

## 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2-2-3 2）。

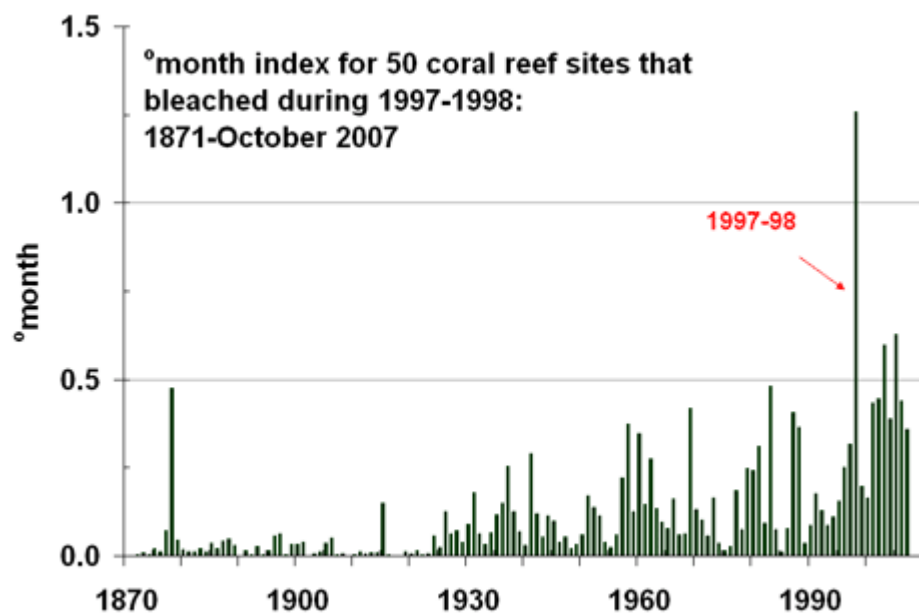


図2-2-3 2. 世界のサンゴ礁50ヶ所における高水温指数（UK Hadley Centre global monthly SST;1871-1999 と NOAA NCEP EMC CMB Global Reyn-Smith Olv2 Satellite and observations data set をもとに作成）。°monthは1982年から1999年のデータをもとに、年間の月々の平均最大水温を超える月を合計した高水温指数。解析の詳細はLough (2000) を参照。オーストラリア海洋科学研究所ホームページより。

## 2-2-2. 慶良間地域における白化現象の記録

谷口ら（1999）や環境庁（1999）の1998年から1999年にかけての調査は、1998年の高水温による白化の影響を確認している。阿嘉島全域でサンゴ被度の変化が著しく、1998年の6月には多くの場所で50%以上あったサンゴ被度が、1999年の2・3月には、26～50%に下がっている（図2-2-33）。この1998年の高水温による白化現象は、阿嘉島全域で影響を受けていることから、慶良間地域全体で高水温による白化の影響を受けていたと推測される。

また、2001年にも白化現象が確認されているが、完全に白化したサンゴ群体の数は1998年の時と比べて少なく死亡した群体も少なかったと報告されている（谷口2002）。

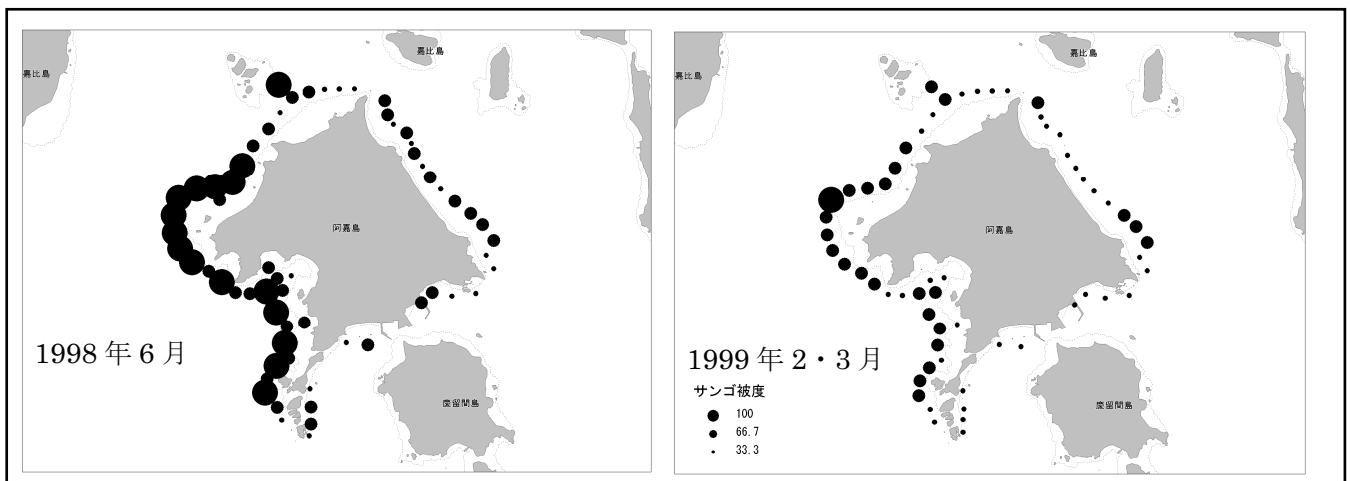


図2-2-33. 阿嘉島周辺の1998年夏前後のサンゴ被度の変化. 環境庁(1999)をもとに作図.

## 2-2-3. 慶良間地域における白化現象のサンゴ群集への影響

阿嘉島周辺で1998年の大規模な白化現象の前後に行われた調査結果から、慶良間地域のサンゴ群集へ広範囲で大きな打撃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、白化現象への対策にもなる。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現象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（1999）平成 11 年度サンゴ礁堡とのためのオニヒトデ駆除方策に関する緊急調査報告書。

谷口洋基（2002）阿嘉島周辺における 2001 年の白化現象－1998 年との比較。みどりいし，13、26-29

谷口洋基・岩尾研二・大森信（1999）慶良間列島阿嘉島周辺の造礁サンゴの白化 I，1998 年 9 月の調査結果。Galaxea, JCRS, 1, 59-64

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

### 要約（サンゴの白化現象）

- ・ 1998 年の高水温による白化現象は、慶良間地域のサンゴ群集へ広範囲で大きな打撃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、地球規模の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る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沖縄県環境保健部(1991)にまとめられており、昭和 20 年代後半(1945 年~1955 年)のパイナップルブームによる畑の造成が始まりとされている(表 2-2-4 および表 2-2-5)。パイナップルの栽培面積は、1954 年に沖縄島と八重山諸島で合わせて 89ha だったのが 1957 年に 20 倍以上、1967 年には 60 倍(5,380ha)となり、畑地造成はかつてない規模と速さであったとされている(図 2-2-3 4、沖縄県環境保健部 1991)。日本復帰の後、1972 年以降は沖縄振興開発計画により大規模な公共工事や民間企業等による資本投資が各地でなされ、赤土等の流入は漁業被害などの社会問題となっていた(沖縄県環境保健部 1991、大見謝 2004)。これに対し、沖縄県では様々な赤土等流出防止対策がとられてきており(沖縄県 2003)、1994 年には沖縄県赤土等流出防止条例が制定された。現在では、条例の施行により開発地からの赤土等の流出に対して一定の効果がでていますが、農地からの流出などは続いている(図 2-2-3 5、沖縄県環境政策課 2009、大見謝ら 2002)。沖縄県の主要作物であるさとうきびの収穫面積(図 2-2-3 6)やパイナップルの栽培・収穫面積は減少傾向にあり、これまでさまざまな赤土等流出防止対策がとられてきたが、特に農地での対策を推進する必要がある。

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 法による慶良間地域の現況と、「2-3-3. 赤土等の流れやすい流域」とを比較した。

表 2-2-4. 主な赤土等流出の歴史的経過 I. 沖縄県環境保健部 (1991) より.




年 代	主要な赤土流出の状況	主な汚濁地域	備 考 (主な条例、行事等)
昭和35年 (1960)	●パインブームによる畑の造成が進み、赤土が海域に流出しだす 	本島北部地域	
昭和36年 (1961)	●ベトナム戦争激化による米軍の演習地の建設に伴う赤土流出がみられるようになる(飛行場、弾薬庫、宿舎等の建設が相次ぐ) 		
昭和37年 (1962)			
昭和38年 (1963)			
昭和39年 (1964)			
昭和40年 (1965)			
昭和41年 (1966)			
昭和42年 (1967)			
昭和43年 (1968)			
昭和44年 (1969)	●国道拡張工事、ゴルフ場開発、土地改良事業及び米軍都市型戦闘施設内からの赤土流出により、海域の汚染が始まる 	恩納村一帯	●都市計画法
昭和45年 (1970)			
昭和46年 (1971)			●沖縄振興開発特別措置法
昭和47年 (1972)			●本土復帰 ●第1次沖縄振興開発
昭和48年 (1973)	●農・林道、多目的ダム及び土地改良事業等による大型公共工事により赤土汚染が広まり始める ●米軍基地及びその周辺において、実弾演習等による赤土汚濁が見られ、水源地等の汚染が生じた	} 本島中・北部地域	●沖縄特別国民体育大会(若夏国体) ●沖縄県県土保全条例
昭和49年 (1974)	●赤土流出による河川の汚染が進行、米軍基地からの土砂流出 ●戦車道、高速道路工事、導水管敷設工事、各ダム工事及び宅地造成、土地改良事業等による各開発工事により、赤土流出が目立つ		辺野喜川・与那川・源河川 本島中・北部地域
昭和50年 (1975)	●赤土流出によるマングローブ林の破壊と生物の生息地の破壊が進行する。 ●土砂流出によるダムの水源汚染及びダムの機能低下(原因はゴルフ場建設による) ●パイン畑開墾及び戦車道、一般道路工事等により本島北部海岸が広域に赤土で汚染される	本島中・南部の東海岸、西表島・小浜島等  北部海域(特に西海岸)	●沖縄国際海洋博覧会 ●恩納村地域開発指導要綱 ●県として、赤土汚染が広がりがつつあることを指摘
昭和51年 (1976)	●森林伐採、ダム建設、林道開設等による森林の環境破壊が進む ●土地改良事業等により、宮良湾等の海域で赤土汚染が広がる	本島北部森林(特に国頭村) 石垣島	●沖縄県公害防止条例の改正(赤土等の流出防止義務)
昭和52年 (1977)	●農地基盤整備事業と比例して赤土による海域汚染が広がる	久米島	●金武湾泥堆積調査を実施

表 2-2-5. 主な赤土等流出の歴史的経過 II. 沖縄県環境保健部 (1991) より.

年 代	主要な赤土流出の状況	主な汚濁地域	備 考(主な条例、行事等)
昭和53年 (1978)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●本島北部東海岸(羽地内海～国頭村辺土名の奥間ビーチ)一帯で赤土汚染が深刻化。</li> <li>●久米島・石垣島で養殖モズクが全滅</li> <li>●安波川が赤土に汚染し川エビ、ウナギ、ウルガイ等の生息生物の減少</li> <li>●米軍実弾砲撃演習で赤土が取水源に流れ込む</li> </ul>	本島北部地域(特に東海岸) 離島 本島中・北部地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>●石川川流域における赤土流出源実態調査の実施</li> </ul>
昭和54年 (1979)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●パイン畑開墾、土地改良、道路工事等により、恩納村の西海岸沿いから名護市の部間方面及び、羽地内海から大宜味、国頭村宜名真までの広域赤土汚染が進行する</li> <li>●土地改良区や米軍基地からの赤土流出により、金武湾の赤土汚染が進行(サンゴ礁の死滅により、モズク、アオサ等が激減)</li> <li>●米軍戦車道工事による川田ダムの赤土汚染及び宜野座地区の飲料水汚染</li> </ul>	本島中・北部地域 金武町、宜野座村一帯	<ul style="list-style-type: none"> <li>●沖縄観光振興条例</li> <li>●東村赤土等の流出汚染防止条例</li> <li>●国頭村地域開発規則</li> <li>●中城湾泥堆積状況を実施</li> </ul>
昭和55年 (1980)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●金武湾が赤く汚染(海域生物生息体系の崩壊でモズク、貝など激減)</li> <li>●安田海岸の赤土汚染(漁獲半減)</li> <li>●億首川の汚染が進む(ヒルギ群などに影響)</li> <li>●金武湾・天願など25海域、28河川の赤土汚染</li> <li>●大宜味村・塩屋湾内のカキ養殖の全滅、及び宜野座村松田区の湯原一帯の漁場喪失</li> <li>●恩納村沿岸一帯のモズク養殖被度、金武湾の漁網具の汚染と漁獲量の減少</li> </ul>	本島中・北部地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>●土砂流出防止対策基本方針(沖縄県農林水産部)</li> <li>●中城湾におけるサンゴと底生生物分布調査を実施</li> </ul>
昭和56年 (1981)	↓		<ul style="list-style-type: none"> <li>●赤土流出機構調査の開始</li> </ul>
昭和57年 (1982)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●米軍基地内の戦車道開設工事、実弾演習による森林破壊</li> </ul>	金武町、宜野座村	<ul style="list-style-type: none"> <li>●第2次沖縄振興開発計画</li> <li>●宜野座村赤土等の流出防止条例</li> </ul>
昭和58年 (1983)	↓		<ul style="list-style-type: none"> <li>●県内における赤土汚濁の調査研究を開始</li> </ul>
昭和59年 (1984)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●米軍の砲撃演習、戦車道構築による赤土流出</li> <li>●農地開発等各種開発による赤土流出汚濁の進行</li> <li>●赤土・土砂によるサンゴ被害(本島周辺)</li> </ul>	金武町・宜野座村・県全域 (特に本島北部)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●金武町赤土等の流出汚染防止条例</li> <li>●赤土流出機構及び流出防止に関する研究</li> </ul>
昭和60年 (1985)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●赤土流出による海域の海洋生物の生育阻害と漁場汚染が深刻化する。さらに、海浜、海域の自然景観の破壊</li> </ul>	県全域	<ul style="list-style-type: none"> <li>●赤土流出機構及び流出防止に関する研究</li> </ul>
昭和61年 (1986)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●林道開設など森林伐採によるノグチゲラ等の貴重種の生息地寸断と生態かく乱</li> <li>●赤土流出による農地の土壌生産力低下と農用地等の埋設</li> </ul>	本島北部の森林 県全域	<ul style="list-style-type: none"> <li>●県内各地における赤土濃度の測定を実施</li> </ul>
昭和62年 (1987)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開発による赤土流出に基づく漁獲種類の変動、漁網具の汚染と漁獲量の減少</li> <li>●内需拡大の景気回復により、リゾートホテル、ゴルフ場の建設が増加する</li> </ul>	県全域	<ul style="list-style-type: none"> <li>●総合保養地整備法</li> <li>●第42回国民体育大会(海邦国体)</li> <li>●「沖縄県赤土等流出防止対策連絡協議会」幹事会を開催</li> </ul>
昭和63年 (1988)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●乱開発による赤土流出で業者を告発</li> <li>●米軍の都市型戦闘施設の建設に従って恩納村海域で赤土汚染が進む</li> </ul>	恩納村仲泊	
平成1年 (1989)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●米軍都市型戦闘訓練施設内から、河川及び海域に赤土が流出</li> <li>●恩納村喜瀬武原の米軍ヘリパッドから赤土が流出</li> </ul>	恩納村	
平成2年 (1990)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●海域・海岸の赤土汚染による漁業被害及び観光へのマイナスイメージ深刻化</li> <li>●ゴルフ場等の工事により、本部町崎本部の海岸、名護市嵐山地先、国頭村安田海域で赤土汚染が深刻化</li> <li>●ダム下流の河川、金武湾及び羽地内海等で大量の赤土が堆積している</li> </ul>	本島中・北部地域	

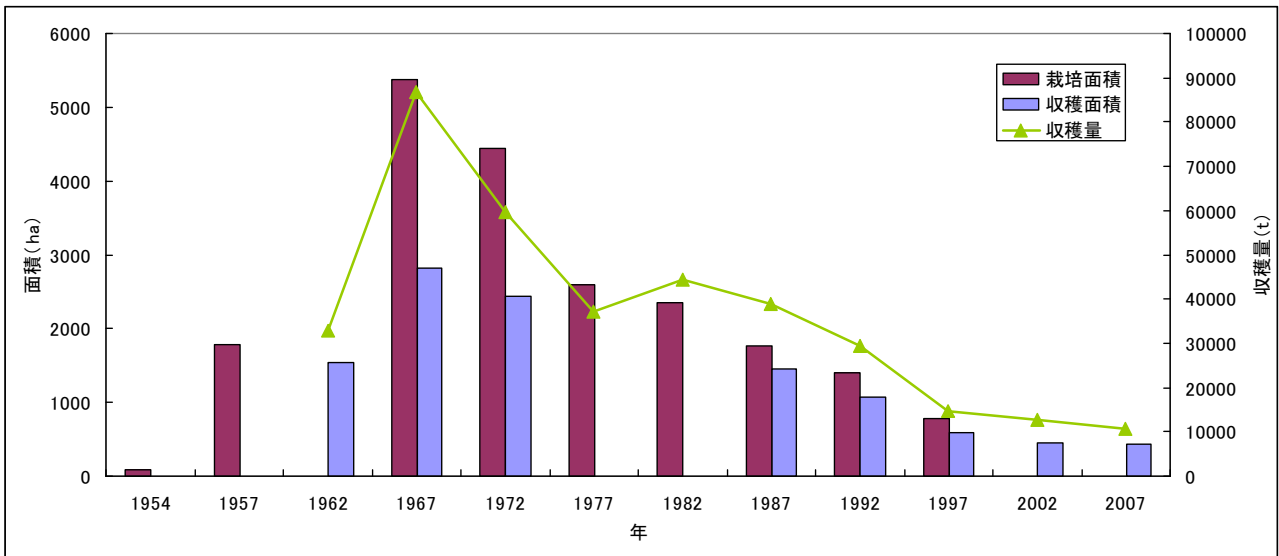


図 2-2-34. 沖縄県のパイナップルの栽培・収穫面積・収穫量の変遷. 沖縄県環境保健部 (1991) 及び沖縄県統計年鑑をもとに作成.

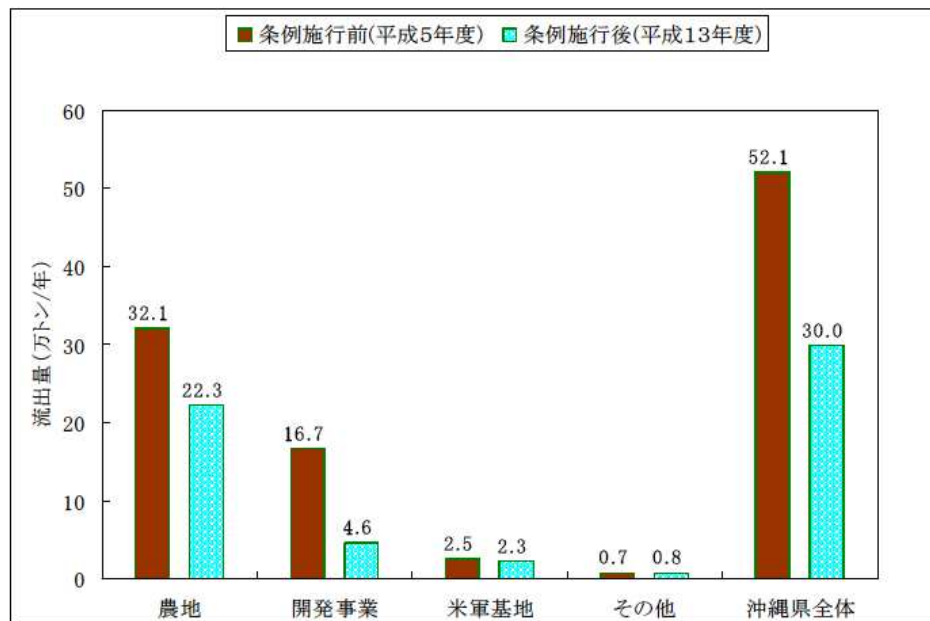


図 2-2-35. 沖縄県の赤土等流出量の推移. 沖縄県 (2009) より.

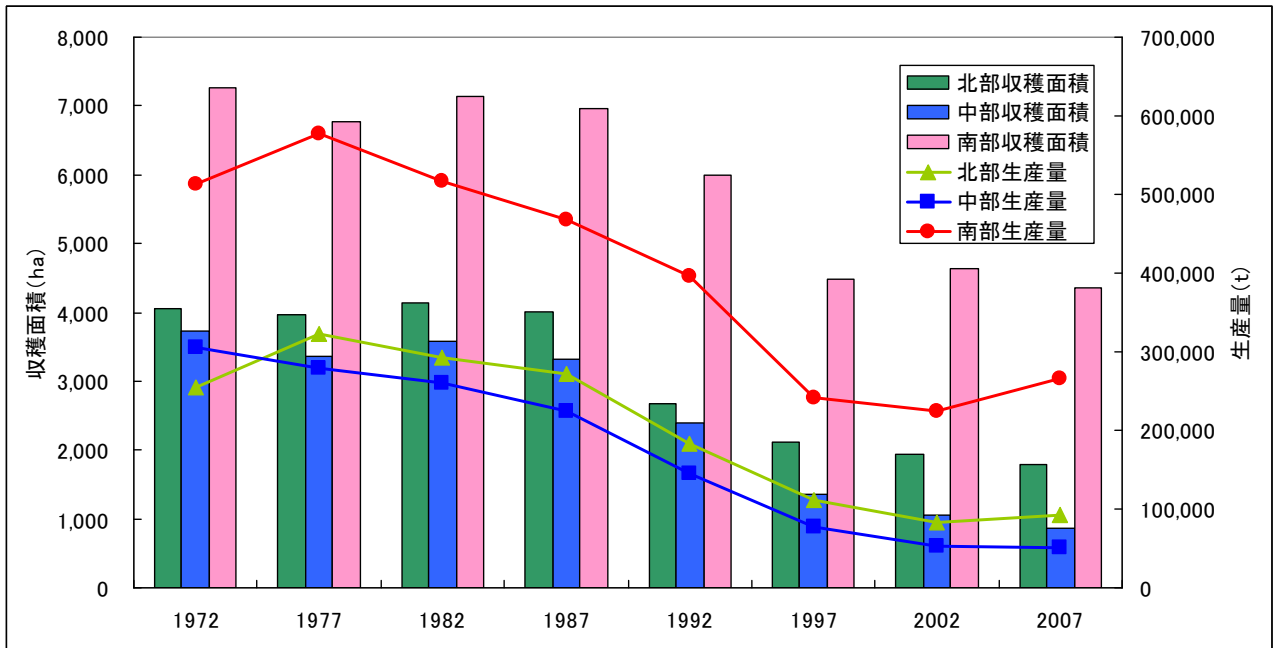


図 2-2-36. 沖縄島本島地域のさとうきびの収穫面積・生産量. 沖縄県統計年鑑をもとに作成.



### 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、各海域の最大値を図 2-2-37 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  $30\text{kg}/\text{m}^3/\text{年}$  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。慶良間地域において、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  $30\text{kg}/\text{m}^3$  以上の海域はなかった。

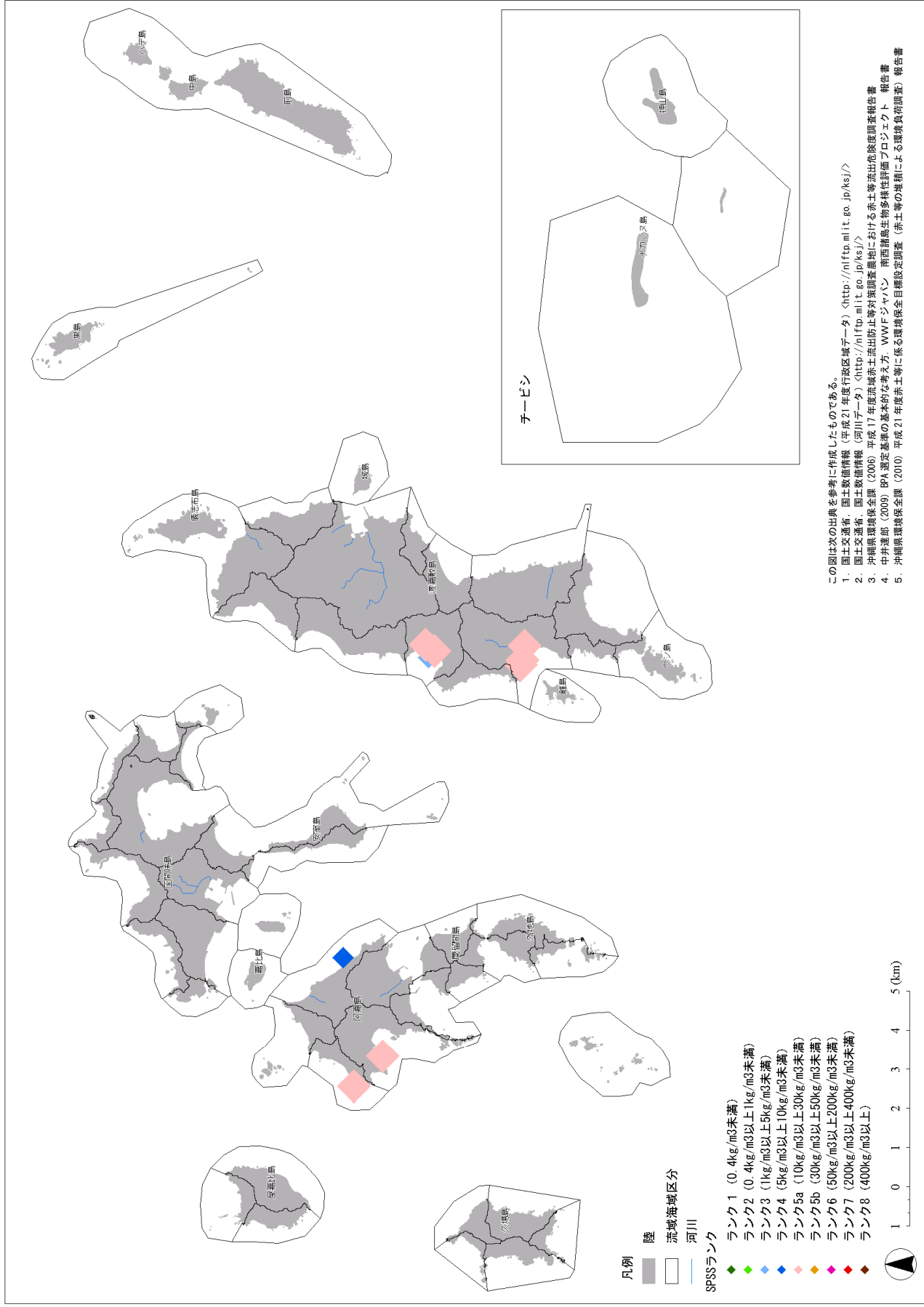


図2-2-3-7. 沖縄県環境保全課（2010）で調査されたSPSSの最大値のランク。

### 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。

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

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 ( $5^{\circ}$ ) 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。

#### GIS での作業の流れ

土地利用現況図、土壌図、傾斜区分図をオーバーレイし、USLE の降雨係数 (R)、土壌係数 (K)、斜面長係数 (L)、傾斜係数 (S)、作物係数 (C)、保全係数 (P) を代入し、単位面積あたりの年間流亡量 (A) を算出した。各係数は次ページからの説明のとおり、決定した。

## 降雨係数 (R)

降雨係数 (R) は、降雨侵食指数を数値化したものである。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 (表 2-2-6)。降雨係数は次の式により算出さる。

$$\text{降雨係数 (R)} = (E \times I_{60}) / 100$$

E : 一連降雨の降雨エネルギー (m・tf/ha)

I<sub>60</sub> : 60 分降雨強度の最大値 (cm/hr)

※一連降雨とは、降雨開始後無降雨の状況が 6 時間以上続くまでの降雨

降雨係数は、各観測施設間の距離が最小になるように領域を作成して決定した。

表 2-2-6. 各地域の年降雨係数

年 地域	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	10 年 平均
名 護	451	396	308	638	747	369	765	1,641	992	1,213	752
那 覇	712	760	408	547	612	663	734	2,448	1,475	1,321	968
久米島	882	797	426	966	930	613	463	1,216	988	921	820
宮古島	747	928	506	419	643	624	562	845	680	965	692
石垣島	746	1,191	402	1,012	738	434	774	1,576	594	1,032	850
西表島	1,016	616	311	906	1,450	594	1,288	1,652	555	921	931

沖縄県環境保全課 (2006) より

## 土壌係数 (K)

土壌係数 (K) は、単位降雨辺りの流亡量を与える係数である。この係数は土の種類により、変化する。また、同一土壌でも土の物理・化学的変化などにより変化するが、年間の平均値は一定値を示すものと考えられている (翁長ら 1991)。土壌係数は沖縄県 (1997) をもとに渡邊 (2002) で用いられた係数を参考に、表 2-2-7 のように決定した。

表 2-2-7. 各土壌の土壌係数

土壌群	土壌名	土壌計数 (K)
赤色土	赤色土壌	0.3
黄色土	黄色土壌	0.3
赤・黄色度	表層グライ系赤黄色土壌	0.3
灰色台地土	灰色台地土壌	0.3
グライ土壌	グライ土壌	0.2
グライ台地土	グライ土壌	0.2
グライ土	グライ土壌	0.2
褐色低地土	低地土壌	0.2
灰色低地土	低地土壌	0.2
造成低地土	低地土壌	0.2
未熟土壌	未熟土壌	0.2
暗赤色度	暗赤色土壌	0.1
暗赤色土	暗赤色土壌	0.1
岩屑土	岩屑性土壌	0

渡邊 (2002) をもとに作成

## 斜面長係数 (L)

斜面長係数 (L) は、基準斜面長 (20m) に対する比率から求められる係数である。斜面長係数は次の式で計算される。

$$(L) = (l / 20.0)^{0.5}$$

l : 斜面長 (m)

今回は斜面長計数の算出が困難だったため、すべての斜面長を 20m として計算した。

## 傾斜係数 (S)

傾斜係数 (S) は、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。傾斜係数は次の式で計算される。

$$(S) = (68.19\sin^2\theta + 4.75\sin\theta + 0.068)$$

$\theta$  : 斜面勾配 (度)

沖縄県土地対策課保有の傾斜区分の GIS データは、傾斜区分により段階分けされているため、傾斜区分の中間値を用いて傾斜係数を算出した (表 2-2-8)。また、傾斜区分 3 度以上 8 度未満以上の農地 (普通畑、パイナップル畑、サトウキビ畑) は、傾斜区分をすべて 3 度以上 8 度未満 (5.5° ) として計算した。

表 2-2-8. 傾斜区分ごとの傾斜係数

傾斜区分	計算に使用した傾斜角度	傾斜係数
1 度未満	0.5	0.114643877
1 度以上 3 度未満	1.5	0.239066517
3 度未満	1.5	0.239066517
3 度以上 8 度未満	5.5	1.149688505
8 度以上 15 度未満	11.5	3.72538471
15 度以上 20 度未満	17.5	7.662363598
15 度以上 30 度未満	22.5	11.8719406
20 度以上 30 度未満	25	14.25459319
30 度以上 40 度未満	35	25.22631129
30 度以上	30	19.4905
40 度以上	40	31.29570653

## 作物係数 (C) と保全係数 (P)

作物係数 (C) は、作物の種別とその生育状態で定まる係数である。裸地の場合を 1 とした侵食流亡土量の軽減割合を示す。保全係数 (P) は、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である。それぞれの係数は、渡邊 (2002) でもちいられた係数を参考に、表 2-2-9 のように決定した。

表 2-2-9. 各地目の作物係数および保全係数

地目	作物係数 (C)	保全係数 (P)	地目	作物係数 (C)	保全係数 (P)
アダン林	0.005	0.1	桑畑	0.4	0.3
サトウキビ畑	0.2	0.3	業務地区	0.01	0.1
しの地	0.005	0.1	海・ダム・池など	0	0
しゅろ科樹木※	0.005	0.1	混交樹林	0.005	0.1
その他の樹木畑	0.4	0.3	温室	0.01	0.1
パイナップル畑	0.6	0.3	牧場・牧草地	0.05	0.3
一般住宅地域	0.01	0.1	田	0.01	0.1
中高層住宅地域	0.01	0.1	畜舎	0.01	0.1
供給処理施設	0.01	0.1	空地	0.05	0.3
公共業務地区	0.01	0.1	竹林	0.005	0.1
公園緑地	0.02	0.1	茶畑	0.3	0.3
厚生地区	0.01	0.1	裸地	1	1
商業地区	0.01	0.1	運動競技施設	0.02	0.1
工業地区	0.01	0.1	運輸流通施設	0.01	0.1
広葉樹林	0.005	0.1	道路	0.01	0.1
改変工事中の地域	1	1	野草地	0.05	0.3
文教地区	0.01	0.1	針葉樹林 (人工林)	0.005	0.1
普通畑	0.4	0.3	針葉樹林 (天然林)	0.005	0.1
果樹園	0.4	0.3	防衛施設	0.01	0.1

※しゅろ科樹木は沖縄ではヤシ科樹木を指す

## 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2-2-39に示す。慶良間地域のほとんどの島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2-2-40に示す。前島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2-2-38に示す。USLE 式による土壌流出量が最も多い地目は裸地であった。各流域の USLE 値が高くなっているのは、今回 USLE の算出に用いた沖縄県土地利用現況図で、慶良間地域の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たためと考えられる。

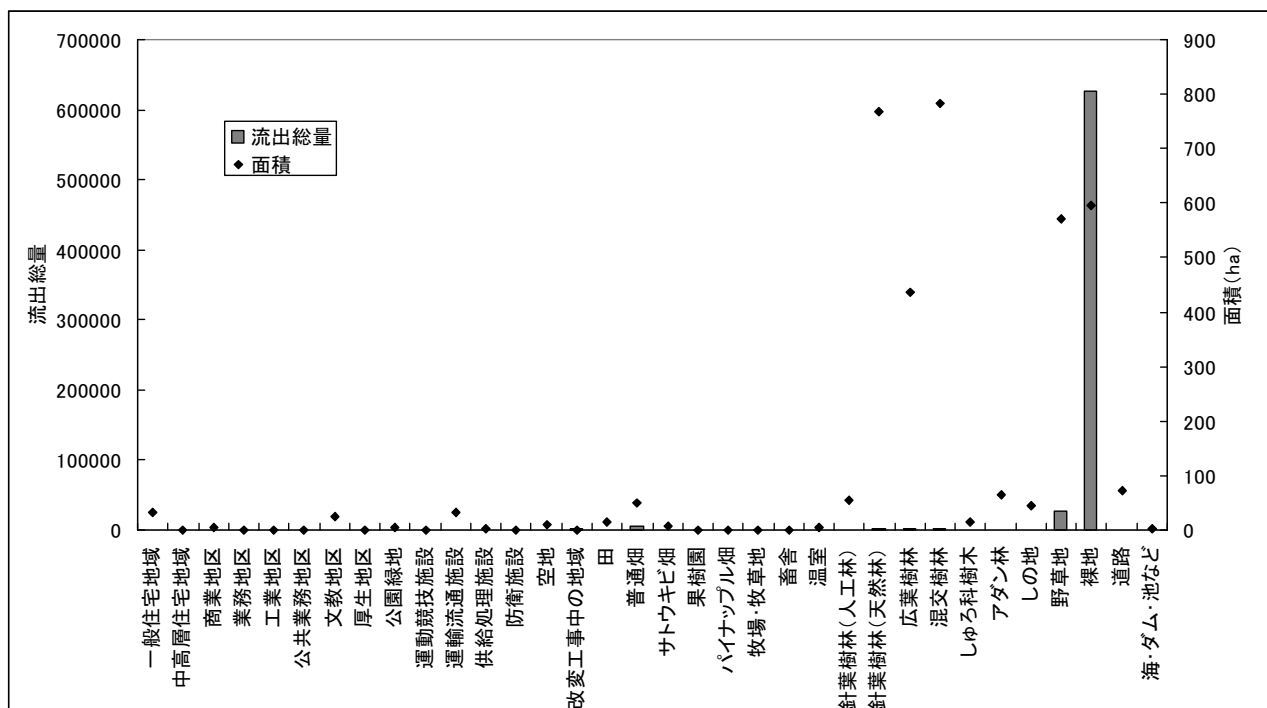


図2-2-38. 各地目の土壌流出量



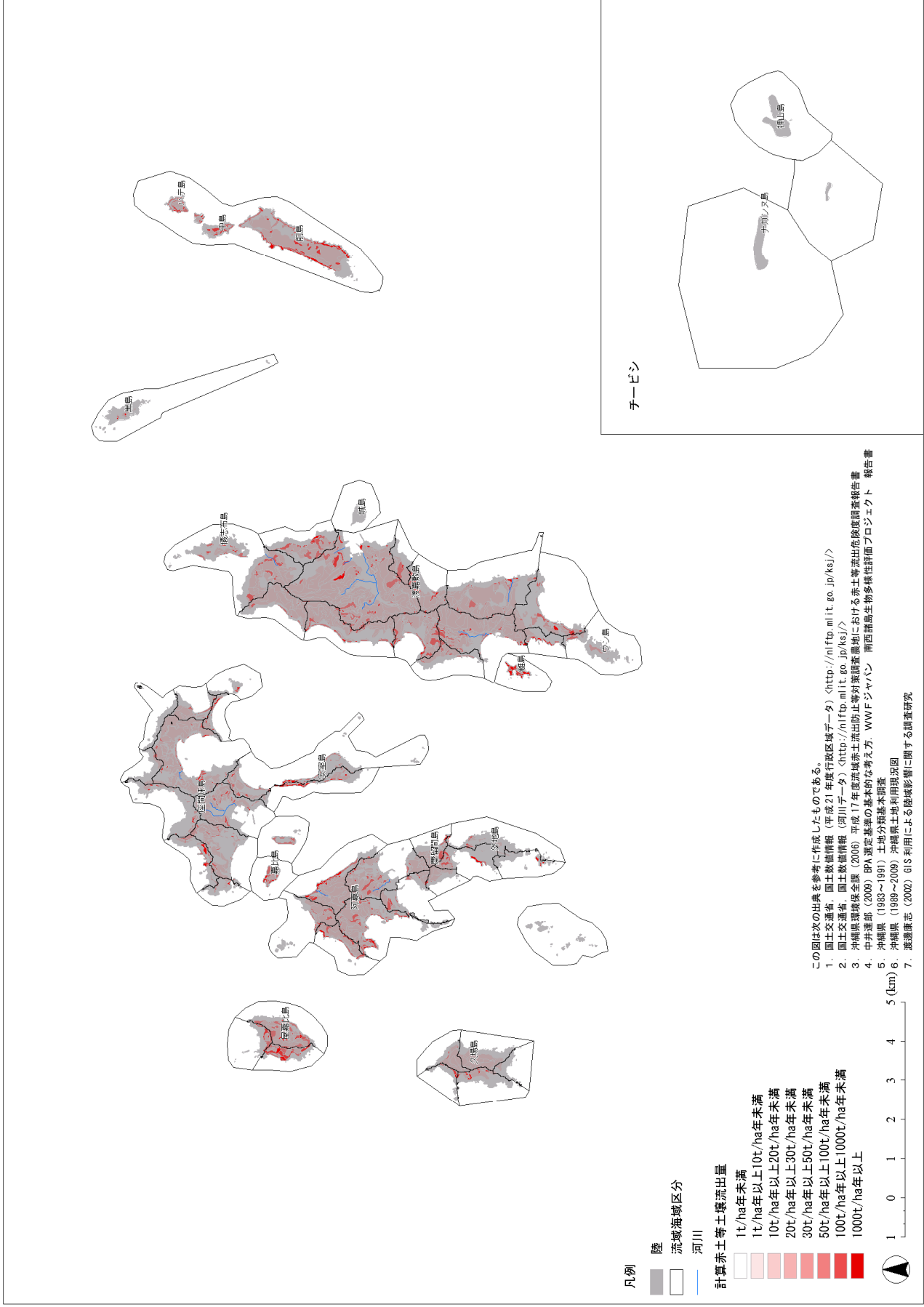


図2-2-3-39. 慶良間地域における土壌流出量の算定結果.

