

綜 説

鯨 の 耳

——その特異構造の問題点——

金沢大学医学部解剖学教室

教 授 山 田 致 知

緒 論

一口に鯨といつてもその種類はきわめて多く、大型で比較的種類の少いヒゲ鯨亜目 (*Mystacoceti*) と、一般にもつと小型であるが種類の多い歯鯨亜目 (*Odontoceti*) とに分類される多彩な動物群であつて、分類学上独立した目 (*Order Cetacea*) をなしている。しかし、多彩とはいつても、水中に発生しあらゆる深さの生活に適応放散した魚類にくらべると、はるかにユニフォームであり、前肢はヒレのように変形し後肢はまったく体表から認められない上に全体の体型は紡錘型であるといつた一般性を有している。このゆえに鯨目は哺乳動物でありながら魚類という別綱に列せられて比較的最近に及んだほどの特異な動物である。そして、その著しい分化のゆえに、鯨目は医学と生物学のどの分科の立場からみても興味ある研究対象であつたし今後もそうであるにちがいない。

鯨類の化石は相当種が知られているが、いずれもすでにある程度まで鯨としての分化をとげていて、これこそ鯨の真の祖先であるという化石種は今日もなお発見されていない。したがつて鯨目の由来についてはいろいろに見解がわかれているけれども、その祖先が、それが単一であつても複数であつても、分化の始期に陸上の生活から海に入つたとする見解はおそらく妥当であると考えられる。それは、そもそも脊椎動物なるものが水中に発生したのち、陸上の生活は二次的に開拓されたからであつて、哺乳動物はその最終形態として発生し進化したものであるからである。

このようなわけで、鯨目の研究には、第一に鯨が哺乳動物の体制原則を堅持しつつ水中生活に適応したという特異な条件が興味の中心となるが、とくにその聴覚器については、さらにさかのぼつてこの器官のへてきた系統発生の特異性がわれわれの関心を大きくする。すなわち、水中に発生した原始脊椎動物は当然水

中音をきいたのであるが、後に陸上生活に移行した分化した脊椎動物では、両生類・爬虫類・鳥類という系統的進化段階を通じてそれぞれ多少の特異性を保有しながらも、一応の系列として空中音の受容のために分化のすすんだ構造を創りだしていつた。その極点が哺乳動物の聴覚器であつて、人体解剖学の記載するような構造により空気の振動が終局的には内耳リンパの振動におきかえられることによつて音を刺戟として感ずる。このようにして一旦空中音の受容に適応した哺乳動物の耳をもつて、ふたたび水中音をきかなければならなくなつた鯨目の皮肉な宿命が私の興味をさらに大きくした。

このような意味づけとは別に、鯨目がすぐれた聴覚をもっていることはすでにギリシャ神話の時代から人類知識として存在していた。イルカ (歯鯨亜目) に一命を托してコトをかなでて海に身をおどらせて難をのがれた *Arion* の物語や、ロンゴスのかいた“ダフニスとクロエ” (牧人の恋がたり) にでてくるころのイルカが楽のしらべにあわせて舟の水先案内をすくんだりなどはその証拠としてあげてよいと思う。日本でも鎌倉時代におこつたとつたえられる古式捕鯨法はフナバタをたたいてその強弱緩急により数里にわたつて鯨をおつている。同じように音を用いてイルカをおう漁法は今日も伊豆地方や紀州の小型捕鯨にのこつている。大西洋のフェロー島にも同様の漁法が今もおこなわれているという。海は“沈黙の世界”でなく、あらゆる音によつてみだされているという事実は第二次大戦によつて得られた新知識の一つであるが、水中生活において音が重要な外界の刺戟であろうと想像することは理由のないことではなく、鯨がよく音をきくのも当然のように思われる。戦後とくにアメリカで小型の鯨類が飼育可能となり、他方戦争中海軍によつておこなわれた水中聴音技術の発達とあいまつて、ついで

に鯨類が超音波をきく事実が確認されるにいたつた。さらに彼等の少なくともある種がみずから超音波を発し、いわゆる *Echolocation* をおこなう事実も動物心理学的に証明された (e. g. Kellogg, 1958)。この点で鯨類は知られているかぎりでは翼手目とならんで特筆に価する動物群に列せられる。

解剖学的にみても、鯨の聴神経はどの脳神経よりも強大で、とくに歯鯨亜目のすぐれた聴覚がその中枢神経系の解剖所見によつて裏づけられている (e. g. Oga-wa & Arifuku, 1948)。おそらく今までのべたような理由で早くから多くの先学が鯨の耳に注目して、これを研究したことは不思議ではない。事実すでに18世紀に Cuvier, Monro II, v. Baer など比較解剖学の創始者の研究があるが、とくに19世紀後半から20世紀初頭にかけて多くの研究があいついでおこなわれている。そのなかには Hyrtl (1845), Denker (1902), Kolmer (1908) らの著名な解剖学者や耳科の大家の名もみえている。そして戦後になつて、しばらくとどえていた鯨の耳の研究がふたたびさかんととなり、Fraser & Purves (1954), Edinger (1955), Reysenbach de Haan (1957), Fraser (1958), Purves (1958), Kellogg (1959) らとそれに先がけて私自身 (1948, 1953) などの仕事があいついで現われ、かつてみられなかつたような多くの立場から問題を検討することになつた。

鯨の研究では一般的な傾向であるが、どうかするとつとも容易に入手できて解剖に便利な小型の種類、とくに *Delphinidae* (イルカ科) が研究され、その結論を鯨目全般におしひろげる傾向が目立ち、耳の研究についても例外でない。しかし *Delphinidae* は鯨のなかでもきわめて特殊であつて、これが特殊であることはつねに念頭において議論をすすめる必要があると私は考える。そして事実、大きい見解の相異が異つた種類を研究したためにおこつていると思うので、私はできるかぎり多くの種類をしらべることになつて、今日までに18種類をしらべてきた。いずれにしても最近では初期にありがちであつたような解剖所見の不一致はほとんどおこらなくなつてきているけれども、反面それらの意味づけ、とくにどのような機構によつて水中音をきくかという問題については今日もなお諸所に対立する意見が存在する。

耳の研究であるから聴覚系統がおもな問題になるのは当然であるけれども、内耳には系統的にさらに古い成分である重要な平衡覚部がある。これについても鯨目にはきわめて特異な特徴があるので、まず外中耳について問題となる構造を説明したのち、内耳の項でこの問題にもふれてみたい。

I 外耳と中耳について

外 耳 孔

鯨目には外耳介がまったく消失してしまつてゐるから、外耳孔は単なる小さい孔として、ほぼ眼と前肢基部前縁との中央に開いている。最大種体長 25~30m の *Balaenoptera musculus* (シロナガス鯨) で外耳孔はようやく小指の末節をおしこむことができる程度である。小型の歯鯨亜目では体表からの観察だけでは外耳孔を確認できないことも珍しくない。外耳孔はまた眼の高さより多少下方によつて位置し、頭蓋後縁線にはほぼ一致している。

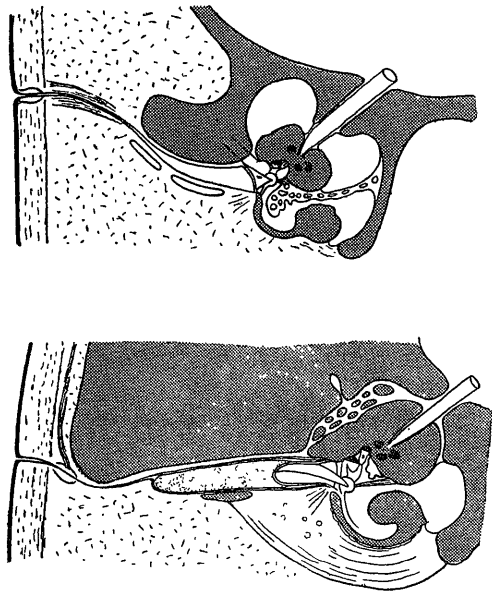


図1 鯨類聴覚器の前頭面における模型図
歯鯨亜目(上)とヒゲ鯨亜目(下)

外 耳 道

外耳孔を入ると、外耳道は厚い皮下脂肪層をつらぬいて、やがて鱗状骨 (*Os squamosum* = 側頭骨の *Pars squamosa* が独立したもの) の下面にある溝のなかを内方に走つて鼓膜に達する。この間外耳道はゆるやかなS字状の彎曲を示し、おそらくすべての種類に共通な現象として、脂肪層をつらぬいたところに狭窄部がある。ある種類たとえば *Physeter* (マッコウ鯨) でこの狭窄部は顕微鏡的内腔を有し、その表皮下に層板小体が分布している (図2)。鍍銀標本を復構して検索すると、この小体は *Golgi-Mazzoni* 小体に属するものと思われるが、著しく長いか、または迂曲しているのが特徴である。分岐することはないようであ

