

新・私の古生物誌(11)

New Series of My Paleontological Notes (11)

— サメとエイ類の進化史 —

— The evolutionary history of the Sharks and Rays —

医学博士 福田 芳生
M. Dr. YOSHIO FUKUDA

1. はじめに

皆さんはサメという言葉を目にすると、多分「あー、ジョーズね」と答えるのではないのでしょうか。ジョーズとは本来“鰐”という意味です。ジョーズという題名で、人喰いサメの恐怖を描いた映画が大ヒットしてからというもの、サメ即ちジョーズとなった感があります。

なるほど、画面一杯に巨大な口をあけた、人喰いサメが迫ってくる様子は迫力満点です。決して瞬きしないガラス玉のような目、そこにギザギザの付いた三角形の巨大な歯が加わるのですから、想像しただけでも背筋が寒くなります。

こんなジョーズは、いきなり地球上に出現した訳ではありません。遥か4億年以前の海に体長1~2メートルの小さなサメ、クラドセラケが登場し、石炭紀のヒボードス目を経てようやく現代のサメに到達しました。このサメ類を板鰐類と呼びます。それは5ないし7列の鰐孔が体側に開いていることによります。

後に、サメ類からカスザメを経て、底生生活者エイ類が誕生します。では、最古のサメと目されているクラドセラケ以前はどうだったのでしょうか。何とサメは甲冑魚(かっちゅうぎょ)にその起源を持つ魚だったのです。

そこで、本論では甲冑魚からサメに至る進化の主要な道筋を辿って行くことにします。サメ・エイ類の骨格が軟骨で構成されていることから、動物学の教科書では軟骨魚類と総称されることがあります。

太古のサメは現代のサメとどこが違うのかと言った点については、随時文中に記して行くことにしました。その方が読者の皆さんに分かり易いと考えたからです。

2. 無鰐類の出現

最古の魚類は、今から約5億年以上も昔のカンブリア紀中期の海に登場しました。そして、オルドビス紀に入って無鰐類が出現し、シルル紀からデボン紀初期(今から約4億年前)にかけて大発展します。この無鰐類というのは読んで字の如く、鰐の無い魚の仲間です。

大部分の無鰐類は海底表面の泥土から、有機物片を濾し摂って栄養源にしていました(図1のa)。体は硬い骨質の甲で覆われていました(図1のc)。甲の断面を顕微鏡で観察すると、歯の構造に大変よく似ていることが分かります(図1のb)。

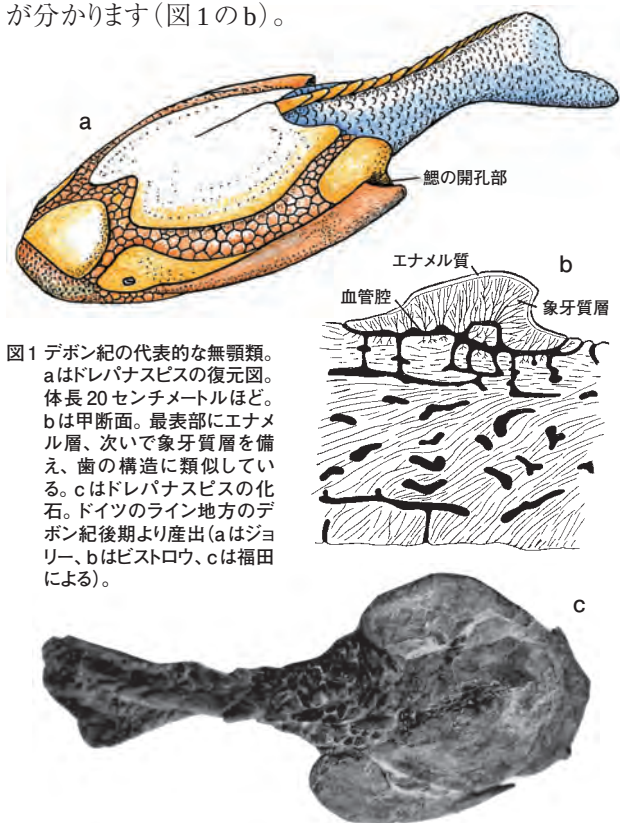


図1 デボン紀の代表的な無鰐類。
aはドレパナスピスの復元図。
体長20センチメートルほど。
bは甲断面。最表部にエナメル層、次いで象牙質層を備え、歯の構造に類似している。cはドレパナスピスの化石。ドイツのライン地方のデボン紀後期より産出(aはジョリー、bはビストロウ、cは福田による)。

半月形の頭部を持つケハラスピスは体長20～30センチメートルほどあり、特別な食性を持っていたことで有名です(図2)。ロシアやスピッツベルゲンのデボン紀初期の地層から、保存の良い化石が多数報告されています。

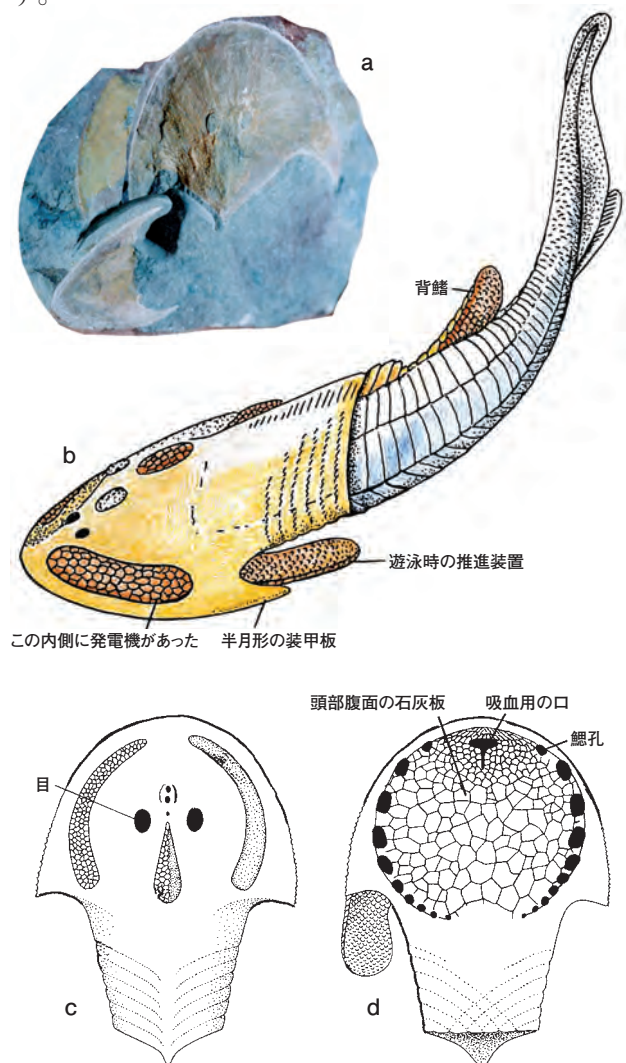


図2 デボン紀の吸血性無顎類ケハラスピス。aはロシアのデボン紀層より産出したケハラスピスの頭部。特有な半月形の装甲板からなり、中央に1対の目窩が認められる。長さ5センチメートルほど。bはケハラスピスの復元図。cは頭部背面、dは腹側。扁平で吸着し易い構造になっている。先端近くに吸血用の口がある(aは福田、bはジョリー、c～dはステンシオによる)。

このケハラスピスは現生のヤツメウナギと同様、頭部下側に吸盤を備え、吸血生活を送っていました。動きの鈍いウミサソリの甲表面に、吸血の痕跡を留める例があるそうです。スウェーデンの古生物学者ステンシオ博士は、ケハラスピスの頭部を縦に薄切りにして、それを順番にずらりと並べ、立体模型を作製しました。その研究から、博士は頭部に発電機があったに違いないと考えました。

ケハラスピスは獲物を発見すると、まず電撃ショックで相手を弱らせ、次いで吸血したようです。それは、今から

約半世紀以上も昔の研究成果です。現在では、コンピューターとX線装置を組み合わせたCTスキャンという便利な装置があります。この装置にかかると、硬い岩石の中に埋まった骨を、三次元の画像として観察できます。それゆえ、ステンシオ博士のような苦労は無くなりました。

3. 板皮類と顎の出現

カナダ東部のケベック州にガスペ半島があります。その大西洋沿岸に、デボン紀後期のエスクミナク層が分布しています。そのミグアシャ地区に露出する木目細かな砂岩層から、驚くほど保存の良い魚類化石が多産します。

特に板皮類に属するボスリオレピス・カナデンシスと命名された種は体長20センチメートルほどあり、頭部と体の前半部が連続した分厚い骨質の板で覆われています(図3)。そんなことから、胴甲類と呼ばれることがあります。

