

## Contents

- 東南海・南海地震予測のための総合観測井掘削に伴う地殻応力測定 … 1
- 岩手県柞木立トレンチで小・中学生対象の見学会を実施 … 4
- Western Pacific Geophysics Meeting (西太平洋地球物理会議) 参加報告 … 4-5
- 外部委員会活動報告 2010年6月 … 6

## TOPICS 東南海・南海地震予測のための総合観測井掘削に伴う地殻応力測定

佐藤隆司 (地震素過程研究チーム)

### 1. はじめに

産業技術総合研究所では、2006年度から、東南海・南海地震の発生予測精度向上のため、南海トラフ沿いの愛知県、紀伊半島および四国地域において地下水等総合観測施設の整備を行っています。各観測施設には深さの異なる3つの井戸(標準的の深度600m, 200mおよび30m)が掘削され、水位計、歪計、地震計等が設置されました。これまでに14ヶ所の観測施設を完成し、観測を続けています(図1)。観測網の概要については小泉ほか(2009)を参考にしてください。また、地震計による観測については、本センターニュース先月(5月)号で紹介されています[今西・武田(2010)]。

観測井掘削中にはいくつかの手法を用いて地殻応力測定が実施されました。また、採取されたコアを用いた地殻応力測定も行われました。観測井の孔壁の観察からも地殻応力に関する重要な情報が得られています。14ヶ所の観測施設は四国および紀伊半島に広範囲に分布しており、当地域の浅部応力状態に関する重要な情報を与えてくれます。現在、水圧破砕法による地殻応力測定データとボアホール・テレビュア(BHTV:超音波を用いて孔壁の画像を取得する手法)やボアホール・カメラによる孔壁観察データを整理して当地域の浅部応力の分布を調べています。

### 2. 水圧破砕法応力測定

水圧破砕法応力測定では、測定区間の孔内水圧を高めて孔壁に引張亀裂を発

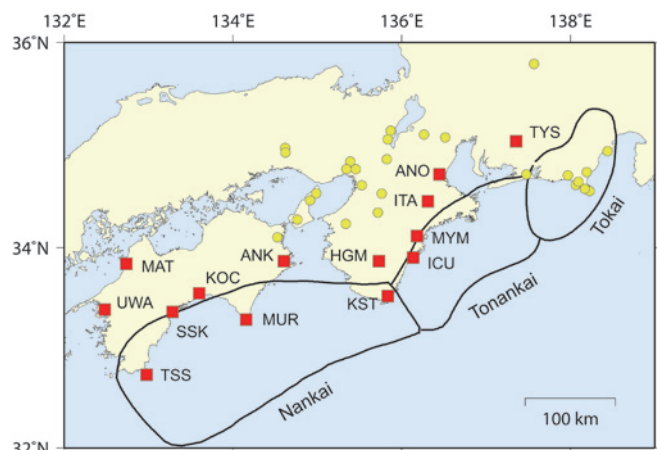


図1 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点(赤四角)。東海および近畿地方に展開されている既存の観測点が黄色い丸で示されています。



生させます（写真1）。ボーリング孔の孔壁近傍に生じる円周方向の圧縮応力は、孔を掘削したことによって生じる応力集中により、水平最小圧縮応力の方向で最大、水平最大圧縮応力の方向で最小になります。測定区間に水圧を加えることにより生じる引張応力が岩石の引張強度を越えると、水平最大圧縮応力の方向に亀裂が生成されます。水平最大圧縮応力の方向は、孔壁の型取り等により、亀裂の方向を調べることで知ることができます（図2）。亀裂生成後に減圧、加圧を繰り返して亀裂を開閉させ、亀裂が開口、閉口する時の圧力を計測することで応力の大きさを推定することができます。水圧破碎法による応力測定は、愛知県豊田市下山（TYS）、三重県津市安濃（ANO）、紀北町海山（MYM）、熊野市井内浦（ICU）、高知県土佐清水市（TSS）の5観測点で実施しました。

### 3. 孔壁の観察から得られる地殻応力に関する情報

BHTV やボアホール・カメラによる孔壁の観察から、多くの観測井でボアホール・ブレイクアウト（BB）といわれる現象や掘削時に発生した引張破壊

（Drilling Induced Fracture, DIF）による割れ目が見出されました。BB は孔壁の円周方向に加わる圧縮応力が岩石の一軸圧縮強度を超えると発生する圧縮破壊現象で、水平最小圧縮応力の方向に生じます [Zoback et al., 1985]。DIF は掘削泥水の圧力によって生じる引張破壊で、水圧破碎試験の場合と同様、亀裂は最大水平圧縮応力の方向に現れます。図3(a) はBHTV で観察されたBB の例、図3(b) はボアホールカメラによって観察されたDIF の例です。どちらの場合も水平最大圧縮応力がほぼ東西を向いていることを示しています。

