

総括ならびに結語

琵琶湖産アユ資源を維持増殖する手段として、人工河川利用による方法について種々検討を重ねてきたが、この場合成熟コントロールした親魚を自然成熟親魚に加えて、適当な間隔で産卵をくり返し行わせることは、流下仔魚の量的確保ならびに施設の有効利用を計る上で、最も効果的な技法の一つであると考えられた。

そこで、この成熟コントロール技法の開発研究に着手し、その結果、春季に一定期間長日処理した後、自然日長に戻す方法で、アユの成熟を顕著に促進させ得ることを見出した。この新成熟促進技法は施設費の面でも、施設管理、労力の面でも従来の shade culture の技法より有利であり、また同一の電照施設を利用して成熟促進のみではなく逆の成熟抑制も出来る非常に利用価値の高い技法である。そこで本成熟促進技法を琵琶湖産アユ資源の維持増殖事業に活用するため、本技法の長日処理時期に当る春季の光周期と成熟との関連性や成熟に影響を及ぼす諸要因について検討し、本技法の技術的確立を計ることを企図した。

これらの検討結果については本論文中に章を分けて記載したとおりであるが、卵細胞が染色仁期や周辺仁期等の無卵黄の未熟な状態の時でも光周期に対して強く反応し、これがその後の成熟に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。即ち、アユの成熟にとっては秋期の短日条件のみならず春期の長日条件も成熟に関して非常に重要な要因であることを実証し得た。またアユの成熟に関わる従来の研究は主として卵細胞が卵黄胞期ないし卵黄球期あるいはそれに近い状態の供試魚を用いたものであり、本実験のそれとは本質的に異なることを明らかにした。

一方、本研究の結果から、アユの成熟は一定の臨界日長時間との関係によって引き起されるところを従来の考え方を、臨界日長時間は一定の値を示すものではなく、季節的に変動するとともに、長日処理は更にこの値を上昇させる効果があるとする考え方に訂正する必要があるとの結論を得た。また、成熟開始時期や成熟速度は臨界日長時間とその時点との日長差に大きく左右されることを明らかにした。アユの産卵は北方程早く、南方程、遅い成熟現象は、この2つの結果から容易に且つ矛盾なく説明出来ることも明らかとなった。

つづいて、生殖腺が未熟な状態の時期の水温ならびに照度が成熟に及ぼす影響について検討するとともに、発育段階の異なるアユ幼魚の光周反応の差異や成熟に関わる光受容部位についても検討した。その結果、生殖腺の発達に対する水温の影響は成熟度で雄1、雌3までの初期の発達段階において、成熟の遅速と云う型で現れるが、この時期の生殖腺の発達に対する影響は水温よりも光周期の方が強いこと、また照度も生殖腺の発達にかなり強い影響を示すが、これは本実験のように光の条件設定を変えることにより大きな開きが見られた。これらのことからアユでは棲息水域の光環境の相違によって、成熟に対するその閾値等がかなり変動することが判明した。

一方、発育段階の異なるアユ幼魚の成熟は、長期間にわたり長日処理したものではすべて成熟するが、その成熟はばらつきが著しく大きく、体長と成熟との間に正の相関関係が見られ、シラス仔魚後期までは不応期に当り、天然でもこの時期を境に光に対する棲息環境が急変することを明らかにした。

頭部遮蔽魚と無処理の対象魚との成熟経過の比較を2回実施したところ、同一条件で長日処理しても両者の成熟に有意差が見られ、頭部遮蔽魚の成熟は後れた。このことから頭部に成熟に関わる光受容器が存在し、この受容器は光周刺激の受容器としての機能を持ち、日長と臨界日長時間との相対的關係について大きな役割を果していることが明らかになった。

