

鯨 研 通 信

第316号

1978年7月

財団法人 鯨類研究所 〒135 東京都江東区越中島1丁目3番1号 電話 東京(642) 2888 (代表)
日本捕鯨協会



マッコウクジラの脳油器官の構造と プロポーション

Malcolm R. Clarke 著

秀村有代訳

マッコウクジラの脳油器官の機能を理解するための基礎として、成熟した鯨の頭、皮、脂皮および肺の構造の詳細とプロポーションとについて述べる。

はしがき

マッコウクジラ (*Physeter macrocephalus* L.) の頭はその大部分が吻とこれを支えるための頭蓋骨の隆起であるが、その頭は体重の3分の1以上、長さでは体長の4分の1を超している。この事実は吻部が非常に重要な機能を持っていることを示すが、この機能に関する論文で、構造の概説をしたものは少なく、成熟したものの構造の詳細やプロポーションについて考察したものは殆んど皆無といってよい。同時に脳油は特異な構造を持ちかつ頭の大きな部分を占めているにも拘らず、その熱学的考察は、その機能を検討する場合に無視されて来た。

1970年に著者は、脳油器官とこれに関連する構造は、温度を変えることによって脳油の密度を変え、これによって浮力を調節するものであことを述べた (Clarke, 1970)。ここではマッコウクジラとその頭の構造とプロポーションについて詳述したが、これにより浮力機構を理解するためのものである。第2の論文 (Clarke, 1978a) は、この仮説に必要な脳油の物理的性質について述べた。第3の論文 (Clarke, 1978b) は、各地域又は各深さにおける鯨の浮力の問題を論じ、いかに鯨が、全世界の海で深く潜水する場合に、この脳油器官を使って浮力を調節するかを論じたものである。

脳油器官の機能については多くの説があるが、頭の細かな構造や油の物理的性質を論じたものは少ない。

この機能に関する主な説は発音 (Evans & Prescott, 1972; Norris & Harvey, 1972; Norris, 1975; Bel'kovich & Yablokov—Berzin, 1972) による; Berzin, 1972)、深海における肺と鼻孔との間の空気の移動 (Raven & Gregory, 1933; Sleptzov, 1948, 1952—Berzin, 1972) による; Schenckan & Purves, 1973)、鼻道の閉塞のコントロール (Kleinenberg & Yablokov, 1958—Berzin, 1972) による)、圧力下で窒素を吸収 (Schenckan & Purves, 1973) および攻撃と防禦 (Sleptzov, 1952—Berzin, 1972) による) などである。ソ連の科学者の業績は Berzin (1972) に綜述されているし、鯨類の音波一般については Norris (1975) が総括している。

脳油器官は一つ以上の機能を有するであろうから、以上の説はいずれも浮力の調節に使われるという考え方を否定するものではないが、ここでこれを細かに論ずる必要はない。他の考え方で浮力調節の機構に影響があると考えられるものは Clarke (1978b) がとり上げている。

著者は1955—6年南氷洋漁期に監督官として捕鯨母船サウザン・ハーベスター号に乗船し、ノルウェイ (1957) とマデイラ (1959) の鯨体処理場を訪門した後、脳油器官が浮力を調節するという仮説をたてた。この問題をさらに検討するためには、さらに細かに頭の構造、その比例的寸法、表面における際の鯨の温度と浮力を調べる必要があった。さらに新鮮な凍結した脳油が必要であった。これらの資料の蒐集と観察は南アフリカのダーバンにあるユニオン捕鯨会社の事業場に2カ月滞在して行なった。鯨は巨大であるからこれを研究するのは極めて困難であり、測定した数は期

方 法

いろいろな器官の測定はフィートとインチのテープを使って行ない、後にメートルに換算した。必要な場合は Wild M5 の顕微鏡の計数線で測定した。

胎児の頭4頭分を採集してホルマリン海水液に貯蔵した。この中の2頭はペーコンスライサーで切断し、2頭は解剖して、成体では確認できなかった構造の細部を明らかにすることに使用した。

構成各部分の名称は Schenkkan & Purves (1973) が使ったものを、大体において踏襲した。

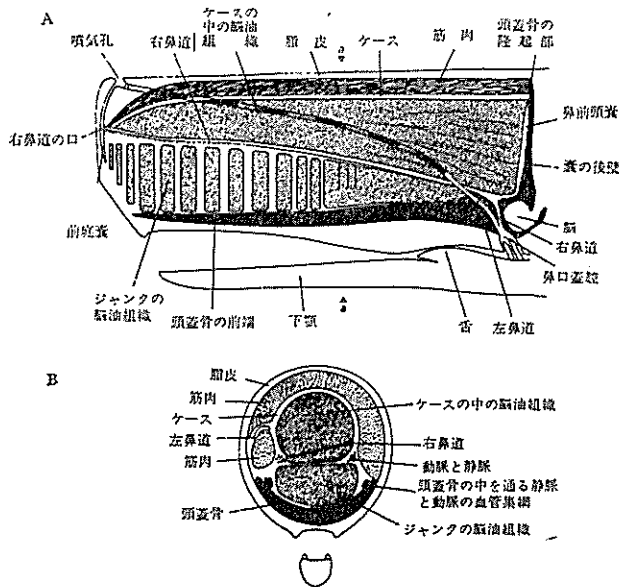
観 察

頭の中の諸器官の相対的なプロポーションは、成長の過程で大きく変化し(第1図、第2図)、これらの器官の機能に関する考察は、胎児におけるものよりも、成体における諸器官の大きさとその相互関係に基づかなければならない。このため4頭鯨について多くの測定を行ない、成体の吻における各器官と脂皮の相対的大きさを再現させた。これに加えて構造の詳細と組織学についても、従来の文献に記載がなく、かつ機能の研究に必要なものはここに述べた。

