

ホタテガイ優良品種作出試験—Ⅱ

陸奥湾における養殖ホタテガイの成熟、産卵について

小坂 善信・相坂 幸二・川村 要

1. 目 的

ホタテガイ1年貝の雄は成熟するが、雌は成熟しないかまたは成熟しても産卵しないとされてきた^{1), 2), 3), 4), 5), 6), 7)}。しかし、近年、陸奥湾における養殖ホタテガイ1年貝の生殖巣は冬季間に2年貝と同様に、外見上の色調からは雌雄ともに成熟しているように見える。しかし、これら1年貝は成熟し、産卵していることは確認されていない。昨年度に引き続き、組織学的に1年貝、2年貝の成熟、産卵過程について調べ、採苗予報の精度向上と、室内での母貝の成熟促進のための基礎資料を得ることを目的とした。

2. 材料及び方法

材料は青森市久栗坂沖において垂下養殖されていた平成4年産貝、平成5年産貝、平成6年産貝を用いて、平成6年1月から平成7年4月にかけて2週間から1ヵ月毎にそれぞれ20個体ずつ採取した。

採取した個体は殻長、全重量、軟体部重量、生殖巣重量を測定し、生殖巣指数は生殖巣重量÷軟体部重量×100とした。生殖巣は摘出後直ちにブアン氏液で固定した。固定した生殖巣はアルコール脱水を行い、通常のパラフィン法により厚さ7μmの横断切片標本とした。染色はマイヤーのヘマトキシリン・エオシンの二重染色を行った。

生殖巣の発達段階は、森等⁴⁾の段階に従い、第Ⅰ期(未分化期)、第Ⅱ期(分化期)、第Ⅲ期(成長期)、第Ⅳ期(成熟期)、第Ⅴ期(放出期)、第Ⅵ期(放出後期)、第Ⅶ期(退行期)の7段階とした。なお、便宜的に1月を境としてそれ以前の貝を0年貝、1年貝とし、それ以降の貝を1年貝、2年貝とした。また、雌雄同体の個体については雌雄どちらかの発達段階の高いものを表記した。

3. 結果及び考察

図1には各年級群の殻長の変化を示したが、1年貝である平成5年産貝は8月から10月にかけての夏季に成長停滞が見られたが、各年級群ともに共通して産卵期に近い1月から2月に成長が停滞する傾向が見られた。しかし、平成6年と7年の1月、2月における平成4年産貝の2年貝と平成5年産貝の2年貝の平均殻長を比較すると、平成6年における2年貝は10.7~11.4cmであったが、平成7年における2年貝は10.1~10.8cmであり、平成7年の2年貝は平成6年の2年貝よりも小型であった。同様に、平成5年産貝の1年貝と平成6年産貝の1年貝の平均殻長を比較すると、平成6年における1年貝は5.4~6.7cmであったが、平成7年における1年貝は4.7~6.1cmと、2年貝と同様に1年貝も平成6年よりも小型であった。同様な傾向は全重量、軟体部重量にも見られた。この原因としては前年の夏季から秋季にかけての水温が影響したものと考えられる。平成5年の夏は冷夏となり水温も極端に上がらなかったため、0年貝、1年貝は順調に成長したが、平成6年の夏は一転して、これまでになくような猛暑となり水温も過去最高となり、成長が遅延したものと考えられる。

図2には各年級の生殖巣指数と水温の変化を示した。生殖巣の最低値は水温が最高値になる8月から9月にかけて3~4になるが、9月以降の水温の低下とともに上昇し始め、2年貝である平成6年における4年産貝、平成7年における5年産貝の生殖巣指数の最高値は2月上旬から中旬にかけてで、それぞれ25.8、26.0となった。1年貝である平成6年における5年産貝、平成7年における6年産貝ともに生殖巣指数の最高値は3月上旬で、それぞれ11.1、11.7となり、2年貝よりも1ヶ月ほど遅れる傾向があった。殻長は平成6年と7年では差があったが、生殖巣指数には差は見られなかった。

