
Ⅱ．種苗生産技術開発

1．親貝養成技術開発

(1) 飼育条件の操作による産卵日の制御

(井戸本純一)

親貝の大量飼育方法については、これまでに砂を敷いた屋外のコンクリート池で潮水をかけ流す方法が有効であることを確認している。しかし、セタシジミの資源回復に必要となる大量の種苗を極めて低いコストで生産するには、採卵可能な状態の親貝を長期にわたって確保し、種苗生産施設の稼働率を高めることが不可欠であり、そのためには大量の親貝の産卵時期を簡便かつ確実に制御する技術を開発する必要がある。

成熟、産卵の促進には温度の上昇が最も効果的であると考えられるが、屋外池を使った現在の飼育方法では、水温を人為的に制御することはコストの面からも非常に難しい。そこで昨年度は、晴天の日中に注水を停止し、太陽熱によって池中水温を上昇させる方法を試みたが、水温は上昇するものの、産卵日に変化は見られなかった。その原因として、セタシジミの生理活動に対する影響は夜間の水温のほうが支配的なのではないかと考えられたことから、本年度は飼育池の明暗周期を人工的にずらし、昼間の高水温を暗期に導入する方法を試みた。

一方、産卵の抑制については、これまでに早期の採捕による長期間飼育と飼育池の遮光が、それぞれ産卵を遅延させることが見いだされていることから、本年度も採卵用親貝の大半はそれらの方法によって産卵の制御を行うこととした。

なお、結果的には、これらの方法による産卵の遅れが昨年ほど顕著でなかったため、一部の試験区の親貝群については池中での産卵を待たずに取り上げ、後述する低温水槽での産卵抑制に移行した。

材料および方法

飼育池 各飼育池の基本構造は、幅2 m、長さ4 m、深さ約80 cmのコンクリート製屋外池の底に、親貝取り上げ用のナイロンネット（オープニング10 mm）を広げ、その上に砂の流れ止めおよび作業時の踏み石となるコンクリートブロックを配し、川砂を厚さ約8 cm、長さ約3.5 mに敷いて砂床とした。水深は約30 cmで毎分約24 lの潮水を注水し、餌料は潮水に含まれるものに依存した。

供試貝と飼育条件 採卵用親貝の採捕は、1992年4月21日、5月20日および6月4日の3回、琵琶湖の中部東岸に位置する彦根市松原地先の漁場で貝曳網により行った。各回の採捕親貝群は、体型測定後、飼育池に14 kgずつ収容し、以後それらを池ごとの個体群として、ロット番号を付けて取り扱った。

親貝群の体型と各ロットの飼育条件を表Ⅱ-1に示した。1992年4月21日に採捕されたLot 1～6（以下、4月採捕群という）のうち、Lot 1および2は昼間の水温上昇を利用した産卵促進試験に使用し、Lot 3および4は無遮光で、Lot 5および6は5月11日の日没以降遮光して飼育した。5月20日に採捕されたLot 7～10（以下、5月採捕群という）

