

昭和55年6月20日

第9報

様

板鰐類研究連絡会

日本海の板鰐類—特にドブカスベについて

東京大学海洋研究所 沖山宗雄

Lindeberg & Legeza (1959)によると、日本海からは60種を越す板鰐類が記録されていることになっているが、その大半は極めて稀に採捕されたもので、硬骨魚類におけると同様、この縁海の板鰐類相は、決して豊かであるとはいえない。漁業という立場でながめても、わずかに北部日本海を中心に漁獲されているアブラツノザメが、目につく程度で、市場で彼等の姿を見ることは少ない。こういった背景と、私の関心が魚卵稚魚に向いていた事情が重なってか、15年余りも日本海暮らしをしたにしては、私の板鰐類についての情報の持ち合わせは、恥かしいほど貧弱である。たった一度だけ、深海性のドブカスベというエイについて調査する機会があったので、その時のことを書いてみたい。

丁度10年前の昭和45年5月30日～6月17日の期間、水産庁調査船開洋丸によって日本海中央部に分布する大和堆を中心とする礁域において深海トロール試験が実施された。これは日本海の深海生物資源の開発調査を目的としたもので、採集はのべ44回の曳網で水深は250～1220mに及んだ。既報のように(尾形・他1973)採集された魚種はわずか24種でこの海の深海魚類相の貧困さが美事に証明されたような結果に終わったといえるが、この中で板鰐類としてたった1種ドブカスベ *Bathyraja smirnovi* が予想外に多獲されて注目された。このエイは1915年Soldatov and Pavlenkoによってシベリア大帝湾産の標本をもとに記載されたもので、当初は属名 *Raja* とされていた。その後しばらく *Breviraja* 属がソコガンギエイ類には使用されていたが、たまたま我々がこのエイを調査する直前になって *Bathyraja* 属へと変更された(Ishiyama & Hulbo, 1968)。日本海から報告された本種は、その後の調査で分布域が拡がり、オホーツク海、黄海もその範囲に含まれている。一時、Ishiyama(1958)は本種と2亜種 *B. smirnovi*

Smirnovi (ドブカスベ)と、*B. smirnovi ankasube*とに分け、前者が北方系、後者が日本海系としたこともあるが、Ishiyama (1967)では、この見解は取り下げられている。いずれにしても、この仲間は、形態の地理的変異が顕著なものらしい。一方、上野(1965)は北海道近海では本種のメガネカスベ *Raja pulchra* と誤認されていた事情を指摘すると共に、同海域では量的にみてもメガネカスベに次いで重要な種であることを述べている。形態的な記載を除くと、この程度の情報が本種について知られるすべてであった。

我々が採集したドブカスベは合計396個体で雌雄別全長組成は表の通りである。全長の範囲は♂が211~1050mm、♀が209~1050mmとほぼ等しく、性比も大凡1:1と考えられるが全長70cm台以上では、つまり大形個体では♂が多い傾向が認められる。丁度この大きさが♂の交尾器長の相対成長に変曲点のみられる頃にあたるので多分性成熟に関連して雌雄間で成長に差を生ずるのであろう。またこの表から判断する限りでは、特定の産卵期の存在は疑わしいようである。

さて、ドブカスベは、44曳網中42点において出現した。最高採集例は30分曳網に換算して35.4個体であった。水深別にみると400m台に多少高い密度がうかがわれるが200~1220mまで、特に分布密度に偏りがあるとは考えられない。堆礁群の間にも特に相違はなく、調査海域にランダムに分布しているといえてよさそうである。

既往の断片的知見からは本種はさほど深海性の仲間とは予想できなかったのであるが、この調査をきっかけにして、一転して深海エイのイメージが焼きついてしまった感がある。以前から、日本海における魚類分布の特徴の一つとして、広深性(eury bathy)が指摘されていたが、このエイなどはまさに典型的な例としてあげられそうで、改めて日本海の特異性を認識したことであった。上に述べた等質性は多分、広深性と切り離すことのできない属性なのであろう。

我々は船上で可能な限り胃を開いて、假等の食欲ぶりを観察した。成長にとまない摂料生物が大型化する傾向が認められるがとにかく年あたり次第に大型ベントスを中心に摂りまくっている感じである。食性のピラミッドでは明らかに頂点にあり、被食されるおそれのない深海の王者というのが我々の得たドブカスベのイメージである。

未利用資源として本種に関心を寄せる向きもあるが、元来生物量がきわめて少ない日本海の、しかも温度の極度に低い環境においての

優占種が、どれほどの生物量を維持しているかは自ずと答が出て来ようである。この時の材料をもとに「加藤史彦(1971)トブカスベの形態測定学的研究, 日本研報(23), 69-81」という業績が出ている。計測形質を因子分析法で群別し、形態測定の問題を検討したものである。また、隠岐堆の水深245~255mにおいて採集された本種の胃内容物から巨大な端脚類(体長55~57mm)の新種 *Megaceradocus gigas* が海洋研の向井博士によって報告された。(Mukai, 1979)。トブカスベからの嬉しい贈り物であった。

表 トブカスベの雌雄別全長組成

(cm)	♂	♀
20 ~	14	17
30 ~	11	18
40 ~	13	13
50 ~	17	19
60 ~	28	31
70 ~	42	24
80 ~	35	27
90 ~	36	28
100 ~	22	1

オオセの白子胎仔について

長崎大学水産学部 岩政 陽夫
岡野 茂喜

オオセはテンジクサメ科に属する底サメで東シオ海の以西底曳網や九州西方海域を中心とした底刺網で漁獲されている。長崎魚市場には、周年水揚げされ、ユビキという長崎県独特の料理に利用されている。今回オオセの白子胎仔を採集したので報告する。

1979年4月からオオセの生殖、年齢査定、胃内容物等について調査した。今回採集したオオセの白子胎仔は1980年4月23日にユビキ屋において入手した。親魚は沖縄北方海域で操業する以西底曳網漁船で漁獲されたものである。

親魚の全長・体重等の計測値を下記に示す。

全長 103.5 cm

体重 6.9 kg

肝臓重量 304 g

卵巢重量 42 g

卵巢卵の最大卵径 5 mm

卵巢卵の色 白色

卵殻腺の長さ×幅 17 mm × 13 mm

子宮幅 65 mm

オオセの胎仔数はこれまでの調査では6尾から22尾で左右の子宮にほぼ同数入っているようである。今回採集したオオセの胎仔数は、左右の子宮に4尾づつ入っていた。白子胎仔は左右の子宮に1尾づつ入っていた。胎仔は全て頭部を子宮の上方に向けていた。8尾の胎仔は、胸部に外卵黄のう跡を残さず内卵黄のうもほとんど吸収していた。このことから胎仔は出産直前ではないかと思われる。

白子胎仔は他の正常な胎仔に比べると体色が白色であること以外、全長や外部形態などを異なった点は観察されなかった。

胎仔の全長と性を下記に示す。

左子宮

225 mm (♀)

228 mm (♂)

231 mm (♂)

223 mm (♀) [白子]

右子宮

223 mm (♀)

