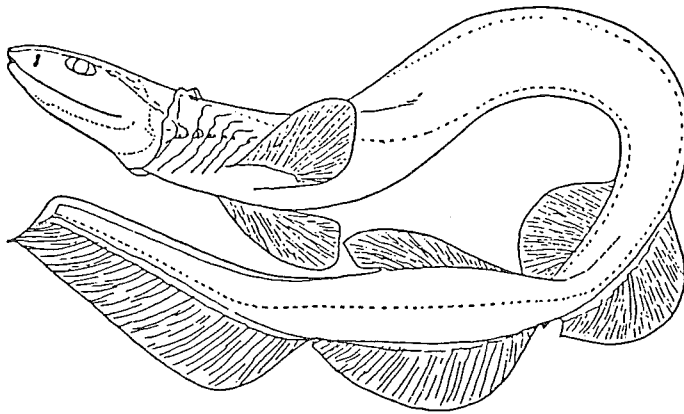


板鰓類研究連絡会報 第23号

Report of Japanese Group for
Elasmobranch Studies
No. 23



Chlamydoselachus anguineus

板鰓類研究連絡会 1987年1月 January, 1987
Japanese Group for Elasmobranch Studies

名誉会長 石 山 礼 藏
会 長 水 江 一 弘（長崎大学水産学部）
事 務 局 〒 852 長崎市文教町 1 - 14
長崎大学水産学部内
板鰓類研究連絡会

Office JAPANESE GROUP for
ELASMOBRANCH STUDIES
Faculty of Fisheries
Nagasaki University,
1-14 Bunkyo - Machi
Nagasaki 852, Japan

目 次

Contents

小林 邦彦・友永 進・田中 彰……ラブカの免疫グロブリン……………1	
Kunihiko KOBAYASHI, Susumu TOMONAGA and Sho TANAKA… Immuno- globulins of Frill Shark, <i>Chlamydoselachus anguineus</i>	
友永 進・小林 邦彦・田中 彰……ラブカのリンパ組織……………3	
Susumu TOMONAGA, Kunihiko KOBAYASHI and Sho TANAKA… Lymphod Tissues of the Frill Shark, <i>Chlamydoselachus anguineus</i>	
田中 彰……駿河湾産ラブカの生殖について……………4	
Sho TANAKA…… Reproduction of the Frill Shark, <i>Chlamydoselachus angui- neus</i> in Suruga Bay	
塩原 美敞・阿部 秀直・日置 勝三……駿河湾ラブカの生物学的な知見について……7	
Yoshihisa SHIOBARA, Hidenao ABE and Katsuzo HIOKI… Some biological informations on the Frill Shark in Suruga Bay	
後藤 仁敏……ラブカー生きているクラドダス類……………11	
Masatoshi GOTO… <i>Chlamydoselachus anguineus</i> — a living cladodont shark	
原 政子……ラブカ精巣内フオリクルの微細構造について……………14	
Masako HARA… Fine structure of the follicle in the testis of Frill Shark	
谷内 透……鮐子産のラブカについて……………19	
Toru TANIUCHI…… Frill Shark from Choshi	
佐藤やす子……古代的魚類ラブカ <i>Chlamydoselachus anguineus</i> の脳……………20	
Yasuko SATO…… The brain of archaic shark, <i>Chlamydoselachus anguineus</i>	

田中 彰…… “しんかい 2,000” で駿河湾を潜る ……………	29
Sho TANAKA…… A diving in the Suruga Bay by deep-sea submarine “Shinkai 2,000”	
竹村 暘…… ガンギエイ類の食性……………	32
Akira TAKEMURA…… Food of Rajidae	
文献紹介……………	33
Paper Review	

ラブカの免疫グロブリン

Immunoglobulins of Frill Shark, *Chlamydoselachus anguineus*

山口大学 医学部 小児科
Dept. Pediatr. Yamaguchi Univ. Sch. Med.

小林 邦彦
Kunihiko KOBAYASHI

山口大学 医療技術短期大学部
Sch. Allied Health Sci. Yamaguchi Univ.

友永 進
Susumu TOMONAGA

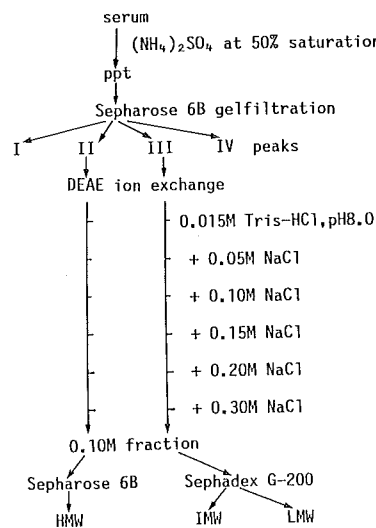
東海大学 海洋学部
Fac. Marine Sci. Tech. Tokai Univ.

田中 彰
Sho TANAKA

高等動物である哺乳類の免疫グロブリンは IgM, IgG, IgA, IgD, IgE の5クラスからなるが、下等脊椎動物に属する魚類では IgM のみからなることが広く知られている。免疫グロブリンのクラスは系統発生上、脊椎動物の進化とともにその数が増加する。両棲類や爬虫類では IgM のほか IgG (IgY とともいう) があり、鳥類では、このほか IgA と IgD がこれに加わる。したがって IgM は系統発生上、すべての脊椎動物に共通に存在し、もっとも原始的な免疫グロブリンと考えられる。高等動物の IgM は一般に5量体の高分子形態をとる (IgM の M は macroglobulin に由来する) が、魚類のうち硬骨魚類の IgM は4量体をなす。これに対し魚類のうちでも板鰐類のサメ類では高等動物の IgM と同様、5量体を形成するが、そのほか単量体の免疫グロブリンも同時に存在する。板鰐類のこの2つの形態をとる免疫グロブリンは、ともにまったく同一の H 鎖を共有するため、同一の IgM クラスに属する。即ち、分子形態は2種類あるが、免疫グロブリンのクラスとしては1種類であるということである。ところで最近、我々は板鰐類のガンギエイ類 (Rajiformes) に IgM のほか、これとは H 鎖の異なる新しいクラスの免疫グロブリンが存在することを報告した^{1,2)}。この事実から、サメ類の他の種にも IgM 以外のクラスの免疫グロブリンの存在の可能性を考え、各種のサメの免疫グロブリンの検索をしたところ、ラブカ (Frill Shark) に IgM のほか、これとは H 鎖の異なる免疫グロブリンの存在を同定したので、簡単に紹介する。

本研究に用いたラブカは駿河湾で捕獲されたものである。ラブカ血清からの免疫グロブリン精製は、サメ類の5量体、単量体 IgM 精製法に準じ、ゲル濾過とイオン交換クロマトグラフィーで行なったところ、3種類の異なる分子量の標品を得た (図1)。1つは5量体 IgM と考えられる high molecular weight immunoglobulin (HMW)、他の2つは単量体 IgM に近い分子量のもの (low molecular weight, LMW) と、HMW と LMW の中間の分子量をもつもの (intermediate molecular weight, IMW) である。この3種の免疫グロブリンの分子量を SDS-PAGE (メルカプトエタノール非添加) で分析すると、HMW はヒト IgM と同じ分子量 (90万) を示し、IMW と LMW はそれぞれ 30万および15万を示した (図2)。これら3種の免疫グロブリンの H 鎖と L 鎖の分析をメルカプトエタノールによる S-S 結合解離後、SDS-PAGE で行なうと、いづれの免疫グロブリンも共通の L 鎖をもつが、HMW の H 鎖はヒトやコイの IgM の H 鎖に似た7万の分子量を示し、IMW と LMW のそれはともに5万前後に3本の共通なバンドとして泳動された (図3)。このことから、IMW と LMW は共通の H 鎖をもつ同一の免疫グロブリンで、IMW の分子量が30万、LMW のそれが15万であることから、この2つはそれぞれ2量体と単量体の関係にあると推測した。ただ、U, H 鎖の分子量は5万前後であることから、明らかにヒトやコイの IgM とは異なる。これに対し、HMW はその H 鎖、および HMW そのものの分子量がヒトの IgM に近いから、ラブカの IgM と推定できる。以上をまとめると、ラブカ血清には

図 1
Isolation of immunoglobulins from frill shark, *Chlamydoselachus anguineus*



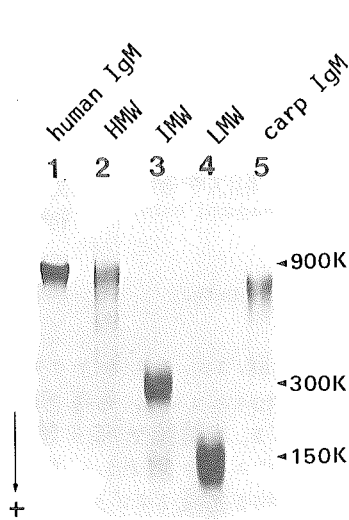


図2. SDS-PAGE (3%) 分析。
右側の数字は分子量を示す。

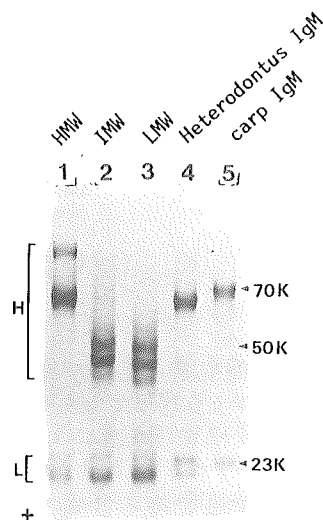


図3. SDS-PAGE (7.5%) 分析。
免疫グロブリンの H 鎖 (H) と
L 鎖 (L) の泳動位置と分子
量の差を示した。
Heterodontus IgM は ネコザメ
の IgM である。ラブカとネコ
ザメの L 鎖は 2 本に分かれる。

ヒトの IgM に相当する HMW (IgM) と、これとは異なる H 鎖をもつ免疫グロブリン (IMW と LMW) の 2 種類から成ることが分かる。ただし、IMW と LMW は同一クラスの免疫グロブリンで 2 量体と単量体の関係にある。IMW または LMW を構成する 5 万前後の分子量をもつ H 鎖が 7 万の分子量をもつ HMW の H 鎖とまったく異なる遺伝子に由来するか、または 5 万の H 鎖は 7 万の H 鎖を支配する遺伝子の一部が欠損した欠陥遺伝子に由来するかは現在のところ明かではない。ただし、HMW の H 鎖と LMW または IMW の H 鎖間にみられる分子量の差は糖鎖の含量の差と考えることも可能であるが、ウサギで作製した抗 HMW 抗体による HMW と LMW (または IMW) の抗原性の比較では HMW が明らかに LMW (または IMW) に存在しないエピトープを有することから、両 H 鎖の差は主として蛋白質レベルのものと考えられる。しかし、HMW と LMW または IMW が真に異なるクラスの免疫グロブリンであるか否かは、それぞれの H 鎖のアミノ酸配列や詳細な抗原性の比較、ならびに免疫細胞学的な解析が必要である。

これまでのサメ類にみられる免疫グロブリンの研究では、ラブカにみられるような HMW, IMW および LMW の 3 種の分子形態をもつものは見出されていない。この意味でラブカは興味ある板鰐類といえる。

文 献

- 1) Kobayashi, K., Tomonaga, S. and Kajii, T. A second class of immunoglobulin other than IgM present in the serum of a cartilaginous fish, the skate, *Raja kenoyei*: Isolation and characterization. Mol. Immunol., 21, 397, 1984.
- 2) Tomonaga, S. and Kobayashi, K. A second class of immunoglobulin in the cartilaginous fishes. Dev. Comp. Immunol. 9, 797, 1985.

(1986年9月22日受付)

ラブカのリンパ組織

Lymphoid Tissues of the Frill Shark,
Chlamydoselachus anguineus

山口大学医療技術短期大学部 友永 進
Sch.Allied Health Sci.Yamaguchi Univ. Susumu TOMONAGA

山口大学 医学部 小児科 小林 邦彦
Dept.Pediatr.Yamaguchi Univ.Sch.Med. Kunihiko KOBAYASHI

東海大学 海洋学部 田中 彰
Fac.Marine Sci.Tech.Tokai Univ. Sho TANAKA

軟骨魚類の免疫系は硬骨魚類のそれよりもむしろ発達しているといえる点が多い(1-6)。ここでは軟骨魚類のなかでも比較的原始的な種と一般に考えられているラブカのリンパ組織について記述する。検索したラブカは駿河湾において1984年2月から1986年5月までに採集したもので、体重3-10 Kg、体長1.2-1.6 mの成魚である。内臓諸器官をホルマリン固定し、型の如くパラフィン切片をつくり、ヘマトキシリン・エオシン染色を施して観察した。

軟骨魚類のリンパ組織のうち最も重要なものの一つは胸腺であろう。しかし、今回調べたラブカでは胸腺を確認することができなかった。それは調べた個体がすべて成魚であったと考えられる。胸腺は一般に加齢に伴って退縮することが知られている。ラブカの脾臓の組織像は他の多くの軟骨魚類のそれと基本的に同じであった。即ち、主としてリンパ球で構成されている白脾髄がよく発達していた(図3)。白脾髄の中には哺乳類の場合と違って動脈のみでなく静脈も観察される(図3)。典型的な形質細胞(Marschalko type plasma cell)はほとんど認められなかった。

種差はあるが軟骨魚類の消化管粘膜には発達したリンパ組織がみられる(3-5)。しかし、われわれが調べたラブカにはそれがみられなかった。まず食道粘膜のLeydig器官は認められなかった。更に、胃や小腸の粘膜固有層には散在性にリンパ球が認められたにすぎず(図4)、他の多くの軟骨魚類にみられるようなリンパ球集積(5)は観察されなかった。リンパ球は腸上皮細胞層内にも認められた(図4矢印)。少数ではあるが形質細胞が固有層に認められることもあった。

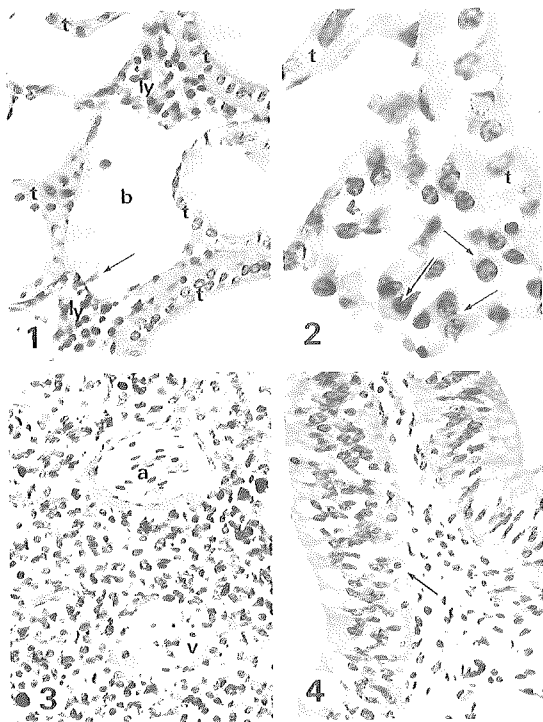
一般に軟骨魚類では性腺に接してEpigonal organとよばれる結合組織塊があり、ここで造血が行なわれている。それは主として顆粒球造血であるが、一部リンパ球や形質細胞も存在することが知られている(3, 4)。しかし、ラブカでは性腺の被膜直下に小規模の顆粒球造血が認められたにすぎなかった。

この動物の造血組織で最も特徴的なことは良く発達した造血組織が腎臓の間質にみられることである。その造血は主として顆粒球系であったが、一部にリンパ球系細胞の造血も認められた(図1, 2)。さらに図2に示したように比較的多数の形質細胞も観察された。このような腎臓での造血は硬骨魚類において典型的である。

上記の観察結果から、ラブカでは脾臓が主なリンパ組織である(恐らく胸腺と共に)という点では今までわれわれが調べてきた他の種の軟骨魚類と同じであったが、腎臓に発達した造血巣がみられたことがラブカの特異な点と言えよう。今後さらに検索例を増して、検討を加えたい。特に、免疫グロブリン産生細胞(B cell)の分布と、胸腺由来細胞(T cell)の分布についての検索を進めたい。

文 献

1. Kanesada, A. Bull. Yamaguchi Med. Sch., 4: 1, 1956.
2. Kobayashi, K., Tomonaga, S., Kajii, T. Mol. Immunol., 5: 397, 1984.
3. Tomonaga, S., Kobayashi, K., Kajii, T. and Awaya, K. Dev. Comp. Immunol., 8: 803, 1984.
4. Tomonaga, S., Kobayashi, K., Hagiwara, K., Sasaki, K. and Sezaki, K. Dev. Comp. Immunol., 9: 617, 1985.
5. Tomonaga, S., Kobayashi, K., Hagiwara, K., Yamaguchi, K. and Awaya, K. Zool. Sci., 3: 453, 1986.
6. Kobayashi, K., Tomonaga, S., Teshima, K. and Kajii, T. Eur. J. Immunol., 15: 952, 1985.



