

Contents

- 新年度に当たってのご挨拶
… 1
- IODP NanTroSEIZE
Expedition 338 航海乗船
報告 … 2
- 第13回岩の力学国内シン
ポジウム参加報告 … 5
- 外部委員会活動報告
2013年3月 … 6

NEWS 新年度に当たってのご挨拶

活断層・地震研究センター センター長 岡村行信

東日本大震災から早くも2年がたちました。被災地の復興はまだ不十分ですが、地震直後に日本中が感じた地震と津波に対する不安は落ち着きつつあるようにみえます。しかしながら、余震活動は依然として活発で、今までに無い地震活動が活発化している場所もあります。マグニチュード9の地震によって日本列島の地下に加わる応力は大きく変化しましたが、日本列島がどのくらい不安定化したのか、地震の発生確率がどのくらい上がったのか、また、次の地震はどこなのかなど、多くの人々が持つ疑問に対して、専門家は答えることはできません。

そのような状況の中、国が公表した南海トラフの最大クラスの地震と津波によって、対策が考えられるようになってきたことは大きな前進であると言えます。しかしながら、想定された巨大地震モデルに相当する規模の地震が、過去に実際に発生したかどうかを確認されているわけではありません。また、次に発生する地震がこのような規模であると予測されているわけではありません。

活断層・地震研究センターは活断層調査や津波堆積物調査に基づいて、実際に過去に発生した地震を再現する研究を進めて来ましたが、その必要性は今後も変わらないと考えています。現状では、過去に発生した地震の規模を知ることが、将来の地震の規模を予測するほとんど唯一の手がかりだからです。

このような方法による地震の予測は時間がかかるということが大きな欠点です。東北地方太平洋沖地震の発生前には、津波堆積物調査に基づいて、仙台平野に巨大津波が繰り返し浸水していたことを明らかにしていましたが、その周知は2011年3月11日に間に合いませんでした。そのことを胸に刻んで、研究成果をできるだけ早く公表しなければなりません。一方で、公表する情報の信頼性については、十分に確認する必要があります。成果公表の迅速性と信頼性を両立させることは困難ですが、社会の期待と要望を意識しつつ、研究を続けていくつもりです。

活断層・地震研究センターは5年間の期限があります。そして、今年度が5年目の最終年度となります。当研究センターが進めてきた地質学をベースとした地震研究の必要性は高まっているという認識にたち、新たな研究組織の立ち上げる準備を行っています。今後とも、ご支援をよろしくお願い致します。





IODP NanTroSEIZE Expedition 338 航海乗船報告

北島弘子（地震素過程研究チーム）

南海トラフでは東海・南海地震の地震発生帯を掘削することを目的とした、Integrated Ocean Drilling Program (IODP) の国際プロジェクトである Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment (NanTroSEIZE) が 2007 年より行われています。この「南海トラフ地震発生帯掘削計画」では、地震発生過程の理解を進めるために、巨大地震を繰り返し引き起こしてきた海底下の震源断層を掘削し、岩石試料を採取・解析すること、さらには海底下に機器を設置して長期的に孔内観測することを主な目的としております。掘削ターゲットは 1944 年東南海地震の破壊域である紀伊半島沖熊野灘です（図 1）。この海域では地震発生帯のプレート境界断層および巨大分岐断層が地球深部探査船「ちきゅう」で掘削可能な深度にあります。深部掘削するために重要な鍵を握る

のがライザー掘削技術で、「ちきゅう」はこのライザー掘削技術を科学研究用に初めて導入しました。ライザー掘削では、直径 1.2 m のライザーパイプを用いて、泥水を「ちきゅう」船上と掘削孔との間で循環させながら地層を掘り進めます（写真 1）。泥水循環によって掘削孔内の高い圧力を保持することができるため、深部でも安定して掘削することが出来ます。

IODP NanTroSEIZE の Stage 1 および Stage 2 では、沈み込み帯浅部を中心に複数の掘削サイトにてコア試料の採取や物理検層を行ってきました。2010 年からの Stage 3 では熊野海盆にある Site C0002 にて沈み込み帯深部を掘削しています。今回私が参加した Expedition 338 は 2012 年 10 月から 2013 年 1 月にかけて行われ、私は後半グループの

