

第2節 久米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

現在の久米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。久米島地域では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、久米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。

- ・久米島地域で実施された広域概況調査（マンタ調査；1992年、衛星画像解析；2008年）
- ・久米島地域で実施された簡易遊泳観察調査（1973年～2009年）
- ・久米島地域で実施されたその他の調査（1999年～2006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節久米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」による調査の結果である。第四回自然環境保全基礎調査では、久米島地域の調査は1992年に実施されており、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、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。

久米島地域では、1992年の調査で南側しかマンタ調査が実施されていない。サンゴ被度は1992年の時点でほとんどが5～50%以上で、部分的に50%以上の地域も見られた。奥武島北側の礁池には被度50%以上のサンゴ群集が広がっていたことが確認されている（図3-2-1～図3-2-3）。

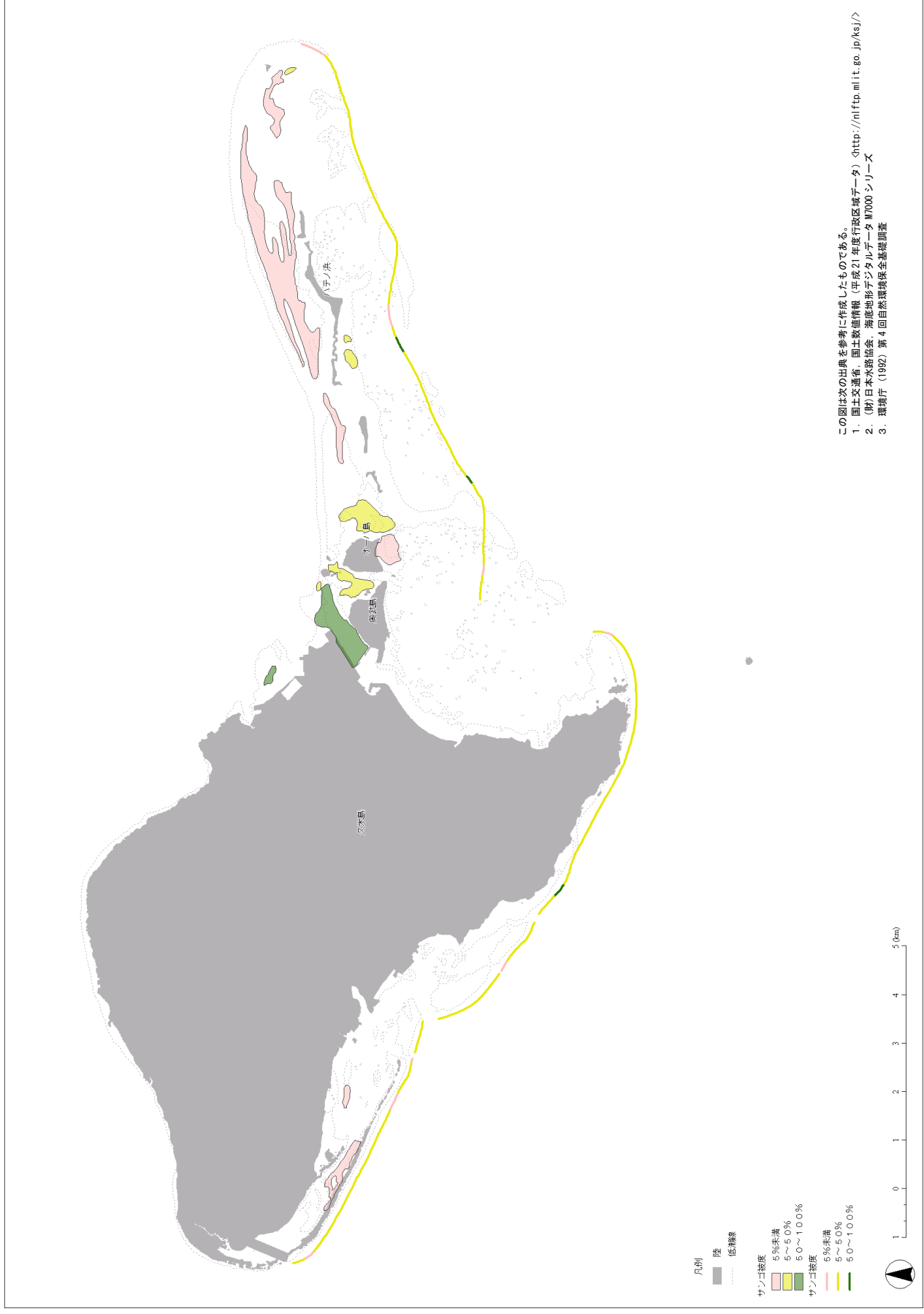


図3-2-1. 久米島地域における1992年のサングソ被度. 環境庁（1992）をもとに作成.

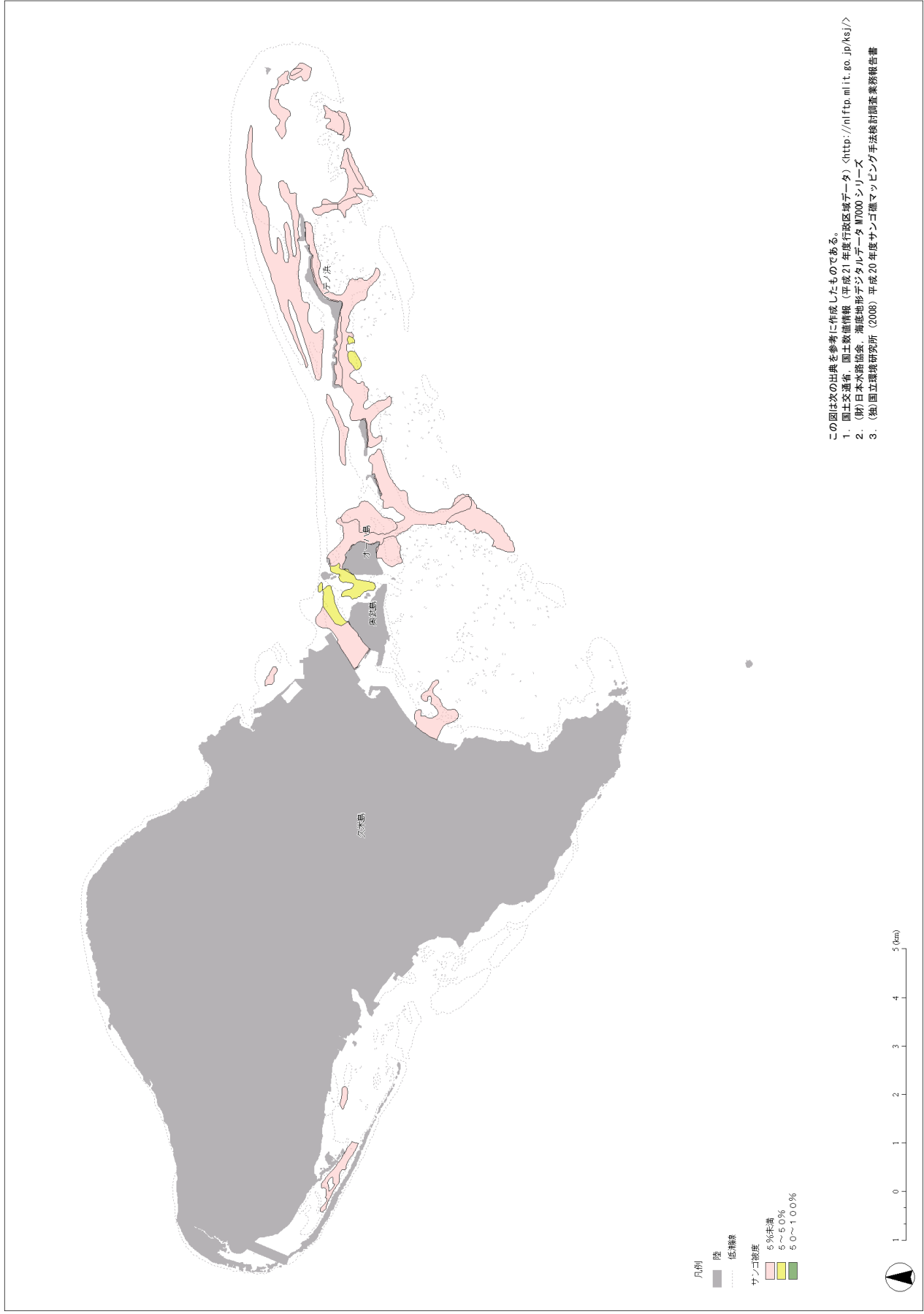


図3-2-2. 久米島地域における2008年のサンゴ被度. (独)国立環境研究所(2008)をもとに作成.

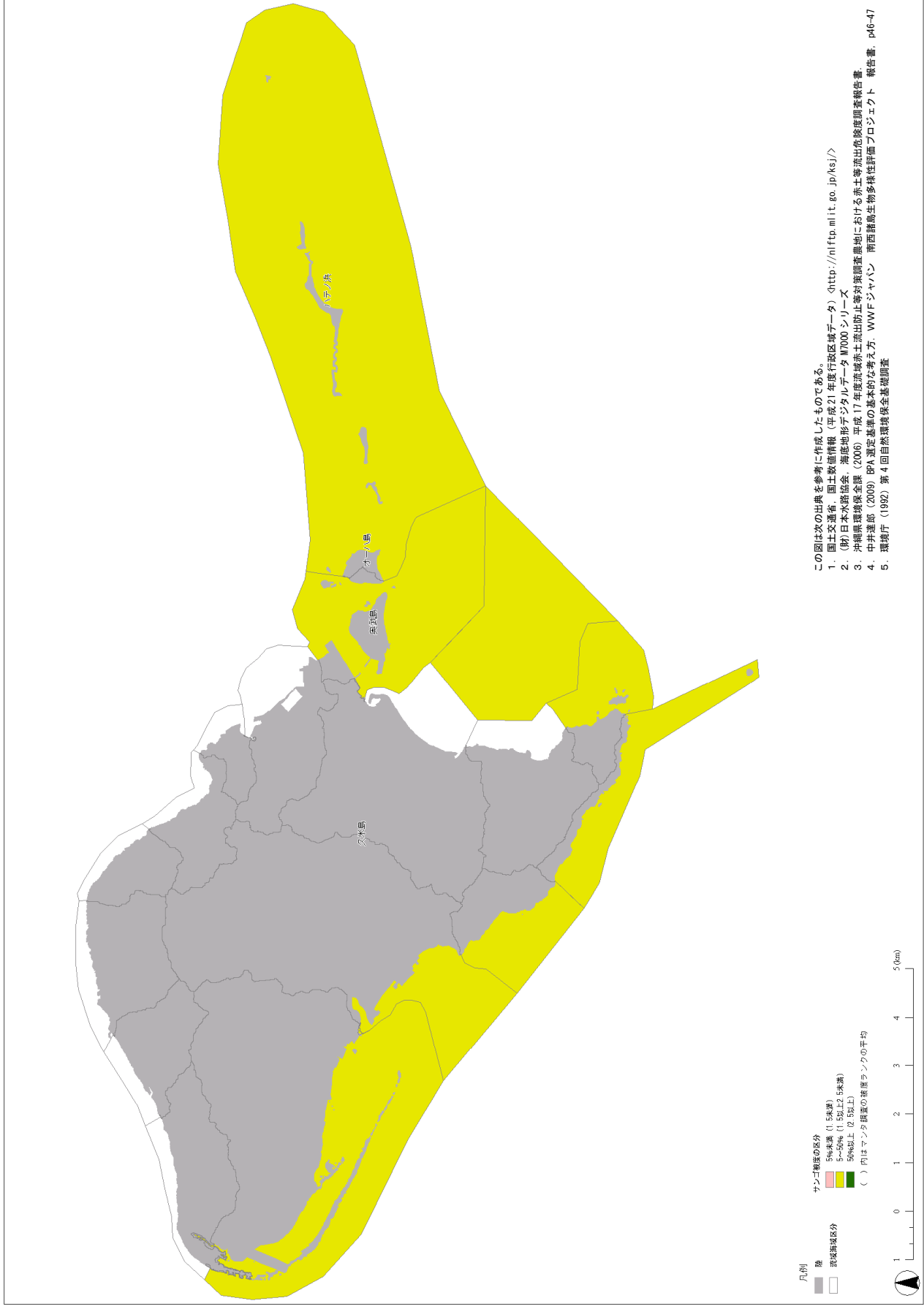


図3-2-3. 久米島地域における第四回自然環境基礎調査結果の海域区分毎のサンゴ被度の集計結果.

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。久米島地域におけるサンゴ群集の変遷を追うために、1973年以降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、久米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。

得られた各年毎の被度から中央値*、第一四分位値*、第三四分位値*、最大値及び最小値を算出し、久米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3-2-4）。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%）。また、1973年の調査以降は1992年、2003～2005年及び2009年を除き、調査は実施されておらず詳細な変遷は不明である。

1973年と1992年はサンゴ被度の中央値は30%前後であり、サンゴ被度が高い地点もみられる（図3-2-4～図3-2-6）。また、2003年から2005年にかけて徐々にサンゴ被度の中央値が増加しており、2009年には30%程度まで回復している（図3-2-4）。

地理的なサンゴ被度の変遷を、図3-2-5～図3-2-10に示す。1973年の調査ではハテノ浜北岸や久米島北西岸の礁斜面でサンゴ被度が高い場所がみられる。2003年以降久米島地域は、少しずつサンゴ被度が回復していることがうかがえる。

※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。

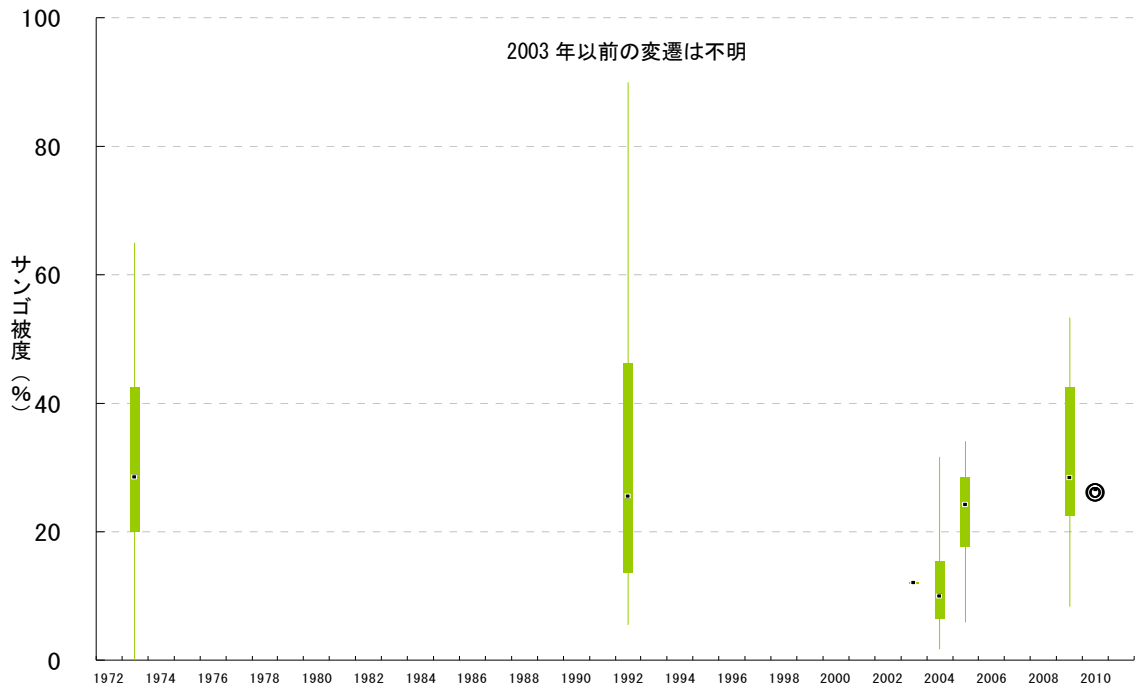


図3-2-4. 簡易遊泳観察法による久米島地域のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. 参考として2010年のマンタ調査結果の平均値を二重丸(◎)で表す. 2003年以前は、1973年と1992年しか調査が実施されておらず、1974年から2002年の間のサンゴ被度の変遷は不明である.

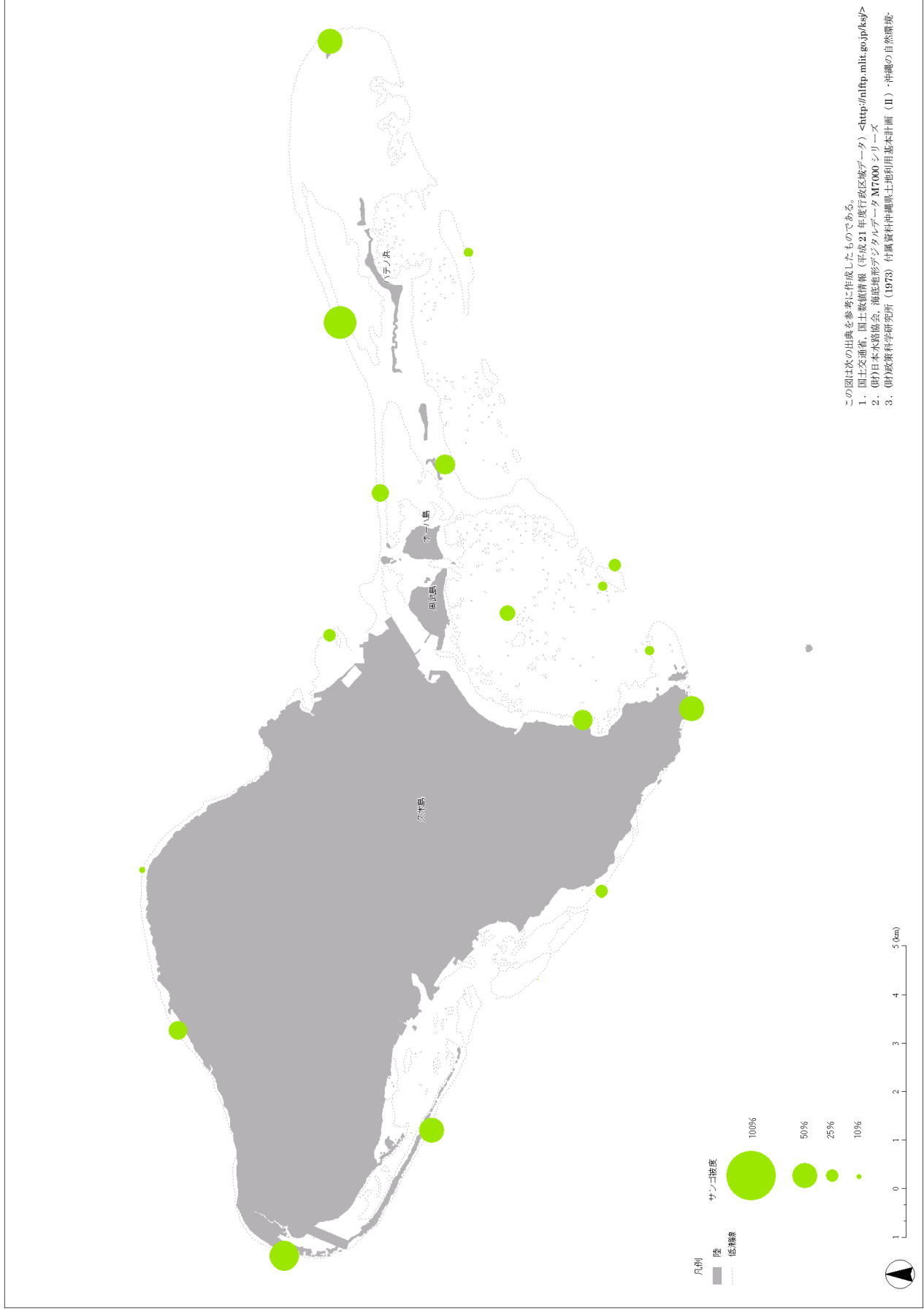


図3-2-5. 1973年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

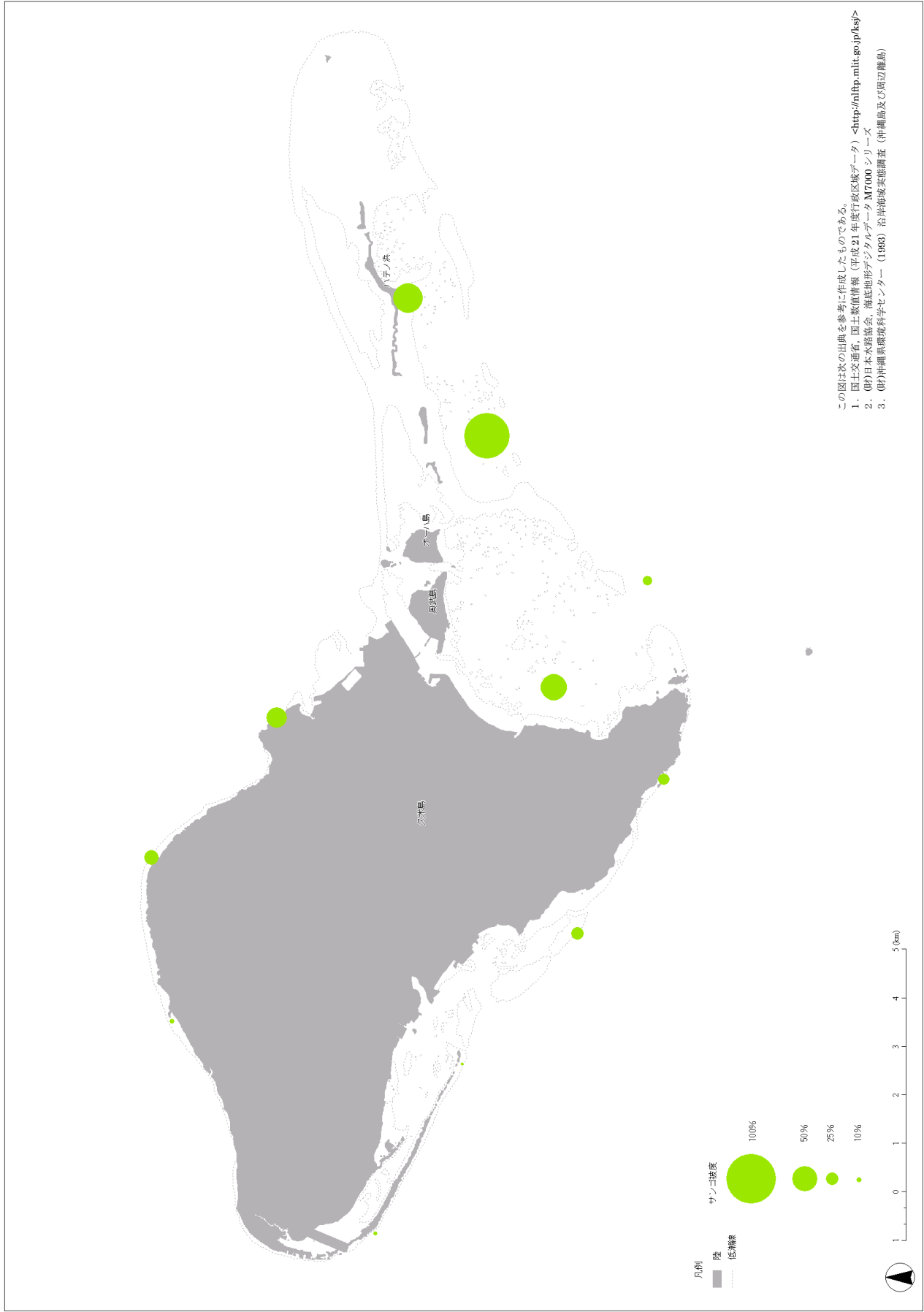


図3-2-6. 1992年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

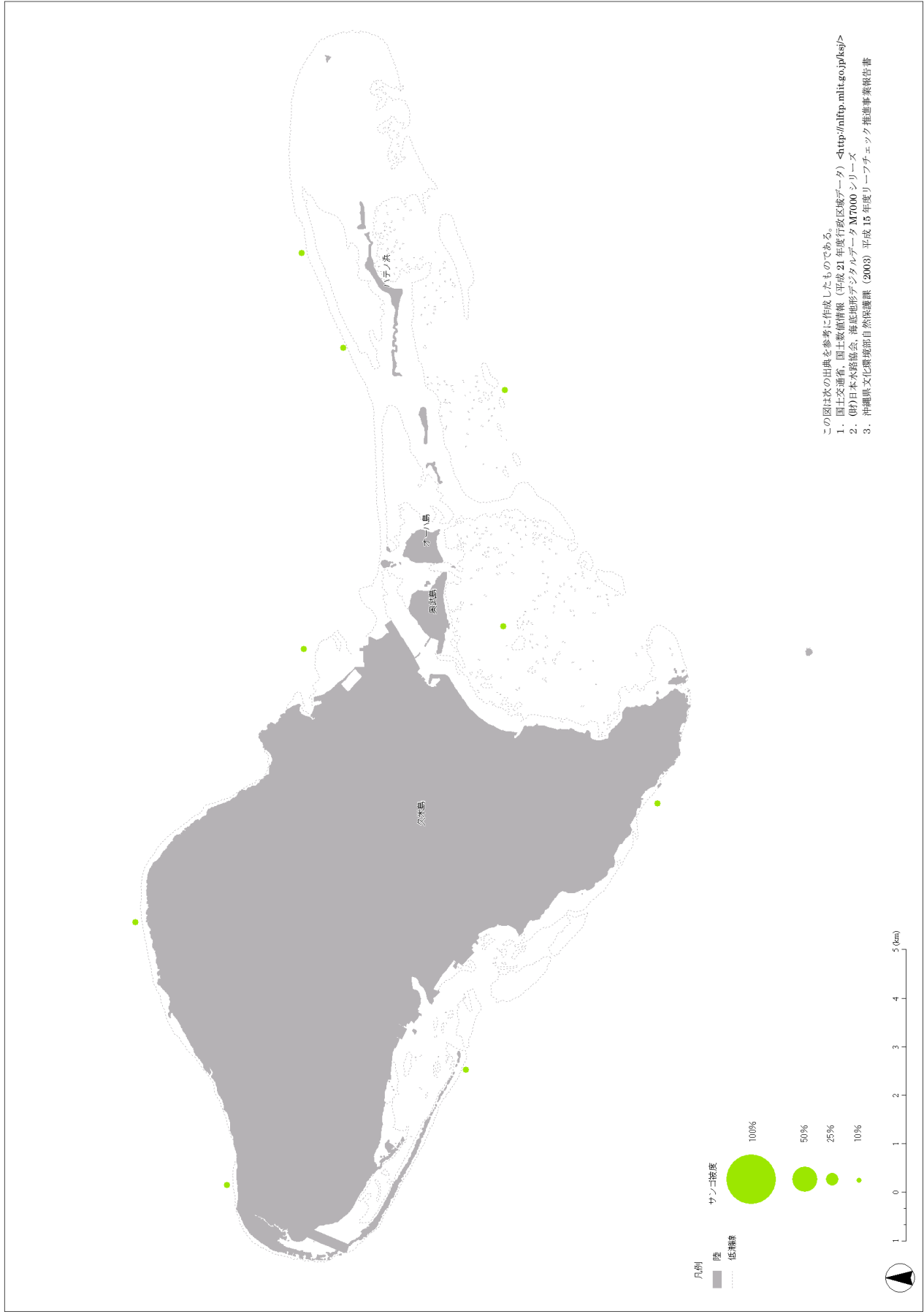


図 3-2-7. 2003 年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度。

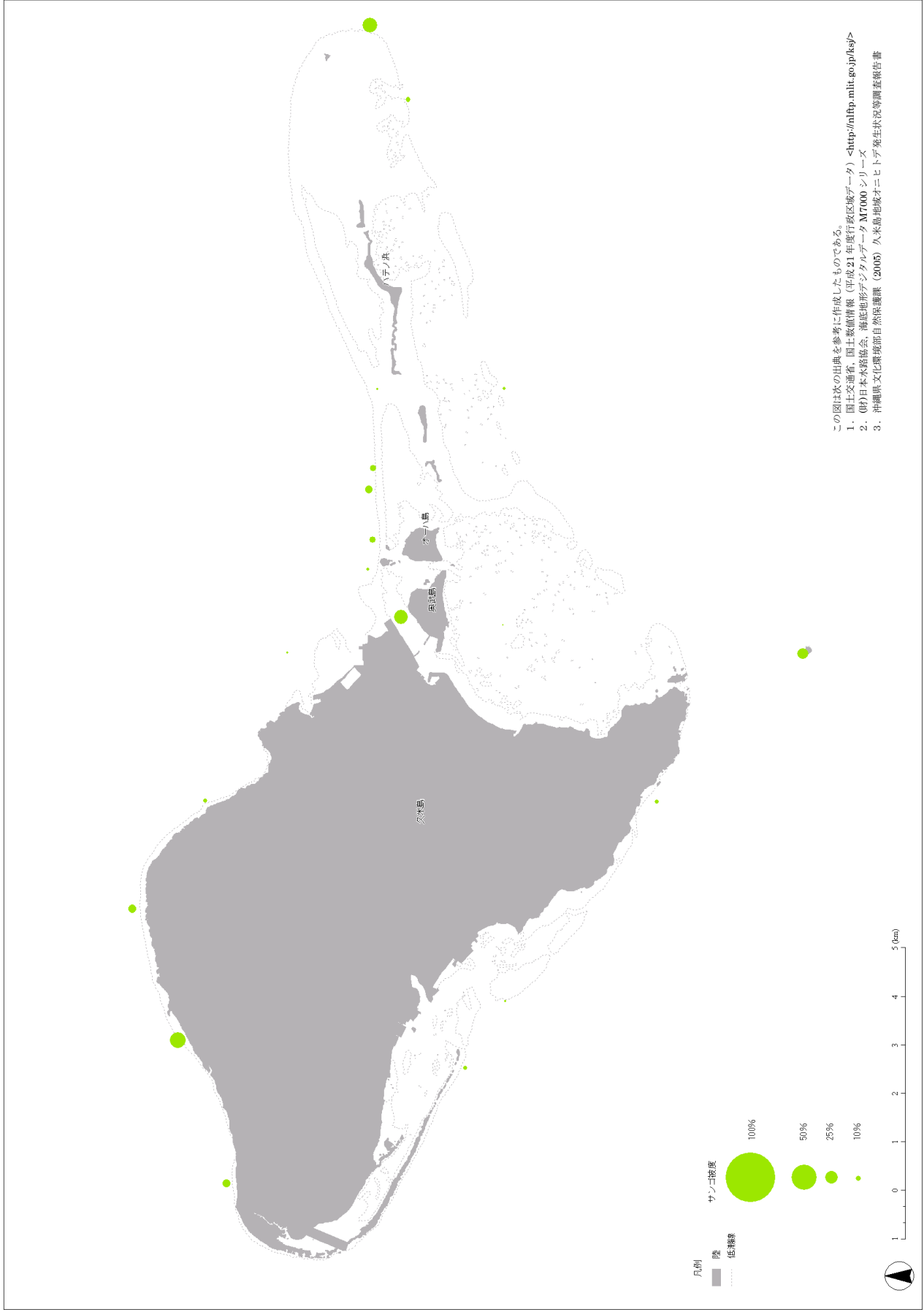


図 3-2-8. 2004 年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

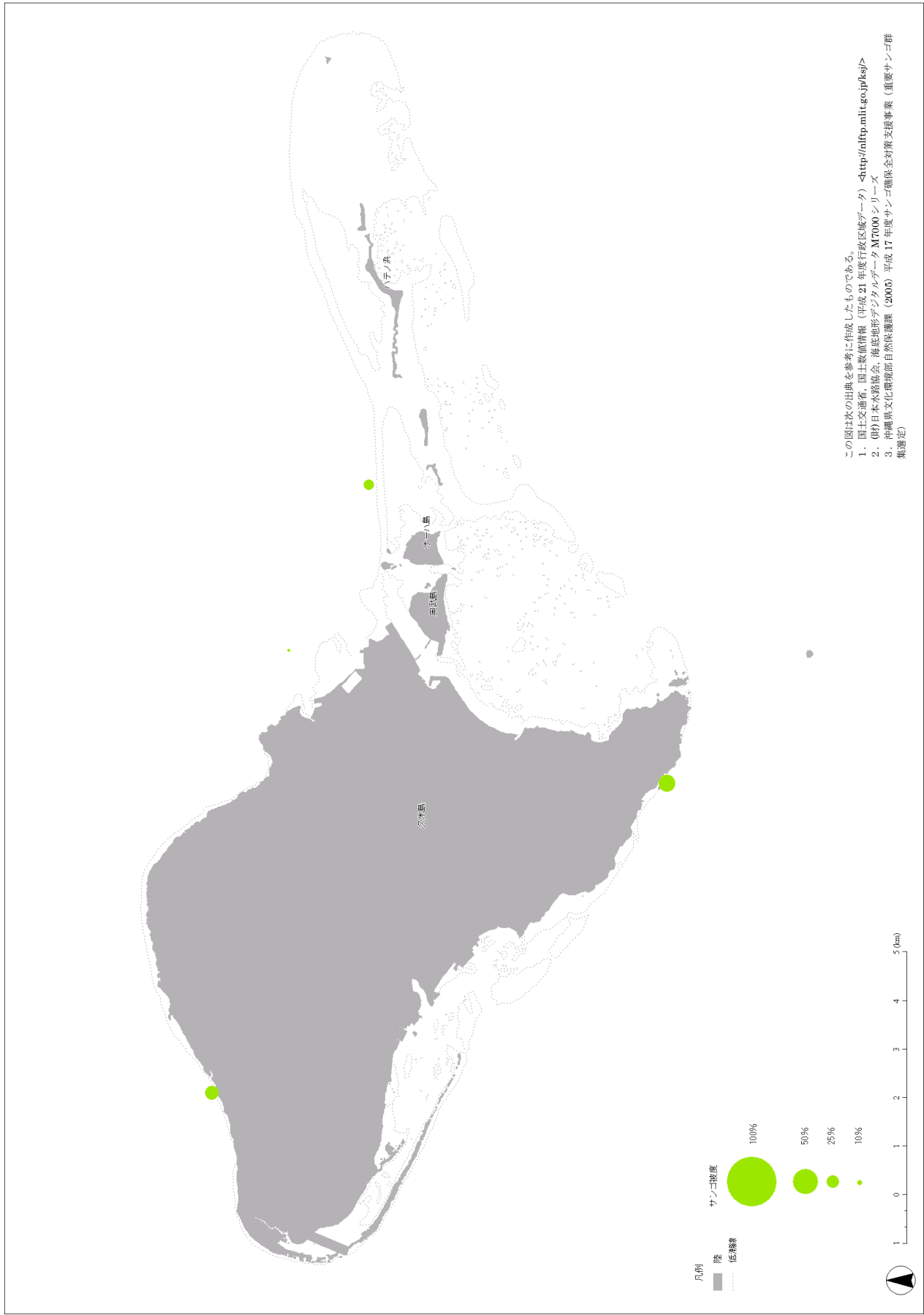


図 3-2-9. 2005 年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

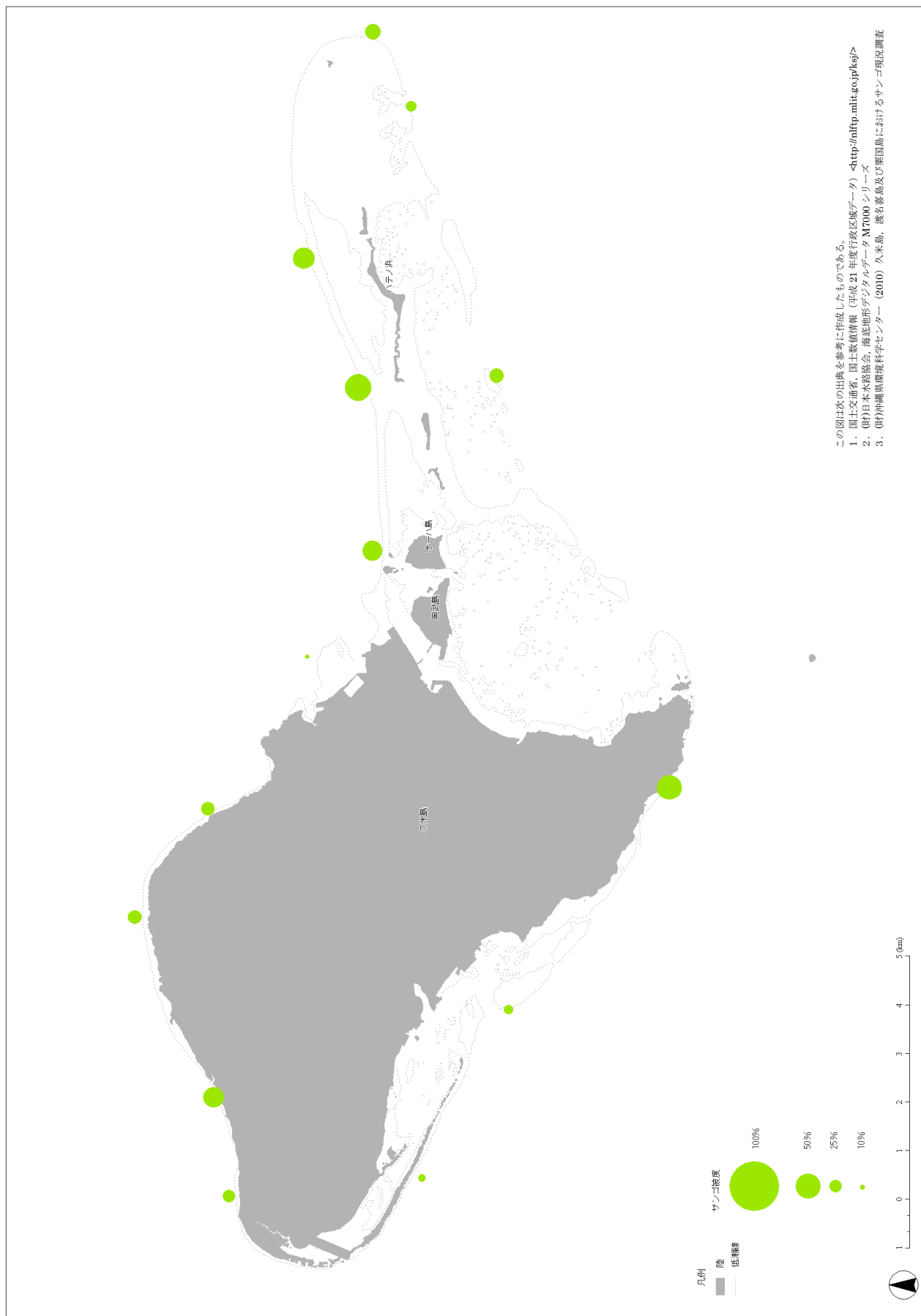


図 3-2-10. 2009 年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度。

1-3. その他の調査

久米島地域では、科学的な手法に基づいたボランティアによるサンゴ礁調査が行われている（図3-2-11）。調査結果はリーフチェックジャパンによりまとめられており、ホームページで公開されている元データを、サンゴ被度について図3-2-12にまとめた。ハテノ浜では、2002年頃までサンゴ被度が低下傾向にあったが、2002年以降サンゴ被度が回復傾向にあることが分かる。

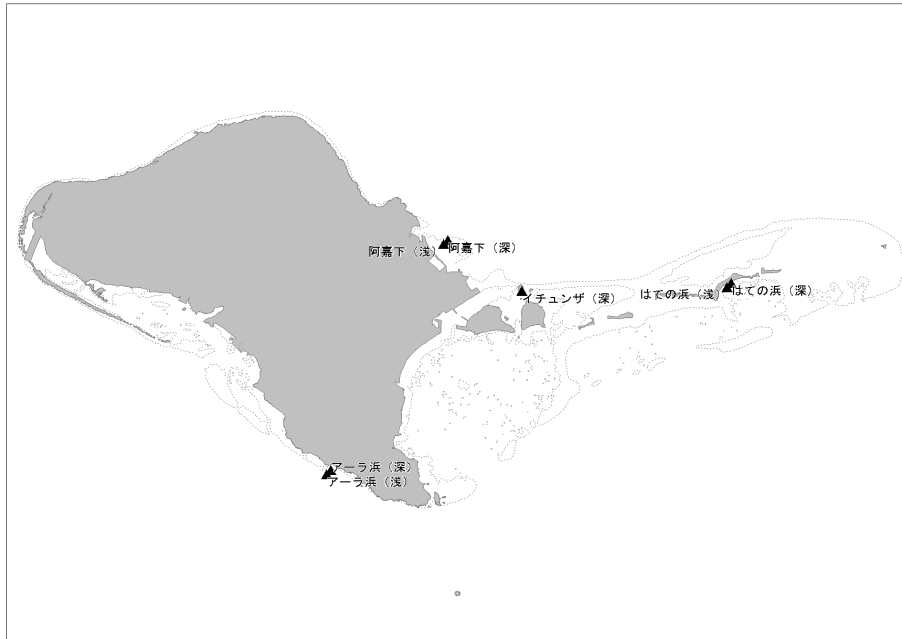


図3-2-11. リーフチェック調査地点（久米島地域）.

