

ホタテガイ稚貝夏季大量へい死対策試験

小倉大二郎・相坂 幸二・川村 要・濱田 勝雄・安田 勝
吹越 弘光・川口 一彦・逢坂 健幸・佐々木千恵子

近年、陸奥湾で頻発している採取直後のホタテガイ稚貝の大量へい死について、その原因の究明と対策の確立を目的に、稚貝の中間育成試験、漁場の環境条件調査、環境条件に対する稚貝の耐性試験等を実施したのでその結果を報告する。

なお、報告に先立ち、試験用養殖施設の提供を賜った蓬田村漁協理事高田仁吉氏ならびに平内町漁協東田沢支所漁業研究会長岩谷直美氏に感謝申し上げます。

I ホタテガイ稚貝の中間育成試験

材料と方法

久栗坂沖ならびに川内沖の当所実験漁場で採取した稚貝を、昨年の蓬田・野辺地沖に久栗坂沖を加えた各試験漁場で育成し、第1回分散時までの生育状況について比較検討した(図1)。なお、中間育成に際して、従来、稚貝採取は採苗器から採取した稚貝を沖合漁場でプラスチック容器等で約100個体を目安にパールネット(以下ネットと称す)に収容する方法で実施してきたが、ネットによって数にバラツキがあり正確な収容数が把握できないこと、育成中に一部の稚貝が網口から逸散すること等、結果の解析上問題があった。このため本年は稚貝採取に際して採苗器を漁場から一旦当所へ回収し(久栗坂産7月28日、川内産7月29日)、計数によってネット1枚当りの収容数を正確に100個体とし、さらに逸散防止のため網口を細かく縫い上げて、これを調査船で各漁場に運搬して試験に供した。ネットは各試験区とも1.5分

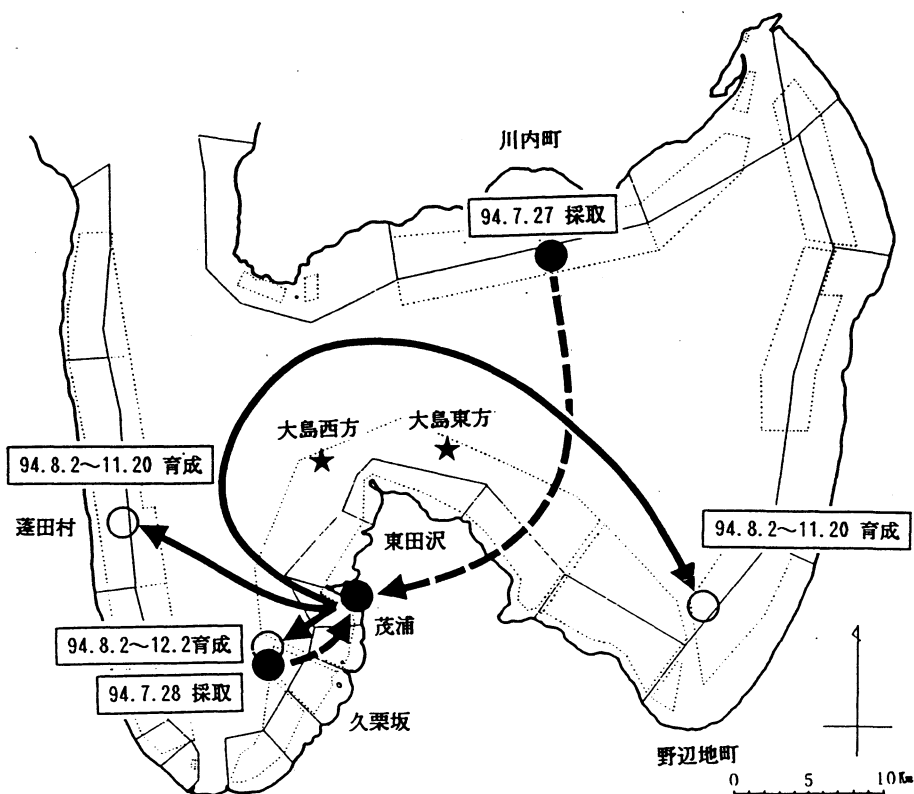


図1 調査地点図

(○：中間育成及び環境条件調査地点 ★：施設動揺調査地点)

表1 稚貝中間育成試験経過

試験漁場	施設の概要	試験経過
蓬田沖漁場 (水深38m)	借上げ専用施設 全長70m、幹綱水深16m	1994年8月2日漁場垂下 1994年11月20日試験終了
野辺地沖漁場 (水深33m)	当所貝毒試験用施設 全長100m、幹綱水深14m	1994年8月2日漁場垂下 1994年11月20日試験終了
久栗坂沖漁場 (水深47m)	当所養殖実証試験用施設 全長100m、幹綱水深10月18日 まで30m、以後15m	1994年8月2日漁場垂下 1994年12月2日試験終了

* 供試稚貝は久栗坂産が1994年7月28日、川内産が7月27日採取

目、重り付き（2kg）の10段パールネットを用いた。育成期間は、蓬田沖漁場ならびに野辺地沖漁場が8月2日～11月20日の110日間、久栗坂沖漁場が8月2日～12月2日の122日間であった。

各試験漁場における施設の概要、試験経過を表1に示した。

結果と考察

調査は各育成群について上から1～2段目を上段、5～6段目を中段、9～10段目を下段とし、各段2枚のネットについて生貝、死貝の全数を測定した。なお、久栗坂沖漁場の一部のネットについてはラバで侵入したヒトデ（腕長41～55mm）により食害を生じたためこれを除外し、残りのネット1枚でその段の値を求めた。

中間育成結果を稚貝の産地別に表2～3に示した。

(1) 成長結果

殻長7.62mmで育成を開始した久栗坂産稚貝は蓬田沖漁場で28.47mm、野辺地沖漁場で33.11mm、久栗坂沖漁場で31.75mmに成長し、また殻長6.85mmで育成を開始した川内産稚貝は蓬田沖漁場で25.75mm、野辺地沖漁場で32.42mm、久栗坂沖漁場で28.59mmに成長した。

増殻長指数（日平均増殻長÷開始時殻長×100）は蓬田沖、野辺地沖、久栗坂沖の各漁場で、久栗坂産稚貝が2.49、3.04、2.60、川内産稚貝が2.51、3.39、2.60であったが、両産地の稚貝とも成長は3漁場間で有意な差がなく、また各漁場の産地別の稚貝の成長にも有意な差がみられなかった。

なお、本年の成長を1991年以降の3ケ年と比較すると表4のようになり、増殻長指数では久栗坂産稚貝が蓬田沖漁場、野辺地沖漁場とも1991年に次ぐ成長、また川内産稚貝が両漁場ともこれまでで最良の成長を示した。

(2) 生残結果

蓬田沖、野辺地沖、久栗坂沖の各漁場における生残率は、それぞれ久栗坂産稚貝が64.0%、39.0%、46.0%、川内産稚貝が63.3%、44.8%、51.8%であった（表2、表3）。生貝数とへい死・不明貝数による検定の結果、各漁場の生残率については、野辺地沖漁場を除いて稚貝の産地による差はみられなかったが、両産地の稚貝とも3漁場間の比較では有意な差を示し、漁場によって生残率に差（蓬田沖＞久栗坂沖＞野辺地沖の順）があることが明らかとなった。

なお、昨年までは、試験終了時にネット内に残存した生貝とへい死貝をもとに生残率を求めたが、今回、収容数を把握して試験を行った結果、各育成群ともへい死貝の他に多数の不明貝を生じていることが明らかとなった。このため本年の生残率は各育成群とも昨年までの値（86.76～99.53%）を大きく下回る結果となった。これら不明貝については、網口からの逸散は考えられないことから、へい死後貝殻が破損してネットから脱落したものとみられるが、殻長10mm前後以上の死殻は残っており、それ以前の段階でへい死したものと推察された。このような現象は漁業者の養殖施設においても同様に発生しているものと考えられる。

表2 久栗坂産稚貝の育成結果

漁場	育成期間 (日数)	籠目合 重り	段 *	開始時	終了時										備考					
				殻長 mm	生残率 %	へい死率 %	不明貝率 %	測定数 n	殻長 mm	全重量 g	軟体部重量 g	軟体部 歩留%	日平均増 殻長mm	増殻長 指数**		異常貝率 %				
蓬田沖	1994.8.2~ 11.20 (110日間)	1.5分 有り	上	7.62±1.02 (n=100)	77.0	9.0	14.0	154	29.71±3.96	2.49±0.79	0.87±0.30	34.94	0.201	2.64	5.19					
			中		68.0	18.5	13.5	136	28.25±4.14	2.41±0.78	0.85±0.30	35.27	0.188	2.46	5.15					
			下		47.0	24.5	28.5	94	26.74±4.11	1.83±0.72	0.54±0.29	29.51	0.174	2.28	4.26					
			計		64.0	17.3	18.7	384	28.47±4.22	2.30±0.81	0.78±0.33	33.91	0.190	2.49	4.95					
野辺地沖	(110日間)	同上	上		7.62±1.02 (n=100)	53.5	37.5	9.0	107	32.84±4.25	3.45±1.10	1.24±0.43	35.94	0.229	3.01		5.60	1・2段(上段)に7ス マシ稚貝大量付着. 9・10段(下段)の籠 に付着物全く無し.		
			中			63.0	23.5	13.5	126	33.23±3.70	3.47±0.96	1.17±0.39	33.72	0.233	3.06		7.14			
			下			0.5	54.0	45.5	1	46.5	9.09	3.17	34.87	0.353	4.64		0			
			計			39.0	38.3	22.7	234	33.11±4.05	3.49±1.09	1.21±0.43	34.67	0.232	3.04		6.41			
久栗坂沖	1994.8.2~ 12.2 (122日間)	同上	上			7.62±1.02 (n=100)	83.5	6.0	10.5	167	31.38±4.40	2.84±0.92	0.84±0.31	29.58	0.195		2.56		0	ヒトデによる食害の ため6段目(中段)、 9段目(下段)を除 外.
			中				16.0	66.0	18.0	16	36.78±4.09	4.09±0.89	1.48±0.36	36.19	0.239		3.14		0	
			下				1.0	47.0	52.0	1	14.0	0.23	0.08	34.78	0.052		0.69		0	
			計				46.0	31.3	22.8	184	31.75±4.79	2.93±1.00	0.89±0.36	30.38	0.198		2.60		0	

表3 川内産稚貝の育成結果

漁場	育成期間 (日数)	籠目合 重り	段 *	開始時	終了時										備考					
				殻長 mm	生残率 %	へい死率 %	不明貝率 %	測定数 n	殻長 mm	全重量 g	軟体部重量 g	軟体部 歩留%	日平均増 殻長mm	増殻長 指数**		異常貝率 %				
蓬田沖	1994.8.2~ 11.20 (110日間)	1.5分 有り	上	6.85±1.05 (n=100)	77.5	8.5	14.0	155	25.21±3.54	1.76±0.63	0.66±0.25	37.50	0.167	2.44	7.74	1・2段(上段)に7ス マシ稚貝大量付着. 9・10段(下段)の籠 に付着物全く無し.				
			中		66.5	9.0	24.5	133	25.84±3.65	1.90±0.61	0.70±0.25	36.84	0.173	2.52	3.01					
			下		46.0	9.5	44.5	92	26.53±4.05	1.99±0.70	0.69±0.28	34.67	0.179	2.61	4.35					
			計		63.3	9.0	27.7	380	25.75±3.723	1.86±0.65	0.68±0.26	36.56	0.172	2.51	5.26					
野辺地沖	(110日間)	同上	上		6.85±1.05 (n=100)	48.0	35.0	17.0	96	35.02±4.01	3.96±1.09	1.35±0.40	34.09	0.256	3.74		4.16	1・2段(上段)に7ス マシ稚貝大量付着. 9・10段(下段)の籠 に付着物全く無し.		
			中			84.5	0.5	15.0	169	30.78±5.08	3.09±1.14	1.10±0.40	35.60	0.218	3.18		3.55			
			下			2.0	47.5	50.5	4	39.23±2.75	6.08±0.43	2.01±0.38	33.06	0.294	4.29		0			
			計			44.8	27.7	27.5	269	32.42±5.17	3.44±1.23	1.20±0.43	34.88	0.232	3.39		3.72			
久栗坂沖	1994.8.2~ 12.2 (122日間)	同上	上			6.85±1.05 (n=100)	62.5	29.5	8.0	125	27.23±3.47	2.28±0.70	0.81±0.27	35.53	0.167		2.44		1.60	ヒトデによる食害の ため9段目(下段)を 除外.
			中				45.5	16.0	38.5	91	30.25±3.88	2.58±0.89	0.90±0.34	34.88	0.192		2.80		5.49	
			下				43.0	0.0	57.0	43	29.00±3.67	2.70±0.89	0.95±0.29	35.19	0.182		2.65		0	
			計				51.8	18.2	30.0	259	28.59±3.89	2.46±0.82	0.86±0.31	34.96	0.178		2.60		2.70	

* 上段=1・2段, 中段=5・6段, 下段=9・10段の合計

** 増殻長指数=(日平均増殻長÷開始時殻長)×100

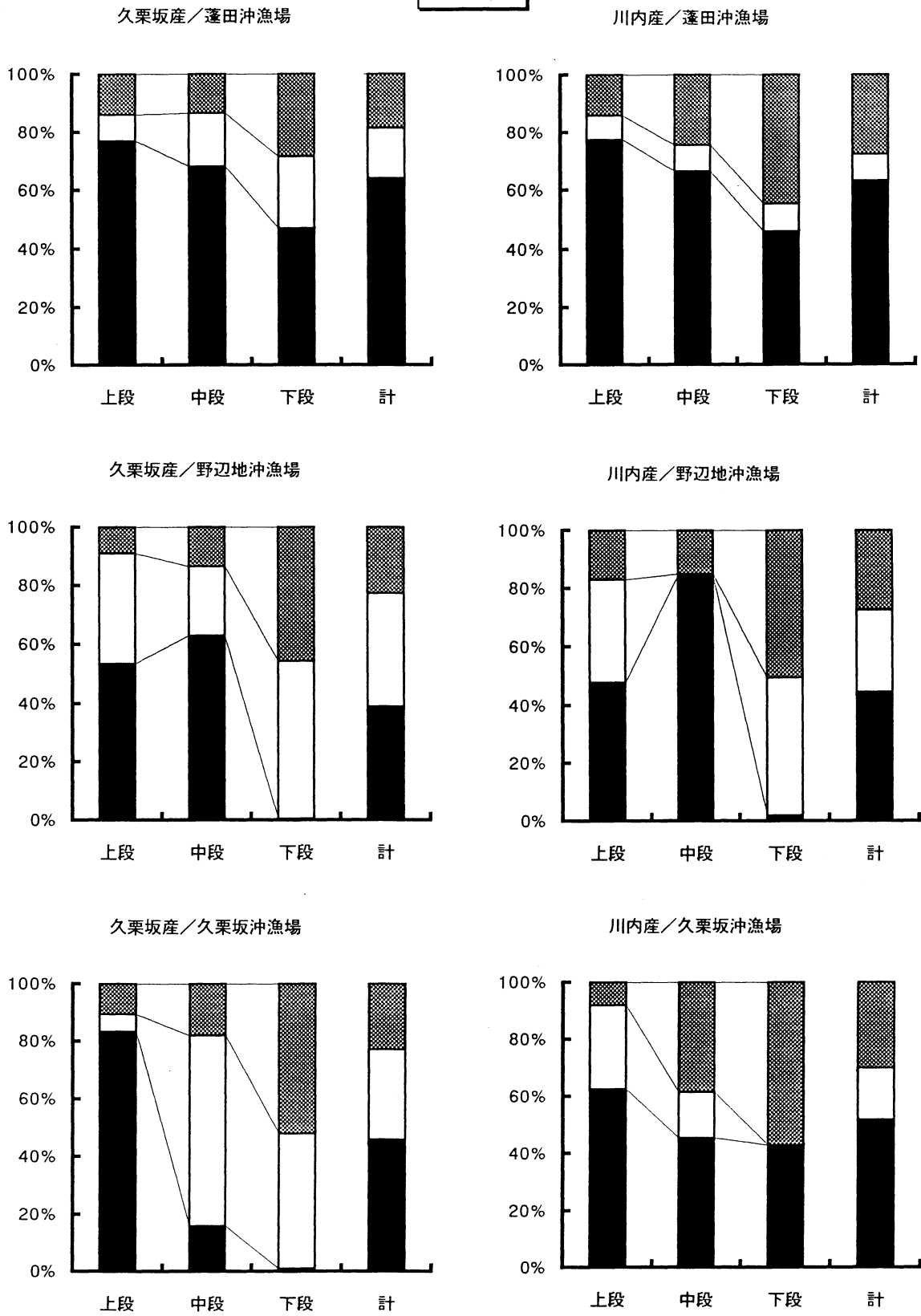
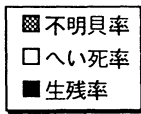


