

この図は次の出典を参考に作成したものである。

1. 国土交通省、国土数値情報（平成21年度行政区画データ）<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水路協会、海底地形デジタルデータM7000シリーズ
3. 環境省自然保護局（2002）平成14年度サンゴ礁研究・モニタリング活動推進事業報告書
4. 琉球庁自然保護局（2002）平成14年度石垣島周辺海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書

凡例
 陸
 佐賀線
 サンゴ被度
 100%
 50%
 25%
 10%
 図中の赤字はオニヒトデ個体数
 1.0 1.2 3.4 5 (個)

図4-2-5. 2002年に八重山地域で実施された調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数。

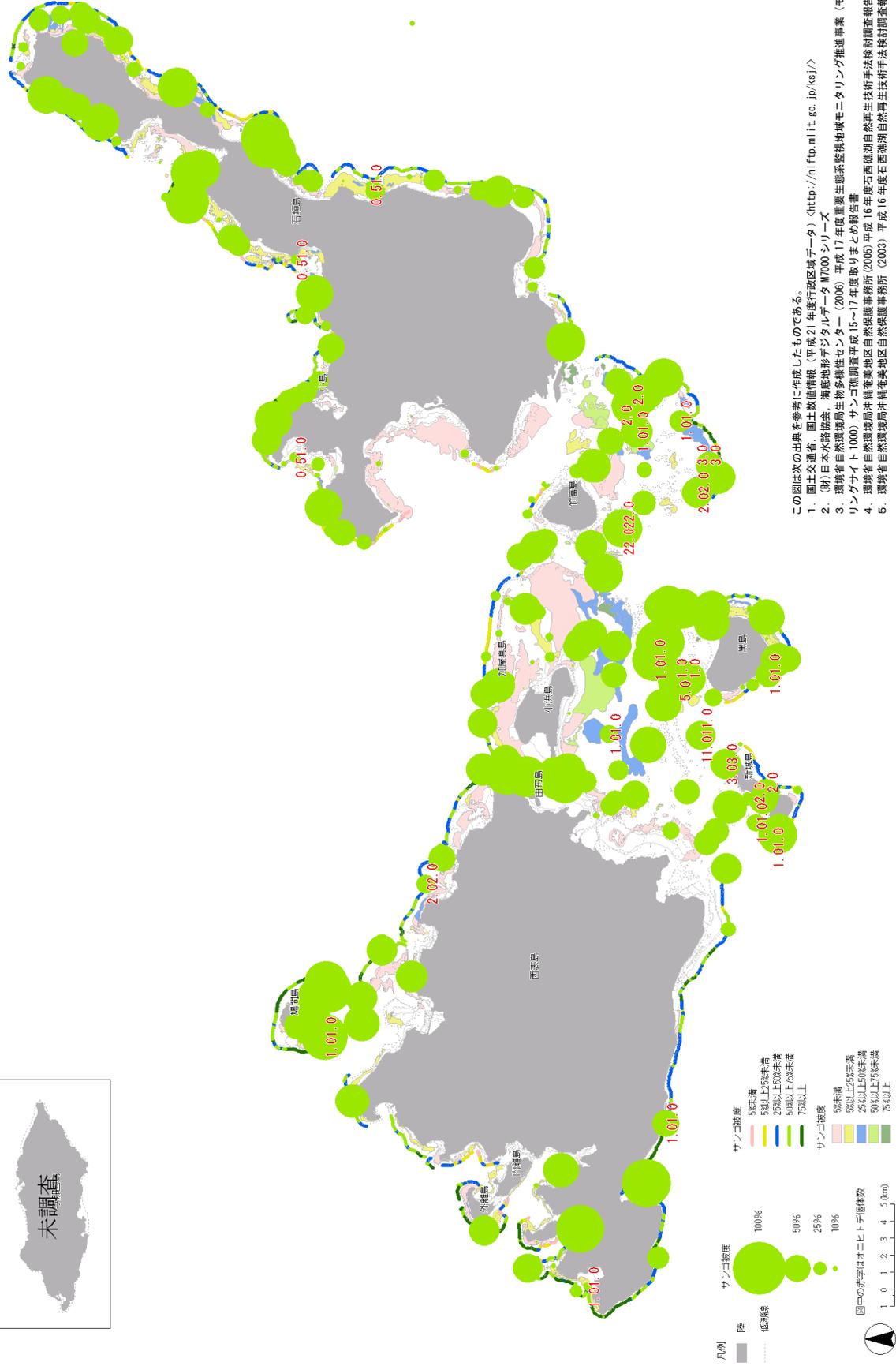
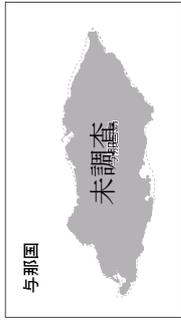


図 4-2-60. 2003 年に八重山地域で実施された調査のサンゴ被度とオニヒトズシ個体数。

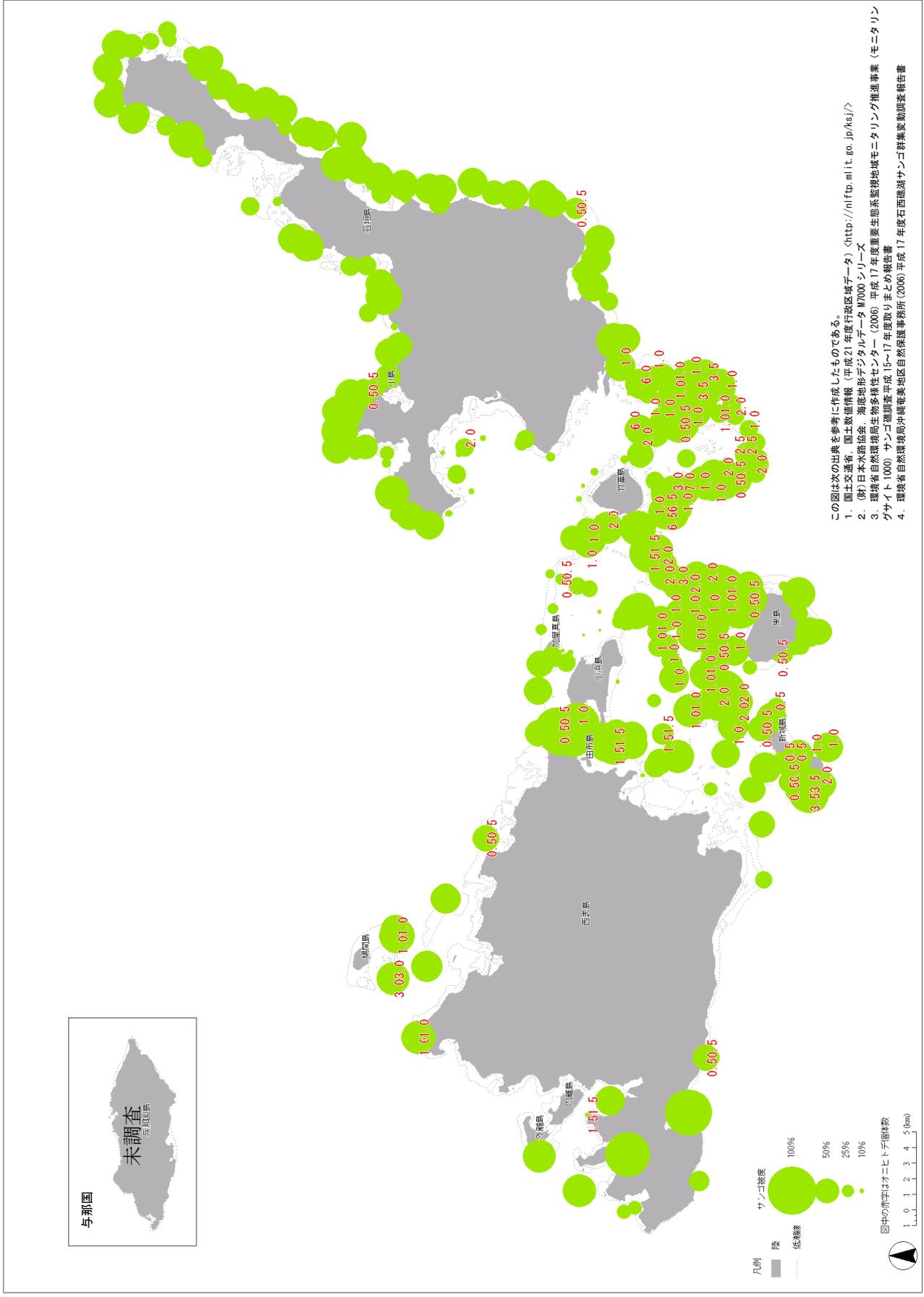


図4-2-6 1. 2004年に八重山地域で実施された調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数。

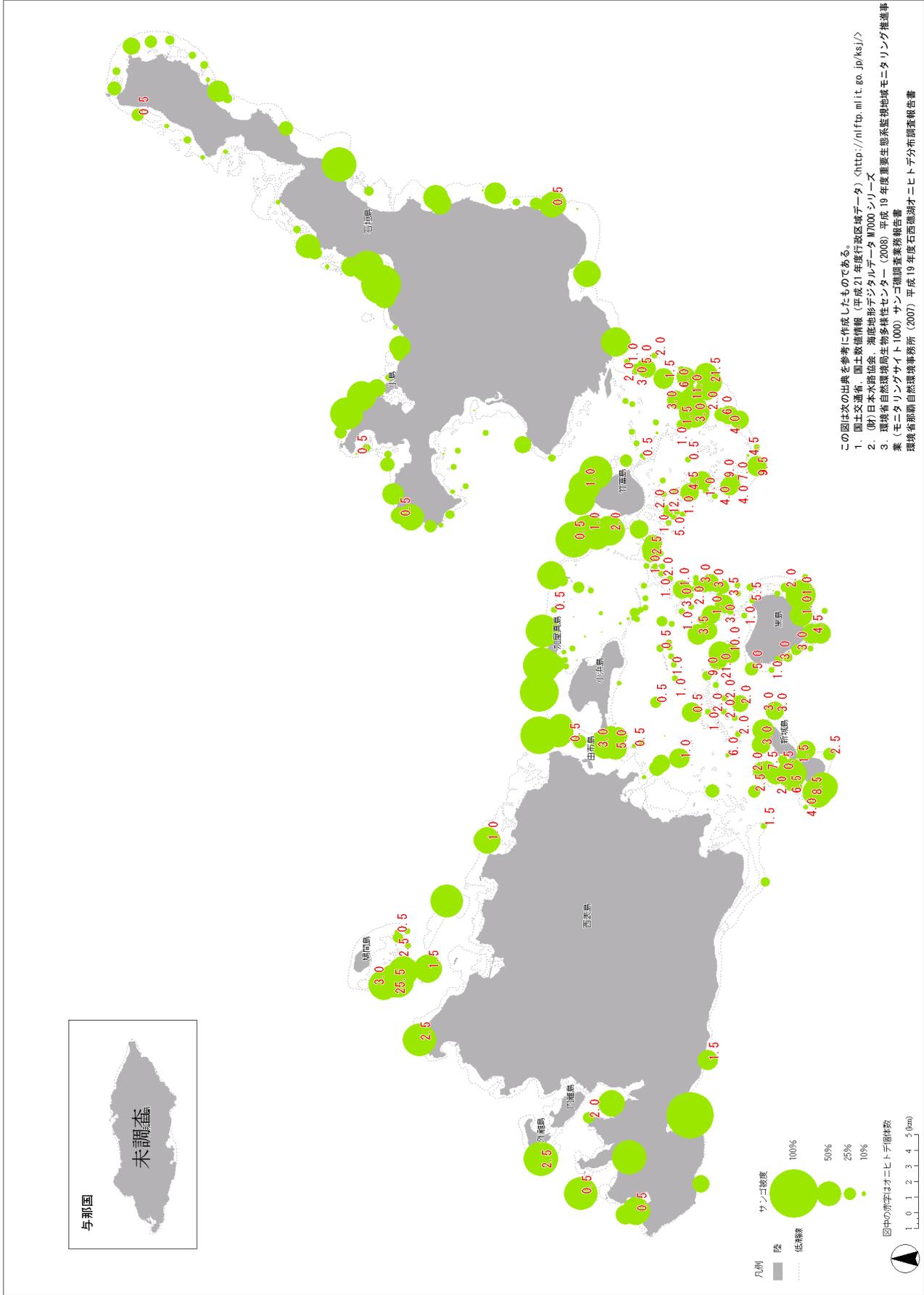


図4-2-6 2007年に八重山地域で実施された調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数。

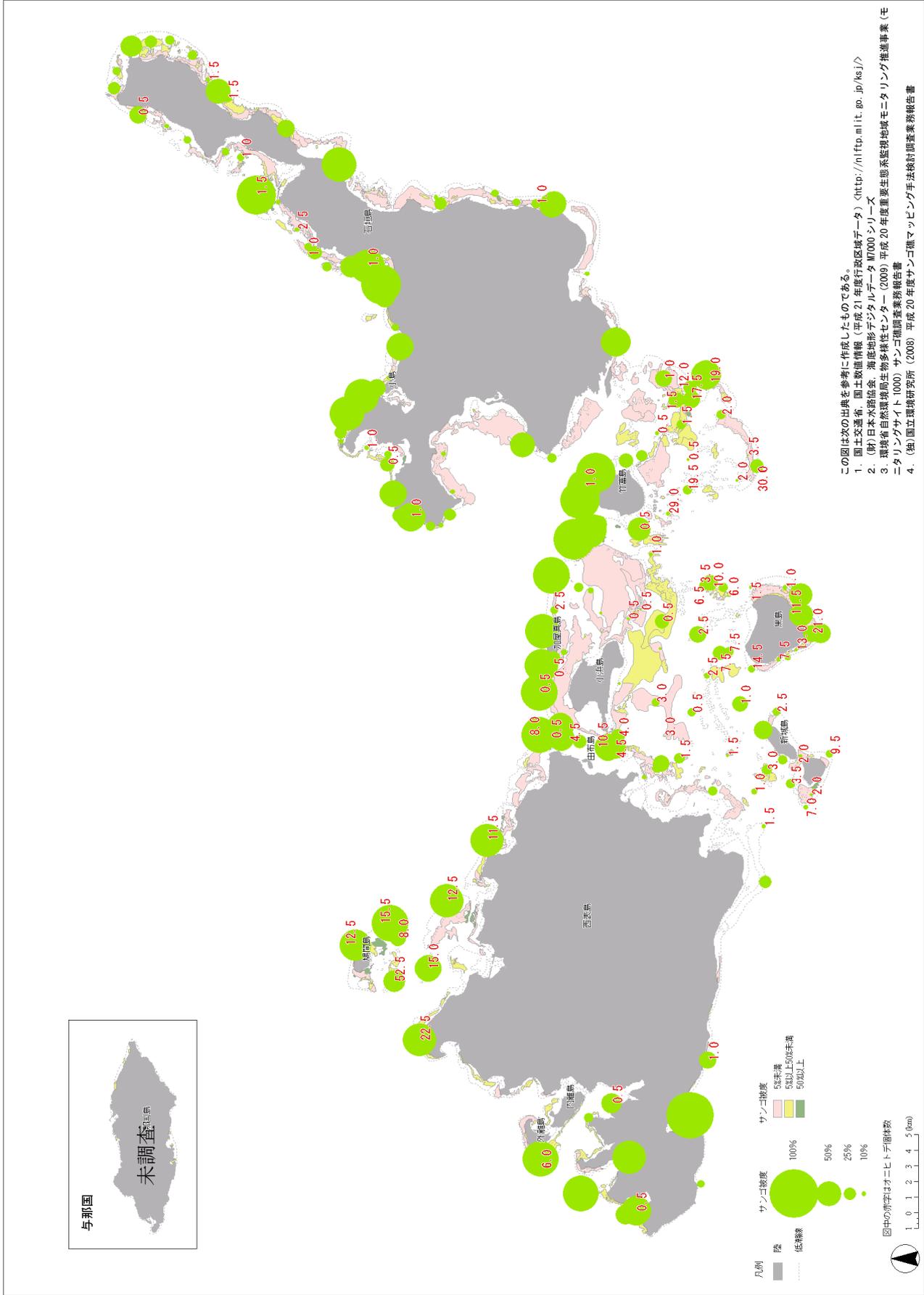


図 4-2-6. 2008 年に八重山地域で実施された調査のサンゴ被度とオニヒトデ個体数。

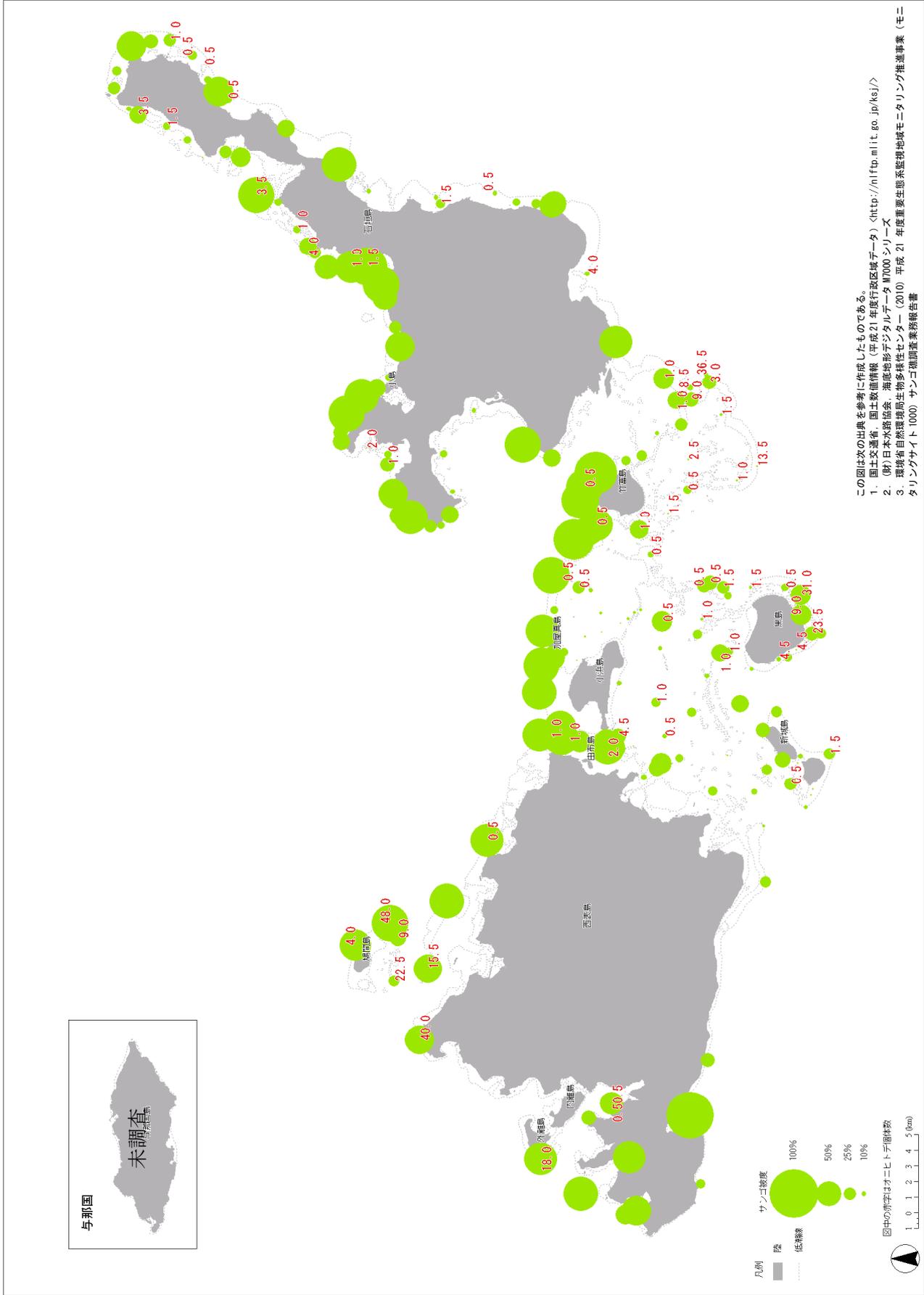


図 4-2-6. 2009 年に八重山地域で実施された調査のサンゴ被度とオニヒト個体数。

2-1-3. 八重山地域におけるオニヒトデの大発生への影響

八重山地域では1950年頃からオニヒトデの駆除が行われており、1980年代はじめの大発生時には100万個体以上駆除されている。このことから、八重や海域では昔からオニヒトデがたびたび大発生しており、1980年代の大発生は非常に大規模で八重山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。1980年代の大発生が収束した後、2000年初め頃まではオニヒトデはほとんどみられなくなっていたが、2001年以降石西礁湖内で徐々にオニヒトデが確認され、オニヒトデの確認地点は石西礁湖内の南側から北側へ、そして2007年には鳩間島周辺や石垣島周辺にも広がっていった。オニヒトデの確認地点の増加と拡大に伴い、2007年から石西礁湖内のサンゴ被度は急激に低下している。オニヒトデの大発生は、八重山地域のサンゴ群集へ影響を与え、群集の構成を変化させる程度の攪乱要因であると考えられる。

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

参考文献

- (財)政策科学研究所 (1973) 付属資料沖縄県土地利用基本計画 (II) -沖縄の自然環境-
- (財)沖縄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
- 環境庁自然保護局 (2000) 平成12年度石垣島周辺海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書
- 環境庁自然保護局 (2000) 平成12年度西表国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書
- 環境庁自然保護局 (2001) 平成13年度石垣島周辺海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書
- 環境庁自然保護局 (2001) 平成13年度西表国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書
- 環境省自然環境局 (2002) 平成14年度サンゴ礁研究・モニタリング活動推進事業報告書
- 環境庁自然保護局 (2002) 平成14年度石垣島周辺海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書
- 環境省自然環境局 (2004) 平成17年度石西礁湖サンゴ群集変動調査報告書
- 沖縄県文化環境部自然保護課 (2005) 平成17年度サンゴ礁保全対策支援事業 (重要サンゴ群集選定)
- 環境省那覇自然環境事務所 (2005) 平成19年度石西礁湖オニヒトデ分布調査報告書
- 環境省那覇自然環境事務所 (2006) 平成19年度石西礁湖オニヒトデ分布調査報告書
- 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

- 環境省那覇自然環境事務所（2006）平成 19 年度石西礁湖オニヒトデ分布調査報告書
- 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（2007）平成 19 年度石西礁湖オニヒトデ分布調査報告書
- 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ーオニヒトデとの付き合い方. 海洋と生物, 47, 408-412
- Fukuda T., Okamoto K. (1976) Observation of the *Acanthaster planci* population in the Yaeyama Islands, Okinawa. Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep., 4, 7-17
- 福田照雄（1976）八重山のオニヒトデ その 1. マリンバビリオン, 5 (4), 3
- 福田照雄（1976）八重山のオニヒトデ その 4. マリンバビリオン, 5 (7), 3
- 福田照雄・宮脇逸朗（1982）八重山群島石西礁湖海域におけるオニヒトデの異常発生について. 海中公園情報, 56, 10-13
- (財)海中公園センター（1984）崎山湾自然環境保全地域保全対策緊急調査報告書. 環境庁, pp 134
- (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. 環境庁, pp 55
- 亀崎直樹・野村恵一・宇井善介（1987）石西礁湖海域のイシサンゴ類およびオニヒトデの動態（1983-86 年）. 海中公園情報, 74, 12-17
- 環境庁（1986）昭和 61 年度海中生態系における生物の個体数変動要因の解明とその管理手法に関する研究報告書. pp. 152
- 環境庁（1973）浅海における海中の生態系に関する研究 オニヒトデ異常発生のメカニズムとその対策に関する研究.
- 環境庁（1974）浅海における海中の生態系に関する研究 オニヒトデ異常発生のメカニズムとその対策に関する研究（継続）.

要約（オニヒトデの大発生）

- ・八重山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 1950 年頃からたびたび起こっていたと考えられる。
- ・1970 年代や 1980 年代のオニヒトデの大発生により、八重山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。
- ・2005 年頃から現在（2011 年）にかけて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さらに影響を受けると推測される。
- ・オニヒトデの大発生の原因は特定されておらず、効果的な対策もない。
- ・沖縄県では「守るべき」・「守りうる」・「守りたい」という基本方針をもとにした保全区域を設定し、効果的な駆除活動を目指している。

2-2. サンゴの白化現象

2-2-1. 白化現象とは

サンゴの白化現象とは、サンゴと共生関係にある褐虫藻が何らかの要因でサンゴから抜けだし、サンゴの骨格が透けて白く見える状態を指す。生息環境（海水温、塩分、光条件など）の大きな変化によってサンゴがストレスを受け、褐虫藻との共生のバランスが崩れてしまうことで、サンゴの白化が引き起こされると考えられている。特に、夏期に高水温が続いた1998年には、世界中のサンゴ礁で多くのサンゴが白化し死亡した。近年、高水温による広範囲の白化が頻繁に確認されることから、地球規模的な気候変動に関係があると考えられている（図4-2-67）。

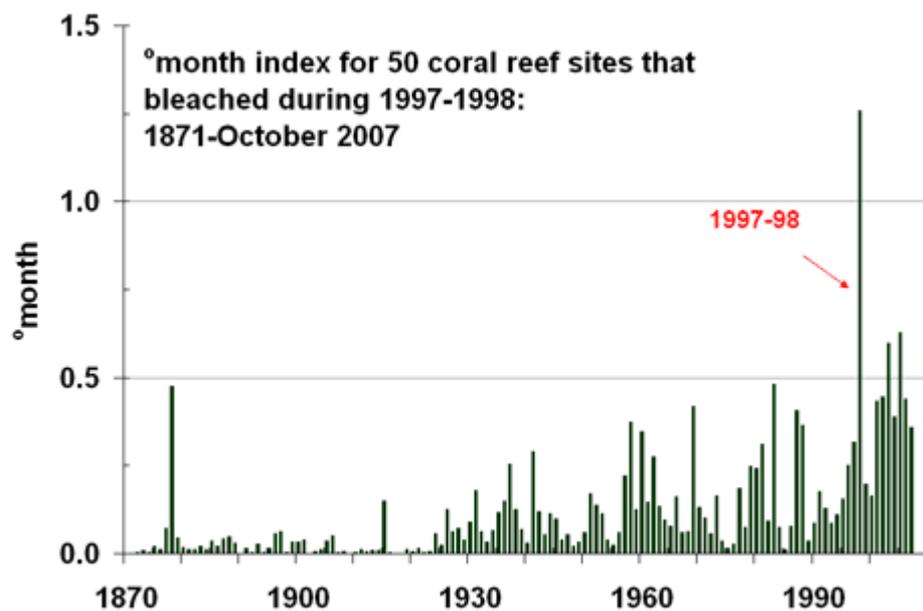


図4-2-67. 世界のサンゴ礁50ヶ所における高水温指数（UK Hadley Centre global monthly SST;1871-1999 と NOAA NCEP EMC CMB Global Reyn-Smith Olv2 Satellite and observations data set をもとに作成）. °month は1982年から1999年のデータをもとに、年間の月々の平均最大水温を超える月を合計した高水温指数. 解析の詳細はLough (2000) を参照. オーストラリア海洋科学研究所ホームページより.

