

稚ヒトデによるホタテガイ付着稚貝の食害防止の検討

工藤 敏博・田村 亘

平成7年度はホタテガイの採苗器に稚ヒトデが例年になく多数付着し、6月26日から28日にかけて行った第2回付着稚貝調査では、間引き前の採苗器への稚ヒトデの付着数は全湾平均で631個/袋となっており、かなりの数のホタテガイ稚貝が稚ヒトデの食害による被害を受けた。

腕長7~20mmの沈着後ある程度成長したヒトデがホタテガイ稚貝をどの程度食害するかは調査されているが¹⁾²⁾、採苗器に付着した直後の稚ヒトデがどの程度ホタテガイを食害するかは知られていなかった。

また、採苗器への稚ヒトデの付着が多いときは「間引き(本来はホタテガイ稚貝の付着数を調整するのが目的)」を行うことにより除去の効果があることが知られている³⁾が、これは間引きを行った採苗器と行っていない採苗器を比較したものであり、直接どの程度のヒトデが除去されるかは知られていなかった。

このため、採苗器内でどの程度稚ヒトデがホタテガイ稚貝を食害するかを推定すると共に稚ヒトデの成長を調査し、さらにヒトデの付着が多いときに行われている「間引き」についてもどの程度効果があるかを調査したので、その結果を報告する。

I. 稚ヒトデによるホタテガイ稚貝の食害試験

材料と方法

試験は平成7年6月8日~7月23日にかけて延べ23回実施した。

試験区と対照区を設け、試験区は容量150mlの水槽に腕長0.6~14.5mmの稚ヒトデ1~5個体と殻長0.7~10.4mmのホタテガイ稚貝を約50~100個体を同時に収容し、ろ過海水を毎分18ml程度かけ流しにして飼育し、原則として24時間後にへい死していたホタテガイの個数及び生残した個数を計数すると共に殻長を測定した。

対照区はヒトデを収容せずに試験区と同様に飼育し、試験区と同時に試験を終了した。

食害されたホタテガイ稚貝の個数は、予備試験で腕長0.7mmの稚ヒトデがすでにホタテガイ稚貝を食害するのを確認したため、「試験区のホタテガイ稚貝へい死個数」-「対照区のホタテガイ稚貝へい死個数」として計算した。

なお、試験に使用したヒトデ及びホタテガイは久栗坂実験漁場の採苗器に付着していたもので、ヒトデについては24時間絶食させた後に使用した。

結果と考察

表1に試験結果を示したが、試験に使用したホタテガイとそのうち食害されたホタテガイの平均殻長を比較すると、すべての試験区で食害されたホタテガイは小さい傾向が見られた。

このため、1つの例として第3回目試験におけるホタテガイの殻長組成を比較したが(図1)、明らかに小さいサイズのホタテガイが食害されているのが確認された。

このことから、ヒトデの大きさと食害されるホタテガイの大きさには何らかの関係があるものと考えられたため、試験区ごとに収容したヒトデの一番大きいものの腕長と食害されたホタテガイのうち一番大きいものの殻長との関係を調べ図2に示した。ヒトデは自分の腕長のほぼ2倍以内の大きさのホタテガイしか食害しておらず、これは、ヒトデがホタテガイを食害するとき、おおいかぶさって管足で貝殻をこじ開けて食害するという行動と関係があるものと考えられた。

