

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

佐藤 恭成・相坂 幸二

はじめに

ホタテガイの天然採苗について、ヒトデ (*Asterias amurensis*) が天然採苗器に大量に付着し、ホタテガイ付着稚貝を捕食することがある。陸奥湾ではこのヒトデの大量付着は数年に1度程度の頻度で起こり、その捕食の多少によってはホタテガイ種苗の確保に影響を及ぼすほどの被害を生じることがあるが、その発生機構は依然明らかにされていない。そこでホタテガイ採苗器へのヒトデ付着生態を解明し、その付着を回避する手法を見いだす目的で、ヒトデの浮遊幼生出現、採苗器へ付着、捕食速度等について調べた。

なお、本報告は1981年以降、三戸芳典、平野忠、対馬廉介の各氏が中心となり、水産増殖センター、青森地方水産業改良普及所、むつ地方水産業改良普及所、青森市水産指導センター、各漁業協同組合及び各漁業研究グループが行った調査の結果をとりまとめたものである。

材料と方法

ヒトデ浮遊幼生の出現状況を調べる調査は、1981年から1990年の各年4月から6月までの期間、毎週1回陸奥湾内の23定点(図1)において行った。

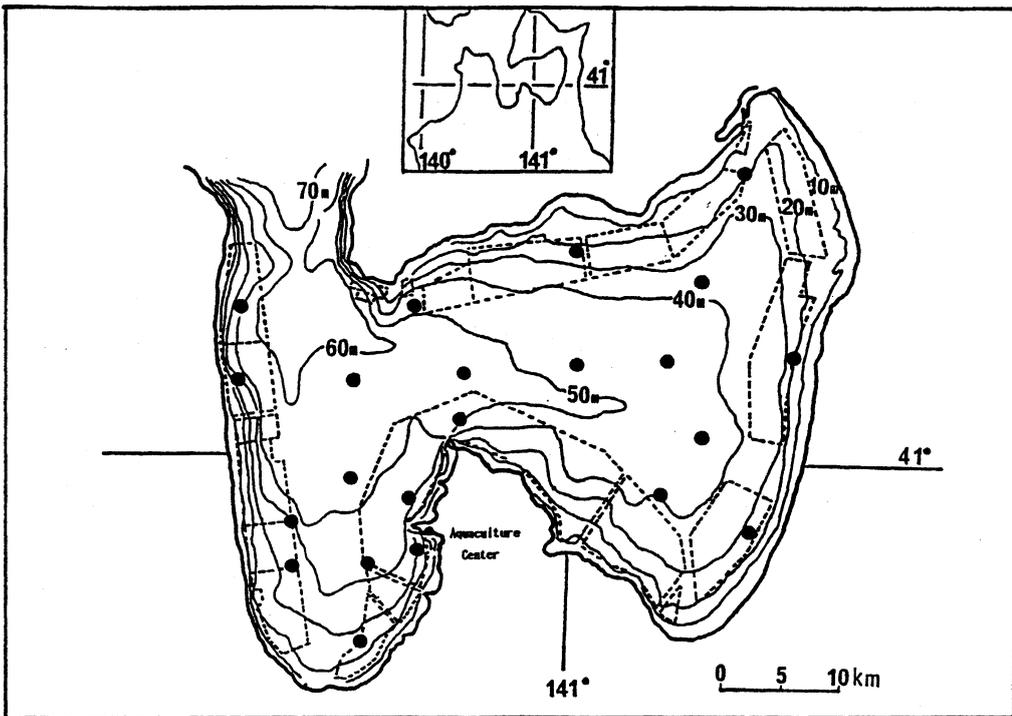


図1 ヒトデ浮遊幼生の調査点図

浮遊幼生の採集は北原式定量プランクトンネット（XX13メッシュ）を用い、海底から海面までの鉛直曳きにより行った。採集した浮遊幼生はホルマリンで固定後検鏡し、平野（1982）に従い、発生段階別、体長別に計数した。その後、濾水量をプランクトンネットの口径×曳網距離で算出し、その調査点での海水1㎡当りのヒトデ浮遊幼生の出現数に換算した。採苗器への付着調査は、毎年6月下旬から7月上旬にかけて陸奥湾内22定点において水深別に3基の採苗器をそれぞれ調査した。

