

## 2. マンタ法調査およびスポットチェック法調査

### 2-1. 調査方法

#### 2-1-1. マンタ法調査

マンタ法は調査員が船に引っ張られながら海中を観察し、サンゴの被度などの底質の状況等を調査する方法である。広い範囲を対象とした調査に適しており、サンゴ群集や藻場などの概況調査を行う際に一般的に用いられる方法である。

本事業では、観察者1名が船に曳航され、海底を観察し約2分毎に表2-2-1の項目を記録した。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。

各海域における調査日程を表2-2-2に示す。

表2-2-1. マンタ法による主な調査項目.

調査項目	記録内容
サンゴ群集の被度	0~5%、5~10%、10~25%、25~50%、50~100%のランク。
サンゴ群集の優占群など	卓状ミドリイシ類、被覆状コモンサンゴ類、枝状コモンサンゴ類、塊状ハマサンゴ類など形とサンゴの種類。
オニヒトデの状況	個体数(10個体以下は実数、10~100個体、100個体以上)、優占サイズ(20cm以下、20~30cm、30cm以上)、食痕の数(10個以下は実数、10~100個、100個以上)、食べられた割合(%)などを記録した。
その他攪乱の状況	白化現象や病気などサンゴ群集の攪乱要因について記録した。

表2-2-2. マンタ法調査の調査日程.

海域	調査日
恩納村	平成28年9月8日、10日、10月1日
渡嘉敷	平成28年5月25日~27日、7月27日
座間味	平成28年5月30日、31日、6月1日
阿嘉・慶留間	平成28年6月6日~8日

## 2-1-2. スポットチェック法調査

スポットチェック法（野村 2004）は、観察者が一定時間泳いで 50m×50m などある範囲のサンゴ被度などの底質の状況等を調査する方法である。1 地点辺りの調査範囲は広くはないが、1 地点辺りの調査時間が短いため、地点数を多く取ることで広い範囲のサンゴ群集の状況を把握することができる。サンゴの被度など観察者の主観に左右されるため、データの精度を重視する研究者が技術アドバイザーとなることが多い海外ではほとんど採用されていない。

本事業では、観察者 2 名が調査地点周辺をスノーケリングにて 15 分間遊泳し表 2-2-3 の項目を記録した。調査は環境省がモニタリングサイト 1000 事業で実施しているサンゴ礁調査（スポットチェック法）に準じて行い、サンゴ群集、サンゴ類に影響を与える攪乱の度合い、底質、魚類等について観察記録し、各地点の状況写真を撮影した。

各海域における調査日程を表 2-2-4 に示す。

表2-2-3. 簡易遊泳法による主な調査項目.

調査項目	記録内容
サンゴ群集の被度	5 分毎に 3 回、おおよその被度を%で記録する。
サンゴ群集の優占群など	卓状ミドリイシ類、被覆状コモンサンゴ類、枝状コモンサンゴ類、塊状ハマサンゴ類など形とサンゴの種類で記録する。
オニヒトデの状況	個体数(10 個体以下は実数、10~100 個体、100 個体以上)、優占サイズ(20cm 以下、20~30cm、30cm 以上)、食痕の数(10 個以下は実数、10~100 個、100 個以上)、食べられた割合(%)などを記録する。
その他攪乱の状況	白化現象や病気などサンゴ群集の攪乱要因について記録する。

表2-2-4. スポットチェック法調査の調査日程.

海域	調査日
恩納村	平成 28 年 9 月 8 日、10 日、10 月 1 日
渡嘉敷	平成 28 年 5 月 25 日~26 日、7 月 27 日
座間味	平成 28 年 5 月 30 日、31 日、6 月 1 日
阿嘉・慶留間	平成 28 年 6 月 7 日~9 日

## 2-2. 調査範囲

恩納村海域及び慶良間海域におけるマンタ法の調査対象範囲及びスポットチェック法の調査地点を図2-2-1及び図2-2-2に示す。



図2-2-1. 恩納村における調査範囲及びスポットチェック法調査地点. マンタ法は調査対象範囲の礁斜面で実施した.

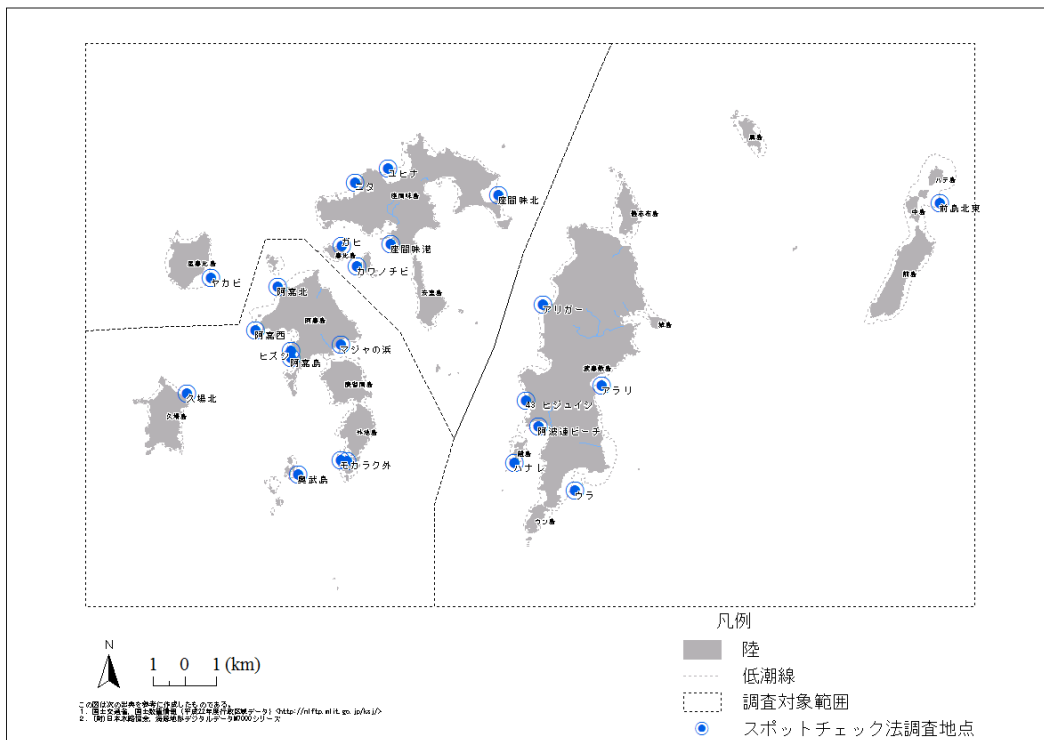


図2-2-2. 慶良間におけるマンタ法調査ルート及びスポットチェック法調査地点. マンタ法は調査対象範囲の礁斜面で実施した.

## 2-3. 調査結果

### 2-3-1. 恩納村海域

#### (1) マンタ法

恩納村でのマンタ法調査は9～10月に実施した(図2-2-7)。マンタ法での曳航距離は約34.3kmであった。瀬良垣から谷茶口の間でサンゴ被度が高い場所があるが、谷茶口より南側は50～75%以上の被度ランクは無くサンゴ被度は低かった。サンゴ被度ランクが0～5%や5～10%の場所が減少し、恩納村全体では徐々に回復に向かっていると考えられる。マンタ法ではオニヒトデは確認されず、食痕は白化と区別がつかなかったため、ほとんどの区間はデータ無しとなった(図2-2-10、2-2-11、2-2-12)。

オーストラリアのマンタ法によるオニヒトデの発生状況と比較すると(表2-2-5)、どのエリアも0.22個体/区間以下とオニヒトデは少ない状況であった(図2-2-11)。オニヒトデの平均食痕数も、どのエリアも多くはなかった(図2-2-12)。白化と区別がつかなかったため、ほとんどの区間はデータ無しとなっている。

表2-2-5. マンタ法によるオニヒトデの発生状況の目安(グレートバリアリーフ)。

マンタ法結果	オニヒトデの発生状況
オニヒトデ 1.0 個体/区間以上	大量発生 Active Outbreak (AO)
オニヒトデ 0.22 個体/区間以上	大量発生の始まり Incipient Outbreak (IO)
オニヒトデ 0.22 個体/区間以下	回復中 Recovering (RE)
	大量発生なし No recent Outbreak (NO)

サンゴの白化は全域で確認され、恩納村南側で白化の割合が高かった(図2-2-8)。また、ミドリイシ類が優占している場所で白化の割合が高く(図2-2-4)、白化の割合が高い場所ではミドリイシ類が白化している割合が高かった(図2-2-5)。

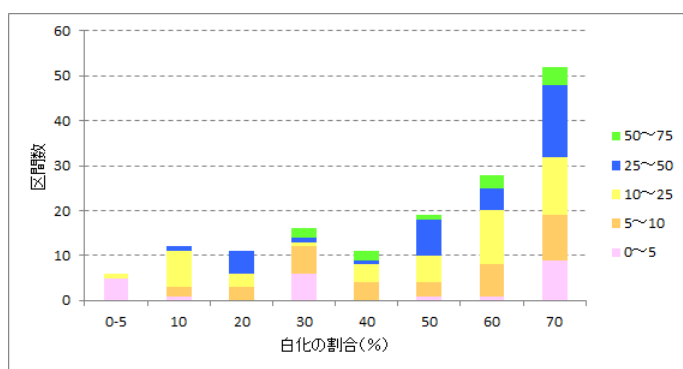


図2-2-3. サンゴの白化割合毎のサンゴ被度ランクの割合。

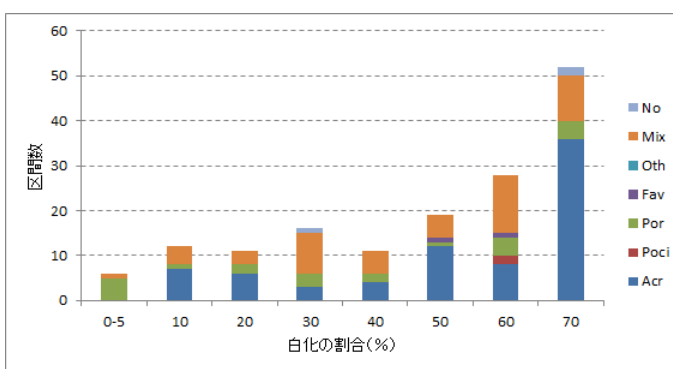


図2-2-4. サンゴの白化割合毎のサンゴ優占種の割合。Acrはミドリイシ類、Pociはハナヤサイサンゴ類、Porはハマサンゴ類、Favはククメイシ類、Othはその他のサンゴ類、Mixは多種混成、Noは優占種群なしを意味する。

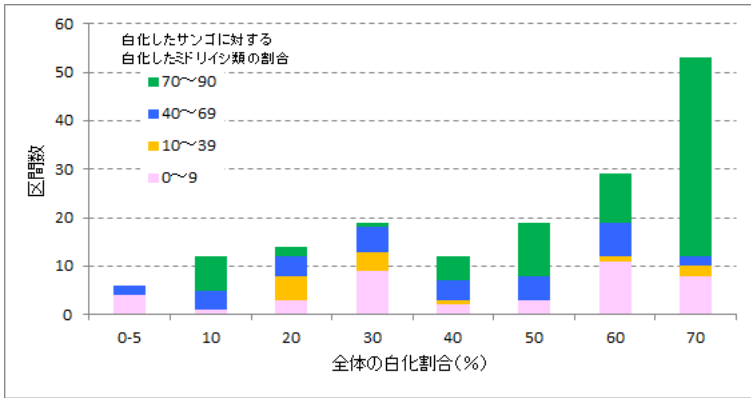


図2-2-5. サンゴの白化割合毎の白化したミドリイシ類の割合. 白化したミドリイシ類の割合は、白化したサンゴに対する白化したミドリイシ類の割合.

## (2) スポットチェック法

スポットチェック法調査は13地点実施した(図2-2-7)。塩屋、久良波、前兼久、ホーシュー、万座、安富祖内(礁池)、名嘉真、名嘉真南、かりゆし外などで比較的サンゴ被度が高かった。かりゆし外でオニヒトデが2個体以上確認されている(図2-2-9)。オニヒトデの食痕は白化と区別がつかなかったため、ほとんどの地点でデータ無しとなっている(図2-2-10)。

スポットチェック法によるオニヒトデ発生状況の目安と比較すると(表2-2-6)、多い(要注意)状態の地点が1地点あった。ただし、夏場にサンゴが白化している状態で調査を実施しているため、オニヒトデを見つけることが非常に困難であった。そのため、オニヒトデの個体数は過小になっている可能性がある。

スポットチェック法調査でもサンゴの白化は全域で確認され、恩納村南側で白化の割合が高かった。特に礁斜面のミドリイシ類の白化が顕著であった。

表2-2-6. スポットチェック法によるオニヒトデ発生状況の目安(野村 2004より).

15分観察数	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



図2-2-6. 恩納村の白化状況. 前兼久礁斜面の白化状況(A). 前兼久礁池の白化状況(B). 久良波(ヤマトビシ)の白化状況(C).

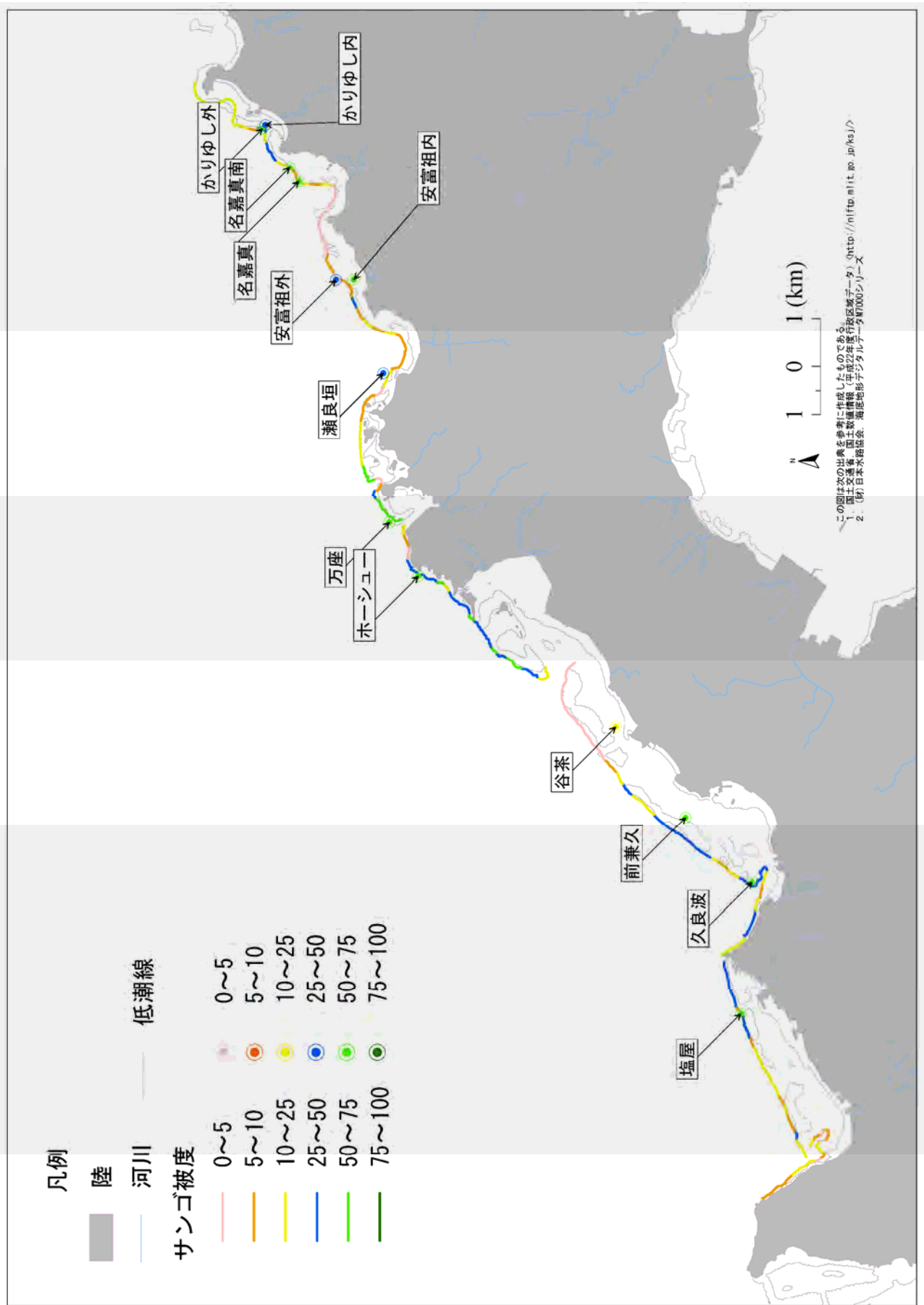


図2-2-7. 恩納村におけるマンダ法とスポットチェック法調査結果(サンゴ被度).







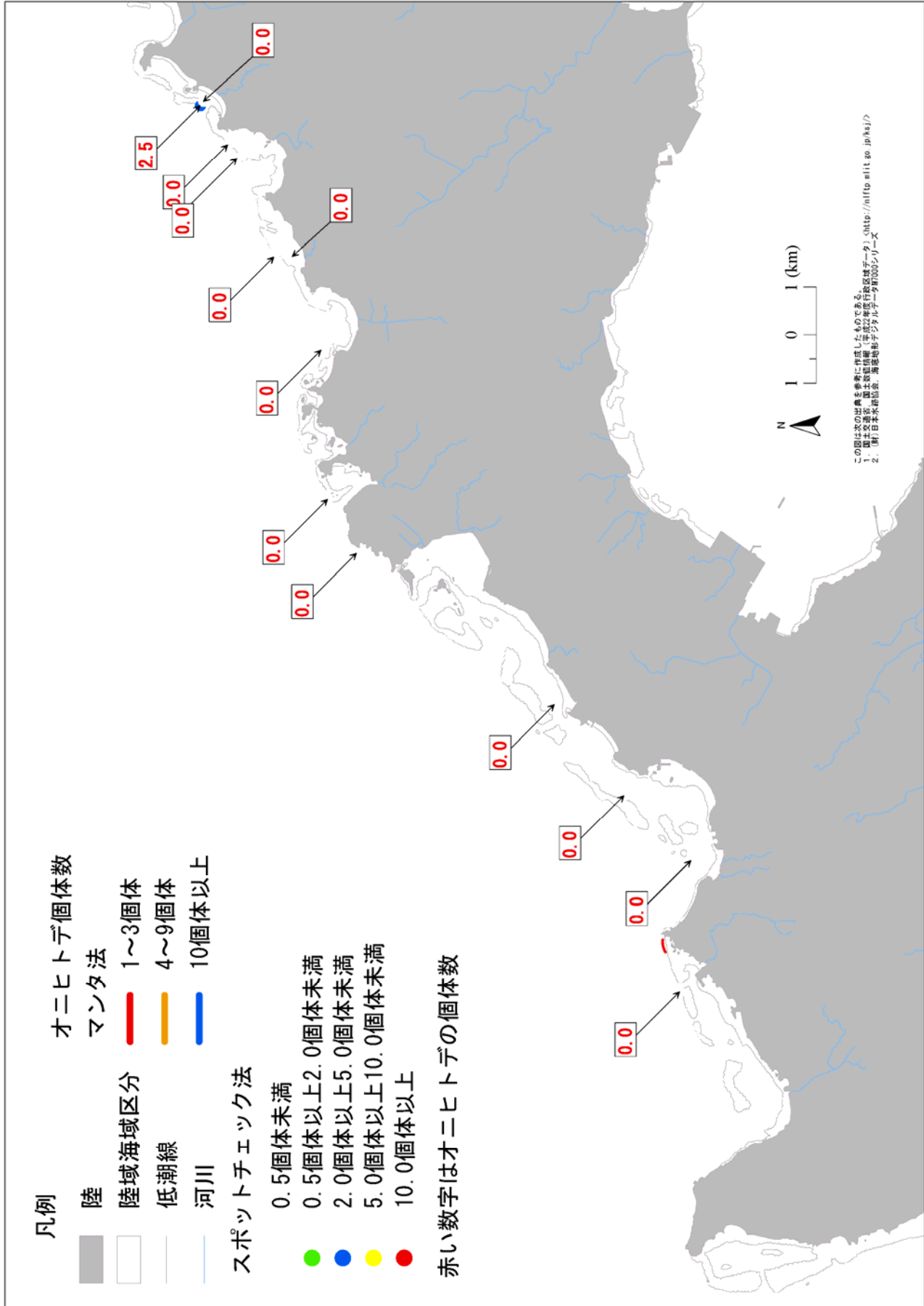


図2-2-9. 恩納村におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(オニヒトデ個体数).

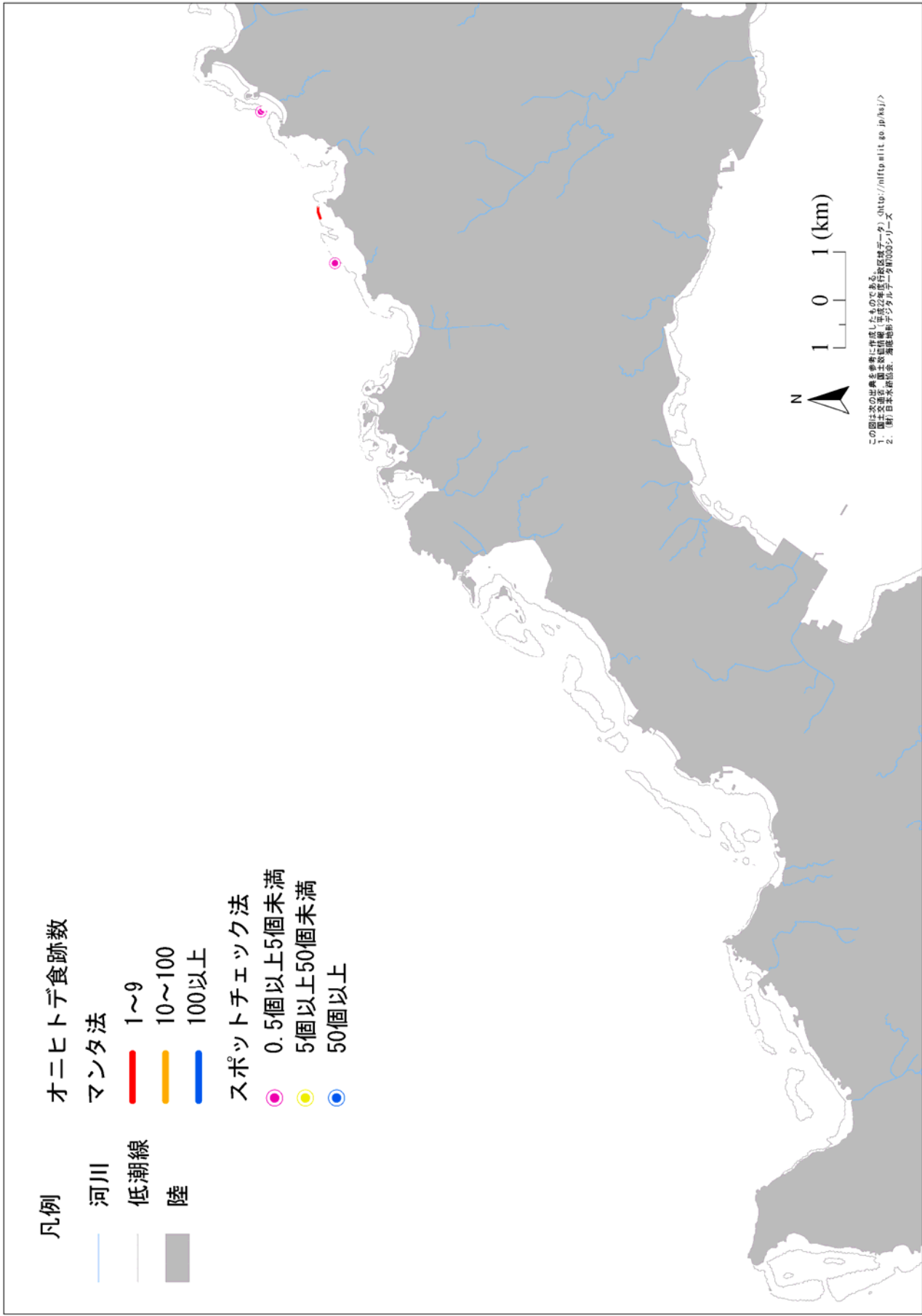


図2-2-10. 恩納村におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(オニヒトゾ食跡数). 白化と区別がつかなかったため、ほとんどの区間及び地点はデータ無しとなっている。

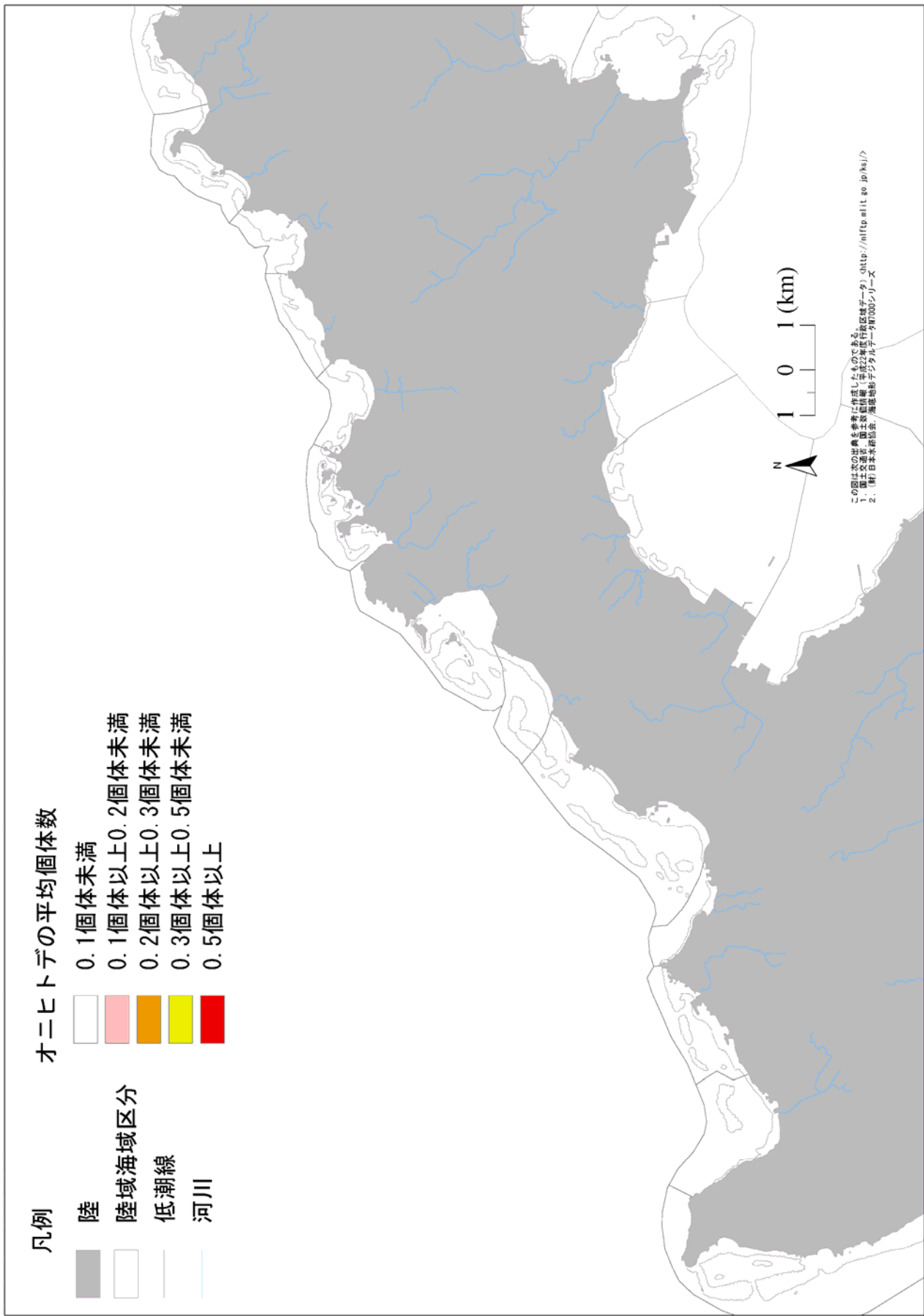


図2-2-11. 恩納村におけるオニトロフェンの平均個体数(マンタ法区間あたり).

