

ホタテガイへい死対策試験

ホタテガイの生育状況と漁場環境のモニタリング

吉田 達・小坂 善信*・山内 弘子・川村 要

目 的

ホタテガイの生育状況と漁場環境を同時にモニタリングし分析することにより、夏季及び冬季のホタテガイのへい死原因を解明する。

材料および方法

1 ホタテガイの成長やへい死亡率等の測定

平成18年度は平内町茂浦、平内町小湊の2地区（図1）で、平成19年度は蓬田村、平内町茂浦、平内町小湊、横浜町、むつ市川内町の5地区（図1）において、同一の養殖施設のホタテガイを定期的に取り出して、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。

2 漁場環境データの収集

ホタテガイを採取した養殖施設に、メモリー式流向流速計（アレック電子COMPACT EM、水温センサー内蔵）を設置し、1時間間隔で流向、流速、水温を記録した。

平内町茂浦と小湊の養殖施設には、潮流・波浪による養殖施設の動揺に関するデータを収集するために、メモリー式深度計（アレック電子MDS-MkV/D）を設置して、1分間隔で幹綱水深を記録した。なお、平成18年度はメモリー式深度計が1台しかなかったため、平成18年8～10月は茂浦に、平成18年10月～平成20年3月は小湊に設置した。

それぞれのモニタリング地点の漁場水深、養殖施設の幹綱水深は表1のとおりである。

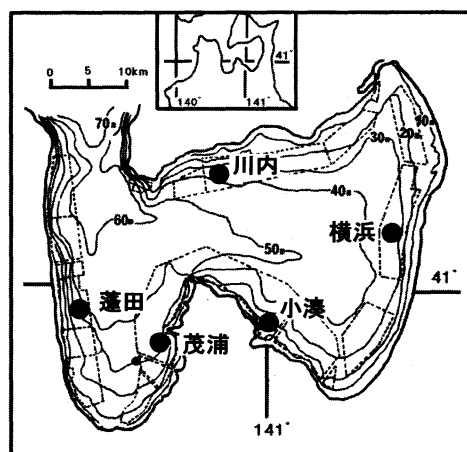


図1 モニタリング地点図

表1 モニタリング地点の漁場水深と養殖施設の幹綱水深

	漁場水深(m)	幹綱水深(m)
蓬田村	46	8
平内町茂浦	40	10
平内町小湊	22	6
横浜町	33	17
むつ市川内	35	15

結果と考察

1 平成18年度の調査結果

(1) ホタテガイの成長とへい死亡率等

各地区の作業時期とホタテガイの測定状況を表2に示した。稚貝採取は茂浦が平成18年8月11日、小湊が8月23日、稚貝分散は茂浦が11月2日、小湊が10月26日、耳吊りは茂浦が平成19年1月26日、小湊が1月29日に行った。ホタテガイの測定は、稚貝採取時、採取後、分散時、分散後、耳吊り時、試験終了時にそれぞれ実施した。

*現 青森県農林水産部水産局水産振興課

表2 各地区の作業時期及びホタテガイの測定状況

	稚貝採取時	稚貝採取後		稚貝分散時	稚貝分散後	耳吊り時	試験終了時
平内町茂浦	H18.8.11	H18.9.11	H18.10.13	H18.11.2 ※		H19.1.26	H19.4.26
平内町小湊	H18.8.23	H18.9.11		H18.10.26	H18.12.12	H19.1.29	H19.4.26

※は測定せず

ホタテガイの測定結果を表3に示した。

へい死率を図2に示した。稚貝採取時（選別後）は茂浦が0.6%、小湊が0.6%、10月測定時（未分散パールネット）は茂浦が0.7%、小湊が0.6%といずれも低かった。また、稚貝採取時と10月測定時のへい死率が同じだったことから、10月測定時の死貝は稚貝採取時に混入したものと考えられた。

なお、試験終了時（耳吊り）のへい死率は、茂浦が0%で低かったものの、小湊が7.5%とやや高い値を示した。

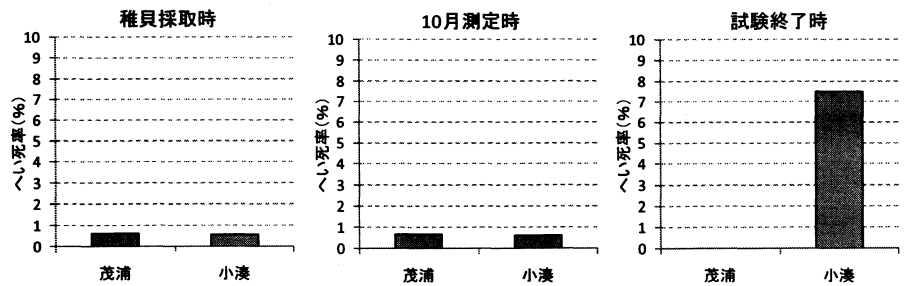


図2 地区別、時期別のホタテガイのへい死率

殻長を図3に示した。稚貝採取時は茂浦が8.0mm、小湊が11.2mm、10月測定時は茂浦が18.0mm、小湊が26.5mmとなっており、10月の成長の差は稚貝採取時の差であるものと考えられた。

また、試験終了時の殻長は茂浦が69.4mm、小湊が71.8mmとなっており、小湊の方がやや大きかった。

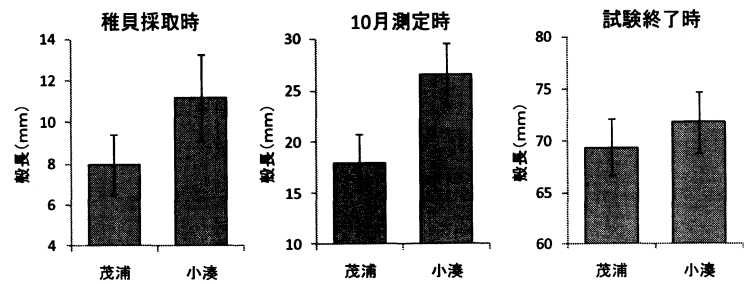


図3 地区別、時期別のホタテガイの殻長 (バーは標準偏差)

稚貝採取後（9～10月）のパールネットの段別の殻長を図4に、平均値の差の検定結果を表4-1～2に示した。

茂浦では9月11日の測定時に、上段（12.0mm）が中段（13.2mm）、下段（13.2mm）に比べて有意に小さかったが、それ以外は段別による成長差は見られなかった。

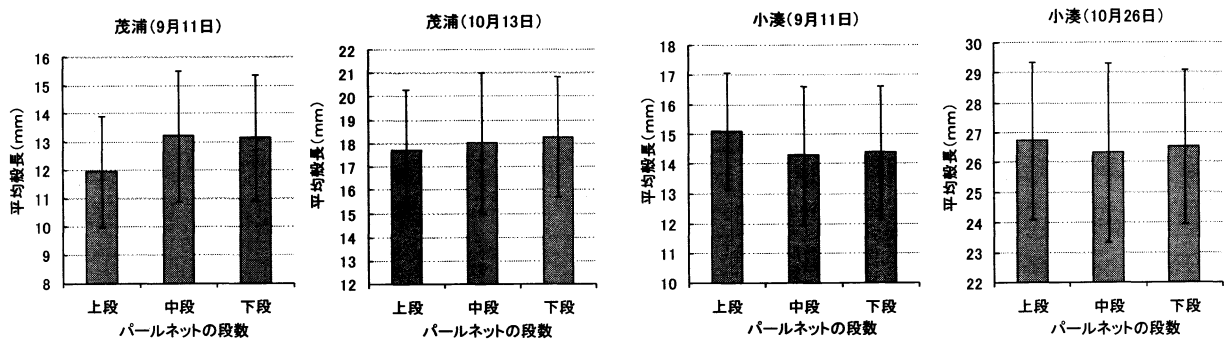


図4 地区別、時期別、段別のパールネットのホタテガイの殻長 (バーは標準偏差)

