

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・田中 俊輔*・小坂 善信・鹿内 満春・竹内八重子
濱田 勝雄船長外調査船「なつどまり」乗組員

本試験は、平成2年（1990年）夏季に陸奥湾で発生した採取直後のホタテガイ稚貝の大量へい死に対応し、その原因の究明と対策の確立により稚貝の安定生産をはかることを目的に、平成3年より実施しているものである。

平成5年（1993年）は、平成4年に引き続きホタテガイ稚貝の中間育成試験、試験漁場における環境条件調査を実施するとともに、ホタテガイ稚貝の環境条件に対する耐性試験を実施したので結果を報告する。また、本年8月に陸奥湾西湾域を中心に採取後の稚貝にかなりの規模でへい死が発生し、これらについても調査を実施したのであわせて報告する。なお、このへい死状況調査は、県漁業振興課、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、平内町役場（水産担当）、平内町漁協等と共同で実施したものである。

I ホタテガイ稚貝の中間育成試験

材料と方法

平成4年と同様久栗坂および川内沖の当所実験漁場で採取した稚貝を、蓬田沖および野辺地沖の一般漁場内の試験施設で育成し、第1回分散作業時までの生育状況を比較した（図1）。

稚貝採取は久栗坂、川内とも本年8月18日に行い、1.5分目パールネット（1連10段、1段目を上段、5段目を中段、10段目を下段とする）にプラスチック容器で100個／段を目安に収容した。各地先における試験施設の概要と試験経過を表1に示した。

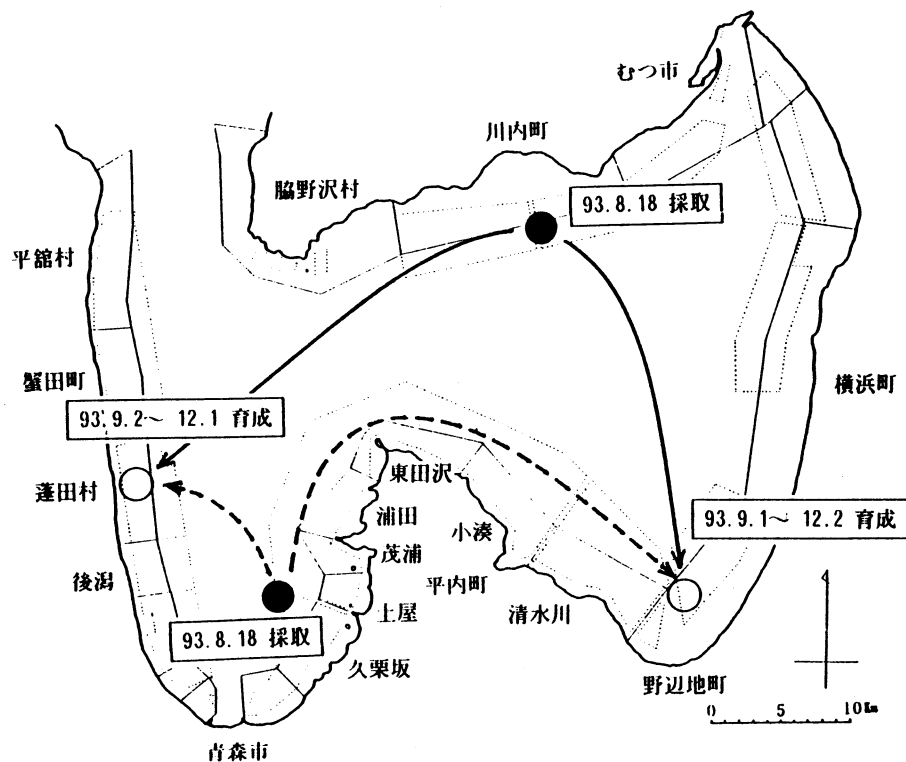


図1 調査地点図

* 現 青森県水産部漁業振興課

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 (水深38m)	専用施設 全長70m、幹綱水深16m	1993年9月2日漁場垂下 1993年12月1日試験終了
野辺地 (水深33m)	当所貝毒試験用施設 全長100m、幹綱水深14m	1993年9月1日漁場垂下 1993年12月2日試験終了

*供試稚貝は久栗坂産、川内産とも1993年8月18日に採取

結果と考察

供試貝の測定結果を表2に、日平均増殻長、へい死率、異常貝発生率を表3に示した。

採取時の殻長は久栗坂産稚貝が10.7mm、川内産稚貝が11.8mmで、各群の終了時の結果は殻長28.1~36.2mm、全重量2.6~4.6g、軟体部歩留29.2~31.7%の範囲にあった。

へい死率は、川内産・蓬田沖群で13.2%に達したものの他の群は5.5~7.5%に止まり、一般漁業者より1ヶ月ほど遅い8月中旬に稚貝採取を行った本試験では、後段で述べるような稚貝の大量へい死現象は認められなかった。

なお、川内産・蓬田沖群の高いへい死率は、簗の上・中段を中心に調査時の稚貝数が35~94個体/段と少なかったことに起因していると考えられ、同群と同時に稚貝採取を行った川内産・野辺地沖群が115~139個/段の収容数であったことから推測すると、動揺等によりネットの口から多くの稚貝が逸散したものと考えられた。

異常貝発生率は各群とも0~2.5%と低く、産地や育成漁場の間にも特定の関係はみられなかったが、本年は全般に欠刻貝が多い傾向にあった。

期間内の成長は、日平均増殻長で川内産・蓬田沖群 $234\mu\text{m}$ >川内産・野辺地沖群 $190\mu\text{m}$ >久栗坂産・野辺地沖群 $170\mu\text{m}$ >久栗坂産・蓬田沖群 $166\mu\text{m}$ の順であり、稚貝逸散に伴う密度効果の影響が考えられる川内産・蓬田沖群を除くと、他の3群は何れも $200\mu\text{m}$ を下回った。なお、これら3群の間では日平均増殻長、増殻長指数(日平均増殻長÷採取時殻長×100)とも野辺地沖群が蓬田沖群を上回った。

以上の結果を一昨年及び昨年の結果も含めて比較検討すると表4のとおりであり、異常貝出現率については各年度を通じて稚貝の産地や育成漁場の間で特定の傾向はみられないが、へい死率については各年度各産地の稚貝とも蓬田沖群の方が野辺地沖群よりも高い傾向を示している。また、成長量(日平均増殻長)については、本年の川内産・蓬田沖群を除き、各年度とも野辺地沖群の方が良い傾向がみられるが、同一群の年度間の比較では、平成4年とでは蓬田沖群が同等からやや良、野辺地沖群がやや劣る結果となっており、平成3年とでは川内産・蓬田沖群がほぼ同等であった以外は劣る結果となっている。

表2 供試員の測定結果

久 栗 坂 産 稚 貝		採取時 (93.08.18)	蓬田沖垂下 (93.12.01 /105 日目)				野辺地沖垂下 (93.12.02 /106 日目)			
			上 段	中 段	下 段	計	上 段	中 段	下 段	計
測 定 個 数		100	110	102	131	343	90	139	95	324
殻 長 mm	平均値	10.69	25.43	30.06	28.70	28.06	25.59	29.41	31.05	28.83
	標準偏差	1.54	4.66	5.08	4.92	5.24	3.42	4.55	4.57	4.78
全重量 g	平均値		2.15	3.05	2.73	2.64	2.38	2.86	3.53	2.92
	標準偏差		0.99	1.53	1.28	1.33	0.92	1.20	1.43	1.29
軟体部重量 g	平均値		0.64	0.92	0.77	0.77	0.70	0.85	1.10	0.88
	標準偏差		0.31	0.53	0.40	0.43	0.28	0.41	0.49	0.43
軟体部歩留%	平均値		29.76	30.16	28.21	29.17	29.41	29.72	31.16	30.14

川 内 産 稚 貝		採取時 (93.08.18)	蓬田沖垂下 (93.12.01 /105 日目)				野辺地沖垂下 (93.12.02 /106 日目)			
			上 段	中 段	下 段	計	上 段	中 段	下 段	計
測 定 個 数		50	30	64	83	177	109	131	125	365
殻 長 mm	平均値	11.77	36.52	37.43	35.10	36.19	31.12	32.80	31.91	31.99
	標準偏差	1.74	4.85	3.25	4.31	4.21	3.25	3.43	3.48	3.47
全重量 g	平均値		5.02	4.85	4.22	4.59	3.32	3.64	3.42	3.47
	標準偏差		1.80	1.27	1.32	1.44	0.94	1.03	0.97	0.99
軟体部重量 g	平均値		1.52	1.55	1.25	1.40	1.04	1.19	1.04	1.10
	標準偏差		0.56	0.39	0.41	0.46	0.31	0.37	0.38	0.37
軟体部歩留%	平均値		30.28	31.96	29.62	30.50	31.33	31.09	30.41	31.70

表3 日平均増殻長、へい死率および異常貝発生率

[久栗坂産稚貝]

垂下地先	層	日平均増殻長	増殻長指数	生貝	死貝	収容数	へい死率	異 常 貝				
		mm	*					着色	欠刻	両方	合計	発生率%
蓬田沖	上	0.140	1.31	110	10	120	8.33	0	0	0	0	0
	中	0.185	1.73	102	7	109	6.42	1	1	1	3	2.94
	下	0.172	1.61	131	11	142	7.75	0	2	0	2	1.53
	計	0.166	1.55	343	28	371	7.55	1	3	1	5	1.46
野辺地沖	上	0.141	1.32	90	3	93	3.23	1	0	0	1	1.11
	中	0.177	1.65	139	6	145	4.14	0	0	1	1	0.72
	下	0.192	1.80	95	10	105	9.52	0	1	1	2	2.11
	計	0.170	1.59	324	19	343	5.54	1	1	2	4	1.23

[川内産稚貝]

垂下地先	層	日平均増殻長	増殻長指数	生貝	死貝	収容数	へい死率	異 常 貝				
		mm	*					着色	欠刻	両方	合計	出現率%
蓬田沖	上	0.236	2.00	30	5	35	14.28	0	0	0	0	0
	中	0.244	2.08	64	11	75	14.67	0	0	0	0	0
	下	0.222	1.89	83	11	94	11.70	0	0	0	0	0
	計	0.234	1.99	177	27	204	13.24	0	0	0	0	0
野辺地沖	上	0.183	1.55	109	6	115	5.22	1	0	0	1	0.92
	中	0.198	1.69	131	5	136	3.68	0	2	2	4	3.05
	下	0.190	1.61	125	14	139	10.07	0	3	1	4	3.20
	計	0.190	1.62	365	25	390	6.41	1	5	3	9	2.47

* 増殻長指数：（日平均増殻長÷採取時殻長）×100

表4 中間育成結果の過年度との比較

	稚 貝	垂下地先				対 比	
			1991	1992	1993	93/91	93/92
へい死率 %	久栗坂産	蓬田沖	2.95	9.07	7.55	2.56	0.83
		野辺地沖	1.95	5.11	5.54	2.84	1.08
	川内産	蓬田沖	5.62	9.21	13.24	2.36	1.44
		野辺地沖	0.47	3.45	6.41	13.64	1.86
異常貝率 %	久栗坂産	蓬田沖	6.00	0.67	1.46	0.24	2.18
		野辺地沖	2.67	0.67	1.23	0.46	1.84
	川内産	蓬田沖	8.00	16.00	0	—	—
		野辺地沖	2.67	0	2.47	0.92	—
日平均増殻長 mm/日	久栗坂産	蓬田沖	0.238	0.164	0.166	0.697	1.012
		野辺地沖	0.280	0.200	0.170	0.607	0.850
	川内産	蓬田沖	0.230	0.191	0.234	1.017	1.225
		野辺地沖	0.310	0.216	0.190	0.613	0.879

