

第134回化石研究会例会講演抄録

(2010年11月6日, 群馬県立自然史博物館にて開催)

公開講演会

「石になったものの記録」を読む

講演 1

埋積過程および貧酸素環境におけるクモヒトデ化石のタホノミー

石田吉明

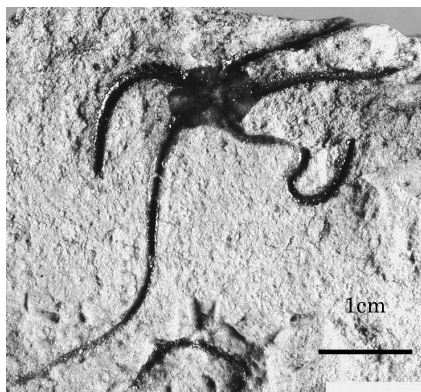
クモヒトデは中央に盤があり、そこから5本の腕が出る。腕は多くの腕骨と腕板からなり、クモヒトデが死ぬと数日～数週間で関節がバラバラになっていく。京都府三畳系夜久野層群産クモヒトデ化石は盤と腕が分離し、腕骨や腕板が外れかけている個体が多く見られる。これらの化石は死後数日～数週間の間海底面に露出していた後に埋積されたと推定される。また、静岡県下部更新統土方層の砂岩層（乱堆積層）からは完全にバラバラになったクモヒトデの骨片が産出するが、これらの骨片はクモヒトデが死後海底面上に比較的長く露出し分解された後に埋積されたと推定される。

海底面上で生息するクモヒトデは普段は盤と腕をほぼ水平に保ち、腕を五放射状に伸ばして静止している。クモヒトデを砂や泥で埋積すると盤と腕を傾け、腕をほぼ左右対称に動かしながら基質から海底に脱出を試みる。山形県上部中新統本郷層（タービダイト層・第1図）、長野県上部中新統小川層（タービダイト層）、千葉県中部更新統市宿層（潮流堆積層）、群馬県上部中新統板鼻層などから発見されているクモヒトデ化石は、現生クモヒトデと同様な脱出姿勢を示しているが、これらのクモヒトデ化石は急速に埋積され、脱出する途中で死んだと推定される。

クモヒトデを窒素、二酸化炭素、メタン、硫化水素をそれぞれ溶かした貧酸素状態の海水中に入れ、その後数cmの砂や泥で埋積しその行動を観察してみた。メタンと窒素の場合は、半数ほどのクモヒトデが基質から脱出した。二酸化炭素と硫化水素の場合は、すべての個体が脱出できなかった。硫化水素中では、クモヒトデは腕を自切せずに激しく動かし、埋積後も腕を巻いたり伸ばしたりする様々な姿勢で死んでいた。またクモヒトデを硫化水素が溶けた海水の中に入れておく

と死後10ヶ月以上経ても腕節は分離しない。

長野県中部中新統伊勢山層から20個体以上のクモヒトデ化石が発見されたが、クモヒトデ化石の姿勢は腕節がバラバラになることなく腕が伸びたり巻いたりしており、脱出姿勢を示すものはなかった。地層は平行葉理の発達する頁岩と塊状泥岩からなる。平行葉理の発達した頁岩の葉理面上には多くの有機物質が認められ、それらはフランボイダルパイライトで置換されている。クモヒトデ化石は平行葉理の発達した頁岩の3層準から産出しており、フランボイダルパイライトで置換されている。一方、塊状泥岩からは化石や黄鉄鉱はほとんど認められない。以上のことから、伊勢山層堆積時に、硫化水素を含む海水が断続的に流れてきたためにクモヒトデは死に、ゆっくり埋積されたと推定される。長野県中部中新統別所層、東京都中部中新統秋川層などの平行葉理の発達した泥岩層からもフランボイダルパイライトで置換されているクモヒトデ化石が数多く発見されているが、クモヒトデ化石の産状や姿勢は伊勢山層産のクモヒトデの場合と酷似しており、これらも流れてきた硫化水素などによって死んだのち、ゆっくり埋積されたものと推定される。なお、静岡県下部更新統土方層（乱堆積層）は砂岩層と塊状泥岩層からなるが、塊状泥岩層から得られたクモヒトデ化石はフランボイダルパイライトで置換されており、その産状と姿勢は伊勢山層産クモヒトデ化石と酷似しているので、この土方層産クモヒトデ化石も硫化水素などによって死んだ可能性がある。



第1図. 山形県上部中新統本郷層産クモヒトデ化石。

クジラ類の形態と生態戦略

木村敏之 (群馬県立自然史博物館)

クジラ類は二次的に水中生活に適應した哺乳類で、現在では80種以上が生息する。彼らは汎世界的な分布を持ち、様々な環境に進出した。彼らの摂餌様式は、噛み付き摂餌 (raptorial feeding)、吸い込み摂餌 (suction feeding)、濾過摂餌 (filter feeding) の大まかに3つのタイプに分類され、現在のクジラ類に見られる多様なグループではこれら3タイプ及びそれらのタイプの組み合わせの摂餌様式であるといえる (Werth, 2000)。本講演では特に摂餌様式について注目しながら、クジラ類の進化の歴史を概観する。

