

Fig. 4. Seasonal change of gonad index (percentage of gonad weight to body weight).

次精原細胞が新たに出現するのは4月頃からであるが、この時期にはまだ前年の放精期の名残りをとどめており、精巢組織は完全には回復していない。組織が完全に回復し、管内に精原細胞が充満して精巢実質部の組織が充実するのは8月から9月にかけてで、この時期には生殖腺指数は最低の0.05-0.1%を示す。10月に入っても精巢組織像にそれ程顕著な変化は認められないが、一部の個体では精巢縦隔近くの細精管内に第2次精原細胞や第1次精母細胞が認められるようになる。このような個体では生殖腺指数は幾分高くなり、0.5-0.6%の値を示す。11月初旬には成熟過程にあるすべての雄が精巢内に精細胞および精子を有するようになり、生殖腺指数も1-2%の値を示す。第2次精原細胞や第1次精母細胞を有する個体の大部分は、量的な差はあるにしても同時に精子も有しており、第2次精原細胞期からの成熟過程は急速に進行するものと思われる。11月中旬以降成熟過程にある個体で精子を有しないものはまったくない。精巢内に精子が現われ始めると精巢は急激に肥大するため、わずかな成熟過程のずれが精巢重量の著しい差となって現われ、この時期の個体の生殖腺指数は1%以下のものから7%前後の値を示すものまであり、個体差が著しい。このうち7%前後の高い値を示す個体ではすでに細精管および輸精管に精子が充満し、外部から腹部を軽く圧するだけで、容易に精子は体外に放出される。11月に入ってもなお0.5%以下の低い値を示すもののうち0.2%以上の値の個体では精巢内に幾分成熟の進んだ精子細胞を含んでおり、これらの個体は成熟の進んだものとはほぼ相前後して成熟過程を完遂するものと思われるが、0.1%前後の低い値を示すものは精巢の形態も不完全で、体長も200mm前後しかなく、その年の産卵群には加わらない未成魚であろう。11月下旬から12月にかけて精巢は

なおも顕著に発達し、ほとんどの個体で生殖腺指数は5%以上の高い値を示し、著しいものでは13%を越すものもある。12月下旬になると以前のような著しい値の増加は認められず、どちらかといえば停滞気味である。この時期には精母細胞期より進んだ細胞が精巢の大半部を占め、縁辺部にわずかに精原細胞が認められるに過ぎない。1月上旬から中旬にかけて生殖腺指数が低く、一見して放精を終えたと思われる組織像を示す個体が多くなることから、本種の産卵期は12月下旬から1月中旬にかけてであることが推定される。1月を過ぎても放精を終えていないと思われる個体は確認されなかった。

つぎに年令群により成熟過程の進行に時期的な差があるかどうかを検討するために、11月および12月の資料について各旬毎に体長と生殖腺指数の関係をみた(Fig. 5)。採集個体が300mm-400mmの範囲に集中して、400mm以上の大型魚の資料が少ないが、この図から明らかなように、いずれの場合とも両者の間に特別な関係は認められない。したがって年令群による成熟過程の進行に時期的な差ではなく、各年令群ともほぼ同時期に成熟するものと思われる。

このようにスズキの精巢の成熟は極めて短期間に進

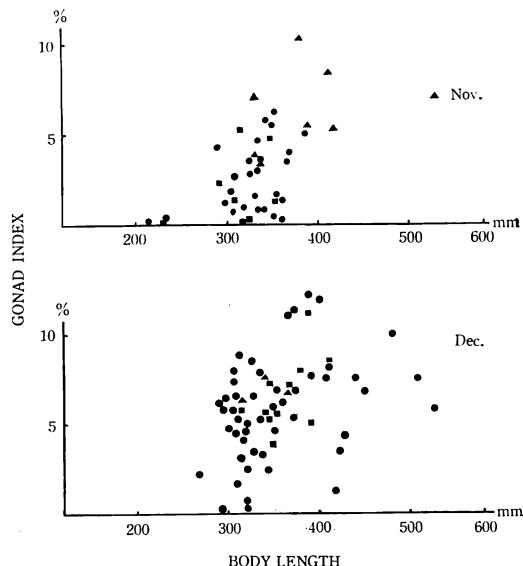


Fig. 5. Relation between body length and gonad index of specimens collected in November and December.

