

SCG062-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## ひずみ集中帯内外でのM7クラス地殻内地震系列間の震源特性の比較(2) Comparisons of source characteristics among recent disastrous inland earthquake sequences in Japan (2)

染井 一寛<sup>1\*</sup>, 浅野 公之<sup>2</sup>, 岩田 知孝<sup>2</sup>  
Kazuhiro Somei<sup>1\*</sup>, Kimiyuki Asano<sup>2</sup>, Tomotaka Iwata<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 地盤研究財団, <sup>2</sup> 京大防災研

<sup>1</sup>G.R.I., <sup>2</sup>DPRI, Kyoto Univ.

前報(染井・他, 2009, JpGU, SCG088-P18)ではひずみ集中帯内外で起きたM7クラスの本震とその余震の地震系列の震源特性の違いについて調べた。具体的には、ひずみ集中帯内の5地震系列と西南日本のひずみ速度が相対的に小さい地域の3地震系列である。K-NET, KiK-netの強震記録を用い、規模の違うイベントの記録のS波コーダ部分のスペクトル比をとることで、伝播経路及びサイト特性を相殺させて観測震源スペクトル比を得た。それに対してBrune(1970)による $-2$ モデルに基づく理論震源スペクトル比関数をフィッティングさせ、各イベントのコーナー周波数 $f_c$ を求め、円形クラックモデルにより応力降下量を推定した。ここまで対象とした地震系列の結果からは、本震や地震系列全体について、ひずみ集中帯の内外で震源特性の違いは無かった。

今回は、ひずみ集中帯内で発生し本震のメカニズム解が横ずれ断層型の1995年兵庫県南部地震や、1996年宮城県北部の地震、2003年宮城県北部の地震、1997年山口県北部の地震を加えた12本震を含む全部で324イベント( $M_w$ :3.1 - 6.9)の震源特性を評価した。データは、K-NET, KiK-net, 関西地震観測研究協議会の各強震記録を使用した。震源スペクトル比の推定には前回と同様に、S波コーダ部分を用いる。震源スペクトル(比)はほとんど $-2$ モデルによってモデル化できた。各地震系列の応力降下量は、ひずみ集中帯の内外、また、本震のメカニズムタイプによって特徴付けた各地震系列のメカニズムタイプにおいても系統的な特徴は無かった。本研究の結果の検証を行うため、今後、本震のような地震規模の大きな地震に対して推定された震源パラメータと既往研究の震源モデルとの比較や、広帯域地震観測網F-netを使用した場合の結果との比較、また、パラメータの推定に対する観測点分布の影響を精査する。

### 謝辞

独立行政法人防災科学技術研究所 K-NET, KiK-net, 関西地震観測研究協議会による強震記録, F-net のモーメントテンソル解, 気象庁一元化震源カタログの震源情報を、それぞれ使用しました。東京大学地震研究所加藤愛太郎博士には2007年能登半島地震系列, 2004年新潟県中越地震系列の再決定震源情報を使わせて頂きました。記して感謝いたします。

キーワード: ひずみ集中帯, S波コーダ, 震源スペクトル比, コーナー周波数, スケーリング

Keywords: high strain rate zone, S-wave coda, source spectral ratio, corner frequency, scaling

SCG062-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 石狩低地東縁断層帯周辺の比抵抗構造 ( 2 )

### Resistivity structure around the Ishikari-teichi-toen fault zone, Hokkaido, Japan (2)

山谷 祐介<sup>1\*</sup>, 茂木 透<sup>1</sup>, 本多 亮<sup>2</sup>, 長谷 英彰<sup>3</sup>, 鈴木 敦生<sup>1</sup>, 橋本 武志<sup>1</sup>

Yusuke Yamaya<sup>1\*</sup>, Toru Mogi<sup>1</sup>, Ryo Honda<sup>2</sup>, Hideaki Hase<sup>3</sup>, Atsuo Suzuki<sup>1</sup>, Takeshi Hashimoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学・理・地震火山研究観測センター, <sup>2</sup> 北海道大学大学院理学研究院, <sup>3</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>ISV, Sci., Hokkaido Univ., <sup>2</sup>Sci., Hokkaido Univ., <sup>3</sup>ERI, Univ. of Tokyo

In order to understand source processes of inland earthquake, it is an important element to reveal a crustal structure and behavior of fluids around the fault zone. Resistivity sounding using magnetotelluric (MT) method can detect resistivity structure down to a few dozen km, depending on a frequency band that is used for analysis, and resistivity is a sensitive quantity to the presence of fluids. MT survey is one of the best approaches to resolve this problem. Ishikari-teichi-toen fault zone is located in the eastern edge of Ishikari Lowland of Hokkaido, Japan. The main part of this active fault zone has a potential to cause an earthquake of M 7.9 (The Headquarters for Earthquake Research Promotion, 2003). MT survey around this fault zone was concluded in order to reveal the fluid distribution beneath the fault zone and to investigate the correlation between the faults and the crustal structure. Four parallel survey lines crossing the fault zone were extended to the ENE-WSW direction with approximately 80 km long. We obtained the wideband-MT data from new 30 stations along these lines.

The 2-D resistivity inversion code developed by Ogawa and Uchida (1996) estimated resistivity sections that were perpendicular to the fault zone. These sections were consistent to the seismic reflection profile and represented the complicated structures that due to development of thrust faults. The supposed resistivity sections approximately corresponded to geological units. The surface of the study area indicated relatively high resistivity, corresponding to the Quaternary sediments. A resistivity beneath the fault zone was detected lower than that of surroundings, associated with the thrust zone of the Tertiary system. The Neogene sediments that occupied the lowland had extremely low resistivity (<10 ohm-m), and extended to NS direction, keeping its thickness of more than 4 km. Seismic hypocenters were distributed within and the edge of resistive bodies at deeper than 5 km. This positional relation suggested a stress concentration to the structural boundaries.

