

平成 22 年度 サンゴ礁資源情報整備事業

サンゴ礁資源調査事業

「慶良間地域」

「久米島地域」

「八重山地域」

「その他の地域」

報告書

平成 23 年 3 月

沖縄県文化環境部自然保護課

目次

第1章 事業概要	1
第1節 事業の背景および目的.....	1
第2節 事業期間.....	3
第3節 事業内容.....	3
第4節 調査結果概要.....	4
第2章 慶良間地域におけるサンゴ礁の現況と変遷	6
第1節 サンゴ礁の現況調査.....	6
1. 現況調査の方法.....	6
2. 現況調査の結果.....	17
第2節 慶良間地域におけるサンゴ群集及びその攪乱要因の変遷.....	62
1. サンゴ群集の変遷.....	62
2. 攪乱要因とその変遷.....	84
第3節 慶良間地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報.....	127
1. 海域の保全に関する区域の設定状況.....	127
2. 観光に関する情報.....	139
3. 漁業に関する情報.....	146
第4節 慶良間地域におけるサンゴ群集の変遷と攪乱要因の分析.....	151
1. 陸域と海域の区分.....	151
2. サンゴ群集の現況と変遷.....	154
2. サンゴ群集の現況と変遷.....	155
3. サンゴ群集と攪乱要因との関係.....	165
第5節 慶良間地域におけるサンゴ群集の現状と攪乱要因.....	169
第3章 久米島地域におけるサンゴ礁の現況と変遷	177
第1節 サンゴ礁の現況調査.....	177
1. 現況調査の方法.....	177
2. 現況調査の結果.....	181
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.....	224
1. サンゴ群集の変遷.....	224
2. 攪乱要因とその変遷.....	238
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.....	264
1. 海域の保全に関する区域の設定状況.....	264

2. 観光に関する情報.....	273
3. 漁業に関する情報.....	277
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.....	280
1. 陸域と海域の区分.....	280
2. サンゴ群集の現況と変遷.....	284
3. サンゴ群集と攪乱要因との関係.....	291
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.....	295

第4章 八重山地域におけるサンゴ礁の現況と変遷..... 301

第1節 サンゴ礁の現況調査.....	301
1. 現況調査の方法.....	301
2. 現況調査の結果.....	306
第2節 八重山地域におけるサンゴ群集及びその攪乱要因の変遷.....	374
1. サンゴ群集の変遷.....	374
2. 攪乱要因とその変遷.....	417
第3節 八重山地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報.....	486
1. 海域の保全に関する区域の設定状況.....	486
2. 観光に関する情報.....	496
3. 漁業に関する情報.....	500
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.....	503
1. 陸域と海域の区分.....	503
2. サンゴ群集の現況と変遷.....	507
3. サンゴ群集と攪乱要因との関係.....	520
第5節 八重山地域まとめ.....	525

第5章 その他の地域におけるサンゴ礁の現況..... 550

第1節 サンゴ礁の現況調査.....	550
1. 現況調査の方法.....	550
2. 現況調査の結果.....	554

第6章 精度確認調査..... 559

第1節 マンタ法による調査者間のサンゴ被度の比較.....	559
第2節 スポットチェック法による調査者間のサンゴ被度の比較.....	560
第3節 赤土等堆積の現地観測と SPSS 法分析との比較.....	562

第7章 沖縄県内のサンゴ移植の現状	564
第1節 移植の実施主体と協力団体.....	564
第2節 移植サンゴの移動の履歴.....	576
第8章 サンゴ礁保全・再生・活用計画(素案)について	581
第1節 関連部局による既存のサンゴ礁保全関連の事業の整理.....	581
1. サンゴ礁保全に関連する部局.....	581
2. 検討委員会の開催概要.....	582
3. 小委員会の開催概要.....	589
第2節 サンゴ礁の攪乱要因分析と対策及び沖縄県環境基本計画におけるサンゴ礁保全関連施策の整理.....	598
1. サンゴ礁の攪乱の原因と対策の分析.....	598
2. サンゴ礁の保全に必要な対策と関連する事業部局.....	600

第1章 事業概要

第1節 事業の背景および目的

<事業の背景>

サンゴ礁は、沖縄県の豊かな自然環境の基盤として生物多様性の保全、観光資源・漁業資源として重要な価値を有している。環境省による定量的評価の試みによれば、沖縄県のサンゴ礁生態系の経済的価値は、少なくとも年間、①観光・レクリエーションとして2,324億円、②漁業（商業用海産物）として105億円、③海岸防護機能として75.2～839億円と推定されており、サンゴ礁が有する多様な価値のごく一部でも高い価値があることが分かる。

しかし、世界のサンゴ礁はすでにサンゴ礁の20%が消滅し、10～20年後にはさらに15%が消滅するほど危機的な状況にあり、さらに20～40年後にはさらに20%が消滅する危険性があるといわれている。沖縄県下においても、1998年に起こった大規模な白化現象により広範囲のサンゴは大きな被害を受け、その他オニヒトデの大発生、赤土等の土壌流出や過剰な栄養塩類の流入といった様々な陸域からの負荷、加えて沿岸域の開発、漁業や観光による過剰利用、病気などの様々な要因が複合的にサンゴ礁へ影響を与えていることが懸念されている。

サンゴ礁への様々な影響に対し、効果的に対策を実施していくには、サンゴ礁の置かれている状況を科学的に分析し、直面している攪乱要因を理解することが必要である。サンゴ礁の現状は、例えば環境省によるモニタリングサイト1000事業により、点の情報は取得されているものの、沿岸域全域を網羅的に調べたのは、1990～1992年に環境庁（当時）が実施した第4回自然環境保全基礎調査のみであり、これ以降は部分的にしか更新されていない。1998年の大規模な白化現象や2000年以降の各地のオニヒトデ大発生など様々な攪乱によるサンゴ群集の変化は十分に把握されているとはいえない状況にある。

各種攪乱要因に対して、オニヒトデ駆除や、赤土等の流出防止、汚濁負荷対策など個別の対策は実施されている。また、より積極的にサンゴ礁を回復させるためにサンゴ移植を行う活動も活発になっている。これらのサンゴ礁保全に対する対策を効果的に推進していくには、個別に取り組むだけでなく、大きな目標のもとに様々な活動を連携させていくことが必要であり、全体を束ねる計画の作成が求められている。日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会では、2004年に沖縄で開催された第10回国際サンゴ礁シンポジウムにおいて採択された「危機にある世界のサンゴ礁の保全と再生に関する沖縄宣言」を受け、「サンゴ礁保全再生行動計画（アクションプラン）Ver.4（2007年9月）」を策定し、環境省でも日本のサンゴ礁生態系の保全の基本的方針並びに今後5年を目途に取り組むべき具体的な行動を示した「サンゴ礁生態系保全行動計画（2009年4月）」を策定している。平成23年3月には海洋の生物多様性の保全及び持続可能な利用を目的とし基本的な考え方と施策の方向性を示した「海洋生物多様性保全戦略」が環境省により策定された。これらの諸計画を受け、サンゴ礁が最も広く分布している沖縄県においてもサンゴ礁保全に関する総合的で、具体的な計画を策定することが求められている。

<事業の目的>

以上の背景のもと、本事業では沖縄県内の島々のすべての沿岸域において、サンゴ被度や優占群などサンゴ群集に関する調査、オニヒトデやレイシガイ類などの食害生物に関する調査、ソフトコーラルや海藻などサンゴと競争する生物や、サンゴ礁域に生息する魚類やウミガメ類、ウミヘビ類などの分布に関する調査、赤土等堆積概況や濁りなどサンゴの攪乱要因に関する調査など、サンゴ礁に関する総合的な調査を実施し、さらに、サンゴ群集や、オニヒトデ、白化現象、赤土等の流出、水質の悪化、埋め立てなどサンゴ群集とその攪乱要因に関して過去に行われた文献資料からこれらの変遷を整理し、分析することで、サンゴ礁の現状およびその攪乱要因を解明することを第一の目的としている。

次いで、保護区の設定や赤土等の流出対策、汚濁負荷対策、環境教育などサンゴを間接的に守る活動としてまとめられる「保全」、サンゴ移植やサンゴの増殖技術の開発などサンゴを直接増やすような活動としてまとめられる「再生」、観光や漁業などサンゴを利用する活動としてまとめられる「活用」のそれぞれについて、具体的に課題解決を図れる方策を検討し、サンゴ礁保全・再生・活用計画（素案）を作成することで、各主体が連携して共通の目標のもとに沖縄県における総合的なサンゴ礁保全を推進することも本事業の大きな目的としている。

上記目的を達成するため、本事業では平成 21 年度から平成 23 年度までの 3 年度を全体の事業期間として計画している。平成 22 年度は慶良間地域、久米島地域、八重山地域、及びその他の地域（伊江島および水納島など）を対象として、礁斜面を総延長約 890km、礁池や離礁で計 134 地点において、サンゴ礁の現状およびその攪乱要因に関する現地調査を実施し、また文献調査と合わせて各海域のサンゴ群集と攪乱要因の現状と変遷を分析した。サンゴ礁保全・再生・活用計画（素案）に関し、各海域の調査結果を整理しサンゴ礁地図を作成するとともに、その情報をもとにしながら、サンゴ礁保全・再生・活用計画（素案）の検討方法及び検討事項を整理し、計画の内容を検討することで、最終年度に総合的かつ具体的な計画となることとした。

第2節 事業期間

平成22年4月27日～平成23年3月31日

第3節 事業内容

平成22年度の事業内容のフローを図1-3-1に示す。本年度のサンゴ礁資源調査事業は慶良間地域、久米島地域、八重山地域、及びその他の地域(伊江島および水納島など)を対象とした。はじめに、既存情報の収集整理を実施し、併せてサンゴ礁の現況調査を行った。既存文献と現況調査からサンゴ礁の現状及び攪乱要因をとりまとめ、サンゴ群集と攪乱要因の分析を行った。また、保全に関する情報をとりまとめ、県庁関係課及び検討委員会委員で構成したサンゴ礁保全・再生方策等検討小委員会を組織し、計画に関する事項の検討を行った。専門家からなる検討委員会は2回開催し、一連の事業の調査方法や方向性について、意見を取り込みながら事業を展開した。

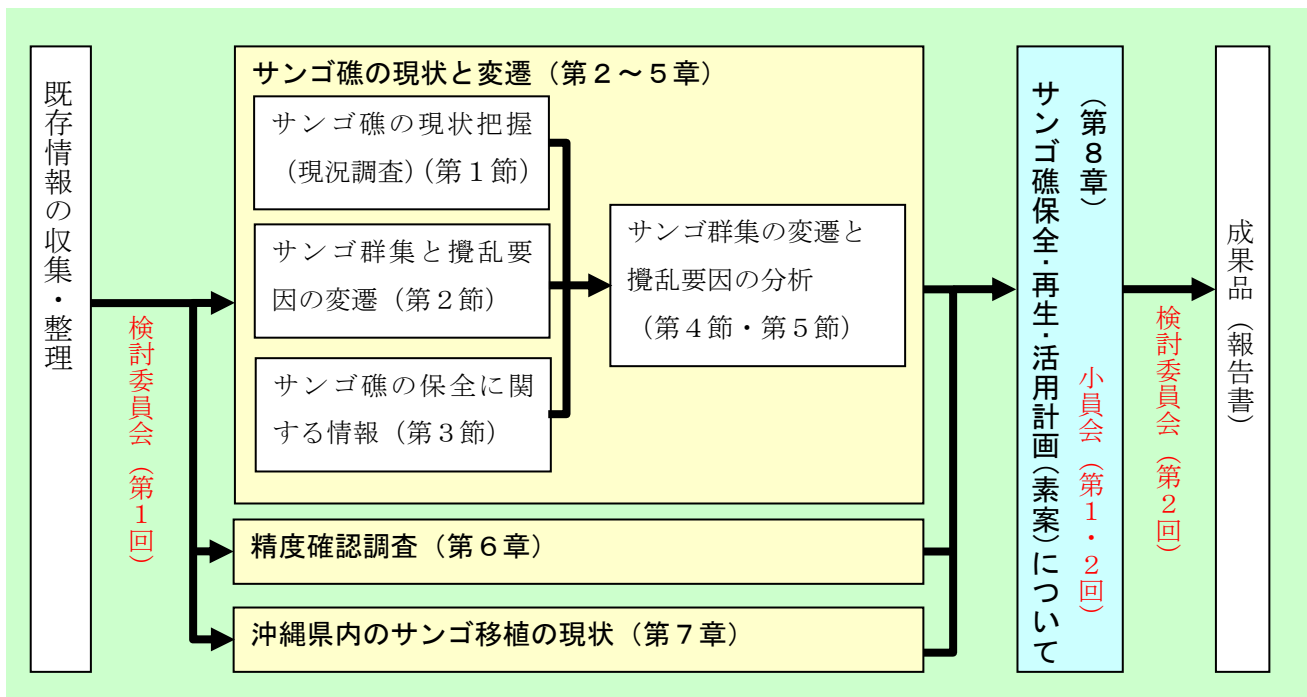


図1-3-1. 業務内容のフロー図

第4節 調査結果概要

平成 21 年度は沖縄島地域を、平成 22 年度は慶良間地域、久米島地域、八重山地域、及びその他の地域(伊江島および水納島など)を対象として、各海域のサンゴ群集の現状および攪乱要因を分析するために、現地調査と文献調査を実施した。サンゴ礁保全・再生・活用計画(素案)は、各海域の調査結果を整理しサンゴ礁地図を作成するとともに、その情報をもとにしながら、サンゴ礁保全・再生・活用計画(素案)の検討方法及び検討事項を整理し、計画(素案)の内容を検討した。

<沖縄島地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因>

沖縄島地域のサンゴ群集は 1970 年代以降サンゴ被度が大きく減少し、その後十分に回復してない状態であるといえる。その主な原因は、オニヒトデの大発生と高水温による白化現象だと考えられる。さらに赤土等の流出や水質の悪化とかく乱要因などが複雑に影響しあい、サンゴ礁を劣化させていると推測される。

一方で、2009 年の調査では、沖縄島地域で確認された被度の高いサンゴ群集は、オニヒトデに食べられにくい種や高水温に強く白化しにくい種が多くみられた。これらのサンゴ群集は度重なるかく乱をくぐり抜けてきた群集である可能性が高く、長い年月をかけて生態系を形成・維持していることから、生態的価値が非常に高いと考えられる。また、近年の調査結果との比較においては、サンゴ被度が増加している地域も確認される。これらの地域では、サンゴ群集が回復傾向にあると考えられる。

<慶良間地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因>

1970 年代から 1980 年代にかけてオニヒトデの食害により被度は大きく低下したと推測されるが、1990 年代初めには被度 50%以上の地域が多くみられ、1990 年代後半まで徐々に回復傾向にあったものと考えられる。しかし、1998 年の白化現象や、2000 年から 2005 年にかけてのオニヒトデの大発生により、サンゴ被度は大きく低下した。

今年度(2010 年)の調査では、ナガンヌ島周辺を除き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(屋嘉比島、久場島、安室島、渡嘉敷島阿波連など)。近年の調査結果を考慮すると、慶良間地域のサンゴ群集は減少傾向にあるものの、回復の兆しがみられる地域がある。

<久米島地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因>

1970 年代から 1980 年代にかけては、沖縄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。

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。

＜八重山地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因＞

八重山地域のサンゴ群集は1980年代にオニヒトデの大発生で大きな攪乱を受けたが、1990年代には主に石西礁湖のサンゴ群集を中心に回復がすすんだ。1998年の大規模な白化現象で再び攪乱を受けたが、2000年から2006年にかけてゆるやかに回復していた。しかしながら、石西礁湖では2000年頃から少しずつオニヒトデが確認されはじめ、2007年に急増している。また、2007年には八重山全域で大規模な白化現象が確認されており、石西礁湖ではオニヒトデと白化現象により、サンゴ被度は大きく低下したものと考えられる。また、石垣島周辺や鳩間島周辺でも2008年頃からオニヒトデが大発生しており、サンゴ群集が大規模な食害を受けつつある。

今年度(2010年)の調査では、八重山地域のサンゴ被度は地域により非常に高いところと低いところの差が大きい。また、与那国島を除く八重山地域全体にオニヒトデが大発生しており、八重山地域のサンゴ群集は大きく攪乱を受けている。

＜サンゴ礁保全・再生・活用計画(素案)の検討＞

平成21年度は、「サンゴ礁保全・再生・活用計画(素案)」の目次(案)を提示し、同計画の内容と構成について検討委員会において検討を行った。そこで平成22年度は、サンゴ礁の保全、再生、活用についての沖縄県等の施策を検討するため、サンゴ礁保全に関係する県庁内の関連部局の既存の事業や施策についての整理を行った。また、計画の中で具体的な対策や施策に対する方向が必要な主要な攪乱については、その原因分析を行って対策方針を検討し、「沖縄県環境基本計画」を参考に、それぞれの対策方針に対する関係する部局や施策についての整理を行った。

第2章 慶良間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、本調査では、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（図2-1-1）。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2-1-1および図2-1-2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した。

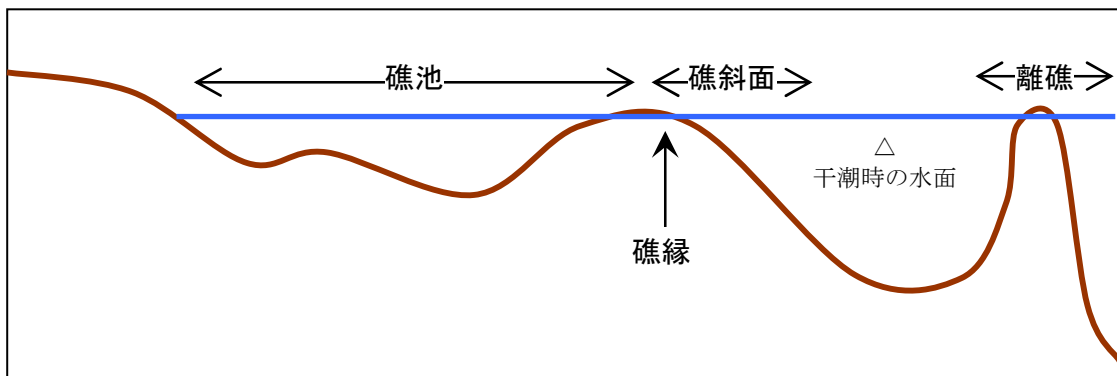


図2-1-1. サンゴ礁地形断面と名称

表2-1-1. 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	慶良間地域全域	良好なサンゴ群集
礁池（離礁）	広い範囲	狭い範囲

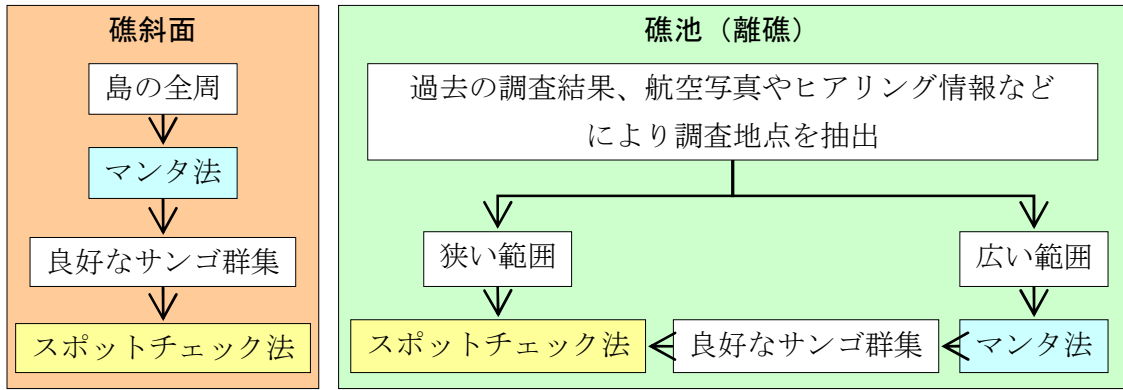


図 2 - 1 - 2. 現況調査の流れ

1 - 1. 現況調査の調査範囲

慶良間地域の現況調査は、渡嘉敷島や座間味島などの慶良間諸島の主要な島および前島や阿嘉島、チービンなど、行政区分上渡嘉敷村と座間味村に含まれる島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

慶良間地域の沿岸全周を調査範囲の対象とした（図 2 - 1 - 4、マンタ法-後述-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、詳細な記録と写真の撮影を行った（図 2 - 1 - 3）。

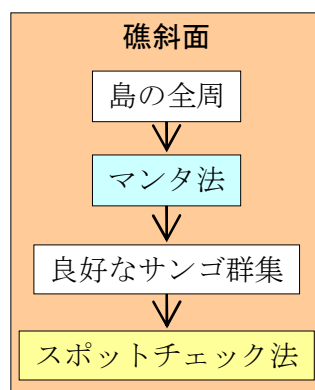
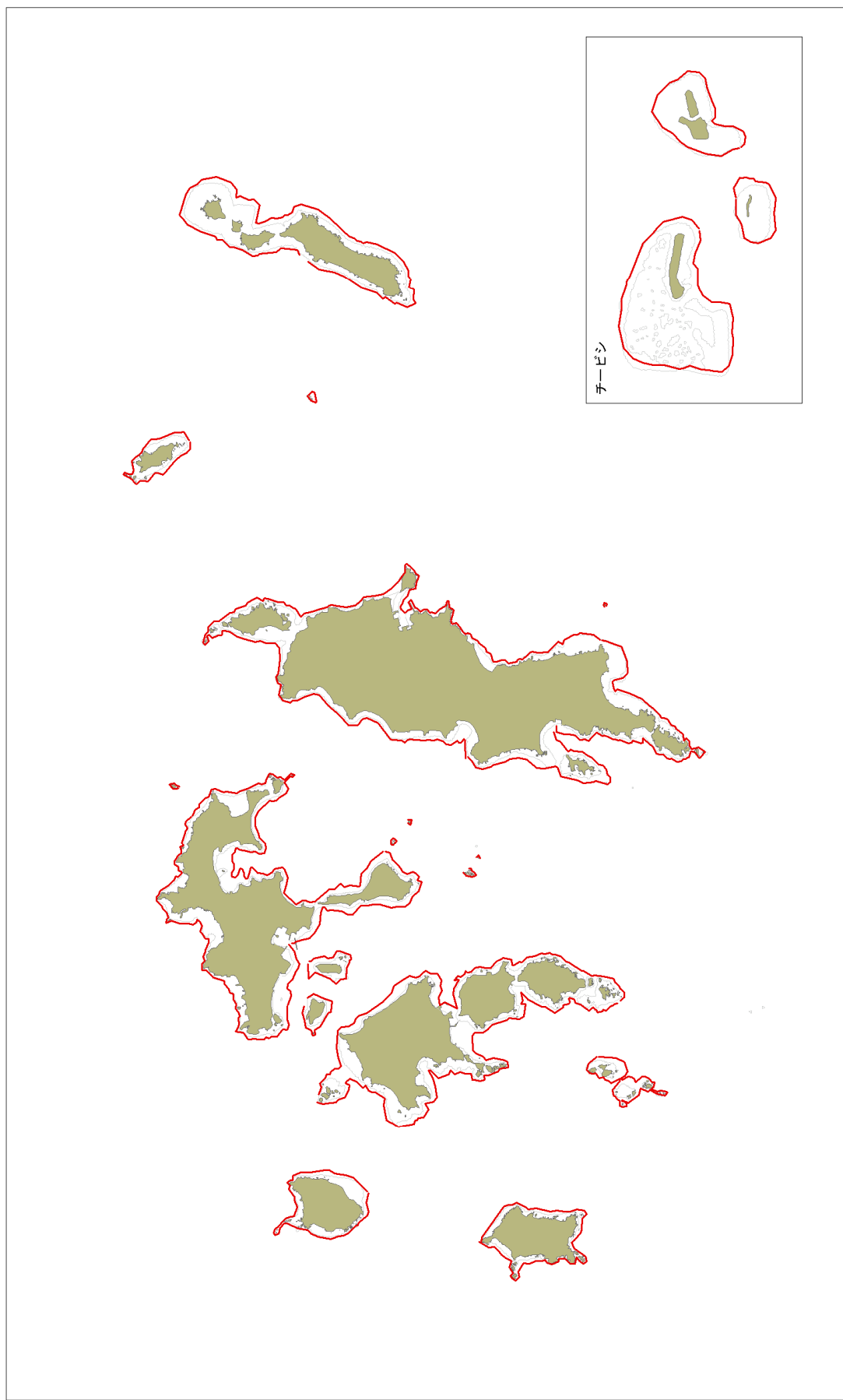


図 2 - 1 - 3. 礁斜面における調査の流れ



凡例
 マンタ調査予定測線

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 2-1-4. 礁斜面におけるマンタ調査測線

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・労力的に実施は困難である。そこで表2-1-2に記した選定条件で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2-1-6）、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、詳細な記録を行った（図2-1-5）。

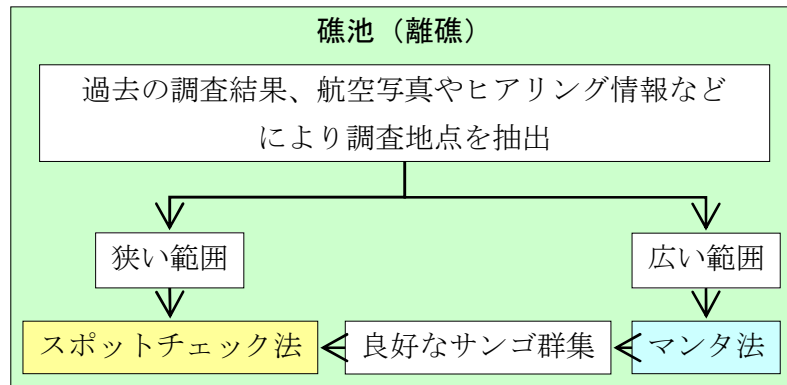
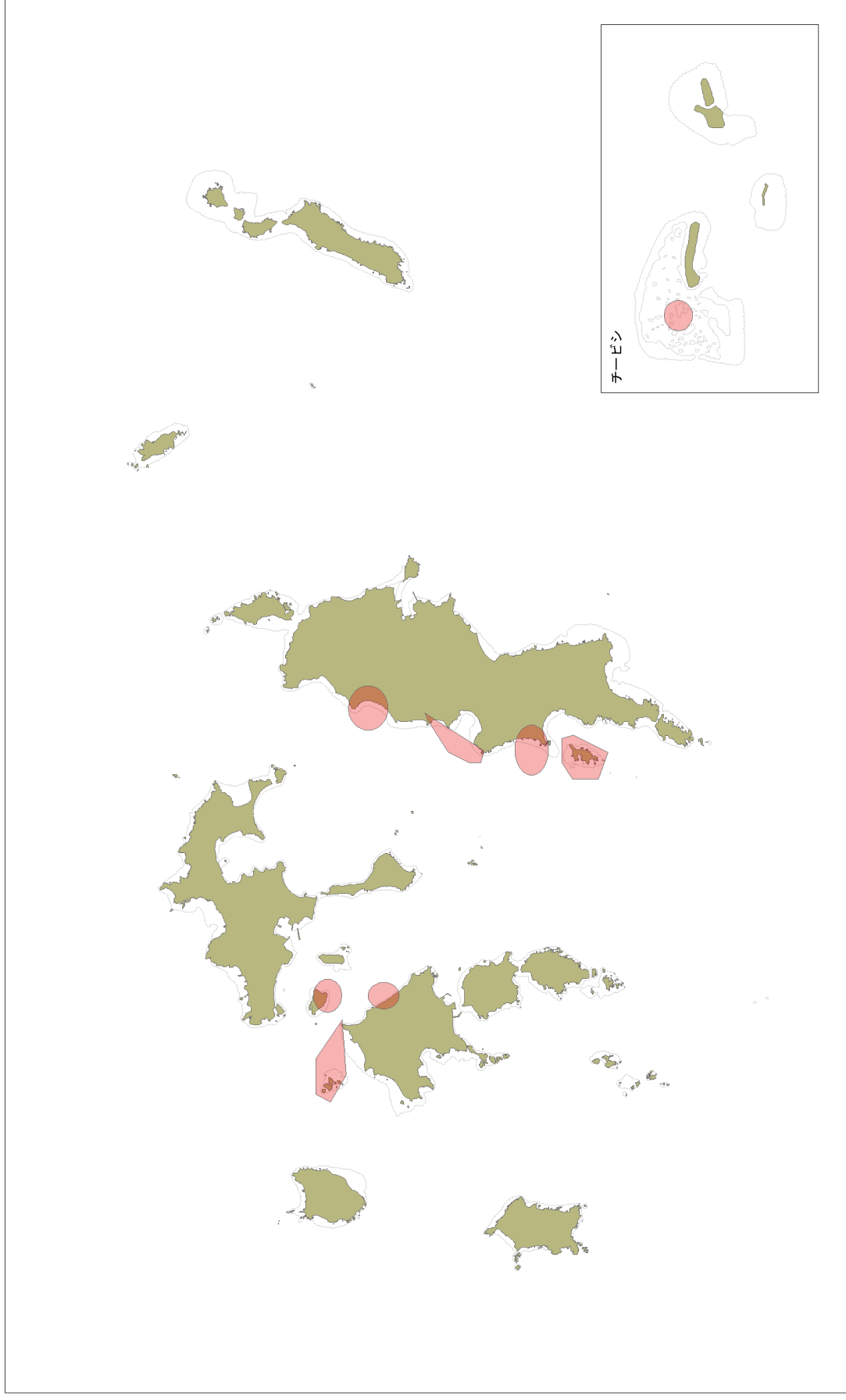


図2-1-5. 礁池調査の流れ（一部離礁を含む）

表 2-1-2. 礁池調査地点の選定条件 (①~⑦)

①から⑦の条件の地図を作製し、重ね合わせ等のうえ調査海域を絞り込み、最終的に検討委員会において委員の確認を得たうえで調査海域を決定した (図 2-1-4)。

- ① 第 4 回自然環境保全基礎調査で調査を行なったポイント
第 4 回自然環境保全基礎調査で調査を行なったポイントと同じ海域。
- ② 重要サンゴ礁海域
沖縄県自然保護課が平成 17 年度に設定した重要サンゴ礁海域。過去の調査と比較できる。
- ③ 被度や多様性の高い地域
第 4 回自然環境保全基礎調査で良好なサンゴ群集が見られた場所やモニタリングサイト 1000 の調査結果で被度や多様性の高い海域。
- ④ WWF 作成のポテンシャルマップで高ポテンシャルの海域
WWF 作成のポテンシャルマップは物理環境を指標として、サンゴ礁分布のポテンシャルを類型区分している。その中で、高ポテンシャルの海域。
- ⑤ オニヒトデなど攪乱が顕著な海域
土地利用現況図やヒアリングなどにより特定した、攪乱が顕著な海域。
- ⑥ 重要な海域で、保護区となっていない海域
自然公園などの保護区を GIS 化し、保護区のかかっている海域を特定する。保護区のかかっている海域のうち、重要な海域。
- ⑦ 情報のない海域
環境省サンゴ礁分布図の不明な海域、その他情報の無い海域。



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/ks/j/>〉
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2-1-6. 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。マンタ法とは、小型船にダイバーが曳航されながら水中を目視で観察し記録する方法である（図2-1-7、Englishら1997）。広い範囲を対象とした調査に適しており、サンゴ群集や藻場などの概要調査を行う際に一般的に用いられる手法である。調査は、サンゴ群集、サンゴ類に影響を与える攪乱、底質、魚類等の表2-1-3にある項目を観察し記録した。

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。

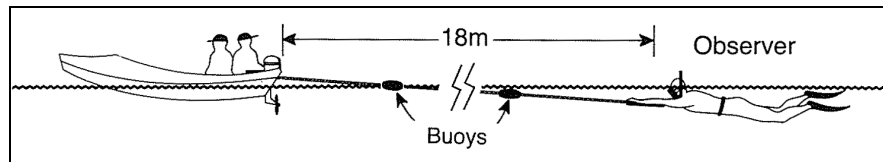


図2-1-7. マンタ法模式図 (Englishら1997)

参考文献

English S., Wilkinson C. and Baker V. (1997) Survey manual for tropical marine resources 2nd edition. Australian Institute of Marine Science. p16

表 2-1-3. マンタ調査項目

調査項目		記録方法
サンゴ群集	被度	6段階：0～5%、5～10%、10～25%、25～50%、50～75%、75～100%
	優占群	6段階：ミドリイシ属、コモンサンゴ属、ハナヤサイサンゴ属、ハマサンゴ属、キクメイシ科、その他
	優占群体形状	9類型：卓状、樹枝状、塊状、準塊状、枝・塊状、葉状、被覆状、多種混成、その他
	卓状ミドリイシ優占サイズ	5段階：5cm以下、5cm～20cm、20cm～50cm、50cm～100cm、100cm以上
	白化	2段階：0%、5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%
食害生物	個体数	3段階：10個体以下は実数、10～100個体、100個体以上
	サイズ	3段階：<20cm、20～30cm、>30cm
	食痕の数	3段階：10個体以下は実数、10～100個体、100個体以上
	食べられた割合	6段階：0～5%、5～10%、10～25%、25～50%、50～75%、75～100%
	テルピオス	4段階：なし、個体や影響を受けたサンゴが散見される、影響を受けたサンゴが目立つ、密集した集団が散見される
その他の生物	レイシガイ類	
	ソフトコーラル被度	6段階：0～5%、5～10%、10～25%、25～50%、50～75%、75～100%
	海藻被度	
	魚類	3段階：0個体、0～10個体、10個体以上
	ウミヘビ、ウミガメ	実数を記録
かく乱	底質	12段階：0%、5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%
	その他攪乱	埋め立て、浚渫、汚濁、過剰利用など

目視観察を主とした調査では生物の正確な種同定は困難であることから、一般名などで記録した。特に、タマンはハマフィキなどフィキイ類、イラブチャーはブダイ類、ミーバイはハダ類、カハジャーはモガラカガ類、チョウチョウウオはチョウチョウウオ類、ヒロサーはカササギ類、グルクンはカササギ類、ミジュンなどはミズンやヒナガなどとした。

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（図2-1-8、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（表2-1-4）。

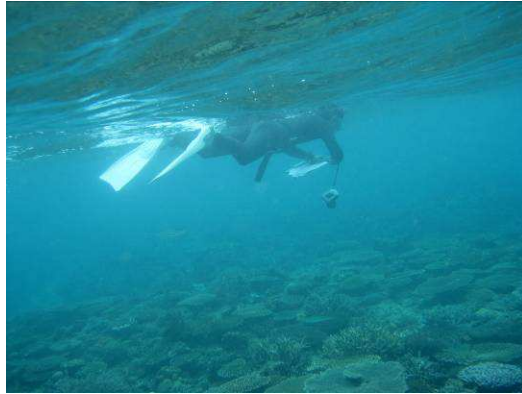


図2-1-8. スポットチェック調査の様子

表 2-1-4. スポットチェック調査項目

調査項目		記録方法	
サンゴ群集	被度	15分の観察時間を5分ずつに区切って3回記録	
	優占群	優占群を属レベルで記録	
	優占群体形状	9類型：卓状、枝状、塊状、準塊状、枝・塊状、葉状、被覆状、多種混成、その他	
	大型卓状ミドリイシ群体直径	大型卓状ミドリイシ群体の長径	
	小型ミドリイシ群体密度	直径1～5cmの小型ミドリイシ群体の0.25㎡当たりの群体数	
	白化	白化している割合（全サンゴ類中白化したサンゴ類の割合）	およその割合
		白化で死んだ割合（全サンゴ類中死亡したサンゴ類の割合）	
白化したミドリイシの割合（全ミドリイシ類中白化したミドリイシ類の割合）			
白化で死んだミドリイシの割合（全ミドリイシ類中死亡したミドリイシ類の割合）			
病気	ホワイトシンドローム、ブラックバンドディーズ、骨格異常、その他に分け、およその割合を記録		
食害生物	オニヒトデ	個体数	20cm以下、20cm～30cm、30cm以上それぞれの個体数
		個体の大きさ	確認された大きさの範囲
		食べられた割合	およその割合
	テルピオス	レイシガイ類	4段階：なし、個体や影響を受けたサンゴが散見される、影響を受けたサンゴが目立つ、密集した集団が散見される
	レイシガイ類		
その他の生物	ソフトコーラル被度		6段階：0～5%、5～10%、10～25%、25～50%、50～75%、75～100%
	海藻被度		
	魚類	タマン、イラブチャー、ミーバイ、ヒロサー	実数を記録
	ウミヘビ、ウミガメ、エイ、サメ		実数を記録
かく乱要因	赤土等堆積概況		素手による攪拌により観測概況を記録 9段階：きれい、わずかに濁る、少し濁る、濁る、わずかに堆積、堆積、厚く堆積、泥
	底質	岩、れき、砂、泥	およその割合を記録
	その他攪乱		埋め立て、浚渫、汚濁、過剰利用など

