

平成15年度漁場環境保全方針策定事業

吉田 達・小坂 善信・篠原 由香・鹿内 満春

陸奥湾の地まきホタテガイ主要産地である川内町では、かつて年間6,000トン以上の水揚げがあったが、近年は数百トンにまで落ち込んでいる。この原因としては、泥の堆積による漁場環境の悪化、ポリドラ付着による成長阻害、ヒトデによる食害、放流稚貝の種苗性等が考えられるが、原因の特定と改善には至っていない。こうした中、平成15年春季に東湾を中心に、養殖・地まきホタテガイが大量へい死に見舞われたことから、川内地区をモデル地区として地まきホタテガイ漁業回復を目的とした、漁場環境保全方針策定のための調査を実施するものである。

1 調査方法

(1) 餌料環境に関する調査

図1に示す地点(水深20m)で、2ヶ月に1回、クロロフィルa量を調査するためにバンドーン採水器により表層と底層の採水を行った。また、沈降量を調査するために海底上3mにセジメントトラップを24時間設置して沈降物を採取した。クロロフィルa量は、試水1ℓをワットマンGF/Cフィルター上に濾過し、凍結保存後、アセトンで抽出して蛍光法(日本分光FP-750)で測定した。沈降物はGF/Fフィルター上に濾過して凍結保存し、塩酸・乾燥処理後、POC量を測定した。

(2) 漁場環境に関する調査

平成15年11月12日に区画漁業権内の8地点(図1)で、200mlサンプル容器を用いて、潜水により底泥を採取した。それぞれのサンプルは、秤取して湿式法により篩別した後、105℃で24時間乾燥させて重量を測定し、乾泥率を用いて粒度組成を算出した。

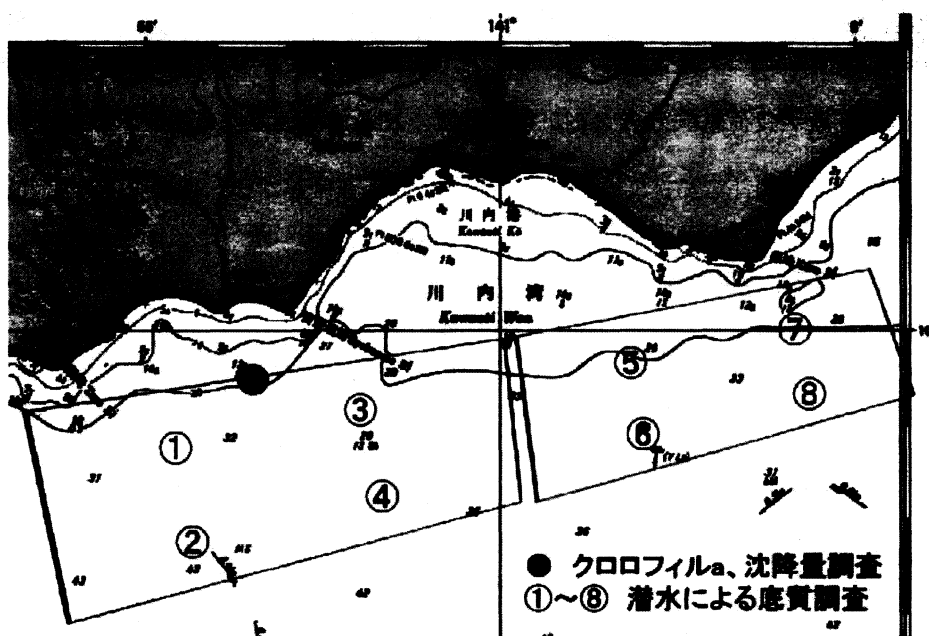


図1 漁場環境保全方針策定事業調査地点図

(3) ホタテガイの成長に関する調査

ホタテガイの時期別の成長量を把握するために、平成15年12月から平成16年5月にかけて養殖ホタテガイ（平成13年産、平成14年産、平成15年産）及び地まきホタテガイ（平成13年産、平成15年産）の測定を行った。それぞれ30個体の殻長、全重量、軟体部重量、生殖腺重量を測定した後、軟体部は送風定温乾燥器（IWAKI AFO-51）を用いて、60℃で8時間、120℃で15時間乾燥させて乾燥重量を測定した。

また、平成15年12月から平成16年5月までの、養殖及び地まきホタテガイ母貝調査データを整理した。

(4) ホタテガイのへい死原因究明に関する調査

平成15年春季のホタテガイ大量へい死については、小坂¹⁾はへい死地区の生貝の電子顕微鏡観察の結果、外套膜や鰓に無数の微細な衝突痕があることを確認しており、これがホタテガイに何らかの影響を及ぼしたものと推定していることから、微細粒子を用いた室内再現試験を以下のとおり行った。

川内地先水深35mで平成15年11月6日にスミスマッキンタイヤー採泥器により底泥を採取し、送風定温乾燥器（IWAKI AFO-51）を用いて120℃で24時間乾燥させた後、粒度組成用の63 μ mの篩を通過した粒子を実験材料に供した。微細粒子は200 ℓ FRP水槽に1 μ mフィルターでろ過した海水を入れて懸濁させ、FRP水槽上部に15cm \times 13cm \times 150cmの亚克力製水路を設置し、ホタテガイを収容した後、水中ポンプで水路内に水流を発生させて負荷試験を行った（図2）。