- : specimens collected in the early ten days of each month
- : specimens collected in the middle ten days of each month
- ▲: specimens collected in the last ten days of each month

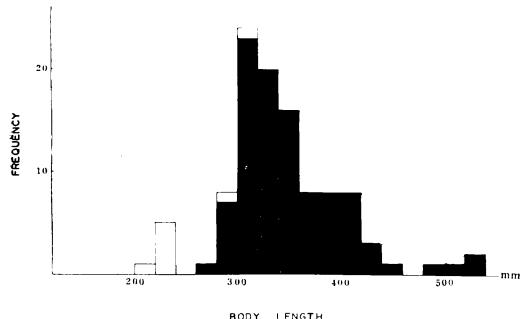


Fig. 6. Body length composition of the male collected in November and December. Solid bars show the specimens with more advanced sperm cells than secondary spermatogonia in their testes.

み、個体差が少ない。また生殖腺指数の変化は成熟度をよく反映しており、11月初旬に0.2%以上の値を示す個体はほとんど例外なく成熟過程を遂行させ、逆に11月に入っても0.1%以下の値を示す個体はその年の産卵群には加わらない未成熟個体で、この時期を境にはっきり区別されることが明らかとなった。

以上の観察結果からスズキの成熟過程を大別すると次のようになる。

- 8月—12月下旬 精子形成期
- 12月下旬—1月中旬 精子放出期（産卵期）
- 1月下旬—7月 回復期および精子形成準備期
- 4) 成熟年令および成熟体長

つぎに本種の雄の成熟年令と生物学的最小形について検討してみた。供試個体をできるだけ多くして正確さを期すために、成熟期にあたる11月および12月に採集した全個体を用いた。小坂（1969）の報告でも、成熟期から冬期にかけて成長が鈍る結果が出ており、11月から12月までの間の個体を用いても成長による誤差はほとんどないと思われる。

前項述べたように、11月に第2次精原細胞以上の段階の精子細胞を有する個体は多分例外なくその年の生殖群に加わるものと思われる所以、それらを成熟個体とみなすと、図から明らかなように体長260 mm以上の個体ではほとんどが成熟個体であった。この値は小坂（1969）が仙台湾のスズキで得た値、245 mmより若干大きい。畠中・閔野（1962 b）および桑谷（1962）の報告によればこれらの値はいずれも1年魚ないし2年魚の体長に相当するが、Fig. 6の体長組成から考えて若狭湾での本種の成熟年令は満2年と考えられる。

論 議

硬骨魚類は哺乳類のような永久的な始原上皮細胞層（permanent germinal epithelium）を有しないなどの理由から細精管の存在が疑問視されており（Barr, 1963）、概して細精管という語の使用を避けようとする傾向があるようである。たしかにスズキの場合でも哺乳類のような典型的な細精管構造を示さないので、これと相同的のものとは考え難いが、単純な形態にせよ一応は精巢縦隔から周辺部に向って放射状に派出する管状構造を示し、しかもその管壁で精子形成が行なわれている以上高等脊椎動物の細精管と基本的には何ら差異はない。

水江（1958）は、魚類の精巢の形態は、*Fundulus*, メダカ, マサバ, カサゴなどのように細精管あるいはそれに類似した管を有し、そこで精子形成を行なうものと、*Perca*, *Umbra*, *Gambusia*, クロガレイなどのように精巢の大部分が包囊（lobule）または小囊（cyst）からなり、細精管の形態を有しないものの2型に分けられるとして、前者を tubular-type, 後者を lobular-type と呼んでいる。しかしこの tubule, lobule という語の規定があいまいで、著者の調べた限りでも、研究者により語彙の使用に非常に混乱がある。たとえば *Gadus* (Gokhale, 1957), *Lepomis* および *Huso* (James, 1946), *Fundulus* (Matthews, 1938), *Oncorhynchus* (Weisel, 1943), *Pleuronectes* (Barr, 1963), *Umbra* (Foley, 1926) およびクロガレイ（山本, 1953）などではいずれも lobule ないしは包囊という語で表現されているが、この lobule は基底部の輸精小管から周辺部に向って派出し、しかも lobule の壁で精子形成が行なわれる以上スズキやカサゴでみられる細精管構造とは大差ないようである。このように考えると、*Poecilia* (Pandey, 1969) などの卵胎生種やコチ科の数種（藤井、私信）のような性転換を行なうものなどにみられるような基本構造にかなり差異があるものを除いては細精管構造が硬骨魚類では典型的な精巢の形態であると思われる。