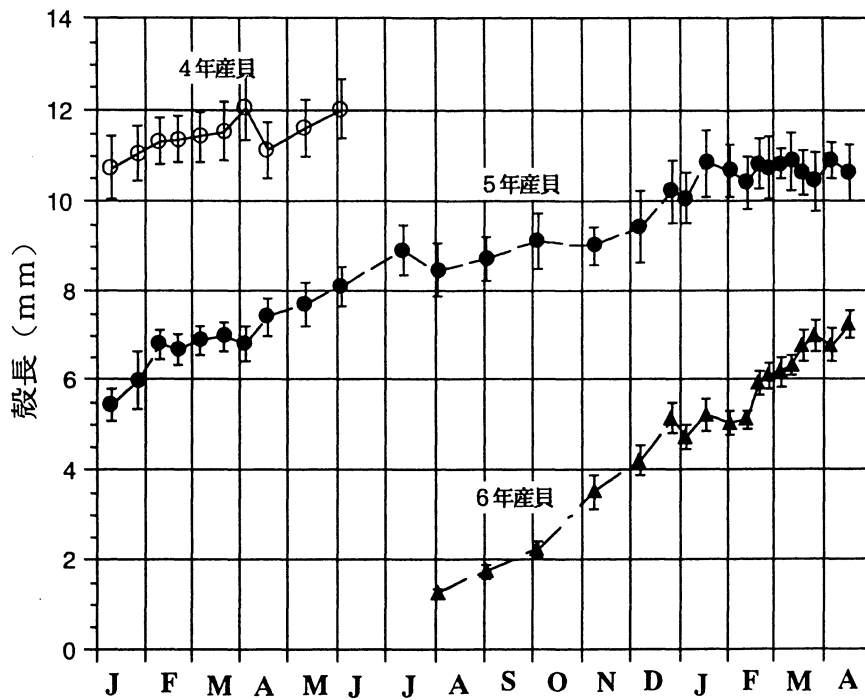


図1 殻長の変化

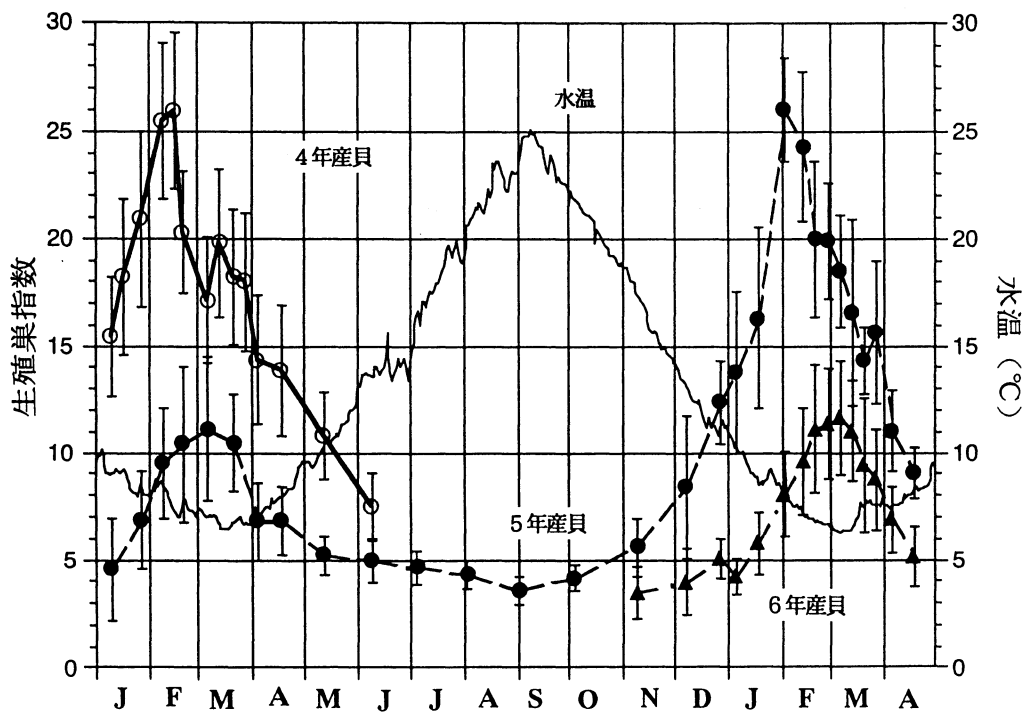


図2 生殖巣指数と水温の関係

組織学的に観察した生殖巣の発達段階の周年変化を図3に示したが、0年貝は7月から8月にかけては生殖巣内の大部分は腸管で占められていて、上皮細胞と腸管の間には結合組織と多数の遊走細胞が存在するだけで、生殖細胞だけでなく胞すら形成されていなかった。9月から10月にかけて胞が形成され始めるが、まだ未分化期（I）の状態であった。11月から12月にかけては成熟期（IV）の個体が現われるが、これは雄または雌雄同体の個体で、成熟した精子を形成したものであった。翌年の1年貝になると雌の生殖細胞も発達してくるが、成熟個体が現われるのは2月上旬であった。陸奥湾において1年貝の産卵も確認されたが⁸⁾、産卵が開始されるのは生殖巣指数が低下する以前の2月中旬から下旬で、放出期（V）の個体が見

られなくなるのは5月以降であった。また、未分化期（I）の個体が7月から見られたが、9月には生殖細胞だけでなく、ろ胞も消失してしまう個体もあった。しかし、10月以降にろ胞も形成し始め、その後徐々に生殖細胞も発達していった。2年貝は1年貝と同様に生殖巣指数が低下する以前の1月中旬にはすでに一部の個体で放出期（V）に達するが、1月における放出期（V）の個体のろ胞内の空間は極めて小さかった。ろ胞内の空間が大きくなるのは、生殖巣指数が急激に低下する2月上旬から中旬以降であった。しかし、2年貝は1年貝よりも放出期（V）の期間は長く、6月まで続いた。生殖巣指数は、かなりの個体が一斉に大量の精子または卵を放出し、ろ胞内の空間がかなり広がらなければ低下しないものと考えられる。また、1年貝は2年貝と比較して、産卵期における生殖巣の発達段階に個体間のバラツキが大きい傾向があり、産卵期間も短いので、産卵誘発により人工種苗を得るには、2年貝よりも期間が限られてくるものと考えられる。さらに、1年貝が放出する卵が2年貝と同様にラーバが正常に発生するかどうかは今後検討する必要がある。