目視観察を主とした調査では生物の正確な種同定は困難であることから、一般名などで記録した。特に、タマンはハマフキなどフエキガイ類、イラブチャーはグダイ類、ミーバイはウミ類、ヒロサーはカササギ類などとした。

1-3. 現況調査の実施時期

現況調査は、2010年6月～2011年2月の期間に実施した。

表2-1-5. 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
6月上旬	渡嘉敷島
6月中旬	座間味島、阿嘉島
8月上旬	座間味島、阿嘉島
10月上旬	チービシ
11月下旬	渡嘉敷島

表2-1-6. 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月上旬	座間味島、阿嘉島
11月下旬	渡嘉敷島
2月下旬	チービシ

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、現在の慶良間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節慶良間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

慶良間地域におけるマンタ調査の総調査距離（総曳航距離）は約172kmであった。スポットチェック調査は27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2-1-10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13.3%、5～10%が32.5%、10～25%が28.9%、25～50%が17.4%、50～75%が6.5%、75～100%が1.4%であった。全調査距離に対するサンゴ被度ランク50%以上（評価：高い～非常に高い）が確認された距離の割合は約1割であった（表2-1-7、図2-1-9）。サンゴ被度ランク10～50%（やや低い～やや高い）と10%未満（非常に低い～低い）が確認された距離の割合はともにおよそ4割であった。

表2-1-7. 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172kmに対する割合(%)
非常に低い	0～5%	13.3
低い	5～10%	32.5
やや低い	10～25%	28.9
やや高い	25～50%	17.4
高い	50～75%	6.5
非常に高い	75～100%	1.4

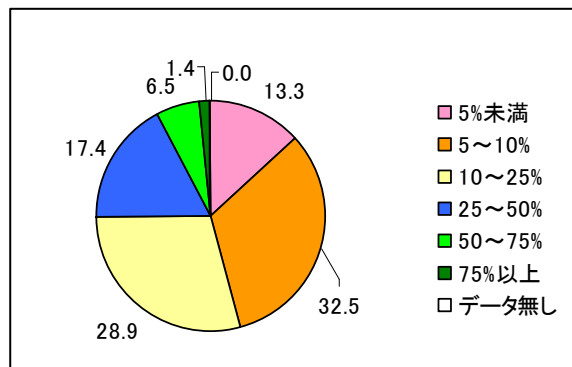


図2-1-9. サンゴ被度ランクの割合 (%)

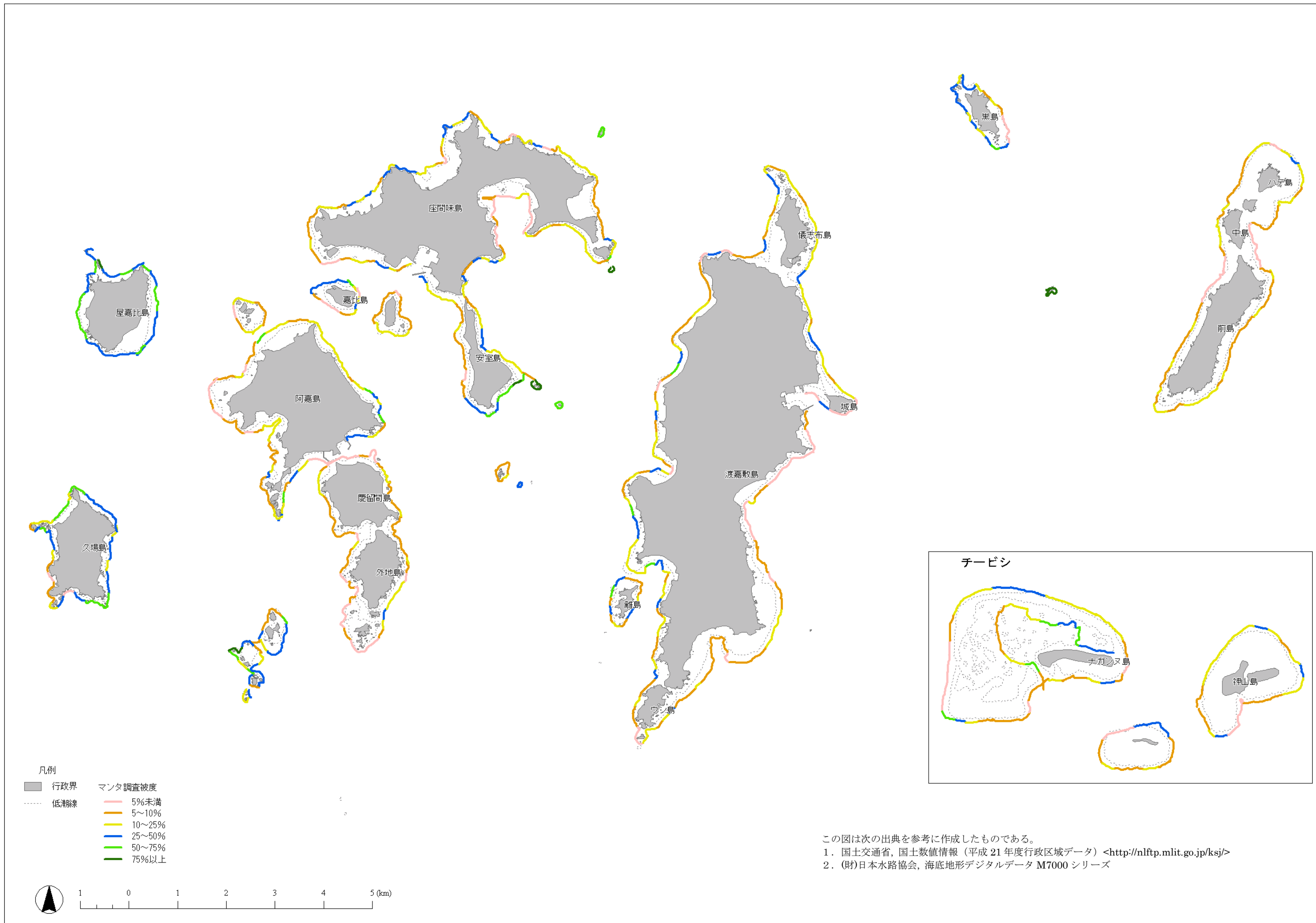


図 2-1-10. マンタ法による調査結果 (サンゴ被度)

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2-1-11）。図2-1-11および表2-1-8に示すとおり評価が非常に高い（被度75～100%）海域は無く、高い（被度50～75%）海域は、屋嘉比島西の1海域であった。評価がやや高い（被度25～50%）海域は、黒島周辺、安室島東、奥武島周辺、屋嘉比島周辺、久場島周辺の9海域であった。評価がやや低い（被度10～25%）海域は慶良間諸島全域に分布し23海域で、低い（被度5～10%）海域は慶良間諸島全域に分布し20海域であった。評価が非常に低い（被度0～5%）海域は渡嘉敷港周辺や外地島南西の3海域であった。

表2-1-8. 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56海域に対する割合 (%)
非常に低い	0～5%	3	5.3
低い	5～10%	20	35.1
やや低い	10～25%	23	42.1
やや高い	25～50%	9	15.8
高い	50～75%	1	1.8
非常に高い	75～100%	0	0.0

慶良間地域のマンタ調査では、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数も、ほとんどの海域(57海域中47海域)でやや低い～非常に低い評価であった。全体的に低い被度ではあるが、サンゴ被度50%以上の群集が確認された地域もあった（表2-1-9）。

表2-1-9. 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
慶良間地域	クエフ島周辺礁斜面及び礁池、黒島南礁斜面、黒島離礁礁斜面、渡嘉敷島西の一部礁斜面、座間味島男岩周辺礁斜面、安室島南東礁斜面、阿嘉島北浜周辺礁斜面、阿嘉島砂白島南礁斜面、阿嘉島儀名崎北礁斜面、奥武島周辺礁斜面、屋嘉比島周辺礁斜面、久場島周辺礁斜面

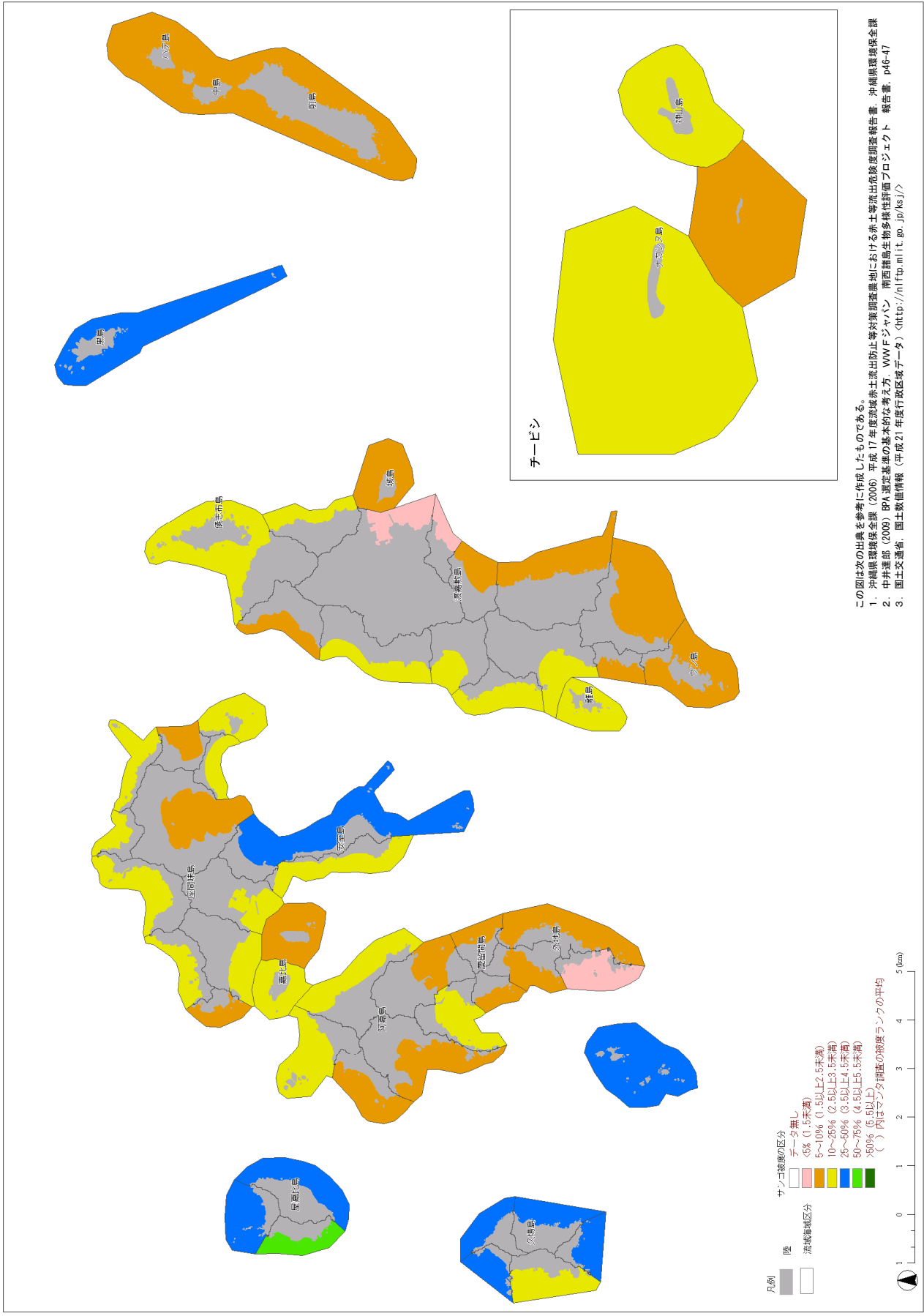


図 2-1-1-1. マンタ法によるサンゴ被度の陸域海域区分毎の集計結果

(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2-1-14に示す。各優占種群の割合は、ミドリイシ類が16.2%、コモンサンゴ類が2.0%、ハナヤサイサンゴ類が11.7%、ハマサンゴ類が18.6%、ククメイシ類が0.0%、その他が7.5%、多種混成が38.0%、優占無し*が6.1%であった(図2-1-12)。

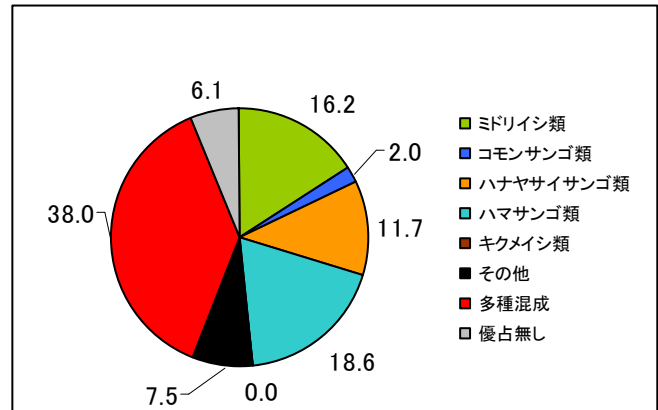


図2-1-12. 優占種群の割合 (%)

※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多種混成の群集はミドリイシ類とハナ

ヤサイサンゴ類やアナサンゴモドキ類などの混成群集であった。2番目に優占種群の割合が多いハマサンゴ類は、高水温に強く、オニヒトデに食べられにくい。優占種群がハナヤサイサンゴ類やアナサンゴモドキ類、ハマサンゴ類が多いのは、1998年の白化現象やオニヒトデの大発生など、近年の大きな攪乱後の回復過程にあるまたは免れたサンゴ群集が多い結果であると推測される。

(3) 優占する群体形 (マンタ法)

マンタ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2-1-15に示す。各群体形の割合は、卓状が12.6%、枝状が7.8%、塊状が13.1%、準塊状が14.0%、被覆状が3.7%、葉状が0.1%、混成が37.1%、枝状・塊状が3.4、その他が2.1%、無し*が6.1%であった(図2-1-13)。

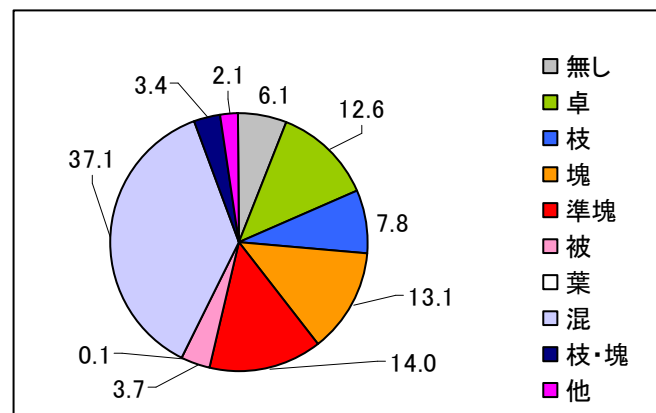


図2-1-13. 優占群体形ごとの割合 (%)

※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

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)や準塊状(ハナヤサイサンゴ類)、被覆

状(アナサンゴモドキ類)、枝状(アナサンゴモドキ類)の混成群集であった。2番目に優占する群体形が多い塊状は、主にハマサンゴ類であった。

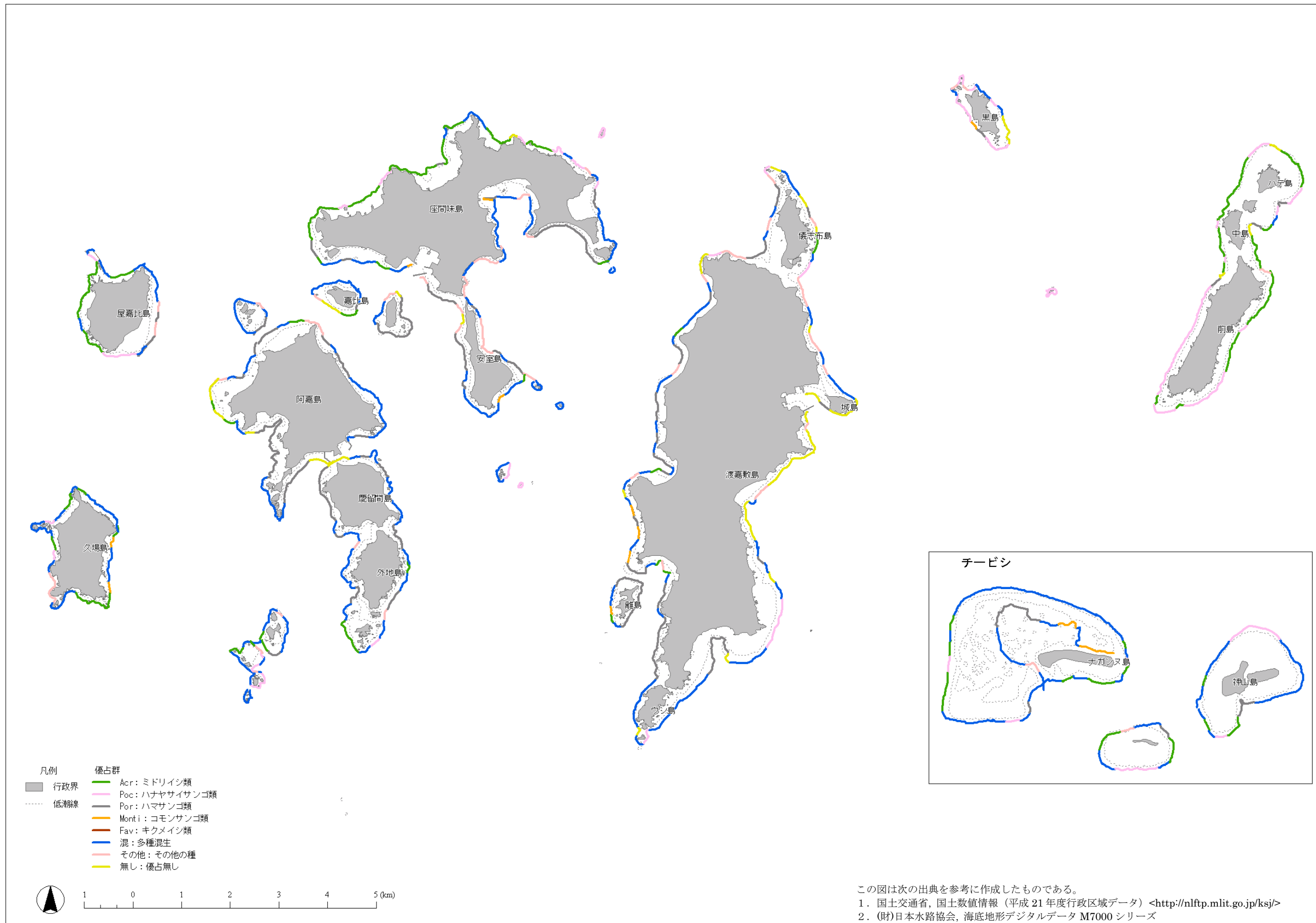


図 2-1-14. マンタ法による調査結果 (優占種群)

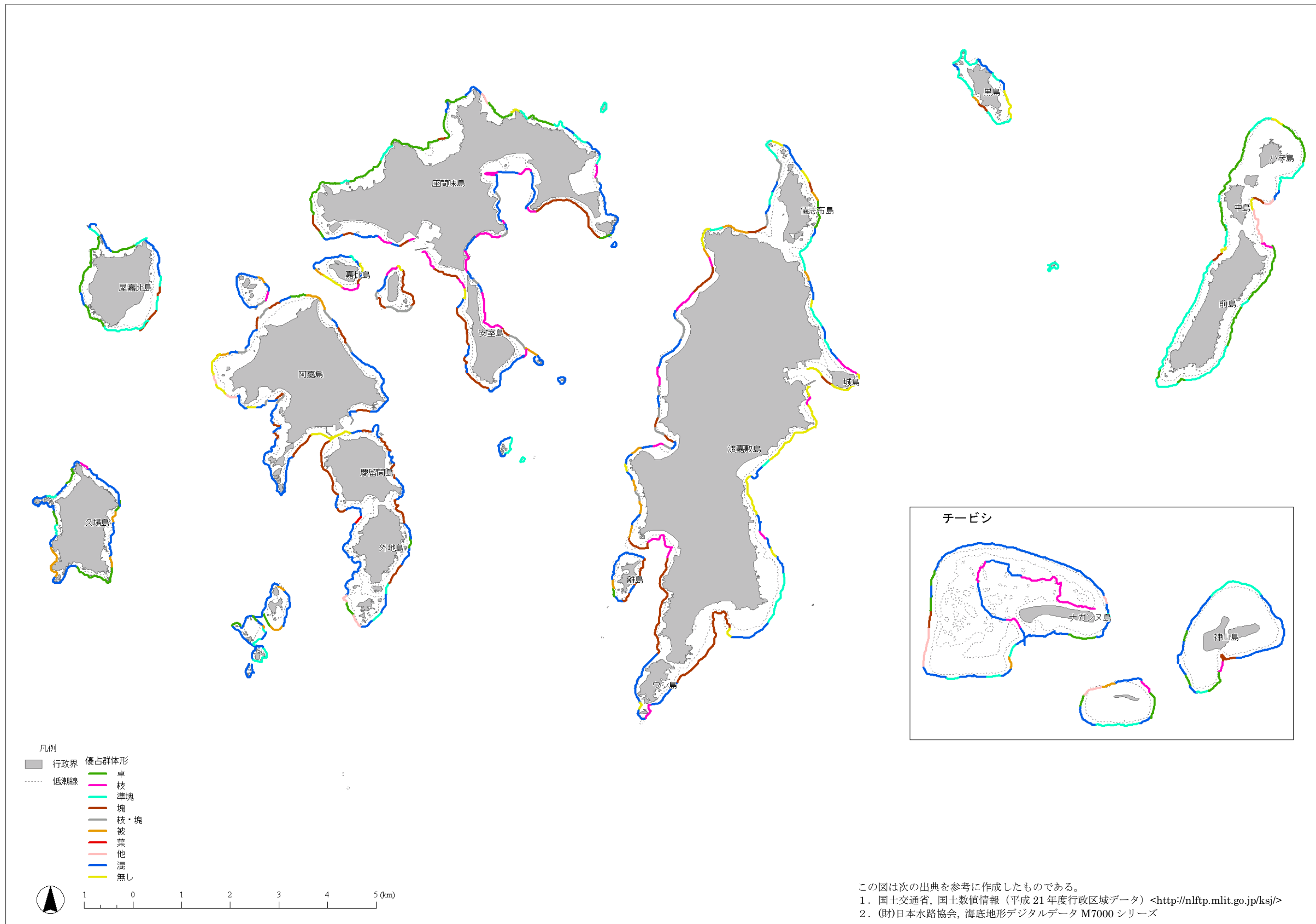


図 2-1-15. マンタ法による調査結果 (優占する群体系)

(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2-1-17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1.9%、5~20cmが71.2%、20~50cmが15.5%、50~100cmが1.5%、100cm以上が0.6%であった(図2-1-16)。

慶良間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が全体の約7割を占めることや、100cm以上群体がほとんどないことから、近年何らかの攪乱を受けたことが示唆される。慶良間地域では、2002年頃から多くのオニヒトデが確認され、その後の駆除数も多かったことが記録されている(詳細は第2章 第2節 2-1. オニヒトデの大発生を参照)。以上のことから、慶良間地域では、海域全体にオニヒトデの影響を受けたと推測される。

今回の調査では、サンゴ被度の評価が非常に低い海域は少なく、卓状ミドリイシ優占群体直径ランクが100cm以上である海域はほとんどなく、他方5~20cmが海域の多くを占めることから、海域全体でオニヒトデの大発生で大きな攪乱を受けたサンゴ群集が、回復過程にあると推測される。

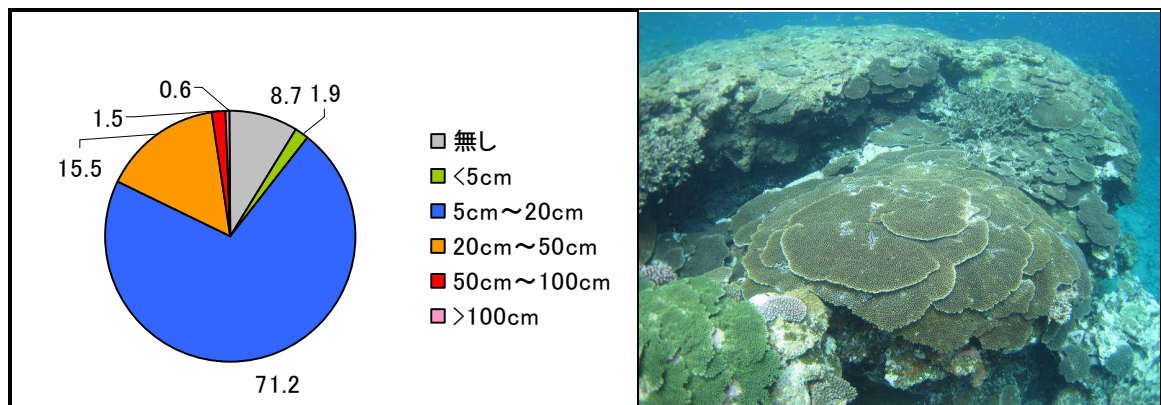


図2-1-16. 卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合 (%) と直径1mを超える卓状ミドリイシ群体 「無し」は卓状ミドリイシ類以外のサンゴ種群が優占し、卓状ミドリイシ類が全くみられない場合にも適用

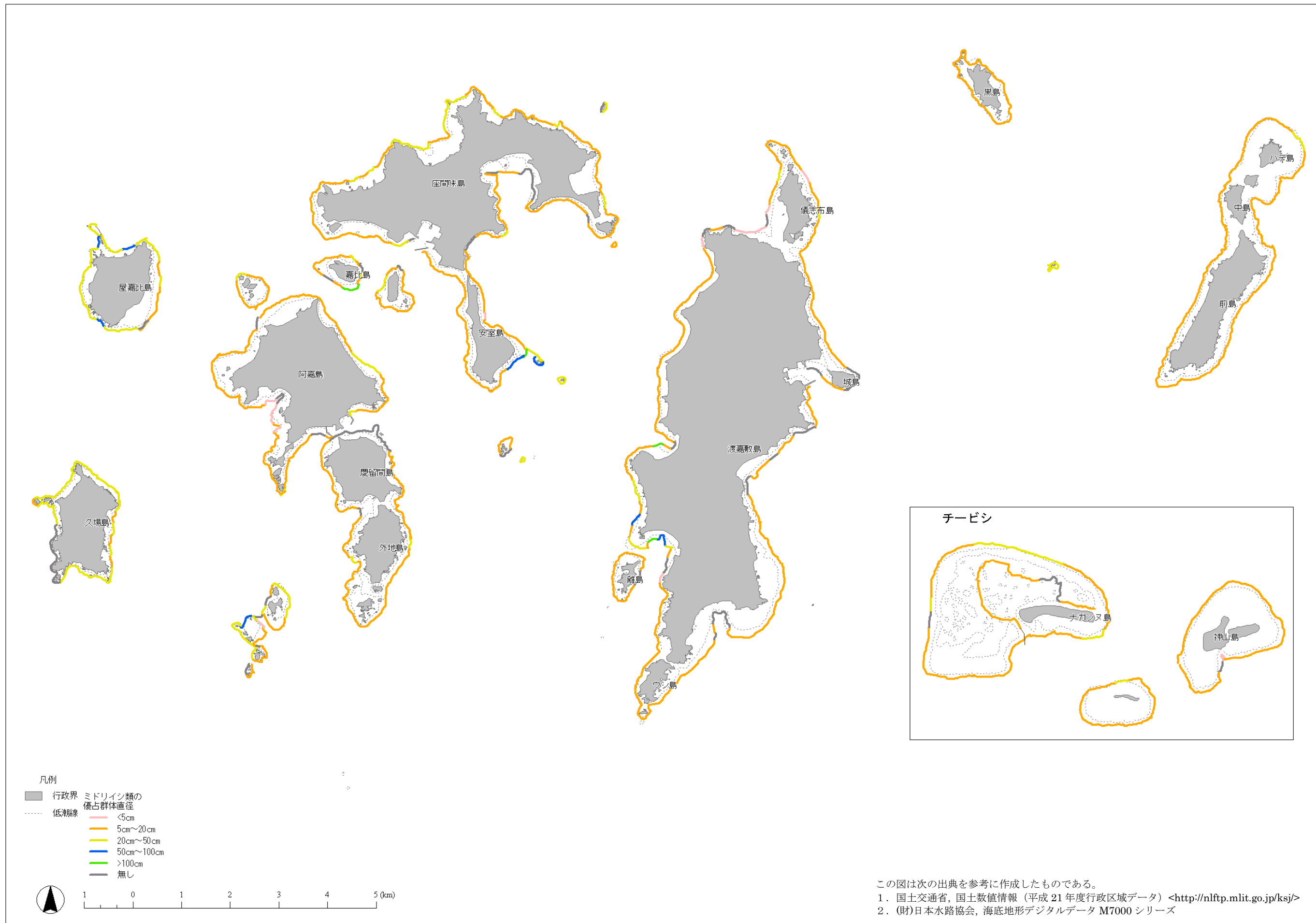


図 2-1-17. マンタ法による調査結果 (ミドリイシ類の優占群体直径)

(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2-1-18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、慶良間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、慶良間地域の広い範囲に散在していた(表2-1-10)。慶良間地域のスポットチェック調査では、渡嘉敷島西の1地点のみがサンゴ被度被度10%未満であった。

表2-1-10. サンゴ被度が50%以上の地点が確認された地域

	地域
慶良間地域	ナガンヌ島礁池、クエフ島礁池、神山島礁池、黒島南礁斜面、渡嘉敷島北東礁斜面、渡嘉敷島阿波連ビーチ前礁池、屋嘉比島東及び西礁斜面、久場島西礁斜面、奥武島西礁斜面

慶良間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。

ナガンヌ島礁池(sp110223o)で、枝状コモンサンゴ類が優占する被度63.3%のサンゴ群集が確認された。この地点ではユビエダハマサンゴの大型群体やショウガサンゴ、トゲサンゴ、ハナヤサイサンゴなどもみられた。

渡嘉敷島阿波連ビーチ前(sp101122o005)の礁池には枝状のミドリイシ類やハマサンゴ類、アナサンゴモドキ類が優占する被度61.7%のサンゴ群集が確認された。渡嘉敷島西のヒジュイシ(sp101122o003)では、枝状ミドリイシ類、塊状ハマサンゴ類、被覆状コモンサンゴ類が優占する被度48.3%のサンゴ群集が確認された。ヒジュイシは、慶良間地域でオニヒトデが大発生した際に最重要保全区域として指定され、重点的な駆除が行われた地点である。

嘉比島南(sp100805o005)では、枝状ミドリイシ類が優占する被度38.3%のサンゴ群集が確認された。嘉比島南は、慶良間地域でオニヒトデが大発生した際に最重要保全区域として指定され、重点的な駆除が行われた地点である。座間味島北(sp100805o004)では、卓状ミドリイシ類が優占する被度33.3%のサンゴ群集が確認された。

阿嘉島東のニシバマ(sp100805o006)では、多種混成群集の被度30.0%のサンゴ群集が確認された。ニシバマは慶良間地域でオニヒトデが大発生した際に最重要保全区域として指定され、重点的な駆除が行われた地点である。奥武島(sp100804o003)では、卓状ミドリイシ類、枝状ミドリイシ類、被覆状アナサンゴモドキ類が優占する被度53.3%のサンゴ群集が確認された。

屋嘉比島周辺は慶良間地域の中で最もサンゴ被度の高い海域であるが、スポットチェック調査ではサンゴ被度50%以上の地点が2地点記録されている。屋嘉比島西(sp100804o001)では卓状ミドリイシ類が優占し、屋嘉比島東(sp100805o003)ではミドリイシ類やハナヤサイサンゴ類、ハマサンゴ類、コモンサンゴ類、アオサンゴ、アナサンゴモドキ類などの多種混成群集が優占していた。

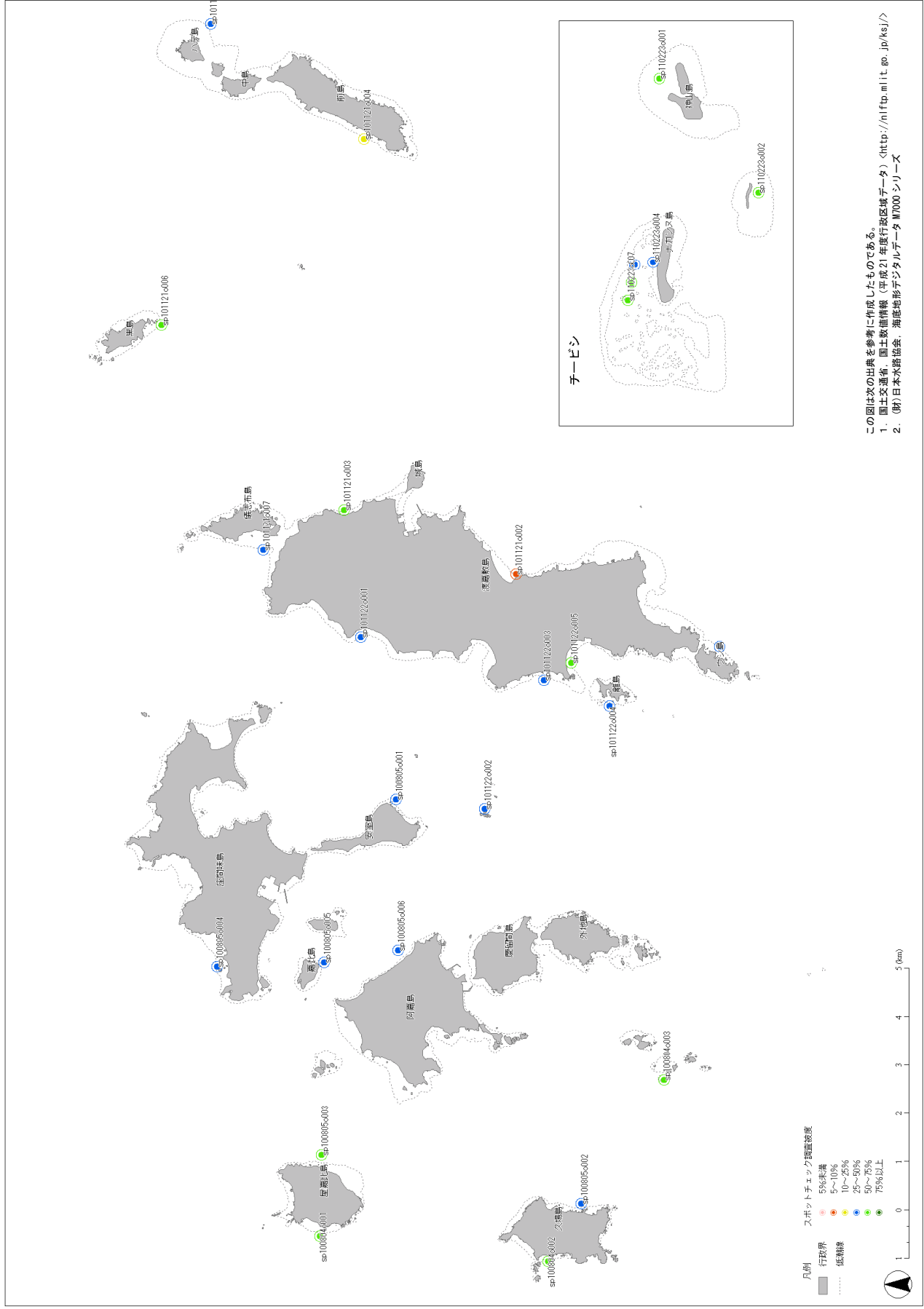













図2-1-18. スポットネットワーク法によるサンゴ被度

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）

		
屋嘉比島西 (sp100804o001)	奥武島 (sp100804o003)	屋嘉比島東 (sp100805o003)
		
座間味島北 (sp100805o004)	嘉比島南 (sp100805o005)	阿嘉島ニシバマ (sp100805o006)
		
渡嘉敷島西 (sp101122o003)	渡嘉敷島阿波連ビーチ前 (sp101122o005)	チービシナガンヌ礁池 (sp110223o)

