

千葉県鋸南町鮮新統千畑層から産したネズミザメ科 イスルス・ハスタリス *Isurus hastalis* (Agassiz)の 同一個体の歯群および脊椎骨群化石

上野輝彌¹⁾・近藤康生²⁾・井上浩吉³⁾

1) 国立科学博物館, 〒169 東京都新宿区百人町3-23-1

2) 千葉県立中央博物館, 〒280 千葉市青葉町955-2

3) 〒270-11 我孫子市高野山314-5

要 旨 千葉県鋸南町の鮮新統^{きんせうとう}千畑層から、同一個体のものと考えられるサメの歯50個、脊椎骨13個、および石灰化した軟骨組織が発見された。歯化石のなかには、同じ歯族に属する歯群が顎上での歯列を保持している部分がある。これらはいずれも中新世から鮮新世にかけて世界的に分布した肉食性の大型サメ、イスルス・ハスタリス *Isurus hastalis* (Agassiz)に同定される。ホホジロザメの歯列との比較により、本標本に基づくイスルス・ハスタリスの歯列復元を示した。ホホジロザメとの比較から、本標本のサメは、全長約6.7mあったと推定される。軟骨組織からできており死後分解・分散しやすいサメの化石がこのようにまとまって産出したのは、堆積物重力流などによる急激な埋積が起こったためと考えることができる。

キーワード: *Isurus hastalis*, ネズミザメ科, 歯列解析, 鮮新世.

サメの歯には回転繰り出し型交換,あるいは車輪交換と呼ばれる歯の交換様式がみられ,機能歯の内側に形成途中の各形成段階の歯が用意されており,順次脱落し,新しい歯と交代していく.サメの歯の化石は,一般にこのような脱落歯か,または死後に分離した歯が,顎から遊離した状態で産出する場合がほとんどである.この結果,歯列の全体像の確実な復元がなされないまま,サメの歯化石の分類学的研究は行われてきた.同一個体に属すると考えられる化石歯群が発見された例は少なく,日本では,群馬県安中市の中期中新統から発見された27個ないし30個のカルカロドン・メガロドン(後藤ほか,1983),群馬県富岡市の中期中新統から産出した44個のアオザメ属(後藤ほか,1978),埼玉県川本町の中新統から産した73個のカルカロドン・メガロドン(上野ほか,1989)などの例が知られているにすぎない.しかも,これらのうち化石歯群に基づいて歯列復元が試みられたのは最後の1例のみである.国外においても,このような同一個体の化石歯群に基づく歯列解析はきわめて少ない(後藤,1989).

1989年1月,千葉県鋸南町元名の採石場(Fig.1)において,著者の一人井上がイスルス・ハスタリス *Isurus hastalis* (Agassiz)の同一個体に属すると考えられる歯および脊椎骨,および軟骨組織の化石を多数発見した.イスルス・ハスタリスはこれまで世界各地の中新世から鮮新世初期にかけての地層から発見されている種類である(Cappetta,1987).本種は

ネズミザメ目ネズミザメ科に属する大型の肉食性のサメで,上顎歯はやや正三角形に似た形のものが多く,下顎歯はやや幅せまく細長い.切縁はなめらかで鋸歯状を呈していない.歯頸は発達しておらず,側咬頭はない.近縁種のアオザメ類に比較して歯幅が広く,大型である.ここに報告する鋸南町の標本はこれらの形質をすべて保持している.

本稿の目的は,産出した歯群および脊椎骨群の概要,歯群に基づく予察的な歯列の復元結果,化石を含む地層の特徴,共産する貝類などの化石の種構成・産状を簡潔に記載し,紹介する点にある.なお,本論では,サメの歯の位置や形態に関する用語については,久家・後藤(1980)が提唱した用語を用いて記載する.

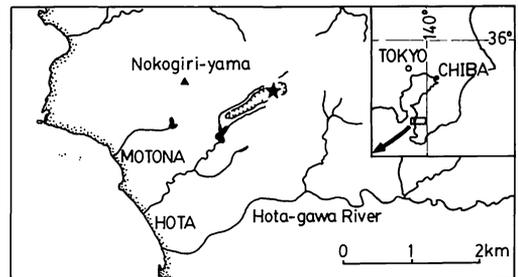


Fig. 1. Locality (★) of the fossil *Isurus hastalis*, CBM PV-00088.

