

夜間の電灯照射がアユの生殖巣の成熟抑制

および魚体の成長におよぼす効果について^{※)}

古川 優・松本清雄・小林茂雄^{※※)}

はじめに

びわ湖産アユは河川放流用および池中養成用種苗として全国的に利用され、その出荷量は年々増加を示しているが、需要量の伸びも著しく、供給不足の状態であり、これらは主として川口の築、湖辺の⁵⁾、追さで網で漁獲され、最も主要な漁具である築についてみると、種苗として利用する5月までの漁獲は6月以降のその半量にも達していない。

一方需要側では早期出荷が熱望され、殊に池中養成用種苗として2~3月の出荷希望が強い。そこで早期鮎苗出荷の一策として6~9月の漁獲魚に着目し、その越冬利用の効果を試みる^{6,10)}こととして1956~57年に秋アユを池中飼育して越冬の可能なことを明らかにしたが、越冬鮎は食用としての市価が極めて高く、事業として実施した場合、春期の池中養成用種苗としての供給は望めないとの見通しをえた¹⁾。そこで越冬による鮎苗養成を、6月以降に漁獲されたアユ種苗を利用する「鮎の越冬養成試験」に改め、増肉と歩留りの向上に重点をおくこととしたが、11~12月の斃死魚の多くは腹部が極端にふくれ生殖巣の過剰肥大がその原因の一と考えられ、その发育抑制が歩留り向上の必要条件と考えられるに至った⁶⁾。

そこで光週期と魚類の産卵との関係を報じた幾多の業績^{1,2,3,5,7,8,9)}を応用し、1958年に夜間の電照飼育を試みたところ、その効果のあることが認められたのでこの試験を継続実施し顕著な効果を得た。ここに1960年の結果を中心として報告する。¹²⁾

本試験を始めるにあたり、また進めるにあたり、滋賀県漁業協同組合連合会、滋賀県移殖用鮎苗配給協同組合、淡水区水産研究所加藤竹一郎博士、岐阜県池田養魚場池田准蔵氏、農林所水産講習所石山礼蔵博士、京都大学森主一博士の方々からは御便宜、御教示、御指導をいただいた。厚くお礼申し上げる次第である。

※) 1961年8月鹿児島市で開催された第34回全国湖沼河川養殖研究会で発表した。

※※) 現在の所属は滋賀県程井養鱒試験場

方 法

巾約1.8m、長さ約18.0mで、4隅のかどをとった長六角形。水深約60cmの池2面をもちいた。各池の注入水量は2.0~2.5 l/secで、水源が自然湧出の井戸であるため水温は8月中旬の最高時で16.5℃、1月上旬の最低時で13.8℃であった。

この2面の池のうち一方には100ボルト、60ワットの白熱電球を水面上約20cmのところ、池の中心線上に等間隔に配置するとともに、隣接する対照池に電灯光が及ばないように約30cmの高さに板をかこつた。電灯は午後5時頃から翌朝9時頃まで、すなわち一晩中照射した。この期間は8月1日から翌1961年3月31日までである。

さて1960年7月18、19日に姉川川口附近で四つ手網や投網で漁獲されたアユを、一たん當場平田試験池に蕃養し、網ずれなどで弱っているものはとり除き健全なものだけをえらぶように努めた。

7月27日にこの稚苗を♀♂を区別せずに各池へ1627尾(約6.1kg)ずつ放養し、大麦の仕上糠(60%)に粉末にした乾燥蚕蛹(40%)を加えた混合餌料を魚体重の1/10程度を1日の投餌量とし、2回又は3回にわけて与えた。調餌は仕上糠を熱湯でよくねつたあとに蚕蛹を加えねりあわせた。

材料は放養後半月ごとくらいに、ビンモジ又はタモでそれぞれ10尾程度ずつ採集し、ホルマリンの10%液で固定した後、各部の測定や観察をおこなつた。測定の場合、腎臓の長さは最も長い軟条の長さで示した。

結果および考察

1) 生殖巣重量について

まづ生殖巣重量の変化状況をFig. 1に示す。すなわち試験開始時(7月27日)には非常に小さく秤量に用いた50mg目盛の天秤では誤差の範囲内にある程で、8月中旬でも大差はない。それ以後は除々に違いが出てきている。

♂についてみると、9月ではつきり差があらわれ、また無照射では増重が急である。しかし10月以降はあまり大きな変化がなく、1月頃800mgを最高に、漸次減少して4月には100mg程度になる。しかし電照の場合はゆつくり増重し、11~12月頃は無照射と同じ位になるが、その後も増重しつづけ4月には2400mgにも達する。

♀においてもやはり無照射の場合は9、10、11、12月と急激に増重し、1月には最高6800mgにも達する。その後は逆に急下降して4月には1200mg程度になるが、照射の場合ではやはり♂と同様ゆつくりと増重し、11月頃までは♀♂共あまり変っていない。しかし11月終り頃になつても増重しつづけ、2月には無照射のものを追いつき、ついには9000~10000mgにまでも達する。