II 環境条件調査

調査方法

平成4年と同様、ホタテガイ稚貝中間育成試験と並行して、育成漁場においてRMT水温計（離合社製）による水温連続観測と、調査船「なつどまり」による環境調査を実施した。調査の概要は表5のとおりであり、調査船での調査項目は水温（転倒温度計使用）、塩分（サリノメーター使用）、及びクロロフィルa・フェオフィチンa量（蛍光法）等であった。

表5 環境条件調査の概要

調査場所	RMT水温計による観測	調査船による観測
蓬田沖	観測期間：1993年7月23日～12月1日 観測水深：1m, 15m, 37m 観測間隔：60分	1993年6月1日～1994年3月1日の間に21回実施
野辺地沖	観測期間：1993年7月12日～12月2日 観測水深：1m, 15m, 34m (34m層は故障により欠測) 観測間隔：60分	1993年6月1日～1994年2月28日の間に23回実施

結果と考察

RMT水温計による水温連続観測結果を、半旬毎にまとめて平均水温、最低水温及び最高水温を計算し（日平均値から計算）付表1に示すとともに、毎正時の観測値をもとに蓬田沖漁場、野辺地沖漁場の水深別の水温変化を図2・3に示した。また、調査船による観測結果を付表2・3に示した。

(1) 水 温

本年は、近年まれにみる冷夏で推移したことから、期間中の最高水温は蓬田沖漁場が1m層及び15m層で22℃台、37m層で21℃台、野辺地漁場が1m層で22℃台、15m層で21℃台となった。また、供試貝の垂下水深に近い15m層の日平均水温は、最高値で蓬田沖漁場が21℃台、野辺地漁場で20℃台で、水温についてはホタテガイ稚貝の生育にとって厳しい条件下ではなかった。なお、15m層の水温は両漁場とも1m層に近い値で推移し、特に稚貝収容後の9月上旬以降は1m層と同様の水温で推移したが、8月上旬までは強勢なヤマセ（偏東風）の影響による急激な水温の低下（3℃前後）が数次にわたって認められた。このほか、蓬田沖漁場の底層では、過去2ヶ年と同様、9月下旬まで潮汐に伴う湾内水の移動によるとみられる5℃前後にも及ぶ日周期～半日周期の水温変動が観測された。

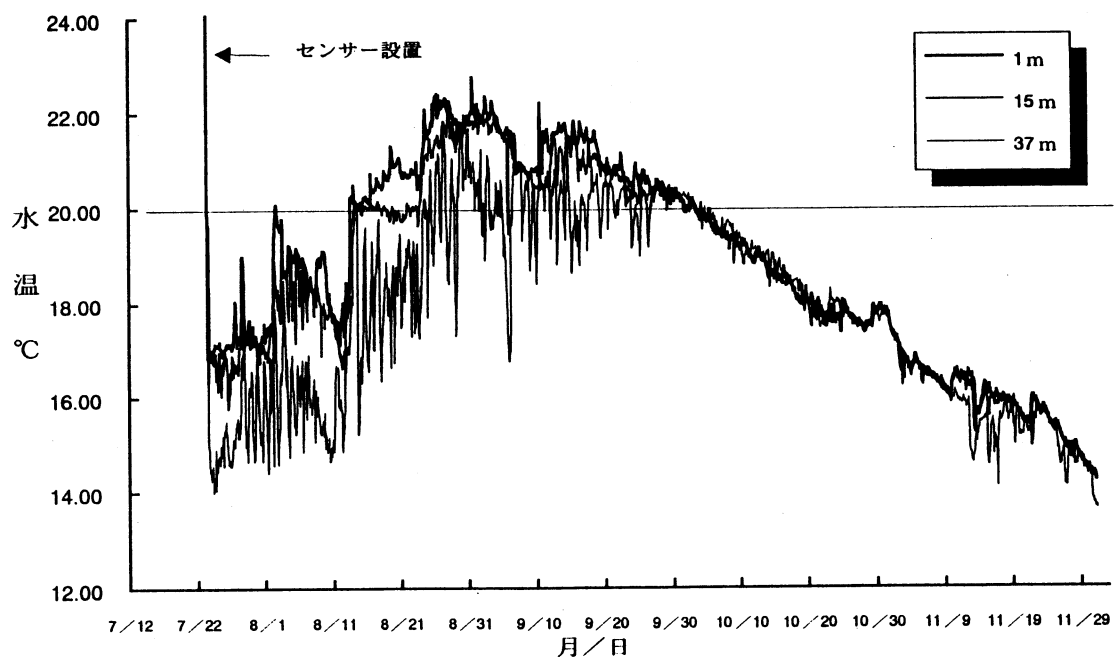


図2 蓬田沖漁場における水深別水温変化

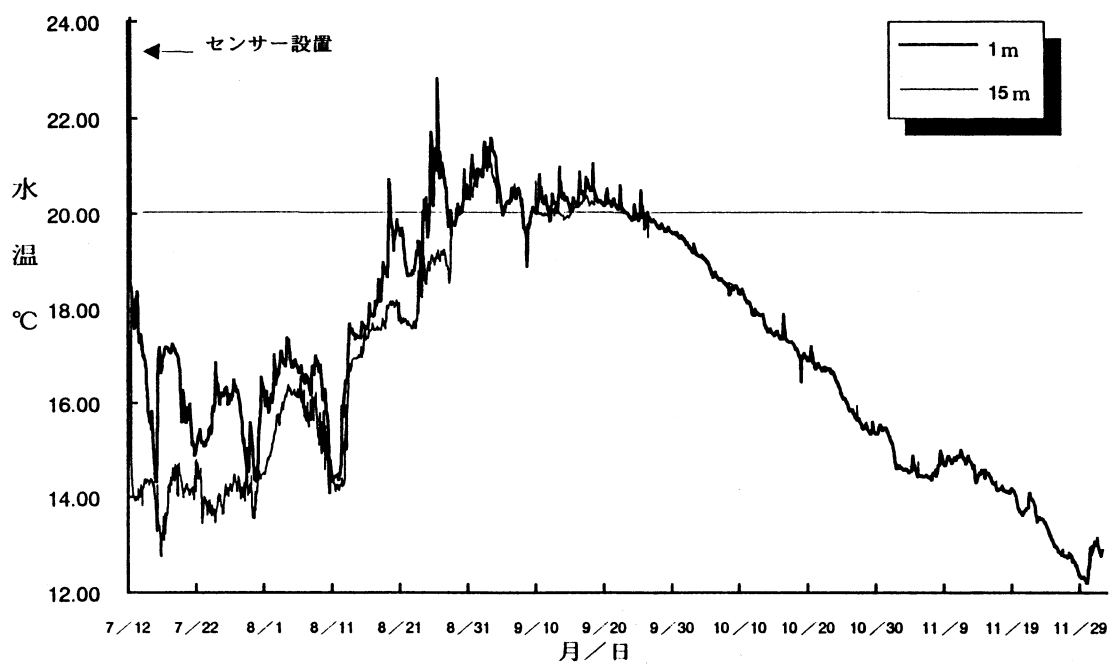


図3 野辺地沖漁場における水深別水温変化

(2) クロロフィル a 量及びフェオフィチン a 量

フェオフィチンはクロロフィルの分析の際に同時に求められる色素であり、沢田ら（1966）はアコヤガイを用いた実験により、摂取された植物プランクトンのクロロフィルが体内で分解されフェオフィチンとして排泄されると推察している。また、沼口（1985）も漁場海水中の色素量（クロロフィルとフェオフィチンの総量）とアコヤガイの消化盲嚢フェオフィチン量との間に高い相関を認めている。このため、ここではクロロフィル a を植物プランクトン等生細胞由来の色素（餌料指標）、フェオフィチン a をクロロフィル a がホタテガイ・その他生物に摂取され分解された色素（排泄物指標）とみなした。

蓬田沖漁場ならびに野辺地沖漁場のクロロフィル a 量及びフェオフィチン a 量の時期別分布状況を、ホタテガイ垂下水深に近い 10m、20m、30m 層の平均値で図 4・5 に示した。

蓬田沖漁場及び野辺地沖漁場におけるクロロフィル a 量（各層平均値）は、それぞれ調査期間平均（6 月～3 月）で $0.56\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.25\sim1.54\text{mg}/\text{m}^3$)、 $0.86\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.24\sim4.61\text{mg}/\text{m}^3$)、稚貝中間育成期間平均（9 月～12 月）で $0.51\text{mg}/\text{m}^3$ 及び $0.67\text{mg}/\text{m}^3$ であったが、全般的にみて野辺地沖漁場の分布量が多い傾向にあった。なお、両漁場とも極大期は 2 月下旬～3 月上旬にみられ、10 月上旬～中旬に秋季増大が、また 6 月中旬、7 月下旬～8 月中旬等にも分布の山がみられた。

一方、フェオフィチン a 量（各層平均値）は、蓬田沖漁場及び野辺地沖漁場で、調査期間平均で $0.44\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.20\sim0.79\text{mg}/\text{m}^3$) 及び $0.55\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.24\sim1.97\text{mg}/\text{m}^3$)、稚貝中間育成期間平均で何れも $0.49\text{mg}/\text{m}^3$ であったが、クロロフィル a と比較すると変動の幅は小さく、両漁場間の差も小さい傾向にあった。分析状況は両漁場とも概ねクロロフィル a の増大期に増大する傾向がみられたが、6 月～7 月、9 月、11 月～2 月等のクロロフィル a の減少期にはクロロフィル a 量と同量もしくはそれを上回る分布量となっており、これらの期間はホタテガイにとって餌料環境が厳しい状態にあるものと推測された。

なお、両漁場のクロロフィル a 分布状況を平成 4 年と比較すると、図 6 のようになり、極大期のほか一部の時期を除いては平成 4 年とはほぼ同様の推移を示している。

