

第2章 オニヒトデ大量発生の予察実証業務

本業務は、モデル海域（恩納村及び慶良間）において、定期的なモニタリングを行うことによって、オニヒトデ大量発生の可能性が高い場所や時期等を予察し、オニヒトデ大量発生に備えることを目的としている。平成27年度は昨年度に引き続き、モデル海域において、3つのモニタリング（稚ヒトデ調査、マンタ法調査、スポットチェック法調査）及び地域関係者との情報共有を実施した（図2-0-1）。

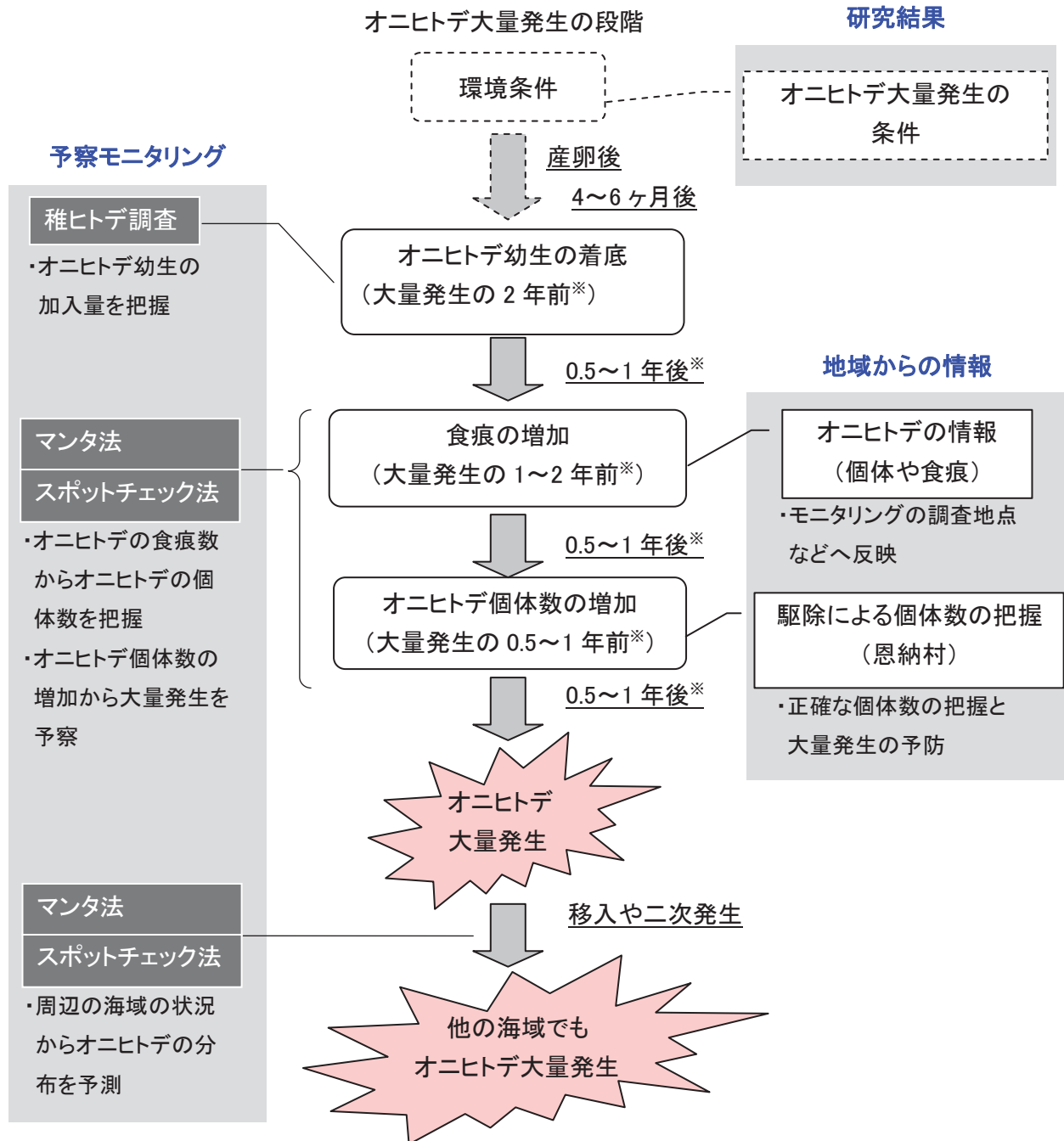


図2-0-1. モニタリングによる予察のイメージ。

*この期間は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。

1. 稚ヒトデ調査

1-1. 稚ヒトデモニタリングとは

オニヒトデの大量発生は、直径 20~30cm 程度の大型個体が集団で発見されることが多い。条件により異なるが、オニヒトデが 20cm の大きさになるまでに 2 年、30cm の大きさになるまでに 3 年の時間を要する。稚ヒトデ調査は、産卵後半年程度のサンゴモ食期のオニヒトデを探すことで、将来のオニヒトデ大量発生を事前に予察する手法である。

大量発生を予察することで、遅れがちであった人的・予算的整備に対して準備期間を与えることが可能となる。



図2-1-1. 稚ヒトデと食痕.

1-2. 調査方法

稚ヒトデ調査は、稚ヒトデモニタリングマニュアルに従ったスィムカウント法とコドラート法で行った。

1-2-1. スィムカウント法

稚ヒトデモニタリングマニュアル（亜熱帯総合研究所，2006）に従って、10~12月の期間に水深 10m 前後の礁斜面で実施し、15 分間*に確認された稚ヒトデの個体数、食痕群の数とサイズ、サンゴモとサンゴの被度などと記録した。

*食痕確認後に稚ヒトデを探索する時間については、調査時間に含めていない

1-2-2. コドラート法

調査研究において結果を活用できるように、コドラート（50cm²×15 枠）を用い、密度を計測した。コドラートは 1 分ごと（およそ 5m ごと）に設置し、枠内の稚ヒトデ個体数、食痕群数、サイズを計測した。

表2-1-1. 稚ヒトデモニタリングの調査時期及び調査地点数.

	恩納村	慶良間		
		渡嘉敷	座間味	阿嘉
主な調査時期	H29.11.14.17.22	H29.11.29-30	H29.11.30/12.13	H29.12.11-12
調査地点	14地点	10地点	9地点	9地点

1-3. 調査地点

平成28年度に実施した調査地点を基本とした。渡嘉敷島の東海岸では、海況が悪く調査できなかったものの、その他の海域では概ね各流域で調査を実施できた（図2-1-2、2-1-3）。

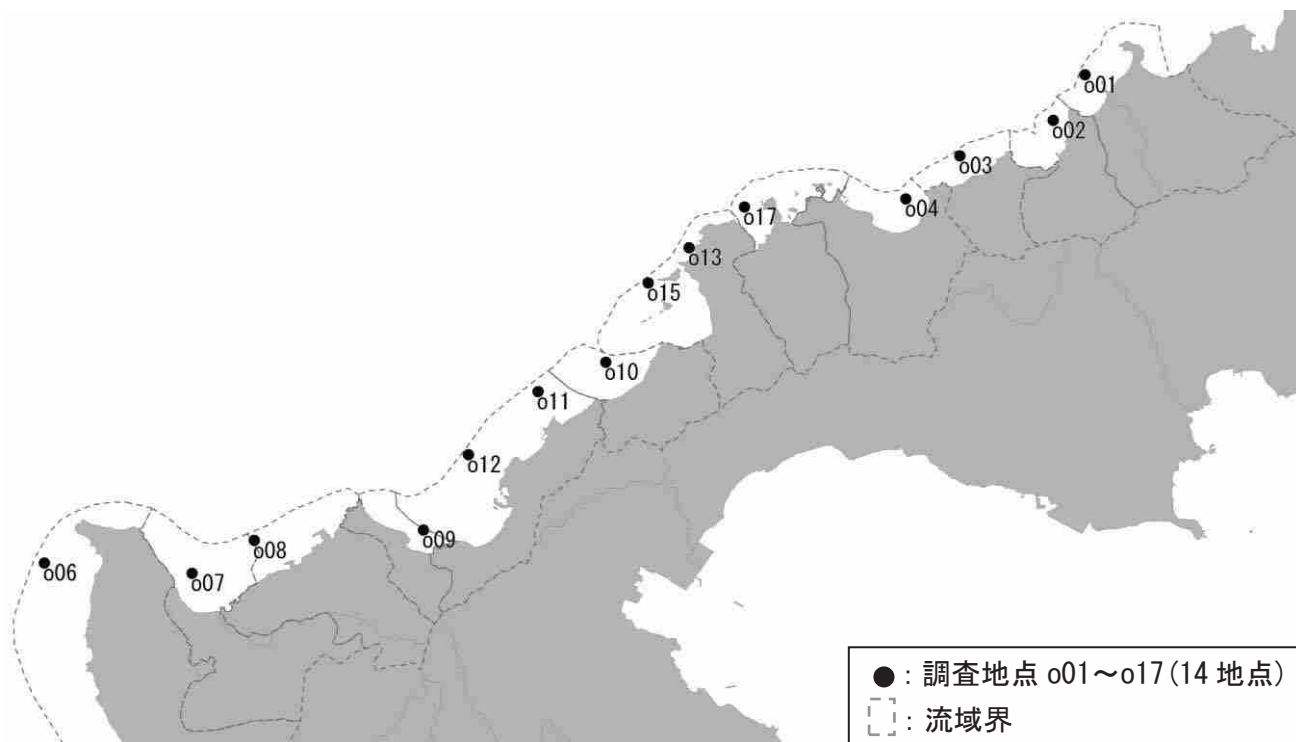


図2-1-2. 恩納村における稚ヒトモニタリングの調査地点.

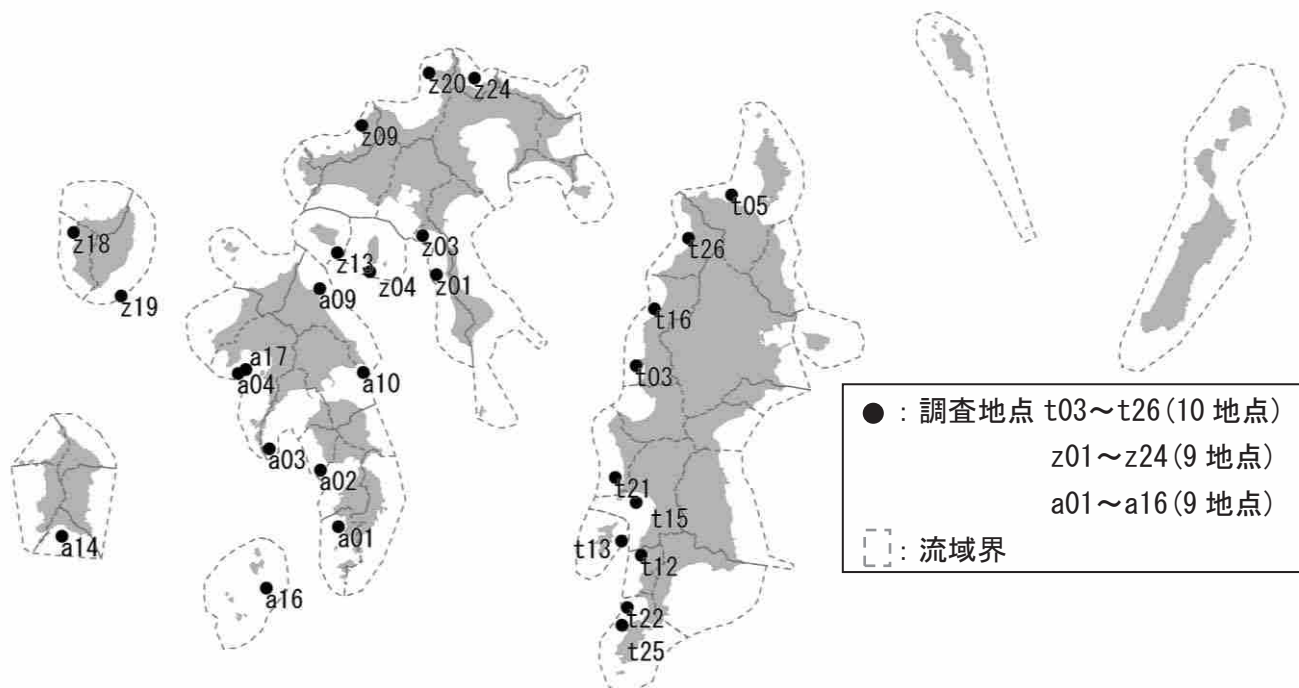


図2-1-3. 慶良間における稚ヒトモニタリングの調査地点.

1-4. 調査結果

1-4-1. スイムカウント法

(1). 恩納村海域

恩納村における15分間あたりの食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数を図2-1-4～2-1-5、慶良間における15分間あたりの食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数を図2-1-6～2-1-7に示す。

恩納村では今年度確認された食痕群数は各地点で0～6個であり、14地点中2地点で食痕は確認されなかった。確認された稚ヒトデは0～5個体であり、15地点中5地点で稚ヒトデは確認されなかった。

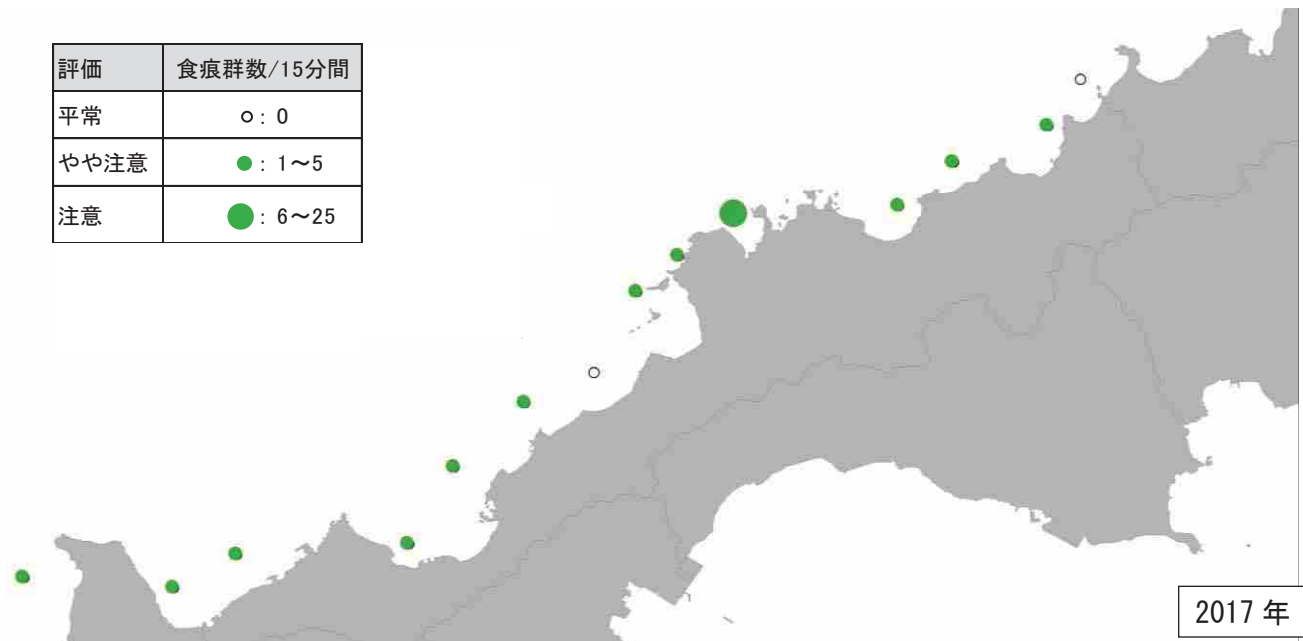


図2-1-4. 恩納村における食痕群の確認状況(2017年).

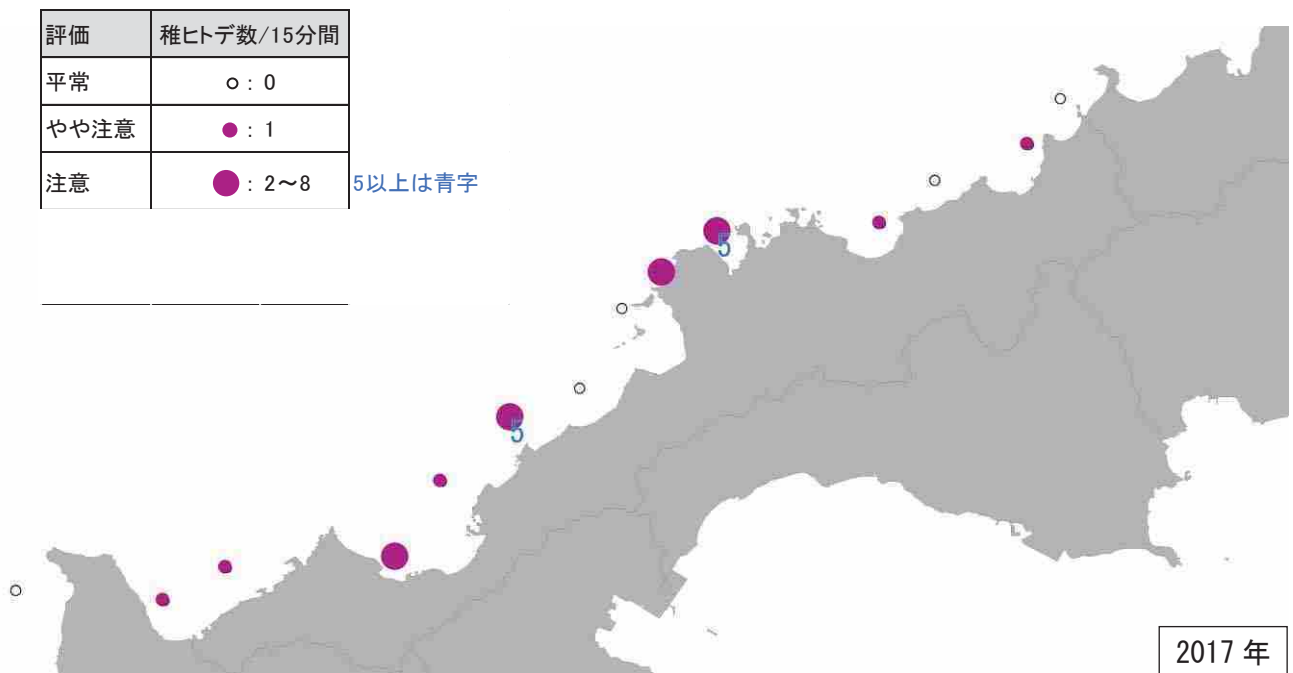


図2-1-5. 恩納村における稚ヒトデの確認状況(2017年).

(2) . 慶良間海域

慶良間では今年度確認された食痕群数は各地点で0～2個であり、28地点中16地点で食痕は確認されなかった。確認された稚ヒトデは0～1個体であり、28地点中24地点で稚ヒトデは確認されなかった。

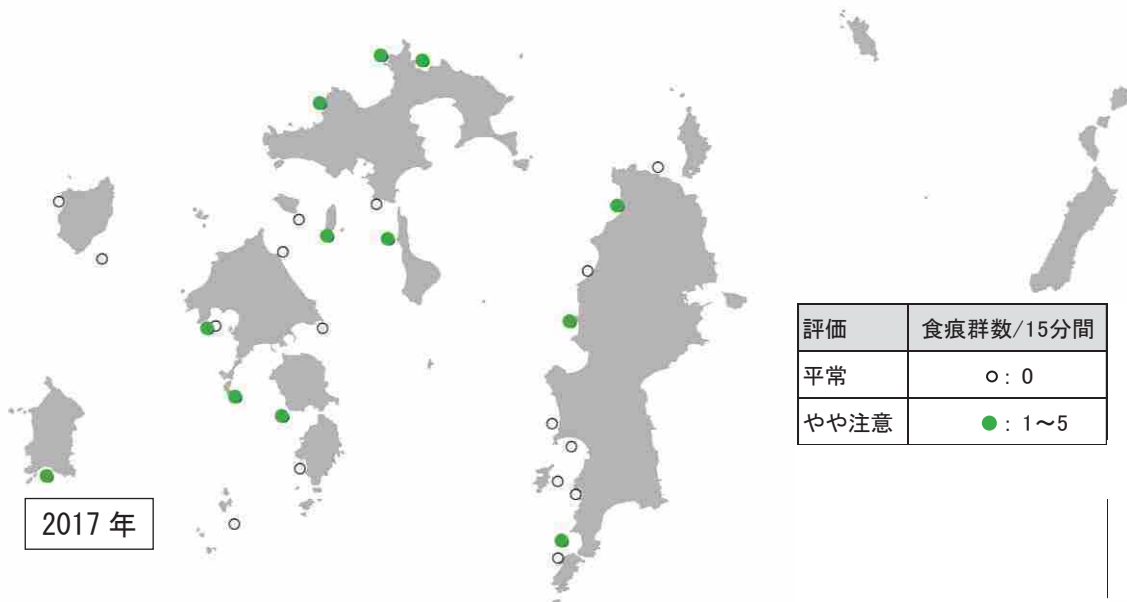


図2-1-6. 慶良間における食痕群の確認状況(2017年).

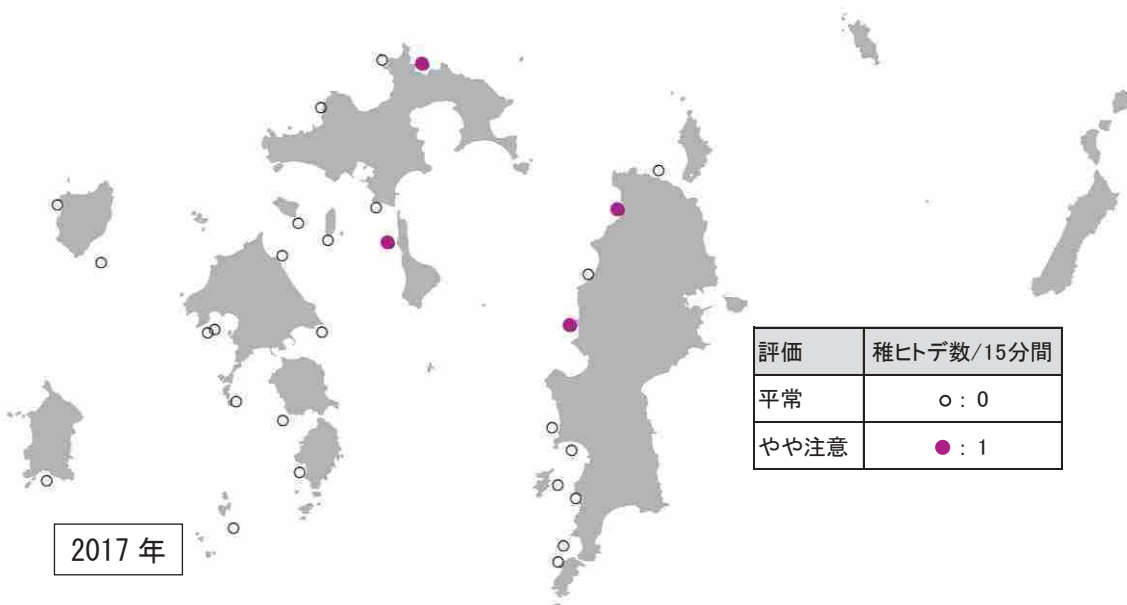


図2-1-7. 慶良間における稚ヒトデの確認状況(2017年).

1-4-2. コドラート法

コドラート法による調査結果一覧を表2-1-2に示す。

食痕群数は、平均値では座間味と阿嘉で0.03個/m²であった。稚ヒトデはコドラート内では確認されなかった。

表2-1-2. コドラート法調査結果.

地域	地点数	食痕群数/m ²				稚ヒトデ数/m ²			
		MED	AV ± SE	MIN ~ MAX	MED	AV ± SE	MIN ~ MAX		
恩納	14	0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ~ 0.000	0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ~ 0.000		
渡嘉敷	10	0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ~ 0.000	0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ~ 0.000		
座間味	9	0.000	0.030 ± 0.030	0.000 ~ 0.267	0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ~ 0.000		
阿嘉	9	0.000	0.030 ± 0.030	0.000 ~ 0.267	0.000	0.000 ± 0.000	0.000 ~ 0.000		

MED:中央値、AV:平均値、SE:標準誤差、MIN:最小値、MAX:最大値.

1-5. 考察

1-5-1. 過年度調査結果との比較（スイムカウント法）

海域ごとのスイムカウント法による2013年～2017年まで5年間の食痕群数を箱ひげ図で図2-1-8に、稚ヒトデ確認個体数を箱ひげ図で図2-1-9に示す。

その結果、2013年の恩納村が食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数ともに最も多く、2015年及び2016年が最も少ない傾向が見られた。

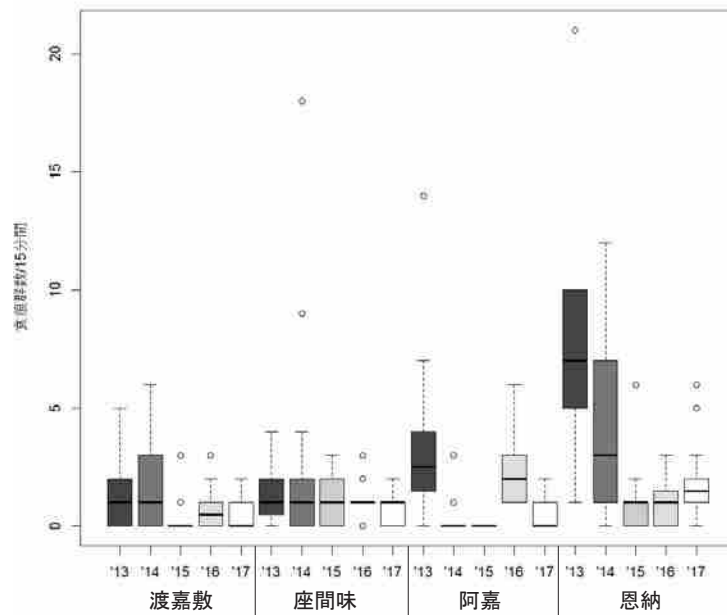


図2-1-8. 海域ごとの食痕群数。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数±1.5×IQR、「○」は外れ値。

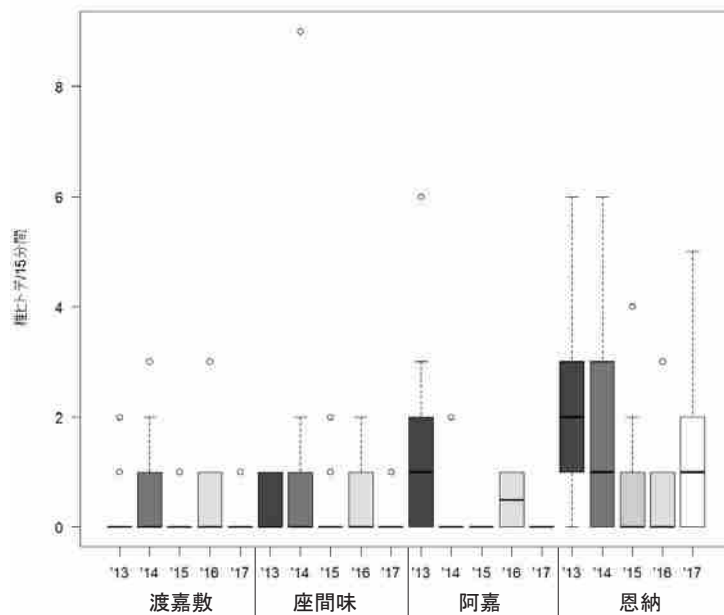


図2-1-9. 海域ごとの稚ヒトデ確認個体。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数±1.5×IQR、「○」は外れ値。

過年度(2013～2016年)も含め恩納村における食痕群数を図2-1-10～2-1-11に、稚ヒトデ確認個体数を図2-1-12～2-1-13に示す。また、慶良間における食痕群数を図2-1-14～2-1-15に、稚ヒトデ確認個体数を図2-1-16～2-1-17に示す。

食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数の多かった2013年の恩納村では、ほとんどの地点で食痕群数が6個以上、稚ヒトデが2個体以上確認されており、特に恩納村北部域では食痕群数で10個以上、稚ヒトデが5個体以上確認された地点も目立った。これに比べると、2015年～2016年に恩納村で確認された食痕群数及び稚ヒトデは少なかった。

評価	食痕群数/15分間
平常	○: 0
やや注意	●: 1~5
注意	●: 6~25
対策必要	●: 26以上

10以上は赤字

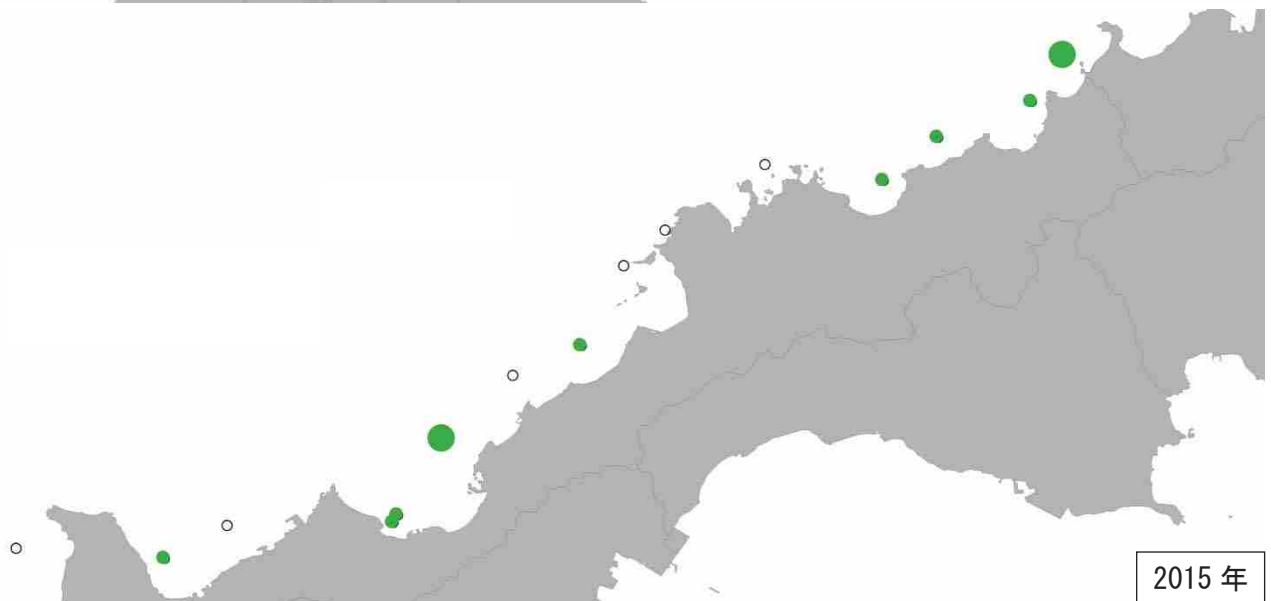
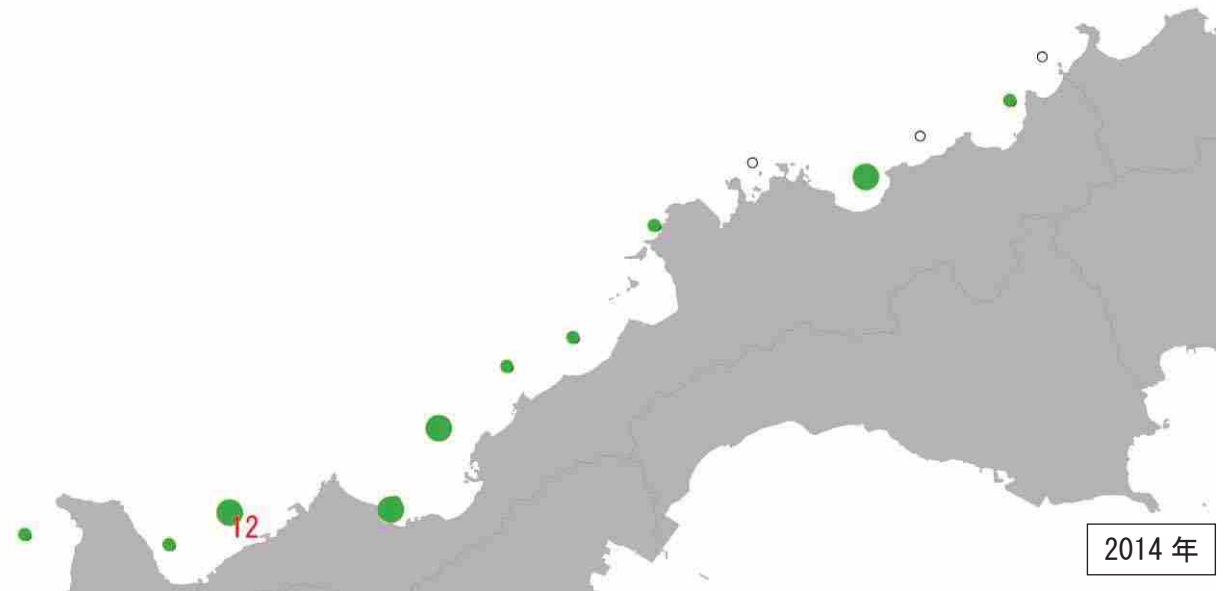
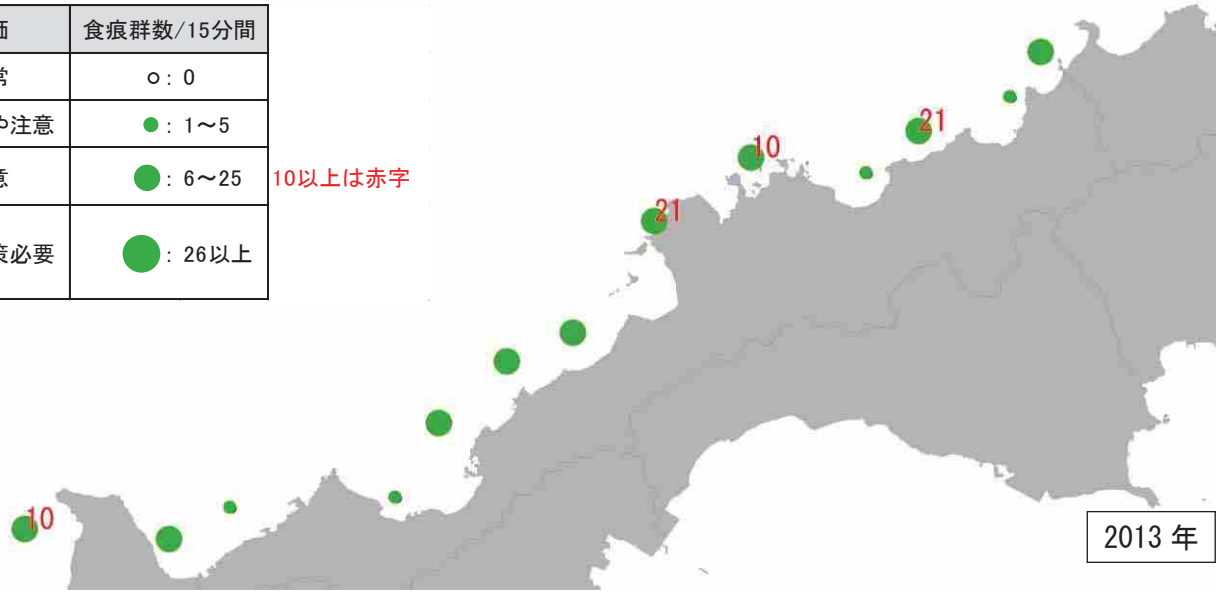


図2-1-10. 恩納村における食痕群の確認状況(2013~2015年).

評価	食痕群数/15分間
平常	○: 0
やや注意	●: 1~5
注意	●: 6~25

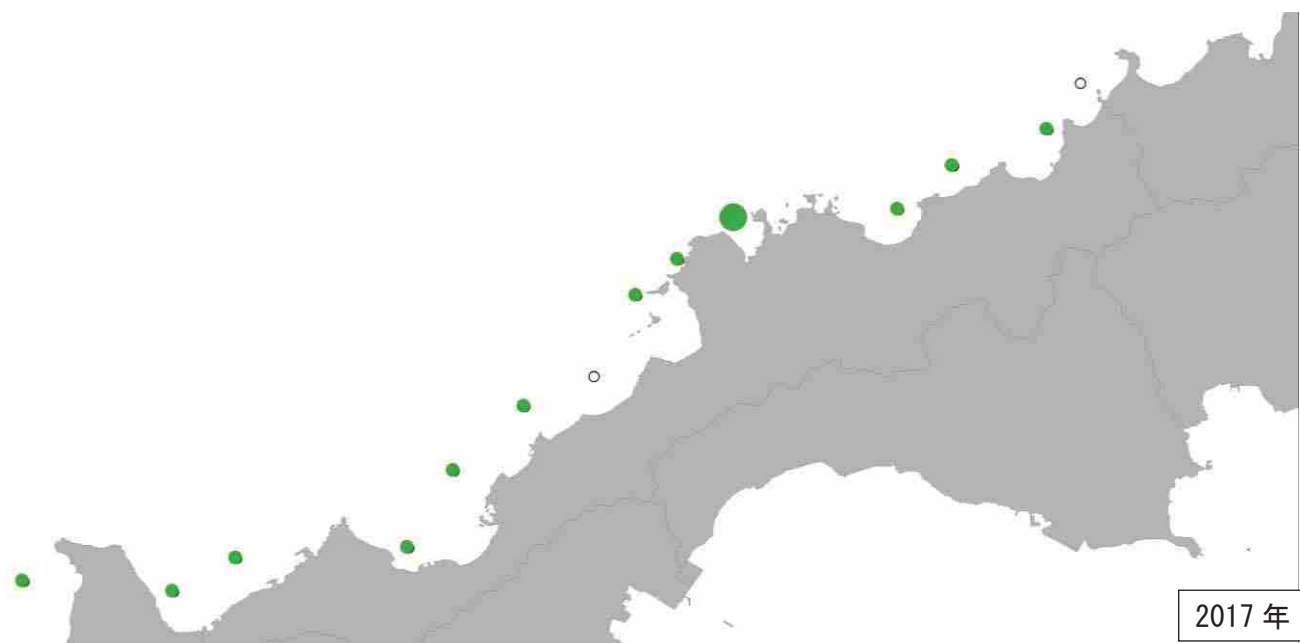
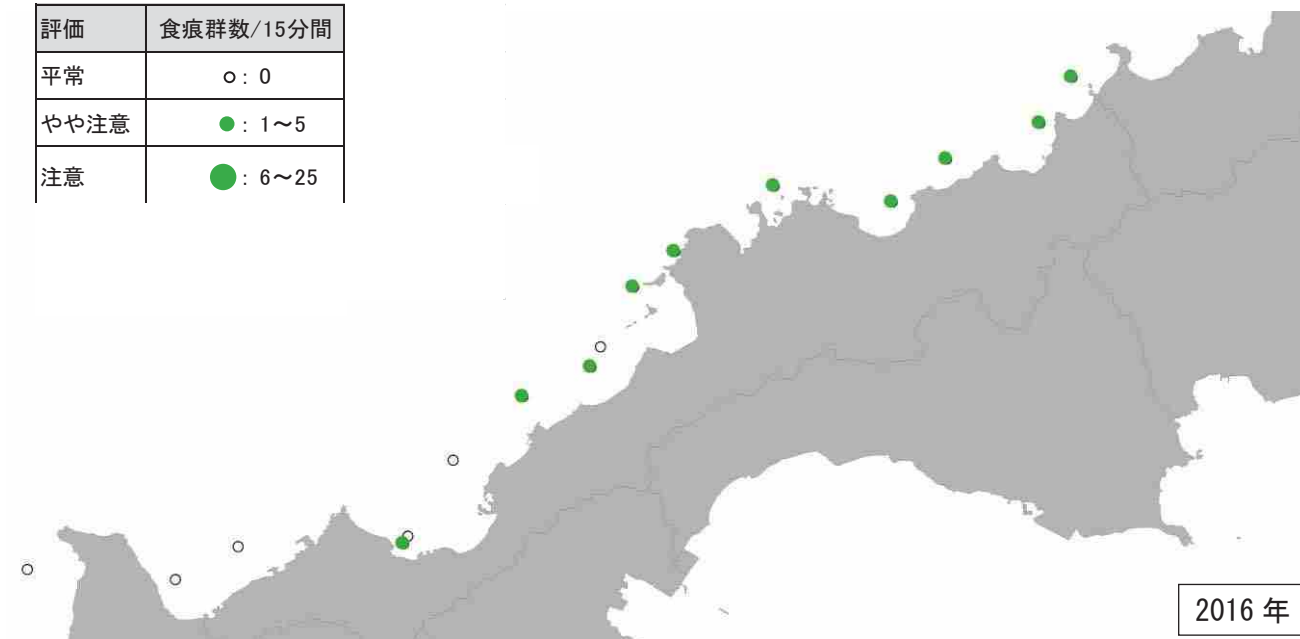


図2-1-11. 恩納村における食痕群の確認状況(2016~2017年).

