

掘ったからわかった！ -南海トラフ地震発生帯掘削計画 ここまでのあらすじ- Digest of first part of IODP NanTro SEIZE project

坂口 有人^{1*}, 木下 正高¹
SAKAGUCHI, Arito^{1*}, KINOSHITA, Masataka¹

¹ 海洋研究開発機構
¹JAMSTEC

IODP 南海トラフ地震発生帯掘削計画 (NanTroSEIZE) は、東南海地震 (1944) の震源域を舞台に、地震発生帯を初めて掘削し、震源物質の分析、ロギング、そして長期モニタリングの実施を目指している。掘削計画は2007年から始まり、今年度からいよいよハイライトのライザー超深部掘削へ進む段階にある。本発表では、これまでの浅部掘削のおびただしい成果の中から (1) 1944年東南海地震の地震断層の特定 (2) 地震発生帯の現位置応力 (3) 断層コアの地震の痕跡、の三点に絞って事前の予想と掘削の結果を比較して紹介する。

本海域にはプレート境界断層とそこから派生する巨大分岐断層の2つの主要な断層以外にも多数の断層が発達しており、どれが東南海地震の地震断層なのかを特定する物的証拠はなかった。巨大分岐断層を横断する5サイトで浅部掘削が実施された。その結果、強震動によって軟泥が分断される "マッドブレッチャ" が巨大分岐断層の直上でのみ5層確認され、その最新イベントは1950 (±20) 年であった (210Pb法)。逆断層では一般に上盤が強い震動を受けることから、この結果は巨大分岐断層が1944年東南海地震の時に活動したと解釈される (Sakaguchi et al., 2011)。

地震は断層周囲へのテクトニックな载荷の結果であるが、断層周囲の応力場を知るのには実は容易ではない。たとえ地殻表層の歪みが精密に観測できても、地下の応力値は変形機構 (塑性的か弾性的か) によって全く異なるからである。実際に掘削して調査するのが最も有効な手段である。NanTroSEIZEでは浅部掘削とはいえ、Borehole breakout (掘削孔の変形から応力方向を推定する)、Borehole hydrofracturing test (孔内の水圧をかけて原位置応力値を推定する)、Anelastic strain recovery (コア試料の緩慢な歪み回復から応力値を推定する) 等の分析・実験から現応力場の推定が試みられた。その結果、付加体を成す陸側斜面の大部分はフィリピン海プレートの沈み込みに調和的な向きの圧縮を受けているが、巨大分岐断層の上盤でのみ引張り応力を受けていることが判明した (Byrne et al., 2009)。これは直下の巨大分岐断層の活動を反映したものかもしれないし、浅部だけの局所的な現象なのかもしれない。今年度からの超深度掘削により決着が付くであろう。

浅部掘削であるがプレート境界断層とそこから派生する巨大分岐断層の断層試料も採取された。断層剪断帯の化学組成、粘土鉱物結晶度、ピトリナイト反射率が分析された結果、断層剪断帯から地震性すべりの摩擦加熱の痕跡が見つかった (Sakaguchi et al., 2011)。とりわけ古典的には非地震帯と分類されてきたプレート境界断層の先端での地震の痕跡は、2011年東北太平洋沖地震と同様な海溝軸付近までの地震破壊が、南海トラフでも存在したことを意味している。これは従来の防災計画で想定しているものよりも大きな津波が発生する可能性を意味している。これらは、まさに「掘ったからわかった」と言える成果である。

Keywords: Nankai, Seismogenic, Plate subduction, Fault

南海トラフ前弧斜面の掘削孔で検出された高濃度メタンハイドレートの含有率推定 Hydrate content estimated from Chlorinity and insitu temperature anomalies at IODP Site C0008

木下 正高^{1*}, 深瀬 裕彬²

KINOSHITA, Masataka^{1*}, Fukase, Hiroaki²

¹JAMSTEC, ²高知大学大学院

¹JASMTEC, ²Kochi Univ.

南海トラフ・紀伊半島沖熊野灘には掘削によって到達可能な深度にプレート境界断層及び巨大分岐断層が存在する。この海域において沈み込み帯浅部から深部までの複数地点で掘削を行い、試料回収と長期孔内計測により、断層の地震性滑りと非地震性滑りを決定づける条件を明らかにすることを目的として南海トラフ地震発生帯掘削計画 (NanTroSEIZE) が進んでいる。2008年、NanTroSEIZE IODP 第316次研究航海でC0008A・C孔 (33°12.8229' N, 136°43.5997' E, 水深2,751.0m, A・C間の距離~200m) が掘削された。これらの孔は付加体前縁部、分岐断層出口の下盤側の斜面堆積層から構成される。それぞれ海底下約270から190mまでライザーレス掘削を行い、コア採取及び孔内温度計測が行なわれた。

採取された堆積物中の間隙水の地球化学分析データ (塩素濃度) や温度計測値は、海底下100-120mのあたりで顕著な負の異常を示した。これはこの区間にメタンハイドレートが豊富に存在することを示す。本研究では塩素濃度 (Cl) 異常と間隙率からメタンハイドレートの含有率を計算し、C0008A孔では4%、C0008C孔では最大40%と見積もられた。また、同じ地点で観測された孔内温度が最大-1の異常を示した。これをメタンハイドレートが分解しときに吸収される潜熱と仮定し、メタンハイドレート含有率を推定した。その結果はA孔でわずか2%、C孔ではさらに少なかった。両者の違いは、測定深度が異なることから、メタンハイドレートの存在が局所的であることが原因の1つと考えられる。以上の結果を反射法地震探査断面図上にプロットし、メタンハイドレートの分布と地質構造の関係を明確にすることを試みた。Cl異常から計算した含有率は、C0008C孔付近に高濃度のメタンハイドレートが存在することを示す。掘削試料や地震探査断面解析から、C0008付近には約150万年前に、陸側の付加体が隆起した際の地すべり堆積物が存在する。付加体が隆起した際にメタンハイドレートが分解してできたガスが分岐断層から透水性の高い地すべり堆積層に移動し、C0008C孔の高濃度ゾーンを形成したというモデルを提案する。

Keywords: NanTroSEIZE, methane hydrate, splay fault, submarine landslide

アルパイン断層掘削計画の概要とその成果速報 Deep Fault Drilling Project -Alpine Fault

福田 惇一^{1*}, 廣野 哲朗², 奥平 敬元³, 石川 剛志⁴, 佐藤 比呂志⁵, Rupert Sutherland⁶, John Townend⁷, Virginia Toy⁸
FUKUDA, Jun-ichi^{1*}, HIRONO, Tetsuro², OKUDAIRA, Takamoto³, ISHIKAWA, Tsuyoshi⁴, SATO, Hiroshi⁵, Rupert Sutherland⁶,
John Townend⁷, Virginia Toy⁸

¹ 東北大学大学院理学研究科地球学専攻, ² 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, ³ 大阪市立大学大学院理学研究科地球学教室, ⁴ 海洋研究開発機構高知コア研究所, ⁵ 東京大学地震研究所地震予知研究推進センター, ⁶ GNS Science, ⁷ Victoria University, ⁸ University of Otago

¹ Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University, ² Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University, ³ Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University, ⁴ Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁵ Earthquake Prediction Research Center, Earthquake Research Institute, The University, ⁶ GNS Science, ⁷ Victoria University, ⁸ University of Otago

