

地まきホタテガイ漁場回復調査事業

吉田 達・小坂 善信・山内 弘子・鹿内 満春

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。

材料及び方法

1 ニホンヒトデによるホタテガイ食害の実態把握

野辺地地区では例年6月の操業開始時にニホンヒトデに食害されたとと思われるホタテガイが大量に入網することから、操業開始前（3～5月）のホタテガイ生息状況調査、及び室内における食害試験を実施した。

(1) 操業開始前のホタテガイ生息状況

ホタテガイ桁網を用いて、平成17年5月18日（平成15年産貝放流漁場）、平成18年3月7日及び平成18年5月26日（平成16年産貝放流漁場）の3回調査を実施した（図1）。平成15年産貝放流漁場は、放流区画⑤～⑧で桁網を10～15分曳いて、採捕した未選別のホタテガイ、ヒトデ類等を無作為に万丈籠1個ずつ入手し、1籠全てのホタテガイの生貝数、死貝数、30個体の殻長等を測定した。また、平成16年産貝放流漁場は、放流区画②で桁網を3分曳いて、採捕した全てのホタテガイの生貝数、死貝数を計数し、30個体の殻長等を測定した。

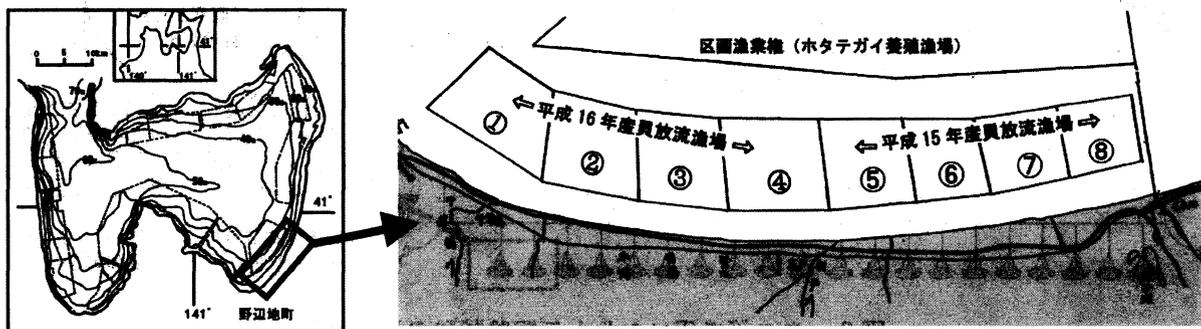


図1 ホタテガイ生息状況調査地点図（○中の数字は放流区画を示す）

(2) 室内における食害試験

a. 春季の水温上昇と食害数増加の関係

ニホンヒトデによる食害が増加する時期は、水温が上昇する春季であることから、水温と食害数増加の関係を調べるために、以下のような室内試験を行った。縦140cm×横65cmの200ℓFRP製水槽に砂を敷いてる過海水をかけ流し、それぞれの水槽にニホンヒトデとホタテガイを5個体ずつ収容した。ニホンヒトデは腕長19～29cm、ホタテガイは殻長8.9～11.4cmの個体を用いた。1月31日

から4月28日にかけて食害試験を実施し、一方の水槽（ろ過海水区）は試験開始から終了までろ過海水を、もう一方の水槽（調温海水区）は1月31日から3月11日まではろ過海水を、3月11日からはろ過海水を2℃昇温させた海水を、3月22日からは4℃昇温させた海水を、4月18日からは6℃昇温させた海水をかけ流した。食害されたホタテガイは毎日取り除き、同じ大きさのホタテガイを追加した。

b. ホタテガイとニホンヒトデのサイズ別の食害関係

平成14～16年の生態調査^{1～3)}では、6月のホタテガイ採捕時に腕長7cmにピークを持つ小型のニホンヒトデが大量に確認されているが、小型のニホンヒトデによるホタテガイ食害の有無が不明であることから、以下のような室内試験を行った。縦5m×横2mの10トンFRP角型水槽に深さ15cmになるようにろ過海水を注水し、プラスチック製の野菜籠（縦46cm×横32cm×高さ16cm）を5個設置した。野菜籠はネトロンネットで半分に仕切って1籠を2区画に分け、それぞれの区画にニホンヒトデとホタテガイを1個体ずつ収容した。ニホンヒトデは腕長7～11cm、ホタテガイは殻長8.5cm～10.5cmの個体を用いた。平成17年5月11日に試験を開始し、試験開始日は11時～17時まで1時間ごとに、試験開始から2～3日目は11時～17時まで4時間ごとに、試験開始から5日目と10日目は9時にそれぞれ食害状況を肉眼で確認した。