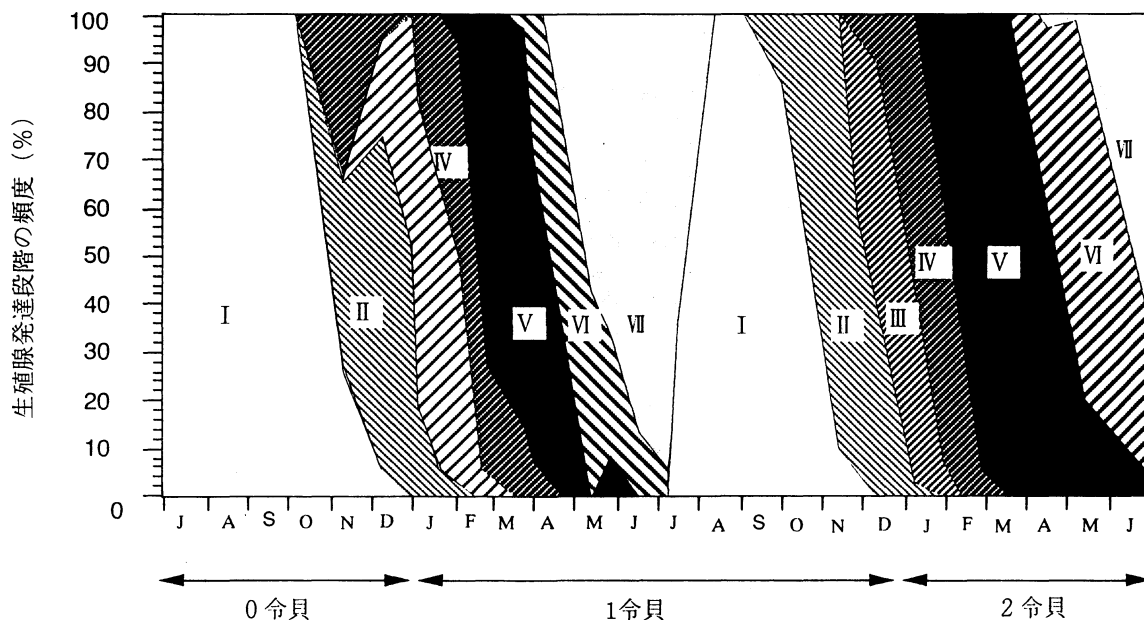


図3 生殖巣発達段階の周年変化

平成6年と7年における1年貝、2年貝の1月から4月までの産卵を比較するために図4、5に各年の生殖巣指数と水温の変化を示した。平成6年1月の水温は平成7年よりも低めであったが、水温の低下は緩やかであり、2年貝の生殖巣指数は水温とは逆に平成7年のほうが急激に上昇していった。生殖巣指数の急激な低下は平成6年、7年ともに水温が低下傾向にも関わらず始まり、平成6年で2月中旬、平成7年で2月上旬であった。しかし、平成7年の2年貝の生殖巣指数はその後徐々に低下していったが、平成6年は3月中旬に生殖巣指数は再度上昇し、その後3月下旬から4月にかけて低下していった。1年貝の生殖巣指数は平成6年、7年ともに1月から3月上旬までに徐々に上昇し、その後低下していく傾向が見られたが、平成7年よりも6年のほうがその低下傾向が遅れぎみとなった。

同様に組織学的な観察による生殖巣の発達段階の変化を図6から9に示した。平成6年、7年ともに生殖巣指数が低下する以前の1月中旬には一部の個体で産卵が確認されたが、平成7年の2年産貝は、1月から2月にかけて成長期（III）から放出期（V）に達する個体が急激に増加し、4月下旬には放出後期（VI）に達していた個体が80%以上あった。しかし、平成6年の2年貝は平成7年と比較して、1月から2月にかけて成長期（III）から放出期（V）に達するのが緩やかで、4月下旬でも放出後期（VI）の個体が30%程度しか見られなかった。1年貝も同様に平成6年、7年ともに生殖巣指数が低下する以前の2月中旬には一部の個体で産卵が確認されたが、平成6年の1月から2月にかけての成熟は遅く、平成7年では1月下旬に

成長期（Ⅲ）以下の個体が50%以下であったのに対して、平成6年は80%以上あった。また、2年貝と同様に平成6年の1年貝の産卵期間も長期化し、平成7年では4月下旬に放出期（Ⅴ）の個体が20%以下に低下していたのに対して、平成6年は放出期（Ⅴ）の個体が60%以上あった。

この様に、平成6年は平成7年に比べて産卵期間が長期化した傾向が見られた。これは平成6年の3月中旬の“ヤマセ”の影響により水温が急激に低下し、それに伴って産卵が抑制され、さらには未熟な生殖細胞の成熟が再度促進されたためと考えられる。

また、これまで陸奥湾での産卵時期は3月下旬から5月と言われてきた^{1), 2)}。しかし、今回の調査では2年貝の産卵開始時期は生殖巣指数から判断して2月上旬から中旬にかけてであるが、組織学的観察では実際には一部の個体で1月中旬から始まっていた。いずれにしても以前に比べて産卵開始時期は早期化している。長内³⁾が調べた陸奥湾における養殖2年貝でも1月下旬には成熟期（Ⅳ）に達している個体が95%も占めていたにも関わらず、産卵は3月下旬から始まっている。しかし、今回の調査では平成6年、7年ともに2年貝は水温が低下傾向にある1月中旬には一部の個体で産卵が開始され、1年貝でも2月中旬には開始されていた。山本⁹⁾はホタテガイの産卵臨界水温は8.0~8.5℃で、それよりも低い温度では産卵は行われず、臨界水温以上では水温が0.5℃上昇しても産卵が誘発されると報告している。また、ホタテガイを室内で産卵臨界水温以下の水温（6℃）と臨界水温以上の水温（9℃）で成熟させてから、産卵誘発を行っても産卵する¹⁰⁾ことから考えて、生殖巣内に成熟した生殖細胞が存在すると山本が言う臨界水温には関わらず急激な水温上昇により産卵は誘発されるものと考えられる。近年のホタテガイが今まで言われてきた臨界温度以下でも産卵が開始されるようになった原因については今後さらに検討する必要がある。