図2 稚貝育成試験結果 (産地/漁場別・垂下段別の生残率、へい死率、不明貝率)

表4 日平均増殻長および増殻長指数の過年度との比較

稚貝産地		垂下漁場	1991	1992	1993	1994
日平均増殻長 mm/日	久栗坂産	蓬田沖	0.238	0.164	0.166	0.190
		野辺地沖	0.280	0.200	0.170	0.232
		久栗坂沖	-	-	-	0.198
	川内産	蓬田沖	0.230	0.191	0.234	0.172
		野辺地沖	0.202	0.216	0.190	0.232
		久栗坂沖	-	-	-	0.178
増殻長指数*	久栗坂産	蓬田沖	2.64	1.26	1.55	2.49
		野辺地沖	3.10	1.54	1.59	3.04
		久栗坂沖	-	-	-	2.60
	川内産	蓬田沖	2.04	1.94	1.99	2.51
		野辺地沖	1.80	2.20	1.62	3.39
		久栗坂沖	-	-	-	2.60

* 増殻長指数 = (日平均増殻長 ÷ 開始時殻長) × 100

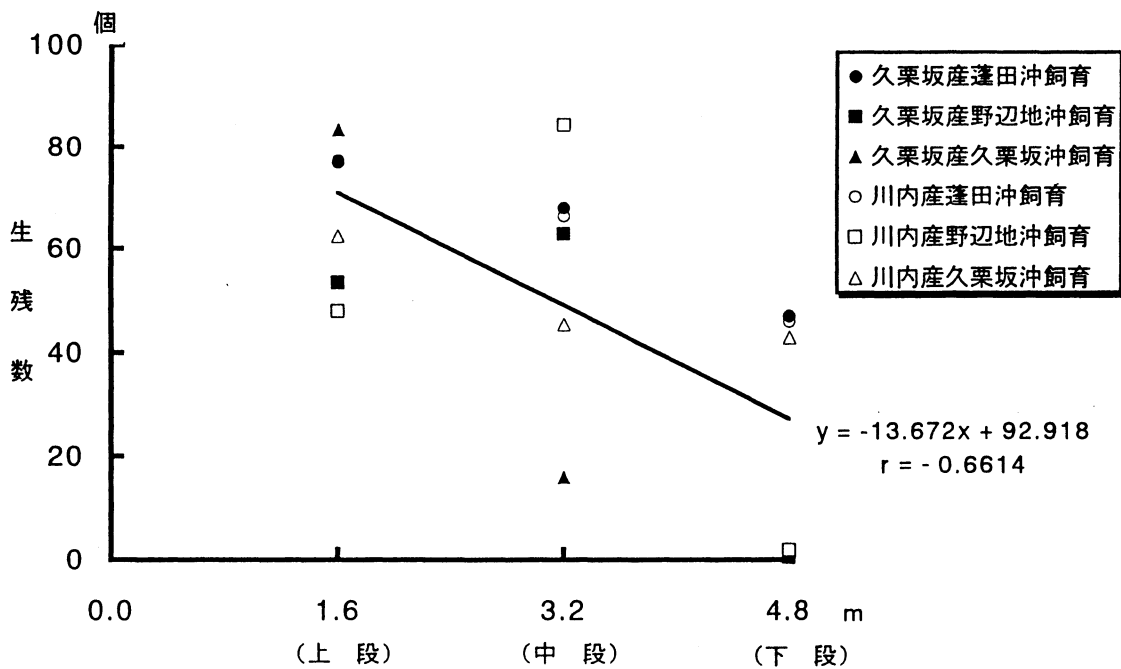
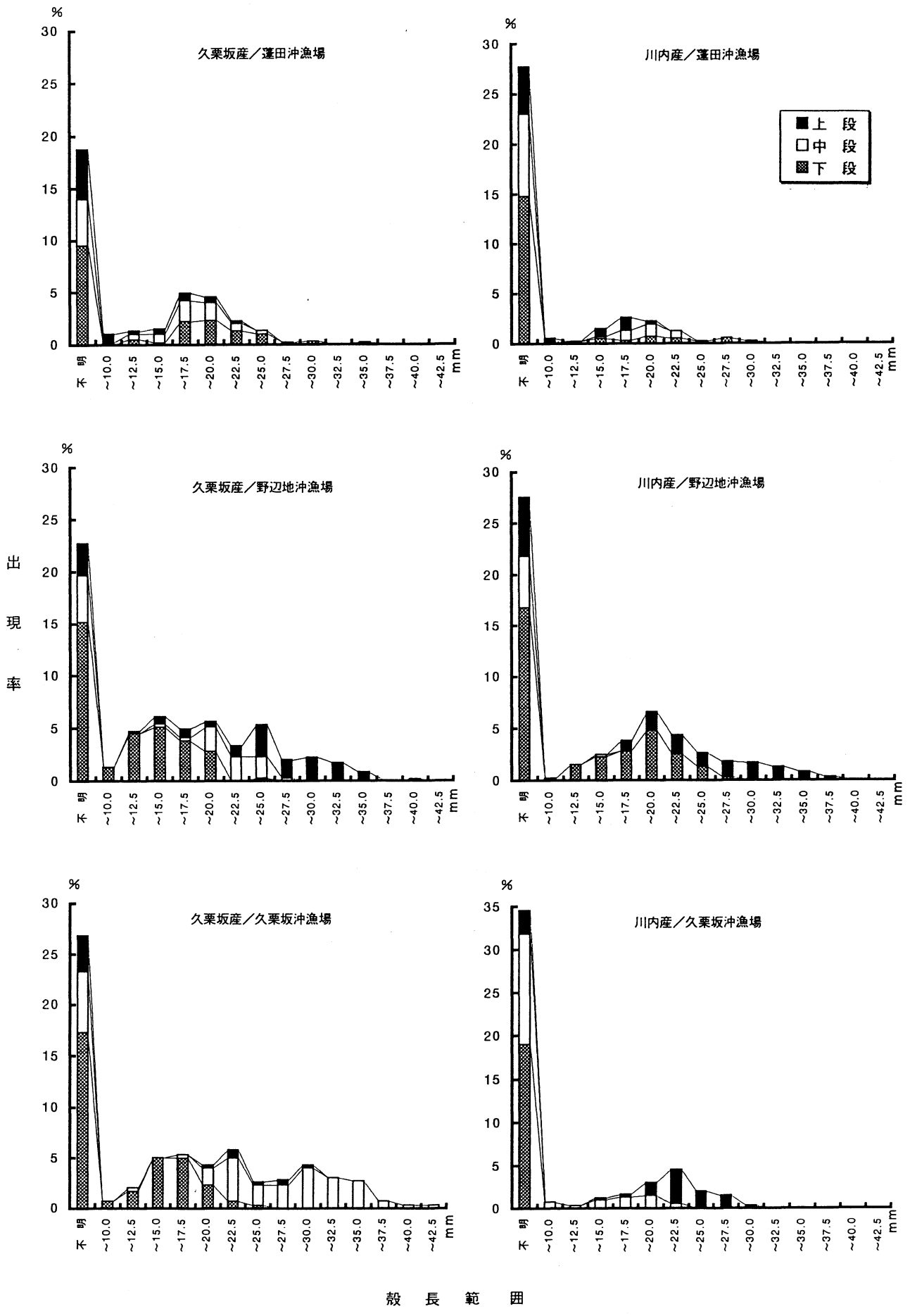


図3 垂下段（幹網からの距離）と生残数

各育成群における垂下段別の生残率、へい死率、不明貝率は図2のとおりで、何れの群も下段ほど不明貝が多く、生残率が低い傾向を示した。このため、各育成群の上、中、下段のネットについて、幹網からの距離と生残数との関係を検討した結果、図3のように、距離が大きいほど（下段ほど）生残数が減少することが明らかとなった。また、各段毎のへい死貝の殻長は、図4のとおり育成初期にへい死したとみられる不明貝も含めて、下段で小型、上段で大型の傾向がみられ、下段ほどへい死時期が早かったものと推察された。

なお、不明貝を殻長10mm前後までのへい死貝とした場合、そのへい死時期は各漁場とも育成開始後8月中旬までの間と推定された。また、ネットに残った死貝については、その殻長モードから蓬田沖漁場（モード15.0～17.5mm）及び野辺地沖漁場（同17.5～20.0mm）で9月中旬～10月上旬頃、久栗坂沖漁場（同20.0～22.5mm）で10月上旬～下旬頃を中心にへい死が多かったものと推定された。

このほか、本試験の生貝にみられた異常貝はその大半が欠刻貝であったが、各育成群の間で出現状況に特定の傾向は認められなかった。



殻長範囲

図4 不明貝及びへい死貝殻長別出現率 (産地/漁場別、垂下段)

II 環境条件調査

調査方法

昨年に引き続き、ホタテガイ稚貝の中間育成試験と並行して、試験漁場でのRMT水温計（離合社製）による水深別水温連続観測、調査船「なつどまり」での水温（転倒温度計使用）、塩分（サリノメーター使用）、クロロフィルa・フェオフィチンa（蛍光法）等の項目に関する漁場環境調査等を実施した。また、時化や潮流等による施設の動揺状況を把握するため、平内町東田沢地先の2ヶ統のホタテガイ養殖施設（図1）において、稚貝中間育成ネット内にRMD深度計（離合社製）を設置してその深度変化を連続観測した。なお、比較のため、前述の久栗坂沖漁場の試験施設においてもRMD深度計による観測を試みたが、故障のため欠測に終わった。調査の概要を表5に示した。

結果と考察

(1) 水温環境

本年は、7月以降全国的な猛暑に見舞われ、本県も昨年の冷夏と違って代わって10月中旬まで半月平均気温が平年値を最高5℃も上回る猛暑となった。この影響により、陸奥湾の水温は7月中旬以降高めに推移し、湾内3ヶ所のブイロボットでの水温観測値（半月平均値）が平年と比較して1m層で最高3～4℃、15m及び30m層で最高3℃前後も高くなり、近年では1990年に匹敵する高水温となった。

各試験漁場における毎正時の水温連続観測結果をもとに、半月毎の平均水温及び最低・最高水温を付表1に、水深別水温変化を図5～7に示した。期間中の最高水温は、蓬田沖漁場で1m層が26℃台（8月中旬及び9月上旬）、15m層及び37m層が25℃台（9月上旬～中旬）、野辺地沖漁場で15m層が25℃台（9月上旬）、34m層が23℃台（9月上旬～中旬）、久栗坂沖漁場で36m層が24℃台（9月中旬）に達した。また、稚貝垂下層の半月平均水温は各漁場とも9月上旬～中旬に最高となり、蓬田沖漁場の15m層で25℃台、野辺地沖漁場の15m層で24℃台、久栗坂沖漁場の36m層で22℃台に達した。なお、稚貝垂下層の半月平均水温が20℃以下に低下したのは、各漁場とも10月下旬であり、平年よりも1ヶ月ほど遅かった。

このほか、西湾の蓬田沖漁場の底層域では、これまでと同様、潮汐に伴う湾内水の移動が原因とみられる約半日周期の水温差6℃前後にも及ぶ激しい水温変動が10月中旬まで観測され（図5）、久栗坂沖漁場の稚貝垂下層においても同様の変動が認められた（図7）。なお、東湾の野辺地沖漁場の底層域では、このような水温変動は観測されなかった。

(2) 餌料環境

各試験漁場における調査船による環境調査結果を付表2～4に示した。また、クロロフィルaを植物プランクトン由来の餌料指標、フェオフィチンaをクロロフィルaが摂食分解された排泄物指標として図8～10に示した。

クロロフィルaは各漁場とも一部の増大期を除いて $1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下と低水準に推移し、例年と同様の季節変化を示した。一方、フェオフィチンaはクロロフィルaの増減と対応した変化を示し、クロロフィルaの増大期を除いてはクロロフィルaとほぼ等量の分布が認められた。クロロフィルaの増大期は、西湾域の蓬田沖漁場及び久栗坂沖漁場で4～5月、2～3月、東湾域の野辺地沖漁場で4月、9～10月、2～3月であったが、極大期は何れも2～3月で、その最大値（ホタテガイ垂下水深に近い10m、20m、30m層の平均値）は蓬田沖漁場が $5.79\text{mg}/\text{m}^3$ 、久栗坂沖漁場が $2.69\text{mg}/\text{m}^3$ 、野辺地沖漁場が $1.55\text{mg}/\text{m}^3$ と、湾口部に近い漁場ほど大きい傾向にあった。なお、野辺地沖漁場では9～10月の秋季増大期においても、極大期に相当するクロロフィルa分布が認められた。

中間育成期間平均のクロロフィルa量（10m、20m、30m層平均）は、蓬田沖漁場が $0.53\text{mg}/\text{m}^3$

表5 環境条件調査の概要

調査場所		RMT水温計, RMD深度計による 水温及び養殖籠垂下水深の連続観測	調査船による海洋観測
蓬田沖漁場	観測期間	1994年7月18日～11月28日	1994年4月5日～1995年3月29日
	観測水深	1, 15, 37m層	0, 5, 10, 20, 30, 38m層
	観測間隔・回数	RMT: 60分	延べ29回
野辺地沖漁場	観測期間	1994年7月18日～11月28日	1994年4月4日～1995年3月28日
	観測水深	1, 15, 34m層	0, 5, 10, 20, 30m層
	観測間隔・回数	RMT: 60分 (1m層故障欠測)	延べ32回
久栗坂沖漁場	観測期間	1994年8月2日～12月2日	1994年4月5日～1995年3月29日
	観測水深	36m層, 10月18日以降21m層	0, 5, 10, 20, 30, 40m層
	観測間隔・回数	RMT: 60分 RMD: 10分 (故障欠測)	延べ32回
東田沢沖 大島東方漁場	観測期間	1994年7月27日～9月24日	
	観測水深	計器垂下水深33m層	
	観測間隔・回数	RMT: 60分 RMD: 10分	
東田沢沖 大島西方漁場	観測期間	1994年7月31日～10月7日	
	観測水深	計器垂下水深36m層	
	観測間隔・回数	RMT: 60分 RMD: 10分	