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）

	
渡嘉敷島東 (sp101121o002)	前島南西 (sp101121o004)

(6) 大型卓状ミドリイシ群体直径 (スポットチェック法)

慶良間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、 $>120\text{cm}$ のランクが最も多かった(図2-1-19, 図2-1-21)。直径 100cm 以上の群体が観察された地点は、ハテ島東、ウン島東、渡嘉敷島ヒジュイシ、阿波連ビーチ前、渡嘉敷島離島、座間味島北西、嘉比島南、阿嘉島ニシハマ、屋嘉比島西、久場島西など広く点在して確認された。特に、渡嘉敷島ヒジュイシでは 180cm 、ハテ島東では 170cm と大きかった。

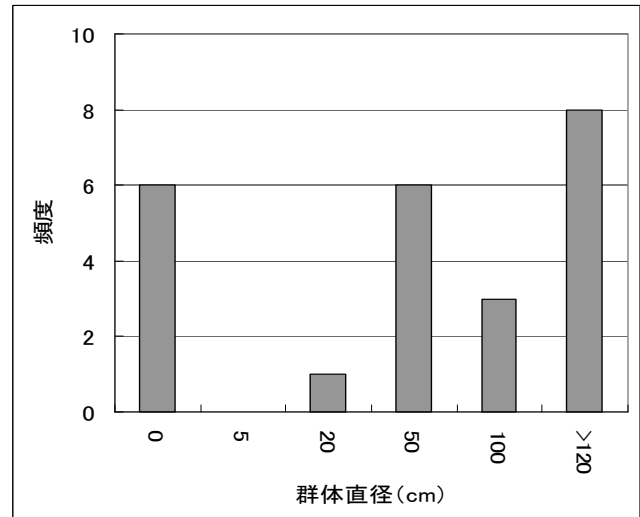


図2-1-19. 卓状ミドリイシ群体最大直径

慶良間地域では、オニヒトデを重点的に駆除する重要サンゴ礁海域が指定されている。重要サンゴ礁海域に指定されている海域の内、渡嘉敷島ヒジュイシ、安室島、嘉比島、阿嘉島ニシハマの卓状ミドリイシ群体直径は、他のスポットチェック調査地点の結果と比べ比較的大きく、これはオニヒトデが重点的に駆除され、サンゴ群集が守られたためだと考えられる。

(7) ミドリイシ小型群体密度 (スポットチェック法)

慶良間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 5 群体以下がほとんどであるが、10 群体を超えた座間味島北のような地点も確認された(図2-1-20, 図2-1-22)。

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/ 0.25m^2 であったため(平成22年度実施)、慶良間地域のミドリイシ小型群体密度は、沖縄島本島地域と比較すると同程度かやや高いと考えられる。また、モニタ

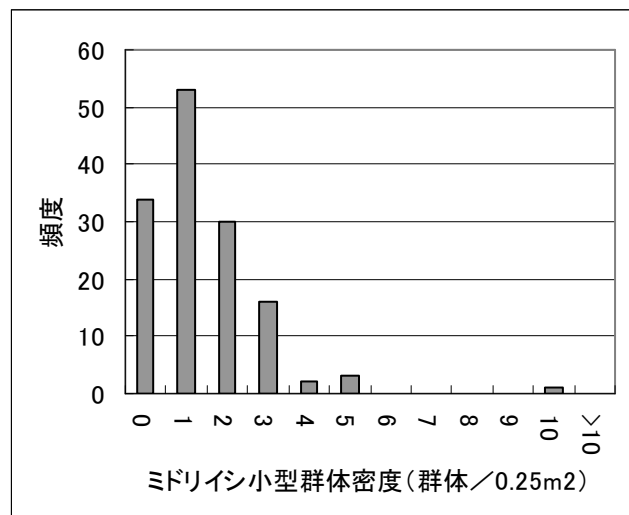


図2-1-20. ミドリイシ小型群体密度

リングサイト 1000 において 2005 年に行われた調査によると、八重山では 10 群体/ 0.25m^2 を超える地点も多く(環境省自然環境局生物多様性センター2006)、慶良間地域におけるミドリイシ小型群体密度は八重山地域と比較すると低いと考えられる。

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、前島周辺、渡嘉敷島アリガー、渡嘉敷島アラリ、座間味島北西であった。その他の多くの地点では低い密度(2 群体未満/ 0.25m^2)であった。

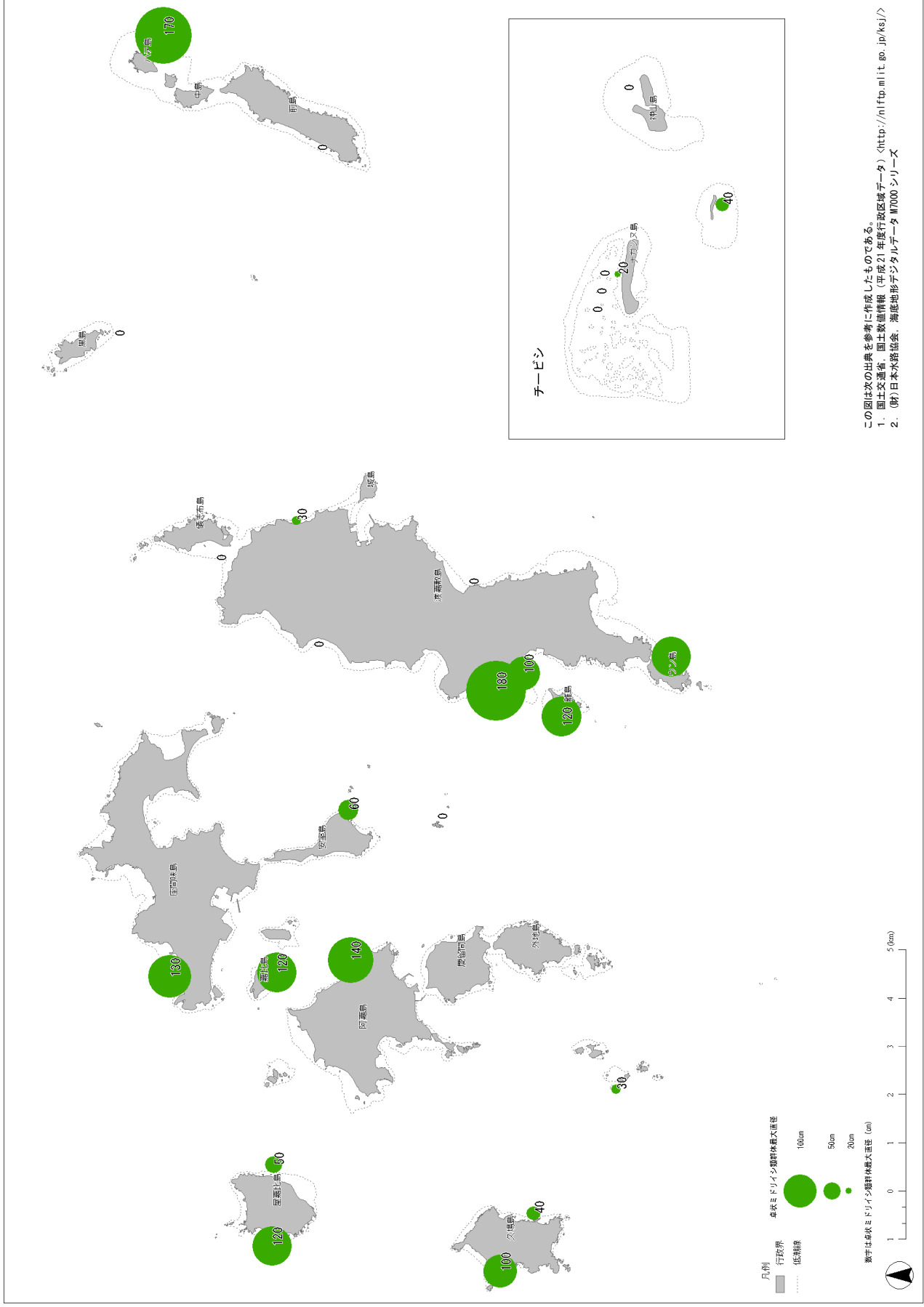


図2-1-21. スポットチェック法による卓状ミドリシ類大型群体直径最大値 (cm)

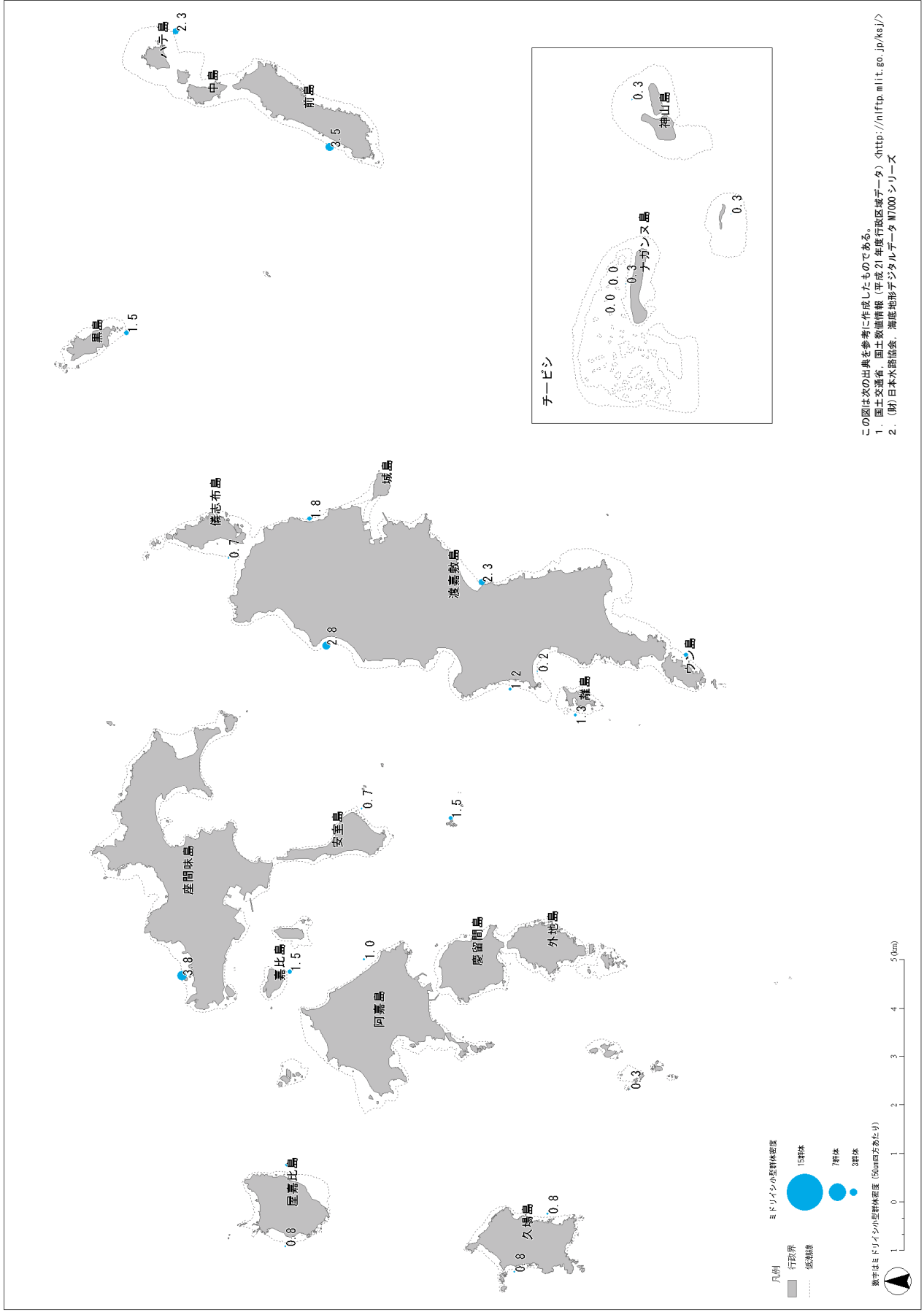


図2-1-22. スポットチェック法によるミドリイン類小型群密度 (個/50cm 四方)

2-1-2. 白化現象

慶良間地域ではマンタ調査においてサンゴの白化はほとんど確認されていない（図2-1-23）。これは、調査時期が主に6月中旬と8月上旬であり、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2-1-11. 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%	99.4	99.8	99.8	99.8
白化の程度(白化したサンゴ群集の割合)毎の割合	5%	0.3	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.	0.2	0.2	0.2	0.2

N. D. はデータ無し

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。

表2-1-12. 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	98.36
BBD	0.00
WS	0.26
骨格異常	0.00
その他	1.13
N.D.	0.25

N. D. はデータ無し

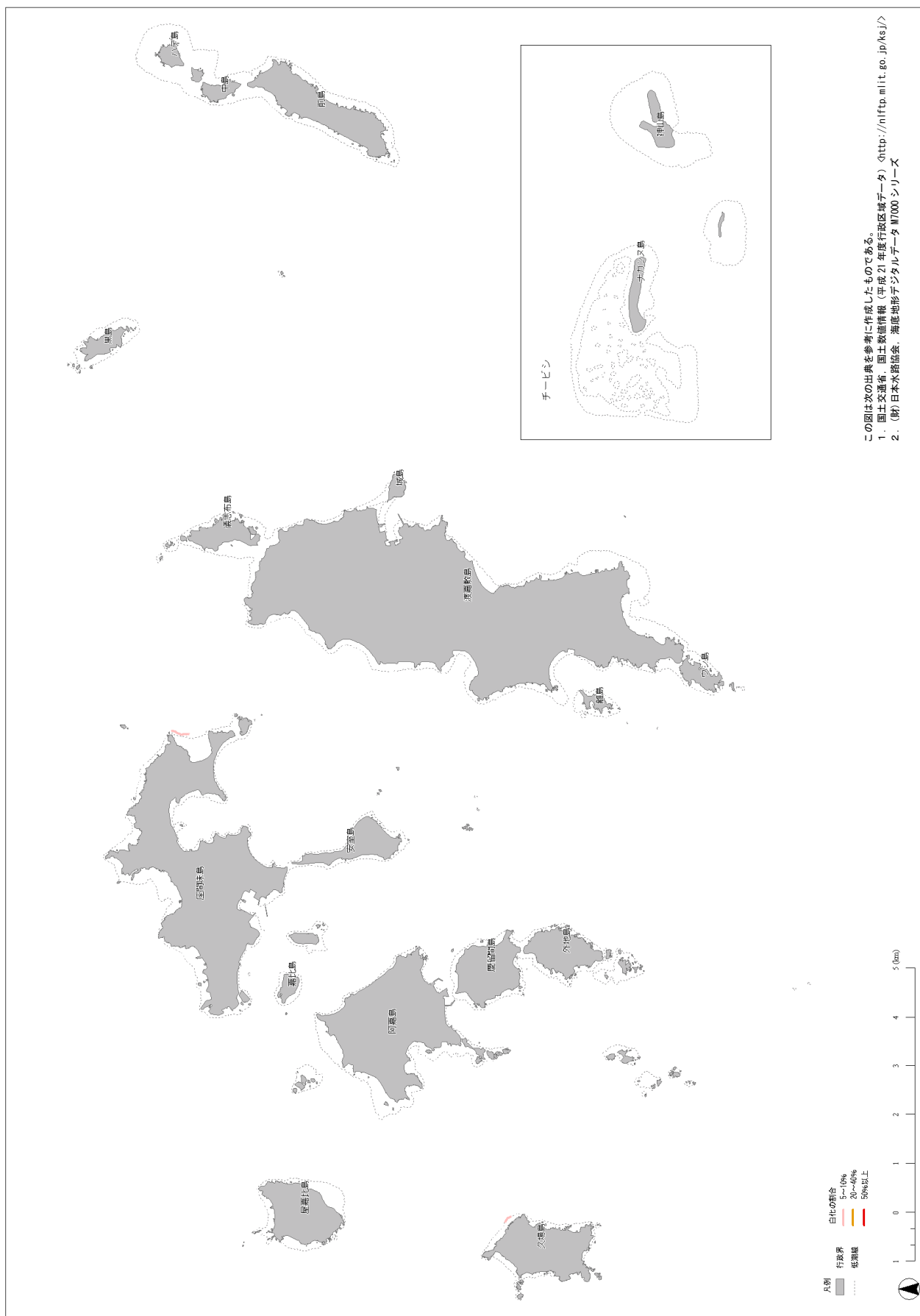


図2-1-2-3. マンタ法によるサンゴの白化割合

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

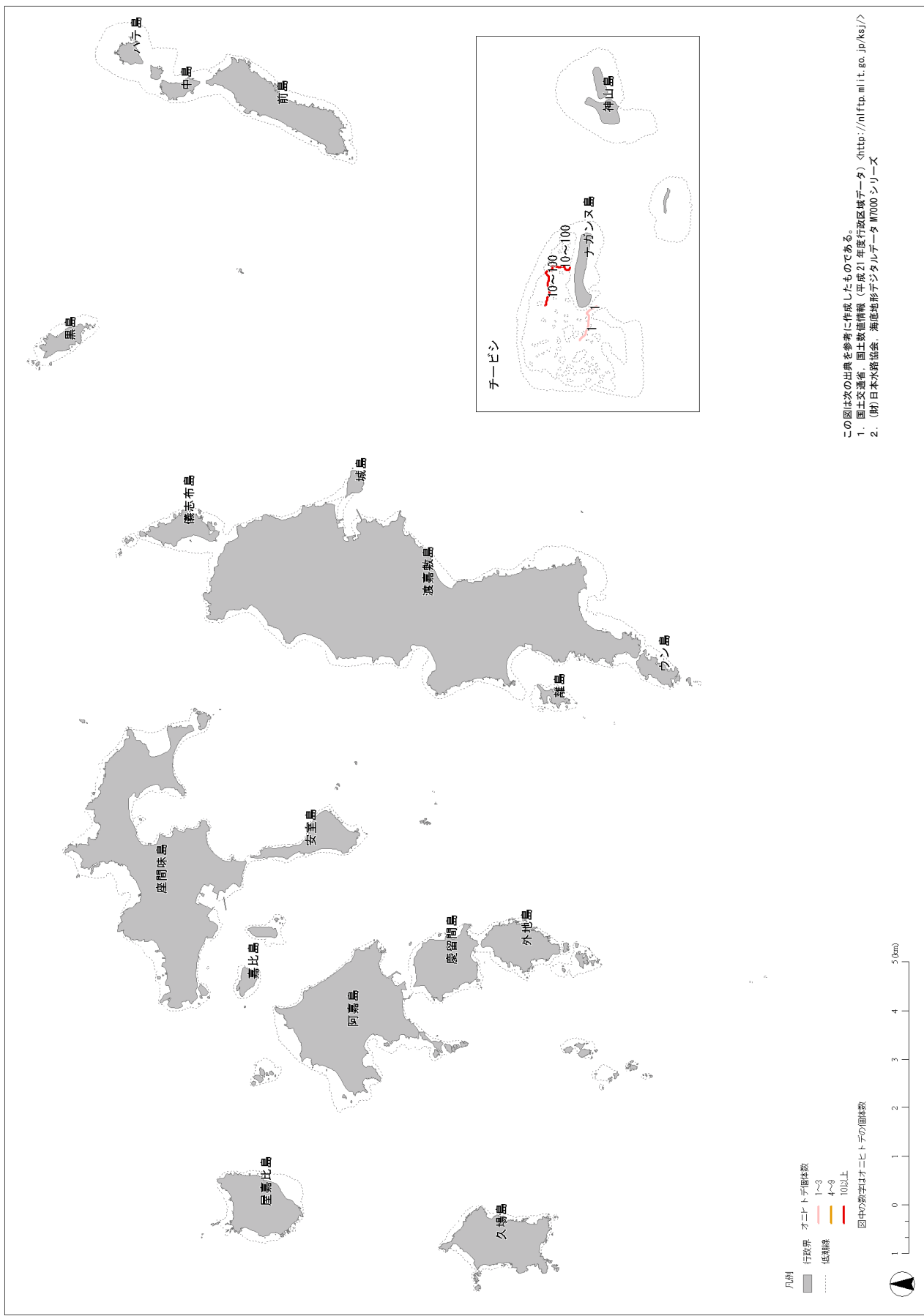
オニヒトデはサンゴを捕食するため、大発生した際に大きな打撃をサンゴ群集に与える。今回はマンタ調査、スポットチェック調査ともに、オニヒトデの個体数とその大きさ、食痕数を調査した。オニヒトデの食痕は、1個体が複数の食痕を残している場合があるため、1かたまりとなった複数の食痕は1つとしてカウントした。

今回のマンタ調査で得られた、慶良間地域におけるオニヒトデ個体数を図2-1-24に、食痕数を図2-1-25に示す。座間味島や渡嘉敷島周辺では、オニヒトデの食痕は確認されたが少なく、個体もほとんど確認されていない。ナガンヌ島の礁池ではオニヒトデが多く確認されており、注意を要する。また、オニヒトデは確認されていないが、オニヒトデの食痕数が多く確認されている安室島東岸では、今後もオニヒトデの動向に注意を要する。

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2-1-26に示す。ほとんどの海域でオニヒトデの確認個体数は少ないが、ナガンヌ島周辺で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、注意を要する。

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2-1-27に示す。ナガンヌ島周辺とクエフ島周辺の礁池ではオニヒトデが5個体以上確認されており、特に多かった。

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ナガンヌ島周辺の礁池は、被度の高いサンゴ群集が確認されており、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。
 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://mftp.mit.go.jp/kzsj/>
 2. (財)日本水産開発、海底地形デジタルデータM7000シリーズ

図2-1-24. マンタ法によるオニヒトデ個体数（個/2分 or 120m）

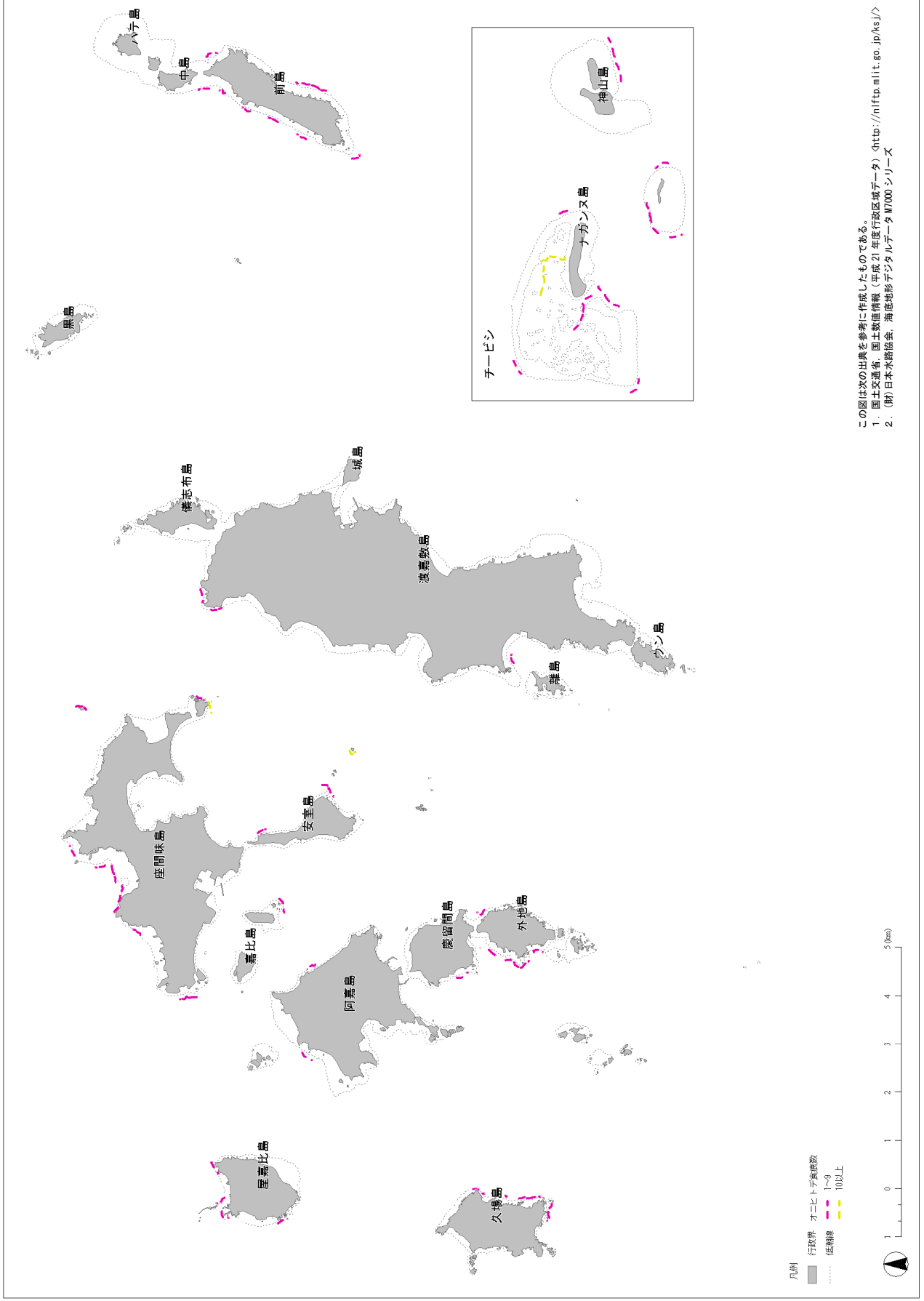


図2-1-25. マンタ法によるオニヒトデ食痕数（個/2分 or 120m）

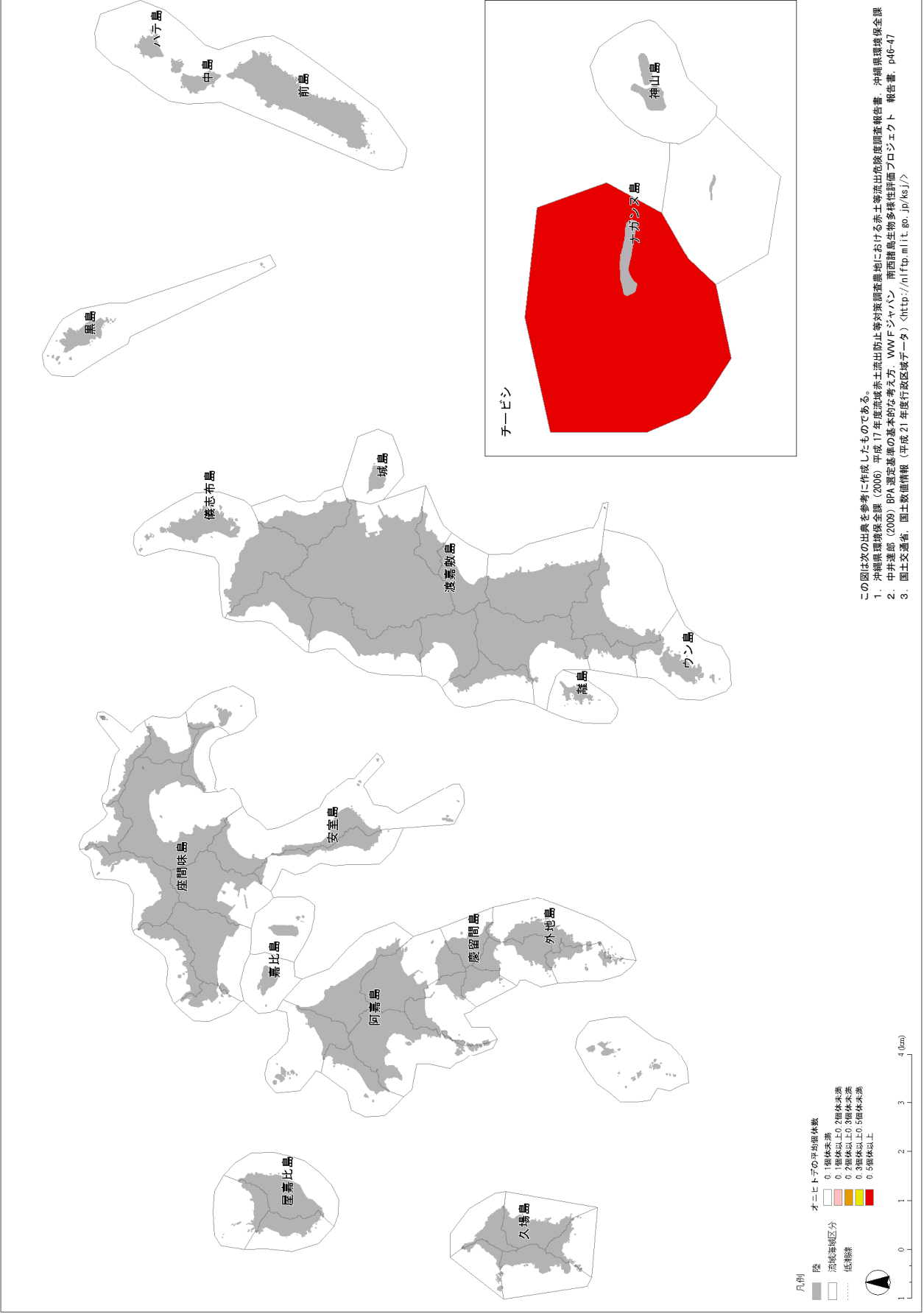


図 2-1-2-6. マンタ法による陸域海域区分毎のオニヒトデ個体数平均ランク

図中の流域海域区分は、岬、水路、礁原（礁嶺）などの地形が半円錐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。陸域の流域と陸域の流域と陸域の流域を組み合わせた区分。

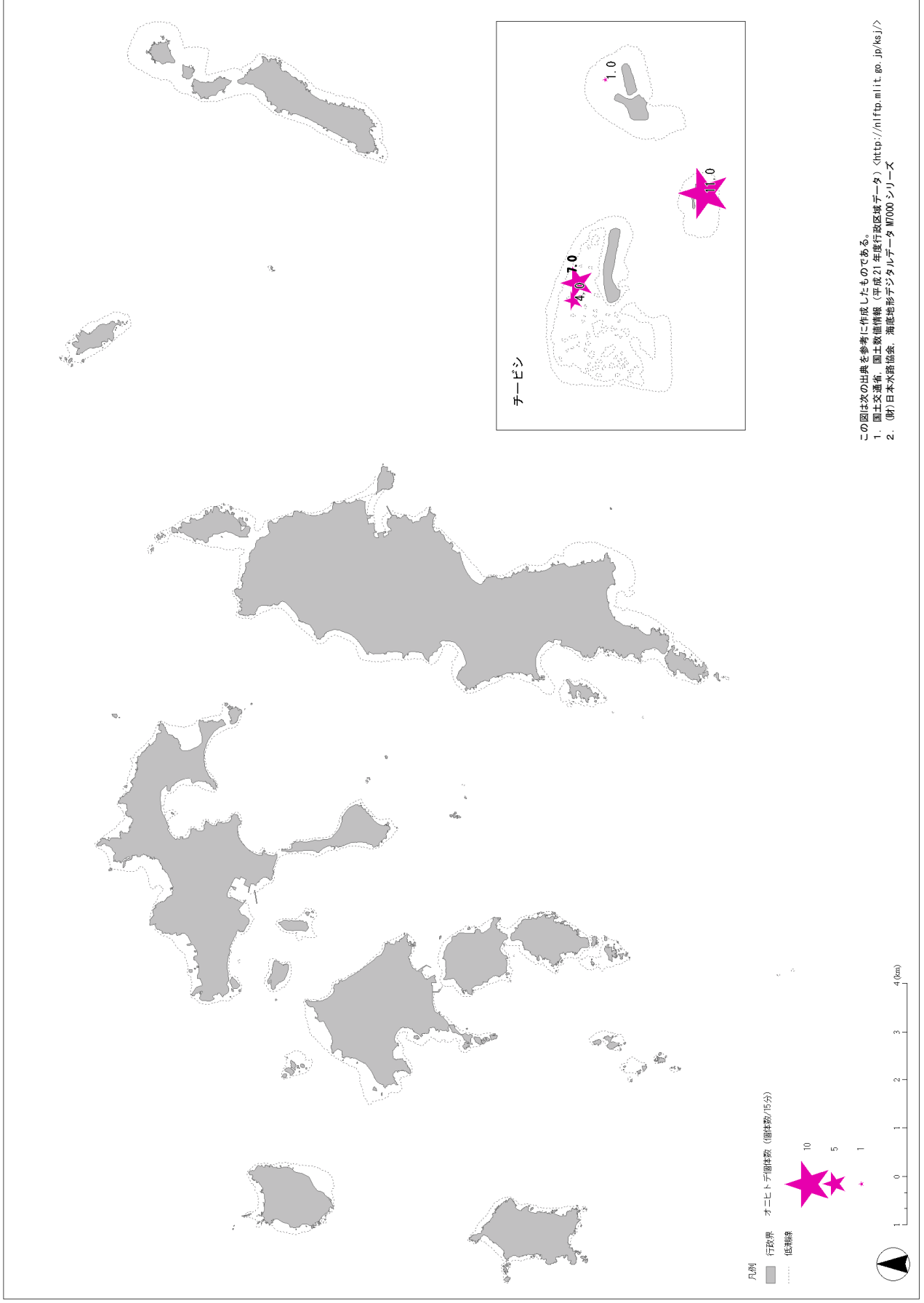


図2-1-27. スポットチェック法によるオニヒト子個体数 (個/15分)

(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0.1%で、ほとんど確認されなかった(表2-1-13)。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0.5%とほとんど確認されなかった(表2-1-13)。被覆されたサンゴ群体数も100群体未満で、深刻な状況ではなかった。テルピオスが確認された地点は、ナガンヌ島北礁池などであった。

表2-1-13. 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	99.6	0.1	0.0	0.0
テルピオス	99.2	0.4	0.1	0.0

(4) 慶良間地域における食害生物の状況

オニヒトデは、ナガンヌ島周辺のマンタ調査で、要注意段階である個体数(0.22 個体/2分)が確認された。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2-1-14のように示しており、これによると、ナガンヌ島周辺は大発生段階である。ナガンヌ島では、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高い。必要であれば駆除などの対策を検討するべきである。

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2-1-14. オニヒトデ個体数と発生状態段階.

