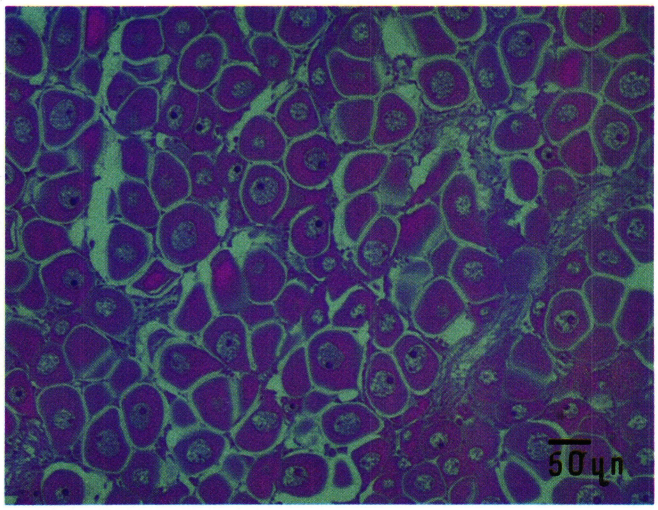
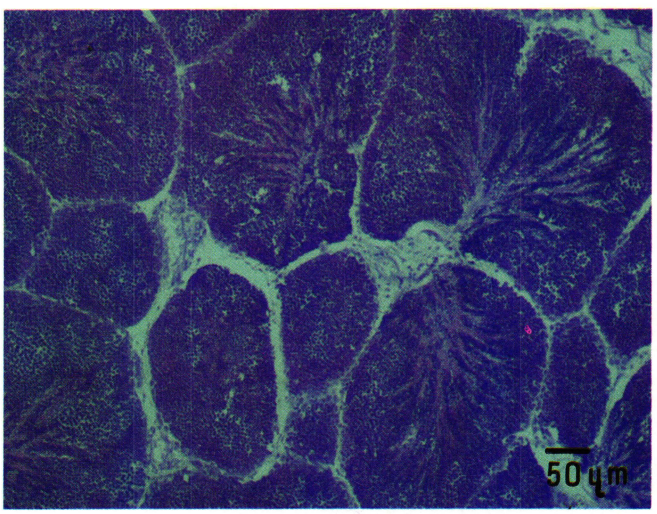
7・8・9月号
青森県水産増殖センター
第69号
平成６年８月５日発行

センターだより



１年貝の卵巣内
（多数の成熟した卵と未成熟の卵が見られる）



１年貝の精巣内
（精子が充満している。）

目　次

1　ホタテガイの産卵について …… 2
ほたて貝部　総括主任研究員　**小坂　善信**

2　ホタテガイ稚貝付着量
過去最高28万個／袋 …… 3
ほたて貝部　技師　**相坂　幸二**

3　水温による魚類の摂餌活動の変化について…… 5
漁場部長　**田村　眞通**

4　ホタテガイ稚貝の高水温、流れ等に対する耐性について …… 7
ほたて貝部　研究管理員　**小倉大二郎**

発行　青森県水産増殖センター　青森県東津軽郡平内町茂浦☎0177－55－2155／印刷　㈱コーセイ印刷

ホタテガイの産卵について



ほたて貝部総括主任研究員
小　坂　善　信

ホタテガイの産卵時期は、以前は３月から４月頃とされてきました。しかし、近年その時期が早まっている傾向がみられます。また、１年貝の生殖巣も外観上は雌雄ともに成熟しているように見えますが、これまで１年貝は産卵しないとされてきました。

このことについて今年の産卵を組織学的に詳しく調べたので、その結果を紹介します。

ホタテガイの産卵時期

ホタテガイの産卵時期を知るには一般的に生殖巣指数（生殖巣重量÷軟体部重量×100）を用いていますが、今年の青森市久栗坂沖にある増殖センターの実験漁場に垂下されているホタテガイの生殖巣指数の変化を図１に示しました。

２年貝の生殖巣指数は１月から２月上旬にかけて上昇し、その後急激に低下し、３月上旬から中旬にかけて一端上昇しましたが、その後徐々に低下していきました。生殖巣指数から判断すると産卵が開始されたのは２月上旬と考えられます。

一方、１年貝は２年貝よりも生殖巣がかなり小さいですが、１月から３月上旬にかけて徐々に上昇し、４月上旬に急激に低下しました。この生殖巣指数からは産卵しているのか再吸収しているのか判断がつきません。