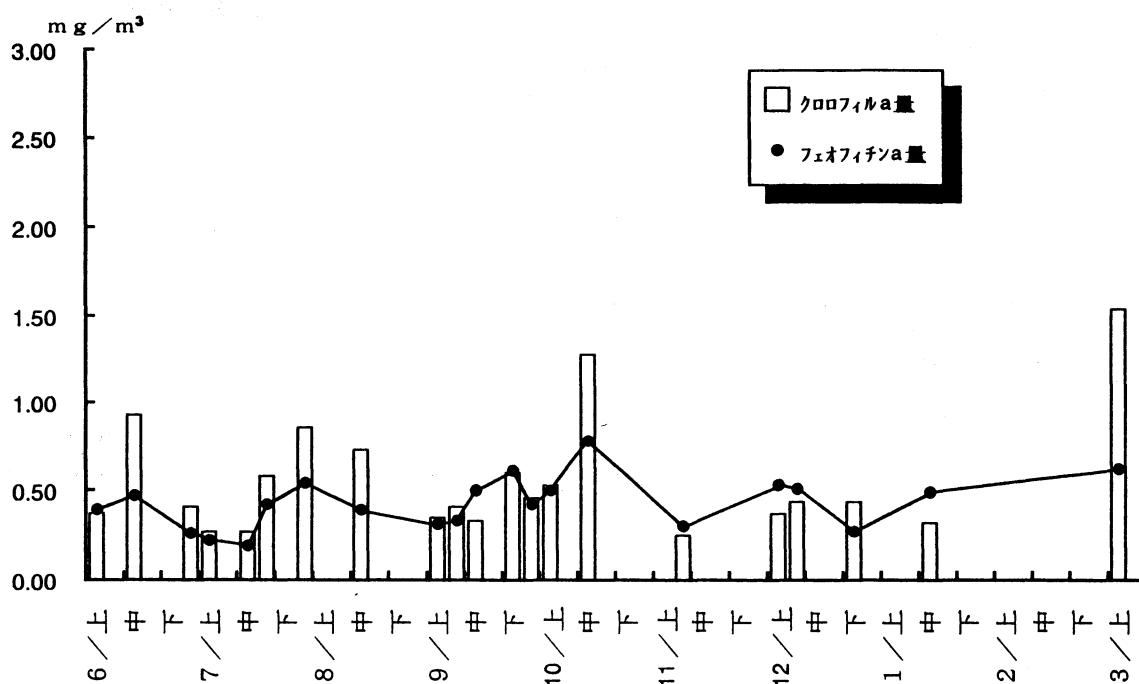


図 4 蓬田沖漁場におけるクロロフィル a、フェオフィチン a の時期別分布（93 年、10m・20m・30m 層平均）

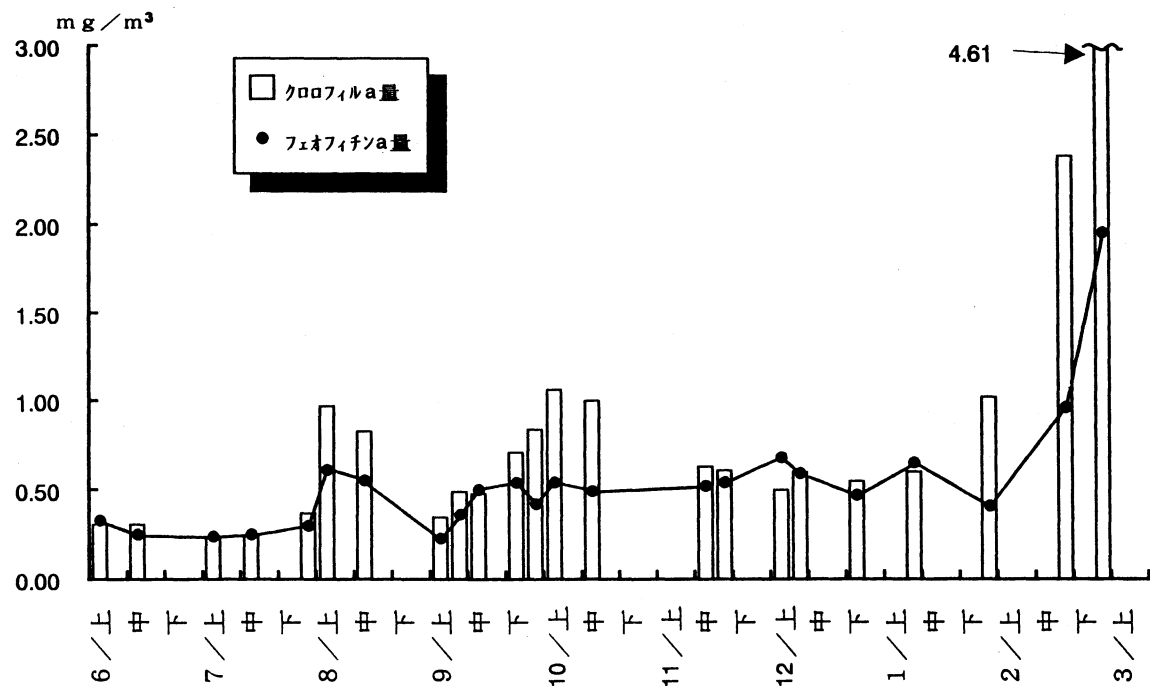


図5 野辺地沖漁場におけるクロロフィルa、フェオフィチンa
の時期別分布 (93年, 10m・20m・30m層平均)

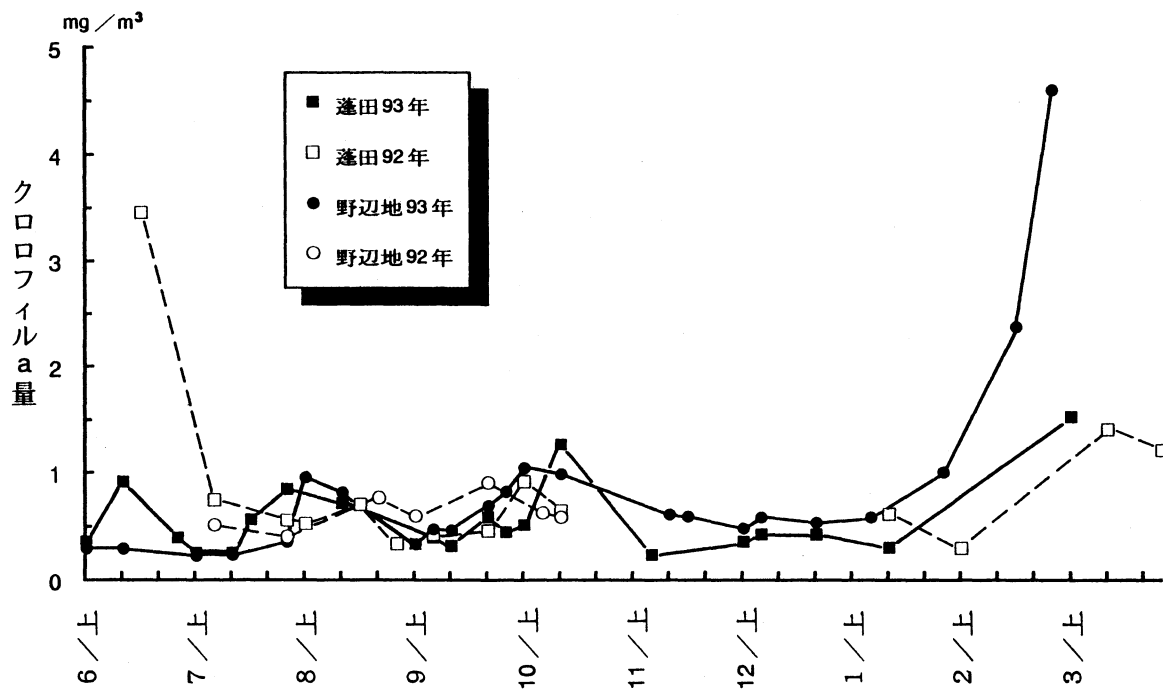


図6 蓬田沖漁場及び野辺地沖漁場における92年、93年の
クロロフィルa分布 (10m・20m・30m層平均)

付表1 試験漁場水温観測結果（日平均値の半旬平均値及び月平均値）

漁 場		蓬 田 沖 試 験 漁 場												野 辺 地 沖 試 験 漁 場							
年 月	平 均	水深1 m				水深1.5 m				水深3.7 m				水深1 m				水深1.5 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
9 3 年 7 月	半旬平均1	0				0				0				0				0			
	半旬平均2	0				0				0				0				0			
	半旬平均3	0				0				0				4	17.00	15.37	18.11	4	14.20	14.06	14.32
	半旬平均4	0				0				0				5	16.56	15.83	17.14	5	14.00	13.29	14.44
	半旬平均5	3	17.00	16.95	17.03	3	16.67	16.60	16.72	3	14.66	14.43	14.92	5	15.54	15.19	16.21	5	14.00	13.73	14.27
	半旬平均6	6	17.36	17.10	17.83	6	16.90	16.39	17.25	6	15.55	14.88	16.20	6	15.64	14.83	16.26	6	14.22	13.92	14.48
	月 平 均	9	17.18	17.03	17.43	9	16.79	16.50	16.99	9	15.11	14.66	15.56	20	16.19	15.31	16.93	20	14.11	13.75	14.38
9 3 年 8 月	半旬平均1	5	18.78	17.42	19.29	5	18.08	17.13	18.45	5	16.21	15.69	16.91	5	16.65	16.07	17.07	5	15.69	14.77	16.27
	半旬平均2	5	18.58	18.04	18.97	5	18.07	17.76	18.42	5	15.63	14.93	16.13	5	16.32	15.28	16.78	5	15.55	14.74	16.10
	半旬平均3	5	18.95	17.52	20.18	5	18.60	17.00	20.03	5	17.17	15.97	18.26	5	16.40	14.41	17.57	5	15.88	14.24	17.24
	半旬平均4	5	20.64	20.28	20.96	5	19.98	19.86	20.07	5	18.19	17.72	18.58	5	18.74	17.80	19.60	5	17.80	17.53	18.11
	半旬平均5	5	21.04	20.73	21.70	5	20.37	19.82	21.22	5	18.90	18.01	19.67	5	19.46	18.74	20.53	5	18.24	17.68	19.00
	半旬平均6	6	22.02	21.73	22.21	6	21.65	21.40	21.79	6	20.41	19.80	21.05	6	20.50	19.86	21.30	6	19.74	19.11	20.57
	月 平 均	31	20.00	19.29	20.55	31	21.01	20.61	21.51	31	17.75	17.02	18.43	31	18.01	17.03	18.81	31	17.92	17.14	18.73
9 3 年 9 月	半旬平均1	5	21.90	21.60	22.04	5	21.64	21.43	21.84	5	19.77	18.26	20.46	5	20.82	20.13	21.35	5	20.66	20.16	21.00
	半旬平均2	5	21.04	20.79	21.50	5	20.80	20.53	21.26	5	20.13	19.60	20.65	5	20.08	19.66	20.42	5	20.09	19.64	20.39
	半旬平均3	5	21.53	21.40	21.64	5	21.04	20.55	21.34	5	20.10	19.46	20.42	5	20.26	20.18	20.39	5	20.03	19.93	20.09
	半旬平均4	5	21.29	20.87	21.54	5	20.95	20.77	21.06	5	20.12	19.75	20.55	5	20.41	20.25	20.53	5	20.27	20.22	20.30
	半旬平均5	5	20.70	20.60	20.89	5	20.46	20.26	20.74	5	20.05	19.67	20.30	5	20.08	19.97	20.21	5	20.04	19.89	20.24
	半旬平均6	5	20.41	20.28	20.58	5	20.34	20.27	20.41	5	20.20	19.89	20.32	5	19.74	19.58	19.90	5	19.75	19.62	19.91
	月 平 均	30	21.15	20.92	21.37	30	20.87	20.59	21.11	30	20.06	19.44	20.45	30	20.23	19.96	20.47	30	20.02	19.92	20.14
9 3 年 1 0 月	半旬平均1	5	19.96	19.75	20.12	5	19.92	19.70	20.16	5	20.07	19.86	20.31	5	19.20	18.92	19.49	5	19.23	18.96	19.52
	半旬平均2	5	19.41	19.27	19.59	5	19.36	19.22	19.50	5	19.46	19.09	19.67	5	18.50	18.32	18.69	5	18.54	18.34	18.72
	半旬平均3	5	18.85	18.57	19.06	5	18.79	18.51	19.00	5	18.99	18.75	19.17	5	17.75	17.45	18.09	5	17.78	17.48	18.13
	半旬平均4	5	18.26	18.05	18.56	5	18.17	17.90	18.43	5	18.31	17.74	18.68	5	17.16	16.98	17.48	5	17.14	16.92	17.37
	半旬平均5	5	17.75	17.64	17.92	5	17.77	17.60	17.86	5	17.82	17.64	18.06	5	16.52	16.05	16.77	5	16.55	16.09	16.78
	半旬平均6	6	17.69	17.51	17.89	6	17.64	17.45	17.82	6	17.66	17.52	17.77	6	15.52	15.40	15.81	6	15.54	15.40	15.85
	月 平 均	31	18.65	18.47	18.86	31	18.61	18.40	18.80	31	18.72	18.43	18.94	31	17.44	17.19	17.72	31	16.75	16.47	17.03
9 3 年 1 1 月	半旬平均1	5	16.91	16.64	17.36	5	16.83	16.58	17.29	5	16.78	16.51	17.35	5	14.66	14.44	15.03	5	14.68	14.48	15.07
	半旬平均2	5	16.36	16.12	16.53	5	16.28	16.02	16.45	5	16.26	16.02	16.54	5	14.67	14.42	14.78	5	14.66	14.46	14.81
	半旬平均3	5	16.19	15.95	16.44	5	16.00	15.62	16.36	5	15.41	15.08	15.92	5	14.62	14.46	14.87	5	14.65	14.51	14.89
	半旬平均4	5	15.83	15.57	16.00	5	15.78	15.49	15.88	5	15.45	15.10	15.70	5	14.05	13.68	14.25	5	14.08	13.72	14.28
	半旬平均5	5	15.61	15.38	15.87	5	15.52	15.30	15.80	5	15.43	15.01	15.71	5	13.47	12.96	13.89	5	13.50	12.99	13.90
	半旬平均6	5	14.77	14.44	15.05	5	14.72	14.37	15.00	5	14.57	14.16	14.79	5	12.61	12.32	12.79	5	12.63	12.35	12.82
	月 平 均	30	15.95	15.68	16.21		15.86	15.56	16.13		15.65	15.31	16.00	30	14.01	13.71	14.27	30	13.72	13.39	13.97
9 3 年 1 2 月	半旬平均1	1	14.33	—	—	1	14.24	—	—	1	13.70	—	—	2	12.91	12.83	12.99	2	12.94	12.85	13.02
	半旬平均2																				
	半旬平均3																				
	半旬平均4																				
	半旬平均5																				
	半旬平均6																				
	月 平 均	1	14.33	—	—		14.24	—	—		13.70	—	—	2	12.91	12.83	12.99	2	12.94	12.85	13.02