表3 地区別、時期別のホタテガイの測定結果

調査月日	サンプリング方法	生貝(枚)	死貝(枚)	異常貝	へい死率(%)	異常貝出現率(%)	殻長(mm)	全重量(g)	軟体部重量(g)	軟体部歩留(%)	
平内町 茂浦	H18.8.11 選別後の稚貝を適宜		161	1	-	0.6	平均 8.0	-	-	-	
							標準偏差 1.4				
	H18.9.11 パールネット(未分散)	上段	115	1	-	0.9	-	平均 12.0	-	-	-
								標準偏差 2.0			
		中段	130	0	-	0.0	-	平均 13.2	-	-	-
								標準偏差 2.3			
	H18.10.13 パールネット(未分散)	下段	107	3	-	2.7	-	平均 13.2	-	-	-
								標準偏差 2.2			
		平均				1.1		平均 12.8	-	-	-
								標準偏差 2.2			
	H18.12.26 パールネット(分散後) 3段分	上段	90	1	-	1.1	-	平均 17.7	-	-	-
								標準偏差 2.6			
中段		113	0	-	0.0	-	平均 18.0	-	-	-	
							標準偏差 3.0				
H19.1.26 パールネット(分散後) 9段分	下段	90	1	-	1.1	-	平均 18.3	-	-	-	
							標準偏差 2.6				
	平均				0.7		平均 18.0	-	-	-	
							標準偏差 2.7				
H19.4.26 耳吊りを適宜		48	0	0	0.0	0.0	平均 44.7	7.1	3.2	45.2	
							標準偏差 2.4	1.1	0.6		
		132	22	0	14.3	0.0	平均 55.0	14.8	5.7	38.6	
							標準偏差 3.7	2.8	1.3		
平内町 小湊	H18.8.23 選別後の稚貝を適宜		32	0	5	0.0	15.6	平均 69.4	37.5	16.6	44.3
								標準偏差 3.4	5.1	2.9	
	H18.9.11 パールネット(未分散)	上段	347	2	-	0.6	-	平均 11.2	-	-	-
								標準偏差 2.1			
		中段	107	16	-	13.0	-	平均 15.1	-	-	-
								標準偏差 2.2			
	H18.10.26 パールネット(未分散)	下段	114	6	-	5.0	-	平均 14.3	-	-	-
								標準偏差 2.6			
		平均	116	15	-	11.5	-	平均 14.4	-	-	-
								標準偏差 2.1			
	H18.12.12 パールネット(分散後) 8段分	下段	97	0	-	0.0	-	平均 26.7	-	-	-
								標準偏差 3.4			
平均		131	2	-	1.5	-	平均 26.3	-	-	-	
							標準偏差 2.3				
H19.1.29 パールネット(分散後) 8段分	下段	88	0	-	0.0	-	平均 26.5	-	-	-	
							標準偏差 3.1				
	平均				0.6		平均 26.5	-	-	-	
							標準偏差 3.0				
H19.4.26 耳吊りを1連分		98	0	0	0.0	0.0	平均 45.9	8.2	3.3	40.9	
							標準偏差 3.6	1.5	1.0		
		150	3	0	2.0	0.0	平均 57.7	16.6	7.4	44.8	
							標準偏差 4.1	3.0	1.5		
H19.4.26 耳吊りを1連分		160	13	1	7.5	2.0	平均 71.8	42.1	16.4	39.0	
							標準偏差 4.1	6.7	3.1		

表4-1 パールネット段別のホタテガイ(平内町茂浦)の殻長の平均値の差の検定結果

	上段	中段	下段
平内町茂浦 H18.9.11		**	**
H18.10.13			

**はP<0.01で有意差あり

表4-2 パールネット段別のホタテガイ(平内町小湊)の殻長の平均値の差の検定結果

	上段	中段	下段
平内町小湊 H18.9.11			
H18.10.26			

(2) 漁場環境データ

平成18年8月～平成19年3月の水温を図5に、流向・流速を図6-1～2に示した。

茂浦の水温は5.2℃～24.8℃、小湊は4.2～25.3℃の範囲であった。ホタテガイ稚貝の成長に影響を及ぼす23℃以上の高水温は、茂浦で8月12日～9月17日、小湊で8月18日～9月15日のそれぞれ約1ヶ月間にわたって観測された。

