

アサリの棲みやすい増殖場の条件解明

北海道立釧路水産試験場

中川義彦・角田富男・阿部英治・吉田秀嗣・丸 邦義

根室北部地区水産技術普及指導所

福井 滋・福家誠一郎・神野英彦・大西博嗣・牧本浩一

調査実施年度 平成7年～平成9年度

緒 言

野付湾の湾奥部の天然漁場にはアマモの繁茂などによりアサリの生息に不適な場所も多く、このような漁場には身入りの悪い貝など市場価値の低い貝が多数生息している。このため同湾のアサリ漁業の生産維持安定のためには身入りの改善、耕耘による漁場環境の改善、漁場造成による漁場の拡大、さらに成長不良貝や未利用資源の移殖放流による有効利用など多くの課題がある。これらの課題を解消するために、アサリ増殖場の造成が計画され^{1, 2, 3)}、増殖場は湾内2カ所に1986年から1997年に大規模増殖場造成事業で造成された。造成後の本増殖場における知見は造成事例⁴⁾や資源管理の事例²⁾として紹介されている。

1992年から1994年に実施した調査では、増殖場全体の環境特性、資源状態とその活用実態、沈着期稚貝の沈着時期とその成長⁵⁾、標識調査によるアサリの分散状況、食害動物の出現状況についての知見が得られた^{6), 7), 8)}。しかし、アサリの棲みやすい条件が季節的にどのように変動するのか不明である。

そこで野付湾に造成されたアサリ増殖場および天然漁場において、1995年から1997年にかけてアサリの棲みやすい増殖場の条件の季節変動を明らかにすべく、棲みやすい場の条件、餌料環境条件および棲みやすさとアサリとの関係について調査した。その結果増殖場の粒度特性、餌料環境条件の季節変動、潮汐変化にともなう餌料環境特性の変動、肥満度と群成熟度からみたアサリ産卵期の特徴と稚貝の発生量との関係、肥満度とアサリ足部筋肉中のグリコーゲン量との関係について知見を得たので、ここに報告する。

調査方法

調査は、図1に示す地点で(1)棲みやすい場の把握、(2)餌料環境条件の把握、(3)潮汐変化にともなう餌料環境特性の変動および(4)増殖場の棲みやすさとアサリとの関係把握について調査した。

(1) 棲みやすい場の把握

図1に示す増殖場の第1工区(地点1)と第2工区(地点2)および天然漁場(地点3)に調査地点を各1地点設定し、毎月1回以上を原則として4月から12月に底質の表面(深度5cm)の粒度組成特性を調査した。粒度分析の結果から分級度(FOLK & WORD, 1957)⁹⁾、泥分含量¹⁰⁾および粒径中央値⁹⁾を求めた。

(2) 餌料環境条件の把握

湾内に6定点を設定して毎月1回以上を原則として3月から12月に表層、中層、底層の水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィル-a量、フェオフィチン量、栄養塩類、CODを調査した。

(3) 潮汐変化にともなう餌料環境特性の把握

1997年5月26日午前10時から5月27日午前11時に尾岱沼港沖の地点(43° 34.048' N、145° 13.715' E)に試験船を碇泊させて1時間間隔の25時間調査を実施して餌料環境を把握した。調査項目は水温、水深、クロロフィル-a量、フェオフィチン量、流向・流速、塩分、溶存酸素量、COD、栄養塩類、粒状有機物量、懸濁物量、pH、水中照度である。なお、水温、塩分、水中照度および流向・流速(直読型電磁流速計:吉野計器ACM-200PCにて測定)は表層から底層に1m間隔で測定した。その他の項目は表層と5m層を調査した。別に、RMT水温計(離合社)を海面下1mと海底上1mに設置して水温を測定した。また、調査現場

の潮候時刻と潮位は海上保安庁の平成9年潮汐表から求めた。

(4) 増殖場の棲みやすさとアサリとの関係把握

棲みやすい場の把握調査時に各地点で原則として殻長4cm以上のアサリを20個体採取して、実験室にて各個体の殻長や全重量などの形態計測および成熟度の判別を行った。また足部筋肉中のグリコーゲン量(アンスロン法)と水分含量を分析し、肥満度とグリコーゲン量との関係を推定した。さらに、形態計測や成熟度の判別結果から肥満度¹⁾と群成熟度²⁾を算出し、産卵期と産卵特徴を推定し、産卵特徴と稚貝発生量³⁾との関係を推測した。

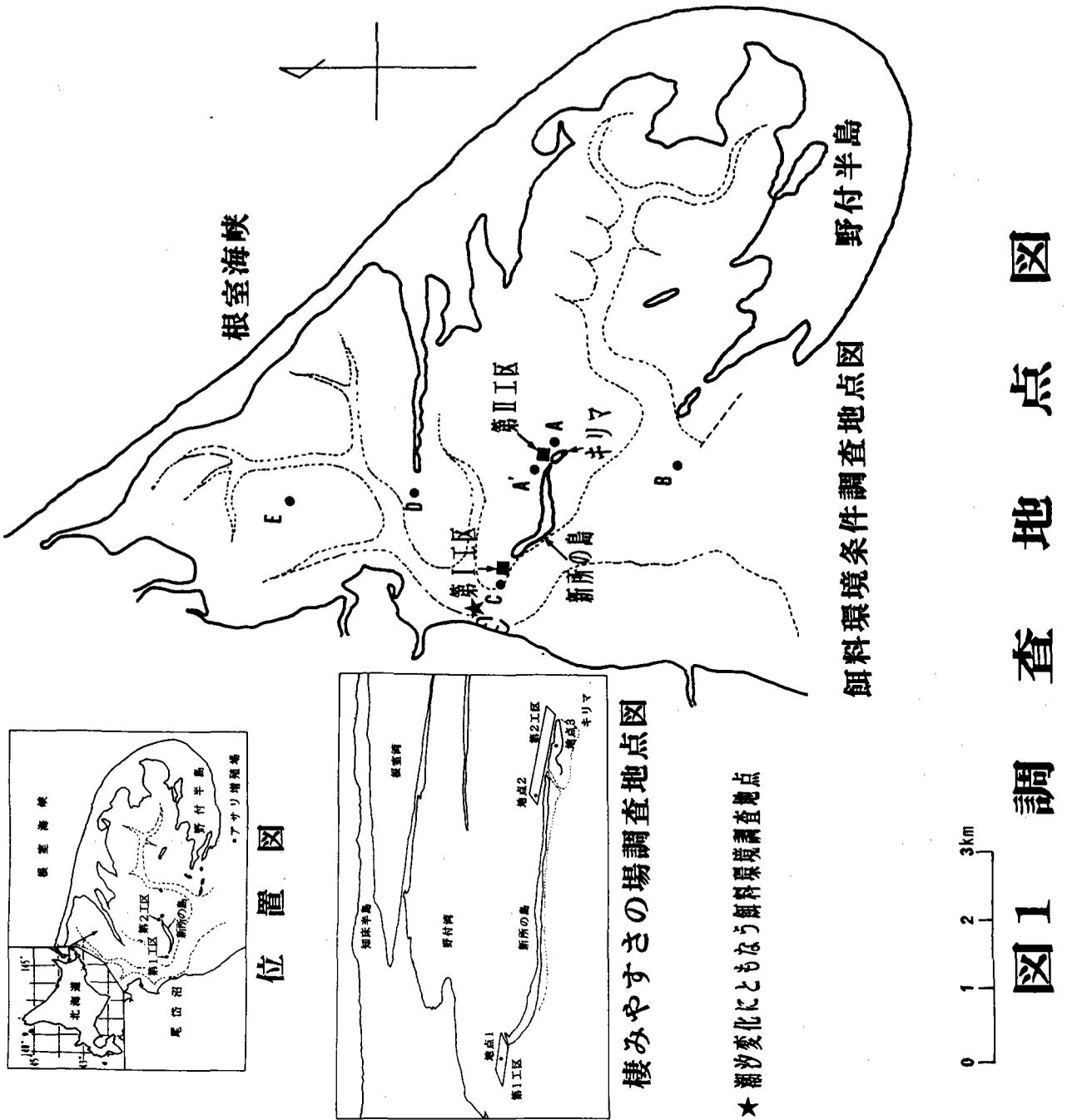


図1 調査地点図

棲みやすさの場調査地点図

★ 潮汐変化にともなう餌料環境調査地点

調査結果

(1) 棲みやすい場の把握

粒度分析の結果から分級度、泥分含量および粒径中央値を求め、3ヶ年の結果を調査地点毎に年度別の季節変化(平均値)として図2、3、4にそれぞれ示した。

1) 分級度

1995年の変動の範囲(平均値)は地点2、3でそれぞれ1.11~1.62(1.39)、0.80~1.48(1.24)で地点による大きな差異はなく、分級度の尺度⁹⁾は両地点ともに分級の悪いに相当した。1996年の変動の範囲(平均値)は地点1、2、3それぞれ0.60~0.98(0.75)、1.35~1.74(1.51)、0.99~1.69(1.30)で平均値は地点2、3、1の順で地点間に有意な差異(t検定、有意水準5%、以下統計処理は全て5%有意水準)が認められた。平均値からみた分級度の尺度⁹⁾は地点1が分級の適当から普通に、他の2地点は分級の悪いに相当した。1997年の変動の範囲(平均値)は地点1、2、3それぞれ0.70~1.47(0.90)、1.31~1.63(1.48)、1.04~1.62(1.32)で、平均値は地点2、3、1の順で地点間に有意な差異が認められた。平均値からみた分級度の尺度⁹⁾は各地点ともに前年度と同様であった。

地点1では1996年、1997年ともに分級の適当から普通の範囲にあり、地点2と3では3ヶ年ともに分級の悪いにあった。

2) 泥分含量

1995年の変動の範囲(平均値)は地点2、3でそれぞれ0.99~3.40(1.63)、0.48~2.15(1.15)%で地点間による大きな差異はなかった。1996年の変動の範囲(平均値)は、地点1、2、3それぞれ0.57~1.68(1.05)、3.41~12.00(5.73)、0.90~9.93(4.34)%で、平均値は地点2、3、1の順で、地点1は他の地点と有意な差が認められた。地点2と3では有意な差が認められなかった。1997年の変動の範囲(平均値)は、地点1、2、3それぞれ0.61~1.58(1.07)、4.11~7.87(5.29)、2.40~8.54(4.61)%、平均値は地点2、3、1の順で地点間に有意な差異が認められた。3ヶ年についてみると地点1は、その他の地点に比べて少ない値で推移していた。また、地点2と3はともに1995年が1996、1997年に比較して少なかった。

3) 粒径中央値

1995年の変動の範囲(平均値)は地点2、3でそれぞれ-1.21~0.24(-0.47)、-2.52~-0.68(-1.28)φで、地点3で変動幅がやや広がった。1996年の変動の範囲(平均値)は、地点1、2、3でそれぞれ-2.30~-0.62(-1.68)、-2.18~-0.04(-1.06)、-2.03~-0.08(-0.96)φであった。地点1の平均値は他の地点と有意な差が認められたが、地点2と3では有意な差が認められなかった。1997年の変動の範囲(平均値)は地点1、2、3それぞれ-2.19~-0.12(-1.24)、-2.47~-0.43(-1.07)、-2.17~-0.24(-1.34)φで、各地点間の平均値に有意な差はなかった。1996年に地点1の平均値は他の2地点に比較して低い傾向がみられるが、全般に3ヶ年をみると地点間に大きな差異が認められなかった。

4) 分級度、泥分含量および粒径中央値相互間の関係

分級度(α)、泥分含量(MP、%)および粒径中央値(Md、 ϕ)相互間の回帰分析を行い、相互間の単回帰式を1996年の調査結果について求め、下記に示した。

$$\alpha = 0.724 + 0.125MP \quad (n = 107, P < 0.001, r = 0.9090)$$

$$\alpha = 1.628 + 0.357Md \quad (n = 107, P < 0.001, r = 0.5303)$$

$$MP = 6.991 + 2.666Md \quad (n = 107, P < 0.001, r = 0.5455)$$

分級度と泥分含量の間には強い正の相関が認められた(図5)。

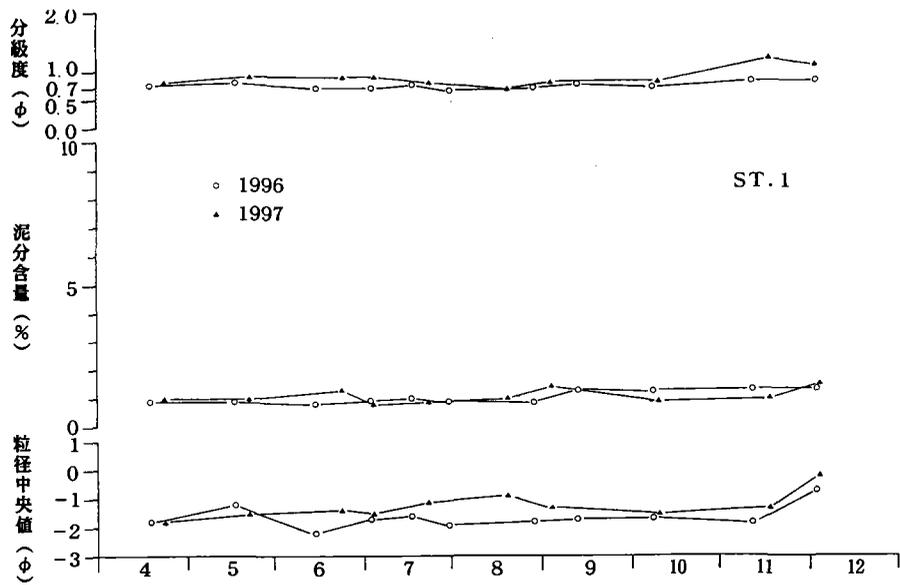


図2 年度別の分級度、泥分含量および粒径中央値の季節変化(平均値)

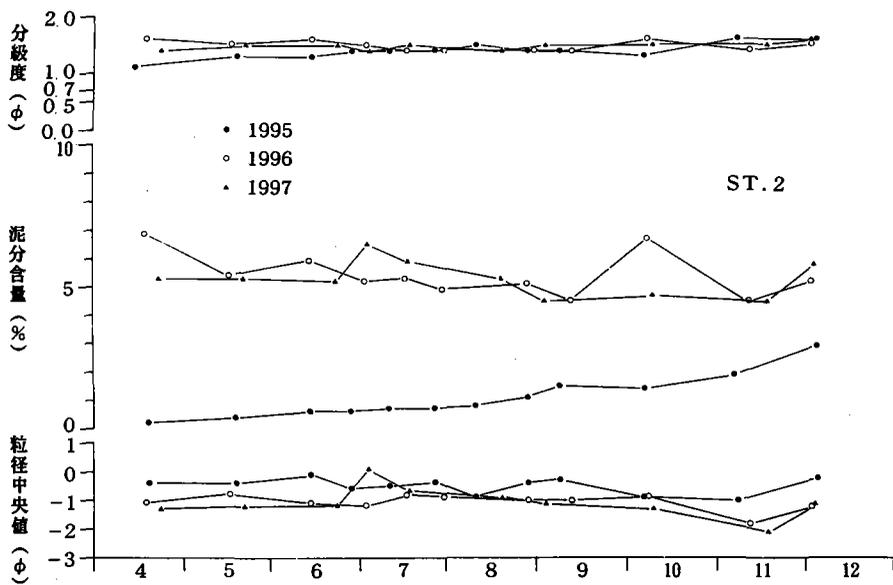


図3 年度別の分級度、泥分含量および粒径中央値の季節変化(平均値)

