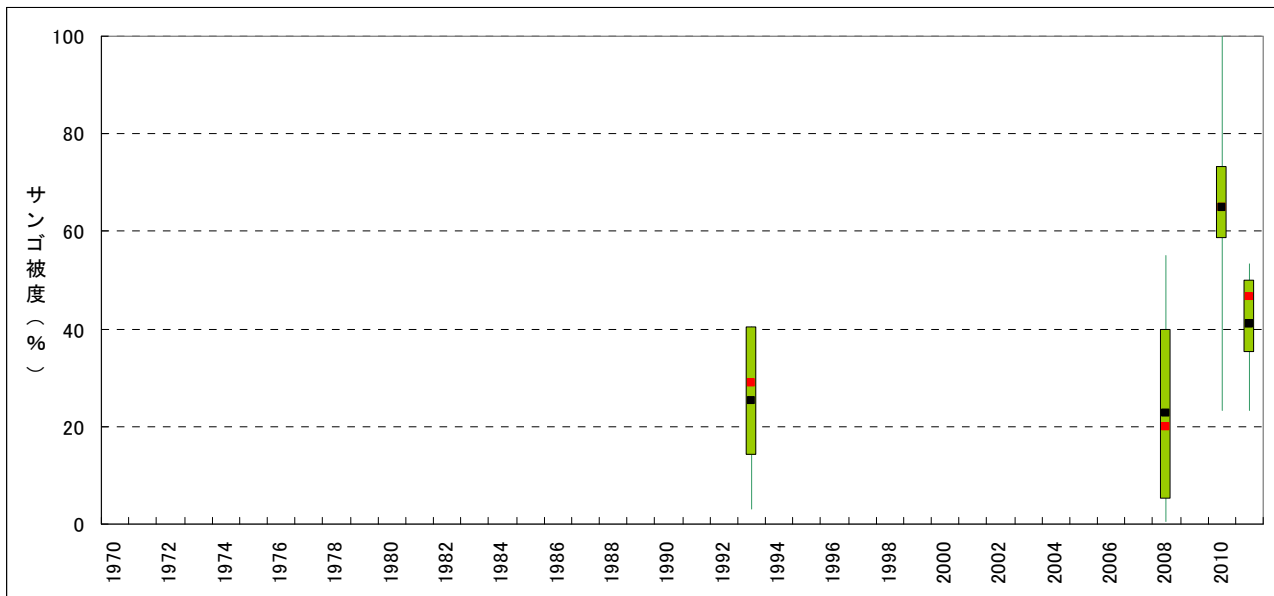


図6-2-16. 簡易遊泳観察法による与那国島、波照間島周辺のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は平均値、赤い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. サンゴ被度の変遷は調査が断続的で、サンゴ被度の変遷は断片的である. 調査地点数が非常に少ない年もあることに注意が必要である.

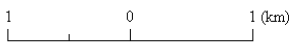
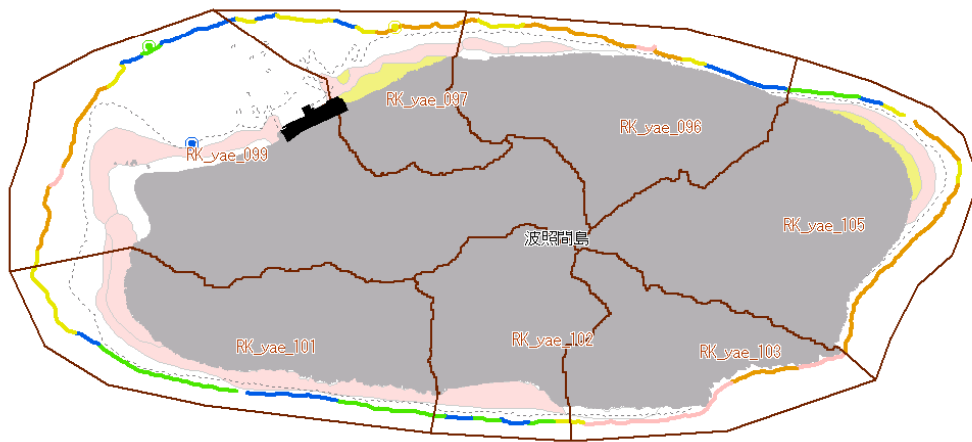
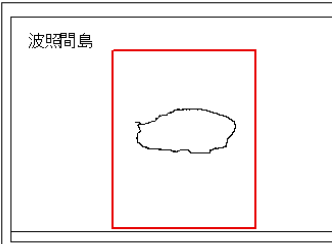
※中央値、第一四分位値、第三四分位値について

第一四分位数 (25 パーセンタイル) とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて 25%の位置にある数。中央値とは、観測値を大きさの順に並べたデータのちょうど中央にあるデータのことで、50 パーセンタイルに等しい。第三四分位数 (75 パーセンタイル) とは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて 75%の位置にある数。

パーセンタイルとは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて全体の $100\alpha\%$ に位置する値を 100α パーセンタイルという ($0 \leq \alpha \leq 1$)。65 パーセンタイルであれば、最小値から数えて 65%に位置する値を指す。

＜波照間地域のサンゴ礁地図＞

現在の波照間地域のサンゴ礁地図を、現況調査結果をもとに作成した。礁池内のデータは環境省作成のサンゴ礁マップ 2008 年のデータに今回の現地調査の結果を重ね合わせ、埋め立て地については、過去の調査をもとに今回の整理した結果を用いた。陸域・海域区分はそれぞれ沖縄県環境保全課の「赤土等流出危険度予測評価システム」調査結果で作成された流域区分と、WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトで中井（2009）により作成された海域区分をもとに作成した。



凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)
陸	5%未満
低潮線	5~50%
埋め立て浚渫	50%以上
陸域海域区分	

マンタ調査結果 (サンゴ被度)
0~5%
5~10%
10~25%
25~50%
50~75%
75~100%

スポットチェック調査 (サンゴ被度)
5%未満
5~10%
10~25%
25~50%
50~75%
75%以上

この図は次の出典を参考に作成したものである。

- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ礁分布図 (1/10万). 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書 (干潟・藻場・サンゴ礁調査) 第3巻サンゴ礁, <<http://www.biodic.go.jp/reports/reef/index.html>>
- (独)国立環境研究所 (2009) 平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書. 環境省請負, 10pp