

第2章 春季における電照期間ならびに日長時間が成熟に及ぼす影響

春季に一定期間長日条件で飼育した後、自然日長に切り替えると、その時点から生殖腺は発育肥大し、一年で最も日長の長い夏至を中心とした時期でも、成熟は顕著に促進されることから、この春季の長日処理は、アユの成熟に対して、促進的に作用する有効刺激を与えているものと考えられる。しかしながら長日処理と成熟との関連性については明らかでない。

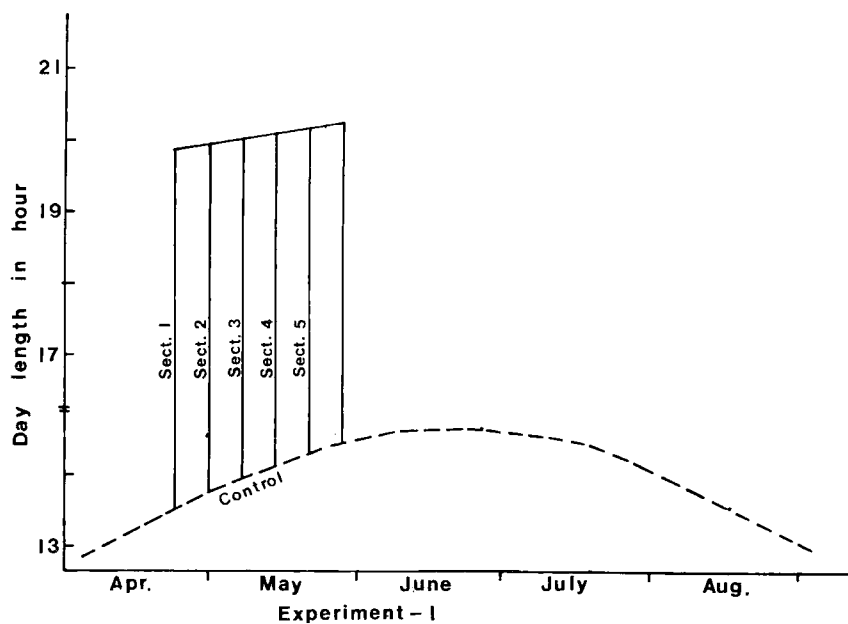


Fig. II-1 Seasonal change of day-length at Hikone (N. 35°15') and explanation of the experimental sections in Experiment-I.

そこで本実験では種々の長日条件で飼育した後、自然日長にもどし、その後の成熟の進行状況から両者の関連性について検討を加えた。

実験方法

I 電照期間と成熟との関係

5 × 2 m²の縦型コンクリート製飼育水槽2面を本実験に使用した。1面は自然日長で飼育し対照区とし、他の1面は第1章の実験と同様の電照施設で(図I-1)、日没前から午前1時まで電照した。電照は4月

23日から5月28日までの35日間行い、それ以降は自然日長に戻した。電照区のアユはそれぞれ35日間、28日間、21日間、14日間、7日間電照するため、自然日長で飼育したものを電照開始時から1週間間隔で計5回放養した(図II-1)。なお混養されたこれらのアユの電照期間が判別出来るように脂鰓切断や墨注入法(中・的場'76)で標識をつけた。

II 日長時間と成熟との関係

第1実験と同様の電照施設のある同型飼育水槽4面を使用した。いずれの飼育水槽も4月23日から5月28日までの35日間電照し、それ以降は自然日長に戻した。電照時間は1面は日没前から翌日の午前1時まで(実験Iと共用)他の3面はそれぞれ日没前から23時30分、22時00分、20時30分までとした。(図II-2)。

両実験とも供試魚は4月に天然河川に遡上した湖産アユを用いた。飼育用水ならびに使用飼料等は第1章の実験と同様で、また生殖腺指数の算出は雌雄10尾ずつを採捕して前記同様の方法で行なった。