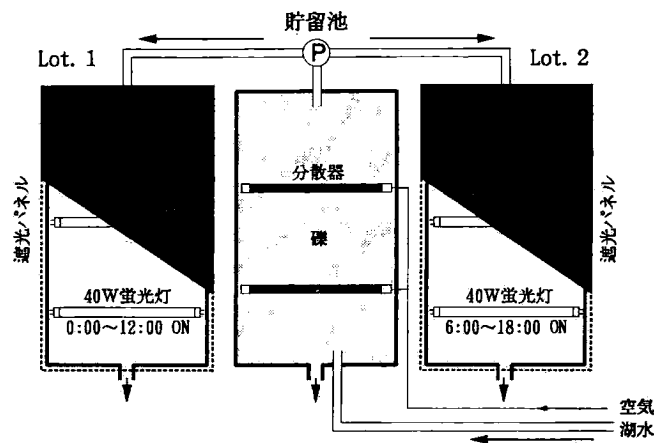
表Ⅱ－１ 1992年の採卵用親貝群の体型と飼育条件

採 捕 月 日		4月21日	5月20日	6月4日
殻 長 (mm)	最 大	28.30	27.18	29.04
	最 小	14.80	13.76	12.07
	平均±SD	20.58±3.27	19.57±3.21	17.14±2.71
殻 重 (g)	最 大	10.06	8.18	10.02
	最 小	1.98	1.42	1.13
	平均±SD	4.72±2.05	3.97±1.78	2.97±1.44
飼育条件	促進試験	Lot 1 , 2	—	—
	無遮光	Lot 3 , 4	Lot 9 , 10	Lot 11
	遮 光	Lot 5 , 6	Lot 7 , 8	—

では、Lot 7 および 8 を 6 月 3 日の日没以降遮光して、Lot 9 および 10 は無遮光で飼育した。6 月 4 日に採捕された Lot 11（以下、6 月採捕群という）は、無遮光で飼育した。

飼育池の遮光は、アルミ蒸着シートを枠に張って作った遮光パネルを用い、ほぼ 100% の遮光率で行った。

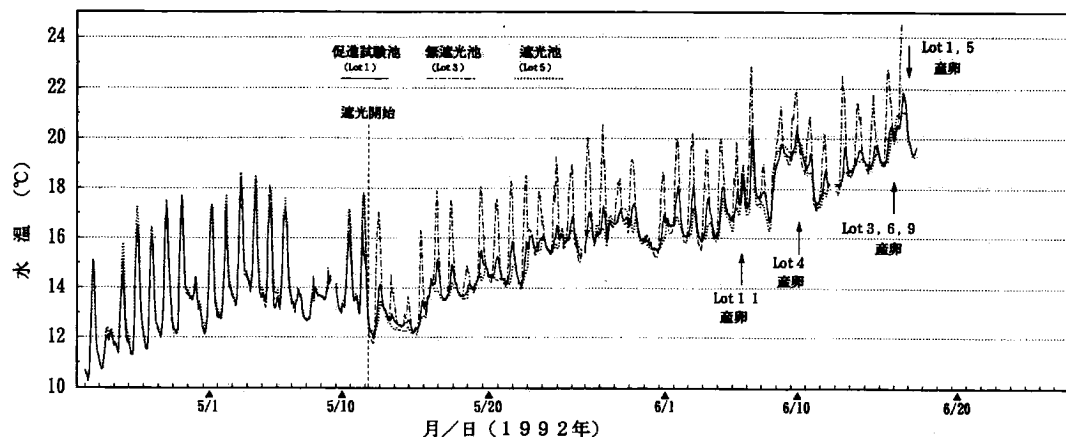
産卵促進試験 Lot 1 および 2 では、遮光パネルではほぼ 100% の遮光を行うとともに、40 W 蛍光灯を各 3 本使って 12 L 12 D の明暗周期をつくり出した。Lot 1（処理区）では水温の最も上昇する時間帯を暗期にするために 0 時から 12 時を明期とし、Lot 2（対照区）では自然の周期に合わせるために 6 時から 18 時を明期とした。両池に注入する湖水は、水温を上昇させるために一旦貯留池に注入したものをポンプアップして用い、注水量は他の飼育池と同量とした。貯留池は飼育池と同じ規格のもので、底には太陽熱を吸収しやすいように礫を敷き詰め、攪拌のためにエアレーションを施した。これらの池の構成を図Ⅱ－1 に示した。



図Ⅱ－１ 産卵促進試験に用いた飼育池の構成（平面図）。

結 果

飼育池の水温変動 4 月採捕群について、各飼育条件を代表する飼育池における 1 時間ごとの水温変化と測定期間中に産卵の見られた飼育池を図Ⅱ－2 に示した。なお各池の産



図Ⅱ-2 親貝飼育池における1時間ごとの水温の推移と池中での自然産卵.