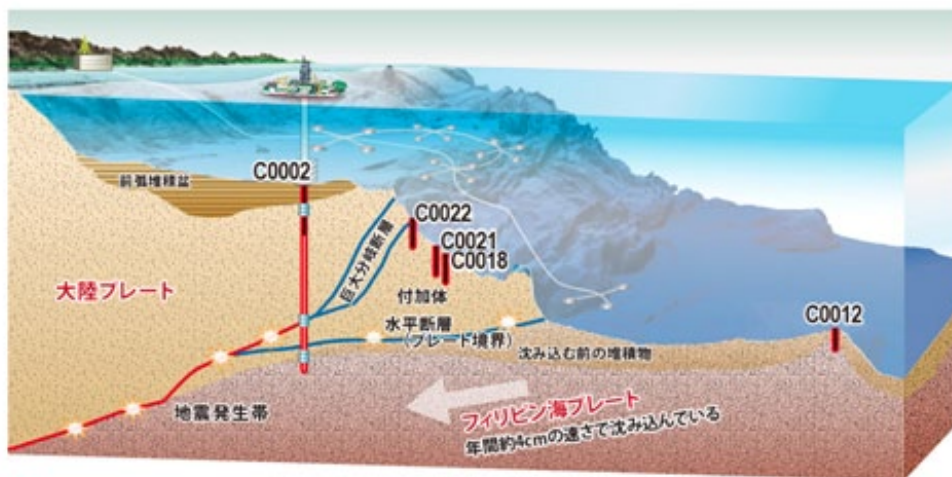
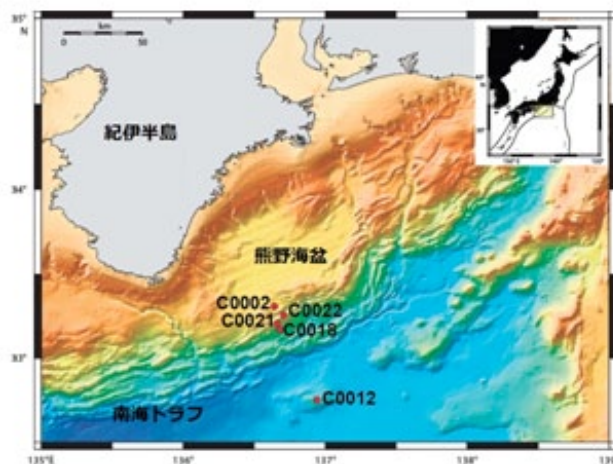


図 1 Expedition 338 航海の掘削地点 (JAMSTEC プレスリリースより抜粋).

Physical properties/downhole/hydrology specialist として11月末から7週間「ちきゅう」に乗船しました。Expedition 338の当初の計画では、Site C0002において、海底下856-3600mまで掘削する予定でしたが、11月中旬に海底下約2000mまで掘り進んだところでライザー掘削機器が損傷してしまい、それ以上深く掘り進めなくなりました。そこで後半グループは、急遽予定を変更して、泥水循環をしないライザーレス掘削を行うことになり、(1) Site C0002にて海底下900-930mおよび1100-1120mにてコア試料採取、(2) ガスハイドレート有する Site C0002の海底下200-500mにてコア試料採取、(3) 沈み込み前の堆積物および海洋地殻のある Site C0012と海底地滑りの起こっている Site C0018にて物理検層、(4) 海底地滑りの起こっている Site C0021と巨大分岐断層の先端 Site C0022にて物理検層およびコア試料採取を行いました(図1) [Moore et al., 2013]。特に Site C0002ではライザー掘削機器の損傷後も、なるべく深いところからコア試料採取をしたいという乗船研究者の強い希望によりライザーレス掘削を試みましたが、900m以深から掘削孔の状況が悪くなり始め、1000m以深では掘削孔の安定が保てず、1100mで数mのコアが採取できたのみで、それ以上深く掘削することは断念せざるを得ませんでした。

乗船研究者の船上での仕事は回収されたコア試料や物理検層で得られたデータの分析です。コア試料はまず、分析に扱いやすい長さ(1.5mずつ)に切断されます。切断する過程で空隙を埋めているガスや水を採取して化学分析を行ったり、赤外線カメラを使って温度異常がないかを調べたりします(写真1)。CTスキャン画像で内部構造を調べた後は間隙水や堆積物の化学組成を調べたり、コアの記載を

