

# 平成15年度地まきホタテガイ漁場回復調査事業

吉田 達・小坂 善信・篠原 由香・鹿内 満春

## 1 目的

近年、陸奥湾ではニホンヒトデが大量発生し、ホタテガイ増養殖の産卵母貝として非常に重要である地まきホタテガイが食害に遭い、地まきホタテガイ漁業の存続が危ぶまれる事態に陥っている。

こうしたことから、ニホンヒトデの生態等を調査・研究し、効率的な駆除方法を開発することにより、地まきホタテガイ漁業の回復を図るものである。

## 2 試験研究方法

### (1) 種苗生産試験

野辺地地先で平成15年3月4日に捕獲した親ヒトデ（ニホンヒトデ、キヒトデ）を当研究所まで運搬し、水槽内で飼育したものを親ヒトデとして用いた。4月1日に雌1個体、雄3個体から切開法により卵巣・精巣を摘出して、ろ過海水を注入した1ℓビーカー内でハサミにより裁断後、それぞれの懸濁液を混合して受精させた。卵分割を確認後、40 $\mu$ mネットを用いて洗卵して、浮上用の200ℓパンライト水槽（遮光）に收容した。受精後2日目と3日目に浮上したのう胚幼生を回収して、飼育用の200ℓパンライト水槽（遮光）2水槽に1個体/CCとなるように收容した。飼育水は1 $\mu$ mフィルターでろ過した15℃の海水を用い、午前に全換水し、午後から翌朝にかけて止水して、*Chaetoceros gracilis* を成長段階に応じて7,800~50,000cells/ccを与えた。

### (2) 稚ヒトデ飼育試験

着底後の稚ヒトデを4ℓ円形水槽に收容し、採苗器に付着したホタテガイ・ムラサキガイ・キヌマトイガイ等の付着稚貝、付着珪藻、魚肉、ほたて貝柱（ボイル）の4種類の餌料を与えて、1 $\mu$ mフィルターでろ過した15℃の海水を用いて流水式で、平成15年5月9日から6月2日まで24日間飼育した。

また、その後の成長を把握するために、キヒトデは200ℓFRP角型水槽に收容し、ニホンヒトデは海岸から採取した砂利を敷いた10ℓアクリル水槽に收容し、採苗器の付着稚貝、冷凍ホタテ、ホタテ軟体部、ムラサキガイ等を餌料にして、ろ過海水により継続飼育した。なお、ニホンヒトデは成長に伴い水槽が狭くなったため、10月6日に40ℓのプラスチック角型水槽へ移して飼育した。

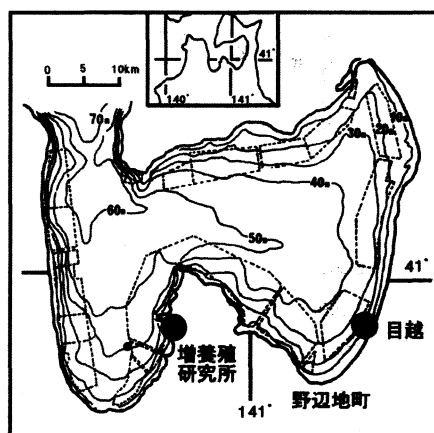


図1 調査地点図

### (3) 天然漁場における生態調査

野辺地町目越沖の水深5~22mの地点（図1）で、平成15年5月26日、9月17日、平成16年1月19日の3回、スターモップを5~10分間曳いてヒトデを採捕して、個体数と腕長、全重量を測定した。

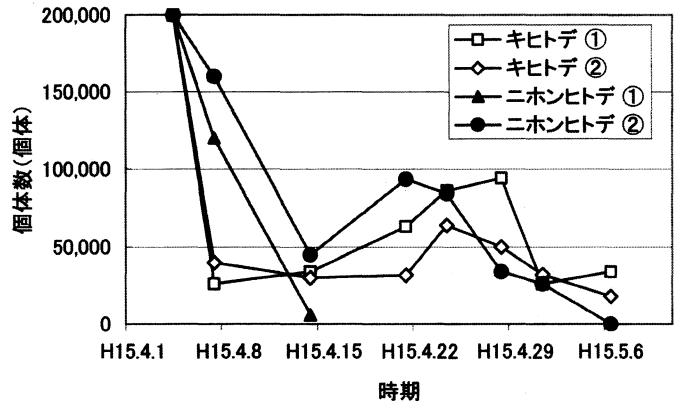
### 3 結果と考察

#### (1) 種苗生産試験

##### ①受精、浮遊幼生～稚ヒトデ

親ヒトデの運搬時の取り扱いを丁寧に行った結果、その後の飼育水槽内のへい死も非常に少なく、良好な状態の親として用いることができた。受精率はキヒトデ44.5%、ニホンヒトデ65.2%であったが、4月3～4日に浮上したニホンヒトデのう胚に多数の奇形が確認された。

各水槽の浮遊幼生の個体数の推移を図2に示した。各水槽ともそれぞれ200,000個体ずつ収容したが、キヒトデは5月6日の飼育終了時には水槽①が36,000個体、水槽②が18,000個体であった。ニホンヒトデは、奇形率の高かった水槽①はへい死率が高いため4月16日に処分し、残る水槽②は5月1