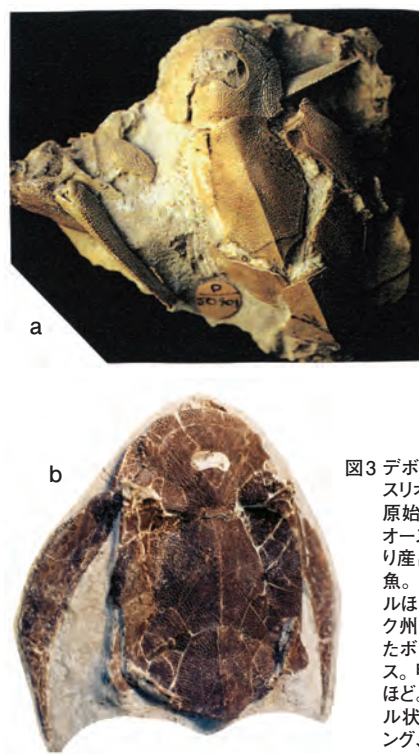


図3 デボン紀を代表する板皮類ボスリオレピス。ボスリオレピスは原始的な顎を持っていた。aはオーストラリア西部のゴゴ層より産出したボスリオレピスの幼魚。甲の長さは5センチメートルほどある。bはカナダのケベック州ミグアシャ地区より産出したボスリオレピス・カナデンシス。甲の長さ15センチメートルほど。体側に甲で覆われたオール状の遊泳装置がある(aはロング、bは福田による)。

板皮類は体の仕組みが無顎類より進んでいて、明瞭な顎を認めることができます。でも、ボスリオレピスの顎は小型で筋肉の力も弱く、口を大きく開くことができませんでした。ボスリオレピスは、ようやく顎らしきものが出現したという段階です。

河口附近で生活し、泥土表面の腐った動物の死骸

や軟らかい藻類を食べていたと考えられています(図4)。体内にはサメ型の螺旋弁が存在していた可能性があります。



図4 河口附近の浅瀬で餌を漁る2匹のボスリオレピス(ロングによる)。

この螺旋弁というのは、腸が螺旋階段のようにねじれたものです(図5)。これは病気ではありません。長い腸管を狭い腹腔に収めるには、バネのように捻れば、場所を取らないという訳です。うまい工夫と申せましょう。

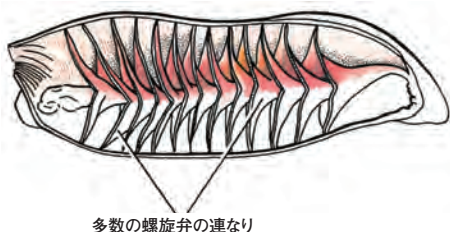


図5 現生のサメの腸管を縦断して、螺旋弁の様子を示す。食物は、この螺旋弁を通過する際に養分の吸収が行われる(マリネリとストレンジャーによる)。

4. 恐るべき肉食魚 節頸類

板皮類の仲間に節頸類がいます。この節頸類はボスリオレピスと違って、頭部と胴の石灰板がはっきり2つに分かれています。その接触部分は私達の首に相当し、上下にガクガクと動く関節で繋がっています。頸に関節があるので、節頸類という名称になったという訳です。

この関節によって、口を大きく開くことが可能になり、噛む力が著しく増大します。さらに呼吸用の水を鰓に導く上でも有利に作用しました。それは、水中での運動がより活発になったことを意味します。なにしろ、多くの酸素を取り入れることで、代謝能力が向上したのですから。

顎には、鋭いナイフのような突起がありました。このナ

イフを用いて、獲物を切断することができました。でも、それは露出した顎の骨が歯の代用をしていたにすぎません。ノコギリの刃を思わせるギザギザを備えたものまであります。

カナダやヨーロッパ各地、オーストラリアのデボン紀後期の旧赤色砂岩層から、コックステウスという節頸類の化石が発見されています(図6)。魚は体長40センチメートルほどです。

体を支える脊柱は軟骨で構成され、5対の鰓で呼吸し、体内に螺旋弁を持っていたに違いありません。尾鰭は現生のサメのように上下で形が異なります。上側が長く、下側は三角形の膜状です。この尾鰭は節頸類の重要な推進器でした。主に魚を食べていたようです。

このようにして見ると、コックステウスは鎧(よろい)を着用したサメ(アーマードシャーク)と呼んでも過言ではないでしょう(図6のa~b)。この節頸類の仲間に、ダンクレオステウスがいます。全長10メートル近くあって、正に当時の海の恐るべき暴君でした。

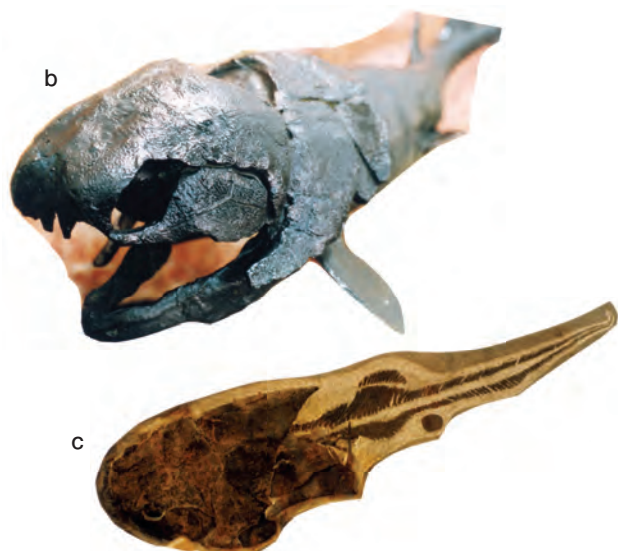
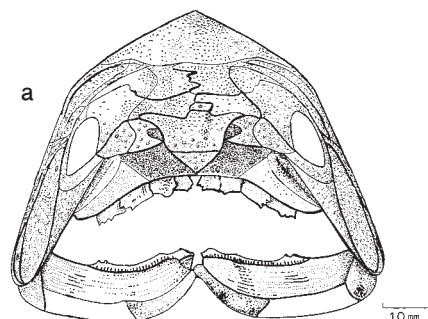


図6 デボン紀の板皮類コックステウス。このコックステウスは鎧を着たサメという異名を持つ。体長40センチメートルほどであった。aは頭部正面。未だ本物の歯を持っていない。bは石灰質の鎧を復元したもの。恐るべき肉食魚の迫力十分だ。cは魚の全形を止める化石。スコットランド産(aはマイルズとウエストール、b~cは福田による)。

5. サメ型の生殖器官を持つ節頸類

今から約50年ほど昔のことです。ドイツのライン地方にあるデボン紀中期(今から約3億8000万年前)の海成層より、奇妙な形をした魚の化石が発見されました。体長20センチメートル未満の小型種で、全体の形が現生のギンザメによく似ています。それはラムホドプシスと命名されました(図7)。

上下の顎にそれぞれ1対の歯板があり、貝類を噛み砕いて食べていました。現生のギンザメは全頭類とよばれ、頭部が異様に大きいのが特徴です(図8)。通常のサメでは5対の鰓孔が頭部側面に並んでいるのですが、何とギンザメでは頭の両側に1個の鰓孔しか認めることができません。

尾鰭はムチのように細長く尖っています。このラムホドプシスが発見された当初、ギンザメ類は既にデボン紀に

出現していたとされ、古生物学界で大きな話題となりました。

でも、ヤーヴィックやミレス、ステンシオらの著名な古生物学者が、ラムホドプシスとよく似た同時代のクテヌレラの化石を詳細に比較検討した結果、いずれも節頸類に属することが明らかになりました。

このデボン紀のギンザメに似た節頸類は、雌雄で生殖器官の形が大きく異なること。その外形や機能は、現生のサメ類とほとんど変わらないことが分かったのです(図7のc~d)。節頸類は胎生であったと主張する学者もいます。

そして、他の節頸類もラムホドプシスやクテヌレラと同様な生殖器官を持っていたと考えられています。かくして、節頸類はサメを初めとする軟骨魚類に近縁な動物であることが、今や定説となっています。この節頸類が装甲板を捨て、真のサメと目されているクラドセラケが誕生します。