表1 ヒトデ食害試験結果

試験回次	試験区	開始時		終了時							試験時間 (分)	試験期間中 食害総個数	ヒトデ1尾 1日当り 食害数	ヒトデの1日 当り成長 (mm/日)	水温					
		ヒトデ		ヒトデ		個数			ホタテガイ						試験開始時 (°C)	試験終了時 (°C)				
		尾数	平均腕長 腕長の範囲	尾数	平均腕長 腕長の範囲	生貝	死貝	合計	全体測定結果								死貝測定結果			
									平均殻長	殻長範囲							平均殻長	殻長範囲		
第1回目 6.8~6.9	コントロール					94	0	94	1.29	1.0~1.7		1380			15.4	15.4				
	1	5	0.78	0.7~0.8	5	0.93	0.8~1.0	76	14	90	1.30	0.7~1.7	1.27	1.0~1.5	1380	14	2.9	0.16	15.4	15.4
	2	5	0.74	0.7~0.8	5	0.89	0.8~1.0	78	13	91	1.35	0.7~2.1	1.27	0.9~1.6	1385	13	2.7	0.16	15.4	15.4
	3	5	0.81	0.6~0.9	5	0.93	0.8~1.0	77	16	93	1.29	0.7~1.7	1.21	0.8~1.5	1385	16	3.3	0.13	15.4	15.4
	4	5	0.76	0.7~0.9	5	0.86	0.8~1.0	88	10	98	1.24	0.7~1.8	1.11	0.7~1.5	1385	10	2.1	0.10	15.4	15.4
	平均又は合計	20	0.77		20	0.90		319	53	372					1384	13.3	2.8	0.14		
第2回目 6.9~6.12	コントロール					103	7	110	1.71	0.6~3.2		4250			15.4	14.0				
	1	5	0.93	0.8~1.0	3	1.23	1.2~1.3	81	28	109	1.61	0.8~3.7	1.35	0.8~2.1	4250	21	2.4	0.10	15.4	14.0
	2	5	0.89	0.7~0.8	5	1.14	1.0~1.3	69	38	107	1.56	0.7~3.4	1.29	0.7~1.8	4250	31	2.1	0.08	15.4	14.0
	平均又は合計	10	0.91		8	1.19		150	66	216		4250	26.0	2.2	0.09					
第3回目 6.13~6.14	コントロール					99	0	99	2.08	0.8~3.7		1660			14.1	16.0				
	1	5	1.12	0.9~1.3	5	1.24	0.9~1.4	85	15	100	1.84	0.9~3.0	1.38	0.9~1.6	1660	15	2.6	0.10	14.1	16.0
	2	5	1.24	1.2~1.3	5	1.36	1.2~1.5	82	17	99	2.09	1.0~3.2	1.63	1.1~2.2	1660	17	2.9	0.10	14.1	16.0
	平均又は合計	10	1.18		10	1.30		167	32	199		1660	16.0	2.8	0.10					
第4回目 6.15~6.19	コントロール					48	1	49	2.22	1.4~3.4		5820			14.9	15.8				
	1	1	1.50	1.5	1	2.10	2.1	38	11	49	2.32	1.4~3.7	2.03	1.5~2.7	5740	10	2.5	0.15	14.9	15.8
	2	1	1.50	1.5	1	1.90	1.9	46	3	49	2.33	1.5~3.5	2.02	1.7~2.2	5745	2	0.5	0.10	14.9	15.8
	平均又は合計	2	1.50		2	2.00		84	14	98		5743	6.0	1.5	0.13					
第5回目 6.22~6.23	コントロール					96	1	97	2.76	0.7~5.9		1480			14.3	14.8				
	1	5	2.46	2.3~2.7	5	2.50	2.4~2.8	72	27	99	2.82	1.5~6.6	2.24	1.5~3.2	1460	26	5.1	0.04	14.3	14.8
	2	5	1.68	1.5~1.9	5	1.92	1.7~2.2	86	15	101	2.82	1.6~6.6	2.26	1.5~3.6	1540	14	2.6	0.22	14.3	14.8
	3	5	1.60	1.5~1.7	5	1.82	1.7~2.1	94	6	100	2.94	1.5~5.9	2.35	1.8~2.9	1480	5	1.0	0.21	14.3	14.8
	平均又は合計	15	1.91		15	2.08		252	48	300		1493	15.0	2.9	0.16					
第6回目 6.28~6.29	コントロール					51	0	51	3.26	1.5~6.1		1590			16.2	16.3				
	1	5	3.36	3.3~3.5	5	3.80	3.5~4.0	27	23	50	3.39	1.9~7.1	2.66	1.9~4.1	1580	23	4.2	0.40	16.2	16.3
	2	5	2.16	1.9~2.3	5	2.34	2.2~2.4	41	8	49	3.45	2.0~7.0	2.59	2.2~3.2	1565	8	1.8	0.17	16.2	16.3
	3	5	2.14	1.9~2.5	5	2.58	2.4~2.7	36	12	48	3.37	1.9~6.1	2.58	1.9~3.1	1550	12	2.8	0.41	16.2	16.3
	4	5	4.72	4.0~5.6	5	5.28	4.5~6.1	23	25	48	3.91	2.0~7.3	3.37	2.3~5.4	1540	25	5.8	0.52	16.2	16.3
	平均又は合計	20	3.10		20	3.50		127	68	195		1559	17.0	3.7	0.37					
第7回目 7.4~7.5	コントロール					50	0	50	5.18	3.0~9.1		1760			16.0	17.1				
	1	5	5.30	5.0~5.5	5	5.92	5.5~6.4	24	23	47	5.17	3.1~9.3	4.58	3.1~7.3	1760	23	3.8	0.51	16.0	17.1
	2	5	4.50	4.4~4.8	5	5.32	4.9~5.4	29	20	49	4.86	3.2~8.3	4.21	3.2~6.2	1760	20	4.1	0.67	16.0	17.1
	3	5	4.22	3.5~4.9	5	4.86	4.3~6.1	39	10	49	5.35	3.3~8.4	4.36	3.3~6.3	1760	10	2.0	0.52	16.0	17.1
	4	4	7.58	6.2~8.5	4	9.30	8.4~10.5	15	31	46	5.61	3.2~9.3	4.76	3.2~7.0	1750	31	6.4	1.42	16.0	17.1
	平均又は合計	19	5.40		19	6.35		107	84	191		1758	21.0	4.1	0.78					
第8回目 7.11~7.13	コントロール					50	0	50	5.96	3.5~9.1		2610			17.4	19.0				
	1	3	7.43	6.9~8.0	3	8.40	8.1~8.9	31	9	40	7.27	5.3~9.9	7.12	5.5~9.7	2610	9	5.0	0.53	17.4	19.0
	2	1	14.50	14.5	1	15.50	15.5	18	16	34	8.38	4.7~10.4	8.09	6.0~9.9	2610	16	8.8	0.55	17.4	19.0
	平均又は合計	4	10.97		4	11.95		49	25	74		2610	12.5	6.9	0.54					