結果

実験I

対照区ならびに各実験区の生殖腺の発達状況を取りまとめ雌雄別に図II-3に示した。

自然日長で飼育した対照区のアユの成熟状況を見ると、成熟開始は7月下旬頃で、9月中旬には完熟近い状態となった。

一方、35日間電照したアユの成熟は、自然日長切り替え後20日目の6月17日には生殖腺指数がすでに雄1.36、雌0.61

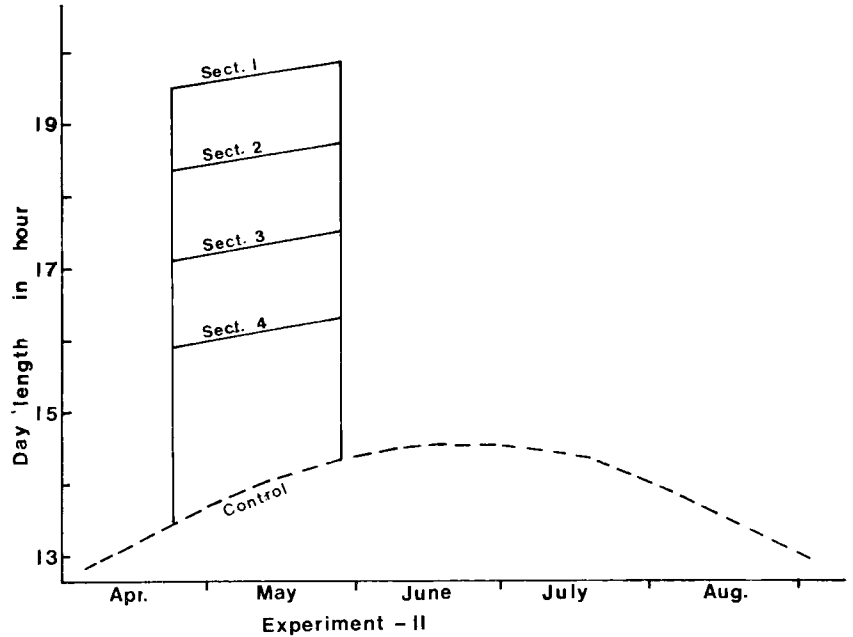
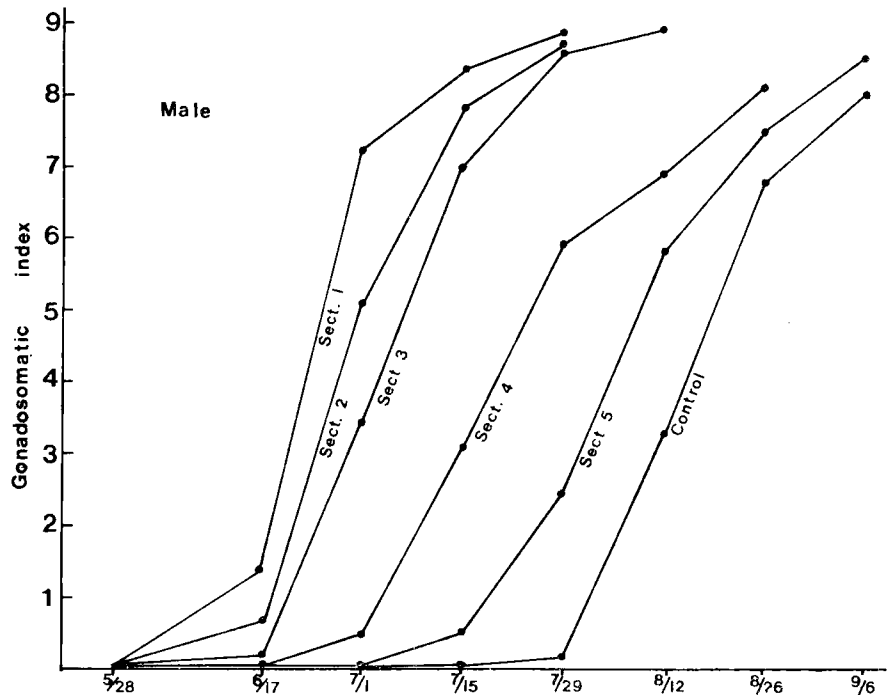


Fig. II-2 Seasonal change of day-length at Hikone (N, 35° 15') and explanation of the experimental sections in Experiment--II.