卵巣卵が未熟な状態の時に長日処理を施こしても、処理期間中は卵巣卵の組織像や卵径に影響は見られず、処理終了後に差となって現われた。このことからこれらの要因は直接生殖腺の発達を促すのではなく、内分泌器官に何らかの作用を及ぼし、自然日長に戻した時点から、これが生殖腺の発達に効果を発揮するものと推察された。しかしながらこの内分泌機構の実態については明らかでなく、今後検討しなければならない重要課題の一つである。

以上述べたように本研究によって種々の新知見が得られた。これらの知見を広く応用すれば成熟を自由にコントロールして希望する時期に産卵させることが技術的に可能となった。このことは今後の琵琶湖産アユ資源の維持増殖事業を推進する上に明るい見通しが得られたことになる。しかしながら成熟促進アユは自然日長飼育魚にくらべ抱卵数が多い利点がある反面、卵径や孵化仔魚の大きさが比較的小さく、これが今後解決すべき一つの問題点である。

琵琶湖産アユ資源を効果的に維持増大させる技法を見いだすため、その基礎問題である滋賀県におけるアユの産卵期ならびに成熟状況について調査するとともに、過去における資料をもとにして春季のアユの漁況に関連する諸要因について検討した。その結果滋賀県のアユの産卵期は8月中旬から11月中旬までの約3月間継続し、しかも親魚の棲息場所により成熟に差があることが分った。したがって養成親魚の産卵を上記の期間続けるためには、自然日長飼育魚の外に成熟促進ならびに抑制親魚を適宜加えて産卵させる必要がある。また棲息場所により成熟に差が見られたのは、棲息環境が多種多様で成熟に関連する要因が棲息場所により異なること、また湖中ではあらゆる発育段階のアユが棲息しているので、光周反応に差異が生じるためと推察した。

次に春アユの漁況はアユの生育や生育に関連する要因と深い関連があることを明らかにし、このことから生育ならびに生育に関連する要因を調査し、それら資料を総合的にとりまとめて行う新しい春アユ漁況予測方法を提案した。また湖産アユを効果的に増殖するためには、8月中旬から9月上旬までの早期の産卵を重要視し、この時期に重点的に産卵を行なわせる必要のあることを指摘した。

謝 辞

稿を終るに当り、本研究を進める上で終始適切且つ有益なご指導、ご助言、ご鞭撻を賜り、さらに綿密なご校閲を頂いた東京大学農学部教授、日比谷京博士に深甚なる謝意を表するとともに、かすかすの有益なご指導、ご助言を賜った北里大学水産学部助教授、鈴木敬二博士に心から感謝申し上げます。