この場合無照射の♀は12月に深い谷がみられる。その原因としてまづ放卵が考えられるが、魚

体を観察してみると腹部のふくれたものや、熟卵をもつものがみられるが、手でおさえても卵は出ず、池底や側壁にも産着されていないので、自然放卵のためとは考えにくい。また11月15日には全部のとりあげをおこなったのでこのことも考慮されるが、1958年に無照射で飼育した結果を同じオ一図に示すと、その頃には減少しておらず、山は一つになっている。以上のことからこの谷については今のところ不明である。

2) 生殖巣重量と体重との比について

これら生殖巣が魚体重の何パーセントを占めつつ変化しているかをオ2図に示す。変化の傾向は4者ともオ1図とよく似ているが、電照の場合は無照射の場合の最高よりは大きくなっていない点がある。これは後でのべるように、電照の場合魚体重が相当大きくなることを示しているわけである。すなわち♂では無照射のものは急激な上昇で10月には7%に達し、その後は上下しながら1月に9%となり、のち下降して4月には1%となる。照射のものはゆつくり上昇し、2月でやつと無照射のものと同じ程度(5~6%)となり、4月で約6%である。♀についても、無照射のものはやはりほとんど直線的に急上昇して1月に45%にもなり、その後はまた直線的に下降して4月には7%になつてしまう。照射の場合にはゆつくり上昇し、2月末にやつと無照射の場合をこえ、4月に22%程度になる。

3) 生殖巣の肉眼的な観察

一括して次表に示す。

月	照 射	無 照 射
Ⅶ	生殖巣は非常に小さく、痕跡程度のももあり、♀♂の判別もつけ難い。	
Ⅹ	消化管の周囲には脂肪が多く、これらは消化管を包んでいる。♂ではややすくない。	内蔵を包む脂肪は少く、卵粒がほぐれるものもある。♂は内容が少し粘性をおび、下旬では圧迫すると出精するものもある
Ⅺ	上と同じ。小さな卵粒がみえ、下旬には腹部のふくれた♀もある。(少数)。	卵は容易に個々にほぐすことができ、腹部を圧して出精する♂も多い。腹部のふくれている♀もある。
Ⅻ	上とたいした変化はない。	腹部のふくれた♀が多く、♂では肛門の前方下腹部がへこんでいるものが多い。♀♂共生殖巣が半透明になっているものがある。

I	上とたいした変化はなく、卵粒もほぐれない。	腹部のふくれた♀、卵巣がアメ色を呈するものなどあり。♂では精巣が破れ内容の流れ出すものや、半透明のものなどがある。
I	卵粒は小さく、白色卵、黄色卵がまじる。精巣はやや半透明。	卵粒が小さいもの、卵が不明瞭なものなどがあり。♂では精巣が半透明のものや、内容の流れ出るものがある。
II	熟卵、半透明卵、黄色卵、白色卵などいろいろまじり。精巣は半透明	卵巣は萎縮して固くなったもの、白色卵、透明卵、黄色卵のまじっているもの、卵粒の極小のものなどあり。精巣は内容の流れ出るものや、透明に近い状態のものなどある。
	卵粒はばらばらにわかれ、中には黄色の小卵がまじる。精巣は半透明。	卵巣には大、中、小いろいろの卵がまじり。精巣はあめ色で小さい。

