

化石巨大鮫 *Carcharocles megalodon* の顎の復元

後藤 仁 敏*

I. はじめに

筆者は、このほど富山市科学文化センターの依頼を受け、株式会社京都科学の協力により、化石巨大鮫 *Carcharocles megalodon* の顎の復元作業にたずさわる機会を得た。その経験にもとづいて、いくつかの問題について述べたい。

復元にあたってお世話になった富山市科学文化センターの長井真隆前館長・石浦邦夫館長・後藤道治氏、実際の作業を担当された京都科学の森田政廣工芸部長・黒田祥之副部長・久間秋夫主任・池田実香・小西孝治氏らに深く感謝する。とくに、後藤道治・池田実香・小西孝治氏の3氏には、実際の作業を進めるに当たって、万端にわたってご協力いただいた。また、復元のための資料を提供していただいた国立科学博物館の上野輝彌博士、埼玉県立自然史博物館の坂本 治学芸員、アメリカ自然史博物館のJohn G. Maisey博士に厚くお礼申しあげる。

II. 化石巨大鮫とは？

化石巨大鮫 *Carcharocles megalodon* は、世界中の中新世～鮮新世の地層からその歯の化石が産出しており、三角形の大型の歯が特徴的である。イギリス語では“giant extinct shark”といい、学名については、ヨーロッパの研究者はネズミザメ目のオトダス科に分類して *Carchalocles* 属とするが、アメリカの研究者はネズミザメ科に属する現生のホホジロザメ *Carcharodon carcharias* と同属として、*Carcharodon megalodon* としている。

歯の大きさから推定して、全長13mに達する巨大な肉食魚で、肉食動物としては陸生のチランノサウルス（全長13m）に匹敵する史上最大の海生肉食動物である。

その歯化石は、ヨーロッパでは「舌石 glossopetri (tongue stone)」とよばれてきたが、わが国では江戸時代から「天狗の爪」「天狗爪石」として知られてきた。日本では、北海道から沖縄まで全国各地の中新世～鮮新世の地層から発見されており、富山県でも魚津

市大熊の八尾層群福平凝灰角礫岩火山円礫岩層（中新世中期）と、高岡市頭川の北陸層群谷内層（中新世後期）から産出している（後藤・赤羽, 1982；後藤・後藤, 1987）。今回の顎の復元は、これらの歯化石の産出がきっかけになっている。

なお、本種の1個体分の歯群と椎骨の化石は、ベルギーのアントワープ州の中新世の地層から産出しており、ブリュッセルにあるベルギー王立自然科学博物館に展示されている（筆者の観察によれば、その歯の配列にはかなり問題がある）。また、Maisey（私信）によれば、アメリカ合衆国のノースカロライナ州の中新世後期の地層から、最近、同一個体に属する27本の完全な歯が発見されている。わが国でも、群馬県安中市の吉井層（中新世中期）からすくなくとも27本の歯がまとまって産出しており（後藤ほか, 1983）、最近、埼玉県川本町の比企層群土塩層（中新世中期）から同一個体に属する73本の歯の化石が報告されている（上野ほか, 1989）。今回の復元はこれらの資料にもとづいておこなった。

III. 現生ホホジロザメの歯の形態

化石巨大鮫は、現生のホホジロザメと別科・別属とするにせよ、同じネズミザメ目に属し、しかも大型の肉食魚で、食性などの生態的特徴もきわめてよく似ていると考えられる。したがって、歯の形態学的特徴も類似していると推定され、今回もそのような仮定のもとに顎と歯の形態を復元した。

ホホジロザメの歯は、唇舌的に薄く、歯冠は鋭い切縁によって唇側面と舌側面が区別される。尖頭は1つで、その両側が近心縁と遠心縁の2つの切縁となっている。切縁には粗い鋸歯がよく発達している。唇側面は平面に近いが、舌側面はやや膨隆する（図1）。

歯は、小型の個体では、上顎片側に12本、下顎片側に11本存在するが、大型の個体では、上顎片側に13本、下顎片側に12本存在する。上顎歯は、幅（近遠心径）が広く、厚さ（唇舌径）が薄く、歯冠が遠心に傾き、歯根は長方形をしめず傾向が強い。これに対し、下顎

Masatoshi Goto: A restoration of the jaws of the giant extinct shark, *Carchalocles* (*Carcharodon*) *megalodon*.