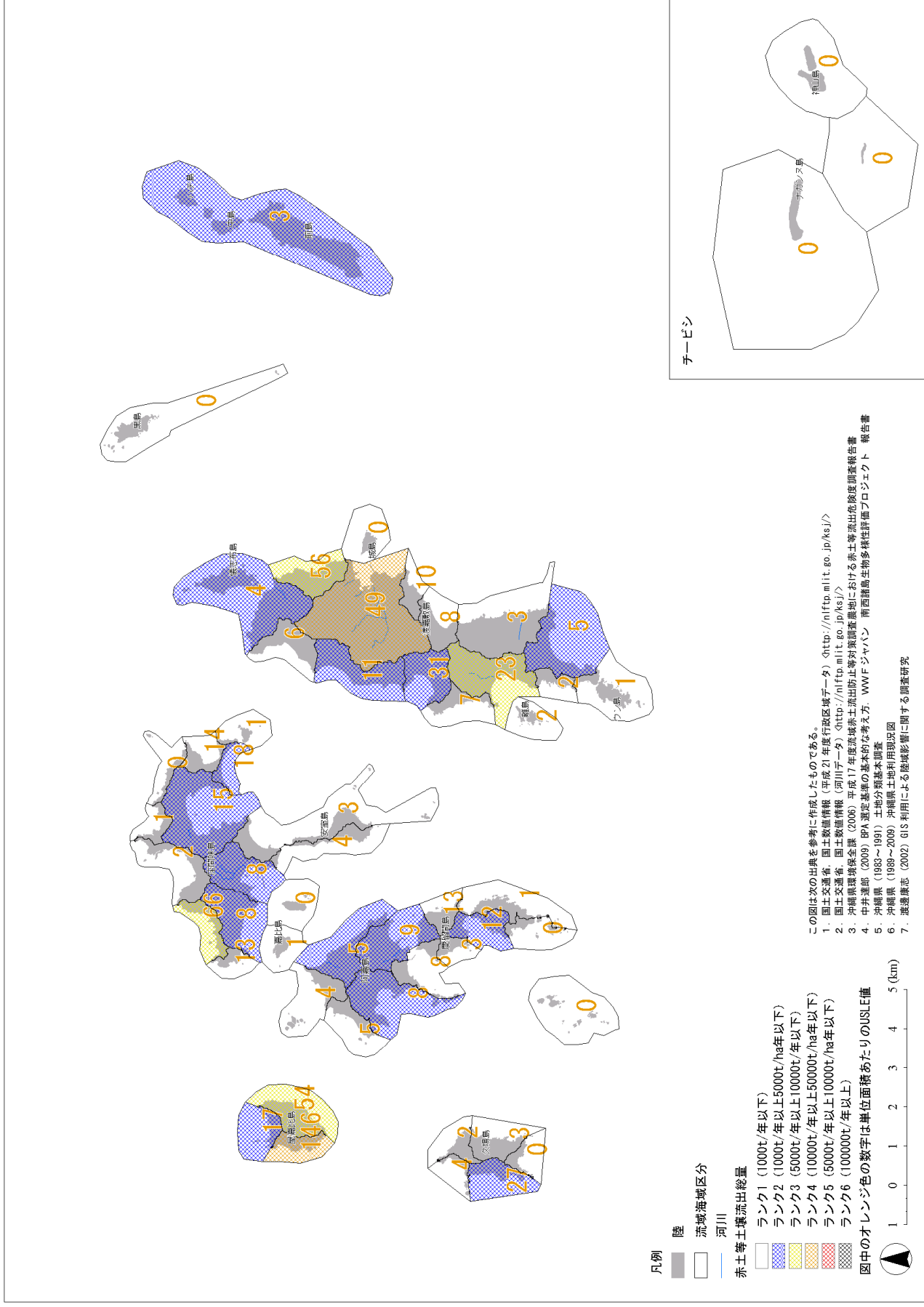


図2-2-40. 流域海域区分毎の赤土等土壌流出総量と単位面積あたりの土壌流出量.

## 2-3-4. 慶良間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、慶良間地域のほとんどの島で単位面積あたりの土壌流出量の高い土地がみられ、流域海域区分毎の単位面積あたりの土壌流出量も非常に高い地域があった。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、慶良間地域の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たためだと考えられる。実際、慶良間地域において、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/m<sup>3</sup>以上の海域はなかった（沖縄県環境保全課 2010）。

### 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 式による土壤流出推定量の結果は、慶良間地域のほとんどの島で単位面積あたりの土壤流出量の高い土地がみられたが、沖縄県環境保全課 (2010) の調査より、慶良間地域では赤土等の土壤流出はほとんどないと考えられる。

## 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、高濃度条件では、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

慶良間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の一つといえる。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。

沖縄県統計年鑑の市町村別面積から、埋め立ての変遷をまとめた。年間の面積の変化を図2-2-41に、面積の累積を図2-2-42に示す。その結果、1972年以降多い年で年間4km<sup>2</sup>以上、少ない年でも0.2km<sup>2</sup>程度の埋め立てが継続して行われており（図2-2-41）、累積では31.55km<sup>2</sup>の面積が埋め立てられている（図2-2-42）。なお、1987年から1988年の間で大幅な差が生じているがこれは、面積を計算する元となった地形図の縮尺の違いによるもので、埋め立てなど実際の土地面積の増加ではないことに注意が必要である。

### 2-5-2. 慶良間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。慶良間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2-2-42）。この際、ポリゴン作成の精度上の問題で、埋め立てられていない部分も抽出されたため、第四回自然環境保全基礎調査（環境庁1996）およびサンゴ礁分布図（環境省2008）の浚渫埋め立ての情報と、沖縄県土地対策課所有の航空写真（平成3年及び4年撮影）をもとに修正を行なった。また、第4回自然環境保全基礎調査と第5回自然環境保全基礎調査の海岸調査より、人工海岸を抽出した。

慶良間地域では、1974年以降の埋め立てはほとんどなく、人工海岸は港周辺に限られている。

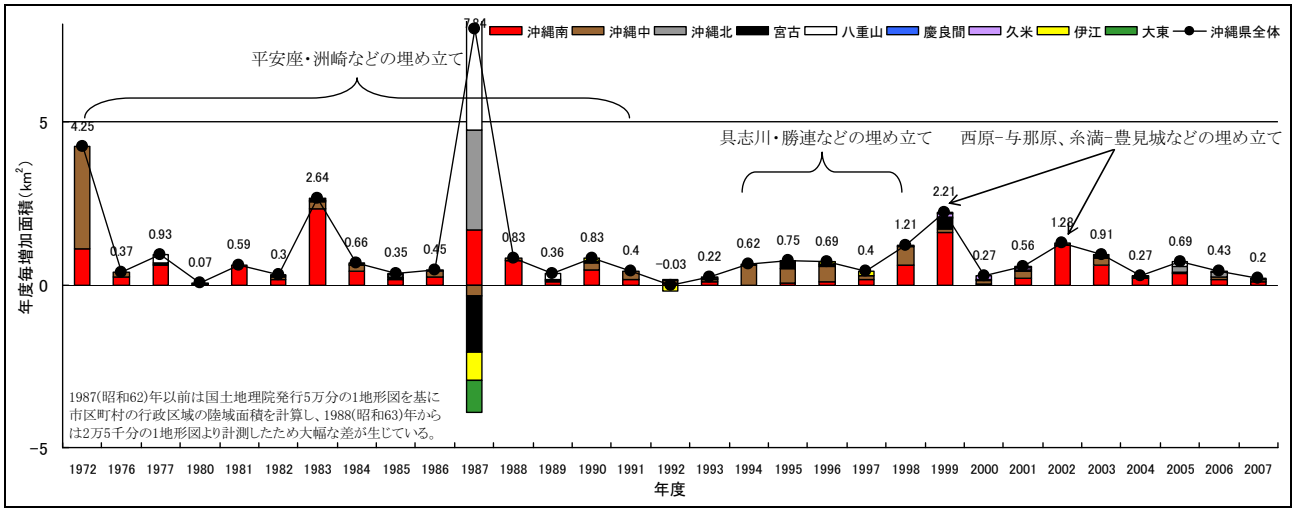


図2-2-41. 沖縄県の面積の変遷(変化)。「沖縄県統計年鑑」より。

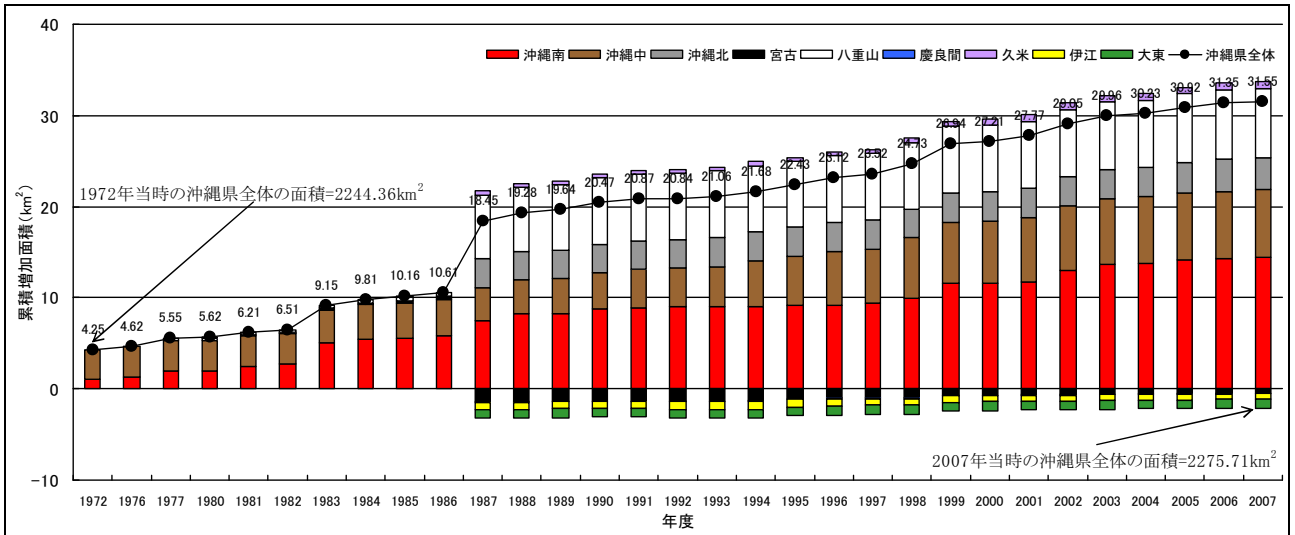


図2-2-42. 沖縄県の面積の変遷(累積)。「沖縄県統計年鑑」より。

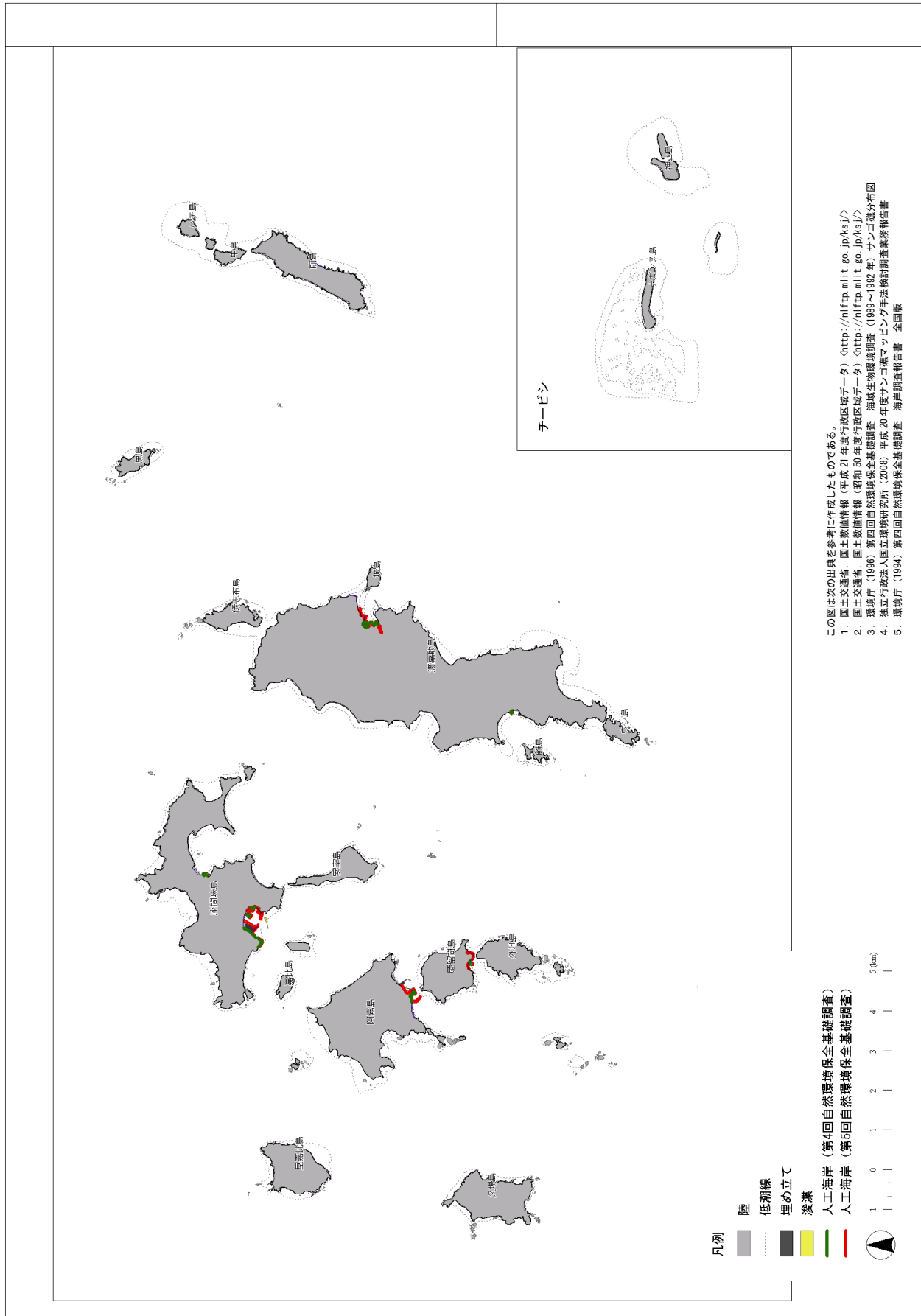


図2-2-4-3. 慶良間地域における1974年以降の埋め立て地。



### 2-5-3. 慶良間地域における埋め立て及び浚渫の影響

埋め立てと慶良間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。慶良間地域では、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。慶良間地域の人工海岸は港周辺に限られている。

#### 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（行政区画データ昭和50年）国土交通省. <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 国土数値情報（行政区画データ平成20年）国土交通省. <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 国土数値情報（行政区画データ平成21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。
- 慶良間地域では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。

### 病気による死亡

サンゴの病気には帯状の病変部徐々に広がっていくものや、骨格異常をきたし腫瘍ができるものなど様々な種類がある。これらの病気を引き起こす細菌の中には、人の暮らしの中でも生息する身近な細菌も含まれており、抵抗力などが低下したときなどに感染を引き起こす日和見感染により広がっている。

### 台風による破壊

台風はサンゴを直接的に破壊し、時として壊滅的な打撃をサンゴ群集に与えることがある。近年気候変動による台風の大型化による影響の拡大が心配されている。

### 過剰利用

ダイビングや漁業などによるサンゴ礁の直接的な利用による破壊や、漁業資源の採取など、過剰な利用はサンゴ礁生態系に影響を与える。観光や漁業とサンゴ礁に関しては、「第2章3節慶良間地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報」に記述した。

### サンゴ食巻貝による捕食

巻貝の仲間であるレイシガイダマシ類は、サンゴを捕食し、時として大発生することが知られている。

## 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

### 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>

保全に関する区域（保護区）は一定の範囲や地域において人の行動を制限し、景観の保全、漁業資源の保全、観光資源の保全など自然資源を保全することを目的として設定される。サンゴ礁域では、国や県が管理する自然公園などの保全に関する区域、地域主体で設置・管理しているコミュニティベースの資源管理や観光資源保全を目的とした保護区などがある。

#### <保全に関する区域の効用>

沖縄島の羽地・今帰仁地区ではハマフエフキの漁業資源管理を目的として、禁漁区や禁漁期間が設定され、漁獲量の回復などの効果が現れている（環境省自然環境局 2006、内閣府沖縄総合事務局ホームページ）。また、慶良間諸島では漁協の組合員が中心となり、漁業もダイビングも利用を控える保護区を設定し、サンゴの回復がみられた地点もある（環境省自然環境局 2006）。

#### <保全に関する区域の事例>

サモアでは漁法を制限した緩衝域の中に漁業禁止の保護区を設定し、漁業資源管理が行われている（鹿熊 2006）。オーストラリアではサンゴ礁生態系を目的とした海洋保護区を許認可と利用域の区分け（ゾーニング）で管理している。保護区内では、特定の行為に対して許可を必要とし、漁業を規制する区域や立ち入りを禁止する区域などのように利用域を区分けし、保護区を管理している。

生物の保全を目的とする上で、管理された保護区の設定は非常に有効である。今後の慶良間地域の保護区管理の参考とするために、現在の慶良間地域における海域の保全に関する区域の設定状況等を整理した。

## 1-1. 沖縄における海域の保全に関する区域

沖縄における海域の保全に係る区域の種類を表2-3-1に示す。海域の保全に係る区域の種類は非常に多様で、規制の方法・対象・期間などは様々である。そのため、種類の違う区域を組み合わせることで、効果的な保全に関する区域の設定が必要となる。また、担当所管の部署が複数存在するものもあり、保護区の体系が非常に複雑なため一般へ周知する際には注意が必要である。

表2-3-1. 沖縄の海域の保全に係る区域. 前川・山本(2009)をもとに作成. コミュニティーベースの保護区は把握が困難なため含めていない.

根拠法など	保全に関する区域の名称	捕獲規制対象	開発規制	備考
自然公園法	普通地域	なし	届出制	計画には観光、レジャーなどの利用も含まれる
	海域公園地区	漁業資源をのぞく水産動植物	許可制	
自然環境保全法	海域特別地区	漁業資源をのぞく水産動植物	許可制	
鳥獣保護法	鳥獣保護区	鳥類、ほ乳類	届出制	汚水対策等に関連する規定がない
	特別保護地域	鳥類、ほ乳類	該当無し	
水産資源保護法	保護水面	水産動植物(すべてor指定種)	許可制	
漁業法	禁止区域	指定した水産動植物	届出制	
文化財保護法	天然記念物	指定種	許可制	
沖縄県の自然環境の保全に関する指針	指針ランクI~IV	なし	なし	
沖縄県の重要なサンゴ礁海域	最重要保全区域	なし	なし	オニヒトデ対策など優先的に守るべき地点
	重要サンゴ礁海域	なし	なし	
	重要サンゴ群集	なし	なし	
海岸法	海岸保全区域	なし	許可制	区域内の占用や土石等の採取など
琉球諸島沿岸海岸保全基本計画(海岸法)	海岸環境を積極的に保全する区域	なし	原則海岸保全施設設置せず	
ラムサール条約	ラムサール登録湿地	なし	なし	

## 1-2. 慶良間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、慶良間地域においてサンゴ礁域に直接かかるものを図2-3-1に整理した。

慶良間地域の全域に自然公園地域が設定されており、さらに渡嘉敷島の西岸、座間味島と阿嘉島の間は海域公園地区が設定されている。また陸域には特別地域が全域に設定され、渡嘉敷島の周囲、座間味島北側、屋嘉比島、久場島には特別保護地区も設定されている。さらに屋嘉比島にはケラマジカ及びその生息地として国指定天然記念物、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保全すべき地域が沖縄県から提案されている。自然環境の保全に関する指針では、沖縄県の沿岸域は、表2-3-2の基準で評価されており、慶良間地域の各評価ランクの分布は図2-3-2のようになっている。慶良間地域では港の周辺などを除き多くの範囲が評価ランクIとされている。

表2-3-2. 沿岸情報の評価基準

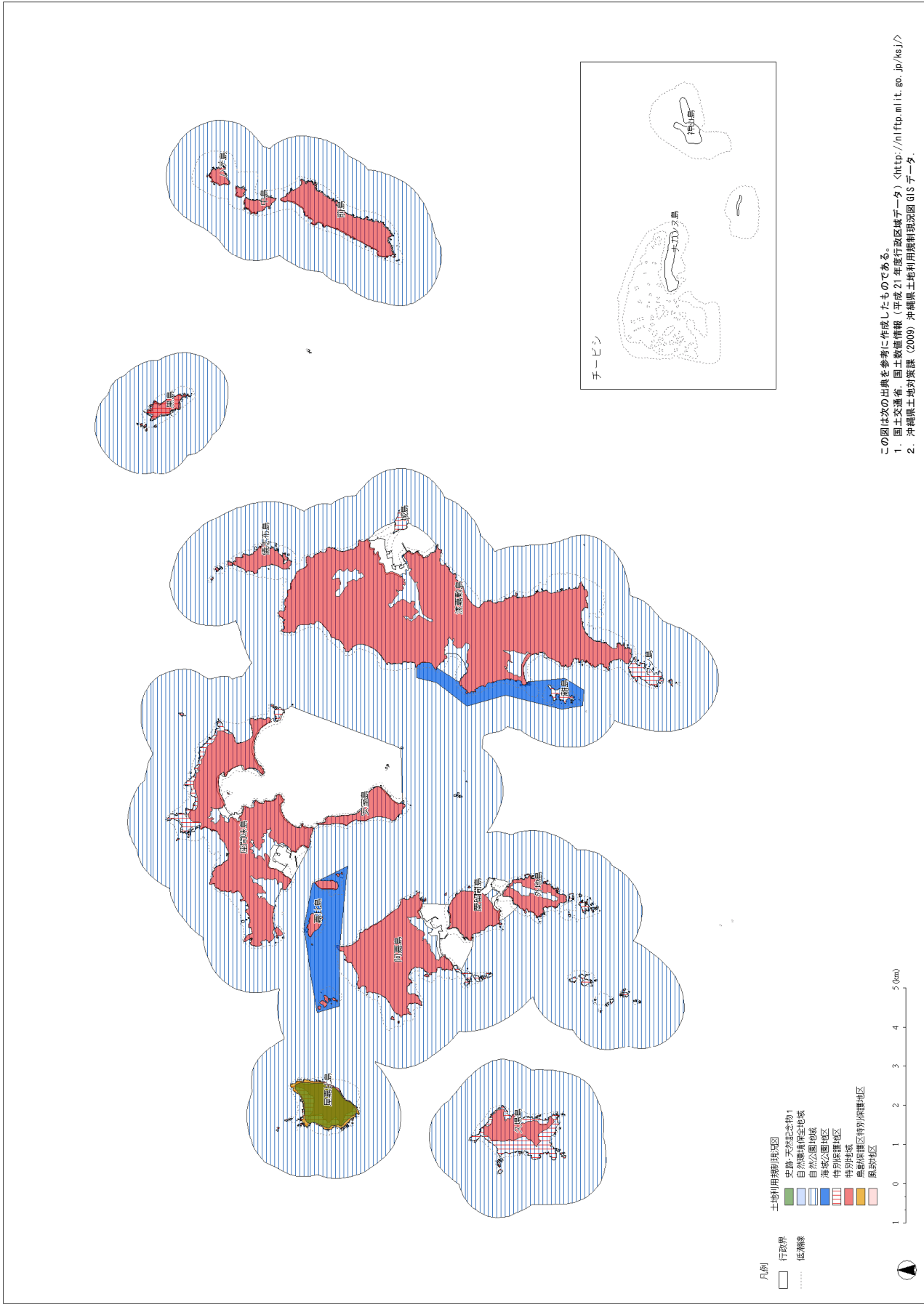
評価基準	概要	内容
1 (評価ランク I)	自然環境の厳正な保護を図る区域	藻場、干潟、サンゴ礁等が発達するなど、健全で多様な生態系が維持されている沿岸海域で、厳正な保護を図る必要のある区域
2 (評価ランク II)	自然環境の保護・保全を図る区域	藻場、干潟、サンゴ礁等が分布するなど、良好な生態系が維持されている沿岸海域で、保護・保全を図る必要のある区域
3 (評価ランク III)	自然環境の保全を図る区域	人為的改変等が見られる沿岸海域であり、サンゴ礁等の機能の維持や生態系の保全を図る必要のある区域
4 (評価ランク IV)	自然環境の創造を図る区域	人為的改変等が進んでいる沿岸海域であり、サンゴ礁等の機能の回復を図る必要のある区域

WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトにおいて、沖縄島本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2-3-3に示した。WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトでは、生物群レベルの多様度や島々に生息する固有種の分布、自然度の高い植生や海岸環境の有無、集水域等を考慮し、全生物群の重要地域をあわせた領域が最低でも3割以上が抽出されるような条件を設定し、生物多様性優先保全地域として抽出している。慶良間地域における生物多様性優先保全地域を表2-3-3に示した。ここで、WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトにおいては、生物多様性優先保全地域は直ちに保護区として設定すべ

き地域を厳密に表しているものでなく、この地域以外が開発適地ではないことに留意する必要があるとされている（安村 2009）。

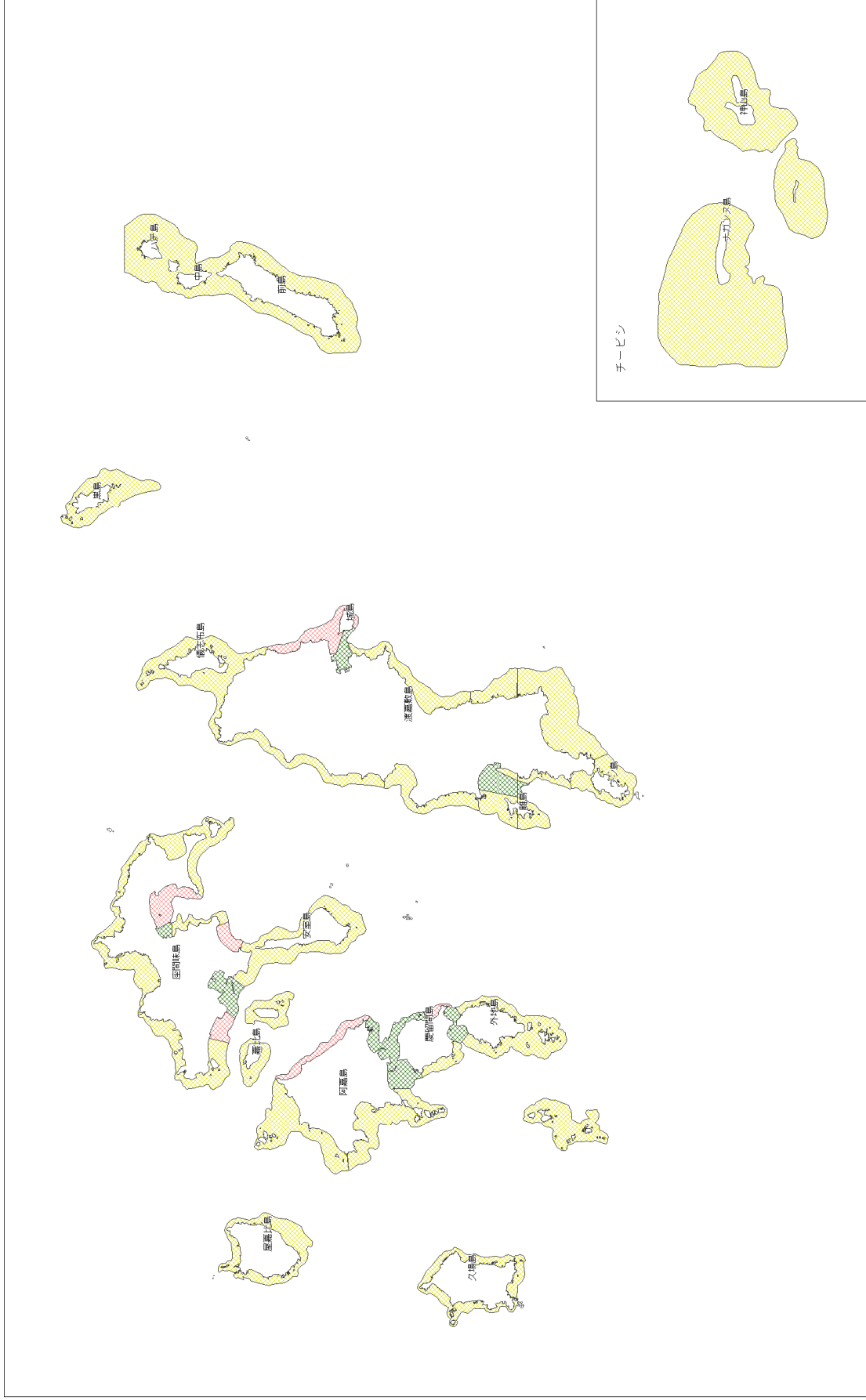
表 2-3-3. WWF 生物多様性優先保全地域（海域）

		海域
慶良間地域	座間味島	北岸（ウナザチの崎より東）、南岸（安護の浦）
	阿嘉島	西岸（ニシハマ）、北西岸（儀名崎より西）



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. 沖縄県土地対策課（2009）沖縄県土地利用規制現況図 GIS データ。

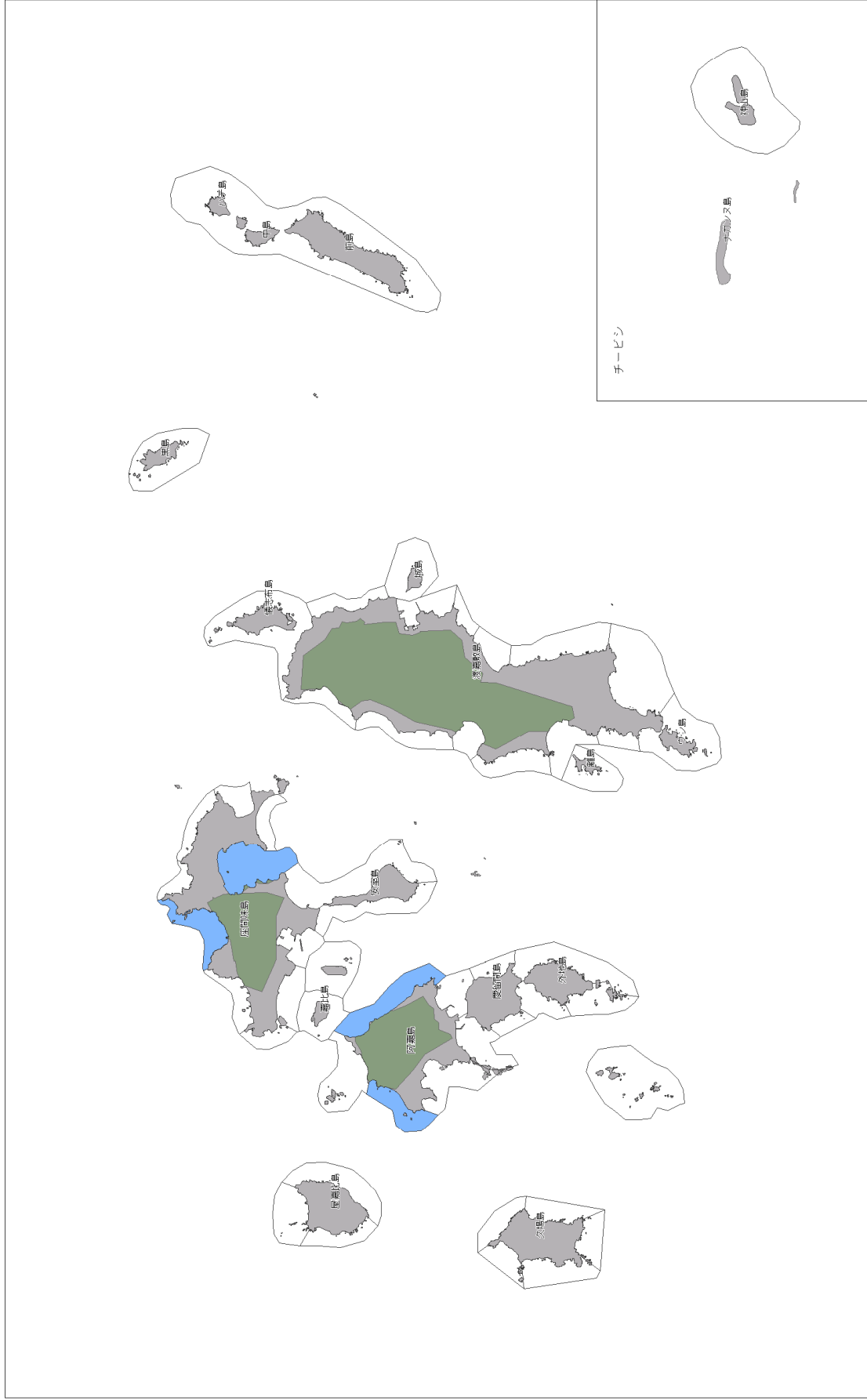
図 2-3-1. 海域・陸域の保全に関する法的規制区域.



この図は次の出典を参考に作成したものである。  
 1. 国土交通省 国土利用政策課 沖縄県自然環境保全計画(2010年) (http://nhtp.mlit.go.jp/ks/)  
 2. 国土交通省 国土利用政策課 沖縄県自然環境保全計画(2010年) (http://nhtp.mlit.go.jp/ks/)  
 3. 沖縄県自然環境保全計画(2010年) (http://www.pref.okinawa.jp/kyosei/kyosei/kyosei.htm)

図2-3-2. 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 国土利用政策課 国土利用政策部 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課  
 2. 国土交通省 国土利用政策課 国土利用政策部 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課  
 3. 国土交通省 国土利用政策課 国土利用政策部 国土利用政策課 国土利用政策課 国土利用政策課

図2-3-3. 生物多様性優先保全地域 (WWF 2009).