付表2 調査船による環境条件調査 (蓬田沖試験漁場)

調査日時 透明度 風向風速 気温	調査水深 m	水温 ℃	塩分	クロロフィルa量 mg/m3	フェオフィチンa量 mg/m3
93.06.01	0	13.2	-	0.62	0.34
10:00	5	12.81	-	0.55	0.34
12m	10	16.23	-	0.37	0.26
NE 3	20	12.01	-	0.30	0.32
15.7℃	30	11.70	-	0.43	0.63
	38	11.15	-	0.75	2.54
93.06.14	0	14.8	33.182	0.77	0.49
10:00	5	14.51	33.238	0.88	0.25
12m	10	13.91	33.283	0.89	0.31
W 3	20	13.20	33.340	1.15	0.51
19.0℃	30	12.08	33.716	0.74	0.61
	38	11.70	33.852	0.49	0.52
93.06.29	0	16.2	33.278	0.20	0.11
10:17	5	15.54	33.317	0.25	0.13
12m	10	15.40	33.390	0.34	0.16
SW 3	20	15.31	33.507	0.32	0.19
19.3℃	30	15.27	33.572	0.57	0.47
	38	14.66	33.678	0.62	0.66
93.07.05	0	17.8	-	0.16	0.11
10:00	5	16.89	-	0.14	0.09
15m	10	16.43	-	0.14	0.10
E 4	20	15.42	-	0.22	0.18
19.3℃	30	14.64	-	0.44	0.42
	38	13.03	-	0.94	0.72
93.07.12	0	18.3	-	0.23	0.18
9:57	5	18.02	-	0.30	0.20
13m	10	16.95	-	0.20	0.10
N 1	20	15.60	-	0.24	0.21
121.0	30	14.60	-	0.38	0.30
	38	14.09	-	1.07	1.12
93.07.19	0	17.0	33.204	0.40	0.28
9:55	5	16.84	33.177	0.29	0.22
15m	10	16.82	33.208	0.68	0.51
E 4	20	16.01	33.753	0.77	0.53
18.7℃	30	15.54	33.919	0.29	0.24
	38	15.12	33.979	0.57	0.55
93.07.27	0	17.2	33.379	0.43	0.27
6:47	5	16.66	33.379	0.53	0.29
15m	10	16.71	33.426	0.57	0.27
S 1	20	16.00	33.520	0.48	0.49
17.5℃	30	15.20	33.936	1.52	0.89
	38	14.68	34.026	0.96	0.52

調査日時 透明度 風向風速 気温	調査水深 m	水温 ℃	塩分	クロロフィルa量 mg/m3	フェオフィチンa量 mg/m3
93.08.12	0	17.9	33.337	0.97	0.41
10:18	5	17.47	33.341	0.60	0.38
12m	10	16.82	33.358	0.72	0.34
W 3	20	16.33	33.530	1.04	0.55
20.1℃	30	16.2	34.116	0.44	0.30
	38	15.24	34.212	0.35	0.37
93.09.02	0	22.6	33.579	0.20	0.11
12:07	5	21.64	33.539	0.14	0.08
20m	10	21.56	33.543	0.13	0.16
NE 1	20	21.32	33.600	0.24	0.19
-	30	20.41	33.636	0.69	0.61
	38	19.48	33.726	0.53	0.52
93.09.07	0	20.8	33.522	0.38	0.37
-	5	20.58	33.556	0.38	0.33
15m	10	20.55	33.506	0.36	0.33
E 3	20	20.52	33.493	0.48	0.37
19.5℃	30	20.50	33.498	0.39	0.31
	38	20.53	33.503	0.51	0.41
93.09.14	0	21.5	33.201	0.32	0.31
-	5	21.38	33.311	0.27	0.29
15m	10	21.29	33.357	0.21	0.33
E 2	20	20.42	33.388	0.39	0.63
22.8℃	30	20.14	33.423	0.40	0.56
	38	19.95	33.467	0.43	0.60
93.09.21	0	-	-	0.53	0.57
-	5	-	-	0.52	0.41
-	10	-	-	0.63	0.52
-	20	-	-	0.71	0.62
-	30	-	-	0.47	0.71
-	38	-	-	0.29	0.58
93.09.27	0	20.2	33.419	0.39	0.26
10:55	5	20.06	33.410	0.38	0.31
13m	10	20.05	33.411	0.39	0.29
W 4	20	20.00	33.424	0.44	0.40
17.1℃	30	19.98	33.529	0.55	0.60
	38	19.92	33.579	0.77	0.73
93.10.01	0	19.8	33.470	0.42	0.42
8:00	5	19.74	33.467	0.41	0.42
13m	10	19.76	33.469	0.42	0.39
SSW 4	20	19.82	33.472	0.68	0.62
15.7℃	30	19.91	33.536	0.48	0.52
	38	19.97	33.449	0.89	0.63

調査日時 透明度 風向風速 気温	調査水深 m	水温 ℃	塩分	クロロフィルa量 mg/m3	フェオフィチンa量 mg/m3
93.10.13	0	18.9	33.511	1.59	0.86
7:50	5	18.58	33.477	1.43	0.92
10m	10	18.61	33.483	1.38	0.92
W 4	20	18.60	33.483	1.41	0.81
16.7℃	30	18.60	33.643	1.05	0.65
	38	18.61	33.799	1.09	0.35
93.11.10	0	16.2	33.636	0.19	0.32
14:48	5	16.16	33.593	0.31	0.31
13m	10	16.26	33.613	0.21	0.27
W 2	20	16.26	33.590	0.39	0.44
11.7℃	30	15.95	33.570	0.15	0.23
	38	15.77	33.555	0.58	0.49
93.12.01	0	14.0	33.547	0.41	0.65
7:50	5	13.92	33.540	0.15	0.22
13m	10	13.93	33.549	0.36	0.55
E 1	20	13.99	33.539	0.32	0.54
11.2℃	30	13.36	33.521	0.42	0.53
	38	13.35	33.521	0.42	0.57
93.12.09	0	13.6	33.579	0.46	0.68
8:13	5	13.78	33.567	0.45	0.52
16m	10	13.78	33.567	0.48	0.51
NW 2	20	13.81	33.560	0.41	0.52
5.5℃	30	13.70	33.564	0.42	0.53
	38	13.57	33.588	0.37	0.52
93.12.21	0	10.9	33.408	0.48	0.34
11:40	5	11.03	33.396	0.39	0.22
16m	10	11.25	33.477	0.48	0.31
E 2	20	11.36	33.490	0.44	0.24
8.9℃	30	11.35	33.490	0.40	0.29
	38	11.31	33.477	0.41	0.31
94.01.11	0	10.1	33.750	0.34	0.50
8:13	5	10.45	33.743	0.35	0.45
18m	10	10.47	33.743	0.34	0.43
SSW 2	20	10.57	33.747	0.34	0.42
2.3℃	30	10.60	33.749	0.28	0.64
	38	10.59	33.740	0.30	0.42
94.03.01	0	7.7	33.615	1.27	0.59
-	5	8.17	33.790	1.23	0.43
21m	10	8.18	33.818	1.47	0.48
-	20	8.18	33.831	1.94	0.92
-	30	8.09	33.820	1.20	0.49
4.4℃	38	7.52	33.787	3.27	1.32

付表3 調査船による環境条件調査(野辺地沖試験漁場)

調査日時 透明度 風向風速 気温	調査水深 m	水温 ℃	塩分	クロロフィルa量 mg/m3	フェオフィチン量 mg/m3
93.06.01	0	13.8	-	0.29	0.18
15:25	5	13.27	-	0.21	0.15
13m	10	12.91	-	0.28	0.16
SE 3	20	10.25	-	0.29	0.33
14.2℃	30	9.60	-	0.36	0.54
93.06.14	0	14.2	32.991	0.32	0.11
15:30	5	14.20	32.970	0.31	0.12
14m	10	14.14	33.016	0.38	0.17
NW 3	20	11.85	33.320	0.22	0.17
19.8℃	30	10.95	33.375	0.32	0.44
93.07.05	0	15.9	-	0.12	0.07
15:30	5	16.79	-	0.16	0.07
13m	10	16.74	-	0.17	0.08
E 4	20	13.52	-	0.19	0.19
17.4℃	30	12.85	-	0.37	0.47
93.07.12	0	18.1	-	0.05	0.67
15:40	5	17.75	-	0.15	0.09
13m	10	16.24	-	0.16	0.12
SE 2	20	14.10	-	0.25	0.20
18.4℃	30	13.28	-	0.35	0.45
93.07.27	0	16.4	33.145	0.25	0.17
10:45	5	16.14	33.141	0.28	0.14
16m	10	15.20	33.294	0.34	0.20
E 2	20	14.11	33.537	0.31	0.40
17.3℃	30	14.40	33.885	0.47	0.34
93.08.04	0	16.4	32.954	0.31	0.04
10:10	5	17.3	32.928	0.27	0.14
-	10	17.9	32.954	0.35	0.07
S 4	20	16.1	33.219	0.62	0.31
23.1℃	30	15.4	33.620	1.94	1.47
93.08.12	0	16.2	33.380	0.13	0.83
16:25	5	15.59	33.600	0.47	0.20
11m	10	15.51	33.506	0.58	0.27
W 5	20	14.10	33.408	0.97	0.70
19.6℃	30	13.45	33.608	0.95	0.70
93.09.01	0	21.1	33.123	0.25	0.11
10:20	5	20.70	33.161	0.27	0.08
17m	10	20.63	33.349	0.24	0.11
W 2	20	20.74	33.426	0.36	0.25
23.8℃	30	20.76	33.422	0.45	0.36

調査日時 透明度 風向風速 気温	調査水深 m	水温 ℃	塩分	クロロフィルa量 mg/m3	フェオフィチン量 mg/m3
93.09.07	0	20.6	33.300	0.53	-
-	5	20.54	-	0.39	0.19
-	10	20.51	33.295	0.44	0.25
E 4	20	20.30	33.315	0.75	0.44
20.3℃	30	17.25	33.234	0.28	0.42
93.09.14	0	20.6	32.873	0.43	0.51
-	5	20.24	33.117	0.32	0.21
14	10	19.99	33.209	0.43	0.36
E 1	20	19.90	33.236	0.74	0.63
20.1℃	30	19.94	33.293	0.54	0.54
93.09.21	0	-	-	0.45	0.35
-	5	-	-	0.48	0.35
-	10	-	-	0.49	0.35
-	20	-	-	0.73	0.53
-	30	-	-	0.91	0.76
93.09.28	0	19.9	33.177	0.71	0.40
12:00	5	19.71	33.160	0.77	0.40
12m	10	19.68	33.166	0.75	0.44
NW 4	20	19.71	33.161	0.92	0.47
19.2℃	30	19.62	33.161	0.85	0.37
93.10.01	0	19.6	33.166	1.00	0.48
10:10	5	19.43	33.153	0.97	0.48
13m	10	19.49	33.153	0.97	0.47
W 2	20	19.45	33.153	1.12	0.60
18.2℃	30	19.44	33.162	1.08	0.58
93.10.14	0	17.2	33.219	0.92	0.56
11:23	5	17.62	33.197	1.09	0.52
9m	10	17.61	33.184	0.95	0.53
W 4	20	17.60	33.199	0.97	0.51
14.9℃	30	17.56	33.203	1.07	0.47
93.11.11	0	15.1	33.570	0.46	0.48
9:10	5	14.91	33.566	0.54	0.47
17m	10	14.90	33.582	0.58	0.46
0	20	14.87	33.549	0.70	0.58
10.2℃	30	14.89	33.556	0.60	0.54
93.11.16	0	14.8	33.438	0.62	0.47
12:40	5	14.26	33.421	0.62	0.50
14m	10	14.21	33.399	0.64	0.54
W 2	20	14.15	33.399	0.62	0.55
19.8℃	30	14.12	33.399	0.56	0.56