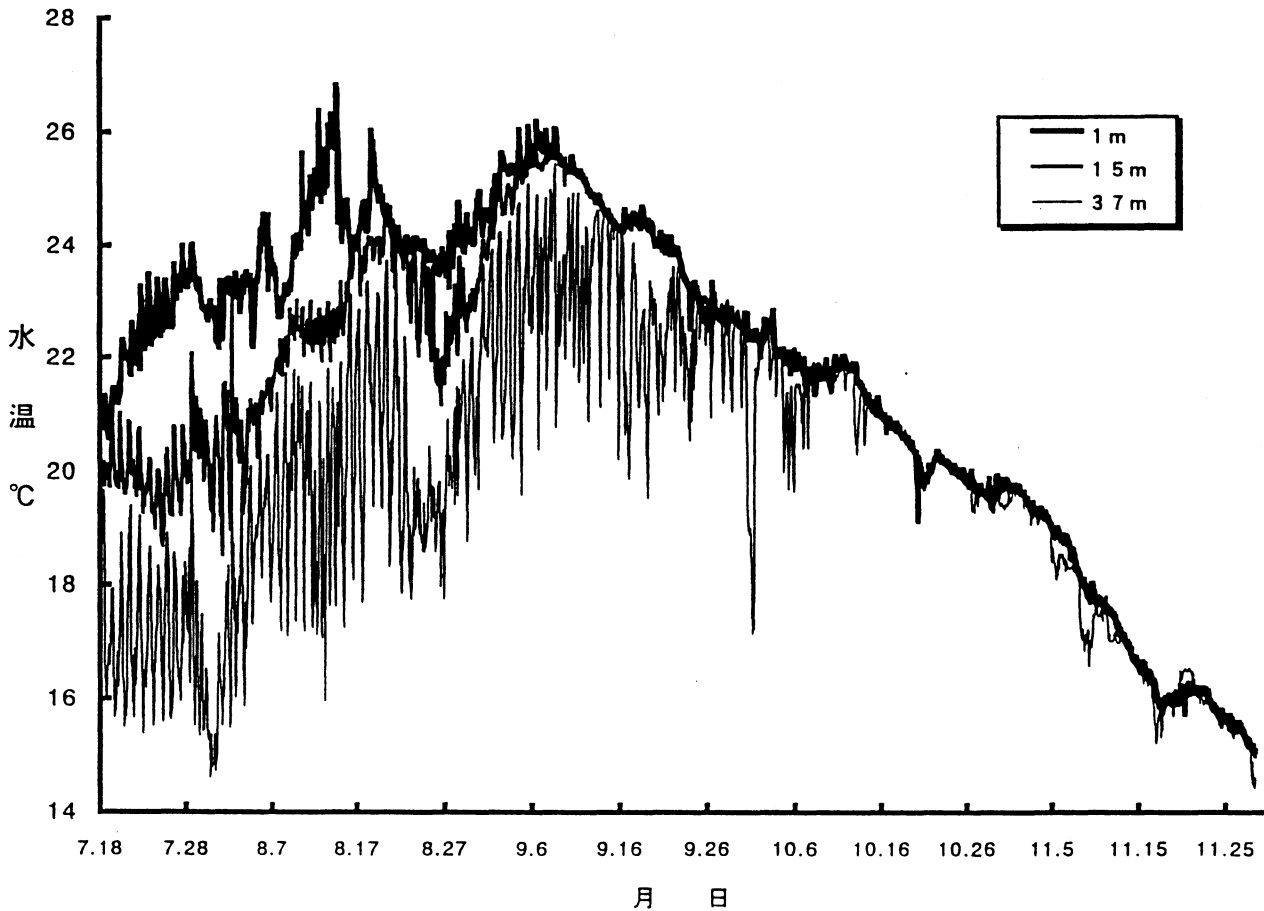


図5 蓬田沖漁場における水深別水温変化

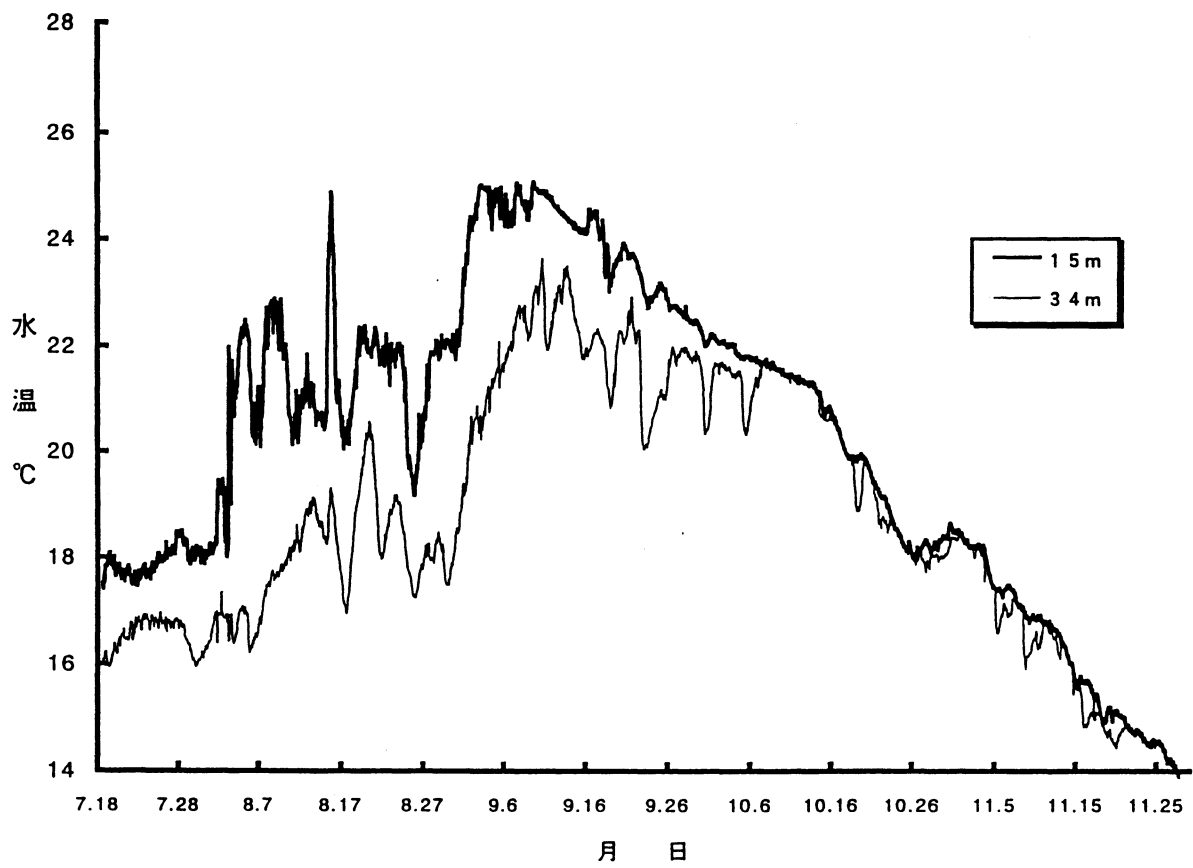


図6 野辺地沖漁場における水深別水温変化

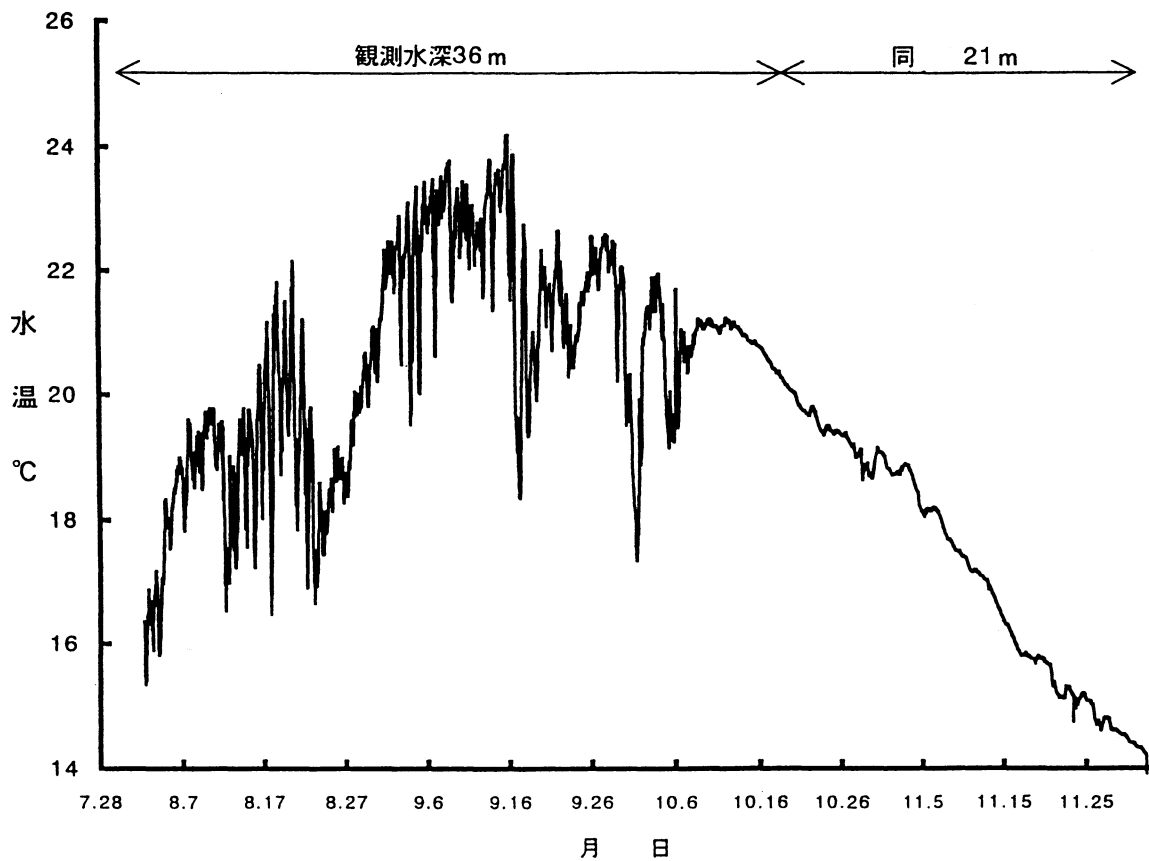


図7 久栗坂沖漁場における水温変化

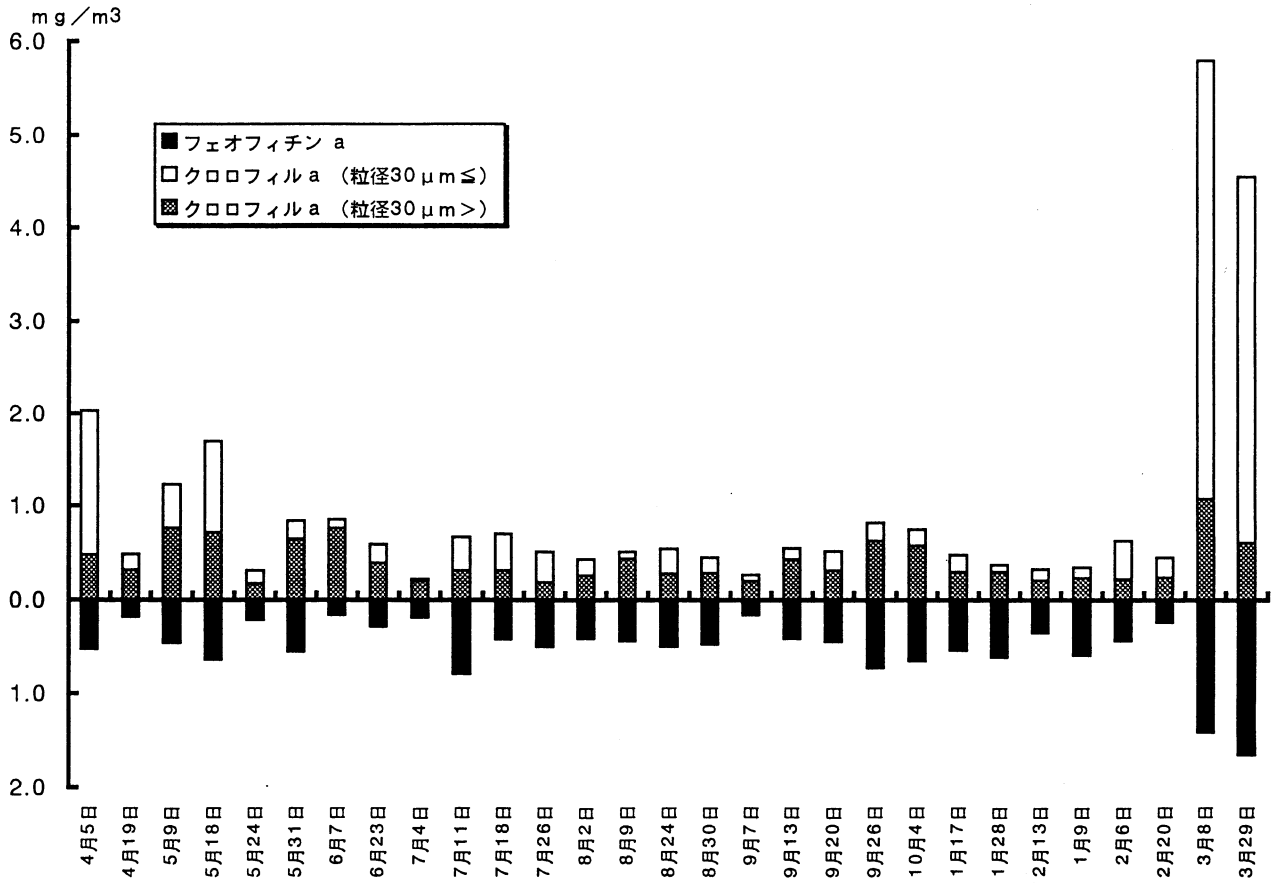


図8 蓬田沖漁場におけるクロロフィルa、フェオフィチンa分布状況
(1994~95、10・20・30m層平均)