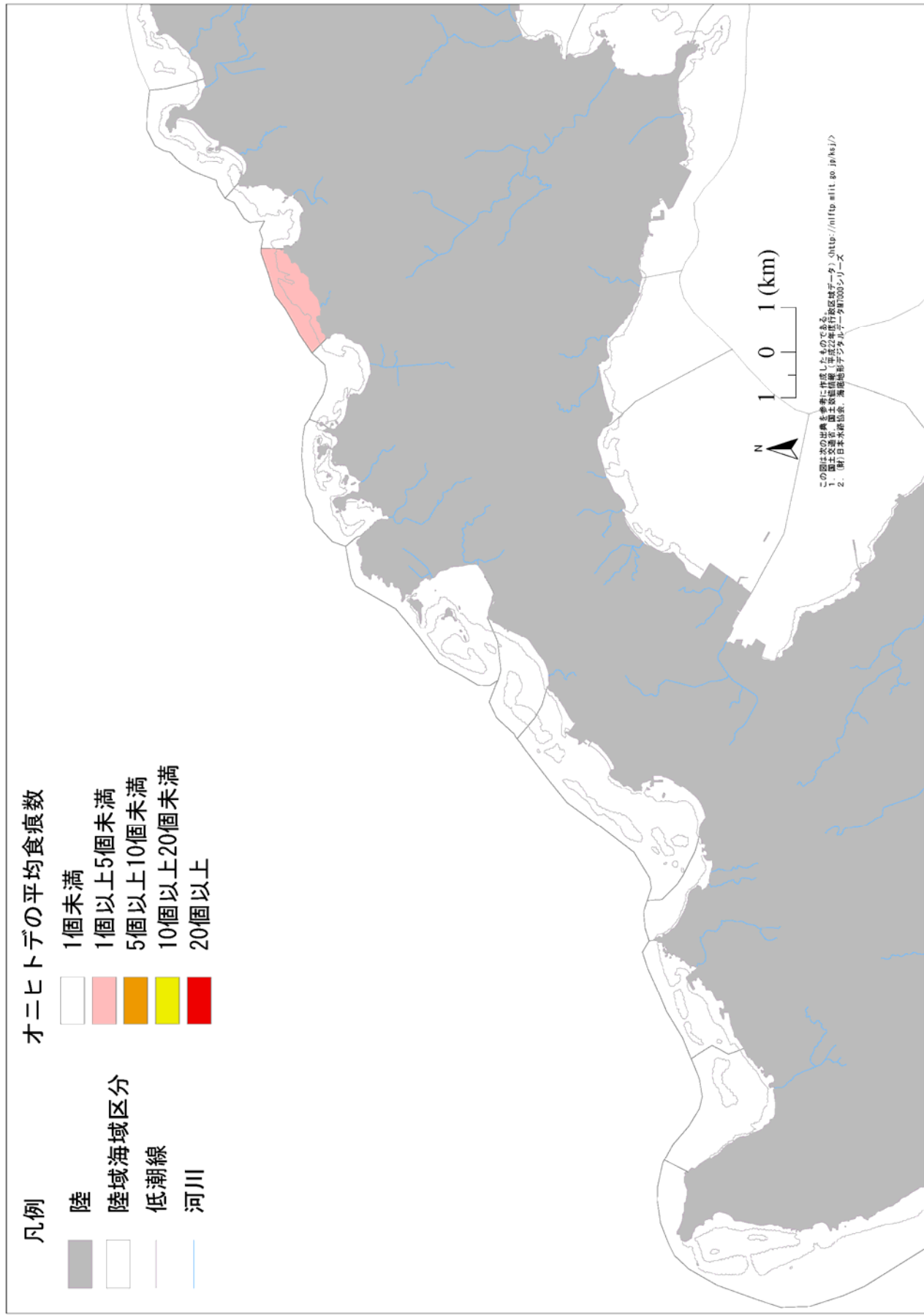


図2-2-12. 恩納村におけるオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり)。白化と区別がつかなかったため、ほとんどの区間はデータ無しとなっている。

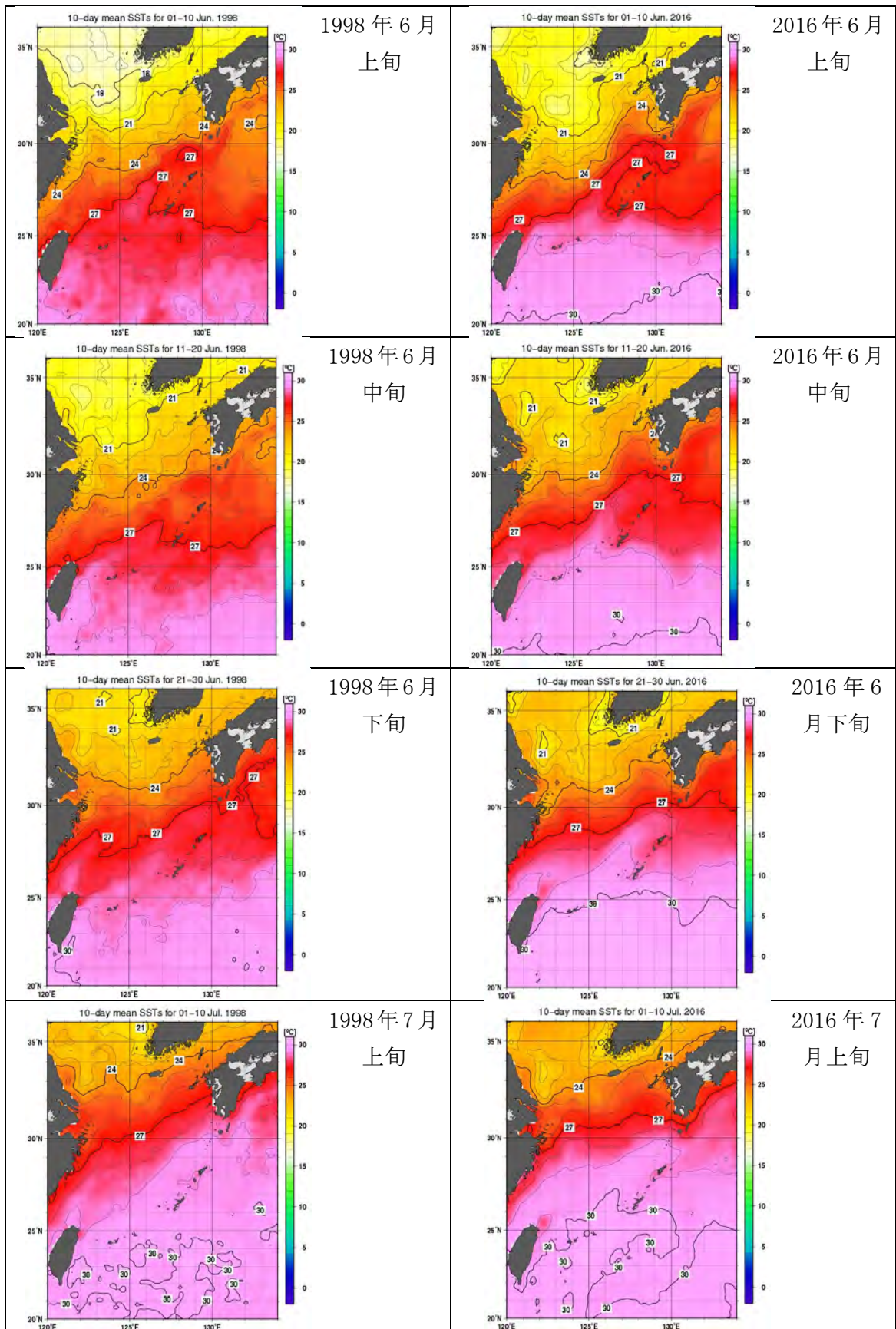


図2-2-13. 沖縄周辺海域における1998年と2016年の旬平均海面水温(気象庁HPより).



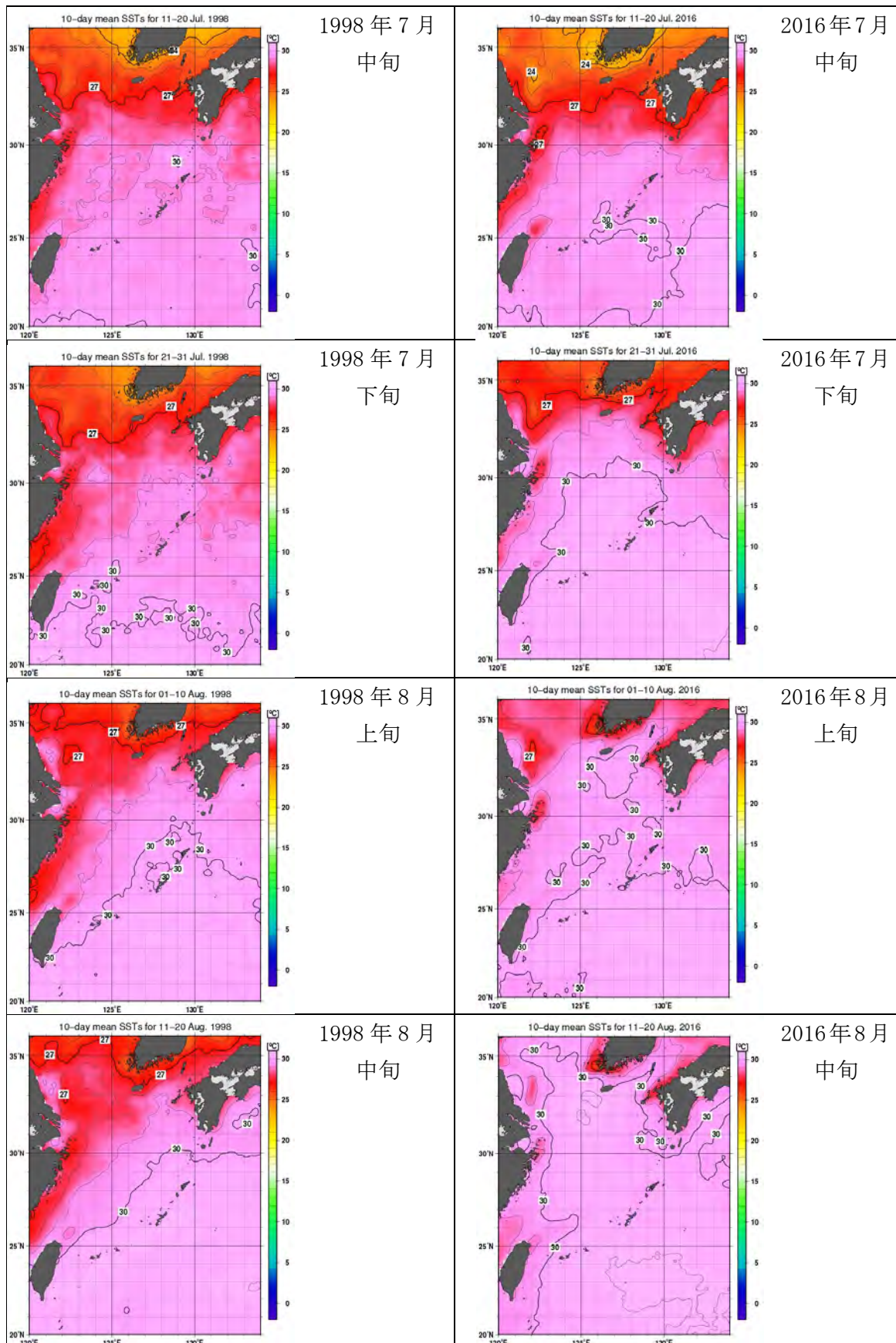


図2-2-14. 沖縄周辺海域における1998年と2016年の旬平均海面水温(気象庁HPより).

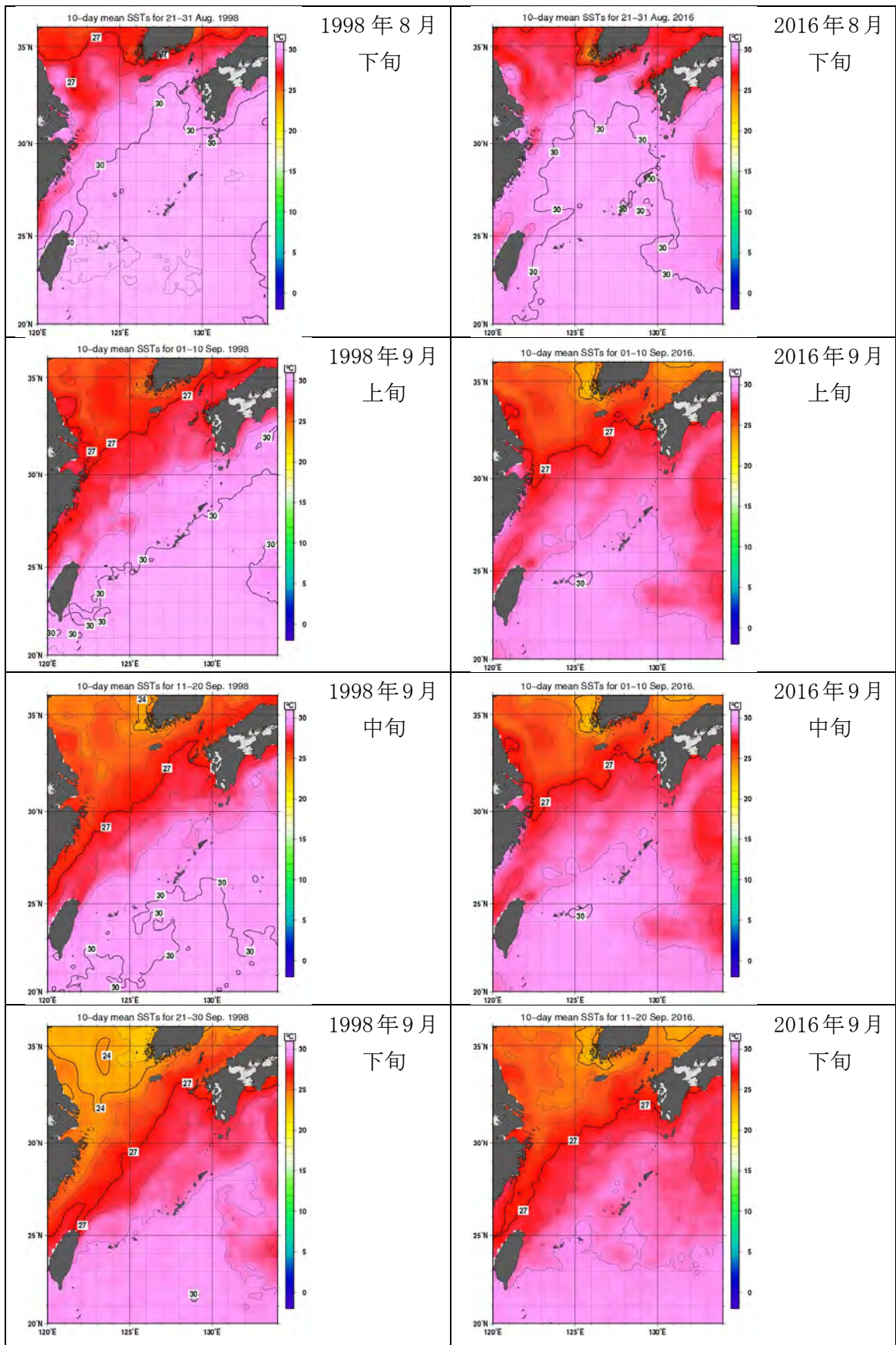


図2-2-15. 沖縄周辺海域における1998年と2016年の旬平均海面水温(気象庁HPより).



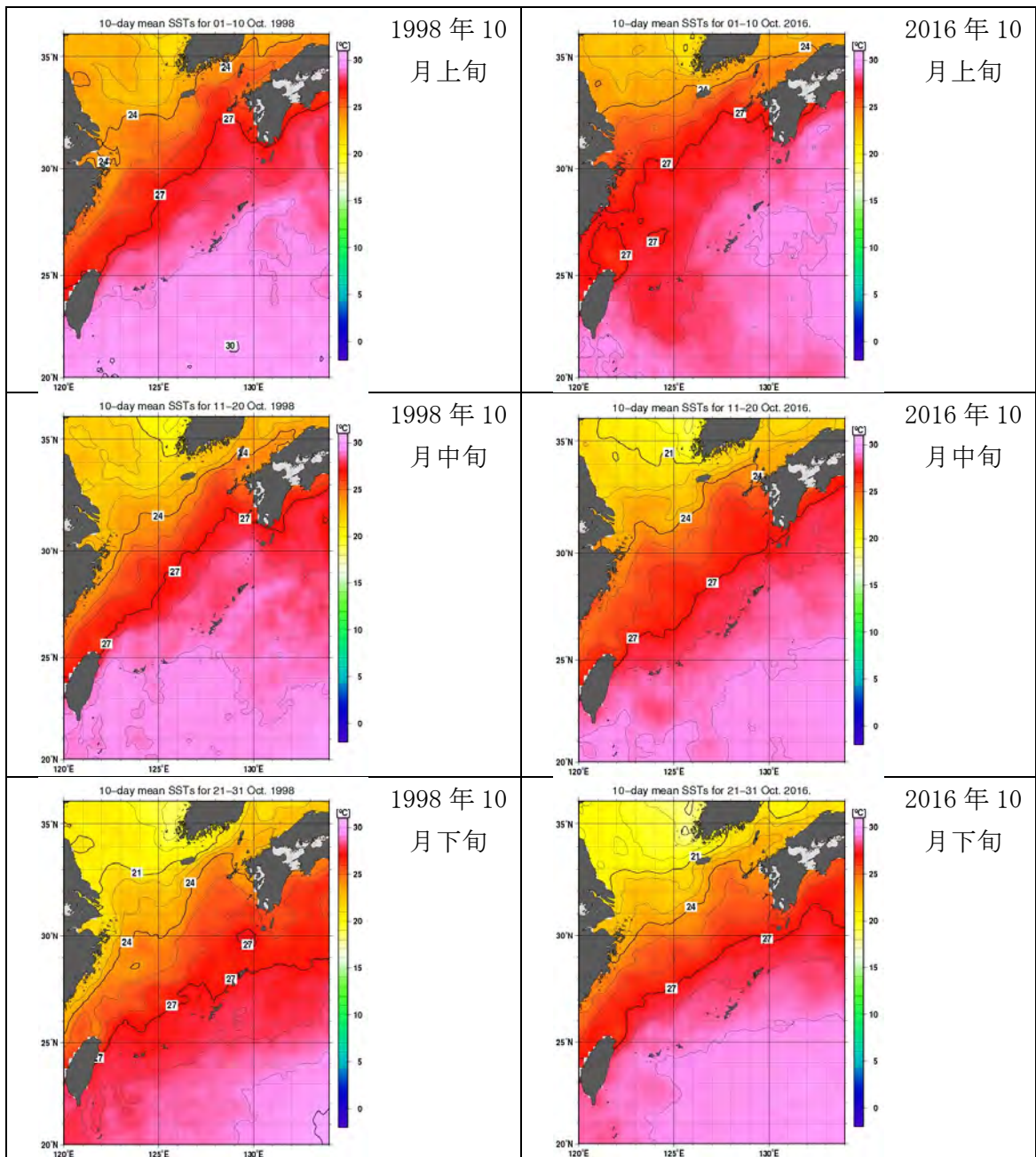


図2-2-16. 沖縄周辺海域における1998年と2016年の旬平均海面水温(気象庁HPより).

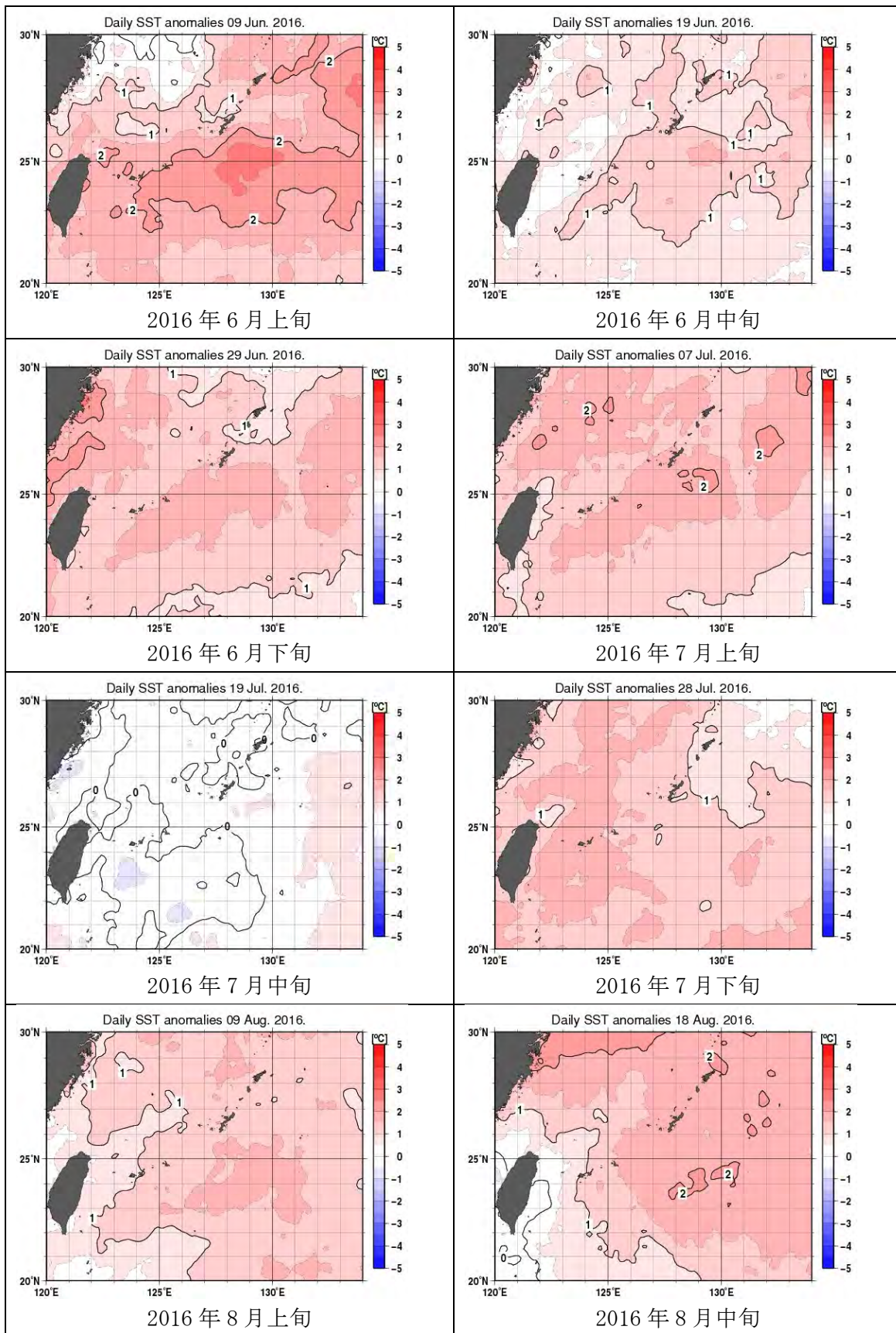


図2-2-17. 沖縄周辺海域における2016年の旬平均海面水温の平年差(気象庁HPより).



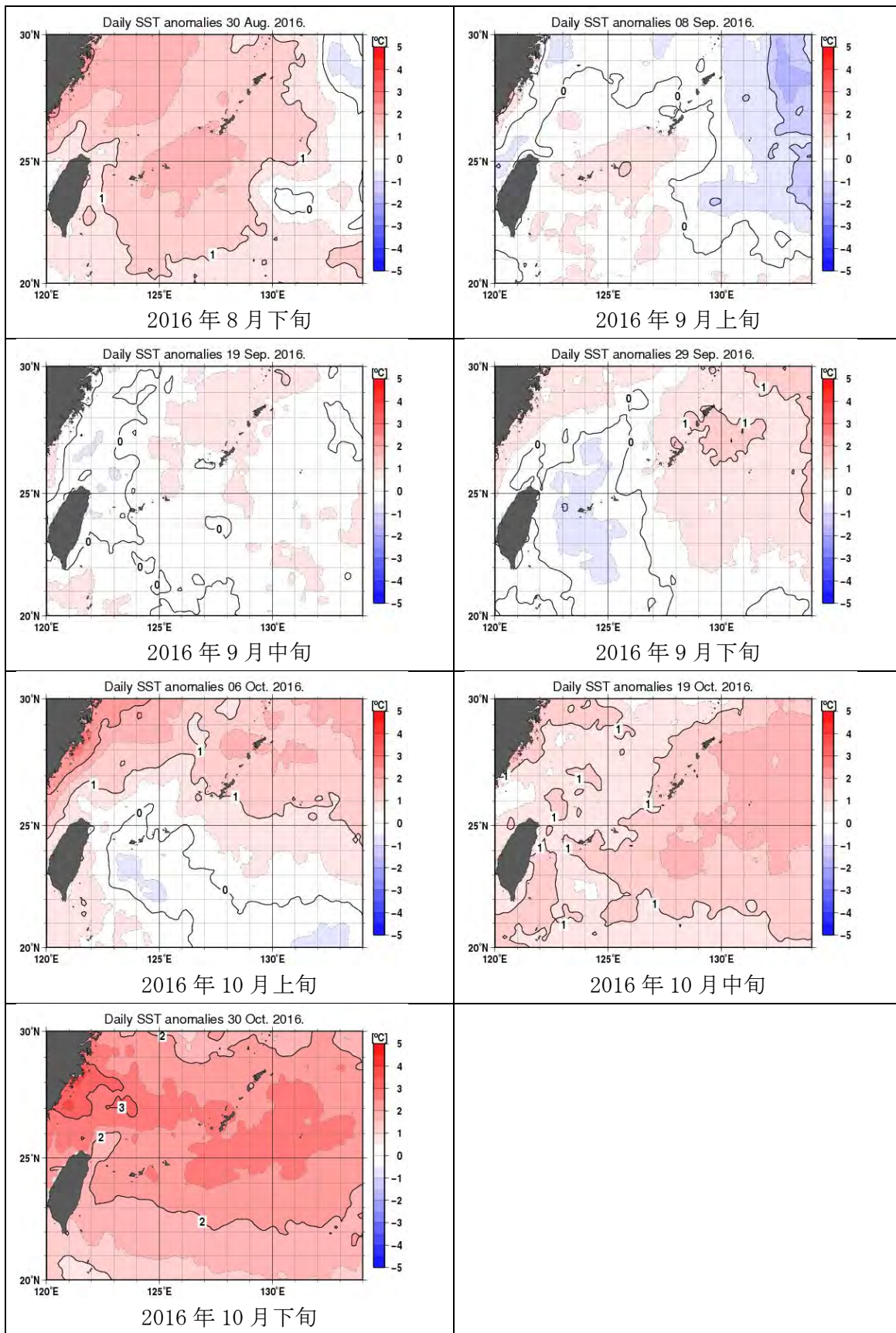


図2-2-18. 沖縄周辺海域における2016年の旬平均海面水温の平年差(気象庁HPより).