224 mm (♂)

228 mm (♀)

225 mm (♀) [白子]



板鰐類の年令形質について

東海大学海洋学部 田中彰

板鰐類の年令と成長に関する研究は硬骨魚類と比べ非常に少ない。その原因として、板鰐類に年令を推定しうる形質すなわち年令形質がみつからなかったことが考えられる。年令形質は生物の時間 (Age) を指示する形質と定義され、硬骨魚類では、鱗、耳石、脊椎骨、水生哺乳類では、歯、耳垢栓などである。板鰐類には、鱗、耳石、歯は認められるが鱗は楕円形で輪紋は認められず、耳石は軟らかく採集困難で歯は次から次へと抜け代わるため、終生残っていない。そのため、これらは年令形質として役立たない。板鰐類の脊椎骨は、硬骨魚類と異なり軟骨であるが骨化の進んだ種では、その椎体に同心円状の輪紋が観察される。

石山 (1951) は、イサガンキユエイとクロカスベで、その椎体を用い初めて年令査定を行なった。その後、様々な研究者が板鰐類の椎体に輪紋を認めており、Stevens (1975) はヨシサメの椎体で、Tanaka et al. はエイラブカ (1978) ホシサメ (1979) の椎体で年令査定を行なっている。

また、板鰐類のうち、ツノサメ類 (*Squalus*) では、その脊椎前部にある棘 (spine) に輪帯が見られ、Kaganovskaia (1933) は、この棘を用いアブラツノサメの年令査定を行なった。アブラツノサメは有用水産動物であるため、その後も様々の海域のものが背鰭棘によって年令査定されている。

このように板鰐類には2つの年令形質が考えられている。しかし、その形質にあらわれる輪紋の“解釈、読み”は非常に難しく、また、輪紋の周期性についても、未だに不明瞭な点があるため、特に脊椎骨について若干の検討を試みる。

・輪紋の明瞭化

板鰐類の脊椎骨については Ridewood (1921) がその形態と構造を報告しているが、それを年令形質として用いたのは、前述したように石山 (1951) が初めてである。石山は、椎体にみられる輪紋を明瞭にするために、椎体を固定、脱灰、セロイジン切片、ヘマトキシリン・エオジン染色し、観察している。その他、輪紋を明瞭にするため様々な方法が考えられ、Asen (1963) は北西大西洋のニシネスミザメより採取した椎体を切片にし、X線写真撮影し、輪紋を明らかに

した。Tanaka et al (1978) はエイラブカの椎体を切片にし、そのまま観察し、また Tanaka and Migue (1979) はホシサメの椎体を切片にし、脱灰、ヘマトキシリン染色し輪紋を調べている。これらの研究者はすべて椎体を切片にし輪紋を観察しているため、椎体縁辺部における輪紋も正確に数えることが出来ると考えられる。

Daiber (1960) はガンギエイ類 (*Raja eglanteria*) で椎体をそのまま、固定・脱水・パラフィン浸透、キシレン透過し、輪紋を観察している。La Marca (1966) は大型のサメの椎体を固定せず自然乾燥し、アリザリンレッドBで染色している。Stevens (1975) は、ヨシキリサメの椎体で、様々な染色法を試み、最終的に、固定、硝酸銀染色を行なっている。しかしこれら、3者の方法は、椎体を切片にしていなかったため椎体縁辺部の観察が困難であると考えられる。筆者もネスミサメの椎体を余分な組織を取り除き、そのまま観察したが縁辺部の輪紋は不明瞭であった。またネスミサメの椎体を切片にし、硝酸銀やアリザリンレッドB、ヘマトキシリン・エオジンなどで染色したが、ヘマトキシリン染色による方法が最もよく輪紋が観察された。ネスミサメの椎体では輪紋が14輪以上になると、若干不明瞭になるものも認められるが、25輪まで観察されている。サメのように寿命が長いと考えられる動物では、正確に輪紋数を計測するため、その形質の縁辺部を出来るだけ明瞭に観察出来る方法をとることが望ましい。

・椎体の採取部位

板鰐類の脊椎骨椎体の大きさは部位により、非常に異なっている。そのため椎体を年齢形質として用いる場合、一定の部位から採取しなければならない。石山・岡田 (1956) は、クロカスベとアカエイの椎体半径を各部位で計り、椎体半径が最も大きく、かつ、比較的前後で一定している部位を決めている。筆者は、ホシサメ30個体で椎体の長さも各部位で計り、32~35番目のものが最も大きく、かつ安定していることを認めている。またネスミサメにおいても、体長80~198cmまでの各成長過程にある53個体で各椎体の大きさを調べた。その結果、60~70番目のものが最も大きく、かつ安定していた。更に、頭部から尾柄欠刻部までの8部位における椎体直径と体長との関係を調べ、61番目の椎体群の成長率が最も高いことを

認めている。これらのことから、ネズミザメでは椎体の採取部位として60~70番目がよいと判断された。

Parker and Stott (1965)はウバザメの椎体で軀幹部と尾柄部で輪紋数が異なることを報告している。筆者は、部位による輪紋数を検討するため、体長80~180cmのネズミザメ20個体で、8部位から採取した椎体の輪紋数を調べた。その結果、各部位における輪紋数には差異は認められなかった。しかしながら、輪紋数の多い個体では、頭部付近や、尾柄部の椎体の輪紋は縁辺で密になっていた。このことは、Parker and Stott (1965)が、ウバザメの椎体を切片せず、輪紋を数えたため部位によって輪紋数が異なったことを示唆していると考えられる。

・輪紋の周期性

椎体にみられる輪紋を年齢標示形質と考える場合、その輪紋が周期的、かつ、終生に亘り形成されることが必要である。

石山(1951)、Aasen (1963)、Stevens (1975)は体長組成を比較することにより輪紋が年1回形成されることを示している。また Holden and Vince (1973)は *Raja clavata* にテトラサイクリンを注射し、標識放流した結果から、輪紋は年1回形成されることを証明している。しかし、Parker and Stott (1965)は体長組成法から求めた成長曲線と比較し、輪紋は年2回出来るとしている。筆者は、エイラブカとホシザメを周年に亘り採集し、椎体縁辺における輪紋の出現状態から輪紋は年1回形成されるとした。更に、ネズミザメにおいても、椎体縁辺部の状態および体長組成とから輪紋は年1回形成されることを確かめている。また、つい最近、ネズミザメの標識放流から約5ヶ月で体長91cmの個体が100cmに成長したことがわかった。このことは、椎体輪紋から求めた成長率と標識放流による成長率とがほぼ等しいことから輪紋が年1回形成されることを示していると考えられる。輪紋の形成周期は種により異なるかもしれないが年1回であると考えてよいだろう。

以上、板鰓類の年齢形質、特に脊椎骨について、今までの報告および筆者のデータからその有用性を検討したが、まだまだ不明な点があるので、今後、輪紋の形成要因について研究していく必要がある。尚、年齢、成長は、その種の生活史を究明する上で欠くことのない問題であり、更に、資源を論じる場合にも必要であるので、今後の研究が期待される。