る。少数種を検索したかぎりでは判断すると、同様の層板小体の存在は一般的であるように思われる。かつて私は、鯨目の外耳道は退化器官であつて伝音機能はまったく失われていると考えたので、これらの感覚小体の存在は、水の圧力によつて狭窄部外耳道がおしつぶされたさいにその圧力を感知するいわば水深計のはたらきをする装置であろうかと考えた。しかし一方ではこのような狭窄部に貧弱ではあるが外耳筋が附着して(図3)、この筋の収縮によつて外耳孔が陥没し

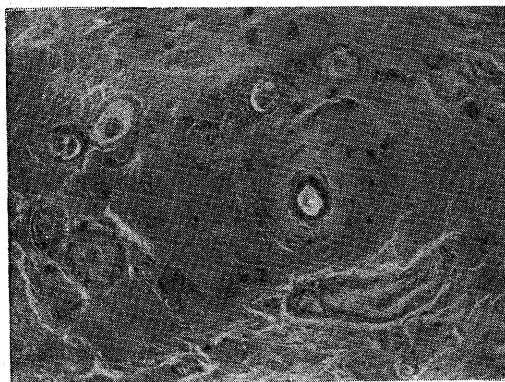


図2 *Physeter* の外耳道狭窄部における層板小体の分布

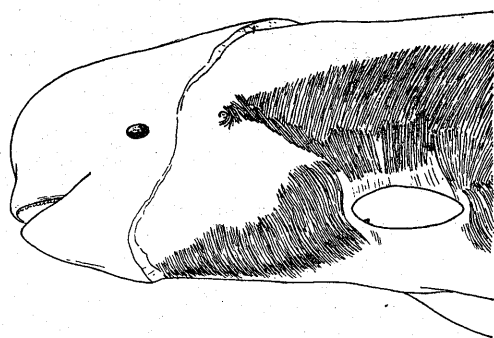


図3 *Neomeris* (スナメリ) の皮下筋

たと思われるイルカの写真が(しかもハイドロフォンの発する水中音をきいている算大) Essapian (1953) によつて発表されたので、外耳筋の収縮が音をきくことに関連があるらしい可能性が考えられるようになった。

外耳道についてこの機会にふれておく必要のあることがもう一つある。外耳道の深部には歯鯨とヒゲ鯨の別なく鼓膜にむかつて多少とも顕著な膨大部がある。歯鯨垂目で外側の狭窄部が連続して膨大部に移行することはほぼ明らかであるが、ヒゲ鯨垂目では両者のあ

いだに中絶部があると信ぜられた時代があつた。このことを最初にのべたのは Lillie (1910) であつて、私自身も (1948, 1953) Lillie に同意したのであつたけれども、この所見は誤りであつたようで、図1に示すように狭窄部がまったく突如として膨大部の外側端でその上縁に通じているというのが正しい。これらの内側膨大部には、ヒゲ鯨垂目では耳垢栓とよばれる外耳道表皮の脱落物質らしい物質が多くの場合固形で充満し鼓膜外側面に密接している。このものには層状構造が Purves (1955) によつて発見せられ、鯨の年齢判定の資料として近年とみに注目をあつめるようになった。歯鯨垂目ではこの膨大部にペースト状の物質が充満していて、いずれにしても外耳道に空気が含まれていないことが注意される。またある種類では外耳孔を入つたところにリンパ装置が発達しているなどの特殊な構造がみられる。

鼓膜

このような外耳道の内側端に位置している鼓膜は、歯鯨垂目ではやや凹んだ膜であるが、ヒゲ鯨垂目では指サック状に外耳道内に突出し、その外側面に外耳道の耳垢栓が緊密に接してこれをつつんでいることはすでにのべた。いずれの場合も鼓膜はツチ骨と多少へだたつていて、両者を靭帯構造が連結している。それは歯鯨垂目では三角靭帯とよばれ、ヒゲ鯨垂目では丈夫な桿状靭帯が外突する鼓膜の内面上部からおこつてツチ骨に連続している。いずれにしても鼓膜にはかなりの肥厚がみられるので、振動膜としての機能は失われていると考えられてきた。

1954年に Fraser & Purves は冷凍したヒゲ鯨の材料を解冻して、実験的に外耳道が伝音機能を有していると結論し、外耳道以外の軟部組織をとおつて振動が深部に達することはないとのべた。これに対して Reysenbach de Haan (1956) は、方法は異なるがやはり実験的に、外耳道には選択的に振動を伝える能力はないと反論した。しかし、外耳道を振動が伝わつても伝わらなくても、鼓膜はそれより外部にある軟部構造を介して外界の媒質である水と、他方では鼓膜内側にある中耳腔の気体という二つの異つた媒質のあいだに厳然たる境界をなしている。このような境界膜はたしかに振動し得る構造であるかも知れない。そして外耳道が Fraser & Purves (1954) のいうように直接音を伝えることがなくても、かりに何らかの形で機能的に関係があれば、前述のような Essapian の撮影したイルカの外耳孔が凹むことと、筋の附着や層板小体の特異な分布などを一連の反射の現象として説明することも可能であろう。

鼓室とその副腔

中耳は一般に発達良好で、鼓室骨一耳周骨のあいだにある固有の鼓室はいくつかの副腔 (Sinus) に通じている。この副腔系はとくに歯鯨亜目に著しく、なかでも前方にひろがる翼状腔 (Sinus pterygoideus) が大きい。極端な場合には翼状腔からさらに上顎骨の吻突起にそつて口蓋の粘膜下を吻端にむかつてのびるものもある (*Delphinus*)。鼓室内には特異な構造として鼓室海綿体とよばれるものがあり、副腔の粘膜下構造も海綿状であるから、これによつて中耳腔の内圧調整がおこなわれる可能性は大いに考えられる。Claudius (1858), Kellogg (1938) は中耳腔の空気が共鳴して内耳に伝えられるといういわゆる共鳴学説をとなえた。今ではその可能性はまったく否定されていて、むしろ逆に水中に存在する気腔には音の伝達を遮断する物理的効果があることが強調されている。内耳に振動のつたわる径路以外では気腔が雑音を遮断するという acoustic insulation の考えが中耳副腔のひろがりに基づいて主唱せられたのである。その意味で、ときに中耳腔を開いて観察されるアルブメンの細かな泡沫が重要であると説く者もある (Fraser & Purves, 1954)。じつは acoustic insulation の考えは古くからあつて今にはじまつたものではない。これははじめてのべたのは Claudius (1858) であるが、それは彼の共鳴学説とあいられないものであつた。爾來 Delphinidae を研究した学者によつてたびたびもちだされた考えではあるが、いつも充分な根拠をかいていたのである。その基礎となつた材料は Delphinidae であつて、その耳周骨は最大限に気腔でかこまれているが、一方ヒゲ鯨亜目では中耳副腔のひろがりには Delphinidae はもちろん歯鯨亜目全般とくらべてもはるかに弱いもので、それによつて耳周骨ないし内耳が acoustic insulation の状態にあると考えることは無理であろう。

耳小骨

鯨目の三つの耳小骨はすべてずんぐりとした形を呈し、ツチ骨は鼓室骨と骨結合をもつて連結している。またアブミ骨は前庭窓にふかく関節しているために、これを otosclerosis の状態であると考えた者もあつたけれども、今日では耳小骨が何らかの形式で機能することは一致して信ぜられている。とくに歯鯨亜目ではキヌタ骨の短突起に相当するものがじつは長くのびて、突起の先端にある関節面をもつて鼓室天井 (耳周骨) に関節するという特異な関係がみられる。それはまさに特異な分化であつて、この一事だけをみても、

耳小骨が退化しているという考えは否定できる。耳小骨の筋のうち、アブミ骨筋はすべての種類においてむしろ強大である。鼓膜張筋はヒゲ鯨亜目では脾様に退化しているが、歯鯨亜目には前述の鼓室海綿体に埋もれて存在している。これらも耳小骨の機能をうらづける所見である。

いわゆる耳の骨、鼓室耳周骨

鯨目の耳の解剖学でおそらくもつとも問題になるのは、多少とも残りの頭蓋骨から遊離した鼓室耳周骨 (Os tympanoperioticum s. petrotympanicum 以下 TP と略記) であろう。人体解剖学では側頭骨の Pars tympanica と Pars petrosa に相当するが、若干の動物たとえば有蹄類では独立した骨として存在する。鯨目では骨は一般的に海綿状であるが、TP だけは石のように硬く緻密で、且つ重くそして構造が特異である。この骨はまた cetolith (鯨の石) の名でも知られているが、これはおそらくこの骨がまれならず海底からひきあげられるためにあたえられた名称であろう。