* 鶴見大学歯学部解剖学教室

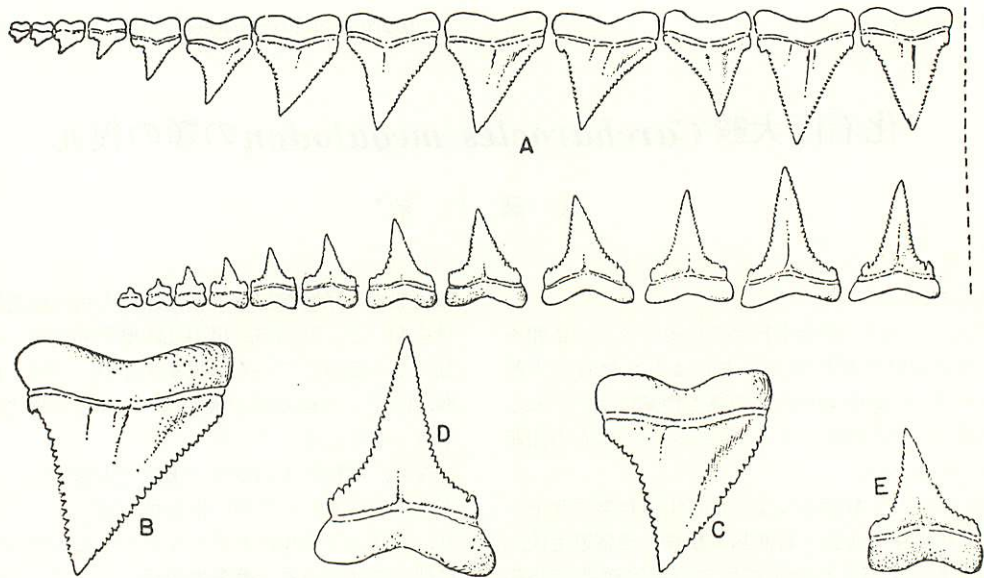


図1 ホホジロサメの右側の歯の唇側面. A: 右側の上・下顎歯, B: 4番目の上顎歯, C: 7番目の上顎歯, D: 3番目の下顎歯, E: 7番目の下顎歯 (Bigelow and Schroeder, 1948より)

歯は、幅が狭く、厚く、歯冠は直立し、歯根は近遠心方向に分岐する傾向が強い。なお、上・下顎歯のこのような相違は、大なり小なり他のおおくのサメにも共通する特徴である。

上・下顎歯とも顎上において近心から遠心に、前歯・中間歯・側歯・後歯に区分できる。前歯は上・下顎とも片側に各2本あり、大型で高く、ほとんど二等辺三角形に近い。中間歯は上顎のみに片側各1本あり、小型で、遠心縁が近心縁より長く、例外的に歯冠全体が近心に傾く特徴をもつ。側歯は上・下顎とも片側に各7本（小型の個体では6本）あり、近心側の歯は大きくて歯冠が遠心に傾く程度も弱いが、遠心側の歯ほど小さくて遠心に傾く程度が強い。後歯は上・下顎とも最遠心側にある3本の歯で、著しく小型で歯冠が低いことで側歯と区別できる。このような特徴は、ネズミザメ目のサメにほぼ共通してみられる特徴である (Bigelow and Schroeder, 1948; 後藤ほか, 1984)。