流れについては、8～9月に両地区でやや強い傾向が見られたが、最高は茂浦で0.28m/s (0.51ノ

ット)、小湊で0.25m/s (0.46ノット) であり、いずれの地区も1ノットを超えるような極端に速い流れは観測されなかった。

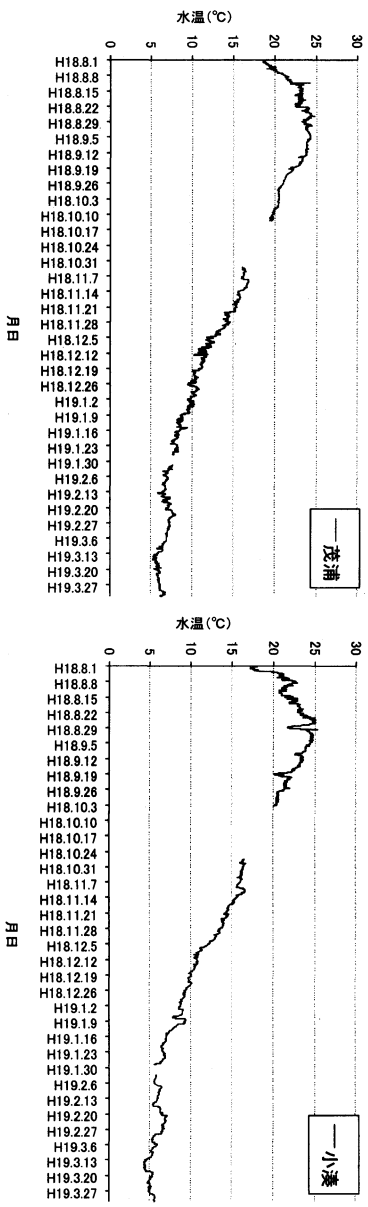


図5 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設の水温の推移

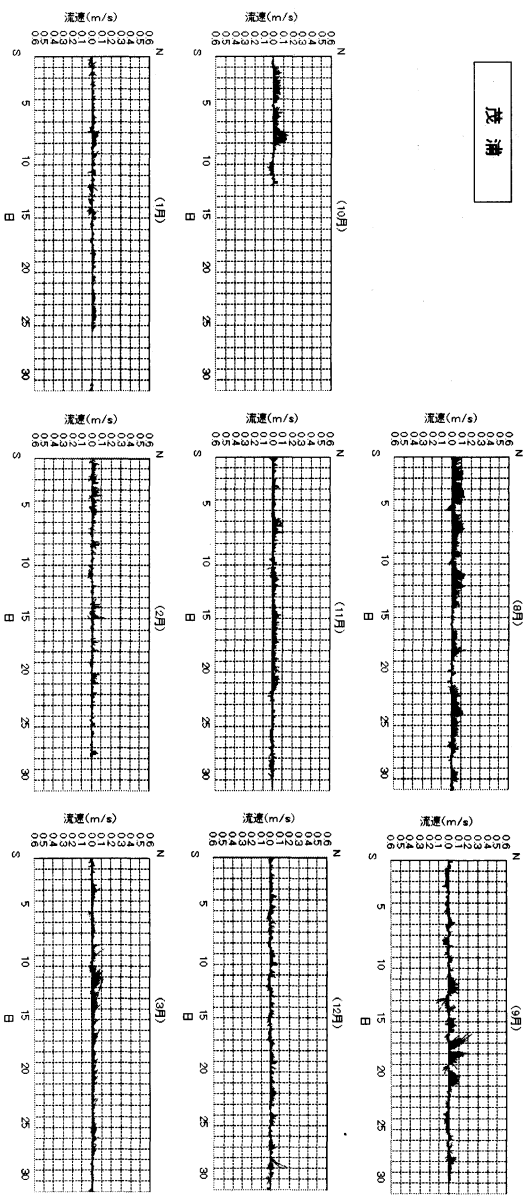


図6-1 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設における流向流速の推移 (茂浦)

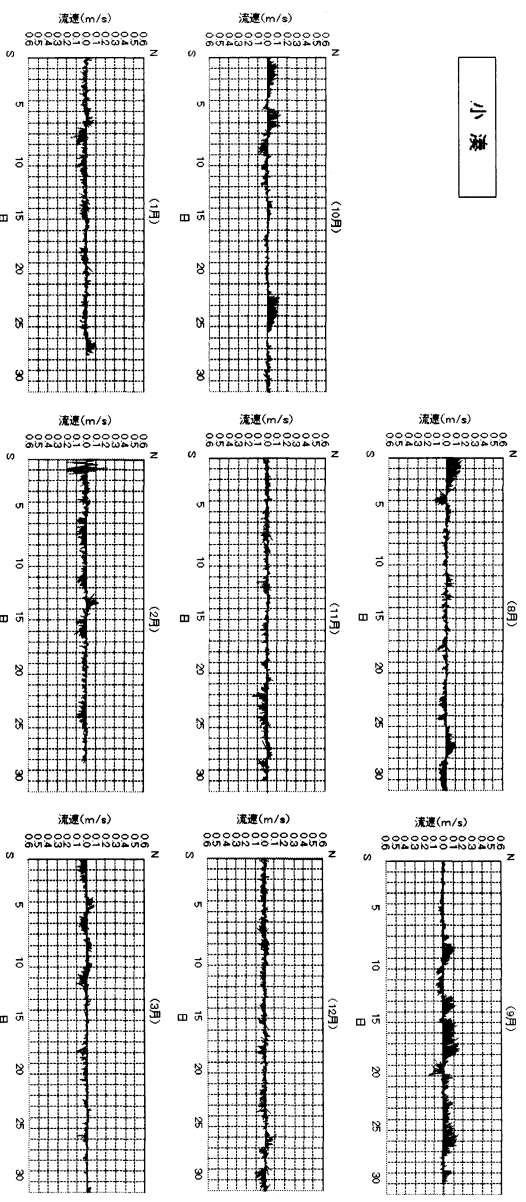


図6-2 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設における流向流速の推移 (小湊)

平成18年8月～10月の茂浦のホタテガイ養殖施設の幹網水深の推移を図7に示した。8月は12.0～13.1 m、9月は12.3～13.3m、10月は12.4～13.9mの範囲であり、いずれの月も安定していた。なお、一時的に急激に水深が浅くなっている部分は、養殖施設を管理するために漁船で幹網を浮上させたことによるものである。

幹網水深については潮汐変化の影響を受ける¹⁾ため、1分間の変化量を計算して図8に示したほか、出現頻度を表5、図9に示した。各月とも変化量0～0.1mの頻度が非常に多かったが、0.1～0.4mの出現頻度は8月が1.0%、9月が2.1%、10月が5.8%と月を追うごとに増加した。

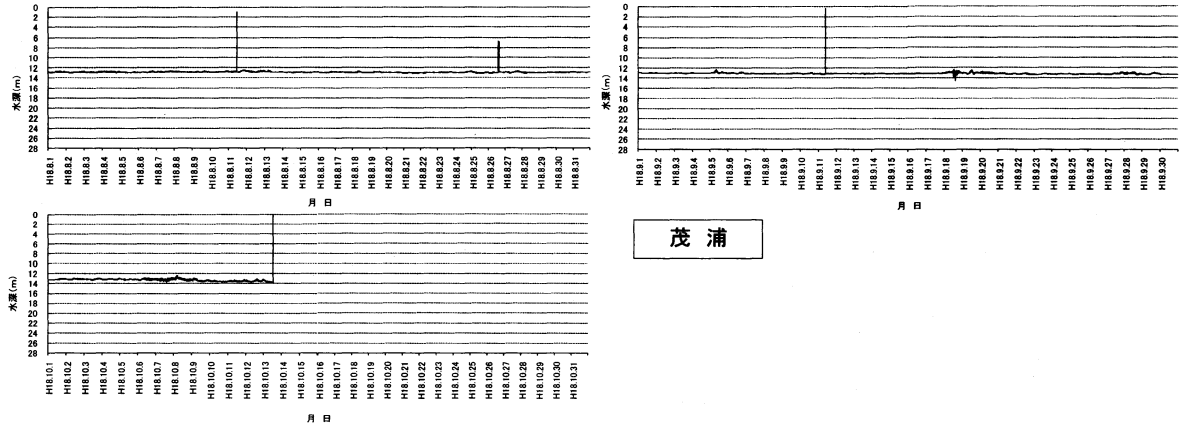


図7 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設の幹網水深の推移（茂浦）

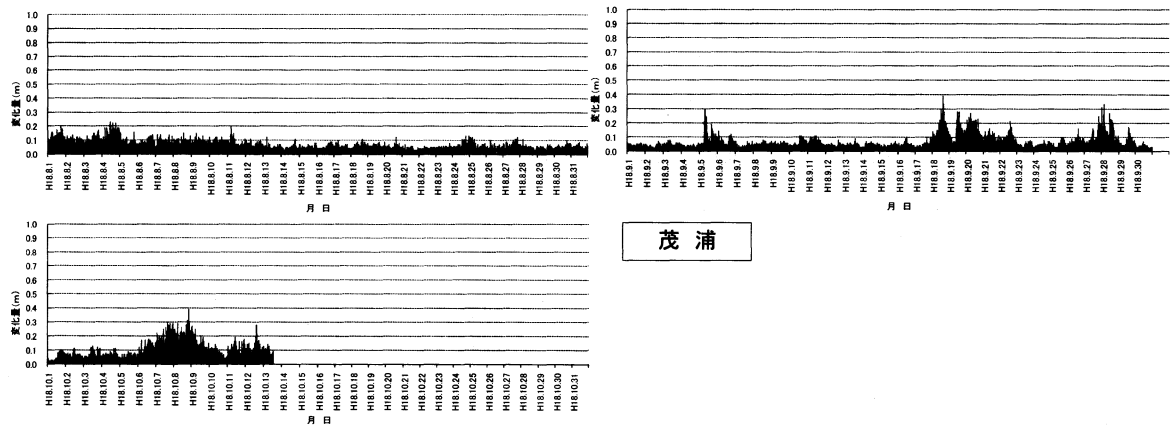


図8 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設の幹網水深の1分間の変化量（茂浦）

表5 幹網水深の1分間の変化量別の出現頻度(茂浦)