### 4. まとめ

東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測網の整備に伴い得られた地殻応力に関するデータについて紹介しました。国土地理院のGPS 観測によると、この地域では北西-南東方向の圧縮が進行しています [Sagiya et al. (2000)]。これは南海トラフからのフィリピン海プレートの沈み込みによるものと考えられます。一方、地殻内の浅い地震の

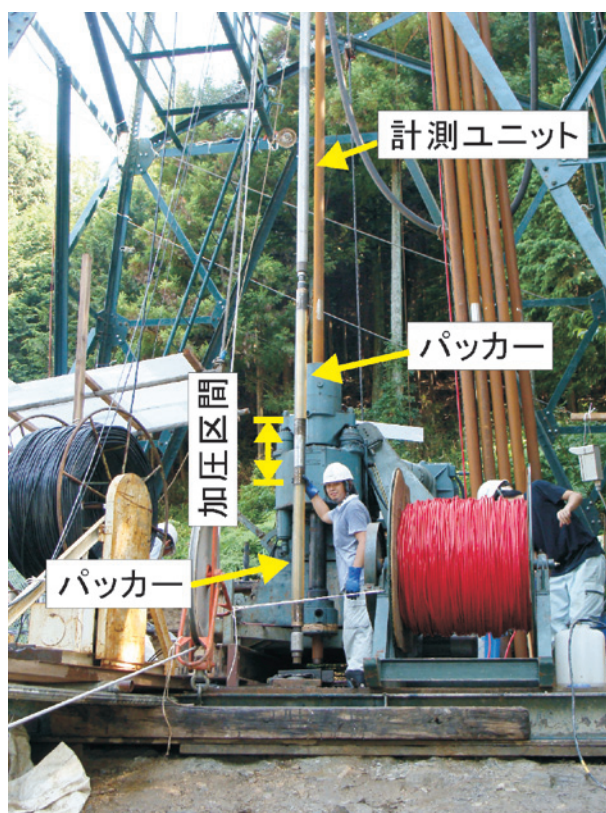


写真1 安濃（ANO）観測点における水圧破碎試験の様子。測定用のゾンデをボーリング孔に挿入するところです。加圧区間の上下のパッカーを孔壁に密着させた後、加圧区間に水を圧入して、孔壁に亀裂を発生させます。計測ユニットには圧力計、流量計が入っています。流量を加圧区間のすぐそばで計測することにより、応力値を精度良く推定することが可能になります。

発震機構は東西方向の圧縮を示します [岡野・木村 (1996)]. 測地観測から得られる最大圧縮の方向と地震のメカニズムから推定される最大圧縮の方向との不一致の原因については、いくつかの解釈が提案されています [例えば塚原・小林 (1991)], 今後の検討課題です. 今回得られたデータについては現在整理中ですが, 多くの観測点で圧縮軸が北東 - 南西から東西方向を向く傾向が認められます.

図 1 の作成には Generic Mapping Tools [Wessel and Smith (1998)] を使用しました.

参考文献

今西和俊・武田直人 (2010), 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点における地震観測, 活断層・地震研究センターニュース, No.13, 1-6.

小泉尚嗣ほか (2009), 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備について, 地質ニュース, 662, 6-10.

岡野健之助・木村昌三 (1996), 南海地震に関連する四国および周辺地域の地盤変動, 地震 2, 49, 361-374.

Sagiya, T., S. Miyazaki and T. Tada (2000), Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, Pure Appl. Geophys., 157, 2303-2322.

塚原弘昭・小林洋二 (1991), 中・西部日本の地殻応力, 地震 2, 44, 221-231.

Wessel, P., and W.H. Smith (1998), New, improved version of the Generic Mapping Tools released, EOS Trans, AGU, 79, 579.

Zoback, M. D., Moos, D., Mastin, L. and Anderson, R. G. (1985) : Wellbore breakouts and in situ stress, J. Geophys. Res., 90, 5523-5530.