### 1-3. サンゴ分布ポテンシャルマップ

WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトにおいては、物理環境に基づいたサンゴ分布ポテンシャルが評価されており、サンゴ分布の高ポテンシャル地域が抽出されている（安村 2009、山野 2009）。このサンゴ分布ポテンシャルマップは保護区等の設定に際し、今後参考となりうることから、これを整理した。

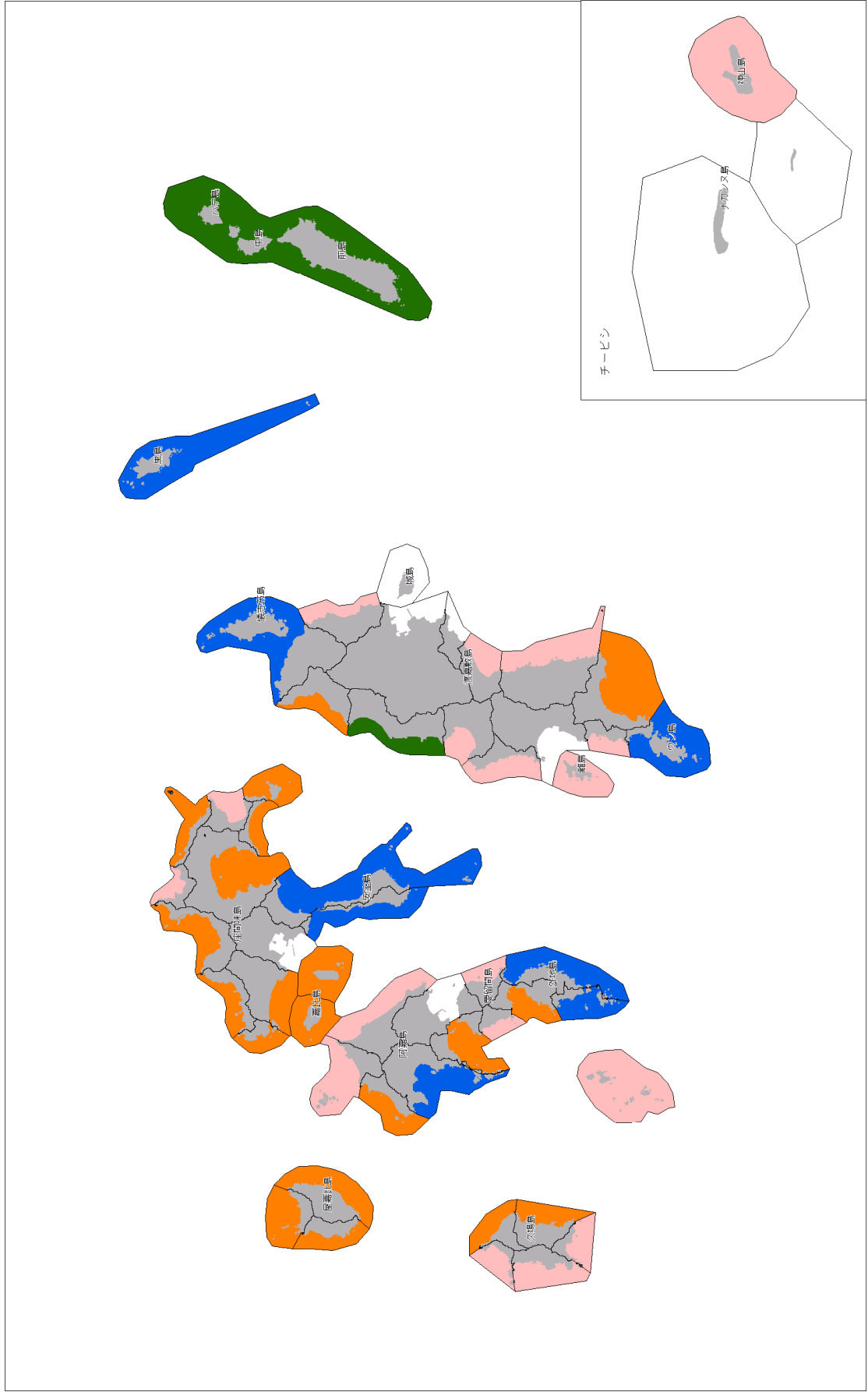
サンゴ分布のポテンシャルとは、サンゴ礁では中程度の攪乱がある時に多様性が高くなるという中規模攪乱仮説をもとに、エネルギーの指標と陸域負荷の指標をもとにサンゴ分布のポテンシャルを評価したものである（図 2-3-4）。礁池では、河口あるいは人口密集域からの距離が 1km 以上あるポイントを高ポテンシャル、礁斜面では、うねり、風、台風を考慮してエネルギーが中程度になるポイントを高ポテンシャルとしている。

前出の WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトにおいて、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 2-3-5 および図 2-3-6 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 2-3-4 に示した。

表 2-3-4. 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	渡嘉敷村	前島、黒島、儀志布島、渡嘉敷島北西、渡嘉敷島南
	座間味村	安室島、阿嘉島西、外地島
礁斜面		なし





この図は次の出典を参考に作成したものである。  
 1. 国土交通省 国土利用政策局 国土利用政策課 (2017) 平成27年度国土利用政策報告書。報告書。p42-45  
 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。報告書。p46-47  
 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。報告書。p46-47  
 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。報告書。p46-47  
 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。報告書。p46-47

図2-3-5. サンゴポテンシャルの海域集計結果 (礁池).



## 1-4. 慶良間地域における海域の保全に関する区域の現状

慶良間地域の保全に関する区域は、種類や管理主体が多様（表2-3-1）であり、サンゴ礁生態系を保全するには、現行の制度で様々な種類の保護区を複雑に組み合わせなければならない。海域の保全に関する区域は、漁業資源の保護、観光資源の保護、生態系の保護などの目的により、管理主体も水産行政、自然保護行政、コミュニティーなど多岐にわたり、その種類により規制が異なるなど非常に複雑である。また、自然環境保全に関する指針のように保全すべき地域として提案されているが、実際の保全には結びついていない地域が多くある。このような現状の中、自然環境および生物多様性を保全するにあたり、生物や生物多様性の保護を目的とし、立ち入りの制限、全ての動植物の採取捕獲を禁止、開発などの生物の生息環境に影響を与える行為の規制が行える海域の保全に関する区域の設定について多様な主体と連携して検討していく必要がある。

### 参考文献

- 鹿熊信一郎（2006）アジア太平洋島嶼における破壊的漁業と海洋保護区ーサンゴ礁生態系と漁業の両立を目指してー。基盤研究(A)先住民による海洋保護区の流通と管理，平成17年度持続可能な漁業・観光利用調査
- 環境省自然環境局（2006）平成17年度持続可能な漁業・観光利用調査
- 国土数値情報（自然公園地域データ）国土交通省。〈<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>〉
- 前川聡、山本朋範（2009）日本における海洋保護区の設定状況（2009）～CBD2012年海洋保護区目標の達成度評価と今後の課題～
- 内閣府沖縄総合事務局ホームページ，羽地・今帰仁地区におけるハマフエフキ（タマン）の資源保護への取り組み  
〈[http://www.ogb.go.jp/nousui/kakusyu/nousui\\_toukei\\_genchi\\_haneji.html](http://www.ogb.go.jp/nousui/kakusyu/nousui_toukei_genchi_haneji.html)〉
- 沖縄県自然保護課（1998）自然環境の保全に関する指針ー〔沖縄島編〕ー。沖縄県自然保護課
- 安村茂樹編（2009）WWF ジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書。（財）世界自然保護基金ジャパン

## 2. 観光に関する情報

### <サンゴ礁域における観光>

沖縄における観光とサンゴ礁は密接に関わっている。ダイビングや海水浴などのマリレジャーはサンゴ礁を直接利用し、また万座毛をはじめとする景勝地はサンゴ礁由来の地形であり、グラスボートや水族館などの観光スポットもサンゴ礁を見せることで成り立っている。さらに、景観のよいサンゴ礁沿岸に隣接しているリゾートホテルも数多い。沖縄を訪れる多くの観光客は「沖縄の海の美しさ」に期待を寄せていることから（図2-3-7、沖縄県観光商工部 2007）、これらの多くがサンゴ礁のイメージ大きく依存していることがよくわかる。サンゴ礁は観光の場としてだけでなくイメージとしても観光への寄与が大きく、そのことはサンゴ礁生態系を健全に維持する重要性にもつながる。

### <観光によるサンゴ礁への影響>

観光によるサンゴ礁への影響は直接的な利用による破壊や観光施設建設に伴う開発の影響、入域者数の増加に伴う汚水負荷の増大などがある。実際、沖縄県の入域観光者数は増加しており（図2-3-8）、平成20年の沖縄県の統計では、人口の約4.4倍の観光客が県内に訪れている（沖縄県 2009）。入域観光者数が増えれば、これらの負荷は増加するが、観光は沖縄県経済にとって重要な地位を占めているため（図2-3-9）、総消費額を維持もしくは増加させながらサンゴ礁生態系への配慮が必要である。沖縄の自然環境保全に対する観光客からの視点は、沖縄観光客満足度調査において、「自然環境の保全状況」に対して「大変満足」と回答した割合が他の項目と比較して低くなっていることから（図2-3-10、沖縄県観光商工部 2007）、よりいっそうの自然環境保全の努力が必要であると考えられる。

### <持続可能な観光利用：エコツーリズム>

沖縄県ではエコツーリズムを推進しており、エコツーリズムガイドラインを作成し、保全利用協定の認定制度を設けている（沖縄県自然保護課）。慶良間諸島における利用禁止区域（ダイビングと漁業）の設定（谷口 2003）や白保での観光業者のルール（白保魚湧く海保全協議会ホームページ）など、自主的なルールを策定するなどサンゴ礁への負荷を低減させる試みも各地ではじまっている。

このように、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。今後の慶良間地域の観光とサンゴ礁保全の参考とするため、慶良間地域の観光地域について整理した。

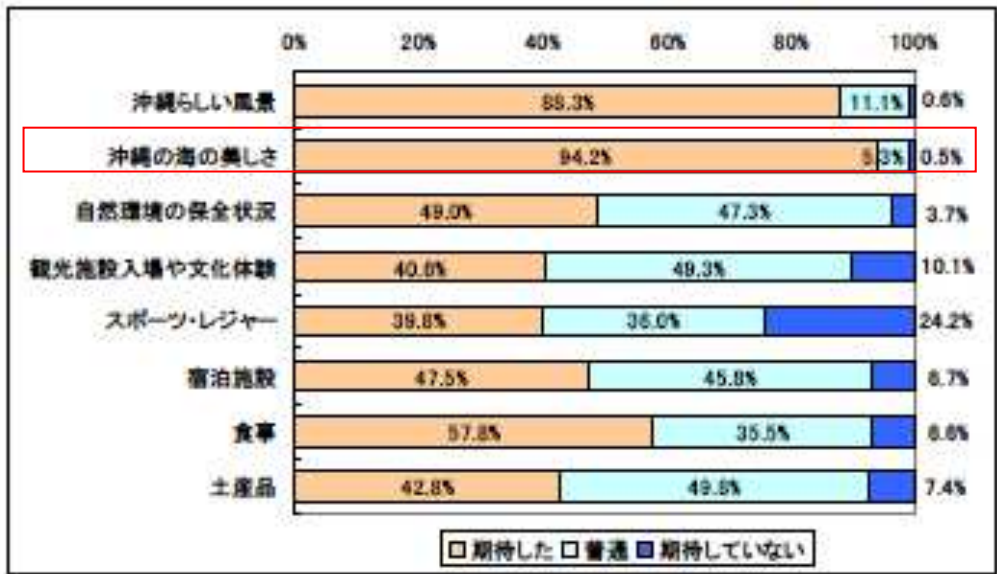


図 2-3-7. 旅行前の期待度. 沖縄県観光商工部 (2007) より.

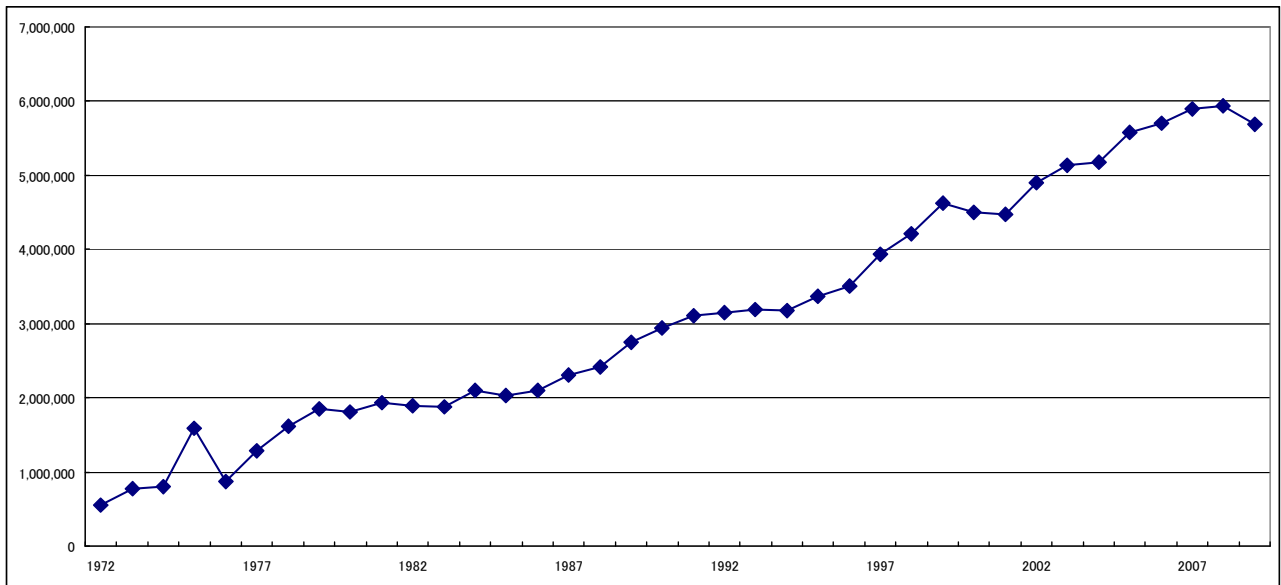


図 2-3-8. 沖縄県の入域観光者数の推移. 沖縄県観光企画課ホームページのデータをもとに作成.



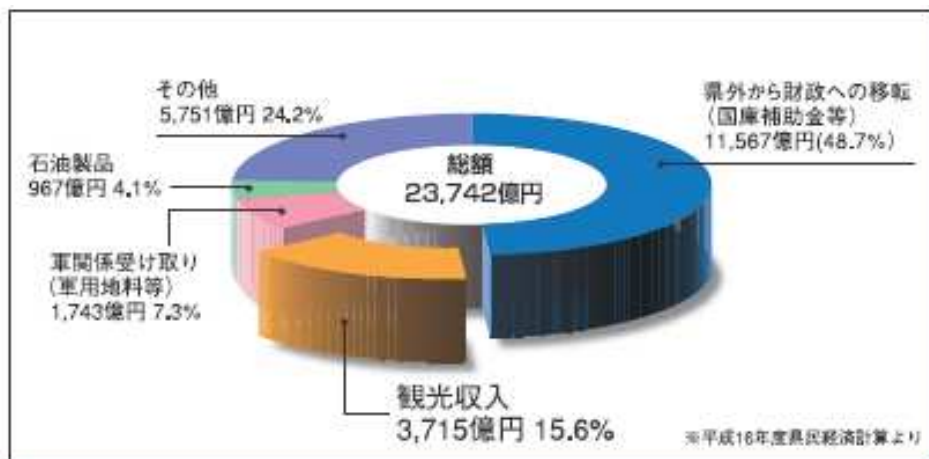


図 2-3-9. 県外受け取りの内訳. 沖縄県観光商工部 (2007b) より.

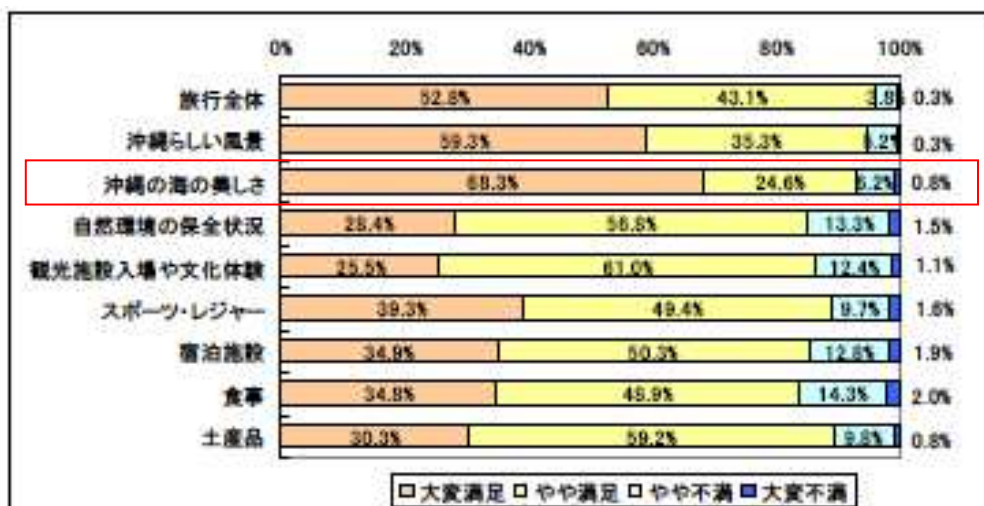


図 2-3-10. 旅行の満足度. 沖縄県観光商工部 (2007) より.

## 2-1. 慶良間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、主要な観光ポイントを整理した。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、ダイビングポイント、ビーチ、潮干狩り、エコツーリズムサイト、キャンプ場、ゴルフ場、釣り場、世界遺産の地点及び観光振興地域などを整理し地図上に示した（図2-3-11）。

慶良間地域では、全域にダイビングポイントがある。また、ビーチは渡嘉敷島の西岸に2箇所（渡嘉志久ビーチ、阿波連ビーチ）があり、座間味島に1箇所（阿真ビーチ）、阿嘉島に2箇所（ニシ浜ビーチ、阿嘉ビーチ）の計5箇所を整理した。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2-3-12に示した。観光ポイントが3~4ポイントあったのは、チービシ、渡嘉敷島の西、屋嘉比島の北であった。観光ポイントが5ポイント以上あったのは、安室島の東、嘉比島であった。その他の区域は3ポイント未満であった。

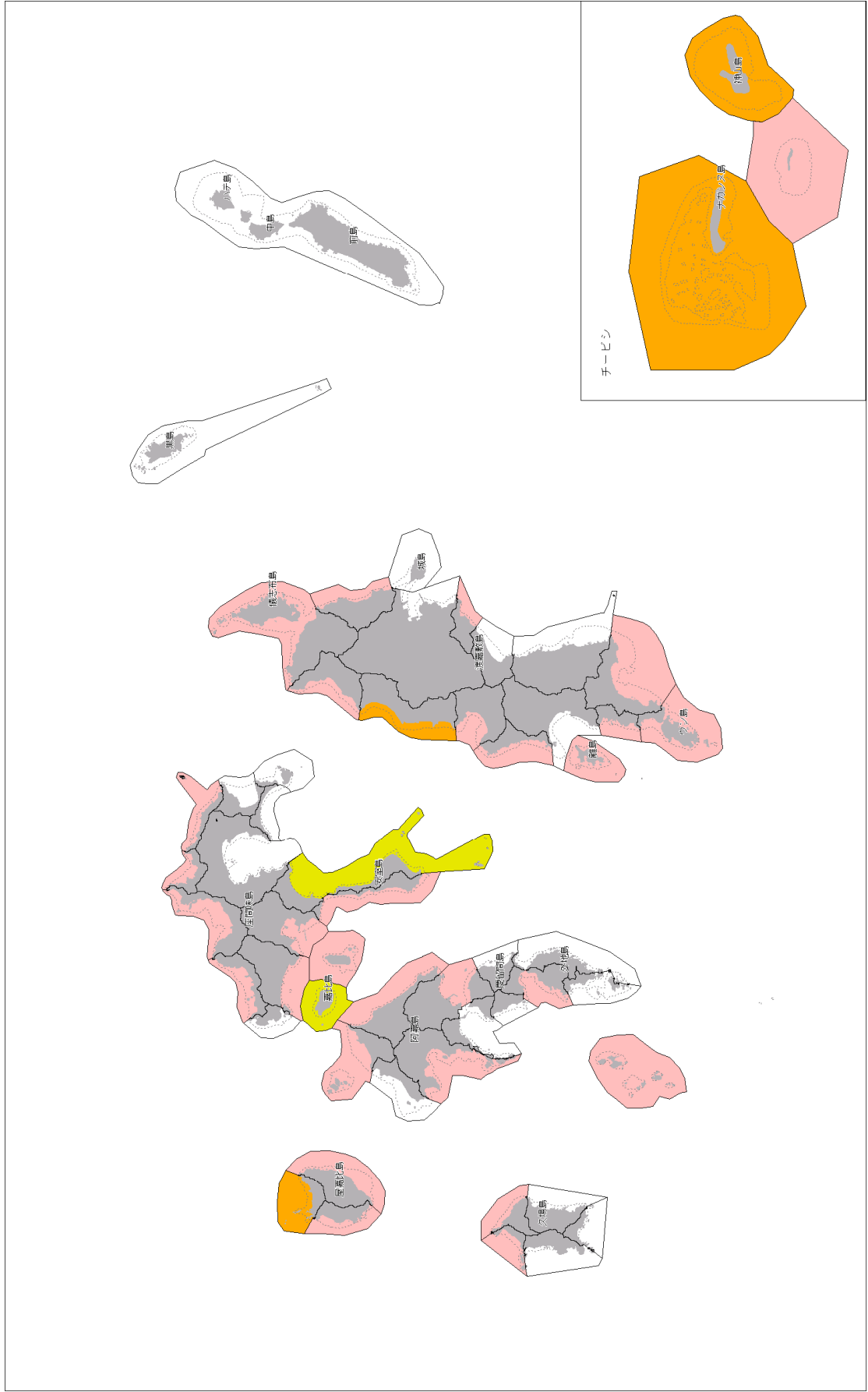
表2-3-5 慶良間地域におけるダイビングポイント一覧

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	チービシ	16	浦	31	海底砂漠
2	自津留	17	運瀬	32	マンタの根
3	儀志布東	18	白岩	33	マンタの根
4	野崎	19	名瀬	34	クマノミ
5	グハチ	20	平瀬	35	ボツボツサンゴ
6	フカンシ	21	ウフタマ	36	西浜(ニシバマ)
7	アリガー北	22	安室漁礁	37	嘉比裏
8	アリガー南	23	東牛(アガイツシ)	38	佐久原の鼻
9	三本根	24	アダン前	39	川尻
10	アラン	25	送電線	40	奥武島
11	シルノー	26	古座間味	41	久場北A
12	離礁	27	ウチャカシ	42	久場北B
13	ハナリ	28	新田浜前	43	久場西
14	レググ'96	29	ガヒキンメの根		
15	灯台下	30	お花畑		

表2-3-6 慶良間地域におけるビーチ一覧

No.	地点名
1	阿真ビーチ
2	阿嘉ニシ浜ビーチ
3	阿嘉ビーチ
4	渡嘉志久ビーチ
5	阿波連ビーチ





この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 千葉県環境政策課(2019)「千葉県環境白書(2019) 自然環境」(千葉県環境政策課) 千葉県環境政策課
2. 千葉県環境政策課(2019)「千葉県環境白書(2019) 自然環境」(千葉県環境政策課) 千葉県環境政策課
3. 国土交通省「国土利用計画(国土利用計画(国土利用計画))」(国土利用計画) 国土利用計画
4. フォトスポット(2010) 千葉県観光振興局(千葉県観光振興局) 千葉県観光振興局
5. 千葉県観光振興局(2010) 千葉県観光振興局(千葉県観光振興局) 千葉県観光振興局
6. 千葉県観光振興局(2010) 千葉県観光振興局(千葉県観光振興局) 千葉県観光振興局
7. 千葉県観光振興局(2010) 千葉県観光振興局(千葉県観光振興局) 千葉県観光振興局

図2-3-1-2. 観光地等の海域・流域毎の集計結果.

## 2-2. 観光まとめ

収集した文献によると、慶良間地域ではダイビングポイントが全域に数多くあった。観光地の数や入域観光客数とサンゴ被度の変遷・現状について明確な関係性は見出せなかった。しかし、沖縄県への入域観光客数は年々増加傾向にあり、環境収容量も考慮しながら、今後もサンゴ礁生態系へ配慮していく必要がある。

### 参考文献

フィッシング沖縄社（2000）家族で楽しむ沖縄の潮干狩りとキャンプ場マップ．フィッシング沖縄社

金城孝一・仲宗根一哉（2009）既存情報に基づく海域および陸域特性を反映させた沖縄島のサンゴ礁区分の試み．沖縄県衛生環境研究所報 第43号

沖縄県（2009）第52回沖縄県統計年鑑平成21年版．

沖縄県観光企画課ホームページ<<http://www3.pref.okinawa.jp/site/view/contview.jsp?cateid=233&id=17154&page=1>>

沖縄観光コンベンションビューロー（2010）美ら島2010ー沖縄県観光情報ファイル．沖縄観光コンベンションビューロー

沖縄県観光商工部（2007a）平成18年度観光統計実態調査．

沖縄県観光商工部（2007b）採点！沖縄観光平成18年度観光統計実態調査（概要版）．

沖縄県自然保護課，エコツアーリズムと保全利用協定制度の紹介，<<http://www3.pref.okinawa.lg.jp/site/view/contview.jsp?cateid=70&id=16928&page=1>>

谷口洋基（2003）座間味村におけるダイビングポイント閉鎖の効果と反省点ー「リーフチェック座間味村の結果より」ー．みどりいし，14，16-19

白保魚湧く海保全協議会ホームページ，<<http://www.sa-bu.com/rules/rules.html>>

### 3. 漁業に関する情報

#### <沖縄県における漁業概要>

沖縄県の漁業は、熱帯海域の特性であるサンゴ礁沿岸域での様々な漁業、モズク養殖、クルマエビ養殖等が行われ、沖合ではカツオ・マグロ等回遊性魚類やソデイカ及び瀬付きのマチ類等を対象とする漁業が行われている。1972年から2006年までの部門別の漁業生産量の推移を図2-3-13に示す。1970年代には遠洋漁業や沖合漁業が盛んであったが、1980年代以降は大きく減少した。沿岸漁業は1980年代半ばから1990年代までは1.5万トンで横ばいであったが、2000年ごろから減少しはじめ、2006年には1万トン弱まで減少している。一方、海面養殖は1980年代後半から盛んになり、2006年には総量の約5割を占める2.3万トンの生産量まで増加し、生産量からみると現在の漁業は海面養殖が中心になっている。

上記区分は沿岸漁業にしても沖合いでの漁業を含んでいる（沿岸漁業とは漁船非使用漁業、無動力船及び10トン未満の動力船並びに定置網漁業、地びき網漁業をいう）。そこで、サンゴ礁周辺で行われている漁業に限った生産量を把握するために「その他、追込網、建干網、潜水器、採藻、採貝、一本釣、その他のはえ縄、定置網、その他の巻き網、その他の敷網、その他の刺網」を集計した（図2-3-14）。本区分は、石西礁湖自然再生協議会（2007）を参考にした。その結果、サンゴ礁周辺での漁業生産量は1980年代の1.2~1.4万トンをピークに徐々に減少し、2006年は0.4万トンまで減少していた。生産量の減少は、就業者数の減少も大きく影響していると考えられるものの（図2-3-15）、沖縄県の漁業は近年、開発に伴う漁場喪失、陸上からの赤土流入による漁場汚染、資源状態の悪化等の課題を抱えており（沖縄県水産課ホームページ）、これらの影響による生産量の減少も考えられる。

#### <漁業によるサンゴ礁への影響>

漁業によるサンゴ礁への影響として、ウニや海藻などサンゴの競合生物を食べる魚の乱獲が、間接的にサンゴ礁を荒廃させていると考えられている（鹿熊 2007）。サンゴ礁生態系を退廃させてきた最大の要因はかなり以前より漁業活動であり、漁業を厳しく規制すべきとの指摘もあるが、サンゴ礁生態系を守る目的の一つは、それを構成する水産資源を守り、持続的に利用することでもある。

#### <持続可能な漁業：資源管理>

サンゴ礁生態系保全と漁業のバランスをとるには、持続可能な漁業を確立することが必要である。持続可能な漁業を行うには、資源管理が有効であり、そのための手法には、禁漁区、禁漁サイズ、漁具・漁法制限、漁場制限、参入制限、漁獲量制限等がある。沖縄県では、漁業調整規則でいくつかの種の禁漁期や禁漁サイズが定められている。

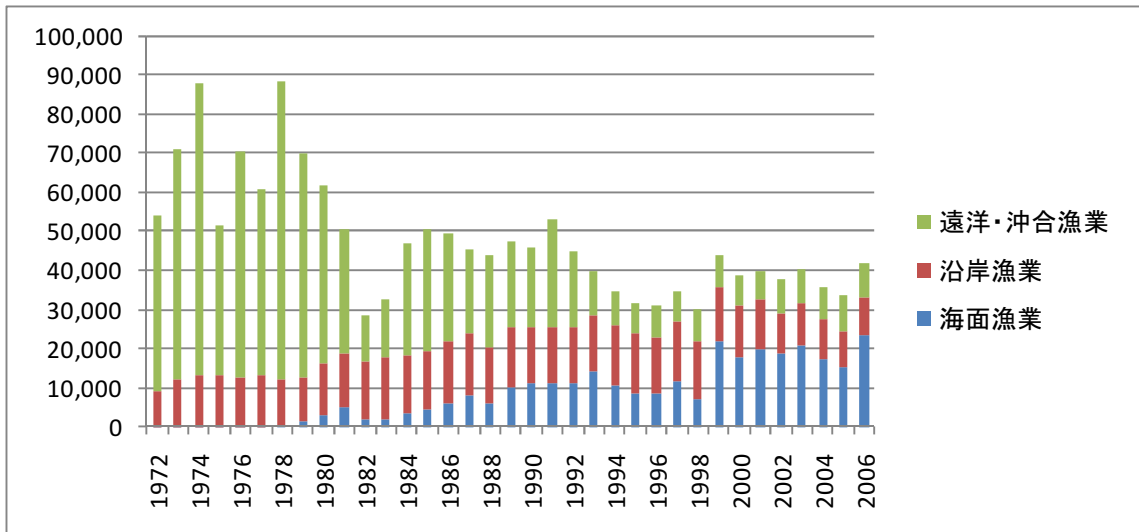


図 2-3-13. 部門別の漁業生産量 (トン)

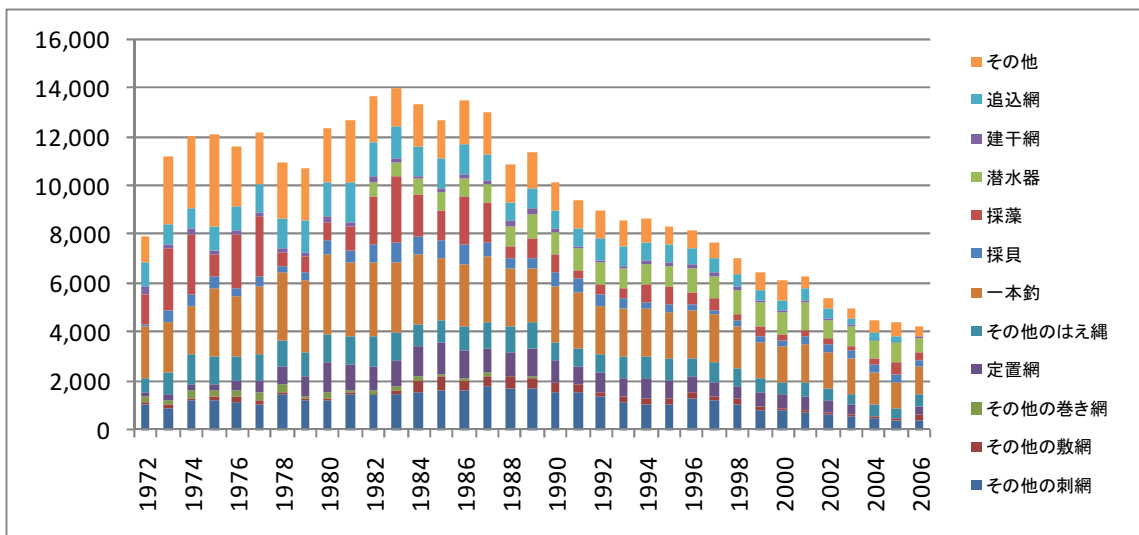


図 2-3-14. サング礁周辺での漁業生産量 (トン).

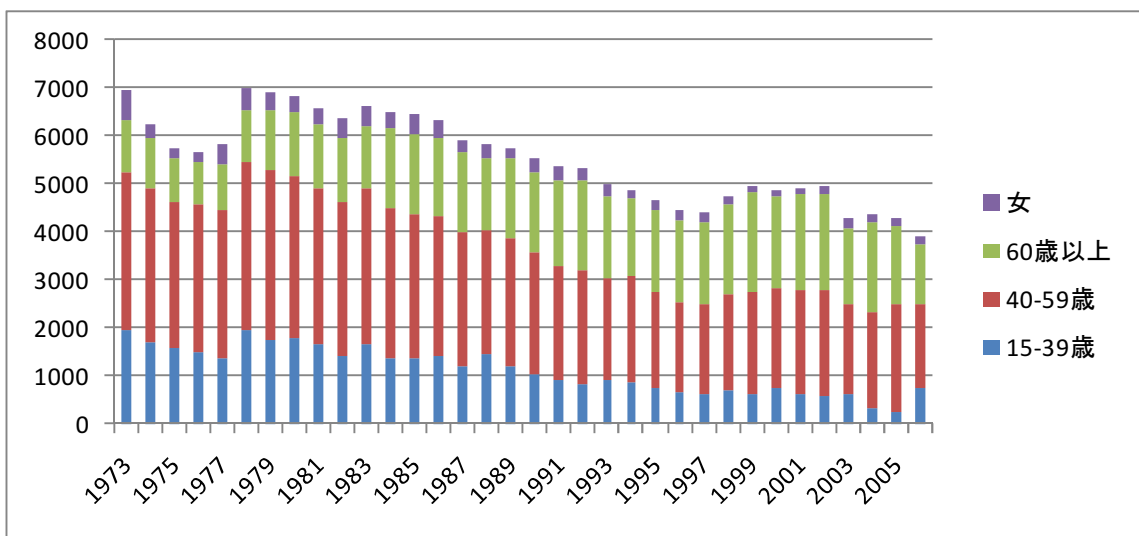


図 2-3-15. 漁業就業者数

### 3-1. 慶良間地域における漁業利用の範囲

慶良間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。慶良間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、渡嘉敷漁業協同組合と座間味村漁業協同組合の2つの漁業協同組合が存在している（図2-3-16）。また、共同漁業権のほか、モズクやクルマエビ、サンゴ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おり、サンゴを養殖する区画は3区画が設定されている。

表2-3-7 慶良間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208号	那覇市沿岸漁業協同組合	第一種特定区画漁場	モズクひび建て式養殖業
2	特区第229号	渡嘉敷漁業協同組合	〃	〃
3	特区第230号	〃	〃	〃
4	特区第231号	〃	〃	〃
5	特区第232号	〃	〃	魚類小割式養殖業
6	特区第233号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
7	特区第234号	〃	〃	モズクひび建て式養殖業
8	特区第235号	〃	〃	魚類小割式養殖業
9	特区第236号	〃	〃	モズクひび建て式養殖業
10	特区第237号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
11	特区第238号	〃	〃	〃
12	特区第239号	〃	〃	モズクひび建て式養殖業
13	特区第240号	〃	〃	〃
14	特区第241号	〃	〃	ヒトエグサひび建て式養殖業
15	特区第242号	〃	〃	〃
16	特区第243号	〃	〃	〃
17	特区第244号	座間味村漁業協同組合	〃	モズクひび建て式養殖業
18	特区第245号	〃	〃	魚類小割式養殖業
19	特区第246号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
20	特区第247号	〃	第一種特定区画漁場	サンゴひび建て式養殖業
21	特区第248号	〃	〃	モズクひび建て式養殖業
22	特区第249号	〃	〃	魚類小割式養殖業
23	特区第250号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
24	特区第251号	〃	第一種特定区画漁場	サンゴひび建て式養殖業
25	特区第252号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
26	特区第253号	〃	〃	〃
27	特区第254号	〃	〃	〃
28	特区第255号	〃	第一種特定区画漁場	サンゴ垂下式養殖業
29	特区第256号	〃	〃	真珠母貝垂下式養殖業



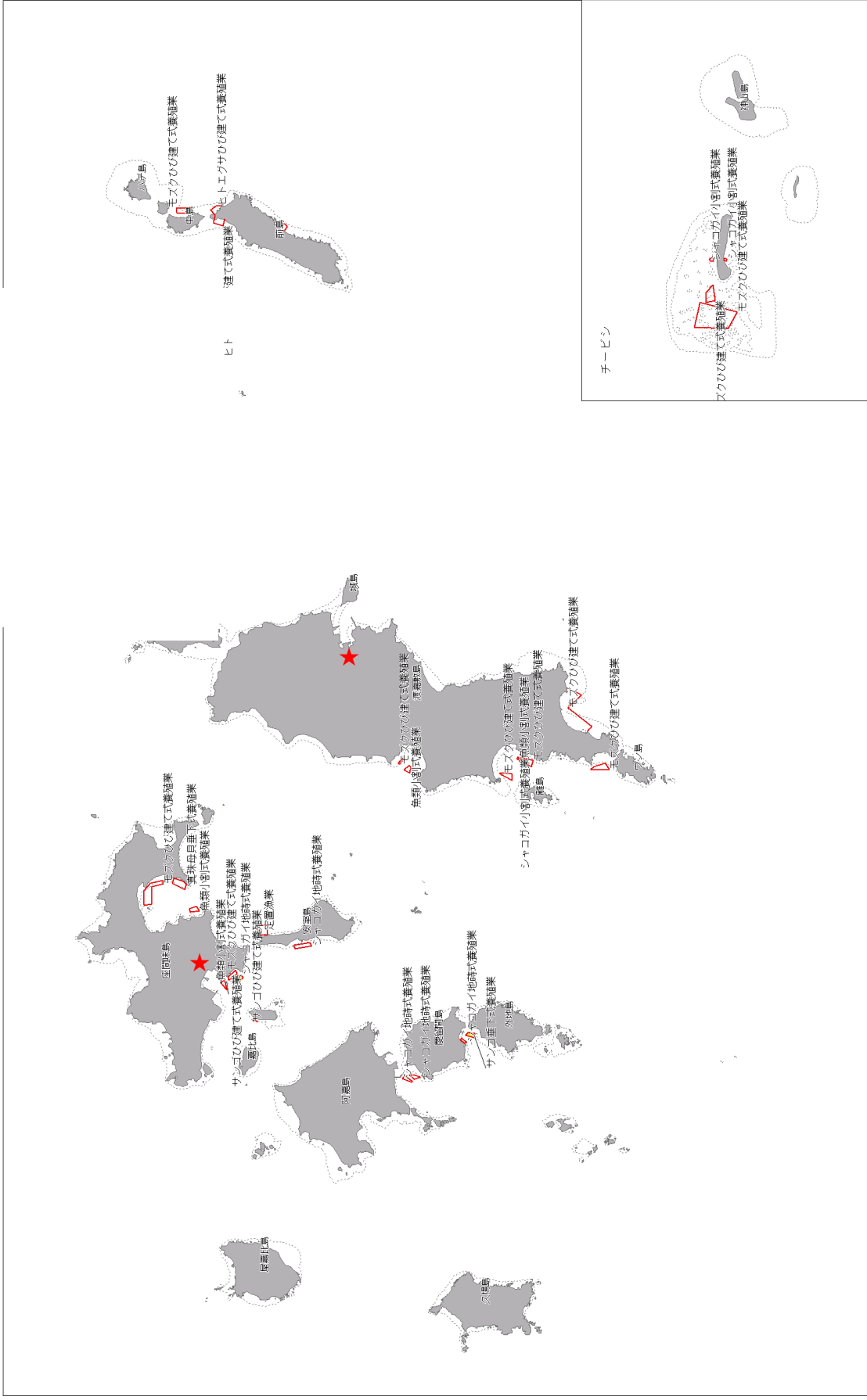


図2-3-16. 特定区域漁業権の設定状況および漁業協同組合の位置（★）  
 （漁業権の免許内容等（特定区域漁業・定置漁業、沖縄農林水産部H20.9.1）を基に、漁業協同組合の位置を重畳）