IV. これまでの復元について

1) Bashford Dean による復元

化石巨大鮫の顎の復元でもっとも有名なものは、アメリカ合衆国のニューヨークのアメリカ自然史博物館に展示されているものである(図2)。これは有名な魚類学者 Bashford Dean による復元で、石膏でつくられた顎軟骨の模型に実物の歯化石が並べられており、顎の高さが2m以上もある。この復元については、Applegate (1971) によって、現生のホホジロサメとの比較にもとづいて大きすぎるとされており、実際には、

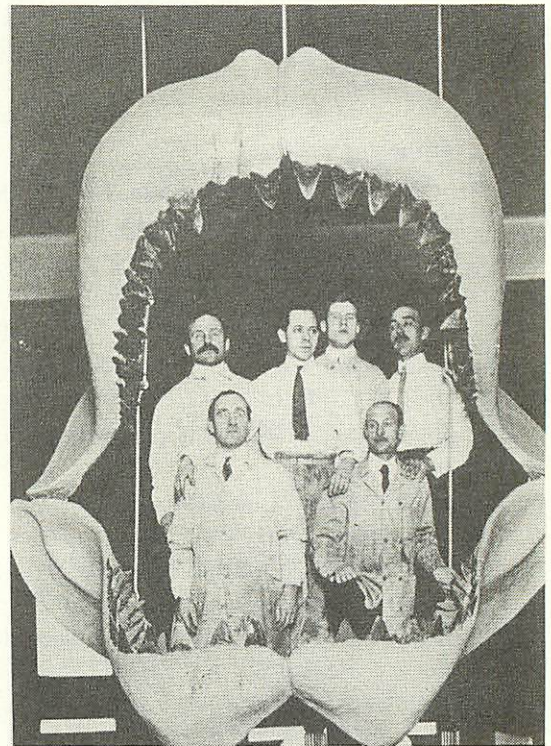


図2 アメリカ自然史博物館に展示されている Dean による化石巨大鮫の顎の復元 (アメリカ自然史博物館原図, Budker (1971), Maisey (1987) より)

この1/3ないし1/2であると指摘されている。歯の配列も近心から遠心に大きさの順に並べただけで、上顎の3番目の中間歯の存在などが無視されており、上・下の歯の形態的特徴の相違も考慮されていない。このような顎の復元にもとづいて、かつては本種の全長が30m以上にも達すると考えられていたのである (Randall, 1973)。

2) マサチューセッツ大学に展示されている復元

Maisey (1987) に紹介されているこの復元 (図3) は、上顎歯が下顎歯より大きく、顎の近心から遠心に

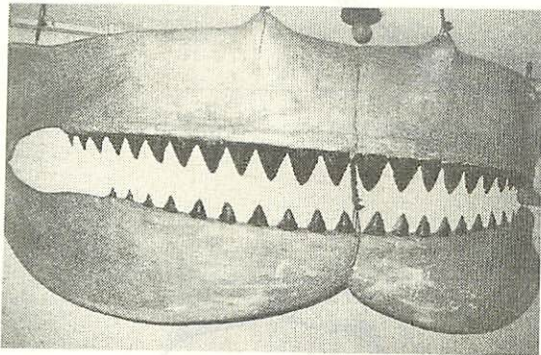


図3 マサチューセッツ大学に展示されている化石巨大鯊の顎の復元 (Maisey 博士のご好意により、Maisey (1987) より引用)



図4 フロリダのマリンランドの野外に展示されているコンクリート製の化石巨大鯊の顎の復元 (Maisey 博士のご好意により Maisey (1987) より引用)

向かうにしたがって歯の大きさが小さくなっている。歯はほとんど二等辺三角形で、歯冠は直立している。ネズミザメ目のサメの歯の形態学的特徴を無視したおそまつなものといえよう。

3) フロリダのマリンランドに展示されている復元

上記のものと同様、Maisey (1987) に紹介されている復元で、野外に展示されているコンクリート製の顎の模型である (図4)。歯の形は正三角形に近く、マサチューセッツ大学のものと同じく、簡単なものである。