2-2-2. 八重山地域における白化現象の記録

図4-2-68に簡易遊泳観察法による1983年から2009年までの八重山地域のサンゴ被度と1地点あたりの白化割合及び白化確認地点の割合を示す。1地点あたりの白化割合と白化確認地点の割合が1998年と2007年に非常に高く、サンゴ被度が大きく減少している。

1998年に起きた世界的な白化現象と同じく、同年の八重山地域における白化現象も海水温の上昇によるものと考えられ（長谷川ら1999、Fujioka1999、茅根ら1999）、環境省が実施したモニタリング調査により、その規模と程度について記録が残っている（環境省1998）。石垣島周辺では調査を行った全ての地点（72地点）で、石西礁湖ではヨナラ水道付近をのぞく117地点で1998年夏に白化が確認されており（環境省1998）、これらの地点の多くで1999年にはサンゴ被度が低下していた（図4-2-69～図4-2-71）。1998年の調査は白化が進行中の調査であったため、それ以前のサンゴ被度は1998年の調査時点よりも高かった可能性があり、サンゴ群集へのダメージは評価されている以上に大きかったかもしれない。また、川平湾沖のサンゴの白化状況を航空写真により解析した牧野ら（牧野ら2000）は、航空写真が撮影された全域（800m×500m）の礁原と礁縁で、白化したサンゴがパッチ状に分布していたことを報告した。

2001年には八重山全域で再び高水温による白化が確認されたが、このときは死亡したサンゴは少なかったようである（環境省国際サンゴ礁研究モニタリングセンターホームページ）。また、2007年にも八重山全域で大規模な白化現象が確認され、石垣島周辺や石西礁湖のサンゴ被度は大きく下がっている（図4-2-75～図4-2-77）。

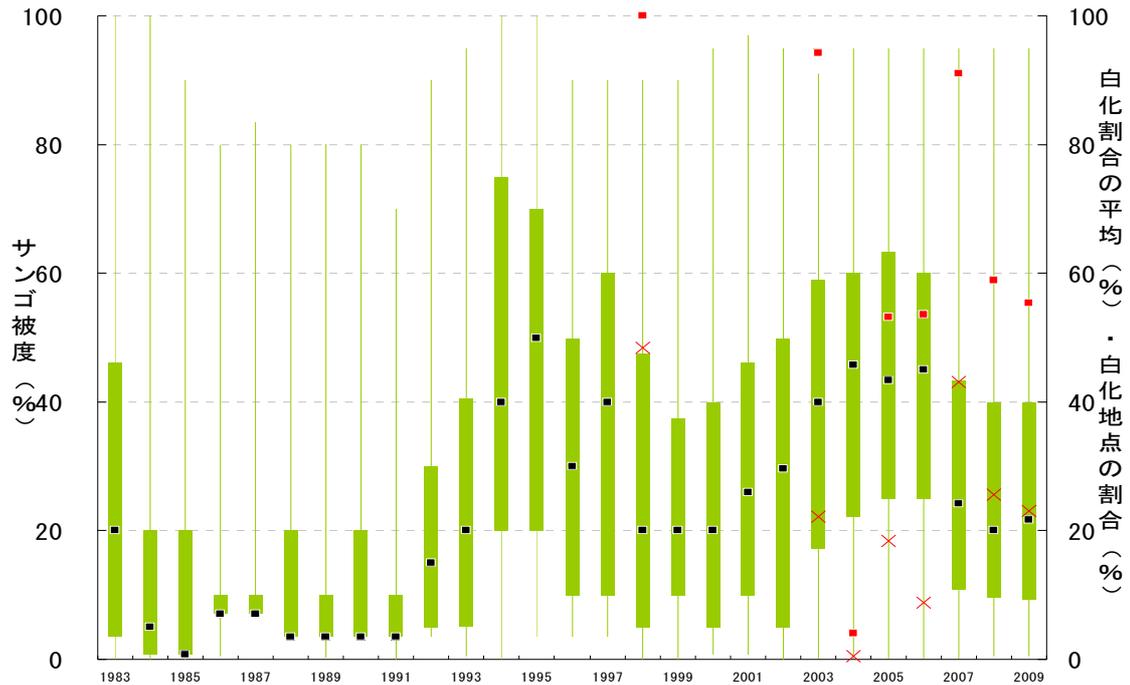
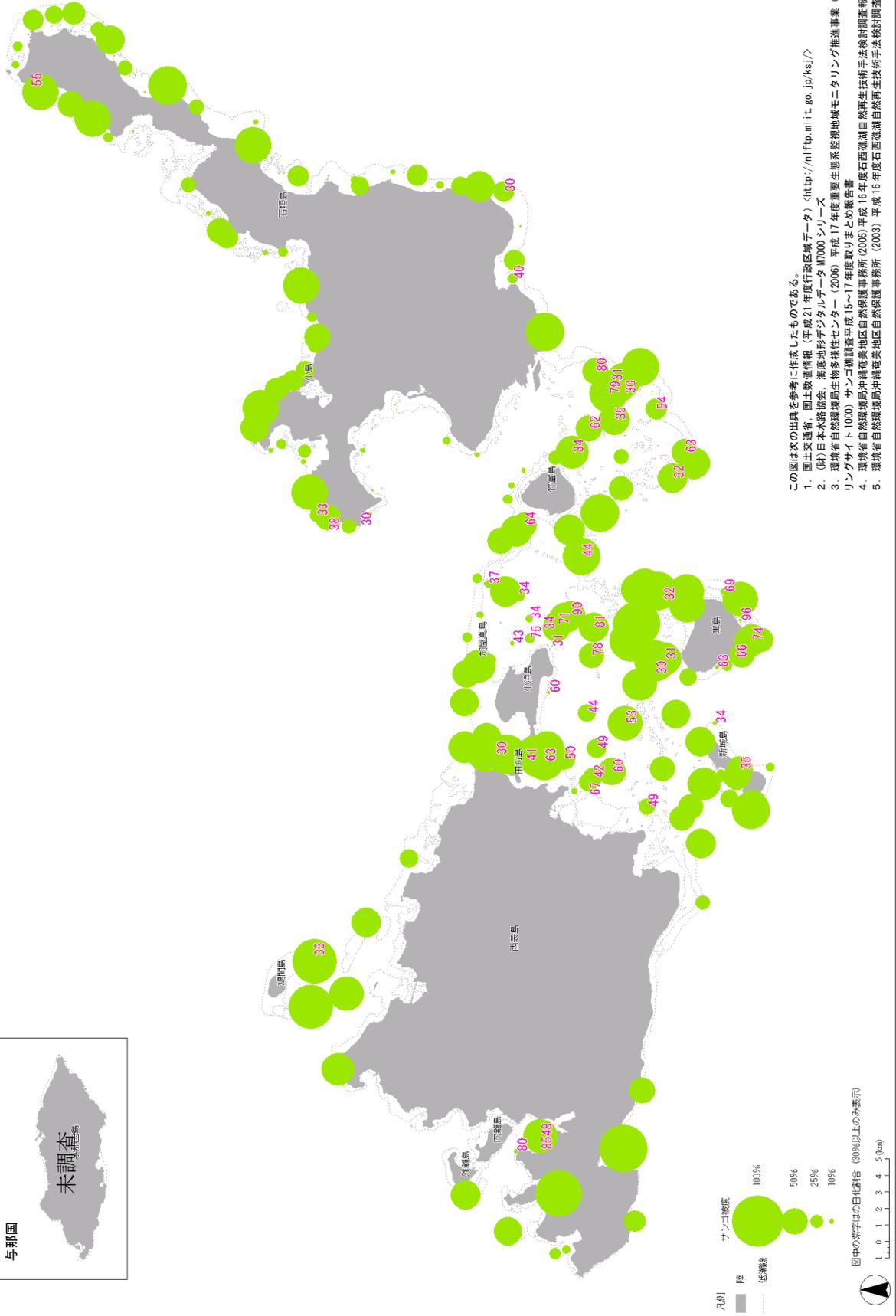


図4-2-68. 簡易遊泳観察法による1983年から2009年までの八重山地域のサンゴ被度と1地点あたりの白化割合及び白化確認地点の割合。横軸は調査年、左側の縦軸はサンゴ被度(%)を、右側の縦軸は1地点あたりの白化割合(×)と白化確認地点の割合(■)を、図中の黒い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している。2003年以前の調査では、1998年の調査のみで白化割合が記録されている。調査範囲が年代で異なり、1994~1995年に石西礁湖で実施された調査のサンゴ被度は、実際より高めに記録されたことが指摘されている。



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://nifto.mlit.go.jp/ksj/>>
2. (財)日本水産協会、海底地形データベース M7000 シリーズ
3. 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）サングゴ被度調査平成15～17年度取りまとめ報告書
4. 環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所（2005）平成16年度石西瀬湖自然再生技術手法検討調査報告書
5. 環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所（2003）平成16年度石西瀬湖自然再生技術手法検討調査報告書

図4-2-7-2. 2003年に八重山地域で実施された簡易遊泳調査のサングゴ被度と白化割合。

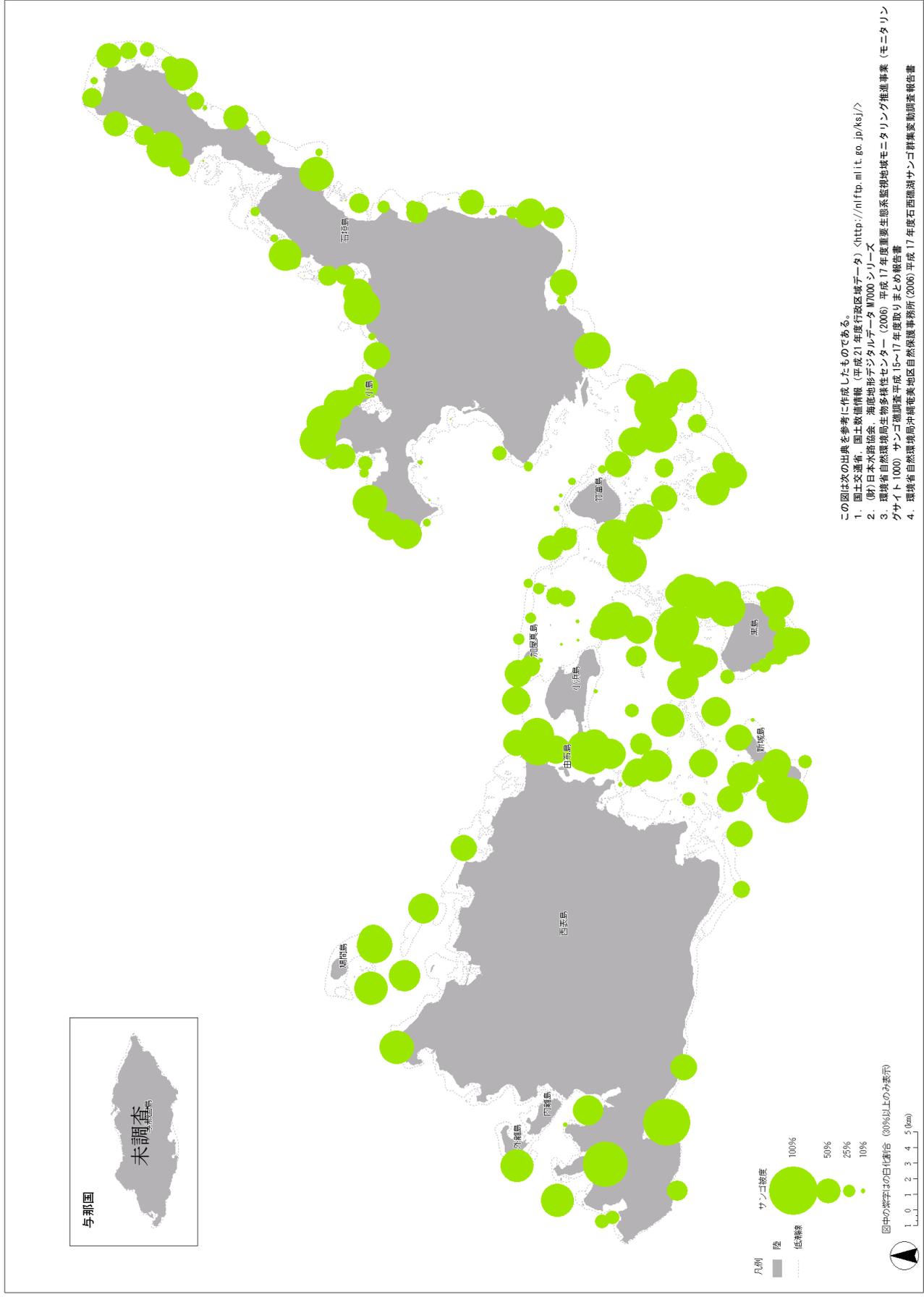


図 4-2-7-3. 2004 年に八重山地域で実施された簡易遊泳調査のサンゴ被度と白化割合.

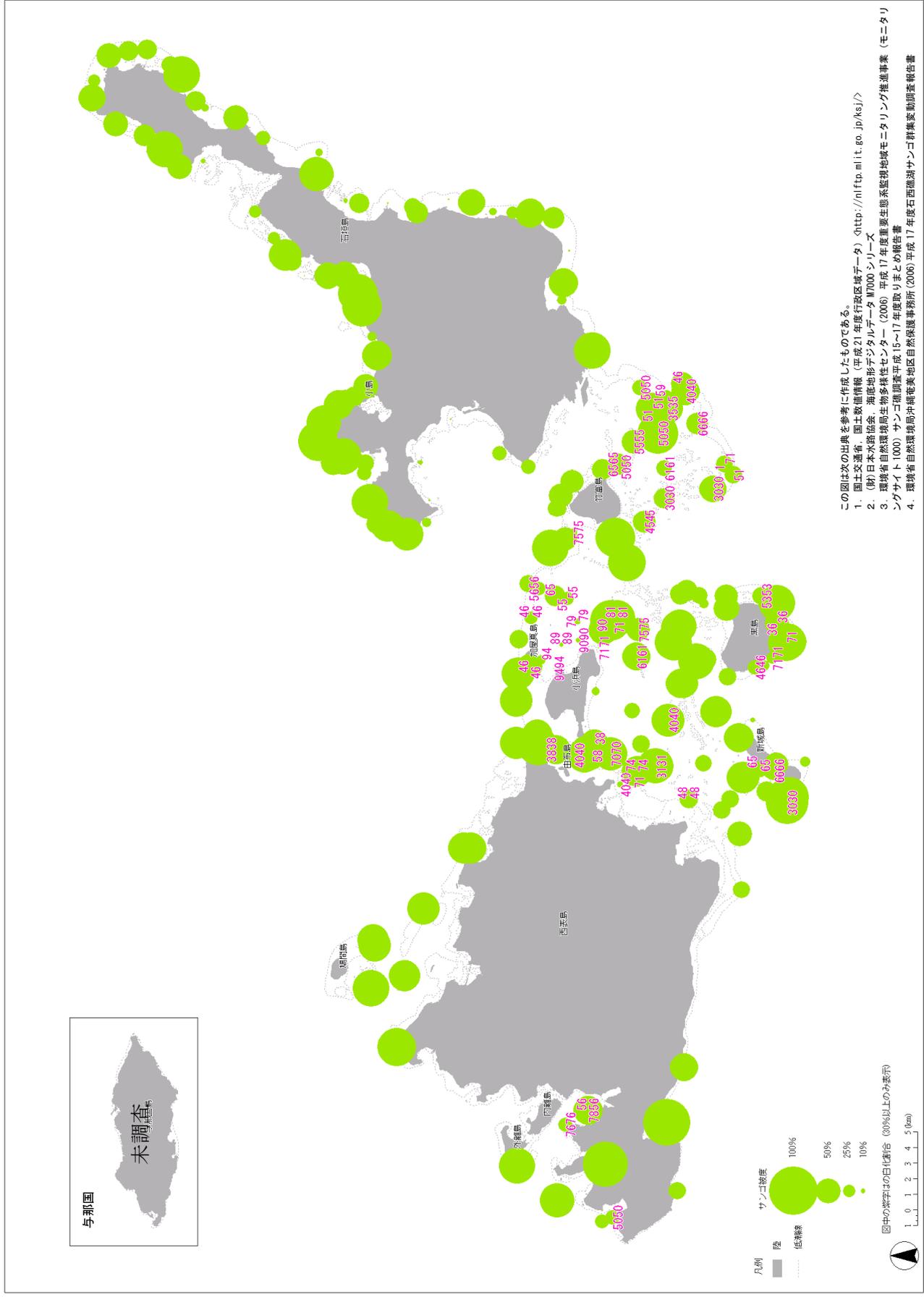
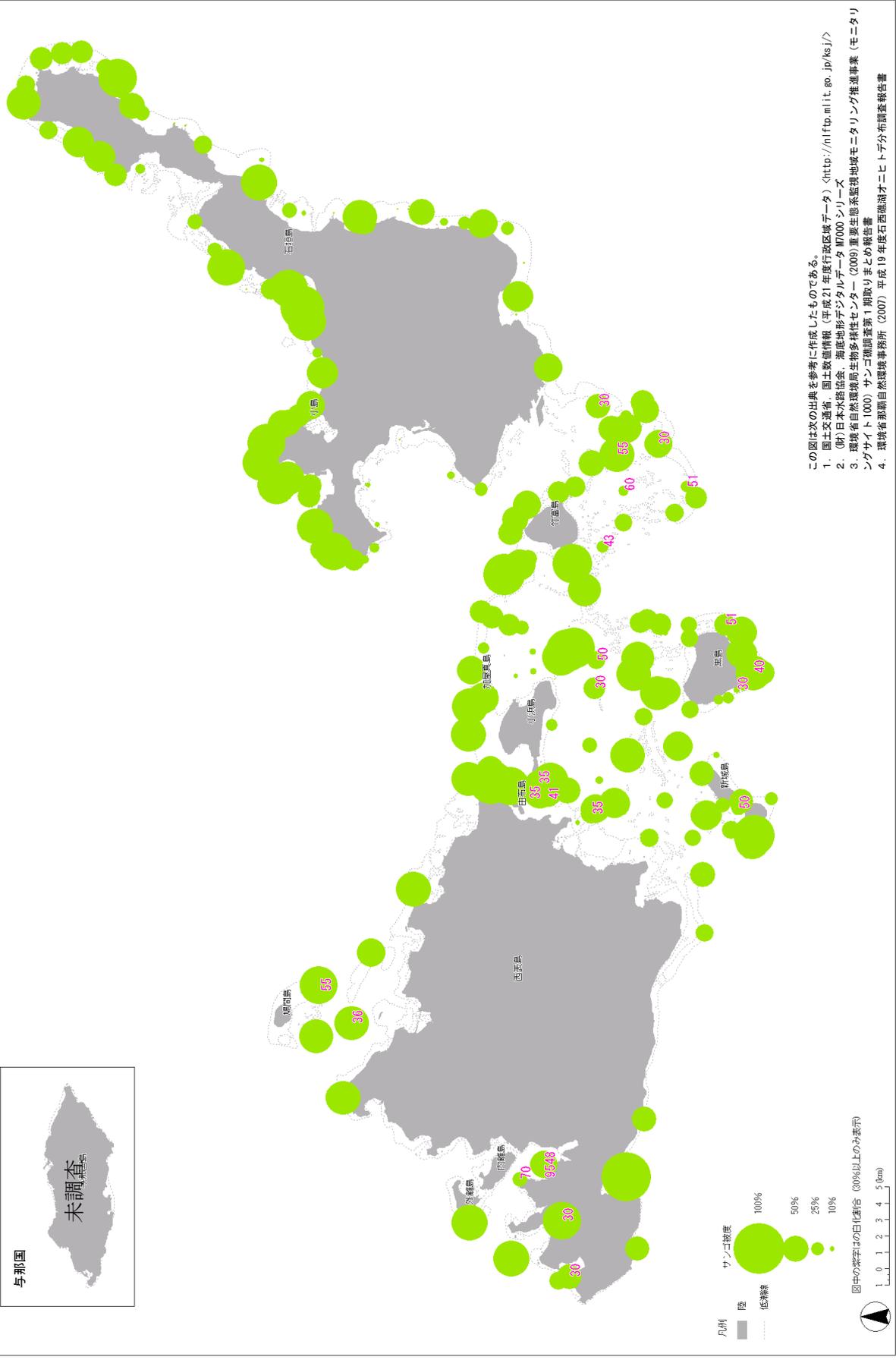
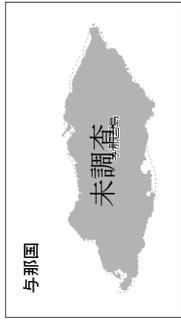


図4-2-7-4. 2005年に八重山地域で実施された簡易遊泳調査のサングゴ被度と白化割合.



この図は次の出典を参考に作成したものである。
 1. 国土交通省、国土数値情報（平成21年度行政区域データ）〈<http://nftp.mlit.go.jp/ks/>〉
 2. (財)日本水産協会、海産地形デジタルデータ M/000 シリーズ
 3. 環境省自然環境局生物多様性センター（2009）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）サングコ調査第1期取りまとめ報告書
 4. 環境省 那覇自然環境事務所（2007）平成19年度石西瀬湖オニヒトコ分布調査報告書

図4-2-7-5. 2006年に八重山地域で実施された簡易遊泳調査のサングコ被度と白化割合.

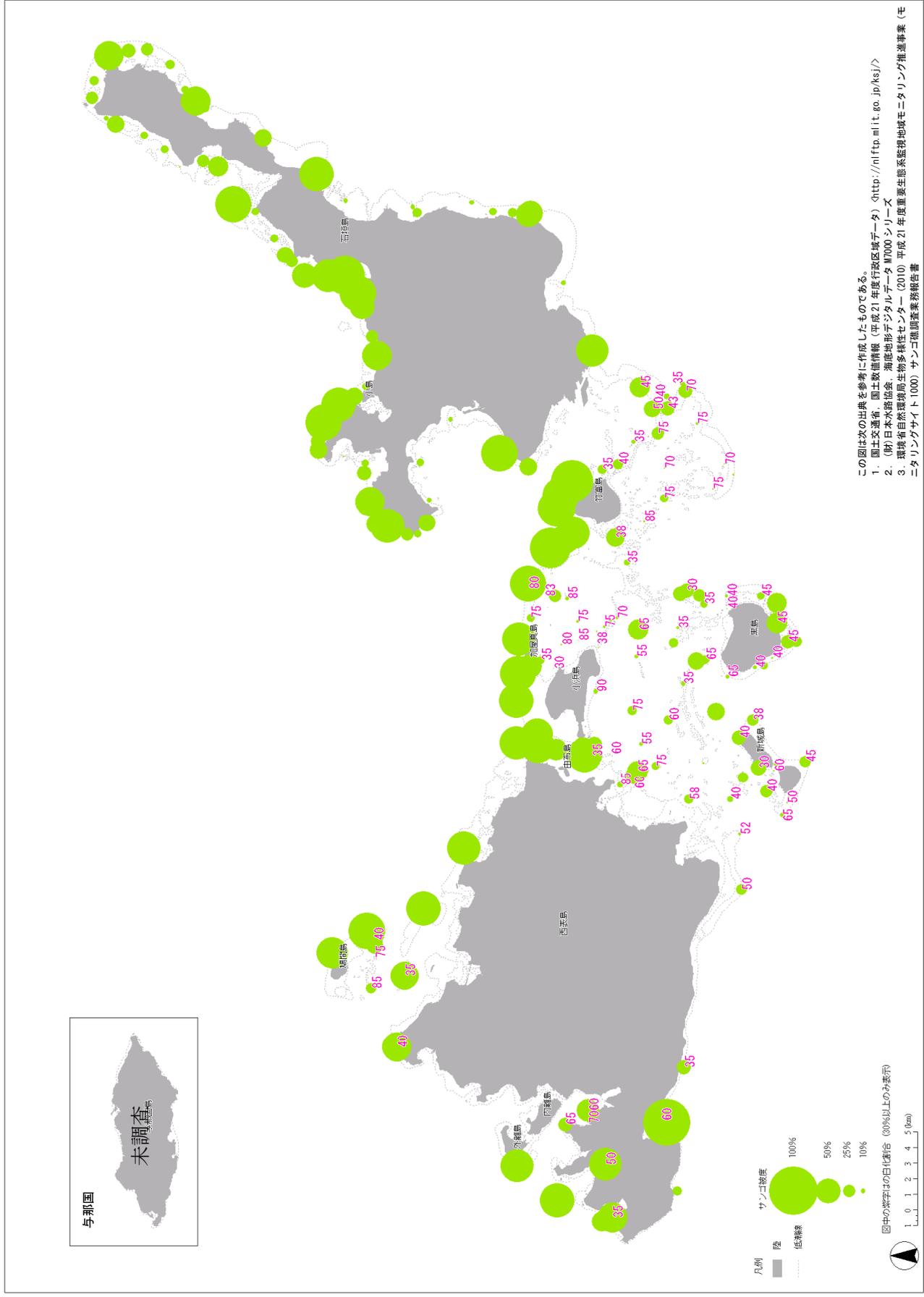


図 4-2-7-8. 2009 年に八重山地域で実施された簡易遊泳調査のサングゴ被度と白化割合.

2-2-3. 八重山地域における白化現象のサンゴ群集への影響

八重山地域では 1998 年と 2007 年に高水温による白化現象により、大きな影響を受けたと考えられる。1998 年は八重山地域で行われた調査結果や世界的な規模で白化現象が確認され沖縄でも多くの地域で白化現象が確認されていることなどから、八重山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。また、2007 年は白化現象だけでなく、オニヒトデも多くの地点で確認されていることから、広範囲のサンゴ群集が大きな打撃を受けたと推測される。

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、白化への対策にもなる。さらに、白化現象と気候変動の関係を広く知らしめ、二酸化炭素排出量の削減を啓発することが白化に対する対策につながると考えられる。地球規模的な気候変動の要因である大気中の二酸化炭素濃度上昇は、これによる海洋の酸性化が指摘されており、そのサンゴ群集への影響も懸念されている。

参考文献

- 環境庁（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>>
- 長谷川均・市川清士・小林都・小林孝・星野眞・目崎茂和（1999）石垣島における 1998 年のサンゴ礁の広範な白化。Galaxea, 1, 31-39
- Fujioka Y. (1999) Mass destruction of the hermatypic corals during a bleaching event in Ishigaki Island, southwestern Japan. Galaxea, 1, 41-50
- 茅根創・波利井佐紀・山野博哉・田村正行・井手陽一・秋元不二雄（1999）琉球列島石垣島白保・川平の定測線における 1998 年白化前後の造礁サンゴ群集被度変化。Galaxea, 1, 73-82
- 環境庁自然保護局（1998）平成 10 年度石垣島周辺海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書
- 環境庁自然保護局（1998）平成 10 年度西表国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書
- 牧野清人・玉城英信・兼村憲次（2000）川平保護水面管理事業。平成 10 年度沖縄県水産試験場事業報告書，210-214

要約（サンゴの白化現象）

- ・八重山地域のサンゴ群集は、1998年と2007年に高水温による白化現象により、大きな影響を受けたと考えられる。
- ・高水温による白化現象は、短期間に深刻な影響が大規模に及び、地球規模的な気候変動とも関係するため、直接的な対策がとりにくい
- ・赤土流出防止対策などの既存の攪乱要因の対策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。

2-3. 赤土等の土壌流出

2-3-1. 赤土等の土壌流出とその歴史

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

赤土等の流入に関する実態は沖縄県衛生環境研究所が継続的に調査しており、底質中懸濁物質量簡易測定法(SPSS法)を用いることが一般的となっている。底質中懸濁物質量(Content of Suspended Particles in Sea Sediment)とは、底質に含まれるシルト以下の粒径をもった微粒子量のこと、赤土等の堆積の目安とされ、沖縄ではSPSSの略称で呼ばれる。このSPSSと同様に海水の濁りの指標とされる透明度は濁度と強い相関があるといわれている(大見謝辰男・満本裕彰 2001)。他方、透明度とSPSSの値は単純には相関がみられないものの、複数年にまたがるような長期の観測で得られた透明度とSPSSの値の平均は互いに強い相関がみられる(大見謝辰男・満本裕彰 2001)。SPSS法の詳細は大見謝(2003)に記述されている。ここでは、「2-3-2. 海域の赤土等の堆積状況」に示した平成21年度に沖縄県環境保全課で実施されたSPSS法による八重山地域の現況と、「2-3-3. 赤土等の流れやすい流域」とを比較した。

2-3-2. 海域の赤土等の堆積状況

海域の赤土等の堆積状況を把握するため、沖縄県環境保全課（2010）が沖縄県内全域で実施した赤土堆積実態調査の底質中懸濁物質量（SPSS）のデータを整理した。底質が巻き上げられやすい礁池では、SPSS の値の季節変動が確認され（大見謝 1993）、そのような礁池では SPSS の最大値がサンゴの被度の上限と対応しているため（大見謝ら 1996、大見謝ら 1999）、沖縄県環境保全課（2010）で行われた SPSS 調査のうち、各海域の最大値を図 4-2-79 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。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 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 以上の海域を表 4-2-3 に示す。

表 4-2-3. SPSS の最大値が $30\text{kg}/\text{m}^3/\text{年}$ 以上の海域。（図は 4-2-26 を参照）。SPSS の値は沖縄県環境保全課（2010）をもとに作成。

海域名	SPSS (Max)
白保海域	710.0
新川川河口	630.0
大浦川河口	420.0
与那良川河口	350.0
浦内川河口	280.0
仲間崎	260.8
名蔵湾	240.0
古見沖	240.0
宮良川河口域	185.7
嘉良川河口	137.0
通路川河口	120.0
吹通川河口	95.0
野崎川河口	86.7
嘉弥真水道	80.0
大野川河口	73.0
崎枝湾	71.0
浦底湾	60.8
崎枝半島南	57.0
川平湾	53.3
平久保川河口	51.0
ゲーダ川河口	34.1
豊原土地改良区地先	34.0

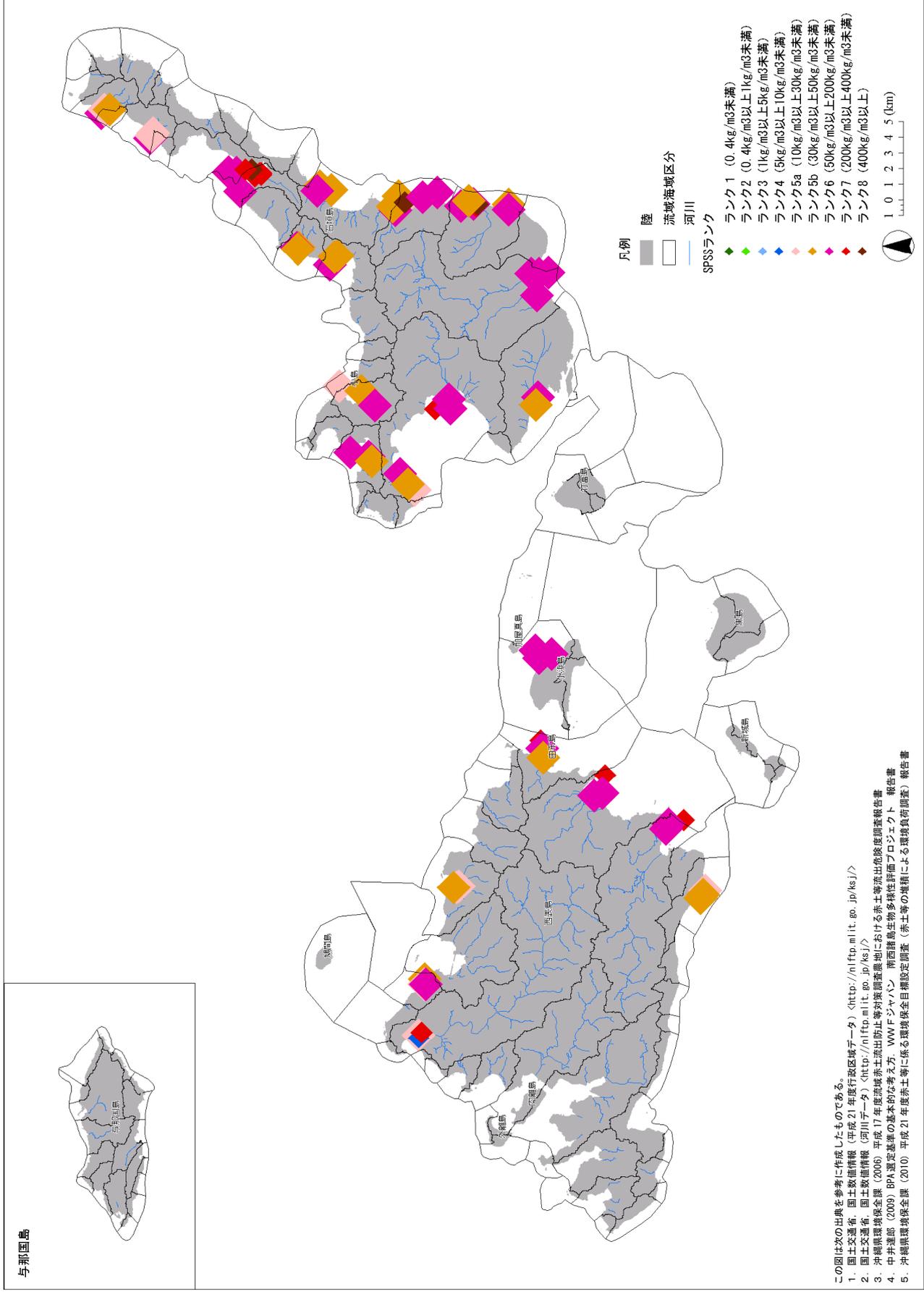


図4-2-79. 沖縄県環境保全課（2010）で調査されたSPSSの最大値のランク。

2-3-3. 赤土等の流れやすい流域

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

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

A : 単位面積あたりの年間流亡量 (t/ha/year)