ニュージーランド南島におけるアルパイン断層は地球上における巨大な活断層の1つであり、約200-400年ごとにマグニチュード7.9レベルの地震を繰り返し引き起こしている。現在、この断層にてDeep Fault Drilling Project - Alpine Fault (DFDP-AF)と呼ばれる断層掘削プロジェクトが進行している。掘削深度150mまでのパイロットホール(DFDP-1)は2011年2月にすでに完了しており、2012年2月現在の状況では、ICDPのプログラムとして1500mまで掘削するDFDP-2が進行中である。本掘削計画の主目的は、地震発生機構や地震時の挙動、断層帯の深度方向への延性-脆性遷移のメカニズム、断層の活動に伴う造山運動などを理解することである。本発表では、現在までの掘削状況を紹介するとともに、日本チームとして進めている研究内容の速報を紹介したい。

ナノ多結晶ダイヤモンドとその地球深部掘削への応用可能性 Consolidated nano-polycrystalline diamond and its potential applications to deep-Earth drilling

入船 徹男^{1*}

IRIFUNE, Tetsuo^{1*}

¹ 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

¹Geodynamics Research Center, Ehime University

我々は独自の超高压合成技術に基づき、グラファイトからの直接変換法により純粋な多結晶ダイヤモンド（ナノ多結晶ダイヤモンド = NPD = ヒメダイヤ）の合成に成功し、2003年にNature誌に成果を発表した。その後ヒメダイヤの大型化と良質化を進め、現在直径・長さ1cm程度のものでルーチン的に合成可能になっている。ヒメダイヤは、従来のCoバインダー焼結ダイヤモンド（PCD）の倍以上の硬度を有するとともに、高温での硬度・強度特性にもすぐれており、1000度C程度までその高い硬度と破壊靱性を維持する。これまで硬い岩盤の掘削用ビットには超硬合金や、PCDが用いられているが、これらの材料は500度C程度の温度下では硬度・強度ともに大幅に減少し、使い物にならないはずである。ヒメダイヤはこれらの従来の超硬材料の弱点を克服しており、工業的応用や超高压装置への利用以外にも、深部掘削用のツールとして重要であると考えられる。

キーワード: 超硬材料, ダイヤモンド, 多結晶, 深部掘削, マントル, 超高压

Keywords: ultrahard material, diamond, polycrystalline material, deep Earth drilling, mantle, high pressure



コストリカ沈み込み帯掘削 (Exp. 334) における応力・歪解析 Stress and strain analyses in the Costa Rica subduction margin, IODP Expedition 334

山本 由弦^{1*}, 林 為人¹, 臼井 洋一¹, 金松 敏也¹, 斎藤 実篤¹, Xixi Zhao², 橋本 善孝³, Michael Stipp⁴, 氏家 恒太郎⁵, Paola Vannucchi⁶

YAMAMOTO, Yuzuru^{1*}, LIN, Weiren¹, USUI, Yoichi¹, KANAMATSU, Toshiya¹, SAITO, Saneatsu¹, Xixi Zhao², HASHIMOTO, Yoshitaka³, Michael Stipp⁴, UJIIE, Kohtarō⁵, Paola Vannucchi⁶

¹ 海洋研究開発機構, ²University of California, Santa Cruz, ³ 高知大学, ⁴IFM-GEOMAR, ⁵ 筑波大学, ⁶University of Florence
¹IFREE, JAMSTEC, ²University of California, Santa Cruz, ³Kochi University, ⁴IFM-GEOMAR, ⁵University of Tsukuba, ⁶University of Florence

The Costa Rica Seismogenesis Project (CRISP) is designed to understand the processes that control nucleation and seismic rupture of large earthquakes at erosional subduction zones. Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 334 drilled and cored at the middle slope (Sites U1378 and U1380), upper slope (Site U1379), and input site (Site U1381).

Stress and strain analyses using anelastic strain recovery (ASR), fault kinematics, and anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) have been conducted in the middle and the upper slope. Based on ASR analyses, clear difference in present-days stress state between the slope sediments and the basement was identified in the Site U1379: A normal-fault stress regime characterizes the slope sediments, whereas a strike-slip regime corresponds to the basement. On the other hand, the stress-states in the slope sediments in the Sites U1378 and U1380 are characterized by a strike-slip regime that Sigma 2 has oriented vertically. The Sigma 1 direction oriented NNW-SSE, which is corresponding to the Sigma Hmax direction identified in the LWD, parallel to the present GPS direction. In contrast to the present-day stress state, the ancient stress and strain based on kinematics of faults and AMS were controlled by direction of plate subduction. The spatial and time variations in stress state along the CRISP transect is a key to examining the onset of subduction erosion along the subduction channel.

キーワード: 浸食型沈み込み帯, ASR, AMS, CRISP, Expedition 334, IODP
Keywords: Subduction erosion, ASR, AMS, CRISP, Expedition 334, IODP

ルイビル・ホットスポットのマントルブルームはあまり移動しなかった Limited Mantle Plume Motion for the Louisville Hotspot

Koppers Anthony¹, 山崎 俊嗣^{2*}, Geldmacher Joerg³, Jeffrey S. Gee⁴, Nicola Pressling⁵, 星 博幸⁶, the IODP Expedition 330 Scientific Party⁷

KOPPERS, Anthony¹, YAMAZAKI, Toshitsugu^{2*}, GELDMACHER, Joerg³, Jeffrey S. Gee⁴, Nicola Pressling⁵, HOSHI, Hiroyuki⁶, the IODP Expedition 330 Scientific Party⁷

¹Oregon State University, ²産業技術総合研究所地質情報研究部門, ³GEOMAR, ⁴Scripps Institution of Oceanography, UCSD,

⁵University of Southampton, ⁶愛知教育大学, ⁷なし

¹Oregon State University, ²Geological Survey of Japan, AIST, ³GEOMAR, ⁴Scripps Institution of Oceanography, UCSD,

⁵University of Southampton, ⁶Aichi University of Education, ⁷n/a

Deep Earth convection can be understood by studying hotspot volcanoes that form where mantle plumes rise up and intersect the lithosphere, the Earth's rigid outer layer. For many years it has been widely assumed that these narrow diapirs generate stationary hotspots within an overall convective mantle regime, but it is apparent now that the Hawaiian mantle plume moved approximately 15 degrees south between about 80 and 50 million years ago. In this presentation we show that the Louisville hotspot in the South Pacific behaved in a different way over the same time period, experiencing only a limited latitudinal motion, using drill cores of Integrated Ocean Drilling Program Expedition 330. Our findings demonstrate that the motions of the Louisville and Hawaiian hotspots are incompatible and that mantle plumes are moving independently.