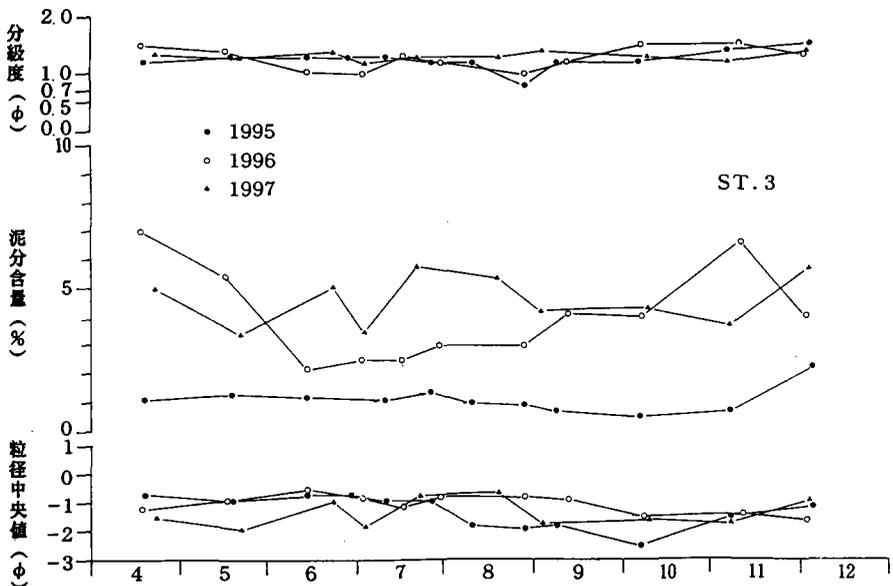


図4 年度別の分級度、泥分含量および粒径中央値の季節変化(平均値)

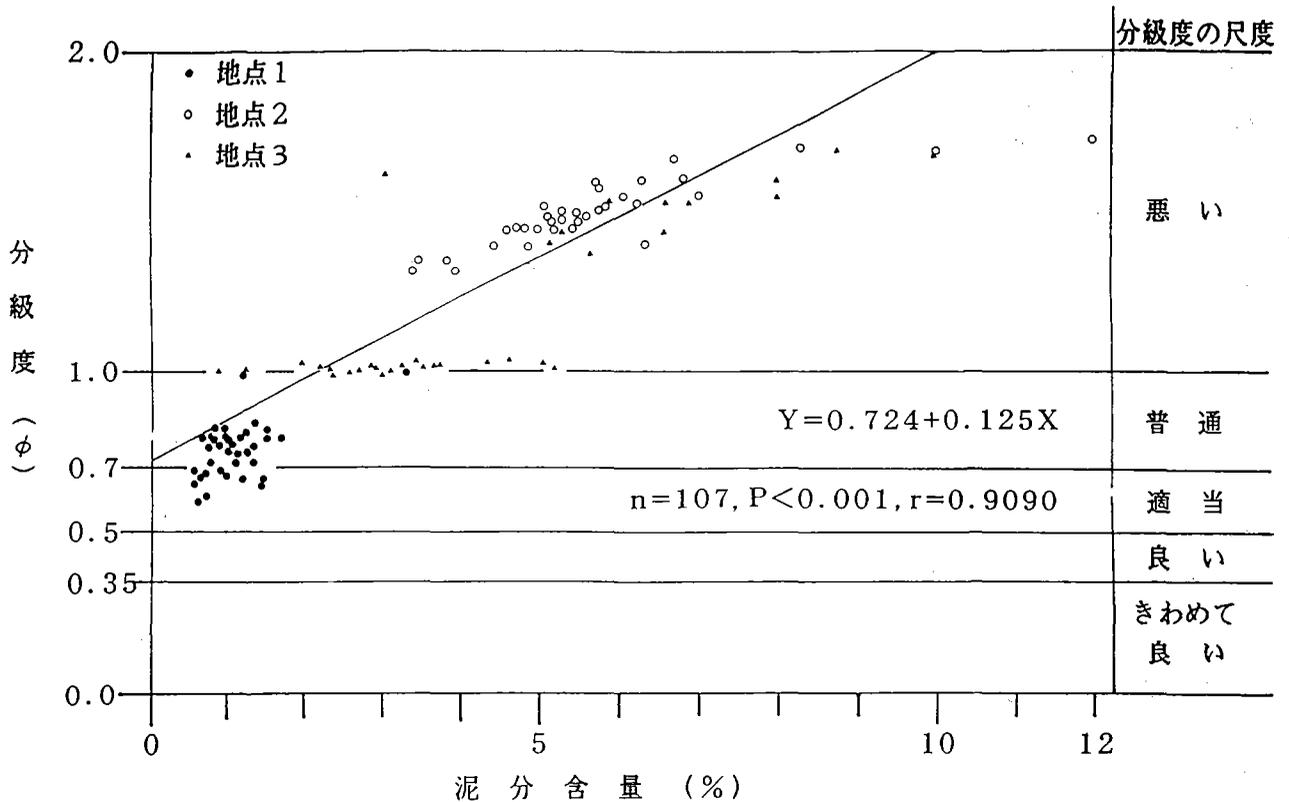


図5 泥分含量と分級度の関係

(2) 餌料環境条件の把握

1) 気象 (気温)

1997年の春先は好天に恵まれていたが5月以降は低温が続き、7月下旬には一時的に高温となったが、その後も8～9月を中心に夏から初秋季に天候不順が続いたためこの間の気温が低く推移した (図6)。日照時間も前年と比較して、7月を除いた5月以降10月上旬まで短い傾向が続いた (図7)。

2) 水温

1997年は低気温の影響で、水温も7月から8月上旬を除いて春季から秋季まで1996年と比較してやや低く推移した (図8)。

3) 塩分

平年の塩分の季節変動は春先の26～28‰から初冬季の29～32‰に向けて漸増傾向を示す。1997年は前年までと比較して変動の差異は小さく、増殖場周辺では27～31‰ (表層から底層までの平均値) で比較的高塩分で推移した。湾奥部でも26～27‰台が多く、春季にみられる25‰未満の極端な低塩分水も認められず、湾口域も含めて全般的に調査した3年間の中では高塩分であった (図9)。

4) 溶存酸素量

1997年は植物プランクトンやアマモ等の海草類の光合成活動も旺盛ではなく、溶存酸素量も春先を除けば高くなく、8月には7mg/l台、9月にはさらに低下して一部の底層では6mg/l未満の著しい低溶存も認められた。そのため溶存酸素飽和度も春先以外は低く、9月には70%台の低飽和状況であった (図10)。

5) 色素量

1997年のクロロフィル-a量は湾奥部では8月に極めて高かったが、それを除けば周年的には前年より若干高い程度であった。また、1995年と比較すると低く推移した。特にアサリ増殖場周辺や湾口部では、春先の一部を除けば3μg/lを超えることは極めて少なく、平均でも3μg/lを超えた1995年を大きく下回り、餌料環境としては前年に引き続き良好ではなかった (図11)。フェオフィチン量も一部水域で10～11月に1μg/l前後と比較的高くなったこともあるが、0.1μg/l未満の低濃度が多く、周年的には極

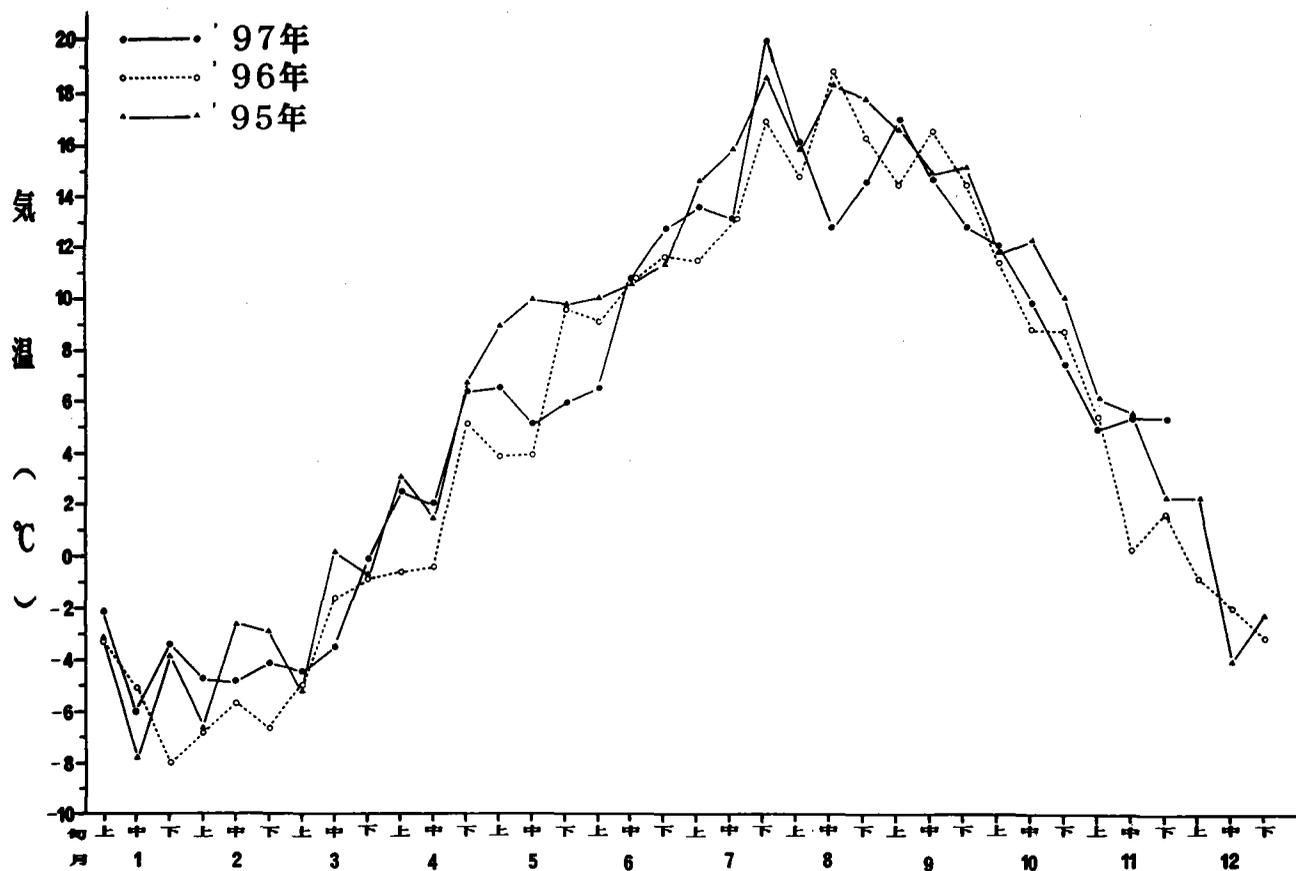


图6 旬平均气温(標津)

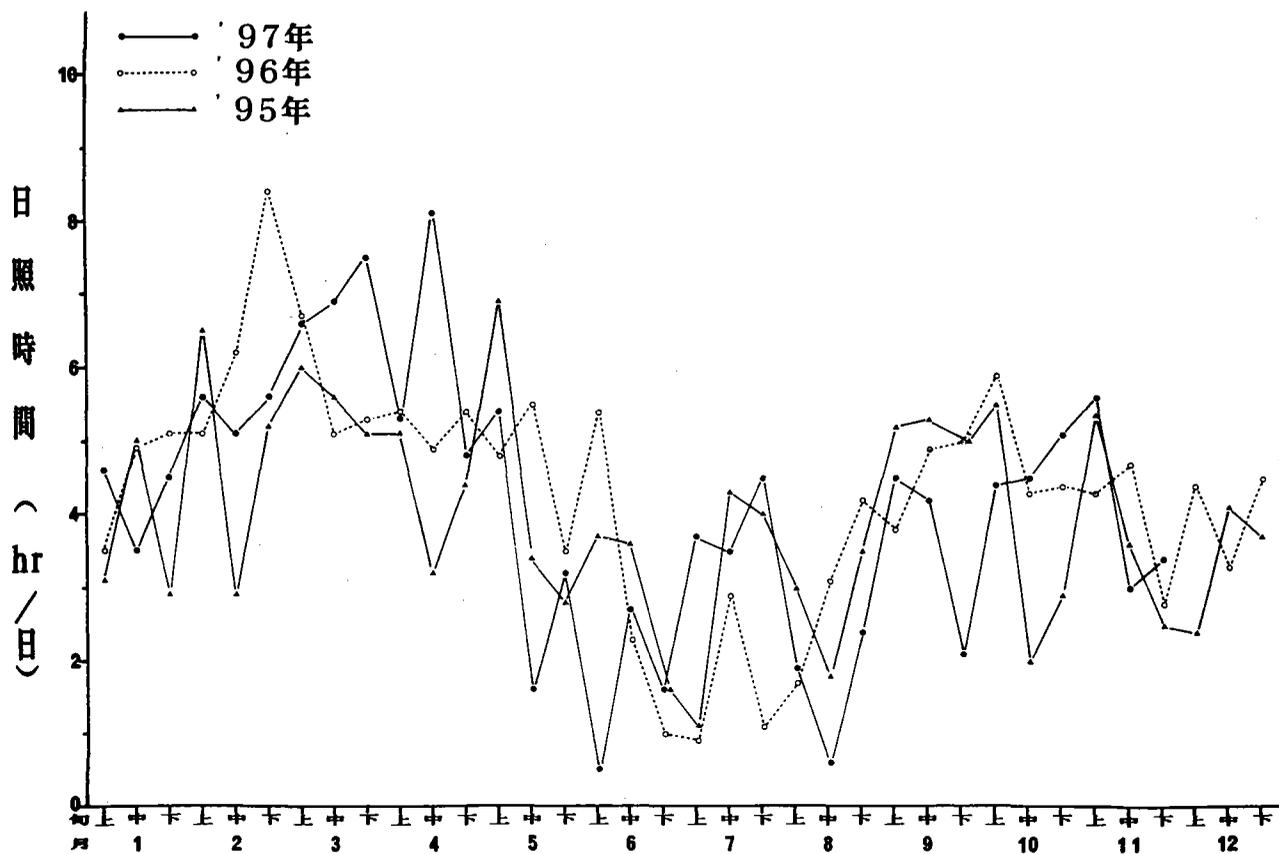


图7 旬平均日照時間(標津)