本論に記載する標本は千葉県立中央博物館（CBM）に収蔵されている。標本の登録番号は、PV-00088である。

化石産出層の層序、堆積環境および地質年代

イスルス・ハスタリスを産した露頭は、鋸南町元名の採石場（35°9'N, 135°51'E）の北東面の壁である（Figs. 1, 2）。この壁には、多数のゴマシオ状火砕岩層をはさむ砂岩層約100mが露出している。地層の走行は、ほぼ南北で西に約80度傾斜している。この壁の北東部、すなわち下位にはやや泥質な細粒砂岩が分布し、天津層と呼ばれている。ここには、細礫を含む流れ込みの地層が数枚はさまれ、そこにはオオシラスナガイ科の小型二枚貝化石 *Limopsis* が少量含まれている。この細粒砂岩の上部には、シルトの壁を持つ外径約1cmの巣穴がまばらに見つかる。この細粒砂岩を覆って、単体サンゴ、プンプクウニ、さまざまな貝化石を含む粗粒砂岩約20mからなる千畑層がある。イスルス・ハスタリスの化石を産したのはこれらの化石を多産する層準と推定される。

本地域では、千畑層は下位の天津層を不整合に覆うとされているが、この露頭では、地質構造の違いはもちろん、はっきりとした岩相の境界も認めがたい。

千畑層の化石群の特徴は、おもに下部浅海帯から上部漸深海帯にかけての表在性のペントスおよび遊泳性・浮遊性生物の化石が主体をなしていることである。主な化石としては、サメ類、鰐脚類および鯨類などの海生哺乳類、タコブネおよびオオムガイなどの頭足類（Tomida, 1983）、アサガオガイ科の浮遊性腹足類（Tomida and Itoigawa, 1987）、オキナエビス類（Ozaki, 1958; 蟹江, 1973）、オオハネガイ、その他の底生軟体動物（O'Hara and Ito, 1980）、またコケムシ、単体サンゴ、石灰藻類などのさまざまな無脊椎動物や植物などがある。なお、サメの歯

としては、カルカロドン・メガロドンは、これまでもたびたび採集されてきたが、イスルス・ハスタリスは今回初めて報告されたものである。

化石群の種構成から、これらの化石を含む地層は、下部浅海帯で堆積したものと考えられ、上部浅海帯に生息したと考えられる貝類などの化石は、遺骸が流れ込んだものと見なすことができる（O'Hara and Ito, 1980; Tomida, 1983）。

千畑層中に挟まれる火砕岩層は、三梨・矢崎（1958）により神奈川県大楠山のテフラOKに対比され、これまで後期中新世と考えられてきた。しかし、Tomida（1983）は、貝化石群の特徴から考えて、最前期鮮新世であろうと述べている。また、最近の石灰質ナノ化石による生層序学的研究からも前期鮮新世と考えられ、従来の火砕岩鍵層の対比は再検討の必要があると考えられている（蟹江ほか, 1989）。

化石の産状

今回報告する化石は、採石場の露頭自体から発見されたものではなく、採掘後一時的に放置してある岩石の中から採集されたものである（Fig. 3）。したがって、正確な層位や地層中における化石の配列状態に関する情報は失われている。しかし、化石を含んでいる岩石の特徴や発見当時の採掘状況から、化石産出地点のおおよその層位を推定することは十分可能であり、採集されたブロックの中での化石の配列から、ある程度その産状を知ることができる。

今回発見されたのは、イスルス・ハスタリスに同定される歯50本、および脊椎骨13個、およびかなりの量の軟骨組織である。以下に述べるように、発見された歯は、かたまつて産出している。また、顎上で近くに配列していたと考えられる歯化石は、同じブロックから産出する傾向も認められる。さらに、機能歯およびその舌側に用意された予備歯が生息時の位置関係を保ったまま化石化している部分が複数



Fig. 2. The strata where the fossil of *Isurus hastalis* was found. The arrow shows the probable horizon in which the specimen occurred. The strata in the photograph is about 100m.



Fig. 3. The fossils were sampled from large sandstone blocks which had already been extracted from the outcrop.

