

BPT024-01

会場:201B

時間:5月22日 14:15-14:30

先カンブリア時代/カンブリア紀境界近傍の真核生物と海洋酸化還元環境 Perturbation of eukaryotic life and ocean redox around the Precambrian-Cambrian boundary

菊池 みのり^{1*}, 海保 邦夫¹, 大庭 雅寛¹

Minori Kikuchi^{1*}, Kunio Kaiho¹, Masahiro Oba¹

¹ 東北大学大学院理学研究科地学専攻

¹geoenvironmental science, Tohoku Univ.

We analyzed the organic geochemistry from shallow-sea sections of upper Ediacaran and lower Cambrian strata including the Precambrian-Cambrian boundary in Kunming area, South China. The results showed a correlation between organic geochemical redox indicators (Pristane/Phytane ratio) and eukaryotic biomass indicator (sterane, sterane/hopane ratio). We report here these new findings on redox changes and eukaryotic biomass changes during the late Ediacaran to the early Cambrian. Sterane concentration and sterane/hopane ratio indicates that eukaryotic biomass increases throughout the interval from the top-Ediacaran to the lower Cambrian marked by Chengjiang Fauna. Pristane/Phytane ratio also coincidentally increases throughout the interval. These correlations suggest the anoxia at the end of the Ediacaran may be related to the extinction of Ediacaran Fauna, resulting the evolution of eukaryotic life in early Cambrian by an increase in dissolved oxygen.

キーワード: 先カンブリア時代/カンブリア紀境界, 海洋酸化還元環境, 真核生物, バイオマーカー, 南中国

Keywords: precambrian-cambrian boundary, ocean redox, eukaryotic life, biomarker, south china

BPT024-02

会場:201B

時間:5月22日 14:30-14:45

フラスニアン / ファメニアン境界大量絶滅時の海洋還元と陸上植生の崩壊 Oceanic euxinia and destruction of land vegetation during the Frasnian/Famennian boundary mass extinction

海保 邦夫^{1*}, 谷津 進¹, 大庭 雅寛¹, ポール ゴージャン²
Kunio Kaiho^{1*}, Susumu Yatsu¹, Masahiro Oba¹, Paul Gorjan²

¹ 東北大学大学院理学研究科, ² ワシントン大学

¹Tohoku University, ²Washington University

We analyzed the organic geochemistry, $\delta^{34}\text{S}_{\text{SCAS}}$, $\delta^{34}\text{S}_{\text{sulfide}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, and pyrite diameter from three shallow sea sections in Belgium and South China including the Frasnian/Famennian (F/F) boundary. The results showed a correlation between organic geochemical redox indicators (dibenzothiophenes and 2,3,6-trimethylaryl isoprenoids), sulfur and carbon isotope ratios, pyrite diameter, and an organic geochemical indicator of land vegetation destruction (dibenzofurans). We report here these new findings on redox changes and destruction of land vegetation during the Frasnian/Famennian (F/F) boundary mass extinction. We show coincident increases in $\delta^{34}\text{S}_{\text{SCAS}}$, $\delta^{34}\text{S}_{\text{sulfide}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, dibenzothiophenes, 2,3,6-trimethylaryl isoprenoids, and dibenzofurans and a coincident decrease in pyrite diameter at or near the F/F boundary in low latitude shallow-seas. These coincidental changes show the development of oceanic euxinia and destruction of land vegetation at this time. These correlations indicate that H_2S accumulated in the ocean and input of euxinic waters to the oxic surface waters that most marine organisms inhabit, would have caused marine extinctions at the F/F boundary. Destruction of land vegetation may be related to the shallow-sea euxinia.

キーワード: 硫黄同位体比, 炭素同位体比, 堆積有機分子, フラスニアン / ファメニアン境界

Keywords: sulfur isotope, carbon isotope, sedimentary organic molecules, Frasnian-Famennian boundary

BPT024-03

会場:201B

時間:5月22日 14:45-15:00

ペルム紀末大量絶滅時の海洋の還元とその後のシアノバクテリアの増加および陸上植生の回復

Oceanic euxinia at the end-Permian mass extinction followed by cyanobacterial blooms and land vegetation recovery

伊藤 幸佑^{1*}, 海保 邦夫¹, 大庭 雅寛¹, 高橋 聡¹

Kosuke Ito^{1*}, Kunio Kaiho¹, Masahiro Oba¹, Satoshi Takahashi¹

¹ 東北大学理学部地圏環境科学科

¹ Graduate School of Science, Tohoku Univ.

The largest mass extinction occurred in both seas and lands at the end of the Permian, 251 Ma. We conducted a high-resolution study on sedimentary organic molecules at the Huangzhishan section located at 40 km southeast of the GSSP Meishan section, South China, deposited in shallow-water platform. In this section, fossil records indicate that mass extinction across the P/T boundary includes two extinctions. Here we report new findings on euxinic, bacterial, and land vegetation indices of organic molecules in the Huangzhishan section. The results show that (1) ocean euxinia at the end of the Permian caused the former mass extinction and terrestrial vegetation collapse, (2) after the former extinction cyanobacteria bloomed in the ocean and land vegetation recovered from lichens to ferns then to conifers but collapsed at near the P/T boundary and (3) after the later extinction the second bloom of cyanobacteria occurred in the ocean and land vegetation recovered from ferns to conifers. Terrestrial vegetation collapses coincided with spikes of photic zone euxinia indicator. This implies that hydrogen sulfide which accumulated in the ocean released to the atmosphere triggering acid rain, leading to terrestrial vegetation collapse.