の成熟度を示し、自然日長切り替え直後から開始された。その後7月1日、15日、29日にはそれぞれ雄7.20、8.39、8.90、雌6.67、16.70、23.30の成熟度となり、自然日長で飼育したアユが成熟を開始した時期に、すでに完熟近い状態となり、自然日長飼育魚より約1.5ヶ月早い成熟を示した。

21日間電照した区では6月17日の成熟度は雄0.21、雌0.31でわずかながら成熟が見られ、その後は上記の採集日ならびに8月12日には雄3.41、7.01、8.64、8.90、雌1.96、7.09、15.06、19.71の成熟度を示し、完熟寸前となったのは、35日間電照のアユが完熟となった8月上旬よりも約20日遅い8月下旬であった。また28日間電照のアユの成熟は、上記35日間ならびに21日間電照のアユが示したそれらの中間であった。

7日間電照のアユでは、雄は自然日長切り替え後34日経過した7月1日にはわずか0.05また雌は48日後の7月15日に0.03の成熟度を示し、その間成熟は殆んど進まなかった。その後は7月29日、8月12日、26日、9月9日に雄2.43、5.84、7.47、8.55、雌0.75、4.53、12.39、18.89、の成熟度を

示し、その間の生殖腺の発達速度は対照区や35日間電照のアユのそれにくらべ遅く、完熟状態となったのは、7日間電照区のアユが成熟開始した時期よりも更に15日程後れて成熟開始した自然日長飼育魚と同じ時期であった。