評価	稚ヒトデ数/15分間
平常	○ : 0
やや注意	● : 1
注意	● : 2~8
対策必要	● : 9以上

5以上は青字

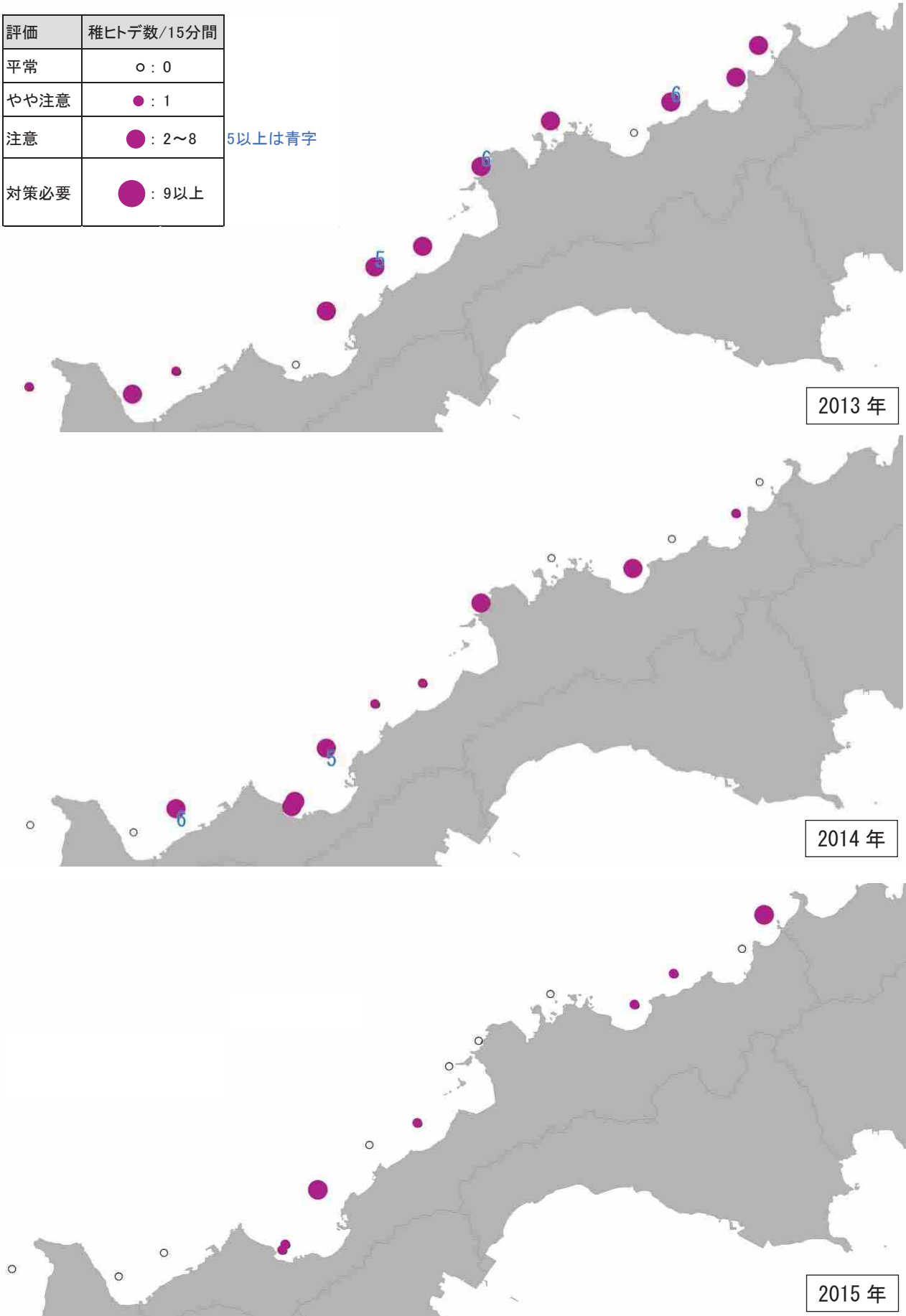


図2-1-12. 恩納村における稚ヒトデの確認状況(2013~2015年).

評価	稚ヒトデ数/15分間
平常	○ : 0
やや注意	● : 1
注意	● : 2~8

5以上は青字

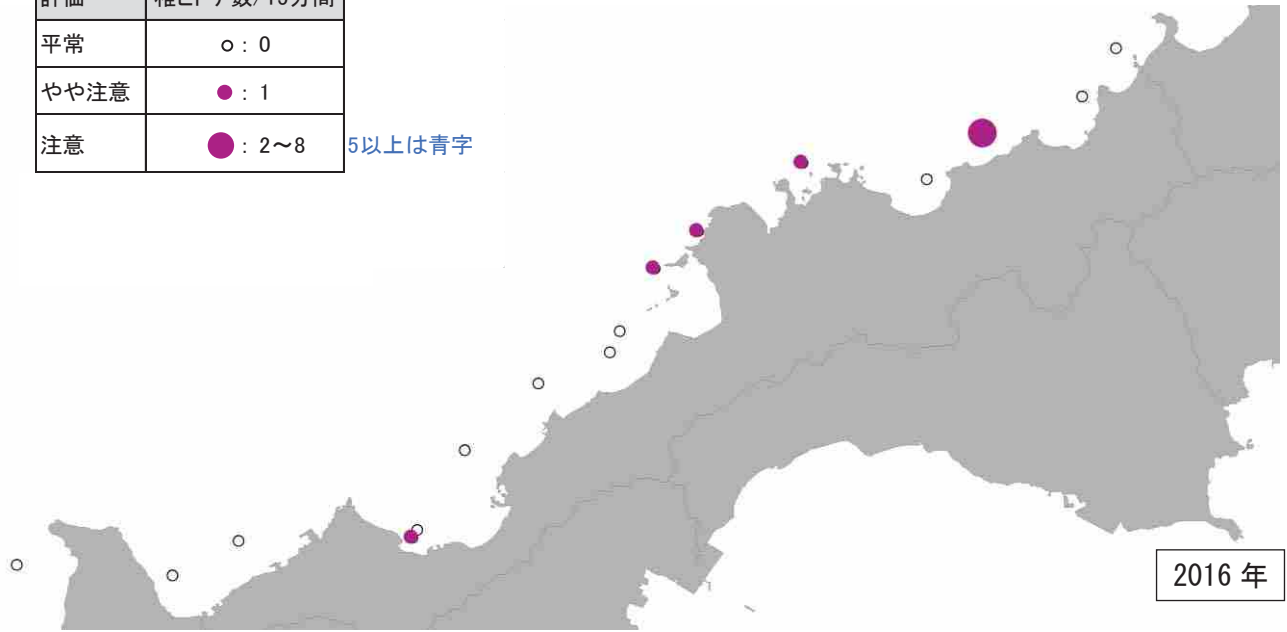


図2-1-13. 恩納村における稚ヒトデの確認状況(2016~2017年).

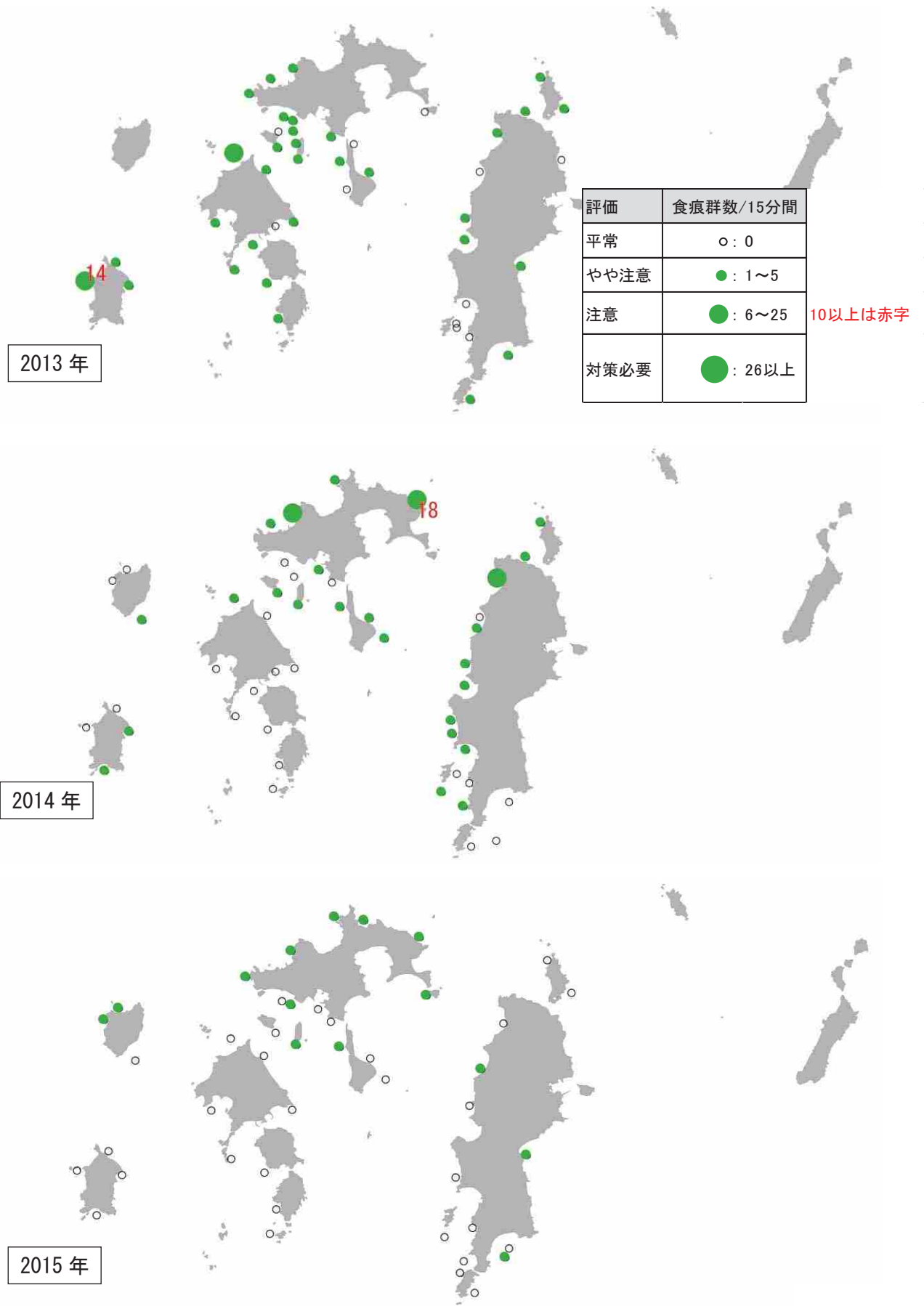


図2-1-14. 慶良間における食痕群の確認状況(2013~2015年).

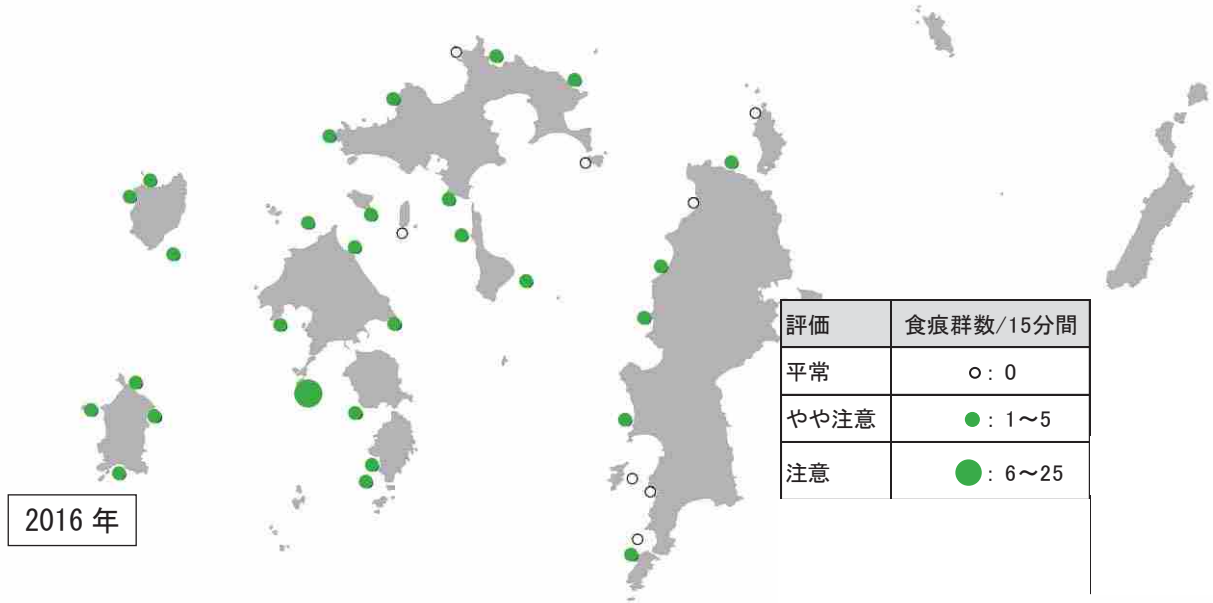


図2-1-15. 慶良間における食痕群の確認状況(2016~2017年).

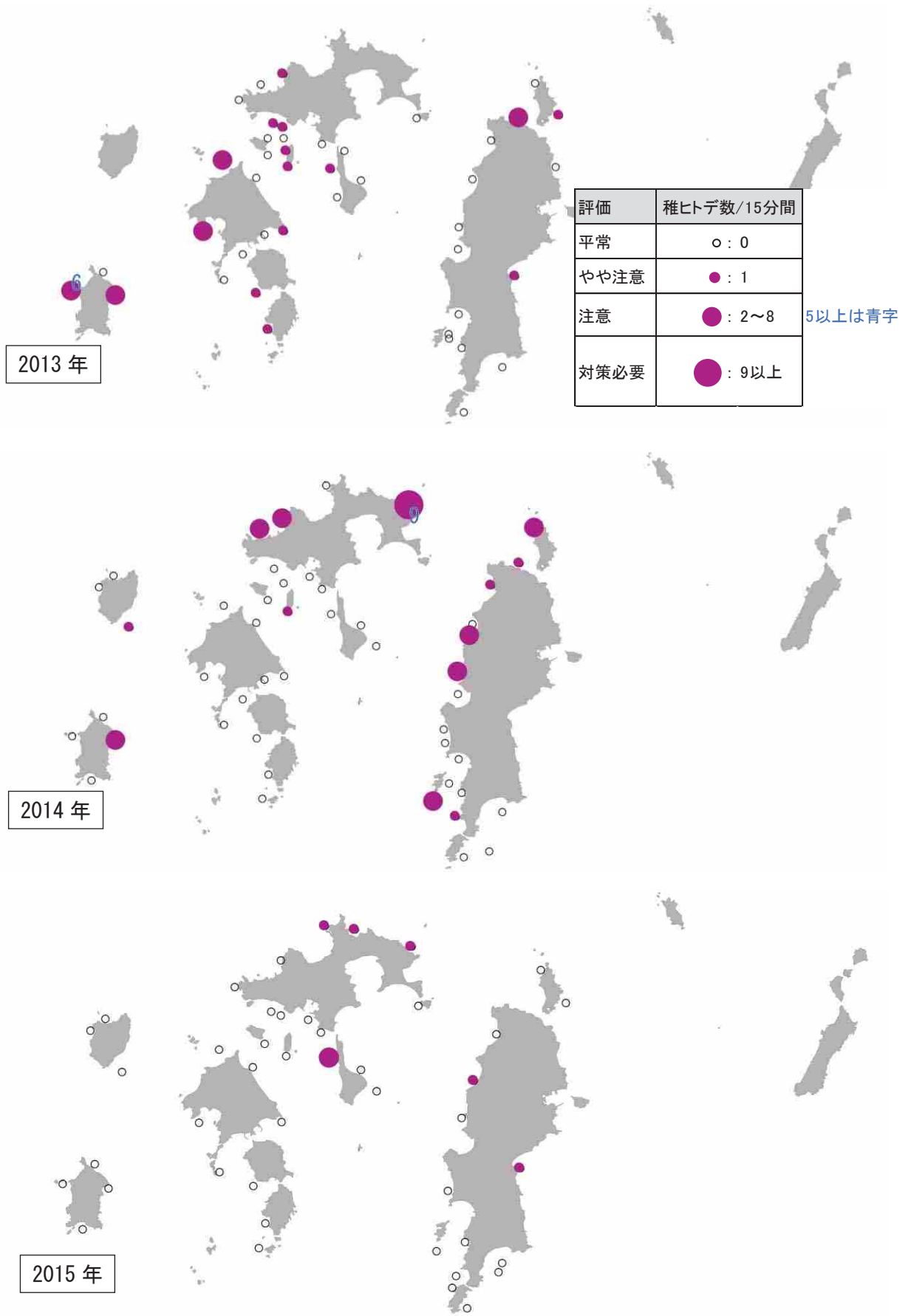


図2-1-16. 慶良間における稚ヒトデの確認状況(2013~2015年).

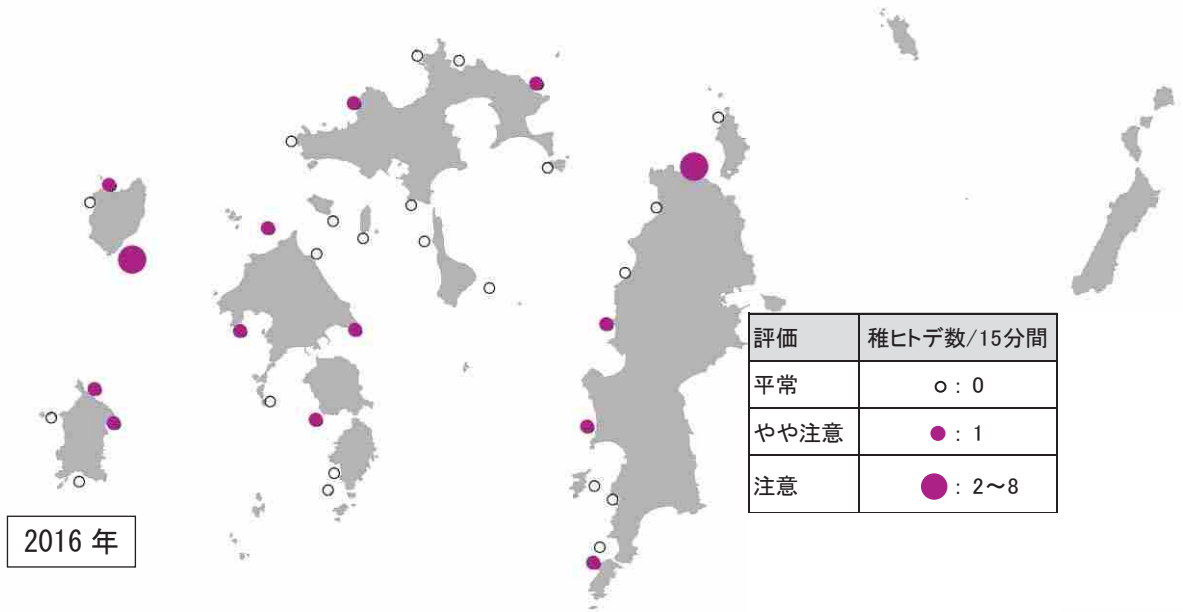


図2-1-17. 慶良間における稚ヒトデの確認状況(2016~2017年).

2003～2005年に行われた調査も含め、15分間あたりの稚ヒトデ確認個体数を図2-1-18に示す。

2003～2005年において稚ヒトデの確認数が多かったのは沖縄島西海域及び沖縄島東海域であり、それぞれ0.00～1.25個体/15分間、0.00～1.00個体/15分間で推移した。慶良間では0.00～0.75個体/15分間であり、八重山及び宮古は0.00個体/15分間であった。

2013年の恩納村は2.00個体/15分間と過年度に比べ2倍の値であったが、2014年～2017年は恩納村を含めすべての海域で過年度の結果の範囲内であった。

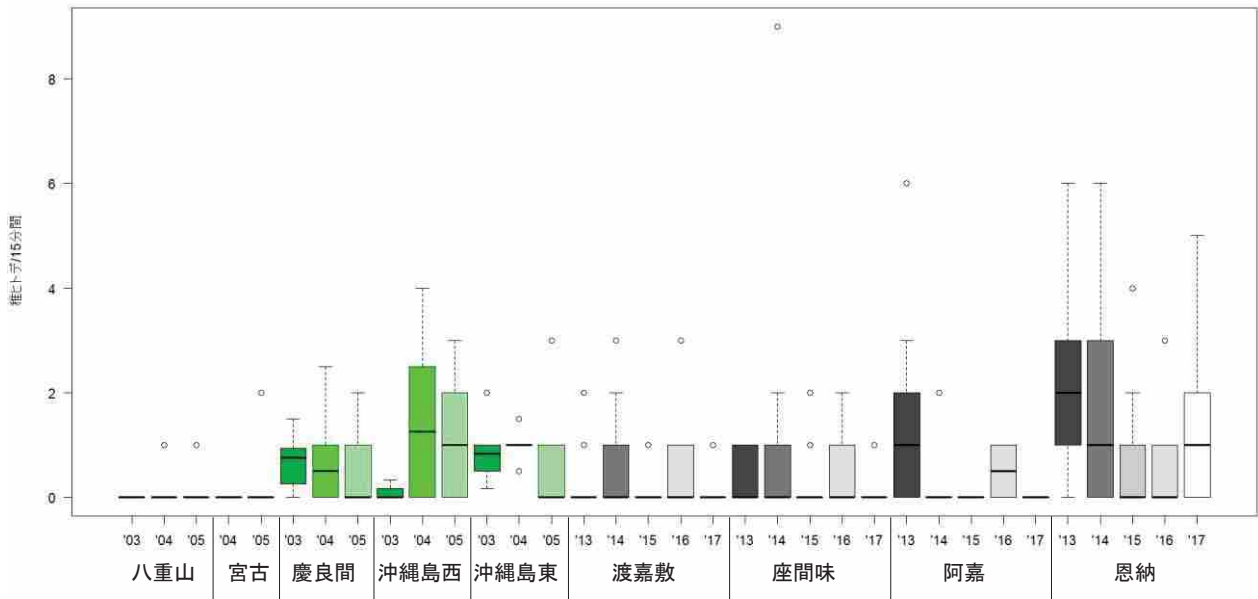


図2-1-18. 稚ヒトデ個体数の比較. 「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数±1.5×IQR、「○」は外れ値. 2003～2005は小笠原ら(2006).

1-5-2. 過年度調査結果との比較（コドラート法）

海域ごとのコドラート法による2013年～2017年まで5年間の食痕群数を箱ひげ図で図2-1-19に、稚ヒトデ確認個体数を箱ひげ図で図2-1-20に示す。

その結果、2013年の恩納村が食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数ともに最も多かった。

コドラートによる密度で見ると、2013年の恩納村の食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数は1.33個/m²、0.53個体/m²と多く、フィジーで大量発生につながった密度と同レベル（0.07～0.9個体/m²）であり（Zann *et al*, 1987）、数年後（2015～2016年）の大量発生に注意が必要な密度にあると考えられた。2014年以降は食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数は減少しており、2014年～2016年加入個体群による数年後（2016～2017年、2017～2018年、2018～2019年）の大量発生の恐れは低いと考えられる。

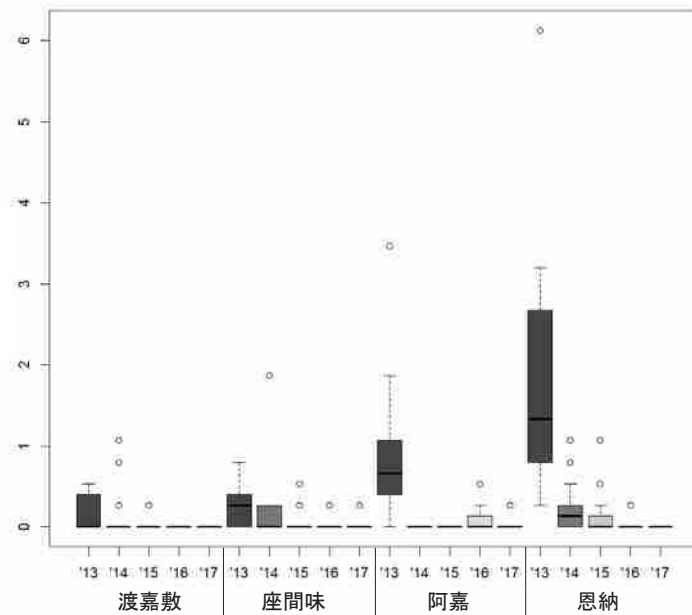


図2-1-19. 海域ごとの食痕群数. 「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数±1.5×IQR、「○」は外れ値.

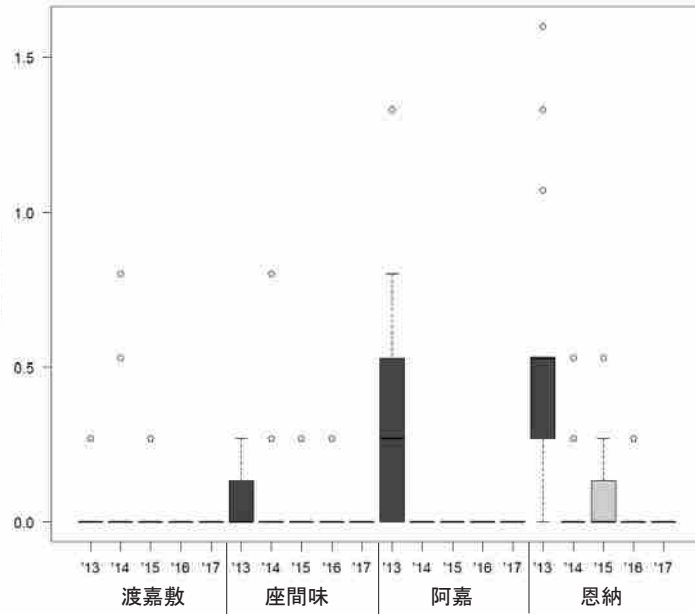


図2-1-20. 海域ごとの稚ヒトデ確認個体数。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数 $\pm 1.5 \times \text{IQR}$ 、「○」は外れ値.

1-5-3. 調査地点数の検討

稚ヒトデモニタリングの適切な調査地点数を検討するために、過年度調査結果から調査地点数をどの程度減らしても、稚ヒトデの数として同様の結果が得られるかについて検討した。

検討は恩納村での食痕群数を用い、最北の地点を基準として、地点数を2分の1、3分の1、5分の1にして集計した。

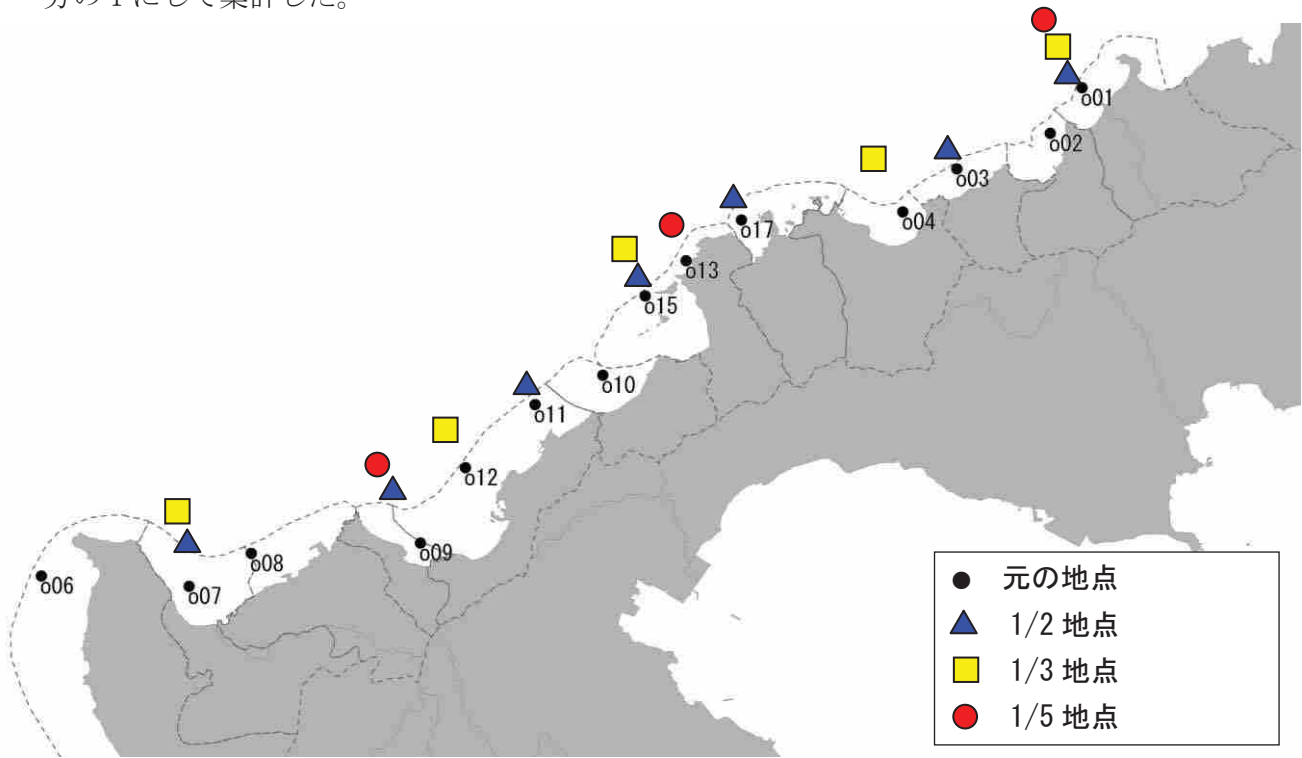


図2-1-21. 検討した地点

元の地点は13~16地点であり、地点数を2分の1にした場合7~8地点(1/2地点)、地点数を3分の1にした場合5~6地点(1/3地点)、地点数を5分の1にした場合3~4地点(1/5地点)であった。これらの箱ひげ図を図2-1-22に示す。

Kruskal-Wallis検定を用いて検討したところ、元の地点と1/2地点ではp値が0.05以下となり調査年間に有意差があった。

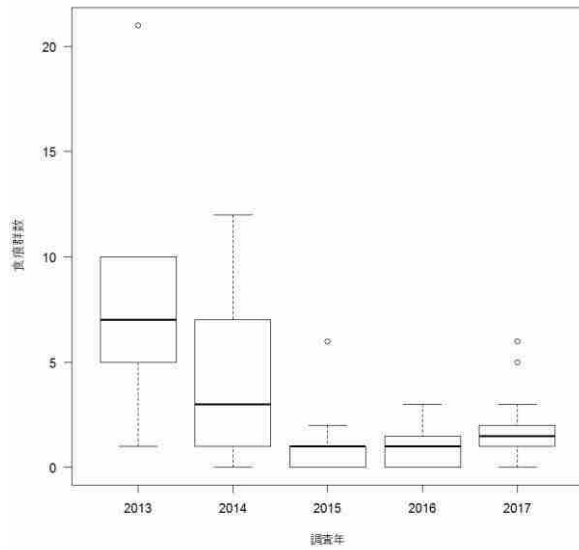
本調査で対象とした恩納村沿岸の距離は概ね30kmであったため、2~4km程度の調査地点間隔であれば2013年規模の発生を把握できると考えられる。

表2-1-3. 調査地点数と統計検定

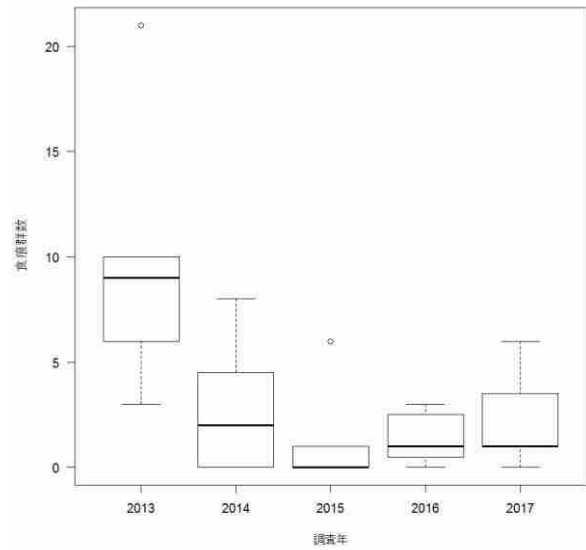
調査年	元の地点	1/2地点	1/3地点	1/5地点
2013	13	7	5	3
2014	14	7	5	3
2015	15	8	5	3
2016	16	8	6	4
2017	14	7	5	3
Kruskal-Wallis検定 p値	1.31E-05	0.00333	0.179	0.278

表2-1-4. 調査地点数と統計検定

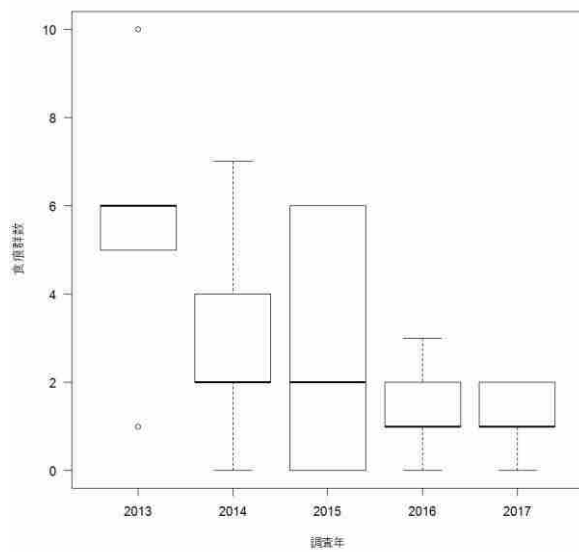
調査年	元の地点	1/2地点	1/3地点	1/5地点
2013	2.3	4.3	6.0	10.0
2014	2.1	4.3	6.0	10.0
2015	2.0	3.8	6.0	10.0
2016	1.9	3.8	5.0	7.5
2017	2.1	4.3	6.0	10.0
平均	2.1	4.1	5.8	9.5



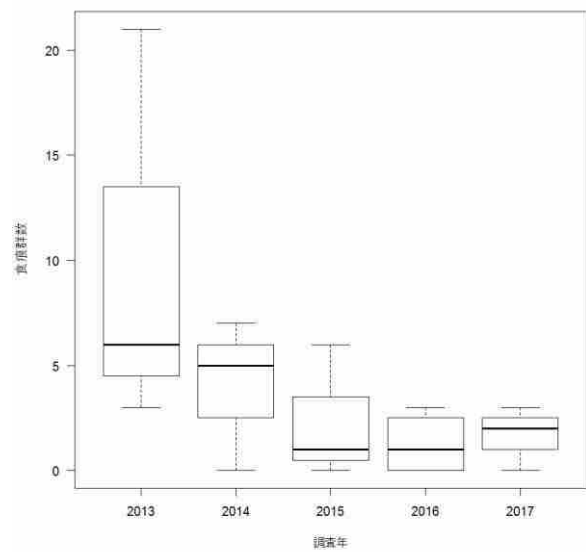
[元の地点]



[1/2 地点]



[1/3 地点]



[1/5 地点]

図2-1-22. 検討した地点

1-6. 気象条件によるオニヒトデ発生状況

恩納村において2013年の稚ヒトデが多かった要因について、「降水量」、「台風」、「吹送流」の影響を整理していた。気象条件はオニヒトデの発生状況の明らかな条件とはなっていないものの、参考までに、今年の上記気象条件を整理した。



図2-1-23. 気象台観測所位置図.

出典: <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>

1-6-1. 降水量

オニヒトデの浮遊幼生期の餌となる植物プランクトンの栄養となる栄養塩は、降雨とともに流入することから、降水量が多いと稚ヒトデが多くなると仮定される。

しかし、2013年の4~8月の合計の降水量は2014~2017年に比べ少なく、オニヒトデの繁殖期にあたる6~8月の合計で見ると特に少なかった(図2-1-24)。月別にみると、2013年の5月の降水量は2014~2017年に比べ多いが、逆に2013年の6~8月の降水量は2014~2017年に比べ少なく、特に7月の降水量は少なかった。

オニヒトデの浮遊幼生期の餌となる植物プランクトンの栄養となる栄養塩は降雨とともに流入することから、稚ヒトデの多い年には降水量が多いと仮定される。2013年に稚ヒトデが多かった一因として4月及び5月の降水量が多いことが挙げられるかもしれないが、本海域における繁殖時期のピークは6月後半とされることから(Yasuda et al, 2010)、やや早い時期に降水量が多いことになる。1980年代以降は降水量とオニヒトデの大量発生の関係ははっきりしていないことから(岡地, 2011)、この要因だけでの説明では不十分であった。



図2-1-24. 各観測所における4~8月の降水量(mm).
 データは気象台ホームページから取得 <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>.

1-6-2. 台風.