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



BPT024-04

会場:201B

時間:5月22日 15:00-15:15

ペルム紀末、遠洋域深海相の硫化物硫黄同位体比変動 Sulfur isotope of sulfate profiles in the pelagic Panthalassic deep sea at the end-Permian

高橋 聡^{1*}, 海保 邦夫¹, 渡邊 隆広¹, 掛川 武¹, 大庭 雅寛¹

Satoshi Takahashi^{1*}, Kunio Kaiho¹, Takahiro Watanabe¹, Takeshi Kakegawa¹, Masahiro Oba¹

¹ 東北大学大学院 理学研究科地学専攻

¹ Graduate school, Tohoku University

英語版をご覧ください

キーワード: 大量絶滅, パンサラッサ海, 遠洋域深海相, ペルム紀, 三畳紀, 硫黄同位体比

Keywords: Mass extinction, Panthalassa, Pelagic deep sea, Permian, Triassic, Sulfur isotope

BPT024-05

会場:201B

時間:5月22日 15:15-15:30

前期三畳紀における酸化還元環境 Ocean redox history during the Early Triassic

齊藤 諒介^{1*}, 大庭 雅寛¹, 海保邦夫¹, 有吉俊², 高橋聡¹

Ryosuke Saito^{1*}, Masahiro Oba¹, Kunio Kaiho¹, Shun Ariyoshi², Satoshi Takahashi¹

¹ 東北大学理学部地圏環境科学科, ² 京都大学理学部

¹GeoEnvironmental Science, Tohoku univ., ²Faculty of Science, Kyoto univ.

The greatest mass extinction occurred at the end of the Permian. A substantial biotic recovery was delayed until the end of the Early Triassic, which lasted about 5 million years. This was an unusually long delay for biotic recovery after a mass extinction, the Early Triassic therefore has often been viewed as an interval when global conditions repeated hostile to life. Several euxinic phases during Early Triassic have been reported. However, ocean redox history information of whole Early Triassic epoch is not enough. Here we show euxinic ocean appeared several times in the Early Triassic and euxinic conditions gradually became much stronger toward the end of the Early Triassic. The most severe condition occurred just before the recovery. However, this condition suddenly disappeared and dissolved oxygen levels abruptly increased in the Middle Triassic. This phenomenon coincided with biotic recovery in the Middle Triassic. Dibenzothiophenes and arylisoprenoids are detected which provide unequivocal evidences for depositional environment euxinia and photic zone euxinia at ~80 m water depth. These biomarkers became more abundant toward the end of the Early Triassic. Okenane, a biomarker for photic zone euxinia at ~20 m water depth, is never detected without the end of the Early Triassic. Moreover, crocetane which is a biomarker for anaerobic methanotrophic Euryarchaeota (ANME) is detected from the middle Spathian to the latest Spathian. Crocetane indicates existence of methane in the Early Triassic sea. This methane might be derived from methane hydrates. Anaerobic oxidation of methane is the chemical reaction: the consumption of methane and the formation of sulfide (e.g. hydrogen sulfide) from sulfate at a molar ratio of 1:1 by consortia of ANME and sulfate-reducing bacteria. Dissolved oxygen in the sea would have to be eliminated at least twice of hydrogen sulfide generated by anaerobic oxidation of methane given the stoichiometry of the reaction. The overproducing of hydrogen sulfide would induce the uprise of chemocline. Consequently, anaerobic oxidation of methane might make the sea with euxinic condition. The most severe euxinic condition at the end of Early Triassic was possibly caused by anaerobic oxidation of methane triggered by melting methane hydrates. This is a model case that melting methane hydrates is not only a driver of global warming but also a driver of ocean euxinia.

BPT024-06

会場:201B

時間:5月22日 15:30-15:45

OAE2における太平洋の古環境の復元

Reconstruction of paleoenvironment in the Pacific Ocean during the mid-Cretaceous Oceanic Anoxic Event 2

西 弘嗣^{1*}, 高嶋 礼詩¹, 山中 寿朗², 棚部 一成³, 林 圭一⁴

Hiroshi Nishi^{1*}, Reishi Takashima¹, Toshiro Yamanaka², Kazushige Tanabe³, Keiichi Hayashi⁴

¹ 東北大学総合学術博物館, ² 岡山大学, ³ 東京大学, ⁴ 東北大学

¹Tohoku University Museum, ²Oka, ³Tokyo University, ⁴Tohoku University

The presence of negative carbon isotope excursions at the base of some Oceanic Anoxic events and PETM are explained to have been associated with massive inputs of mantle-derived volcanic CO₂ or the dissolution of methane hydrates. In particular, prominent negative carbon isotope excursions have been found at the base of the Toarcian OAE and OAE 1a. In the OAE2, however, negative carbon isotope excursions have not been always observed close to the base of the OAE2 at the several studied areas. A negative carbon isotope excursion below the 1st build-up phase is explained by a diagenetic signal, or a reflection of local oceanographic episodic events, such as fresh water input.

We identified a negative carbon isotope excursion just below the 1st build-up phase from two distant sections of the Pacific regions. In Hokkaido (North Japan), the negative excursion is recognized immediately below the OAE2 horizon in Upper Cretaceous Yezo Group sediments from the Shumarinai to Hakkin sections of central-northwestern Hokkaido. This evidence suggests the occurrence of a negative shift in the carbon isotope composition of global atmosphere and/or the change in global terrestrial climate and hydrological cycles immediately before the onset of the OAE2. The negative shift began 23?51 ky before the onset of the 1st build-up phase of the OAE2, which is generally consistent with the onset of the volcanic pulse manifested by the negative 187Os/188Os shift and increased pCO₂ levels. The negative $\delta^{13}\text{C}_{\text{wood}}$ excursion is also recognized in the Buddy Canyon Formation of the Cretaceous Great Valley Group exposed in the California, USA. The negative spike identified in the two sections of NW and NE Pacific Ocean may reflect massive input of volcanic CO₂ immediately before the onset of the OAE 2.