行ったり、薄片やスミアスライドで微細構造・構成鉱物を調べたり、それぞれのグループに分かれて分析作業を進めて行きます。私の担当していた Physical properties のグループでは、堆積物の間隙率・熱伝導率・P波速度・比抵抗・一軸圧縮強度などの測定を行いました(写真1)。

このようにコア試料の分析やデータ解析に忙しい毎日ではありましたが、そんな中でもクリスマスパーティーや年越しカウントダウン、卓球トーナメント、お茶会を催したり、初日の出を見たり、「ちきゅう」の船内や掘削やぐらを見学したり、いろいろなイベントもありました(写真2)。私は以前にお茶を習っていたため、お茶会で簡単なお手前を披露させていただきました。また、「ちきゅう」での生活環境は大変快適なものでした。乗船研究者の人数が少なかったために、個室(シャワー付き)の部屋を与えていただき、食事は和食・洋食両方あり、特にクリスマスやお正月には特別料理も用意していただきました。またジム・ジャグジー・サウナなどの施設もあり、リフレッシュすることもできました。

船上で行う分析は研究航海の一部であり、乗船研究者は各々下船後にデータやサンプルを用いて引き続き研究を行います。私は堆積物コア試料を用いて変形実験をします。堆積物は過去の変形を「記憶」する性質があるため、変形実験を行うことにより、過去の応力状態や変形過程、また現在の位置での応力状態や変形メカニズム(脆性変形するか塑性変形するか)を推定することができます。すでに Stage 1 および Stage 2 のコア試料を用いた実験を通して、沈み込み初期段階における堆積物の圧密変形がどのように進行し変形機構に影響を与えるかについて評価してきました。プレート境界断層や分岐断



写真1. 「ちきゅう」での研究活動。(左) 回収されたばかりのコア試料の空隙からガスを採取している様子。(右) 堆積物のP波速度・比抵抗測定の様子。

層近傍における浅部付加体堆積物は、水平方向に圧縮されるテクトニックな力の影響を受けてさらに圧密が進行（間隙率が低下）し、脆性的な変形を引き起こしやすい状態、巨大地震時には深部からの破壊を伝播しやすく、つまりは津波を引き起こしやすい状態にあることが分かりました [Kitajima *et al.*, 2012]. さらに、変形実験結果と地震波探査で得られた海底下のP波構造を組み合わせることにより、沈み込んでいる堆積物の中には非常に高い間隙水圧が生じていること、つまり圧密が進行しにくい状態にあることを突き止めました [Kitajima and Saffer, 2012]. 今回 Expedition 338 航海で採取されたコア試料を用いて、浅部付加体の変形についてのさらなる理解につなげたいと考えています。

ライザー掘削システムのトラブルに見舞われ当初の計画通りには進まなかった Expedition 338 航海ですが、これまで Stage 1 と Stage 2 で掘削してきた浅部付加体において補完的なデータを取得することができました。また深部掘削においてのライザー掘削技術の重要性を実感した航海でもありました。当初の計画であった海底下 3600 m までの掘削は今年の秋以降に、さらに巨大分岐断層に到達する海底下 5500 m までの掘削は来年度以降に順次行われる予定です。また機会があれば「ちきゅう」に乗船参加したいと考えています。最後になりましたが、Expedition 338 航海の乗船にあたり、乗船研究者お

よび CDEX, J-DESC, 日本マントル・クエスト株式会社, 株式会社マリン・ワーク・ジャパンの関係者には大変お世話になりました。ここに厚くお礼を申し上げます。

参考文献

JAMSTEC プレスリリース「地球深部探査船「ちきゅう」による 統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 338 次研究航海「南海トラフ地震発生帯掘削計画」ステージ3について」http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20130111/

Kitajima, H., and D. M., Saffer (2012), Elevated pore pressure and anomalously low stress in regions of low frequency earthquakes along the Nankai Trough subduction megathrust, *Geophysical Research Letters*, 39, L23301, doi:10.1029/2012GL053793.

Kitajima, H., F. M., Chester, and G., Biscontin (2012), Mechanical and hydraulic properties of Nankai accretionary prism sediments: Effect of stress path, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 13, Q0AD27 doi:10.1029/2012GC004124.