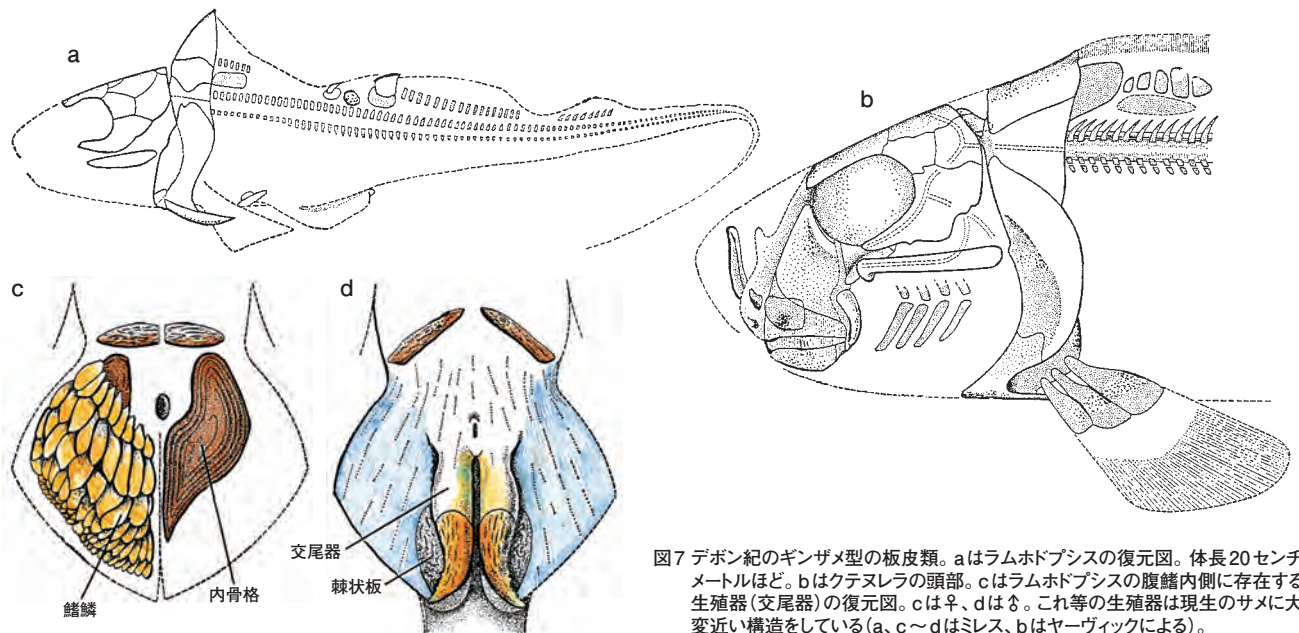


図7 デボン紀のギンザメ型の板皮類。aはラムホドプシスの復元図。体長20センチメートルほど。bはクテヌレラの頭部。cはラムホドプシスの腹内側に存在する生殖器官(交尾器)の復元図。cは♀、dは♂。これ等の生殖器官は現生のサメに大変近い構造をしている(a、c~dはミレス、bはヤーヴィックによる)。

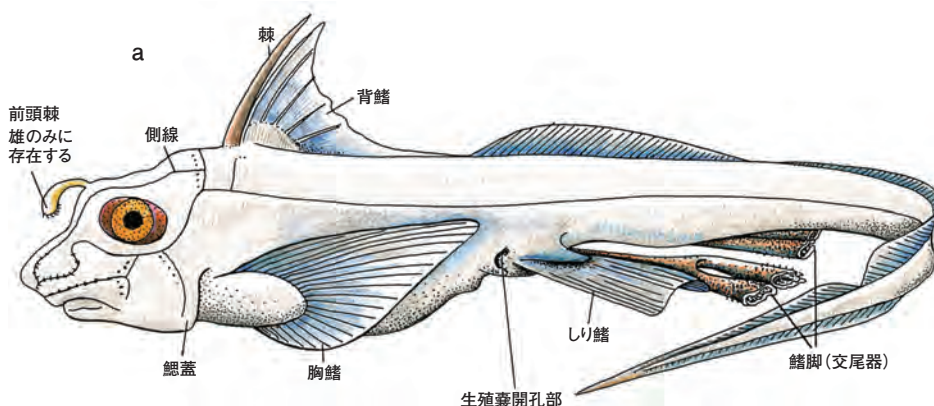


図8 aは全頭類に属する現生のギンザメ。図は♂の個体。鰓蓋は頭部側面に1対ある。骨格が軟骨で構成されているので、軟骨魚類に含まれている。主に大西洋の深海に生息し、貝類を食べる。体長1メートル前後のものが多い。bはロシアのボルガ河沿岸の白亜紀層産のギンザメ類の歯板。長さ4センチメートルほど(aはジョリー、bは福田による)。

6. 最古のサメ、クラドセラケ

今から100年ほど昔のことです。北アメリカのオハイオ州クリーブランド周辺に分布するデボン紀後期(今から約3億6000万年前)の海成層から、サメによく似たスマートな魚の化石が発見されました。

化石は全長2メートル近くあって大変保存が良く、その外形ばかりか筋肉や内臓器官まで残っていました。化石を調べたデアン博士はクラドセラケと命名し、最古のサメと考えました(図9)。

目の周囲を大形のウロコが取巻き、口が体の前方に開いています。口腔内にもウロコがあって、上下の顎には漢字の山という文字によく似た小さな歯が並んでいます。口内に骨質のウロコがあることは重要です。このウロコからクラドセラケ独特の歯が誕生したのですから。

頭の側面後方に、5列の鰓孔を認めることができます。三角形の大きな胸鰭は板状で、いきなり鰭の支持骨に付着します。後のサメでは鰭の付着部が絞り込まれます。そこに関節様の構造が形成され、筋肉の付着を助けます。そんな訳で、進歩的なヒボードス目や現生のサメ類は可動的な鰭を用い、高速で水中を移動することができるのです。

一方、クラドセラケの胸鰭はわずかに上下に動く程度で、主要な機能は海中を遊泳する際の安定板と考えれば納得です(図9のa~b)。クラドセラケの消化管内に残存していた魚のウロコや歯は、クラドセラケが板状の胸鰭で体を安定させ、水中を泳ぎ回って獲物を追跡し、捕食していたことを示しています。

そして、背側に2個の背鰭を備え、その前方に太い骨質の棘があります。このクラドセラケのウロコや棘は、板皮類の持っていた分厚い装甲板の名残りだと考えられています。

多くのサメ類の皮膚には、楕鱗(じゅんりん)と呼ばれる小さなウロコがあります(図10)。ウロコの大部分は表

皮中に埋没していて、わずかに先端が顔を出しているにすぎません。触るとザラザラするのは、楕鱗の突起です。顕微鏡で断面を観察すると、表面にエナメル層が、次いで象牙質層、髄腔が認められ、歯の構造と同一であることが分かります。

そんなことから、楕鱗を皮歯と呼ぶことがあります。ノコギリザメの突起にある独特の棘は、楕鱗が大型化したものです。この楕鱗はクラドセラケの持つ大きな骨質のウロコが小型化し、体表に拡散したと考えればよいでしょう。この楕鱗も、元を正せば板皮類の装甲板に由来しています。

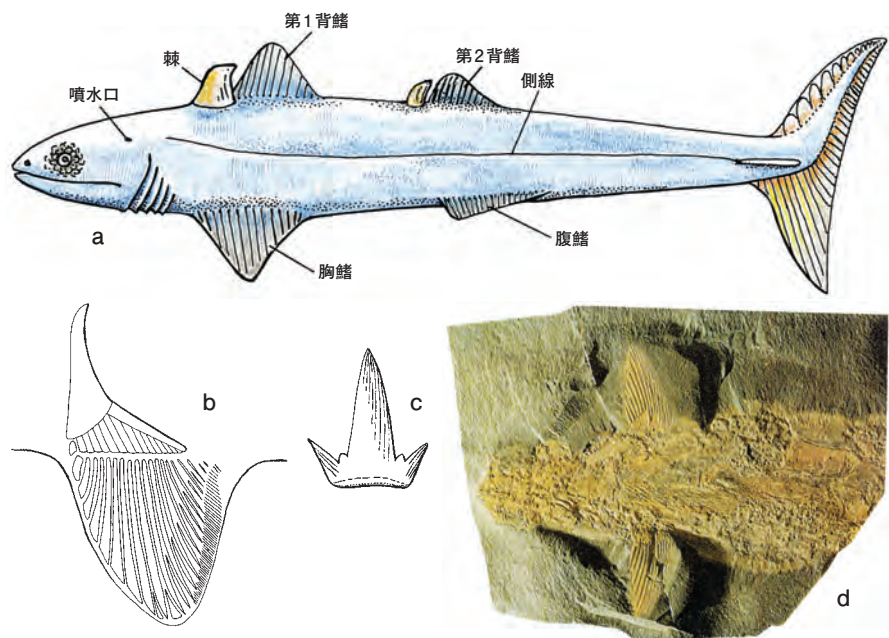


図9 デボン紀後期に出現した最古のサメ、クラドセラケ。aは全形を示す。bは基底軟骨に付着する鰭。広い基部には関節様の構造が全く認められない。cは漢字の山の文字に似た小型の歯。dは北米クリーブランドのデボン紀後期の頁岩層より産出したクラドセラケ(体前半部)の化石(aはジョリー、bはデアン、cはシェファールとウィリアムス、dはロングによる)。