調査日時 透明度 風向風速 気温	調査水深 m	水温 ℃	塩分	クロロフィルa量 mg/m3	フェオフィチン量 mg/m3
93.12.02	0	13.0	33.500	0.64	0.81
12:00	5	12.85	33.495	0.50	0.78
14m	10	12.92	33.495	0.53	0.64
SE 2	20	12.76	33.495	0.52	0.75
13.7℃	30	12.68	33.490	0.46	0.69
93.12.10	0	11.1	33.419	0.71	0.69
11:45	5	10.91	33.404	0.62	0.61
14m	10	10.92	33.408	0.62	0.63
SE 1	20	10.85	33.425	0.65	0.62
5.3℃	30	5.56	33.440	0.52	0.56
93.12.20	0	9.9	33.510	0.56	0.40
14:10	5	9.84	33.490	0.46	0.41
16m	0	9.76	33.490	0.51	0.49
SE 4	20	9.83	33.490	0.55	0.47
4.8℃	30	9.80	33.502	0.60	0.47
94.01.10	0	8.0	33.569	0.67	0.65
14:25	5	7.75	33.579	0.67	0.59
16m	10	7.82	33.558	0.63	0.66
NW 2	20	7.83	33.564	0.67	0.68
5.1℃	30	7.75	33.545	0.51	0.65
94.01.26	0	6.4	33.625	0.43	0.22
15:40	5	6.34	33.609	1.08	0.46
15m	10	6.34	33.605	0.97	0.42
W 2	20	6.25	33.597	1.07	0.43
3.6℃	30	6.06	33.593	1.03	0.42
94.02.17	0	6.0	33.720	2.30	0.89
14:00	5	5.70	33.720	2.34	0.81
12m	10	5.61	33.725	2.19	0.85
W 4	20	5.65	33.706	2.53	1.01
5.5℃	30	5.47	33.699	2.44	1.06
94.02.28	0	6.2	33.270	2.70	1.24
15:00	5	6.40	33.648	3.83	1.63
8m	10	6.54	33.729	4.73	1.88
NE 1	20	6.41	33.738	4.77	2.06
3.7℃	30	6.25	33.742	4.33	1.96

III ホタテガイ稚貝の環境耐性試験

1. 稚貝高温耐性試験

一般にホタテガイの生育温度範囲は5～23℃といわれており、水温23℃以上が危険水温、26℃以上が致死水温といわれている。また、高温に対する耐性は0年貝>1年貝>2年貝と若齢貝ほど大きいといわれているが、1990年夏季の稚貝大量へい死の際に、その原因の一つとして高水温の影響が考えられたことから、高温耐性が大きいとされる0年貝について、その耐性を成長段階別に把握する目的で本試験を実施した。

材料と方法

各試験とも久栗坂実験漁場産の稚貝を供試し、クールニクス（ヤマト科学製）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。試験に当っては、前日に稚貝を収容し開始時（12時間～17時間後）に所定の水温に達するよう昇温をコントロールした。また期間中、試験－1、2では毎朝1回、試験－3では毎日1～2回、調温海水により全換水を行った。へい死の確認は、外套膜や閉殻筋をピンセットまたは解剖針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。

①12mmサイズ稚貝の高温耐性試験〔試験－1〕

実施期間：1993年7月31日～8月8日（8日間）

供試稚貝：殻長12mmサイズ稚貝

各水温区分とも稚貝各50個体を収容したサランネット枠4組をセットし、8日間飼育群を残して2日目、4日目、6日目に1枠ずつ取り上げてろ過海水かけ流し水槽（17～18℃）に移し、試験終了後8日間飼育群も含めて後述の海面（実験後）での継続飼育試験に供した。

水温区分：23℃、24℃、25℃、26℃

給 餌：培養珪藻（*Chaetoceros gracilis*）を飼育水1ml当り4～8万cellになるようにして1日1回、換水後に給餌した。また、試験水槽から取上げたろ過海水飼育群にも同様に給餌した。