キーワード: 太平洋, 海洋無酸素事変 2, 白亜紀, 炭素同位体比

Keywords: Pacific Ocean, Oceanic Anoxic Event 2, Cretaceous, carbon isotope

BPT024-07

会場:201B

時間:5月22日 15:45-16:00

セノマニアン期/チューロニアン期境界における rotaliporid の絶滅と短期間海洋無酸素事変の同時性

Short-term euxinia coinciding with rotaliporid extinctions during the Cenomanian-Turonian transition

大庭 雅寛^{1*}, 海保 邦夫¹, 岡部 高志¹, Marcos A. Lamolda², James D. Wright³
Masahiro Oba^{1*}, Kunio Kaiho¹, Takashi Okabe¹, Marcos A. Lamolda², James D. Wright³

¹ 東北大学大学院理学研究科, ² グラナダ大学, ³ ラトガース大学

¹Tohoku University, ²Universidad de Granada, ³Rutgers University

Oceanic anoxic event 2 (OAE2), which occurred during the Cenomanian-Turonian (C-T) transition and lasted 10^6 years, is characterized by a positive global carbon isotopic excursion and stepwise extinctions in marine biota. To examine temporal variations in the dissolved oxygen content of the water column, shallow-marine C-T sediments from northern Spain were analyzed for concentrations of dibenzothiophenes, which are indicators of euxinic depositional environments, and 2,3,6-trimethylaryl isoprenoids, which probably indicate photic-zone euxinia. The positive excursion in $\delta^{13}\text{C}$ values of carbonates is accompanied by short- (10^3 to 10^4 years) and long-term (10^5 years) increases in dibenzothiophene and 2,3,6-trimethylaryl isoprenoid concentrations, suggesting that the bottom water and photic zone of the eastern marginal sea of the North Atlantic Ocean were euxinic. Two of the short-term increases in organic compound concentrations took place just after the last occurrence of the planktonic foraminifers *Rotalipora greenhornensis* and *R. cushmani*. These transient maxima indicate that the extinction of both planktonic foraminifers was due to short-term OAEs lasting 10^3 to 10^4 years.

Keywords: Cenomanian-Turonian, oceanic anoxic event, foraminiferal extinction, dibenzothiophenes, 2,3,6-trimethylaryl isoprenoids, brachiopods

BPT024-08

会場:201B

時間:5月22日 16:00-16:15

スペイン南部カラバカの白亜紀 / 古第三紀境界近傍における海洋酸化還元と陸上植生

Oceanic redox and land vegetation across the Cretaceous/Paleogene boundary in Caravaca, southern Spain

水上 拓也^{1*}, 海保邦夫¹, 大庭 雅寛¹

Takuya Mizukami^{1*}, Kaiho Kunio¹, Masahiro Oba¹

¹ 東北大学理学部地圏環境科学科

¹ Geol. and Paleontol., Tohoku Univ.

An extraterrestrial impact at the Cretaceous/Paleogene (K/P) boundary ca. 65.5 million years ago caused a mass extinction and rapid changes of surface environment on the Earth. Here we report changes of oceanic redox and land vegetation across the K/P boundary at Caravaca, southern Spain using sedimentary organic molecules. The results reveal that the basal 3-mm thin layer of the K/P boundary-clay is marked by a rapid increase in concentrations of terrestrial long-chain n-alkanes and dibenzofuran, indicating a destruction of land vegetation and an increase in supply of terrestrial organic matter into the marine environment at the K/P boundary. This layer also have a rapid increase in concentrations of dibenzothiophene, indicating a change in redox conditions from oxic to anoxic/euxinic conditions. The low-oxygen condition could have been caused by an increase in flux of terrestrial organic matter into the ocean. A rapid increase in concentrations of retene and retene/cadalene occurred in the upper part of the boundary-clay, indicating a recovery of angiosperm which withered at the K/P boundary.

BPT024-09

会場:201B

時間:5月22日 16:30-16:45

IODP Exp. 330 Louisville 海山列からの白亜紀石灰岩の産出

Occurrence of the Cretaceous limestones from IODP Expedition 330: Louisville Seamount Trail

守屋 和佳^{1*}, Kell Johnathon², Buchs David³, 佐野 晋一⁴, Koppers Anthony⁵, 山崎 俊嗣⁶, Geldmacher Joerg⁷, IODP Expedition 330 Scientific Party⁷

Kazuyoshi MORIYA^{1*}, Johnathon Kell², David Buchs³, Shin-ichi Sano⁴, Anthony Koppers⁵, Toshitsugu Yamazaki⁶, Joerg Geldmacher⁷, IODP Expedition 330 Scientific Party⁷

¹ 早稲田大学・教育・地球科学, ²U. Nebraska, Dep. Earth & Atm. Sci., ³ANU, Res. Sch. Earth Sci., ⁴ 福井県立恐竜博物館, ⁵Oregon State U., Oceanic Atm Sci., ⁶ 産業技術総合研究所, ⁷IODP-USIO