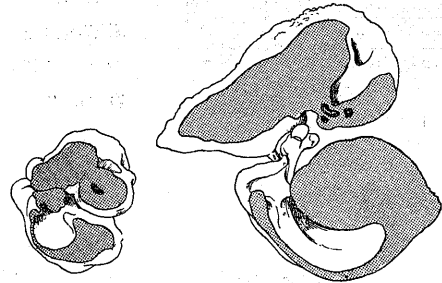


図4 Os tympano-perioticum の前頭断面における構造
歯鯨亜目 (左) とヒゲ鯨亜目 (右) (Yamada, 1953: Sci. Repts. Whales Res. Inst. 8 より)

鼓室骨 (T) は多くの動物の鼓胞によくにて、胞状あるいは子安貝状であるが、内側縁は自由でしかも大きくまくれこんでいる (図4)。ヒゲ鯨亜目でこのまくれこみはとくに著しく重い。他方外側縁は薄く繊細で、この部分に T を耳周骨 (P) に結合する連結部がある。T と P との結合はヒゲ鯨では内側唇の前後の小脚で骨結合をいとなむが、歯鯨亜目では後ろの小脚に相当する結合が結合組織結合をなしてかなり異なっている。しかしいずれの場合も両者の結合はもろく弱い。ヒゲ鯨亜目でこの結合は、おそらく内側縁があまりに重いために、とくに慣性によつて外力で折れやすい。ただ *Eubalaena* (セミ鯨) では、同様式の結合でありながらかなり強いといつた違いがある。事実モリをうたれたヒゲ鯨では、ことに頭部に命中したような場合、この結合はほとんど毎常折れている。そして

ツチ骨が骨結合をもつてTに結合する場所がこの二つの結合の中間にあたり、ここに鼓膜があり、その関係はヒゲ鯨歯鯨両亜目とも同じである。

しかし、Tのもつ意義については見解がわかれている。たとえば切替(1960)はTについて水中聴音に都合のよい構造であるとのべながら、それが水圧から中内耳を保護するという意義を強調している。Reysenbach de Haan(1956)は鯨の聴覚機構についてきわめて重要な見解を発表したけれども、Tの特異な構造についてはふれていない。私はTの構造と、捕鯨場において前述のようにその結合がしばしば折れているを経験しているの、Tには特殊な力学的な使命があるにちがいないと信じている。もつと極端な実例がある。一頭の*B. borealis*(イワシ鯨)で、おそらく後頭部に命中した一発のモリの爆発によって、あの固いTが文字どおり粉碎しているのをみたことがある。私はころもにTを石のうえに幾度も力まかせに投げつけてみたが、どうしてもTの内側縁のまくれこみの部分を同じように見事に砕くことはできなかつた。過去の記録にも、たとえばフォークランドでとれた一頭の*B. musculus*のTが同様粉碎し、しかも部分的に治癒のすすんだ状態で発見された例がある。このTは今日もエジンバラ大学解剖学教室の標本室に残っている(標本番号BPTs35)。van Deinsse(1938)もよく似た例を報告している。フォークランドでとれたBPTs35の鯨の生存中の経歴に私は異常な興味を感じるのであるが、残念ながら知るよしが無い。しかし勝手な想像が許されるならば、この鯨は一度モリをうけてあの歴史的な骨折をおこし、暫時たつてからふたび捕獲されたので、最後にはおそらく耳はきこえなかつたのではないか。すなわち捕鯨船をまくこともできず簡単にモリをうたれたのではなからうかと思う。

私はTに関連して地震計を連想する。不釣合に繊細なもろい結合で支持された重いオモリ(内側縁)がすなわちTであつて、TPが全体として振動をうけた場合、その振動数が小さいあいだはフリコTはおくれて同じ振動をする。だんだん振動数が大きくなつてフリコの固有振動数に近づくとしたがいオモリの振幅は増大してついに最大となり、振動数がフリコの固有振動数をこえるとオモリは静止する。つまりTの固有振動数以上の振動をTPがうけた場合、振動するPに対してオモリTは静止することになり、TP間の相対振動が外側縁に骨結合するツチ骨にはじまつて耳小骨から前庭窓へとつたえられる(山田, 1953)。Tが何も特殊な意義をもたないのなら、どうしてその内側縁が重くしかも自由でなければならぬか、鯨以外の多

くの動物の鼓胞のように、この部分において少なくともPと接触を保たないのは何故であろうか。中耳を保護するのがTの使命であるならば、なお一層この疑問は大きくなる。

耳周骨(P)は内耳をおさめ、同じように緻密な骨質でできている。しかしPの場合はTでそうであつた以上の差がヒゲ鯨と歯鯨両亜目のあいだに顕著である。ヒゲ鯨亜目ではPの強大な後突起が外後頭(Exo-occipitale)鱗状(Squamosum)両骨のあいだに固く支持されることによつてTPは頭蓋に結合している。それに対して歯鯨亜目では同様の支持をおこなうものがPの突起でなくTの突起である。これらの後突起はいずれもPars mastoideaに相当すると考えられるが、歯鯨亜目の突起は一般的にヒゲ鯨亜目のそれよりは弱く、とくにDelphinidaeにおいてこの突起は極端に短くなつている。しかもTPは図1にみられるように、頭蓋底からおしだされて下方に下がつており、しかも前述の中耳の副腔によつてほとんど完全につつまれている。まことにこの関係はあたかも旧式のマイクロフォンを思わせるもので、重い本体(TP相当)が輪状の枠(頭蓋)からスプリング(TPを頭蓋に結合する結合組織など)で宙づりされているのと同じようにみえる。Reysenbach de Haan(1956)によれば、TPは中耳副腔の空気クッションによつて完全に雑音から遮断され、TPが重いために、Tについて私の考えたと同じ強制振動の原則にしたがつて一定振動以上の頭蓋の振動に対して静止状態を保つことが可能となり、かくすることによつて完全なacoustic insulationの状態を達成し、こうしてはじめて左右の耳が独立して音を感じることができるとのべ、水中で音の方向を感じずには、どうしてもこのような左右の耳の独立性が不可欠の条件であると結論している。そしてこのようにして独立して音をきく二つの耳に外界の音が進入する径路はやはり鼓膜とくにその鞏帯であつて、水中音が軟部組織をつらぬいて直接それぞれの鼓膜に達すると考える。ここでもつとも重要なことはTPの重さである。TPの重さがこの場合オモリをなすわけであるから、フリコの固有振動数はTPが重いほど小さくなり、それによつてより広い音域に対してTPが静止を保ち、左右が独立して音をきくことができるようになる。耳の骨がとくに重いというのは鯨の場合本質的な重要性をもっていることになるといふ。

形態学的な系列として鯨目全体をみるとき(図5)、後突起にはかなりの多様性がみられ、Delphinidaeの短かい後突起はまつたく極端な特異例であると指摘してもよいであろう。さらにTPが頭蓋底から下

方におしだされるという現象も歯鯨亜目では一般に強度であるが、ヒゲ鯨亜目ではごく不完全でしかない。Reysenbach de Haan (1956) はまた Delphinidae 以外の鯨について、TP の支持が強くなればそれに比例して TP の質量を増せば同じ関係がなりたつと論じているが、たとえばおなじ Delphinidae のなかでも *Globicephala* (ゴンドウ鯨) では晒した TP の重さは 30g 強であるのに対して、ほぼ同体長の *Orcinus* (シャチ) では TP は 400g に達する。両種における TP の頭蓋底に対する結合には様式にも強度にもほとんど変化をみとめないで、多少控えめに見積つても *Orcinus* の

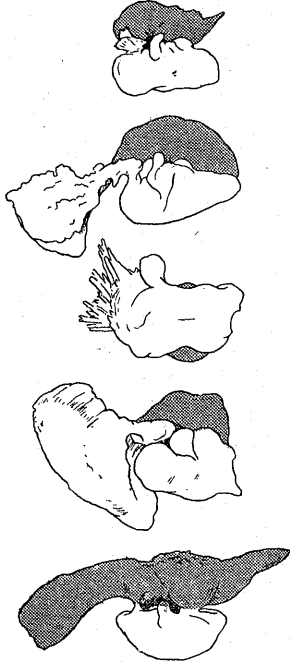


図5 種類によって異なる Os tympano-perioticum の形態系列。Perioticum は網版で区別してある。上から：イルカ科 (*Delphinidae-Grampus*)，アカボウ鯨科 (*Ziphiidae-Berardius*)，マッコウ鯨科 (*Physeteridae-Physeter, Kogia*)，ナガス鯨科 (*Balaenopteridae-Balaenoptera*)。

(Yamada, 1953: Sci. Repts. Whales Res. Inst. 8 より)