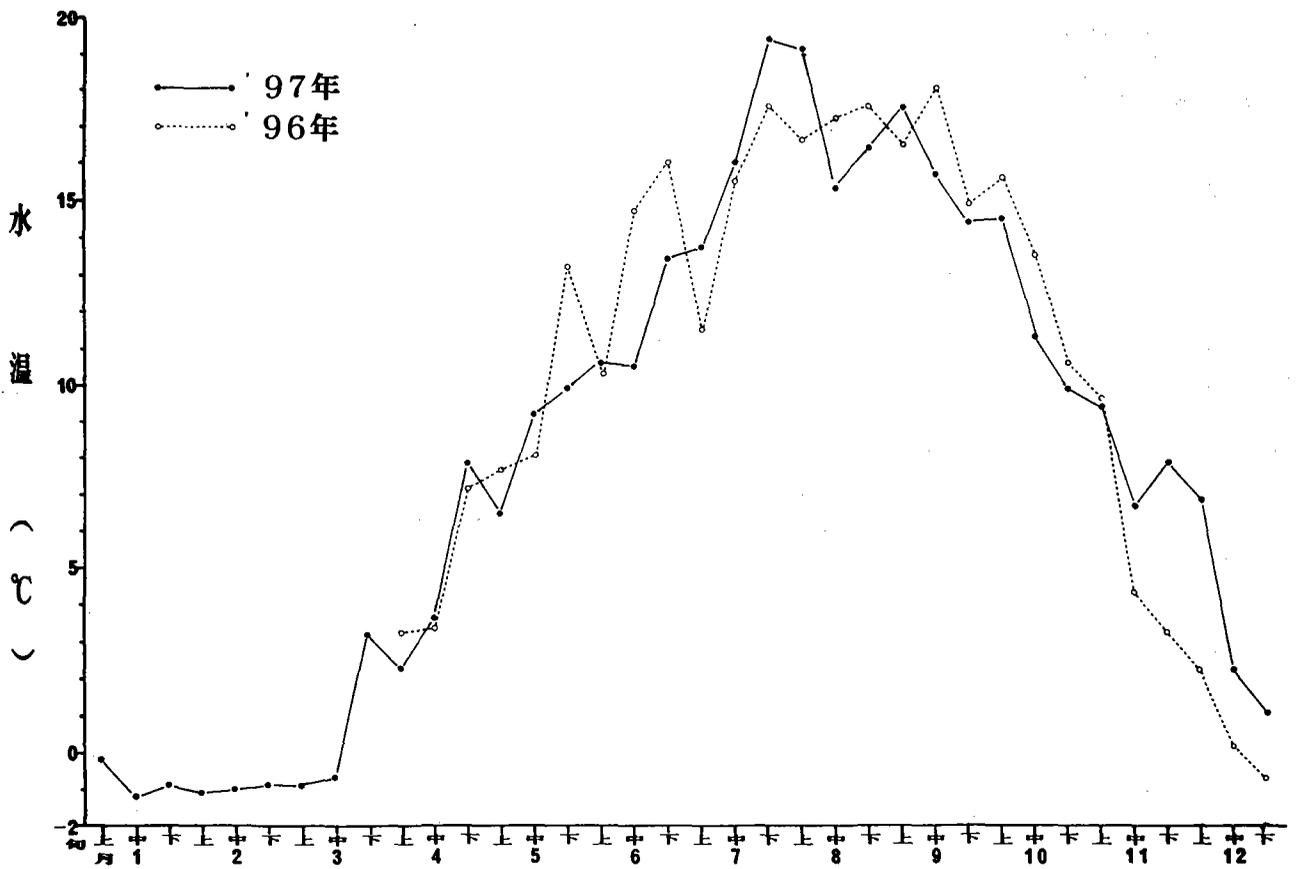


図8 野付湾の旬平均水温(尾岱沼港前水深7mの中層、ウニ種苗センター観測)

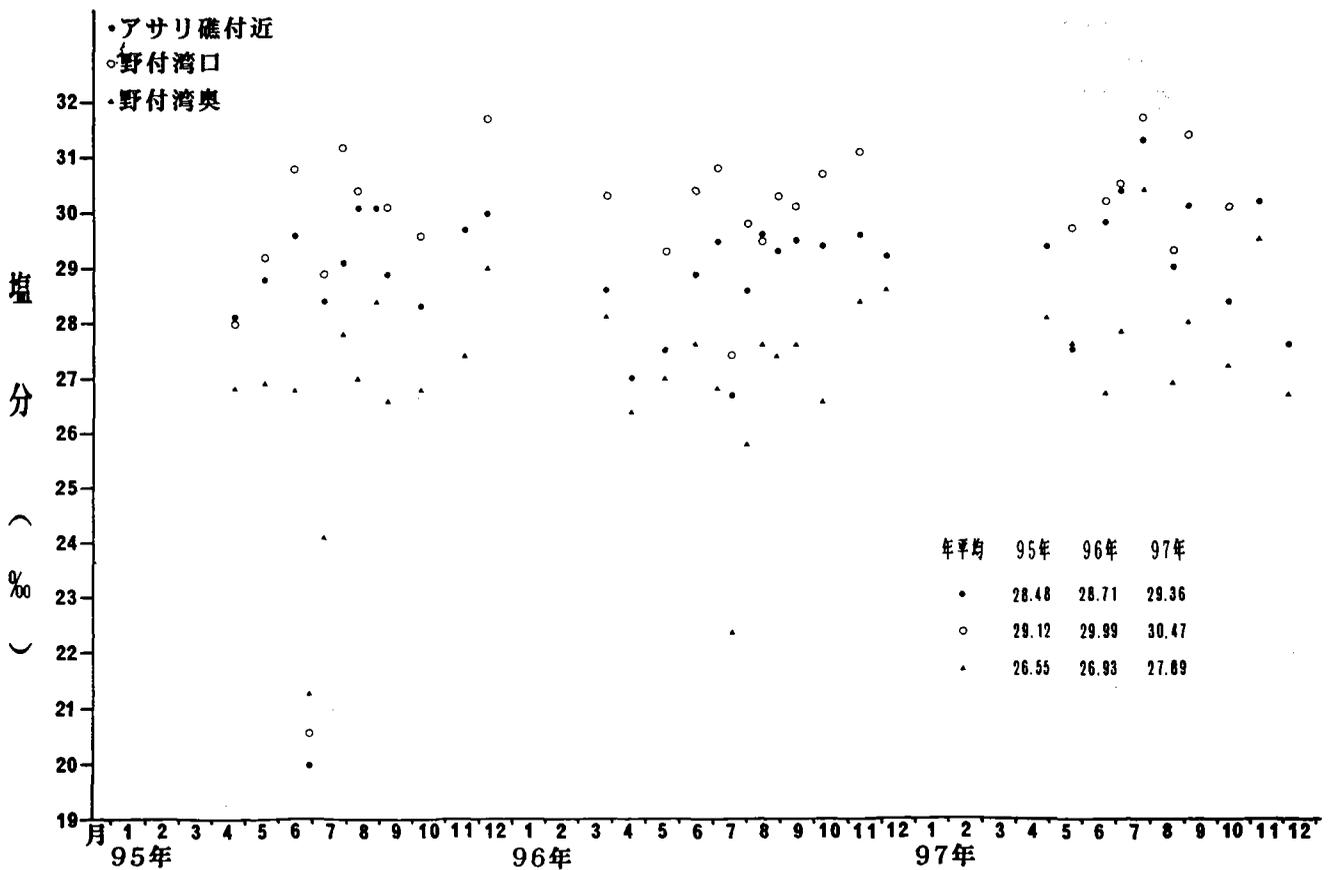


図9 塩分の時季変移(表～底層平均)

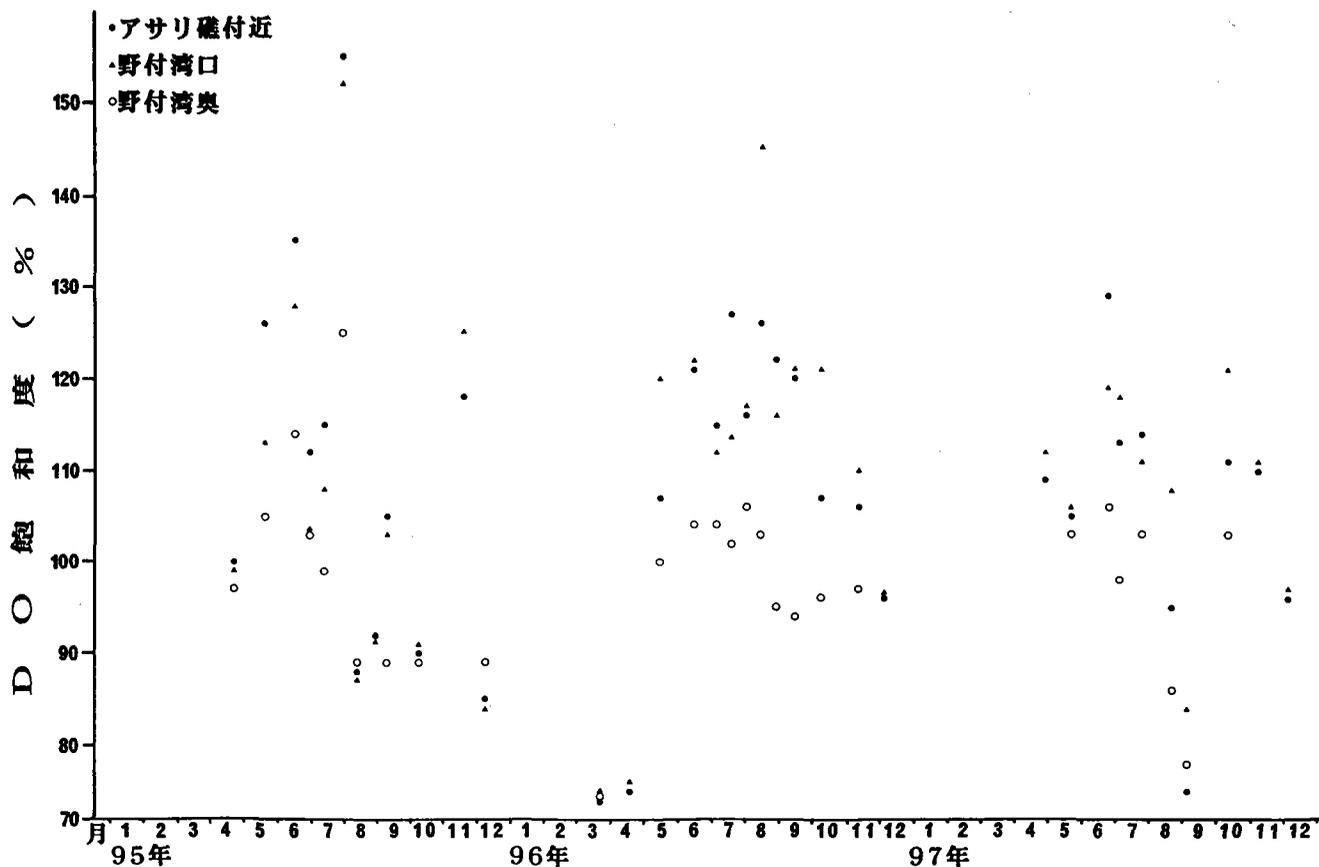


図10 DO飽和度の時季変移(表～底層平均)

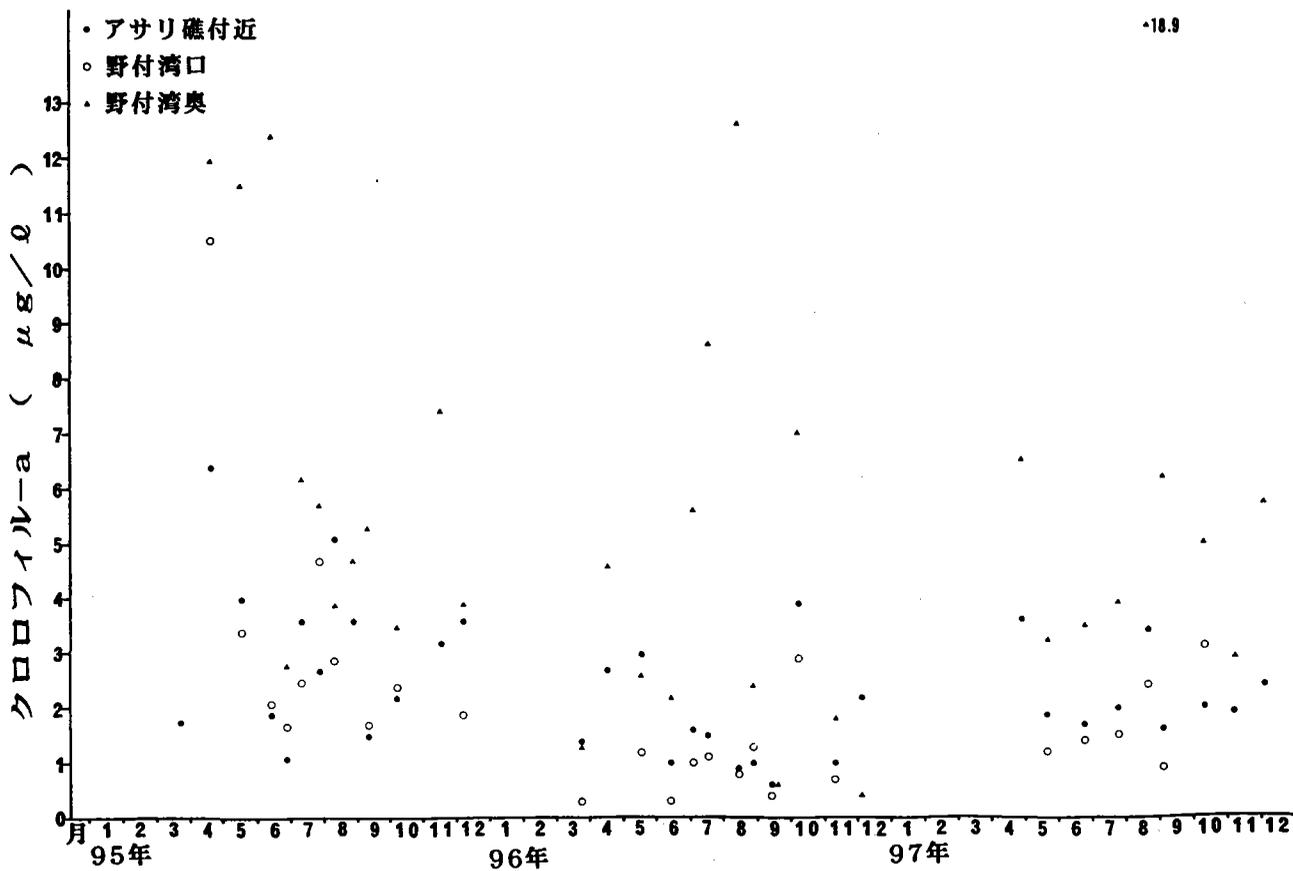


図11 クロロフィルの時季変移(表～底層平均)

