

第2章 オニヒトデ大量発生の予察実証業務

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2-1-1）。

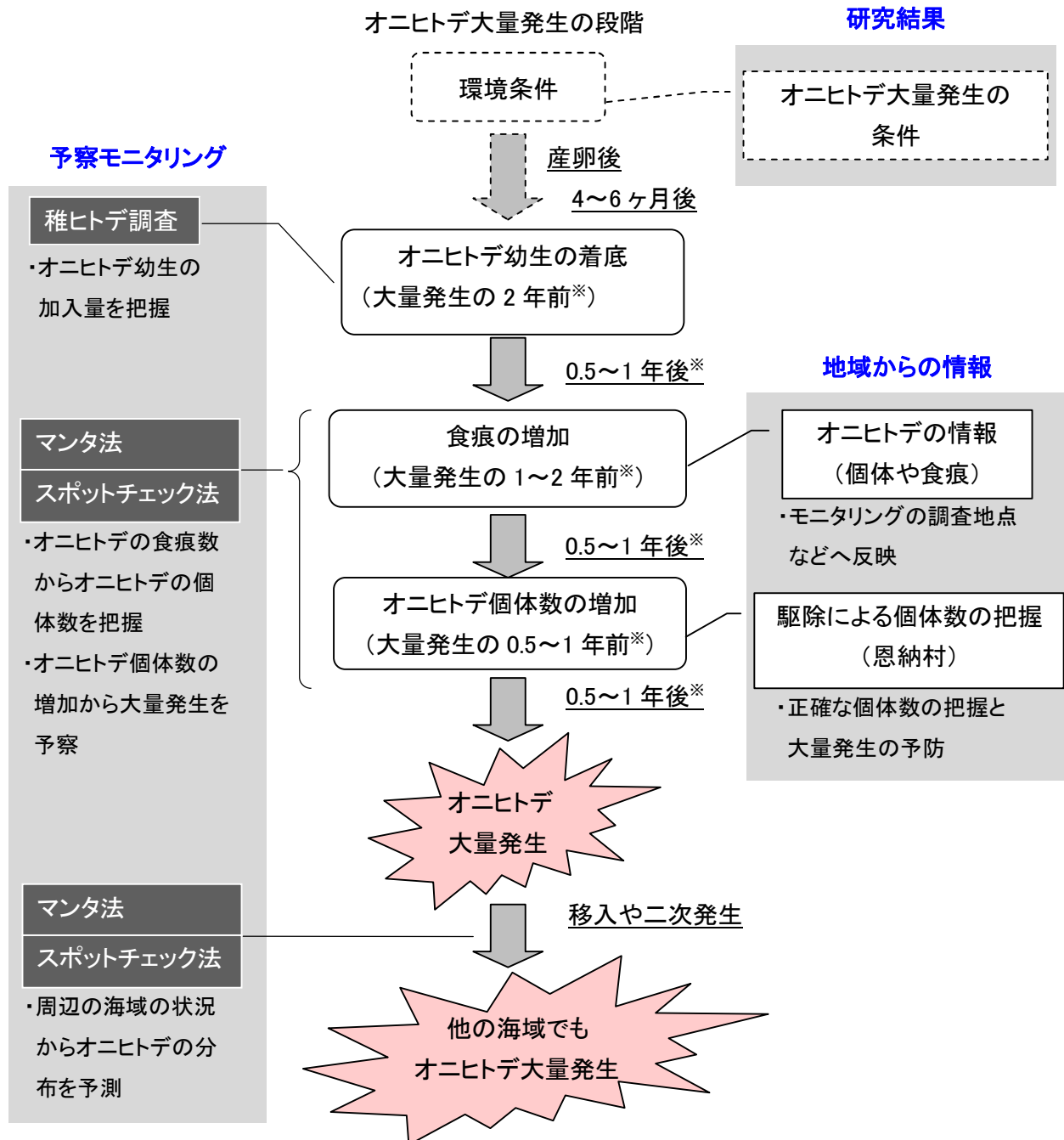


図2-1-1. モニタリングによる予察のイメージ。

※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

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 年を要する（第 3 章 7. 稚ヒトデ調査を参照）。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。

1-1. 調査方法

1-1-1. スイムカウント法

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を記録した。

*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。

1-1-2. 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	H28.10.11,26,28	H28.12.12-13	H28.11.14-16	H28.11.14-16
調査地点	16地点	10地点	14地点	12地点

1-2. 調査地点

平成27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.

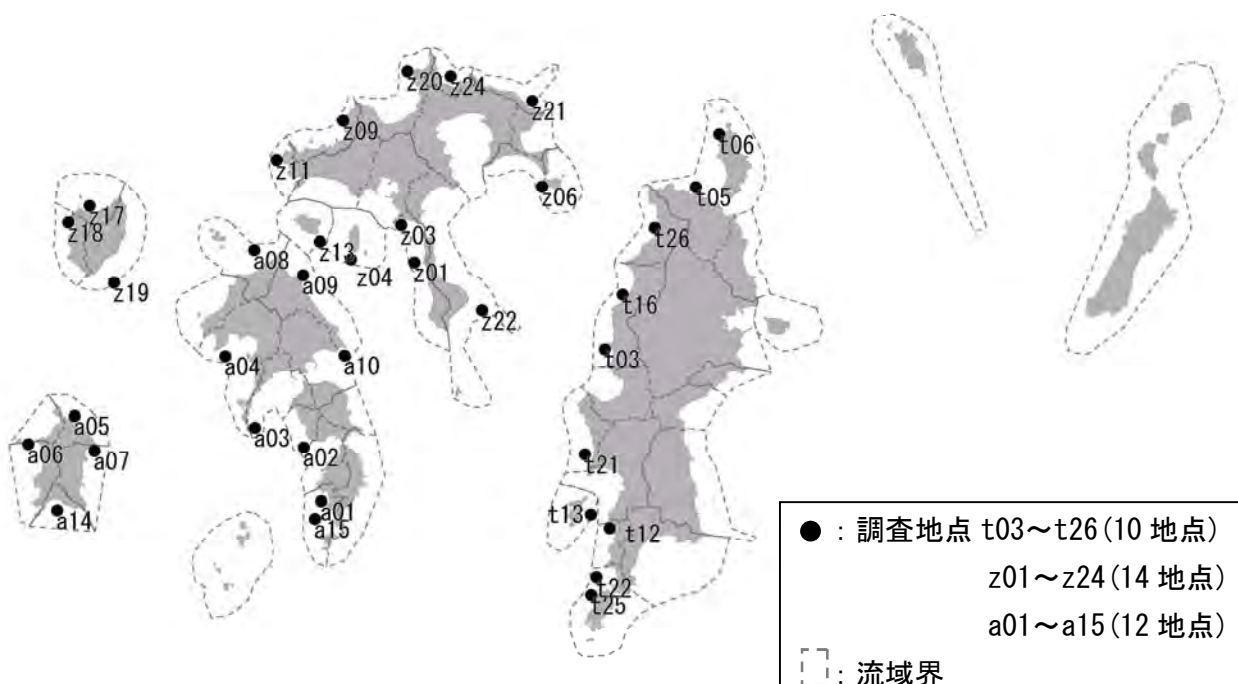


図2-1-3. 慶良間における稚ヒトモニタリングの調査地点.

1-3. 調査結果

調査結果を手法別に整理した。

1-3-1. 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0～3個であり、16地点中6地点で食痕は確認されなかった。確認された稚ヒトデは0～3個体であり、15地点中11地点で稚ヒトデは確認されなかった。

評価	食痕群数/15分間
平常	○: 0
やや注意	●: 1～5

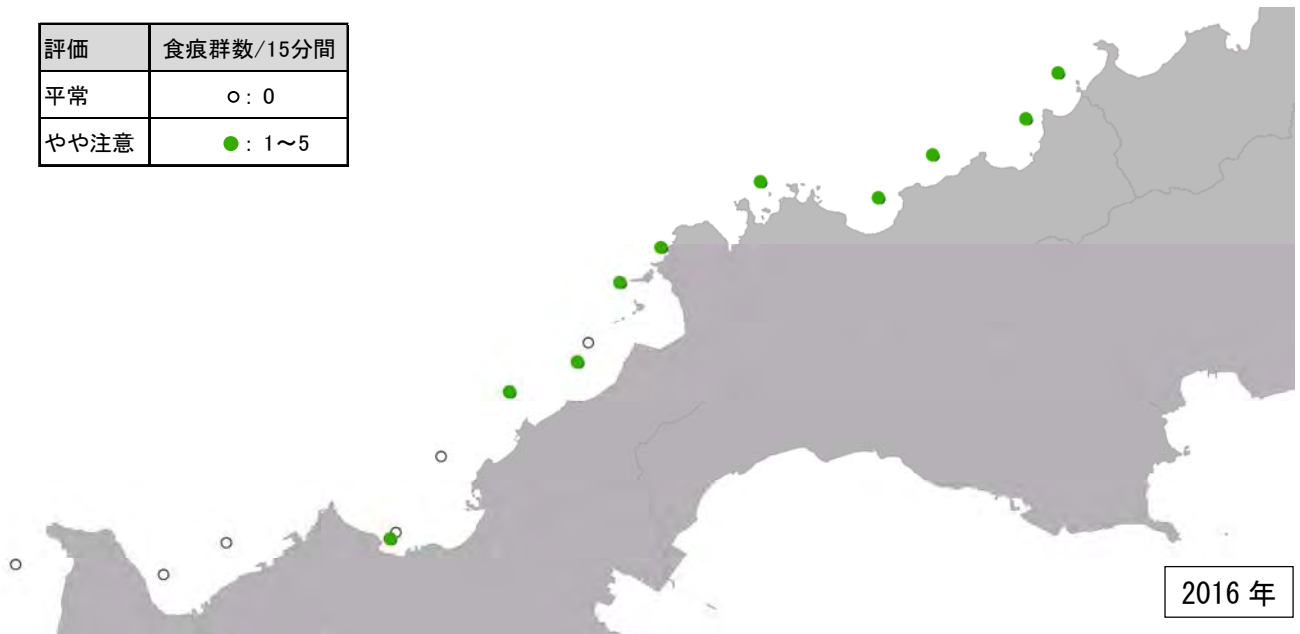


図2-1-4. 恩納村における食痕群の確認状況(2016年).

