

カサゴの研究—V

海産卵胎生硬骨魚類の卵巢の成熟及び
その季節的循環に関する研究

水 江 一 弘

Studies on a Scorpaenous fish *Sebastiscus marmoratus*

CUVIER et VALENCIENNES—V

On the Maturation and the Seasonal Cycle of the Ovaries of the Marine
Ovoviviparous Teleost

Kazuhiro MIZUE

- 1) The marine ovoviviparous teleost, *Sebastiscus marmoratus* and *Sebastes inermis*, were collected monthly all the year round at Sasebo Bay, and the author studied the maturation and the seasonal cycle of their ovaries.
- 2) The sex-ratio of *Sebastiscus marmoratus* was not change all the year round. In *Sebastes inermis*, this ratio was 1:1 untill the copulation, but the ratio of female in caught fishes increased suddenly after the copulation and it denote about the five times of the male. This tendency continued untill the end of spawning of larvae.
- 3) In both species, the maturity of ovary in external appearance was divided in several stages. The ovaries hold the larvae observed between November and March in *Sebastiscus marmoratus*, and the highest spawning season of larvae is seemed from December to February. In *Sebastes inermis* the spawning season between the first half of January and the first half of February, and is not longer than in *Sebastiscus marmoratus*. It is due to the fact that *Sebastes inermis* is mono-spawning and *Sebastiscus marmoratus* is many poly-spawning.
- 4) Owing to know their spawning season and maturation and seasonal cycle of ovary, the weight of ovary was weighed and it was shown as the Gonad Index (G. I.) of maturity. In *Sebastiscus marmoratus* the value of G. I. is high from Nov. to Mar., and especially in Jan. and Feb. it shows a peak. In *Sebastes inermis*, this value is high between Dec. and Feb., and in Jan. it shows a peak. The period of the high value of G. I. continued during five months in *Sebastiscus marmoratus* but in the case of *Sebastes inermis* is shorter than the former and shows more acute angle. *Sebastes inermis* is mono-spawning, therefore oocytes of ovary mature all together and the weight of ovary is more heavy than that of *Sebastiscus marmoratus*.
- 5) The author measured the ova-diameter to know the following facts that is, spawning season, process of maturity, number of times of spawning and number of egg in the case of spawning. Consequently, it is more clear that *Sebastes inermis* is mono-spawning and *Sebastiscus marmoratus* is poly-spawning. In the frequency distribution of ova-diameter

of mature ovary, there are always three or four modes in *Sebastiscus marmoratus*, on the contrary two modes are seen in *Sebastes inermis*. And it seems that the former spawn at least four times at one spawning season, and the latter is one time. This is plain enough by the change of the modes according to the stage at the frequency distribution of ova-diameter. The ova-number of mature *Sebastiscus marmoratus* increased to the advance of stage, namely, in stage I the number of oocytes was about 50,000 but it increased gradually until 170,000 in maximum. In the case of *Sebastes inermis* the number of oocytes was about 50,000 and it was not changed even if the advanced stages.

- 6) Owing to know the state of maturity of ovary certainly enough, the sections of ovaries of *Sebastiscus marmoratus*, *S. albofasciatus*, *Sebastes inermis* and *Sebastichthys pachcephalus* were prepared and observed monthly. In these fishes the state of advancement of oocytes were all the same, therefore the author divided and described their advancement into the same nine stages, and according to the month in which these stages appear in ovary the cycle of ovary-maturation during a year was made clear.

Zona-radiata come out clearly at the stage of yolkvesicle stage and primary yolk stage in normal oviparous fishes, but it was not evident in these ovoiviparous fishes, and the follicle cells were very thin.

In oviparous fishes the fully matured oocyte become transparent and yolk globules dissolve, on the contrary in oocyte of the ovoviviparous fishes, the yolk globules is not dissolve even if before and after the fertilization.

In spite of the earnest observation in numerous histological section of ovary, the author could not found entirely the stage between the fertilization and the molura stage of egg, and the ovaries which included the eggs in molura stage and blastula stage were a few.

In the marine ovoviviparous teleost, with the exception of *Sebastichthys pachcephalus*, at the late yolk stage the many oil globules in oocyte grow a large globe and it push out the nucleus to the animal pole,

In these fishes, the ovulation were taken place at the molura stage. In the poly-spawning fishes such as *Sebastiscus spp.*, the eggs in the same stage assembled together for the convenience of movement in ovary after the ovulation.

The follicle cells after the spawning of larvae formed the ovarian tissue, and this tissue remained during three months after the spawning in ovary, and in this period the egg-number was not increased and the oocytes in ovaries were not developed from the chromatin-nucleous stage and peri-nucleolus stage.

In the marine ovoviviparous teleost, the mono-spawning fishes were *sebastes inermis* and *Sebastichthys pachcephalus*, and the poly-spawning fishes were *sebastiscus spp.*, the ova-diameters of these fishes in each stages were indicated at the Table. 8.

Contents

I. Introduction	86
II. Sex-ratio	88
III. External observation	89
A. Ovary of <i>Sebastiscus marmoratus</i>	89
B. Ovary of <i>Sebastes inermis</i>	90
IV. Measurement of ovary	91
A. Seasonal cycle of ovary weight	91
a. <i>Sebastiscus marmoratus</i>	92

b. <i>Sebastes inermis</i>	93
B. Seasonal cycle of ova-diameter distribution	94
a. <i>Sebastes marmoratus</i>	94
b. <i>Sebastes inermis</i>	98
V. Histological observation.....	101
A. Stage of maturity of oocyte in the marine ovoviviparous teleost.....	101
B. Monthly ovaries of <i>Sebastes marmoratus</i>	103
C. Monthly ovaries of <i>Sebastes inermis</i>	104
VI. Conclusions.....	106
VII. Bibliography.....	107
VIII. Plates	108

1 緒 言

魚類の産卵期を推定するには色々な方法がある。先ず考えられるのはその魚類の仔魚の出現及びその成長から逆算して産卵期を推定する方法である。次に群成熟度から魚類の産卵期を推定する方法がある。又この外に雌雄各群の離合集散が非常に顕著に現われていて特長的であるものは性比によって産卵期を推定出来る場合がある。しかし以上の三つの方法はどちらかといえばむしろ特殊な方法であり、この外に産卵に直接関係のある生殖巣自体を計測又は観察する方法がある。この方法が最も普通の方法であって多くの研究者がこの方法によって夫々の魚類についてその産卵期を推定している。これはその魚類の生殖巣が採集さえ可能ならば、その生殖巣の外部の又は内部的な観察を行う事により比較的確実に生殖巣の成熟度が判明するので、それと直接関係を持っているその魚類の産卵期の推定を行うにも又便利である。

ところで魚類の生殖巣には精巣及び卵巣があり、一般卵生魚類においては当然この両者が同時に成熟して同時に放精放卵する。それで産卵期を推定するためには雌雄の内、一方のみの生殖巣を観察すれば事足るはずであり、事実多くの場合においては卵巣のみが取扱われている。精巣の場合だとするほどその重量容量が成熟期に達すると増大はするが、しかし内容的には非常に微細であってとても肉眼的に観察するわけには行かない。精巣の重量増加は極めて微細な精細胞の数が増加する事によるのであるから、組織切片を作製して高倍率で顕微鏡観察する以外には観察の方法がなく、普通に取扱うとすればせいぜい重量の測定を行うくらいであり、卵巣の観察測定を行う場合に付随的に取扱われる程度である。

一方雌においては、成熟の時期以外の時は卵巣の重量容量が小さくて肉眼的にはよく分らないが、成熟期になると卵巣の重量が増加する。これは主として卵母細胞が各々その大きさを増すためである。そして卵母細胞が最大の大きさに一様に達した時に卵巣重量も又最大となり、卵巣内部の肉眼的観察によってもある程度その成熟度が推定出来るし、又卵が透明卵の過程に達したものではほとんど間違いなくそれが観察される。このように肉眼的内部観察においても卵巣成熟の度合を推すのにそれほど困難は伴わない。

しかしこの外に卵巣の計測による方法が更にすぐれている。即ち①卵巣の長さを測定する方法、②卵巣の重量を測定する方法、及び③卵巣内卵の卵径を測定する方法がある。この内①は雨宮、田村がイワシ⁽¹⁾において用いているが、カサゴ及びメバルでは余り適しないようである。これ等の魚では成熟するにつれて卵巣の長さもある程度増加するが、それよりもむしろ丸さの増加の方が著しい。又③の方法は CLARK⁽²⁾ その他が用いているが卵母細胞の卵径を直接測定するので①、②の方法よりもすぐれており産卵の時期や産卵の回数等をより正確に推定する事が出来る。ここでは②及び③の方法のみを採用した。

次に卵巣の成熟度とは卵巣を構成している卵母細胞の成熟度に外ならない。であるから卵母細胞の成熟して行く状態を組織学的に切片を作製して顕微鏡的观察を行えば最も確実にその成熟の度合を推定する事が出来るはずである。この方法は浅見⁽³⁾、山本⁽⁴⁾、立石⁽⁵⁾、等がイワシ、クロガレイ、サバ等について行っているが、組織学的な切片を作製する事自体が非常に繁雑であり、又成熟した卵は普通のパラフィン切片法では切る事が困難である等という理由の為、この方法で卵巣を観察した海産魚の例は少ない。熱帯魚といわれているものの内、淡水産胎生魚類については、標本の採集が便利であるためであろうか、外国ではこれ等の卵巣の組織学的観察が比較的に多い。但しこの場合は卵巣の性格が卵生及び卵胎生魚類と異っている。ここにおいて

は性比及び卵巣重量測定、卵巣内卵径の測定も行うがこの外に卵巣内卵母細胞の組織学的な観察方法をもあわせ行い海産卵胎生硬骨魚類の卵巣の成熟の状態及びその季節的循環を究明した。

材料としてはカサゴ及びメバルを用いた。これ等の魚は夫々 *Sebastiscus* 属及び *Sebastes* 属の代表的な魚類であり、又当地方には幸いな事にこの二種類が特に多く採集に便利である。採集海域は主として佐世保湾内水産学部周辺海域であり周年にわたって漁獲された。採集の期間はカサゴでは1953年2月より1959年2月までであり、採集尾数は Table. 1 に示してある。又メバルの場合は1953年4月より1959年2月までであり、これも Table. 1 に採集尾数を示した。カサゴの主な採集漁具である底延縄は大体において夕刻それをはえて翌朝揚げるので大変時間を経過するため、雌雄共ガザミや海蟹等に食われて性別不明のものが相当あった。特に夏季においてそれが甚だしい。勿論これ等は Table. 1 から除外してある。

Table. 1 The number of specimen

Species Sex Month	<i>Sebastiscus marmoratus</i>			<i>Sebastes inermis</i>		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total
January	194	204	398	22	54	76
February	257	241	498	20	38	58
March	37	44	81	18	19	37
April	9	16	25	16	30	46
May	6	5	11	35	40	75
June	10	15	25	8	11	19
July	13	10	23	6	8	14
August	16	17	33	3	4	7
September	15	8	23	11	9	20
October	34	28	62	5	11	16
November	63	67	130	9	8	17
December	81	76	157	23	45	68
Total	735	731	1,466	176	277	453

又メバル (*Sebastes inermis*) には体色の赤いものと黒いものがあり、当地では赤いメバルが最も普通であって採集に便利であり、漁獲尾数も多いので黒いメバルは除外して赤いメバルのみについて研究を進めた。カサゴ (*Sebastiscus marmoratus*) も又赤いものと黒っぽいもののが採集されたが、ここでは沿岸性でごく普通にとれる黒っぽいもののみについて行った。

次にカサゴでは周年漁獲には変化はないが、メバルの場合は6月下旬頃から11月初旬頃までは漁獲が非常に少なくなり採集は毎年困難を極めた。この期間は刺網にも一本釣りにも全くかからない。佐世保湾内の突き漁夫の話や又、ガラモ場におけるメバルの活動を観察研究した布施、原田、宮地の報告によればメバルが湾外沖合に夏季出て行くものとも思われず、この期間漁獲が皆無となるのは如何なる理由によるものだろうか。

カサゴの場合の採集使用漁具は底延縄及び一本釣りであり、この内底延縄ではメバルは全くかからなかった。又メバルの場合は底刺網の類が主要漁具で、この外柵網、一本釣り、小型トロール網、地曳網、船曳網、突き等であった。柵網では冬期及び3月～4月頃にはメバルはかなり漁獲されたがカサゴは全く入らなかった。

本研究を行うに当たり、九州大学農学部相川教授、内田教授に原稿を見ていただき又多くの適切な御助言をいただいた事を深く感謝する。又本学部立石教授にはカサゴ卵巣の一時期におけるセロイジン切片を拝借し又巨教授に組織学的な面において御指導をいただいた事を心から感謝する。尚広田留津子氏にはカサゴ卵巣の多くのセロイジン切片を作製していただいた事を衷心から感謝する。

2 性 比

海産の魚類においては雌雄のどちらかに性比が著しくかたよっているという事が知られている例は余り多くない。しかし熱帯魚といわれている淡水産硬骨魚類においてはこのような例が割合に多い。しかし海産のものでも産卵期又は越冬期間中における生態の一つとして性比に特長あるものも二、三存在している。支那東海黄海におけるキグチは越冬期間中の魚群が雌と雄とが別々のグループを作って行動している事が松井、高井⁽¹⁾によって報告されているし、又キグチでは産卵期の近づいた4月では雌雄比がほぼ1対1であるが、他の月では一般に雌が多く雄が少なくなっている⁽⁸⁾。この外に東海黄海産のハモにおいても産卵期と思われる時期(4月～7月)以外では性比に大きな差がある事が認められている⁽⁹⁾。又東海黄海産のマエソ⁽¹⁰⁾についても Adult のものの性比は全体として雌の方が雄より多いが、特に産卵期である3月～7月に雌は増加して益々この関係は甚だしくなる。普通の魚の産卵期では性比が1対1になるのが一般的習性であるがマエソでは、漁獲の上においてはそれが全く相反して現われている。このように海産の魚類においても性比が一年の内の或る時期に異っている魚類がいくつか報告されているがその数はそれ程多くない。これは性比の甚しく異った魚が海産では少ないのか、報告されている例が少ないのか分らない。

ところで海産卵胎生硬骨魚類ではこの点どうであろうか。先ずカサゴについて毎月底延縄で漁獲して標本を採集したが漁獲物の点から言えば季節的な性比の変化は全く認められず Table.1 に明らかな如く、毎月大体において雌雄が半々であった。次にウミタナゴについて言えば主として刺網で漁獲したものであるが、3月上旬よりその仔魚を放出する5月末頃までの性比では雌の方が雄より非常に多くなっている。ウミタナゴは佐世保湾においては交尾の時期が10月下旬～11月初旬であり、交尾してから相当経過した後、雌雄が住み分けるようになりその時の雌の卵巣内の仔魚はもう既に約2 cm位の大きさに成長している。ウミタナゴは何れその生殖生態について報告する。

次にメバルについて言えば、メバルの標本は主として底刺網で採集したものであるが、この際大体において Adult のものしか網にはかからない。各月にわたるメバル標本の採集状態は Table.1 に示してある。前に述べた如く夏季においてはメバル類は採集が非常に困難であるが、採集し得た標本については性比は大体1対1であり、一方の性が桁外れて多いというような事はなかった。この状態が12月上旬の採集まで続く。しかし12月下旬の採集においては漁獲物の多くは雌で占められていて雄は非常に少なくなっている。即ち1対5の割であった。このように雄より雌の方が多い状態は2月下旬の採集まで続く。この状態を半月おきに示したのが Table.2 である。

Table.2 The sex ratio of *sebastes inermis* during the winter season

Month		Ratio	The number of fishes		Ratio
			Male	Female	Male 100 : Female x
November			9	8	88.9
Dec.	first half		18	20	111.1
	latter half		5	25	500.0
Jan.	first half		9	23	255.6
	latter half		13	31	238.5
Feb.	first half		11	23	209.1
	latter half		9	15	166.7
March			18	19	105.5

Table. 2 を見ても明らかであるが、2月前半までは大体雌の方が漁獲物の2倍以上を占めているが、2月下旬になると次第に雌が減じて3月には大体雌雄半々の数にもどっている。雄の精巢の組織学的な観察及び精巢重量の季節的变化によって明らかな如くメバルの雄は11月下旬から12月上旬にかけて交尾を行う。そしてこの表においてもそれ等の時期では雌雄が大体において半々であり性比には差がないといえる。即ち魚類は産卵期には即ちこの魚においては受精(交尾)の時期では雌雄比が1対1になるという一般的習性と一致している。ところがこの時期を過ぎると急に性比に著しい変化があり、漁獲物中雌が急速に多くなり性比は1対5と急変する。かくの如く性比が急変した時における漁獲物の年令の組成は、両性の性比が同じであった時の年令組成と大体において変化はない。即ち性比急変後に高年魚が急減したというような事実は全く認められない。これは交尾が終ると雌雄が急に別々に住み分けるようになるためと思われる。メバルでは交尾後約1カ月して仔魚の放出が行われるが、交尾直後から仔魚の放出後までの間が性比が雌に非常に傾いている。その後は次第に漁獲物中の雄が数を増し雌が少なくなっていくが、それでも2月上旬までは雌が雄の2倍以上を占めている。次に桝網で漁獲されたメバルについてであるが、漁獲尾数が少ないし又網入れの時期が4月～5月と10月～11月で交尾及び仔魚放出の時期を外れているが大体性比は雌雄半々であった。

3 卵巢の肉眼的観察について

魚類の卵巢はそれが成熟期に達すると次第にその大きさを増加させる。これは別にその重量や容量を測定しなくても、確定的な事を数字で示す事は出来ないが肉眼的に容易に観察され得る事である。又更に卵巢の内部を見るならば卵母細胞が大きくなって行く状態もある程度わかる。特にその卵母細胞が透明にでもなれば、透明でない時期との区別は肉眼的にも明かにつく事であるし、又産卵後卵巢が急に小さくなり Spent の状態になったもの等は一目瞭然である。そういう意味において肉眼的に卵巢の外部及び内部的観察を行う事は、その魚類の産卵期を推定するという点においてはある程度所期の目的を達する事が可能であるといえる。メバル又はカサゴ等の卵胎生魚類では卵巢が完全に成熟してしまうと卵巢内部の卵が孵化して仔魚となるので、その状態は肉眼的に明確に観察される。それ故にこれ等卵胎生魚類では、普通の卵生魚類の卵巢成熟及びその産卵期を肉眼的に判断するよりも更に一層容易である。故に筆者はカサゴ及びメバルにおいて卵巢の計測や組織切片を作って顕微鏡の観察を行う前に一応それ等の卵巢の肉眼的観察を行った。

A. カサゴ卵巢の肉眼的観察について

筆者が本研究第1報⁽¹²⁾においてカサゴについては卵巢の肉眼的結果を報告したが、その後更に大変多くの魚体を採集したのでその結果を改めてここに記す。漁獲されたカサゴ雌の内卵巢の成熟度を観察したものは635尾であった。Table. 3 では11月から3月にかけて標本数が多い。これは別に性比が異なるためでもなく又カサゴがこの時期に大挙来遊するのでもなく、単に操業回数が多いためである。卵巢の熟度は Table. 3 に示す如く5階級に分けて観察記録した。Ⅲは卵巢内において卵が受精を終り発眼しているもの、及びそれが孵化して卵巢内で仔魚が出来ているものである。この Stage は卵巢の外部観察によって発眼の状態が明確に判断出来る。次のⅣはⅢと大体において卵巢の大きさは同じ位であり、卵巢内卵は発眼していないが全くの透明卵が存在していてⅢの状態になる直前のものと思われるものである。桑実期 (Morula stage) 及び胞胚期 (Blastula stage) の卵細胞を多く含んでいる卵巢がこの Stage に相当している。Ⅴは卵巢が非常に小さくて卵巢内卵は発達していないものであり、ⅣはⅢとⅤとの中間の状態のものである。0 は未成熟のもの卵巢の状態であるが底延縄の針には未成熟のものは全くかからないし、一本釣等の他の漁法で少しは漁獲されたが卵巢の成熟や産卵が問題になっているこの場合において、それ等は全部除外した。このようにして各月に漁獲されたものについて観察分類すると Table. 3 の如くなる。

Table. 3 によれば5月以後夏の間にとれたカサゴの雌で卵巢がⅣ以上の Stage を呈しているものは皆無であり全部Ⅴであった。このような状態が5月～10月の6カ月間続いて11月になると急に卵巢は大きさを増し、11月上旬ではⅣのものが大分出現している。11月下旬になると更にⅢ及びⅣの Stage のものがある程度現われている。以後12月～3月まではⅣ及び特にⅢの状態のものが多く出現している。しかし3月のものではⅤの Stage のものが僅かではあるが出現していて産卵期の終末を思わせる。4月になるとⅢ及びⅣのものは全くなってⅣ及びⅤのものばかりで、しかもⅣのものは非常に少なくなっている。今Ⅲ及びⅣを完熟

Table. 3 Monthly maturity of ovary of *Sebastiscus marmoratus*

Month Grade	June	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	Total
⬮	—	—	—	—	8	33	124	144	23	—	—	—	—
⬮	—	—	—	—	12	29	38	36	11	—	—	—	—
⬮	—	—	—	—	28	11	6	11	6	2	—	—	—
+	10	17	8	28	14	—	—	—	2	14	5	15	—
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	10	17	8	28	62	73	168	191	42	16	5	15	635

⬮……Ovary containing larvae.