6~8月の時期に台風が襲来した場合、オニヒトデ幼生はかき混ぜられて沿岸域に着底することが難しく、逆に台風が接近しない場合は、稚ヒトデの着底が多くなることが考えられる。

そこで、この期間に台風の接近数の統計資料として、沖縄気象台で各観測所への300km以内に接近した数を取りまとめられているので、この資料を活用した。

那覇、名護及び久米の台風の接近数を表2-1-5に示す。また、各観測所の気圧と風速を表2-1-6に示す。

その結果、6~8月の台風接近数は、2013年は名護で0個、那覇で2個、久米で2個であり、2014年は各地点ともに4個、2015年は各地点ともに3個と、2015年までのデータでみると**稚ヒトデの多かった2013年の台風接近数が最も少なく、台風が少ない場合にオニヒトデ幼生が多く着底する可能性が示唆**された。2013年の気圧は台風接近した他の年に比べ高めであり、風速は小さかった。

2016年は各地点ともに0個、2017年は名護及び那覇で0個、久米で1個となり、台風の接近数は少ない年であったものの、稚ヒトデの確認数は少なかった。2016年及び2017年の気圧は2013年同様に台風接近した他の年に比べ高めであり、風速は小さかった。また、過年度に稚ヒトデ調査が行われた2003~2005年をみても、2005年にはどの観測所でも台風は接近していないが、2005年の慶良間の稚ヒトデ確認数は2003~2004年に比べ少なくなっており、台風の接近数のみがオニヒトデ幼生が多く定着する条件ではないものの、台風が少ない場合はオニヒトデ幼生が多く着生する可能性の一つの要因である可能性はある。

表2-1-5. 台風の接近数（各観測所 300km 以内）.

	年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	6~8月 合計	年 合計	
名護	2003				1	1	2		1	2				3	7	
	2004						2		1	2	2			3	7	
	2005													0	0	
	2006							1	1	1				2	3	
	2007							1		1				1	2	
	2008									1				0	1	
	2009										2			0	2	
	2010								2*	2*	1			1	4	
	2011					2			1	1				1	4	
	2012						2	1	2	2	1			5	8	
	2013										1	3		0	4	
	2014						2	2*	1	1	1			4	6	
	2015					1		2	1					3	4	
	2016										3	1		0	4	
	2017										1	1		0	2	
	那覇	2003				1	1	2		1	2				3	7
		2004						2		1	2	2			3	7
2005														0	0	
2006								1	1	1				2	3	
2007								1		1				1	2	
2008										1				0	1	
2009											2			0	2	
2010									2*	2*	1			1	4	
2011						2			1	1				1	4	
2012							2	1	2	2	1			5	8	
2013							1		1	1	3			2	6	
2014							2	2*	1	1	1			4	6	
2015						1		2	1					3	4	
2016											2	1		0	3	
2017											1	1		0	2	
久米		2003				1		2		1	2				3	6
		2004						2		2	2	2			4	8
	2005									1				0	1	
	2006							1	1	1				2	3	
	2007							1		1				1	2	
	2008									1				0	1	
	2009										1			0	1	
	2010								2*	2*	1			1	4	
	2011					2			1	1				1	4	
	2012						2	1	2	2				5	7	
	2013						1		1	1	2			2	5	
	2014						2	2*	1	1	1			4	6	
	2015					1		2	1					3	4	
	2016										3	1		0	4	
	2017							1			1	1		1	3	

1. 各地への接近: 台風が中心が沖縄気象台、名護特別地域気象観測所、久米島特別地域気象観測所の 300km 以内に入ることをいう。

2. * 印は台風が二つの月にまたがって接近(両月に加算)したことを示す。接近数は月合計と年で異なることがある。

出典: 沖縄気象台ホームページ

表2-1-6. 気圧と風速(6~8月).

年	月	名護					那覇					久米				
		最低海面気圧 (hPa)	最大瞬間風速 (m/s)	風向	最大風速 (m/s)	風向	最低海面気圧 (hPa)	最大瞬間風速 (m/s)	風向	最大風速 (m/s)	風向	最低海面気圧 (hPa)	最大瞬間風速 (m/s)	風向	最大風速 (m/s)	風向
2003	6月	999.2	24.6	南南西	14.5	南	999.1	27.6	南	16.4	南	998.1	27.6	南	12.6	南
	7月	1004.8	14.6	南南西	9.6	南	1004.7	18	西北西	10.5	北西	1004.5	16	西北西	6.7	北北西
	8月	951.4	48.7	西	29.9	西	956.5	50.4	北	27.4	西北西	980.5	36.3	北西	17.3	西北西
2004	6月	980.4	31.5	北	16.6	北北東	981.8	31.4	北北西	20	北北西	983.3	46.1	南東	27	南東
	7月	1001.8	21.6	南南西	12.4	南南西	1001.5	19.8	南南西	12.2	南南西	1000.3	19.1	南南西	9.7	南南西
	8月	991	28	南南東	16.1	南	990.6	34.2	南東	20.1	南東	980.7	29.4	南	15.3	東南東
2005	6月	1000.6	25.8	南西	14	南西	1000.7	26.5	南南西	14.7	南	1000.1	20.6	西	8.6	南南西
	7月	999.6	20.8	東南東	10.7	東南東	999.4	28.6	南東	14.6	東南東	1000.4	23	東南東	12.1	東南東
	8月	998.3	24.7	東南東	13.1	東南東	996	29.6	南南東	16.4	東南東	994.8	30.3	東南東	15.8	南南東
2006	6月	998.3	24.1	西南西	13.3	南西	998.5	23.4	西	15.1	西	998.6	19.2	南西	8.5	西
	7月	996.5	30.7	南東	16.8	南南東	994.1	36.7	南南東	21.7	南東	985.4	40	南東	21.2	南東
	8月	998.5	19.1	東南東	9.9	東南東	998.8	22.2	東	14.2	東南東	998	22.1	東	11.6	東南東
2007	6月	1004.1	22	北北西	11.3	南	1003.5	21.9	南南西	13.6	南南西	1003.9	18.9	南南西	7.6	南南西
	7月	950.1	50.9	南東	28.8	南東	939.7	56.3	東南東	33.1	東南東	963.8	29.9	西南西	15.2	北西
	8月	1000.7	26.7	南東	14.3	南南東	999.5	26.9	南東	16.4	南東	996.9	24	南東	12.6	南東
2008	6月	1003.2	20.7	南南西	14.5	南	1003.2	20.5	南南東	13.5	南	1003.1	15.4	南南西	9.3	南南西
	7月	1002.3	17.5	南東	10.1	南	1001.8	21	南南東	12.9	南東	1002.3	16.4	南東	11.5	南東
	8月	1001.9	16.6	南西	12.3	南南西	1001.9	22.8	西南西	14.1	南南西	1002.1	12.4	南南西	7.1	南南西
2009	6月	996.7	16.4	東南東	10.3	南南西	996.5	19.9	南西	13.8	南南西	997.7	15	南西	9.1	南南西
	7月	1004.5	14.6	西	11.2	南	1004.2	19.1	西南西	11	南	1004.8	14.1	西南西	8.3	北西
	8月	989.5	23	東	12.8	東南東	987.9	28.7	東	19.4	東	988.8	20.9	東南東	14.6	東南東
2010	6月	1004.3	15.9	南南東	10.3	南	1003.8	19.2	西南西	13.5	南西	1003.9	17.3	南南西	10.3	南東
	7月	1003.1	17.6	南	10.1	南	1003.4	23.2	南	13.3	南	1003.1	17.5	南	10.2	南
	8月	964.6	49.8	西	33.5	西北西	993.9	28.5	南	16.6	南南西	997.3	25.5	南南東	15	南南東
2011	6月	998.3	31	南南東	18.2	南南東	995.7	33.6	南東	20.4	南南東	993.3	26.6	南東	17.5	南東
	7月	992.5	17.2	北北西	10.1	北	993.4	18.5	南南東	12	南東	994.5	14.6	南南東	9.6	南南東
	8月	968.3	47.3	南東	27.4	南南東	957.1	43.1	東北東	27.9	南東	954.6	35.8	南南西	22.5	南南西
2012	6月	988.8	22.4	南	16.4	南	989.1	25.8	北北東	16.4	東北東	994.6	24.7	南南西	13.9	南南西
	7月	998.1	18.8	北西	10.2	東	997	21.6	東	14.8	東	996.8	17.6	東	9.5	東
	8月	934.3	38.1	北	25.9	南南西	955.8	38.5	西南西	25.2	南西	969.5	30.7	北西	18.3	南南西
2013	6月	1000.9	21.2	南南西	14.1	南	1000.6	24.4	南	15.2	南	998.9	19.3	南南西	11.9	南南東
	7月	1004.3	21.7	東南東	14.2	南南東	1002.7	22.9	南東	14.6	東南東	1002.1	19.9	東南東	12.8	東南東
	8月	995	22.5	南東	13.1	南東	993.1	25.2	南東	16.4	東南東	991.2	23.8	南東	15.1	南東
2014	6月	996.3	17.6	南南西	10.1	南	995.9	19.8	南南西	14.2	南南西	996.7	14.9	南南西	8.1	南南西
	7月	983.8	43.2	南東	27	南南東	979.6	50.2	南南東	33.1	南東	968.9	36.2	南東	25.7	東南東
	8月	985.4	32.8	南南西	22.8	南	986	34.2	南西	22.9	南西	986.8	21	南西	12.3	南南西
2015	6月	1004	17	南南西	12.2	南	1004	17	南南西	12.3	南南西	1003.7	16.5	南南西	10	南南西
	7月	985.9	33.7	東	19.2	東南東	979.4	41.2	南東	27	東	973.7	36.9	南東	24.4	東南東
	8月	988.5	33.2	南	24.1	南	989.6	33.1	南南西	21.2	南南西	974.6	47.8	南	29.4	南南西
2016	6月	1001.3	18.1	西北西	10.6	西北西	1001.8	24.9	南	14.1	西南西	1001.8	23.9	南南西	10.6	南南西
	7月	1004.4	18.3	南	12.6	南	1003.8	24.1	南	13.8	南西	1003.1	21.7	南西	10.6	南西
	8月	998.2	15.5	北	10	北北東	997.9	16.9	東南東	11.6	東南東	998.9	14.5	北西	9.3	東南東
2017	6月	1001.2	18.6	北北東	12.4	北北東	1000.8	21.7	南南東	15.4	南	1001	17.6	南南西	10.1	北東
	7月	1004.2	16.2	南東	10.3	南	1003.9	20.4	南東	12	南東	1003.5	18.3	南東	12.1	南東
	8月	999.8	18.7	西南西	9	南東	1000.1	18.6	南東	12.1	東南東	1000.9	16.7	東南東	10.5	東南東

出典: 沖縄気象台ホームページ

黄色のセルは、最低海面気圧が980hPa以下、最大瞬間風速が40m/s以上、最大風速が20m/s以上を示した。

黄色いセルの定義は任意設定である。

1-6-3. 吹送流

吹送流とは風の力によって動かされる表面の海水の流れであり、エクマンの理論では、吹送流の流向は海面で風向の右45°にずれることが知られている。南西から北東に海岸線が伸びる恩納村沿岸では、南西からの風が、右に45°傾き東向きの吹送流となるため、オニヒトデの幼生が沿岸に近づく可能性が高まると考えられる。

そこで、2008年以降の日別の観測データのある名護、那覇、糸数について、今年（2017年）のデータも含め、日別最多風向の頻度を整理した（図2-1-25）。2017年は、南西の風が多いという特徴は見られなかった。

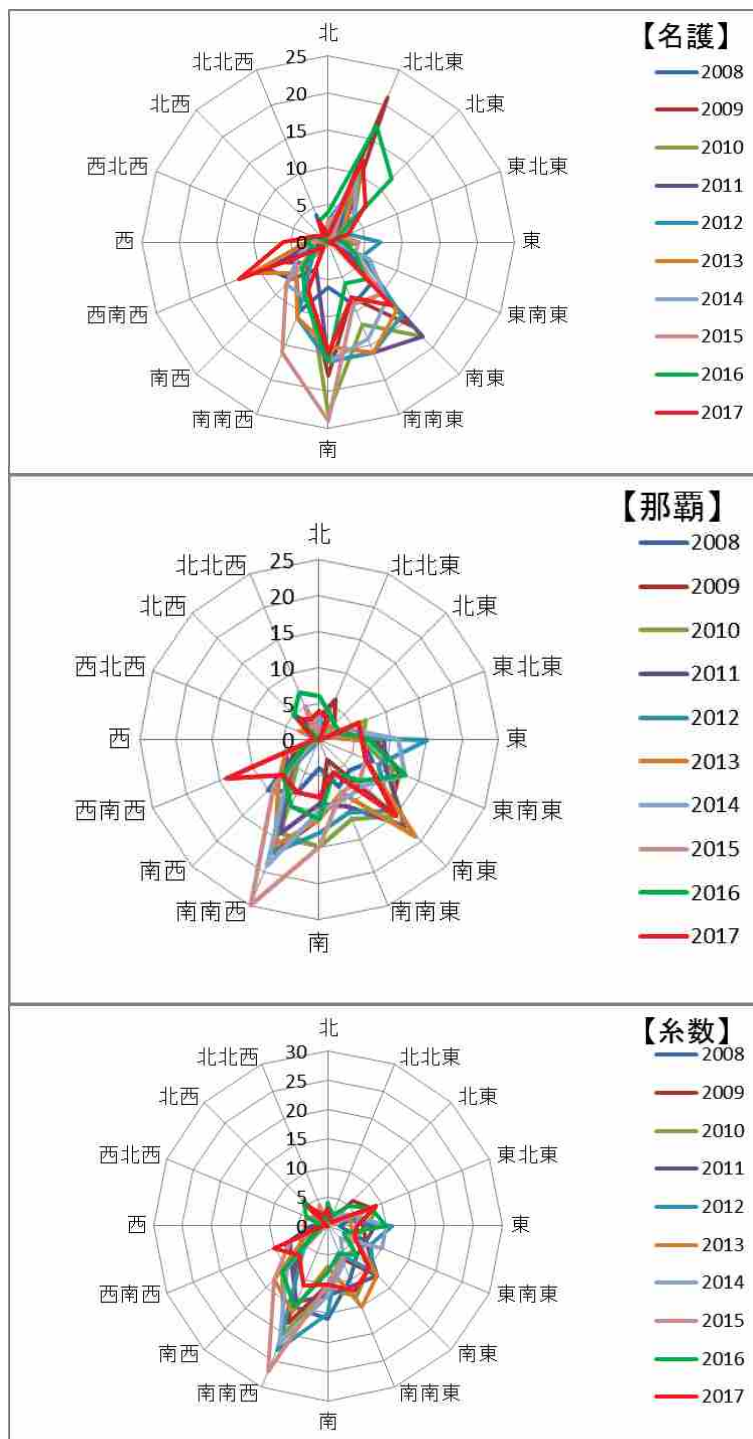


図2-1-25. 近年のデータが整理されている地点の6~8月の日別最多風向の頻度(名護、那覇、糸数).

次に、名護、那覇、糸数に関して、時間ごとの最多風向（16方位）と平均風速から、時間ごとの南西成分の風速を求め、月別の南西成分の時間平均風速を整理した（表2-1-7、図2-1-26）。また日ごとの最多風向（16方位）と平均風速からも同様に整理した（表2-1-8、図2-1-27）。

本事業で稚ヒトデ調査を行っている2013～2017年の期間でみると、全期間データのある日平均風速では、稚ヒトデの多かった**2013年に南西成分の風速が大きかったのは7月のみ**であり、2013年が特に突出して南西成分の風速が大きい傾向は見られなかった。時間ごとのデータでも日ごとのデータでも同様であった。

<参考文献>

亜熱帯総合研究所（2006）稚ヒトデモニタリングマニュアル

岡地賢（2011）サンゴを脅かす生きものたち．日本サンゴ礁学会（編）サンゴ礁学．209-238．

小笠原敬、長田智史、小澤宏之、林顯尚（2006）稚ヒトデ分布実態調査と移動行動解明．亜熱帯地域の有害・有毒生物に関する調査研究報告書．亜熱帯総合研究所．15-29．

Zann L, Brodie J, Berryman C, Naqasima M (1987) Recruitment, ecology, growth and behavior of juvenile *Acanthaster planci* (l.) (Echinodermata: Asteroidea). Bull Mar Sci 41(2):561-575

表2-1-7. 月別の南西成分の時間平均風速(m/s).

年	オニヒトデの状況	糸数				那覇				名護			
		6月	7月	8月	6~8月	6月	7月	8月	6~8月	6月	7月	8月	6~8月
1977		3.13	0.34	-0.09	1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
1978	大量発生	0.25	-1.25	-1.23	-0.76	-	-	-	-	-	-	-	-
1979		0.99	1.70	-0.43	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
1980		1.74	2.40	0.95	1.70	-	-	-	-	-	-	-	-
1981		0.00	1.11	-1.54	-0.14	-	-	-	-	-	-	-	-
1982		-0.19	0.88	-0.18	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-
1983		1.83	1.16	-1.93	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-
1984		-0.38	1.14	-1.40	-0.21	-	-	-	-	-	-	-	-
1985		-0.17	0.09	-2.78	-0.96	-	-	-	-	-	-	-	-
1986		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987		-0.31	2.24	1.08	1.04	-	-	-	-	-	-	-	-
1988		2.65	0.18	0.72	1.17	-	-	-	-	-	-	-	-
1989		-0.01	-0.55	-0.26	-0.28	-	-	-	-	-	-	-	-
1990		1.02	0.45	-1.29	0.05	1.42	1.23	-0.51	0.70	-	-	-	-
1991		3.24	1.94	-1.23	1.29	4.17	2.47	-0.59	1.99	2.98	1.87	-0.47	1.44
1992		0.97	1.28	-1.07	0.39	1.83	1.74	-1.02	0.84	1.18	1.26	-0.87	0.51
1993		1.99	1.89	0.02	1.29	2.72	2.48	0.40	1.85	1.87	1.63	0.34	1.27
1994	大量発生	1.40	-1.31	-0.94	-0.30	2.58	-1.12	-0.84	0.18	1.69	-0.71	-0.49	0.15
1995		2.74	1.09	-0.50	1.09	3.62	0.94	-0.70	1.26	2.46	1.00	-0.39	1.01
1996	大量発生	3.15	-0.29	-0.22	0.86	4.15	0.05	0.28	1.47	2.91	0.25	-0.20	0.96
1997		0.31	0.59	-0.75	0.05	0.63	0.91	-0.66	0.29	0.39	0.83	-0.19	0.34
1998		2.49	1.92	0.24	1.54	3.33	2.87	0.39	2.18	2.50	1.96	0.18	1.54
1999		2.24	0.41	1.51	1.38	3.51	0.89	2.39	2.25	2.59	0.53	1.60	1.56
2000		1.88	0.07	-0.10	0.60	3.08	0.15	0.07	1.08	2.12	0.56	0.07	0.90
2001		1.48	-0.03	-1.71	-0.10	2.35	-0.17	-1.77	0.11	1.70	0.07	-1.28	0.14
2002		1.50	-0.52	-0.26	0.23	2.42	-0.38	-0.51	0.49	1.52	0.22	-0.11	0.53
2003		2.28	2.21	-0.45	1.33	3.20	3.04	-0.09	2.03	2.63	2.17	-0.12	1.55
2004		-1.47	1.15	-2.27	-0.86	-1.07	1.29	-2.13	-0.63	-0.90	0.85	-1.35	-0.46
2005		2.13	0.75	-0.30	0.84	3.02	1.36	-0.47	1.28	2.55	1.14	-0.31	1.11
2006		2.04	1.10	-1.31	0.60	2.73	0.77	-1.20	0.74	1.95	0.94	-0.88	0.65
2007		0.88	1.32	-0.10	0.71	1.70	2.74	-0.41	1.34	1.22	2.02	0.01	1.08
2008		2.01	0.13	1.03	1.05	3.03	0.08	1.66	1.57	2.43	0.20	1.15	1.25
2009		0.77	1.79	-0.42	0.72	2.06	1.75	-1.65	0.70	1.25	1.33	-1.14	0.47
2010		-	-	-	-	-	-	-	-	1.17	1.90	-0.02	1.01
2011		2.46	0.59	-1.19	0.60	3.36	0.71	-1.18	0.94	0.00	0.69	-0.72	0.83
2012		0.91	0.39	0.24	0.51	1.58	0.87	0.04	0.82	1.36	0.91	0.11	0.79
2013	稚ヒトデ多い	1.31	-0.43	0.72	0.52	2.78	1.42	0.83	1.67	2.05	1.20	0.84	1.36
2014		-	-	-	-	2.19	0.12	1.11	1.13	1.34	0.61	0.83	0.92
2015	稚ヒトデ少ない	-	-	-	-	4.68	0.96	0.40	1.98	3.20	1.32	0.37	1.61
2016	稚ヒトデ少ない	1.95	0.73	-2.24	0.13	2.81	1.21	-1.95	0.67	-	-	-	-
2017		0.28	0.89	-0.04	0.38	1.39	0.93	0.82	1.04	0.79	0.89	0.57	0.75

赤字は1994年の大量発生の3年前、青字は1996年の3年前、緑字は稚ヒトデが多かった年を示す。

—はデータなしの期間を示す。

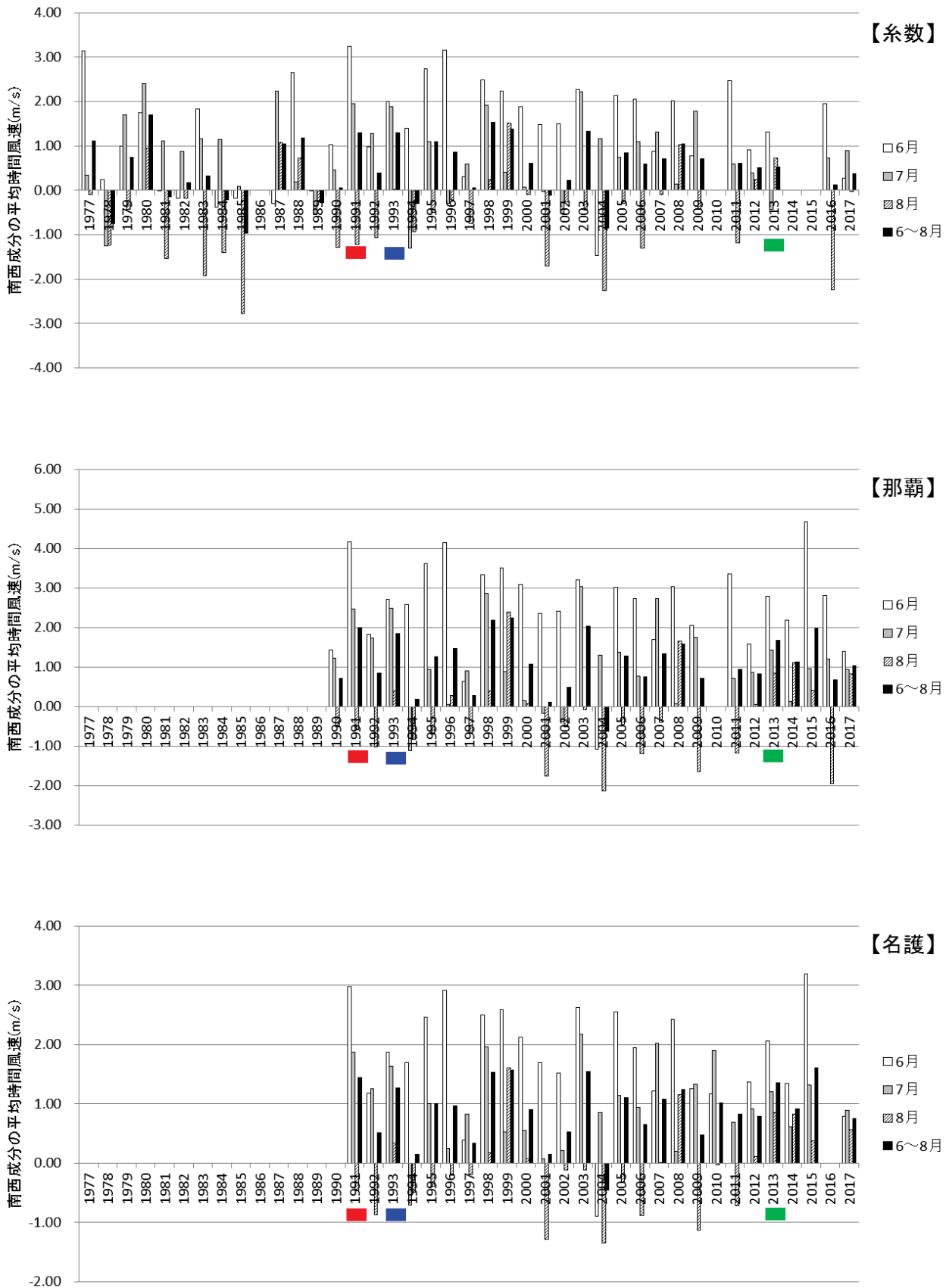


図2-1-26. 月別の南西成分の時間平均風速(m/s).

赤字は1994年の大量発生の前年、青字は1996年の3年前、緑字は稚ヒトデが多かった年を示す。

表2-1-8. 月別の南西成分の日平均風速(m/s).

年	オニヒトデの状況	系数				那覇				名護			
		6月	7月	8月	6~8月	6月	7月	8月	6~8月	6月	7月	8月	6~8月
1977		2.83	0.73	-0.15	1.12	-	-	-	-	-	-	-	-
1978	大量発生	0.15	-1.24	-1.45	-0.86	-	-	-	-	-	-	-	-
1979		1.16	1.83	-0.03	0.98	-	-	-	-	-	-	-	-
1980		1.89	2.67	1.15	1.90	-	-	-	-	-	-	-	-
1981		0.00	1.14	-1.35	-0.07	-	-	-	-	-	-	-	-
1982		-0.36	0.76	-0.25	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
1983		2.05	3.26	-1.29	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-
1984		1.94	1.19	-1.99	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-
1985		-0.35	1.17	-1.22	-0.13	-	-	-	-	-	-	-	-
1986		-0.02	0.55	-2.53	-0.67	-	-	-	-	-	-	-	-
1987		-0.04	2.24	1.18	1.14	-	-	-	-	-	-	-	-
1988		2.76	0.30	0.84	1.29	-	-	-	-	-	-	-	-
1989		-0.04	-0.30	-0.25	-0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
1990		1.00	0.30	-1.48	-0.07	-	-	-	-	-	-	-	-
1991		3.34	1.92	-0.98	1.41	-	-	-	-	-	-	-	-
1992		1.59	1.41	-1.10	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-
1993		2.00	2.02	0.28	1.43	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	大量発生	1.48	-1.20	-1.11	-0.29	-	-	-	-	-	-	-	-
1995		2.64	1.38	-0.45	1.18	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	大量発生	3.22	-0.13	-0.34	0.89	-	-	-	-	-	-	-	-
1997		0.59	0.75	-0.92	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-
1998		2.29	2.13	0.51	1.64	-	-	-	-	-	-	-	-
1999		2.42	0.88	1.28	1.52	-	-	-	-	-	-	-	-
2000		1.95	0.00	-0.04	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-
2001		1.54	-0.03	-1.64	-0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
2002		1.62	-0.68	-0.23	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-
2003		2.41	2.37	0.09	1.62	-	-	-	-	-	-	-	-
2004		-1.33	1.19	-2.48	-0.87	-	-	-	-	-	-	-	-
2005		2.26	0.89	-0.39	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-
2006		2.44	1.14	-1.49	0.68	-	-	-	-	-	-	-	-
2007		1.07	1.62	0.04	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-
2008		2.19	0.17	1.07	1.13	4.70	-0.04	1.48	1.07	3.22	0.16	1.29	0.94
2009		1.30	1.26	-1.71	0.27	2.10	2.01	-1.69	0.79	1.16	1.55	-1.21	0.49
2010		0.99	1.89	-0.28	0.87	1.47	2.52	-0.67	1.10	1.03	1.85	-0.35	0.84
2011		2.63	0.73	-1.28	0.67	3.41	0.57	-1.48	0.81	2.67	0.86	-1.11	0.79
2012		1.55	0.60	-0.06	0.69	2.06	0.98	-0.34	0.89	1.41	0.84	-0.35	0.63
2013	稚ヒトデ多い	2.02	1.08	0.56	1.21	2.59	1.33	0.92	1.60	2.05	1.27	0.77	1.35
2014		1.53	0.08	0.94	0.84	2.41	-0.24	1.03	1.05	1.64	0.53	0.75	0.97
2015	稚ヒトデ少ない	3.30	1.08	0.03	1.45	4.70	1.06	0.30	1.99	3.21	1.34	0.31	1.60
2016	稚ヒトデ少ない	1.94	0.92	-2.24	0.18	2.83	1.12	-2.06	0.61	1.79	1.05	-1.84	0.32
2017		0.14	1.04	-0.21	0.32	1.40	0.90	0.79	1.03	0.77	0.91	0.45	0.71

赤字は1994年の大量発生の3年前、青字は1996年の3年前、緑字は稚ヒトデが多かった年を示す。

—はデータなしの期間を示す。

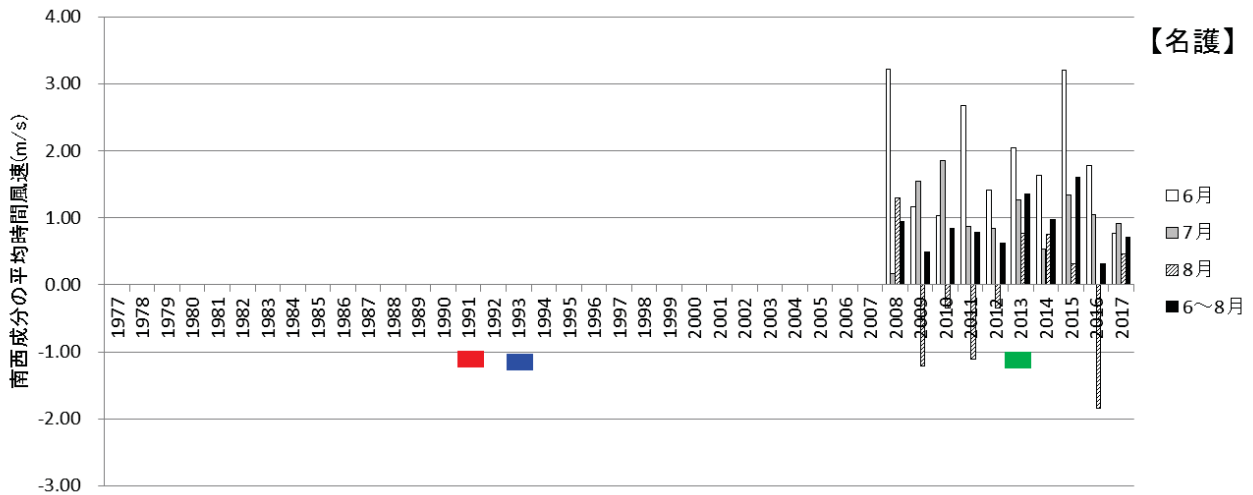
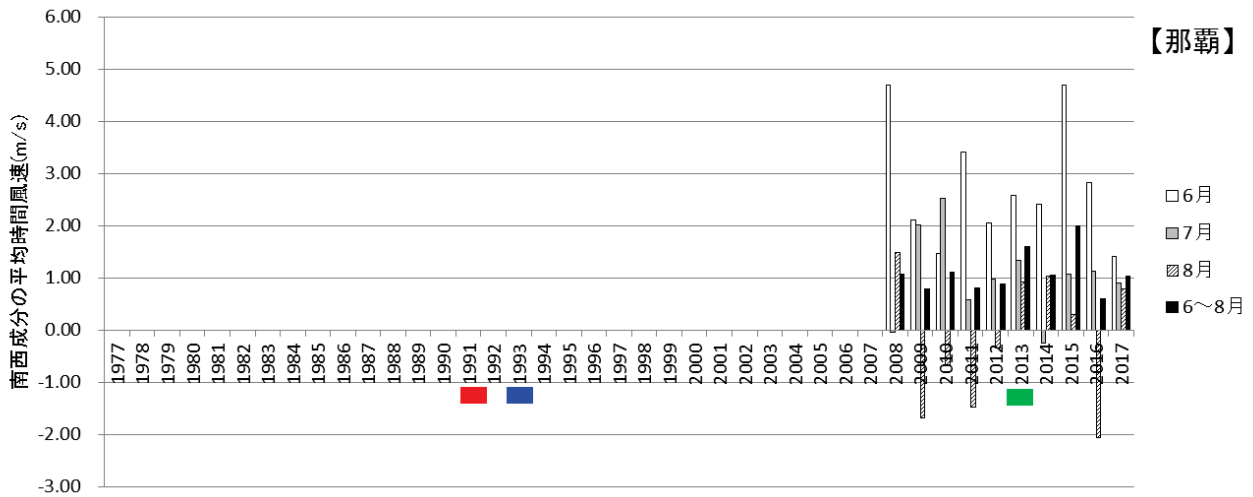
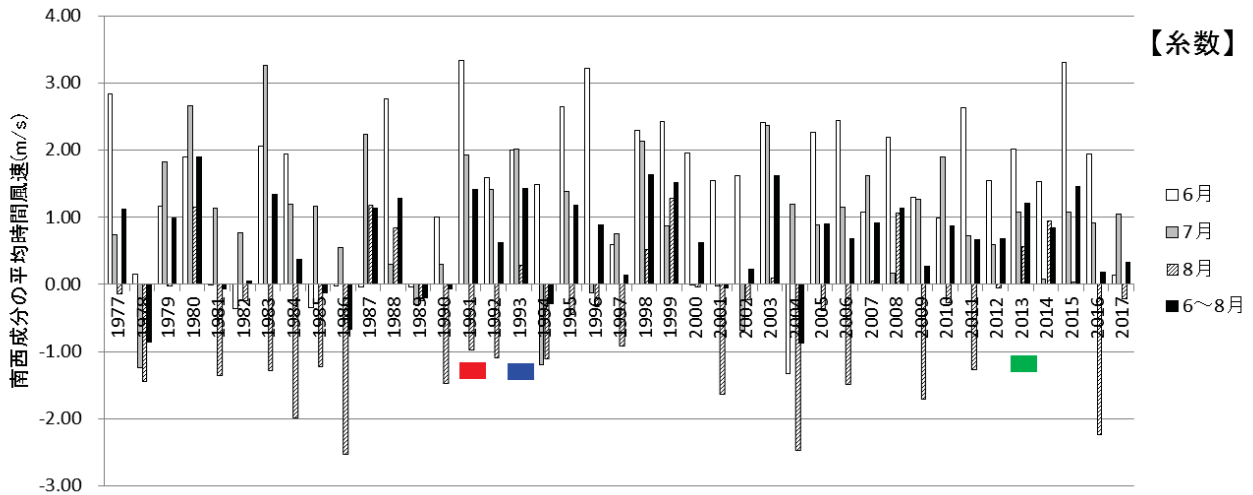


図2-1-27. 月別の南西成分の日平均風速(m/s).

赤字は1994年の大量発生の前年、青字は1996年の3年前、緑字は稚ヒトデが多かった年を示す。

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29年7月6日、7日、10日
渡嘉敷	平成29年5月30日~6月2日
座間味	平成29年5月9日~11日
阿嘉・慶留間	平成29年5月23日~25日、7月24日、25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 29 年 7 月 6 日、7 日、10 日
渡嘉敷	平成 29 年 5 月 30 日~6 月 2 日
座間味	平成 29 年 5 月 9 日~11 日
阿嘉・慶留間	平成 29 年 5 月 23 日~25 日、7 月 24 日、25 日

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7月に実施した。マンタ法での曳航距離は約35.3kmであった。万座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、昨年(2016年)と比較すると万座より南側の地域ではサンゴ被度ランクが下がっている場所が多かった(図2-2-3、図2-2-4)。昨年は恩納村の南側でサンゴの白化の割合が高かったため、白化によりサンゴが死亡し被度が下がったと考えられる。

オニヒトデは恩納村全域で3個体確認されたが(図2-2-5)、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2-2-7)。オニヒトデの食痕は全域で確認されたが多くはなく(図2-2-6)、平均食痕数も、どのエリアも多くはなかった(図2-2-8)。

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)

(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2-2-3)。前兼久、かりゆし外、かりゆし内などで比較的サンゴ被度が高かったが、昨年サンゴ被度が高かった塩屋や久良波、ホーシュー、万座、名嘉真、名嘉真南のサンゴ被度ランクは下がっている。これらの地点は昨年の白化現象の影響によりサンゴ被度が下がった可能性が考えられる。

名嘉真南や塩屋でオニヒトデが2個体以上確認されている(図2-2-5)。オニヒトデの食痕は5個以上50個未満の地点が5地点あったが、50個以上確認された地点はなかった(図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と比較すると(表2-2-6)、多い(要注意)状態の地点が2地点あった。

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

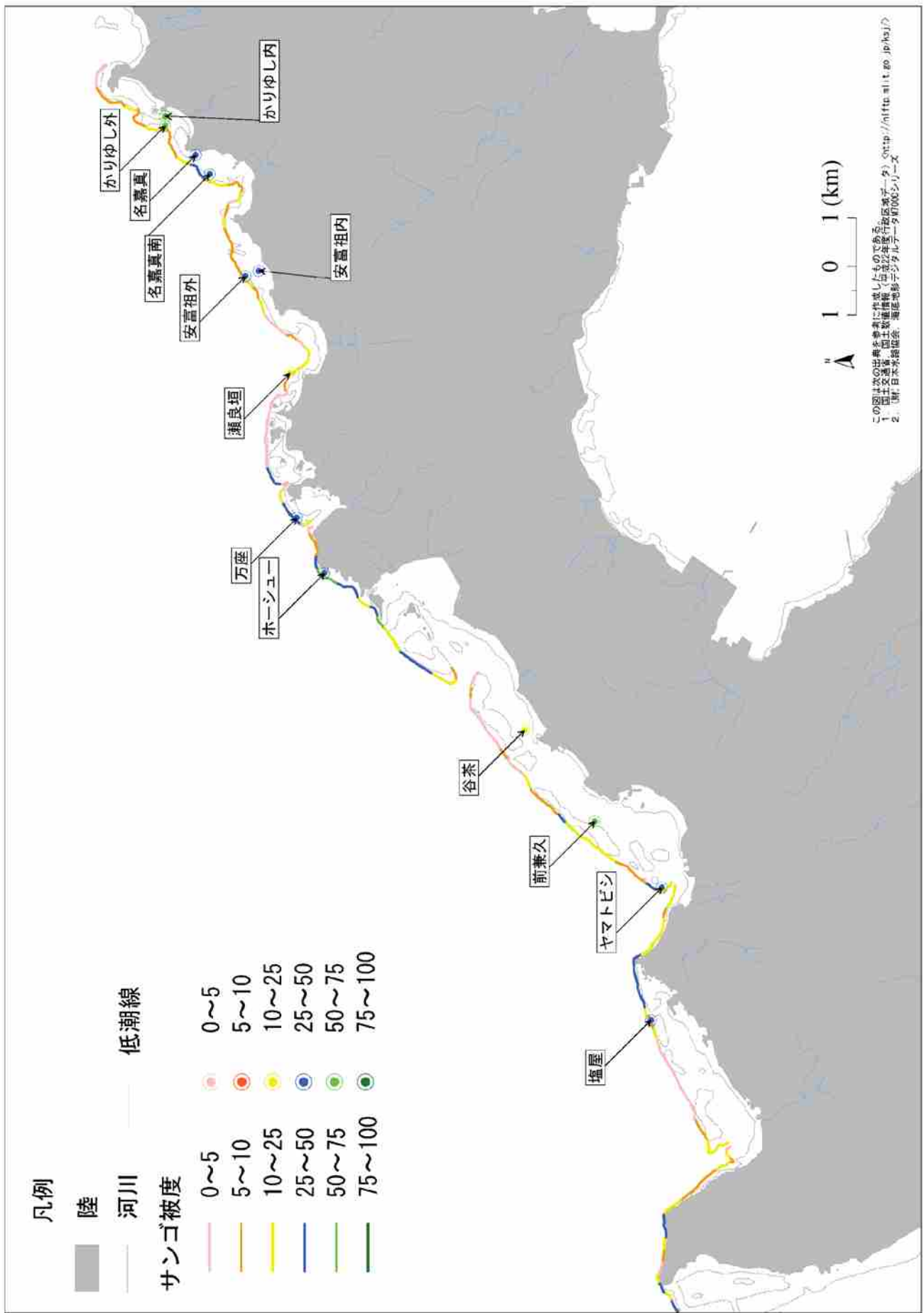


図2-2-3. 恩納村におけるマンダ法とスポットチェック法調査結果(サンゴ被度).