14日間電照アユの成熟は21日間ならびに7日間電照アユが示したその中間的な推移を示した。

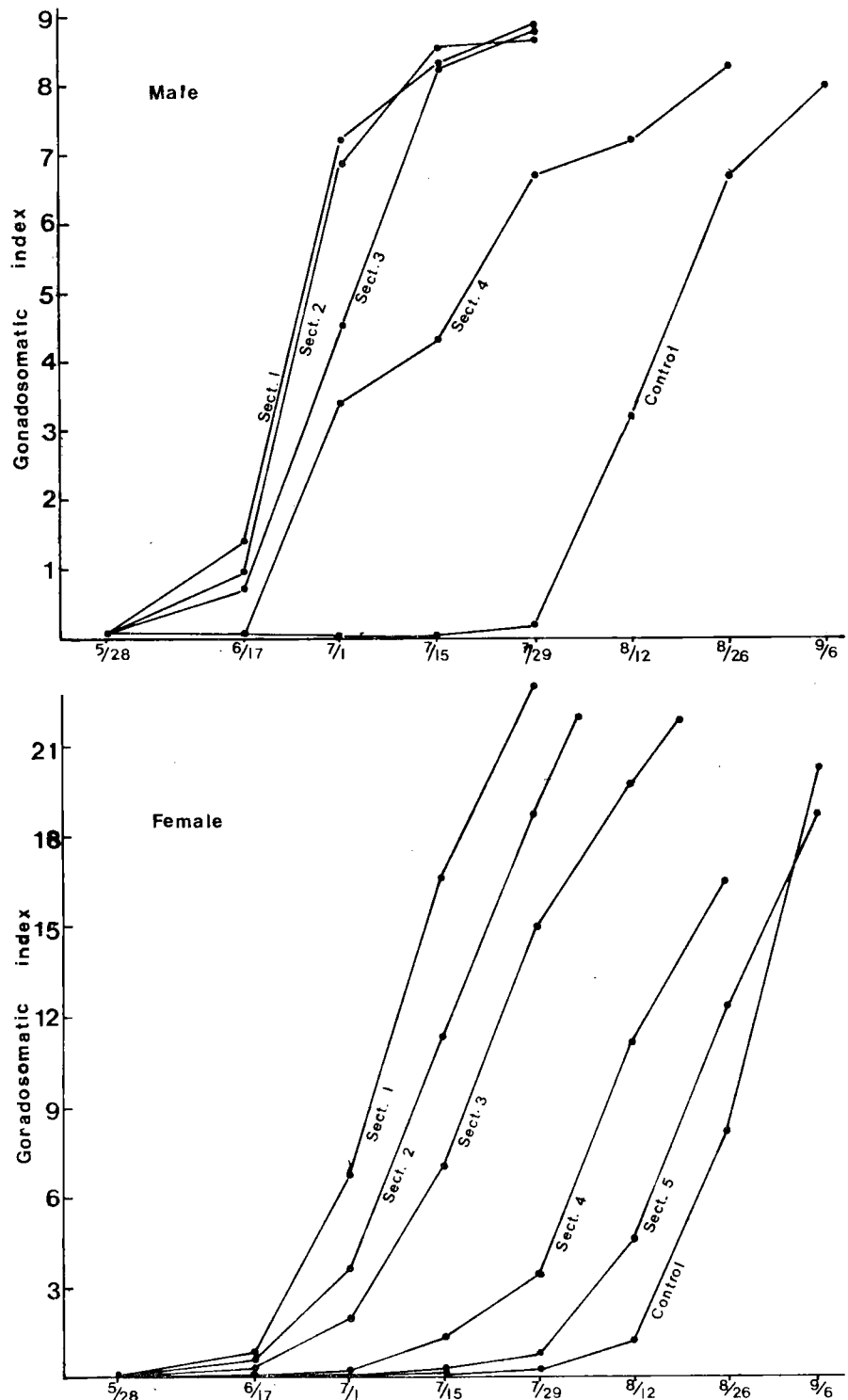


Fig. II-3 Effects of the artificial long photoperiodicity added to gonadal maturation of Ayu-fish.

実験Ⅱ

各区のアユの成熟状況を雌雄別にとりまとめ図Ⅱ-4に示した。

35日間、日没から23時30分まで電照した区の生殖腺の成熟度は6月17日、7月1日、15日、29日にそれぞれ雄1.36、7.20、8.37、8.90、雌0.61、6.67、16.76、23.23を示し、午前1時まで電照したアユが示した成熟状況とほぼ同様であった。また22時まで電照したアユの成熟は23時30分まで電照したアユが示したそれよりも約10日後れた。20時30分まで電照した区では、雄は6月17日まで、また雌では7月1日まで明らかな成熟変化は見られず、それ

以降に成熟を開始した。その成熟速度も遅く、完熟寸前の状態となったのは、8月下旬頃であった。

以上が実験Ⅰ及びⅡの各区画のアユの成熟状況である。これを総合的に取りまとめると下記のようになる。

アユの生殖腺の発達初期には漸進的に、その後は完熟寸前まで速やかで、その後は再び鈍くなる。したがって成熟は典型的な sigmoid 曲線を示す。しかしながら電照期間が長く、また同一期間電照しても1日の電照期間が長いと、成熟は自然日長切り替え直後から開始され、その後の成熟も早いが逆に電照期間が短かく、また同一期間電照しても1日の電照時間が短いと、成熟開始時期が遅れその後の成熟速度も遅い。したがってこの sigmoid 型の成熟曲線は電照条件によって大きく左右され、水平方向に短縮された型となったり、逆に延長された型となったりする。

今この関係を見るため、初期の発達過程を成熟度で雄1、雌3、また完熟を雄8、雌20と仮定し生殖腺の発達状況を自然日長切り替え後からそれぞれの値に達した所要日数で、また各区の電照状況を積算電照時間で表わすと、両者の間には図Ⅱ-5に示したように逆の相関関係が見られる。なおこの図において、各積算電照時間に対応する自然日長切り替えの時点から上記の成熟度に達するまでの所要日数は、雌雄とも実験Ⅰより実験Ⅱの方が長かった。このことから同じ積算電照時間であっても、1日の電照時間を長くするよりも、それだけ日数をかけて電照した方が、成熟促進効果は大きいといえる。またそれぞれの区の雌雄別の生殖腺の発達状況を見ると、雄の方が早く成熟が開始され、特に電照期間や日長が短い程、成熟開始時期に大きな開きが見られ、完熟に達するのも雄の方が早く、明らかに雄性先熟の現象が見られた。