そこで今回は平成６年１月から５月まで、１、２年貝の生殖巣を８μmの切片にし、それを染色

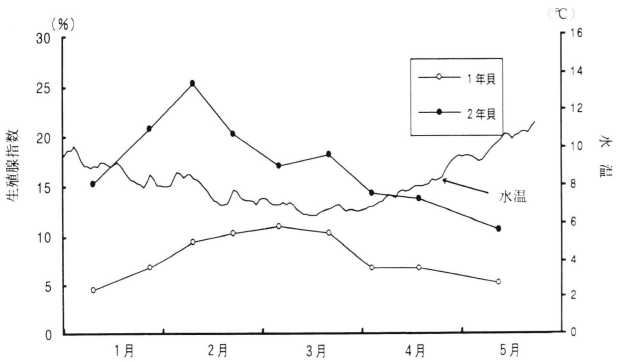


図１　生殖巣指数の変化

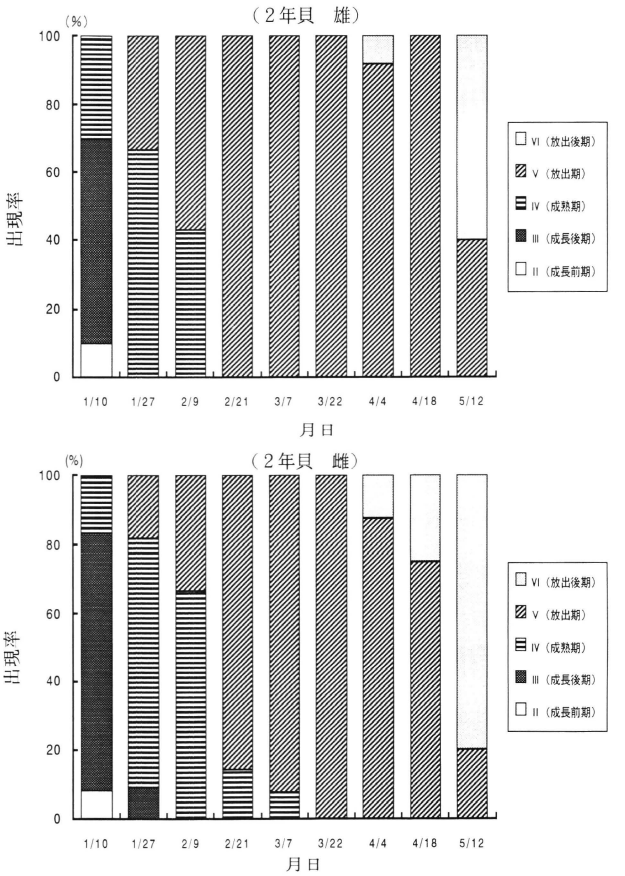


図２　２年貝の生殖巣の時期別発達段階

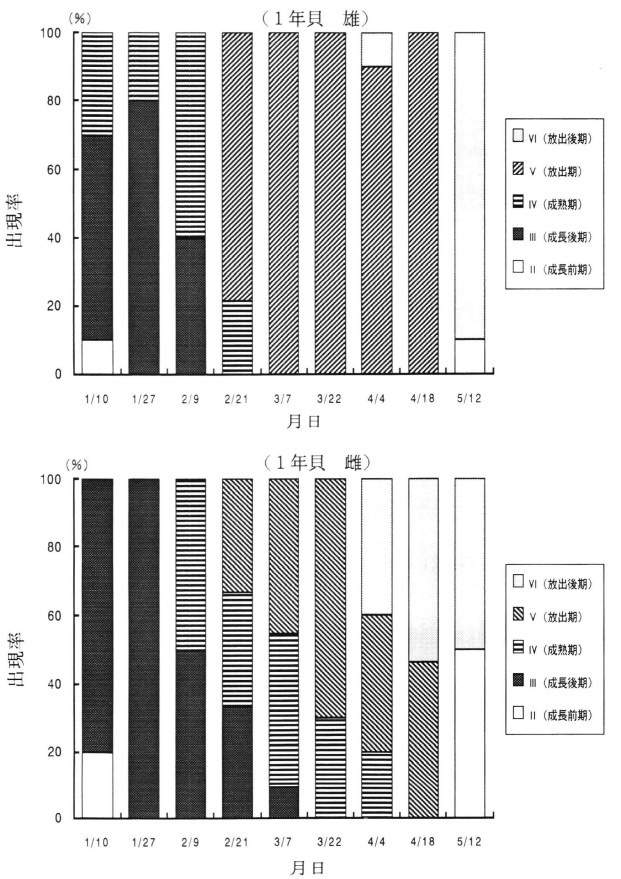


図３　１年貝の生殖巣の時期別発達段階

して、生殖巣内の卵、精子の状態を組織学的に調べてみました。

卵、精子の状態は次の６段階に区別しました。

Ⅰ（未分化期または未熟期）
Ⅱ（成長前期）
Ⅲ（成長後期）
Ⅳ（成 熟 期）
Ⅴ（放 出 期）
Ⅵ（放出後期）

これら６段階に分けて、２年貝、１年貝の時期別の生殖巣の発達状態を図２、３に示しました。

２年貝は雄、雌ともに１月上旬から成熟した個体が見られ、生殖巣指数からは２月上旬から産卵が開始しているものと判断されますが、組織学的には１月下旬に既に一部の個体で放精、放卵が開始しているものと判断されました。また、２月中旬には全ての雄が放精し、３月中旬に全ての雌が放卵するようになりました。放精、放卵期間はかなり長期間にわたって行われ、５月中旬でも放精、放卵している個体が見られました。

１年貝は生殖巣指数からは放精、放卵の判断が難しいのですが、今回の生殖巣の組織から判断したところでは、１年貝でも全ての個体が放精、放卵していることが判りました。図３に示すように１年貝は２年貝よりも成熟が１ケ月程度遅れる傾向がありますが、雄、雌ともに２月中旬から放精、放卵する個体が見られるようになり、４月には終了するものと考えられます。

なぜ、１年貝も産卵するようになったのであろうか。１年貝が以前と違うところは貝が大きくなったことです。大きくなったことにより、卵を作るだけのエネルギー的余裕ができたのかもしれません。このように１年貝の産卵期間は２年貝よりも短いですが、ホタテガイの再生産に大いに寄与しているものと考えられます。近年、大量の種苗が採れるようになったのも１年貝が産卵しているためかもしれません。

ホタテガイの産卵の引金は