### (3) 過去の調査との比較

恩納村のサンゴ被度は2009年、2013年、2014年、2015年、2016年にかけて、徐々に被度が増加している(図2-2-19~2-2-23)。

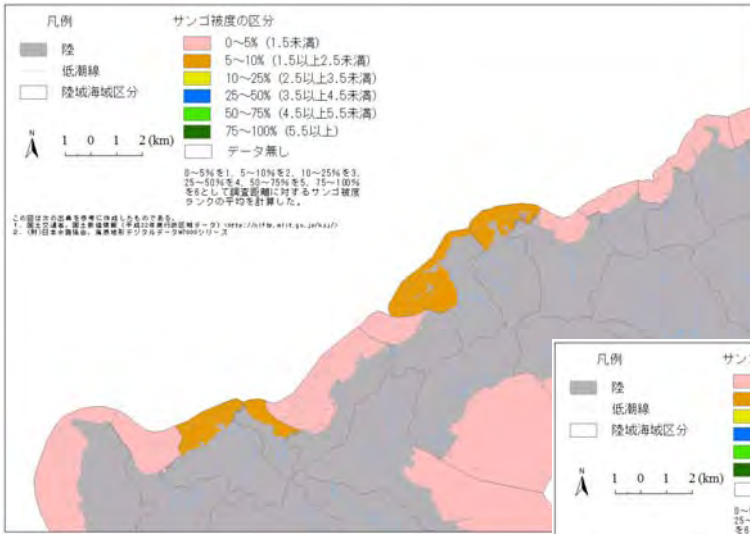


図2-2-19. 恩納村の2009年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

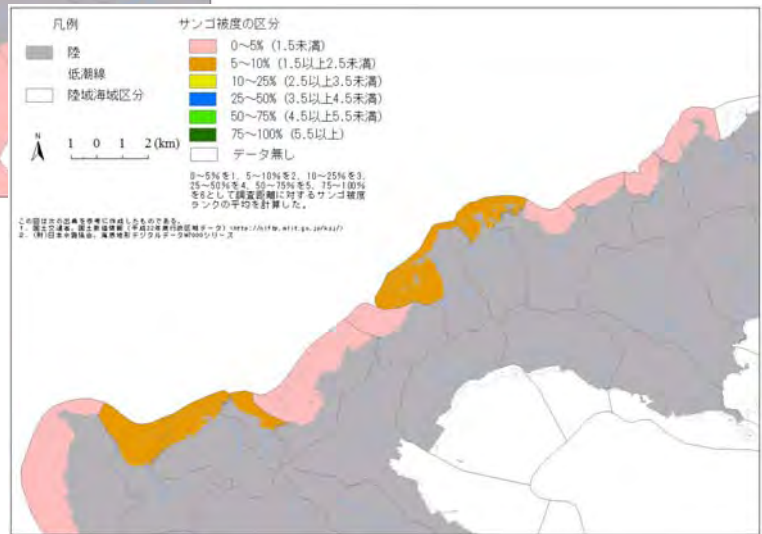


図2-2-20. 恩納村の2013年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

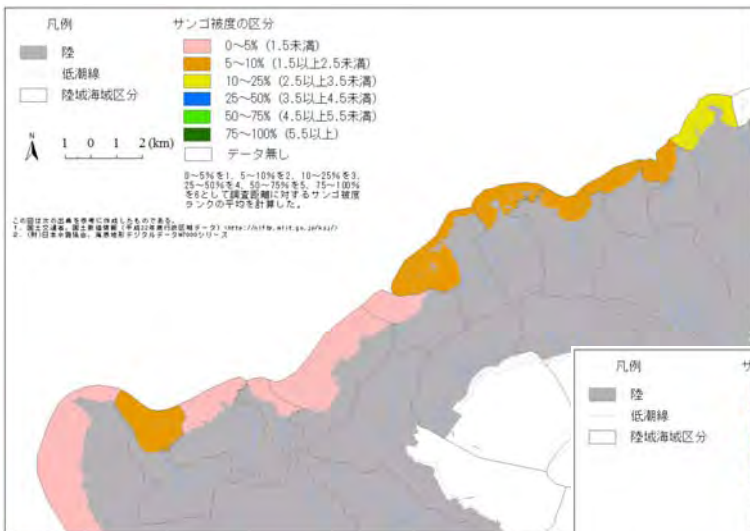


図2-2-21. 恩納村の2014年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

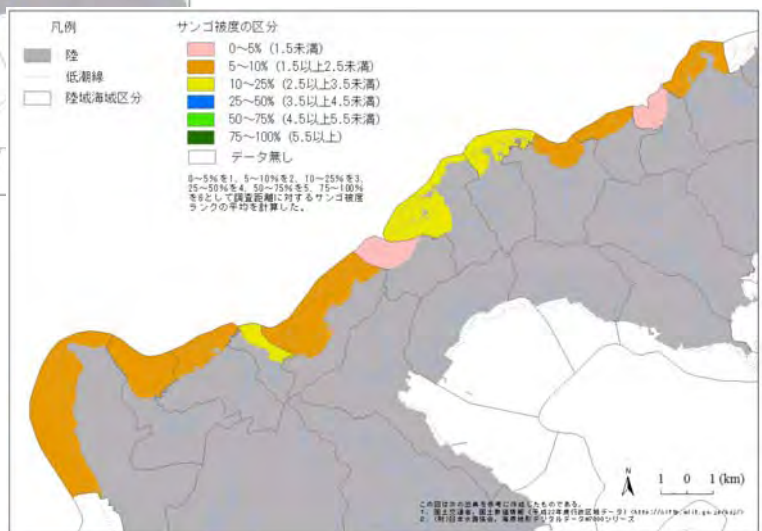


図2-2-22. 恩納村の2015年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

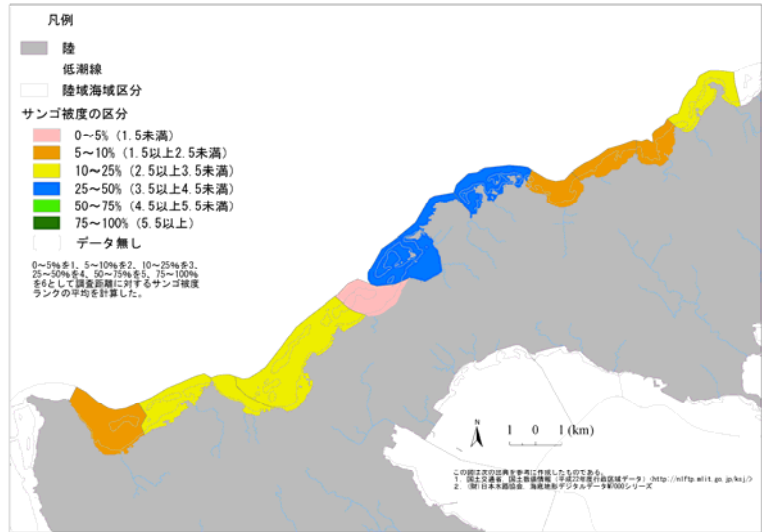


図2-2-23. 恩納村の2016年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

表2-2-7. サンゴ被度ランクごとの海域数.

評価	被度ランク	海域数(全12海域、2016年は11海域)				
		2010年	2013年	2014年	2015年	2016年
非常に低い	0～5%	8	5	5	2	1
低い	5～10%	4	6	6	7	4
やや低い	10～25%	0	1	1	3	4
やや高い	25～50%	0	0	0	0	2
高い	50～75%	0	0	0	0	0
非常に高い	75～100%	0	0	0	0	0

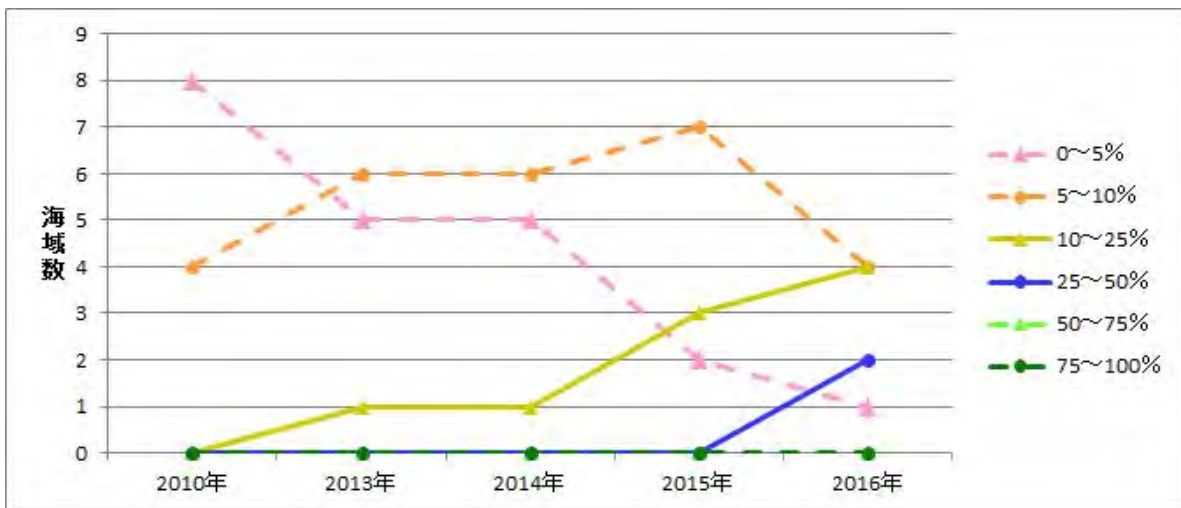


図2-2-24. 恩納村の2010年から2016年のサンゴ被度ランク毎(マンタ法)の海域数. 2010年はサンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

マンタ法調査による恩納村のオニヒトデ個体数は2009年に真栄田岬南側が多かったが(図2-2-25)、2013年以降は多くない(図2-2-27、2-2-29)。食痕数は2009年と2013年に万座毛付近で多いが(図2-2-26、2-2-28)、2014年以降の調査では平均食痕数が0.5個/区間以上となるエリアはなかった(図2-2-30、2-2-32、2-2-34、表2-2-8)。

スポットチェック法調査によるオニヒトデ個体数は2009年と2013年は全ての地点で通常分布(0~1個体/15分)であったが、2014年の調査では多い(要注意、2~4個体/15分)状態の地点が3地点、準大発生(5~9個体/15分)状態の地点が2地点あった。2015年の調査では、多い(要注意、2~4個体/15分)状態の地点が4地点あった。2016年の調査では多い(要注意、2~4個体/15分)状態の地点が1地点であるが、オニヒトデの食痕は白化と区別がつかなかったため、ほとんどの地点でデータ無しとなっているためと考えられる。

2014年、2015年の調査でマンタ法よりスポットチェック法でオニヒトデが多く確認されたのは、サンゴの影に隠れている個体が多かったためと考えられる。

表2-2-8. マンタ法調査によるオニヒトデ個体数と食痕数(カッコ内)ごとのエリアの数. 2016年は白化現象と重なったため、オニヒトデの個体数は過小となっている. 2016年の陸域海域区分の数は11海域.

オニヒトデ個体数 (個体/区間)	海域の数(全12海域)					オニヒトデ食痕数 (個/区間)
	2009年	2013年	2014年	2015年	2016年	
0.1未満	6(5)	11(7)	12(6)	12(9)	11(10)	1未満
0.1~0.2	5(3)	1(3)	0(6)	0(3)	0(1)	1~5
0.2~0.3	0(4)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	5~10
0.3~0.5	1(0)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	10~20
0.5以上	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	20以上

表2-2-9. スポットチェック法調査によるオニヒトデ確認地点数. 2016年は白化現象と重なったため、オニヒトデの個体数は過小となっている.

15分 観察数	発生状態	2009年 (10地点)	2013年 (12地点)	2014年 (12地点)	2015年 (12地点)	2016年 (12地点)
0~1	通常分布	10	12	7	8	11
2~4	多い(要注意)	0	0	3	4	1
5~9	準大発生	0	0	2	0	0
10以上	大発生	0	0	0	0	0



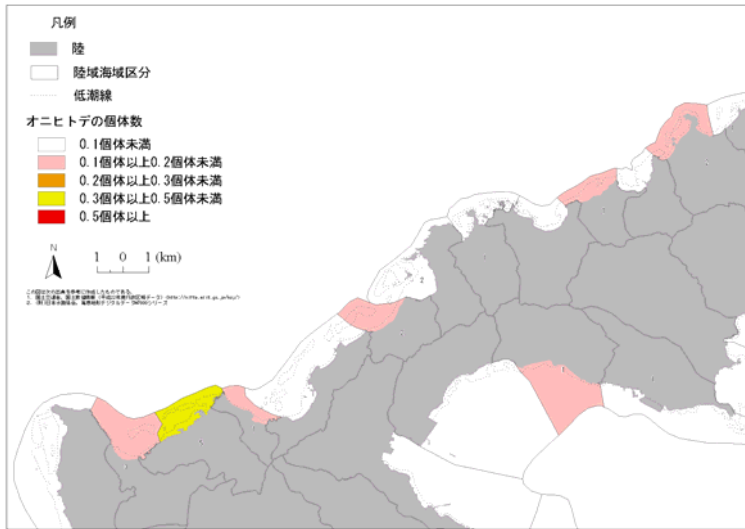


図2-2-25. 恩納村の2009年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり). サング礁資源情報整備事業のデータを使用.

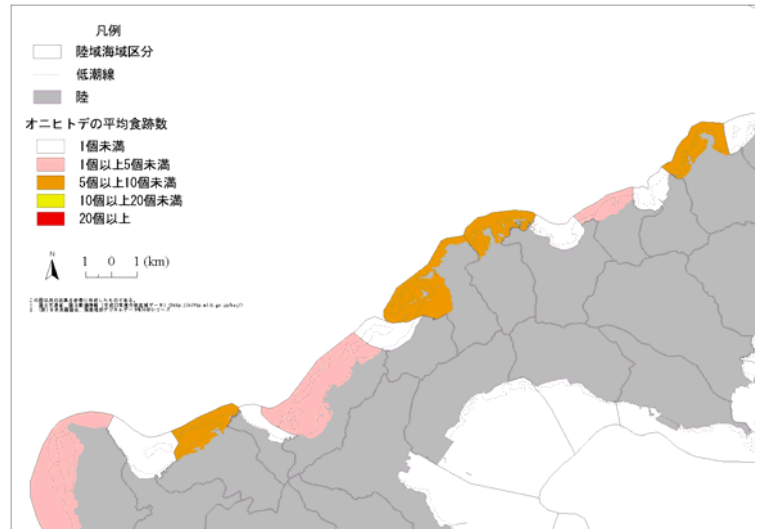


図2-2-26. 恩納村の2009年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり). サング礁資源情報整備事業のデータを使用.

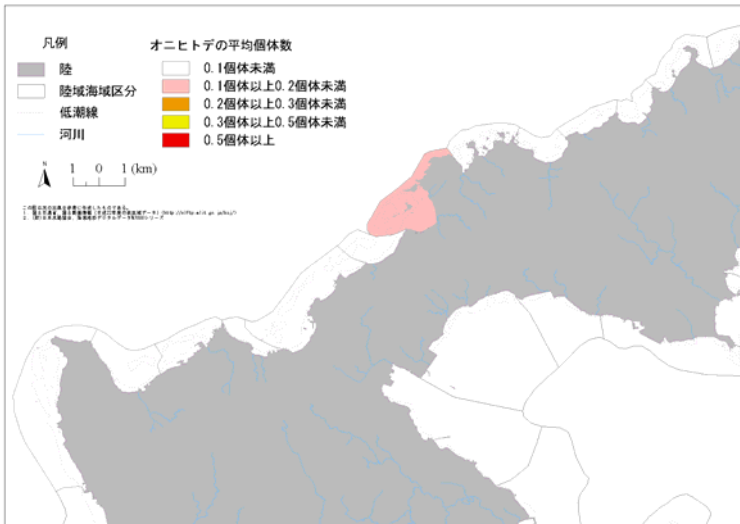


図2-2-27. 恩納村の2013年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

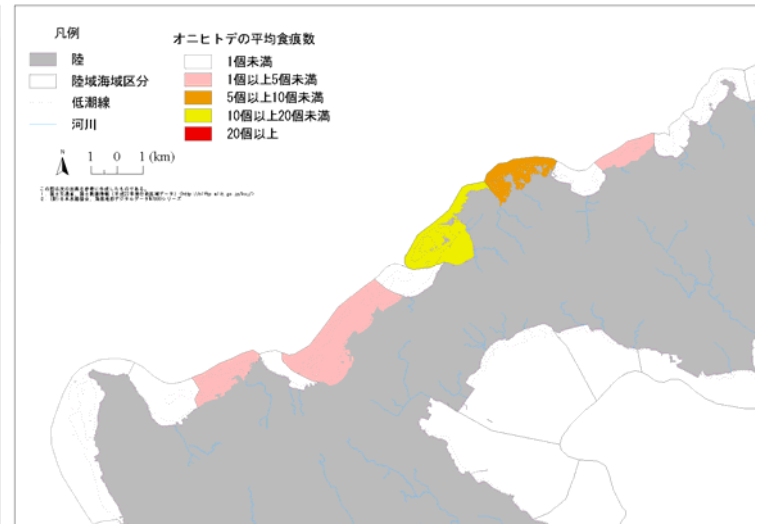


図2-2-28. 恩納村の2013年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).



図2-2-29. 恩納村の2014年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

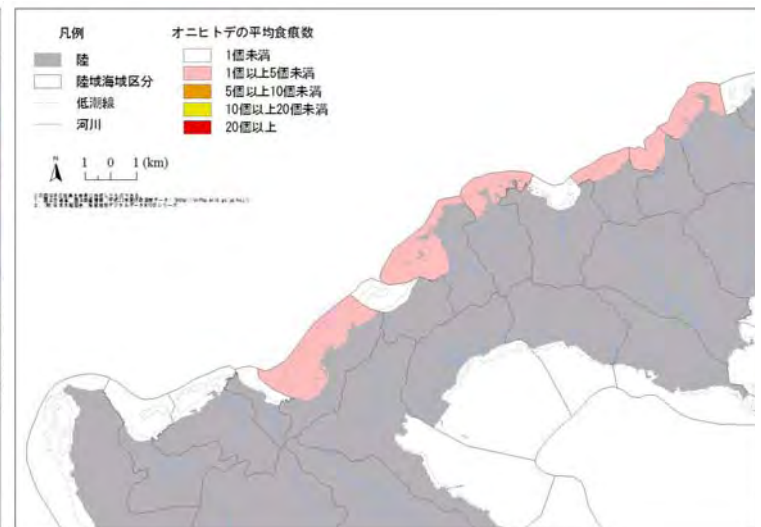


図2-2-30. 恩納村の2014年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).



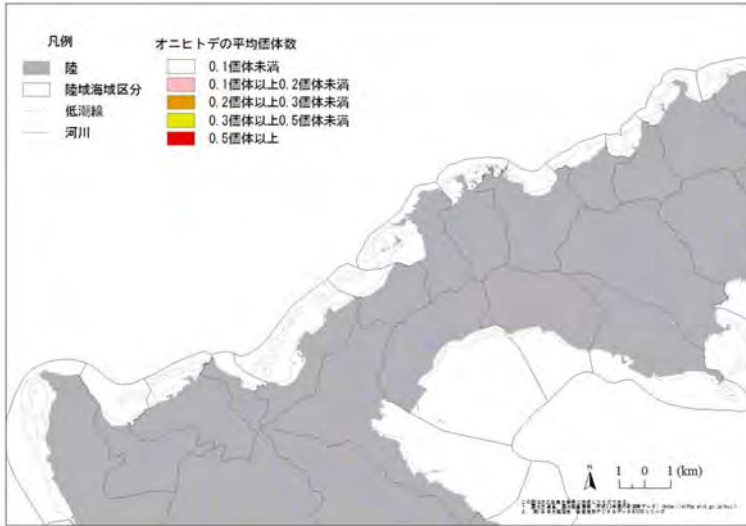


図2-2-31. 恩納村の2015年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

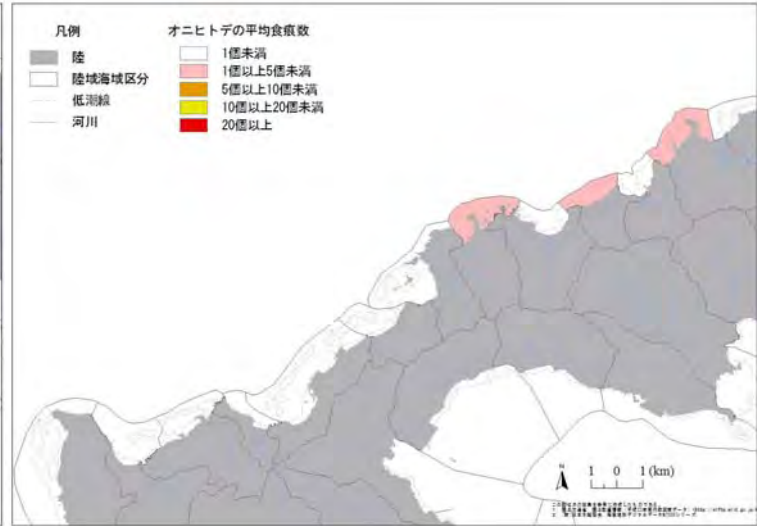


図2-2-32. 恩納村の2015年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

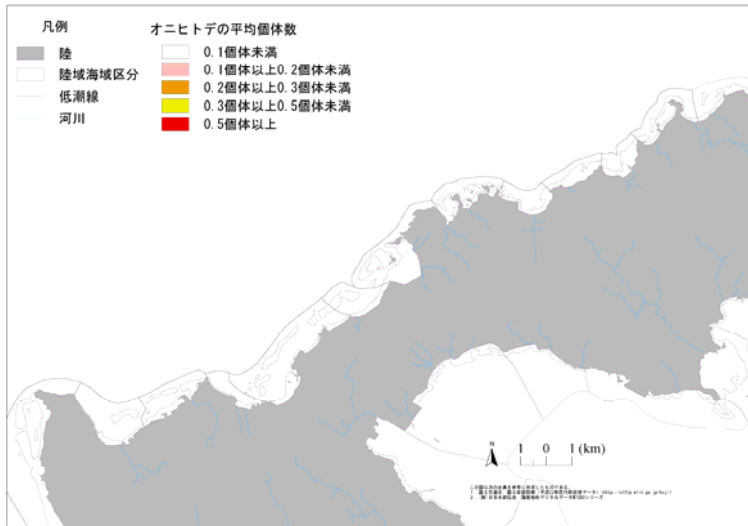


図2-2-33. 恩納村の2016年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

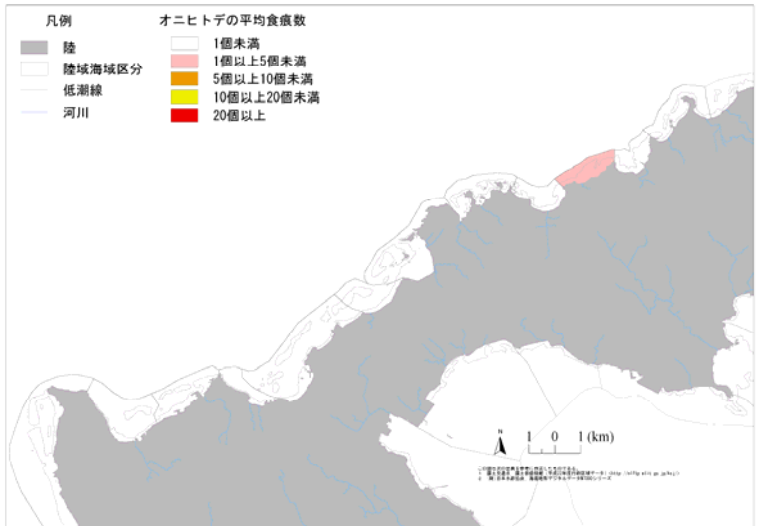


図2-2-34. 恩納村の2016年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり). 白化と食痕の区別がつかなかったため、ほとんどの区間はデータ無しとなっている.

## 2-3-2. 慶良間海域

### (1) マンタ法

サンゴ被度は前島や黒島周辺や渡嘉敷島北と南、座間味島の北、阿嘉島の北西、奥武島周辺など場所によって高いところがあるが、屋嘉比島周辺や慶留間島、座間味島の南、渡嘉敷島の西側と東側ではサンゴ被度ランクが50~75%以上の被度ランクは無くサンゴ被度は低かった(図2-2-35)。サンゴ被度ランクが0~5%や5~10%の場所が減少し、慶良間全体では回復傾向にあると考えられる。オニヒトデはマンタ法調査では全く確認されなかったが(図2-2-38)、食痕は前島の周辺や座間味島の北側や阿嘉島の西側で確認されている(図2-2-39)。

オーストラリアのマンタ法によるオニヒトデの発生状況と比較すると(表2-2-10)、どのエリアも0.22個体/区間以下とオニヒトデは少ない状況であった。

表2-2-10. マンタ法によるオニヒトデの発生状況の目安(グレートバリアリーフ).

マンタ法結果	オニヒトデの発生状況
オニヒトデ 1.0 個体/区間以上	大量発生 Active Outbreak (AO)
オニヒトデ 0.22 個体/区間以上	大量発生の始まり Incipient Outbreak (IO)
オニヒトデ 0.22 個体/区間以下	回復中 Recovering (RE)
	大量発生なし No recent Outbreak (NO)

### (2) スポットチェック法

スポットチェック法調査は23地点実施した(図2-2-35、2-2-36、2-2-37)。9地点でオニヒトデが確認されたが、個体数は多くなかった(図2-2-36)。ほとんどの地点で食痕が確認され(22地点)、7地点で5個以上50個未満であった(図2-2-37)。

スポットチェック法によるオニヒトデ発生状況の目安と比較すると(表2-2-11)、いずれの地点も「通常分布」(0~1個体/15分)であったが、渡嘉敷島南東のハタキジや座間味島北東、座間味港前で1.5個体/15分であった。

表2-2-11. スポットチェック法によるオニヒトデ発生状況の目安(野村 2004 より).

15分観察数	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

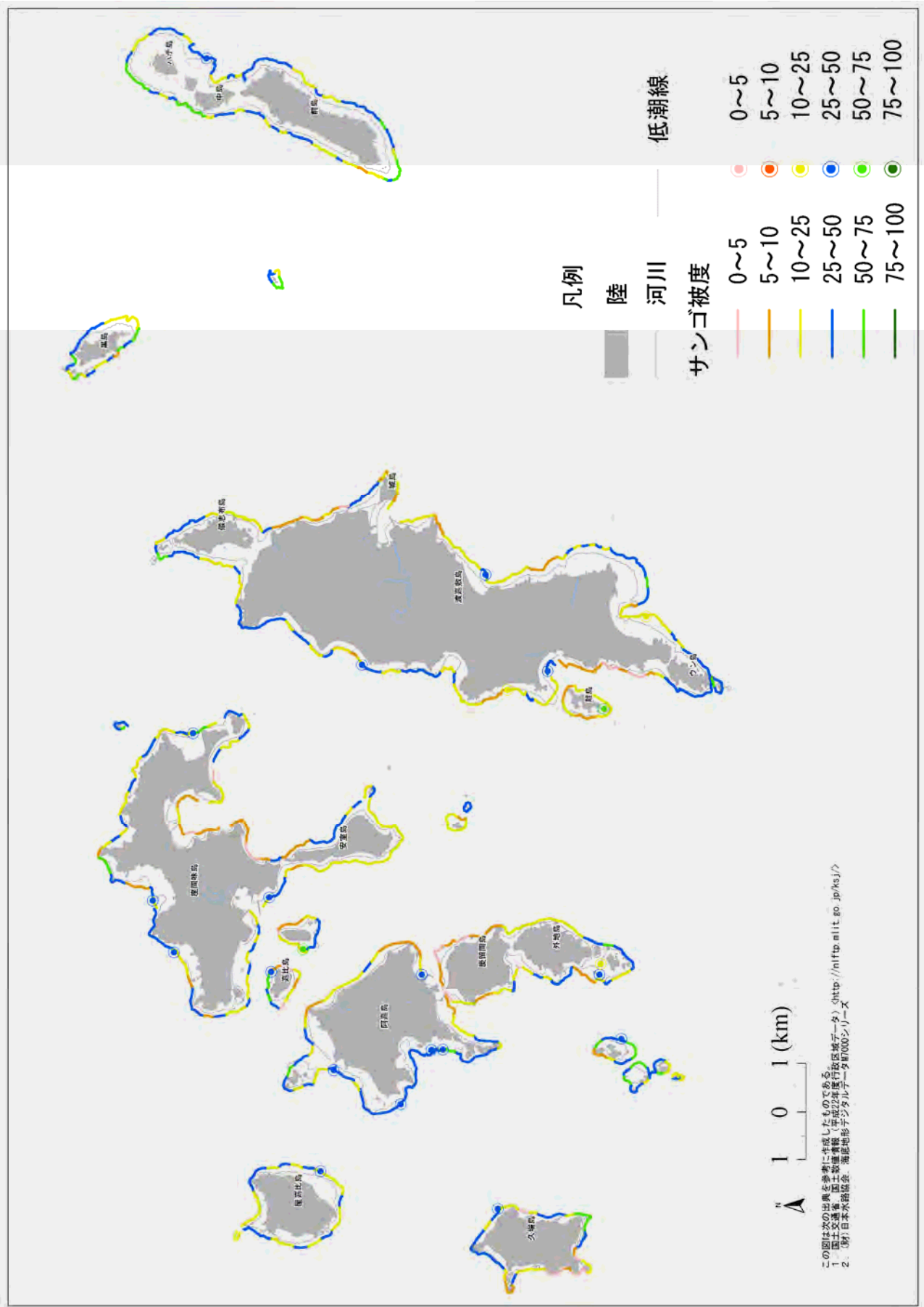


図2-2-35. 慶良間におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(サンゴ被度).