- ☒ 1. ラブカ腎臓のリンパ球系造血巣 (ly),
t: 尿細管上皮, b: 血管腔, リンパ組
織と血管腔間を移動中の細胞が観察
される (矢印)。
- ☒ 2. 図1の拡大。多数の形質細胞 (矢
印) がみられる。
- ☒ 3. ラブカ脾臓の白脾髄。多数のリン
パ球が動脈 (a) 及び 静脈 (v) の周辺
に集積している。
- ☒ 4. ラブカの腸粘膜, 粘膜の固有層
内にリンパ球が散在性にみられる。リ
ンパ球の一部は上皮細胞層内に進入
している (矢印)。

(1986年 10月 2日 受付)

駿河湾産ラブカの生殖について

Reproduction of the Frill Shark, Chlamydoselachus anguineus in Suruga Bay

東海大学海洋学部 田中 彰

Faculty of Marine Science
and Technology,
Tokai University

Sho TANAKA

ラブカ Chlamydoselachus anguineus は 1885 年 S. Garman によって初めて日本から報告され、それ以後、様々な研究がなされてきた。特に有名な研究として、Bashford Dean が 1900-1901 年、1906 年、1917 年に訪日した際に、東京湾、相模湾より集めた資料をもとに、E. W. Gudger と B. G. Smith によって詳しくまとめられた 3 つの報告がある。すなわち、Bashford Dean Memorial Volume, Archaic Fishes, Article V, VI, VII である。V は "The natural history of the frilled shark, Chlamydoselachus anguineus." pp. 243-330, 5 pls. で、VI は "The anatomy of the frilled shark, Chlamydoselachus anguineus." pp. 331-520, 7 pls. で、VII は "The breeding habits, reproductive organs and external embryonic development of Chlamydoselachus, based on notes and drawings by Bashford Dean." pp. 521-633, 6 pls. である。V では日本から採集されたラブカだけでなく、ヨーロッパ近海で採集されたものについてもふれ、VII では題名の如く、Bashford Dean が記載した資料をもとに生殖について詳しく書かれている。

ところで、ラブカは日本で初めて発見されたわけであるが、日本の研究者はそれでは何をしていたかということ、かろうじて 1898 年に、西川博士によって、本種の胎仔について報告され、本種が卵胎生であることが初めて明白にされた。その後、単発的に報告はあるものの、先に述べた Gudger や Smith による大著の前には、ほとんど研究がなされていない。

そこで、駿河湾では以前より、サクラエビ中層曳網にラブカが混入することが知られているため、東海大学では、鈴木克美、久保田正、西先生を中心に、海洋科学博物館と

水産学科と協力し、ラブカ研究グループをつくり、駿河湾のラブカの生態・生理を研究している。ここでは、筆者が担当している生殖について、若干の知見を得たので報告する。

駿河湾で採集されるラブカは、ほとんど全て成熟に達した個体である。雄では、肉眼的に交接器の硬さや大きさ、貯精のう内の精液の多少、精巢、貯精のうの発達程度などから、また、顕微鏡的には、精巢内の精細胞の発達程度から、ある程度の成熟状況がつかめる。それらの諸状況を観察すると、雄は全長120cm前後で成熟することがわかる。今のところ、筆者は118cm以下の雄個体を採集していない。一方、雌では、肉眼的に、卵巣・卵の発達状態、輸卵管・子宮の状態、受精卵・胎仔の有無などでその成熟状況は判明する。これらのことから、雌は140-150cmで成熟すると考えられる。今までに採集された未熟個体は126cm、150cm、156cmの3個体のみである。それでは、118cm未満の個体が採集されていないかという点、西伊豆・伊豆半島を基地とする底曳網船で、まれに60cm前後の個体が採集されるそうである。また、久保田先生は焼津沖で、やはり57cmの個体を採集している。筆者が採集した最大の胎仔は55cmであることから、前述した60cm前後の個体は出生後、間もないものであるといえる。それでは60cmから、成熟に達する120cm前後までの個体はどこへいつてしまったのか、これは残された謎の一つである。駿河湾では塩原氏が述べているようにラブカが主に採集される時期は底刺網とサクラエビ中層曳網漁業が行なわれている2月から6月上旬である。他の時期に時々底刺網や底曳網で採集されるが、やはり、前述した如く、未成熟魚は採集されず、他の海域や更に深海域へと移動しているのかもしれない。冬から春にかけて300m以浅の海域で主に成熟魚が獲れることは、それらが生殖に関連した行動を示していることを表わしていると思われる。以下に採集された個体の生殖器官の状態について述べる。

雄の生殖器官は他の板鰐類同様、外部器官として交接器が、内部器官として精巢、副精巢、輸精管、貯精のうがある。交接器の骨格は他のサメ類に比べ、非常に単純で、clawやspurは見られない。また、ホシザメやツノザメなどで見られるsiphon sacは観察されず、clasper cavityが交尾時にsiphon sacの役割を果たすと考えられる。1月から6月に採集される個体の交接器を調べると、時々、赤く充血したものがある。これは交尾によつて赤くなつたと考えられる。今もつて、ラブカの交尾行動を観察した報告はなく、あのへびのような体型からすると、雄が雌にまきつくようにして交尾しているのであろう。採集された個体の中には尾鰭先端が切断しているものが時折みられ、これは交尾の際に互いの体を保持しようと相手の体にかみついていることを示しているのかもしれない。精巢は左右一対あり、その表面に縦に一筋の白く細い隆起線が見られる。精巢を組織学的に観察すると、その白い隆起線には精祖細胞が多数存在している。その隆起部を源にして、扇状に各段階の精細胞を含むfollicleが規則正しく並んでおり、精巢間膜側では変態を終了した精子を含むfollicleが観察される。束になつた精子はfollicle内で頭部を外側に、尾部を内腔側に向けて並んでいる。精子はfollicleから出る際に束をとぎ、輸精小管に入り、精巢間膜内の輸精管を通り、腹腔背壁前部にある副精巢へと移動する。更に、ウォルフ氏管に由来する輸精管を通り、総排泄孔前部にある貯精のうへと進み、そこで貯えられる。貯精のうに多量の精液を保持している個体も採集され、これらは交尾可能な状態にあると考えられる。

一方、雌の生殖器官も他の板鰐類同様、卵巣・輸卵管、卵殻腺、子宮と構成されている。卵巣はメジロザメ科などのサメ類と異なり、左右とも機能的である。発達した卵は直径10cm以上にもなる。ほぼ同程度に発達した卵の数は最大12個であった。排卵された卵は、腹腔前下面にある受卵孔より輸卵管に入り、卵殻腺で黄金色をした薄い卵殻に包まれ、子宮に到達する。ここで非常に興味深いことは受卵孔に入った卵は必ず右子宮にのみ進むことである。左の卵殻腺では稀に卵殻を形成し、卵を包みずらに卵殻のみを子宮に持つ個体もある。このことは左側の卵殻腺も機能的であり、もし、卵がくれば、卵殻でそれを包み子宮へ送ることを示している。なぜ、左の輸卵管に卵が入らないかは未だ不明である。排卵を行つている個体の右卵殻腺は左のものより大きく発達している。この卵殻腺を組織学的に観察すると、その内部に精子を持つているものがある。これは、卵殻腺がただ卵殻のみを形成するだけでなく、一時、精子を保持する機能を有していることを示しているのかもしれない。卵殻腺で観察された精子が交尾後どのくらいたつたものは不明であるがすべての大型卵が排卵されてくるまで、卵殻腺で精子を貯えていることが考えられる。受精卵や胎仔をもつ

子宮の内壁には長さ7~10mmの絨毛が発達している。胎仔が全長60mmぐらいまで成長すると、それまで胎仔を包んでいた卵殻が破れ、胎仔は直接子宮内液の中で成長する。全長60~100mmの胎仔は外鰓が発達し、子宮絨毛も外鰓と絡みついていることがある。これはガス交換や栄養物と老廃物の授受を行っているのかも知れない。

次に生殖周期であるが、採集がなされていらない8,9月を除く月の雄は貯精のうに精液を貯え、精巢の組織像も月による違いがなく、ホシザメのような周期性を有していないようである。一方、雌では、卵巣の発達程度、子宮内の胎仔の成長を月を追って調査すれば、その生殖周期は確認される。そこで、下図に卵巣卵の最大卵径、全長10mm以上の胎仔全長の旬別(上,中,下旬/月)に示した。卵径の

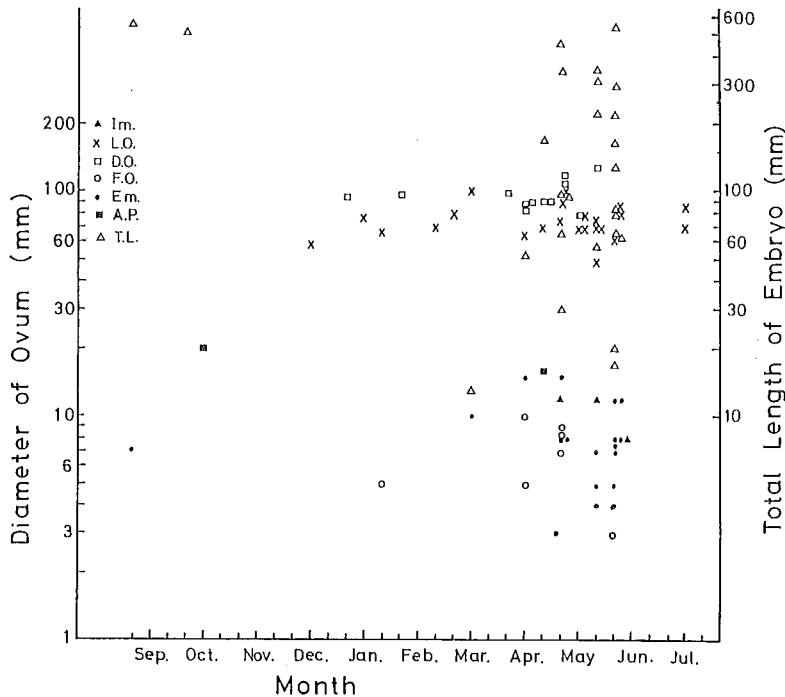


図1, 駿河湾産ラブカの卵巣卵の最大卵と胎仔の旬別出現状況。

20mm から 550mm まで"ほとんど"連続して出現している。以上のことから、卵巣卵は直径90mm 以上になると排卵され、その排卵時期は1~6月と長期間にわたることが考えられる。ただし、個体としての排卵期間は、受精卵・胎仔の発生、成長状況がほぼ同じであるので、数ヶ月に及ぶとは考えられない。交尾時期は、1~6月以外の月でも雌雄が同海域で底刺網にかかり、また、前述した如く、卵殻腺に精子を貯えることができると考えるならば、定まっていないとも考えられる。交尾時期については、今後、すべての卵殻腺を組織学的に観察し、精子の有無を調べ、卵殻腺に貯精機能があるか検討する予定である。出産時期は、出産後と思われる2個体が4月下旬と10月中旬に採集され、更に全長50cm以上の胎仔をもつ個体が6, 9, 10月に採集されていることから、定まっていないようである。しかしながら、排卵時期が半年にも及び、かつ妊娠期間が一定とすれば、出産時期も半年にも及ぶことになる。妊娠期間は出生全長が60cm前後とし、卵黄による発育を考えると、アブラツノザメのように2年弱あるいはそれ以上と考えられる。そして、卵巣卵を直径90mm以上まで発達させることを考えると、卵巣卵の出現から胎仔の出産まで少なくとも3~4年要すると思われる。これらのことは今年6月までに採集された雄97尾、雌74尾をもとに得られたものである。以上、駿河湾産

以上、駿河湾産ラブカの生殖について述べてきたが、生殖器官の構造についても明らかにしななければならない問題もあり、更に生殖生態、周期についても不明な点が残されている。今後、試料数の少ない7~12月の採集を行って、不明な点を解明していきたいと考えている。尚、最初に述べたBashford Dean Memorial Volume VIIにも詳しくラブカの生殖について書かれているので興味がある方は参照されたい。

Bashford Dean Memorial Volume

V; E.W.Gudger and B.G.Smith (1933).

VI; B.G.Smith (1937)

VII; E.W.Gudger (1940)

(12月8日受付)

駿河湾産ラブカ の生物学的な知見について

Some biological informations on the Frill Shark in Suruga Bay

東海大学
海洋科学博物館
Marine Science Museum,
Tokai University

塩原美徹・阿部秀直・日置勝三
Yoshihisa SHIOBARA,
Hidenao ABE and
Katsuzo HIOKI

生きた化石と言われるラブカ (*Chlamydoselachus anguineus*) は 1884 年 Garman によって相模湾から得られた個体をもとに新種記載を行って以来、我が国では中部日本以南の太平洋側の各地、東シナ海の深海から記録されている(蒲原, 1950; 仲谷, 1984; 田名瀬, 1985)。日本以外からの記録も多く(Gudger, 1933; Roedel and Ripley, 1950; Nakaya and Bass, 1978; ほか)、世界的な分布を示す。駿河湾におけるラブカの記録は比較的最近で 1971 年に久保田・青木によって、サクラエビ漁で捕獲された個体をはじめて報告された。その後、塩原(1983)、安原(1983)も駿河湾のラブカについて報告しているが断片的で未知な部分が少なくない。駿河湾に面する蒲原、清水、焼津の各沿岸のサクラエビ中層曳網および底刺網を行っている漁業者の話によれば、ラブカの入網、羅網は比較的多いと言われている。しかし、漁業者はラブカ独特の 3 尖頭の鋭い歯によって網が破られたり、怪我を被るおそれがあるためラブカを嫌い、捕獲されてもただちに船上で処分してしまうのが現状で、捕獲時期、場所、水深など詳細な記録は全く不明である。そこで著者と東海大学鈴木克美教授、久保田正教授、西原二郎講師、田中彰講師、矢野和成研究生の合計 8 名でラブカ研究グループをつくり、駿河湾におけるラブカの捕獲個体数、捕獲水深、生殖機構、食性、飼育による生理・生態実験など生物学的な調査を開始した。ここでは、収集個体の解析と長期飼育への試みについて、これまでに得られた結果を報告したい。

調査は 1984 年 2 月から行われ、現在も継続中である。供試魚としたラブカは蒲原、清水、焼津の各沖合を主な漁場とするサクラエビ中層曳網と、タヒラメを主目的とした底刺網で捕獲されたものである(Fig. 1)。1984 年 2 月～1985 年 6 月まで調査期間中に収集したラブカは 85 個体である。月別および漁法別の収集結果を次頁の Fig. 2 に表わした。サクラエビ中層曳

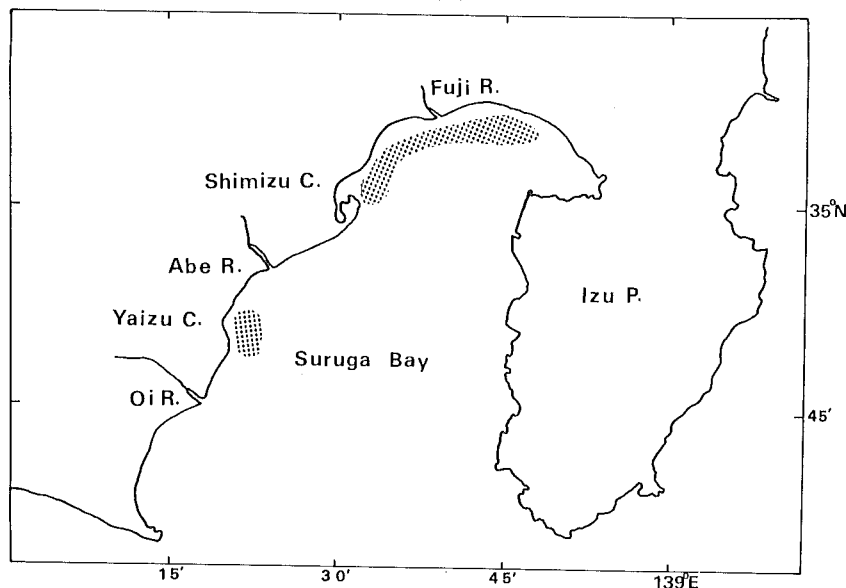


Fig. 1. Map showing investigation locality of *Chlamydoselachus anguineus*. Dotted, fishing ground.

網で捕獲されたのは 34 個体、底刺網では 51 個体である。サクラエビ中層曳網が操業される 3～6 月と 10～12 月のうち、ラブカが捕獲されるのは 4～6 月に限られている。一方、底刺網は 9～5 月が主漁期で(清水市の場合には周年)あるが、ラブカが多く捕獲されるのは 1～5 月である。これらのラブカがどのくらいの水深

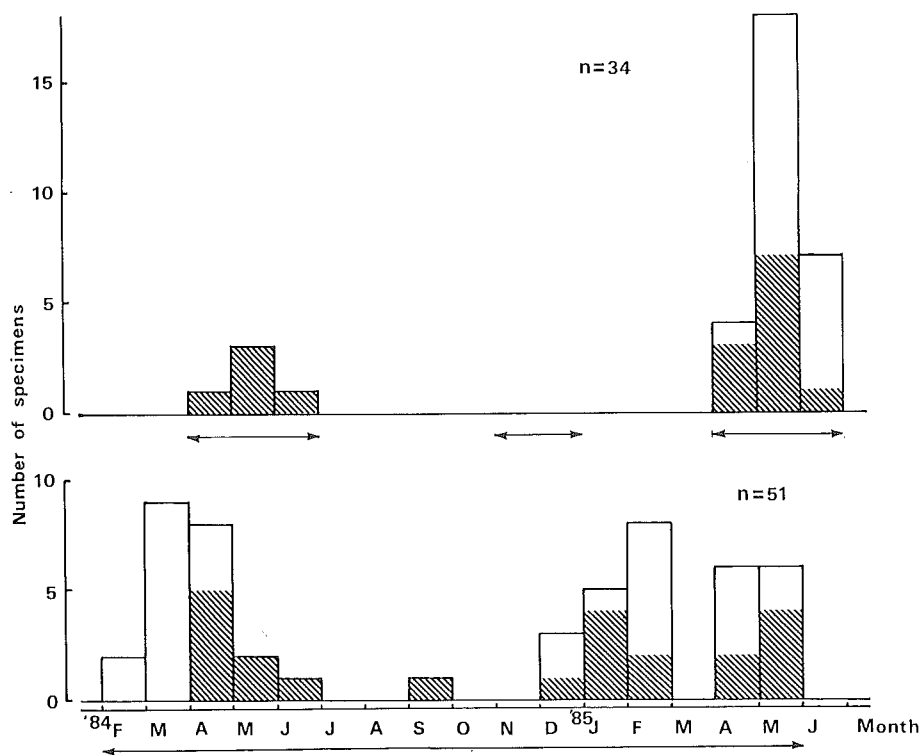


Fig.-2. Monthly change of number of specimens sampled by mid-water trawl (above) and gill net (bottom) of *C. anguineus*.
Open bars, male; oblique striped bars, female;

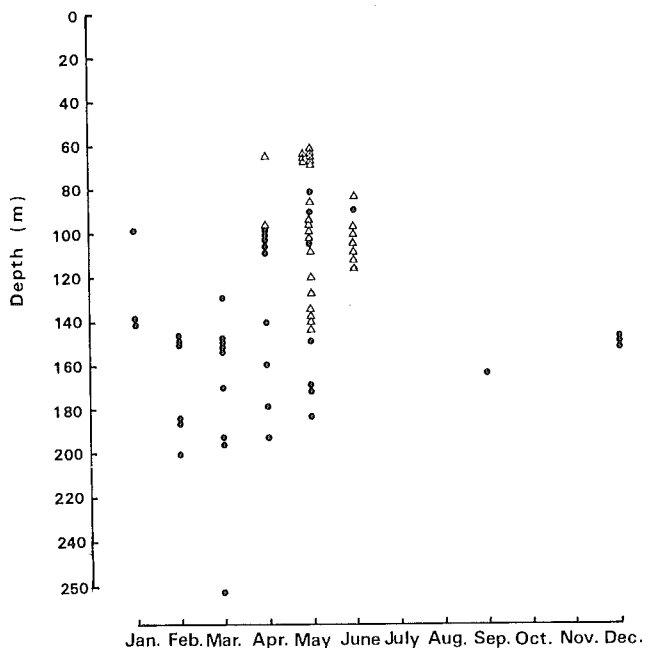


Fig.-3. Habiting depth of *C. anguineus* caught by mid-water trawl (triangles) and gill net (circles).

