

茎進化と冠進化：生命進化の大統一理論 Stem and crown evolution: United grand theory of life evolution

丸山 茂徳^{1*}; 戎崎 俊一²

MARUYAMA, Shigenori^{1*}; EBISUZAKI, Toshikazu²

¹ 東京工業大学地球生命研究所, ² 理化学研究所

¹Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, ²RIKEN

Evolutional theories have long been discussed since 19th century. One of the most famous theory of evolution was proposed by Darwin about 150 years ago. Since then, Gould's punctuated equilibrium theory, Kimura's neutral evolution etc were proposed and recently molecular biology is rapidly developing. However, there is discrepancies in proposed phylogenetic trees due to theoretical differences to analyze. So, we tried to implicate the evolution of history from synthetic paleogeographic map based on geological evidences including fossil data.

As a result, we propose there are two significant patterns of evolution through Earth history. One is stem evolution which occur at continental rift where atomic bomb magma erupt to accelerate the birth of new species by mutation. The other pattern is crown evolution that progress when continents collide after species were evolved in isolated environment such as places on fragmented continents. At the same time of those patterns of evolution, fluctuation happened in the Universe five huge impact on life history which is mass extinction. Activities such as starburst and collision between solar system and a dark nebula was the trigger to cause mass extinction and subsequent rebirth of another ecosystem on the Earth.

中期白亜紀海洋無酸素事変時の主な海洋基礎生産者は何か？：海成ケロジェンからの証拠

What is main marine primary producer during the Cretaceous OAEs?: Evidences from marine kerogens.

安藤 卓人^{1*}; 沢田 健¹; 高嶋 礼詩²; 西 弘嗣²

ANDO, Takuto^{1*}; SAWADA, Ken¹; TAKASHIMA, Reishi²; NISHI, Hiroshi²

¹ 北海道大学大学院理学研究院・自然史科学専攻, ² 東北大学・総合学術博物館

¹ Faculty of Science, Hokkaido University, ² Tohoku University Museum, Tohoku University

中期白亜紀海洋無酸素事変 (OAE) は白亜紀温暖期における重要なイベントであり、過去の超温暖環境の理解のためにも多くの研究がなされてきた。海洋表層の基礎生産の増大が無酸素化に寄与したと報告されているが、白亜紀の主要な海洋基礎生産者であると考えられている円石藻や渦鞭毛藻の生産は OAE 期には減少していたことが微化石記録から示されている。また、2-methyl hopanoid や isorenieratane などのバイオマーカーを用いた分析から、シアノバクテリアや緑色硫黄細菌の活動が示唆されているが、それらの化合物の検出は層準・地域ともに限定される。したがって、OAE 期に海洋でどのような微細藻類が優勢であったのかは未だに決着していない。ケロジェン中のアモルファス有機物 (AOM) や極微小な海生パリノモルフは黒色頁岩の主要な有機質成分であるが有機質微化石分析の際にはサイズ分画の際に除去され、軽視されてきた。本研究では蛍光顕微鏡を用いて AOM や極微小なアクリタークを含めたケロジェンの蛍光顕微鏡観察、熱分解・熱化学分解分析をし、OAE 期の海洋基礎生産変動の復元を行なった。

南東フランス・ポコンティアン堆積盆から採集した OAE1a (Goguel), OAE1b (Jacob, Kilian, Paquier), OAE1d (Breistroffer), OAE2 (Thomel) 層準の堆積岩試料からケロジェンを分離した。AOM は蛍光特性から NFA (non-fluorescent AOM), WFA (weakly fluorescent AOM), FA (fluorescent AOM) に区分した。熱分解分析・熱化学分解分析はキュリーポイント熱分解装置を用いた。