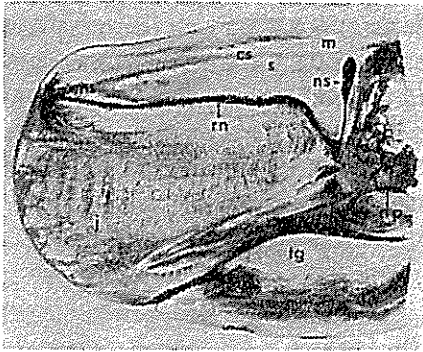
(訳者註。マッコウクジラの頭は第1図で見ると通り、

待通りには行かなかったが、この旅行によって得られた詳細な知識と資料の蒐集は、脳油器官とこれに関連する組織の機能に関する仮説を完全に裏書きしかつ明らかにした。頭の一般的な形態と組成は Pouchet & Beauregard (1889) および Beddard (1915, 1919) が胎児を調べて明らかにした。Raven & Gregory (1933) は 18ft (5.5m) のオスについて概要を述べた。Clarke (1970) は成熟したマッコウのさらに詳細な図を示したが、それは各構成物の比例的大きさを示し、かつ脳油組織の下半分を構成している 'ジャンク' (junk) はいくつかのブロックに分かれていることを示した。最近 Berzin (1972, 65 図, p. 110) はジャンクはブロックとなっていないで、脳油袋がブロックになっている図を示したが、これは誤である。Schenkkan & Purves (1973) は 150cm の胎児の頭を図示し、その構造の相同性と機能について論議しているが、筋肉以外は Raven & Gregory その他の人の業績をあまり上廻っていない。

ここでは数頭の胎児の観察、成体の頭の切断、それに多くの成体の細かな観察に基づいて、成熟したマッコウクジラの頭の構造と相対的プロポーションを、今までのどれよりも詳細に述べる。



第1図。マッコウクジラ成体の頭の断面。Aは縦断面Bは横断面。噴気孔と左鼻道は、中心線より左側にあるが、参考までにここに示した。横断面はA図のa-aを通る面で切断したもの。

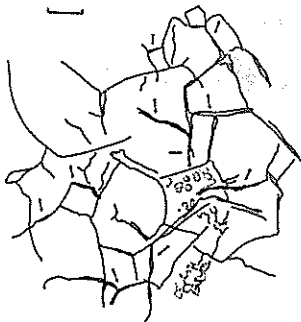


第2図。体長約1mの胎児の頭の縦断面。b、脳；j、ジャンク；m、筋肉；ms、museau de singe；np、鼻口蓋腔；ns、鼻前頭囊；rn、右鼻道；S、脳油袋；sk、頭蓋骨；tg、舌；cs、ケース。

脳は頭の後部下方にあって、その大部分は脳油とこれに関連する器官で占められている。したがってこの部分は厳密に言えば吻 snout である。この論文でも snout を使っている場合は吻と訳したが、俗に言う頭と考えて戴けばよいのである。

脳 油

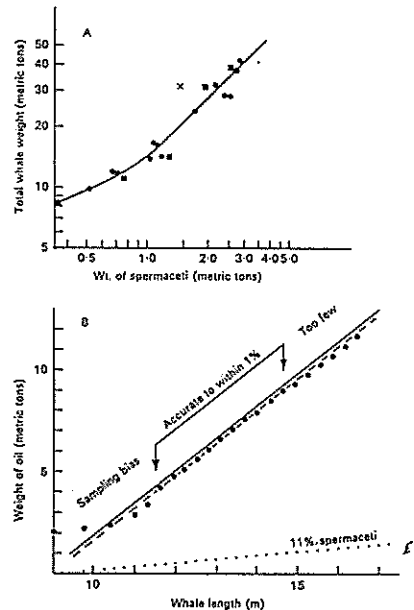
吻の大部分は大量の脳油で占められているが、それは2様に配列されている。俗にいう脳油袋は大きくて縦に長く、半弾丸形の油分の多い組織のブロックで、上と横は非常に強靱な繊維質のケースで包まれている(第1図)。腹側の平らな部分は前端が結合組織、後端は右鼻道の憩室つまり鼻前頭囊 nasofrontal sac で仕切られている。もう一つの脳油は直立した梯子状に並んだ、いくつかのブロックの組織で、その各々は強靱な繊維状の結合組織で仕切られている(第1図)。こ



第3図。脳油組織の採取直後のカメラルンダ(顕微鏡描画)。スケール、0.1mm。矢は毛細管を示す。

これらのブロックの隅を結んだ外観はほぼ楕形で、最も広く最も高いブロックは、先端から全長の10—25%の所にある。各ブロックの幅は、上部ではほぼ高さと同じが下部ではこれより狭い。吻のこのブロックの部分はジャンク(junk)と呼ばれる(訳者註。日本では床という)。ジャンクの前半分は頭の外縁に副っていて、ジャンクと頭の表面との間には繊維質の結合組織があり、その厚さは47ft(14.3m)の鯨では11cmである。ジャンクの後半分には結合組織の層との間に筋肉と骨(上顎骨)があって、これと距てている。各ブロック間の結合組織の隔壁は、ジャンクの後半では次第に薄くなって遂にはなくなる。したがってジャンクの3分の1以上は油状組織の大きな楔形の組織となり、繊維性の結合組織は殆んどない(第1図)。