スズキの成熟様式は *Umbra* (Foley, 1926) のようにある一時期にのみ精子形成が行なわれ、その他の時期は精巢内には精原細胞またはそれ以前の細胞しか認められない。しかしクロガレイ（山本, 1953）、カサゴ（水江, 1958）、エゾメバル（五十嵐, 1968）、*Umbra* (Foley, 1926) などでは産卵期前に、管内に多量の精子が充満している時期にすでに次年度の精原細胞ないしは精原細胞形成に関与する上皮細胞が管壁を取巻いており、この点でスズキとはかなり異なっている。

すでに述べたように、スズキでは産卵期を過ぎてしま

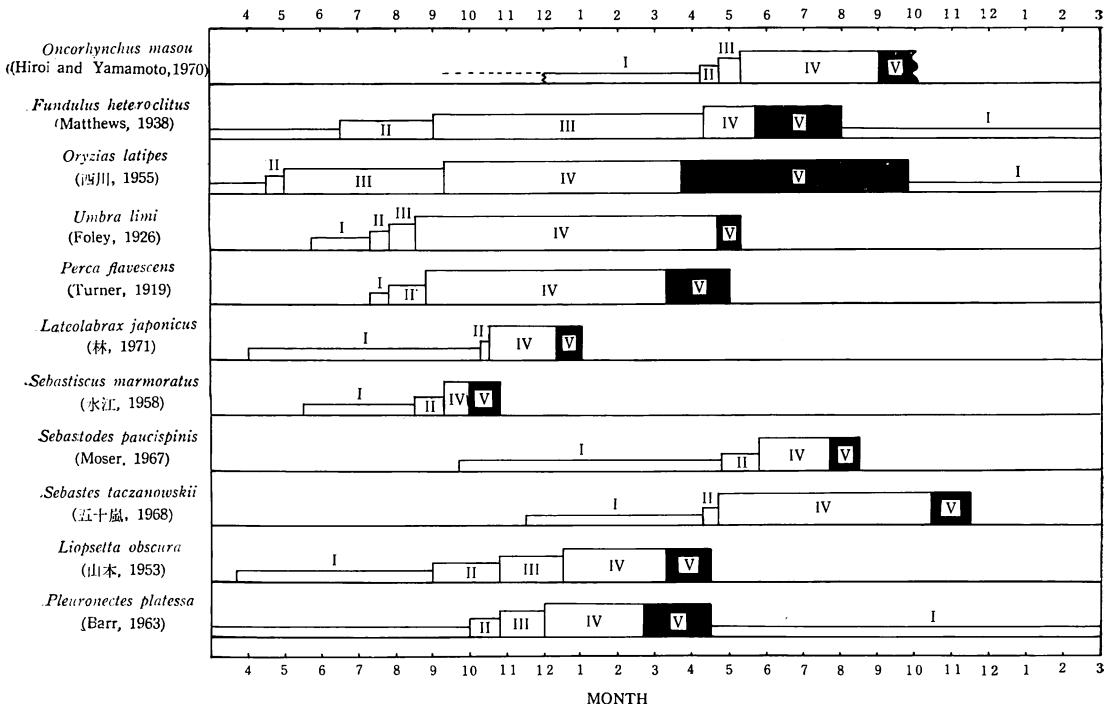


Fig. 7. Comparison of maturation process of testes among some bony fishes examined by various investigators. Stage I: Spermatogonia present in testis. Stage II: Spermatocytes present. Stage III: Spermatids present. Stage IV: Spermatozoa present. Stage V: Spawning period.