キーワード: ホットスポット, 海山, 古緯度, 古地磁気学, 統合国際深海掘削計画, プルーム移動

Keywords: hotspot, plume motion, seamount, paleolatitude, paleomagnetism, IODP

Petrographical and geochemical characteristics of the sheeted dyke-gabbro transition zone in ODP/IODP Hole 1256D

Petrographical and geochemical characteristics of the sheeted dyke-gabbro transition zone in ODP/IODP Hole 1256D

Python Marie^{1*}, Lyderic France², Benedicte Abily³, 阿部 なつ江⁴, Jeff C. Alt⁵, Marguerite M. Godard⁶, Benoit Ildefonse⁶, Jurgen H. Koepke⁷, Mark D. Kurtz⁸, 大泉 涼⁹, Payot Betchaida¹⁰, The Exp. 335 Science Party¹¹
PYTHON, Marie^{1*}, Lyderic France², Benedicte Abily³, ABE, Natsue⁴, Jeff C. Alt⁵, Marguerite M. Godard⁶, Benoit Ildefonse⁶, Jurgen H. Koepke⁷, Mark D. Kurtz⁸, Ryo Oizumi⁹, PAYOT, Betchaida¹⁰, The Exp. 335 Science Party¹¹

¹ 北海道大学大学院理学院・地球惑星システム科学, ² CNRS-UPR 9046, Centre de Recherches Petrographiques et Geochimiques, Nancy, France, ³ Observatoire Midi-Pyrenees, Laboratoire Geosciences Environnement Toulouse, Toulouse, France, ⁴ 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域, ⁵ University of Michigan, Department of Geological Sciences, Ann Arbor, USA, ⁶ CNRS-Universite Montpellier II, Geosciences Montpellier, Montpellier, France, ⁷ University of Hannover, Institut fuer Mineralogie, Hannover, Germany, ⁸ Woods Hole Oceanographic Institution, Department of Marine Chemistry and Geochemistry, Woods Hole, U, ⁹ 山形大学大学院理工学研究科, ¹⁰ 金沢大学理工学域自然システム学系, ¹¹ IODP, Texas A&M University, College Station, USA

¹ Hokkaido University, Department of Natural History Sciences, Sapporo, Japan, ² CNRS-UPR 9046, Centre de Recherches Petrographiques et Geochimiques, Nancy, France, ³ Observatoire Midi-Pyrenees, Laboratoire Geosciences Environnement Toulouse, Toulouse, France, ⁴ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Deep Sea Research Department, Yokosuka, Japan, ⁵ University of Michigan, Department of Geological Sciences, Ann Arbor, USA, ⁶ CNRS-Universite Montpellier II, Geosciences Montpellier, Montpellier, France, ⁷ University of Hannover, Institut fuer Mineralogie, Hannover, Germany, ⁸ Woods Hole Oceanographic Institution, Department of Marine Chemistry and Geochemistry, Woods Hole, U, ⁹ Yamagata University, Department of Earth Sciences, Yamagata, Japan, ¹⁰ Kanazawa University, Department of Earth Sciences, Kanazawa, Japan, ¹¹ IODP, Texas A&M University, College Station, USA

During IODP Expedition 335, high grade granoblastic hornfels were extensively recovered as drilling cuttings at the gabbro-sheeted dyke transition zone of ODP Hole 1256D (East Pacific Rise, 6°44.163'N, 91°56.061'W). This lithology probably results from high-temperature metamorphism of previously hydrothermally altered diabbases and/or basalts; the heat source likely stems from the melt lens located at the top of the magmatic chambers imaged along present-day fast-spreading ridges. This lithology, associated with gabbroic bodies, characterises the transition zone between the sheeted dyke complex and the uppermost gabbroic section and represents the interface between magmatic and hydrothermal convecting systems in an oceanic crust formed at fast-spreading ridges. In this study, 14 samples from the junk basket (cuttings) and 2 samples from cores obtained during Expedition 335 were observed and analysed. The petrological and chemical characteristics of 5 granoblastic samples collected during Expedition 312 at the root of the sheeted dyke complex and between two gabbroic horizons were also acquired for comparison.

Samples collected during IODP Expedition 335 are mainly fine grained oxide gabbroites composed of two pyroxenes, plagioclases and oxides (ilmenite, magnetite) with more or less amphiboles, sulphides, quartz and accessory minerals. Orthopyroxene Shape (roundish or anhedral), the amount of oxides inclusions in clinopyroxene and plagioclase morphology (laths or triple-junction mosaic) indicate various recrystallisation degrees. Plagioclases show a strong zoning in the less recrystallised samples, which tend to disappear with increasing recrystallisation degree. Samples show usually low alteration (less than 10%) with moderate transformation of pyroxenes into talc or actinolite. Samples from Expedition 312 show finer grains, higher degree of alteration (up to 30%), and weaker recrystallisation. They are mainly composed of plagioclases, amphibole and oxides (ilmenite, magnetite) with more or less pyroxenes, quartz and alteration phases. Samples from the higher stratigraphic level (root of the sheeted dyke complex above the shallowest gabbro) are virtually free of pyroxenes while the strongly recrystallised samples from the bottom of the hole (i.e. closer to the gabbroic section) contain only episodic amphibole and are rich in pyroxenes. The composition of plagioclase ranges from An₁₂ to An₈₅, with higher anorthite contents observed in the most recrystallised samples. Pyroxenes composition ranges from Wo₃₇En₄₆Fs₁₇ to Wo₄₆En₃₈Fs₁₆ for Cpx and Wo₄En₅₉Fs₃₇ to Wo₂En₆₅Fs₃₃ for Opx, and does not show any significant variation with the recrystallisation degree. Temperatures of recrystallisation were estimated between 902 and 980°C using the two-pyroxenes geothermometer.

Heating and probable partial melting resulting from magmatic activity below hydrothermally altered sheeted dyke complex would lead to metamorphism and recrystallisation associated with light elements migration resulting in variations in the modal composition of the rock and in the chemical composition of the minerals stable in hydrothermal and magmatic conditions.

キーワード: ODP/IODP Hole 1256D, Beerbachites, グラノブラスティック岩脈, 高速海嶺, 東太平洋海嶺, IODP Exp. 335

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS27-07

会場:101B

時間:5月24日 11:15-11:30

Keywords: ODP/IODP Hole 1256D, Beerbachites, Granoblastic dykes, Fast-spreading ridge, East pacific Rise, IODP Exp. 335

IODP Exp.313 ニュージャージー沖の大陸棚下に賦存する間隙水中のClの起源と分布 Origin and distribution of chloride in pore water beneath the New Jersey Shallow Shelf, IODP Exp.313

林 武司^{1*}, 大塚 宏徳², 安藤 寿男³
HAYASHI, Takeshi^{1*}, OTSUKA, Hironori², ANDO, Hisao³

¹ 秋田大学, ² 東京大学大気海洋科学研究所, ³ 茨城大学理学部

¹Akita University, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ³The College of Science, Ibaraki University

IODP Exp.313 は、ニュージャージー沖の大陸棚にある始新世以降の堆積物を対象として、層序や構造を明らかにし、堆積環境ならびに海水準変動との関係を解明することを目的としている。掘削は MAT (Mid-Atlantic Transect) に沿って大陸棚中央部の3地点(測線長:約23km)で行われ、掘進長は最大で約750mbsfである。現在、乗船研究者によって様々な解析が行われている。一方、この地域の海底下には、既往の航海研究や海底油田探査によって、数十~約1,200mmol/kgの広範なCl濃度を有する間隙水が賦存することが知られている。この広範なCl濃度は、海水準変動に伴う間隙水の淡水化・塩水化の履歴と考えられているが、Cl濃度分布の成因については不明な点が多い。本研究の目的は、Exp.313によって得られたコア間隙水試料を用いて、間隙水ならびに間隙水中のClの起源と挙動を明らかにすることにある。