2 駆除試験

野辺地地先における効率的な駆除方法を開発するためにウニ籠及びスターモップを用いて以下の通りの試験を行った。

(1) ウニ籠を用いた駆除試験

直径50cm、網の目合2.5寸のウニ籠20個をロープに10m間隔で固定し、餌料用容器としてツブ籠漁業で使用しているプラスチック製の餌缶またはネトロンネット製の餌袋を取り付けて、餌（冷凍の魚肉またはホタテ剥き身）を入れた（図2）。平成17年3月14～15日及び3月15～17日（平成16年産貝放流漁場①）、5月25～26日（平成15年産貝放流漁場⑥）の3回駆除試験を実施し、採捕したニホンヒトデとキヒトデはそれぞれ個体数と全重量を測定した（図1）。

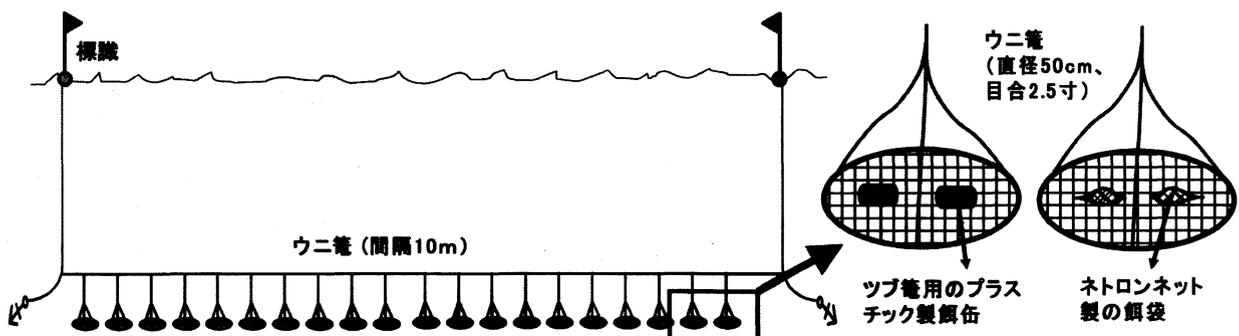


図2 ウニ籠を用いたヒトデ駆除試験の漁法図

(2) スターモップを用いた駆除試験

平成18年3月7日に平成16年産貝放流漁場②（図1）で、漁船5隻によりスターモップを2時間30分曳いてヒトデ類の駆除試験を行った。駆除したニホンヒトデとキヒトデはそれぞれ個体数と全重量を測定した。

また、平成18年5月24日にヒトデ類を駆除した地点と、駆除していない平成16年産貝放流漁場③（図1）で、桁網を3分間曳いて、ホタテガイとヒトデ類を採捕し、ホタテガイの生貝数と死貝数、ヒトデ類の個体数と全重量を測定した。

結果と考察

1 ニホンヒトデによるホタテガイ食害の実態把握

(1) 操業開始前のホタテガイ生息状況

a. 平成15年産貝放流漁場

測定結果を表1に示した。放流区画⑤～⑧の生存率は27.5～50.0%の範囲であり、全体的にかなり低い生存率であった。また、生貝の平均殻長は93.3mm、死貝の平均殻長は87.1mmであった。

表1-1 平成15年産貝放流漁場における試験操業結果

調査月日	放流区画	漁場水深 (m)	曳網時間 (分)	ホタテガイ			
				生貝(枚)	死貝(枚)	合計(枚)	生残率(%)
H17.5.18	⑤→⑥	12	15	51	92	143	35.7
	⑥→⑦	14	15	49	64	113	43.4
	⑧	13	10	47	89	136	34.6
	⑧	16	10	42	111	153	27.5
	⑧	18	10	27	27	54	50.0
平均				216	383	599	36.1