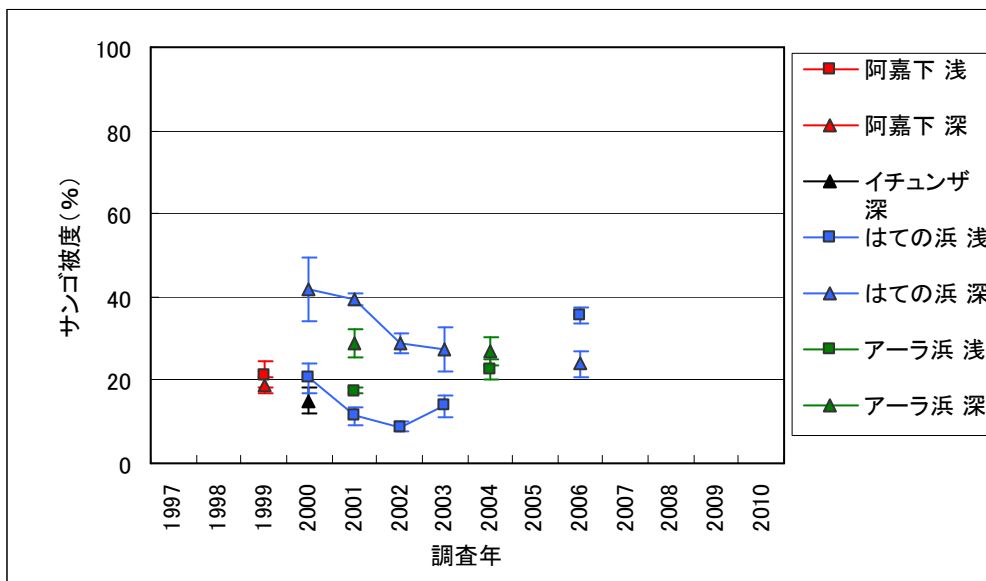


図3-2-12. リーフチェック調査のサンゴ被度の経年変化（久米島地域）。エラーバーは標準偏差。リーフチェックジャパンのホームページ<<http://reefcheck.jp/>>に掲載されているデータから作成。

1-4. 久米島地域のサンゴ群集の変遷

久米島地域のサンゴに関する調査は頻繁に実施されてはならず、情報が限られている。2000年以前では、(財)政策科学研究所(1973)による1973年の調査と環境庁(1992)による1992年の自然環境保全基礎調査のみである。簡易遊泳調査は、年により調査地点の数や分布に差があり、サンゴ群集に関する情報は限られている。

広域概況調査によると、久米島地域は1992年の調査では南側でのみマンタ調査が実施されている。サンゴ被度は1992年の時点でほとんどが5~50%以上で、部分的に50%以上の範囲もみられる。奥武島北の礁池には被度50%以上のサンゴ群集が広がっていることが確認されている(図3-2-1)。

簡易遊泳調査によると、1973年の調査ではハテナ浜北岸や久米島北西岸の礁斜面でサンゴ被度が高い場所がみられる。2003年以降の調査では、少しずつ久米島地域のサンゴ被度が回復していることがうかがえる(図3-2-5~図3-2-10)。また、リーフチェックによる調査でも、2002年頃からサンゴ被度が少しずつ増加している地点が認められる。

参考文献

- (財)政策科学研究所(1973) 附属資料沖縄県土地利用基本計画(Ⅱ)-沖縄の自然環境-
- (財)沖縄県環境科学センター(1992) 沿岸海域実態調査(沖縄島及び周辺離島)
- 小笠原敬・山川英治・長田智史(2010) 久米島、渡名喜島及び栗国島におけるサンゴ現況調査. 沖縄県環境科学センター報第10号, (財)沖縄県環境科学センター, 65-70
- 環境庁(1992) 第4回自然環境保全基礎調査
- 沖縄県文化環境部自然保護課(2003) 平成15年度リーフチェック推進事業報告書
- 沖縄県文化環境部自然保護課(2004) 久米島周辺オニヒトデ発生状況等調査報告書
- (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
- 野村恵一(2004) スポットチェック法によるサンゴ調査マニュアル. 日本のサンゴ礁、環境省・日本サンゴ礁学会編、319-324

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。また、観光業や漁業などの利用による直接・間接的な影響なども指摘される、これらは次章で取り上げた。

ここでは久米島地域の攪乱の状況を、文献資料をもとに整理した。

表 3-2-1. 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 節久米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、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、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. 久米島地域における調査や対策

久米島地域における過去からのサンゴ群集及びオニヒトデ個体数等の変遷を追うために、1973年以降に実施されていた簡易遊泳調査について整理した。得られた各年のオニヒトデ個体密度の中央値、第一四分位値、第三四分位値、最大値及び最小値を算出し、久米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。久米島地域では、1973年以降、1992年、2003年～2005年及び2009年を除き、現在まで調査は殆んど実施されておらず、詳細な変遷は不明である（本節1-2を参照）。

図3-2-13に久米島地域のサンゴ被度と1地点あたりのオニヒトデ個体数及びオニヒトデ確認地点数の経年変化を示す。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、1973年及び2004年にみられ、特に1973年は個体密度が非常に高かったことが分かる。

久米島地域におけるオニヒトデ駆除個体数等を表3-2-2に、1973年のサンゴ被度とオニヒトデ個体数の分布を図3-2-14～図3-2-19に示す。1973年には久米島南西を除く全域でオニヒトデが確認されており、その数も多い。また、久米島地域では1969年からオニヒトデが大発生しているという聞き取り調査結果があり、1972年には多くのオニヒトデが駆除されている（表3-2-2）。2004年の調査でも久米島の北側で多くのオニヒトデが確認されている。

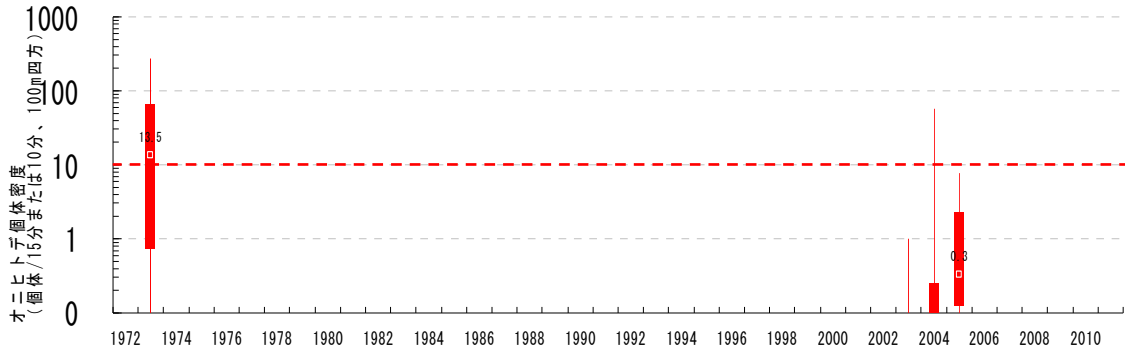


図3-2-13. 簡易遊泳観察法による久米島地域のオニヒトデ個体数密度の変遷. 横軸は調査年、縦軸はオニヒトデ個体数密度（10分もしくは15分あたり）の対数を、図中の黒い点（■）は中央値、赤色のボックス（■）は第一第三各四分位値、エラーバー（|）は最大最小値を表している。赤い点線は、大発生状態と考えられるオニヒトデ個体密度。2003年以前は、1973年と1992年しか調査が実施されておらず、1974年から2002年間のサンゴ被度の変遷は不明である。

表3-2-2. 慶良間・久米島地域におけるオニヒトデ駆除の個体数。オニヒトデ個体数は聞き取り、駆除個体数、単位時間あたりの個体数として示した。沖縄県（2007）に加筆。

年	場所	個体数等	参考文献
1969	久米島	聞き取り	環境庁 1974
1972	久米島	駆除:97500	環境庁 1974
1973	久米島	駆除:80360	環境庁 1974
1973	久米島	高密度:平均48個体/10分間観察	環境庁 1974
1972-73	座間味	駆除:5000	環境庁 1974
1973	安室	高密度:41.75個体以上/10分間観察	政策科学研究所 1974
1975	座間味村	駆除:9773	(財)沖縄県観光開発公社 1976 ※1
	渡嘉敷村	駆除:9393	(財)沖縄県観光開発公社 1976 ※1
1988	慶良間列島		下地 2000
1989	阿嘉島	駆除:2257	岡地・中村 1990
1997	チービシ		下地 2000
2002年度	ガビ・前島・チービシ チービシ 座間味 渡嘉敷	高密度:多い場所で20個体以上/10分間観察 駆除:15815 駆除:22433 駆除:10494	沖縄県 2003 沖縄県 2003 沖縄県 2003 沖縄県 2003
2003年度	チービシ・前島 座間味 渡嘉敷	駆除:8256 駆除:9437 駆除:4390	沖縄県 2004 沖縄県 2004 沖縄県 2004
2004年度	座間味・渡嘉敷	ほとんどの調査地点で0-3個体/15分間観察 駆除:4186	沖縄県 2005 沖縄県 2005
2005年度		駆除:6542	沖縄県 2006

※1は(財)沖縄県観光開発公社(1976)で参照されていた、沖縄県観光開発公社、沖縄県自然保護課、環境庁(1974)のデータ。

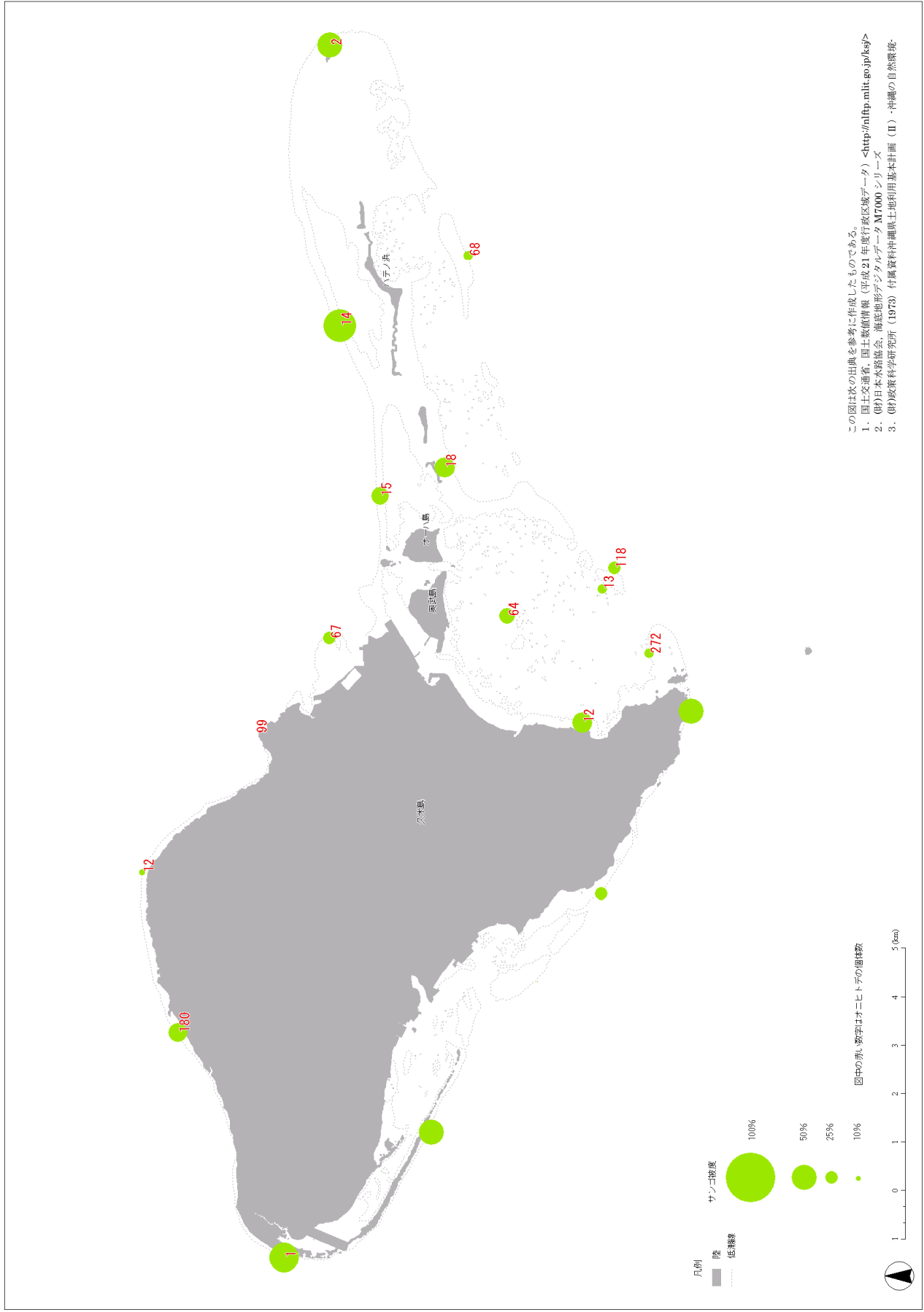
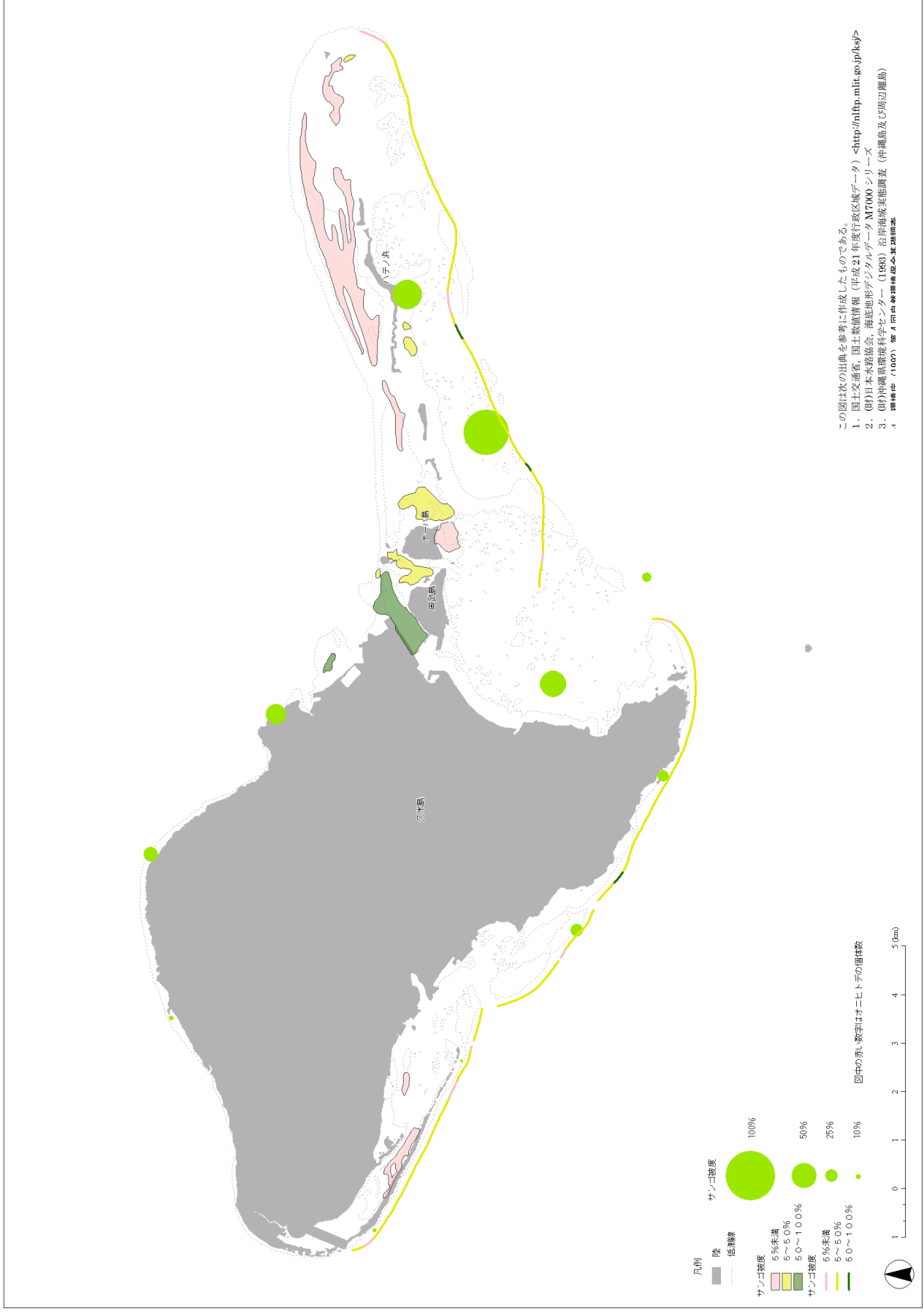


図3-2-1-4. 1973年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.



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21年度行政区域データ）<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水産協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
3. (財)沖縄気候観測科学センター（1988）沿岸海域 実態調査（沖縄島及び周辺離島）
 - i. 調査年度：1999、第4回調査結果報告書、其の四

図 3-2-1-5. 1992 年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

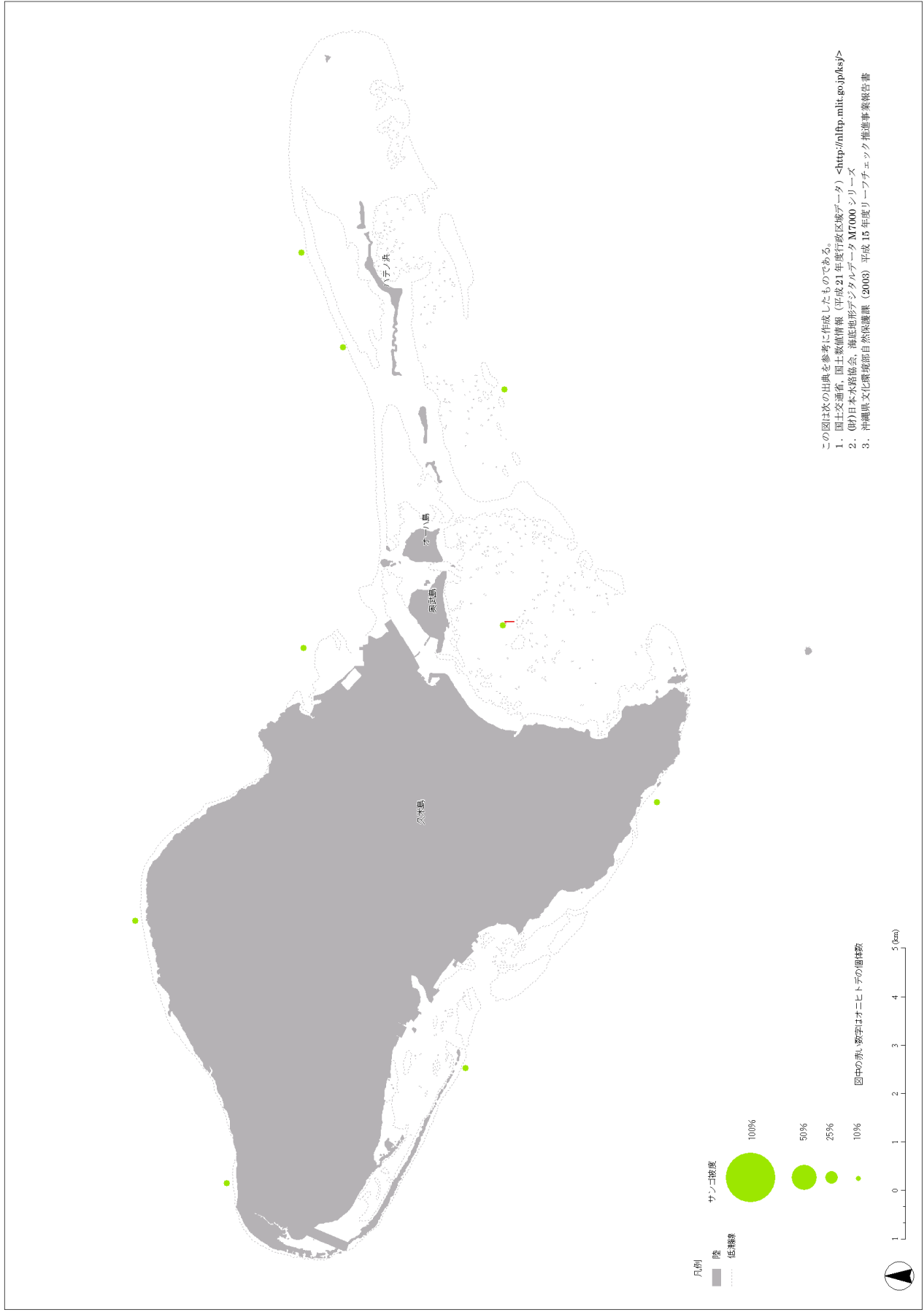


図3-2-16. 2003年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

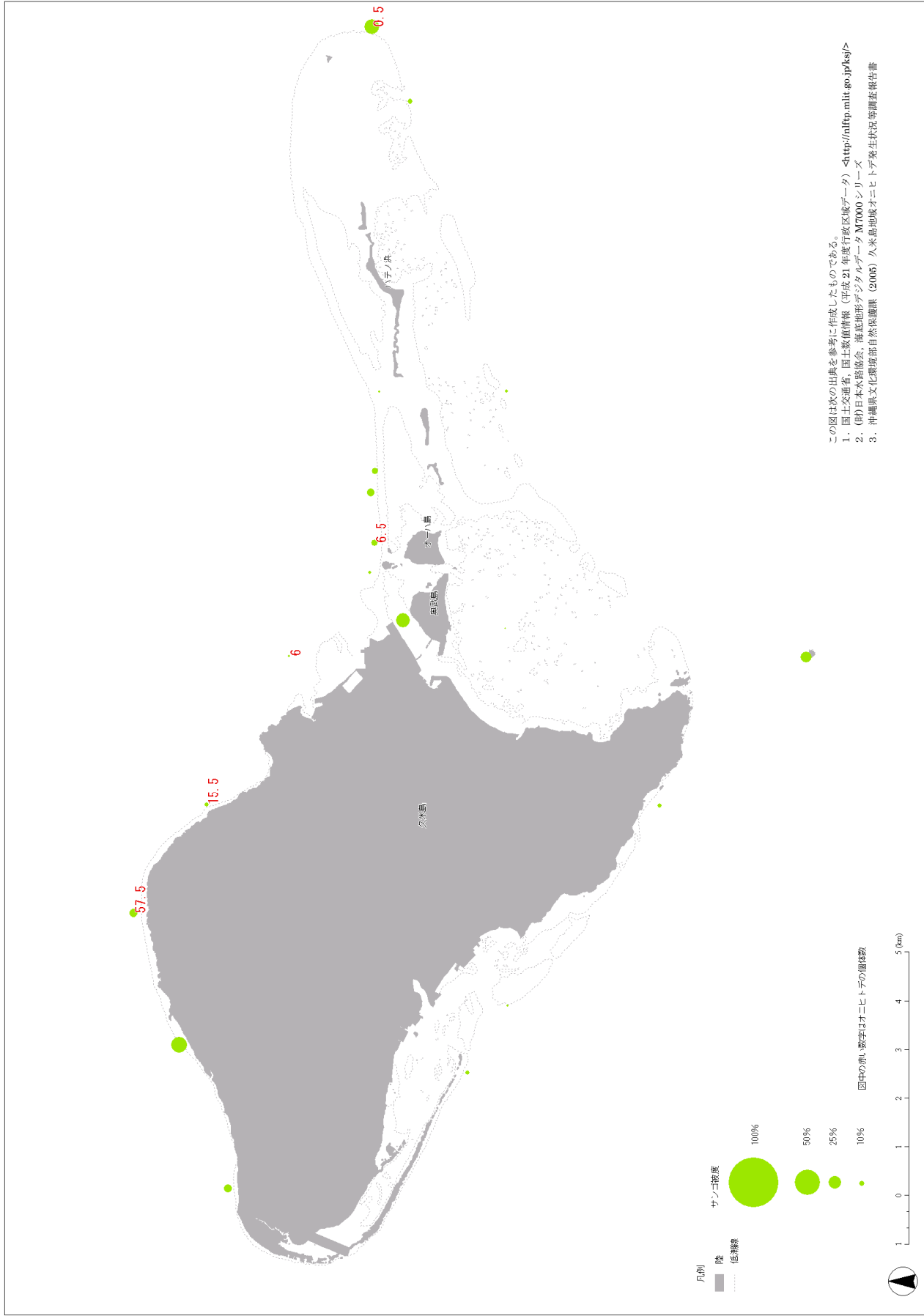


図 3-2-17. 2004 年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

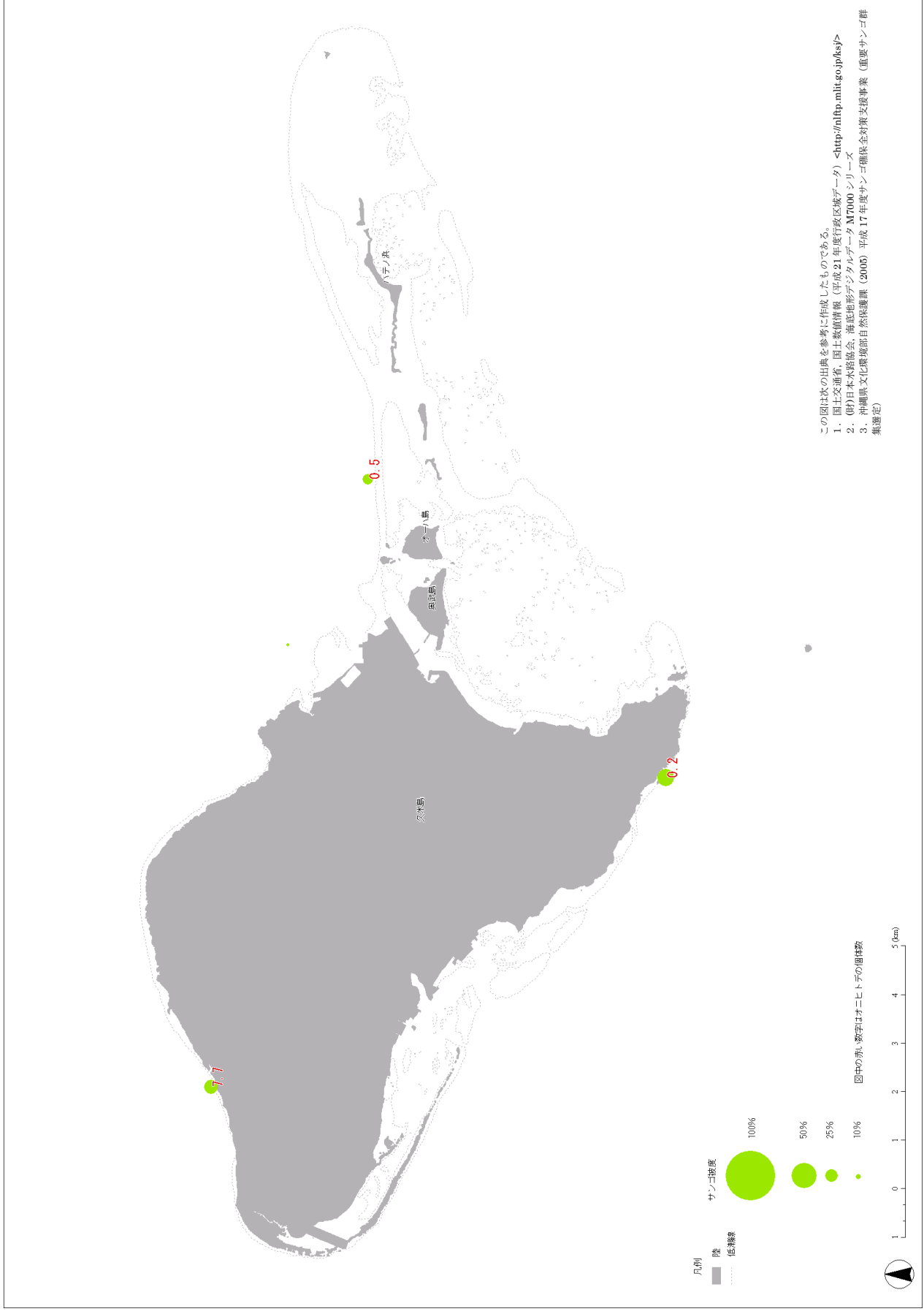


図 3-2-18. 2005 年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

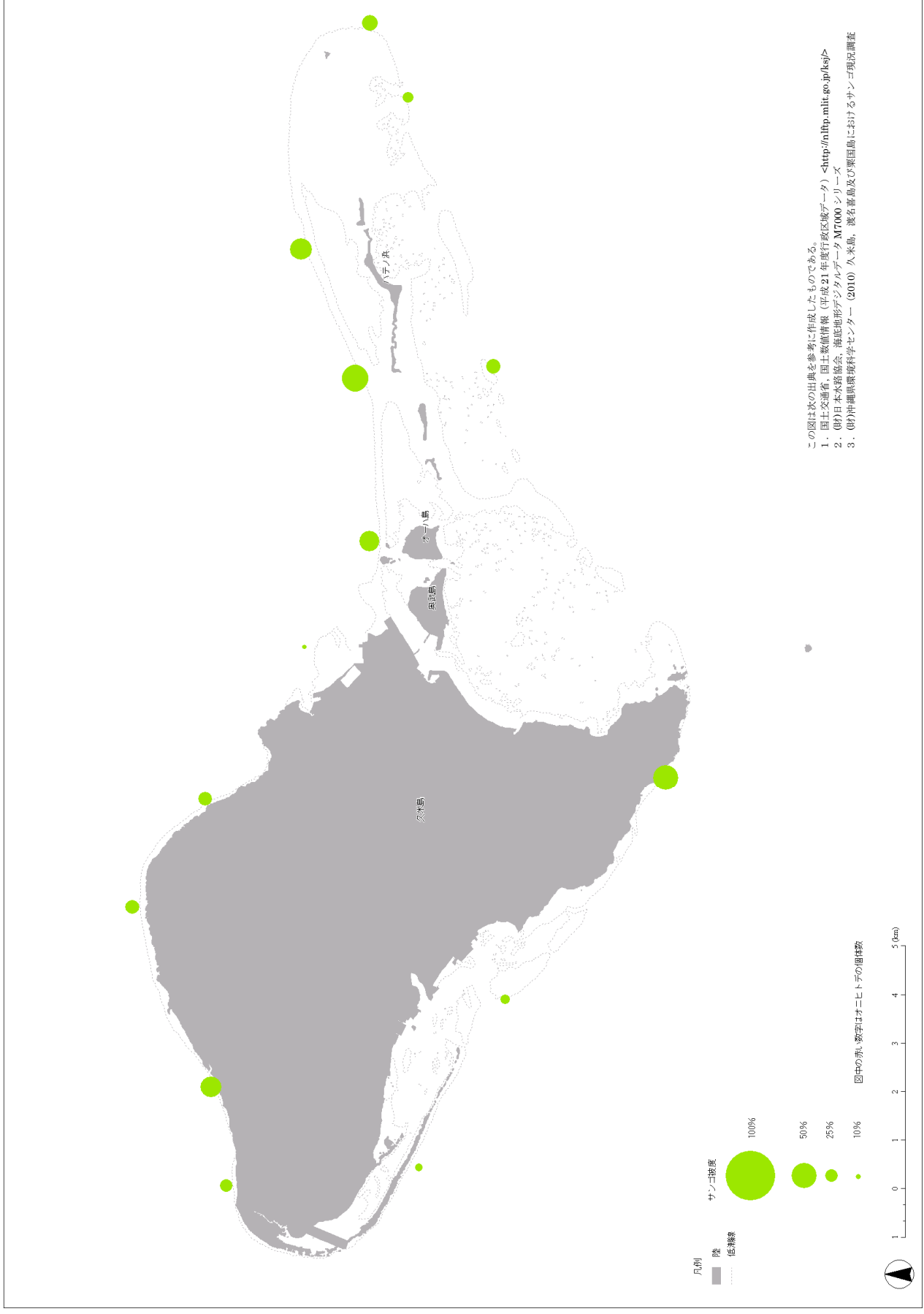


図3-2-19. 2009年に久米島地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

2-1-3. 久米島地域におけるオニヒトデの大発生サンゴ群集への影響

(財)政策科学研究所(1973)の調査結果やオニヒトデ駆除の記録から、久米島地域では1970年代初め頃にオニヒトデが大発生していたと考えられる。しかしながらオニヒトデがサンゴ群集に与えた影響は調査が行われていないため、詳細は不明である。久米島地域は1980年代から1990年にかけての情報は限られており、オニヒトデとサンゴ被度の関係は不明である。2004年の調査では、久米島北礁斜面で多くのオニヒトデが確認されており、駆除も行われていることから、2000年代にも久米島地域のサンゴ群集はオニヒトデの影響を受けたと推測される。オニヒトデの大発生は、久米島地域のサンゴ群集へ影響を与え、群集の構成を変化させる程度の攪乱要因であると考えられる。

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いるが(Fabricius 2005)、オニヒトデの大発生の原因は特定されていないため根本的な対策は困難な状況にある。沖縄県では、1970年代から1980年代にかけて起こったオニヒトデの大発生に対して、様々な対策に取り組んだが、十分な成果を上げることができず、サンゴ礁は壊滅的な打撃を受けた。特に、駆除が間引きに繋がり、沖縄島本島地域における慢性的なオニヒトデの大発生を引き起こし、その後のサンゴ群集の回復が遅れたとも考えられている(山口 1986)。その時に行われたオニヒトデ対策に対し、学識経験者等からいくつかの提言がなされ、反省点が指摘されている。それらの提言を生かすため、現在沖縄県では「守るべき」・「守りうる」・「守りたい」という基本方針をもとにした保全区域を設定し、効果的な駆除活動を目指している。

参考文献

- (財)政策科学研究所(1973) 付属資料沖縄県土地利用基本計画(Ⅱ)-沖縄の自然環境-
- (財)沖縄県環境科学センター(1992) 沿岸海域実態調査(沖縄島及び周辺離島)
- 環境庁(1992) 第4回自然環境保全基礎調査
- 沖縄県文化環境部自然保護課(2003) 平成15年度リーフチェック推進事業報告書
- 沖縄県文化環境部自然保護課(2004) 久米島周辺オニヒトデ発生状況等調査報告書
- 環境省那覇自然環境事務所(2008) 平成20年度慶良間地域エコツアーリズム推進事業
- (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
- 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
- 野村恵一(2004) スポットチェック法によるサンゴ調査マニュアル. 日本のサンゴ礁、環境省・日本サンゴ礁学会編、319-324
- 山口正士(1986) オニヒトデ問題1-オニヒトデとの付き合い方. 海洋と生物, 47, 408-412

要約（オニヒトデの大発生）

- 久米島地域のオニヒトデの大発生は、過去の調査結果や駆除記録から 1970 年代はじめに起こっていたと考えられる。
- 2000 年代のオニヒトデの大発生により、久米島地域のサンゴ群集は影響を受けたと推測される。
- オニヒトデの大発生の原因は特定されておらず、効果的な根本的対策もない。
- 沖縄県では「守るべき」・「守りうる」・「守りたい」という基本方針をもとにした保全区域を設定し、効果的な駆除活動を目指している

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3-2-20）。

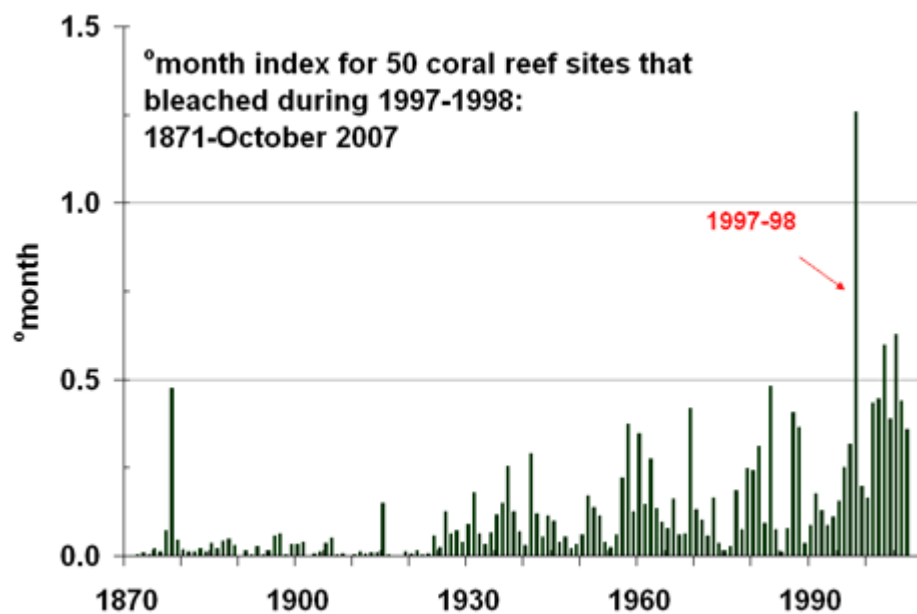


図3-2-20. 世界のサンゴ礁50ヶ所における高水温指数（UK Hadley Centre global monthly SST;1871-1999 と NOAA NCEP EMC CMB Global Reyn-Smith Olv2 Satellite and observations data set をもとに作成）. °month は1982年から1999年のデータをもとに、年間の月々の平均最大水温を超える月を合計した高水温指数. 解析の詳細はLough (2000) を参照. オーストラリア海洋科学研究所ホームページより.