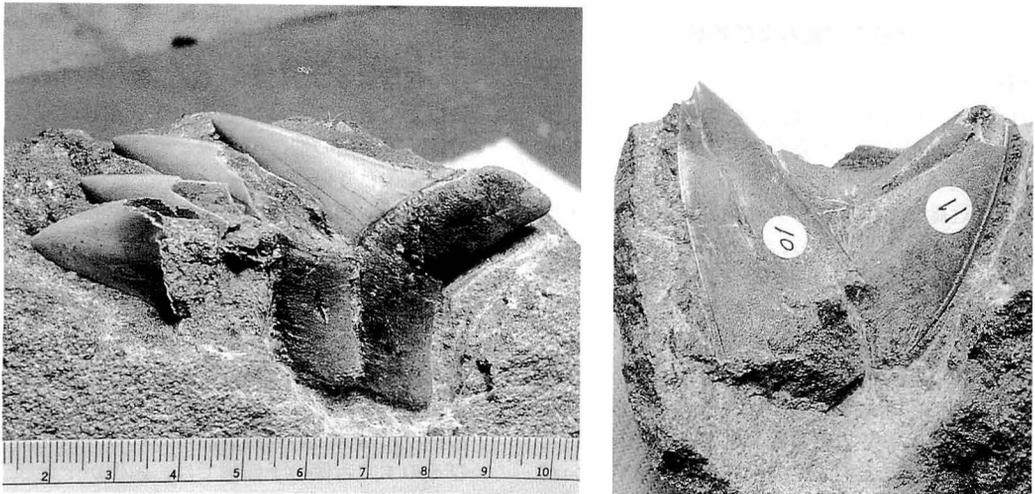


Fig. 4. Specimens keeping the original arrangement of the tooth family. Left: Four older teeth in the 3rd tooth family on the left lower jaw. There are two additional teeth, although not shown in this photograph. See Fig.6. Right: Teeth in the 3rd tooth family on the right upper jaw. The root of the two teeth are not well formed, and some destructions occurred due to post-burial compaction. It appears that the teeth have suffered post-burial rotation.

ある (Fig. 4)。また、歯化石が含まれるブロックには表面が石灰化した軟骨も保存されている。これらのことから、今回発見された歯群が同一個体に由来するものではほぼ確実である。別のブロックから発見された脊椎骨も、地層面上にかたまって産することから、歯化石と同一個体のものである可能性が高い。なお、脊椎骨は、個々の骨が分離し、海底面上に転がったような状態でブロックに入っている (Fig. 5)。

さて、イスルス・ハスタリスの化石を含む地層は、層理の不明瞭な粗粒砂岩である。露頭に分布する地層中にも、明瞭な層理や堆積構造は認められない。したがって、これら化石層の堆積過程は明らかでない。また、はっきりとした形態を示す巣穴などの生痕化石は少なく、生物擾乱の痕跡もはっきりと認められない。

ただし、化石群の構成と産状から、上部浅海帯の化石が下部浅海帯あるいは漸深海帯上部に流れ込み、その化石群と混入していると考えられることから、浅い海から深い海にかけてこれらの貝類遺骸を運搬するなんらかの流れがあったはずである。また、多数の歯や脊椎骨があまり分散しない状態で発見されることから考えて、サメの死体が海底面上に長期間露出していたとは考えられない。歯化石の表面に付着生物が全く見られないこともこの考えを支持している。以上のことから、サメの死の直後あるいは直前に堆積物重力流による急激な埋積があったと考えざるをえない。