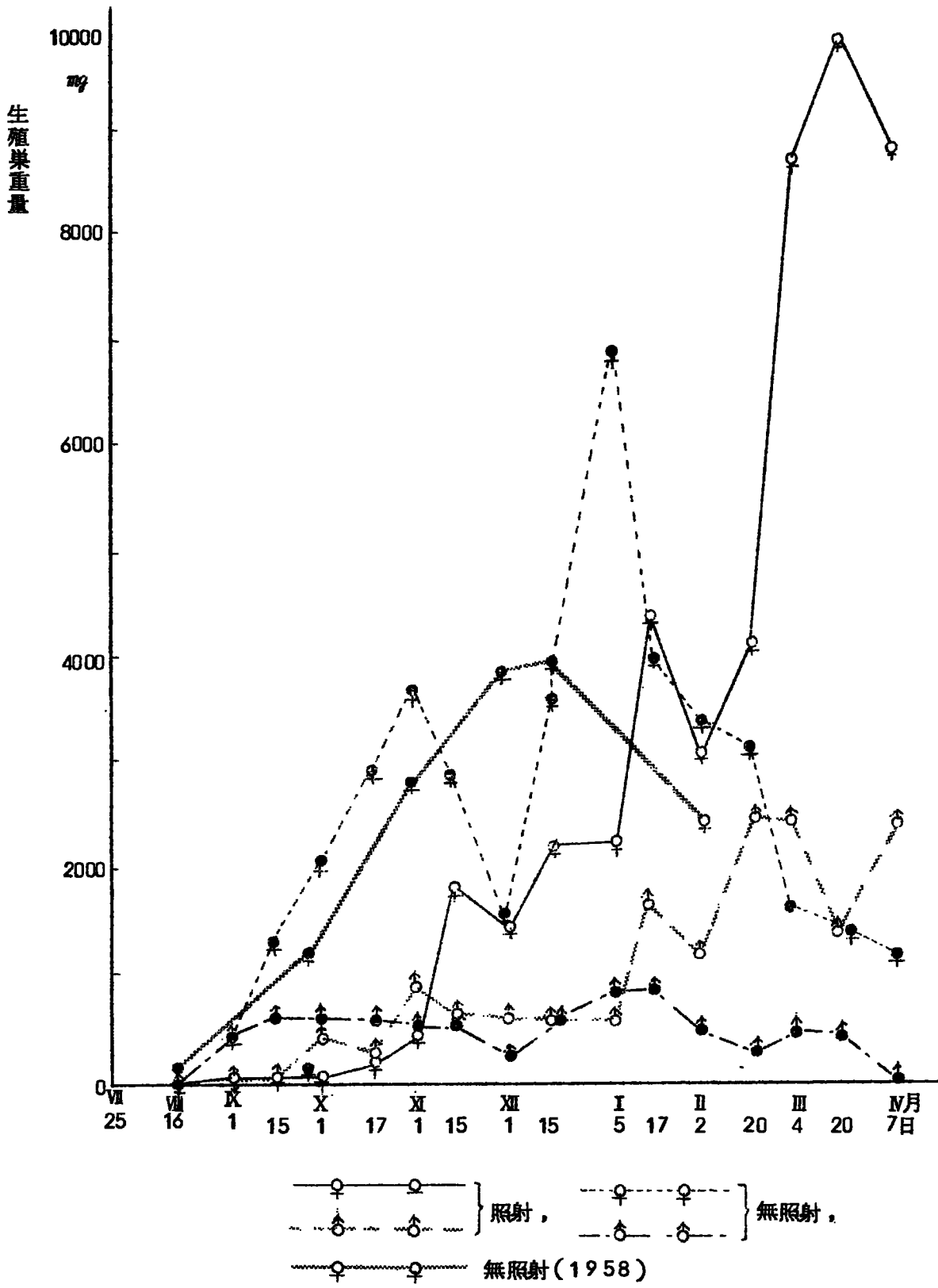
これでも明らかなように、無照射の場合は1月頃に完熟するが、放卵することなく吸収されていくのに反し、照射のものは成熟がずつとおくれ、4月頃でやや熟した卵がみられている。