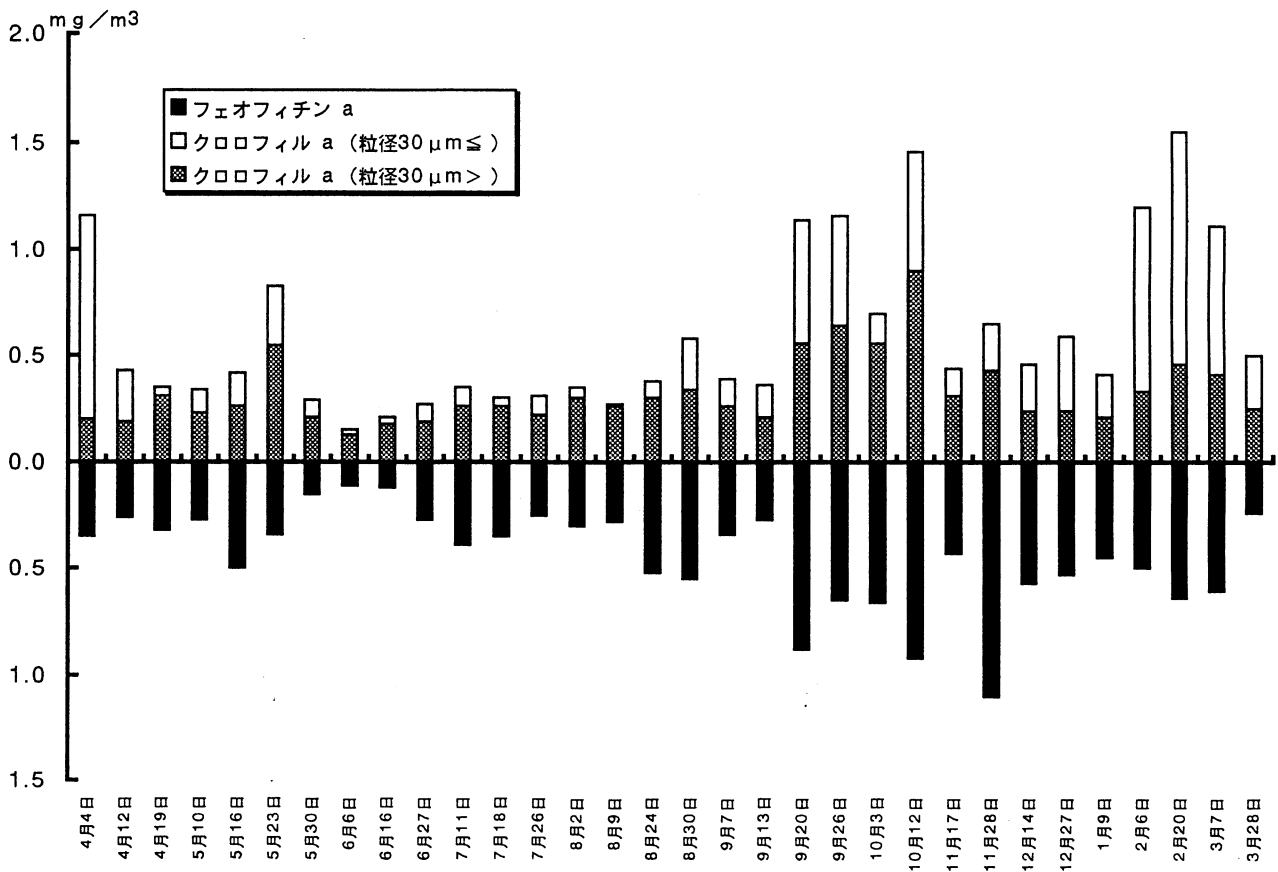


図9 野辺地沖漁場におけるクロロフィルa、フェオフィチンa分布状況
(1994~95、10・20・30m層平均)

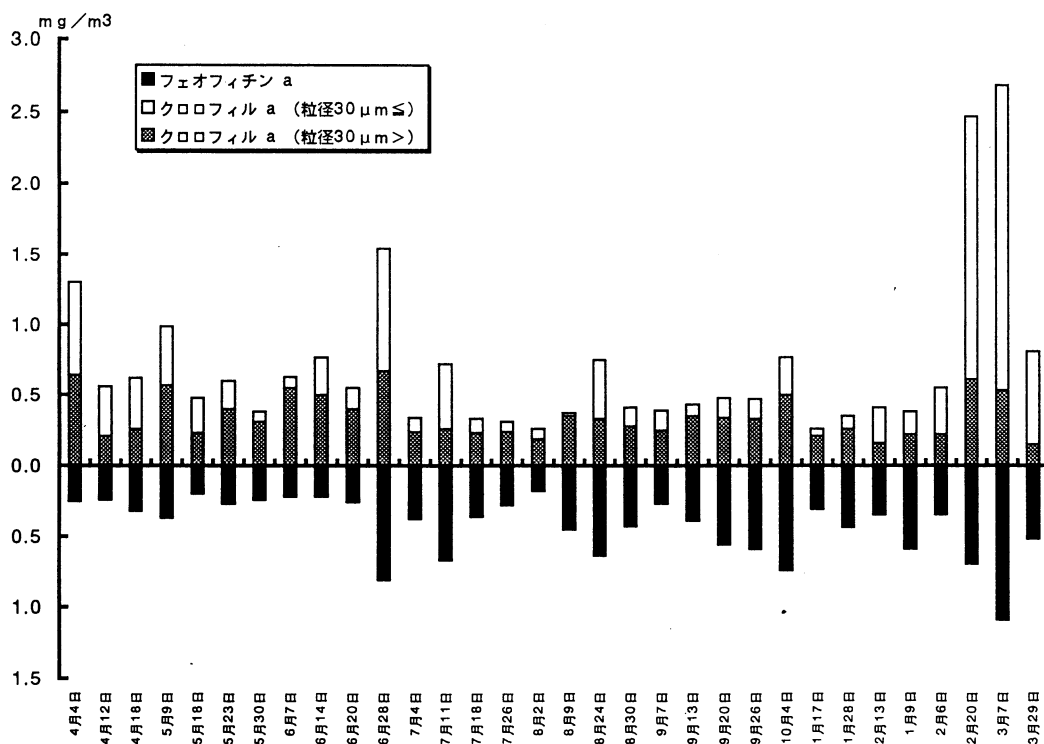


図10 久栗坂沖漁場におけるクロロフィルa、フェオフィチンa分布状況
(1994～95、10・20・30m層平均)

($0.27 \sim 0.82 \text{ mg/m}^3$)、野辺地沖漁場が 0.66 mg/m^3 ($0.27 \sim 1.46 \text{ mg/m}^3$)、久栗坂沖漁場が 0.45 mg/m^3 ($0.26 \sim 0.77 \text{ mg/m}^3$) で、秋季増大のみられた野辺地沖漁場がやや高い結果となった。なお、昨年同平均値は蓬田沖漁場が 0.44 mg/m^3 、野辺地沖漁場が 0.55 mg/m^3 であり、本年は何れも昨年の分布量を上回っていた。このほか、ホタテガイの餌料となっている植物プランクトンのサイズを把握する目的で、試水を $30 \mu\text{m}$ ネットで濾過してプランクトンを粒径 $30 \mu\text{m}$ 以上と $30 \mu\text{m}$ 未満の2群に分けてクロロフィルaを測定した結果、ホタテガイにとって摂食効率が高いと思われる $30 \mu\text{m}$ 以上の大型のプランクトンはクロロフィルaの増大期に分布量が多いものの、その他大半の期間は $30 \mu\text{m}$ 未満の小型のプランクトンが主体であることが明らかとなった。

(3) 養殖施設の動揺状況

陸奥湾に導入されている中層延縄式のホタテガイ養殖施設は、波浪の影響を受けにくく、特に中層以深では時化に際しても安定性に優れる特徴を持つといわれている。しかし最近、稚貝や半成貝のへい死について、養殖施設もしくはネット等の動揺が原因と疑われる事例が散見されており、これら動揺の有無を確認する目的で本調査を実施した。

調査は、東田沢沖の大島東方地先及び大島西方地先の同一漁業者が所有する2ヶ統のホタテガイ養殖施設において実施し、幹綱に約40cm間隔で垂下された中間育成パールネットのうち、動揺の程度が大きいと予想される中央部付近のネットの最下段(10段目・幹綱から6mの位置)にRMD深度計及びRMT水温計を設置して、中間育成開始時から終了時までの間、施設深度と水温の変化を連続観測した。なお、両施設は何れも水深50m地点に設置された幹綱(垂下部)200mの立ち切り(幹綱安定用沈子)のないものであり、幹綱の調整水深は大島東方地先施設が27m、大島西方地先施設が30mであった。

水温並びに施設深度の観測結果を図11、12に示した。なお、施設深度は干満に伴う数十cm規模の水深変動については未校正である。

大島東方地先施設のネットの深度は、観測開始後8月上旬前半まで最大6m前後の変動を繰返しながら設定水深(幹綱水深+ネット長)の33m前後で推移し、その後は8月中旬～下旬(3m前後浮上)と9