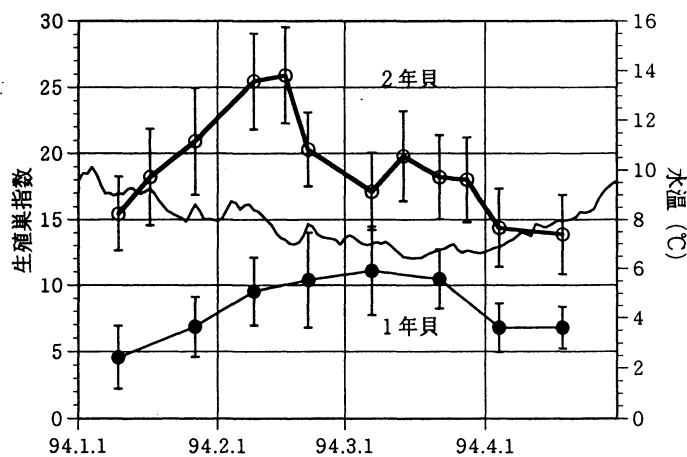


図4 平成6年の生殖巣指数と水温の変化

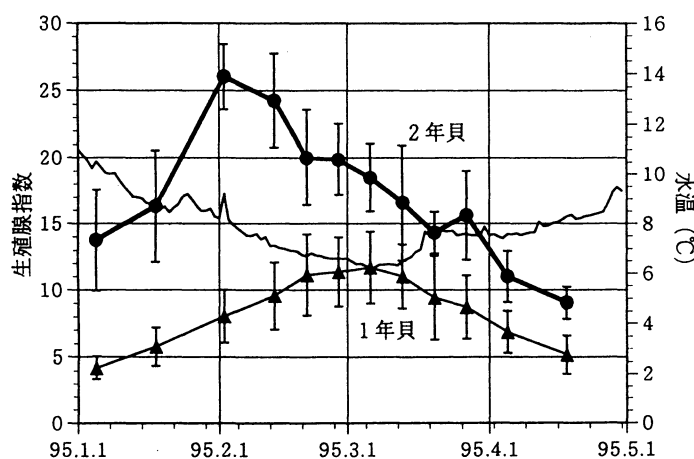


図5 平成7年の生殖巣指数と水温の変化

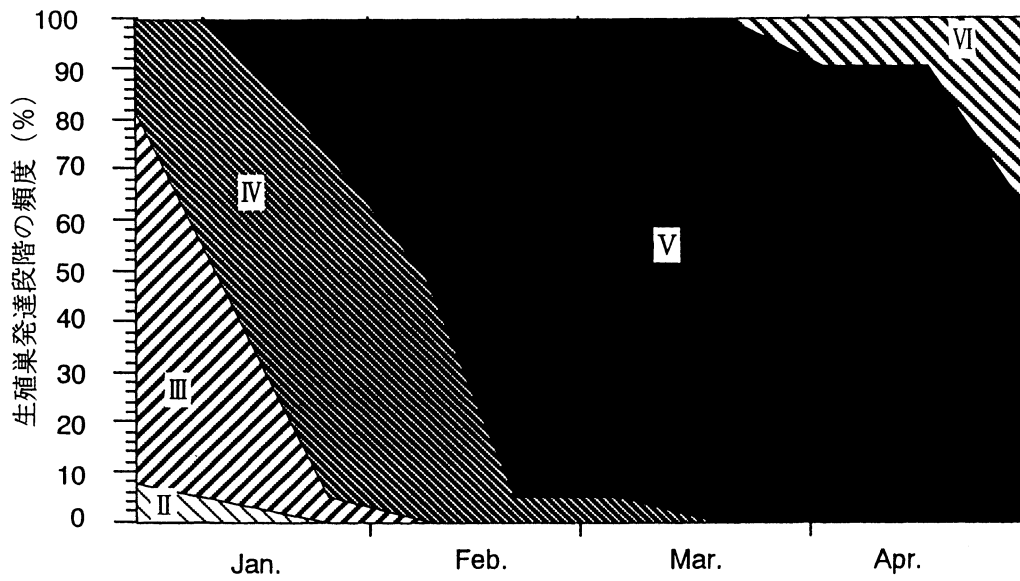


図6 2年貝の生殖巣発達段階の変化(平成6年)

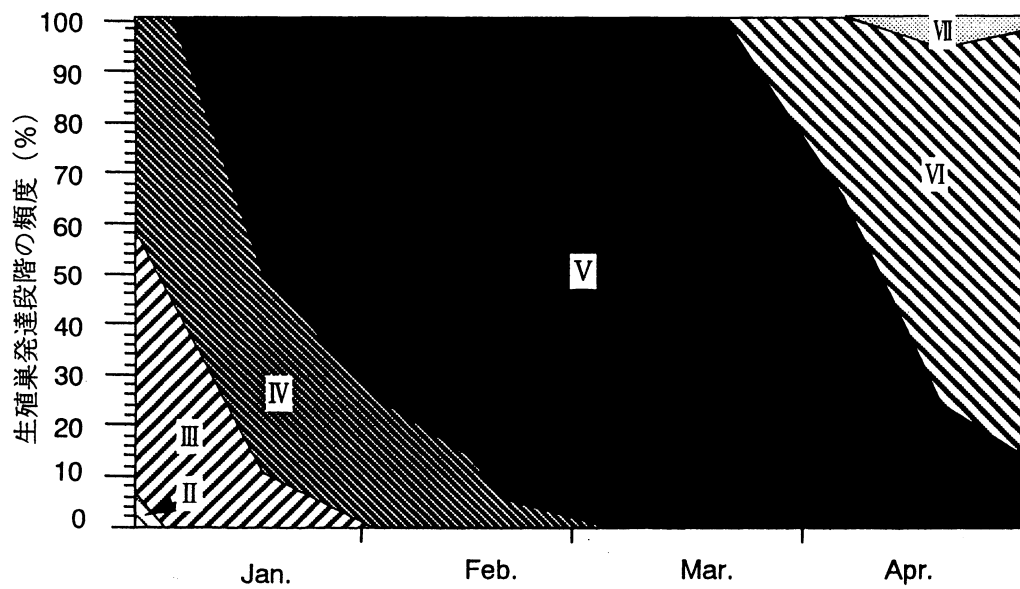


図7 2年貝の生殖巣発達段階の変化(平成7年)