なお、図2において、ヒトデの腕長が大きくなるにつれ、食害されたホタテガイの最大殻長が、ヒトデの腕長の2倍の線よりも下がってきているのは、試験後半になるとヒトデの方がホタテガイよりも成長が早いから、相対的に小型のホタテガイしか使用することができなかったことや、干川²⁾が報告しているように沈着間もないヒトデ稚仔は相対的に大型の餌を捕食できるためとも考えられた。

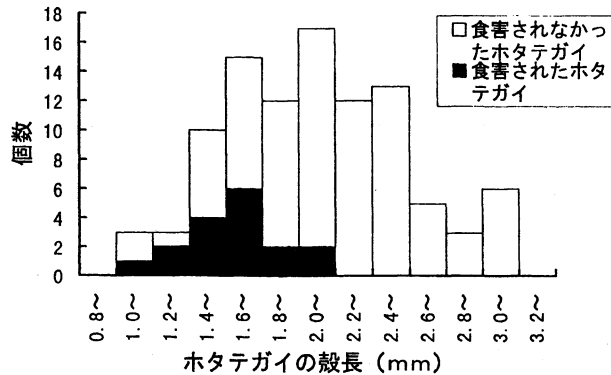


図1 第3回目試験における收容したホタテガイと食害されたホタテガイの殻長組成

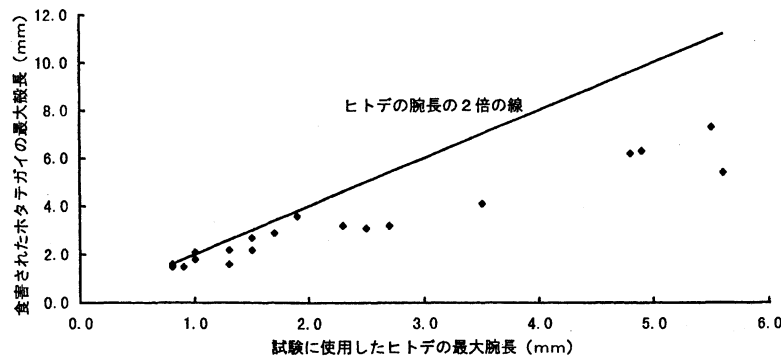


図2 試験回数ごとの最大のヒトデ腕長と食害された最大のホタテガイ殻長の関係

ヒトデが1日に食害したホタテガイの個数は、腕長2mm程度までは1日2~3個程度で、それ以降サイズが大きくなるに従って増加した。

しかし、本試験ではそれぞれの試験回次において与えたホタテガイのサイズが異なり、そのまま比較することができないため、まずホタテガイ稚貝の殻長と重量の関係(図3)を求め、その関係式から1日に食害された重量を算出し、その結果からヒトデの腕長と食害されたホタテガイの重量の関係を図4に示した。また、あわせて表2にヒトデの腕長と1日に食害が予想されるホタテガイの殻長別個数の算出を試みた。