日に26,000個体のビピンナリア、ブラキオラリア幼生を確認、5月6日には全てが着底・付着した。

幼生の各ステージ別の成長の推移を図3、4に示した。キヒトデは、4月17日にブラキオラリア幼生、5月6日に稚ヒトデを確認し、ニホンヒトデは4月24日にブラキオラリア幼生、5月9日に稚ヒトデを確認した。ブラキオラリア幼生のサイズは、キヒトデ1,900~2,576 $\mu$ m、ニホンヒトデ1,779~2000 $\mu$ m、変態後の稚ヒトデの平均腕長は、キヒトデ540 $\mu$ m、ニホンヒトデ377 $\mu$ mと、いずれもキヒトデが大きかった。

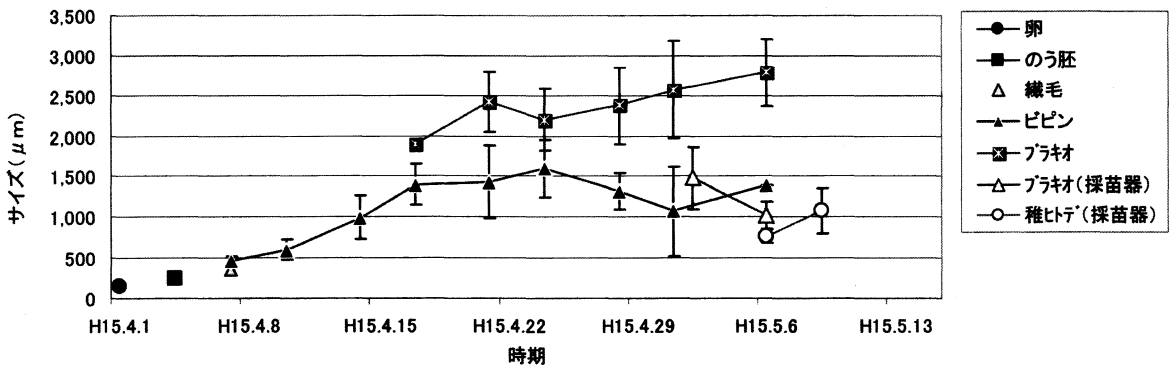


図3 人工採卵したキヒトデの成長

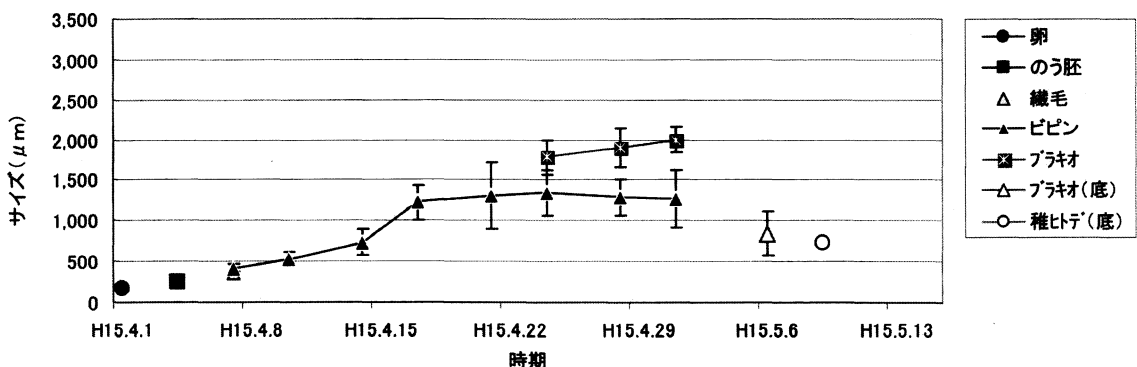


図4 人工採卵したニホンヒトデの成長

キヒトデは水槽内の採苗器、ブロック、壁面などいたる所に付着していたが、ニホンヒトデは水槽壁面と底面への付着のみで、採苗器には全く付着しなかった。実際、陸奥湾内のホタテガイ採苗器にはキヒトデしか付着しないことから、それを裏付ける結果であった。さらに、のう胚、ビピンナリア、ブラキオラリアの形状を比較したが、キヒトデとニホンヒトデに明瞭な違いはなかった(図5)。現在、春季にヒトデラーバ調査を実施しているが、形状でこの2種を区別することは困難である。