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

K : 土壌係数。単位降雨辺りの流亡量を与える係数。

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

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

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

P : 保全係数。畝立て方向、等高線栽培など保全的耕作の効果を示す係数。

赤土等流出量の算出結果

ほ場単位での土壌流出量の算定結果を図4-2-82に示す。八重山における赤土等土壌流出の負荷の程度を、土壌流出総量として土壌流亡予測式（USLE式）により算出し、流域海域区分別に6段階に分けて図4-2-83に示した。また、地目別に土壌流出総量を算出した結果を図4-2-80に示した。

流域別では、石垣島宮良川流域、西表島浦内川流域、西表島クイラ川・ヒドリ川流域の土壌流出総量のランクが高かった（図4-2-83）。土壌流出総量のランクが高い西表島の流域は、裸地からの流出総量が多くなっているが、航空写真等で確認したところ、土地利用現況に河川や砂浜が含まれていることが多かった。また、土地利用の現況のほとんどが広葉樹林であり、流域面積が広いため土壌流出総量のランクが高くなっていると考えられる。一方で、石垣島宮良川流域はサトウキビ畑やパイナップル畑などの畑の面積が大きく、地目別にみても流出総量が高くなっていた（図4-2-81）。

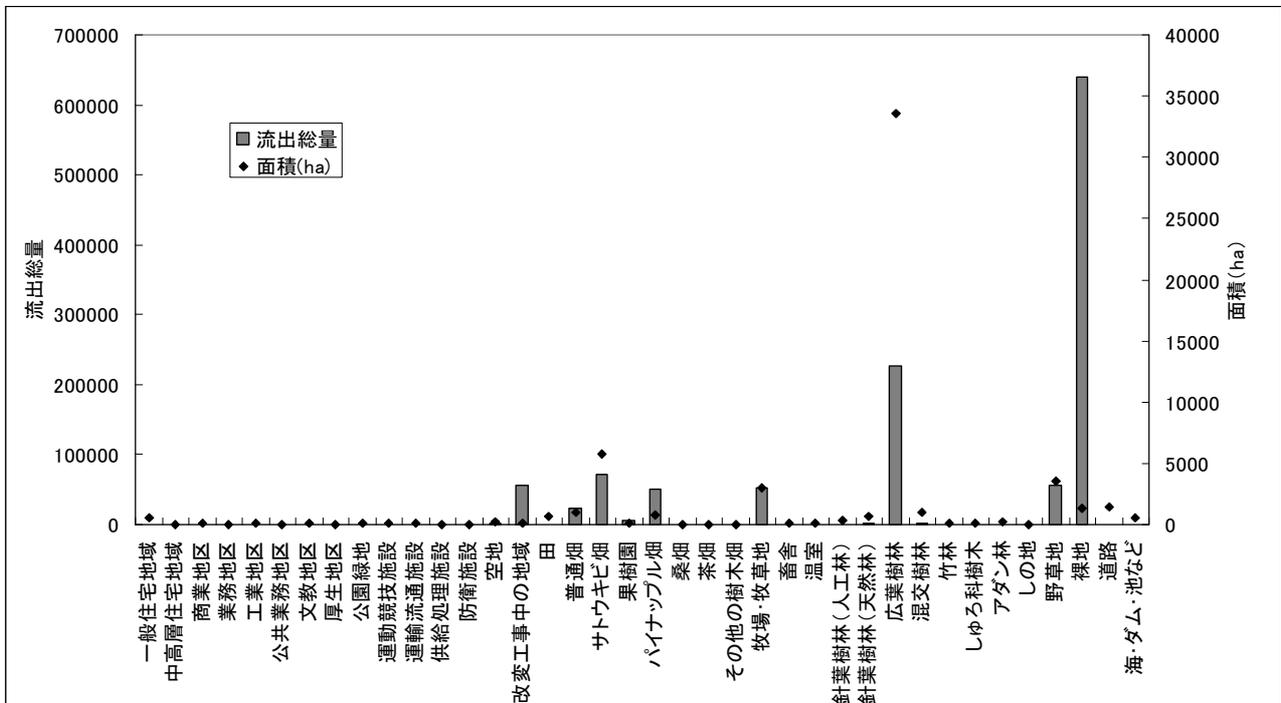


図4-2-80. 各地目の土壌流出量

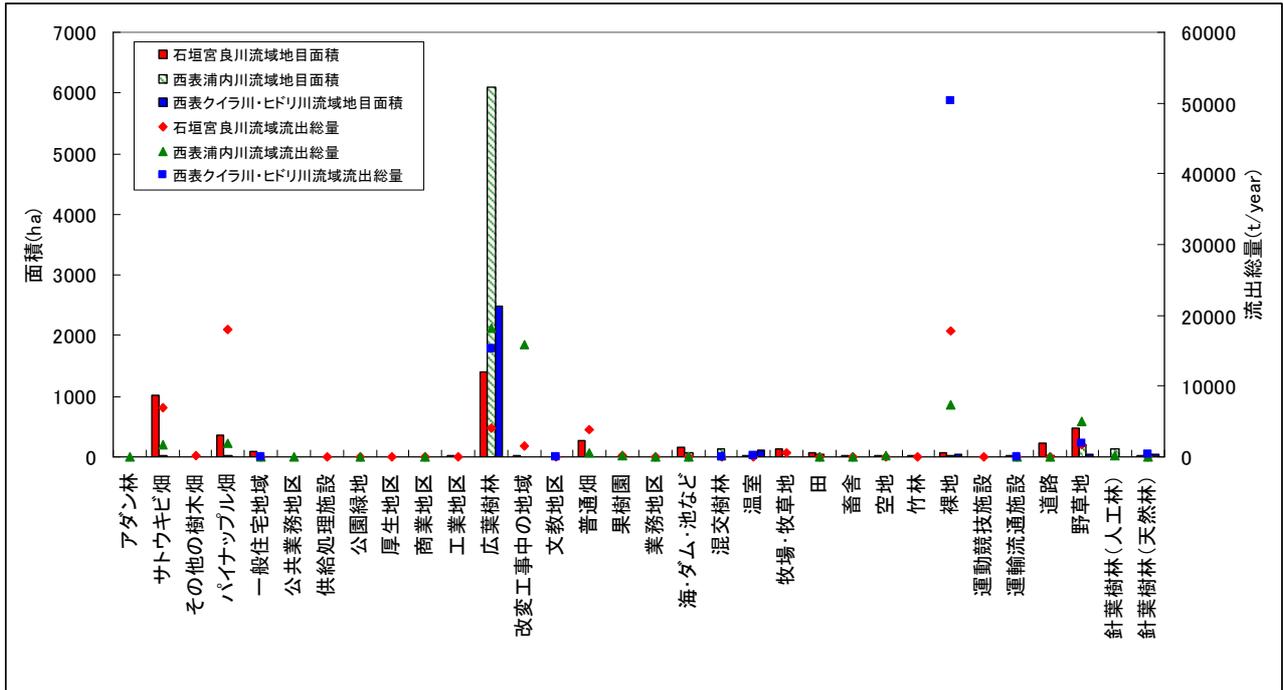


図 4-2-8 1. 土壌流出総量のランクの高い流域の地目別面積と流出総量。

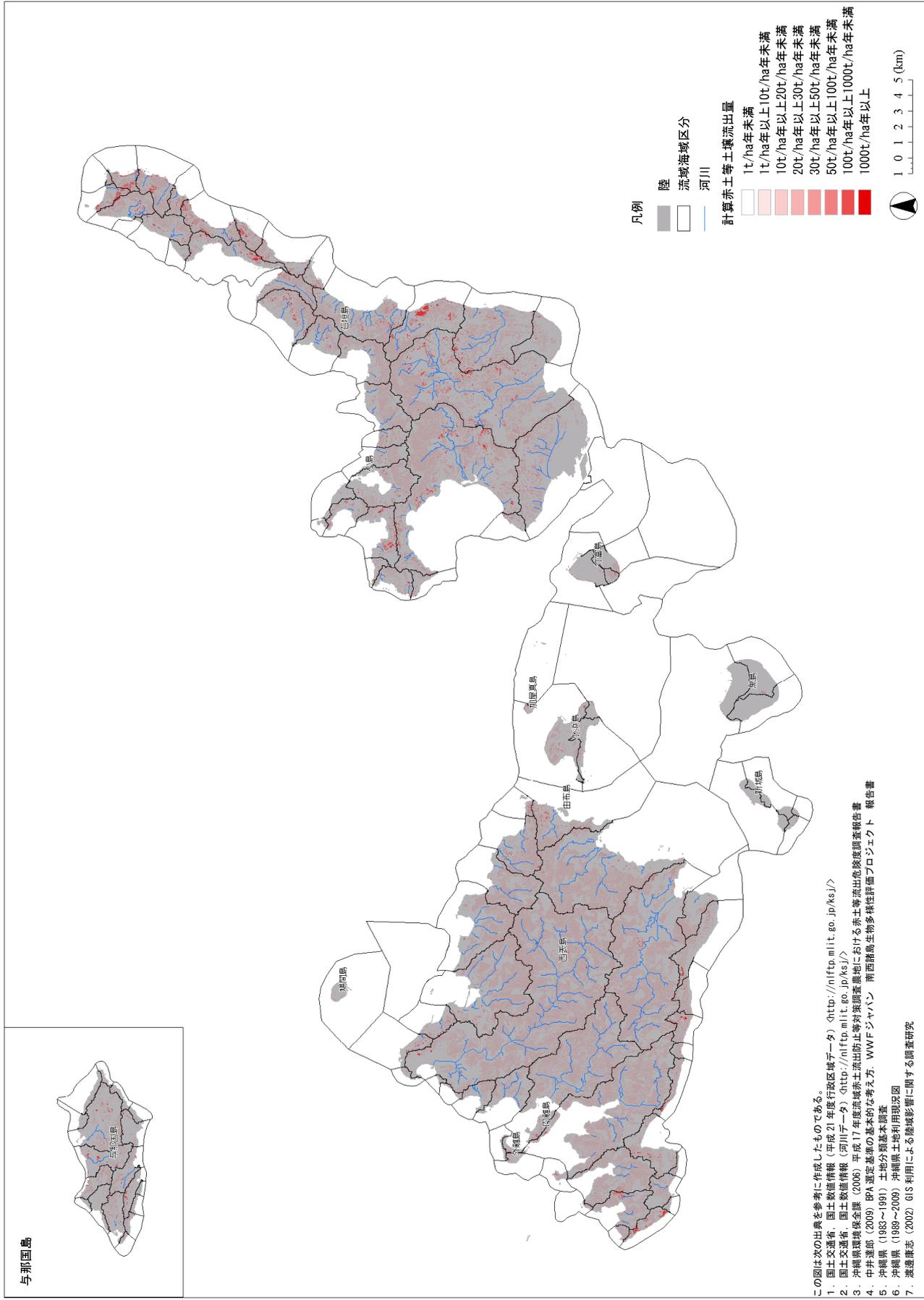
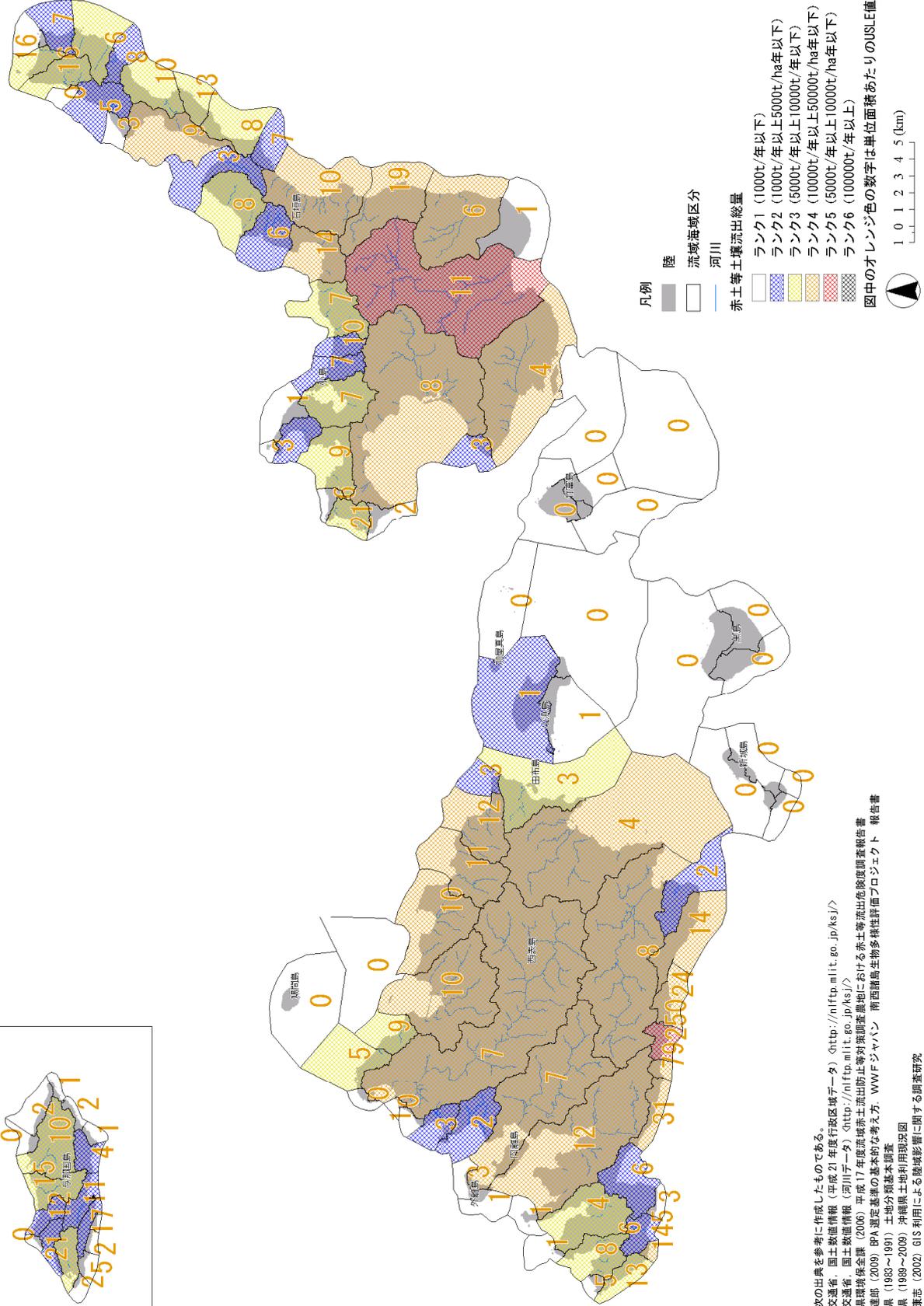
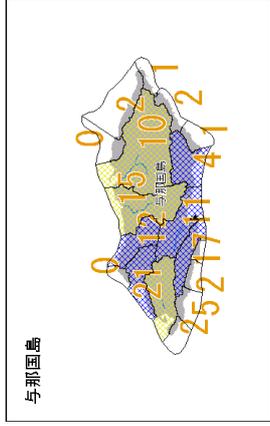


図4-2-82. 八重山地域における土壌流出量の算定結果.



この図は次の出典を参考に作成したものである。

- 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/>
- 国土交通省、国土数値情報（河川データ）<http://nftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 沖縄環境保全課（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除去度調査報告書
- 中井洋一郎（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
- 沖縄県（1983～1991）土地分類基本調査
- 沖縄県（1989～2009）沖縄県土地利用現況図
- 渡邊康志（2002）GIS利用による陸域影響に関する調査研究

図4-2-83. 流域海区域分毎の赤土等土流出総量と単位面積あたりの土流出量。

2-3-5. 八重山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、石垣島宮良川流域、西表島浦内川流域、西表島タイラ川・ヒドリ川流域の土壌流出総量のランクが高かった。土壌流出総量のランクが高い西表島の流域は、裸地からの流出総量が多くなっているが、航空写真等で確認したところ、土地利用現況に河川や砂浜が含まれていることが多かった。また、土地利用の現況のほとんどが広葉樹林であり、流域面積が広いため土壌流出総量のランクが高くなっていると考えられる。一方で、石垣島宮良川流域はサトウキビ畑やパイナップル畑などの畑の面積が大きく、地目別にみても流出総量が高いため、人為的に赤土等の土壌流出が多くなっている可能性が示唆された。

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、八重山地域では石垣島宮良川流域、西表島浦内川流域、西表島クイラ川・ヒドリ川流域の土壤流出総量のランクが高く、石垣島宮良川流域はサトウキビ畑やパイナップル畑などの畑の面積が大きく、地目別にみても流出総量が高いため、人為的に赤土等の土壤流出が多くなっている可能性が示唆された。

2-4. 水質

2-4-1. サンゴ群集への影響

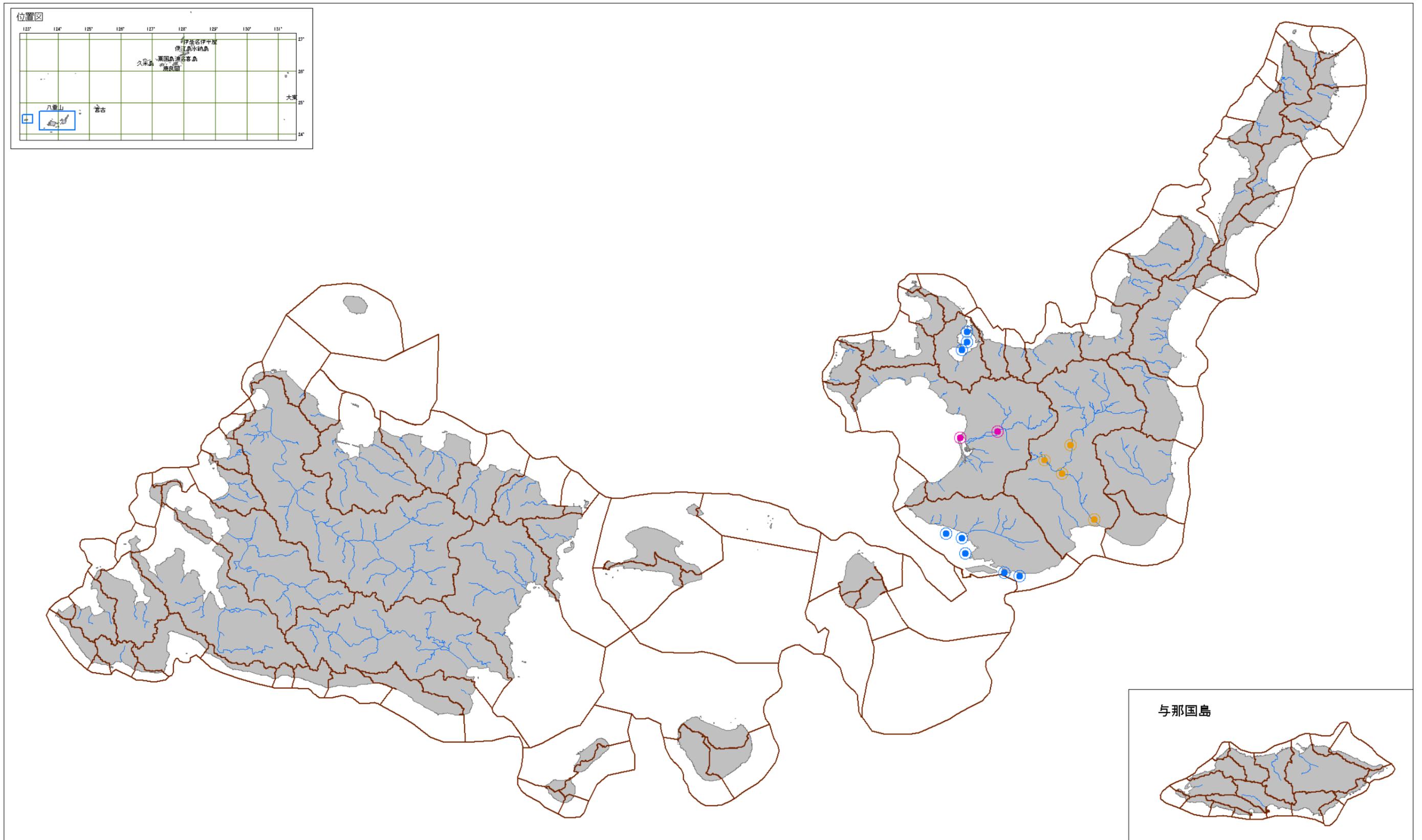
サンゴは水中に生息し、海水を媒体として体の中と外の物質交換を行っている。その体を取り巻く海水の環境が変化すると、さまざまな生理的な影響が見られる（中野 2002）。水質汚濁、富栄養化などの水質の悪化はサンゴの生育環境を脅かし、サンゴ礁の荒廃をもたらす（Pastorok and Bilyard 1985, Done 1992, Laws 1993）。さらに、高濃度ではあるが、船底塗料や除草・殺虫剤などに使用されている化学物質の暴露による影響も確認されている（渡邊 2006）。サンゴは貧栄養の海水に適応した生物であるため、水質を本来のサンゴ礁で見られる貧栄養に保つことはサンゴ礁生態系を健全に保つ上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

2-4-2. これまで行われてきた調査

沖縄県では、公共用水域の水質汚濁状況の監視を目的として、1981年から県内約 190 ヶ所で水質測定調査が実施されている。このうち、八重山諸島の調査地点は、図 4-2-84 に示した陸域 6 地点、海域 8 地点である。今回、八重山諸島周辺の水質について、沖縄県公共用水域データ（BOD、COD、SS、大腸菌、全窒素、全燐）と、国立環境研究所環境数値データベースに含まれている八重山諸島の公共用水域の水質データを整理した。

ただし、公共用水域のデータについては、次の点に注意する必要がある：

- ・総量は不明である。沖縄県での公共用水域の水質測定では、河川の流量が測定されていないため、負荷の総量を算出することができない。
- ・断片的な値である。河川は常に流れ続けていて、水質測定されたサンプルはある時点での値にすぎず、常に同様な値である可能性は低い。
- ・降雨時など平常時と異なる状態の値はわからない。降雨時などは負荷が大きくなると考えられるが、そのような状態での水質は不明である。
- ・測定地点が限定されている。公共用水域の調査地点は、負荷が高いと予想される河川や海域が調査地点として選定されており、全体を代表するものではない。



1 0 1 2 3 4 5 (km)



凡例

- 行政区
- 流域海域区分
- 河川
- 名蔵川
- 宮良川
- 海域調査地点

この図は次の出典を参考に作成したものである。
 1. 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
 2. 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン. 南西諸島生物多様性評価プロジェクト 報告書, p46-47
 3. 国土交通省. 国土数値情報 (平成21年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
 4. 国土交通省. 国土数値情報 (河川データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
 5. 国立環境研究所環境GIS環境数値データベース<<http://www.nies.go.jp/igreen/index.html>>

図4-2-84. 八重山地域における公共用水域調査地点.

<BOD（生物学的酸素要求量）>

図4-2-85に八重山諸島の公共用水域で測定されたBODの年平均値を、流域単位別に示した。宮良川流域及び名蔵流域で1998年に測定されたBODの値が高くなっているが、これは採水時の消毒用アルコールが値を押し上げた可能性がある（沖縄県文化環境部2001）。

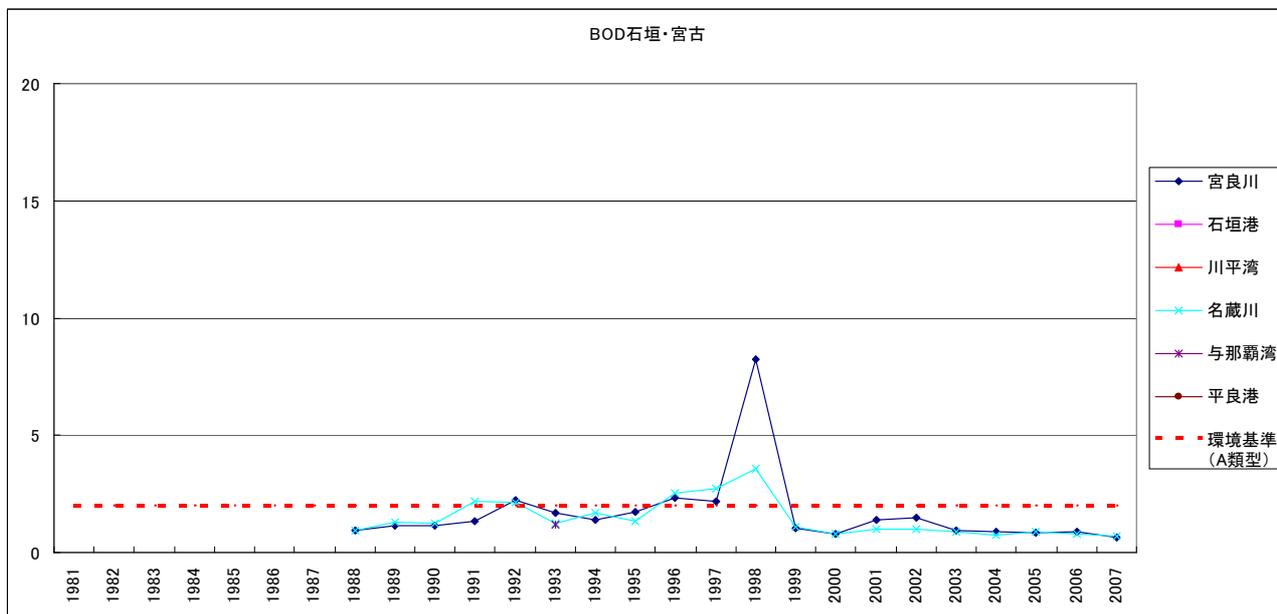


図4-2-85. 八重山諸島の主要流域におけるBODの年平均値の推移. 主要流域に含まれる公共用水域水質調査地点で測定されたBOD値(検体値)から年平均値を求めた。

<COD（化学的酸素要求量）>

図4-2-86に八重山諸島の公共用水域で測定されたCODの年平均値を、流域単位別に示した。石垣港及び川平湾で1998年に測定されたCODの値が高くなっているのは、BODのケースと同じく採水時の消毒用アルコールの影響とされている（沖縄県文化環境部2001）。

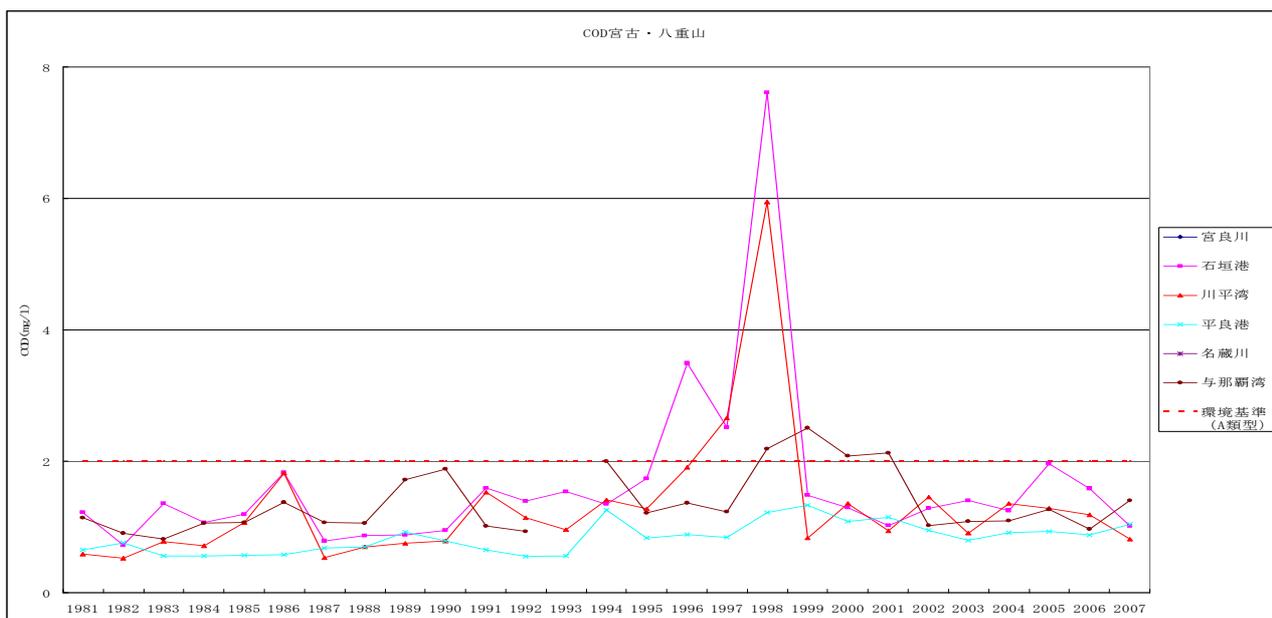


図4-2-86. 八重山諸島の主要流域におけるCODの年平均値の推移. 主要流域に含まれる公共用水域水質調査地点で測定されたCOD値(検体値)から年平均値を求めた。

<SS（懸濁物質質量）>

図4-2-87に八重山諸島の公共用水域で測定されたSSの年平均値を、流域単位別に示した。赤土等の流入によるSSはおもに降雨時に増加するが、公共用水域の水質測定調査では平常時に採水されていることが多いので注意が必要である。