Exp.313で掘削された3地点のコア試料から得られた間隙水のCl濃度は、約20~995mmol/kgを示した。これらの値は海水のCl濃度の約4~190%に相当し、当該地域に淡水性間隙水~鹹水が賦存することが確認された。コア間隙水の酸素・水素安定同位体比ならびにCl濃度から、間隙水は、降水を起源とする淡水、現海水および古海水を起源とすると判断された。ただし、これらの端成分の滞留時間は明らかでない。一方、Clの起源としては、現海水、古海水および鹹水が考えられた。鹹水に関しては、当該地域の地下深部にあるとされる蒸発岩や salt diapir (Miller et al., 1994) が塩分の起源と推定されている。

低Cl濃度間隙水(Cl濃度<100mmol/kg)は、約15~420mbsfの多深度にて確認されたが、層相との対比から、低Cl濃度間隙水は主としてシルト質層中に賦存することが明らかとなった。シルト質層は砂質層よりも透水性が低く、海水準変動に伴う海水浸入による間隙水の塩水化の作用を受けにくいと考えられた。一方、間隙水およびClの起源の分布をみると、海底面から約250~350mbsf(中期中新世)までは淡水-海水混合系であるのに対して、これより深部では淡水-鹹水混合系であった。

本研究は、独立行政法人海洋研究開発機構のIODP乗船後研究の支援を受けて実施したものである。

キーワード: IODP, ニュージャージー, 大陸棚, 海水準変動, 間隙水, 塩化物

Keywords: IODP, New Jersey, continental shelf, sea level change, pore water, chloride

IODP Exp. 339 地中海流出水掘削航海の速報

Onset, evolution and effects of the Mediterranean Outflow: An overview of IODP Expedition 339

黒田 潤一郎^{1*}, HERNANDEZ-MOLINA, F. Javier², STOW, Dorrik³, ALVAREZ-ZARIKIAN, Carlos⁴, JIMENEZ-ESPEJO, Francisco J.⁵, 風呂田 郷史⁶, 七山 太⁷, 西田 尚央⁷, 高清水 康博⁸, Expedition IODP 339 乗船研究者#⁴
KURODA, Junichiro^{1*}, HERNANDEZ-MOLINA, F. Javier², STOW, Dorrik³, ALVAREZ-ZARIKIAN, Carlos⁴, JIMENEZ-ESPEJO, Francisco J.⁵, FURUTA, Satoshi⁶, NANAYAMA, Futoshi⁷, NISHIDA, Naohisa⁷, TAKASHIMIZU, Yasuhiro⁸, Expedition IODP 339 Scientists#⁴

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構, ² ヴィーゴ大学, ³ ヘリオット ワット大学, ⁴ テキサス A & M 大学, ⁵ グラナダ大学, ⁶ 北海道大学 大学院理学研究院 自然史科学部門 地球惑星システム科学分野, ⁷ 独立行政法人産業技術総合研究所 地質調査総合センター, ⁸ 新潟大学 教育学部 自然情報講座

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ² Departamento Geociencias Marinas, Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias del Mar, ³ Institute of Petroleum Engineering, Heriot-Watt University, ⁴ Integrated Ocean Drilling Program, Texas A&M University, ⁵ Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, Universidad de Granada, ⁶ Earth and Planetary System Science, Department of Natural History Science, Graduate School of Science, ⁷ The Geological Survey of Japan, AIST, ⁸ Mathematical and Natural Sciences, Niigata University

We will present the preliminary results of IODP Expedition 339, Mediterranean Outflow (from 17 November 2011 to 17 January 2012). This expedition has drilled five sites in the Gulf of Cadiz and two sites offshore the west Iberian margin, and recovered 5.5 km of core with an average recovery of 86.4%. The Gulf of Cadiz was targeted for drilling as a key location for the investigation of Mediterranean Outflow Water (MOW) through the Straits of Gibraltar and its influence on global circulation and climate. It is also a prime area for understanding the effects of tectonic activity on evolution of the Gibraltar Gateway and on margin sedimentation.

We penetrated into the Miocene at two different sites and established a strong signal of MOW in the sedimentary record of the Gulf of Cadiz following opening of the Gibraltar Gateway. Preliminary results show contourite deposition from 4.2-4.5 Ma, although subsequent research will establish whether this dates from the first onset of MOW. The Pliocene succession, penetrated at four sites, shows low bottom current activity linked with a weak MOW. Significant widespread unconformities, present in all sites but with hiatuses of variable duration, are interpreted as a signal of intensified MOW, coupled with flow confinement. The Quaternary succession shows a much more pronounced phase of contourite drift development, with two periods of MOW intensification separated by a widespread unconformity. Following this, the final phase of drift evolution established the contourite depositional system (CDS) architecture we see today.

There is a significant climate control on this evolution of MOW and bottom-current activity. However, from the closure of the Atlantic-Mediterranean gateways in Spain and Morocco just over 6 Ma and the opening of the Gibraltar Gateway at 5.3 Ma, there has been an even stronger tectonic control on margin development, downslope sediment transport and contourite drift evolution. Based on the timing of events recorded in the sedimentary record, we propose a tectonic pulsing in the region, linked with asthenosphere activity.

The Gulf of Cadiz is the world's premier contourite laboratory and thus presented an ideal testing ground for the contourite paradigm. Following examination of over 4.5 km of contourite cores, the existing models for contourite deposition are found to be in good working order. Their further study will allow us to resolve outstanding issues of depositional processes, drift budgets, and recognition of fossil contourites in the ancient record onshore. The expedition also verified an enormous quantity and extensive distribution of contourite sands that are clean and well sorted. These represent a completely new and important exploration target for potential oil and gas reservoirs. Preliminary work has shown a remarkable record of orbital-scale variation in bulk sediment properties of contourites at several of the drift sites and a good correlation between all sites. The climate control on contourite sedimentation is clearly significant at this scale; further work will determine the nature of controls at the millennial scale.

#IODP Expedition 339 Scientists: Acton, G., Bahr, A., Balestra, B., Ducassou, E., Flood, R., Flores, J.-A., Grunert, P., Hodell, D., Kim, J. K., Krissek, L., Li, B., Llave, E., Lofi, J., Lourens, L., Miller, M., Richter, C., Roque, C., Sanchez Goni, M., Siervo Sanchez, F., Singh, A., Sloss, C., Tzanova, A., Voelker, A., Williams, T., Xuan, C.