TP は固有振動数が *Globicephala* にくらべて約10倍小、それだけ低音部に可聴音域がひろがることになり、多少寂然としない点を含んでいる。しかし結論的にいって、Delphinidae の聴覚器がもつとも高度に分化したものであつて、水中聴音におそらくもつとも適したものであるということはいえるであろう。しかし、たとえばヒゲ鯨亜目のようにかなり分化の様式の異なるものにも同じ原則があてはまるかどうかは今後

に残された問題であろう。とくにTの意義をPとの関連においてどのように説明できるかが問題のカギであつて、解決の方法としてはただ実験的な方法だけが残されていると思う。

II 内耳について

内耳の微細構造については技術的困難のためにわれわれの知識はきわめて貧弱である。私自身の所見も断片的なものにすぎないので、ここでは今後の組織学的研究の基礎知識としておこなつたいわゆる骨迷路の所見を中心としてのべるに止める。

迷路の形態を研究する場合、もつとも普通な方法はその鑄型をつくることであるが、鯨目の迷路をとにかく鑄型としてとりだすことに成功したのは Rapp (1837) が最初である。彼はパラフィンを鑄型材料として使用した。Hyrtl (1845) はコロジオンをもちいて広範に哺乳動物の内耳迷路の鑄型を作製して見事なモノグラフを刊行した。このなかにかんりの鯨目の代表がとりあつかわれている。Gray (1907-08) は膜迷路を全体標本としてとりだす方法を案出したが、彼のモノグラフにも若干鯨目の迷路が記載されている。これらのモノグラフの生命は見事な図版であつて、肝心の標本の記載はいささか充分でないうらみがある。迷路の鑄型材料としては低融点の特殊合金がこのんでもちいられ、事実それはすぐれた材料であるが、これを鯨類に応用しようとする都合の悪い条件がある。鯨目の三半規管は後述のように小さく、管の径が 0.3 mm にすぎないものもあつて、それが緻密で固い耳周骨によつて厚くつまれている。この骨組織を除去するのに通常もちいられるアルカリ溶液はまったく効果を示さない。したがつて酸で脱灰して鑄型をとりだそうとすると、折角入つている合金も細い部分で腐食されるのでこれを完全な標本としてとりだせない結果になる。たまたまこういう段階で樹脂材料をこころみ、歯科用のレジンをういて目的を達した。樹脂による鑄型標本には少なくとも二つの大きい利点がある。一つは鑄型のなかにうずもれている骨性部分が透明な樹脂をとおしてみえること、今一つはこれを描画したり計測するさいに軽量であるからその保持が容易であることで、これらは合金鑄型には期待できないことであつた。この方法で16種類の迷路鑄型を作成した。一つ一つの種類の例数は少ないが、全体としてみると鯨目の内耳の特徴を論ずるには充分であると思う。

まず作成した鑄型を投影法にかなうように作画し、同じ比率で示したのが図6である。大きさについていえば、大体において体長の大きいものが内耳も大で、*B. musculus* (1a) が最大である。大きさにつ

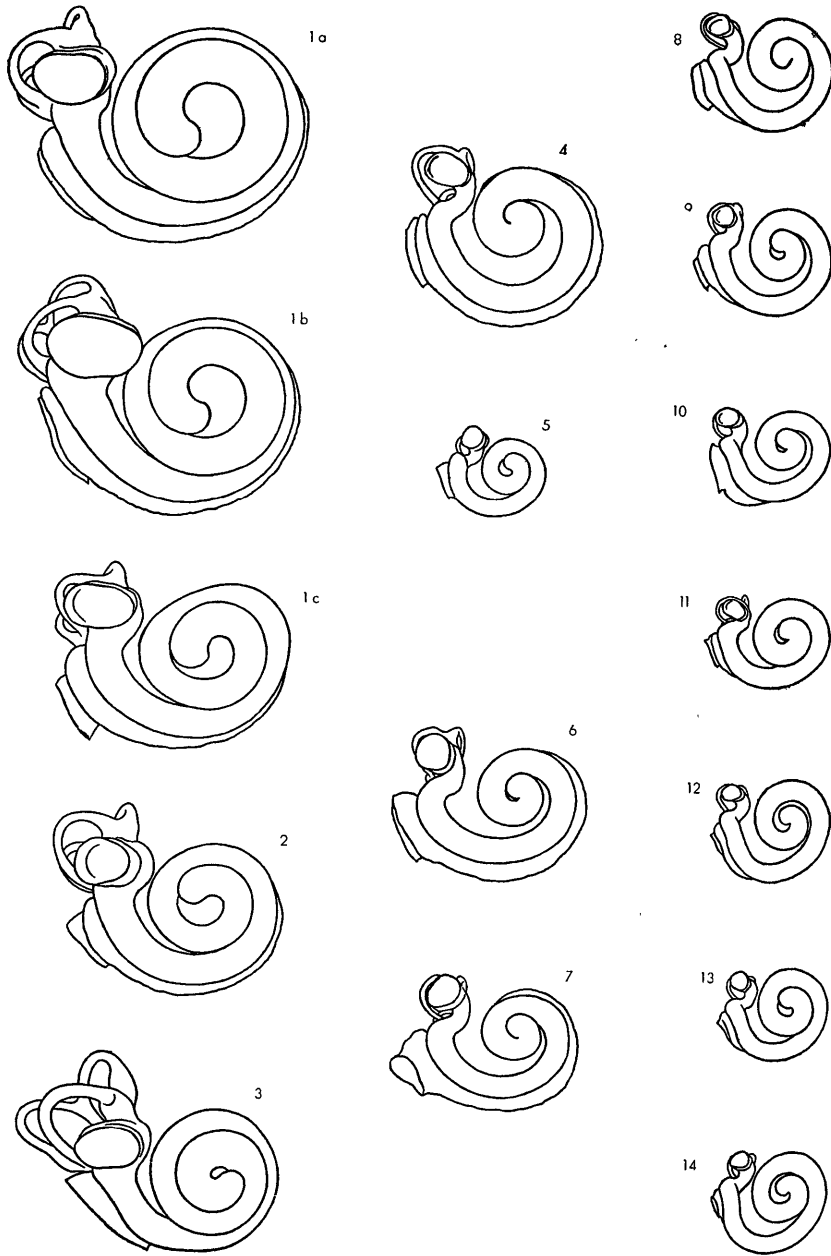


図6 16種鯨類の内耳迷路の鋳型標本 (1.5×)

1. a-c. *Balaenoptera*, 2. *Megaptera*, 3. *Eubalaena*, (以上ヒゲ鯨亜目) 4. *Physeter*, 5. *Kogia* (以上歯鯨亜目マッコウ鯨科) 6. *Berardius*, 7. *Ziphius* (以上歯鯨亜目アカボウ鯨科) 8. *Globicephala*, 9. *Grampus*, 10. *Feresa*, 11. *Lagenorhynchus*, 12. *Delphinus*, 13. *Prodelphinus*, 14. *Neomeris* (以上歯鯨亜目イルカ科)

(Yamada & Yoshizaki, 1959: Sci. Repts. Whales Res. Inst. 14 より)

いて注意されることは、*Physeteridae* (マッコウ鯨科)の二属が体長のわりに小さい内耳を示している(4, 5)。ここに掲げた16種のうちでは *Neomeris* (スナメリ, 14)がもつとも小さい種類であるが、*Kogia* (5)の内耳はさらに小さくて最小である。しかし、私はここであまり直観的な大きさに重きをおきたくない。おそらくもつと重要なことは迷路の重要部分を適当な方法で分析することであろう。

全例において鯨目としての特徴が著しいことが目立つ。聴覚部すなわち蝸牛に対して、平衡覚部すなわち前庭ことに三半規管が極端に小さい点である。

蝸 牛

常識的に蝸牛の回転数を問題にすると、ヒゲ鯨亜目では2回転をややこえているが、歯鯨亜目では2回転に足りない。*Eubalaena* (セミ鯨)は一見して例外で

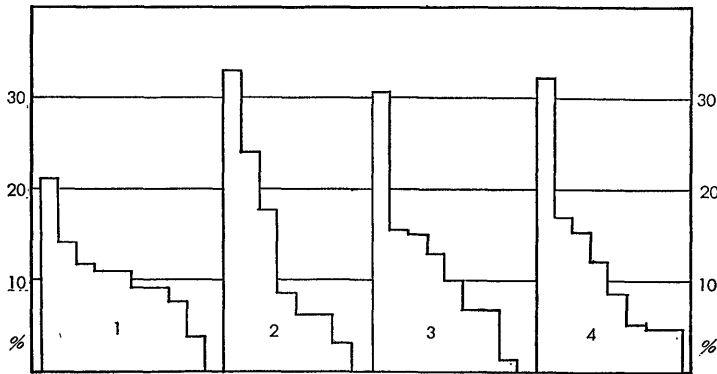


図7 蝸牛管 $\frac{1}{4}$ 回転ごとの長さ (対蝸牛管全長百分比)