4) 魚体の外観の変化

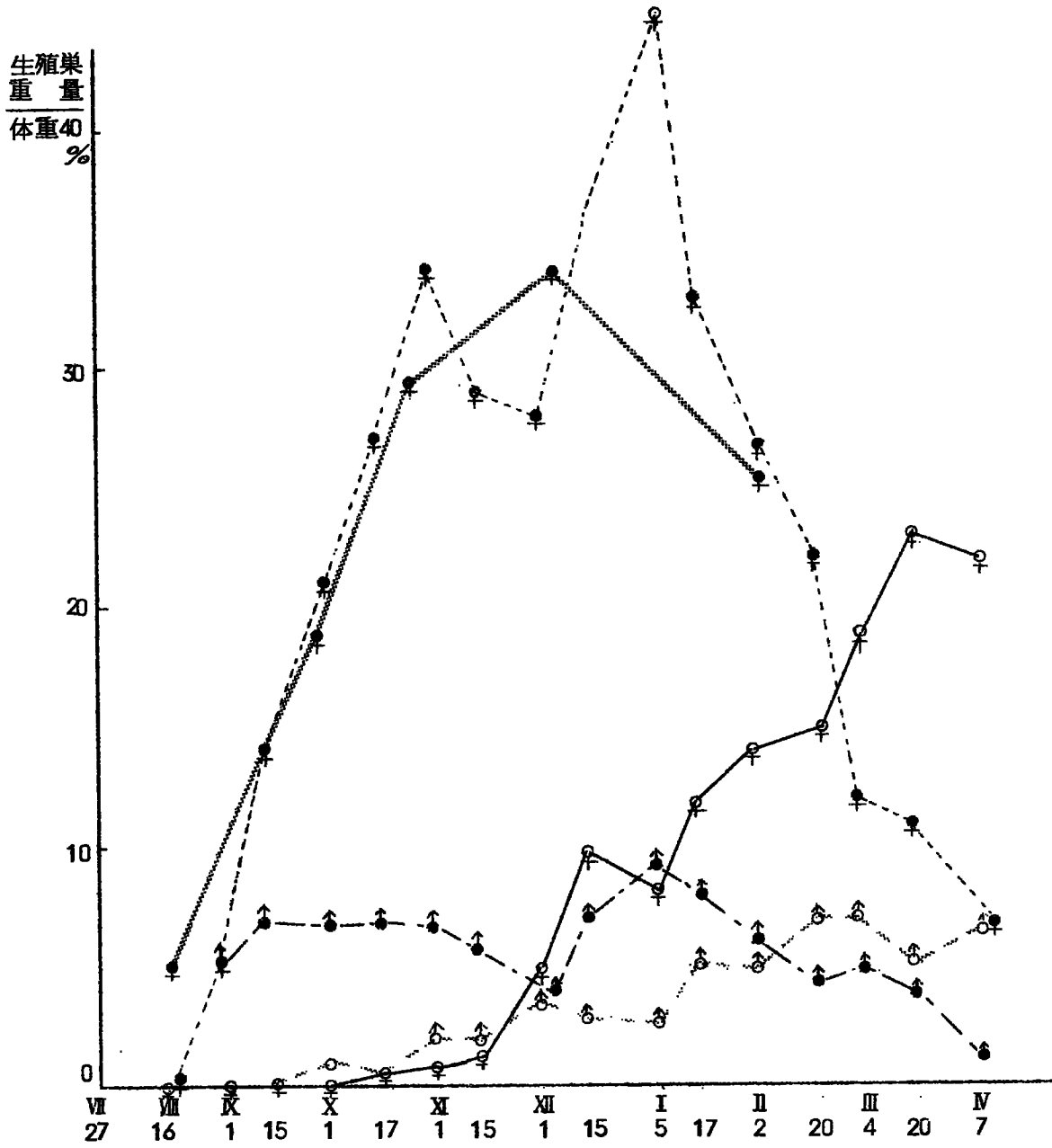
つぎに二次的な性徴やそれに関連した魚の体形の変化についてみることにする。

(イ) 皮膚の色

月	照 射	無 照 射
VI	体は銀白色で体表はなめらか。♀♂の区別不明。	
IX	♀♂共に銀白色で、体色や手ざわりだけからでは♀♂の区別ははっきりしない。	♂は少し黒味をおび、少しざらざらする。
XI	銀白色のもの、やや黒いもの、真黒のものなどまじり。♀はやや黄色をおびた銀白色。	特に♂はサビが顕著で、体表は極端にざらざらする。



第1図 生殖巣重量の変化



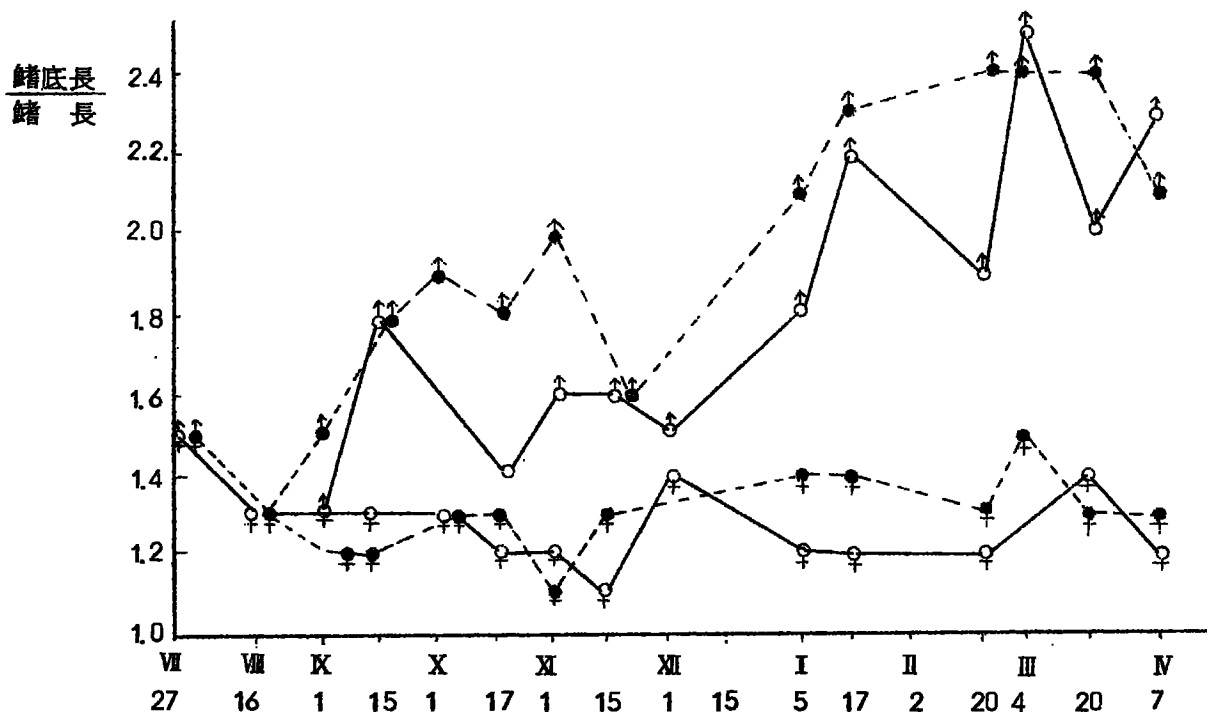
第2図 生殖巣重量と体重との比の変化

○ — ○ } 照射,
 △ — △ } 照射,
 ● — ● } 無照射,
 ● — ● } 無照射 (1958)