2-2-2. 久米島地域における白化現象の記録

久米島地域でのサンゴの白化現象に関する情報は少ないが、1998年に久米島全域で60%以上が白化し、80%が死亡したという聞き取り調査結果がある（環境庁2000）。また、1980年9月に枝状サンゴ群落は20%以下の割合で白化したとの聞き取り調査結果がある。

2-2-3. 久米島地域における白化現象のサンゴ群集への影響

久米島地域における1998年の白化による影響を直接調査した結果はないが、ヒアリングによる調査結果によると、久米島地域でも多くのサンゴが白化し死亡しているようである。1998年の高水温が沖縄島本島地域のサンゴ群集へ非常に大規模で壊滅的な打撃を与えたのと同様に、久米島地域でもサンゴ群集は大きく攪乱されたと推測される。高水温による白化現象は、数ヶ月程度の期間で世界規模でのサンゴ群集へ影響を与え、群集の構成を変化させる攪乱要因であると考えられる。

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

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

要約（サンゴの白化現象）

- ・1998年の高水温による白化現象は、久米島地域のサンゴ群集へも影響を与えたと推測される。
- ・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
- ・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抵抗力や回復力を高めることは、白化への対策にもなる。

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浸食が起こりやすい。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浸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

海域の赤土等の堆積状況を把握するため、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の底質中懸濁物質量（SPSS）のデータを整理した。底質が巻き上げられやすい礁池では、SPSS の値の季節変動が確認され（大見謝 1993）、そのような礁池では SPSS の最大値がサンゴの被度の上限と対応しているため（大見謝ら 1996、大見謝ら 1999）、沖縄県環境保全課（2010）で行われた SPSS 調査のうち、各海域の最大値のランクを図 3-2-2 1 に示す。

沖縄県環境保全課（2008）では、赤土等に係る環境保全目標（案）を作成している。赤土等に係る環境保全目標（案）では、赤土等の流出が季節的に変動の大きな降水などに左右されることを考慮して SPSS の年間の最大値を指標としており、これが 30kg/m³/年を超えると、サンゴ類の生息に影響が出始めるとしている。平成 21 年度に沖縄県環境保全課で実施された調査の SPSS の最大値が 30kg/m³以上の海域を表 3-2-3 に示す。

表 3-2-3. SPSS の最大値が 30kg/m³/年以上の海域。（図は 2-4-4 を参照）。SPSS の値は沖縄県環境保全課（2010）をもとに作成。

海域名	SPSS (Max)
久米島高校地先	294.6
儀間川河口	263.3
真謝川河口	177.8
銭田川河口	31.1

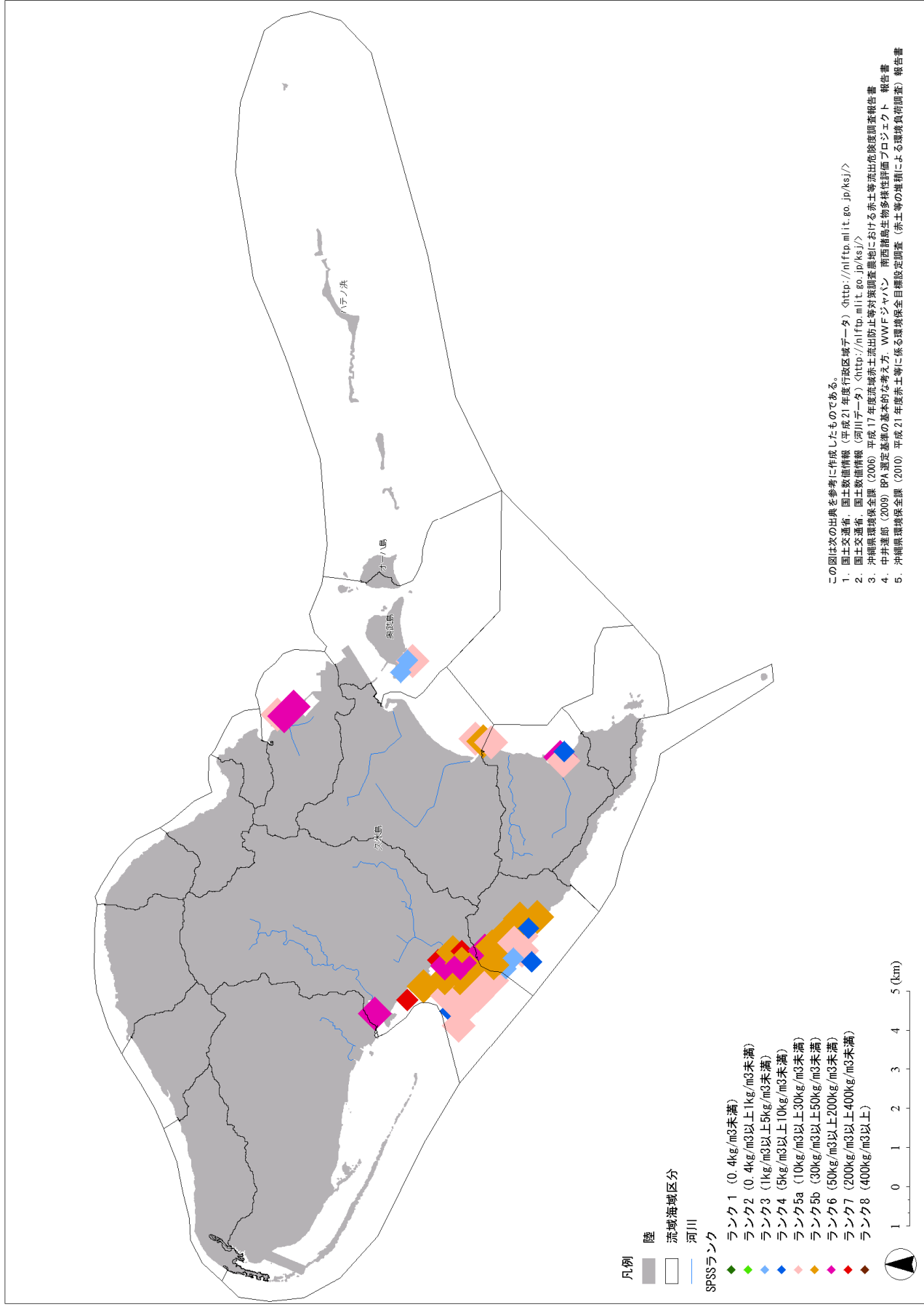


図3-2-2-1. 沖縄県環境保全課（2010）で調査されたSPSSの最大値のランク。

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。

$$A=R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

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3-2-23に示す。久米島地域全域で単位面積あたりの土壌流出量の高い土地がみられる。また、流域海域区分毎の総流出量と単位面積あたりの土壌流出量を図3-2-24に示す。白瀬川・儀間川流域、銭田川流域、久米島南東の流域で総流出量が高くなっている。

地域区分ごとにクロス集計した結果を図3-2-22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裸地であった。裸地の流出量が多いのは、慶良間地域と同様に、今回USLEの算出に用いた沖縄県土地利用現況図では、裸地は海岸の砂浜が含まれており、赤土等の土壌の流出とは関係のない裸地が多く見積もられている。

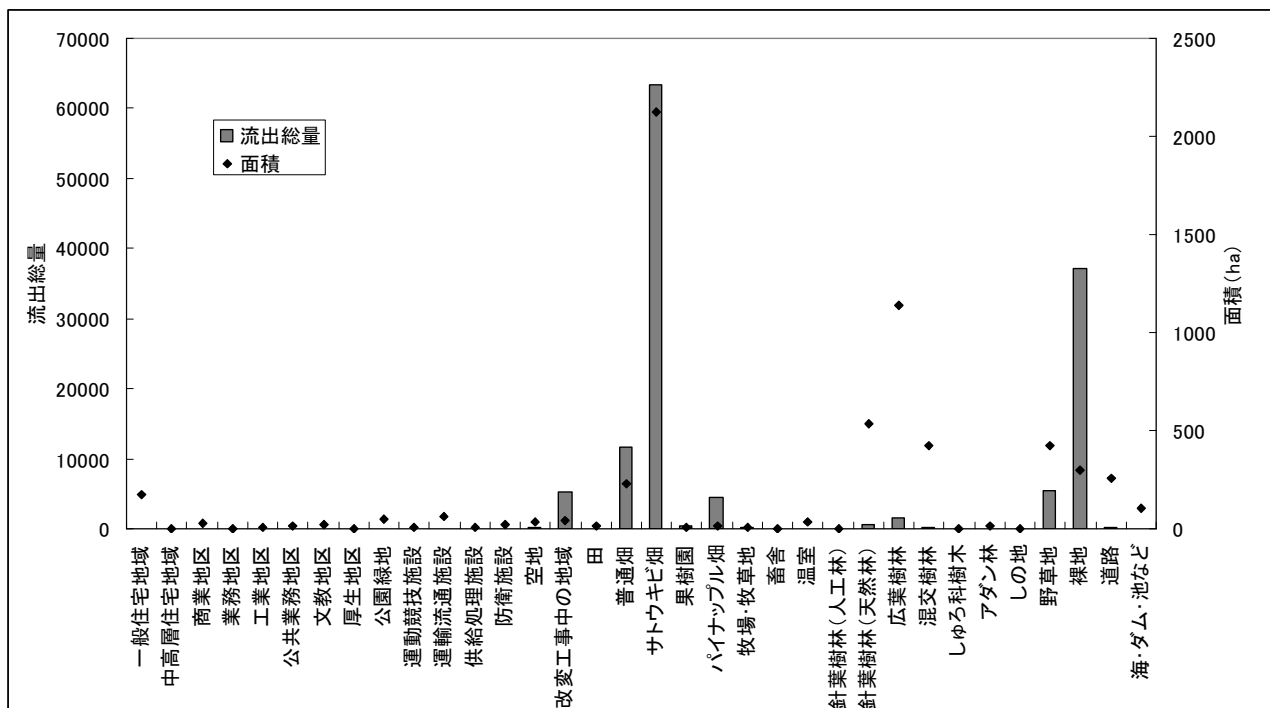
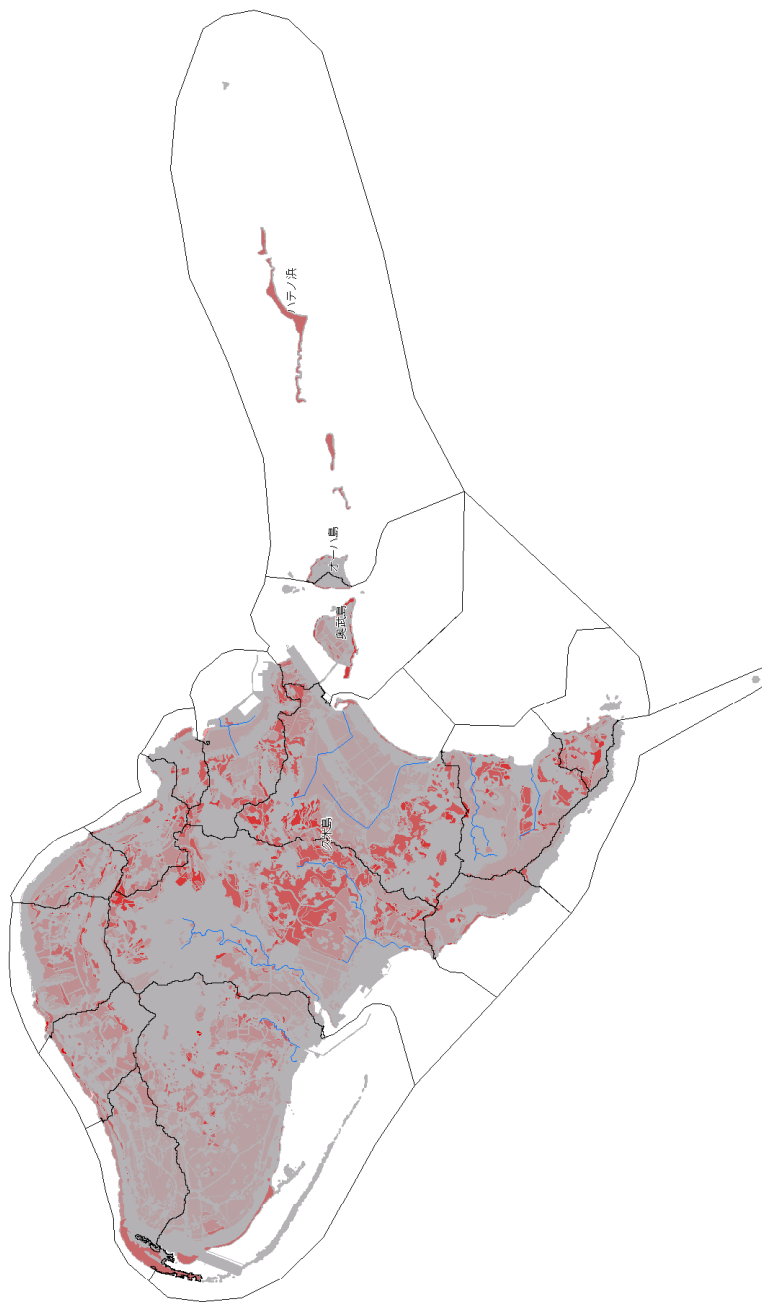


図3-2-22. 各地目の土壌流出量



- 凡例
- 陸
 - 流域海域区分
 - 河川
 - 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21年度行政区域データ）<http://nftp.mlit.go.jp/ks/j/>
2. 国土交通省、国土数値情報（河川データ）<http://nftp.mlit.go.jp/ks/j/>
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報告書
4. 中井運郎（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3-2-2-3. 久米島地域における土壌流出量の算定結果.

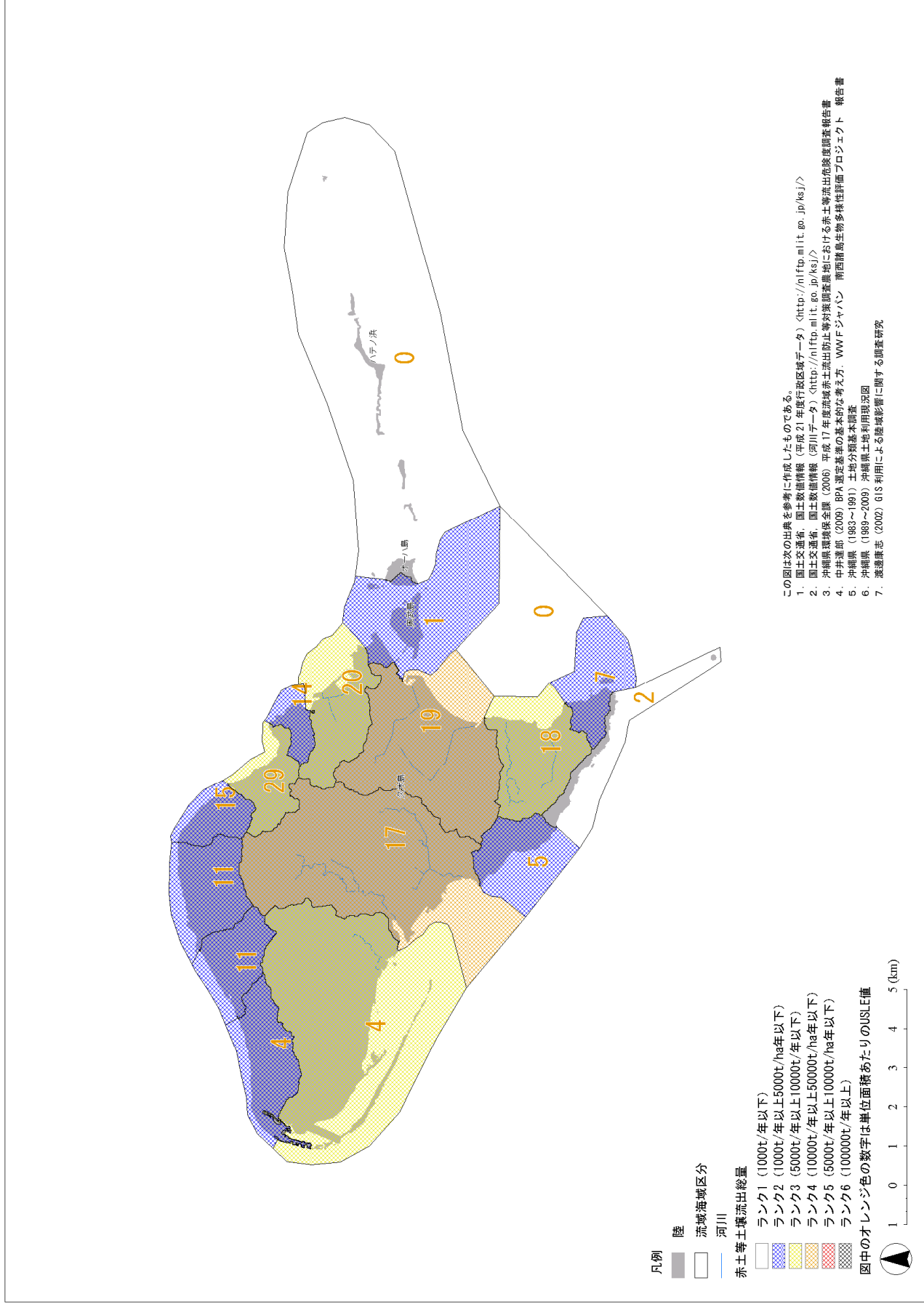


図3-2-2-4. 流域海区分毎の赤土等土壌流出総量と単位面積あたりの土壌流出量.

2-3-5. 久米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、久米島地域全域で単位面積あたりの土壌流出量の高い土地がみられ、流域海域区分毎の土壌総流出量は、白瀬川・儀間川流域、銭田川流域、久米島南東の流域で総流出量が高くなっていた。平成 21 年度に沖縄県環境保全課で実施された調査では、白瀬川・儀間川流域河口の SPSS ランクが高くなっており、これらの流域では、土壌流出が他の流域と比べて多いと考えられる。

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裸地であることから、サトウキビ畑や裸地から多くの土壌が流出していると考えられる。しかしながら、今回 USLE の算出に用いた沖縄県土地利用現況図では、裸地は海岸の砂浜が含まれており、赤土等の土壌の流出とは関係のない裸地が多く見積もられていることに留意する必要がある。

参考文献

- 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－特に赤土の影響について－．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
- Nishihira M. (1987) Natural and human interference with the coral reef and coastal environments in Okinawa. *Galaxea*, 6, 311-321
- 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、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）－サンゴの赤土堆積耐性について－．沖縄県衛生環境研究所報，33，111-120
- 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、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、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（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
- 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（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.
- 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壤浸食の評価と対策. 土壤の物理特性, 63, 19-34
- 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
- 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
- Yamazato K. (1987) Effects of deposition and suspension of inorganic particulate matter on the reef building corals in Okinawa, Japan. *Galaxea*, 6, 289-309

要約（赤土等の土壤流出）

- ・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壤の流出が大きく、赤土等の土壤流出は 1970 年代頃までが最大であったと考えられる。
- ・USLE 式による流域海域区分毎の土壤総流出量は、白瀬川・儀間川流域、銭田川流域、久米島南東の流域で総流出量が高くなっており、平成 21 年度に沖縄県環境保全課で実施された調査では、白瀬川・儀間川流域河口の SPSS ランクが高くなっていることから、これらの流域では土壤流出が他の流域と比べて多いと考えられる。

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

久米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。

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. 久米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。久米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年のポリゴンと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3-2-25)。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。

久米島地域における1974年以降の埋め立ては、ほとんどない。また、人工海岸は港周辺や空港などに限られている。

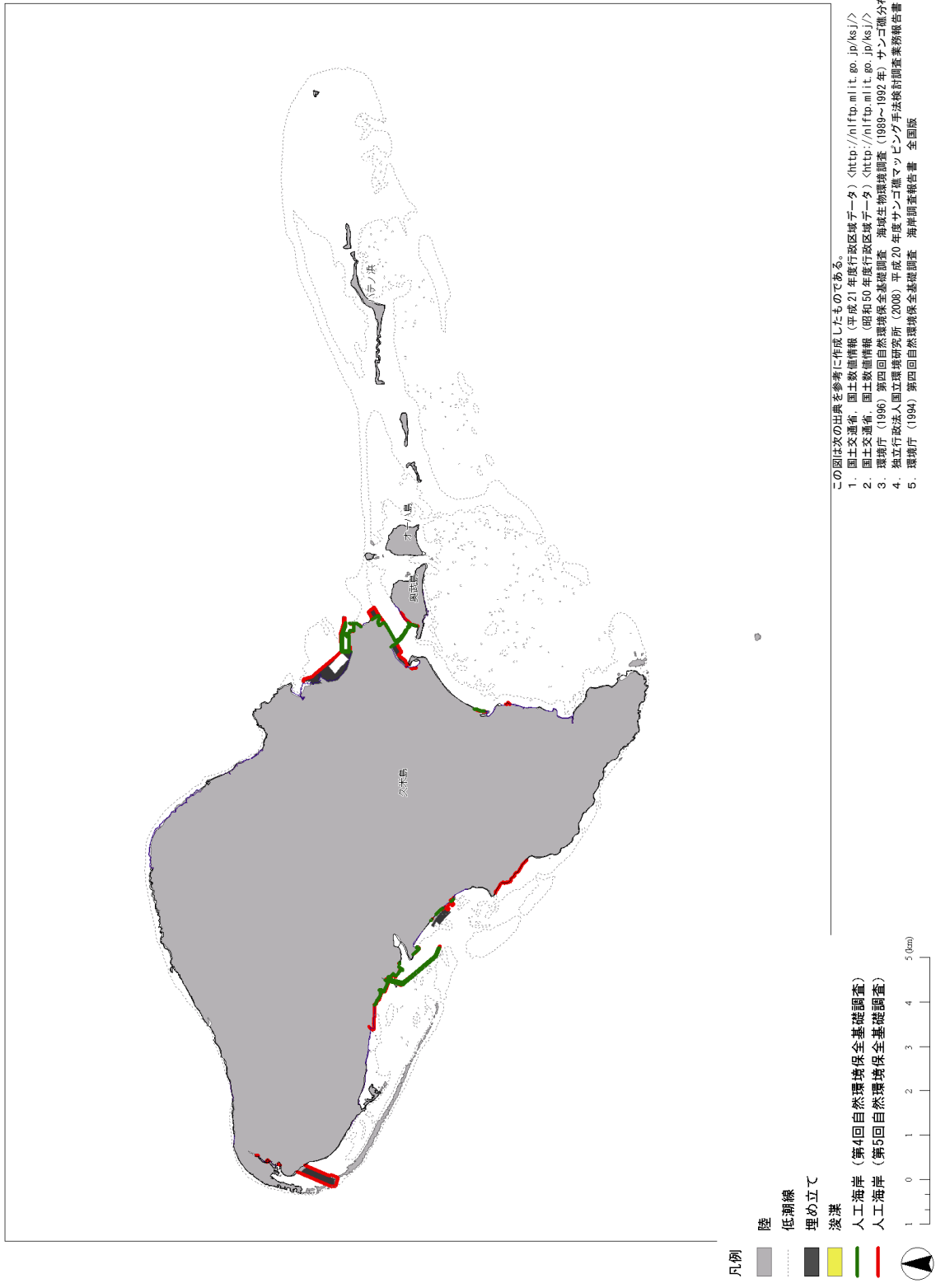


図3-2-2-5. 久米島地域における1974年以降の埋め立て地。

2-5-3. 久米島地域における埋め立て及び浚渫の影響

埋め立てと久米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、このことを除く劣化との関係を見出すことは出来なかった。

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。久米島地域では、1974年以降の埋め立てはほとんどなく、消失した干潟やサンゴ礁もほとんどないと考えられる。

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年の間に101.02 km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30.83 km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。久米島地域の人工海岸は港周辺や空港などに限られている。

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.

国土地理院（1991～1992）空中写真. 沖縄県土地対策課 GIS データ.

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>

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.

要約（埋め立てや浚渫によるサンゴ礁の消失）

- 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、同等の面積の干潟やサンゴ礁が消滅したと考えられる。
- 久米島地域では1974年以降の埋め立てはほとんどなく、人工海岸は港周辺や空港に限られている。

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 久米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。

今後の久米島地域の保護区管理の参考とするために、現在の久米島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. 久米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、久米島地域においてサンゴ礁域に直接かかるものを図3-3-1に整理した。ただし、天然記念物は明確な指定区域がないことなどから、図に含めなかった。久米島の陸域・海域の全域が自然公園地域に設定されている。また久米島の陸域は広範囲に特別地区が設定されている。さらに、陸域の中心部には鳥獣保護区特別保護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久米島地域の各評価ランクの分布は図3-3-2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、久米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3-3-3に示した。久米島地域からは南西部が抽出されている。

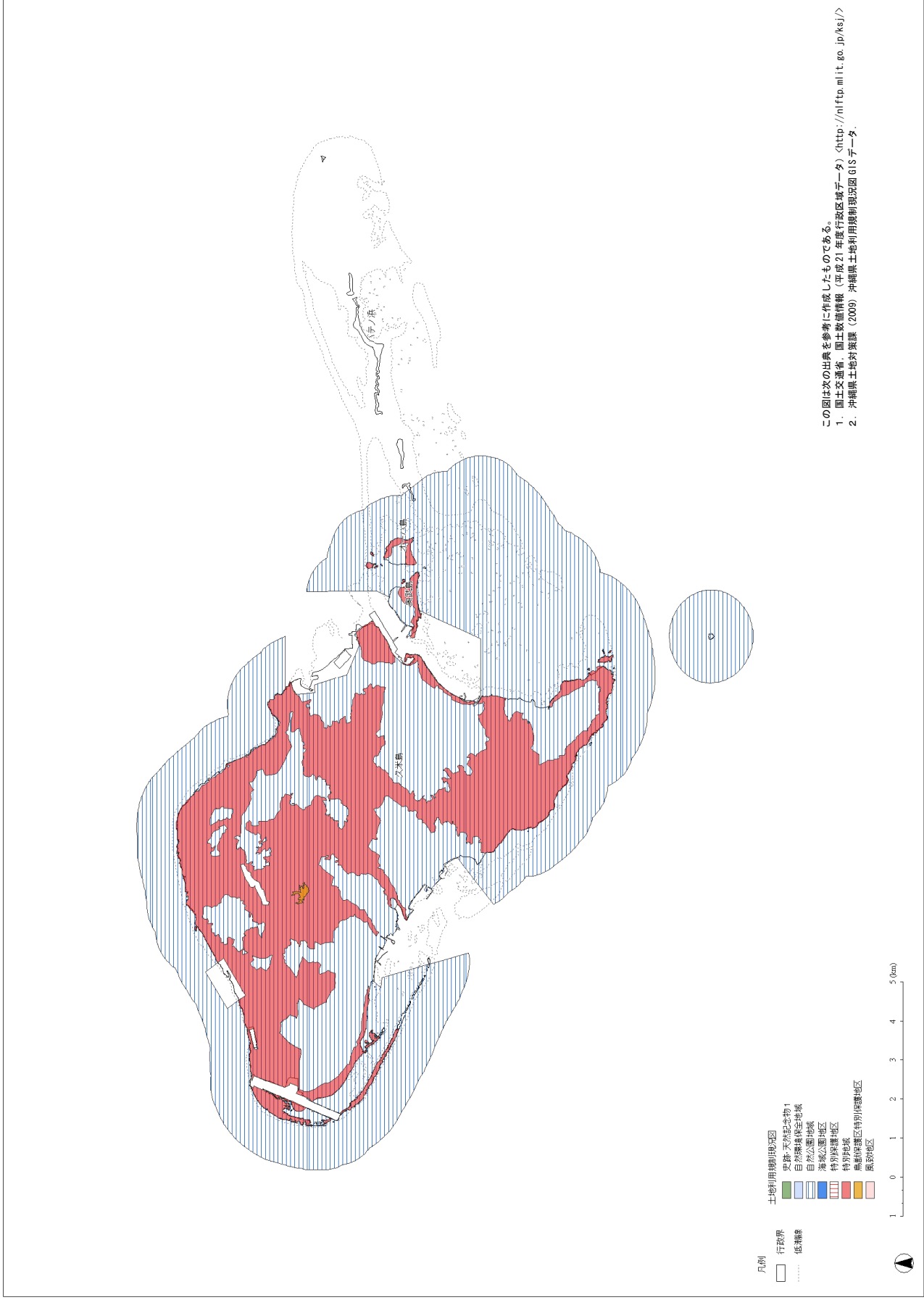
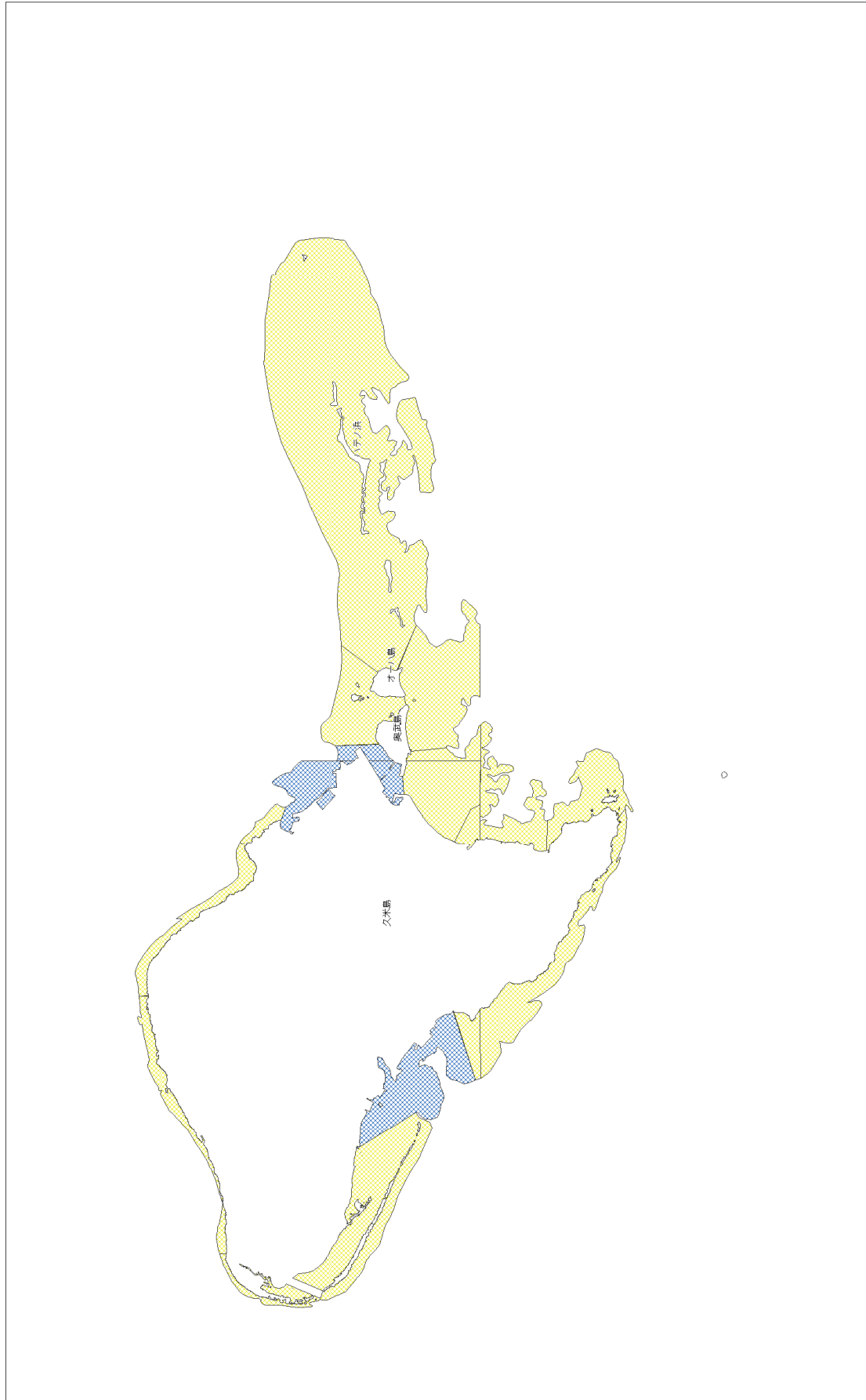


図3-3-1. 海域・陸域の保全に関する法的規制区域.



凡例

行政界

沖縄県の自然環境に関する指針

評価ゾーンI

評価ゾーンII

評価ゾーンIII

評価ゾーンIV

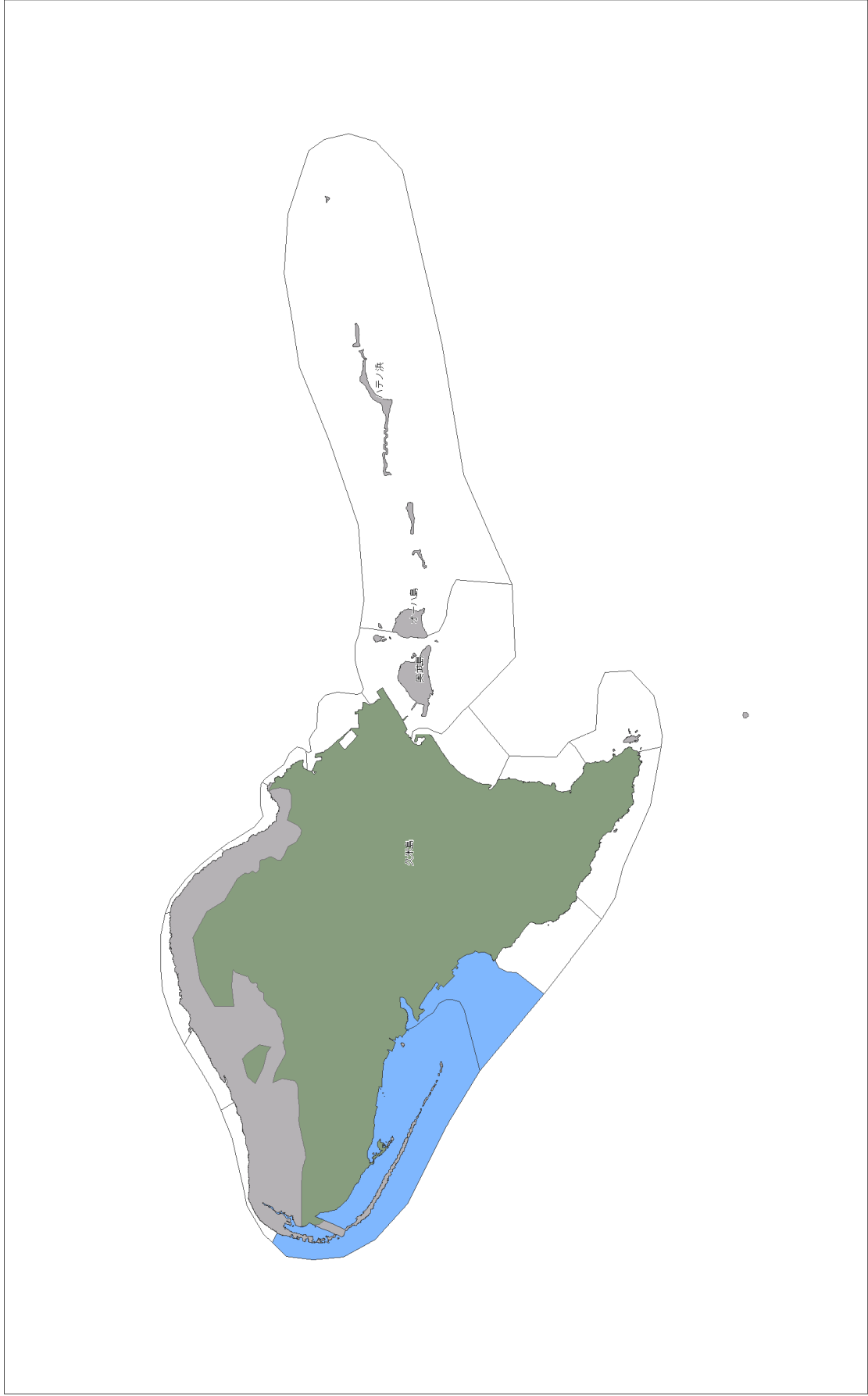
0 1 2 3 4 5 (km)

この図は次の出典を参考に作成したものである。図表番号は「(国) 国土交通省(2019) 国土審議会(2019) 沖縄県自然環境指針(第8章) 自然環境の保全に関する指針」(国土・大木島)である。

① 国土審議会(2019) 沖縄県自然環境指針(第8章) 自然環境の保全に関する指針「(国土・大木島)」。

② 国土審議会(2019) 沖縄県自然環境指針(第8章) 自然環境の保全に関する指針「(国土・大木島)」。

図3-3-2. 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、国土利用政策局（平成19年度国土利用政策レポート）<<http://nlfp.mlit.go.jp/ncs/>>
 2. 国土交通省、国土利用政策局（平成19年度国土利用政策レポート）<<http://nlfp.mlit.go.jp/ncs/>>
 3. 国土交通省、国土利用政策局（平成19年度国土利用政策レポート）<<http://nlfp.mlit.go.jp/ncs/>>

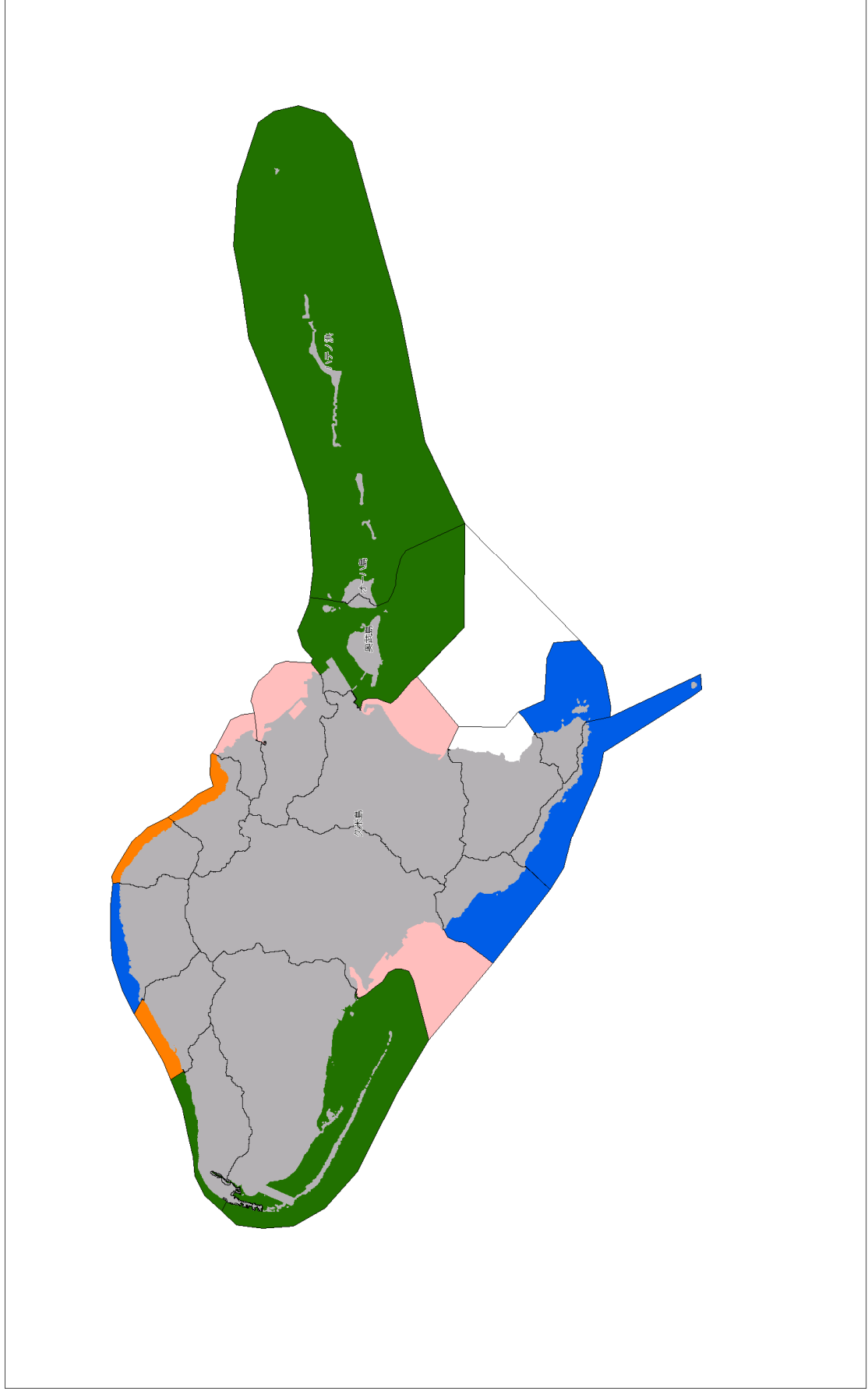
図3-3-3. 生物多様性優先保全地域 (WWF 2009).