これまでホタテガイは水温が8.0～8.5℃以上になると産卵を開始すると言われてきました。しかし、図１に生殖巣指数とともに日平均水温の変化を示しましたが、生殖巣指数及び組織学的に見ても水温が8.0～8.5℃以下でも産卵が開始されていることが判ります。それではホタテガイの産卵の引金となるのは何か？水温は１月から３月にかけて徐々に低下していきますが、その間にも急激な水温上昇が数回見られます。この急激な水温上昇がホタテガイの産卵刺激となっているものと考えられます。

以上の様にホタテガイの産卵は養殖されるようになってから、以前よりもかなり早期化するようになりました。養殖されるようになり人の手によってホタテガイが選抜され、産卵期は早くなったのかもしれません。しかし、あまり早期産卵のホタテガイばかり選抜されると環境への適応性等の問題がでてくるかもしれません。今後、ホタテガイの採苗方法についてもう一度考え直す時期にきているのかもしれません。

ホタテガイ稚貝付着量 過去最高28万個／袋



ほたて貝部
技 師 **相 坂 幸 二**

今年の第１回付着稚貝調査（５月30日～６月１日）で、採苗器１袋当りの稚貝付着数は平成３年（22万個）を上回る、西湾平均16万個、東湾平均38万個、全湾平均では28万個の過去最高の付着数となりました。そこでこの過去最高の付着数となった今年の天然採苗予報調査を振り返ってみます。

［母 貝 数］

陸奥湾で安定的に稚貝を確保するのに必要な母貝の数は、垂下養殖貝と地まき増殖貝を合わせて２億７千万個といわれています。今年、産卵に寄与したと思われる母貝、すなわち平成４年産垂下養殖貝（２年貝）と平成３年産地まき増殖貝（３年貝）はどれくらいあったのでしょうか。

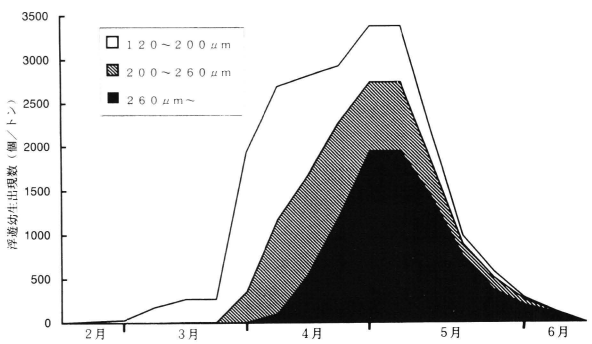
垂下養殖貝は平成５年度秋季実態調査時の保有数量約２億個から12月末までの出荷数量７千万個を引くと１月現在の母貝の数は１億３千万個。一方、地まき増殖貝は平成３年産貝の放流数４億６千万個に翌年の実態調査で得られた正常生貝率75.8％を掛け、垂下養殖貝と同様に出荷数を引き、算出した母貝の数は３億４千万個でした。従って