Keywords: IODP Expedition 339, Gulf of Cadiz, Mediterranean Outflow Water

IODP Leg 320 (PEAT I) の成果報告 前期始新世~前期中新世の低緯度放散虫化石層序

Radiolarian biostratigraphy from the early Eocene to early Miocene at IODP Leg 320, Sites U1331, U1332, and U1333

上栗 伸一^{1*}

KAMIKURI, Shin-ichi^{1*}

¹ 高知大・海洋コア

¹ Kochi University

本研究の目的は、前期始新世から前期中新世の低緯度放散虫化石層序を確立することである。研究試料には統合国際深海掘削計画 (IODP) によって掘削された過去 3000 万年間にわたる堆積物を使用した。掘削地点は東部赤道太平洋の U1331, U1332, U1333 地点である (下図)。岩相は始新世/漸新世境界で大きく変化する。すなわち前期始新世から後期始新世にかけて主に放散虫軟泥より成り、前期漸新世から前期中新世にかけては主に石灰質ナノ軟泥より成る。これらのコア試料から合計 250 試料を採取し、Sanfilippo et al. (1985) に準じた方法で試料処理を施した後、検鏡用のプレパラートを作成した。水洗には 63 μ m 目の篩を用いた。本研究で用いたコア試料にはほぼ連続的な古地磁気層序が設定されている。本研究で認められた放散虫化石帯・基準面は以下に示す地磁気極性年代尺度に対応させて年代値を計算した: Chron C6n から C6Cn.2n までは Lourens et al. (2004); C6Cn.3n から C19n までは Palike et al. (2006); C20n から C23n までは Cande and Kent (1995)。

本研究では合計 228 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、U1331 地点のコアを RP8 から RP21 の 14 化石帯、U1332 地点のコアを RP13 から RN1 の 11 化石帯、U1333 地点のコアを RP13 から RN2 の 12 化石帯に区分した。さらに各々のコアの漸新統に関しては以下の 7 つの亜化石帯を新たに定義し、再区分した: *Eucyrtidium diaphanes* Interval Subzone (RP22b); *Calocyclus robusta* Interval Subzone (RP22a); *Lychnocanoma apodora* Interval Subzone (RP21b); *Theocyrtis annosa* Interval Subzone (RP21a); *Eucyrtidium plesiodiaphanes* Interval Subzone (RP20c); *Dorcadospyrus pseudopapilio* Interval Subzone (RP20b); *Lithocyclia angusta* Interval Subzone (RP20a)。赤道太平洋における従来の研究成果と本研究成果を比較した結果、この亜化石帯は赤道太平洋の広い範囲で適用できる可能性のあることが分かった。また *Cryptocarpium ornatum* (RP19), *Calocyclus bandyca* (RP18), *Phormocyrtis striata striata* (RP9), *Buryella clinata* (RP8) の 4 化石帯の再定義を行った。

キーワード: 赤道太平洋, 始新世, 漸新世, 放散虫層序, 統合国際掘削計画

Keywords: equatorial Pacific, eEocene, EOligocene, radiolarian biostratigraphy, IODP, PEAT I

新第三紀赤道太平洋堆積物における長鎖ジオール指標からみた海洋表層水温と生物生産の変動

Variations in SST and primary production revealed from long-chain diols in the Neogene equatorial Pacific sediments

沢田 健^{1*}, 小林 まどか¹, 山本 真也², 中村 英人¹

SAWADA, Ken^{1*}, KOBAYASHI, Madoka¹, YAMAMOTO, Shinya², NAKAMURA, Hideto¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院, ² 北海道大学低温科学研究所

¹ Faculty of Science, Hokkaido University, ² Instit. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.

The eastern equatorial Pacific Ocean today sustains significant amounts of global marine productivity, and the region is one of the largest marine sources of carbon dioxide to the atmosphere. Nevertheless, geological time-scale variations of marine productivity and ecological / biogeochemical systems in the equatorial Pacific have been still unclear. It was obtained rough knowledge that marine productivity in the region was characterized by abundant diatoms since the late Oligocene to early Miocene. In this study, we reconstruct more detailed variations of primary productions by new diatom biomarker (long-chain diols) proxies from 'Pacific Equatorial Age Transect (PEAT)' sediments, and discuss evolution of the diatom-dominant ecosystem and the related paleoceanographic and paleoclimatic systems during the Neogene. In addition, we reconstruct variations in sea surface temperature (SST) by long chain alkenone and the newest long-chain diol thermometers in these sediments.

Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expeditions 320/321, 'PEAT', recovered a Cenozoic sediment record from the equatorial Pacific by coring above the palaeoposition of the Equator at successive crustal ages on the Pacific plate. We used the cores U1335, U1336, U1337 and U1338 of the Neogene 'PEAT' sediments. The long-chain diols in marine sediments are mainly derived from diatom, and 28 carbon numbers (C_{28}) and C_{30} 1,14-diols are peculiar biomarkers of specific diatom genus *Proboscia*. These long-chain diols are used as upwelling indicator, diol index, which is the ratio of C_{28} and C_{30} 1,14-diols to C_{30} 1,15-diols (Rampen et al., 2008, Earth Planet. Sci. Lett. 276, 207). Furthermore, Eustigmatophyceae are also known to have C_{28} and C_{30} 1,13-diols, and more recently, these biomarkers are proposed as paleothermometer, which is the ratios of C_{30} 1,15-diols to C_{28} and C_{30} 1,13-diols, called 'diol isomer index (DIX)' (Rampen et al., 2011, IMOG abstract).

We identify saturated C_{28} and C_{30} 1,13-diols, C_{28} and C_{30} 1,14-diols, and C_{30} 1,15-diol from almost all the early Miocene to Pleistocene PEAT sediments (23-0.23 Ma; cores U1335, U1336, U1337 and U1338). This indicates that diatom and eustigmatophyte algae productions were consistently significant in the equatorial Pacific throughout the Neogene. In particular, the diatom productions recorded by total diol concentrations increased at paleolatitude 2 °N-4 °N during 6 and 5-3 Ma, and at paleolatitude 2 °S-2 °N during 10-7 and 5-4 Ma. The diol (1,14/1,15) indices also varied, and higher diol index values suggest that upwelling more efficiently occurred in sea surface layers at paleolatitude 2 °S-4 °N since 16 Ma. However, their decreasing spikes appeared at 2 °S-2 °N during 8 Ma and 4 Ma and at 2 °N-4 °N during 4-3 Ma. The horizons of higher diol concentrations do not correspond to those of higher diol indices. Therefore, the increase of diatom production cannot be explained by only more efficient occurrence of upwelling in the equatorial zone. Diatom is known to need silica (Si) for its production, and Si is thought to be transported from land to ocean. Thus, the increase of diatom production in this study might be caused by increasing amount of terrigenous matter transported via atmosphere from land to the pelagic areas of the equatorial Pacific. From these insights, we suggest that variations of diatom productions are presumably attributed to changes in efficiency of upwelling and terrigenous input by aeolian transport in the equatorial Pacific during the Neogene.

The diol thermometer, DIX, values varied in the Neogene PEAT sediments. Variations in DIX-based SSTs were quite different from those in alkenone-based SSTs, which were nearly constant over the 15 Ma. The DIX-based temperatures might vary controlling by occurrence of cooler upwelling in the equatorial Pacific areas. These trends are concordant with that of the Neogene global paleoclimatic variation.