脳油組織は毛細管網から成っていて、おそらく各細胞は完全に油で満たされているであろう。しかしながらその壁は、新しい断面では平らになった毛細管によって区別することはできないが、これを軽く押さない限り油が出て来ないから、その存在を推定することが



第4図。A。脳油重量と対比させた体重。黒丸大村(1950)、四角1969年ダーバンで行なった測定値より推定、×印 Clarke(1970)の内輪な推定値。

B。1969年以前にダーバンで、各種の体長の鯨から商業的に抽出された油の重量。直線は肉ミール製造の際の油を含む。点線は全部の油の11%が純粋な脳油と仮定した場合の商業的脳油の重量。

できる。完全なまだ押さない組織と手で完全に油を押し出したものの重量を測定することによって、この組織の中の油のパーセントを推定することが出来た。脳油器官から新たに取り出した504gの組織のうち98.8%は油であった。ただし少量の血液もおそらくこの中には入っている。この方法は、何時間か経った後の資料では不十分であった。ジャンクから新たに切り取った565gからは98.5%の油が得られた。これらの数字は苦勞して脂皮をミンチしてプレスした時の値86.4%と比較することができる。ジャンクの後方の楔形の部分の組織は異なっていて、触れた場合に粘着性があり、圧搾した場合は粘液性の油が紐状に噴出する。

鯨体内の脳油の重量はいくつかの方法で計算することができる。大村(1950)は日本近海で獲れたマッコウクジラ13頭について、脳油の重量を報告している。これと体重との関係を対数目盛でプロットしたのが第4図Aである。

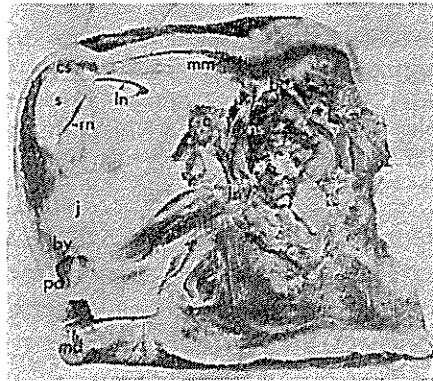
第2の方法は著者がダーバンで5頭の鯨について行ったもので、ケースの内周と長さを測定して脳油器官の容積を計算し、これにジャンクの油のブロックの総ての容積を計算して、加算する方法である。このようにして得たこれらの鯨の値は大村(第4図)の値に非常に近い。著者が行なった現場での測定は、油を切り出さないからロスもなく、最も信頼できる方法であろう。

油生産の数字によれば、全産油量の11%が脳油ワックスである。この値は鯨の体長と体重に関する大村の数字、ダーバンにおける体長と油の生産に関する推定値と関連させて、脳油ワックスの量を推定するのに役立つ(第4図B)。この方法は他の2の方法よりも、著しく低い推定値を与える。それはこれは商業的に抽出されたワックスの数字であって、鯨の頭に存在する自然の脳油ワックスの一部であるに過ぎないからである。このような計算は自然にある油の量に基礎を置かなければならない。鯨にとって重要なのはこの数字であり、ここでもこれに基礎をおく。著者が前に行なった、頭の機能に関する仮説の概要(Clarke, 1970)では、31tの鯨の脳油の重量を低く見積った。この論文では、その線は商業的脳油ワックスと大村のカーブの中間の値であった。この値はその後の詳細な検討の結果低過ぎることが判明したので、この論文では大村のカーブから得られた値を使用する。

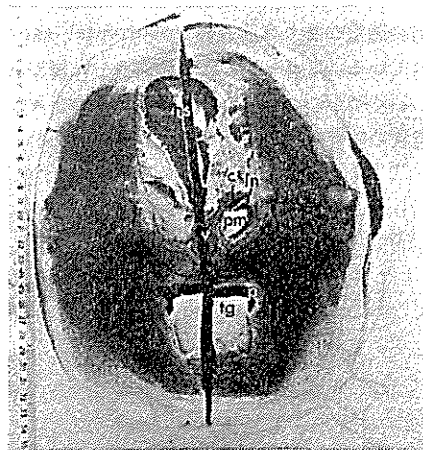
鼻 道

鼻道は左右非対称的に配列されている(第1図、第

5図)。鼻孔は胎児の初期の時代に左右が合一して(Berzin 1972)噴気孔となるが、それは吻の背面先端の左側にあって、S字型をしている。噴気孔の内側に小さな前庭があり、ここに左と右の鼻道が、前者は後方に後者は前方に開口する。左側の鼻道は吻を斜に、脳油ケースの外側をカーブして過ぎ、頭蓋骨の前上顎骨の後端の開口部へとつながる。この鼻道の横断面はリラックスしている時は半月形で(第5図)、この半月形の内側には強靱な筋肉 *nasal plug muscle* があ