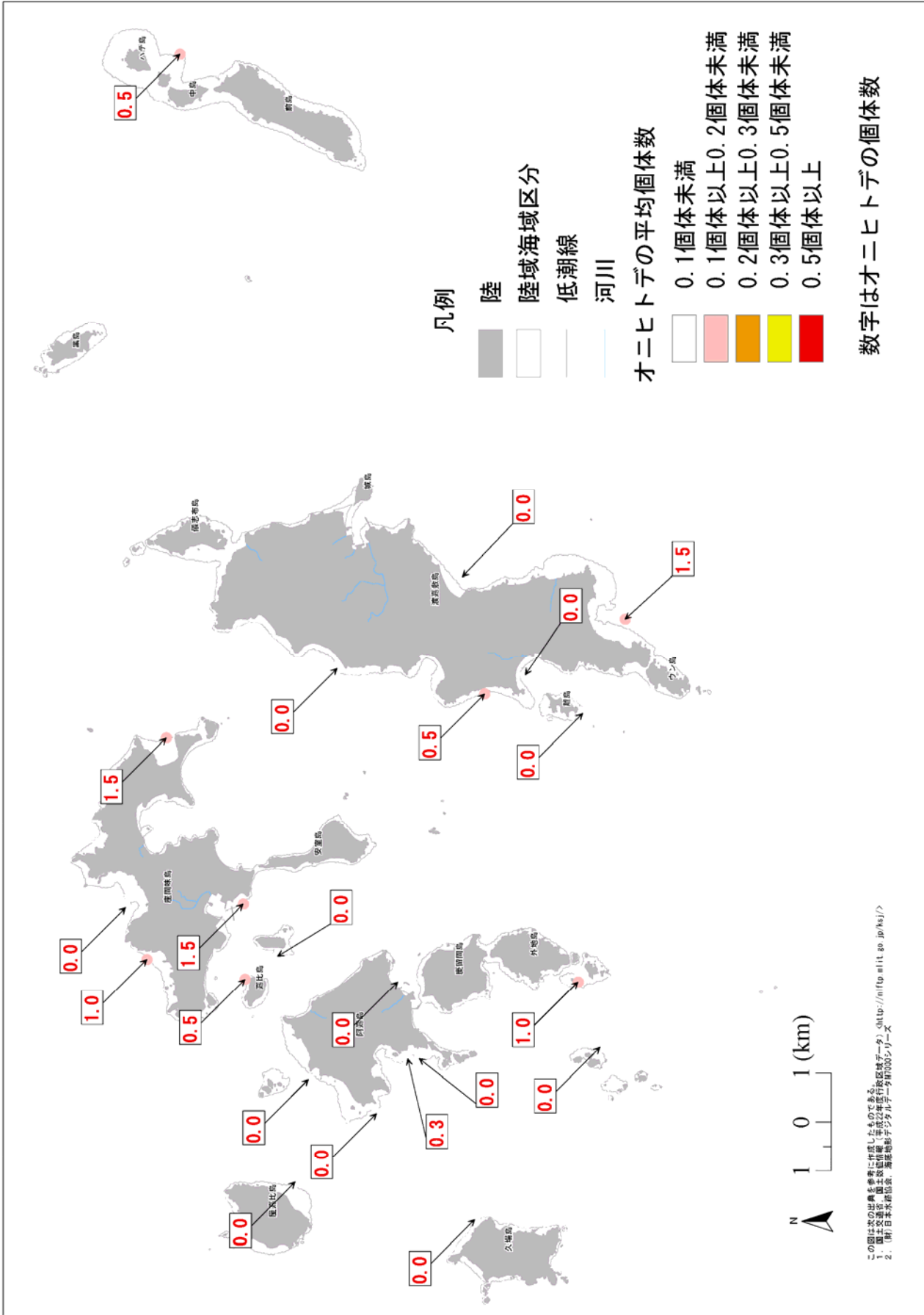


図2-2-36. 慶良間におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(オニヒトデ個体数).



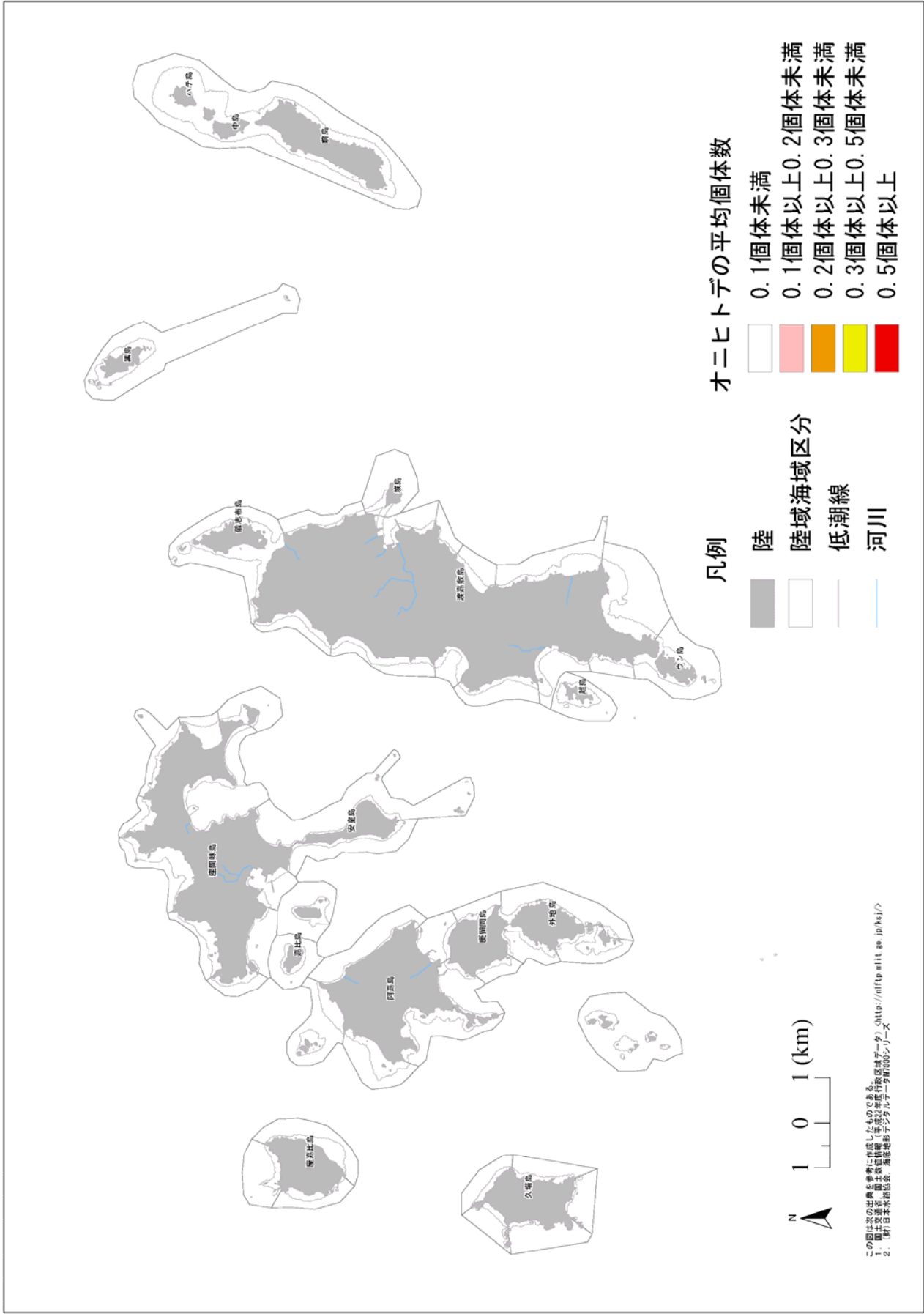


図2-2-38. 慶良間におけるオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

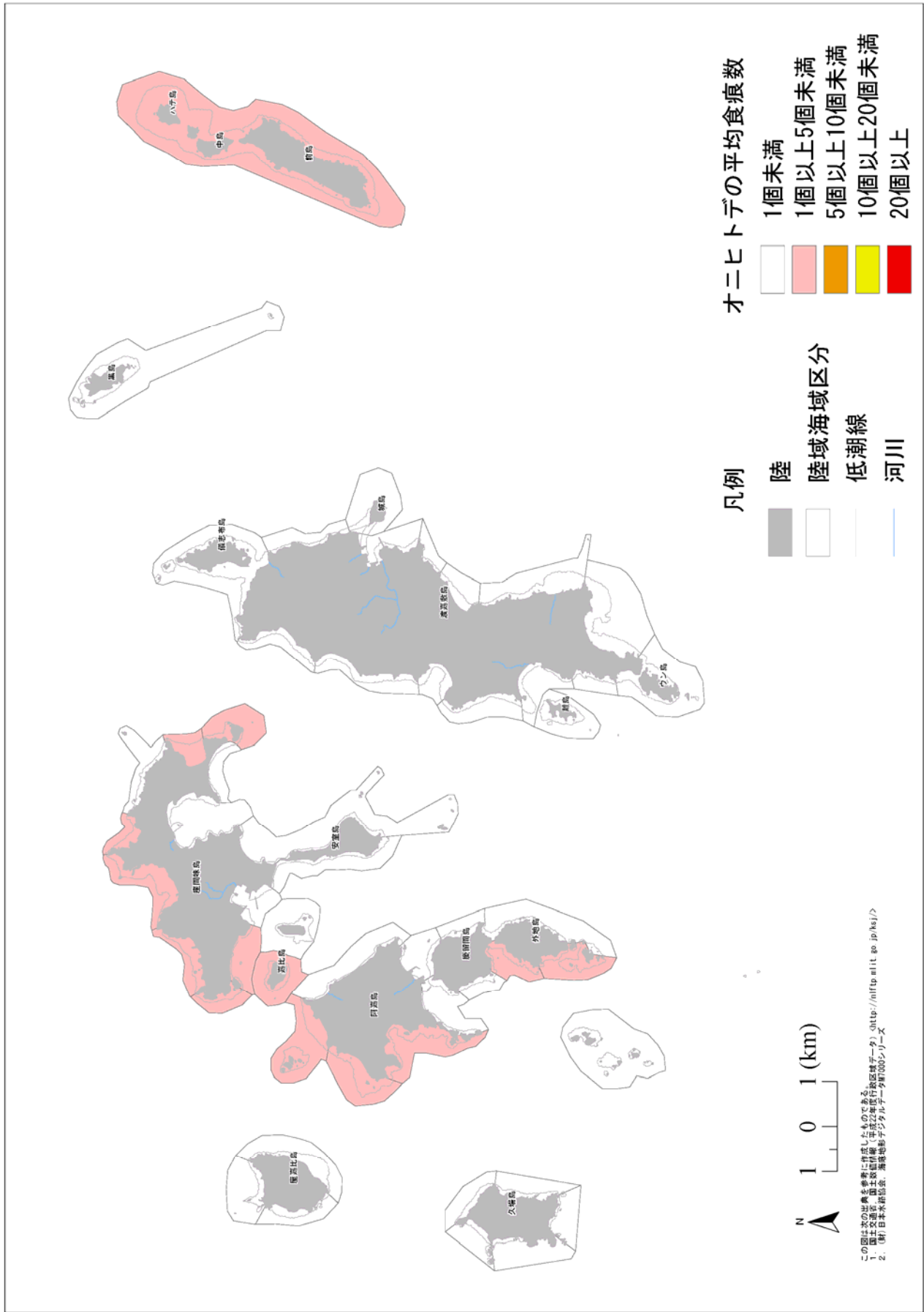


図2-2-39. 慶良間におけるオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり)。



### (3) 過去の調査との比較

慶良間海域のサンゴ被度は、近年0～5%と5～10%の被度ランクの海域数が徐々に減少し、10～25%と25～50%の被度ランクの海域数が増えている(図2-2-40)。

表2-2-12. サンゴ被度ランクごとの海域数.

評価	被度ランク	海域数(全 53 海域)				
		2010年	2013年	2014年	2015年	2016年
非常に低い	0～5%	3	5	10	6	1
低い	5～10%	19	19	19	14	5
やや低い	10～25%	21	24	14	25	32
やや高い	25～50%	9	4	9	8	15
高い	50～75%	1	1	1	0	0
非常に高い	75～100%	0	0	0	0	0

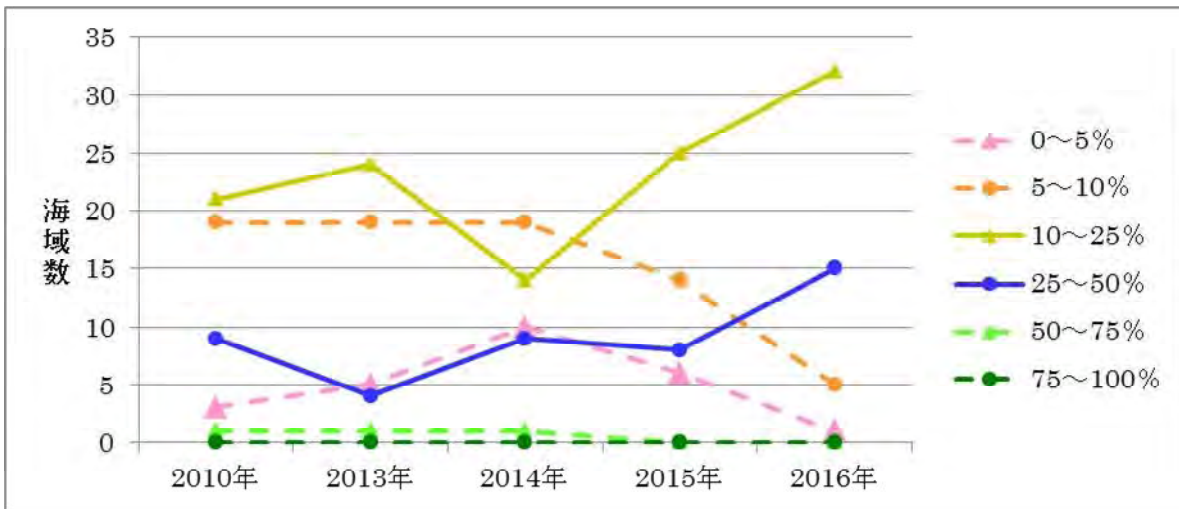


図2-2-40. 慶良間の2010年から2016年のサンゴ被度ランク毎(マンタ法)の海域数. 2010年はサンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

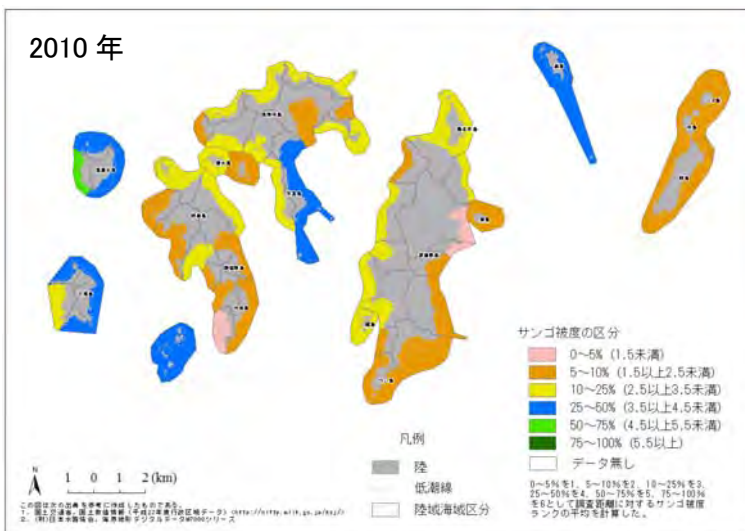
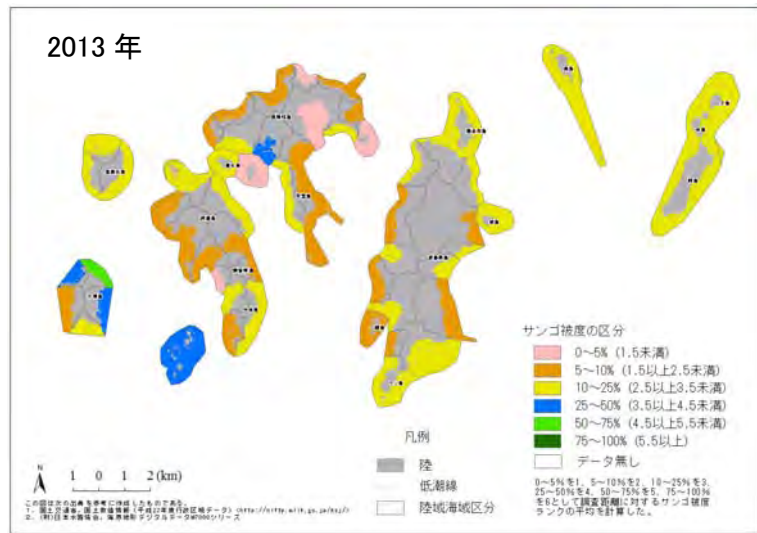


図2-2-41. 慶良間の2010年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

図2-2-42. 慶良間の2013年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).



2014年

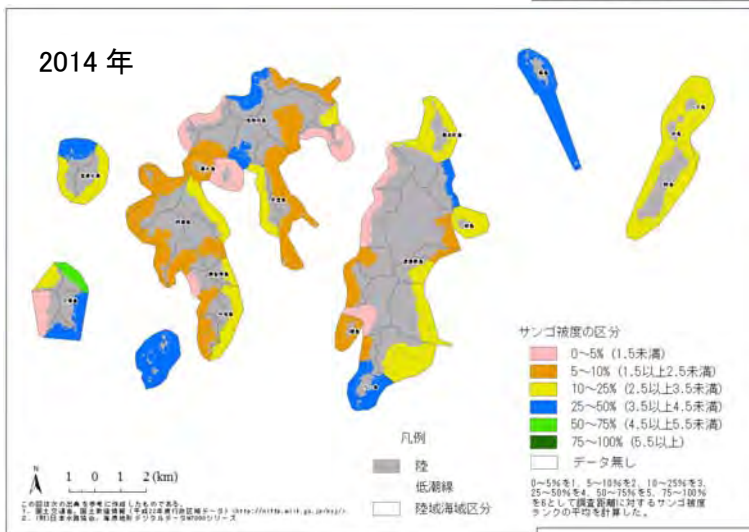


図2-2-43. 慶良間の2014年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

2015年

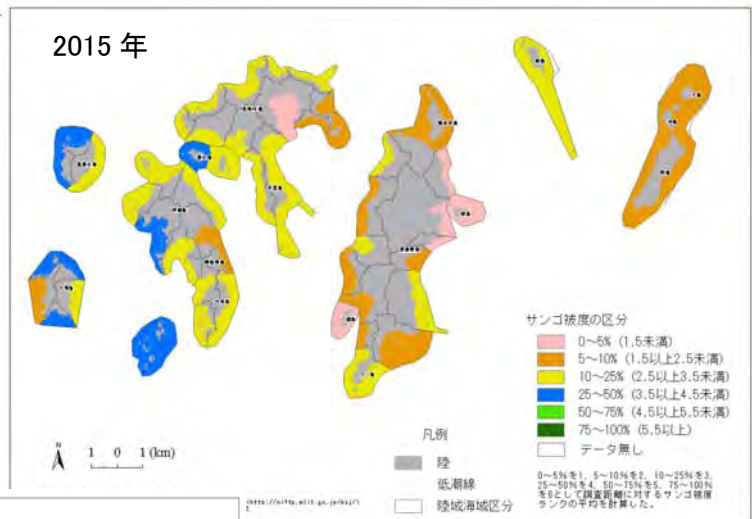


図2-2-44. 慶良間の2015年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

2016年

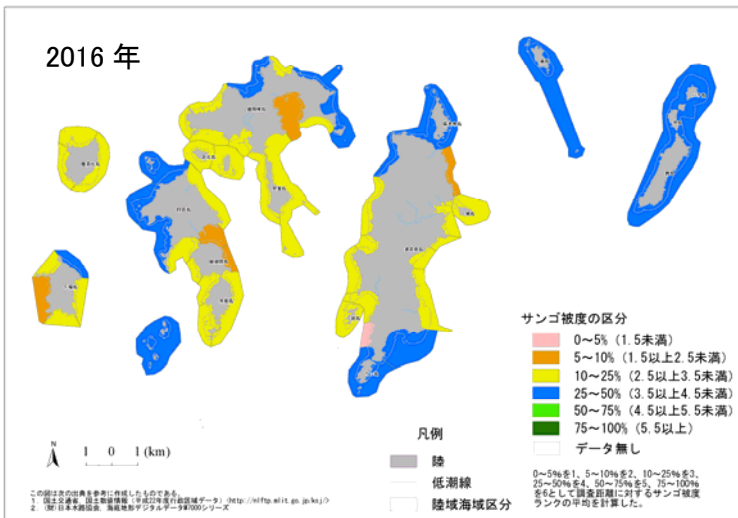


図2-2-45. 慶良間の2016年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

マンタ法調査による慶良間のオニヒトデ個体数は2013年に屋嘉比島南東で多かったが(図2-2-47)、それ以外の場所や地域では多くなかった(図2-2-46、2-2-48、2-2-49、2-2-50)。食痕は2010年にはほとんどみられず(図2-2-51)、2013年、2014年の調査で広い範囲で食痕が確認されるようになり海域数も徐々に増えたが(図2-2-52、2-2-53、表2-2-13)、2015年は食痕が確認された海域数は減少し(図2-2-54、表2-2-13)、2016年は前年とほとんど変わらなかった(図2-2-55、表2-2-13)。屋嘉比島では2013年にあか・げるまダイビング協会によるオニヒトデ駆除が実施されており、その後の調査でもオニヒトデがほとんど確認されていないため、2013年に確認された屋嘉比島のオニヒトデ個体数は局所的に多かったものと考えられる。

スポットチェック法調査では2014年の調査までほとんどオニヒトデは確認されていなかったが、2015年の調査では2個体/15分以上の地点が2地点に増加した。今年度の調査ではほとんどオニヒトデは確認されていない(表2-2-14)。

表2-2-13. マンタ法調査によるオニヒトデ個体数と食痕数(カッコ内)ごとのエリアの数.

オニヒトデ個体数 (個体/区間)	陸域海域区分の数(全53エリア)					オニヒトデ食痕数 (個/区間)
	2010年	2013年	2014年	2015年	2016年	
0.1未満	53 (51)	52 (34)	53 (32)	53 (39)	53 (39)	1未満
0.1~0.2	0 (2)	0 (15)	0 (21)	0 (13)	0 (14)	1~5
0.2~0.3	0 (0)	0 (3)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	5~10
0.3~0.5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10~20
0.5以上	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	20以上

表2-2-14. スポットチェック法調査によるオニヒトデ確認地点数.

15分観察数	発生状態	2010年 (全21地点)	2013年 (全73地点)	2014年 (全21地点)	2015年 (全22地点)	2016年 (全23地点)
0~1	通常分布	21	73	21	20	23
2~4	多い(要注意)	0	0	0	2	0
5~9	準大発生	0	0	0	0	0
10以上	大発生	0	0	0	0	0

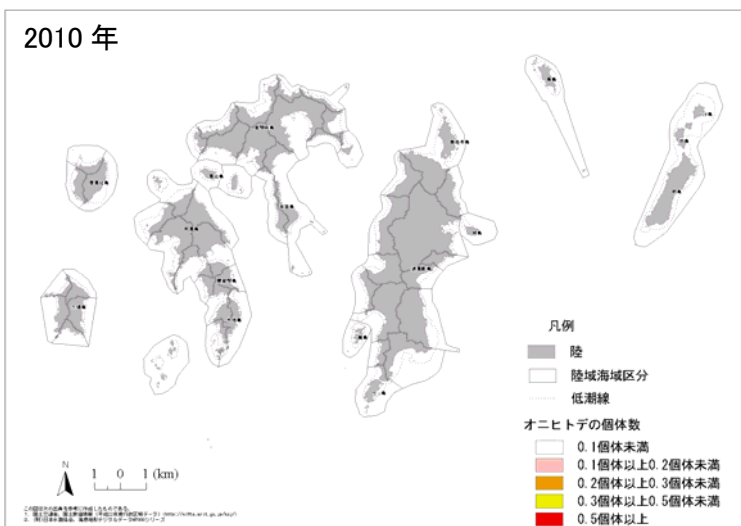
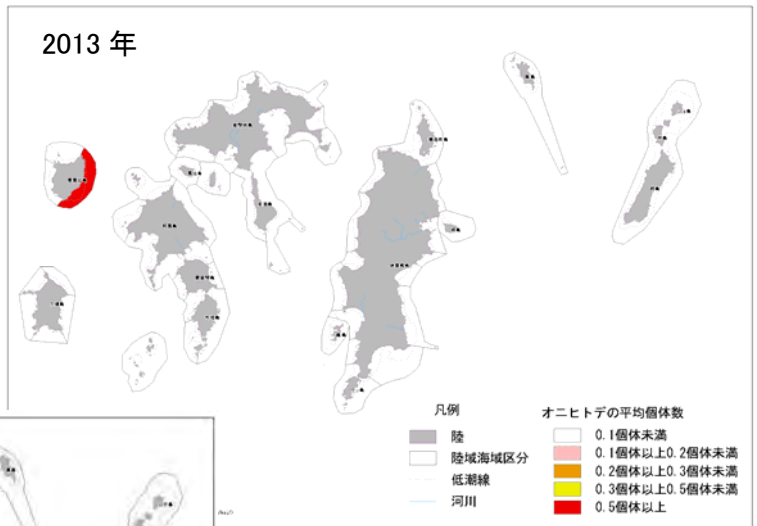


図2-2-46. 慶良間の2010年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

図2-2-47. 慶良間の2013年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).