考 察

本実験におけるアユの成熟に対する光周刺激の意義は二つあると考えられる。一つは電照による長

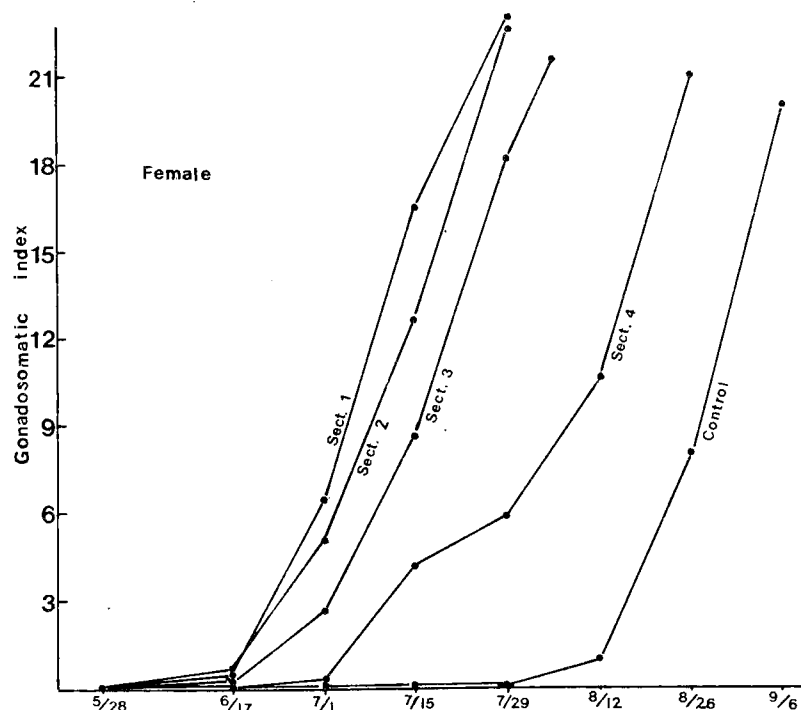


Fig. II-4 Effects of the day-length given to gonadal maturation of Ayu-fish.