1. *Balaenoptera*, 2. *Physeter*, 3. *Kogia*, 4. *Globicephala*. (Yamada & Yoshizaki, 1959: Sci. Repts. Whales Res. Inst. 14より)

あることが明らかであるが(3) (附図第2図), これについては後述することにする。しかも両重目をくらべてみると, その回転様式が対照的に異つていふことを知る。たとえば *B. musculus* (1a)では頂回転が大きくまいてるので, 蝸牛頂に大きく蝸牛管のない領域ができていふ。また頂回転は下の回転に部分的に重なつていふが, 歯鯨亜目ではこのような重なりはみられなくて, 蝸牛管は頂でしつかりとまいて終つていふ。逆に基部において, ヒゲ鯨亜目の蝸牛頂にみられる空白部に対応するような隙間がみられる。そして, 歯鯨亜目のとくに *Delphinidae*の最初の $\frac{1}{4}$ 回転はきわめて特異な態度を示し, 上述のように骨軸を離れて外に向つて(図6では下方)迂回していふ以外に, 蝸牛窓をこえるさいの起伏も一般の蝸牛におけるよりはるかに強いので, この部分の蝸牛管が著しく長くのびていふことがわかるのである。そこで蝸牛管を $\frac{1}{4}$ 回転ごと

に区切つて, それぞれの分象内の長さを測定し, 対蝸牛管全長の百分比で表わしたのが図7である。これを蝸牛の回転様式と比較してみると, それぞれ符合する特徴を現わしていふ。歯鯨亜目の最初の $\frac{1}{4}$ 回転はいずれも蝸牛管全長の30%をこえていふ, ヒゲ鯨亜目と著しい対照を示す。

歯鯨亜目のもつと著しい特徴は第二ラセン板(*Lamina spiralis secundaria*)の特異な発達とひろがりである。組織学的な所見によつて, 第二ラセン板がラセン靱帯の底を支持して事実上基底膜の附着縁にまで達していふことが明らかであるから, 晒した耳周骨について蝸牛管を全長にわたつて開き, 二つのラセン板のあいだの隙間の幅を計測すると, その計測値はそのまま基底膜の幅とみなしてよいと思われる。おそらく多少の収縮をまぬがれない切片標本について, 修正することなく基底膜の幅を計測するよりは実際に近い値が得られていふと思う。図8はこうして得られた曲線であつて, 第二ラセン板が蝸牛管の68~82%長にわたつて発達していふことを示し, その範囲での基底膜の幅を表わしていふ。三つの歯鯨亜目の代表種を人について Wrightson & Keith の成績 (Fletcher, 1939 による)とくらべてみると, 始まりの部分で基底膜の幅がはるかに小さく, その増大の傾きがこの亜目に共通した特性を示すこと, すなわち蝸牛管の

ほぼ半分の長さの範囲にわたつてきわめてゆるやかに $0.1\sim 0.2\text{mm}$ の段階を上昇することが注意される。内リンパに振動がつたわつた場合, どの範囲のラセン器に興奮がおこるかという生理学最近の知識と解剖学的なラセン器神経支配の知識とはかなり合致にむかつていふと考えられるが, それを考慮に入れてこれらの曲線を見るとき, 歯鯨亜目の鯨がとくに高音(超音波をふくむ)の聴力にすぐれてるという実験上の知見とよく符合していふと考えてよいであろう。附図第3図 (*Physeter*)において, よく発達した第二ラセン板と, ここで論じたラセン間隙の実際を樹脂をとおして判然とみとめることができる。同じく附図第4図 (*Neomeris*)では, 第二ラセン板が多分樹脂注入のさいにこわれて散在していふ様子が見とめられる。

ヒゲ鯨亜目では (*Megaptera*, 附図第1図)同様に発達した弱い第二ラセン板が見とめられる。一例

の *B. physalus* で晒した耳周骨を開いて計測したところによると、蝸牛管全長のわずか約15%長に第二ラセン板は限局されている。その範囲での二つのラセン板間隙の幅は Wrightson & Keith の人の曲線とほぼ一致するが、だからといって、ただちにこの種類の基底膜が人のそれと同じ幅で始まっているということにはならないかも知れない。この種類の内耳の組織学的検査が未完だからである。

内耳解剖学において私が目下とくに興味を感じているのは神経支配の問題であるが、齒鯨垂目の第一回転はその意味でとくに関心のあるところである。ラ

おかれすぎたのではないかということである。蝸牛には回転様式とよんでよいような特徴がある。それは種類が異なるにつれて異なり、哺乳動物全般を通じてみるとき単孔類のような半回転にも及ばない弧状のものから、齧齒類のような回転数の多いものまで多種多様の蝸牛がみられるうちに、回転数は同じでも回転様式はいろいろあり得ることを知るのである。すなわち回転数は蝸牛の重要な特性であるにはちがいないが、回転数だけでは回転様式は現わすことができない。蝸牛について本質的な問題はあくまでもその実長と回転様式であつて、それが何回まわっているかということだけ

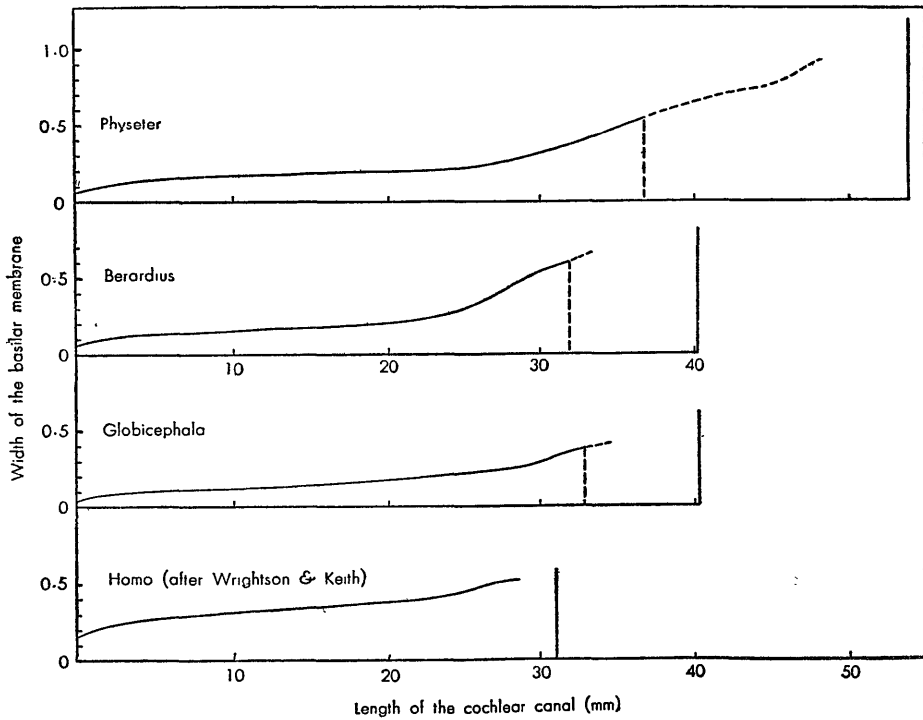


図8 齒鯨垂目の基底膜の幅 (実線部は第二ラセン板の存在する範囲を示す。
(Yamada & Yoshizaki 1959: Sci. Repts. Whales Res. Inst. 14 より)

セン神経節の神経細胞の数は臨床面でも重要な知識であるが、*Berardius* (ツチ鯨) の内耳一例の連続切片についてしらべているところによると、ラセン神経節の細胞数は約85,000と推測される。人について Guild (1932) の得た数は平均約30,000であるから、蝸牛管の全長がそれぞれ40mm, 30mmであることをあわせて考慮すれば、蝸牛管単位長に対して *Berardius* は人の二倍強の神経細胞を有していることになる。

“内耳標準図表”の提唱、その基本原則と応用

鯨目の蝸牛を研究して私がとくに感じたことは、蝸牛回転数のもつ意義について、従来あまりにも力点が

では従属的な重要性しかないのではないかと考える。たとえば、図8を中心にしてのべたような論議を通例のように“どの回転のどこ”といったやりかたでおこなつたとすると、それはこの上なく煩わしく理解しにくいものとなるであろう。勿論、蝸牛管の実長を基準にして内耳について論ずることは Helmholtz 以来生理学領域では珍しくないことではあつた。しかし、それは特殊な場合であつて実用的にこの基準を一般的にもちいることはできなかつたのである。