で捕獲されるのか Fig.3 に示した (サクラエビ中層曳網は投網時の最深を示し、底刺網はラブカ羅網水深を示してある)。これによると最も深い所で刺網にかかった水深は約 250m, 浅い所でサクラエビ漁でとれた水深は約 60m である。これよりラブカが捕獲された水深はエビ刺網に羅網した水深 30m の例 (田名瀬, 1985) を除けば, 本調査の記録より深所から得られている。駿河湾の奥部および西部の沿岸におけるラブカの生息水深は 60~250m であることは言えそうであるが, 繁殖との関連, 索餌との関連など, 今後の調査課題の一つである。また, ラブカが海底から離れた中層を曳網するサクラエビ漁に入網することや, 海底からわずかに立ち上がった刺網 (20~30

尺網を使用)にも羅網することは遊泳生態に興味をもたれる。

収集した85尾のうち、尾鰭の欠損していた5尾を除き50mm級毎に区切った全長組成をFig.4に示した。最大個体は雌の1770mm、最小個体は雄の1178mmである。雌36個体は1458~1770mmの範囲であるが、1550~1600mm付近にモードが認められた。一方、雄44個体は1178~1597mmの範囲で1250~1350mm付近にモードが認められ、雌の方が雄より大きい傾向は明らかである。収集された個体は後で報告する田中氏によればほとんどが成熟しているという。本調査では、1450mm以下の雌や、1178mm以下の雄が未だ収集されていない。この理由ははっきりしないが、これまで駿河湾における小型個体は全長57.3cmの雌(東海大学海洋学部、久保田正教授所蔵標本)、全長53.5cmの雄(安原、1983)の2例が記録されているので、今後の調査次第で小型個体や未成熟個体が得られるものと考えられる。

次に全長と体重の関係をFig.5に示した。雌個体は1550~1600mm T.L. 付近にモードが認められたが、体重には個体差があり成熟状態の違いが窺われた。体重(雌の場合は卵巣および子宮重量を除いた)と肝臓重量との関係は次頁のFig.6の通りである。個体数は少ないが次の関係式が得られた。即ち、雌は $y=0.24x-0.42$ 、雄は $y=0.18x+0.09$ である。相関係数は雌で0.71、雄で0.81である。

57個体のラブカの胃内容物調査を行ったところ、17個体から胃内容物が見出された。現在分析中のため後で報告したい。

本調査の一項目中にラブカの飼育実験がある。生存しているラブカの収集は捕獲した漁業者から連絡を受けた後、直ちに引き取りに行く方法をとった。そのうち活力のある個体を水温13~15°Cに保った直径3m、深さ1mの飼育水槽に收容した。これまで19尾の生存個体を收容したが、最長5日間の飼育にとどまって

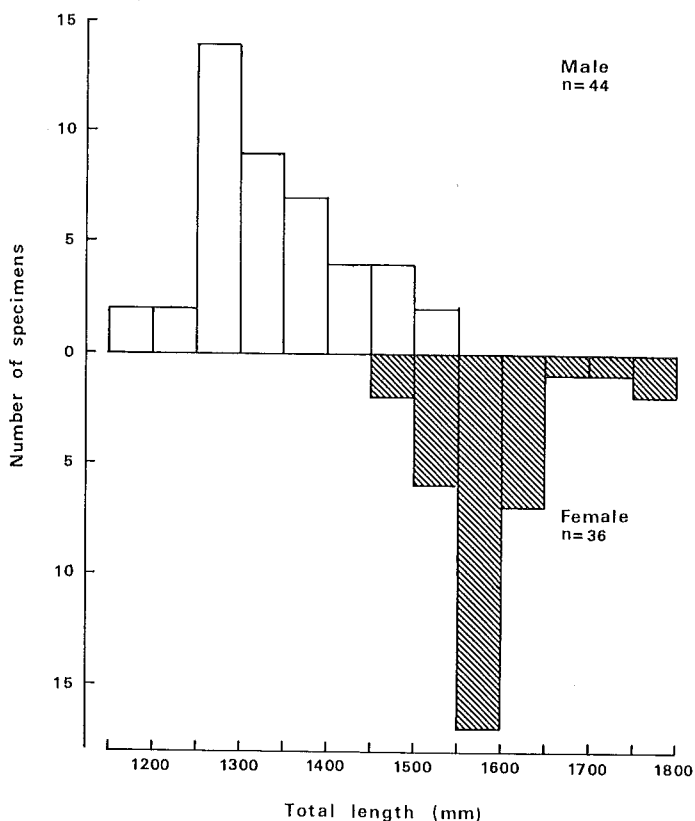


Fig.4. Frequency distribution of total length of *C. anguineus*.

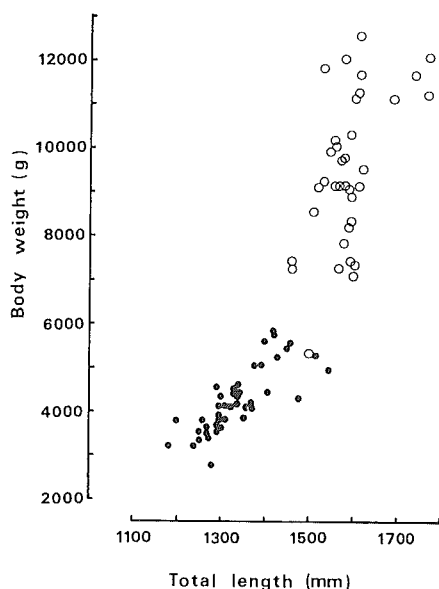


Fig.5. Relationship between total length and body weight of *C. anguineus*. Solid circles, male; open circles, female.

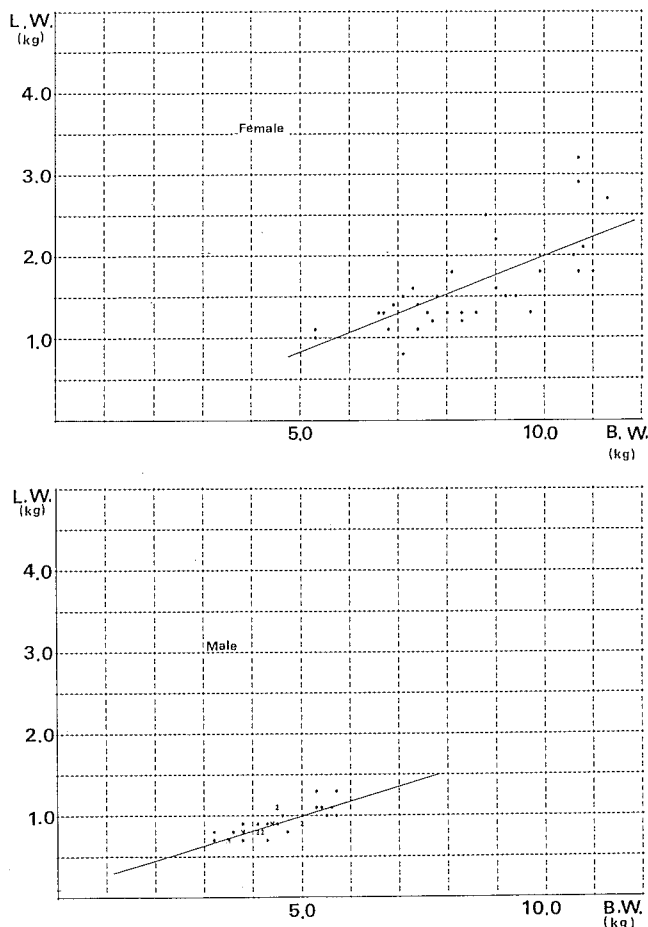


Fig. 6. Relationship between body weight and liver weight of *C. anguineus*.

研究結果によると、底立縄で漁獲したタロウザメに超音波送信器(ピンガー)を取り付け、再び海に放した所、1時間足らずで620mの水深まで潜水したという。これは一旦深海から表層面まで引き上げられ、さらにピンガーを取り付けられて生理的な打撃を受けた個体でも活力があれば再潜水が出来、生存し続けられる可能性のあることを示唆するものである。本実験において体を浮かして死亡する現象は浮力調節など生理的な機能回復がなされませんが、環境の変化に対応出来なかったものと判断された。今後、飼育環境の改善により長期飼育を目指したい。

引用文献

- 蒲原稔治(1950): 土佐及び紀州の魚類, 高知県文教協会, 288 pp.
 仲谷一宏(1984): 沖縄舟状海盆及び周辺海域の魚類 1, 岡村収・北島忠弘編, 日本水産資源保護協会, 36-37.
 田名瀬英明(1985): 南部沖で採れたラブカについて, 南紀生物, 27(1), 40.
 久保田正・青木光義(1971): 駿河湾で漁獲されたミツクリサメとラブカ, 採集と飼育, 33(8), 191-193.
 塩原美敬(1983): 東海大学海洋科学博物館所蔵の駿河湾産板鰓類標本, 板鰓類研究連絡会報, (16), 11-15.
 安原健次・室伏誠・勝呂博(1983): 駿河湾や田沖で漁獲されたラブカについて, 日大生活科研報, 6, 25-30.
 柳沢謙次(1985): 水槽内におけるミツクリサメの行動, 動水誌, 27(3), 71-75.
 矢野和成(1985): 日本産ツリザメ目魚類の形態系統, 分類, 生態に関する研究, 東海大学博士論文, 1-285.
 小林祐(1986): 熊野灘海域の深海性サメ類に関する研究, 三重大学水産研報, (13), 25-133.
 Gudger, E.W. and B.G. Smith (1933): The natural history of the frilled shark *Chlamydoselachus anguineus*, Bashford Dean Memorial Volume Archaic Pisces V, 247-316.
 Roedel, D.M. and W.E. Ripley (1950): California sharks and rays, Fish Bulletin, California Fish and Game Commission, (75), 1-88.
 Nakaya, K. and A.J. Bass (1978): The frill shark *Chlamydoselachus anguineus* in New Zealand seas, N.Z. Jour. Mar. and Freshwater Res., 12(4), 397-8.

(1986年12月16日受付)

ラブカ — 生きている クラドダス類

Chlamydoselachus anguineus — a living cladodont shark

鶴見大学 歯学部

School of Dental Medicine,
Tsurumi University

後藤 仁敏

Masatoshi GOTO

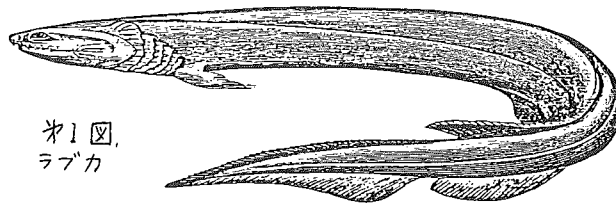
1. はじめに

板鰐類は世界の海洋中に広く栄えているが、その個体体制は原始有顎脊椎動物のすがたを基本的に残すものといえる。なかでも、日本近海にすむラブカ *Chlamydoselachus anguineus* は、現生の板鰐類のなかで、もっとも原始的な性質をもつサメとして知られている。

筆者は、ラブカの歯について検討した結果、ラブカの歯は板鰐類の先祖であるクラドダス類の歯にきわめて近いものであることを明らかにした（後藤・橋本，1976）。一方、最近わが国の古生代の地層から、エドスダス類・ペタロダス類につづいてクラドダス類の歯化石がづぎと発見されてきている（後藤，1985）。小論においては、現生のラブカの歯についての観察所見と、化石のクラドダス類についての所見を比較することにより、ラブカというサメの板鰐類進化上での位置づけについて考察したい。

2. ラブカの形態的特徴

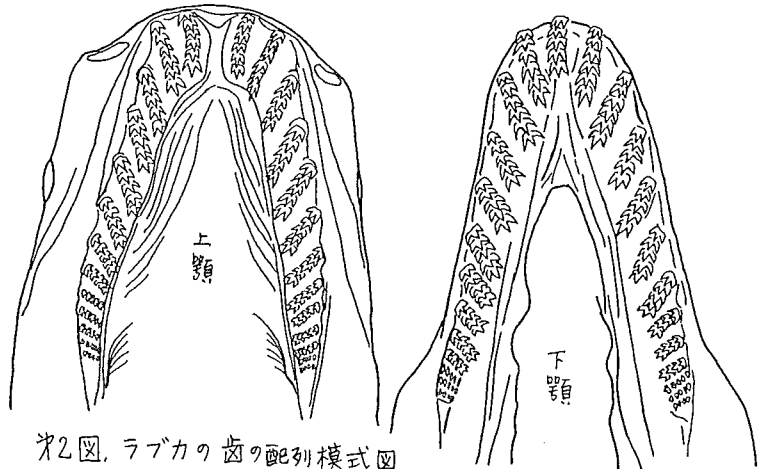
Garman(1884)の記載以来のラブカに関する形態的特徴をあげると、次の11点になる（オ1図）。



オ1図
ラブカ

- 1). 口が頭の前端にある。
- 2). 体は細長く、円筒形である。
- 3). 背鰭が1つしかなく、しかもかなり後方にある。
- 4). 尾鰭の上葉と下葉の区別がはっきりしない。
- 5). 鰓裂の数が6対ある。
- 6). 鰓弁が鰓裂の外にとびでている。
- 7). 最前列の鰓裂は、その腹側部で左右が連続している。また、鰓裂は後方のものほど小さい。
- 8). 側線が溝状で体表に露出している。
- 9). 上顎をつくる口蓋方形軟骨の脳頭蓋への付着様式は、両接型であるが、舌骨弓の軟骨が良く発達しているため、両顎はおもに舌骨弓に関節している。
- 10). 脊索は円筒形で、その全体にあたってほぼ同じ太さである。椎体はほとんど発達せず、前方のおずかの椎骨だけが環状に石灰化するのみで、脊索は永存する。
- 11). 脳、とくに終脳と小脳の発達が悪く、全体に扁平である。

以上のうち、いくつかの特徴はラブカ特有のものであるが、他の多くは古生代型板鰐類であるクラド



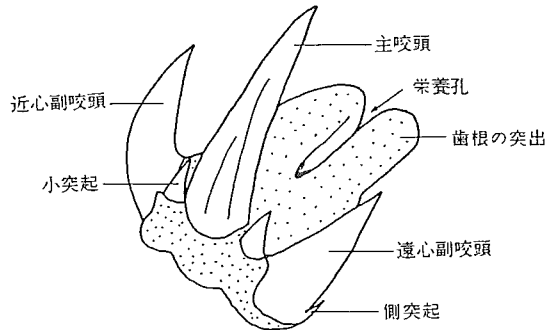
オ2図. ラブカの歯の配列模式図

ダス類と共通した原始的な性質といえる。

3. ラブカの歯の形態

歯列弓の形は、上顎は放物線に近く、下顎はV字形である。歯の配列は、各歯族が一定間隔で配列し、近心ではその間隔が広く遠心では狭くなっている（オ2図）。上顎には、左右に各13の歯族がなりび、各歯族は4~6本の歯からなっている。下顎には、正中に1つの歯族があり、その左右に各12の歯族がなりび、各歯族は4~6本の歯からなっている。上顎は、1,2番目の歯族が6本、3~10,12番目の歯族が5本、11~13番目の歯族が4本の歯からなっている。下顎は、正中および1~6,10,11番目の歯族が5本、7~9,12番目の歯族が4本の歯からなっている。総歯数は上顎130本、下顎121本、全歯数は251本である。Bigelow & Schroeder(1948)にならってラブカの歯式をあらわせば、 $\frac{13}{12}-1-\frac{13}{12}$ となる。

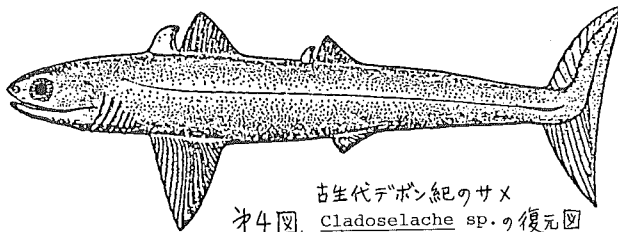
ラブカの歯の形態は、顎の上・下でも、近心・遠心側でも、顎上の部位によって変化することなく、基本的に同じである。歯冠は、3つの先のとがった細長い咬頭からなっている。中央にはもっとも高い主咬頭があり、その遠心側と近心側に それよりやや低い2つの副咬頭がある。主咬頭と近心および遠心副咬頭の間には小突起がある。また、歯によっては、副咬頭の側方に、小さな側突起をもつこともある（オ3図）。各咬頭は、近心および遠心側にわずかな切縁をもっており、頬側面と舌側面が区別されるが全体としては円錐形に近い。また、各咬頭は舌側方向にかなり傾斜している。歯根は、舌側方向にのびる2つの突出をもち、その間には陥凹があり、そこに歯髓腔から連続する管の開口（栄養孔）がみられる。歯の大きさは、歯列の近心側半ではほぼ同一であるが遠心側半では遠心にあかうほど小さくなる。また、各歯族においては、舌側の歯ほど大きくなる傾向がみられる。



オ3図、ラブカの歯の形態。ななめ上頬側遠心方向からみたところ。

4. クラドダス類の歯の形態

古生代デボン紀のサメ Cladoselache は、最古の板鰓類で原始的な性質をもつ（オ4図）。すなわち、口が頭の前端にあり、体は細長く

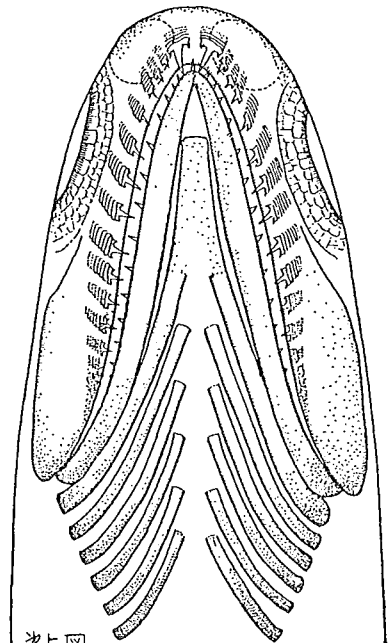


古生代デボン紀のサメ
オ4図、Cladoselache sp.の復元図

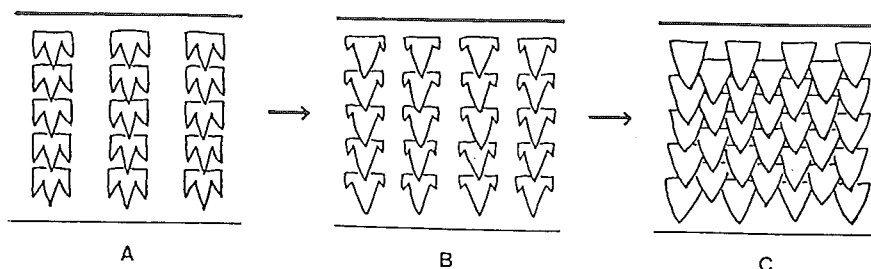
円筒形で、鰓裂の数は6対で、鰓裂は後方のものほど小さく、側線は溝状で体表に露出し、顎軟骨と脳頭蓋は両接型に関節し、背索は円筒形で永存する。これらの特徴は前述したラブカの性質とまったく共通している。

歯列弓の形は、上顎は放物線に近く下顎はV字形である。歯の配列は、各歯族が一定間隔で配列し、ラブカと同じ型を示している（オ5図）。板鰓類における歯の配列様式を比較すると、ラブカに見られる様式（ラブカ型）から、ネズミザメ類にみられる併列型をへて、メジロザメ類などにみられる交互型へと進化してきたものと考えられる（オ6図）。これは、顎の短縮化に関連していると思われる。

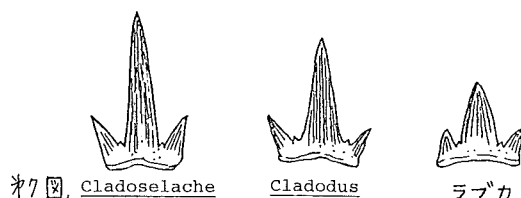
Cladoselache fylleri では、上・下顎とも片側に約12の歯族をもち、下顎には正中歯族があり、各歯族は6~7本の歯からなっている。歯の数もラブカとほとんど同じである。歯の形態



オ5図、Cladoselache fylleri 頭部腹面観模式図



※6図、板鰓類における歯の配列様式の進化についての一仮説(後藤・橋本, 1976)
 ...A-ラブリカ型, B-併列型, C-交互型...