キーワード: 赤道太平洋年代トランセクト, 海洋基礎生産, 海洋表層水温, ジオール古水温計, 珪藻生産, 新第三紀古海洋
Keywords: Pacific Equatorial Age Transect (PEAT), marine primary production, sea surface temperature, diol paleothermometer, diatom production, Neogene paleoceanography

底生有孔虫化石が示すカンタベリー海盆陸棚域における古環境変化 Paleoenvironmental changes of the continental shelf in the Canterbury Basin based on benthic foraminiferal assemblages

大井 剛志^{1*}, 楠 慧子², 石田 桂³, 河瀬 俊吾⁴, 長谷川 四朗⁵

OI, Takeshi^{1*}, KUSUNOKI, Satoko², ISHIDA, Katsura³, Shungo Kawagata⁴, Shiro Hasegawa⁵

¹ 熊本大学イノベーション推進機構, ² 信州大学大学院工学系研究科, ³ 信州大学理学部地質科学科, ⁴ 横浜国立大学教育人間科学部, ⁵ 熊本大学大学院自然科学研究科

¹Human Resource Center for Innovation, Kumamoto University, ²Graduate of Science and Technology, Shinshu University, ³Department of geology, Faculty of Science, Shinshu University, ⁴Faculty of Education and Human Sciences, Yokohama National University, ⁵Graduate of Science and Technology, Kumamoto University

はじめに

IODP Exp.317 航海にてニュージーランドカンタベリー陸棚域より掘削された Hole U1353B (211.48 m) および Hole U1354B (77.52 m) の上位 74 m から産出した底生有孔虫群集を調査し, 過去 50 万年間における古水深・古気候変化を明らかにした。Exp. 317 の主目的は, 陸棚縁辺域の堆積サイクルについて, 凡世界的な海水準変動, 地域的な構造運動および堆積プロセスに関する総合的な発達形成を理解することである。陸棚上で掘削された U1353 (掘削水深 84.7 m) と U1354 (掘削水深 113.4 m) は, 第四紀における氷河性海水準変動の高精度解析に有用なコアである (Expedition 317 Scientists, 2011)。石灰質ナノ化石を中心とした微化石データおよび底生有孔虫による酸素同位体比曲線より, 2 本のコアの上位 74m は, 過去約 50 万年間の記録を有している。

有孔虫タクサ群集

2 本のコアにおける 120 試料より 50 属 95 種の底生有孔虫化石 (> 0.125 mm) を同定した。このうち 15 タクサは, ニュージーランド周辺陸棚域の現生底生有孔虫研究 (Hayward et al., 1999) に基づくと, 生息深度の異なる以下の 4 つのタクサ群集に分けられる。

タクサ群集 1 - *Bulimina marginata*, *Cassidulina carinata*, *Anomalinoidea sphericus*, *Notorotalia zealandica*, *Sphaeroidina bulloides* - 内側陸棚深部 ~ 外側陸棚 (水深約 20-200 m)

タクサ群集 2 - *Nonionellina flemingi*, *Angulogerina angulosa* - 内側陸棚深部 ~ 中部陸棚 (水深約 20-100 m)

タクサ群集 3 - *Notorotalia finlayi*, *Notorotalia aucklandica*, *Quinqueloculina* spp., *Cibicides* spp. - 内側陸棚 (水深約 0-50 m)

タクサ群集 4 - *Zeaflorilus parri*, *Elphidium charlottense*, *Haynesina depressula*, *Virgulopsis turris* - 内側陸棚浅部 (水深約 0-20 m)

古環境変化

本研究の底生有孔虫化石群集から導かれた古水深変化より, 浅海性タクサ群集から深海性タクサ群集を経て次の浅海性タクサ群集を 1 つのバイオサイクルとすると, 過去約 50 万年間が 7 バイオサイクルに区分される。それぞれのサイクルは氷期間氷期サイクルと対応する。

ニュージーランド北部から中部域に生息する亜熱帯種の *Bulimina marginata* は, MIS 1・MIS 11・MIS 13 の 3 つの温暖期にのみ多産する。*B. marginata* は, カンタベリー陸棚海盆が現在よりもやや暖かい気候になったことを示唆する。

これまでの陸上露頭調査により, *Bolivina parri*, *Bolivina wanganuiensis*, *Siphotexturalia wairoana* の 3 種の産出上限が Haweran と Castlecliffian (NZ Stage) の約 0.34 Ma とされていた (Hornibrook et al., 1961)。しかしながら, 本研究海域におけるこれら 3 種の産出は, 上限が明確にずれており, さらに氷期間氷期による古環境変化に規制されている。

キーワード: 底生有孔虫, 古水深, 陸棚域, カンタベリー海盆, 更新世, IODP Exp. 317

Keywords: benthic foraminifera, paleobathymetry, continental shelf, Canterbury Basin, Pleistocene, IODP Exp. 317

北大東島における過去 2,500 万年間の堆積・続成史 Sedimentary and diagenetic history of Kita-daito-jima atoll for the last 25 million years

井龍 康文^{1*}, 高柳 栄子², 石川 剛志³, 永石一弥⁴, 中山 裕樹¹

IRYU, Yasufumi^{1*}, TAKAYANAGI, Hideko², ISHIKAWA, Tsuyoshi³, Kazuya Nagaishi⁴, NAKAYAMA, Yuki¹

¹ 東北大学・院・理, ² 名古屋大学・院・環境, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ マリン・ワーク・ジャパン

¹Tohoku Univ., ²Nagoya Univ., ³JAMSTEC, ⁴Marine Works Japan

An old borehole, 432.7 m deep, drilled in 1934 and 1936 on Kita-daito-jima, northern Philippine Sea, reveals the reef evolution on this island during the Late Oligocene to Miocene. Four depositional units have been defined by lithological changes and are numbered sequentially from the top of the hole downward. The major lithology varies from bioclastic packstone/grainstone (unit C4) to coral rudstone (unit C3) to coral bafflestone (unit C2), implying a gradual shallowing of the lagoon. However, the coral fauna suggests that unit C1, above, formed on a submerged platform. Reef formation on Kita-daito-jima was controlled by the combined effects of sea-level changes and tectonic movements (subsidence and uplift). Two modes of reef formation have been recognized: growth that kept pace with the subsidence of the island; and rapid reef formation that commenced at sea-level falls. The latter indicated that sea-level falls are key events that revived drowned reefs. Dolomites extend in Kita-daito-jima from the island surface to a depth of 100 m below the ground surface (units C1 and C2). X-ray diffraction analysis indicates that the island-surface and borehole dolomites comprise variable mixtures of multiple dolomite crystal phases. Deconvolution of whole-rock isotopic and elemental compositions based on the relative abundance of phases reveals that each phase has a distinct chemical and isotopic composition. Oxygen isotopic compositions of the island surface and borehole dolomites suggest that all dolomite phases formed in seawater.

キーワード: 北大東島, 浅海性炭酸塩岩, ドロマイト, 酸素同位体組成, ストロンチウム同位体組成, 海水ドロマイト化作用
Keywords: Kita-daito-jima, shallow-water carbonate, dolomite, oxygen-isotope composition, strontium-isotope composition, seawater dolomitization

IODP Expedition 331 Deep Hot Biosphere の概要と成果 IODP Expedition 331 Deep Hot Biosphere

布浦 拓郎^{1*}, 高井 研¹, IODP Exp331 乗船研究者一同¹
NUNOURA, Takuro^{1*}, TAKAI, Ken¹, IODP Exp331 onboard scientists¹

¹ 海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域

¹Extremobiosphere Research Program, JAMSTEC

The Iheya North hydrothermal field is located in the middle Okinawa Trough, an actively spreading backarc basin that extends for 1200 km between the Ryukyu arc-trench system and the Asian continent, in a transitional region between continental and oceanic crust. Because the Okinawa Trough contains both hemipelagic and volcanic sediment, in some places >1000 m thick, its hydrothermal systems provide abundant H₂, CO₂, CH₄, NH₄, H₂S, and CO derived from sedimentary organic matter and from magmatic gases that could feed a variety of microbial communities, sustained by different chemolithoautotrophic primary producers within a range of sub-seafloor habitats. Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 331, the Deep Hot Biosphere project, drilled into the Iheya North hydrothermal system in order to investigate metabolically diverse subseafloor microbial ecosystems and their physical and chemical settings.