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



図2-1-5. 恩納村における稚ヒトデの確認状況(2016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0～6個であり、36地点中8地点で食痕は確認されなかった。確認された稚ヒトデは0～3個体であり、36地点中22地点で稚ヒトデは確認されなかった。

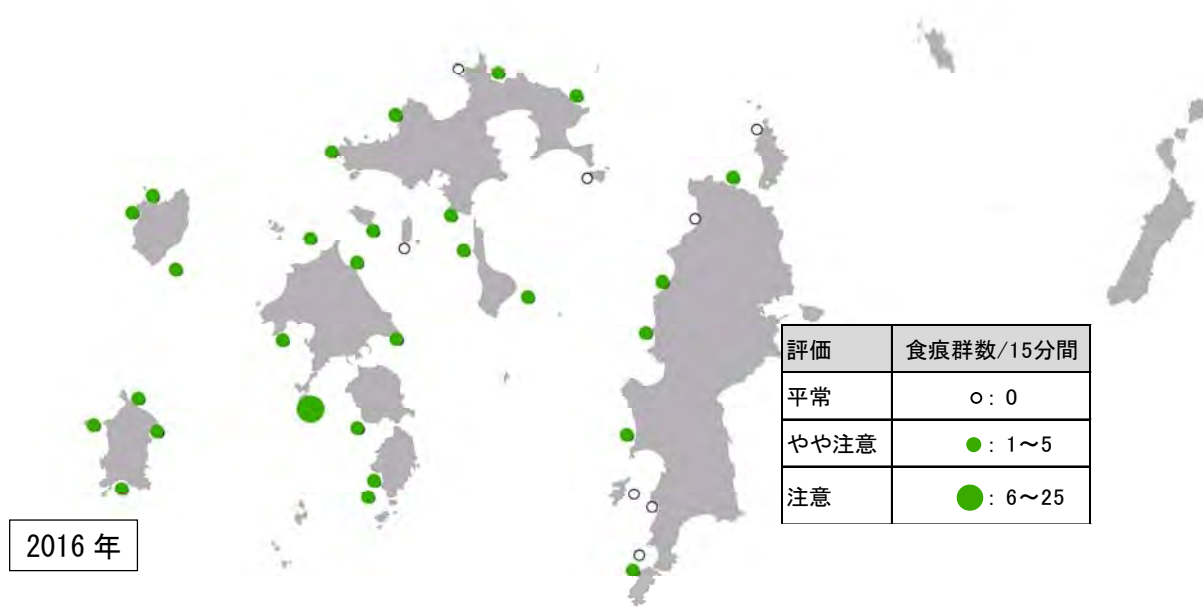


図2-1-6. 慶良間における食痕群の確認状況(2016年).

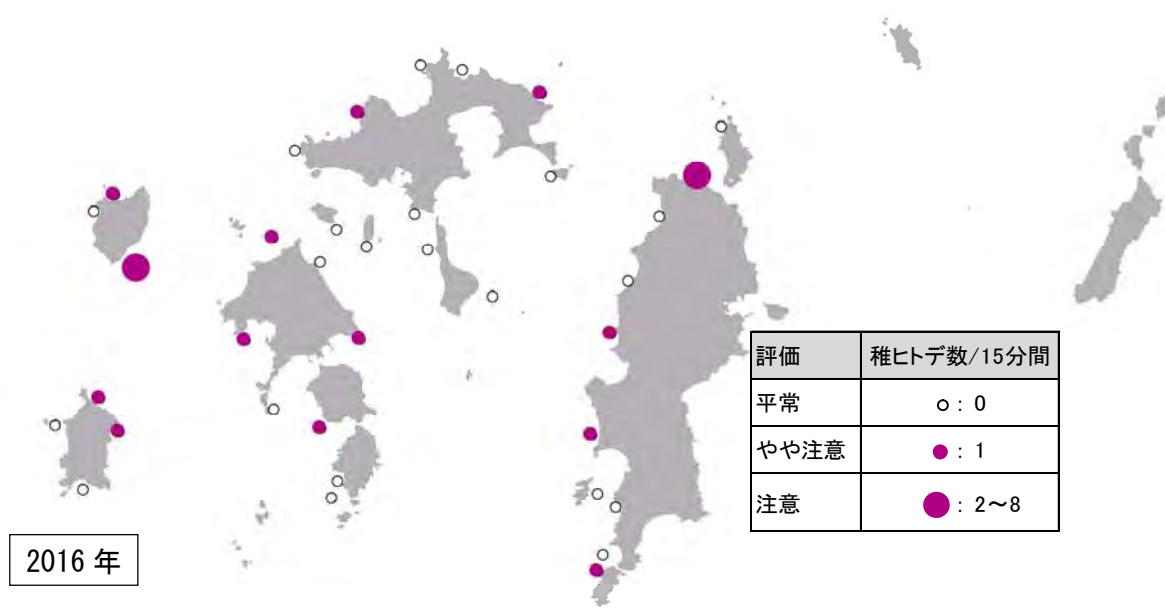


図2-1-7. 慶良間における稚ヒトデの確認状況(2016年).

1-3-2. 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、平均値では阿嘉で0.089個/m²で最も多く、次いで恩納(0.033個/m²)、座間味(0.019個/m²)、渡嘉敷(0.000個/m²)であった。稚ヒトデ確認個体数は、恩納村で最も多く(0.033個体/m²)、次いで座間味(0.019個体/m²)、渡嘉敷及び阿嘉は0.000個体/m²であった。ただし、中央値で見ると、食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数ともに、どの海域も0であった。

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	16	0.000	0.033 ± 0.027	0.000 ~ 0.267	0.000	0.033 ± 0.023	0.000 ~ 0.267
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	14	0.000	0.019 ± 0.019	0.000 ~ 0.267	0.000	0.019 ± 0.019	0.000 ~ 0.267
阿嘉	12	0.000	0.089 ± 0.050	0.000 ~ 0.533	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.

1-4. 考察

1-4-1. 過年度調査結果との比較（スイムカウント法）

海域ごとのタイムカウント法による2013年～2016年まで4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及び2016年が最も少ない傾向が見られた。他の海域は恩納村に比べると低い値であるが、恩納村同様に2015及び2016年が最も少ない傾向であった。

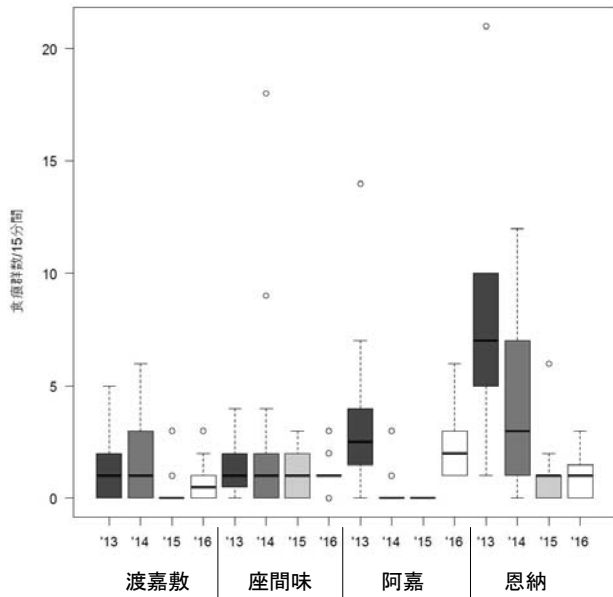


図2-1-8. 海域ごとの食痕群数。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数 $\pm 1.5 \times IQR$ 、「○」は外れ値。

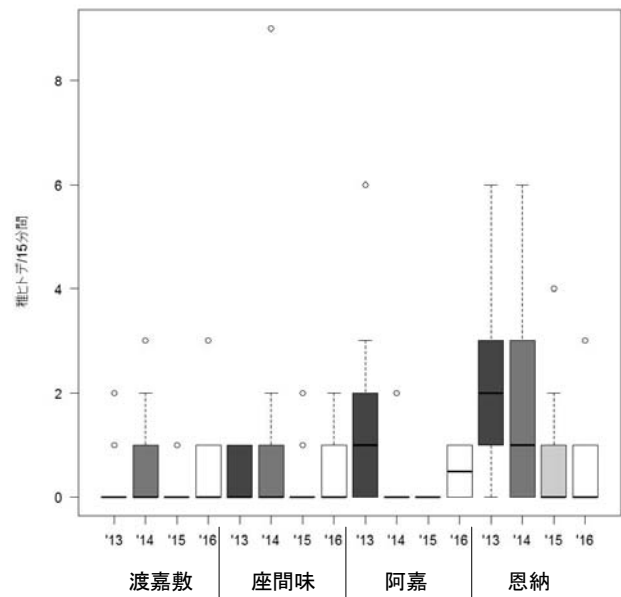


図2-1-9. 海域ごとの稚ヒトデ確認個体。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数 $\pm 1.5 \times IQR$ 、「○」は外れ値。

過年度（2013～2015年）の恩納村における食痕群数を図2-1-10に、稚ヒトデ確認個体数を図2-1-11に示す。また、慶良間における食痕群数を図2-1-12に、稚ヒトデ確認個体数を図2-1-13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、昨年度から今年度（2015年～2016年）に確認された食痕群数及び稚ヒトデは、恩納村、慶良間の各海域ともに少なかった。