表－１　平成６年度第１回付着稚貝調査結果表

漁協・支所地先	漁場水深(m)	投入月日	調査月日	網の種類	垂下水深(m)	ホタテガイ 付着数(個／袋)	ホタテガイ 平均殻長(mm)	ムラサキガイ(個／袋)	キヌマトイガイ(個／袋)	エゾイシカゲガイ(個／袋)	ウミセミ(個／袋)	ヒトデ(個／袋)
蟹田町	56	4／28	5／30	ネトロン	18	67,328	1.00	2,624	8,384	128	0	0
後潟	36	4／18	5／30	ネトロン		62,720	0.89	17,920	16,384	0	2	0
青森市・奥内	35	4／15	5／31	流し網	15	33,792	1.05	4,992	8,320	0	1	0
久栗坂	25	4／20	5／31	流し網	18	87,040	1.11	1,536	1,024	0	0	0
（センター）	44	4／28	5／30	流し網	22	436,736	1.19	19,456	9,216	0	0	36
		4／28	5／30	ネトロン	22	257,536	1.20	12,288	27,136	1,536	2	70
		5／10	5／30	流し網	22	339,968	0.89	14,336	16,384	1,024	0	10
		5／10	5／30	ネトロン	22	103,424	0.89	2,304	2,560	256	0	3
平内町・茂浦		4／22	5／30	流し網	20	69,376	0.92	1,388	5,755	0	1	9
浦田	47	4／27	5／30	流し網	22	43,776	0.86	3,502	1,751	0	0	0
東田沢	47	4／27	5／30	ネトロン	20	288,768	1.02	51,978	23,101	419	0	0
西湾平均						162,769	1.00	12,029	10,910	306	1	12
平内町・小湊	35	4／11	6／2	流し網	11	184,832	1.10	11,090	22,180	3,700	0	0
清水川	15	4／19	5／30	ネトロン	8	144,384	1.19	31,764	54,866	0	0	8
野辺地町・馬門		4／26	5／30	流し網	6	227,504	0.85	22,144	50,688	640	1	128
木明		4／25	5／30	流し網	10	162,304	1.14	12,188	29,056	128	10	0
有戸		4／24	5／30	ネトロン	12	135,168	0.86	6,272	21,888	256	2	0
横浜町	25	4／25	5／30	流し網	15	480,256	1.04	49,808	233,472	0	6	0
むつ市	15	5／1	5／31	流し網	8	663,090	1.03	214,016	128,000	1,536	2	0
川内町	23	4／25	6／1	流し網		2,489,984	0.75	51,200	148,992	1,024	0	0
（センター）	38	5／2	5／31	流し網	22	624,640	0.49	18,739	74,956	1,638	0	26
	38	5／2	5／31	ネトロン	22	524,288	0.80	4,915	13,762	0	0	9
	38	5／10	5／31	流し網	22	370,688	0.91	0	5,931	0	0	8
	38	5／10	5／31	ネトロン	22	468,992	1.04	8,192	81,922	0	0	17
脇野沢村口広	43	4／12	5／31	流し網	15	4,477,488	0.81	104,448	195,072	1,024	0	0
東湾平均						378,740	0.92	41,144	81,599	765	2	15
全湾平均						279,753	0.96	27,800	49,200	555	1	14

表－２　浮遊幼生最大出現数と稚貝付着数

調査年月日	最大出現数(個／m³)	第１回調査稚貝付着数
昭和59年５月28日	9,694	318
60年４月29日	5,847	24,994
61年５月11日	7,825	3,593
62年４月21日	1,934	57,595
63年４月21日	7,257	51,208
平成１年４月10日	1,890	30,783
２年４月２日	562	20,040
３年４月19日	2,664	124,876
４年４月４日	5,379	221,997
５年４月12日	2,894	88,796
６年４月25日	3,386	279,753



図－１　浮遊幼生調査結果

今年の陸奥湾の母貝の数は垂下養殖貝（１億３千万個）と地まき増殖貝（３億４千万個）を合わせて４億７千万個の母貝があったと推定され、昨年同期の母貝の数を大幅に上回っていました。

なお、最近の調査によると、満１年貝（平成５年産）が産卵に加わっていることが確認されております。このことの詳細は本号に掲載されています。

［浮遊幼生］

浮遊幼生調査結果を図―１、第１回付着稚貝調査結果を表－１に、また、昭和59年から平成６年の間の浮遊幼生最大出現数及び月日を表―２に示しました。

ほたて貝部では２月21日に湾内の定点で予備調査を行いましたが、すでに海水１トン当たり全湾平均で18個のホタテガイ浮遊幼生の出現が確認されました。３月以降原則として毎週月曜日に調査を継続してきましたが、４月25日には全湾平均で今年最大の3,386個の出現となり、200μmを越えた個体も81.8％となり、採苗速報により関係者に採苗器の投入適期であることを通知しました。一方、今年の浮遊幼生最大出現数は昭和59年から63年度及び平成４年度の半分程度の出現数でしたが、付着数は過去最大となりました。