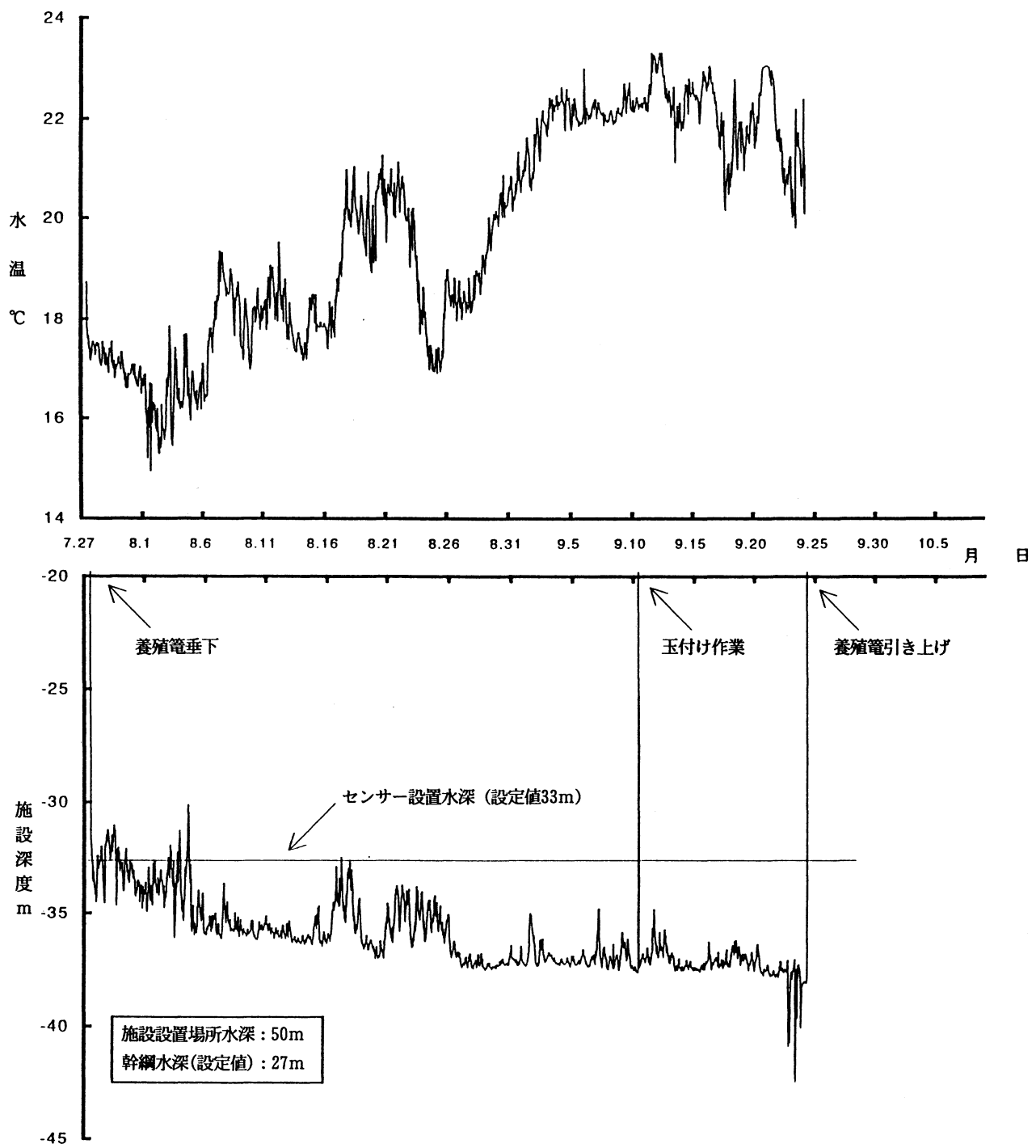


図11 東田沢大島東方地先施設における水温及び施設深度の変化

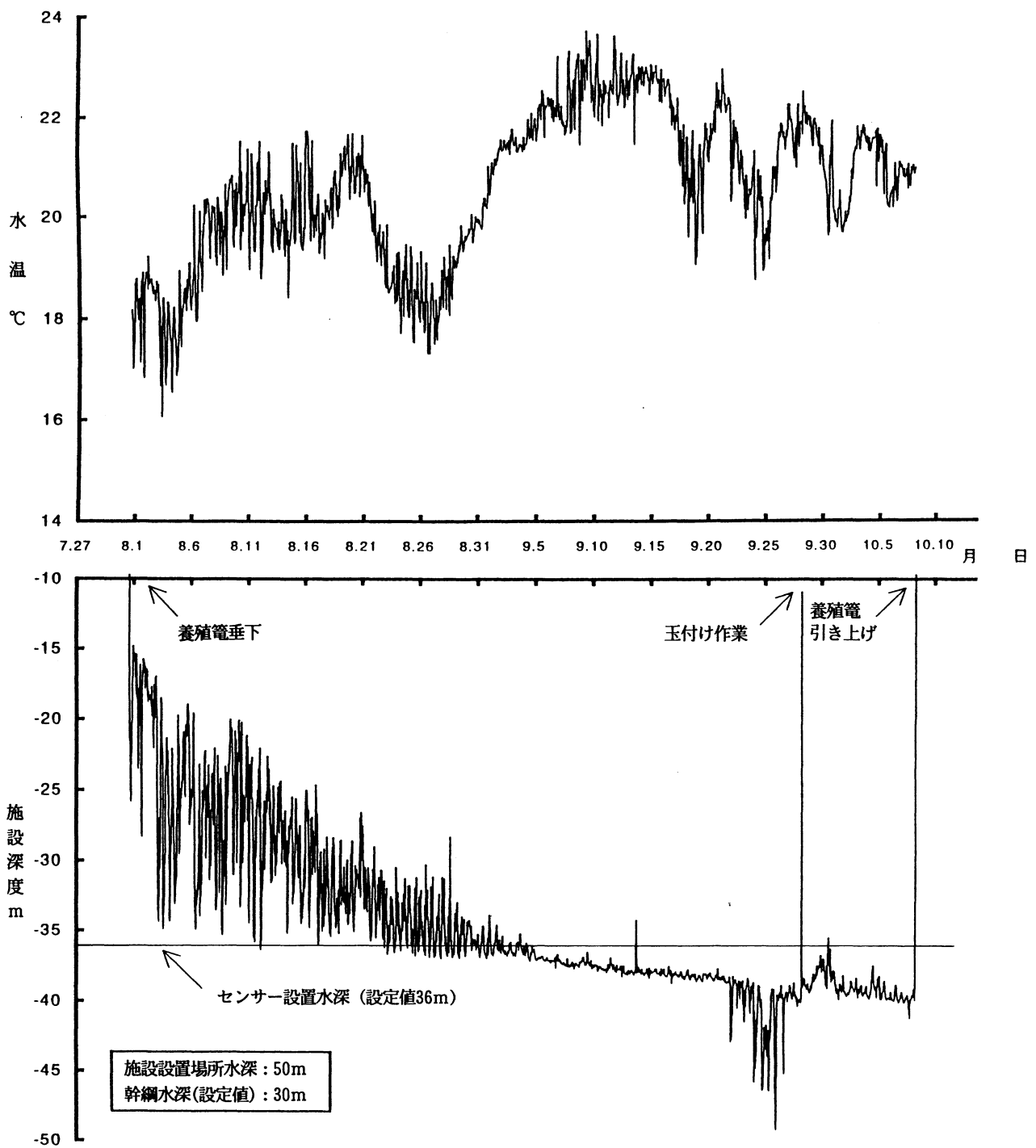


図12 東田沢大島西方地先施設における水温及び施設深度の変化

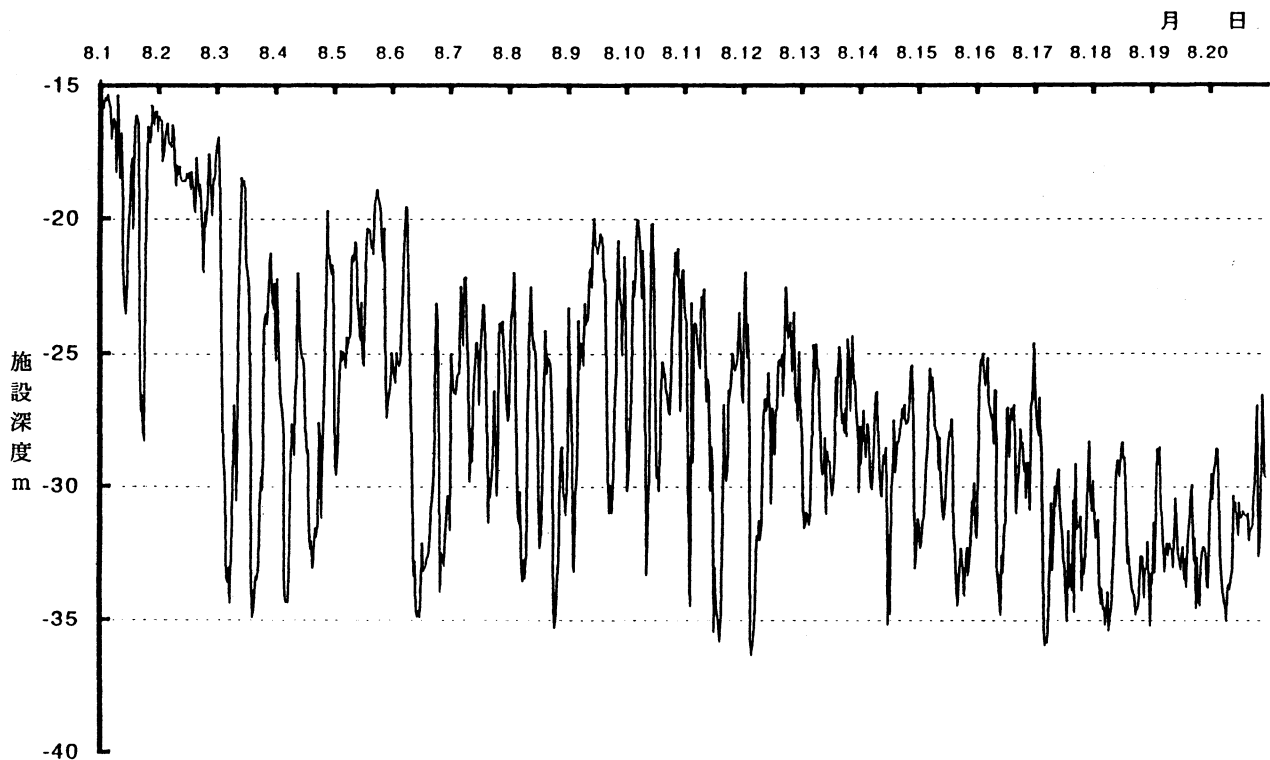


図13 東田沢大島西方地先施設における深度変化（部分拡大図）

月下旬（5 m前後沈下）の一時期を除き、水深36～37 m前後とやや深度を増してほぼ安定して推移した。

一方、大島西方地先施設のネットの深度は、当初、水深15～25 m前後と設定水深よりもかなり浅めに推移し、その後8月下旬にかけて設定水深の36 m前後まで徐々に深度を増していき、9月上旬以降は中旬（10 m前後沈下）の一時期を除き水深37～38 m前後で安定して推移した。

なお、同施設は前者の施設と比較して深度変化が著しく、中間育成開始直後から8月下旬までの間、最大振幅15 m以上にも達する激しい動揺が連日観測されたほか、9月中旬の沈下時には最大深度が49.2 mとネットが海底に接するほどの著しい沈下が観測された。

以上、今回の調査から、養殖施設が長期にわたってかなり動揺していることが判明した。なお、この動揺については数時間～約半日の周期が認められることから（図13）、その原因は時化や波浪等ではなく、潮汐流による施設の吹かれと推察され、またその動揺の種類は単純な上下動ではなく、幹綱を支点にネットが振り子運動を行っているものと推察された。このほか、両施設で9月下旬に相前後して観測された異常沈下については、強い潮流により施設全体が倒伏したものと推察され、同地先に近接する茂浦地先漁場で9月20日午前には漁業者によって観察、報告された極めて速い潮流（北上流）とも関連性が窺われた。

なお、同一漁場の施設でも、施設の構造（幹綱の長さ、立ち切りの有無等）、ネット等の種類（パールネット、丸籠、耳吊り、重りの有無）と垂下間隔、潮流に対する角度等によって、潮流による抵抗が異なり動揺の度合いも変化すると考えられることから、今後これらの点も考慮して調査を継続する必要があると思われる。

付表1 試験漁場水温観測結果（半旬平均値及び月平均値）

漁場		蓬田沖漁場												野辺地沖漁場								久栗坂沖漁場			
年月	平均	水深 1 m				水深 15 m				水深 37 m				水深 15 m				水深 34 m				水深 21~36 m *			
		日数	平均	最低	最高	日数	平均	最低	最高	日数	平均	最低	最高	日数	平均	最低	最高	日数	平均	最低	最高	日数	平均	最低	最高
94年7月	半旬平均4	3	21.33	20.58	22.31	3	20.10	19.61	21.02	3	16.87	15.51	19.67	3	17.79	17.40	18.10	3	16.20	15.95	16.56				
	半旬平均5	5	22.55	21.69	23.49	5	19.81	18.68	20.87	5	17.25	15.39	19.40	5	17.74	17.46	18.08	5	16.73	16.44	16.97				
	半旬平均6	6	23.11	22.17	24.02	6	20.22	18.95	22.07	6	16.56	14.62	19.96	6	18.14	17.87	18.51	6	16.47	15.95	16.87				
	月平均	14	22.57	20.58	24.02	14	20.05	18.68	22.07	14	16.87	14.62	19.96	14	17.93	17.40	18.51	14	16.52	15.95	16.97				
94年8月	半旬平均1	5	23.27	22.19	24.56	5	20.63	18.53	23.15	5	17.93	15.49	21.33	5	20.24	18.00	22.49	5	16.78	16.21	17.34	4	16.96	15.34	18.33
	半旬平均2	5	23.66	22.72	25.63	5	22.04	21.06	23.02	5	19.69	17.11	21.78	5	21.67	20.08	22.89	5	17.35	16.25	18.18	5	19.03	17.82	19.78
	半旬平均3	5	25.22	24.06	26.82	5	22.59	21.93	23.35	5	19.43	15.97	21.91	5	21.20	20.12	24.87	5	18.63	18.10	19.31	5	18.63	16.54	19.77
	半旬平均4	5	24.60	23.88	26.02	5	23.95	23.11	24.72	5	21.24	17.69	23.73	5	21.45	20.04	23.94	5	18.73	16.95	20.56	5	19.96	16.49	22.16
	半旬平均5	5	24.01	23.73	24.41	5	23.34	21.57	24.35	5	19.64	17.75	23.52	5	21.42	19.17	22.33	5	18.48	17.24	19.82	5	18.50	16.67	21.22
	半旬平均6	6	24.14	23.25	24.95	6	22.81	21.16	24.10	6	20.72	17.75	23.67	6	21.52	19.17	23.22	6	18.03	17.24	19.39	6	19.90	18.27	22.34
	月平均	31	24.15	22.19	26.82	31	22.57	18.53	24.72	31	19.80	15.49	23.73	31	21.26	18.00	24.87	31	18.00	16.21	20.56	30	18.95	15.34	22.34
94年9月	半旬平均1	5	25.29	24.45	26.10	5	24.92	24.04	25.55	5	22.65	19.59	25.09	5	24.52	23.13	25.01	5	20.73	19.16	22.07	5	22.12	19.52	23.43
	半旬平均2	5	25.63	25.30	26.19	5	25.46	25.07	25.65	5	23.46	20.38	25.44	5	24.68	24.21	25.07	5	22.49	21.50	23.63	5	22.89	20.63	23.78
	半旬平均3	5	24.80	24.31	25.32	5	24.78	24.26	25.34	5	23.55	20.21	24.93	5	24.44	24.08	24.89	5	22.61	21.74	23.49	5	22.96	21.37	24.18
	半旬平均4	5	24.34	23.90	24.68	5	24.27	23.99	24.47	5	22.15	19.53	24.29	5	23.91	23.01	24.56	5	21.85	20.82	22.32	5	21.09	18.34	24.19
	半旬平均5	5	23.43	22.50	24.15	5	23.49	22.98	24.18	5	22.39	20.54	23.64	5	23.21	22.70	23.79	5	21.24	20.04	22.91	5	21.37	20.29	22.65
	半旬平均6	5	22.69	22.31	23.34	5	22.68	22.34	23.02	5	22.13	18.87	23.07	5	22.49	21.98	22.89	5	21.61	20.33	21.97	5	21.72	19.51	22.59
	月平均	30	24.36	22.31	26.19	30	24.27	22.34	25.65	30	22.72	18.87	25.44	30	23.88	21.98	25.07	30	21.76	19.16	23.63	30	22.03	18.34	24.19
94年10月	半旬平均1	5	22.26	21.71	22.83	5	22.21	21.86	22.51	5	21.26	17.15	22.49	5	21.97	21.73	22.23	5	21.28	20.31	21.70	5	20.27	17.35	21.95
	半旬平均2	5	21.72	21.34	22.02	5	21.74	21.37	22.07	5	21.56	20.40	21.91	5	21.61	21.40	21.79	5	21.43	20.68	21.72	5	20.81	19.24	21.70
	半旬平均3	5	21.53	20.99	22.02	5	21.47	20.95	21.88	5	21.28	20.29	21.93	5	21.17	20.66	21.46	5	21.10	20.58	21.44	5	21.03	20.80	21.25
	半旬平均4	5	20.54	19.12	20.99	5	20.53	19.73	20.95	5	20.52	19.34	21.02	5	20.06	19.61	20.80	5	19.85	18.86	20.68	5	20.35	19.84	20.80
	半旬平均5	5	20.06	19.76	20.36	5	20.01	19.67	20.29	5	20.03	19.73	20.27	5	18.78	18.10	19.59	5	18.61	18.04	19.61	5	19.57	19.35	19.84
	半旬平均6	6	19.73	19.47	20.01	6	19.62	19.28	19.82	6	19.52	19.26	19.78	6	18.27	17.96	18.64	6	18.06	17.71	18.49	6	19.03	18.63	19.39
	月平均	31	20.93	19.12	22.83	31	20.89	19.28	22.51	31	20.66	17.15	22.49	31	20.25	17.96	22.23	31	19.99	17.71	21.72	31	20.14	17.35	21.95
94年11月	半旬平均1	5	19.26	18.85	19.74	5	19.20	18.74	19.65	5	19.11	18.08	19.73	5	17.92	17.25	18.45	5	17.78	16.56	18.42	5	18.57	18.05	18.89
	半旬平均2	5	18.17	17.59	18.87	5	18.09	17.56	18.78	5	17.73	16.57	18.53	5	17.07	16.76	17.48	5	16.69	15.90	17.30	5	17.74	17.22	18.20
	半旬平均3	5	17.03	16.38	17.64	5	16.96	16.34	17.58	5	16.90	16.26	17.79	5	16.28	15.52	16.80	5	16.16	14.94	16.77	5	16.81	16.16	17.22
	半旬平均4	5	16.09	15.72	16.48	5	16.03	15.72	16.42	5	16.04	15.20	16.53	5	15.23	14.86	15.69	5	14.82	14.43	15.39	5	15.79	15.31	16.15
	半旬平均5	5	15.90	15.49	16.21	5	15.83	15.45	16.17	5	15.81	15.29	16.47	5	14.64	14.39	15.01	5	14.62	14.35	14.88	5	15.15	14.75	15.39
	半旬平均6	3	15.33	15.06	15.58	3	15.26	14.97	15.53	3	15.19	14.42	15.60	3	13.98	13.40	14.39	3	13.97	13.38	14.39	5	14.61	14.38	14.83
	月平均	28	17.11	15.06	19.74	28	17.05	14.97	19.65	28	16.94	14.42	19.73	28	16.02	13.40	18.45	28	15.83	13.38	18.42	30	16.45	14.38	18.89
94年12月	半旬平均1																					2	14.30	14.22	14.37
	月平均																					2	14.30	14.22	14.37

* 8月2日~10月18日の間は水深36m層、以後21m層を観測

付表2-1 調査船による環境条件調査結果(蓬田沖漁場)