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

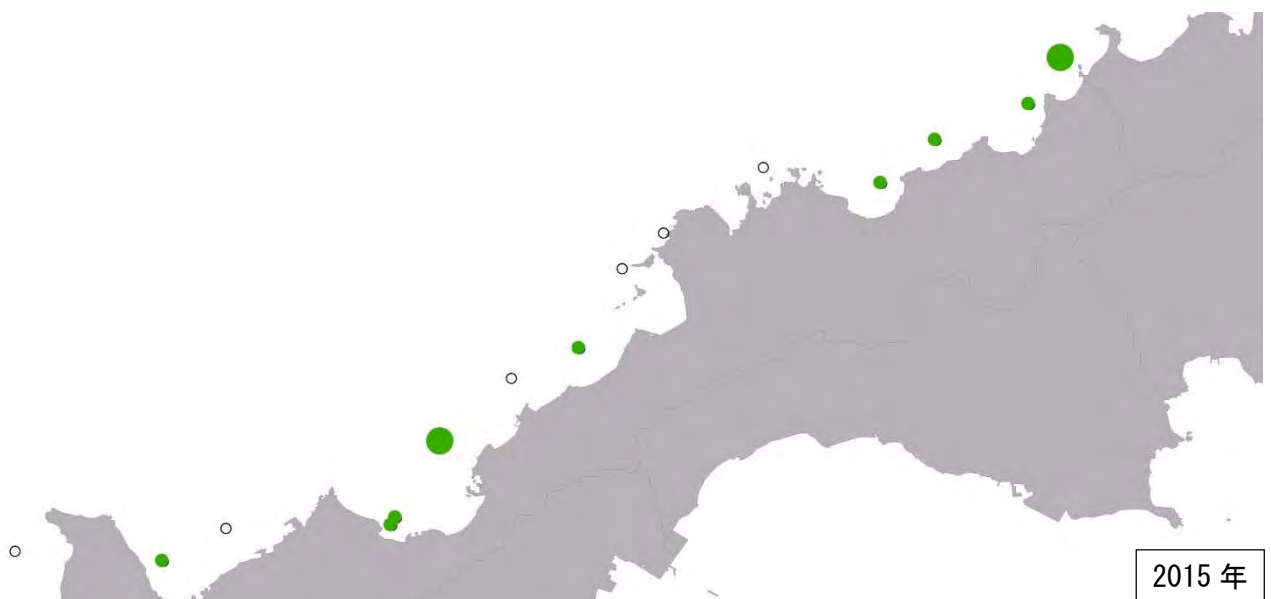
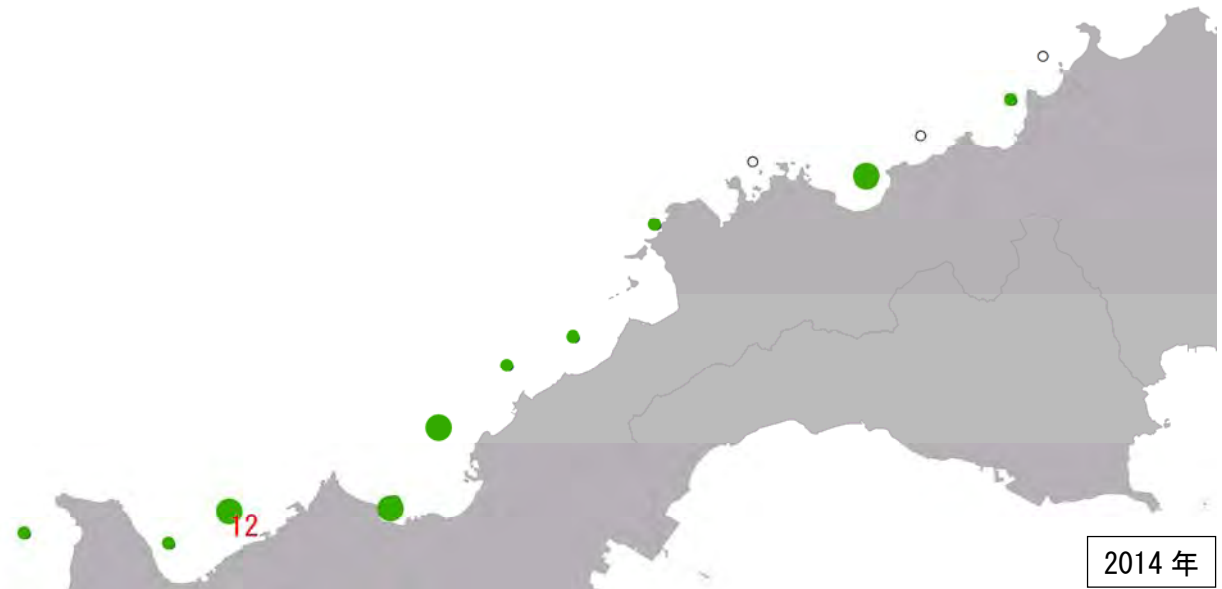
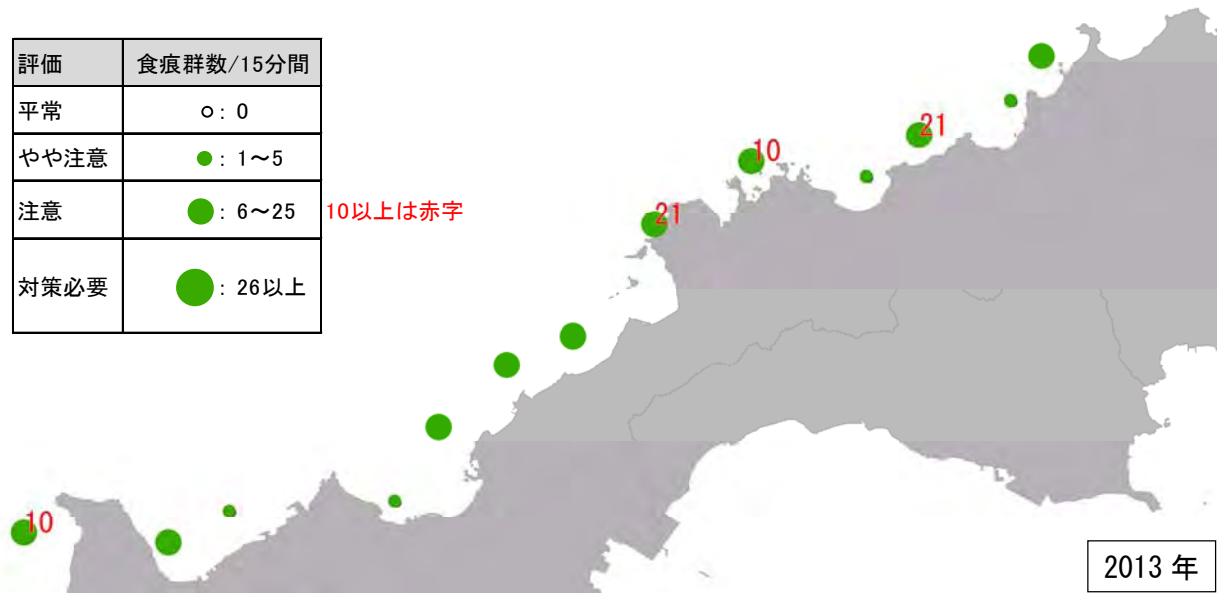


図2-1-10. 恩納村における食痕群の確認状況(2013~2015年).

評価	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

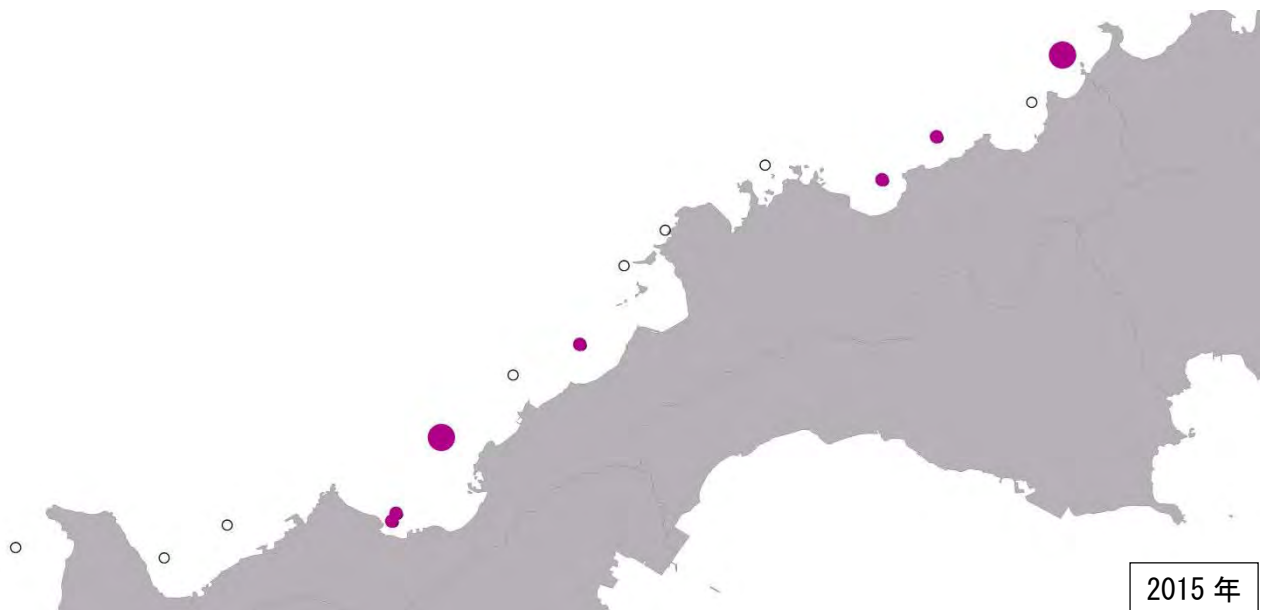
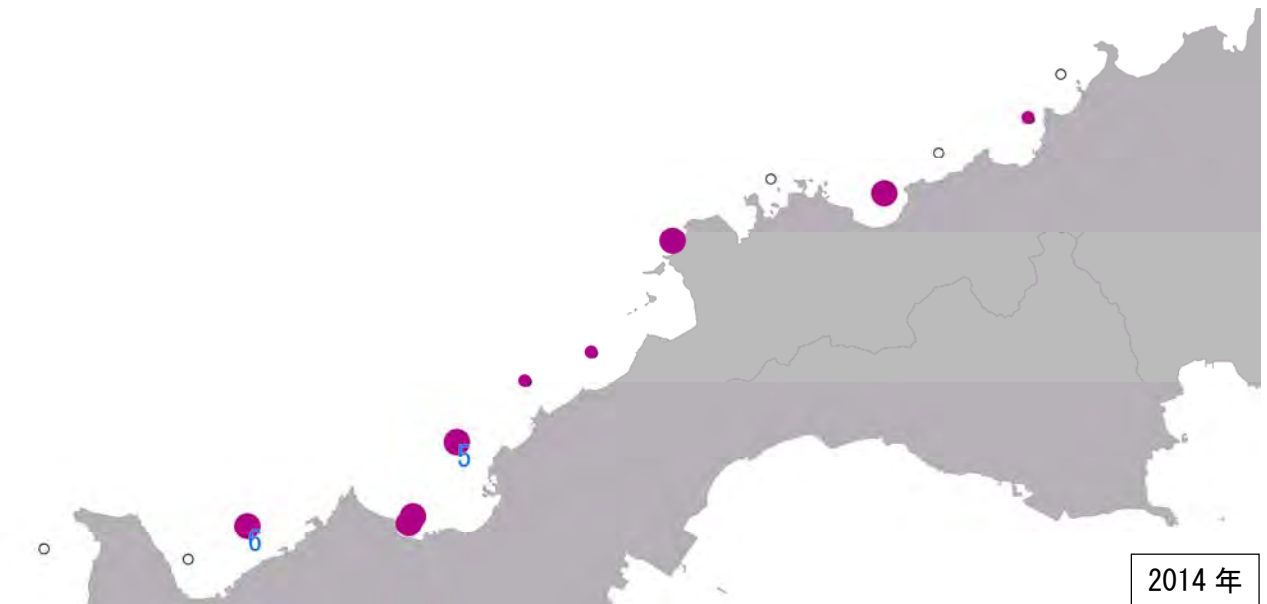
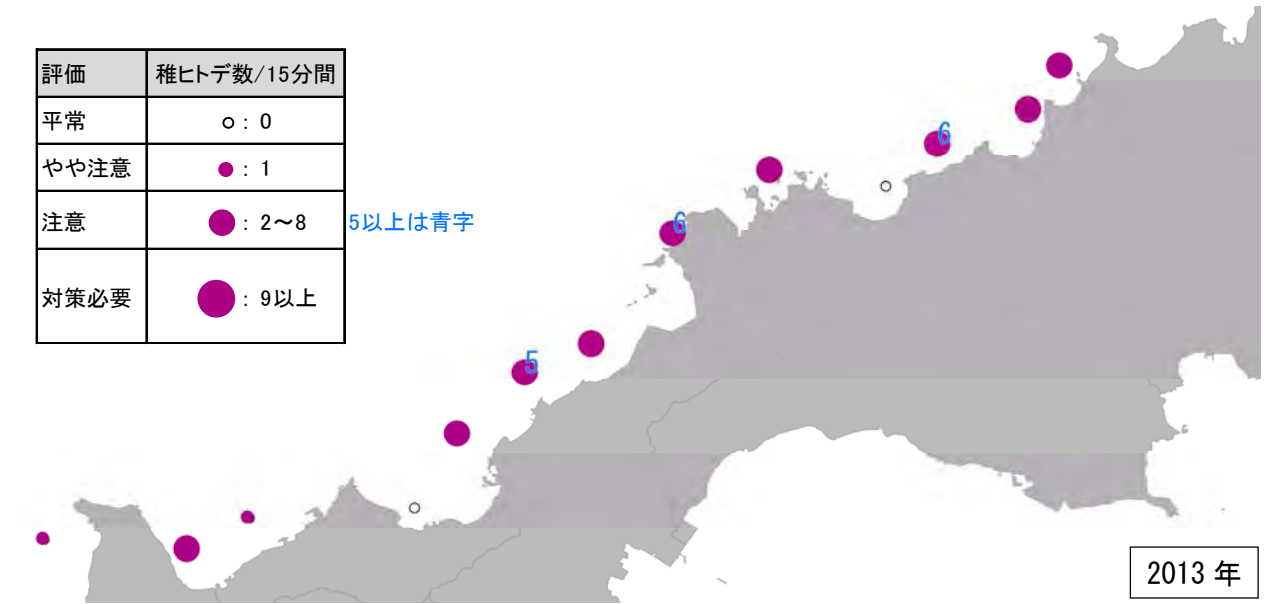


図2-1-11. 恩納村における稚ヒトデの確認状況(2013~2015年).