I	♂はやや黒くざらざらする。	極端にサビが出ている。
II	♀はやや黒く、♂はざらざらし、頭部や胸、腹、臀の各鱗に追星が認められた。	背鱗以外の体表全面に追星様のものが出ている。銀白色で体のなめらかなものもまれにある。
IV	♀は体側下部や鰓蓋は黄橙色で、背部は少し黒い。♂はざらざらし、体には追星があり、下腹部は黄橙色。体色で♀♂の区別のつけにくいものもある。	♀は黒くざらざらのもの多く、銀白色で体のなめらかなものもまれにある。♂は真黒でざらざら。

このように体色でもはっきりした差があらわれている。

(四) 臀鱗の大きさ



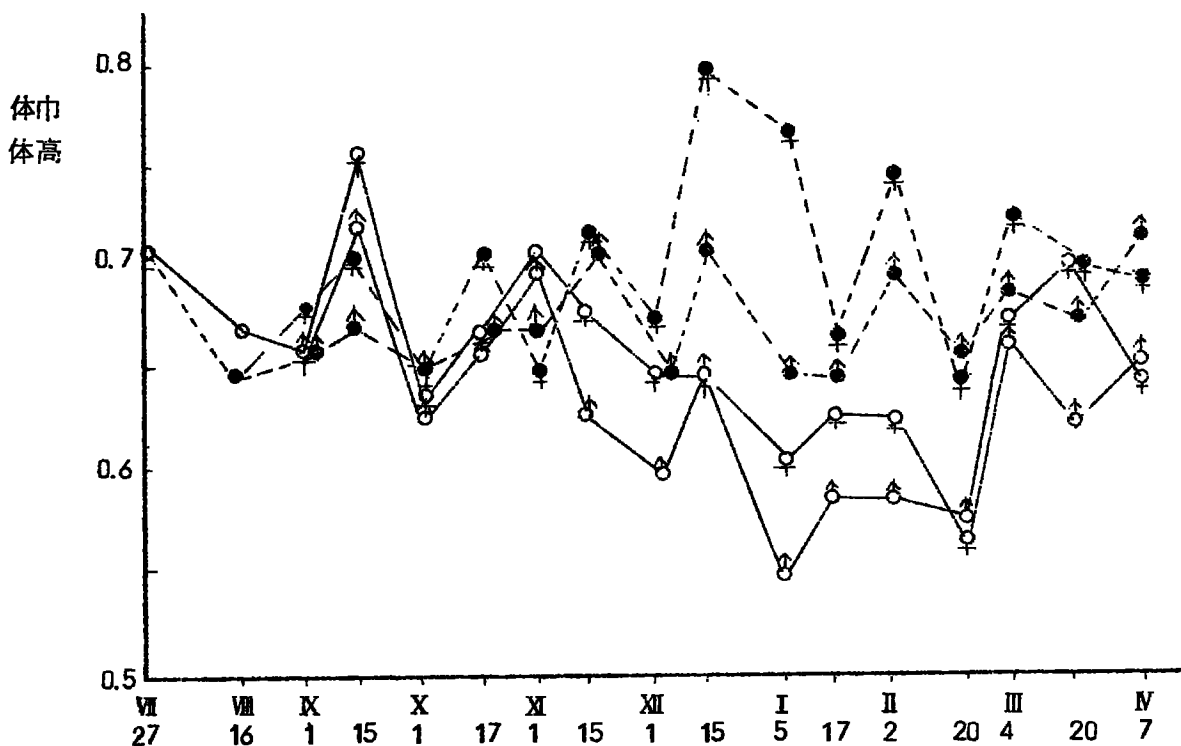
第3図 臀鱗の基底長と鳍長との比の変化

実線—照射，点線—無照射

腎臓の大きさ、特に長さ基底長との比は♀♂によつて大きな差があると言われているが、電照の有無によつてどう変わるかをしらべてみた。(才3図)。

図によると、♀♂間では最初あまり明らかでなく、♀はそのまま1.2~1.4位のところを上下しているが、♂は9月頃から漸次値が大きくなり、ついには2.2程度にも達し、容易に♀♂の判別ができるようになる。しかし電照の有無による差は♀ではみられず、♂では一般に照射の方がやや小さいようであるが明らかでない。

(イ) 体のまるさ



第4図 体巾と体高の比の変化
実線—照射，点線—無照射

生殖巣の成熟に関連して体のまるさについてもくらべてみた。すなわち体巾と体高との比であらわした(才4図)

これによると、11月頃までは同じ様な値を示していたものが、その後は照射では小さく、すなわち体がひらたくなり、無照射では大きく(まるく)なってくる。その後照射のものは値が大きくなり、無照射のものは小さくなって、3月頃には11月以前の値に近くなってくる。そして全期間を通じて無照射の♀、同♂、照射の♀同♂の順に値が小さくなっている場合が多い。