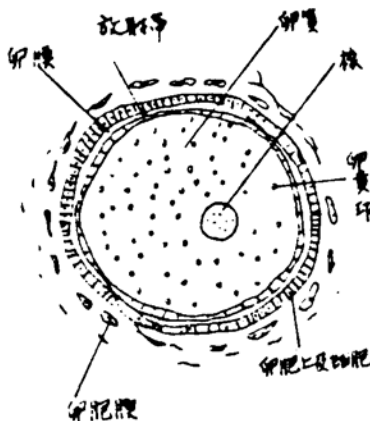
サメ類の黄体様組織について

水産大学校 牛島 和之

Wallace (1904) が Spinax niger の排卵後の卵胞内に黄体を観察して以来、現在まで、多くの研究者が板鰐類の黄体について論じている。今回、ホシサメ属のホシサメ Mustelus manazo とシロサメ M. griseus の卵巣内に黄体に似た組織(黄体様組織)を観察することができたので、これら2種を中心にして黄体組織について考察したい。

1. 卵形成

ホシサメとシロサメ両種ともに、初期の生殖細胞は卵巣上皮中に出現する。卵原細胞は卵巣内に陥入し卵母細胞へと発達する。初期の卵母細胞(直径約15~20 μ)は2~3個の扁平細胞におおわれている。直径およそ130 μ くらいになると、卵母細胞は1層の扁平上皮でおおわれるようになる。核内には1つの大きな核小体が偏在している。染色質は部分的にヘマトキシリンで濃染される。直径350 μ くらいになると卵胞上皮は単層扁平上皮より、単層立方上皮へと移行する。この段階では、核内の核小体は数個に分かれ、核膜にそって存在している。また、このころ、卵黄膜および放射帯が観察されるようになる。さらに、卵胞上皮の外側では、結合組織が卵胞を囲むように配列して、卵胞膜を形成する。卵胞膜と卵胞上皮は基底膜によって区別される。卵母細胞が直径2mm前後に発達すると、卵胞上皮は単層立方上皮より単層円柱上皮へと移行する。このころ卵黄顆粒が、卵黄球へと発達し始める。同時に、放射帯はきわめて明瞭に見える。すなわち、卵黄膜より卵質に対し垂直の線が多数観察される。直径が10mm以上に成長した卵胞では、卵胞上皮は重層の細胞より形成されるようになる。すなわち、内側は1層の背



の高い円柱細胞により、また外側は2~3層の立方細胞により形成される。卵胞膜も内外2層を区別できるようになる。このころになると、放射帯は観察されなくなる。また卵黄膜もきわめて不明瞭となる。卵母細胞はさらに大きくなり、卵巣表面より膨隆し、卵胞上皮を残して排卵される。ホシサメでは直径およそ20mmで、また、シロサメでは直径およそ15mmで

← 図1 直径2mm前後の卵胞

排卵が生ずる。

2. 排卵後の卵胞

排卵後の卵胞では、最初、空洞が形成されているが(図2A)、やがて卵胞上皮細胞が増殖し(図2B)、卵胞内を埋め尽くすようになる(図2C)。

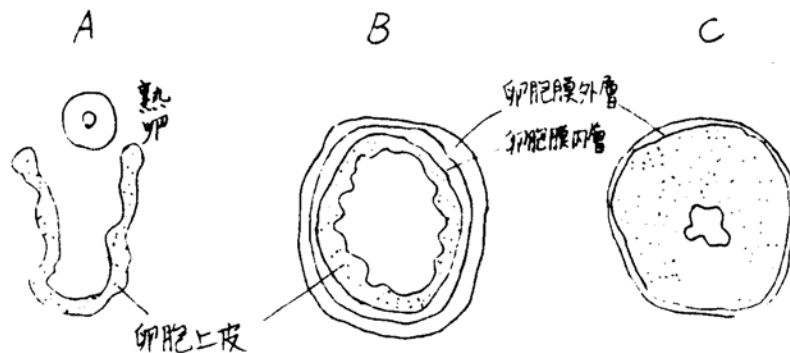


図2. A: 排卵, B: 排卵直後の卵胞 C: 排卵後しばらく経過した卵胞

2.1. 排卵直後の卵胞

排卵直後の卵胞では、3層が区別される。すなわち、内側より、卵胞上皮細胞(層)、卵胞膜内層、および卵胞膜外層、この内、卵胞上皮細胞に変化が生じ、細胞はしだいにその大きさを増加する。これらの細胞では核・細胞質はともにまわりの卵胞膜細胞より大型である。さらに、卵胞上皮細胞は増殖して、その厚さを増す。数個所で卵胞膜外層の細胞が卵胞膜内層に侵入し、大型化した卵胞上皮細胞と接するようになる。

2.2. 排卵後しばらく経過した卵胞

排卵後しばらく経過した卵胞では大型化した卵胞上皮細胞が卵胞内を埋め尽くすようになる。これは、排卵直後のものと比べると、きわめて大型となっている。特に、細胞質は大きく、その内に大型の顆粒が観察される。また、核内には、大型の核小体が1つまたは2つ存在している(図3)。卵胞を充滿しているこれらの細胞はその大きさ、及び明るさにより、まわりの卵胞膜細胞から明瞭に区別される。これらの排卵後の卵胞を埋



図3. 黄体様細胞

め尽くした大型細胞は哺乳類の黄体細胞とその形態においてきわめて似ている。したがって、ここでは、これらの大型細胞を黄体様細胞と呼ぶ。

3. 卵母細胞の退化

ホシザメとシロザメの卵巣内には、相当多数の卵母細胞が出現する。しかしながら、これらの内、排卵される卵を残して、大部分の卵母細胞がその発達途中で収縮、分解・吸収される。ホシザメおよびシロザメの卵母細胞の退化には2つの型がある；1) 発達初期の卵母細胞の吸収・収縮、2) 発達後期の卵母細胞の吸収・収縮。最初の分解・吸収は卵母細胞が直径約150 μ に達するまで行なわれる。大部分の卵母細胞は最初の分解・吸収により消失する。生き残った卵母細胞は直径およそ3~4mmになるまで発達する。この段階では、卵黄球はすでに形成されている。この頃、2番目の分解・吸収が生じ、この結果、排卵に必要な卵母細胞のみ発達・成熟する。大型卵母細胞の分解・吸収は卵胞上皮細胞によって行なわれる。すなわち、卵胞上皮細胞は増殖し、大型となる。大型卵胞上皮細胞の塊が殻を形成し、細胞質に侵入し、卵黄球を分解し、吸収して、やがて消失させる。大型卵胞上皮細胞と卵胞膜の間には基底膜が存在している。大型卵母細胞の分解・吸収の際、大型化した卵胞上皮細胞は排卵後の卵胞に形成された黄体様細胞と同じ形態をしている。このため形態学的に、両者を区別することは極めて困難である。