調査月日		94.4.5	4.19	5.9	5.18	5.24	5.31	6.7	6.23	7.4	7.11	7.18	7.26	8.2	8.9	8.24
透明度 m		10	10	12	11	13	15	12	15	11	13	15	14	15	15	14
水温 °C	水深0m	8.8	8.5	10.5	10.8	13.8	14.6	15.9	16.4	17.3	17.8	20.7	22.2	23.0	23.7	24.0
	5	8.02	8.26	10.12	10.22	13.39	13.43	14.80	16.10	16.89	17.51	20.21	21.20	22.85	22.96	23.67
	10	7.66	7.92	10.02	10.22	12.26	13.15	13.63	15.41	16.83	17.31	20.12	20.26	22.19	22.58	23.60
	20	7.31	7.66	9.82	10.29	12.16	12.55	13.41	14.97	14.43	16.86	19.55	18.95	20.06	22.07	22.68
	30	6.77	7.67	9.33	10.37	11.21	12.34	12.39	13.75	13.17	14.86	19.39	17.59	19.35	21.45	20.44
	38	6.41	7.59	9.24	10.16	11.18	12.13	11.54	10.88	13.62	14.15	19.42	16.10	18.07	20.34	18.71
塩分 ‰	水深0m	33.254	33.797	33.572	33.662	33.685	33.513	33.500	33.338	33.361	33.537	33.921	33.651	32.751	33.894	33.791
	5	33.742	33.757	33.554	33.638	33.693	33.481	33.608	33.318	33.347	33.617	33.736	33.734	33.613	33.914	33.798
	10	33.816	33.767	33.550	33.654	33.631	33.547	33.651	33.344	33.331	33.730	33.724	33.836	33.609	33.953	33.794
	20	33.816	33.800	33.549	33.733	33.709	33.751	33.780	33.450	33.409	33.991	33.689	33.938	33.861	33.972	34.120
	30	33.839	33.804	33.662	33.955	33.591	33.813	33.862	33.870	33.628	34.122	33.878	34.028	33.967	34.023	34.175
	38	33.711	33.804	33.690	33.916	33.713	33.805	33.909	34.179	33.887	34.100	33.744	33.969	34.046	34.070	34.151
クロコフィル a 量 (粒径 1.2 μm 以上) mg/m ³	水深0m	1.46	0.48	0.96	1.85	0.17	0.81	0.70	0.16	0.23	0.56	0.52	0.36	0.59	0.38	0.13
	5	1.60	0.41	1.03	1.77	0.15	0.82	0.44	0.24	0.20	0.53	0.46	0.26	0.43	0.37	0.13
	10	1.94	0.43	1.03	1.79	0.22	0.84	0.60	0.25	0.18	0.69	0.57	0.21	0.31	0.38	0.14
	20	1.92	0.48	1.03	2.51	0.29	0.75	1.11	0.28	0.20	0.74	0.58	0.42	0.42	0.45	0.39
	30	2.22	0.55	1.64	0.80	0.43	0.93	-	1.24	0.27	0.57	0.95	0.89	0.57	0.69	1.08
	38	1.25	0.54	1.94	0.91	1.04	1.17	-	0.47	0.85	0.75	1.36	1.08	0.80	0.83	0.74
クロコフィル a 量 (粒径 30 μm 以上) mg/m ³	水深0m	1.20	0.31	0.42	1.34	0.05	0.43	-	0.07	0.00	0.22	0.30	0.08	0.15	0.15	0.01
	5	1.18	0.17	0.50	1.19	0.03	0.06	-	0.03	0.00	0.20	0.22	0.05	0.12	0.15	0.03
	10	1.40	0.14	0.39	1.10	0.10	0.07	0.02	0.01	0.00	0.30	0.29	0.05	0.07	0.09	0.02
	20	1.50	0.21	0.43	1.53	0.12	0.15	0.18	0.03	0.01	0.43	0.32	0.17	0.13	0.13	0.13
	30	1.75	0.17	0.58	0.32	0.17	0.35	-	0.55	0.04	0.34	0.57	0.75	0.31	0.00	0.62
	38	0.51	0.15	0.70	0.43	0.44	0.54	-	0.17	0.46	0.54	0.90	0.77	0.50	0.46	0.35
フェオフィチン a 量 (粒径 1.2 μm 以上) mg/m ³	水深0m	0.37	0.15	0.53	0.71	0.23	0.39	0.04	0.08	0.12	0.61	0.28	0.21	0.33	0.26	0.13
	5	0.35	0.13	0.30	0.57	0.18	0.68	0.03	0.08	0.12	0.57	0.29	0.17	0.28	0.27	0.08
	10	0.54	0.15	0.29	0.68	0.13	0.44	0.05	0.10	0.12	0.72	0.34	0.20	0.22	0.30	0.08
	20	0.49	0.17	0.33	0.78	0.22	0.54	0.26	0.12	0.15	0.80	0.41	0.36	0.45	0.43	0.40
	30	0.56	0.23	0.75	0.46	0.32	0.68	-	0.66	0.30	0.85	0.50	0.93	0.56	0.60	1.03
	38	0.42	0.21	0.82	0.57	0.90	0.66	-	0.97	0.78	1.49	0.68	1.31	0.96	0.99	0.74

付表2-2 調査船による環境条件調査結果(蓬田沖漁場)

調査月日		94.8.30	9.7	9.13	9.20	9.26	10.4	11.17	11.28	12.13	95.1.9	2.6	2.20	3.8	3.29
透明度 m		18	-	20	12	11	10	14	11	17	15	21	17	-	-
水温 °C	水深0m	23.7	25.6	24.2	23.7	22.8	21.2	14.9	14.2	12.4	9.6	7.8	8.5	-	-
	5	23.75	25.50	24.43	23.89	22.72	21.59	15.54	14.67	13.14	9.79	8.15	7.72	-	-
	10	23.10	25.42	24.47	23.86	22.50	21.59	15.53	14.65	13.15	9.89	8.19	7.62	-	-
	20	22.44	25.28	24.44	23.83	22.43	21.59	15.58	14.64	12.80	9.86	8.19	7.28	-	-
	30	21.83	24.96	24.39	22.25	22.55	21.56	15.55	14.48	12.62	9.91	8.06	7.39	-	-
	38	20.24	24.16	23.52	21.06	21.59	21.63	15.38	14.14	12.50	9.91	8.14	7.15	-	-
塩分 %	水深0m	33.494	33.081	34.064	33.826	33.464	33.564	33.721	33.783	33.892	33.878	33.972	33.980	-	-
	5	33.785	34.050	34.037	33.867	33.434	33.546	33.705	33.762	33.889	33.881	33.924	33.964	-	-
	10	34.204	34.052	34.026	33.863	33.497	33.543	33.694	33.753	33.891	33.861	33.696	33.980	-	-
	20	34.273	34.091	34.041	33.860	33.529	33.544	33.702	33.740	33.860	33.875	33.967	33.960	-	-
	30	34.340	34.092	24.037	33.969	33.725	33.537	33.698	33.697	33.836	33.871	33.959	33.965	-	-
	38	34.497	34.113	24.077	34.123	33.905	33.684	33.695	33.655	33.770	33.878	33.920	33.942	-	-
クロコフィル a 量 (粒径 1.2 μm 以上) mg/m3	水深0m	0.28	0.25	0.58	0.66	0.79	0.80	0.63	0.38	0.29	0.38	0.56	0.48	6.82	3.72
	5	0.22	0.22	0.55	0.59	0.75	0.73	0.54	0.36	0.29	0.34	0.89	0.49	6.66	4.05
	10	0.32	0.24	0.54	0.57	0.94	0.76	0.47	0.33	0.30	0.34	0.62	0.56	5.91	4.57
	20	0.37	0.24	0.55	0.60	1.02	0.72	0.51	0.39	0.31	0.35	0.60	0.57	6.22	4.60
	30	0.65	0.34	0.55	0.40	0.49	0.77	0.46	0.40	0.38	0.36	0.66	0.22	5.24	4.47
	38	0.64	0.44	0.65	0.24	0.22	0.80	0.47	0.39	0.34	0.37	0.63	0.53	5.00	4.73
クロコフィル a 量 (粒径 30 μm 以上) mg/m3	水深0m	0.08	0.08	0.10	0.28	0.21	0.19	0.24	0.07	0.06	0.15	0.30	0.16	5.56	3.19
	5	0.06	0.05	0.11	0.23	0.14	0.20	0.16	0.07	0.06	0.12	0.64	0.22	5.44	3.30
	10	0.09	0.06	0.12	0.23	0.19	0.18	0.17	0.04	0.02	0.11	0.40	0.25	4.44	4.15
	20	0.11	0.05	0.12	0.24	0.29	0.14	0.21	0.09	0.13	0.13	0.38	0.38	5.36	3.71
	30	0.27	0.09	0.12	0.16	0.10	0.19	0.16	0.09	0.20	0.13	0.44	0.01	4.33	3.96
	38	0.28	0.11	0.24	0.02	0.05	0.42	0.15	0.08	0.15	0.13	0.44	0.35	3.97	4.20
フェオフィチン a 量 (粒径 1.2 μm 以上) mg/m3	水深0m	0.31	0.18	0.46	0.45	0.38	0.64	0.50	0.55	0.33	0.60	0.41	0.29	1.58	2.61
	5	0.12	0.10	0.41	0.44	0.45	0.62	0.39	0.50	0.34	0.56	0.69	0.24	1.64	1.73
	10	0.22	0.13	0.39	0.43	0.83	0.67	0.45	0.59	0.31	0.55	0.42	0.28	1.32	1.63
	20	0.41	0.15	0.42	0.48	0.89	0.60	0.42	0.60	0.40	0.61	0.45	0.32	1.23	1.70
	30	0.78	0.20	0.42	0.45	0.44	0.67	0.75	0.64	0.35	0.60	0.44	0.13	1.68	1.62
	38	0.89	0.29	0.63	0.39	0.30	0.18	0.45	0.84	0.34	0.60	0.40	0.32	1.60	1.67

付表3-1 調査船による環境条件調査結果(野辺地沖漁場)

調査月日		94.4.4	4.12	4.19	5.10	5.16	5.23	5.30	6.6	6.16	6.27	7.11	7.18	7.26	8.2	8.9	8.24
透明度 m		12	11	13	17	15	12	16	20	17	16	13	21	-	16	17	14
水温 °C	水深0m	7.1	7.4	9.0	10.1	11.0	12.5	13.9	16.2	16.9	17.8	17.7	21.4	24.5	23.6	26.5	23.0
	5	6.71	7.17	7.81	9.65	10.43	12.03	13.07	15.26	16.29	17.05	16.88	20.44	20.60	23.27	25.39	22.88
	10	6.57	6.86	7.28	9.28	10.43	11.67	11.70	14.72	15.76	15.91	16.27	17.92	18.22	21.60	24.57	22.87
	20	6.35	6.77	7.32	9.21	8.68	11.09	10.81	11.75	14.26	11.41	14.47	15.85	17.68	17.91	19.84	21.15
	30	6.31	6.65	7.29	9.14	7.28	10.65	10.07	10.28	11.04	10.59	14.44	15.92	17.14	17.29	18.11	18.87
塩分 %	水深0m	33.755	33.412	33.206	-	33.205	33.263	33.254	33.220	33.146	33.127	33.124	33.017	33.178	33.723	32.838	33.051
	5	33.743	33.419	-	33.235	33.217	33.252	33.231	33.196	33.136	33.099	33.160	32.866	33.072	33.108	32.796	33.106
	10	33.735	33.458	33.551	33.251	33.244	33.299	33.098	33.212	33.112	33.221	33.258	33.054	33.065	33.118	32.937	33.137
	20	33.747	33.532	33.547	33.251	33.455	33.290	33.328	33.282	33.173	33.289	33.486	33.230	33.538	33.455	33.378	33.916
	30	33.743	33.529	33.562	33.247	33.545	33.326	33.352	33.364	33.339	33.482	33.894	33.810	33.726	33.760	33.569	33.732
クロコフィル a 量 (粒径 1.2µm以上) mg/m3	水深0m	1.39	0.52	0.79	0.28	0.44	0.93	0.14	0.36	0.16	0.29	0.22	0.38	0.38	0.47	0.15	0.29
	5	0.92	0.52	0.34	0.21	0.47	0.71	0.23	0.13	0.14	0.20	0.19	0.32	0.22	0.25	0.14	0.24
	10	1.20	0.50	0.34	0.21	0.45	0.70	0.21	0.14	0.16	0.14	0.22	0.22	0.18	0.27	0.10	0.23
	20	1.08	0.48	0.34	0.27	0.32	0.72	0.23	0.15	0.26	0.22	0.37	0.28	0.30	0.31	0.35	0.48
	30	1.21	0.32	0.36	0.53	0.50	1.06	0.43	0.17	0.22	0.45	0.45	0.41	0.45	0.46	0.36	0.42
クロコフィル a 量 (粒径 30µm以上) mg/m3	水深0m	1.23	0.32	0.54	0.11	0.12	0.58	0.00	0.11	0.03	0.04	0.00	0.02	0.04	0.13	0.02	0.06
	5	0.66	0.50	0.06	0.05	0.13	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.05	0.03	0.01	0.04
	10	1.01	0.29	0.03	0.03	0.11	0.19	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.03	0.03	0.00	0.03
	20	0.91	0.27	0.03	0.05	0.01	0.21	0.07	0.00	0.05	0.00	0.05	0.02	0.07	0.02	0.02	0.10
	30	0.97	0.16	0.05	0.24	0.36	0.43	0.18	0.06	0.04	0.25	0.19	0.06	0.16	0.11	0.00	0.11
フェオフィチン a 量 (粒径 1.2µm以上) mg/m3	水深0m	0.37	0.35	0.02	0.20	0.34	0.24	0.07	0.11	0.07	0.17	0.21	0.25	0.27	0.26	0.08	0.21
	5	1.28	0.27	0.25	0.16	0.32	0.23	0.07	0.06	0.07	0.11	0.23	0.20	0.15	0.20	0.09	0.18
	10	0.28	0.26	0.27	0.19	0.32	0.21	0.08	0.06	0.07	0.09	0.27	0.14	0.10	0.21	0.07	0.18
	20	0.34	0.27	0.31	0.29	0.15	0.30	0.13	0.10	0.14	0.17	0.34	0.25	0.28	0.28	0.29	0.71
	30	0.42	0.25	0.37	0.33	1.02	0.52	0.23	0.16	0.16	0.56	0.55	0.67	0.37	0.42	0.48	0.68

付表3-2 調査船による環境条件調査結果(野辺地沖漁場)

調査月日		94.8.30	9.7	9.13	9.20	9.26	10.3	10.12	11.17	11.28	12.14	12.27	95.1.9	2.6	2.20	3.7	3.28
透明度 m		20	21	21	11	10	11	9	-	11	11	-	13	21	15	-	-
水温 °C	水深0m	24.5	24.9	23.8	23.4	22.3	21.6	20.7	14.8	13.0	10.4	9.5	9.0	6.4	6.8	-	-
	5	24.20	24.54	24.19	23.45	22.50	21.90	20.92	15.02	13.13	10.88	9.04	8.99	6.74	6.70	-	-
	10	23.40	24.95	24.10	23.35	22.43	21.71	20.94	15.07	13.12	10.88	9.46	8.96	6.67	6.63	-	-
	20	21.43	23.20	24.10	23.12	22.37	21.58	20.92	15.03	13.12	10.83	9.50	8.96	6.54	6.67	-	-
	30	18.96	22.51	24.00	22.42	21.96	21.63	20.95	14.99	13.10	10.93	9.21	8.84	6.62	6.58	-	-
塩分 %	水深0m	33.542	32.990	33.221	33.208	33.308	33.386	33.484	33.735	33.712	33.752	33.828	33.863	33.847	33.919	-	-
	5	33.532	32.986	33.213	33.206	33.269	33.404	33.483	33.741	33.709	33.736	33.835	33.850	33.863	33.886	-	-
	10	33.564	32.978	33.211	33.191	33.305	33.396	33.491	33.753	33.702	33.749	33.800	33.849	33.864	33.899	-	-
	20	34.196	33.494	33.223	33.746	33.390	33.392	33.490	33.757	33.710	33.751	33.818	33.851	33.831	33.914	-	-
	30	34.034	33.910	33.704	33.891	33.675	33.424	33.482	33.734	33.695	33.752	33.794	99.844	33.841	33.929	-	-
クロロフィル a 量 (粒径 1.2 μm以上) mg/m3	水深0m	0.48	0.26	0.39	1.09	1.03	0.96	1.55	0.49	0.72	0.55	0.82	0.45	0.49	2.19	1.07	0.67
	5	0.36	0.21	0.28	0.95	0.92	0.80	1.47	0.42	0.63	0.47	0.54	0.36	1.04	1.87	1.18	0.58
	10	0.24	0.18	0.30	0.95	0.96	0.81	1.41	0.43	0.60	0.47	0.55	0.39	1.46	1.73	1.09	0.56
	20	0.36	0.39	0.29	1.33	1.50	0.86	1.53	0.46	-	0.46	0.61	0.38	1.04	1.54	1.10	0.49
	30	1.13	0.61	0.49	1.15	1.03	0.44	1.44	0.42	0.70	0.46	0.61	0.47	1.10	1.39	1.14	0.44
クロロフィル a 量 (粒径 30 μm以上) mg/m3	水深0m	0.14	0.14	0.15	0.73	0.27	0.23	0.75	0.12	0.24	0.24	0.52	0.28	0.18	1.49	0.77	0.48
	5	0.08	0.22	0.09	0.59	0.18	0.13	0.58	0.14	0.15	0.20	0.32	0.18	0.52	1.22	0.80	0.36
	10	0.05	0.06	0.11	0.59	0.35	0.16	0.49	0.13	0.17	0.22	0.32	0.20	1.05	1.03	0.67	0.32
	20	0.09	0.18	0.13	0.65	0.71	0.23	0.61	0.15	-	0.21	0.37	0.17	0.78	1.13	0.70	0.24
	30	0.58	0.14	0.20	0.5	0.51	0.03	0.59	0.12	0.26	0.22	0.37	0.24	0.78	1.10	0.72	0.19
フエオキシフェン a 量 (粒径 1.2 μm以上) mg/m3	水深0m	0.18	0.14	0.24	0.56	0.45	0.71	0.93	0.44	1.02	0.61	0.47	0.44	0.33	0.75	0.59	0.33
	5	0.14	0.09	0.17	0.53	0.40	0.55	0.84	0.45	1.20	0.62	0.49	0.43	0.41	0.69	0.71	0.26
	10	0.11	0.07	0.16	0.55	0.46	0.76	0.85	0.40	1.10	0.56	0.50	0.43	0.58	0.62	0.54	0.25
	20	0.28	0.26	0.17	1.17	0.88	0.75	0.97	0.48	-	0.60	0.51	0.43	0.40	0.66	0.57	0.24
	30	1.27	0.70	0.47	0.91	0.62	0.48	0.95	0.41	1.10	0.54	0.57	0.50	0.53	0.64	0.71	0.23