OAE1a 層準堆積岩中のケロジェンは、主に海生藻類に由来する WFA で構成されており、黒色頁岩層では WFA の割合がわずかに増加した。また、緑藻類が形成するファイコマと類似した sphaeromorph が他層準に比べて多く、特に極相期層準で多産することが分かった。緑藻類の繁茂も OAE1a 期の海洋無酸素化と関連している可能性が指摘できる。OAE1b 層準試料中のケロジェンは陸起源の NFA が主で、極相的な Kilian・Paquier 層準においては黒色頁岩中で WFA の割合が増大した。OAE1b 期には陸源物質の過剰流入が海洋無酸素化を起こした可能性が示されているが、それと同時に海洋基礎生産も高まった可能性を示す結果といえる。一方で、アクリタークは OAE1a 層準同様に黒色頁岩中で sphaeromorph がやや増加する傾向にあり、渦鞭毛藻シストと類似した acanthomorph のうち長い突起物を持つタイプ (long-spine type) が特に Paquier 層準で多産した。OAE1d, OAE2 試料は WFA が高い割合を占め、OAE2 層準の黒色頁岩層では特に高い割合であった (80-90%)。OAE2 中における活発な生産が示唆される。両層準共に黒色頁岩試料において主要なアクリタークは acanthomorph であった。また、OAE1d 層準からのみ両極から突起物が伸びた netromorph が産出された。OAE2 層準では寒冷化と同期した Trough interval において、WFA の減少と連動して sphaeromorph が増加するのに対し acanthomorph が減少した。熱分解・熱化学分解分析の結果、OAE1a 層準試料からは 2-methyl hopane が、OAE1b 試料からはイソプレノイドに由来する多量の分枝状アルカンが検出された。これらの結果は遊離態バイオマーカー分析の結果とも調和的である。特に Paquier 層準試料の WFA 濃集層では特徴的に分枝状アルカンが特徴的に検出され、その割合は遊離態として検出される尾-尾結合イソプレノイドの濃度変動とおおよそ相関する。尾-尾結合イソプレノイドは演者らの研究成果から緑藻類などが形成するリコパン骨格からなる巨大分子に由来すると推測されているが、この結果はその仮説を支持する。

キーワード: 海洋無酸素事変 (OAEs), ケロジェン, アクリターク, パリノファシス, 熱分解分析, 熱化学分解分析

Keywords: Oceanic Anoxic Events (OAEs), kerogen, acritarch, palynofacies, pyrolysis, thermochemolysis

白亜紀の温暖化極相期における浮遊性有孔虫の殻サイズと海水温, 生産性の共変動 Paleotemperature, productivity and shell size of *Hedbergella delrioensis* in the Cretaceous thermal maximum

守屋 和佳^{1*}; 筒井 啓太¹
MORIYA, Kazuyoshi^{1*}; TSUTSUI, Keita¹

¹ 早稲田大学教育学部地球科学専修

¹Dep. Earth Sciences, Sch. Education, Waseda Univ.

海棲原生生物である浮遊性有孔虫は, ジュラ紀中期に出現以降, 白亜紀末と始新世末の2度の大規模な多様性減少を経験しながらも, 現在まで繁栄を続けてきた(例えば, Norris, 1991). なかでも白亜紀の浮遊性有孔虫は, 両極に氷床の存在する現在とは異なる温室地球時代に多様化し, 形態的にも, 古第三紀や現世の種とは異なる空間を占めるものが存在し, 独自の進化パターンを持っていたことが知られている(Norris, 1991). 白亜紀における浮遊性有孔虫の多様性変動については多くの研究が行われ, 特に白亜紀前期から中期に多発した海洋無酸素事変などの大規模な環境擾乱イベントとの関連が議論されてきた(例えば, Leckie et al., 2002).

一方, 現世のコアトップや飼育実験などの解析から, 浮遊性有孔虫群集全体のサイズ分布や, 特定の種の殻サイズは, 水温・塩分などの物理的因子や, 餌の量(生産性)に依存して変化していることが知られているものの(Bijma et al., 1990a, 1990b; Schmidt et al., 2004), 白亜紀における有孔虫の殻サイズの経時変化については, 多くの議論は行われてこなかった. そこで, 本研究では, 白亜紀のなかでも温室時代極相期であるセノマニアン期中期の浮遊性有孔虫, *Hedbergella delrioensis* の殻サイズ分布の経時変化と古水温・塩分や生産量変動との関係を議論する.