卵日は、毎朝の観察で砂床の上に卵が認められた日とした。

無遮光の状態では、池中の水温は日射の影響を強く受けるために13時前後に最高水温に達し、晴天時には一日の最高水温は原水（沿岸湖水）よりも2～4℃高く、日較差は3～5℃と大きくなった。遮光状態の飼育池では、水温はほぼ原水のままで、最高水温の出現時刻は原水の水温が風向などによって左右されるために一定しないが、17時前後に見られることが多く、日較差はほとんどの場合1℃以下であった。促進試験の飼育池（Lot 1）では、一旦貯留池を通したものの、2つの飼育池を1つの貯留池でまかなったために滞留時間が短く、日射による水温の上昇はあまり顕著でなかったが、晴天時には16時前後に遮光池よりも0.5～1℃高い最高水温に達し、日較差は1～2℃であった。

一日の最低水温はいずれの飼育条件の池もほぼ同じで、おおむね6時前後に見られた。

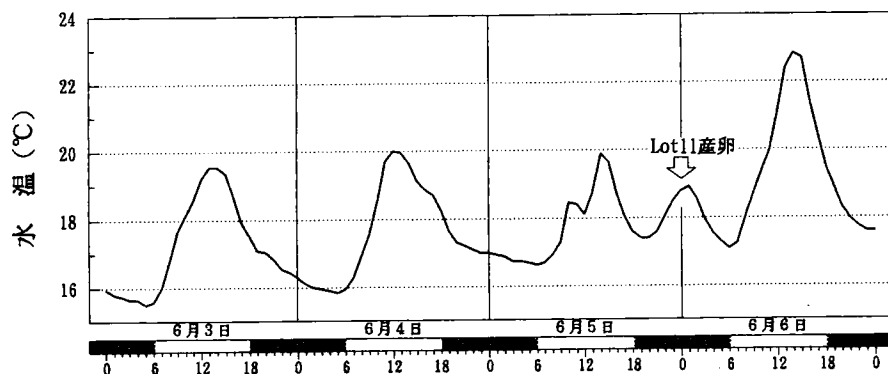
最初に産卵が確認されたのは、Lot 11（無遮光）の6月6日で、無遮光池（Lot 3）の前日の最高水温は19.9℃、当日朝の最低水温は17.1℃であった。しかし、実際に産卵が行われたと思われる0時前後の水温は、一時的に19℃近くまで上昇していた（図Ⅱ-3）。つぎに産卵が確認されたのは、Lot 4（無遮光）の6月10日で、前日の最高水温は21.85℃であったが、当日朝にかけての夜間の水温は、前夜に続く傾向としてあまり低下せず、ほぼ19℃以上を保っていた（図Ⅱ-4）。つぎに、Lot 3、9（無遮光）およびLot 6（遮光）の6月16日、Lot 1（促進試験）およびLot 5（遮光）の同17日と2日続けて産卵が見られた。これらの飼育池では、飼育条件によって最高水温は大きく異なるものの、夜間の水温は原水の温度上昇にともなって同様に高くなり、ほぼ20℃以上を保っていた（図Ⅱ-5）。