¹Waseda U., Dep. Earth Sci., ²U. Nebraska, Dep. Earth & Atm. Sci., ³ANU, Res. Sch. Earth Sci., ⁴Fukui Prefectural Dinosaur Museum, ⁵Oregon State U., Oceanic Atm Sci., ⁶AIST, ⁷IODP-USIO

Recent paleotemperature proxy and fossil assemblage analyses, particularly in the Atlantic and Indian Ocean, have described the late Cretaceous climate cooling followed by Paleogene warming. On the other hand, in the Pacific Ocean paleoclimatic and paleoceanographic analyses of these events based on biological provincialism and geochemical records are surprisingly poor. Because the Pacific was the largest ocean during the Cretaceous-Paleogene climate transition interval, investigating paleoceanographic conditions in the Pacific is key to understanding the nature of greenhouse climate systems. IODP Expedition 330 along the Louisville Seamount Trail in the South Pacific, between December 2010 and February 2011, collected epi- and/or meso-pelagic sediments containing abundant Cretaceous to Paleogene fossils from several flat-topped seamounts. These fossils will help to constrain ancient paleoclimatic and paleoceanographic conditions in the Pacific Ocean.

According to geomantle dynamic models (Steinberger and Antretter, 2006), the Louisville Hotspot, which created the seamount trail, is modeled to have been located at approximately 40-50°S (this will be refined by paleomagnetic analyses post-cruise) during the Cretaceous. Therefore, the epi- and meso-pelagic sediments capping the seamounts will provide an important record of the paleobiogeography and paleoceanography of Pacific southern mid- to high latitudes. Late Cretaceous planktonic foraminifers and molluscs found in the sediments have ages comparable to previous ⁴⁰Ar/³⁹Ar age estimates for these seamounts or interpolations from the Louisville age progression. The planktonic foraminiferal assemblages are composed of double- and single-keeled globotruncanids, hedbergelids, and heterohelids. The relative abundances of globotruncanids in the Louisville sediments compared to those in pelagic sediments in the Atlantic and Indian Ocean southern high latitudes, indicate a warmer water environment in the late Cretaceous southern mid- to high latitude Pacific. Our preliminary results contribute to an improved understanding of the expansion of tropical and subtropical climates during the Cretaceous cooling and Paleogene warming events. We will also discuss the paleobioprovince and paleoclimate at high latitudes in the southern Pacific during the Cretaceous.

Steinberger, B., and Antretter, M., 2006. Conduit diameter and buoyant rising speed of mantle plumes: implications for the motion of hot spots and shape of plume conduits. *Geochem., Geophys., Geosyst.*, 7(11):Q11018.

キーワード: Louisville 海山列, 白亜紀, 石灰岩

Keywords: Louisville Seamount Trail, Cretaceous, Limestone

BPT024-10

会場:201B

時間:5月22日 16:45-17:00

北西大西洋における中期 / 後期始新世境界の放散虫群集変化 Radiolarian faunal turnover across the middle/late Eocene boundary at ODP Site 1052

上栗 伸一^{1*}, 本山 功²

Shin-ichi Kamikuri^{1*}, Isao Motoyama²

¹ 筑波大学, ² 山形大学

¹University of Tsukuba, ²Yamagata University

本研究では、ODP 第 171 次航海で北西大西洋（ブレイクノウズ沖）から掘削された 1052 地点のコア試料を用いて、中期 / 後期始新世境界の放散虫化石層序を明らかにすることを目的とした。採取されたコア試料は、主に石灰質ナノ軟泥からなり、保存のよい放散虫化石を多産する。掘削されたコア試料中の放散虫化石は 150 種からなり、45 の放散虫基準面を認定した。これらの群集は、太平洋低緯度の標準微化石層序の示準種を含むので、Sanfilippo and Nigrini (1998) によって提唱された化石帯区分を使用することができ、1052 地点のコアを RP16 から RP18 の 3 化石帯に区分した。

本海域の放散虫群集は、中期始新世において *Lychnocanium* cf. *neptunei*, *Podocyrtis* *papalis* および *P. diamesa* が群集のおよそ 10% を占める。中期 / 後期始新世になると *Calocyclus* *hispida*, *G. quinqueringus*, *L. compositus*, *Lychnocanoma* *babylonis* などが群集のおよそ 50% を占めるようになる。後期始新世には *Cryptocarpium* *azyx*, *Thyrsocyrtis* *triacantha*, *T. bromia* などが増加する。

放散虫の種数は、88?121 種で変動するが、中期 / 後期始新世境界付近に減少する (38.0?36.5 Ma)。群集の多様度 (Shannon-Weaver index) および均衡度の変化も同様の傾向を示す。

中期 / 後期始新世境界付近にみられる群集変化は、放散虫群集にとって最も大きな群集変化であり、浮遊性有孔虫の酸素同位体同位体比の増加する時期に一致することから、これらの群集変化は、海洋表層の海水温の低下が原因であると推定される。中期 / 後期始新世境界付近の群集変化は浮遊性有孔虫化石においても認められた。

BPT024-11

会場:201B

時間:5月22日 17:00-17:15

白亜系双葉層群の植物片濃集層から産した植物化石の分子古生物学的特徴; 化学分類と続成過程

Molecular paleontological characteristics of plant fossils from plant fragment-condensed bed in Cretaceous Futaba Group

池田 慧^{1*}, 沢田 健¹, 中村 英人¹, 高橋正道²

Kei Ikeda^{1*}, Ken Sawada¹, Hideto Nakamura¹, Masamichi Takahashi²

¹ 北海道大学大学院理学研究院, ² 新潟大学大学院自然科学研究科

¹Faculty of Science, Hokkaido University, ²Faculty of Science, Niigata University