表1-2 平成15年産貝放流漁場の試験操業における殻長等の測定結果

生貝					死貝
殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	軟体部歩留 (%)	異常貝出 現率(%)	殻長 (mm)
93.3	91.6	36.1	39.3	8.0	87.1

今回の調査結果と平成16年10月14日の地まき実態調査の結果を見ると、今回採捕した生貝と死貝の殻長は比較的類似していることから、死貝は調査直前にへい死した個体と考えられた(図3)。

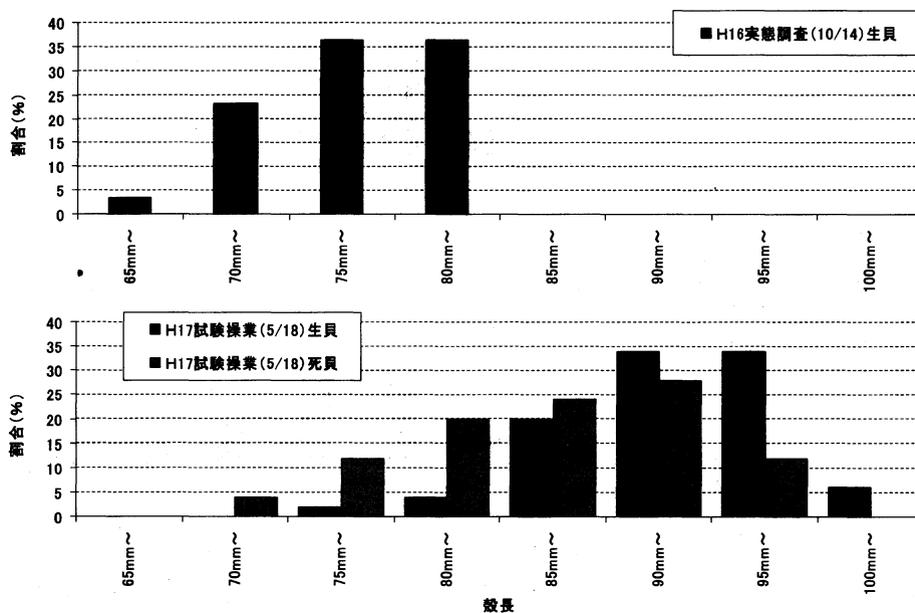


図3 平成16年10月～平成17年5月のホタテガイ生貝、死貝の殻長組成の推移

b. 平成16年産貝放流漁場

測定結果を表2に示した。平成18年3月7日の生存率は92.2%、平成18年5月26日は95.4%といずれも非常に高かった。また、平成18年3月7日の生貝の平均殻長は94.8mm、死貝の平均殻長は

87.7mm、平成18年5月26日の生貝の平均殻長は98.1mm、死貝の平均殻長は91.8mmであった。

今回の調査結果と平成17年9月29日の地まき実態調査の結果を見ると、平成18年3月7日の死貝は85～90mmにピークが見られるのに対して、5月26日の死貝は90～95mmにピークが見られること、さらに5月26日の生貝と死貝の殻長組成がかなり似ていることから、5月26日の死貝は3～5月にかけてへい死したものと考えられた(図4)。

表2-1 平成16年産貝放流漁場における試験操業結果

調査月日	放流区画	漁場水深 (m)	曳網時間 (分)	ホタテガイ			
				生貝(枚)	死貝(枚)	合計(枚)	生残率(%)
H18.3.7	②	15	3	726	61	787	92.2
H18.5.26	②	16	3	335	16	351	95.4

表2-2 平成16年産貝放流漁場の試験操業における殻長等の測定結果

調査月日	生貝					死貝
	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	軟体部歩留 (%)	異常貝出 現率(%)	殻長 (mm)
H18.3.7	94.8	85.9	39.6	46.1	0.0	87.7
H18.5.26	98.1	79.4	33.3	41.9	0.0	91.8