また本論文をとりまとめるに際し、種々のご指導、ご鞭撻を賜った広島大学水産学部教授、村上豊博士に心から厚くお礼申し上げます。

文 献

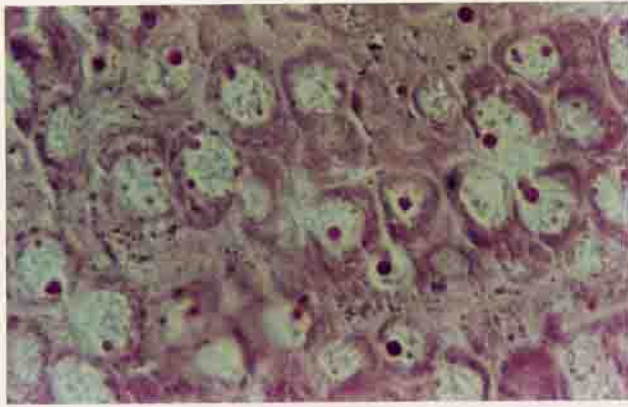
- 東 幹夫 1964 : びわ湖におけるアユの生活史、発育段階的研究の試み、生理・生態、12, 55~71.
- 東 幹夫 1973 : びわ湖における陸封型アユの変異性に関する研究—II、集団の分化と諸変更について、日本生態学会誌、23, 3, 126~139.
- Baggerman, B., 1972: Photoperiodic responses in the sticklebacks and their control by a daily rhythm of photosensitivity, Gen. Comp. Endocrinol. Suppl. 3, 466-476.
- Bullough, W. S., 1939: A study of the reproductive cycle of the minnow in relation to the environment, Proc. Zool. Soc. London. 109, 79-102.
- Combs, B. D., Burrows, R. E. and Bigej, R. G., 1955: The effect of controlled light on the maturation of adult blueback salmon, Prog. Fish-Cult., 21, (2) 63-69.
- Corson, B. W., 1955: Four years progress in the use of artificially controlled light to induce early spawning brook trout. Prog. Fish-Cult., 17, 99-102.
- Fenwick, J. C. 1970: The pineal gland: photoperiod and reproductive cycles in the goldfish, Carassius auratus L., J. Endocrinol., 46, 101-111.
- 伏木省三等 1973 : コアユ資源予測調査, 滋賀県水産試験場研究報告, 24, 21~31.
- 伏木省三等 1976a: コアユ資源予測調査, 滋賀県水産試験場研究報告, 26, 57~62.
- 伏木省三等 1976b: コアユ資源予測調査, 滋賀県水産試験場研究報告, 63~68.
- 伏木省三等 1977a: コアユ資源予測調査, 滋賀県水産試験場研究報告, 29, 29~36.
- 伏木省三等 1977b: コアユ資源予測調査, 滋賀県水産試験場研究報告, 37~45.
- 岐阜県水産試験場, 1962 : アユの種苗生産に関する研究(第8報). 海産稚アユと琵琶湖産小鮎の成熟促進比較試験, プリント1~11.
- 羽生功、鈴木敬二、伏木省三、未富寿樹、
1971 : 色光照射によるアユの成熟抑制、昭和46年日本水産学会春期大会講演要旨. 238, 28.
- Harrington, R. W. 1957 : Sexual photoperiodicity of cyprinid fish, Notropis bifrenatus (Cope), in relation to the phases of its annual reproduct-

- ive cycle, J. Expt. Zool., 135 (3), 529-556.
- Harrington, R. W., 1950 : Preseasonal breeding by the bridged schiner, Notropis bifrenatus, induced under light-temperature control, Copeia, 304-311.
- Hazard, T. P. and Eddy, R. E. 1951 : Modification of the sexual cycle in brook trout, Salvelinus fontinalis, by control of light, Trans. Amer. Fish. Soc. 1950. 158-162.
- Henderson, N. E., 1972 : Influence of light and temperature on the reproductive cycle of the eastern brook trout Salvelinus fontinalis (Mitchill). J. Fish. Res. Bd. Canada, 20 (4), 859-897.
- 平野哲也 1974 : 環境と魚類、両生類、爬虫類の生殖腺、環境と内分泌、日本動物学会編、東京大学出版会、113~136.
- Hoover, E. E., 1937 : Experimental modification of the sexual cycle in trout by control of light, Science, 86, 425-426.
- Hoover, E. E. and H. F. Hubbard. 1937 : Modification of the sexual cycle of trout by control, Copeia, 1937 (4), 206-210.
- 本間義治, 田村栄光 1962 : ビワ湖産コアユの生殖腺における周年変化、魚類学雑誌 9, 1~6, 135~152.
- 本間義治 1976 : 生殖に関与するホルモン、水産動物のホルモン、日本水産学会編、恒星社厚生閣 24~44.
- 伊藤 隆 1953 : 魚個体群に於ける体重-体長関係の統計的取扱法について、水産学会誌、19, 8, 905~911.
- 伊藤 隆、岩井寿夫、古市達也 1967 : アユ種苗の人工生産に関する研究-XV 11, 宮川産アユの親魚別採卵期別人工受精卵およびふ化仔魚の特性、木曾三川河口資源調査報告 Ⅵ 4, 209~358.
- 小林茂雄、松本清雄、大野喜弘 1959 : 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、滋賀県水産試験場研究報告 11, 10~18.
- 久保伊津男、吉原友吉 1957 : 水産資源学 共立出版 kk.
- ライ・バン・キェット、羽生 功、日比谷 京 1972 : ホンモロコの成熟に及ぼす水温ならびに光の影響(予報)、昭和47年度日本水産学会春期大会講演要旨
- ライ・バン・キェット、羽生 功、日比谷 京 1973 : ホンモロコの成熟に及ぼす水温ならびに光の影響-Ⅲ、光周感受性の時間帯の差異、昭和48年度水産学会春期大会講演要旨
- ライ・バン・キェット、羽生 功、日比谷 京 1974 : ホンモロコの成熟に及ぼす水温ならびに光の影響-Ⅵ、光刺激の受容経路に関する検討、昭和49年度日本水産学会秋期大会講演要旨
- Miura, T., 1965 : Population studies based on relative abundant of five history stages of Ayu, Plecoglossus altivelis, in lake Biwa, Res. Population Ecol., VI-2, 37-50.
- Miura, T., 1966 : Competitive influence of Isaza, Chaerogobius isaza, on Ayu, Plecoglossus altivelis, in lake Biwa. Res. Population Ecol., VI-2, 37-50.
- Miura, T., 1969 : Predatory influence of Hasu, Opsariichthys unci-