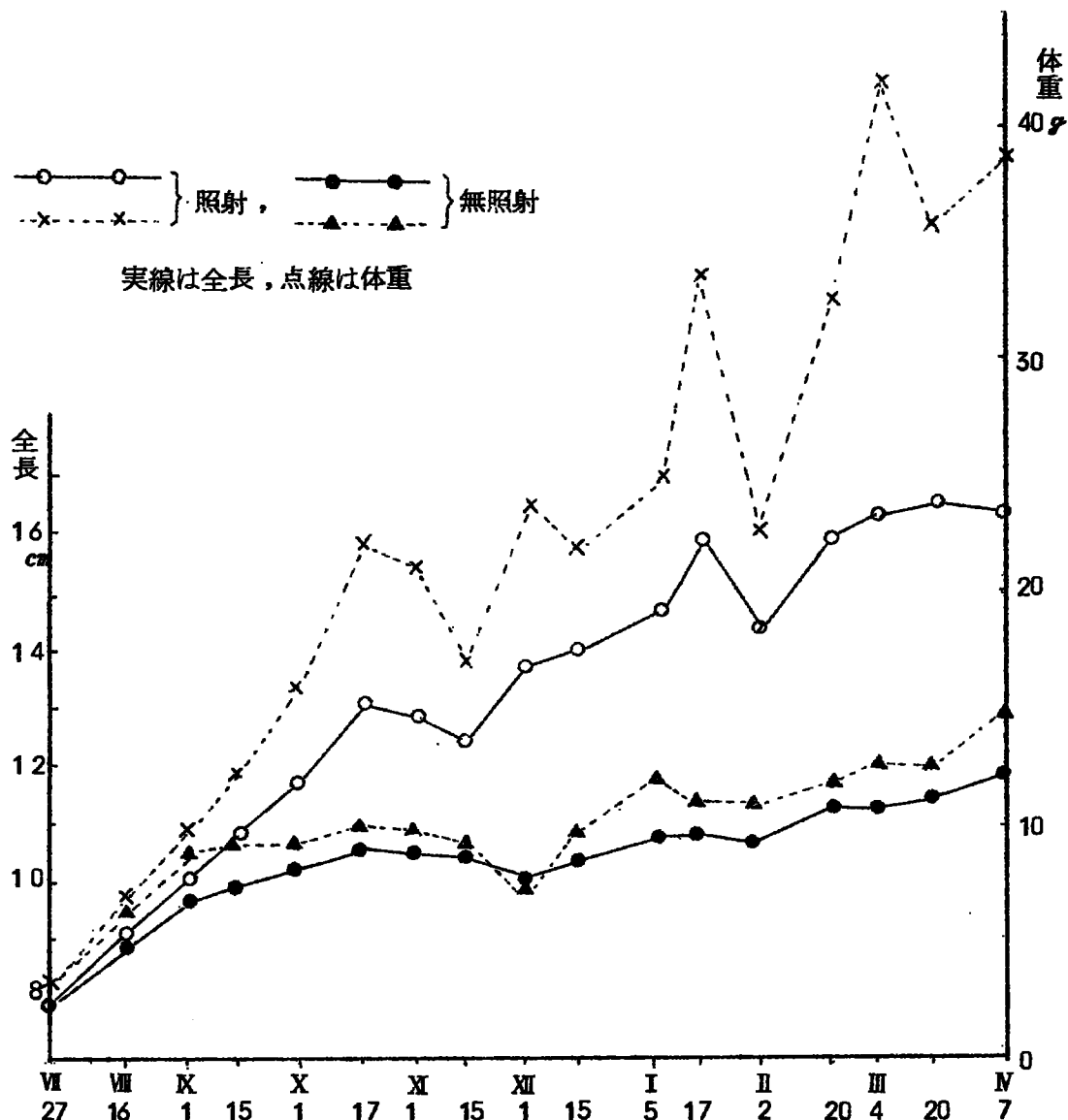
5) 成長度

(イ) 大きさ

開始時7.9cmのものは、照射した場合11月頃までは急速に成長し、11月で♀12.9cm、♂13.0cmになる。その後もゆるやかではあるが成長をつづけ、4月には♀16.8cm、♂16.4cmとなる。一方無照射の場合は、9月中頃から成長はおそくなり、11月では♀10.8cm、♂10.2cmとなり、ゆつくりと成長をつづけて4月に♀12.3cm、♂10.9cmとなる。

(4) 体 重

開始時3.5gのものは、照射の場合はずつと直線的に増重し、12月初で♀29.0g、♂17.8g。4月初めには♀40.0g、♂37.7gに達する。無照射では、10月初頃までは照射のものにくらべてはゆつくりではあるが増重しつづけ、♀で9.9g、♂9.0gになるが、その後は更に増重が緩



第5図 成 長 度

慢となり、4月で♀ 16.3%、♂ 9.0%となり、電照のものに比べ♀で1/25、♂で1/4.2にし
か過ぎない。

6) 生 残 率

生殖巣の成熟と関連して、生残率を次表に示す。

月日 区分	Ⅶ 27 (放 養 時)	Ⅹ 15	Ⅳ 7 (最終時)
照 射	1.627尾 〔6.1Kg〕 100%	1432 〔30.1〕 92.3	340 〔15.0〕 24.4
無 照 射	1627尾 6.1Kg 100%	685 〔6.4〕 44.0	21 〔0.3〕 12.1