この問題を解決し、同時に困難で経験を尊ぶ迷路の組織切片製作法に検討を加える意図をもつて、まず人

の迷路について正確な三面図を作成した(図9)。これは青写真のようなものであるから、目的によつていろいろ活用できて用途が広いことを知つたのである。そして今さらのように、今日まで迷路についてかつて何人もこのようなところみをおこなわなかつたことを不思議に思うのである。

勿論三面図はどのような位置方向でも作れるわけであるが、あえて図の位置に作画したのは三半規管の上に鑄型標本を立ててみると、蝸牛骨軸が実用的に水平位を保つことに気づいたからであつて、このような面を迷路基準面とよぶことにした(山田, 1959)。この面は錐体の基部に近いところで斜めに内側上方から外側下方にむかつて側頭骨を切る面であつて、実際には脱灰材料を後方からメスで削り落すことによつて得られ、しかも迷路の重要部分に何ら支障を及ぼさないの

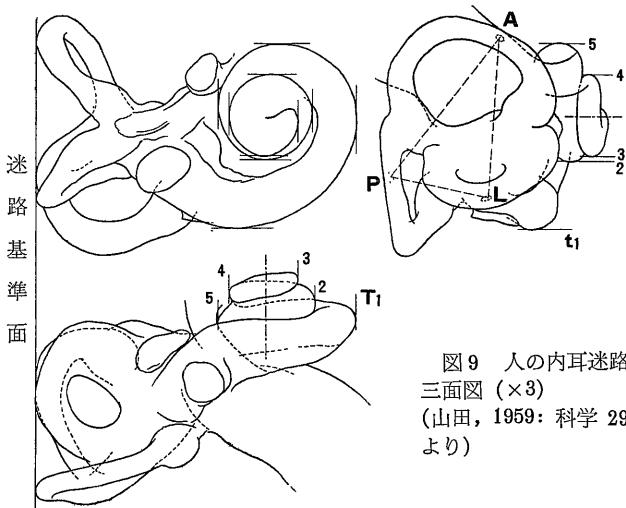


図9 人の内耳迷路三面図(×3)
(山田, 1959: 科学 29より)

表1 基準細截による蝸牛示数(人)

例		1	2	3	4
回 転 数		$2\frac{5}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$
第一基準細截における蝸牛管切点	T-1	32.7	30.9	31.3	33.4
	T-2	76.1	73.5	71.6	76.9
	T-3	96.8	95.5	94.9	—
	T-4	87.5	85.8	85.5	88.6
	T-5	57.2	58.1	53.3	60.9
第二基準細截における蝸牛管切点	t-1	12.1	11.7	9.0	9.1
	t-2	67.3	66.8	65.5	68.9
	t-3	92.6	90.9	91.4	93.9
	t-4	81.7	80.0	79.2	82.7
	t-5	47.4	46.8	43.2	50.0

(山田, 1959: 科学 29より)

で実用的である。当然この基準面には三半規管それぞれの切点があられていて、それらが△ALPを作る。△ALPの形はごくわずかな個体差の範囲で信頼し得る基準となり、迷路基準面上に基準三角形ができあがることになる。すなわちこの基準をもとにすると、迷路を任意の方向に切ることが困難でなくなる。

ここで、もつとも利用度の多いのはおそらく基準面に平行に迷路を切る方法であろう。そうすれば図9で明らかなように、蝸牛の一定部位が一定の順序で(T1~5)切片にあらわれてくる。このような蝸牛切片は自動的に蝸牛軸をふくむいわゆる軸縦断であつて、別におこなつた計測によつてそれぞれの蝸牛部位の対蝸牛管全長百分比示数は表1のようになる(第一標準細截)。また基準三角形から蝸牛軸の方向がわかるから蝸牛軸をふくんで基準面に垂直に切れば(第二標準細截)、同様に切片にあらわれる蝸牛部位(t1~5)の示数を表によつて知ることができ。このようにして迷路の切片製作は標準化され、蝸牛部位は実用的な容易さと正確さをもつて示数であらわされ、もはや主観を伴う“どの回転のどの部位”という表示は不用となり、適確な所見を記録し比較検討できるようになる。勿論動物の種類が異なるにしたがい基準面の迷路部分との関係も異なるのは当然であるが、それぞれに迷路とくに蝸牛の内部構造や特徴を検索できるような図表を作製すれば、動物の種類が異なつてもある程度の種間の比較検討も可能になるものと期待される。

三半規管

鯨類の内耳平衡覚部ことに三半規管がきわめて小さい事実はすでに1789年 Monro & Comparettiによつて記載され、以来鯨類内耳の著しい特徴としてたびたび言及されることである。したがつて、その事実自体はけつして新しい所見とはいえないけれども、それならば三半規管がどのように小さく、そこに何か鯨類としての特異性がみとめられはしないかというような問題は追及されたことがない。

図10は私のいわゆる三半規管展開図を示す。これは外側および後ろのそれぞれ半規管を単脚および膨大部端で切り離し、三半規管系全体を一平面に展開した形に作画したもので、それぞれ半規管の形態、相互の関係などが人(7)との対比において一目瞭然である。三半規管はこの図で明らかなように、とくに歯鯨亜目において小さく *Neomeris* が最小であるが、管の太さ、span、膨大部の大きさなどが比例していないこと

が注意される。

しかし、ここでもつとも顕著なことは、三つの半規管相互の大きさの関係である。すなわち後半規管がつねに最小であるのに対して、最大はヒゲ鯨亜目では上半規管であるが、一方歯鯨亜目では外側半規管が最大である。陸上哺乳動物では上半規管あるいは後半規管が最大、外側半規管はつねに最小であるから、この点でも鯨目、とくに歯鯨亜目は陸上哺乳動物一般と対照的に異っていると結論してよい。

この著しい相違をどう説明したらよいか現在の私にはわからない。けれども、半規管に平行な面上に旋回運動がおこつた場合、慣性によつて内リンパが膨大稜を刺戟するという半規管生理学の説くところにしたがえば、鯨目とくに歯鯨亜目では頭部ないし頸部の運動が陸上動物と様相を異にしていて、なかでも水平面の運動すなわち頭を横にまわすような運動がもつとも重要であるといつてもよいかも知れない。少なくとも外側半規管膨大における刺戟が他の半規管膨大におけるそれよりも鯨の遊泳運動には重要な意義をもつているといえるかも知れない。しかしながら、鯨の遊泳は魚類の多くがそうであるような旋回を主としたものでもなく、後頭関節の可動性も水平方向のそれは垂直方向のそれにくらべてはるかに限られているのであるから、この問題もなかなか簡単に解明することは難しいようにみえる。

鯨目の三半規管がこのように小さいことについて Gray (1908) は頸椎の癒合が原因であるとしている。Gray によれば、少なくとも哺乳動物では、半規管と前庭の機能は頭が体幹に対してどの程度微妙な運動をおこなうかに関連があるから、頸椎に癒着のおこつている鯨目では、関連して半規管が小さくなることはあり得ることだと説明している。鯨目の頸椎が扁平で、種類によつて多かれ少なかれ癒着のおこることは事実である。しかし、そのことがただちに後頭関節の可動性に反映するというのは大いに問題である。私はこの点で Gray の考えに賛成することはできない。

Eubalaena (セミ鯨) は7個の頸椎がことごとく癒着するので知られた種類であるが、その内耳は後述するようにきわめて特異な例外であつて、半規管は大きく、そこに一般鯨

類の特徴をみとめることは不可能である。この特異例だけを見ても、Gray の考えでこの一般的な現象を説明することが不都合であると知れる。

Reysenbach de Haan (1956) は、1) 前庭器の機能はその絶対の大きさにはよらない (Panse, 1902); 2) 小さい容積の迷路機能は Cupula の大きさによつ

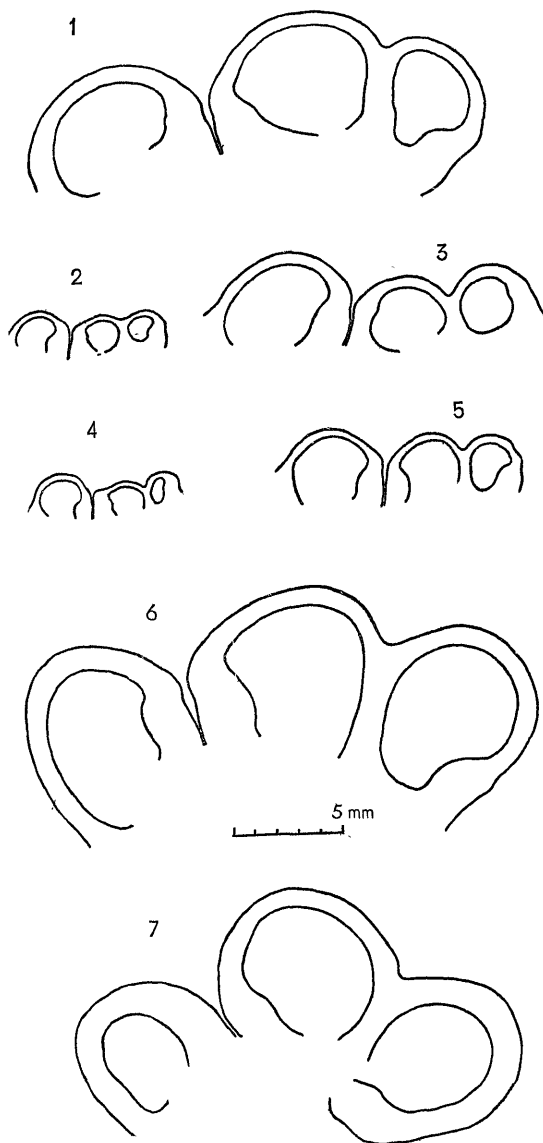


図10 三半規管展開図

1. *Balaenoptera*, 2. *Kogia*, 3. *Physeter*, 4. *Neomeris*, 5. *Ziphius*, 6. *Eubalaena*, 7. 人 (対照).