※7図, Cladodonta

Cladodus

ラブリカ

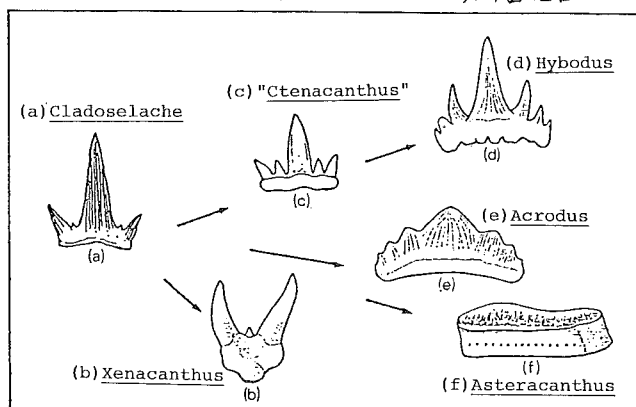
も、やはり中央の高い主咬頭とその近・遠心側の2つの副咬頭をそなえ、しかもそれらの間に小突起をもつという、ラブリカとおどろくほど似ている(※7図)。最近わが国で発見されたクラドダス類の歯化石も、基本的にこれと同様な形態をいめしている(※8図)。

板鰓類の歯は、このような形(3咬頭性)の歯を原型として、小突起が咬頭化すれば5咬頭性、さらに側突起が発達すればク咬頭性の歯へと進化し、咬頭が低化して咬合面が形成されれば板状ないし臼状の歯になり、さらに主咬頭が退化して副咬頭が発達すればクテナカサス型の歯へと退化したものと思われる(※9図)。

以上のことから、ラブリカの歯は、歯列弓の形、歯の配列様式、歯の形態のすべての点に於て、古生代型板鰓類であるクラドダス類の特徴を残すものといえよう、そして、このような型の歯を原型として、その後のさまざまな型の歯が進化したものと考えられる。



※8図、岐阜県赤坂の二畳紀の地層から発見された「クラドダス」の歯化石



※9図、初期の板鰓類の歯の進化

文 献

- 後藤仁敏・橋本巖(1976;77): 生きている古代魚ラブリカ Chlamydoselachus anguineus の歯に関する研究, I, II. 歯基礎誌, 18, 362-377; 19, 159-175.
- 後藤仁敏(1978): 歯および皮歯からみた板鰓類の進化と系統, 海洋科学, 10, 98-105.
- 後藤仁敏(1985): 板鰓類における歯の進化と適応, 地団研専報, 30, 19-35.
- Bigelow, H.W. and Schroeder, W.C. (1948): Fishes of western North Atlantic. Sharks., Mem. Sers Found. Mar. Res., 1(1), 59-564.
- Dean, B. (1909): Studies on fossil fishes (sharks, chimaeroids and arthrodieres), Mem. Amer. Nat. Hist., 9, 211-287.
- Garman, S. (1884): Chlamydoselachus anguineus and Heptranchias pestosus, Bull. Essex Instit., 16, 3-15.
- Garman, S. (1885): Chlamydoselachus anguineus, a living species of cladodont shark., Cambridge Bull. Mus. Comp. Zool., 12, 1-36.
- Harman, S.F., Herdman, W.A., Bridge, T.W. and Boulenger, G.A. (1904): Fishes, Ascidiens, etc., Macmillan, New York.
- Romer, A.S. (1970): The Vertebrate Body., 4th ed., Saunders, Philadelphia. (1986年12月20日受付)

ラブカ精巣内フォリクルの微細構造について
Fine Structure of the Follicle in the Testis of Frill Shark

東京大学 海洋研究所 原 政子
Ocean Research Institute, University of Tokyo Masako HARA

1. はじめに

板鰐類の精子形成の微細構造を観察する場合、電子顕微鏡を用いて行うが、従来の電顕では1,000倍以下の微細構造写真を撮影する事は困難であった。そのため精巣内フォリクルについては、光学顕微鏡による報告しかない。今回ラブカを試料に用いて、フォリクルの極低倍像撮影ができたので紹介する。

2. 材料と方法

使用したラブカは駿河湾で採集した雄の成熟個体で、ただちに東海大学海洋学部の研究室に持ち帰り固定を行った。

透過電子顕微鏡用固定： 先づ精巣の細切試料の大きさは、 $3 \times 5 \text{ mm}$ で、厚さ 1 mm 位にする。前固定は2%グルタルアルデヒド、0.5%パラホルムアルデヒドと、0.2 M カコシル酸 buffer に15% 糖を加えたこれらの混合液を使用し、2時間から1日行なった。次にアルデヒド系固定液を buffer でよく洗浄し、2%オスミック酸で後固定を2時間行なう。洗浄液と後固定で使用する buffer は、前固定時と同じ液を使用した。エタノール系列の脱水後、置換剤に酸化プロピレンを使用して8:2混合比のエポン 812 で包埋した。

切片の切削と載物： 切片の作製は、試料全面を表面より慎重に厚さ $2 \mu\text{m}$ で、ガラスナイフを用いて切削する。切片は十分伸展させた後、トリジンブルーで染色し、光学顕微鏡で目標のフォリクルを確認する。次に、目標のフォリクルーフが入るメッシュを撰択するが、ここでは通常の 3 mm メッシュではなく 7 mm の LEM 用スーパーワイドメッシュを使用した (Fig. 1)。メッシュ撰択後、フォリクル1つを残し切削面を 1 mm 、長さ 2 mm 程度に電顕用のトリムをする。

超薄切片の切削は、ダイヤモンドナイフを使用し、LKB-V 型ミクロトームを用い、 1 mm/sec の速度で、低倍用切片は $100 \mu\text{m}$ 、高倍用切片には $60 \mu\text{m}$ で薄片した。大きい切片は、薄片後充分伸展させることが重要で、ナイフポートの水面上に数分間 (5-15分) 放置して、伸ばした後載物する。載物に使用するメッシュは、あらかじめ2%コロジオン液でコーティングしておく。このコーティングにより、切片とメッシュの接着が良くなると共に、染色時の銅メッシュと染色液との反応を防止する役目がある。

1

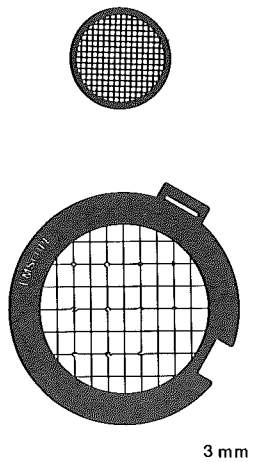


Fig. 1, 通常の直径 3 mm の $150 \times$ メッシュ (上) と、直径 7 mm の LEM 用スーパーワイドメッシュ (下)。

2

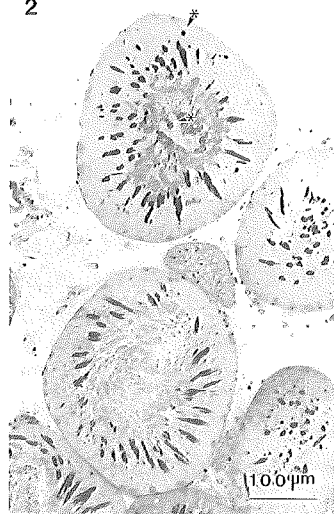


Fig. 2, ラブカ精巣の光学顕微鏡像。▲*が Fig. 3 の LEM-2000 極低倍像と対応。
 $2 \mu\text{m}$ 切片、トリジンブルー染色。



Fig.3, ラブカ精巣内フォリクルの極低倍像。＊が Fig.2 と対応する。h. 頭部, amr. 頸部, af. 尾部, S. セルトリ細胞。

染色：低倍広視野を行なう大きな切片の染色は、コンタミを少なくする事が重要である。ウランは4%水溶液で20分間、クエン酸鉛は0.5%に0.2% NaOHを入れて溶解した液で6分間染色を行った。各染色後は、切片をやぶらないように注意しながら、洗浄びんのジェット水洗で十分行ない、乾燥は口紙を使用せずに、ドライヤーによる温風乾燥をする。観察と撮影は、LEM-2000 超顕微鏡(明石製作所)と JEM-100cx 透過電子顕微鏡(日本電子)を使用した。

走査電子顕微鏡用試料：10ml 遠心管に前固定液(透過電顕用試料と同様に、精液を2〜3滴落とし、手でよく振り混ぜて2時間程固定する。この混濁液を遠心機で3000回、15分間かける。精子を buffer で数回洗浄し、精子と buffer の混った液を POLY-L-LYSINE をはったカバー

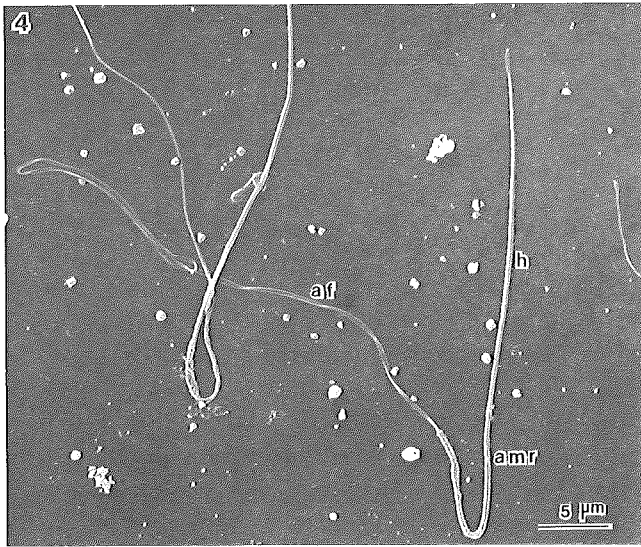


Fig. 4, ラブカ精子の走査電子顕微鏡像。 h. 頭部, amr. 頸部, af. 尾部.

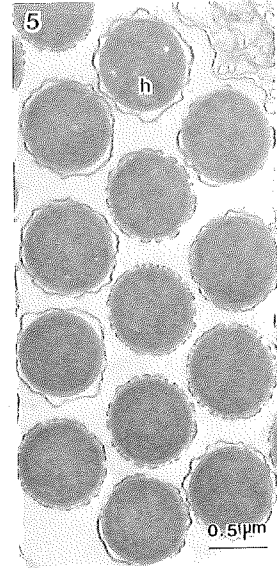


Fig. 5, ラブカ精子頭部の横断像。 h. 頭部.

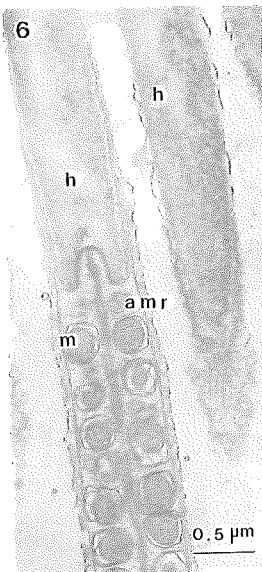


Fig. 6, ラブカ精子の頭部と頸部の縦断像。 h. 頭部, amr. 頸部, m. 頸部をとりかこむミトコンドリア群.

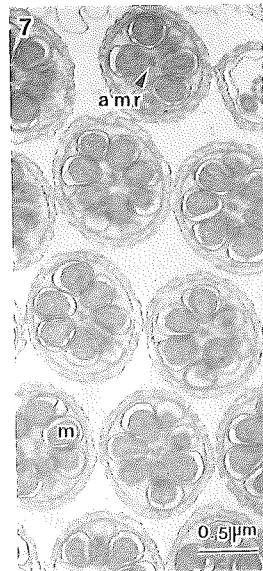


Fig. 7, ラブカ精子頭部の横断像。 amr. 頸部, m. ミトコンドリア群.

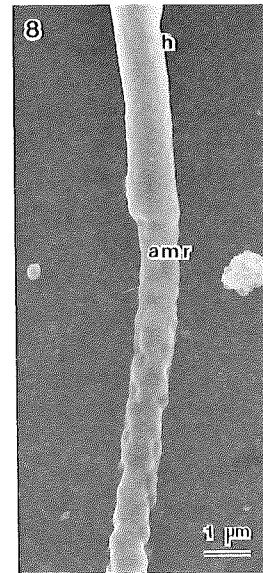


Fig. 8, ラブカ精子の頭部と頸部の走査電子顕微鏡像。 h. 頭部, amr. 頸部.

ガラス上に散布する。脱水は通常の方法で行ない、酢酸イソアミルを通した後、臨界点乾燥をする。金をコーティングして、DS-130 走査電子顕微鏡で観察撮影を行った。

3. 精巣内 フォリクルの構造

板鰐類の生殖器官は雌雄ともにその構造が他の生物、特に硬骨魚類のものと甚だ異なっていて複雑である。また雄の精巣内は精細管様式ではなく、1個の球形のフォリクル内で精細胞が増殖を繰り返して変態を行う。即ち1つの精原細胞が最終的には1つの精虫束(1つの束に約60の精虫群がラセン状をなしてよじれて束をなしている)を形成する。そして1つのフォリクル内には多くの精虫束

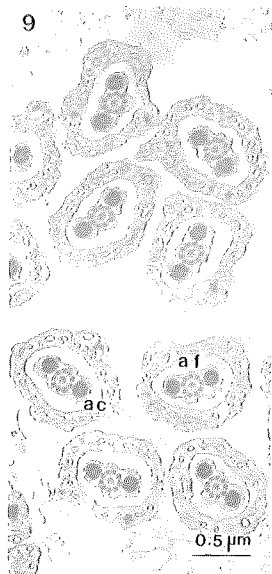


Fig.9. ラブカ精子尾部の横断面像。af. 軸系, ac. アクセサリー。

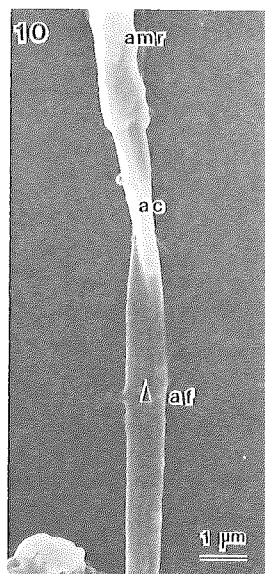


Fig.10. ラブカ精子の頭部と尾部の走査電子顕微鏡像。amr. 頭部, ac. アクセサリー, af. 軸系。

ーメンに尾部束を集めて位置する。その規則性を持った配列がよくわかる (Fig.3)。60倍の極低倍像撮影を行った同じ切片を使って、より微細な構造の観察を行うために、10,000倍程度の高倍撮影を行った結果、精子1尾は Fig.4 の様に 110 μm の長さがあり、頭部と頸部との太さにほとんど差がないことがわかる。頭部横断面像は、核内顆粒が充実収縮して電子密度が高い (Fig.5)。頭部は縦断面像 (Fig.6)、横断面像 (Fig.7) からわかる様に細く、ヨシキリザメやユメザメで観察される尺板状のしま模様は、はつきりしない。また、頸部周囲は、ミトコンドリアが取り巻いている。この部分を走査電顕により観察すると、頸部の周りにほぼ大きさの等しいミトコンドリアがラセン状に取り巻いていることが分った (Fig.8)。

尾部は、鞭毛・纖毛の一般構造と同様で、中心に1対、周辺に9対の細管の断面を示す軸系と、その両側に板鰓類の特徴であるアクセサリーが観察される。アクセサリーの構造は、管の中空に1本の電子密度を持った細管が観察される (Fig.9)。このアクセサリーは尾部の先端方向に従って細くなり、やがてなくなる。頭部につながる尾部構造を走査電顕により観察すると、軸系両側にアクセサリー2本がゆるいラセン状をなして配置されていることが分る (Fig.10)。

これらの精子束が規則的に配列するフォリクルには、その基底膜の上にズラリと Sertoli 細胞が観察される (Fig.3)。また精子細胞が未完成なフォリクルを観察すると、一つの精原細胞から分裂・発達した約 60 尾の精子は、膜でこまれ、隣り合う精子束とは境いされていることが分る (Fig.11)。

4. さいごに

2年前の暑夏に、腎臓の極低倍像写真集をいただいた。これを見た日から、大きな切片を切削し、フォリクル全体を是非撮影したいと熱望していた。今まで電子顕微鏡用の切削はダイヤモンドナイフの高価さと寿命を考慮したため、試料を 0.5 mm 角に小さくトリムし、200 メッシュに載物して電顕観察していたため、フォリクル全体をイメージすること、光顕像と電顕像の対比が十分に出来ないでいた。電顕では組織の小さな部分を観察するだけであつたが、今回の極低倍像観察により広視野を観察出来るため、細胞の配列がよく確認できると共に、高倍像観察により、それらの微細構造がより正確に観察できた。

フォリクルの形状が円形でないものも多くみられるのは、固定による影響と考えられ、今後の課題としなければならぬが、全体像の観察により、精子束の形状や配列が、ラブカと本種以外のサメ・エイ類と比較すると差違がある事が分ったので、次の機会に是非紹介したいと考えている。

が存在する。種類によって夫々異なるが、このフォリクルのままで、または、このフォリクルが破れて精子束の開で、または束をいって精子がばらばらになつて、副精巣から長い輸精管を経て、貯精のうへと運ばれて行く。このように他には見られない独特の形態をとるし、精子それ自体も極めて特異な形態をしている。ラブカの場合も他の板鰓類と大同小異であるが、ここでは特にそのフォリクルと精子の構造とを詳細に観察した。

Fig.2 は精巣のフォリクルの光学顕微鏡写真で、この隣接切片を LEM-2000 超顕微鏡で撮影したものが Fig.3 であり、倍率は 60 倍である。

フォリクル内の完成した精子は、ラセン状を呈し、お互いがみあつて精子束 (clump) を形成し、基底膜方向に頭部束を並べ、ル



Fig.11,

ラブカ精巢内
アオリイサ精子
形成過程中的
極低倍像。

S. セルトリ細胞,
* 一つの精
子束を形成す
る細胞群が
隣接する細胞
群と境される
膜。

文 献

原 政子 (1978): サメ類の精子形成について, 海洋科学, 10.2, 106-110.