## 3-2. 漁業まとめ

沖縄県におけるサンゴ礁周辺での漁業は1980年代をピークに減少傾向にある。慶良間地域における漁業は、沿岸全域で行われ、2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 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

### 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。慶良間地域の陸域海域区分を図2-4-1に示す。

#### 1-1. 陸域区分の作成

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

#### 1-2. 海域区分の作成

海域区分は、WWFJの南西諸島生物多様性評価プロジェクトで中井（2009）が作成した海域区分（自然地理的ユニット）を使用し、今回のマンタ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. 陸域海域区分を用いるときの注意

今回作成した陸域海域区分は、流域が直接接する海域と統合したため、流域と海域が1対1の対応となっている。各流域は直に接する海域だけでなく、隣接する海域へも影響を与えていること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

慶良間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



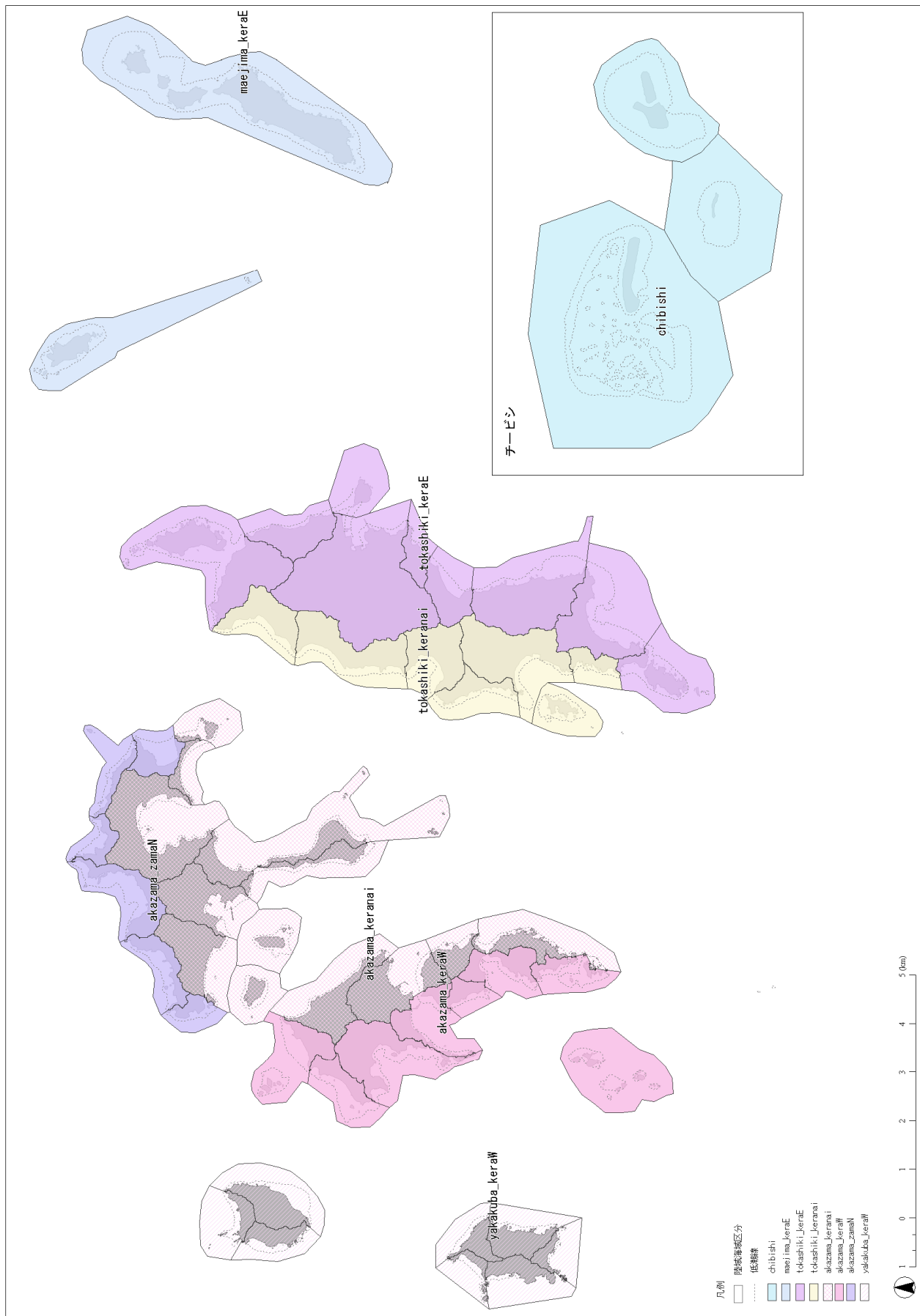


図2-4-2. 慶良間地域における地域区分。

## 2. サンゴ群集の現況と変遷

### 2-1. 慶良間地域におけるサンゴ群集の現況

#### <慶良間地域のサンゴ被度の概況>

慶良間地域は多くの地域区分でサンゴ被度 5%~10%の割合が最も高く、10%~25%の割合も全体の 4 分の 1 以上を占めた。25%以上のサンゴ被度の占める割合は、全体の約 4 分の 1 であるが、75~100%は全体で 1.3%と非常に少ない（表 2-4-1）。

表 2-4-1. 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
チービシ	chibishi	13.1	28.3	30.9	20.9	6.8	0.0
前島周辺	maejima_keraE	16.2	38.6	29.6	11.3	1.0	3.4
渡嘉敷東	tokashiki_keraE	22.0	36.3	31.0	10.7	0.0	0.0
渡嘉敷内海	tokashiki_keranai	4.4	36.8	33.5	18.6	6.7	0.0
阿嘉座間味内海	akazama_keranai	14.2	32.1	31.2	13.8	5.9	2.9
阿嘉座間味西	akazama_keraW	15.8	38.8	25.1	14.0	4.6	1.6
座間味北	akazama_zamaN	6.0	31.1	38.4	20.2	4.3	0.0
屋嘉比久場	yakakuba_keraW	3.1	6.7	10.7	48.6	29.6	1.2
慶良間海域		13.2	31.7	28.9	18.3	6.6	1.3

#### <チービシ>

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、30.9%を占めている。サンゴ被度 25%以上の割合も比較的高く、チービシ全体の約 4 分の 1 を占めている。しかしながらサンゴ被度 75~100%の割合は 0%であった。スポットチェック法による調査では、ナガンヌ島礁池、クエフ島礁池、神山島礁池でサンゴ被度が高かった。ナガンヌ島礁池やクエフ島礁池ではオニヒトデが多く確認され、大発生状態であった。

#### <前島周辺>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 5%~10%の割合が最も高く、38.6%を占めており、サンゴ被度 10%~25%の割合も比較的高い。しながらサンゴ被度 75~100%の割合は低く、3.4%であった。スポットチェック法による調査では、黒島南礁斜面でサンゴ被度が高かった。

#### <渡嘉敷東>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 5%~10%の割合が最も高く、36.3%を占めており、サンゴ被度 10%~25%の割合も比較的高い。しながらサンゴ被度 75~100%の割合は低く、0%であった。また、サンゴ被度 0~5%の割合も慶良間地域の中で最も高かった。スポットチェック法による調査では、渡嘉敷島北東礁斜面でサンゴ被度が高かった。

### <渡嘉敷内海>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 5%~10%の割合が最も高く、36.8%を占めており、サンゴ被度 10%~25%の割合も比較的高い。しかしながらサンゴ被度 75~100%の割合は 0%であった。スポットチェック法による調査では、渡嘉敷島阿波連ビーチ前礁池でサンゴ被度が高かった。

### <阿嘉座間味内海>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 5%~10%の割合が最も高く、32.1%を占めており、サンゴ被度 10%~25%の割合も比較的高い。しかしながらサンゴ被度 75~100%の割合は低く、2.9%であった。

### <阿嘉座間味西>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 5%~10%の割合が最も高く、38.8%を占めており、サンゴ被度 10%~25%の割合も比較的高い。しかしながらサンゴ被度 75~100%の割合は低く、1.6%であった。スポットチェック法による調査では、奥武島西礁斜面でサンゴ被度が高かった。

### <座間味北>

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、38.4%を占めている。サンゴ被度 25%以上の割合も比較的高く、座間味北全体の約 4 分の 1 を占めている。しかしながらサンゴ被度 75~100%の割合は 0%であった。

### <屋嘉比久場>

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、48.6%を占めている。サンゴ被度 50%~75%の割合も比較的高く、屋嘉比久場全体の 4 分の 1 以上を占めている。しかしながらサンゴ被度 75~100%の割合は低く、1.2%であった。今回調査を実施した慶良間地域の中でサンゴ被度の状態が最もよ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、屋嘉比島東及び西礁斜面、久場島西礁斜面でサンゴ被度が高かった。



## 2-2. 慶良間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年に慶良間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2-4-2に、今年度（2010年～2011年）の調査結果を表2-4-3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。

慶良間地域全体では、1992年の調査ではサンゴ被度50%以上の割合が33.1%あったが、今年度の調査では7.3%に大きく減少している。サンゴ被度5%～50%の割合は、1992年は56.6%であったのが今年度の調査では78.7%に増加している。サンゴ被度0～5%の割合は、1992年では10.3%であったが、今年度は14.1%にわずかに増加している。

地域別にみると、今年度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、1992年の調査では阿嘉座間味西、座間味北、屋嘉比久場地域において、サンゴ被度50%以上の割合が最も高くなっている。特に阿嘉座間味西、座間味北地域のサンゴ被度50%以上の割合の減少は激しい。

陸域海域区別にみると、阿嘉島座間味島内海では1992年のサンゴ被度から「わずかに増加」している区分があるが、渡嘉敷島周辺や阿嘉島座間味島外海では減少している区分が多い（図2-4-3）。

表2-4-2. 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（慶良間地域）。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
チービシ	chibishi	N.D.	N.D.	N.D.
前島周辺	maejima_keraE	N.D.	N.D.	N.D.
渡嘉敷東	tokashiki_keraE	5.3	76.0	18.7
渡嘉敷内海	tokashiki_keranai	3.1	60.0	36.9
阿嘉座間味内海	akazama_keranai	28.9	58.5	12.6
阿嘉座間味西	akazama_keraW	1.7	46.9	51.4
座間味北	akazama_zamaN	3.9	37.4	58.7
屋嘉比久場	yakakuba_keraW	0.0	32.4	67.6
慶良間海域		10.3	56.6	33.1

N.D.はデータ無し

表 2-4-3. 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（慶良間地域）。赤い塗りつぶしは最も高い割合。1992 年との比較のため第 4 回自然環境保全基礎調査の未調査地域は含めていない。

地域名	地域区分	サンゴ被度		
		5%未満	5%～50%	50%以上
チービシ	chibishi	N.D.	N.D.	N.D.
前島周辺	maejima_keraE	N.D.	N.D.	N.D.
渡嘉敷東	tokashiki_keraE	22.0	78.0	0.0
渡嘉敷内海	tokashiki_keranai	4.4	88.9	6.7
阿嘉座間味内海	akazama_keranai	14.2	77.0	8.9
阿嘉座間味西	akazama_keraW	21.7	75.6	2.7
座間味北	akazama_zamaN	6.0	89.7	4.3
屋嘉比久場	yakakuba_keraW	0.0	59.4	40.6
慶良間海域		14.1	78.7	7.3

N.D.は第 4 回自然環境保全基礎調査で未調査

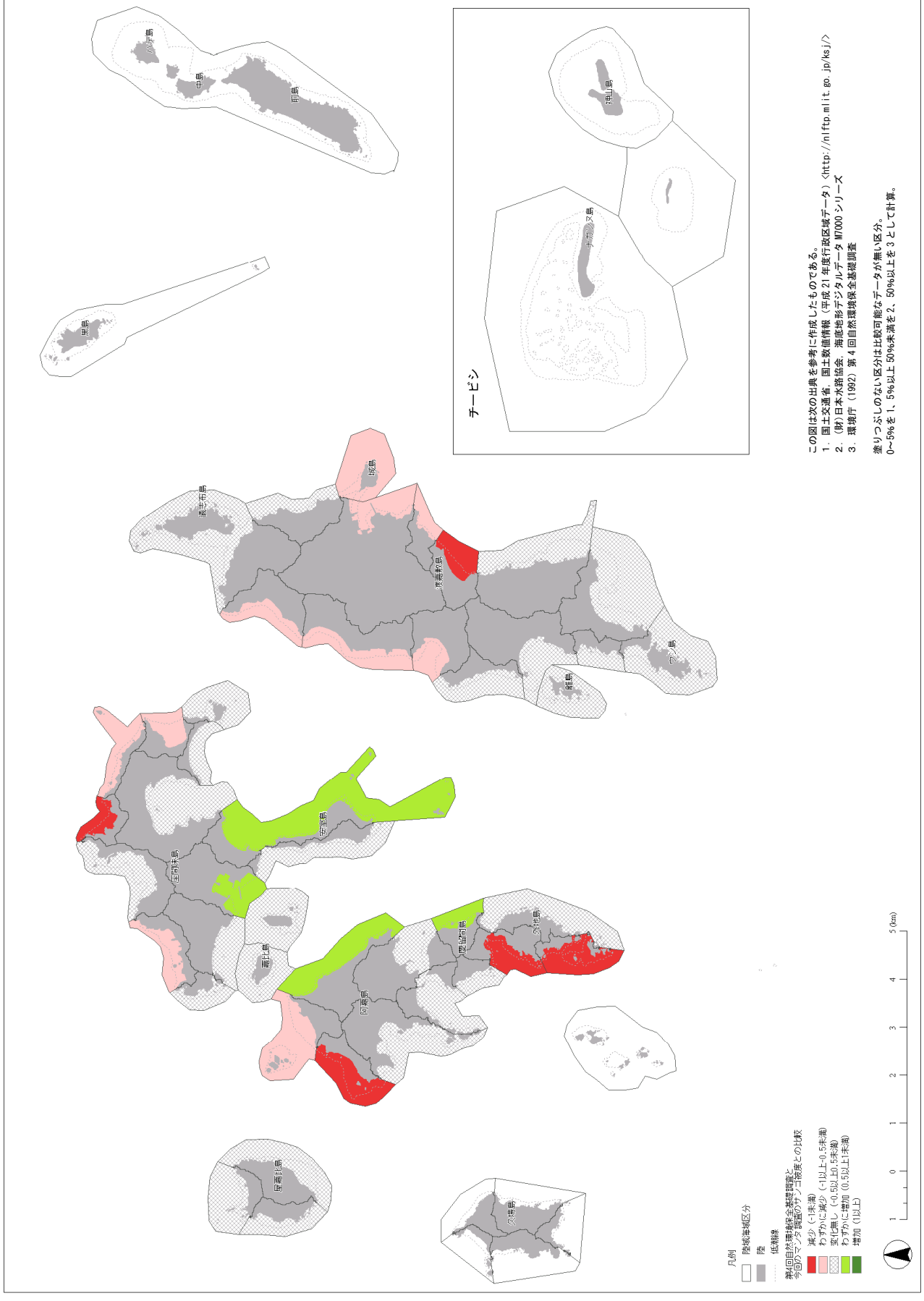


図2-4-3. 広域概況調査による1992年と2010年の陸域海域区分毎の変化 (第4回自然環境保全基礎調査とマシタ調査)。

## 2-2-2. 簡易遊泳観察調査結果の変遷

慶良間地域における簡易遊泳観察による1973年から2009年までのサンゴ被度の経年変化を図2-4-4に示す。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、1998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。

陸域海域区分毎のサンゴ被度の変遷を図2-4-5～図2-4-12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%）。

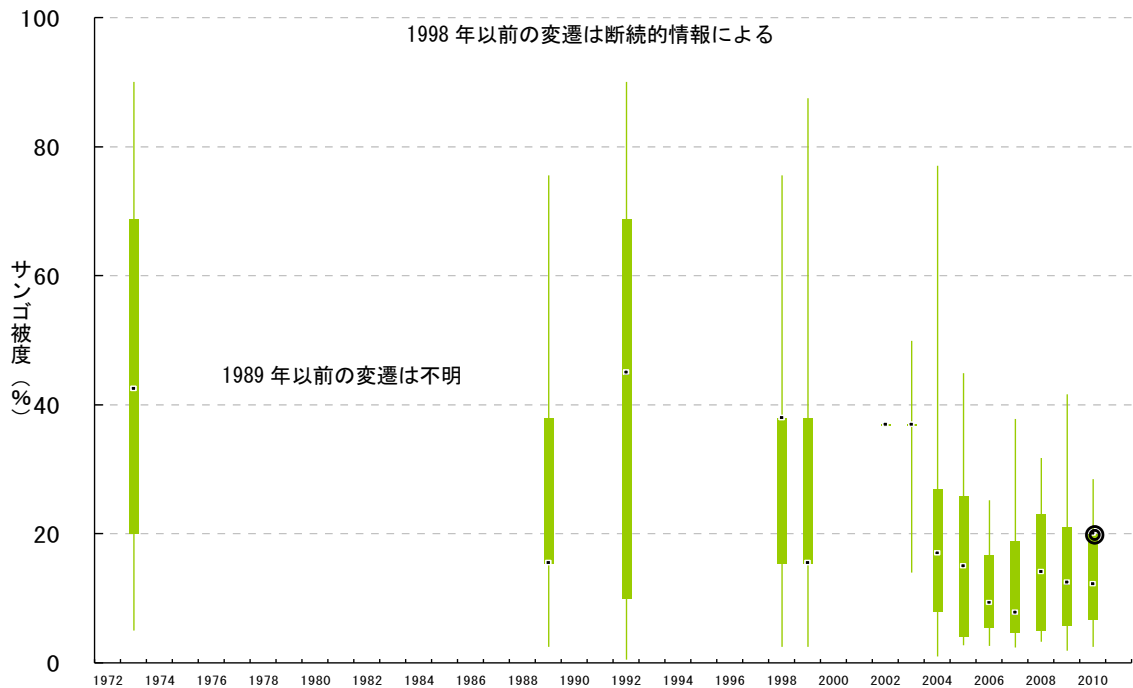


図2-4-4. 簡易遊泳観察法による慶良間地域のサンゴ被度(%)の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. 参考として2010年のマンタ調査結果の平均値を二重丸(◎)で表す. 1989年以前は、1973年しか調査が実施されておらず、1974年から1988年の間のサンゴ被度の変遷は不明である. 1998年から2002年の変遷は調査が断続的で、サンゴ被度の変遷は断片的である.

### <チービシ (chibishi) >

1999年以前のサンゴ被度は不明である。2002年から2003年はどの地点も25%以上のサンゴ被度が確認されているが（サンゴ被度ランク25～50%）、2004年のサンゴ被度が大きく下がっている。1999年から2004年の調査では、複数の調査地点でオニヒトデが多数確認されている。近年は回復傾向にあり、神山島周辺（RK\_kera\_082）のサンゴ被度の増加が著しい。

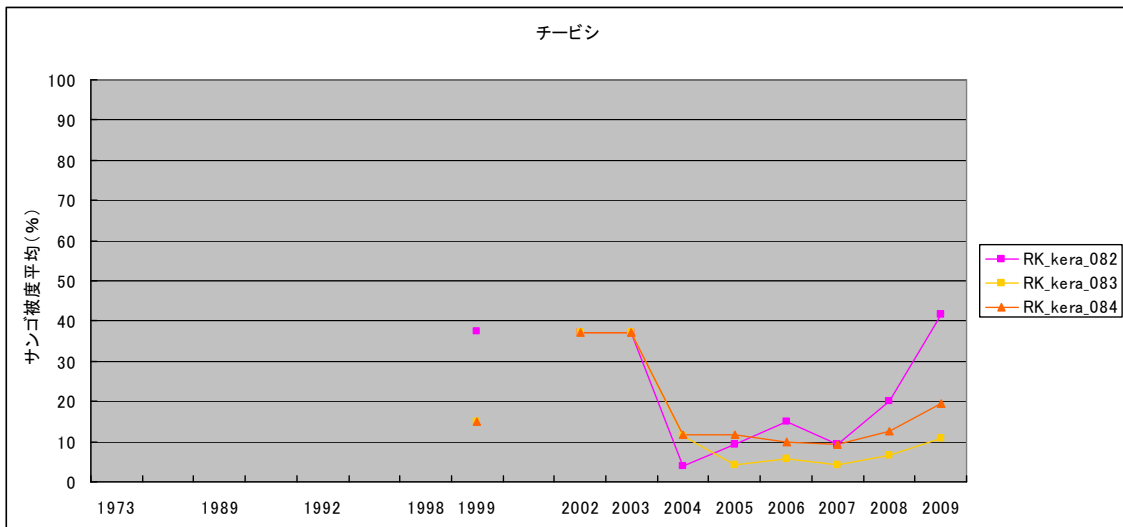


図2-4-5. チービシにおけるサンゴ被度の変化.

### <前島周辺 (maejima\_keraE) >

この地域での調査は限られており、情報が少ない。1999年から2004年にかけて、大きくサンゴ被度が減少もしくは徐々にサンゴ被度が減少している。2002年から2004年にかけて、前島周辺（RK\_kera\_029）で非常に多くのオニヒトデが確認されている。

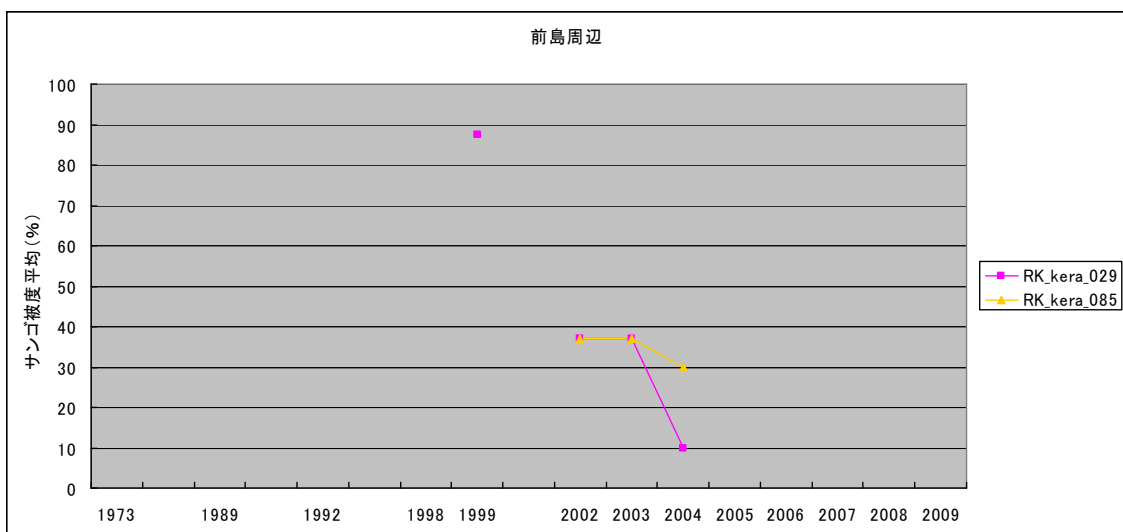


図2-4-6. 前島周辺におけるサンゴ被度の変化.

< 渡嘉敷東 (tokashiki\_keraE) >

この地域での調査は限られており、情報が少ない。1992年の調査ではサンゴ被度が高いところと低いところの差が大きい。2003年から2004年にかけて、大きくサンゴ被度が減少もしくは徐々にサンゴ被度が減少している。

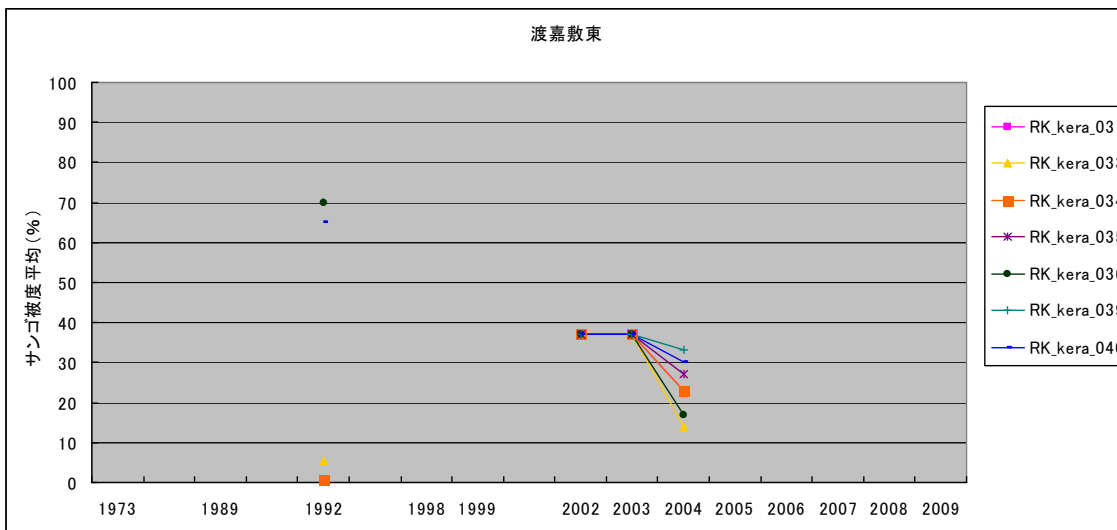


図 2-4-7. 渡嘉敷東におけるサンゴ被度の変化.

< 渡嘉敷内海 (tokashiki\_keranai) >

この地域での調査は限られており、情報が少ない。1992年の調査ではサンゴ被度の平均が非常に高い。2003年から2004年にかけて、地点によりサンゴ被度の増減の差が激しい。

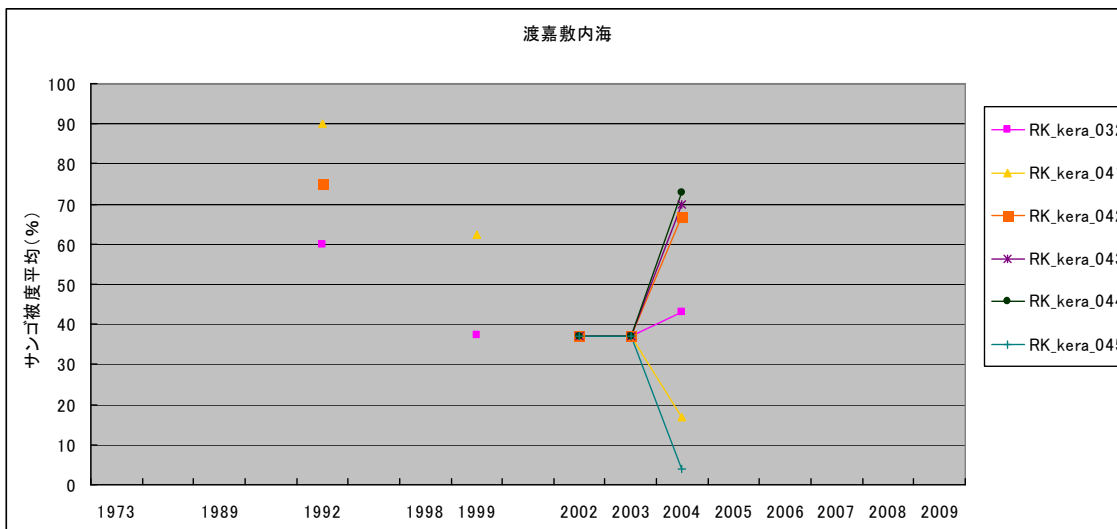


図 2-4-8. 渡嘉敷内海におけるサンゴ被度の変化.

<阿嘉座間味内海 (akazama\_keranai) >

1973年のサンゴ被度の平均は場所により差が激しく、高いところでは90%程度あるのに対し、低いところでは5%程度となっている。1989年の調査では、RK\_kera\_056（嘉比島周辺）やRK\_kera\_067（外地島東）ではサンゴ被度の平均は大きく減少している。1992年の調査でもサンゴ被度の平均は場所により差が激しく、高いところでは75%程度あるのに対し、低いところでは0%程度となっている。1998年から1999年にかけて全ての地点でサンゴ被度の平均が減少し、2003年から2004年にかけても、多くの地点で大きく減少している。2005年以降のサンゴ被度の平均は全体的に減少傾向にある。

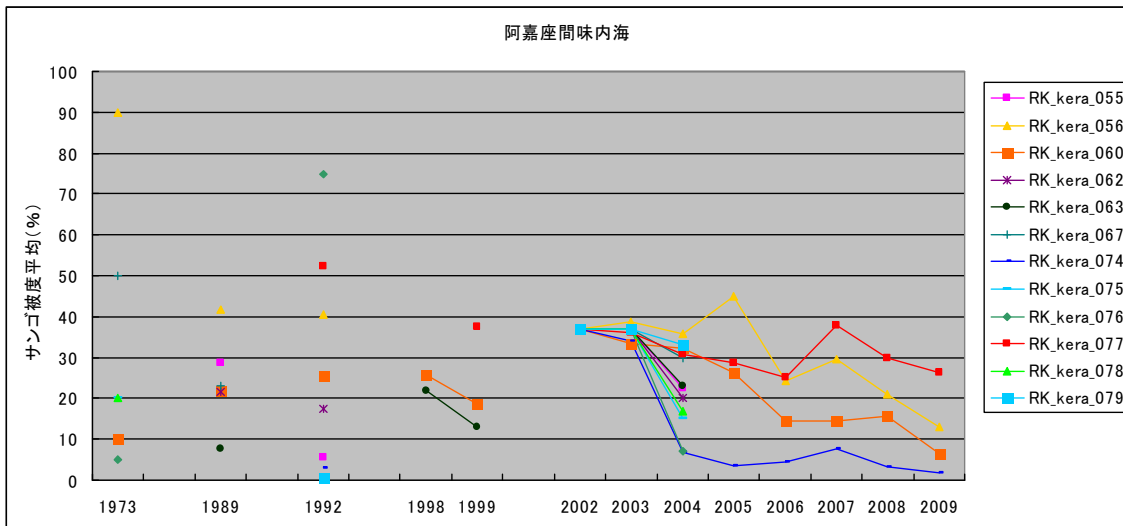


図 2-4-9. 阿嘉座間味内海におけるサンゴ被度の変化.

<座間味北 (akazama\_zamaN) >

1973年及び1992年の調査では、サンゴ被度の平均が非常に高い。しかしながら1999年以降のサンゴ被度の平均は40%以下で、2005年以降は20%以下で推移している。また、2003年から2004年にかけて、大きくサンゴ被度が減少しており、オニヒトデも多くの地点で確認されている。

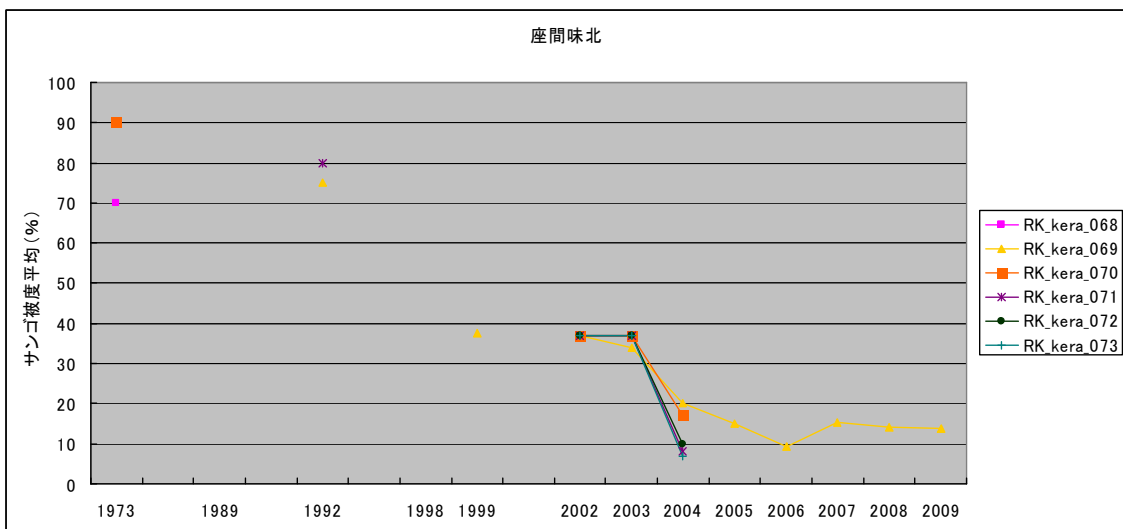


図 2-4-10. 座間味北におけるサンゴ被度の変化.

<阿嘉座間味西 (akazama\_keraW) >

1973年の調査地点は多くはないが、サンゴ被度の平均は35%程度であった。1989年から1992年にかけては、サンゴ被度の平均が増加している地点と減少している地点が混在しており、高いところでは70%程度あるのに対し、低いところでは10%以下となっている。1992年に10%以下となっている地点は1998年には増加している。しかしながら、1998年から1999年にかけて全ての地点でサンゴ被度が減少し、2003年から2004年にかけても、多くの地点で大きくサンゴ被度が減少している。2005年以降のサンゴ被度の平均は低い値のまま推移している。

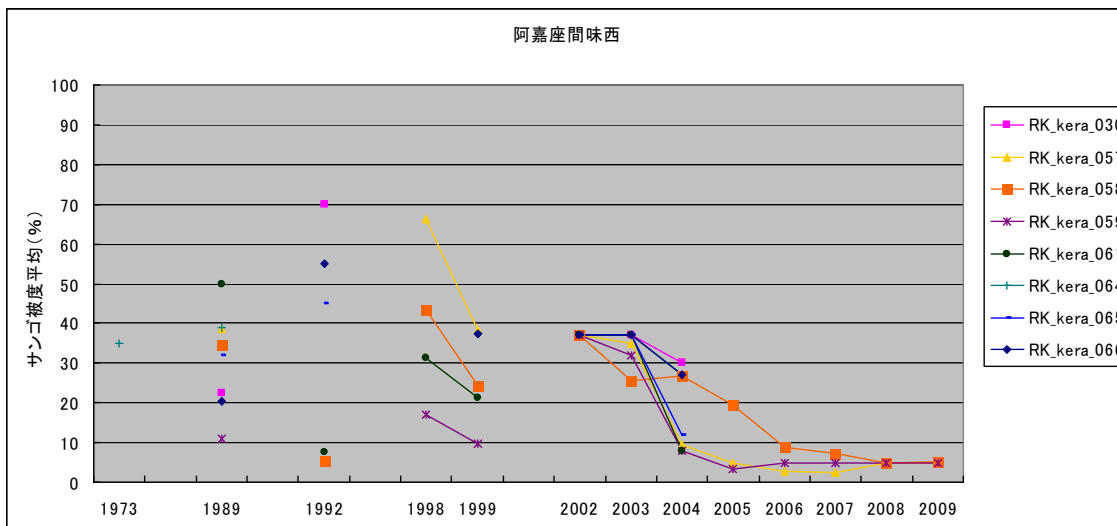


図 2-4-1 1. 阿嘉座間味西におけるサンゴ被度の変化.

<屋嘉比久場 (yakakuba\_keraW) >

1973年の調査地点は多くはないが、サンゴ被度の平均は65%程度であった。1992年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところでは60%程度あるのに対し、低いところでは25%程度となっている。また、2003年から2004年にかけて、多くの地点で大きくサンゴ被度が減少しており、その後サンゴ被度が減少傾向の地点 (RK\_kera\_047) と徐々に回復傾向にある地点がある (RK\_kera\_052)。

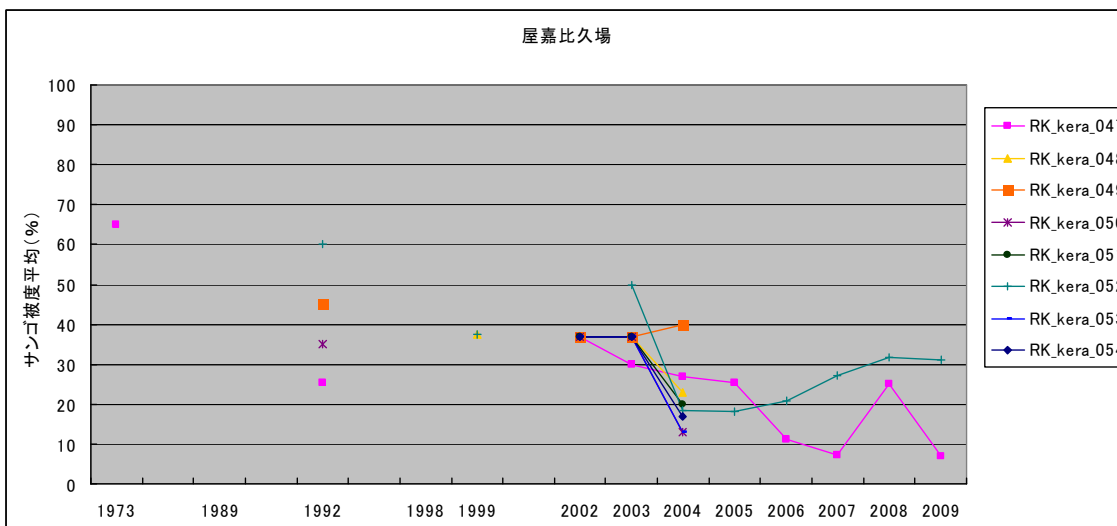


図 2-4-1 2. 屋嘉比久場におけるサンゴ被度の変化.