らくしてようやく上皮細胞層が顯著となり、精原細胞が管内に出現するのは次年度の産卵期の5ヶ月程前になつてからである。したがってその必然の結果として以後の成熟過程が極めて速やかに進行する。Fig. 7はこれまで報告された魚種のうちの数種について精巣の成熟過程を模式的に示したものである。図では便宜的に5段階すなわち精巣内に精原細胞が存在する時期(Stage I), 精母細胞が存在する時期(Stage II), 精細胞が存在する時期(Stage III), 精子が存在する時期(Stage IV)および生殖期(Stage V)に分けて示してあるが、この図からスズキの成熟過程は *Umbrina* (Foley, 1926), *Perca* (Turner, 1919) およびカサゴ科魚類(水江, 1958; Moser, 1967; 五十嵐, 1968)などとともに、ある限られた時期に急速に成熟過程を進行させる型に属し、とりわけ Stage II 以後の成熟が急速に進む点で *Perca* およびカサゴ科魚類と酷似していることがわかる。

精原細胞がどこに由来するかという点はこれまで多くの研究者によって注目されてきたが、いまだに定説はない、研究者によりその見解は多様である。これらの見解

を整理してみると、大まかにみて次の2つに分けられる。

1) 精巣外または精巣内の他の部分から移動していくとするもの……Turner (1919), Foley (1926), 山本 (1953), Gokhale (1957), Loftus and Marshall (1957), Moser (1967)

2) 精上皮 (seminiferous epithelium) あるいは残存精原細胞に由来するとするもの……Vaupel (1937), Matthews (1938), Weisel (1943), 西川 (1955, 1957), 水江 (1958), 西川・久保田 (1959), 太田・他 (1965), 五十嵐 (1968)

Turner (1919) は次世代の精原細胞が外部から移動していくと考える理由として次のようない事実を挙げている。

- i) 始原細胞 (germ cell) が成長段階を追って種々の部分で認められる。
- ii) 包囊壁 (管壁?) に認められる始原細胞の形からみてアメーバ運動をしているように推察される。
- iii) 精巣周辺部近くの包囊壁に存在する始原細胞は移

動期と静止期の中間型を示している。

この他に山本 (1953) は包囊内に新たに位置した精原細胞にはほとんど分裂像を示すものが認められないこと、さらに Gokhale (1957) は移動細胞と精原細胞の染色性がよく似ている点などをそれぞれ挙げて Turner の見解を支持している。

スズキの場合、放精後次世代の精原細胞が細精管内に出現する前に、肥厚した隔壁内に結合組織細胞とはまったく別の小細胞が多数出現するのをみたが、あるいはこれら的小細胞が管壁に出て精原細胞に成長するのかも知れない。しかし移動細胞の存在が確認されなかった現時点では Turner (1919) らの見解を積極的に支持する根拠は何もない。精上皮細胞層に精原細胞が出現する様子を追っていくと、精原細胞とそれ以外の精上皮細胞の間に大きさの相違を別にすれば、とくに著しく異なる点があたらない。したがって著者は精上皮細胞の補給場所が隔壁にあるにしろ、あるいはその他の場所にあるにせよ、精原細胞は精上皮細胞に由来するのではないかと考える。すなわち管壁を取巻く上皮細胞層は放精後顯著に発達し、精巢内の残存精子細胞の吸収に関与するが、同時にその一部あるいは新たに補給された上皮細胞が肥大して精原細胞に変わるとみなしたい。なお残存精原細胞の挙動については本研究で十分確かめられていないが、成熟に伴いそれが観察され難くなることや、分裂像が全く観察されなかったことから、次世代の精原細胞がこの残存精原細胞に由来する可能性は薄いようである。

以上のように著者は細精管壁を取巻く精上皮細胞層に残存精子細胞の崩壊、吸収機能と次世代の精子細胞の形成を行なう機能を想定したが、この点についてもう少し検討を加えたい。

管壁を取巻く精上皮細胞層の存在はすでに多くの魚種において観察されており、水江 (1958), Lagios (1965), Moser (1967), Wiebe (1968), Pandey (1969) および Hiroi and Yamamoto (1970) らはこの細胞層が高等脊椎動物における Sertoli 細胞と同じように精子細胞の栄養細胞としての機能をもっていることを指摘している。さらに Lagios (1965) および Wiebe (1968) はこれらの上皮細胞が精子細胞の栄養供給ばかりでなく、放精後の残存精子の吸収にも関与していると述べているが、著者が今回得た結果とよく一致する。また一般に高等脊椎動物の Sertoli 細胞は卵巣の卵胞細胞と同じように始原生殖細胞に由来するといわれ、始原細胞のうち精原細胞あるいは卵原細胞に成長しないものが Sertoli 細胞や卵胞細胞になり、生殖細胞の栄養細胞としての機能をもつようになる。したがってこの精上皮細胞が Sertoli 細胞と