1-3. サンゴ分布高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	10～15 地点：久米島北岸、久米島南岸 15 地点以上：久米島西岸、ハテノ浜
礁斜面	なし



凡例

- 陸
- 海
- 高 tide ポテンシャル地点数
- 8地点未満
- 9地点
- 10地点以上10地点未満
- 11地点以上11地点未満
- 12地点以上

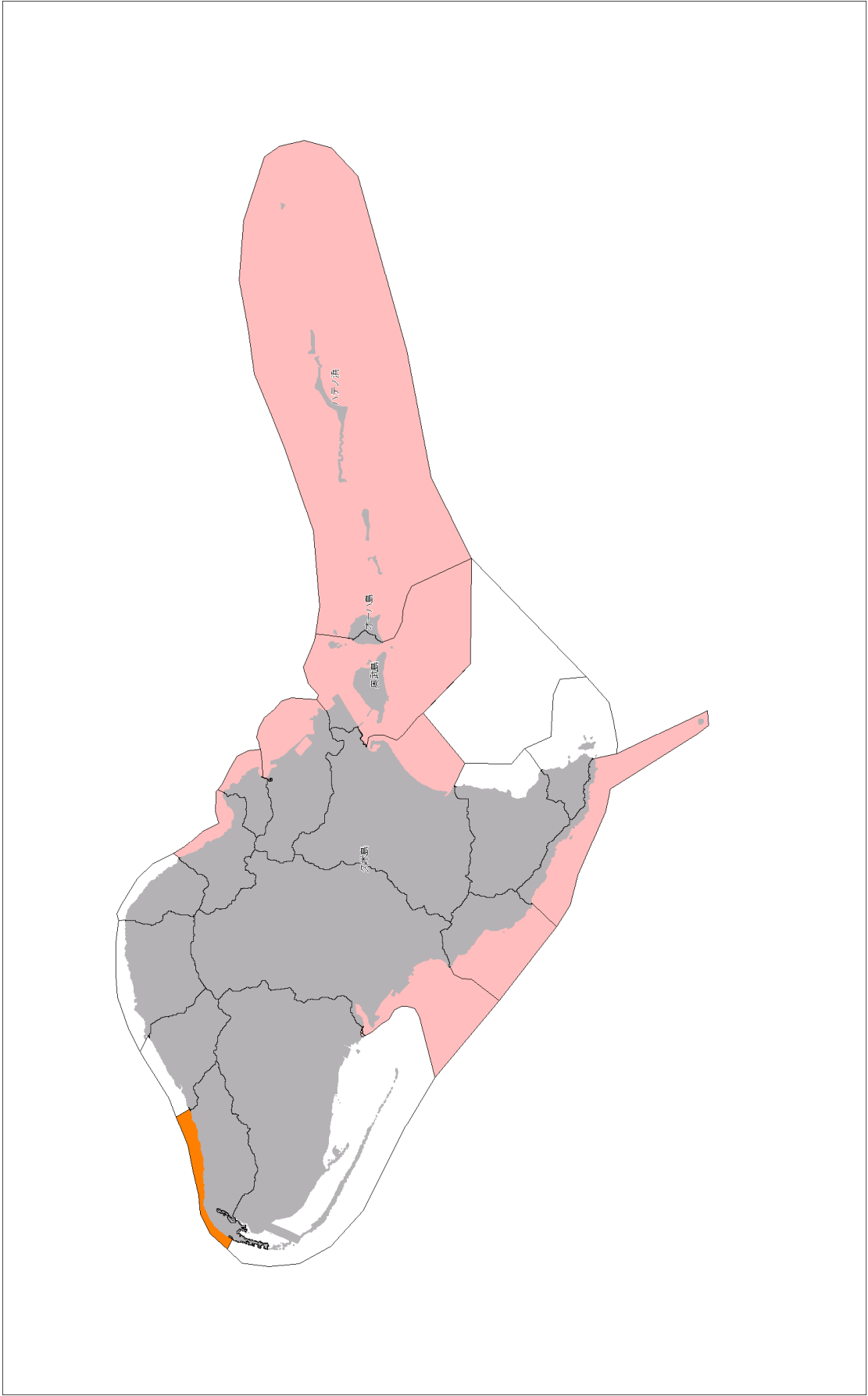
0 1 2 3 4 5 (km)



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 国土利用政策局 国土利用政策課 (2018) 高 tide ポテンシャル地点数調査報告書
2. 国土交通省 国土利用政策局 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 南西諸島生物多様性計画プロジェクト報告書
3. 国土交通省 国土利用政策局 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 南西諸島生物多様性計画プロジェクト報告書
4. 国土交通省 国土利用政策局 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 南西諸島生物多様性計画プロジェクト報告書
5. 国土交通省 国土利用政策局 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 南西諸島生物多様性計画プロジェクト報告書

図3-3-5. サngoポテンシャルの海域集計結果 (礁池).



この図は次の出典を参考に作成したものである。四角マークは<http://nlftp.mlit.go.jp/sg/sg/>より取得したデータである。報告書：p42-45

- 国土交通省 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 関西圏 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課 報告書：p42-45
- 国土交通省 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 関西圏 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課 報告書：p42-45
- 国土交通省 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 関西圏 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課 報告書：p42-45
- 国土交通省 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 関西圏 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課 報告書：p42-45
- 国土交通省 国土利用政策課 (2018) WWF ジャパン 関西圏 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課 報告書：p42-45

図3-3-6. サngoポテンシャルの海域集計結果 (礁斜面).

1-4. 久米島地域における海域の保全に関する区域の現状

久米島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。

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、久米島の観光地域について整理した。

2-1. 久米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3-3-7）。

久米島地域では、全域にダイビングポイントがある。ビーチは久米島の東岸にあるイーフビーチ1箇所とハテナ浜にある4箇所のビーチが挙げられる。これ以外にもまだ多くのダイビングポイントやビーチ、釣り場が存在していると考えられるが、ここでは昨年度の沖縄島本島地域の情報源と揃えるために上記文献に限り整理した。

上記でまとめた観光ポイントを、流域海域区分毎に再集計し、図3-3-8に示した。観光ポイントが10ポイント以上あったのは、ハテナ浜の周囲であった。その他の区域は3ポイント未満であった。

表3-3-2. 久米島地域におけるダイビングポイント一覧

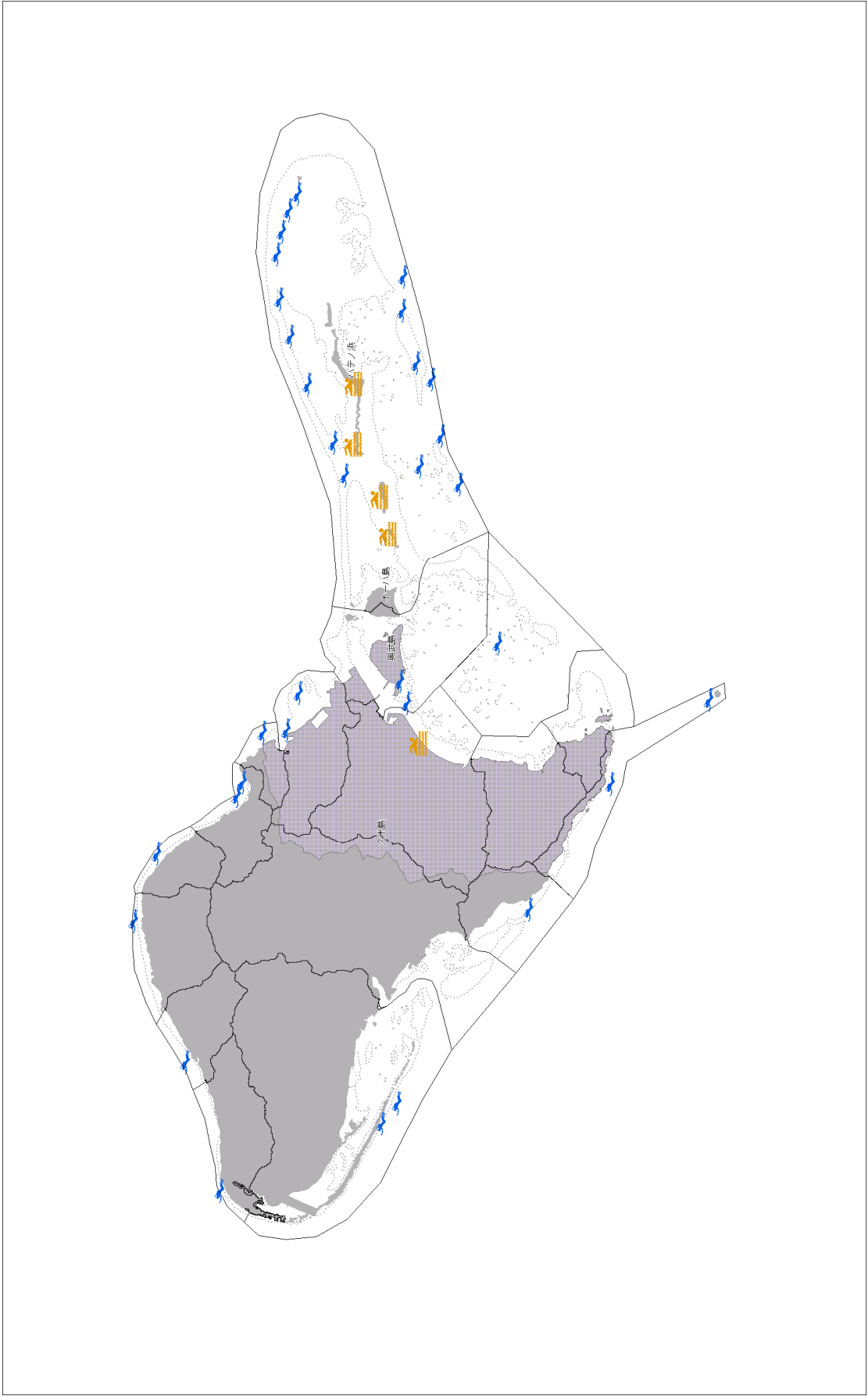
No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	ノースラインはての浜沖	16	タケンチ	31	清水小学校前
2	ウーマガイ	17	ナングチ	32	アーラ
3	ノースライン中の浜沖	18	トンバラ	33	トリノクチ
4	チューガマ	19	畳石		
5	ムーチーゲー	20	クマノミ城		
6	キャニオン	21	シンバル		
7	はての浜沖	22	アカ下		
8	イソバナポイント	23	ベジタブルフィールド		
9	スーハヤ	24	アカグルシ		
10	カスミ西	25	イズマニ		
11	カスミポイント	26	真謝沖		
12	リュウグウ	27	シンバル北		
13	カスミ東	28	ミーフガー		
14	灯台下	29	空港下		
15	ミーパイ	30	鹿児島島の海		

表 3-3-3. 久米島地域におけるビーチ一覧

No.	地点名
1	イーファービーチ
2	はての浜1
3	はての浜2
4	はての浜3
5	はての浜4

2-2. 観光まとめ

観光地が集中する地域はハテノ浜が多かった。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。

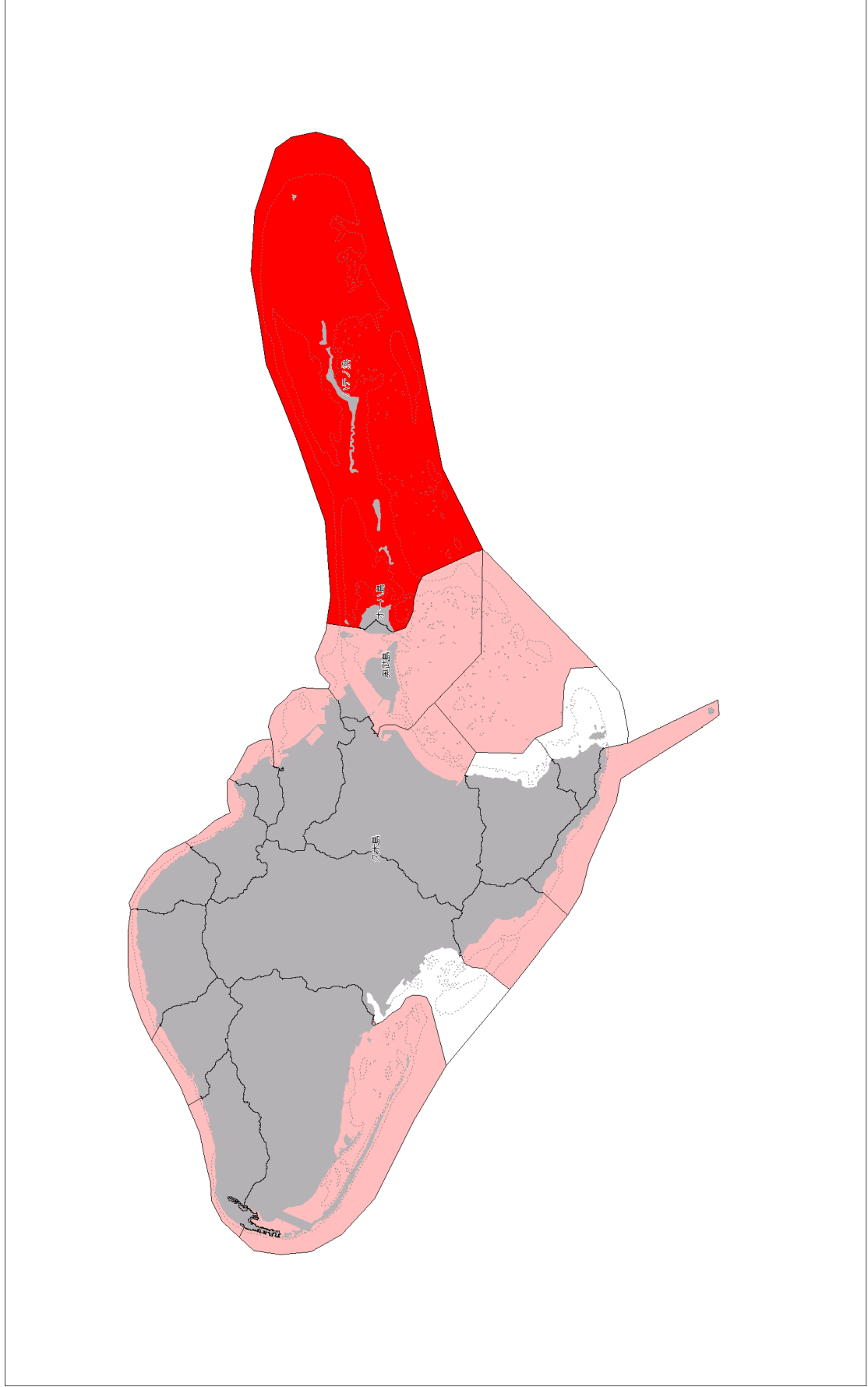


- 凡例
- 河川
 - 世界遺産
 - キャンブ
 - エコツーリズム
 - 崩壊帯
 - ビーチ
 - ダイビングスポット
 - 陸
 - 淡水漁業区分
 - 保護線
 - 観光振興地域

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 中越特産品振興計画(2019) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 報告書、p.60-61
2. 国土交通省、国土交通省(中越1年産品振興計画) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 報告書、p.60-61
3. 国土交通省、国土交通省(中越1年産品振興計画) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 報告書、p.60-61
4. フォーサイト・コンサルティング(2010) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 報告書、p.60-61
5. 中越特産品振興計画(2019) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 報告書、p.60-61
6. 中越特産品振興計画(2019) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 報告書、p.60-61
7. 金沢市、(中越1年産品振興計画) 中越1年産品振興計画(中越1年産品振興計画) 報告書、p.60-61

図3-3-7. 主な観光地と観光振興地域.



5 (km)

凡例

- 陸
- 流域圏区分
- 低線線

観光ポイントの数

- 3ポイント未満
- 3ポイント以上5ポイント未満
- 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. 沖縄県環境計画課(2019)「平成30年度沖縄県国土流出防止等の対策推進計画に関する調査報告書」沖縄県環境計画課
2. 国土交通省(2019)「国土流出防止等の対策推進計画に関する調査報告書」国土交通省
3. 国土交通省(2019)「国土流出防止等の対策推進計画に関する調査報告書」国土交通省
4. 国土交通省(2019)「国土流出防止等の対策推進計画に関する調査報告書」国土交通省
5. 国土交通省(2019)「国土流出防止等の対策推進計画に関する調査報告書」国土交通省
6. 国土交通省(2019)「国土流出防止等の対策推進計画に関する調査報告書」国土交通省
7. 国土交通省(2019)「国土流出防止等の対策推進計画に関する調査報告書」国土交通省

図3-3-8. 観光地等の海域・流域毎の集計結果。

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. 久米島地域における漁業利用の範囲

久米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。久米島地域の沿岸全域にはヒトエグサ、モズク、イセエビ、刺網などの漁業を営む区域として共同漁業権が設定されており、久米島漁業協同組合が存在している（図3-3-9）。また、共同漁業権のほか、モズクやウニ、シャコガイなどの養殖業を営む区域として区画漁業権が設定されている。サンゴを養殖する区画は設定されていない。

表3-3-4. 久米島地域における特定区画漁業権の設定状況

No.	漁場番号	漁業権者	漁業種類	漁業の名称
1	特区第260号	久米島漁業協同組合	第一種特定区画漁業	モズクひび建て式養殖業
2	特区第261号	〃	〃	〃
3	特区第262号	〃	〃	〃
4	特区第263号	〃	〃	〃
5	特区第264号	〃	〃	ウニ小割式養殖業
6	特区第265号	〃	〃	〃
7	特区第266号	〃	〃	〃
8	特区第267号	〃	〃	モズクひび建て式養殖業
9	特区第268号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
10	特区第269号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
11	特区第270号	〃	第一種特定区画漁業	ウニ小割式養殖業

3-2. 漁業まとめ

久米島地域における漁業は、久米島の沿岸全域で行われ、1つの漁業協同組合が存在している。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

沖縄県農林水産部（2002）沖縄の水産業

沖縄県農林水産部（2003）漁業権の免許内容等（共同漁業権・区画漁業権）

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）

沖縄県水産課ホームページ <<http://www.pref.okinawa.jp/suisan/index.html>>

鹿熊信一郎（2007）アジア太平洋島嶼における破壊的漁業と海洋保護区—サンゴ礁生態系と漁業の両立をめざして—。基盤研究(A)「先住民による海洋資源の流通と管理」（課題番号 15251012）研究成果報告書. 213 - 242.

鹿熊信一郎（2007）4-4 漁業. 日本のサンゴ礁. 122 - 126.

石西礁湖自然再生協議会（2007）石西礁湖自然再生全体構想

第4節 久米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。久米島地域の陸域海域区分を図3-4-1に示す。

1-1. 陸域区分

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。

1-2. 海域区分

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. 流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、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。

1-4. 地域区分の作成

久米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2-4-2）。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区分けした。この単位を「地域区分」とした。

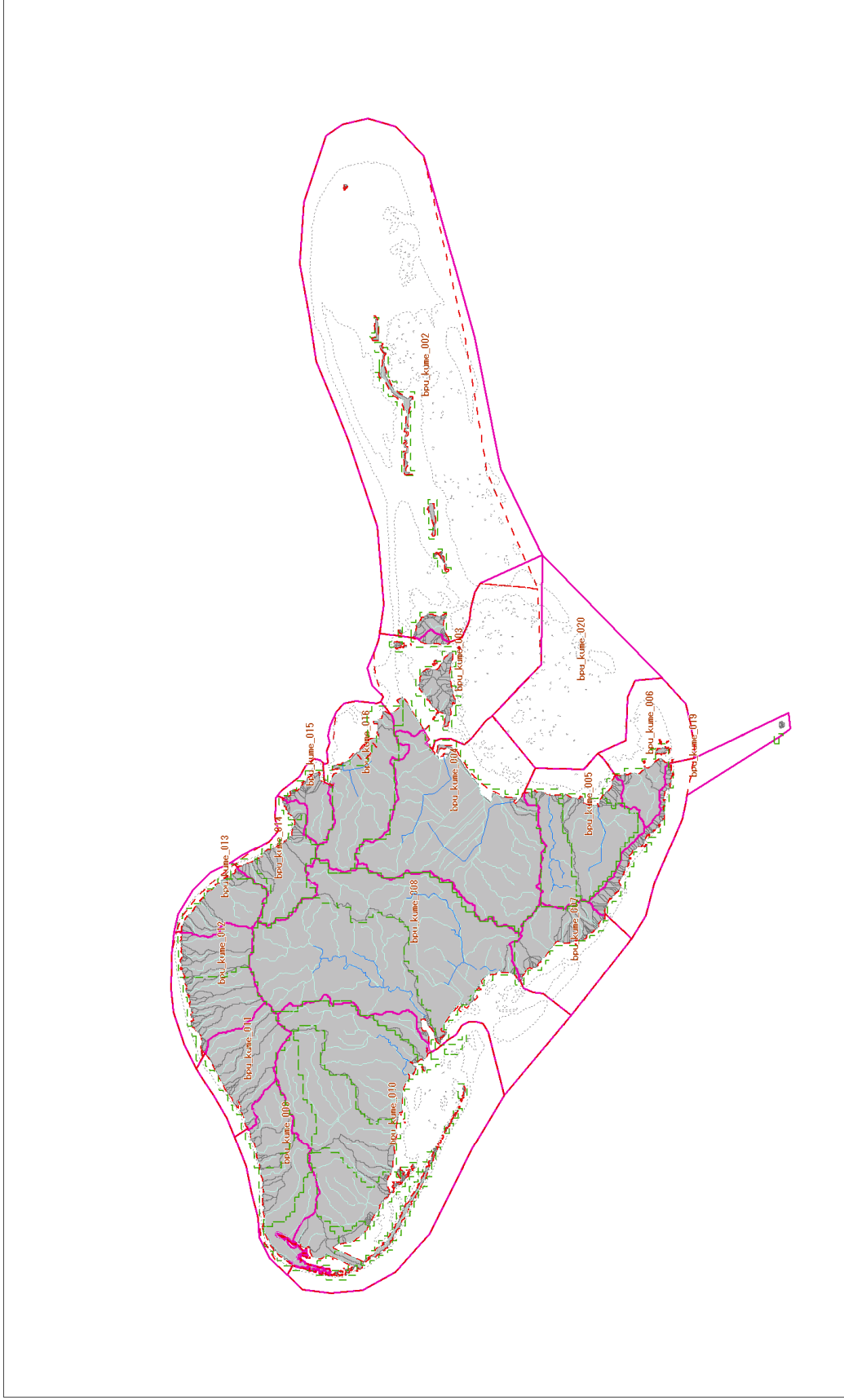
参考文献

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

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

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



① 図中の陸域境界線は、地形データから作成されたものであり、実際の境界線とは異なる場合があります。
 ② 水圏境界線は、地形データから作成されたものであり、実際の境界線とは異なる場合があります。
 ③ 陸域境界線は、国土地理院提供のデータに基づき作成されたものであり、実際の境界線とは異なる場合があります。
 ④ 水圏境界線は、国土地理院提供のデータに基づき作成されたものであり、実際の境界線とは異なる場合があります。
 ⑤ 道路境界線は、国土地理院提供のデータに基づき作成されたものであり、実際の境界線とは異なる場合があります。

図3-4-1. 久米島地域における陸域海域区分。

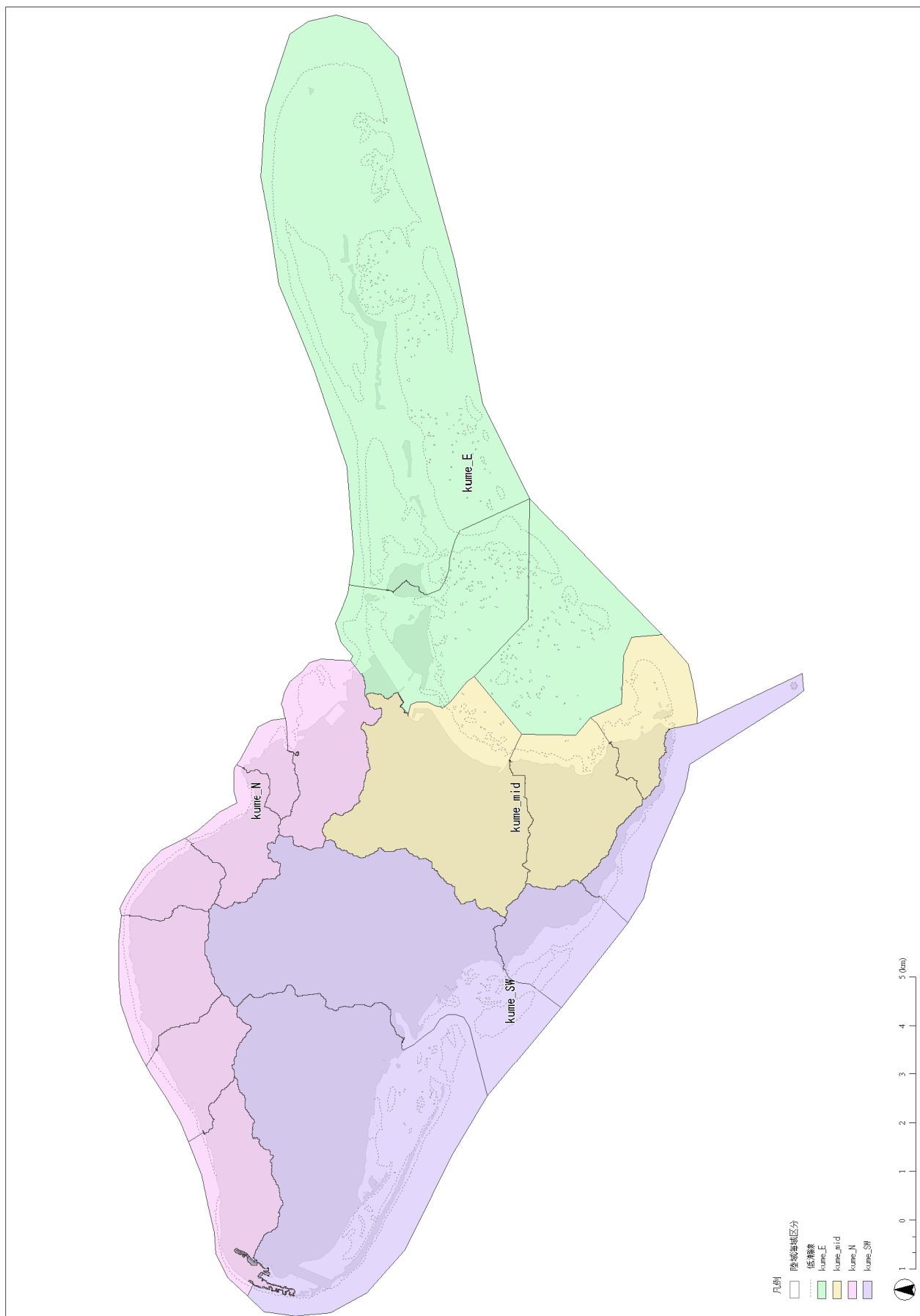


図3-4-2. 久米島地域における地域区分.

2. サンゴ群集の現況と変遷

2-1. 久米島地域におけるサンゴ群集の現況

<久米島地域のサンゴ被度の概況>

久米島地域のサンゴ群集は、久米島東と久米島南西でサンゴ被度 25～50%の割合が最も多かった。久米北ではサンゴ被度 10～25%が、久米内海ではサンゴ被度 0～5%の割合が最も多かった。25%以上のサンゴ被度の占める割合は、久米島地域全体の4割以上であるが、75～100%は全体で0.7%と非常に少ない（表3-4-1）。

表3-4-1. マンタ法調査におけるサンゴ被度の距離に対する割合（%）。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					
		5%未満	5%～10%	10%～25%	25%～50%	50%～75%	75%以上
久米東	kume_E	2.2	6.3	19.0	58.3	13.3	0.8
久米内海	kume_mid	73.1	0.0	23.5	0.0	3.5	0.0
久米北	kume_N	2.5	22.4	53.5	21.7	0.0	0.0
久米南西	kume_SW	0.0	19.8	33.2	33.6	11.7	1.7
久米海域		9.2	13.0	31.5	37.1	8.5	0.7

<久米東>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が25～50%の割合が最も高く、58.3%を占め、サンゴ被度50%以上の割合も比較的高い。サンゴ被度25%以上の割合が7割を超えているが、サンゴ被度75～100%の割合は低く、0.8%であった。今回調査を実施した久米島地域の中で最も状態が良い海域と考えられる。スポットチェック法による調査では、ハテノ浜南礁斜面でサンゴ被度が高かった。

<久米内海>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が0～5%の割合が最も高く、73.1%を占め、久米島地域の中でも最も高かった。サンゴ被度5～10%、25～50%、75～100%の割合は0であった。島尻湾内のサンゴ被度と島尻崎南の礁斜面のサンゴ被度に大きな差があり、今回調査を行った島尻湾内のサンゴ被度は全て0～5%で、島尻崎南の礁斜面はサンゴ被度10～25%や50～75%であった。

＜久米北＞

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 10%～25%の割合が最も高く、53.5%を占めた。サンゴ被度 5～10%や 25%～50%の割合もそれぞれ 2 割程度あるが、サンゴ被度 50%以上の割合は低く 0%であった。スポットチェック法による調査では、久米島北西礁斜面でサンゴ被度が高かった。

＜久米南西＞

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 25%～50%の割合が最も高く、33.6%を占め、サンゴ被度 10%～25%の割合も比較的高い。サンゴ被度 75～100%の割合は低く、0.8%であった。スポットチェック法による調査では、久米島南礁斜面でサンゴ被度が高かった。今回の調査で非常に多くのウミガメ類が確認されている。

2-2. 久米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）

1992年に久米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3-4-2に、今年度（2010年～2011年）の調査結果を表3-4-3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。

久米島地域全体では、1992年の調査ではサンゴ被度50%以上の割合が3.0%あったが、今年度の調査では13.1%に増加している。サンゴ被度5%～50%の割合は、1992年は88.3%であったのが今年度の調査では80.7%に減少している。サンゴ被度0～5%の割合は、1990年では8.6%であったが、今年度は6.2%にわずかに減少している。

1992年の調査では全ての地域区分でサンゴ被度5%～50%の割合が最も高かったが、今年度の調査では久米島内海の0～5%の割合が最も高かった。特に久米島内海におけるサンゴ被度5～50%の割合の減少は激しい。

陸域海域区別にみると、久米島地域では1992年と2010年のサンゴ被度に変化はない（図3-4-3）。

表3-4-2. 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（久米島地域）。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		
		5%未満	5%～50%	50%以上
久米東	kume_E	10.1	85.5	4.4
久米内海	kume_mid	10.0	90.0	0.0
久米北	kume_N	N.D.	N.D.	N.D.
久米南西	kume_SW	7.0	90.7	2.2
久米海域		8.6	88.3	3.0

N.D.はデータ無し

表3-4-3. 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（久米島地域）。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		
		5%未満	5%～50%	50%以上
久米東	kume_E	2.2	83.7	14.1
久米内海	kume_mid	55.4	38.8	5.8
久米北	kume_N	N.D.	N.D.	N.D.
久米南西	kume_SW	0.0	86.7	13.3
久米島海域		6.2	80.7	13.1

N.D.は第4回自然環境保全基礎調査で未調査

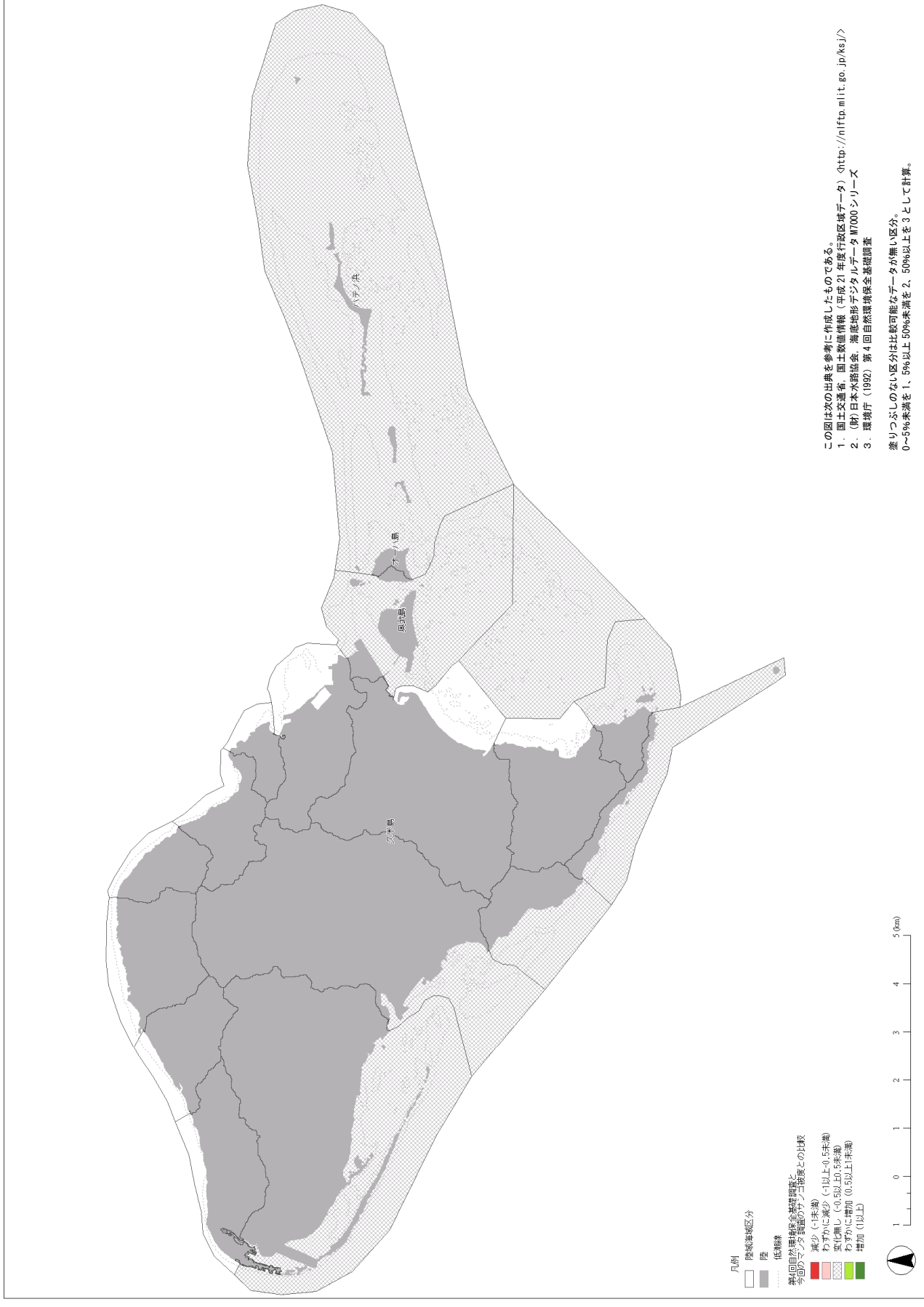


図3-4-3. 広域概況調査による1992年と2010年の陸域海域区分毎の変化 (第4回自然環境保全基礎調査とマンタ調査).

2-2-2. 簡易遊泳観察調査結果の変遷

久米島地域の1973年から2010年までのサンゴ被度の変化を図3-4-4に示す。1973年と1992年のサンゴ被度の中央値は30%前後であり、サンゴ被度が高い地点もみられる(図3-2-5、図3-2-6)。また、2003年から2005年にかけて徐々にサンゴ被度の中央値が増加しており、2009年には30%程度まで回復している(図3-4-4)。

陸域海域区分毎のサンゴ被度の変遷を図3-4-5～図3-4-8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%)。

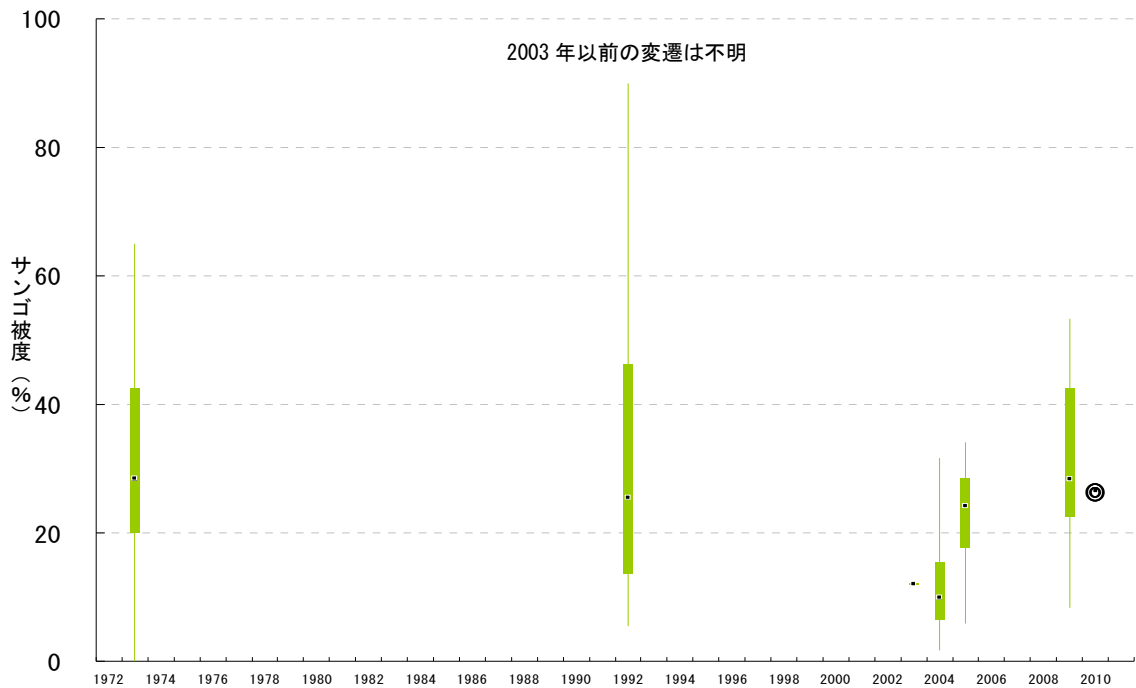


図3-4-4. 簡易遊泳観察法による久米島地域のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. 参考として2010年のマンタ調査結果の平均値を二重丸(◎)で表す. 2003年以前は、1973年と1992年しか調査が実施されておらず、1974年から2002年の間のサンゴ被度の変遷は不明である.

<久米東 (kume_E) >

1973年のサンゴ被度の平均はあまり高くなく、20～40%程度で、複数の調査地点で多くのオニヒトデが確認されている。その後1992年まで情報が無いが、1992年にはサンゴ被度の平均は高いところで75%になっている。1992年以降、約10年間の情報が無いが、2003年のサンゴ被度の平均は1992年から大きく減少している。RK_kume_002（ハテナ浜周辺）では、2004年以降にサンゴ被度は増加傾向にある。

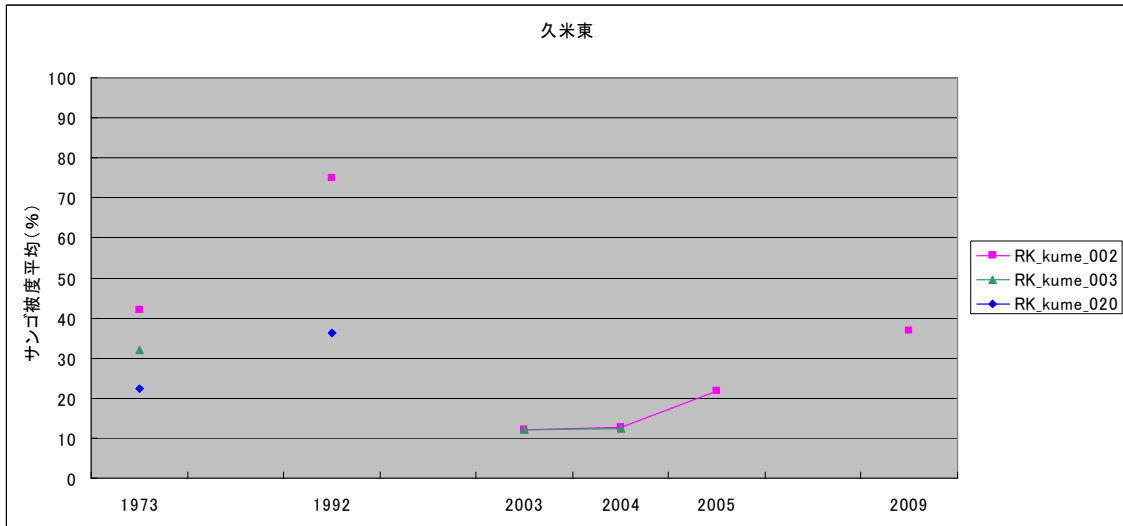


図3-4-5. 久米東におけるサンゴ被度の変化.