⬮……Ovary containing translucent eggs

⬮……Moderate ovary

⬮……Small ovary

0……Immature ovary

卵巣として扱えば、完熟卵巣の出現率は、11月—32.3%，12月—85.8%，1月—96.4%，2月—94.2%，3月—81.0%となり、4月になると急速に減少してこの値は零となっている。又一方未熟卵巣即ち⬮及び⬮のものは3月より出現し始めて11月末まで出現している。この事からしてカサゴの卵巣の成熟する時期、即ち仔魚を放出する時期は11月～3月までであり、その内でも特に完熟卵巣の出現率の高い時期、即ち12月～2月の3カ月がその最盛期であると推定され得る。この結果は後でのべる卵巣及び卵巣内卵の計測の結果、又卵母細胞の組織学的観察結果と非常によく一致している。

B. メバル卵巣の肉眼的観察について

メバルの場合においてもカサゴの場合と全く同じように毎月採集し魚体を解剖した直後に、卵巣を外部的又は内部的に肉眼的な観察を行い別に定める基準によって記録した。⁽¹²⁾水江、立石、⁽¹³⁾水江、⁽¹⁴⁾稲尾、相川、三尾が指摘している如く又後述する組織切片観察及び卵径測定の際に明かな如く、カサゴの場合は仔魚の放出は1回で終らずに何回にも分けて放出する所謂多回産卵である。しかしメバルの場合はムラソイ等と同じで文字通り1回で仔魚の放出は終わってしまうので観察には非常に便利である。一度仔魚放出が終ると卵巣は全くのSpentの状態を呈するに至る。卵巣の成熟の状態をTable. 4に示す如く区別して毎月の標本を分類観察した。その成熟度合をのべると⬮は仔魚の放出直後のものと思われ卵巣の実質は小さく収縮しているが、卵巣包膜(Ovarian capsule)は未だ充分には収縮していず、たるんでいる状態のものである。⬮のものは卵巣内で既に仔魚が総て出来ているもの、及び卵殻は被っているが発眼せる仔魚がその中に発生しているものである。⬮は卵は未だ発眼しているとは思われないが、全卵が総て透明なStage即ち卵が受精を終えてMorula及びBlasturaのStageにあるものである。⬮は卵は不透明ではあるが卵細胞自体が大きく、又卵巣は透明卵を含んでいる卵巣と同じ位大きいものである。⬮は卵巣が小さくて卵巣内卵は全く発達していない状態のものであり、⬮は⬮と⬮との中間の状態のものである。0は未成熟のもので底刺網では漁獲されないし、カサゴと同じく除外した。

Table. 4を見ると3月～10月の8カ月間は卵巣の状態は全部⬮のものばかりである。それが11月になると⬮及び⬮が僅かに1尾づつ出現している。ところが12月になると急に卵巣は発達して仔魚を含んでいる卵巣が少数見られる外に多くの透明卵を持った卵巣及び⬮の状態のものが出現している。発眼卵巣又は透明卵を持った卵巣は12月後半の採集において主として出現している。1月になると更に発達してほとんどが発眼卵巣であるが、1月の下旬には仔魚の放出直後と思われるものが少なからず現われている。2月のものではその大部分が仔魚放出直後と思われるものであり、2月上旬に発眼卵巣を持ったものが少し出ている程度であ

Table. 4 Monthly maturity of ovary of *sebastes inermis*

Month Grade	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Total
±	—	—	—	—	—	—	7	25	—	—	—	—	—
≡	—	—	—	—	—	4	30	7	—	—	—	—	—
≡	—	—	—	—	—	19	11	—	—	—	—	—	—
≡	—	—	—	—	1	18	2	—	—	—	—	—	—
+	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—
⊥	8	4	9	11	6	1	—	6	19	30	40	11	—
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	8	4	9	11	8	45	54	38	19	30	40	11	277

±……Ovary immediately after expulsion of larvae

≡……Ovary containing larvae

≡……Ovary containing translucent eggs

≡……Ovary containing untranslucent eggs, and ovary is large

+……Moderate ovary

⊥……Small ovary

0……Immature ovary

る。又2月後半には既に収縮を終えた卵巣、即ち仔魚放出後相当に経過したと思われる卵巣を持ったものも6尾出現している。以上の事からメバルの卵巣は12月になって急に大きくなり、1月下旬から2月前半にかけて仔魚の放出を行うものと想像される。そしてその期間はカサゴのように長くなく実に短期間である。これは後でのべるがメバルの類がムラソイ等と共に典型的な1回産卵の魚である故、カサゴのように何度にも分けて仔魚放出を行わずに、1回で終わってしまうのでこのような結果になる。Table. 4 と Table. 3 を比較して見ると明かな如くメバルはカサゴに比べて非常に鋭角的な状態を呈している。又ここで推定したメバルの仔魚放出時期や又卵巣成熟の時期が短期間である事等は、この後に示されている計測及び組織学的観察結果と非常によく一致する。

4 卵巣の計測について

魚類卵巣の成熟状態を表現するのに精巣の場合と同じく卵巣を計測した値を以て示す場合が非常に多い。卵巣の内容が内部的に知れなくても成熟の度が数字で明示されるので前に示した肉眼的な観察方法よりも、よりたしからしい。ここではカサゴ及びメバルを採集解剖し生殖巣の重量を測定した。測定が簡単だし又測定誤差が少ないと思われたので、その長さや丸さは測定せずに単に重量のみに止めた。又次に重量の測定を終えたものは一応、BOUIN 氏液で卵巣を固定し約1週間後に卵巣内卵の卵径を測定した。又次に卵径の測定を行う場合には測定卵数の抽出率が判明しているので、卵巣内卵即ち放卵数が計算出来る。

A. 卵巣重量の季節的循環

魚類卵巣の成熟状態又はその魚の産卵期を知るために卵巣重量を測定した例は割合に多い。卵巣重量を測定する事は卵巣内卵の卵径を測定したり、又卵巣の組織切片を作って観察するよりも大変簡単であり、しかも大量の資料を処理するのに能率的である。カサゴ及びメバルにおいても生殖巣の成熟の状態を推察し、その季節的循環を知り仔魚を放出する時期を推定するために、他の観察調査と並行して卵巣重量の測定を行った。そして精巣の場合と同様に卵巣重量は実測値で示さずに次の値で示した。

$$G. I. (\text{生殖腺成熟度指数}) = \frac{W}{L^3} \times 10^4$$

但し W=生殖腺重量

L=全長

a. カサゴの卵巣重量について

上の要領で採集されたカサゴの卵巣の重量を測定した。そして先ず年令別にして各々精巣の月別重量変遷を出したが、年令によってほとんど差が認められないので合計してそれ等の値を各月別に算術平均したものが Table. 5 である。この表はカサゴ卵巣重量の季節的循環を示している。Fig. 1 はこれを更に図示したものである。

Table. 5 Monthly weight (Gonad Index) of ovary of *sebastiscus marmoratus*

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Gonad Index	297.4	272.3	216.7	42.9	8.6	5.7	4.1	4.3	6.6	13.4	78.5	223.1	
No. of specimen	168	191	42	16	5	15	10	17	8	23	62	73	635

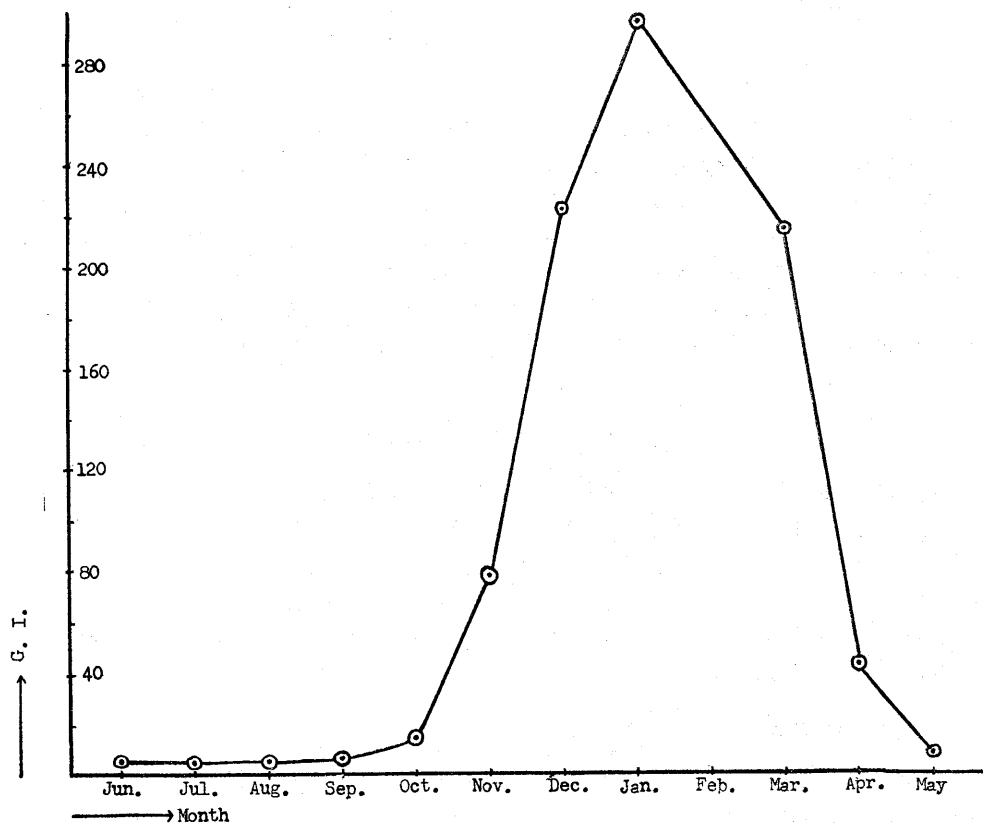


Fig. 1 Monthly weight (Gonad Index) of ovary of *Sebastiscus marmoratus*

Table. 5 及び Fig. 1 からカサゴの卵巣の成熟した時期は12月～3月であり、その最盛期は1月～2月であ

る。これは前章のカサゴ卵巣の肉眼的観察結果とよく一致している。又 Table. 5 及び Fig. 1 で明らかであるようにカサゴにおいては卵巣の成熟している期間が割合に長く4ヵ月にも及んでいる。これは個体としては短い群として卵巣の成熟期が長期にわたっていると言うのではなくて、カサゴは何回にも分けて卵が発達する所謂多回産卵であるので個体としても卵巣の成熟している期間が長いし、又そのような場合当然群として見ても卵巣の成熟期間が長いのであると思われる。

マアジ⁽¹⁵⁾やサンマ⁽¹⁶⁾は多回産卵を行う魚であり、各回の産卵の時期が割合離れているので月別に生殖腺重量を見るとモードがいくつか離れて出る。ところがサバ⁽¹⁷⁾では多回産卵ではあるが各回の産卵の時期が余り離れていない。一個体づつを夫々追跡して行けば各回の産卵ごとに生殖腺重量が増加し、又減少して行くのが明らかにわかると思われるが、しかし一個体づつ追跡するという事は不可能である。どうしても群としてのある期間の平均を出して卵巣の重量を示すより外に方法がない。そのようにすればサバの場合は卵巣重量の値が高い期間、即ち卵巣の成熟している期間が長くなる。そしてその期間中群として見た場合、卵巣重量が明らかに何度か上昇下降してアジ又はサンマの場合の如くいくつかのピークを形成しているというような事はない。

カサゴの場合はこの後者の例であり Table. 5 を見ても明らかな如く4ヶ月も成熟期間があるが、その中において卵巣重量が明らかに上下していくつかのピークを形成しているというような事はない。これは次の卵巣内卵の卵径の測定の結果においてもそうであり、又顕微鏡による組織切片の観察結果においてもそうである。

b. メバルの卵巣重量について

メバルについてもカサゴの場合と同様に先ず年令別に分けて処理し、各年令によって差が認められないので合計して取扱って Table. 6 及び Fig. 2 を描いた。メバルでは生殖腺重量の最も値の高い時期が1月であり Fig. 2 を見て明らかな如く、そのピークがカサゴに比較して非常に鋭角的である。これは前項で挙げた例、即ちマアジ、サンマ及びサバのどの場合にも当てはまらなくてメバル独特のものである。後に詳述するがメバルの類はムラソイの類と同様に個体として完全な一回産卵の魚類である。特にメバルの類では1回仔魚を放出した後は卵巣は全く Spent の状態となり、何も残ってなくてその重量が急激に減少する。又一回産卵である故に卵巣中の卵母細胞が成熟する場合はいずれの卵も夫々同じように一斉にその大きさを増加して行くと考えられるので卵巣がその重量を増す速度も又早い。又卵巣内の卵母細胞が皆一様に成熟した場合は卵巣は非常に大きくなり実測値で最大のものは63gr.であった (T.L.=199mm, B.W.=193gr., 7才魚)。そしてこの卵巣は体重の1/3以上を占めている。大体メバルではどの魚においても卵巣は最大になると体重の1/3内外を示す。カサゴの場合は実測値最大のものは51gr.であり、個体としても又群の平均としても卵巣最大の時期における値を比較して見るとメバルの方が値が大分高い。Table. 5 と Table. 6 の生殖腺成熟度指数を比べて見ると明らかである。これは一方が一回産卵であり他方は多回産卵であるという理由による。

Table. 6 及び Fig. 2 の各月にわたってその値を見ると、メバルの卵巣重量が最も低い時は5月～9月であり、10月頃からその値が少し増し、11月になると値は急上昇している。肉眼的観察の章でのべたが11月下旬には卵母細胞は未だ完全に成熟してなくて透明ではないが非常に大きな卵巣を持ったものも現われて来る。12月になるとその値は更に急上昇し100を突破し、その次の1月で値は最高値を示す。そして2月には値は急に下落し3月には卵巣は前月又は前々月に比べて非常に小さくなる。この事から判断してメバルの卵巣は11月頃から急に成熟を始め、12月、1月と益々その状態が進み、1月では卵巣内で仔魚が出来る。そして

Table. 6 Monthly weight (Gonad Index) of ovary of *Sebastes inermis*

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Gonad Index	403.3	135.1	14.9	9.6	5.6	6.9	4.9	3.8	4.7	10.9	60.0	224.7	
No. of specimen	54	38	19	30	40	11	8	4	9	11	8	45	277

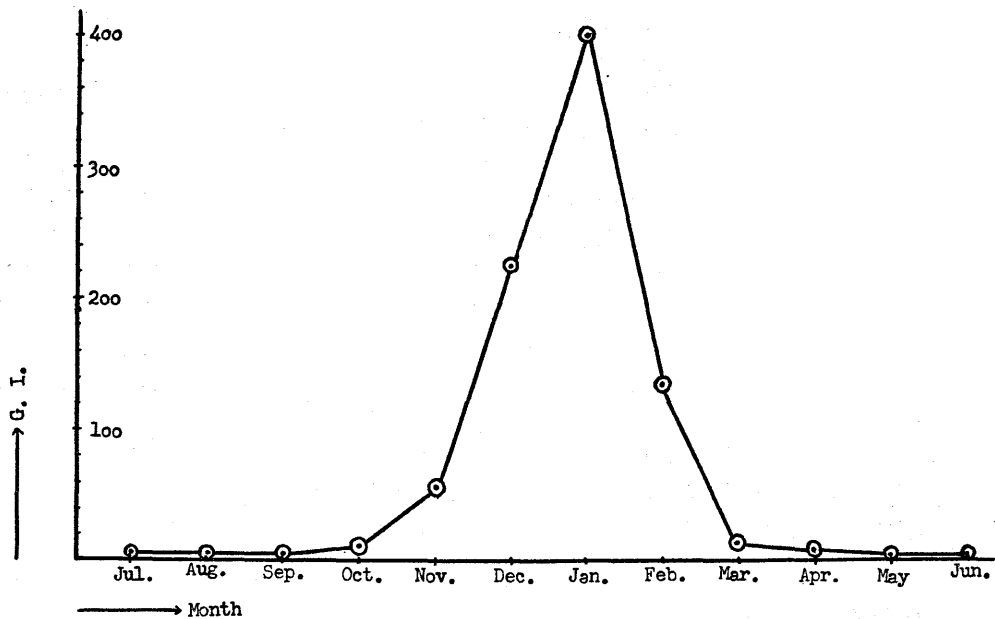


Fig.2 Monthly weight (Gonad Index) of ovary of *Sebastes inermis*

1月後半頃から仔魚の放出を始め2月初旬がその最盛期であり、2月後半には仔魚の放出をすっかり終り、3月には完全に群全体の卵巣が Spent の状態となるという事が推定される。この事は前項のメバル卵巣の肉眼的観察結果と実によく一致している。

B. 卵巣内卵の卵径測定

魚類卵巣の成熟状態、特に産卵の状態及びその時期を推定する方法には色々あるが卵巣内卵の卵径の測定を行うのが最も優れている。卵巣が大きくなるには卵巣内の卵母細胞が成熟するにつれてそれが大きくなるのであるから、その卵母細胞の大きさを連続して測定すれば時期的に成熟の状態を知る事が出来、又産卵の時期を推定する事も可能となる。魚類卵巣の成熟状態の循環と産卵時期の推定又は一回産卵か多回産卵かを推察するのに卵巣内卵の卵径を測定している例が割合に多い。カサゴ及びメバルについても卵巣の肉眼的観察及び重量の測定を行ったのと並行して卵巣内卵の卵径を測定してそれ等魚類の雌の生殖生態を夫々推定した。