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

2-2-2. その他の生物

(1) ソフトコーラル

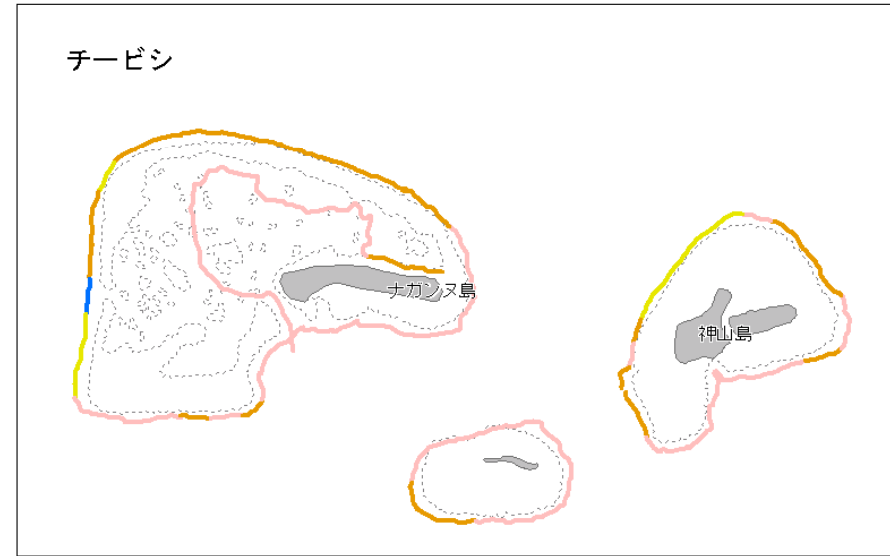
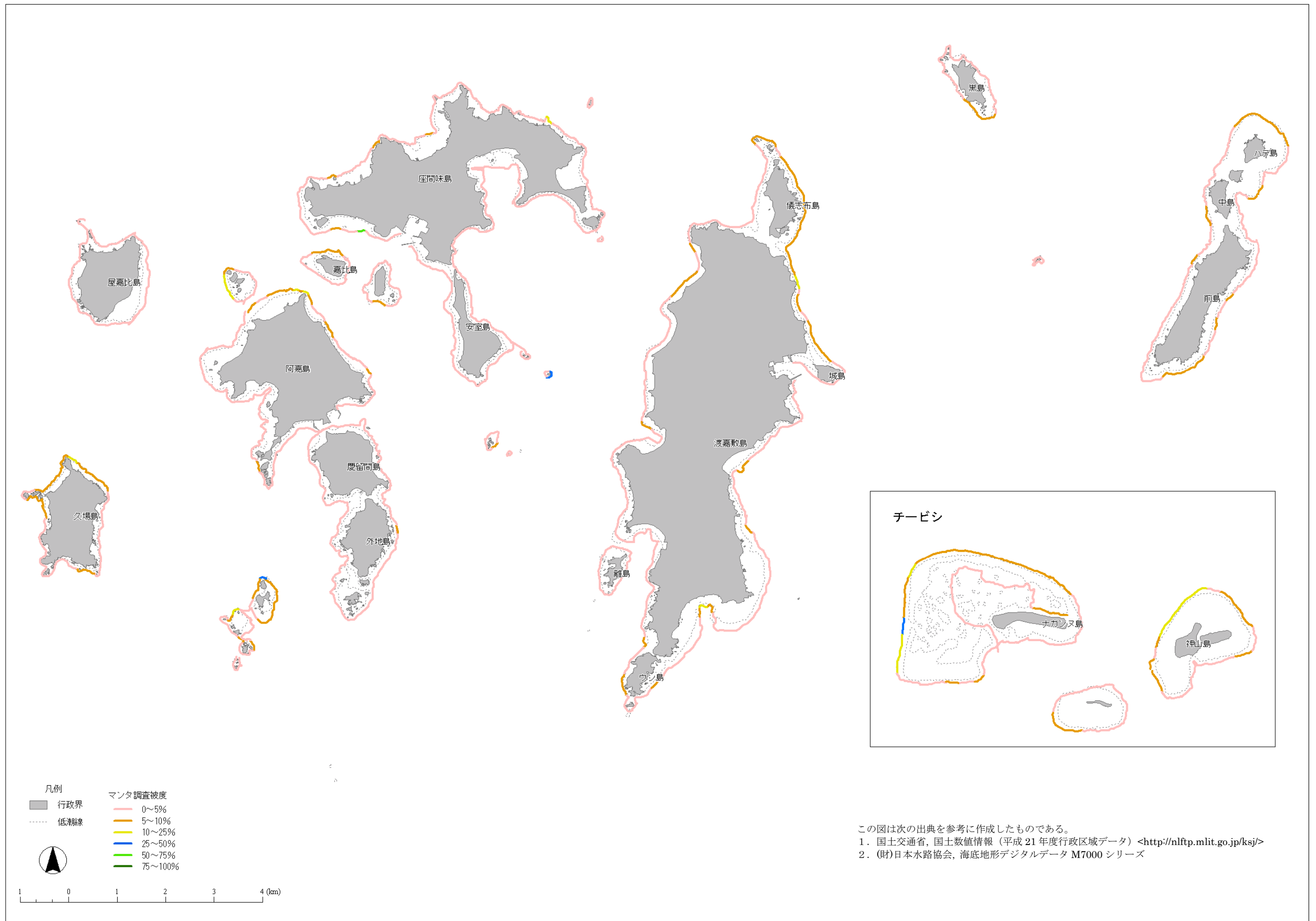
波あたりや水質などの環境条件によって、サンゴと同所的に出現し、同時に競争的な底生生物であるソフトコーラルをマンタ法で調査した。調査の結果を被度ランク別の割合で表2-1-15に示す。全体の約9割は、10%以下の低い被度であった。ソフトコーラルの被度ランクが高かった海域はナガンヌ島西や安室島西、座間味島阿真南、奥武島北などの狭い範囲でみられた(図2-1-29)。

表2-1-15. 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%	79.4
5~10%	17.6
10~25%	2.3
25~50%	0.4
50~75%	0.1
75~100%	0.0



図2-1-28. 慶良間地域でソフトコーラルが優占する範囲はごく一部(座間味島阿真礁斜面)



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 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

図 2-1-29. 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2-1-16に示す。

海藻類は調査したほとんどの場所で被度が1~5%であった。阿護の浦西岸の礁池的な環境の狭い範囲で、海藻の被度ランクが25%以上であった(図2-1-31)。

海草類は調査したほとんどの場所で被度が0~5%であった。ナガンヌ島北礁池内で、50%以上の被度ランクが部分的に確認された(図2-1-32)。

表2-1-16. 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%	97.1	98.1
5~10%	2.1	0.5
10~25%	0.3	0.5
25~50%	0.3	0.3
50~75%	0.0	0.3
75~100%	0.0	0.0



図2-1-30. 慶良間地域で海草類が優占する範囲は広くない(ナガンヌ島礁池)

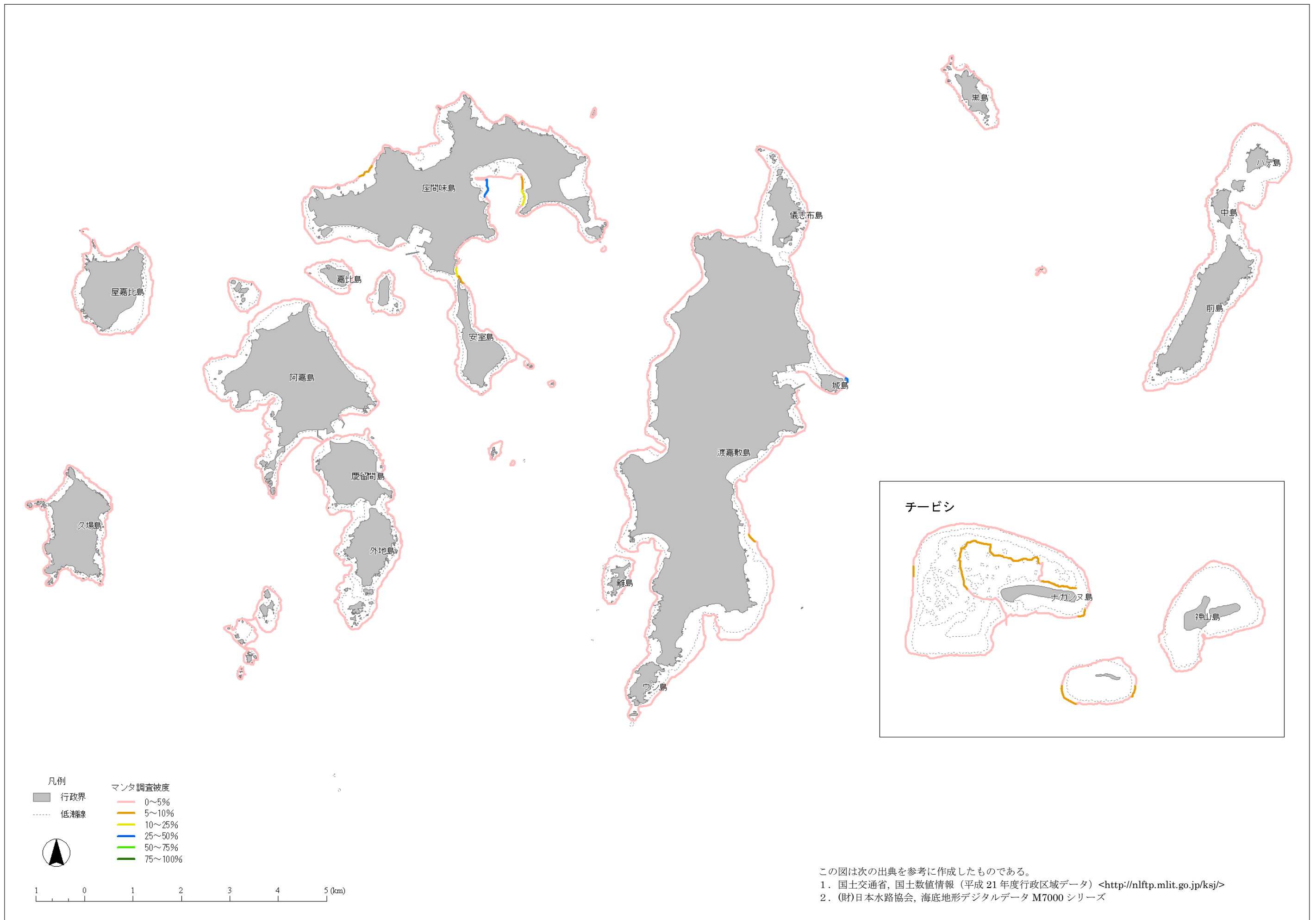


図 2-1-3 1. マンタ法による海藻被度 (%、海草類は含まれていない)

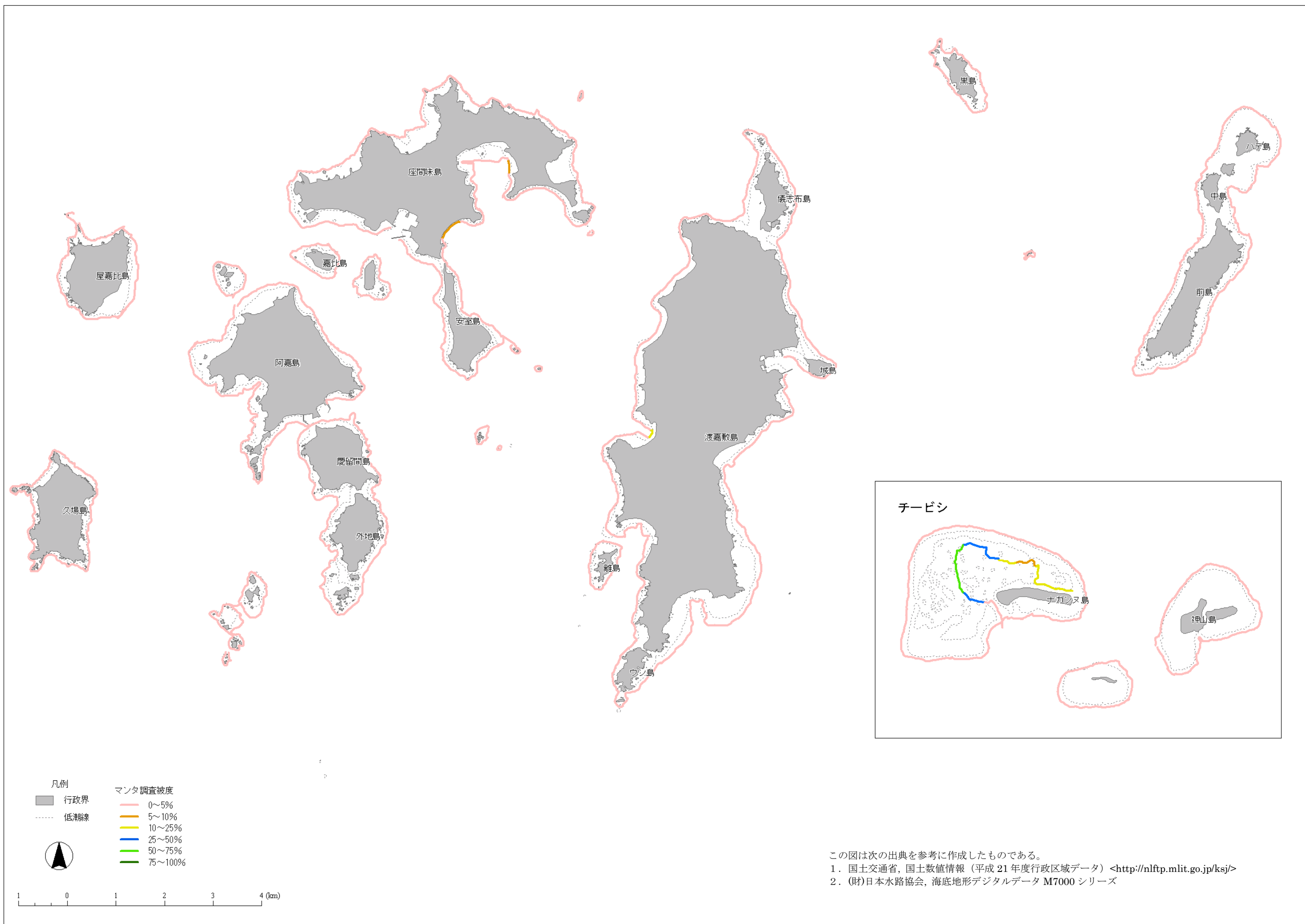


図 2-1-32. マンタ法による海草被度 (%、海藻類は含まれていない)

(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2-1-33~40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。

タマンやグルクンは一部で少なく、カハジャーやミーバイ、ミジュンは一部が多かった。イラブチャーやチョウチョウウオは全域で多く、一方ヒロサーは全域で少ない結果となった(表2-1-17)。

表2-1-17. 魚類調査の結果

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

一般名などで記録し、タマンはハマエビなどエビ類、イラブチャーはブダイ類、ミーバイはウチ類、カハジャーはモンガラカキ類、チョウチョウウオはチョウウオ類、ヒロサーはカササギ、グルクンはカサゴ類、ミジュンなどはミジンやヒメジなどとした。

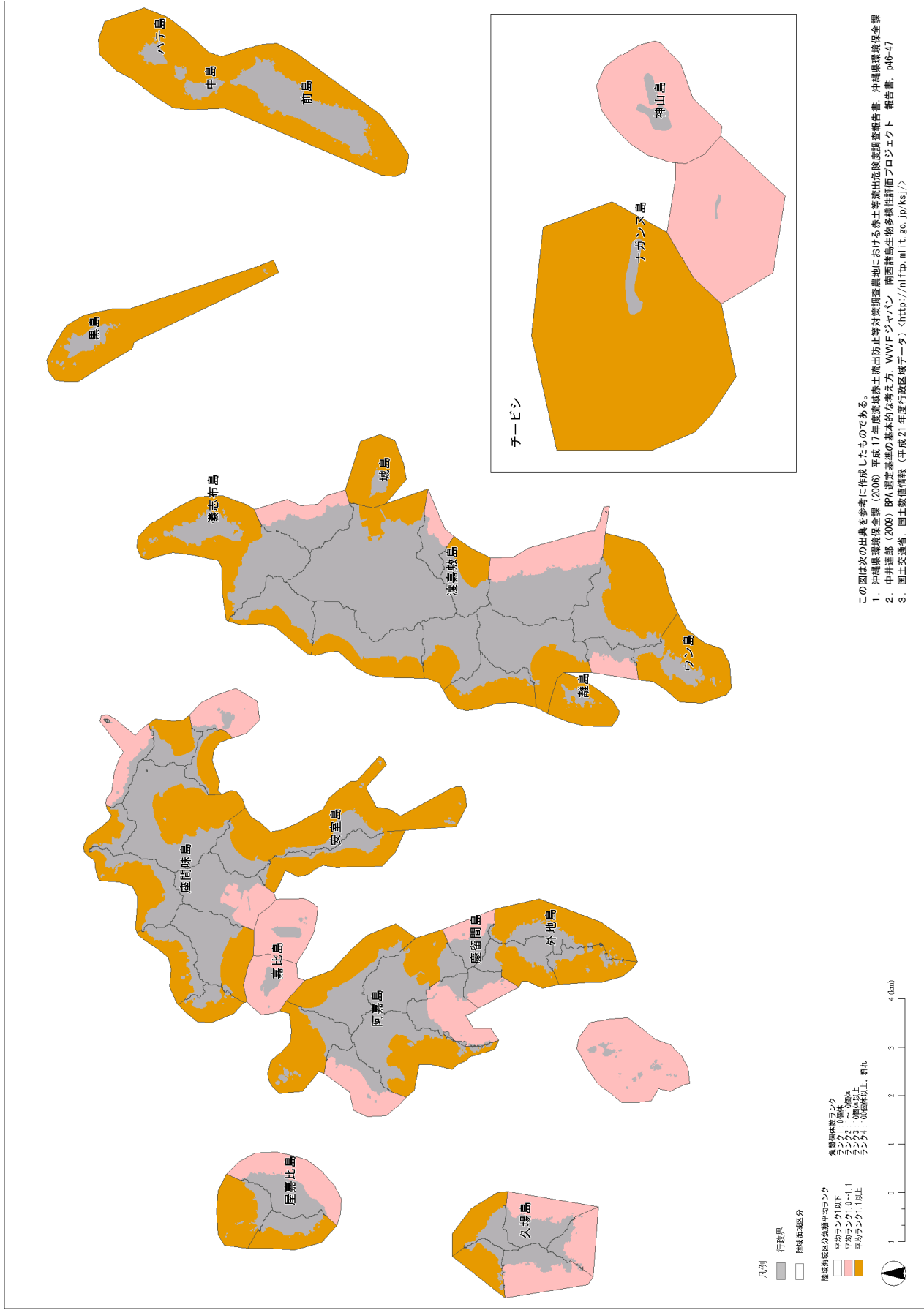


図2-1-3-3 マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (タマン)

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、陸域の流域ご相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

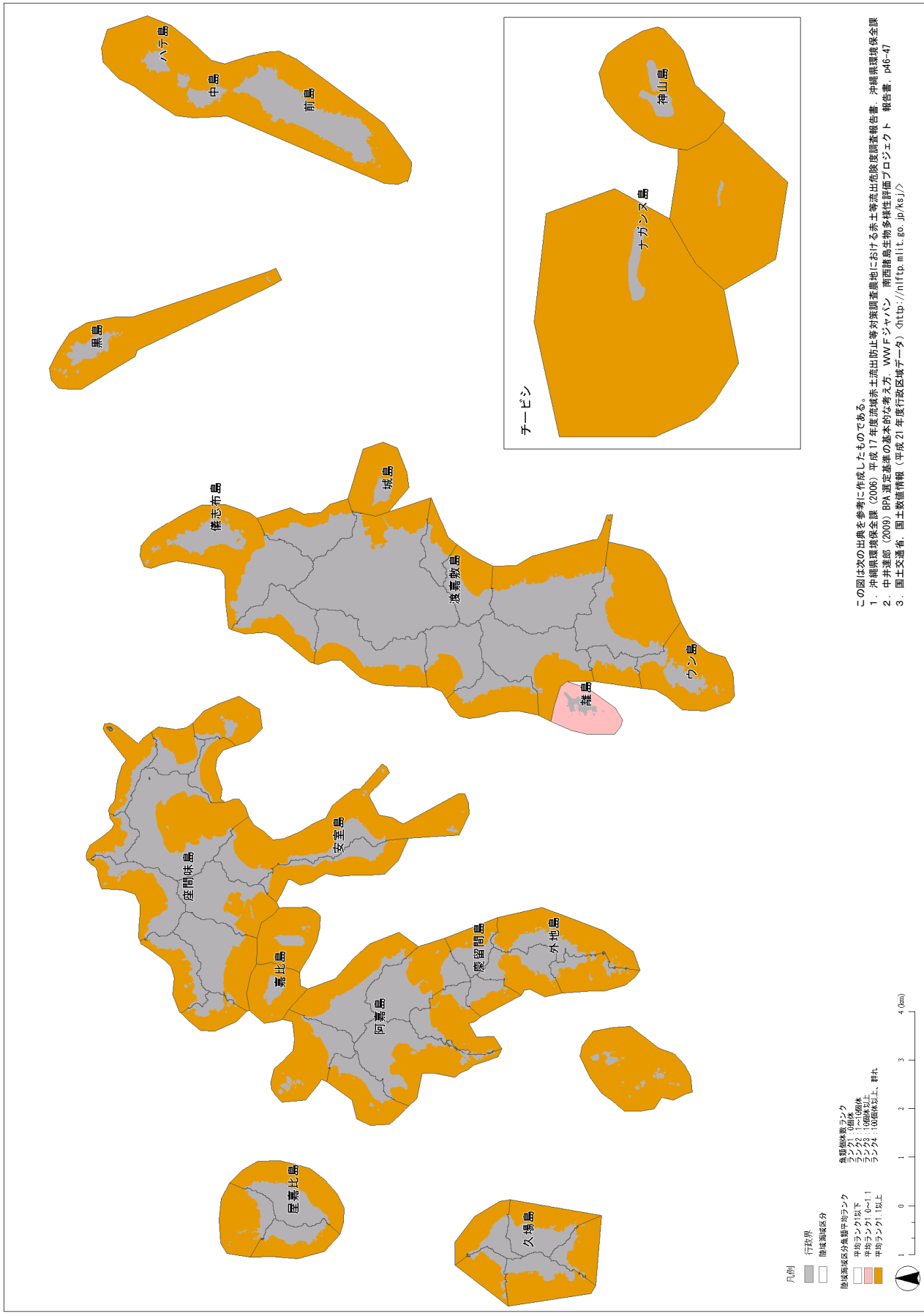


図 2-1-34. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (イラブチャ)

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、それらをも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。

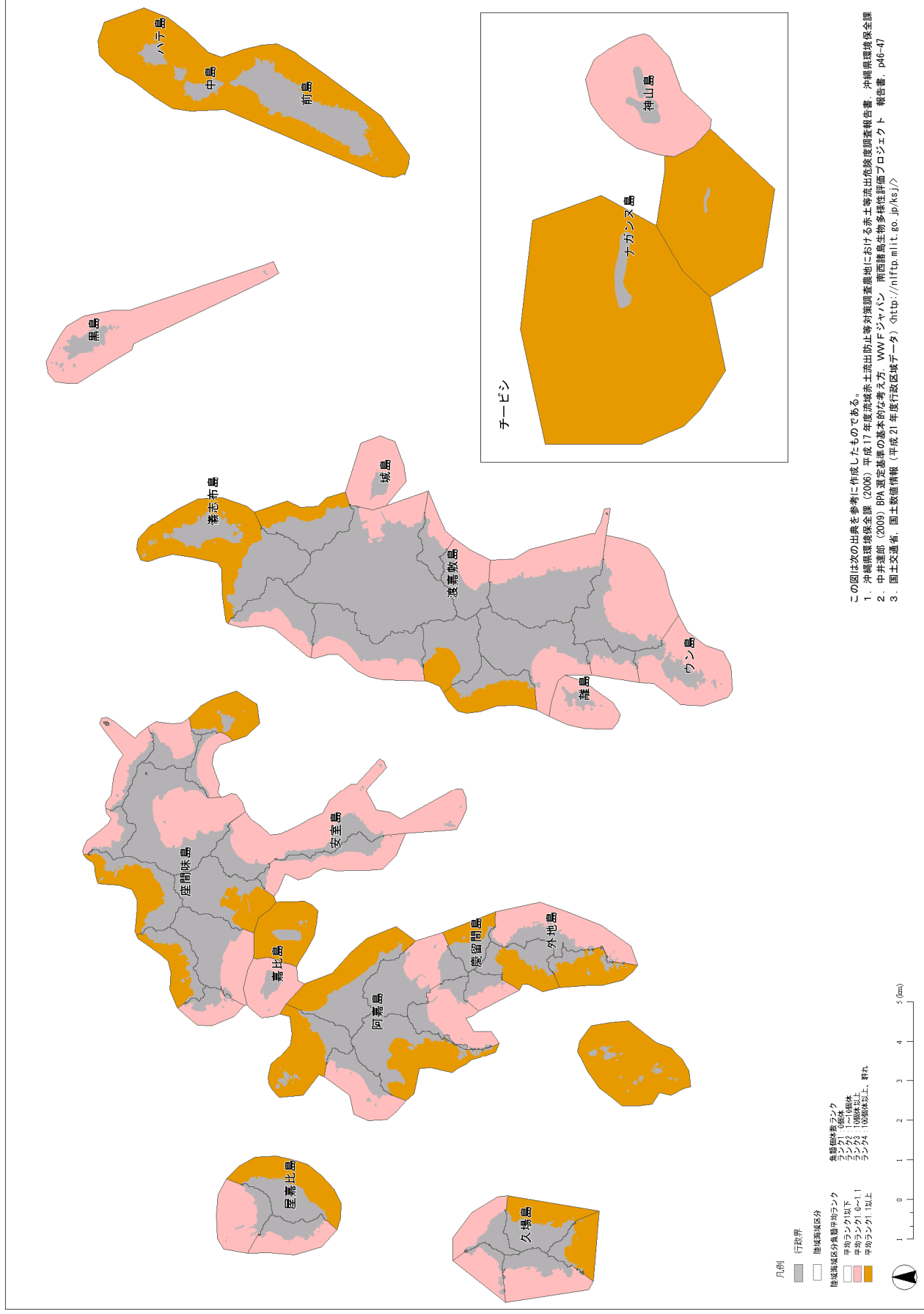


図 2-1-35. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (カハジャヤ)

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が半開閉鎖的な系を形成していることに注目し、それらをもとに生態学的な単位として捉え、陸域の流域と陸域の流域を組み合わせた区分。

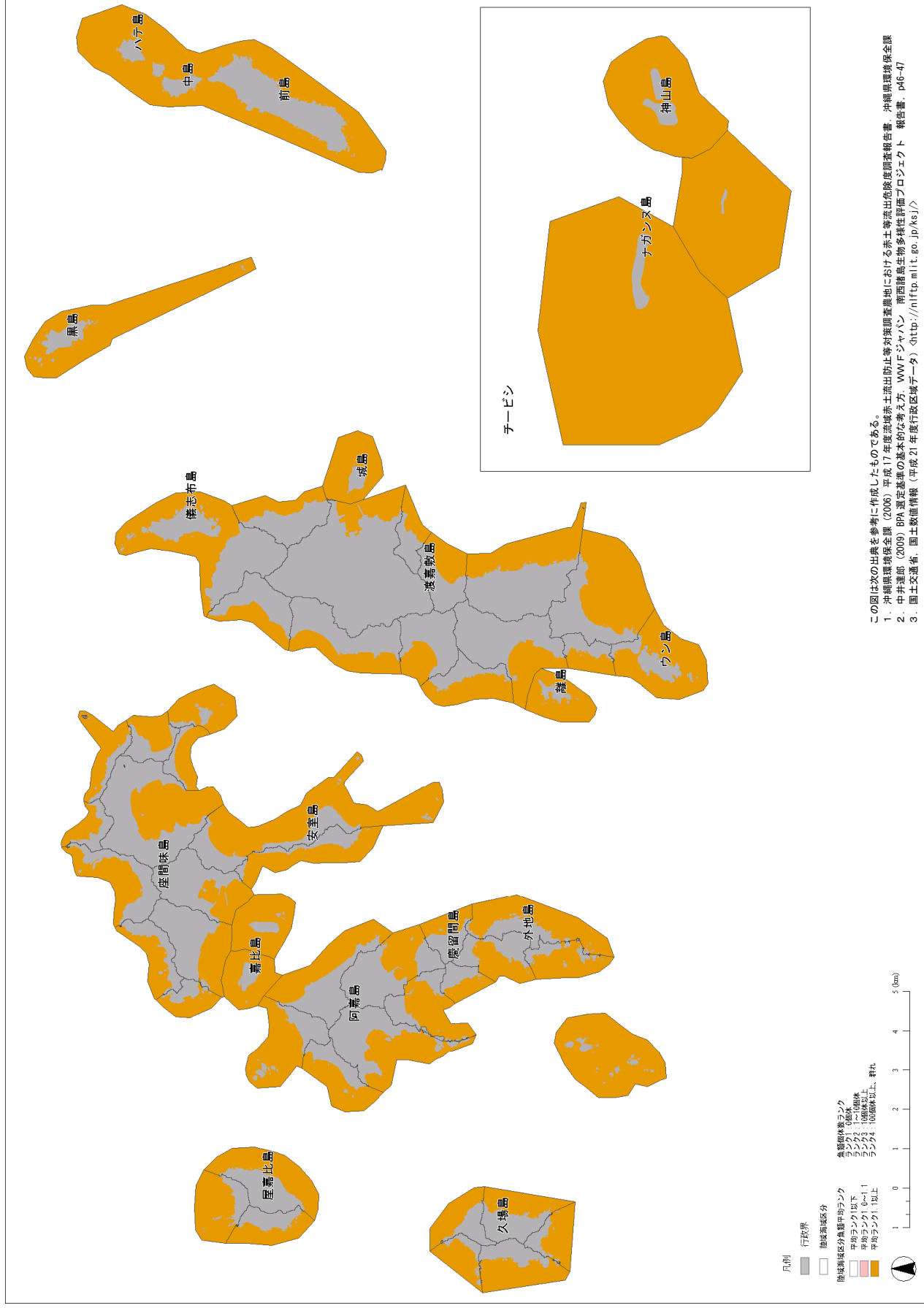


図2-1-36. マンタ法による魚類の陸域海区域毎の平均ランク (チヨウチヨウウオ)

図中の陸域海区域分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が半開鍵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区分。

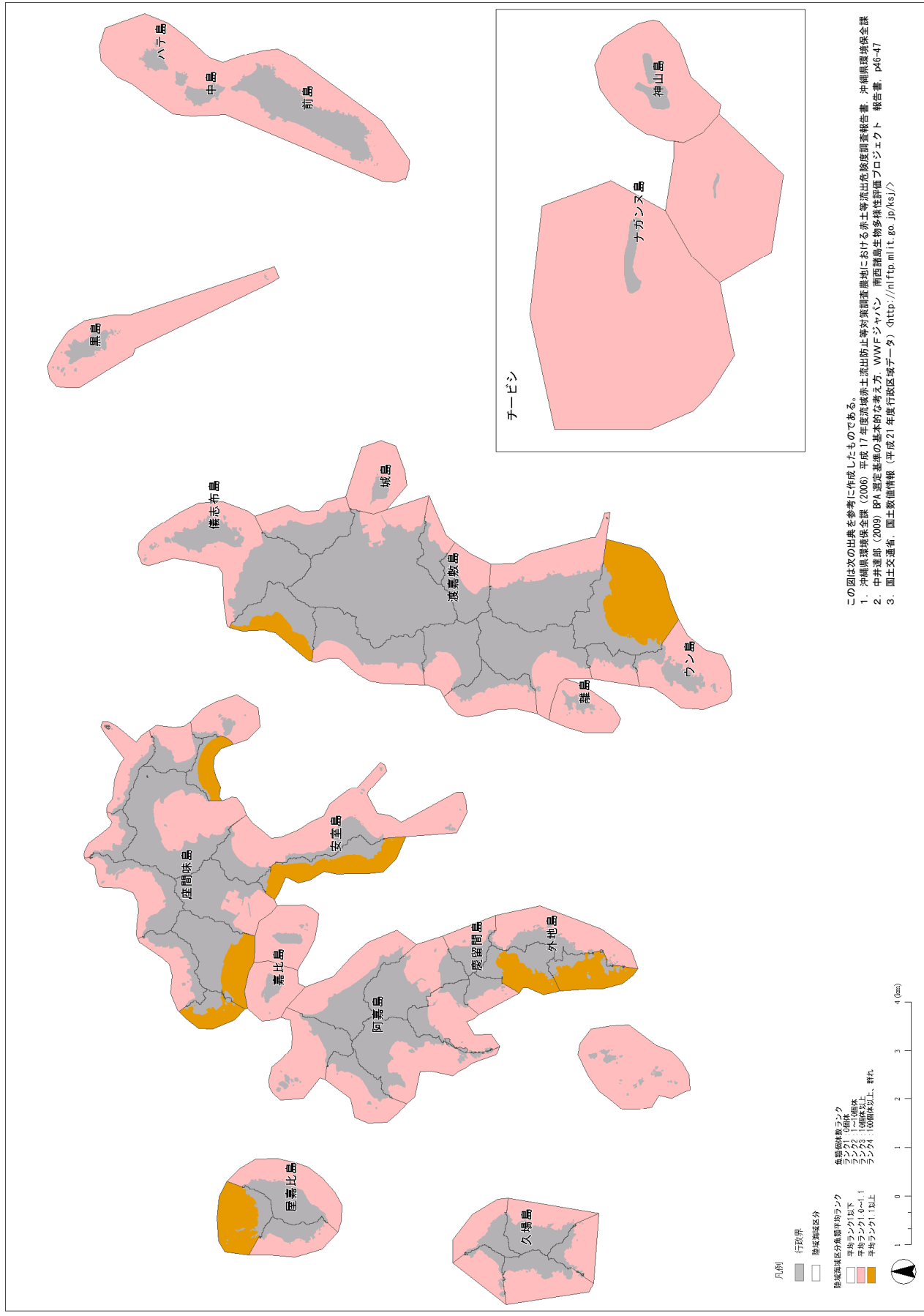


図2-1-37. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (ミーバイ)

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、それらをも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。

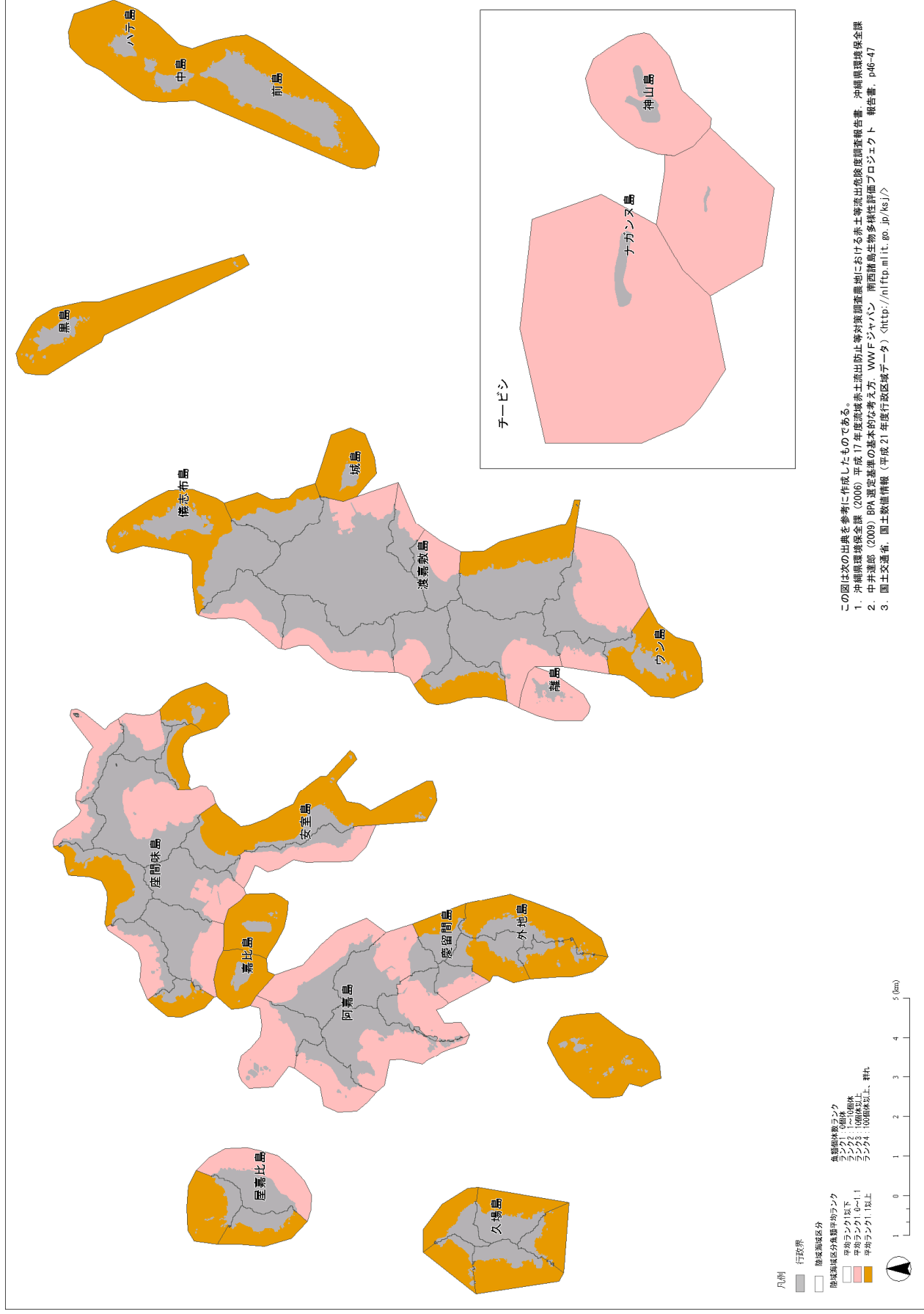


図 2-1-38. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (グルクン)

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が半開閉的な系を形成していることに注目し、それらを一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。