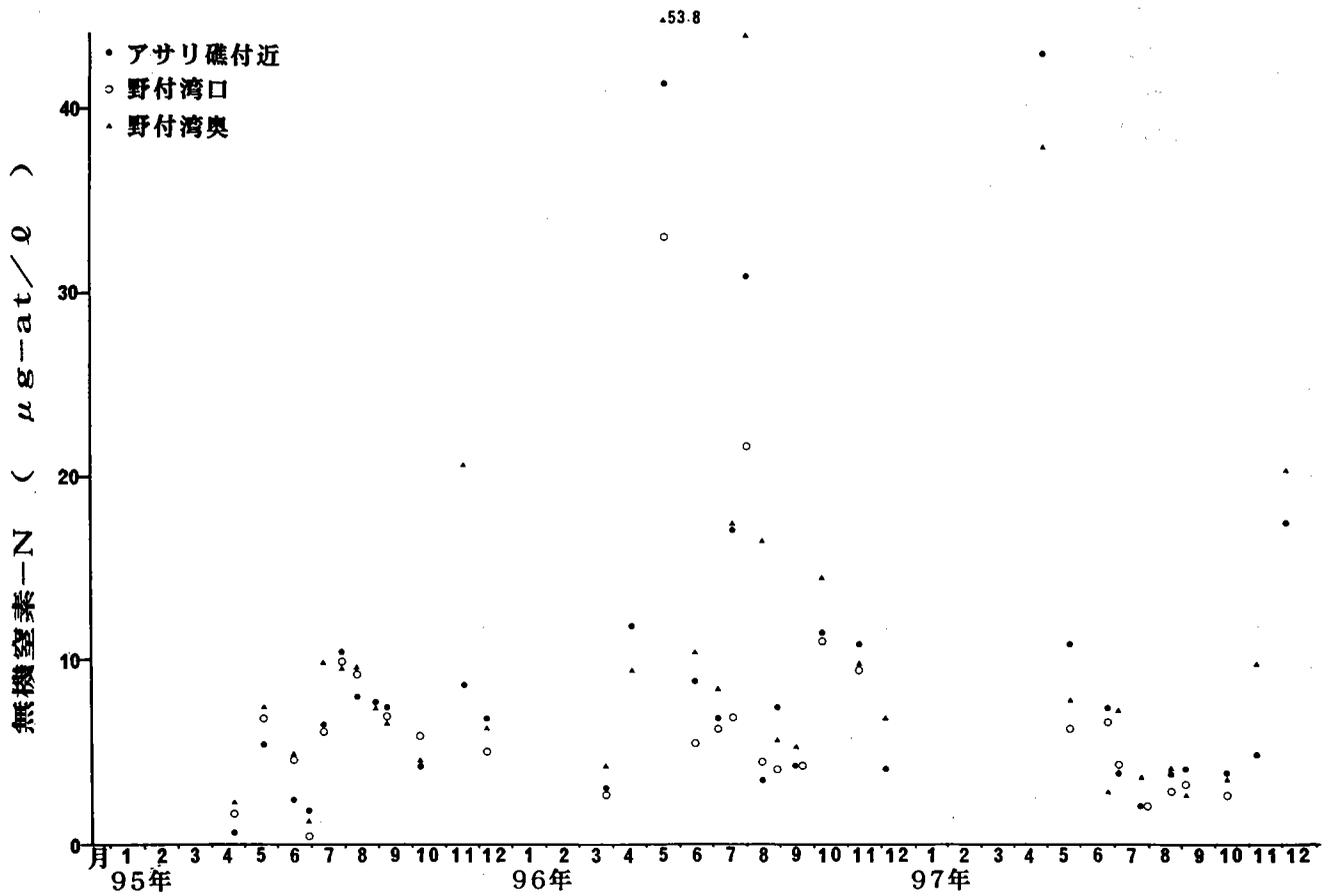


図12 無機窒素の時季変移(表～底層平均)

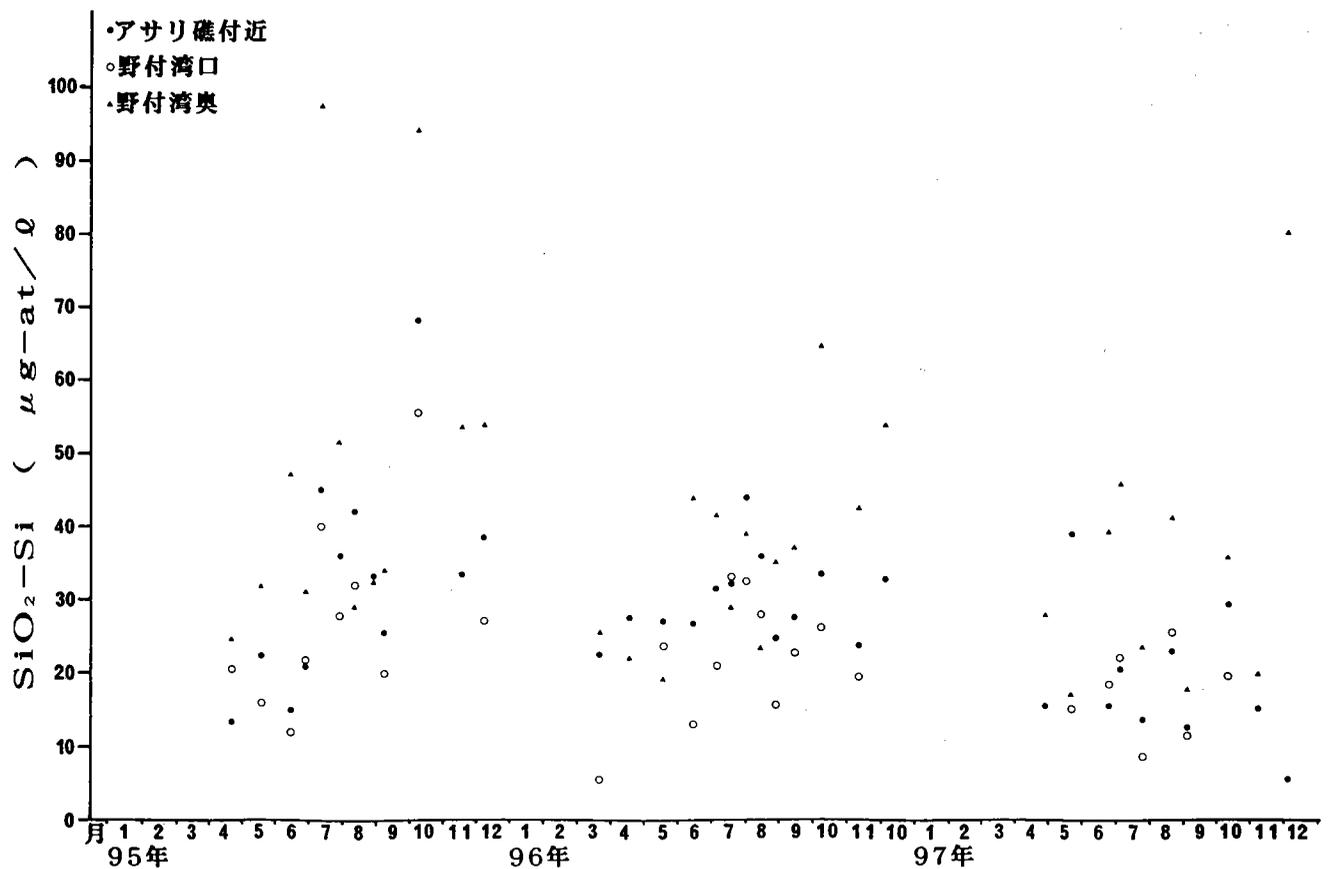


図13 ケイ酸の時季変移(表～底層平均)

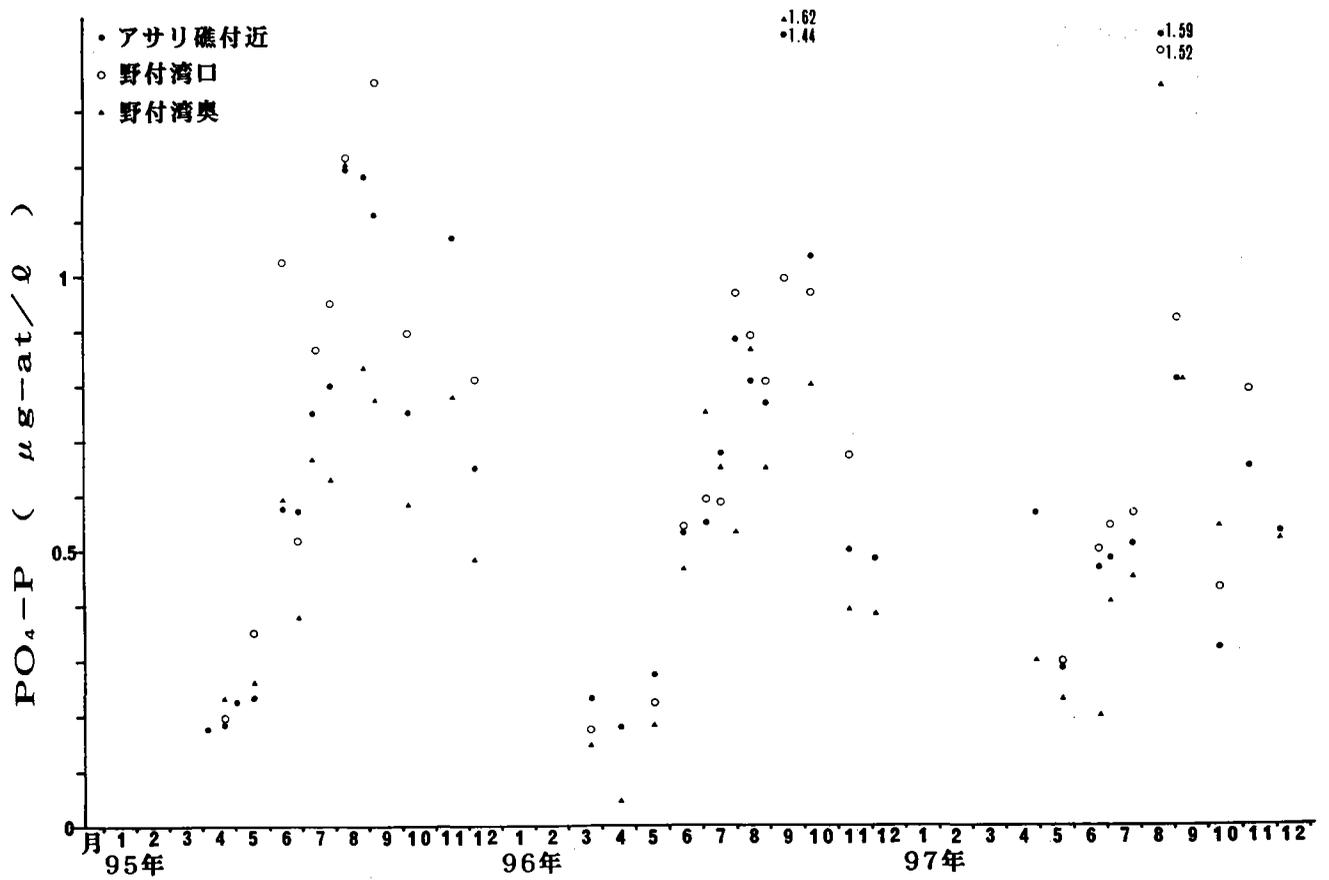


図14 リン酸の時季変移(表～底層平均)

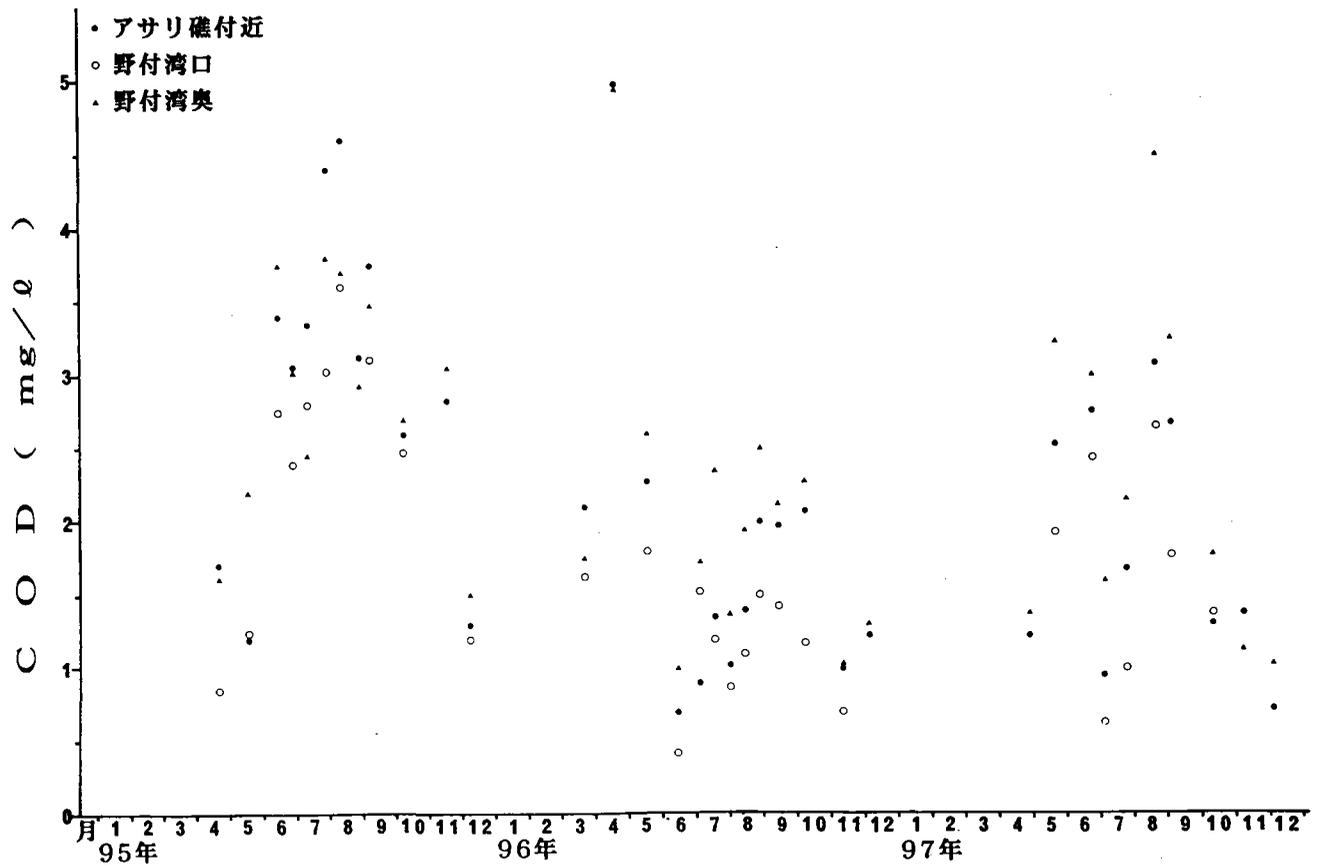


図15 CODの時季変移(表～底層平均)

めて低く推移した。

6) 栄養塩類

当水域の無機窒素の周年の消長は融雪期の春先に多く、夏季にかけて消費にともない減少し、秋季以降に増加するパターンだが、1997年もこの傾向を示した。ただし、1995年と1996年は春から夏季にかけて増加し冬季に向けて減少傾向であった(図12)。