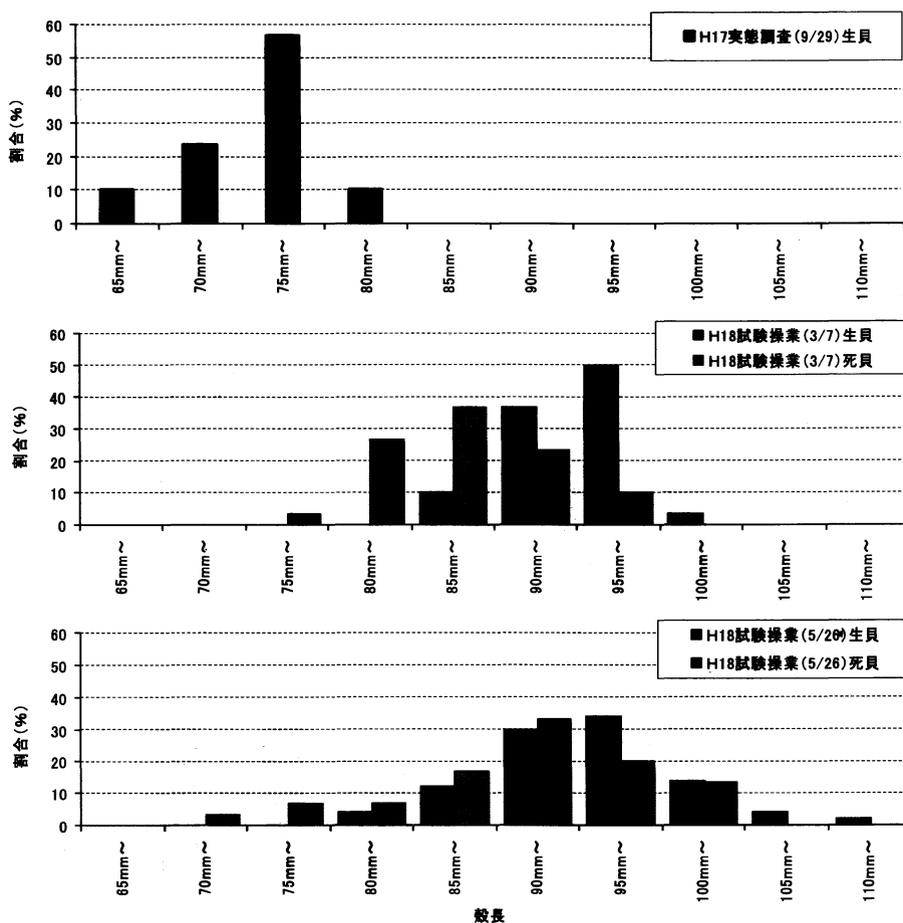


図4 平成17年9月～平成18年5月のホタテガイ生貝、死貝の殻長組成の推移

(2) 室内における食害試験

a. 水温上昇と食害数の関係

試験期間中の水温の推移を図5に示した。ろ過海水区の水温は2月1旬～3月2旬まで3.1～4.2℃の範囲で横ばいに推移していたが、3月3旬以降は4.0～8.0℃まで緩やかに上昇した。これに対

して調温海水区は3月3旬以降6.2~11.9℃であった。

試験期間中の食害数の推移を図6に示した。ろ過海水区は合計で23個体、調温海水区は22個体のホタテガイが食害された。3月3旬以降、水温を上昇させても食害数には大きな差が見られないことから、水温の上昇とヒトデ食害数との間には直接関係はないものと考えられた。