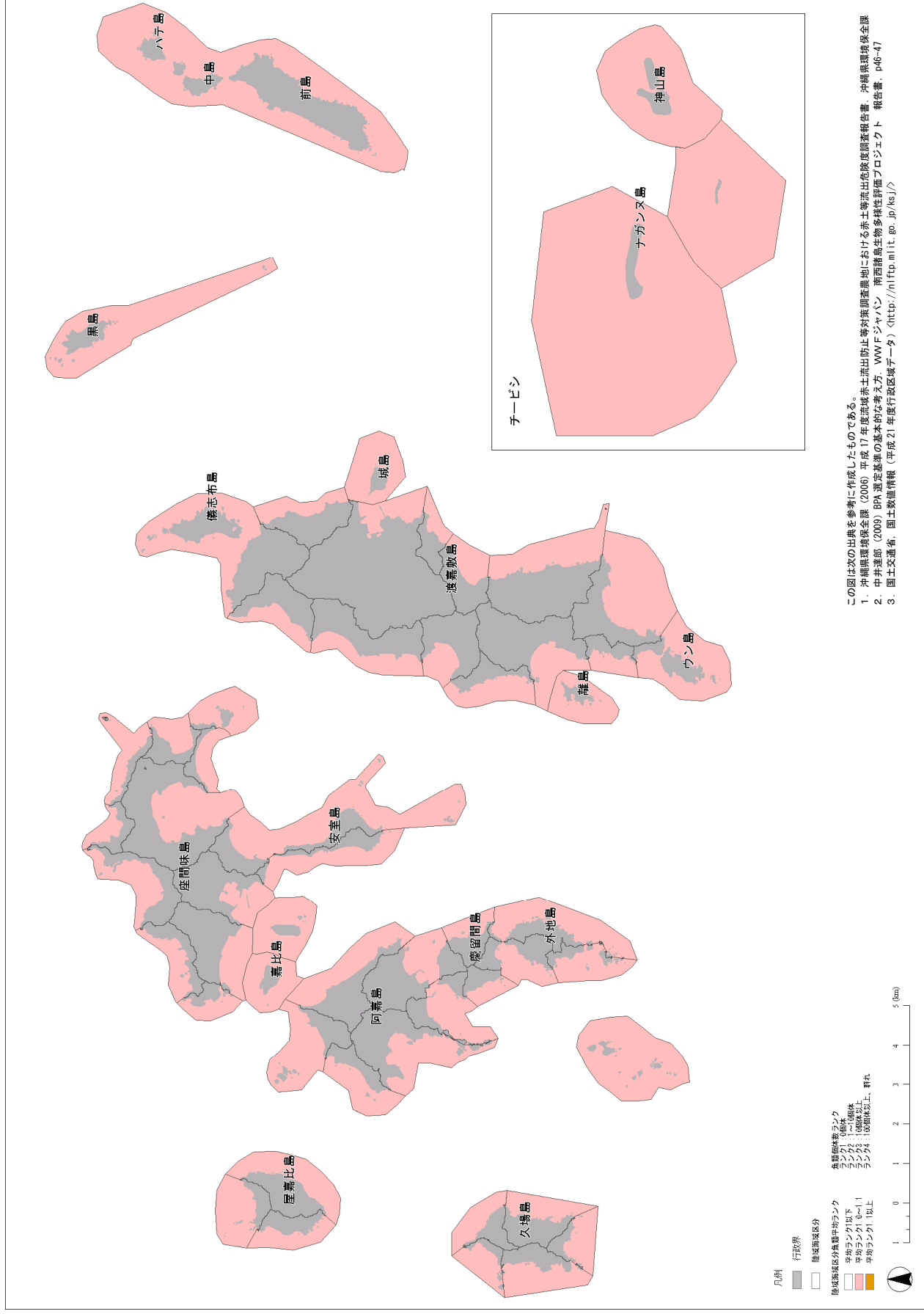


図 2-1-39. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (ヒロサウ)

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、それらを一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。

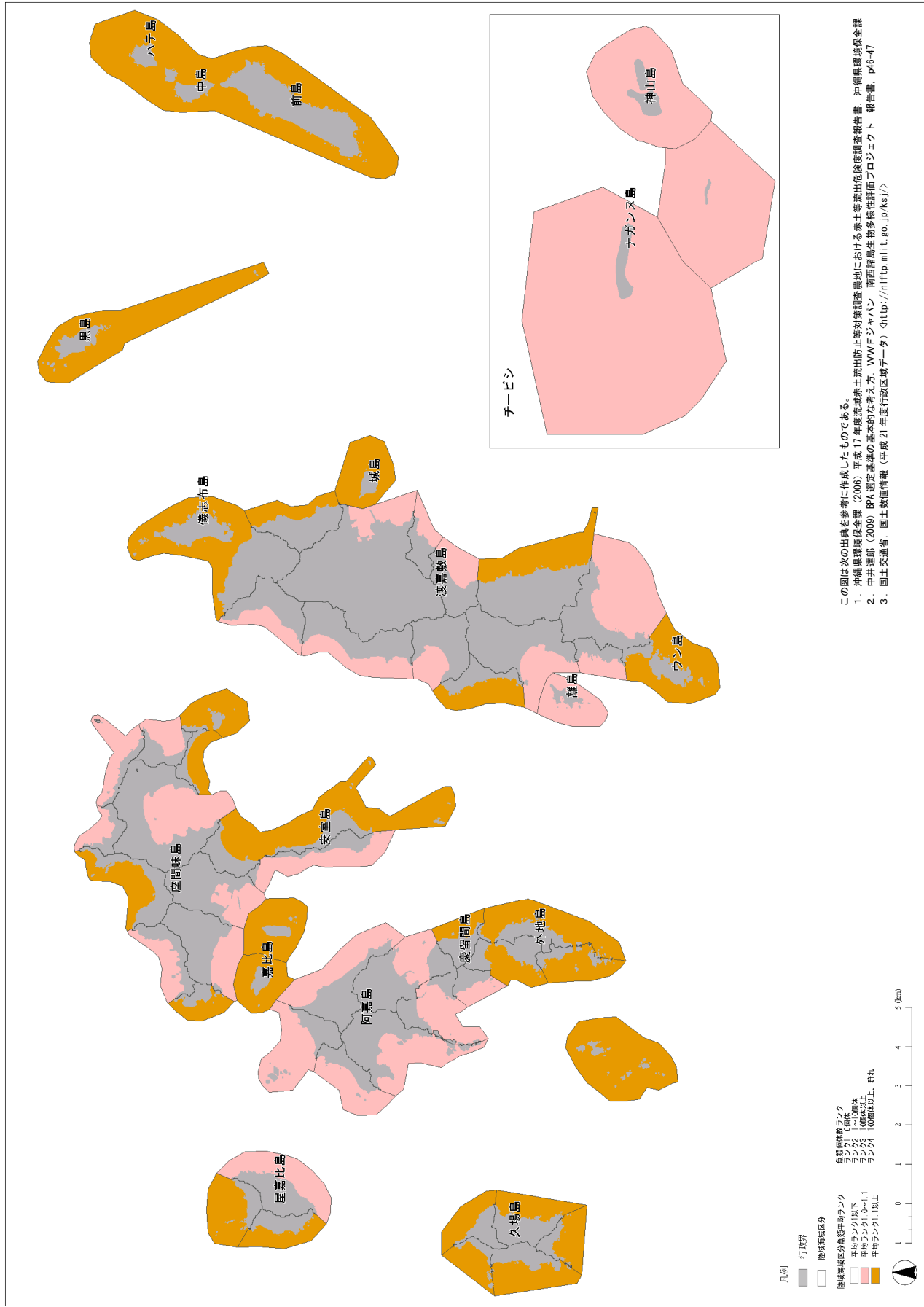


図 2-1-40. マンタ法による魚類の陸域海区域毎の平均ランク (ミジユン)

図中の陸域海区域分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が半円錐的な系を形成していることに注目し、それらを一ひとつの生態学的な単位として捉えた、陸域の流域と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2-1-42と図2-1-43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。慶良間地域ではほとんど全域で確認され、特に前島とナガンヌ島周辺で多かった。チービシは砂浜が多く、漁業・観光利用以外の人の利用が少ないことが関係しているかもしれない。確認された個体数が15個体以上の海域は、ナガンヌ島周辺であった。また、確認された個体数が5～15個体の海域は、神山島周辺、前島周辺、渡嘉敷島北～北西、阿嘉島岸、屋嘉比島西であった。

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。ウミヘビ類は、慶良間諸島の内海や前島周辺で確認され、諸島の外洋に面する地域では少ない傾向がみられた。確認された個体数が5個体以上の海域は、阿護の浦湾および安室島西であった。確認された個体数が1.5～5.0個体の海域は、前島周辺、渡嘉敷島北西、座間味島南西、安室島・安慶名敷島周辺、阿嘉島西であった。

但し、ウミガメ類とウミヘビ類も魚類と同様、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2-1-41. 調査で確認されたウミガメ類

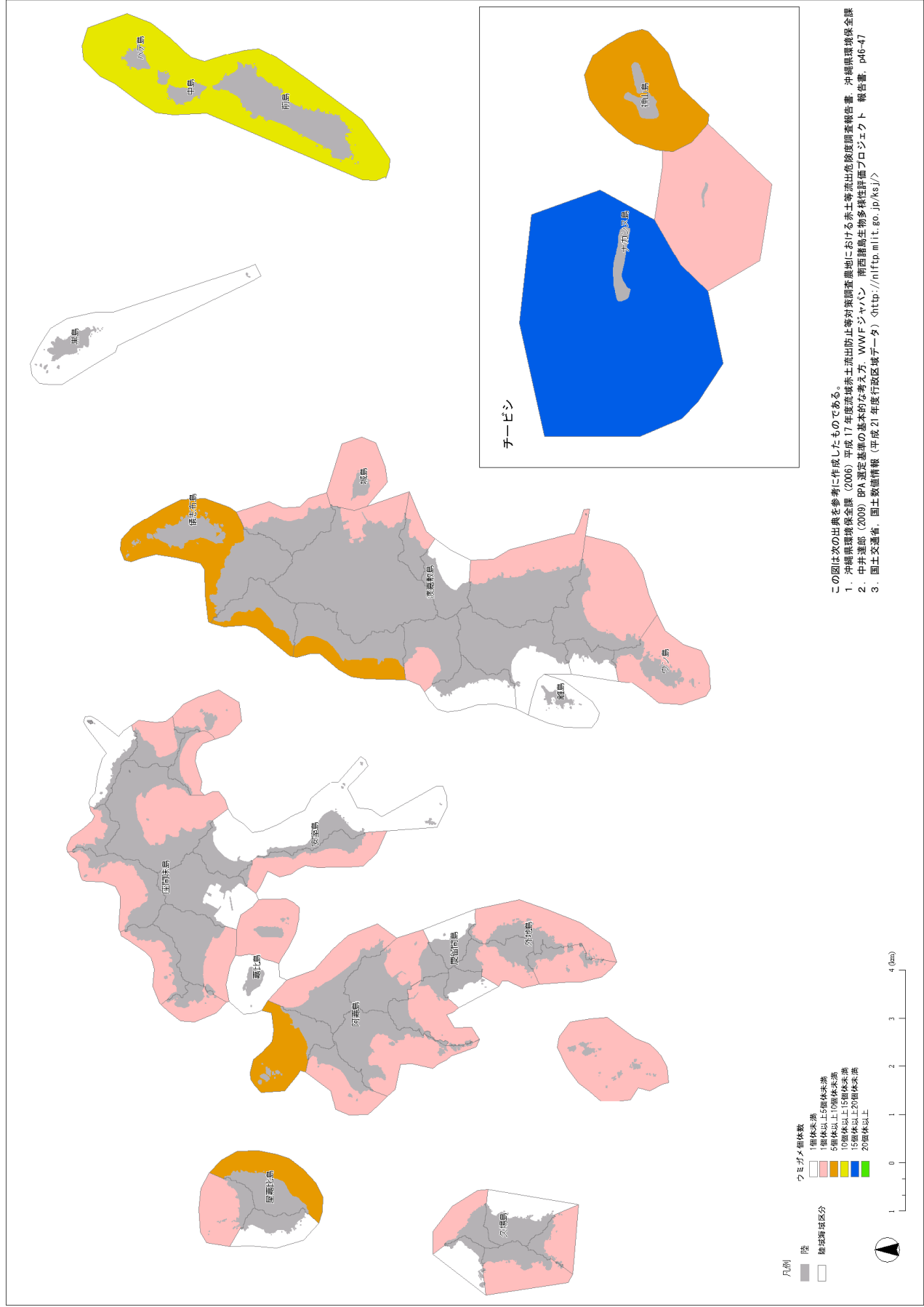


図2-1-4-2. マンタ法によるウミガメ類の陸域海区分毎の合計記録個体数

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区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

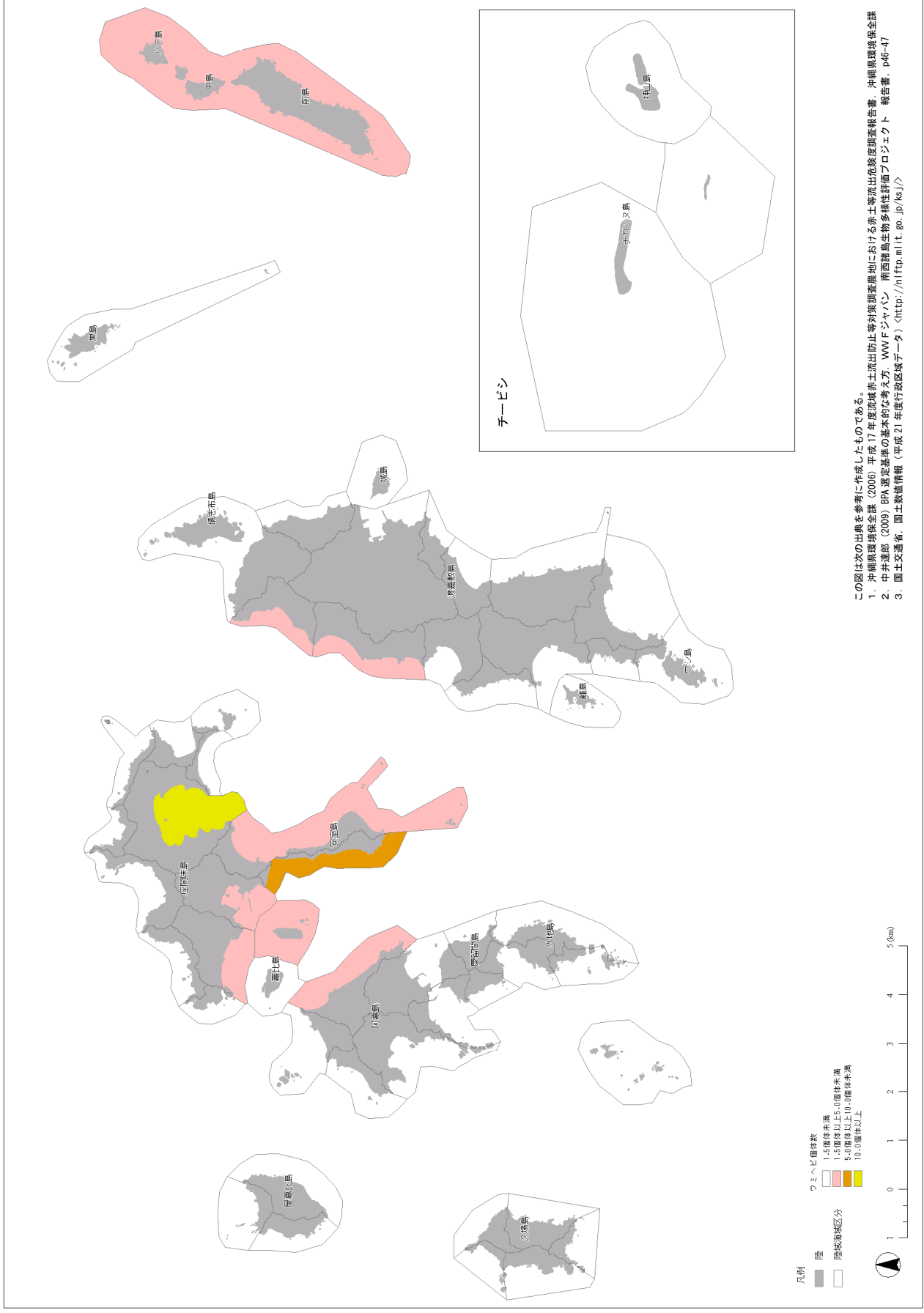


図 2-1-4-3. マンタ法によるウミヘビ類の陸域海区分毎の合計記録個体数

図中の陸域海区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形半群島系を形成していることに注目し、それらをもとに生態学的な単位として捉え、陸域の流域と陸域の流域を組み合わせ区分。

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2-1-44に示す。慶良間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4（濁る）以下であった。

2-3-2. 底質

マンタ調査による調査測線上の優占する底質は「岩」が最も多く（89.8%）、続いて「れき」、「砂」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2-1-18. 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	89.8
れき	5.2
砂	3.0
泥	0.0
岩とれき	1.7
れきと砂	0.3
岩と砂	0.0

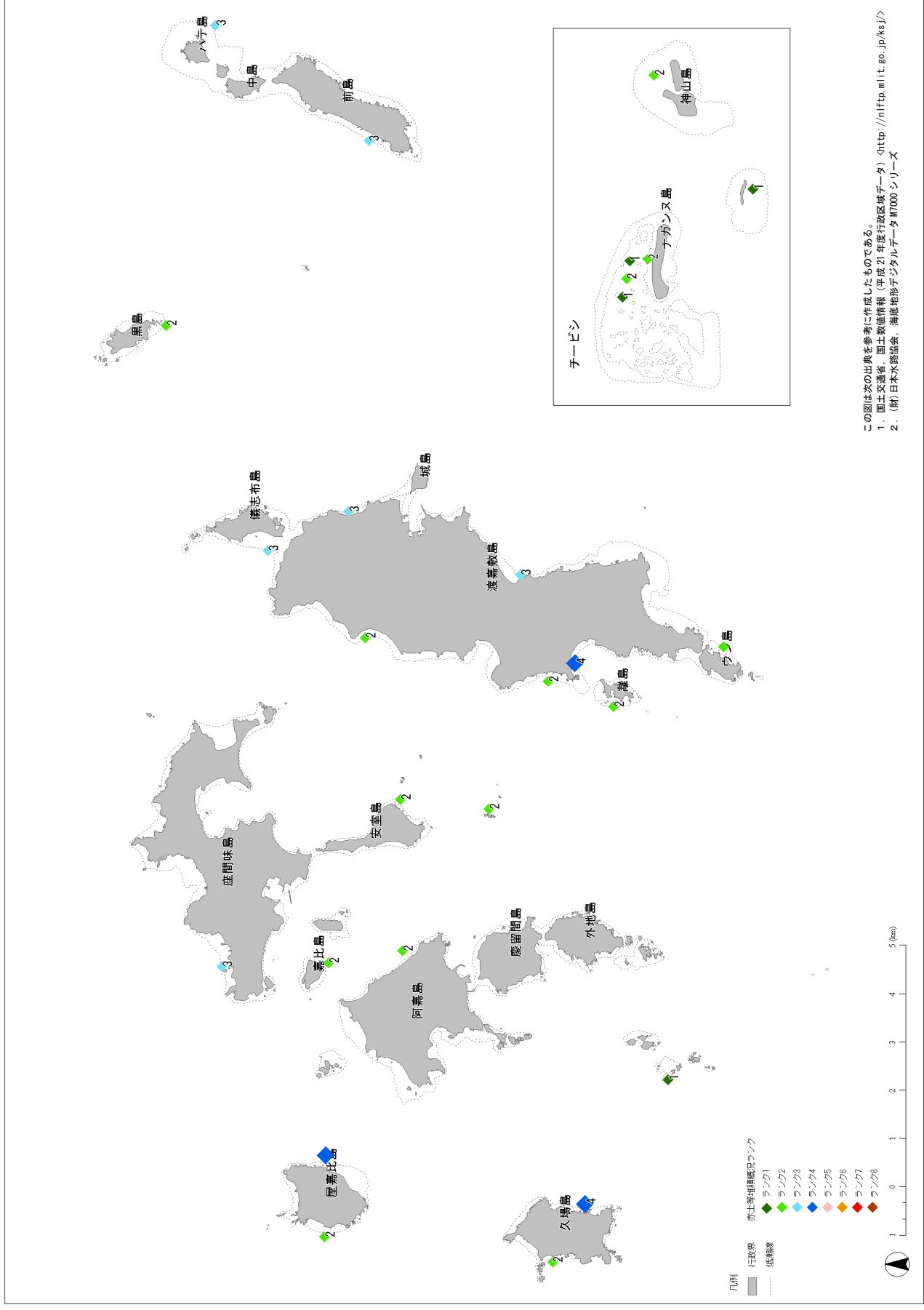


図 2-1-4. 慶良間地域の赤土等堆積概況ランク

2-3-3. 濁り

セッキ板を用いて測定された透明度の結果（3地点）を海の濁りの指標として図2-1-46に示した。調査の結果、阿嘉島西岸で最も低く19mであった。最も高かったのは、前島南岸で、32mであった。

この他、マンタ調査では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。ただし、阿護の浦湾やチービシナガンヌ礁池などでは、鉄筋や網などが散見され、これらは養殖用に設置されたものの、現在は利用されていない状態で放置されているとみられる。

<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2-1-45. 礁池内に放置された鉄筋等の人工物

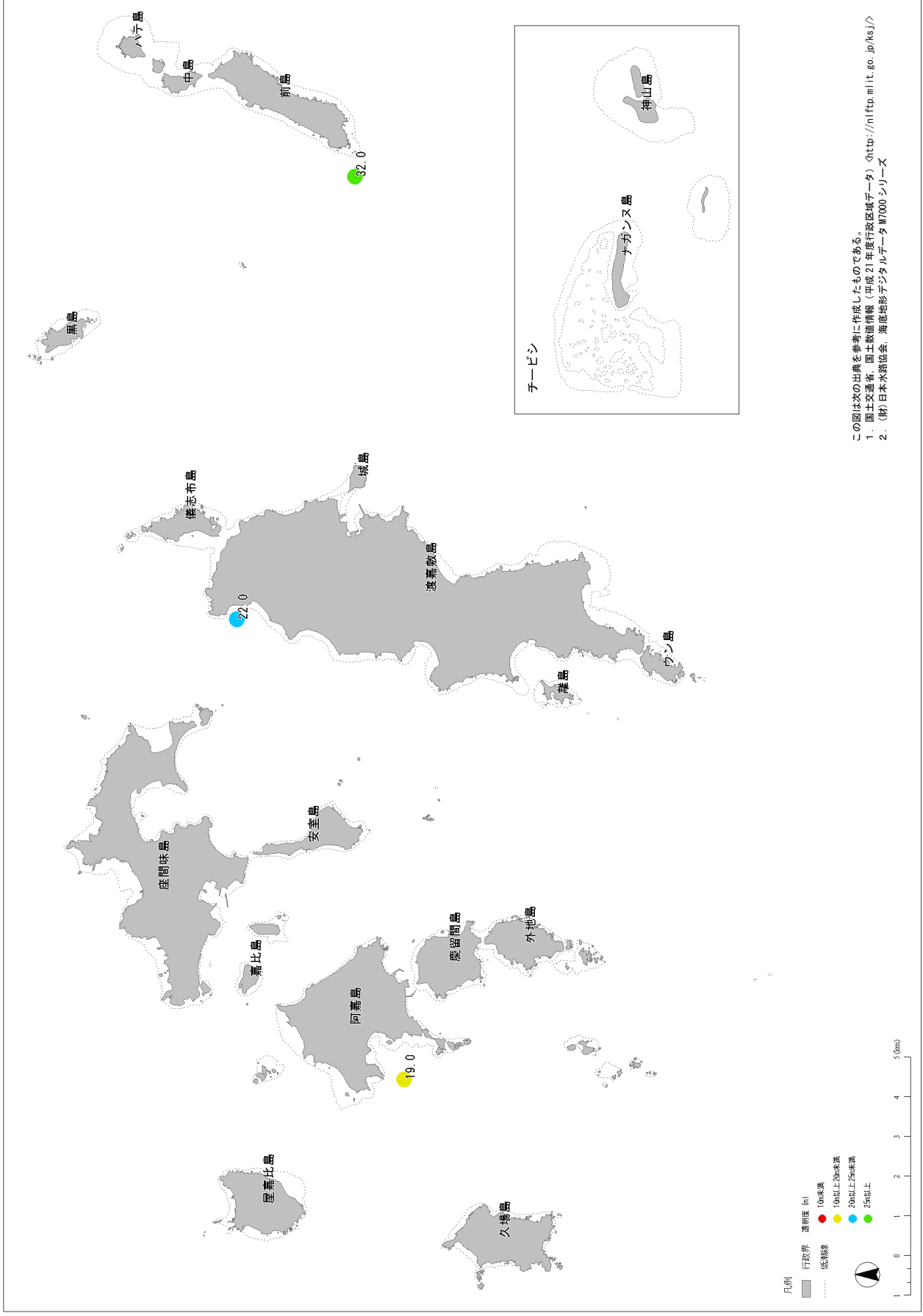


図2-1-4-6. 慶良間地域の透明度 (m)

2-4. 現況調査の結果まとめ

慶良間地域のマンタ調査では、多くの地域でサンゴの被度は5~25%であった。全体的に低い被度ではあるが、被度が25%以上あった場所も確認された。さらに、屋嘉比島、久場島、奥武島、安室島南東、黒島南、チービシ礁池などで被度50%以上の場所があり、慶良間諸島西部の島で被度が高い傾向がみられる。サンゴの被度が50~75%の場所は多くはないが散見され、被度が75~100%となるような場所はほとんど無い。陸域海域区分毎のサンゴ被度ランクの平均は5~25%が多く、特に高かったのは屋嘉比島南西で、被度ランクの平均が50~75%であった。マンタ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の割合が高く、海域全体で群体直径は大きくない。慶良間地域は近年オニヒトデの大発生があったことから、攪乱を受けた後の回復途中であると考えられる。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高くないが、0.25m²あたり10群体を超える地点もあり、大型卓状ミドリイシ群体最大直径も大きかった。

オニヒトデはマンタ調査及びスポットチェック調査共に、チービシ以外では確認されなかった。チービシのナガンヌ島では、マンタ調査で、要注意段階である個体数(0.22 個体/2分)が確認され、スポットチェック調査でもナガンヌ島、クエフ島、神山島の礁池でオニヒトデが確認された。これらの場所では、今後サンゴ群集がオニヒトデにより大きく影響を受ける可能性が高く、必要であれば駆除などの対策を検討すべきである。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。

ソフトコーラルや海藻、海草の被度は全体的に低く、チービシのナガンヌ島礁池で海草の被度が50~75%であった。

魚類は、タマンやグルクンは一部で少なく、カハジャーやミーバイ、ミジュンは一部が多かった。イラブチャーやチョウチョウウオは全域で多く、一方ヒロサーは全域で少なかった。

ウミガメ類は慶良間地域のほとんど全域で確認され、前島周辺やチービシのナガンヌ島で特に多くみられた。ウミヘビ類は慶良間諸島の内海や前島周辺で確認され、特に、座間味島阿護の浦湾で多かった。諸島の外洋に面する地域では少ない傾向がみられた。

赤土等堆積状況は、ランク3以上のポイントはほとんど無く、赤土等の堆積はほとんどみられなかった。慶良間地域の透明度は阿嘉島西岸で最も低く19m、最も高かったのは前島南岸で32mであった。

第2節 慶良間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

現在の慶良間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。慶良間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、慶良間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。

- ・ 慶良間地域で実施された広域概況調査（マンタ調査；1990年、2008年、衛星画像解析；2008年）
- ・ 慶良間地域で実施された簡易遊泳観察調査（1973年～2009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 慶良間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」の結果及び環境省が2008年に実施した「平成20年度慶良間地域エコツアーリズム推進事業」の結果である。第四回自然環境保全基礎調査では、慶良間地域の調査は1992年に実施されており、平成20年度慶良間地域エコツアーリズム推進事業は2008年に実施されている。また、調査方法は第四回自然環境保全基礎調査と慶良間地域エコツアーリズム推進事業ともに今回実施したマンタ法が採用されている。両調査とも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）、慶良間地域エコツアーリズム推進事業では被度が五段階のランク（0%、1～5%以下、6～25%、26～50%、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。

慶良間地域のサンゴ被度は1992年の時点でほとんどが5～50%以上で、50%以上の地域も多くみられた。しかし2008年の調査では、サンゴ被度が25%以下の地域がほとんどであった。特に座間味島と渡嘉敷島の周辺は0～5%が多くなっている。今年度調査では26～50%のサンゴ被度が増え、50%以上のサンゴ被度も増えている。屋嘉比島及び奥武島周辺のサンゴ被度の回復が著しい（図2-2-1～図2-2-4）。

表2-2-1. 1992年の時点でサンゴ被度が高かった海域.

海域名
渡嘉敷島北、渡嘉敷島西、座間味島北東、阿嘉島北西、 慶留間島外地島西、屋嘉比島周辺

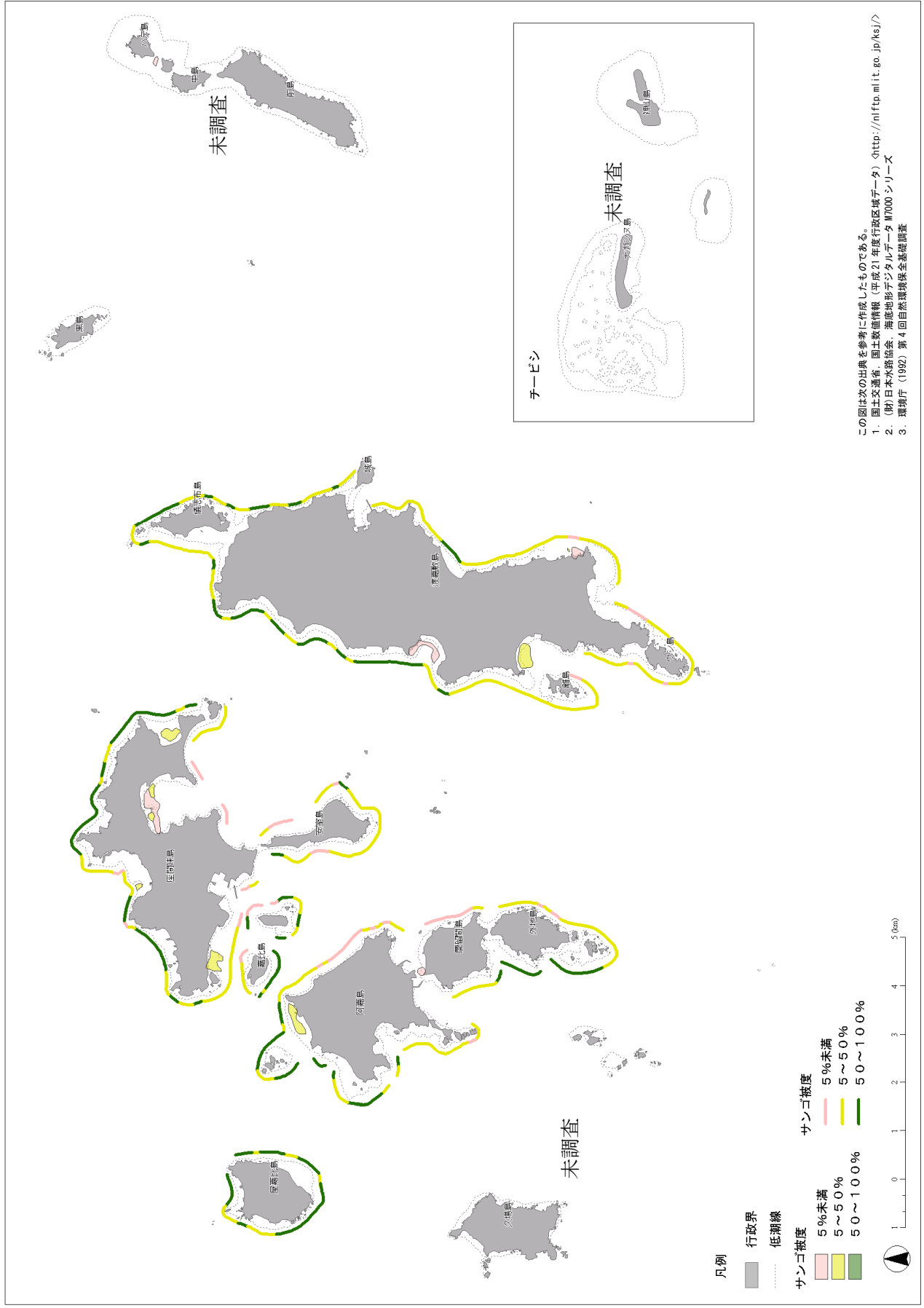
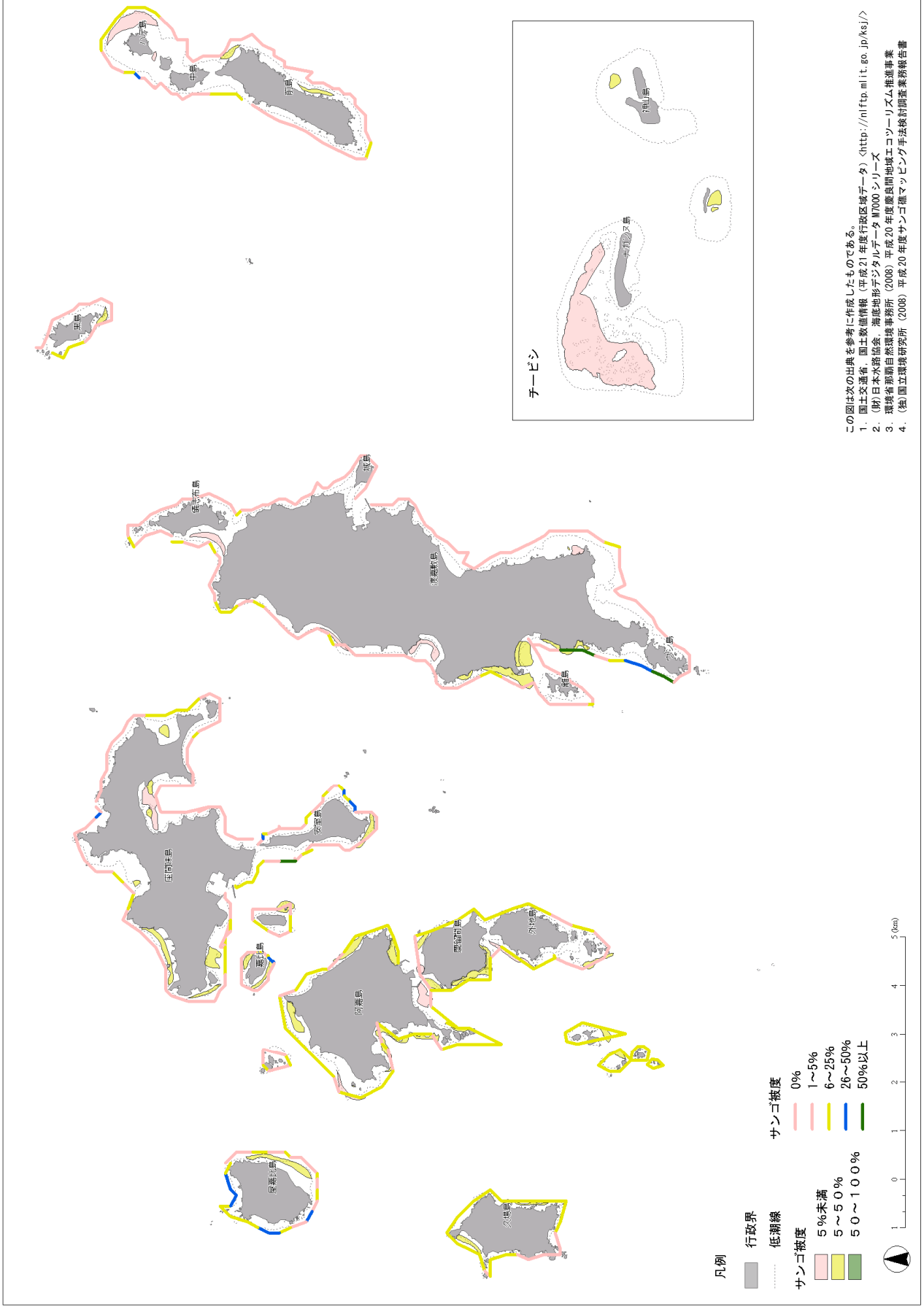


図2-2-1. 慶良間地域における1992年のサンゴ被度.



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年度行政区区域データ）〈<http://niftp.mlit.go.jp/ksj/>〉
2. (財)日本水路協会、海底地形デジタルデータ W7000 シリーズ
3. 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
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2-2-2. 慶良間地域における2008年のサンゴ被度.