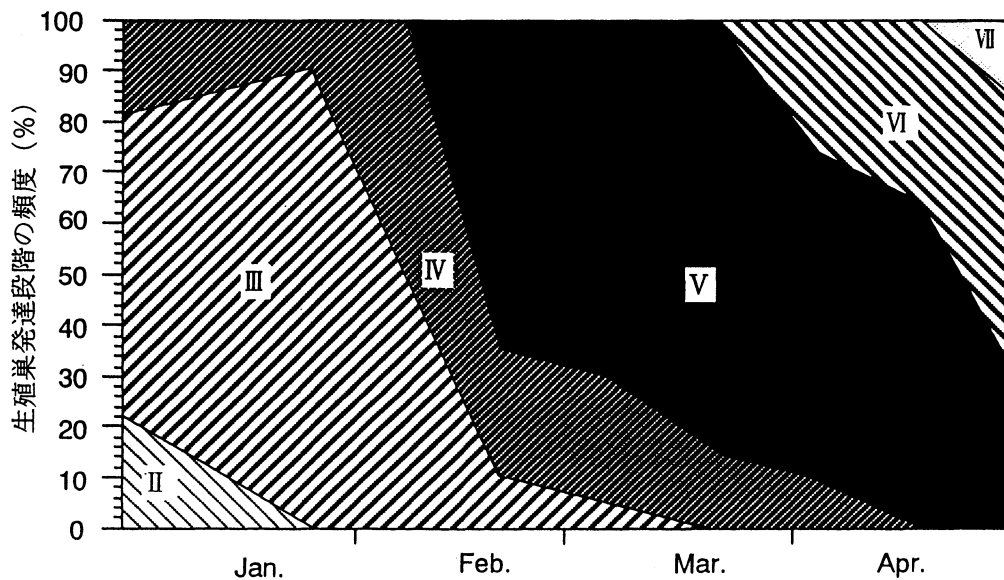


図8 1年貝の生殖巣発達段階の変化(平成6年)

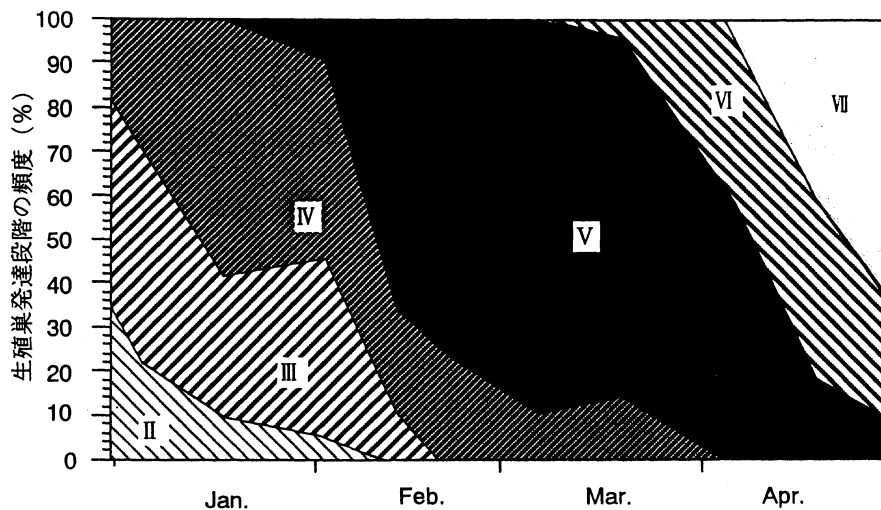


図9 1年貝の生殖巣発達段階の変化（平成7年）

図10には0年貝から2年貝までの性比を示した。0年貝の7月から9月までは雌雄が判別できない状態であるが、10月は雄だけが出現し、11月からは雄と雌雄同体が出現し、12月から雌の個体も出現し始め、1月までは雄、雌、雌雄同体の個体が混在する。2月以降は雄、雌の比率がほぼ1：1の割合になる。しかし、1年貝の8月から9月にかけては生殖巣内のろ胞も崩壊し、雌雄が判別できない状態になる。10月以降は再度ろ胞を形成し始め、雌雄の判別ができるようになり、雌雄の比率は変動があるが、ほぼ1：1の割合になった。

さらに、1月における各年級群の雌雄の比率を比較すると、2年貝は平成6年、7年ともに若干雌の比率が高い傾向があるが雌雄の比率はほぼ1：1である。しかし、1年貝の雌雄の比率を比較すると平成6年は1：1であるが、平成7年は雄が70%で、雌雄同体が18%、残りの12%だけが雌であった（図11）。この様に1年貝では年により雌雄の比率が異なるが、2月においては両年ともに雌雄の比率がほぼ1：1になったことから考えて、年により性転換の速度が異なるということが言える。これも前年の夏季から秋季にかけての水温が影響したものと考えられる。平成5年の夏は冷夏となり水温も極端に上がらなかったため性転換が早くなり、平成6年の夏は一転して、これまでになくような猛暑となり水温も過去最高となったので性転換も遅れたものと考えられる。