採苗器へのホタテガイ、ヒトデの付着時期を調べる試験は、周年にわたり採苗器を1週間毎に設置、回収する方法により行った。試験場所は、陸奥湾西湾の青森市野内沖及び陸奥湾東湾の野辺地町沖で、いずれも水深20mの水深帯に採苗器を設置した。採苗器は、回収後ホルマリンで固定し、ホタテガイ付着稚貝、稚ヒトデについて付着数を計数した。

稚ヒトデによるホタテガイ付着稚貝の捕食速度を調べる試験は、1990年6月27日～7月18日に期間、水産増殖センターの実験室内において行った。実験に用いた稚ヒトデは腕長7～20mm、ホタテガイ付着稚貝は殻長4～11mmの個体で、それぞれホタテガイ天然採苗器に付着したものをを用いた。実験方法は、網地で作成した容量100cc程度の容器に稚ヒトデ1個体とホタテガイ付着稚貝20～40個体をそれぞれ収容し、容器ごと海水かけ流しの水槽内に設置した。ホタテガイ付着稚貝は、常に稚ヒトデにとって飽食状態になるよう多めに収容した。その後、24時間後までの捕食個体数及び捕食されたホタテガイ付着稚貝の大きさを計測した。実験期間中の水温は18.6～20.0℃の範囲にあった。

採苗器の間引き（佐藤，1991）による稚ヒトデの付着数の変化を調べる試験は、1991年7月に横浜沖の一般漁業者が行った採苗器を測定した。

結 果

1 各年のヒトデ浮遊幼生出現数と稚ヒトデ付着数

表1に1981年から1990年までの各調査年における、ヒトデ浮遊幼生の4発生段階別最大出現数、幼生全体の最大出現数及び採苗器1基当たりの稚ヒトデ付着数を示した。浮遊幼生の最大出現は、のう胚期で海水1㎡当り2.7～39個、同様に繊毛幼生期で5.4～25.8個、ピピンナリア期幼生で38.3～156個、ブラキオラリア期幼生で0.1～8.3個、幼生全体の最大出現数では46.9～167.1個の範囲にあった。また、採苗器1基当たりの稚ヒトデ付着数は、西湾より東湾の方が常に多く、陸奥湾全湾平均では0個から1990年の119.4個の範囲にあった。表2に各発生段階別最大出現数と全湾平均付着数との相関係数を示した。その結果、平均付着数と最も相関が高いのは、発生段階の最も進んだブラキオラリア期幼生最大出現数とであった。図2に1981年から1990年までのブラキオラリア期幼生出現数と付着数との関係について示した。

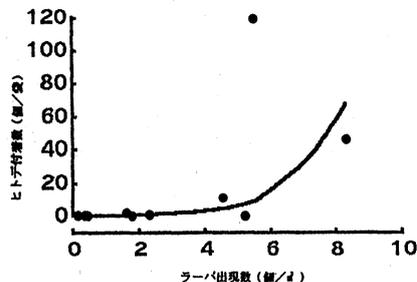


図2 ブラキオラリア期幼生出現数と付着数との関係

表1 1981 - 1990年におけるヒトデ浮遊幼生出現数と採苗器への稚ヒトデ付着数

年	発生段階別最大出現数 (個/m ³)				幼生最大出現数 (個/m ³)	付着数 (個/採苗器)		
	A	B	C	D		西湾平均	東湾平均	全湾平均
1981	4.1	11.4	144.3	8.3	162.9	41.6	49.3	46.2
1982	11.9	22.2	94.1	2.3	113.3	0.5	0.8	0.7
1983	2.7	6.0	113.6	4.5	120.2	5.8	14.9	11.2
1984	5.5	5.8	48.9	0.3	50.3	0.0	0.1	0.0
1985	21.7	13.3	75.4	0.1	83.6	0.0	0.0	0.0
1986	22.7	25.9	156.0	0.4	167.1	0.0	0.0	0.0
1987	37.6	10.9	36.5	1.8	67.3	0.8	4.2	2.5
1988	4.7	5.4	38.3	1.8	46.9	0.1	0.9	0.5
1989	19.7	25.8	58.2	5.2	61.8	0.2	0.7	0.4
1990	39.0	7.4	114.7	5.5	120.3	68.2	176.6	119.4

A のう胚期 B 繊毛幼生期 C ビピンナリア期 D プラキオラリア期

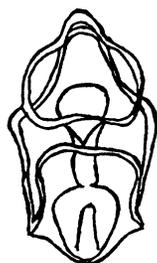
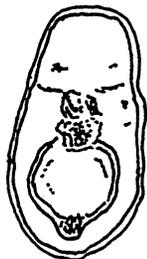