<久米内海 (kume_mid) >

1973年の調査によると、サンゴ被度の平均はあまり高くなく、20～40%程度で、複数の調査地点で多くのオニヒトデが確認されている。

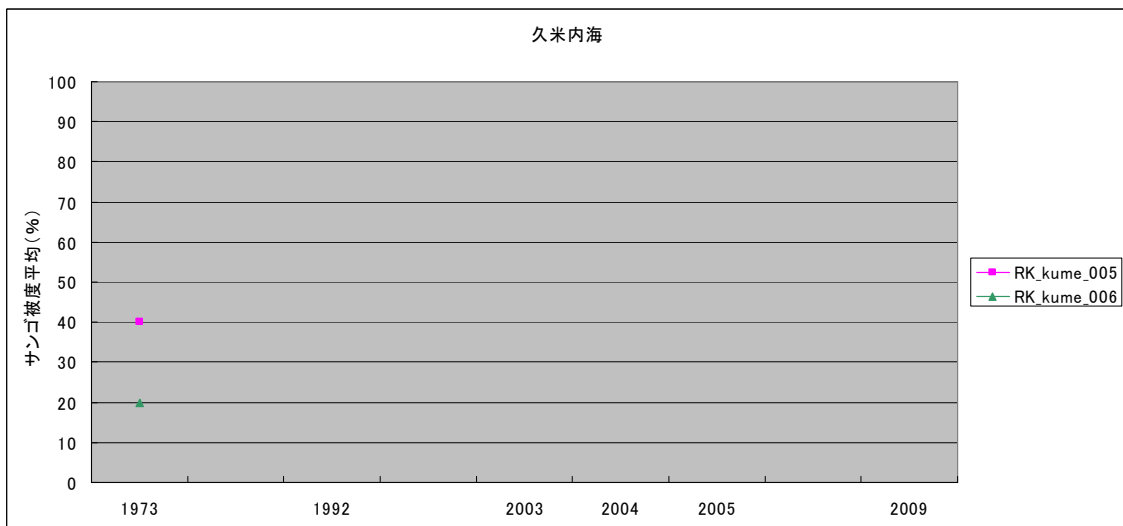


図3-4-6. 久米内海におけるサンゴ被度の変化.

<久米北 (kume_N) >

1973年のサンゴ被度の平均はあまり高くなく、10～40%程度で、複数の調査地点で多くのオニヒトデが確認されている。その後1992年までサンゴの被度に関する情報がない。1992年にはサンゴ被度の平均が10%以下だったRK_kume_011は、30%程度まで増加している。しかし、2004年の調査では久米島北で、複数の調査地点で多くのオニヒトデが確認されており、RK_kume_011もオニヒトデによる影響を受けたものと思われる。

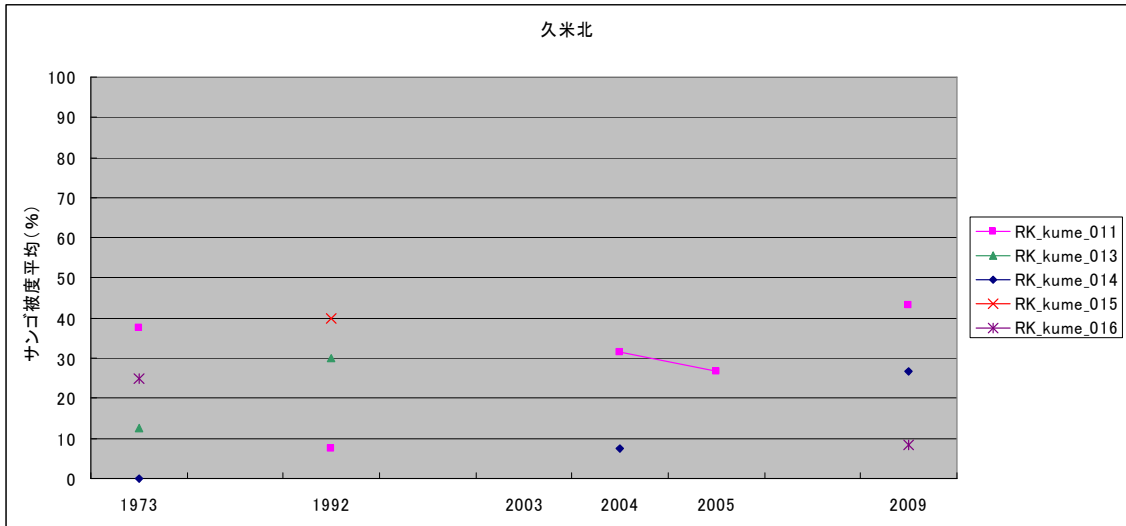


図3-4-7. 久米北におけるサンゴ被度の変化.

<久米南西 (kume_SW) >

1973年のサンゴ被度の平均はあまり高くなく、25～55%程度であった。その後1992年まで情報がないが、1992年にはサンゴ被度の平均は5～25%に減少している。1992年以降、約10年間の情報がないが、2003年のサンゴ被度の平均は1973年から大きく減少している。RK_kume_019（島尻崎周辺）では、2003年以降にサンゴ被度は増加傾向にある。

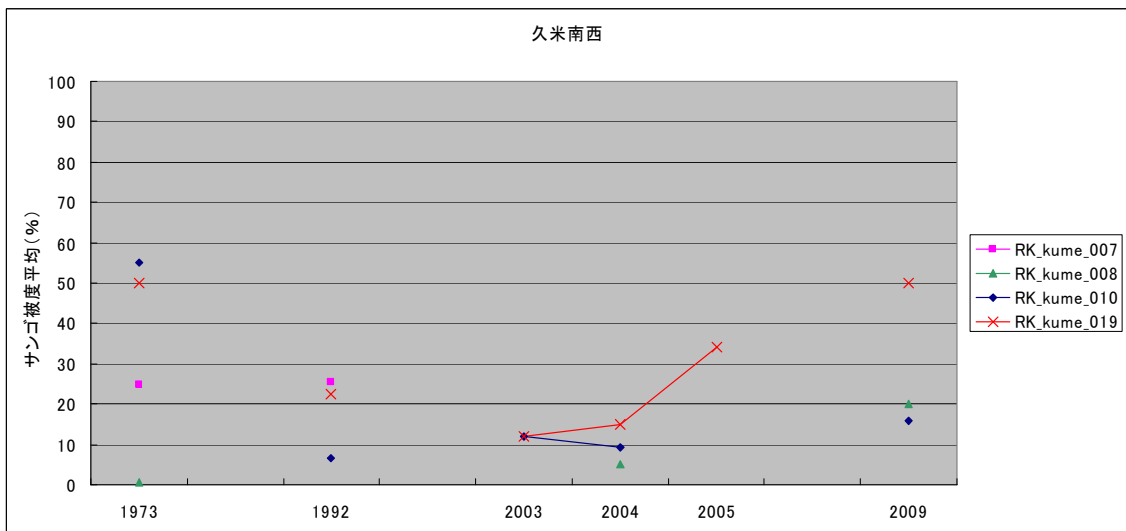


図3-4-8. 久米南西におけるサンゴ被度の変化.

3. サンゴ群集と攪乱要因との関係

<オニヒトデ、白化現象>

久米島地域における簡易遊泳観察法によるサンゴ被度、オニヒトデ個体数密度の経年変化および白化現象発生年を図3-4-9に示す。

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、1973年、2004年であり、特に1973年は個体密度が非常に高かった（を図3-4-9）。地理的な分布をみても、1973年には久米島南西を除く全域でオニヒトデが確認されその数も多く（図3-2-14）、2004年の調査でも久米島北で多くのオニヒトデが確認されている（図3-2-17）。また、過去のオニヒトデ駆除の記録からも、1972年頃の駆除数が多い（表3-2-2）。

久米島地域においては、1998年の白化による影響を直接調査した結果はないが、ヒアリングによる調査結果によると、久米島地域でも多くのサンゴが白化し死亡しているようである。1998年の高水温が沖縄島本島地域のサンゴ群集へ非常に大規模で壊滅的な打撃を与えたのと同様に、久米島地域でもサンゴ群集は大きく攪乱されたと推測される。



図3-4-9. 簡易遊泳観察法による久米島地域のサンゴ被度と1地点当りのオニヒトデ個体数密度の変遷および白化現象発生年(▼)。2003年以前は、1973年と1992年しか調査が実施されておらず、1974年から2002年の間のサンゴ被度の変遷は不明である。

上側の図の横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)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。参考として2010年のマンタ調査結果の平均値を二重丸(◎)で表す。

下側の図の横軸は調査年、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、図中の黒い点(■)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(|)は最大最小値を表している。赤い点線は、大発生状態と考えられるオニヒトデ個体密度。

<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、久米島全域で単位面積あたりの土壌流出量の高い土地がみられ、流域海域区分毎の土壌総流出量は、白瀬川・儀間川流域、銭田川流域、久米島南東部の流域で総流出量が高くなっていた。平成 21 年度に沖縄県環境保全課で実施された調査では、白瀬川・儀間川流域河口の SPSS ランクが高くなっており、これらの流域では、土壌流出が他の流域と比べて多いと考えられる。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裸地であることから、サトウキビ畑や裸地から多くの土壌が流出していると考えられる。しかしながら、今回 USLE の算出に用いた沖縄県土地利用現況図では、裸地は海岸の砂浜が含まれており、赤土等の土壌の流出とは関係のない裸地が多く見積もられていることに留意する必要がある。

<水質>

久米島地域の水質は、沖縄県公共用水域水質測定は実施されていないため、広範で長期的な水質の変遷は不明である。久米島地域で、水質悪化の原因となるような負荷源は生活排水やホテルなどの宿泊施設からの排水などが考えられるが、久米島町の平成 21 年度の汚水処理人口普及率は 70～90%未満となっており（沖縄県 2011）、主な対策がとられている。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）、久米島地域以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、他海域の水質が久米島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ハテノ浜が多かった。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>

久米島地域では、1974年以降の埋め立てはほとんどなく、消失した干潟やサンゴ礁もほとんどないと考えられる。また、人工海岸は港周辺や空港などに限られている。埋め立てと久米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>

久米島地域のサンゴ礁は、オニヒトデの大発生や大規模な白化現象により大きな打撃を受けていたと推測される。久米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、かく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、地球規模的になか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かく乱要因に対して調査、研究することも重要である。

第5節 久米島地域におけるサンゴ群集の現状と攪乱要因

＜久米島地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因＞

久米島地域のサンゴ群集は過去の調査データが少ないため、サンゴ被度の長期的な傾向は明確ではないが（図3-5-1）、1970年代から1980年代にかけてサンゴ被度は大きく減少した。その後1990年代以降にある程度回復したが、白化現象やオニヒトデの大発生などで再びサンゴ被度は大きく減少している。

第3章4節3「サンゴ群集と攪乱要因との関係」より、1970年代から1980年代にかけては、沖縄島本島地域や慶良間地域と同様にオニヒトデの大発生により被度が大幅に低下したと考えられる。1992年の調査ではサンゴ被度50%以上の地域がみられ、徐々にサンゴ群集は回復していたと考えられる。しかしながら、2003年の調査では1992年と比較して被度が大きく低下しており、1998年の白化現象やオニヒトデの大発生などの影響を受けたと推測される。

2010年今年度（2010年）の調査では、久米島地域ではオニヒトデはほとんど確認されず、被度が高い場所も部分的に確認されている（ハテノ浜南、ハテノ浜北、久米島南、久米島西など）。近年の調査結果を考慮すると、久米島地域のサンゴ群集は、全体としては低いサンゴ被度であるものの、場所により回復の兆しがみられる。

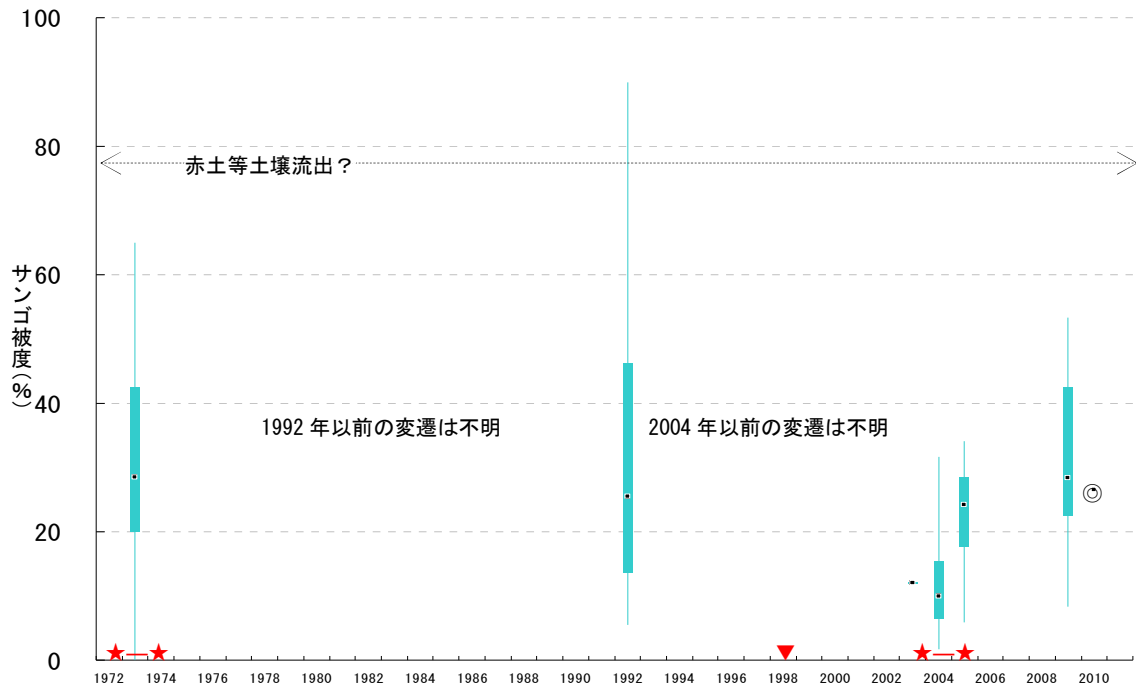


図3-5-1. 久米島地域におけるサンゴ被度の変遷と主要なかく乱要因の発生時期. 2003年以前は、1973年と1992年しか調査が実施されておらず、1974年から2002年の間のサンゴ被度の変遷は不明である.

図の横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は中央値※、青色のボックス(■)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。また、大規模白化現象の影響が確認された年に三角(▼)で、オニヒトデの大発生が確認された期間を星印(★—★)で、その他の攪乱要因を点線の矢印で表している。参考として2010年のマンタ調査結果の平均値を二重丸(◎)で表す。

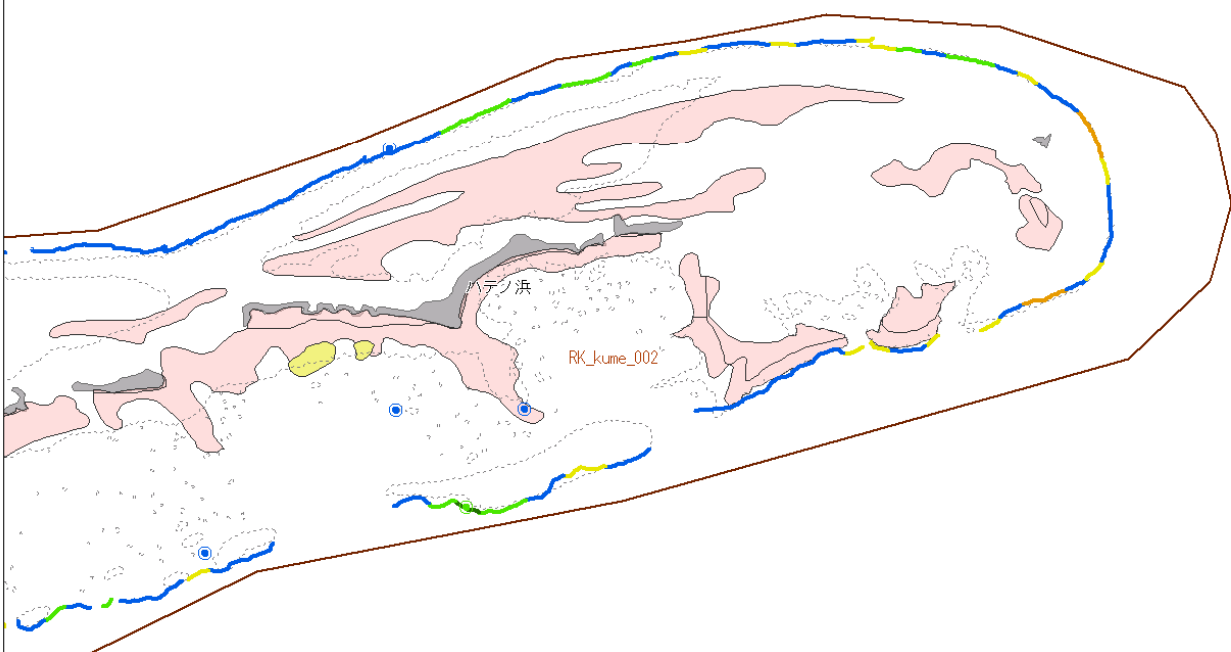
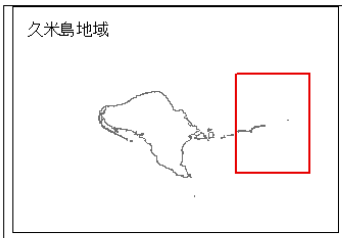
※中央値、第一四分位値、第三四分位値について

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。

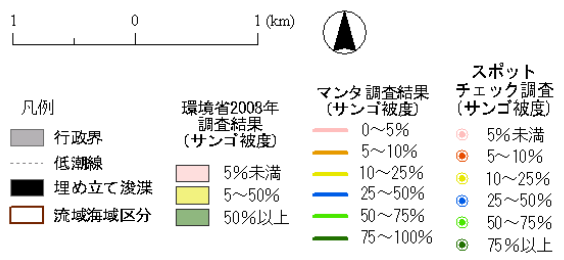
パーセンタイルとは、データを小さい順に並べたとき、初めから数えて全体の $100\alpha\%$ に位置する値を 100α パーセンタイルという($0 \leq \alpha \leq 1$)。65パーセンタイルであれば、最小値から数えて65%に位置する値を指す。

<久米島地域のサンゴ礁地図>

現在の久米島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。

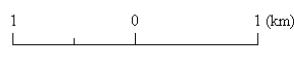
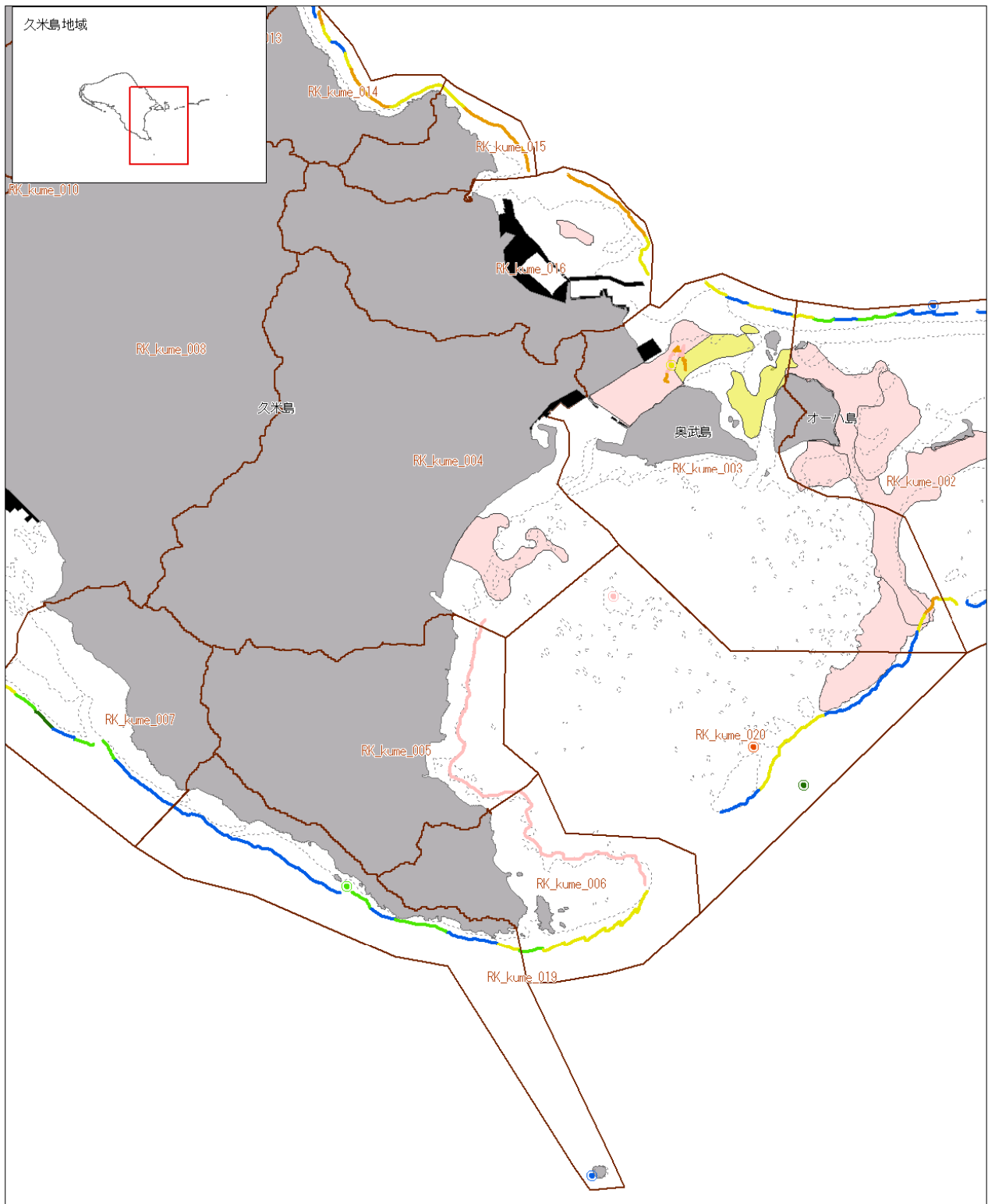


RK_kume_003
RK_kume_020



この図は次の出典を参考に作成したものである。

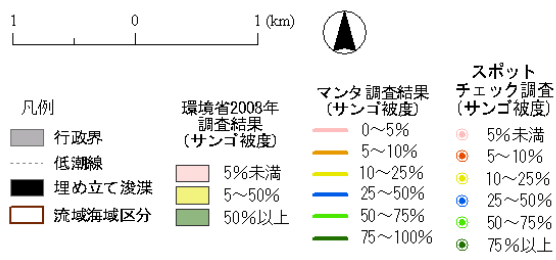
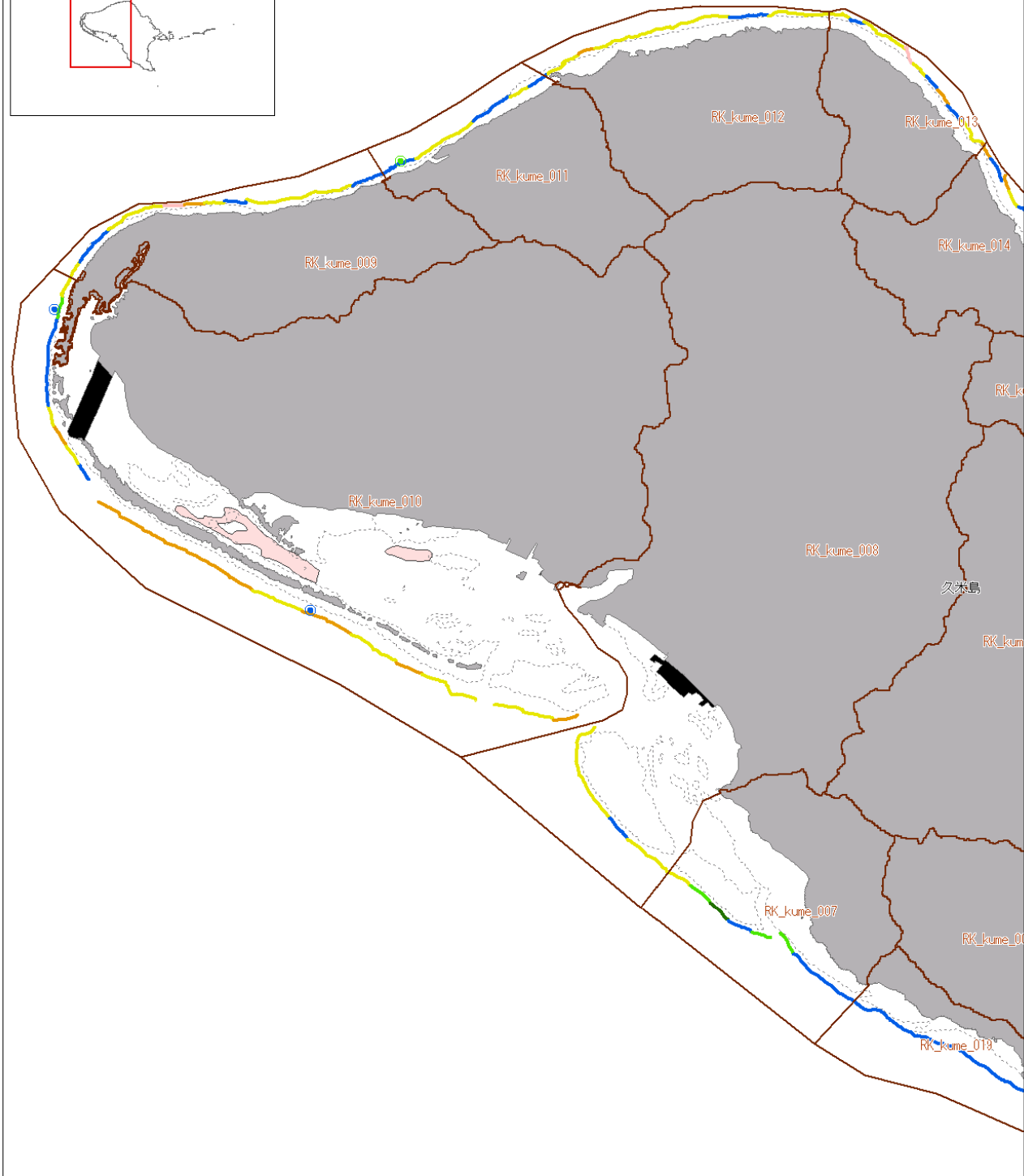
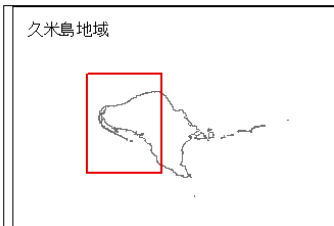
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ礁分布図 (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



凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)	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)
行政界	5%未満	0~5%	5%未満
低潮線	5~50%	5~10%	5~10%
埋め立て浚渫	50%以上	10~25%	10~25%
流域海域区分		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



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

第4章 八重山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碎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、碎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。現況調査は複数名の調査員で実施した。現況調査で採用したマンタ法およびスポットチェック法は目視観察を主とするため、調査員間の個人差によるデータの精度が懸念されるが、本業務ではマンタ法およびスポットチェック法の経験豊富な調査員で実施することでこの違いが最小限になるように調査を行った。

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	八重山地域全域	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

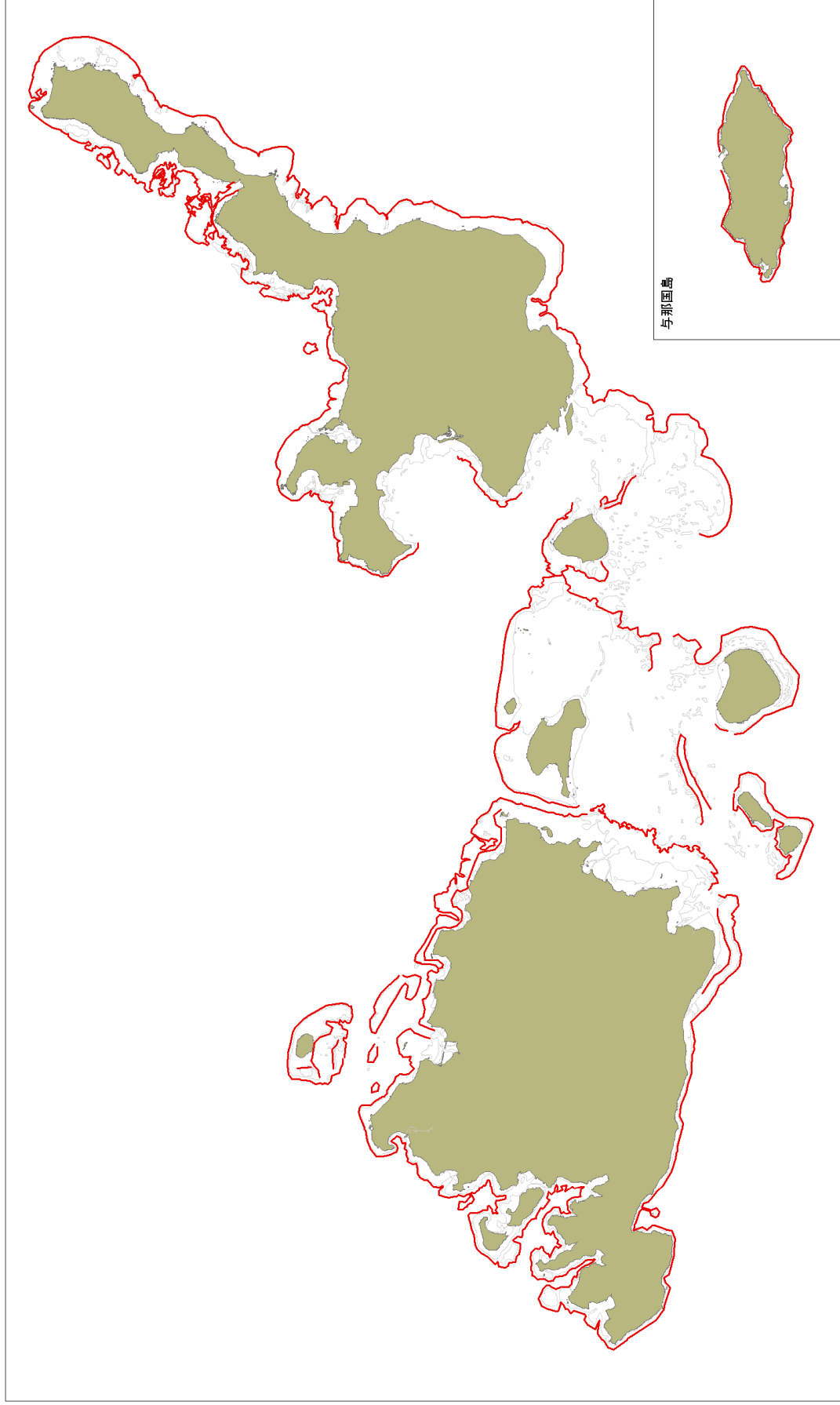
八重山地域の現況調査は、石垣島や西表島とそれらの周辺離島、石西礁湖内の離島、さらに与那国島など、行政区分上石垣市と竹富町、与那国町に含まれる島のサンゴ礁を調査対象海域とした。但し、波照間島周辺は天候の都合により調査が実施できず、伊江島周辺海域に振替えられたため、今年度の調査結果には含まれていない。

1-1-1. 礁斜面の調査範囲

八重山地域の沿岸全周（図4-1-1）を調査範囲の対象とした（マンタ法で実施）。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

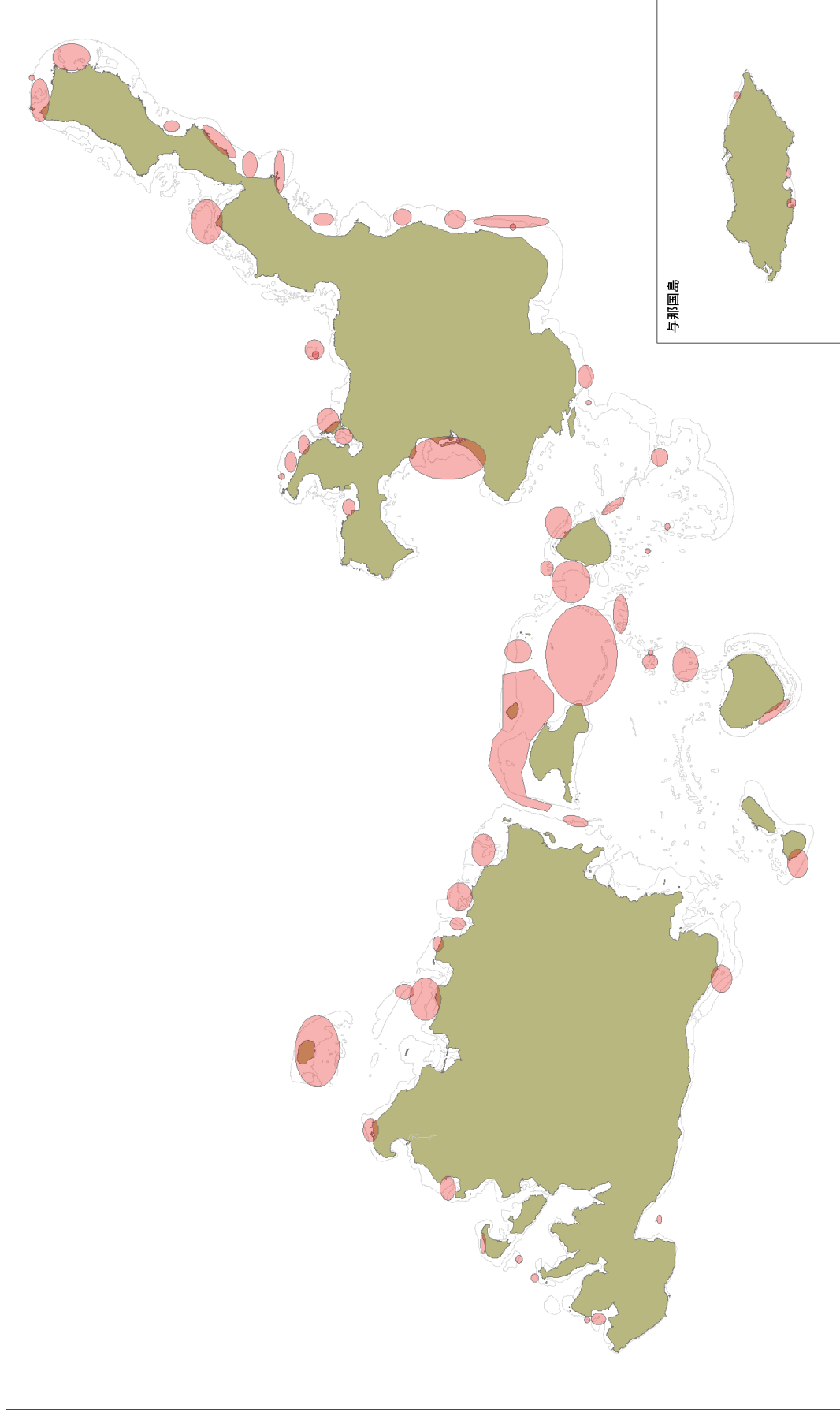
礁池ではすべての範囲を調査するには面的な調査が必要となり、実施は困難である。そこで表2-1-2に記した選定条件を用い既存情報から調査海域を絞り込み、最終的に検討委員会の確認を得て調査海域を決定し（図4-1-2）、調査を実施した。調査範囲が狭い場合はスポットチェック法による調査を行ない、広い場合はまずマンタ法を行い、良好なサンゴ群集を確認した場合その生息状況を把握するために適宜スポットチェック法を実施し、詳細な記録と写真の撮影を行った。



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://nftp.mlit.go.jp/ks/j/>>
2. (財)日本水産協会, 海底地形デジタルデータ M/000 シリーズ

図 4-1-1. 礁斜面におけるマンタ調査側線



1 0 1 2 3 4 5 (km)

凡例

■ 礁池調査候補海域

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21年度行政区域データ）<http://niftp.mlit.go.jp/kis/>>
 2. (財)日本水産協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

図4-1-2. 礁池（一部離礁を含む）における調査海域

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。

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、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。

1-3. 現況調査の実施時期

現況調査は、2010年7月~2011年3月の期間に実施した。

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
7月中旬・下旬	石垣島北岸~西岸
8月中旬	石西礁湖、西表島北岸~西岸
10月上旬	石垣島北東岸
11月中旬	石垣島南東岸、西表島南岸
12月上旬・中旬・下旬	石西礁湖、西表島南東岸、与那国島、石垣島東岸
1月上旬	石西礁湖
2月中旬	石垣島名蔵湾、石西礁湖
3月中旬	小浜島周辺

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
7月中旬・下旬	石垣島北岸～西岸
8月中旬	石西礁湖、西表島北岸～西岸
10月上旬	石垣島北東岸
11月中旬	石垣島南東岸、西表島南岸
12月上旬・中旬・下旬	石西礁湖、西表島南東岸、与那国島、石垣島東岸
1月上旬	石西礁湖
2月中旬	石垣島名蔵湾、石西礁湖
3月中旬	小浜島周辺

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

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、現在の八重山地域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節八重山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

八重山地域におけるマンタ調査の総調査距離（総曳航距離）は約 620km であった。スポットチェック調査は 88 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4-1-4-I~IIIに示す。マンタ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 12.3%、5~10%が 20.7%、10~25%が 21.8%、25~50%が 23.6%、50~75%が 17.5%、75~100%が 3.9%であった（図4-1-3、表4-1-4）。全調査距離に対するサンゴ被度 50%以上の割合は約 2割であった（表4-1-4）。サンゴ被度ランク 5~10%、10~25%、25~50%の全調査距離に対する割合は、それぞれ約 2割であった。ただし、現在与那国島を除く八重山地域ではオニヒトデが大発生しており、短期間で本調査結果とは異なる状態になると推測される。

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 600km に対する割合 (%)
非常に低い	0~5%	12.3
低い	5~10%	20.7
やや低い	10~25%	21.8
やや高い	25~50%	23.6
高い	50~75%	17.5
非常に高い	75~100%	3.9

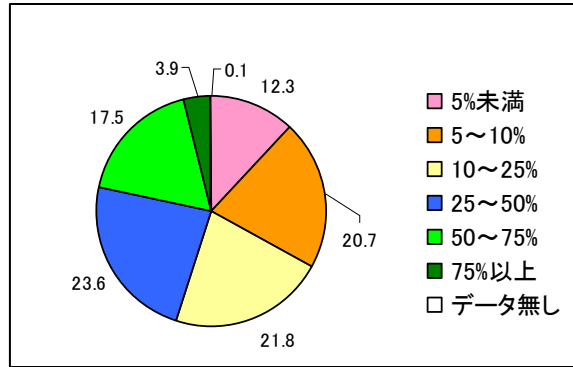


図 4-1-3. サンゴ被度ランクの割合 (%)

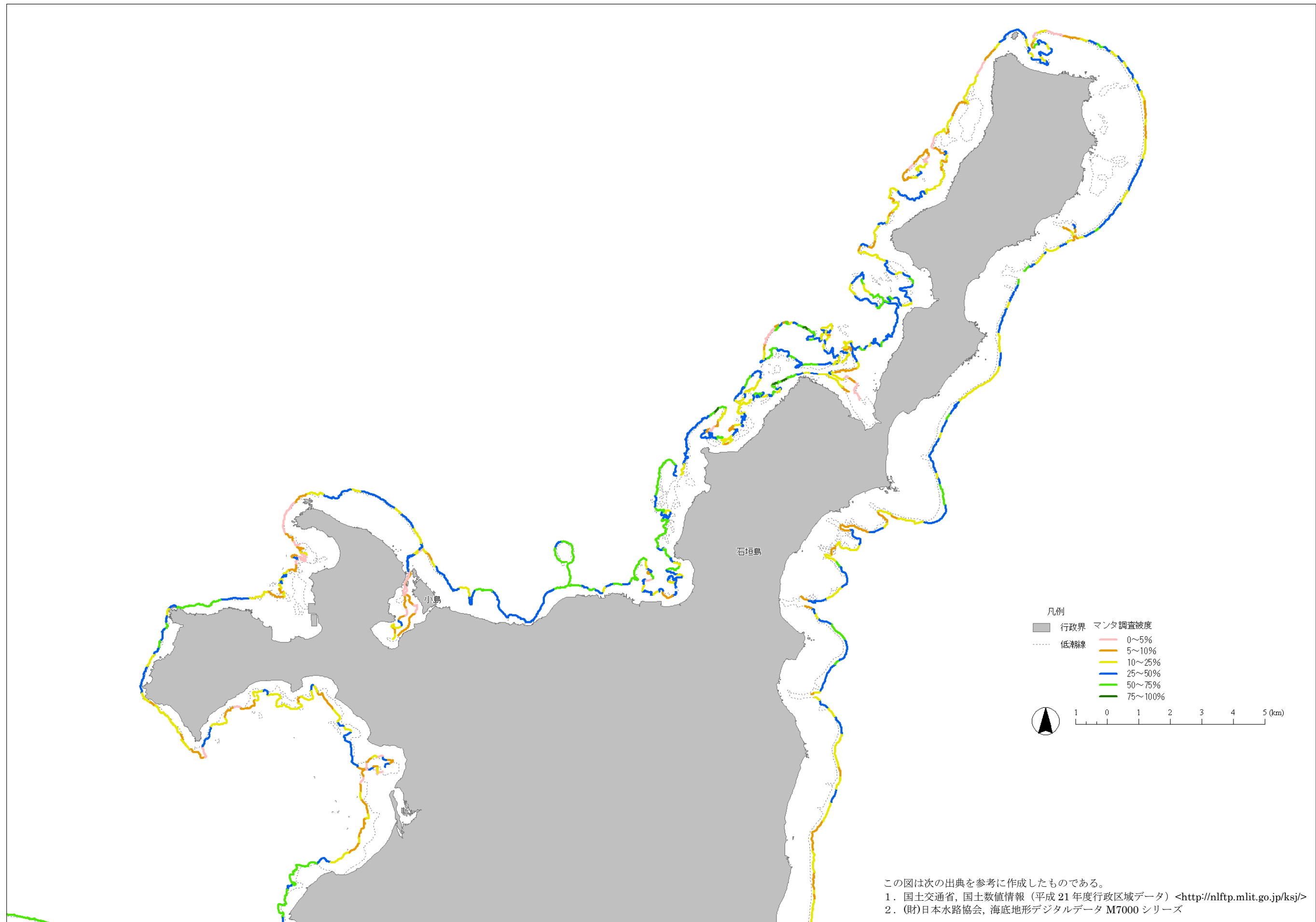


図 4-1-4-I. マンタ法による石垣島周辺の調査結果 (サンゴ被度).