Stanley, H.P. (1964): Fine structure and development of the spermatozoon midpiece in the elasmobranch fish *Squalus suckleyi*, J.Cell.Biol., 23, 88A.

Stanley, H.P. (1965): Fine structure of the tail flagella in the spermatozoa of two chondrichthyan fishes, *Squalus suckleyi* and *Hydrolagus colliei*, Anat.Rec., 151, 419.

Stanley, H.P. (1971a): Fine structure of spermiogenesis in the elasmobranch fish *Squalus suckleyi* -I, Acrosome formation, nuclear elongation and differentiation of the midpiece axis, J. Ultrastruct. Res., 36, 86-102.

Stanley, H.P. (1971b): Fine structure of spermiogenesis in the elasmobranch fish *Squalus suckleyi* -II, Late stages of differentiation and structure of the mature spermatozoon, J.Ultrastruct. Res., 36, 103-118.

Tanaka, S., Hara, M. and Mizue, K. (1978): Studies on sharks-XIII, Electron microscopic study on spermatogenesis of the squalen shark *Centrophorus atromarginatus*, Japan.J.Ichthyol., 25, 3, 173-180.

Chen, C.T., Teshima, K. and Mizue, K. (1973): Studies on sharks-IV, Testes and spermatogenesis in selachians, Bull.Fac.Fish.Nagasaki Univ., 35, 53-56.

Mattai, X. (1970): Spermiogenese comporee des poissons. In B. Baccetti, ed. Comparative spermatology, Acc.Naz.dei Lincei., Roma, 57-70.

(1986年12月22日受付)

銚子産のラブカについて

Frill Shark from Choshi

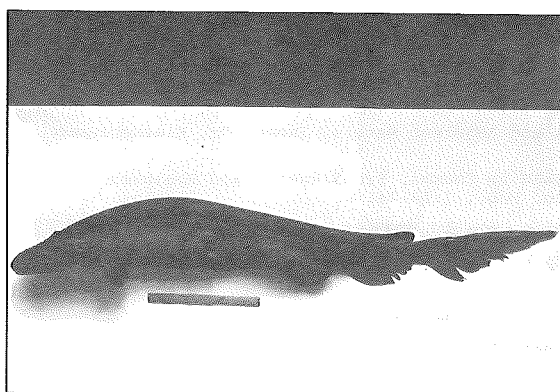
東京大学 農学部

Faculty of Agriculture,
University of Tokyo

谷内 透

Toru TANIUCHI

ラブカは世界の様々な海域から報告されるようになり、今では特に珍しい存在ではなくなりました (Compagno, 1984)。日本では恐らく模式産地であろうと想像される相模湾はいかに及ばず、駿河湾 (Tanaka, 1984)、伊豆諸島や銚子沖 (Taniuchi, 1984) でも記録されている。しかし、外国の研究者にとっては、まだまだ魅力的であるらしく、特に化石の研究者にとっては垂涎の的のような。最近でもイタリアの University of Parma の Dr. Franco Cigala-Fulgiosi から、ラブカの標本、それが無理であるなら顎歯だけでも入手したい といってきたので、読者諸兄の中で標本の入手が可能な方がおられたら、協力してやって欲しい。



Frill shark taken from off Choshi, April 17, 1980.

Table 1. Proportional dimension of the frill shark, *Chlamydoselachus anguineus*, female, 1618 mm TL, taken from off Choshi, April 17, 1980.

Snout tip:		Dorsal fin:	
outer nostril-----	1.1	overall length-----	12.2
eye-----	2.5	length base-----	9.8
mouth-----	0.6	length post.margin---	2.5
1st gill opening-----	9.5	height-----	2.2
3rd gill opening-----	11.7	Anal fin:	
6th gill opening-----	14.0	overall length-----	13.8
pectoral origin-----	14.3	length base-----	12.6
pelvic origin-----	43.0	length post.margin---	1.2
cloaca-----	50.9	height-----	4.4
dorsal fin origin-----	55.7	Pectoral fin:	
anal fin origin-----	55.5	length base-----	4.0
upper caudal origin---	70.1	length ant.margin---	6.8
lower caudal origin---	68.7	length post.margin---	3.2
Distance between bases:		length distal margin---	3.6
dorsal and caudal---	36.4	Pelvic fin:	
pectoral and pelvic---	29.7	overall length-----	10.9
pelvic and anal-----	2.2	length base-----	10.0
anal and caudal-----	0.8	length ant.margin---	7.8
Nostrils: distance between inner corners--	2.8	length distal margin---	6.1
Mouth:		caudal fin:	
width-----	6.1	length dorsal lobe---	25.0
length-----	5.3	length ventral lobe---	12.2
Labial furrows length:		Trunk at pectoral origin:	
upper-----	1.7	width-----	7.4
Gill opening lengths:		height-----	8.2
1st-----	4.8		
3rd-----	5.0		
6th-----	4.3		
Eye:			
horizontal diameter---	1.5		
vertical diameter---	0.8		

さて、筆者は銚子沖のラブカを一度解剖したことがあり、その経緯と得られた情報をここに記しておきたい。1979年に西ドイツの Dr. Friedrich H. Pfeil から小生あてに「ラブカの歯の研究をしているので、是非とも顎歯を入手したい」という内容の手紙に、ヨーロッパ産の化石の歯を同封してきた。当時当研究室にはラブカのホルマリン漬けの標本があったので、苦勞して写真を撮り彼に送ったところ、角度やピントが不充分であるから標本を借してくれといってきた。その時点でこちらの手に負えないと思い、あちら産の化石の歯を鷗見大歯学部の後藤仁敏先生に送りつけ、何とかしてやって欲しいと図々しくもお願いした。しかし、Dr. Pfeil から再度何とか標本を入手してくれといってきたが、どうしようもないのでそのままにしておいた。ところが、当時大学院の学生で現東京水産大学の馬場 治博士が乗船調査をしている折に、2尾のラブカを採集してくれた。そこで、1尾は解剖して Dr. Pfeil に顎歯を送ろうということになった。航空便で早速両顎歯を送ったのだが、一向に礼状も受領証も来ないので、もじかすると向うに着かなかつたのかもしいなと思っていたところ、1983年に彼の著になる *Palaeo Ichthyologica* 1 にこの標本が使われている事を知り、安心すると同時に、一言いってきた然るべきなのにと釈然としない想いを抱いたという経緯があり、忘れがたい標本として今でも記憶の中にある。

さて、この標本の採集日は1980年4月17日で、沖合底曳船吉代丸の97回目の操業中であるが、手許に資料がないので水深等についての情報は分らない。全長1618mmの雌で、体重は9.14 kg、肝臓重量1.92 kgであった。測定値はTable 1に記した。なお、この標本は成熟していると考えられるが、卵巣卵はまだ小さく、卵巣重量は左右ともに25gであった。輸卵管の大きさは、長さ67 cmで、幅0.5 cm、子宮の大きさは長さ16 cmで幅1.5 cmであった。胃内容物はニホンヘラザメ(*Apristurus japonicus*)で、重さ0.95 kg。標本として冷凍庫に放り込んだが、現在その所在は不明である。銚子沖ではニホンヘラザメは水深789-819 mで漁獲されており(谷内, 1983)、おそらくラブカもこれに近い水深で漁獲されたものと考えられる。Compagno(1984)はラブカの食物を頭足類や底生魚としているが、おそらく本報告がラブカがサメを餌としていた初めての記録であろう。なお、残りの肉については食用に供してみた。当時当研究室にいた丁君がしきりに"おいしい"を連発したのを記憶しているが、淡泊な味であったという以外、筆者には特に印象に残るような味ではなかった。あまりおいしくないという方が資源保護という面から無難であろう。

Literature cited

- Pfeil, F.H. 1983: *Paleo Ichthyologica* 1. Verlag Pfeil, Munchen, 315pp.
 Compagno, L.J.V. 1984: *FAO Species Catalogue Vol.4. Sharks of the World. Annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes.* FAO Fish. Synop., (125)1(4):1-249.
 Tanaka, S. 1984: *Chondrichthyes of Suruga Bay and Adjacent Waters. Japan. Gr. Elasmobranch Stu. Spec. Pub.*, 1:25-33.
 Taniuchi, T. 1984: *Distribution of elasmobranchs in Choshi, Izu Islands, and Ogasawara Islands. Japan. Gr. Elasmobranch Stu. Spec. Pub.*, 1:14-24.

谷内 透 1983: 板鰐類の移動と分布に関する研究, 昭和57年度文部省科学研究費補助金・特定研究, 「海洋の生物過程とその開発利用に関する基礎研究」研究報告書: 163-164.

Abstract

A 1619 mm female specimen of the frill shark, *Chlamydoselachus anguineus*, taken from off Choshi, was measured and dissected to provide teeth for a paleontological study in west Germany. This shark weighed 9.14 kg with a liver of 1.92 kg. It seemed to be mature judging by expanded uteri and long oviducts, although the ovary was only 25g in weight on each side. It contained *Apristurus japonicus* of 0.95 kg in its stomach.

(1986年12月27日受付)

古代的魚類ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* の脳 The Brain of Archaic Shark, *Chlamydoselachus anguineus*

横浜市立大学 医学部
 Yokohama City University
 School of Medicine

佐藤やす子
 Yasuko SATO

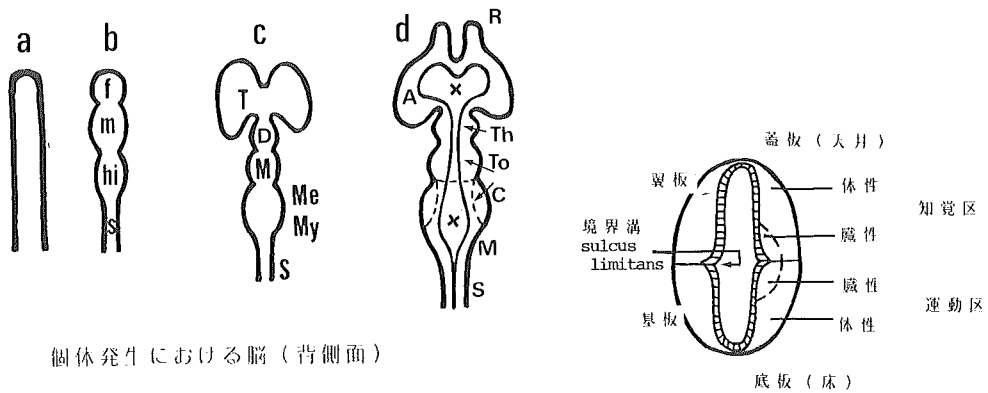
ラブカの脳の形態について述べる前に、魚類脳の基本設計をまず説明して参考としたい。

魚類脳の基本設計(図1)

魚類も、発生の初期には、他のすべての脊椎動物と同様、胚の背側部に体軸方向に沿う神経管が必ず形成される。脳は、この前端部の管壁が膨大して出来た器官である。膨大部は、前から順に前脳胞、中脳胞、後脳胞と呼び、脊椎は後脳胞に続く神経管から出来る。嗅覚に関連して生じた前脳胞は前脳になり、さらに1対の終脳とその間の間脳に分れ、視覚によって出来た中脳胞からは、中脳が形成される。後脳胞は平衡覚、側線、鰓器官との関係で発達して、中脳に続く後脳と脊髄へ続く髄脳(これらをあわせて菱脳という)に分かれる。終脳は左右に発達し

(図1 a)

脊椎動物の脳の基本設計



個体発生における脳（背側面）

a: 神経管

b: f 前脳胞, m 中脳胞, hi 後脳胞 S 脊髄

c: T 終脳, D 間脳, M 中脳, Me 後脳

Hy 髄脳, S 脊髄

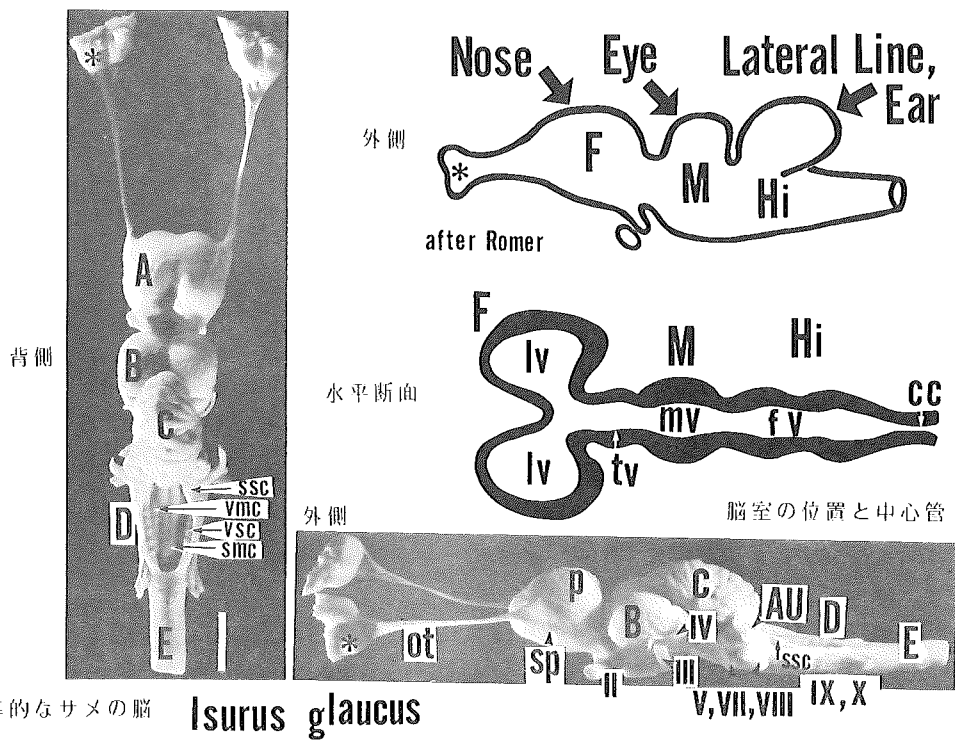
d: A 大脳半球, C 小脳, M 延髄, R 嗅脳

lh 視床, lo 視蓋, S 脊髄 x 脳室

神経管の断面

(図1 b)

主要な感覚器に対応する脳の区分



標準的なサメの脳

Isurus glaucus

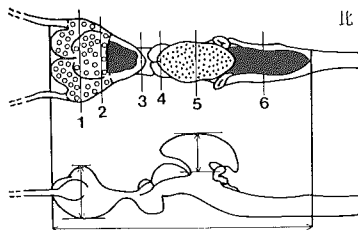
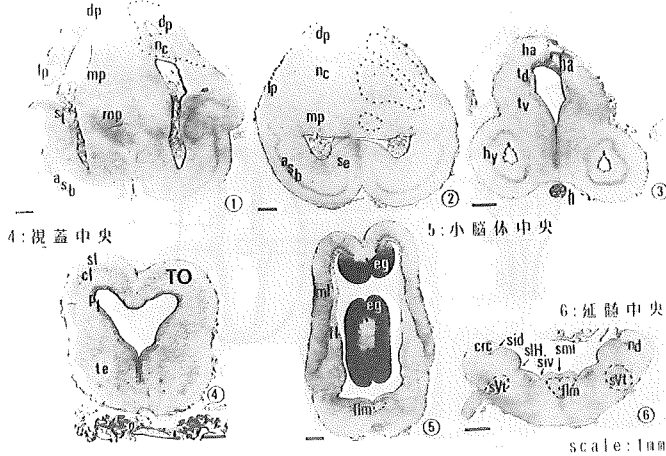
(図1C)

サメの脳各部の横断面 (ネコザメ *Heterodontus japonicus*)

1: 大脳半球中央

2: 大脳半球後部

3: 間脳前部



比較のために予め決めた範囲

大脳半球と小脳体面積

大脳半球と小脳体の高さ

1 ~ 6 :
脳各部位の断面の位置を示す

略号:

AU: 小脳耳, asb: 嗅結節, B.●: 中脳視蓋,
C: 小脳体, cc: 中心管, cl: 視床中心層,
crc: 小脳後, D: 延髄, dp: 背側外套, E: 食髓,
eg: 小脳顆粒層隆起, F: 前脳, li: 小脳線維層,
flm: 内側縦束, li: 後脳, h: 下垂体, ha: 手綱,
hy: 視床下部, I: 内耳 (三半規管), lp: 外側外套,
lv: 側脳室, M: 中脳, ml: 小脳顆粒層, mp: 内側
外套, N: 嗅囊, nc: 中心核, nd: 背側核, O: 眼,
ot: 嗅索, p: 外套, rnp: 神経孔窩, se: 中隔核,
sid: 背側中間溝, siv: 腹側中間溝, sh: 境界溝,
sm: 前正中溝, smc, ssc: 体性運動体性知覚各
機能柱, sp: 外套下部, st: 線条体, svl: 三叉
神経脊髄路, t: 終神経, td: 背側視床, te:
中脳波蓋, tv: 腹側視床, vf: 第4脳室, vm:
中脳脳室, vmc, vsc: 臍性運動, 臍性知覚各機能
柱, vs: 血管叢, vt: 第3脳室,
li: 視神経, lii: 動眼神経, lv: 滑車神経, v:
三叉神経, vi: 外転神経, vii: 顔面神経, viii:
内耳神経, ix: 舌咽神経, x: 迷走神経
✱: 嗅球, ★: 終脳茎, ▼: 視交叉, ㊦: 下葉

た大脳半球と間脳へ続く終脳茎を生じる。サメ脳は脊椎動物の脳の基本形態をよく残しているが、大脳半球は背側の外套と腹側の外套下部に区別され、外套と外側、背側、内側外套にわけられる。半球の吻側部は嗅球、嗅索、嗅結節(これらは狭義の嗅脳である)を生じ、嗅球の位置(大脳半球からの距離)と嗅索の長さは種類による相違がみられる。終脳茎は、一般的に言えば発達していない。しかし、サメ類では長い終脳茎がみられ、その背側は終脳脈絡組織で覆われている。硬骨魚類の終脳は、他の脊椎動物の場合とは、発達過程が全く異なるので特異な様相を呈している。そのために、硬骨魚類と他の脊椎動物との間で終脳各部位の相同についての論議が続けられている (Ariëns Kappers et al., 1936)。魚類の終脳は長い間、嗅覚系に属

していると考えられていた (Nieuwenhuys, 1976)。しかし、サメの終脳にも、嗅覚だけでなく、間脳で中継される視覚その他の種々の感覚情報を受けるニューロン集団(中心核)が背側外套にあることが実験的に証明され、サメの終脳と哺乳類の終脳との類似が言われるようになった (Cohen et al., 1973; Platt et al., 1974; Schroeder and Ebesson, 1974; Northcutt, 1981)。ラブカの背側外套にも、これと位置的に一致するニューロン集団が認められる (Sato et al., 1983; 図4)。すなわち、ラブカを含めてサメの終脳はヒトの大脳新皮質の最も古い祖先型であると考えられるようになった。また、硬骨魚類の終脳においても、嗅覚野の範囲は、これまでに考えられていたより狭いということが実験的に証明されている (Finger, 1975; etc.)。間脳について見ると、天井の大部分は脈絡組織であるが、側壁は発達して視床となる。視床は4部に分けられるが最も背側の視床上部は手綱と松果体を含み、

(図 2 a)

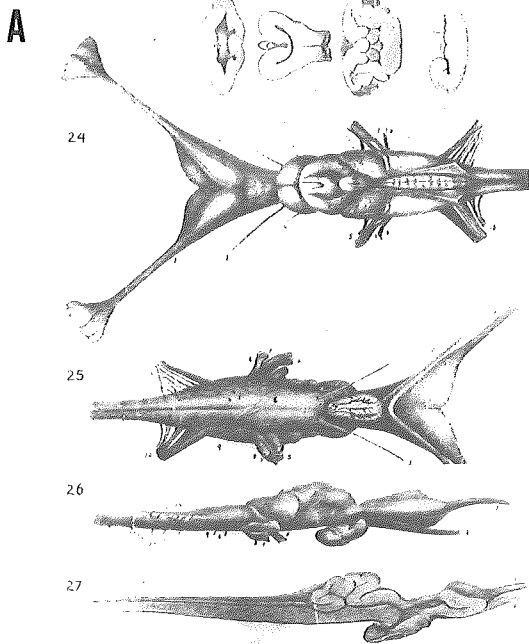


PLATE VI

THE BRAIN OF CHLAMYDOSELACHUS

Fig. 24. The brain in dorsal view and in transverse sections taken at various levels.