第5図。胎児の頭の後端における、縦断面と横断面。bc、脳筐；bv、血管；c、左鼻道より上がってきた腔所；cr、頭蓋骨の隆起部；cs、ケース；j、ジャンク；ln 左鼻道；m、筋肉；md、下顎骨、mm、筋肉(maxillonasal muscle)；ns、鼻前頭囊；pa、前上顎骨；rn、右鼻道；S、脳油袋。



第6図。鼻前頭囊の所で横断した、胎児の頭の前面。bv、血管集網；c、左鼻道より上がってきた腔所；ln、左鼻道；ns、鼻前頭囊；p、咽頭；pm、筋肉 plug muscle；tg、舌；v、軟骨性の鋤骨。

る。この筋肉繊維は左鼻道の背面の端壁の中と脳油袋の腹側側方の繊維性の結合組織の中に入り込んでいる(第 1 図)。この筋肉が収縮すれば左鼻道は広がって、その横断面は円形となる。胎児の頭では(第 6 図)頭蓋骨に入る前に、口角のすぐ後ろの点で、左鼻道は内に曲がって、上顎骨の上の大きな血管集網の内側を通る。頭の長さの、この同じ部位に 2 の腔所がある。1 は軟骨性の鋤骨の左側にあり、他は左前上顎骨の背面

にあるが、次の断面ではこれらは広がって鼻道に合流する。左鼻道のこのような分枝は、大きさが異っていたとはいえ 4 頭の胎児のいずれにもあったが、保存がよくなかったため、その正しい姿と終点を定めることは出来なかった(第 5 図、第 6 図)。胎児ではこれらの分枝の壁の 1 部は、左上顎骨の上の血管集網と直接に接して、頭蓋骨を通り抜ける通路に接していた。鼻腔筋肉(nasal plug muscle)の後端は、左鼻道の開口

第 1 表。1969 年にダーバンで行なったマッコウクジラの測定値
鯨の番号

	2040	1945	2005	1979	2011	1 般
体長 m · (ft)	9.4(31)	10.2(33.5)	11.0(36)	14.2(46.5)	15.2(50)	—
鯨の重量(t)*	8.4	11.0	14.0	31.0	39.0	—
最大の胸廻り(m)	4.9	5.9	—	8.3	9.8	—
口角までの頭長(m)	1.4	2.1	—	2.7	—	—
頭の表面積(m ²)	11.8	17.4	—	25.2	29.9	—
脂皮						
面積(m ²)	29.3	43.7	—	69.3	86.9	—
平均の厚さ(cm)	9.3	11.8	—	16.3	15.0	—
容積(m ³)	2.7	5.1	—	11.3	13.0	—
比重	—	—	—	—	—	0.939
重量(t)**	2.5	4.8	—	10.6	12.2	—
34°Cにおける脳油の比重	—	—	—	—	—	0.855
脳油組織、袋						
長さ(m)	1.9	2.9	3.4	4.7	4.7	—
中央部の直径(m)	0.32	0.40	0.47	0.56	0.65	—
容積(l)	153	374	590	1,158	1,560	—
油の%	—	—	—	—	—	98.8
油の重量(kg)***	129	316	498	978	1,317	—
脳油組織、ジャンク						
容積(l)	272	530	928	1,100	1,430	—
油の%	—	—	—	—	—	98.4
油の重量(kg)***	229	445	781	925	1,203	—
脳油の全重量	358	761	1,279	1,903	2,520	—
右鼻道						
長さ(m)	1.94	2.93	3.40	4.65	4.65	—
周囲(m)	0.56	0.71	0.94	1.10	1.15	—
直径(m)	0.18	0.23	0.30	0.35	0.37	—
容積(l)	49	117	240	448	500	—
壁面積(m ²) [△]	1.22	2.33	3.60	5.71	5.98	—

* 大村(1950)に基づく Gambell(1972)のカーブより推定

** 容積×密度で計算

*** 容積×密度×組織中の油の割合より計算

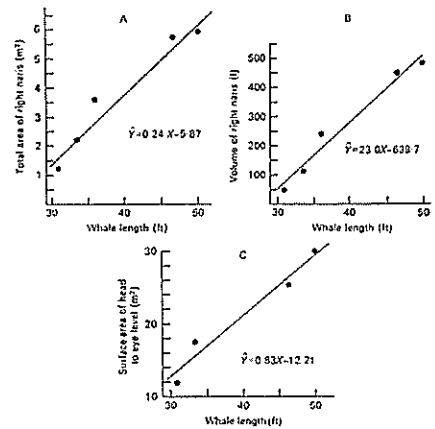
△ 鼻前頭嚢の前の壁の面積を含む。

部で半月形の管の背部につくようになり、幅が狭くなって鼻道を横切る隔壁となる。この隔壁の左側の管は頭蓋骨を通り抜けるが、右側は盲管である。左鼻道に枝管があるかどうか、あるとすればどの程度かは成体では確めることができなかったが、仮りにあるとし、それが左上顎骨の上の血管集網に近接してあるとすれば、頭全体を冷やす上に意義があるのであろう (Clarke 1978b)。