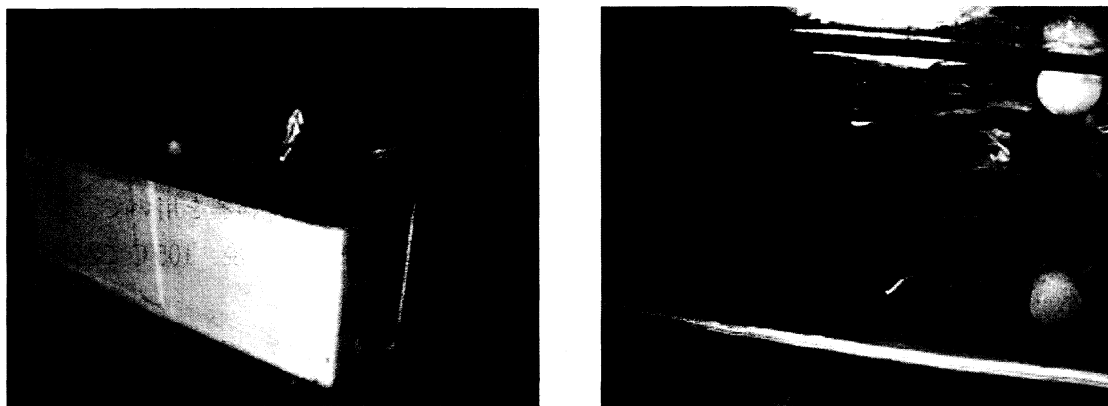


図2 流速負荷試験方法（右が負荷装置、左が負荷装置内のホタテガイ）

まず、平成16年2月20日と25日に予備試験を行い、電子顕微鏡で鰓・外套膜等の組織観察を行って、微細粒子による衝突痕が生じるかどうかを確認した。その結果に基づき、濁度を約50~100mg/ ℓ 、流速を約0.5~1ノット、負荷時間を30分~3時間に設定して、3月3日から3月12日にかけて計3回、負荷試験を行った。負荷終了後、負荷試験貝と対照貝を、耳吊り及びパールネットに収容し、3月4日から3月16日にかけて、久栗坂実験漁場（水深45m）、茂浦地先の養殖施設（水深45m）、野辺地地先の養殖施設（水深33m）にそれぞれ垂下した。その後、4月28日から5月7日にかけて、それぞれの養殖施設からホタテガイを回収して、生貝数、死貝数、異常貝数、殻長、全重量、軟体部重量を測定した。

なお、流速負荷水槽内の濁度、水温はポータブル多項目水質計（TOA DKK社 WQC-24）を用いて、流速は電磁式流向流速計（マーシュマックバーニ社MODEL2000フローメート）を用いて計測した。また、電子顕微鏡観察は1%グルタルアルデヒド+1%ホルムアルデヒドで固定し、凍結乾燥後に300 Ω の金を蒸着して、走査型電子顕微鏡（日本電子JSM5400LV）で観察した。

2 結果と考察

(1) 餌料環境に関する調査

クロロフィルa量の調査結果を表1に示した。表層では0.31~1.02mg/m³、底層で0.35~1.30mg/m³の範囲で推移した。

今回の調査結果及び過去の各種調査結果を基に、川内地先のクロロフィルa量の時期別推移を図3、4に示した。一般的には、植物プランクトンのブルーミングにより2月頃にピークを示すものの、最大で2mg/m³であり、それ以外の時期は1mg/m³以下の低い値で推移している。しかし、平成13年2月のように表層で15.7mg/m³、底層で8.8mg/m³と非常に高い値を示す年もあることから、餌料環境は年によって大きく異なるものと考えられた。

表1 川内地先のクロロフィルa量測定結果

月日	単位:mg/m ³		
	表層	底層	平均
H15.10.15	0.50	0.65	0.57
H15.11.12	0.61	0.86	0.73
H16.2.2	1.02	1.30	1.16
H16.4.20	0.31	0.35	0.33

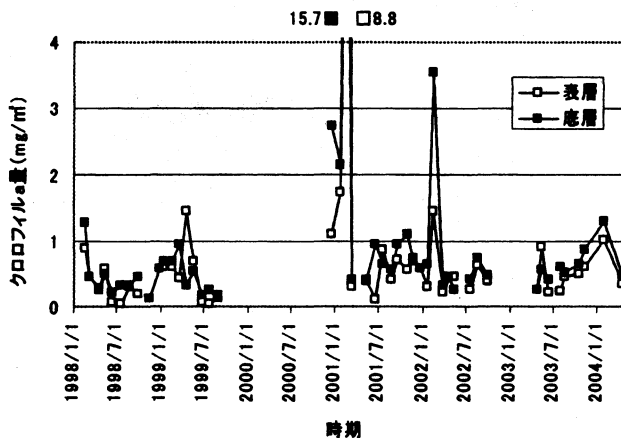


図3 川内地先のクロロフィルa量の推移(1998~2004年)

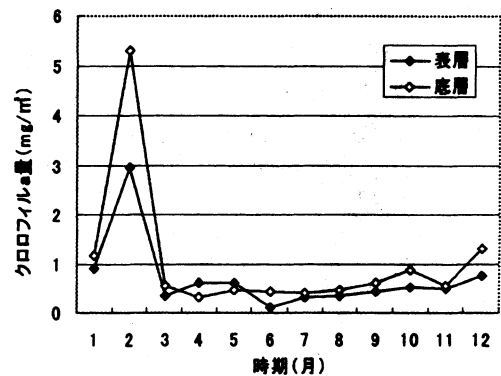


図4 川内地先のクロロフィルa量の推移(1998~2004年平均値)

沈降量の調査結果を表2に示した。沈降物中のPOC量は、平成15年11月は234mgC/m²/日、平成16年2月は120mgC/m²/日であった。小倉ら²⁾は東湾における沈降量を73~193mgC/m²/日と試算しており、吉田ら³⁾は久栗坂沖における沈降量調査の結果39~171mgC/m²/日と報告している。次年度も引き続き調査を行って、1年間を通しての時期別の推移を把握し、川内地先の底層における餌料環境を分析するとともに、他地域との比較を行いたい。

表2 川内地先の沈降量分析結果

投入月日	回収月日	希釈率	POC量		
			分析値 (μg)	m ² 当り (mgC/m ² /日)	平均 (mgC/m ² /日)
H15.11.10	H15.11.12	2	7,743	430	234
		10	1,398	388	
H16.2.2	H16.2.6	2	3,794	211	120
		10	823	229	

(2) 漁場環境に関する調査

粒度組成の分析結果を表3に示した。250μm以下の含泥率は11.8~81.2%であり、全体的に含泥率が高い傾向を示した。

川内地先では、近年、様々な調査^{4~8)}が行われており、粒度組成データが豊富にあることから、今回の調査結果と併せて底質(含泥率)マップを作成した。

表3 川内地先の底質の粒度組成分析結果

粒度	単位:%							
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
500μm~	43.6	5.8	80.6	21.7	25.5	5.2	10.9	15.3
250~500μm	19.8	12.9	7.7	49.6	41.8	54.6	49.9	36.2
125~250μm	11.3	10.7	4.4	10.4	25.1	28.2	32.3	35.4
63~125μm	4.8	7.5	2.0	3.3	1.7	3.7	0.7	5.7
0~63μm	20.6	62.9	5.3	15.0	5.9	8.3	6.2	7.4
含泥率(250μm以下)	36.7	81.2	11.8	28.7	32.7	40.2	39.2	48.5

図5にそれぞれの調査地点を、図6に250 μ m以下の含泥率を示した。水深が深くなるほど含泥率が高くなるが、川内川河口付近及び桧川沖の水深10~20m部分で特異的に含泥率が高い地点が見られた。

昭和39年、46年の調査^{9、10}では川内川河口付近の250 μ m以下の含泥率は10~20%台であるが、今回の調査では60%台とかなり高くなっていった。同様に、桧川沖の含泥率も30~40%台から90%台と高くなっており、この2地点については明らかに底質環境が悪化しているものと考えられた。川内川河口では、大雨後に大量の土砂が流出し、前面海域が酷い濁りを呈することが以前から問題となっている。この濁水は通常は、河口から宿野部崎方向に流出するため、川内川河口付近及び桧川沖の底質悪化については河川からの土砂流出の影響によるものと考えられた。