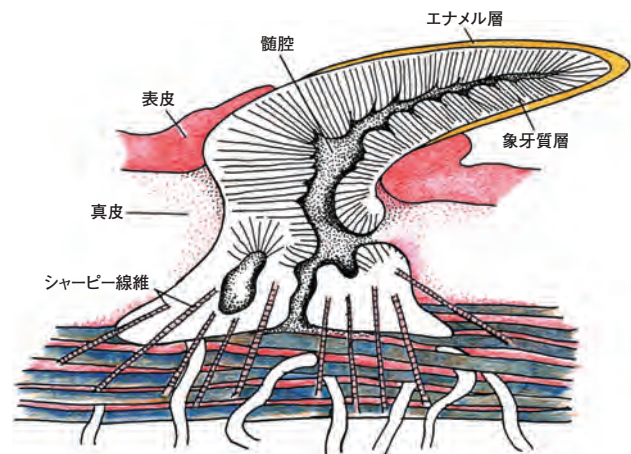


図10 サメ肌の原因、楕鱗の構造。図は縦断面を示す。楕鱗の露出部を覆うエナメル層、次いで象牙質層、髄腔が並ぶ。それは歯の構造と変わる所が無い。楕鱗が皮歯と呼ばれる由縁である(ジョリーによる)。

尾鰭は上下の形が同じで、一見したところカツオの尾鰭に似ています。言うまでもなく、脊柱は軟骨で構成され、消化管は螺旋弁からなっています。このクラドセラケは現生のサメと同様、浮袋を持っていた痕跡がありません。これは筆者の想像ですが、大形の肝臓に油を貯溜し、浮力を得ていたのではないのでしょうか。

クラドセラケはデアン博士の見立て通り、サメを初めとする後の軟骨魚類の要素を総べて備えた魚とみなすことができます。

7. 淡水のサメ、クセナカンタスの出現

古生物学上の重要な種に、デボン紀の末頃(今から約3億5500万年前)に海から淡水に移行したクセナカンタスのグループがあります(図11)。石炭紀(今から約3億3000万年前)から二畳紀(今から約2億8000万年前)にかけて、当時の湖で大繁栄しました。体は深海魚のリウグウノツカイにそっくりで、体長1メートル前後のものが大部分です。なかには4メートル近い大物もありました。

頭の背面後方に骨質の鋭い棘を備えています。湖で魚や両生類を捕食していました。クセナカンタスの特有なアルファベットのVの字に似た歯が、ヨーロッパや北米の二畳紀層(今から2億8000万年前)から多産しています(図11のc)。日本では北上山地の二畳系から報告されています。

クセナカンタスの歯に見るVの字は、短い歯根で繋がっています。この小さな歯根は現代のサメのように、時々歯の新旧交代が行われていたことを示唆しています。クセナカンタスの体の仕組みに、クラドセラケや後のヒボードス目に似た所もあって、その起源を巡って様々な意見が出されています。

8. クラドセラケからヒボードス目へ

クラドセラケを初めとする原始的なサメ類は、一様に顎骨が大型です。特に下顎骨は頭蓋骨を凌ぐ大きさです。無論、骨とは言っても軟骨ですが。上顎の方も頭蓋骨に密着しています。

下顎末端が頭蓋骨に接していて、そこに顎関節を形成します。この顎関節を用いて、下顎を開け閉めするのがやっとと言ったところですよ。従って、獲物の肉を細切したり、引き裂いたりするのはあまり得意ではなかったでしょう。

獲物に歯を突き立て、丸呑みにしていた可能性があります。そして、先述のように下顎が頭蓋骨よりも長いので、口を体の前方に置かざるを得なかったのです。

石炭紀の海に出現したヒボードス目は、時代が新しくなると共に、顎が小型化して行きます。北米カンザス州の石炭紀後期(今から約3億年前)の地層から発見されたヒボードス目のサメ、ハミルトニクチス(図12)は体長1メートルほどですが、背鰭の前縁にクラドセラケのよ



図11 二畳紀に繁栄した純淡水生のサメ、クセナカンタス。aは餌を求めて水中を遊泳するクセナカンタスの復元図。体長2メートルほど。bはドイツのロトリンゲン地方にある太古の湖の堆積物中に保存されていた、クセナカンタスの化石。魚全体の様子がよく分かる。cはクセナカンタスのV字形の歯。北米オクラホマ州の二畳紀産。歯の長さは約2.5センチメートル(aはロング、b～cは福田による)。

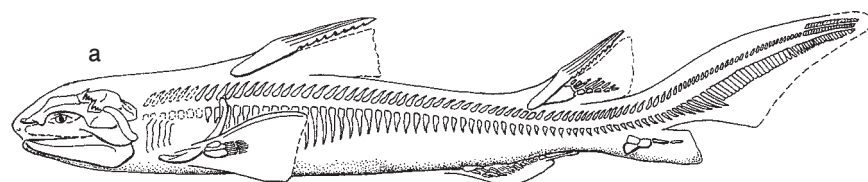


図12 石炭紀後期のヒボードス目ハミルトニクチス・マベシ。aはハミルトニクチスの復元図。頭骨の様子は最古のサメと目されているクラドセラケに似ているが、胸鰭や尾鰭はかなり現代型である。体長1メートルほど。bは北米カンザス州の石炭紀後期の頁岩より発見されたハミルトニクチスの化石。この保存良好な化石の研究から、石炭紀のハミルトニクチスの細部が判明した(a～bはマイセイによる)。

うな太い骨製の棘を備えているものの、胸鰭はかなり可動的になっています。

余談ですが、現生のツノザメ科の仲間は教科書にもたびたび登場する、かなり進歩的なサメです。でも、未だ骨製の棘が背鰭の前縁にあり(図13)、サメ類の進化を考える上の貴重な研究材料になっています。棘の役目は、水流の調整に関与しているとする説があります(図14)。尾鰭は上葉が大型で下葉は小さく、完全な異

尾と申せましょう。ジュラ紀初期のヒボードス目のサメ、パラエオスピナクスやブラジルのサンタナ地方にある白亜紀前期(今から約1億1000万年前)のノジュール中に保存されていたトリボダスは、現代のサメにかなり近づいています(図15~16)。

ヒボードス目のサメは、ジュラ紀末に出現したネズミザメ亜目が優勢になり、白亜紀の終り(今から約6500万年前)に姿を消します。

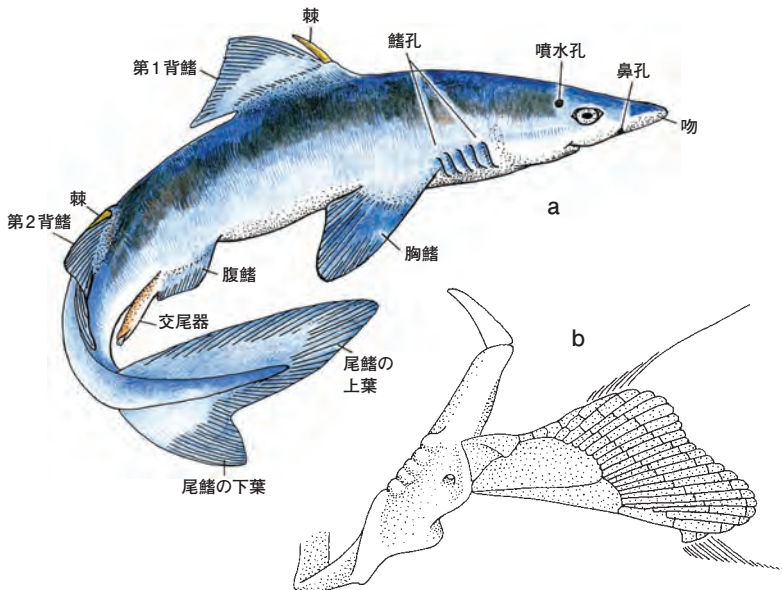


図13 現生のサメ(a)の外形と鰭の基部。aはツノザメ、bは鰭の付着部。鰭の基部が狭まる。鰭を支える基底軟骨(人の肩甲骨に相当する)の部分に、関節様の構造が見られ、鰭を自在に動かすことが可能になった(a~bはジョリーによる)。