4) John G. Maisey による復元

1985年に Maisey がワシントンのスミソニアン協会からの依頼により作成したもので、Dean の復元の3分の1の大きさになっている (図5)。上顎の3番目の中間歯の存在など、歯の形態学的特徴を十分に考慮して作られたかなり正確な復元である。今回の復元作業に当たって、かなり参考にするのできたものである (Maisey, 1987)。

以上のほか、木幡・Nicklin (1982) は、サンディエゴのシーワールド博物館に展示されている復元の写真を紹介しているが、これもかなり正確な復元と思われる。

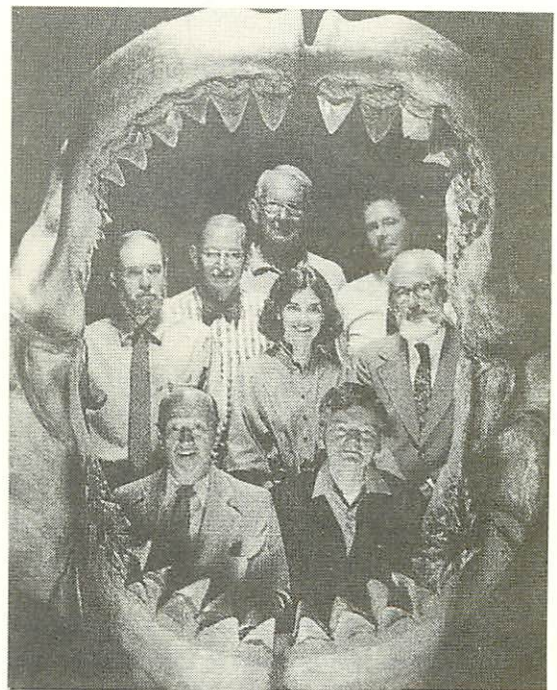


図5 スミソニアン協会に展示されている Maisey による化石巨大鯊の顎の復元 (スミソニアン協会原図、Maisey (1987) より)

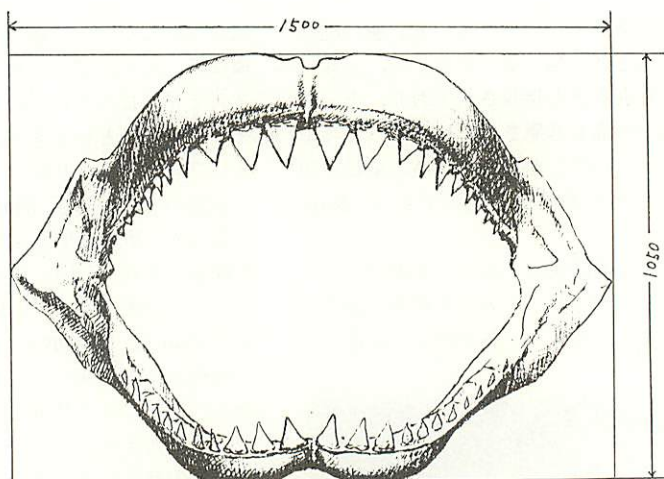


図6 顎の前面の設計図 (京都科学原図)

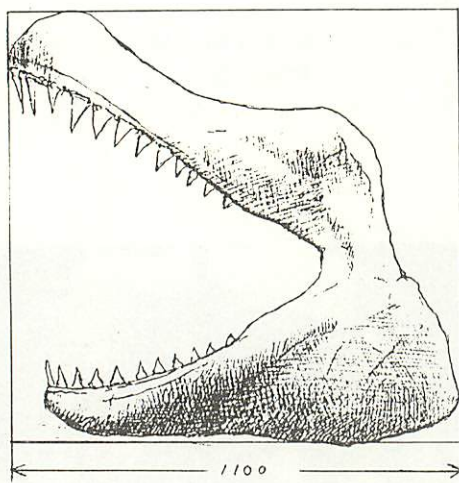


図7 顎の左側面の設計図 (京都科学原図)