先ず魚体を測定して解剖した後卵巣重量を測定し、次に BOUIN 固定後卵巣の被膜を取り除き5lの水を大型シャーレに満した中で、その卵巣をもみつぶし卵母細胞をばらばらにして一つ一つほぐしてしまい卵のみとする。そして卵がシャーレの水中に均一に分布するようによくかきまわして、容量5ccのマイクロピッカーで水と共に卵を「サッ」とすくって採取した。この方法については種々の方法によって比較テストを行ったが、マイクロピッカーを用いてすくって採取する方法が最も一定した結果が得られた。このようにして採取した卵を小型シャーレに移しピペットで目盛グラスに少量づつのせて、メカニカルステージで目盛グラスを移動させながらマイクロメーターの目盛に合せて一つ一つの卵径を読んだ。又卵径を測定する場合短径のみ又は長径のみあるいは短長径の平均値をとる方法等を試みたが、測定誤差が少なくて最も能率的である方法、即ち CLARK⁽²⁾ や立石等⁽¹⁷⁾ や水江等⁽¹⁵⁾ が採用している如くマイクロメーターの目盛に平行した径の測定のみを行って、それを卵の直径とした。

a. カサゴの卵径の季節的变化について

カサゴの卵巣内卵の成熟度が進むにつれて各々の卵は次第にその径を増加させて行く。先ず各月に採集した卵巣について前にのべた要領で卵径を測定した。それが Appendix table. 1 である。これ等の測定値を月

別に合計して各々その頻度分布を調べてみたが明らかな モードを形成しているのは8月~10月までであり、それ以後は凹凸が不規則でモードの移動の状態がよく分らない。特に仔魚の放出について重要であると思われる12月以後についてこの傾向がひどい。カサゴは1つの個体をとって卵巢の発達過程を見ると非常に明らかに卵径の分布には三つ又は四つの山を持っているのがわかる。しかしそれ等のモードの間隔は時間的にいって短いので群として見た場合はこれが一定でなくなり、12月以降3月までの各月の合計の卵径頻度分布のモードのように全く不規則な凹凸のはげしいばらばらな線をなしてくる。これはサバにおいてもそうであった。⁽¹⁵⁾しかしマアジは多回産卵という点ではサバと同じであるが、そのモードとモードとの間隔は比較的長期にわたっていたので、群として見た場合でも一定の間隔をとって各モードが独立して明らかに分れていた。カサゴにおいてはサバの場合と同じであり、11月までは群として見た場合どうにか各モードは分れているが、その後12月になって卵巢が完熟期に入ってから、発達の Stage の各々異ったものが沢山入りまじってモードが分離されて

いない。
そこで各々の個体の卵径頻度分布をまず Stage で分けた。即ち Stage はモードの位置によって分類したが、特に最後のモードの位置を求めてこれを適当にならべかえると産卵までの卵の成熟の模様、即ちモードが次第に大型の方に移動して行く様子を知る事が出来るし、又逆に各個体の卵径頻度分布の最終モードの位置を調べる事によってその成熟度を知る事が出来る。各個体における Stage は Appendix table I に示してある如く分けた。そして夫々の個体の属している Stage で合計してまとめた。即ち Appendix table II がそれである。Appendix table II を図示し

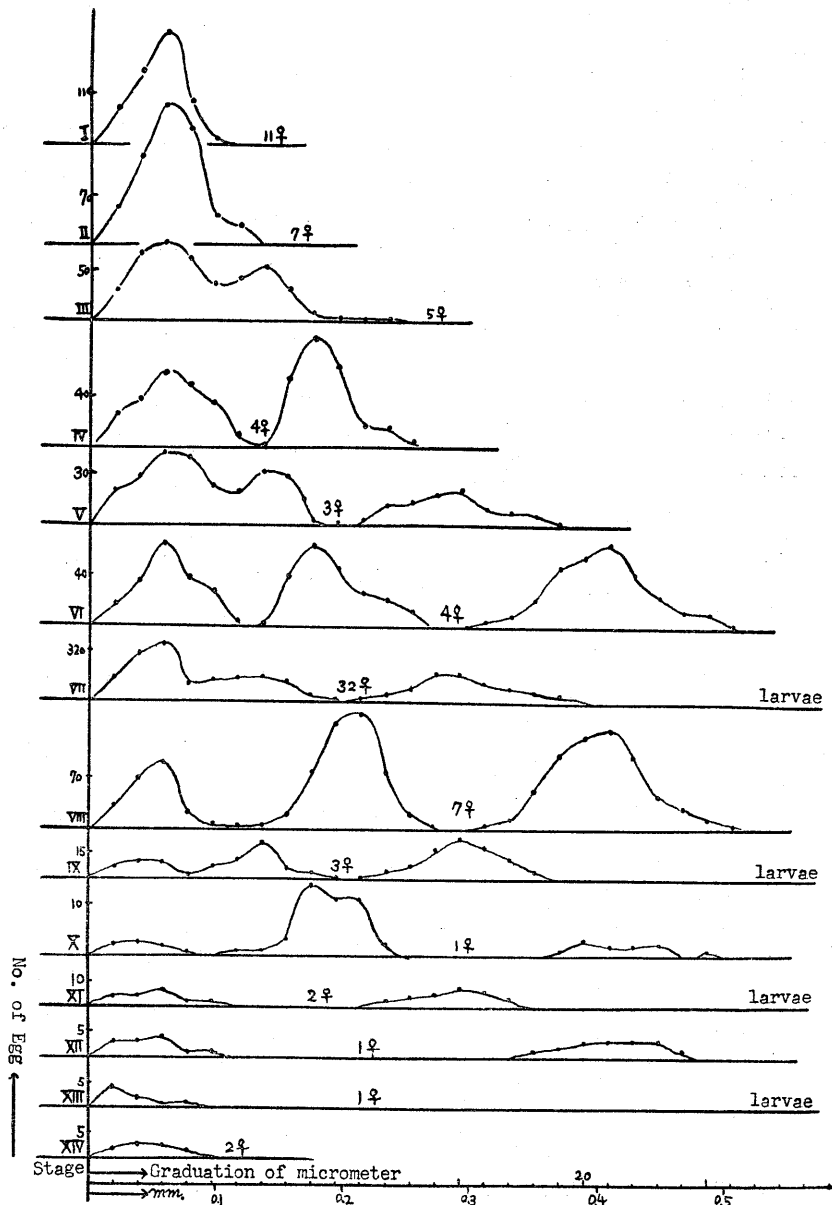


Fig.3 Ova-diameter frequency polygons of *Sebastiscus marmoratus* in each stage of maturity

たのが Fig. 3 である。

Fig. 3 はかくの如く取扱って全個体を時間とは関係なく Stage によって並べ変えたものである。即ち各個体の卵径頻度分布の最後の最終モードの位置によって分類されたものを示している。各 Stage を I から XIV まで順に説明すると

- I…この状態のものはモードは 0.05mm. のところに 1 つ現われているもので、これは 5 月～8 月まで続いている。
- II…この状態のものは第 1 のモードの中が広がって $0.05\text{mm.} \sim 0.07\text{mm.}$ にモードがひろがっている。これは Stage I の状態の卵の中から少し大きな卵径を持った卵が発達出現して来たのを意味している。これ以後 Stage IX の状態のものまではこの Stage のモードがそのままの形で基礎となり、ここから次々と新しいモードが生れ出て行く。
- III…この状態のものは Stage II のモードから新しいモードが 0.12mm. のところに分れて現われ始めた状態のものである。
- IV…この状態のものは 0.12mm. のところに現われた新しいモードが成長して右に移行し 0.18mm. のところまで移って行ったものである。
- V…この状態のものは 0.18mm. のところに現われていたモードが更に成長して右に移行し 0.3mm. のところまで来ており、そして更に又新しいモードが第 1 のモードから現われ始めている状態のものである。この Stage における右側のモードの状態はちょうど Stage III と同じである。
- VI…この状態のものは新しく生れた第 2 のモードが右に移行し 0.18mm. のところに移り、又最初のモードは更に 0.4mm. のところに移行している。この時の最初のモードには受精直前の卵母細胞から、既に受精を終えたと思われるもの或いは桑実期に入っている卵までが含まれているようである。
- VII…この状態のものは基礎となるモードの外に其処から新しいモードが現われ、又 0.3mm. のところに他の 1 つのモードがあり、又その外に卵巣内で最も進んだ状態のもの、即ち発眼しているが未だ卵膜をかぶっている状態のもの或いは仔魚になってしまっている状態のものである。この仔魚の段階のものを加えると全部で卵巣内にモードが 4 段階存在している事になる。そして 12 月～3 月までの標本にはこの VII の Stage のものが最も多く大部分はこの状態のものである。
- VIII…この状態のものは VII の Stage のものが持っていた仔魚が体外に放出されモードが 3 つあるもので、これは事実上は IV の Stage と全く同じ卵径分布を示している。唯異っている点は Stage VI が未だ仔魚を放出した事のない卵巣であるのに反して Stage VIII は過去において 1 回以上は仔魚を放出した事のある卵巣である。

カサゴ及びメバルでは卵巣内において受精卵がその発達の段階を進めると、そのまわりをつつんでいた濾胞細胞が破れて受精卵は卵巣腔に移動を開始する。であるから未だ卵巣内に非常に進んだ段階の卵細胞を持った事がなく、又仔魚を放出した事のない卵巣、即ち Stage VI 及びそれ以前の Stage のものには卵巣内に濾胞細胞の破片は存在しないはずである。それ故に Stage VI と Stage VIII との区別は組織切片を作ってみて卵巣内に濾胞細胞の破片が存在しているかないかによって分類した。Stage VI の状態から Stage VIII を個体としてカサゴが何度繰返すかは各個体の卵巣の発達過程が追跡出来ないので分らない。12 月～3 月の間の標本で Stage VII のものが非常に多く Stage VI 及び VIII の状態を呈しているものが少ないという事から判断すると恐らく 1 回しか行わないという事は考えられず、これを数回繰り返しているのではないと思われる。又 Stage VII が全体として多く VI と VIII が少ないという事は、 0.3mm. の卵が仔魚になるまでの速度が時間的に比較的早いという事を意味していると思われる。又この Stage VIII 又は Stage VI の状態の卵巣で最後のモードの卵が桑実期であった場合には、仔魚が卵巣中に存在していた例は一つもない。あるモードに属する卵が発達して熟卵になり受精して分割を続けて桑実期に入る（この速度は非常に早いと思われる）頃には、そのモードの一つ先のモードのものは勿論仔魚になっているのだが、これ等の仔魚は全部卵巣から排出されてしまっているのが常である。

- IX…この状態のものは第 1 のモードから新しいモードが現われているが、新しいモードが出た後の第 1 のモードは Stage I と同じ位置に存在しているが、しかし Stage I よりもモードの高さが低くなっているものである。これまではこの第 1 のモードが母体となってここから次々と新たなモードが出ていたが、こ

よれば完熟卵巢の出現率の高い時期は12月～2月であり、3月は終期卵巣が多く現われている。特に完熟卵巣の多いのは1月、2月であり、この時期がカサゴ仔魚放出時期の最盛期であると推定される。又この卵径頻度分布の結果は卵巣重量測定及び卵巣肉眼的観察結果とよく一致している。

b. メバルの卵径の季節的变化について

カサゴの卵巣は多回産卵であり、その各モードの間隔が短いので、これを群として扱って各月のものを単にまとめたのみでは各々の個体の卵径分布が混同して群としての多回産卵の傾向は全く分らなかった。ところがメバルの場合

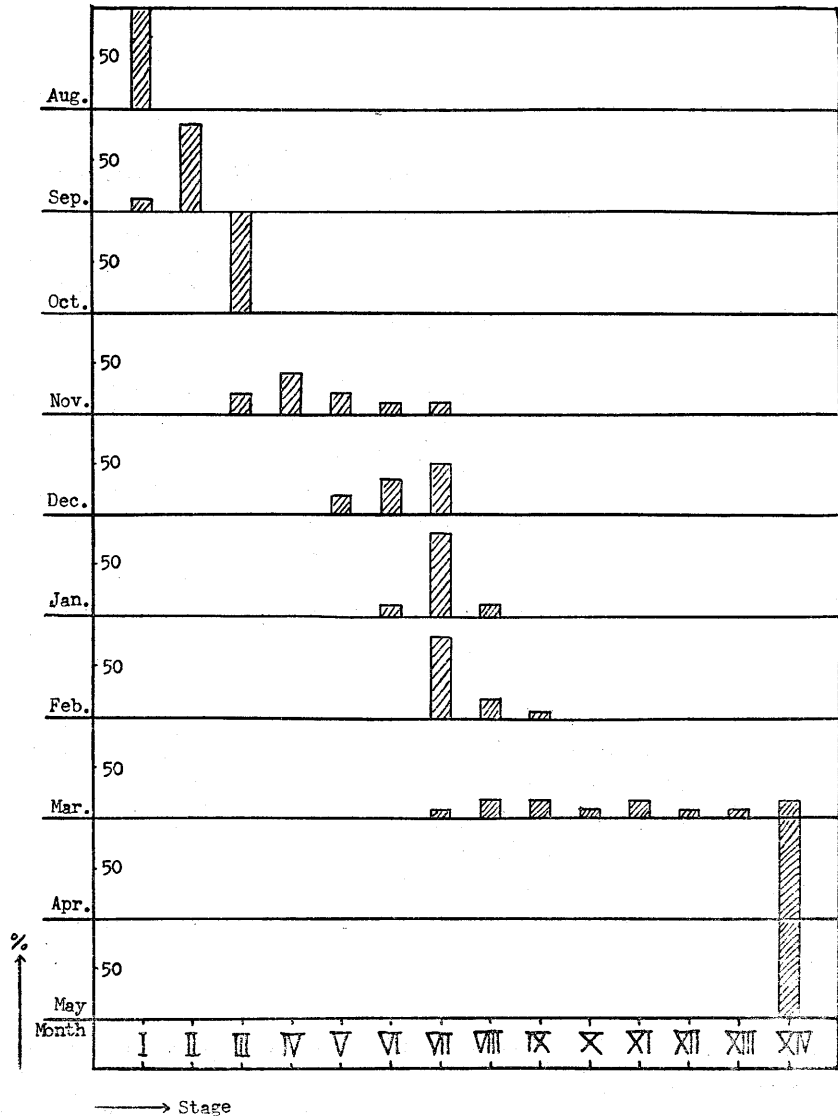


Fig.4 Monthly percentages of adult *Sebastiscus marmoratus* in each stage of maturity

は前にのべ、又後の組織切片の顕微鏡的観察のところでも明らかにするが典型的な一回産卵の魚である。であるから肉眼的な熟度の観察でも又卵巣の重量測定の結果でも、卵巣の成熟する過程及び仔魚を放出してしまう状態は非常に急で短時間であり鋭角的であり、しかも卵巣内の全卵が同じ過程で一斉に成熟して行く。この関係が卵径の測定結果にも明らかに現われている。即ち群として扱って各月のものを単にまとめた場合でも、一回産卵として卵巣内卵が成熟し仔魚が放出される状態がよく表現されている。

メバルの卵巣内卵の卵径測定を前にのべた要領で行い、その結果を Appendix table III に示した。Appendix table III において各月のものをまとめてそれを排列し図示したのが Fig.5 である。この図において明らかな如く期間が経過すると共にメバル卵巣内卵の卵径分布はモードが大型の方にずれていて明らかに成長を示している。であるからカサゴにおいて行ったようなまず Stage を決定して、その Stage が各月に出現する%で月別の熟度を表現する必要はなく、月別は単に合計してまとめたもの自体が Stage を意味していてこの場合は極めて簡単である。9月までモードは0.03mm. のところに存在していたものが10月になると急にモー

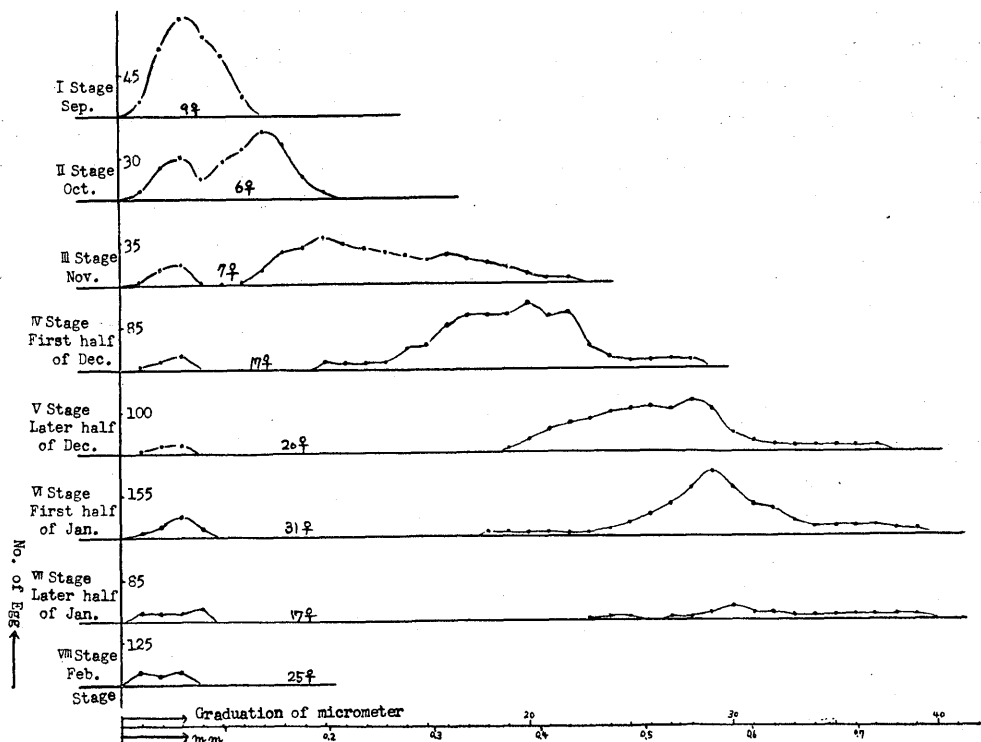


Fig.5 Ova-diameter frequency polygons of *Sebastes inermis* in each stage of maturity