表2 各発生段階別最大出現数と全湾平均付着数の相関関係

	繊毛幼生期	ビピンナリア期	プラキオラリア期	付着数
のう胚期	0.193	-0.055	-0.098	0.411
繊毛幼生期		0.279	-0.072	-0.314
ビピンナリア期			0.394	0.395
プラキオラリア期				0.586

2 ヒトデ浮遊幼生の出現時期

1981年から1990年までの各年の浮遊幼生全体の時期別出現数を図3に示した。調査開始が遅れたため、出現の初期から調べられなかった年はあるものの、浮遊幼生全体の出現時期は3月から7月まで及んでおり、概ね出現のピークは4月下旬から5月中旬にあった。一方、図4に付着数と最も相関が高いブラキオラリア期幼生の出現時期とその年の採苗器1基当たりの稚ヒトデ付着数との関係を示した。その結果、ブラキオラリア期幼生の出現ピークは、図3のヒトデ浮遊幼生全体の出現のピークから1旬程度遅れ、5月上旬から6月上旬にあった。また、付着数との関係では1989年のようにブラキオラリア期幼生の出現が多いにもかかわらず付着数が少ない年もあった。

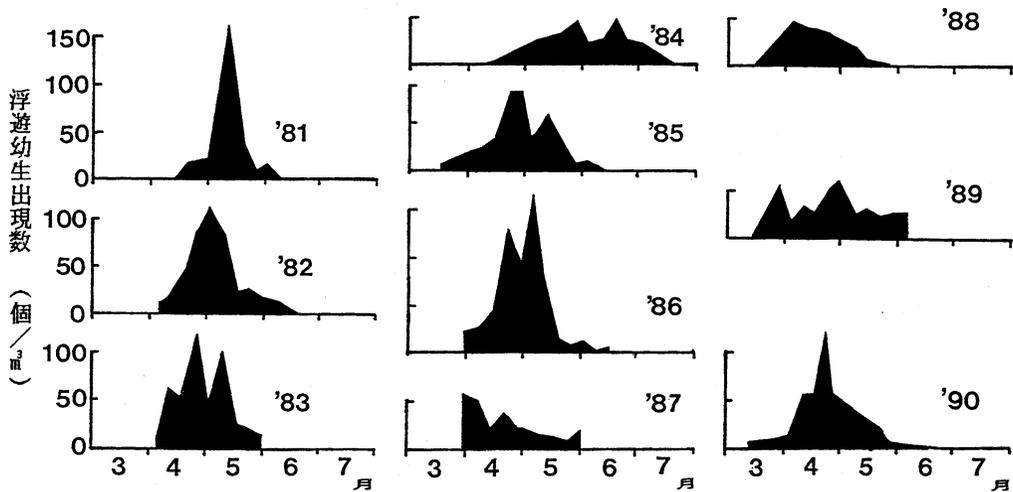


図3 1981～1990年におけるヒトデ浮遊幼生の時期別出現数

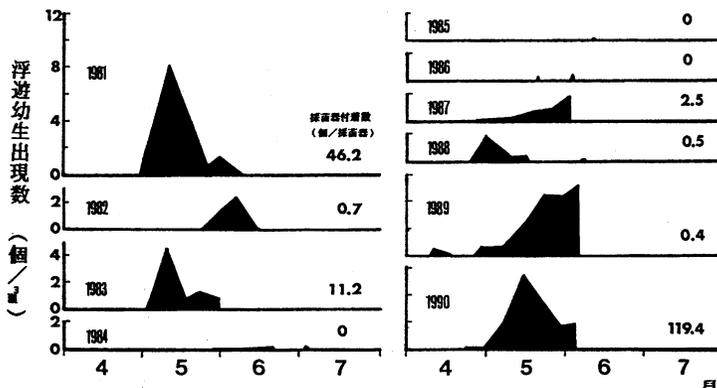


図4 1981～1990年におけるブラキオラリア期幼生の時期別出現数

3 稚ヒトデの付着時期

図5に陸奥湾西湾と東湾における稚ヒトデとホクテガイ付着稚貝の付着時期を、採苗器1基当たりの日間付着数で示した。前述のように1990年は稚ヒトデが最も大量に採苗器に付着したため、この調査