排卵後の卵胞内の大型細胞と退化卵に形成される大型細胞に関して、Hisaw and Hisaw (1954) はこれら2つの細胞の反応が全く同じであるので両者を区別することは不可能であると述べている。また Matthews (1950) は退化卵母細胞は卵胞上皮の内側に卵膜に似た明瞭な無構造な膜を有していると述べている。この膜の存在により、彼は排卵後の卵胞から退化卵母細胞の大型卵胞上皮細胞と区別した。さらに Lance and Callard (1969) は *Squalus acanthias* において、発達後期における退化卵胞は排卵後の卵胞と組織学的に区別することができないと言っている。しかしながら、彼らは 3 β -HSD (3 β hydroxysteroid dehydrogenase) 作用が排卵後の卵胞に存在するのに、退化卵にはまったく存在していないということを証明している。最近になって、Te Winkel (1972) は *Mustelus*

canis において、後期の退化卵母細胞には強いステロイド反応が見られるのに、一方、排卵後の卵胞にはほとんど“ステロイド”反応を示さなかったということを経組織化学的方法を用いて証明した。

4. 黄体様細胞と卵母細胞の発達

ホミザメおよびミロザメともに7月から8月にかけて排卵が行なわれる。排卵後まもなく、次の排卵に備えて、卵母細胞が発達を開始する。同時に、胎児も成長を開始して次の排卵が生ずる前の4月から5月にかけて分娩される(図4)。このことは卵母細胞が成長し、そして、次の排卵に達するまでに少なくとも10ヶ月の期間を要するということを意味している。ところで、哺乳類では、黄体は黄体ホルモンを分泌する。黄体ホルモンは下垂体の卵胞刺激ホルモンの分泌を抑制する。この結果、黄体が機能している間は、卵巣内の卵胞の成熟はおこらない。

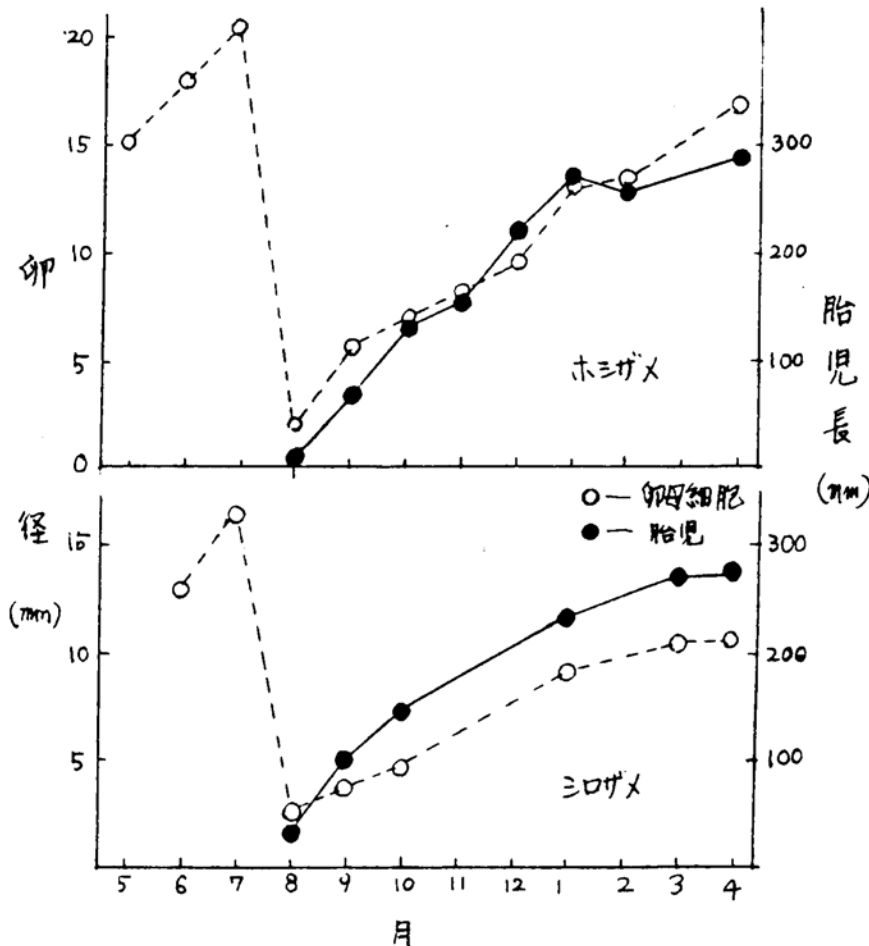


図4. 卵母細胞の発達と胎児の成長

そこで、ホシザメやシロザメの排卵後の卵胞内に形成された黄体様組織が黄体ホルモンを分泌することは両種の卵母細胞が排卵後までも発達するためには、ほなほた不合理なことであると考えられる。

表 1

Schultz test for cholesterol

Species	Pre-ovulatory atretic follicle	Post-ovulatory follicle	Source
oviparous <u>Raja</u>	No	Yes	Botte, 1963
<u>Scyliorhinus stellaris</u>	No	Yes	Chieffi and Botte, 1961
<u>Torpedo marmorata</u>	Yes	No	Chieffi, 1961
<u>Squalus acanthias</u>	No	Yes	Lance and Callard, 1969

Te Winkel (1972) より

ところで、表1に示されているように、現在までの研究により、数種の板鰐類の排卵後の卵胞内にステロイドホルモン分泌細胞が形成されるということは、ほぼ明らかな事実であろう。しかしながら、前述したことから、ホシザメやシロザメの排卵後の卵胞に形成される黄体に似た組織ならびに、ここから分泌されるホルモンは哺乳類の黄体または黄体ホルモンとは異なった機能を有しているのであろうと考えられる。そこで、ここでは、両種の排卵後の卵胞に観察されたこれらの大型細胞を黄体様細胞と呼ぶ。同時に、現在まで黄体と呼ばれてきた板鰐類のこれらの組織に関して、その機能を究明する必要があるであろう。また、ホシザメやシロザメの卵巣内には、妊娠黄体と同じ機能を有する組織は存在しないだろう。さらに、両種に見られた黄体様組織は形成後、1ヶ月か2ヶ月の間に消失すると考えられる。

参考文献

- Hisaw, F. L. Jr. and F. L. Hisaw. 1959. Copora lutea of elasmobranch fishes. Anat. Rec., 135: 269-277.
- Lance, V. and I. P. Callard. 1969. A. histochemical study of ovarian function in ovoviviparous elasmobranch Squalus acanthias. Gen. Compar. Endocrinol. 13: 255-267.
- Matthews, L. H. 1950. Reproduction in the basking shark, Cetorhinus maximus (Gunner). Phil. Trans. Roy. Soc. London. Series B. 234: 247-316.
- Te Winkel, L. E. 1972. Histological and histochemical studies of post-ovulatory and preovulatory atretic follicles in Mustelus canis J. Morph., 136: 443-457.
- Wallace, W. 1903. Observations on ovarian ova and follicles in certain teleostean and elasmobranch fishes. Quant. J. Mic. Sci. n. s. 47: 161-213

文献紹介

石山礼蔵

Sensory Biology of Sharks, Skates, and Rays, E. S. Hodgson, and R. F. Mathewson, ed. 1978. Office of Naval Research, Wash. D. C., ix+666 pp, US\$ 13.25

1967年に P. W. Gilbert, R. F. Mathewson および D. P. Rall の編集で *Sharks, Skates, and Rays* が発行されて次第の研究結果を主にしてこの浩瀚な論文集が米国海軍研究所から出版された。欧米でのサメ類研究の重点は、日本とは違って人間に対する危害を防ぐことに置かれているが、基礎的問題としては同根であるから参考になることが多いだろう。

この論文集は (Vision-4, Chemical Senses-2, Mechanical and Acoustical Senses-3, Electrical Senses-2, Ecology and Behavior-4) の6部分に分けられ、それぞれ2~4篇の論文が載せられている。これらの個々の研究論文は各専門分野の研究者が必要に応じて参照するとして、ここでは本書の冒頭に書かれた Gilbert 博士のサメ類研究の展望を紹介したい。

1. サメ類の研究の展望 (P. W. Gilbert, pp. 1-10, 6 figs).