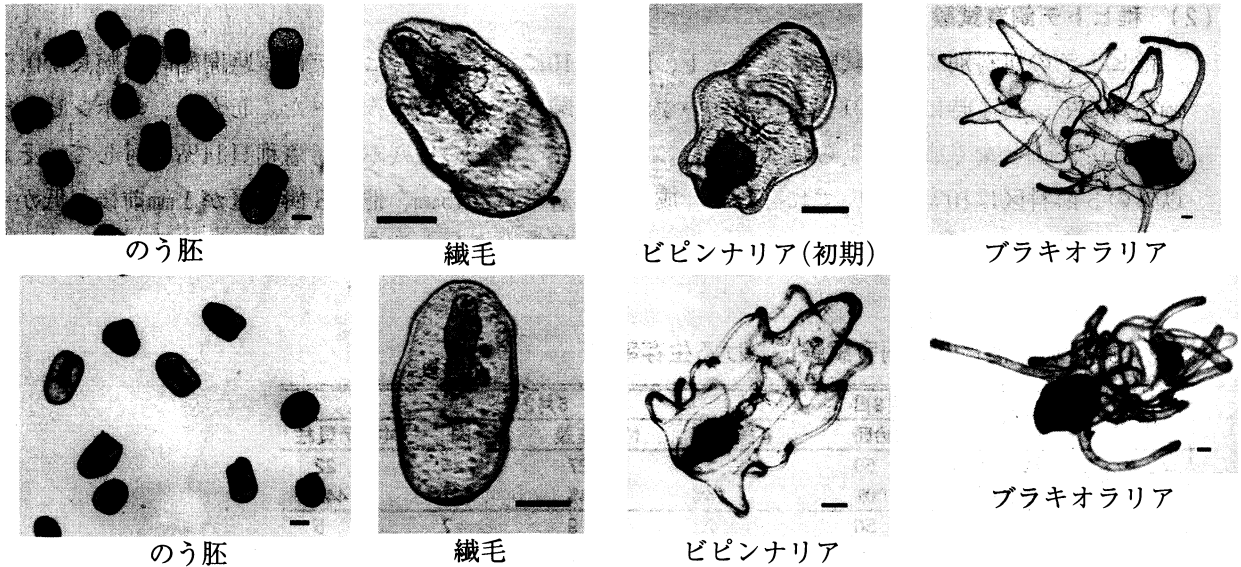


図5 人工採苗したヒトデラーバの形態(上段はキヒトデ、下段はニホンヒトデ、Barは100 $\mu$ m)

個体数が少ないため親ヒトデの測定は定期的には実施しなかったが、ラーバ飼育終了時の平成15年5月9日に親ヒトデを処分する際に、成熟度調査を行った結果、キヒトデの生殖腺指数(GI)が0~6.2に対して、ニホンヒトデのGIは0~35.2と依然としてGIの高い個体が多数確認された(図6)。

また、平成15年度の全湾のヒトデラーバ調査では、西湾が4月28日、東湾が4月28日~5月6日とほぼ同じ時期にピークを示すが、東湾では6月にも多数のラーバが出現していることから、後半のラーバはニホンヒトデの可能性が考えられた(図7、8)。

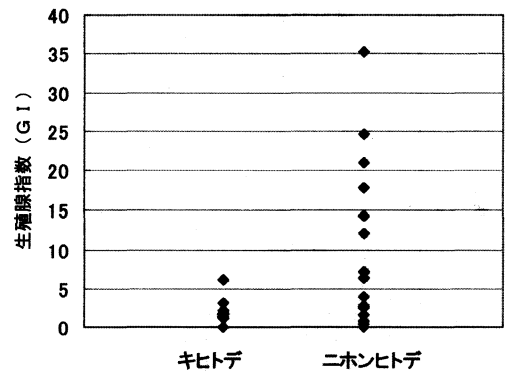


図6 ラーバ飼育終了時の親ヒトデの成熟度指数

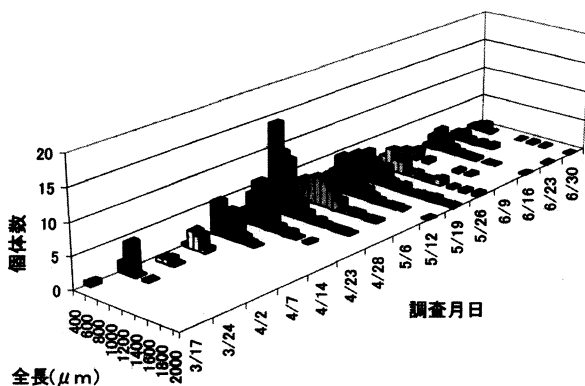


図7 平成15年度の西湾のヒトデラーバの時期別、サイズ別出現数

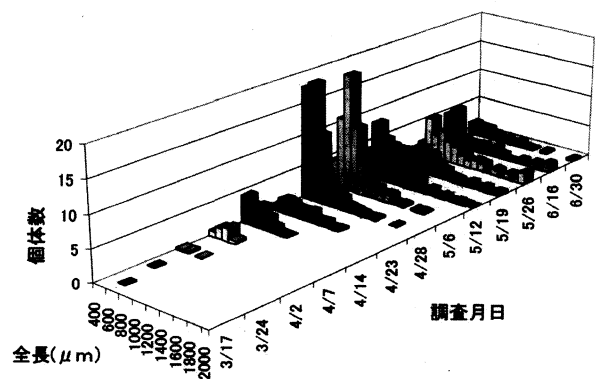


図8 平成15年度の東湾のヒトデラーバの時期別、サイズ別出現数

伊藤ら<sup>1)</sup>はキヒトデの産卵時期は3月中旬～4月下旬、ニホンヒトデの産卵時期はキヒトデと同じか若干遅めと報告している。また、川内地先のニホンヒトデ成熟度調査(平成11年、金田一未発表)では、4月下旬にピークに達し、5月下旬にはほぼ0になることが明らかになっている。これらの知見と、前述の調査結果とを併せて考えると、ニホンヒトデの産卵盛期はキヒトデよりもやや遅く、東湾においては4～5月に行われていることが推測された。

## (2) 稚ヒトデ飼育試験

稚ヒトデの餌料別の飼育試験結果を表1、図9、10に示した。キヒトデは試験開始時の腕長が0.54mmに対して、終了時には0.91～2.45mmといずれの試験区でも成長がみられた。しかし、ニホンヒトデは腕長0.38mmと全く成長が見られなかった。また、キヒトデの生残率は付着稚貝44%に対して、それ以外の3餌料区は10%台といずれも低く、成長も付着稚貝2.45mm、他の3餌料区が1mm前後と低かったことから、採苗器に付着している二枚貝の付着稚貝等がキヒトデの初期成長に最も適していることが確認された。