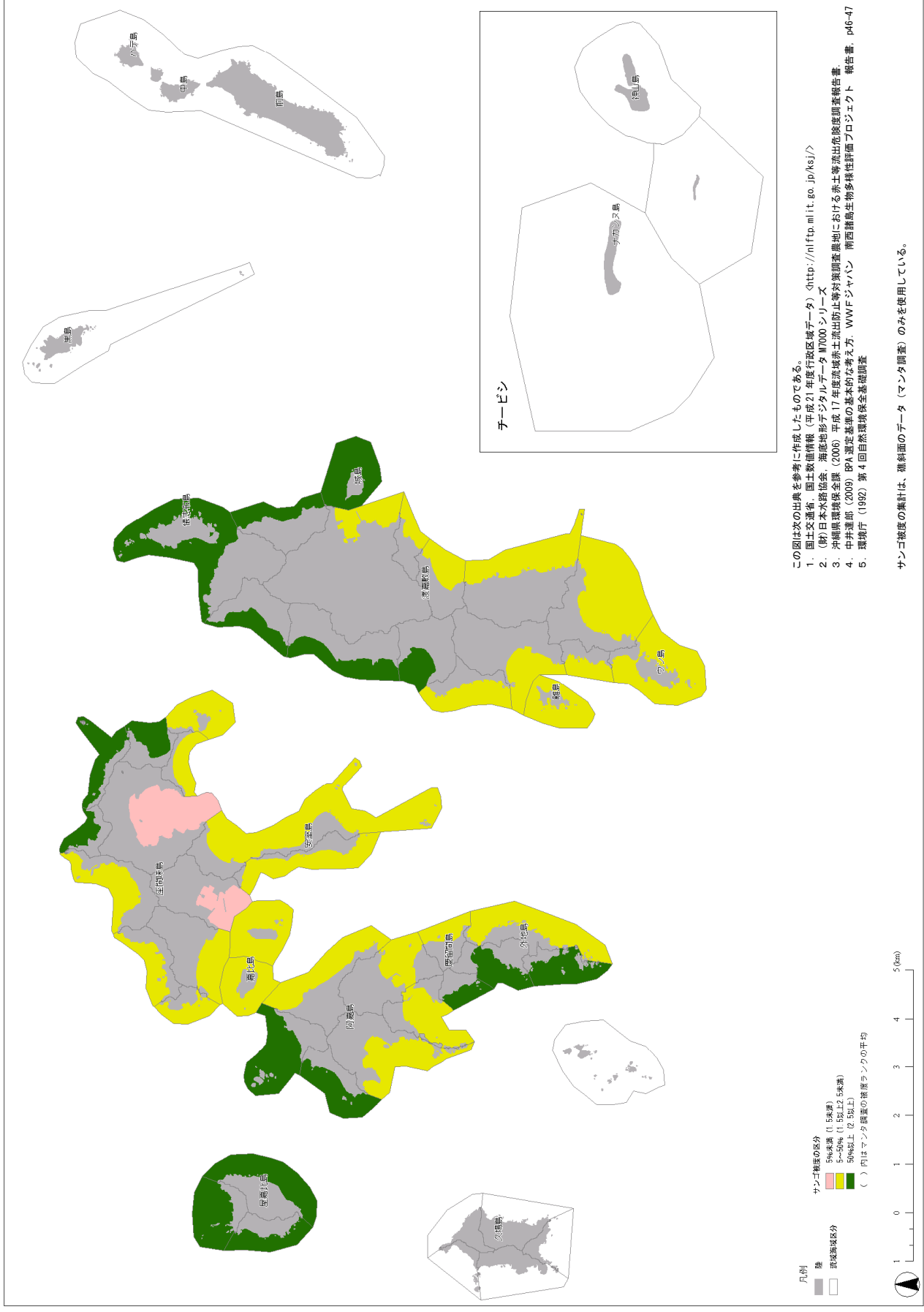


図 2-2-3. 慶良間地域における第四回自然環境基礎調査結果の海域区分毎のサンゴ帯度の集計結果。

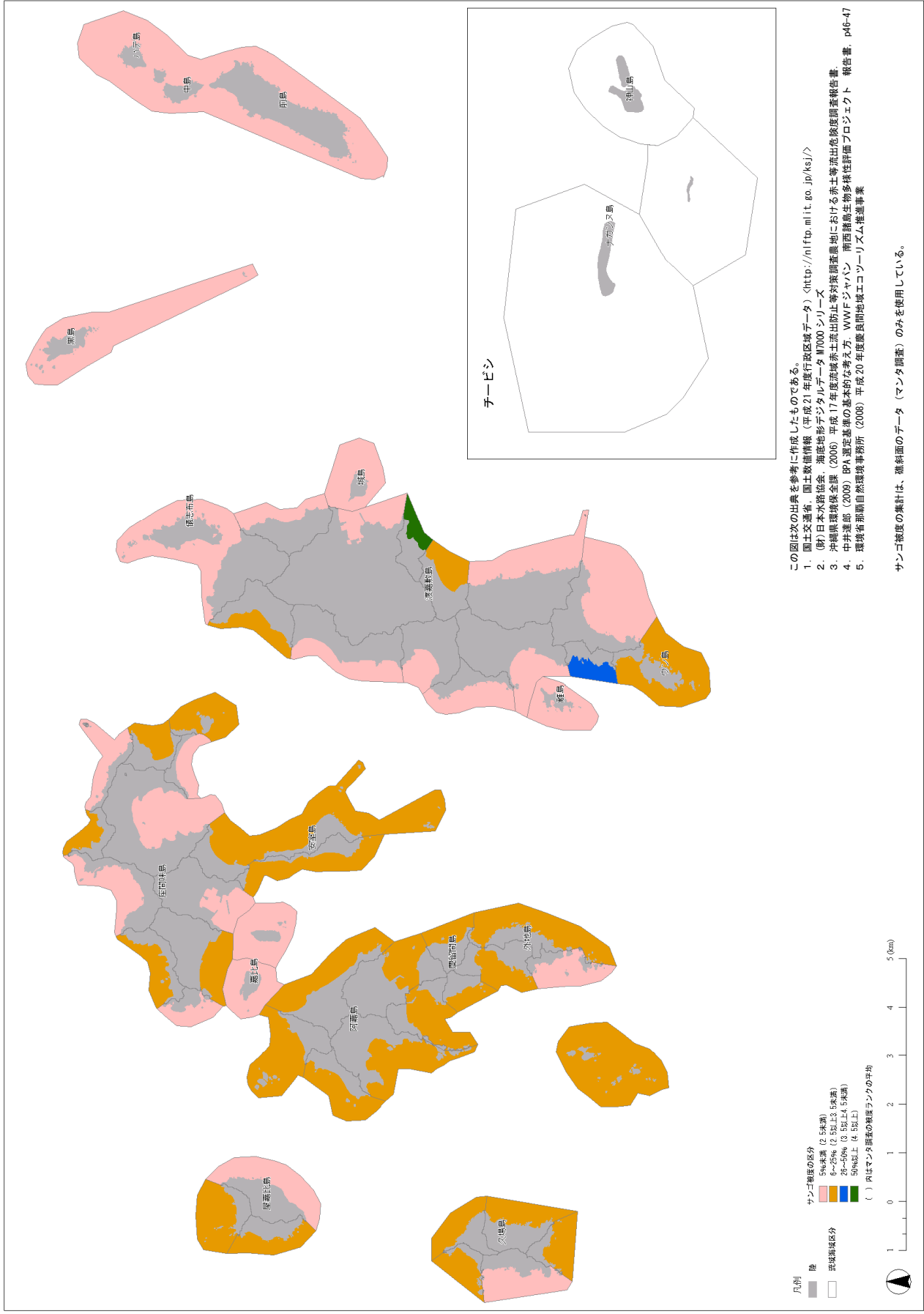


図 2-2-4. 2008 年に慶良間地域で実施された調査結果のサンゴ被度の海域区分毎のサンゴ被度の集計結果。

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。慶良間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、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、慶良間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、慶良間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2-2-5）。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年から1998年までは調査が実施されておらず、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が40%以上で、多くの地点でサンゴ被度が高かった。また、1999年と2004年に被度の中央値が大きく低下し、2006年以降現在まで、サンゴ被度の回復が顕著でないまま推移している。

地理的なサンゴ被度の変遷を、図2-2-6～図2-2-18に示す。1973年の調査で座間味島の周辺及び屋嘉比島でサンゴ被度が高い場所がみられ、1989年の調査では阿嘉島周辺や嘉比島、安慶名敷島、慶留間島、外地島周辺でサンゴ被度の高い場所が確認されている。1990年代もサンゴ被度の高い場所が確認されているが、2000年代には被度が下がっている場所が多くみられる。

※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。

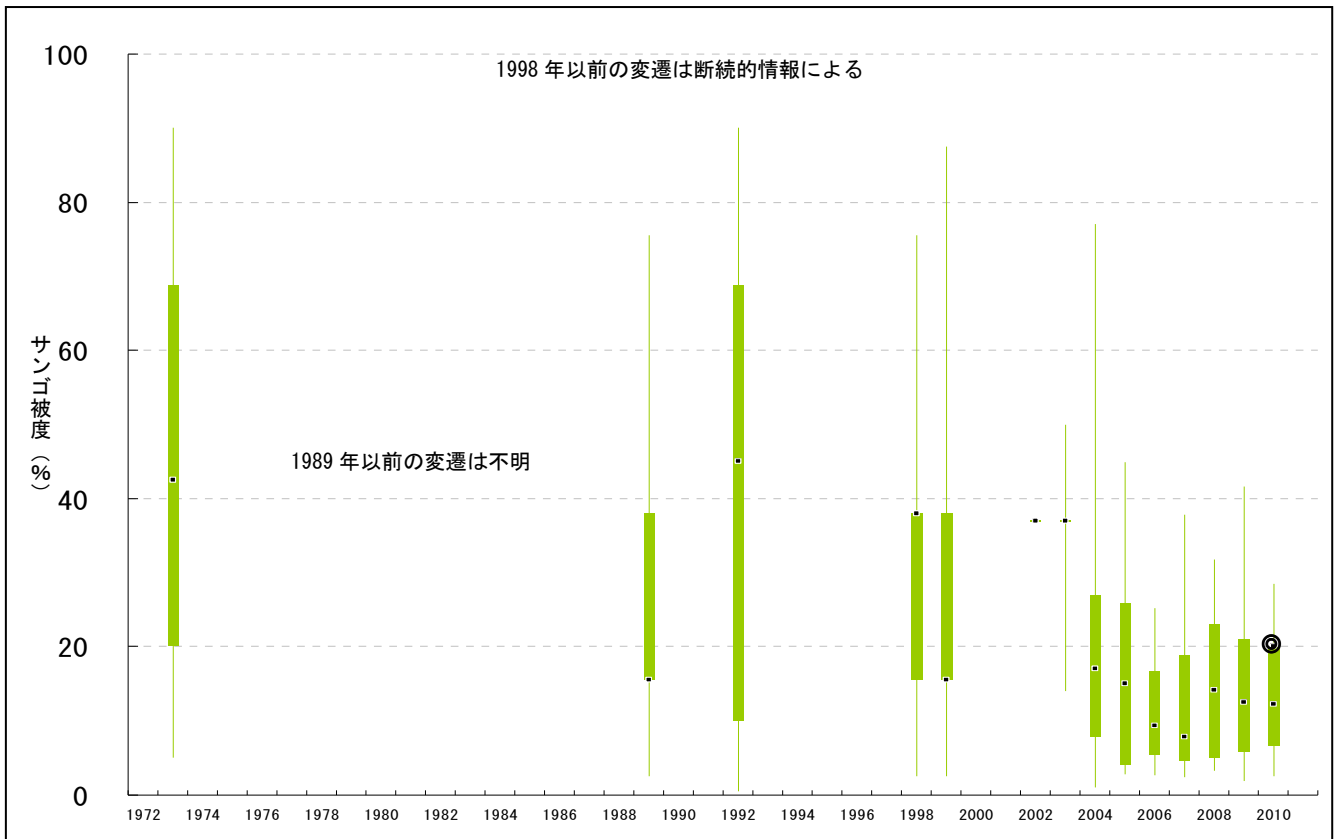


図 2-2-5. 簡易遊泳観察法による慶良間地域のサンゴ被度 (%) の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度 (%) を、図中の黒い点 (■) は中央値、緑色のボックス (■) は第一第三各四分位値、エラーバー (|) は最大最小値を表している. 参考として 2010 年のマンタ調査結果の平均値を二重丸 (◎) で表す. 1989 年以前は、1973 年しか調査が実施されておらず、1974 年から 1988 年間のサンゴ被度の変遷は不明である. 1998 年から 2002 年の変遷は調査が断続的で、サンゴ被度の変遷は断片的である.

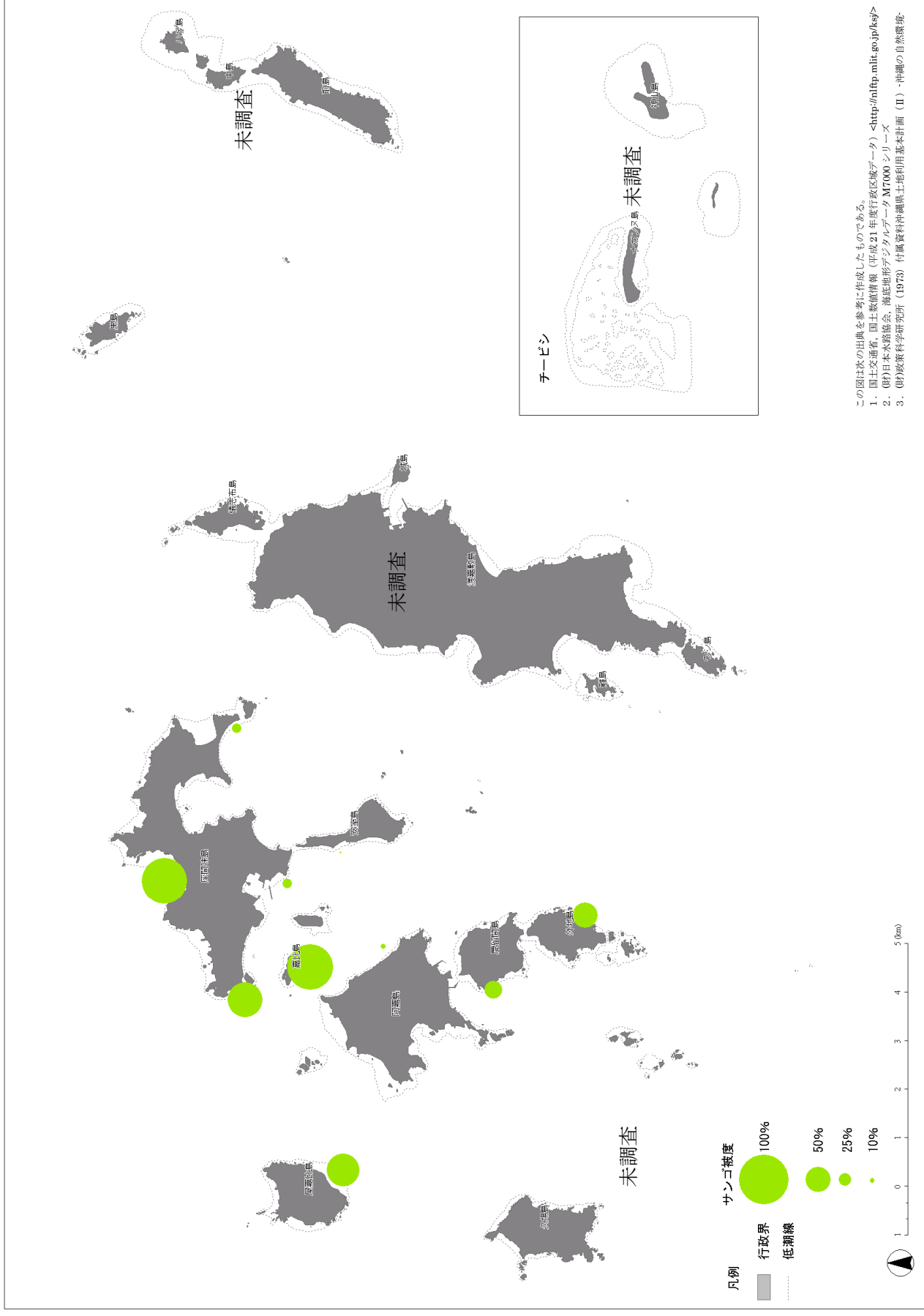


図 2-2-6. 1973 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度。

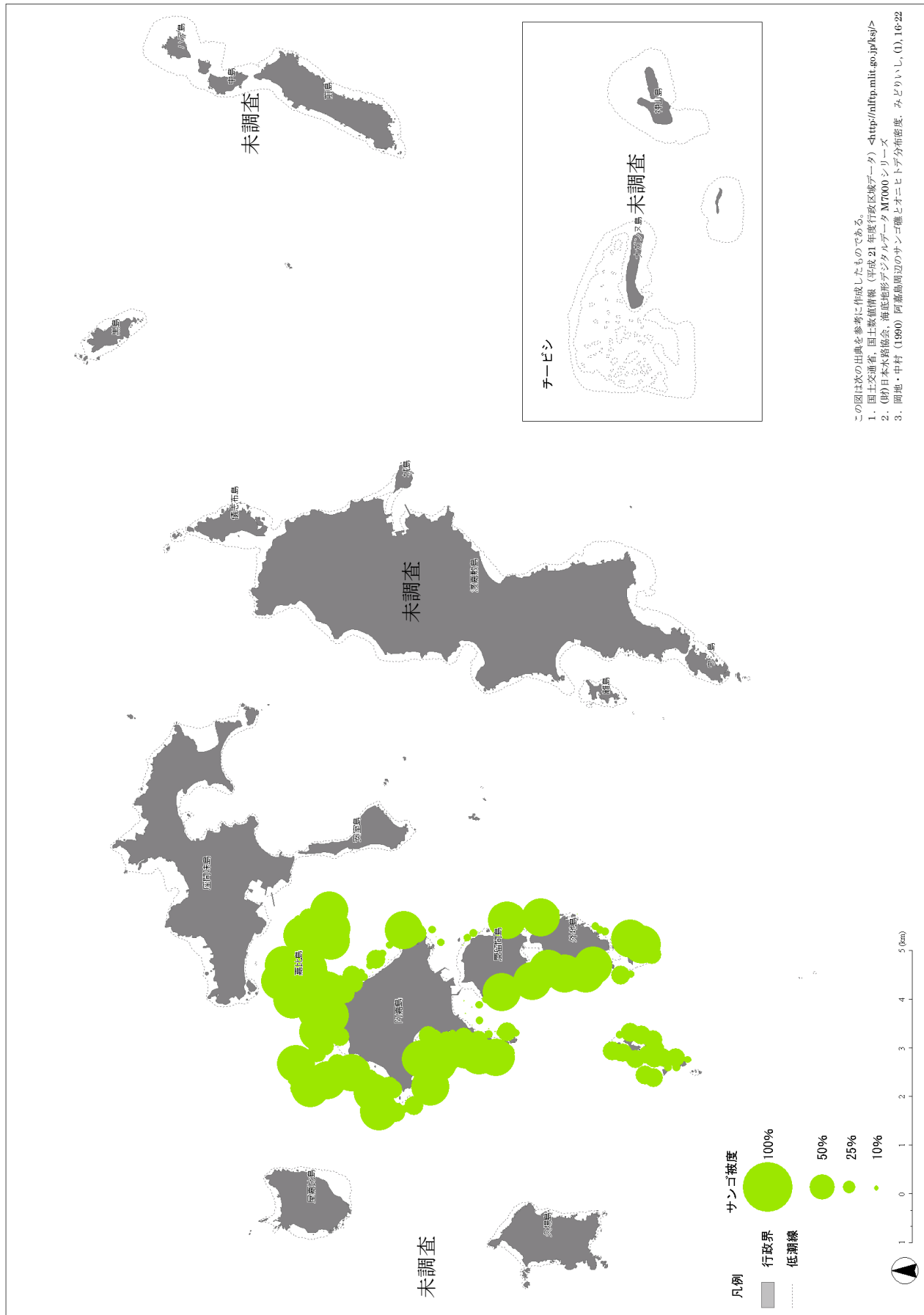


図 2-2-7. 1989 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

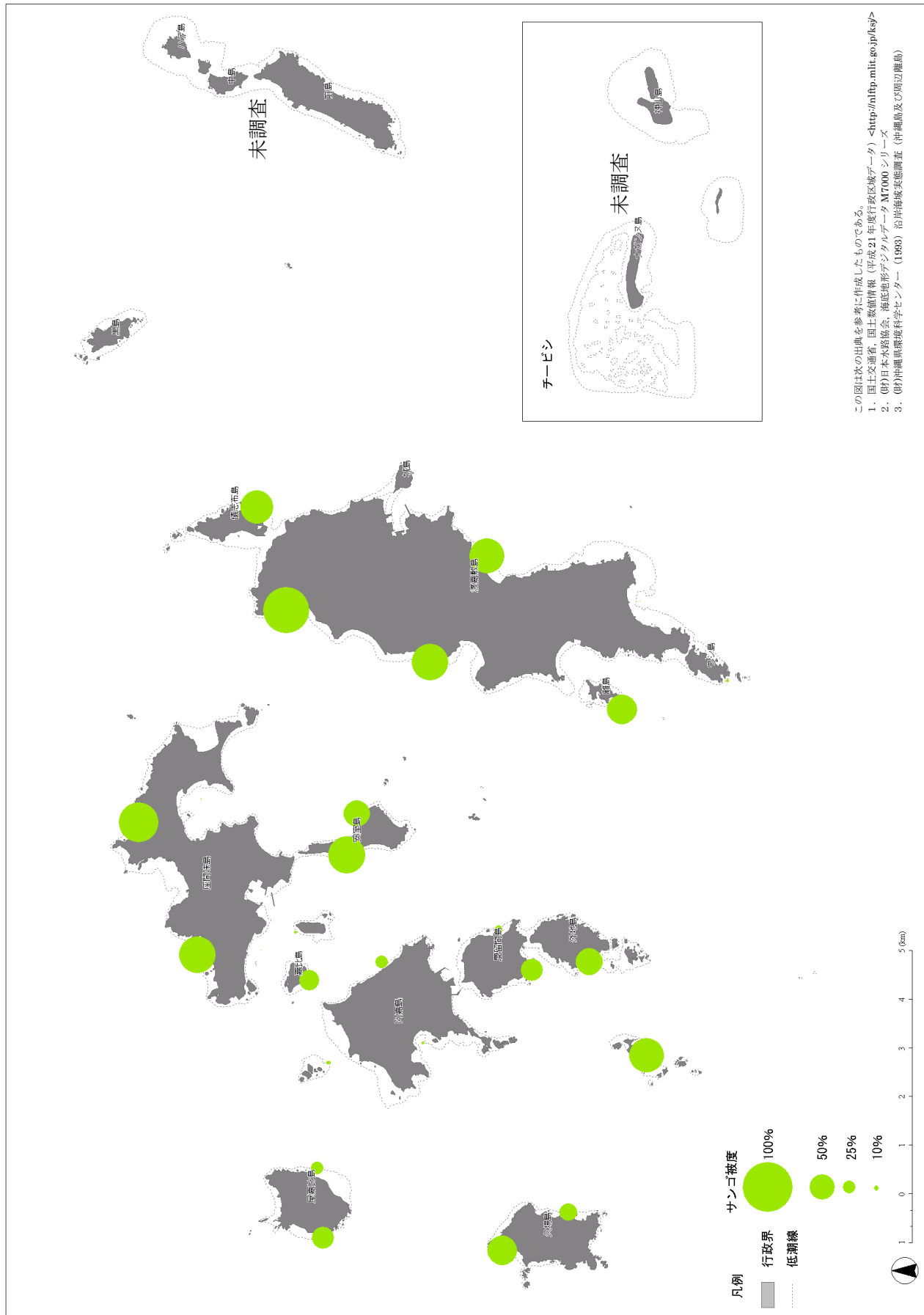


図 2-2-8. 1992 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

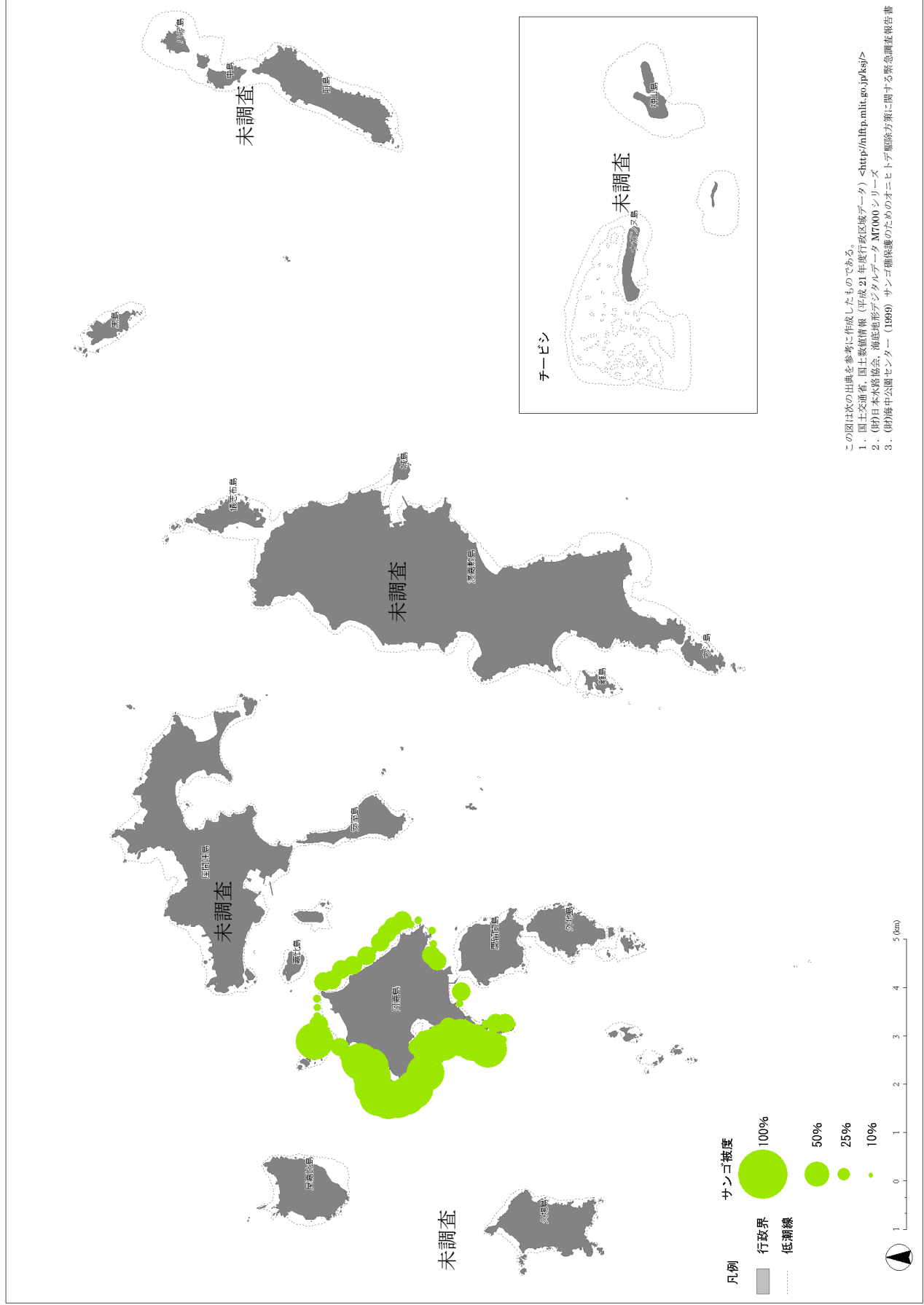


図 2-2-9. 1998 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

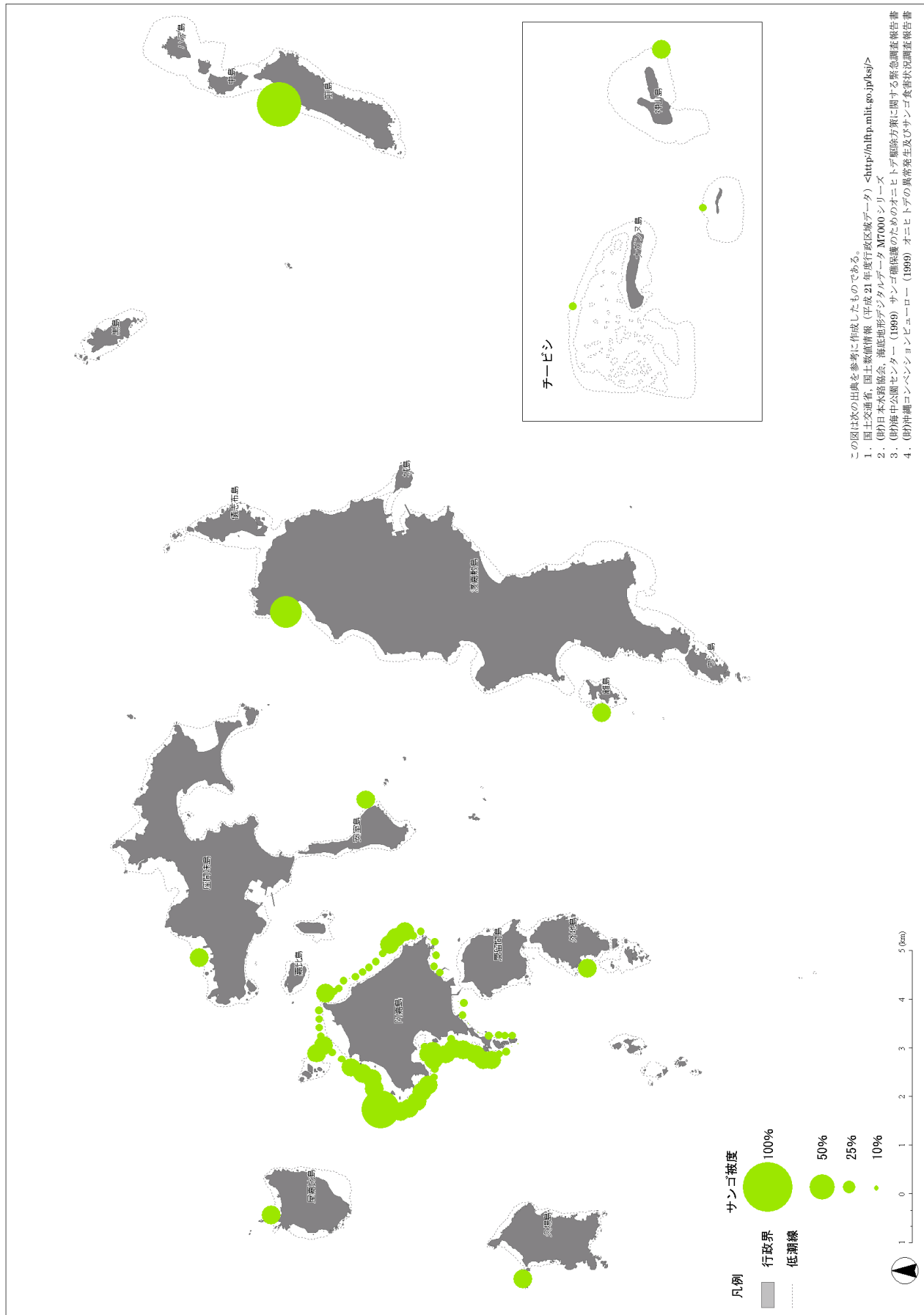


図 2-2-10. 1999 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度。



図2-2-1-1. 2002年に慶良間地域で実施された簡易泳査のサンゴ被度.