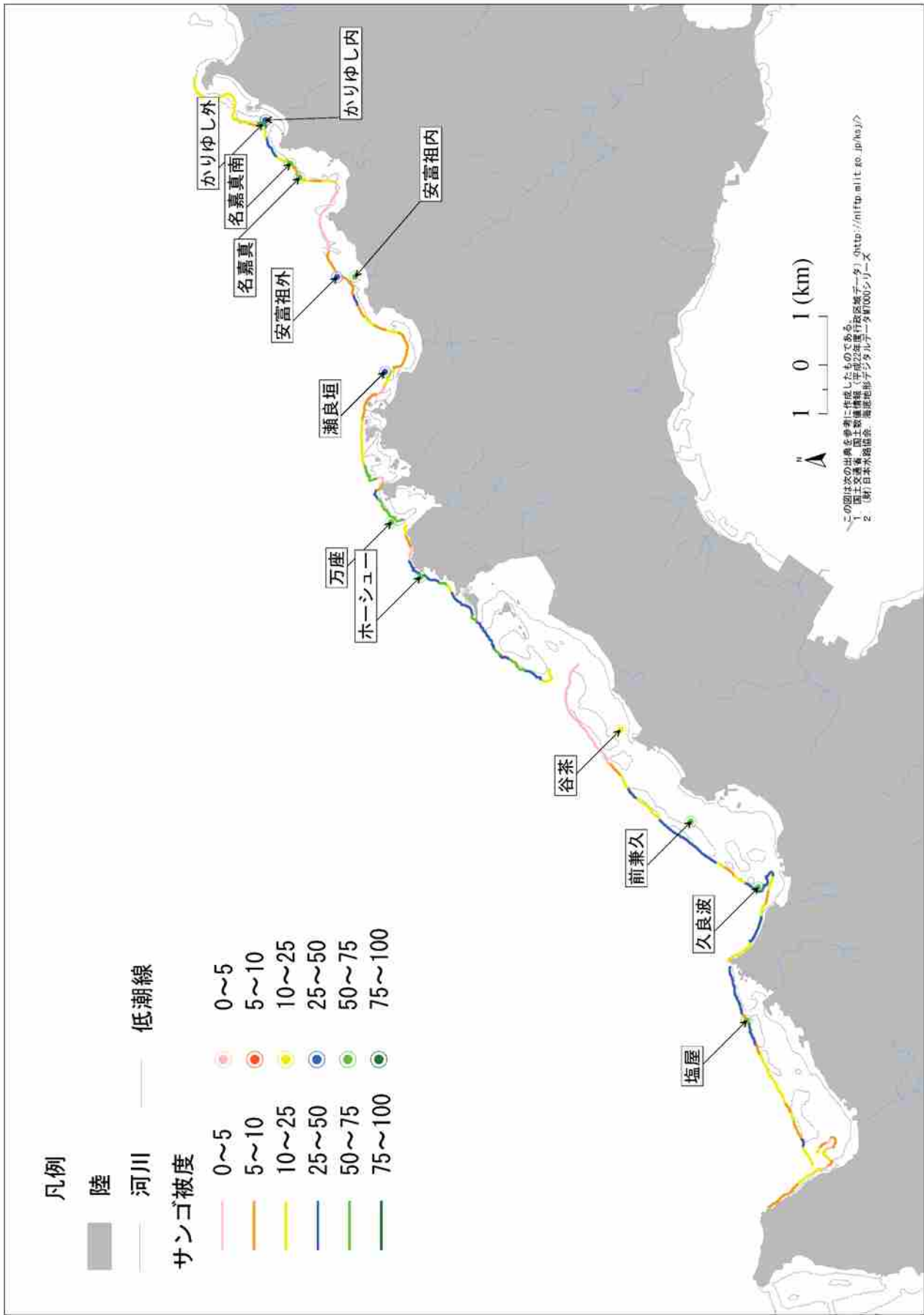


図2-2-4. 恩納村におけるマンダ法とスポットチェック法調査結果（サンゴ被度 2016年）。

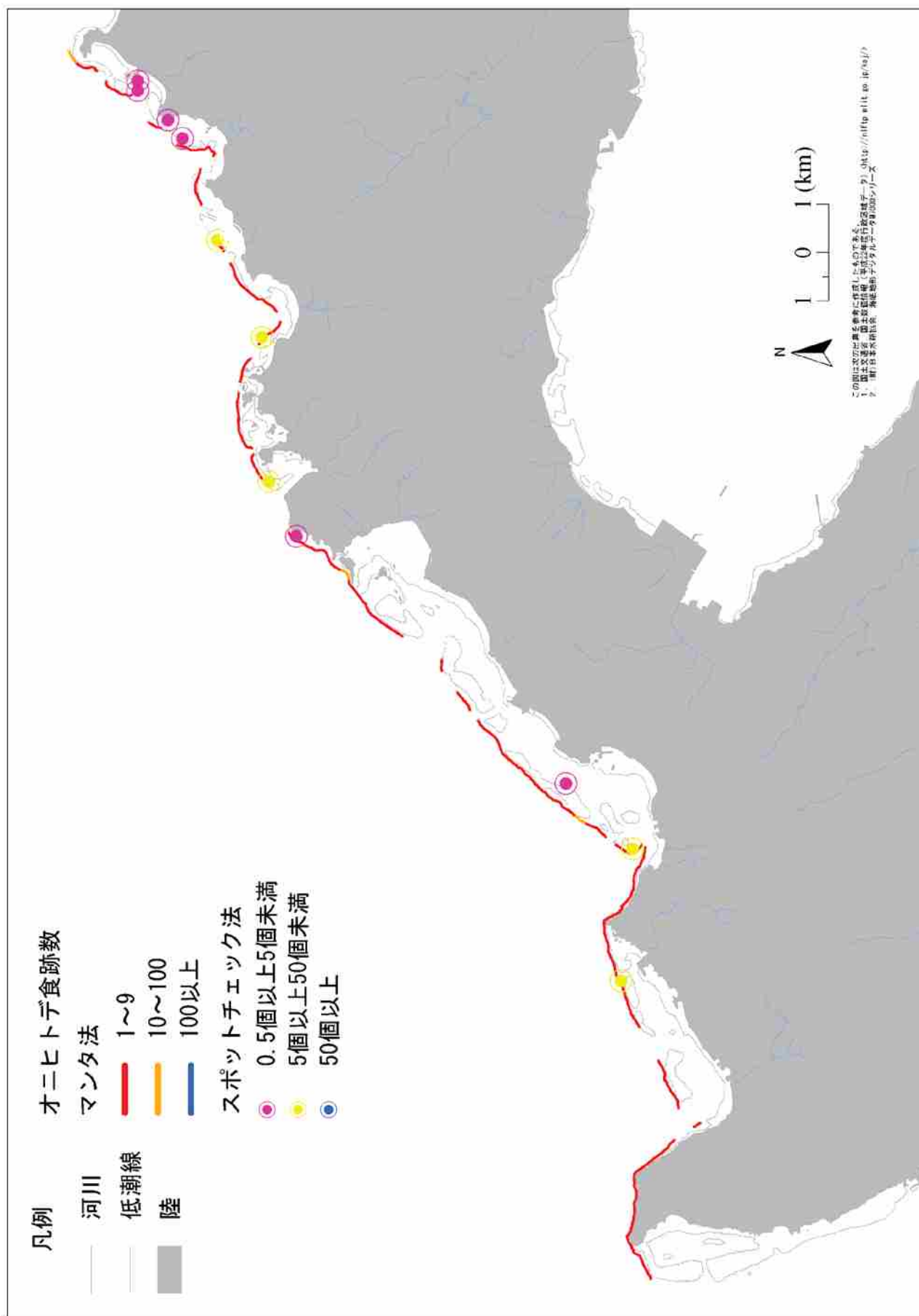


図2-2-6. 恩納村におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(オニヒトデ食痕数). 白化と区別がつかなかったため、ほとんどの区間及び地点はデータ無しとなっている.

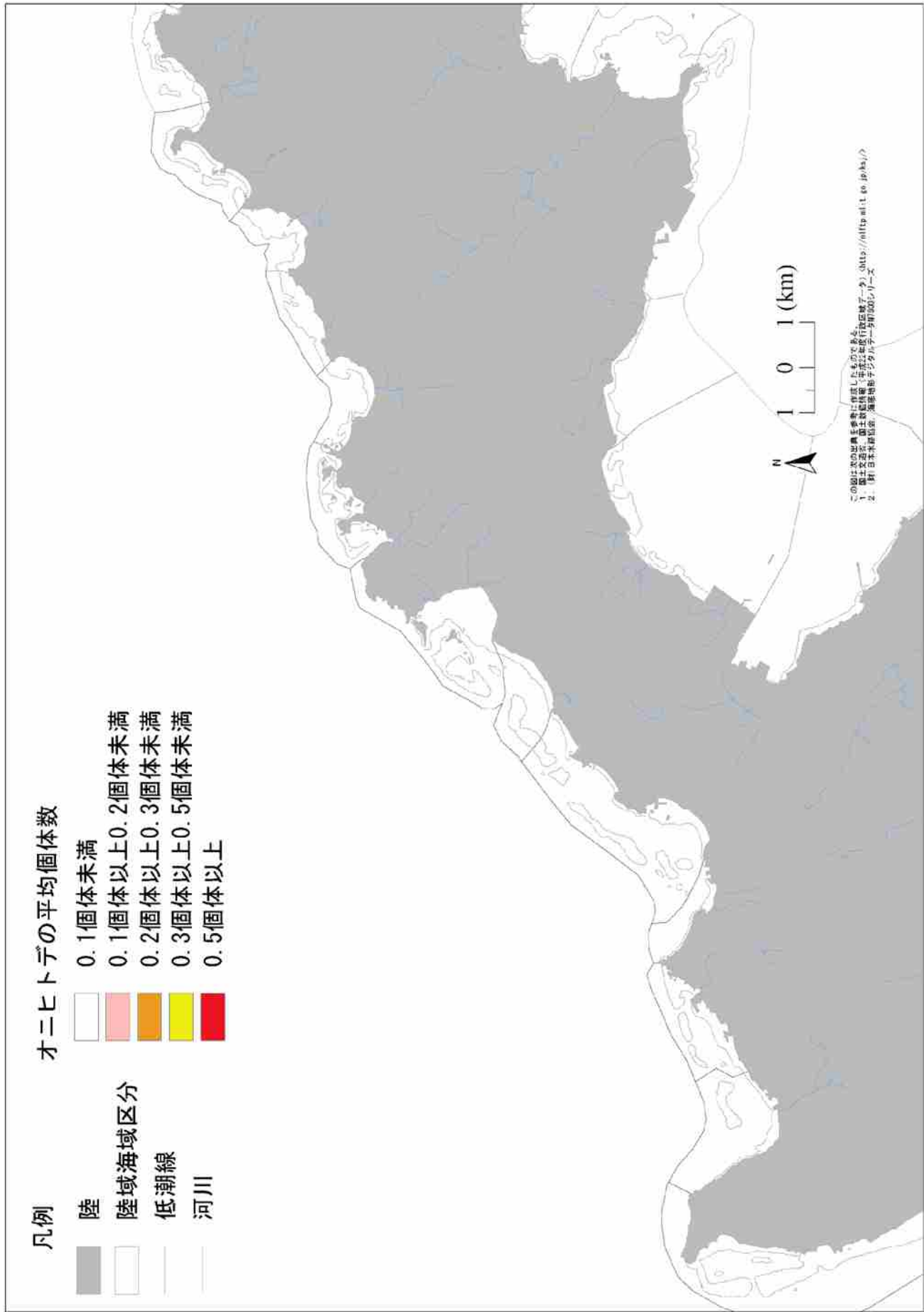


図2-2-7. 恩納村におけるオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

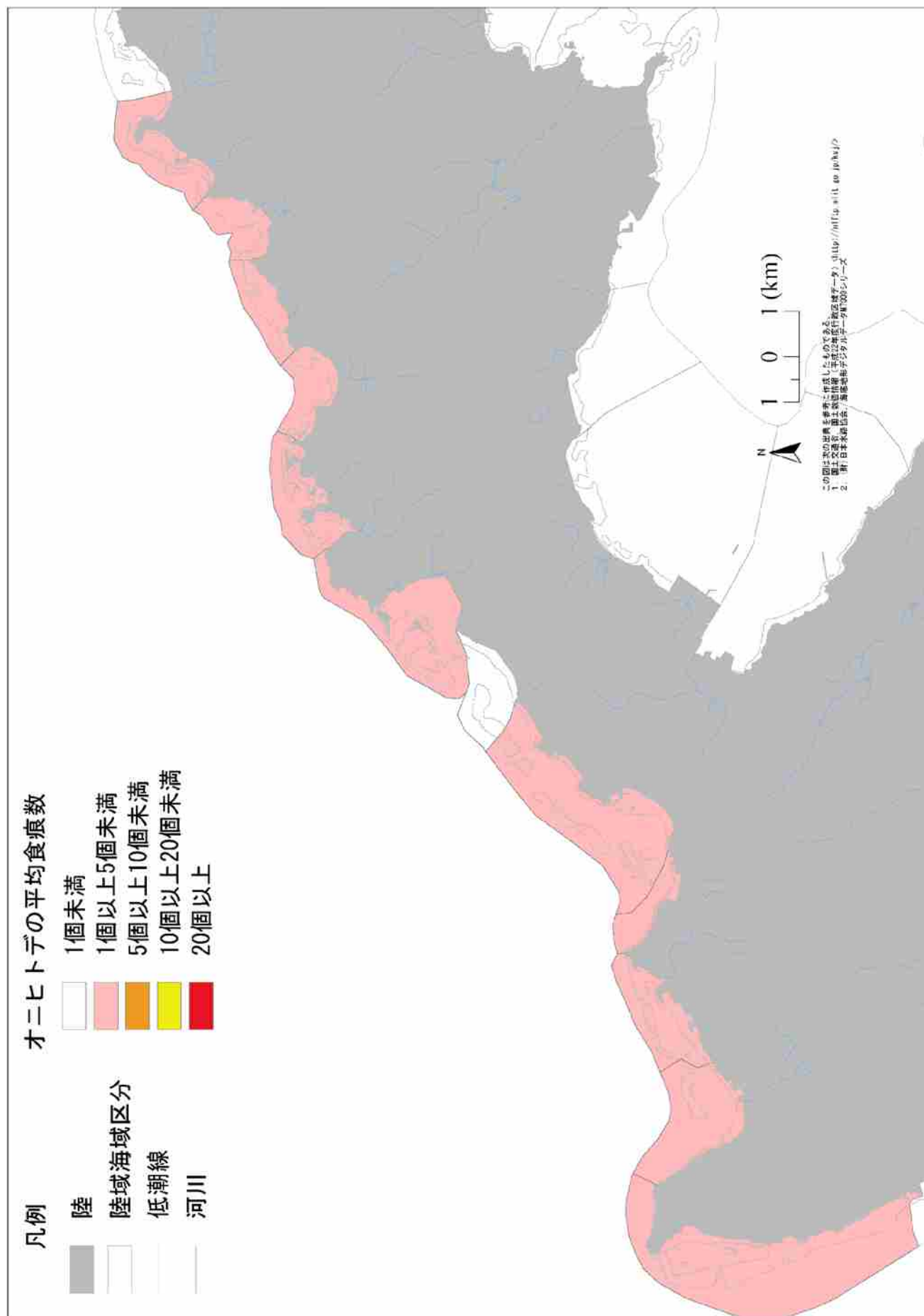


図2-2-8. 恩納村におけるオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり)。白化と区別がつかなかったため、ほとんどの区間はデータ無しとなっている。

(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、徐々に海域毎のサンゴ被度の区分(ランク)上がっておりサンゴ被度が増加していたが、2017年はサンゴ被度の区分(ランク)が下がった海域が多くサンゴ被度は全体的に下がっている(図2-2-15、表2-2-7)。

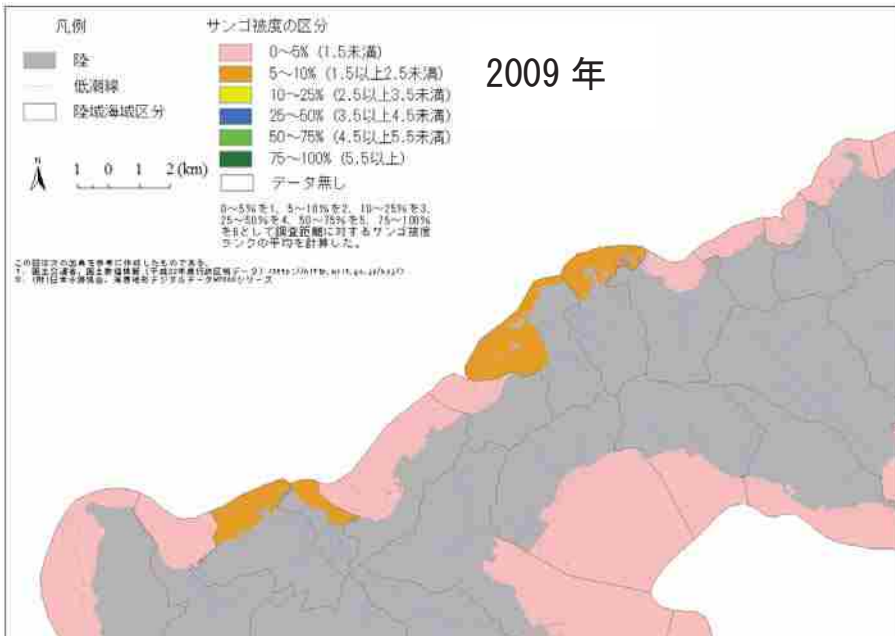


図2-2-9. 恩納村の2009年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

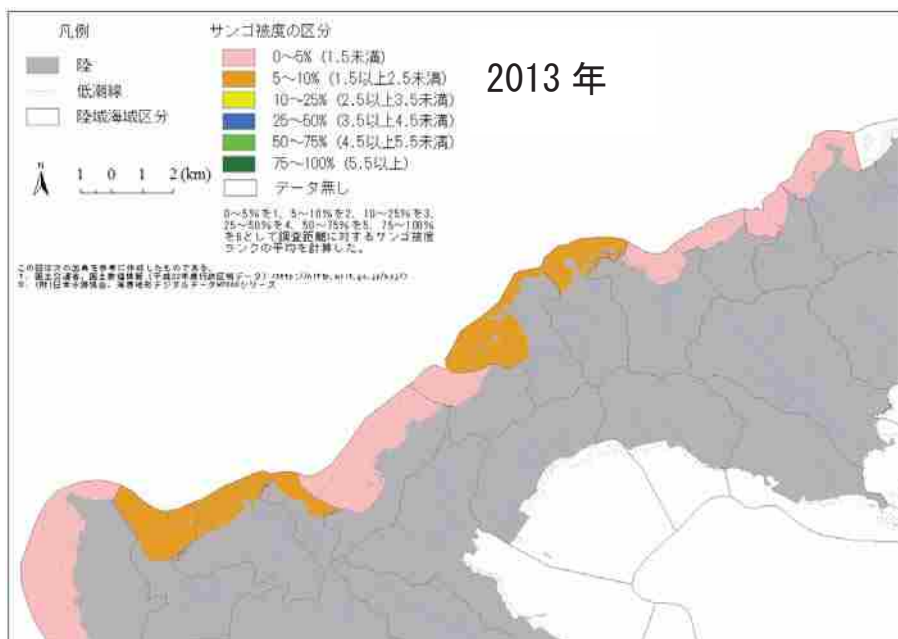


図2-2-10. 恩納村の2013年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

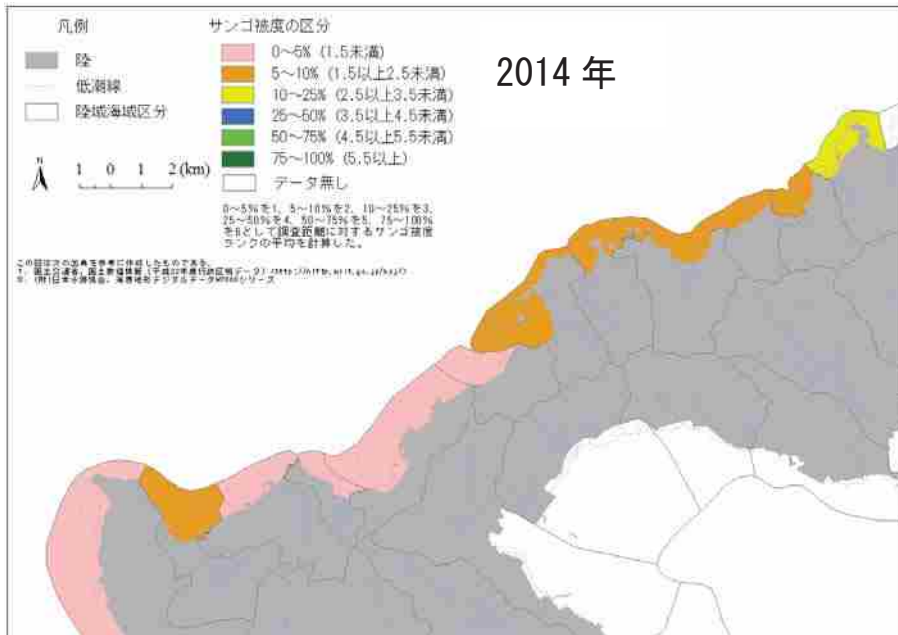


図2-2-11. 恩納村の2014年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり)。

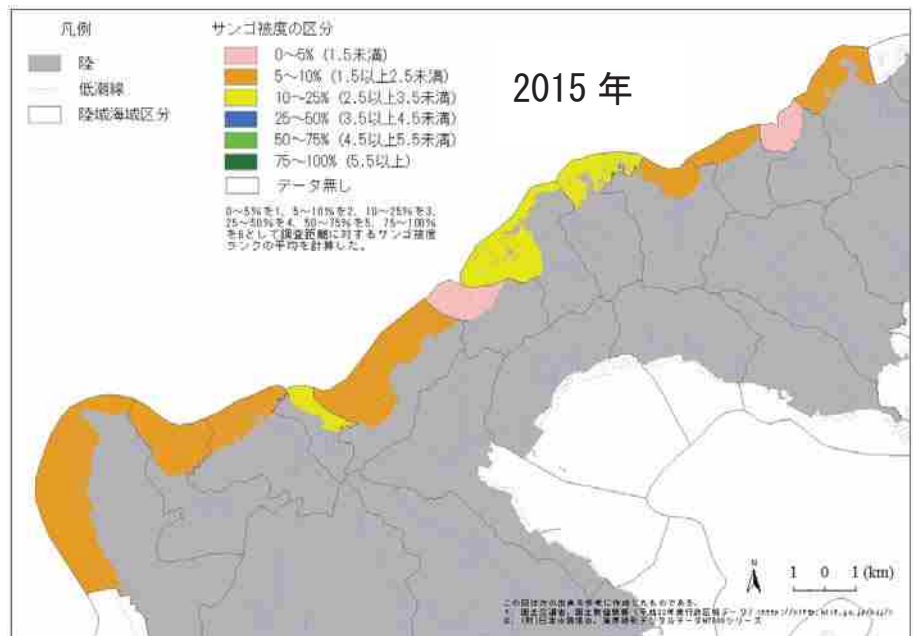


図2-2-12. 恩納村の2015年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり)。

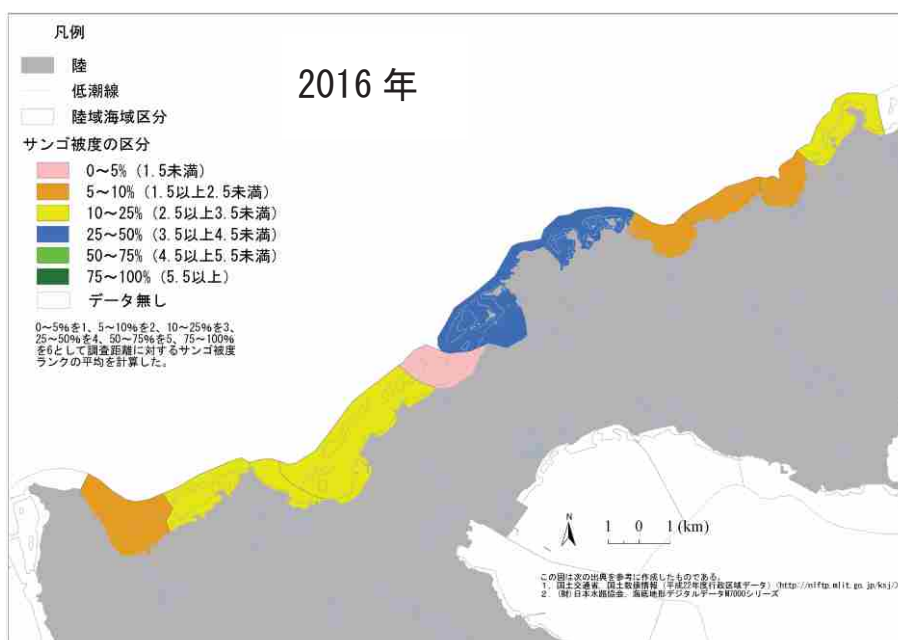


図2-2-13. 恩納村の2016年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり)。

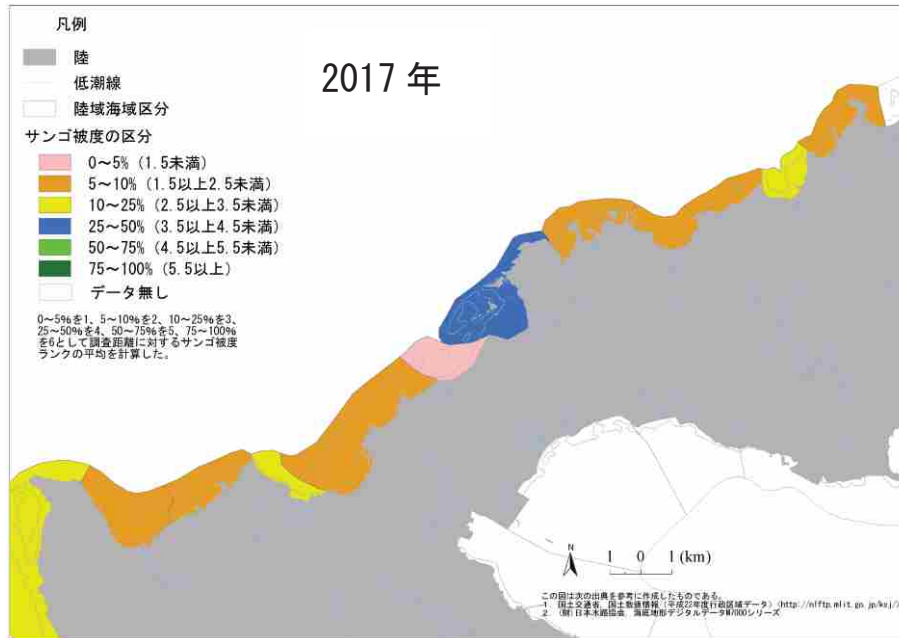


図2-2-14. 恩納村の2017年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

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)					
		2009 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
非常に低い	0~5%	8	5	5	2	1	1
低い	5~10%	4	6	6	7	4	7
やや低い	10~25%	0	1	1	3	4	3
やや高い	25~50%	0	0	0	0	2	1
高い	50~75%	0	0	0	0	0	0
非常に高い	75~100%	0	0	0	0	0	0

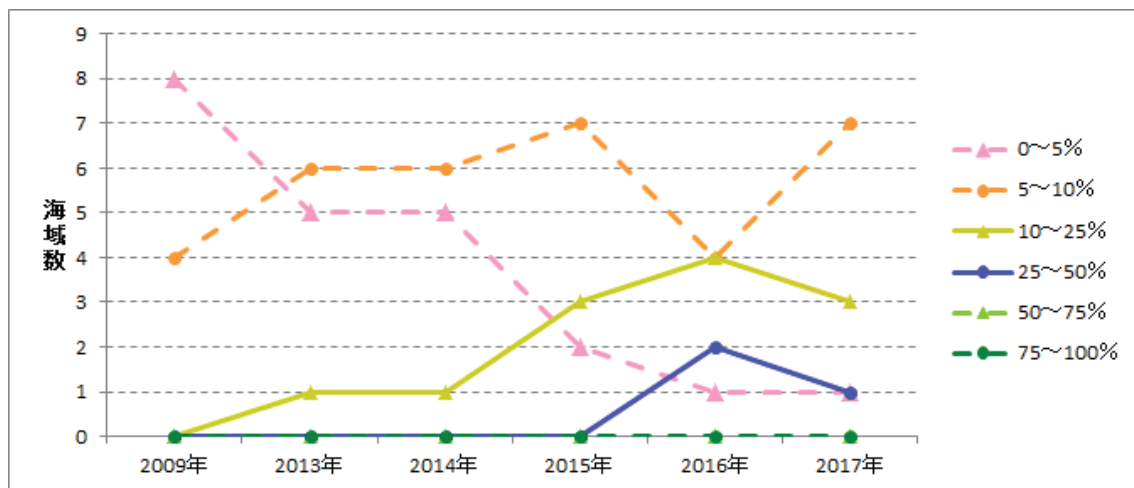


図2-2-15. 恩納村の2009年から2017年のサンゴ被度ランク毎(マンタ法)の海域数. 2009年はサンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

マンタ法調査による恩納村のオニヒトデ個体数は2009年に真栄田岬南側の海域が多かったが(図2-2-16)、2013年以降はどの海域もオニヒトデは多くない(図2-2-17~2-2-21)。食痕数は2009年と2013年に万座毛付近の海域が多いが(図2-2-22、2-2-23)、2014年以降の調査では平均食痕数が0.5個/区間以上となる海域はなかった(図2-2-24~2-2-27、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(表2-2-9)、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(表2-2-9)。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地点であったが、オニヒトデの食痕は白化と区別がつかなかったため、白化とオニヒトデの食痕が区別できずオニヒトデを見つけきれなかった可能性が考えられる。2017年の調査では多い(要注意、2~4個体/15分)状態の地点が2地点で、その他の地点は通常分布(0~1個体/15分)であった。

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	2017年	
0.1未満	6(5)	11(7)	12(6)	12(9)	11(10)	12(1)	1未満
0.1~0.2	5(3)	1(3)	0(6)	0(3)	0(1)	0(11)	1~5
0.2~0.3	0(4)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	5~10
0.3~0.5	1(0)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	10~20
0.5以上	0(0)	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 (13地点)	2017年 (13地点)
0~1	通常分布	10	12	7	8	12	11
2~4	多い(要注意)	0	0	3	4	1	2
5~9	準大発生	0	0	2	0	0	0
10以上	大発生	0	0	0	0	0	0

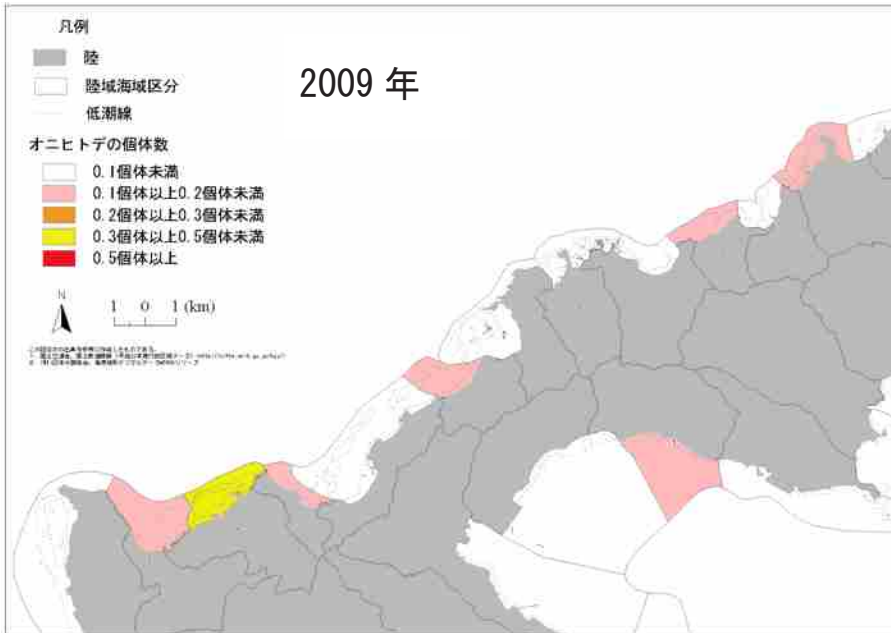


図2-2-16. 恩納村の2009年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり). サング礁資源情報整備事業のデータを使用.

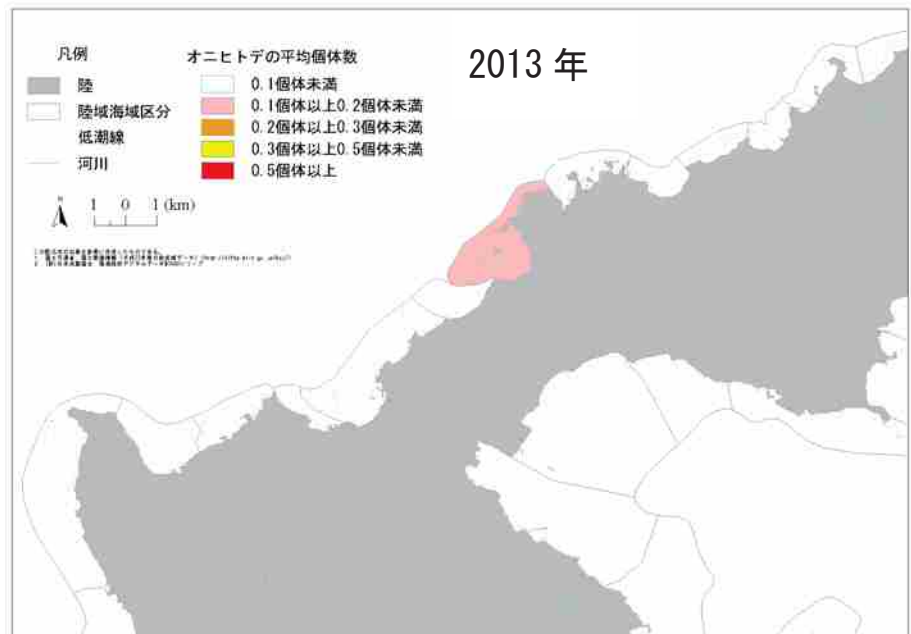


図2-2-17. 恩納村の2013年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

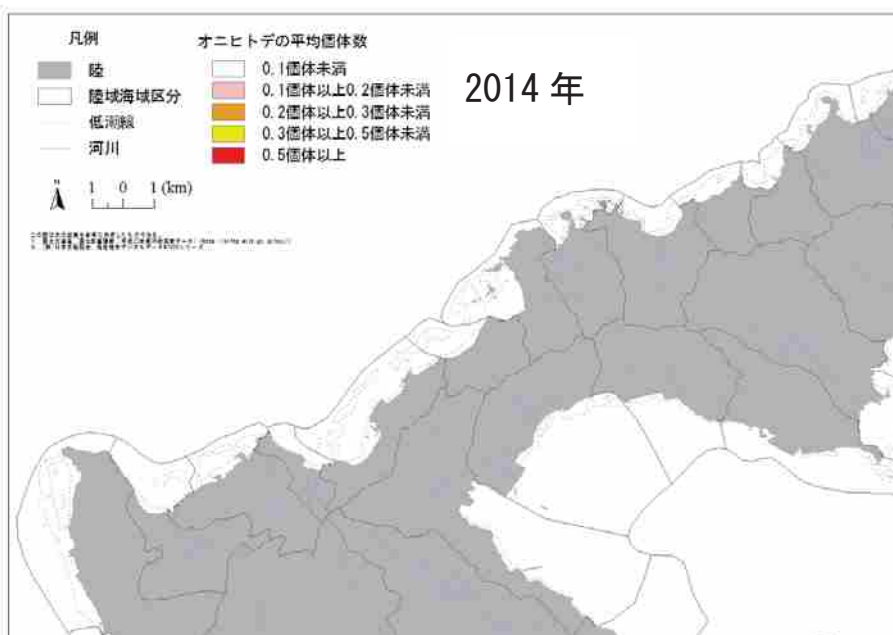


図2-2-18. 恩納村の2014年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

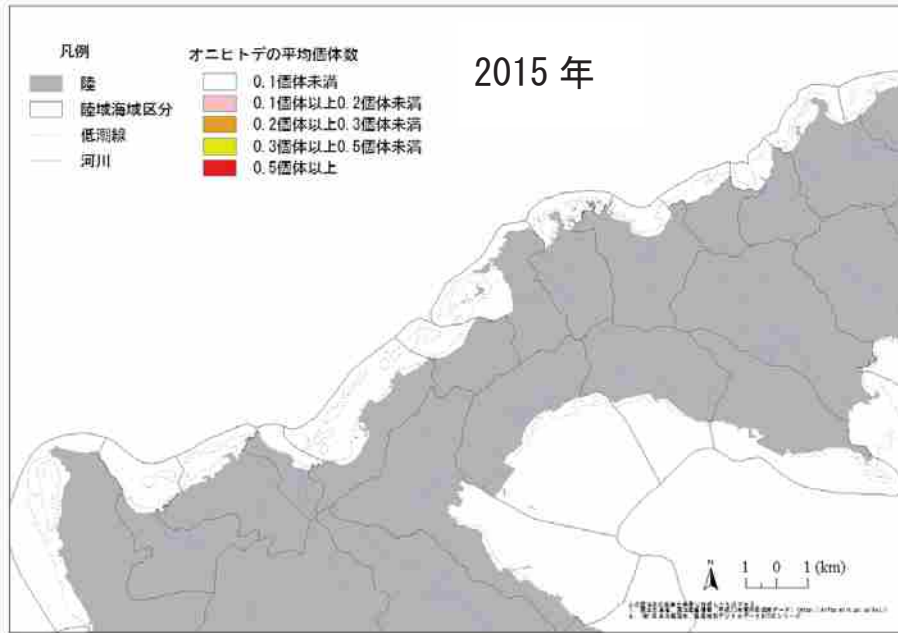


図2-2-19. 恩納村の2015年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).