	単位:回/月		
	8月	9月	10月
0～0.1m	44,092	44,092	44,092
0.1～0.2m	421	803	939
0.2～0.3m	6	79	108
0.3～0.4m		7	2
0.4～0.5m			
0.5～0.6m			
0.6～0.7m			
0.7～0.8m			
0.8～0.9m			
0.9～1.0m			

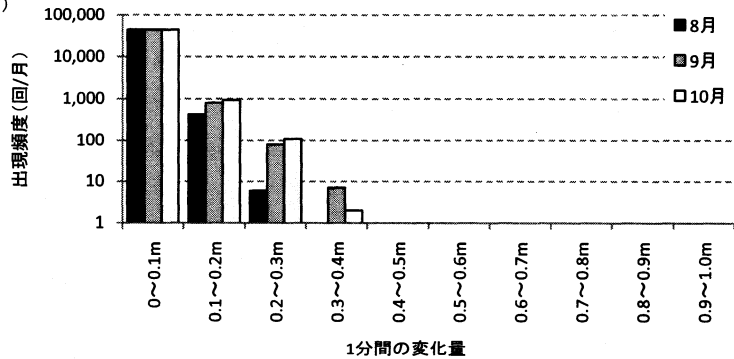


図9 幹網水深の1分間の変化量別の出現頻度(茂浦)

平成18年10月～平成19年3月の小湊のホタテガイ養殖施設の幹網水深の推移を図10に示した。

10月は6.9～7.7m、11月は6.6～14.0m、12月は6.1～8.6m、1月は6.0～13.0m、2月は6.3～8.4m、3月は6.3～12.1mの範囲であり、茂浦の8～10月よりも水深変化が大きかった。

幹網水深については潮汐変化の影響を受けるため、1分間の変化量を計算して図11に示したほか、出現頻度を表6、図12に示した。各月とも変化量0～0.1mの頻度が非常に高かったが、茂浦の8～10月では見られなかった0.5～0.7mの変化量が11月、1月、2月に見られた。

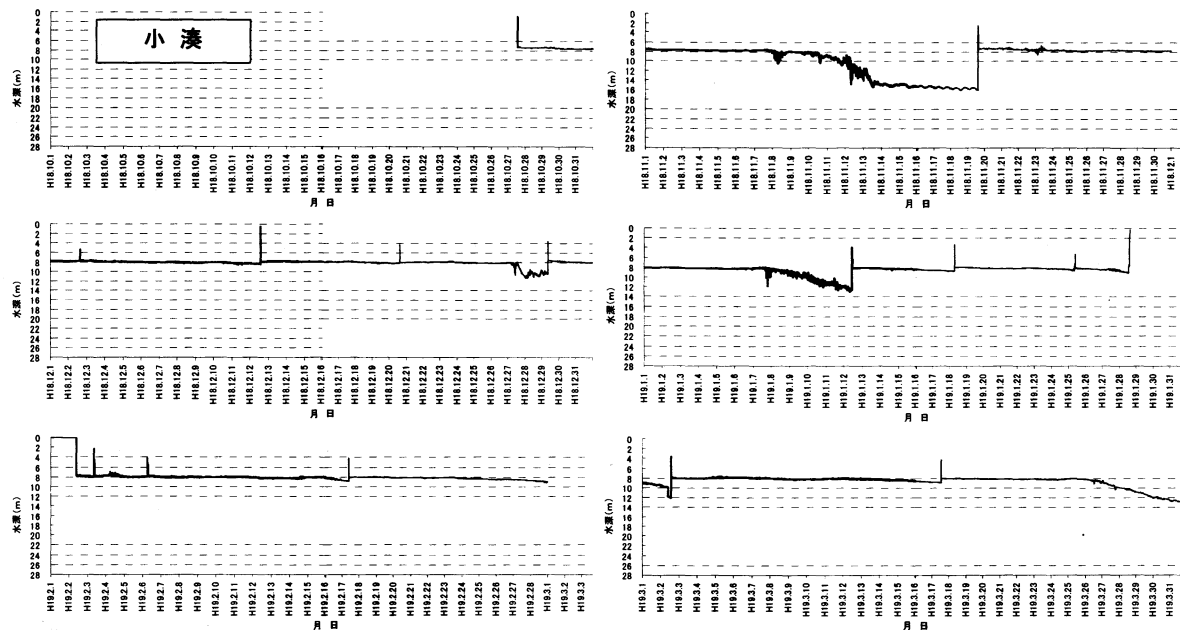


図10 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設の幹網水深の推移 (小湊)

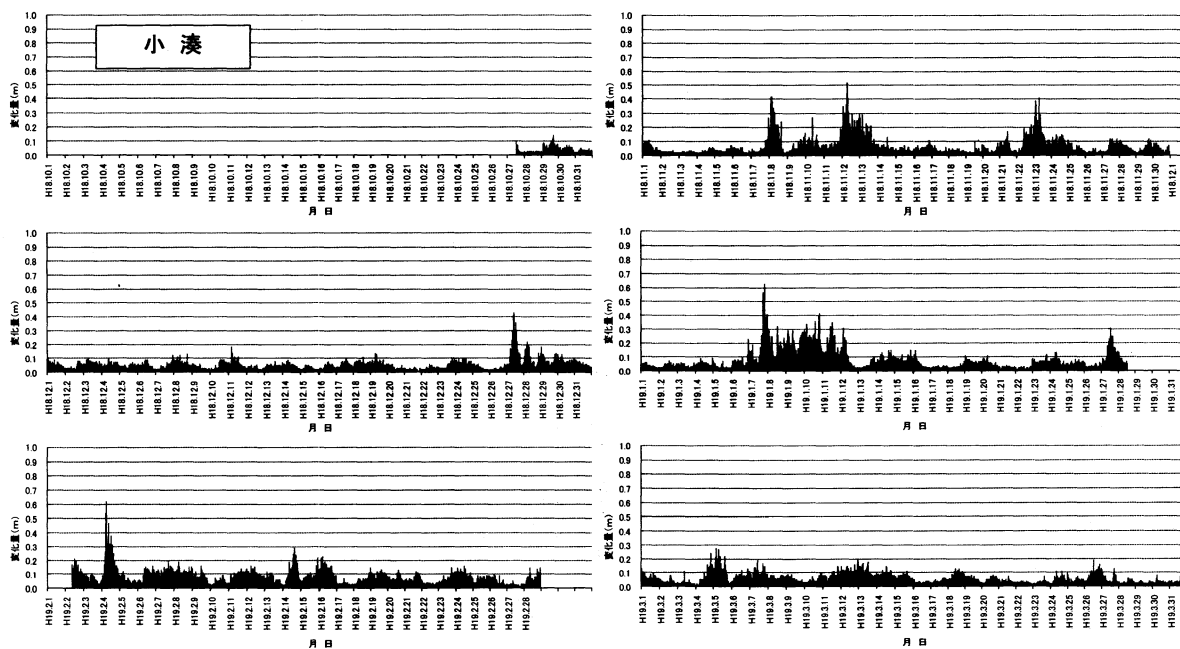


図11 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設の幹網水深の1分間の変化量 (小湊)