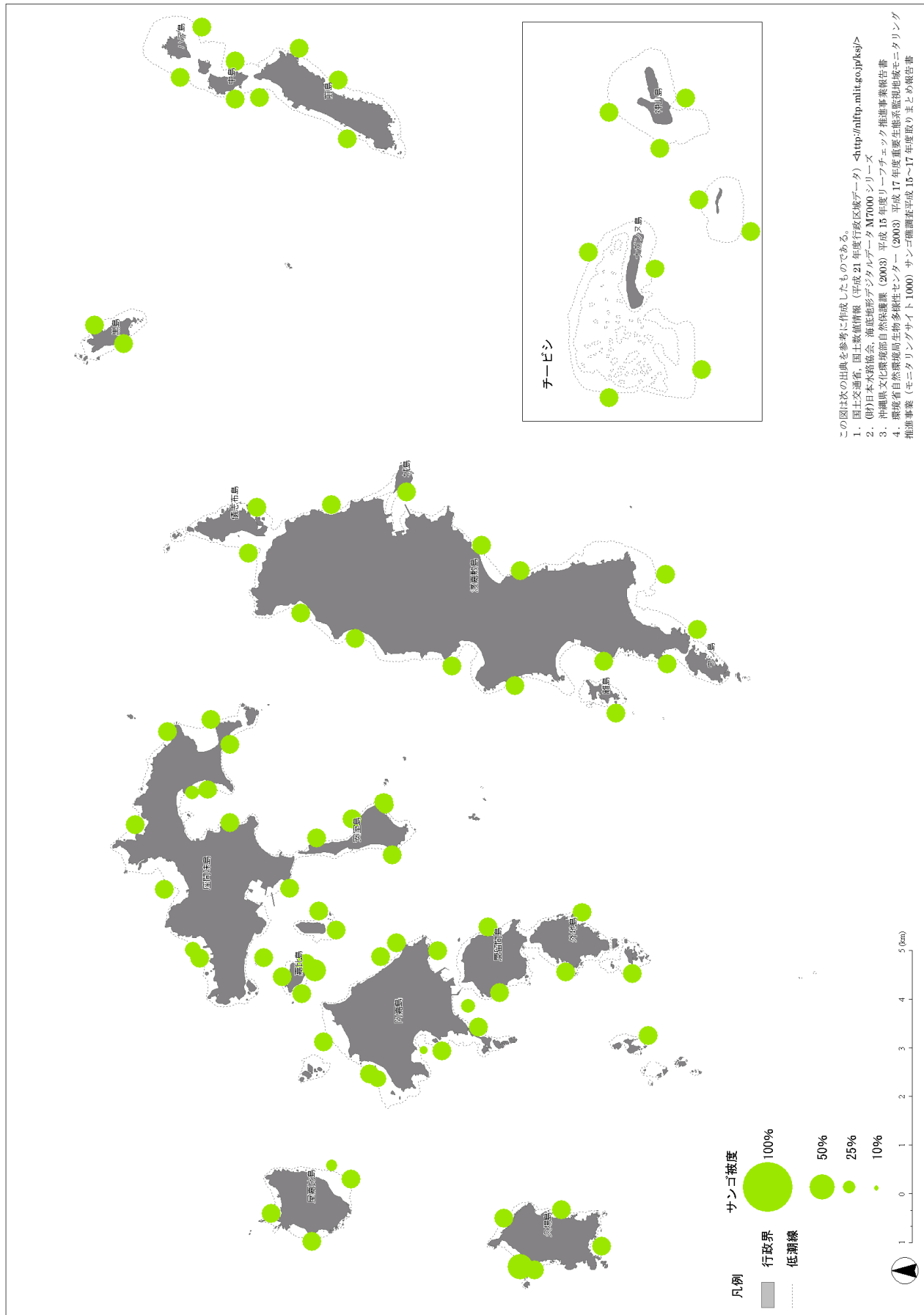


図 2-2-1-2. 2003 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサング被度。

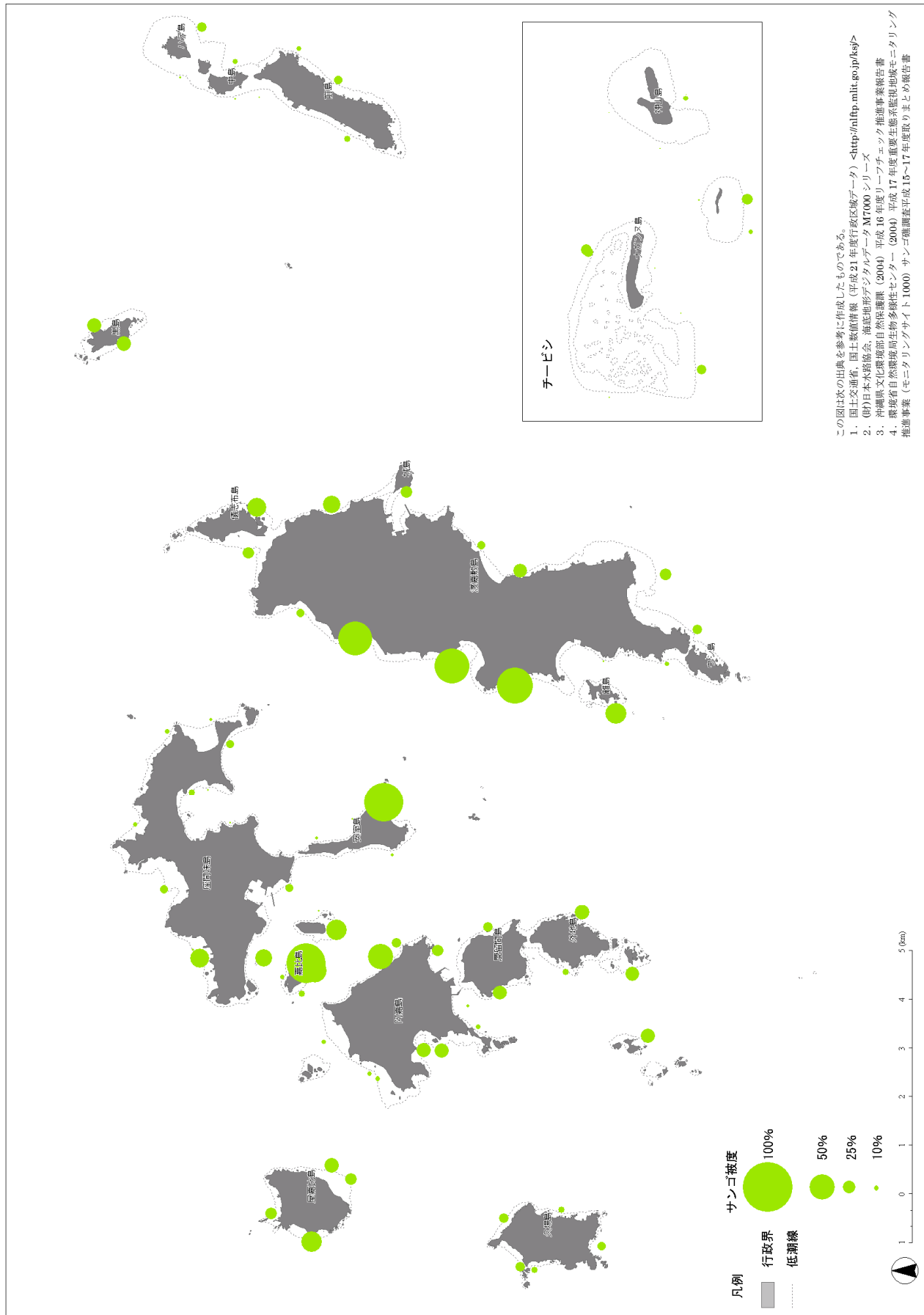


図 2-2-1-3. 2004 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度。

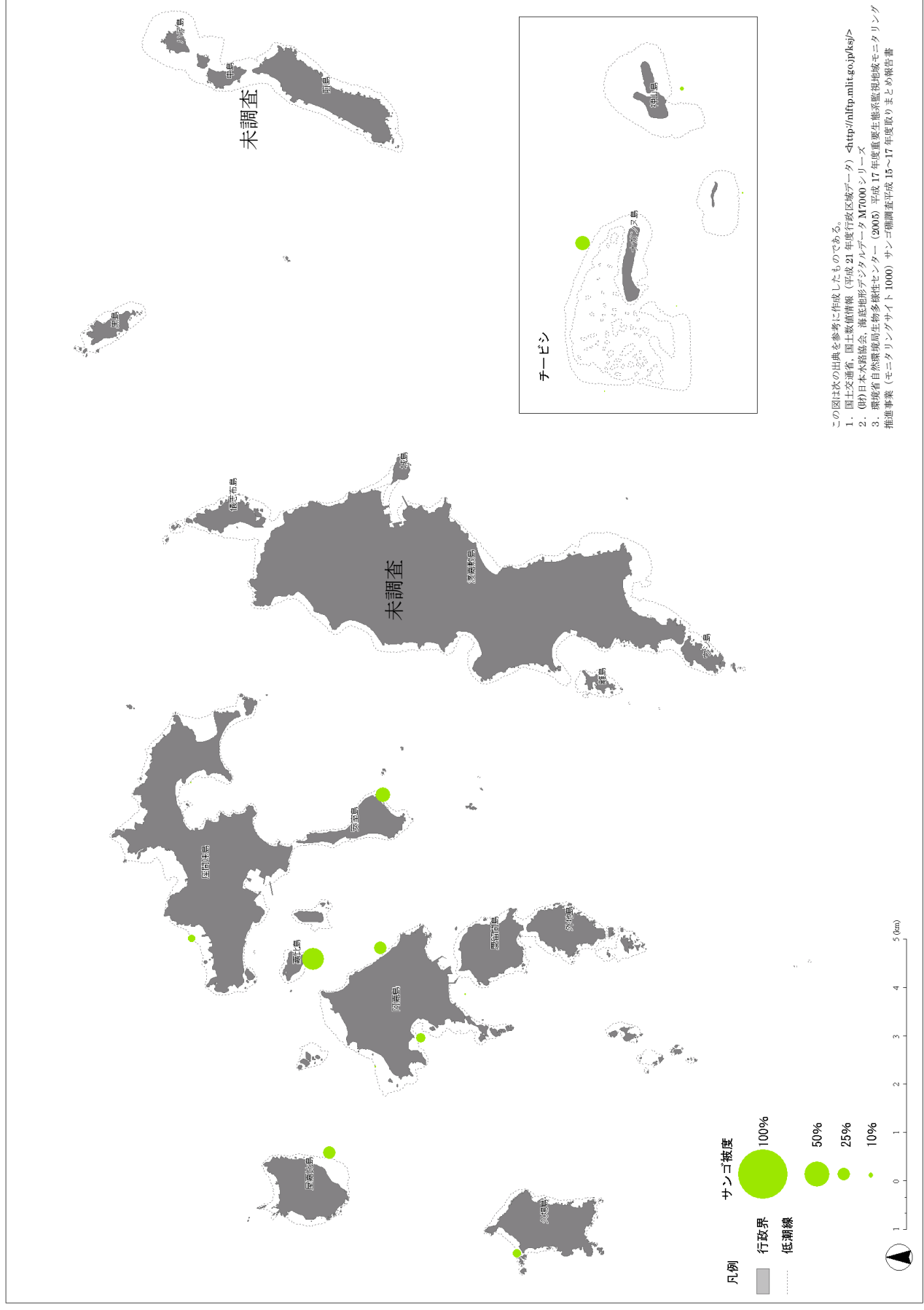


図 2-2-1-4. 2005 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度。

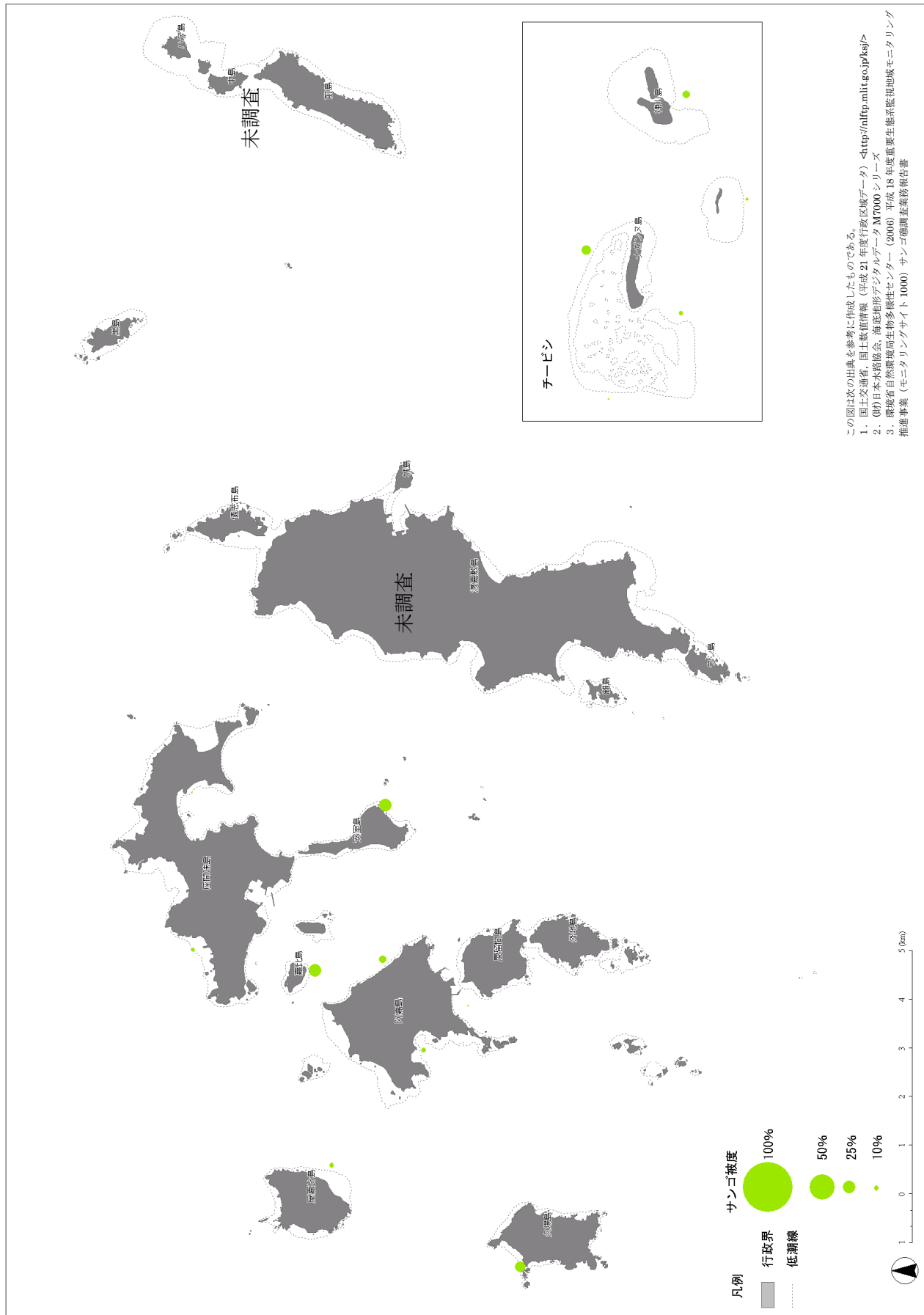


図 2-2-1-5. 2006 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

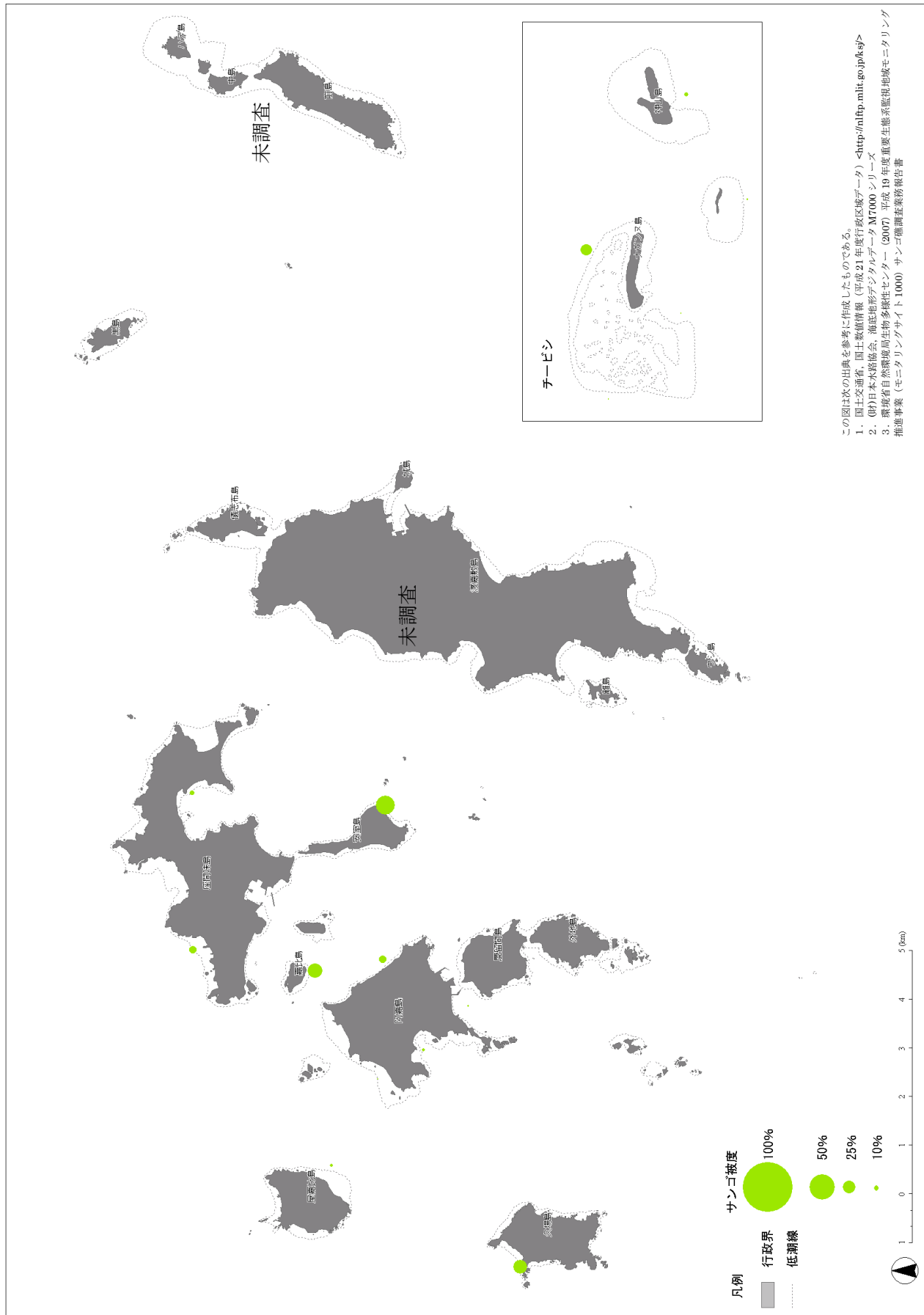


図2-2-1-6. 2007年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度.

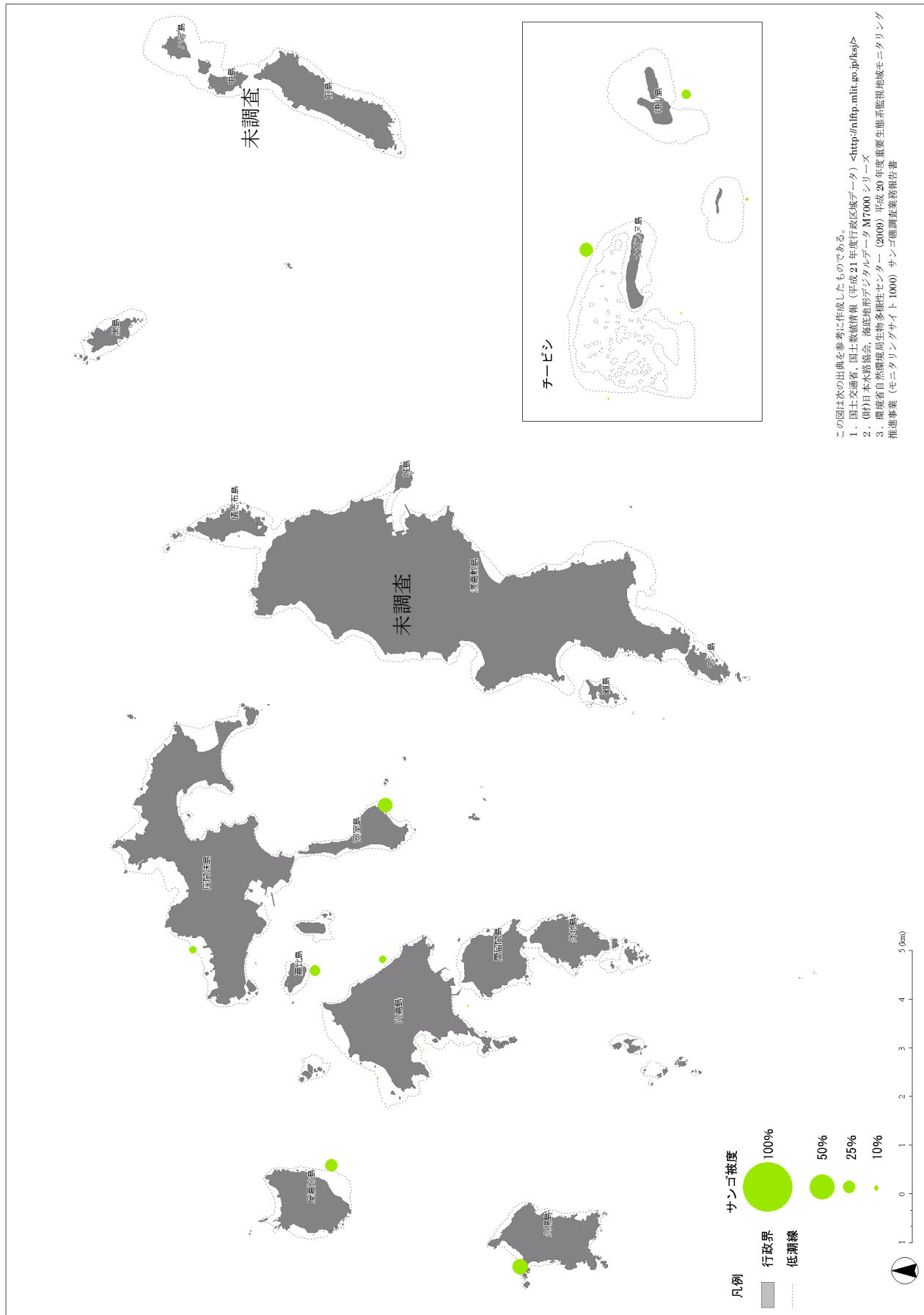


図 2-2-17. 2008 年に慶良間地域で実施された簡易泳調査のサンゴ被度.

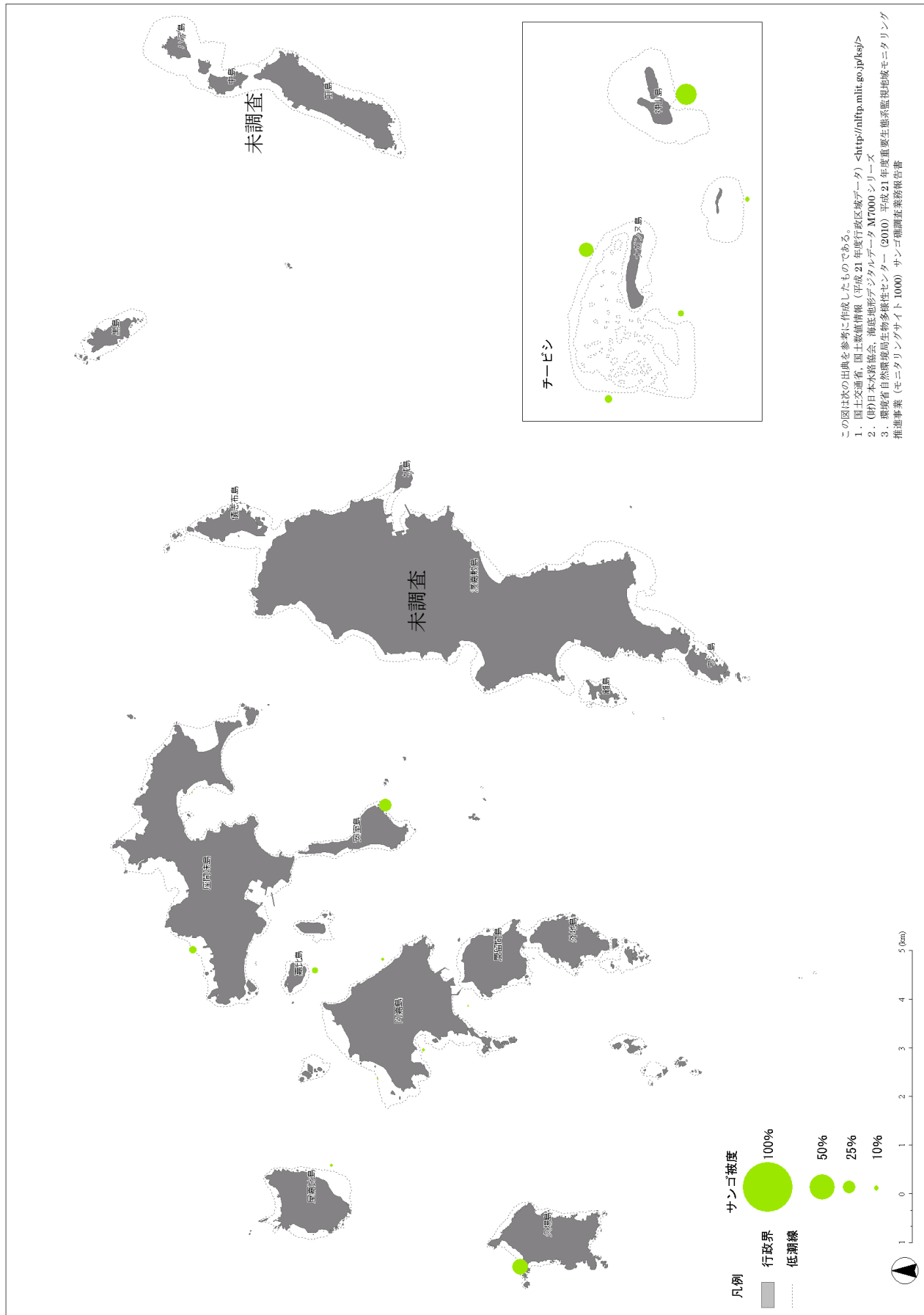


図2-2-18. 2009年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度。

1-3. 慶良間地域のサンゴ群集の変遷

慶良間地域のサンゴに関する調査は1990年以前には頻繁に実施されてはならず、情報が限られている。1990年以降は、広域概況調査が1992年と2008年に行われているが、簡易遊泳調査は、年により調査地点の数や分布に差がある。

広域概況調査によると、慶良間地域のサンゴ被度は1992年の時点でほとんどが5～50%以上で、50%以上の地域も多く見られる。しかし2008年の調査では、サンゴ被度が25%以下の地域がほとんどで、特に座間味島と渡嘉敷島の周辺は0～5%が多くなっている。今年度調査では26～50%のサンゴ被度が増え、50%以上のサンゴ被度も増えている。屋嘉比島及び奥武島周辺のサンゴ被度の回復が著しい。

簡易遊泳調査によると、1973年の調査では座間味島の周辺及び屋嘉比島でサンゴ被度が高い場所がみられる。1989年の調査では、阿嘉島周辺や嘉比島、安慶名敷島、慶留間島、外地島周辺でサンゴ被度の高い場所が確認されている。1990年代もサンゴ被度の高い場所が確認されているが、2000年代には被度が下がっている場所が多くみられる(図2-2-6～図2-2-18)。

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-
岡地・中村(1990) 阿嘉島周辺のサンゴ礁とオニヒトデ分布密度. みどりいし, (1), 16-22
(財)沖縄県環境科学センター(1993) 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
(財)海中公園センター(1999) サンゴ礁保護のためのオニヒトデ駆除方策に関する緊急調査報告書
(財)沖縄コンベンションビューロー(1999) オニヒトデの異常発生及びサンゴ食害状況調査報告書
沖縄県文化環境部自然保護課(2002) 平成14年度リーフチェック推進事業報告書
環境省自然環境局生物多様性センター(2006) 平成17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) サンゴ礁調査平成15～17年度取りまとめ報告書
環境省自然環境局生物多様性センター(2007) 平成18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
環境省自然環境局生物多様性センター(2008) 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
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
環境省自然環境局生物多様性センター(2009) 平成20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
環境省自然環境局生物多様性センター(2010) 平成21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
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。

ここでは慶良間地域の攪乱の状況を、文献資料をもとに整理した。

表 2-2-2. 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 節慶良間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、大発生が起これと考えられている。オニヒトデ大発生の原因は、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. 慶良間地域における調査や対策

慶良間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、慶良間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。慶良間地域では1973年の調査結果以降1998年までは情報が断続的なため、詳細な変遷は不明である（本節1-2を参照）。

図2-2-19に慶良間地域の簡易遊泳調査による1地点あたりのオニヒトデ個体密度の経年変化を示す。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、1992年、1999年及び2002～2005年の期間でみられた。

慶良間地域におけるオニヒトデ駆除個体数等を表2-2-3に示す。慶良間地域では1973年頃にオニヒトデの駆除が行われており、1989年にも比較的多くの個体数が駆除されている（表2-2-3）。また、2000年頃からは慶良間全域でオニヒトデが大量に駆除されている。ただし、表2-2-3のオニヒトデ駆除の個体数は、文献等に掲載されている駆除数をまとめているため、ボランティアによる駆除などの記録に残っていない駆除数を含めるとさらに多くなる可能性があることに注意が必要である。

サンゴ被度とオニヒトデ個体数の分布のを図2-2-20～図2-2-31に示す。年代別のオニヒトデの分布をみると、1973年には、嘉比島と安室島西岸で多くのオニヒトデが確認されており、その後1989年までサンゴ被度とオニヒトデがどのように分布していったかは情報がなかった。1989年には嘉比島周辺でオニヒトデが確認されているが、サンゴの被度は高いままである。1992年の調査では安室島西や座間味島北、渡嘉敷島北東で多くのオニヒトデが確認されている。1999年には阿嘉島、座間味島、渡嘉敷島周辺のサンゴ被度はあまり高くなく、個体数は少ないがオニヒトデが確認されている。また、チービシ周辺では多くのオニヒトデが確認されはじめている（13～25個体/15分観察）。その後、2002年から2003年にかけて前島周辺で多くのオニヒトデが確認されている。2002年以降オニヒトデは慶良間地域の至る所で確認されているが、オニヒトデ駆除により確認されたオニヒトデの個体数が少ない地点もあると思われる。岩尾（2004）によると、2001年頃から2003年6

月の約2年間で、約12万個体のオニヒトデが駆除されており、慶良間地域で相当な駆除努力が払われていることがうかがえる。

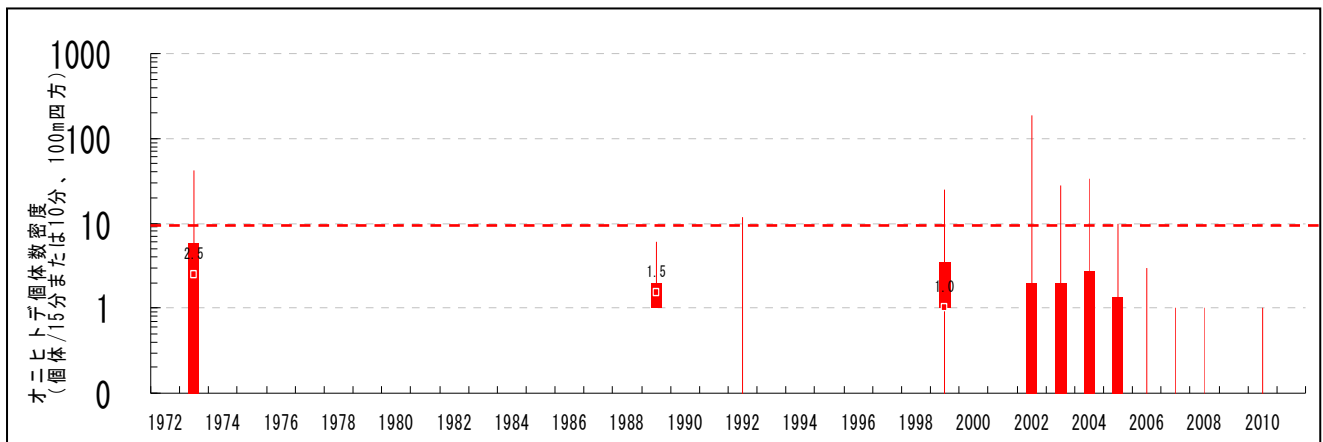


図2-2-19. 簡易遊泳観察法による慶良間地域のオニヒトデ個体数密度の変遷. 横軸は調査年、縦軸はオニヒトデ個体数密度（10分もしくは15分あたり）の対数を、図中の黒い点（■）は中央値、赤色のボックス（■）は第一第三各四分位値、エラーバー（|）は最大最小値を表している. 赤い点線は、大発生状態と考えられるオニヒトデ個体密度. 1989年以前は、1973年しか調査が実施されておらず、1974年から1988年の間のサンゴ被度の変遷は不明である. 1998年から2002年の変遷は調査が断続的で、サンゴ被度の変遷は断片的である.

表2-2-3. 慶良間・久米島海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 渡嘉敷村	駆除:9773 駆除:9393	(財)沖縄県観光開発公社 1976 ^{※1} (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	チービス		下地 2000
2002年度	ガビ・前島・チービス チービス 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	チービス・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.

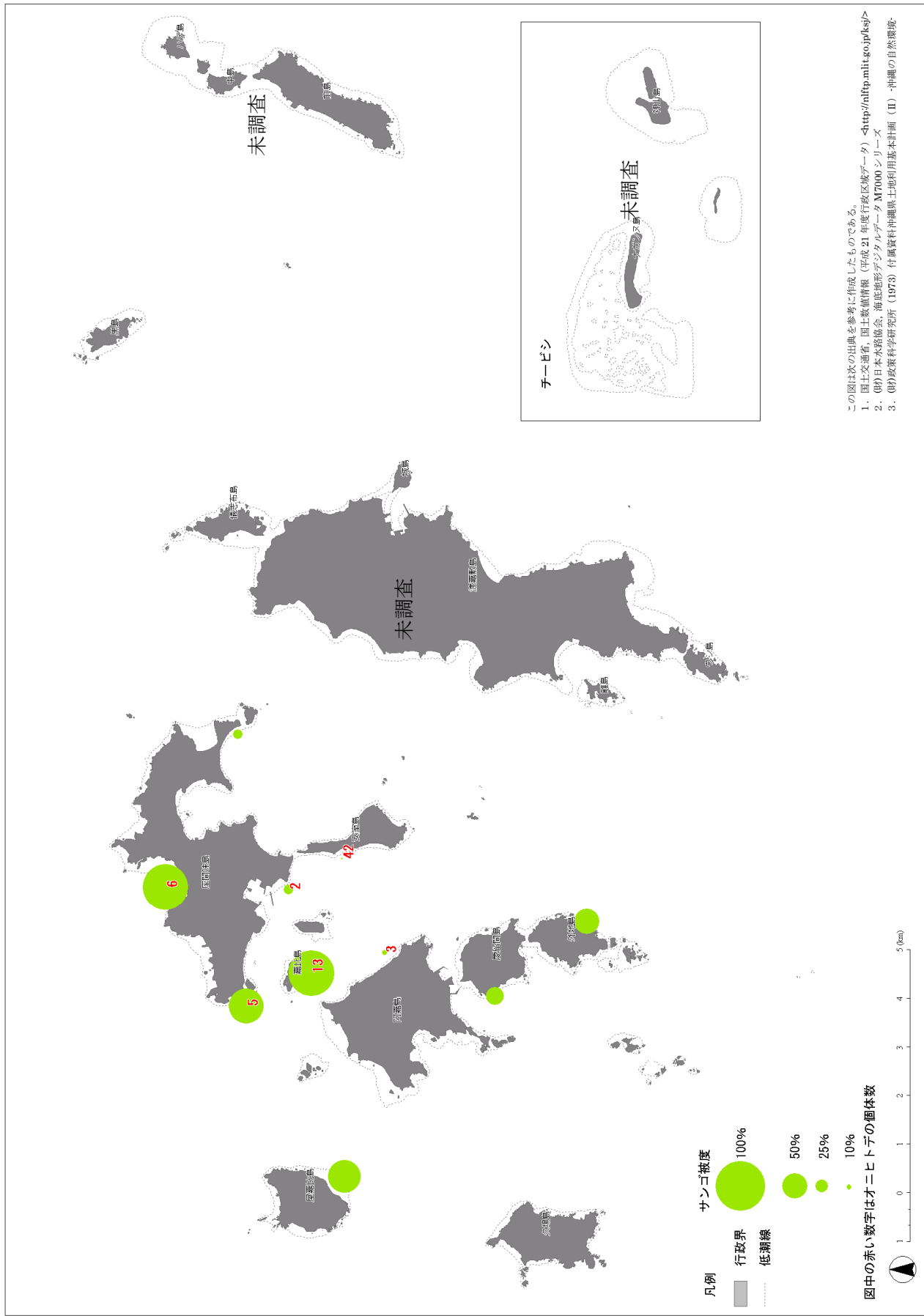


図2-2-20. 1973年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数。

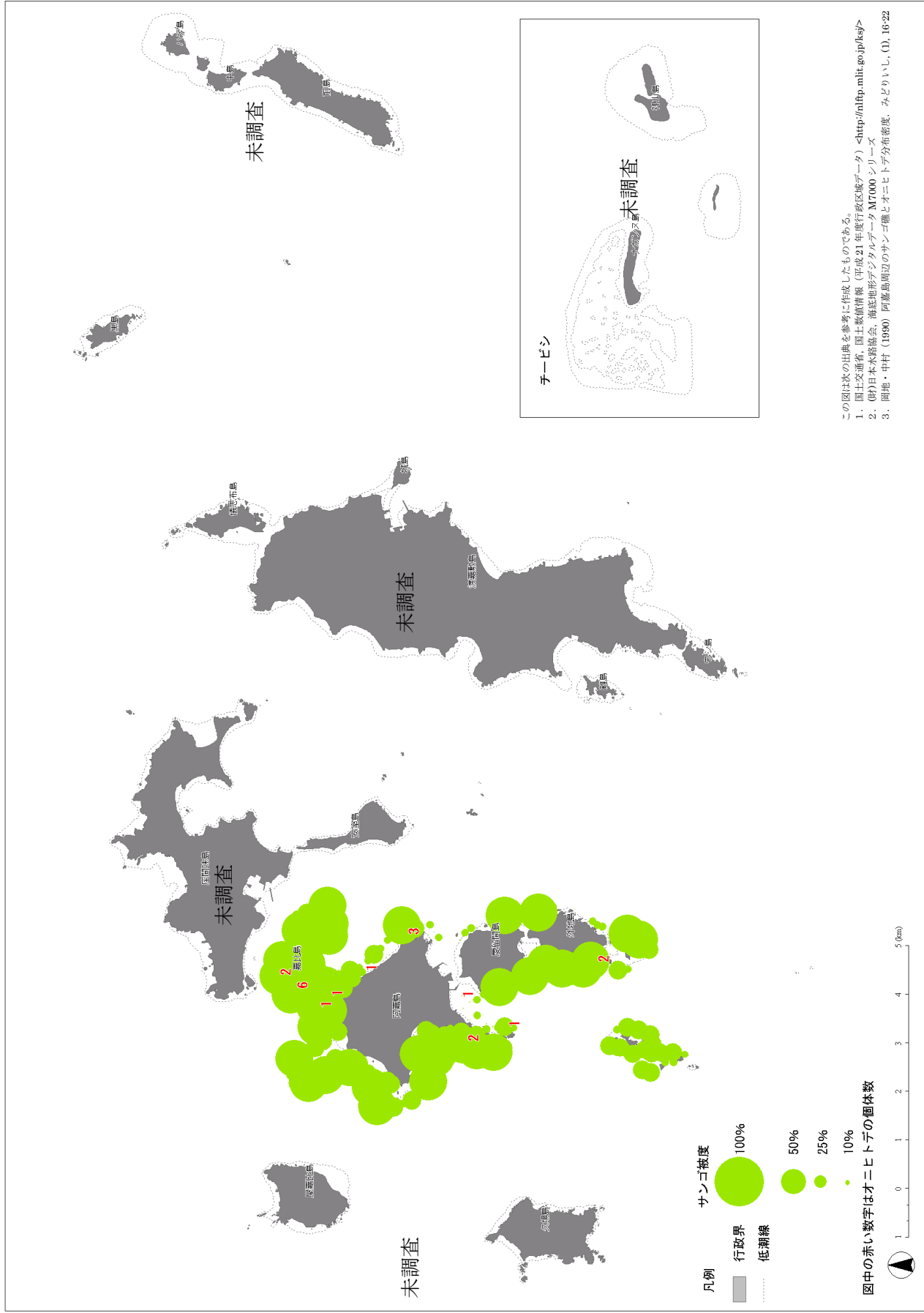


図 2-2-2-1. 1989 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

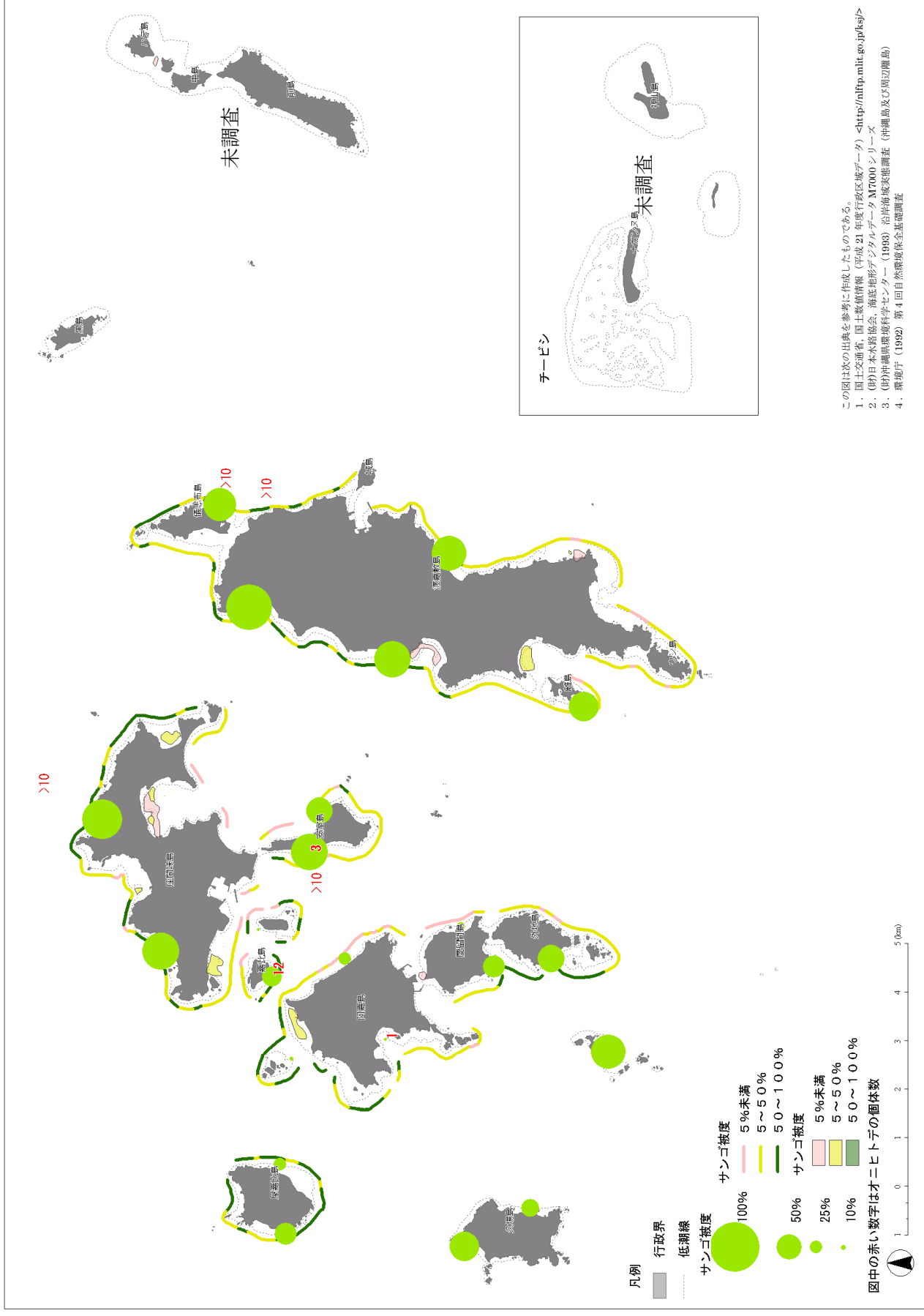


図 2-2-2. 1992 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査と広域概況調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