付表4-1 調査船による環境条件調査結果(久栗坂沖漁場)

調査月日		94.4.4	4.12	4.18	5.9	5.18	5.23	5.30	6.7	6.14	6.20	6.28	7.4	7.11	7.18	7.26	8.2
透明度 m		9	-	13	13	13	11	10	12	10	11	14	12	13	15	12	18
水温 °C	水深0m	7.6	8.1	8.0	10.1	11.3	13.4	14.4	15.9	16.3	14.2	16.8	17.2	18.4	21.4	24.2	23.2
	5	7.50	7.51	7.79	9.92	10.64	12.04	14.06	15.20	16.08	14.05	16.56	16.63	17.61	21.27	22.82	22.80
	10	7.06	7.37	7.87	9.91	10.70	11.71	13.28	14.01	15.19	14.05	15.74	16.53	17.46	19.26	20.31	20.97
	20	6.87	7.34	7.87	9.73	10.68	11.31	11.78	13.39	13.38	13.30	13.89	15.69	16.88	17.97	19.06	19.06
	30	6.82	7.24	7.88	9.84	10.52	11.04	11.27	12.32	12.90	12.23	12.12	14.77	16.94	17.91	17.74	17.93
	40	6.82	7.17	7.77	9.31	9.77	10.37	10.93	11.64	11.91	11.86	12.12	13.35	13.73	17.23	15.96	15.83
塩分 %	水深0m	33.392	33.673	33.802	33.611	33.501	33.270	33.545	33.465	33.302	33.638	33.002	33.362	33.149	33.389	33.440	33.402
	5	33.782	33.724	33.810	33.588	33.504	-	33.530	33.467	33.295	33.650	33.155	33.366	33.382	33.361	33.519	33.583
	10	33.825	33.786	33.813	33.593	33.512	33.536	33.498	33.543	33.416	33.662	33.522	33.351	33.840	33.647	33.632	33.837
	20	33.821	33.825	33.794	33.671	33.513	33.548	33.638	33.640	33.738	33.728	33.744	33.520	33.955	33.686	33.859	33.861
	30	33.821	33.845	33.812	33.683	33.532	33.572	33.649	33.623	33.777	33.771	33.962	34.123	34.225	33.902	33.847	24.179
	40	33.824	33.833	33.801	33.818	33.748	33.799	33.692	33.756	33.885	33.893	34.151	33.873	34.090	34.031	34.008	34.089
クロコフィラ量 (粒径 1.2µm以上) mg/m ³	水深0m	1.93	0.93	0.58	0.76	0.48	0.90	0.63	0.50	1.02	0.51	1.58	0.24	1.10	0.40	0.55	0.33
	5	1.10	0.72	0.57	0.66	0.48	0.44	0.69	0.40	0.78	0.34	1.17	0.21	0.58	0.34	0.30	0.24
	10	0.99	0.51	0.59	0.73	0.42	0.54	0.38	0.61	0.35	0.36	0.44	0.21	0.86	0.34	0.16	0.28
	20	1.18	0.50	0.58	0.89	0.45	0.48	0.37	0.80	1.06	0.49	0.50	0.23	0.39	0.35	0.23	0.17
	30	1.73	0.66	0.69	1.35	0.56	0.77	0.40	0.49	0.90	0.80	3.67	0.58	0.92	0.31	0.53	0.32
	40	1.44	0.70	0.68	1.77	1.84	2.56	0.84	1.26	2.85	1.60	2.06	0.77	0.75	0.67	1.28	1.66
クロコフィラ量 (粒径 30µm以上) mg/m ³	水深0m	1.41	0.67	0.33	0.33	0.27	0.52	0.40	0.20	0.19	0.17	0.60	0.05	0.67	0.13	0.17	0.03
	5	0.63	0.44	0.28	0.22	0.26	0.06	0.28	0.00	0.13	0.06	0.09	0.03	0.25	0.07	0.05	0.02
	10	0.47	0.24	0.28	0.31	0.23	0.13	0.02	0.05	0.00	0.04	0.00	0.02	0.59	0.11	0.00	0.07
	20	0.51	0.36	0.35	0.38	0.25	0.14	0.09	0.13	0.63	0.23	0.04	0.00	0.12	0.15	0.04	0.02
	30	1.00	0.44	0.45	0.58	0.26	0.32	0.11	0.07	0.18	0.19	2.56	0.27	0.66	0.03	0.16	0.13
	40	0.92	0.44	0.43	0.71	1.26	1.33	0.46	0.44	1.09	0.78	1.14	0.36	0.56	0.40	0.92	1.23
フェオフィチン量 (粒径 1.2µm以上) mg/m ³	水深0m	0.18	0.14	0.34	0.24	0.19	0.38	0.25	0.13	0.24	0.23	0.51	0.14	0.63	0.71	0.30	0.24
	5	0.40	0.28	0.31	0.26	0.18	0.22	0.23	0.13	0.23	0.16	0.40	0.12	0.41	0.17	0.27	0.18
	10	0.17	0.20	0.31	0.18	0.16	0.23	0.18	0.18	0.15	0.19	0.26	0.12	0.68	0.14	0.12	0.15
	20	0.17	0.21	0.29	0.40	0.15	0.23	0.25	0.20	0.33	0.26	0.29	0.22	0.41	0.15	0.22	0.13
	30	0.41	0.30	0.37	0.52	0.28	0.34	0.29	0.28	0.17	0.33	1.89	0.79	0.93	0.80	0.50	0.25
	40	0.21	0.26	0.32	0.64	0.79	1.23	0.36	0.61	1.20	0.81	1.55	0.68	0.63	0.47	1.10	1.39

付表4-2 調査船による環境条件調査結果(久栗坂沖漁場)

調査月日		94.8.9	8.24	8.30	9.7	9.13	9.20	9.26	10.4	11.17	11.28	12.13	95.1.9	2.6	2.20	3.7	3.29
透明度 m		16	14	18	14	14	10	12	11	15	11	-	17	25	16	-	-
水温 °C	水深0m	25.5	24.2	24.4	25.6	24.1	22.8	22.3	21.6	15.1	13.9	11.5	9.8	7.6	6.8	-	-
	5	25.23	23.79	24.42	25.11	24.54	23.72	22.56	21.86	15.71	14.47	12.31	9.96	7.68	6.74	-	-
	10	23.75	23.49	23.70	24.98	24.52	23.91	22.58	21.89	15.71	14.50	12.38	9.85	7.70	6.71	-	-
	20	21.24	22.03	22.45	24.93	24.55	23.90	22.53	21.89	15.69	14.52	12.34	9.94	7.70	6.59	-	-
	30	20.03	20.44	21.29	23.73	24.49	23.94	22.53	21.83	15.69	14.50	12.33	9.91	7.56	6.67	-	-
	40	18.35	18.17	20.42	22.39	23.23	21.98	22.63	21.81	15.68	14.50	12.37	9.91	7.64	6.59	-	-
塩分 %	水深0m	33.065	33.717	33.863	33.533	24.014	32.981	33.688	33.679	-	33.760	33.826	33.840	33.933	33.851	-	-
	5	33.112	33.730	33.897	33.760	33.987	33.714	33.698	33.672	33.736	33.737	33.822	33.883	33.913	33.851	-	-
	10	33.259	33.824	33.750	33.901	33.990	33.911	33.689	33.670	33.730	33.741	33.822	33.875	33.921	33.864	-	-
	20	33.882	34.002	34.323	34.081	33.997	33.940	33.698	33.666	33.722	33.742	33.826	33.882	33.925	33.845	-	-
	30	24.030	34.163	34.441	34.124	33.996	33.952	33.760	33.665	33.731	33.739	33.817	33.881	33.930	33.870	-	-
	40	34.089	34.281	34.464	34.131	34.050	34.079	33.762	33.276	33.730	33.740	33.821	33.877	33.925	33.874	-	-
クロコフィル a 量 (粒径 1.2 μm 以上) mg/m3	水深0m	0.77	0.22	0.83	0.82	0.53	0.98	0.40	0.82	0.34	0.39	0.40	0.42	0.49	2.74	3.04	0.96
	5	0.37	0.19	0.51	0.44	0.51	0.54	0.43	0.80	0.29	0.35	0.38	0.36	0.42	2.99	2.61	0.95
	10	0.47	0.15	0.27	0.30	0.47	0.47	0.48	0.78	0.24	0.34	0.44	0.40	0.50	2.77	2.73	1.00
	20	0.27	0.34	0.32	0.35	0.40	0.44	0.48	0.75	0.22	0.34	0.41	0.38	0.62	2.53	2.83	0.57
	30	0.36	1.77	0.64	0.52	0.42	0.52	0.45	0.78	0.32	0.37	0.39	0.36	0.53	2.10	2.51	0.85
	40	0.78	0.67	0.58	0.72	0.43	0.25	0.38	0.56	0.30	0.37	0.32	0.39	0.52	2.17	4.90	1.51
クロコフィル a 量 (粒径 30 μm 以上) mg/m3	水深0m	0.11	0.08	0.41	0.37	0.22	0.43	0.08	0.28	0.12	0.10	0.20	0.17	0.28	2.05	2.74	0.60
	5	0.00	0.04	0.04	0.18	0.20	0.10	0.11	0.29	0.09	0.07	0.21	0.13	0.22	2.10	2.22	0.72
	10	0.00	0.03	0.01	0.12	0.14	0.13	0.14	0.25	0.03	0.08	0.27	0.15	0.28	1.85	2.33	0.80
	20	0.01	0.08	0.07	0.13	0.05	0.12	0.14	0.24	0.01	0.08	0.27	0.16	0.40	1.87	2.17	0.45
	30	0.05	1.16	0.31	0.17	0.05	0.17	0.15	0.33	0.12	0.10	0.22	0.16	0.31	1.85	1.99	0.74
	40	0.36	0.21	0.26	0.28	0.13	0.07	0.14	0.24	0.13	0.10	0.14	0.16	0.35	1.89	4.25	1.38
フェオフィチン a 量 (粒径 1.2 μm 以上) mg/m3	水深0m	0.32	0.19	0.49	0.44	0.45	0.59	0.55	0.77	0.35	0.40	0.37	0.64	0.29	0.93	1.28	0.66
	5	0.19	0.13	0.35	0.22	0.40	0.59	0.53	0.80	0.36	0.49	0.36	0.58	0.33	0.77	1.08	0.51
	10	0.47	0.11	0.18	0.15	0.42	0.50	0.58	0.80	0.34	0.43	0.31	0.62	0.31	0.69	1.06	0.50
	20	0.31	0.43	0.33	0.23	0.41	0.48	0.59	0.67	0.25	0.48	0.41	0.63	0.34	0.79	1.21	0.45
	30	0.56	1.38	0.77	0.43	0.35	0.71	0.59	0.74	0.35	0.41	0.33	0.52	0.40	0.63	1.01	0.60
	40	0.98	0.60	0.85	0.77	0.54	0.43	0.50	0.63	0.36	0.42	0.31	0.54	0.37	0.61	1.91	0.93

Ⅲ ホタテガイ稚貝の環境耐性試験

1. 稚貝高温耐性試験

昨年の試験（殻長12mm、18mm、30mm稚貝対象）に引き続き、本年も殻長2mm、6mm、10mm、20mm、30mmサイズの稚貝について高温耐性を検討した。

材料と方法

試験は当所久栗坂実験漁場産の94年産稚貝を供試し、恒温槽（ヤマト科学製クールニクス）内にセットした6ℓプラスチック水槽で止水・弱通気の状態水温を一定に保って実施した。なお、試験に際しては、前日に稚貝を収容し、開始時（12～17時間後）までに所定の水温に達するよう昇温をコントロールした。期間中は、殻長2～20mmサイズ稚貝の試験では毎朝1回、30mmサイズ稚貝の試験では飼育水の汚れに応じて1日1回～2回、調温海水による全換水を行ったほか、培養珪藻（*Chaetoceros gracilis*）を1日1回～2回給餌した。稚貝のへい死の確認は、外套膜や閉殻筋をピンセットで刺激して反応の有無を観察して行い、へい死個体は発見後速やかに除去した。

試験区分は表6のとおりで、水温区分は殻長2～6mmサイズ稚貝で22～28℃までの2℃刻み、10～30mmサイズ稚貝で23～26℃までの1℃刻みとした。

結果と考察

各サイズの稚貝についての試験結果を図14、表7に示した。

① 2mmサイズ稚貝

飼育11日目の生残率は、22℃区99.0%、24℃区95.0%、26℃区36.5%、28℃区0%であり、22～24℃区が高い生残率を示した。26℃区は飼育7日目で生残率90.5%であったが、その後減耗がみられた。28℃区では飼育1日目で活力が大幅に低下し、飼育2日目で全滅した。

② 6mmサイズ稚貝

飼育9日目の生残率は、22℃区98.0%、24℃区72.0%、26℃区62.0%、28℃区0%であった。なお、24℃、26℃区は飼育7日目まで100～99.0%の生産率であったが、水質の悪化を契機に8日目以降急速