相同であるとすれば、これと精原細胞の起源が一致するを考えるのも決して根拠のないものではない。

また著者は成長期の精原細胞の周囲を扁平な小細胞が取巻いていることを観察した。同様な事実は Weisel (1943) や太田・他 (1965) がベニザケ、ニジマスにおいてそれぞれ観察し、この小細胞は後に精原細胞が分裂して小囊を形成する際に小囊膜の形成に関与すると述べているが、著者はその存在形態からみて Sertoli 細胞に相当するもので、精原細胞の支持および栄養供給の機能をもっており、その起源は精上皮細胞層ではないかと思う。精上皮細胞のうち一部は精原細胞となり、残りがその精原細胞の周囲を取巻いて栄養供給に関与するのであろう。

このように著者は精上皮細胞に種々の機能を想定したが、なお次のような不明な点も残されている。

- i) 精上皮細胞に栄養供給の機能があるとしたが、スズキの場合精子細胞の発達とともに精上皮細胞の存在が不明瞭となり、その挙動が明らかでない。
- ii) 残存精原細胞の挙動。

今後こういった問題点を解決するために組織化学的な検討と電子顕微鏡による微細構造の観察が必要である。

なお魚類の間質細胞の挙動について Marshall and Loftus (1956), Loftus and Marshall (1957), Oota and Yamamoto (1966), Moser (1967) および Yamazaki and Donaldson (1968) らにより最近注目すべき知見が数多く報告されており、今後精巢の組織学的研究の中で、とくに内分泌とも関連してこの分野が焦点となるものと思われる。今回スズキについての観察では、間質細胞らしい細胞群の存在は認められたが、成熟過程においてどのように機能するのか十分に確かめることができなかつた。機会があればこの点についてさらに検討するつもりである。

最後に本種の産卵期および成熟年令などについてこれまでの報告と比較検討してみたい。

畠中・閑野 (1962 b) はスズキの成熟度を判定する上で生殖腺指数 2% 以上を示すものを機能的であろうとした。これを本研究で得た結果と対応させてみると、2% 以上を示すものはすべて精巢内に完熟精子を有し、おそらく例外なくその年に成熟に達するものと思われるが、本種の成熟様式からみると未成熟魚ではすべて 0.1% 以下で、その年の産卵群に加わる成熟個体は 11 月に 0.2% 以上の値を示すようになる。したがって成熟群、未成熟群は 11 月以降判然と区別され、2 才魚すなわち 300 mm. 前後以上の個体はすべてその年の産卵群に加わると考えて間違いないようである。なお実際に放精可能となるの

は指数が 10% 前後になってからであろう。

さらに著者は若狭湾のスズキの産卵期は 12 月下旬ないし 1 月中旬であろうと結論したが、畠中・関野(1962 b)が松島湾のスズキで得た結果より若干遅い。一方他海域の記録によれば、九州近海で 11 月から 3 月(水戸, 1957), 東京湾で 10 月下旬から 2 月下旬(渡部, 1965) というようく極めて長期間にわたってスズキの卵が確認されている。小坂(1969)によれば、本種の産卵期間は南にいくにしたがって長くなるとしているが、若狭湾での結果は必ずしもこの仮説に沿っていない。スズキが沿岸性の強い魚類で、その海域の環境の影響を受けやすいため環境の相違による産卵期の時期的な変異はおおいに考えられる点であるが、本研究の結果からみて少なくともある限られた海域での群の成熟過程にそれ程個体差があるとは考えられない。したがって九州近海や東京湾で相当長期にわたって本種の卵が認められるのは、これらの海域の海況が著しく複雑なためか、相当広範囲の海域の諸系群の卵が海流によって運搬されてくるためと考えられるが、本種の近似種であるヒラスズキ、*L. latus* の卵の混入が、産卵期間について実際よりも長い推定結果を与えていているのではないかとも思われる。

本稿をまとめるにあたり、著者に本研究の題目を与えられ、懇篤なる指導を賜わった京都大学前教授故松原喜代松博士に深甚の謝意を表する。また研究を進める上で絶えず有益な御助言を戴き、また本稿の校閲の労をとられた同大学教授岩井保博士にも厚く御礼申し上げる。