②18mmサイズ稚貝の飢餓・高温耐性試験〔試験－2〕

実施期間：1993年8月30日～9月8日（9日間）

供試稚貝：殻長18mmサイズ稚貝各30個体

ろ過海水下（22℃台）で予め10日間及び6日間の無給餌飼育を行なった区と、試験前日まで当所実

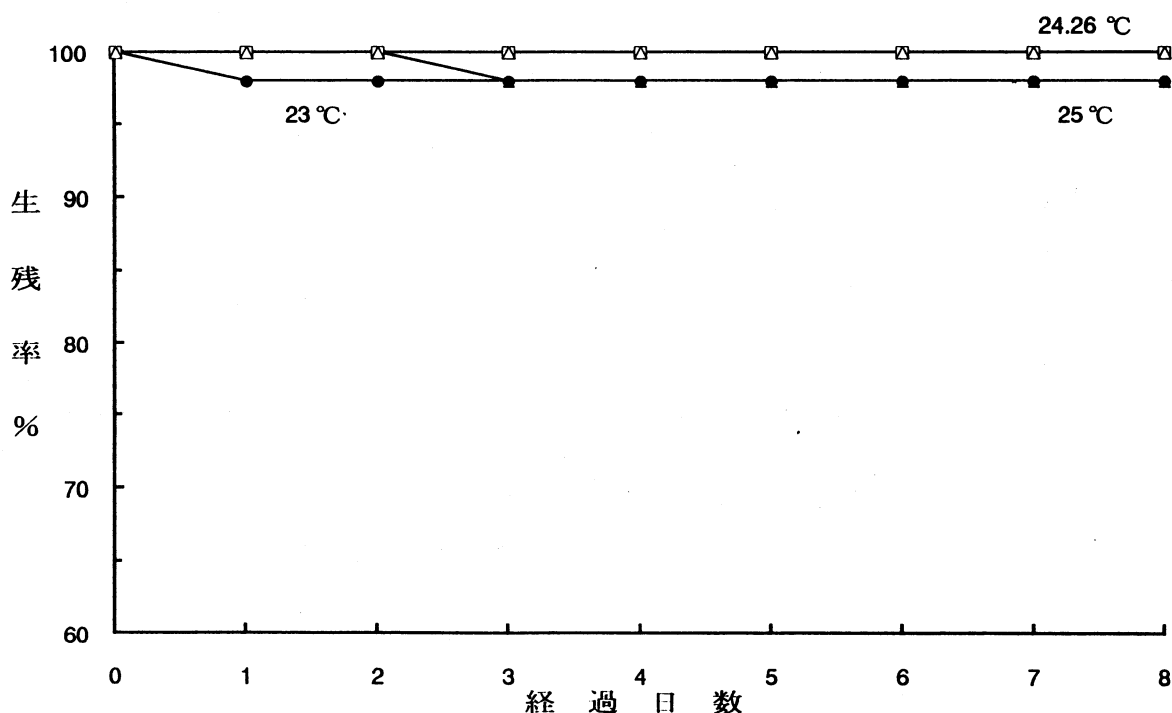


図7 12mmサイズ稚貝の高水温飼育結果（給餌飼育）

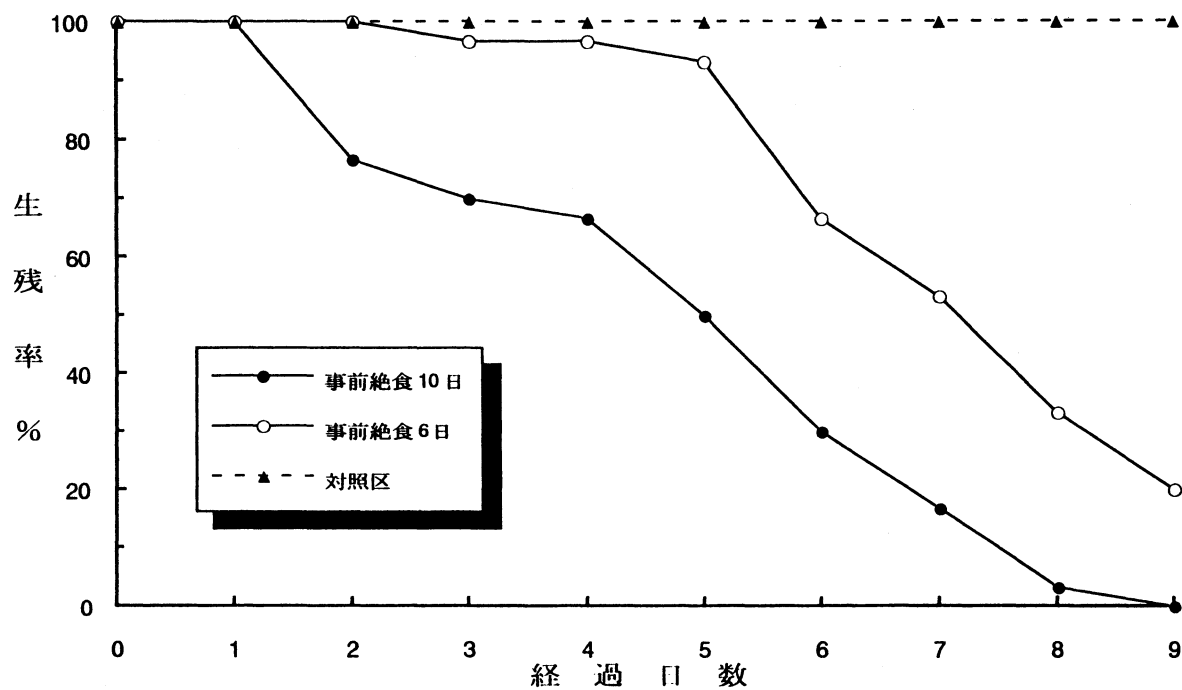


図8 18mmサイズ稚貝の飢餓・高水温飼育結果（無給餌飼育）

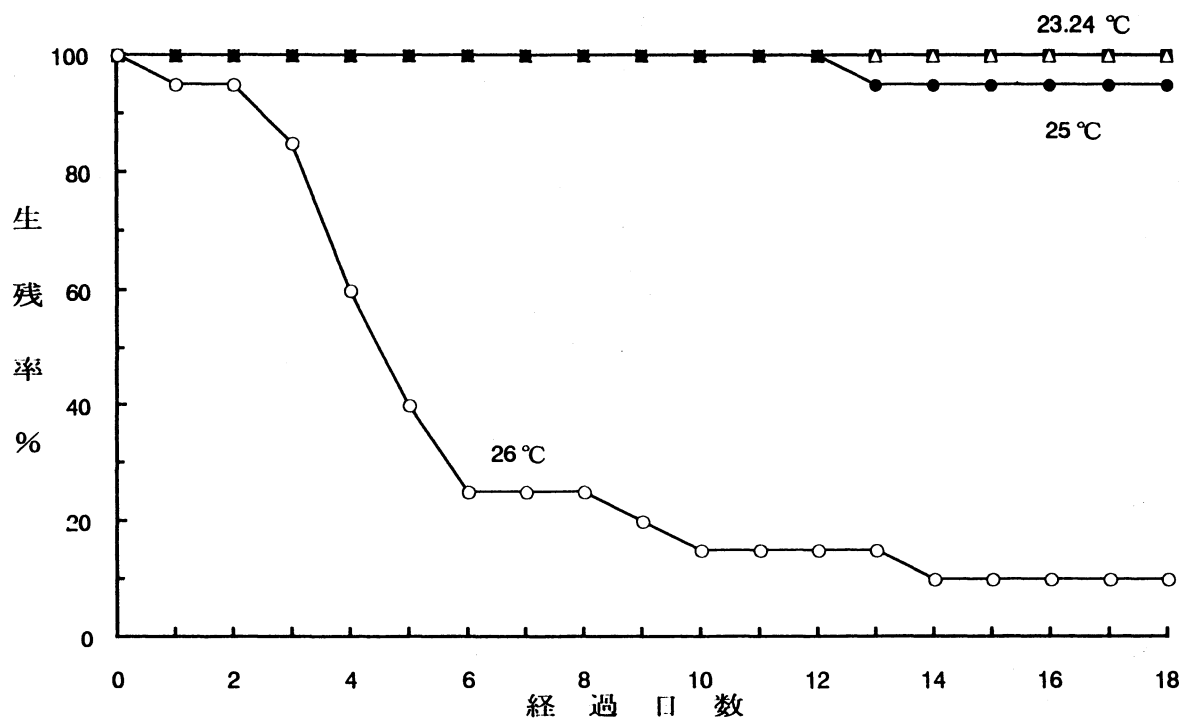


図9 30mmサイズ稚貝の高水温飼育結果（給餌飼育）

表6 稚貝高温耐性試験結果

試 験	供試稚貝	飼育日数	水温・その他区分	飼育水温（水温範囲） ℃	生残率 %	終了時稚貝サイズ mm
試験－1	12mm 稚貝 各50個体	2日間	23℃	23.2 ± 0.1 (23.1 ~ 23.2)	98.0	13.00 ± 0.91
			24	24.1 ± 0.2 (23.9 ~ 24.2)	100.0	12.89 ± 0.92
			25	25.1 ± 0.2 (24.9 ~ 25.3)	98.0	12.51 ± 0.93
			26	25.7 ± 0.7 (25.0 ~ 26.4)	100.0	12.70 ± 1.12
		4日間	23℃	23.1 ± 0.1 (23.0 ~ 23.2)	98.0	12.60 ± 1.13
			24	24.0 ± 0.1 (23.9 ~ 24.2)	100.0	12.61 ± 0.96
			25	25.1 ± 0.1 (24.9 ~ 25.3)	100.0	12.85 ± 0.96
			26	25.9 ± 0.5 (25.0 ~ 26.4)	94.0	12.82 ± 1.15
		6日間	23℃	23.1 ± 0.1 (23.0 ~ 23.2)	96.0	12.61 ± 1.07
			24	24.0 ± 0.1 (23.9 ~ 24.2)	100.0	12.78 ± 0.94
			25	25.1 ± 0.1 (24.9 ~ 25.3)	100.0	13.02 ± 1.11
			26	25.9 ± 0.4 (25.0 ~ 26.4)	98.0	12.81 ± 1.03
		8日間	23℃	23.1 ± 0.1 (23.0 ~ 23.2)	98.0	12.75 ± 1.09
			24	24.0 ± 0.1 (23.9 ~ 24.2)	100.0	13.00 ± 1.18
			25	25.1 ± 0.1 (24.9 ~ 25.3)	98.0	12.96 ± 0.94
			26	25.9 ± 0.4 (25.0 ~ 26.4)	100.0	12.70 ± 1.15
試験－2	18mm 稚貝 各30個体	9日間	26℃・事前絶食10日間	25.9 ± 0.0 (25.9 ~ 26.0)	0.0	-
			〃 ・事前絶食6日間	25.9 ± 0.1 (25.8 ~ 26.1)	20.0	-
			〃 ・対 照	25.9 ± 0.1 (25.7 ~ 26.0)	100.0	18.46 ± 2.21
試験－3	30mm 稚貝 各20個体	18日間	23℃	23.0 ± 0.1 (22.9 ~ 23.1)	100.0	30.26 ± 1.99
			24	24.0 ± 0.1 (23.9 ~ 24.1)	100.0	28.85 ± 1.21
			25	25.0 ± 0.1 (24.8 ~ 25.2)	95.0	29.56 ± 1.42 *
			26	26.0 ± 0.1 (25.8 ~ 26.2)	10.0	30.17 ± 1.68 *

* 期間内のへい死個体を含む

験筏に垂下して飼育を行った対象区の3区を設定した。

水温区分：26℃

給 餌：無給餌

③30mmサイズ稚貝の高温耐性試験〔試験－3〕

実施期間：1993年9月16日～10月4日（18日間）

供試稚貝：殻長30mmサイズ稚貝各20個体

水温区分：23℃、24℃、25℃、26℃

給 餌：試験－1と同様、培養珪藻を飼育水1ml当り6～10万cellになるようにして1日1回～2回給餌した。

結果と考察

試験－1～3の結果を表6及び図7～9に示した。

試験－1では、8日間飼育群の生残率は24℃・26℃区で100%、23℃・25℃区で98.0%という結果で、12mmサイズ稚貝では1週間程度の期間であれば26℃台まで十分な耐性を示すことが明らかとなった。なお、稚貝の活力を反映する足糸による付着は、25℃以下の区で良好であった。

試験－2では、18mmサイズ稚貝による26℃台での無給餌飼育の結果、飼育9日目の生残率が対象区100%＞事前絶食6日区20.0%＞事前絶食10日区0%と、絶食期間が長い区ほど高温に対する耐性が劣る結果となった。なお、今回の結果から18mmサイズの稚貝では、無給餌でも26℃の高水温に10日前後は耐え得ることが明らかとなり、給餌条件下では12mmサイズ稚貝と同等もしくはそれを上回る耐性を示すものと推測された。

試験－3では、飼育18日目における生残率が、23℃・24℃区100%＞25℃区95.0%＞26℃区10.0%という結果で、30mmサイズ稚貝では25℃台までは強い耐性を示したが、26℃台では耐性が大幅に低下する傾向にあった。

以上、ホタテガイ稚貝の高温耐性については、飼育日数が異なるものの、12mm・18mmサイズ稚貝で26℃台まで、30mmサイズ稚貝で25℃台までは耐性が認められ、一般にいわれているホタテガイの生育水温範囲を大きく上回っていること、飢餓状態が高温耐性の低下を招くこと、30mmサイズ稚貝では耐性が低下しはじめること等が明らかとなった。

なお、今後他のサイズの稚貝も含めて追試を実施したい。

2. 高水温飼育稚貝の海面での継続飼育試験

高水温に遭遇したホタテガイ稚貝のその後の影響を検討する目的で、高水温飼育を行なった稚貝を用いて引き続き海面での飼育を継続し、生残率、成長等を調査した。

材料と方法

実施期間：1993年8月9日～8月23日（14日間）

実施場所：当所前沖実験筏（水深6m）

供試稚貝：前項試験－1を終了した12mmサイズ稚貝の中から、水温区分別（23℃、24℃、25℃、26℃）、飼育日数区分別（2日、4日、6日、8日）に各区40個体の稚貝を選別し、それぞれ2分目パールネット（各区1段）に収容して水深1～2m層で垂下飼育した。

期間内海面水温：16.5～21.0℃

結果と考察

飼育結果を表7に示した。各区の生残率は35.0～77.5%の範囲にあったが、図10に示したようにへい死率と高水温飼育（水温・飼育日数）との間には特定の関係が認められず、時化による籠の動揺等が原因と考えられた。

期間内の成長は、日平均増殻長で104～206μmの範囲で、その分布は図11のとおりであった。23℃区では他の水温区と比較して値の低いものがあるなど増殻長の分布にバラツキがみられたが、24～26℃区においては全般に飼育水温が高いほど、また飼育期間が長いほど増殻長が減少する傾向にあり、高水温飼育の影響が認められた。なお、

表7 高水温飼育稚貝の海面での継続飼育結果 [各40個体供試・14日間飼育]

	水温区分	高 温 飼 育			
		2 日 区	4 日 区	6 日 区	8 日 区
生 残 率 %	23℃	65.0	67.5	52.5	50.0
	24℃	65.0	62.5	77.5	72.5
	25℃	57.5	70.0	55.0	72.5
	26℃	62.5	75.0	65.0	35.0
開始時殻長 mm	23℃	13.29 ± 0.71	12.92 ± 0.79	12.96 ± 0.79	13.05 ± 0.89
	24℃	13.14 ± 0.78	12.92 ± 0.68	13.10 ± 0.73	13.35 ± 1.00
	25℃	12.79 ± 0.34	13.21 ± 0.67	13.44 ± 0.77	13.26 ± 0.69
	26℃	13.08 ± 0.90	13.11 ± 0.98	13.07 ± 0.93	13.05 ± 0.92
終了時殻長 mm	23℃	15.84 ± 1.28	15.69 ± 0.95	15.15 ± 1.13	15.19 ± 0.91
	24℃	15.73 ± 1.14	15.60 ± 0.92	15.66 ± 1.09	15.72 ± 1.35
	25℃	15.68 ± 0.95	15.71 ± 1.24	15.91 ± 0.98	15.50 ± 0.93
	26℃	15.84 ± 1.08	15.37 ± 1.37	15.16 ± 1.35	14.51 ± 1.14
日平均増殻長 mm	23℃	0.1821	0.1979	0.1564	0.1529
	24℃	0.1850	0.1914	0.1829	0.1693
	25℃	0.2064	0.1786	0.1764	0.1600
	26℃	0.1971	0.1614	0.1493	0.1043

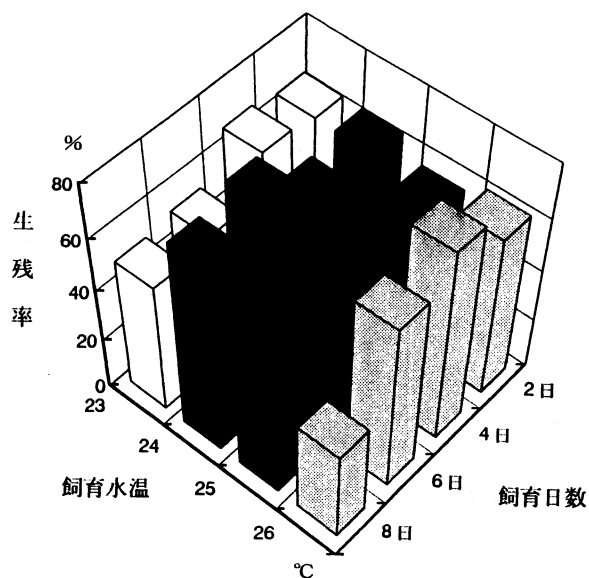


図10 高水温飼育稚貝の海面飼育における生残率

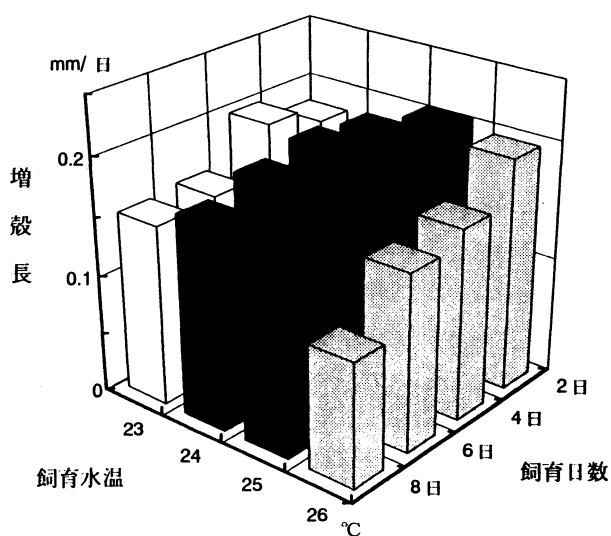


図11 高水温飼育稚貝の海面飼育における増殻長

飼育日数の増加に伴う増殻長の減少は、26℃区で顕著であったものの他の水温区にも共通しており、高水温への遭遇期間が長い場合は、その後の生育に影響を生ずることが予想された。