表1 餌料別の稚ヒトデ飼育試験における生存率

種類	項目	5月9日				
		開始時	採苗器	付着珪藻	魚肉	ホタテ貝柱
ニホンヒトデ	個体数	50	12	27	25	22
	生残率	100%	24%	54%	50%	44%
キヒトデ	個体数	50	22	9	7	5
	生残率	100%	44%	18%	14%	10%

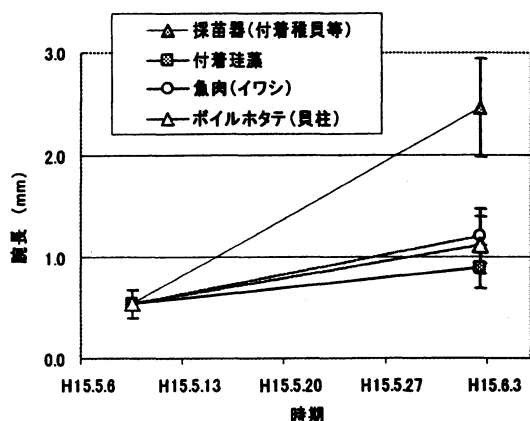


図9 餌料別のキヒトデの成長 (Bar=標準偏差)

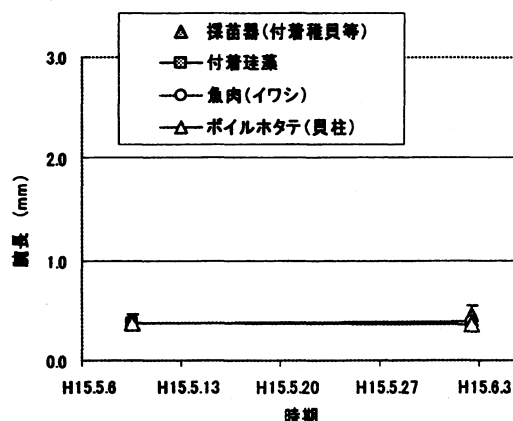


図10 餌料別のニホンヒトデの成長 (Bar=標準偏差)

餌料別試験終了後の成長の推移を図11に示した。キヒトデは1週間に1回、餌料を十分に与えた場合は、平成16年4月5日の飼育終了時には腕長が103mmにまで達していたが、平成15年8月6日から給餌制限を行った群(1ヶ月に1回の給餌)では、へい死個体はほとんど見られないものの、腕長は26mmとほとんど成長が見られなかった。東京湾のヒトデの生態に関する研究<sup>2)</sup>によれば、ヒトデの成長は漁場環境、餌料環境によって大きく異なることが報告されており、後述の生態調査結果と合わせて考えると、実際の地まき漁場での初期成長は給餌制限区に近いものと考えられた。

また、ニホンヒトデは、平成15年7月まではほとんど成長が見られなかったが、水温(図12)が20℃近くに上昇してから成長が見られ始め、平成16年4月5日には腕長39mmにまで成長した。

今回は切開法により同時に幼生飼育を開始したが、前述のとおりニホンヒトデの産卵時期がキヒトデよりも遅い可能性があることから、ニホンヒトデの初期成長には水温が大きな影響を及ぼしている可能性が考えられた。