［採苗器付着調査と間引き］

５月30日から６月２日にかけて実施した第１回付着稚貝調査（表―１）では、稚貝の付着数は西湾平均で162,769個、東湾平均で379,740個、全湾平均で279,753個と史上最高の付着数となりまし

た。平均殻長は西湾が1.00mm、東湾が0.92mm、全湾平均で0.96mmでほぼ平年並みの大きさでした。一方、ヒトデの付着も多く採苗器１袋当り全湾平均14個の付着が見られ稚貝採取までの間に稚貝の成長促進とヒトデの駆除のため（理想；付着数を採苗器１袋当り１万個程度まで振り落とし、同時に稚ヒトデの駆除を行う。）間引き作業が必要となりました。また、今年はこれまで付着基質の大半を占めていた流し網がやや減り、ネトロンネットが増えてきている傾向が見られます。ネトロンネットは流し網に比べ稚貝の付着数が少なく、浮遊幼生の多い年には有効ですが、流し網に比べ間引き作業を行ってもヒトデが落ちにくいなどの欠点もあります。

今年のように稚貝とヒトデの付着の多い年は採苗器中の稚貝の成長が劣ったり、ヒトデによる食害が心配されるため「青空教室」、「ホタテガイ養殖管理情報」等を通じ養殖漁業者に適切な作業を進めるよう情報を提供していきたいと思います。

水温による魚類の摂餌活動の変化について



漁場部長
田　村　眞　通

陸奥湾の表面の平均水温は冬場は３～４℃台まで低下します。一方、夏場の水温は23℃台まで上昇します。その差は最大20℃にもなり、非常に大きなものです。この水温差は海水中に生息する魚をはじめとする海産生物にとってどのように感じられるものなのでしょうか。

我々、人間は恒温動物なので寒ければ衣服を重ね着し、逆に暑ければ衣服を少なくし、体温の維持をはかります。体温はいつも病気でもしない限り一定で、活動のいつも同じで、寒いからあるいは暑いからといって特別に行動が鈍ったりすることはありません。

しかし、魚は変温動物であり、周りの海水の温度と同じ体温で、水温の変化に伴って体温は大きく変化し、水温あるいは体温の変化によって活動速度を大きく変化させます。仮に、陸奥湾の表層近くに周年生息する魚がいるとすれば、冬と夏の20℃水温差がそのまま体温の差となり、この大きな温度差に耐えなければなりません。

実際には、鉛直の移動、水平方向の移動（回遊）によって魚類はできるだけその魚類の生活しやすい環境にあわせて移動しているので魚が受ける水温差は小さい方向に向かうものと考えられます。

しかし、周年の生活パターンの中では20℃までいかないとしてもかなり大きな水温差のなかで魚は生活しなければならないことは確かなことで、あまり回遊せず、表層近くに生息する魚ほど生活の場での水温環境の変化は大きいものと思われます。

それでは水温差はどのように魚達の活動に影響を与えるのでしょうか。

水温の変化による摂餌活動の変化という側面をとりあげて水温の魚類に与える影響について考えてみることにします。

1.　調査時期と調査方法

実験は昭和63年の冬（２～３月）に実施しました。このときの結果についてこれから述べてみたいと思います。

対象とした魚はヒラメ（平均全長33±3.4cm、平均体重448.3±118.7ｇ）とクロソイ（全長26.3±2.1cm、体重317.9±71.8ｇ）です。

これらの実験魚は前の年の夏ごろに用意し、温度管理はしない濾過海水でイカナゴの切り身を与えて飼育し、できるだけ当センターの水槽および与える餌に馴染むように心がけました。

当センターの５トンＦＲＰ水槽各１面にそれぞれにヒラメ174尾、クロソイ107尾を収容してヒーターを入れ、５、10～13、14～15、18～22℃の水温環境を作り、摂餌料の変化を観察しました。（なお、水槽内はエアレーションをし、水が均一になるようにしました。）２月の実験開始直前の飼育水温は４℃台、実験中の天然の表面水温は４～５℃台でした。飼育海水は温度調整をしない濾過海水（４～５℃台）をかけ流しとし、水槽内のヒーターで加温した温度が下がらない程度に量を調整しました。