緒論：サメ類に襲われたニュースが時たま世間で大きく騒がれたのを除けば、第二次大戦以前にはごく僅かの研究者だけがサメ類の研究をしていたにすぎない。軍人が空や海での事故に遭い避難した海でサメに襲われて痛ましい被害が起きてから、米海軍当局はこの問題解決のための専門研究班員を募集した。サメ類嫌忌薬品、それに対する初期受容とその後における拒否反応—サメ類撃退—について B. Zakuranece の立派な報告が別の章に発表されている。

サメ類の生物学に関する研究が著しく発展するに伴って知識の急激な進歩がみられるにおよび、海軍研究所後援で AIBS サメ類研究部会が発足した。その成果は1958年4月にニューオーリンズで開催されたサメ類に関する協議会で、この時は4人の著名な魚類学者 (G. P. Whitley, L. P. Schultz, J. L. B. Smith, C. L. Hubbs) が出席した。

初期の討論会メンバーは S. R. Galler, J. R. Olive, L. P. Schultz, S. Springer および P. W. Gilbert (座長) であったが、その後 A. L. Tester が 1964 年に H. D. Baldrige が 1968 年に加わった。この討論会は世界中で多くの地域のサメ類に関する生物学や生態について 100 篇以上の研究の誘発と協調とをもたらせた。各自の基礎的研究のほかに、サメ類防衛を目的とした 200 種類を越す化学薬品、生物産生物質 および 避難方法などが試みられた。その結果は Gilbert (1963), Gilbert・他 (1967) に発表された。実際の目標が達成される過程で、これら実験によって多種のサメ類の反応型式や行動についての新しい事実が明らかにされた。これらの観察に加えて、板鰐類の系統、分類、解剖、生理、分布、洄遊、生活史、行動、生態、薬理、内分泌、免疫など広汎な基礎的分野の研究が過去 15 年間に付なわれ、これら非常によく生きている脊椎動物—サメ類についての豊富な知識が得られた。

サメ類は予測しえない動物か：サメ類は人間の推察が不可能なことをしばしば耳にする。それは或る程度は正しいが、しかし、サメ類の種々の行動や代謝反応は予測可能であることがすでに判明している。北西大西洋のツリザメ Squalus acanthias が春季洄遊をノースカロライナ州沿海で始める時期とメイン州北部沖合いやニューファンドランド近海に到着する時期などがかなり正確に推定できる。同様に、Templeman (1944) と Jansen (1966) によれば、このサメの秋季洄遊の時期も推定できる。Olsen (1954, '59) がオーストラリアで食用にしているサメ Galeorhinus australis の洄遊経路を明確にしたことで漁業者に大きく役立った。フロリダ半島のメキシコ湾沿海に分布する数種のサメ類 (dusky, sandbar, lemon, bull, nurse sharks) の動態についても推定できる (Clark and von Schmidt 1965)。この知見はフロリダの Sarasota の Mate 臨海研究所の船員募集に大変役立った。その他幾つかの種類 (フロリダ南端のコモリザメ、オーストラリアのネコザメ) の出産、交尾の時期が明らかになり (McLaughlin and O'Gower 1971)、また同様にフロリダ東岸のマジブカ Carcharhinus milberti についてもよくわかっていく (Springer 1960, '67)。胎生するサメ類のうち或種についてその懐妊期間がよく研究されており、例えばツリザメ Squalus acanthias では、脊椎動物中で最も長く、信じ難い位で 20-22ヶ月と判明した (

Hisaw and Gilbert 1947, Gilbert and Health 1972).

過去20年の間にサメ類の行動力について多く知られ、刺激に対する種々の反応に関して推定できるようになった。マレイサメ Carcharhinus menisorrh はダイバーに出遭うとまたえるような身振りで危険を教える (Johnson and Nelson 1973)。苦悶している魚が発する低周音が刺激となって何種類かのサメを誘引することが Evans and Gilbert (1971), Nelson and Johnson (1972), Brown 1973, および Myrberg 他 (1975) によってはっきり確証された。レモンシャーク Negaprion brevirostris とコモリサメ Ginglymostoma cirratum が濃度既知の特殊な薬品に対して示す行動様式は予知できる (Mathewson and Hodgson 1972)。

数種のサメ類に対して魚肉や哺乳類の血液はかなり強かな誘引効果があるが、マグロの肉やカツオの体液はさらに強い誘引物であることが何度も繰返し実証された。そんなにも力かな誘引物を持ってしても生け取りしたサメを餌付けすることはなかなか難しい場合がある。けれども、群れになっているサメの中の1尾が一度餌に食いつくと、他の仲間がそれに続き、その後は獲餌に狂奔するようなことが時々たまある。餌に対するそのような競争とか、その他欲求の問題は板鰐類に基本的なものとして特定されないことだ。

明暗どちらかの対象によってサメ類の多くは誘引されることも推察される。そのことから、ジョンソン式サメ防止網 (Gilbert 1968) とか連邦航空管制局で作った揺り電型筏 (Gilbert 1970) の水中に沈む部分を暗くて反射しない色に塗ることが勧められた。電場に対する多くのサメ類の response はよく知られており、Kalmijin (1971) はトラサメ類 Scyliorhinus canicula ではロレンツ氏器官が電気受容器として作用し、餌動物がたとえ砂中に埋れていても見付け出せるという。サメ類の行動は予測可能なことが以上の他にも沢山の実験で引証することができるが、今までの事実で、サメ類は不可解な推測不可能な魚という所説を覆すのには十分である。

実験動物としてのサメ類：サメ類は長い間、研究室向きの動物として使用された (Gilbert 1969)。米国では、ほとんどの内科医は、ツリサメ Squalus acanthias の解剖が脊椎動物解剖学の手始めとなった。このサメはまた、体が比較的にな小さなことで生物医学や生理学的実験の試験動物として麻酔しないで広く使われてきた。しか