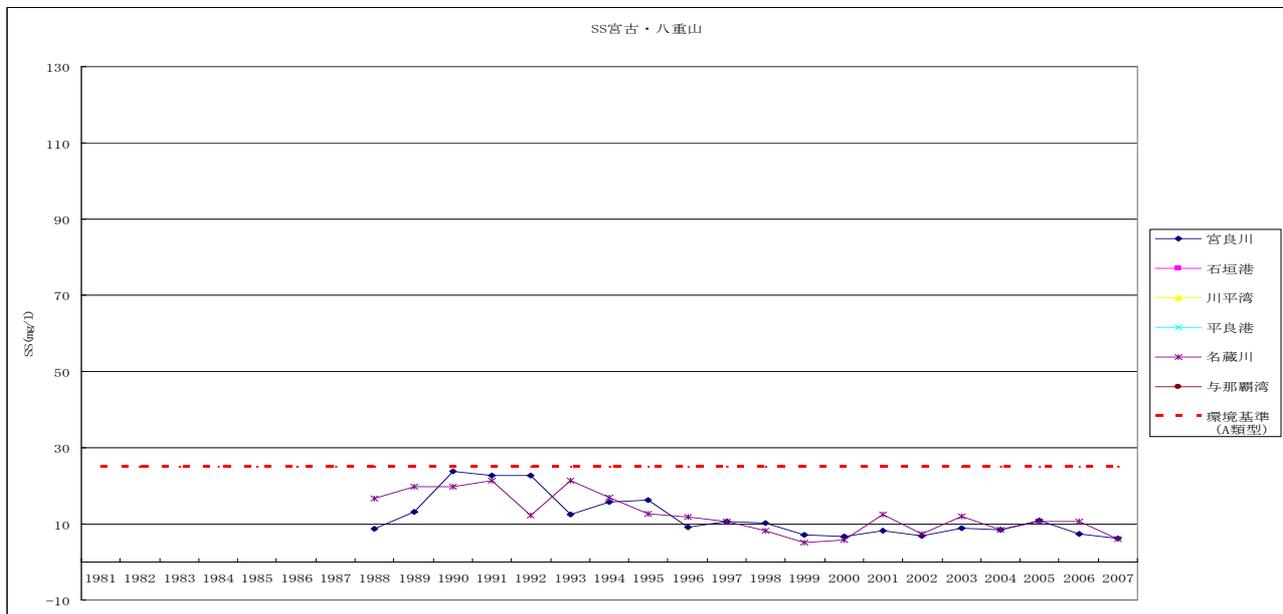


図4-2-87. 八重山諸島の主要流域におけるSSの年平均値の推移. 主要流域に含まれる公共用水域水質調査地点で測定されたSS値(検体値)から年平均値を求めた。

<大腸菌について>

図4-2-88に八重山諸島の公共用水域で測定された大腸菌群数の年平均値を、流域単位別に示した。

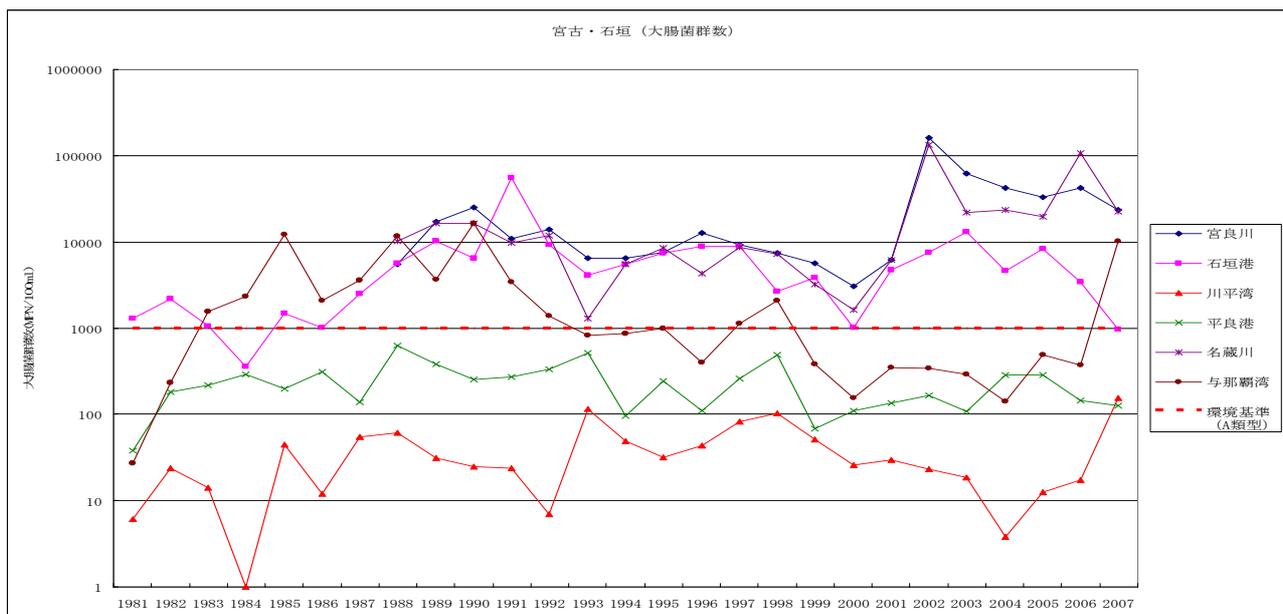


図4-2-88. 八重山諸島の主要流域における大腸菌群数の年平均値の推移. 主要流域に含まれる公共用水域水質調査地点で測定された大腸菌群数値(検体値)から年平均値を求めた。

<TN（全窒素）>

図4-2-89に八重山における公共用水域で測定されたTNの値を、測定地域（流域単位）ごとに各調査年で平均した結果を示す。川平湾では1997年～1998年に、類型Iの水質基準0.2mg/lを超えている。

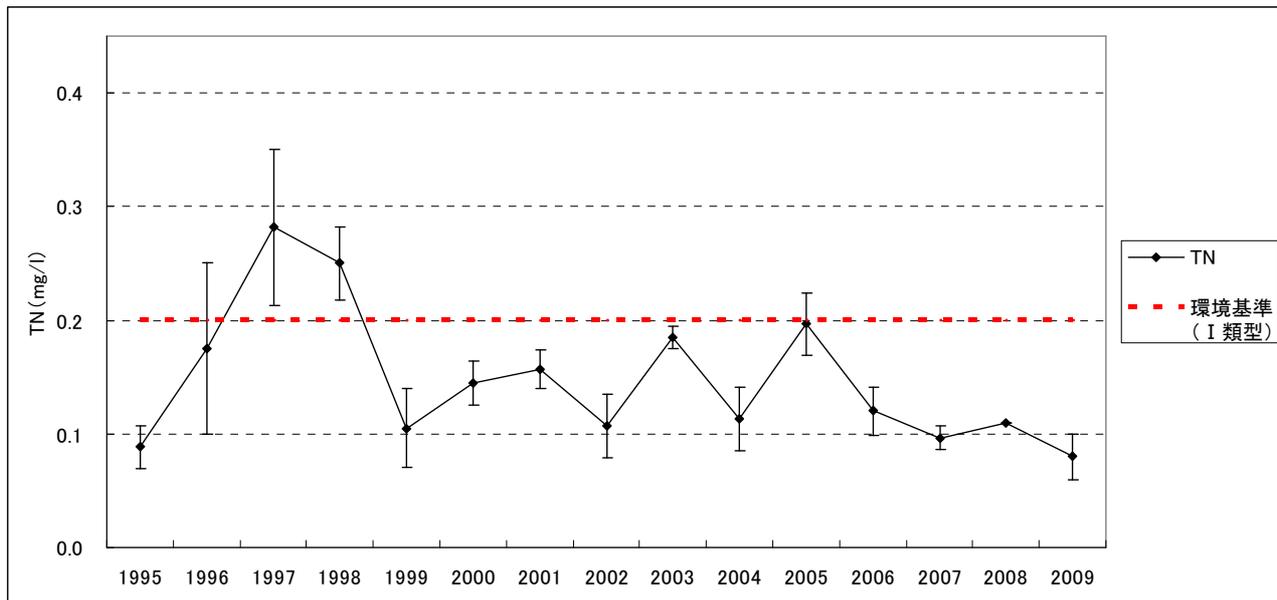


図4-2-89. 八重山におけるTNの公共用水域測定結果. 川平湾の公共用水域水質調査地点で測定されたTN(検体値)から年平均値を求めた。エラーバーは標準誤差。

<TP（全磷）>

図4-2-90に八重山における公共用水域で測定されたTPの値を、測定地域（流域単位）ごとに各調査年で平均した結果を示す。1995年から2009年まで、類型Iの水質基準0.02mg/lを超えていない。

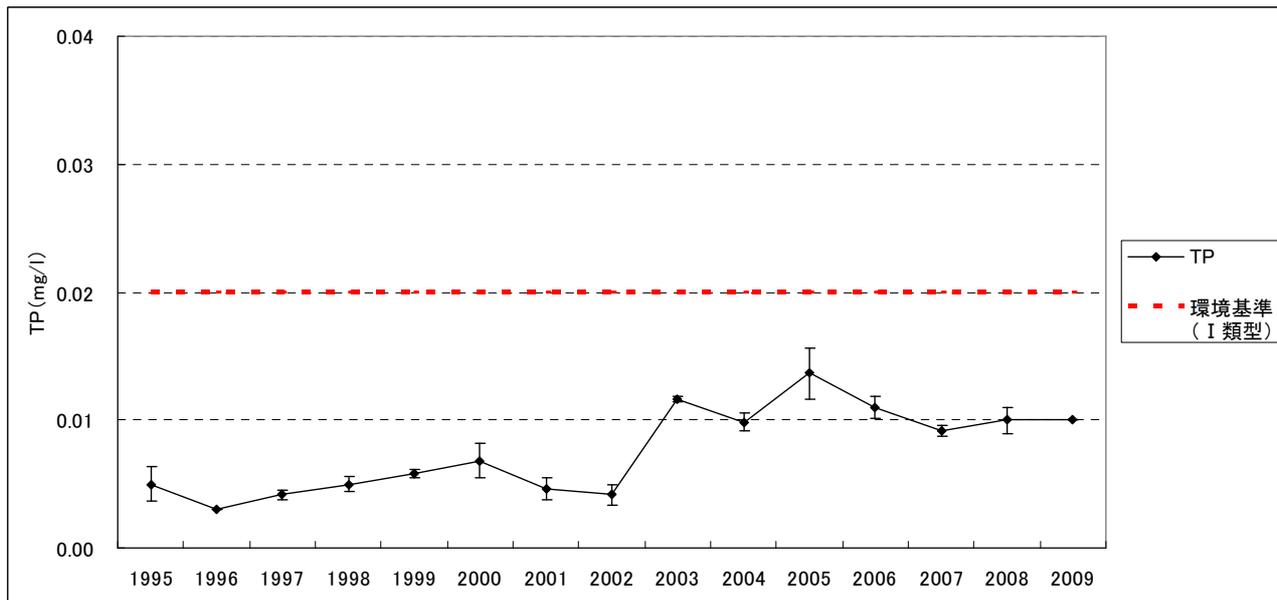


図4-2-90. 八重山におけるTPの公共用水域測定結果. 川平湾の公共用水域水質調査地点で測定されたTP(検体値)から年平均値を求めた。エラーバーは標準誤差。

図4-2-91に八重山周辺海域および那覇港海域におけるTNとTPの測定結果を示す。各海域で実施された年や測定回数が違うが、海域の比較のため複数の年を含めて平均値を求めた。TNもTPも、値の低い順に、西表島、石西礁湖、川平湾、石垣礁池、那覇港となっており、人為的な活動の影響がTNやTPの値を上げているものと考えられる。なお、西表島は1995年～1996年に、石西礁湖は1995年～1996年と2005年、石垣島は2002年と2005年、川平湾95～01は1995年～2001年、川平湾02～09は2002年～2009年、那覇港95～01は1995年～2001年、那覇港02～09は2002年～2009年のデータを用いた。

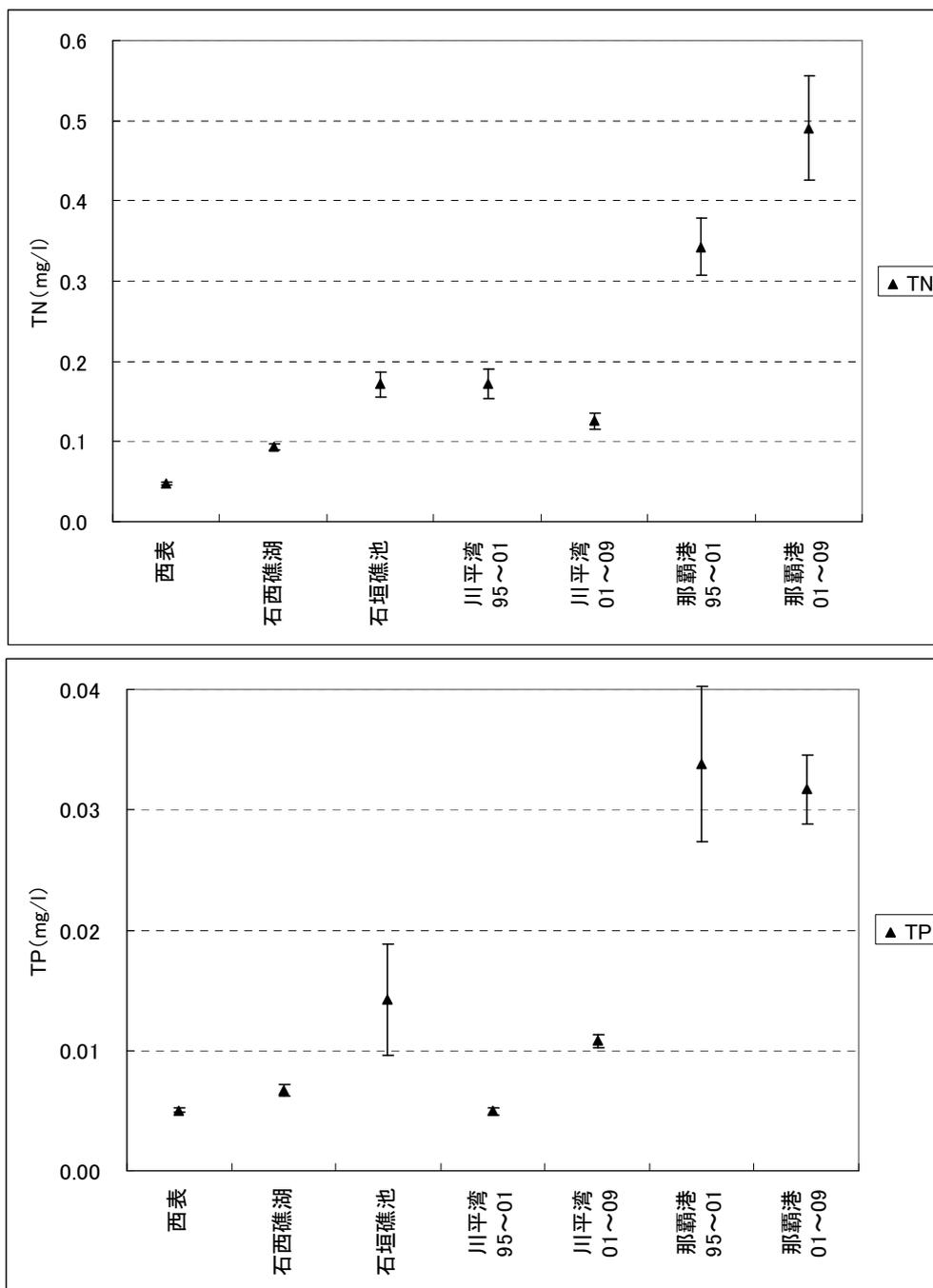


図4-2-91. TN及びTPの各海域の測定結果. 西表島、石西礁湖、石垣島礁池、川平湾、那覇港で測定されたTNとTPから各海域の平均値を求めた。エラーバーは標準誤差。国立環境研究所環境数値データベース、油井・酒井(1997)、大見謝ら(2003)、環境省自然環境局(2005)をもとに作成。

2-4-3. 八重山地域における水質の悪化とサンゴ群集への影響

八重山地域の水質は、沖縄県公共用水域水質測定結果の調査地点が少なく、情報が限定的であった。八重山地域の水質は沖縄島本島地域の水質と比較すると良好であるが、近年の石垣島の人口増加と下水道普及率を考慮すると、栄養塩等の流入により、海域への負荷は高まっていると考えられる。また、栄養塩類等の流入と水温の上昇や赤土等の土壌流出など、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。特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。また、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ため (Fabricius 2005)、栄養塩類とその他の攪乱要因が複合的にサンゴに与える影響を調査・研究していく必要がある。

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
- 沖縄県文化環境部 (2001) 平成 12 年度水質測定結果 (公共用水域及び地下水).
- 国立環境研究所環境数値データベース < <http://www.nies.go.jp/igreen/index.html> >
- 油井正昭・酒井一彦 (1997) 陸域の土地利用がサンゴ礁に与える影響. 環境庁地球環境研究総合推進費研究報告書サンゴ礁生態系の維持機構の解明とその保全に関する研究. 79-109
- 大見謝辰夫・仲宗根一哉・満本裕彰・比嘉榮三郎 (2003) 陸上起源の濁水・栄養塩類のモニタリング手法に関する研究. サンゴ礁に関する調査研究報告書. (財) 亜熱帯総合研究所. 86-102
- 環境省自然環境局 (2005) 平成 16 年度サンゴ礁生物 (サンゴ群集およびオニヒトデ) に与える栄養塩類の影響に関する調査報告書

要約 (水質)

- ・八重山地域の水質は沖縄島本島地域の水質と比較すると良好であるが、近年の石垣島の人口増加と下水道普及率を考慮すると、栄養塩等の流入により、海域への負荷は高まっていると考えられる。
- ・水質とその他の攪乱要因との複合的な影響を調査・研究していく必要がある。

2-5. 埋め立てや浚渫によるサンゴ礁の消失

2-5-1. サンゴ群集への影響と問題点

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

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

2-5-2. 八重山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。八重山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年のポリゴンデータを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2-2-92)。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。

八重山地域における1974年以降の埋め立ては、ほとんどない。また、人工海岸は港や空港周辺に限られている。

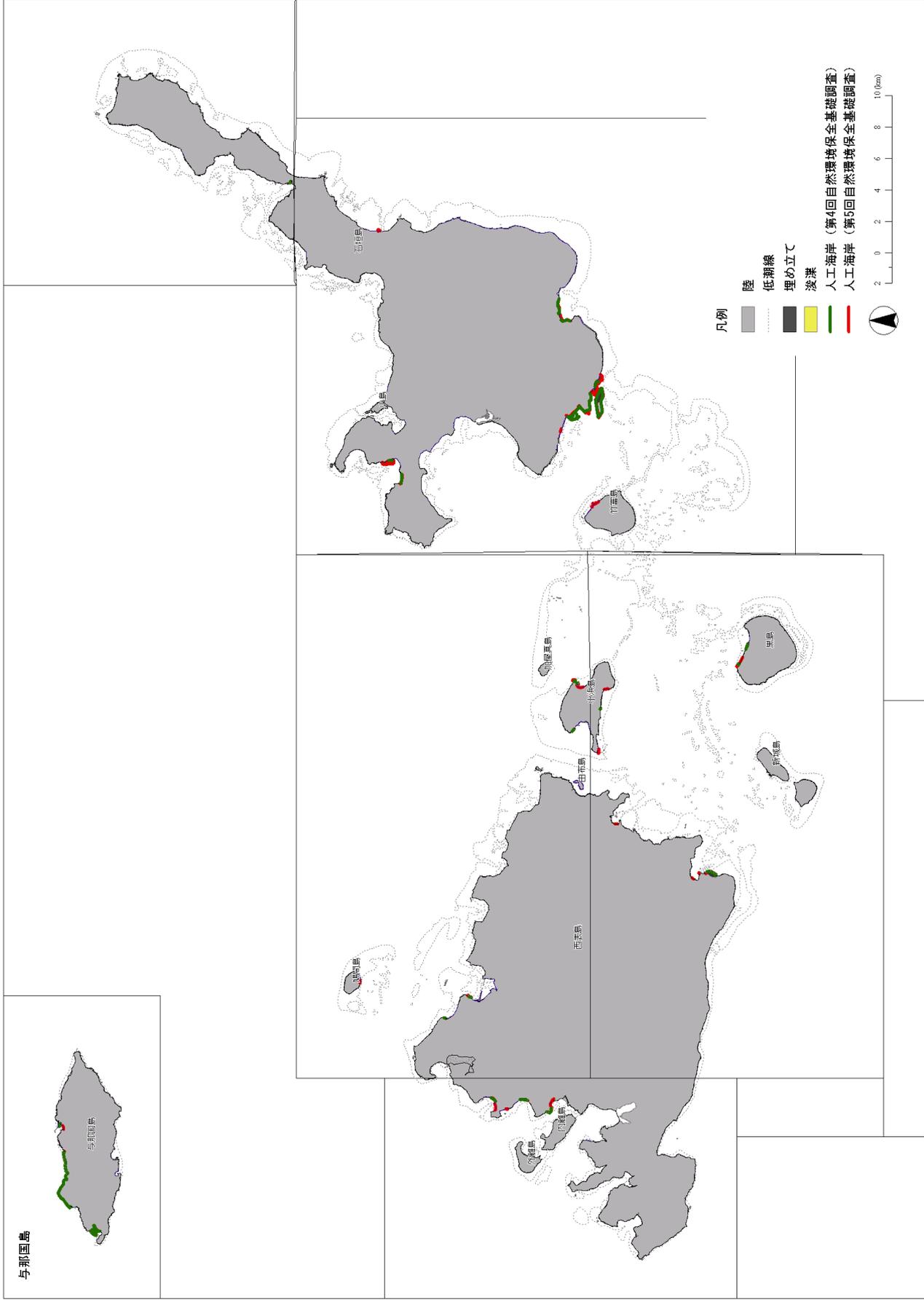


図 4-2-92. 八重山地域における 1974 年以降の埋め立て地.

2-5-3. 八重山地域における埋め立て及び浚渫の影響

埋め立てと八重山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。八重山地域では、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比較的少ないと考えられる。

沖縄県全体での埋め立てと同様に海岸の人工化は著しく、沖縄県では1984～1993年の間に101.02 kmの人工海岸が増加しており（環境庁1994）、これは全国一の増加である。他方、この間に自然海岸は30.83 km減少している（環境庁1994）。埋め立てのみならず道路建設や護岸による海岸の人工化は、生活史の中で陸と海を行き来する生物の移動を分断し、大きな影響を与える。また、埋め立て地に人工ビーチを付設する際には砂の採取と造成を伴うため、サンゴ礁生態系への影響が大きいと考えられる。八重山地域の人工海岸は港や空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（行政区域データ昭和50年）国土交通省. <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>

国土数値情報（行政区域データ平成20年）国土交通省. <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>

独立行政法人国立環境研究所（2008）平成20年度サンゴ礁マッピング手法検討調査業務報告書. 環境省, 10pp.

要約（埋め立てや浚渫によるサンゴ礁の消失）

- 1972年から2007年までに、沿岸の埋め立て等により県土面積は3,155ha拡大しており、同等の面積の干潟やサンゴ礁が消滅したと考えられる。
- 八重山地域では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。各攪乱の概要は「第2章 第2節 2-6. その他の攪乱」を参照。

第3節 八重山地域におけるサンゴ礁の保全に関する情報

1. 海域の保全に関する区域の設定状況

<保全に関する区域>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<保全に関する区域の効用>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<保全に関する区域の事例>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

今後の八重山地域の保護区管理の参考とするために、現在の八重山地域における海域の保全に関する区域の設定状況等を整理した。

1-1. 沖縄における海域の保全に関する区域

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

1-2. 八重山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、国立・国立公園などの自然公園地域、鳥獣保護区で、八重山地域においてサンゴ礁域に直接かかるものを図4-3-1に整理した。石西礁湖、石垣島の多くの沿岸域及び北部の陸域、西表島の南岸及び内陸部が自然公園地域に設定されている。さらに石西礁湖の4箇所、石垣島周囲の4箇所では海域後援地区に設定されている。西表の崎山湾は、自然環境保全地域として指定されている。

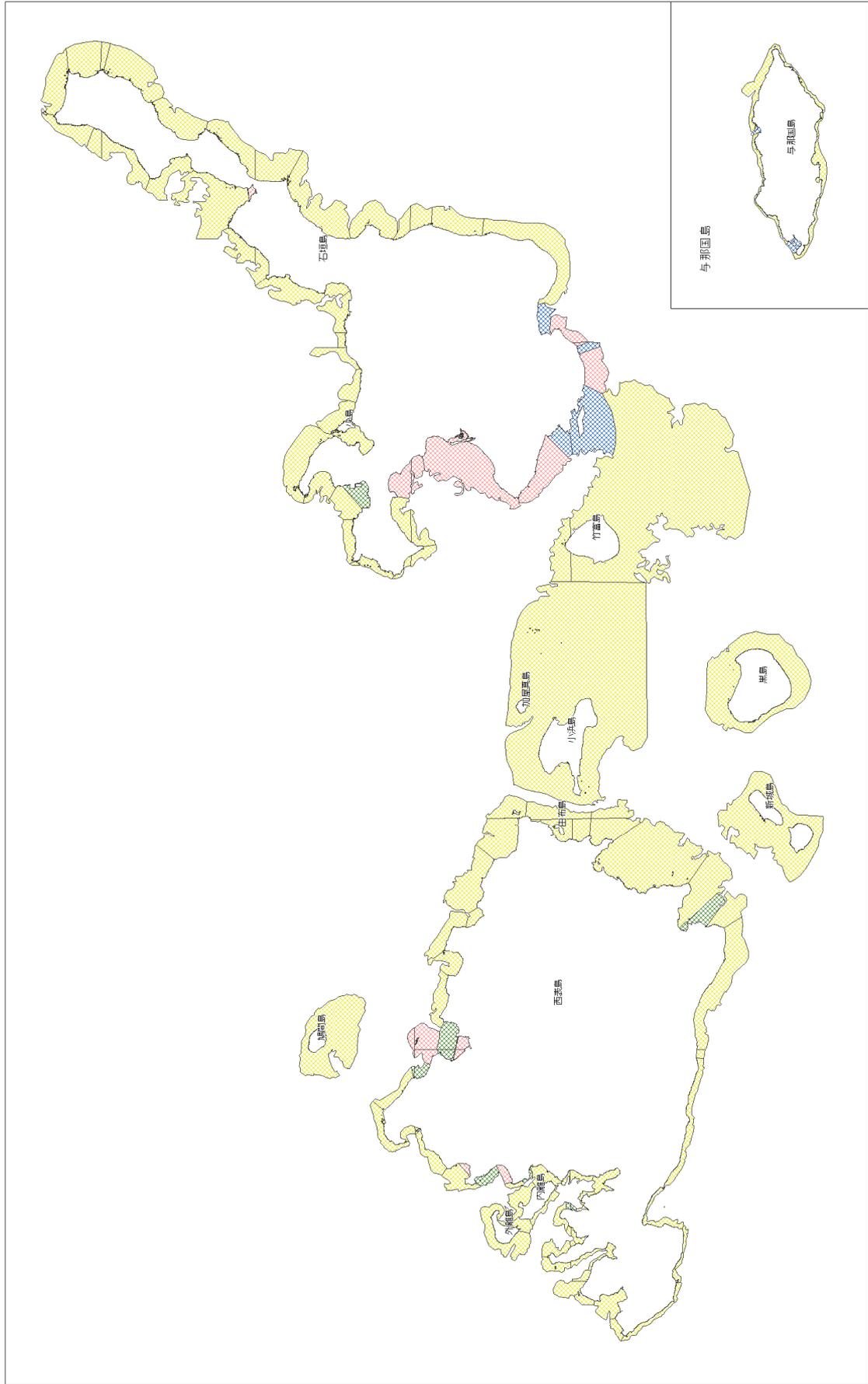
陸域では、西表島の中央部、石垣島の北部が特別地域として設定され、さらに西表の中心部は特別保護地区として設定されている。また、鳥獣保護区特別保護地区として2箇所（西表、名蔵アンパル）が設定されている。西表島の仲間川は天然保護区域、石垣島の荒川のカンヒザクラ自生地などが国指定天然記念物として指定されている。

沖縄県の自然環境の保全に関する指針では八重山地域の各評価ランクの分布は図4-3-2のようになっている。港の周辺などを除き多くの範囲が評価ランク1とされている。

WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトにおいて、八重山地域の生物多様性優先保全地域として抽出された地域を図4-3-3に示した。八重山地域の広い範囲が抽出されている。

表 4 - 3 - 1. WWF 生物多様性優先保全地域（海域）

		海域
地域 八重山	西表島	北部のほぼ全域
	石西礁湖	ほぼ全域
	石垣島	東岸、浦底から川平までに点在、名蔵湾



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）行政区画データ、<http://nlftp.mlit.go.jp/ks/12>
 2. 国土交通省、国土数値情報（平成21年版）自然環境保全地域データ、<http://nlftp.mlit.go.jp/ks/12>
 3. 沖縄県自然環境課（1999）自然環境の保全に関する指針「沖縄編」。

図4-3-2. 自然環境の保全に関する指針.