- irostirs, on Ayu, Plecoglossus altivelis in lake Biwa. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., 19 (2), 143-153.
- Miura T., N. Suzuki, M. Nagoshi and K. Yamamura. 1976 : The rate of production and food consumption of Biwamasu, Oncorhynchus rhodurus, population in lake Biwa. Res. Population Ecol., XVI-2, 135-154.
- 中 賢治、的場 洋 1976 : 入れ墨及び注入法によるアユの標識方法の検討、滋賀県水産試験場研究報告, 28, 37~42.
- 中 賢治、的場 洋 1977 : アユの背鰭に色剤を注入する標識法について、滋賀県水産試験場研究報告, 30, 45~50.
- 野村 稔 1964 : 魚類の成熟・産卵と外部環境要因、水産増殖, 12 (3), 159~196.
- 野村 稔、植松善次郎 1962 : ニジマス的人工採卵に関する基礎研究-II, 光周期の変化による採卵の早期化、日本水産学会誌, 28 (11), 1070~1076.
- 野中正人、 1957 : アユの産卵に関する池中実験-II, 養成アユの成熟に及ぼす光周期の影響(予報), 淡水区水産研究所資料 5, 11~16.
- 大島泰雄、伊藤 隆、石田力三、三浦泰蔵 1977 : びわ湖産アユ資源維持対策 検討委員会報告書、日本水産資源保護協会 プリント、1-46.
- Pickford, G. E. and J. W. Atz, 1957 : The physiology of the pituitary gland of fishes. N. Y. Zool. Soc., 10, 1-637.
- 酒井 清、王 惟潔、野村 稔 1971 : ニジマス親魚の成熟に及ぼす高水温の影響、昭和46年日本水産学会春期大会講演要旨, 314,
- Schwassman, H. O. 1971 : Biological rhythms, "In Fish Physiology" (ed. Hoar, W. S. and Randall, D. J.), Vol. 6, Academic Press, 371-428.
- 滋賀県水産試験場, 1972 : 琵琶湖水産資源維持対策調査報告書、プリント、1~135.
- 滋賀県水産試験場 1974 : 人工河川におけるアユ資源の増殖効果に関する調査報告書、滋賀県水産試験場研究報告, 25, 1~78.
- 滋賀県水産試験場 1975 : 人工河川におけるアユ資源の増殖効果に関する調査報告書、滋賀県水産試験場研究報告, 27, 1~30.
- 滋賀県水産試験場 1976 : 人工河川におけるアユ資源の増殖効果に関する調査報告書、滋賀県水産試験場研究報告, 28, 1~52.
- 滋賀県水産試験場 1978 : 人工河川におけるアユ資源の増殖効果に関する調査報告書、水資源開発公団琵琶湖開発建設部 水公琵, 238, 1~67.
- 白石芳一 武田達也 1961 : 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), 69~81.
- 白石芳一 1965a : アユの成熟に及ぼす光周期の影響、第2報、適正照射時間について、淡水区水産研究所研究報告, 15 (1), 59~68.
- 白石芳一 1965b : アユの成熟に及ぼす光周期の影響、第3報、照射光の限界照度について、淡水区水産研究所研究報告 15 (1), 59~68.
- 白石芳一 1965c : アユの成熟に及ぼす光周期の影響、第4報、照射光の波長と点滅効果の影響について、淡水区水産研究所研究報告 15 (1), 69~76.
- 白石芳一 1965d : アユの成熟に及ぼす光周期の影響、第5報、眼球切除の影響について、淡水区水産研究所研究報告 15 (1), 77~90.