Moore, G., K. Kanagawa, M. Strasser, B. Dugan, L. Maeda, S. Toczko, and the Expedition 338 Scientists (2013), NanTroSEIZE Stage 3: NanTroSEIZE plate boundary deep riser 2, *IODP Preliminary Report 338*. doi:10.2204/iodp.pr.338.2013.



写真 2. (左上)「ちきゅう」船内見学の様子。見えているのはライザーパイプです。(右上) クリスマスの飾り付け。(左下)「ちきゅう」ヘリデッキからの初日の出。(右下) お茶会の様子。



第13回岩の力学国内シンポジウム参加報告

増田幸治（地震素過程研究チーム）

2013年1月9日～11日に、沖縄コンベンションセンターにおいて開催された、第13回岩の力学国内シンポジウム（併催：第6回日韓ジョイントシンポジウム）に参加しました。このシンポジウムは、岩の力学連合会と組織団体である4学会（土木学会、地盤工学会、資源・素材学会、日本材料学会）によって1964年以来3～4年毎に開催されています。今回は、「原点回帰－岩盤力学のさらなる発展のために」と題し、これまで培ってきた経験や技術についても、東日本大震災を機に、なにが足りなかったのか、今までの方向性に間違いはなかったか、原点に立ち返って考え直してみようというものです。会場のコンベンションセンターは海水浴場の脇にあり、夏であればビーチは大勢の海水浴客で賑わっているところかと想像しますが、冬ということで、会議に集中できる環境でした。

私は今まで、地震発生機構を明らかにするという観点で、岩石力学や岩石物性の研究を行ってきました。岩石の物性研究は、地盤工学などの工学分野でも同様の研究手法が有効であるということから、異なる観点から岩石力学を研究している他分野の人との交流を目的として参加しました。「地震・東日本大震災」というセッションで、「岩石強度の時間依存性に対する水の影響」と題する講演をおこないました。長期的にみた岩石強度の変化には、水が関与するメカニズムが重要な役割を果たしている、それが地震発生機構に関連している、という内容でしたが、参加した岩盤工学関連の研究者の方たちが

らは岩石物性に関しての多くの質問をいただき活発な討論ができました。自分の研究手法や成果を、どのような観点で整理すれば、他分野の研究者・技術者の人たちと一っしょに研究できるか、ということを考えています。

このシンポジウムは、また、日韓ジョイントシンポジウムとして、いくつかの招待講演も企画されました。その中でも、韓国KIGAMのSynn博士による「Assessment of air tightness and geomechanical performance of lined rock cavern system for underground compressed air energy storage」という基調講演では、地下空間に圧縮空気を蓄積することでエネルギー利用しようというプロジェクトが紹介されました。地下空間を空気のStorageとして利用しようというもので、とても印象深いものでした。また、そのような技術を開発・実用化するには、岩石の力学や物性の研究が非常に重要であるということが実感できると同時に、実験室での研究の実用化への貢献について真剣に考える機会となりました。

今回のシンポジウムは、岩石力学・岩盤力学分野において、自分がおこなってきた研究の応用を考えるいい機会でした。岩石物性研究の成果を社会で実用化するにあたっては、学問の原点に立ち返り技術や成果の背景やメカニズムをきちんと解明することが重要であると思いました。

シンポジウムでの講演内容は、シンポジウム実行委員会の査読を経て「講演論文集」（ISSN 1883-1486）として出版されました。

外部委員会等 活動報告 (2013年3月)

2013年3月5日

南海トラフ巨大地震及び首都直下地震モデル検討会（岡村出席 / 内閣府）
最大クラスの強震断層モデルの長周期地震動の計算方法

2013年3月11日

地震調査委員会（岡村出席 / 文部科学省）
2月の地震活の動及び南海トラフの長期評価について

2013年3月14日

日本海における大規模地震に関する調査検討会（岡村出席 / 国交省）
日本海における最新研究の紹介と来年度以降の検討について

2013年3月19日

南海トラフ巨大地震及び首都直下地震モデル検討会（岡村出席 / 内閣府）
長周期地震動の計算手法についてほか

2013年3月25日

地震調査委員会第1回津波評価部会（行谷出席 / 東京）

2013年3月25日

地震防災対策強化地域判定会（小泉出席 / 気象庁）
東海地方周辺の最近の1ヶ月のデータを持ち寄って検討し、東海地震発生可能性について協議した。