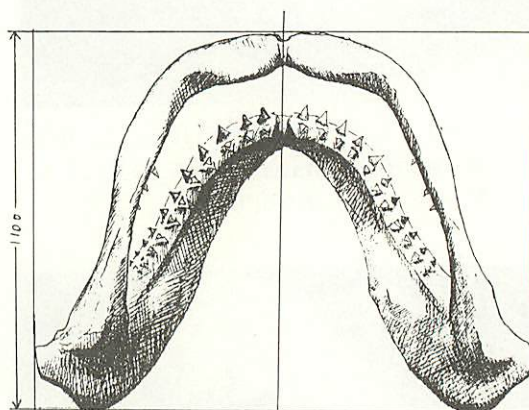


図8 顎の上面の設計図 (京都科学原図)

V. 顎の復元

現生のホホジロザメの顎をもとに、その拡大により、化石巨大鮫の顎を作成した。ただし、幾分奥行を短くしてやや幅広くした (図6, 7, 8)。

顎は、幅150cm、高さ105cm、奥行110cmとし、上顎軟骨は半円形、下顎はやや放物線に近い形にした。顎は、はじめ粘土で原形をつくり、それをもとにプラスチックで模型を作成した。

これまでの化石巨大鮫の歯化石に関する形態学的研究 (後藤・赤羽, 1982; 後藤ほか, 1983; 後藤・後藤, 1987; 上野ほか, 1989など) をもとに、ホホジロザメと比較した本種の歯の特徴をあげると次のようになる。

- 1) 歯の大きさが著しく大きい。
- 2) 切縁が直線ではなく、わずかにS字形のカーブを描く。

- 3) 舌側面において歯冠の基部に歯頸帯がよく発達している。

- 4) 切縁の鋸歯は細かく、その大きさはほぼ一様である。

- 5) 歯根は近・遠心方向に分岐する傾向が強い。

以上のような歯の形態学的特徴に留意しつつ、現生ホホジロザメの歯と比較しながら、化石巨大鮫の歯列の復元をおこなった。

歯は、本来なら上顎26本、下顎24本の合計50本についてそれぞれの型をつくるべきであるが、経費の関係から、上顎片側5本計10本、下顎片側5本計10本の合計20本について図をもとにワックスで原型をつくり、それをもとにプラスチックで模型を作成した (図9, 10)。