図2-2-20. 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2-2-21. 恩納村の2017年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

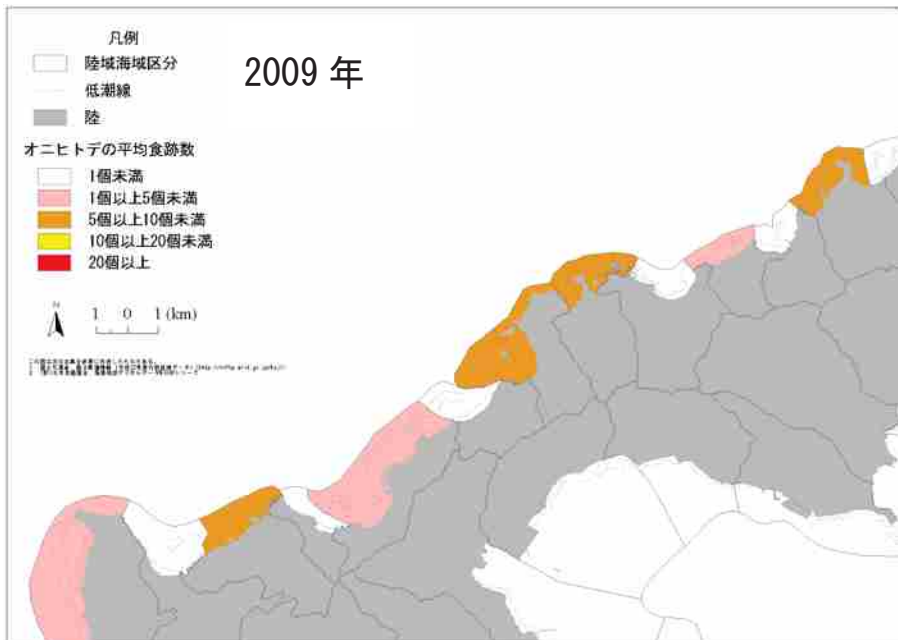


図2-2-22. 恩納村の2009年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

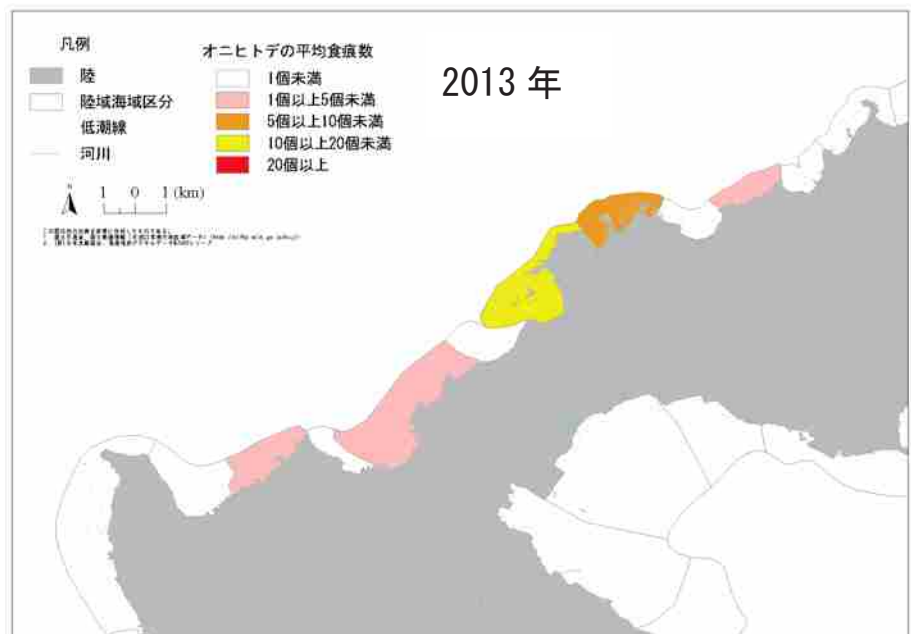


図2-2-23. 恩納村の2013年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

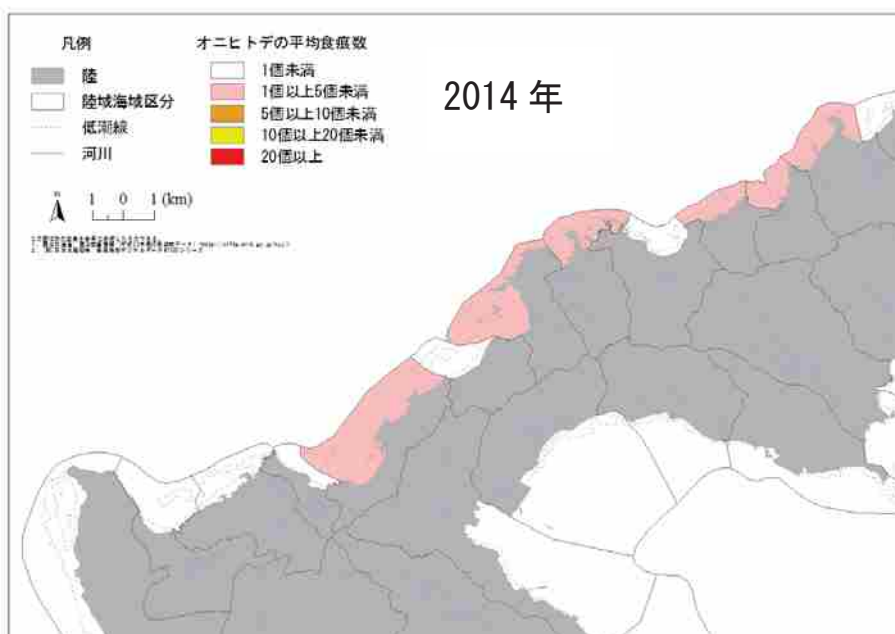


図2-2-24. 恩納村の2014年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

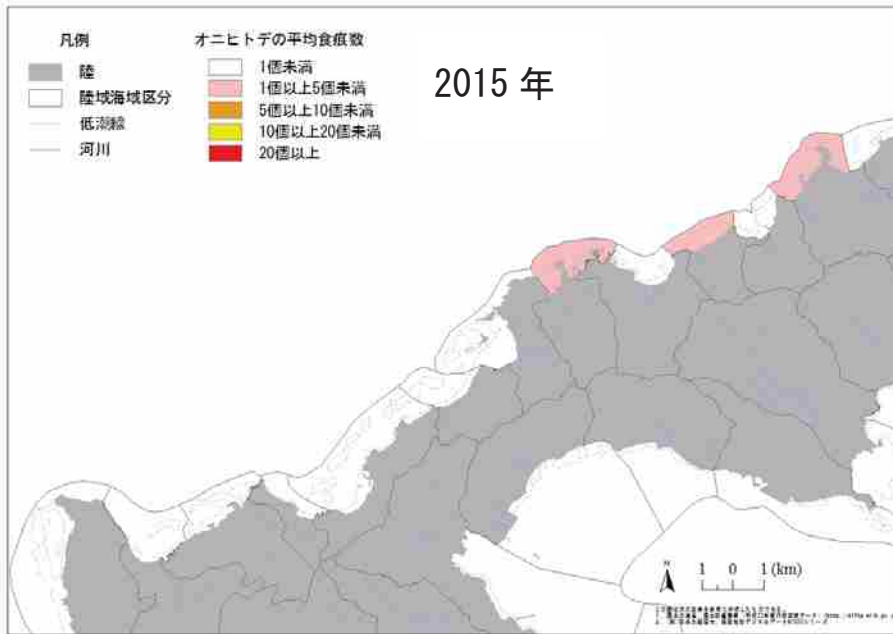


図2-2-25. 恩納村の2015年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

図2-2-26. 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.

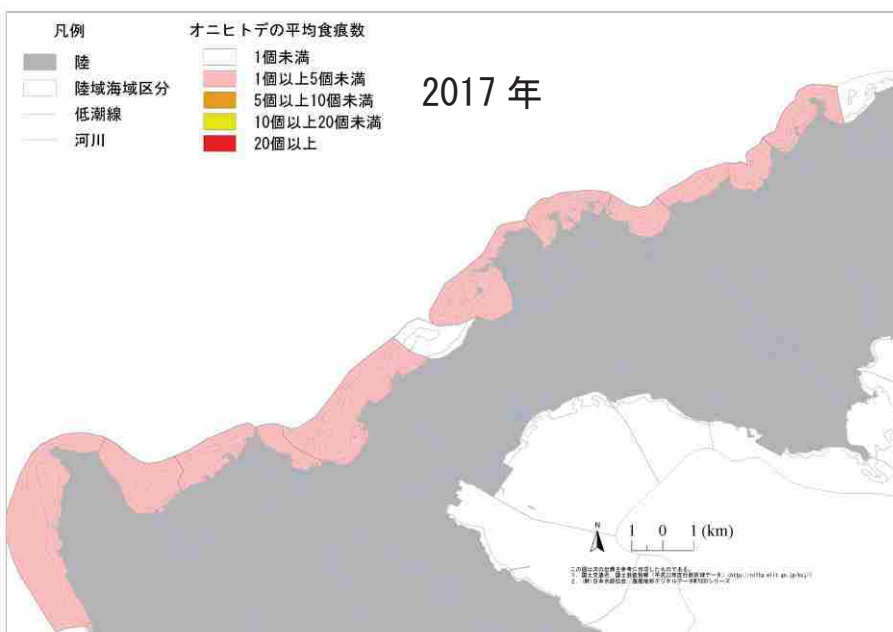
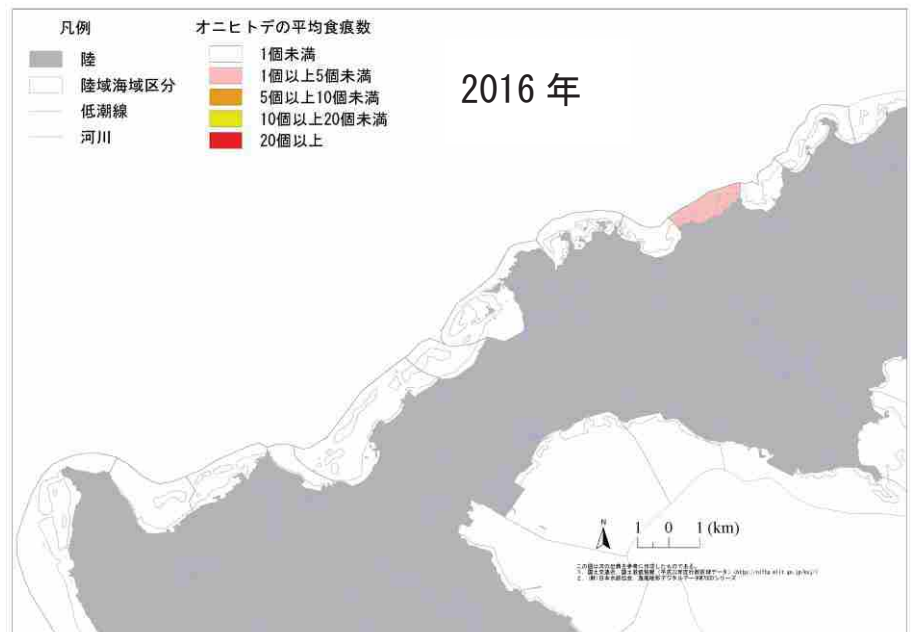


図2-2-27. 恩納村の2017年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

2-3-2. 慶良間海域

(1) マンタ法

慶良間海域でのマンタ法調査は5~7月に実施した。マンタ法での曳航距離は約136.1kmであった。

サンゴ被度は前島や黒島周辺や渡嘉敷島北、座間味島の北、阿嘉島の北西、久場島南東、奥武島周辺など場所によってサンゴ被度ランクが50~70%の場所があった。慶留間島や安室島、座間味島の南、渡嘉敷島の西側の一部と北東側ではサンゴ被度ランクが0~5%や5~10%の場所が多くサンゴ被度は低かった(図2-2-28)。昨年と比較して、サンゴ被度ランクが低かった場所が25~50%のランクとなり、慶良間全体では回復傾向にあると考えられる。オニヒトデは渡嘉敷島の阿波連ビーチ近くで1個体と阿嘉島港の側で1個体確認されたただけだった(図2-2-30)。食痕は前島の周辺や座間味島の北側や阿嘉島の西側、屋嘉比島の西側で確認されているが多くはなかった(図2-2-31)。

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

個体数は多くなかった(図2-2-30)。多くの地点で食痕が確認され(15地点)、3地点で5個以上50個未満であったが、50個以上確認された地点はなかった(図2-2-31)。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。

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

(3) 地元関係者との情報共有

オニヒトデ発生状況について、マンタ法やスポットチェック法調査時に実施したヒアリングでは、オニヒトデが多いという情報は無かった。

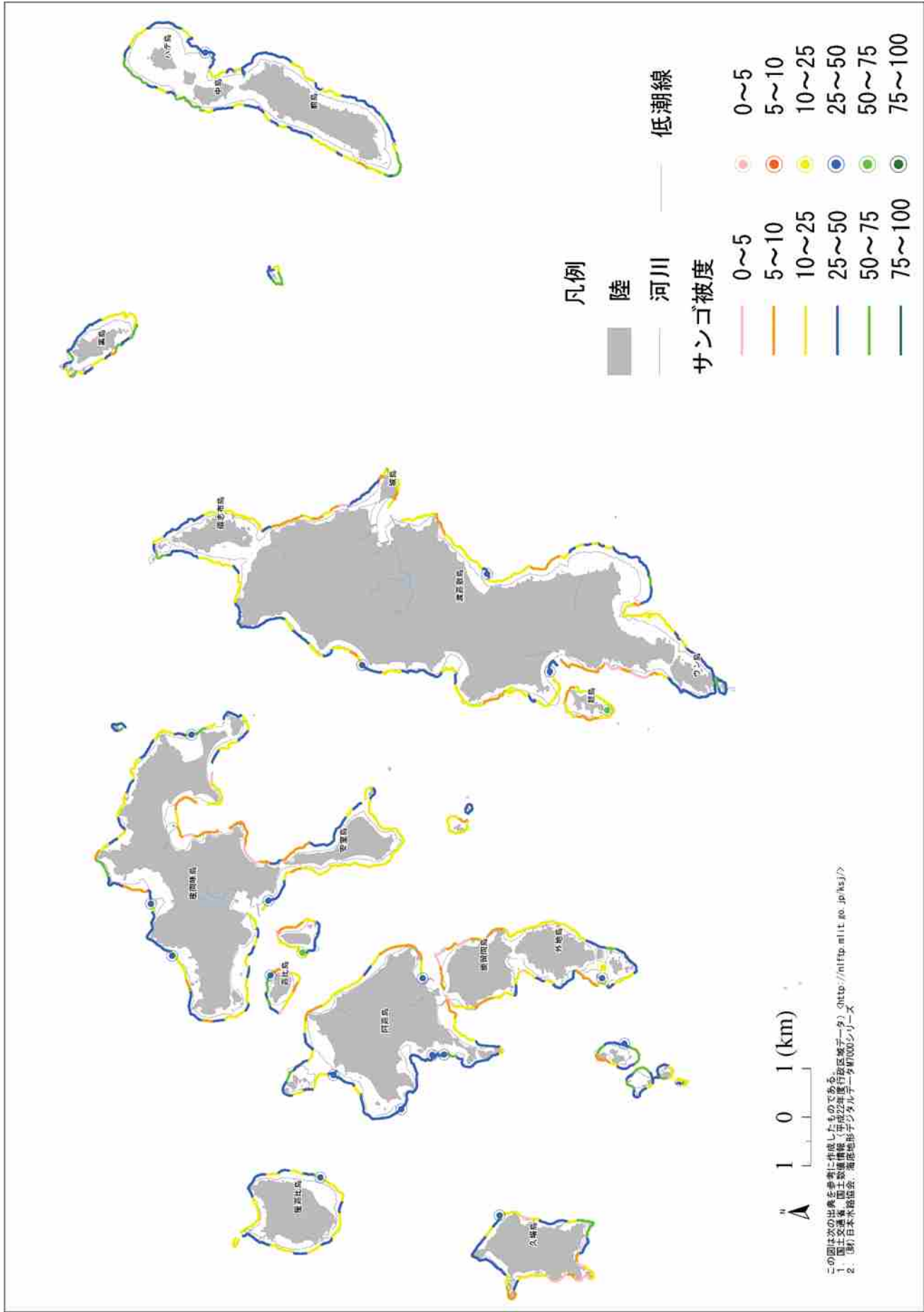


図2-2-29. 慶良間におけるマンダ法とスポットチェック法調査結果（サンゴ被度 2016年）.

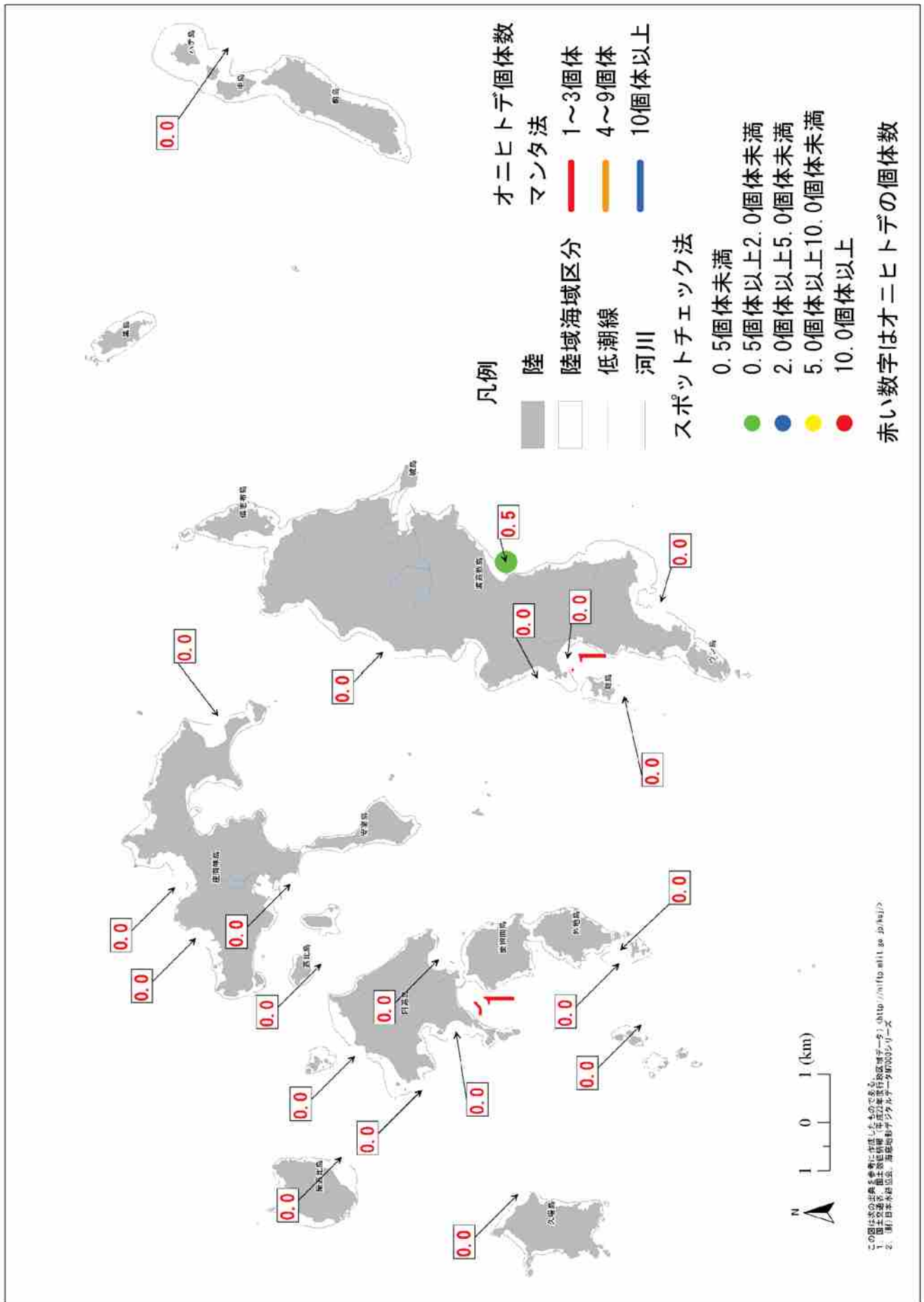


図2-2-30. 慶良間におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(オニトデ個体数).

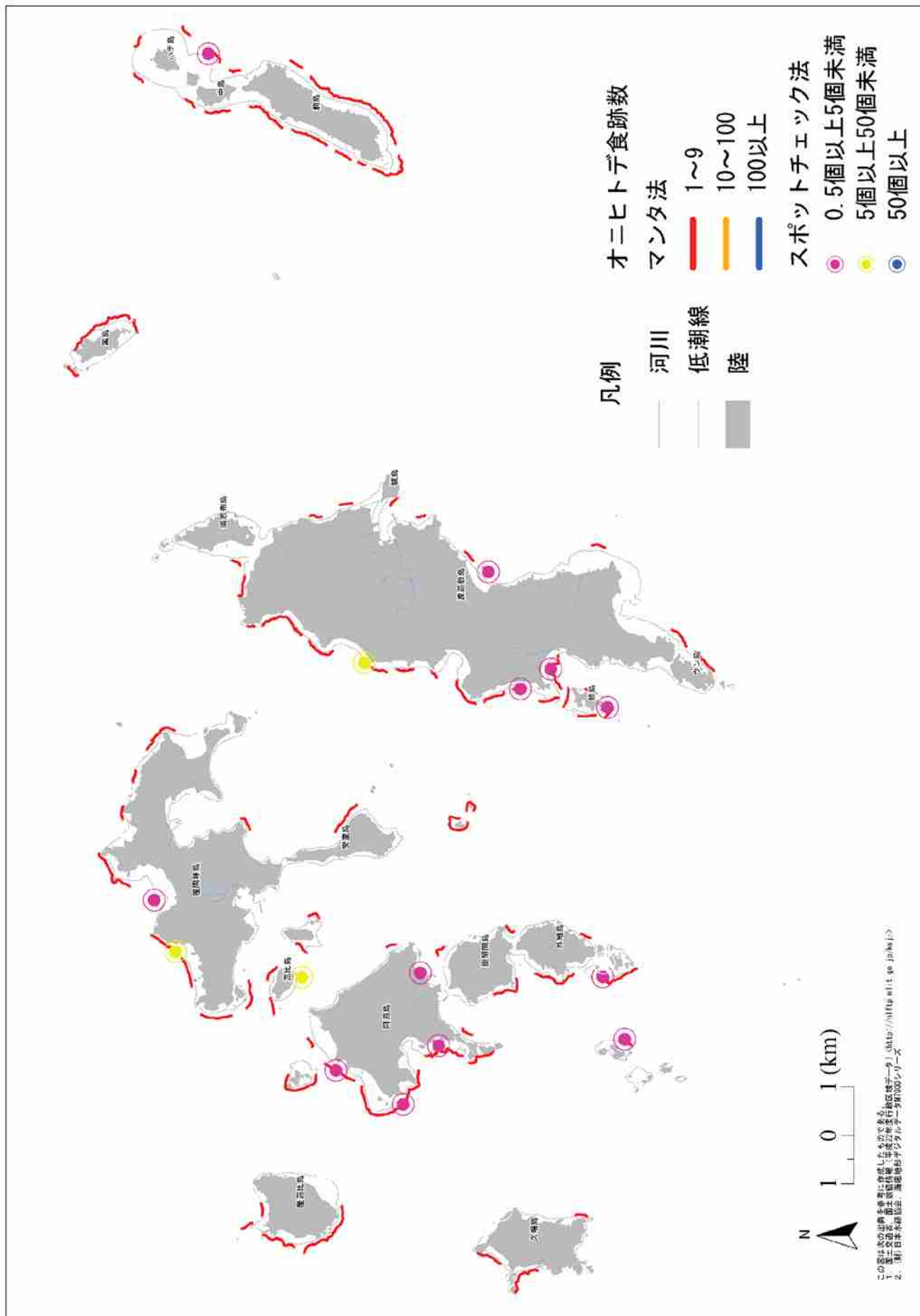


図2-2-31. 慶良間におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(オニヒトデ食痕数).

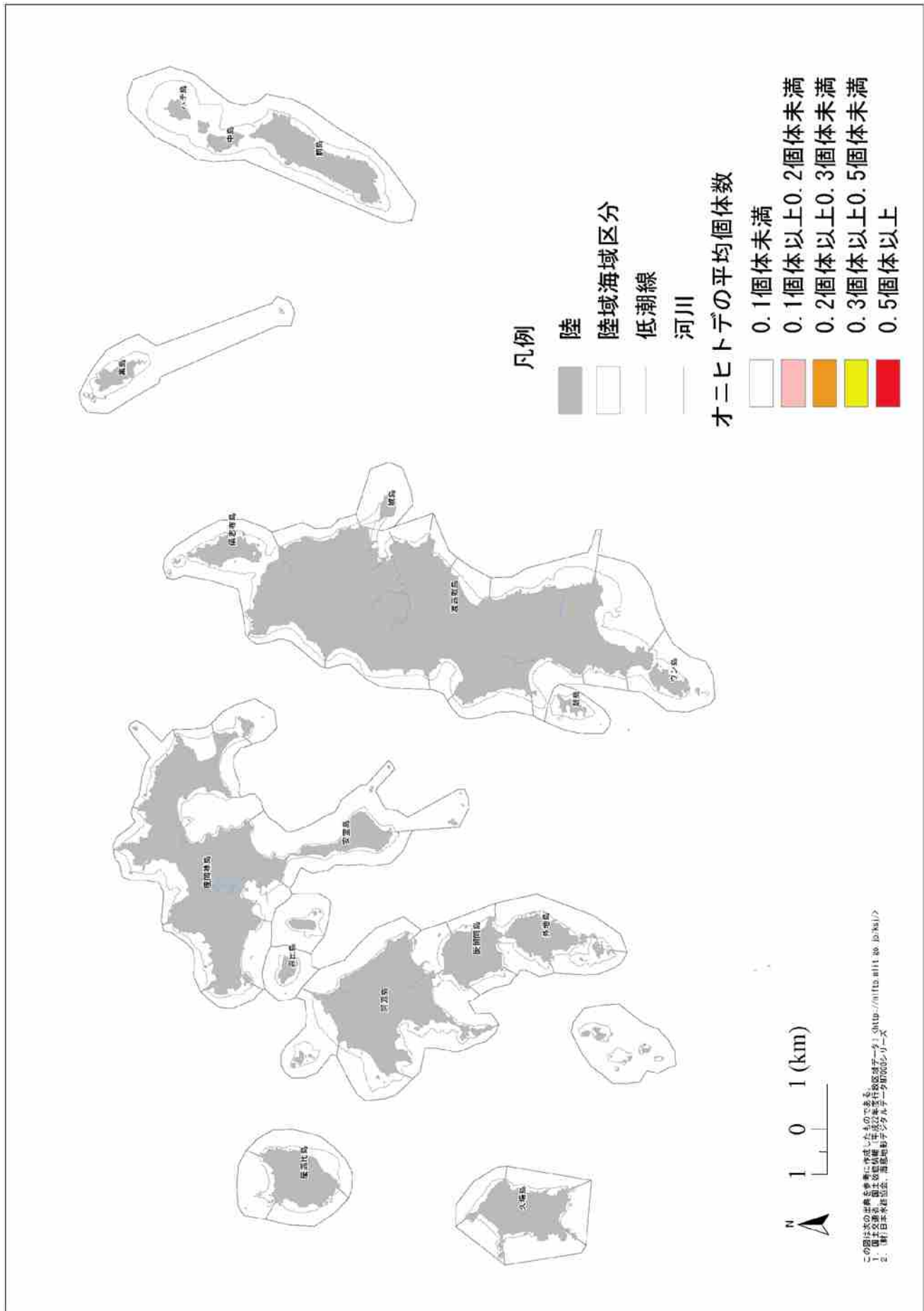


図2-2-32. 慶良間におけるオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

(4) 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2-2-34）。

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	2017 年
非常に低い	0～5%	3	5	10	6	1	1
低い	5～10%	19	19	19	14	5	7
やや低い	10～25%	21	24	14	25	32	27
やや高い	25～50%	9	4	9	8	15	18
高い	50～75%	1	1	1	0	0	0
非常に高い	75～100%	0	0	0	0	0	0

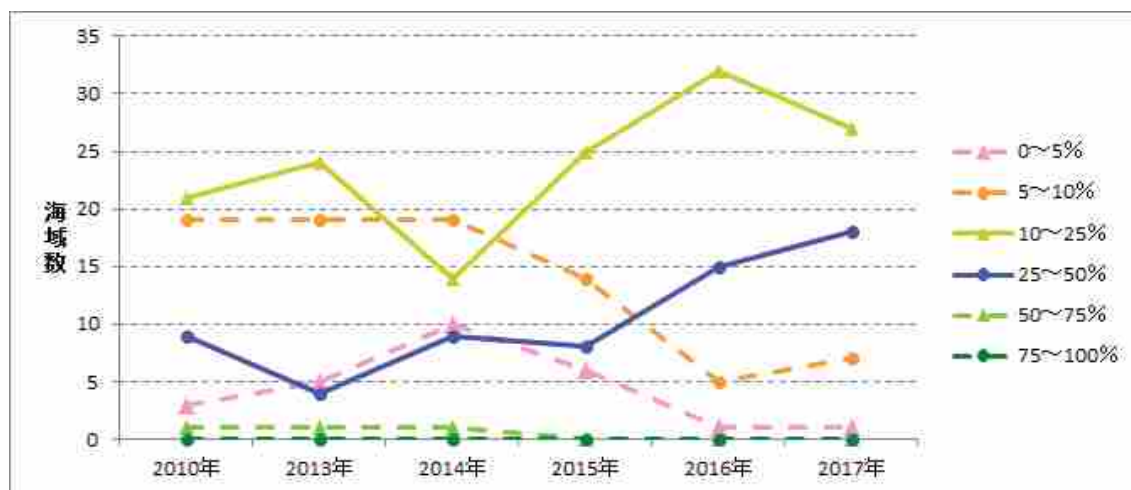


図2-2-34. 慶良間の2010年から2016年のサンゴ被度ランク毎(マンタ法)の海域数. 2010年はサンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

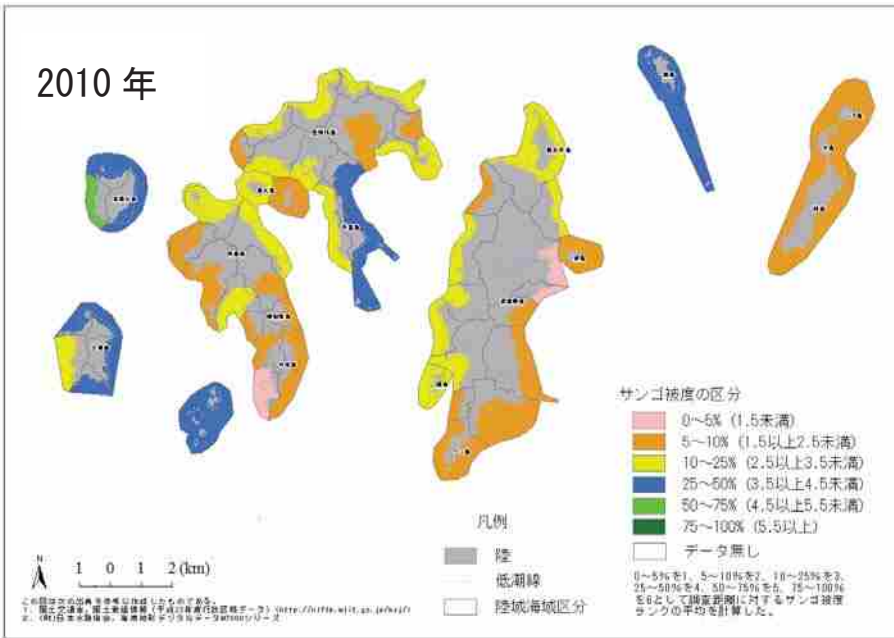


図2-2-35. 慶良間の2010年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

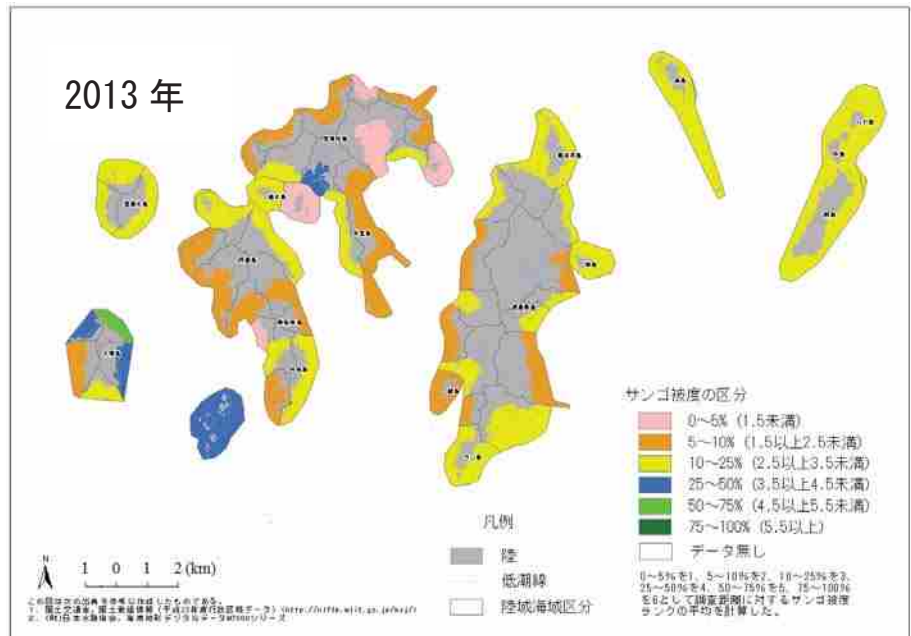


図2-2-36. 慶良間の2013年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

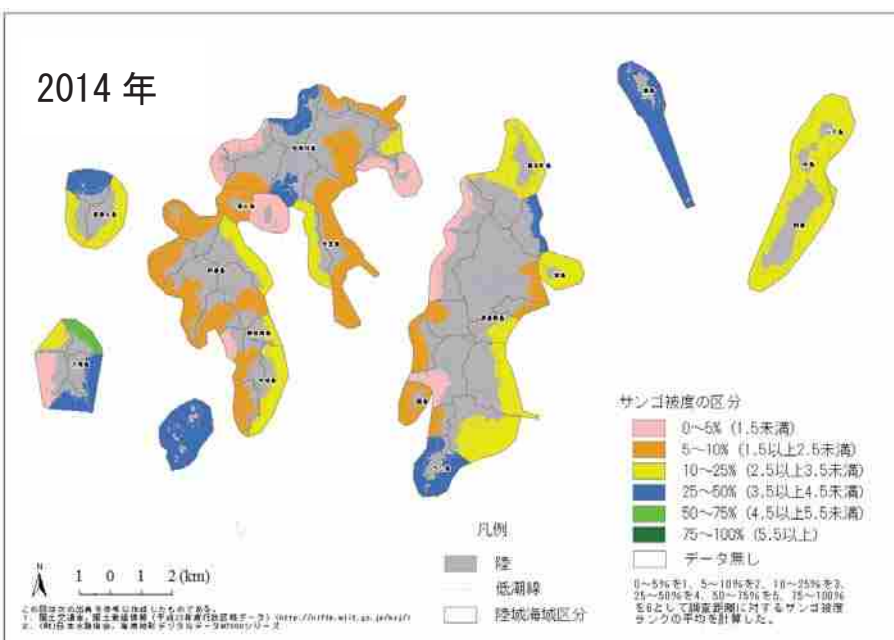


図2-2-37. 慶良間の2014年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

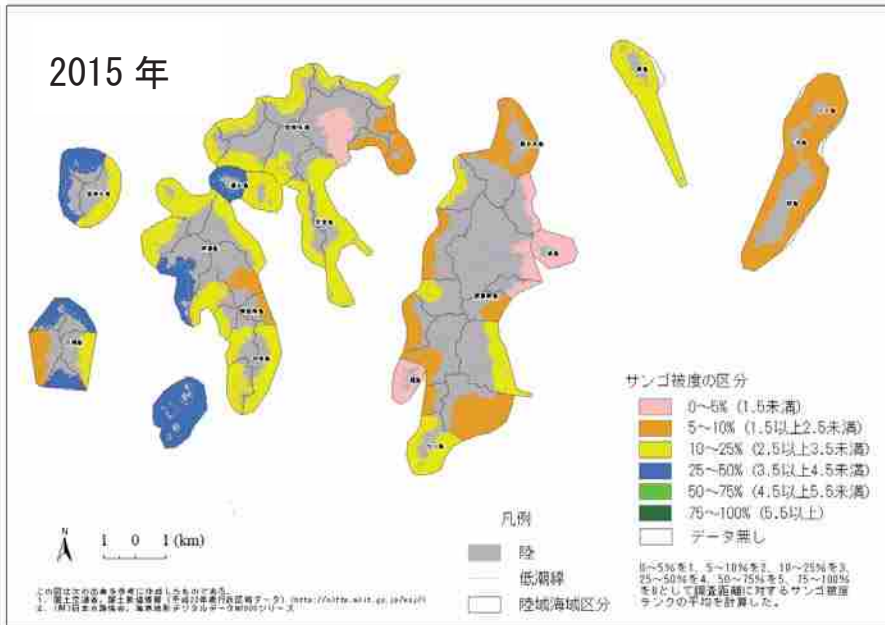


図2-2-38. 慶良間の2015年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

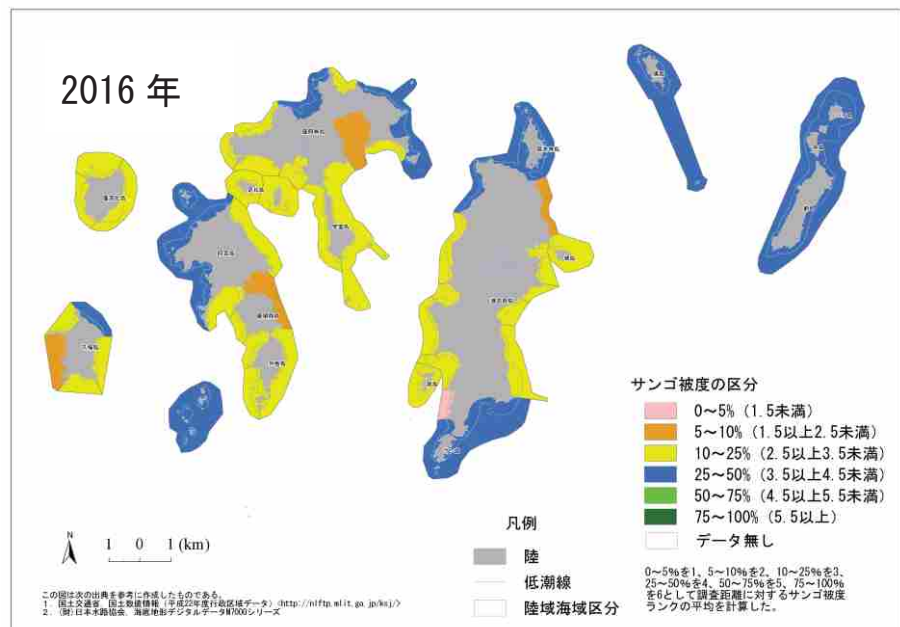


図2-2-39. 慶良間の2016年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

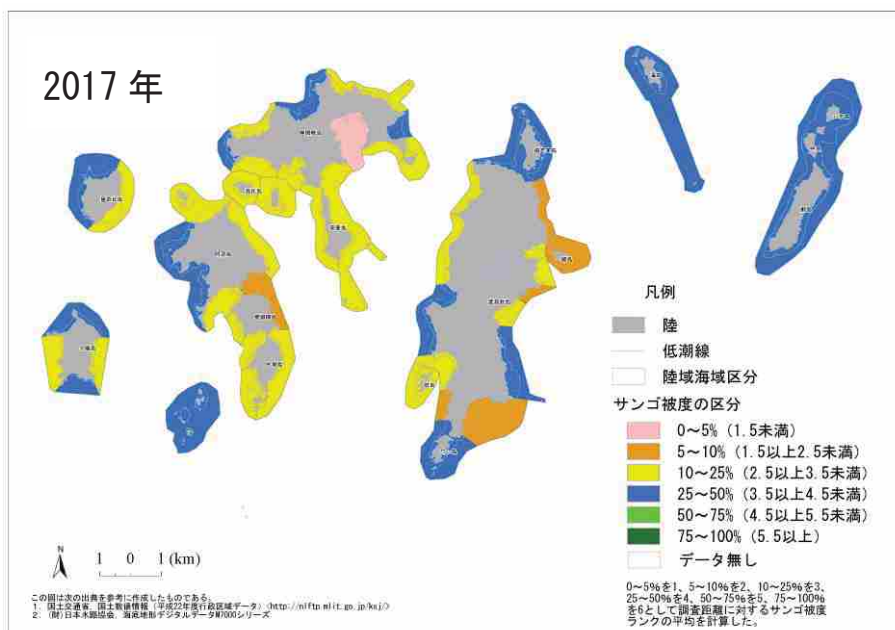


図2-2-40. 慶良間の2017年のサンゴ被度(マンタ法区間あたり).