### 3. サンゴ群集と攪乱要因との関係

#### <オニヒトデ、白化現象>

慶良間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2-4-13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、1992年、1999年及び2002～2005年であり、2003年から2004年にかけてはサンゴ被度の中央値が大きく減少している。また、1999年の調査においてチービシ周辺でオニヒトデが多く確認されはじめ、2002年以降の調査では、慶良間地域の至る所で確認されている（図2-2-20～図2-2-31）。さらに、過去のオニヒトデ駆除の記録からも、1973年頃や2000年頃の駆除数が多い（表2-2-3、岩尾2004）。

慶良間地域における白化現象は、1998年の高水温により阿嘉島全域で影響がみられたことから、高水温による白化現象の影響は慶良間地域全体に及んだと推測される（第2章 第2節2-2.を参照）。

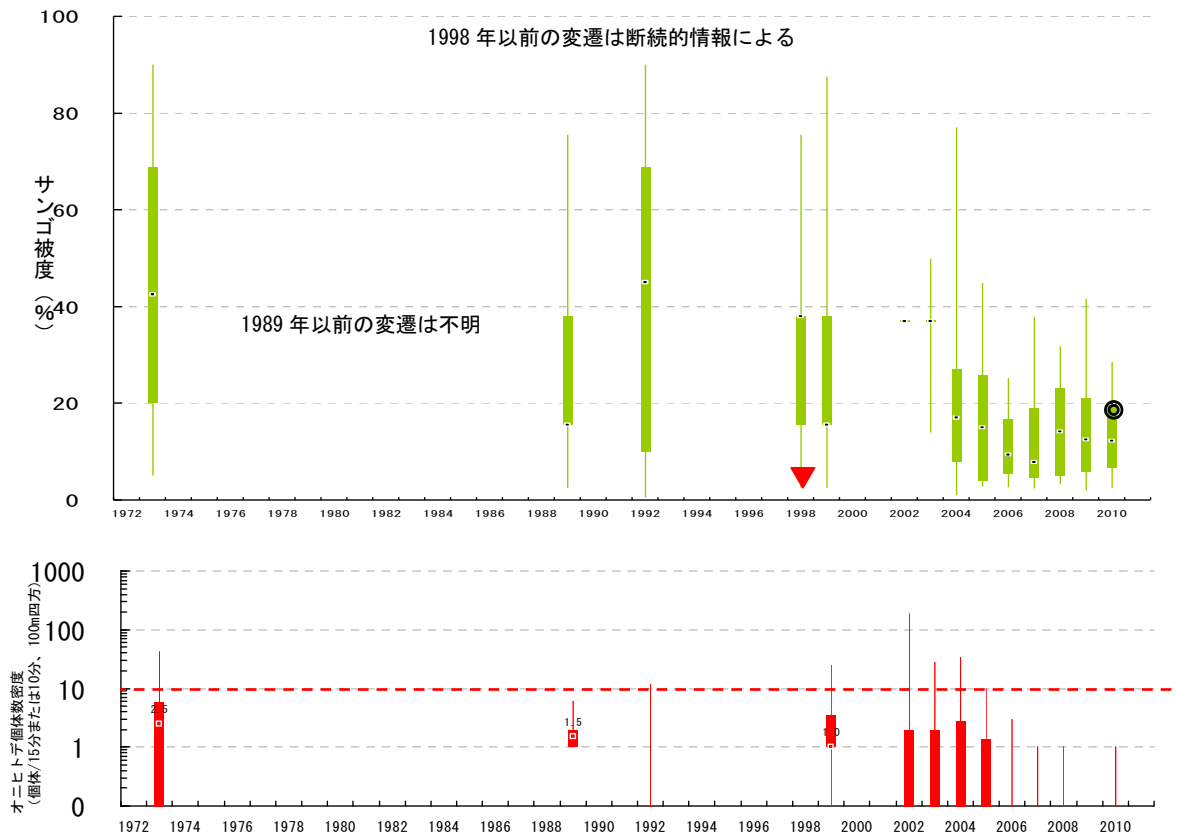


図 2-4-13. 簡易遊泳観察法による慶良間地域のサンゴ被度と1地点当りのオニヒトデ個体数密度の変遷および白化現象発生年(▼). 1989年以前は、1973年しか調査が実施されておらず、1974年から1988年間のサンゴ被度の変遷は不明である。1998年から2002年の変遷は調査が断続的で、サンゴ被度の変遷は断片的である。

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、慶良間地域のほとんどの島で単位面積あたりの土壌流出量の高い土地がみられ、流域海域区分毎の単位面積あたりの土壌流出量も非常に高い地域があった。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、慶良間地域の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たためだと考えられる。実際、慶良間地域において、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  $30\text{kg}/\text{m}^3$  以上の海域はなく（沖縄県環境保全課 2010）、今回の調査でも、赤土等土壌流出による影響を受けているサンゴ群集は確認されなかった。

### ＜水質＞

慶良間地域の水質は、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が、慶良間地域に水質悪化の原因となるような負荷源は無く、水質は良好であると考えられる。ただし、人為的な栄養塩類の海域への流出がオニヒトデの大発生を引き起こす可能性が指摘されており（Fabricius 2005）、慶良間地域外の水質の悪化がオニヒトデの大発生を引き起こすなど、他海域の水質が慶良間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＞

慶良間地域ではダイビングポイントが全域に数多くあった。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＞

慶良間地域では、1974 年以降の埋め立てはほとんどなく、人工海岸は港周辺に限られている。埋め立てと慶良間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>

慶良間地域のサンゴ礁は、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る。慶良間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 慶良間地域におけるサンゴ群集の現状と攪乱要因

### <慶良間地域におけるサンゴ群集の変遷とかく乱要因>

慶良間地域では1970年代から1980年代にかけて、オニヒトデの大発生により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。慶良間地域のサンゴ被度は長期的にみて、低下傾向にある（図2-5-1）。

第2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、全体として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。

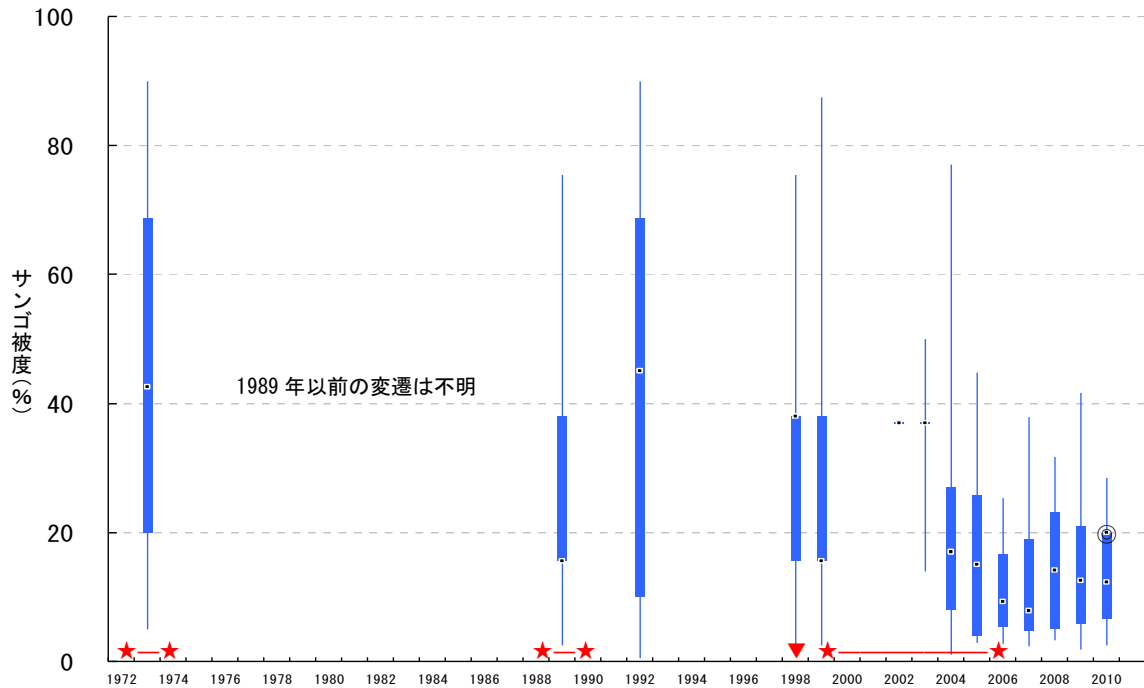


図 2-5-1. 慶良間地域におけるサンゴ被度の変遷と主要なかく乱要因の発生時期. 1989 年以前は、1973 年しか調査が実施されておらず、1974 年から 1988 年間のサンゴ被度の変遷は不明である. 1998 年から 2002 年の変遷は調査が断片的で、サンゴ被度の変遷は断片的である.

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.

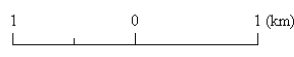
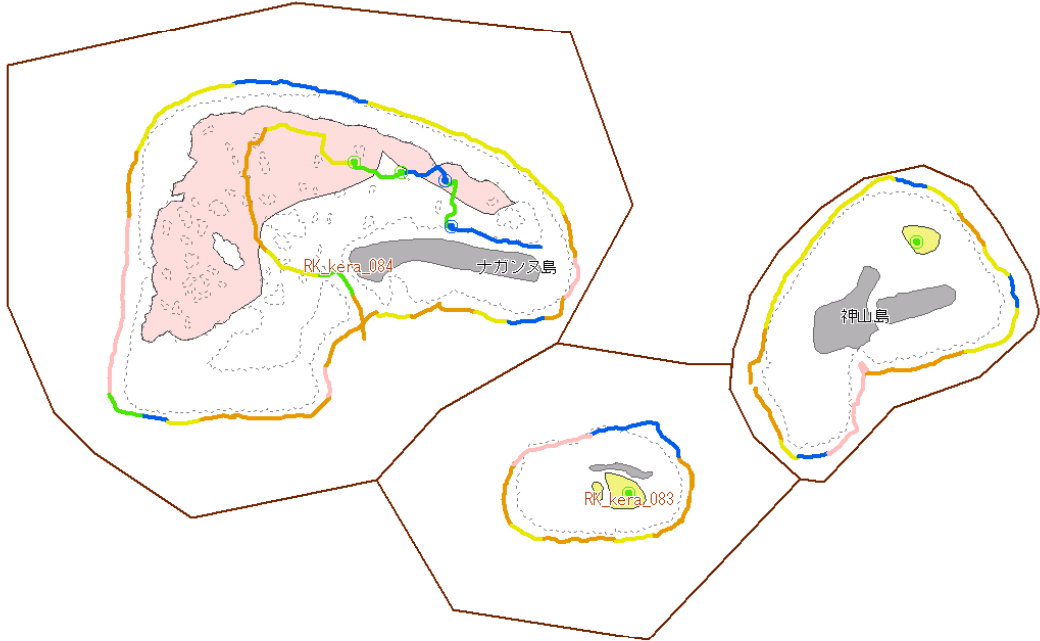
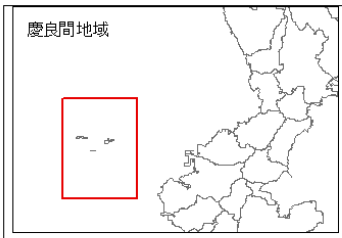
※中央値、第一四分位値、第三四分位値について

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、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  $100\alpha$  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。

### <慶良間地域のサンゴ礁地図>

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

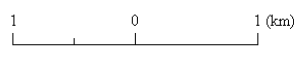
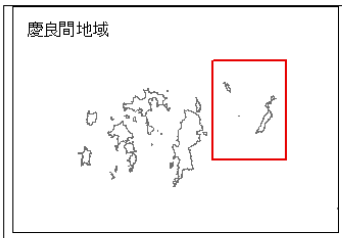


凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)	マンタ調査結果 (サンゴ被度)	スポットチェック調査 (サンゴ被度)
行政界	5%未満	0~5%	5%未満
埋め立て浚渫	5~50%	5~10%	5~10%
流域海域区分	50%以上	10~25%	10~25%
		25~50%	25~50%
		50~75%	50~75%
		75~100%	75%以上

この図は次の出典を参考に作成したものである。

- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区画データ) <<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

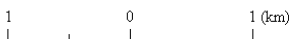
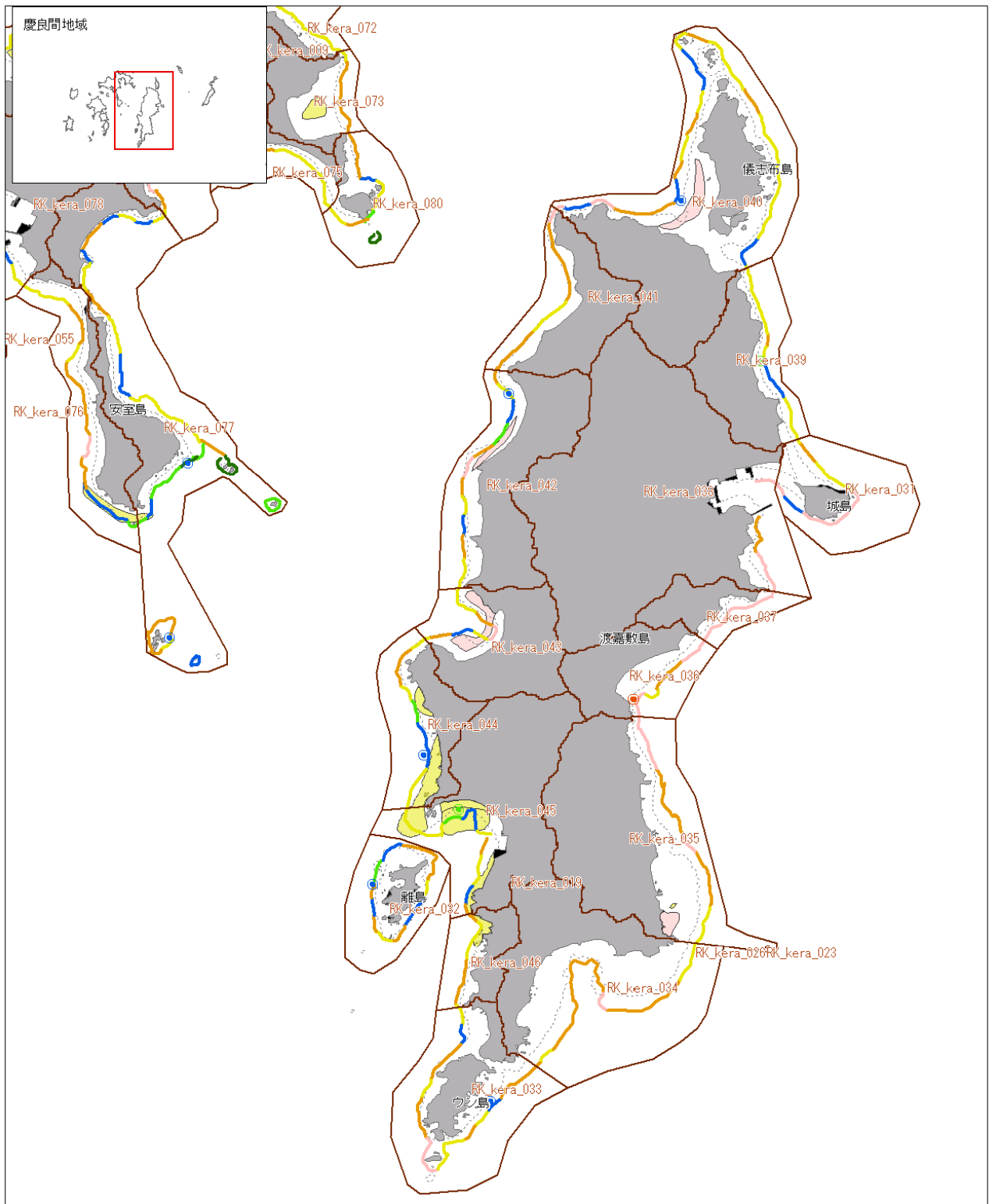




凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)	マンタ調査結果 (サンゴ被度)	スポットチェック調査 (サンゴ被度)
行政界	5%未満	0~5%	5%未満
低潮線	5~50%	5~10%	5~10%
埋め立て浚渫	50%以上	10~25%	10~25%
流域海域区分		25~50%	25~50%
		50~75%	50~75%
		75~100%	75%以上

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年度行政区画データ) <<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

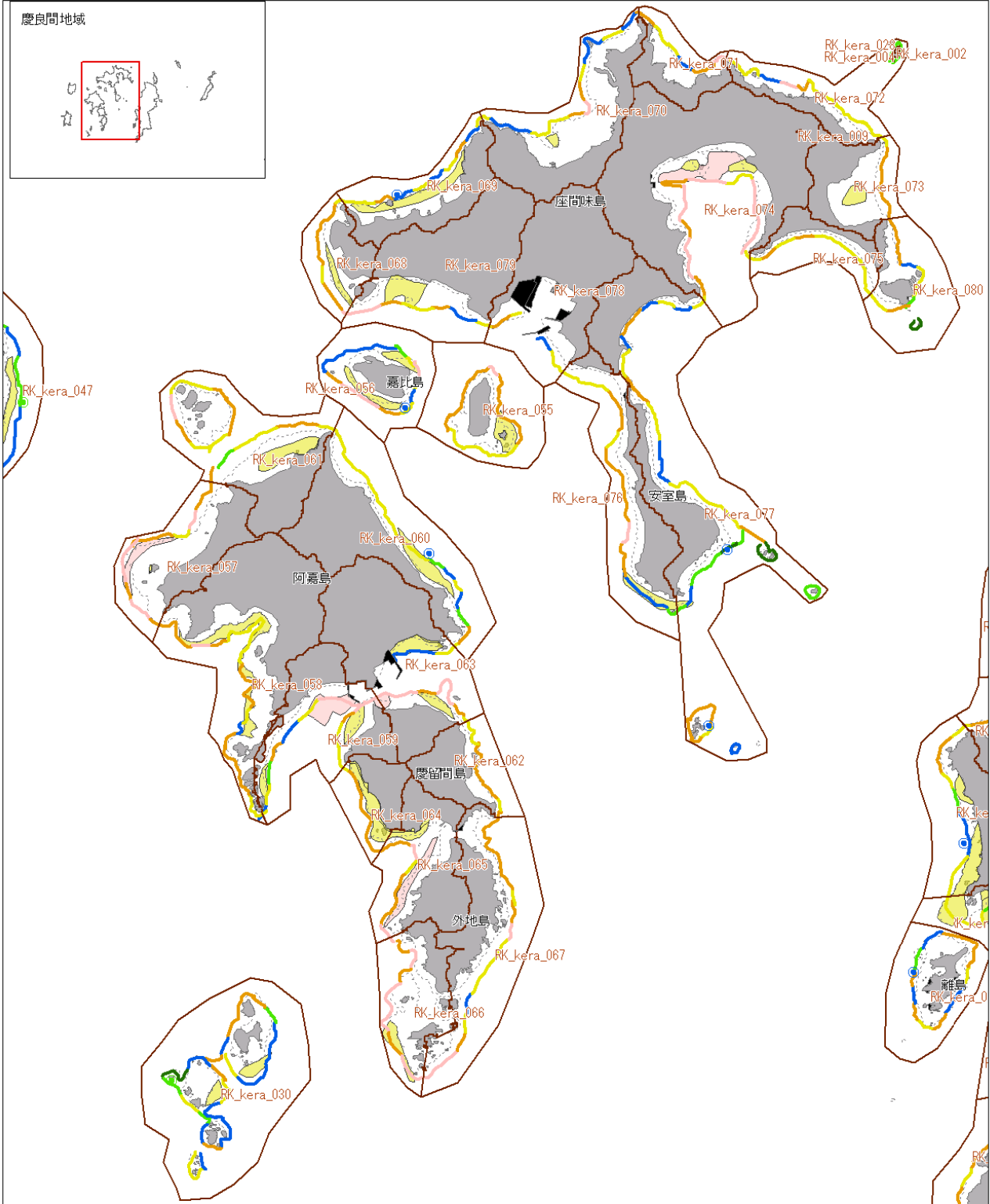
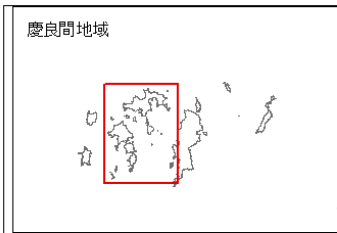


凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)
行政界	5%未満
低潮線	5~50%
埋め立て浚渫	50%以上
流域海域区分	

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

この図は次の出典を参考に作成したものである。

- 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

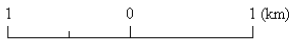
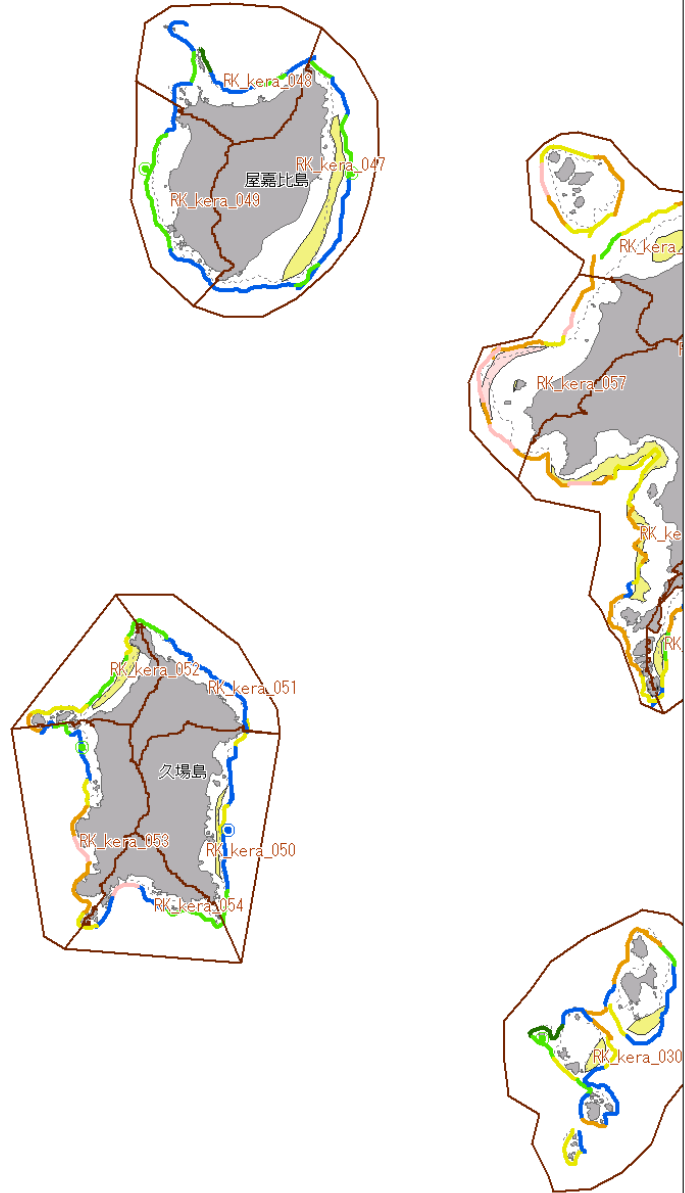


凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)	マンタ調査結果 (サンゴ被度)	スポットチェック調査 (サンゴ被度)
行政界	5%未満	0~5%	5%未満
低潮線	5~50%	5~10%	5~10%
埋め立て浚渫	50%以上	10~25%	10~25%
流域海域区分		25~50%	25~50%
		50~75%	50~75%
		75~100%	75%以上

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

慶良間地域



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

# 第3章 久米島地域におけるサンゴ礁の現況と変遷

## 第1節 サンゴ礁の現況調査

### 1. 現況調査の方法

現況調査は、サンゴ礁の現況把握を目的に、サンゴ群集や各種攪乱要因などについて記録した。サンゴ礁地形は沖合の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3-1-1のとおりマンタ法及びスポットチェック法を使い分けて実施した。調査方法の詳細については「第2章 第1節 1. 現況調査の方法」を参照。

表3-1-1. 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	久米島地域全域	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

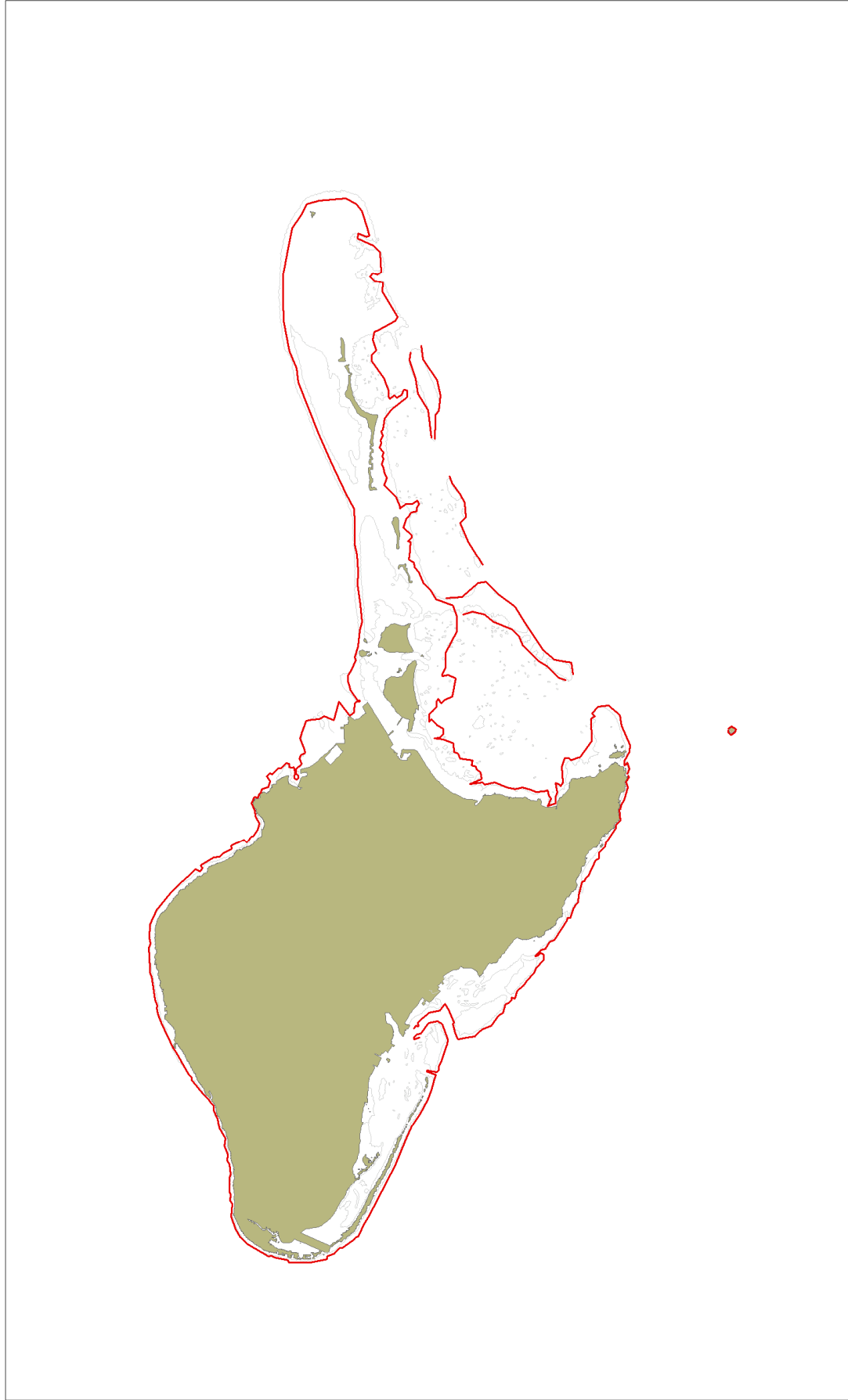
久米島地域の現況調査は、行政区分上久米島町に含まれる久米島及び奥武島、ハテノ浜などのサンゴ礁を調査対象海域とした。


##### 1-1-1. 礁斜面の調査範囲

久米島地域の沿岸全周を調査範囲の対象とした（図3-1-1）。さらに、マンタ法で良好なサンゴ群集を確認した場合、その生息状況を把握するために適宜スポットチェック法を実施し、詳細な記録を行った。

##### 1-1-2. 礁池の調査範囲

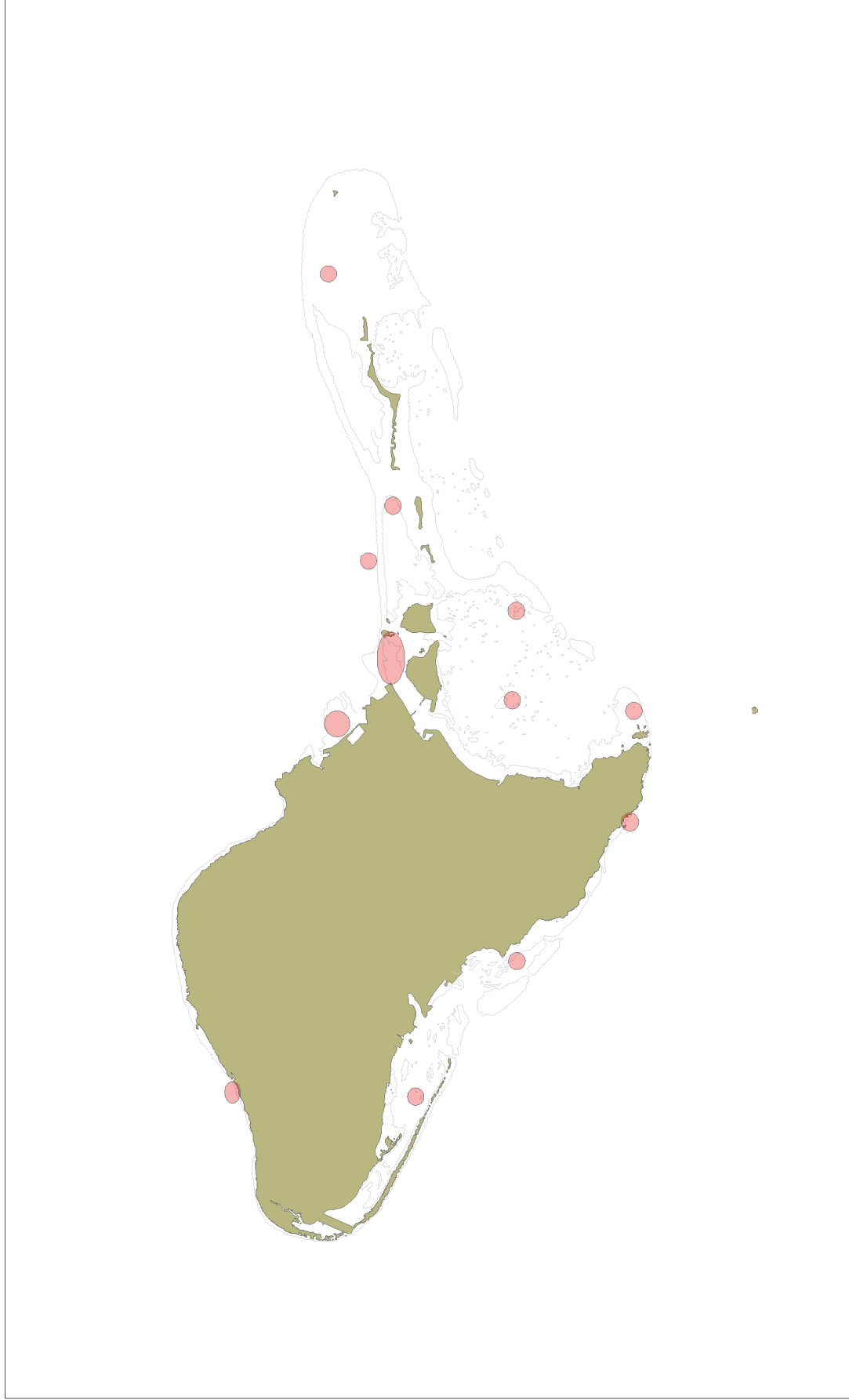
礁池ではすべての範囲を調査するには面的な調査が必要となり、予算的・労力的に実施するのは困難である。そこで表2-1-2に記した選定条件を用い既存情報から調査海域を絞り込み、最終的に検討委員会の確認を得て調査海域を決定し（図3-1-2）、調査を実施した。調査範囲が狭い場合はスポットチェック法による調査を行ない、広い場合はまずマンタ法を行い、良好なサンゴ群集を確認した場合その生息状況を把握するために適宜スポットチェック法を実施し、詳細な記録と写真の撮影を行った。



凡例  
 マンタ調査予定測線

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 M/000 シリーズ

図3-1-1. 礁斜面におけるマンタ調査側線



凡例  礁池調査候補海域

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://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 M/000 シリーズ

図3-1-2. 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。調査項目の詳細については「第2章 第1節 1-2. 現況調査の調査手法」を参照。

### 1-2-2. スポットチェック法

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

本事業では、観察者1名が調査地点周辺をスノーケリングにて15分間遊泳し調査を実施した。調査は、サンゴ群集、サンゴ類に影響を与える攪乱の度合い、底質、魚類等について観察記録し状況写真を撮影した。調査項目の詳細については「第2章 第1節 1-2. 現況調査の調査手法」を参照。

## 1-3. 現況調査の実施時期

現況調査は、2010年9月~2011年2月の期間に実施した。

表3-1-2. 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
9月中旬	久米島北~久米島西・ハテノ浜
1月下旬	久米島南
2月上旬	久米島東

表3-1-3. 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
9月中旬	久米島北~久米島西・ハテノ浜
1月下旬	久米島南
2月上旬	久米島東

## 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、現在の久米島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. サンゴ群集に関する調査結果

久米島地域におけるマンタ調査の総調査距離（総曳航距離）は約63kmであった。スポットチェック調査は15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3-1-4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9.2%、5～10%が13.0%、10～25%が31.5%、25～50%が37.1%、50～75%が8.5%、75～100%が0.7%であった（図3-1-3）。全調査距離の約7割はサンゴ被度がやや低い～やや高い評価であった（表3-1-4）。また、非常に低い～低い評価の全調査距離に対する割合は約2割、高い～非常に高い評価の全調査距離に対する割合は約1割であった。

表3-1-4. 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 63km に対する割合 (%)
非常に低い	0～5%	9.2
低い	5～10%	13.0
やや低い	10～25%	31.5
やや高い	25～50%	37.1
高い	50～75%	8.5
非常に高い	75～100%	0.7

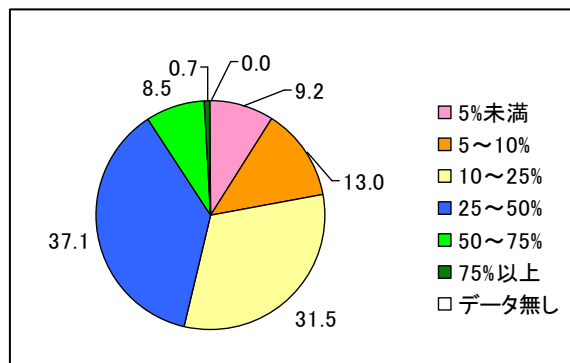


図3-1-3. サンゴ被度ランクの割合 (%)

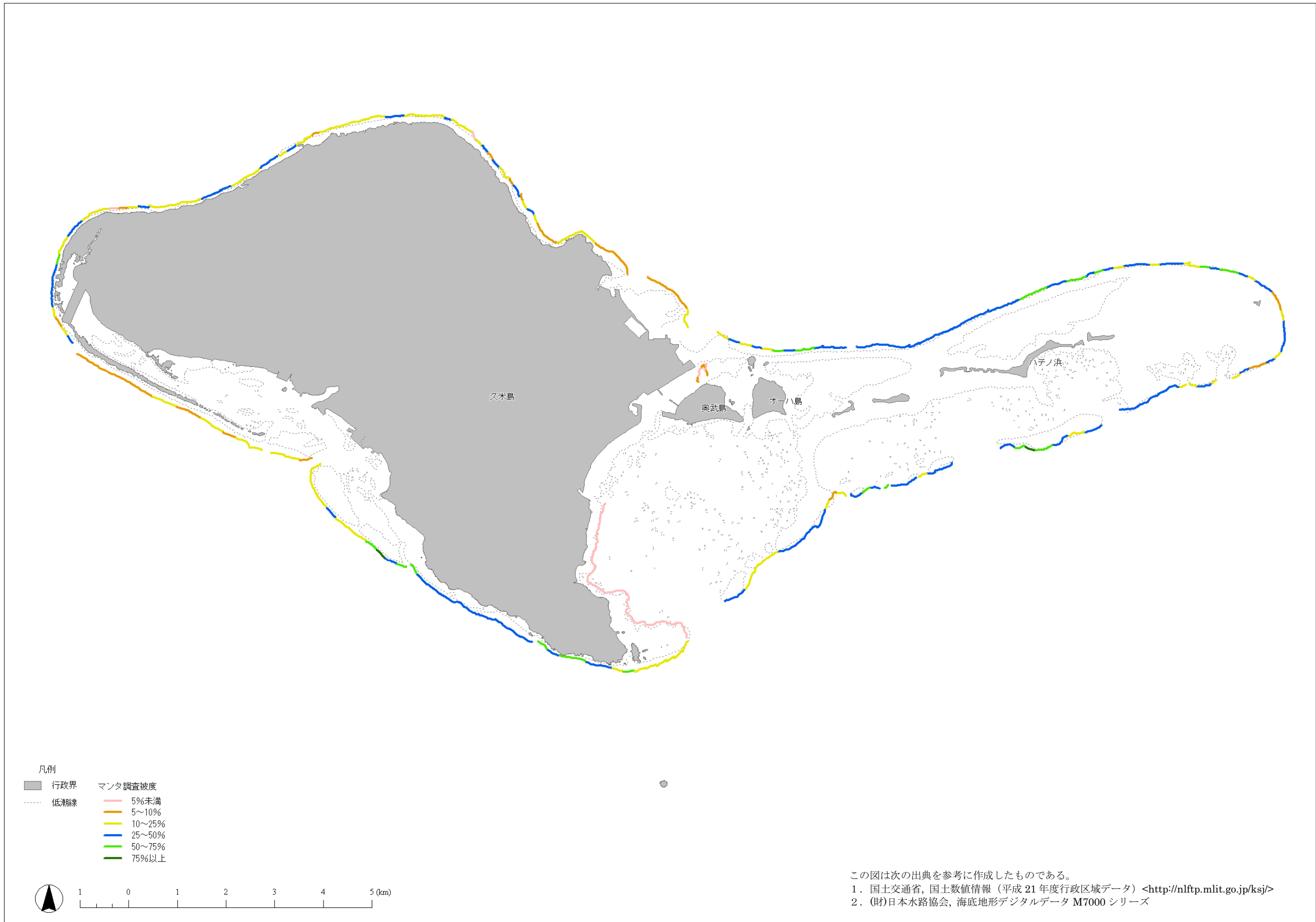


図 3-1-4. マンタ法による調査結果 (サンゴ被度)