1-3. サンゴ分布ポテンシャルマップ

WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトで評価されたサンゴ分布高ポテンシャル地点を図4-3-4に示す。さらに、サンゴ分布高ポテンシャル地域と評価されたポイントを自然地理的ユニットで集計した結果を、図4-3-5および図4-3-6に示した。礁池では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が大半であるため、15ポイント以上あった海域を表4-3-2に示した。

表4-3-2. サンゴ分布高ポテンシャルポイントが15以上（礁池）、10以上（礁斜面）の海域

	海域
礁池 (15以上)	西表島：鳩間島、西表島北、西表島南 石西礁湖：小浜島北、黒島北、竹富島北 石垣島：伊原間、伊土名、川平、崎枝湾、石垣港周囲、白保
礁斜面 (10以上)	西表島南西、小浜島北、加屋真島東

1-4. 八重山地域における海域の保全に関する区域の現状

八重山地域の保全に関する区域は、種類や管理主体が多様であり、サンゴ礁生態系を保全するには、現行の制度で様々な種類の保護区を複雑に組み合わせなければならない。海域の保全に関する区域は、漁業資源の保護、観光資源の保護、生態系の保護などの目的により、管理主体も水産行政、自然保護行政、コミュニティーなど多岐にわたり、その種類により規制が異なるなど非常に複雑である。また、自然環境保全に関する指針のように保全すべき地域として提案されているが、実際の保全には結びついていない地域が多くある。このような現状の中、自然環境および生物多様性を保全するにあたり、生物や生物多様性の保護を目的とし、立ち入りの制限、全ての動植物の採取捕獲を禁止、開発などの生物の生息環境に影響を与える行為の規制が行える海域の保全に関する区域の設定について多様な主体と連携して検討していく必要がある。

2. 観光に関する情報

<サンゴ礁域における観光>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<観光によるサンゴ礁への影響>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<持続可能な観光利用：エコツーリズム>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。今後の八重山地域の観光とサンゴ礁保全の参考とするため、八重山地域の観光地域について整理した。

2-1. 八重山地域における観光地

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

八重山地域では、西表島の西岸、石垣島の米原から御神崎にダイビングポイントが多い。また、ビーチは西表島と小浜島、竹富島に1箇所、石垣島に3箇所の計6箇所のビーチが整理されていた。また、陸域の活動場としてエコツーリズムやキャンプ場などが6箇所整理されていた。これ以外にもまだ多くのダイビングポイントやビーチ、キャンプ場等が存在していると考えられるが、ここでは昨年度の沖縄島本島地域の情報源と揃えるために上記文献に限り整理した。

上記でまとめた観光ポイントを、流域海域区分毎に再集計し、図4-3-8に示した。観光ポイントが3~4ポイントあったのは、西表島北、石垣島米原沖であった。5~10ポイントあったのは、西表島南の鹿川湾であった。その他の区域は3ポイント未満であった。

2-2. 観光まとめ

観光地が集中する地域は西表島北と南、石垣島の米原沖に限られていた。収集した情報が十分ではなく、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。

表 4-3-3. 八重山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	ハトマ東	16	網取	31	米原アウトリーフ
2	バラス北	17	ハリケーンチャプル	32	米原Wリーフ
3	バラス北西	18	サバ崎	33	山原
4	バラス西	19	浦	34	荒川
5	耳切り	20	パナリアアウトリーフ	35	川平水路
6	嘉弥真島北	21	東のWアーチ	36	御神崎南
7	マンタウェイ	22	イーストキャニオン	37	御神崎
8	落水崎	23	サンドウェーブポイント	38	川平石崎マンタスクラン
9	中ノ瀬	24	平久保崎灯台下	39	桜口沖リーフ
10	沈船	25	平久保沖	40	白保沖
11	オグリキャップ	26	安良口	41	竹富島海底温泉
12	タマモクロス	27	ビッグマウンテン		
13	イナリワン	28	グルクンの根		
14	崎山	29	米原内リーフ		
15	網取No.2	30	米原東		

表 4-3-4. 八重山地域におけるビーチ一覧

No.	地点名
1	マエサトビーチ
2	フサキビーチ
3	底地ビーチ
4	コンドイビーチ
5	はいむるぶしビーチ
6	星砂の浜

表 4-3-5. 八重山地域におけるエコツーリズム及びキャンプ場一覧

No.	地点名
1	浦内川
2	仲間川
3	ビナイサーラコース
4	米原キャンプ場
5	伊野田オートキャンプ場
6	星の砂キャンプ場

3. 漁業に関する情報

<沖縄県における漁業概要>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<漁業によるサンゴ礁への影響>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

<持続可能な漁業：資源管理>

第2章 第3節記載のとおりのため省略。

3-1. 八重山地域における漁業利用の範囲

八重山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。八重山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、八重山漁業協同組合が存在している(図4-3-9)。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10区画が設定されている。

また、保全に関する情報であるが、漁業利用中心の情報であるため、水産資源保護法に基づく保護水面と漁業者の定めた資源管理を目的とした禁漁区域をまとめた(表)。保護水面は、石垣島に2つあり(川平湾、名蔵湾)、禁漁区域は5区域が設定されている(カナラグチ、ユイサーグチ、ケングチ、インダビシ、鳩間島西)。

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。八重山地域における漁業は、沿岸全域で行われ、1つの漁業協同組合が存在している。サンゴ礁生態系保全と漁業を両立していくには、禁漁区、禁漁サイズ、保護区など資源管理を手法とした持続的な漁業を展開していくことが重要である。

参考文献

- 沖縄県農林水産部(2002) 沖縄の水産業
- 沖縄県農林水産部(2003) 漁業権の免許内容等(共同漁業権・区画漁業権)
- 沖縄県農林水産部(2003) 漁業権の免許内容等(特定区画漁業権・定置漁業権)
- 沖縄県水産課ホームページ <<http://www.pref.okinawa.jp/suisan/index.html>>
- 鹿熊信一郎(2007) アジア太平洋島嶼における破壊的漁業と海洋保護区—サンゴ礁生態系と漁業の両立をめざして—。基盤研究(A)「先住民による海洋資源の流通と管理」(課題番号15251012) 研究成果報告書. 213 - 242.
- 鹿熊信一郎(2007) 4-4 漁業. 日本のサンゴ礁. 122 - 126.
- 石西礁湖自然再生協議会(2007) 石西礁湖自然再生全体構想

表4-3-6. 八重山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304号	八重山漁業協同組合	第一種特定区画漁業	オゴノリ垂下式養殖業
2	特区第305号	〃	〃	サンゴ小割式養殖業
3	特区第306号	〃	〃	ライブロック小割式養殖業
4	特区第307号	〃	〃	ソフトコーラル小割式養殖業
5	特区第308号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
6	特区第309号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
7	特区第310号	〃	第一種特定区画漁業	サンゴ小割式養殖業
8	特区第311号	〃	〃	サンゴ垂下式養殖業
9	特区第312号	〃	〃	ソフトコーラル小割式養殖業
10	特区第313号	〃	〃	ライブロック小割式養殖業
11	特区第314号	〃	〃	サンゴ垂下式養殖業
12	特区第315号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
13	特区第316号	〃	第一種特定区画漁業	サンゴ小割式養殖業
14	特区第317号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
15	特区第318号	〃	〃	ライブロック小割式養殖業
16	特区第319号	〃	〃	ライブロック垂下式養殖業
17	特区第320号	〃	〃	ソフトコーラル小割式養殖業
18	特区第321号	〃	〃	ヒトエグサひび建て式養殖業
19	特区第322号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
20	特区第323号	〃	〃	魚類小割式養殖業
21	特区第324号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
22	特区第325号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
23	特区第326号	〃	第一種特定区画漁業	サンゴ小割式養殖業
24	特区第327号	〃	〃	ライブロック小割式養殖業
25	特区第328号	〃	〃	ソフトコーラル小割式養殖業
26	特区第329号	〃	〃	モズクひび建て式養殖業
27	特区第330号	〃	〃	モズクひび建て式養殖業
28	特区第331号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
29	特区第332号	〃	〃	ヒトエグサひび建て式養殖業
30	特区第334号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
31	特区第335号	〃	第一種特定区画漁業	ヒトエグサひび建て式養殖業
32	特区第336号	〃	〃	オゴノリひび建て式養殖業
33	特区第337号	〃	〃	サンゴ小割式養殖業
34	特区第338号	〃	〃	サンゴ垂下式養殖業
35	特区第339号	〃	〃	ソフトコーラル小割式養殖業
36	特区第340号	〃	〃	ライブロック小割式養殖業
37	特区第341号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
38	特区第342号	〃	〃	キリンサイ垂下式養殖業
39	特区第343号	〃	〃	サンゴ小割式養殖業
40	特区第344号	〃	〃	ライブロック垂下式養殖業
41	特区第345号	〃	〃	ソフトコーラル小割式養殖業
42	特区第346号	〃	〃	ライブロック小割式養殖業
43	特区第347号	〃	〃	シャコガイ小割式養殖業
44	特区第348号	〃	第三種特定区画漁業	シャコガイ地蒔式養殖業
45	特区第349号	〃	第一種特定区画漁業	真珠母貝垂下式養殖業
46	特区第350号	〃	〃	サンゴ小割式養殖業

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

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。八重山地域の陸域海域区分を図4-4-1に示す。

1-1. 流域区分

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

1-2. 海域区分

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

1-3. 流域・海域の統合

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

1-3-1. 流域海域区分を用いるときの注意

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

八重山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

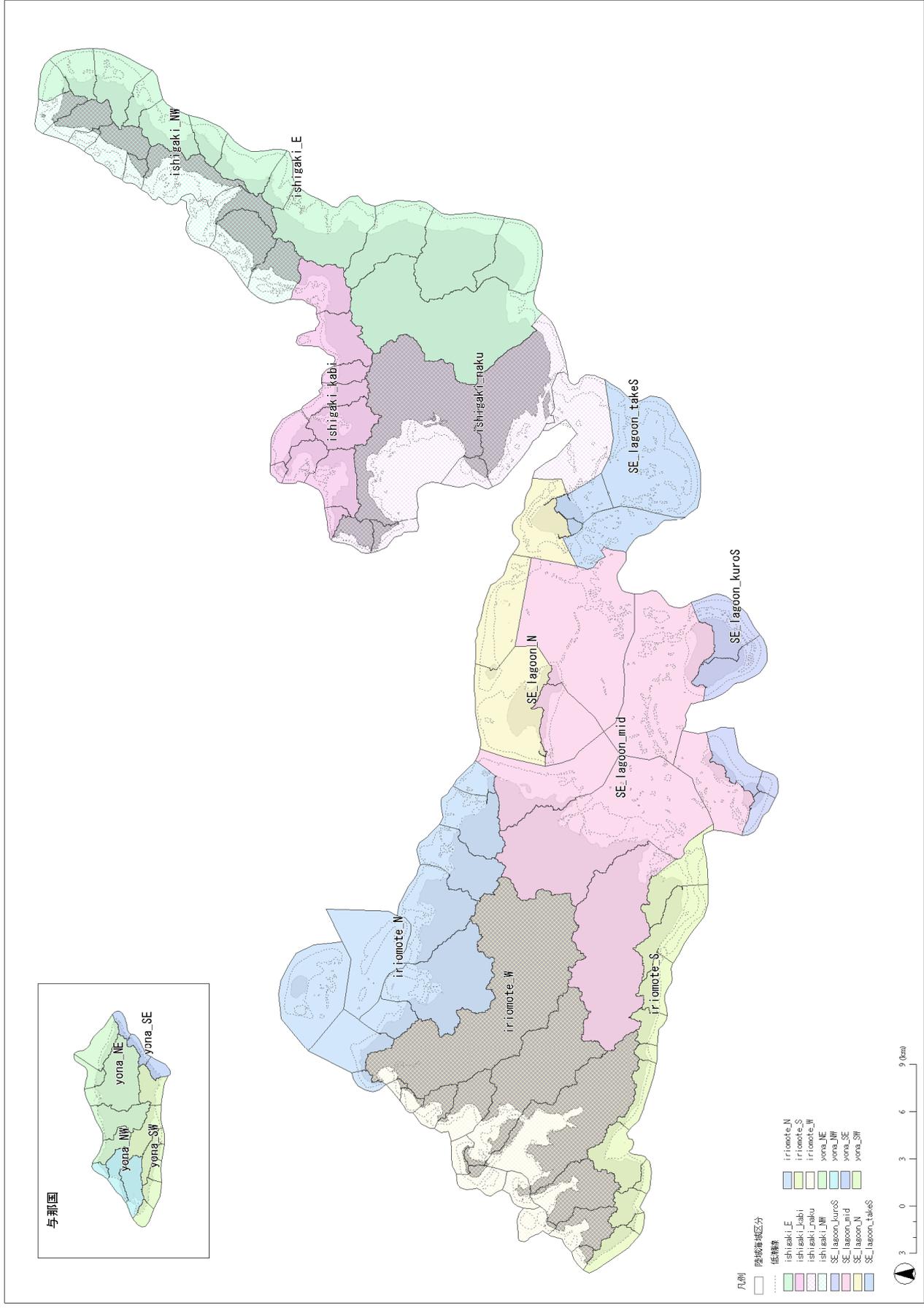


図4-4-2. 八重山地域における地域区分.

2. サンゴ群集の現況と変遷

2-1. 八重山地域におけるサンゴ群集の現況

<八重山地域のサンゴ被度の概況>

八重山地域のサンゴ群集の被度は 25%~50%の割合が最も高いが、23.7%であった。サンゴ被度 5~75%の間でそれぞれ 20%前後占めており、サンゴ被度の割合の幅が広い。サンゴ被度 75~100%は全体で 3.9%と非常に少ない（表 4-4-1）。

表 4-4-1. マンタ法調査における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
石垣東	ishigaki_E	4.0	24.4	34.9	31.4	5.3	0.0
石垣北西	ishigaki_NW	5.0	11.8	29.0	38.3	14.8	1.1
石垣西	ishigaki_kabi	11.2	15.0	16.6	36.0	21.2	0.0
石垣南西	ishigaki_naku	13.8	38.0	25.8	15.3	7.1	0.0
石西礁湖北	SE_lagoon_N	6.4	1.6	9.1	15.8	61.1	6.0
石西礁湖竹富南	SE_lagoon_takeS	31.7	48.0	11.0	6.1	3.2	0.0
石西礁湖中央	SE_lagoon_mid	27.9	34.7	24.4	10.3	1.9	0.7
石西礁湖黒島周辺	SE_lagoon_kuroS	10.8	15.3	33.4	26.8	13.7	0.0
西表北	iriomote_N	3.8	5.4	11.2	27.3	43.4	8.9
西表西	iriomote_W	7.5	5.8	12.9	24.3	27.9	21.6
西表南	iriomote_S	0.6	17.8	31.4	37.1	13.2	0.0
与那国北東	yona_NE	6.5	16.2	30.4	27.4	19.5	0.0
与那国北西	yona_NW	10.1	49.8	24.7	10.4	5.0	0.0
与那国南東	yona_SE	45.5	22.8	17.0	6.9	7.8	0.0
与那国南西	yona_SW	19.6	29.9	31.1	15.8	3.6	0.0
八重山海域		12.3	20.7	21.9	23.7	17.6	3.9

<石垣東>

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、34.9%を占めている。サンゴ被度 25~50%の割合も高く、31.4%を占めている。サンゴ被度 75~100%の割合は低く、0%であった。マンタ調査で確認されたオニヒトデも多かった。スポットチェック法による調査では、平久保崎北礁斜面、星野東礁池でサンゴ被度が高かった。平久保崎北礁斜面では多くのオニヒトデが確認された。

<石垣北西>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 25~50%の割合が最も高く、38.3%を占めている。サンゴ被度 50~75%の割合も 14.8%あった。しながらサンゴ被度 75~100%の割合は低く、1.1%であった。マンタ調査で確認されたオニヒトデも多かった。スポットチェック法による調査では、平久保半島西礁斜面、伊原間礁斜面、野底礁斜面でサンゴ被度が高かった。伊原間礁斜面では非常に多くのオニヒトデが確認された。

＜石垣西＞

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 25～50%の割合が最も高く、36.0%を占めている。サンゴ被度 50～75%の割合も比較的高いが、サンゴ被度 75～100%の割合は低く、0%であった。マンタ調査で確認されたオニヒトデは一部地域で多く、全域で食痕が確認された。スポットチェック法による調査では、浦底湾周辺礁斜面、米原北離礁、御神崎礁斜面でサンゴ被度が高かった。

＜石垣南西＞

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、38.0%を占めている。サンゴ被度 10～25%の割合も高く、25.8%を占める。サンゴ被度 50～75%や 75～100%の割合は低かった。スポットチェック法による調査では、御神崎礁斜面、名蔵湾南岸離礁でサンゴ被度が高かった。マンタ調査でオニヒトデはほとんど確認されていないが、一部地域で多くの食痕が確認された。

＜石西礁湖北＞

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 50～75%の割合が最も高く、61.1%を占めており、八重山地域の中で 50～75%の比率が最も高かった。しながらサンゴ被度 75～100%の割合は低く、6.0%であった。

＜石西礁湖竹富南＞

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、48.0%を占める。サンゴ被度 0～5%の割合も高く、31.7%を占める。サンゴ被度 50～75%や 75～100%の割合は低かった。スポットチェック法による調査では、竹富島南西離礁でサンゴ被度が高かった。

＜石西礁湖中央＞

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、34.7%を占める。サンゴ被度 0～5%の割合も高く、27.9%を占める。サンゴ被度 50～75%や 75～100%の割合は低かった。マンタ調査で確認されたオニヒトデは一部地域で多く、広い範囲で食痕が確認された。スポットチェック法による調査では、ヨナラ水道南礁斜面でサンゴ被度が高かった。

＜石西礁湖黒島周辺＞

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、33.4%を占める。サンゴ被度 25～50%の割合も高く、26.8%を占める。サンゴ被度 75～100%の割合は低かった。マンタ調査で確認されたオニヒトデは一部地域で多く、広い範囲で食痕が確認された。スポットチェック法による調査では、黒島東礁斜面、新城島東礁斜面でサンゴ被度が高かった。

＜西表北＞

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 50～75%の割合が最も高く、43.4%を占める。サンゴ被度 25～50%の割合も高く、27.3%を占める。サンゴ被度 75～100%の割合は 8.9%と低い、八重山地域の中で 2 番目に高い。マンタ調査でオニヒトデはほとんど確認されてい

ないが、全域で多くの食痕が確認された。スポットチェック法による調査では、鳩間島南離礁、西表島北の広い範囲の礁斜面でサンゴ被度が高かった。

<西表西>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 50~75%の割合が最も高く、27.9%を占める。サンゴ被度 25~50%の割合も高く、24.3%を占める。サンゴ被度 75~100%の割合は 21.6%と八重山地域の中で最も高い。マンタ調査でオニヒトデはほとんど確認されていないが、全域で多くの食痕が確認された。スポットチェック法による調査では、西表島西の広い範囲の礁斜面でサンゴ被度が高かった。

<西表南>

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、37.1%を占める。サンゴ被度 50~75%の割合も 13.2%あった。しながらサンゴ被度 75~100%の割合は低く、0%であった。マンタ調査でオニヒトデはほとんど確認されていないが、一部の地域で多くの食痕が確認された。スポットチェック法による調査では、西表島南の広い範囲の礁斜面でサンゴ被度が高かった。

<与那国北東>

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、30.4%を占める。サンゴ被度 25~50%の割合も高く、27.4%を占める。サンゴ被度 75~100%の割合は低かった。スポットチェック法による調査では、与那国島北礁斜面でサンゴ被度が高かった。

<与那国北西>

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、49.8%を占める。サンゴ被度 10~25%の割合も高く、24.7%を占める。サンゴ被度 50~75%や 75~100%の割合は低かった。スポットチェック法による調査では、与那国島北西礁斜面でサンゴ被度が高かった。

<与那国南東>

マンタ法による調査では、サンゴ被度が 0~5%の割合が最も高く、45.5%を占める。サンゴ被度 5~10%の割合も高く、22.8%を占める。サンゴ被度 25%以上の割合は低く、75~100%の割合は 0%であった。

<与那国南西>

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、31.1%を占める。サンゴ被度 5~10%の割合も高く、29.9%を占める。サンゴ被度 75~100%の割合は低かった。スポットチェック法による調査では、与那国島南礁池でサンゴ被度が高かった。

2-2. 八重山地域におけるサンゴ群集の変遷

2-2-1. 広域概況調査結果の変遷（マンタ法）

1991年に八重山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。

八重山地域全体では、1991年の調査ではサンゴ被度50%以上の割合が14.6%あったが、今年度の調査では24.5%に増加している。サンゴ被度5%～50%の割合は、1991年は49.8%であったのが今年度の調査では66.2%に増加している。サンゴ被度0～5%の割合は、1991年では23.9%であったが、今年度は9.1%に減少している。

地域別にみると、八重山地域の多くの地域では、サンゴ被度5～50%の割合が大きく増加している。1991年の調査では、サンゴ被度50%以上の割合が最も高かったのは石西礁湖北のみであったが、今年度の調査では、石西礁湖北、西表北、西表西でサンゴ被度50%以上の割合が最も高かった。特に、西表西のサンゴ被度50%以上の増加が著しく、石垣東、石西礁湖竹富南の50%以上の減少が著しかった。

陸域海域区分別にみると、2010年の八重山地域全体では1991年のサンゴ被度から「わずかに増加」もしくは「増加」している区分が多い（図4-4-3）。石垣島東では1991年と2010年のサンゴ被度に変化がない区分が多く、「わずかに減少」している区分が2ヶ所ある（図4-4-3）。

表 4-4-2. 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（八重山地域）. 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
石垣東	ishigaki_E	3.5	65.5	23.8
石垣北西	ishigaki_NW	36.1	48.8	2.9
石垣西	ishigaki_kabi	35.1	40.0	14.6
石垣南西	ishigaki_naku	21.4	29.6	10.9
石西礁湖北	SE_lagoon_N	6.7	45.4	47.8
石西礁湖竹富南	SE_lagoon_takeS	12.4	66.6	21.0
石西礁湖中央	SE_lagoon_mid	43.3	56.7	0.0
石西礁湖黒島周辺	SE_lagoon_kuroS	24.6	66.3	9.1
西表北	iriomote_N	17.7	57.7	20.9
西表西	iriomote_W	20.1	45.8	5.3
西表南	iriomote_S	32.0	52.2	15.8
与那国北東	yona_NE	24.6	59.6	15.8
与那国北西	yona_NW	30.0	52.8	17.2
与那国南東	yona_SE	74.4	25.6	0.0
与那国南西	yona_SW	66.3	33.7	0.0
八重山海域		23.9	49.8	14.6

N. D. はデータ無し

表 4-4-3. 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（八重山地域）. 赤い塗りつぶしは最も高い割合. 1991 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
石垣東	ishigaki_E	3.7	90.8	5.5
石垣北西	ishigaki_NW	5.0	78.2	16.8
石垣西	ishigaki_kabi	7.6	66.5	24.2
石垣南西	ishigaki_naku	13.8	79.1	7.1
石西礁湖北	SE_lagoon_N	6.4	26.5	67.1
石西礁湖竹富南	SE_lagoon_takeS	34.2	65.2	0.6
石西礁湖中央	SE_lagoon_mid	6.7	87.6	5.7
石西礁湖黒島周辺	SE_lagoon_kuroS	10.8	75.5	13.7
西表北	iriomote_N	3.8	43.9	52.3
西表西	iriomote_W	7.5	43.0	49.5
西表南	iriomote_S	0.6	86.3	13.2
与那国北東	yona_NE	6.5	74.0	19.5
与那国北西	yona_NW	10.1	84.9	5.0
与那国南東	yona_SE	45.5	46.7	7.8
与那国南西	yona_SW	19.6	76.8	3.6
八重山海域		9.1	66.2	24.5

N. D. は第 4 回自然環境保全基礎調査で未調査

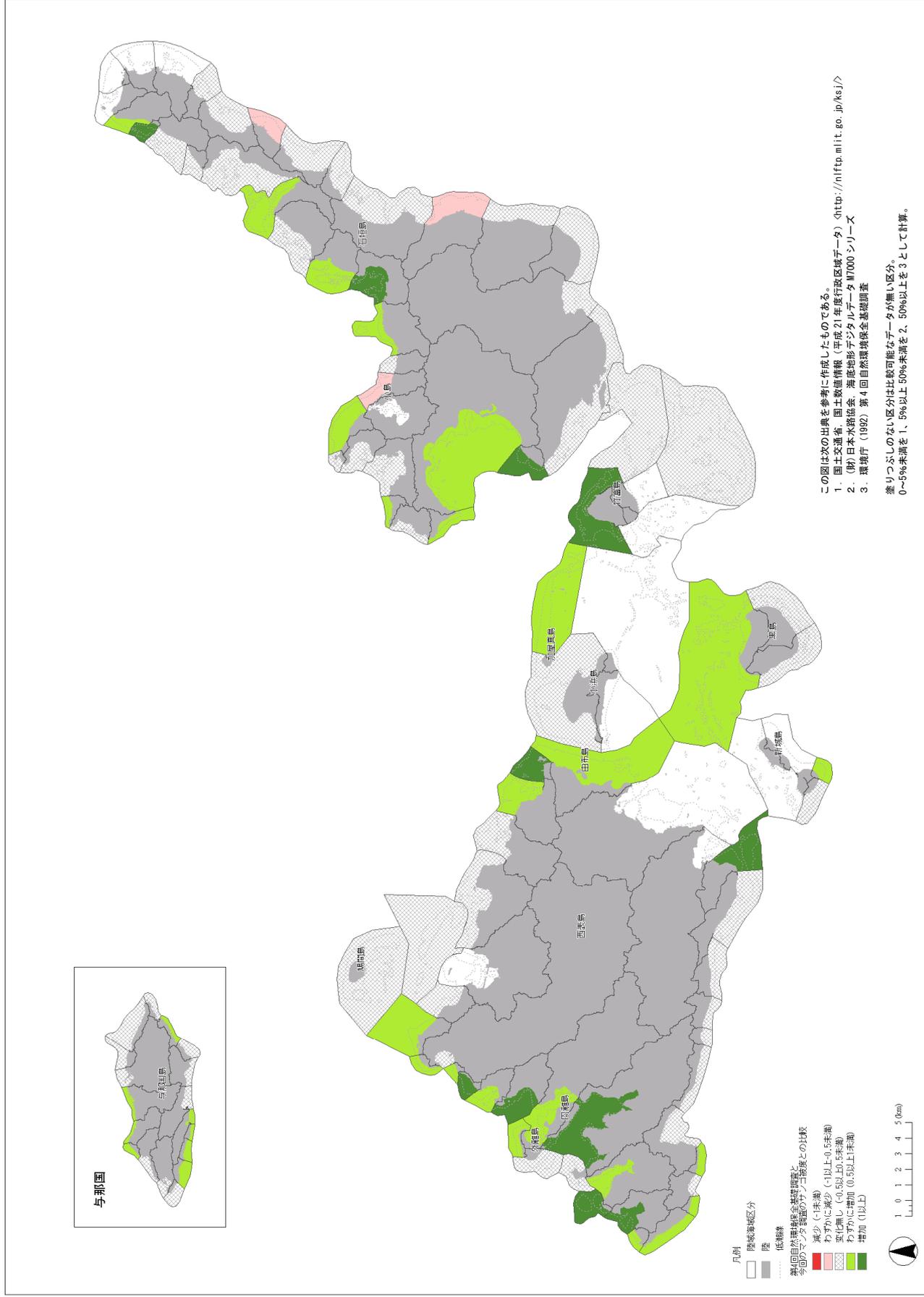


図4-4-3. 広域概況調査による1991年と2010年の陸域海域区分毎の変化（第4回自然環境保全基礎調査とマツタケ調査）。

2-2-2. 簡易遊泳観察調査結果の変遷

八重山地域における1973年から2010年までのサンゴ被度の経年変化を図4-4-4に示す。1973年にはサンゴ被度の中央値は50%前後であったが、1980年代から1993年頃までサンゴ被度は低いまま推移している。ただし、1973年の調査と1983年の調査は、調査地点がほとんど重ならないため比較には注意が必要である。1994年と1995年の調査では実際のサンゴ被度よりも高く記録されているようであるが、そのような過大評価を考慮しても1994年から1997年までのサンゴ被度の中央値は増加傾向にある。しかしながら、1998年にサンゴ被度の中央値は大きく減少し、2000年頃まで横ばいで推移している。2001年から2004年まではサンゴ被度の中央値は徐々に増加し、2005年から2006年まで横ばいで推移していたが、2007年には大きく被度の中央値は下がり、2007年以降は横ばいで推移している。

陸域海域区分毎のサンゴ被度の変遷を図4-5-5～図4-4-15に示す。これまで行われてきた簡易遊泳観察による各地点のサンゴ被度を、陸域海域区分毎に集計し調査年ごとに平均化した。ただし、サンゴ被度がランクで表現されている場合は中央値を用いた（例えば、10～25%の場合は17.5%）。

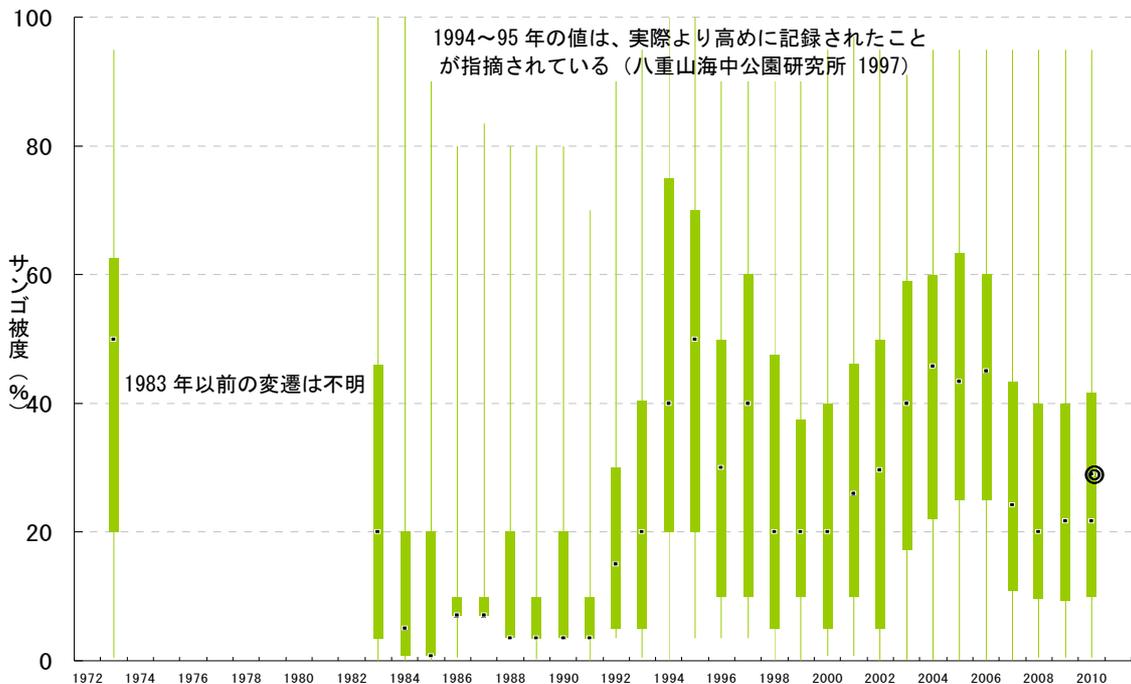


図4-4-4. 簡易遊泳観察法による八重山地域のサンゴ被度の変遷. 横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度(%)を、図中の黒い点(■)は中央値、緑色のボックス(■)は第一第三各四分位値、エラーバー(|)は最大最小値を表している. 参考として2010年のマンタ調査結果の平均値を二重丸(◎)で表す. 1983年以前は、1973年しか調査が実施されておらず、1974年から1983年の間のサンゴ被度の変遷は不明である. また、調査範囲が年代で異なり、1994～1995年に石西礁湖で実施された調査のサンゴ被度は、実際より高めに記録されたことが指摘されている.

<石垣東 (ishigaki_E) >

1998年以前の調査は少ないが、1973年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで65%程度あり、低いところで5%程度であった。1993年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで50%程度あり、低いところで0~5%であった。1998年以降は、多くの地点が40%以下で推移しているが、2003年から2004年にかけて増加している。2004年からは全体的に減少傾向にあり、2006年から2007年にかけて、多くの地点でサンゴ被度が大きく減少している。

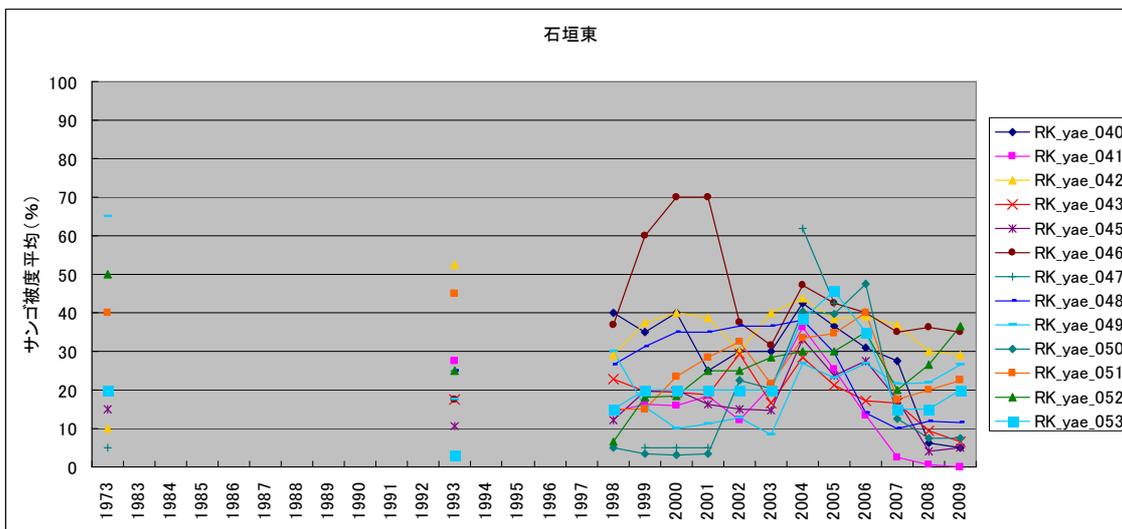


図4-4-5. 石垣東におけるサンゴ被度の変化.