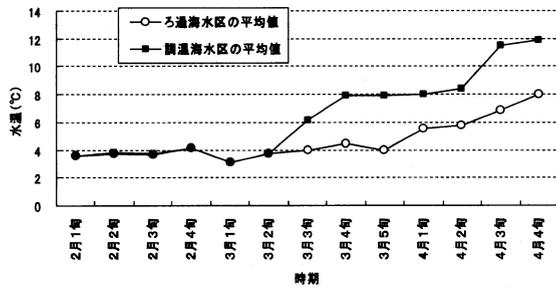


図5 食害試験中の水温の推移

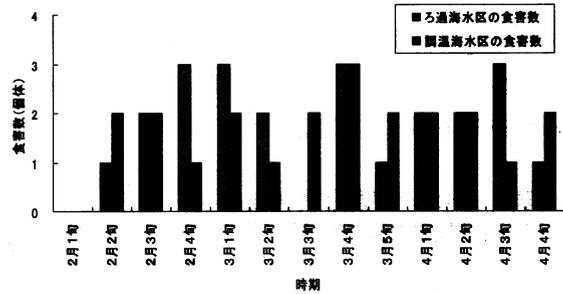


図6 食害試験中の食害数の推移

b. ホタテガイとニホンヒトデのサイズ別の食害関係

食害試験の結果を表3に示した。漁獲サイズの殻長8.5~9.5cmのホタテガイは、ニホンヒトデの腕長7cmの個体に捕食されることがわかった(試験区No1、4)。また、殻長9.5cmのホタテガイは、腕長9cmのニホンヒトデに捕食寸前であったが、貝殻の開閉運動により食害を回避した(No5)。さらに、ニホンヒトデがホタテガイに覆い被さろうと貝殻にくっ付いた3試験区(No6、7、8)でも、ホタテガイの貝殻の開閉運動によりヒトデが離れた。

これらの結果から、比較的小型のニホンヒトデでも、漁獲サイズのホタテガイを捕食できることがわかったが、活力のあるホタテガイは貝殻の開閉運動により食害を回避できることから、実際の漁場では小型サイズのニホンヒトデによる食害の危険性はそれほど高くはないものと考えられた。

ただし、ホタテガイが産卵等で体力を消耗している場合などは、食害に遭う危険性があるものと考えられた。

表3 ニホンヒトデとホタテガイのサイズ別の食害試験

試験区 No	ホタテガイ 殻長	ニホンヒトデ 腕長	5月11日							5月12日			5月13日			5月16日	5月20日		
			11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	9時	13時	17時	9時	13時	17時	9時	9時		
1	8.5cm	7cm	← 食害中 →														空貝		
2	8.5cm	9cm																	
3	8.5cm	11cm																	
4	9.5cm	7cm	← 食害中 →														空貝		
5	9.5cm	9cm	貝に覆いかぶさるが貝殻の開閉運動により、ヒトデから離れる。 外套膜が後退し、開殻したまま。 外套膜が正常に戻り始める。 外套膜が正常に戻る。																
6	9.5cm	11cm	貝にくっつく																
7	10.5cm	7cm	貝にくっつく																
8	10.5cm	9cm	← 貝にくっつく →																
9	10.5cm	11cm																	

2 駆除試験

(1) ウニ籠を用いた駆除試験

平成17年3月に実施したウニ籠駆除試験の結果を表4～5、図7～8に示した。なお、それぞれの試験区の籠数が一定でないため5籠ずつに補正してグラフに示した。3月14日～15日はウニ籠20籠中全ての籠でヒトデ類を採捕し、このうちキヒトデは71個体、4,142g、ニホンヒトデは30個体、7,564gであった。また、3月15日～17日は20籠中17籠でヒトデ類を採捕し、このうちキヒトデは13個体、896g、ニホンヒトデは6個体、2,885gであった。1回目と2回目ではヒトデ採捕量が異なるが、これは採捕水深による差と考えられた。

表4 ヒトデ駆除試験結果

調査 月日	調査 場所	水深 (m)	餌料容器	餌	籠 数	個体数(個体)					重量(g)				
						キヒト デ	ニホン ヒトデ	ツガル ウニ	ホタテ ガイ	モスソ ガイ	キヒト デ	ニホンヒ トデ	ツガル ウニ	ホタテ ガイ	モスソ ガイ
H17.3.14 ~3.15	①	17	ネット2個	ホタテ	6	24	9	5			1,512	3,104	126		
			ネット2個	魚肉	4	9	3	3	2		482	722	140	238	
			ツブ缶2個	ホタテ	4	16	6	3		1	1,026	1,540	160		80
			ツブ缶2個	魚肉	6	22	12	6	1		1,122	2,198	286	98	
			合計		20	71	30	17	3	1	4,142	7,564	712	336	80