これによると、ヒトデの腕長が大きくなるに従って急激に食害する重量が増えるものと考えられた。

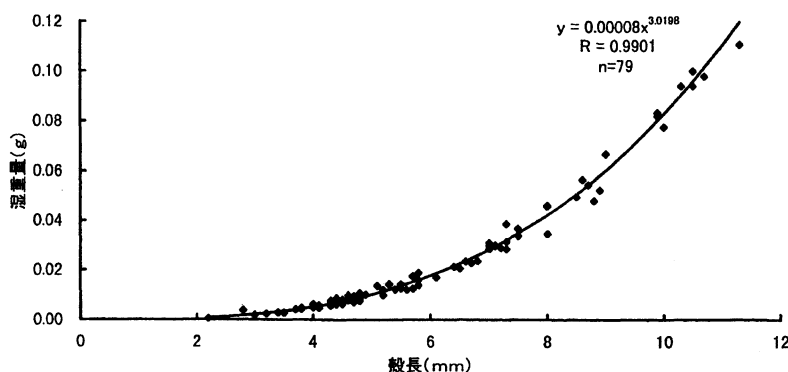


図3 ホタテガイ稚貝の殻長と湿重量の関係

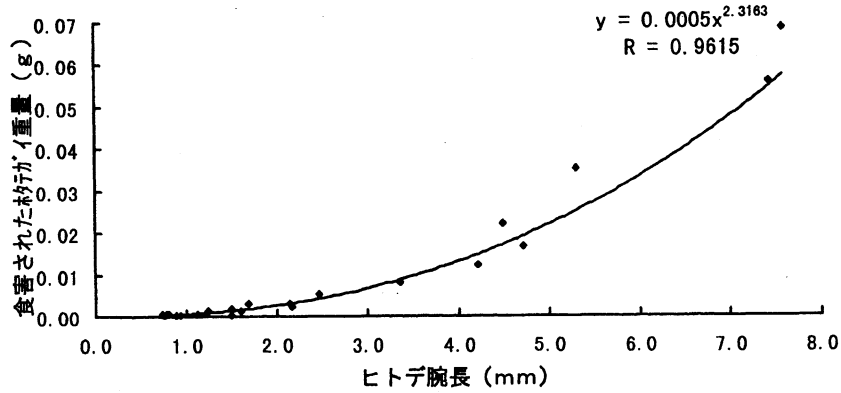


図4 ヒトデの腕長と1日に食害したホタテガイの重量の関係

表2 1個体のヒトデの腕長と1日に食害が予想されるホタテガイの殻長別個数

ヒトデの腕長(mm)	ホタテガイの殻長(mm)							
	2	3	4	5	6	7	8	9
2	3.84	1.13						
3	9.82	2.89	1.21					
4		5.62	2.36	1.20				
5		9.42	3.95	2.01	1.16			
6			6.03	3.07	1.77	1.11		
7			8.62	4.39	2.53	1.59	1.06	
8				5.98	3.45	2.17	1.45	1.01
9				7.86	4.53	2.85	1.90	1.33

試験区ごとに水温の条件が異なるものの、ヒトデの成長は腕長1mm前後で1日0.1mm程度、腕長5mm前後で1日0.5mm程度と、腕長が大きくなるに従って成長量が大きくなる傾向にあった。

II. 稚ヒトデの成長試験

材料と方法

7月6日に、久栗坂の実験漁場の採苗器に付着していた稚ヒトデのうち、2分の篩から落下して1分5厘の篩で止まったもの110個体を容量500mlの水槽に収容し、2～3日に1回適当なサイズのホタテガイ稚貝を飽食する状態まで与え、ろ過海水を毎分20ml程度かけ流しにして7月19日まで飼育した。これらの稚ヒトデは1～3日に1度ランダムに10個体ずつ採取し、ホルマリンで5分固定した後、腕長を測定した。