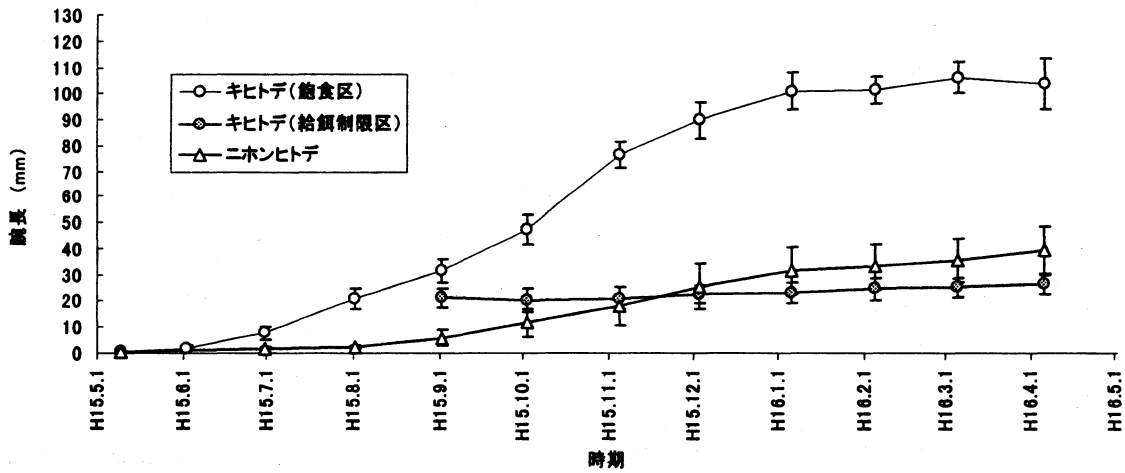


図11 人工採苗したキヒトデ、ニホンヒトデの成長

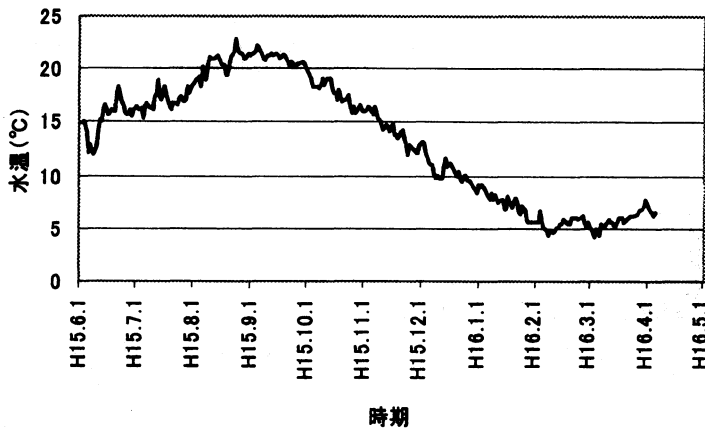


図12 人工採苗したヒトデの飼育水温の推移

### (3) 天然漁場における生態調査

#### ①キヒトデ

キヒトデの調査結果を表2、図13に示した。5月26日の調査では6、10、15mの水深で腕長10～20mm台にピークを持つ小さい個体が採捕された。また、水深15、19mでは腕長100mm以上の大型個体が採捕された。9月17日には、6、11mの水深で腕長0～10mm台の非常に小型の個体が多数採捕された。1月19日には30mm台にピークがあり、水深5mには見られなくなった。

このようなことから、5月の10～20mm台の群は平成14年生まれ、9月の0～10mm台、1月の30mm台は平成15年生まれで、成長に伴い浅場から沖合へと移動することが考えられた。

表2 キヒトデ生態調査結果

調査地点	調査月日	水深 (m)	曳網面積 (㎡)	採捕尾数 (個体)	採捕密度 (個体/㎡)	平均腕長 (mm)	全重量 (g)	1個体当りの全重量(g)
目越沖	H15.5.26	6	1,187	114	0.0960	25.10 ± 10.36	590	5.18
目越沖	H15.5.26	10	1,440	106	0.0736	38.77 ± 16.37	1,180	11.13
目越沖	H15.5.26	15	1,180	61	0.0517	42.70 ± 38.72	2,040	33.44
目越沖	H15.5.26	19	1,311	55	0.0420	58.18 ± 25.40	1,700	30.91
目越沖	H15.9.17	6	613	85	0.1387	23.82 ± 12.26	369	4.34
目越沖	H15.9.17	11	563	170	0.3019	20.51 ± 12.78	403	2.37
目越沖	H15.9.17	20	654	15	0.0229	36.50 ± 23.95	451	30.05
目越沖	H15.9.17	22	388	16	0.0412	52.50 ± 25.94	500	31.25
目越沖	H16.1.19	5	557	0	0.0000			
目越沖	H16.1.19	11	543	188	0.3463	42.92 ± 12.27	1,940	10.32
目越沖	H16.1.19	20	482	54	0.1120	49.88 ± 24.84	995	18.42