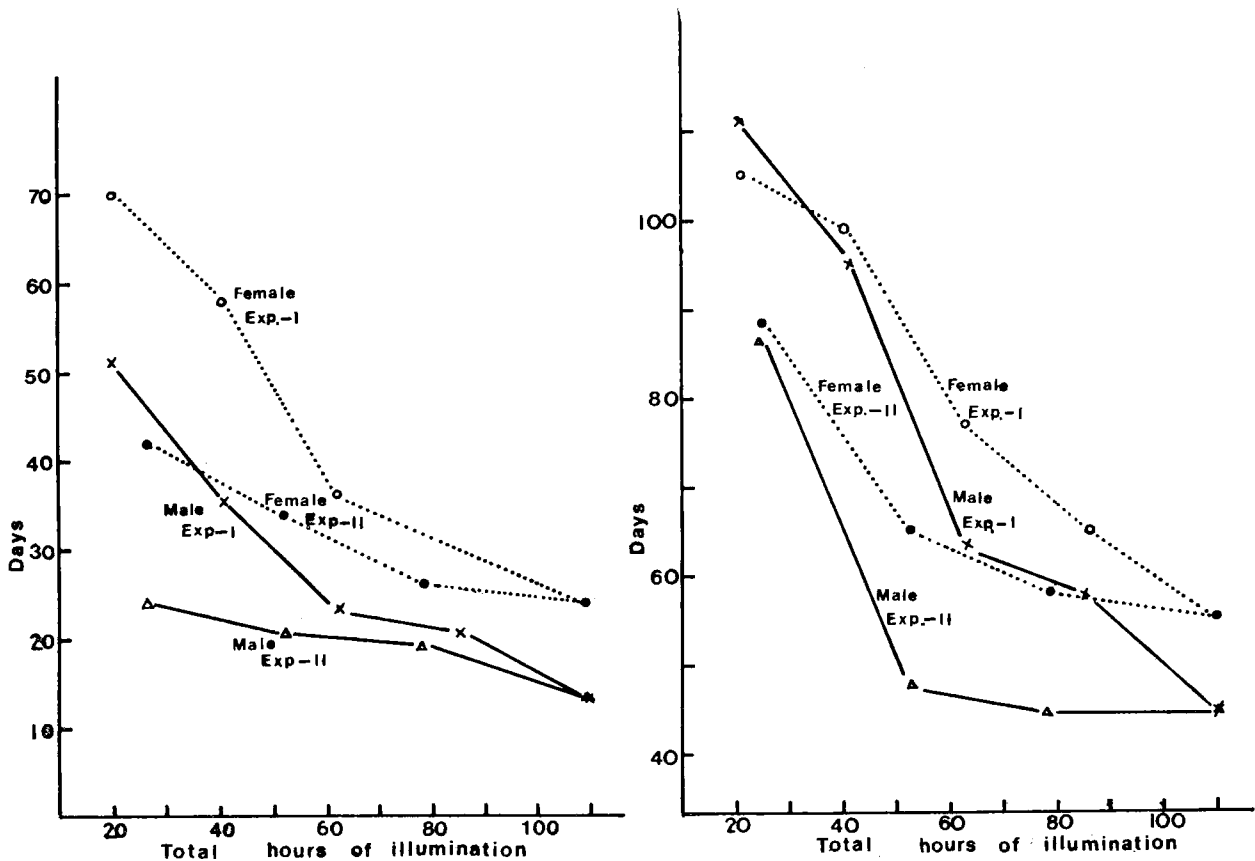


Fig. II-5 Correlation between total hours of illumination and duration from the day returning natural day-length to the day when reached to 3(left) and 20 (right)(female) 1(left) and 8(right)(male) in gonadosomatic indices.

日条件から自然日長への切り替えによる急激な日長の短縮化と他は電照期間中の長日効果である。前者は自然日長切り替え後から生殖腺が発育肥大することから、後者は積算電照時間と生殖腺の発達との間に相関関係が見られることからそれぞれの意義が示唆される。

アユの成熟現象は日長時間を短縮することによって、その効果が現れるとする考え方と、臨界日長時間が存在し、それよりも短い日長でのみ成熟が進むとする二つの考え方があるが、後者の考え方を支持する報告が多い(白石・武田'61, 白石'65, 鈴木・日比谷'73a)。

本実験では電照による長日条件から自然日長に切り替えて、急激な日長の短縮を行なったわけである。その結果自然日長に切り替えた時点から成熟が開始され、自然日長で飼育しているアユは全く成熟しない夏至を中心とした時期でも顕著な成熟を示した。このことから考えると前者の日長の短縮化が原因で成熟するとした方が妥当のようであるが、第3章の実験でこの点について検討した結果、やはり臨界日長時間との関連によって成熟することが明らかとなった。即ち臨界日長時間は以前に受けた日長の履歴によって変動し、本実験のような長日処理を行えば、この値は夏至の日長以上に上昇するためと判明した。

次に電照期間中の長日刺激である。電照期間中の生殖腺は非常に小さく、重量はわずかながら増加するようであるが、成長に伴う体重増のため成熟度は殆んど変らなかつた。

接岸中や河川遡上の湖産アユ幼魚の生殖腺を組織学的に観察したところでは、雌1~3月に染色仁期、4~5月周辺仁前期、6~7月に周辺仁後期となり、8月に入って卵黄胞期・卵黄球期となり、卵巣卵は大きく発育肥大する。