ドは分れて新しい第2のものは0.13mm.のところに移行している。そして第1のモードは背が低くなり著しくその数が減少して、本年の卵巣成熟期においては再びこのモードから新しいモードが分れ出るような事はない。さて新しく分れ出た第2のモードは11月になると更に大型の方に移り0.2mm.のところまで成長している。これが更に12月になるとモードが大型の方に移行する速度が早くなり、12月前期では0.4mm.のところに又12月後期ではモードは更に0.5mm.のところに移行成長して行き、第1のモードとの間隔が益々ひらいていく。そして1月前期になるとそれが更に大きくなって0.5mm.のところにモードは移っていて、大体においてこれ以後はこれよりも大型の方には移らないようである。そしてこの時期になって卵巣内に始めて仔魚が出現している（1尾平均仔魚数は2.6尾）。そして1月後期になっても0.6mm.のところにモードはあり、卵巣内の仔魚の数は増加している（1尾平均仔魚数は12.8尾）。メバルの卵径では卵の数は少ないがモードは大型の方にまで分布していてその範囲が大変広い。これは卵径を測定する時マイクロメーターの目盛に平行した径のみを測定したため、卵発生の後期になると卵膜をかぶっていても卵膜内で次第に仔魚が出来てくるにつれて卵は細長くなり、その細長い径がマイクロメーターの目盛に平行に位置していた場合の卵径は大変長くなる。このようなものが図中の卵径の長いものであり、特別に偉大な卵が少数出現したというのではない。2月前期になるとこのモードは急速に背が低くなると共に仔魚の数も少なくなる（1尾平均仔魚数は1.5尾）。これは卵巣の成熟がその最盛期を過ぎてしまつて仔魚の放出も終りに近づいた事を意味している。2月後半のものはモードは第1のものだけとなり、他は仔魚が少し存在しているのみである（1尾平均仔魚数は0.3尾）。以上の事からメバルの仔魚を放出する時期は、1月後半～2月前半であり、特に2月前半がその最盛期と見るべきであろう。これは卵巣重量の測定及び卵巣の肉眼的観察結果とよく一致している。

C. 卵 数

メバルは1回産卵である事が今まで明らかに示されたが、1回産卵の魚だと卵巣内卵が皆一度に成長して行き、それ等の卵が全部一斉に熟卵の状態に達した時には卵巣は非常に大きくなる。ところがカサゴ等多回

産卵のものだと何回にも分けて次々と卵が成熟して行く。この場合でも卵巣は大きくなるが各 Stage の異った非常に多くの小型の卵も又共に卵巣内に含んでいる。メバルの場合は一斉に各卵が成熟して行き、卵径が皆大きくなるが成熟したメバルの卵自体がカサゴの卵よりも大分大きい。それ故にメバルの場合はカサゴにおけるほどそれ程多くの卵が含まれていない。カサゴの卵はそれが完熟期になって最大径を示すに至ってもメバルの卵のそれと同じ Stage に達したものに比較すると小さい。カサゴでは卵径の最大モードは 0.4mm . のところにあり 0.5mm . 以上の卵径を示すものはない。ところがメバルにおいては卵径最大モードは 0.6mm . のところを示して 0.7mm . 又は 0.8mm . の径を示しているものも珍しくない程である。このように卵巣内卵の卵数が異っているのみならず、卵径の点でも異っているのが明らかである。

Appendix table II 及び III

の卵数の項を図に示した。

Fig.6 及び Fig.7 はカサゴ及びメバルの卵巣内卵数の変化を示している。カサゴの場合は Stage I の頃は約5万位あったものが Stage が進むにつれて卵数は急増して Stage VI になると17万を越える程である。この間卵巣内において卵原細胞から母細胞がどんどん作られている事を意味している。その後は Stageが進むにつれて卵数は減じ Stage XII では3万に達しない。仔魚の製造が行われていないのにその後も卵数が減少しているのは多分卵が崩壊吸収されて行くためであろう。

メバルにおいては Fig.7 に於いて明らかな如くカサゴの場合と異って卵数は増加等せず大体5万程度の卵母細胞が放卵前の卵巣には一定して存在しているようである。これが仔魚の放出と共に急速に減少し2月になると5千にも満たない程に減っている。これはメバルが一回産卵のためであり、カサゴのように漸減してはいない。

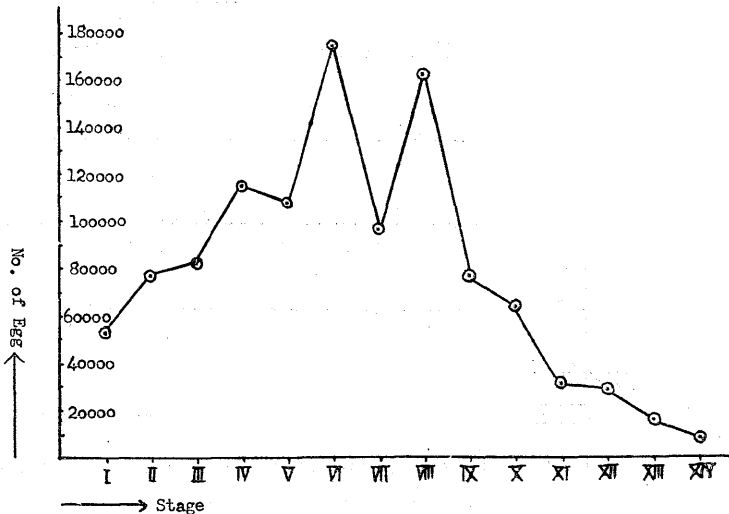


Fig.6 Number of egg of *Sebastiscus marmoratus* in each stage

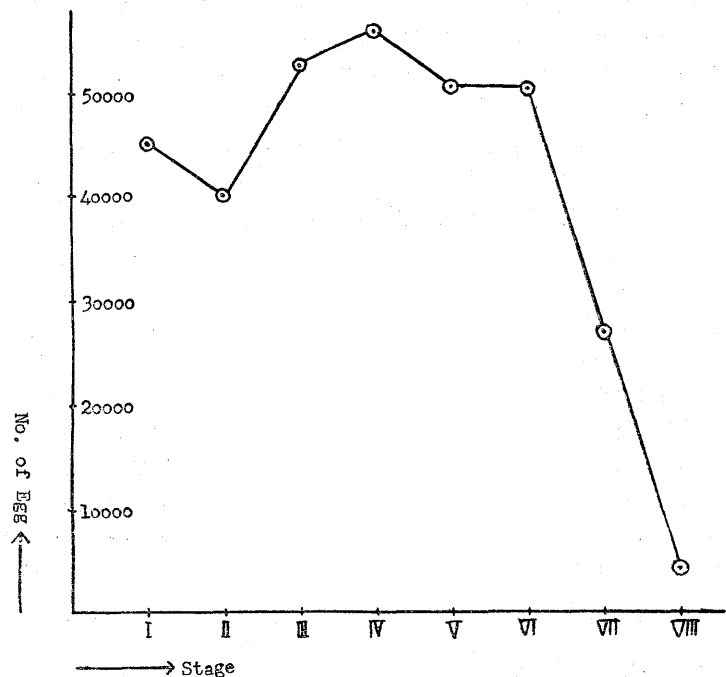


Fig.7 Number of egg of *Sebastes inermis* in each stage

5 卵 巢 の 組 織 学 的 観 察

魚類卵巢の季節的循環及びその成熟についての研究は割合多くの魚類について行われているが、その多くは外部的観察計測であるのでどうしても詳細について不明の点があるのは致し方ない。卵巢又は卵母細胞を見るためにはどうしても組織切片を作ってこれを組織学的に観察しなければならない。卵巢の成熟は卵巢内の卵母細胞の成熟を意味しているに外ならないから、卵母細胞を含めた卵巢切片の組織学的な観察を行う事が卵巢の成熟状態を知るのに最も確実な方法であるといっても過言ではない。魚類卵巢の成熟及びその季節的循環を知るために組織切片を作製してこれを組織学的に観察し研究を進めている例は淡水産の熱帯魚と称せられているものについては割合あるが海産魚類については特に少ない。熱帯魚の卵巢はウミタナゴと同じでカサゴ及びメバル等及び一般卵生魚類⁽¹⁸⁾のそれとは異った性質のものであるから問題にならないが、この外の魚については、淡水産の卵生魚類では立石がフナを用いてその不産出卵とその運命を論じている⁽⁵⁾。又海産の卵生魚類では立石がサバ類の卵巢の組織学的研究を詳細に行っているし、又立石、高、水江は九州西岸産のマサバ、ゴマサバの卵巢の組織切片を作って観察している⁽¹⁷⁾。又立石は種々海産卵生魚類を用いてその排卵の機構と濾胞細胞の行動について論じている⁽¹⁹⁾。又浅見は九州東岸産のイワシ類の卵巢成熟の基礎的知識を得るために組織切片を作って観察している⁽⁴⁾。次に山本は海産卵生魚類のクロガレイの卵巢の成熟状態を詳細に研究している⁽¹³⁾。又立石、水江、稲尾はメバル、カサゴ及びムラソイ、アヤマカサゴを用いて、それ等海産卵胎生魚類の生殖の時期における卵巢の組織学的研究を行っている。熱帯魚以外の魚類の成熟及び季節的循環に関する問題を組織学的に扱ったものは以上でその例が少ない。

魚類の卵巢中の卵母細胞は未だ若い時にはパラフィン法によって切る事が出来る。即ち染色仁期、周辺仁期、卵黄顆粒期及び卵黄索期の前期まではパラフィン法による切片の作製が可能であるが、卵生魚類でいえば卵黄球期の後期から濾胞細胞が破れて Ovarian cavity に熟卵がたまると所謂排卵に続いて放卵が行われる時期までは、卵母細胞の卵膜が非常に堅くてパラフィン切片法では組織切片の作製が不可能となる。故にこの時期における組織切片はセロイジン法によって作製した。

筆者はカサゴ及びメバルを周年にわたって採集したので、この両種では各月における切片を作製した。カサゴの外にはアヤマカサゴをも切片を作り観察したが、カサゴの場合とほとんど変化がないのではぶいた。又ここで取扱ったメバルの外には色彩の黒いメバルについて一応切片を作製して観察したが、これは色彩の赤いメバルの場合と全く同じであり、組織学的観察結果では差は認められないのではぶいた。又ムラソイについても卵巢の成熟した時期のみ切片を作った。切片の染色は HANZEN 氏 Haematoxylin 及び DELAFIELD 氏 Haematoxylin と Eosin の二重染色、又は HEIDENHAIN 氏鉄 Haematoxylin 法によった。

A. 海産卵胎生硬骨魚類における卵巢内卵母細胞の成熟階級について

ここで採集された5種類の卵胎生魚類の組織切片の観察結果をのべる前に、それ等の卵巢の発達の段階の基準を次に示す。又これ等の魚類における卵巢内卵母細胞個々の発達の過程は大体において一致していて、その組織学的、細胞学的な機轉は共通に記述しても差し支えないと思われる。卵巢内卵を全体から観察すると魚によってはメバル及びムラソイ等の如く一回産卵のものと、カサゴ及びアヤマカサゴの如く多回産卵のものがあるとあって、卵巢の成熟及び仔魚放出回数という面からは大きく二つに分けられるが、卵母細胞を一つ一つ見た場合はどの魚でも同じ状態である。

魚類の卵巢内卵母細胞の成熟には色々の Stage が存在している。標準的なこれ等の Stage については立石及び山本が夫々サバ類及びクロガレイでその階級を示している。しかし魚類の卵母細胞の成熟はその状態が各々よく似ているようであるが、詳細に見ると魚類によって大きく又は細かく相違があるようである。事実サバにおける立石の示した卵発達の階級とクロガレイにおいて山本の示した発達階級とは相当の差がある。これは一方のサバが典型的な浮魚であるのに反し、他方は代表的な底棲魚であり、夫々取扱った魚類が全く性格の異ったものであるから、その卵母細胞の発達状態も又異ってくるのは当然の事であると思われる。筆者はこれ等卵生魚類とは別て海産卵胎生硬骨魚類における卵母細胞の成熟の階級を下に示した。ここで切片を作って観察した5種類の魚では、魚類によって各階級間に卵母細胞の大きさの上で相違が認められた外にはほとんど共通した卵母細胞の発達状態を示している。

I Stage…染色仁期

これは卵巢中で最も小型の卵母細胞である。この Stage の細胞は細胞の割に核が非常に大きくて細胞

の大部分を占めている。そして細胞質は大変少なく大きな核の周囲にうすく存在しているにすぎない。核内には染色仁が存在しているが真性仁の存在は見出せない。大体において山本がクロガレイの卵母細胞の染色仁期について記載しているのと同様である。

II Stage…周辺仁前期

この時期のものは前の Stage よりも細胞自体が大きくなっている外に細胞中の細胞質の部分が増大している。そしてこの細胞質は Haematoxylin で濃染する。そして核もいくらか大きさを増すが核の周囲には核膜に接して真性仁が並んでいるのが見られる。又核はほぼ球形に近いが卵母細胞自体の形は不定形のものが多い。卵母細胞はこの Stage において最も長期間経過する。サバ及びクロガレイの場合と大体において同じである。

III Stage…周辺仁後期

この時期に相当する卵母細胞は核もある程度前の Stage のものに比べて大きくなるが、それにも増して核をつつんでいる細胞質が益々多くなっている。そして今まで不定形であった卵母細胞自体が次第に球形に近づいてくる。核は少し大きさを増したのみで大体前期のものと同じく球形であり、その周囲には核膜に接して真性仁が並んでいる。この時期における特長な事は前時期に比して非常に増大した細胞質が余りよく染らなくなった事である。

IV Stage…卵黄顆粒期

前時期に比較して卵母細胞自体も大きくなり細胞質も多くなるが、その細胞質内に卵黄顆粒が認められたものがこの Stage のものである。核は前の時期のものと大体同じで球形をなしており、その周囲に Haematoxylin で濃染している真性仁が認められる。又この時期になると立石、山本がフナ及びサバ類とクロガレイで夫々明確に認めていた放散線帯 (Zona-radiata) は、ここで取扱っている海産卵胎生硬骨類 (カサゴ科のもの) には全く認められない。

V Stage…卵黄球前期

この時期の卵母細胞はその径が大変大きくなる。そして細胞質のところは卵黄球によって満される。この Stage になると前時期まで球形をしていた核が形の定らない楕円形を呈するようになり、又仁は今まで必ず核の周囲の核膜に接して散在していたものが、この Stage になると核の中にも存在するようになる。それからフナやサバ又はクロガレイでは放散線帯がこの時期では益々厚くなるようであるが、海産卵胎生の魚では未だ放散線帯は見られない。

VI Stage…卵黄球後期

この Stage のものは前時期のものと大体卵母細胞の大きさは等しい。核の形も前時期のものと等しいが核内の仁は Haematoxylin でよく染らない。又核が前時期のものは卵母細胞のほぼ中央に位置していたが、この時期になると核は細胞の動物極の方に移動を始めている。又細胞質を満していた卵黄球が HEIDENHAIN 氏鉄、Haematoxylin で濃染する。カサゴ科の魚では大体この時期の後期に受精を行うようである。立石がサバにおいて又山本がクロガレイにおいて胚胞移動期、完熟期として分離しているし、ほとんどの体外受精の魚類では明確にこれ等の期を分け得るようである。又放卵する一般の魚類では完熟卵は透明卵として総ての場合取扱われている。このような時期がカサゴ科の魚の卵母細胞に仮に存在していたとしても、それは時間的にいって非常に短いらしい。事実ずい分沢山の切片を作って観察したが、これに相当すると思われるものは、ムラソイにおいて僅かにそのようになりつつあると思われるものを発見した以外は未だ見た事がない。立石、水江、稲尾がカサゴにおいて示している極体の PLATE では極体が出現しているのに未だ卵黄球が卵内に多量に存在しているし、又卵巣内組織が液状成分を著しく含むようになり、受精直前と思われる卵母細胞においても未だ多くの卵黄球を持っているのが見られる。以上のような事からこれ等の魚では受精の前後は少なくとも未だ卵は透明にならず多くの卵黄球を持っているという事がいえる。この時期になると卵黄球の間に油球が出来るがカサゴ及びメバルの類では Stage が進むにつれてこれ等の油球が一つに大きくなり、これが胚胞を動物極の方に押しやる役目をしているようである。しかしムラソイではこれ等の油球は一つにまとまらずに最後までばらばらの状態で散在しているように観察された。

VII Stage…桑実期

この期のものは普通の卵生の魚が行う卵内発生の過程と全く変化はない。唯卵胎生魚類の場合はこの発生が海中ではなくて卵巣中において行われる事のみが異っていて他は全く等しい。この期のものは所謂 Morula stage である。この Stage になって始めて卵胎生魚類では、卵をつつんでいた濾胞細胞と卵との間に隙間が出来、終に濾胞細胞が破れて排卵の現象が起り、卵は卵巣の外側の卵巣腔に移動を始める。一般の卵生魚類では立石がサバで示している如く卵母細胞の卵黄球が溶解し液状となって所謂透明の完熟卵となつてから、始めて濾胞細胞よりなる卵膜が卵膜から剝離して排卵の現象が起り卵母細胞は卵巣腔に集るようである。

VIII Stage…胞胚期

この期のものは所謂 Blastula stage のものである。皆卵巣の外側の卵巣腔に集っている。

IX Stage…仔魚期

この期のものは放出直前の仔魚及び卵殻は未だ被っているが、内部では仔魚が完全に出来上っているものである。

以上の9段階に分ける事が出来る。

Table. 8 Diameter of oocyte by stage

Species Stage	<i>Sebastes marmoratus</i>	<i>Sebastes inermis</i> (赤黄色)	<i>Sebastes inermis</i> (黒灰色)	<i>Sebastes pachcephalus</i>	<i>Sebastes albofasciatus</i>
I Stage	mm. mm. 0.02—0.03	mm. mm. 0.02—0.03	mm. mm. 0.02—0.03	mm. mm. 0.02—0.03	mm. mm. 0.02—0.03
II Stage	0.03—0.08	0.03—0.08	0.03—0.08		0.03—0.08
III Stage	0.08—0.20	0.08—0.24	0.08—0.24		0.08—0.20
IV Stage	0.20—0.34	0.24—0.42	0.25—0.43	0.32—0.50	0.20—0.34
V Stage	0.35—0.55	0.42—0.60	0.42—0.61	0.48—0.82	0.34—0.55
VI Stage	0.54—0.58	0.06—0.64	0.60—0.65	0.80—1.20	0.53—0.57
VII Stage	0.56—0.60	0.64—0.71	0.64—0.71	1.10—1.24	0.56—0.58
VIII Stage	0.59—0.61	0.70—0.75	0.70—0.76	1.22—1.25	0.58—0.60

以上の各段階における夫々の魚種の卵母細胞の直径の範囲を Table. 8 にかかげた。これは生のものではなくてBOUIN氏液によって固定し、その後セロイジン法によって組織切片を作製し、その組織像によって測定した直径である。セロイジン法はパラフィン法に比して切片の作製中に脱水はするが加熱するような事がないので標本収縮の度合いが割合少ない。

B. カサゴ卵巣切片の周年にわたる顕微鏡的観察

カサゴにおいては卵巣内卵母細胞の組織学的観察を毎月行ってそれをまとめたのが Fig. 8 である。次にそれを写真にして PLATE に示した。Fig. 8 及び PLATE をまず4月から見て行くと4月は卵巣内には仔魚期のものは全くなつていて染色仁期のものばかりである。即ちこの月の卵巣は仔魚を放出した直後のものであつて卵巣内には残存卵も非常に少なく、それが多くの Ovarian tissue でうずもれている。この Ovarian tissue は言わば排卵が行われた後、離脱した濾胞細胞群の塊であるようである。5月になつてもこの Ovarian tissue は存在し続けている。そしてこれが存在し続けている間は卵巣内卵母細胞は染色仁期の状態を呈していて、その数も著しく少ない。これは次のメバルにおいてもそうである。卵の増殖及び発達をおさえる内分泌的な活動をしているのではなからうか。6月の切片にはこの Ovarian tissue がなくなっている。これが存在しなくなると共に卵母細胞の数が急激に増加する。この月のものには周辺仁前期のものが出現しかけています。この状態が大体において6月～8月にかけて3カ月間続き、9月下旬になると周辺仁期の後期に相当するものが出現して来る。10月になると卵黄顆粒期の卵母細胞を持った卵巣が出現して来