それ以外の地点については、特に悪化している状況は見られないが、分布状況には微妙な変化が見られる。これは、川内川周辺の河川からの土砂の流出や、深場からの泥の移動が原因と考えられた。

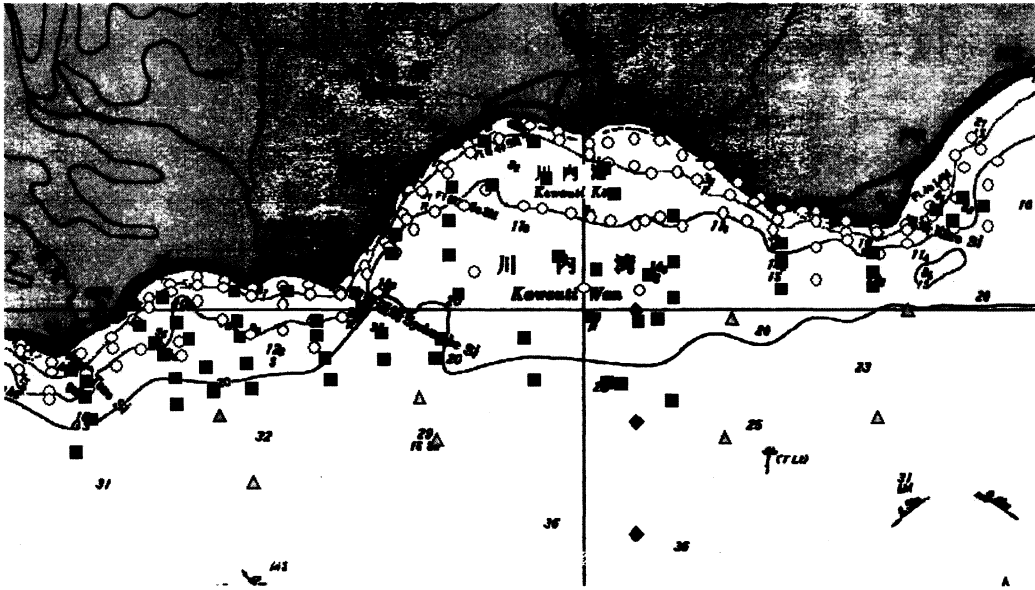


図5 川内地先の底質調査地点 (○H11藻場マップ調査、■H9~11増殖漁場評価試験、△H16漁場環境保全方針策定調査、◇H11陸奥湾漁場保全対策基礎調査)



図6 川内地先の250 μ m以下の含泥率

(3) ホタテガイの成長に関する調査

養殖及び地まきホタテガイの測定結果並びに母貝調査結果を表4に示した。また、これらのデータを基に、川内地先における養殖及び地まきホタテガイの年齢別成長量を図7、8に示した。

12月から5月にかけて、養殖ホタテガイは1年貝で全重量93.4~126.6g、軟体部重量35.8~53.5g、2年貝で全重量150.8~190.7g、軟体部重量64.2~89.7gであった。これに対して、地まきホタテガイは2年貝で全重量102.3~130.8g、軟体部重量38.2~52.8gであり、養殖ホタテガイに比べるとかなり成長が劣ることがわかった。

次年度も引き続き同様の調査を行って、データを補完することにより、川内地先におけるホタテガイの成長量をより詳細に把握したい。

表4 川内地先のホタテガイ測定結果

種類	年産貝	調査月日	殻長(mm)	全重量(g)	軟体部重量(g)	生殖腺重量(g)	軟体部乾燥重量(g)	異常貝率(%)
養殖	14年産	H15.12.17	97.2	93.4	35.8	3.5	6.3	10.0
	15年産	H15.12.17	54.3	15.1	5.0	0.2	0.8	0.0
	13年産	H15.12.26	117.3	187.0	84.7	10.0	13.7	3.3
	13年産	H16.1.6	111.9	181.9	72.3	13.4	-	3.3
	13年産	H16.1.21	105.8	174.7	78.8	18.2	-	13.3
	13年産	H16.2.6	112.3	172.7	78.2	19.1	12.4	10.0
	13年産	H16.2.20	114.5	190.7	89.7	22.7	-	0.0
	14年産	H16.3.1	108.3	128.6	53.5	11.4	9.2	0.0
	15年産	H16.3.1	77.0	40.6	17.2	3.3	3.2	0.0
	13年産	H16.3.8	110.9	178.8	79.4	19.1	-	6.6
	13年産	H16.3.20	107.0	150.8	64.2	14.3	-	23.3
	13年産	H16.4.5	102.8	167.7	70.4	12.8	-	23.3
	14年産	H16.5.6	107.5	111.5	48.9	3.2	8.4	3.3
	15年産	H16.5.6	78.3	40.7	16.2	0.8	2.7	3.3
	地まき	15年産	H15.12.10	40.5	6.5	1.9	0.0	0.3
13年産		H15.12.26	99.4	107.2	43.2	3.6	6.1	0.0
13年産		H16.1.19	99.4	107.2	43.2	3.6	-	0.0
13年産		H16.1.21	94.0	102.3	42.8	7.2	-	6.6
13年産		H16.2.9	106.1	130.8	52.8	9.6	8.9	0.0
13年産		H16.2.20	97.9	104.8	45.8	8.6	-	0.0
13年産		H16.3.10	103.1	119.4	51.0	8.6	-	0.0
15年産		H16.3.20	63.0	28.5	-	-	-	-
13年産		H16.4.5	96.5	122.1	51.8	7.3	-	0.0
13年産		H16.4.23	101.4	107.1	38.2	3.6	8.3	0.0