また、ケイ酸もリン酸と同様の消長パターンで、周年 $10\mu\text{g-at}/\ell$ ($\text{SiO}_2\text{-Si}$ として)以上のことが多く、高溶存であるが、1997年は前年までと比較するとやや低かった(図13)。さらに、リン酸は周年の消長パターンは春季に低く、夏～秋季に向けて漸増するが、今年もこの傾向を示した。ただし、夏季に一時的に著しい高濃度になることもあるが、これは高水温時に底泥からの溶出があったものと推察される(図14)。

7) COD

CODは例年 $2\sim 4\text{mg}/\ell$ の値を示すことが多く、全般的にやや有機性の高い水質となっているが、1996年は4月時を除いて $3\text{mg}/\ell$ を超えることはなく、比較的有機性の低い水質であった。1997年は湾奥部を除いては $3\text{mg}/\ell$ を超えることは少なく、全般的に前年と同様に有機性は高くなかった。光合成活動が旺盛でなかったこともその一因と推察された(図15)。

(3) 潮汐変化にともなう餌料環境特性の把握

海上保安庁の平成9年潮汐表から求めた尾岱沼の26日から27日の満潮時刻(潮高cm)は04:44(135)、19:20(116)、05:23(130)、20:09(113)で、干潮時刻(潮高)は12:02(-4)、00:06(85)、12:45(-3)である。

1) 流向と流速の経時変化

流速は $0.9\sim 126.4\text{cm}/\text{s}$ の範囲にあって、落潮時に湾口部方向へまた漲潮時に湾奥部方向への往復の潮汐流が卓越していた。観測が春の大潮時期にあたり、潮汐流は最大で落潮時に $126.4\text{cm}/\text{s}$ 、漲潮時で $67.4\text{cm}/\text{s}$ が観察された。底層でも表層の流速の70~80%の速い流れで、流向も1m層～底層間でほぼ一致していた(図16、図22)。ただし、海面直下の表層の流向は1m層以下の流向と一致しないこともあるが、これは観測船による渦流の影響も考えられた。

2) 水温の経時変化

水温は終日 $8.2\sim 12.2^\circ\text{C}$ の範囲にあった。5月26日は終日曇天で、日中の表面水温の上昇が極めて小さく、また潮汐流が速いため、表層から底層間での水温差が小さく、躍層の形成も認められなかった(図17)。また、水温は落潮時に升温、漲潮時に降温する傾向がみられた(図23)。

なお、5月26日の日照時間は標津町、別海町、根室市がそれぞれ1.4、0.0、0.1時間であった¹⁴⁾。

3) 塩分濃度の経時変化

塩分濃度は $25.0\sim 30.7\text{‰}$ の範囲にあった。塩分濃度も潮汐流が速い時は表層と底層間で濃度差が小さく、躍層も形成されない。流速の弱い満潮時には表層と底層間で2~3‰の差異が生じ、海面から1m層間に

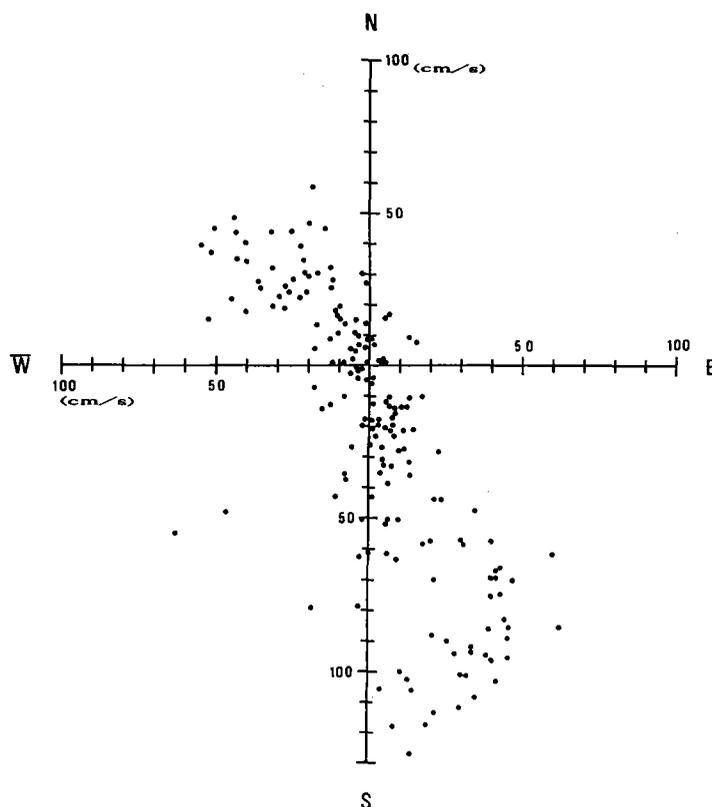


図22 調査地点の流向流速散布図(全層)