年間の或る期間に臨海実験所でも入手できる。

しかし、サメを捕獲して活簍に入れたり、活魚運搬車で何日、何週間も餌を与えないでおいた場合、果して全く健康だろうか。この疑問は、コーネル大学院生 *Martini* がこのツノサメを捕えて生かしておいた場合の代謝変化を相当詳しく研究することに発展した。その研究結果は本書の別章に明らかにされているように、健康なこのサメを使って研究していると想いこんで仕事をしている人は研究を中止しなければならないとしている。このことは、健康状態のサメはどのように捕え、さらに生かしておくかという興味ある問題を提起している。残念ながら、サメ類研究に便利な実験装置は僅かしか考案されていない。その維持に多額の費用がかかる。Lerner Marine Laboratory (LML), Bimini, Bahama (写真) と Mote Marine Laboratory (MML), Sarasota, Fla. (写真) は最も美しい実験所である。そのLMLは閉鎖され、MMLも装置の維持費が出なければ、サメ類実験池は休止しなければならないかもしれない。LMLとMMLでのそのような設備を使用して、サメ類の行動や反応型式の研究をする場合、海で実験するよりも一層よく整備された状況下で行なえる。この研究は自然環境下での観察を補充し、実験用装置と自然の海の両方での研究はサメの行動についての妥当な理解に欠かせないものである。

自然の海での研究はとても難しく、幾人かのサメ類研究者は実験所での研究領域を越えた問題については、自然状態下で行なった。しかしながら、観察に十分熟練した研究者が思いきって実験所から野外の海でのサメ類の行動研究に移れば豊富な収穫があるから、この方法にもっと重きをおくべきである (Zakharanec 1975)。サンゴ礁の生態でサメ類の果たす役割とか、縄張りをつくって、そこに他の個体が侵入してこないようにするらしいサメ類の行動は今後の研究課題として興味深い。

サメ類の危険性：世界中で一年間にサメに襲われる人の数は100名以下であり、そのうち僅か30%が致命傷をうけることから考えると、人間は決してサメ類の好物ではない (Gilbert 1968, Baldrige 1974)。この数字は落雷や蜂類による死亡のような慮の災難と比べると大したことはなくなる。しかし、サメによる被害は惨憺であり、事件のたびにその惨状が報道されることしばしばである。

こうしたマスコミの扱い方には全くのところが困るが、さりとてサメに

襲われる問題に無関心であるように努めたり、秘密にしておくことを強調する公務員や商業会議所の代表の両者とも間違っている。米国ではこの問題を役所でとりあげ、オーストラリアや南アフリカのように法案を可決するまでは、米国の海岸はパトロールなしで放置されるだろうし、サメによる犠牲者に対する応急手当の訓練を全く受けていない水泳場見張り人が居たりして、水泳客はサメに襲われそうな警報さえも聞けないだろう。海岸パトロールが行なわれ、サメによる災難を少なくするように役人たちが牛をつくして予防法を講ずれば、海水浴する人は遙かに安全で、安心して泳げる。経費がかかり、また十分とはゆかないこともあるが、サメの害を減らす方法は幾らもある。(Springer and Gilbert 1963)。サメを防ぐ薬剤を有効な程度にまで海水に溶かす方法は大量を必要とするというだけの理由で実用的ではない(Baldrige 1976)。サメ防御法として機械的装備の方が一層見込みがあることから、すでに幾つかの考案が出されている(Gilbert and Gilbert 1973, Gilbert 1976)。しかしながら、最も重要なのは、サメ類の生物学や行動をもっと詳しく知るばかりでなく、我々が積極的に利用するような豊富な知識を生む研究のための十分な研究が必要なことである(Gilbert 1968)。

今後の見通し: Northcutt博士の企画によって、1976年6月3～4日、ニューオーリンズでサメ類の生物学についての最近の進歩というテーマでシンポジウムが開かれた。その際、サメ類は彼等の生活環境に非常によく適応しており、我々は多くの構造や機能の遺産を受けていることを数多く知らせてくる素晴らしい動物であるという意見の一致をみた。だから、サメ類のうち僅かの種だけが危害を及ぼすだけであり、それらに我々が対処することを探究する場合、サメ類が人間をよりよく分別するのに、またサメ類を困らす不快な何かについて我々が知るのに役立つのであるから、我々はサメ類についてそのような見通しで接しよう。

谷内透

今回の会報に文献紹介をせよとのおおせでするので、あれこれ探してみたのですが、なかなかまとまったものが見あたりません。それで、ここでは最新とはいいいがたいのですが、比較的新しく、しかも大著と思わ

れる本を2冊紹介することにします。もちろん多くの会員は既にお読みになったか、あるいはお聞きになったことと存じますが、多量とも参考になれば、幸甚です。

『鯨』矢野憲一著。法政大学出版局刊、X+267P.P. ¥1400、1979年

板鰐類研究連絡会のメンバーとしては異色の伊勢神宮の神官である矢野氏の鯨に関する第2作目の著書である(童話も出されているようなので、第3作目といった方が妥当かもしれない)。前作「鯨の世界」(新潮社刊)では、著者の守備範囲外と思われるサメの進化、生態分類などを扱わざるを得ないようであったが、本書は、そういう意味では著者の意図する所がそのまま表われた本といえよう。

第1章はサメの伝説である。ここは著者の得意とする分野で、まさに独壇場である。有名な因幡の白鬼の伝説は、日本だけでなく東南アジアなどの南方にも伝わっていることを数多く例証している。この他、日本各地に伝わる民話、伝承も紹介しているが、著者のように日本人はあまりサメには関心を抱かなかった国民だときめつけている者にとって、各地にこれだけサメに関する逸話が残っていたとは驚きである。また、時には神のお使いになったり、海の怪物として恐れられたりする伝説も豊富に紹介されている。ヨシキリザメが遠州灘の河口から上流、5kmの、川幅わずか2m、水深20cmの小川で生きたまま捕えられたという話は、世界でも珍しい記録といえよう。ただ、ニカラグワ湖のサメがレリックであるという話は、現在では否定されていることを付言しておく。この他、人喰サメ、サメの魅入、人を救ったサメの話などが、古文書、民話、説話などから陸続と登場する。

第2章はサメの民俗である。南洋諸島ではサメが信仰の対象とされ、いろいろな祭や行事の主役になっていることは、McCormickらの「Shadows in the Sea」西村朝日太郎氏の「海洋民俗学」(NHK出版協会刊)にも詳しいが、著者は外国の例ばかりでなく、日本各地の風土記などからも引用している。サメ除けについても、各地に伝わる言い伝えに基づいて、いろいろな例を紹介しているが、これだけサメよけの魔よけがあるということは、サメがいかに脅威であったかを如実に物語るものであろう。ただ、筆者の知る限りではアメリカで開発された「Shark Chaser」というサメ退治薬のもととの由来はタコの吐く墨を分

して作ったものではなく、サメの腐肉を放置するとサメがその周りに寄りつかなくなることに基ついて作ったもので、黒色の染料は酢酸銅の溶液を海水から区別するための心理的な鎮静効果に過ぎなかつたと記憶している。その他、各地のサメの行身、天狗の尻、サメのことわざ、エルの民俗などが小みだしになつて紹介されている。天狗の尻とはサメの歯の化石のここのようだが、巨大な化石ホホジロの歯ならば、成程という気がする。