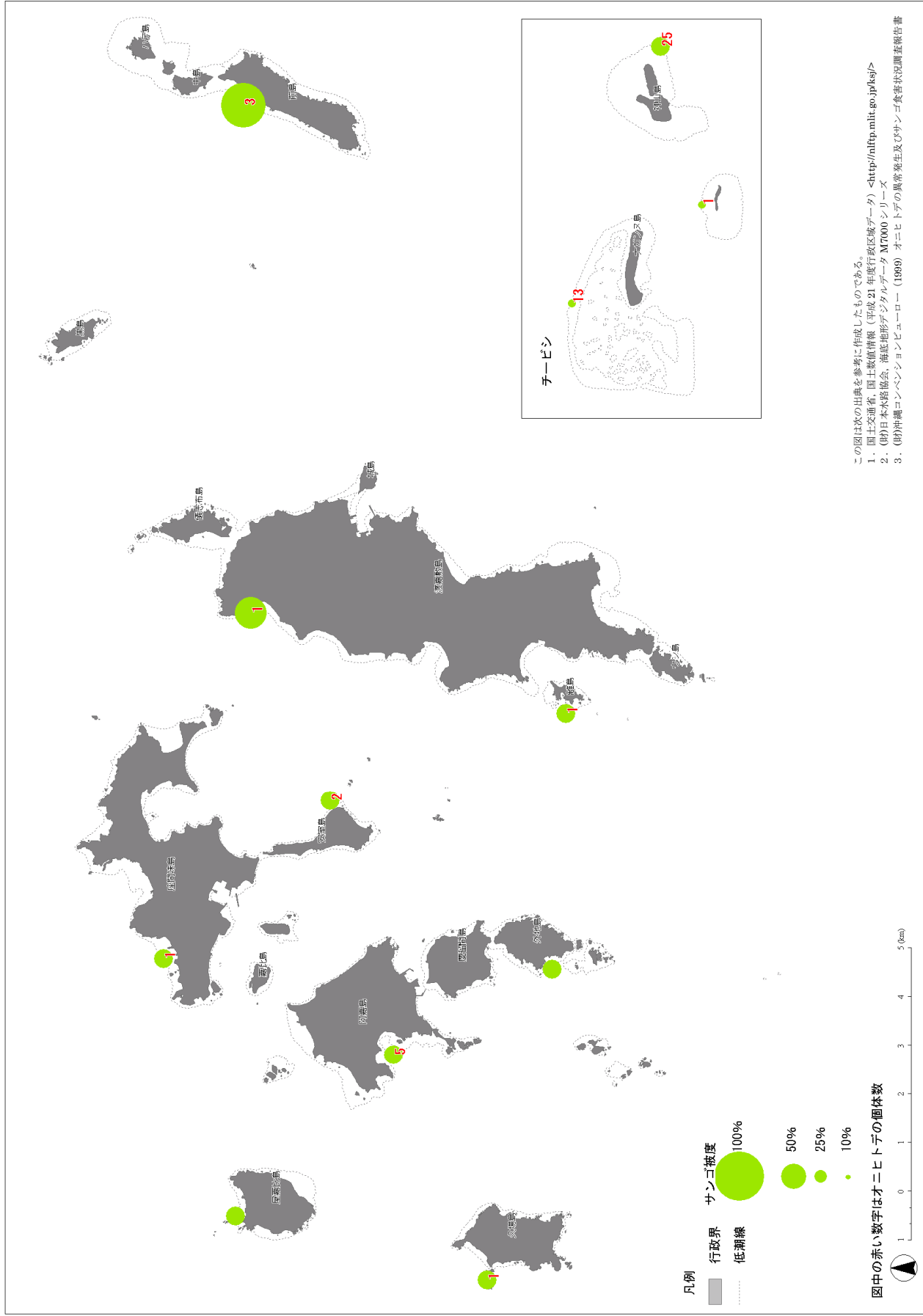


図 2-2-2-3. 1999 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.



図 2-2-2-4. 2002 年に慶良間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.

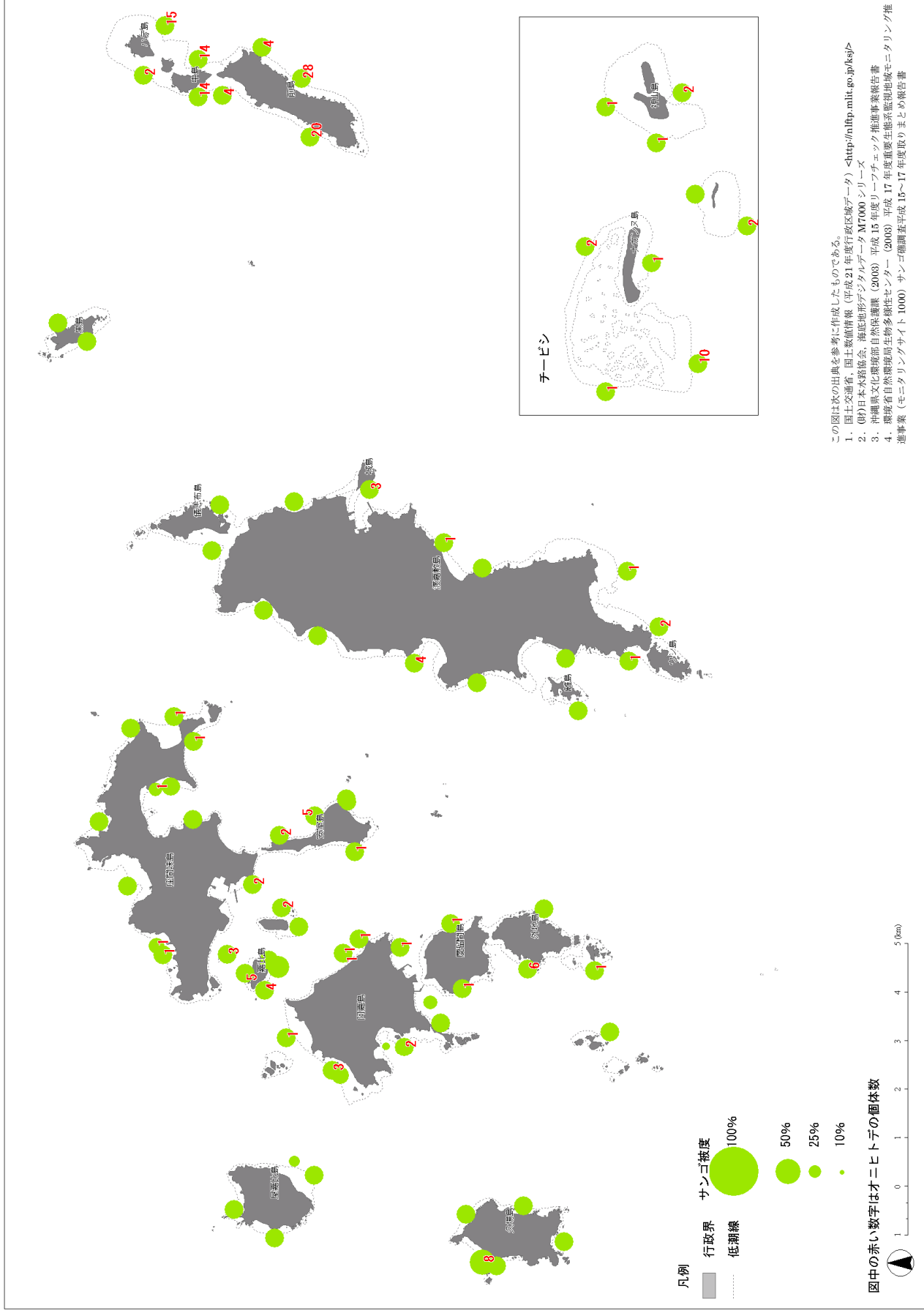


図 2-2-2-5. 2003 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

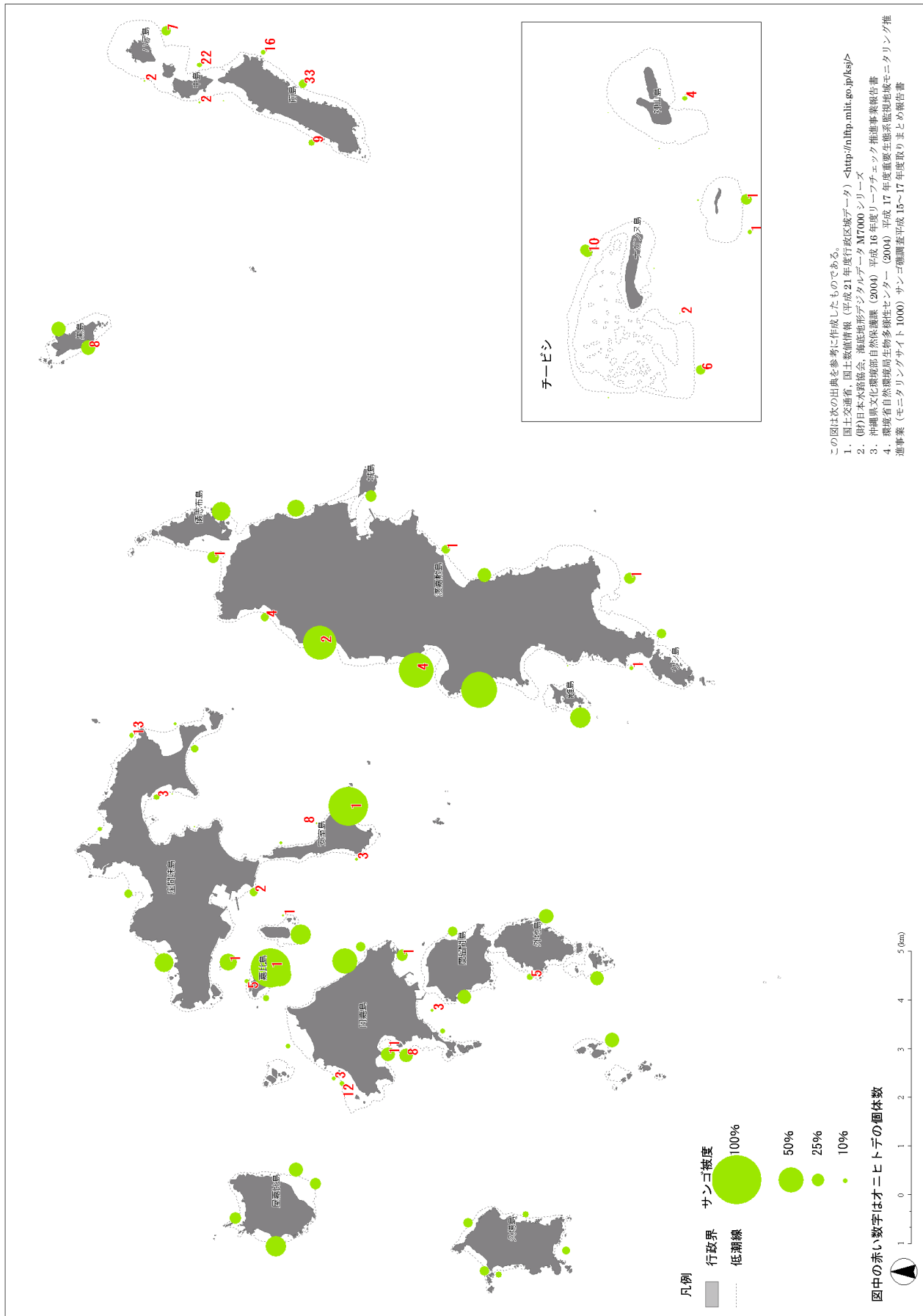


図 2-2-2-6. 2004年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数。

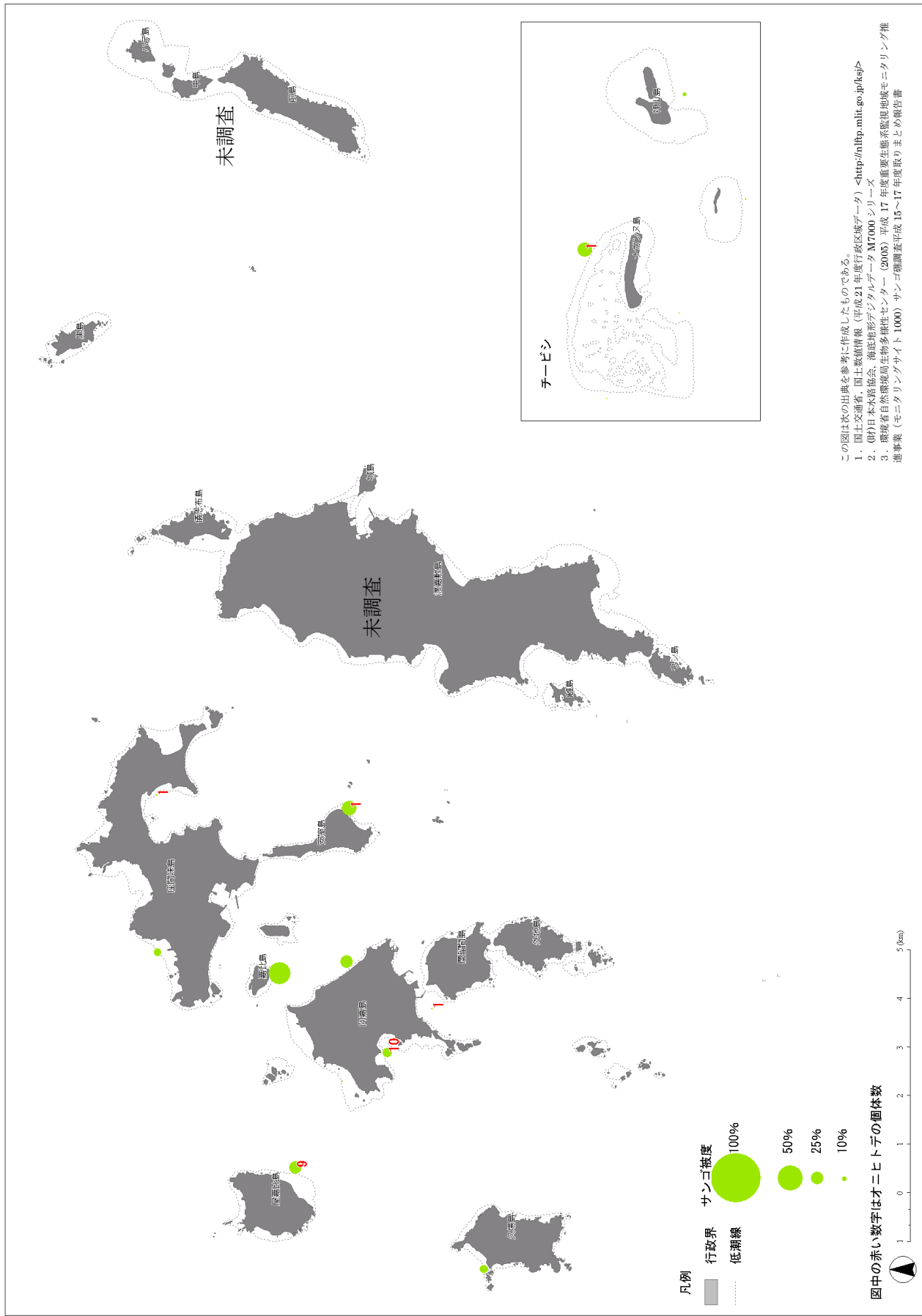


図2-2-2-7. 2005年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサーゴ被度とオニヒトデ個体数.

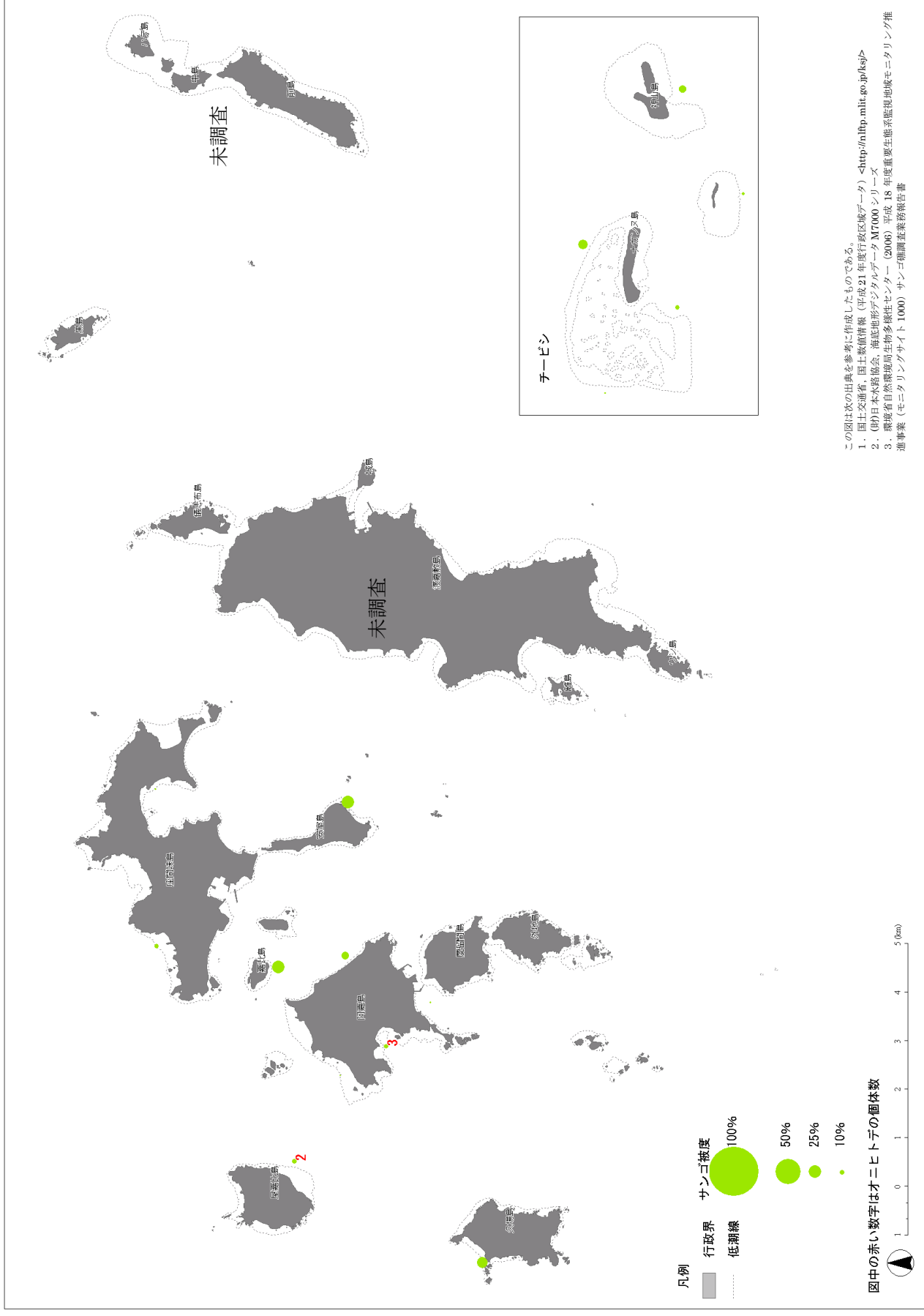


図 2-2-28. 2006 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデの個体数.

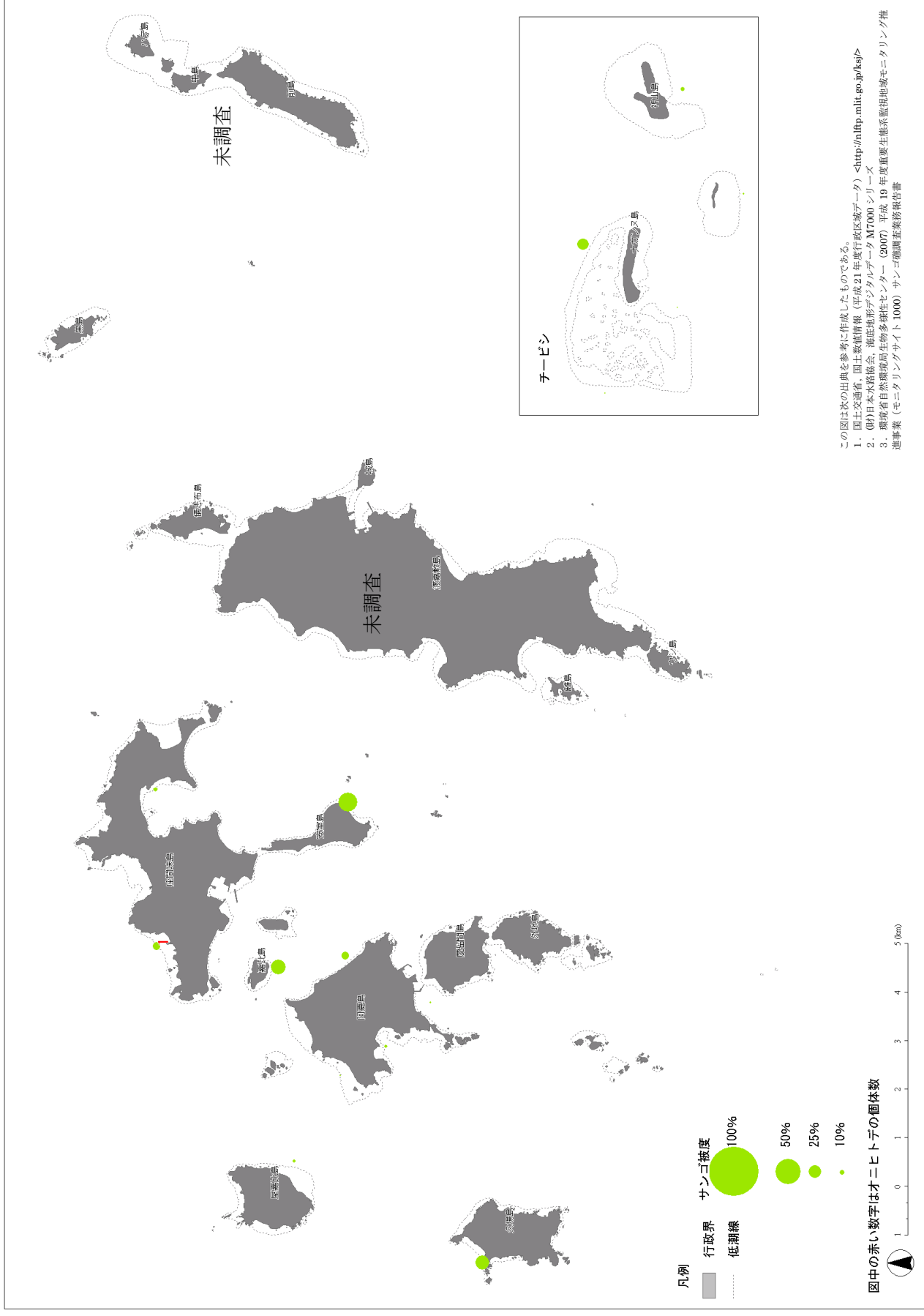


図 2-2-29. 2007 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

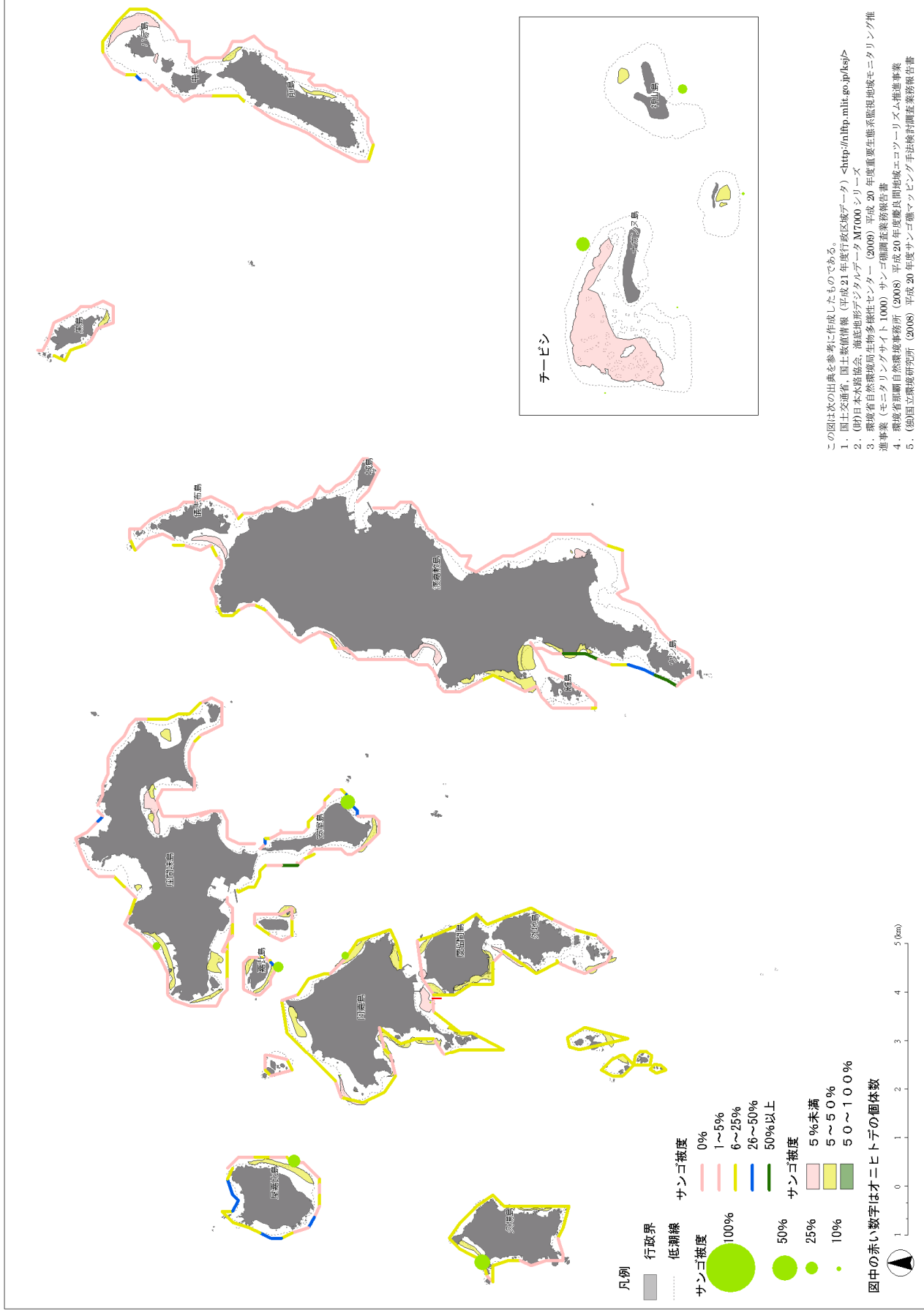


図2-2-30. 2008年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査と広域概況調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数。

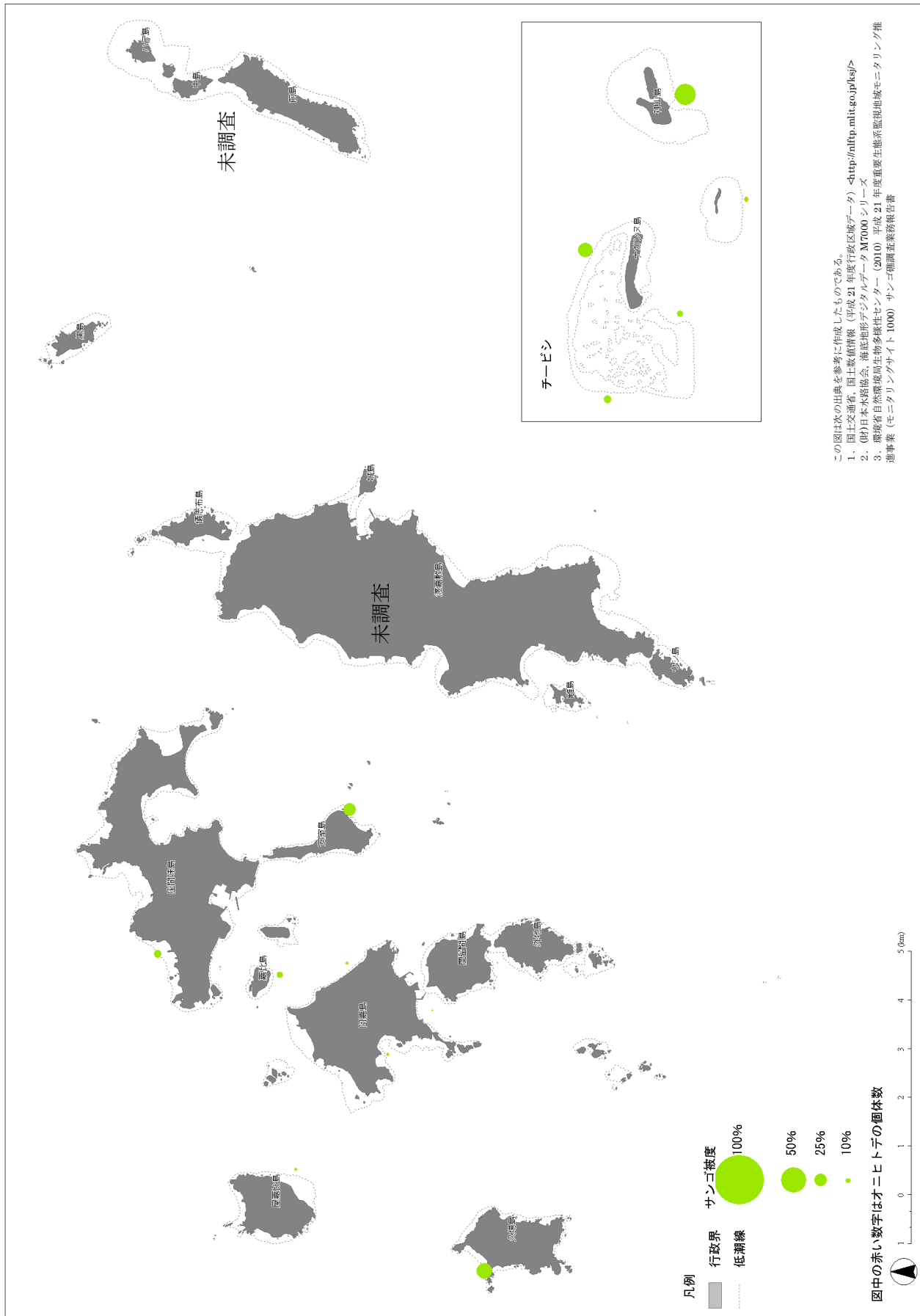


図 2-2-3 1. 2009 年に慶良間地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数.

2-1-3. 慶良間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、慶良間地域では1970年代初め頃にオニヒトデが多くいたと考えられる。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不明である。1980年後半から1990年前半にかけては、比較的多数のオニヒトデが確認されているがサンゴ被度も高い。その後、2000年代にオニヒトデが大発生し、慶良間地域のサンゴ群集は非常に大きな打撃を受けたと推測される。オニヒトデの大発生は、慶良間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-
岡地・中村(1989) 阿嘉島周辺のサンゴ礁とオニヒトデ分布密度
岩尾研二(2004) 第6章日本各地のサンゴ礁の現状 b. 慶良間諸島. 環境省, 日本サンゴ礁学会 編 日本のサンゴ礁
(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
(財)海中公園センター(1999) サンゴ礁保護のためのオニヒトデ駆除方策に関する緊急調査報告書
(財)沖縄コンベンションビューロー(1999) オニヒトデの異常発生及びサンゴ食害状況調査報告書
沖縄県文化環境部自然保護課(2002) 平成14年度リーフチェック推進事業報告書
環境省自然環境局生物多様性センター(2003) 平成17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) サンゴ礁調査平成15~17年度取りまとめ報告書
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
環境省自然環境局生物多様性センター(2004) 平成17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) サンゴ礁調査平成15~17年度取りまとめ報告書
沖縄県文化環境部自然保護課(2004) 平成16年度リーフチェック推進事業報告書
環境省自然環境局生物多様性センター(2005) 平成17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) サンゴ礁調査平成15~17年度取りまとめ報告書
環境省自然環境局生物多様性センター(2006) 平成18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
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

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

環境省自然環境局生物多様性センター (2009) 平成 20 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

環境省自然環境局生物多様性センター (2010) 平成 21 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

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

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)

- ・慶良間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 年頃と 2000 年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、慶良間地域のサンゴ群集は壊滅的な打撃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はない。
- ・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。