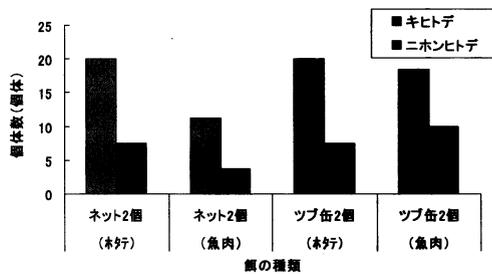


図7-1 ヒトデ駆除試験における採捕個体数（5籠ずつに補正）

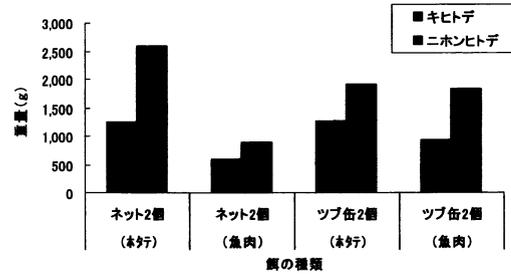


図7-2 ヒトデ駆除試験における採捕重量（5籠ずつに補正）

表5 ヒトデ駆除試験結果

調査 月日	調査 場所	水深 (m)	餌料容器	餌	籠 数	個体数(個体)			重量(g)		
						キヒト デ	ニホンヒ トデ	ツガルウ ニ	キヒト デ	ニホンヒ トデ	ツガルウ ニ
H17.3.15 ~3.17	①	12	ネット2個	ホタテ	4	4		3	292		70
			ネット2個	魚肉	3	1		2	18	1,693	
			ツブ缶2個	ホタテ	4	4		1	364		18
			ツブ缶2個	魚肉	6	4		4	222	1,192	
			合計		17	13	6	4	896	2,885	88

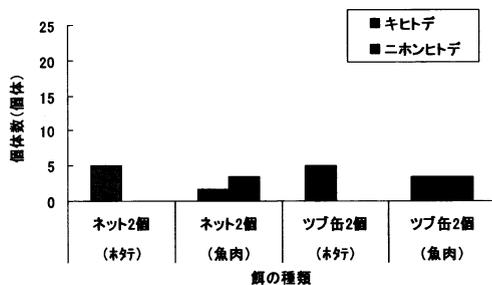


図8-1 ヒトデ駆除試験における採捕個体数（5籠ずつに補正）

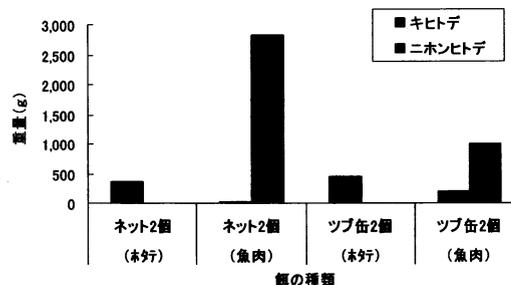


図8-2 ヒトデ駆除試験における採捕重量（5籠ずつに補正）

平成17年5月に実施した駆除試験の結果を表6、図9に示した。なお、それぞれの試験区の籠数が一定でないため5籠ずつに補正してグラフに示した。ウニ籠20籠中、13籠でヒトデ類を採捕し、このうちキヒトデは23個体、510g、ニホンヒトデは14個体、4,138gだった。3月よりも採捕量が比較的小なかったが、これは餌の魚肉が大量のヨコエビ（甲長数mm）に捕食されてしまいほとんど残っていないことが一因と考えられた。

表6 ヒトデ駆除試験結果

調査月日	調査場所	水深(m)	餌料容器	餌	籠数	個体数(個体)			重量(g)		
						キヒトデ	ニホンヒトデ	ツガルウニ	キヒトデ	ニホンヒトデ	ツガルウニ
H17.5.25 ~5.26	⑥	20	ツブ缶とネット ツブ缶2個	魚肉	11	10		8	224		136
					8	13	14	9	286	4,138	161
					合計	19	23	14	17	510	4,138