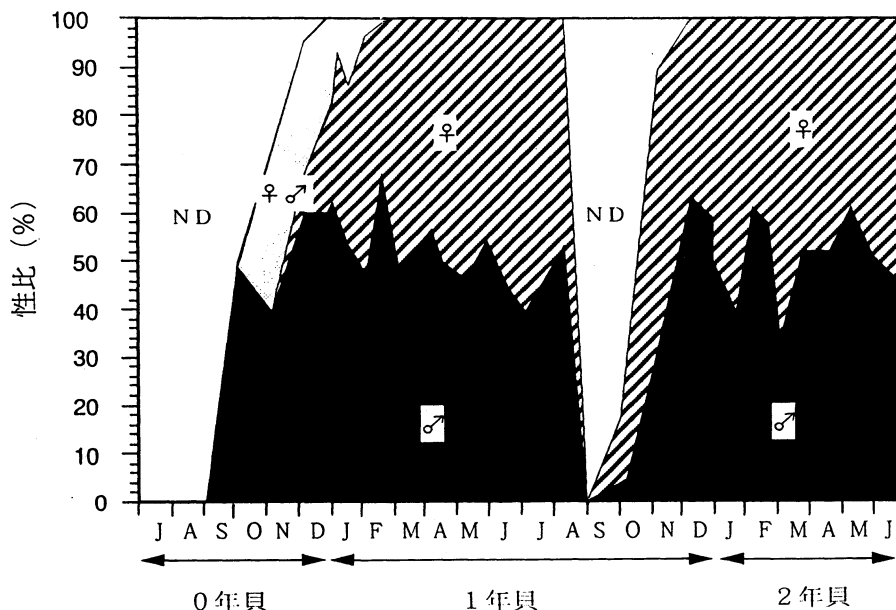


図10 性比の周年変化

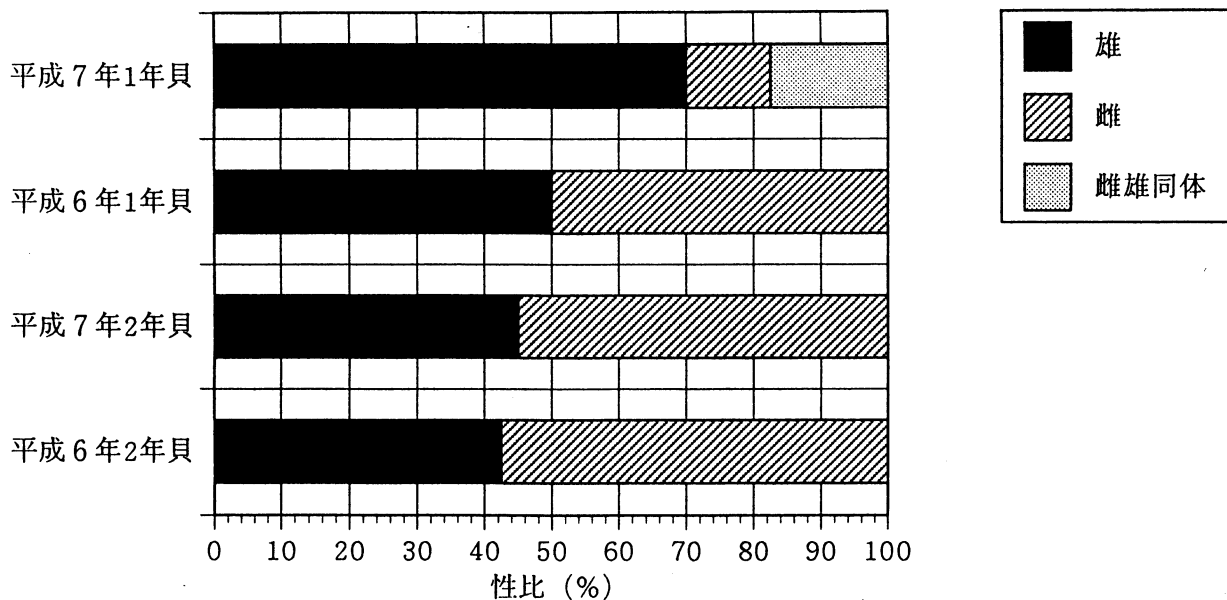


図11 各年の1月における性比

天然ホタテガイまたは放流ホタテガイは満1年で雄は全てが成熟し、その後雌に性転換して雌雄比が1:1になると言われてきた^{1), 5)}。一方、長内²⁾、森等⁴⁾は陸奥湾、岩手県唐丹湾の養殖ホタテガイを調べ、満1年では精子の放出及び未成熟精母細胞の退化、吸収の終了を待たずに卵母細胞の分化が開始されるが、雌は十分な性成熟までに至らないまま退化、吸収すると報告している。また、川真田等⁶⁾は北海道鹿部地先の養殖ホタテガイの1年貝を調べ、雄は成熟して放精し、雌は成熟するが放卵せずに成熟期からすぐに退化、吸収期に移行するが、従来の天然ホタテガイの成熟過程に比べて、性分化と性相移行の時期が早まっていると同時に、その時期の間隔が短縮されていると報告している。この養殖ホタテガイの早熟化現象は、底性生活形態から人為的に中層に垂下する養殖形態に変化させたことにともなうものであると述べている。また、川真田¹¹⁾はサロマ湖において養殖籠に異なる収容密度でホタテガイを飼育して、その生殖巣の発達過程を調べたところ、低密度にすると性分化や性相移行が早期化するが、これは低密度にしたことに起因する成長促進に関連していると推定している。また、サロマ湖においてもここ10年で養殖ホタテガイの性分化と性相移行の起こる時期が早まってきたと報告している。今回の調査でも同様に性分化と性相移行の時期及び速度が長内の調べた陸奥湾の養殖ホタテガイよりもかなり早くなり、これまでに報告がなかった1年貝の産卵まで確認された。この原因として川真田が推定したホタテガイの成長促進が揚げられる。長内が調べた1年貝の1月から3月の殻長は3~5cmであったが、今回の調べた1年貝の殻長は6~7cmと大型である。近年、漁業者は稚貝採取ならびに分散時に大型貝を選別して残し、養殖籠への収容数も少なくして成長を促進させている。