要 約

- 1964 年 9 月から 1969 年 1 月までの間に若狭湾産スズキ 182 個体の精巢の組織観察を行ない、本種の精巢の形態、精子細胞の成熟過程について研究を行なった。
- 本種の精巢は結合組織性の精巢縫隔とその中央部に位置する輸精小管から放射状に派出する細精管がその大部分を占める精巢実質部とからなり、基本構造は他のほとんどの魚種と大差ない。
- 精子形成は細精管壁で行なわれる。精原細胞は 4 月から 8 月にかけて管内に現われ、第 2 次精原細胞や第 1 次精母細胞がみられるのは 10 月で、以後急速に成熟し、11 月中旬以後精子が出現する。これまで報告された他の魚種に比べて精子形成過程が著しく速やかに進行するのが本種の特徴であり、また成熟時期の個体変異はそれ程なく、ほぼ同時期に成熟に達する。
- 放精が終ると細精管壁に精上皮細胞層が顕著に発達

し、細精管内の残存精子細胞の崩壊、吸収に関与する。その後次年度の精原細胞がこの上皮細胞から分化し、残りの上皮細胞は精原細胞の周囲を取り囲んで栄養細胞の機能をもつものと思われる。精上皮細胞は機能的には高等脊椎動物の Sertoli 細胞に相当する。

- 生殖腺指数の経月変化はよく成熟状態を反映しており、成熟度判定に有効である。精巢実質部が最も充実する 9 月に最低値、0.05-0.1% を示し、第 2 次精原細胞が出現する時期に 0.2%，以後成熟とともに急激に値は高くなり、放精直前の個体ではおおむね 10% 前後の高い値を示す。放精後値は急降して 2% 前後となり、以後残存精子が吸収されるにともない漸減する。
- 若狭湾における本種の産卵期は 12 月下旬から 1 月中旬にかけてであり、雄の成熟年令は満 2 年、成熟体長は 260 mm 前後である。また本種の季節的な成熟過程を大別すると次のようになる。

8 月—12 月下旬	精子形成期
12 月下旬—1 月中旬	精子放出期（産卵期）
1 月下旬—7 月	回復期および精子形成準備期

引用文献

- Barr, W. A. 1963. The endocrine control of the sexual cycle in the plaice, *Pleuronectes platessa* (L.). III. The endocrine control of spermatogenesis. Gen. Comp. Endocrinol., 3: 216-225, figs. 1-3.
- Foley, J. O. 1926. The spermatogenesis of *Umbra limi* with special reference to the behavior of the spermatogonial chromosomes and the first maturation division. Biol. Bull., 50: 117-146, pls. 1-3.
- Gokhale, S. V. 1957. Seasonal histological changes in the gonads of the whiting (*Gadus merlangus* L.) and the Norway pout (*G. esmarkii* Nilsson). Indian J. Fish., 4: 92-112, figs. 1-6, pls. 1-3.
- 畠中正吉・関野清成. 1962 a. スズキの生態学的研究—I. スズキの食生活. 日本水産学会誌, 28: 851-856, figs. 1-2.
- ・———. 1962 b. スズキの生態学的研究—I. スズキの成長. 日本水産学会誌, 28: 857-861, figs. 1-4.
- ・———. 1962 c. スズキの生態学的研究—I. スズキの生産効率. 日本水産学会誌, 28: 949-954, fig. 1.
- Hayashi, I. 1969. Some observations on the reproductive duct of the Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvier and Valenciennes). Jpn. J. Ichthyol., 16: 68-73, figs. 1-2.
- Hiroi, O. and K. Yamamoto. 1970. Studies on the maturation of salmonid fishes—II. Changes in the testis of the Masu salmon, *Oncorhynchus masou*,