飼育条件と産卵日 各親貝群における飼育池での飼育と産卵日および取り上げ後の低温無砂蓄養と産卵誘発による採卵の全日程を図Ⅱ-6に示した。

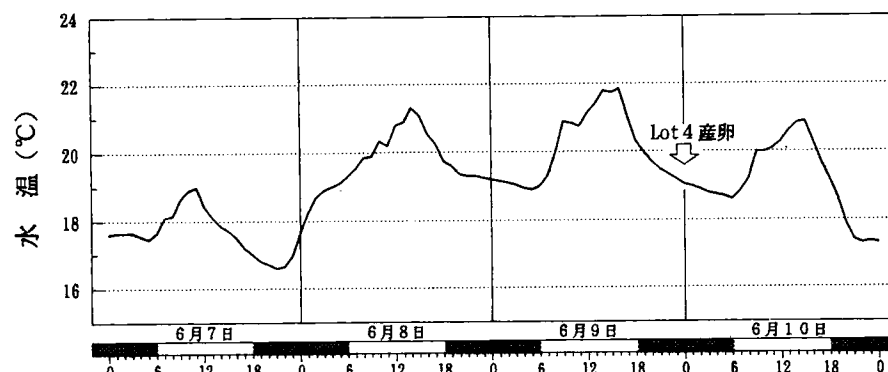
促進試験池での水温の変化と明暗周期との関係を図Ⅱ-7に例示した。明暗周期を自然の周期に対して6時間前方にずらしたLot 1では、暗期の始まりから3～4時間後に最高水温に達し、暗期の中心（18時）の水温はLot 2（0時）にくらべて晴天時には1.5℃程度高かった。産卵日は、Lot 1が6月17日であったのに対して、Lot 2は6月26日の時点

でまだ産卵せず、少なくとも9日以上遅かった。なおこの時点で、各親貝群の池中産卵による卵の損失が予想以上に大きく、目標生産量達成のための親貝の不足が懸念されたため、池中産卵を避けるために、Lot 2 は産卵を待たずに取り上げた。

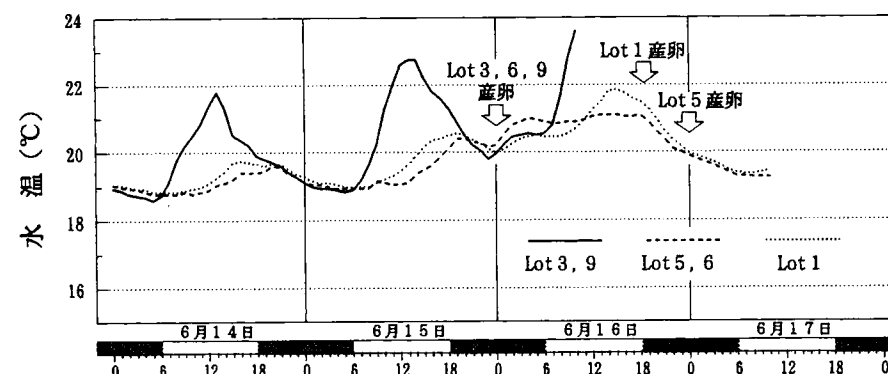
採捕の早晩の影響について無遮光池の産卵日を比較すると、最も早く産卵したのは6月採捕群のLot11で、採捕からわずか2日後の6月6日であった。つぎに産卵が見られたの



図Ⅱ-3 産卵直前の飼育池における水温の推移と産卵推定時刻 (1).



図Ⅱ-4 産卵直前の飼育池における水温の推移と産卵推定時刻 (2).



図Ⅱ-5 産卵直前の飼育池における水温の推移と産卵推定時刻 (3).