(Yamada & Yoshizaki, 1959: Sci. Repts. Whales Res. Inst. 14 より)

て代償される (Groen, 1949) のであるから、半規管が小さいということだけでは鯨目の前庭機能が貧弱だということにはならないとし、鯨目の半規管系が小さいのは、前述のように彼の意味づけにしたがつて水中聴覚を説明する場合、本質的な要求から TP を重くすることに役立つという。すなわち、この目的のために一方ではその骨組織の比重をできるだけ大きくし、他方では迷路内腔を小さくすると TP は極大の質量を達成する。蝸牛の大きさは絶対の条件であるから、犠牲を払うことのできるのは前庭部だけであつて、しかもこの犠牲は代償され得る性質のものであるというのである。

私は次のような理由でこの Reysenbach de Haan の説にもくみすることはできない。その一つは、まず現実的に *B. borealis* の半規管膨大部に彼のいうような組織学的代償的な形態上の特徴がみとめられないと考えることである。第二には、たとえばとくに *Orcinus* (シャチ) における所見が彼の考えの妥当でないことを示していると考えているからである。*Orcinus* は雄雌で体長が著しく異なり、その TP は同種類であつても大きさが相当異つている。ここにみられる重さのちがいは半規管の大小には関係のないものであるから、TP が重いことに機能的な重要性をみとめても、その重さを増大するために前庭内腔を犠牲にする必要は毛頭ないことを暗示しているとは私は考えている。そして私は仮説的にはあるが、鯨目の前庭部とくに半規管系が小さいのは、もつと本質的な理由にもとづいているのではないかと考えている。

Edinger (1954) の化石鯨類の脳の研究はこの点ではなほ興味ふかい。化石動物の脳の研究は鋳型標本を作成して、その外部所見だけにかぎられるのであるが、彼女によると、化石鯨類では小脳の発達が大脳をしのぎ、平衡神経が聴神経よりよく発達していたという。現生の鯨目でこの関係は逆であるから、その進化経過中に両系統のあいだに発達の交替があつたとみるべきであろう。今日までのところ、化石鯨類の迷路を研究した報告は発表されていないけれども、それが陸上哺乳動物のような三半規管の状態をとどめていて、多少とも大きい半規管を有していたと考えるべき理由を私は *Eubalaena* に見出す。

Eubalaena といわれるものの迷路については、Hyrtl (1845) と Gray (1908) の記載があるが、それらによるとこの鯨の迷路は一般の鯨類と大きく異なることはないといわれていた。ことに Hyrtl の迷路鋳型標本の図は de Burlet (1934) の引用するところとなり Bolk らの比較解剖学全書に最大の哺乳動物迷路

として掲げられているものである。しかし、これらは研究者がおそらく必要部分 (P) だけを入力したためにおこつた誤りによると考えられ、*Eubalaena* の迷路 (附図第 2 図) はじつはまったく鯨らしくない例外であることが最近になつて明らかにされた (山田, 1959)。これは 1956 年わが国でおこなわれたセミ鯨特別調査の最大成果の一つといつてよい重要な所見であつた。蝸牛は密にまいて 2 回転半を示し、一般鯨類の蝸牛にくらべると高い型に属する。三半規管は大きくて、そこには鯨目に一般である後半規管最小という顕著な特徴はみられない。そしておどろくべきことには、私の提唱する“迷路基準面”に対して蝸牛軸は平行位を保つのである。蝸牛軸が迷路基準面に平行という関係は前述のように人および多くの哺乳動物にみられる重要な関係であるが、鯨目では三半規管が小さいために基準面を設定すること自体にすでに困難がある。この所見はまったく意外な新知見であつて、従来 *Eubalaena* といわれていた迷路の所見が誤りであつたことを指摘するだけでなく、前述の Edinger の所説とおそらく重要な関連性をもっている点にさらに大きい意義があると思う。すなわち、*Eubalaena* の迷路の特性はより化石種であること (私はこのゆえに *Eubalaena* を“生きた化石”とよんで差支えないと考える)、反面にはまた、化石種の迷路はおそらく *Eubalaena* に似ているだろうと推測して大きい誤りはないように思うのである。この点で Tobien が現在おこなっている化石鯨類の耳の研究成果に期待がよせられるし、私自身も材料を入手すべく努力している。そして一方では同じような予想を *Rhachianectes* (コク鯨) によせることができると考えて機会の到来を待つている。

そもそも平衡覚というのは前庭神経の興奮が意識にかかわりなく直接運動性神経核や伝導路に伝えられるという点で他のいわゆる感覚とは本質的に違つている。また大脳皮質に存在するといわれる平衡覚の中枢野には問題のあることが指摘せられている。平衡器は平衡覚をおこすための受容器ではなく、その刺戟によつてまず体位を調節する反射器であるという事実の認識がおそらく鯨目の小さい前庭器を説明するカギではないだろうかと思われる。すなわち、陸上では体位を保つために通常肢端に体重を分散して支持するのであるが、水中では浮力によつて体重は軽減される。だから浮力相当分だけ重力に対して筋の緊張を調整する神経支配が不用になるだけでなく、水中では体重を支えるのは全身の体表面であるから、陸上動物のように肢端で体重を支えて平衡を保つのは本質的に様相を

異にしている。たとえば、人は直立するので極端な例ではあるが、正常体位を保つにはことに下肢筋の緊張調整が高度に要求されるのに対して、鯨では多分前肢のわずかな運動によつて失われた平衡はとりもどすことができるであろう。ひよつとすると、呼吸のために水面に現われる時以外は上下を正しく保つことなどどうでもよいかも知れない——水族館にかわれているイルカの遊ぶのを見ているとそんな感じさえるのである。

水中で平衡を保つ様式がどんなに特異であるかは誰も経験している。まず空气中を歩くように水中を歩くことは不可能であるばかりでなく、平衡を失つた場合、両足に体重を配分して空気中と同じようにして平衡をとりもどそうとする“反射運動”ははじめな失敗に終る。その意味で青木(1958)の報告した小脳性平衡失調症の臨床一例報告は興味ふかい。この患者は起立姿勢や歩行にさいしては強度の平衡失調を示しながら、一旦水中にはいると水泳は常人をしのぐ名手であつて選手として活躍したというのである。この患者の神経系ないし内耳の構造に存在する変化は知るよしもないが、くしくも鯨目がその進化の途上にたどつた変化の一コマをここにみることができるようと思われる。そして、このような変化が内耳については前庭部とくに三半規管の退行となり、反面中枢内にも関連した変化を求めることが可能ではなからうかと研究仮説をたててみたくなる。それにしても疑問の残るのは、魚類の三半規管がきわめて大きい事実との関連であつて、これはたしかに生物分化における収斂法則に反しているようにみえる。この著しい対照がどう説明されるかという問題も興味のある点であつて、前庭問題の解明に重要な疑問であると思う。

謝 辞

表題のもとに金沢大学教授就任講演の機会をあたえられた岡本肇医学部長に謝意を表し、ここに綜説として紙面を提供された十全医学会にお礼を申しあげる。この研究ははじめ東京大学の恩師小川鼎三教授によつて示唆されたものであり、爾来小川教授はもとより、東北大学浦良治、岡山大学大内弘両教授からいつも変らぬ御指導と助言がよせられたことを思うとき、菲才成績の充分でないことをふかくおわび申しあげる。幸に今後本題をさらに完全に近づけ、また派生的問題を一般問題として発展させることを期して御諒恕をこいいたい。研究は、一々記すことのできない多数の捕鯨関係者の支援がなければ到底不可能であつた。さらには同様の友、父母や妻などいつも私を温かくはげまして