3. 稚貝耐流試験

稚貝へい死の現場では、その原因として高水温とともに急潮流が指摘されることが多く、このため室内実験によりホタテガイ稚貝の流れに対する耐性を検討した。

材料と方法

塩ビ製の水路 (L.150cm×W.15cm×H.13cm) の一方から水中ポンプ (200ℓ/分) で送水し、この中にホタテガイ稚貝を収容してへい死の有無を観察した (写真1)。飼育はろ過海水を毎分約40ℓ注水した水槽 (500ℓ容・水

路の下部に設置)から海水をポンプアップし、水路を経て再び水槽に排水する半循環方式とし、1日1回、適量の培養珪藻を添加しながら実施した。稚貝は実験筏で飼育したものを供試し、水路底面への接着固定、塩ビ棒に接着した上での水路内への垂下固定(写真2)、水路内バラ撒き等の方法で収容した。なお、底面接着では個体ごとに流れに対する向きを変えて固定したほか、水路内バラ撒き収容では稚貝の流出防止のため排水部にネットをセットした。このほか、流速は水路の水位と排水量から算出し、排水部の調整板で水位を変えて流速を増減させた。

〔試験－1〕

実施期間：1994年2月2日～4日(2日間)
供試稚貝：殻長52～64mm・9個体、水路底面接着
流 速：53.8cm/秒

〔試験－2〕

実施期間：1994年2月4日～7日(3日間)
供試稚貝：殻長33～37mm・6個体、水路底面接着
流 速：33.1cm/秒

〔試験－3〕

実施期間：1994年2月7日～16日(9日間)
供試稚貝：殻長34～44mm・15個体、水路底面接着
流 速：36.8cm/秒
(33cm/秒・7日間、50cm/秒・2日間)

〔試験－4〕

実施期間：1994年2月16日～3月10日(22日間)
供試稚貝：殻長27～51mm・20個体、垂下固定
流 速：40.0cm/秒
(33cm/秒・14日間、52cm/秒・8日間)

〔試験－5〕

実施期間：1994年3月15日～4月18日(34日間)
供試稚貝：殻長19～40mm・12個体、垂下固定
流 速：24.6cm/秒
(18cm/秒・10日間、27cm/秒・24日間)

〔試験－6〕

実施期間：試験5に同じ
供試稚貝：殻長16～39mm・43個体、水路バラ撒き
流 速：試験5に同じ

結果と考察

試験の結果を表8に示した。

試験－1では、時期的に湾内で得られる標準的なサイズの稚貝を供試した。期間内の流速(53.8cm/秒)は1.05ノットに相当するものであったが、流れに対する貝の向きに関係なく100%の生残率を示した。

試験－2では、前段の試験の結果を受けてより小型の稚貝を供試したが、脱落した2個体を除き100%の生残率であった。なお、脱落個体も生残していた。

試験－3では、それまで5～6℃であった飼育水温を、加温により15℃前後まで上昇させ、試験日数も延長したが、脱落個体(5個体・生残)を除き100%の生残率であった。

試験－4では、底面接着方式では貝の後ろに渦流を生じ部分的に流れが弱まっている可能性が考えられたこと、上流部の脱落個体が下流部の個体に衝突して脱落が促進されること、などの理由から収容方法を垂下方式に変えて実施した。なお、本試験では、稚貝にストレスを加えるため、支柱の塩ビ棒の一部を押しつぶして流れに対する抵抗部を設け、稚貝に前後方向の微震動が加わるようにした。期間内のへい死は試験開始11日目と18日目に各1個体ずつみられ、生残率は90%であった。へい死貝は供試稚貝中でも小型のものであり、外套膜の大幅な後退や剝離が観察されたが、生理的な障害よりも水圧による物理的影響の方が大きいと考えられた。

試験－5は試験－6と水路内で並行して実施した。試験－6のバラ撒き群が排水部のネットを塞ぎ水路の水位が上昇したため、流速は当初の設定値を大きく下回ったが、34日間の生残率は100%であった。

試験－6では、稚貝にストレスを加えるため、毎日1回、排水部に寄せられた稚貝を水路上流部から放流した。期間内のへい死は、試験開始4日目、13日目、31日目、33日目に各1個体ずつみられ、生残率は90.7%であった。へい死貝は何れも軟体部が流失していたが、供試稚貝中でも小型のもので、内面着色がみられるなど、活力的に劣る個体であったと考えられた。

以上、各試験での生残率は90.0～100%という結果で、流れに対しては極めて強い抵抗力をもっていることが明

らかとなった。なお、各試験を通じ、速い流れに遭遇した稚貝はその直後に足を長く伸ばして移動しようとする動きを示し、その後は開口の度合いを調節して安定するのが観察され、水路バラ撒き群も排水部のネットに押しつけられた状態で安定するのが観察された。

4. ま と め

ホタテガイ稚貝については、従来より飢餓状態については極めて強い耐性を持っていることが知られていたが、今回の結果から、水温や流れ等の条件についても個々には非常に大きな耐性を示すことが明らかとなった。

一方、高水温に飢餓の条件を組合わせた結果（高温耐性試験－２）では高温耐性が速やかに劣化するのが認められ、へい死は複数の要因が関与して誘発されるものと推察された。

なお、本年は、養殖現場において適温とみられる水温条件下でも短期間に大量のへい死が発生したことから、今後は養殖施設や籠の動揺等の影響についても検証してみる必要があろう。

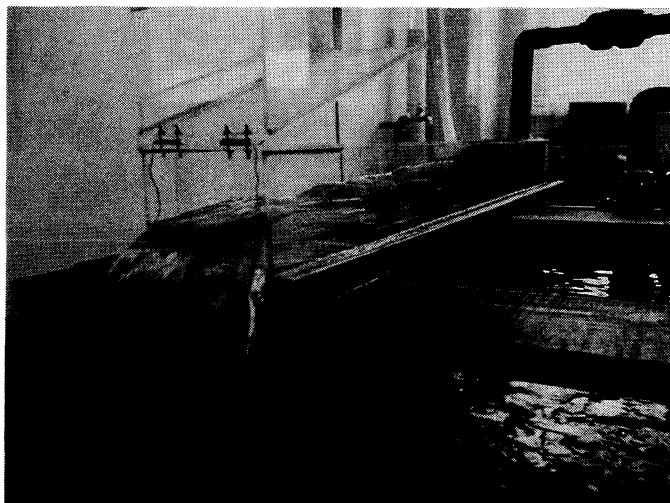


写真1 耐流試験用水路

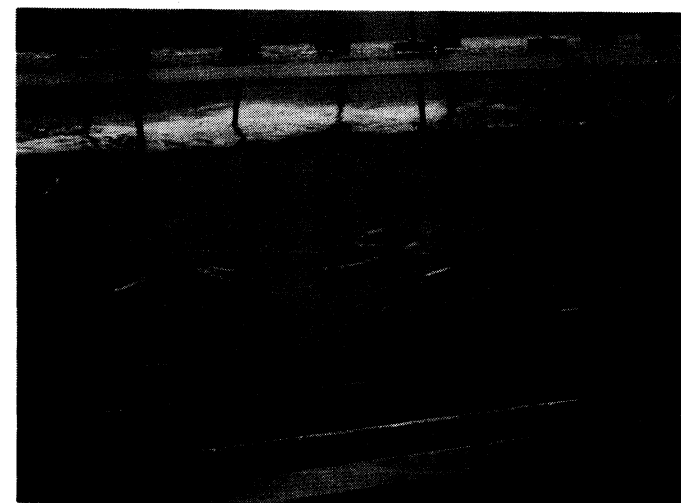


写真2 垂下固定稚貝 (流速33mm)

表8 稚貝耐流試験結果

試 験	供試稚貝	稚貝収容方式	試 験 日 数	飼育水温 ℃	流 速 cm/秒	生残率 %	備 考
試験 - 1	58.1 (52～64) mm / 9個体	水路底面接着	2日間	5.1～5.5	53.8	100	
試験 - 2	35.0 (33～37) mm / 6個体		3日間	5.5～6.1	33.1	100 *	* 脱落2個体を除く
試験 - 3	38.9 (34～44) mm / 15個体		9日間	加温14.5～15.4	36.8 33 (7日間) 50 (2日間)	100 *	* 脱落5個体を除く
試験 - 4	38.0 (27～51) mm / 20個体	垂下固定	22日間	6.4～10.1	40.0 33 (14日間) 52 (8日間)	90.0	へい死2個体 27～33 mm
試験 - 5	27.8 (19～40) mm / 12個体		34日間	6.6～11.9	24.6 18 (10日間) 27 (24日間)	100	
試験 - 6	25.9 (16～39) mm / 43個体	水路バラまき	34日間	6.6～11.9	24.6 18 (10日間) 27 (24日間)	90.7	へい死4個体 16～24 mm

Ⅳ 平成5年(1993年)夏季におけるホタテガイ稚貝の大量へい死について

平成5年8月上旬に、上磯から夏泊半島西側に至る地区(陸奥湾西湾)を中心に、採取直後のホタテガイ稚貝に大量へい死が発生し、調査を行ったのでその概要を報告する。また、8月下旬に至って、上北～下北地区(陸奥湾東湾)でもへい死の発生が確認されたので、併せて報告する。

1. へい死の経過

(1) 上磯～夏泊半島東側地区

8月2日に青森市で開催された「平成5年度春季養殖実態調査報告会」において、漁業関係者より今期の湾内の潮流が異常に速く、かつ長期間に及んでいることが指摘された。

また8月5日に当所で開催された「平成5年度第1回ホタテガイに関する情報会議」の席上、夏泊半島西側地区において、8月3日前後の急潮流により40ヶ統以上の養殖施設が流されたこと(浦田、稲生地区)、本年産稚貝のへい死が噂されていること(土屋地区)等の報告があった。

このため8月6日以降、関係機関が調査したところ、夏泊半島西側から上磯地区にかけての範囲で採取後の稚貝にへい死が発生していることが明らかとなった。なお、8月9日に当所が平内町漁協の土屋、茂浦、浦田各支所においてパールネット各1連について実施した調査では、へい死率60～70%という結果であった。

8月12日には、むつ湾漁業振興会が、へい死に伴う種苗不足を回避するため、湾内各漁協に対して未使用採苗器の保存を要請したが、この時点ではまだ湾内各地でへい死がそれほど問題視されていなかった。

8月17日～19日には当所、青森地方水産業改良普及所、平内町、同町漁協等が上磯～平内地区を中心とする調査を実施し、採取後の稚貝について後潟～東田沢西側地区で平均70%弱、東田沢東側～清水川地区で平均10%強のへい死を確認した。

これらの調査結果をもとに、当所では8月26日に「平成5年度第3号ホタテガイ管理情報」を発行し、採苗及び追加採苗にあたっては稚貝の状況に注意し作業を慎重に進めること、養殖籠の垂下水深を深くし、施設の安定に充分配慮すること等の適正管理を呼びかけた。

なお、当該地区におけるへい死は、その後8月末までにはほぼ終息した。

(2) 上北～下北地区

各漁協に対する聞き取り調査では、8月中旬までの時点では被害がないとの回答であったが、その後、8月26日～27日にむつ地方水産業改良普及所が管内で再度聞き取り調査を行った結果、被害が発生していることが明らかとなった。

川内及び脇野沢地区では、盆前からへい死が始まり、少ない人で2～3割、多い人で5～7割のへい死率であること、調査時点ではほぼへい死が収まったとみられること等の回答を得、一方、野辺地及びむつ地区では、8月24日～25日頃からへい死の話が出ており、被害は1～3割程度とみられること、現在へい死が進行している可能性があること等の回答を得た。また、脇野沢地区からは急潮流により20ヶ統前後の養殖施設が流されたことも併せて報告があった。