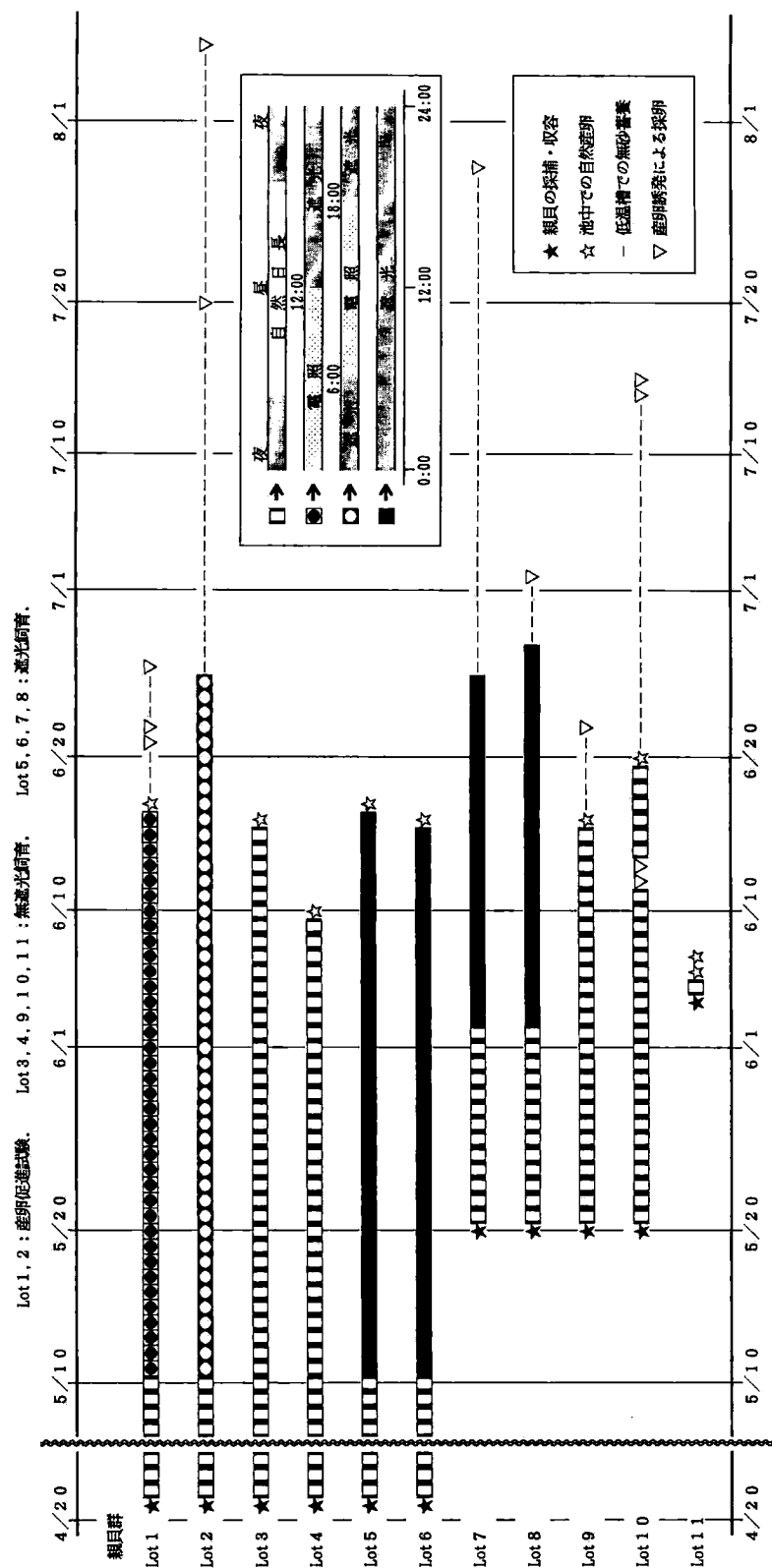
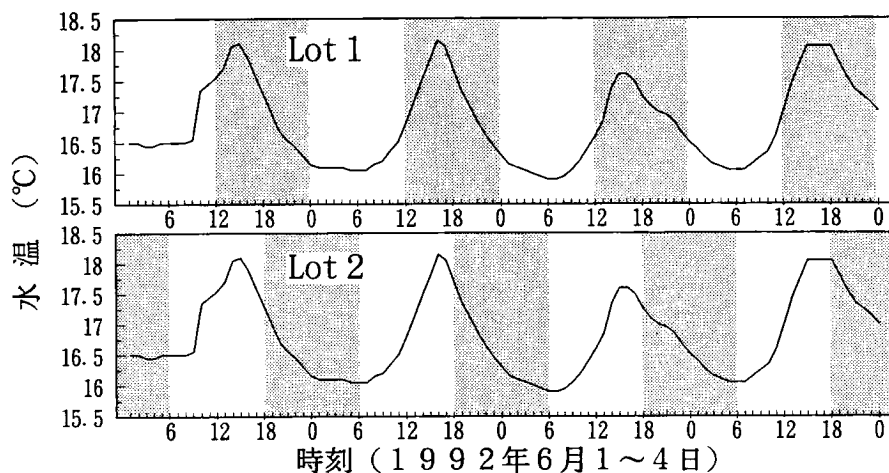


図 II - 6 1992年の各親貝群の飼育経過と自然産卵および産卵誘発による採卵の全日程.