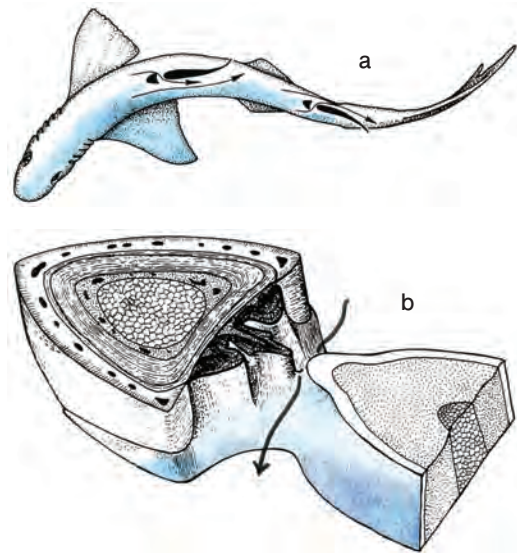


図14 アブラツノザメの鰭の棘とその機能。aはアブラツノザメが体を屈曲させて、獲物に接近する様子を示す。矢印は水流。水が棘の間隙を通過することによって、水流の微調整がなされ、屈曲運動を助ける。bは棘(左側)と鰭(右側)の間隙を流れる水流(太い矢印)。図では棘と鰭を断面で示している(マイセイによる)。



図15 写真はノジュール中に保存されていた白亜紀前期のヒボードス目のサメ、トリボダス・リマエの化石。写真右側が体前方(ブリトーによる)。

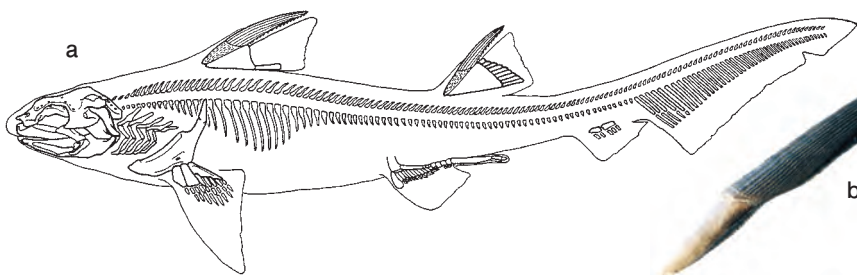


図16 現生のサメに近づいた中生代のヒボードス目。aはブラジルのサンタナ地方のノジュール中に保存されていた、白亜紀前期のトリボダス・リマエの復元図。顎骨が小型化しつつある。鰭の様子もかなり現代的だ。体長1メートルほど。bはイギリスのドーセット県のリムレギスより産出したジュラ紀初期のヒボードス目の鰭に生えていた棘。長さ15センチメートルほどある(aはブリトー、bは福田による)。

9. 太古の超個性的なサメの仲間

ここで、進化の主流から外れたユニークなサメの仲間について紹介しましょう。石炭紀に入ると、サメ類は爆発的に多様化し、実に様々な種が登場します。

イギリスの大都市グラスゴー近郊にあるベアースデンの石炭紀初期(今から約3億5000万年前)の海成層から、化石コレクターのスタン・ウッド氏が発見したステタカンタスが有名です(図17)。体長1メートルほどのサメですが、何と第1背鰭がブラシ状に拡張して、そこに細かな歯(楯鱗)が密生しています。



図17 石炭紀初期の特異なサメ、ステタカンタス(♂)が海中を遊泳する様子を示す。第1背鰭が拡張し、表面に無数の歯が並ぶ。これで他の雄を撃退したのだろうか(ロングによる)。

このブラシは太い棘で支持され、雄のみに存在するそうです。どのような用途があったのか、未だに不明です。筆者の考えでは、繁殖期に他の雄ザメが雌に接近して来た時、思い切りブラシを相手の腹部に打ちつけて、追い払う装置だったと思うのですが、いかがですか。標本は現在、エジンバラのハンテリアン博物館にあります。

石炭紀初期の化石で、北米のベアー・ガルチ石灰岩から産出したダモクレス・セレタスがあります(図18)。体長1メートル未満のサメですが、第1背鰭の太い棘が体の前方に向かって大きく湾曲しています。この棘の内側に細かな歯が密生しています。棘の下側に当る頭部表面にも、同様な歯が生えています。

特に棘内側の歯は、多数の剣が天井からぶら下がっている感じです。その様子がギリシャ神話のダモクレスの剣に似ていることから、学名の方もそれに因んで、ダ

モクレスと命名したそうです。ただし、神話のダモクレスの剣は1本とのことですが。

この化石を調べた北米のアデルフィ大学の古生物学者ルンド博士は、次のように述べています。細かな歯を備えた棘の様子は一見したところ、恐るべき肉食魚が口を大きく開いて、襲いかかって来るように見えるので、他を威嚇する上で効果的だったに違いないというものです。その真偽の程は別にして、大変ユニークな発想だと思います。

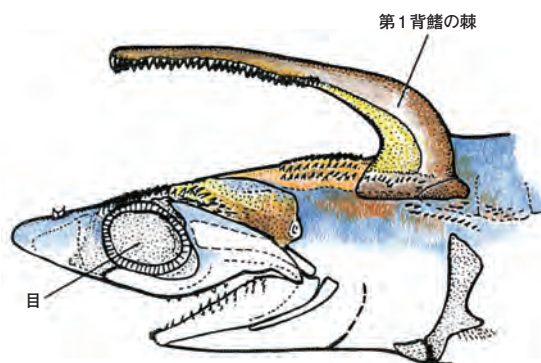


図18 石炭紀初期のサメ、ダモクレス・セレタスの擬態。第1背鰭の太い棘が体前方に大きく湾曲している。その下面に細かな歯が密生している。その様子は恐るべき肉食魚が口を開いて迫って来るように見える。それはダモクレスの巧みな擬態と言えよう(ルンドによる)。

これも北米のベアー・ガルチ石灰岩から発見された個性的なサメに、ハルパゴフツツール・ボルセロリヌスがあります(図19~20)。体長20センチメートル未満です。体は小型のアナゴに似ています。分類学的にはギンザメに近いそうです。

このハルパゴフツツールは雌雄で頭部の形がひどく異なります。雌は先細りのアナゴ型の頭です(図19のa~b)。一方、雄では頭部背面に、対になった長さ2センチ

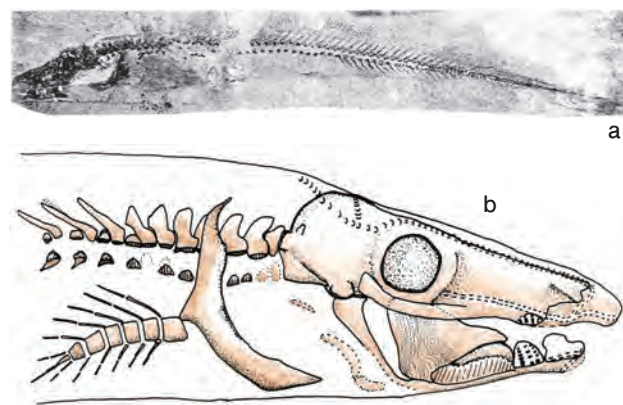


図19 北米モンタナ州の石炭紀初期のベアー・ガルチ石灰岩より発見されたサメ、ハルパゴフツツール・ボルセロリヌスの化石。aは雌の個体全形。体長20センチメートルほど。bは頭部の拡大。先細りのアナゴに似た頭をしている。厚いエナメル層を備えた歯は貝類や甲殻類の硬い殻を噛み潰すのに適していたら(ルンドによる)。

メートルほどの太い突起が生えています(図20のaの矢印)。後方に緩くカーブしていて、先端が2叉に分岐している様子は、現代のシカの角にそっくりです(図20のb)。

発見者のルンド博士は、雌を獲得するためのディスプレイ装置と考えています。これは筆者の推測ですが、ハルパゴフツールのアナゴ型の体は、外敵が接近して来た際、素早く泥の中に潜って身を隠すのに適していたでしょう。

雄の頭部にある分岐した突起は、泥の表面に出ていたはずですが、それが海底に生えている海藻やサンゴのように見えるので、雄のディスプレイ装置は外敵の目を晦ます上にも、効果的だったと思います。