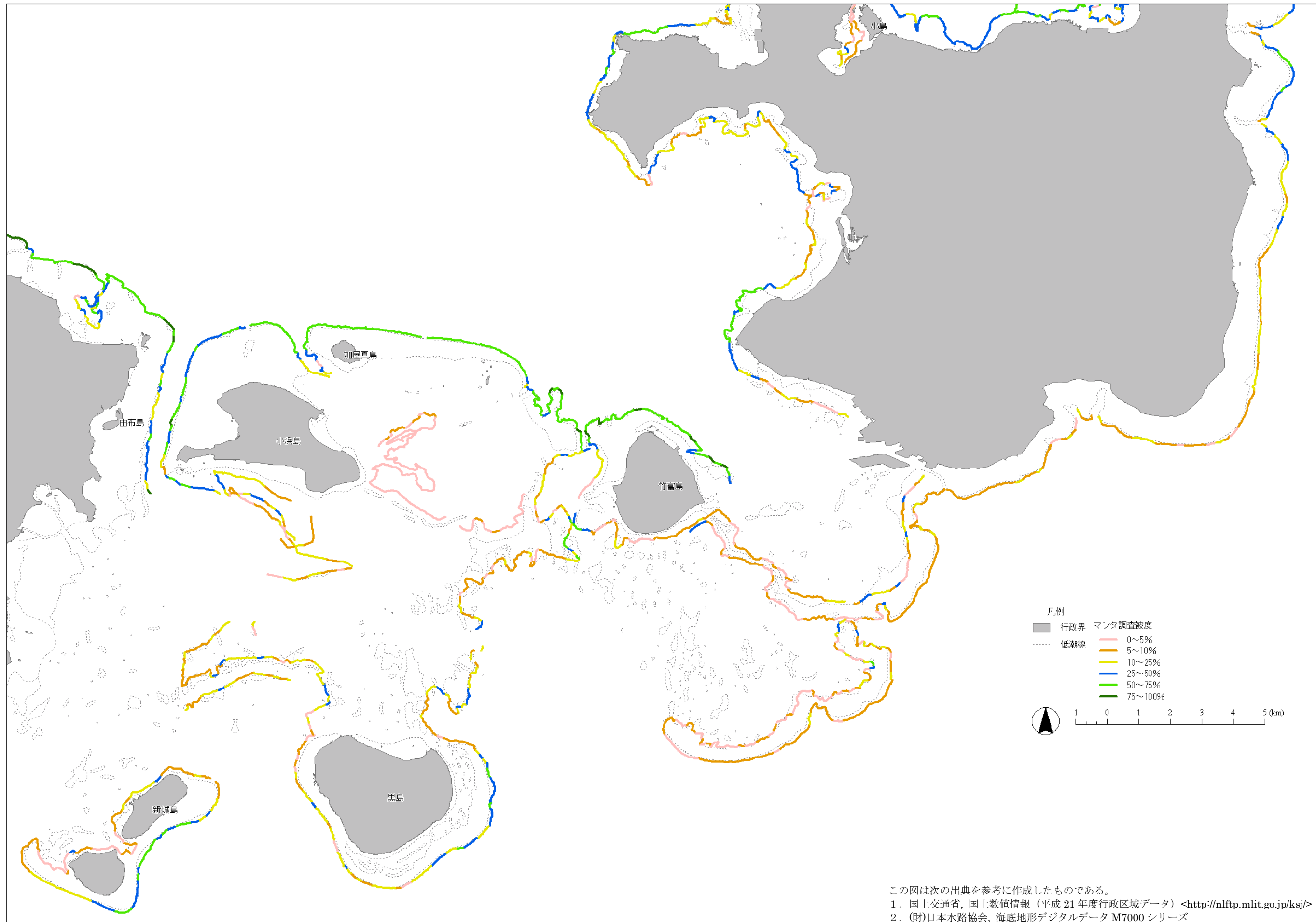


図 4-1-4-II. マンタ法による石西礁湖の調査結果(サンゴ被度).

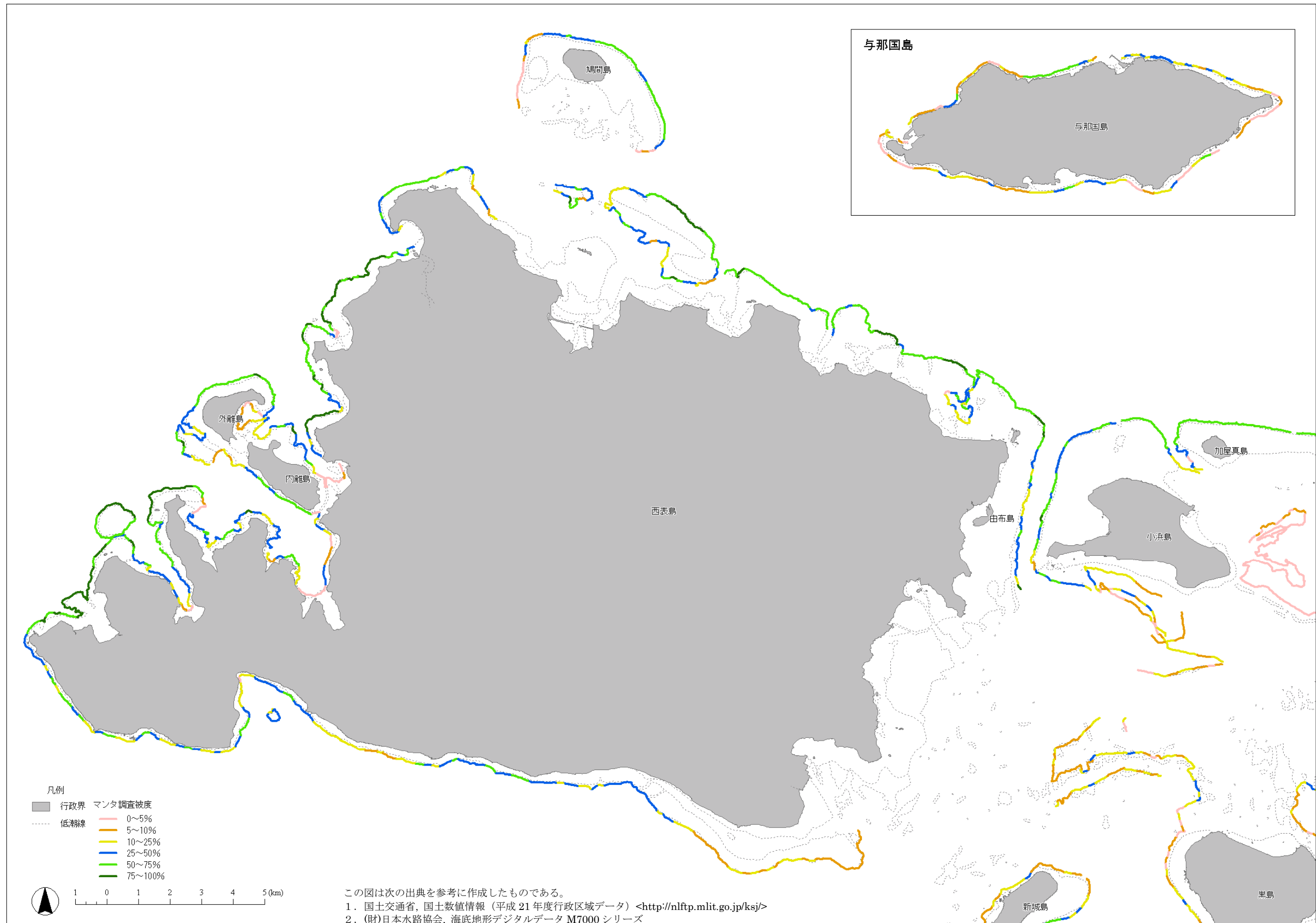


図 4-1-4-III. マンタ法による西表島周辺の調査結果 (サンゴ被度).

マンタ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4-1-5）。図4-1-5および表4-1-5に示すとおり評価の非常に高い（サンゴ被度75～100%）海域は西表島西の3海域であった。評価の高い（サンゴ被度ランク50～75%）海域は、石垣島米原周辺、石垣島御神崎周辺、石垣島富崎周辺、石西礁湖北、西表島北、西表島西、与那国島北の15海域であった。評価がやや高い（サンゴ被度ランク25～50%）海域は、石垣島南東を除く八重山地域全域に分布し、35海域であった。評価がやや低い（サンゴ被度ランク10～25%）海域は主に石垣島や与那国島に分布し、29海域であった。評価が低い（サンゴ被度ランク5～10%）海域は主に石垣島南や石西礁湖、与那国島に分布し、23海域であった。評価が非常に低い（サンゴ被度ランク0～5%）海域は与那国島にのみ分布し、2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107海域に対する割合(%)
非常に低い	0～5%	2	1.9
低い	5～10%	23	21.5
やや低い	10～25%	29	27.1
やや高い	25～50%	35	32.7
高い	50～75%	15	14.0
非常に高い	75～100%	3	2.8

八重山地域のマンタ調査では、25%未満のサンゴ被度ランクの距離の調査距離に対する割合は約5割であった。サンゴ被度ランク毎の海域数も、多くの海域（107海域中54海域）で評価がやや低い～非常に低いであった。八重山地域の中で比較すると、石垣島米原周辺や石西礁湖北、西表島北、西表島西などで被度が高く、石西礁湖中央部や石垣島南西は被度が低い傾向があった（図4-1-5）。サンゴ被度が50%以上の地域も比較的多かった（表2-1-9）。ただし、現在八重山地域ではオニヒトデが大発生しており、短期間で調査結果とは異なる状態になる可能性がある。

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
八重山地域	石垣島伊原間湾から米原周辺礁斜面、石垣島北東礁斜面の一部、石垣島御神崎周辺、石垣島富崎周辺礁斜面、石西礁湖北全域礁斜面、石西礁湖新城島南礁斜面、西表島北全域礁斜面、西表島西全域礁斜面、与那国島北礁斜面、与那国島南の一部礁斜面

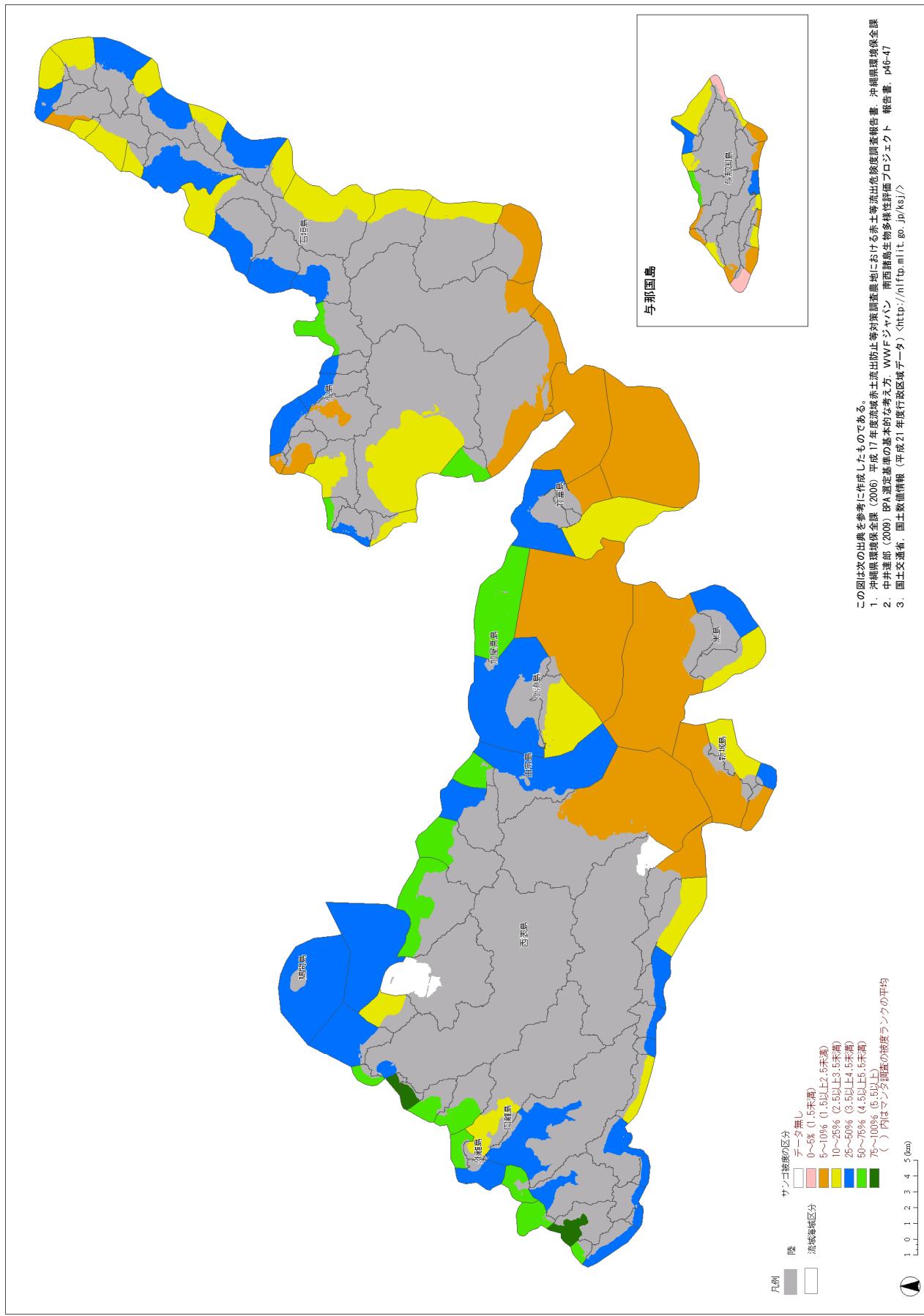


図4-1-5. マンタ法によるサンゴ被度の陸域海域区分毎の集計結果

(2) 優占種群 (マンタ法)

マンタ調査における優占種群の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4-1-8-I~IIIに示す。各優占種群の割合は、ミドリイシ類が44.0%、コモンサンゴ類が2.9%、ハナヤサイサンゴ類が2.9%、ハマサンゴ類が7.2%、キクメイシ類が0.11%、その他が6.5%、多種混成が30.7%、優占無し^{*}が5.7%であった(図4-1-6)。

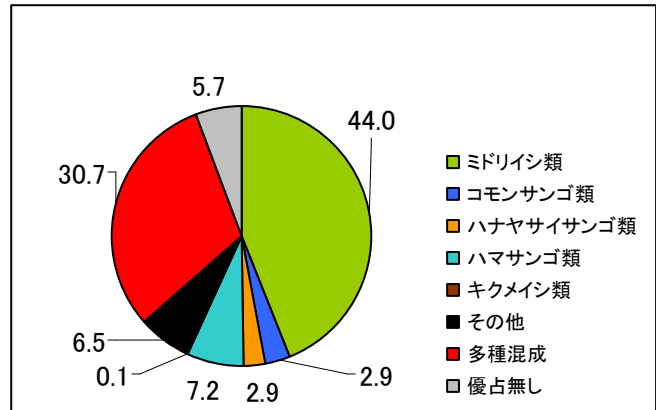


図4-1-6. 優占種群の割合 (%)

^{*}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

優占種群の割合が最も高かったミドリイシ類は、ミドリイシ類が優占する調査場所の調査距離に対する被度ランクの割合は、50~75%で30.2%と、確認された被度ランクも高い傾向にあった(表4-1-7)。優占種群の割合が2番目に多かった多種混成の群集は、ミドリイシ類、コモンサンゴ類、ハナヤサイサンゴ類、ハマサンゴ類、アナサンゴモドキ類などが混成し、組み合わせも様々であった。

表4-1-7. ミドリイシ類が優占する場所の調査距離に対する被度ランクの割合.

被度ランク	割合
0~5%	3.1
5~10%	10.4
10~25%	18.4
25~50%	29.7
50~75%	30.2
75~100%	8.1

(3) 優占する群体形 (マンタ法)

マンタ調査における優占する群体形の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4-1-9-I~IIIに示す。各群体形の割合は、卓状が14.4%、枝状が25.3%、塊状が5.4%、準塊状が3.3%、被覆状が5.8%、葉状が0.2%、混成が37.5%、枝状・塊状が1.5%、その他が0.6%、無し*は5.9%であった(図4-1-7)。

優占する群体形の割合が最も高かった多種混成は、卓状(ミドリイシ類)

や枝状(ミドリイシ類、コモンサンゴ類、ハマサンゴ類、アナサンゴモドキ類)、塊状(ハマサンゴ類)、準塊状(ハナヤサイサンゴ類)、被覆状(コモンサンゴ類、アナサンゴモドキ類)などが混成し、組み合わせも様々であった。

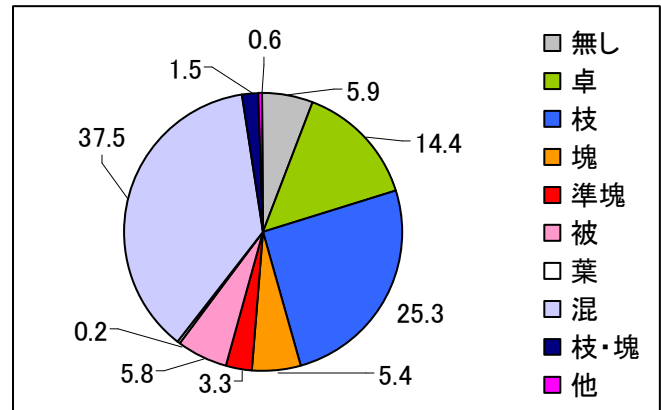


図4-1-7. 優占群体形ごとの割合 (%)

*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

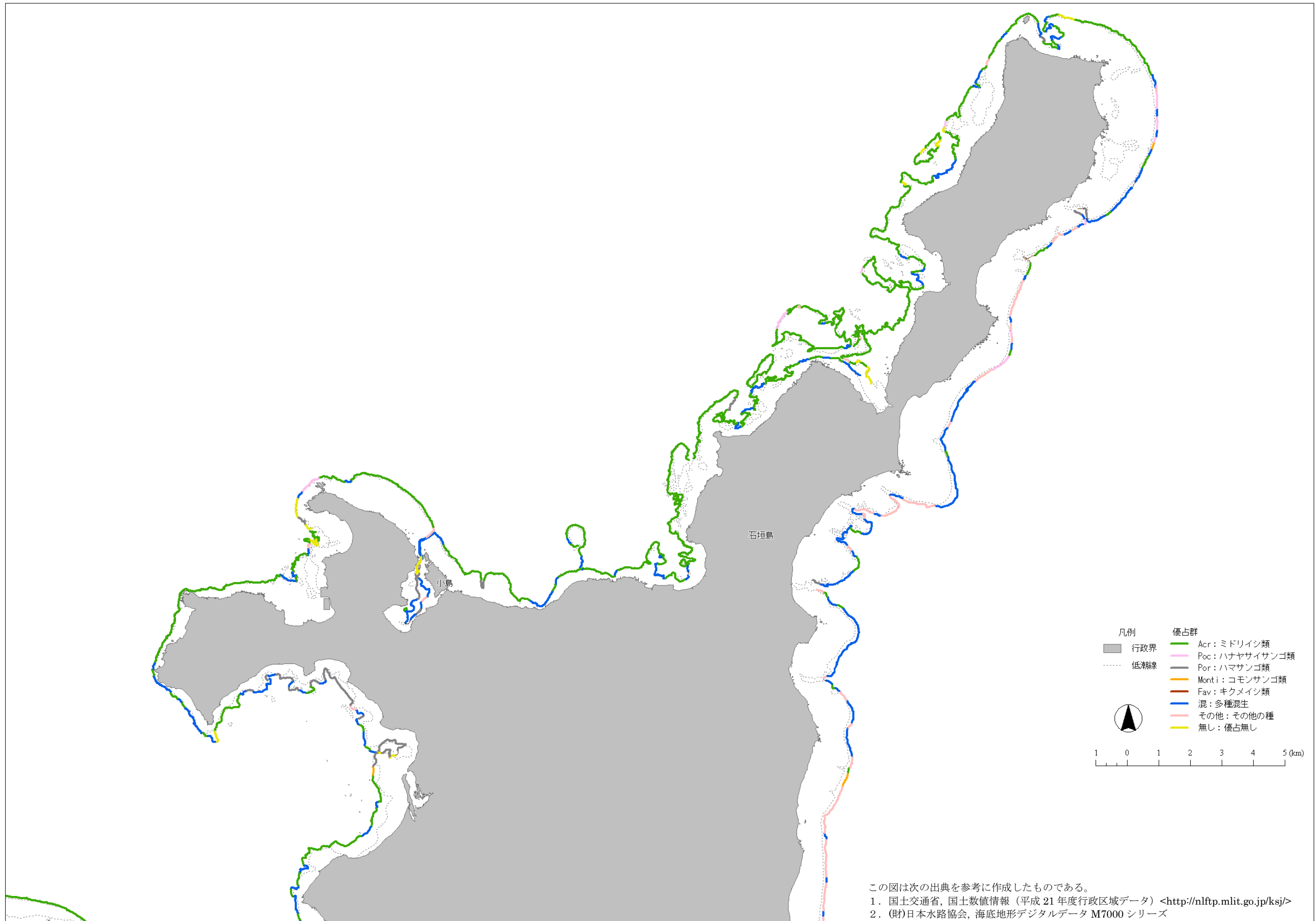


図 4-1-8-I. マンタ法による石垣島周辺の調査結果 (優占種群)

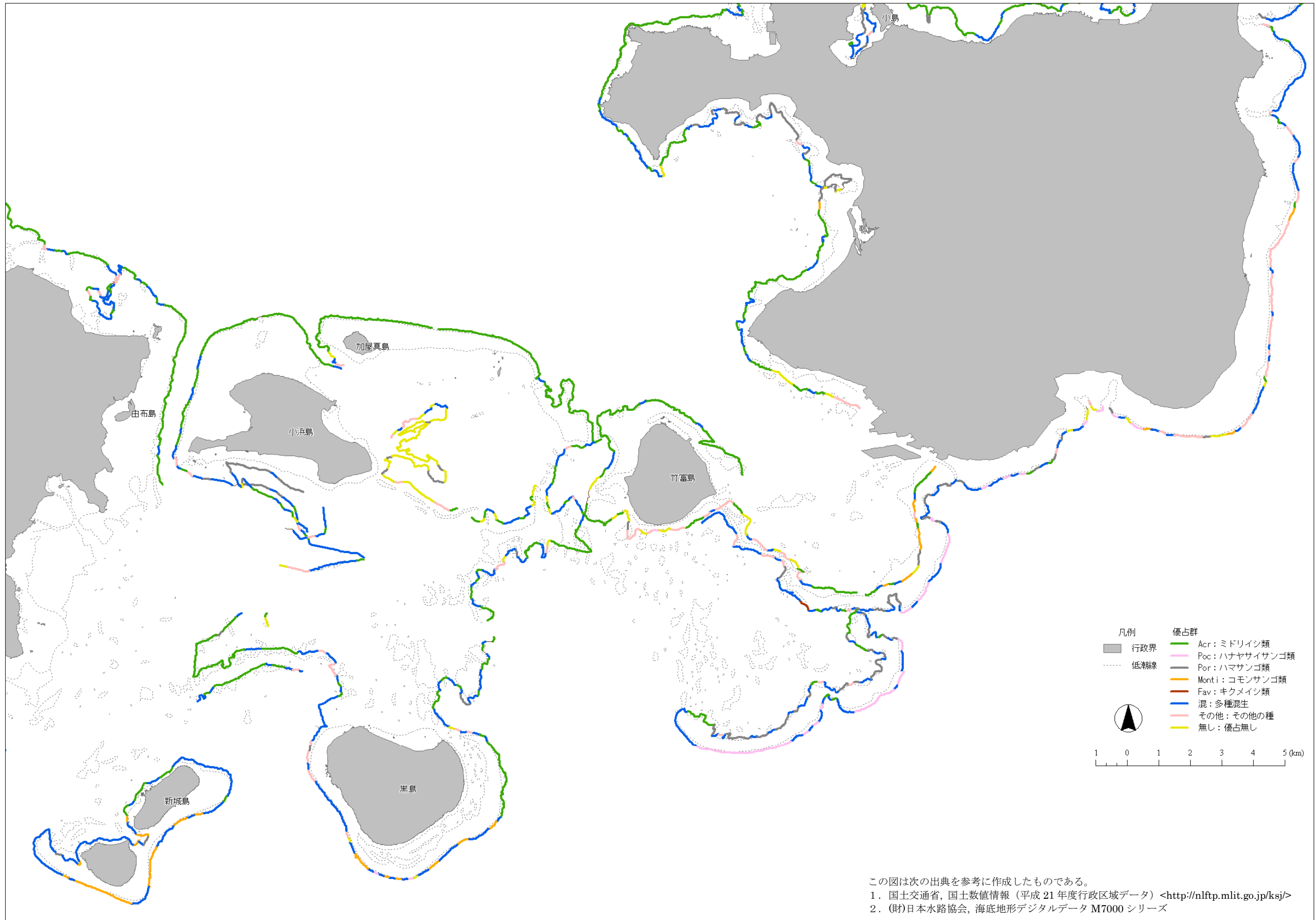


図 4-1-8-II. マンタ法による石西礁湖の調査結果 (優占種群)

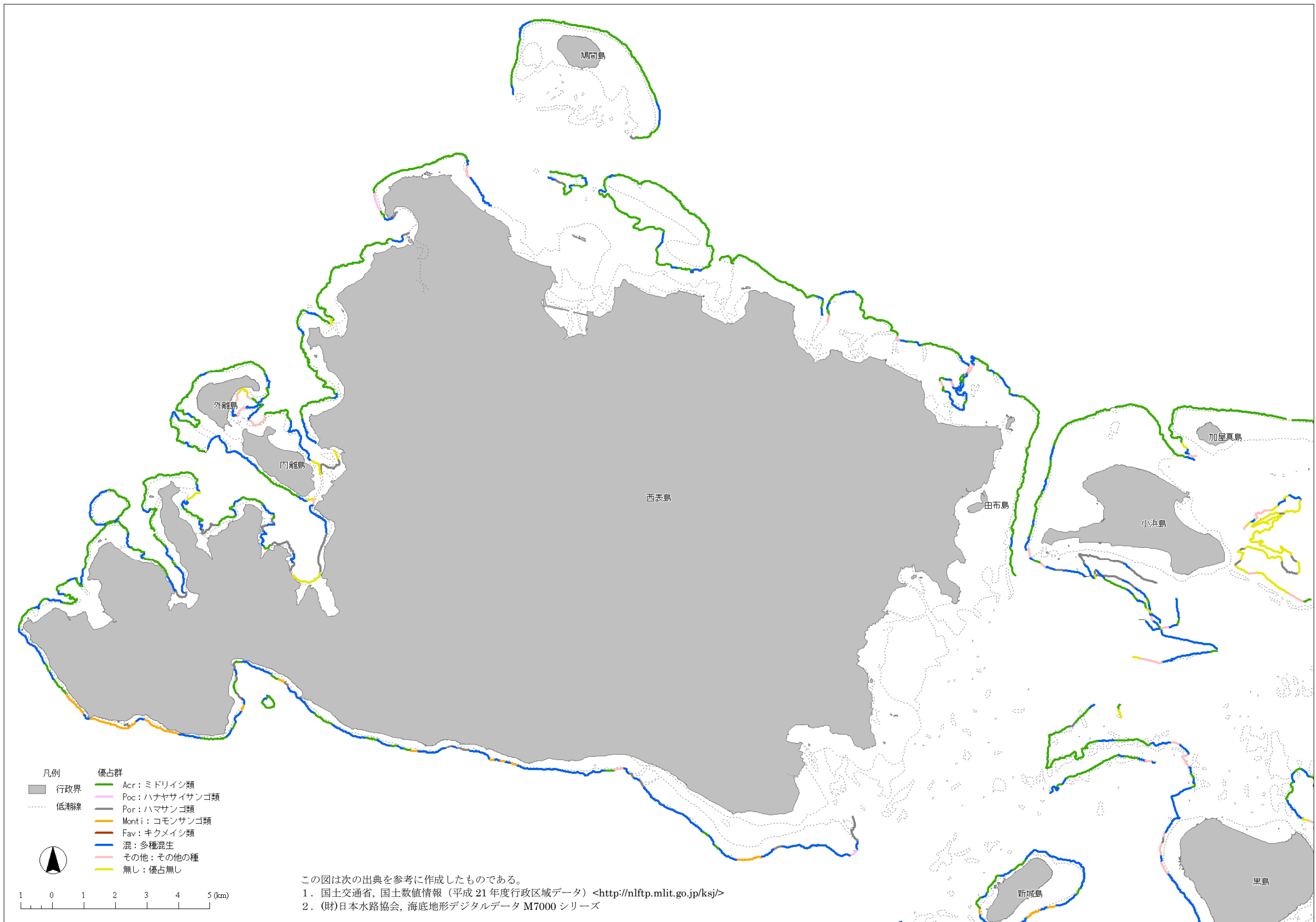


図 4-1-8-III. マンタ法による西表島周辺の調査結果 (優占種群)

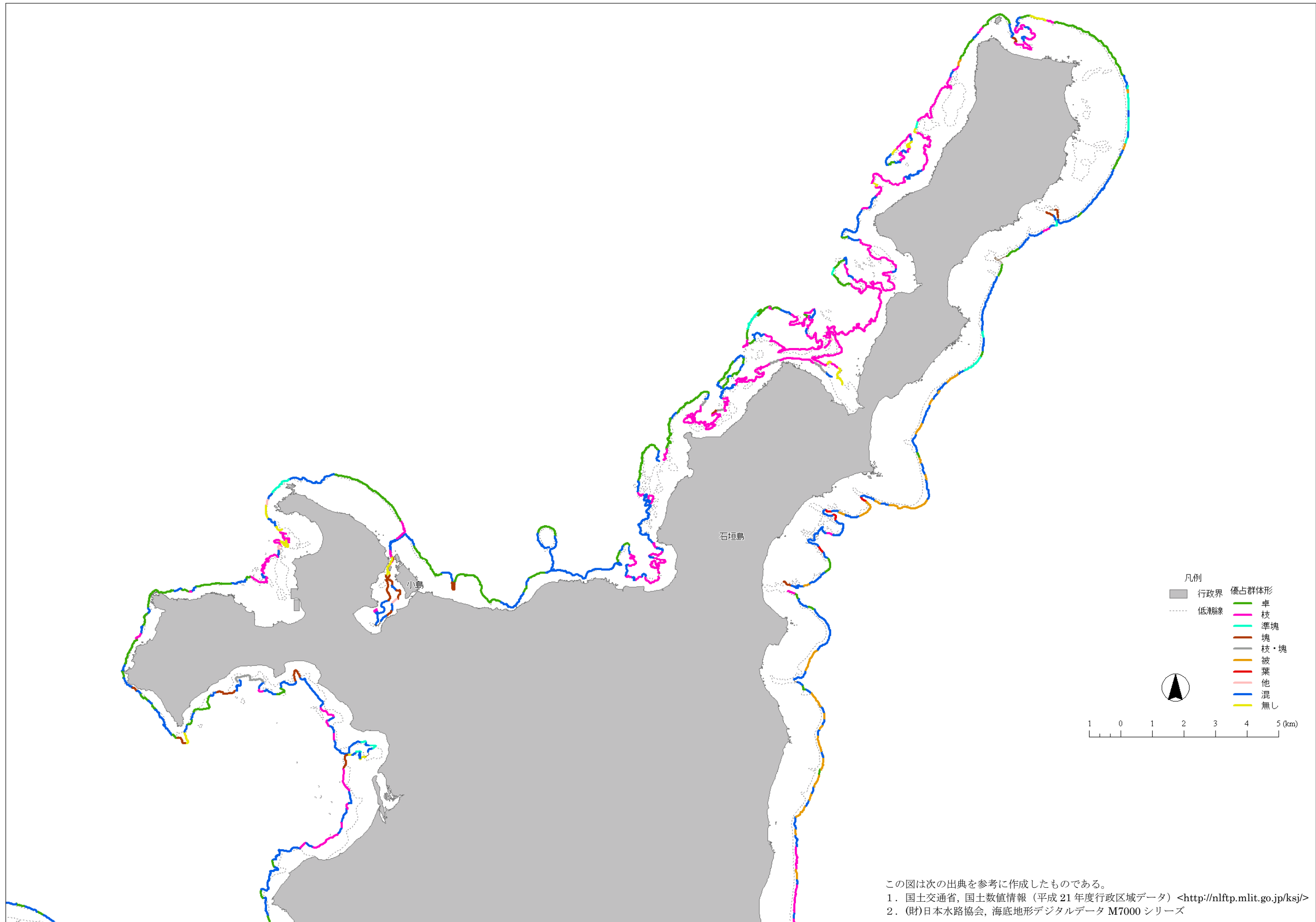


図 4-1-9-1. マンタ法による石垣島周辺の調査結果 (優占する群体形)

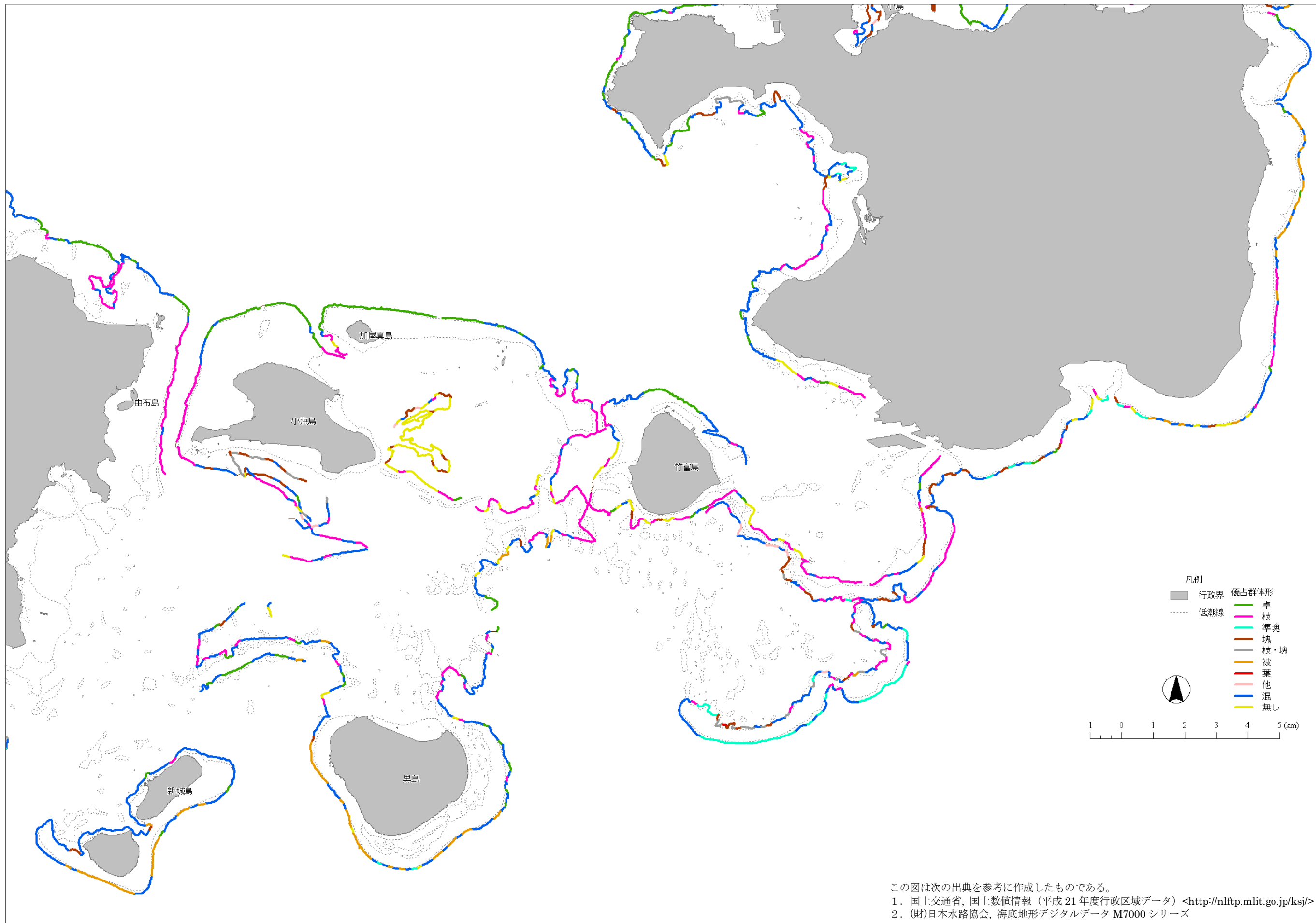


図 4-1-9-II. マンタ法による石西礁湖の調査結果 (優占する群体形)