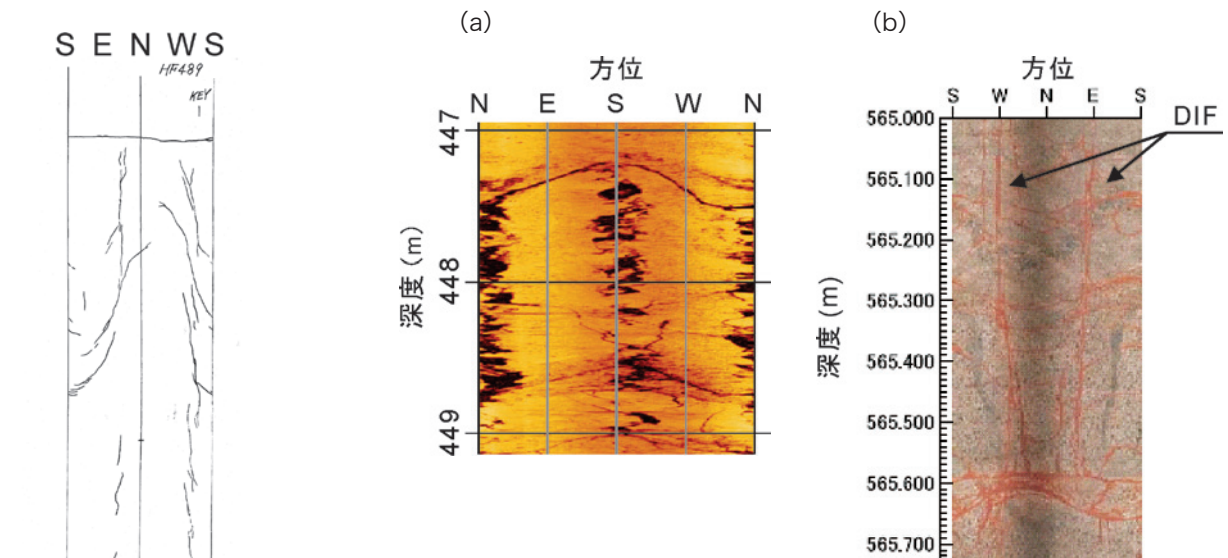


図 3 孔壁の観察記録. (a) 阿南桑野 (ANK) 観測点深度 447 ~ 449m の BHTV 記録. ボアホールブレイクアウトが認められます. (b) 土佐清水 (TSS) 観測点深度 565m のボアホールカメラの記録. DIF が認められます.

図 2 水圧破碎試験で生成された亀裂の型取り記録. 土佐清水 (TSS) 観測点の深度 489m での試験で得られた記録です.





## はのきだち 岩手県<sup>たつこた</sup>柵木立トレンチで小・中学生対象の見学会を実施

桑原保人・丸山 正

産総研では2008年岩手・宮城内陸地震の震源域の2カ所で、(独法)原子力安全基盤機構(JNES)からの受託研究「変動地形に基づく伏在断層評価手法の高度化」の一環としてトレンチ調査を実施しています。今回は、(株)アイ・エヌ・エーのご協力のもと、このトレンチ現場で小・中学生の見学会を実施しましたので、この時の様子をご報告することにします。

見学会は、5月末に地元の厳美中学校26名、6月始めに厳美小学校16名、達古袋小学校8名、先生方数名を対象に2度実施されました。このトレンチ壁面では誰の目にも明らかな、迫力ある地層のずれが確認できます。子供たちからは、「この大きな穴はどうやって掘ったのですか？」など素朴な質問から、「なんで古い地層の中に石ころが混ざっているのですか？」など地質学の本筋に沿った質問などがでていました。このような子どもたちを対象とする見学会は、私たちの仕事を広く理解していただくために行うのはもちろんのこと、自分たち自身、えてして忘れることもある本質的な研究の意義を思い出させてくれる効果もあり、今後も機会があれば実施していきたいと考えています。



トレンチ現場での見学会の風景。



## Western Pacific Geophysics Meeting (西太平洋地球物理会議) 参加報告

増田幸治 (地震素過程研究チーム)

2010年6月22日より25日にかけて、台北国際会議場(台湾台北市)において、Western Pacific Geophysics Meeting(西太平洋地球物理会議)が開催された。2年に1度アジア地域で開催されている American Geophysical Union(アメリカ地球物理学連合)の国際学会である。

活断層・地震研究センターからは岡村センター長はじめ5名が参加した。

Seismology, Tectonophysics, Hydrologyなど活断層・地震研究センターに関係が深い分野に加えて、Atmospheric Science, Space Physicsなど、地球物理学の幅広い分野の発表があった。プログラムをざっと数えてみると1500くらいの発表が行われた。台湾で開催された学会ということもあって台湾からの参加者、特に若い大学院生クラスの人たちの参加が多かったように思う。毎日、昼休みの時間には、Five years since Sumatra: what have we learned? (by E Okal), Aerosols, Monsoon Rainfall Variability, and Climate Change (by W K Lau)など、Western Pacific Meetingを意識した1時間程度の特別講義が開催された。

この時期の台湾は連日かなり蒸暑く、滞在中ほぼ毎日午後になると雷雨もあった。台北市内は車やバイクがかなり多く走っていて、会議



写真1 会場の台北国際会議場。近くに台北101(高い建物)が見える。この地下にある広いフードコートで昼食をとった。高いところは苦手です。

場まで徒歩で移動している際も、蒸暑いのと排気ガスの臭いが強く、空気がいいとはいえない。一方会議場内は冷房がしっかりきいてむしろ寒さを感じる位で、服装には配慮と準備が必要である。