上顎については、左右それぞれで、前歯2本用に1

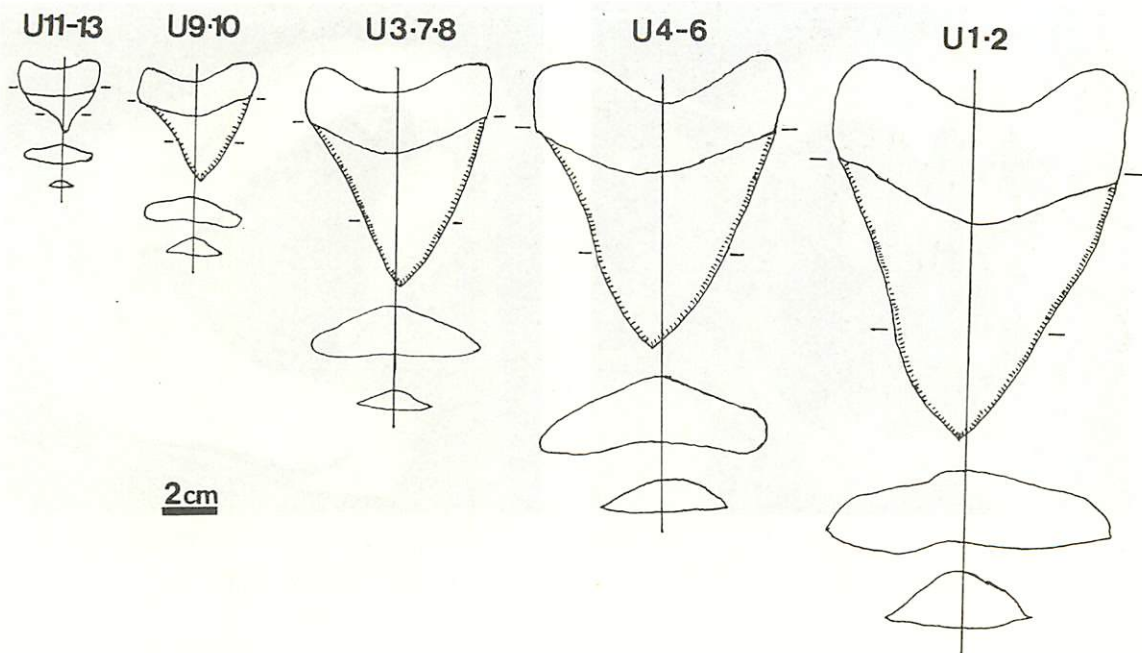


図9 右側上顎歯の設計図。唇側面と横断面をしめす。U1・2：前歯，U4・6：近心部側歯，U3・7・8：左側中間歯および中間部側歯，U9・10：遠心部側歯，U11-13：後歯