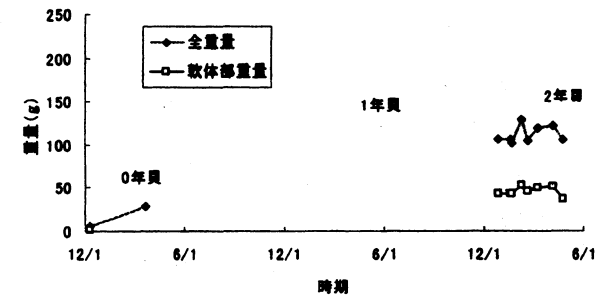
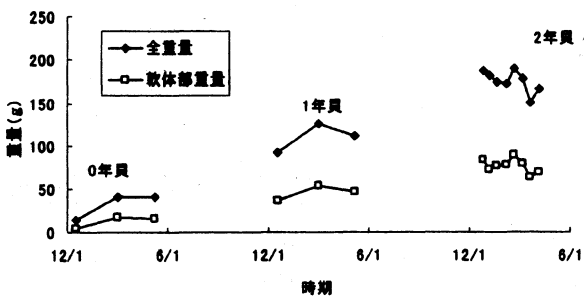
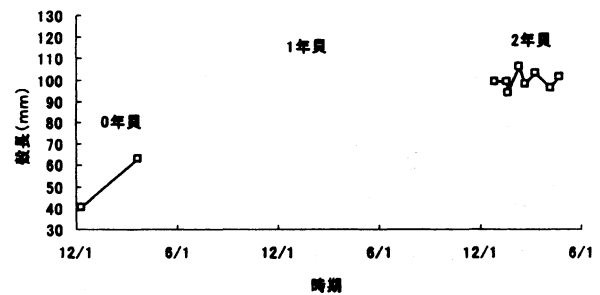
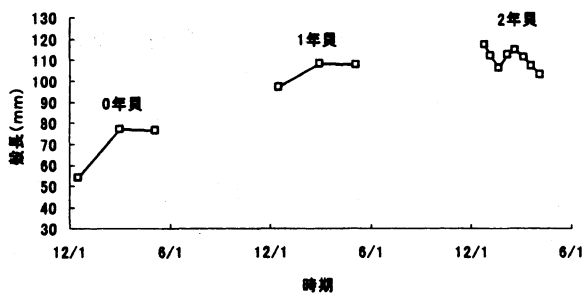


図7 川内地先の養殖ホタテガイの年齢別成長量

図8 川内地先の地まきホタテガイの年齢別成長量

川内地先における地まきホタテガイの成長（全重量）について、昭和39～50年の各種調査^{9～18)}、平成6～15年の地まきホタテガイ実態調査、平成11～13年のホタテガイ増殖漁場評価試験、平成6～14年の地まきホタテガイ母貝調査データを整理した結果、昭和39～46年の天然貝主体の漁場では3年貝の全重量が200g前後あったが、昭和46～50年の放流貝漁場の調査では136g、平成6～15年には100g前後とかなり成長が劣っていることがわかった（表5、図9）。

表5 川内地先における地まきホタテガイの全重量の推移

	1年貝		2年貝		3年貝		4年貝	
	10月	4～6月	10～12月	5月	10月	5月	10月	
昭和39～46年(天然貝)	50.0	142.5	119.2	205.8	199.9	308.0	242.5	
昭和46～50年(放流貝)	51.5	95.2	123.0	138.4		141.5		
平成6～15年(放流貝)	39.0	88.7	107.8	87.2	103.8		128.0	

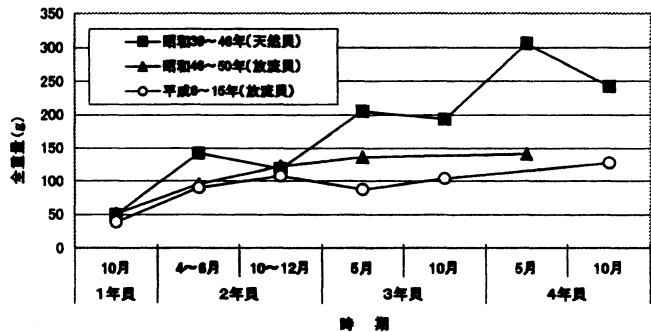


図9 川内地先における地まきホタテガイの全重量の推移

天然貝主体の漁場と放流貝漁場の

9～10月時点での資源量を、同調査データを用いて試算したところ、昭和39～41年の942トンに対して、平成5～15年は9,590トンと約10倍に増大していることから、天然貝漁場と放流貝漁場との成長差については資源量の増大が主たる原因と考えられた（表6、図10）。

表6 川内地先の地まきホタテガイ資源量の比較

	資源量(トン)	
	昭和39～41年	平成6～15年
1年貝	67	1,532
2年貝	411	3,343
3年貝	158	1,886
4年貝	100	1,415
5年貝	52	943
6年貝以上	155	472
合計	942	9,590

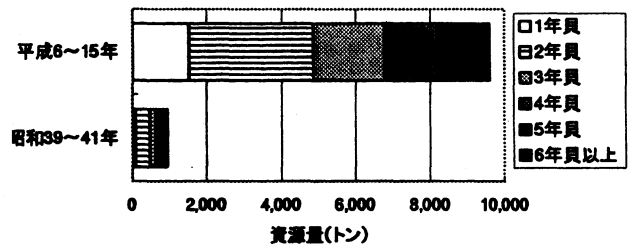


図10 川内地先の地まきホタテガイ資源量の比較

なお、ここ数年は放流枚数を減らし、良質な稚貝を放流しているにもかかわらず、成長は依然として低迷しており、平成11～14年度の漁協出荷貝の全重量は92.8g（73.0～140.8g）、貝柱重量が12.2g（9.0～17.0g）となっている（図11）。出荷貝の過去のデータがないため比較はできないが、漁協職員からの聞き取りによれば以前は7個体/kg（約140g/個体）前後だったとのことから、川内地先の餌料環境が悪化している可能性も考えられる。このため、次年度は河川からの栄養塩供給量の変化、陸奥湾全体での養殖数量の増大（特に半成貝、新貝の増加）との因果関係も含めた検討を行いたい。

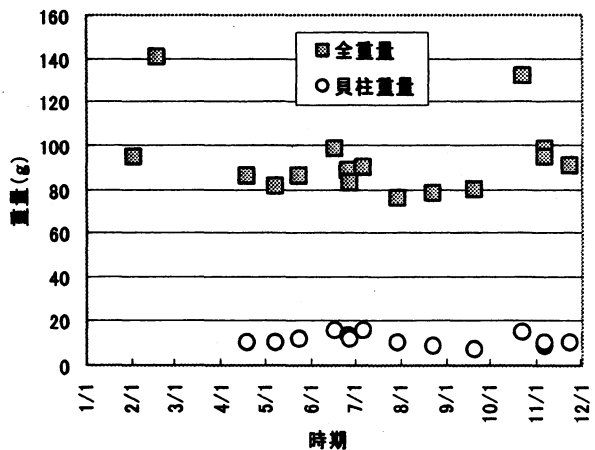


図11 平成11～14年度漁協出荷貝（3年貝）の全重量と貝柱重量

(4) ホタテガイのへい死原因究明に関する調査

予備試験における負荷試験区（濁度100mg/l、1ノット、1時間）と対照区のホタテガイの外套膜、鰓、生殖巣の電子顕微鏡写真を図12に示した。負荷試験区では、外套膜、鰓、生殖巣に無数の衝突痕が生じていたが、対照区では確認されなかった。