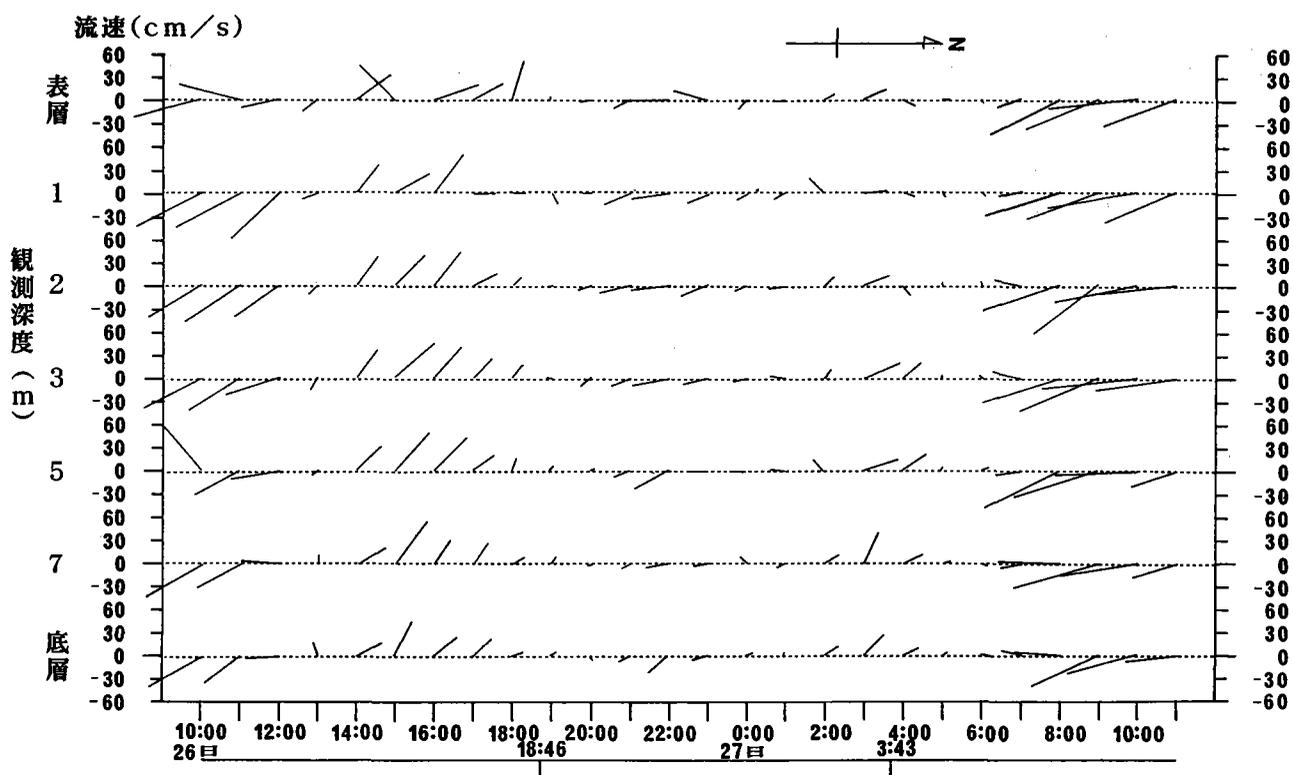


図16 流向と流速の経時変化

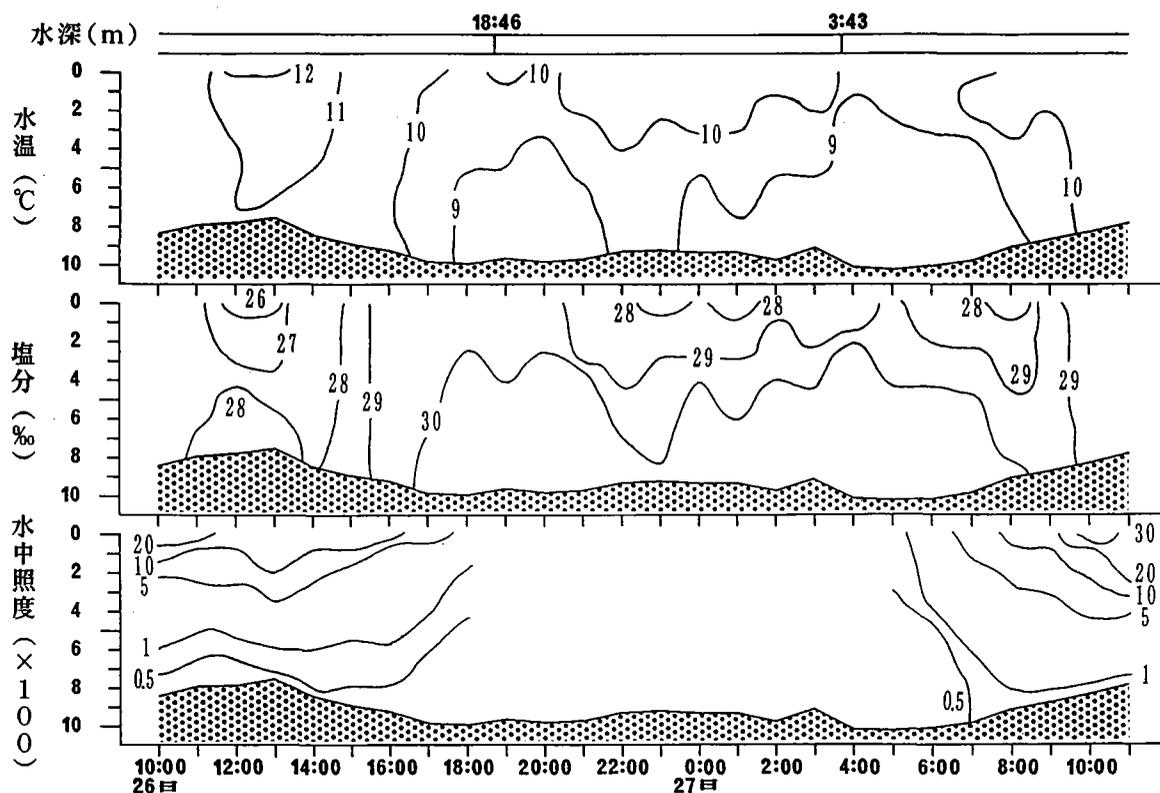


図17 水温, 塩分および水中照度の経時変化

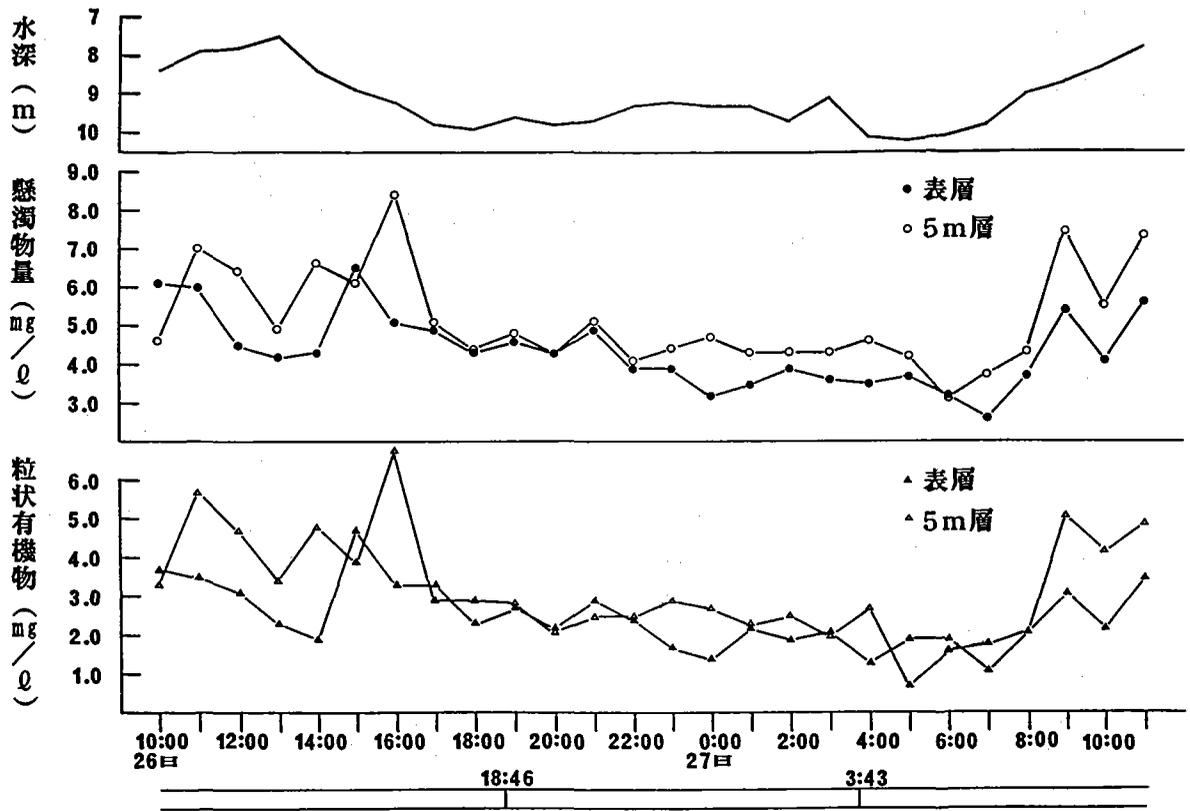


図18 水深、懸濁物量および粒状有機物量の経時変化

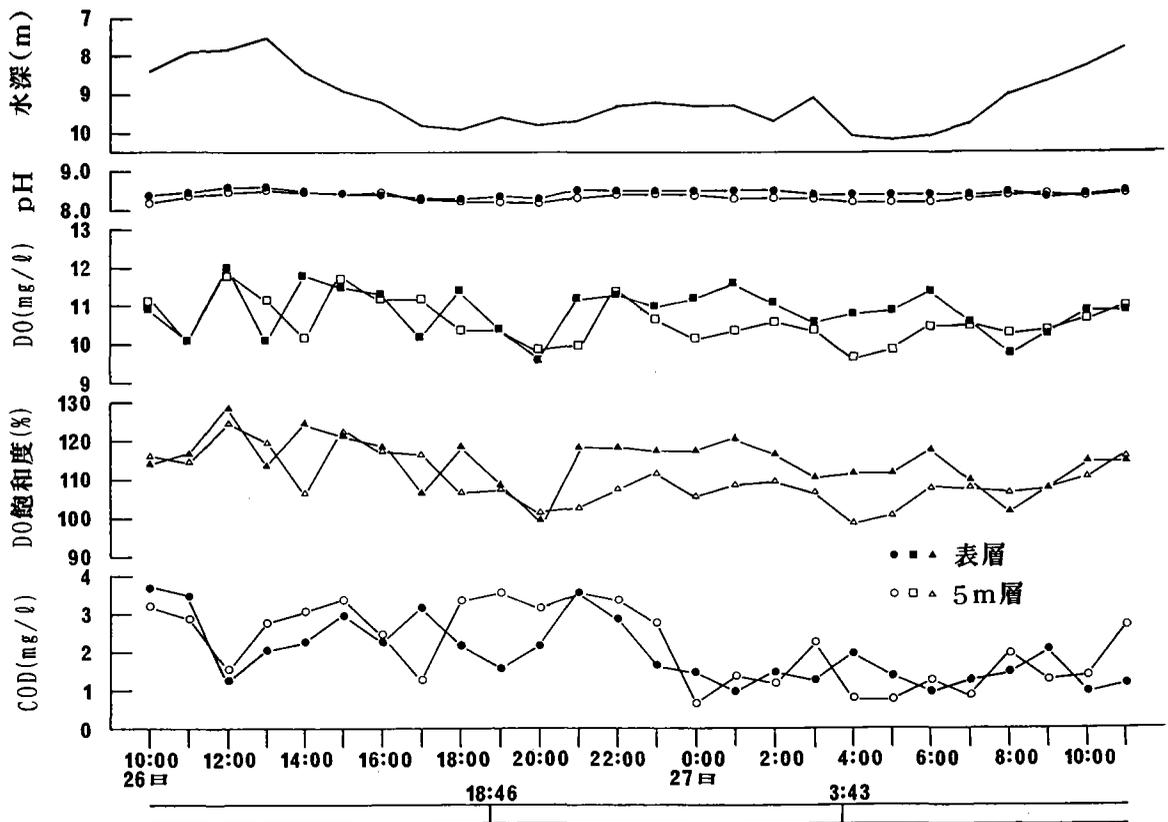


図19 水深、pH、DO、DO飽和度およびCODの経時変化

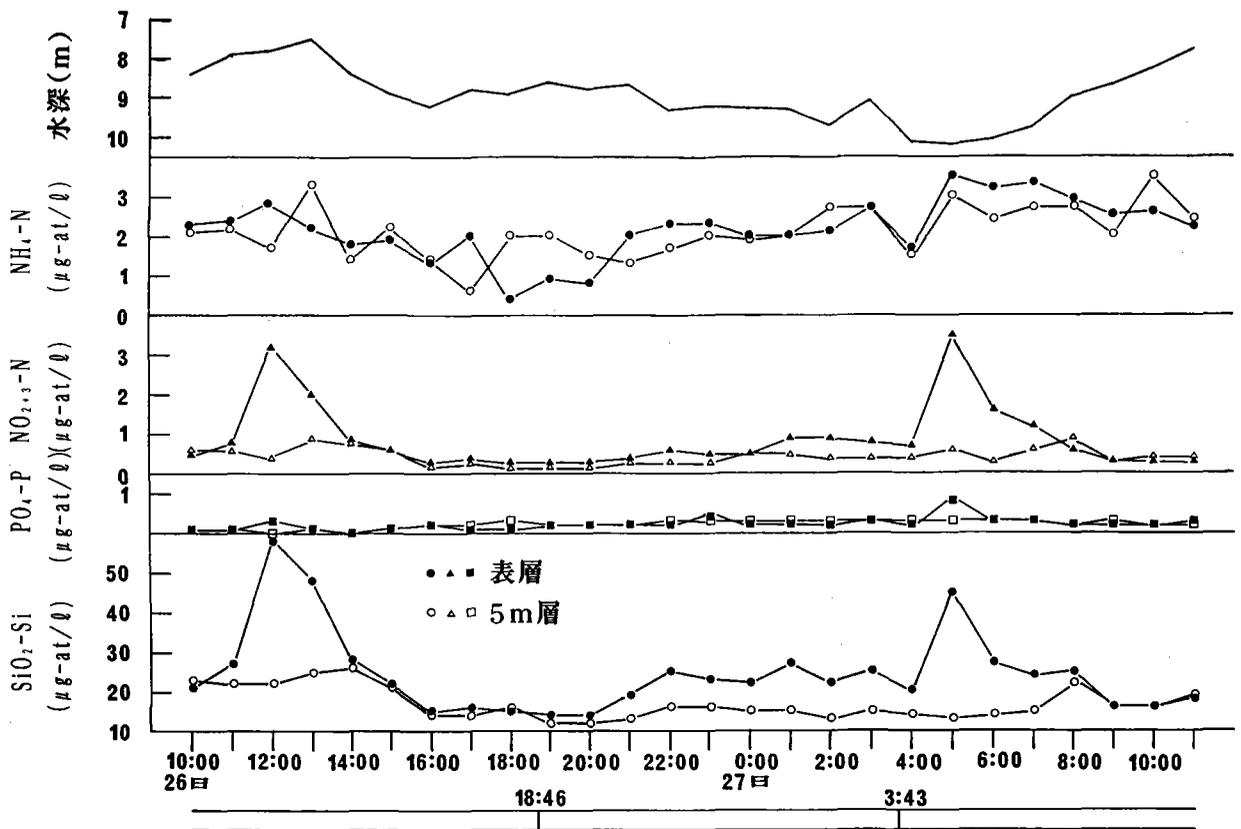


図20 水深および栄養塩類の経時変化

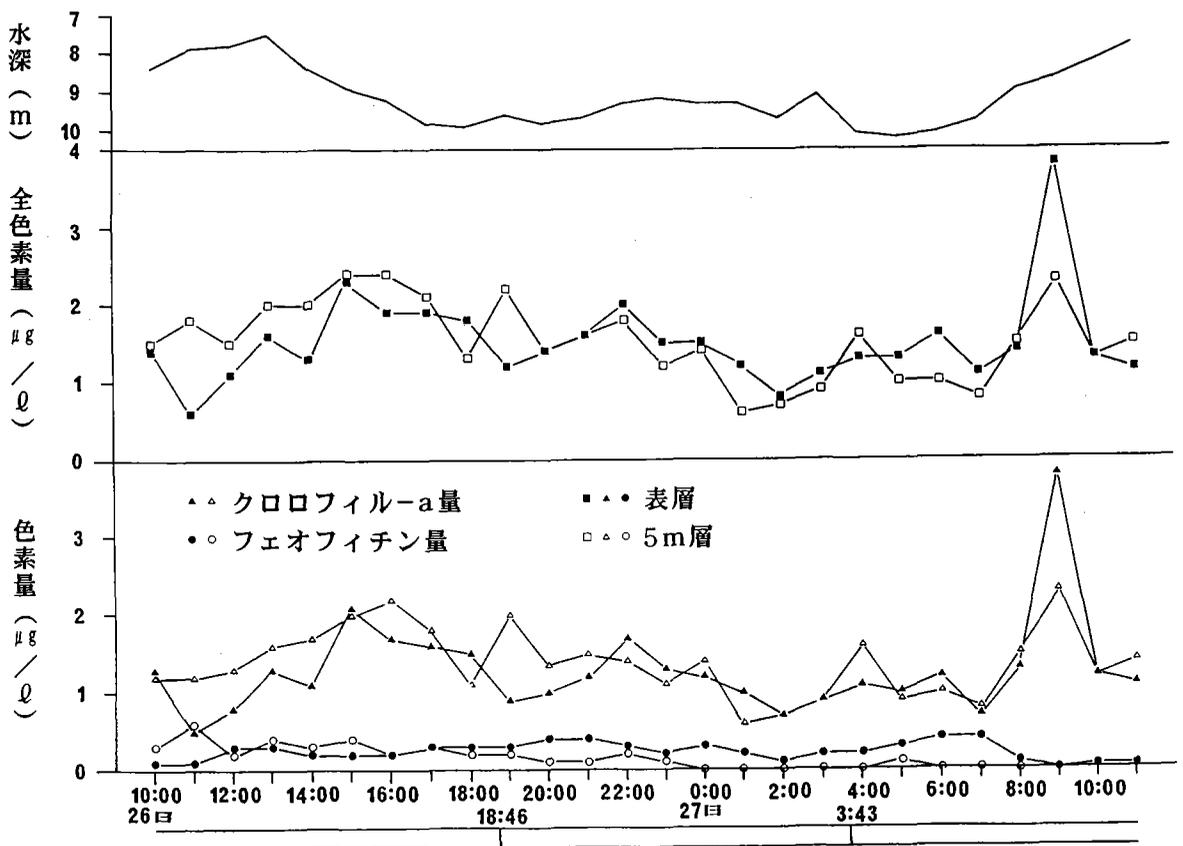


図21 水深、全色素量および色素量の経時変化

1%程度の弱い躍層の形成が認められることもあった(図17)。

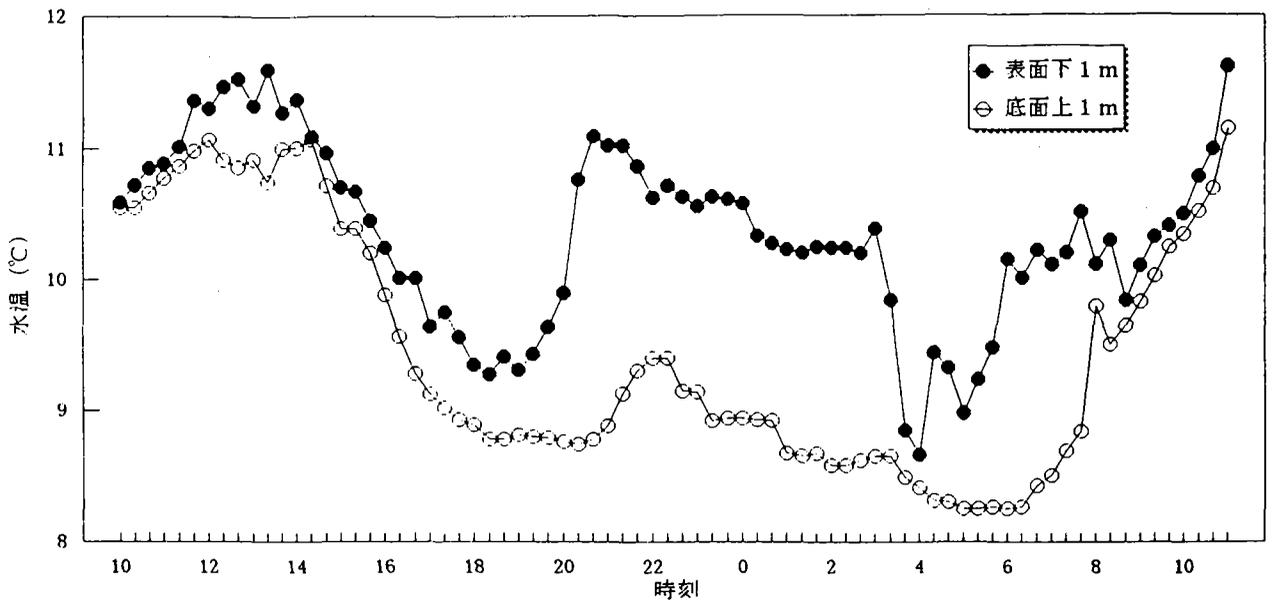


図23 海面下1mおよび底面上1mの水温

4) 懸濁物量と粒状有機物量の経時変化

表層と5m層ともに懸濁物量と粒状有機物量は $10\text{mg}/\ell$ 未満と少ないが、中でも潮汐流の速い時に比較的多くなり、いわゆる”潮だるみ”の満潮時にはやや少なくなった。なお、平均的には表層より5m層でより多い傾向にあった(図18)。

5) 溶存酸素量の経時変化

溶存酸素量は $9.59\sim 12.02\text{mg}/\ell$ の範囲にあつて、終日曇天だったこともあり、溶存酸素量の昼夜変動は小さかった。その中で潮汐流の速いときは表層、5m層ともにほぼ同濃度であったが、潮だるみの夜間には5m層で若干低くなる傾向を示した(図19)。

6) CODの経時変化

CODは $0.70\sim 3.73\text{mg}/\ell$ の範囲にあつた。CODは日中の落、漲潮時から夜間にかけては $2\sim 3\text{mg}/\ell$ 台で、有機性はやや高かったが、深夜以降は落潮時に入るまで $1\text{mg}/\ell$ 台と低かった(図19)。

7) 栄養塩類の経時変化

栄養塩類のなかで表層の硝酸態窒素とケイ酸の変動はほぼ相似であり、日中から夜間に向けて減少し、夜間から翌朝にかけて再び漸増する(図20)。

8) クロロフィル-a量の経時変化

クロロフィル-a量は $0.5\sim 3.8\mu\text{g}/\ell$ の範囲にあつて総じて少なかったが(図21)、そのなかでは日中に比較的多く、深夜にかけてやや減少する傾向を示した(図21)。

(4) 増殖場の棲みやすさとアサリの関係把握

1) 肥満度と稚貝の密度

1995年(地点1は未調査)から1997年までの肥満度と群成熟度の季節変化を図24に、増殖場の1990年以来的の稚貝の密度と1992年以来的の産卵期と産卵期の特徴を表1に示した。

3ヶ年の肥満度の変動(平均値)は地点1、2、3でそれぞれ $6.95\sim 19.83$ (13.94)、 $8.45\sim 18.68$ (13.91)、 $4.96\sim 19.66$ (14.22)で、地点間に有意な差がみられる年もあつたが、総じて大きな差異は