- 白石芳一 1965e : アユの成熟に及ぼす光周期の影響 第6報 日長時間の切りかえの成熟に及ぼす影響、淡水区水産研究所研究報告, 15 (1), 91~98.
- 鈴木敬二、日比谷 京 1966a : アユの成熟に関する光の効果-I, 下垂体の関与、昭和41年度日本水産学会春期大会講演要旨 209, 19.
- 鈴木敬二、日比谷 京 1966b : アユの成熟に関する光の効果-II, 幼魚期における光の効果、昭和43年度日本水産学会秋期大会講演要旨 247, 33.
- 鈴木敬二、日比谷 京 1968 : アユの成熟に関する光の効果-III, 異常な早期成熟と光、昭和43年度日本水産学会秋期大会講演要旨 116, 9.
- 鈴木敬二、日比谷 京 1972a : アユの成熟に関する光の効果-VI, 光の抑制作用について、昭和47年度日本水産学会秋期大会講演要旨 362, 195.
- 鈴木敬二、平井澄二、日比谷 京 1972b : アユの成熟に関する光の効果-V, 成熟抑制物質メラトニンの効果、昭和47年度日本水産学会秋期大会講演要旨 363, 196.
- 鈴木敬二、日比谷 京 1973a : アユの成熟に関する光の効果-VI, 光周感受性の時間帯の差異、昭和48年日本水産学会春期大会講演要旨 258, 59.
- 鈴木敬二、日比谷 京 1973b : アユの成熟に関する光の効果-VII, 日周期性と光の抑制力、昭和48年日本水産学会春期大会講演要旨 259, 59.
- 鈴木敬二、日比谷 京 1974 : アユの成熟に関する光の効果-K, 自然状態における産卵期の決定要因、昭和49年日本水産学会秋期大会講演要旨 325, 73.
- 鈴木敬二、田村一夫、笹川幸広、伏木省三 1977 : 琵琶湖産アユの多回産卵の可能性について、昭和52年度日本水産学会春期大会講演要旨 253, 63.
- 内田恵太郎等 1958 : アユの卵および仔稚魚、日本産魚類の稚魚期の研究 (内田恵太郎編). 1, 18~20.
- Urasaki, H., 1972 : Role of the pineal gland in gonadal development in the fish, Oryzias latipes, Annot. Zool. Japon., 45, 152-158.
- Wolfson, A., 1959 : in "Photoperiodism and Related Phenomena in Plants and Animals" ed by R. B. Withrow, D. C. Washington, Am. Assoc. Adv. Sci., 679.
- 山本喜一郎 1962 : "魚類生理" 川本信之編 恒屋社厚生閣 178~271.
- 山村金之助等 1966 : コアユ資源予測調査、滋賀県水産試験場研究報告, 19, 29~55
- 山村金之助等 1967a : コアユ資源予測調査、滋賀県水産試験場研究報告, 20, 21~45
- 山村金之助等 1967b : 昭和41年アユ苗の不漁原因について、滋賀県水産試験場研究報告 20, 46~72.
- 山村金之助等 1968 : コアユ資源予測調査、滋賀県水産試験場研究報告, 21, 72~92
- 山村金之助等 1969 : コアユ資源予測調査、滋賀県水産試験場研究報告, 22, 21~42
- 山村金之助等 1971a : コアユ資源予測調査、滋賀県水産試験場研究報告, 23, 60~72.
- 山村金之助等 1971b : コアユ資源予測調査、滋賀県水産試験場研究報告, 23, 73~88.
- 山村金之助等 1973 : コアユ資源予測調査、滋賀県水産試験場研究報告, 24, 1~20.
- Yamazaki, F., 1965 : Endocrinological studies on the reproduction of the female goldfish, Carassius auratus L., with special reference to