- during anadromous migration. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., 20: 252-263, pls., 1-4.
- 本陣良平. 1969. 組織学入門. 第2版: 8+345 pp, 12 pls., 107 figs. 南山堂.
- 五十嵐孝夫. 1968. 海産卵胎生硬骨魚類エゾメバル *Sebastodes tacanowskii* (Steindachner) の生態学的研究. I. 精巢の季節的変化. 北海道大学水産彙報, 19: 19-26, pls. 1-3.
- James, M. F. 1946. Histology of gonadal changes in the blue gill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque, and the largemouth bass, *Huro salmoides* (Lacépède). J. Morph., 79: 63-91, figs. A-B, pls. 1-2.
- 小坂昌也. 1969. 仙台湾産スズキの生態. 東海大学紀要 海洋学部, 3: 67-85, figs. 1-9.
- 桑谷幸正. 1962. スズキを対象とする魚礁の総合的研究. 京都府水試報告業績, 8: 1-129, figs. 1-84.
- Lagios, M.D. 1965. Seasonal changes in the cytology of the adenohypophysis, testes, and ovaries of the black surfperch, *Embiotoca jacksoni*, a viviparous percomorph fish. Gen. Comp. Endocrinol., 5: 207-221, figs. 1-9.
- Lofts, B. and A.J. Marshall. 1957. Cyclical changes in the distribution of the testis lipids of a teleost fish, *Esox lucius*. Quart. J. Micr. Sci., 98: 79-88, figs. 1-3.
- Marshall, A.J. and B. Lofts. 1956. The Leydig-cell homologue in certain teleost fishes. Nature, 177: 704-705, figs. 1-3.
- Matthews, S. A. 1938. The seasonal cycle in the gonads of *Fundulus*. Biol. Bull., 75: 66-74, figs. 1-9.
- 水戸敏. 1957. スズキの卵発生と幼期. 九州大学農芸雑誌, 16: 115-124, pls. 10-11.
- 水江一弘. 1958. カサゴの研究—2. カサゴ精巢の季節的循環と精子形成に就て. 長崎大学水産学部研究報告, 6: 27-38, pls. 1-4.
- Moser, H. G. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastodes paucispinis* Ayres, an ovoviviparous teleost (Family Scorpaenidae). J. Morph., 123: 329-354, pls. 1-6.
- 西川昇平. 1955. メダカの精巢における生殖細胞の季節的変化. 動物学雑誌, 65: 203-206, figs. 1-3.
- . 1957. ハモの精巢における生殖細胞の季節的変化. 農林省水産講習所研究報告, 6: 281-284, figs. 1-8.
- 西川昇平・久保田善二郎. 1959. ドジョウの精巢における生殖細胞の季節的変化. 染色体, 41: 1379-1384, figs. 1-2.
- 太田勲・山本喜一郎・高野和則・坂口任一. 1965. ニジマスの成熟に関する研究—2. 1年魚の精巢の発達について. 日本水産学会誌, 31: 597-605, figs. 1-3, pls. 1-2.
- Oota, I. and K. Yamamoto. 1966. Interstitial cells in the immature testes of the rainbow trout. Annot. Zool. Japon., 39: 142-148, figs. 1-5.
- Pandey, S. 1969. Effects of hypophysectomy on the testis and secondary sex characters of the adult guppy *Poecilia reticulata* Peters. Canadian J. Zool., 47: 775-781, figs. 1-16.
- Turner, C. L. 1919. The seasonal cycle in the spermary of the perch. J. Morph., 32: 681-711, figs. 1-4, pls. 1-3.
- Vaupel, J. 1937. The spermatogenesis of *Lebiasina reticulatus*. J. Morph., 60: 555-587, pls. 1-6.
- 渡部泰輔. 1965. 東京湾におけるスズキ卵の分布生態について. 日本水産学会誌, 31: 585-590, figs. 1-6.
- Weisel, G. F. 1943. A histological study of the testes of the sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). J. Morph., 73: 207-229, figs. 1-3, pls. 1-2.
- Wiebe, J. P. 1968. The reproductive cycle of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* Gibbons. Canadian J. Zool., 46: 1221-1234, figs. 1-22.
- 山本喜一郎. 1953. 海産魚類の成熟度に関する研究 1. クロガレイの精巢の季節的循環. 北海道区水産研究所研究報告, 8: 52-62, figs. 1-2, pls. 1-2.
- Yamazaki, F. and E. M. Donaldson. 1968. The spermiation of goldfish (*Carassius auratus*) as a bioassay for salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) gonadotropin. Gen. Comp. Endocrinol., 10: 383-391, figs. 1-8, 1 graph.
- 安田秀明・小池篤. 1950. 日本産主要魚類の成長. 第2報 スズキ. 日本水産学会誌, 16: 256-258, figs. 1-2.

(京都府舞鶴市長浜 京都大学農学部水産学教室)