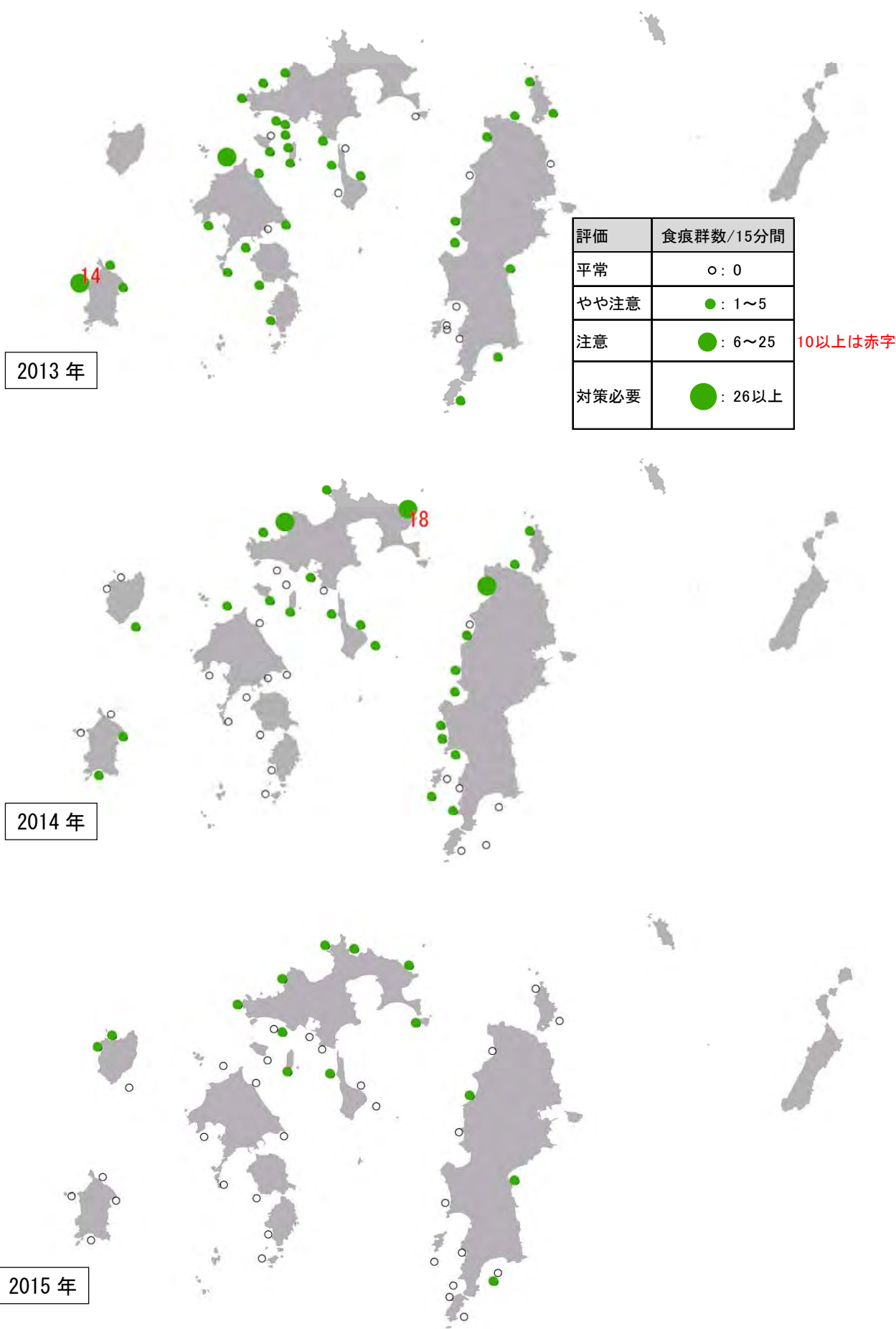


図2-1-12. 慶良間における食痕群の確認状況(2013~2015年).

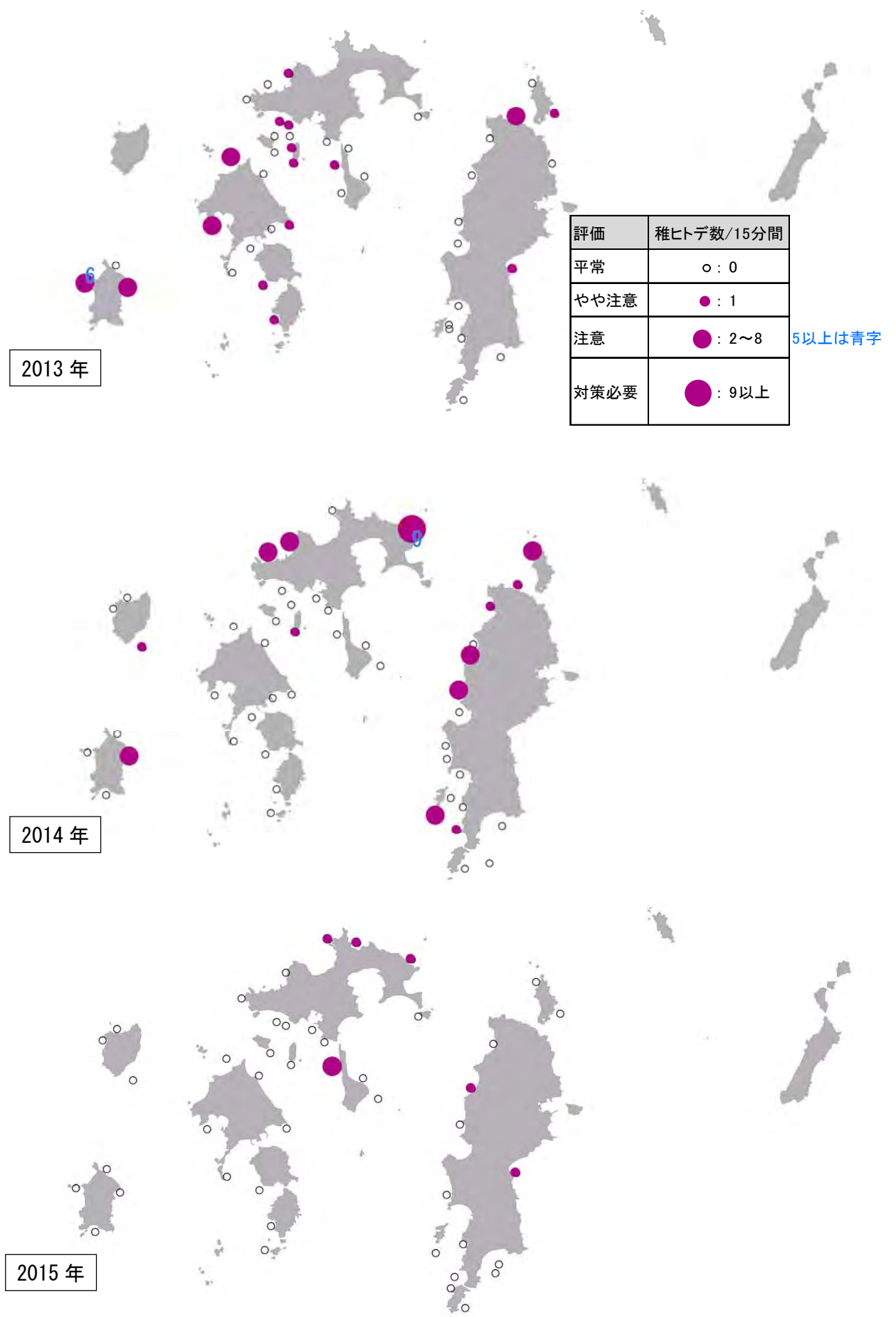


図2-1-13. 慶良間における稚ヒトデの確認状況(2013~2015年).

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 2-1-14 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～2016 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。

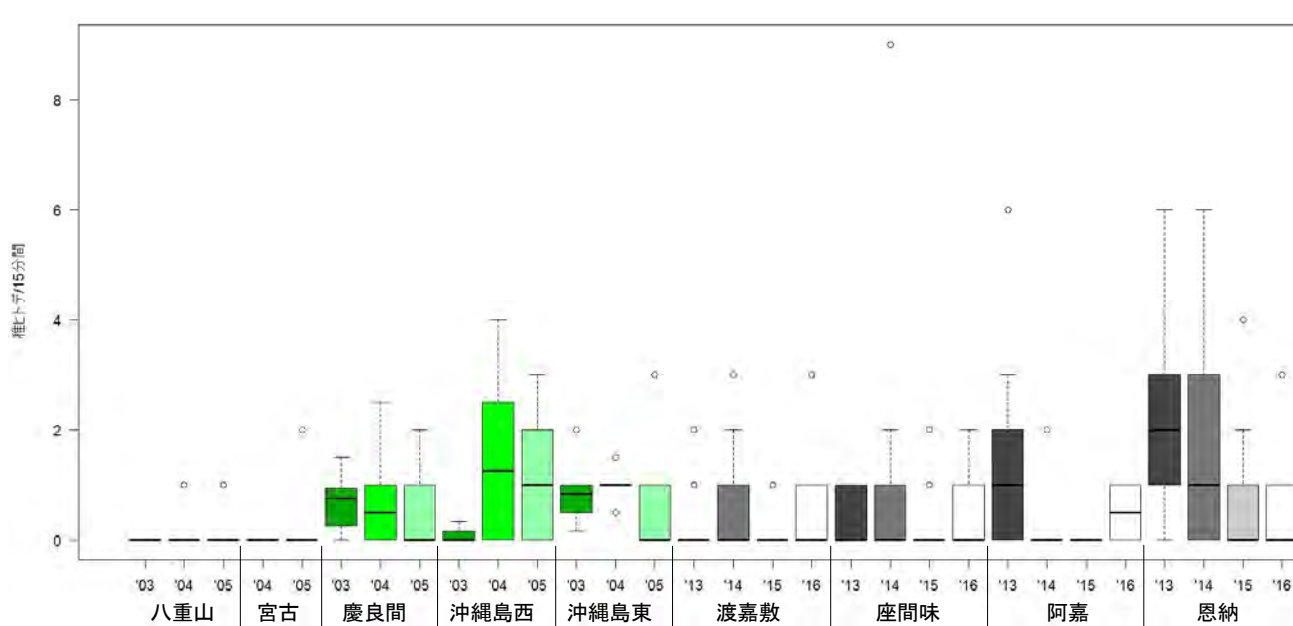


図2-1-14. 稚ヒトデ個体数の比較。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数 $\pm 1.5 \times IQR$ 、「○」は外れ値. 2003～2005 は小笠原ら(2006).