11月15日の中
間とりあげの結果は、
照射池では92.3%
無照射の池では44.0
%が生き残り、両池
間で明瞭な差がみと
められた。最終時(4
月7日)でも照射池24.4
%に対し、無照射池
12.1%であった。

$$\text{生残率} = \frac{\text{生 残 数}}{\text{放 養 数} - \text{標 本 数}} \times 100$$

しかし水6図に示
すように、2回のと
りあげ(矢印)直後

に斃死が急増している。たしかにとりあげに際し魚体のとりあつかいに遺憾の点があつたので、こ
の点に十分な注意をはらうようにすれば、より以上の生き残りが期待できる。しかし照射のものに
対し無照射のものの斃死が9月後半から1~2カ月の間に特に多いことは明瞭であり、またその傾
向は1957年の結果ともよく似ているので、11月頃に最高の斃死が出るということは言えると思
う。

ま と め

野中は1957年に光周期を変えることによつてアユの生殖巣の成熟を促進させることができるこ
とを実験的に証明し⁴⁾、また白石は1961年に光条件がアユの生殖巣成熟の重要条件であることを養
魚池で実験的に検証し、養魚上にもこれが活用しうると報告した¹²⁾。

筆者等は前述のように、7月以降のアユを冬期まで生存させ、更にその生存率を良好ならしめるた
めの生殖巣成熟抑制の手段として、夜期電照を試みたわけである。すなわち1960年7月のびわ湖
産アユに、終夜白熱電灯を照射して池中飼育をおこなつた。