ムカシクジラ類ドルドン亜科の *Dorudon atrox* では、頭蓋や歯に残された摩耗痕などから噛み付き摂餌を行い、餌生物を丸呑みではなく刻んで飲み込んでいたことが示唆されている (Uhen, 2004)。また Werth (1992) も頭蓋や舌骨などの形態から *D. atrox* は吸い込み摂餌ではないとしている。したがって新鯨類の祖先的な摂餌様式は噛み付き摂餌と推定される。

現生のハクジラ類では吸い込み型・噛み付き型の摂餌様式を持つ。ただし吸い込み摂餌を行うグループと噛み付き摂餌を行うグループが明瞭に分けられる訳ではなく、特にネズミイルカ科やマイルカ科のクジラ類では、多くの種でそれぞれの摂餌機会に応じて噛み付き型と吸い込み型の両方を使い分けている (Werth, 1992など)。したがって正確にはのみ込み摂餌優先タイプ、吸い込み摂餌優先タイプとすべきかもしれない。このように摂餌様式に基づいたハクジラ類のグループ分けは容易ではないが、このような困難さがあることをふまえた上で、あくまでも化石記録でしか知ることのできない絶滅種における摂餌様式をもとに彼らの進化を概観する。

吸い込み摂餌では、主に胸骨舌骨筋、舌骨舌筋、茎突舌筋を収縮させることで口腔容積を増大して口腔内に陰圧を発生させ、口中に餌生物を含む海水を取り込む。そして次に主にオトガイ舌骨筋、オトガイ舌筋の働きにより口中に取り込んだ海水を押し出している。吸い込み摂餌では、より幅が広く短い吻を持つ方がより強い陰圧を発生させることが可能である (Werth, 1992)。吸い込み摂餌を主に行うハクジラ類では以下の様な形態が見られる (Werth, 1992; Heyning and Mead, 1996など)：1) 舌骨の発達、2) 吻は短く、幅が広い (マイルカ上科内)、3) 下顎結合が短い (マイルカ上科内)、4) 機能歯の減少。一方で噛み付き摂餌を行うハクジラ類では次のような特徴がある

(Werth, 1992; Bloodworth and Marshall, 2005など)：1) 側頭筋、咬筋の付着部が広い、2) 吻が非常に細長く、下顎結合が長い (ただしマイルカ科のシャチのように餌生物を捕獲のみではなく切り裂くタイプの摂餌様式を持つ種は例外)。

最も原始的なハクジラ類であるゼノロファス科では機能歯の減少は見られない。吻は極端な傾向を示さないが、比較的細長く幅は広くない。また側頭筋付着部が広いなど祖先であるドルドン類と類似した形態を保持している事から、噛み付き摂餌であったと推定される。しかし同じく漸新世に生息していた年代的には最古のハクジラ類であるシモケタス科では、前上顎骨に機能歯を持たない。さらに吻の前部が下方に湾曲していることから Fordyce (2002) は底生生物を吸い込み摂餌で捕食していた事を示唆している。このようにすでに漸新世において摂餌様式の多様化が見られる。

現生のマッコウクジラ類では顕著な吸い込み摂餌優先タイプで、上顎には機能歯を持たない。ただし化石種では上顎に機能歯を備えるグループも多い。これら初期のグループでは上顎歯、下顎歯に摩耗痕が見られる事などから噛み付き摂餌を行っていたと推定される。マッコウクジラ類では中期中新世に吸い込み摂餌優先タイプが現れ、鮮新世まで両者が共存し、その後現在の様な吸い込み摂餌優先タイプのみとなったことが示唆される。ガンジスカワイルカ上科では後期漸新世～中期中新世において多様なグループが見られる。しかしいずれのグループでも吸い込み摂餌を明確に示唆する形態は見られない。アカボウクジラ科では初期の化石記録ですでに機能歯の減少がみられることから、吸い込み摂餌優先タイプであったことが推定される。ただしアカボウクジラ科の初期進化は化石記録が少なく不明な点が多い。

マイルカ下目では、ケントリオドン科について見てみると、ケントリオドン亜科では *Delphinodon* の様などちらの顕著な傾向も見られないグループと *Tagicetus* などの様な明瞭な噛み付き摂餌優先タイプが両方存在する。ロフォケタス亜科・ピサノデルフィス亜科では噛み付き摂餌優先タイプと考えられる。マイルカ科では下部鮮新統産の *Australodelphis* では機能歯の減少がみられる。それに加え頭蓋のアカボウクジラ類との類似から Fordyce (2002) は *Australodelphis* が吸い込み摂餌で頭足類を捕食していたことを示唆している。またイッカク科では上部中新統産の *Denebola* でも明瞭な吸い込み摂餌を示唆する形態が獲得されている。