Fig. 25. Ventral view of the brain of the frilled shark.

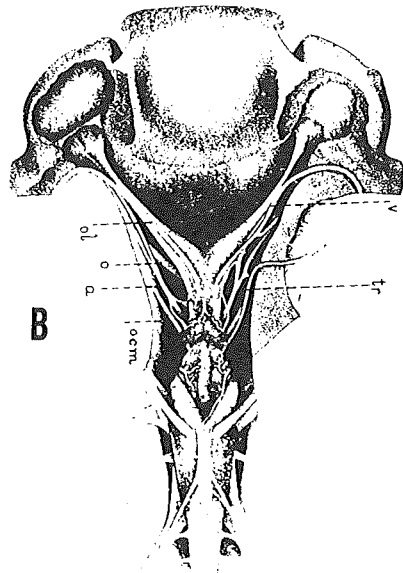
Fig. 26. The brain of *Chlamydoselachus* in lateral view.

Fig. 27. Vertical longitudinal section of the brain of *Chlamydoselachus*.

1, olfactory lobe; 2, cereus opticus; 3, oculomotorius; 4, trochlear; 5, trigeminal; 6, abducens; 7, facial; 8, acoustic; 9, glossopharyngeus; 10, vagus.

These figures are reproduced from the original drawings by Paulus Roetter for Garman, 1885.2, Pls. XV and XVI

Garman(1885.2.) の Pls. XV and XVIから
転写したラブカの脳 Smith(1937) による



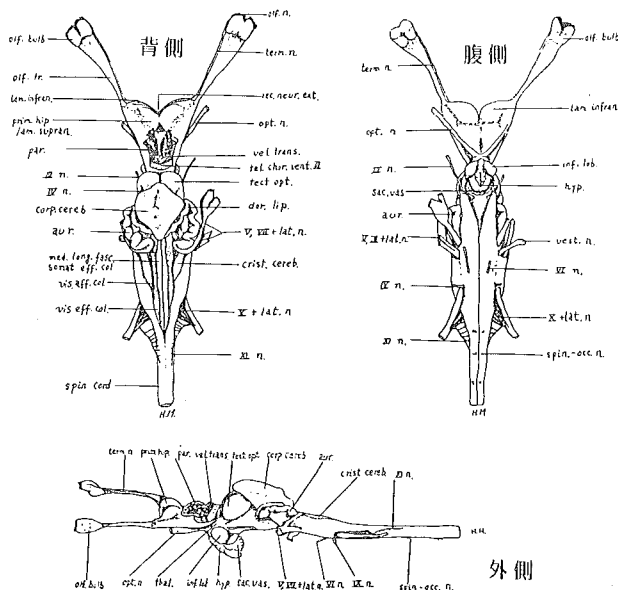
Allis(1923) の Fig. 59, pl. XXII

による

(図 2 b)

BRAIN OF CHLAMYDOSELACHUS

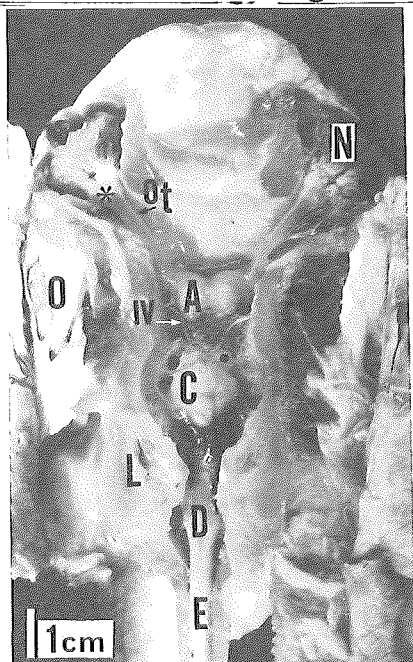
Masai(1961) による



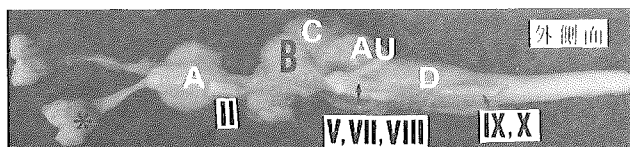
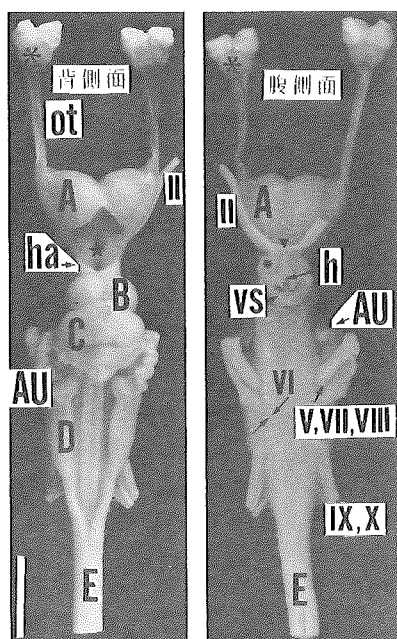
真中の2部は狭義の視床で、下位からのインパルスを受けて大脳半球へ送る中継地である。最も腹側部の視床下部は自律系の中核で、魚類の視床下部では、その外側部が特に膨大して味覚と嗅覚の相関中核になり、索餌や攻撃行動の調節に関係する(Ariëns Kappers et al., 1936; Demski & Knigge, 1971; Demski, 1973)。間脳底部からは腹側へ延びる漏斗が出来、その先端には下垂体(脳下垂体)が形成される。下垂体のすぐ後方は血管嚢で、水圧の受容器と考えられている。また、底部から左右へ突出した部分の先端には網膜を生じ、その途中は視神経となる。両側の視神経は、間脳底で視交叉を形成する。中脳の背側部には、1対の半球状の隆起すなわち視神経が終る中脳視蓋を生じるが、これは大多数の板鰐類でよく発達している。後脳の背側部は発達して小脳となる。板鰐類の小脳は小脳体および小脳耳から成り、硬骨魚類では

(図 3) 古代的魚類ラブカの脳

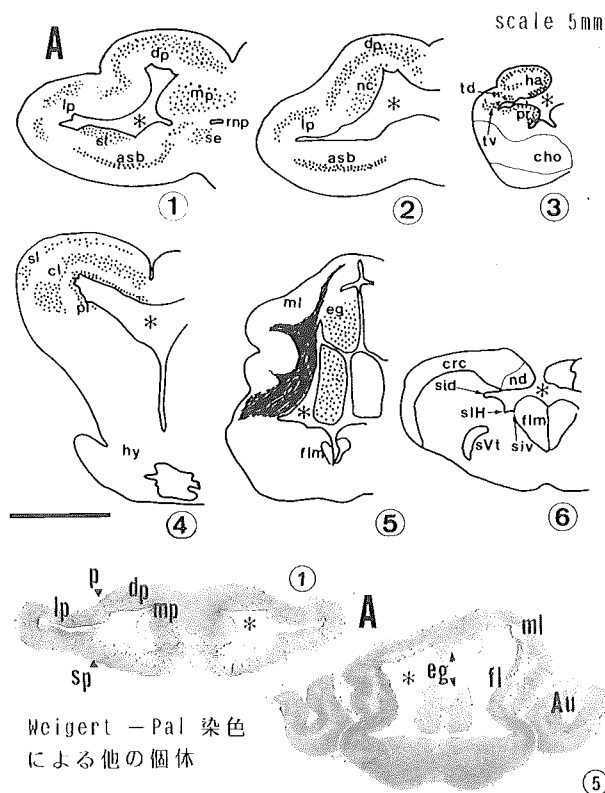
Chlamydoselachus anguineus



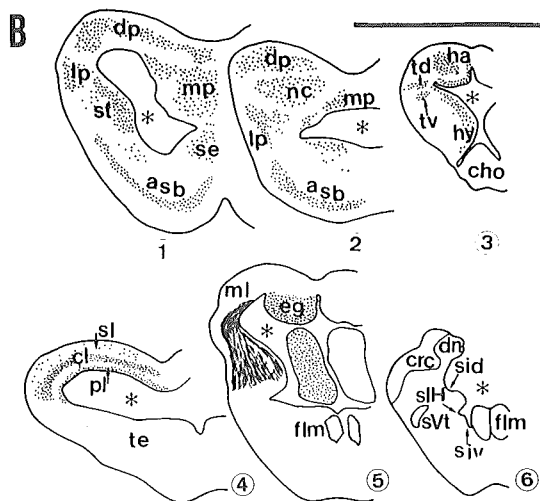
頭蓋腔内のラブカの脳 (背側面)



(図 4) ラブカ(A), フジクジフ(B) の前頭断標本 (Nissl染色) からのスケッチ,



※: 脳室, 略号と番号は図1を参照



(図5) これまでに検索したサメの種類と脳(種名の略号は表Aによる) その他の略号は図6を参照

A Squalomorphii

Chlamydoselachus anguineus (CA)
Notorynchus platycephalus (np)
Centroscyllium ritteri (cr)
Etmopterus lucifer (el)
Centrophorus atromarginatus (ca)
Squalus mitsukurii (sm)
Deania rostrata (dr)
Squaliolus laticaudus (sl)
Pristiophorus japonicus (pj)

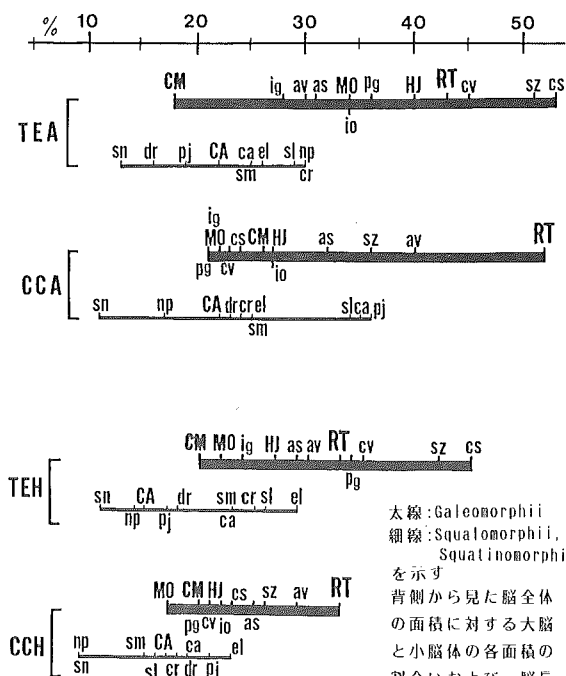
Squatinomorphii

Squatina nebulosa (sn)

Galeomorphii

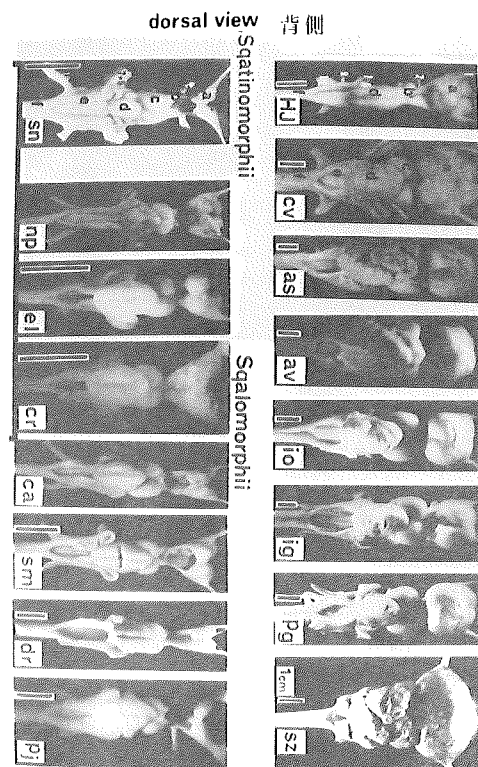
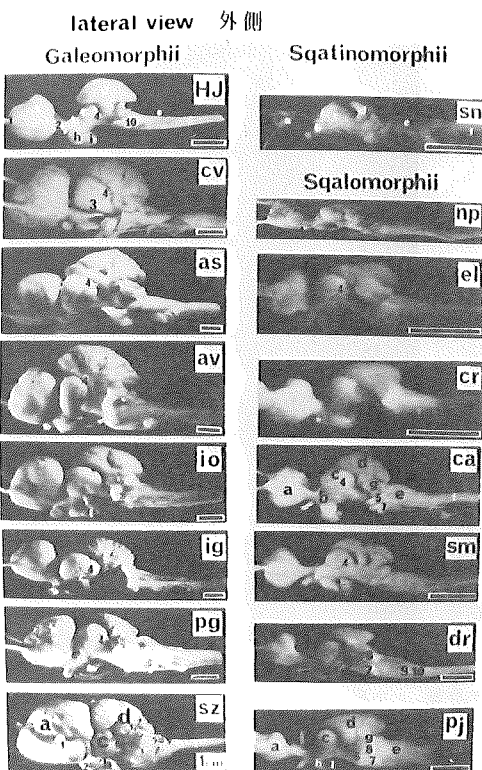
Heterodontus japonicus (HJ)
 * *Rhincodon typus* (RT)
Mitsukurina owstoni (MO)
Alopias superciliosus (as)
Alopias vulpinus (av)
 * *Cetorhinus maximus* (CM)
Isurus oxyrinchus (io)
Isurus glaucus (ig)
Carcharhinus sp. (cs)
Prionace glauca (pg)
Sphyrna zygaena (sz)

After Compagno
(1973)

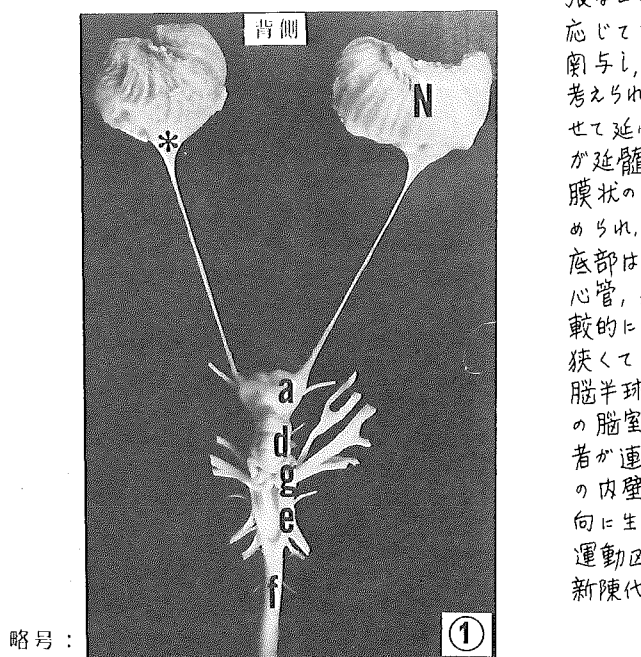


TEA, CCA: 大脳と小脳体の各面積.
 TEH, CCH: 大脳半球と小脳体の各高さ.
 これらの部位については図1cを参照.

太線: Galeomorphii
 細線: Squatinomorphii,
 Squatinomorphii
 を示す
 背側から見た脳全体
 の面積に対する大脳
 と小脳体の各面積の
 割合および、脳長
 に対する大脳半球と
 小脳体の各々の高さ
 の割合.