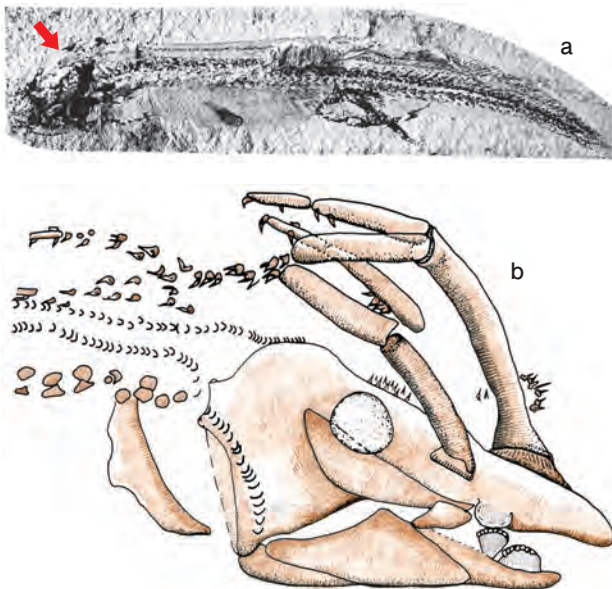


図20 北米モンタナ州のペアー・ガル石灰岩より産出した個性的なサメ、ハルパゴフツール・ボルセロリヌス。aは雄の個体で、全形が良く保存されている。矢印は頭部の突起。体長20センチメートルほど。bは頭部を拡大して示す。背面に1対の2叉に分岐した突起を備えている。発見者のルンド博士は雄のディスプレイ装置と見なしている。他の考え方として、魚が泥中に潜っても、この突起は露出していたに違いない。外敵はそれを海藻やサンゴの枝と誤認することで、難を逃れたのではないか(ルンドによる)。

次に、ハルパゴフツールの歯から見た食性について述べましょう。歯は厚いエナメル層を備えた、低い半円形の高まりからなっています。恐らく海底で甲殻類や貝類を捕え、噛み潰して食べるといった、大人しいサメであつたと考えられています。

個性的なサメと言えば、石炭紀(今から約3億2000万年前)から三畳紀(今から約2億3000万年前)にかけて当時の海で繁栄した、ヘリコプリオンを外す訳にはいかないでしょう(図21)。ヘリコプリオンは特異な渦巻状の歯列を持っています。研究者によって、現在まで実

に様々な復元が試みられています。

渦巻きが下顎先端部にあつて、後方に向かっていたとするもの、いや下顎内側に存在していたはずだとする意見もあつて、今もってこれだという結論が出ていません。一説には、渦巻き状の歯列がアンモナイトのように見えるので(図21のa)、他の魚が油断して接近して来ます。それをパクッと食べたと言うものです。

未だ所属不明で、全頭類のギンザメ目に近いと考える学者や、いやヒポダス目に入れるべきだとする意見に分かれています。最近の研究ではギンザメ目に分があるようです。化石はロシア(図21のc)や北アメリカ、オーストラリアの他に、日本の二畳紀層(古生代末)からも発見されています。

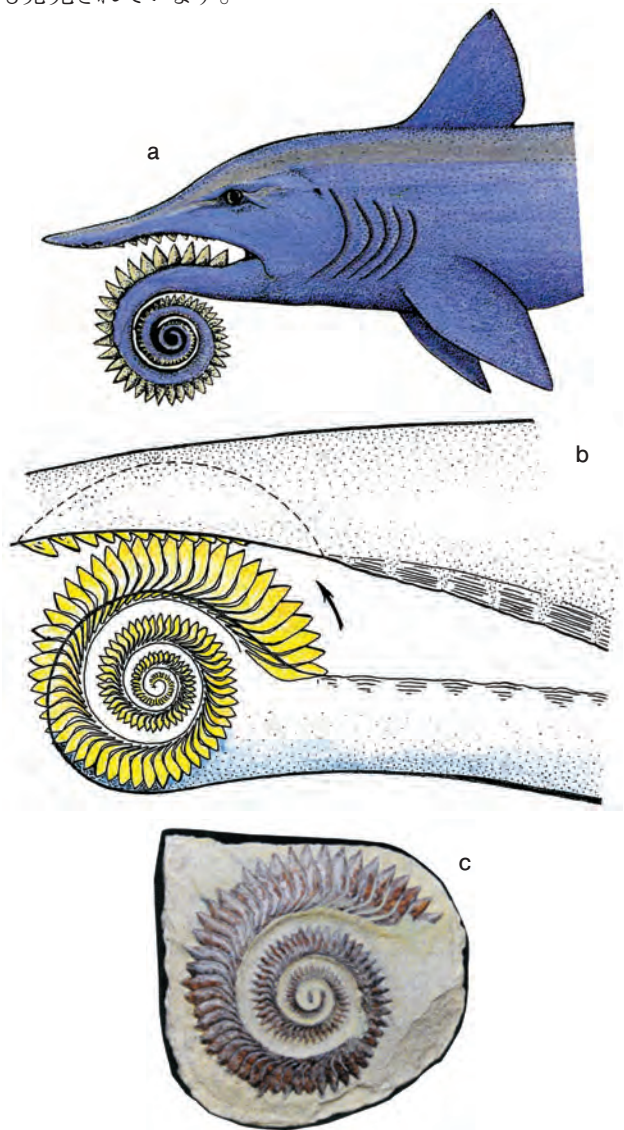


図21 古生代末の二畳紀に繁栄した奇妙な渦巻き状の歯列を持ったサメ、ヘリコプリオン。aは下顎先端部に歯の渦巻きがあつたとする復元図。bは口腔内に存在したとするもの。矢印方向に歯が動いたという。cはロシア産のヘリコプリオンの化石。渦巻きは直径25センチメートルある(aはロング、bはザンガール、cは福田による)。

10. 独立した顎を持つ

中生代末から新生代に入ると、サメの顎骨が小さな骨で頭蓋骨にぶら下がるようになります(図22)。それは顎骨が頭蓋骨から解放され、筋肉の付着面積が増大したことを意味します。

かくして、小型化した顎は頭蓋骨の後方に移動し、独立します。顎を筋肉の力で自在に動かすことが可能になりましたから、獲物の肉を噛み切る能力が飛躍的に高まります。それは皆さん御存知の工具、ニッパーに例えることができます。それは刃がひどく短いのですが、鋭い切れ味を持っています。

サメでは、細かいギザギザの付いた三角形の歯が加わりますから、その威力は絶大です。サメは顎をコンパクトにすることによって、能力を向上させたと申せましょう。正に恐るべきジョーズの登場です。

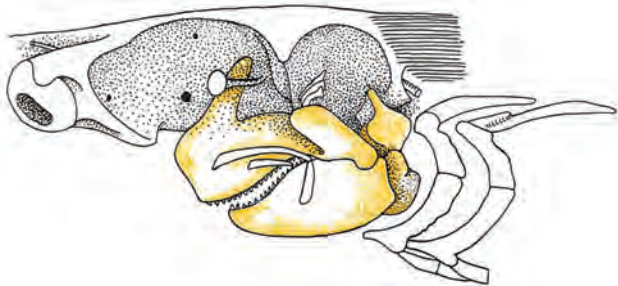


図22 ツノザメの頭骨と顎側面。顎は後方で小型の突起によって、頭骨下方につり下げられている。そのため、筋肉の付着面積が増大し、噛む力が著しく強力になった(ジョリーによる)。

11. 太古の海の暴君メガロドン

今から約8000万年前の白亜紀後期の海には、クレトキシリナやクレトダス(図23)といった狂暴極まりない、ネズミザメ亜目が猛威を揮っていました。なにしろ、クビナガリウやウミトカゲリウに集団で襲いかかり、その肉を貪り食っていたのですから。

このネズミザメ亜目は新生代に突入すると、一層勢力を拡大します。ネズミザメという名前から、何となく可愛い感じがします。ところが、その正体は映画ジョーズの主演ホホジロザメの直系です。

ネズミザメ亜目から、史上最大最強のサメ、カルカロドン・メガロドンが誕生します(図24)。今から約2000万年前から1000万年前(第三紀中新世)の海には、このメガロドンがうようよいました。ギザギザの付いた三角形の歯

は、大人の手の平ほどもあります。歯の化石は世界各地から発見されています。冷たい金属光沢を帯びたメガロドンの歯はずっしりと重く、夥しい数の犠牲者の血を吸ったと思うと、寒気がします。

体の方もジャンボ級で、全長14~15メートルなんていうのは、極く平均的なサイズです。なかには全長27メートル、重量も50トン近くあったと推定されるものもあります。このメガロドンに比べれば、人喰いザメと恐れられている、現代のホホジロザメなぞ大きいものでも6メートル前