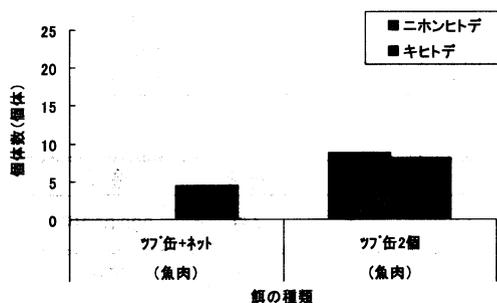


図9-1 ヒトデ駆除試験における採捕個体数(5籠ずつに補正)

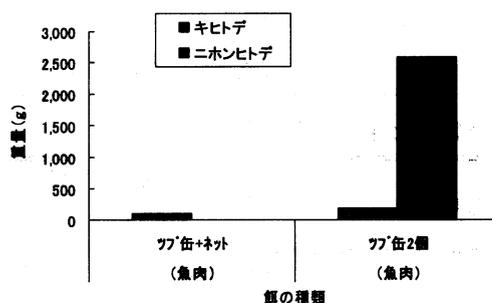


図9-2 ヒトデ駆除試験における採捕重量(5籠ずつに補正)

(2) スターモップを用いた駆除試験

ヒトデ駆除試験を実施した5隻のうち1隻分の採捕結果を表7に示した。1回目は15分間スターモップを曳いたがニホンヒトデが4個体、2.7kgしか採捕できなかった。これは、モップが新品のためうまく解れないでロープ状になってしまい、ヒトデが絡まり難かったためと考えられた。2回目は25分間スターモップを曳いた結果、ニホンヒトデが23個体、8.5kg採捕できた。なお、5隻で駆除したヒトデの総重量は約160kgであった。

表7 スターモップによるヒトデ駆除試験の結果

調査月日	調査場所	水深(m)	曳網時間(分)	曳網面積(m ²)	ヒトデ採捕数(個体)	ヒトデ採捕重量(kg)	生息密度(個体/1000m ²)
H18.3.7	②	16	15	2,740	4	2.7	1.5
			25	3,206	23	8.5	7.2

平成18年5月24日にスターモップによるヒトデ駆除を行った地点(駆除区)と、駆除を行っていない地点(非駆除区)を桁網で調査した結果、駆除区のホタテガイへい死率が4.6%だったのに対して、非駆除区は7.1%と若干高かった(表8)。また、駆除区はヒトデ類(全てニホンヒトデ)が0.9kgしか採捕されなかったのに対して、非駆除区は24.7kgと多かった。

表8 ヒトデ駆除区と非駆除区のホタテガイ採捕結果

調査月日	調査場所	水深(m)	曳網時間(分)	曳網面積(m ²)	生貝(枚)	死貝(枚)	へい死率(%)	ヒトデ採捕重量(g)
H18.5.24	②(駆除区)	16	3	1,000	968	46	4.6	948
	③(非駆除区)	16	3	1,000	1,342	103	7.1	24,658

これらの結果から、スターモップを用いてヒトデ類を駆除することにより、ホタテガイの生存率が向上することが確認された。

この結果を元に、ヒトデ類を駆除した場合の費用対効果を試算したところ、ホタテガイの水揚げ金額が約108万円増加し、駆除経費として約96万円を要するものと考えられた(表9~10)。組合としては実質的な利益はないが、漁業者個人としては備船料が収入としてあることから、実際に駆除を行うかどうかはこれらの結果を総合的に判断する必要がある。

表9 ホタテガイの水揚げ金額の増加額

ヒトデ駆除によるホタテガイ増加率	H15～17平均水揚げ量 (kg)	駆除による水揚げ増加量(kg)	H15～17平均単価 (円/kg)	水揚げ増加額 (円)
非駆除区のへい死率7.1%－駆除区のへい死率4.6%＝2.5%	L貝 1,066	27	350	9,328
	M貝 20,154	504	246	124,060
	S貝 1,266	32	230	7,272
	ES貝 355,530	8,888	106	945,040
	合計	9,450		1,085,698