る。11月のものでは卵巣の成熟の状態は種々様々である。そして11月後半になると仔魚期のものを持っている卵巣が出現している。12月になると卵巣内にはあらゆる段階の卵母細胞を持っていてこの状態が2月まで続く。この時期における卵巣内には一個体を別々にとって見ると常に4段階の卵母細胞が存在している。即ち次の3つの場合のどれかである。①…仁期, 卵黄顆粒期, 卵黄球期, 桑実期 ②…仁期, 卵黄顆粒期, 卵黄球期, 胚胚期 ③…仁期, 卵黄顆粒期, 卵黄球期, 仔魚期。これを見ても明かな如くカサゴは多回産卵の魚である。カサゴが一個体につき何回位仔魚を放出するかは今までの知識では解析出来ない。今のところ各個体を追跡して観察しない事には明かな回数は出せない。又卵巣内の卵を見ると発達過程が同階級であるものが一つの場所にある程度かたまっているのが方々に見える。卵黄球期になるとこの状態が更にははっきりしてくる。これは排卵が行われた場合卵巣の外側の Ovarian cavity に卵が移行し易いためであろう。一回産卵のものにはこの必要は全

くないが、カサゴの如く多回産卵のものになるとこのような点においても適応性が見られる。3月になると上旬には既に生殖の時期が終りに近づきつつある事も組織像が明かに示してくる。そして更に3月下旬になると Spent の卵巣が出現してくる。そして著しく数の少ない染色仁期の卵母細胞が Ovarian tissue につまれて僅かに存在しているにすぎなくなる。カサゴの卵巣内はこのような経過をたどって One cycle を行うが、この内で染色仁期のものは卵数の多少はあるが大体において周年存在している。そして又カサゴの卵巣の一つの特長は卵黄球期以後の Stage, 即ち成熟卵が群として見た場合に約4カ月もの長期にわたって出現している事である。アヤマカサゴでは大体カサゴと同じような季節的循環をしているようである。

C. メバル卵巣切片の周年にわたる顕微鏡的観察

メバルの場合もカサゴと同じく各月にわたってその卵巣の組織切片を作製観察した。そして卵巣内の卵母細胞の状態を各月の組織切片について見てそれをまとめたのが Fig.9 である。又それを写真にしてカサゴと同じく PLATE に示してある。これを見て明かな如くカサゴの場合と全く様子が異っている。即ちメバルは全く完全な一回産卵である事が明かである。山本が究明したクロガレイ⁽⁴⁾の場合と同じ傾向である。メバルは一回産卵であるから仔魚が放出された卵巣中には卵母細胞はほとんど残ってらずに全くの Spent の状態

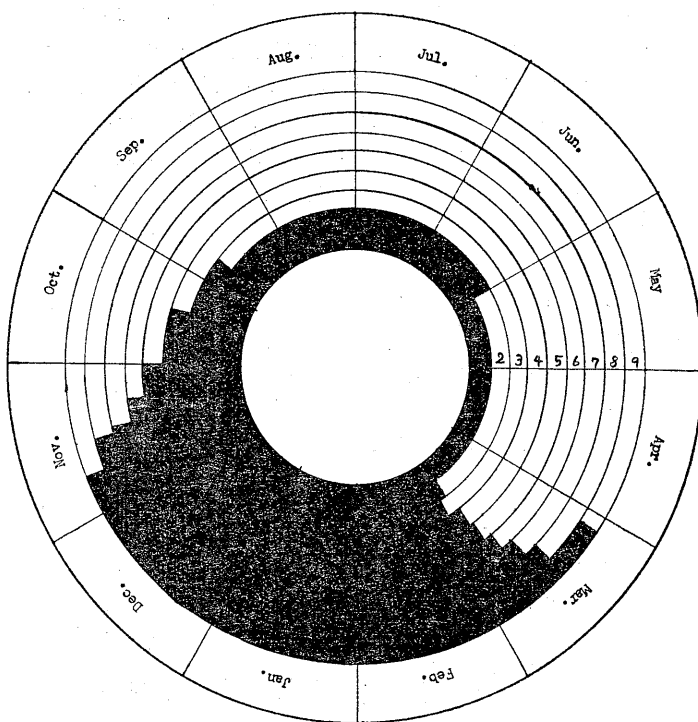


Fig.8 Annual cycle of oocyte of mature *Sebastiscus marmoratus* in each stage

1. ...Chromatin nucleous stage
2. ...Early peri-nucleolus stage,
3. ...Late peri-nucleolus stage,
4. ...Yolk vesicle stage,
5. ...Primary yolk stage,
6. ...Late yolk stage,
7. ...Morula stage,
8. ...Blastula stage,
9. ...Larval stage.

である。PLATE に示してある如く 卵巣内容は Ovarian tissue のみとなって染色仁期の卵が僅かに残存しているに過ぎない。これが2月末の状態である。3月になると卵巣が収縮を始め仔魚放出直後には卵巣内にばらばらに散在していた Ovarian tissue が収縮して僅かに残っていた染色仁期の卵母細胞をうめている状態である。4月の切片における組織像もこの状態が続いている。5月になると Ovarian tissue が消えて周辺仁前期の卵母細胞が現われ出した。そしてその各々は新しく結合されていて Medullary cord を形成

している。この状態が5月～8月まで続くと9月頃から周辺仁後期のものが出現する。そして10月になるとそれが更に卵黄顆粒期へと進んで行く。そして11月下旬になると卵黄球期のものが現われ、これ以後の卵巣の成熟状態は早い。12月には桑実期、更に胚前期のものも出現する。そして1月中旬に完全な仔魚が卵巣内に現われ始め、2月上旬でそれが一斉に放出される。そして2月末には卵巣は全く Spent の状態となる。これがメバルにおける卵巣内卵の年周期変遷である。クロガレイ⁽⁴⁾の場合は卵黄球期が6カ月もの長きにわたって卵巣内に出現しているが、メバルの場合は卵黄球期の出現する期間は非常に短かくて、1カ月以内で通過してしまふ。メバルの場合は周辺仁期が非常に長い。これは唯、メバルのみではなくてカサゴでも全く同じで周辺仁期が長かった。又メバルでは周年存在しているものは染色仁期のものであり、これはメバルに限らず、カサゴを始めどの類に魚おいてもそうであるらしい。又メバルの卵母細胞が最も大きくなった時はカサゴのそれが最大に達したもの

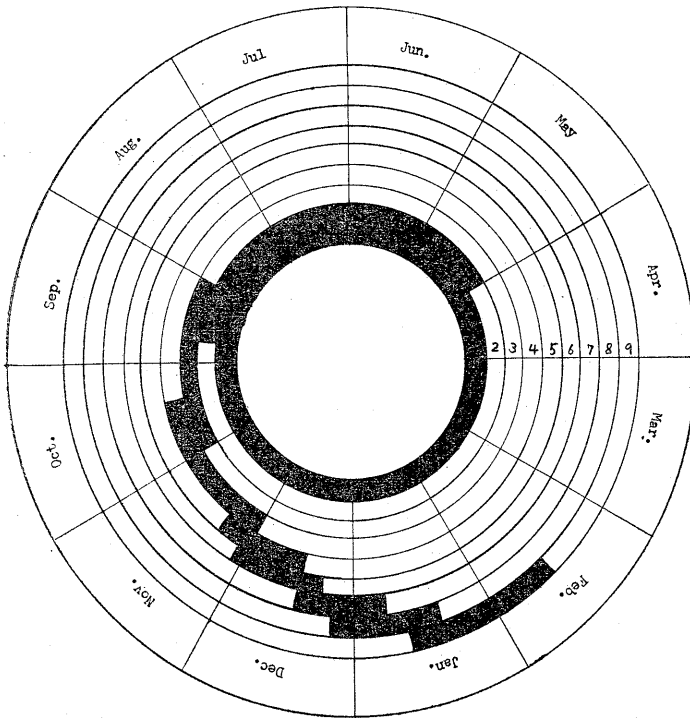


Fig.9 Annual cycle of oocyte of mature *Sebastes inermis* in each stage

1. ...Chromatin-nucleous stage,
2. ...Early peri-nucleolus stage,
3. ...Late peri-nucleolus stage,
4. ...Yolk vesicle stage,
5. ...Primary yolk stage,
6. ...Late yolk stage,
7. ...Morula stage,
8. ...Blastula stage,
9. ...Larval stage.

よりも大きい。

メバルの内では体色の黒いものも卵巣切片を作って観察したが、卵母細胞の発達及びその年周期変遷は、ここで取扱ったメバルと全く同じである。又ムラソイについても卵巣切片を作ったが、これも全般的に言ってメバルと同じ傾向を示している。即ち卵巣の組織像には染色仁期のものと更に進んだもので、将来仔魚となって排卵されると思われる Stage のものと確然と二つの群に卵母細胞が大別されるので、一回産卵である事に間違いはない。又ムラソイの卵母細胞が最大の時期に達すると非常に大きくて、カサゴよりは勿論メバルのそれよりも更に大きい。胚前期のものだと 1.25mm. にも達するものである。又立石がサバやウルメイワシにおいて観察したのであるが胚の移動が行われると、しばしば卵母細胞の表層細胞質の彎曲陥入部が現われる。この碗状体がムラソイの胚移動期の卵母細胞に現われている組織像を観察した。

6 摘 要

- 1) 海産卵胎生硬骨魚類の内、主としてカサゴ及びメバルを佐世保湾水産学部周辺海域において周年採集し、その卵巣の成熟及び季節的循環を究明した。
- 2) カサゴにおいては性比は周年変化はない。メバルでは交尾が終るまでは雌雄比が1対1であるが、交尾後は漁獲物中の雌の占める率が急激に大きくなり、雄の約5倍に達する。この傾向は仔魚の放出が終わってしまうまで続く。
- 3) 卵巣の熟度を兩種共夫々肉眼的に外部観察によって階級に分けたが、カサゴでは11月～3月に仔魚を持った卵巣が出現し、その内12月～2月が仔魚放出の最盛期であると推察された。又、メバルにおいては仔魚を持った卵巣が出現する期間がカサゴの如く長期ではなく、1月前半～2月前半にかけて仔魚放出を行うものと推察される。これはカサゴが多回産卵であるのに反してメバルが一回産卵のためである。
- 4) 卵巣の熟度及び仔魚放出時期と季節循環を知るためにその重量を各月ごとに測定し、それを生殖腺成熟度指数 (G. I.) として現わした。G. I. の値はカサゴでは11月から3月にかけて高く、その内、特に1月、2月がピークを形成している。又、メバルでは12月から2月にかけて高く、1月がピークである。G. I. の値の高い期間はカサゴでは5カ月にもわたっているが、メバルではそれに比べて短期間である。又各月のG. I. の値を示す曲線はメバルではカサゴよりも鋭角的である。これ等の事は、カサゴが多回産卵であり、メバルが一回産卵であるためである。又メバルは一回産卵である故に卵巣内卵母細胞が一斉に成熟するので、成熟期における卵巣重量はカサゴよりもはるかに重い。
- 5) 卵巣の成熟及び仔魚放出の時期と同数又は卵巣内卵数を知るために卵巣内卵径を測定した。これによるとメバルが一回産卵であり、カサゴが多回産卵である事は更に明かである。カサゴでは成熟卵巣の卵径には常にモードが3つ又は4つ存在していて Stage の移行により、一個体最少4回は仔魚を放出する。メバルの成熟卵巣の卵径頻度分布では常にモードは2つあり、1つは次第に大型に移行し終には仔魚となって放出されると同時に消失するが、他の1つは基礎となる小型の卵群であって、モードが一つ分れ出た後は卵数は急に減少して仔魚放出後も同じ位置に存在している。仔魚放出の時期は4)又は3)で推定したのと同じである。

カサゴは卵巣成熟の Stage が進むにつれて卵数は増加している。即ち Stage I では約5万の卵母細胞が、次第に増加して最大約17万を越えている。これはカサゴが多回産卵であって何回にも分けて卵が発達するためである。メバルの場合は Stage が進んでも変化せず、卵数は約5万である。又カサゴでは放出が終り仔魚製造が行われていない Stage でも卵数が減少しているのは卵が崩壊吸収されているためと思われる。メバルではそのような事はない。卵径はメバルの方がカサゴより大きくしかも卵が一斉に発達する一回産卵であるからメバルの卵数はかくの如く少ない。

- 6) 卵巣の成熟状態を最も確実に知るためにカサゴ、メバル (赤黄色)、メバル (黒灰色)、アヤマカサゴ、ムラソイ等卵胎生硬骨魚類の卵巣切片を各月のものについて作製し観察した。これ等の魚では卵母細胞の発達状態が皆同様であるので共通して記載し、先ずその発達の Stage を9段階に分け、その Stage のものが卵巣内に出現する月によって卵巣成熟の年周期変遷を明かにした。カサゴ及びメバルにおいては5)、4)、及び3)における結果と同じである。

卵黄顆粒期及び卵黄球前期に普通の魚の卵母細胞において現われる放散線帯がこれ等の卵胎生硬骨魚類では見られない。又濾胞細胞も極めて薄い。

一般の魚においては卵母細胞が完熟状態では透明卵になって卵黄球は溶解してしまうが、これ等の魚では卵黄球は受精前は勿論、受精後極体が現われてさえも消失しない。

非常に多くの切片を観察したにもかかわらず、受精後桑実期までの期間のものが全く発見出来なかった。又、桑実期及び胞胚期の卵細胞を持っている卵巣が大変少ない。

これ等の魚の内、ムラソイを除いて他は総て卵母細胞は卵黄球後期では油球が一つに大きくまとまって核を動物極の方に押しやる。

これ等の魚では桑実期になって始めて卵とそれをつつんでいる濾胞細胞の間がゆるみ終に排卵の現象が起る。カサゴでは排卵された卵は Stage を進めながら卵巣腔に移動する。

カサゴでは排卵後の移動が便利のように発達の過程が等しい卵が 一つ場所に集っている組織像が普通に見られる。

排卵が終わった後の濾胞細胞は仔魚の放出が終わった後収縮してOvarian tissueを形成する。このOvarian tissue は仔魚放出後約3 カ月間存在するが、これが存在している間は卵数の増加は見られないし、又卵母細胞は二期を脱しない。

アヤマカサゴの卵母細胞の成熟はカサゴの場合と全く同じであり、勿論多回産卵であるが、メバル（黒灰色）及びムラソイはメバル（赤黄色）と同じで完全な一回産卵である。又卵径はこれらの内でムラソイが最も大で、最大時は1.2mm.を越す。次はメバル類で0.7mm.を越す。カサゴ類は0.6mm.未満であり、卵はこの内最も小さい。一回産卵のものが多回産卵のものよりも卵径は大きい。

7 文 献

- 1) 雨宮育作, 田村修: 本邦産真鰻の研究—1成熟度(その一), 水産学会報, Vol.9, No.2.3.4, pp.65~80, 1944
- 2) CLARK, F.N.: Maturity of the California sardine (*Sardinia caerulea*), determined by ova diameter measurements., Fish Bulletin, Cal. Fish & Game, No.24, pp.1~49, 1934
- 3) 浅見忠彦: イワシ類の卵巣卵に関する研究, 日本水産学会誌, Vol.19, No.4, pp.398~404, 1953
- 4) 山本喜一郎: 海産魚類の成熟度に関する研究, IIクロガレイの雌魚の成熟度について, 北海道区水産研究所研究報告, No.11, pp.68~77, 1954
- 5) 立石新吉: サバ生殖腺の組織学的研究, 対馬暖流開発調査報告書(漁業資源篇), 第4輯, pp.50~52, 1958
- 6) 布施慎一郎, 原田英司, 宮地伝三郎: メバルの活動周期と漁獲との関係, 日本水産学会年会講演要旨, p.45, 1953
- 7) 松井魁, 高井徹: 東海黄海における重要魚類の生態学的研究—第1報キグチの生態学的研究, 第二水産講習所研究報告, Vol. 1, No.1, pp.65~89, 1949
- 8) 池田郁夫: キグチの生殖生態に関する研究, 東海黄海における底魚資源の研究, No.1, pp.52~54, 1953
- 9) 西海区水産研究所: ハモの生殖生態に関する研究, 東海黄海における底魚資源の研究, No.1, pp.44~47, 1953
- 10) 岡田立三郎: マエソの研究, 東海黄海における底魚資源の研究, No.2, pp.21~30, 1955
- 11) 水江一弘: メバル精巣の季節的循環について, 長崎大学水産学部研究報告, No.8, pp.111~122, 1959
- 12) 水江一弘: カサゴの研究—1, 生殖巣成熟度の変化について, 長崎大学水産学部研究報告, No.5, pp.27~29, 1957
- 13) 立石新吉, 水江一弘, 稲尾正: 2, 3の卵胎生硬骨魚類の卵巣の組織学的研究, 長崎大学水産学部研究報告, No.7, pp.47~52, 1958
- 14) 相川広秋, 三尾真一: カサゴの成熟について, 日本水産学会年会講演, 1958
- 15) 水江一弘, 古賀重行, 松尾昭良: 上五島近海産マアジ生殖巣の季節的变化について, 長崎大学水産学部研究報告, No.6, pp.22~26, 1958
- 16) HATANAKA M., T.WATANABE, K. SEKINO, M. KOSAKA and K. KIMURA: Studies on the reproduction of the Saury, *Cololabis saira* (BREVOORT), of the Pacific coast of Japan., Tôhoku Jour. Agr. Res., Vol.3, No.2, pp.293~309, 1952
- 17) 立石新吉, 高良夫, 水江一弘: サバの生殖腺の研究—I. マサバ生殖腺の季節的变化, 水産学集成, pp.797~802, 1957
- 18) 立石新吉: フナ *Cyprinus auratus* LINNE の不産出卵とその運命について, 長崎大学水産学部研究報告, No.4, pp.26~30, 1956
- 19) 立石新吉: 二, 三硬骨魚の排卵機構並びに濾胞細胞の行動について, 日本動物学会第26回大会講演, 1955

PLATES

Abbreviations

<i>S. m.</i> <i>Sebastiscus marmoratus</i>	<i>S. p.</i> <i>Sebastichthys pachcephalus</i>
<i>S. i.</i> <i>Sebastes inermis</i>	<i>B. L.</i> <i>Body-length</i>
<i>S. a.</i> <i>Sebastiscus albofasciatus</i>	

PLATE II

Explanation of figures

- Fig.1 $\times 50$, Young ovary of *S. m.* (B.L.-190mm., 31 May 1954), ovarian capsule is very thick, oocytes are in the chromatin-nucleous stage.
- Fig.2 $\times 50$, Young ovary of *S. m.* (B.L.-173mm., 6 Jun. 1957), ovarian capsule is thick, oocytes are in the chromatin-nucleous stage.
- Fig.3 $\times 50$, Young ovary of *S. m.* (B.L.-183mm., 23 Jul. 1954), ovigerous fold is seen very clearly.
- Fig.4 $\times 50$, Virgin ovary of *S. m.* (B.L.-123mm., 14 Aug. 1957), ovarian capsule is very thin, this ovary has no experience of spawning.