現在見られる様なハクジラ類の系統的な枠組みは、すでに漸新世末までには成立していた。摂餌機構をもとにハクジラ類の進化について概観すると、すでに漸

新世において摂餌様式の多様化がみられるが、前期中新世までは噛み付き摂餌優先タイプが顕著である。吸い込み摂餌優先タイプのハクジラ類は前期漸新世のシモケタス科以降明確には確認できないが、中期中新世になると吸い込み摂餌優先タイプが再び出現する。そして後期中新世に出現した現生マイルカ上科は急速に繁栄するが、かれらは吸い込み摂餌優先タイプ、噛み付き摂餌優先タイプのいずれも含んでいる。鮮新世にはそれまで優勢であった海洋での噛み付き摂餌優先タイプのハクジラ類がマイルカ上科に置き換わる。このような現生マイルカ上科（マイルカ科・ネズマイルカ科・イッカク科）の出現以降の過程で他の噛み付き摂餌優先タイプの系統の絶滅や、いわゆる“カワイルカ類”と呼ばれるハクジラ類の淡水環境への進出などが促された可能性がある。

講演 3

島嶼環境へ進出した長鼻類化石の進化と絶滅

北川博道（京都大学大学院理学研究科）

1. 島嶼環境への移入と島嶼化

日本の鮮新-更新世には、様々な化石ゾウが生息していたことがその化石記録から明らかになっている。これらの種は日本への移入と消滅を繰り返していたようである。このように島に入り込んだ動物の中には島の環境に適応し、自身の姿形を変えるものがある。もともと大きな動物であったものが小さくなったり、小さな動物が大きくなったりするという、“Island rule”が働くのである。このような種の中で、有名なのがイタリアのシチリア島から発見されている *Palaeoloxodon falconeri* であろう。この種は肩の高さ（肩高）が1m程度しかないとともに小さな種であるが、もともとは、肩高4mを超える大きさをもつ種（*P. antiquus*）から進化したと考えられている。本講演ではこのような小さくなってしまった巨大生物達をいくつか紹介したい。（**P. falconeri* は展示されているので、その小ささに驚いていただきたい。）

2. 日本のナウマンゾウの消滅時期

1. を踏まえて、島に入り込んだ生物の最後を検討してみたい。本講演で取り上げるのは、日本において最も代表的なゾウ化石であるナウマンゾウである。ナウマンゾウはなぜ日本から姿を消してしまったのだろうか、その謎を解くためにはまずいつ、いなくなってしまったのかを明らかにすることが重要であろう。その点において、化石標本から直接化石の生息年代の得られる¹⁴C年代測定は、この課題に対して最も有効

な手法の一つであり、現在までに測定結果も少なくはない。しかし、それらの計測結果を総合的に再検討した例は今まであまりみられなかった。ここでは北川ほか（2009）の再検討によって得られた結果を元に、ナウマンゾウがいつ、どのようにして日本から姿を消したのかを明らかにする。

北川ほか（2009）では、現在までに報告されている測定結果に加えて、西日本から産出した標本を中心に5か所から得られた11標本の年代測定を試み、そのうち8標本から新たな年代値を報告し、検討している。

ところで、近年の年代測定技術の発展は目覚ましく、たった数gの試料さえあれば年代値を求めることができる。その反面、¹⁴C年代を用いて研究を行う際に2つの点に気をつけなければならないことがあるようである。

一点目は年代値の信頼度の検討である。試料が少なくなればなるほど、コンタミなどの影響を受けやすくなり、実際よりも若い年代を示す事が時にあるのである（年代値の若返り）。実際、北川ほか（2009）では、北川ほか（2006）によって年代値（24,280±190yBP）が報告されている標本（MO-009）と、安井ほか（2004, 古生物学会講演要旨）によって年代値（23,960±200yBP）が報告されている標本（P07-01）の再測定を行った結果、それらが実際よりも若い年代を示していたことを指摘している。¹⁴C年代法を用いた研究は多いが、年代値のみの報告も多く、得られた年代の信憑性について議論しているものは、現在までに報告された中では意外に少ない。このような観点から今までの計測値を再検討してみると、2万年よりも若い年代値に関しては信頼の出来る年代値は無いことが分かった。

二点目は暦年較正である。もともと¹⁴C年代測定法は、試料中にある¹⁴Cを測定することによって年代値を求める。しかし、いくら試料に残っている¹⁴Cの数を計測できたとしても、もともといくつあったのかが分からなければ年代値はもとまらない。この、もともとの¹⁴Cの数が時代とともに変化する。最近ではこの¹⁴Cの変化が明らかになってきており、較正を行うことが可能になってきた。本講演では、オンラインソフト Cal Pal (<http://www.calpal-online.de/>) と Fairbanks0107 (<http://radiocarbon.ldeo.columbia.edu/cgi-bin/radcarbcal>) を用いて暦年較正を行い検討した結果を報告する。

現段階で信頼の出来る年代を用いて暦年較正を行うと、ナウマンゾウは今まで考えられていたよりも早く、30,000~28,000年前ごろには日本からほぼ姿を消したのではないかと考えられる。