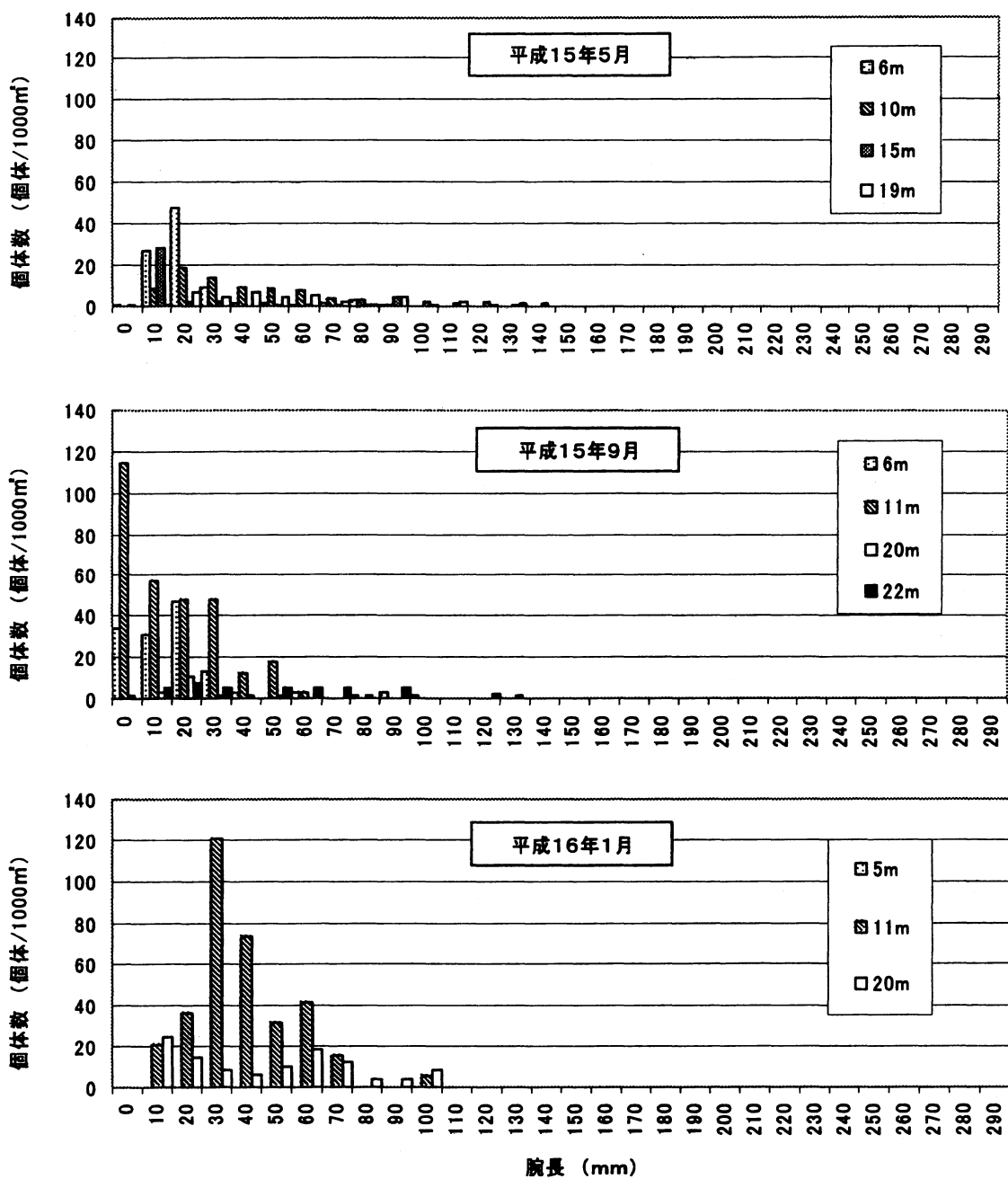


図13 1000㎡当りのキヒトデの水深別生息状況

②ニホンヒトデ

ニホンヒトデの調査結果を表3、図14に示した。5月26日の調査では、10、15、19mの水深で腕長40mm台に非常に大きいピークを持つ小型の個体が多数採捕された。また、水深15、19mでは腕長120～130mm、さらに腕長160mm付近にも若干のピークが見られた。9月17日の調査では、桁網操業終了後のため10～20mの採捕密度はかなり少なくなっていた。11、20、22mの水深で腕長50mm台にピークを持つ個体が見られた。また、1月には10～20mm台の小型個体が見られた。

こうしたことから、5月の腕長40mm台、9月の腕長50mm台の個体は平成14年生まれ、1月の10～20mm台の個体は平成15年生まれと考えられた。

表3 ニホンヒトデ生態調査結果

調査地点	調査月日	水深 (m)	曳網面積 (㎡)	採捕尾数 (個体)	採捕密度 (個体/㎡)	平均腕長 (mm)	全重量 (g)	1個体当りの 全重量(g)
目越沖	H15.5.26	6	1,187	0	0.0000			
目越沖	H15.5.26	10	1,440	52	0.0361	57.02 ± 12.56	1,110	21.35
目越沖	H15.5.26	15	1,180	191	0.1619	75.00 ± 35.30	8,500	44.50
目越沖	H15.5.26	19	1,311	129	0.0984	79.37 ± 40.94	9,700	75.19
目越沖	H15.9.17	6	613	0	0.0000			
目越沖	H15.9.17	11	563	12	0.0213	62.43 ± 8.85	191	15.92
目越沖	H15.9.17	20	654	16	0.0245	56.54 ± 7.65	229	14.31
目越沖	H15.9.17	22	388	39	0.1005	92.69 ± 45.66	3,100	79.49
目越沖	H16.1.19	5	557	0	0.0000			
目越沖	H16.1.19	11	543	18	0.0332	80.71 ± 15.70	638	35.46
目越沖	H16.1.19	20	482	18	0.0373	84.90 ± 44.13	1,235	68.63