左鼻道の管は薄くてデリケートな黒い内壁は強靱な結合組織に包まれていて、この組織は鼻腔筋肉のある半月形の内側では厚くなっている。

左鼻道が拡張した時の容積は、膨張時の切断面が円形になると仮定して、その長さと同周から計算することができる (第1表)。46ft 6in の鯨 (no. 1979) では左鼻道の円周は、鼻孔から 3/4 の長さの所で 52cm であった。左鼻道の長さは脳油袋の長さと同じであると仮定すると (おそらく僅かばかり低い推定値と思うが)、左鼻道の膨張した時の容積は 100l となる。31ft (9.4m) の鯨 (no. 2040) では左鼻道は、調べた時切断面が円形で、鼻孔から 1/4 の所で直径 10cm であった。容積は 15l と計算された。右鼻道は鼻孔のすぐ内側にある前庭の前の方から延びるが、直ちに拡がって前後に平らな憩室つまり右前庭囊 (right vestibular sac—Clarke 1970 では anterior sinus) となる。この憩室は頭の前端の球状の部分に蔽っている、皮下結合組織のすぐ隣にある。この憩室の後方の壁は脳油ケースの前端で形成されていて、ここには筋肉 (maxillonasalis muscle) の腱も集まっている。この憩室の後方の壁は横に切れていて、口の形をした広い開口部 *Museau de singe* があり、これより右鼻道が縦走する。この口は成体では Schenckan & Purves (1973) がコマツコウについて描いたものと形はよく似ているが、幅は 1ft 以上であろう。死んだ鯨では上下の唇は固く締まっている。最も圧力の強いカ所では、低くて固くて白い隆起が、上下唇ともにある。死んだ鯨ではここに指を押し込むのは容易ではない。Norris & Harvey (1972) はこの唇を音の発生と関係があるとして、詳細に述べている。この口 *museau de singe* を通って、右鼻道は幅広い平らなチューブとして脳油袋を縦走しているが、袋の背側よりも腹側に近い所を走っている (図版 1、第 5 図)。成体ではこの管の内壁は黒色であるが、後方の部分は褐色に変じ、かつ右側の境い目に副って 7—10cm 幅のピンクの縞がある。このデリケートな黒い層は、白くて弾力のある層を蔽っているが、この弾力層はいくつかの室に

分かれていて、そこにはおそらく油が充たされている。この層の下に強靱で白くて平行に走る繊維があり、次いで脳油組織となる。この組織はしばしば、毛細管に血液が入っていて、はっきりしたピンク又は赤色を呈している。毛細管のあるものは白い繊維層にも入り、さらに白色の弾力層にも入り込んでいる。この 3 層の全体の厚さは、成体について測定した数例では 1.0mm から 0.6mm と差があり鼻道の後方の部分では薄くなる傾向があるようである。鼻道の内壁は死んで力の抜けた状態ではシワが寄っていて、容易にどの方向にも長さを 25% まで伸ばすことができる。力を抜けば元の長さに戻るが、25% を越えて伸ばすと破壊される。



第 7 図。鯨の体長に対比させた表面積と容積。黒丸は 1969 年にダーバンで測定したもの。回帰式も示した。

鼻道の上にある脳油組織はほとんど完全な油であって、その中を筋肉の繊維が走っているが、鼻道の下は脳油組織は白色で非常に弾力があり、その中を上下と縦の方向に筋肉繊維が走っている (図版 1)。前方では縦の繊維が、後方では上下に走る繊維がよく発達している。縦に走る繊維は口 *museau de singe* の下唇についていて、口が開いている時は、この筋肉が収縮して唇を下にさげ、かつ後方に引っ張るのであろう。上下に走る筋肉は右鼻道の床を下に引っ張る。Schenckan & Purves (1973) が nasal plug muscle と呼んだ 2 組の筋肉は、ある程度相互に反対方向に働くのであろう。それは同じ組織の中にあるからである。

右鼻道の上方の脳油組織にある筋肉繊維は、袋の後方を下に走って、それより斜に脳油組織を通して後方の憩室の鼻前頭囊 Nasofrontal sac の前面に達す

る。この筋肉の収縮によって、右鼻道の分岐道の前方の壁を前に引っ張るものと思われる。この憩室は脳油袋の後端を頭蓋骨から分離している。この憩室の前方の壁は右鼻道の縦走している部分と同様の組織を持っているが、後方の壁は、直径 1 cm のコブの粒で蔽われている (Norris & Harvey 1972)。この内壁を表面に直角に切断すると、このコブは液体を充たした小胞の上にあることがわかる。この小胞は平滑な白色の弾力性のある組織の中であって鼻道の縦走部分の内壁と同じように薄い灰色の層で蔽われている。この液体は透明な水様で、酸性の塩化バリウムで沈澱しないから海水ではない。なめても塩辛くない。白色の組織には血管は僅かしかない。この憩室は、右鼻道の縦走部の背面に閉じているが、その場所は右鼻道が狭くなる直前で、これより頭蓋骨を通り抜ける。頭蓋骨を通り抜けると、直ちに左鼻道と合流して、通常の鼻口蓋腔 Nasopalatine cavity を形成し、この中に喉頭 larynx がはまり括約筋で支えられる (第 1 図)。左鼻道は頭蓋骨を通る時僅かに狭くなるだけであるが、右鼻道は 33 ft (10.1 m) の鯨では直径約 2.5 cm と狭くなる。この鼻道は括約筋によりしっかりと閉められているものと思われる。この場合おそらく弁も作用するのであろう。