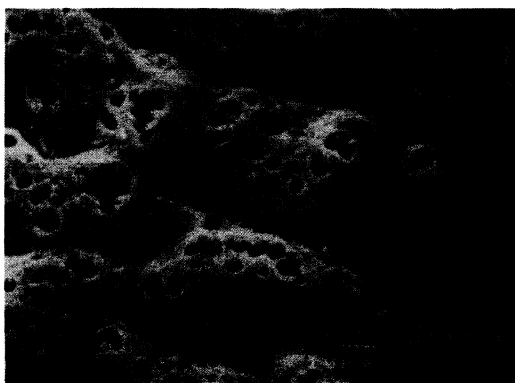


図12-1 予備試験における試験区の外套膜

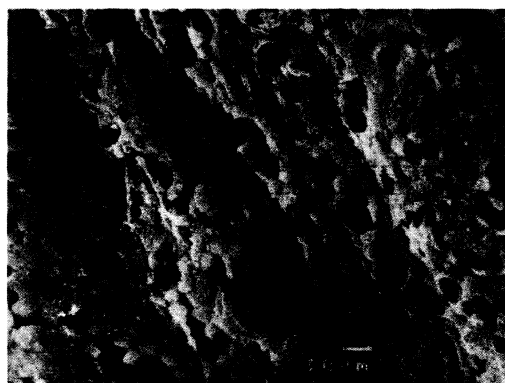


図12-2 予備試験における試験区の鰓

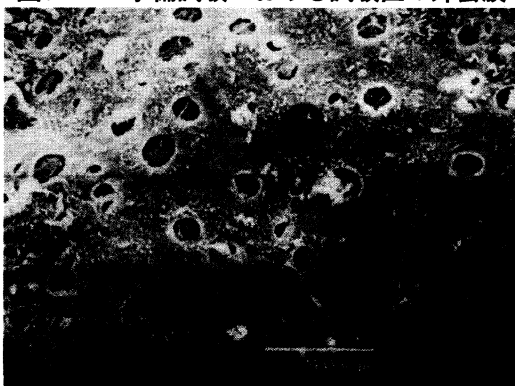


図12-3 予備試験における試験区の生殖巣

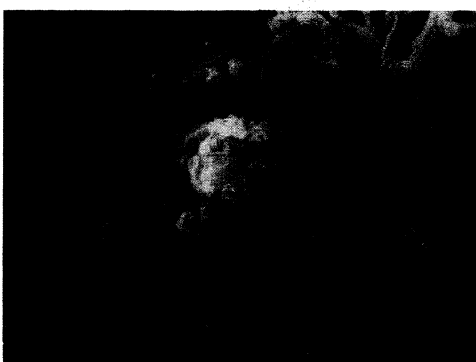


図12-4 予備試験における泥の粒子の状況

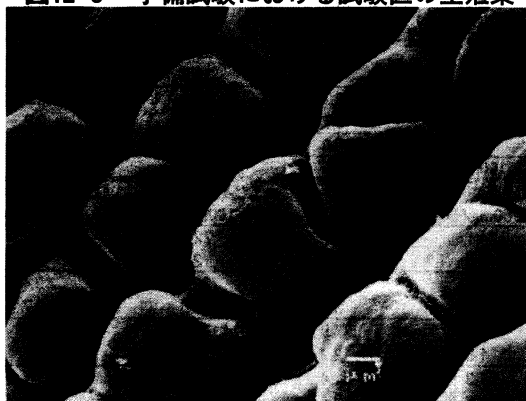


図12-5 予備試験における対照区の外套膜

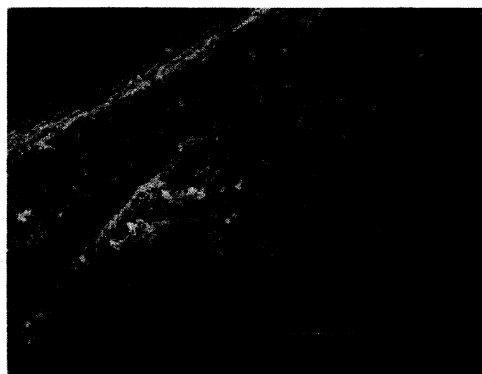


図12-6 予備試験における対照区の鰓

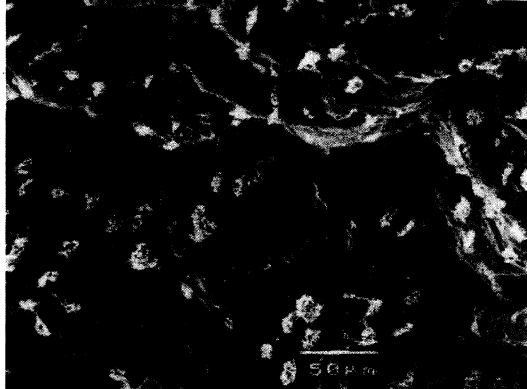


図12-7 予備試験における対照区の生殖巣

本試験における負荷条件等を表7に示した。また、試験開始前と試験終了時の殻長、全重量、軟体部重量、生残率、異常貝率を表8、図13-24に、平均値の有意差検定結果を付表1に示した。

表7 微細粒子を用いた室内再現試験における負荷条件等

場所	項目	対照区	試験区1	試験区2	試験区3	試験区4
久栗坂	試験月日	3月3日	3月3日	3月3日	3月3日	3月3日
	試験個体数	10	10	10	10	10
	負荷時間	-	30分	1時間	2時間	3時間
	流れに対するホタテガイの方向	-	正面1/2、後方1/2	正面1/2、後方1/2	正面1/2、後方1/2	正面1/2、後方1/2
	流速(m/s)	-	0.63	0.63	0.63	0.63
	濁度(mg/l)	-	38~41	38~41	38~41	38~41
	水温(°C)	-	5.1	4.7~5.1	5.1	5.1
	溶存酸素(mg/l)	-	7.9~8.0	8.0~8.1	7.9~8.0	8.0
茂浦	試験月日	3月8日	3月8日	3月8日	3月8日	3月8日
	試験個体数	10	10	10	10	10
	負荷時間	-	1時間	1時間	1時間	1時間
	流れに対するホタテガイの方向	-	正面	正面	正面	正面
	流速(m/s)	-	0.63	0.38	0.63	0.38
	濁度(mg/l)	-	45~55	45~55	78~106	78~106
	水温(°C)	-	6.8~7.6	6.0~6.8	6.4~6.5	5.9~6.4
	溶存酸素(mg/l)	-	6.9~7.5	7.5~7.7	7.7	7.7~7.8
野辺地	試験月日	3月12日	3月12日			
	試験個体数	50	50			
	負荷時間	-	1時間			
	流れに対するホタテガイの方向	-	正面			
	流速(m/s)	-	0.63			
	濁度(mg/l)	-	100			
	水温(°C)	-	6.9~7.0			
溶存酸素(mg/l)	-	4.8~7.8				