表10 ヒトデ駆除に要する経費

	備船料単価	隻数	日数	金額	
①備船料	20,000円/日/隻	10隻	4日	800,000円	
	ヒトデ処分料単価	駆除量	隻数	日数	金額
②ヒトデ駆除料	40円/kg	5隻で2.5時間駆除して160kg駆除できるので、1隻1日当りの駆除量は102kg	10隻	4日	163,840円
合計				963,840円	

平成14～17年度の調査結果のまとめ

1 初期発生調査

野辺地地先で捕獲した親ヒトデを用いて、初期発生調査、成熟度調査を行った結果、キヒトデとニホンヒトデには以下のような違いがあることが明らかになった。

- ① 産卵盛期はキヒトデが3月下旬～4月上旬、ニホンヒトデが4月上旬～中旬と推定された。
- ② ブラキオラリア幼生、着底後の稚ヒトデとも、ニホンヒトデよりキヒトデの方がサイズは大きい。
- ③ キヒトデは採苗器や飼育水槽の側面や底面など至る所に付着したが、ニホンヒトデは飼育水槽の側面や底面には付着したが採苗器には全く付着しなかった。
- ④ 着底後の稚ヒトデを継続して飼育したところ、キヒトデはかなりの成長が見られたが、ニホンヒトデは全く成長しなかった。

2 生態調査

野辺地地先でスターモップを用いて、ヒトデ生息状況調査を実施した結果、以下のようなことが明らかになった。

- ① 5月～9月にキヒトデは30mm以下の小型個体が採捕されたが、ニホンヒトデは全く採捕されず、1月になってから30mm以下の小型個体が採捕されたことから、初期成長に違いがあるものと考えられた。また、キヒトデは5～9月に浅場で小型個体が採捕されたが、1月には見られなくなったことから、成長に伴い浅場から深場へと移動しているものと考えられた。
- ② ニホンヒトデ、キヒトデともに、ホタテガイ桁網操業開始前に比べ終了後では生息密度が1/4に減少した他、大型のニホンヒトデが全く見られなくなった。また、地まき漁場内の深場（水深22m）は操業が行われなかったため、操業区域と比較するとニホンヒトデ、キヒトデとも生息密度が高い他、大型のニホンヒトデが多数見られた。こうしたことから、ホタテ桁網操業によるヒトデ駆除効果は非常に高く、地まき漁場内及び漁場の周辺を均一かつ丁寧に操業することが、ヒトデ駆除により有効であるものと考えられた。
- ③ ニホンヒトデの年齢を推定した結果、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以上の個体と推定された。2輪採製の漁協では、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、採捕時には腕長7cm程度であるものと考えられた。なお、室内における食害試験の結果、腕長7cmのニホンヒトデによるホタテガイの食害の影響はそれほど大きくはないものと考えられた。

また、桁網を用いて、6月のホタテガイ操業開始前にホタテガイの生息状況を調査した結果、3～5月にへい死している個体が多いことが分かった。

3 駆除試験

野辺地地先で、ウニ籠20籠を用いてヒトデ駆除試験を行った結果、1日当たり3.7～11.4kgのヒトデ類を駆除できた。

また、スターモップを用いて漁船5隻で2時間30分駆除試験を行った結果、約160kgのヒトデ類を駆除できた。その後、ヒトデ駆除を行った地点（駆除区）と、駆除を行っていない地点（非駆除区）を桁網で調査した結果、ホタテガイへい死率は駆除区（4.6%）よりも非駆除区（7.1%）の方が高かったほか、ヒトデ類（全てニホンヒトデ）も駆除区（0.9kg）より非駆除区（24.7kg）の方が多かった。こうしたことから、スターモップによるヒトデ駆除効果はあるものと考えられた。なお、費用対効果を試算したところ収支はほぼ同じであることから、組合としては実質的な利益はないものの、漁業者個人としては傭船料が収入としてあるものと考えられた。

引用文献

- 1) 中西義廣ら（2003）：地まきホタテガイ漁業回復調査. 青水総研増事業報告, **33**, 173-178.
- 2) 吉田達ら（2004）：地まきホタテガイ漁業回復調査. 青水総研増事業報告, **34**, 183-192.
- 3) 吉田達ら（2005）：地まきホタテガイ漁業回復調査. 青水総研増事業報告, **35**, 179-185.