表6 幹網水深の1分間の変化量別の出現頻度(小湊)

	単位:回/月					
	10月	11月	12月	1月	2月	3月
0~0.1m	6,391	6,391	6,391	6,391	6,391	6,391
0.1~0.2m	4	911	276	1,193	891	355
0.2~0.3m	180	37	200	71	1	
0.3~0.4m	30	10	34	12		
0.4~0.5m	9	3	13	3		
0.5~0.6m	1		2	3		
0.6~0.7m			1	1		
0.7~0.8m						
0.8~0.9m						
0.9~1.0m						

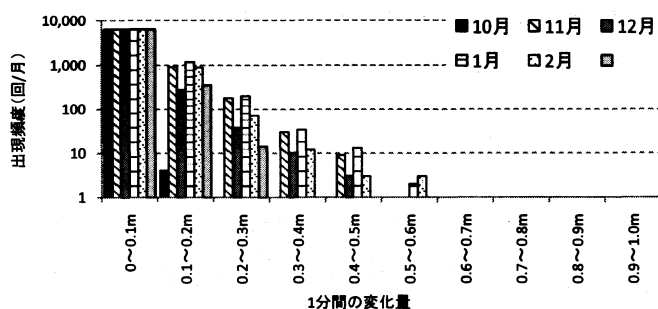


図12 幹網水深の1分間の変化量別の出現頻度(小湊)

2 平成19年度の調査結果

(1) ホタテガイの成長とへい死率等

各地区の作業時期とホタテガイの測定状況を表7に示した。稚貝採取は平成19年8月6日及び10日、稚貝分散は10月10日～11月13

表7 各地区の作業時期及びホタテガイの測定状況

稚貝採取時	採取後	稚貝分散時	分散後	耳吊り時	試験終了時
蓬田村 H19.8.6		H19.10.10			H20.3.14
平内町茂浦 H19.8.10	H19.9.19	H19.10.29	H19.11.30	H20.2.8	H20.4.22
平内町小湊 H19.8.10	H19.9.19	H19.10.28	H19.12.13	H20.1.28	H20.4.3
横浜町 H19.8.10		H19.10.24			※
川内町 H19.8.10		H19.11.13			H20.5.9

※は測定せず

日、耳吊りは平成20年1月28日、3月6日に行われた。ホタテガイの測定は、各作業時と試験終了時に実施したが、平内町茂浦、小湊では稚貝採取後、稚貝分散後にも測定を行った。

ホタテガイの測定結果を表8に示した。へい死率を図13に示した。茂浦では稚貝採取時(選別後)のへい死率が9.0%とやや高かったが、稚貝分散時(未分散パールネット)は3.0%と逆に低くなっていることから、サンプル誤差と考えられた。茂浦以外の4地区の稚貝採取時のへい死率は0.7

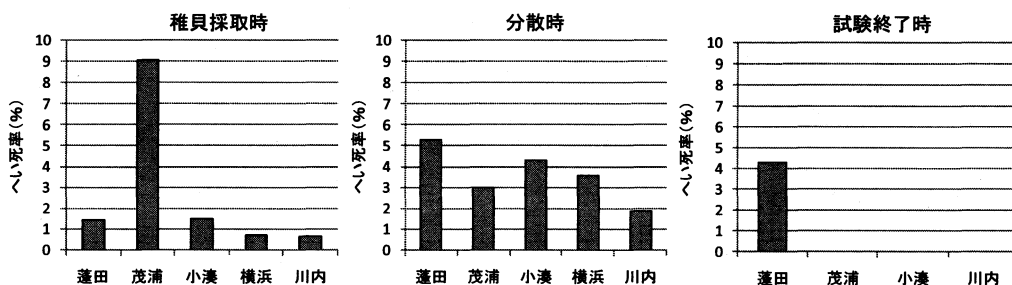


図13 地区別、時期別のホタテガイのへい死率

~1.5%、分散時は1.9~5.3%であり、稚貝採取から分散までのへい死率の増加は僅かであった。また、試験終了時(茂浦・小湊は耳吊、蓬田・川内はパールネット)のへい死率は、蓬田が4.3%、茂浦、小湊、川内が0%であり、冬季間の目立ったへい死は見られなかった。

殻長を図14に示した。稚貝採取時は、蓬田10.6mm、茂浦11.1mm、小湊10.6mm、横浜7.2mm、川内8.7mmであり、分散時は蓬田23.4mm、茂浦25.9mm、小湊34.2mm、横浜24.2mm、川内33.4mmであった。稚貝採取から分散までの日間成長量を求めると、蓬田0.20mm、茂浦0.19mm、小湊0.30

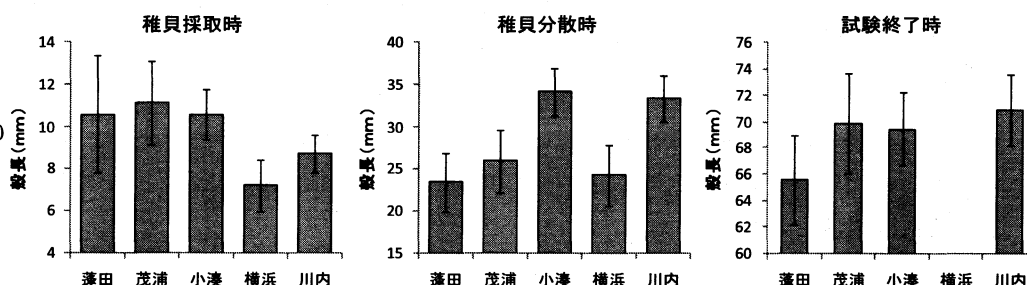


図14 地区別、時期別のホタテガイの殻長 (バーは標準偏差)

mm、横浜0.23mm、川内0.26mmであり、西湾よりも東湾の成長が良かった。また、試験終了時は、蓬田で65.6mm、茂浦で69.9mm、小湊で69.5mm、川内で70.9mmであり、蓬田地区が他地区よりも小さかった。