1-4-2. 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～2016年まで4年間の食痕群数を箱ひげ図で図2-1-15に、稚ヒトデ確認個体数を箱ひげ図で図2-1-16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、2016年が最も少ない傾向が見られた。他の海域は恩納村に比べると少ない値であるが、恩納村同様に2016年が最も少ない傾向であった。

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。

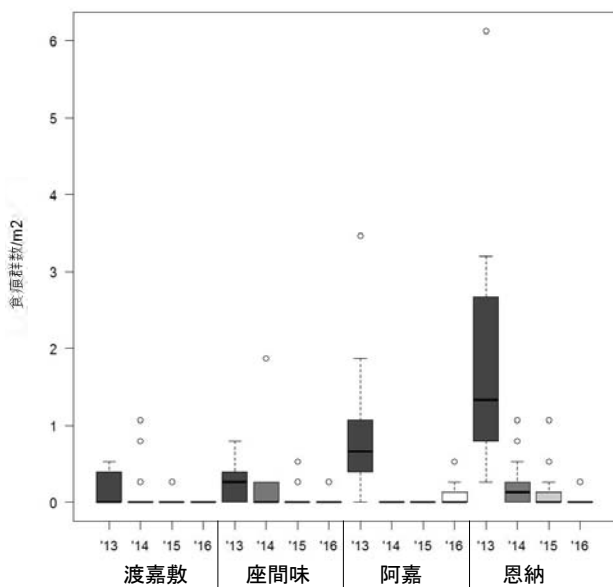


図2-1-15. 海域ごとの食痕群数。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数±1.5×IQR、「○」は外れ値.

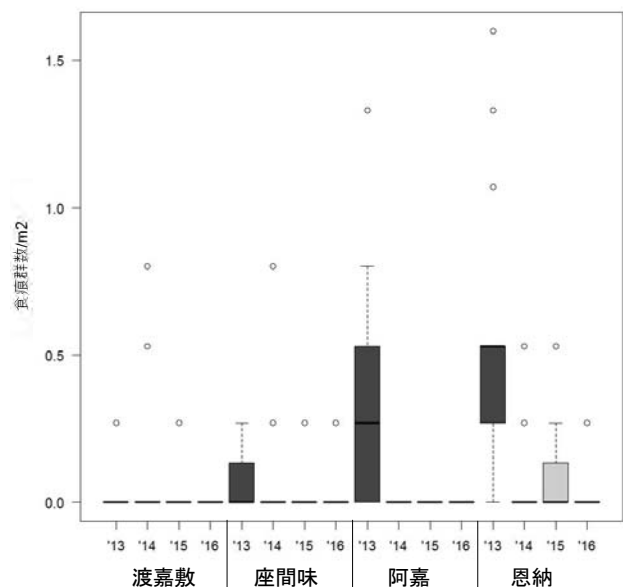


図2-1-16. 海域ごとの稚ヒトデ確認個体。「—」は中央値、ボックスは第一第三各四分位数、エラーバーは第一第三各四分位数±1.5×IQR、「○」は外れ値.

1-4-3. 稚ヒトデの調査時期について

(1) 背景

毎年、稚ヒトデの多く見つかる砂辺において、9月もしくは10月まではあまり稚ヒトデが発見されないものの、徐々に確認される稚ヒトデの数が増えるという状況が見られた。稚ヒトデの調査時期は幼生が着底後、観察可能な大きさになる10月以降とされているが、確認できる稚ヒトデの数に時期による違いがあった場合、調査結果の補正等が必要になると考える。このため、同じ地点において、10月と12月に15分間の調査を実施し、その結果を比較した。

(2) 調査方法及び調査時期

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てスイムカウント法で行った。

調査は、10月に調査を行った恩納村北部の5地点（o01～o05）、北谷町砂辺3地点、嘉手納町水釜1地点の計9地点で実施した。

表2-1-3. 調査時期.

地点	10月の調査日	12月の調査日
恩納5地点（o01～o05）	10月28日	12月19日
砂辺3地点（s01～s03）	10月6日	12月8日
水釜1地点（m01）	10月14日	12月20日

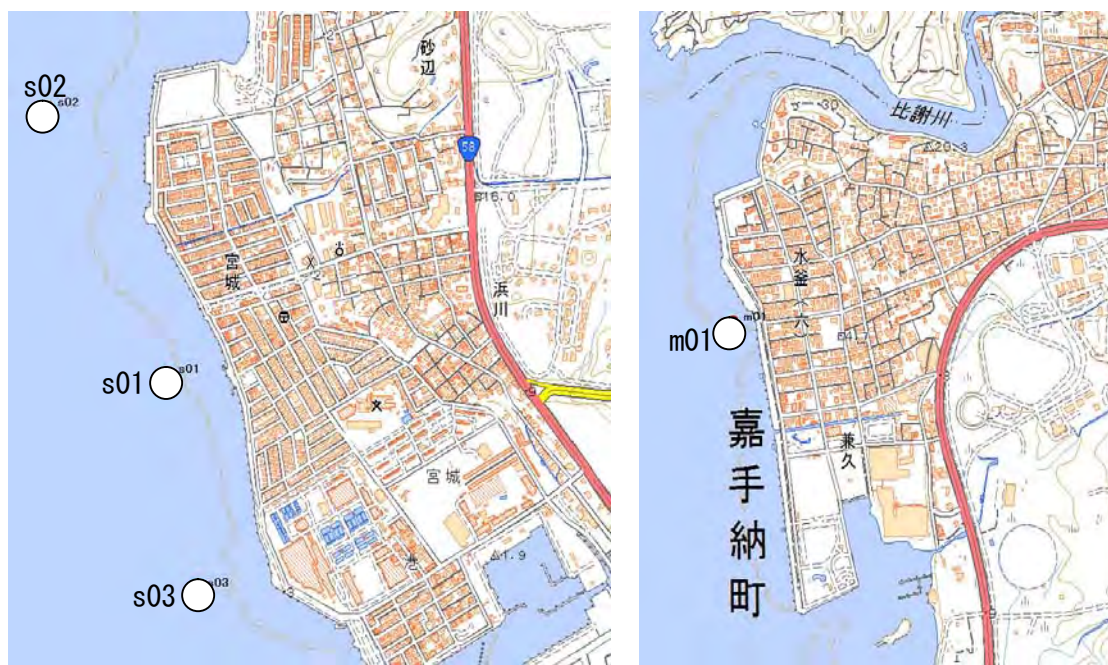


図2-1-17. 調査地点(砂辺、水釜).

※恩納村の5地点については資料3を参照

(3) 調査結果

確認した食痕群数及び稚ヒトデ数を表2-1-4に、食痕と稚ヒトデの平均直径を表2-1-5に示す。

10月に比べ12月に食痕や稚ヒトデの確認数が2個以上増加した地点は3地点(o05、s01、m01)であり、2個以上減少した地点は2地点(o01、o03)であった。

稚ヒトデが12月に増加した要因として、「10月には確認困難な大きさの稚ヒトデが12月に成長し確認できるようになった」ことや、「小さいころは陰に隠れており、その後表にでる個体が増える」ことが考えられる。

3地点のみで12月に個体数が増加した要因として、「増加した3地点の死亡率が低かった」ことや、「増加した3地点では、周辺から稚ヒトデが移動した」ことが考えられる。また、変化無しもしくは減少した地点は、10月調査時の稚ヒトデの未確認数とその後の死亡数が同程度、もしくは死亡数が多いためと考える。

変化無しもしくは減少した地点は9地点中6地点と大勢を占めるため、10月の調査時期も妥当と考える。しかしながら、増加した地点では稚ヒトデの確認数は1.7~3倍に増加していることから、平均直径6~7mmの時期(2016年は10月)の調査は、過小評価している地点もあることに注意を促す必要がある。

表2-1-4. 食痕群数及び稚ヒトデ数.

地点名	食痕群数			稚ヒトデ数			
	10月	12月	増減	10月	12月	増減	
恩納	o01	3	0	0.0	0	0	-
	o02	1	1	1.0	0	0	-
	o03	3	0	0.0	3	0	0.0
	o04	1	0	0.0	0	0	-
	o05	1	5	5.0	1	3	3.0
砂辺	s01	3	14	4.7	3	7	2.3
	s02	2	1	0.5	1	1	1.0
	s03	2	2	1.0	2	2	1.0
水釜	m01	6	18	3.0	6	10	1.7

2以上の増加
 2以上の減少

表2-1-5. 食痕及び稚ヒトデの平均直径.

地点名	食痕サイズ			稚ヒトデサイズ			
	10月	12月	増減	10月	12月	増減	
恩納	o01	5.7	-	-	-	-	-
	o02	6.0	8.0	2.0	-	-	-
	o03	5.0	-	-	6.8	-	-
	o04	6.0	-	-	-	-	-
	o05	6.0	7.4	1.4	6.9	12.2	5.3
砂辺	s01	3.5	7.3	3.8	5.9	10.6	4.7
	s02	3.5	7.0	3.5	6.7	11.0	4.3
	s03	4.5	9.5	5.0	5.8	13.5	7.7
水釜	m01	5.8	8.7	2.8	10.4	12.5	2.1

(4) 考察：過年度データとの比較及び稚ヒトデ調査の適期について

過年度に行われた調査の時期を表2-1-6に、稚ヒトデ直径を図2-1-18に示す。

過年度10月に調査を行ったのは、モデル海域（恩納、慶良間）では、2014年の慶良間の一部の地点、2015年の恩納及び阿嘉、2016年の恩納のみであり、概ねの調査は11～12月に行っている（表2-1-6）。

砂辺や水釜を含めても、これまでに3mm以下の稚ヒトデはこれまでにほとんど確認されておらず（図2-1-18）、3mm以下の稚ヒトデが含まれると想定される10月の調査結果は過小評価されている可能性がある。

ただし、過年度のモデル海域で行った調査は概ね11月以降に行っており、また今年10月に調査を行った恩納村では12月に再調査を行った結果、大きな差のある地点は少ないことを確認している。このことから、調査結果について補正処理は必要としないと判断している。

表2-1-6. モデル海域における稚ヒトデ調査時期の比較.