右鼻道の容積は 5 頭について測定した (第 1 表)。長さは脳油袋の長さと同じであるとした。円周は鼻道の長さの 3 分の 1 の所で測定した。長さと共に次第に広がるが、両壁の平行した円筒形と仮定して測定したわけで、これにより容積の計算には影響はない。鼻前頭嚢は成体 1 頭について測定したに過ぎない。通常の鯨の解体の場合では見えないのが普通であるからである。しかしながらその前面の壁は、脳油袋の寸法から推定し、かつ縦走部分はその 12% であるとして加算し、右鼻道の壁の全面積を計算した (第 7 図)。

吻のその他の筋肉

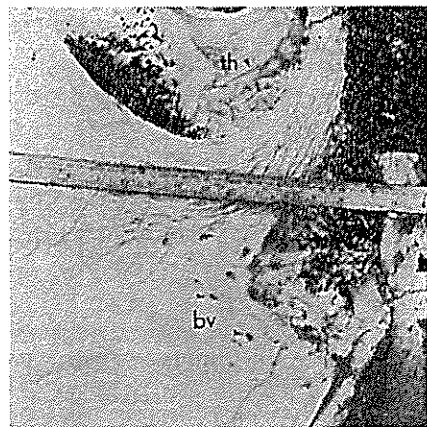
頭の脂皮を剥くと、対をなした筋肉 *maxillonasalis muscle* とその腱が現われる (図版 1)。外面の腱は頭の長さの 2/3 に達する。筋肉は、上顎骨と前上顎骨によって構成されている頭蓋骨の隆起部についていて、その腱は脳油ケースの前半全部に付着点がある。これより上層の腱は右鼻道の口 *museau de singe* の上の噴気孔より後方の組織に付着点がある。このことからある研究者は、この筋肉の主な機能は噴気孔を開くことであると信じた。これより下の腱はこれより後方のケースについていて、この筋肉——その容積は脳油袋と同じか、或はそれ以上を占めている (第 1 図)——の収

縮により、噴気孔と *museau de singe* を開き、又はケースの前部全体を上方に又は後方に引きあげる役目をするに違いない。この筋肉が非常に大きいことから、これは非常に重要であり、単に噴気孔と *museau de singe* を開くだけでなく、これより大きな役目のあることが考えられる。単に開くだけならば、もっと小さな筋肉と腱で事が足りる。この筋肉の収縮により、脳油袋に縦方向に圧力を加え、その後半を圧縮するものであろう。前方では噴気孔を開き、後方では脳油袋を圧縮するという、この二重の行動は、それが鼻道から水を追い出す行為であるとすれば理解できることである (Clarke, 1978b を見よ)。唯単に空気をはき出す為ならば、このように大きな筋肉は必要がないであろう。Schenkkan & Purves (1973) は 150 cm の胎児について、吻の筋肉の配列を述べている。

大きな胎児と成体では左側の筋肉は左鼻道の大部分を蔽っており、さらに *museau de singe* 附近では右鼻道にも達しているとはいえ、左鼻道の先端にだけ付着点があるといえる。しかしながら右側の筋肉と腱は上記のように強大に発達して、脳油ケースの前半分の大部分に付着点がある。

血液の供給

吻は対をなす内部頸動脈 (internal maxillary artery) によって血液が供給されるが、この動脈は左右の上顎骨を通り、多くの枝に分かれ、その多くは頭の中の脂肪質の結合組織の中を、ジャンクの上面の端に副って、前方に向かって走る (第 8 図)。右内部頸動脈



第 8 図。脳油袋の横下部分の断面。ジャンク、皮膚および頭に血液を供給する血管の所在を示す。bv、血管；th、右鼻道の右側に挿入した寒暖計。

の最初の分枝は、鼻前頭蓋が右鼻道の縦走部との合流点付近で脳油袋の中に入る。この動脈はさらに分かれて、その一は背方に向って鼻前頭蓋の直前の組織に達し、他は脳油袋の中央を前方に向かう。この頸動脈の分枝が脳油袋の脳油組織を支えている毛細血管の総てに血液を供給する。右鼻道の縦走部より上の毛細血管は横に走るが、鼻前頭蓋の前方のものは垂直に走っている。右鼻道の腹側の壁にも小血管が多数分布している。脳油袋の前端では毛細血管からの血液は、これよりいくらか大きな血管に集められて、ケースの前端を通り過ぎる。その後のコースは不明であるが、血液はおそらく、ジャンクの両端を走っている内部頸動脈の枝に近接して走っている静脈を通して、頭の中を戻るのであろう。これらの動脈の分枝がジャンク全体および吻の周辺の組織に血液を供給し、血液の戻る静脈はそれと平行している。多くの場合動脈と静脈は、繊維性の結合組織の中の、独自の通路の中を並んで走っている（第8図）。これらの血管の総てが頭蓋骨を通り抜ける点の上下では、これらの血管は怪網類似の集網を形成している（第1図、第6図）。大きな動脈と静脈は、次に後頭突起の両側にある怪網を通過する。

胎児を切断すると皮膚の下1cmばかりの所に血管のよく発達した層があり、それが吻の前端とジャンクの両端を抜けている。成体では血管層は皮の表面からはほぼ2インチ（約5cm）の所にある。皮膚そのものにも多くの毛細管があり、熱のロスを減らすためこれらが収縮しても、その内部では依然として血液が循環することができる。このようにして、ジャンクにやって来る血液は皮膚を通ることもでき、したがってここで冷やされてこれがジャンクを冷やし、これが心臓に戻る時に、反対方向に流れる動脈を冷やし、又はこれが皮膚のバイパスを通る時は、頭は熱を保持することができる。図版II Bはジャンクの前部のブロックを示すが、この鯨ではここが血液で満たされているが、それは捕獲時に、吻の先端部で放熱中のものであったに違いない。前庭嚢の前面の壁では血管は上下に走っている。