第3章はサメの利用である。肉は古代から保存されていたらしく、各地にその製法の記録が残っているようである。余談になるが、筆者もよくたねむれにサメの乾肉を作ってみたが、あのぐっほいヨシキリサメでも、塩を大目かけると、干サウのような味になる。ただし塩辛くて、水にでも戻さなければ、到底食べられたものではない。中南米諸国にもサメの干肉を食べる習慣があるようで、その為のサメ漁も存在するという。さて、著者によれば、三重県に出廻っているタレと称する干肉は絶品らしい。いろいろな人がこのタレの味の賞めたたえていることが本書に引用されている。その他、各地でミリン干し等となつて、いろいろな呼名で出廻っているそうであるから、サメの利用に興味を持たれている方は、試食されるとよい。カマボコも昔はサメ肉がよく使われていたことは広く知られているが、現在ではサメ肉を原料としたカマボコを味わう機会は、とんとなくなったようだ。著者もこの点寂しく思っている様子がよく伝わってくる。また、サメ肉を刺身として賞味している広島県の三次市のことが紹介されているが、確かに種類によっては美味なものもあるらしい。アイサメの刺身、とくに肝蔵がトロリうまいと強調されているが、筆者の個人的な感想で恐縮であるが、げもの喰いの類で、そう多く食べられるものではないように思う。その他、フカヒレのスープ、カ剣の柄に用いられるサメ皮、鰐鰯など、ありとあらゆるサメの利用法が詳細に扱われている。しかし、現今では肉を含めて、ほとんど皆みられることもないサメ資源を有効に利用する必要性を著者は強調している。とくに200海里時代を迎え、他の魚類資源の利用に制限を受けつつある現在、未利用資源としてのサメの役割は大きいであろう。しかし、我々、生物学にたずさわる者にとっての心配の種の一つは、資源の維持ということである。これはサメの生物学的特性と深く結びついているが、この点をもう少し強調して欲しかった。

第4章はサメの漁法である。第2章天草のフカサ、小室島のフカ

の生けどり(NHKの九州地方向けの放送で、この漁法が実録されている。ビデオテープを持っているので、ご希望のむきは筆者まで申し出られたい)。ウバサメの 栄さん棒漁、延縄漁法、一本釣り漁法などが紹介されている。栄さん棒漁業は長崎地方でも盛んであるし、山陰地方には5-6月にサメを狙う漁法があると聞くが、この点、筆者の体験にのみ基くものが多い点で少々物足りなさを感ずる。また、外国のサメ漁、例えば、南アジアのガラガラ漁、ニュージーランドのマウイ族の勇大なサメ漁などの紹介もあれば、一層興味深いものになったであろう。しかし、逆に著者の見聞を基にしているからこそ、じかにその面白さが肌に伝わるという利点もあるのだろう。

第5章はサメのエピソードである。サメの語源から、文学や美術にあらわれるサメに言及しており、著者の幅広い知識を飽くことのないサメへの執念がうかがえる。

本書はサメの生物学的側面を折り込みながら視点は文化誌的、民俗学的観点に立って、サメを徹底的に解剖した外国でも類を見ない好著である。とくに、著者が日本各地を取材して得た体験そのものが如実に滲み出しているという点において、著者のサメに対する愛情と執念がほとばしった著といえよう。是非一読されることをお勧めする。

A Revision of the Catsharks, Family Scyliorhinidae, Stuart Springer.

NOAA Technical Report NMFS Circular 422, 152 pp. (1979年刊)

文字通り、世界のトラサメ科の分類を再検討した大著である。御承知の如く、S Springerは現在はNMFSを引退し、Floridaの Mote Marine Laboratoryを根拠にして、まだ現役で活躍している、所謂“Sharkist”である。1940年代から、サメの分類、生態に関しての多くの論文を発表しているが、最近ではトラサメ科魚類の分類に興味を持ち続けていたようである。しかし、Springerも従来のサメの分類手法を踏襲して *Compagno* を初めとする系統分類学的なまとめをしていないという点で、少々物足りなさを感ずる向きもあるだろう。実際、トラサメ科のサメの板鰓類に占める位置、あるいは、トラサメ科内の属門の関係については殆どページをさいていない。したがって、このような問題については、*Compagno*

(1973, 1974, 1977)や仲谷さん(1975)などを参照されるとよい。

Springer はトラサメ科に Apristurus (ヘラサメ属) Asymbolus, Atelomycterus, Aulohalaelurus, Cephaloscyllium (ヌカサメ属), Cephalurus, Galeus (ヤモリサメ属), Halaelurus (サカサキトラサメ属), Haploblepharus, Halohalaelurus, Juncrus, Parapristurus, Parmaturus (イモリサメ属) Pentanchus, Poroderma, Schroederichthys, Scyliorhinus (トラサメ属) の17属を認めている。この属の多さはメジロサメ科のそれを凌駕する勢いである。これらの属をそのまま認めるか否かは別として (Springer は Splitter 的な所がまま見受けられるので) 世界のトラサメ科の検索をする際には、唯一の手引書といえるであろう。ただし、外部が見えない Supraorbital crest のあるなしで検索が大きく別れてくるようなので、この科の分類になじみのない人にとっては大いに不便な key である。また、key として利用される形質がきわめて少ないため、果してこの key を利用して、正しい属に行き当たるかどうか心配である。たとえば、labial furrow (唇褶) のあるなしが、やはり属を分ける大きなポイントになるが、その個体の保存条件、固定状態、個体変異などにより、labial furrow は見誤りやすい形質なので (サカサキトラサメ) ではこのような変異が存在する例を見ている)。あまり、この形質だけで属を分けない方がよいように思うし、もし、この形質だけが唯一の属を特徴づける特徴であれば別属にする必要もないように思われる。1つずつの形質を利用して、2者択一的に検索をしていくと全然別な属に辿りつく可能性もある。これは属の検索ばかりでなく、種の検索に際してもいえることである。素人にはごちゃごちゃ形質が並べぬ方が簡単に思えるが両刀の剣にもなり得るわけである。

また、Springer 自身も認めているように、各種の供試標本数が極めて少なく、また、ある種では全く自分で調べていない例もあるため、各属の種の異同についてあまり言及していないという欠点もある。さらに、各種の図が必ずしも揃っていないため種の査定をする際には、実物と見比べて確認する手だてもないことがある。そういう意味では本書は Revision とするよりは Review とした方が妥当のように思われる。

日本産のものについては仲谷さんの大著があるので Springer の論文で得る所もほとんどないが、ただヌカサメ Cephaloscyllium について多少触れておこう。Springer は従来、日本産のヌカサメ属に与えられていた