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3-1-5）。図3-1-5および表3-1-5に示すとおり、評価の非常に高い（サンゴ被度75～100%）海域および評価の高い（サンゴ被度ランク50～75%）海域は無かった。評価がやや高い（サンゴ被度ランク25～50%）海域は、ハテノ浜周辺、島尻湾東（礁斜面）、久米島北、久米島南西の5海域であった。評価がやや低い（サンゴ被度ランク10～25%）海域は久米島西から北にかけて多く分布し、7海域であった。評価が低い（サンゴ被度ランク5～10%）海域は真泊港北および久米島南に分布し、3海域であった。評価が非常に低い（サンゴ被度ランク0～5%）海域は島尻湾内の2海域であった。

表3-1-5. 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17海域に対する割合（%）
非常に低い	0～5%	2	11.8
低い	5～10%	3	17.6
やや低い	10～25%	7	41.2
やや高い	25～50%	5	29.4
高い	50～75%	0	0.0
非常に高い	75～100%	0	0.0

久米島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5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（17海域中12海域）でやや低い～非常に低いランクであった。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3-1-6）。

表3-1-6. マンタ調査においてサンゴ被度50%以上のサンゴ群集が確認された地域

	地域
久米島地域	ハテノ浜南礁斜面、ハテノ浜北礁斜面、久米島南礁斜面、久米島西礁斜面

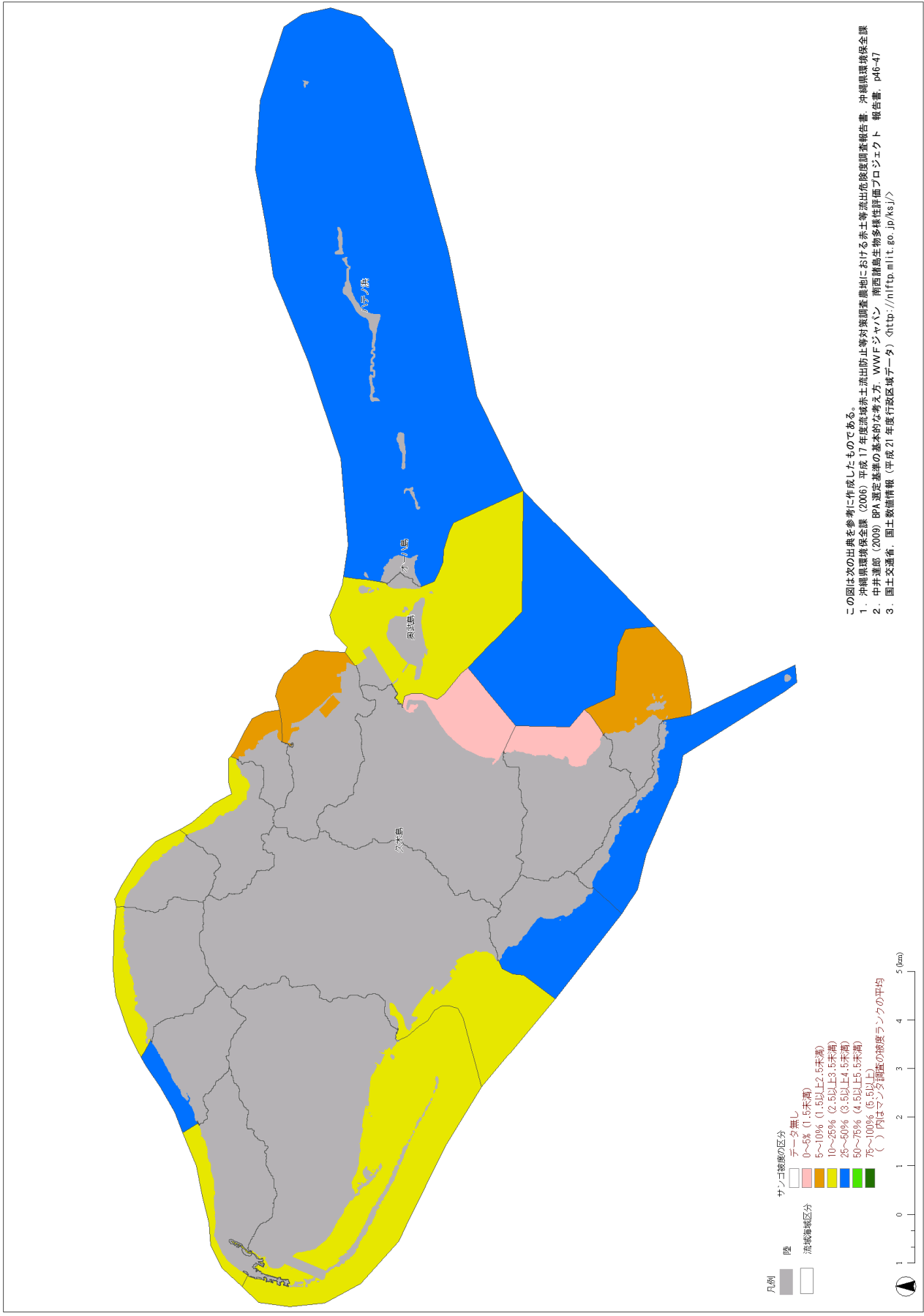


図 3-1-5. マンタ法によるサンゴ被度の陸域海域区分毎の集計結果

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が半円状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。

## (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3-1-9に示す。各優占種群の割合は、ミドリイシ類が28.5%、コモンサンゴ類が0.0%、ハナヤサイサンゴ類が19.4%、ハマサンゴ類が9.9%、キクメイシ類が0.9%、その他が1.6%、多種混成が38.5%、優占無し\*が1.3%であった(図3-1-6)。

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、ハナヤサイサンゴ類、アナサンゴモドキ類、コモンサンゴ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かったのはミドリイシ類で、3番目に多かったのはハナヤサイサンゴ類であった。

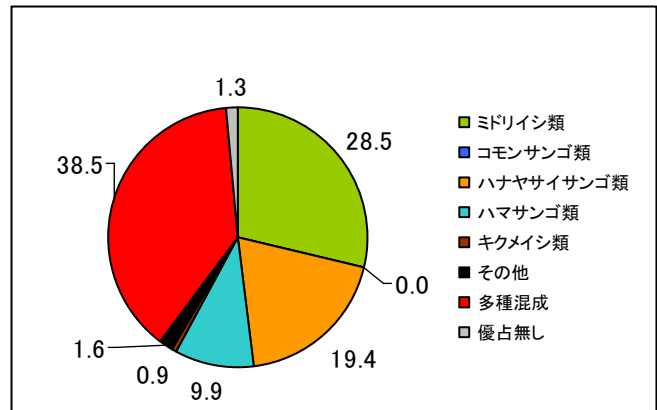


図3-1-6. 優占種群の割合 (%)

※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

## (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3-1-10に示す。各群体形の割合は、卓状が25.4%、枝状が0.2%、塊状が13.1%、準塊状が19.8%、被覆状が2.1%、葉状が0.0%、多種混成が38.1%、枝状・塊状が0.0%、その他が0.0%、無し\*が1.3%であった(図3-1-7)。

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)や準塊状(ハナヤサイサンゴ類)、被覆状(アナサンゴモドキ類、コモンサンゴ類)の混成群集であった。2番目に優占する群体形が多い準塊状は、主にハナヤサイサンゴ類であった。

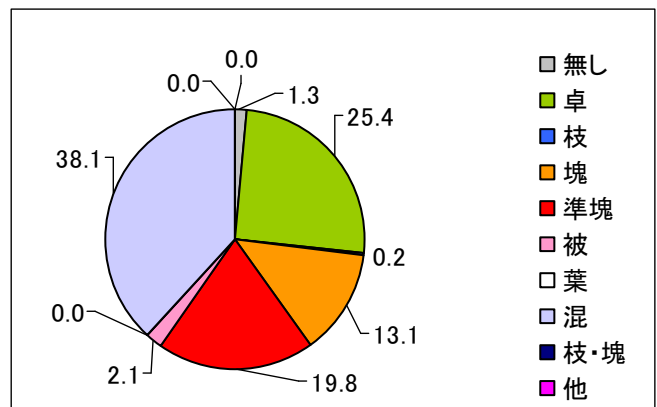


図3-1-7. 優占群体形ごとの割合 (%)

※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

#### (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3-1-1に示す。各卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合は、5cm未満が0.0%、5~20cmが40.7%、20~50cmが45.3%、50~100cmが2.5%、100cm以上が0.0%であった(図3-1-8)。

久米島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が最も多く全体の4割以上を占めている。他方、100cm以上は2.5%と非常に少ない。また、ミドリイシ類無しや5~20cmが約5割を占めている。久米島地域の一部では、2004年の調査で多くのオニヒトデが確認されており(詳細は第3章 第2節 2-1. オニヒトデの大発生を参照)、近年オニヒトデの影響を受けた久米島地域の一部で、ミドリイシ類が極少ないか群体直径が小さいと考えられる。

今回の調査では、100cm以上の群体が非常に少ないことから、長い期間オニヒトデの大発生などの攪乱を受けていない群集は非常に少ないと考えられる。また、群体直径は20~50cmが最も多く、ミドリイシ類無しや5~20cmが約5割を占めていることから、攪乱を受けた時期や回復過程が群集や場所により差があるのかもしれない。

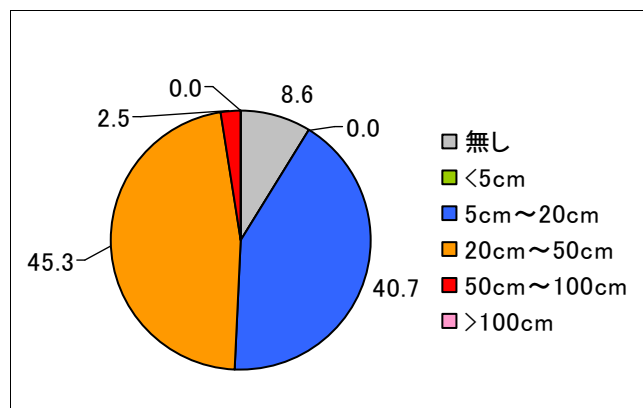


図3-1-8. 卓状ミドリイシ優占群体直径ランクの割合 (%)

「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

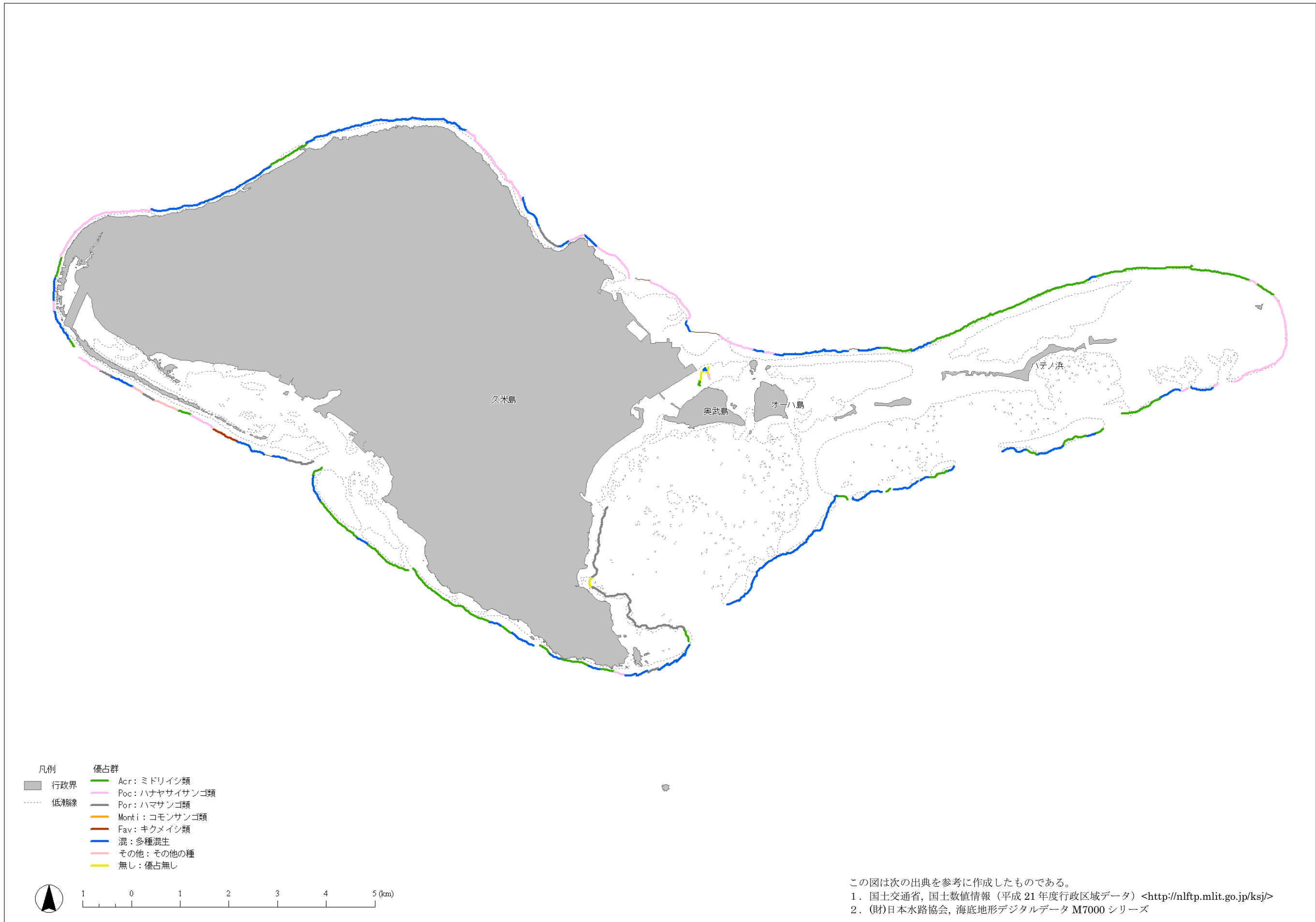


図 3-1-9. マンタ法による調査結果 (優占種群)

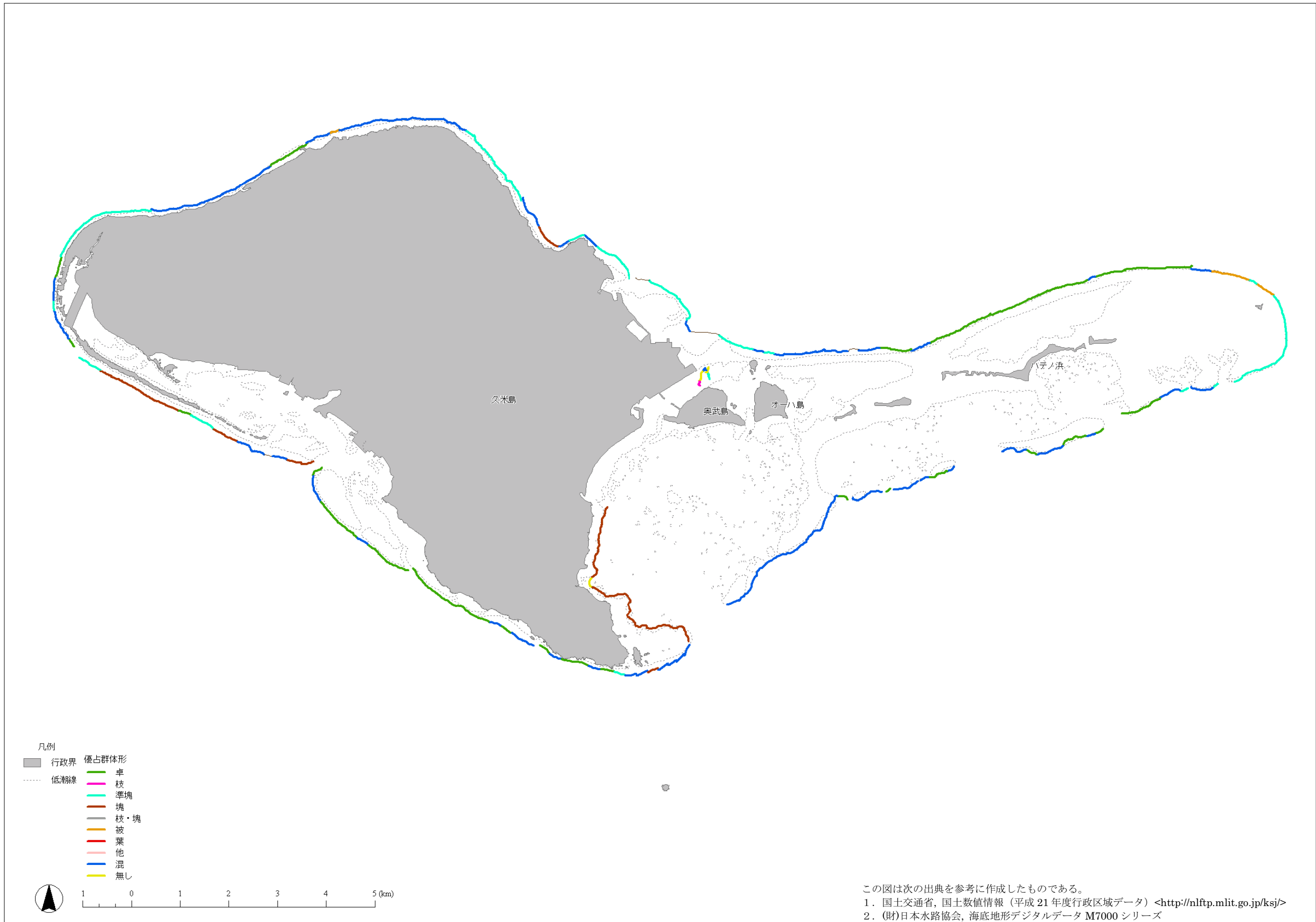


図 3-1-10. マンタ法による調査結果 (優占する群体系)



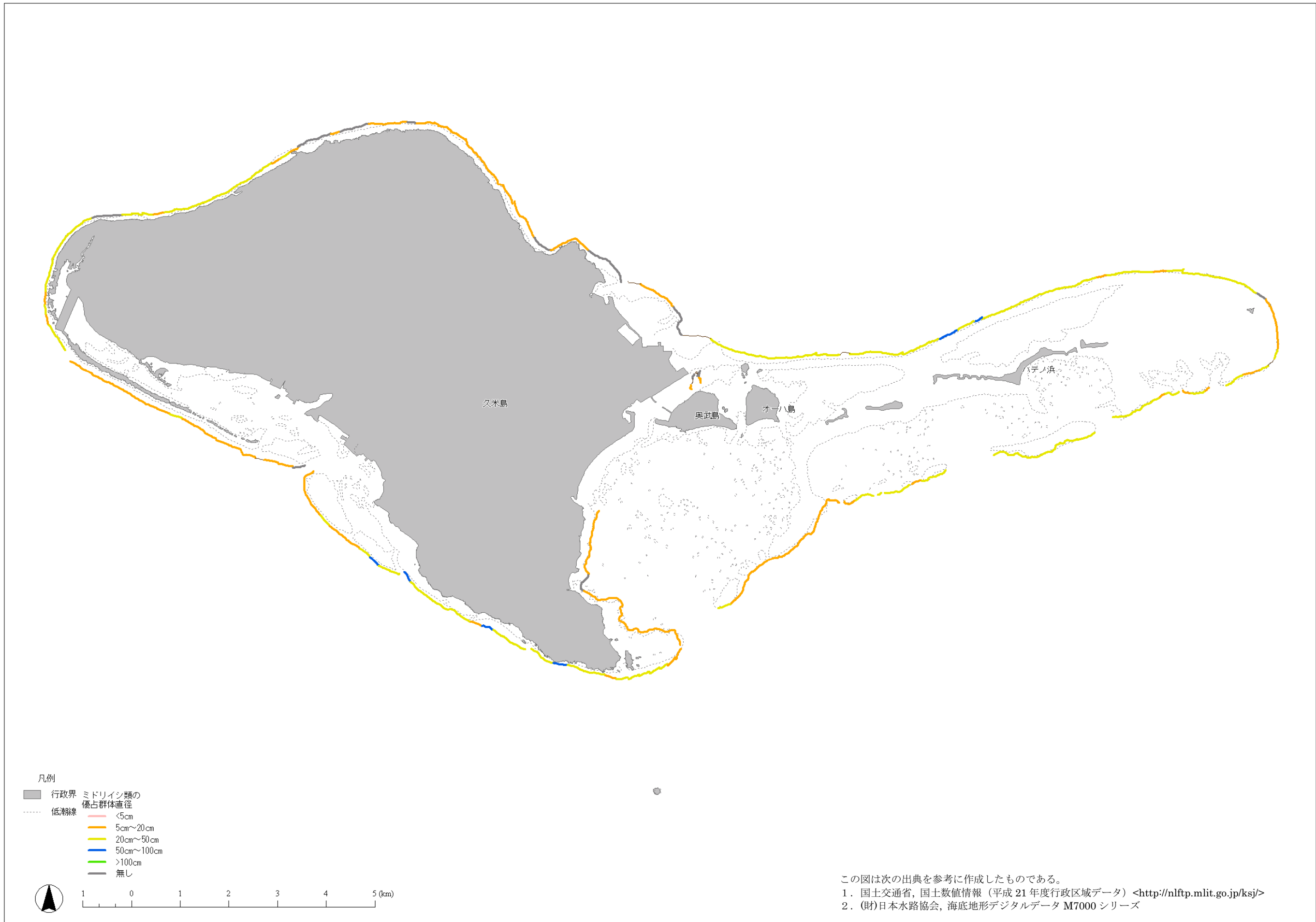


図 3-1-11. マンタ法による調査結果 (ミドリイシ類の優占群体直径)

### (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3-1-12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、久米島地域のサンゴ被度を概観するものではないことに留意する必要がある。

サンゴ被度の高い(被度50%以上)地点は、数は少ないが久米島地域の広い範囲で確認された(表3-1-7)。島尻湾内の調査地点は、サンゴ被度は低く10%未満であった。

表3-1-7. サンゴ被度が50%以上の地点が確認された地域

	地域
久米島地域	ハテノ浜南礁斜面、島尻湾南礁斜面(ナンハナリ)、久米島南礁斜面、久米島北西礁斜面

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

ハテノ浜北(sp100915o001)では、卓状ミドリイシ類が優占する被度46.7%のサンゴ群集が確認された。ハテノ浜南(sp110201o003)では、卓状ミドリイシ類が優占する被度63.3%のサンゴ群集が確認された。

島尻湾南のナンハナリ(sp110201o001)では、枝状ミドリイシ類が優占する被度80%の群集が確認された。久米島南トンバーラー(sp110201o002)では、ハナヤサイサンゴ類が優占する被度30.0%のサンゴ群集が確認された。

久米島南のトリノクチ(sp110131o001)では、卓状ミドリイシ類が優占する被度50.0%のサンゴ群集が確認された。久米島北(sp100914o003)では、卓状ミドリイシ類や準塊状ハナヤサイサンゴ類が優占する被度53.3%のサンゴ群集が確認された。



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）

<p>ハテノ浜北 (sp100915o001)</p>	<p>久米島北 (sp100914o003)</p>	<p>ハテノ浜南 (sp110201o003)</p>
<p>久米島南トリノクチ (sp110131o001)</p>	<p>島尻湾南ナンハナリ (sp110201o001)</p>	<p>久米島南トンバーラー (sp110201o002)</p>

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）

<p>島尻湾離礁 (sp110131o001)</p>	<p>ナンハナリ北離礁 (sp110201o007)</p>	<p>奥武島北東礁池 (sp110202o001)</p>

### (6) 大型卓状ミドリイシ群体直径 (スポットチェック法)

久米島地域におけるスポットチェック調査による大型卓状ミドリイシ群体最大直径は、0cm(無し)を除いて、51cm～100cmが最も多く、次いで21～50cmと多くの地点で20cm以上であった(図3-1-13, 図3-1-15)。久米島地域のスポットチェック調査のうち、久米島南の大型卓状ミドリイシ群体が最も大きく、最大直径は100cmであった。

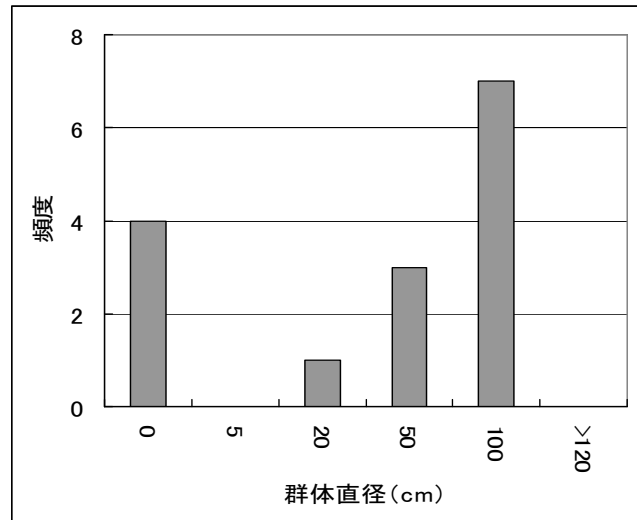


図3-1-13. 卓状ミドリイシ群体最大直径

### (7) ミドリイシ小型群体密度 (スポットチェック法)

久米島地域におけるスポットチェック調査によるミドリイシ小型群体密度はハテノ浜南1地点の0.25m<sup>2</sup>あたり2.3群体が最大で、すべての地点で5群体以下、1～2群体の地点がほとんどであった(図3-1-14, 図3-1-16)。

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<sup>2</sup>であったこと(平成22年度実施)と比べると、久米島地域全体でミドリイシ小型群体密度はやや高いと考えられる。また、モニタリングサイト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<sup>2</sup>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)、久米島地域におけるミドリイシ小型群体密度は比較的低いと考えられる。

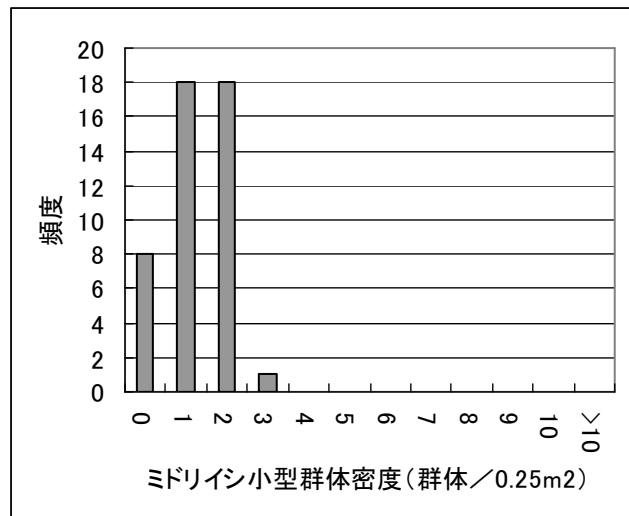
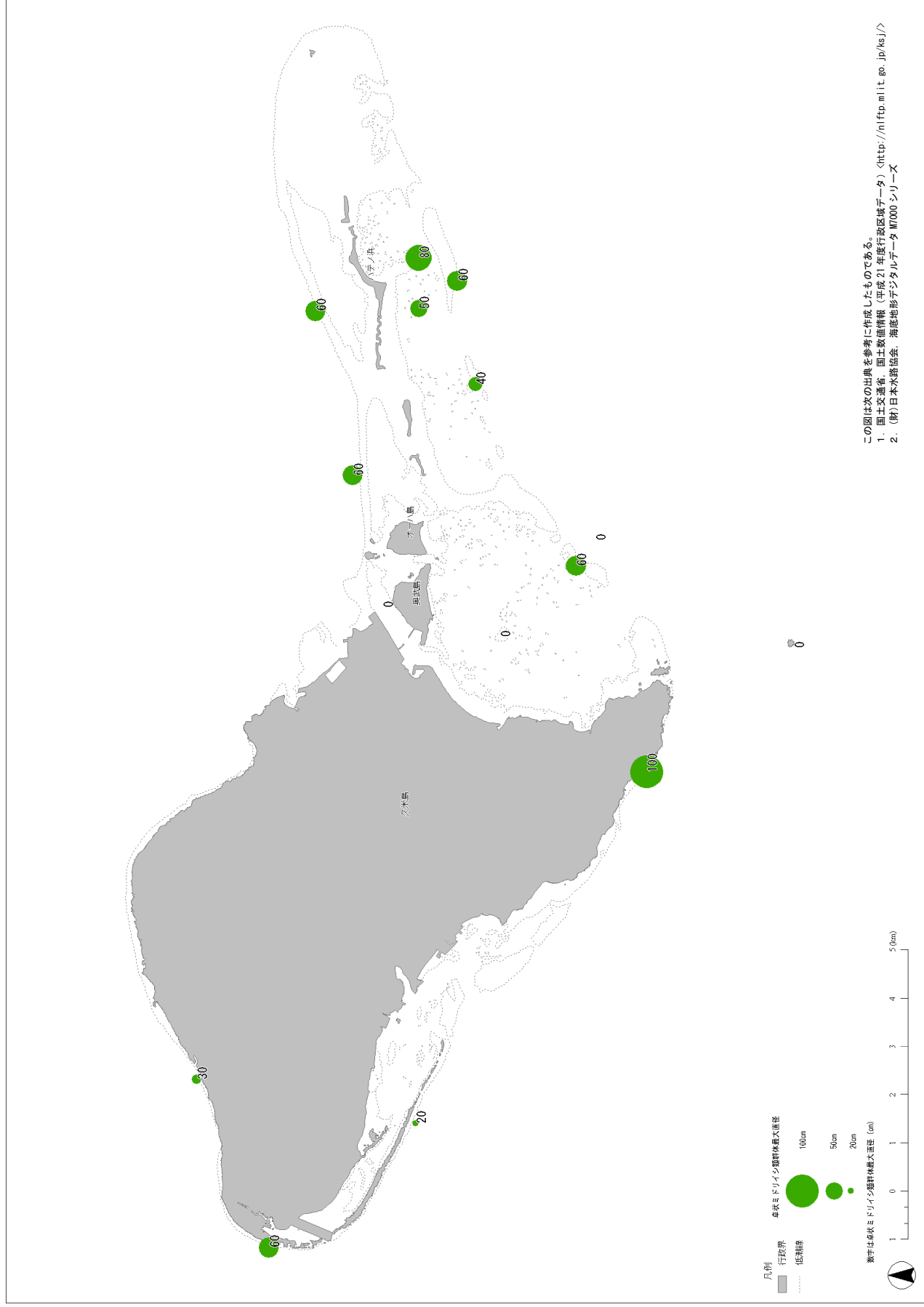


図3-1-14. ミドリイシ小型群体密度



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年版行政区区域データ）〈<http://nlftp.mlit.go.jp/ks/ks/>〉  
 2. (財)日本道路協会、海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ

図3-1-15. スポットチェック法による卓状ミドリイシ類大型群体直径最大値 (cm)

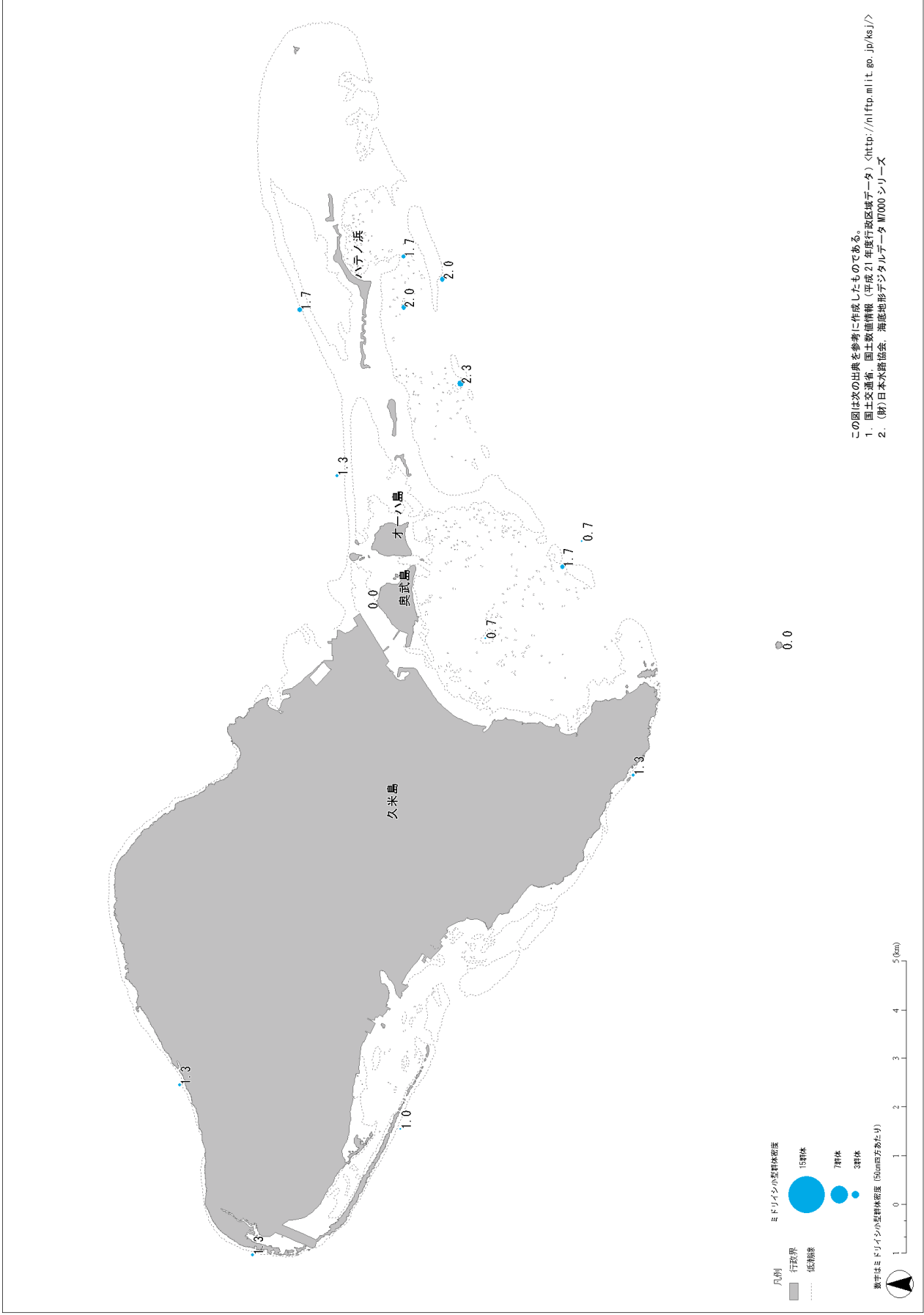


図 3-1-16. スポットスケッチ法によるミドリイン小型群体密度 (個/50cm 四方)

### 2-1-2. 白化現象

久米島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3-1-17）。これは、調査時期が主に9月中旬と1月下旬～2月上旬であり、今回の調査を実施した時期や場所以外で白化していたかどうかは不明である。

表3-1-8. 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%	98.0	98.0	98.0	98.0
白化の程度(白化したサンゴ群集の割合)毎の割合	5%	0.0	0.0	0.0	0.0
	10%	0.0	0.0	0.0	0.0
	20%	0.0	0.0	0.0	0.0
	30%	0.0	0.0	0.0	0.0
	40%	0.0	0.0	0.0	0.0
	50%	0.0	0.0	0.0	0.0
	60%	0.0	0.0	0.0	0.0
	70%	0.0	0.0	0.0	0.0
	80%	0.0	0.0	0.0	0.0
	90%	0.0	0.0	0.0	0.0
	100%	0.0	0.0	0.0	0.0
	N.D.	2.0	2.0	2.0	2.0

N. D. はデータ無し

### 2-1-3. 病気

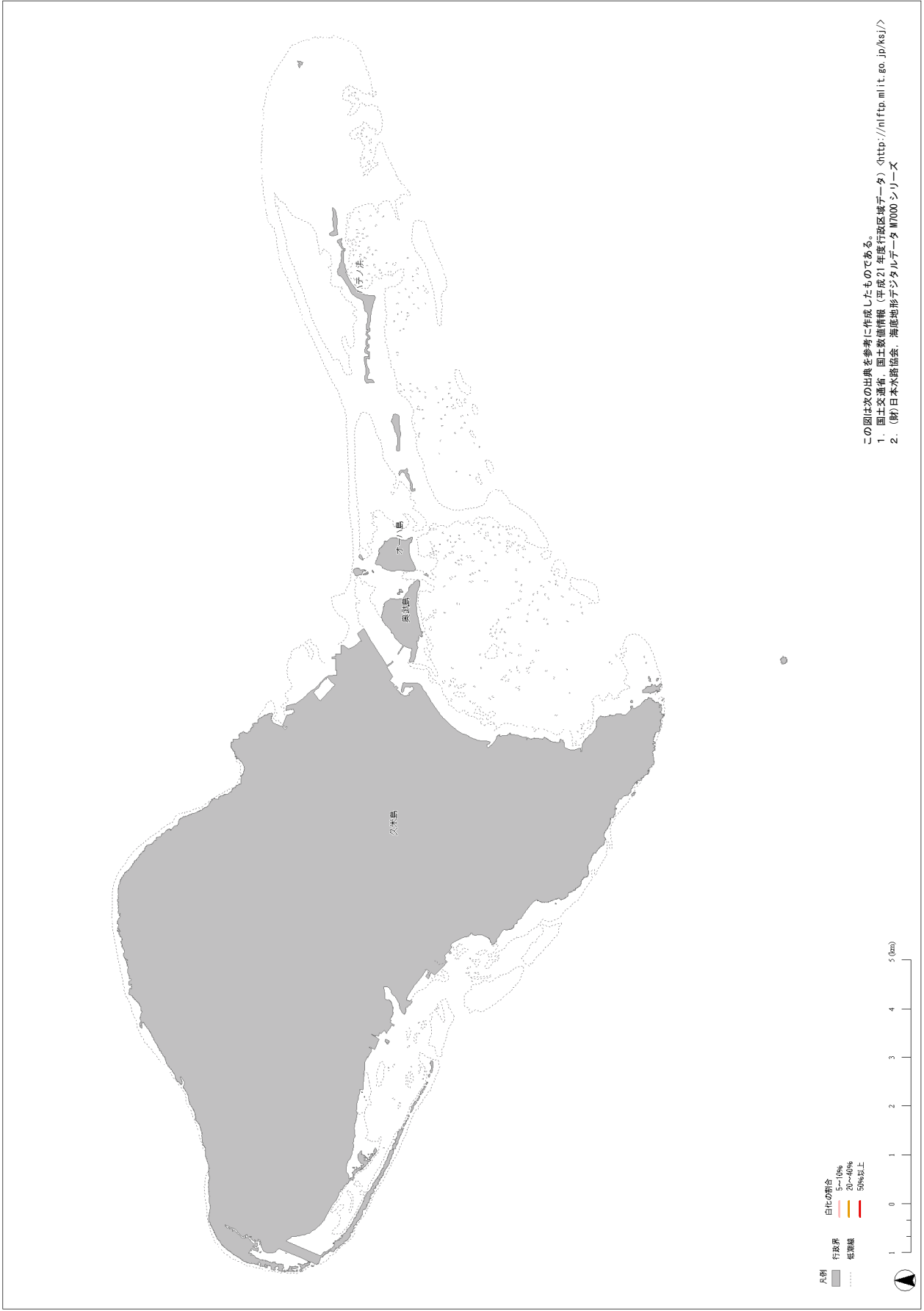
マンタ調査において、病気により影響を受けているサンゴ群集はほとんど確認されていない。

表3-1-9. マンタ調査で確認された病気の影響を受けているサンゴ群集の割合（%）。BBBはブラックバンドディズィーズ、WSはホワイトシンドローム.