マンタ法調査で確認された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2-2-42）、それ以外の場所や地域ではオニヒトデは多くなかった（図2-2-41、2-2-43～2-2-46）。食痕は2010年にはほとんどみられず（図2-2-47）、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2-2-48、2-2-49、表2-2-13）、2015年は食痕が確認された海域数は減少し（図2-2-50、表2-2-13）、2016年以降は前年とほとんど変わらなかった（図2-2-51、2-2-52、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。2016年以降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	2017年	
0.1未満	53 (51)	52 (34)	53 (32)	53 (39)	53(39)	53(39)	1未満
0.1~0.2	0 (2)	0 (15)	0 (21)	0 (13)	0(14)	0(14)	1~5
0.2~0.3	0 (0)	0 (3)	0 (0)	0 (1)	0(0)	0(0)	5~10
0.3~0.5	0 (0)	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)	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)	2017年 (全21地点)
0~1	通常分布	21	73	21	20	23	21
2~4	多い(要注意)	0	0	0	2	0	0
5~9	準大発生	0	0	0	0	0	0
10以上	大発生	0	0	0	0	0	0

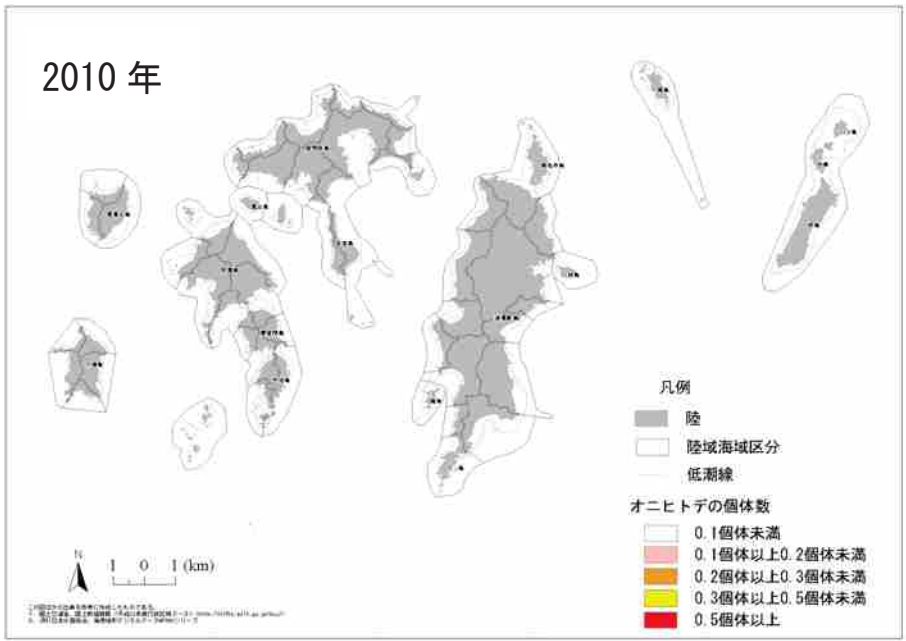


図2-2-41. 慶良間の2010年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり). サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用.

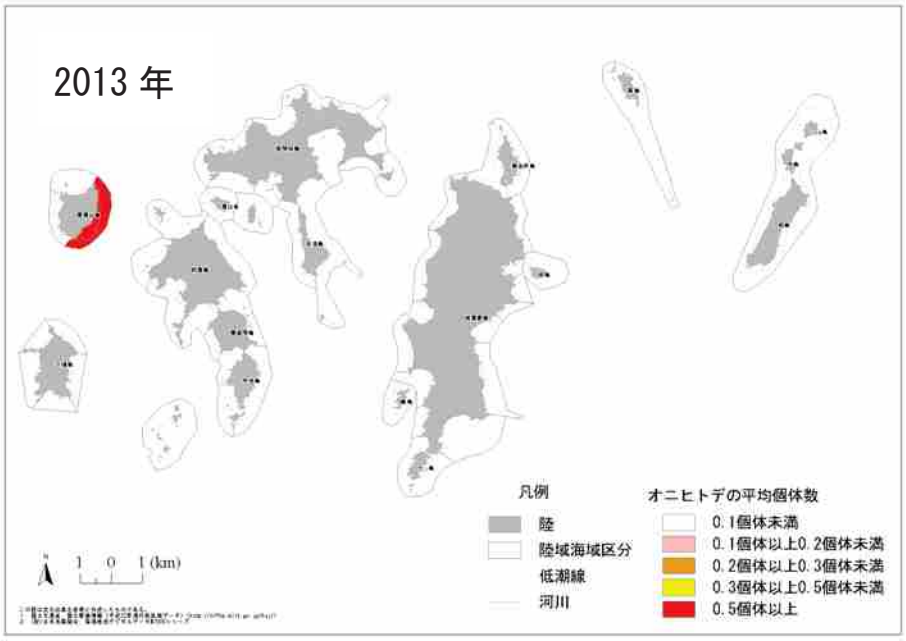


図2-2-42. 慶良間の2013年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

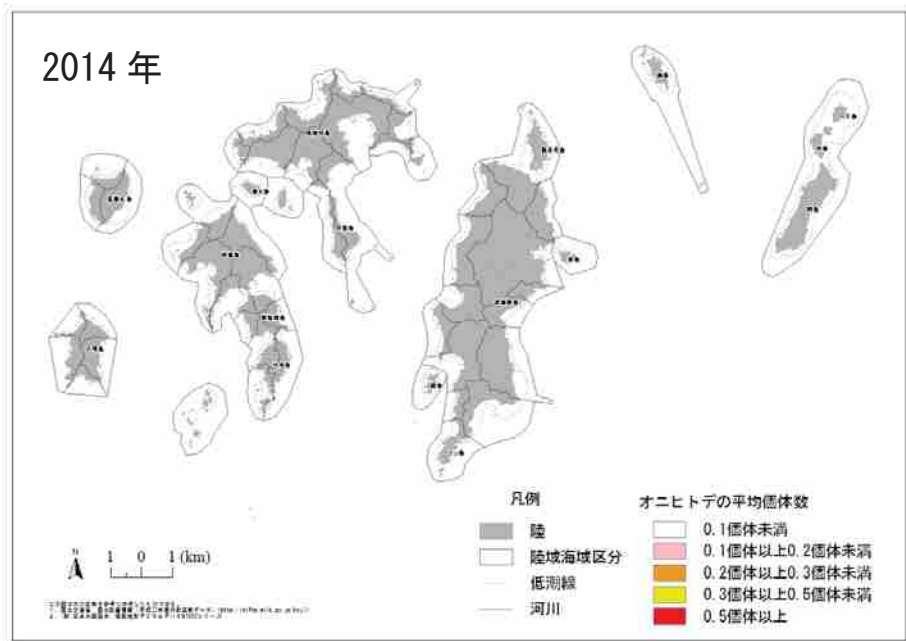


図2-2-43. 慶良間の2014年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

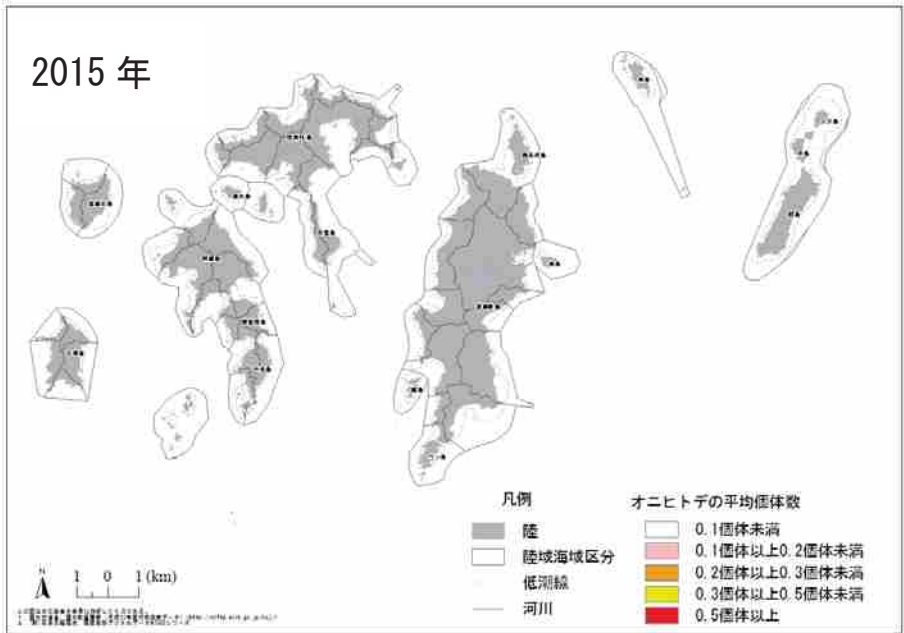


図2-2-44. 慶良間の2015年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

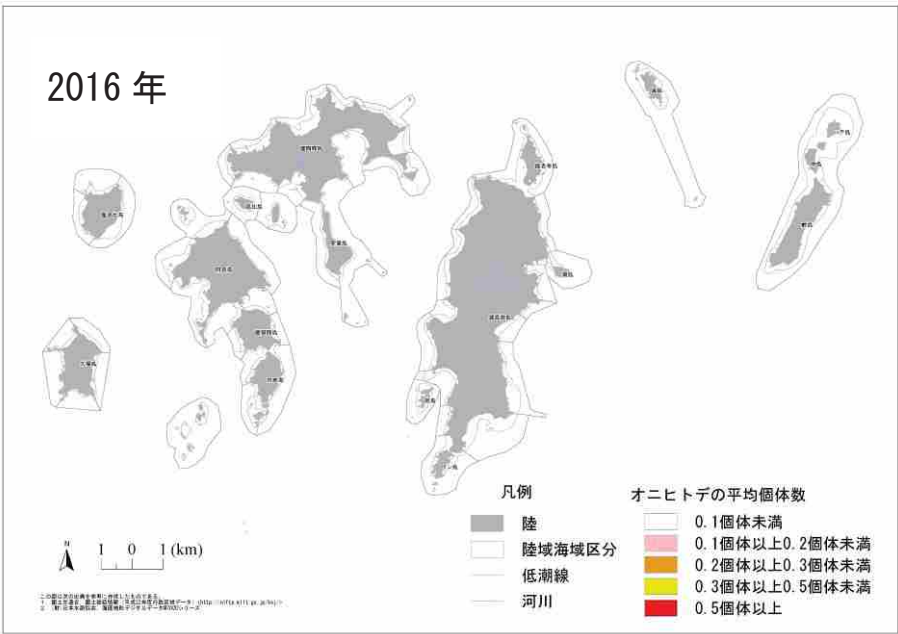


図2-2-45. 慶良間の2016年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

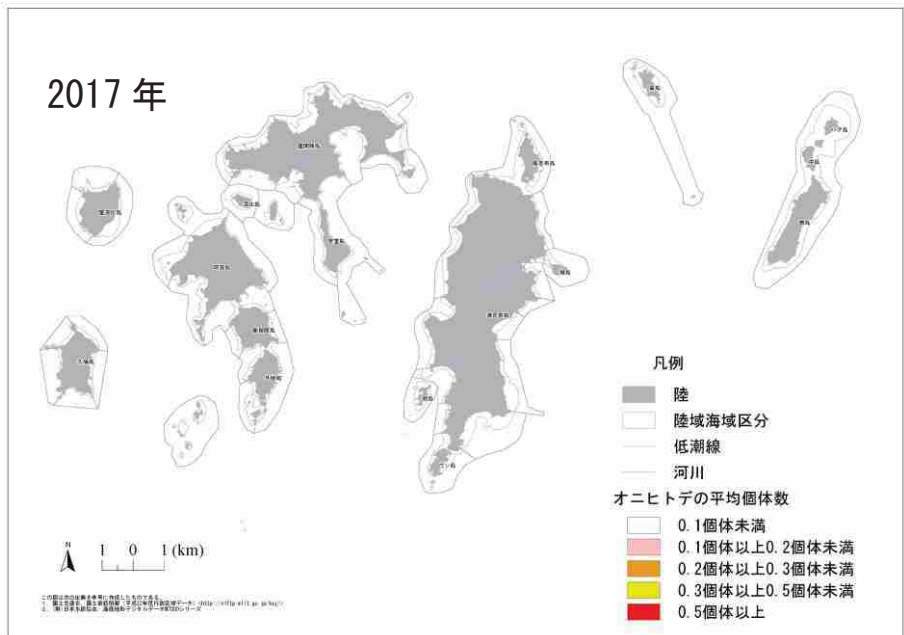


図2-2-46. 慶良間の2017年のオニヒトデの平均個体数(マンタ法区間あたり).

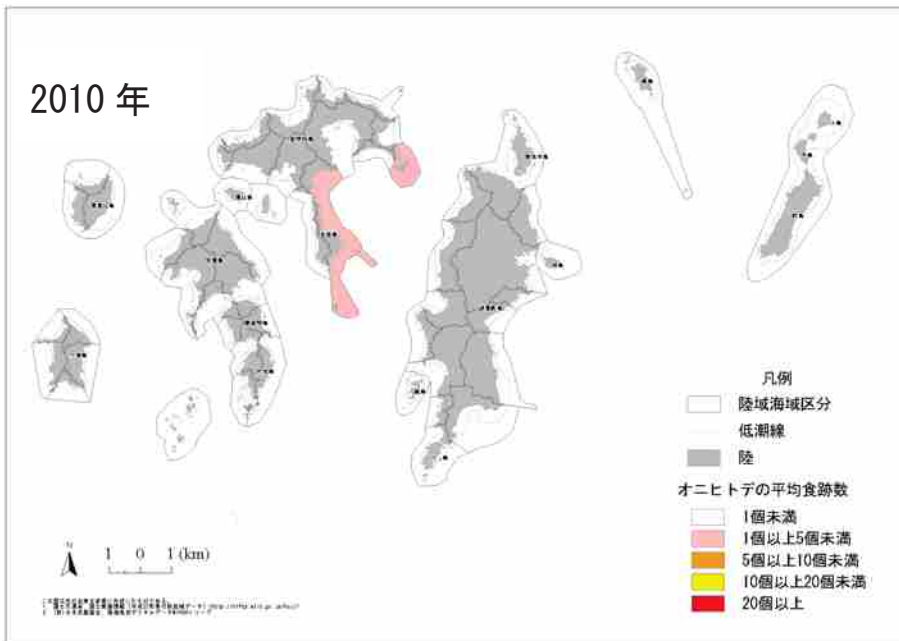


図2-2-47. 慶良間の2010年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり)。サンゴ礁資源情報整備事業のデータを使用。

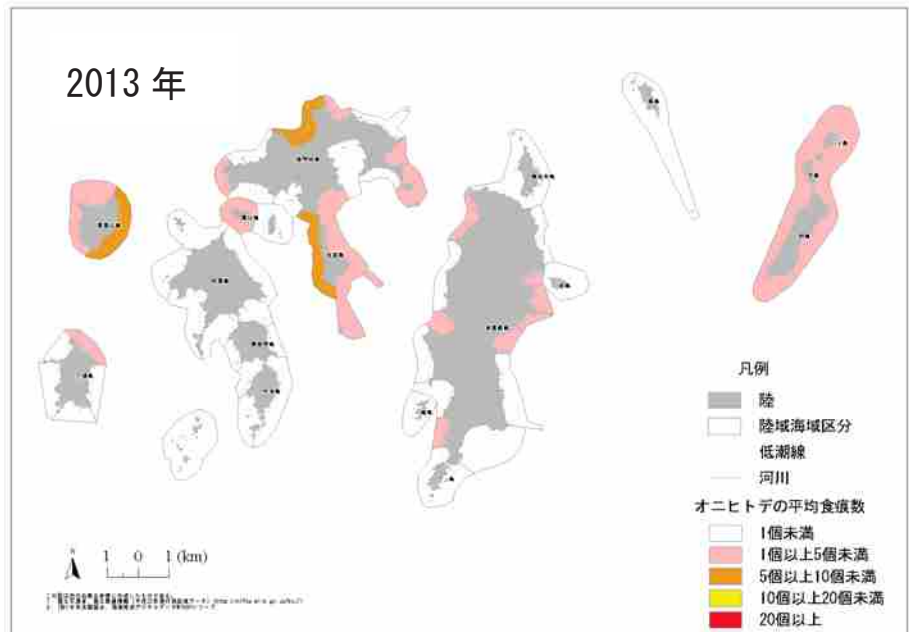


図2-2-48. 慶良間の2013年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり)。

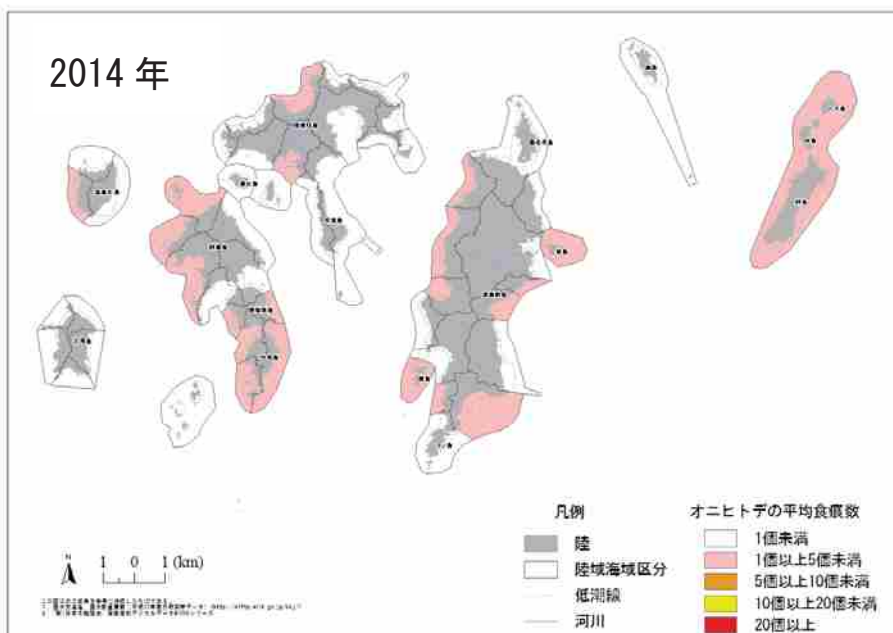


図2-2-49. 慶良間の2014年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり)。

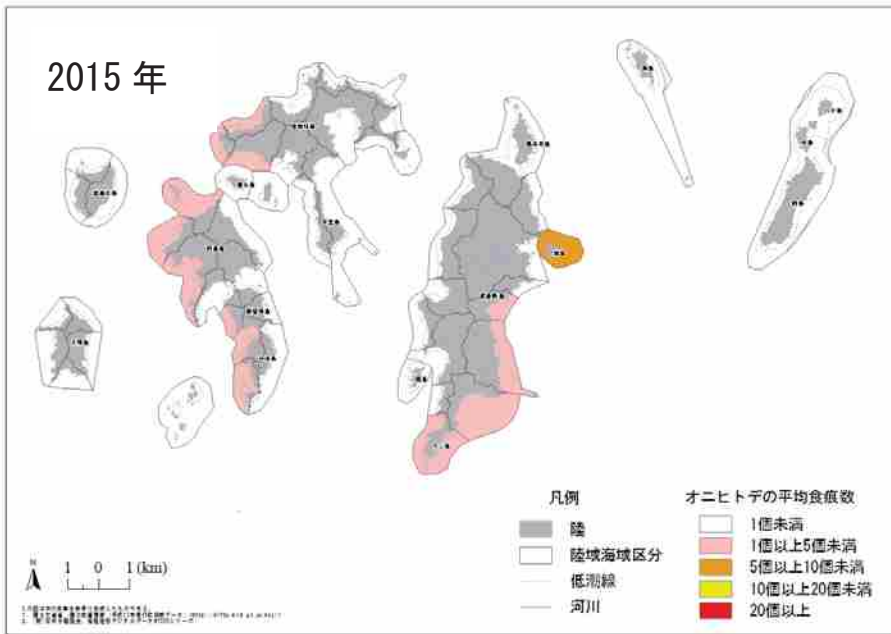


図2-2-50. 慶良間の2015年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

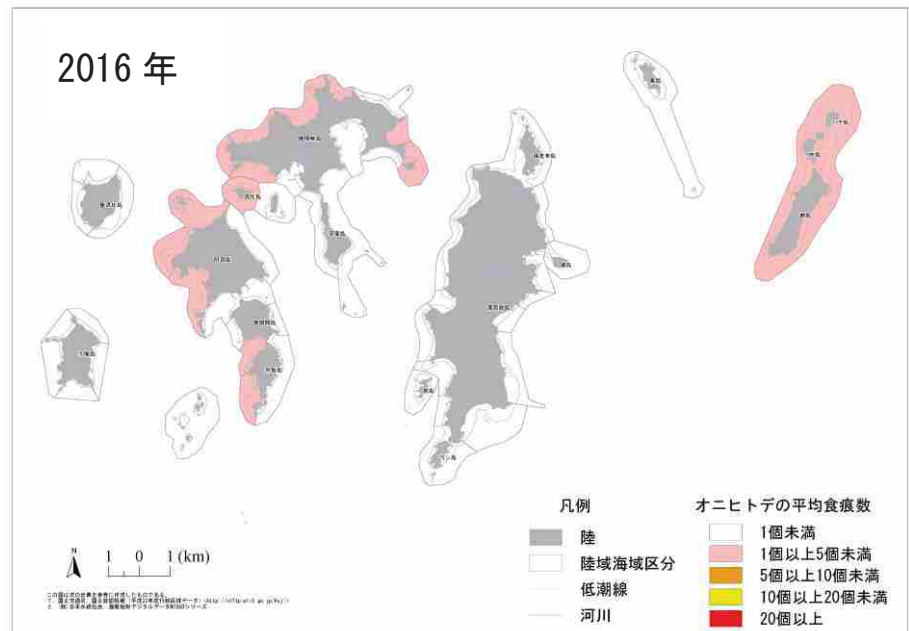


図2-2-51. 慶良間の2016年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

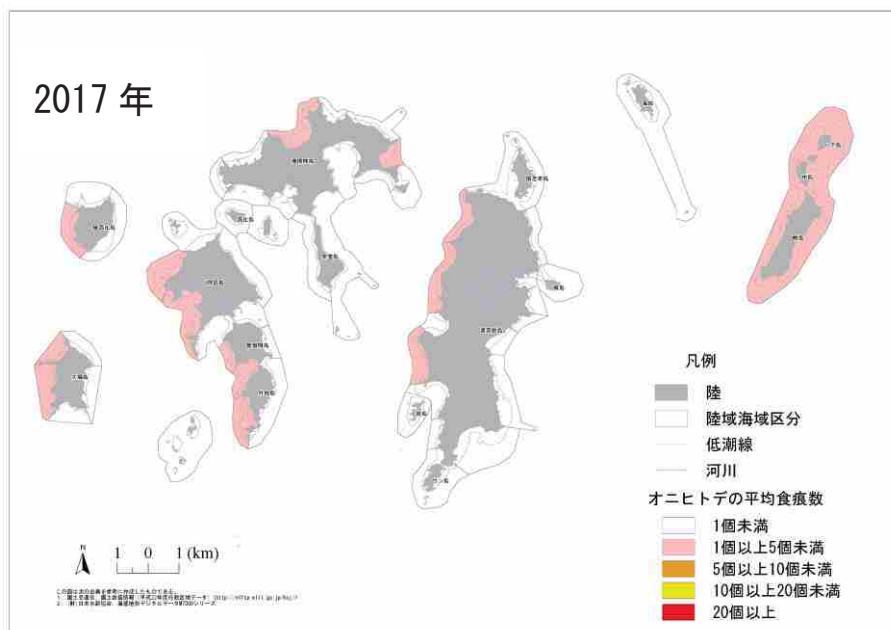


図2-2-52. 慶良間の2017年のオニヒトデの平均食痕数(マンタ法区間あたり).

2-4. 地元関係者との情報共有等

2-4-1. 恩納村海域における情報共有等

昨年度に引き続き、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2017年1月から12月の間に恩納村内の373地点で実施され、5,499個体駆除されている(2017年12月時点)。恩納村では2011年以降に大幅に駆除個体数が増加し、2016年まで全域で10,000個体以上駆除されていたが、駆除個体数は2015年以降徐々に減少傾向にあり(図2-2-53~2-2-55)、2017年は2016年と比較して駆除個体数は大きく減少している(図2-2-53)。部瀬名などの恩納村北部地域は他の地域と比較して駆除個体数が多い傾向にあるが、2014年以降駆除個体数が減少しており、2017年はこれらの地域の駆除個体数も少なかった(図2-2-53、2-2-55)。

駆除地点別にみると、最も駆除個体数が多かったのは万座の105個体であった(26.25個体/人・半日)。1人半日あたりの駆除数の平均は4.35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、屋嘉田の28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、0個体/人・半日で名嘉真から前兼久にかけて9地点あった。1人半日あたりの駆除数が30個体以上の地点は、2015年は31地点、2016年は4地点、2017年は0地点と減少している。

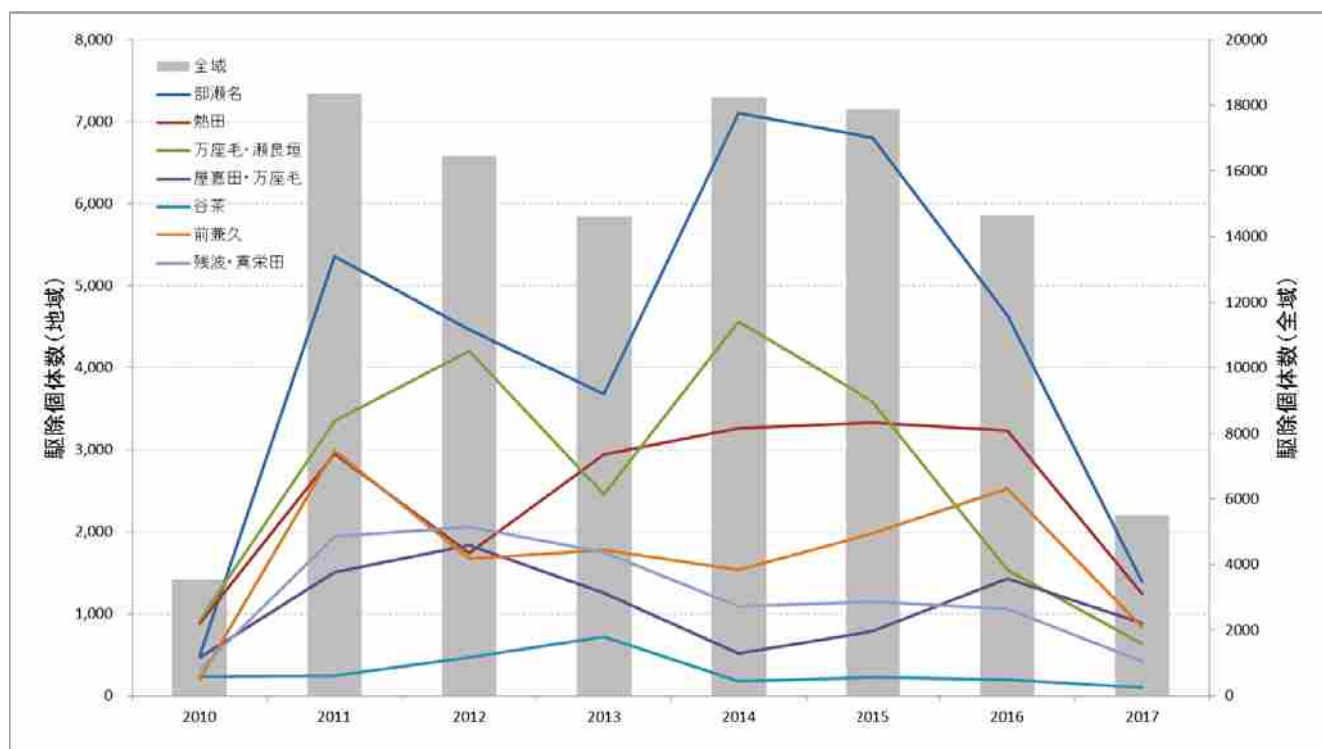


図2-2-53. 恩納村の駆除個体数(2010年から2017年12月).

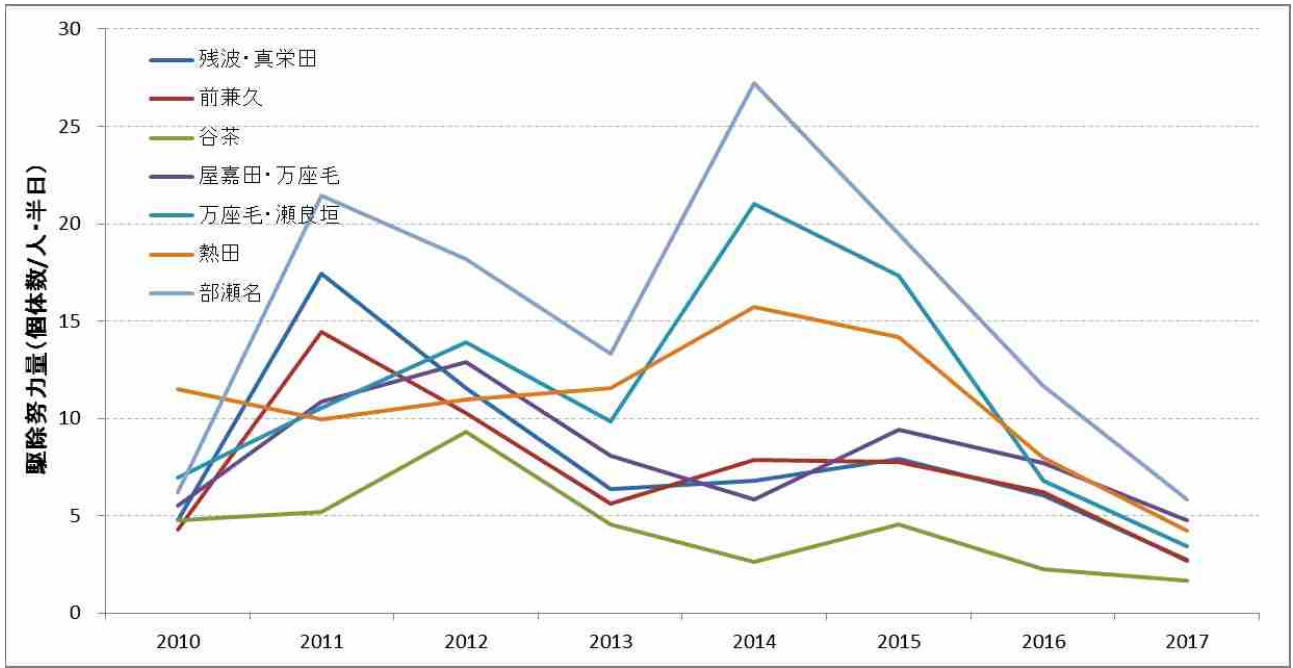


図2-2-54. 恩納村の駆除努力量あたりのオニヒトデ個体数(2010年から2017年12月).

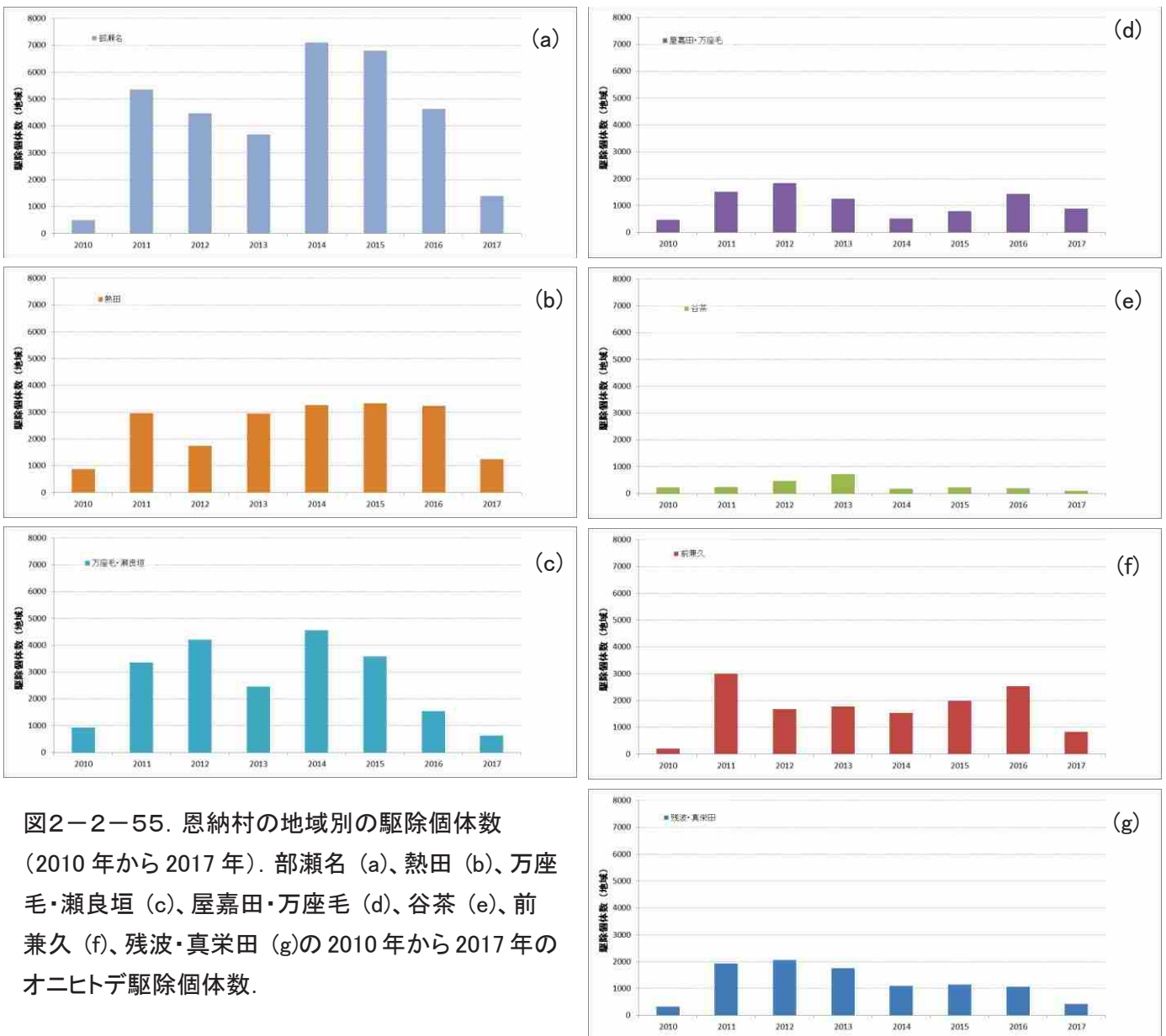


図2-2-55. 恩納村の地域別の駆除個体数(2010年から2017年). 部瀬名 (a)、熱田 (b)、万座毛・瀬良垣 (c)、屋嘉田・万座毛 (d)、谷茶 (e)、前兼久 (f)、残波・真栄田 (g)の2010年から2017年のオニヒトデ駆除個体数.

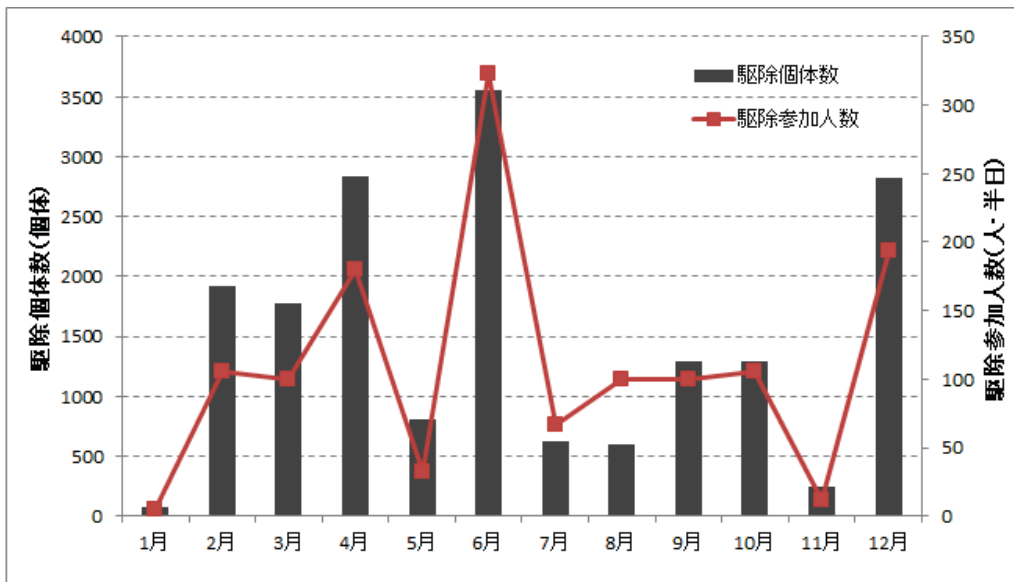


図2-2-56. 恩納村の月別駆除個体数(2015年).