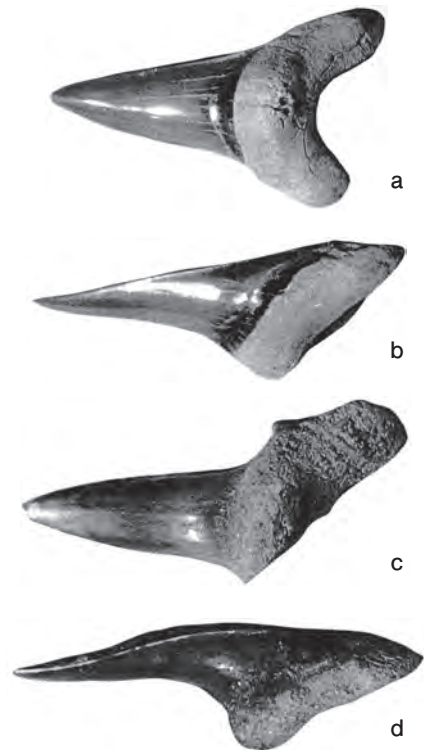


図23 白亜紀後期のネズミザメ亜目の歯。化石は北アメリカのアリゾナ州にあるブラックメサと呼ばれる砂岩層より産出した。a~bはクレトキシリナ・マンテリイ、c~dはクレトダス・セミプリカス。a、cは唇側面。b、dは頬側面。歯の長さは5センチメートル前後ある(ウィルソンほかによる)。

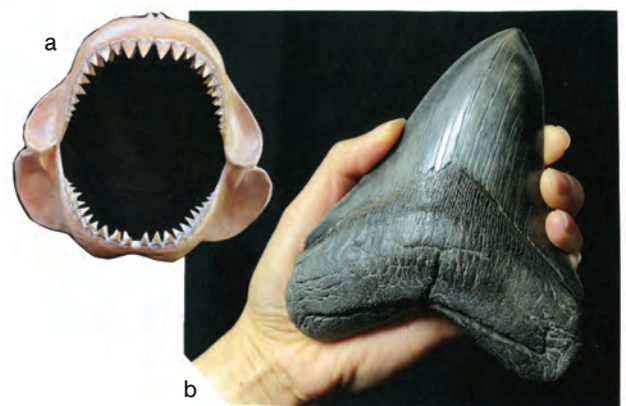


図24 史上最大最強のサメ、カルカロドン・メガロドンの顎と歯。aは顎。口の中に大人が入れるほどだ。bは歯の化石。長さ14センチメートルある。化石は北アメリカのサウスカロライナ州の中新世(今から約2000万年前)産のもの。

後ですから、とても比べ物になりません。

メガロドンは、何故にかくも巨大化したのでしょうか。メガロドンの鋭い噛み跡の付いた、クジラの化石骨(図25)が多数発見されていることからすると、当時の海でホエールキラーとして、君臨していたことを証明しています。巨大なクジラを襲撃するために、自身もますます巨大化したという訳です。

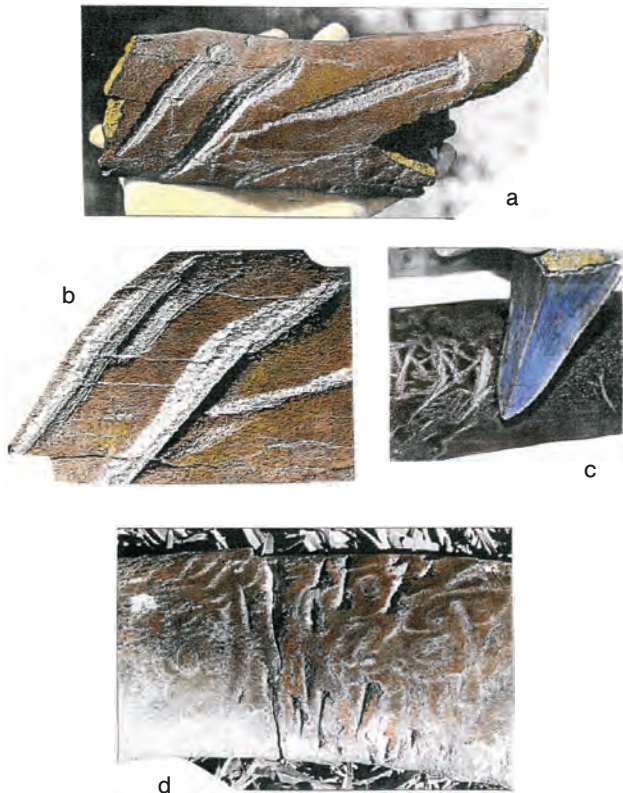


図25 メガロドンの噛み跡を留めるクジラの肋骨。a、dは骨の表面に断面V字型の深い溝が刻まれている例。bはaの一部を拡大して示す。肋骨の長さは10センチメートルほど。cはメガロドンの歯に対応する噛み跡を示す(レントンによる)。

12. 絶えず新旧交代するサメの歯

サメは肉食なので、鋭い歯で軟らかい肉を切断しているのだから、歯が欠ける事は無いと思うでしょう。それは素人考えというもので、肉切り包丁の刃は結構刃こぼれするし、絶えず研いでいないと、すぐに切れなくなります。サメはどんな方法で、歯の切れ味を保っているのでしょうか。

それはベルトコンベアーのように、顎の奥から新しい歯が次から次へと押し出され、古くなって切れ味が鈍ったり、欠けた歯と交代します(図26)。それを学問的には車輪交換形式と呼びます。アメリカの魚類学者が試算した

ところ、ホシザメでは10年間に何と2万4000本もの歯が、新旧交代したというのですから驚きです。こんな便利な歯の交換形式は、石炭紀に入って確立したようです。

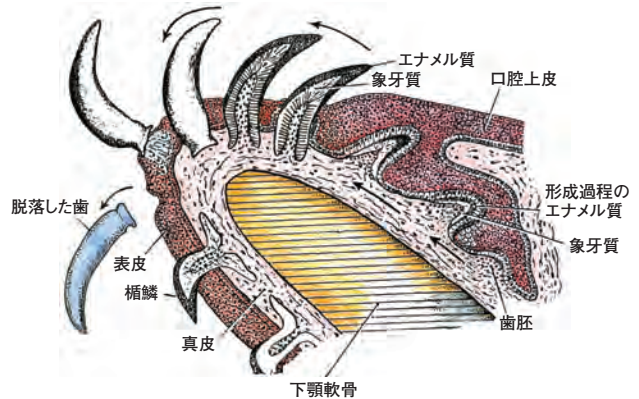


図26 サメ類の歯はどのように新旧交代するのか。その様子を模式図で示す。まず口腔上皮の内部で新しい歯が誕生し、矢印方向へ進むに従い大形の歯に変わって行く。そして、古くなった歯は脱落する。このような歯の新旧交代を車輪交換形式と呼ぶ(スコットとシモンズによる)。

13. 海のグルメ族エイの誕生

今から約2億年前のジュラ紀の海に出現したネズミザメ亜目は、自分の仲間であろうがなかろうが動くものを見つけると、手当たり次第に攻撃します。当時の海のテロリストと申せましょう。

このネズミザメ亜目は、海の表層域から中層域が勢力圏でした。その襲撃から逃れるためには、海底表面に生活の場を移すことです。そんな底生生活を目ざしたヒボーダス目の一派がいました。それはエイの誕生と言うことになります。体を扁平にして、ピッタリと海底の砂や泥の上に張り付きます(図27)。

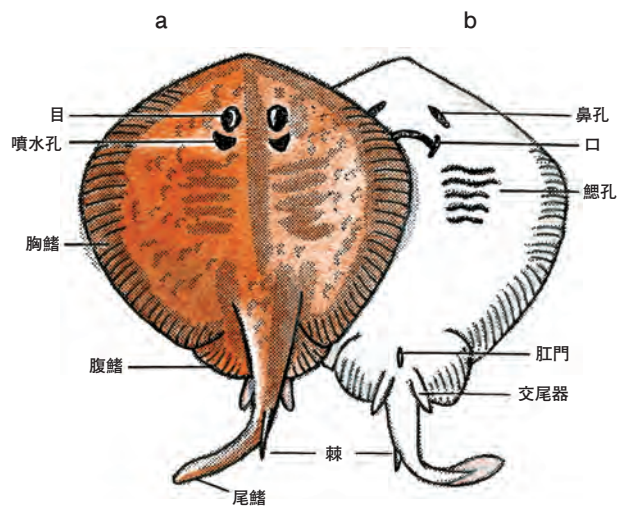
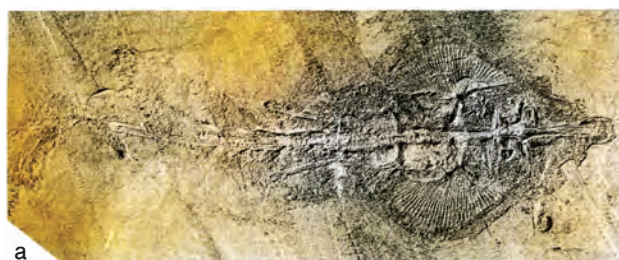