では1990年に有効なデータが得られた。その結果、西湾ではホタテガイ付着稚貝は4月上旬から付着し始め、5月上旬に付着のピークがあり、付着数は次第に減少していった。一方稚ヒトデは5月上旬から付着が見られ、5月中旬に付着のピークがあり、6月中旬まで付着が見られた。同様に、東湾では、ホタテガイ付着稚貝は4月上旬から付着し始め、5月上旬に付着のピークがあったが、稚ヒトデは5月下旬から付着し始め、6月上旬にピークがあり、7月上旬まで付着が見られた。このことから、概ね東湾より西湾の方がホタテガイ稚貝、稚ヒトデとも付着時期が早く、さらに、いずれの湾においてもホタテガイの付着が先行した後に稚ヒトデの付着があることがわかった。このことは、1983年に平野が同様に西湾と東湾を調査した結果と一致しており、例年同様の傾向を示すものと考えられた。

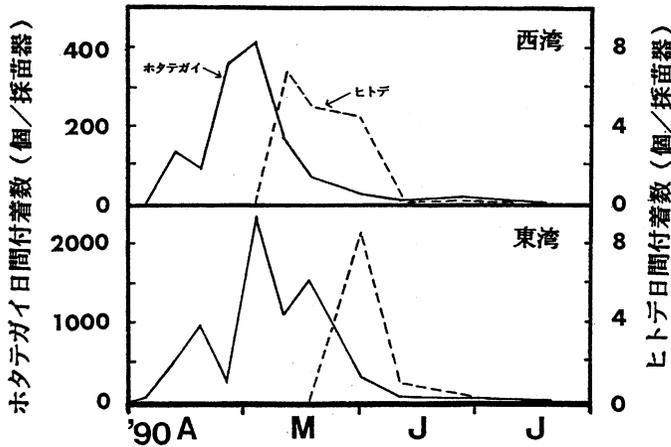


図5 ホタテガイ付着稚貝と稚ヒトデの付着時期

4 稚ヒトデの水平及び垂直分布

図6に1990年6月の各地先の稚ヒトデの採苗器1基当たりの付着数を示した。稚ヒトデの付着は、概ね湾口部に近い西湾は比較的付着数が少なく、湾奥部の東湾で付着が多く見られた。表3に、小型の採苗器を用い、水深5mから水深40mまでの水深別稚ヒトデ付着数を調べた結果を示した。その結果、1990年5月11日から6月7日の期間垂下した採苗器では、20m以深で付着が多く見られた。一方、表4に通常のサイズの採苗器を用い、一般に漁業者が垂下している水深帯での稚ヒトデの水深別付着数を調べた結果を示した。このように16-24mの水深帯においても水深が深いほど、更に、採苗器中の流し網質量が多いほど付着数が増える傾向が窺えた。

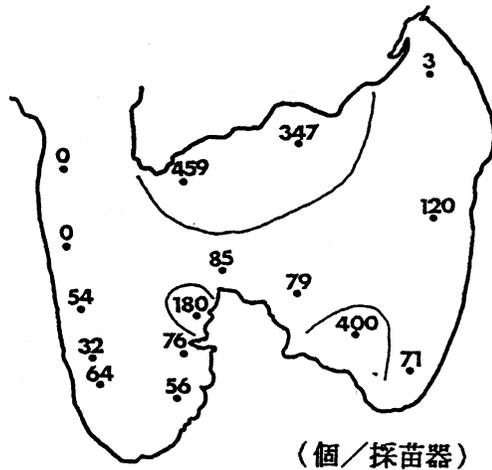


図6 各地先の稚ヒトデ付着数

表3 稚ヒトデの水深別付着数

採苗器垂下水深 (m)	稚ヒトデ付着数 (個/採苗器)	
	採苗器垂下期間	
	5月11日~6月7日	6月7日~7月5日
5	0	0
10	4	0
20	30	0
30	30	2
40	25	4

青森市久栗坂沖・水深45mの地点で実施(1990年)
小型の採苗器(流し網重量20g)を使用

表4 稚ヒトデの水深別付着数

採苗器垂下水深 (m)	稚ヒトデ付着数 (個/採苗器)				
	採苗器中の流し網重量 (g)				
	35	70	100	200	300
16	34	48	64	72	184
18	48	48	96	134	209
20	49	37	-	180	289
22	61	160	160	232	393
24	304	88	112	264	532

青森市久栗坂沖・水深45mの地点で実施
採苗器垂下期間(1990年4月13日~6月8日)