餌はヒラメ、クロソイともイカナゴの切り身としました。給餌は朝、夕の２回行い、給餌量は食べきれないだけ与え、約１時間後に水槽内に残った餌全てを回収し、給餌量と残餌量を測定しまし

た。餌の重量の測定にあたっては両者とも湿重量とし、量の差をできるだけ正確に把握するため水の切り加減がいつも同じとなるように注意しました。

2. 調査結果

5、10～13、14～15、18～22℃の各水温帯でヒラメの場合には3～4日間、クロソイの場合には2～5日間飼育しました。（表1、表2）

1日当たり摂餌量、1尾1日当たり摂餌量、体重100g1日当たり摂餌量は表で見るとおり水温が高くなれば多くなることが示されました。

3. 考　　察

それでは水温と摂餌量（速度）との関係をどのように考えればよいのでしょうか。

一般に、生物の温度と活動速度の関係についてQ_{10}の法則が知られています。すなわち、10℃の温度差における対象生物の活動速度の比は一定であるというもので、たとえば5℃、10℃、15℃、20℃の時の活動速度をそれぞれV_5、V_{10}、V_{15}、V_{20}とすると

$$Q_{10} = \frac{V_{15}}{V_5} = \frac{V_{20}}{V_{10}}$$

となることを示しており、温度の影響は生物の活動速度に直線的変化として現われるのではなく、曲線的変化として現れることを意味しています。

各温度帯の体重100g1日当たり摂餌量（以下：単位当たり摂餌量）は指数関数、すなわち、

$Y = a \cdot e^{bx}$

（Y，Xは変数、a，bは定数）

という式で示されます。

表1　ヒ　ラ　メ

（水温：平均値±標準偏差）

期　　間（日数）	期　　間	摂　餌　量	1日当り摂餌量	1尾1日当摂餌量	体　重100g1日当り摂餌量
2／15～2／18（4日間）	4.70±0.38℃	60g	15g	0.0862g	0.0192g
3／2～3／4（3日間）	12.93±0.21	705	235	1.35	0.301
3／12～3／15（4日間）	15.60±0.46	3,000	750	4.31	0.961
3／20～3／22（3日間）	18.08±0.39	4,698	1,566	9.00	2.01

表2　クロソイ

期　　間（日数）	期　　間	摂　餌　量	1日当り摂餌量	1尾1日当摂餌量	体　重100g1日当り摂餌量
2／15～2／9（4日間）	4.93±0.57℃	30g	6g	0.056 g	0.0176g
2／22～2／26（5日間）	10.44±0.45	215	43	0.398	0.125
3／5～3／8（4日間）	14.00±0.27	555	139	1.29	0.406
3／14～3／15（2日間）	21.95±0.07	390	195	1.81	0.569

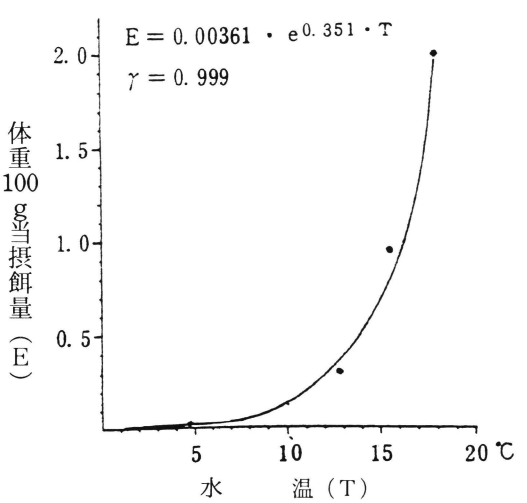


図1　ヒラメ体重100g当たり摂餌量と水温の関係

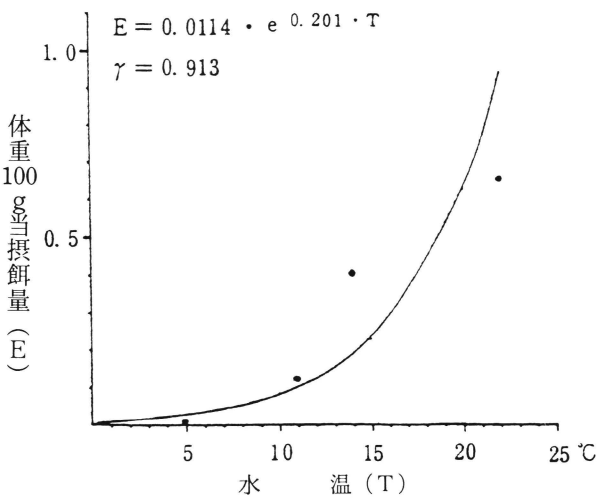


図2　クロソイ体重100g当たり摂餌量と水温の関係

実際に結果をこの曲線に乗せてみると図１（ヒラメ）、図２（クロソイ）に示したようになり、温度の変化に対応した単位あたり摂餌量の変化は指数曲線によく対応していることがわかります。