<石垣西 (ishigaki_kabi) >

1998年以前の調査は少ないが、1973年の調査では、サンゴ被度の平均は60%であった。1993年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで50%程度あり、低いところで0~5%であった。1998年以降は、2005年頃まで増加傾向にある地点が多いが、2006年から2007年にかけて、多くの地点でサンゴ被度が大きく減少している。2007年以降は多くの地点でわずかながら増加傾向にある。

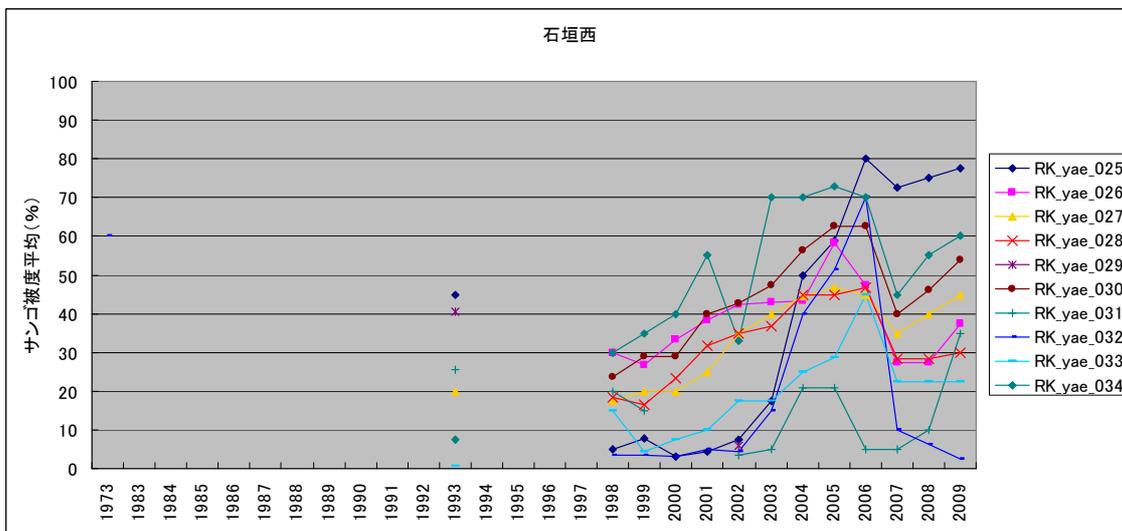


図4-4-6. 石垣西におけるサンゴ被度の変化.

<石垣北西 (ishigaki_NW) >

1998年以前の調査は少ないが、1973年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで80%程度、低いところで0~5%であった。1993年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで75%程度、低いところで10%未満であった。1998年以降は、2002年頃まで増加している地点 (RK_yae_018, 020) と30%未満で推移する地点がみられる。2002年から2006年にかけて増加傾向にある地点 (RK_yae_017, 021, 022, 024, 044) と減少傾向にある地点 (RK_yae_019, 020, 023) が混在し、2006年から2007年にかけて、多くの地点でサンゴ被度が大きく減少している。

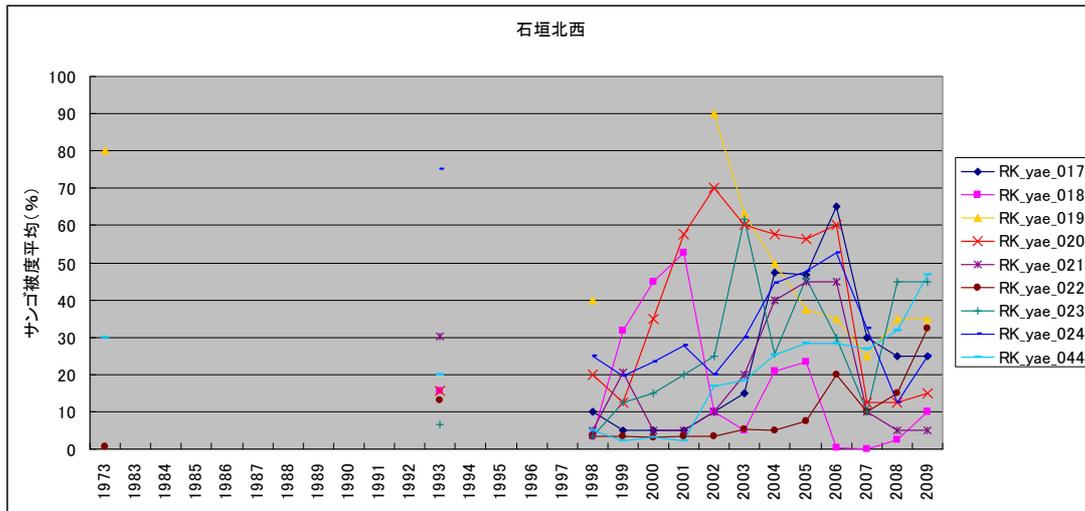


図4-4-7. 石垣北西におけるサンゴ被度の変化.

<石垣南西 (ishigaki_naku) >

1983年以前の調査は少ないが、1973年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで95%程度、低いところで25%程度であった。1983年から1984年にかけてサンゴ被度の平均は大きく減少し、1991年まで低い値で推移している。1991年から1995年まで大きく増加している地点が多いが、1995年以降から2000年頃まで減少し、以降はサンゴ被度が増加傾向にある地点が多く、2005年から2007年にかけて減少している地点が多い。

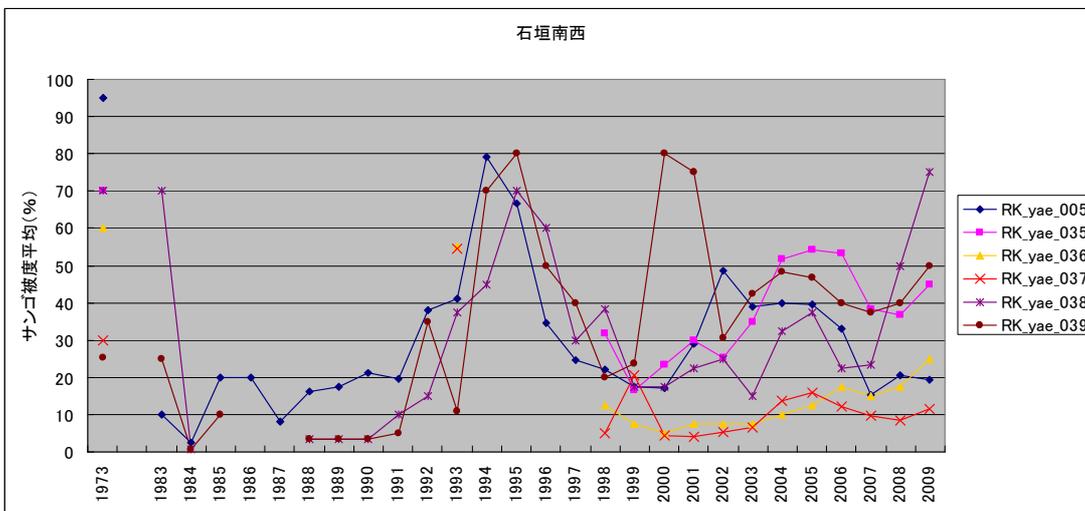


図4-4-8. 石垣南西におけるサンゴ被度の変化.

<石西礁湖北 (SE_lagoon_N) >

1983年以前の調査は少ないが、1973年の調査では、サンゴ被度の平均は50~80%程度であった。1983年から1984年にかけてサンゴ被度の平均は大きく減少し、1991年まで40%以下で推移している。1991年からは1995年まで大きく増加している地点がみられ、1995年以降からは1999年頃までは減少傾向にある。特に1996年から1998年にかけての減少が大きい。2002年以降は、2006年から2007年の間を除いて全体的に増加傾向にある。

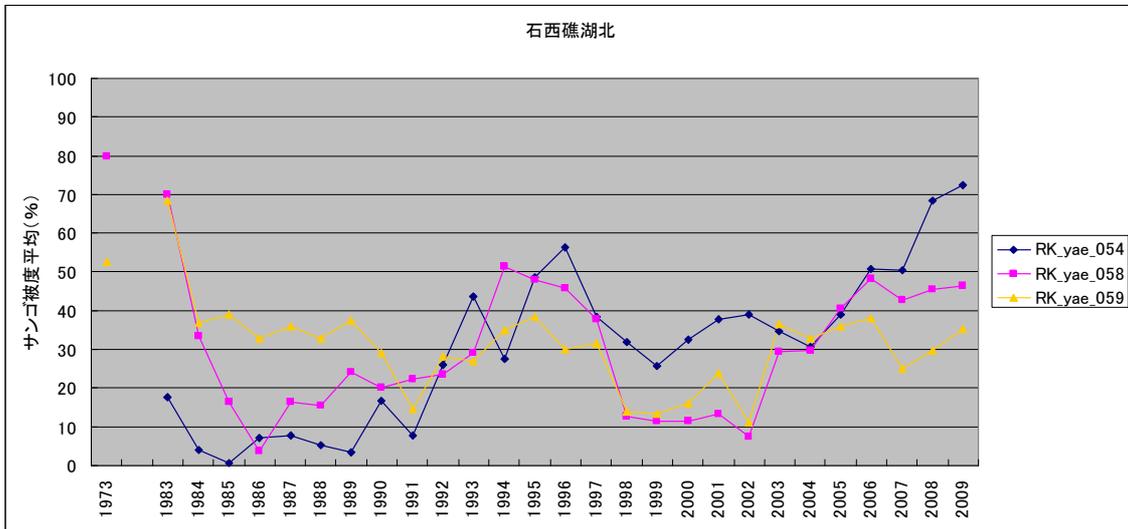


図4-4-9. 石西礁湖北におけるサンゴ被度の変化.

<石西礁湖竹富南 (SE_lagoon_takeS) >

1983年以前の調査は少ないが、1973年の調査では、サンゴ被度の平均は55%程度であった。1983年から1992年頃までサンゴ被度の平均は低い値で推移している。RK_yae_056では1993年から2003年まで増加傾向にあるが、1996年と1997年及び1999年と2000年に大きく減少している。RK_yae_006では1992年から1993年に大きく増加し、その後増減を繰り返しながら、2000年まで減少傾向にある。RK_yae_056, 006ともに、2005年以降は大きく減少している。

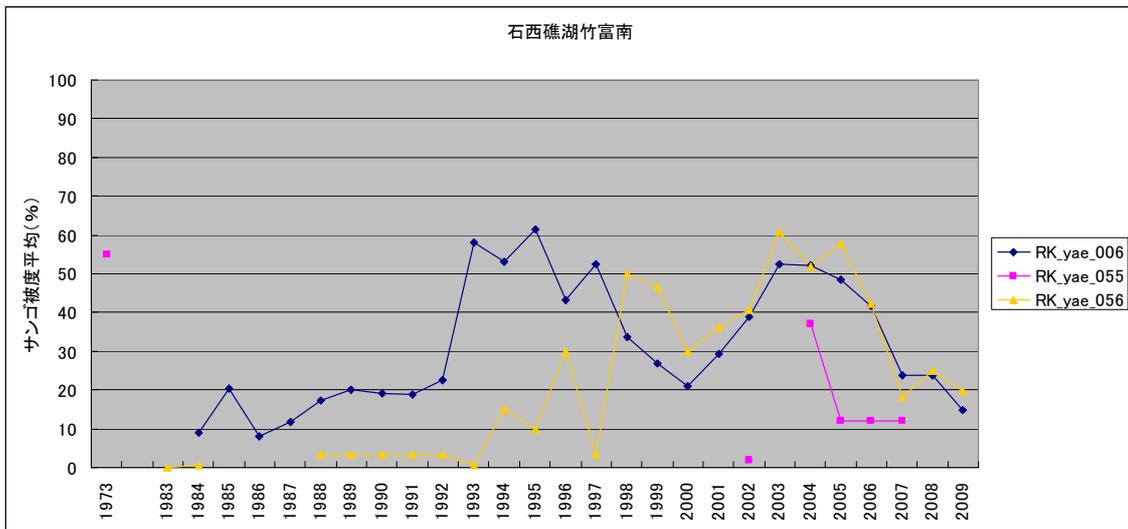


図4-4-10. 石西礁湖竹富南におけるサンゴ被度の変化.

<石西礁湖中央 (SE_lagoon_mid) >

この海域で 1983 年以前に簡易遊泳調査は行われていない。1983 年から 1992 年頃までサンゴ被度の平均は多くの地点で 30%未満の低い値で推移している。1992 年からは 1994 年まで大きく増加している地点が多いが、1996 年に大きく減少している。その後、2003 年から 2005 年までの間に増加傾向であったが、2006 年から 2007 年の間に大きく減少している地点が多い。

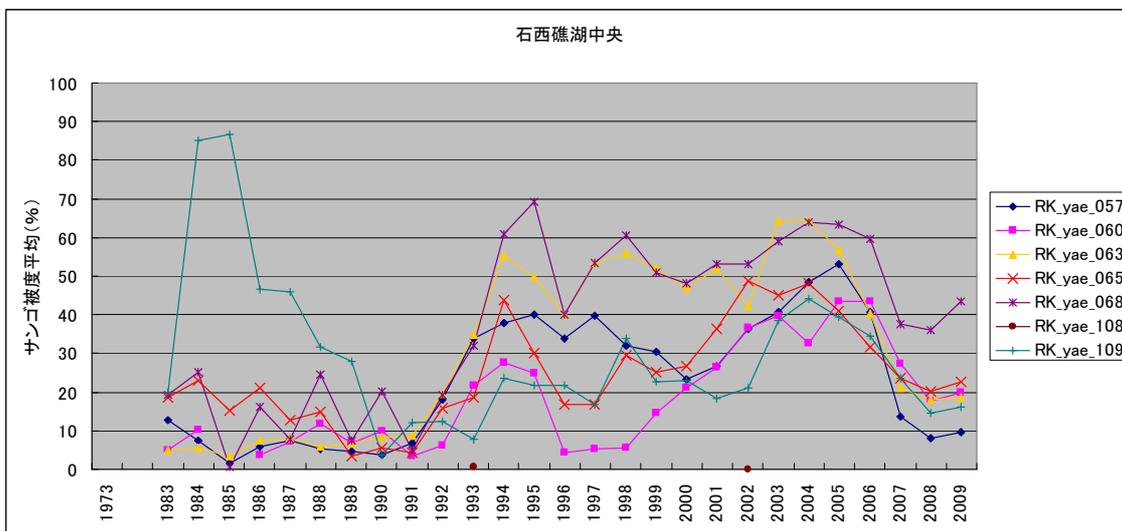


図 4-4-11. 石西礁湖中央におけるサンゴ被度の変化.

<石西礁湖黒島周辺 (SE_lagoon_kuroS) >

この海域で 1983 年以前に簡易遊泳調査は行われていない。1983 年から 1992 年頃までサンゴ被度の平均は多くの地点で 30%以下の低い値で推移している。1991 年からは 1994 年までは増加傾向にあり、1995 年から 2002 年頃までは全体的に減少傾向にある。2002 年以降 2005 年頃まで大きく増加している地点がみられ、その後は減少傾向にある。特に、2005 年から 2008 年の間に大きく減少している地点が多い。

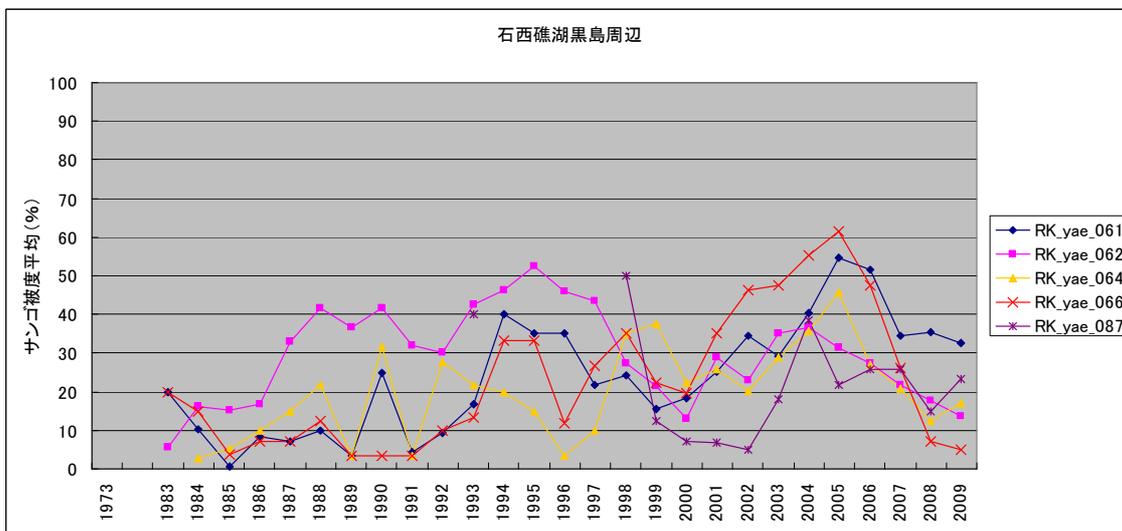


図 4-4-12. 石西礁湖黒島周辺におけるサンゴ被度の変化.

<西表北 (iriomote_N) >

1999年以前の調査は少ないが、1993年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで30%程度あり、低いところで0~5%であった。1999年以降は2005年頃まで増加傾向にあるが、2005年から2007年に減少している。

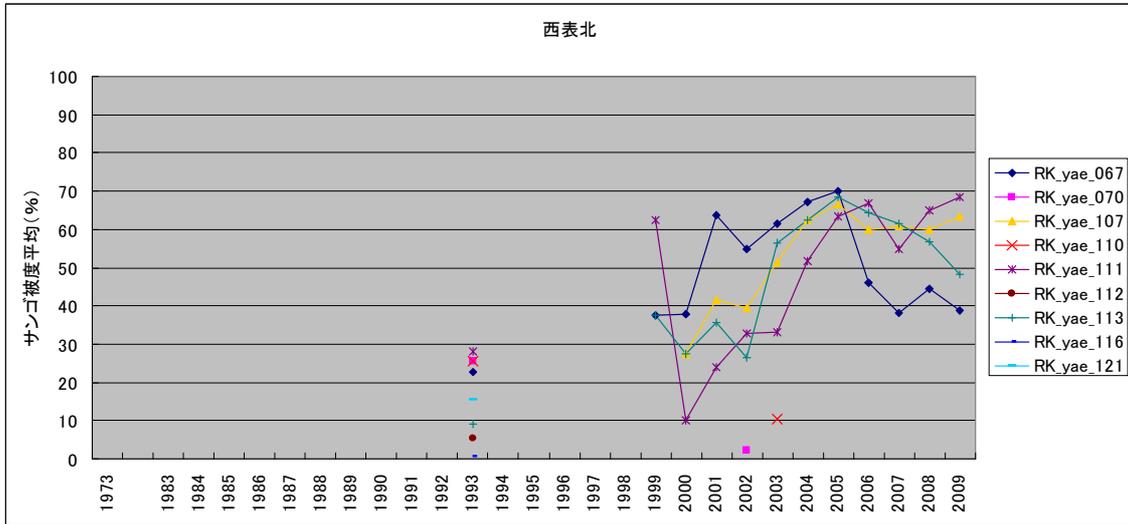


図4-4-13. 西表北におけるサンゴ被度の変化.

<西表西 (iriomote_W) >

1999年以前の調査は少ないが、1993年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで40%程度あり、低いところで0~5%であった。2000年以降は、減少傾向にあるRK_yae_074を除き、増加傾向にある地点が多い。

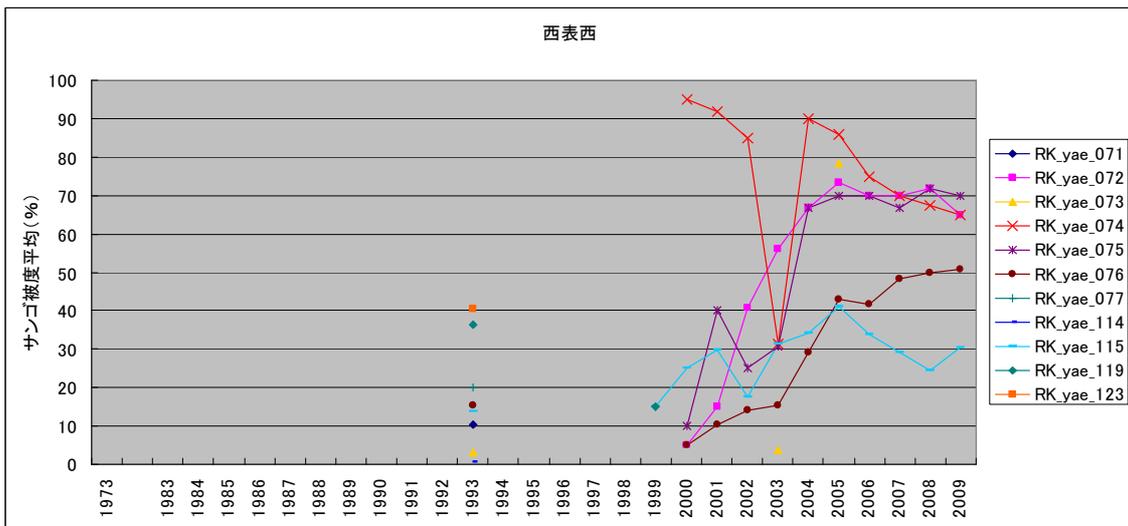


図4-4-14. 西表西におけるサンゴ被度の変化.

<西表南 (iriomote_S) >

1999年以前の調査は少ないが、1993年の調査では、サンゴ被度の平均は高いところで50%程度あり、低いところで0~5%であった。2002年から2003年にサンゴ被度の平均が大きく増加している地点が多い。2006年以降は減少傾向にある地点が多く、2006年から2007年にかけて大きく減少している地点が多い。

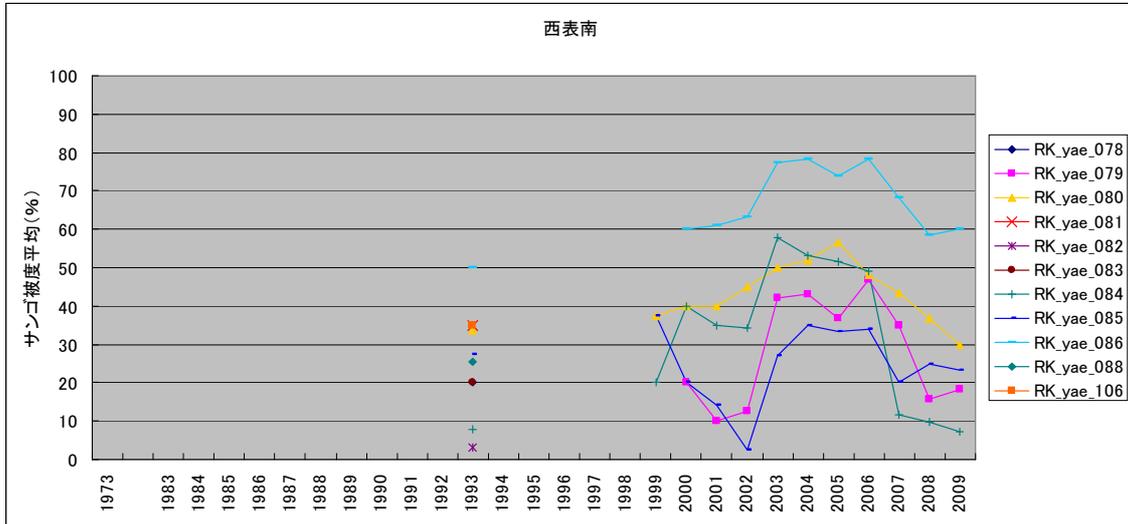


図4-4-15. 西表南におけるサンゴ被度の変化.

<与那国 (yona_NE, yona_NW, yona_NW, yona_SW) >

与那国北東 (yona_NE)、与那国北西 (yona_NW)、与那国北西 (yona_NW)、与那国南西 (yona_SW) では過去に簡易遊泳観察による調査が行われておらず、サンゴ被度の変遷は第4回自然環境保全基礎調査などを参照するほかない。

3. サンゴ群集と攪乱要因との関係

<オニヒトデ>

八重山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を図4-4-16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、15分または100m四方）を超えた年は、1983年、1985年、2003年及び2007～2010年であった。1983年及び2007年の前後でサンゴ被度の中央値が大きく低下している。また、過去のオニヒトデ駆除の記録では、八重山地域では1950年頃からオニヒトデの駆除が行われており、1980年代はじめの大発生時には100万個体以上駆除されている（表4-2-2）。これらのことから、1970年代始めや1980年代始めにオニヒトデが大発生し、サンゴ群集に大きな影響を与えたと考えられる。さらに、2003年頃から2011年にかけて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さらに影響を受けると推測される。近年のオニヒトデの大発生は、図4-2-57～図4-2-66の2000年から2009年までのサンゴの被度とオニヒトデ個体数の変化より、石西礁湖内でオニヒトデの数が徐々に増加していることがわかる。オニヒトデの確認地点は石西礁湖内の南側から北側へ、そして2007年には鳩間島周辺や石垣島周辺にも広がっていった。オニヒトデの確認地点の増加と拡大に伴い、2007年から石西礁湖内のサンゴ被度は急激に低下していることがわかる。

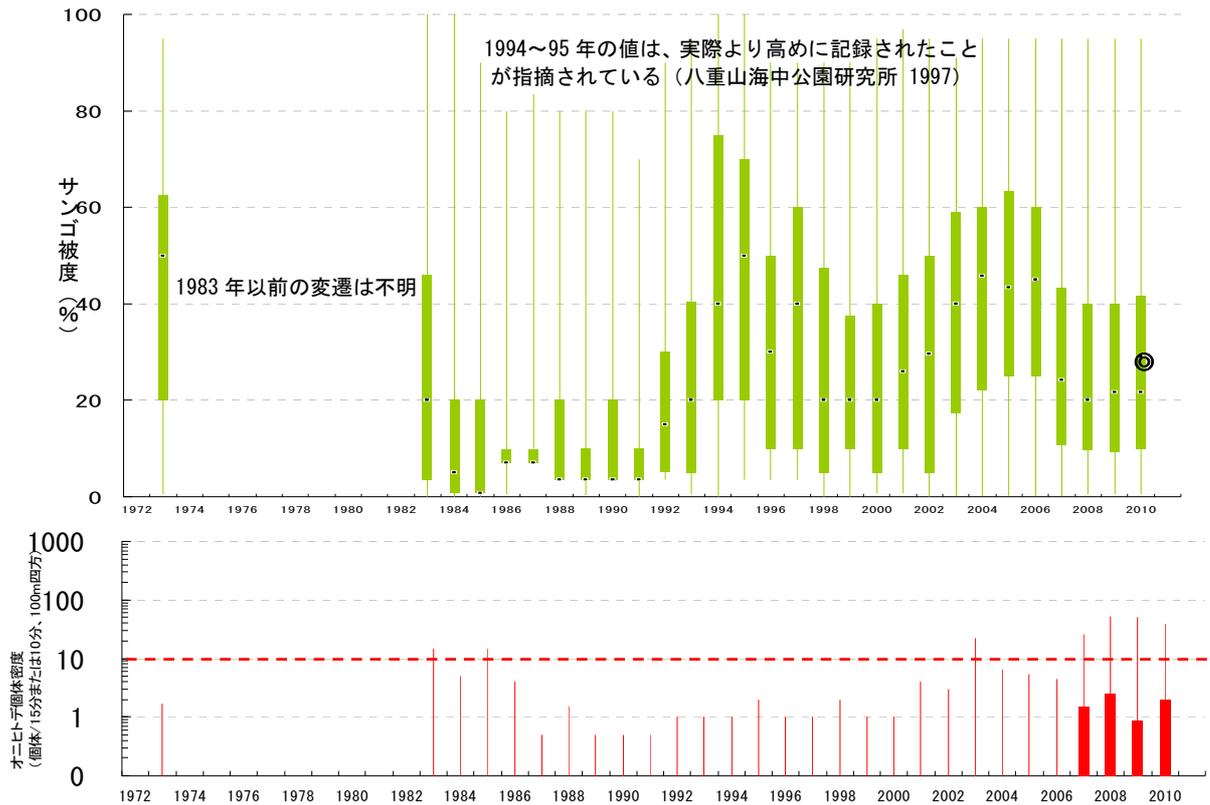


図4-4-16. 簡易遊泳観察法による八重山地域のサンゴ被度と1地点当りのオニヒトデ個体数密度の変遷. 1983年以前は、1973年しか調査が実施されておらず、1974年から1983年間のサンゴ被度の変遷は不明である. また、調査範囲が年代で異なり、1994~1995年に石西礁湖で実施された調査のサンゴ被度は、実際より高めに記録されたことが指摘されている.

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.