We drilled five sites during Expedition 331: the active hydrothermal vent site and sulfide-sulfate mound at North Big Chimney (NBC) (Site C0016); three sites east of NBC at distances of ~100, 450, and 1550 m from the active vents (Sites C0013, C0014, and C0017, respectively); and one site on a hill ~600 m northwest of the active vents that represents a potential migration path for hydrothermal fluid (Site C0015). Our maximum penetration was 151 meters below seafloor (mbsf) at recharge Site C0017. We will introduce summary of the drilling, geochemistry, mineralogy and microbiology among the sites, and discuss about the sub-vent hydrogeology of the hydrothermal field.

キーワード: IODP, 沖縄トラフ, 熱水活動, 海底下生命圏, 熱水孔下生命圏

Keywords: IODP, Okinawa Trough, hydrothermal, subsurface biosphere, sub-vent biosphere

IODP 第336次航海概要 Summary of IODP Expedition 336

中村 謙太郎^{1*}, 平山仙子¹, 針金 由美子², 坂田 霞³

NAKAMURA, Kentaro^{1*}, Hisako Hirayama¹, HARIGANE, Yumiko², SAKATA, Kasumi³

¹ 海洋研究開発機構, ² 産業技術総合研究所, ³ 大阪大学

¹JAMSTEC, ²AIST, ³Osaka University

海洋地殻は、海底下約 500m 以上にわたって海水が浸透し易い帯水層を形成しており、そこには陸上河川に匹敵するフラックスで海水が循環していることが知られている (Wheat et al., 2003)。近年、このような海洋地殻内には、循環する海水が周囲の岩石から溶かし出した様々な元素を栄養源とする、特異的且つ多様な微生物生命圏が存在する可能性が指摘されている (Edwards et al., 2005)。もし、そのようなこれまで知られていなかった巨大な生命圏が存在するとしたら、それは海洋地殻内の何処にどのくらいの規模で存在し、どのくらい多様性をもった生物圏であり、どのくらい活発に活動し、海洋と地殻との間の物質循環にどのような影響を与えているのだろうか？

これらの問に答えるために、IODP Exp. 336 航海では、北大西洋中央海嶺西翼部 North Pond において、海底下の堆積物層および玄武岩層の掘削と、ロギングツールによる孔内物性観測、そして長期孔内計測装置 (CORK) による微生物学 - 地球化学 - 水理学統合観測を行った。本発表では、IODP Exp. 336 航海の概要を報告する。

Keywords: IODP, North Pond, Mid-Atlantic Ridge, sub-surface ocean, deep biosphere

IODP 第324次航海によるシャツキーライズ掘削試料の解析結果：固体地球科学と白亜紀古海洋学における重要性 Impacts of results from IODP Expedition 324 (Shatsky Rise) on solid-earth science and Cretaceous paleoceanography

安渡 敦史^{1*}, 佐野貴司²

ANDO, Atsushi^{1*}, SANNO, Takashi²

¹ スミソニアン自然史博物館, ² 国立科学博物館

¹Smithsonian Institution, ²National Museum of Nature and Science

IODP 第324次航海は、シャツキーライズの基盤玄武岩類について岩石学・地球化学・火山学・放射年代学などの統合的分析を行い、巨大海台の成因と進化の解明、特にその定置メカニズムについて対立する仮説（『マントルブルームか特異なプレート運動か？』）の検証を主要な目的として行われた。これまでに得られた固体地球科学上重要な知見の例としては、マグマ組成は多様であること、マグマ分化は浅いマグマ溜まり内で起こったこと、本源マグマが深部で生産されたこと、などが挙げられる。一方本航海は、当初その掘削戦略上の様々な制約から堆積物・堆積岩の研究には不向きであると考えられ、実際に回収された堆積物コアの量も限られているが、その乗船後研究を通じて意外にも白亜紀古海洋学の上で重要な新知見が集まりつつあり、ここにその概要を紹介する。

Site U1348における掘削を通じて、Tamu山塊北部の基盤は未固結の白亜紀遠洋性堆積物に覆われることが判明し、また古海洋学上重要な区間が短いながら回収された。その中で、Site U1348-Core 2の厚さ1.4mの石灰質軟泥堆積物は、浮遊性有孔虫・Sr同位体・古地磁気の複合層序により、Santonian-Campanian (S-C) 遷移区間に相当することが正確に年代決定された。この発見は後期白亜紀古海洋学の上で非常に重要であり、これはS/C境界をまたぐ深海堆積記録が汎世界的且つ長期間のハイエイタス（無堆積）により大幅に欠如していることによる。またこの軟泥相においては、非常に保存良好な有孔虫の種レベル安定同位体分析が可能であるが、これは深海のS-C遷移区間で初めての試みである。詳細な底生有孔虫の酸素同位体分析の結果、supergreenhouse気候がSantonian期最末期まで継続した後にCampanian期前期において比較的急な寒冷化（+1パーミルのシフト）に転じたことが示唆され、これは従来考えられているこの時代の漸移的な寒冷化傾向に反する。

同一サイトのSite U1348-Core 10に回収された厚さ22cmの石灰質軟泥堆積物は、船上でAptian期前期と年代が推定され、これは科学掘削史上もっとも古い未固結遠洋性堆積物の回収記録であるといえる。乗船後の浮遊性有孔虫・炭素同位体・Sr同位体の複合層序による詳細な年代検討の結果、この区間はAptian期前期/後期境界部付近に相当することが厳密に決定された。これにより、堆積したタイミングは海洋無酸素事変1aの直後であること、深海底生有孔虫のグローバル安定同位体コンパイルを約120Maまで延ばすことが可能になること、が確実となった。注目すべき点は、Site U1348の南接する地域において、厚くより古い遠洋性堆積層が存在することが、地震波断面の解釈により示されることである。結果としてシャツキーライズのTamu山塊北部は、海洋無酸素事変1aの区間をまたぎ白亜紀最初期まで遡る可能性のある未固結遠洋性堆積物が厚く分布するという点で、将来の古海洋学的IODP航海の候補地として理想的であるといえよう。

本研究は、海洋研究開発機構の委託によるIODP乗船後研究の一環として一部支援を受け行った。

南大洋掘削計画の提案：南極寒冷圏変動史プロジェクト (AnCEP) Southern Ocean drilling proposal: Antarctic Cryosphere evolution project (AnCEP)

池原 実^{1*}, 野木 義史², 菅沼 悠介², 三浦 英樹², 大岩根 尚², 香月 興太³, 板木 拓也⁴, 中村 恭之⁵, 河潟 俊吾⁶, 岩井 雅夫¹, 佐藤 暢⁷

IKEHARA, Minoru^{1*}, NOGI, Yoshifumi², SUGANUMA, Yusuke², MIURA, Hideki², OIWANE, hisashi², KATSUKI, Kota³, ITAKI, Takuya⁴, NAKAMURA, Yasuyuki⁵, KAWAGATA, SHUNGO⁶, IWAI, Masao¹, SATO, Hiroshi⁷

¹ 高知大学, ² 国立極地研究所, ³ 韓国地質資源研究院, ⁴ 産業技術総合研究所, ⁵ 海洋研究開発機構, ⁶ 横浜国立大学, ⁷ 専修大学

¹Kochi University, ²National Institute for Polar Research, ³KIGAM, ⁴AIST, ⁵JAMSTEC, ⁶Yokohama National Univ., ⁷Senshu Univ.