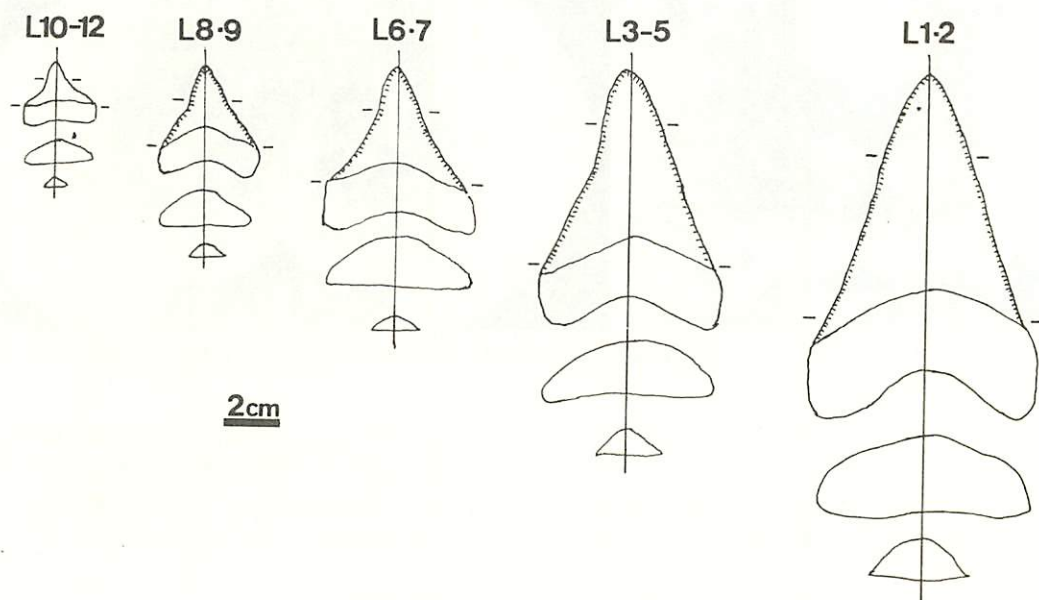


図10 右側下顎歯の設計図。唇側面と横断面をしめす。L1・2：前歯，L3・5：近心部側歯，L6・7：中間部側歯，L8・9：遠心部側歯，L10-12：後歯

本，側歯の近心側3本用に1本，同中間の2本用に1本，遠心側2本用に1本，後歯3本用に1本，中間歯1本用にはそれぞれ反対側の側歯遠心側2本用の歯をもちいた。

下顎については，左右それぞれで，前歯2本用に1本，側歯の近心側3本用に1本，同中間の2本用に1本，同遠心側2本用に1本，後歯3本用に1本の歯を用いた。



図11 粘土製の顎に右側のみ歯を並べたところ、顎のなかには、京都科学の池田実香氏、京都科学亀岡工場にて

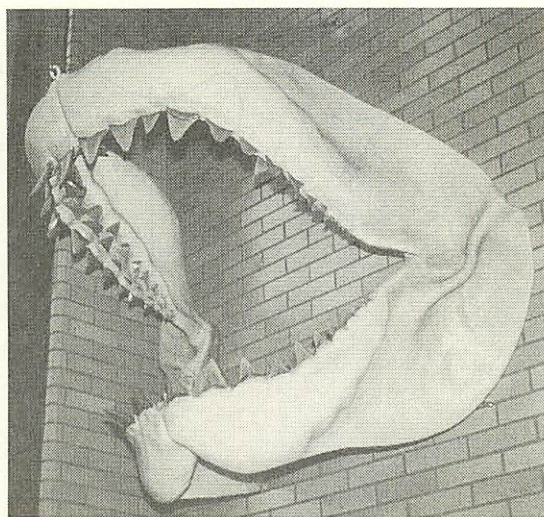


図12 富山市科学文化センターの壁面に展示された化石巨大鮫の顎の復元模型

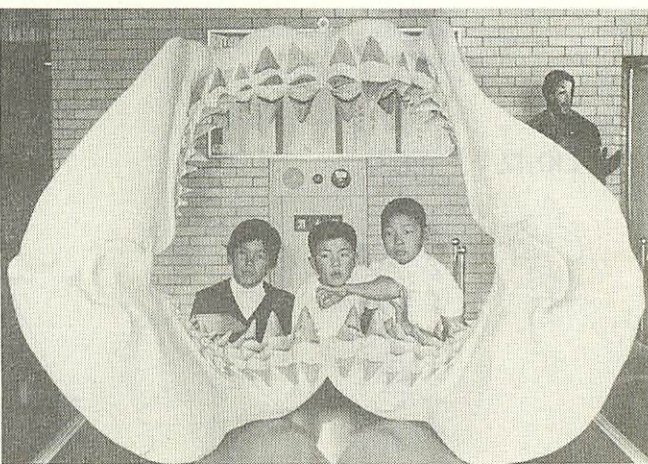


図13 富山市科学文化センターの床面に展示された化石巨大鮫の顎の復元模型（後藤道治氏撮影および提供）
左：前面、右：後面

上・下顎とも、1本の歯を2本ないし3本の側歯または後歯に用いる場合は、近心から遠心にむかうにともなって、歯の高さが小さくなるように、歯根部をけずって、歯根部だけでなく歯冠部の基部も顎のなかに埋め込むようにした。

歯は、上・下顎ともそれぞれの歯が3本ずつ唇舌方向に配列するようにし、その位置は現生のホホジロザメを参考にして、適度に乱れたように並べた。模型の歯はまず粘土製の顎に並べ(図11)、その後プラスチック製の模型の顎に配列した。

以上の作業により、完成された化石巨大鮫の復元された顎の模型は、本年3月末に京都科学から富山市科学文化センターに納品され、4月から一般に公開展示

されるようになった。当初は、高い位置の壁面に展示された(図12)が、顎の内側も見られるようにするため、のちに床面に台をおいてその上に展示されるようになった(図13)。

VI. 反省点について

筆者にとって、今回のような復元作業は、まったく初めての経験であり、また化石巨大鮫の歯の資料の不足、さらにじっさいの作業が京都でおこなわれたこと、などの理由から、つぎのようないくつかの反省すべき問題が残された。