<白化現象>

簡易遊泳観察法による 1983 年から 2009 年までの八重山地域のサンゴ被度と 1 地点あたりの白化割合及び白化確認地点の割合を図 4-4-17 に示した。1998 年と 2007 年に 1 地点あたりの白化割合と白化確認地点の割合が非常に高く、サンゴ被度がその前後で大幅に減少していることが分かる。図 4-4-17 と八重山地域で行われた多くの研究等から、1998 年と 2007 年に八重山地域のサンゴ群集は高水温による大規模な白化現象により大きな影響を受けたと考えられる。特に、1998 年は世界的な規模で白化現象が確認され、沖縄県でも多くの地域で白化現象が確認されていることなどから、八重山地域のサンゴ群集へ広範囲で大きな打撃を受けたと推測される。また、2007 年は白化現象だけでなく、前述のとおりオニヒトデも多くの地点で確認されていることから、広範囲のサンゴ群集が白化現象とオニヒトデにより大きな打撃を受けたと推測される。

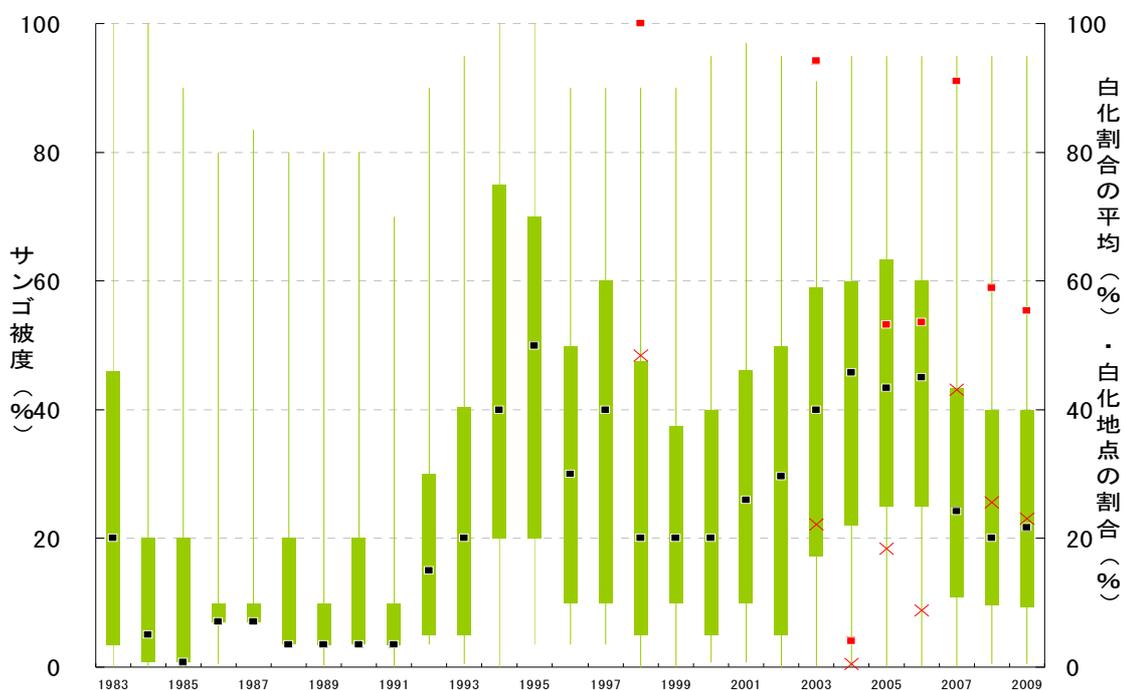


図 4-4-17. 簡易遊泳観察法による 1983 年から 2009 年までの八重山地域のサンゴ被度と 1 地点あたりの白化割合及び白化確認地点の割合。横軸は調査年、左側の縦軸はサンゴ被度 (%) を、右側の縦軸は 1 地点あたりの白化割合 (×) と白化確認地点の割合 (■) を、図中の黒い点 (●) は中央値、緑色のボックス (■) は第一第三各四分位値、エラーバー (|) は最大最小値を表している。2003 年以前の調査では、1998 年の調査のみで白化割合が記録されている。調査範囲が年代で異なり、1994~1995 年に石西礁湖で実施された調査のサンゴ被度は、実際より高めに記録されたことが指摘されている。

＜赤土等土壌流出＞

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

USLE 式による土壌流出推定量の結果は、石垣島宮良川流域、西表島浦内川流域、西表島クイラ川・ヒドリ川流域の土壌流出総量のランクが高かった。土壌流出総量のランクが高い西表島の流域は、裸地からの流出総量が多くなっているが、航空写真等で確認したところ、土地利用現況に河川や砂浜が含まれていることが多かった。また、土地利用の現況のほとんどが広葉樹林であり、流域面積が広いため土壌流出総量のランクが高くなっていると考えられる。一方で、石垣島宮良川流域はサトウキビ畑やパイナップル畑などの畑の面積が大きく、地目別にみても流出総量が高いため、人為的に赤土等の土壌流出が多くなっている可能性が示唆された。

＜水質＞

八重山地域の水質は、沖縄県公共用水域水質測定結果の調査地点が少なく、情報が限定的であった。八重山地域の水質は沖縄島本島地域の水質と比較すると良好であるが、近年の石垣島の人口増加と下水道普及率を考慮すると、栄養塩等の流入により、海域への負荷は高まっていると考えられる。

＜観光＞

観光地が集中する地域は西表島北と南、石垣島の米原沖に限られていた。収集した情報が十分ではなく、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＞

八重山地域では、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比較的少ないと考えられる。埋め立てと八重山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。また、八重山地域の人工海岸は港や空港周辺に限られている。

<まとめ>

八重山地域のサンゴ礁は、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おり、地域により赤土等の土壌の流出や水質の変化により複合的な影響を受けている可能性がある。八重山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、地球規模的なかく乱に対しても有効である。さらにサンゴ礁の劣化に根本的に対処するために、オニヒトデの大発生と栄養塩類、白化現象と地球規模の気候変動、サンゴの病気と水質など可能性のあるかく乱要因に対して調査、研究することも重要である

第5節 八重山地域まとめ

＜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た（図4-5-1）。八重山地域（情報の限られる与那国島と波照間島を除く）のサンゴ被度は、長期的にみて大きく変動している（図4-5-1）。

第4章4節3「サンゴ群集と攪乱要因との関係」より、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年代には石西礁湖のサンゴ群集を回復がすすんだ。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。近年の調査結果を考慮すると、八重山地域のサンゴ群集は今後さらにオニヒトデによる攪乱を受け、サンゴ被度は大きく減少すると考えられる。

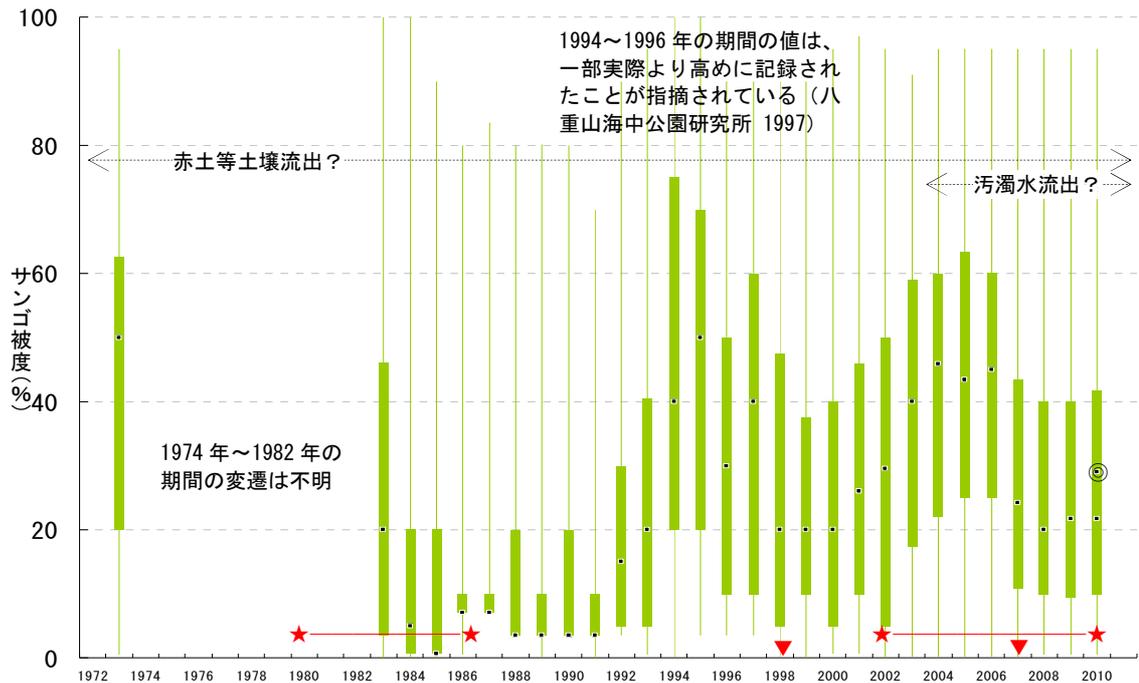


図 4-5-1. 八重山地域におけるサンゴ被度の変遷と主要なかく乱要因の発生時期. 1983 年以前は、1973 年しか調査が実施されておらず、1974 年から 1983 年の間のサンゴ被度の変遷は不明である. また、調査範囲が年代で異なり、1994~1995 年に石西礁湖で実施された調査のサンゴ被度は、実際より高めに記録されたことが指摘されている.

図の横軸は調査年、縦軸はサンゴ被度 (%) を、図中の黒い点 (■) は中央値※、青色のボックス (■) は第一第三各四分位値※、エラーバー (|) は最大最小値を表している. また、大規模白化現象の影響が確認された年に三角 (▼) で、オニヒトデの大発生が確認された期間を星印 (★—★) で、その他の攪乱要因を点線の矢印で表している. 参考として 2010 年のマンタ調査結果の平均値を二重丸 (◎) で表す.

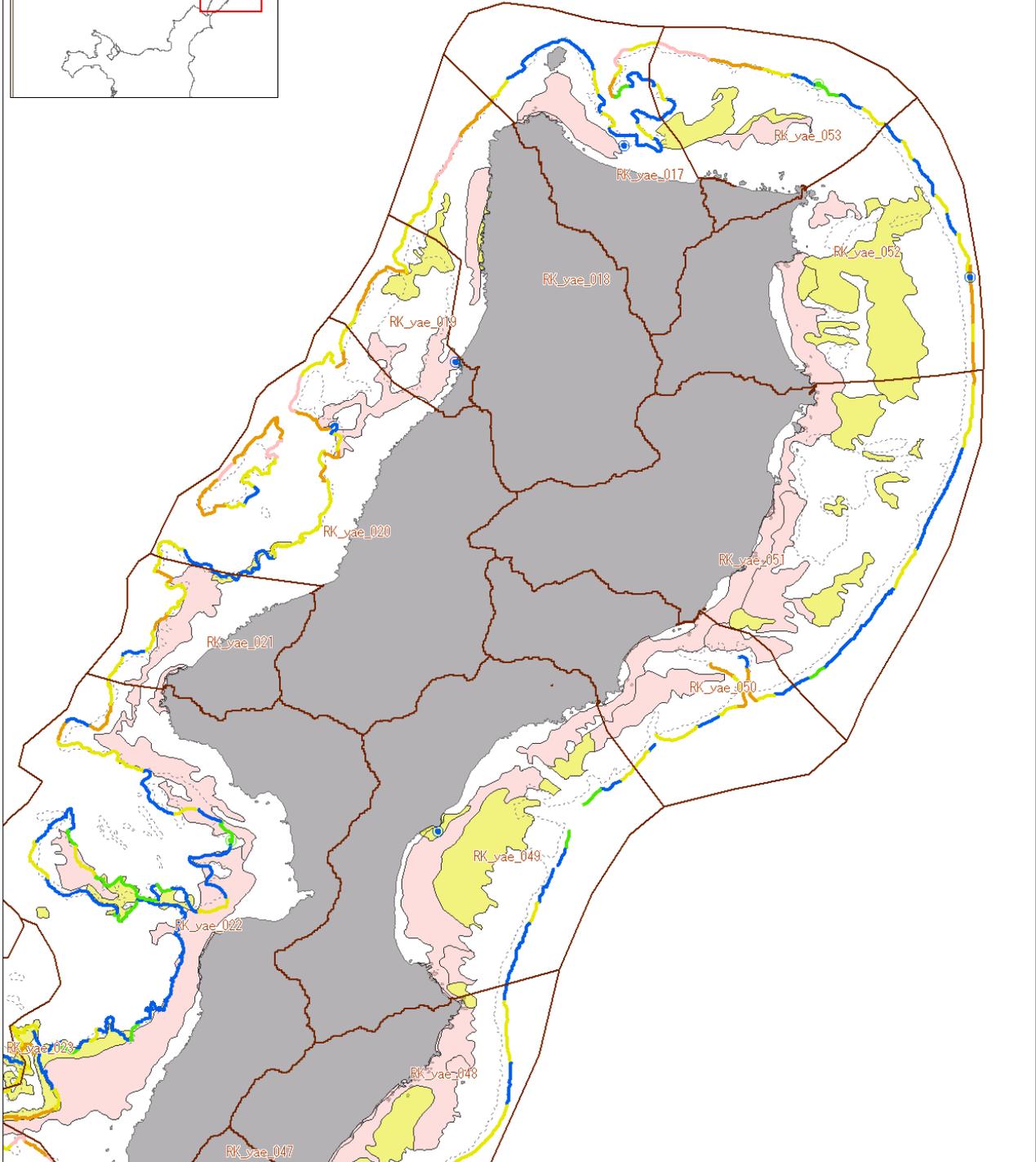
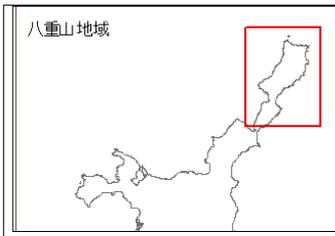
※中央値、第一四分位値、第三四分位値について

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

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

<八重山地域のサンゴ礁地図>

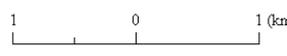
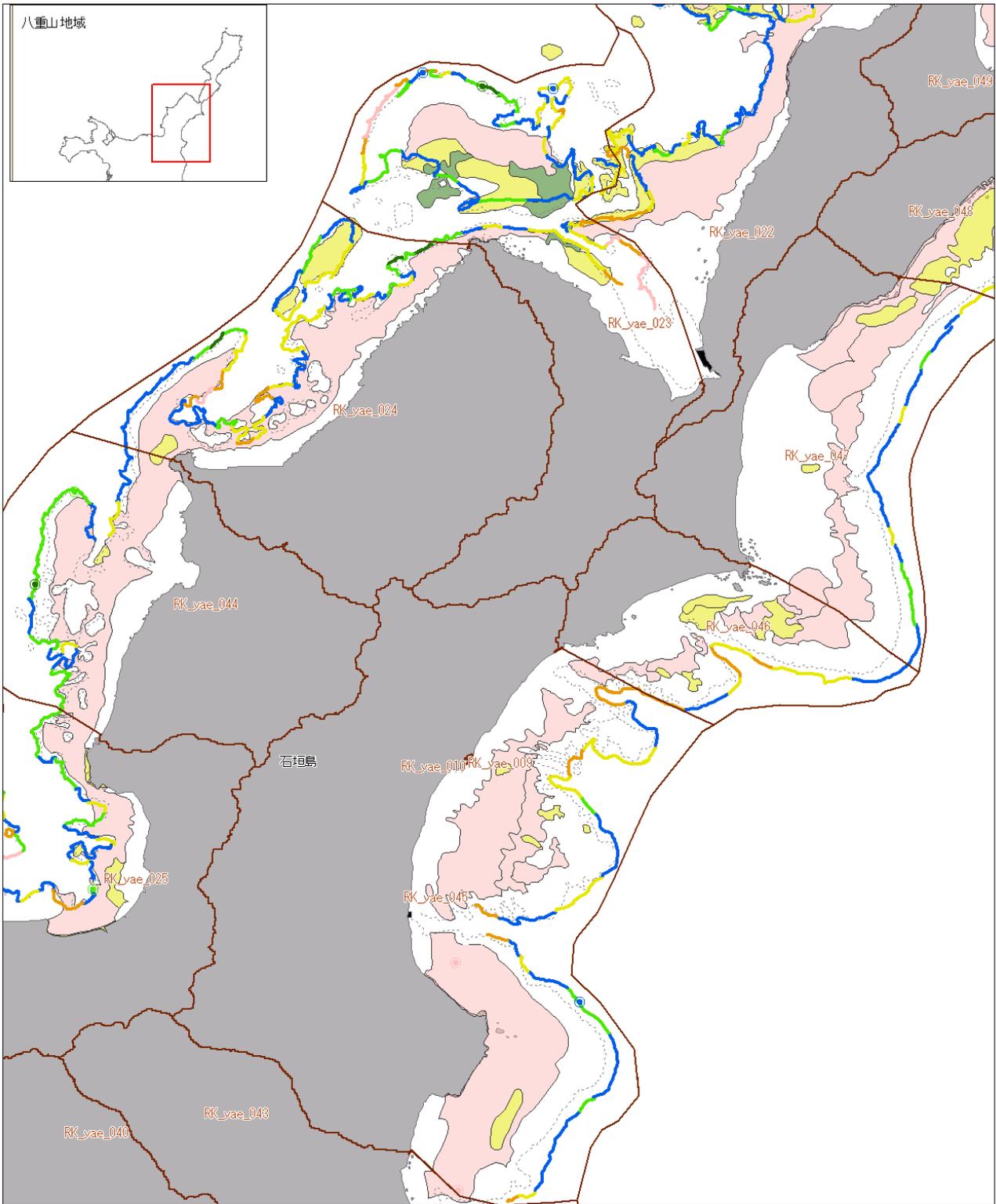
現在の八重山地域のサンゴ礁地図を、現況調査結果をもとに作成した。礁池内のデータは環境省作成のサンゴ礁マップ 2008 年のデータに今回の現地調査の結果を重ね合わせ、埋め立て地については、過去の調査をもとに今回の整理した結果を用いた。陸域・海域区分はそれぞれ、沖縄県環境保全課の「赤土等流出危険度予測評価システム」調査結果で作成された流域区分と、WWF 南西諸島生物多様性評価プロジェクトで中井（2009）により作成された海域区分をもとに作成した。



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
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。

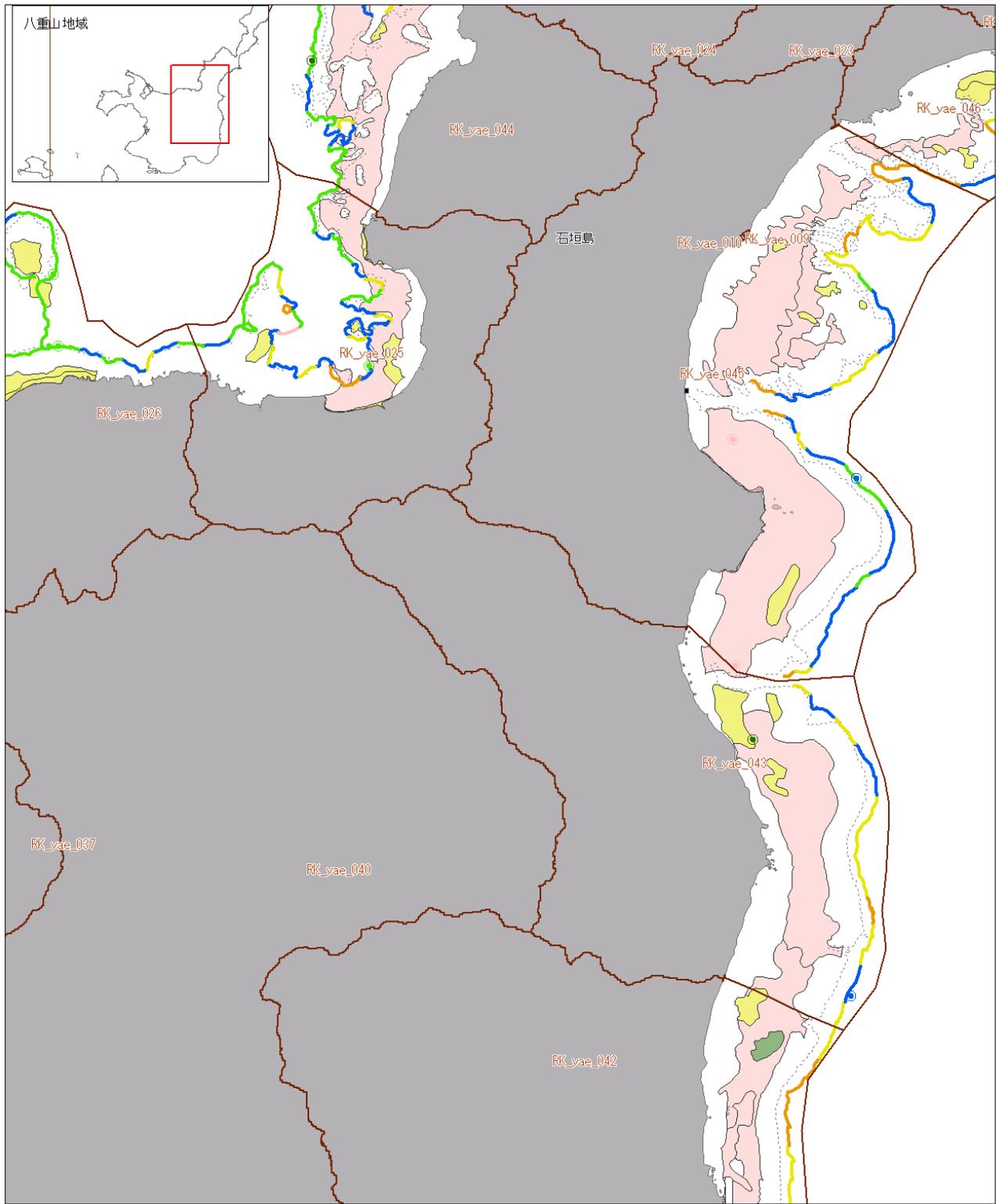
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ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



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。

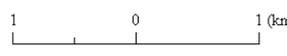
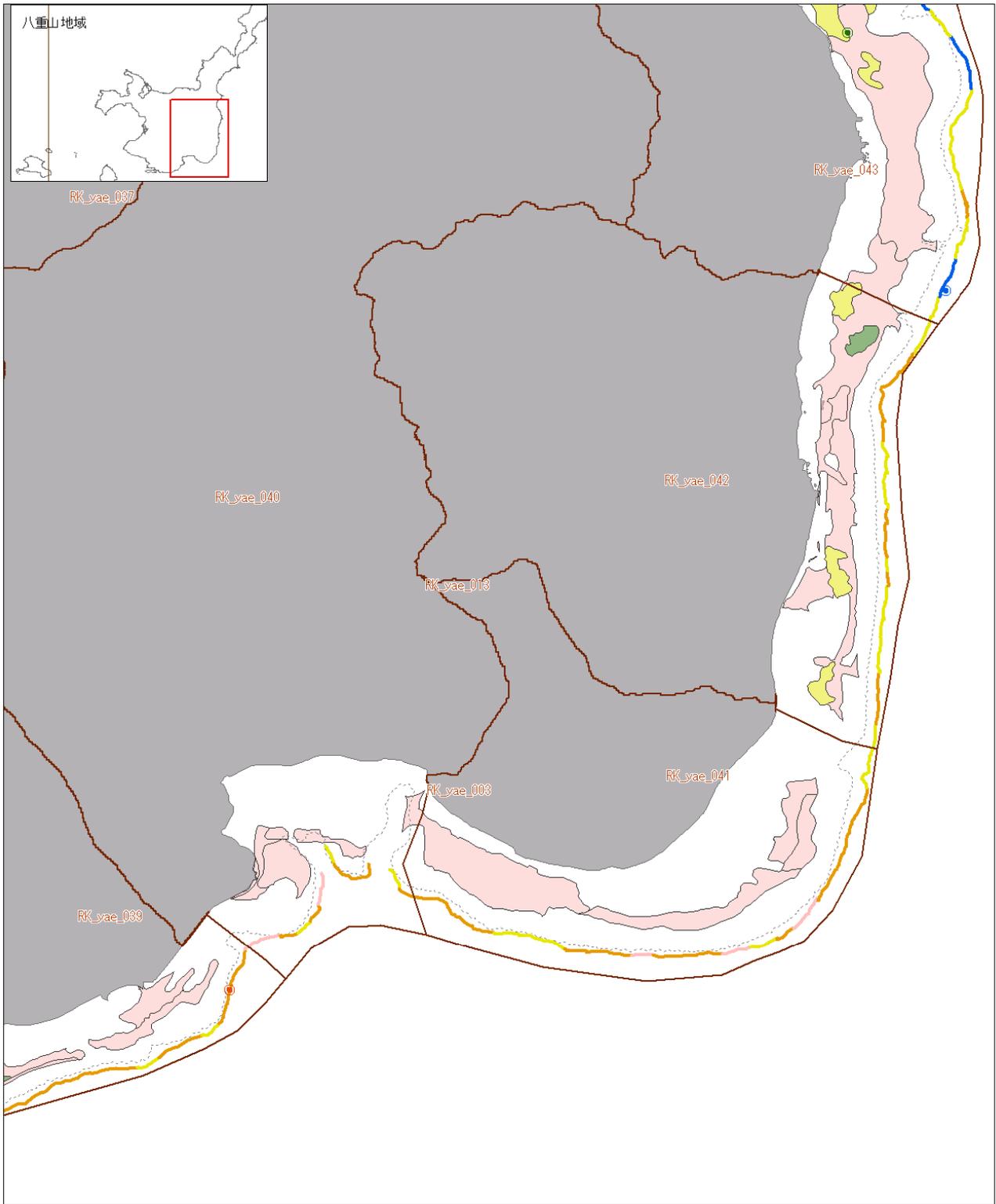
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ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



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	50~75%	10~25%	10~25%
流域海域区分	75%以上	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。

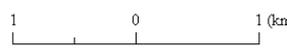
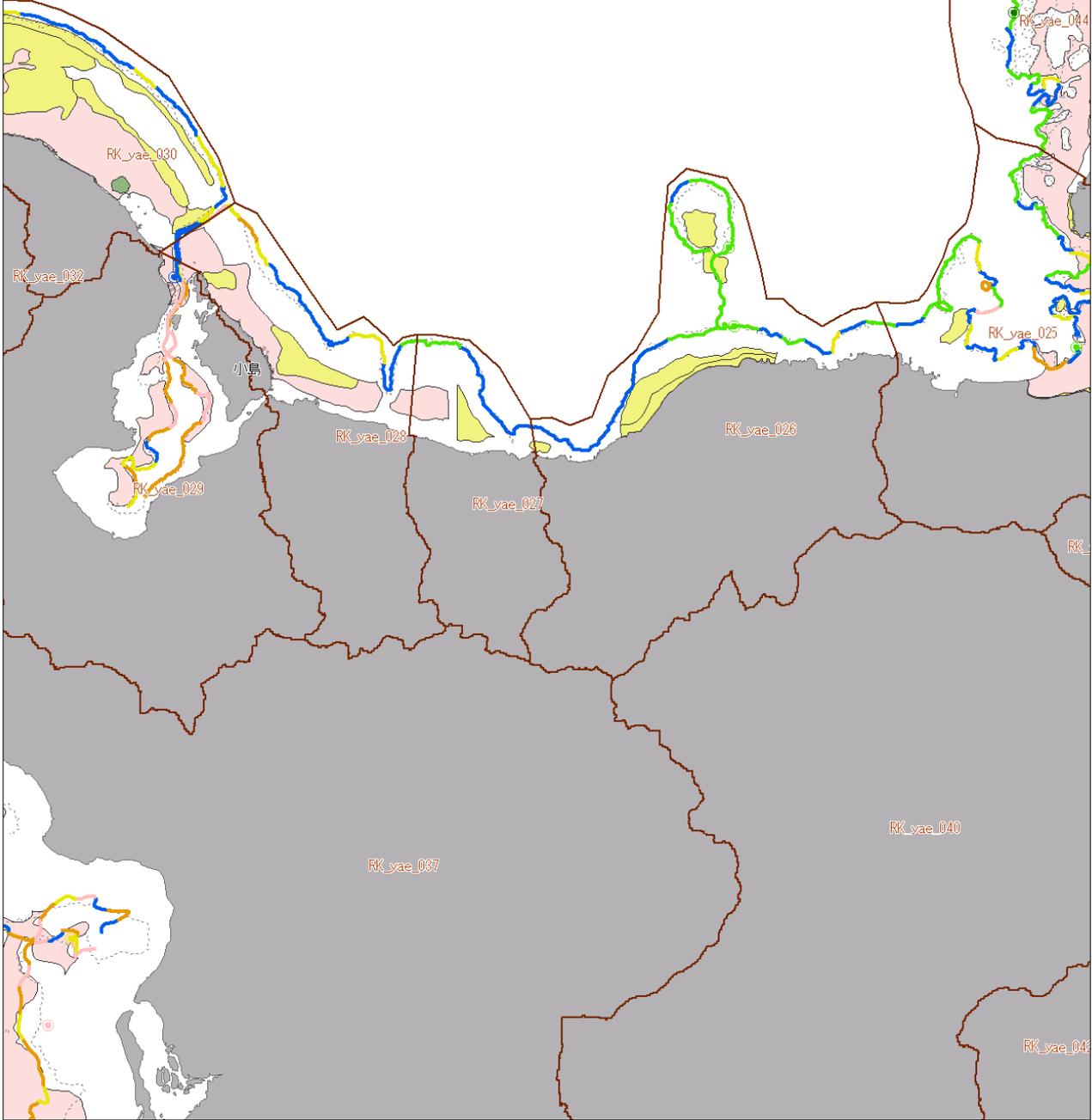
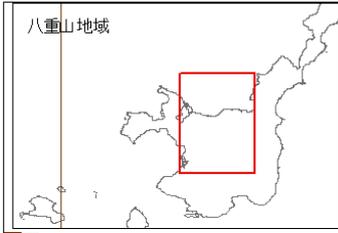
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ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