植物体を構成する炭化水素やイソプレノイドなどの脂質や、クチンやスベリンといった抵抗性高分子は、化学的に安定で微生物分解や続成作用に抵抗性をもち、植物化石体や植物由来の堆積有機物粒子を構成する主要成分と考えられている。このような化石試料の抵抗性高分子の構成分子組成の変化がどのような作用・要因で決められるかについては、未だよくわかっていない。そこで本研究では、白亜紀の単一の炭層に含まれる分類・部位の異なる植物化石の抵抗性高分子分析を行い、その構成分子ユニットの組成分布の多様性について検討した。

分析した試料は、白亜紀コニアシアン群の双葉層群芦沢層から産出した被子植物・裸子植物の中型化石 (mesofossil) である。被子植物は、ミズキ科 *Hironoia fusiformis* とブナ科 *Archaeafagaces futabensis* の果実化石、シクンシ科 *Esgueiria futabensis* の花化石、裸子植物は、ヒノキ科 *Juniperus* の葉化石、マオウ科 *Ephedra* の茎化石などを用いた。その他に、分類群の明らかでない果実化石と裸子植物らしき種子・材化石も分析した。化石の粉末試料を通常の溶媒抽出、さらに封かん高温抽出により完全に遊離態成分を取り除いた。溶媒抽出残渣に KOH/メタノールによるアルカリ加水分解 (けん化) を行い、抵抗性高分子のエステル結合態成分を分析した。化合物の同定・定量は GC-MS で行った。

まず、上記の植物化石と同様に白亜紀の岩石中から得られた、生体時の形態的特徴を残した化石の遊離態成分を分析して熟成度を調べた結果、生体高等植物の特徴である β -シトステロール、高い CPI 値を示す n -アルカンを検出した。このことは、白亜紀のような地質時代の化石においても、化学的に続成作用を受けない化石が存在することを示唆している。次に、抵抗性高分子のエステル結合態成分について調べた結果、偶数炭素数優位性をもつ炭素数 10(C_{10})- C_{28} 飽和脂肪酸と n -アルカノールを全試料から検出した。飽和脂肪酸の炭素数分布に分析した組織・部位による明らかな違いがみられた。花や果実、葉などクチクラをもつ組織を構成している飽和脂肪酸において C_{14}/C_{16} 比が高く C_{18}/C_{16} 比が低い、材化石において C_{14}/C_{16} 比が低く C_{18}/C_{16} 比が高いという特徴がみられた。これらはそれぞれクチン由来、スベリン由来の組成を表していると考えられる。これらの比を独立変数にとり散布図にプロットし、花・果実・葉化石と材化石とを分ける判別関数を得た。今後、保存が悪く組織の同定が困難な植物化石への応用が期待できる。また、 n -アルカノールの C_{20}/C_{18} 比、 C_{20}/C_{16} 比を散布図にプロットすると、花・果実・葉化石と材化石とをおおいたグルーピングすることができた。 $C_{20}n$ -アルカノールの相対比が高い組成はスベリン由来であると考えられる。

キーワード: 白亜紀花化石, 被子植物進化, 抵抗性高分子, スベリン, クチン, 化学分類

Keywords: Cretaceous flower fossil, evolution of angiosperm, resistant macromolecule, suberin, cutin, chemotaxonomy

BPT024-12

会場:201B

時間:5月22日 17:15-17:30

モロッコ産チューロニアン前期ポリコチルス科首長竜の新たな頭骨標本における歯列の三次元的形態解析

Three-dimensional morphological analysis of tooth row of a new skull specimen of a polycotylid plesiosaur from the earl

加藤 太一^{1*}, 棚部 一成¹

Taichi Kato^{1*}, Kazushige Tanabe¹

¹ 東京大学 理学部

¹ Faculty of Science, Univ. of Tokyo

1. 研究の背景

Manemergus anguirostris Buchy et al. 2005 は“首の短い首長竜”であるポリコチルス科の一種である。本種はモロッコの下部チューロニアンから産出された幼体個体（ホロタイプ）に基づき提唱されたが、それが現在知られる唯一の標本である。M. anguirostris のホロタイプの歯の数は前上顎 5 - 上顎 10 - 下顎 15 であり、ポリコチルス科の平均の半分程度である。Buchy (2005) は同じポリコチルス科の Dolichorhynchops osborni の「前上顎歯は成長段階において変化しない」こと (Carpenter 1996)、および現生ワニの歯の数が生涯増加しないことなどから、Manemergus anguirostris の歯数は生涯増加しないと仮定し、少ない歯の数が本種の特徴であるとした。しかし、Carpenter (2005) では前上顎歯以外は議論していない上、観察した複数頭骨のうち最小のものは本種ホロタイプの 1.5 倍のサイズであった。また、現生ワニやその他の動物の歯列形成過程が首長竜に適用できるかどうかも根拠に乏しい。

このため、上記の仮定が有効なのかを本種の成体標本で検証する必要がある。本研究では、モロッコから新たに産出された本種の成体標本について、CT スキャンを使用した三次元的形態解析によって、上記の問題を検討した。

2. 歯列の観察結果

左右下顎骨の癒合部に保存されている歯槽は 6、癒合部の前端はなくなっていた。癒合部より後部の歯は少なくとも 15 であった。CT 画像によって、未放出の歯が観察された。それらは左右対称に形成される。本標本において、未放出の歯は歯列において一つとばしに見られ、連続していなかった。新しい歯は古い歯の後部側面に接していた。