2014年

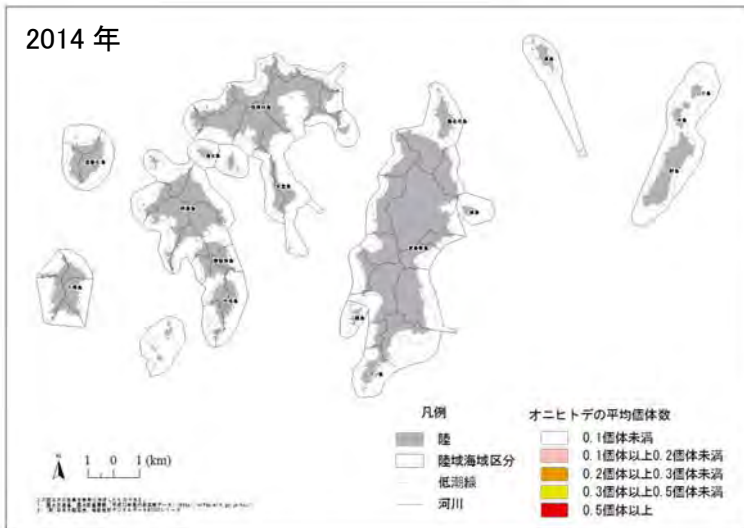
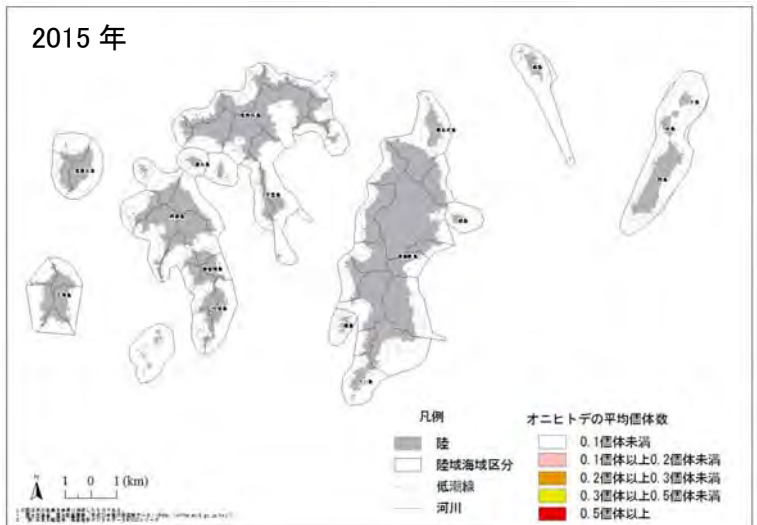


図2-2-48. 慶良間の2014年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

図2-2-49. 慶良間の2015年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).



2016年

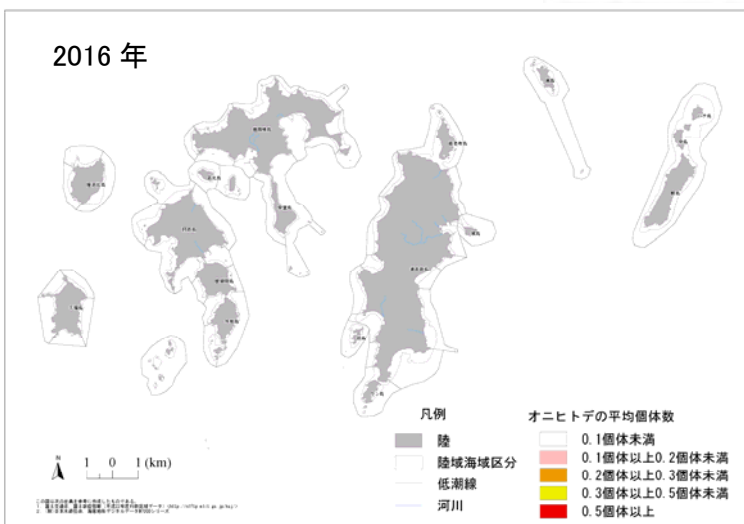


図2-2-50. 慶良間の2016年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).



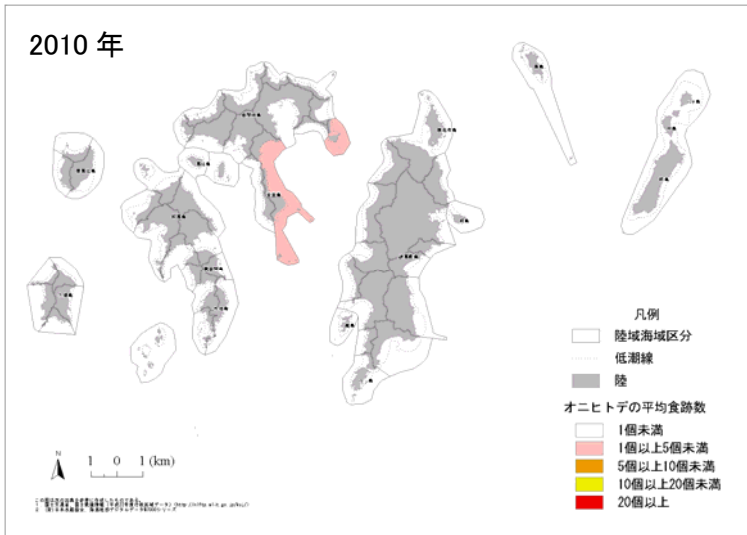


図2-2-51. 慶良間の2010年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

図2-2-52. 慶良間の2013年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

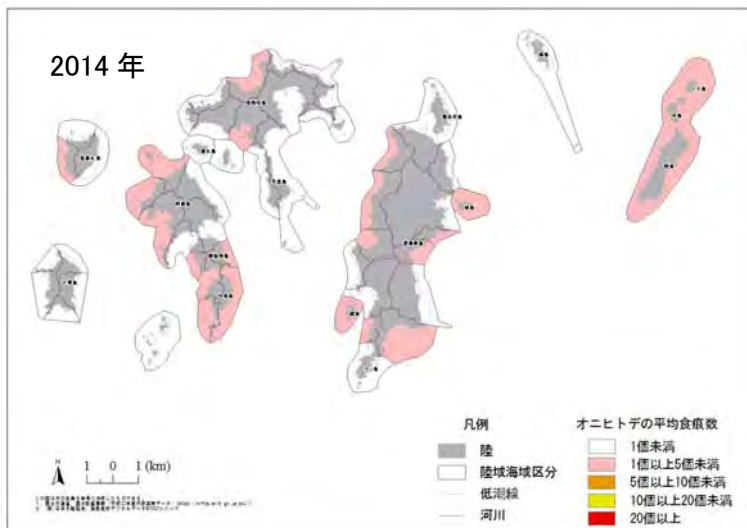
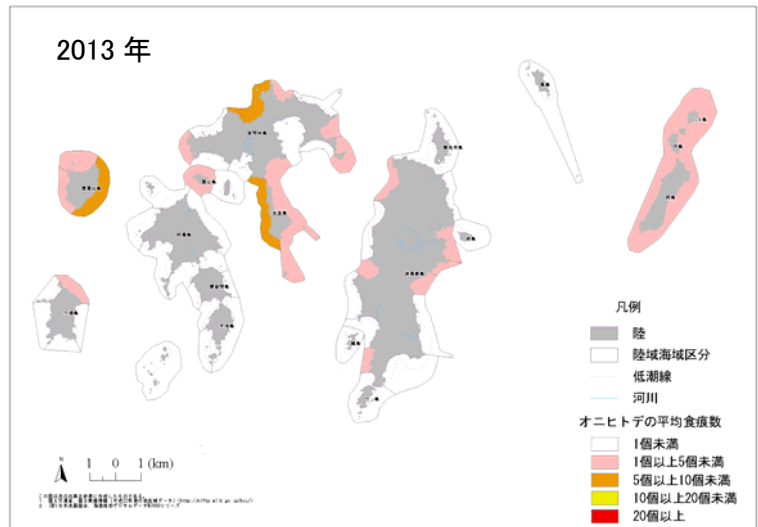


図2-2-53. 慶良間の2014年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

図2-2-54. 慶良間の2015年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

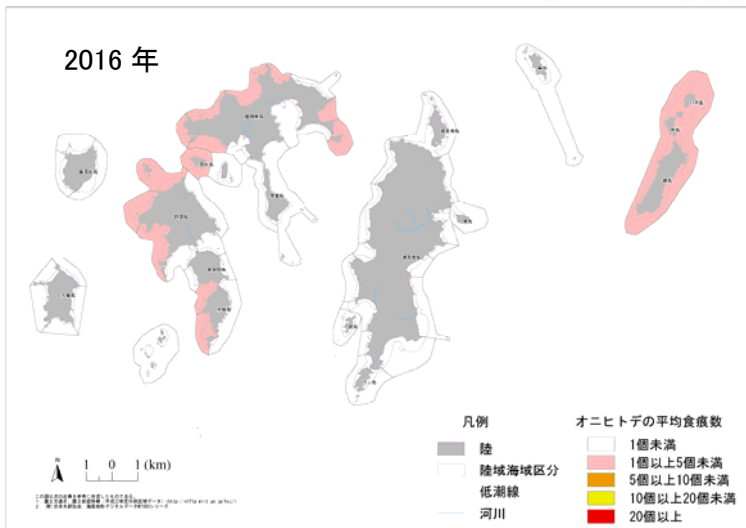
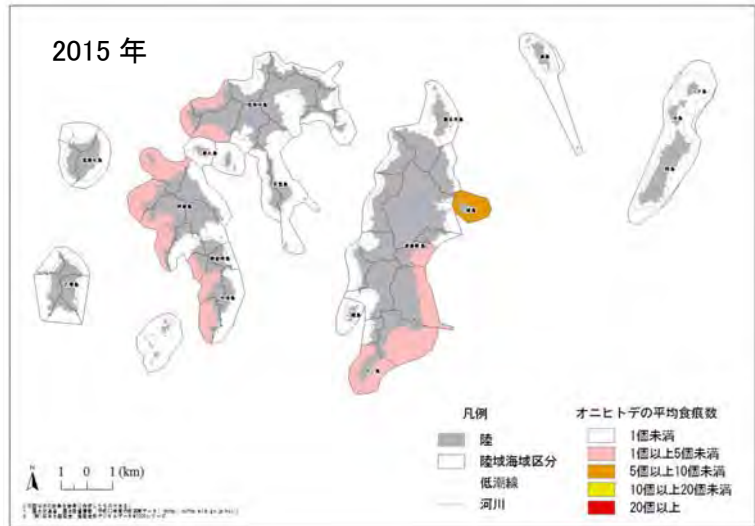


図2-2-55. 慶良間の2016年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

### 3. 地元関係者との情報共有等

#### 3-1. 恩納村海域における情報共有等

オニヒトデ個体数の予測結果に基づき、恩納村でオニヒトデ大量発生が懸念されたため、恩納村漁協の協力を得てオニヒトデの駆除を実施した。オニヒトデの駆除は2016年1月から12月の間に恩納村内の489地点で実施し、14,605個体駆除されている。恩納村では2011年以降に大幅に駆除個体数が増加し、その後徐々に駆除個体数が減少している(図2-3-1)。2016年の駆除では北部の駆除個体数が多かったが、昨年度と比較して部瀬名の駆除個体数が大きく減少している(図2-3-3)。また、駆除努力量あたりのオニヒトデ駆除個体数も2016年は全ての地点で減少している(図2-3-2)。

駆除地点別にみると、最も駆除個体数が多かったのは名嘉真の177個体であった(44.25個体/人・半日)。1人半日あたりの駆除数の平均は8.16個体/人・半日で、1人半日あたりの駆除数が最も多かったのは、名嘉真の44.25個体/人・半日であった。1人半日あたりの駆除数が最も少なかったのは、瀬良垣や屋嘉田、谷茶の礁池、前兼久の礁斜面と礁池の5地点で、0個体/人・半日であった。1人半日あたりの駆除数が30個体以上の地点は昨年と比べて減少している(31地点→4地点)。

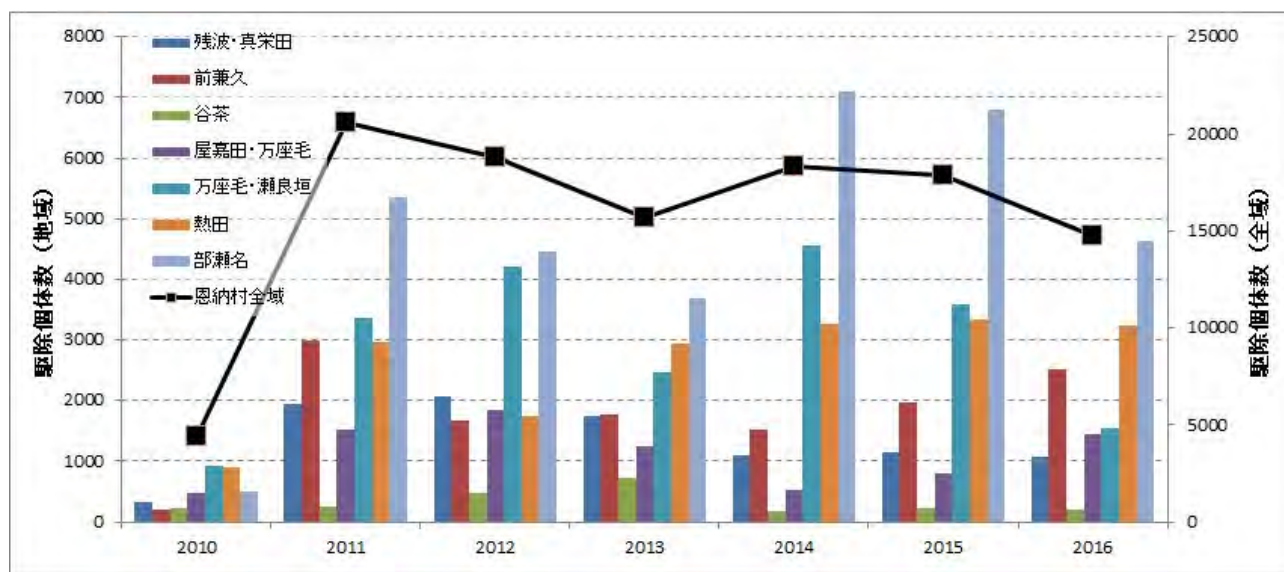


図2-3-1. 恩納村の駆除個体数(2010年から2016年).





図2-3-2. 恩納村の駆除努力量あたりのオニヒトデ個体数(2010年から2016年).

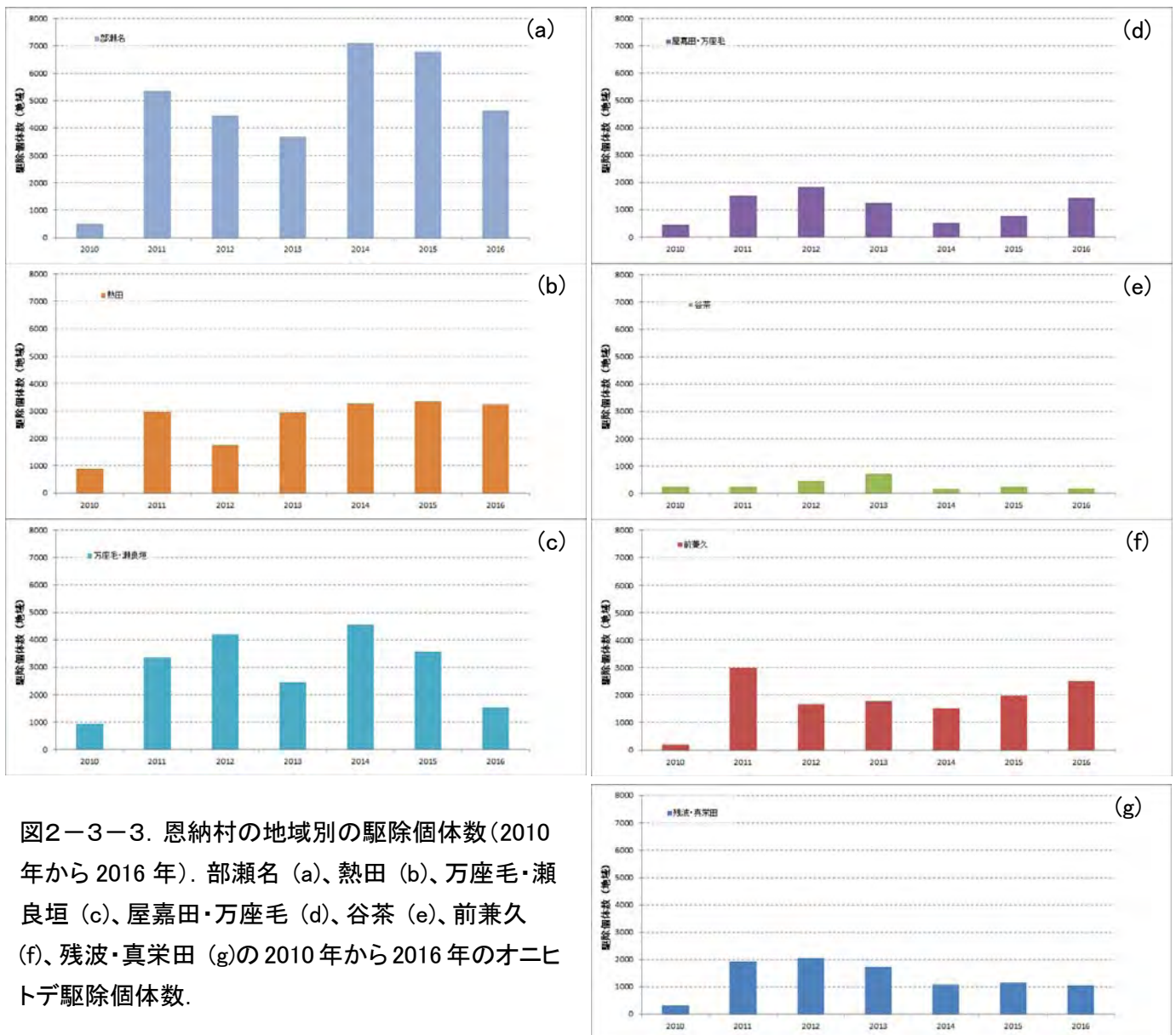


図2-3-3. 恩納村の地域別の駆除個体数(2010年から2016年). 部瀬名 (a)、熱田 (b)、万座毛・瀬良垣 (c)、屋嘉田・万座毛 (d)、谷茶 (e)、前兼久 (f)、残波・真栄田 (g)の2010年から2016年のオニヒトデ駆除個体数.

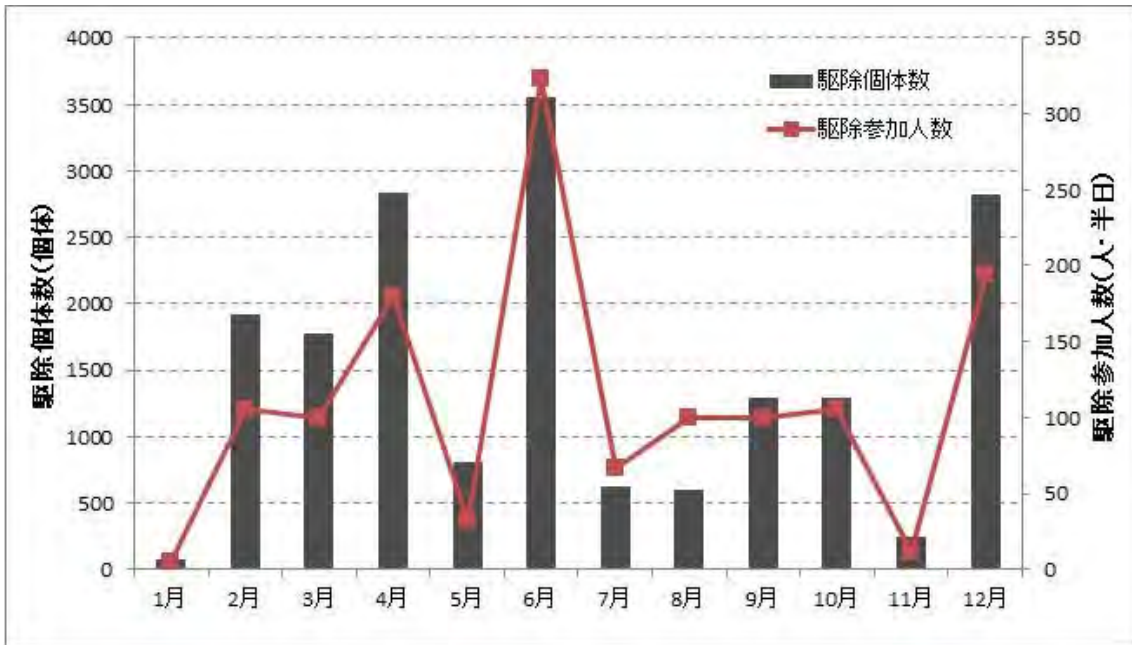


図2-3-4. 恩納村の月別駆除個体数(2015年).

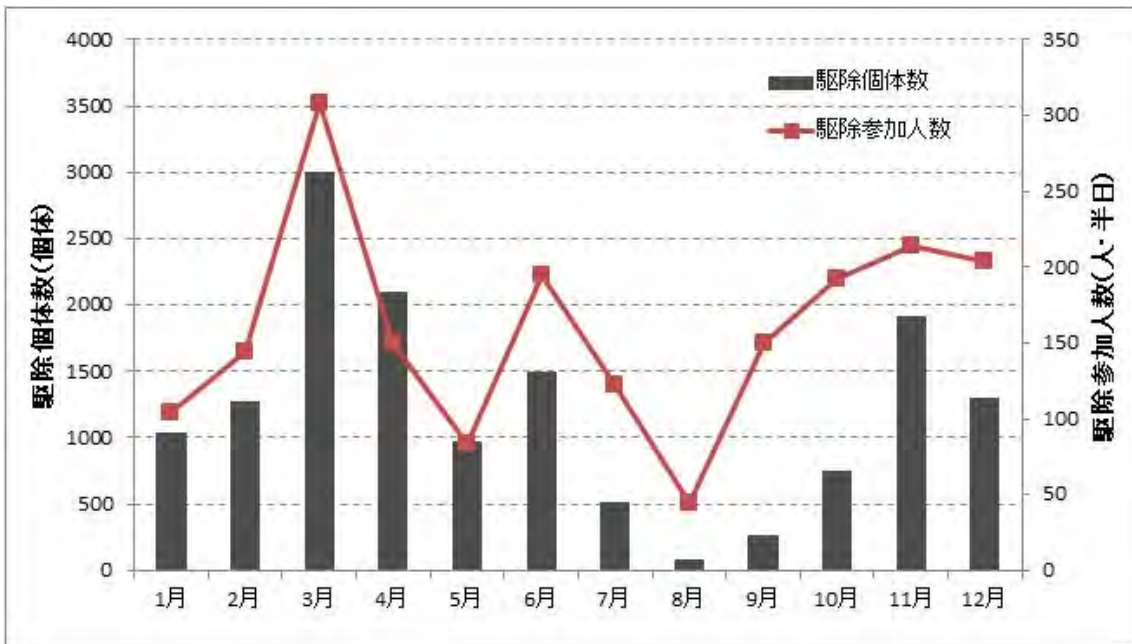


図2-3-5. 恩納村の月別駆除個体数(2016年).

2016年の恩納村におけるグリッド毎のオニヒトデ駆除個体数を図2-3-6に示す。図2-3-6は恩納村周辺海域を500m四方に区切ったグリッドを作成し、2016年に実施されたオニヒトデ駆除の個体数をグリッド毎に集計している。恩納村の北部地域や久良波周辺でオニヒトデの駆除個体数が100個体以上のグリッドの数が多かった。

2011年から2016年の間に毎年100個体以上オニヒトデが駆除されているグリッドを図2-3-14に示す。伊武部から名嘉真やみゆきビーチ周辺、万座ビーチ周辺、久良波、塩屋など特定のグリッドで毎年多くのオニヒトデが駆除されている(図2-3-14)。オニヒトデの駆除個体数とサンゴ被度には明確な関係性はみられなかった(図2-3-15)。

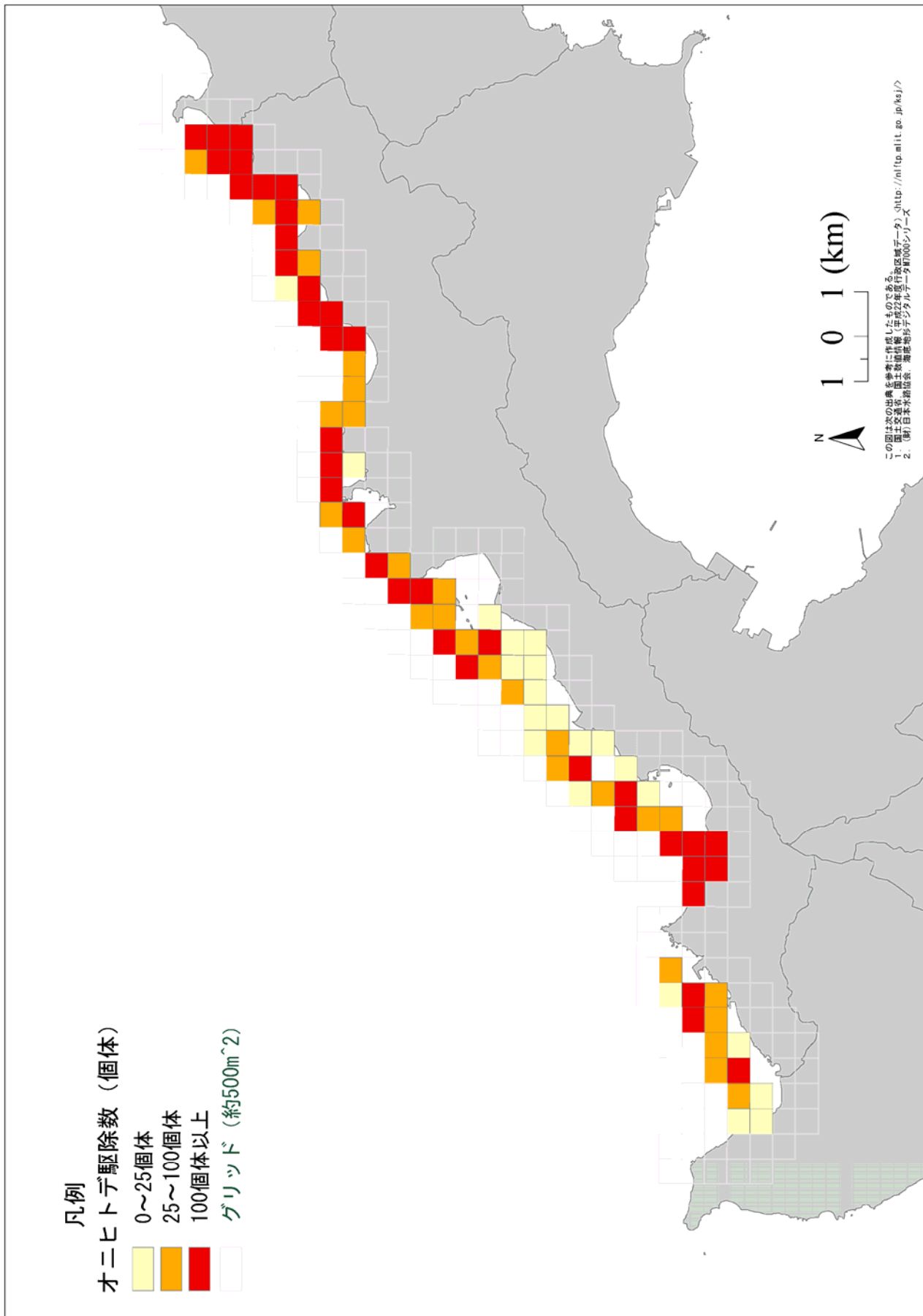


図2-3-3-6. 恩納村のグリッド毎のオニヒトデ駆除個体数(2016年).