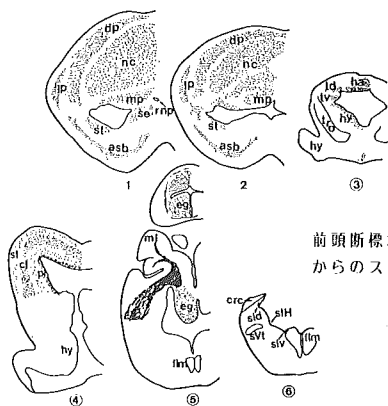
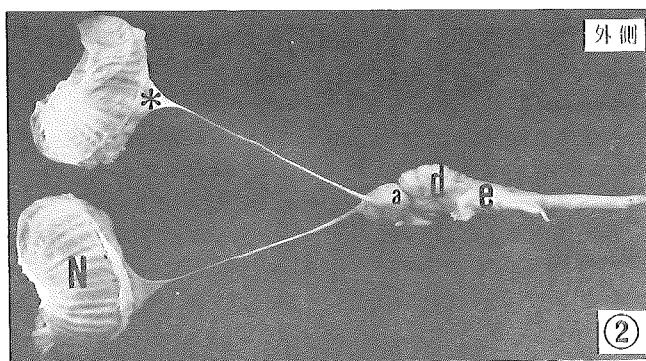


(図6) **Mitsukurina owstoni**



略号:

a: 大脳半球, b: 間脳(手綱), c: 視蓋(視葉), d: 小脳体, e: 延髄
f: 脊髄, g: 小脳耳, h: 下葉, i: 下垂体, 1: 嗅索, 2: 視神経, 3: 動眼
神経, 4: 滑車神経, 5: 三叉神経, 7: 顔面神経, 8: 内耳神経, 9: 舌咽
神経, 10: 迷走神経, その他の略号は図1を参照

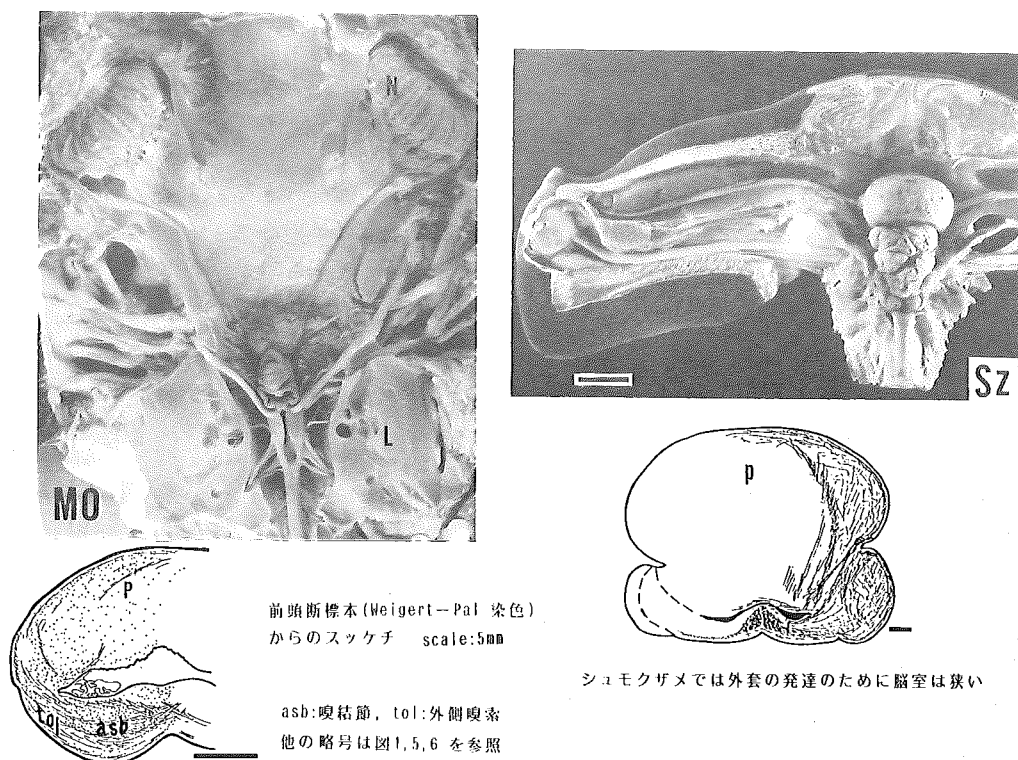


前頭断標本(Nissl染色)
からのスケッチ

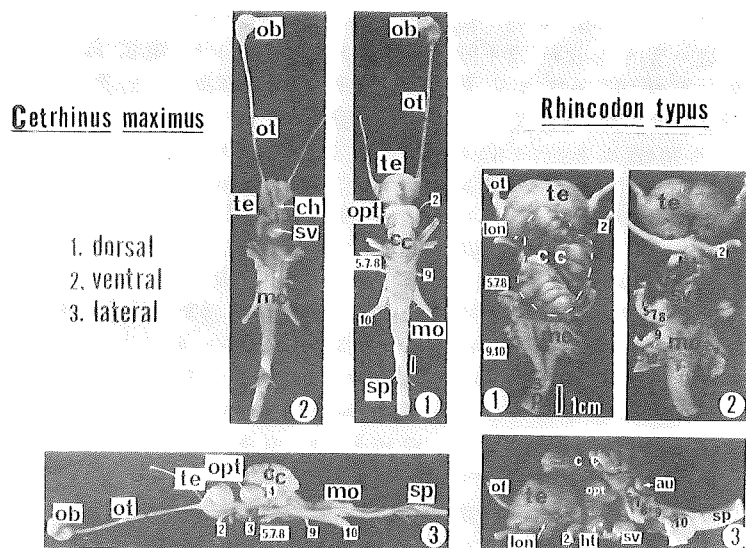
小脳体と小脳弁が区別される。小脳体は、筋緊張などの深部感覚を受け、体幹筋の発達に応じて大きくなる。小脳弁は側線と前庭器官とに關与し、小脳弁も、側線に關係があると一般には考えられている。小脳を除いた後脳と髄脳を合せて延髄というが、哺乳類の場合は髄脳だけが延髄になる。延髄の背側部分は、血管に富む膜状の脈絡組織でおおわれた第4脳室で占められ、第4脳室をとり囲む延髄の外側壁や底部は発達する。神経管の内腔は背髄では中心管、延髄では第4脳室と呼ばれ、中脳では比較的広くて中脳脳室といわれ(哺乳類では狭くて水道という)、間脳の第3脳室を経て大脳半球側脳室と連絡する。側脳室は嗅球内の脳室へ続き、ラバカでは長い嗅索を経て両者が連絡しているのがよく觀察される。神経管の内壁面には境界溝と呼ばれる溝が長軸方向に生じて、神経管を、背側の知覚区と、腹側の運動区とに分ける。更に境界溝に沿う部分は、新陳代謝など身体の内的な活動に關係する

臓性区域(自律系)になり、境界溝から離れた部分は体性の区域として、食物の獲得など外界からの情報に關係する部位となる。従つて、神経管の基本的な機能分担区域は、背側から順に、体知覚、臓知覚、臓運動および体運動区域となり、縦軸に平行な深い溝で区切られた柱状構造として配列する。板鰐類の延髄には、この柱状の機能構造が第4脳室の底部に明瞭にみられる。硬骨魚類、たとえばコイ科の魚では「ひハ」、頭部の皮膚、咽頭壁、口蓋などに味蕾が分布し、味覚は顔面、舌咽、迷走神経を介して延髄の背側部に入る。このため、延髄の背側部は膨隆し、顔面葉、舌咽葉および迷走葉を生じて一次の味覚中樞を形成する。ホウボウは胸鰭にある化学受容器のため、背髄前端部背側が膨隆する。中枢神経系の基本設計は遺伝的に決定されているが、他面では可塑性も有する。すなわち、知覚区はニューロンの増殖が運動区よりも盛んで、末梢の受容器からの影響を受け長年月の間に各知覚領域の灰白質がその運動に特有な形態をとるようになる。従つて、脊椎動物の脳の形態には系統発生的な体制による違いと共に、生態的位置 ecological niche による生活様式あるいは機能の特殊化に基因する違いの両方が反映されている。

(図 7) 頭蓋腔内の脳および大脳半球前頭断面



(図 8) ウバザメおよびジンバイザメの脳(背, 腹と左外側面)



略号:

au: 小脳耳, cc: 小脳体, ch: 視交叉, ht: 下葉, lon: 外側嗅索核,
mo: 延髄, ob: 嗅球, opt: 視蓋, ol: 嗅索, sp: 脊髄, sv: 血管囊,
te: 大脳半球, 数字は各脳神経

比較形態学上からみたラブカの脳

ラブカの natural history に関する最初の記載は, Gudger and Smith (1933) によれば Garman (1884.1 and 1885.2) で, 脳についての報告は Garman (1885.2, pp.16-17) による記載が最初である Smith (1937). Smith の引用から脳に関する一部を紹介してみる (図2). ラブカの脳は非常に小さく, 前脳の比較的な大きさは 高等なサメである *Carcharias* や *Zygaena* などよりも遙かに小さい. 視葉 (視蓋—佐藤) は丸く, 約半分だけが上からみられる. 小脳は中位の大きさで前端部には丸みがあり後方は鈍端状である. 表面はどちらかといえば平滑であつて, 3本の横走る窪みが見られる. 小脳の plication は比較的に多い. 延髄は大きく Notidanidae の延髄よりも幾分大きい. Smith からの引用を続けると, ラブカの前脳脳壁は薄くて *Scymnus* におけるよりも分化は低い. 多くのサメやエイでは, 大脳の両葉は, 正中でひとつに合わせて球状の塊となるが, ラブカでは大脳の両葉は外側に開いている (Wilder, 1905). 更に 脳半側について 背腹両面の 図 (Hawkes, 1906) 及び Allis (1923) による頭蓋内の脳背側面の 図と説明を紹介している. ラブカ脳の外部形態についての記載は Masai (1961) の報告がある. ここで紹介するラブカの脳は, 1981年6月5日, 蒲原沖のエビ網で捕獲された 全長 1,442 mm, 体重 7,700 g の雌から得た. 脳重は 4.1 g であつた. 標本はこれまでに観察することが出来た 成体4個体のうちの1個体である. ラブカの脳は全体としてみると背腹方向に扁平で, 灰白質であり, 発達程度は低い. 脳の表面は内脳膜 endomeninx が おおい, 脳と軟骨頭蓋内壁との間のない腔隙は結合組織が埋めている (鳥類以下の脊椎動物では, 蜘蛛膜と脳軟膜にわかれる内脳膜で脳は直接包まれている). 脳の最も先端には, 浅い溝で2葉に区切られた小さい嗅球 olfactory bulb が嗅嚢 nasal sac に接してみられる. 嗅球は長い嗅索 olfactory tract を介して 大脳半球 cerebral hemisphere と連絡する. 終神経 terminal nerve は, 嗅球内側部から大脳半球腹側正中の外神経孔窩 recessus neuroporicus externus へ嗅索の内側に沿って走る. 大脳半球は吻側部を除いて左右が癒合し, 背腹の正中には浅い溝がある. 終脳茎 telencephalon medium は外套で覆われることなく背側から露出してみられる. 間脳 diencephalon の背側部には糸網 habenula が, 腹側には, 視神経 optic nerve, 視交叉 optic chiasma, 下垂体 hypophysis, 血管嚢 vascular sac と視床下部 hypothalamus の腹外側が発達した下葉 inferior lobe がみられる. 背側から小脳体 corpus cerebel をみると, 左右対称な菱形で, 前後に分ける深い溝がある以外には顕著な溝はない. 中脳視蓋 optic tectum の後半部は小脳体でおおわれている. 第4脳室 fourth ventricle の脈絡組織を取り除いてみると, 多くの“ひた”を持った小脳耳 auricle があらわれる. 延髄 medulla oblongata は脳全体の半分近い割合を占め, 第4脳室の底にあたる部分には, 機能構造柱が背側から明かに区別される. 延髄の前端付近には, 三叉, 顔面, 聴, 平衡の各脳神経があり, その後方には舌咽神経, 迷走神経および脊髄神経が続く (図3). 以上は, 他の個体による Masai (1961) の所見と同様である (図2).

ラブカの形態上の特徴は, 古生代デボン紀の化石魚 *Cladoseiache* に類似していることで, 現存するサメ類中最も原始的な性質を留め, 産卵期以外は水深約 300 m—600 m の深海に生息するという. ラブカの運動方法は, Gudger and Smith (1933) の類推によれば, “その体型から岩の裂け目などの向を身をくねらせ, 緩やかに滑るように移動する”ということである. ラブカは刺激の少ない安室した深海の環境に構み, 地質時代における状態に近いまま生存し続けたと考えられる. 板鰓類の大脳半球も嗅覚だけでなく, 他の種々な知覚の統合中枢であり, 小脳も, 体運動の統制に関与する. ラブカ脳には, このような刺激の少ない生態的位置がもたらす生活様式が, 特に大脳半球と小脳体に著しく反映されているように思われる. 前頭断切片でみると, 大脳半球の発達は貧弱で, 外套は薄く側脳室は相対的に広がっている. 小脳体壁は他のサメと同様に, 4層構造が区別されるが, 全般的に薄く, 顆粒層と線維層の貧弱なことが目立つ (図4, A). 線維層には, 脊髄からのインパルスを小脳へ伝える神経線維が入るということと, 多くの研究者が実験的に証明している (Ebbesson & Hodde, 1981; etc.).

これまでの間に多くの種類のサメ脳を調べる機会に恵まれたが, そのうち測定に用いた材料を図5の表に示した. 分類は主として Compagno (1973) による. 図5に見るように, 背側面での大脳半球及び小脳体の面積が脳全体の面積に対する各割合, および, 脳長に対する大脳半球と小脳体の高さの割合は, Galeomorphii と Squalomorphii (便宜上 Squatinomorphii を含む) との間で差異がある. Galeomorphii の大脳半球は背側に膨隆し, 小脳体には小脳回が発達して, 表面積の増加をひきおこしている. したがって, *Heterodontus* (図1, C) と *Mitsukurina* (図6, 7) では比較的, これらの発達は貧弱である. Galeomorph を用いた Demski (1977) の電気生理学的実験によると, 積極的な攻撃をする捕食者であるという. また大脳

半球の中心核および小脳体は酸素消費量の多い部位であることが組織化学的に証明された(Kusunoki et al., 1973). Schaffer (1967) の説に従うと *Chlamydoselachus* と *Heterodontus* は原始的な種である。*Mitsukurina* は、デボン紀の *Bandringa* に外観が類似して同じく原始的な種であるという (Zangerl, 1969)。このような古い型の種は、深海あるいは海底に棲み、このような生息場所のために長年月の間、進化の淘汰圧から免れたままの形態をとどめている。これらの古代的なサメの脳は、特に背側外套の尾側部(後部)が発達から取り残されている(図4, 5, 6, 7)。*Heterodontus*, *Mitsukurina* は Galeomorphii に属するが、積極的な捕食者の他の Galeomorph のサメと比較して大脳半球も小脳体も発達が貧弱である(図1, 6, 7)。

さて、最近、*Cetorhinus maximus* および *Rhincodon typus* の脳を、観察する機会に恵まれた(図8)。ジンベエザメの大脳半球は、背側に膨隆し、小脳体もよく発達して大脳半球の後部を覆っている。また、小脳回も多く、小脳体は全体として左右不相称で、これらの様相は *Sphyrna* (図5, 7) と類似する。しかし、ウバザメの脳は全体としてみると扁平で、殊に、大脳半球も左右相称な小脳体も発達は貧弱で、小脳回も少ない。ウバザメの生態は殆んど知られていないが Matthews (1962) のによれば、冬季、深海で冬眠するという。

最後に、多くの標本を観察する機会を得たことを、また材料を御提供下さった沢山の方々に深く感謝の意を表します。

(1987年1月9日 受付)

“しんかい 2,000”で駿河湾を潜る

A diving in the Suruga Bay by deep-sea submarine
"Shinkai 2,000"

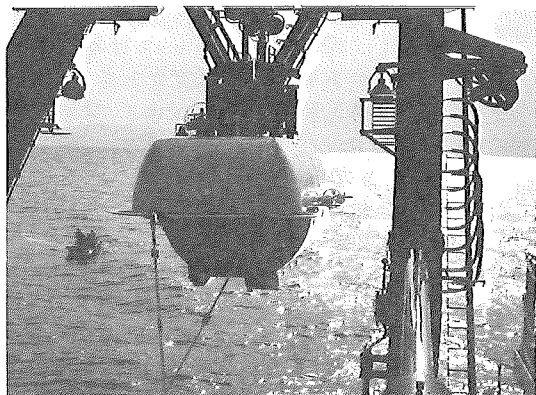
東海大学 海洋学部

田中 彰

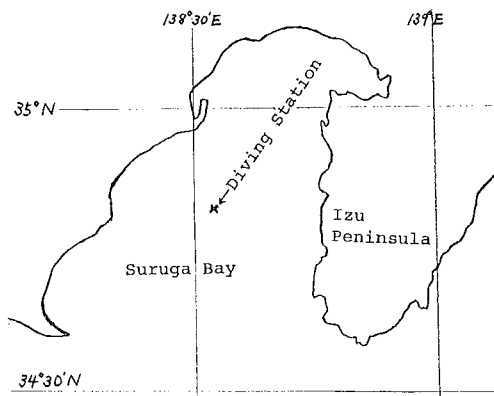
Faculty of Marine Science
and Technology,
Tokai University

Sho TANAKA

“しんかい 2,000”は皆様も御存じの様に日本で一番深く潜航出来る潜水調査船である。今回、その“しんかい 2,000”で駿河湾のちょうど中央部、焼津市と西伊豆の安良里とを結ぶ中点附近の水深1,350mの海底へ潜航したので、その時、観察された深海魚について報告する。

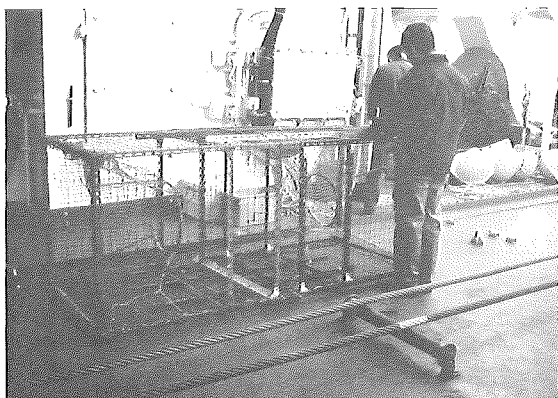


1, 母船より潜航のため海中におろされている“しんかい 2,000”



潜航地点

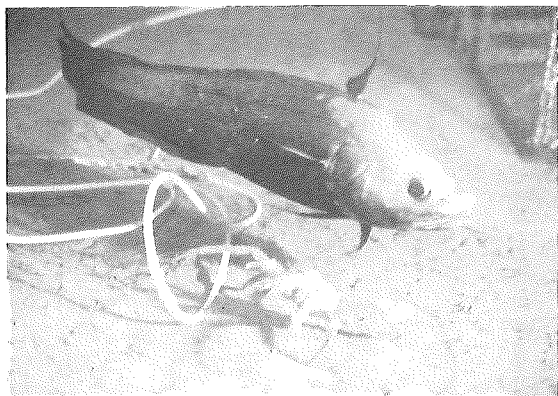
“しんかい 2,000”を利用する場合、まず、東京大学海洋研究所へその利用申込みを毎年2月頃にしなければならぬ。小生は東海大学海洋学部の久保田正教授を代表者として「発光生物の発光現象及び深海魚の遊泳行動の観察・調査」というテーマで申込み、深海調査研究委員会でもそのテーマを採択された。但し、北海道大学水産学部の乗木教授(水産化学専門)のグループと共同とのことであるので、生態的な分野の東海大グループが“しんかい 2,000”に乗船することに話し合われた。久保田教授は当会のメンバーでもあり、駿河湾の中深海性の魚類・イカ類を主に研究され、今回は発光生物の調査を計画された。