3. 議論

ワニの歯列において新しい歯は古い歯の下に生えるが、CT 画像によって観察された歯の形成過程はそれとは異なっていた。ゆえにポリコチルスとワニの歯の形成過程が比較できるという仮定は不適當である。三次元的形態解析による生理学的観察は現生の動物を用いた推測よりも有効である。歯の数のような系統解析において評価される形質が分類群によるものか個体成長によるものか再検討する必要がある。

本標本と M. anguirostris のホロタイプとは歯の数と頸椎腹側面のキールの有無の 2 点を除いて、多くの同じ形質を持つ。さらなる研究によって、本標本が M. anguirostris の生態かどうか、今後の検証が必要である。

キーワード: 古生物, 古脊椎動物, 古生物生理学, 首長竜

Keywords: Paleobiology, Paleovertebrate, Paleophysiology, Plesiosaur

BPT024-13

会場:201B

時間:5月22日 17:30-17:45

室房分画による浮遊性有孔虫3次元形態の定量解析手法

The quantitative analysis method of three dimensional morphometry by segmentation of planktonic foraminifera chambers.

伊藤 光^{1*}, 佐々木 理², 岩下 智洋³, 長濱 裕幸¹, 鹿納晴尚²

Hikaru Ito^{1*}, Osamu Sasaki², Tomohiro Iwashita³, Hiroyuki Nagahama¹, Harumasa Kano²

¹ 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ² 東北大学総合学術博物館, ³ 有限会社ホワイトラビット

¹Dept. of Earth Sciences, Tohoku Univ., ²The Tohoku University Museum, ³White Rabbit Corporation

これまでに浮遊性有孔虫を対象とした形態解析では, Lohmann(1983)の2次元形状の輪郭を対象とした形状記述を始めとして, 殻外形の輪郭をフーリエ変換して変異を調べる固有形態解析 (Malmgren et al., 1984; Hull and Noris, 2009), 殻上の地標の分布の歪みを用いた Scott et al. (2007) の手法など, 多岐に渡る計測方法や解析方法が試みられている. しかし, これらは特定の方向から見た殻形態の2次元像を用いた手法であり, 物体の実際の3次元形状からの歪みが大きく, またいずれの方向からの側面を取り扱うかにより恣意性が介在し得る. 浮遊性有孔虫の3次元的な殻形態に着目すると, Berger (1969) の古典的な固定基準モデル (fixed-reference model) から Tyszkla and Topa (2005) の殻形成モデル (emergent model) まで様々な記述モデルが提案されており, 個々の室房形態の形状や大きさ, 付加位置及び付加方向の3次元パラメータで数学的に記述することができることが分かっている. しかし, 殻長や室房直径, 室房の付加角度は Kennett (1966) や Wei and Kennett (1988) の研究で取り扱われているものの, これらの手法では個々の室房の3次元形態を取り扱う事は不可能である. そのため, 室房の3次元形態を解析するための手法が必要とされている.

一方で, 生物の形態解析において, 近年の計算機技術の発達は3次元形状を取り扱うことを可能とした. 計算機による3次元形態解析の対象としては, X線コンピュータトモグラフィ断層像から再構成した3次元標本が代表的である. この技術はツノトカゲ頭部の三次元像化 (Hodges and Garland, 2003) や霊長類の頭蓋骨 (Wiley et al., 2005) などに使用されている. 3次元形態の解析手法は3次元閉曲面を用いた Brechbuhler (1995) のパラメータ化や Shen and Makedon (2006) による球面マッピングなどが存在し, 古生物学においては Polly and Macleod (2008) の Eigensurface 法などが該当する. X線CTを用いた3次元形態解析において, Speijer et al. (2008) は浮遊性有孔虫を対象とした研究の将来性について指摘している.

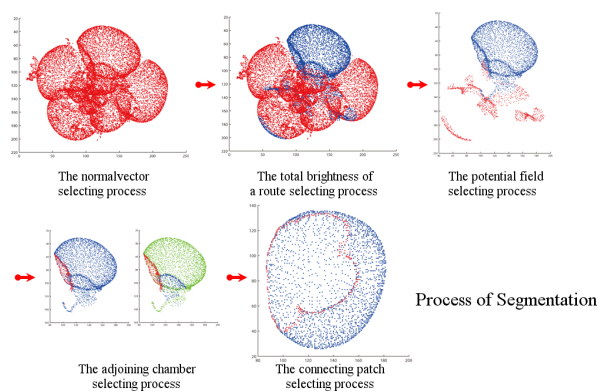
本研究は, X線CT断層像から再構成した3次元モデルからの個々の室房領域の分画手法と, 3次元パラメータの定量解析及び形態比較手法を開発することを目的とする.

形態解析の対象として, 本研究で使用するX線CT撮影装置 ScanXmate-A150S145/2 (コムスキャンテクノ社) の分解能に対し, 十分な大きさを持つ浮遊性有孔虫 *Neoglobobulimina* 属から, *N. himiensis* と *N. dutertrei* を選択した. *Neoglobobulimina* 属は室房形態に明瞭な特徴を持たず, 変異に富むため形態解析の例に適している. 個々の室房形態は, 二次石灰化の影響を受けずに初成の形態を保っている内壁部で代表させた.

殻形態の分画及び解析は数値解析ソフトウェア MATLAB 上で行い, 読み込ませた断層像から3次元形状をパッチオブジェクト化する事で幾何学的に取り扱っている. パッチオブジェクトとは, 物体の表面形状を多数の小さな三角形 (パッチ) によって近似的に表現したものである. 個々のパッチには物体の表面と裏面を定義する固有法線ベクトルが定められている.