この大型化指向への養殖形態の変化により性分化と性相移行の時期ならびに速度が早められたものと考えられる。本邦産イタヤガイ科の中で1年でも産卵するものにヒオウギガイ¹²⁾、アカザラガイ¹³⁾、イタヤガイ¹⁴⁾があるが、菅野等¹³⁾はアカザラガイの生物学的最小型は26mmであり、成長の遅れたものは成熟しないと報告している。以上のことから、養殖貝の大型化により1年貝の雌でも産卵時期に生物学的最小型に到達し、成熟、産卵するようになったものと考えられる。1年貝の早熟化傾向、さらには2年貝における産卵の早期化は、漁業者が大型貝を選別してきたことにより成長の早い系統またはただ単に早期成熟系または早期産卵系を無意識に選抜した結果であるかもしれないが、このことについては今後さらに検討が必要である。

図12、13には過去2年間における2月上旬から中旬にかけての殻長と生殖巣指数及び軟体部重量と生殖巣指数の関係を示した。生殖巣指数は殻長と軟体部重量との間に大きな相関が見られた。つまり大きい貝ほど生殖巣に分配するエネルギー比率を大きくするものと考えられる。しかし、平成6年と7年では平成7年

の方が殻長、軟体部重量も小さかったにもかかわらず、1年貝、2年貝ともにその生殖巣指数には差が見られなかった。生殖巣指数は年齢によってある程度決定されるものと考えられる。さらに図13、14には殻長と生殖巣重量及び軟体部重量と生殖巣重量の関係を示したが、それぞれ大きな相関が見られた。産卵時期までの成長により生殖巣重量が異なっていくことが言える。抱卵数と生殖巣重量との間には一次回帰式が成立する¹⁵⁾が、産卵時期までの殻長または軟体部重量により抱卵数または産卵数が決定されるものと考えられる。いずれにしても、生殖エネルギーが増化することにより個体維持または成長に対するエネルギー比率が低くなり、それにともない個体の生理活性は低下することが懸念される。これが近年の陸奥湾における春先のへい死の(別項参照)一要因になっていることが考えられる。また、一部の地まき貝のようにこれらの直線または曲線から大きくはずれるような集団(別項参照)があれば、正常な産卵がなされていない可能性がある。