	10月	11月	12月
2013		0:11/7-8 Z:11/14-16 T:11/26-28 A:11/26-28	0:12/6
2014	*T:10/22, 23 *Z:10/19, 21 *A:10/27, 28	0:11/21, 23, 24 T:11/17 Z:11/16-17 A:11/19-21	T:12/19-21 Z:12/19-20
2015	0:10/27, 29, 30 A:10/29-31		T:12/12-14 Z:12/13-15
2016	0:10/11, 26, 28	Z:11/14-16 A:11/14-16	T:12/12-13

0：恩納、T：渡嘉敷、A：阿嘉、Z：座間味

*2～3地点のみ

ただし、今後の稚ヒトデモニタリングの実施時期について、下記のとおり提言したい。

- ・稚ヒトデモニタリングは11～12月*が適しており、特に稚ヒトデの平均直径が10mmを超える12月が最適である。
- ・10月は稚ヒトデの平均直径は5～6mm*と小さいため、モニタリングを実施するにはやや早い。この時期の結果には見落としも含まれることに留意する。

*沖縄島周辺での大きさであり、宮古や石垣では1ヶ月程度早くなると推測する

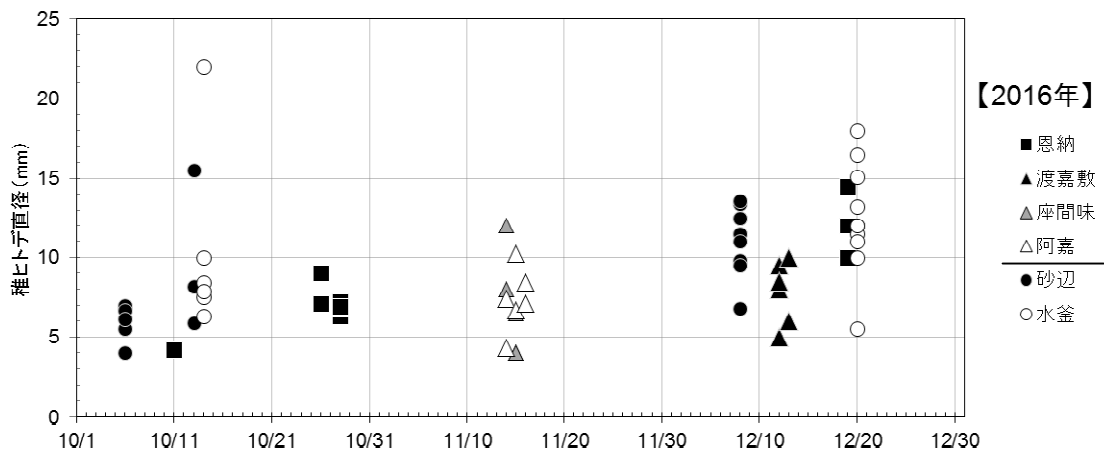
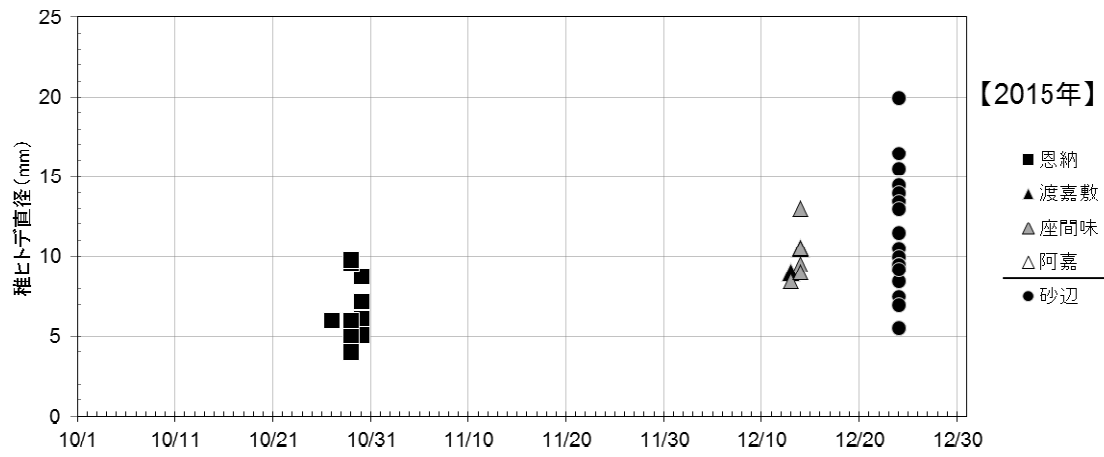
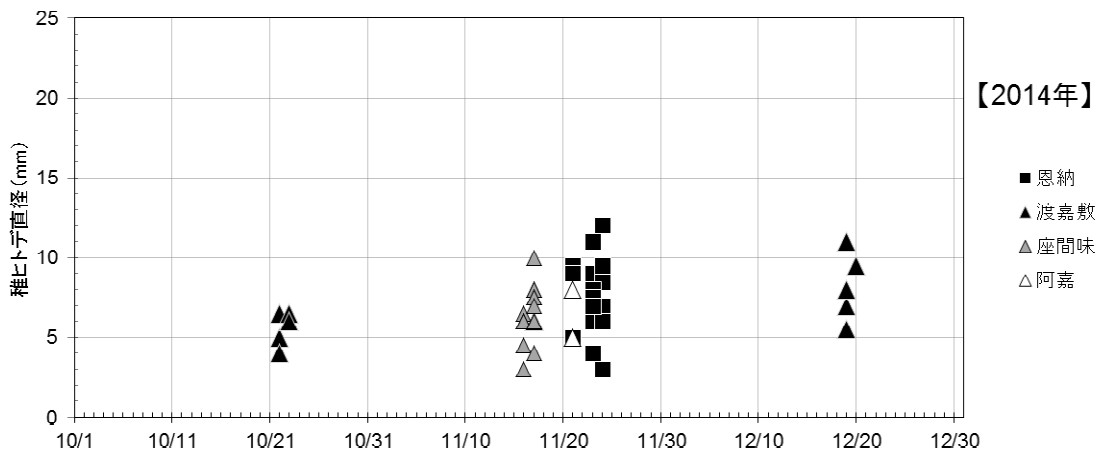
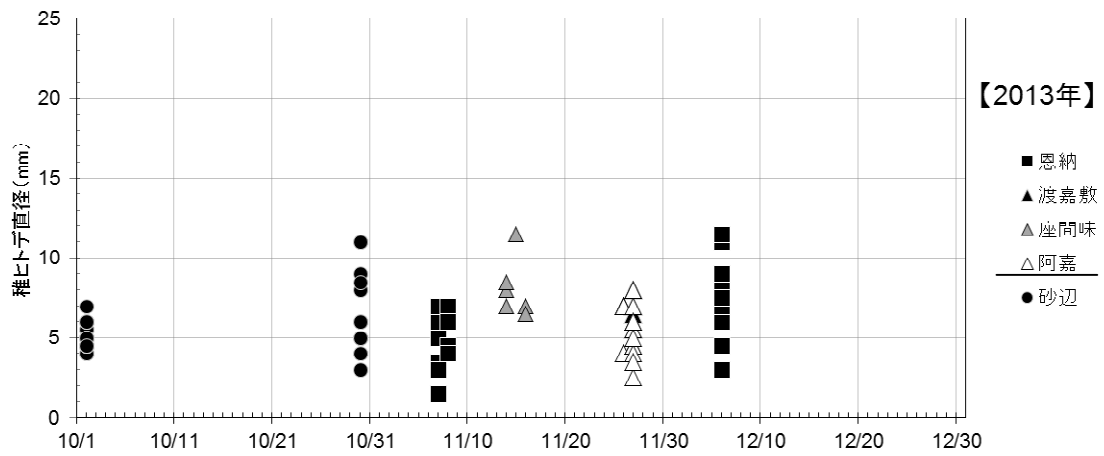


図2-1-18. 稚ヒトデ調査時期と稚ヒトデ直径.

参考資料：調査研究における稚ヒトデ・食痕群の確認時期と密度

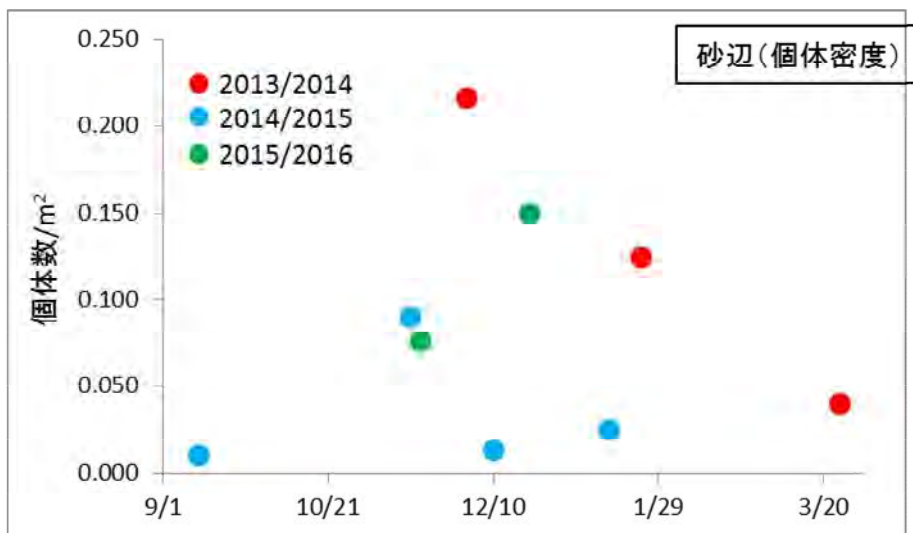
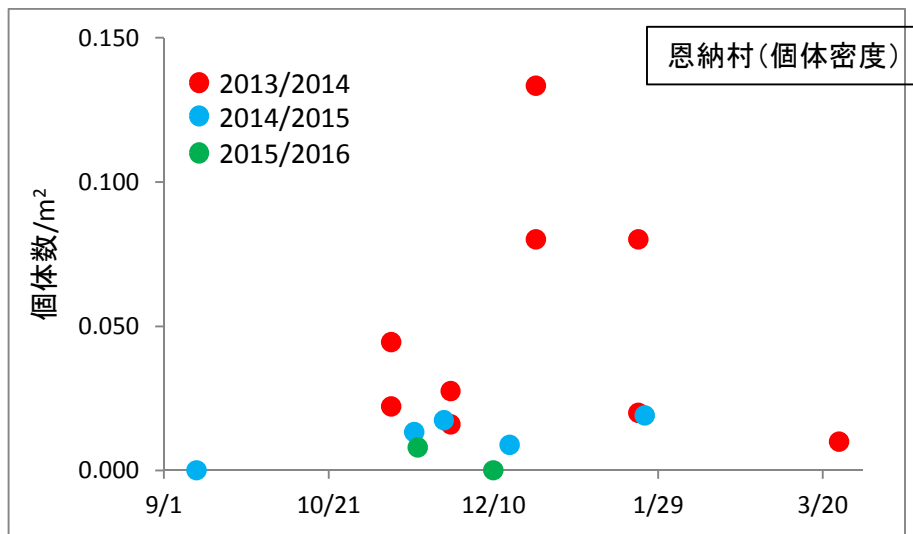


図2-1-19. 稚ヒトデ確認時期と密度.