室房領域分画法は法線選択法, 経路積分選択法, ポテンシャル選択法, 隣接室房選択法, 連結選択法の5つの処理で構成される. パッチオブジェクト化した殻は, 最初に法線選択法により固有法線ベクトルが室房の内部のマーカーポイントに向かうパッチ頂点, 即ち室房の内壁部を含む頂点群を抽出される. 次に施す経路積分選択法は, マーカーポイントに直接面した室房壁を抽出する工程である. その後, ポテンシャル選択法にて室房の内側にベクトル場に向かうパッチ頂点を抽出する. ここで選択した部位には任意の室房の内壁部と, 隣接する室房の外壁部が含まれるが, 後者は隣接室房選択法によって除去することが可能である. 最後に, 連結選択法を用いて上述の分画工程の全ての条件を満たしながら, 室房内壁でないパッチ頂点を取り除く事で分画は完了する.

形態比較は, 抽出した室房内壁形状を二次元の形態情報マップに展開する事で行う. 室房重心を原点とした口孔ランドマークによる位置合わせ, サイズの影響を無視し格子単位を規格とする形態比較を行う為の格子化, データの存在しない領域のマスキングの工程を経て個々の室房をマップ化し, 差分計算を行う. この手法により, 大きさの異なる室房間の形態について論じることが可能となった. また, 出力した標高図や傾斜図の経緯度ごとの比較を経て, 種間に有意な形態差を確認できた. この手法を用いた場合は極域に歪みが生じるため, 現在は新たな形態比較法の開発を試みている.



キーワード: 浮遊性有孔虫, 形態解析, 定量解析, 3次元標本, X線CT

Keywords: planktonic foraminifera, morphometric analysis, quantitative analysis, 3-D specimen, X-ray CT

BPT024-14

会場:201B

時間:5月22日 17:45-18:00

微化石研究におけるX線CTを使用した形態解析の有用性：浮遊性有孔虫の例 Availability of morphological analysis using X-ray computed tomography in microfossil study: Example of planktonic foram

遠藤 孝義^{1*}, 佐々木 理², 長濱 裕幸¹

Takayoshi Endo^{1*}, Osamu Sasaki², Hiroyuki Nagahama¹

¹ 東北大学理学研究科, ² 東北大学総合学術博物館

¹ Graduate School of Science, Tohoku Univ, ² The Tohoku University Museum

X線計算機断層撮影法(X線CT)は、多方向から撮影したX線透過像から逆投影法により元の物体のX線吸収率の空間分布を計算し、物体の三次元構造を内部も含め非破壊的に撮影・再現することが可能である。化石研究においても、大型化石・微化石などいかなるサイズの標本について任意の断層像と投影像が再現可能なことに加え、画像の拡大、縮小、回転の操作が容易であるため、X線CTは従来の手法では詳細な観察が困難であった標本に対しての新たな観察手法として普及し始めている。

生物の形態を定量的に記述するために理論形態学の研究は古くから発展しており(e.g., Thompson, 1915; Raup, 1966; Okamoto, 1988)、本研究で対象とする浮遊性有孔虫についても殻形態を表現できる数多くのモデルがある(e.g., Berger, 1969; Tyszkowski and Topa, 2005)。しかし、形態を三次元物体として記述するこれらのモデルに対して、従来の計測手段である光学顕微鏡写真、電子顕微鏡画像、X線投影像などの二次元像に基づく計測データを適用した場合、撮影角度や投影による誤差・歪みが無視できず、実際の空間配置を再現することは困難である。そこで本研究ではこの問題を解決できるX線CTを計測に用いることで、三次元像に基づく浮遊性有孔虫の形態計測法の開発を行い、得られたデータから浮遊性有孔虫の殻形態を決定しうる殻の配列様式および個体成長様式に関して考察を行うことで、微化石におけるX線CTを用いた解析の有用性を示す。

撮影に使用した高分解能X線CT撮影装置はScanXmate-A150S145/2(コムスキャンテクノ株式会社)であり、今回の撮影条件での空間分解能は5 μ m、画像における1pixel長は2.5 μ mである。X線CTの基本原理は以下の通りである。まずX線は線源から照射され標本を透過し、その際のX線吸収率の経路積分値が検出器にX線投影像として計測される。次に標本を取り囲むようにX線の照射角度を変えていくことで、撮影方向の異なる多数の投影像が取得される。そして、多数の投影像から離散フーリエ変換を用いて標本のX線吸収率の空間分布が再現される。これは数学的には逆Radon変換の問題を解くことに等しい(Radon, 1917)。撮影終了後、標本の一断面におけるX線吸収率が断層像の輝度値として出力される。

本研究では微化石の撮影・計測テストケースとして浮遊性有孔虫を対象とした。浮遊性有孔虫は石灰質の殻を持つ海洋プランクトンであり、示準化石や古海洋復元指標として重要な微化石の一つである。また、化石としての豊富な産出量と時間連続性の高さから、系統進化学的研究の対象としても注目される。浮遊性有孔虫はその成長過程で球形～卵形の殻(室房)を一つずつ付加していくことが知られている。今回、比較的形態が単純かつ大型であり、室房の配列も単純な浮遊性有孔虫*Globoconella inflata*を選択した。撮影の結果は各断層像の観察に加え、レンダリングソフトMolcer Plus(WhiteRabbit 有限会社)を用いてディスプレイ上に可視化し観察を行った。計測部位には各室房の体積と重心を採用した。