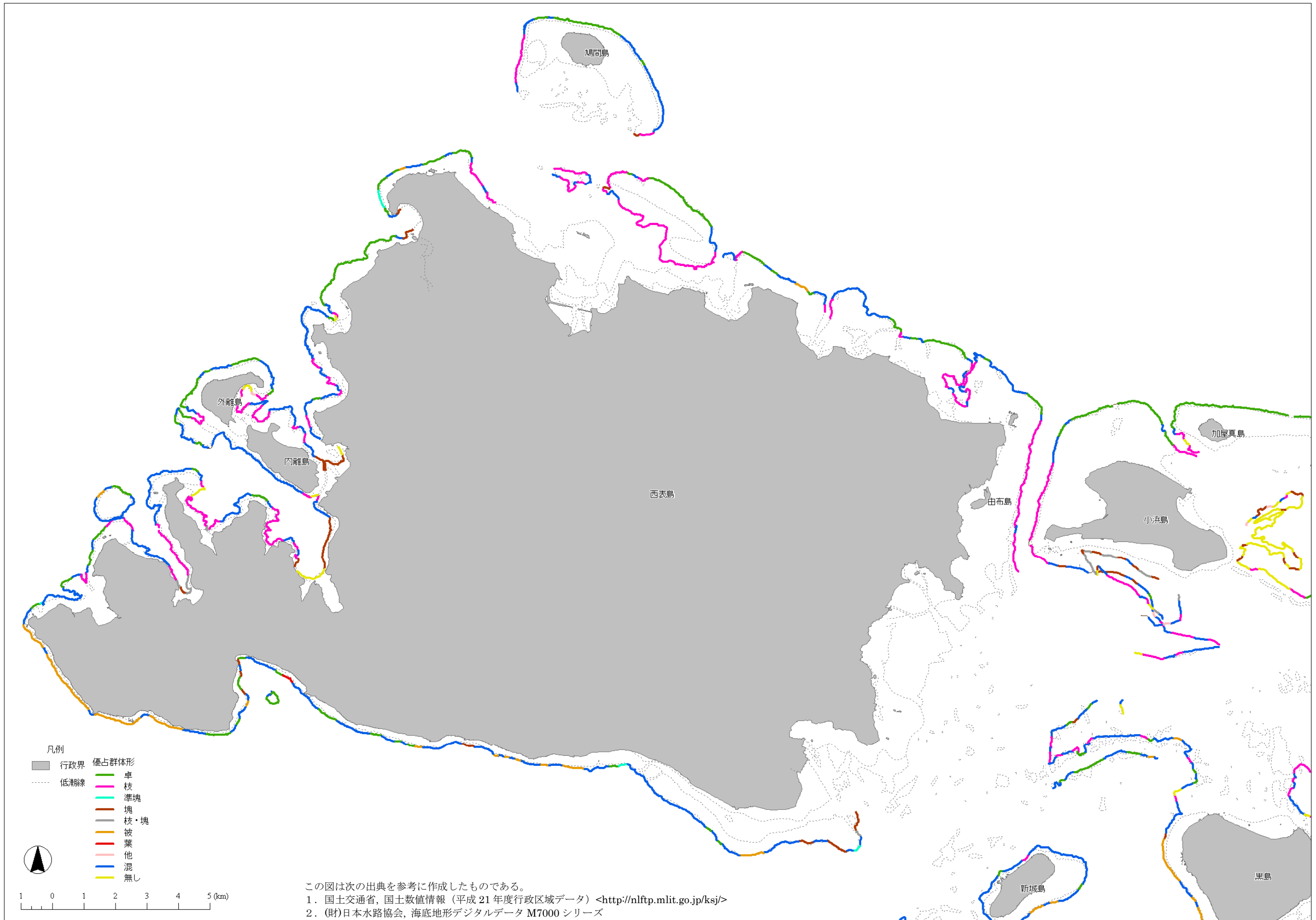


図 4-1-9-Ⅲ. マンタ法による西表島周辺の調査結果 (優占する群体系)

(4) ミドリイシ類の優占群体直径（マンタ法）

マンタ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4-1-11-I~III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2.1%、5~20cmが19.4%、20~50cmが37.4%、50~100cmが17.3%、100cm以上が2.6%であった（図4-1-10）。

八重山地域における卓状ミドリイシ優占群体直径ランクは、20~50cmの割合が最も高く、無し、5~20cm、50~100cmが同程度の割合であった。50cm以上の卓状ミドリイシ群体が優占する地域は、過去数年間は白化やオニヒトデによる攪乱の影響を受けていない海域と考えられる。八重山地域では50cm以上の群体が優占する場所が全体の約2割を占めており、これらの海域では白化やオニヒトデの影響を受けていないと思われる。ただし、現在八重山地域ではオニヒトデが大発生しており、短期間で調査結果とは異なる状態になる可能性がある。

八重山のサンゴ群集は1980年代及び近年のオニヒトデの大発生や1998年及び2007年の白化現象など様々な攪乱を受けている（詳細は第4章 第2節 2-1. オニヒトデの大発生を参照）。優占する卓状ミドリイシ類の群体直径が場所により様々であったことから、それぞれの場所で年代毎に攪乱の影響の有無や回復の程度が異なり、様々な状態のサンゴ群集が混在していると考えられる。

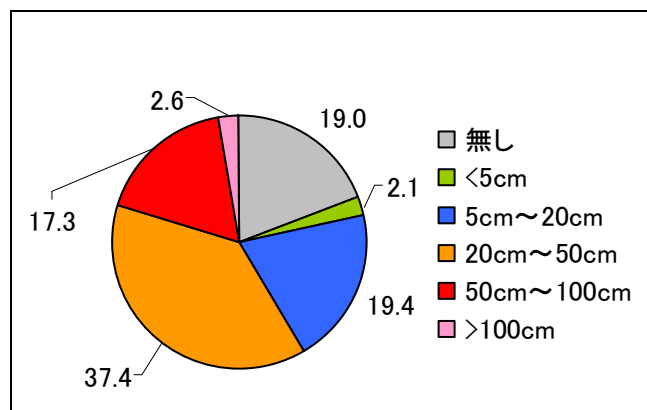


図4-1-10. 卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合(%)

「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

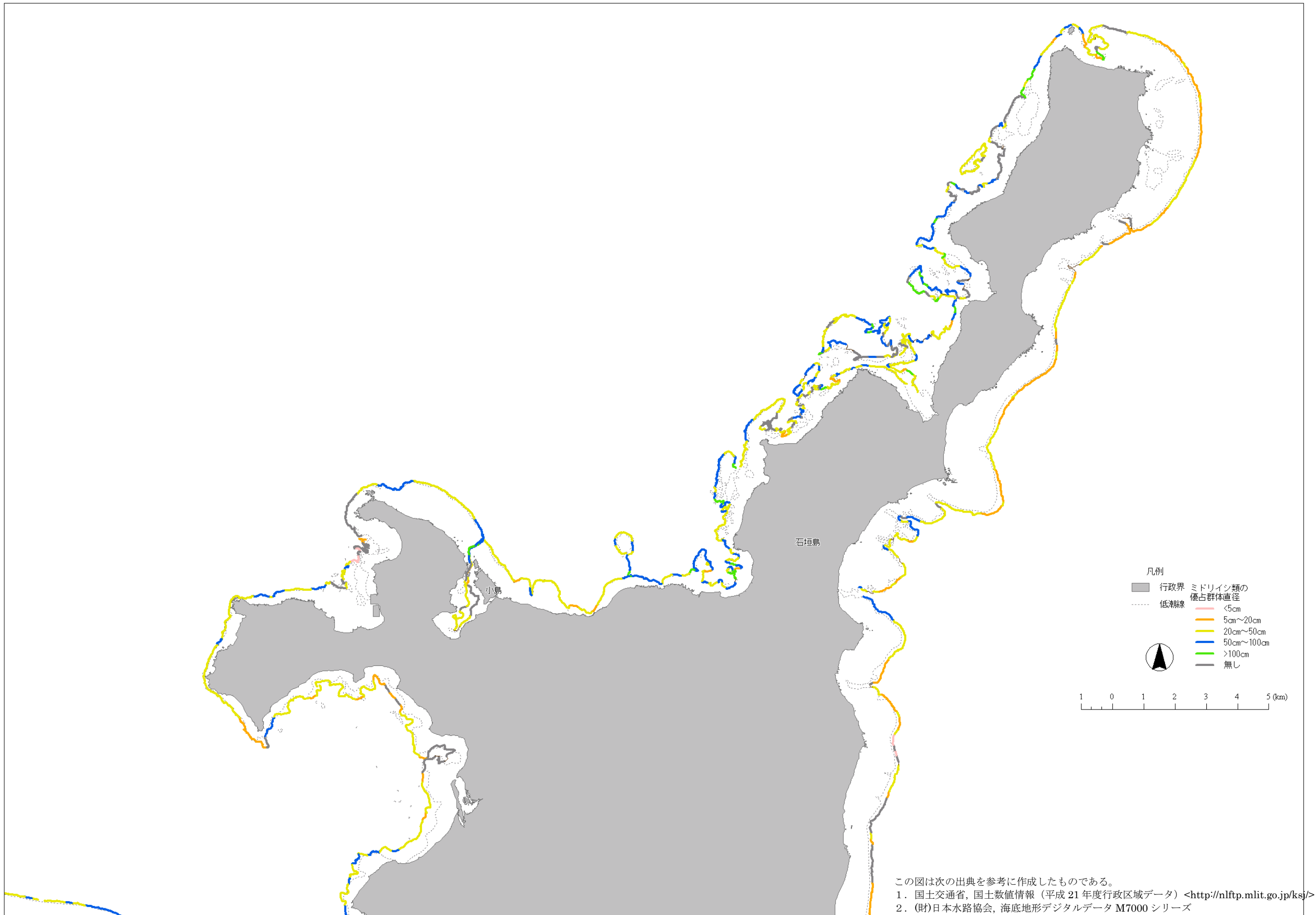


図 4-1-11-I. マンタ法による石垣島周辺の調査結果 (ミドリイシ類の優占群体直径)

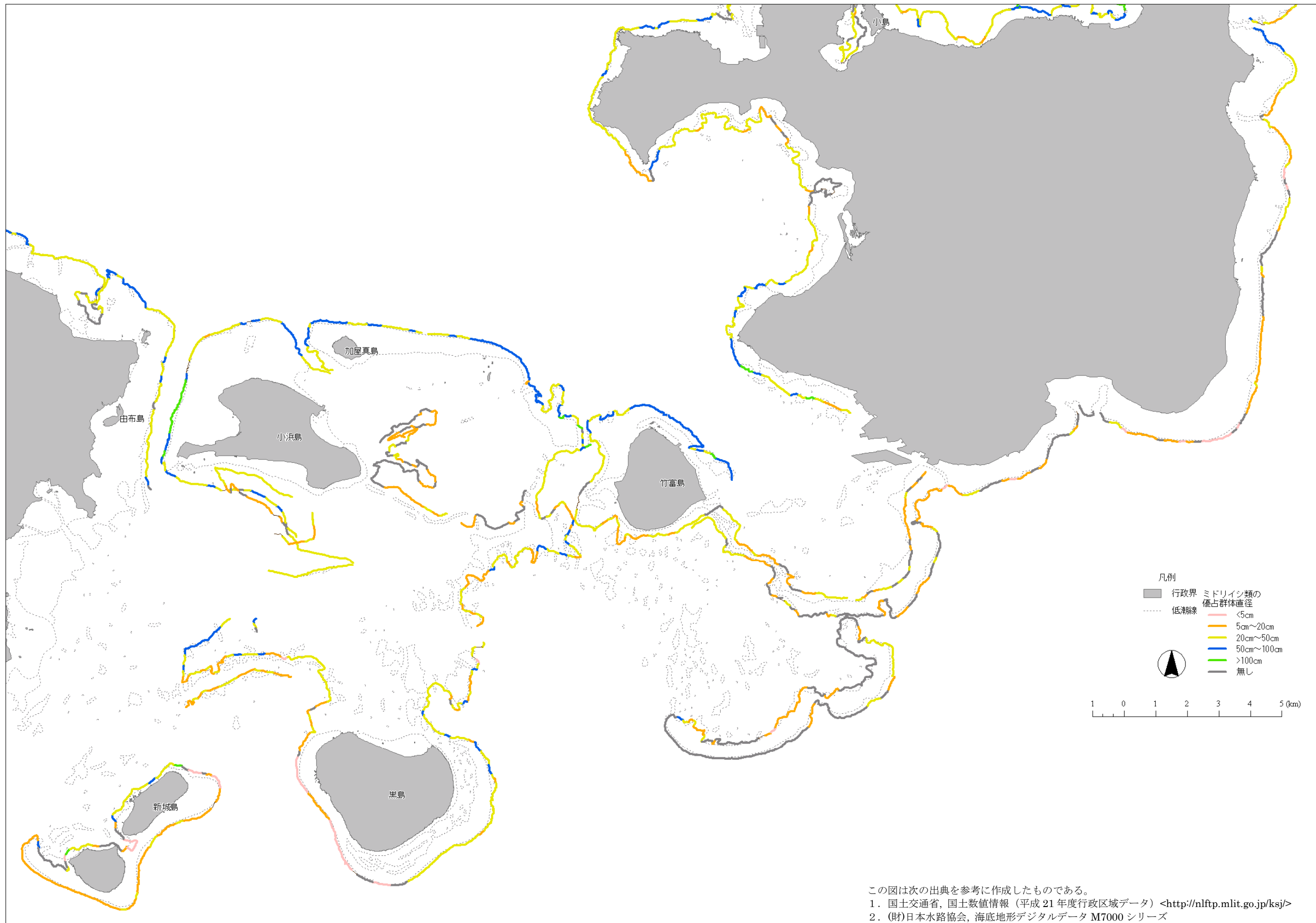


図 4-1-11-II. マンタ法による石西礁湖の調査結果 (ミドリイシ類の優占群体直径)

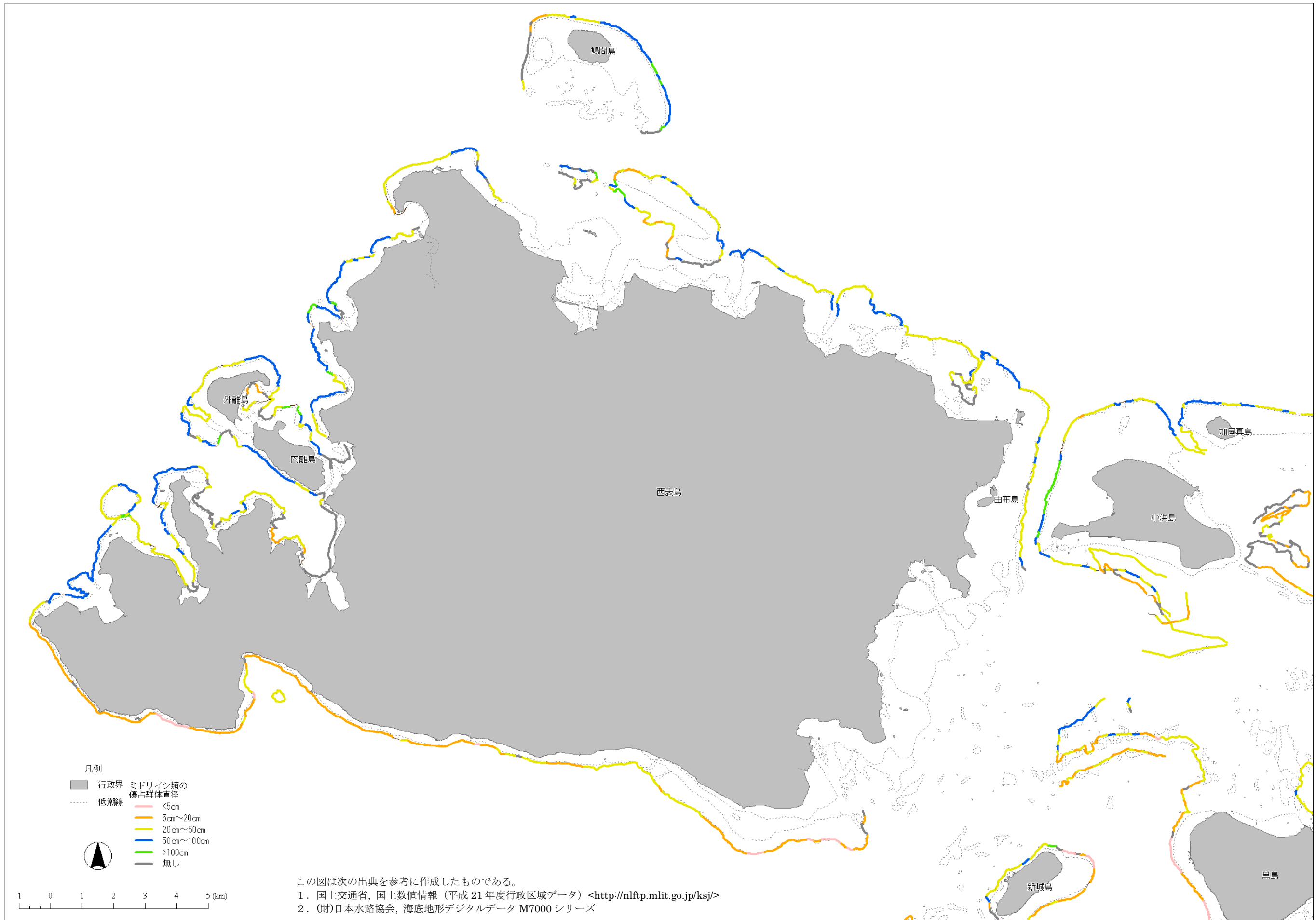


図 4-1-11-Ⅲ. マンタ法による西表島周辺の調査結果 (ミドリイシ類の優占群体直径)

(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4-1-12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、八重山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、八重山地域の広い範囲に散在していた(表4-1-8)。石垣島南礁斜面や名蔵湾湾奥礁斜面、小浜島東礁池などではサンゴ被度 10%以下の低い地点も確認された。ただし、現在八重山地域ではオニヒトデが大発生しており、短期間で調査結果とは異なる状態になる可能性がある。

表4-1-8. サンゴ被度が50%以上の地点が確認された地域

	地域
八重山地域	平久保崎北礁斜面、平久保半島西礁斜面、伊原間西礁斜面、野底礁斜面、浦底湾周辺礁斜面、米原北離礁、御神崎礁斜面、名蔵湾南岸離礁、星野東礁池、竹富島南西離礁、ヨナラ水道南礁斜面、黒島東礁斜面、新城島東礁斜面、鳩間島南離礁、西表島北～西～南の広い範囲の礁斜面、与那国島北礁斜面、与那国島南礁池

八重山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。

石垣島の平久保崎(sp100719o001)では、リュウキュウキッカサンゴの大群落がみられ、卓状ミドリイシ類が優占する被度 56.7%のサンゴ群集が確認された。石垣島の浦底湾(sp100721o001)では、枝状ミドリイシ類、枝状ハマサンゴ類、エダハナガササンゴが優占する被度 73.3%のサンゴ群集が確認された。石垣島の川平湾(sp100804k003)では、ナガラハナサンゴの大型群体がみられ、ソフトコーラルが優占する被度 25.0%のサンゴ群集が確認された。石垣島の名蔵湾(sp110216k004)では、枝状ミドリイシが優占する被度 73.3%のサンゴ群集が確認された。

石西礁湖の竹富島南西(sp110108k001)では、枝状ミドリイシが優占する被度 76.7%のサンゴ群集が確認された。

西表島西の浦内川河口(sp100817o003)では、多様なサンゴ類が混成する被度 33.3%のサンゴ群集が確認された。西表島西の外離島(sp100817o001)では、パラオクサビライシの高密度個体群がみられた(被度 26.7%)。西表島西のサバ崎(sp100816o003)では、パンドラハナガササンゴの大型群体がみられ、ユビエダハマサンゴが優占する被度 80.0%のサンゴ群集が確認された。西表島南西のパイミ崎(sp100816o001)では、ニオウミドリイシが優占する被度 60.0%のサンゴ群集が確認された。西表島南の南風見田(sp101209k002)では、アオサンゴが優占する被度 43.3%のサンゴ群集が確認された。

与那国島カタブル浜(sp101210o002)では、葉状コモンサンゴ類が優占する被度 100%のサンゴ群集が確認された。与那国島比川(sp101210o022)では、枝状コモンサンゴ類や塊状ハマサンゴ類、パラオハマサンゴが優占する被度 70.0%のサンゴ群集が確認された。

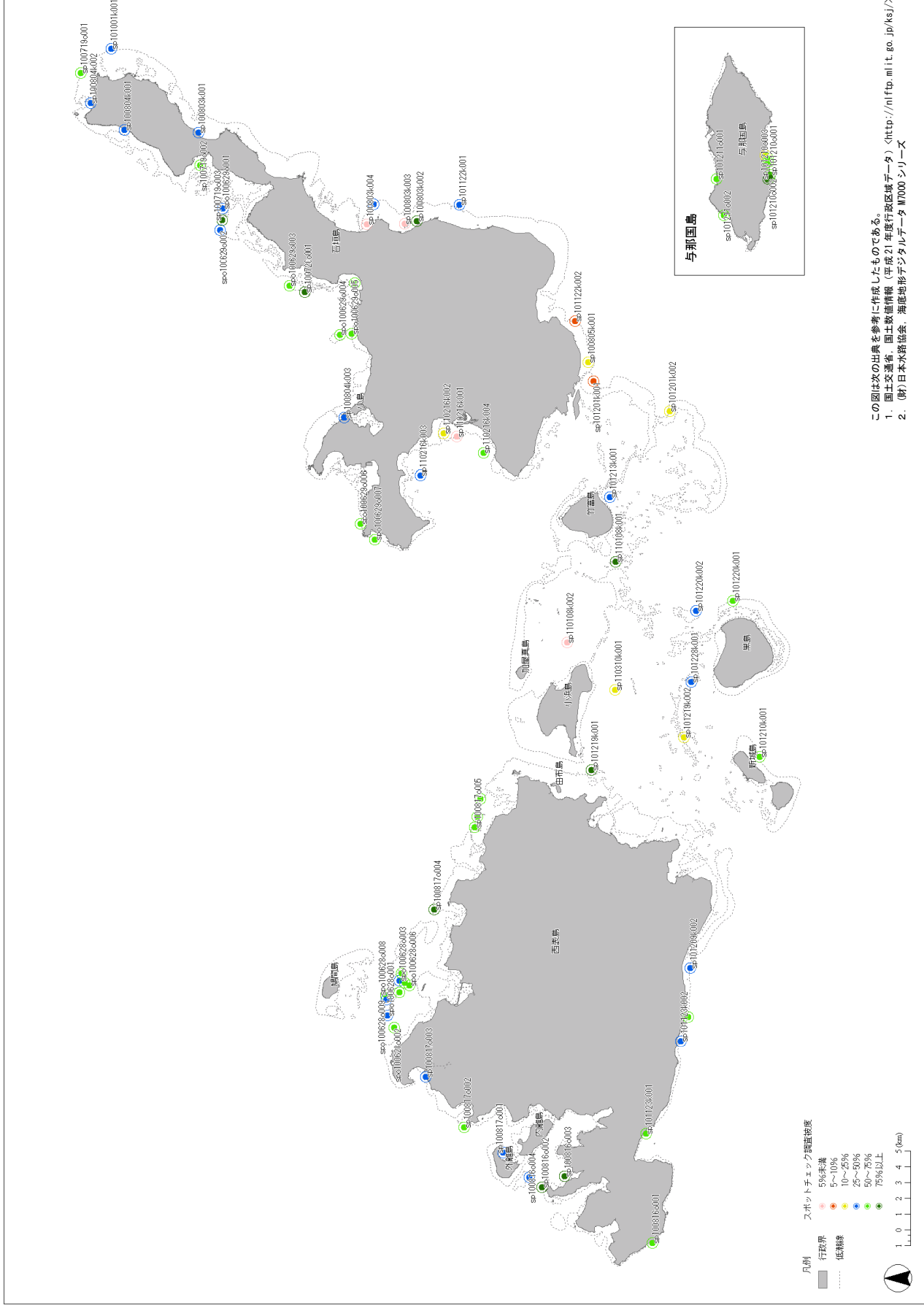
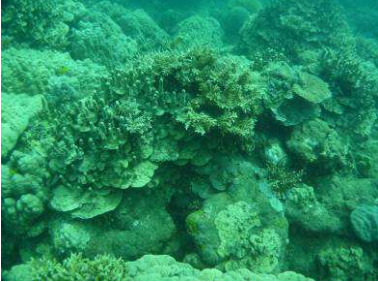










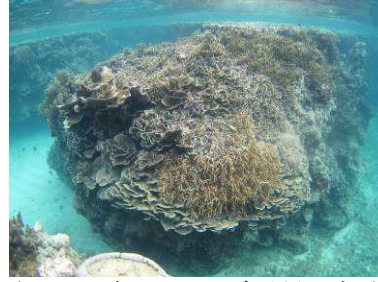


図4-1-12. スポットチェック法によるサンゴ被度

マンタ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）

		
西表島西の多様なサンゴ類の高被度群集 (sp100817o003)	西表島南のアオサンゴ優占群集 (sp101209k002)	石垣島平久保崎のリュウキュウキッカサンゴ (sp100719o001)
		
西表島南西 (sp100816o001)	石西礁湖 (sp110108k001)	石垣島名蔵湾 (sp110216k004)
		
石垣島浦底湾の多様なサンゴ類の高被度群集 (sp100721o001)	西表島西のパンドラハナガササンゴの大型群体 (sp100816o003)	石垣島川平湾のナガレハナサンゴの大型群体 (sp100804k003)
		
西表島西のパラオクサビライシンの高密度個体群 (sp100817o001)	与那国島カタブル浜のコモンサンゴ (sp101210o002)	与那国島比川の多種混成群集 (sp101210o022)

マンタ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）

		
石垣島南 (sp101201k001)	小浜島東 (sp110108k002)	名蔵湾 (sp110216k002)

(6) 大型卓状ミドリイシ群体直径 (スポットチェック法)

八重山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、0cm (無し) を除いて、>120cm 以上が最も多く、51~100cm の地点も多かった (図4-1-13、図4-1-15)。

直径 100cm 以上の群体が観察された地点は石垣島浦底湾周辺や平久保崎北、御神崎周辺、竹富島西、黒島東、新城島東、西表島北の広い範囲など海域全体でみられた。ただし、現在八重山地域ではオニヒトデが大発生しており、短期間で調査結果とは異なる状態になる可能性がある。

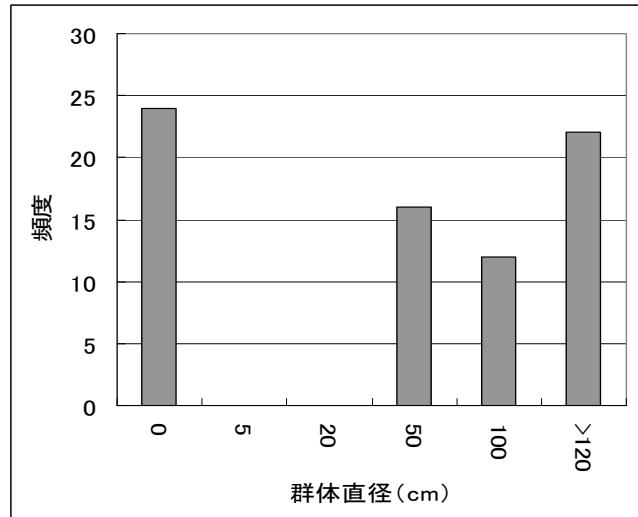


図4-1-13. 卓状ミドリイシ群体最大直径

(7) ミドリイシ小型群体密度 (スポットチェック法)

八重山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 1~5 群体の地点が最も多かった (図4-1-14)。特に、西表島北東や黒島東では 0.25m² あたり 15 群体以上と特に多かった (図4-1-16)。

ミドリイシ小型群体密度が 10 群体以上確認された地点は、浦底湾北、御神崎北、黒島北、黒島東、西表島北東であった。

沖縄島本島地域におけるスポットチェック調査では、ミドリイシ小型群体密度がほとんどの地点で 1 群体以下

/0.25m²であったこと (平成 22 年度実施) と比べると、八重山地域全体でミドリイシ小型群体密度は高いと考えられる。ただし、現在八重山地域ではオニヒトデが大発生しており、短期間で調査結果とは異なる状態になる可能性がある。

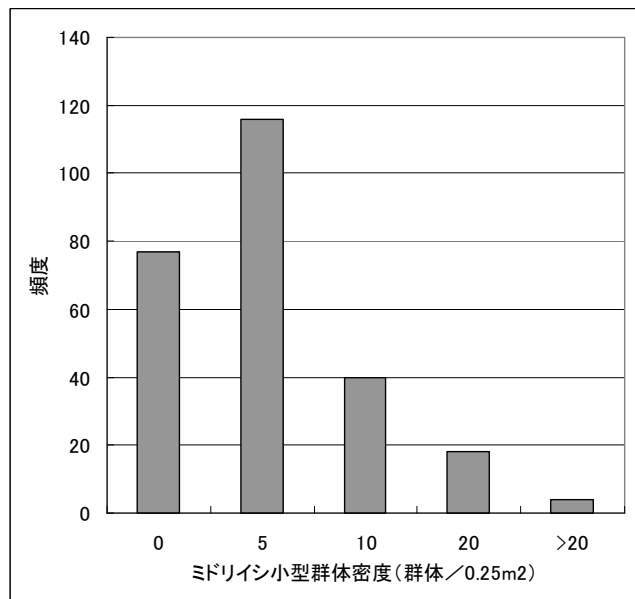
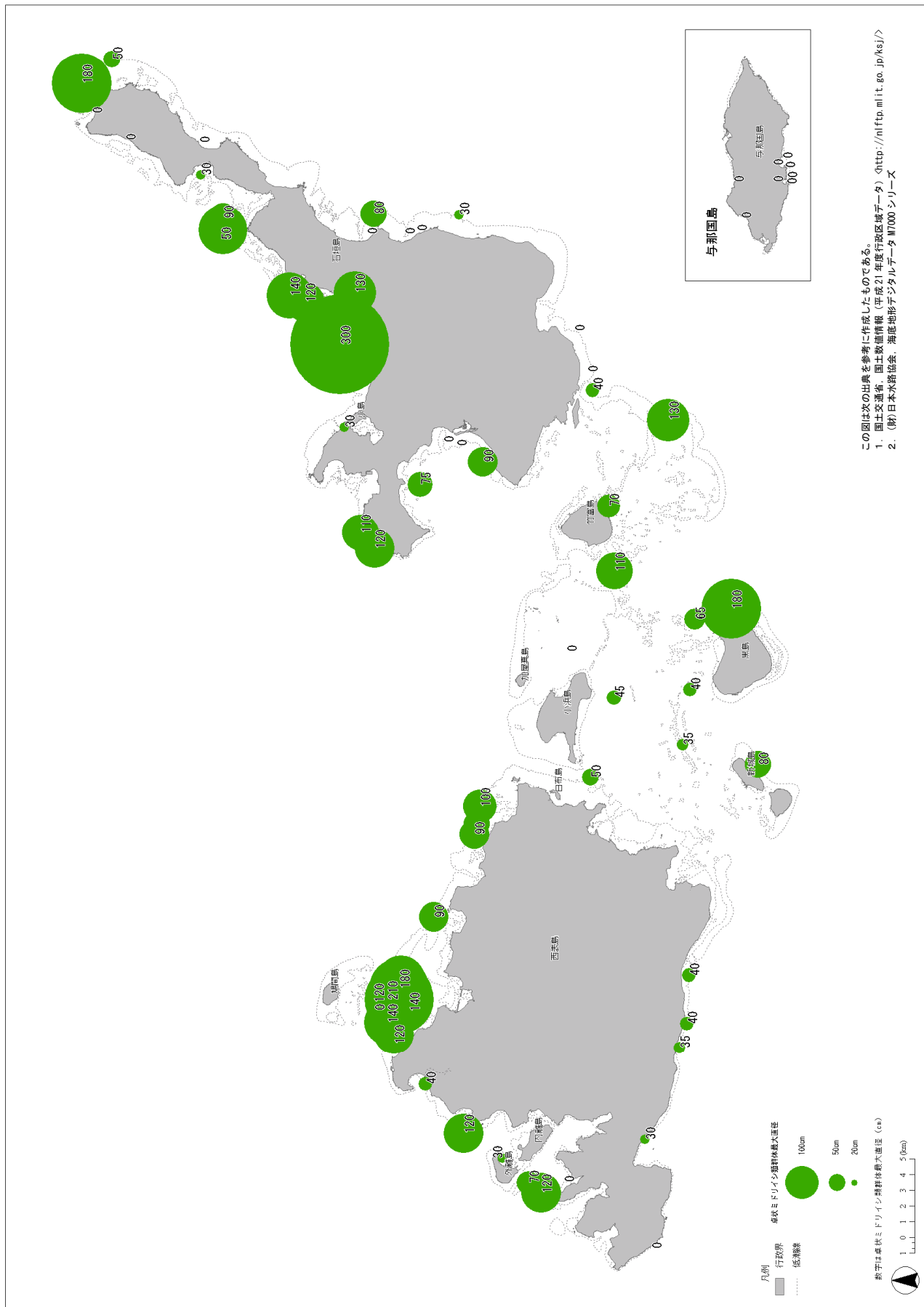
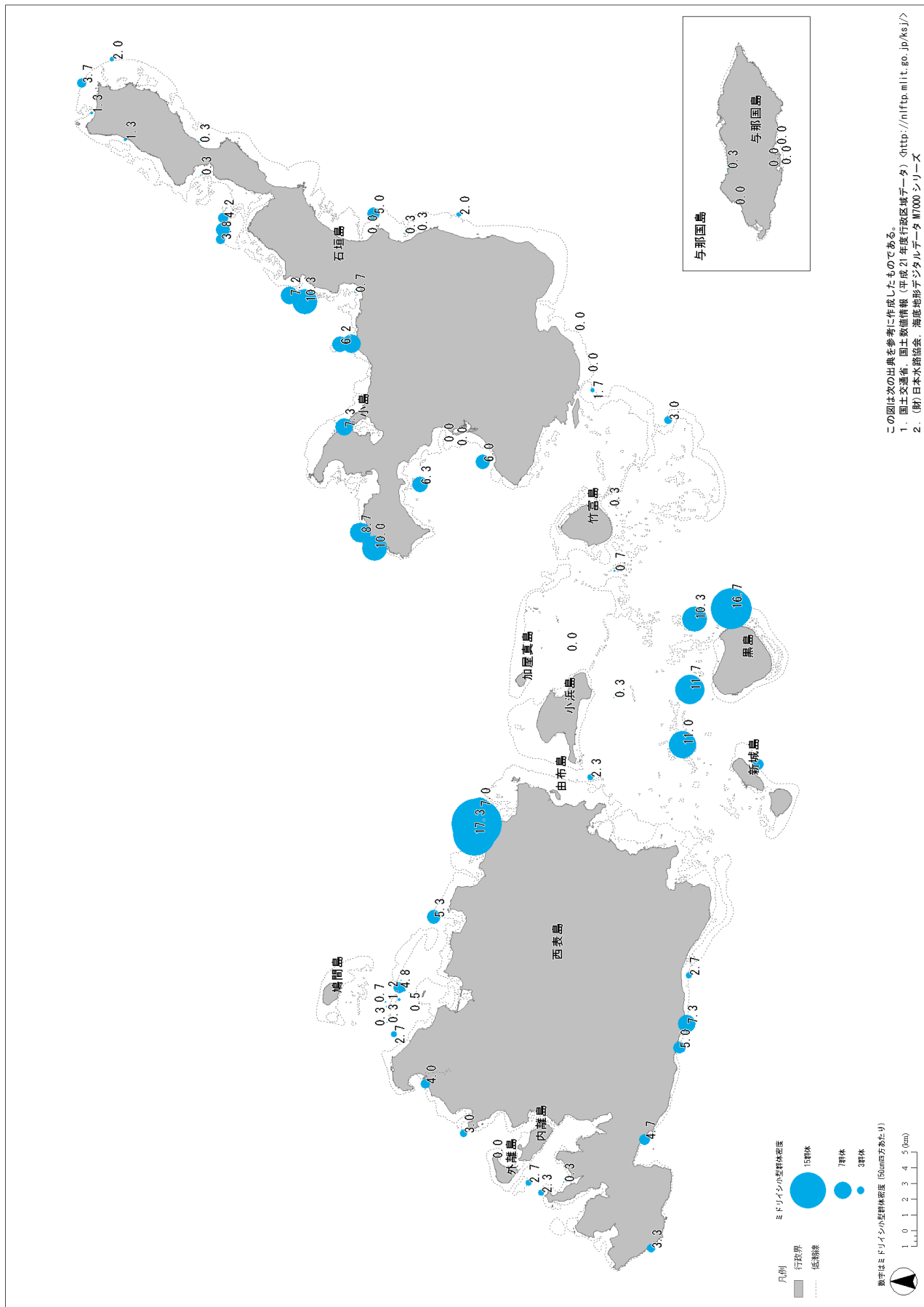


図4-1-14. ミドリイシ小型群体密度



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://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

図4-1-15. スポットチェック法ミドリイシ群体直径 (cm)



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://nftp.mlit.go.jp/ks/>〉
 2. (株)日本水産協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

図4-1-16. ミドリシンの小型群体密度 (個/500m 四方)

2-1-2. 白化現象

八重山地域ではマンタ調査において、石垣島平久保半島西や竹富島北、西表島西などの広い範囲でサンゴの白化が確認された（図4-1-18-I~III）。白化を確認した地域の調査時期は7月から2月の期間にまたがって実施しており、夏場以外に調査した西表島南や石垣東などで、夏季に白化していたかどうかは不明である。また、白化した群体の調査後の状態（死亡もしくは回復）は不明である。

表4-1-9. マンタ調査での白化の割合（%）.