試料には, 国際深海掘削計画第207次航海で, 赤道大西洋の Demerara Rise から採取された堆積物をもちいた. 64 μ m のふるいで洗浄した残渣から, 125 μ m 以上の粒子を抽出し, そこから, 浮遊性有孔虫 *H. delrioensis* を約100個体ピックアップした. ピッキングされた個体の最大径を計測し, 各々の試料の殻サイズの平均値の経時変化を検討した. 試料を採取した Demerara Rise では, Forster et al. (2007) や, Moriya et al. (2007) により, すでに TEX₈₆ 水温, 浮遊性有孔虫の炭素・酸素同位体層序が明らかにされている. そこで, 計測された有孔虫の殻サイズの経時変化と, 上記のプロキシから得られた古水温, 塩分, 生産性とを比較したところ, 炭素同位体比変動から生産性が上昇したと想定される層準では, 殻サイズが有意に小さくなっていることが明らかになった. 一方で, 解析を行った地点では, 古水温や塩分にはほとんど変化がないことから, 殻サイズの変化は生産性の変化に応答したものと想定される. すなわち, 生産性の向上により有孔虫への餌供給が増大した結果, より早く性成熟に達したものと推測できる.

Bijma, J. et al. (1990) Jour Foram Res. 20, 117-127.

Bijma, J. et al. (1990) Jour Foram Res. 20, 95-116.

Forster, A. et al. (2007) Geology. 35, 919-922.

Leckie, R. M., et al. (2002) Paleoclimatology. 17, 10.1029/2001PA000623.

Moriya, K. et al. (2007) Geology. 35, 615-618.

Norris, R. D. (1991) Paleobiology. 17, 388-399.

Schmidt, D. N. et al. (2004) Mar Micropaleontol. 50, 319-338.

キーワード: 白亜紀, 浮遊性有孔虫, 殻サイズ, 海水温, 生産性

Keywords: Cretaceous, planktic foraminifer, shell size, paleotemperature, productivity

白亜紀後期北米内陸海におけるスカフィテス科アンモノイド類の殻の破損に基づく
捕食-被食関係の推定
Durophagous predation on scaphitid ammonoids in the Late Cretaceous Western Interior
Seaway of North America

竹田 裕介^{1*}; 棚部 一成²; 佐々木 猛智²; Landman Neil H.³
TAKEDA, Yusuke^{1*}; TANABE, Kazushige²; SASAKI, Takenori²; LANDMAN, Neil H.³

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 東京大学総合研究博物館, ³ アメリカ自然史博物館

¹Department Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, ²The University Museum, the University of Tokyo, ³American Museum of Natural History

The study of the evolution of predator-prey interactions has contributed much to our understanding of the ecological background of biodiversity change through geological time, because they represent a driving force of natural selection. This study is the first to report a trend of predation intensity on scaphitid ammonoids from the Turonian to the Maastrichtian (Late Cretaceous) on the basis of analysis of ventral shell breakage in large samples from the U.S. Western Interior Province. Analysis of 835 adult specimens revealed ventral shell breakage in 50 specimens. In most of the damaged specimens, the breakage occurred in a preferred position at the rear part of the body chamber. Ventral breakage is rare in the Turonian specimens, whereas it is common in the Campanian and Maastrichtian specimens. The shell diameter of adult scaphitid ammonoids tends to increase with time. The position of the breakage and the absence of repairs indicate that the ventral breakage resulted from lethal predation. Based on the incidence of breakage and the size and shape of the breaks, possible predators include fish, reptiles, and cephalopods such as *Placentoceras*, *Eutrechoceras*, and coleoids. Our statistical analysis of ventral shell breakage indicates that the incidence of lethal predation increased in conjunction with an increase in adult shell size, suggesting that the body size of the prey was an important factor in predator-prey interactions. In addition, the predatory damage is more extensive in larger adults.

最古のマイルカ科化石が示唆するマイルカ科（鯨偶蹄目：ハクジラ亜目）の起源と急速な放散

Origin and rapid dispersal of oceanic dolphins (Odontoceti: Cetartiodactyla) based on the oldest fossil record.