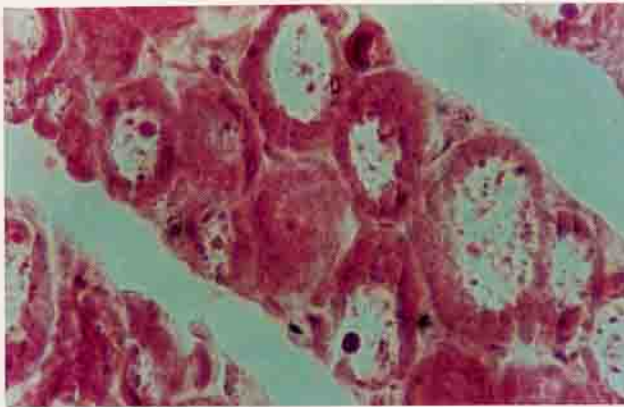
- the function of the pituitary gland. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 13, 1-64.
- Yoshioka, H., 1962 : On the effects of enviromental factors upon the reproduction of fishes --- I The effects of day-length on the reproduction of the Japanese killifish, Oryzias latipes. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 14 (3), 123-136
- Yoshioka, H., 1963 : On the effects of enviromental factors upon the reproduction of fishes --- II Effects of short and long day-length on Oryzias latipes durning spawning season. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 14, 137-151.
- Yoshioka, H., 1966 : On the effects of enviromental factors upon the reproduction of fishes. --- III Occurrence and regulation of refractory period in the photoperiodic responce of medaka, Oryzias latipes. J. Hokkaido Univ. Education, Ser. 2B 17, 23-33.
- Yoshioka, H., 1970 : On the effects of enviromental factors upon the reproduction of fishes. ---IV Effects of long photoperiod on the development of ovaris of adult medaka, Oryzias latipes, at low temperature. J. Hokkaido Univ. Education. Ser. 2B, 14-20.
- 吉岡 寛 1974 : 環境と成熟・産卵、淡水魚、魚類の成熟と産卵、その基礎と応用、水産学会編、恒星社厚生閣 55~65.



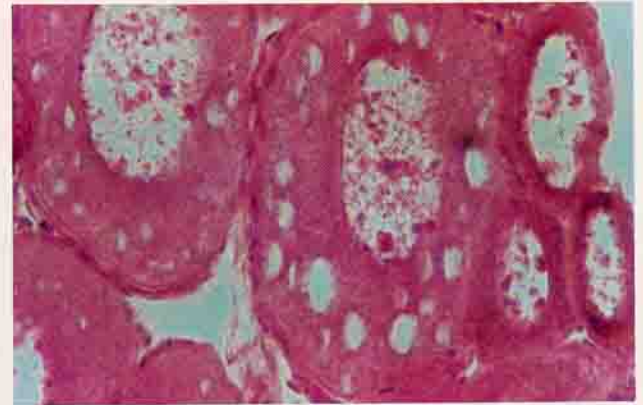
(A)