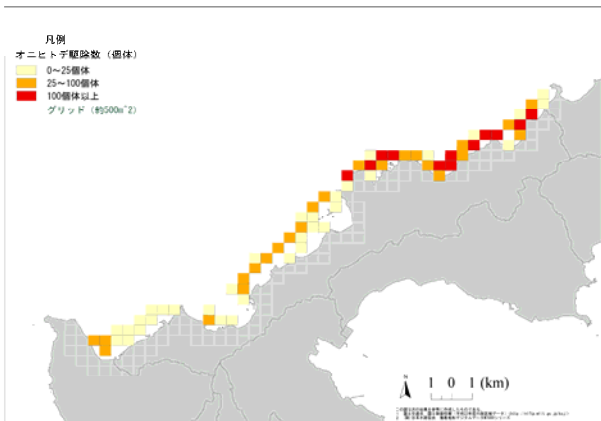


図2-3-7. 恩納村の2010年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

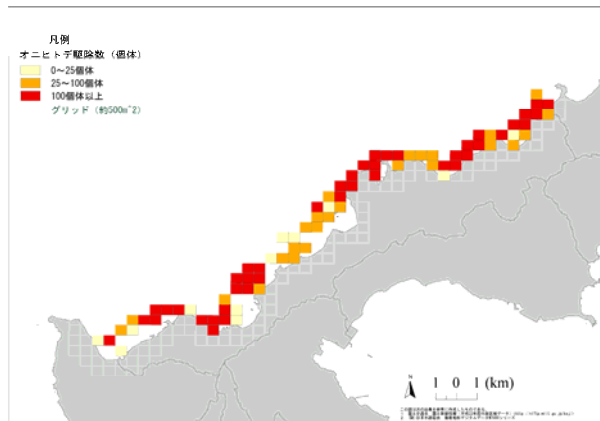


図2-3-8. 恩納村の2011年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

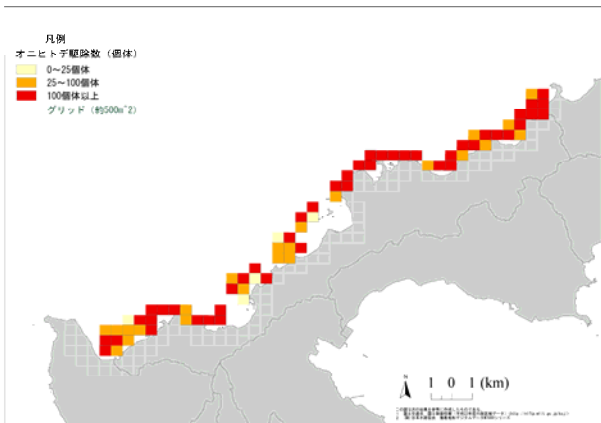


図2-3-9. 恩納村の2012年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

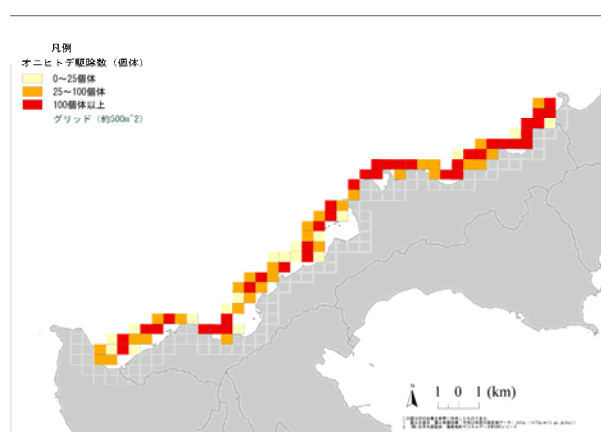


図2-3-10. 恩納村の2013年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

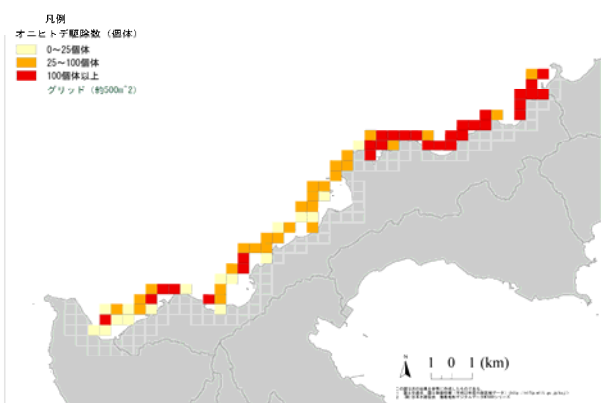


図2-3-11. 恩納村の2014年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

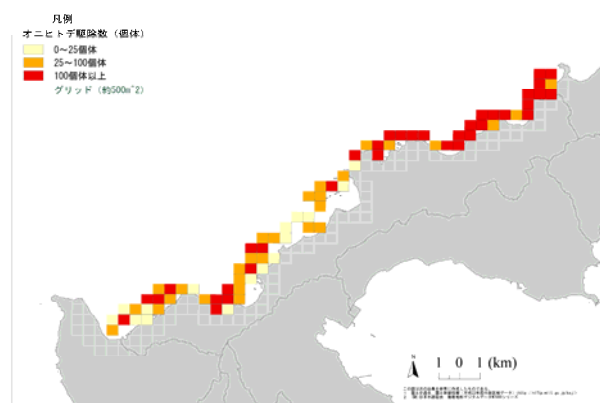


図2-3-12. 恩納村の2015年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

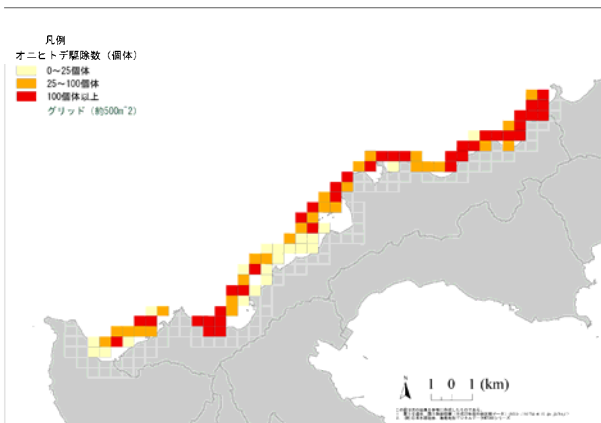


図2-3-13. 恩納村の2016年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).



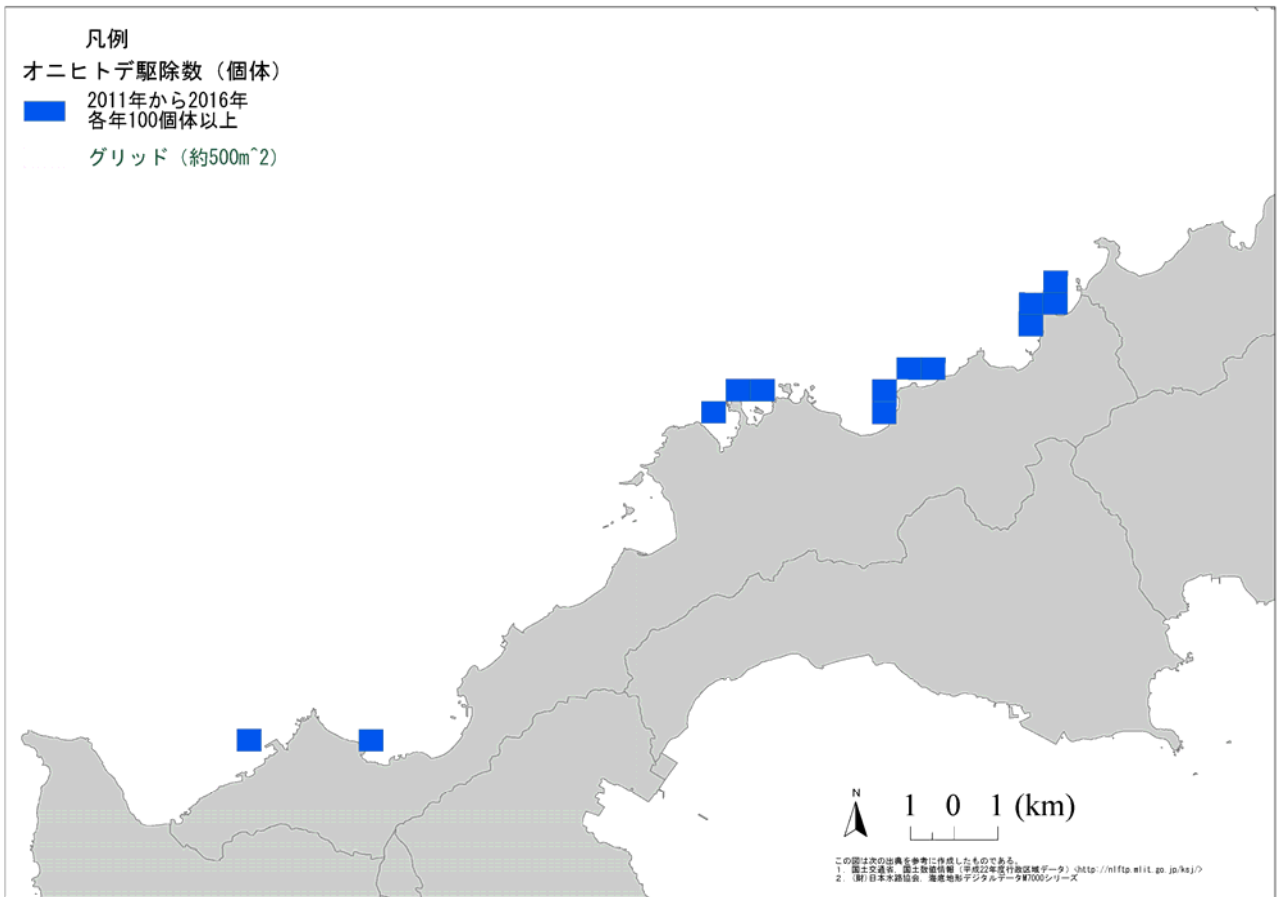


図2-3-14. 恩納村で2011年から2016年の間に毎年100個体以上オニヒトデが駆除されたグリッド。

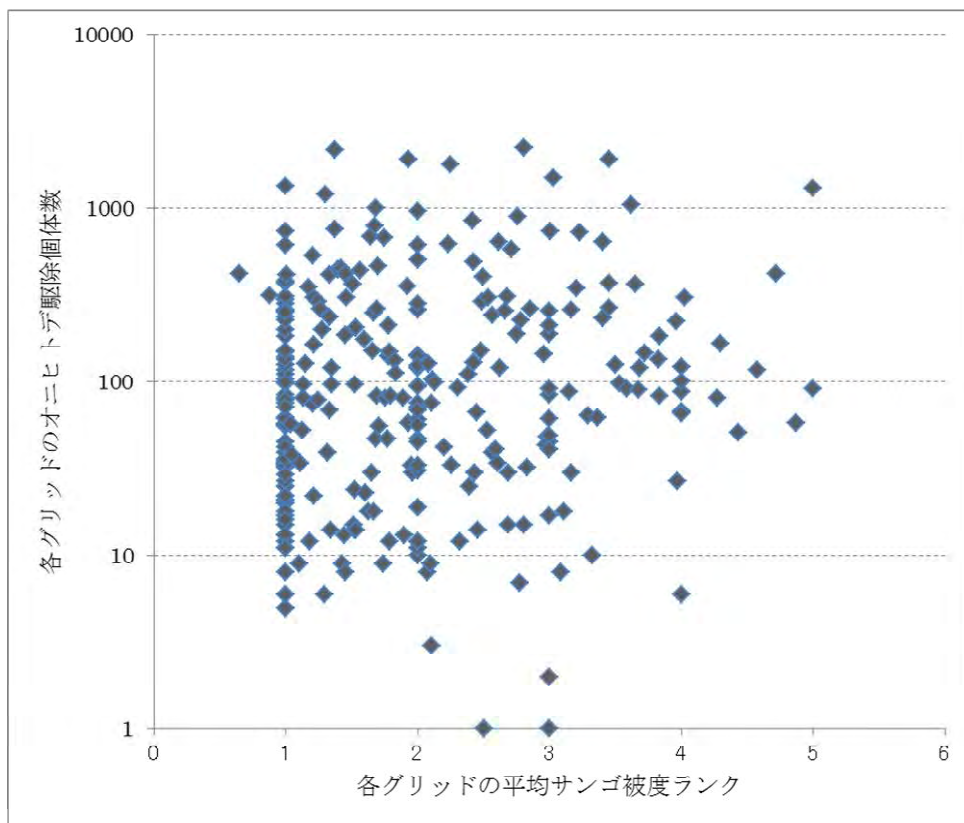


図2-3-15. グリッド毎の平均サンゴ被度(マンタ法)とオニヒトデ個体数。



## 【オニヒトデ駆除効果調査】

オニヒトデ駆除の効果を把握するため、サンゴ礁の状況をスポットチェック法により調査した（図2-3-17、図2-3-18）。調査は昨年度と同様の恩納村の下記の地点（13地点）で4月と12月に実施した。恩納村漁協による駆除は2016年1月から実施されているが、便宜的に4月の調査を駆除前調査とした。

サンゴ被度は、名嘉真、安富祖内、瀬良垣、塩屋でランクが下がっていた（表2-3-1）。オニヒトデ個体数が10個体（個/人・15分）以上の地点は、名嘉真南とホーシューの2地点であった（表2-3-1）。

2015年5月以降の調査では、安富祖以北の地点で、準大発生から大発生のレベルとなっており、以前多くの地点が準大発生から大発生のレベルであった（表2-3-2、図2-3-19、図2-3-20）。今回の調査では準大発生以上のレベルの地点は5地点となり、オニヒトデが大量発生レベルになっている地点は徐々に減少している。しかしながら、ホーシューでは多くのオニヒトデが確認されているので、注意が必要である（図2-3-20）。

前回の調査（2016年4月）と比較すると、かりゆし内や名嘉真南、万座、ホーシューなどオニヒトデが相当数いるにもかかわらず、サンゴ被度ランクが下がっていないことから、駆除によりサンゴ被度が保たれていると考えられる。塩屋はオニヒトデの個体数も多かったが、礁原では白化で死亡したと考えられるサンゴが多くみられた。全体的にサンゴ被度ランクが下がった地点が増えたのは、夏場の白化による影響もあったものと考えられる。

表2-3-1. スポットチェック法調査結果. サンゴ被度ランクのオレンジ色の塗りつぶしは被度ランクが下がったことを、緑色の塗りつぶしは上がったことを表す. オニヒトデ個体数の赤色の塗りつぶしは15分あたりのオニヒトデ個体数が10個体/人以上だったことを表す.

調査地点	優占群	サンゴ被度 ランク				オニヒトデ 個体数 (個/人・15分)				オニヒトデ 食跡数 (個/人・15分)			
		2015年		2016年		2015年		2016年		2015年		2016年	
		5月	11月	4月	12月	5月	11月	4月	12月	5月	11月	4月	12月
かりゆし外	卓状ミドリイシ	50~75	25~50	50-75	50-75	11.8	10.6	7.5	4.5	16.7	14.7	9.7	19.5
かりゆし内	多種混成	50~75	50~75	50-75	50-75	5.0	7.5	10.6	7.5	6.0	11.4	15.0	20.5
名嘉真	多種混成	25~50	50~75	50-75	25-50	10.3	13.0	11.0	2.0	12.5	14.7	7.3	19.0
名嘉真南	卓状ミドリイシ	25~50	25~50	25-50	25-50	14.2	7.3	6.5	10.5	15.0	12.1	8.5	25.5
安富祖外	卓状ミドリイシ	10~25	25~50	25-50	25-50	15.9	7.8	7.8	3.0	41.3	14.4	10.1	30.0
安富祖内	枝状コモンサンゴ	50~75	50~75	50-75	25-50	10.0	3.4	1.7	0.0	12.5	4.9	3.2	9.0
瀬良垣	枝状ハマサンゴ	10~25	10~25	25-50	10-25	0.7	0.5	0.3	0.0	3.5	1.8	2.4	0.5
万座	卓状ミドリイシ	25~50	25~50	50-75	50-75	5.6	5.8	2.5	7.0	15.5	14.5	10.3	47.0
ホーシュー	多種混成	25~50	25~50	25-50	25-50	3.1	3.1	2.3	22.5	9.5	12.5	9.8	32.5
谷茶	枝状コモンサンゴ	10~25	10~25	10-25	10-25	1.1	0.5	0.2	0.5	0.8	0.5	0.4	2.0
前兼久	枝状コモンサンゴ	50~75	50~75	50-75	50-75	0.5	0.2	0.5	0.0	7.2	1.3	2.9	3.5
久良波	卓状ミドリイシ	25~50	50~75	25-50	25-50	1.5	3.5	1.0	4.0	6.8	10.8	10.6	30.5
塩屋	卓状ミドリイシ	25~50	25~50	50-75	10-25	3.6	8.5	5.3	8.5	5.9	16.0	7.5	41.5

表2-3-2. スポットチェック法調査結果. オニヒトデ発生状況の目安の赤色の塗りつぶしは目安が準大発生か大発生であることを表す.

オニヒトデ発生状況の目安は野村(2004)より.

調査地点	オニヒトデ発生状況の目安			
	2015年		2016年	
	5月	11月	4月	12月
かりゆし外	大発生		準大発生	多い(要注意)
かりゆし内	準大発生		大発生	準大発生
名嘉真	大発生			多い(要注意)
名嘉真南	大発生	準大発生		大発生
安富祖外	大発生	準大発生		多い(要注意)
安富祖内	大発生	多い(要注意)	通常分布	
瀬良垣	通常分布			
万座	準大発生		多い(要注意)	準大発生
ホーシュー	多い(要注意)			大発生
谷茶	通常分布			
前兼久	通常分布			
久良波	通常分布	多い(要注意)	通常分布	多い(要注意)
塩屋	多い(要注意)	準大発生		

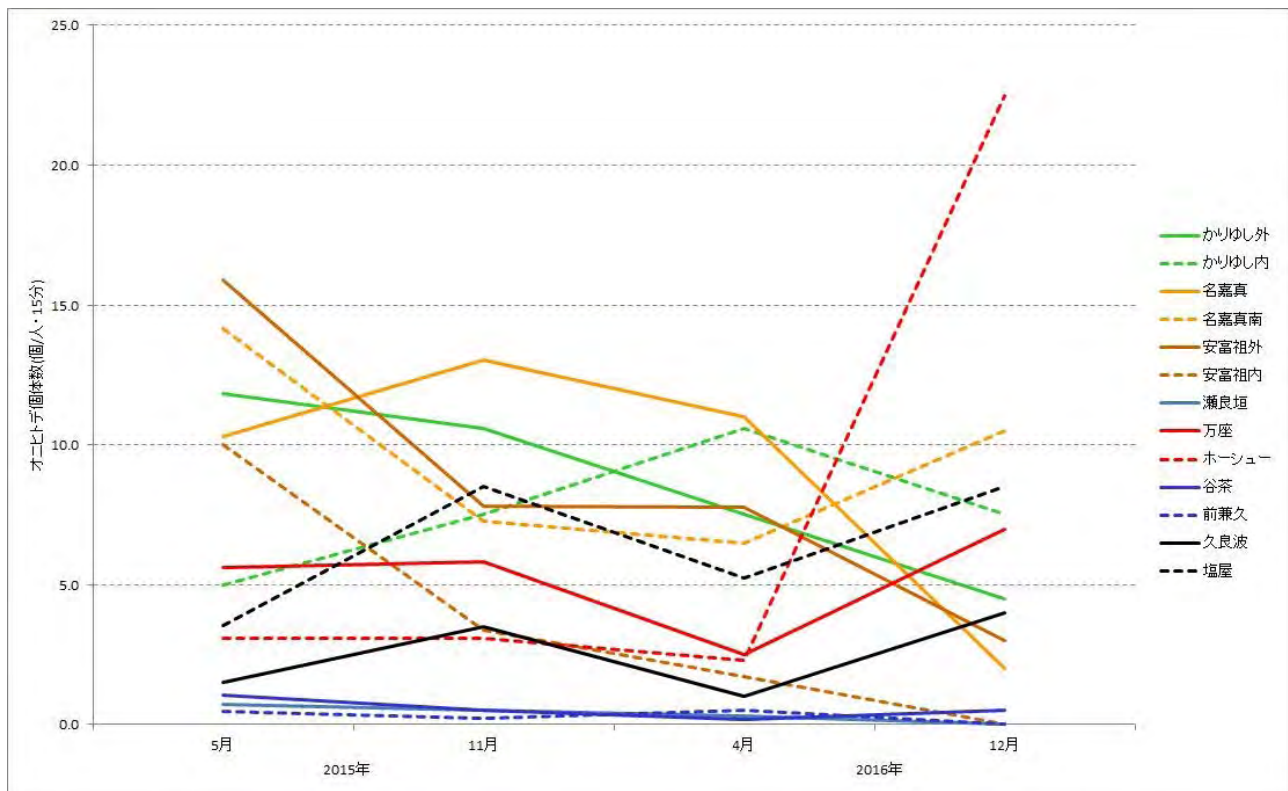


図2-3-16. オニヒトデ駆除効果調査のオニヒトデ個体数の推移.

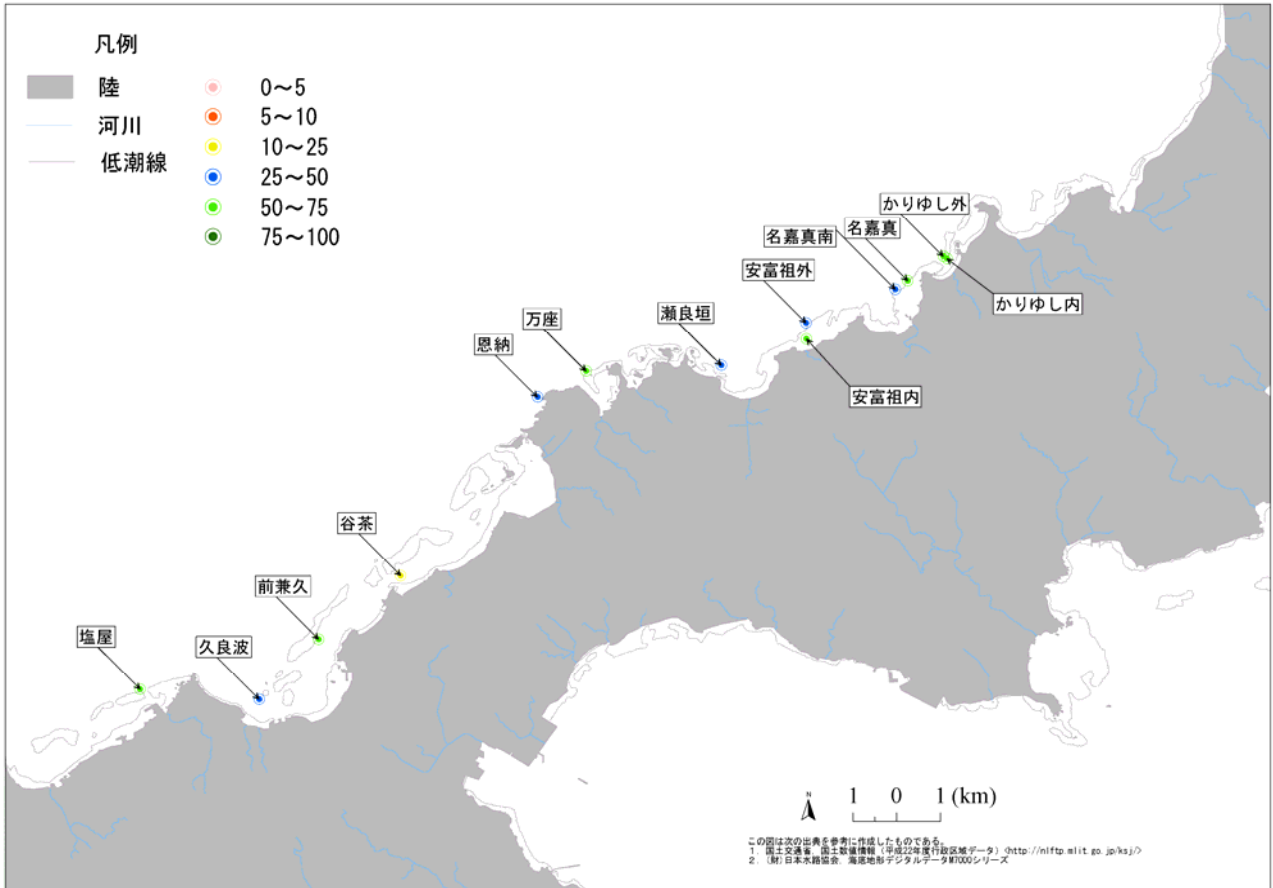


図2-3-17. オニヒトデ駆除効果調査地点(サンゴ被度、駆除前 2016年4月).

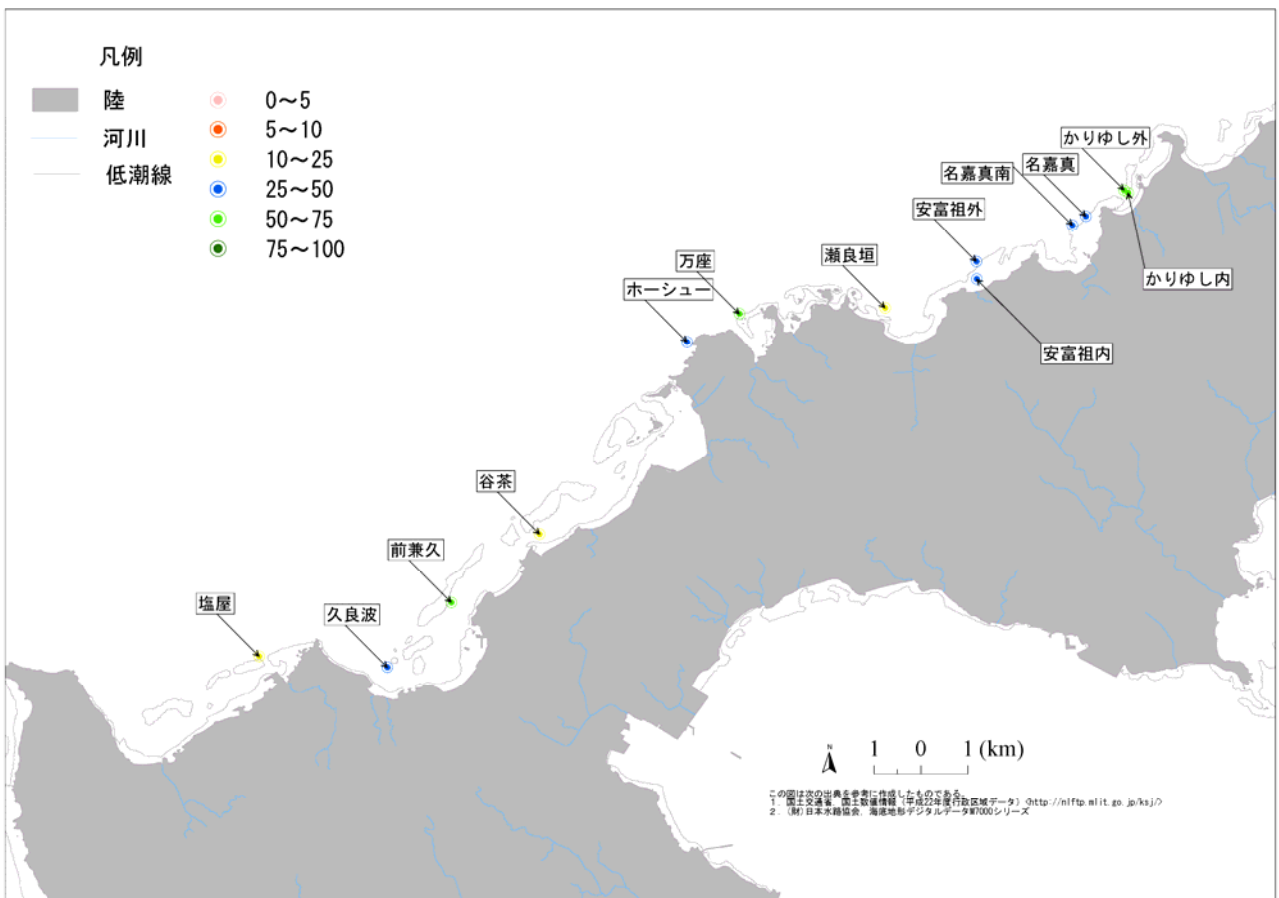


図2-3-18. オニヒトデ駆除効果調査地点(サンゴ被度、駆除後 2016年12月).