	割合（%）
無し	97.33
BBD	0.00
WS	0.71
骨格異常	0.00
その他	0.00
N.D.	1.96

N. D. はデータ無し





この図は次の出典を参考に作成したものである。  
 1. 国土交通省，国土数値情報（平成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3-1-17. マンタ法による白化割合

## 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、久米島地域におけるオニヒトデ個体数を図3-1-18に、食痕数を図3-1-19に示す。久米島地域ではオニヒトデはほとんど確認されず、オニヒトデの食痕は久米島地域の広い範囲で確認されたが、確認された食痕数は10以下がほとんどであった。

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3-1-20に示す。どの海域も0.1個体未満/2分で、オニヒトデ個体密度は非常に低い。

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3-1-21に示す。オニヒトデが確認された地点は、ハテノ浜南の1地点のみで2.0個体/15分であった。



図3-1-18. マンタ法によるオニヒトデ個体数（個/2分 or 120m）

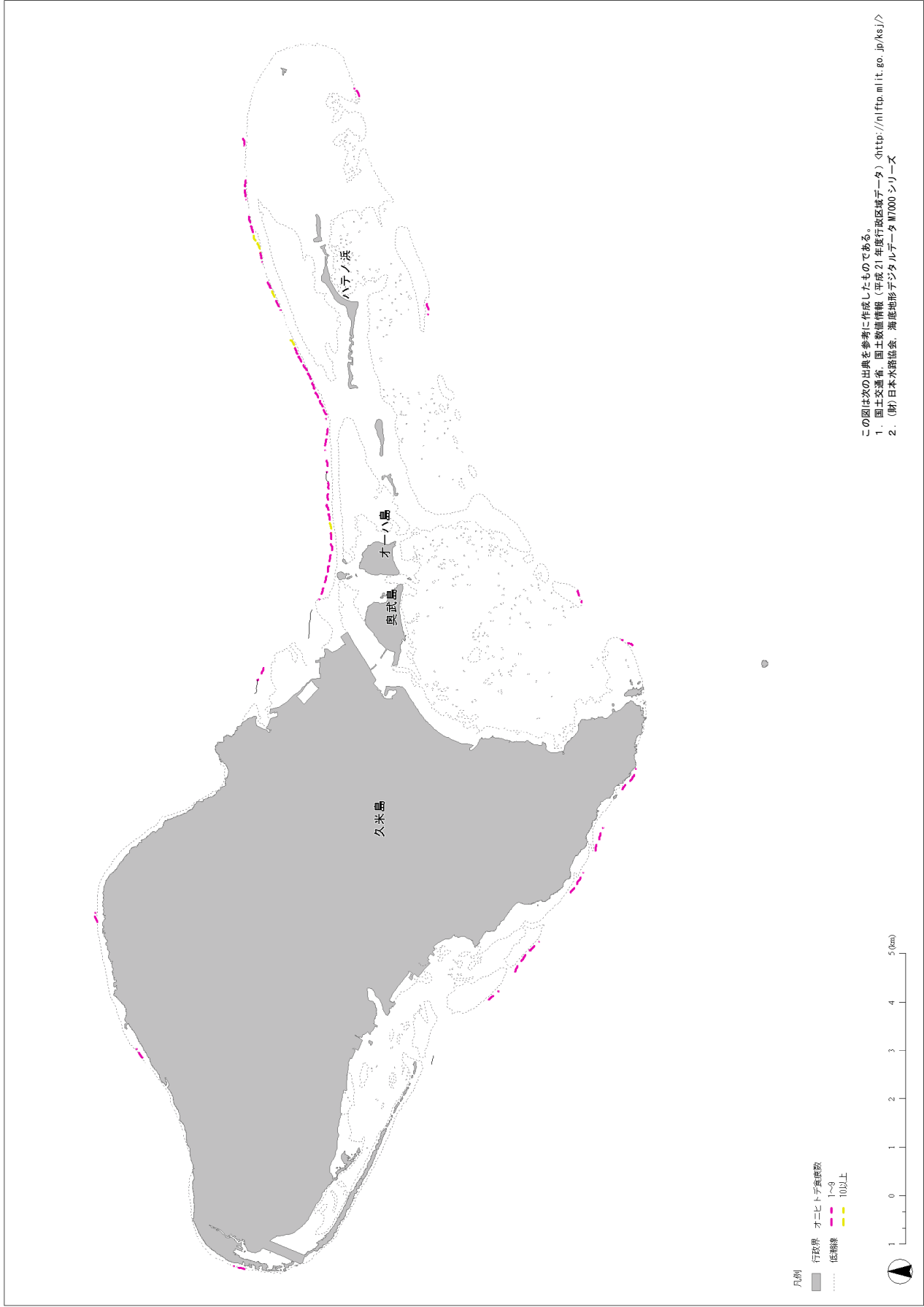


図3-1-19. マンタ法によるオヒヒデ食痕数（個/2分 or 120m）

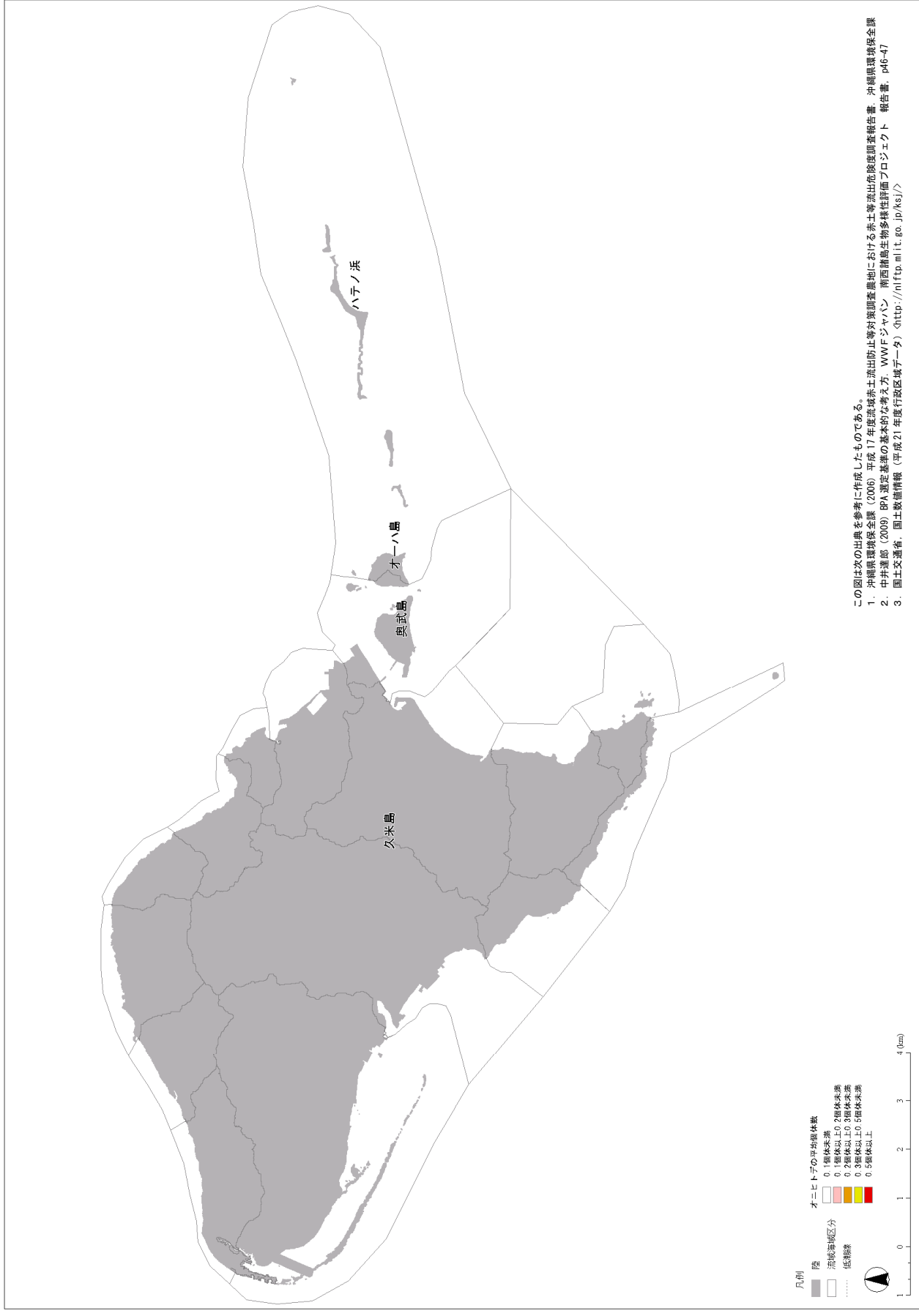


図3-1-20. マンタ法による海区分毎のオニヒトデ個体数平均ランク

図中の流域海区分は、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、陸域の流域と相当する海区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

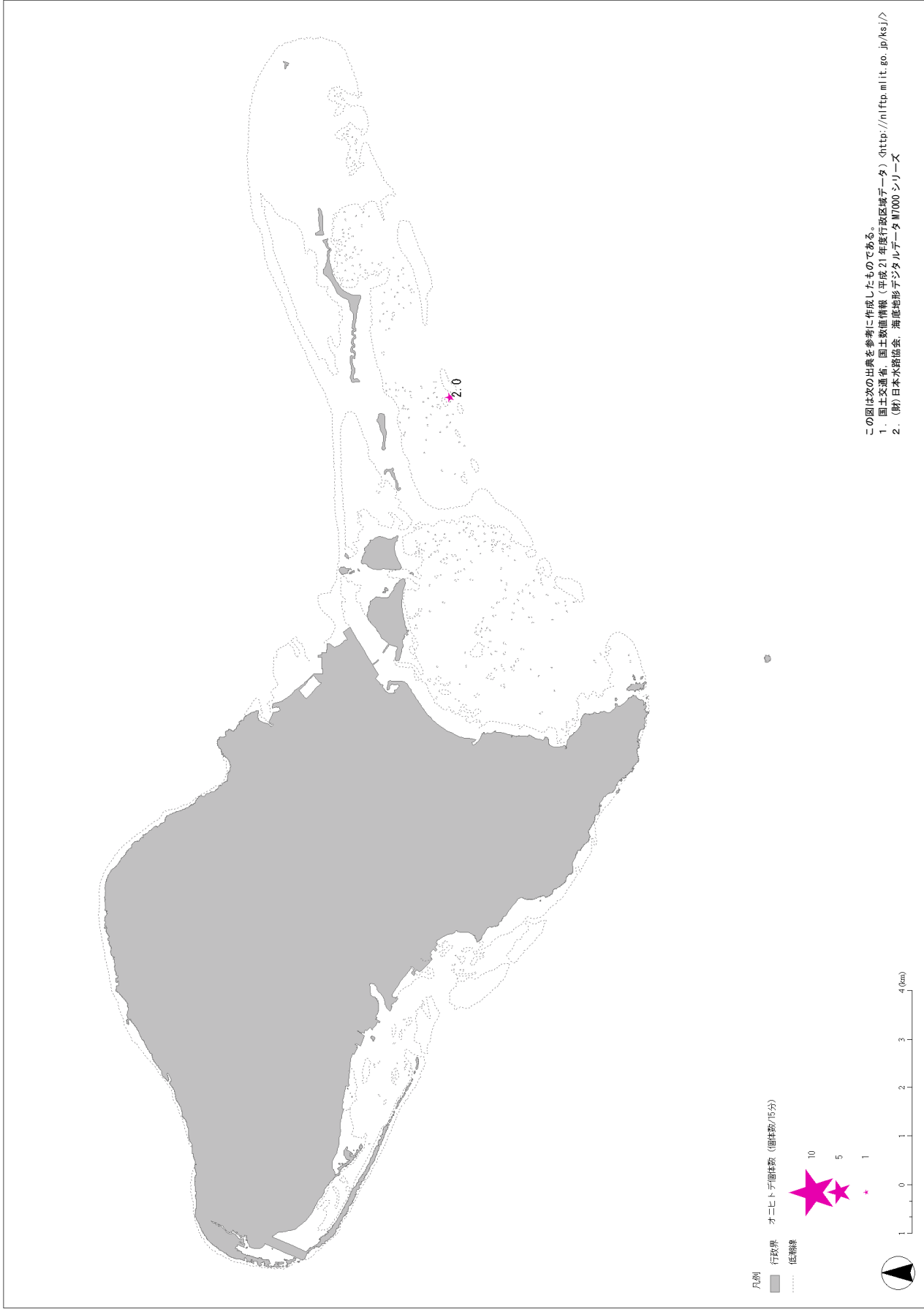


図3-1-21. スポットチェック法によるオニヒトデ個体数 (個/15分)

## (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 1.1%で、ほとんど確認されなかった（表 3-1-10）。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%と確認されなかった（表 3-1-10）。

表 3-1-10. サンゴ食巻貝類及びテルピオスの影響を受けているサンゴ群体の数の割合（%）。

	0	<10	10~100	>100
サンゴ食巻貝類	97.5	1.1	0.0	0.0
テルピオス	98.6	0.0	0.0	0.0

## (4) 久米島地域における食害生物の状況

オニヒトデは、マンタ調査では、要注意段階である個体数（0.22 個体/2分）が確認された範囲はなく、また野村（2004）のスポットチェック法を用いた調査法で基準とされるオニヒトデの発生状態の目安（表 3-1-11）によると、久米島地域のオニヒトデの発生状況は通常分布の状態である。

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 3-1-11. 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図3-1-22に示す。全体の約9割は、ソフトコーラルの被度ランク10%以下の低い被度であった。被度ランクが高かった(25~50%)場所は久米島南の狭い範囲のみであった。

表3-1-12. マンタ調査で確認されたソフトコーラルの各被度ランクの割合(%)。

被度ランク	割合(%)
0~5%	77.8
5~10%	18.7
10~25%	1.4
25~50%	0.4
50~75%	0.0
75~100%	0.0

### (2) 海藻草類

波あたりや水質などの環境条件によって、サンゴと同所的に出現し、同時に競争的な底生生物である海藻草類をマンタ法で調査した。調査の結果を被度ランク別の割合で表2-1-13に示す。

海藻類は、久米島地域の全ての海域で10%以下の低い被度であった(図3-1-23)。

海草類は、被度50%以上を記録した奥武島北の礁池を除く、全ての海域で10%以下の低い被度であった(図3-1-24)。但し、奥武島やハテノ浜周辺、島尻湾、久米島南西礁池には、高い被度で海草類が分布することが知られている。

表3-1-13. マンタ調査で確認された海藻の各被度ランクの割合(%)。

被度ランク	海藻	海草
0~5%	93.0	94.7
5~10%	5.3	2.1
10~25%	0.4	0.4
25~50%	0.0	0.4
50~75%	0.0	0.0
75~100%	0.0	1.1



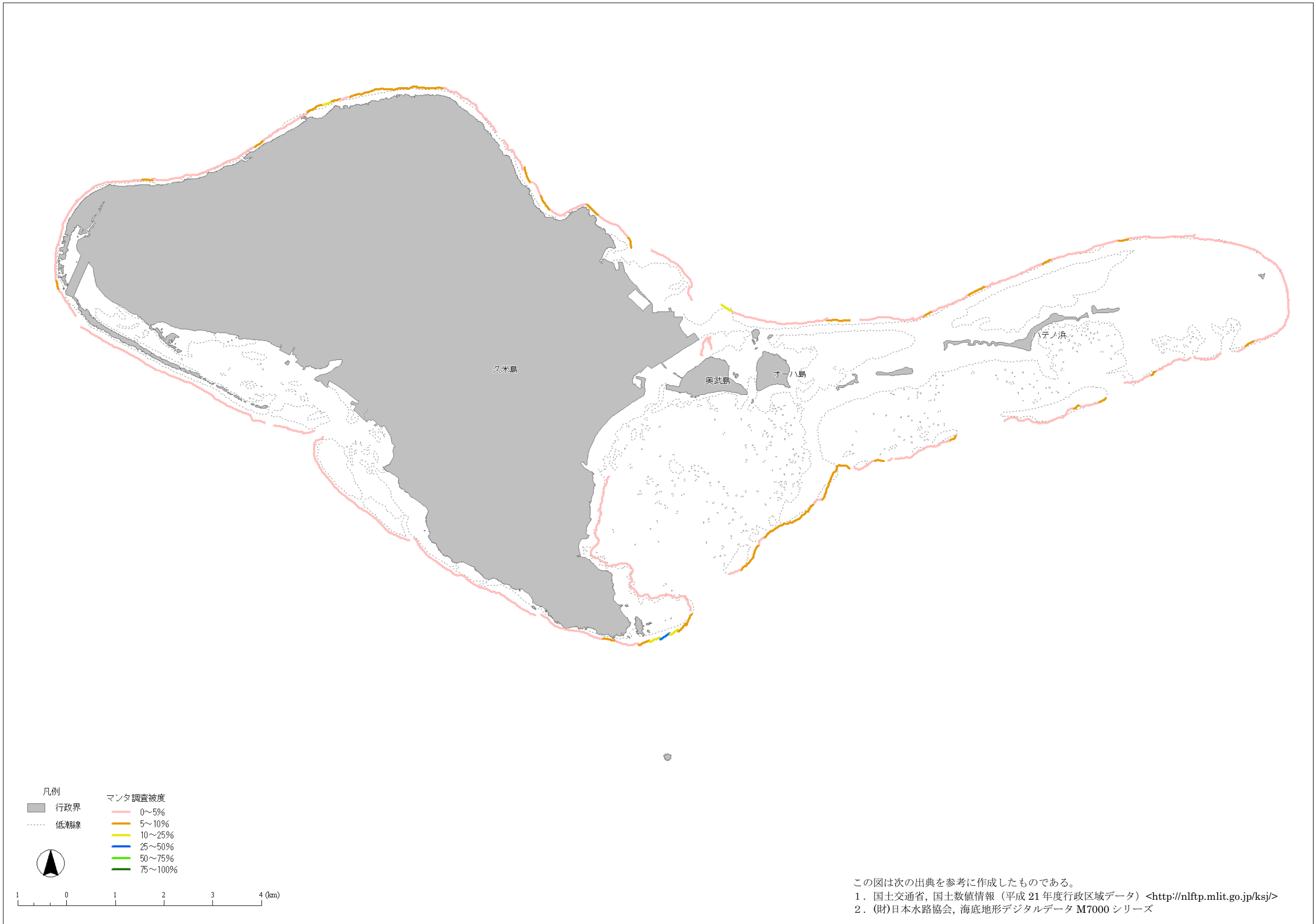


図 3-1-22. マンタ法によるソフトコーラル被度 (%)

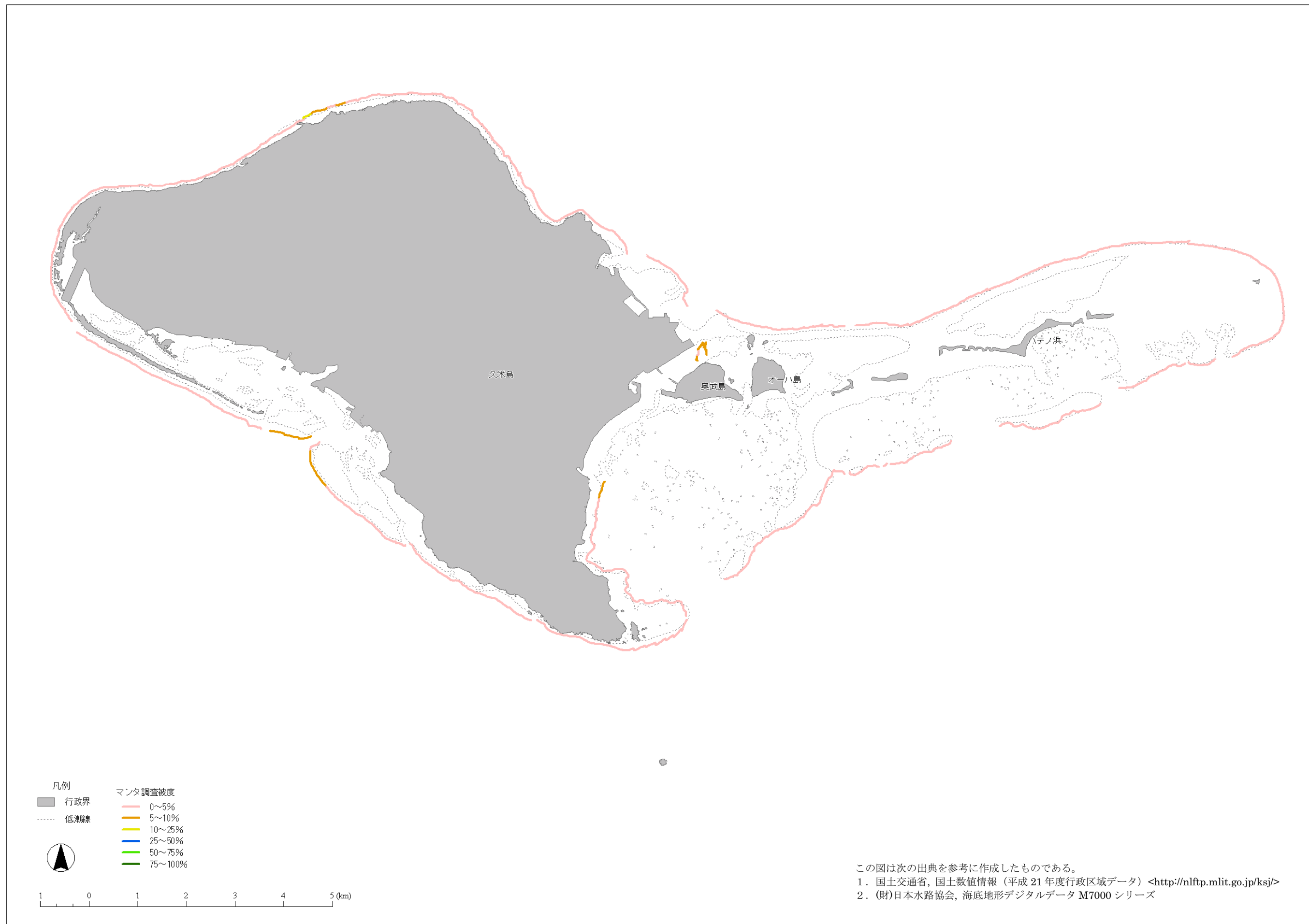


図 3-1-23. マンタ法による海藻被度 (%、海草類は含まれていない)

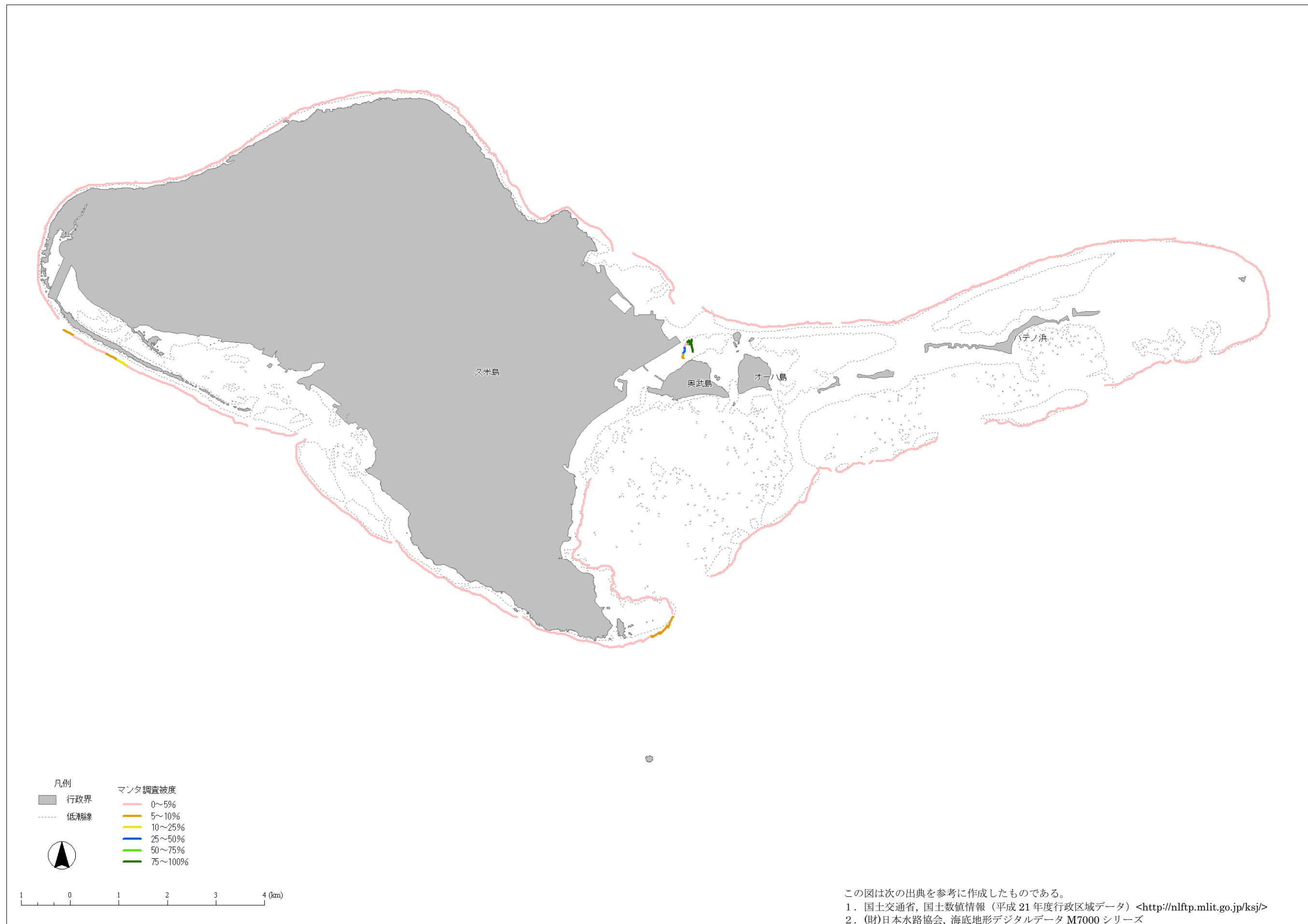


図 3-1-24. マンタ法による海草被度 (%、海藻類は含まれていない)

### (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3-1-25～32に示す(図中の1.0は確認個体数0を示す)。但し、事業の性格上、調査は概況把握に留めており、季節や時間帯に関し厳密な調査設定をしていないことから、異なる季節や時間帯では今回の結果と異なる可能性があることに留意する必要がある。

イラブチャーやチョウチョウウオは久米島地域全域で比較的多くみられた。また、カハジャーやグルクンは奥武島周辺やハテノ浜周辺、久米島北西などの一部でのみ多くみられた。その他、タマンやミーバイ、ヒロサー、ミジュンなどは久米島地域全域でほとんどみられなかった(表3-1-14)。

表3-1-14. 魚類調査の結果

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

一般名などで記録し、タマンはハマフキなどフキダイ類、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。

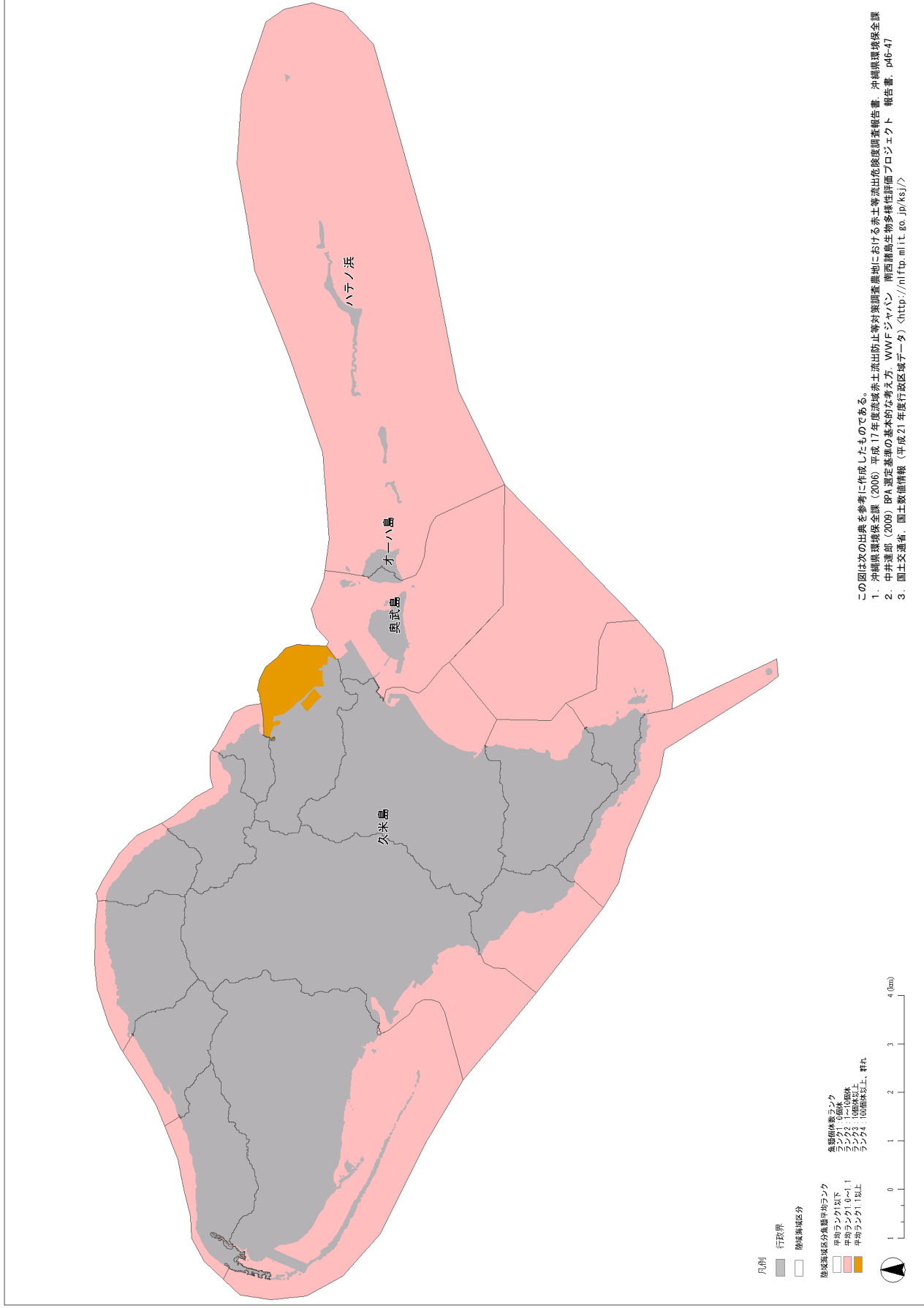


図3-1-25. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (タマン)

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

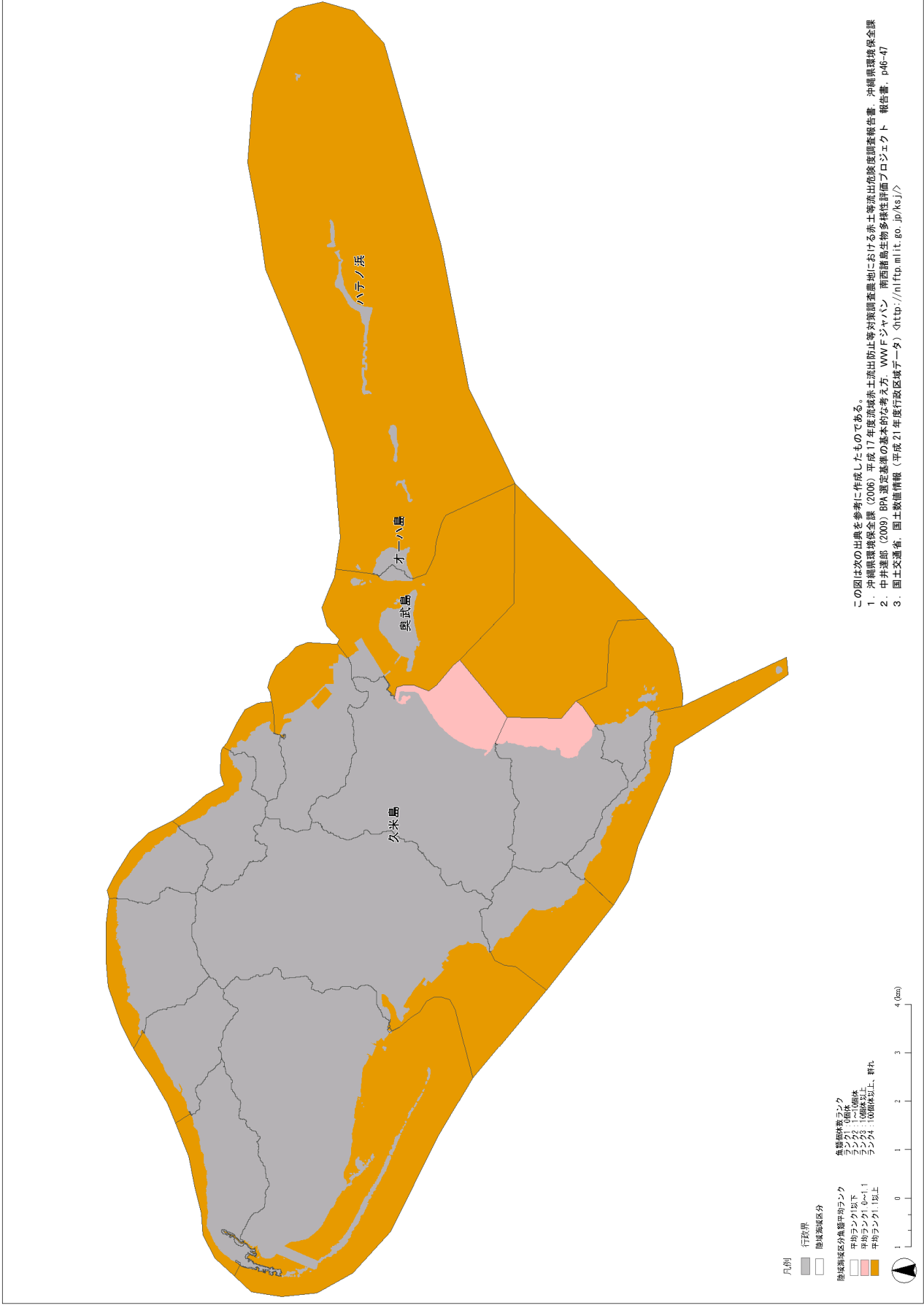


図3-1-26. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (イラブチャ)

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礫原 (礫線) などの地形幼半開闢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。