平本 潤^{1*}; 甲能 直樹²

HIRAMOTO, Jun^{1*}; KOHNO, Naoki²

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ² 国立科学博物館, 筑波大学大学院生命環境科学研究科

¹University of Tsukuba, ²National Museum of Nature and Science and University of Tsukuba, Japan

鯨偶蹄目、ハクジラ亜目に属するマイルカ科は、シャチやハンドウイルカなど、現生で17属36種前後を数え、現生鯨類の中でも最大のグループを形成している。しかしながら、マイルカ科の現在の多様性とは対照的に、この仲間の化石記録はこれまでのところ極めて限定的である。そのため、マイルカ科とそれに近縁な系統群がどのように進化し、適応放散していったのか、分かっていることは意外に少ない。DNAの塩基配列に基づいた分子系統解析によれば、マイルカ科は前期～中期中新世（23~14 Ma）には誕生していたとされている。しかし、現在のところ「最古」と称されるマイルカ科の化石で記載されているものは、北海道の後期中新世（約9 Ma 前後）の年代の層準から産出した*Eodelphinus kabatensis*で、分子が示す分岐年代と実際の化石の産出年代には大きなギャップがある。

これまでに不確かながらマイルカ科として記載された化石のひとつに、長野県中部に分布する中部中新統別所層（およそ12 Ma 前後）から産出した*Sinanodelphis izumidaensis* Makiyama, 1936 が挙げられる。*S. izumidaensis*は比較的保存の良い前半身の骨格化石に基づきマイルカ科の新属新種として記載され、現在でも“シナノイルカ”の和名でよく知られている。しかし、ホロタイプが長野県の天然記念物指定を受けており、クリーニングなどの「現状変更」が原則として行えないなどの制約があることから、記載されて以降現在に至るまで、より詳細な研究が行われていなかった。そのため、*Sinanodelphis*は現在までマイルカ科である根拠を具体的に示すことができないまま、近年の研究ではより上位の分類単位であるマイルカ上科の所属位置不明として扱われている。そこで本研究では、*S. izumidaensis*をハクジラ類の系統進化史の中に位置づけるため、長野県および標本を所蔵する泉田博物館より正式に研究の許可を得ると共に、*S. izumidaensis*のホロタイプとほぼ同一層準（13.6~11.8 Ma）から知られ、*Delphinioidea* fam., gen. et sp. undet. とされていた未記載のイルカ類化石二点について、*S. izumidaensis*のホロタイプと併せてCTスキャン撮影や硬X線写真撮影などにより形態学的な再検討を行った。その結果、これらのイルカ化石は同じプロポーシオンの頭骨を持ち、極めて小さくかつ多数の歯からなる頬歯列を有し、外鼻孔が正中から左に偏って左右非対称となっているなど*S. izumidaensis*と同じ特徴を持っていることから、これらはすべて同一種に分類されることが明らかとなった。

以上の結果を踏まえて、今回*Sinanodelphis izumidaensis*のホロタイプと新たに検討を行ったイルカ化石を用いて、これまで詳しい検討を行うことが出来なかった*S. izumidaensis*の系統上の位置づけを明らかにするため形態解析を行った。形態解析には先行研究に基づき、84種のハクジラ類を内群として、古鯨類の*Georgiacetus*および*Zygorhiza*を外群に用いて、278の形質セットからなるデータマトリクスを作成して用いた。解析の結果、*S. izumidaensis*はマイルカ科の中に位置づけられ、内群の最初の分岐に位置づけられることが明らかとなった。分子から推定されているマイルカ科の分岐年代（23~14 Ma）と、*S. izumidaensis*の生息していた年代（13.6~11.8 Ma）を考慮すると、*S. izumidaensis*はマイルカ科の分岐直後に出現したということが出来る。

*Sinanodelphis izumidaensis*が知られる中期中新世においては、北太平洋の東岸、カリフォルニアの中部～上部中新統（13.6~10.3 Ma）から、未記載ながらもマイルカ科とされてきたイルカ類頭蓋標本が報告されている。このことから、*S. izumidaensis*はこの標本と共にほぼ同時代の北太平洋の東西両岸のマイルカ類の初期分布を代表していたと考えられ、マイルカ科の仲間は他のグループから分岐した直後には既に北太平洋に広く分布を急速に拡大させていたことが示唆される。従って、分子から推定されるマイルカ科の分岐年代に極めて近い地質年代から知られ、かつ現時点で最古のマイルカ科化石となる*S. izumidaensis*は、マイルカ科の分岐とその後の適応放散過程を考えるうえで、系統上非常に重要な位置にある種であったと考えられる。

キーワード: *Sinanodelphis izumidaensis*, マイルカ科, 中期中新世, 別所層および青木層

Keywords: *Sinanodelphis izumidaensis*, Delphinidae, Middle Miocene, Bessho and Aoki Formation