		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%	74.8	99.3	75.9	99.3
白化の程度（白化したサンゴ群集の割合）毎の割合	5%	7.3	0.0	6.7	0.0
	10%	6.5	0.0	5.9	0.0
	20%	3.8	0.0	3.7	0.0
	30%	2.1	0.0	2.4	0.0
	40%	1.0	0.0	1.0	0.0
	50%	1.1	0.0	0.9	0.0
	60%	1.3	0.0	1.3	0.0
	70%	0.7	0.0	0.7	0.0
	80%	0.6	0.0	0.7	0.0
	90%	0.0	0.0	0.0	0.0
	100%	0.0	0.0	0.1	0.0
N.D.	0.7	0.7	0.7	0.7	

N. D. はデータ無し



図4-1-17. 白化現象の様子（伊原間西礁斜面）

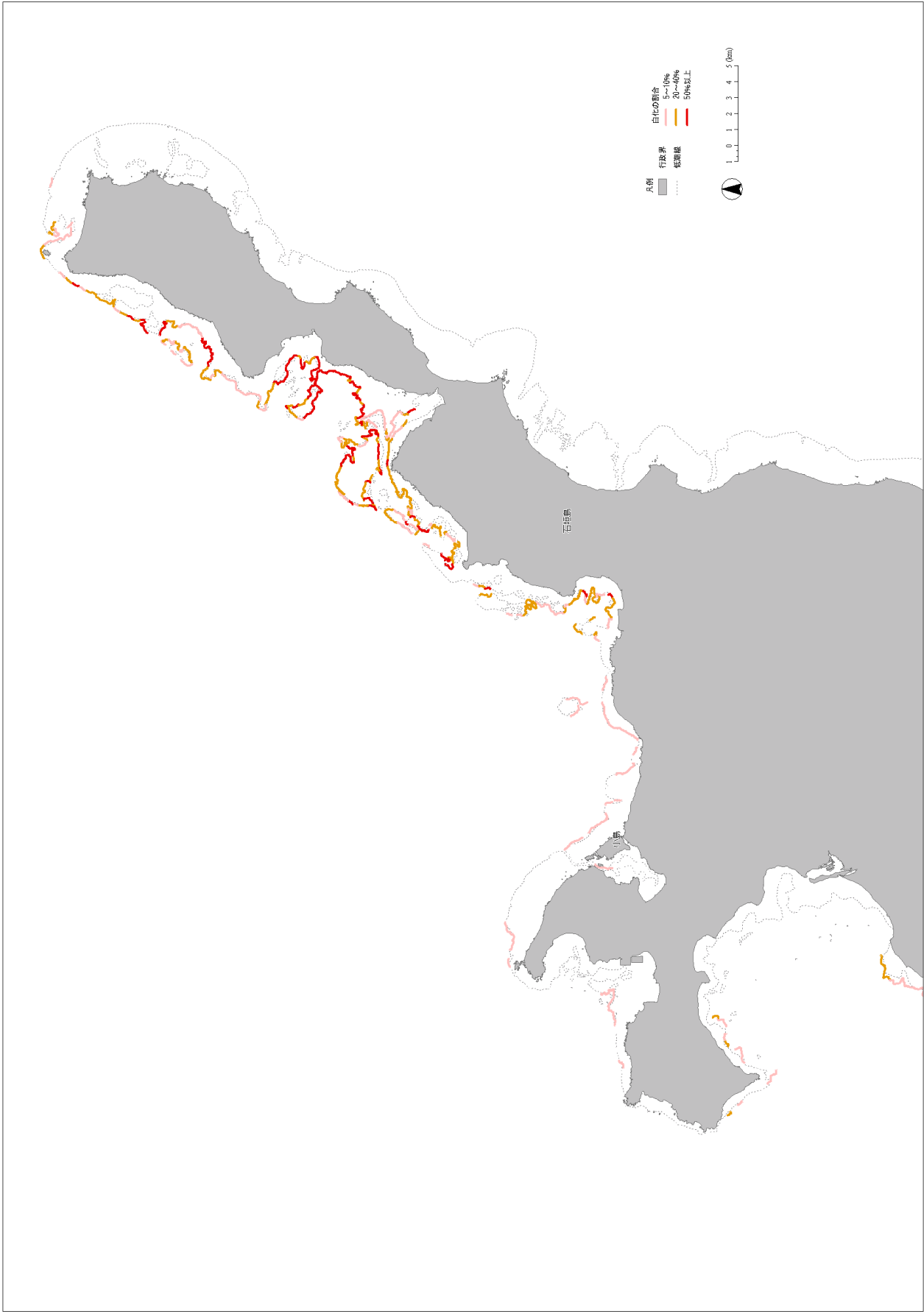


図4-1-18-I. マンタ法によるサンゴの白化割合（石垣島周辺）

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年度行政区画データ）〈<http://nftp.mit.go.jp/ks/>〉
 2. (財)日本水産協会、海底地形デジタルデータM7000シリーズ

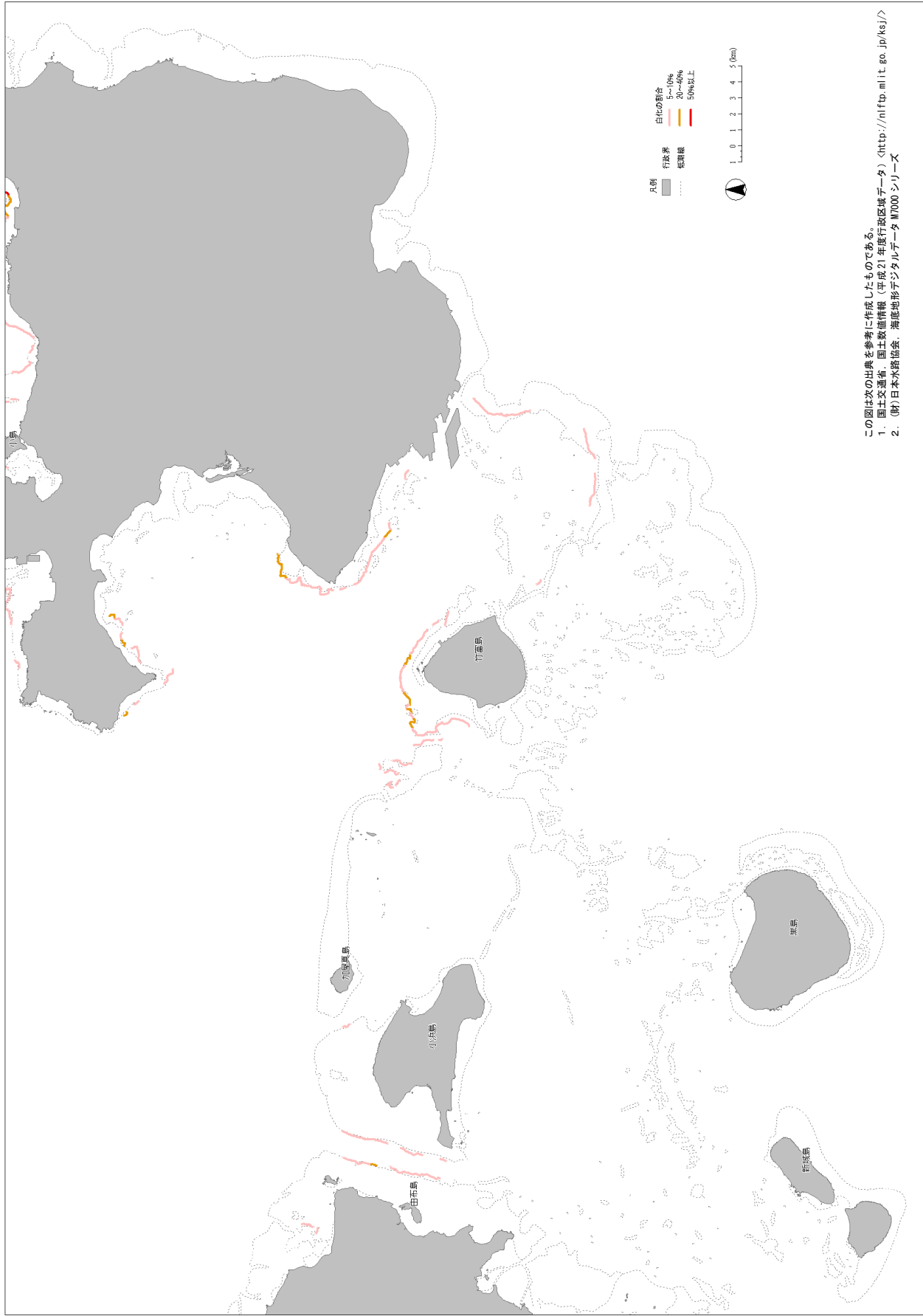


図4-1-18-II. マンタ法によるサンゴの白化割合（石西礁湖）

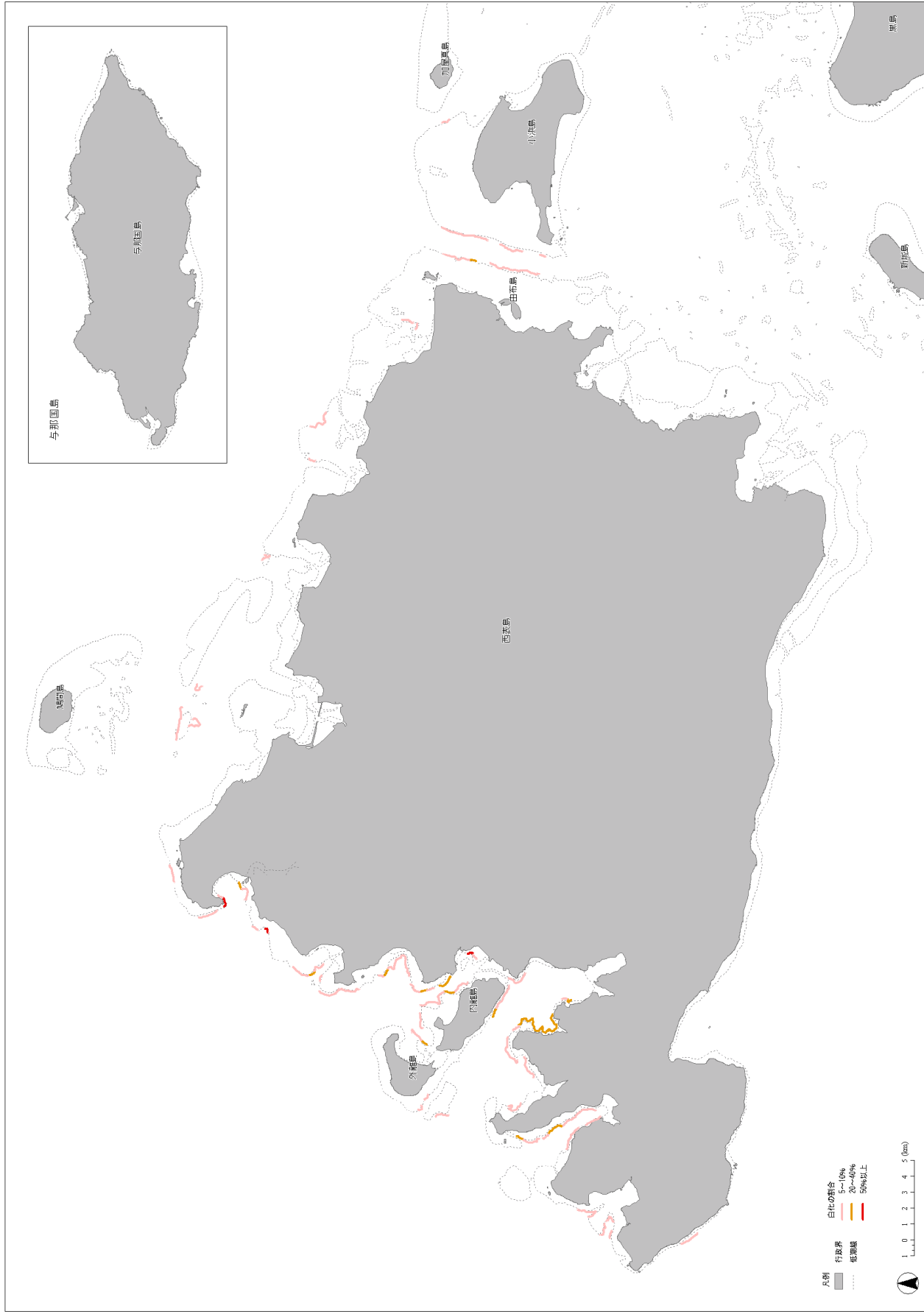


図4-1-18-Ⅲ. マンタ法によるサンゴの白化割合（西表島周辺）

2-1-3. 病気

マンタ調査において、病気により影響を受けているサンゴ群集はほとんど確認されていない。病気により影響を受けているサンゴ群集の中では、ホワイトシンドロームが最も多かった。

表 4-1-10. 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	97.40
BBD	0.04
WS	1.80
骨格異常	0.03
その他	0.00
N.D.	0.74

N. D. はデータ無し

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

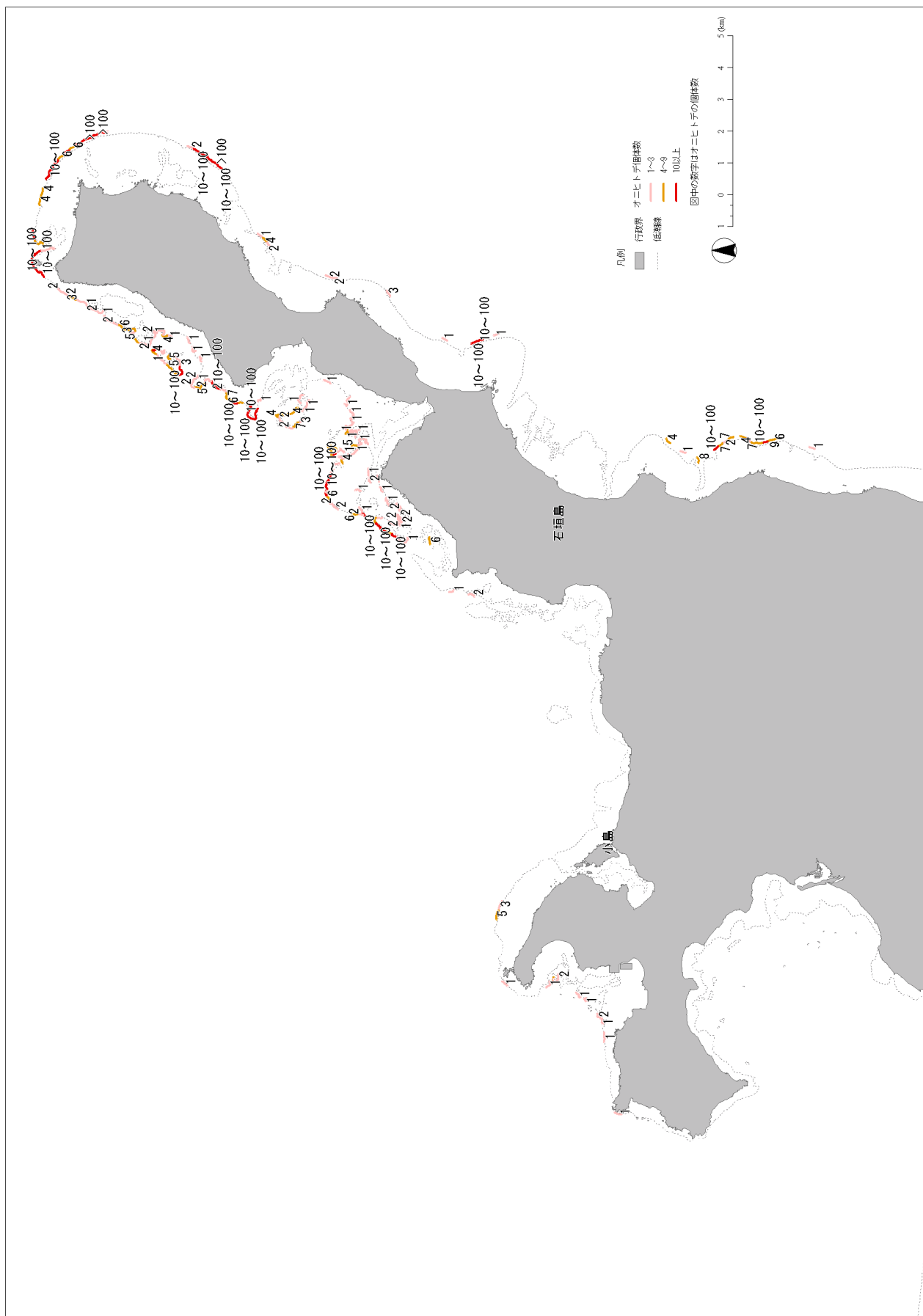
オニヒトデはサンゴを捕食するため、大発生した際に大きな打撃をサンゴ群集に与える。今回はマンタ調査、スポットチェック調査ともに、オニヒトデの個体数とその大きさ、食痕数を調査した。オニヒトデの食痕は、1個体が複数の食痕を残している場合があるため、1かたまりとなった複数の食痕は1つとしてカウントした。

今回のマンタ調査で得られた、八重山地域におけるオニヒトデ個体数を図4-1-19-I~IIIに、食痕数を図4-1-20-I~IIIに示す。石垣島平久保半島北~浦底湾北の広い範囲や、伊原間東やカーラ岳東、黒島東及び北で非常に多くの個体が確認された。オニヒトデの食痕は石垣島南東と石西礁湖南東、西表島南を除く海域で多く確認された。

マンタ調査により確認されたオニヒトデの個体数ランクを、陸域海域区分毎に平均化した結果を図4-1-21に示す。オニヒトデの平均個体数が0.2個体以上/2分の海域は多く、特に平久保半島周辺や石垣島北西、川平石崎南、石西礁湖中央、黒島東、鳩間島周辺では0.5個体以上/2分であった。これらの海域では、大発生段階である平均個体密度(0.22個体/2分)を大幅に超えており、特に注意を要する。

スポットチェック調査により把握されたオニヒトデ個体数(個体数/15分)の結果を図4-1-22に示す。伊原間西では、オニヒトデが10個体以上/15分と特に多かった。伊原間西は、マンタ調査でもオニヒトデ個体数が多く記録されている。

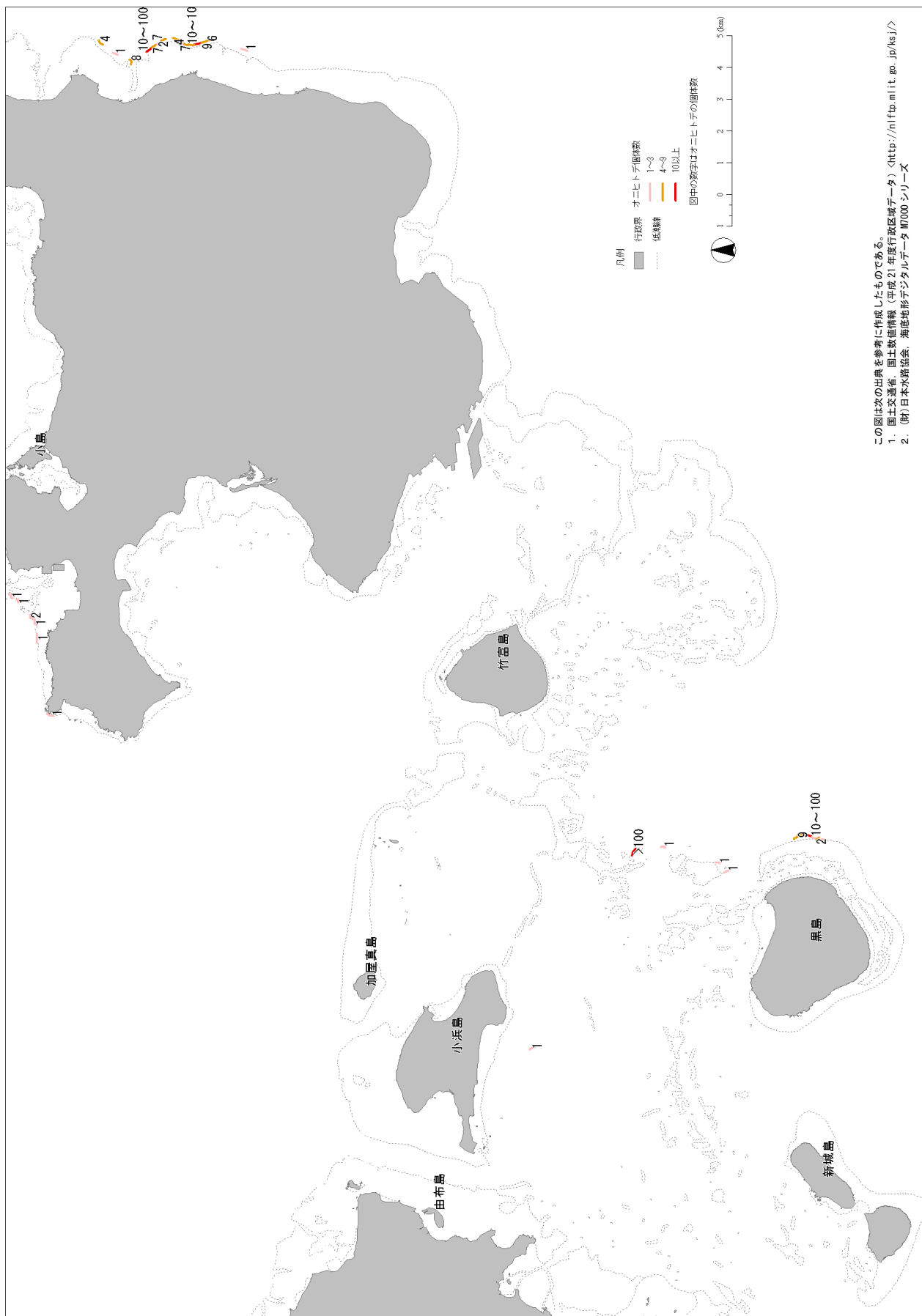
マンタ調査およびスポットチェック調査において、オニヒトデ個体数および食痕数が多く確認された地域は、サンゴ被度が高い場所もあり、オニヒトデの生息に必要な餌が豊富にある状態であるため、特に注意する必要がある。



この図は次の出典を参考に作成したものである。

- 国土交通省、国土教値情報（平成21年度行政区画データ）〈<http://nftp.mit.go.jp/ks/>〉
- （財）日本水産協会、海底地形デジタルデータM7000シリーズ

図4-1-1-19-I. マンタ法によるオヒヒトデ個体数（石垣島周辺、個/2分 or 120m）



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年府政区域データ）〈<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

図4-1-19-II. マンタ法によるオニヒトデ個体数（石西礁湖、個/2分 or 120m）



図 4-1-19-Ⅲ. マンタ法によるオヒトデ個体数 (西表島周辺、個/2分 or 120m)

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年度行政区画データ）〈<http://nftp.mit.go.jp/kss/>〉
 2. (財)日本水産協会、海底地形デジタルデータM7000シリーズ

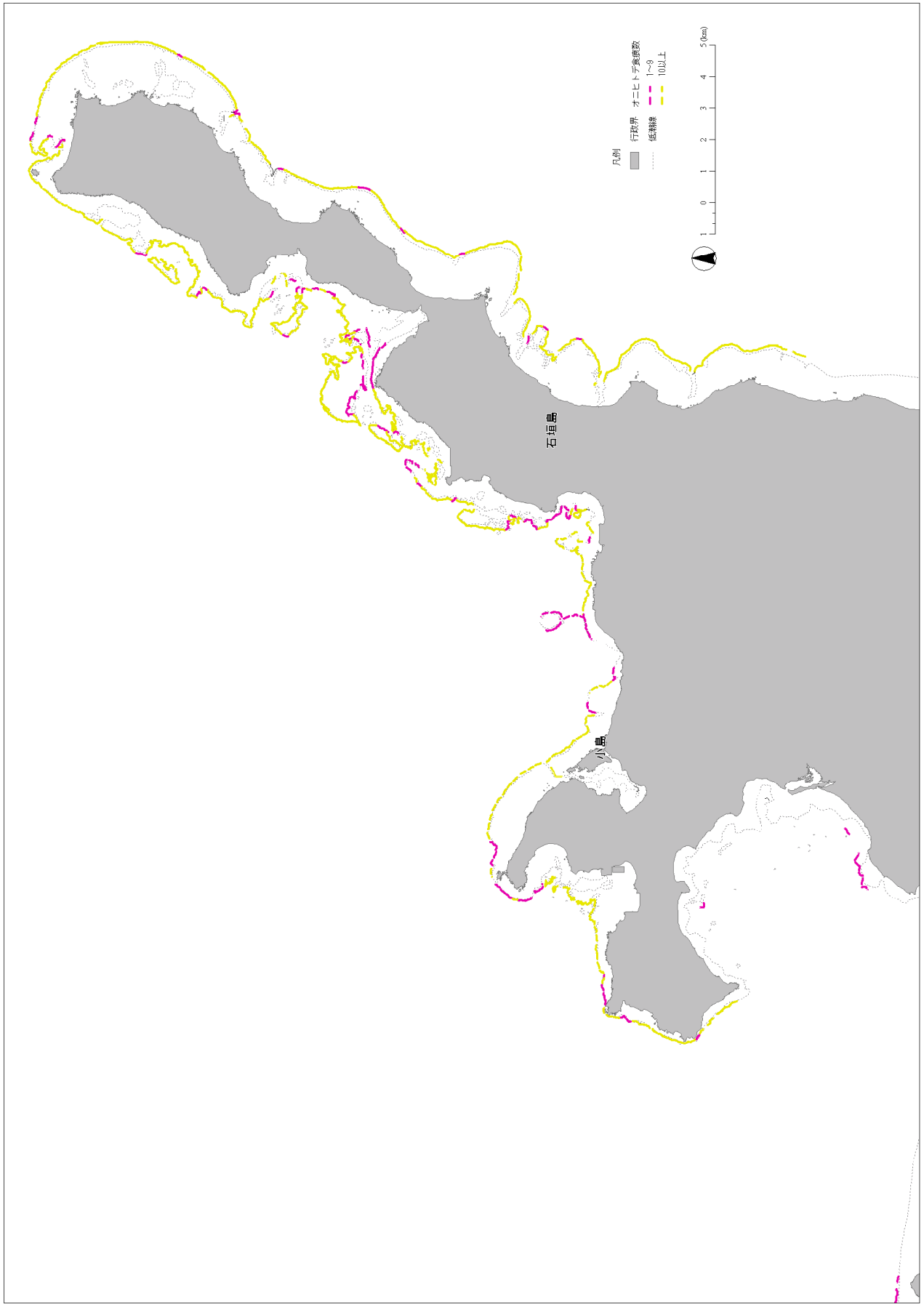
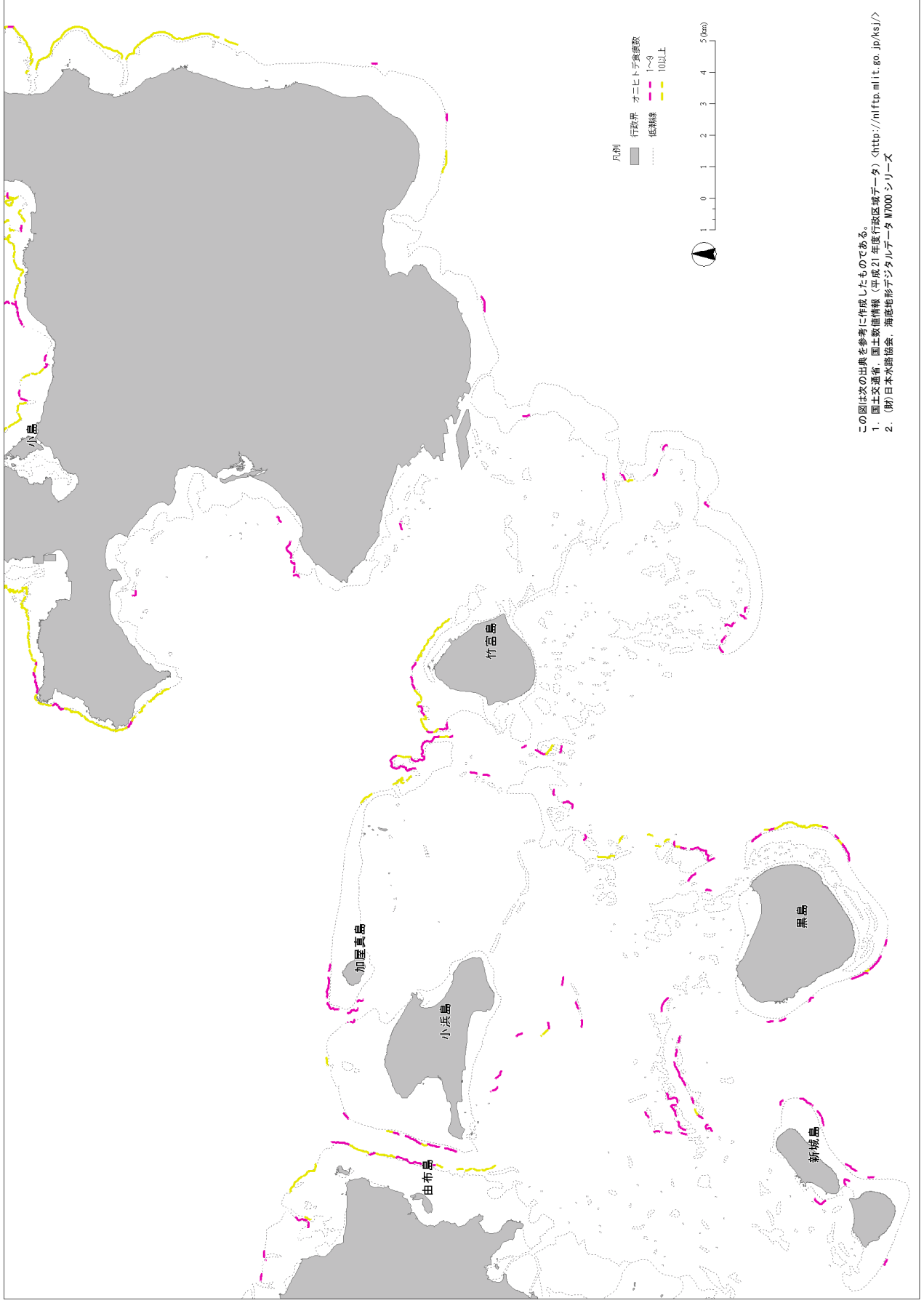


図4-1-20-I. マンタ法によるオニヒトデ食痕数（石垣島周辺、個/2分 or 120m）

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://nifty.mlit.go.jp/ksj/>〉
 2. (財)日本水産協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ



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://nftp.mlit.go.jp/ksj/>〉
2. (財)日本水産協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

図 4-1-20-II. マンタ法によるオニヒトデ食痕数（石西礁湖、個/2分 or 120m）

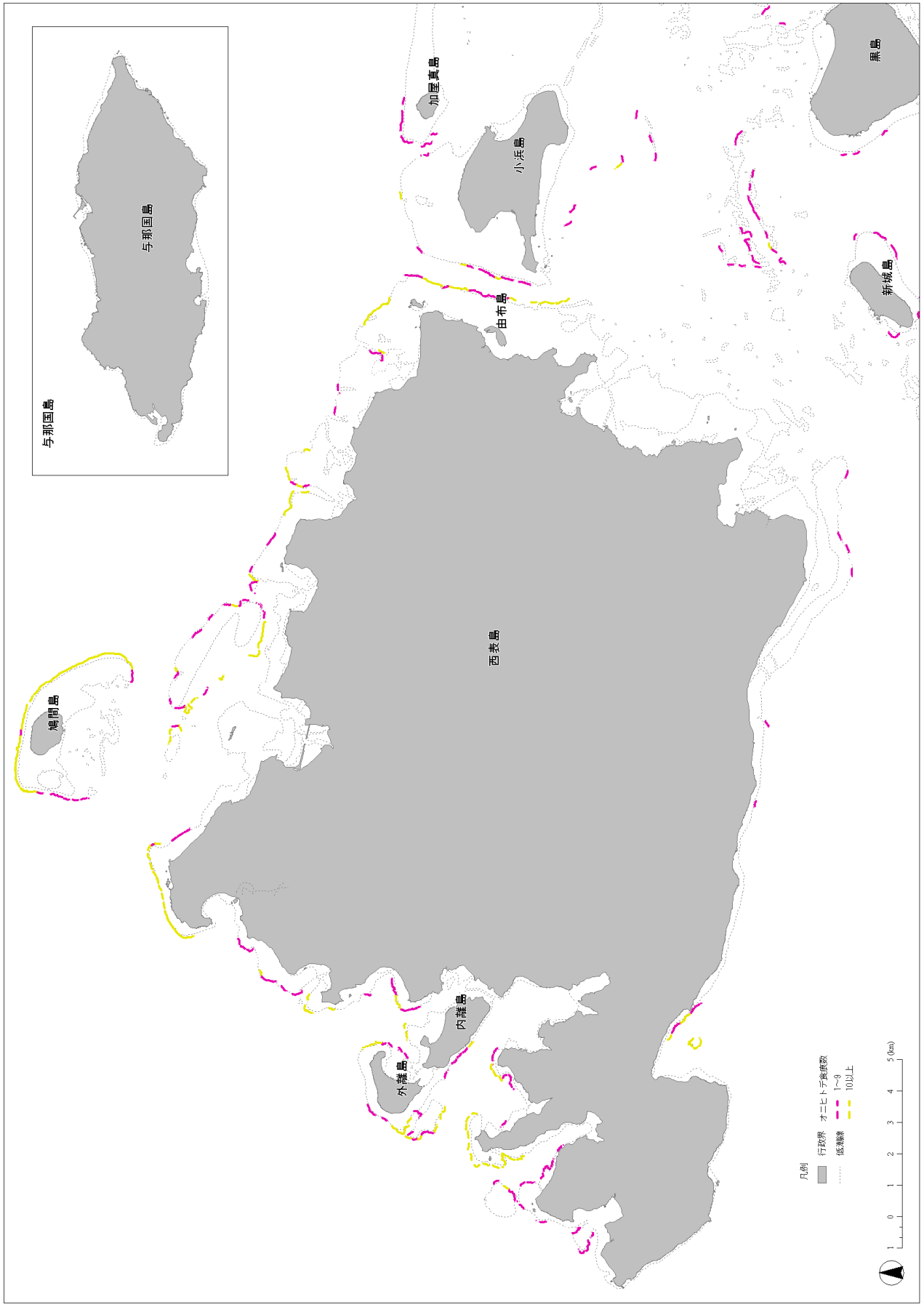


図4-1-20-III. マンタ法によるオニヒトデ食痕数（西表島周辺、個/2分 or 120m）

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年度行政区画データ）〈<http://nftp.mit.go.jp/ks/>〉
 2. （財）日本気象協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

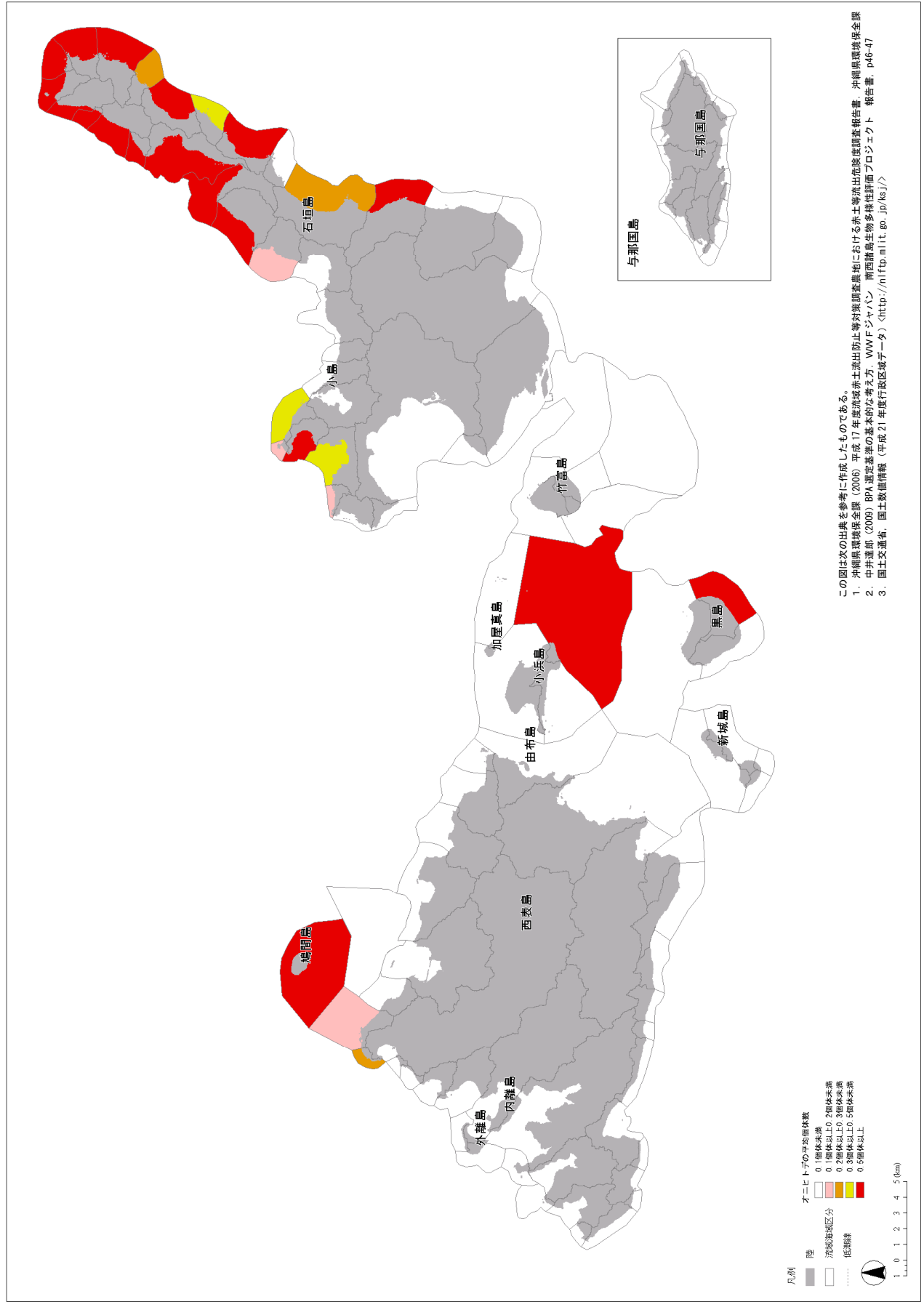


図4-1-21. マンタ法による陸域海区分毎のオニヒトツ平均個体数

図中の陸域海区分は、岬、水路、礁原（礁嶺）などの地形が半詳細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単位として捉え、陸域の流域区分と陸域の流域を組み合わせ区分。

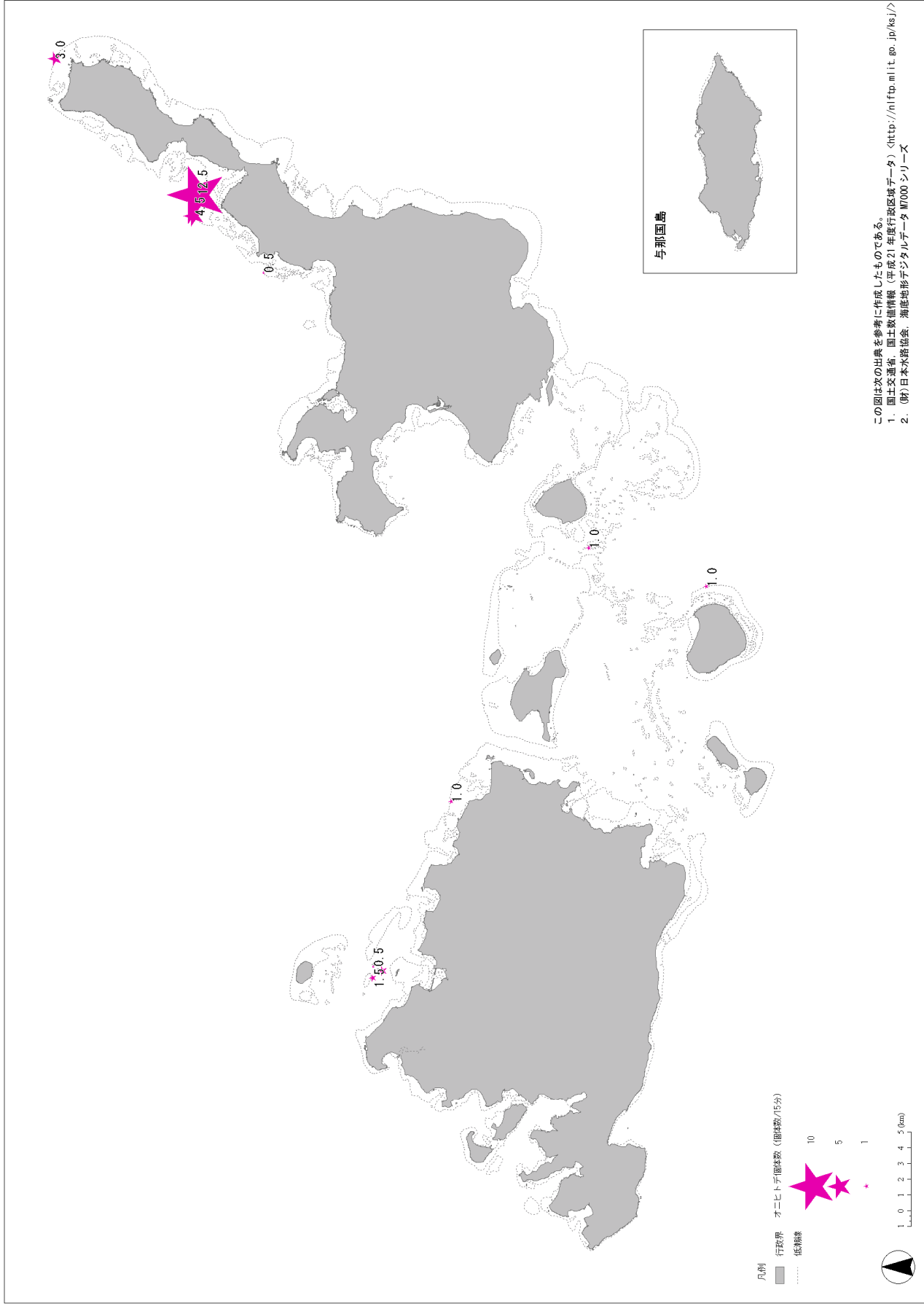


図4-1-2. スポットチェック法によるオニヒトデ個体数（個/15分）

(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0.7%で、ほとんど確認されなかった(表4-1-11)。被食されたサンゴ群体数も10群体未満と深刻な状況ではなかった。

(3) テルピオス

マンタ調査において、テルピオスに影響を受けているサンゴは0.2%とほとんど確認されなかった(表4-1-11)。被覆されたサンゴ群体数も10群体未満で、深刻な状況ではなかった。

表4-1-11. 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数の割合(%)

	0	<10	10~100	>100
サンゴ食巻貝類	98.6	0.7	0.0	0.0
テルピオス	99.1	0.2	0.0	0.0

(4) 八重山周辺における食害生物の状況

石垣島周辺や石西礁湖中央、鳩間島周辺、黒島周辺でオニヒトデ個体数密度がマンタ調査における要注意段階とされる0.22個体/2分以上であり、八重山地域は広い範囲でオニヒトデが大発生状態であるといえる。また、野村(2004)はスポットチェック法を用いた調査法を基準に、オニヒトデの発生状態の目安を表4-1-12のように示しており、これによると、平久保半島西のオニヒトデの状況は大発生段階である。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。

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。

表4-1-12. オニヒトデ個体数の段階分け

個体数(15分観察)	発生状態
0~1	通常分布
2~4	多い(要注意)
5~9	準大発生
10以上	大発生