表8 試験開始前と試験終了時の殻長等の測定結果

場所	月日	測定項目	対照区	試験区1 (30分)	試験区2 (1時間)	試験区3 (2時間)	試験区4 (3時間)
久栗坂	負荷前 (3/3)	殻長(mm)	平均 75.1	73.7	71.9	72.7	72.7
		SD	4.8	6.5	5.9	6.1	1.9
		全重量(g)	平均 46.8	42.2	42.2	40.9	42.0
		SD	7.3	10.9	8.8	10.0	4.7
	試験終了 時(4/28)	殻長(mm)	平均 82.1	80.3	78.4	78.3	78.9
		SD	4.9	5.3	5.5	5.9	2.8
		全重量(g)	平均 60.9	55.5	54.0	53.5	54.0
		SD	9.3	11.1	8.0	11.3	6.8
		軟体部重量(g)	平均 26.1	22.6	22.7	23.4	22.4
		SD	4.5	4.6	3.7	4.9	3.2
異常貝率(%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生残率(%)		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
茂浦	負荷前 (3/8)	殻長(mm)	平均 73.7	74.1	72.2	72.6	73.7
		SD	2.5	2.6	2.9	2.4	2.0
		全重量(g)	平均 42.1	42.7	40.5	38.0	40.4
		SD	4.1	4.9	3.1	4.0	2.7
	試験終了 時(5/7)	殻長(mm)	平均 79.9	79.0	77.9	78.6	80.4
		SD	3.1	1.8	2.7	4.0	3.5
		全重量(g)	平均 54.5	51.3	51.4	49.8	51.4
		SD	4.4	4.6	3.4	8.1	5.5
		軟体部重量(g)	平均 24.2	21.7	22.5	21.1	22.5
		SD	2.2	1.5	2.0	3.6	2.2
異常貝率(%)		0.0	11.1	10.0	10.0	0.0	
生残率(%)		100.0	90.0	100.0	100.0	100.0	
野辺地	負荷前 (3/12)	殻長(mm)	平均 73.2	72.1			
		SD	2.4	2.7			
		全重量(g)	平均 41.3	39.5			
		SD	3.8	4.4			
	試験終了 時(5/6)	殻長(mm)	平均 78.6	77.5			
		SD	3.0	2.9			
		全重量(g)	平均 50.7	49.6			
		SD	5.2	5.1			
		軟体部重量(g)	平均 19.9	19.1			
		SD	2.2	1.8			
異常貝率(%)		8.2	16.0				
生残率(%)		100.0	100.0				

久栗坂実験漁場に垂下した貝は、対照区・試験区ともへい死貝及び異常貝は全く見られなかった。殻長・全重量は差がなかったが、軟体部重量は対照区と試験区4（3時間負荷）で有意差が見られた。なお、負荷時間が長くなるほど、殻長と全重量の増加量が減少する傾向が見られた。

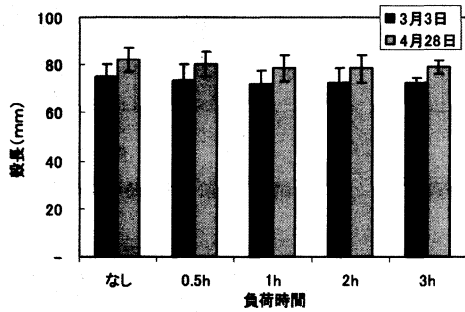


図13 試験開始前と終了時の殻長の比較（久栗坂）

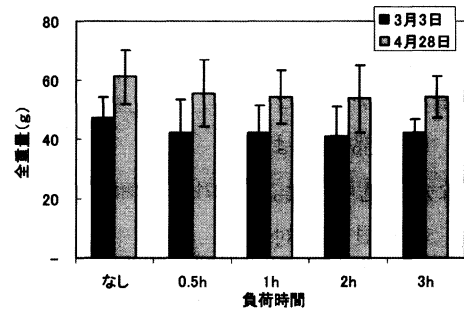


図14 試験開始前と終了時の全重量の比較（久栗坂）

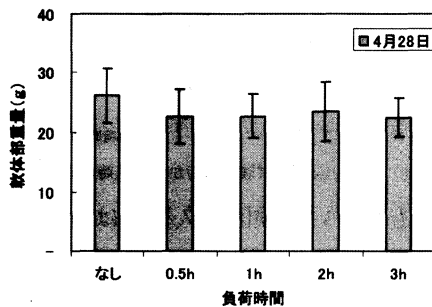


図15 試験終了時の軟体部重量の比較（久栗坂）

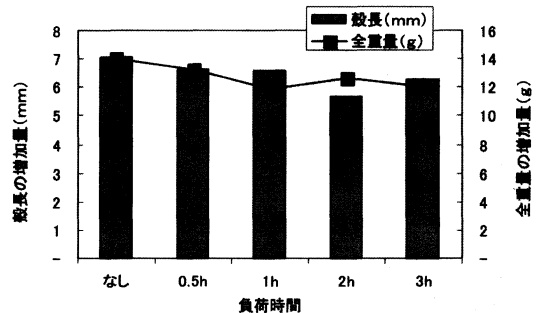


図16 試験開始前から終了時の成長量の比較（久栗坂）

茂浦地先の養殖施設に垂下した貝の生残率は、試験区1（1ノット、50mg/l）が90%であり、それ以外は100%であった。異常貝率は試験区1（同上）、試験区2（0.5ノット、50mg/l）、試験区3（1ノット、100mg/l）が約10%であった。殻長・全重量は差がなかったが、軟体部重量は対照区と試験区1（同上）、試験区3（同上）とで有意差が見られた。なお、対照区の方が試験区よりも、全重量の増加量が多い傾向が見られた。