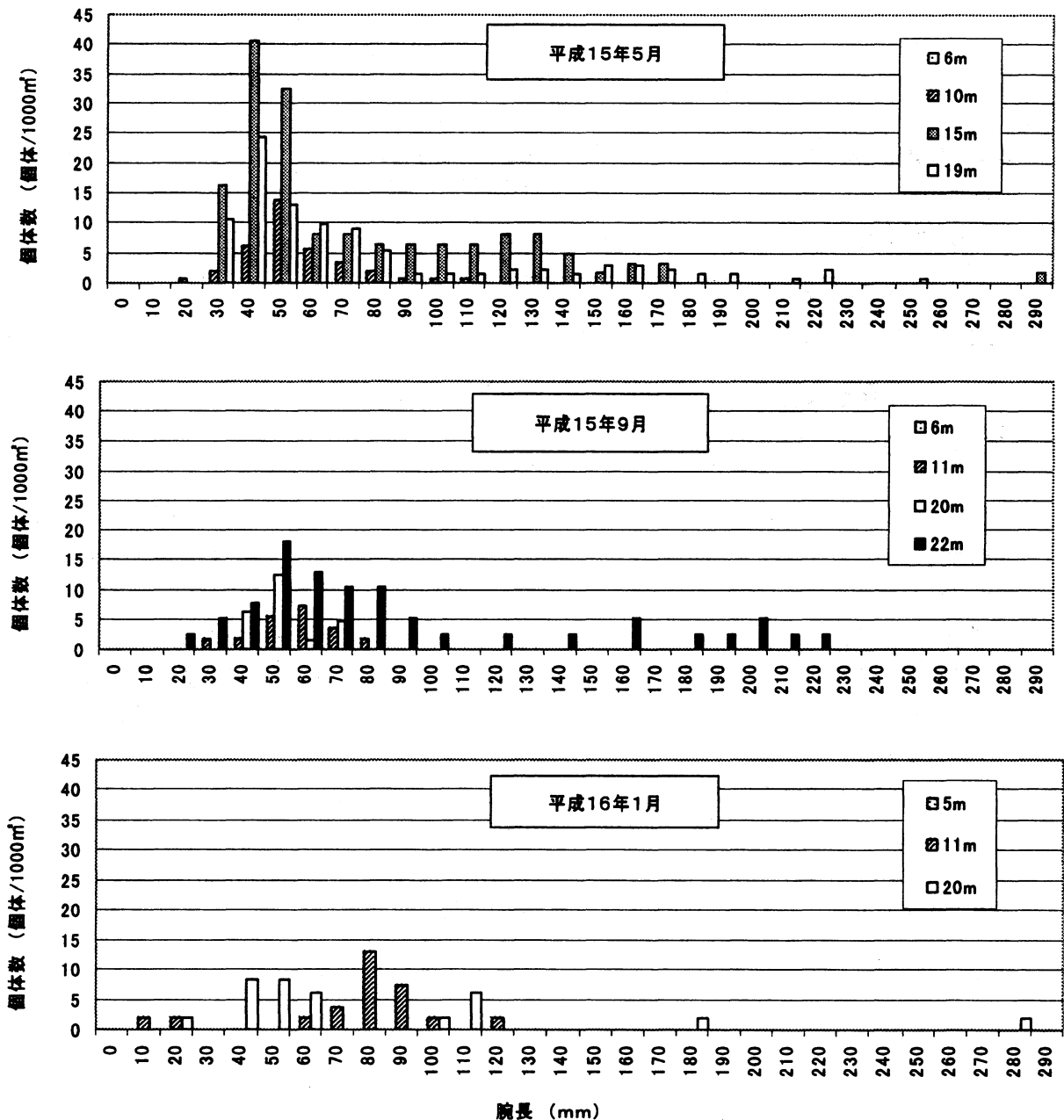


図14 1000㎡当りのニホンヒトデの水深別生息状況

### ③ホタテガイ桁網によるヒトデ駆除効果

今回、調査を行った漁場では、6月から9月にかけてホタテガイ桁網操業が行われたことから、操業開始前後のニホンヒトデとキヒトデの生息密度の変化を表4に示した。

ニホンヒトデは操業開始前の5月は0.0988個体/m<sup>2</sup>であったが、操業終了後の9月には0.0229個体/m<sup>2</sup>になっており、桁網操業により1/4に減少した。また、腕長100mm以上の大型ヒトデは全く見られなくなった。

キヒトデは、ニホンヒトデと異なり、小型個体が多数含まれているが、小型個体は食害の影響が小さいことから、食害圧の高そうな100mm以上の個体と比較した。この結果、5月は0.0814個体/m<sup>2</sup>であったが、9月には0.0191個体/m<sup>2</sup>となっており、ニホンヒトデと同様1/4に減少した。

また、地まきホタテガイ漁場内の沖側（水深22m）はほとんど操業が行われなかったため、操業区域との比較のために9月に調査を実施した。その結果、生息密度はニホンヒトデ0.1005個体/m<sup>2</sup>、キヒトデ0.0412個体/m<sup>2</sup>であり、操業区域と比較すると明らかに生息密度が高く、ニホンヒトデも大型個体が多数確認された。

以上の結果から、ホタテ桁網操業によるヒトデ駆除効果は非常に高いが、地まき漁場内をできるだけ均一かつ丁寧に操業することが、ヒトデ駆除にはより有効であると考えられた。

表4 操業開始前後のヒトデ生息密度の変化 上段:生息密度(個体/m<sup>2</sup>)  
下段:5月を100%とした場合の割合

		5月	9月
ニホンヒトデ	操業区域(10~20m)	0.0988	0.0229
		100%	23%
	非操業区域(22m)	-	0.1005
		-	102%
キヒトデ	操業区域(10~20m)	0.0814	0.0191
		100%	23%
	非操業区域(22m)	-	0.0412
		-	51%

※キヒトデは腕長100mm以上

平成14年度調査<sup>3)</sup>と今回の調査結果から、相沢、滝口<sup>4)</sup>の手法により年齢組成を推定した。なお、年級群毎の年齢組成(P)、平均腕長( $\mu$ )、標準偏差( $\sigma$ )の各初期値は、腕長の度数分布データを基にMS-Excelで予め試算した値を用いた。

図15に時期別、水深別の年齢組成の計算結果を、表5、図16に成長量を示した。

この結果、1年目は平均腕長が33~54mm、2年目は64~129mm、3年目は132~200mm、4年目以降は200mm以上の個体であると考えられた。野辺地町漁協は2輪採制であることから、放流前のヒトデ駆除が徹底して行われていれば、その後2年間に新たに加入してくるニホンヒトデがあったとしても、食害の影響はそれほど大きくはないものと考えられた。

なお、地まきホタテガイ漁場境界から養殖施設下にかけてもかなりのヒトデが生息しているとの情報があり、駆除方法(場所)を検討する上でこの地点のヒトデ生息密度が非常に重要であることから、次年度以降、重点的な調査を行う必要がある。