くれる人びとの友情と理解につつまれておこなわれた。記して心からの謝辞といたしたい。

文 献

- 1) 青木 茂 : 耳鼻臨床, 51, 9 (1958). 2)
- Burlet, H. M. de : Bolks Handb. d. vergl. Anat., 2 (2), 1293-1380, Berlin u. Wien, Urban & Schwarzenberg, 1934. 3) Claudius : Physiologische Betrachtungen üb. d. Gehörorgan d. Cetaceen u. d. Labyrinth d. Säugethiere, Kiel, 1858 (Hanke, Jen. Z., 51 より引用). 4)
- Denker, A. : Anat. Hefte, 19, 1902. 5)
- Edinger, T. : Monatschr. Psych. u. Neurol., 129, 37 (1955). 6) Essapian, F. S. : Nat. Hist. Mag., Nov. (Reprint), (1953). 7)
- Fletcher, H. : Speech and hearing, New York, Nostrand, 117 (fig. 64), 1939. 8) Fraser, F. C. & Purves, P. E. : Bull. B. M. (N. H.), 2, 103 (1954). 9) Gray, A. A. : The labyrinth of animals, 2, 22-34 (Cetacea and Sirenia), London, Churchill, 1908. 10) Guild, R. : Acta Oto-Laryngol., 17, 207 (1932).
- 11) Hyrtl, J. : Vergleichend-anatomische Untersuchungen üb. d. inneres Gehörorgan d. Menschen u. d. Säugetiere, 90-130, Prag, 1845.
- 12) Kellogg, R. : Cooperation in Research, Publ. 501, 649 (1938). 13) Kellogg, W. N. : J. Psychol., 46, 97-100 (1958). 14)
- Kirikae, I. : The structure and function of the middle ear, 25, Tokyo, Tokyo Univ. Press, 1960. 15) Kolmer, W. : Anat. Anz., 32, (1908). 16) Lillie, D. G. : P. Z. S., Lond., (1910). 17) Monro, A. & Comparetti : Observationes anatomicae, 1789 (Rapp, 1837 より引用). 18) Ogawa, T. & Arifuku, S. : Sci. Repts. Whales Res. Inst., Tokyo, 3, 1 (1948).
- 19) Purves, P. E. : Discovery Repts., 27, 293 (1955). 20) Rapp, W. : Die Cetaceen, zoologisch-anatomisch dargestellt, 98-104 (Gehörorgan), Stuttgart u. Tübingen, 1837.
- 21) Reysenbach de Haan, F. W. : Acta Oto-Laryngol., Suppl. 134 (1957). 22) Yamada, M. : Sci. Repts. Whales Res. Inst., Tokyo, 3, 21 (1948). 23) Yamada, M. : Sci. Repts. Whales Res. Inst., Tokyo, 8, 1 (1953). 24)
- 山田致知 : 科学, 29, 363 (1959).

25) Yamada, M. & Yoshizaki, F. : Sci. Repts. Whales Res. Inst., Tokyo, 14, 291 (1959).

附図 (第1~4図) 説明

樹脂による鑄型標本 (右) の立体写真. 第2図は顕著な例外としてのセミ鯨を示し, 他はとくに第二ラセン板の発達ヒゲ鯨, 齒鯨両亜目間ではなほだしく異なることを示すほか, 一般的に鯨目の最も対照的な迷路特徴を示している. 詳細については本文 (pp. 8-9,

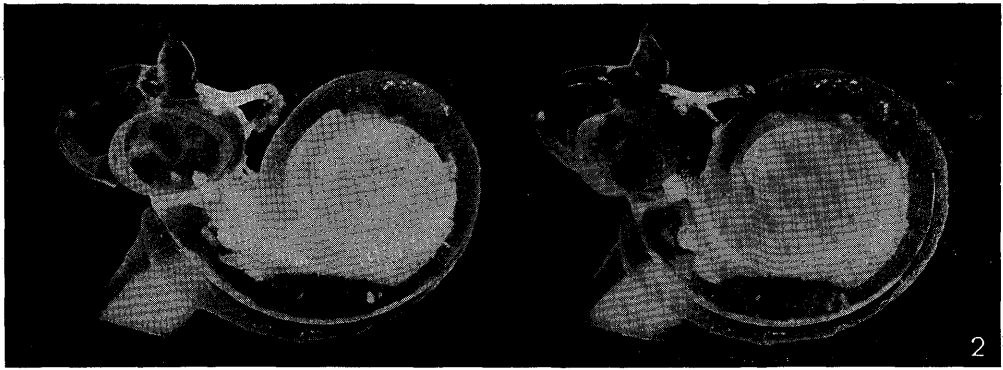
12) 参照. (Yamada & Yoshizaki, 1959 : Sci. Repts. Whales Res. Inst. 14より)

第1図 (2) *Megaptera nodosa* (ザトウ鯨, ×2.6)

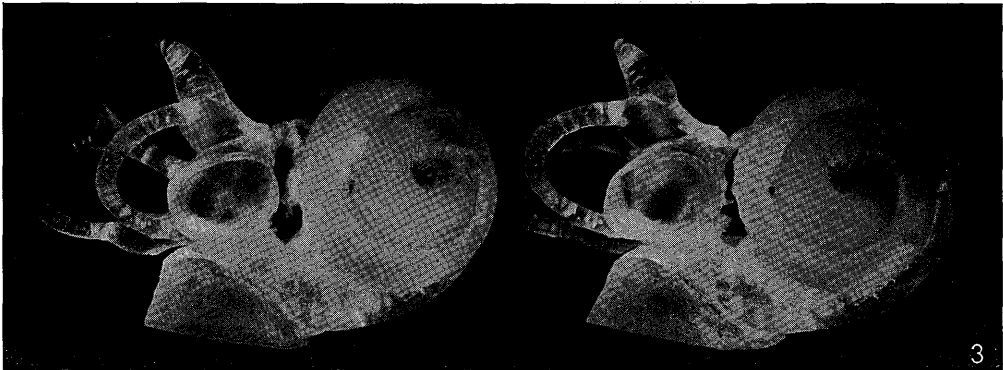
第2図 (3) *Eubalaena gracialis* (セミ鯨, ×2.6)

第3図 (4) *Physeter catodon* (マッコウ鯨, ×2.6)

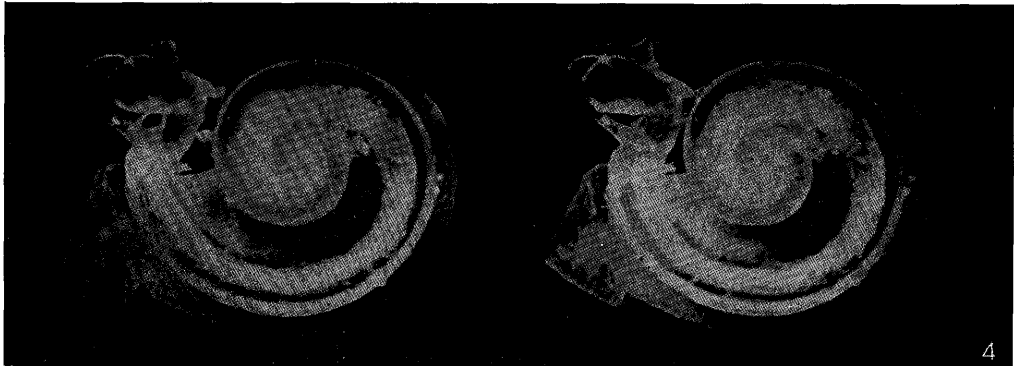
第4図 (9) *Neomeris phocaenoides* (スナメリ, ×4.3)



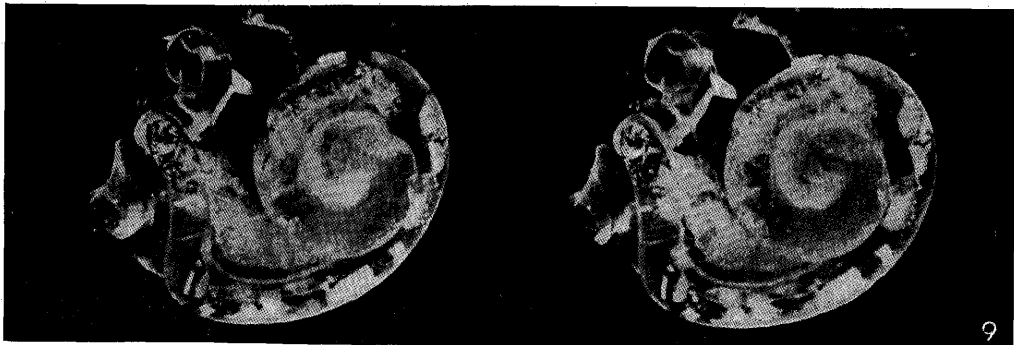
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図