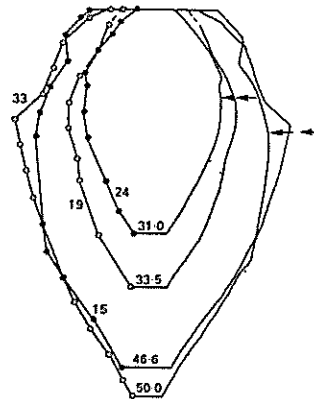
脂 皮 と 皮 膚

マッコウジラの表皮と脂皮については、Berzin (1972) がソ連の多くの科学者(Sleptzov 1952その他)の業績に基づいて、その主な点を述べている。この論文で最も興味のある問題点は、皮膚の乳頭の長さや数と脂皮の厚さ、面積および容積である。

表皮の外側は薄い透明な膜で、この膜は容易に剝ぎ

とることができる。その下の表皮には色素があって、特色のある黒味がかった外観を与える。まっ直ぐな、指状の乳頭が色素を持った表皮に突入しているが、その各々には何本かの合流した毛細管が入っている。Sokolov (Berzin 1972) のデータによれば、この乳頭の平均の長さは3.5mmで、表皮の厚さの71—86%である。著者の切片でも乳頭の長さは平均して3.5mmであるが、外側の膜(Sokolov 1955によれば厚さは18—45 μ m)に近づいていて、Sokolovの示すものよりも近接している。

水平に切断すると、頭の表皮では8.2乳頭/mm²、体の表皮では7.4乳頭/mm²（4頭の鯨について18カ所調査）であるが、その間には統計的な有意の差はない。乳頭は僅かながら先が細くなり、先端では平均して0.136mmであるが、長さの中央部では0.259mmである。したがって横断面の平均の面積は0.053mm²であって、その容積は0.184mm³である。したがって30トンの鯨の表皮における全体の乳頭容積は 乳頭の容積×1mm²内の数×体の表面積 となる（第1表）。即ち0.184×7.8×69—100lとなる。血液の重さはおそらく体重の12%であろう。したがって血液の3%が、1時に、乳頭を占めることができる。血液が乳頭の外側にあった（即ち外表から僅か2.7mmの所）ものは、体の表面の40%以上であろう。乳頭と外側の脂皮の層の血管収縮は、おそらく血液を断熱材として効果のある脂肪層の中に追込み、熱の損失を最小限にすることは確かであろう。皮下の細動脈や細静脈が合一



第9図。4頭の鯨の皮膚のアウトラインを示す図。図中の丸印で示した個所で外周を測定し、これをグラフ紙にプロットし、それを連結したものを。頭の前端は上端。眼の位置は矢印で示す。それぞれの鯨の体長は、下端にて示してある。図中の数字は脂皮の厚さの測定数。

することはよく知られており、このような集網は脂肪層の下にもあるであろう。

鯨の表面積は4頭の鯨について、その長さの数カ所(第9図の丸)で外周を測定して、計算した。各点における外周は、グラフ用紙にプロットして皮膚の外観を示した。次いで面積を測定した。頭の面積は眼より前の部分の面積とした。尾ヒレ胸ヒレおよび頭の終点の面積の推定値も加えて全面積を出した。

脂皮の厚さは各鯨の片側について、各記録部位で測定した。次いで各0.6m²について厚さを測定し又は推定し、次に全脂皮および頭の脂皮の平均の厚さを計算した。第9図に示した数字は、4頭の鯨について、それぞれ厚さを測定した数を示す。脂皮の容積は表面積と平均の脂皮の厚さから計算した。

マッコウクジラの外側は、特徴的なシワ又はでこぼこがある。したがって体の表面積は、外周を測定して得た値よりも大きいのであろう(Berzin 1972)。これを推定するのは困難であるが、このシワは主として縦に走っていて、写真判定では体長の30%までを占めている。

このシワは時として山から山まで約10cmあり、その深さはおそらく幅の1/4に近いであろう(写真より)。このことは、平らな場合に較べて面積は約7%多くなることを意味する。しかしながらこのシワは体に限られていて、頭の表面積を大きく変えるものではない。このシワは圧力の下で脂皮の容積を少なくすることに役立つものと考えられ(Clarke 1978b)、表面積の計算に際しては勘定に入れなかった。