まず、歯の復元についての最大の誤りは、上顎の3番目の中間歯が小さすぎた点である。これは、ホホジ

ロザメにあまりに似せて復元したためで、最近の報告(上野ほか, 1989)によれば、この歯の大きさは4番目の歯(もっとも近心の側歯)とほとんど同じで、歯冠は近心に傾くというよりも、ほとんど直立していることが明らかにされている。

つぎに、歯の唇舌方向の配列について、右側と左側で若干異なっている点である。すなわち、右側はかなり不揃いに配列されているのに対し、左側は一様に配列されている。左右のバランスを考えて復元すべきであったと反省される。

さらに、個々の歯について型を作成しなかったことから、かなり形態的に誤った復元をおこなった歯ができてしまった。やはりすべての歯について型をつくるべきであったと反省される。

以上のような反省点はあっても、今回の復元は現在の時点では、これまでのものより一歩進んだものであると思っている。会員諸氏のご批判・ご討論を切にお願いする次第である。

なお、埼玉県立自然科学博物館の坂本 治氏は、現在川本町から産出した総数73本の歯群の化石をもとに、本種の顎を復元する作業をはじめられており、その完成によって、本種のほぼ完全な顎の姿が明らかにされるものと期待される。

文 献

- Applegate, S.P. (1971): Spectacular jaw. *Science*, 174, 893.
- Bigelow, H.B. and Schroeder, W.C. (1948): *The Fishes of the Western North Atlantic*. Sears Foundation for Marine Research, New Haven, No. 1, Part 1, Lancelets, Cyclostomes and Sharks, 576pp.
- Budker, P. (1971): *The Life of Sharks*. Windenfeld and Nicolson, London, 222pp.
- Cappetta, H. (1987): *Handbook of Paleoichthyology*, Vol. 3B, Chondrichthyes II. Gustav Fisher, Stuttgart, 193pp.
- Ellis, R. (1983): *The Book of Sharks*. 3rd ed., Harcourt Brace Jovanovich, San Diego, 256pp.
- 後藤仁敏・赤羽久忠 (1982): 富山県魚津市大熊から発見された化石巨大鮫 *Carcharodon megalodon* の歯化石について. 富山市科学文化センター研究報告, No. 4, 1-4, pl. 1.
- 後藤仁敏・小林二三雄・大沢澄可 (1983): 群馬県安中市の吉井層(中新世中期)から発見された化石巨大鮫 *Carcharodon megalodon* の歯群について. 地質学雑誌, 89, 597-598, pl. 1.
- 後藤仁敏・菊地隆男・関本真一・野間達郎 (1984): 上総・下総層群(鮮新世~更新世)から産したホホジロザメの歯化石. 地球科学, 38, 420-426, pl. 1.
- 後藤仁敏・大泰司紀之 (1986): 歯の比較解剖学. 医歯薬出版, 東京, 268pp.
- 後藤仁敏・後藤道治 (1987): 富山県高岡市の北陸層群(中新世後期~更新世前期)より産出した化石巨大鮫およびホホジロザメの歯化石3標本について. 富山市科学文化センター研究報告, No. 11, 123-132, pl. 1.
- 木幡起士・Nicklin, F. (1982): [サメ] 死ぬまで泳げ. 日米ドッキング報告/最強のサカナの日々. *Cosmo*, July 1982, 60-67.
- Kuga, N. (1985): Japanese Cenozoic Elasmobranchs with special reference to Lamniforme phylogeny and ecological diversification of elasmobranchs. Dissertation for Doctor of Science in Kyoto University, 272pp., 45pls.
- Maisey, J.G. (1987): Evolution of the shark. in *Sharks* (Stevens, J.D. ed.), p. 14-17, Murehurst, London.
- Randall, J.E. (1973): Size of the great white shark (*Carcharodon*). *Science*, 181, 169-170.
- 上野輝彌・坂本 治・関根浩史 (1989): 埼玉県川本町中新統産出カルカロドン・メガロドンの同一個体に属する歯群. 埼玉県立自然史博物館研究報告, No. 7, 73-85, pl. 1-15.