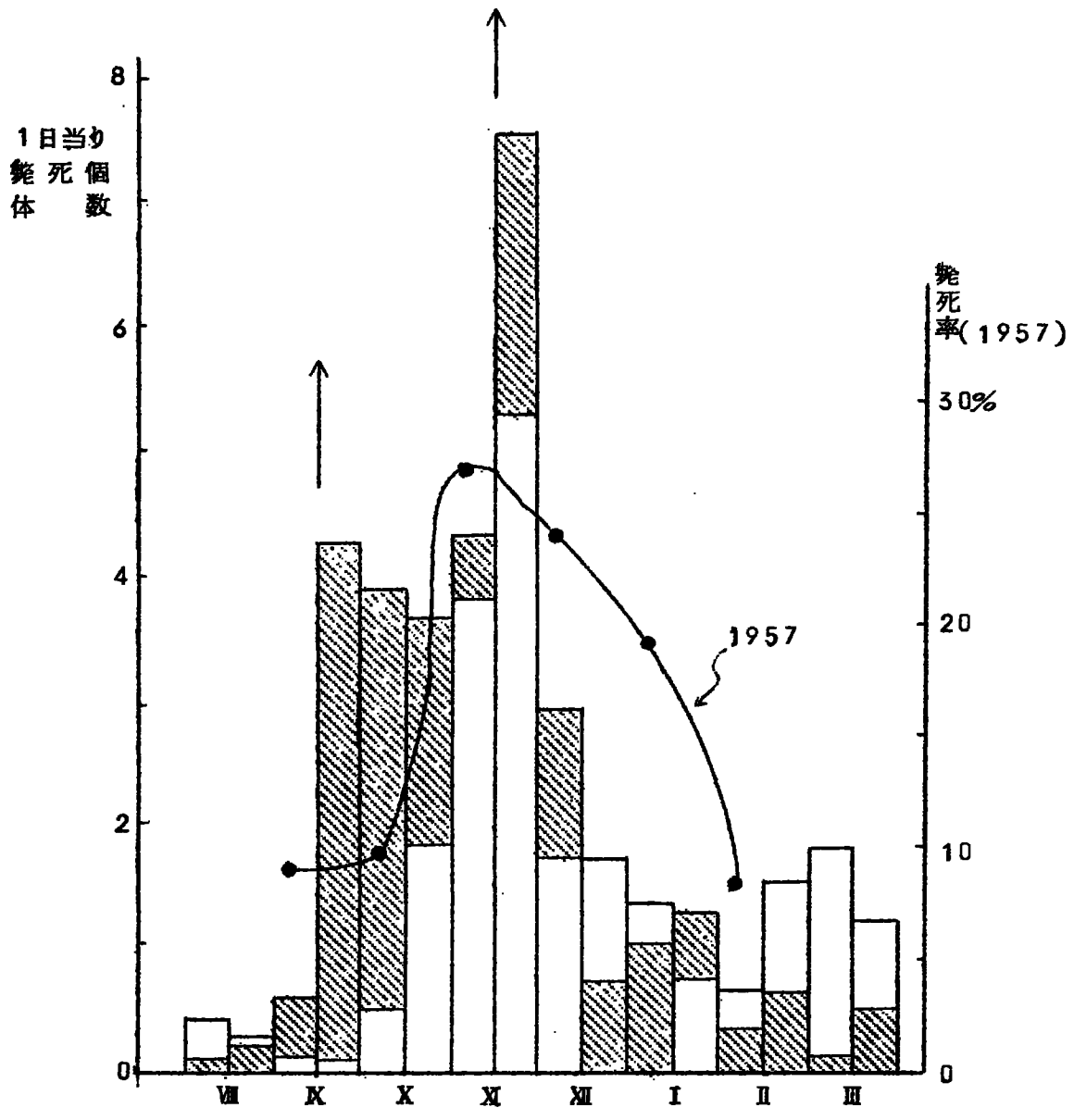
その結果：

- 1) 無照射の場合、♀は急激に卵巣が増重して、1月には最大6800mg、体重の45%にも達す
るが、その後は急減して、4月には1200mg(7%)になる。♂では1月800mg(9%)を最
高に、4月には100mg(1%)程度となる。これに反し、照射の場合、♀ではずっと増重しつづ

け。4月には9000~10000^{mg} (22%)、♂では2400^{mg} (6%)となる。

- 2) 生殖巣の状態は勿論その重量やこれと体重との比率などに関連し、無照射の場合は1月に完熟するが、♀では放卵することなく吸収されてしまうらしく、4月には萎縮してしまっている。照射の場合はずっと成育しつづけ、4月でも卵巣はまだ完熟したとは言えないようである。体色もこれと相応する。
- 3) 臀鰭の長さや基底長との比は♀♂によつて明瞭な差がみとめられたが、電照の有無による差は明瞭であるとは言えないようである。
- 4) 体巾/体高は12~2月頃は無照射が大きく、照射のものは小さいが他の時期には差がなさそうである。
- 5) 放養時7.9cm、3.5♀のものは、4月には無照射では♀12.3cm、16.3♀、♂10.9cm、9.0♀であるのに、照射の場合には♀16.8cm、29.0♀、♂16.4cm、17.8♀に成長する。
- 6) 無照射の場合4月で12.1%が生き残ったが、照射の場合には24.4%が生き残り、なおこれ以上の生残も期待できる。

以上要するに、終夜の電灯照射はアユの生殖巣の成熟をある程度抑制し、生残率を大きくさせるとともに、成長を促進させる効果があることが明らかであり、より効果的な電照方法を究明することにより、白石(1961)¹³⁾がのべているように、好みの時期に大形のアユを出荷することができたり、また越冬後の短日処理により、好条件の時期に採卵を行うことも可能となつてくるであろう。



第 6 図 斃死数の変化

□ - 照射, ▨ - 無照射,
 ●—●— 無照射 (1957)
 矢印はとりあげを示す

- 1) T.P. HAZARD and L.E. EDDY : Modification of the sexual cycle in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) by control of light. Trans. Fish. Soc., 80 (1950), 158-162. 1951.
- 2) B.W. CORSON : Four years' progress in the use of artificially controlled light to induce early spawning of brook trout
The Progressive Fish Culturist, 17 (3), 99-102. 1955.
- 3) G.E. PICKFORD and J.W. ATZ : The physiology of the pituitary gland of fishes. New York Zoological Society, New York, 1-613. 1957.
- 4) 野中正人 : アユの産卵に関する池中実験——I.
養殖アユの成熟に及ぼす光周期の影響 (予報), 淡水区水産研究所研究資料, (5), 11-16. 1957.
- 5) 石井重男 : 鮎の産卵促進試験について, 才32回全国湖沼河川養殖研究会要録, P. 39. 1959
- 6) 小林茂雄, 松本清雄, 大野喜弘 : びわ湖産秋アユの越年飼育試験——I, 越年歩留と成長について, 滋賀県水産試験場研究報告, (10), 10-18. 1959.
- 7) R.C. COMBS, R.E. BURROWS and R.G. BIGEJ : The effect of controlled light on the maturation of adult blueback salmon. The Progressive Fish Culturist, 21 (2), 63-70. 1959
- 8) R.W. HARRINGTON, JR. : Photoperiodism in fishes in relation to the annual sexual cycle. WILTHROW (ed.) Photoperiodism, 651-667. 1959.
- 9) 加福竹一郎 : 日射と生殖, 成熟との関係, 才33回全国湖沼河川養殖研究会要録, 93-96. 1960.
- 10) 小林茂雄, 松本清雄, 大野喜弘 : びわ湖産秋アユの越年飼育試験——I, 越年後の成育について, 滋賀県水産試験場研究報告, (11), 6-9. 1960.
- 11) _____ : _____ II, 仔持鮎としての経済効果予察, _____, (11), 10-14. 1960.
- 12) 小林茂雄, 大野喜弘 : 夜間の電灯照射が養殖アユの生殖巣と体重に及ぼす影響について予報, _____, (11), 15-20. 1960.

- 13) 白石芳一・武田達也 : アユの成熟に及ぼす光周期の影響。淡水区水産研究所研究報告。
11(1), 69-85, 1961.