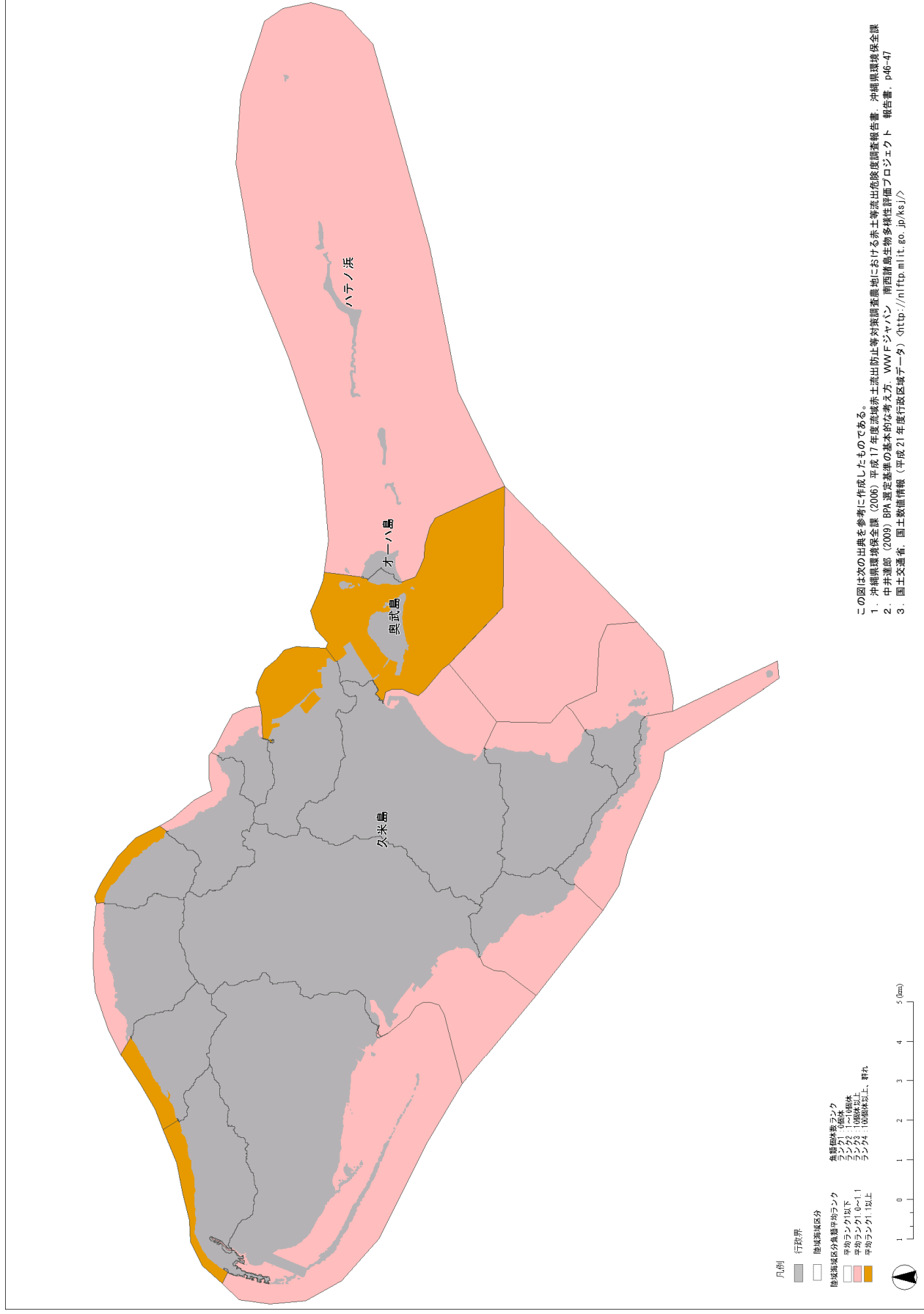


図3-1-27. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (カハジャヤ)

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、陸域の流域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

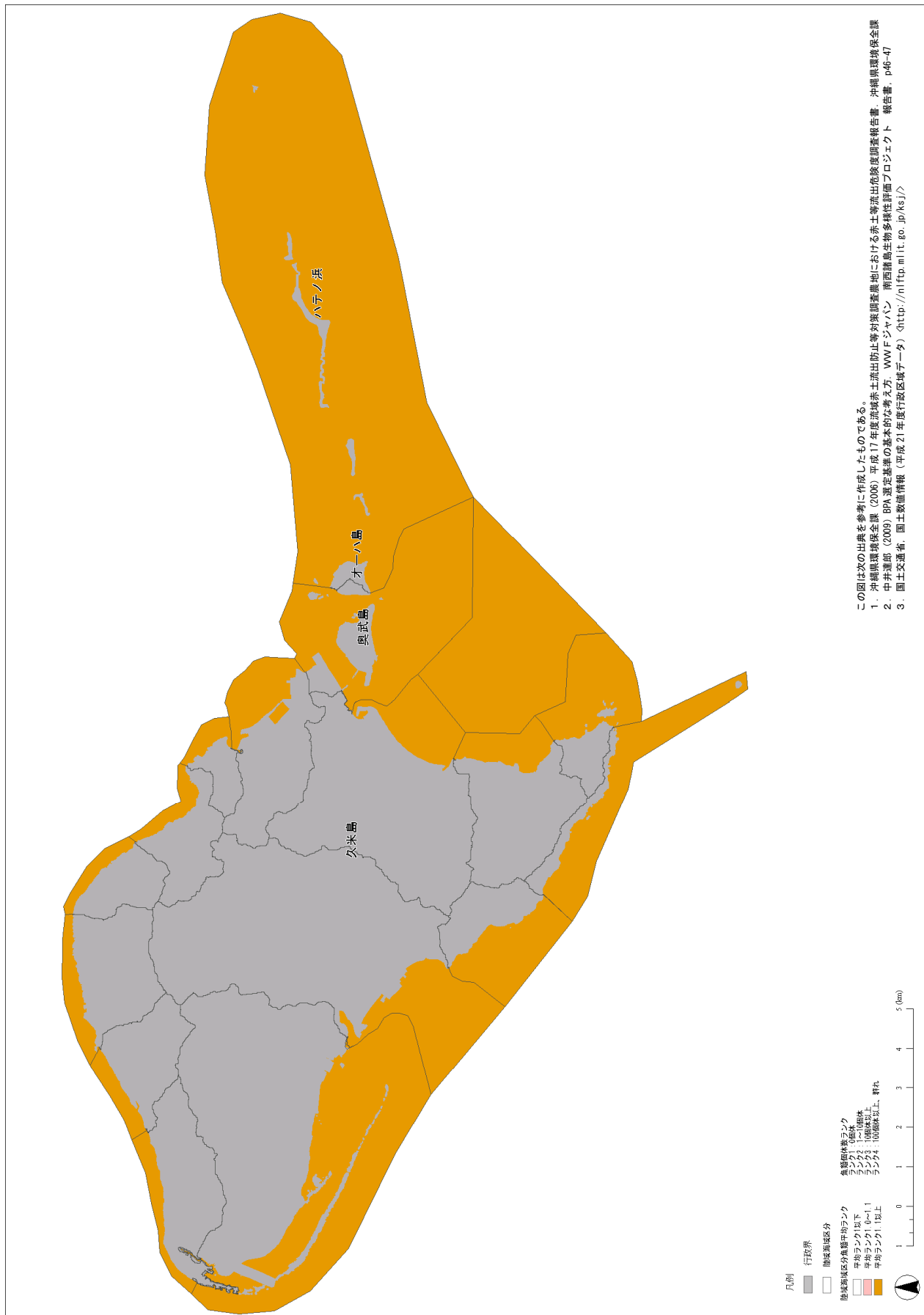


図3-1-28. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (チヨウチヨウウオ)

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が半円錐的な系を形成していることに注目し、それらとひとつの生態学的単位として捉え、陸域の流域と陸域の流域を組み合わせた区分。





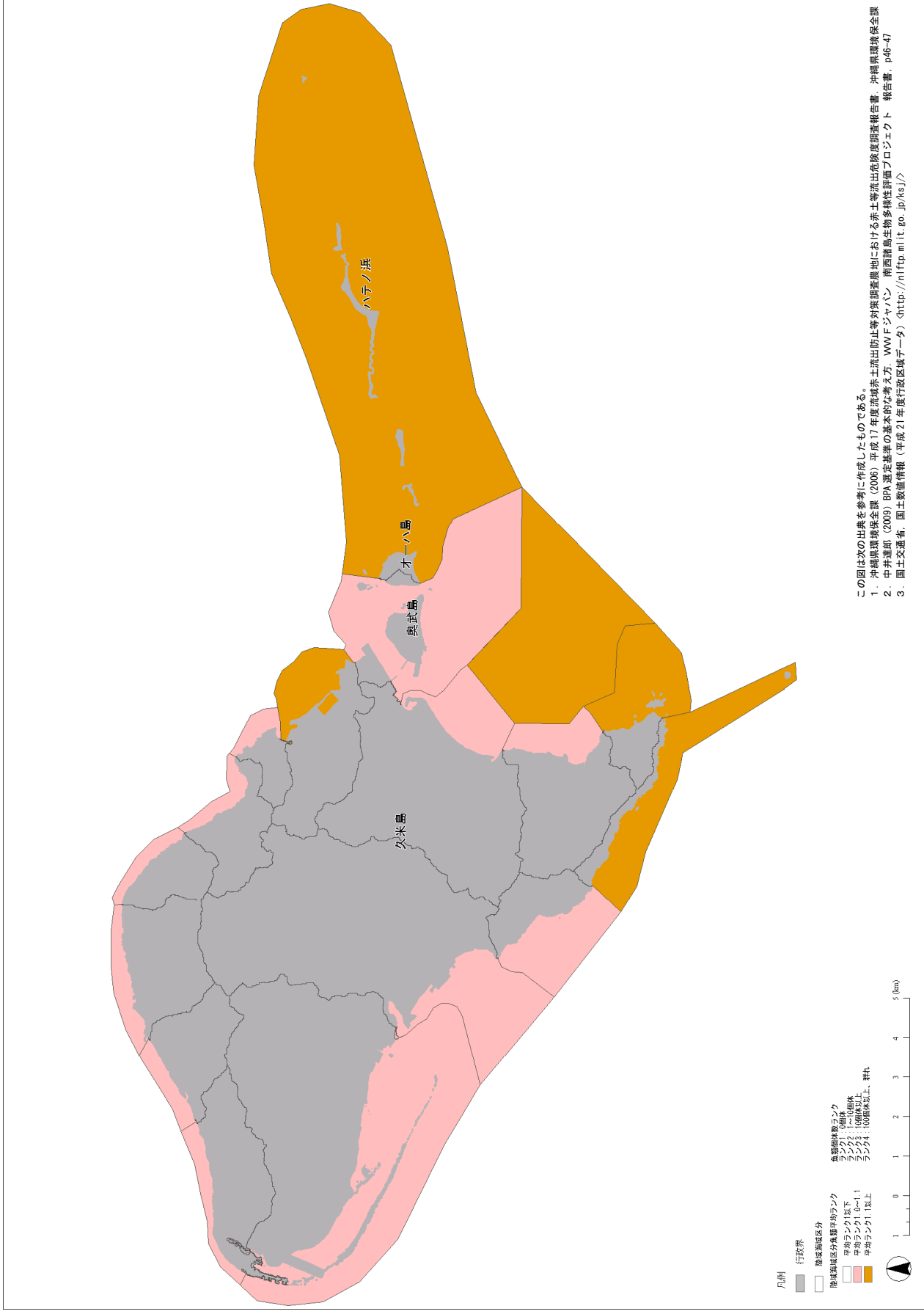


図3-1-30. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (グルクン)

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

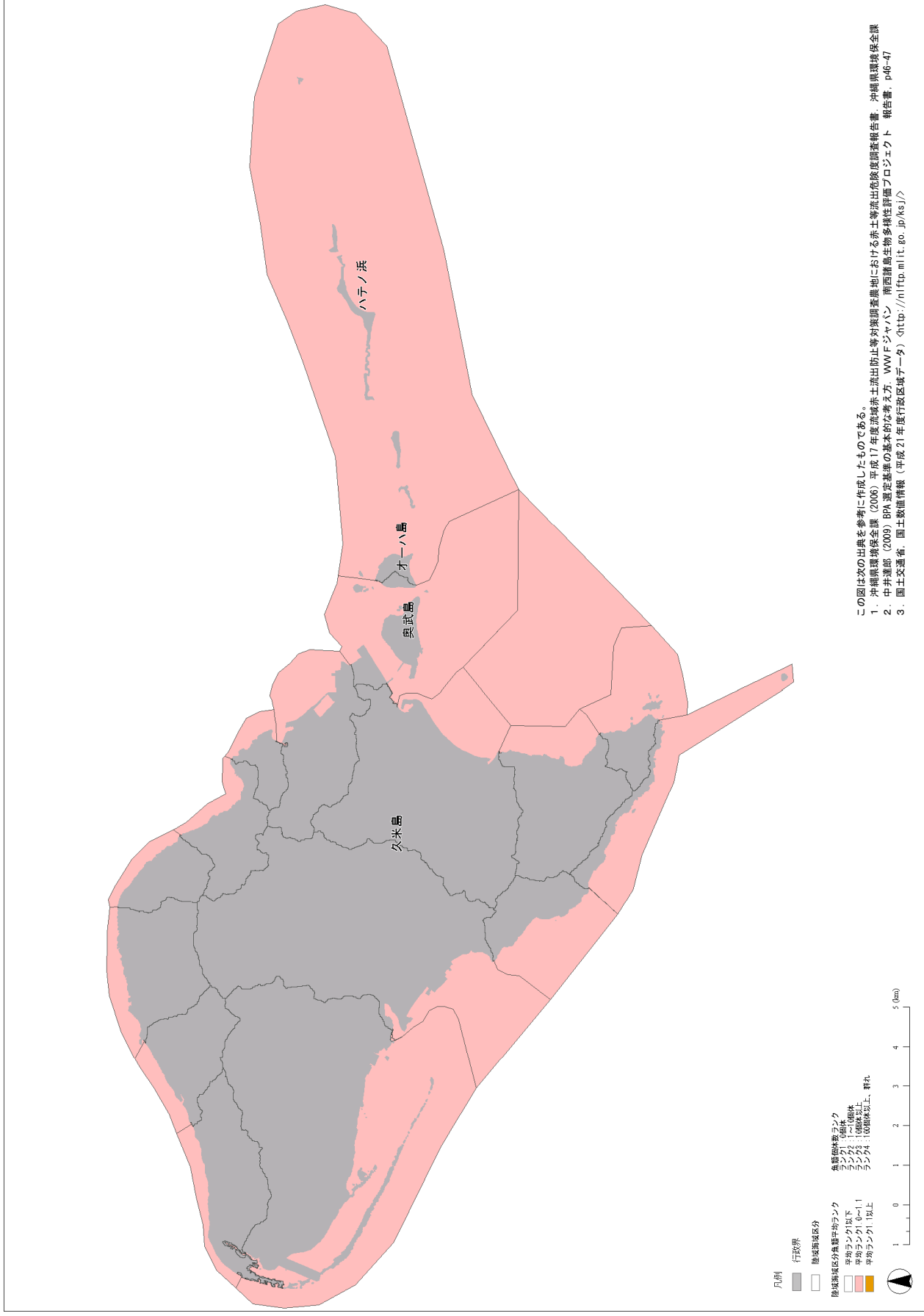


図3-1-31. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (ヒロサマ)

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が中間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。

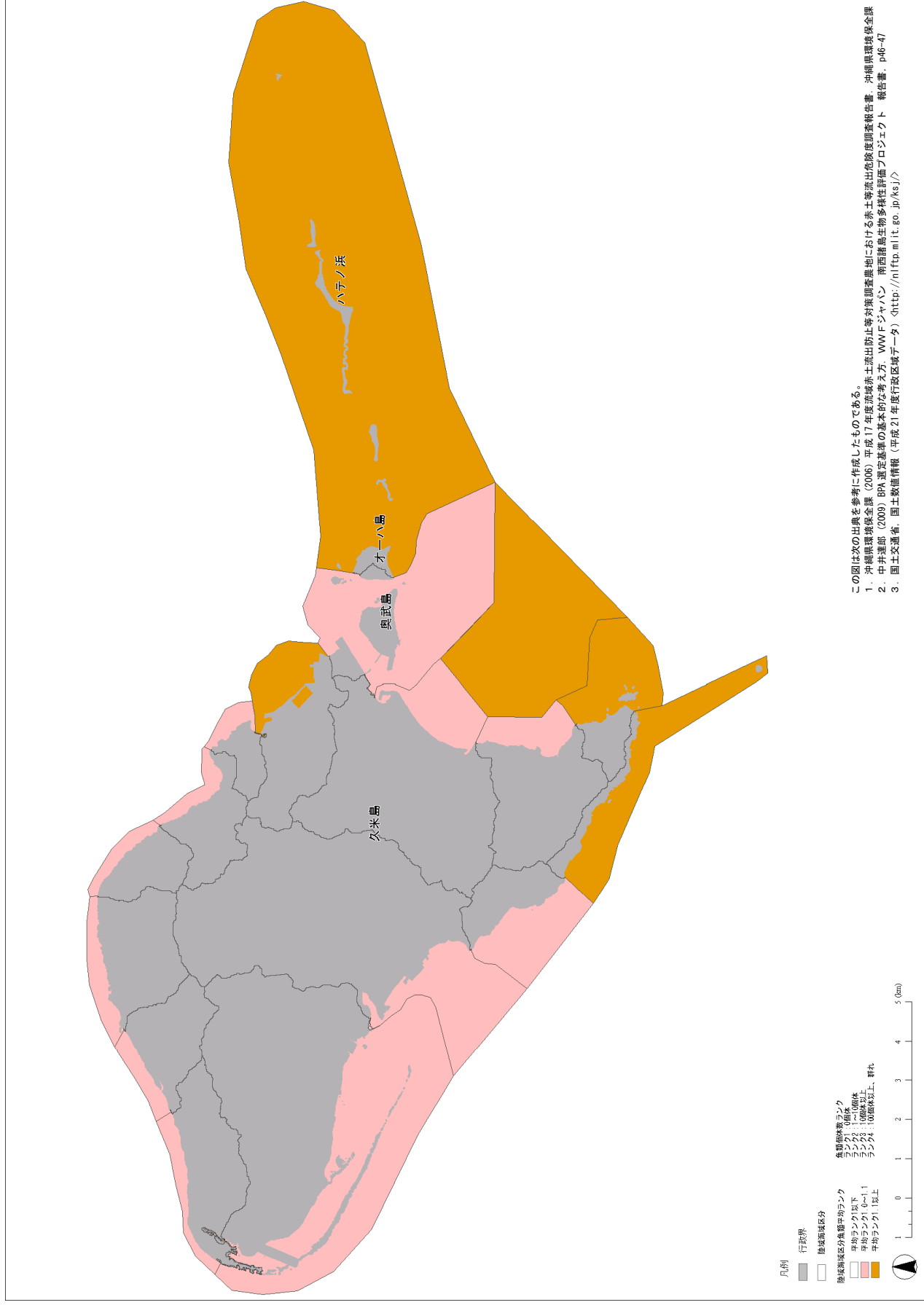


図3-1-32. マンタ法による魚類の陸域海域区分毎の平均ランク (ミジユン)

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が平均種数や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扱った、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。

#### (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3-1-33と図2-1-34に示す。

ウミガメ類はサンゴ礁生態系の一員であり、漁業資源としてだけでなく観光資源としても重要である。久米島地域では、久米島西とハテノ浜周辺で多くのウミガメ類が確認された。特に久米島西では個体数が非常に多く、合計20個体以上が確認された。

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。久米島地域では、ウミヘビ類は多くなく、ハテノ浜周辺で1.5個体以上5個体未満であった。

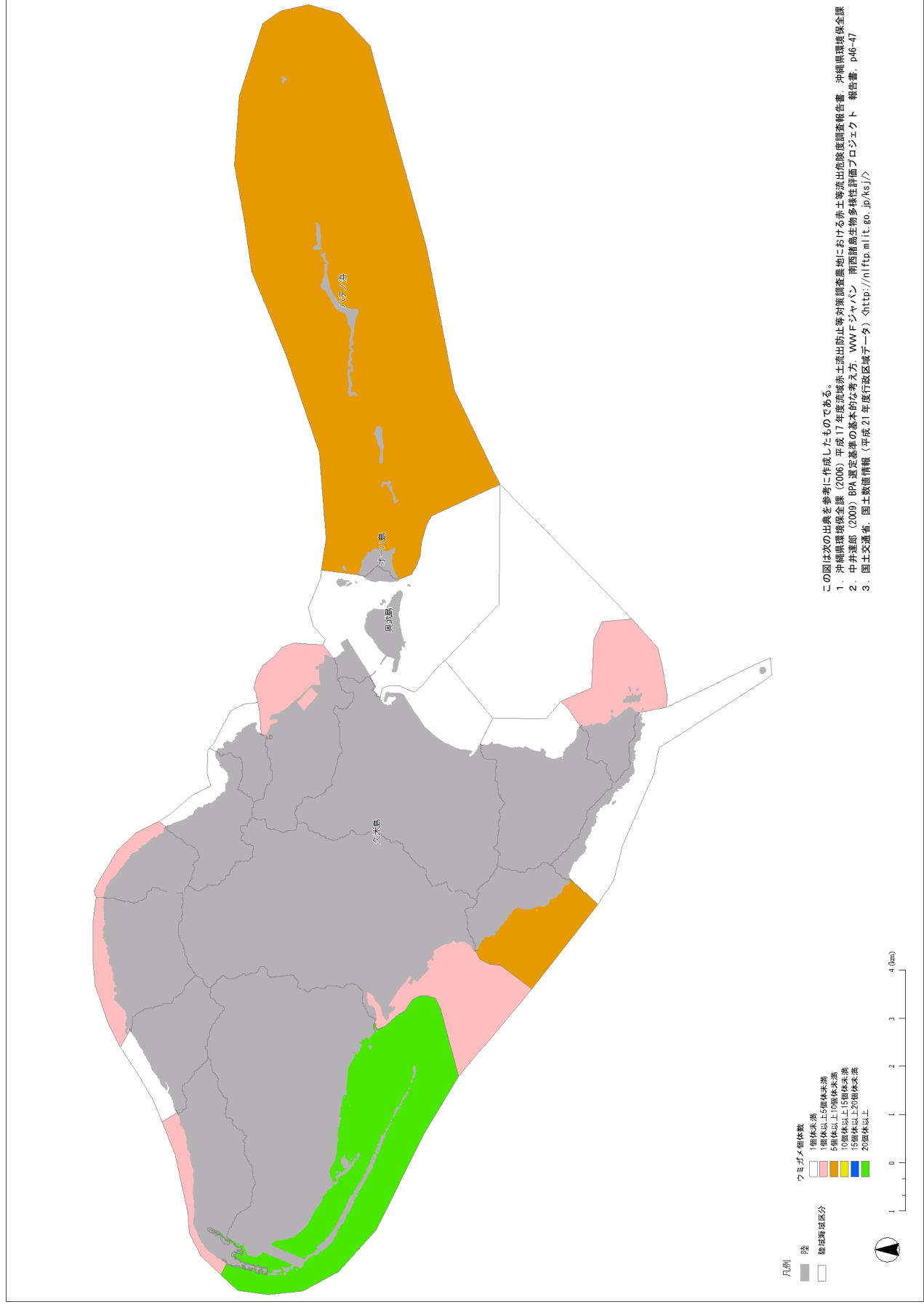


図3-1-33. マンタ法によるウミガメ類の陸域海域区分毎の合計記録個体数

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地物から半離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、陸域の流域と相当する海域区分と陸域の流域を組み合わせた区分。

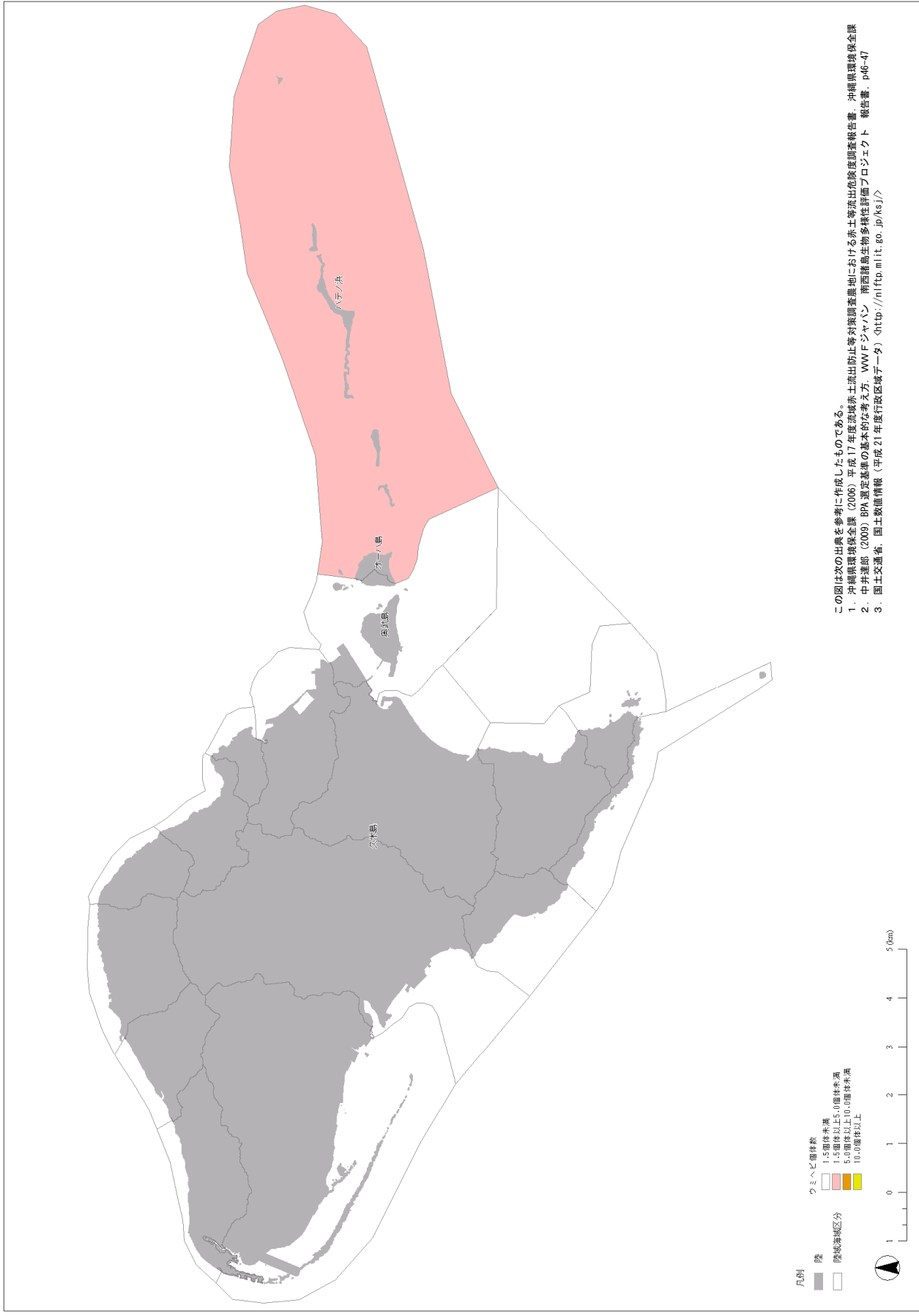


図3-1-3-4. マンタ法によるウミヘビ類の陸域海域区分毎の合計記録個体数

図中の陸域海域区分は、岬、水路、礁原 (礁嶺) などの地形が半導線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3-1-35に示す。久米島地域の赤土等堆積概況ランクは、全ての調査地点でランク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（96.7%）、続いて「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3-1-15. 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	96.7
れき	0.0
砂	2.0
泥	0.0
岩とれき	1.3
砂とれき	0.0
岩と砂	0.0

### 2-3-3. 濁り

セッキ板を用いて測定された透明度の結果（3地点）を海の濁りの指標として図3-1-36に示した。透明度は久米島北で39.6mが最大であった。ハテノ浜北で27.5m、久米島南で24.5mいずれも25m以上であった。

### 2-3-4. その他攪乱要因

#### <海中ゴミ>

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

#### <埋め立てや浚渫>

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。



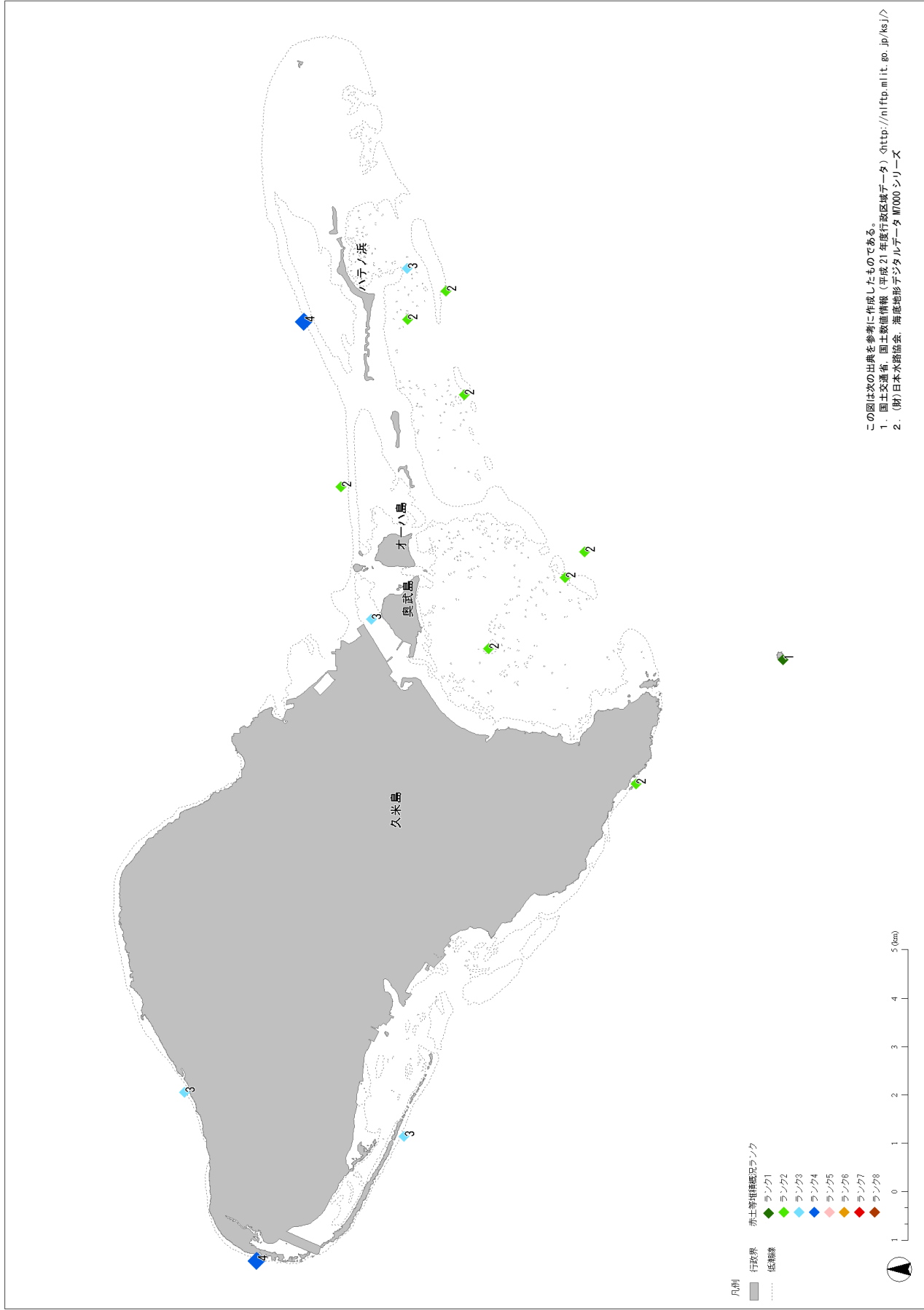


図3-1-35. 久米島地域の赤土等堆積概況ランク

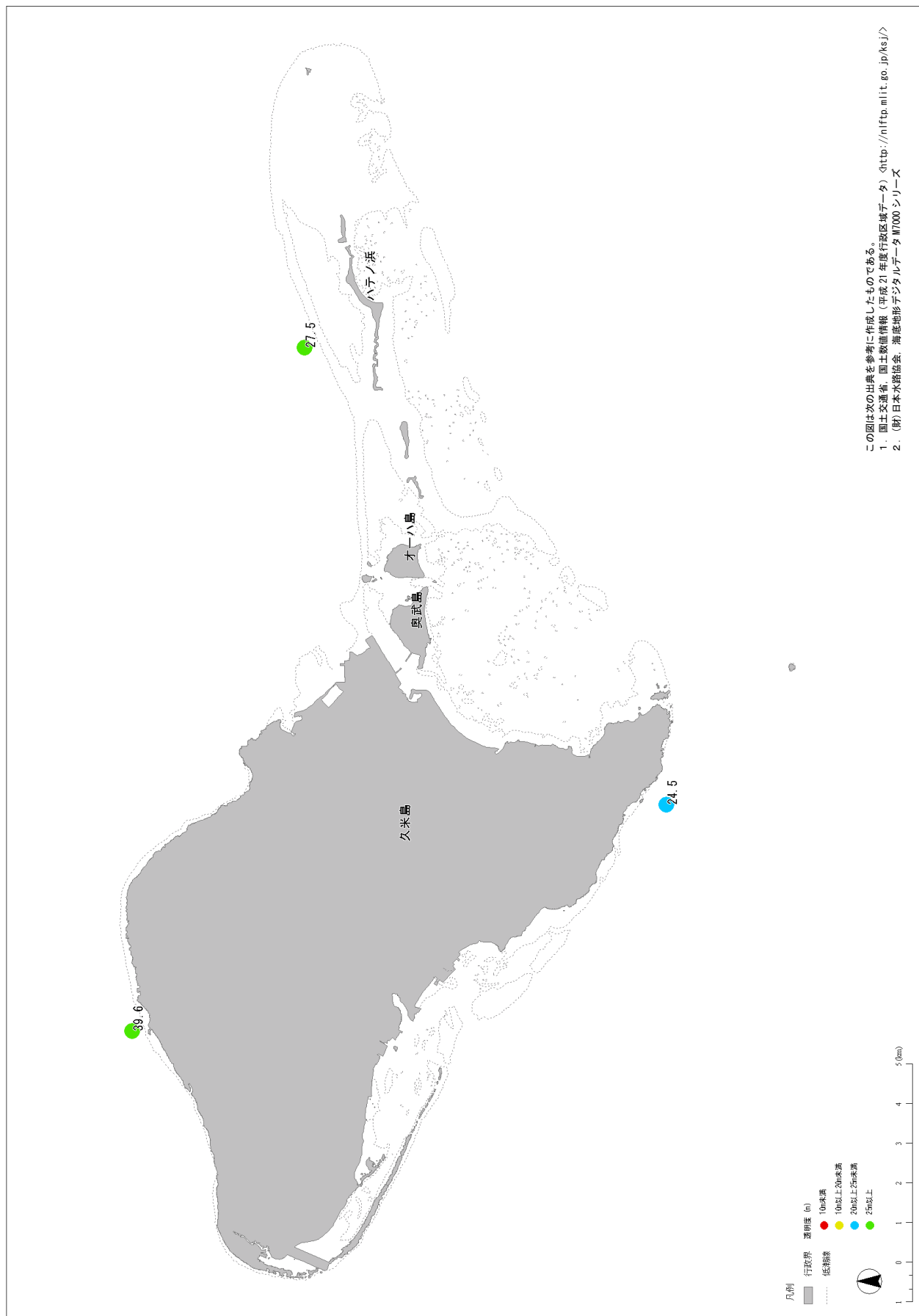


図3-1-3-6. 久米島周辺の透明度 (m)

## 2-4. 現況調査の結果まとめ

久米島地域のマンタ調査では、サンゴの被度は 25～50%のランクが最も多くの割合を占めていた(表 3-1-4)。ハテノ浜の南側及び北側、島尻崎周辺、アール浜沖、空港周辺などでは被度 50%以上のサンゴ群集が確認された。しかしながら、被度が 75～100%となるような場所はほとんど無く、サンゴ被度が 10～25%のランクの割合も多かった(31.5%)。陸域海域区分毎のサンゴ被度ランクの平均は 10～50%が多く、ハテノ浜と久米島南で被度ランクの平均が共に 25～50%で比較的高かった。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、20～50cm の割合が最も多く、100cm 以上の割合は 2.5%と非常に低かった。100cm 以上の割合が非常に低いことから、長期間オニヒトデの大発生などの攪乱を受けていない群集は非常に少ないと考えられる。また、20～50cm の割合が最も高く、ミドリイシ類無しや 5～20cm で 5 割を占めることから、場所により攪乱の大きさや時期、回復過程等に差があることが考えられる。スポットチェック調査による、面積あたりのミドリイシ小型群体密度は低く、大型卓状ミドリイシ群体最大直径は 51～100cm が多いが、100cm 以上はほとんど無かった。

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、ほとんど確認されなかった。白化、病気、サンゴ食巻貝、テルピオスの影響を受けているサンゴ群集も確認されなかった。

ソフトコーラルや海藻、海草の被度は全体的に低かった。久米島南の狭い範囲で被度 25～50%のソフトコーラルが確認され、奥武島北の礁池で被度 75～100%の海草が確認されている。今回調査を行わなかったハテノ浜周辺の礁池や久米島西の礁池には、高い被度で海草類が分布している(環境省 2005)。

魚類は、イラブチャーやチョウチョウウオは久米島地域全域で比較的多くみられた。また、カハジャーやグルクンは奥武島周辺やハテノ浜周辺、久米島北西などの一部でのみ多くみられた。その他、タマンやミーバイ、ヒロサー、ミジュンなどは久米島地域全域でほとんどみられなかった。

ウミガメ類は、久米島西とハテノ浜周辺で多く確認され、久米島西で非常に多く、20 個体以上が記録された。ウミヘビ類は多くなかった。

赤土堆積状況は全ての調査地点でランク 4(濁る)以下であり、赤土等の堆積はほとんどみられなかった。透明度は久米島北で 39.6m が最大で、ハテノ浜北で 27.5m、久米島南で 24.5m と、調査した全ての地点で 25m 以上であった。

## 参考文献

環境省(2007)平成16年度ジュゴンと藻場の広域的調査報告書。