南極大陸上の巨大氷床とその周辺に広がる南大洋は、気候システム内において地球を冷却する働きをしており、南極寒冷圏 (Antarctic Cryosphere) と呼ばれている。南極寒冷圏を構成するサブシステムは、南極氷床、南極表層水、海水、南極極前線、南極周極流などがある。これらのサブシステムは相互に連動しながら新生代を通じた全球的な気候進化に大きく寄与してきている。第四紀における東南極氷床の消長、海水分布域の変動と氷縁域での生物生産量変動、極前線帯や南極周極流の南北シフトなどの時空間変動を復元するため、南大洋インド洋区の東経 40 度付近に位置するコンラッドライズ、および、昭和基地のあるリュツォ・ホルム湾沖を主な研究海域として、白鳳丸による海洋地質学的調査を 2007 年度と 2010 年度に行った。それらの結果を基に、コンラッドライズにおけるドリフト堆積体および基盤岩の掘削研究を実現するための深海掘削研究プロポーザルを準備中である。以下に概要を記す。

コンラッドライズ南西斜面域に広がるマッドウェーブは水深 2400-3400m に位置しており、波長 1-2 km, 最大波高約 100m, 長さ 5~40 km ほどであった。反射断面では、堆積ユニットが大きく 3 つに区分 (A?C) された。最上位のユニット A では、海底地形に見られるマッドウェーブ構造が明瞭に観察されるが、ユニット B では認められない。コンラッドライズのピストンコアの平均堆積速度は約 30cm/ka であり、遠洋性堆積物としては非常に堆積速度が大きい。よって、コンラッドライズ南西斜面の堆積物は、南極周極流 (ACC) の影響下で堆積したドリフト堆積体であると結論づけた。ユニット A/B 境界の年代はおよそ 1.3Ma と推定され、この時代に南極周極流が強化されたか、もしくは北上して現在と同等の位置に移動したと考えられる。このような時代は、mid-Pleistocene Transition (MPT) と呼ばれ、氷期?間氷期スケールの気候変動の振幅が徐々に増大し、かつ、その変動周期が 4 万年サイクルから 10 万年サイクルへ転換した時代として注目されている。MPT の実態や成因はまだ未解明な部分が多いが、南極周極流の北上 (もしくは強化) とそれに連動するウェッデル循環の拡大が、亜熱帯海洋からの南極大陸の孤立を助長し、全球的な気候寒冷化を加速させた可能性が指摘される (ACC-Weddell Gyre Hypothesis)。よって、コンラッドライズ掘削を実現することによって、MPT における南大洋の古海洋変動の実態や東南極氷床の変動との関連を解明することが期待される。

また、コンラッド海台はこれまで LIPs の一部であると考えられてきたが、KH-10-7 航海で行われたドレッジ調査の結果、コンラッド海台上のオビ海山からは大陸地殻の痕跡を示す変成岩や花崗岩が採集された。よって、コンラッド海台の基盤岩を掘削しその成因を解明することは、 Gondwana 大陸の分裂過程やインド洋のテクトニクス史の理解に大きく貢献すると期待される。

キーワード: 南大洋, 地球掘削科学, 古海洋, 南極寒冷圏, 南極周極流, 海水

Keywords: Southern Ocean, Earth drilling science, paleoceanography, Antarctic Cryosphere, Antarctic Circumpolar Current, sea ice

IODP Exp. 346 (アジア・モンスーン): JR は再び日本海へ、そして新たに東シナ海へ IODP Exp. 346(Asian Monsoon): Return of JR to the Japan Sea and a new visit to East China Sea

多田 隆治^{1*}
TADA, Ryuji^{1*}

¹ 東京大学理学系研究科

¹ Graduate School of Science, The University of Tokyo

In the summer of 1989, during the phase of DSDP cruises Leg 127/128 were organized to drill the Japan Sea. It was a memorial in the respect that the cruises were led by two Japanese co-chiefs and 10 Japanese scientists in total participated. One of unexpected findings of the cruises was the occurrence of dark and light layers that were alternated throughout the Quaternary. These dark and light layers are correlatable basin-wide and deposited synchronously. The dark layers are org-C rich, partly laminated, and somehow resemble sapropels of Mediterranean. However, their sedimentary rhythm is more complicated than that of Mediterranean sapropels the latter basically reflect orbital cycles. The origin of the rhythm of the dark and light layers was mystery for some time until Tada et al. (1995, 1999) found that the rhythm resembles that of $\delta^{18}O$ variations of Greenland ice cores in millennium time scale, so-called Dansgaard-Oeschger Cycles [DOC]. Subsequent studies on piston cores suggested that deposition of the dark and light layers reflects changes in properties of water influx through the Tsushima Strait due to the changes in contribution of the East China Sea coastal water relative to Kuroshio-derived water. Tada et al. (1999) hypothesized that changes in the relative contribution of the East China Sea coastal water reflected changes in discharge of Yangtze River which, in turn, reflected changes in EASM precipitation over the Yangtze River drainage. Recent provenance study of eolian dust in the cores from the Japan Sea further suggests that westerly jet axis over the Japan Sea oscillates in association with DOC (Nagashima et al., 2011). Because the westerly jet is bounding the northern limit of EASM front, it is likely that N-S oscillation of the westerly jet axis caused N-S movement of the northern limit of EASM front that resulted in the changes in EASM precipitation over the Yangtze River drainage in association with DOC. Thus, we further hypothesized that oscillation in westerly jet paths played a role of tele-connecting climatic changes in north Atlantic with changes in EASM intensity.

Expedition 346 is aimed to test these hypotheses. In addition, the expedition aims to specify the timing of onset of DOC type millennial-scale variability of EASM, its mode of evolution, and changes in mode, frequency, and amplitude of variability of EASM in association with glacial-interglacial cycles. The relation between East Asian summer and winter monsoons and its changes through time will be another interesting objective of the expedition. The paleoceanographic condition of the Japan Sea has been very sensitive to the nature (e.g., salinity, temperature, nutrients, and etc.) and the amount of the influx to the sea as well as sea level and climate in the surrounding region, and drastically changed in various time scales throughout its history. Consequently, there will be many interesting topics other than the major objectives of the expedition. IODP cruise will provide a rare opportunity to work with international community who share similar scientific interests. Participation of young generation with innovative ideas is welcome.

キーワード: IODP, Exp. 346, アジア・モンスーン, 日本海, 東シナ海, 急激な気候変動

Keywords: IODP, Exp. 346, Asian Monsoon, Japan Sea, East China Sea, Abrupt climate change