2, 使用したカゴ網, 母船なつしま船上にて。



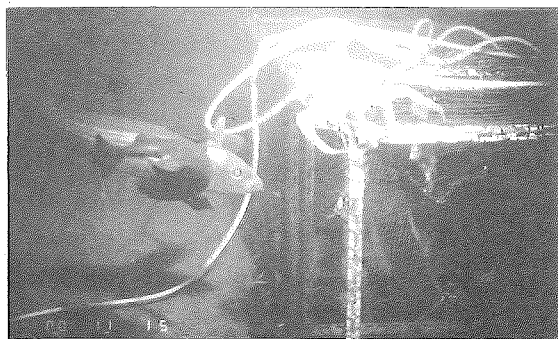
3, カンギエイの一種, "しんかい2000"より, 水深1350m。



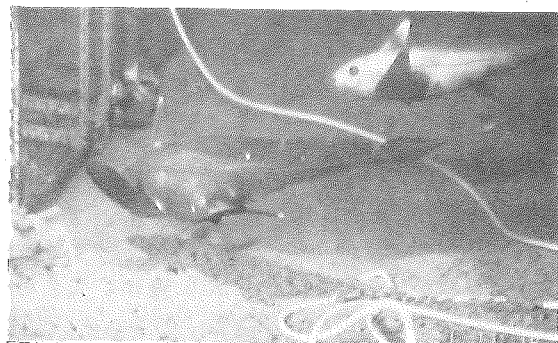
4, ソコクロダラ と イバラガニの一種

優に3mを越すカグラサメや蝶のように優雅に胸鰭で泳ぐギンザメの仲間が写されており、深海での軟骨魚類の生活を垣間見た思いがした。今回はただ潜航するだけでは、深海魚の発光現象や遊泳行動の研究にはならないと考え、深海魚を集め、出来ればそれを捕獲しようとした。今までの潜航をビデオで観察した所によると、1,000m以上の深海底は、全く砂漠の様に生物相が貧弱であり、特に魚類の様な大型生物は極めてめずらしい。しかし、餌を投入すると、暗黒の海底のどこからともなくアナゴの類やカニの類やソコダラの類やソコザメやギンザメの類が集って来る。彼等の餌に対する知覚機能は何だろうか。それで、集魚・捕獲のため、長さ225cm、幅91cm、高さ91cmのカゴ網(写真参照)を作成して、その中に餌をつらし、そのカゴ網を先にトランスポンダーと共にしぼめ、後から潜つてそれを

いかしながら、"しんかい2000"には研究者(観察者)は1人しか乗船出来ず、しかも潜航は、我々グループには1回しかチャンスが与えられなかつたので、話し合いの結果、小生の乗船を許可して下さい。小生はこの"しんかい2000"の調査に参加するのは2回目である。前回は、当会の会長である水江一弘氏が代表者となり「深海さめ類の生態調査」というテーマで、東京大学農学部谷内透氏と3人で"しんかい2000"の支援母船"なつしま"に乗船した。その時は谷内氏が"しんかい2000"に乗船する予定であつたが、残念ながら天候悪化のため、潜航は中止された。深海潜水は、これまでいわゆる胎動はあつたにしろ、本格的なものは、日本では、この"しんかい2000"が最初のことでもあり、また、何しろ1,000m以上の深海に潜るのであるから、万全、非常に慎重である。潜水艇の調子は勿論のこと、天候などの環境条件が少しでも悪いと潜航は中止される。条件が良くても、1日に何度も潜るようなことはなく、1日1潜航であり、その上、バッテリーの充電などで定期的に(3回か4回潜ると充電のため2~3日かかる)潜行不能となる。また、"しんかい2000"の乗船予定の研究者は、前もってセンターに集められ、潜航予備訓練を受けることになる。これらのことは全く当然のミレではあるが、その慎重さには驚かされる。この様な状況であるから、研究者にとつては"しんかい2000"に乗船して潜航出来るチャンスは甚少いということであり、しかも、予定表を見ると、大学の生物研究者に割り当てられる潜航日数が他に比べて少ないと思われる。しかし、潜航して直接観察するチャンスがなくとも、支援母船"なつしま"の船上では海底の状態がビデオで見られる。前回の場合でも、我々グループは潜航出来なかつたけれども、その航海の他の潜航時の海底状態が、母船上で手に取るようにビデオで観察出来た。その時撮影されたビデオに



5. イバラガニの一種, ムラサキギンザメ, ユメザメ(反転している)



6. イバラガニの一種, ギンザメの一種, ムラサキギンザメ



7. イバラガニの一種と ムラサキギンザメ

から右にあり,集った魚類は潮下からカゴ網に接近し,潮上から来ることはなかった。このことから,彼等の行動時に索餌では,嗅覚が重要な要因をなし,餌に接近したから,その大きさや形を振動(音)によって知覚するものと思われる。イバラガニは2尾見られたが,カゴ網の上に登りエサをさがしている様であった。身長約1mのムラサキギンザメ・ソコログダラは径40mmの入口に近づくが,体の一部が網にふれると反転し,カゴ網に魚は入らなかった。

生物の発光現象を観察するため,船外のライトを時々消し,視界にあった生物を観察したが,発光せず,カゴ網の餌のそばの発光玉のみが,ぼんやりと光っていた。今回は魚がカゴ網に入らなかったのど,目的とする深海魚の発光現象の詳しい観察は出来なかった。一方遊泳行動に関しては,特にギンザメ類の胸鰭による遊泳が目をついた。上下・前後するために胸鰭のみを使い,他は体の安定にのみ使われていた。ユメザメ属2種は可成り機敏に行動していた。ソコログダラは体型がギンザメ類に若干似ているがその遊泳には尾柄部が使われていた。

カゴ網附近の観察終了後,北大グループのベントス採集を行った。海底をしばらく航行し,タモ網を使ってナマコの類とウエの類を採集した。最後にユメザメが1尾,我々を見送るように観察窓近くによつて来たのが印象的であった。13時46分海底の世界に未練を残し,約1時間後の14時43分に光の世界に舞いもどった。カゴ網は残念ながら回収出来なかったが,今回の潜航は極めて貴重な体験であり,今後の研究の参考になった。(1986年12月26日受付)

観察し,魚類やカニ類などの深海生物が入った状態で回収することを計画した。

駿河湾の"しんかい2000"による調査航海は,毎年数回計画されているようで,今回の我々の調査は11月20日から29日の間の航海であった。この間,6回の潜航が計画され,小生の潜航は11月21日で,幸にも当日は天候始めすべての条件に恵まれ,順調に行われた。当日は,7時に出航し,8時すぎにstationに到着し,先にカゴ網と,トランスポンダーを投入した。餌としてはサバとイカの切身をカゴ網内部に吊した。前日,"しんかい2000"の内部に入り,簡単な説明を受けていたので,9時すぎに,いよいよ乗船という時にも,あまり緊張せずに乗り込んだ。田代船長,桜井潜航士ともに気さくな人で,これから100気圧以上の暗黒の世界に潜航する不安は全くなかった。

9時41分,いよいよ潜航を開始し,毎分25mの潜航スピードで左回転しながら,一路1350mの海底へとめざした。水深300mぐらいで,すでに観察窓からマニピュレーターが見えなくなり,船外のライトをつけ,生物の観察をした。くらげ類や小型の甲殻類などは目についたが,目的のハダカイワシ類は,ほとんど観察されなかった。途中防寒衣を着込み,10時45分頃よりトランスポンダーをつけたカゴ網をさがし,10時56分,カゴ網脇15mに着底した。水深は1350m,水温は2.7°Cであった。着底した時にすでにカゴ網の付近にはユメザメ・マルバラユメザメ・ムラサキギンザメ・ギンザメの一種・イバラガニの一種が集っていた(写真5,6,7)。その後,ガンギエイの一種が"しんかい2000"のすぐ前に来て,しばらくじつとどまつていた(写真3)。また,硬骨魚類ではソコログダラ(写真4)やコンゴウアナゴが観察された。海底での潮の流れは,当初向って左

ガンギエイ類の食性

Food of Rajidae

長崎大学 水産学部

Faculty of Fisheries
Nagasaki University

竹村 陽

Akira TAKEMURA

1. 餌料生物

ガンギエイ類の一般的な行動範囲から、餌料となる生物も底棲又は極めて海底近くを游泳する生物を摂餌していることは想像に難くない。餌料生物には魚類や甲殻類、頭足類が観察されるが、いずれも小型の種又は若令の生物である。この内、最も頻繁に胃中より観察されるのは甲殻類、特にエビ類(クルマエビ族 *Penaeidae*)である。次いで、魚類、カニ類であり、稀れにイカの類も摂餌している。ガンギエイとイサゴガンギエイはエビ類を主体に、魚類をも捕食しているが、大型種であるテングカスベの餌料は専ら魚類であつた。

2. 胃内容量

空胃率はガンギエイで約10%, イサゴガンギエイで38%, テングカスベで14%と種により著しく変化に富んでいるが、いずれの種でも胃中には約50%以下の残渣が観察されることが多い。また、胃中に餌生物が充満していることは極めて稀れである。胃中に見られる餌生物の数をみると、大量に摂餌している時でも5~7尾であり、さらに一尾しかみられないことが多いことから、一時に摂餌する個体数はそれほど多いものとは思えない。さらに、体重に対する胃内容物重量はガンギエイで平均1.44%, 最大4.63%, イサゴガンギエイで平均0.67%, 最大2.53%, テングカスベで平均2.28%, 最大3.43%であつた。平均値では大型種ほど大きい値を示しているが、最大値には種による顕著な差異は見い出されない。

3. 餌料生物の選択性

右の表からも分かるように、胃内容物が同一グループの餌料生物種に限られる割合は、ガンギエイで77%, イサゴガンギエイで82%, テングカスベで71%と高く、かなり選択的に摂餌していることが伺える。

また、ガンギエイやイサゴガンギエイの小型種は、エビ類を中心に、テングカスベやアカエイのような大型種では、魚類を中心にしている。

餌料生物の選択性

	<i>R.kenojei</i>	<i>R.hollandi</i>	<i>R.tengu</i>	<i>D.akajei</i>	<i>H.tobiiei</i>
Shrimp	39	14	0	1	0
Fish	20	3	4	6	0
Squid	1	1	1	0	0
Crab	0	0	0	0	0
Mantis crab	1	0	0	0	0
Shrimp & Fish	16	2	1	3	1
Shrimp & crab	1	1	0	1	0
Fish & crab	1	0	0	0	0
Squid & Shrimp	0	0	1	0	0
Shrimp, squid, & mantis crab	0	1	0	0	0
Single mixture	61	18	5	7	0
	18	4	2	4	1

4. 成長に伴う食性の変化

ガンギエイの場合では、シヤコ、カニ、エビといった動きの鈍い生物を摂餌するのは、小型のものに多く、大型に移行するにつれて主体は魚類の方へ移る傾向が伺える。即ち、行動力が大きくなるにつれて、動きの早いものまで餌料生物にすることが出来るようになる。また、エビ、カニを摂餌する場合も、大型の個体は、特に大型のものを摂餌している。一方、イサゴガンギエイの場合は、成長に伴う餌料生物の変化は観察されなかつた。

5. 成長に伴う摂餌量の変化

ガンギエイ、イサゴガンギエイ共に顕著な成長に伴う摂餌量の体重に対する割合の変化は観察されなかつた。即ち、摂餌量はほぼ体重に比例しているといえる。

The shrimp was most popular species in the food of Rajidae and, small fish, other crustacea and squid were also eaten. But those food in larger species (*Raja tengu*) was chiefly consisted with fish. Each species selected in their food, however, the food was changed to more active and larger species along with their growth.

(1986年10月7日受付)

文献紹介

Paper Review

Fay H. WOLFSON
Hubbs Marine Research Institute, San Diego, California,
U.S.A.

Occurrences of the Whale Shark, *Rhincodon typus* Smith

Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second
International Conference on Indo-Pacific Fishes,
pp. 208-226, 1986.

吉村 浩

Hiroshi YOSHIMURA

本論文の前に 著者は Whale Shark の仔魚 7 尾 (550-930mm) について The Fisheries Society of the British Isles (1983) に報告している。即ち、これらの仔魚のうち、4 尾は 中米沖太平洋、1 尾は メキシコ湾、他の 2 尾は アフリカ西部赤道海域で採集されているが、これらは 何れも 熱帯亜熱帯海域で、旋網曳網でとられたものである。Garrick (1964) が ころみた本種の成長に伴うプロポーション変化と比較させて 著者はこれら仔魚の相対成長を論じている。また、その場合、7 尾の仔魚の外に、メキシコ湾でとられた 355mm の胎仔 (Texas Parks and Wildlife Department に保存されている様だ) のデータ (Reid, G.K., Copeia 2, 157-158, 1975) を利用している。併し、著者はこの論文の中で、ジンベエザメが「胎生か卵生か」と云う項をもうけて論じ、Southwell (1912-1913), Gudger (1915, 1933, 1935, 1952), Bigelow & Schroeder (1948), Baughman (1955), Nolan & Taylor (1978), Gilbert (1981/82), Breuer (1954), などの主張を引用して紹介しているが、結局、ジンベエザメの繁殖形態 (胎生か卵生か?) は疑問のままで解決されていないとしている。この事は実に興味ある問題と思われる。他に胎仔が見つからないので現在の段階では、この唯一の胎仔をもとにして、前述の先輩諸氏があれこれ論争しているのであるが、そのキーポイントは「この 355mm の胎仔が 淡い琥珀色をした薄い卵殻 (胎仔膜)、…… (かもその卵殻のすみの部分は未発達な巻ヒゲ状であつたりしいが) …… その卵殻をががったまま母体から生み出されるか、又は卵殻がなくして仔魚の形態で生み出されるか」であると思われる。次に著者は本種は 1m-4m のものの標本および知見が全くないことに強い興味と不可解さを感じている。要するに、仔魚にしろ、胎仔にしろ、もつと多くの標本と知見を集める努力をすることが肝要であり、現段階で本種の生活史を論じても話にならないということである。

さて、次に、表題の論文に入る。昨年 (1985 年) 夏の インド太平洋魚類学会で著者の発表を拜聴した人は多いと思うが、これは正に労作である。著者は自身の論文も含めてジンベエザメに関する 208 編の (著者数 153 名の) 報文 (1828-1984) を注意深く整理・分類している。即ち、これらの報告はその大部分が観察記録であり、その中には 繰り返し報告されたものや、以前の報告の要約や、1 つの観察が重複されたものなどあつて、実際に観察したものより多数ある様な印象を与えるが、この様に混同した捕獲又は観察位置は海域別にして詳細な表 (Table 1-9) に統合・整理されている。

Table 1, フィリピン海域 (26 地点), 東部インド洋 (7).

Table 2, アジア (7), 台湾近海 (9), 日本近海 (9), 中国沿海 (7).

Table 3, オーストラリア近海 (34).

筆者付記 長崎大学水産学部練習船 鶴洋丸による米式旋網漁業学生実習のため、筆者は南洋諸島海域を 10 数回航海したが、この海域でのジンベエザメ発見は他海域におけるより多い。Coral Sea, Solomon Sea and Bismarck Sea では特に多い。そのうち発見記録をまとめた報告する。

Table 4, カリフォルニア湾を除く東部太平洋 (35).

Table 5, カリフォルニア湾 (Sea of Cortez) (34).

Table 6, カリブ海 (19), メキシコ湾 (24), フロリダ及びアメリカ南東部沿海 (6).

Table 7, アフリカ沿海 (34).

Table 8, インド洋東部諸島海域 (14), 紅海及びイラン海 (10), インドパキスタン沿海 (36).

Table 9, スリランカ近海 (15).

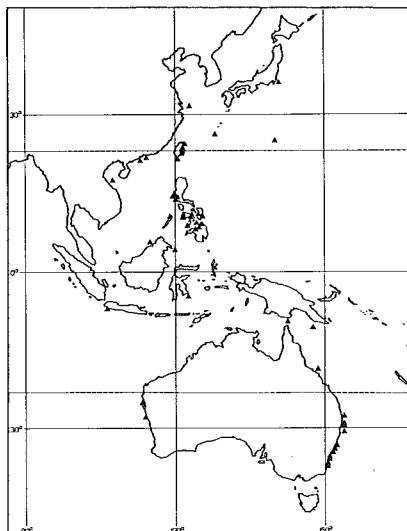


Fig. 1, Western Pacific, Australian waters.

Each triangle represents a locality where at least one whale shark has been reported.

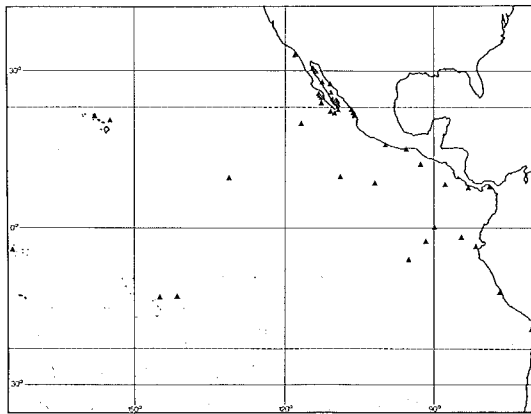


Fig.2, Eastern Pacific, Sea of Cortez.

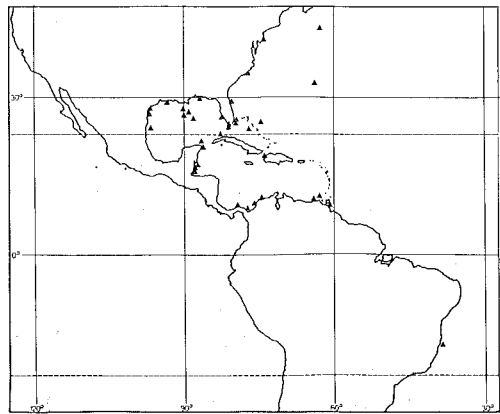


Fig.3, Gulf of Mexico, Caribbean, Western Atlantic Ocean.

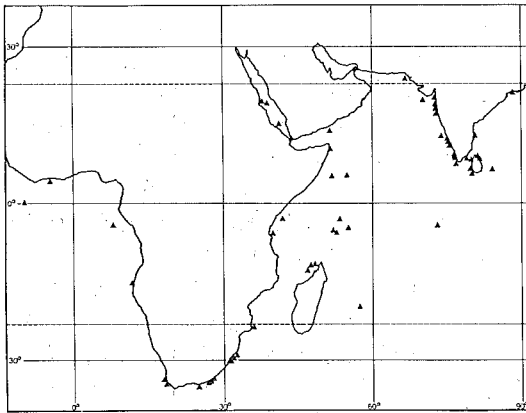


Fig.4, Indian Ocean, Red and Iranian Seas, Africa.

そして、Table 1-3 の観察位置を Fig.1 に、Table 4-5 を Fig.2 に、Table 6 を Fig.3 に、Table 7-9 を Fig.4 に図示しているが、これらの図によって本種のおおよその棲息域は、地中海を除く世界のすべての暖海域であることが分る。

次に、この論文末尾にリストアップされているジンベエザメに関する文献目録それ自体も極めて価値あるものであり、今後本種に興味を持ち、これを研究しようとする後進にとつて甚だ貴重である。なお、念のため附記するが、本論文の文献番号の項では "Gudger, E.W., 1932 b. The whale shark, *Rhineodon typus*, among the Seychelles Islands. Nature, 130:169." がぬけている。

漁業、特に旋網漁業や一本釣り漁業にとつては本種が漁の指標になるとして昔から利

用されているが、余りにもその図体が巨大であり、又、食用としてこれを利用する地方が少い（内田、1984 本会報18号、によれば、本種は台湾においてのみ食用として利用されているようである）ため、本種についての研究は困難である。しかし、それにしても、この世界最大の魚についての知見が非常に貧弱であることは今更ながら驚かされる。

（1986年10月24日受付）