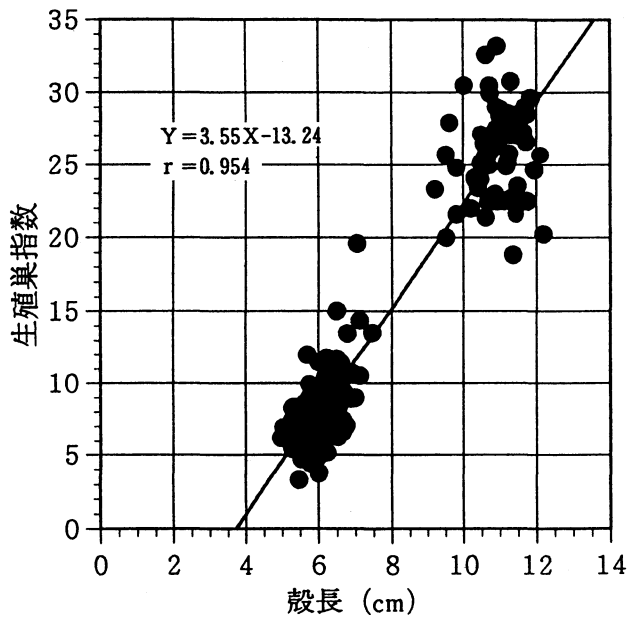


図12 殻長と生殖巣指数の関係

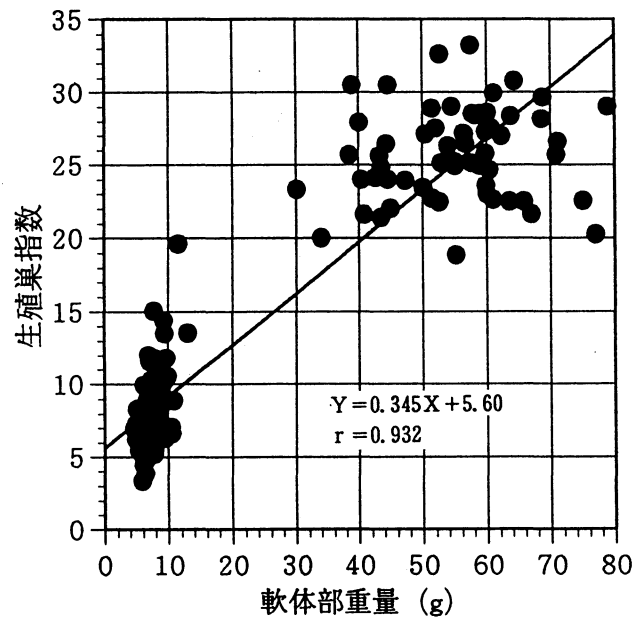


図13 軟体部重量と生殖巣指数の関係

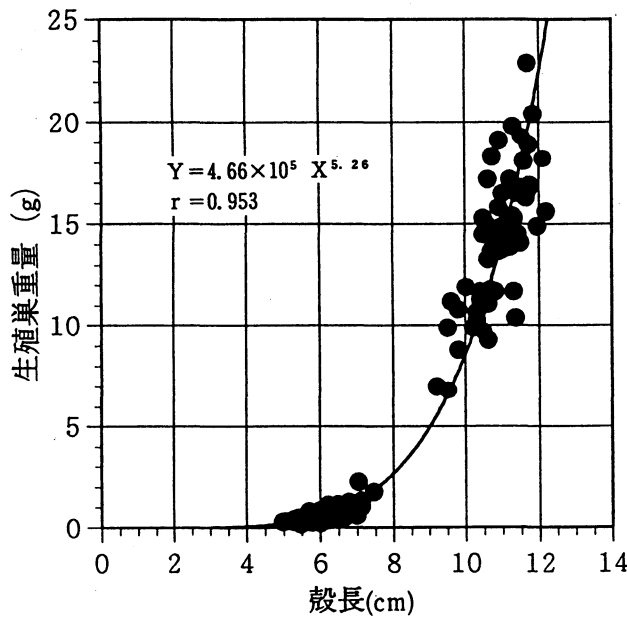


図14 殻長と生殖巣重量の関係

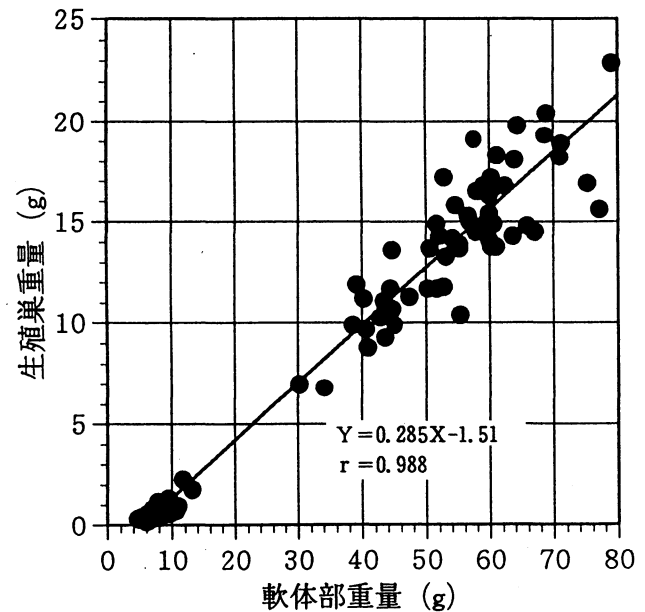


図15 軟体部重量と生殖巣重量の関係

4. 参 考 文 献

- 1) Yamamoto G. (1950) Ecological note of the spawning cycle of the scallop, *Patinopecten yessoensis* JAY, in Mutsu bay. Bull.Sci.Rep. Tohoku Univ.Ser IV (biol) **18**,477-481.
- 2) Osanai K. (1975) Seasonal gonad development and sex alternation in the scallop, *Patinopecten yessoensis*. Bull.Mar. St.Asamushi, Tohoku Univ.Ser.**15**,81-88.
- 3) Osanai K., S.Hirai, M.Odashima and K.Kyozuka (1980) Sexual differentiation in the juveniles of the scallop, *Patinopecten yessoensis*. Bull.Mar. St.Asamushi, Tohoku Univ.Ser **16**,221-230.
- 4) 森 勝義・長内健治・佐藤隆平 (1977) 岩手県唐丹湾における養殖ホタテガイ生殖巣の周年変化に関する組織学的研究. 日水誌. **43** (1) ,1-8.
- 5) 丸 邦義 (1978) ホタテガイの生殖に関する研究 第2報 1年貝の生殖巣の発達. 北水試報. **20**,13-26.
- 6) 川真田憲治・玉置靖・富士 昭 (1981) 噴火湾における養殖ホタテガイの成熟過程. 北水試月報. **38**. 132-146.
- 7) 川真田憲治 (1983) 噴火湾における放流ホタテガイの生殖周期. 北水試報. **25**. 15-20.
- 8) 小坂善信・相坂幸二・鹿内満春 (1995) 陸奥湾における養殖ホタテガイの成熟, 産卵について. 青水増事業報告. **24**. 131-137.
- 9) 山本護太郎 (1964) ホタテガイ *Pecten* (*Patinopecten yessoensis* JAY) の生殖細胞形成ならびに生殖時期. 日水誌. **12** (1) ,21-26.
- 10) 小坂善信 (1994) ホタテガイ優良品種作出試験- I. 青水増事業概要. **23**,125-132.
- 11) 川真田憲治 (1994) サロマ湖. 養殖ホタテガイの生殖巣発達過程. 北水試報. **45**. 37-44.
- 12) 古丸 明・和田克彦 (1988) 養殖ヒオウギガイ *Clamys nobilis* の生殖巣の周年変化. 養殖研報. **14**,125-132.
- 13) 菅野 尚 (1961) アカザラガイ *Clamys farreri nipponensis* KUROAD の増殖に関する研究. 東北水研報. **19**, 135-141.
- 14) 森脇晋平 (1982) 垂下飼育したイタヤガイ当年貝の生殖腺の発達について. 水産増殖. **30** (1) ,57-62.
- 15) 丸 邦義 (1985) ホタテガイの種苗生産に関する生態学的研究. 北水試報. **27**,1-53.