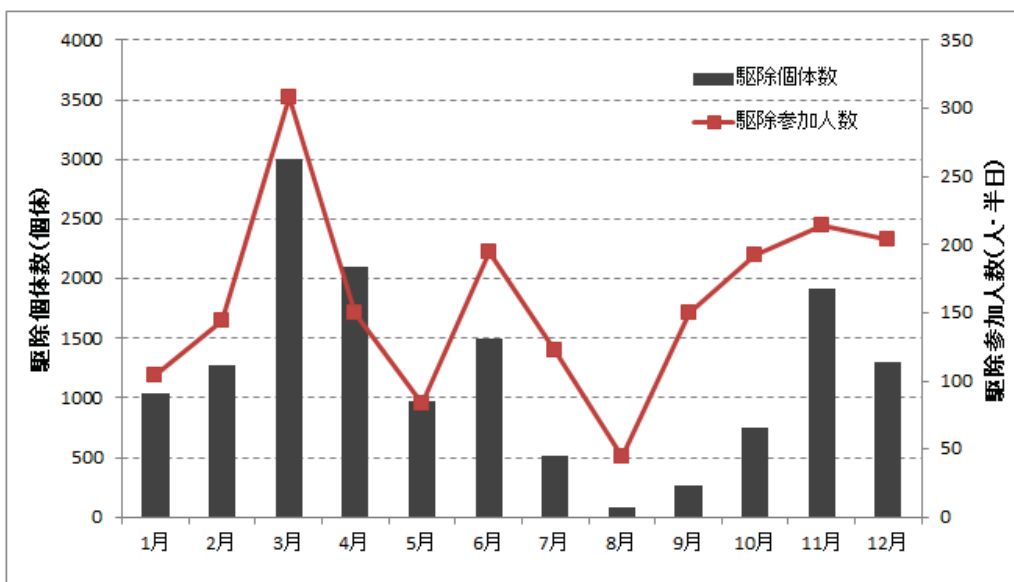


図2-2-57. 恩納村の月別駆除個体数(2016年).

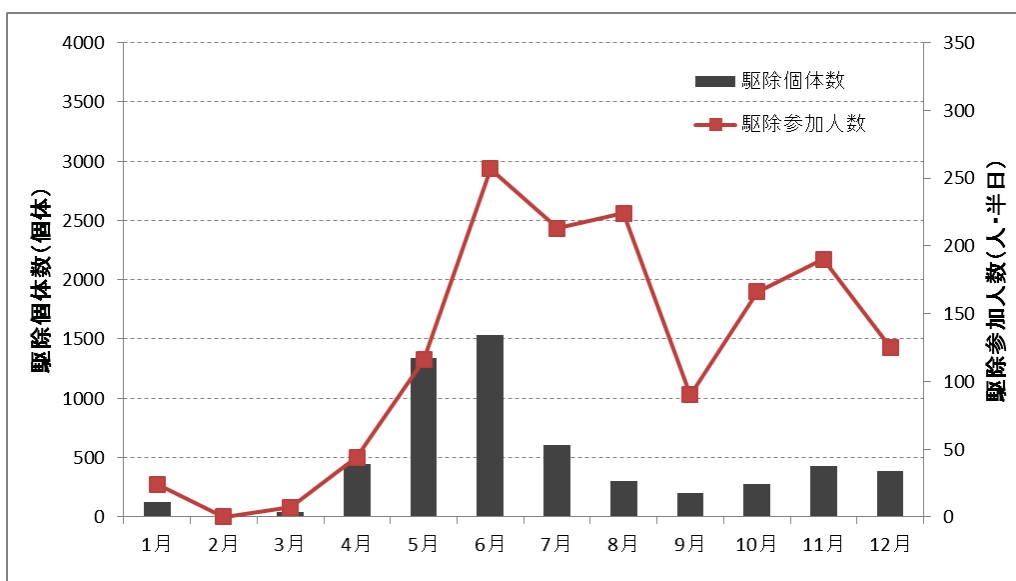


図2-2-58. 恩納村の月別駆除個体数(2017年).

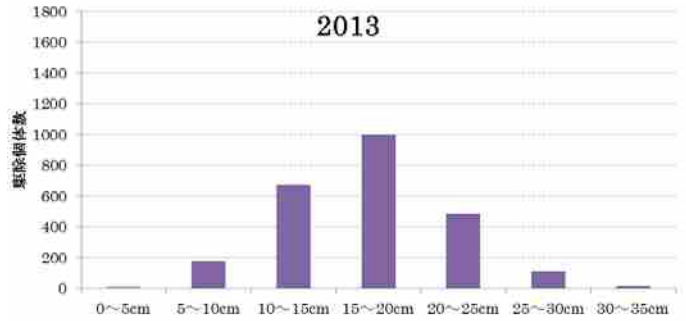
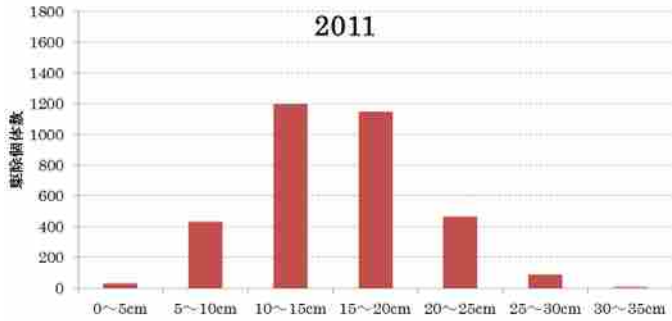
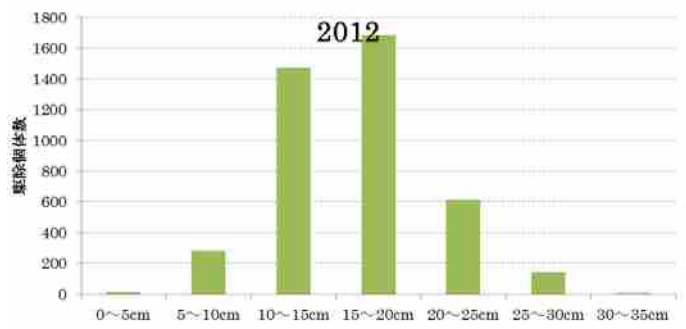
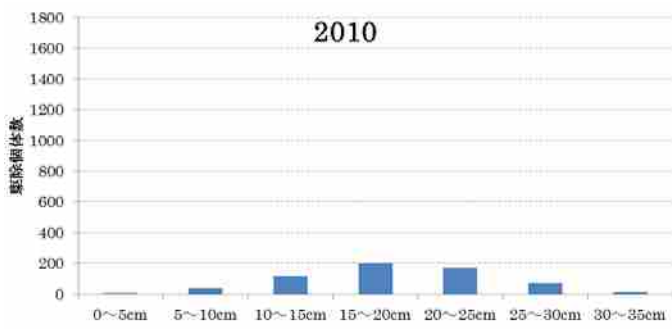
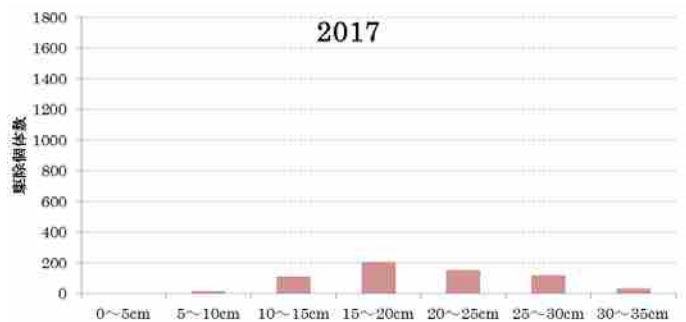
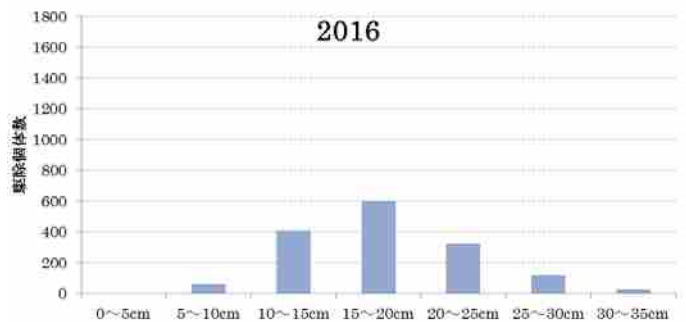
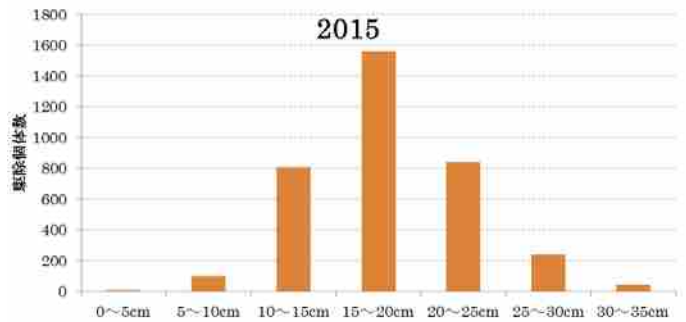
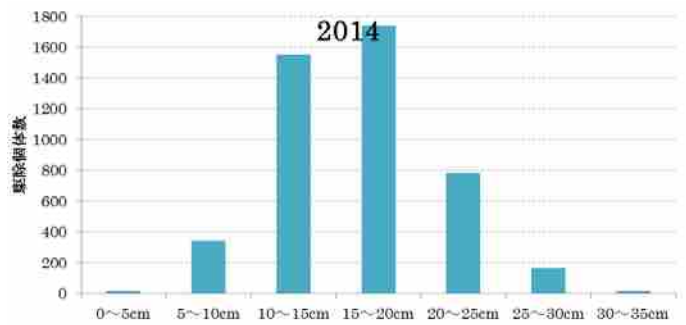


図2-2-59. 恩納村2010年から2017年のオニヒトデ駆除個体サイズのヒストグラム.



2017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2-2-60に示す。図2-2-60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、2017年1月から12月まで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みられる。

2011年から2017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2-2-68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2-2-68)。

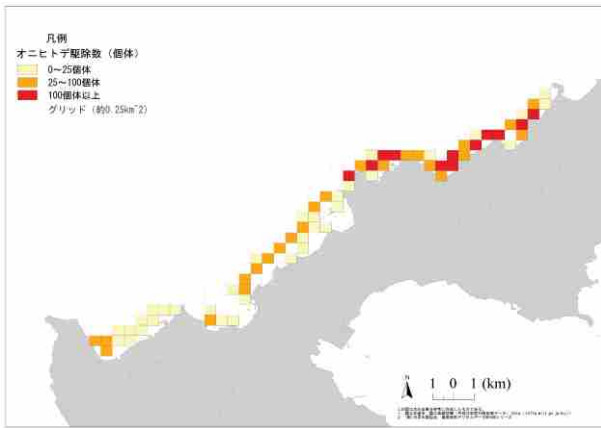


図2-2-61. 恩納村の2010年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

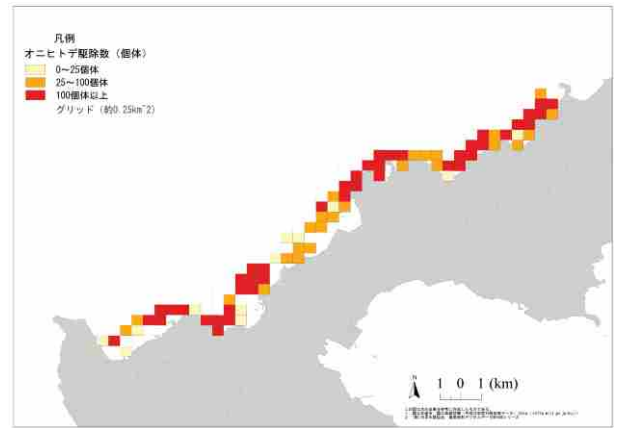


図2-2-62. 恩納村の2011年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

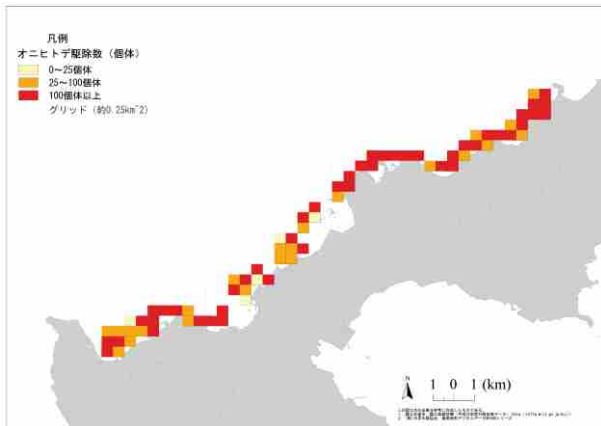


図2-2-63. 恩納村の2012年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

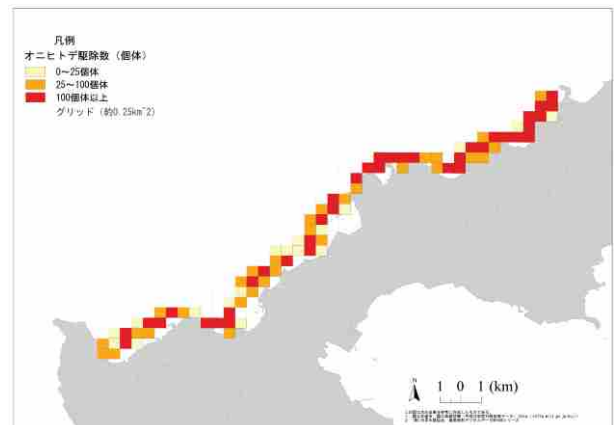


図2-2-64. 恩納村の2013年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

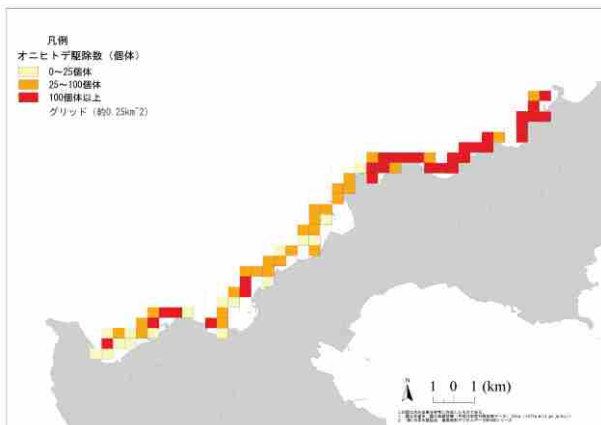


図2-2-65. 恩納村の2014年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

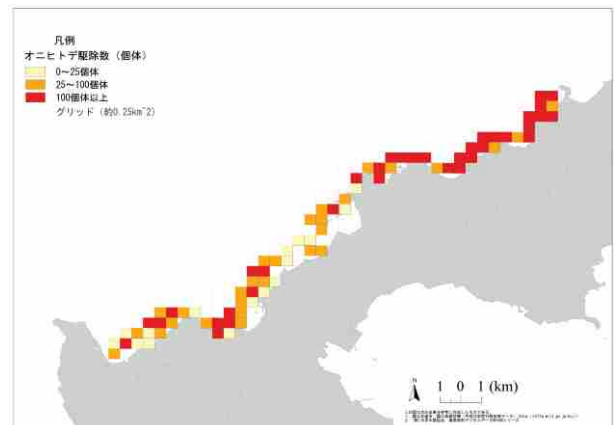


図2-2-66. 恩納村の2015年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

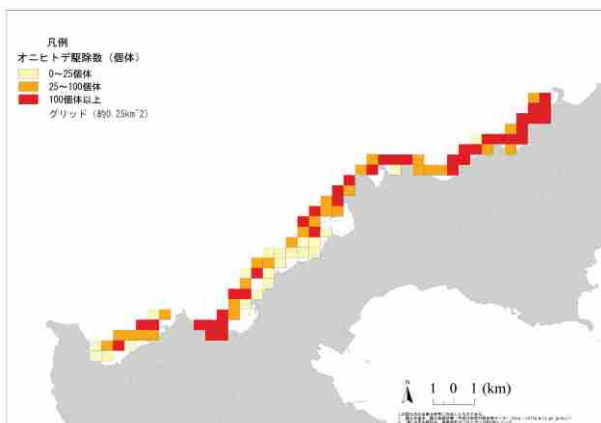


図2-2-67. 恩納村の2016年のオニヒトデ駆除個体数(グリッド集計).

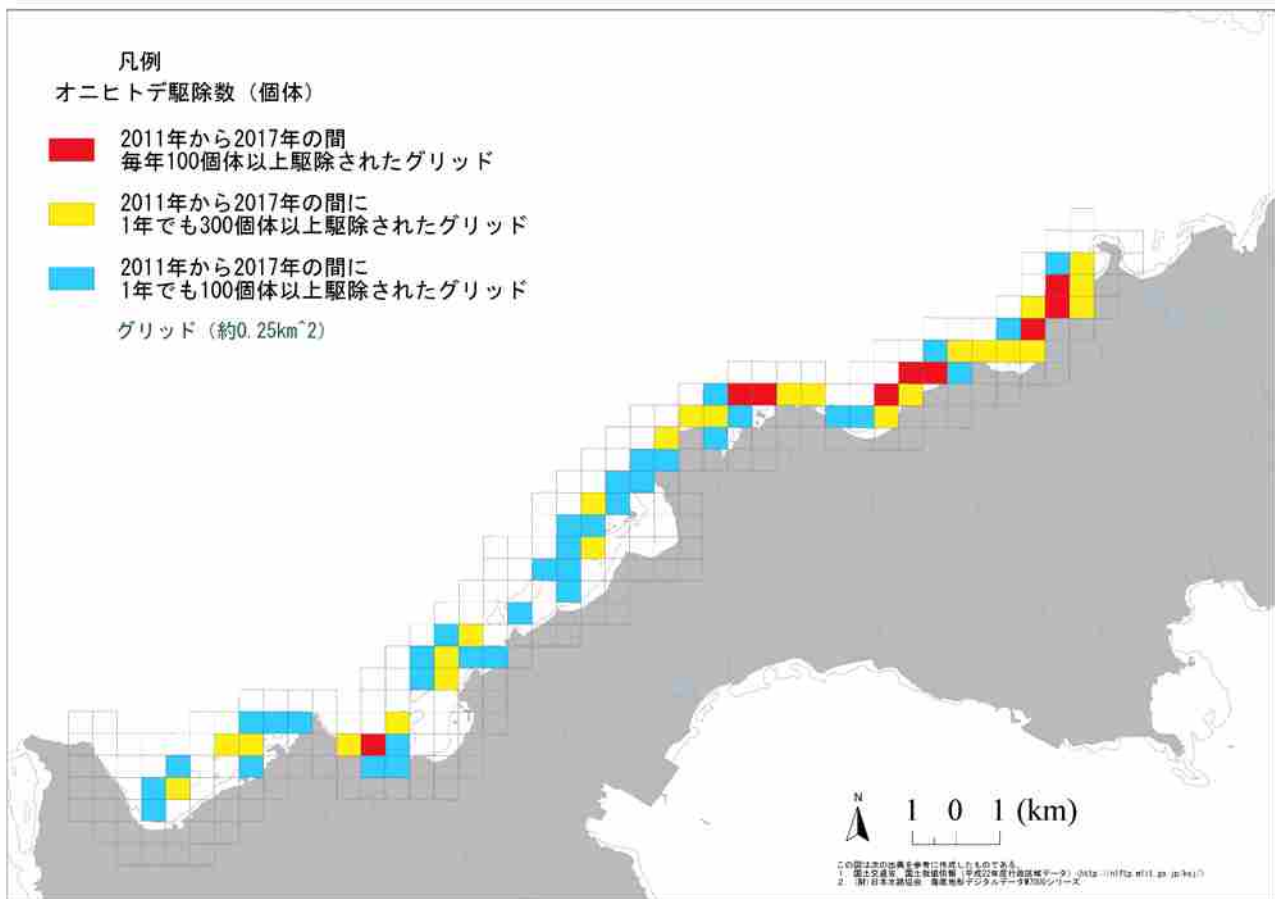


図2-2-68. 恩納村のオニヒトデ駆除個体数のグリッド集計結果(2011年から2017年). 赤いグリッドは2011年から2017年の間に毎年100個体以上オニヒトデが駆除されたグリッド. 黄色いグリッドは2011年から2017年の間に1年でも300個体以上オニヒトデが駆除されたグリッド. 青いグリッドは2011年から2017年の間に1年でも100個体以上オニヒトデが駆除されたグリッド.

2-4-2. 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2-2-71)。調査は昨年度と同様の恩納村の表2-2-15の地点(全13地点)で4月と翌年の1月に実施した。恩納村漁協による駆除は2017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、12月以降の調査を駆除後調査とした。

サンゴ被度は、2017年4月の調査では、久良波でランクが下がっており、安富祖内、塩屋の2地点でランクが上がっていた(表2-2-15)。一方2018年1月の調査では、万座と塩屋でサンゴ被度ランクが下がっていた。オニヒトデ個体数が10個体(個/人・15分)以上の地点は、2017年4月の調査では、かりゆし外と名嘉真南の2地点であったが、2018年1月の調査では、10個体(個/人・15分)以上の地点はなかった(表2-3-15)。

表2-2-15. 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. 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	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		2017年	2018年	2015年		2016年		2017年	2018年	2015年		2016年		2017年	2018年
	5月	11月	4月	12月	4月	1月	5月	11月	4月	12月	4月	1月	5月	11月	4月	12月	4月	1月
かりゆし外	50-75	25-50	50-75	50-75	50-75	50-75	11.8	10.6	7.5	4.5	18.8	2.2	16.7	14.7	9.7	19.5	33.8	6.2
かりゆし内	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	5.0	7.5	10.6	7.5	5.4	0.3	6.0	11.4	15.0	20.5	4.7	3.5
名嘉真	25-50	50-75	50-75	25-50	25-50	25-50	10.3	13.0	11.0	2.0	8.3	0.8	12.5	14.7	7.3	19.0	5.7	5.6
名嘉真南	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	14.2	7.3	6.5	10.5	17.2	1.3	15.0	12.1	8.5	25.5	10.4	5.8
安富祖外	10-25	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	15.9	7.8	7.8	3.0	6.6	1.6	41.3	14.4	10.1	30.0	4.9	4.8
安富祖内	50-75	50-75	50-75	25-50	50-75	50-75	10.0	3.4	1.7	0.0	0.9	0.0	12.5	4.9	3.2	9.0	0.6	0.3
瀬良垣	10-25	10-25	25-50	10-25	10-25	10-25	0.7	0.5	0.3	0.0	0.0	1.3	3.5	1.8	2.4	0.5	1.9	1.3
万座	25-50	25-50	50-75	50-75	50-75	25-50	5.6	5.8	2.5	7.0	6.3	1.3	15.5	14.5	10.3	47.0	6.4	4.0
ホーシュー	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	3.1	3.1	2.3	22.5	8.5	1.3	9.5	12.5	9.8	32.5	5.9	3.0
谷茶	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25	1.1	0.5	0.2	0.5	0.3	0.0	0.8	0.5	0.4	2.0	0.3	0.0
前兼久	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	0.5	0.2	0.5	0.0	0.3	0.0	7.2	1.3	2.9	3.5	0.3	0.4
久良波	25-50	50-75	25-50	25-50	10-25	10-25	1.5	3.5	1.0	4.0	6.5	0.3	6.8	10.8	10.6	30.5	10.6	3.2
塩屋	25-50	25-50	50-75	10-25	25-50	10-25	3.6	8.5	5.3	8.5	7.3	0.0	5.9	16.0	7.5	41.5	9.0	2.5

2015年5月以降の調査では、安富祖以北の地点で、2016年の12月を除いて準大発生から大発生のレベルとなっており、多くの地点が準大発生から大発生のレベルであったが、2018年1月の調査では、ほとんどの地点は通常分布となった(表2-2-16)。

昨年度の調査(2016年12月)と比較すると、サンゴ被度ランクが下がっている地点が3地点であった。かりゆし外や名嘉真南など、オニヒトデが相当数いる地点の被度ランクは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。2016年4月から12月にかけてサンゴ被度ランクが下がっている地点が多かった原因として、2016年の夏期の白化現象の影響が考えられる。

表2-2-16. 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。

調査地点	オニヒトデ発生状況の目安					
	2015年		2016年		2017年	2018年
	5月	11月	4月	12月	4月	1月
かりゆし外	大発生		準大発生	多い(要注意)	大発生	多い(要注意)
かりゆし内	準大発生		大発生	準大発生		通常分布
名嘉真	大発生			多い(要注意)	準大発生	通常分布
名嘉真南	大発生	準大発生		大発生		通常分布
安富祖外	大発生	準大発生		多い(要注意)	準大発生	通常分布
安富祖内	大発生	多い(要注意)	通常分布			通常分布
瀬良垣	通常分布					通常分布
万座	準大発生		多い(要注意)	準大発生		通常分布
ホーシュー	多い(要注意)			大発生	準大発生	通常分布
谷茶	通常分布					通常分布
前兼久	通常分布					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)	準大発生	通常分布
塩屋	多い(要注意)	準大発生				通常分布

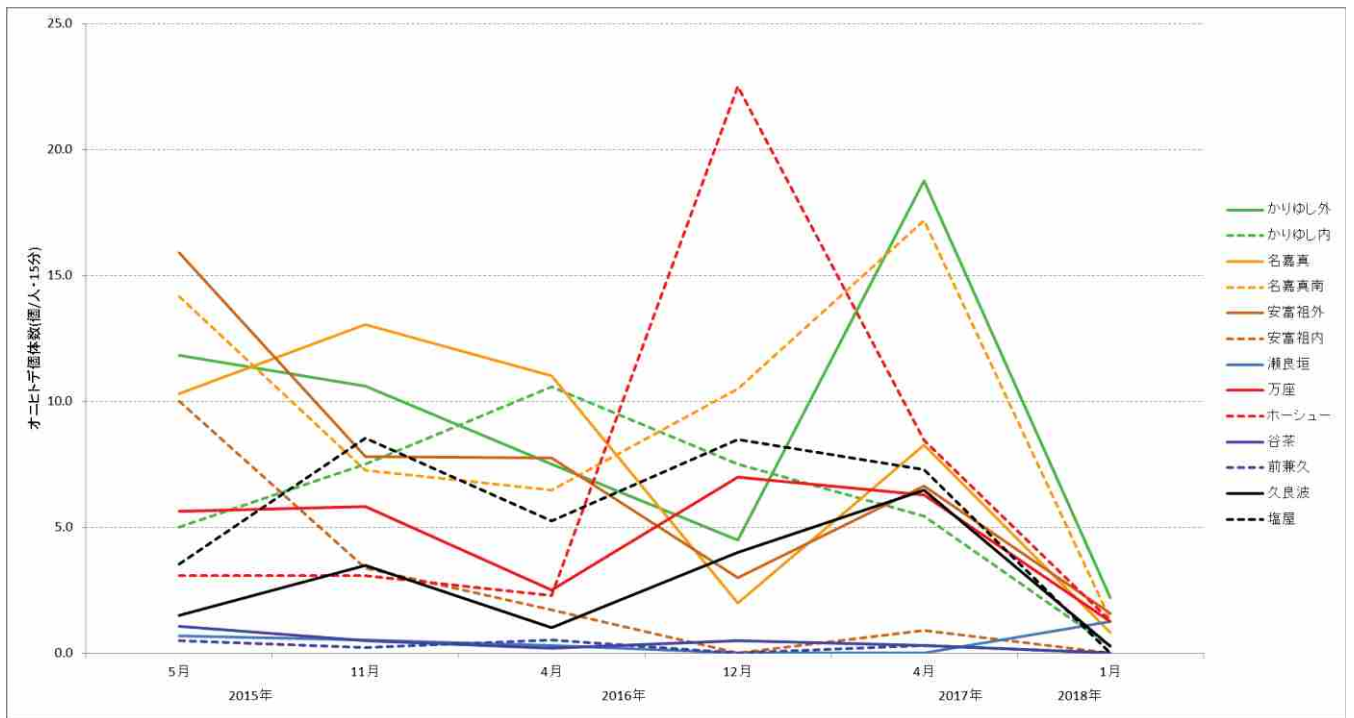


図2-2-69. オニヒトデ駆除効果調査のオニヒトデ個体数の推移.



図2-2-70. オニヒトデ駆除効果調査地点(サンゴ被度、駆除前 2017年4月).



図2-2-71. オニヒトデ駆除効果調査地点(サンゴ被度、駆除前 2018年1月).

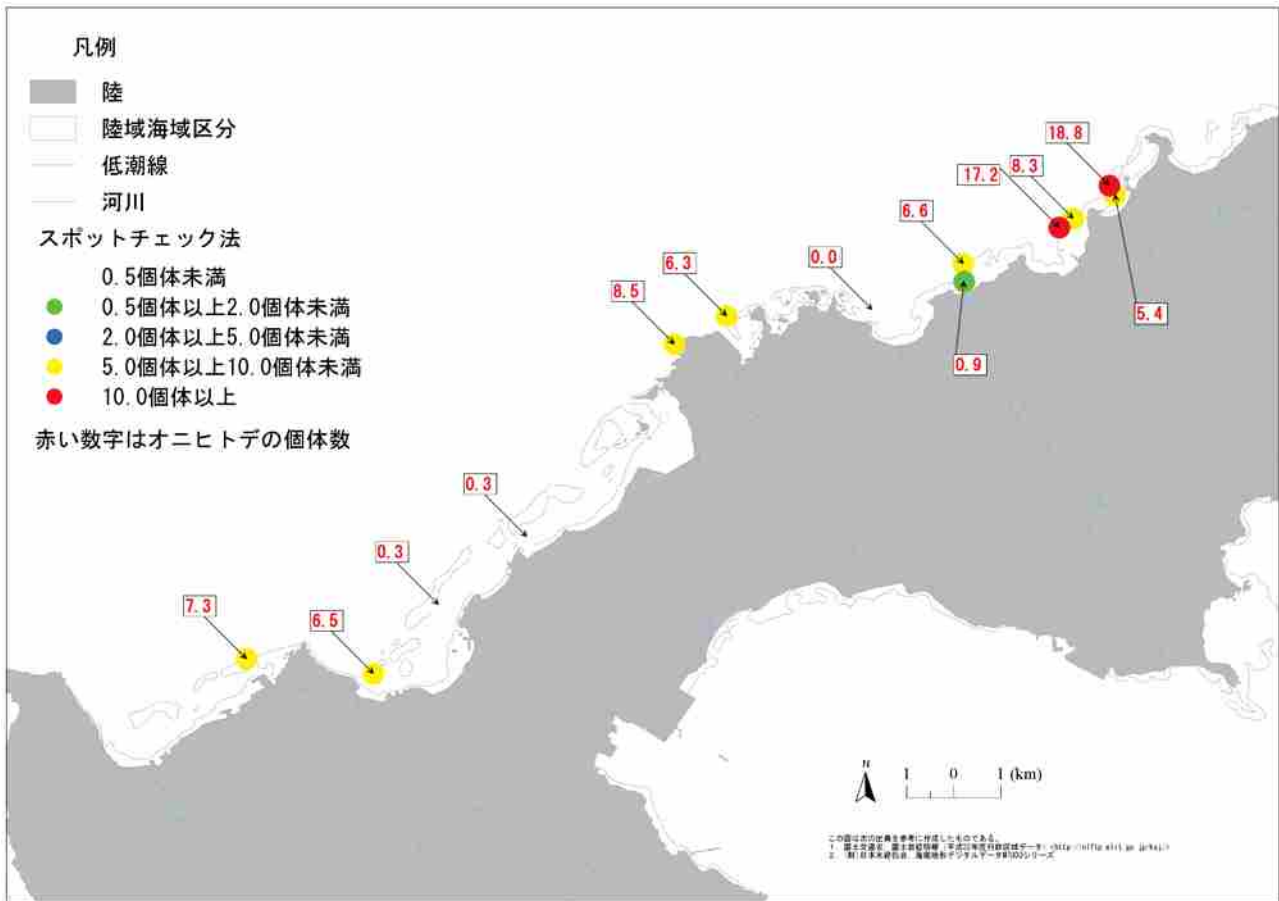


図2-2-72. オニヒトデ駆除効果調査(オニヒトデ個体数、駆除前 2017年4月)。

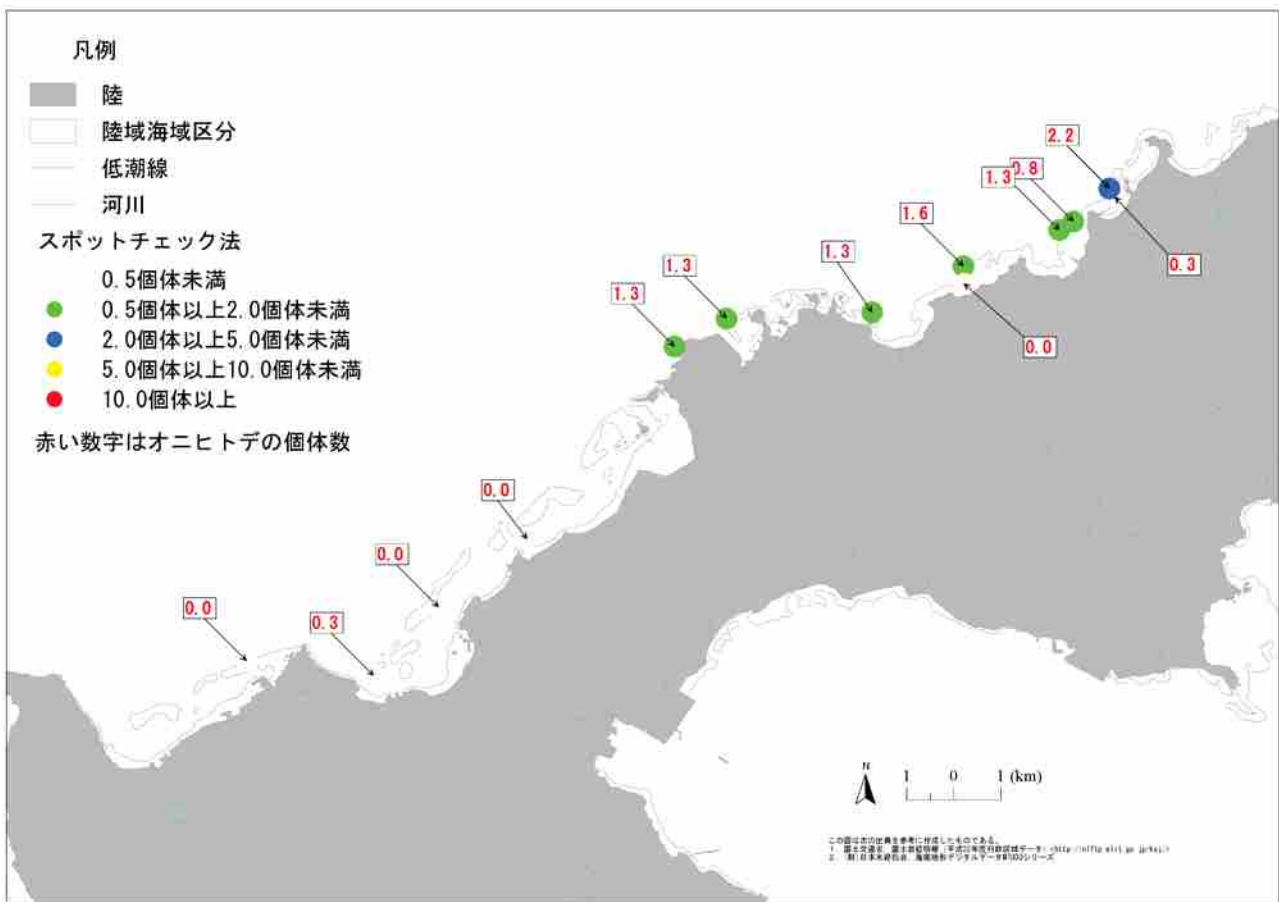


図2-2-73. オニヒトデ駆除効果調査(オニヒトデ個体数、駆除前 2018年1月)。

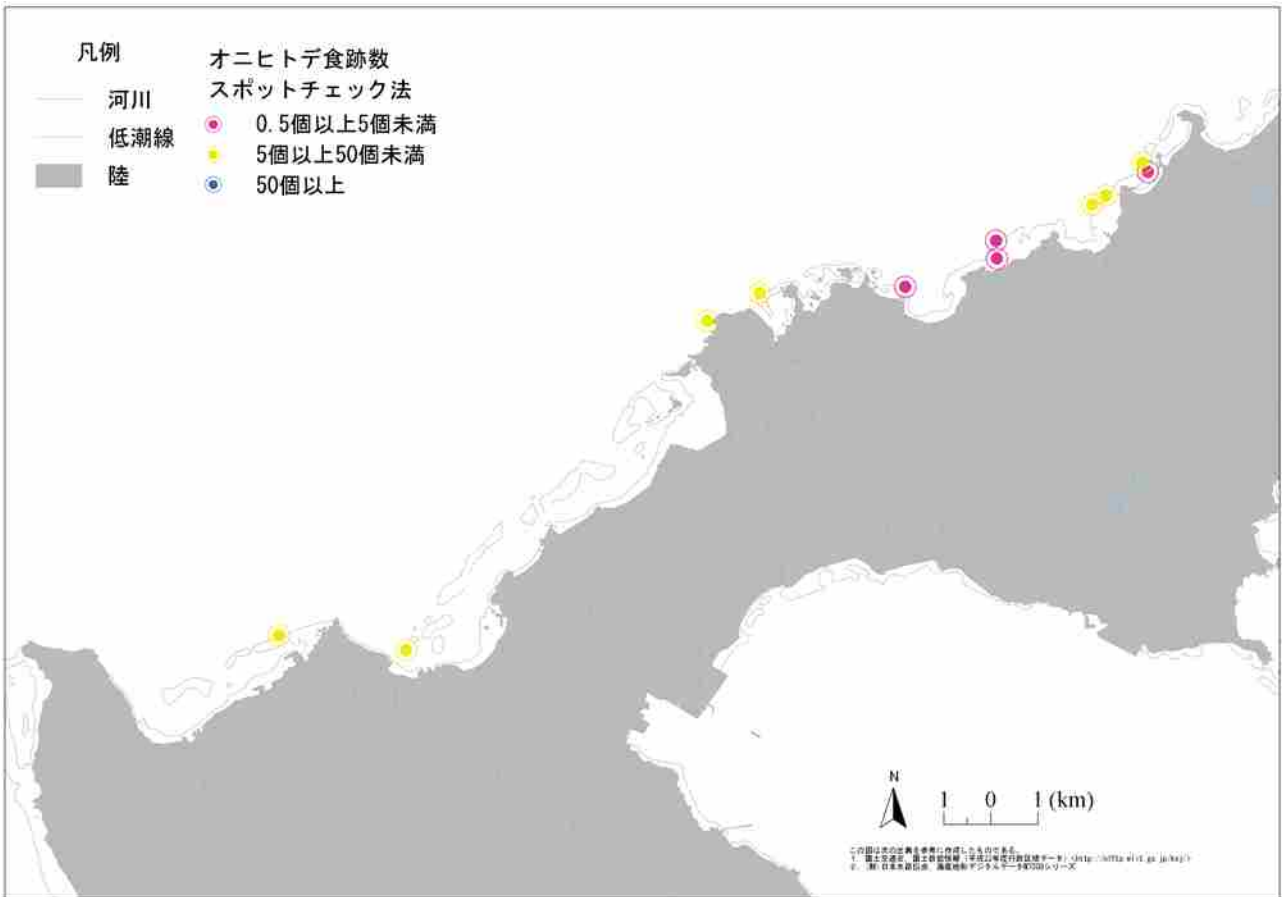


図2-2-74. オニヒトデ駆除効果調査地点(オニヒトデ食痕数、駆除前 2017年4月).