図Ⅱ－7 産卵促進試験の処理区（Lot 1）および対照区（Lot 2）における明暗と水温の周期の関係。

は4月採捕群のLot 4で、Lot 11の4日後の6月10日であった。つぎに産卵が見られたのは4月採捕群のLot 3と5月採捕群のLot 9で、さらに6日後の6月16日であった。最も産卵が遅かったのは5月採捕群のLot 10で、さらに4日後の6月20日であった。

遮光の影響について4月採捕群および5月採捕群それぞれの無遮光池と遮光池の産卵日を比較すると、4月採捕群では、遮光池であるLot 5とLot 6の産卵日はそれぞれ6月17日と6月16日で、無遮光池ではじめに産卵したLot 4よりは数日遅れたが、Lot 3とは差がなかった。5月採捕群では、遮光池であるLot 7とLot 8はそれぞれ6月26日および28日の時点でまだ産卵しておらず、無遮光池ではじめに産卵したLot 9よりも10日以上、Lot 10よりも6日以上遅れた。なおこれらの池の親貝群は、Lot 2と同様に産卵を待たずに取り上げた。

考 察

水温と産卵 これまでの経験から、セタシジミの池中での産卵は、湖水の水温が20℃をこえるころからはじまることが認められていた。また昨年度の試験の結果は、日中の高水温が産卵を促進しないこと、一日の最低水温が20℃をこえるころから産卵がはじまることが示した。しかし、池中水温の日間変動とそれが産卵におよぼす影響の詳細については十分な知見が得られていなかった。今回、飼育池の水温を1時間間隔で連続測定した結果を見ると、産卵は日中の水温にかかわらず、夜間の水温が19℃以上で、前日または前々日にくらべて高くなったときに行われる傾向が認められる（図Ⅱ－3～5）。これらのことは、夜間水温の上昇がセタシジミの産卵を促す大きな要因の一つであることを示しており、おそらくセタシジミの生理的活動が夜間に活発になり、それにしたがって温度に対する感受性も強くなることを示唆していると考えられる。

明暗周期と産卵 図Ⅱ－6に示したとおり、促進試験池では、Lot 1（処理区）の産卵がLot 2（対照区）よりも9日以上早くなるという結果が得られたものの、同じ採捕群の

他の飼育池の産卵にくらべて早まることはなかった。しかしながら、これは促進試験池への給水経路が長く、貯留池には大量の浮泥の堆積も見られたことから、これらの池への餌料の供給が他の池にくらべて少なかったことに起因すると考えることができ、対照区との比較において処理区の産卵が有意に早まった可能性は高いと思われる。太陽熱を利用しようとした場合、給水経路は長くならざるをえず、実効的な促進技術を開発するためには加温方法の改良が必要であろう。

セタシジミの生理的活動が光環境に左右されるか否かについてはまだ確認されていないが、アサリでは干出刺激を併用した場合、明暗周期の変更に活動周期が容易に同調することが知られている（山森、1988）。今回、少なくとも対照区の生理的活動周期には人為的な変更が加えられなかったと仮定すると、処理区と対照区の産卵日の隔たりは、水温の変動周期と明暗周期との位相のずれによって処理区の産卵が相対的に早められたことを示すものと考えられ、そこには貝の生理的活動周期の変化が関与していると思われる。Lot 1の産卵が6月16日朝から同17日朝までのあいだの何時ごろに行われたかは不明であるが、仮に貝の活動周期が明暗周期とともに6時間ずれていたとすると、6月16日の18時前後に行われたと考えられる。Lot 1のこの時間帯の水温は、図Ⅱ-5に示したように21℃をこえており、翌17日に取り上げて採卵に供した同親貝群が19.5℃の水温下で産卵せず、低温蓄養（17℃以下）を経て6月21日の採卵では21.1℃の水温下で産卵誘発によりわずかに産卵した（さらに6月26日、水温21.2℃では誘発により高率で産卵）ことを考えあわせると、このときの高水温が一部の個体の産卵を促したものと思われる。