図27 現生のヒラタエイ(𩚑)の外形。aは背側、bは腹側を示す(矢野による)。

でも、サメ型のヒポダス目がいきなりエイのような扁平な体つきになった訳ではありません。まず、サメとエイの中間型とも言うべき体形のカスザメを経て、ようやく現在のようなエイが登場しました。それは今から約1億5000万年前のジュラ紀末のことです。

エイは体が扁平になると共に、鰓孔も腹側に移ります。呼吸用の海水は背面の噴水孔から入り、腹側の左右に並んだ5列の鰓孔から放出されます。

最古のエイは、ドイツ南部のゾルンホーヘンにある白い石版石中に姿を留める、体長60センチメートルほどのアエロポス・ブゲンシアクスです(図28のa)。このゾルンホーヘンからは、エイに移行しつつあるカスザメの仲間プソイドリナ・アリフェラ(図28のb)も見つかっています。



a



b

図28 ドイツ南部のバヴァリア地方のゾルンホーヘンより産出したジュラ紀末のエイとカスザメの化石。aはようやくエイの体制を獲得したアエロポス・ブゲンシアクス。体長60センチメートルほど。bはエイとサメの中間型とも言うべきカスザメ、プソイドリナ・アリフェラ。体長46センチメートルほど(バーテルほかによる)。

次の白亜紀に入ると、エイはすっかり現代型になります。レバノンの白亜紀後期(今から約9000万年前から8500万年前)の頁岩層からは、見事なエイの化石が多産します。レバノンの首都ベイルートの北40キロメートル程の所に、ハキルという町があります。そこから発見されたエイ、ラジョリーナ・エクスパンサ(図29のa)は全長24センチメートルの小型種ですが、全形が保存されていて、胸鰭を覆う皮膚、軟骨質の細条、鰓の構造まで

知ることが可能です。

皮膚組織が完全に消失して、胸鰭を支える放射状の細条だけになったエイ、シクロパチス・オリゴダクチルス(図29のb)は、全体の形が光を発する太陽に似ていることから、サンフィッシュ(太陽の魚)と呼ばれています。大きさは10~20センチメートルほどです。



a



b

図29 レバノン北部のハキル近郊から発見された白亜紀後期のエイ。aはラジョリーナ・エクスパンサの皮膚を伴った完全な化石。体長24センチメートル。bは放射状に伸びる胸鰭の支持軟骨(細条)だけになったエイ、シクロパチス・オリゴダクチルス。俗に“太陽の魚”と呼ばれている(ガイほかによる)。

底生生活に適応したエイ類は、食性も変化し、専ら海底のウニや貝類、甲殻類といった動きの鈍い無脊椎動物を食べるようになりました。歯の方も硬い石灰質の殻を噛み砕くために、分厚いエナメル層を備えた敷石状の歯に変わります(図30)。アンモナイトキラーのプチコダスやトビエイの歯は、世界各地の白亜紀層から大量

に発見されています。南海のマンタ(スペイン語で毛布の意)はエイの仲間ですが、プランクトン食なので、上顎の歯は退化消失しています。最後にノコギリザメについて述べ、軟骨魚類の進化の物語を終えることにします。

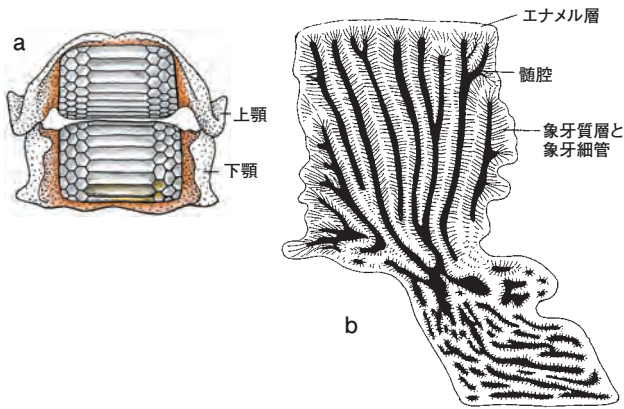


図30 トビエイの歯板。aは開口部正面。上下の歯板が見える。下顎の歯板がやや大形。高さは20センチメートルほど。bは歯板縦断面。多くの歯髄腔は上方からの圧力をうまく吸収・拡散する機能を持つ(aはオウエン、bはレーゼによる)。

14. カスザメに近縁のノコギリザメ

日本の沿岸水域の浅海から水深800メートル程の所に、ノコギリザメと呼ばれる体長1.5メートルほどのサメが生息しています。伸長した吻部両側に、細かな突起がずらりと並んでいます。その様子が大工道具のノコギリにそっくりなことから、ノコギリザメと名づけられたのです。

ノコギリザメは吻部に生えている1対の長いヒゲと、吻部表面に分布する感覚器の助けを借りて、海底の泥中に潜む獲物を探します。獲物の所在を知ると、吻部を用いて泥を掘り起こし、小型の魚類・甲殻類・ゴカイ類を捕食します。吻部のノコギリは吻棘(ふんきょく)と呼ばれ、サメの体表に分布する楯鱗の特殊化したものです。

ノコギリザメはカスザメに近縁な種で、ノコギリザメ目という独立したグループに属しています。余談ですが、ノコギリザメの肉はカマボコの良い原料になるそうです。

次に、ノコギリザメの化石の話に移しましょう。レバノンの首都ベイルートから20キロメートルほど北上すると、サヘル・アルマという古い町に着きます。この町の近くにある約8500万年前の頁岩層より、1930年頃地元住民により、長い吻部を備えた奇妙な魚の化石が発見されました(図31)。当初、学者の間でノコギリエイの1種と考えられていたようです。

大英博物館の魚類化石の大家ウッドワード博士が1932年になって、問題の化石を詳しく調べ、ノコギリザメであるとの判定を下し、プリスティオフォルス・ツミデンスと命名しました。魚は全長50センチメートルほどあったと推定されています。レバノンから発見されたプリスティオフォルスは、世界最古のノコギリザメと目されています。化石は現在、大英博物館で大切に保管されています。

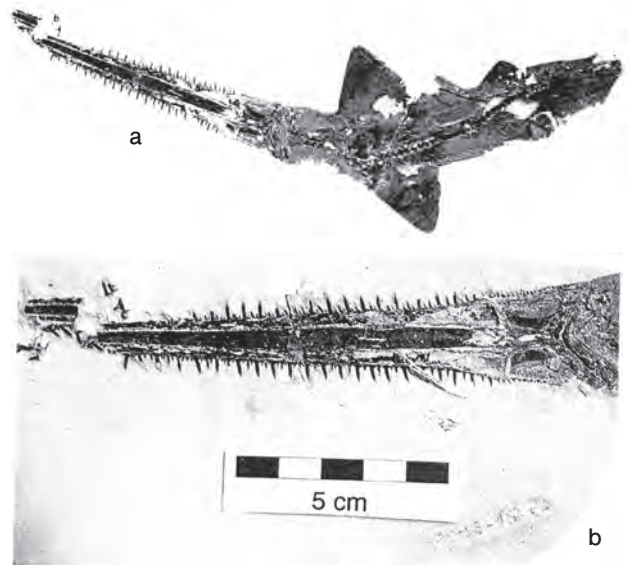


図31 レバノンのサヘル・アルマより発見された最古のノコギリザメ、プリスティオフォルス・ツミデンス。化石は約8500万年前の白亜紀後期の頁岩層より産出した。aは長大な吻部両側に棘(吻棘)を備えたプリスティオフォルス。体長50センチメートルと推定されている。bは吻部の拡大。吻棘の大きさが一様でないのがノコギリザメの特徴(aはガイほか、bはキリウエによる)。

15. 終わりに

サメのザラザラした楯鱗は、何と4億年以上も昔の甲冑魚の装甲板に由来しているのです。そして、私達の歯もまた楯鱗の構造そのものであることは、長い脊椎動物の進化史を、自身の体に秘めていると申せましょう。

鈍い金属光沢を帯びたメガロドン(巨口魚)の歯を手にした時感じる、あのずっしりとした重さは、多くの海生哺乳類(クジラ類)の犠牲の上に成り立っているのです。

そのサメ類もフカヒレを得るためでしょうか、乱獲が祟って、最近その生息数が著しく減少しているそうです。皆さん、フカヒレスープを口に運ぶ際、この4億年以上に及ぶサメ類の歴史に思いを馳せて下さい。かく言う筆者も、そろそろフカヒレスープが食べなくなりました。この辺で筆を置くことにします。