表6 稚貝高温耐性試験区分

試験区分	試験期間(日数)	供試稚貝	水温区分	備考
2mmサイズ稚貝	1994年6月16日 ～27日(11日間)	2.09±0.82mm (0.6～4.4mm) 各200個体	22℃ 24 26 28	培養珪藻4～5万cells/ml/日 添加,毎日全換水
6mmサイズ稚貝	1994年7月21日 ～30日(9日間)	6.32±0.74mm (5.2～7.6mm) 各100個体	22℃ 24 26 28	培養珪藻4～8万cells/ml/日 添加,毎日全換水
10mmサイズ稚貝	1994年8月21日 ～9月10日(20日間)	10.00±0.59mm (9.1～11.3mm) 各80個体	23℃ 24 25 26	培養珪藻5～8万cells/ml/日 添加,毎日全換水
20mmサイズ稚貝	1994年9月13日 ～10月3日(20日間)	18.99±1.08mm (16.7～21.7mm) 各60個体	23℃ 24 25 26	培養珪藻6～12万cells/ml/日 添加,毎日全換水
30mmサイズ稚貝	1994年11月17日 ～12月7日(20日間)	31.99±2.06mm (29.0～37.5mm) 各30個体	23℃ 24 25 26	培養珪藻6～16万cells/ml/日 添加,毎日1～2回全換水

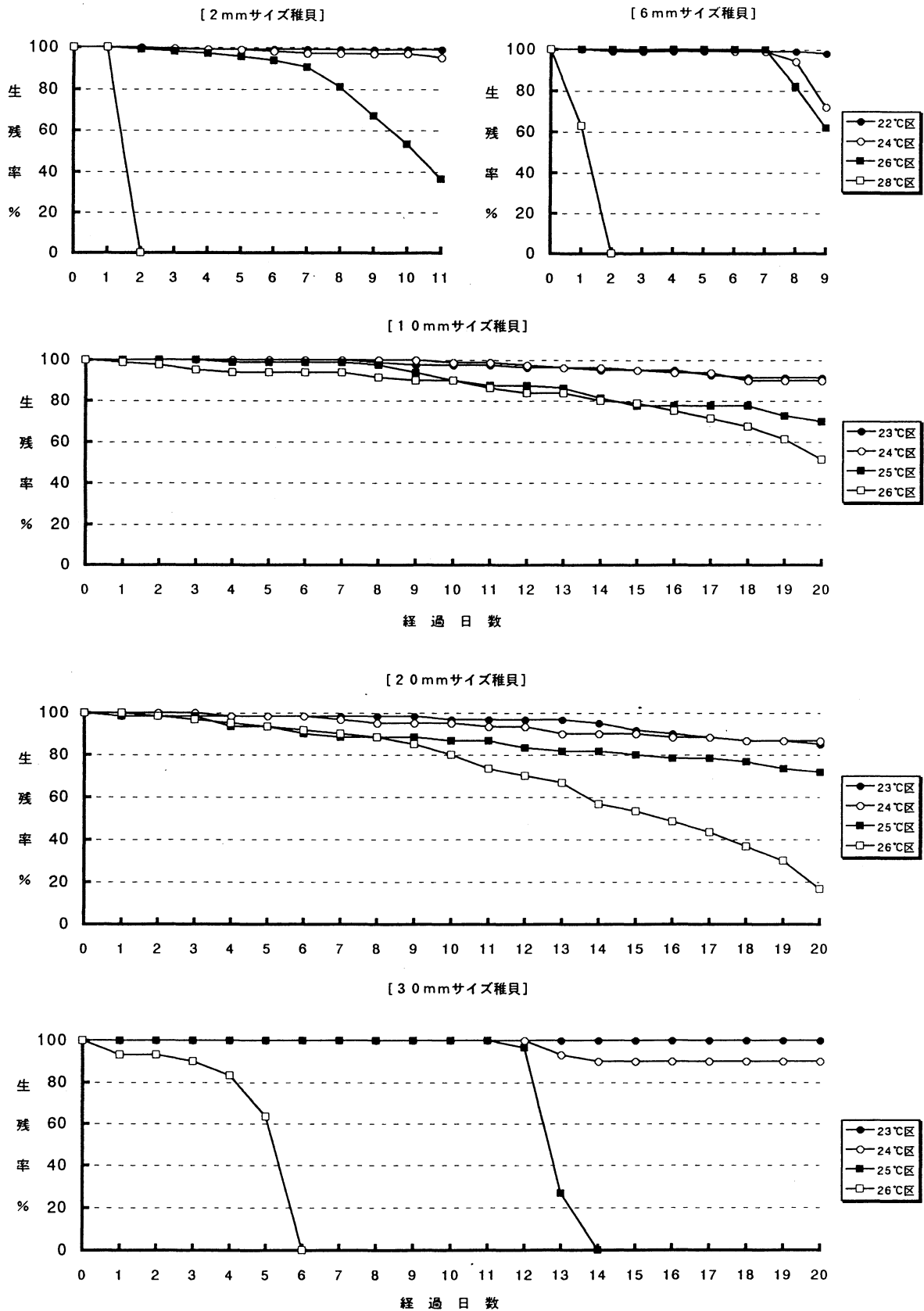


図14 高温耐性試験における稚貝生存率の推移

表7 稚貝高温耐性試験結果

試験区分	飼育日数	水温区分 ℃	飼育水温 ℃	生残率 %
2 mmサイズ稚貝	11	22	22.1±0.1	99.0
		24	24.1±0.1	95.0
		26	26.0±0.7	36.5
		28	28.0±0.1	0.0
6 mmサイズ稚貝	9	22	22.1±0.1	98.0
		24	24.1±0.1	72.0
		26	26.0±0.1	62.0
		28	28.1±0.1	0.0
10 mmサイズ稚貝	20	23	23.2±0.1	91.3
		24	24.2±0.1	90.0
		25	25.1±0.1	68.8
		26	26.1±0.1	51.3
20 mmサイズ稚貝	20	23	23.1±0.1	85.0
		24	24.1±0.3	86.7
		25	25.0±0.2	71.7
		26	26.0±0.2	16.7
30 mmサイズ稚貝	20	23	23.0±0.1	100.0
		24	24.1±0.1	90.0
		25	25.1±0.2	0.0
		26	26.1±0.1	0.0

に減耗した。28℃区は2 mmサイズと同様稚貝の活力の低下が著しく、飼育1日目で生残率が63.0%となり、2日目で全滅した。

③ 10mmサイズ稚貝

飼育20日目の生残率は、23℃区91.3%、24℃区90.0%、25℃区68.8%、26℃区51.3%であり、期間を通じて23℃、24℃区が高い生残率を示した。なお、25℃、26℃区は漸減傾向を示した。

④ 20mmサイズ稚貝

飼育20日目の生残率は、23℃区85.0%、24℃区86.7%、25℃区71.7%、26℃区16.7%であり、10mmサイズ稚貝と同様23℃、24℃区の高生残率が高かった。なお、生残率の推移は、26℃区の減耗がやや大きかったものの、概ね10mmサイズ稚貝と同様の傾向にあった。

⑤ 30mmサイズ稚貝

飼育20日目の生残率は、23℃区100%、24℃区90.0%、25℃区及び26℃区0%で、23℃、24℃区が高い生残率を示した。なお、25℃区は飼育12日目まで96.7%と高い生残率で推移していたが、水質悪化のトラブルを契機にその後急激に減耗し、飼育14日目で全滅した。26℃区は飼育4日目以降活力が急激に低下し、飼育6日目に全滅した。

以上、水温別の生残率の推移は昨年とほぼ同様の傾向にあり、各サイズの稚貝の高温耐性を一部水質トラブルによる減耗も勘案して生残率が80%に低下するまでの日数でみると、水温24℃では2～6 mmサイズ稚貝で10日以上、10～30mmサイズ稚貝で20日以上と全サイズの稚貝が試験日数を越えたほか、水温26℃では2～6 mmサイズ稚貝が8日、10mmサイズ稚貝が14日、20mmサイズ稚貝が10日、30mmサイズ稚貝が5日未満であった。なお、10mmサイズ以上の稚貝に設定した水温25℃では、10～20mmサイズ稚貝が14～15日、30mmサイズ稚貝もそれ以上の日数と推察された。

陸奥湾の中層域（水深15 m層）の平年水温は、8月下旬～9月上旬の間に22℃以上となるが、24℃を越えることはない。高温年に当る本年は、中層域で24℃以上の水温が8月中旬～9月中旬の間に延べ20日間前後、25℃台の水温が9月上旬に5日前後観測されたが、この時期のホタテガイ稚貝のサイズ（殻長10～20mm前後）を考慮すると、水温耐性上特に大きな問題はなかったものと考えられる。

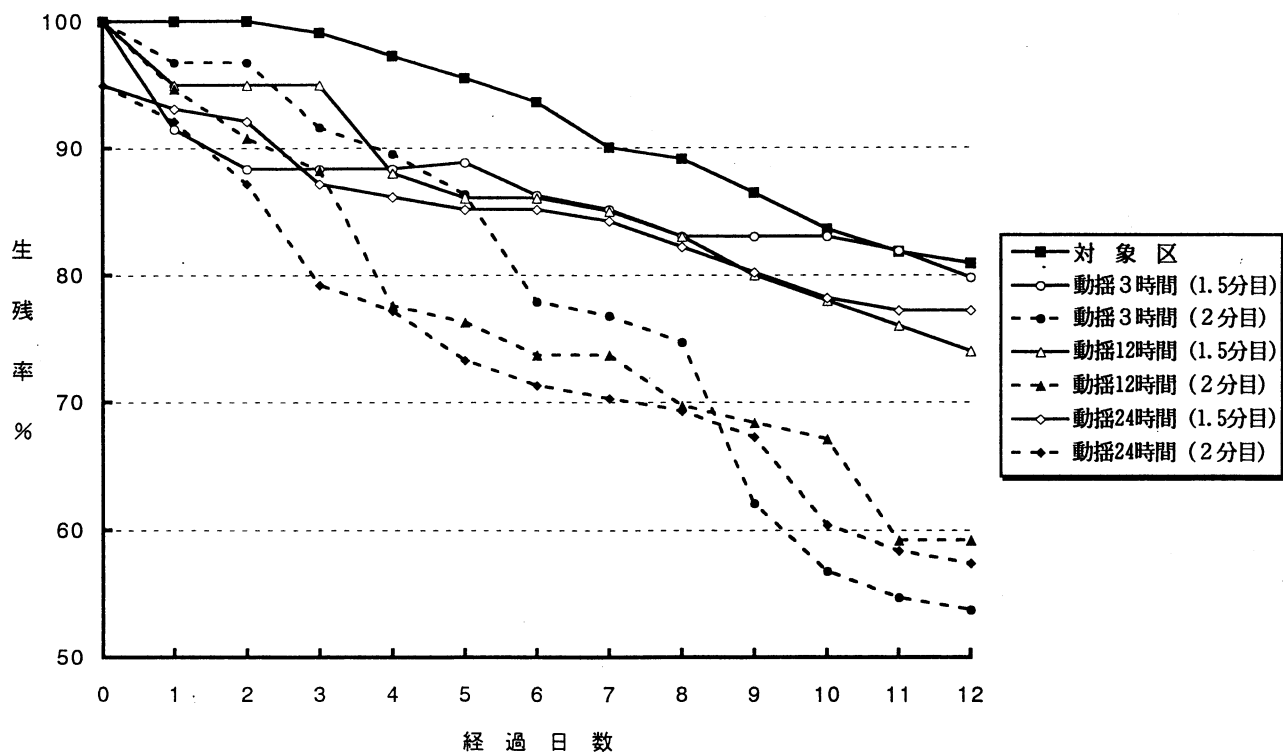


図16 稚貝動揺試験後の生存率の推移

表8 稚貝動揺試験後の生存率 (%)

試験区分	0日目	3日目	6日目	9日目	12日目	備考		
対象区	100.0	99.1	93.6	86.4	80.9	—		
3時間動揺	1.5分目籠	100.0	88.3	86.2	83.0	3~4回/分 70cm上下動		
	2分目籠	100.0	91.6	77.9	62.1		53.7	
12時間動揺	1.5分目籠	100.0	95.0	86.0	80.0		3~4回/分 70cm上下動	
	2分目籠	100.0	88.2	73.7	68.4			59.2
24時間動揺	1.5分目籠	95.0	87.1	85.1	80.2			3~4回/分 70cm上下動
	2分目籠	95.0	79.2	71.3	67.3			

観察結果でも、垂直方向の動揺は貝どうしの衝突や噛み合いが生じにくいようであったことから、今後は水平方向の動揺の影響についても検討してみる必要があるように思われる。

IV ま と め

本年のホタテガイ稚貝の中間育成試験の結果、成長については各漁場とも稚貝の産地による差はなかったが、生残率については各産地の稚貝とも漁場によって差があることが明らかとなった。このほか、ネットへの稚貝収容個体数を明らかにして中間育成を行った結果、各育成群ともネットに残存したへい死貝の他に、育成初期にへい死し脱落したとみられる不明貝が多数存在することが判明し、その出現量は下段のネットほど多いことも明らかとなった。

一方、この間の陸奥湾の水温環境は、本試験を開始する契機となった稚貝大量へい死の発生をみた1990年に匹敵する高水温となったが、昨年並びに本年の高温耐性試験の結果から稚貝の耐性上特に大きな障害はないものと判断され、事実湾内各地の聞き取り調査においてもへい死は確認されなかった。なお、昨年は記録的な低水温であったにもかかわらず、陸奥西湾域を中心に稚貝の大量へい死が発生しており、このことから高水温が直接的なへい死原因とは考えられない。

また、この間の餌料環境は、例年期間の大半がクロロフィルaが $1\text{ mg}/\text{m}^3$ 以下と周年を通じて最も低水準な時期にあるが、本試験開始以来その分布量は各漁場とも大差ないレベルで推移していること、ホタテガイ稚貝は飢餓状態にも極めて強い耐性を有していることなどから、餌料不足が成長不良を招くことはあってもへい死の主因となるとは考えられない。

さらに、本年初めて海中の養殖施設について設置深度の連続観測を行った結果、時化による動揺は認められなかったものの、調査期間の一部（7月下旬～8月下旬）で数時間～半日周期の最大振幅15m以上にも及ぶ激しい動揺が観測され、潮汐に伴う強い潮流により施設が吹かれを生じているものと推察された。なお、ホタテガイ稚貝が毎秒30～50cmの流速にも十分耐え得るという昨年の試験結果や、稚貝どうしの衝突が起りにくい動揺は稚貝の生残率に顕著な影響を与えないという本年の試験結果等から、強い水流や動揺そのものは直接的なへい死原因とは考えられず、吹かれによるネットの傾きや、幹綱を支点とする振り子状の動揺が稚貝の衝突や噛み合いを招き、これによってへい死が誘発されているのではないかと推察された。上記の中間育成試験において下段ほど不明貝が多かった点についても、下段のネットほど振れが大きいことと符合するように思われる。

以上のようなことから、次年度は中間育成時の施設の動揺状況に注目して調査を継続し、この点についてさらに検討を重ねたい。

参 考 文 献

- 1) 永峰 文洋ほか(1992)：ホタテガイ稚貝夏季大量へい死対策試験。
青森県水産増殖センター事業報告第22号（平成3年度）。171－184。
- 2) 永峰 文洋ほか(1993)：ホタテガイ稚貝夏季大量へい死対策試験。
青森県水産増殖センター事業報告第23号（平成4年度）。145－164。
- 3) 小倉大二郎ほか(1994)：ホタテガイ稚貝夏季大量へい死対策試験。
青森県水産増殖センター事業報告第24号（平成5年度）。138－161。