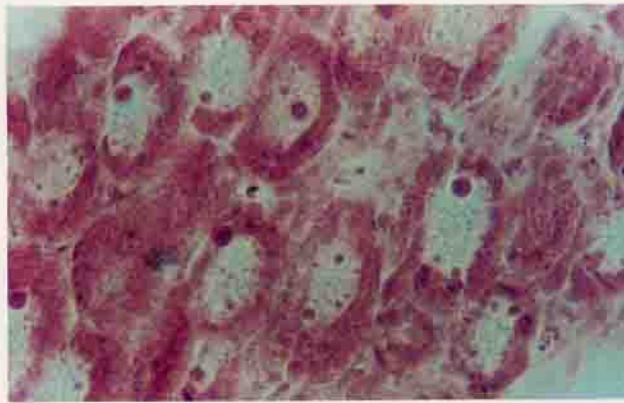
(E)



(B)



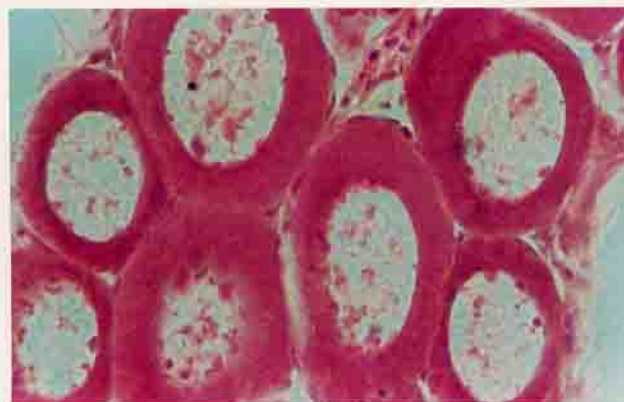
(F)



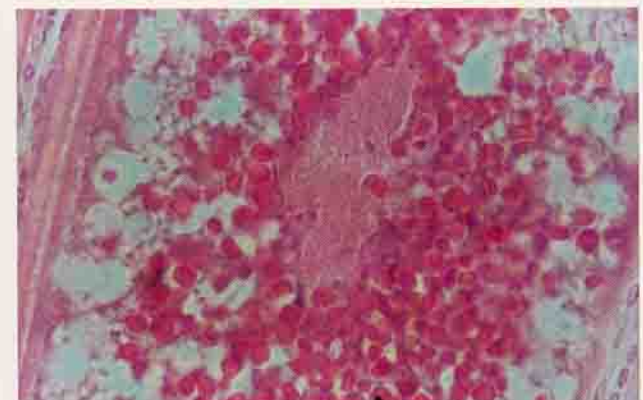
(C)



(G)



(D)



(H)

Explanation of Plates (Exp. V-1)

- (A) Sampling date : April 16 (at the time of starting in the Exp.-I.)
Chromatin nucleolus stage.
Diameter ovarian eggs 0.02 ± 0.001 mm
- (B) Sampling date : May 16
Reared in long photoperiod and at high water temperature for 30 days.
Chromatin nucleolus stage
Diameter of ovarian eggs 0.05 ± 0.01 mm
- (C) Sampling date : May 16
Reared in long photoperiod at low water temperature for 14 days.
Chromatin nucleolus stage
Diameter of ovarian eggs 0.05 ± 0.01 mm
- (D) Sampling date : May 31
Reared in long photoperiod and at high water temperature for 14 days.
Peri-nucleolus stage
Diameter of ovarian eggs 0.10 ± 0.01 mm
- (E) Sampling date : May 31
Reared in long photoperiod and at low water temperature for 14 days.
Peri-nucleolus stage
Diameter of ovarian eggs 0.06 ± 0.004 mm
- (F) Sampling date : June 14
Reared in long photoperiod and low water temperature for 30 days
Early yolk vesicle stage
Diameter of ovarian eggs 0.15 ± 0.01 mm
- (G) Sampling date : June 14
Reared in long photoperiod and at low water temperature for 14 days.
Peri-nucleolus stage
Diameter of ovarian eggs 0.11 ± 0.01 mm
- (H) Sampling date : June 28
Reared in long photoperiod and at low water temperature for 30 days.
Yolk vesicle stage
Diameter of ovarian eggs 0.44 ± 0.03 mm