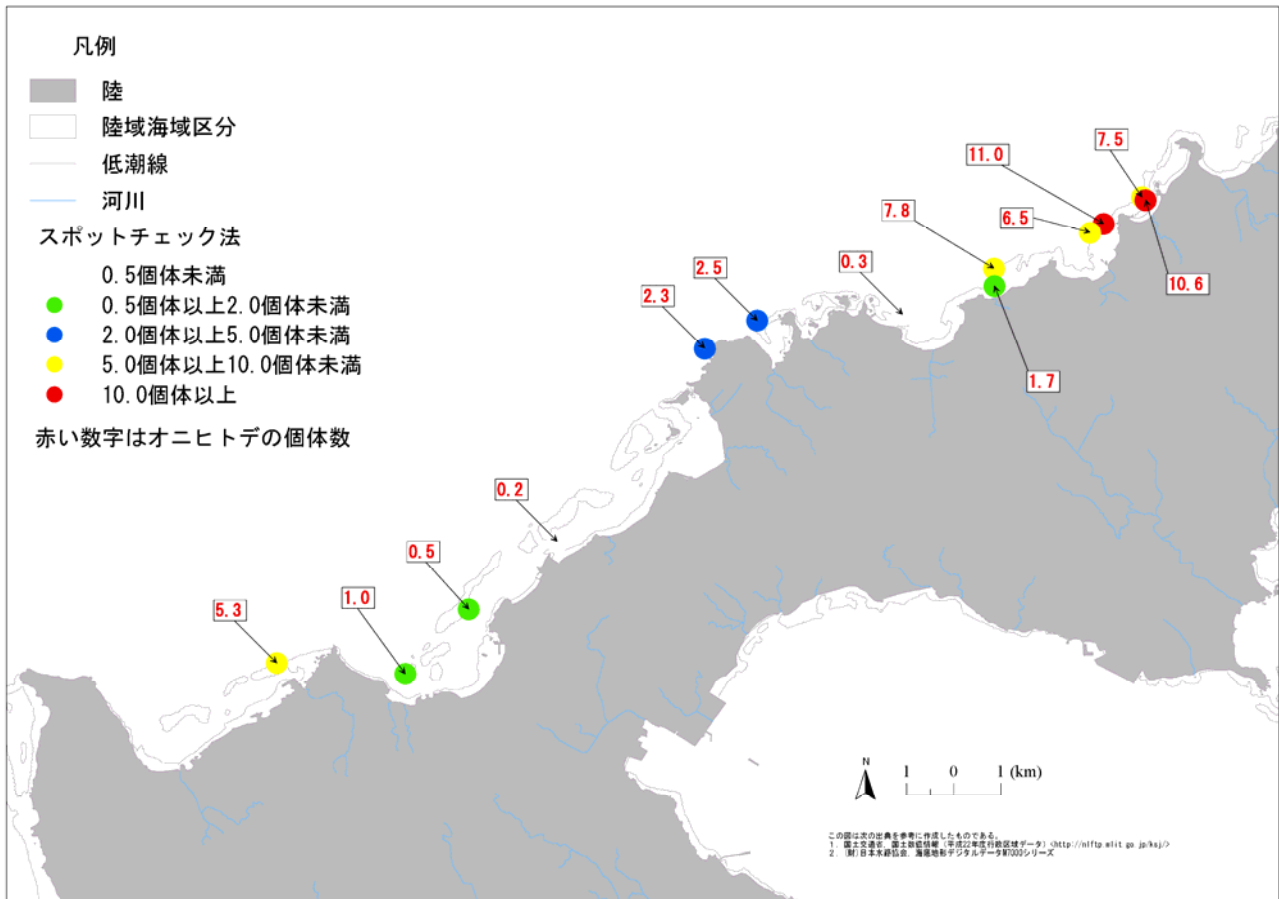


図2-3-19. オニヒトデ駆除効果調査(オニヒトデ個体数、駆除前 2016年4月)。

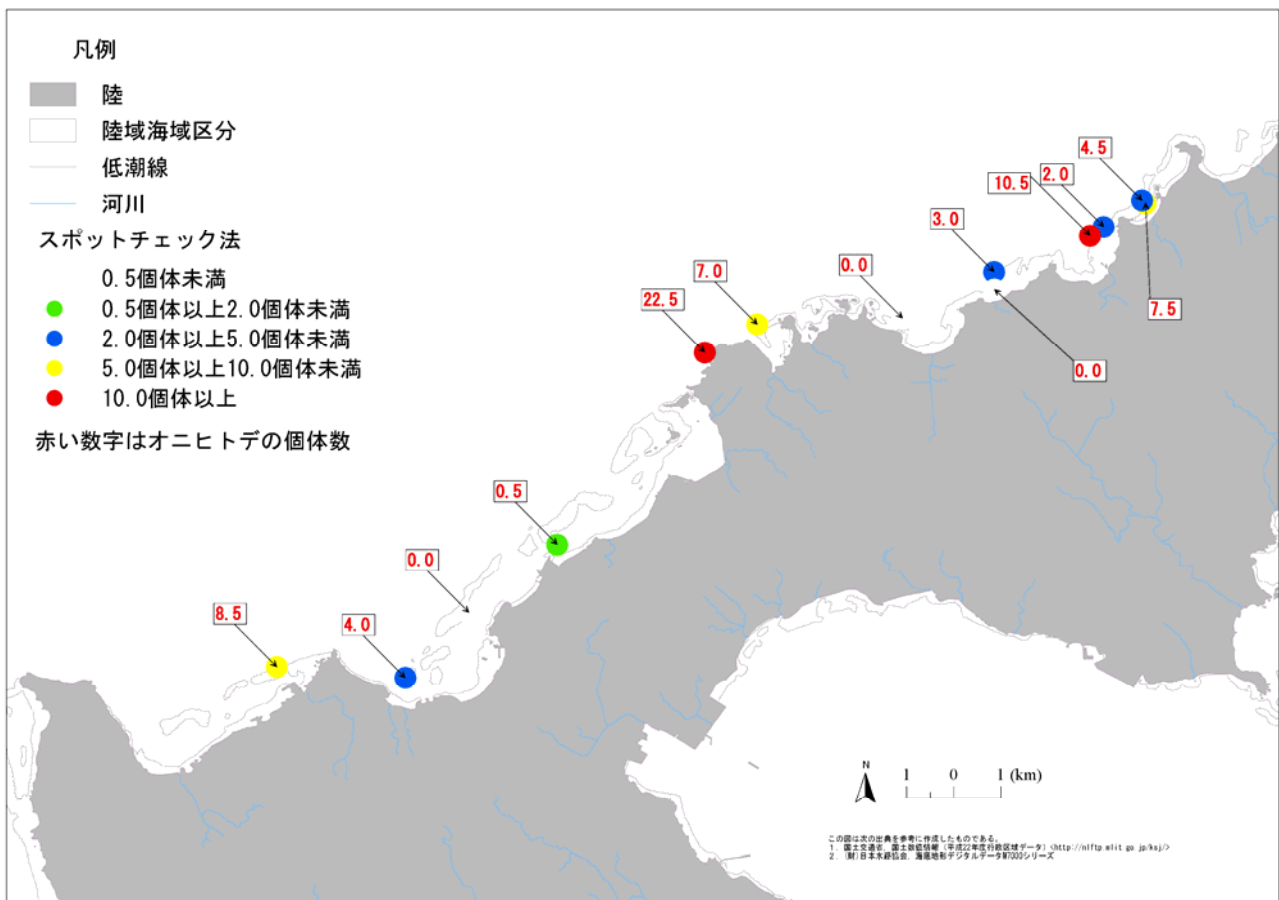


図2-3-20. オニヒトデ駆除効果調査(オニヒトデ個体数、駆除後 2016年12月)。

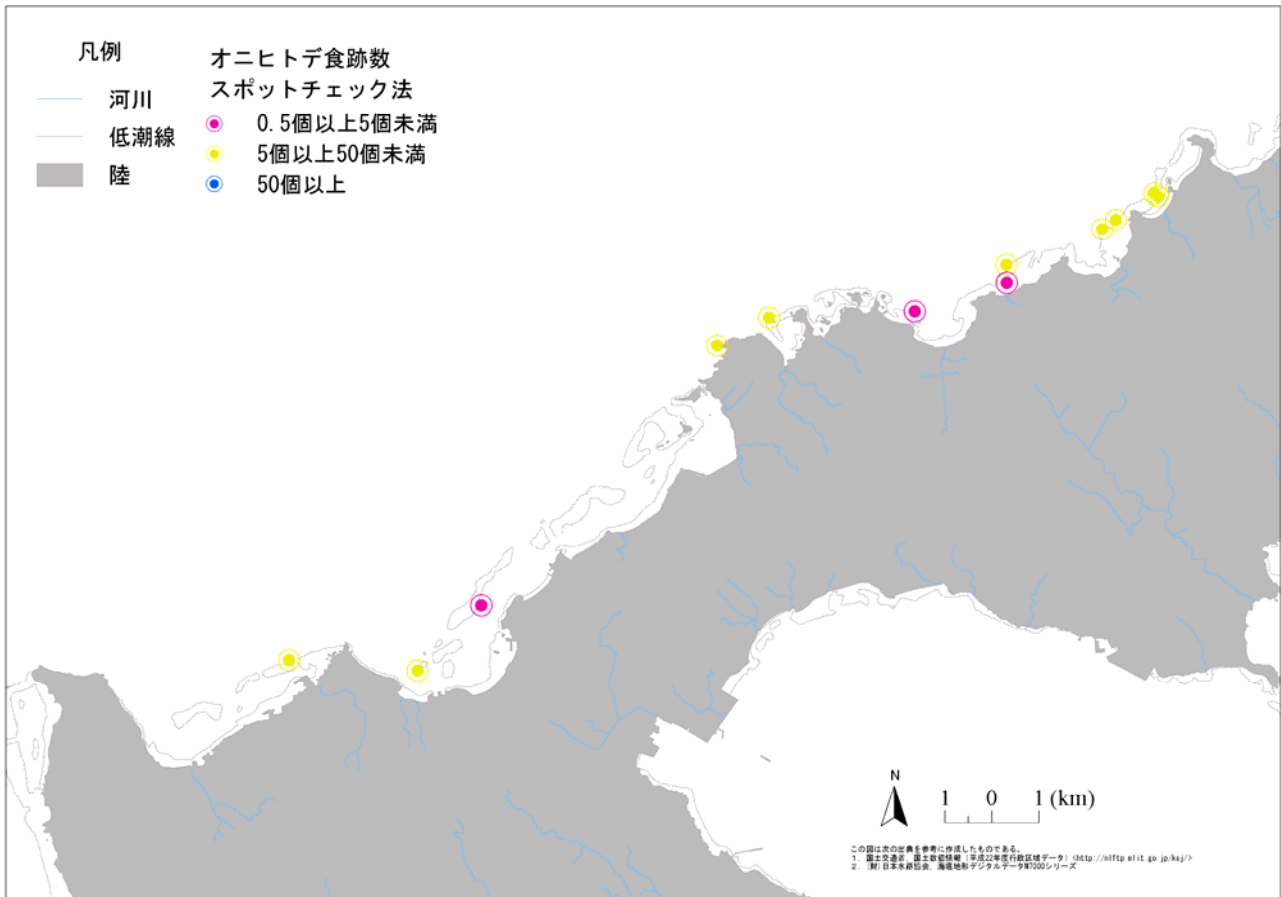


図2-3-21. オニヒトデ駆除効果調査地点(オニヒトデ食痕数、駆除前 2016年4月).

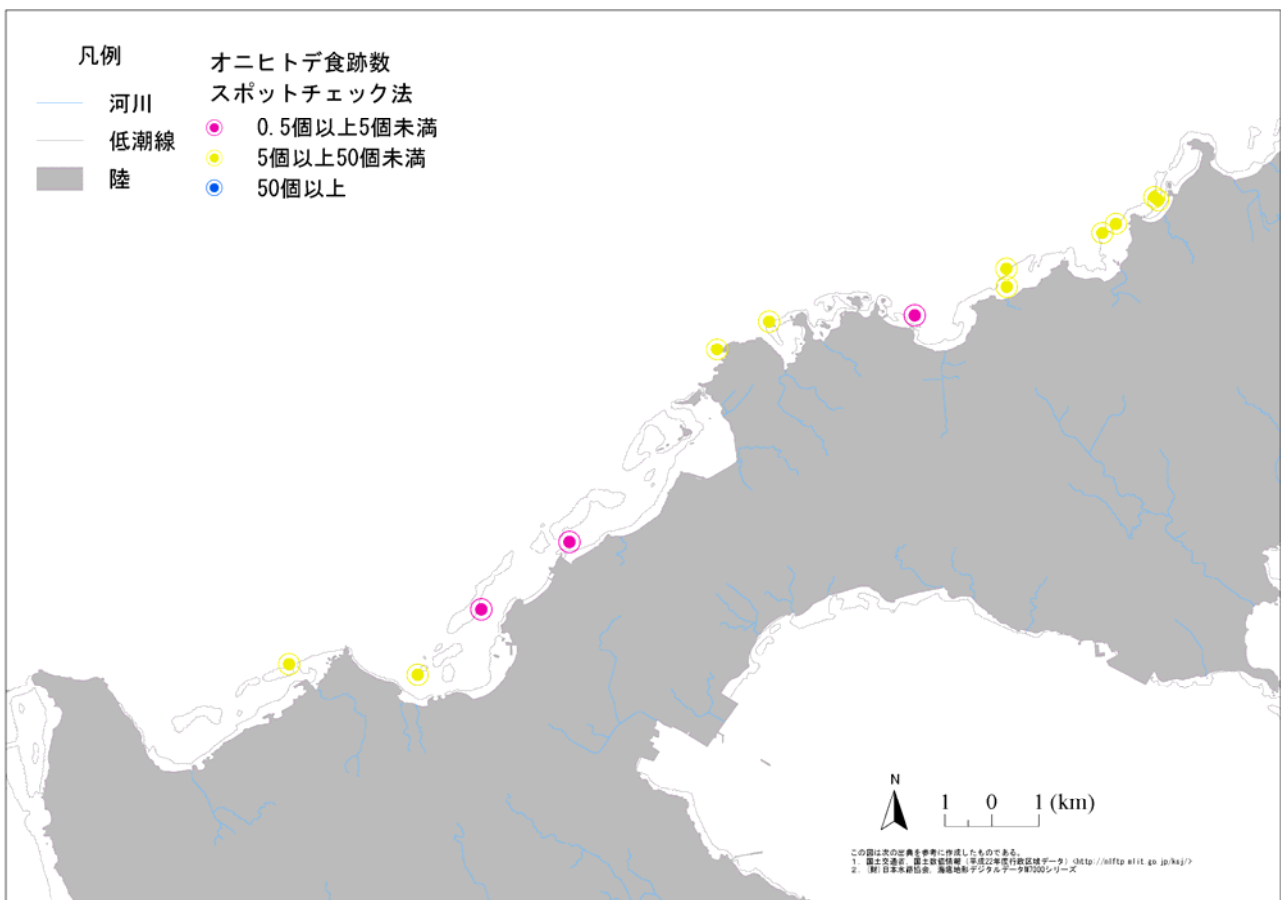


図2-3-22. オニヒトデ駆除効果調査地点(オニヒトデ食痕数、駆除後 2016年12月).



## 4. モデル海域における予察まとめ

### 4-1. 平成 28 年度オニヒトデの予察結果まとめ

平成 25 年度から今年度までの予察実証事業結果と合わせ、今年度の結果を表 2-4-1～2-4-3、図 2-4-1 にまとめた。

恩納村では稚ヒトデは 2013 年と比較して 2014 年以降減少した。2014 年には恩納村南部で稚ヒトデの密度が高い地点があったが、2015 年及び 2016 年は全体的に少なく、2 年後の 2017 年及び 2018 年の大量発生への恐れは低いと考えられた。

慶良間では 2013 年以降全体的に稚ヒトデは少なく、2013 年・2014 年はスポット的に稚ヒトデが多く見られた地点があったものの、2015 年及び 2016 年はスポット的に多い地点も見られなかった。2013 年に久場島西の 1 地点で稚ヒトデが多く確認されたが、2 年後の今年度（2015 年）オニヒトデの成体の確認数は少なかった（スポットチェック法で 0.5 個体）。2014 年に座間味島の北東で稚ヒトデが多く確認された地点の近くでは、2016 年の調査でオニヒトデと食痕が確認されたが、その数は多くなかった。限られた地点で確認される、いわば小規模な稚ヒトデの集団はその後の大量発生につながらないのかもしれない。

図 2-4-1 に恩納村における 2013 年の稚ヒトデモニタリング結果と、2015 年及び 2016 年のオニヒトデ駆除数を示す。2013 年の稚ヒトデ調査では、恩納村北部で稚ヒトデが多く確認され、2015 年以降の大量発生が懸念されていた。2015 年度の駆除前後調査で 20cm 程度のオニヒトデを 10 個体以上/15 分間、駆除数でも 20cm 前後のオニヒトデが多く確認された。2015 年に駆除されたオニヒトデは 20cm 前後が多いことから、調査研究の成果による稚ヒトデの成長率から推定すると、2013 年に確認された稚ヒトデは、ほぼ 2015 年に駆除された集団と考えられ、恩納村北部で多く発生する予察と合致した。ただし、小さい地域で見ると、オニヒトデが最も多く駆除されている最北部の部瀬名の稚ヒトデ個体数（6 個体）はその南（21 個体）に比べ少なかったことや、恩納村中央部に位置する谷茶でオニヒトデは 228 個体しか駆除されていないなどの違いも見られた。

2015 年に駆除されたオニヒトデは 20cm 前後が多いものの、その他の大きさの個体、すなわち別の年に生まれた集団も含まれていると考えられる。2 年目以降は、オニヒトデが大きく成長する時期でもあり、駆除された個体の月と大きさから、より細かく何年生まれなのかを解析し、整理する必要があったが、この点について次項で整理した。

●青数字：2013年稚ヒトデ食痕群数  
 ■赤数字：2015年オニヒトデ駆除数  
 ■黒数字：2016年オニヒトデ駆除数

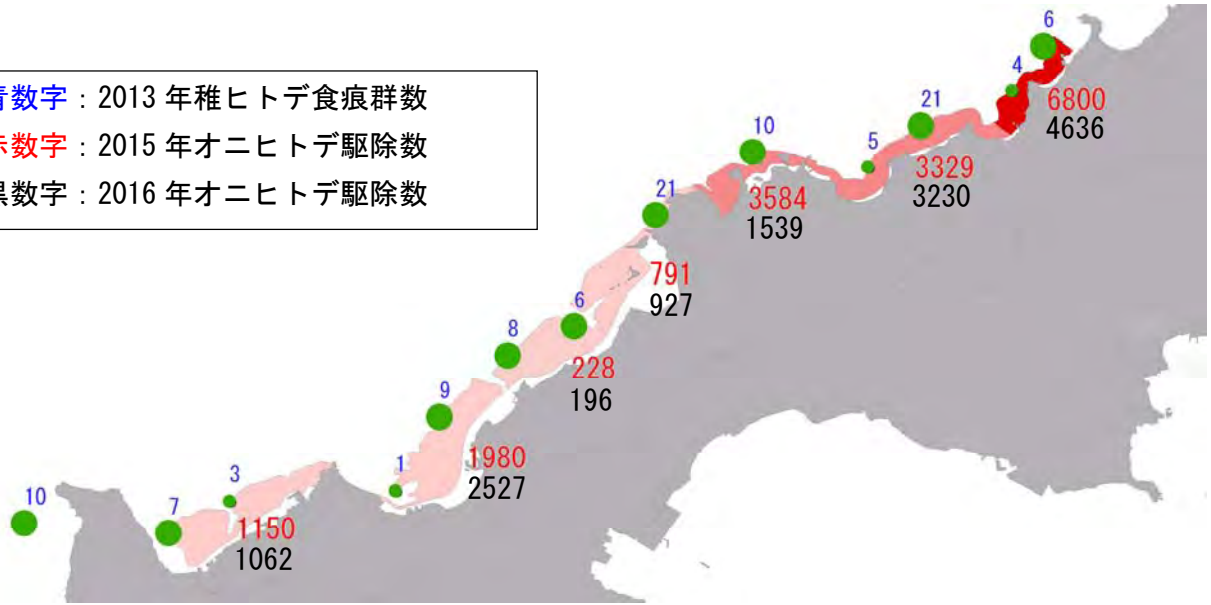


図2-4-1 稚ヒトデモニタリング結果(2013年)とオニヒトデ駆除数(2015~2016年)の比較

表2-4-1 平成28年度オニヒトデの予察結果まとめ(その1)

項目	地域	恩納	慶良間
稚ヒトデ モニタリ ング	2013	すべての調査地点で食痕が確認され、稚ヒトデのほとんどの地点で確認された。また、その密度も高かった。 →1.5~3年後の大量発生が懸念 →変更)サンゴが十分にあれば、2年後の大量発生が懸念	食痕及び稚ヒトデが確認されなかった地点も多く、また密度も恩納村に比べ低かった。ただし、阿嘉島の西側、久場島周辺では食痕及び稚ヒトデは多かった。 →慶良間西側での発生に注意 →変更)小規模な稚ヒトデ分布は大発生にはつながらない
	2014	2014年は、2013年に比べ食痕群数は減少し、食痕群数及び稚ヒトデの密度が高い場所は恩納村南部であった。 →恩納村南部での2~3年後の発生に注意	食痕及び稚ヒトデが確認されなかった地点も多く、また密度も恩納村に比べ低かった。ただし、座間味島の北東では多かった。→慶良間北側での発生に注意 →2016年の調査でオニヒトデの食痕と個体数を小規模な範囲で確認
	2015	2015年に確認された食痕群数は各地点で0~6個であり、15地点中6地点で食痕は確認されなかった。→2015年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い	2015年に確認された食痕群数は各地点で0~3個であり、44地点中30地点で食痕は確認されなかった。→2015年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い
	2016	2016年に確認された稚ヒトデは2015年と同程度であった。→2016年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い	2016年に確認された稚ヒトデは2015年と同程度であった。→2016年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い
マンタ法	2013	万座毛周辺でオニヒトデが確認された。食痕は全域で確認され、2009年と比較すると多くなった。 →個体数の増加に注意	屋嘉比島東側で多くのオニヒトデが確認された。食痕は前島や屋嘉比島、座間味島周辺で多く2009年と比較すると多くなった →個体数の増加に注意
	2014	エリアごとのオニヒトデ平均個体数および平均食痕数で見ると、2013年に比べ減少している。ただし、食痕は全域で確認された。 →未だ食痕は恩納村全域で見られることから、個体数の増加に注意	2013年に多かった屋嘉比島東側のオニヒトデは確認されなかった。ただし、食痕は2009年に比べると、2013年・2014年で広い範囲で確認されている。 →個体数の増加に注意
	2015	確認されたオニヒトデ個体数、食痕数ともに少なかった。	オニヒトデは通常分布。 ただし、渡嘉敷島の東側や座間味島、阿嘉島周辺で食痕が確認されている。
	2016	オニヒトデの食痕と白化の区別がつかなかったため、ほとんどの区間はデータ無しとなった。	オニヒトデは通常分布。 ただし、前島の周辺や座間味島の北側や阿嘉島の西側で食痕が確認されている。

表2-4-2 平成27年度オニヒトデの予察結果まとめ(その2)

項目	地域	恩納	慶良間
スポット チェック 法	2013	<p>オニヒトデは通常分布。 ただし、食痕は全域で確認され、万座毛や前兼久では多くの食痕あり。特に、前兼久では小型のオニヒトデの生息が考えられた。 <b>→前兼久では次年度の発生に注意</b> <b>■駆除解析の結果、2014年前兼久の礁池で10～20cmの駆除数が増加した</b></p>	<p>オニヒトデは通常分布。 ただし、食痕は全域で確認された。</p>
	2014	<p>恩納村北側でオニヒトデが多く確認され、特に万座毛や名嘉真ではオニヒトデが7個体と多かった。また、前兼久の礁池では50個以上の食痕が確認された。<b>→恩納村北部(万座毛など)、前兼久の礁池では個体数(小型?)の増加が懸念される。</b> <b>■夜間調査の結果、前兼久の礁池の食痕はレイシガイ類であった。</b></p>	<p>オニヒトデは通常分布。 ただし、食痕はほとんどの地点(21地点中20地点で確認)で確認された。</p>
	2015	<p>恩納村北側でオニヒトデが確認された。特にかりゆし、万座毛、安富祖、塩屋などで多かった。駆除の効果調査ではほとんどの地点が準大発生から大発生のレベルとなっていた。 <b>→2013年に稚ヒトデモニタリングで確認した集団</b></p>	<p>オニヒトデは通常分布。 ただし、渡嘉敷島の東側や座間味島、阿嘉島周辺で食痕が確認されている。</p>
	2016	<p>恩納村北側のかりゆしでオニヒトデが確認された。サンゴの白化のため、オニヒトデを見つけることが非常に困難であり、オニヒトデの個体数は過小になっている可能性がある。 駆除の効果調査ではオニヒトデが大量発生レベルになっている地点は5地点であった。特に、ホーシューでは多くのオニヒトデが確認されている。</p>	<p>オニヒトデは通常分布。 ただし、嘉敷島南東のハタキジや座間味島北東、座間味港前でオニヒトデが確認されている。</p>

表2-4-3. 平成 27 年度オニヒトデの予察結果まとめ(その3).

項目	地域	恩納	慶良間
地元と の情報 共有	2013	漁協が実施している駆除データを整理。 マンタ法等の調査結果は kml 形式で提供し、オニ ヒトデの情報を共有している。 → <u>稚ヒトデ調査結果を踏まえ、次年度、監視・駆                      除体制の協議を検討</u>	勉強会開催時や電話等によりオニヒトデ 発生情報を収集。屋嘉比島の一部やナ ジ・ヒラセなどの慶良間海峡、古座間味で オニヒトデが多い。 → <u>次年度、今年度程度の監視体制</u>
	2014	漁協や漁業者からヒアリングを実施。また漁協が 実施している駆除データを GIS で整理・解析。 → <u>スポットチェック法の結果を踏まえ、恩納村北部                      海域での監視・駆除体制の協議を検討</u> ■ <u>恩納村北部海域に留意しオニヒトデの発生状                      況に応じて、柔軟に駆除体制を北部地域に注                      力することを協議</u>	地元関係者へのヒアリング(勉強会・報告 会)を実施。 → <u>監視体制の継続</u> ■ <u>勉強会・報告会時にオニヒトデ、サン                      ゴ、その他に関する情報共有を行い、ま                      た小型オニヒトデに関する情報提供を                      依頼した。</u>
	2015	漁協が実施している駆除データを GIS で整理解析	渡嘉敷島南西のヒナクシでオニヒトデが多 いとの情報があった。
	2016	漁協が実施している駆除データを GIS で整理解析	オニヒトデが多いという情報は無かった



また、恩納村における長期の駆除データから、2015～2016年の駆除数の規模について考察した。恩納村におけるオニヒトデの年間駆除数は1984年の6.5万個体、1997年の16.9万個体をピークに2006年～2010年の間は3千個体以下で推移している。その後、2011年以降は2万個体弱で推移しており、今年（2016年）はやや減少した。

稚ヒトデの多かった2013年生まれのおニヒトデが、駆除される主要なサイズ（20cm前後）に成長すると推定される年は、2年後の2015年であり、その駆除個体数は約1.8万個体であった。

一方、過年の調査で稚ヒトデの少なかった2003～2005年の2年後の駆除数は2～6千個体であった。2015～2016年の稚ヒトデ確認数は2003～2005年程度であるため、2年後の2017～2018年の駆除個体数は数千個体レベルまで減少するのではないかと考えられる。

- 稚ヒトデの多かった2013年の2年後の年間駆除数は、
  - 2015年の駆除数：17,854 個体「数万個体レベル」
- 稚ヒトデの少なかった2003～2005年の2年後の年間駆除数は
  - 2005年の駆除数：6,071 個体
  - 2006年の駆除数：3,000 個体
  - 2007年の駆除数：2,324 個体
 「数千個体レベル」

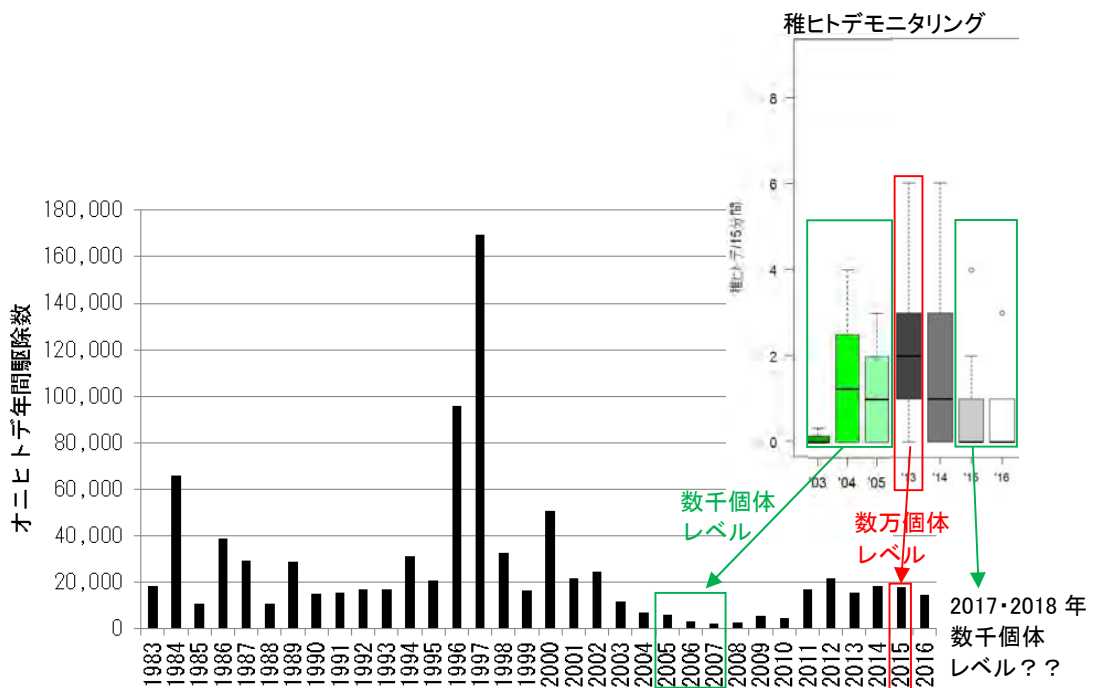


図2-4-2. 恩納村におけるオニヒトデ駆除数.