これはヒラメ、クロソイ等の立場に立ってみれば等間隔な温度の変化を等間隔な変化ではなく、曲線的な変化としてとらえていることを示しています。

従って、高温になればなるほど、同じ１℃の変化でも魚に与える影響はより大きくなり、温度の変化は低い時より同じ１℃でも高温になればなるほど大きな変化として魚は感じとるはずです。

また、ヒラメとクロソイの近似曲線を比較してみるとヒラメでは温度の変化に急激に対応することを示し、特に20℃近くになると摂餌量は急激に増えることがわかります。このように魚種によって近似曲線は大きく変わるものと考えられ、それは魚の回遊、捕食行動等の生態的違いに対応したものと考えられます。

このような調査を魚種を広げ、回数を重ねることより魚の生態にチャレンジすることは種苗生産手法の開発、栽培漁業を展開するうえでプラスになる他、魚の回遊等の生態を解明するうえで重要な問題と考えられ、さらに継続すべき１つのテーマであると考えています。

（参考文献）

1. 青森県（1988）：ヒラメ、クロソイの摂餌量試験、昭和62年度海洋環境放射能総合評価事業成果報告書，Ｐ．28～30

ホタテガイ稚貝の高水温、流れ等に対する耐性について



ほたて貝部
研究管理員　**小　倉　大二郎**

最近、陸奥湾では夏場にホタテガイ稚貝のへい死が多発しています。養殖現場では「速い潮」を始めとして環境条件の変化を指摘する声をよく耳にします。そこで、ホタテガイ稚貝が高水温、流れ等の環境変化に対してどの程度の抵抗力をもっているのか検討してみました。

1.　高水温に対する耐性

一般にホタテガイの生育温度範囲は５～23℃とされ、水温23℃以上が危険水温、26℃が致死水温といわれています。また、高温に対する耐性は２年貝＜１年貝＜０年貝の順で若齢貝ほど大きいといわれています。

この０年貝の温度耐性をさらに成長段階別に探るため、当所久栗坂沖実証漁場産の平均殻長２mm、12mm、30mmサイズの稚貝を用いて、恒温槽内で22～28℃までの範囲で高温飼育試験（止水飼育・調温海水で毎日全換水、培養珪藻を給餌）を実施してみました。

結果は図１の通りで、２mm稚貝は24℃、12mm稚貝は26℃、30mm稚貝は25℃までの区が95～100％の高い生残率を示し、２～30mmの稚貝では前述の水温範囲を越える温度耐性が認められました。なお、各サイズにおける26℃区の生残率を飼育８日目の時点で比較してみると、２mm稚貝で81.2％、12mm稚貝で100％、30mm稚貝で25.0％となっており、稚貝採取期のサイズに相当する12mm稚貝が他のサイズよりも高温に対する抵抗力が大きい傾向にありました。また、稚貝の活力を反映すると考えられる足糸による付着は、２mm及び12mm稚貝において25℃以下の区で良好な付着が観察されました。

2.　水温変動に対する耐性

図２は、平成５年８月～９月の蓬田沖ホタテガイ養殖漁場（水深39m地点）における中層と底層の１時間毎の水温変化です。この図から底層の水温変動が中層と比較して極めて大きく、その幅は１日当り最大５℃前後にも及んでいることがわかります。この水温変動は潮汐に伴う湾内水と湾外水の水塊移動によるもので、例年春季から秋季までの成層期に陸奥西湾の湾口部周辺地域の底層域で一般的な現象です。

このような厳しい水温変動は、ホタテガイの生育にとっては好条件と言えませんが、過去の西湾（連絡船通り）でのホタテガイ自然発生の事実からも、この程度の水温変動には十分適応できる能力を持っているものと考えることができます。