肺

大型鯨では肺の容積は僅かしか測定されていない。第2表は深く潜水する鯨類について、いくつかの測定値を示す。Scholander (1940) はボトルノーズ(Hyperoodon)とコマッコウ(Kogia, 第2表)について、肺の重量を体重と比較した。この比率はマッコウクジラについては大村(1950)の資料から得ることができ、それは10頭で平均0.90%で、範囲は0.49—1.49%である。個体によるこの差は体長とは関係がない。この数字はボトルノーズの0.86%、コマッコウの0.93%と多少の差があるが、肺の他のパラメータは同様であると考えてよいであろう。Scholanderはボトルノーズの肺の容積を、胸膜腔の長さと同じ長さまで、空気を入れて膨らませて測定した。この容積(30—40l)を肺の重量(12kg)で割り、その率2.5—3.3%は、マッコウクジラの肺の容積の推定に、使うことができるであろう。この方法で、第2表の44ftの鯨の値をとれば、30tの鯨では肺の容量が650—858lとなり、或いは2頭の大きな鯨の値の平均をとれば535—706lとなる。浮力の計算では(Clarke 1978b)、700lが最も正しい値であろうとし、その範囲を600—800lとした。600lという値は、よく調べられているハンドウイルカの肺の容積、ボトルノーズ(Scholander 1940)およびシャチ(Spencer, Gornall & Poulter 1967)の測定値の外挿法による値に近い。Tenney & Remmers (1963)が公表している哺乳類の多くの種類の体重に対する肺の容積をプロットしたカーブを外挿すれば1,700lという、遙かに大きな数字が得られる。

E. J. Denton 教授と Dr. Q. Bone はこの原稿を

第2表。3種の歯鯨の体重、肺重量および肺容積の関係。ボトルノーズとコマッコウはScholander (1940)、マッコウクジラは大村(1950)の資料による。

種 類	体		肺		肺重×100 体重	肺容積×100 肺重量
	体長(ft)	体重(kg)	容積(l)	重量(kg)		
ボトルノーズ	18.5	1400	30—40	12	0.86	2.5—3.3
コマッコウ		420	—	3.9	0.93	
マッコウ 1	35	11,931	—	89	0.75	
マッコウ 2	36	11,962	—	134	1.12	
1と2の平均		11,946	(279—368)	111	0.94	
マッコウ 3	44	23,898	—	260	1.09	
マッコウ 4	49	32,232	—	167	0.52	
3と4の平均		28,065	(535—706)	214	0.80	

註。ボトルノーズの比(2.5—3.3)から計算した、マッコウ1+2および3+4の平均の肺容積は括弧内に示した。

読まれて有益な御批判を戴いた。Sir George Deacon と Mr. P. M. David は著者が Institute of Oceanographic Sciences, Wormley, Surrey に在職中大いに激励して下さい、Mr. S. G. Brown と Mr. H. Roe は写真の使用を許された (図版Ⅱ C と A)。以上の方々に厚く感謝する。

訳者のあとがき

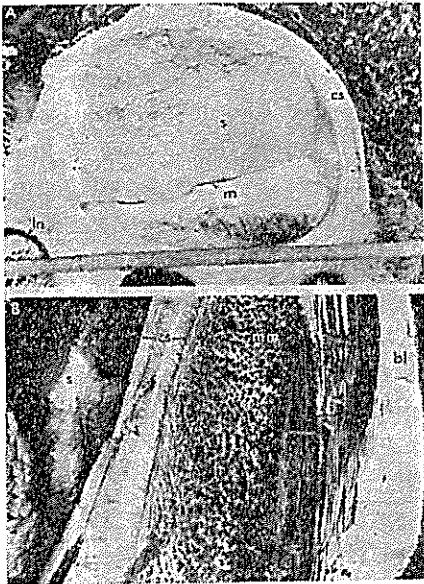
訳者は解剖学の知識のない、いわば素人である。この論文の訳には大いに苦労した。先づ訳者自身が理解し、これを一般の人が理解できるように、日本語で再現しなければならないからである。最善を尽したつもりであるか、思わぬ大きな誤があるかも知れない。これも素人の悲しさである。専門家の方やこの論文に特に興味をお持ちの方は、この訳文にケチをつけることなく、原文を読んで載せたいと思う。この論文の題名および著者クラークのいう、彼の第2、第3の論文は

次の通りである。この3論文は1体をなしているから、順次読む必要があると思う。特に第3の論文はマッコウジラが右鼻道に海水を入れて頭を冷やし、これで浮力を調節するという、未だかつてなかった論議を展開しているが、訳者はこの辺で引き退がらせて戴きます。

Malcolm R. Clarke, 1978. Structure and proportions of the Spermaceti organ in the sperm whale. *J. Mar. biol. Ass. U. K.* 58 : 1—17.

Malcolm R. Clarke, 1978a. Physical properties of spermaceti oil in the sperm whale. *J. Mar. biol. Ass. U. K.* 58 : 19—26.

Malcolm R. Clarke, 1978b. Buoyancy control as a function of the spermaceti organ in the sperm whale. *J. Mar. biol. Ass. U. K.* 58 : 27—71.



図版Ⅰ

- (A) 脳油組織とケースを横断。定規の幅は 2.5 cm。
- (B) ケースの内側の脳油組織を示す縦断面。脂皮の厚さ12cm。
bl、脂皮；cs、ケース；i、筋肉の付着点；In、左鼻道；mm、筋肉 (Maxillonasalis muscle)；rn、右鼻道；s、袋の脳油組織；t、髄。



図版Ⅱ

- (A) 成体のジャンクの縦断面。脳油組織がブロックをなしていることを示す。左側が前部。
- (B) 成体の頭の前部を水平に切断したもの。前方のジャンクの各ブロックの上部が現われている。右が前部。前部ブロックの大部分は暗赤色 (写真では黒色) で、この部分の血管が膨張していることを示す。
- (C) 大きな鯨の脳油器官の後端と頭蓋骨の断面。左側が頭蓋骨の下側。
S、脳油袋、sk、頭蓋骨。