鮮新世における benthic-pelagic coupling : 生痕化石 *Phymatoderma* に記録された地球化学的・微古生物学的シグナル
Benthic-pelagic coupling in Pliocene ocean: Geochemical and micropaleontologic evidence in the ichnofossil *Phymatoderma*

泉 賢太郎^{1*}
IZUMI, Kentaro^{1*}

¹ 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター

¹Center for Environmental Biology and Ecosystem Studies, NIES

Numerous studies have revealed the evidence of benthic-pelagic coupling in various ocean areas. In terms of marine benthos, it is well known that feeding, growth and reproduction are generally synchronized with the seasonal input of phytodetritus to the sea-floor. However, compared to examples of modern organisms, little is known about the evidence of the ancient benthic-pelagic coupling. Thus, the present study carried out the geochemical and microscopic analyses of the fecal pellet-filled ichnofossil *Phymatoderma* from the Pliocene deep-sea strata. The aim of this study is to assess whether benthic-pelagic coupling functioned in the ancient ocean, with special attention to the temporal relationship between phytodetritus input and deposit feeding by the trace-maker. Elemental analysis revealed that Ca, which is probably derived from the calcareous microfossils, is significantly accumulated in the tuffaceous pellets. Because the CaO content of the pelletal infill are generally similar to that of the host siltstones, it may be concluded that the recognized Ca accumulation in pellets does not reflect diagenetic alteration. SEM observations showed the presence of various types of microfossils (i.e., coccoliths, diatoms, planktonic foraminifera, radiolaria) within the pelletal infill of *Phymatoderma*. In addition, excreted tuffaceous fecal pellets are occasionally found to be composed exclusively of coccoliths. Considering all these lines of evidence, it is most likely that the deposit-feeding by the *Phymatoderma*-producer was synchronized with an episodic (probably seasonal) coccolithophore bloom deposition on the deep-sea floor. The reconstructed feeding strategy may have facilitated the effective uptake of freshly deposited phytodetritus. This interpretation is quite reasonable because such a mode of feeding has been commonly recognized in the case of deep-sea deposit-feeding macro and megabenthos. In summary, this study provides geologic evidence for benthic-pelagic coupling in the Pliocene ocean.

モンゴル国ゴビ砂漠上部白亜系産の巨大オビラプトロサウルス類 (恐竜類: 獣脚類) について

A remain of a gigantic oviraptorosaurian (Dinosauria: Theropoda) from the Upper Cretaceous of the Gobi Desert

對比地 孝亘^{1*}; 渡部 真人²; バルスボルド リンチェン³; ツォクトバートル キシグジャブ³
TSUIHIIJI, Takanobu^{1*}; WATABE, Mahito²; BARSBOLD, Rinchen³; TSOGTBAATAR, Khishigjav³

¹ 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 大阪市立大学理学部地球教室, ³ モンゴル古生物学センター

¹The University of Tokyo, ²Osaka City University, ³Mongolian Paleontological Center

A large, isolated symphyseal region of fused contralateral dentaries belonging to a caenagnathid oviraptorosaurian was found in the lower Upper Cretaceous Bays Shire Formation cropping out at Tsagaan Teg in the Mongolian Gobi Desert. This specimen is comparable in size and morphology to the gigantic caenagnathid *Gigantoraptor erlianensis* known from the Iren Dabasu Formation in China, and may be closely related to the latter species. The occurrence of the specimen of a possible affinity with *G. erlianensis* in the Bays Shire Formation is consistent with the hypothesized correlation between the Bayn Shire and Iren Dabasu formations proposed based on vertebrate fossils, especially turtles.