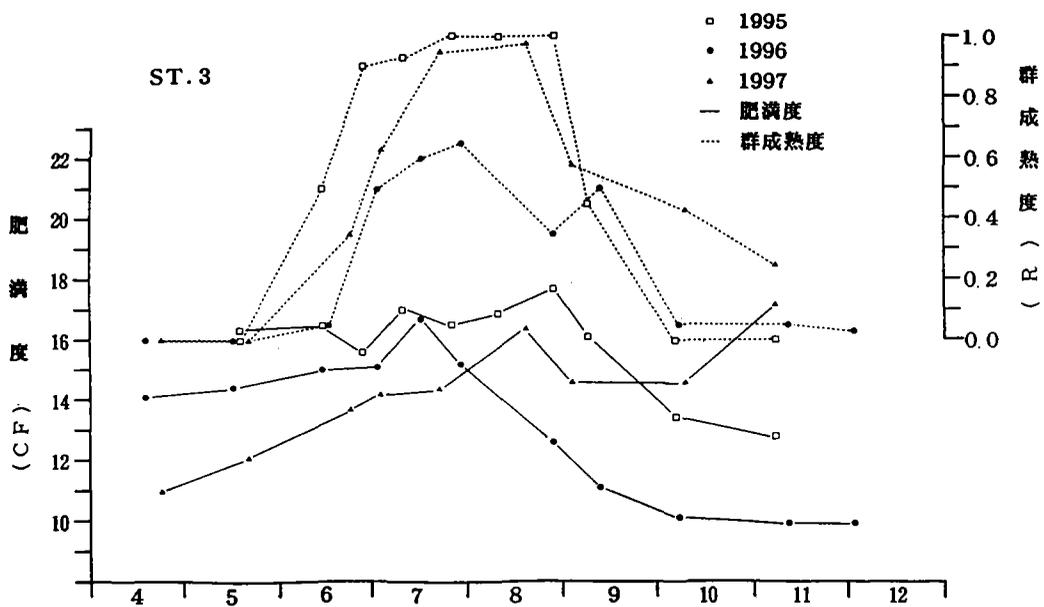
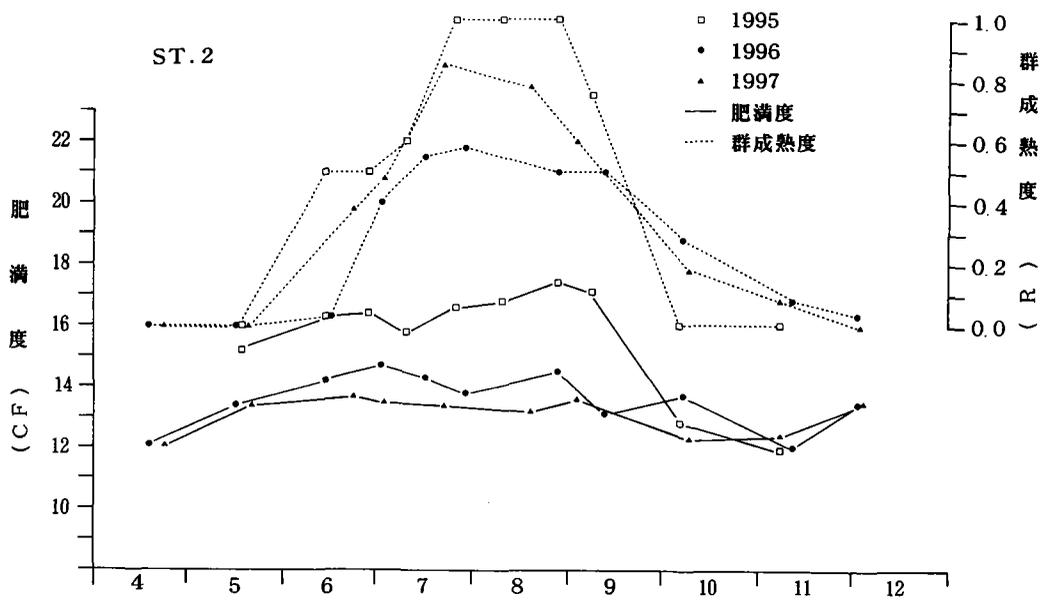
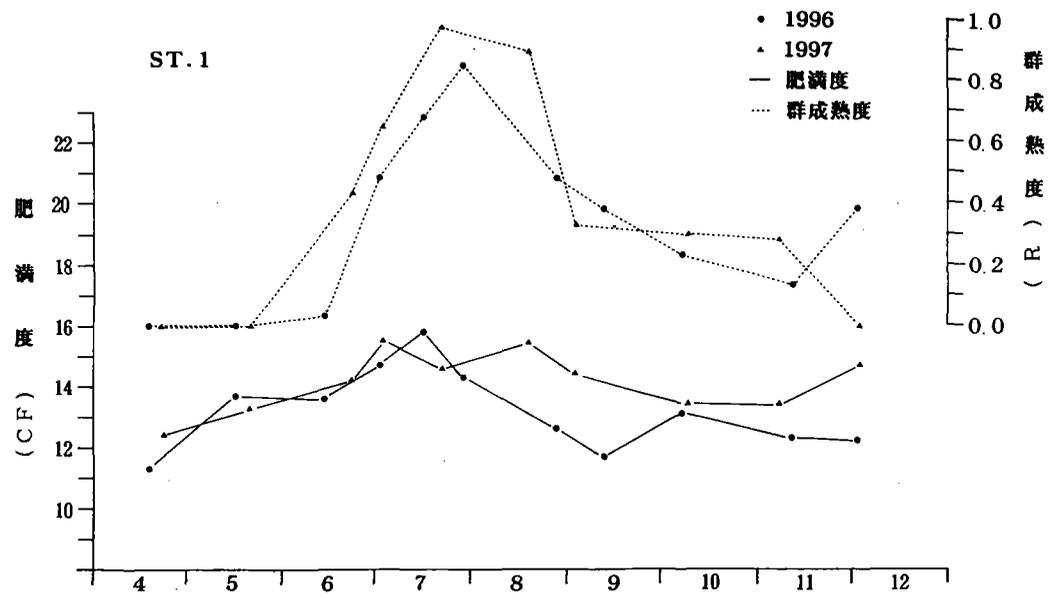


図24 肥満度と群成熟度の推移

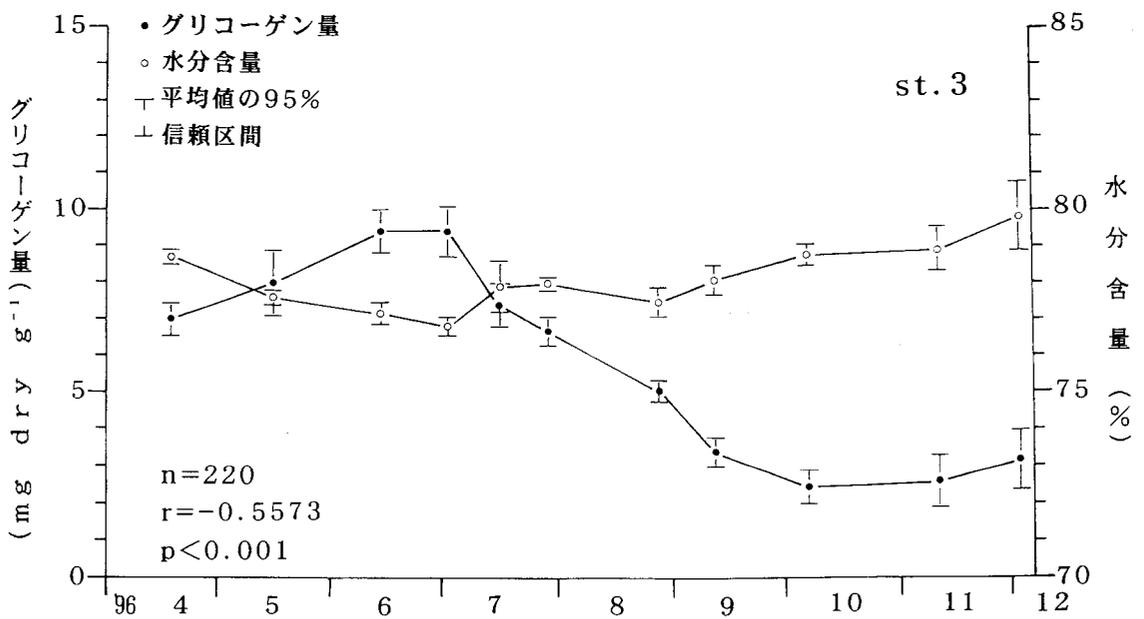
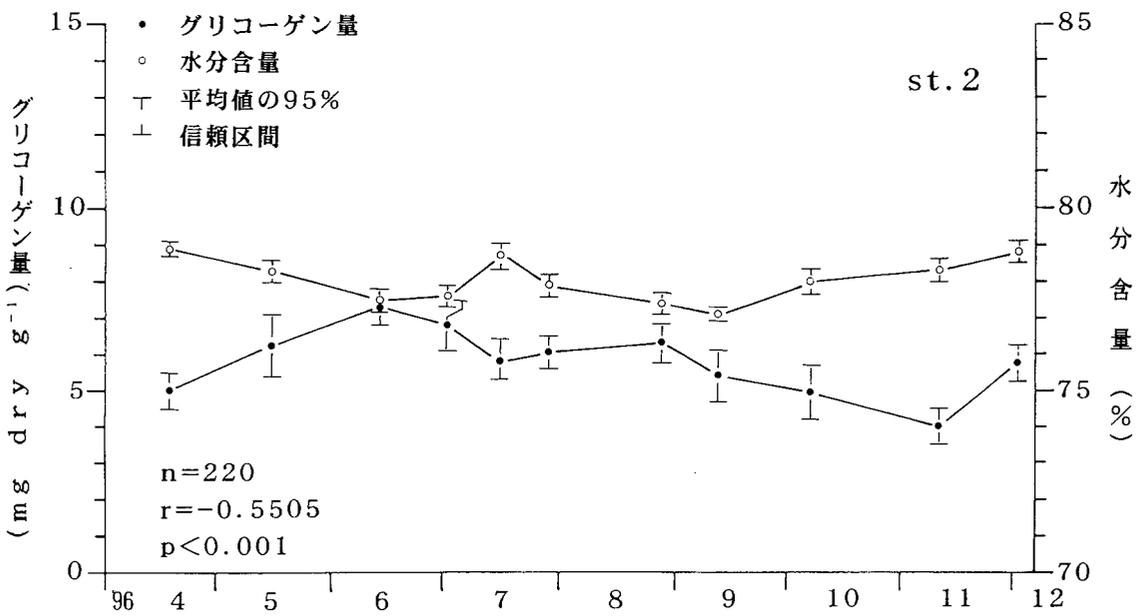
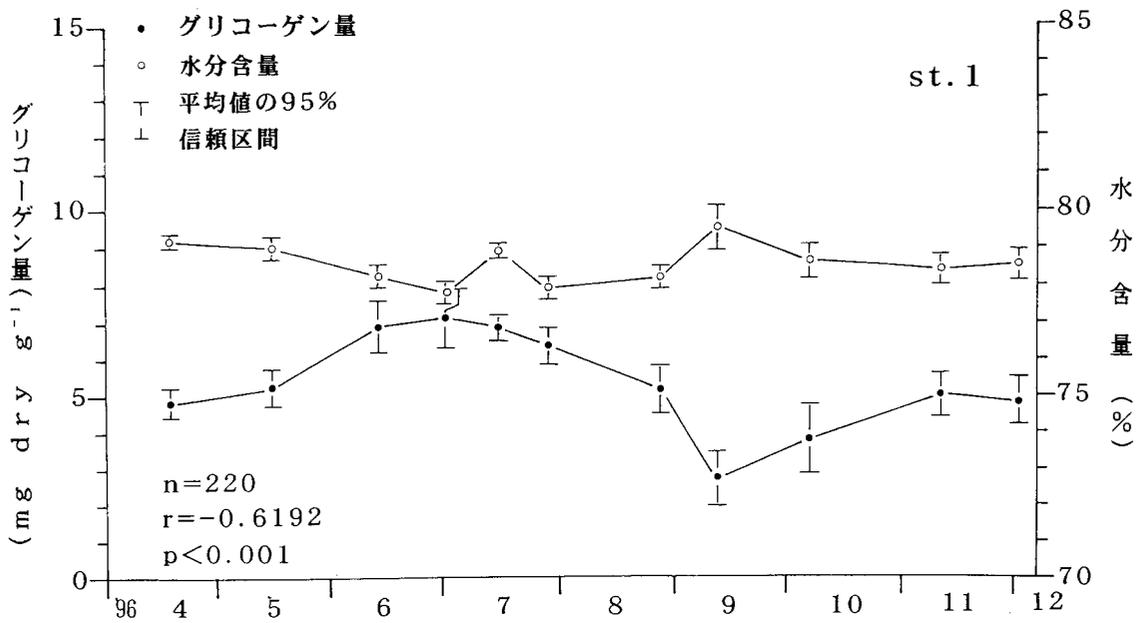


図25 アサリの足部のグリコーゲン量と水分の季節変化

なかった。

1989年以降の稚貝密度の変動は第1工区と第2工区でそれぞれ0～191,005、0～23,585個数/m²の範囲であった。また、稚貝の発生は稚貝密度の変動やこの間の平均分布密度の推移からも第1工区が第2工区より良かった。さらに、両区とも稚貝の大量発生を平均分布密度1,000個数/m²以上とすると大量発生は数年に一度であった。一方、産卵期の長短やだらだら産卵との関係を稚貝の発生からみると、必ずしも1994年と1996年を発生年とする1995年と1997年の稚貝密度が低くなかった。

表1 野付湾アサリ増殖場の稚貝の密度および産卵期間とその特徴の推移

工区	調査年月日	発生年	産卵期間とその特徴	平均密度 個数/m ²	密度：個数/m ²		殻長：mm 平均値± 標準偏差
					最少	最多	
第1	1989.07.19	1988	未調査	18.3	0	64	8.7±1.9
第2	未調査		未調査				
第1	1990.07.11	1989	未調査	3,982.0	16	14,456	7.2±2.3
第2	1990.07.10		未調査				
第1	1991.07.08	1990	未調査	286.8	0	1,824	7.1±3.9
第2	1991.07.09		未調査				
第1	1992.07.02	1991	未調査			0	
第2	1992.07.03		7中～9上				
第1	1993.07.11	1992	未調査	1,487.7	0	15,616	4.9±1.5
第2	1993.07.12		7中～8下				
第1	1994.07.11	1993	未調査	743	0	9,184	6.0±1.4
第2	1994.07.12		7下～9中：産卵期間長くやだらだら 産卵ぎみ*1				
第1	1995.07.10	1994	未調査	842	0	14,560	5.0±1.3
第2	1995.07.10		7下～8下				
第1	1996.07.15	1995	7下～9中：だらだら産卵 *2	20,602	0	191,005	3.8±1.4
第2	1996.07.15		7下～9下：だらだら産卵				
第1	1997.07.22	1996	7下～9上：だらだら産卵 *3	3,662	437	16,861	4.8±1.4
第2	1997.07.22		7下～9下：だらだら産卵				

注：稚貝は殻長20mm未満とした。増殖場は盛土、土留堤、沈下防止シート、吸い出し防止シートを用いて造成した。増殖場の完成年は第1工区が1987年、第2工区が1988年である。増殖場の面積は第1工区が5ha、第2工区が7haであった。*1：夏季の高水温で前年までと比べ産卵期間長かった。*2：春から夏季の天候不順で、平年より1～3℃低かった。*3：夏季の天候不順で、平年より1～3℃低かった。肥満度は鳥羽ら¹¹⁾により求め、産卵期は肥満度と安田ら¹²⁾の群成熟度の推移から推定した。

2) 足部筋肉中のグリコーゲン量と肥満度の関係

1996年の足部のグリコーゲン量と水分の季節変化を図25に示した。グリコーゲン量の変動の範囲(平均値)は地点1、2、3でそれぞれ0.57～9.60(5.35)、0.88～10.20(5.79)、0.40～13.27(5.89)mg/dry gで、平均値は地点3、2、1の順に多く、地点1は地点2と3に有意な差が認められ、地点2と3との間には有意な差が認められなかった。グリコーゲン量は産卵期の7月下旬から9月中旬に減少していた。また、足部の水分の変動の範囲(平均値)は地点1、2、3でそれぞれ76.58～82.15(78.57)、76.31～80.70(77.98)、71.61～84.26(78.12)%で、平均値は地点1、3、2の順に多く、地点1は地点2と3と有意な差が認められたが、地点2と3ではグリコーゲン量同様に有意な差は認められなかった。なお、足部の水分との相関関係をみると各地点とも強い負の相関が認められた(図25)。