私自身は、5年ほど前、TCDP（台湾 Chelungpu 断層掘削計画）関連の仕事に参加して以来の台湾訪問で、当時いっしょに仕事をした何人かの台湾の研究者と久しぶりに直接会い、やっと accept されたその時の仕事の論文の話をしてもらう機会がもてた。Western Pacific Meeting ということでオーストラリアの研究者も来ていて、Australia 国立大学の I. Jackson 教授など以前お世話になった人とも再会することができ、有意義な時間を過ごすことができた。

口頭発表会場では、15分の発表（および質疑応答、交代）時間しか割り当てがないにもかかわらず、スライドを20枚以上、中には30枚近く準備して、しかもそれぞれを詳しく説明し、最後に時間がなくなってしまいう例も散見され、学会発表の基本がしっかりできていない人もかなりいた。教官クラスと思われる年齢層の人たちにもみられたのは残念というほかない。一度でもリハーサルすれば、時間内に話さきれないのは明らかなのに、せっかくの国際学会での発表機会を十分生かしていない。発表者にも、質疑応答がほとんどできなくなってしまいう聴衆にも欲求不満が残るだろう。

ポスター発表は、発表されるポスター数に比べて、ポスター展示のスペースが十分でないように思えた。会議場の構造上仕方がないのかもしれないが、1階、2階の通路に分散されてポスター展示が行われているために、リフレッシュメント近くのポスターには人が集まって活発な議論が行われている反面、ちょっとわかりにくい通路にポスター掲示が割り当てられた人たちは、はたして満足できたのだろうか。特に、ほとんど人が通らない通路に掲示した自分のポスターの前にポツンと立っている若い人を見るととても気の毒だった。

いろいろな人がそれぞれの立場で、さまざまな事を学び、それらを今後に生かせるような機会であったと願いたい。

写真提供：吉見雅行

## 活断層・地震研究センターからの参加者と発表タイトル

岡村ほか

Y Okamura, F Murakami, T Inoue, K Ikehara

Surveys of offshore active faults using high resolution multi-channel seismic system around Japan

小泉ほか

N Koizumi, Y Kitagawa, N Matsumoto, M Takahashi, T Sato

Changes in groundwater level and crustal strain related to earthquake swarms off the east coast of Izu Peninsula, Japan in December, 2009

重松ほか

N Shigematsu, K Fujimoto, N Tanaka, T Takeshita, H Mori, S Wallis

Faulting at depth revealed by the borehole core penetrating the Median Tectonic Line, SW Japan

吉見ほか

M Yoshimi, T Maruyama, S Toda

Surface deformation extracted from trees' tilt around surface ruptures of the 2008 Iwate-Miyagi inland earthquake, Japan, using ground-based LiDAR point clouds

増田ほか

K Masuda, T Arai

Effects of water on long-term fault strength

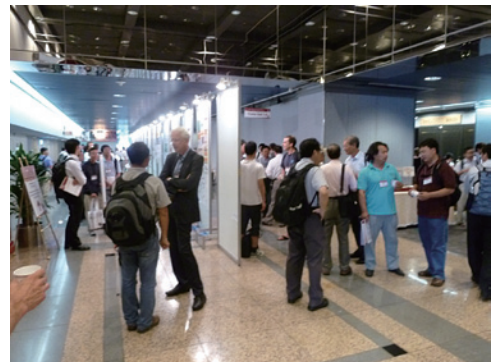


写真2 リフレッシュメント付近のポスター会場。リフレッシュメントの時間帯にはコーヒー・紅茶のほか、ケーキ、小籠包、春巻なんかも出て、人気でした。自然とそのまわりのポスターは活発。



写真3 Registration deskの様子。オレンジ色のお揃いのシャツを着たスタッフは皆さん若く、英語で応対。

外部委員会等 活動報告 (2010年6月)

2010年6月1日

地震防災対策強化地域判定会委員打ち合せ会 (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する。

2010年6月3日

原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 (杉山出席 / 東京)

安全審査の手引きについてなど

2010年6月9日

地震調査委員会 (岡村出席 / 文科省)

平成22年5月の地震活動についてなど

2010年6月14日

測地学分科会地震火山部会観測研究計画推進委員会 (小泉出席 / 文科省)

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の平成21年度年次報告および全体のレビューの方針について話し合う。

2010年6月16日

原子力安全・保安院 耐震・構造設計小委員会地震・津波、地質・地盤合同WG (岡村, 杉山, 吾妻出席 / 経済産業省)

2010年6月30日

地震調査研究推進本部地震調査委員会第159回長期評価部会 (吉岡出席 / 東京)