PLATE III

Explanation of figures

- Fig.5 $\times 50$, Ovary of *S. m.* (B.L.-183mm., 19 Sep. 1956)
- Fig.6 $\times 50$, Ovary which have developing oocytes, *S. m.* (B.L.-190mm., 7 Oct. 1954)
- Fig.7 $\times 50$, Ovary of *S. m.* (B.L.-157mm., 15 Nov. 1953), oocytes in three stages are seen and each stage group together, many sperms were seen in this section.
- Fig.8 $\times 50$, Ovary of *S. m.* (B.L.-170mm., 13 Dec. 1956), oocytes in four stages are seen, the contents of ovary fill up and this ovary is not spawned yet in this season.

PLATE IV

Explanation of figures

- Fig.9 $\times 20$, Developed ovary of *S. m.* (B.L.-166mm., 11 Jan. 1957), the eggs of last stage assemble together at the ovarian cavity.
- Fig.10 $\times 20$, Developed ovary of *S. m.* (B.L.-143mm., 30 Jan. 1957)
- Fig.11 $\times 20$, Developed ovary of *S. m.* (B.L.-192mm., 4 Feb. 1957)
- Fig.12 $\times 50$, Enlarged photograph of Fig. 11, oocytes are in the last yolk stage, in the oocytes the many yolk globules are not melted, on the contrary oil globules are gathered and become one and it push out the nucleus to the pole.

PLATE V

Explanation of figures

- Fig.13 $\times 50$, Developed ovary of *S. m.* (B.L.-167mm., 29 Jan. 1957), oocytes in four stages are seen clearly.
- Fig.14 $\times 50$, Oocytes in the morula stage, *S. m.* (B.L.-145mm., 30 Jan. 1953)
- Fig.15 $\times 50$, Oocytes in the blastula stage, *S. m.* (B.L.-153mm., 23 Jan. 1957)
- Fig.16 $\times 50$, Larvae in ovary, *S. m.* (B.L.-157mm., 4 Feb. 1957), this is immediately before the spawning.

PLATE VI

Explantation of figures

- Fig.17 $\times 50$, Ovary in the last stage, *S. m.* (B.L.-160mm., 27 Feb. 1955), this is the ovary which the last group of oocytes reached the yolk stage, the many remained young oocytes and the many fragments of follicle cells are seen.
- Fig.18 $\times 50$, Ovary in the last stage, *S. m.* (B.L.-157mm., 1 Mar. 1955), this is the ovary which the last group of oocytes reached the larval stage in ovary.
- Fig.19 $\times 50$, Spent ovary, *S. m.* (B.L.-147mm., 5 Mar. 1955), this is the ovary immediately after the last spawning.
- Fig.20 $\times 50$, This ovary passed about a month after the end of the spawning, *S. m.* (B.L.-158mm., 25 Apr. 1954), the ovarian tissue which the many fragments of follicle cells transformed is seen, there are oocytes in the chromatin-nucleous stage.

PLATE VII

Explantation of figures

- Fig.21 $\times 20$, Shrinking ovary after the spawning in *S. i.* (B.L.-193mm., 20 Mar. 1958), a great quantity of the ovarian tissue is seen, and oocytes are few.
- Fig.22 $\times 20$, Young ovary of *S. i.* (B.L.-194mm., 28 Apr. 1958), this ovary is in the resting stage, the ovigerous fold in the thick ovarian capsule is seen very clearly.
- Fig.23 $\times 20$, Young ovary of *S. i.* (B.L.-136mm., 31 May 1957)
- Fig.24 $\times 50$, Enlarged photograph of Fig. 23, the oocyte began to develop.

PLATE VIII

Explantation of figures

- Fig.25 $\times 20$, Young ovary of *S. i.* (B.L.-181mm., 20 Jun. 1958)
- Fig.26 $\times 20$, Young ovary of *S. i.* (B.L.-178mm., 22 Jul. 1958)
- Fig.27 $\times 20$, Young ovary of *S. i.* (B.L.-173mm., 19 Aug. 1958)
- Fig.28 $\times 50$, Ovary which have developing oocytes, *S. i.* (B.L.-116mm., 25 Sep. 1958), ovarian capsule is very thin, this ovary has no experience of spawning.

PLATE IX

Explantation of figures

- Fig.29 $\times 20$, Developing ovary in the horizontal section, *S. i.* (B.L.-162mm., 21 Oct. 1958), oocytes in two stages are seen.
- Fig.30 $\times 20$, Developing ovary in the vertical section, *S. i.* (B.L.-167mm., 23 Oct. 1958), oocytes in two stages are seen.
- Fig.31 $\times 50$, Enlarged photograph of Fig. 30
- Fig.32 $\times 20$, Developing ovary in the vertical section, *S. i.* (B.L.-242mm., 5 Nov. 1958), oocytes in two stages are seen very clearly.

PLATE X

Explantation of figures

- Fig.33 $\times 50$, Enlarged photograph of Fig. 32
- Fig.34 $\times 50$, Oocytes in the primary yolk stage, *S. i.* (B.L.-199mm., 25 Nov. 1953), this fish is mono-spawning by this ovary section, there is no zona-radiata.

Fig.35 $\times 20$, Oocytes in the primary yolk stage, *S. i.* (B.L.-216mm., 6 Dec. 1958)

Fig.36 $\times 50$, Enlarged photograph of Fig. 35, there is no zona-radiata and the layer of follicle cells is very thin.

PLATE XI

Explantation of figures

Fig.37 $\times 20$, Ovary which is spawning larvae, *S. i.* (B.L.-184mm., 7 Jan. 1959), the larvae assemble together at the ovarian cavity before the spawning, on the other hand the ovary after the ovulation is shrinking.

Fig.38 $\times 20$, Spent ovary of *S. i.* (B.L.-206mm., 7 Jan. 1959), this ovary is immediately after the spawning larvae, there is nothing after one time spawning except the many fragments of follicle cells and remained few oocytes.

Fig.39 $\times 20$, Spent ovary of *S. i.* (B. L. -192mm., 22 Jan. 1954)

Fig.40 $\times 20$, Shrinking ovary after the spawning, *S. i.* (B.L.-183mm., 6 Feb. 1959), remained few oocytes are buried by the large quantity of ovarian tissue.

PLATE XII

Explantation of figures

Fig.41 $\times 50$, Riped ovary of *S. a.* (B.L.-289mm., 25 Jan. 1959), the many stages of oocytes are seen, this fish is poly-spawning as well as *S. m.*

Fig.42 $\times 20$, Spent ovary of *S. p.* (B.L.-180mm., 20 Mar. 1956), this ovary immediately after the spawning larvae, this fish is mono-spawning as well as *S. i.*

Fig.43 $\times 20$, Shrinking ovary after the spawning, *S. p.* (B.L.-169mm., 28 Apr. 1956), this figure is the same to Fig. 20 in *S. m.* and Fig. 21 in *S. i.*

Fig.44 $\times 20$, Developing ovary of *S. p.* (B.L.-180mm., 30 Oct. 1956), oocytes in two stages are seen.

PLATE XIII

Explantation of figures

Fig.45 $\times 50$, Oocytes in the last yolk stage of *S. p.* (B.L.-170mm., 31 Dec. 1956), the oocyte is very large in compared with *S. m.* and *S. i.*, the layer of follicle cells is very thin, and the many oil-globules not gather, this section coloured by HEIDENHAIN's Iron-Haematoxylin.

Fig.46 $\times 50$, Oocytes in the last yolk stage of *S. p.* (B.L.-172mm., 31 Dec. 1956), this section coloured by DELAFIELD's Haematoxylin and Eosin as well as all the others.

Fig.47 $\times 20$, Oocytes after the fertilization of *S. p.* (B.L.-168mm., 11 Jan. 1957), the oil globules and yolk globules in the oocytes are melting.

Fig.48 $\times 50$, Oocytes in the blastula stage, *S. p.* (B.L.-172mm., 2 Feb. 1957), this section coloured by HEIDENHAIN's Iron-Haematoxylin.

Appendix table I (Sebastiscus marmoratus)

No.	Date	T.L.	B.W.	O.W.	No. of Egg																												Total	No. of egg in ovary	Stage
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
452	Aug. 16	mm 163	gr 67	gr 0.1	6	13	24	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	50,000	I	
461	" 16	180	90	0.3	4	16	26	13	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61	61,000	I	
466	" 16	135	35	0.1	7	11	23	16	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59	59,000	I	
469	" 16	178	90	0.2	9	15	15	10	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51	51,000	I	
471	" 16	167	70	0.2	5	16	19	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	45,000	I	
474	" 16	152	55	0.2	7	15	27	11	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61	61,000	I	
476	" 16	160	63	0.3	8	14	15	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	42,000	I	
478	" 16	142	43	0.1	10	15	19	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52	52,000	I	
481	" 16	140	40	0.1	9	18	25	12	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	66,000	I	
483	" 16	150	50	0.1	6	10	20	8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	46,000	I	
Total					71	143	213	92	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	533	533,000		
399	Sep. 23	186	100	0.5	7	18	20	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52	52,000	I	
401	" 23	165	70	0.2	8	17	27	16	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	77,000	II	
486	" 5	160	65	0.6	7	18	23	15	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	68,000	II	
488	" 5	148	50	0.2	5	16	25	13	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	66,000	II	
493	" 20	177	90	0.2	10	17	28	17	6	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83	83,000	II	
496	" 20	175	85	0.3	9	17	31	19	8	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88	88,000	II	
499	" 20	149	50	0.2	6	20	30	20	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86	86,000	II	
501	" 20	132	33	0.1	6	15	26	17	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75	75,000	II	
Total					58	138	210	123	38	27	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	595	595,000	
403	Oct. 20	202	120	1.0	7	16	17	9	6	8	9	6	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	81,000	III
417	" 7	207	150	1.5	8	15	15	9	7	9	10	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79	79,000	III
418	" 7	190	100	0.8	4	16	18	9	6	9	10	8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82	82,000	III	
Total					19	47	50	27	19	26	29	19	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	242	242,000	
288	Nov. 16	230	—	12.6	7	10	14	16	8	2	2	12	21	17	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117	117,000	IV
293	" 20	194	120	8.8	5	8	12	13	9	3	1	13	20	15	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105	105,000	IV
294	" 20	176	90	9.0	6	9	15	16	8	2	—	12	21	14	5	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115	115,000	IV
295	" 21	159	65	9.5	8	10	17	16	9	2	—	14	23	16	4	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125	125,000	IV
296	" 27	203	—	9.2	7	9	14	17	8	8	13	8	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	89	89,000	III
297	" 27	210	—	5.3	7	11	13	17	9	10	12	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	84,000	III
299	" 27	174	—	10.1	9	12	12	13	7	8	15	10	—	—	—	1	3	3	4	6	3	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	115	115,000	VII
301	" 30	202	150	7.2	7	9	15	18	8	9	14	11	—	—	—	1	3	3	3	7	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	111		

Appendix table II (*Sebastiscus marmoratus*)

Stage	No. of Specimen			No. of Egg																												Total	No. of egg in Ovary	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			Larvae
I	11	{	Total	7.8	161	233	98	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	585	585,000
			Mean	7.1	14.6	21.2	8.9	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53.2	53,200
II	7	{	Total	51	120	190	167	37	27	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	543	543,000
			Mean	7.3	17.1	27.1	23.9	5.3	3.9	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77.6	77,600
III	5	{	Total	33	67	77	61	36	44	54	32	7	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	415	415,000
			Mean	6.6	13.4	15.4	12.2	7.2	8.8	10.8	6.4	1.4	0.4	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83.0	83,000
IV	4	{	Total	26	37	53	61	34	9	3	51	85	62	16	16	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	462	462,000
			Mean	6.5	9.2	14.5	12.2	8.5	2.2	0.8	13.5	21.2	15.5	4	4	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115.5	115,500
V	3	{	Total	20	27	42	39	22	19	31	29	1	1	2	12	14	18	21	10	7	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	325	325,000
			Mean	6.7	9.0	14	13	7.3	6.3	10.3	9.7	0.3	0.3	0.7	4.0	4.7	6.0	7.0	3.3	2.7	2.0	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	108.3
VI	4	{	Total	16	34	62	36	27	1	1	39	62	46	25	21	13	—	—	4	8	21	48	57	65	43	26	13	12	4	—	—	699	699,000	
			Mean	4.0	8.5	15.5	9.0	6.8	0.3	0.3	9.8	15.5	11.5	6.2	5.2	3.2	—	—	1.0	2.0	5.2	12.0	14.2	16.2	10.8	6.5	3.2	3.0	1.0	—	—	—	174.8	174,800
VII	32	{	Total	136	301	370	116	129	142	157	128	31	23	11	37	75	176	168	119	83	52	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	657	3,084	3,084,000
			Mean	4.3	9.4	11.6	3.7	4.0	4.4	5.0	4.0	1.0	0.7	0.3	1.2	2.4	5.5	5.3	3.7	2.6	1.7	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.5	96.4
VIII	7	{	Total	31	66	91	21	10	5	3	21	80	144	160	79	20	3	—	2	12	50	101	12.7	111	99	44	32	14	2	1	—	1,143	1,143,000	
			Mean	4.4	9.4	13.0	3.0	1.4	0.7	0.4	3.0	11.4	20.6	22.9	11.3	3.0	0.4	—	0.3	1.7	7.1	14.4	18.1	15.9	14.1	6.3	4.6	2.0	0.3	0.1	—	—	163.3	163,300
IX	3	{	Total	8	11	10	3	9	12	22	6	4	1	1	4	8	16	24	18	13	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87	232	232,000
			Mean	2.7	3.7	3.3	1.0	3.0	4.0	7.3	2.0	1.3	0.3	0.3	1.3	2.7	5.3	8.0	6.0	4.3	1.3	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.0	77.3
X	1	{	Total	3	3	2	1	—	1	1	3	15	11	11	2	—	—	—	—	—	—	1	3	2	2	2	—	1	—	—	—	64	64,000	
			Mean	3	3	2	1	—	1	1	3	15	11	11	2	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	2	2	—	1	—	—	—	64	64,000
X I	2	{	Total	4	4	6	2	1	—	—	—	—	—	—	2	3	4	7	6	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	63	63,000	
			Mean	2	2	3	1	0.5	—	—	—	—	—	—	1	1.5	2	3.5	3	1.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	31.5	31,500
X II	1	{	Total	3	3	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	3	3	3	1	1	—	—	—	—	29	29,000	
			Mean	3	3	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	3	3	3	1	1	—	—	—	—	29	29,000
X III	1	{	Total	4	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	16	16,000	
			Mean	4	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.0	16	16,000
X IV	2	{	Total	4	6	5	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	19,000		
			Mean	2	3	2.5	1.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.5	9,5000

Appendix table III (*Sebastes inermis*)

PLATE II

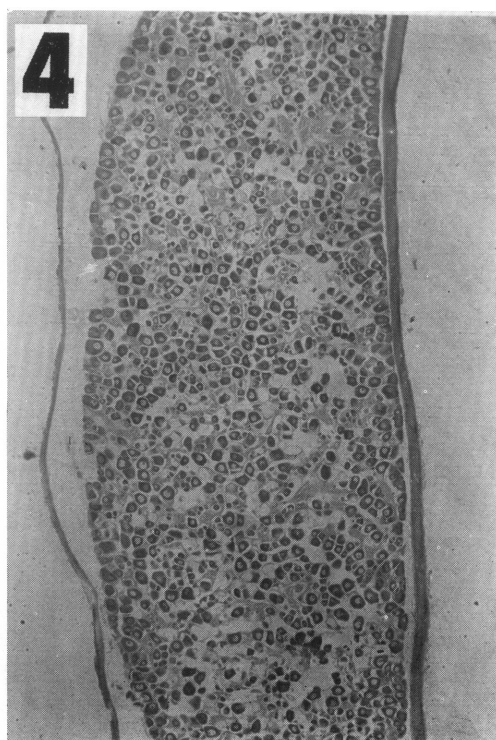
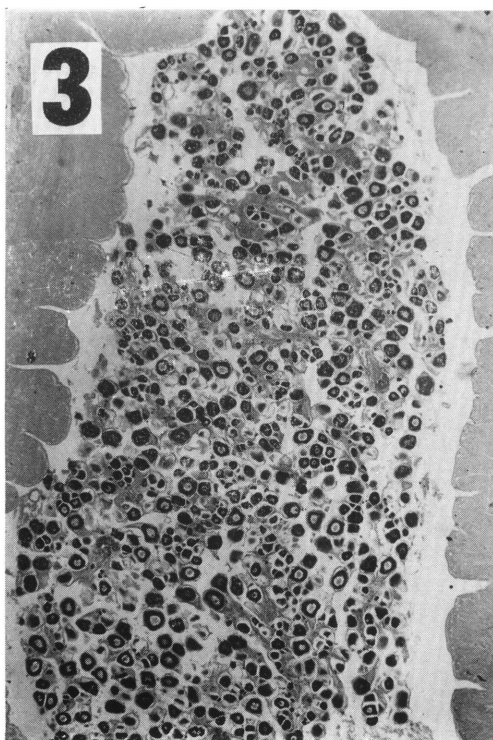
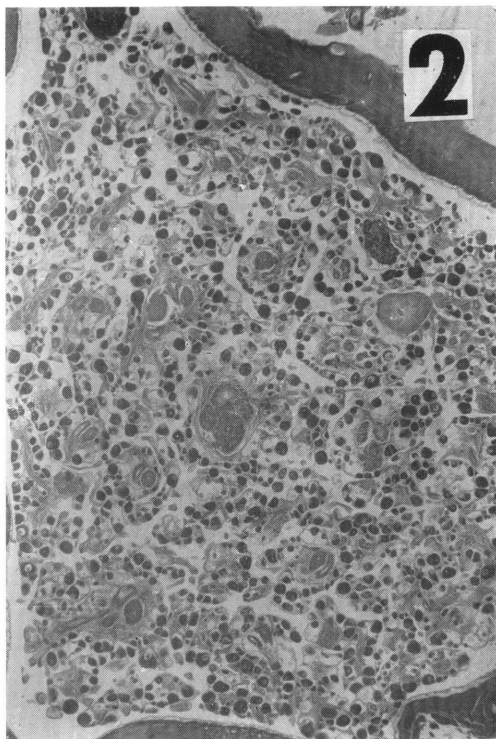
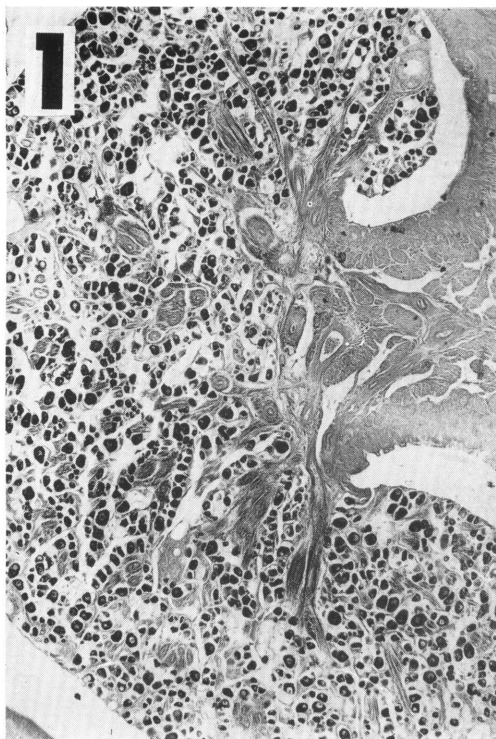