キーワード: モンゴル, ゴビ砂漠, オビラプトロサウルス類, 白亜紀, 恐竜

Keywords: Mongolia, Gobi Desert, Oviraptorosauria, Cretaceous, Dinosauria

Desmostylian phylogenetic relationship revisited Desmostylian phylogenetic relationship revisited

松井 久美子^{1*}

MATSUI, Kumiko^{1*}

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

¹Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo

Desmostylian is an extinct clade of marine mammals. They belong to Tethytheria or possibly Perissodactyla. They lived in North Pacific Rim from earliest Oligocene to earliest Late Miocene and are already extinct at the order level. Traditionally, Desmostylian has been divided into two families, Desmostylidae and Paleoparadoxiidae, based on their teeth morphology, with the former including 4 or 5 genera (*Ashoroa*, *Cornwallius*, *Kronotherium*, "*Vanderhoofius*", and *Desmostylus*) and the latter 4 genera (*Behemotops*, *Archaeoparadoxia*, *Paleoparadoxia*, *Neoparadoxia*). Although the phylogenetic relationships within Desmostylian have been mostly unclear, two hypotheses were proposed: either both Desmostylidae and Paleoparadoxiidae are monophyletic groups, or Paleoparadoxiidae comprise paraphyletic outgroups for Desmostylidae. One factor contributing to such difference in the hypothesis was the lack of well-preserved specimens that can be used as suitable outgroups for phylogenetic analyses. Cooper et al. (2014), however, described a well-preserved skull of *Anthracobne* that is considered as an appropriate outgroup of Desmostylian. In this study, at first, I ran analyses on data matrices on the desmostylian interrelationship published in previous studies to examine reproducibility of the results, i.e., whether or not tree topologies reported in these studies could be recovered. Second, I analyzed the Desmostylian relationship by newly adding *Anthracobne* as an out-group to such data sets after examining the accuracy of their character coding. Phylogenetic analysis was conducted with equally weighted parsimony using TNT v. 1.1 (Goloboff et al. 2008). One thousand replicates of tree bisection reconnection branch swapping were run holding ten trees per replicate with all zero-lengths branches collapsed. For this analysis, published data sets were combined and revised to include 5 species of Desmostylian and 5 species of Paleoparadoxiidae. A whole data matrix including both cranial and postcranial characters and a culled matrix including cranial characters only were separately analyzed. In this analysis, analyses on both the whole and culled data sets resulted in Paleoparadoxiidae forming paraphyletic, successive outgroups for the monophyletic Desmostylidae. This result provides a phylogenetic framework for discussing various aspects of Desmostylian evolution.

Reference

Cooper et al. (2014). Anthracobunids from the Middle Eocene of India and Pakistan Are Stem Perissodactyls. PLoS One 9(10): e109232.

Goloboff et al. (2008). TNT, a free program for phylogenetic analysis. Cladistics 24: 1-13.

鳥類の翼と足跡の形態学的研究～足跡化石の“かたちと大きさ”から絶滅鳥類をどこまで復元できるのか？～
Avian wing loading and aspect ratio correlate with track

田中 郁子^{1*}
TANAKA, Ikuko^{1*}

¹ 神戸大学大学院理学研究科

¹ Graduate School of Science, Kobe University

Avian have two completely different styles of locomotion, flight and bipedal walking, and use them properly depending on situations. Avian track shapes are divided into three groups corresponding to habitat types, suggesting bipedal walking is controlled by habitats. Is flight, another locomotion type, controlled the same? To investigate it, we obtained data of wing shapes and bodyweights from modern birds, and examined if they showed similar groupings related to habitats. Multiple regression analyses reveal that wing loadings and wing aspect ratios for birds in each group defined by track shapes exhibit separate clusters that do not overlap with each other. This result shows that wings are also divided into three groups corresponding to habitat types, the same with track shapes. Thus, habitats unambiguously affect avian flight as well as walking. Past avian wings are seldom remained as fossils, whereas past avian tracks are often preserved fossilized. The correspondence relation between wing aspect ratio/wing loading and track shapes may constrain the past avian flight ecology and behavior from fossilized track records.

キーワード: 鳥類学, 翼形態, 飛行生態, 鳥類移動様式, 重回帰分析, 古生物学

Keywords: ornithology, wing morphology, flight ecology, avian locomotion, multiple regression analysis, paleobiology

化石オウムガイ類に固有な埋没後破壊の解明 Implication of peculiar internal fracturing in fossil nautiloids

唐沢 與希^{1*}; 前田 晴良²

KARASAWA, Tomoki^{1*}; MAEDA, Haruyoshi²

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 九州大学総合研究博物館

¹Graduate school of Science, Kyoto University, ²The Kyushu University Museum

Extinct Miocene nautiloid *Aturia cubaensis* from Uchiura Group (Fukui Prefecture) shows internal septa fragmentation though the outer wall is intact. Similar broken nautiloids fossils with intact outer walls and fragmented septa have been reported since 1980s and were interpreted as 'implosion', the fragmentation by increasing ambient water pressure during a dead shell sinks. In these *A. cubaensis*, however, siphuncles are filled with mud and mangled. This indicates this fragmentation occurred after a burial of the empty shell.