表8 地区別、時期別のホタテガイの測定結果

	調査月日	サンプリング方法	生貝(枚)	死貝(枚)	異常貝(枚)	へい死率(%)	異常貝出現率(%)	殻長(mm)	全重量(g)	軟体部重量(g)	軟体部歩留(%)
蓬田村	H19.8.6	選別後の稚貝を適宜	341	5	-	1.4	-	平均 10.6 標準偏差 2.8	-	-	-
	H19.10.10	パールネット(未分散)1段分	125	7	-	5.3	-	平均 23.4 標準偏差 3.4	-	-	-
	H20.3.14	パールネット1連分	133	6	0	4.3	0.0	平均 65.6 標準偏差 3.2	24.6	10.3	41.9
平内町 茂浦	H19.8.10	選別後の稚貝を適宜	201	20	-	9.0	-	平均 11.1 標準偏差 2.0	-	-	-
	H19.9.18	パールネット(未分散)3段分	236	2	-	0.8	-	平均 20.1 標準偏差 2.9	-	-	-
	H19.10.29	パールネット(未分散)1段分	131	4	-	3.0	-	平均 25.9 標準偏差 3.8	-	-	-
	H19.11.30	パールネット(分散後)1連分	159	5	-	3.0	-	平均 33.3 標準偏差 3.0	-	-	-
	H20.2.8	パールネット(分散後)4段分	76	0	2	0.0	4.0	平均 58.2 標準偏差 4.3	18.4	7.2	39.3
	H20.4.22	耳吊り1連分	193	0	1	0.0	2.0	平均 69.9 標準偏差 3.8	35.4	15.3	43.1
平内町 小湊	H19.8.10	選別後の稚貝を適宜	134	2	-	1.5	-	平均 10.6 標準偏差 1.2	-	-	-
	H19.9.19	パールネット(未分散)3段分	398	8	-	2.0	-	平均 18.7 標準偏差 2.4	-	-	-
	H19.10.28	パールネット(未分散)1段分	144	5	-	3.4	-	平均 25.3 標準偏差 3.3	-	-	-
	H19.12.13	パールネット(分散後)3段分	44	0	1	0.0	2.3	平均 50.7 標準偏差 2.9	12.8	4.6	36.1
	H20.1.28	パールネット(分散後)4段分	62	1	1	1.6	2.0	平均 59.4 標準偏差 4.1	16.8	6.3	37.8
	H20.4.3	耳吊り1連分	160	0	2	0.0	4.0	平均 69.5 標準偏差 3.5	36.0	17.0	47.3
横浜町	H19.8.10	選別後の稚貝を適宜	565	4	-	0.7	-	平均 7.2 標準偏差 1.2	-	-	-
	H19.10.24	パールネット(未分散)1段分	108	4	-	3.6	-	平均 24.2 標準偏差 3.6	-	-	-
川内町	H19.8.10	選別後の稚貝を適宜	149	1	-	0.7	-	平均 8.7 標準偏差 0.9	-	-	-
	H19.11.13	パールネット(未分散)1段分	101	2	-	1.9	-	平均 33.4 標準偏差 2.7	-	-	-
	H20.5.9	パールネット1連分	120	0	0	0.0	0.0	平均 70.9 標準偏差 3.0	33.5	14.1	41.9

(2) 漁場環境データ

平成19年8月～平成20年3月の水温を図15に、流向流速を図16-1～6に示した。

蓬田の水温は4.5～24.3℃、茂浦は3.7～23.9℃、小湊は3.0～25.8℃、横浜は2.0～23.8℃、川内は2.7～24.5℃の範囲であった。ホタテガイ稚貝の成長に影響を及ぼす23℃以上の高水温は、蓬田で8月12日～9月5日、茂浦で8月11日～9月16日、小湊で8月12日～9月16日、横浜で8月17日～8月31日、川内で8月18日～9月7日にそれぞれ観測された。

また、流れについては、8～9月に各地区でやや強い傾向が見られたが、最高は蓬田が0.37m/s (0.67ノット)、茂浦が0.28m/s (0.51ノット)、小湊が0.31m/s (0.56ノット)、横浜が0.18m/s (0.33ノット)、川内が0.28m/s (0.51ノット)であり、いずれの地区も1ノットを超えるような極端に速い流れは観測されなかった。