PLATE III

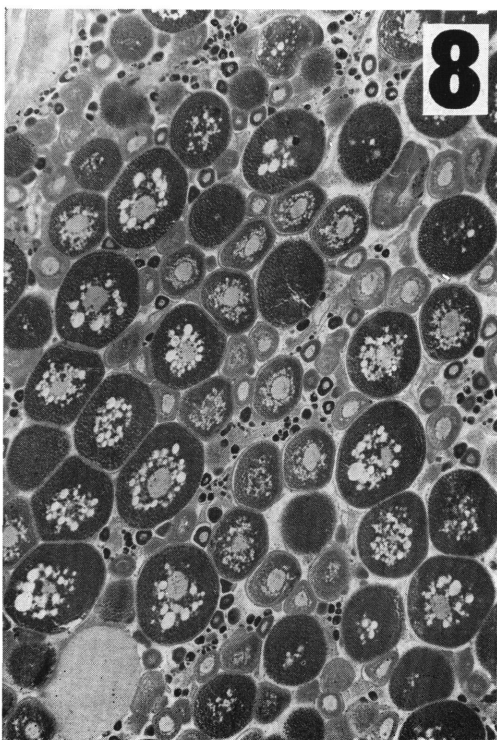
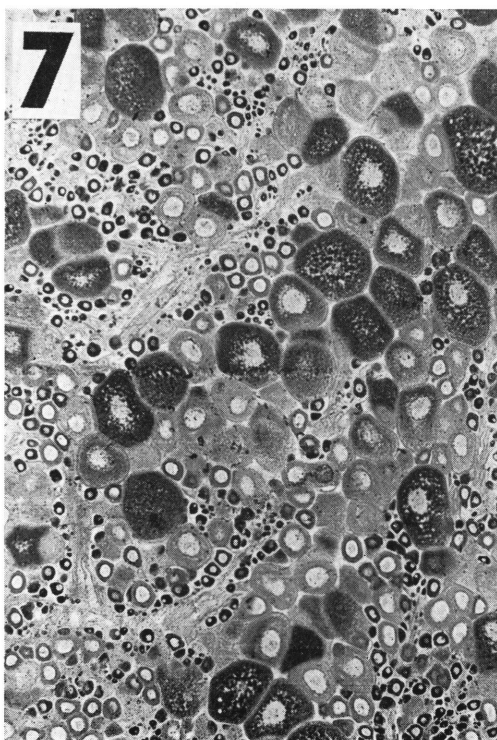
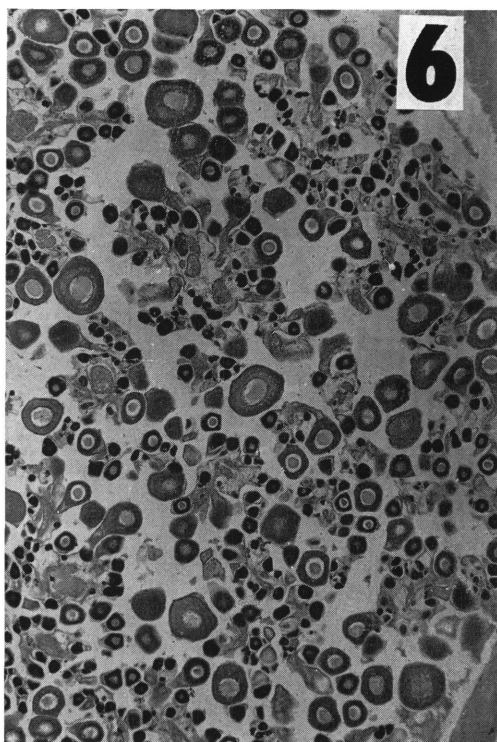
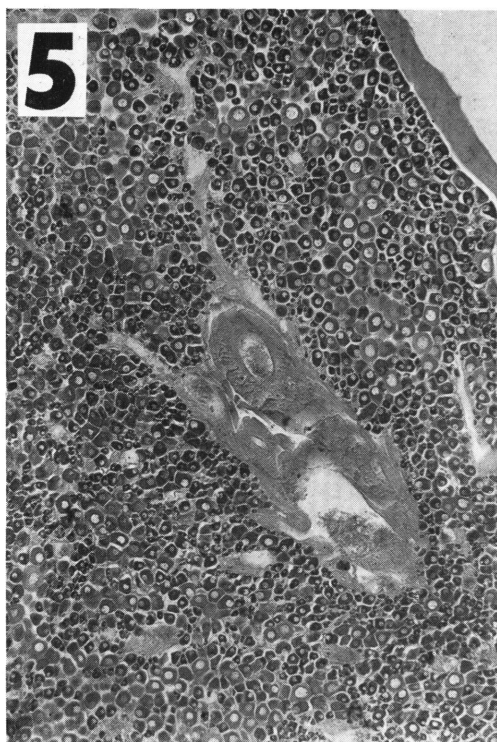


PLATE IV

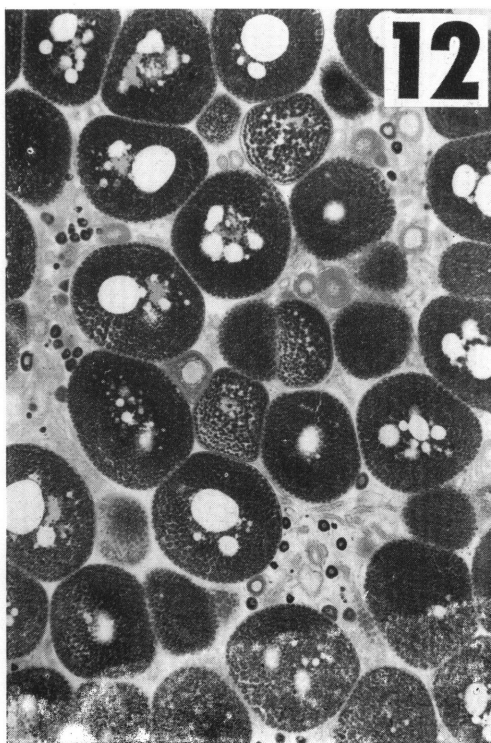
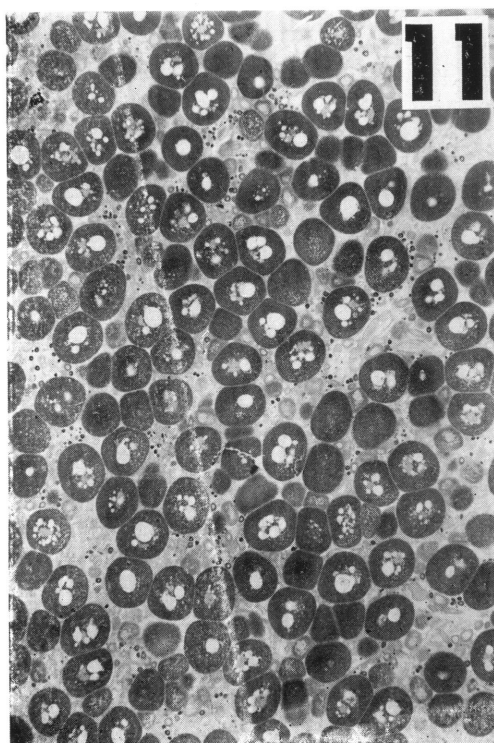
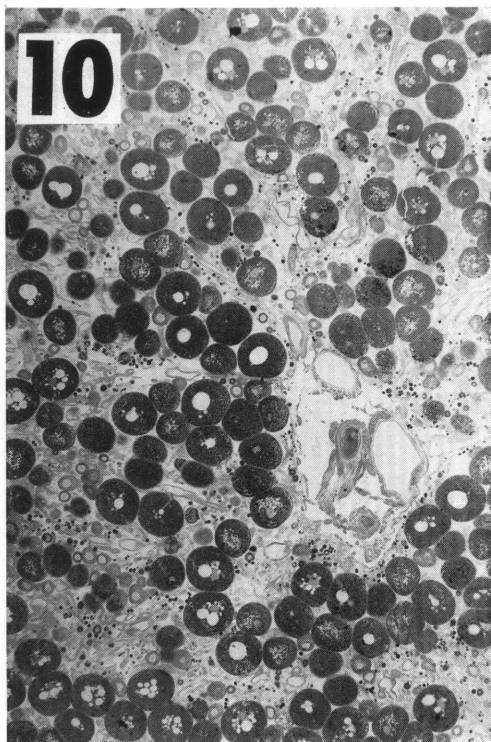
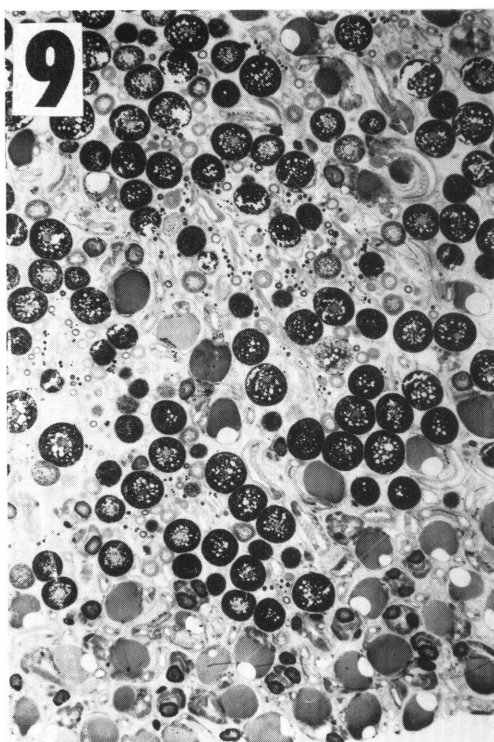


PLATE V

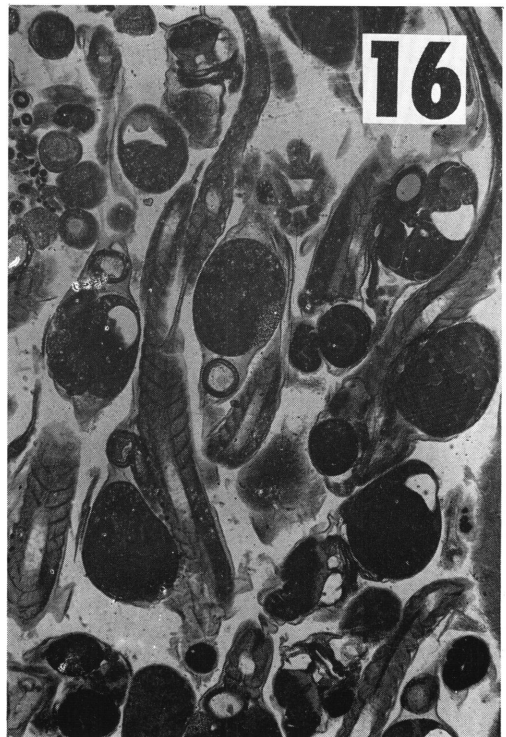
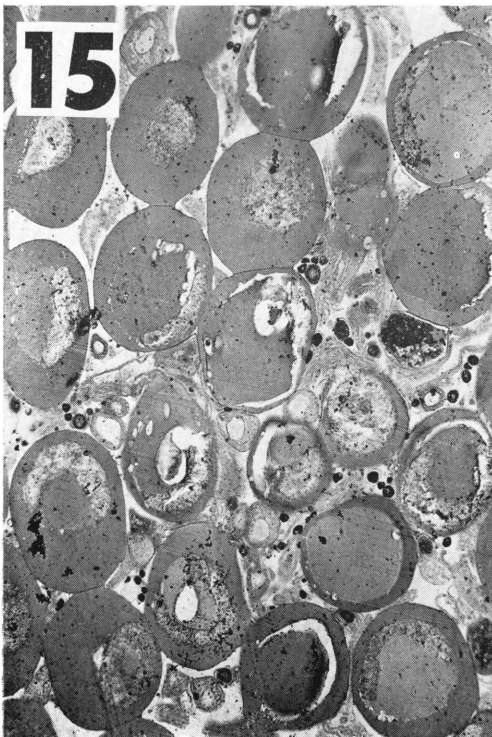
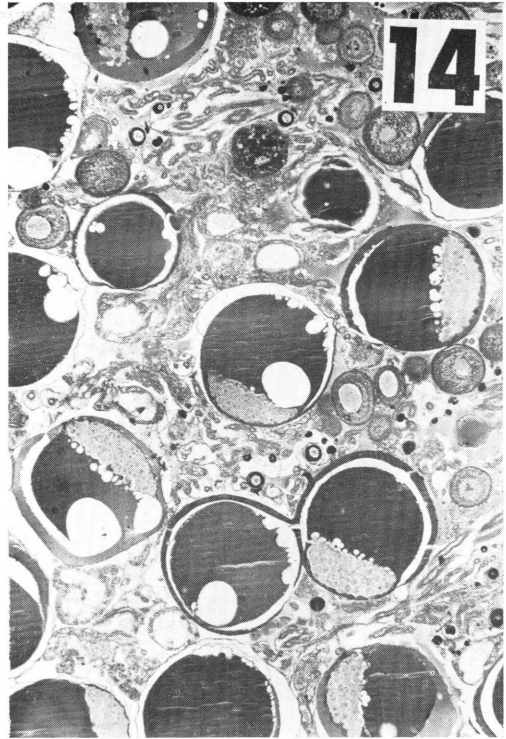
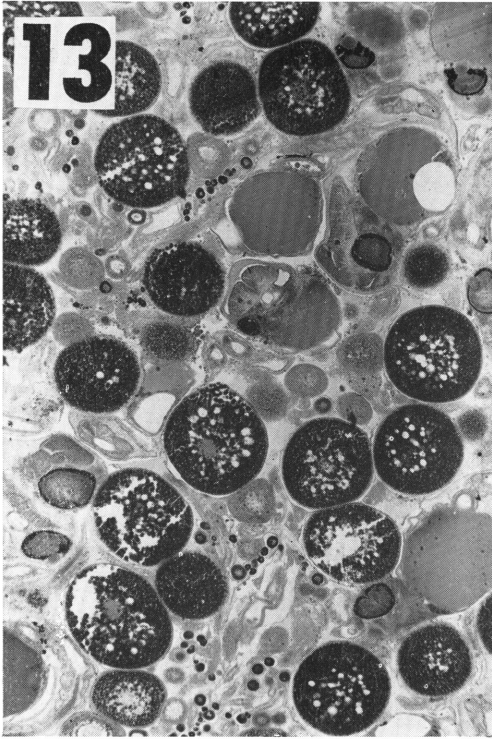
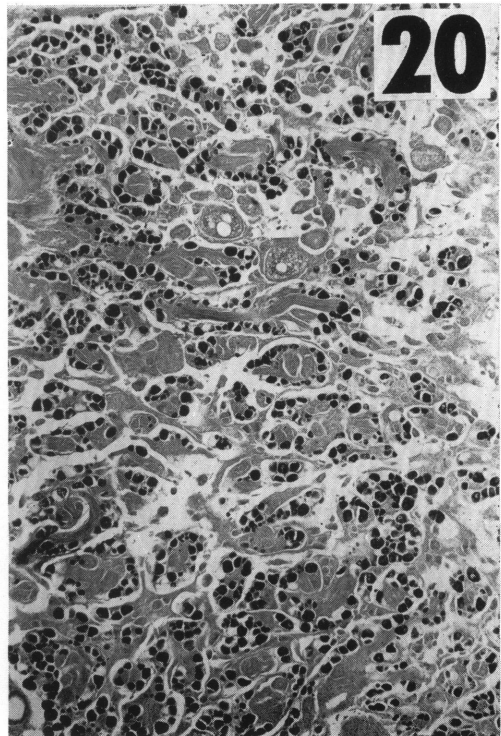
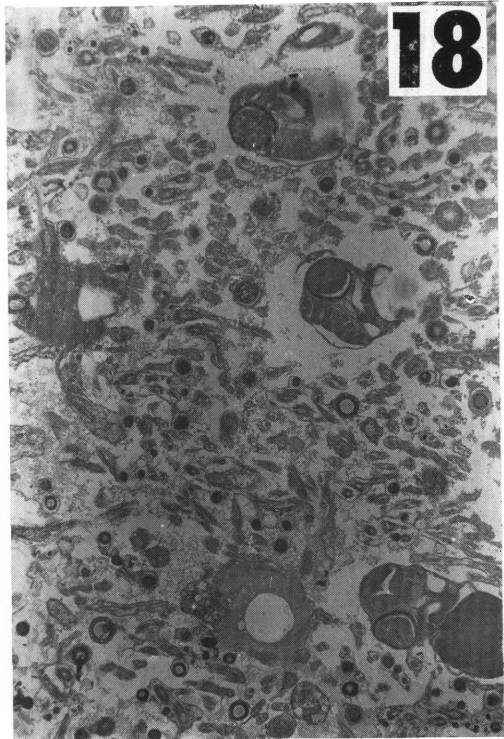
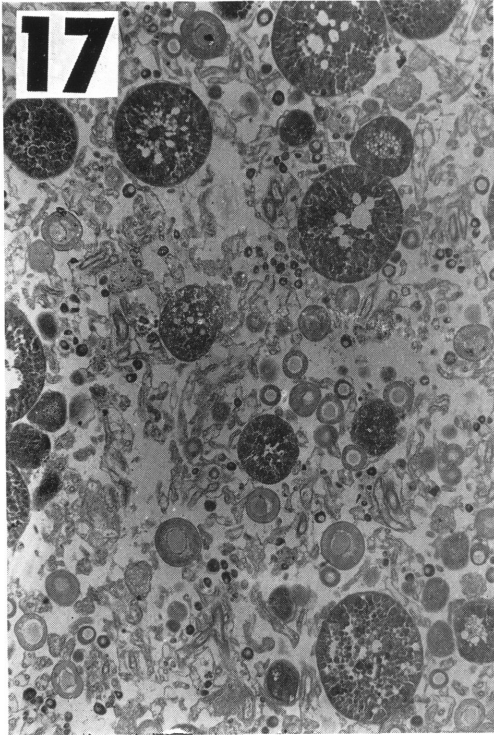
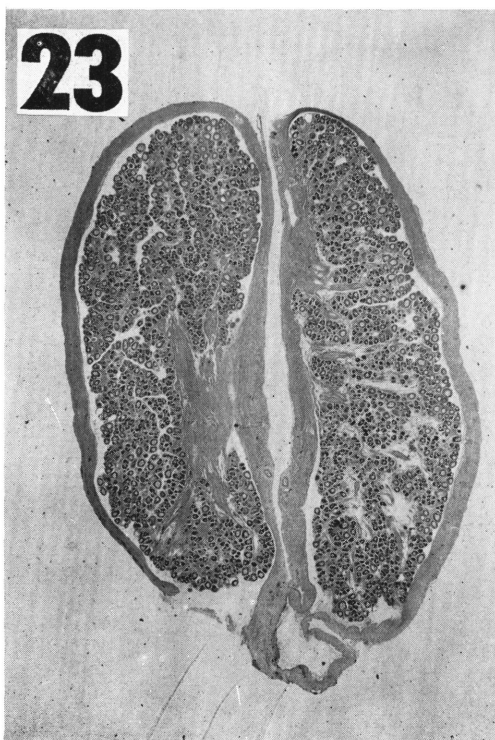
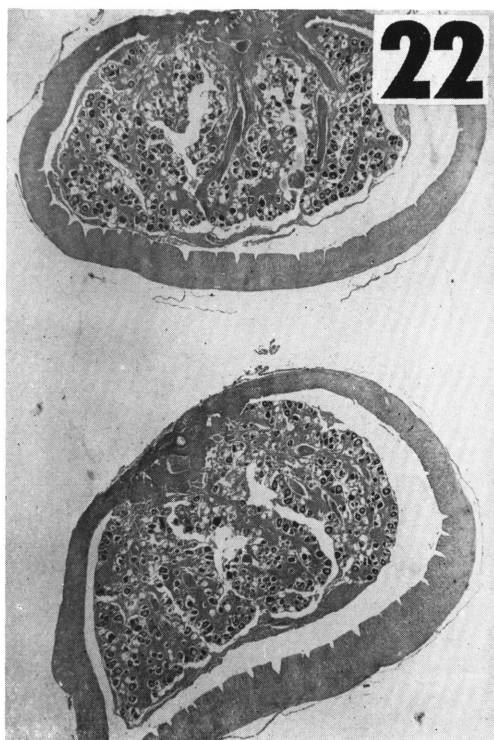