## 4-2. 成長を加味した駆除数の集計

前項では2年後に20cmになると記述したものの、オニヒトデは2年目に大きく成長するため、成長を考慮すると、2年後の1月に駆除された20cmと12月に駆除された20cmは同じ年級群ではない。

恩納村では駆除したオニヒトデを2010年以降5cm単位で集計されており、このデータを詳細に整理することで、オニヒトデの成長を考慮して集計を試みた。

まず恩納村漁協提供の駆除データを月別・大きさ別に集計した。次に、昨年度調査研究において、作成した恩納村での成長曲線と西表で作成された成長曲線に含まれる大きさを図2-4-3のように分類し、各年の集団の駆除数を集計した。また、各月の駆除努力量が異なるため、駆除努力量あたりの駆除数も集計した。

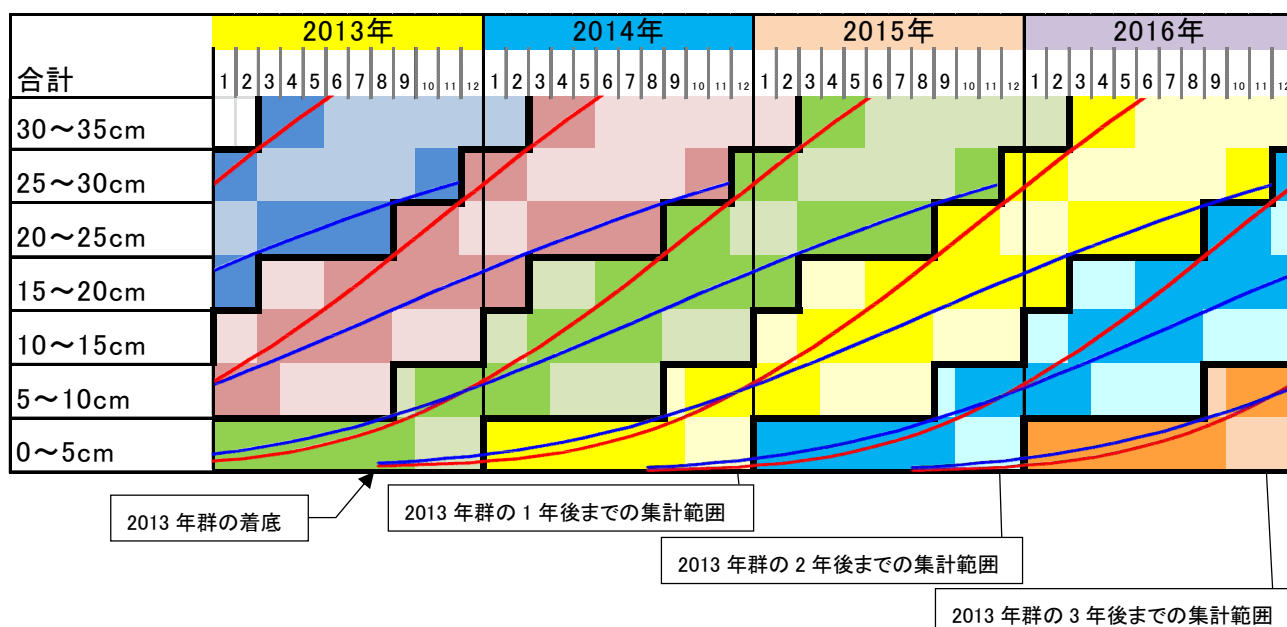


図2-4-3. 成長を加味した駆除個体数の集計.

赤線及び青線は、平成27年度に作成した成長式(赤線:恩納村2013年級群、青線:西表島1986年級群)を表す。

各年の8月1日に着底したと仮定し、2つの成長曲線に含まれるオニヒトデを各年の年級群として集計した。

集計した結果の各年の駆除数を表2-4-4に、努力量あたりの駆除数(駆除効率)を表2-4-5に示す。

成長を加味した各年の駆除数で見ると、2013年着底の集団は合計で、1年後までに144個体、2年後までに10,810個体、3年後までに17,398個体となった。2014年着底の集団は合計で、1年後までに184個体、2年後までに7,983個体となった。

努力量あたりの駆除数(駆除効率)で見ると、2013年着底の集団は合計で、1人半日あたりで1年後までに0.12個体、2年後までに4.29個体、3年後までに3.95個体となった。2014年着底の集団は合計で、1人半日あたりで1年後までに0.14個体、2年後までに2.49個体となった。

2年後までの駆除数で見ると、2013年着底の集団に比べ、2014年着底の集団は駆除数及び努力量あたりの駆除数ともに減少した。

図2-9に2013~2014年の稚ヒトデモニタリング結果と成長を加味した努力あたりの2年後までの駆除数を示す。オニヒトデの成長や生残率に場所による違いがあるためなのか、稚ヒトデモニタ

リング結果と駆除数のパターンは完全に一致してはいないものの、2013年着底の集団が北部で多く、2014年に減少している点は一致している。

表2-4-4. 成長を加味した各年の駆除数.

着底年	合計			部瀬名		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	1071	13039	17583	107	3343	4418
2011	235	9764	14607	46	2499	4508
2012	292	13486	20355	156	5224	7897
2013	144	10810	17398	28	3982	6189
2014	184	7983		88	2456	
2015	81			18		

着底年	熱田			万座毛・瀬良垣		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	113	1299	2342	203	3886	4410
2011	25	1736	2901	53	1963	2853
2012	48	2133	3476	23	3671	4740
2013	10	1970	3504	48	2549	3063
2014	12	1658		14	1030	
2015	8			8		

着底年	屋嘉田・万座毛			谷茶		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	139	1357	1528	1	215	586
2011	31	1030	1107	10	352	412
2012	16	444	616	0	114	178
2013	11	618	1215	0	162	238
2014	12	807		2	116	
2015	11			3		

着底年	前兼久			残波・真栄田		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	289	1481	2070	219	1458	2229
2011	49	1201	1486	21	983	1340
2012	35	1191	2000	14	709	1448
2013	13	1132	2241	34	397	948
2014	44	1423		12	493	
2015	26			7		

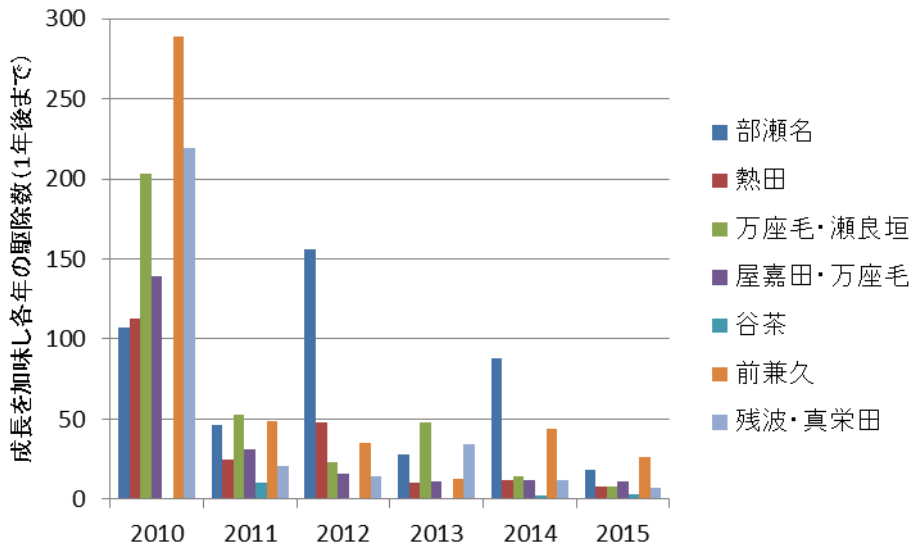


図2-4-4. 成長を加味し各年の駆除数の集計結果(1年後まで).

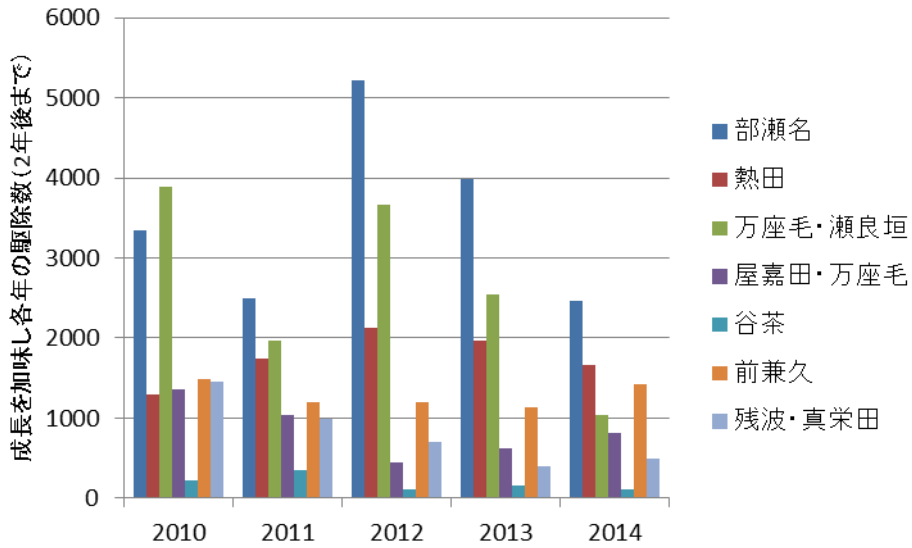


図2-4-5. 成長を加味し各年の駆除数の集計結果(2年後まで).

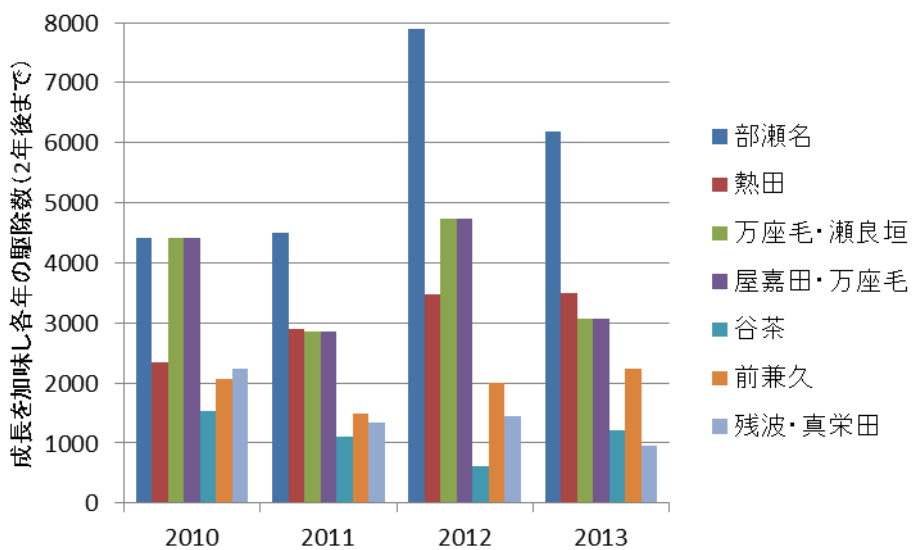


図2-4-6. 成長を加味し各年の駆除数の集計結果(3年後まで).

表2-4-5. 成長を加味した各年の努力量あたりの駆除数(駆除数/人・半日).

着底年	合計			部瀬名		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	0.78	5.00	4.10	0.43	6.74	5.72
2011	0.19	3.34	3.55	0.19	4.78	5.75
2012	0.17	4.69	4.84	0.56	9.71	8.90
2013	0.12	4.29	3.95	0.11	6.53	6.15
2014	0.14	2.49		0.25	3.29	
2015	0.04			0.05		

着底年	熱田			万座毛・瀬良垣		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	0.38	2.85	3.29	0.64	6.27	5.07
2011	0.16	4.19	4.67	0.18	3.56	3.71
2012	0.19	4.62	4.99	0.09	7.86	7.03
2013	0.05	4.46	4.14	0.22	6.01	4.71
2014	0.05	2.59		0.07	2.38	
2015	0.02			0.04		

着底年	屋嘉田・万座毛			谷茶		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	1.00	4.83	3.50	0.02	2.24	2.31
2011	0.22	3.47	2.88	0.20	1.69	1.50
2012	0.10	1.83	1.88	0.00	0.51	0.65
2013	0.13	3.59	3.39	0.00	1.40	1.17
2014	0.14	2.99		0.04	0.85	
2015	0.06			0.03		

着底年	前兼久			残波・真栄田		
	1年後まで	2年後まで	3年後まで	1年後まで	2年後まで	3年後まで
2010	1.40	4.00	3.02	1.97	5.04	3.96
2011	0.30	2.51	2.21	0.12	2.17	2.19
2012	0.11	2.34	2.62	0.05	1.63	2.50
2013	0.07	2.52	2.62	0.21	1.30	1.98
2014	0.17	2.15		0.08	1.54	
2015	0.06			0.04		



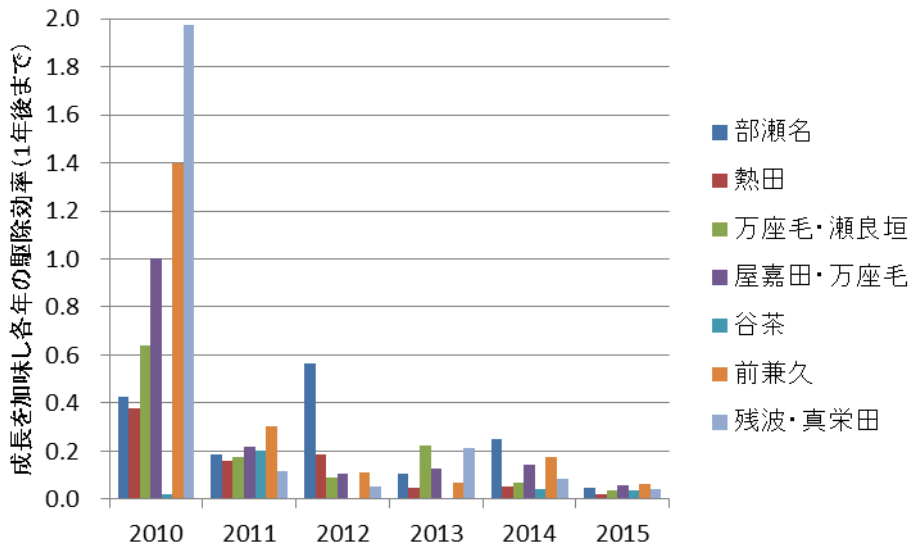


図2-4-7. 成長を加味し各年の各年の努力量あたりの駆除数(駆除数/人・半日)(1年後まで).

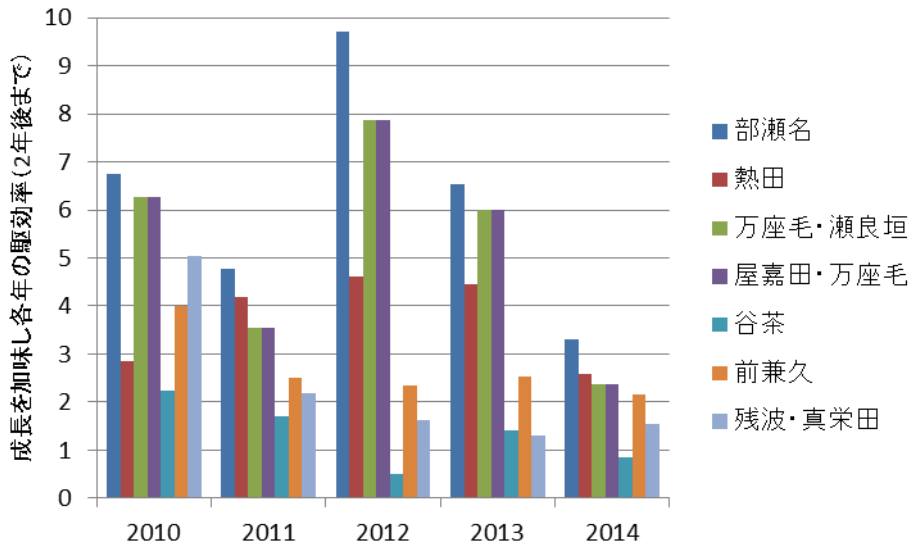


図2-4-8. 成長を加味し各年の各年の努力量あたりの駆除数(駆除数/人・半日)(2年後まで).

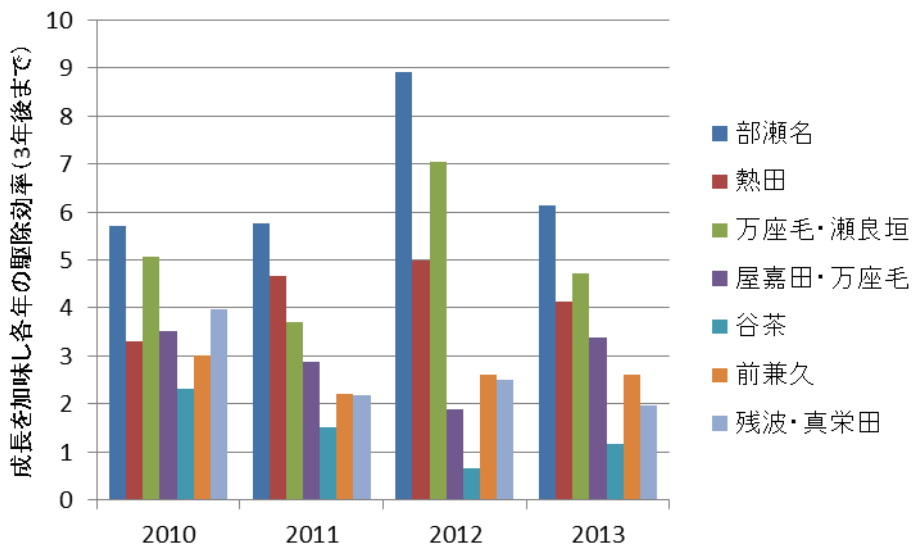


図2-4-9. 成長を加味し各年の各年の努力量あたりの駆除数(駆除数/人・半日)(3年後まで).

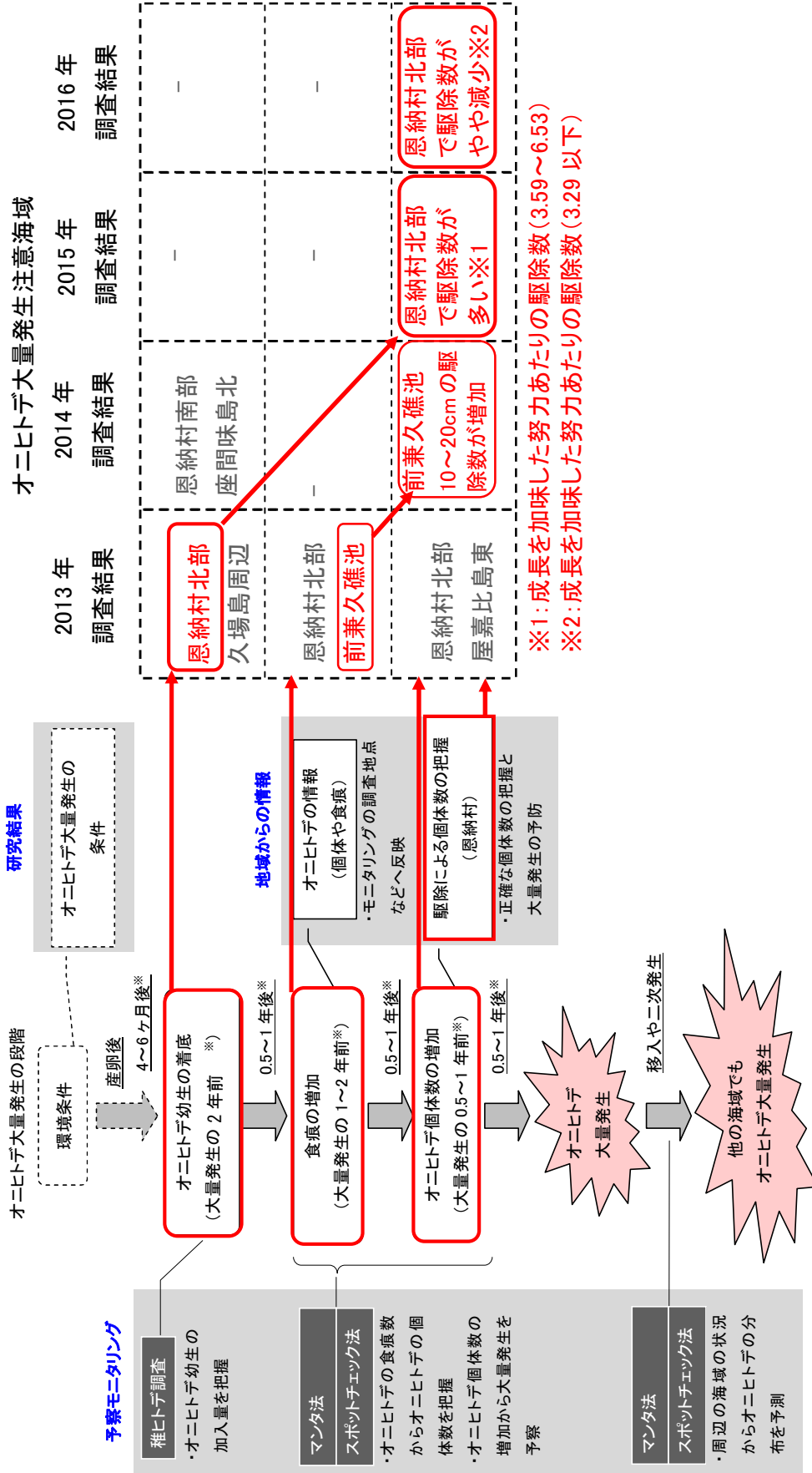


図2-4-10. モニタリングによる予察のイメージと調査結果. オニヒトデ大量発生注意海域の赤字は特に注意が必要だと考えられる海域.

※この期間はおおよその期間であり、環境条件等により変化する可能性がある。予察イメージ通りであれば、モニタリングによりオニヒトデ大量発生の1.5~3年程度前からの予察が可能である。ただし、「食痕の増加」の後に、「オニヒトデ個体数の増加」を経ずに、「オニヒトデ大量発生」となる場合もあるため、予察前の期間が短くなることもありうる。

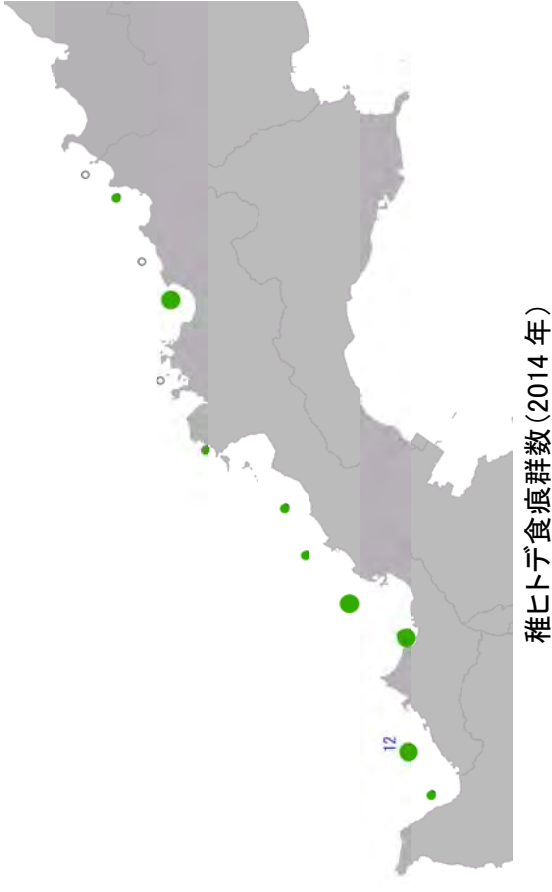
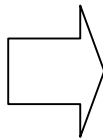
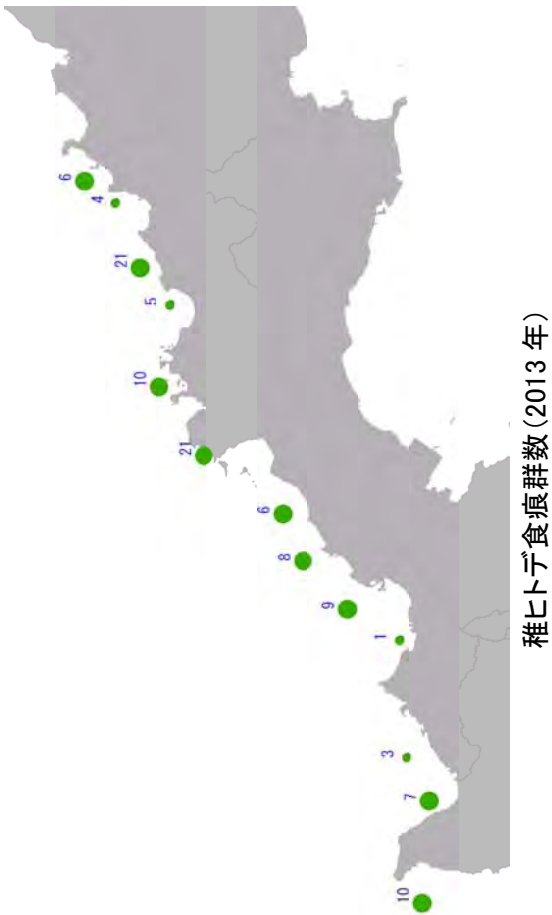


図2-4-11. 稚ヒトデモニタリング結果と駆除数の比較.