5 稚ヒトデによるホタテガイ付着稚貝の捕食

図7に稚ヒトデによるホタテガイ付着稚貝の捕食速度(1日当たりの捕食数)を同居捕食実験によって調べた結果を示した。左図には、稚ヒトデが1日当たりに捕食したホタテガイ付着稚貝の個体数と稚ヒトデの腕長との関係を示した。その結果、1日当たりの捕食個数と稚ヒトデの腕長との関係は、腕長の小さい稚ヒトデでも殻長の小さいホタテガイ付着稚貝であれば1日当たりの捕食個数は比較的多いことがわかった。そこで、右図に稚ヒトデが1日当りに食べたホタテガイ捕食重量と稚ヒトデ腕長との関係に換算した結果を示した。その結果、捕食重量と稚ヒトデ腕長の間には指数的な関係があることがわかった。

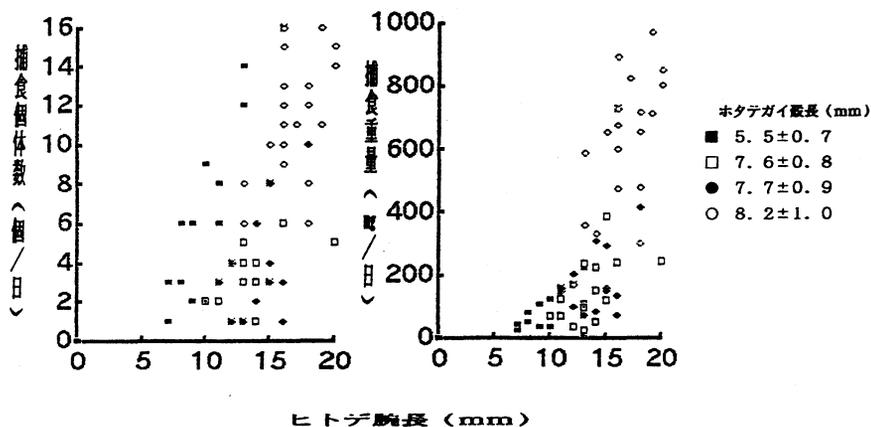


図7 稚ヒトデによるホタテガイ付着稚貝の捕食

6 間引き作業による稚ヒトデ付着数の変化

表5に採苗器の間引き作業による稚ヒトデの付着数の変化を調べた結果を示した。間引きを行った採苗器では、採苗器1基当たりの稚ヒトデ付着数は平均3個、間引きを行わなかった採苗器では平均110個と、採苗器の間引きにより稚ヒトデの付着数が相当減少していることがわかった。

表5 採苗器の間引きによるヒトデ付着数の変化

	ヒトデ		ホタテガイ	
	付着数	付着数	平均殻長	
間引きあり	1	46,080	2.44 mm	
	7	30,592	2.64	
	0	49,664	2.02	
平均	3	42,112	2.37	
間引きなし	114	486,400	1.38	
	22	410,880	1.32	
	100	351,232	1.22	
	152	193,024	2.36	
	194	237,056	1.52	
	76	386,048	1.62	
平均	110	344,107	1.57	

間引きは1991年6月17日実施、1991年7月2日調査
付着数は採苗器1基当たり

考 察

陸奥湾におけるヒトデ (*Asterias amurensis*) の成熟、産卵時期に関しては Kim (1968) が報告しているが、浮遊幼生の出現状況や付着についての報告はない。今回調査した結果では、ヒトデの浮遊幼生の出現は3月から7月まで及んでおり、その出現のピークは4月下旬から5月中旬にあった。これらのことから、ヒトデの産卵期は比較的長期に及ぶことが推定された。また、各年のヒトデ浮遊幼生の最大出現数は、海水1 m²当たり 46.9 - 167.1 個の範囲にあったが、採苗器への付着は0個から1990年の119.4個の範囲にあり、必ずしも浮遊幼生の出現数が付着数と一致しないことがわかった。そこで、浮遊幼生の各発生段階と付着数の関係を調べたところ、付着直前のブラキオラリア期幼生出現数との相関が最も高いことが判明した。このことは平野 (1987)、対馬 (1989) が報告している結果と一致した。稚ヒトデの付着に関する調査は、その大量付着が数年に1度程度であるため、容易ではなかったが、1990年に大量に付着したことからその付着生態について詳細に調べることができた。その結果、稚ヒトデ付着時期とホタテガイ付着稚貝の付着時期には時期的にずれがみられ、ホタテガイの付着が先行した後に稚ヒトデの付着が行われること、また、西湾と東湾では稚ヒトデの付着時期に違いが見られることがわかった。このことはヒトデとホタテガイの産卵時期及び幼生の浮遊期間の違いによるものと考えられるが、時期的な違いは年によっても差異があり、今後更に調査が必要である。