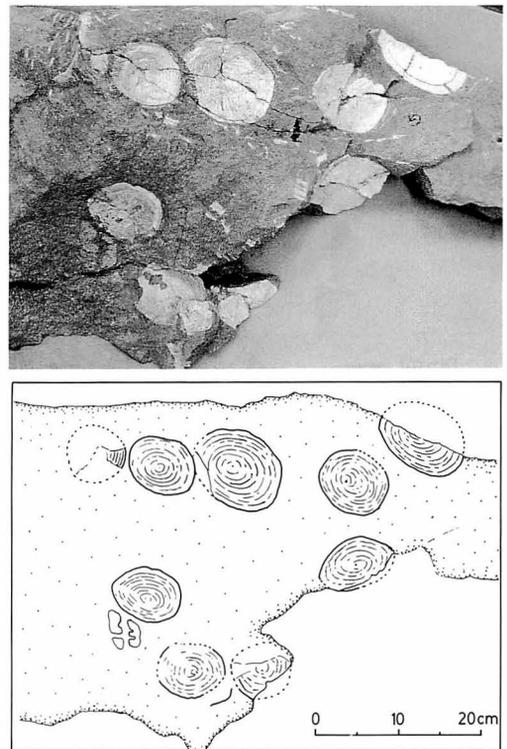


Fig. 5. The pattern of distribution of the vertebrae of *Isurus hastalis* on the probable bedding plane.

化石の記載および考察

歯化石

今回発見された歯化石は、部位の推定に耐える保存状態のものが42個、不完全なものが少なくとも8個、計50個である。

本種に近縁のホホジロザメの歯列標本（上野・松島, 1979）と比較しながら、歯の部位の推定を行った。Fig. 6は、この結果に基づいて、サメを正面から見た場合の配列として示した。それぞれの部位の中で同一歯族に属する歯化石がある場合には、歯の形成が進んでいるものから順に配列してある。また、図中に線画で書き入れたものは、母岩から取り出していない標本のおおよその輪郭である。発見された歯化石は、部位によって、産出状況に多少の違いがある。例えば、上顎では、前歯がかなり完全に保存されている反面、奥に位置する側歯はほとんど発見されていない。下顎では、左側に、歯列を保持した部分がみられ、また、左顎遠心側の小さな側歯もかなり発見されている反面、左側の、1, 2, 4, 5

歯など前歯、近心側の側歯など全く発見されない部分も多い。欠けた部分の歯をその裏返ししの輪郭をもって代用することによって、下顎の歯列はほぼ完全に復元できたことになる(Fig.6)。それに対し、上顎では、第5歯の他、第7歯とそれより遠心側の側歯が全く欠けている。

生息時の同歯族の歯数本がその位置関係をほぼ保って保存されたものは3組あった。これらのうち、下顎左第3歯族では、機能歯のほかに、5本の予備歯、計6本が折り重なって発見された。Fig. 4の左図は、それらのうち、形成初期の2本の歯を取り除いた状態を示す。これらの歯の形態は、機能歯も予備歯も基本的には同じである。ただし、歯根の形成の程度には著しい差異が認められる。機能歯、およびそのすぐ舌側の予備歯では、歯根が十分形成されており、両者の形態に違いを見つけることは困難である。この場合は、歯こぼれのあるものが機能歯であったと判断した。それに対し、3番目以降では歯根が完全でないことが多い。また、歯根ばかりでなく、エナメル質の部分の形成も十分でなく、埋没後