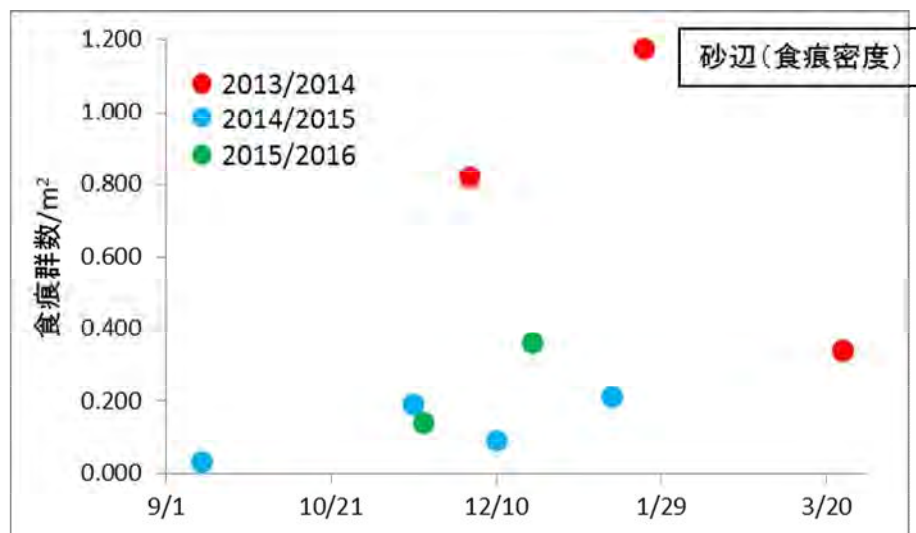
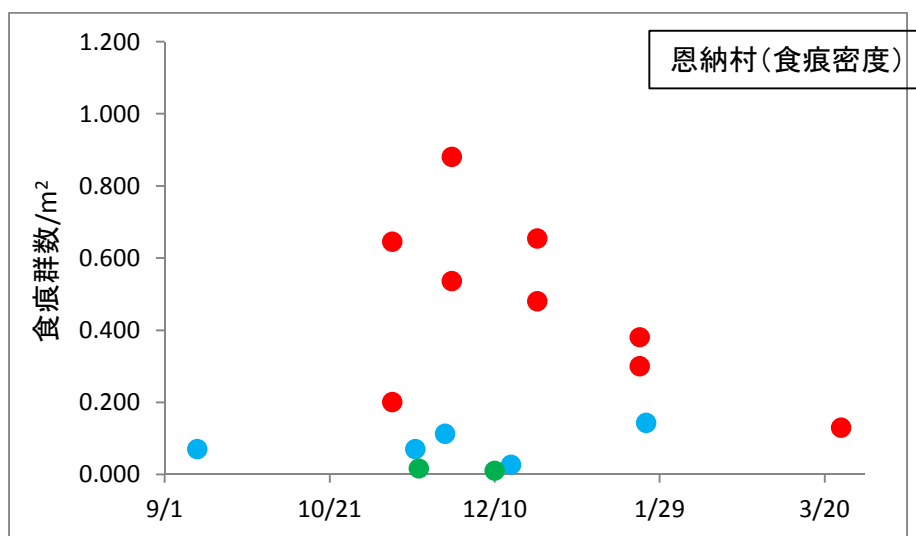


図2-1-20. 食痕群の確認時期と密度.

1-4-4. 2013年に稚ヒトデが多かった要因について（降水量、台風、吹送流）

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。

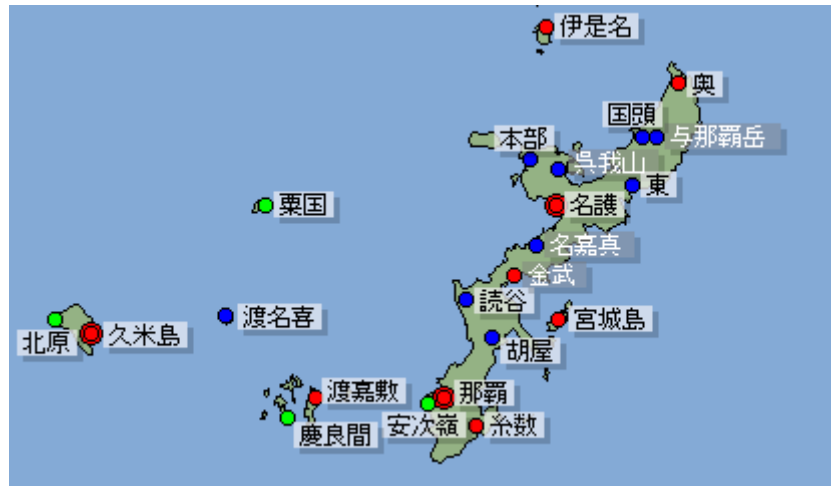


図2-1-21. 気象台観測所位置図.

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

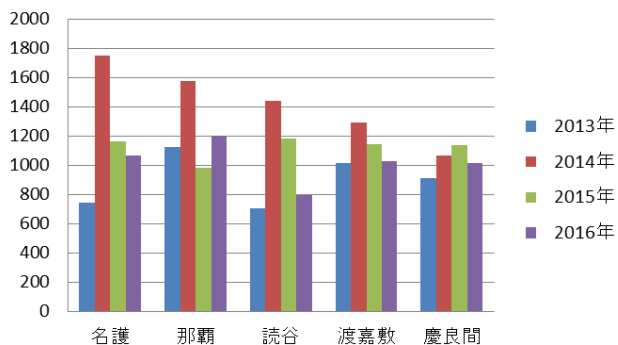
(1) 降水量

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。

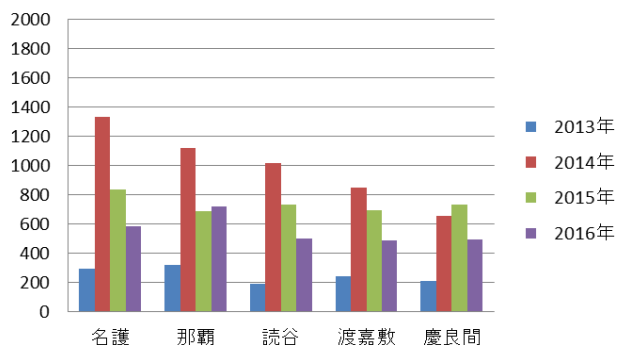
しかし、2013年の4~8月の合計の降水量は2014~2016年に比べ少なく、6~8月の合計で見ると特に少なかった(図2-1-22)。月別にみると、2013年の5月の降水量は2014~2016年に比べ多いが、逆に2013年の6~8月の降水量は2014~2016年に比べ少なく、特に7月の降水量は少なかった。

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と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る。

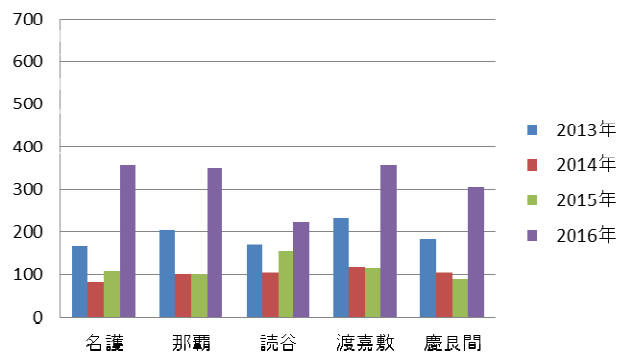
4～8月(合計)



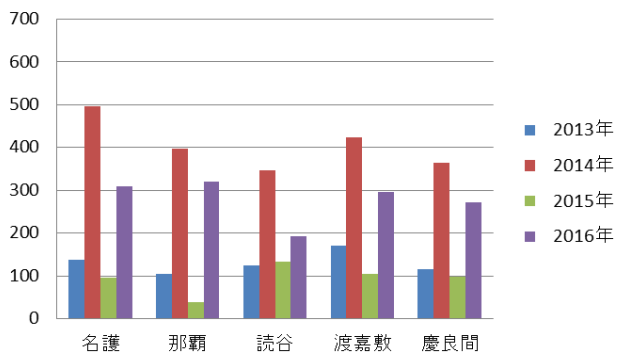
6～8月(合計)



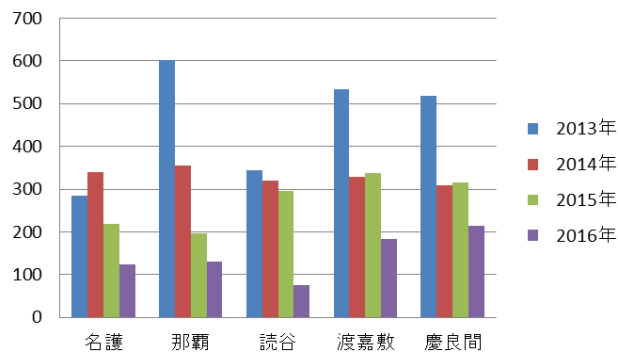
4月(合計)



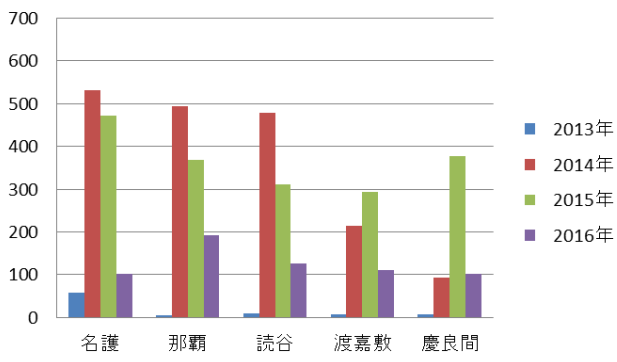
6月(合計)



5月(合計)



7月(合計)



8月(合計)

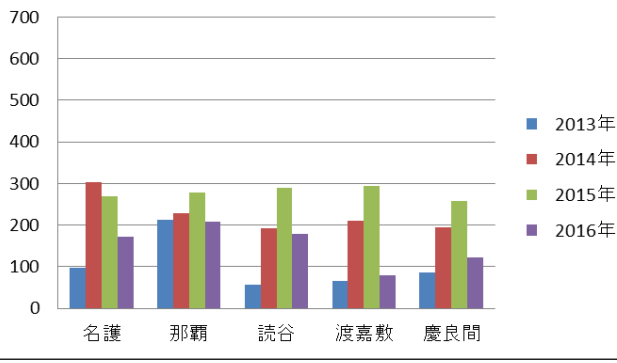


図2-1-22. 各観測所における4～8月の降水量(mm).

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/>

(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2-1-7に示す。また、各観測所の気圧と風速を表2-1-8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年までのデータで見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ていた。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。

しかし、2016年は各地点ともに0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。

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、台風の接近数のみでオニヒトデ幼生が多く定着する条件ではないことから、今後の研究事業においてさらに詳細に検討を進めたい。

表2-1-7. 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	
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	
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	

1. 各地への接近: 台風の中心が沖縄気象台、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2-1-8. 気圧と風速(6~8月).