また、適宜実験漁場に設置した採苗器に付着していた稚ヒトデの腕長と湿重量を測定したが、重量はホルマリンで5分間固定した後、吸水紙で1分間水分を取り除いた後に電子天秤で測定した。

結果と考察

表3に飼育結果を、図5に腕長の推移を示した。

これによると、腕長約3mmから飼育した場合、飼育日数と腕長の関係は $Y=3.2755e^{0.0687X}$ (Y:ヒトデの腕長、X:飼育日数)で表された。なお、7月11日測定時にヒトデの腕長が7月10日より小さい値になっているが、サンプリングの誤差によるものと思われた。

また、ヒトデの腕長と湿重量の関係を図6に示したが、 $Y=0.0005X^{2.671}$ (Y:ヒトデの湿重量、X:ヒトデの腕長)という式が得られた。

表3 稚ヒトデ成長試験結果

	7/6 13:30	7/7 14:50	7/10 14:34	7/11 10:50	7/12 11:35	7/13 10:50	7/14 11:40	7/17 16:12	7/18 13:30	7/19 10:55
平均腕長(mm)	2.88	3.83	4.67	4.46	4.86	5.38	6.16	6.44	6.52	8.97
最小値(mm)	2.3	3.4	3.9	3.5	3.4	3.7	4.9	4.6	5.0	6.2
最大値(mm)	3.5	4.4	6.3	6.3	6.6	6.3	7.6	8.7	9.1	10.6
標準偏差	0.36	0.31	0.71	0.94	0.81	0.95	0.87	1.11	1.18	1.15
9:00の茂浦地先水温(°C)	19.5	20.4	18.6	19.7	21.3	20.5	21.8	18.2	19.8	20.6
試験期間(日)	1.06	2.99	0.84	1.03	0.97	1.03	3.19	0.89	0.89	0.89
期間内成長量(mm)	0.95	0.84	-0.21	0.40	0.52	0.78	0.28	0.08	0.08	2.45
日間成長量(mm/日)	0.90	0.28	-0.25	0.39	0.54	0.75	0.09	0.09	0.09	2.75