Septal fragmentation occurs at adapically half from a last septum. Intact air chambers are filled with grayish white mudstone though a fossil matrix is dark gray mudstone. Former is composed of matrix-supported and high porosity (about 25 - 35 %) and latter is grain-supported and low porosity (below 20 %). On the other hand, porosity of mudstone infilling of the siphuncle has usually high (more than 40 %). Especially it is highest at the collapse boundary between intact air chambers and fragmented septa (up to 70 %). In addition, clay minerals concentrates in the siphuncle near the collapse boundary. These lines suggest that the siphuncle-infilling soaks up the water in air chambers in diagenesis. This depressurizes insides of air chambers and thus makes considerable pressure difference between inside and outside of a buried nautilus shell, and finally septa collapse.

This internal fragmentation has not been found from ammonoids. Deformation of ammonoids occurs in outer walls mainly and can be explained by simple compactional process except for dissolution. This suggests difference of strength of structure between shells of nautiloids and ammonoids. Detailed taphonomic analysis could be a clue to structural mechanics of cephalopods shells.

キーワード: タフォノミー, オウムガイ類, 中新世, 続成作用

Keywords: taphonomy, nautiloid, Miocene, diagenesis

湖沼堆積物のアルケノン組成にみられる化学分類学的特徴：南極スカルプスネス地域、長池のアルケノン生産種推定 Chemotaxonomic fingerprints of alkenones and alkenoates in sediments of Lake Naga-ike on the Skarvsnes, Antarctica

中村 英人^{1*}; 竹田 真由美¹; 沢田 健¹; 高野 淑識²
NAKAMURA, Hideto^{1*}; TAKEDA, Mayumi¹; SAWADA, Ken¹; TAKANO, Yoshinori²

¹ 北海道大学, ² 海洋研究開発機構

¹Hokkaido Univ., ²JAMSTEC

長鎖不飽和アルキルケトン(アルケノン)やアルケノエイトは海洋堆積物中に広く分布し、アルケノン不飽和度($U^{K_{37}}$, $U^{K_{37}}$)は海洋表層水温の復元に応用されている。アルケノンは世界中の湖沼からも検出され、陸域の古水温指標としての応用が検討されているが、海洋におけるアルケノン不飽和度-水温換算式(1)が世界中の海洋表層水温をよく復元するのに対して、湖のアルケノン組成や水温換算式は湖ごとに多様であり、これは湖沼のアルケノン生産者の多様性を反映していると考えられている。実際、海洋のアルケノン生産者はハプト藻 Noelaerhabdaceae 科の汎存種である *Emiliana huxleyi* が主であるのに対して、湖沼のアルケノン生産者は Isochrysidaceae 科に属する *Chrysotila lamellosa* をはじめ、未記載種を含む複数の系統のハプト藻がアルケノン生産に関与していることが分かってきた(2-3)。Isochrysidaceae 科のアルケノン生産種の水温換算式の検討例は少ないが、*Isochrysis garbana* (4)、*Pseudoisochrysis paradoxa* (5)、*C. lamellosa* (6)の培養実験から、アルケノン生産者の系統による検量線の違いが顕著であることが示唆されている。したがって、湖沼における古水温計としての精度を高めるためには、生産種に応じて最適な検量線を選択する必要があると考えられる。