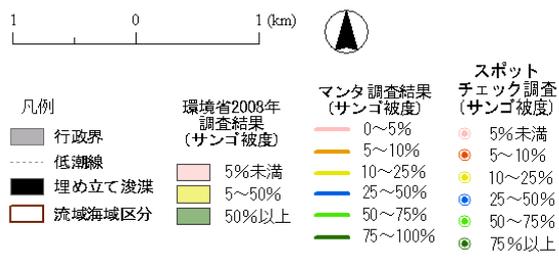
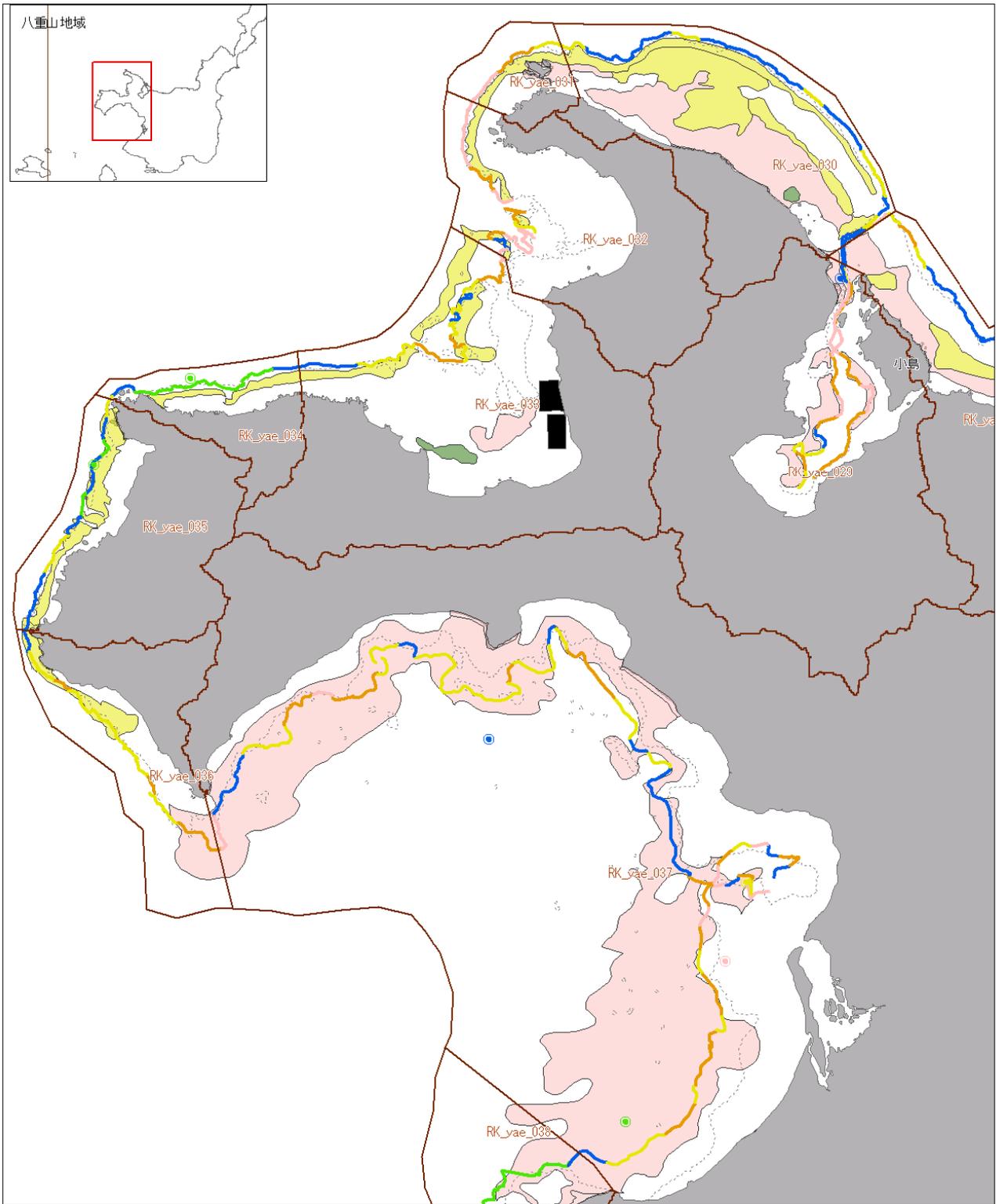
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ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



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

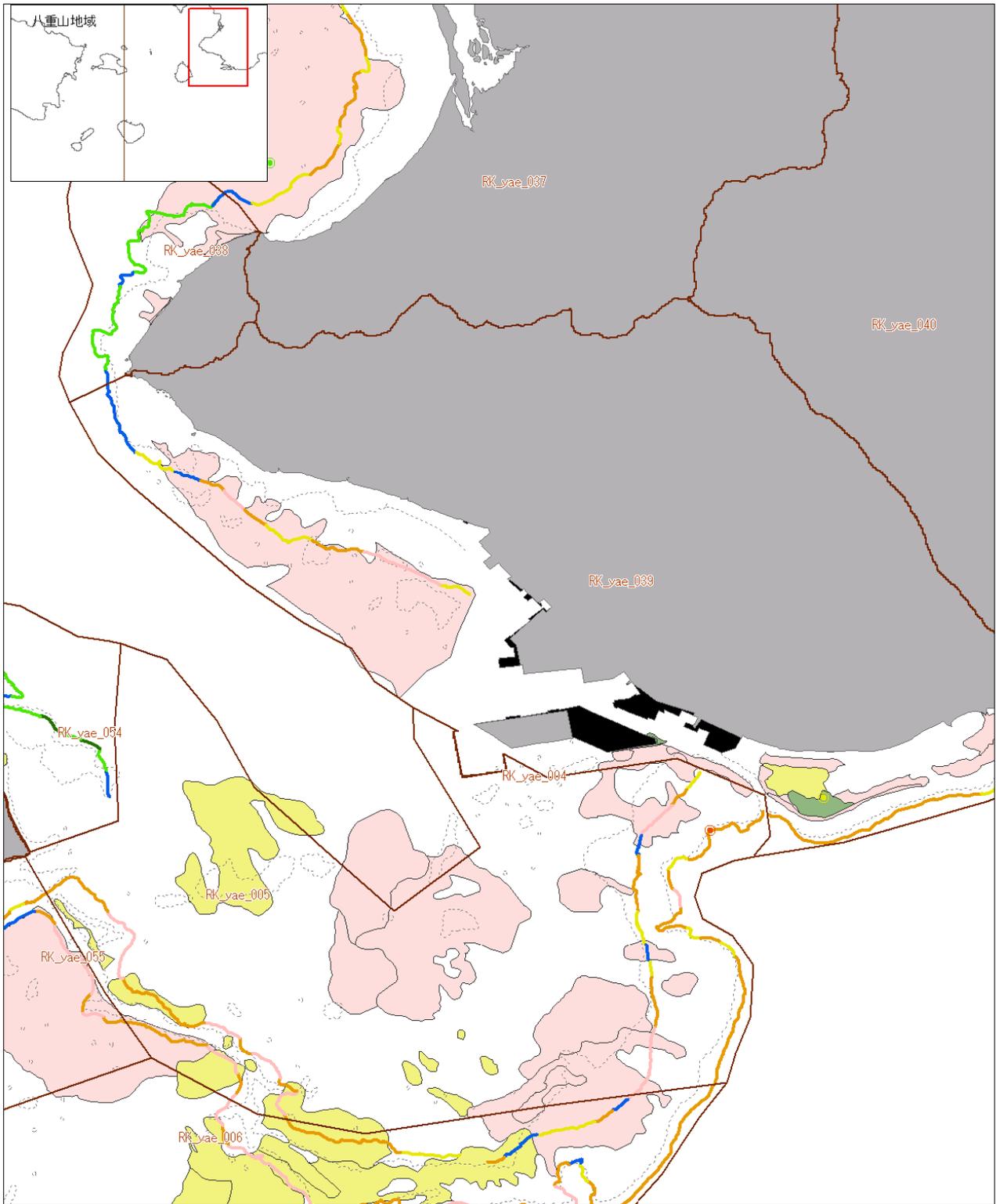
この図は次の出典を参考に作成したものである。

- 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



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

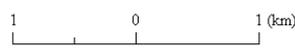
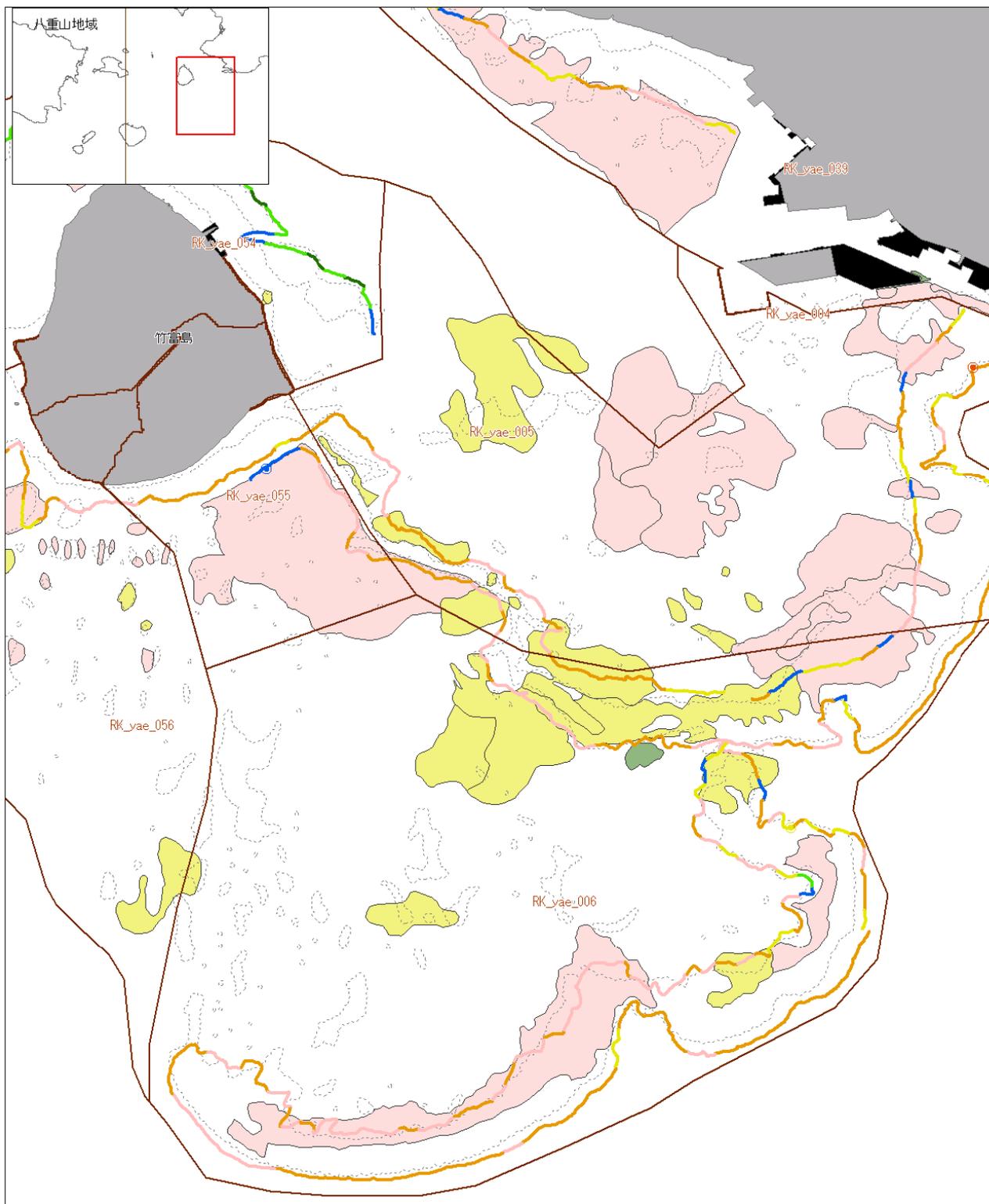


凡例	環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)
行政界	5%未満
低潮線	5~50%
埋め立て浚渫	50%以上
流域海域区分	

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。

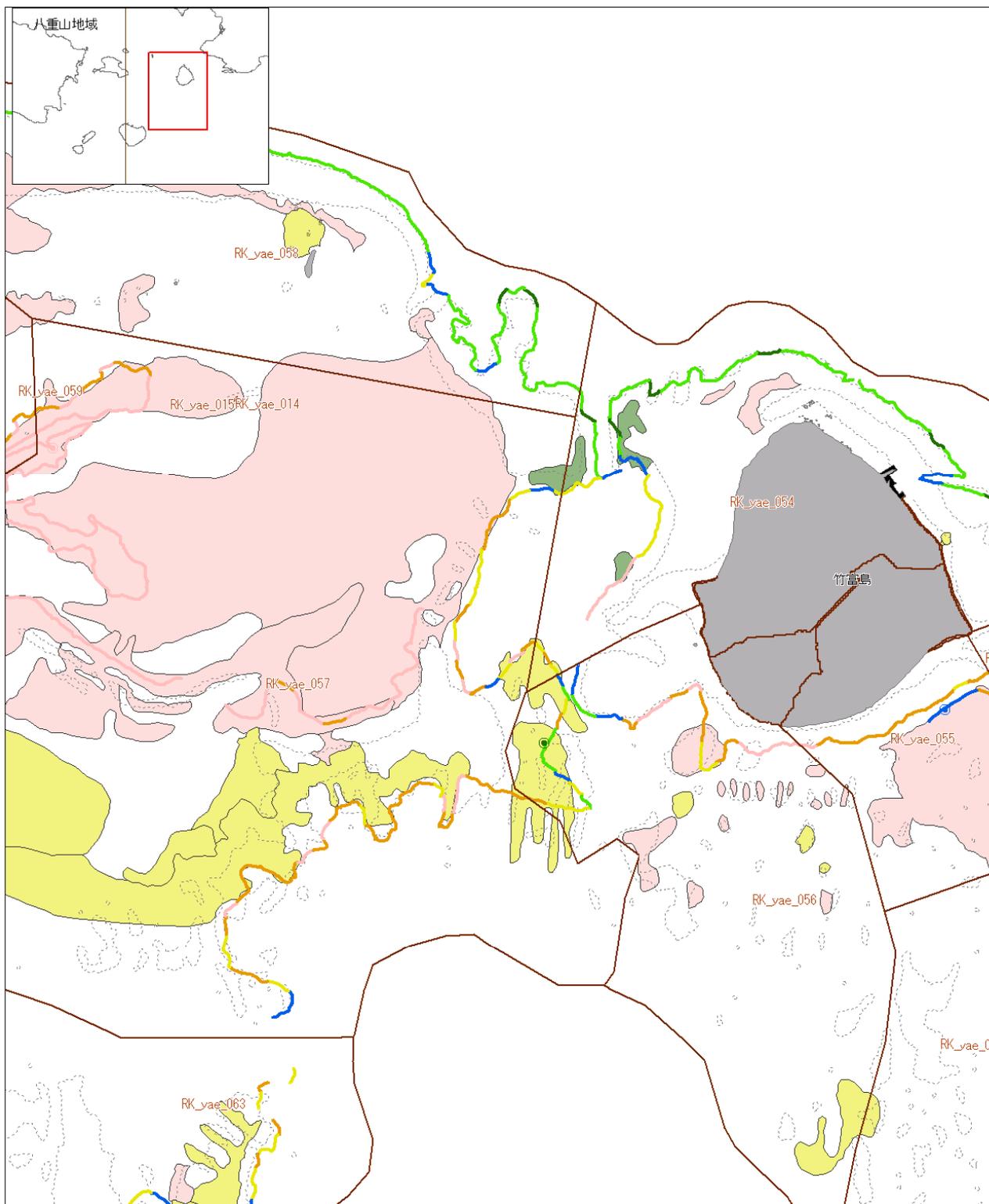
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区域データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ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

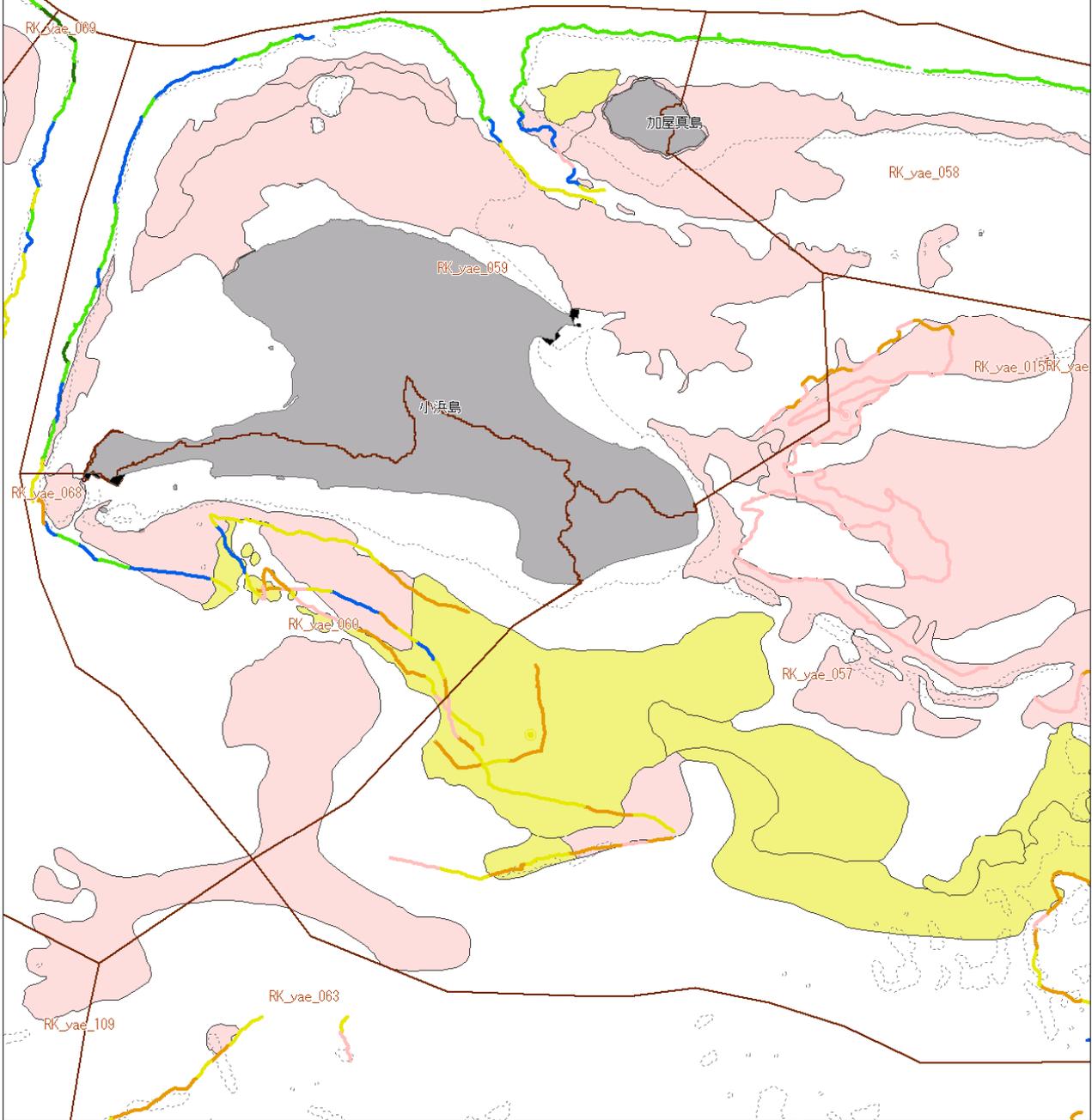
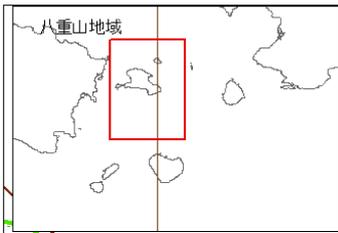
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ礁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

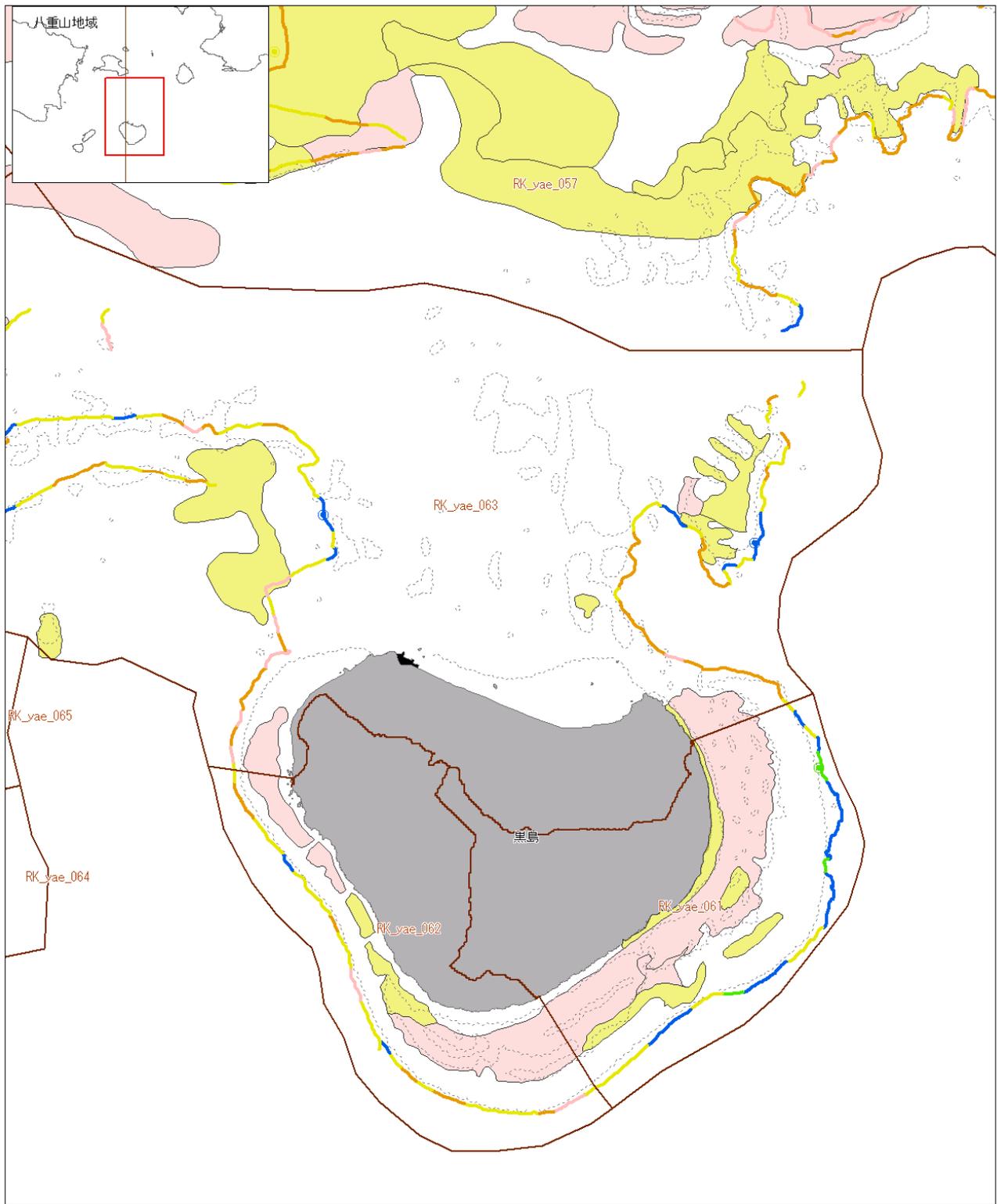
- 国土交通省, 国土数値情報 (平成20年度行政区データ) <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>
- (財)日本水路協会, 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
- 沖縄県環境保全課 (2006) 平成17年度流域赤土流出防止等対策調査農地における赤土等流出危険度調査報告書. 沖縄県環境保全課
- 中井達郎 (2009) BPA選定基準の基本的な考え方. WWFジャパン 南西諸島生物多様性評価プロジェクト報告書, p46-47
- 環境庁自然保護局・(財)海中公園センター (1990) 原票・未製本報告書等 海域生物環境調査報告書サンゴ礁調査報告書. サンゴ礁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

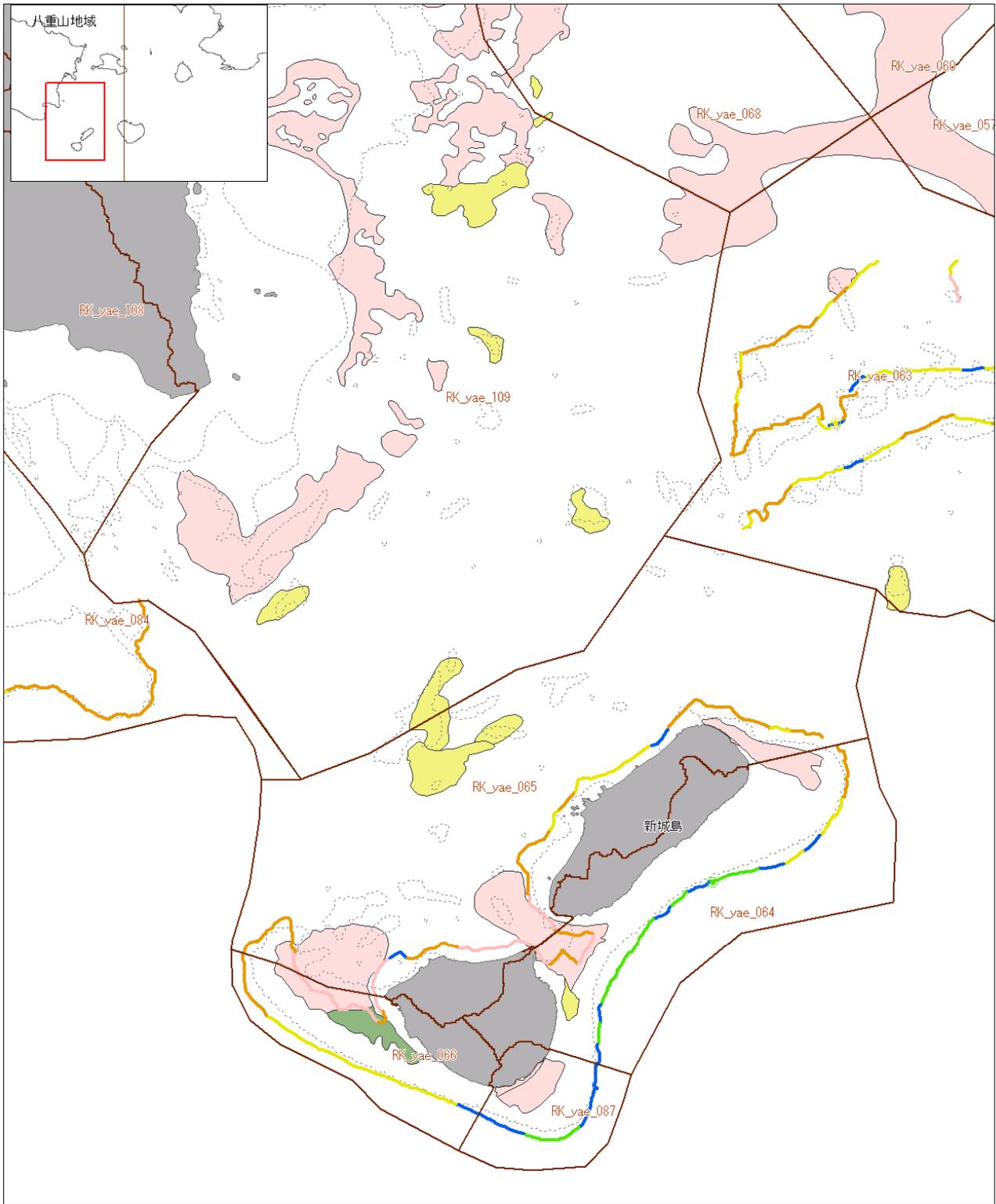
- 行政界
- 低潮線
- 埋め立て浚渫
- 流域海域区分
- 環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)
 - 5%未満
 - 5~50%
 - 50%以上

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

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

この図は次の出典を参考に作成したものである。

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



凡例

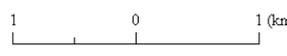
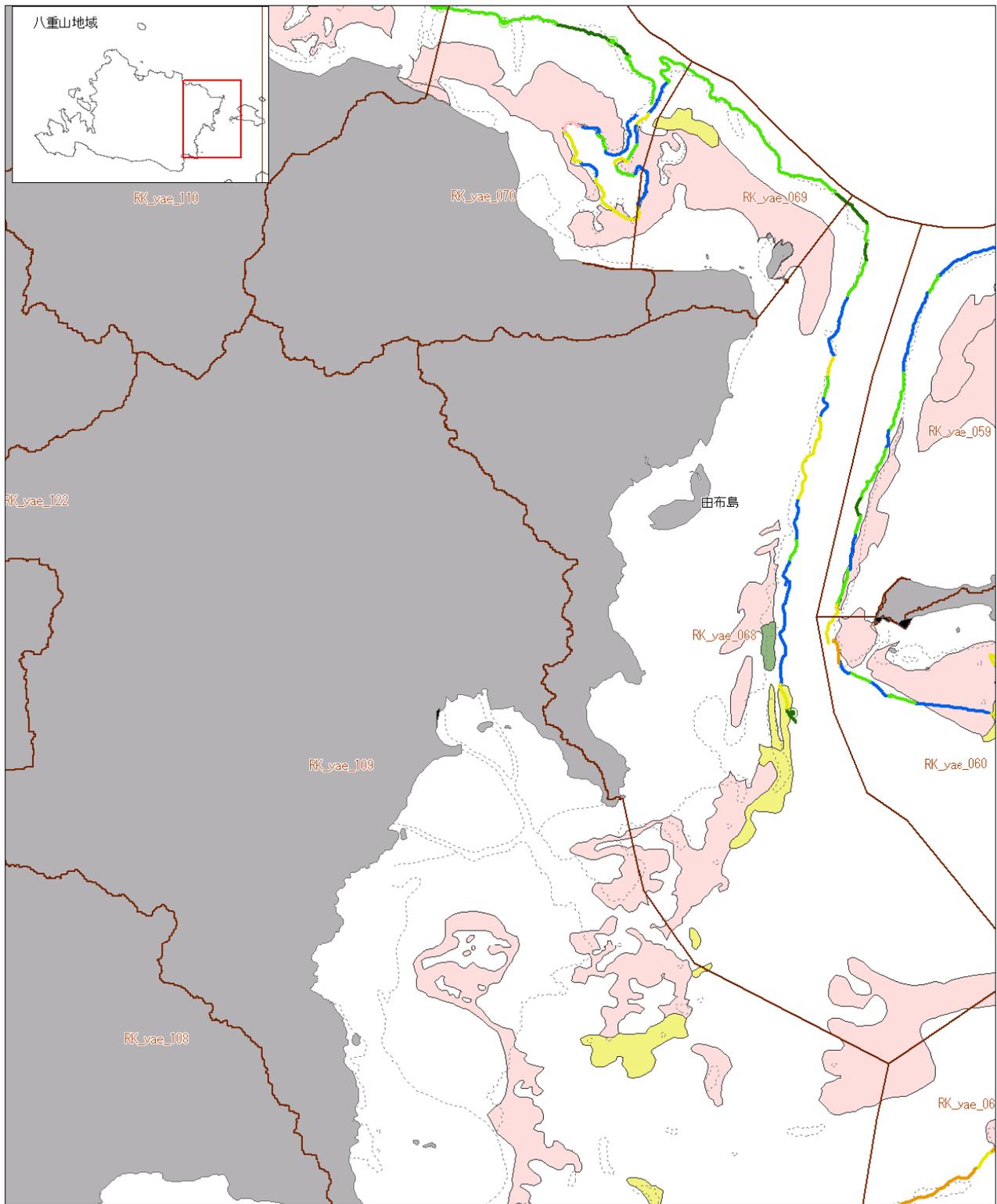
- 行政界
- 埋め立て浚渫
- 流域海域区分
- 環境省2008年調査結果 (サンゴ被度)
 - 5%未満
 - 5~50%
 - 50%以上

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

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

この図は次の出典を参考に作成したものである。

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



凡例	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