以上のことは、明暗周期をコントロールすることによって日中の高水温を貝の生理活性が高まる暗期に導入することの可能性を示したが、Lot 1の産卵の早まりが暗期水温の上昇の一時的な影響（産卵の誘発）によるものなのか、それとも累積的な影響（成熟の促進）によるものなのかについては、対照との温度差が小さかったことなどから明らかにできなかった。この点については、加温方法の改良とともに、より長期間の飼育を行って比較検討する必要がある。

早期採捕と産卵 早期採捕による産卵の遅延現象は、採捕されてから水温が産卵可能なレベルに達するまでの期間が長くなることによって、人工環境下で飼育される貝の栄養状態が天然にくらべて劣化することが原因と推測される。一昨年の例では、5月30日採捕群に対して5月7日採捕群の産卵が1週間遅れ、昨年の例では、6月4日採捕群に対して5月14日採捕群の産卵は差がなかったものの4月22日採捕群の産卵は約2週間遅れた。しかし今回の場合、図Ⅱ-6に見られるように、最初に産卵したのは最も遅く採捕された6月4日採捕群（Lot11）であったものの、最も早く採捕された4月21日採捕群の一つ（Lot 4）がその4日後に産卵し、さらにその6日後に5月20日採捕群の一つ（Lot 9）が産卵するなど、飼育期間の長短が産卵日に反映されなかった。また、同日採捕、同条件飼育である2つの池の親貝群の産卵が4月21日採捕群で6日、5月20日採捕群で4日ずれたことも、これまでにほとんど例のないことであった。

本年度の調査結果から、天然水域での産卵時期は、たとえ同じ漁場内であっても生息している水深などによってばらつきのあることが見いだされた。したがって、同日の採捕群であっても、そこには成熟度の異なる個体群が混在している可能性があり、そのことが今

回のような結果をもたらした原因と考えられる。しかし、このことは見方をかえれば、異なる水域や水深から親貝を採捕することによってあらかじめ成熟度の異なる親貝群を得る可能性を示しており、産卵の制御の一手法として検討する価値があるだろう。

遮光と産卵 遮光による産卵抑制では、昨年度は約2週間の遅延が見られた。しかし今回は、5月採捕群については少なくとも数日の遅延が見られたものの、4月採捕群についてはほとんど効果がなかったといえる。遮光が産卵を遅延させる原因についてはまだ明かではないが、上述したように日中の水温があまり意味を持たないことを考えると、日中水温の日射による上昇を妨げるためではなく、明暗周期の変更と同様に貝の生理的活動周期に影響をおよぼすためではないかと考えられる。また、昨年度の試験において、9時～15時のみの遮光で全遮光と同様の産卵の遅延が見られたことも、周期性の介在をうかがわせる。したがって、今回の試験では遮光の開始を日没後としたことが、正午とした昨年度とは異なる影響を貝の活動周期におよぼした可能性がある。これらの点を明らかにするには、生理学的な手法を用いた検討が必要であろう。

技術的な側面からみると、遮光による産卵抑制は、ランニングコストがかからず、貝の栄養におよぼす影響も小さいと考えられることから、屋外の池を用いた親貝養成には好適である。しかし、効果の点では早期採捕と同様に確実性に問題のあることが明かとなった。より長期的に、かつ確実に産卵を抑制するためには、産卵の促進と同様に水温の操作による方法をあわせて検討する必要があると思われる。