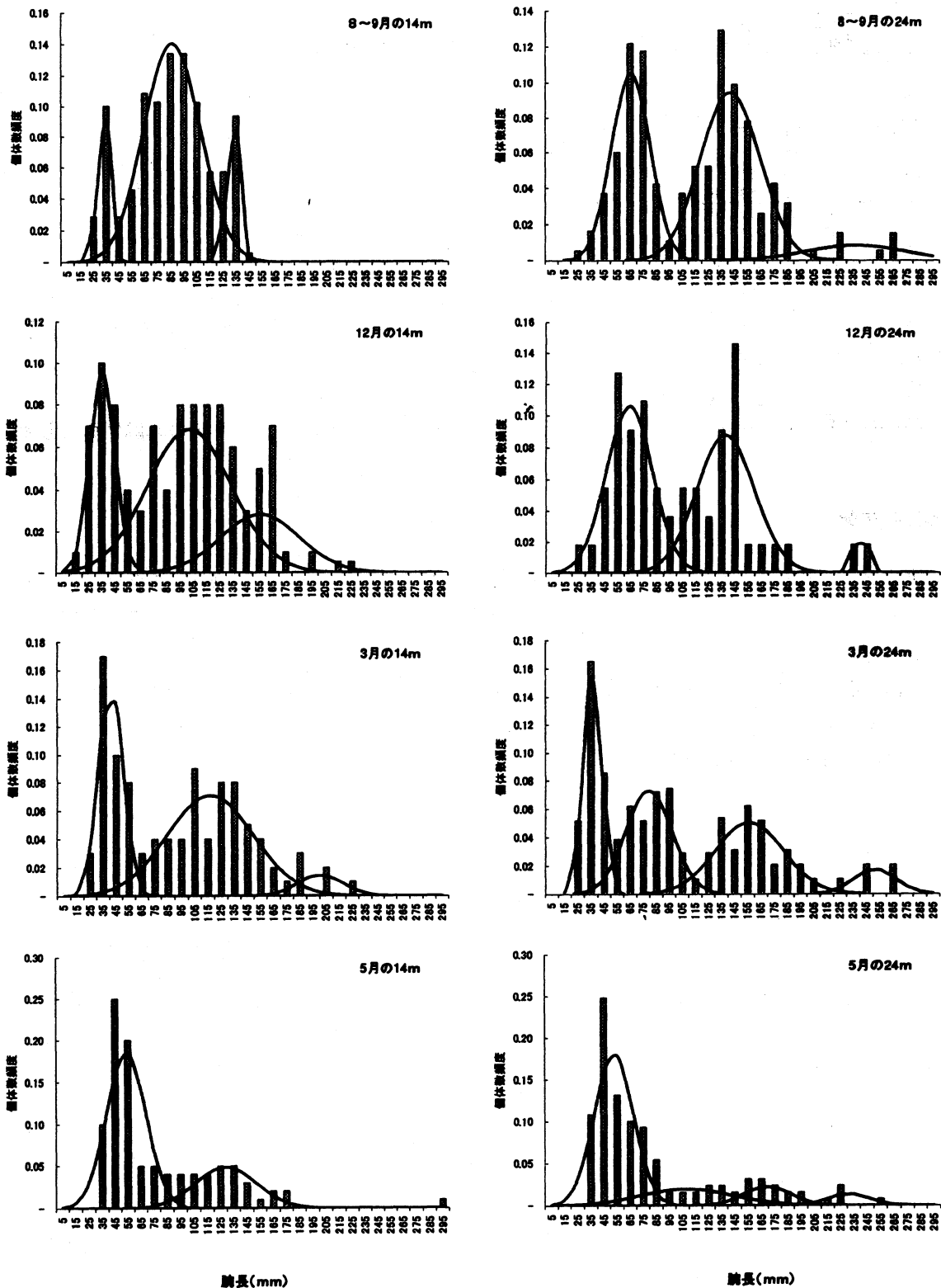


図15 野辺地地先におけるニホンヒトデの時期別、水深別の年齢組成

表5 野辺地地先におけるニホンヒトデの年齢別の成長量

時期	14m		24m		
	平均	SD	平均	SD	
0年目	8-9月				
	12月				
	3月				
	5月				
1年目	8-9月	33	5		
	12月	35	10		
	3月	41	9	36	7
	5月	54	15	53	15
2年目	8-9月	86	22	68	15
	12月	102	32	64	18
	3月	117	33	79	18
	5月	129	23	108	36
3年目	8-9月	132	5	142	22
	12月	155	30	137	22
	3月	200	17	156	26
	5月			169	18
4年目	8-9月			236	37
	12月			240	3
	3月			251	16
	5月	295	-		

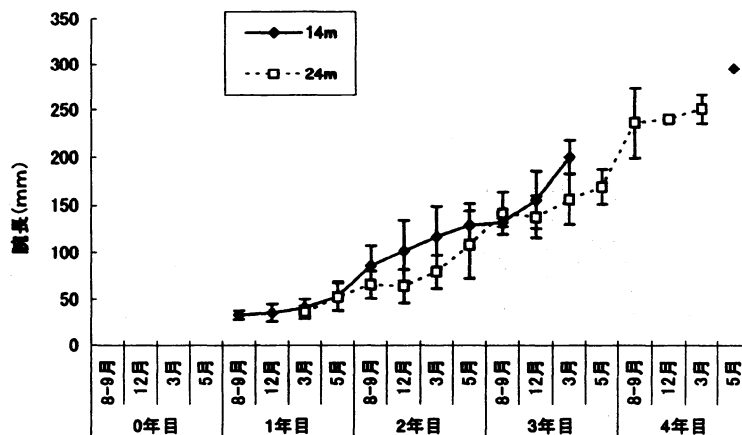


図16 野辺地地先におけるニホンヒトデの年齢別の成長量

#### 4 参考文献

- 1) 伊藤進ら (1977) : 陸奥湾産ヒトデ類の生態、利用加工に関する二三の知見. 青森県, PP 1-28.
- 2) 水産庁漁業振興課 (1959) : 東京湾のヒトデの生態とその被害対策に関する基礎的研究. 水産増殖資料, 21, PP 1-49.
- 3) 中西廣義ら (2003) : 地まきホタテガイ漁業回復調査. 青水増事業報告書, 33, 173-178.
- 4) 相澤康、滝口直之 (1999) : MS-Excel を用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法. 水産海洋研究, 63, (4), 205-214.