稚ヒトデの水平分布は、概ね湾口部に近い西湾は比較的付着数が少なく、湾奥部の東湾で付着が多く見られた。これは、東湾が西湾に比較して海水交換が緩慢であり、ヒトデ浮遊幼生の出現数が高く、採苗器に付着する機会が高いことによるものと考えられた。このように西湾より東湾で付着が多い傾向はホタテガイ付着稚貝についても同様のことが言える。水深別付着数では、水深の深い方に稚ヒトデの付着が多く見られた。しかし、今回調査を行った西湾では一般にこのような傾向が観察されるものの、東湾においては必ずしも水深の深い方だけに付着が見られるとは限らなかった。このことから、稚ヒトデの付着は単に水深によってだけ決定されるのではなく、むしろ付着直前のブラキオラリア期幼生の遊泳層によって決定されるものと考えられた。今後、付着水深の特定には水深別の浮遊幼生の採集とその水深帯の水温、塩分等の調査を行い、ブラキオラリア期幼生の遊泳層を把握する必要がある。

付着数の多少と食害の程度の多少は必ずしも一致しない。即ち、捕食実験でも明らかのように、大きい稚ヒトデはたくさんのホタテガイ付着稚貝を捕食する。一般に水深の浅い採苗器に付着したヒトデは、水温が暖かいため成長が良く、捕食量は増加すると考えられる。このことから、ヒトデの付着を回避するため、単に採苗器の垂下水深を浅くするだけでは食害は回避できないことになる。実際にはブラキオラリア期幼生の出現状況に応じて付着回避の為の採苗器の上層への水深移動を行い、さらに稚ヒトデ付着後は、食害回避のために下層への水深移動を行うことが必要である。

採苗器の間引き作業による稚ヒトデの除去は相当有効であることが判明した。しかし、本来、採苗器の間引き作業はホタテガイ付着稚貝が多すぎることに對する密度調整であり、ホタテガイ付着稚貝の成長促進を目的としたものである。従って、稚ヒトデの除去は副次的な効果と考えられるので、間引き作業を行う必要のない付着数の年にどのようにヒトデを除去するかは今後の課題である。

捕食実験の結果から稚ヒトデとホタテガイ付着稚貝の付着数、大きさから採苗器当たりの食害の進行状況を推定することができた。このことは、稚ヒトデの付着が多い年の稚貝採取時期の決定に有効であると考えられた。

以上のことをまとめ、ホタテガイ天然採苗におけるヒトデ付着回避及び食害対策を呈示すると表6のようになる。今後は、ヒトデの産卵量の推定及びビピンナリア期幼生からブラキオラリア期幼生に移行する時の減耗要因等について検討する必要があると考えられた。

表6 ホタテガイ天然採苗におけるヒトデ付着回避及び食害対策

予 測 項 目	予 測 指 標	実 地 養 殖 作 業
ヒトデの付着時期・付着数	長期：浮遊幼生出現時期 浮遊幼生出現数 短期：ブラキオラリア期幼生 出現時期・出現数	採苗器垂下水深の調整
間引きの必要性及び作業時期	稚ヒトデ付着数 ホタテガイ付着貝付着数	間引きの実施
ホタテガイ付着稚貝の 食害時期・速度	稚ヒトデ付着数 稚ヒトデの腕長とホタテガイ 付着稚貝の大きさ	採苗器水深の調整 稚貝採取時期の調整

引用文献

- 平野 忠 (1982) : ホタテガイラーバ調査の手引き, 昭和57年版. 青森県水産増殖センター, 1 - 22.
- 平野 忠他 (1987) : 昭和60年度ヒトデ付着予報調査. 青水増事業報告, 16, 174 - 183
- 佐藤 恭成・山内 高博 (1991) : ホタテガイ付着稚貝の研究 (その2), 青水増事業報告, 20, 87 - 90
- 対馬 廉介他 (1989) : 昭和62年度ヒトデ付着予報調査. 青水増事業報告, 18, 87 - 94
- Yong Shik Kim (1968) : Histological observations of the annual change in the gonad of the starfish, *Asterias amurensis* L.KEN. Bull. of the Fac. of Fish. Hokkaido Univ. 19, 97 - 108