PLATE VI





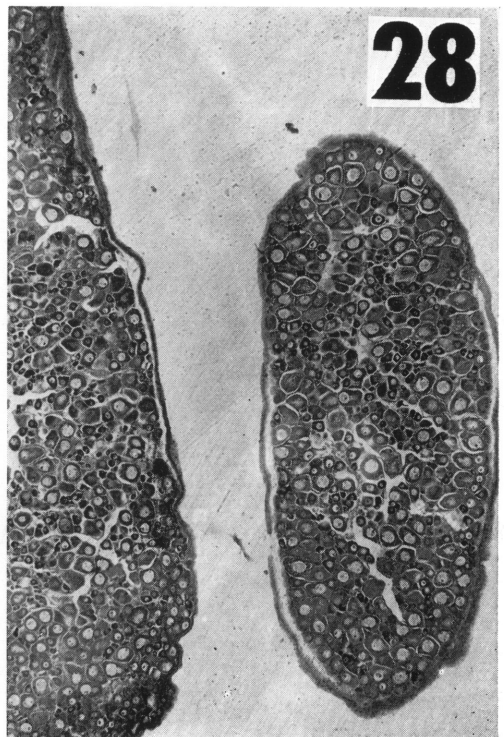
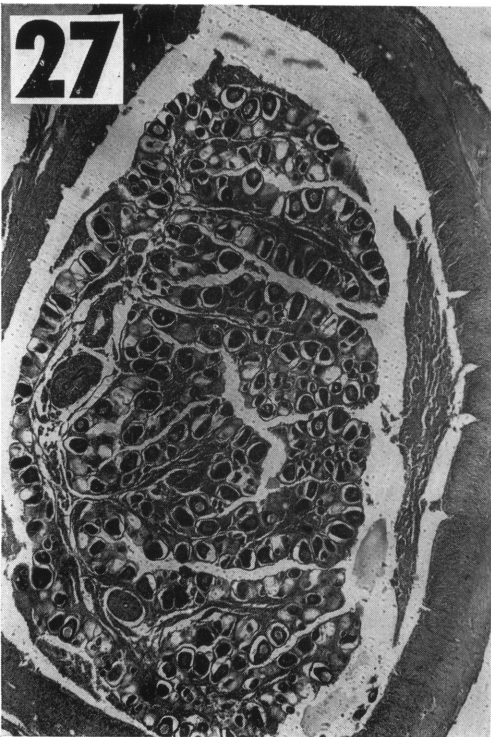


PLATE IX

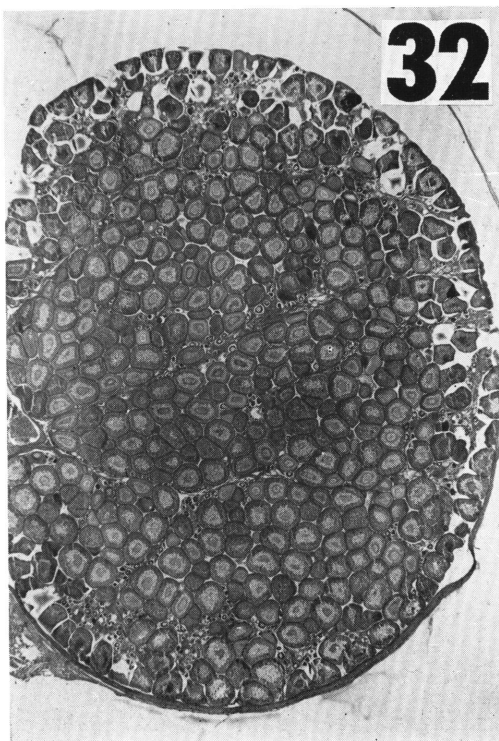
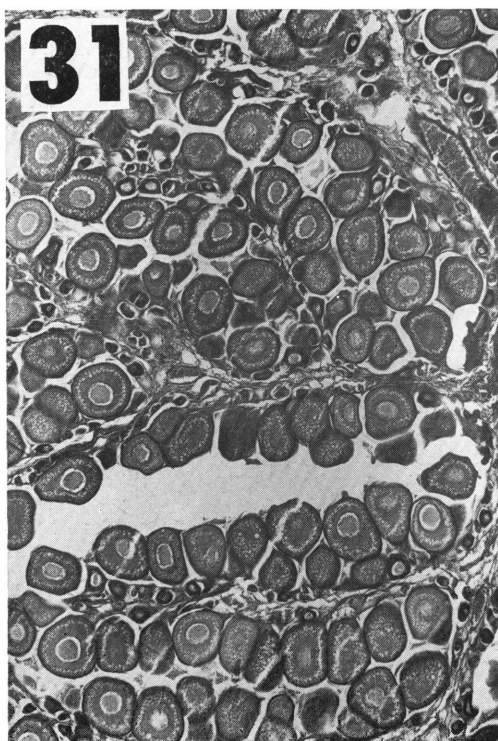
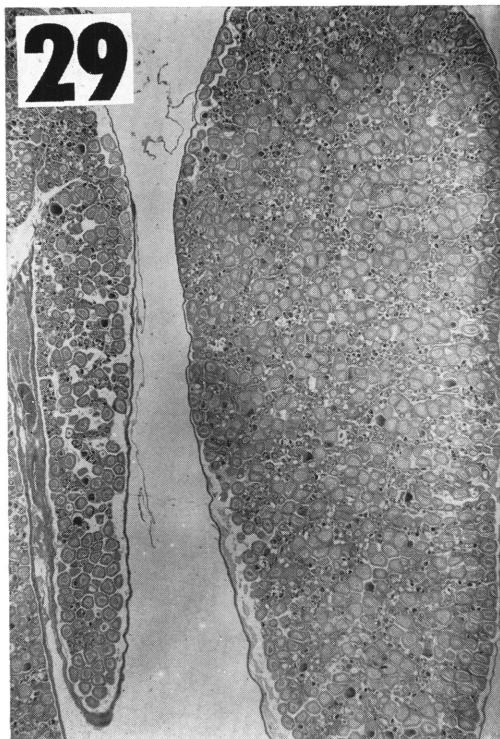


PLATE X

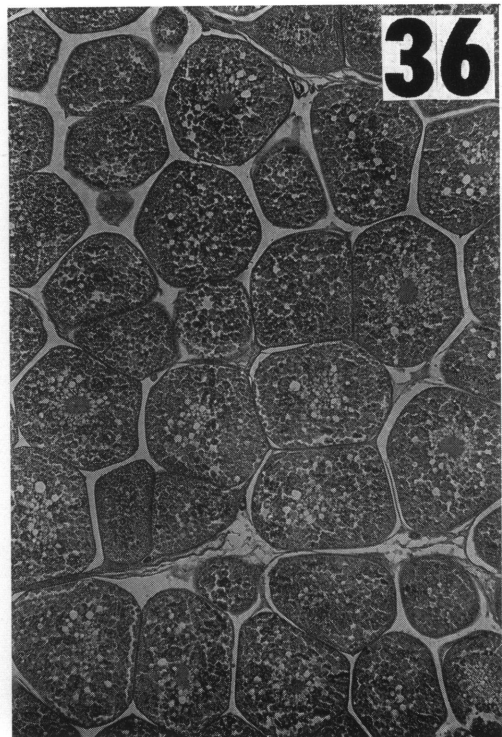
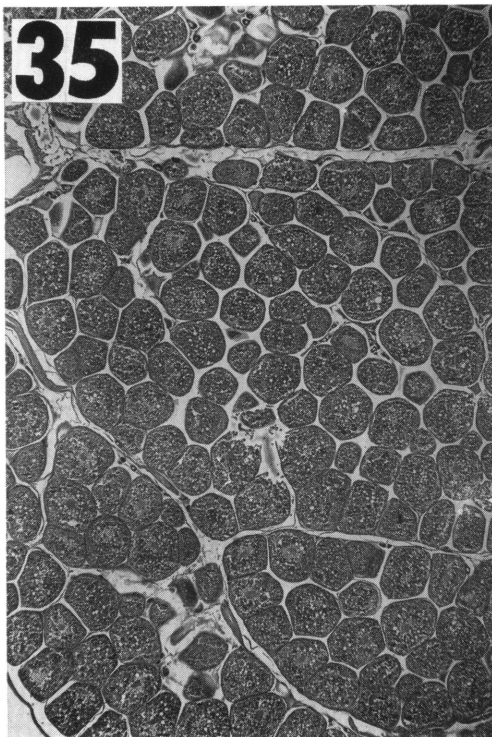
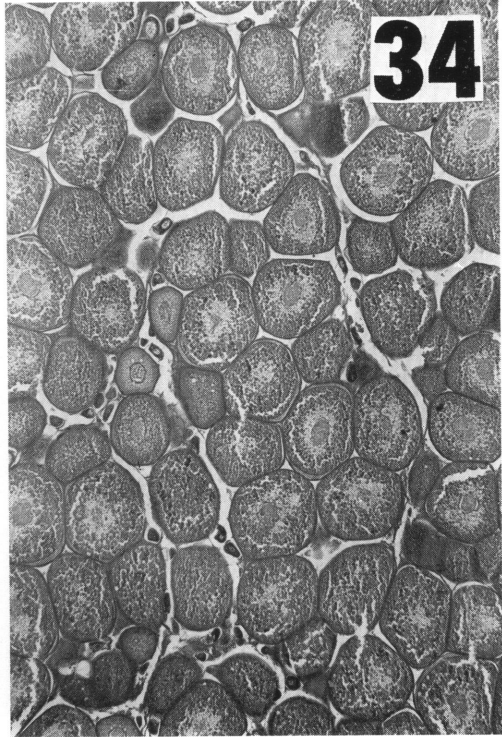
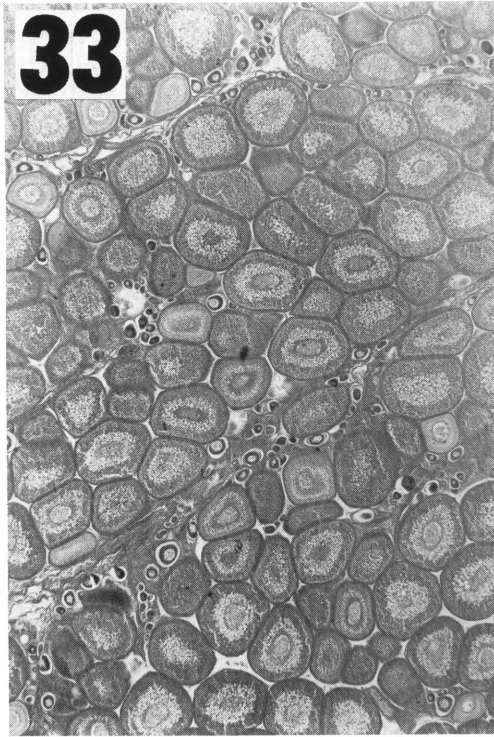
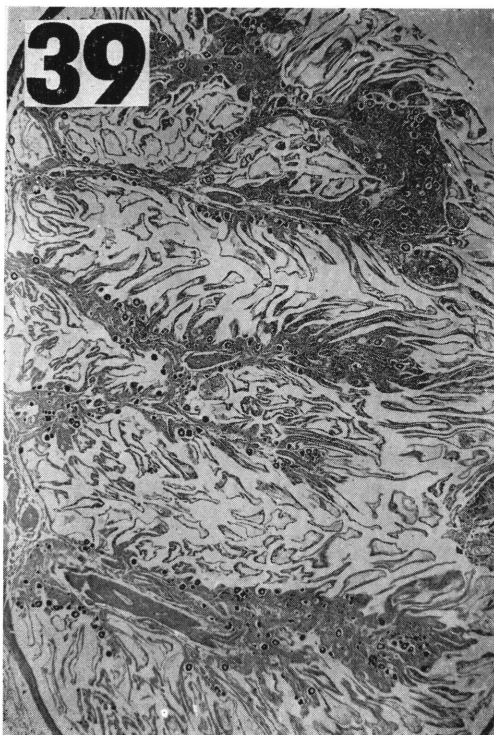
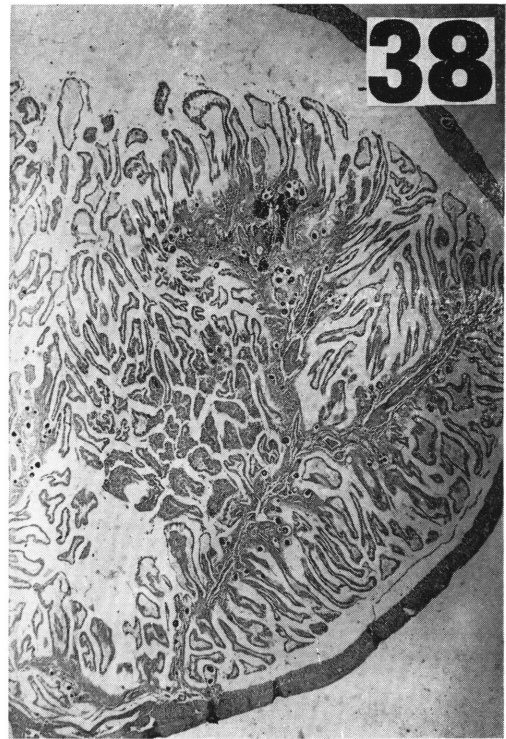
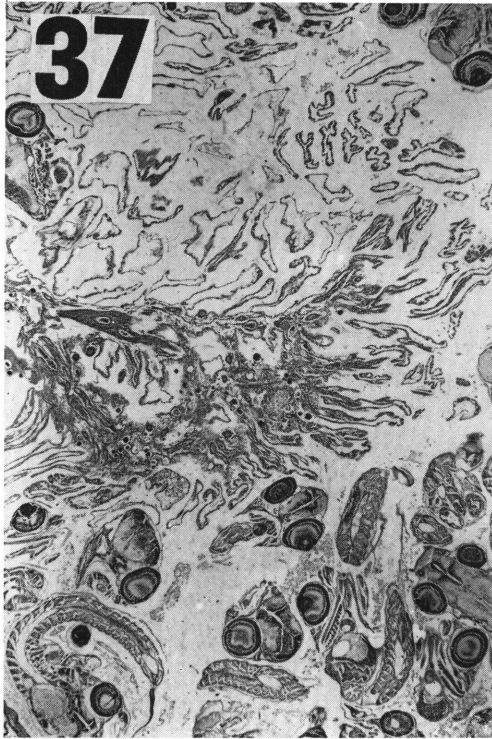


PLATE XI



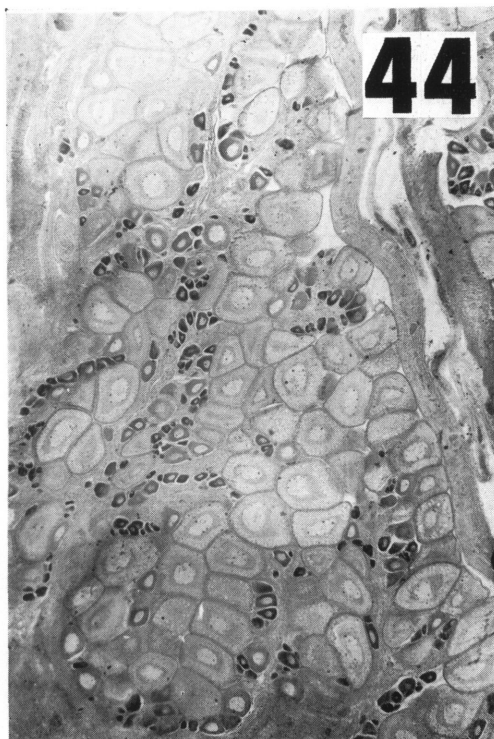
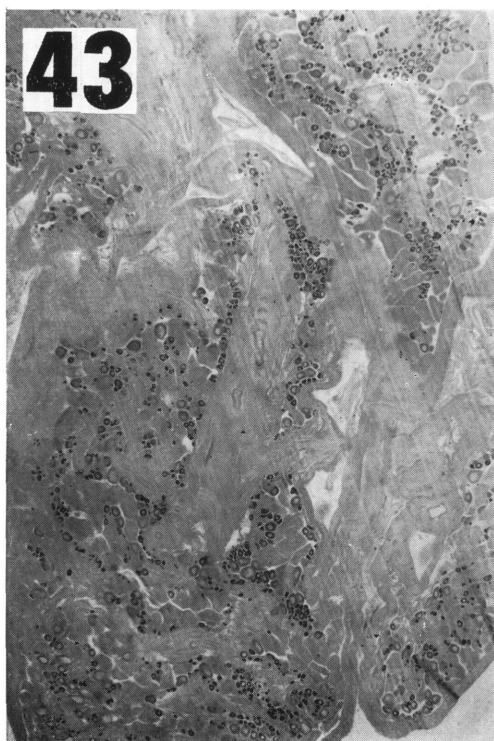
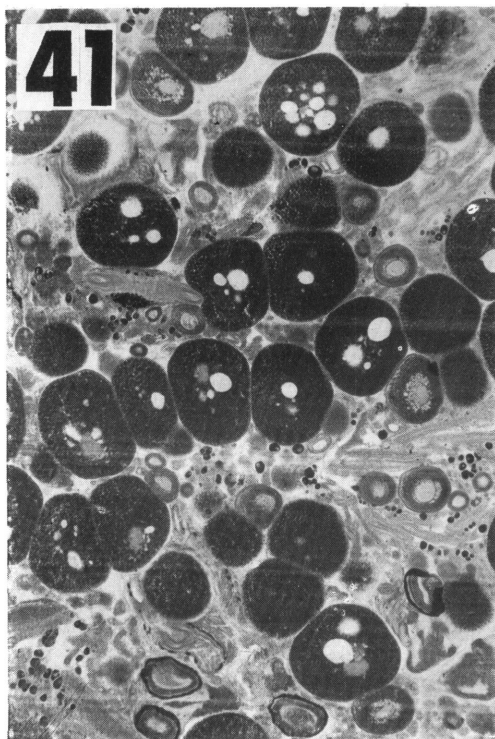


PLATE X III