全地点を一緒にしての肥満度と足部筋肉中のグリコーゲン量の季節変化の関係をみると強い正の相関関係($r=0.85$ 、 $n=33$ 、 $\Pr[|r|>0.55]=0.001$)を示した。

考 察

アサリの棲みやすい増殖場の条件を明らかにする際に、「棲みやすさ」とは解りやすく「適地」とし、適地をアサリの成育に適した水域とすると理解しやすい。アサリの成育に適した水域は広い分布域⁴⁾を持ち、その分布する水域を主たる生息水深帯でみると潮間帯から10mの浅海砂泥底となりより具体的となる。さらに、アサリの成育に最も適した最適水域とするとアサリの棲みやすさはさらに的確になる。北海道のアサリの主要な漁場は、道東の厚岸湖、厚岸湾、藻散布沼、火散布沼、温根沼、風蓮湖、野付湾などの河川水が流入する内湾の干潟が発達したところで、北海道の漁獲量の99%を占めている。したがって、干潟がアサリにとって最適水域といえる。このような干潟を無機的环境条件の水温や気温からみると干潟は、冬季には結氷し、干潟の海水は-2℃近くまで低下し、干潟の上が結氷しない場合には時には干潟の表層はさらに-10℃の気温近くまで低下し、生存限界¹⁵⁾を超えるまでに下降することが容易に推測され、逆に、夏季の干出時には気温は25℃以上に達し生存限界まで上昇する可能性を干潟は持っているといえる。このようにアサリの最適水域である干潟は生理的に最適水域とはいえず、むしろ干出しない滞筋やホッキガイなどが生息する水域の方が棲みやすい水域つまり最適水域であるように思える。しかし、干潟がアサリにとって生息するには生理的に好適な水域でなくても、種間競争、餌料の確保、繁殖生態などから生態的に最適水域となって、生理的最適水域と生態的最適水域にずれがあるのだろう。

1996年と1997年に地点2で泥分含量が多かったのは、ここでは1997年の5月から7月にアオノリの一種やアマモの繁茂がみられ、しかも第2工区のこの周辺では2年間アサリを漁獲していなく未耕耘のままで、さらに地点2が増殖場の中でも比較的流れの弱い場所なので1995年から1996年の冬季に堆積した泥分が増殖場から流失しなかったためと推測される。また、土の淘汰係数とアサリの生息量との関係から粒度の指標である淘汰係数はアサリの生息の適否を判断する底質環境の指標となり得ると報告¹⁶⁾されている。構成粒子の分級度または淘汰度（淘汰係数）は粒子の均一性あるいは分級性の程度を示す値であって、その計算式の精度⁹⁾は INMANの淘汰度（淘汰係数）が54%、FOLK & WORDの分級度が79%と算定されているので、後者の使用が望ましいが、いずれにしても分級度はアサリの生息の適否いわゆる棲みやすさの指標になり得ると推測される。また、野付湾の隣に位置する風蓮湖のハルタモシリのアサリ増殖場では、稚貝の確保という面からみて漁場管理の底質の指標値として泥分含量12.6%以下、粒径中央値 2.33φ以下が指摘されている¹⁷⁾。泥分が主成分となる底質はアサリの生息に好ましいものでないので、アサリの棲みやすさを検討する上で泥分含量は分級度とともに有益な指標となると考えられ、指標値の示す背景となった増殖場周辺海域の流れや耕耘などをともなう漁場環境改善などの面からもさらに知見を集積する必要がある。

アサリの当該増殖場の漁場整備や漁場管理を行ううえで、増殖場にどの程度の餌料量があればアサリの成長や生息に好適な水域であるかの知見は極めて重要であるが、さらに、増殖場の資源管理や漁業管理が、密度調整を主とした移殖によることが多く、対象とする増殖場の餌料環境条件を把握した密度調整が肝要である。アサリ漁場ではクロロフィル-a量は3 μg/l以上が望ましいとされている^{4, 18)}。1995年ではこの3ヶ年でこの値を超えていたが、1996年と1997年にはアサリ増殖場と湾口部では春先の一部を除けばこの値を超えることはなく、1995年を大きく下回り、餌料環境として良好でなかった。この3ヶ年の餌料環境条件についてみると水温、塩分、色素量、栄養塩類など餌料環境に関わる条件の特性は気象により強く左右されていたといえる。アサリが必要とする餌料量は水温、流れ、生息密度などの違いにより異なるものと推察される。野付湾では増殖場完成後、自然添加した群の第1工区と第2工区両漁場での殻長組成の推移から漁獲対象資源の殻長4 cm以上に自然添加群の主群が達するのは増殖場第1工区の方が第2工区よりほぼ1年早く⁹⁾、この背景として両漁場の流況条件や餌料条件等の差が推測されていた。

調査結果で前述したように毎月1回の干潮時の餌料環境調査から湾奥部、アサリ増殖場周辺、湾口部のクロロフィル量などの季節的な変化や年変動の把握はなされたが、アサリの餌料環境を把握するには潮汐

にともなう懸濁物量、粒状有機物量、植物由来色素量、流向流速などを季節的に把握することも必要¹⁹⁾、²⁰⁾で、増殖場周辺の潮汐変化にともなう餌料環境特性の把握を目的として1997年に調査を実施した。調査結果は前述したが懸濁物量や粒状有機物量が10mg/l未満と少なく、調査時の日照時間が極めて少なく、クロロフィル量など光合成に関わる指標物質は潮汐変化にともなう顕著な傾向はみられなかった。また、5月の1回のみ調査のため潮汐変化にともなう餌料環境特性の季節変化を明らかにできなかった。増殖場周辺の餌料環境特性の把握は十分でなく今後の課題の一つとして残った。

1992年以來の野付湾の産卵期とその特徴を肥満度と群成熟度からみると1992年が7月中旬から9月上旬で普通の産卵年、1993年が7月中旬から8月下旬でこの年も産卵期間は前年より若干短い普通の産卵年、1994年が7月中旬から9月中旬でこの年は夏季の猛暑による高水温のため前年、前々年より長かった。また、1995年は7月下旬から9月上旬で普通の産卵年であったが、1996年が春から夏季の天候不順、1997年が夏季の天候不順でそれぞれ平年より水温が1から3℃低くただら産卵の年であり、産卵期が1996年と1997年ともに7月下旬から9月下旬であった(表1)。

産卵期の長短やただら産卵との関係を稚貝の発生からみると、必ずしも1994年と1996年を発生年とする稚貝の密度が低くなく、産卵の遅れやただら産卵と稚貝の発生には明瞭な関係がみられなかった(表1)。アサリの浮遊幼生の生残に及ぼす水温、塩分および干出の影響について、室内実験よりアサリ初期幼生の好適な水温と塩分はそれぞれ25℃以下、16‰以上であり、アサリ幼生は3時間程度までは干出に対する耐性があることが確認されている²¹⁾。北海道でのアサリの増殖場や天然漁場がある干潟域におけるアサリ浮遊幼生の動態に関する知見は極めて少ないが、好適な水温と塩分は今回調査した野付湾を含め北海道のアサリの主漁場となっている干潟域でもこの範囲以内にある。しかし、日本における造成された増殖場の造成地盤高と平均潮位の例から一般に夏季の大潮時干出時間が4時間以内、最近は北海道を除き、3時間以内となっている⁴⁾が、表1に示すように数年に1回ではあるが稚貝の発生も認められることから野付湾の増殖場では干出時間約4時間は浮遊幼生の増殖場への着底に大きな障害になっていないようである。一方、北海道での浮遊幼生の漁場における動態は浮遊幼生の同定が熟練を要する形態学的手法によっていたため少ない。近年浮遊幼生の同定技術として蛍光抗体法、酵素抗体法およびPCR法が紹介されている²²⁾、これらの同定技術でアサリ増殖場への浮遊幼生の供給漁場等が明らかにできれば、母貝集団の保護と当該海域での母貝集団の適正な配置を検討する知見が得られる。また、当該海域の浮遊幼生の動態や着底稚貝、稚貝および初期成貝の出現状況並びに環境条件等から増殖場造成域の選定や施設構造などを検討するための知見も得られる。

全地点を一緒にしての肥満度と足部筋肉中のグリコーゲン量の季節変化の関係をみると強い正の相関関係を示した。貝類のグリコーゲン量は季節変動すること、変動について餌料の量や酵素活性が関係していること、中でもグリコーゲン量の変化特に減少は、多くは生殖周期と関連していること^{23, 24)}、さらに、ある一定量のグリコーゲン量が確保されない時には生殖腺が発達しないことが示唆され、このことはグリコーゲンが卵子や精子の原料として役に立つことの推論を裏付けていることなど^{23, 24)}が報告されている。アサリの肥満度が良好な漁場とそうでない漁場のアサリとでは生化学的成分に差異があり、グリコーゲンはアサリの栄養貯蔵物質であることから、グリコーゲン量のレベルはアサリの栄養状態を示す指標になること²⁵⁾が指摘されている。このようにアサリの漁場や増殖場の適水域や最適水域を評価するうえでグリコーゲン量は肥満度とともに有力な指標となると推察される。

以上、今回の調査はアサリの棲みやすい条件がどのように変動するかを野付湾に造成された増殖場と天然漁場で行ったものであるが、浮遊幼生の漁場への着底から稚貝の定着までの加入の実態については調査されていない。当該増殖場は当初計画では湾奥部の成長不良貝や未利用貝を移殖して生産の増大を図ることであったが、増殖場の稚貝の発生も表1に示すようにみられて、しかも本開発構想の当初計画をほぼ達成している⁴⁾。増殖場での稚貝の発生は移殖による資源の有効利用という課題を残したものの、アサリ増殖場の効果をあげるうえで重要なことであった^{3, 4)}。増殖場への稚貝の定着量の増加などアサリ資源の加

入の安定を図る技術の向上は、新たな増殖場の施設構造や施設域の選定、さらに分布密度の調整とともに増殖場を有効利用するうえで重要であろう。

摘 要

- 1) 野付湾のアサリ増殖場および天然漁場でアサリの棲みやすい条件の季節変動を明らかにする目的で、粒度特性などの場の条件、増殖場周辺を中心とした湾内の餌料環境条件および肥満度と群成熟度からみたアサリの産卵期の特徴と稚貝の発生量、アサリ足部筋肉中のグリコーゲン量について1995年4月から1997年12月に調査した。
- 2) 棲みやすさの場の検討を行ううえでFOLK & WORD の分級度と泥分含量が有益な指標と思われた。
- 3) 野付湾の餌料環境条件は気象条件に強く左右されていたと考えられ、さらに増殖場間の成長の差異は流況条件や餌料条件等の差が推測されたが、餌料環境特性の把握は十分でなく今後の課題として残った。
- 4) 産卵期の長短やだらだら産卵と増殖場の稚貝の発生量とは明瞭な関係が認められなかった。
- 5) 肥満度とアサリ足部筋肉中のグリコーゲン量の季節変化に強い正の相関関係が認められ、肥満度とグリコーゲン量は棲みやすさとアサリとの関係のなかで増殖場の適水域や最適水域を評価するうえで有力な指標となると思われた。

引用文献

- 1) 北海道、1986：昭和61年度 尾岱沼地区大規模増殖場造成事業 全体計画、北海道、札幌、pp59.
- 2) 北海道水産部漁場整備課、1992：尾岱沼地区地先型増殖場造成事業（アサリ）、水産の研究、11（5）、110-114.
- 3) 中川義彦、1994：北海道野付湾におけるアサリ増殖場の資源管理、水産工学、31（2）、127-132.
- 4) 増殖場造成計画指針編集委員会、1997：増殖場造成計画指針ーヒラメ・アサリ編ー平成8年度版、全国沿岸漁業振興開発協会、東京、pp316.
- 5) 中川義彦・伊藤 博、1994：北海道野付湾におけるアサリの初期成長と沈着期について、北水試研報、44、9-18.
- 6) 山内繁樹他16名、1992：平成4年度増殖場造成事業調査委託事業報告書（アサリ関係、北海道尾岱沼地区）、プリント、pp18.
- 7) 山内繁樹他16名、1993：平成5年度増殖場造成事業調査委託事業報告書（アサリ関係、北海道尾岱沼地区）、プリント、pp21.
- 8) 西村陽一他11名、1994：平成6年度増殖場造成事業調査委託事業報告書（アサリ関係、北海道尾岱沼地区）、プリント、pp9.
- 9) 庄司力偉、1973：堆積学、朝倉書店、東京、pp284.
- 10) 水野篤行、1968：水質底質調査入門、ラテイス、東京、pp215.
- 11) 鳥羽光晴・深山義文、1991：飼育アサリの性成熟過程と産卵誘発、日本水産学会誌、57（7）、1269-1275.
- 12) 安田治三郎・浜井生三・堀田秀之、1954：アサリの産卵期について、日本水産学会誌、20（4）、227-279.
- 13) 根室北部地区水産技術普及指導所、1997：平成9年度野付湾アサリ造成区稚貝発生量調査報告書、pp1-16.
- 14) 札幌管区气象台、1997：北海道の気象、第41巻、第5号、pp. 109.

- 15) S. M. BOWER, 1992 : Winter mortalities and histopathology in Japanese littlenecks [*Tapes philippinarum* (A. ADAMS and REEVE, 1850)] in British Columbia due to freezing temperatures, J. Shellfish Res. 11, No. 2, 255-263.
- 16) 阿久津孝夫・山田俊郎・佐藤 仁・明田定満・谷野賢二、1995 : アサリの生息と底質の硬度、粒度との関係について、開発土木研究所月報、 503、22-30.
- 17) 中川義彦・角田富男・吉田秀嗣、1996 : 汽水域の増殖に関する研究、アサリ、平成7年度事業報告書、北海道立釧路水産試験場、97-105.
- 18) 柿野 純・古畑和哉・長谷川健一、1995 : 東京湾盤洲干潟における冬季のアサリのへい死要因について、水産工学、32、23-32.
- 19) 伊藤克彦・水本三郎、1981 : 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究、昭和55年度研究成績報告書、35-44.
- 20) RHEAULT, R. B. & M. A. Rice, 1996 : Food-limited growth and condition index in the eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) , and the bay scallop, *Argopecten irradians irradians* (Lamarck, 1819) , J. Shellfish Res. 15, No. 2, 271-283.
- 21) Katsuyuki Numaguchi, 1998 : Preliminary experiments on the influence of water temperature, salinity, and air exposure on the mortality of Manila clam larvae, Aquaculture International, 6, 77-81.
- 22) 浜口昌巳・薄 浩則・石岡宏子、1997 : アサリ漁場内の各種生物の相互作用、水産工学、Vol. 33, No. 3, 201-211.
- 23) 秦 正弘、1995 : グリコーゲンとガラクトーゲンの代謝、カキ・ホタテガイ・アワビ——生産技術と関連研究領域——野村 正 監修、恒星社厚生閣、東京、pp. 269.
- 24) B. L. BAYNE, 1985 : 6 Ecological Consequences of Stress, The effects of stress and pollution on marine animals, PRAEGER, New York, pp. 384.
- 25) 沼口勝之・中田 薫、1998 : アサリの生化学的指標による漁場評価法の確立、平成9年度沿岸漁場整備開発調査 (アサリ関係等) 報告会資料、プリント、pp. 5.