C. umbrabile を、オーストラリアやニュージーランドから報告されている C. isabella の junior synonym としている。実は筆者も2年程前に、銚子産と長崎産のナヌカザメの形態、とくに色彩と第2背鰭と臀鰭の位置関係に相異が認められるので、両海域から標本を集めて検討した結果、色彩、形態ともに個体変異および成長による変異が認められ、あるいは、オーストラリア産のものと同一かもしれないと思うようになった。しかし、予許にある2種のオーストラリア産ナヌカザメと見比べると必ずしも同一種と思えない点もあり、また全面的に Springer の意見を採用するに至っていない。Springer も多数の標本を比較して、このような結論に達したわけでもないので、今後さらに検討する必要かあろう。

いずれにしても、トラザメ科の分類について、これ程広範囲にまとめた論文は近年みあたらないので、トラザメ科のサメに接する機会のある方は是非一読されることをお勧めする。とくに、文献については、分類に限らず豊富に引用されているので、大いに参考になるであろう。

なお、この論文は Springer に直接請求すれば送って貰えると思うが筆者の予許にも余部があるので是非にと御希望の方は、お申し出ていただきたい。

原政子

SPERMOGENÈSE COMPARÉE DES POISSONS (魚類の精子形成の比較), 1970, MATTEI, Comparative spermatology Proceeding of the 1st International Symposium, Edited by BACCIO BACCETTI, pp. 57-69, Pl. II. Academic Press New York - London

私が精子形成の仕事を始めた時に「卵と精子、日本動物学会編・東京大学出版会を読む機会があった。その中にお茶の水女子大学の国仁子先生が精子脱体反応についてのべている。しかし精子形成自体については全く触れていない。そこで多くの参考文献の一つに、X. MATTEI のこの論文が紹介されている。これは、1969年7月に Rome の Siena で *Proceedings of the International Symposium* が開催され、その時の研究発表を BACCIO BACCETTI が編集したものである。

精子形成の仕事をすると大変重要な本であることはもとより、

X. MATTEI は魚類の精子形成という小論文の中でサカタザメ (*Rhinobatos cemiculus*) を用いて、精子形成の特異性をのべている。

その研究では、有肺類—1, 総鰓類—1, 板鰓類—4, 硬骨魚類—76 という総計 82 種の魚類を用いて、生殖細胞のタイプを確立する目的をもっている。

1 番目が板鰓類であって、サカタザメの精子形成において、精子細胞は約 9 μm の球状の細胞で、大きな核：細胞膜の近くの中心体・その隣りに *dictyosome*・繊維状の棒状体が各々一つ、そして細胞質中にちらばった多数の *mitochondria* と共に含まれている。やがて細胞が変態すると

1. 核前極に現われた *dictyosome* から先体小胞が分泌され、核に密着する。
2. 一方反対極では中心体が細胞膜近くにとどまっている。
3. サメ・エイ類は 2 つの形態が中心体から発達する。それを無構造の根索・有構造の根索と著者は名づけている。2 つの構造は、中心体から生じ、核方向に発達し、核のくぼみに前端を付着し挿入する。
4. 核は、根索・繊維状棒状体と同様長くなり、*acrosome* が先端を包み染色体はバラバラとなる。又 *mitochondria* は、細胞の前域に集まる。
5. 核の伸張に伴ない繊維状棒状体は *maximum* な発達をするが、核の伸張が終わると繊維状棒状体と無構造な根索は消失する。*mitochondria* は細胞の端域に移動し有構造の根索に排列する。
6. 第 2 中心体に追隨する微小管は核方向に発達し、排列した *mitochondria* の周りにカバーを形成する。

サメ・エイ類の精虫は、核・頸部・鞭毛の 3 つの部分に明瞭に分けられる。板鰓類の精子形成の特色は 2 つあり、

1. 1964 年に Stanley がリマークした様に、頸部は鞭毛の前域に形成するのではなく、中心粒の副産物であること、
 2. *mitochondria* のさやの周囲のカバーが起源・形態・配置において、精虫内での存続から目立っているものであること。
- などを指摘し、又そのカバーは一時的な防御をする短期的な付随物ではないとのべている。

その他この論文には前述した様に、有肺類・腕鰓類・硬骨魚類

が記載されているが、特に硬骨魚類では著者が取り扱った種類の多さは目をみはるものがある。又著者は精子形成の進展を4時期に分けている。

1. 早期 *spermatide*
2. 中心体の移動
3. 核の回転
4. *mitochondria* の移動

この4時期を考慮すると2つのタイプの魚類に大別される。

タイプ1. 4時期をもっているもの

タイプ2. 第3時期を示さないもの

そして2つのタイプの魚類とは別に特殊な場合として *Gymnascius niloticus* について行っており、タイプ1と2の中間型と考えている。

硬骨魚類76種では、*spermatosome* が *golgi* を失っており、*acrosome* 形成の形態がないという共通点がある。又、完成した精子の模式図が代表的な29種について描かれている。

電子顕微鏡を用いてこのような研究を行なう場合、気の遠くなる様な数の写真を必要とする。しかしこの論文では一枚も写真が掲載されていない。わかりやすく図にして解説しているところはユニークであるが、微細構造の写真が皆無であることは説得力が極めて乏しいと感じられた。

大竹 = 雄

Nutrient transfer from mother to fetus and placental formation in

Mustelus canis, Graham, Jr. C. R. 1967.

この論文は、Dr. Grahamの博士論文である。*Mustelus canis*の生殖様式は、いわゆる胎生胎盤型に含まれるが、この論文ではその胎児の栄養吸収様式が胎児の生長(胎盤の形成)に伴って、どのように変化するかを、RIを用いたtracer実験などから解明している。

tracer実験は、Glucose-6-Tを、生長段階の異なる胎児を含む母魚血中に注入し、一定時間後の母魚血液、子宮内液、卵殻内液、胎盤、胎児の胃・螺旋弁などの各RI濃度を計測し比較するという方

法をとっている。

筆者は、この実験結果と組織学、組織化学的観察より、*M. canis* の胎児の栄養吸収様式が、次に述べる3段階に分けられることを明らかにしている。

Stage I: 胎児の栄養物質(有機物)を全て卵黄に依存する。妊娠初期約3ヶ月間(胎児全長約10cmまで)で胎盤が形成されていない段階である。

Stage II: 胎児の栄養物質を子宮内液に依存する。胎盤の形成が始まる妊娠3ヶ月以後に見られる。

Stage III: 胎児の栄養吸収物質は、全て胎盤を通じて供給される。胎盤が完成する妊娠後期に見られる。

また、*M. canis* では、胎盤を通過した栄養物質が、卵黄嚢腔、卵黄腸管を通じて螺旋弁に運ばれ、腸で吸収されることが明らかにされている。

牛島 和之

Reproduction and Development in Chondrichthyan Fishes, John P. Wourms

Amer. Zool., 17:379-410 (1977)

もうすでに読まれている方も多いと思いますが、軟骨魚類の生殖と発生を幅広く知るには適した論文だと思います。歴史的背景；生殖周期；生殖巣と生殖系の発生；雄の生殖系；雌の生殖系；交尾と親の保護；初期発生：生殖型式に分けて論議がなされています。最後の章では、8つの要因を示して、これらの要因が卵生の保留と胎生の進化に影響を与えたとしています。さらに150もの文献をリストアップしているので参考文献になると思います。