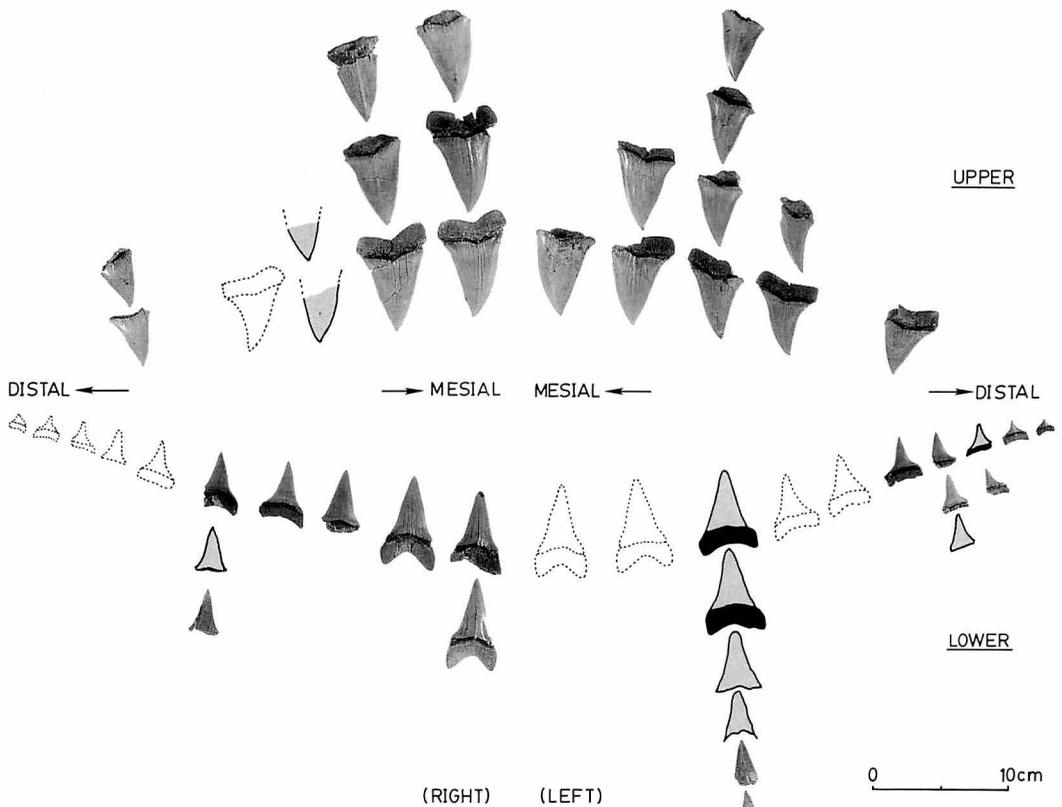


Fig. 6. A tentative restoration of the original arrangement of the teeth in *Isurus hastalis*. The line drawings indicate specimens not extracted from the rock. The dotted line shows reconstructed outlines on the basis of teeth on the opposite side jaw.

の圧密によってつぶれているのが観察される。また、形成初期の歯であるほど、黄味がかった色彩を呈するのが特徴である。さらに5番目と6番目では、歯の先端だけがみられ、歯の表面も粗い。以上のように、歯の形成過程が、化石からもはっきりと読みとれる。したがって、これらの観察結果に基づき、サメ類の化石歯でも、機能歯であるかどうか、あるいは、予備歯の形成段階がどの程度であるかの判断が可能である。

このように、同歯族の歯群がしばしば位置関係を保持しているのに対して、機能歯の横の配列がそのまま保持されているものはないように見える。歯化石を含む母岩のブロックでは、地層の層理面は認定しがたいが、それぞれの歯は必ずしも同一平面内に平行に分布してはいないことからみて、化石化する段階でこれらの歯が顎から完全に遊離したものと考えられない。むしろ、上記のように、同歯族にその配列を保持しているものがあること、また、上下の顎のほぼ対応する位置にある歯がかたまっていることから考えて、上下の顎がほぼかみ合わさった状態で埋没し化石化したのではないだろうか。機能歯の配列が、完全には保存されていないことは、例えば、地層中に埋積された後の軟骨の分解に伴う周囲からの堆積物の侵入などにより起こったごく近距離での移動や回転で説明される可能性がある。

脊椎骨

歯化石が含まれていたブロックには、分離した脊椎骨が3個含まれていた。それとは別の砂岩ブロックには、脊椎骨が9個、脊椎骨と思われる骨片が1個含まれている。それぞれの脊椎骨は分離した状態で、地層面上に配列しているように見える。多数の脊椎骨がかたまっているにもかかわらず、そのサイズは様でなく、死亡時の位置から若干移動し分散していると見なされる。このような移動も、上記の歯の場合と同様、埋積後の堆積物中における、軟体部の分解に伴う堆積物の侵入などが原因であるかもしれない。

体サイズの推定

イスルス・ハスタリスの体全体の復元はこれまで行われていないため、歯や脊椎骨のサイズからただちにその全長を推定することはできない。ただし、イスルス・ハスタリスが、ホホジロザメに近縁の種類であることを考慮して、その歯サイズと全長の関係は両者で大きな違いがなかったと考えることは可能であろう。

Randall(1973)は、現生ホホジロザメの上顎最大歯のエナメルの高さと全長の関係が、ほぼ比例することを示している。この関係がイスルス・ハスタリス

にも当てはまるものと考えて、本標本の全長を推定すると、約6.7mとなる。

謝 辞

千葉県立中央博物館の吉村光敏氏には、化石産出層の現地調査の際、層序その他について御教示いただいたほか、いろいろとお世話になった。横須賀市自然博物館の蟹江康光氏には千畑層の地質年代について御教示いただいた。また、千葉県立中央博物館の望月賢二、甲能直樹の各氏は原稿を査読してくださった。