生産種の推定に役立つアルケノン組成の化学分類学的特徴を明らかにするため、これまでに、Isochrysidaceae 科の3属(*Chrysotila* 属, *Isochrysis* 属, *Tisochrysis* 属)の培養実験により、*Tisochrysis* 属が4不飽和アルケノンを持たないことで他の2属と区別されることを指摘した(7)。本研究では、中極性カラムによる新しいアルケノン分析手法(8)を用いてこれらの培養株のアルケノン組成を解析したところ、*Isochrysis* 属と *Chrysotila* 属から新規 C₃₈ アルケノエイトを見いだした。加えて、*Chrysotila* 属は C₃₈ 3不飽和アルケノンの異性体も含んでいた。3不飽和アルケノン異性体は、天然では北半球高緯度の湖沼(Braya Sø, Toolik Lake)から報告されているが、これらの湖では C₃₇?C₃₉ の3不飽和アルケノンのいずれについても異性体が含まれるのに対し、*Chrysotila* 属で検出された3不飽和アルケノンの異性体は C₃₈ のみである点が異なっていた。新規 C₃₈ アルケノエイトの含有は *Isochrysis* 属と *Chrysotila* 属に共通の、3不飽和アルケノン異性体の C₃₈ に限った含有は *Chrysotila* 属に特有の組成である可能性がある。

さらに、南極スカルプスネス露岩地域に位置する長池の堆積物のアルケノン組成を中極性カラムを用いて解析したところ、新規 C₃₈ アルケノエイトが検出され、3不飽和アルケノン異性体は C₃₈ のみが検出された。長池ではこれまでに過去約3000年間にわたるアルケノン不飽和度の変遷を含むバイオマーカー分析が行われている(9)。長池堆積物のアルケノン組成のパターンが既知の培養株の特徴のうち *C. lamellosa* に類似していたことから、*C. lamellosa* の $U^{K_{37}}$ -水温換算式(6)を用いて表層堆積物の古水温を計算したところ、9.2-15°C となり、これは長池で観測される夏の湖水温度と調和的であった。湖沼のアルケノン生産者に関連した種の培養株の温度換算式はまだ少ないが、他の株の換算式では極端に低い温度が復元されてしまうことも、長池で *C. lamellosa* がアルケノン生産に寄与していたことの傍証となると考えられる。

- 1) Prah, F. G. and Wakeham, S. G., 1987. Nature, 330, 367-369.
- 2) Theroux, S., et al., 2010. Earth Planet. Sci. Lett. 300, 311-320.
- 3) Toney, J. M., et al., 2010. Geochim. Cosmochim. Acta 74., 1563-1578.
- 4) Versteegh, G. J. M., et al., 2000. Org. Geochem. 32, 785-794.
- 5) Theroux, S., et al., 2013. Org. Geochem. 62, 68-73.
- 6) Nakamura, H., et al., 2014. Org. Geochem. 66, 90-97.
- 7) 中村ら, 2014. 2014年度日本地球化学会年会
- 8) Longo, W. M. et al., 2013. Org. Geochem. 65, 94-102.
- 9) Sawada, K. et al., 2014, AGU Fall Meeting 2014, B21E-0093.

キーワード: アルケノン, ハプト藻, 化学分類, 湖沼堆積物, 古水温復元

Keywords: alkenone, Haptophytes, chemotaxonomy, lake sediments, paleothermometer

地質年代境界における形態的回転の評価法 An index of morphological turnover across a chronological boundary

生形 貴男^{1*}
UBUKATA, Takao^{1*}

¹ 京都大学
¹ Kyoto University

Study on morphological diversity over geologic time has been conventionally based on the patterns of disparity change. Change in disparity across a mass extinction event is determined by the relationship between a temporary decrease in morphological variation and subsequent introduction of new variation after the event. In the case of a balanced relationship, the disparity remains constant throughout the interval, even if the morphology was totally changed. An alternative approach is an analysis of morphological turnover in which appearance patterns of morphospace occupation are compared between the adjacent geochronological units. However, conventional morphospace analyses have omitted abundance of each species. Here, I would introduce an index representing how drastically the pattern of morphospace occupation changes. The index takes into account the abundance of each species based on the collection-based occurrence data deposited in the Paleobiology Database. The analysis of the morphological turnover begins with depicting the landscape of the probability density of data in a morphospace for each chronological bin using multi-dimensional kernel density estimation. The similarity between a pair of the landscapes can be represented by a correlation coefficient of the probability density computed for each point in the multi-dimensional morphospace. The value of 1 minus the correlation coefficient is defined as an index of morphological turnover. This index is sensitive to change in morphospace occupation pattern.

キーワード: 形態空間, 異質性, 大量絶滅と回復
Keywords: morphospace, disparity, mass extinction and recovery