なお、当該地区においては、稚貝採取作業が終了もしくはへい死の発生により一時休止状態であったことから、現地でのサンプリング調査等は行われなかった。

2. へい死状況調査結果

8月11日～24日の間の上磯～平内地区を中心とする現地調査の結果を表9に示した。

採取後の稚貝(パールネット内)のへい死率は、後潟～東田沢西側地区で68.4%(8.3～95.9%)、東田沢東側～清水川地区で12.1%(1.8～20.6%)と陸奥湾西湾域での被害が大きかったことが明らかとなった。当所実験漁場産の稚貝も同様で、へい死率は西湾の久栗坂沖群が67.4%(7月26日採取群)～41.1%(8月13日採取群)であったのに対し、東湾の川内沖群は20.6%(8月3日採取群)と低かった。

一方、採取前の稚貝(採苗器内)のへい死率は、土屋～東田沢西側地区で11.1%(2.0～16.8%)、東田沢東側～清水川地区で1.5%(0～4.0%)、当所川内実験漁場で15.9%(14.2～19.1%)と、採取後の稚貝と比較して全般に低い値であった。

表9 平成5年夏季のホタテガイ稚貝へい死状況調査結果

[採取後稚貝：パールネット内]

調査漁協 ・支 所	調査月日	調 査		採取時期	へい死率 %	稚貝殻長 mm	
		対象者	調査ハール ネット数			生 貝	死 貝
後 潟	8月19日	1	3	7月26日～27日	64.4 (59.2～70.8)	—	—
土 屋	"	3	9	7月17日～18日	93.5 (90.4～95.9)	13.7	12.0
茂 浦	"	3	9	7月23日～27日	61.3 (33.3～89.2)	15.0	12.0
浦 田	"	3	9	7月21日～27日	72.3 (62.3～81.1)	16.4	13.5
東田沢-西	8月17日	5	13	7月18日～24日	45.8 (8.3～83.3)	13.6	11.6
		15	33		68.4 (8.3～95.9)		
東田沢-東	8月19日	3	9	7月24日～8月4日	13.9 (5.0～33.7)	13.9	11.9
小 湊	"	3	9	8月14日～17日	20.6 (11.5～25.8)	10.4	9.5
清 水 川	"	3	9	7月11日～8月3日	1.8 (0 ～ 6.8)	13.1	8.7
		9	27		12.1 (1.8～20.6)		
センター川 内	8月18日	1	3	8月 3日	20.6 (17.6～23.2)	11.3	9.3
センター久栗坂	"	1	3	7月26日	51.9 (42.9～65.6)	13.7	12.0
"	8月24日	1	3	"	67.4 (61.5～78.4)	—	—
"	"	1	3	8月13日	41.1 (36.4～44.3)	—	—

[採取前稚貝：採 苗 器 内]

調査漁協・支所	調査月日	調 査		採取時期	へい死率 %	稚貝殻長 mm	
		対象者	調査 採苗器数			生 貝	死 貝
土 屋	8月11日	1	2	—	9.4 (2.0～16.8)	—	—
茂 浦	8月19日	1	1	—	16.0 (2.2～16.0)	11.6	10.5
東田沢-西	"	1	1	—	7.9	10.7	8.3
		3	4		11.1 (2.0～16.8)		
東田沢-東	8月19日	1	3	—	2.0 (0 ～ 4.0)	10.1	10.5
清 水 川	"	1	3	—	1.0 (0 ～ 2.0)	11.2	9.7
		2	6		1.5 (0 ～ 4.0)		
センター川 内	8月18日	1	3	—	15.9 (14.2～19.1)	11.8	10.2

なお、本調査から、今回のへい死については次のような事柄が明らかとなった。

- 1) 上磯～夏泊半島西側でへい死が著しい。
- 2) へい死率の高い地区でも個人、施設（場所）によって状況が異なる。
- 3) 採取後のパールネット内の稚貝にへい死が集中しており、採苗器内の稚貝や籠・ロープ・養殖貝等に付着した稚貝、及び半成貝、成貝等にはへい死がみられない。
- 4) たちきり（幹綱中間の固定部）付近のパールネットにはへい死が少ない。
- 5) パールネットは、目合が小さいものよりも大きいものでへい死が多い傾向にある。
- 6) 幹綱水深が深いほど、同じ連では下段ほどへい死が少ない。
- 7) へい死のみられるパールネット内の生貝は、足糸による付着個体が少なく、貝殻縁辺部に物理的に欠けた痕跡がみられる。
- 8) 稚貝はへい死貝、生貝ともに採取後成長しているが、多数の障害輪がみられる。また、施設の取り上げに対応する障害輪の出現状況からへい死は8月上旬から起ったものと推測される。

3. 気象及び海況

この時期における陸奥湾の気象・海況は、以下のような状況であった。

- 1) 7月以降8月上旬までヤマセ（偏東風）が続き、低温、多雨、日照不足で、時化がちの状態であった。
- 2) 上記の影響により、この間、湾内の水温は平年より3～5℃も低く経過した。
- 3) 湾口部の平館沖ブイロボットにおける流況観測結果（15m層と底層）では、流速はこの間最大でも1ノット前後と平年並みであったが、漁業者や当所調査船「なつどまり」は、7月末～8月上旬にかけて夏泊半島西側から青森市の沖合で、海面に引き上げたパールネットが吹き流し状態となる強い潮流を観測している。
- 4) 8月12日に実施した海洋観測の結果では、湾内の塩分について例年と異なる分布パターン（20m層において湾口部東側から夏泊半島西側を経て青森市に至る地域に湾外水由来とみられる高塩分域が舌状に分布）が認められた（図12）。
- 5) 稚貝、半成貝とも餌料に起因すると思われる成長不良はみられず、環境調査においてもクロロフィルの分布量は東西両湾とも平年値を上回っていた。

4. へい死の要因について

以上のようなへい死状況、気象・海況等から、今回の稚貝へい死については次のように考えることができる。

稚貝採取にあたっては、作業船の固定と採取した稚貝の垂下のため、連日長時間にわたって幹綱を海面まで引き上げて作業することになるが、パールネットが吹き流し状態となるような急潮流のもとでの作業の強行により、足糸による付着ができないなど、採取直後の稚貝に大きな負荷がかかったことが考えられる。

加えて、半成貝生産が主体となっている養殖現場では、近年、好成長が期待できる比較的浅い水深帯での中間育成が散見されるが、高水温の恐れがなかった本年は特にその傾向が強かったことが指摘でき、ヤマセに伴う時化や急潮流により浅い水深帯の養殖施設を中心に長期にわたって動揺や吹かれを生じ、このため稚貝がパールネットに付着することができず籠内で揉まれて生理活力が低下し、へい死に至ったものと推測された。

5. 稚貝へい死に伴う影響

10月18日～11月8日に陸奥湾を対象に実施した平成5年度秋季養殖実態調査の結果、本年産の未分散稚貝のへい死率は全湾平均で21.3%と、昨年の2.0%、一昨年の2.7%を大きく上回り、近年では1990年産稚貝の40.9%に次ぐ高い値となった。

このような状況下で、湾内各地では個人や漁協間で採苗器を主体に稚貝の融通が行われたが、実態調査における養殖数量調査の結果、第1回分散を経た本年産稚貝の全湾養殖数量は8億5千万個で、前年の10億1千万個を1億6千万個下回り、地まき増殖用種苗を中心に養殖数量の減少を招くに至った。

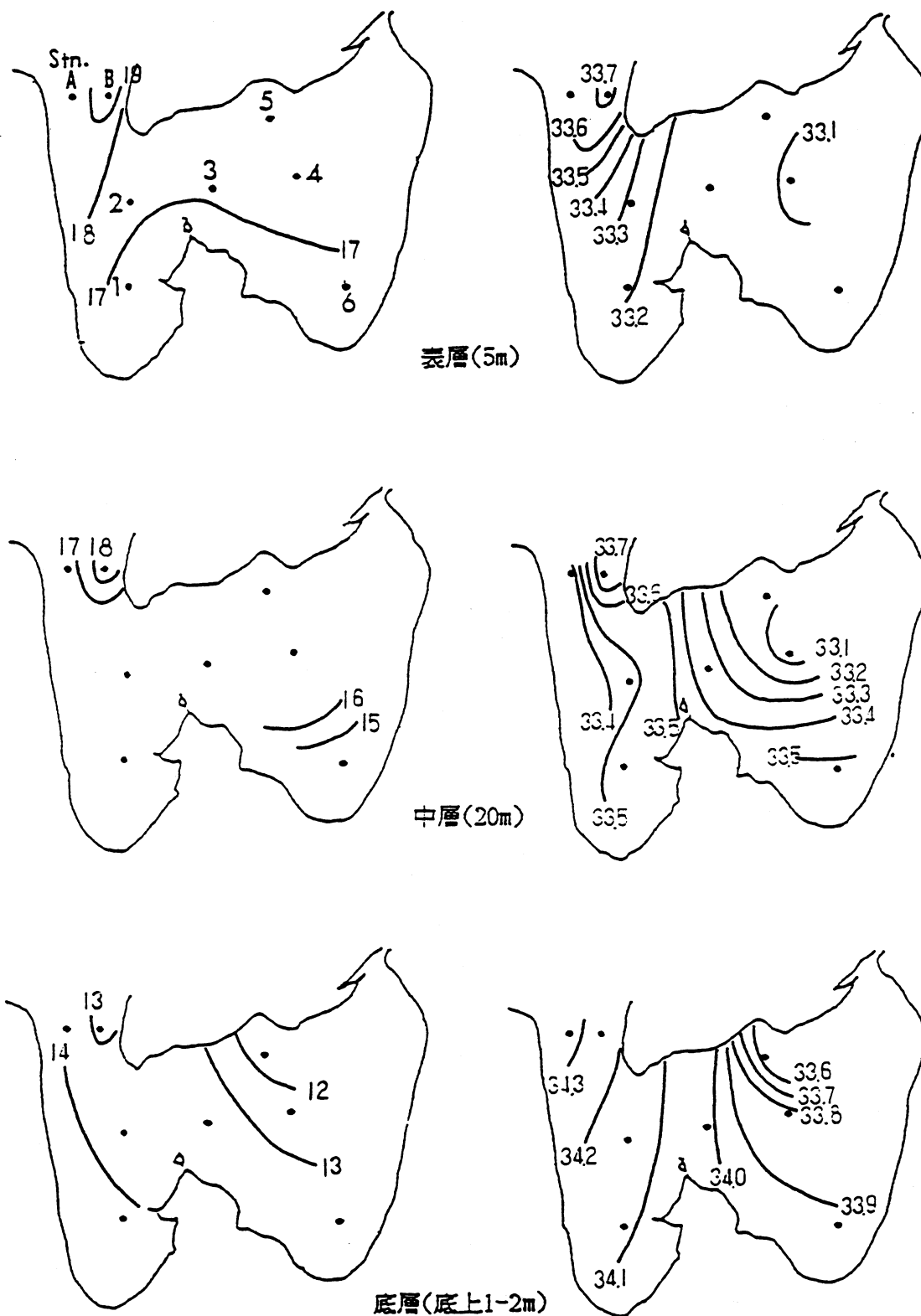


図12 平成5年8月の陸奥湾内の海況 (93.8.12調査)
左/水温分布、右/塩分量分布

文 献

- 1) 佐藤 敦・尾坂 康・永峰 文洋・川村 要 (1975) :
ホタテガイの環境条件に対する耐忍試験. 青森県水産増殖センター事業報告第6号. 昭和50年度. 47-50.
- 2) 沢田保夫・上野福三 (1966) :
海底泥およびアコヤガイの排泄物のアセトン抽出物について I. アセトン抽出物の吸収曲線. 国立真珠研報11. 1298-1307.
- 3) 沼口勝之 (1985) :
摂餌量の指標としてアコヤガイ消化盲嚢に含まれるフェオフィチンの検討. 養殖研報7号. 91-96.