断層像の画像処理にはフリーソフトImageJ 1.43を、全断層像から得られたデータの集計作業にはExcelを用いた。まず各室房の内壁輪郭を検出するために、一個体分の全断層像の輝度ヒストグラムを作成し、輝度分布の平均値を閾値として全ての断層像を二値化した。次に輪郭に対しての距離関数を求め、その極大値と頂点を検出することで各室房領域に分画した。そして各室房領域の面積と重心を算出し集計を行うことで、室房体積と室房重心の成長軌跡を求めた。なお、室房重心の成長軌跡に対しては理論形態学におけるOkamoto(1988)の成長管モデル(動標構モデル)を参考に、Frenet-Serretの公式(Frenet, 1847; Serret, 1851)を用いて曲率・撓率を求めた。簡潔に言えば、曲率は曲線の旋回半径の逆数、撓率は曲線の旋回面からの捩れ具合を表現する変数である。

計測の結果、最終室房から遡って11個の室房の体積と重心の値が得られた。室房体積は指数関数的に増加する傾向があり、最終螺旋を構成する室房はさらに成長率が増加するが、最終室房では成長率が急激に減少することが分かった。これらのデータは福留(1986)における有孔虫の等比数列型の付加成長様式が実際に体積の値として計測されたものと言える。室房重心の成長軌跡の曲率・撓率を算出すると、曲率は正で一定の割合で増加し、撓率はほぼ0に近い正の値を取ることが分かった。講演ではこれらのデータの考察を詳細に述べる。

キーワード: X線計算機断層撮影法(X線CT), 形態解析, 浮遊性有孔虫

Keywords: X-ray computed tomography (X-ray CT), morphological analysis, planktonic foraminifera

BPT024-15

会場:201B

時間:5月22日 18:00-18:15

インドー太平洋温暖水塊における浮遊性有孔虫隠蔽種の地理的分断と種分化 Geographic division and cryptic speciation of planktic foraminifer in the Indo-Pacific Warm Pool

氏家 由利香^{1*}, ティボ ガリデル², 浅見崇比呂³
Yurika Ujiie^{1*}, Thibault de Garidel-Thoron², Takahiro Asami³

¹ 高知大学海洋コア総合研究センター, ² セレージュ (フランス), ³ 信州大学理学部生物科学科

¹Kochi University, ²CEREGE, ³Shinshu University

The Indo-Pacific Warm Pool (IPWP) has strong correlation with the tropical climate change and oceanic circulation system due to its largest heat capacity on the Earth. This area is a key to document the presence of the boundary for the dispersal of marine organisms, though no study from zooplankton. *Pulleniatina obliquiloculata* is the most representative species of tropical water, in particular, the IPWP and the surface currents originated from this area. We examined the phylogeography of *P. obliquiloculata* by using 893 single cell samples collected from the world oceans; Pacific, Indian, and Atlantic Oceans. The phylogenetic analysis of the partial Small Subunit ribosomal DNA (SSU rDNA) sequences clearly shows the occurrences of three genetic types (Types I to III) with specific biogeographic distributions. Type I is commonly found in temperate water area of the world oceans, whereas Type II is found along the South Equatorial Current in the Pacific and Type III is between tropical and subtropical area of the northwestern Pacific. The geographic distributions of Types II and III were separated in the boundary to dispersal of pelagic zooplankton between the Indian and Pacific sides of the IPWP. Moreover, the divergence time estimation of these genetic types correlated to the development of modern IPWP system. Type I and others diverged around 4.2 Ma, when more Pacific gyre system was reconstructed due to the Panama Isthmus closure. Types II and III branched around 2.6 Ma according to the closure of the Indonesian Seaway. These physical boundaries divided water masses and provided thick mixed layer, where *P. obliquiloculata* invaded as new habitats. Thus, the diversification of pelagic zooplankton could be influenced by the marine environmental change leading the marine boundary.

キーワード: 地理的分断, 隠蔽種, 浮遊性有孔虫, インドー太平洋温暖水塊

Keywords: geographic division, cryptic species, planktic foraminifera, Indo-Pacific Warm Pool

BPT024-16

会場:201B

時間:5月22日 18:15-18:30

翼形類（二枚貝）における貝殻基質タンパク質アスペインの分子進化 Molecular evolution of the shell matrix protein Aspein in pteriod bivalves

磯和 幸延^{2*}, 更科功¹, 遠藤一佳¹

Yukinobu Isowa^{2*}, Isao Sarashina¹, Kazuyoshi Endo¹

¹ 東大・理・地惑, ² 筑波大・地球進化

¹Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ., ²Earth Evolution Sci., Tsukuba Univ.

Acidic shell matrix proteins are likely to have many important functions for shell precipitation. Aspein is one of the unusually acidic shell matrix proteins identified from the mantle tissue of the pearl oyster *Pinctada fucata*. Aspein is inferred to have important roles in the calcite formation in the prismatic layer. In this study, we identified Aspein homologues from a congeneric species *Pinctada maxima*, as well as from two closely related pteriod species *Isognomon perna* and *Pteria penguin*. The results of immunoassay showed that they exist in the calcitic prismatic shell layer but not in the aragonitic nacreous shell layer. The SEP (Ser-Glu-Pro) motif and the DA (Asp-Ala) repeat motif were conserved among these Aspeins, suggesting that those motifs are functionally important. The high proportion of Asp and Gly in D domain, which is believed to have Ca²⁺ binding capacity, is also conserved, suggesting that this feature is important for the function of D domain. However, other features of the primary structure of Aspeins showed a significantly high level of variation among very closely related species, suggesting that any specific sequences as template for nucleation are not required for the function of acidic shell matrix proteins.