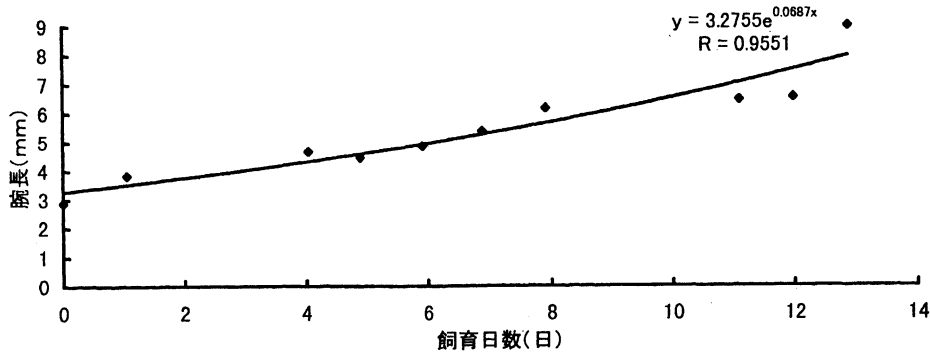


図5 稚ヒトデの腕長の推移

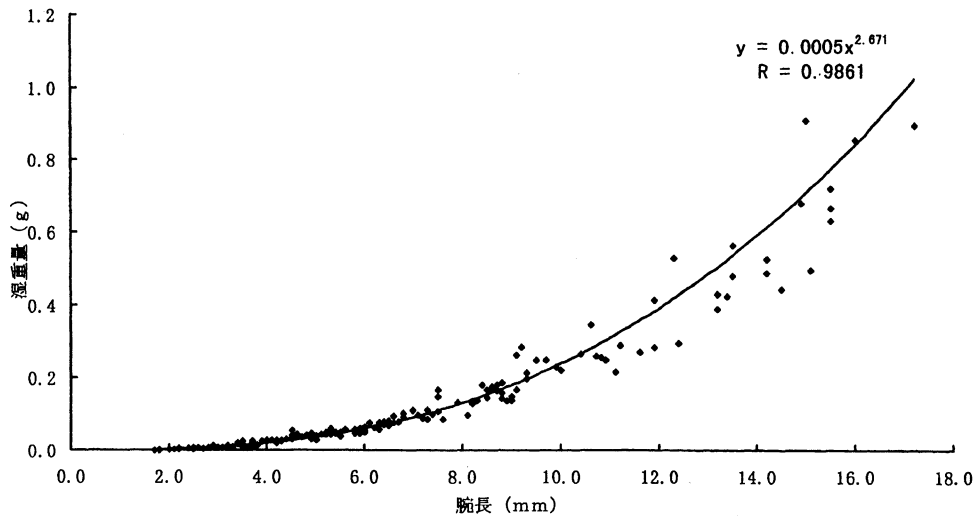


図6 稚ヒトデの腕長と重量の関係

Ⅲ. 採苗器間引き効果試験

材料と方法

6月27日と7月10日の2回、久栗坂の実験漁場に設置している採苗器(4月18日投入、1連10段、流網の重さ70g)を1連引き上げ、上から1、4、10段目のものを、採苗器内の流網を玉ねぎ袋から取り出した後に流網をたらいの中でふるい、それを新しいたまねぎ袋に入れるといった方法で間引き作業を行い、①元の玉ねぎ袋に付着していたホタテガイ、キヌマトイガイ、ムラサキイガイ、ヒトデと②ふるった後に流網に残ったものと③流網から落ちたものをそれぞれ採取し、計数・測定を行った。

結果と考察

表4に結果を示したが、間引き作業を行うことにより、ヒトデの89.1~96.6%が除去され、かなり効果があることが確認された。また、種類別に見ると、ヒトデ、ムラサキイガイ、キヌマトイガイ、ホタテガイの順に間引きされる率が高い傾向にあった。なお、間引き前と後のホタテガイの平均殻長及びヒトデの平均腕長を比較すると、ほぼ同じ値で $\alpha > 0.05$ で有意な差は見られなかった。

以上のことから、稚ヒトデの採苗器への付着が多い時は、本作業はその除去に充分効果があることが再確認された。

間引き作業を行う時期は、本来のホタテガイ付着稚貝の付着数の調整を目的とした場合では、稚貝の成長の面から殻長2mm程度で行うのが適切とされているが³⁾、ヒトデの付着が非常に多い場合は成長面から本作業の時期を決めるのではなく、稚ヒトデの付着状況や付着直前のブラキオラリア期のヒトデ幼生の出現状況を良く把握して決める必要がある。

しかし、本作業を行っても完全にヒトデを除去するのは困難なことから、状況を見て本作業を2回行うとか、稚貝採取を早く行いヒトデを完全に除去すること等が必要と考えられる。

また、本作業は、本来はホタテガイの付着が多すぎる時にその数を調整するために行う作業のため、ホタテガイの付着数が少ない場合どうするか、ヒトデの出現時期や成長から考えて適切な実施時期はいつか等を今後検討する必要がある。

表4 ホタテガイ採苗器の間引き作業によるヒトデ等の除去効果について(採苗器3袋の平均)

調査月日	項目	ホタテガイ		ヒトデ		ムラサキイガイ	キヌマトイガイ
		個数	殻長(mm)	個数	腕長(mm)	個数	個数
95/6/27	間引き前	49,968	3.31	190	1.73	22,402	24,742
	間引き後	13,867	3.44	21	1.84	1,644	4,048
	間引き率	72.2%		89.1%		92.7%	83.6%
95/7/10	間引き前	7,003	5.28	178	4.23	2,943	12,496
	間引き後	1,845	5.26	6	4.44	639	3,552
	間引き率	73.7%		96.6%		78.3%	71.6%
間引き率の平均		73.0%		92.9%		85.5%	77.6%

引用・参考文献

- 1) 佐藤恭成・相坂幸二(1991)：陸奥湾におけるホタテガイ天然採苗器へのヒトデ付着について 青水増事業報告 22 137-145
- 2) 干川裕(1987)：ホタテガイ採苗器におけるヒトデ稚仔による稚貝の捕食(予報) 北水試月報 44 225-235
- 3) 佐藤恭成・相坂幸二(1990)：ホタテガイ付着稚貝の研究(その3) 青水増事業報告 21 112-116