また雄でもこれに対応する組織学的変化を示す(本間・田村'62)と云われている。したがって本実験には雌では周辺仁前期また雄ではこれに対応する時期の供試魚を使用したことになる。鳥類における生殖周期を光周期との関連において再生期、準備期、成熟期とに分類し前2者を光に反応しない不応期 photorefractory period とする学者も多い(Wolfson'59) アユにおいてもこの考えをもとにして白石は preparatory phase, progressive phase, reproductive phase とに分け reproductive phase は卵黄胞期・卵黄球期に当るとした(白石'65e)。魚類において reproductive phase 以外の時期の成熟と光周期との関連性について検討した報告もかなり多い。Shiner Notropis befrenatus では8~10月の間(Harrington'57)、メダカでは産卵後約1月間(Yoshioka'66)は光に反応しないと報告しており、更にトケウオの場合精子形成と第1次卵黄期までは光に関係なく進む(Baggerman'72)と云われている。

本実験では卵黄卵が無卵黄の第1次成長期に、いろいろな条件で長日処理を施こして、成熟を促進したわけであるが、その後の成熟はこの長日処理条件に大きく左右され、積算電照時間と関連することが明らかになった。このことはアユがトゲウオとは異り、卵巣卵の未熟な状態のときでも光周刺激に対して強く反応していることを示している。白石はこの時期の長日条件は成熟に対して促進的に、また短日条件は抑制的に作用するとし、この考えをもとにしてあらゆる光条件での成熟パターンを考察し、湖産アユと海産アユとの成熟時期の相異は、アユ幼魚期の光環境が異なるためと推察した。本実験の結果からも白石の考察と同様の推論を下すことは可能のように思われるが、自然日長へ切り替え直後の生殖腺の重量は各区とも同じ値で、長日処理条件による差は見られず、長日処理条件の生殖腺の発達に対する影響は、自然日長切り替え以降の成熟の様相に見られた。このことから考えると、アユの成熟は以前に受けた日長履歴によって左右されるとした方が妥当のようで、また第3章の実験でこの考え方の正しいことが明らかとなった。

従来のアユの成熟についての論議は主として7月以降に行った実験に基づくものであった。つまり、これらの実験は以前にかなりの光の照射を受けて reproductive phase に近づいたアユを材料としたものであった。本実験では生殖腺が未熟な状態にある幼魚期の光周期と成熟との関連性について検討したことになるので、上記の実験とは条件が本質的に異り、これまでに明らかにされた成熟要因やそれらの値は、本実験における成熟の経過にすべてあてはまるとは考えられず、これらの点については今後改めて検討する必要がある。

以上春期の長日条件がアユの成熟に及ぼす影響について考察したが、この長日条件がどのような内分泌機構を通じて生殖腺に影響を与えるのか、またその影響が卵母細胞や精母細胞にどのような変化となって現れるのかについての詳細は不明で、今後検討すべき重要課題の一つである。

要 約

白石の云う preparatory phase, progressive phase のいずれかに当る時期における、アユの成熟と光周期との関連性について検討を加えるため、雌では周辺仁期また雄ではそれと対応する時期の供試魚を用い、いろいろな条件で長日処理を施こした後、自然日長への切り替えによる新しい成熟促進技法で、春期の電照期間ならびに電照時間がその後の成熟に及ぼす影響について検討した。

成熟が開始される時期や自然日長切り替え後から完熟に達するまでの日数ならびにその間の成熟速度は積算電照時間に大きく左右され照射時間が多いと、自然日長切り替え直後から成熟が開始され、またその後の成熟速度も早いが、少ないとかなりの期間経過した後でなければ開始されず、その後の成熟も後れることが判明した。このような現象からアユは生殖腺が未熟な状態のときでも、光周刺激を受容していることが判明した。また長日処理期間中の生殖腺の発達には長日処理条件による差は見られず、自然日長切り替え以後の成熟過程に大きな差となって現れたことからアユの成熟は以前に受

けた日長履歴によって影響されると推論した。

なお積算電照時間が同じでも一日の日長を長くするよりも、その分だけ期間を長くする方が成熟促進効果は高く、またこの成熟促進技法では明らかに雄性先熟現象が認められた。