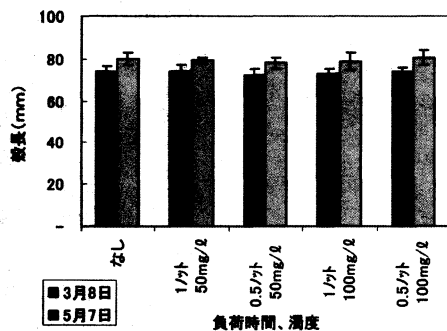


図17 試験開始前と終了時の殻長の比較（茂浦）

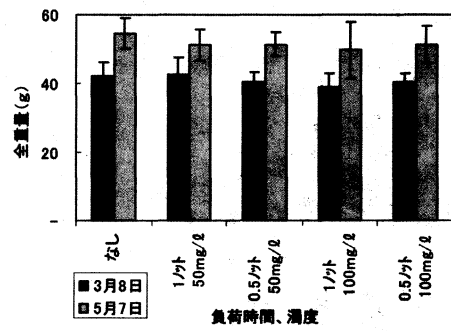


図18 試験開始前と終了時の全重量の比較（茂浦）

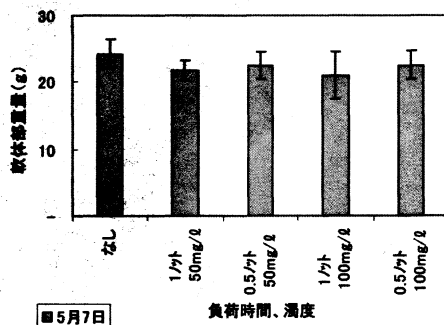


図19 試験終了時の軟体部重量の比較（茂浦）

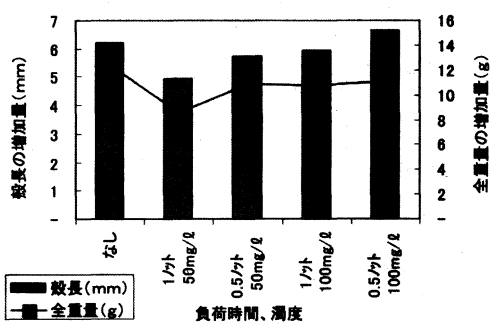


図20 試験開始前から終了時の成長量の比較（茂浦）

野辺地地先の養殖施設に垂下した貝は、対照区・試験区ともへい死貝は全く見られなかった。殻長・全重量は差がなかったが、軟体部重量は有意な差が見られた。なお、異常貝率は対照区8.2%に対して、試験区が16.0%と高かった。

試験終了時の試験区のホタテガイの外套膜、鰓の電子顕微鏡写真を図25に示した。

なお、久栗坂と茂浦のサンプルは、負荷の影響が最も大きい試験区（久栗坂は負荷時間3時間、茂浦は濁度100mg/l・流速1ノット・負荷時間1時間）を用いた。

それぞれの試験区とも、外套膜、鰓にはほとんど損傷が確認されなかったことから、微細粒子による衝突痕は修復された可能性が考えられた。

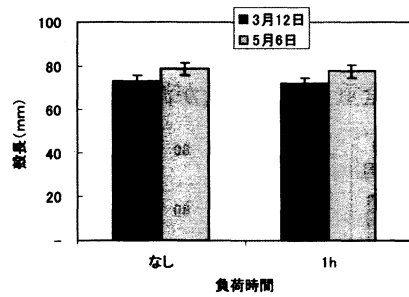


図21 試験開始前と終了時の殻長の比較（野辺地）

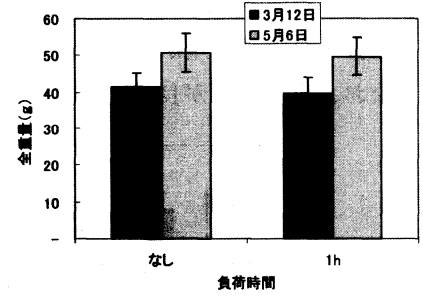


図22 試験開始前と終了時の全重量の比較（野辺地）

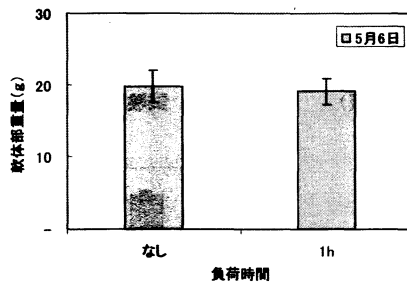


図23 試験終了時の軟体部重量の比較（野辺地）

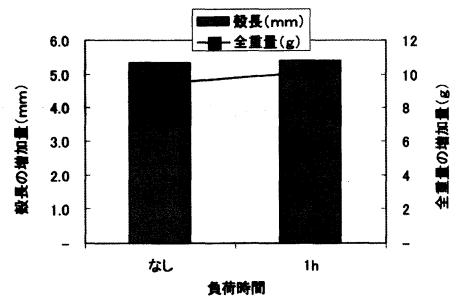


図24 試験開始前から終了時の成長量の比較（野辺地）



図25-1 試験終了時の試験区の外套膜（久栗坂）



図25-2 試験終了時の試験区の鰓（久栗坂）

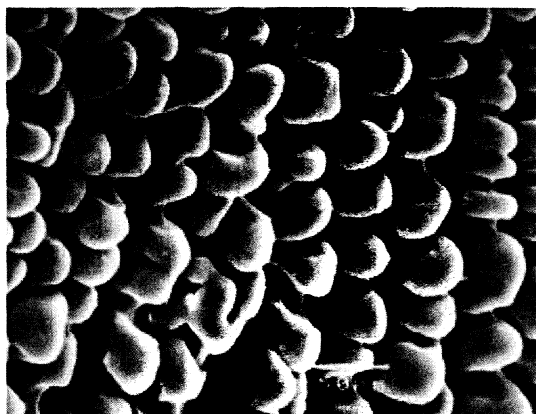


図25-3 試験終了時の試験区の外套膜（茂浦）

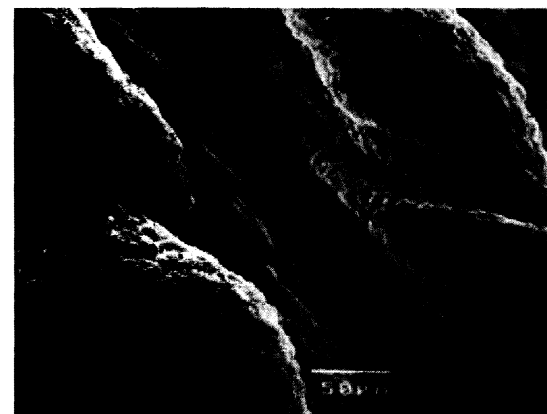


図25-4 試験終了時の試験区の鰓（茂浦）

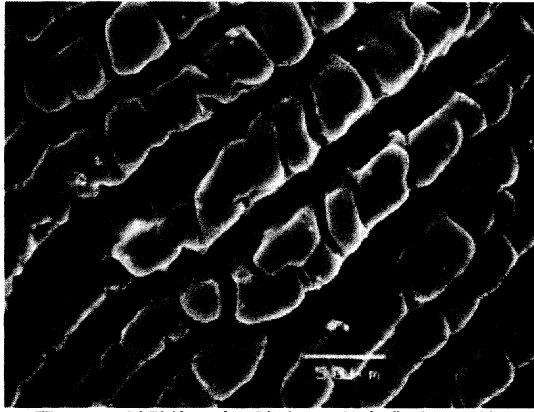


図25-5 試験終了時の試験区の外套膜（野辺地）



図25-6 試験終了時の試験区の鰓（野辺地）

以上の結果から、室内試験により微細粒子の衝突によりホタテガイの組織が損傷を受けることが確認されたものの、これらの貝を養殖施設に垂下した後はへい死貝はほとんど見られず、また、損傷を受けた組織（鰓、外套膜）も修復されていることが確認された。