引用文献

- 蟹江康光・岡田尚武・笹原由紀. 1989. 三浦・房総半島三浦層群の石灰質ナノ化石層序年代. 日本地質学会第96年学術大会(水戸)講演要旨. P.106.
- Kanie, Y. 1973. A new species of Miocene *Entemnotrochus* from the south of Nokogiri-yama, Boso Peninsula, Japan. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* (20):41-45.
- Cappetta, H. 1987. Chondrichthyes II-Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. In H.-P. Schultze (ed.), *Handbook of Paleichthyology*, 1-193.
- 後藤仁敏. 1989. 化石巨大鮫 *Carcharocles megalodon* の顎の復元. *化石研究会誌*, 22: 7-13.
- 後藤仁敏・小林二雄・大沢澄可. 1978. 群馬県富岡市から発見されたアオザメ属の歯の化石について(予報). *地質学雑誌* 84: 271-272.
- 後藤仁敏・小林二雄・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 *Carcharodon megalodon* の歯群について(予報). *地質学雑誌* 89: 597-598.
- 久家直之・後藤仁敏. 1980. 板鯨類の歯の形態と用語. *海洋と生物* 10: 383-387.
- 三梨昂・矢崎清貴. 1958. 火砕岩鍵層による房総・三浦半島の新生代層の対比(1). *石油技術協会誌* 23: 83-98.
- O'Hara, S. and M. Ito. 1980. Molluscan fossils from the Senhata Formation in the Boso Peninsula. In Prof. Kanno Mem. Vol. pp. 121-136.
- Ozaki, H. 1958. Stratigraphical and paleontological studies on the Neogene and Pleistocene Formations on the Tyosi district. *Bull. Nat. Sci. Mus.* (42): 1-182.
- Randall, J. E. 1973. Size of the Great White Shark (*Carcharodon*). *Science* 181: 169-170.
- Tomida, S. 1983. Two new fossil *Argonauta* and firstly discovered *Aturia coxi* Miller from the Late Tertiary of Boso Peninsula, Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.* (10): 107-116.

Tomida, S. and J. Itoigawa. 1986. Occurrence of *Hartungia* sp. (Gastropoda: Janthinidae) from the Senhata Conglomerate near Nokogiriyama of the Boso Peninsula, Chiba Prefecture, Japan. Bull. Mizunami Fossil Mus. (13): 115-124.

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 (7): 73-85.

上野輝彌・松島義章. 1979. 現生および長沼層(中部更新統)のホホジロザメの歯. 神奈川県立博物館研究報告(自然科学)(11): 11-30.

A Nearly Complete Tooth Set and Several Vertebrae of the Lamnid Shark *Isurus hastalis* from the Pliocene in Chiba, Japan

Teruya Uyeno,¹⁾

Yasuo Kondo²⁾ and Kokichi Inoue³⁾

1) National Science Museum, Hyakunin-cho 3-23-1
Shinjuku-ku 169, Japan

2) Natural History Museum and Institute, Chiba
955-2 Aoba-cho, Chiba 280, Japan

3) Konoyama 314-5, Abiko-shi 270-11, Japan

Fifty teeth and ten vertebrae with some calcified cartilagenous tissue belonging to a single individual of the extinct lamnid shark *Isurus hastalis* were discovered from the Pliocene Senhata Formation at a quarry in Kyonan-machi, Chiba Prefecture, Japan. Preliminary account on these fossils and a restoration of their arrangement are presented. Six teeth of the same tooth family were found, keeping their original arrangement. They show progressive formation of tooth root and crown, from labial to lingual order. Our tentative reconstruction shows the discovered fossil teeth are enough to provide an important basis for taxonomic analysis and evolutionary interpretation of the lamnid shark. Molluscan and other invertebrate fossils, along with the sedimentary facies, suggest that the depositional environment of the fossils is lower sublittoral to upper bathyal sea bottom with coarse sand and gravel substratum. A rapid burial event may have resulted in the nearly complete preservation of the shark dentition.