年	月	名護					那覇					久米				
		最低海面気圧		最大瞬間風速		最大風速	最低海面気圧		最大瞬間風速		最大風速	最低海面気圧		最大瞬間風速		最大風速
		(hPa)	(m/s)	風向	(m/s)	風向	(hPa)	(m/s)	風向	(m/s)	風向	(hPa)	(m/s)	風向	(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	南南東	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	西	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

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。

(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（2016年）のデータも含め、日別最多風向の頻度を整理した（図2-1-23）。2016年は、南西の風が多いという特徴は見られなかった。

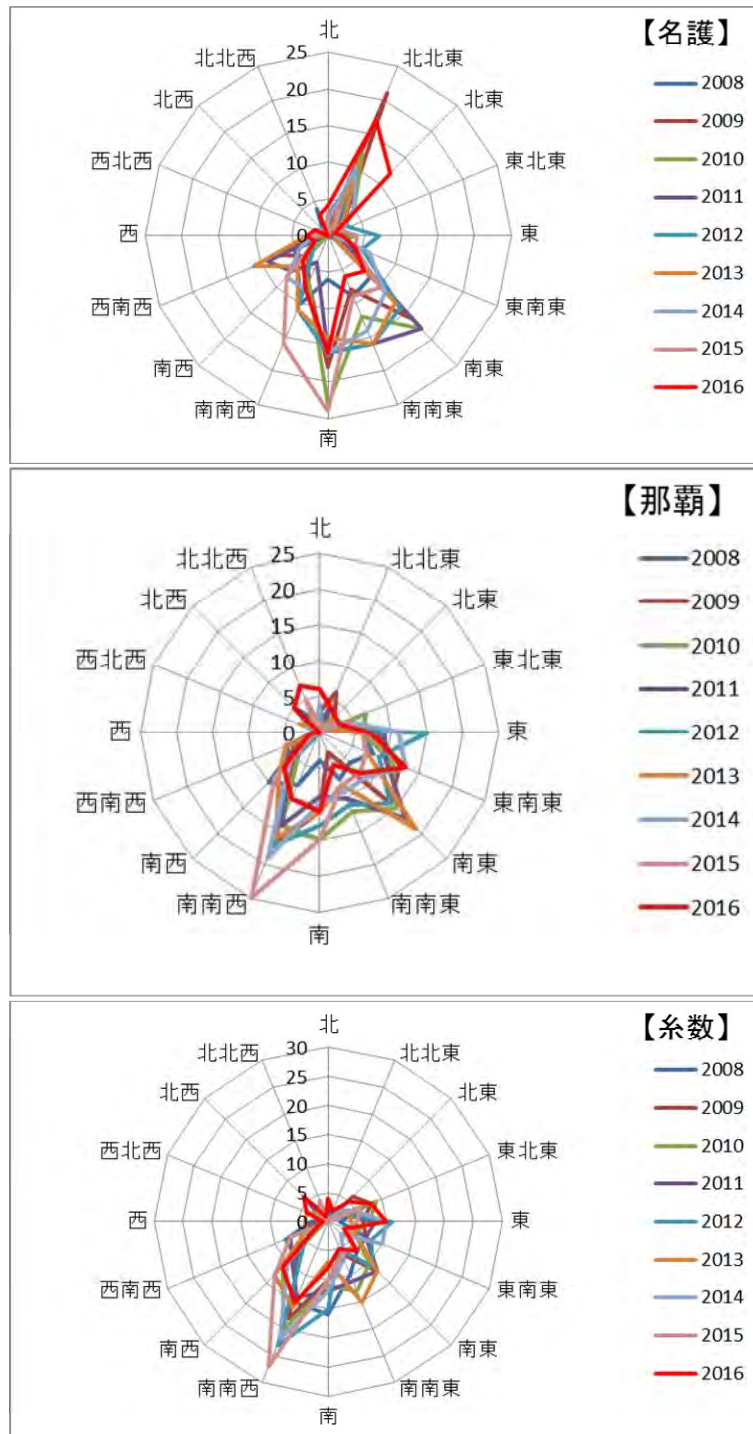


図2-1-23. 近年のデータが整理されている地点の6~8月の日別最多風向の頻度（名護、那覇、糸数）.

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2-1-9、図2-1-24）。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2-1-10、図2-1-25）。

本事業で稚ヒトデ調査を行っている2013～2016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。7月はオニヒトデ幼生が着底する可能性がある月であり、2013年7月に南西成分の風速が大きかったことは、オニヒトデ幼生の着底と稚ヒトデ個体数を関係づける重要なデータかもしれない。

今後はこれらの条件等を研究事業との連携により、『何年後の大量発生につながるのか』、『サンゴなどの餌資源』、『気象条件（水質、海象など）』などの要因との関連について解析を行い、大量発生の予察向上を行う。

<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2-1-9. 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	-	-	-	-

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。

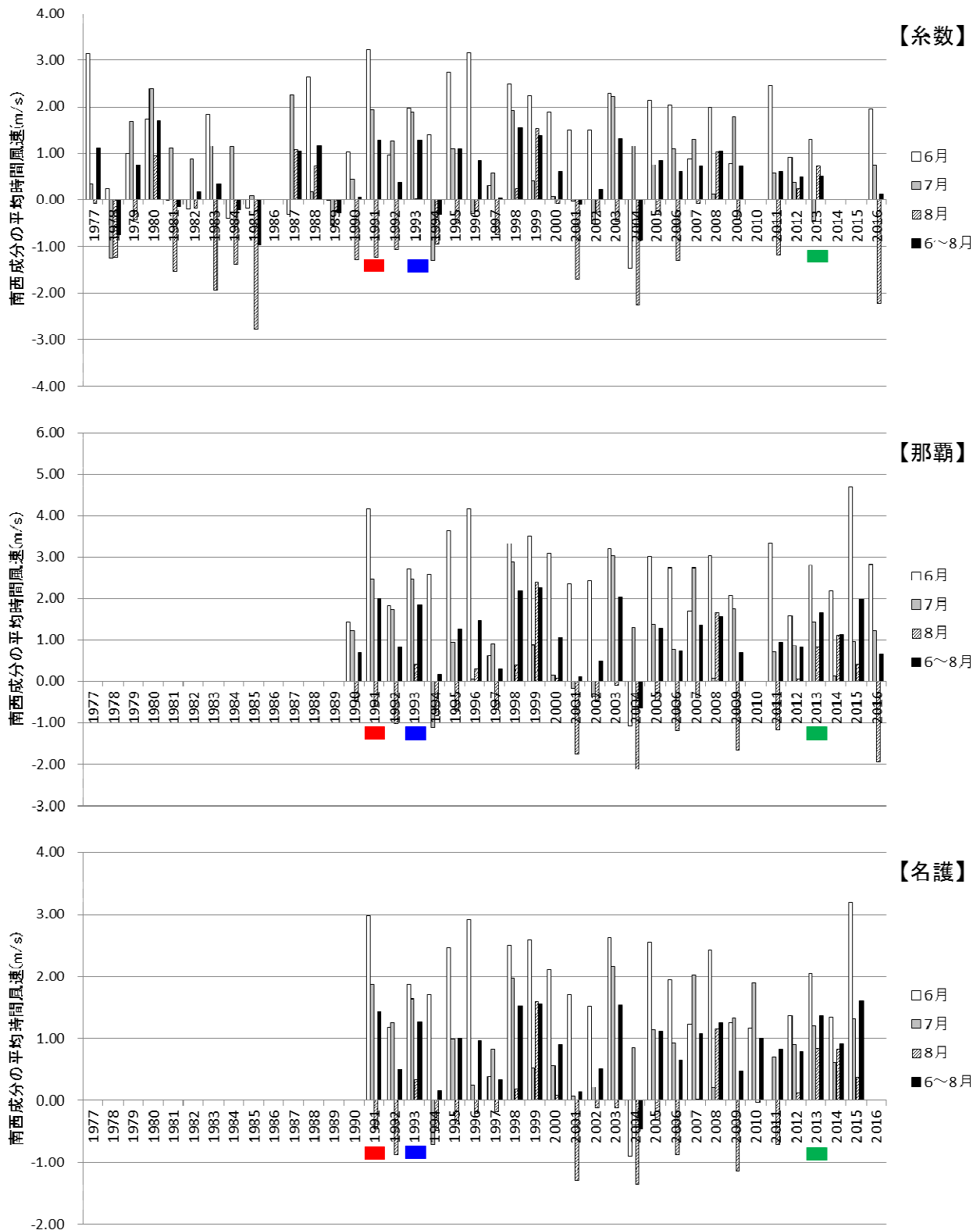


図2-1-24. 月別の南西成分の時間平均風速(m/s).

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

表2-1-10. 月別の南西成分の日平均風速(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		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

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。

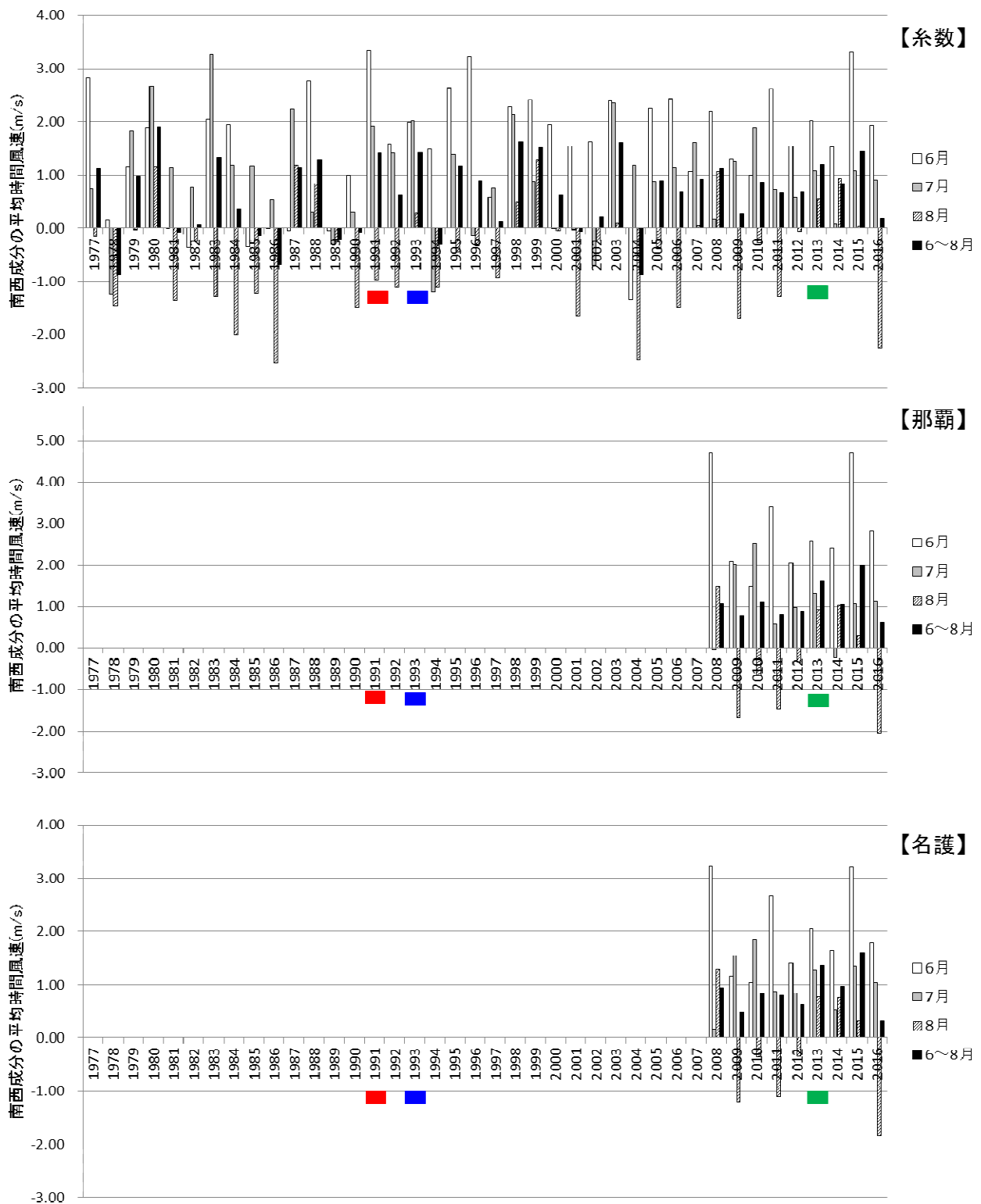


図2-1-25. 月別の南西成分の日平均風速(m/s).

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。