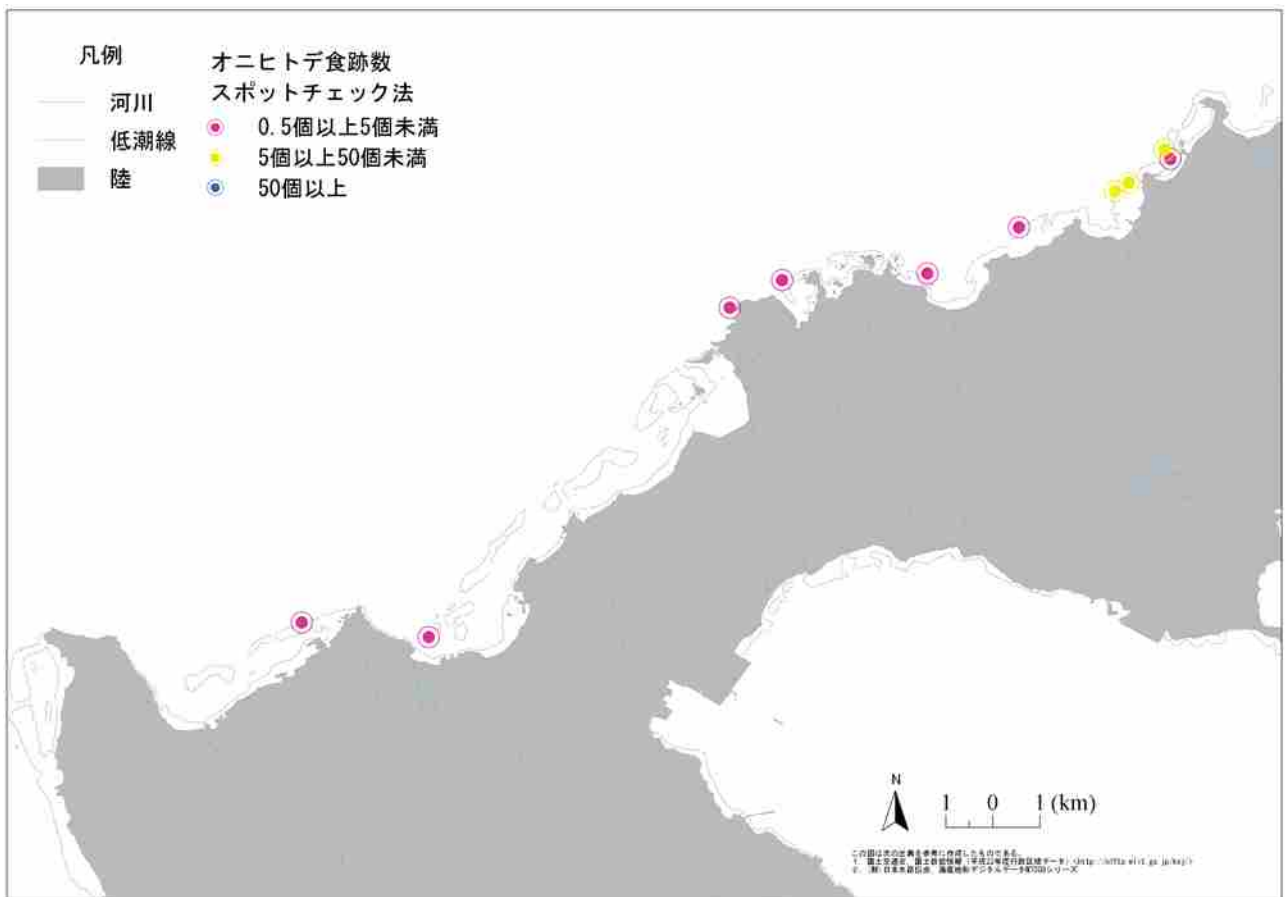


図2-2-74. オニヒトデ駆除効果調査地点(オニヒトデ食痕数、駆除前 2018年1月).

3. オニヒトデの予察結果まとめ

3-1. オニヒトデの予察結果

平成 25 年度から今年度までの予察実証事業結果を合わせ、今年度の結果を表 2-3-1～2-3-4、図 2-3-1 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 年以降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（2015 年）の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 2-3-1 に恩納村における 2013～2015 年の稚ヒトデモニタリング結果と、2 年後（2015～2016 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 程度のオニヒトデが 10 個体以上/15 分間確認され、駆除でも 20cm 前後のオニヒトデが多く駆除された。2015 年に駆除されたオニヒトデは 20cm 前後が多いことから、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、地点別で見ると、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。

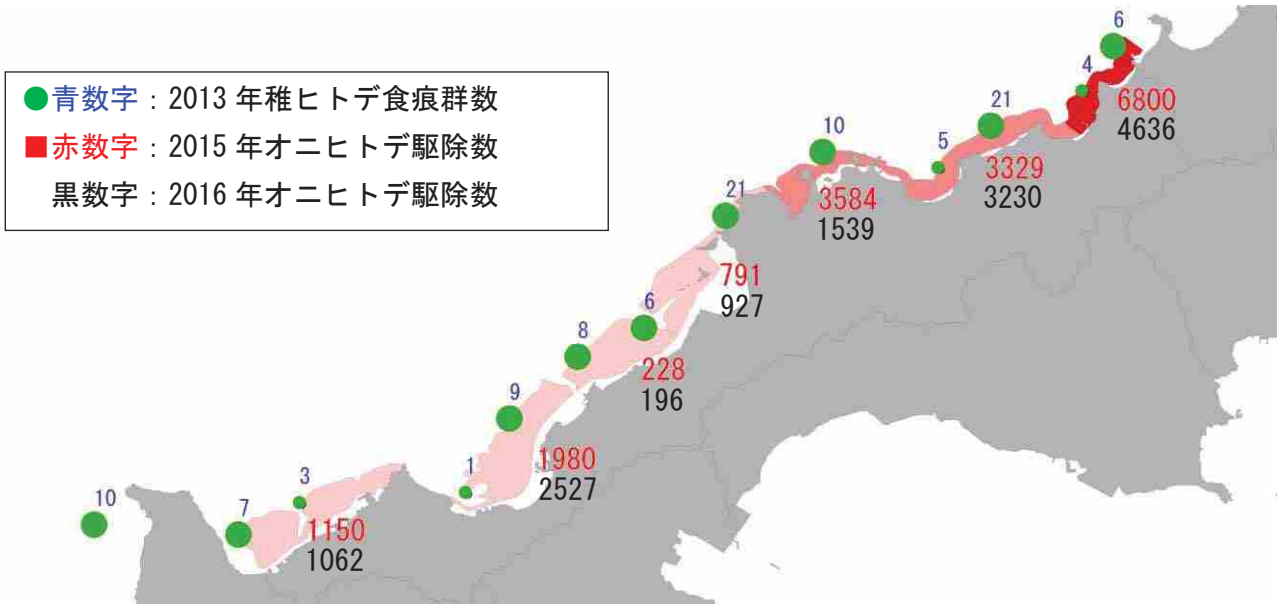


図2-3-1. 稚ヒトデモニタリング結果(2013年)とオニヒトデ駆除数(2015~2016年)の比較.

表2-3-1. オニヒトデの予察結果まとめ(その1).

地域		恩納	慶良間
項目			
稚ヒトデ モニタリ ング	2013	<p>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。</p> <p>→1.5～3年後の大量発生が懸念</p> <p>→サンゴが十分にあれば、2年後の大量発生が懸念</p> <p>■2年後の駆除数は17,854個体であった。</p>	<p>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。</p> <p>→慶良間西側での発生に注意</p> <p>→変更)小規模な稚ヒトデ分布は大発生にはつながらない</p>
	2014	<p>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。</p> <p>→恩納村南部での2～3年後の発生に注意</p> <p>→(変更)数万程度の発生は懸念される</p> <p>■2年後の駆除数は14,721個体であった。</p>	<p>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。</p> <p>→慶良間北側での発生に注意</p> <p>■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</p>
	2015	<p>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。</p> <p>→2015年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い</p> <p>■2年後の駆除数は5,686個体であった。</p>	<p>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。</p> <p>→2015年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い</p>
	2016	<p>2016年に確認された稚ヒトデは2015年と同程度であった。</p> <p>→2016年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い</p>	<p>2016年に確認された稚ヒトデは2015年と同程度であった。</p> <p>→2016年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い</p>
	2017	<p>2017年は、2015～2016年に比べ食痕群数及び稚ヒトデが確認された地点が増加したものの、2013年よりは少なかった。</p> <p>→2016年度の加入個体群による大量発生の恐れは低いものの、2年後の駆除数で数万程度の発生は懸念される</p>	<p>2017年に確認された稚ヒトデは2015～2016年と同程度であった。</p> <p>→2017年度の加入個体群による大量発生の恐れは低い</p>

表2-3-2. 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
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		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。	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。
	2017		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。

表2-3-3. 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。 →前兼久では次年度の発生に注意 ■<u>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</u></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。→<u>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。</u> ■<u>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。</u></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。 →2013年に稚ヒトデモニタリングで確認した集団</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>
	2017	<p>恩納村北側の名嘉真南や恩納村南側の塩屋で、多い(要注意)状態だった。 駆除の効果調査の駆除前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が多かったが、駆除後調査では4月の調査では多くの地点が準大発生から大発生のレベルであった。2018年1月の調査では、ほとんどの地点は通常分布であった。</p>	<p>オニヒトデは通常分布。 渡嘉敷島アリガー、嘉比島南、座間味島ニタでオニヒトデが確認されているが、個体数は多くない。</p>

表2-3-4. オニヒトデの予察結果まとめ(その3).

地域		恩納	慶良間
項目			
地元との情報共有	2013	<p>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></p>	<p>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></p>
	2014	<p>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></p>	<p>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></p>
	2015	<p>漁協が実施している駆除データを GIS で整理解析</p>	<p>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。</p>
	2016	<p>漁協が実施している駆除データを GIS で整理解析</p>	<p>オニヒトデが多いという情報は無かった</p>
	2017	<p>漁協が実施している駆除データを GIS で整理解析</p>	<p>オニヒトデが多いという情報は無かった</p>

また、恩納村における長期の駆除データから、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、2017年は約6千個体に減少した。

稚ヒトデモニタリングは2003～2005年にも行われており、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2年後の駆除数は2～6千個体であった。本事業での稚ヒトデモニタリングは2013～2017年に行ったが、この間、最も稚ヒトデの多かった2013年生まれの2年後(2015年)駆除個体数は約1.8万個体であった。一方、稚ヒトデの少なかった2015年生まれの2年後(2017年)の駆除数は約6千個体であった。

以上のことから、稚ヒトデモニタリングは、駆除数でオーダーレベル(恩納村では数千から数万個体)の変化を予察できる手法であると判断した。

○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」

○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2015年の2年後の年間駆除数は

- 2017年の駆除数：5,686 個体 「数千個体レベル」

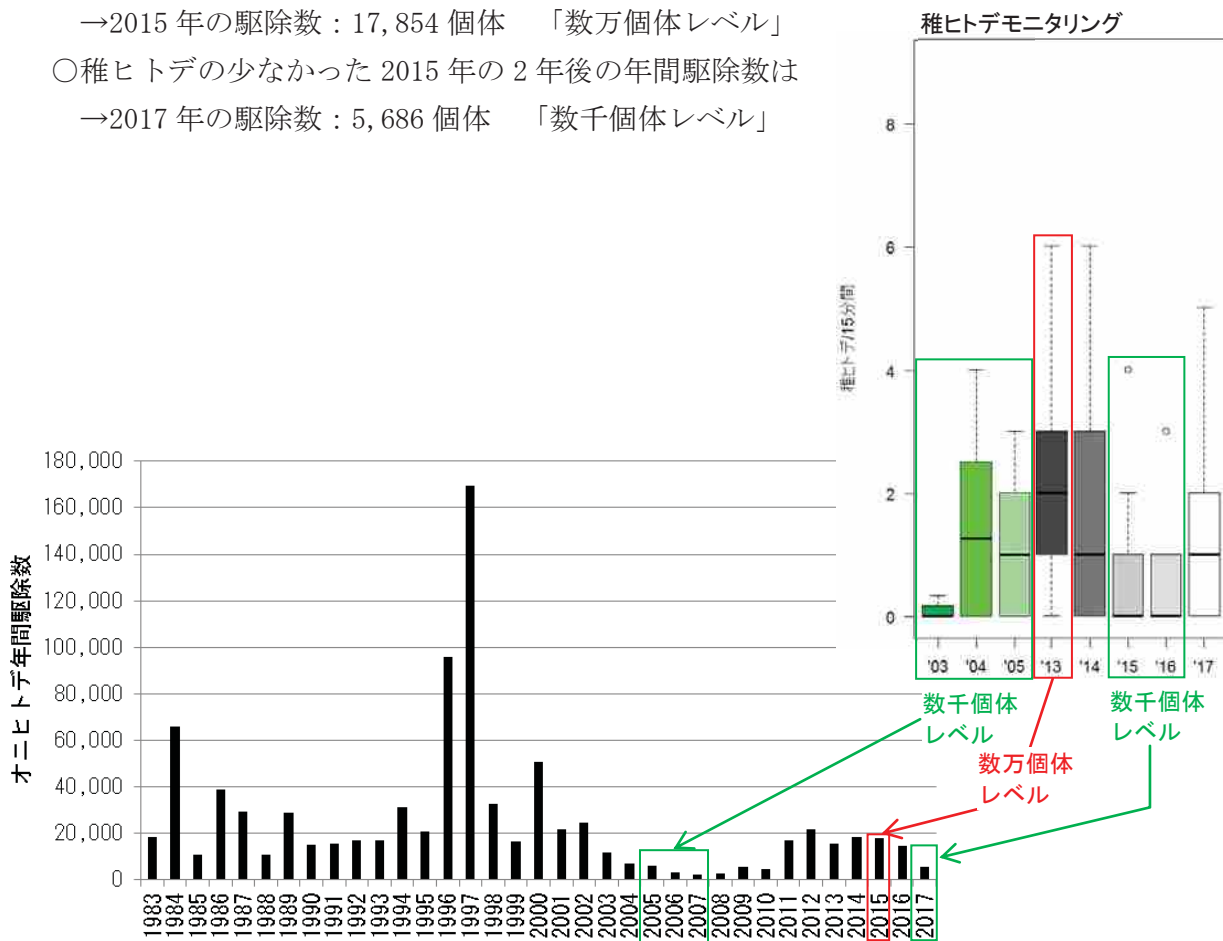


図2-3-2. 恩納村におけるオニヒトデ駆除数.

3-2. 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した。

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2-3-3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。

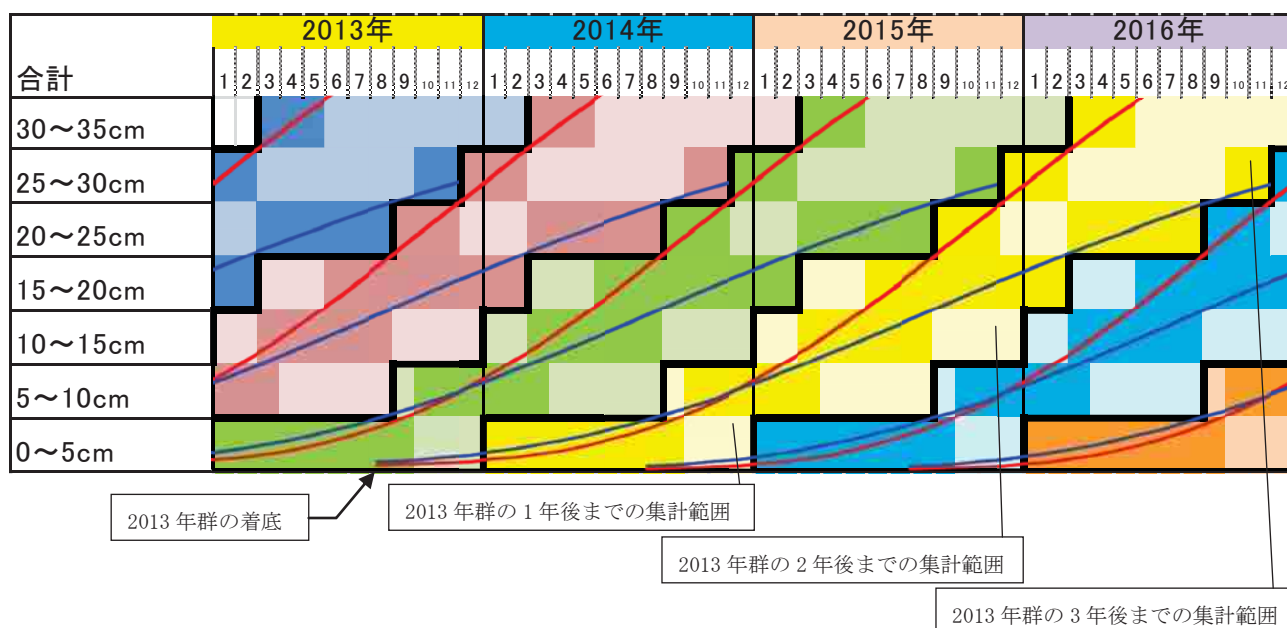


図2-3-3. 成長を加味した駆除個体数の集計.

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2-3-5に、努力量あたりの駆除数（駆除効率）を表2-3-6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、3年後に11,020個体となった。2015年着底の集団は合計で、1年後までに81個体、2年後までに2,488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、3年後に2.20個体となった。2015年着底の集団は合計で、1人半日あたりで1年後までに0.04個体、2年後までに0.68個体となった。

2年後までの駆除数で2013～2015年までを比較すると、2013年着底の集団に比べ、2015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。

表2-3-5. 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	11020	88	2456	3321
2015	81	2488		18	537	
2016	27			6		

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	2376	14	1030	1281
2015	8	530		8	389	
2016	4			3		

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	1310	2	116	157
2015	11	387		3	56	
2016	6			2		

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	1847	12	493	728
2015	26	404		7	185	
2016	4			2		

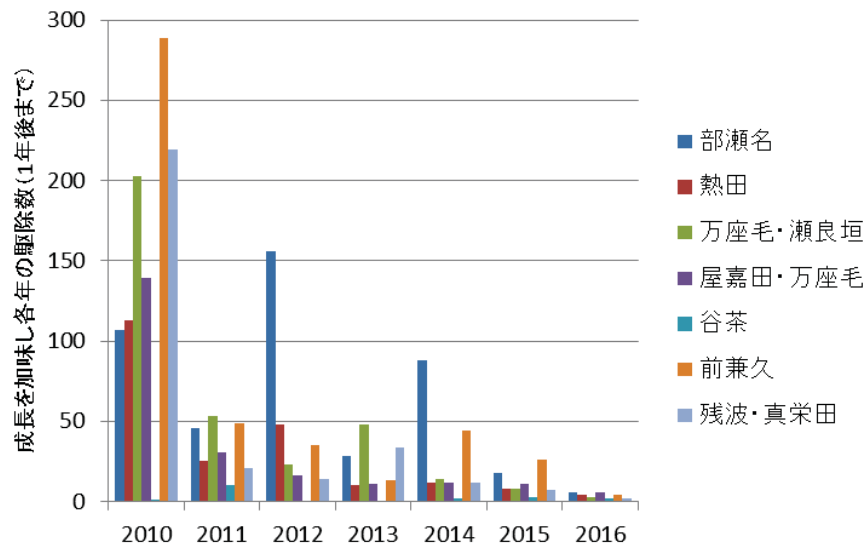


図2-3-4. 成長を加味した各年の駆除数の集計結果(1年後まで).

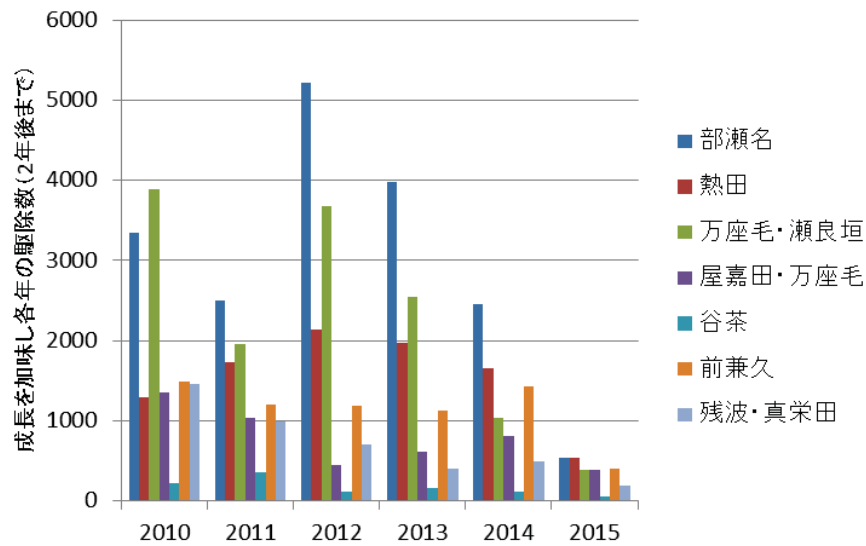


図2-3-5. 成長を加味した各年の駆除数の集計結果(2年後まで).

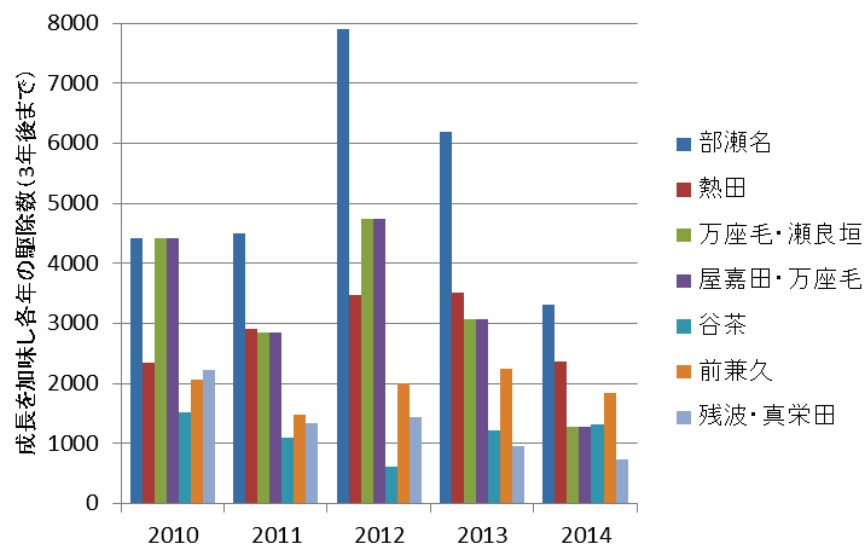


図2-3-6. 成長を加味した各年の駆除数の集計結果(3年後まで).

表2-3-6. 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	2.20	0.25	3.29	3.37
2015	0.04	0.68		0.05	0.84	
2016	0.01			0.03		

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	2.55	0.07	2.38	2.07
2015	0.02	0.76		0.04	0.95	
2016	0.01			0.02		

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	2.87	0.04	0.85	0.81
2015	0.06	1.04		0.03	0.39	
2016	0.03			0.04		

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	1.90	0.08	1.54	1.54
2015	0.06	0.56		0.04	0.57	
2016	0.01			0.01		

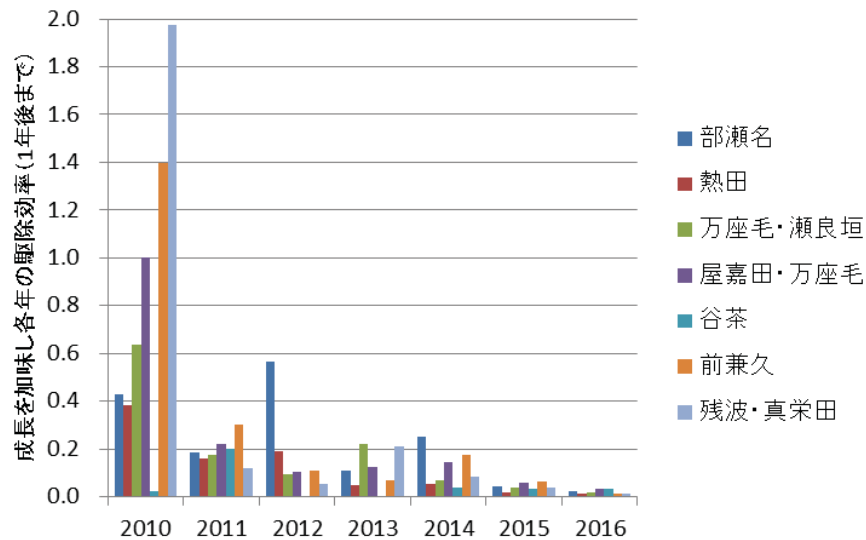


図2-3-7. 成長を加味した各年の努力量あたりの駆除数(駆除数/人・半日)(1年後まで).

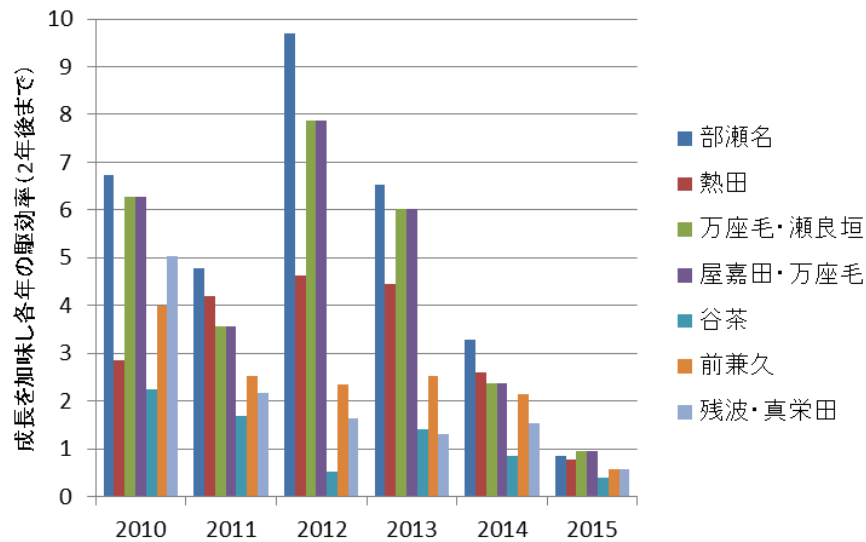


図2-3-8. 成長を加味した各年の努力量あたりの駆除数(駆除数/人・半日)(2年後まで).

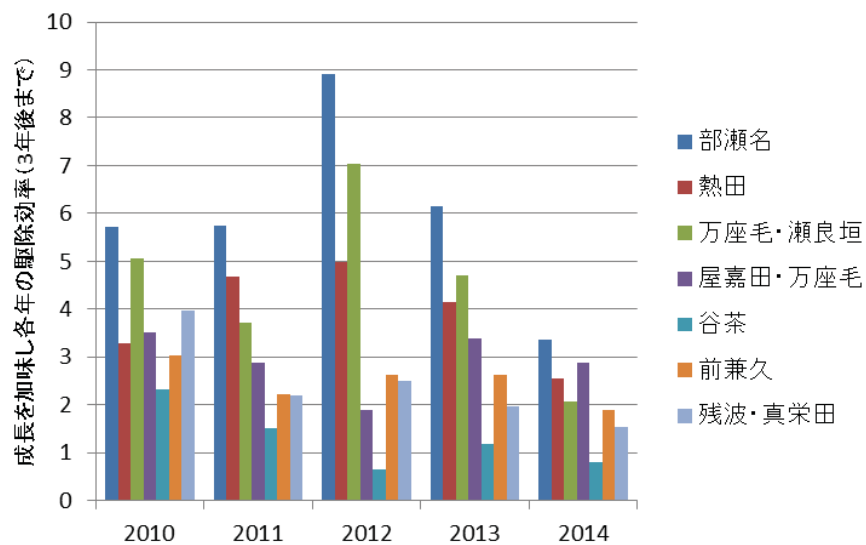


図2-3-9. 成長を加味した各年の努力量あたりの駆除数(駆除数/人・半日)(3年後まで).

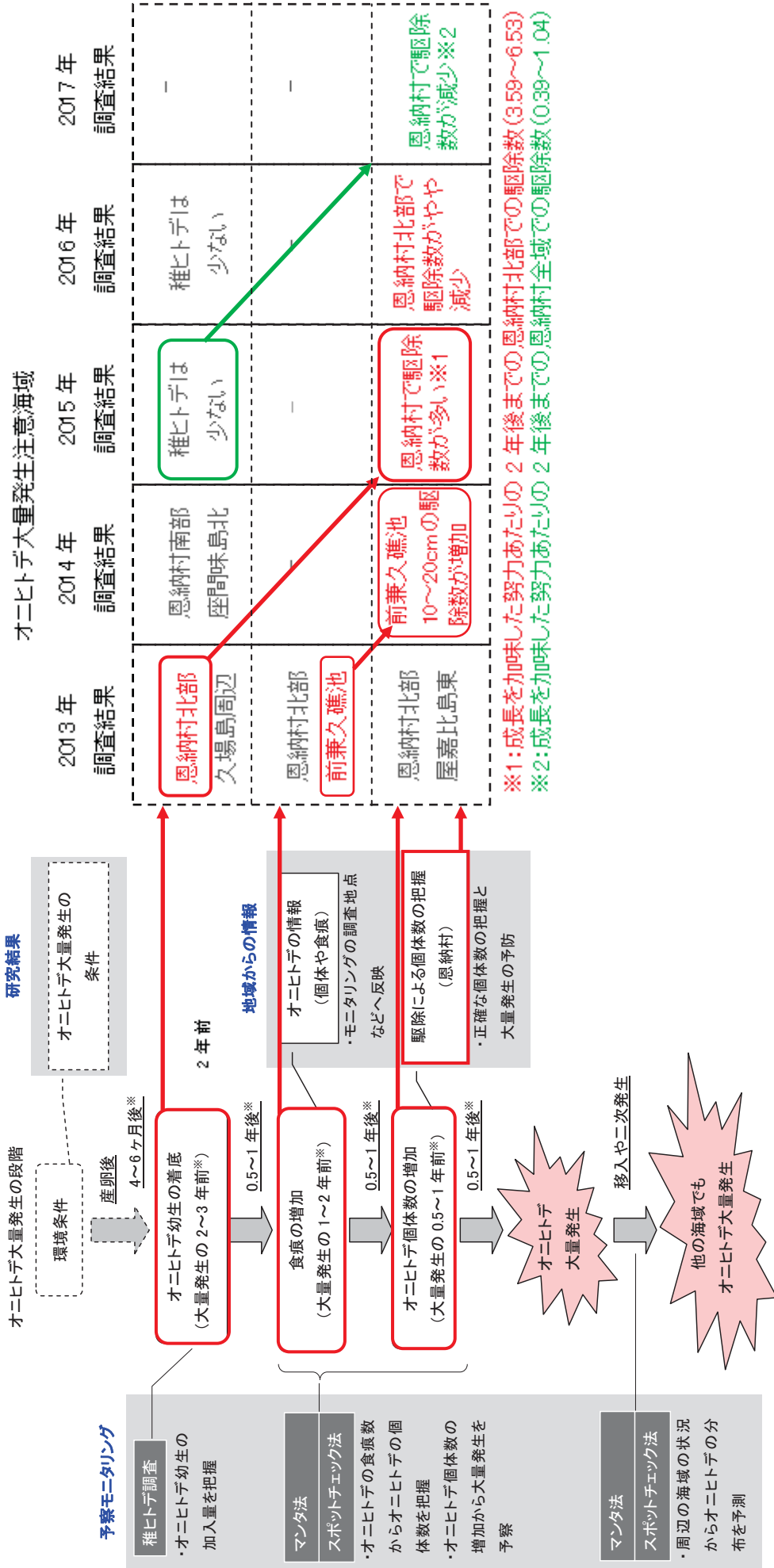
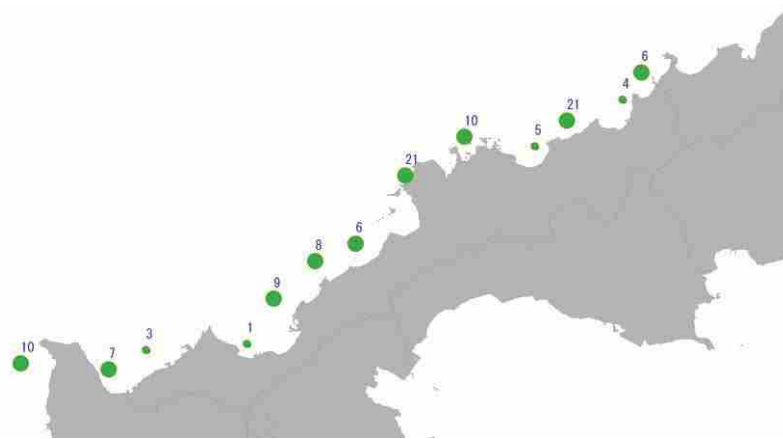


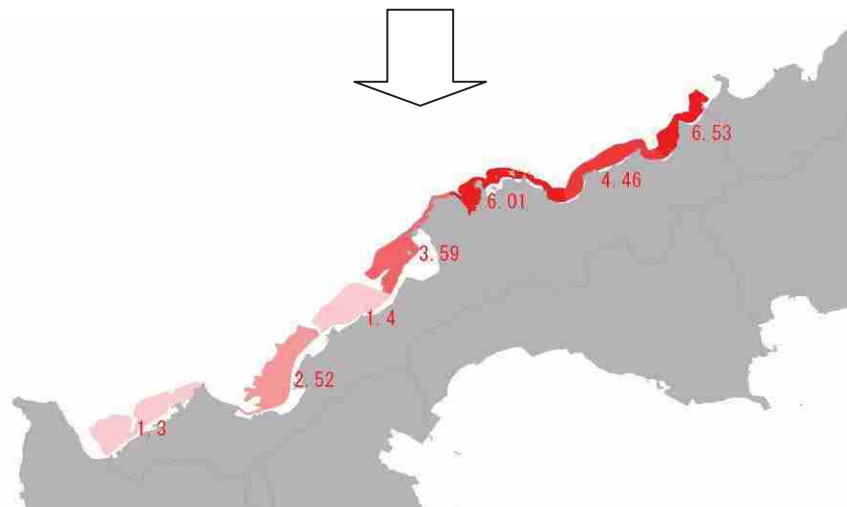
図2-3-10. モニタリングによる予察のイメージと調査結果. オニヒトデ大量発生注意海域の赤字は特に注意が必要だと考えられる海域.

※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時の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2-3-11～2-3-13に2013～2015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、オニヒトデの移動があるためなのか、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、2015年に恩納村全域で減少している点は一致している。



稚ヒトデ食痕群数（2013年）

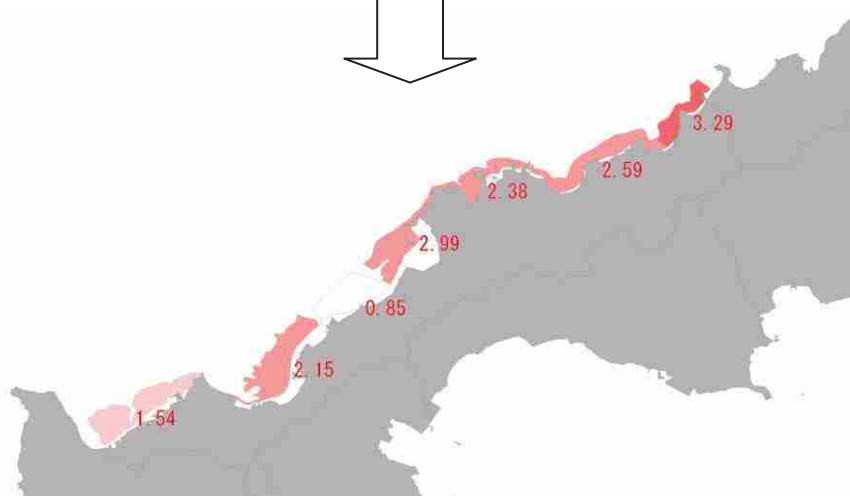
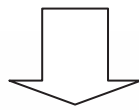


成長を加味した各年の努力量あたりの2年後までの駆除数
（駆除数/人・半日）（2013年生まれを集計）

図2-3-11. 稚ヒトデモニタリング結果と駆除数の比較.



稚ヒトデ食痕群数（2014年）

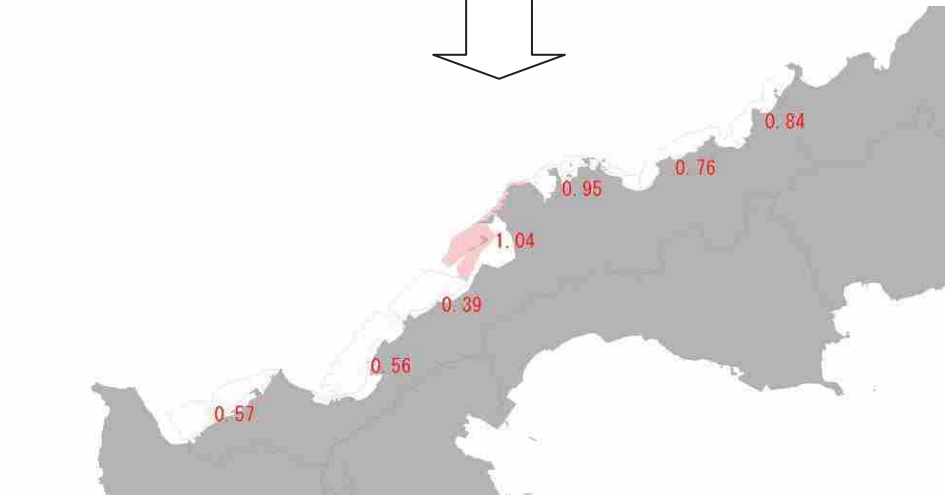
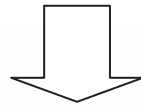


成長を加味した各年の努力量あたりの2年後までの駆除数
（駆除数/人・半日）（2014年生まれを集計）

図2-3-12. 稚ヒトデモニタリング結果と駆除数の比較.



稚ヒトデ食痕群数 (2015 年)



成長を加味した各年の努力量あたりの2年後までの駆除数
(駆除数/人・半日) (2015 年生まれを集計)

図2-3-13. 稚ヒトデモニタリング結果と駆除数の比較.