なお、茂浦と小湊に設置したメモリー式深度計は、機器不調によりデータが得られなかった。

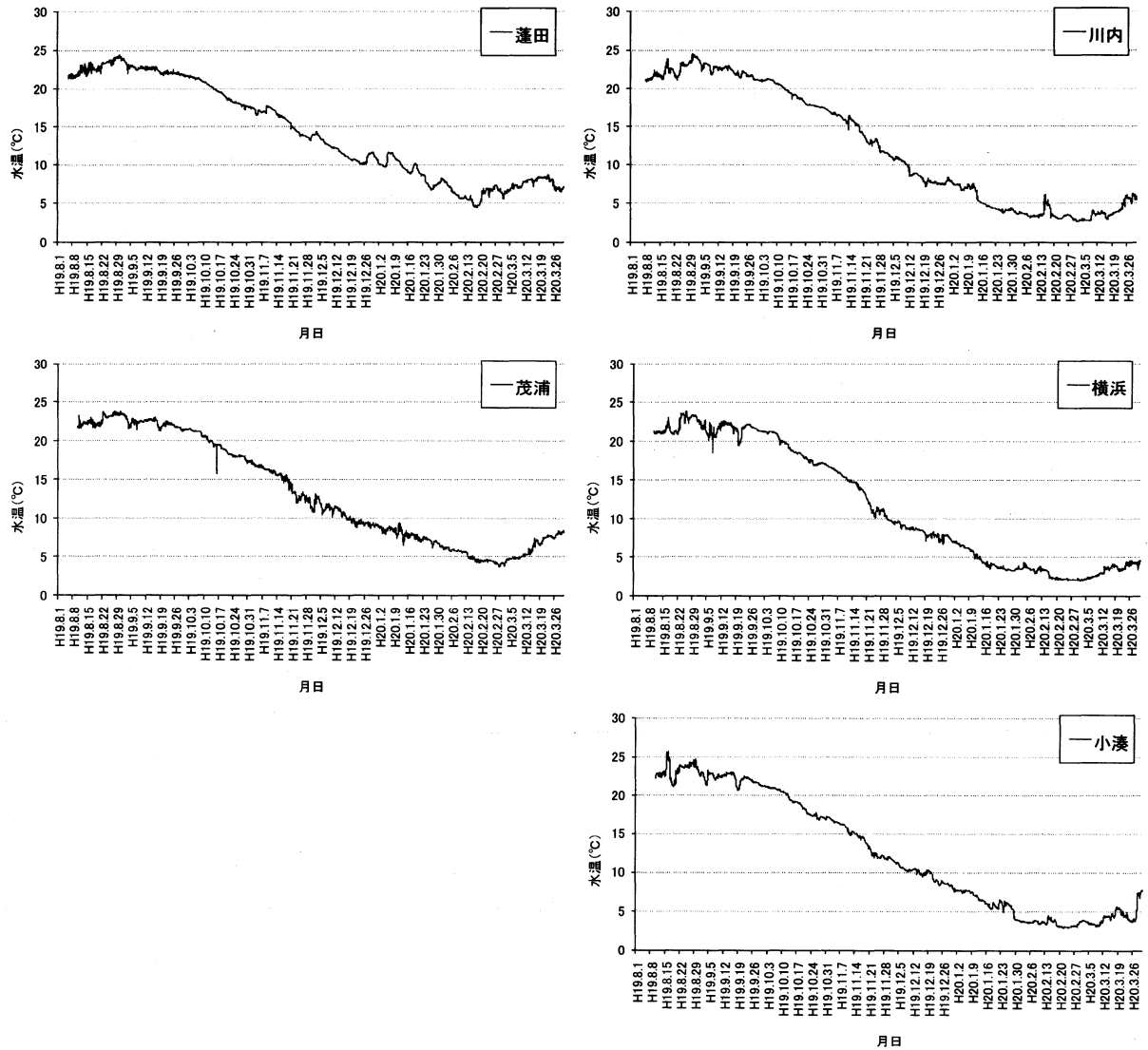


図15 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設の水温の推移

菟田

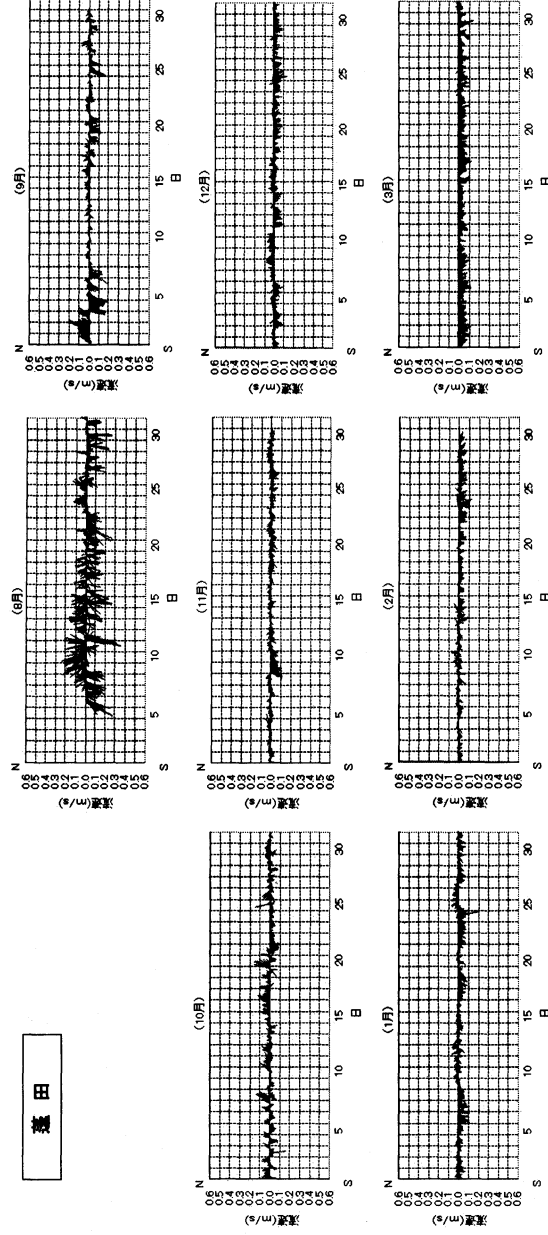


図16-1 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設における流向流速の推移 (菟田)

茂清

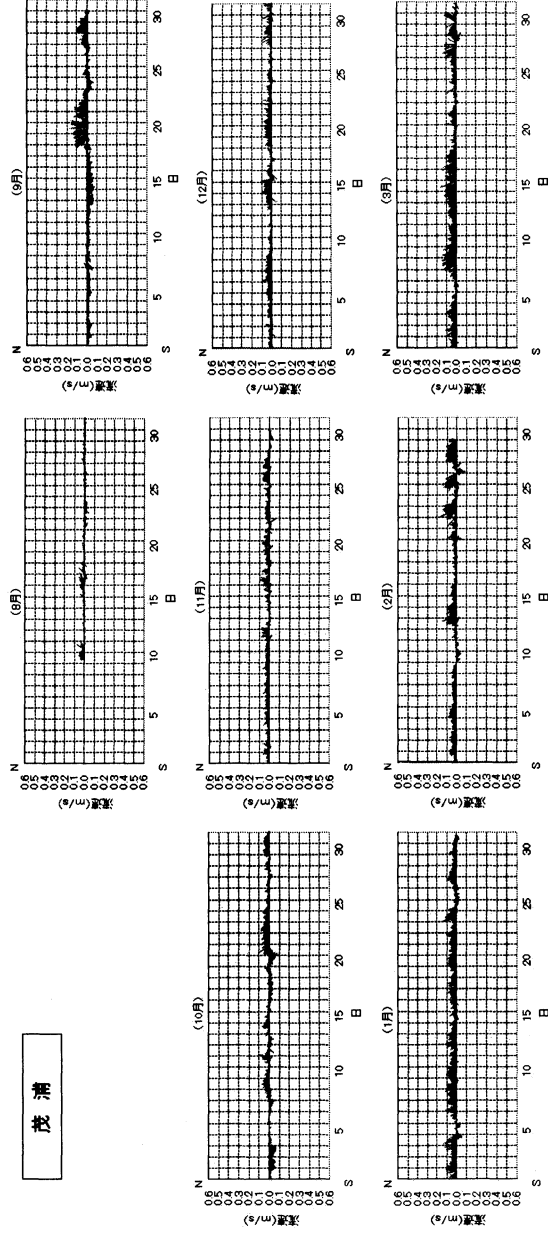


図16-2 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設における流向流速の推移 (茂清)

小湊

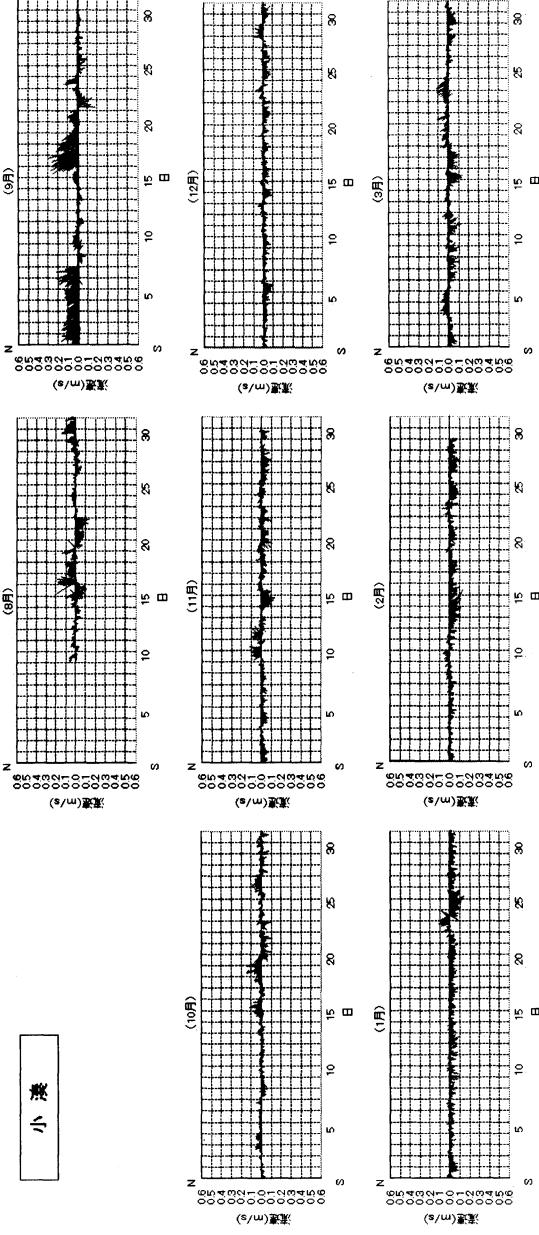


図16-3 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設における流向流速の推移 (小湊)