今回の試験では、流速、濁度、時間をそれぞれ最大で1ノット、100mg/l、3時間としたが、実際にはこれを上回る負荷が生じた可能性も否定できない。さらに、今回の試験では試験区・対象区ともポリドラがほとんど付着しなかったこともあり、平成15年度春季の状況を完全に再現できなかったことが、試験終了時の結果に影響している可能性が考えられた。

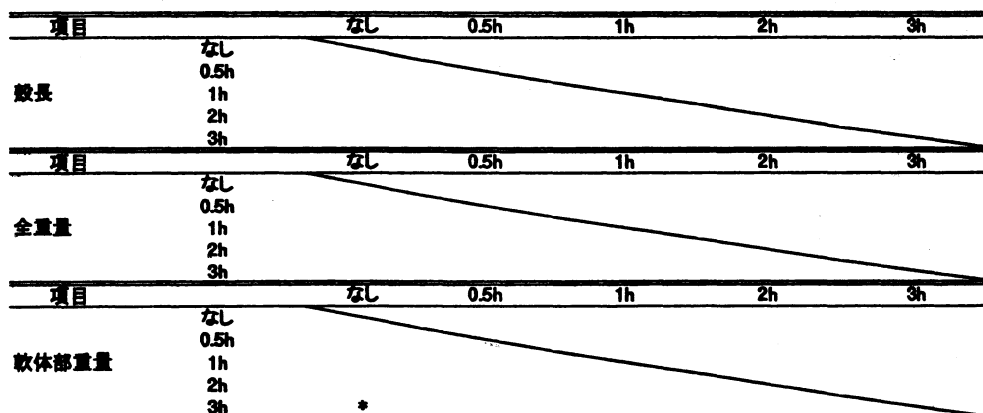
3 参考文献

- 1) 小坂善信 (2004) : ホタテガイの春季異常へい死原因について. 青水総研増事業報告書, 34, 229-233.
- 2) 小倉大二郎ら (1989) : 二枚貝主要海域における漁場生産力に関する研究 (1987年報告書). 青森県水産増殖センター, PP 1-38.
- 3) 吉田達ら (2004) : 陸奥湾におけるホタテガイ適正収容量調査. 青森県水産総合研究センター研究報告, 4, 1-30.
- 4) 青森県水産増殖センター (2000) : 陸奥湾藻場水産資源マップ作成調査. CD-ROM.
- 5) 三戸芳典ら (1999) : ホタテガイ増殖漁場評価試験. 青水増事業報告書, 28, 195-200.
- 6) 吉田雅範ら (2000) : ホタテガイ増殖漁場評価試験. 青水増事業報告書, 29, 159-173.
- 7) 吉田雅範ら (2001) : ホタテガイ増殖漁場評価試験. 青水増事業報告書, 30, 164-175.
- 8) 青森県水産増殖センター (2001) : 平成11年度陸奥湾漁場保全対策基礎調査. 青森県, PP 1-116.
- 9) 伊藤進ら (1967) : 川内地先のほたてがい資源調査. 青森県陸奥湾水産増殖研究所業務報告書, 9, 22-37.
- 10) 本堂太郎ら (1973) : 川内地先におけるホタテガイ現存量と保護水面の水質・底質の調査. 青水増事業報告書, 2, 221-230.
- 11) 伊藤進ら (1968) 昭和40年: 川内地先のほたてがい資源調査. 青森県陸奥湾水産増殖研究所業務報告書, 10, 24-34.
- 12) 佐々木鉄郎ら (1970) 昭和41年: 川内地先のほたてがい資源調査. 青森県陸奥湾水産増殖研究所業務報告書, 11, 39-48.
- 13) 菅野溥記ら (1971) : ホタテガイの増殖について (陸奥湾におけるホタテガイの成長および歩留りと化学成分の季節的変化について). 青森県, PP 1-87.
- 14) 伊藤進ら (1973) : 昭和46年春季における陸奥湾のホタテガイ現存量とその成長. 青水増事業報告

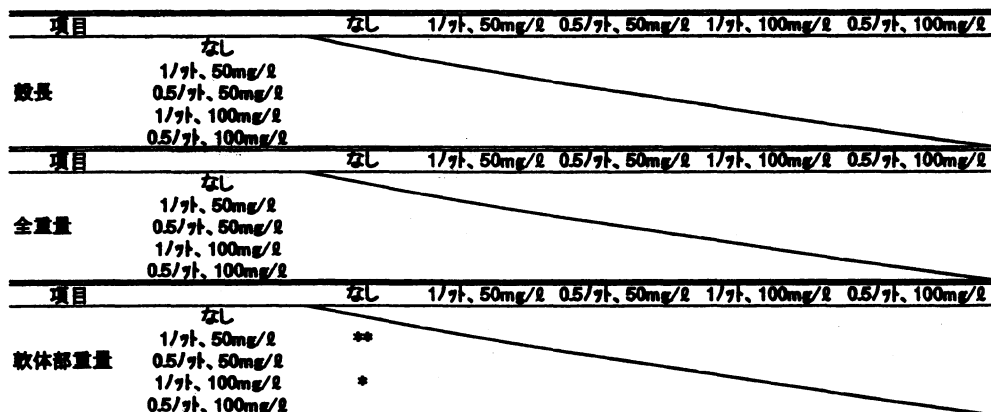
書, 2, 213-220.

- 15) 菅野溥記ら (1974) : ホタテガイ資源調査. 青水増事業報告書, 3, 68-76.
- 16) 高橋克成ら (1975) : ホタテガイ成育状況調査. 青水増事業報告書, 4, 1-17.
- 17) 高橋克成ら (1976) : ホタテガイ成育状況調査. 青水増事業報告書, 5, 11-18.
- 18) 高橋克成ら (1977) : ホタテガイ成育状況と異常へい死実態調査. 青水増事業報告書, 6, 1-31.

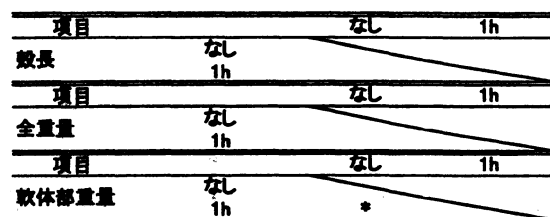
付表 1-1 試験終了時における殻長、全重量、軟体部重量の平均値の差の検定結果 (久栗坂)



付表 1-2 試験終了時における殻長、全重量、軟体部重量の平均値の差の検定結果 (茂浦)



付表 1-3 試験終了時における殻長、全重量、軟体部重量の平均値の差の検定結果 (野辺地)



**はP<0.01で有意差あり
*はP<0.05で有意差あり