3.　流れに対する耐性

平成５年７月末から８月上旬にかけて、陸奥湾の西湾域を中心に採取後の稚貝のへい死が起りました。この時期、水温は20℃以下で特に問題なく、

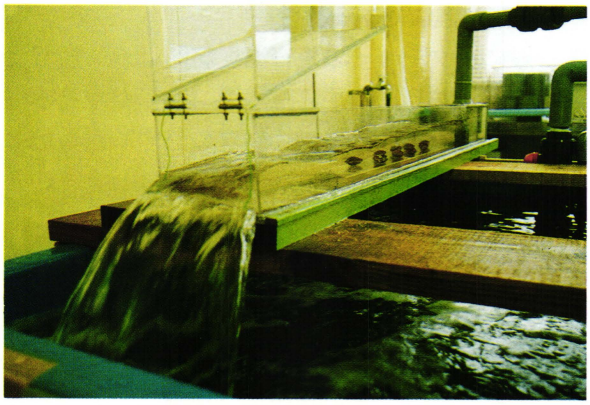


写真１　耐流試験実施状況

多くの人からは速い潮があったことが指摘されました。

そこで、ホタテガイ稚貝の流れに対する抵抗力について検討してみました。試験は塩ビ製のトイの一方から水中ポンプによって毎秒18～54cmの流水で送水し、この中に殻長16～64mmの稚貝を収容（底面固定、水中垂下固定、バラ撒き）して行いました。（写真１）

試験の結果、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ましたが、その後は開口の度合を狭めて安定するのが観察され（バラ撒き群もネットに押しつけられて安定）、流れに対する向きには関係なく２日間～34日間の飼育で生残率90～100％と強い抵抗力を示しました。（表１）なお、へい死個体は内面に着色が見られるなど、試験開始以前の活力に問題があったものと考えられました。

以上のように、水温や流れの条件を個々に取り出してみた場合、それらに対する稚貝の耐性は非常に強いことがわかりました（飢餓状態についても過去の飼育例から極めて強い抵抗力を持っていることが知られています）。このことから稚貝のへい死は１つの原因によるものではなく、複数の要因によって誘発されるものと考えられます。しかし、養殖漁場では適水温のもとでも短期間に大量の稚貝がへい死していることも事実であり、今後は養殖施設や篭の動揺等の影響についても検証することにしています。

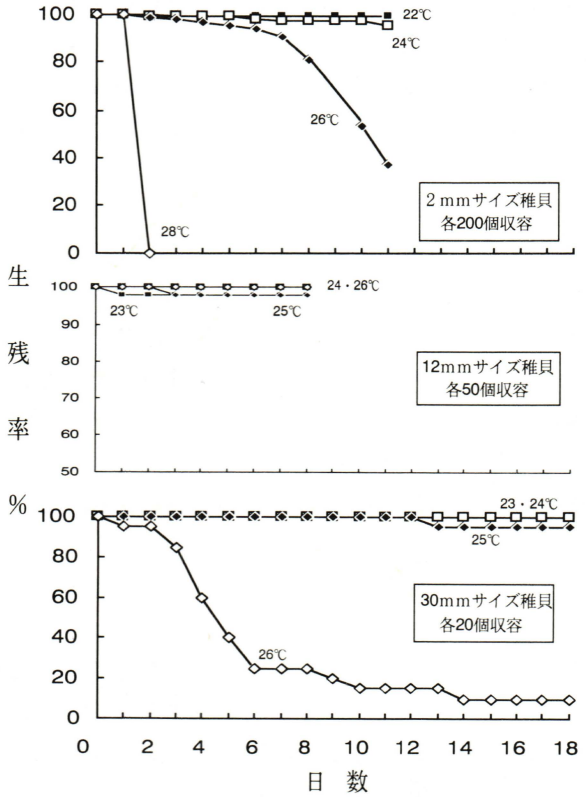


図１　ホタテガイ稚貝の高水温飼育結果

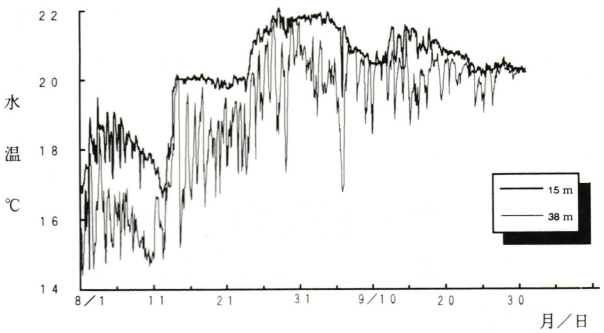


図２　蓬田沖ホタテガイ養殖漁場における水温変化（１時間毎）

表１　ホタテガイ稚貝の耐流試験結果

試　験	供試サイズ・個数	収容方法	試験期間	流速・cm／秒	生残率％
1	52～64mm・ 9個	底面固定	2日間	54	100
2	34～44 ・15	〃	9	36.8（33～50）	100
3	27～51 ・20	垂下固定	22	40.0（32～54）	90.0
4	19～40 ・12	〃	34	24.6（18～27）	100
5	16～39 43	バラ撒き	34	〃	90.7