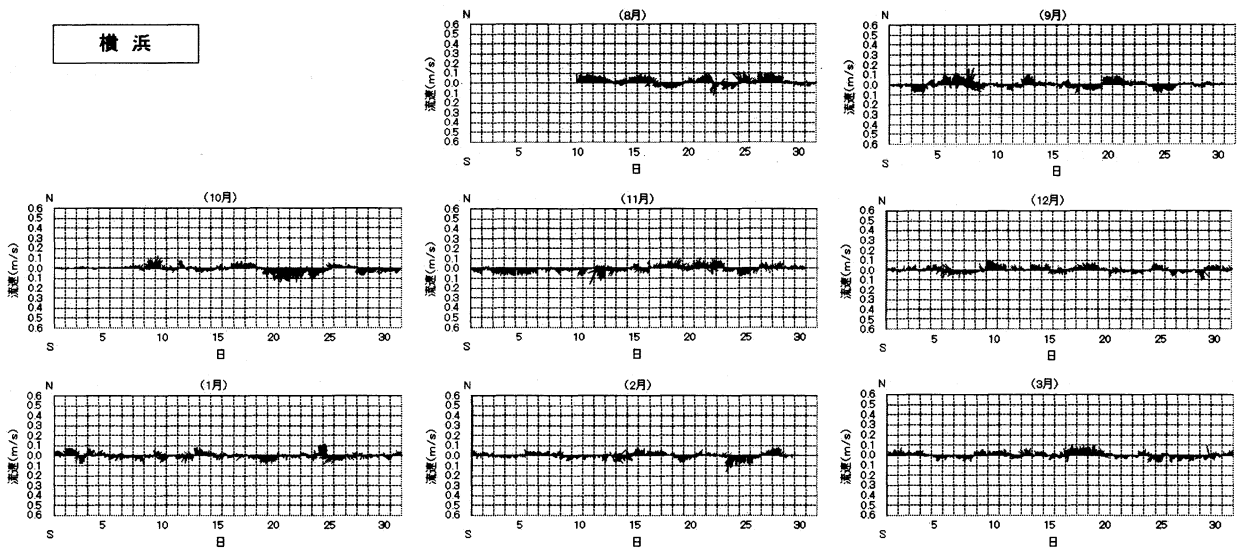


図16-4 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設における流向流速の推移（横浜）

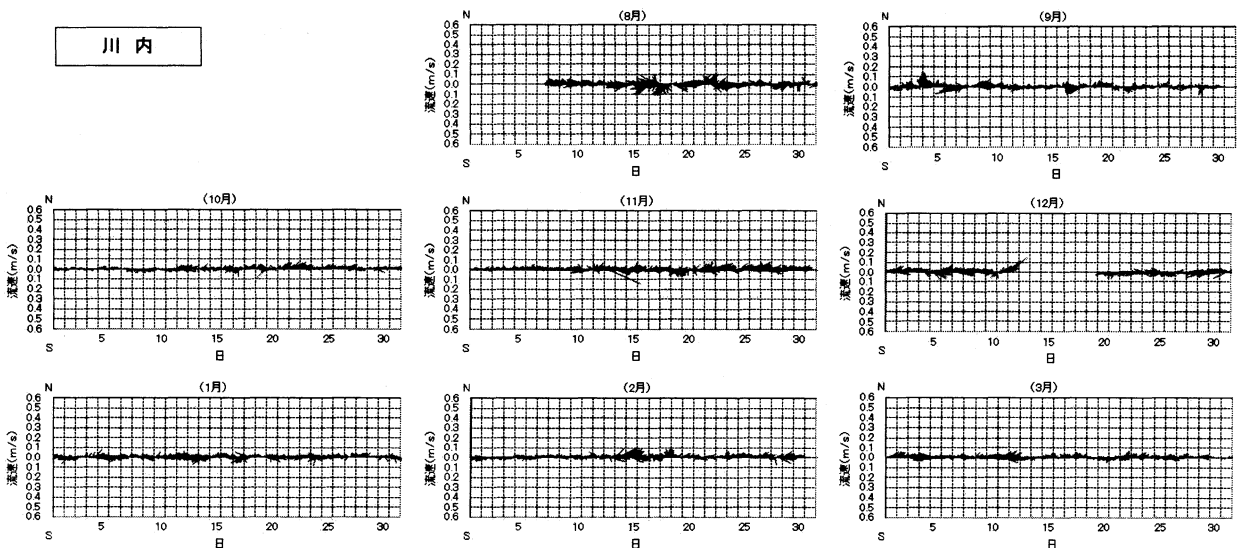


図16-5 メモリー式流向流速計を設置したホタテガイ養殖施設における流向流速の推移（川内）

考 察

平成18年度、平成19年度とも8～9月は、各地区でホタテガイの成長等に影響を及ぼす23℃以上の高水温の日が1ヶ月前後続いたにもかかわらず、ホタテガイの目立ったへい死は見られなかった。ホタテガイのへい死は高水温の影響だけでなく、稚貝採取時の干出や酸欠、採取後の潮流や波浪によるホタテガイのぶつかり合いといった要因が複合的に作用して発生することが、これまでの研究^{2~4)}で明らかになっている。今回、メモリー式流向流速計（5地区）やメモリー式深度計（茂浦）により観測された流速や幹綱水深の変化量（養殖施設の動揺）が、ホタテガイの成長や生残率に影響を与えるレベルではなかったものと考えられた。

また、平成18年度、平成19年度とも冬季間における目立ったへい死はなかったが、平成18年度は小湊で7.5%、平成19年度は蓬田で4.3%のへい死が見られた。今回のモニタリングにより各地区とも冬季間の流れはほとんどないことが明らかになったが、小湊では幹綱水深の変化量（養殖施設の動揺）がやや大きかったことから、時化による波浪でホタテガイが外傷を受けた可能性が考えられ

た。

こうしたことから、今後はホタテガイの生育状況、漁場環境（水温、流れ）のモニタリングに加えて、波浪による養殖施設の動揺に関するデータを収集するために、5地点全てのモニタリング施設にメモリー式深度計を取り付ける必要がある。さらに、波浪・潮流によるホタテガイの外傷を確認するために、電子顕微鏡を用いて外套膜や鰓などを詳細に観察する必要がある。

引用文献

- 1) 吉田達ら（2007）：ホタテガイによる環境モニタリング法に関する研究開発．青水総研増事業報告書，**37**，181-204.
- 2) 工藤敏博ら（2000）：ホタテガイ新基準種苗養殖技術開発研究（ホタテガイの健康評価と養殖技術の改善に関する研究）．青水増事業報告書，**30**，175-219.
- 3) 吉田雅範ら（2001）：ホタテガイ新基準種苗養殖技術開発研究（ホタテガイの健康評価と養殖技術の改善に関する研究）．青水増事業報告書，**31**，221-242.
- 4) 吉田達ら（2002）：ホタテガイ新基準種苗養殖技術開発研究（ホタテガイの健康評価と養殖技術の改善に関する研究）．青水増事業報告書，**32**，165-186.