キーワード: 比抵抗構造, マグネトテルリック, 石狩低地東縁断層

Keywords: resistivity structure, magnetotelluric, Ishikari-teichi-toen fault zone

SCG062-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 広帯域 MT 観測から推定される南東北地方の比抵抗構造

## Resistivity structure in southern Tohoku region inferred from Wide-band MT surveys

長谷 英彰<sup>1\*</sup>, 坂中 伸也<sup>2</sup>, 小山 崇夫<sup>1</sup>, 上嶋 誠<sup>1</sup>, 渡邊 篤志<sup>1</sup>, 宮川 幸治<sup>1</sup>, 芹澤 正人<sup>1</sup>, 小山 茂<sup>1</sup>, 山谷 祐介<sup>3</sup>

Hideaki Hase<sup>1\*</sup>, Shin'ya Sakanaka<sup>2</sup>, Takao Koyama<sup>1</sup>, Makoto Uyeshima<sup>1</sup>, Atsushi Watanabe<sup>1</sup>, Koji MIYAKAWA<sup>1</sup>, Masato Serizawa<sup>1</sup>, Shigeru Koyama<sup>1</sup>, Yusuke Yamaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> 秋田大学工学資源学部, <sup>3</sup> 北海道大学地震火山研究観測センター

<sup>1</sup>ERI, Tokyo University, <sup>2</sup>Akita University, <sup>3</sup>ISV, Hokkaido University

In the tectonic zone, dehydrated fluid from a subducted oceanic plate is estimated to be localized in the crust and the upper mantle. It is considered that identifying the localized fluid is the critical key to clarify the mechanism of tectonic zone. Therefore, measuring of electrical resistivity structure which is highly sensitive to fluid, is thought to be contributing to clarify the mechanism of the tectonic zone. We started wideband magnetotelluric (MT) measurements in the northeastern margin of Japan sea tectonic zone since 2008. We estimated an eastward dipping low resistivity zone probably along the eastern Shonai plane active fault from 2D analysis. However, the whole feature of the low resistivity zone was not clear in the measurements.

To elucidate the spatial extent of the low resistivity zone, additional three lines of MT measurements over 50 km long were performed in the northwestern part of Tohoku region in 2009. The measurements have been continued about 20 days at each site by using 15 measurement devices. The source of electromagnetic induction was very weak during the period because of the very weak solar activity. However, we are able to obtain enough quality impedance responses because of using the advanced robust code of BIRRP (Chave and Thomson, 2004) for the impedance response and done the long period measurements. In this presentation, we will discuss the whole feature of the low resistivity zone and also the mechanism in the tectonic zone from estimated 2D resistivity structures of all measurement lines.

キーワード: MT 観測, ひずみ集中帯, 比抵抗構造

Keywords: Magnetotelluric method, tectonic zone, resistivity structure

SCG062-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 2008年岩手・宮城内陸地震の震源域および鳥海山周辺における地震波減衰構造 Detailed seismic attenuation structure in the focal area of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake (M7.2), NE Japan

四ヶ所 健太<sup>1\*</sup>, 岡田 知己<sup>1</sup>, 中島 淳一<sup>1</sup>, 内田 直希<sup>1</sup>, 速水 絵里圭<sup>2</sup>, 松澤 暢<sup>1</sup>, 海野 徳仁<sup>1</sup>, 長谷川 昭<sup>1</sup>, 2008年岩手・宮城内陸地震合同余震観測グループ<sup>3</sup>

Kenta Shikasho<sup>1\*</sup>, Tomomi Okada<sup>1</sup>, Junichi Nakajima<sup>1</sup>, Naoki Uchida<sup>1</sup>, Erika Hayami<sup>2</sup>, Toru Matsuzawa<sup>1</sup>, Norihito Umino<sup>1</sup>, Akira Hasegawa<sup>1</sup>, Group for the aftershock observations of the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東北大学・理・予知セ, <sup>2</sup> 気象庁, <sup>3</sup> 岩手・宮城内陸地震合同余震観測グループ

<sup>1</sup> RCPEV, Grad. Sch. of Sci., Tohoku Univ., <sup>2</sup> Japan Meteorological Agency, <sup>3</sup> GIMNE2008

2008年6月14日に岩手県南西部から宮城県北西部にかけての領域でM7.2の地震が発生した。この地震は東北脊梁山地歪集中帯で発生した。地震発生後、2008年岩手宮城内陸地震余震観測グループによって臨時観測が行われた。余震の震源分布からは本震震源付近に傾斜角約40°の西傾斜の余震の並びが見られ、逆断層型の浅い内陸地震であった。また、震源域深部には低速度領域が見られた(Okada et al., 2010)。本研究では、臨時余震観測点と定常観測点(気象庁, Hi-net), その他の臨時観測点(JNES, ひずみ重点臨時観測)で得られたデータを使用し、震源域における詳細な地震波減衰構造を推定した。

本研究では、 $t^*$ を用いたQのインヴァージョン(例, Eberhart-Phillips and Chadwick, 2002)により減衰構造を推定する。しかし、 $t^*$ とコーナー周波数にはトレードオフがあること(Scherbaum, 1990)が知られており、適切な $t^*$ を推定することは困難である。そこで前回(四ヶ所・他, 2010, SSJ)と同様に、グリッドサーチによりコーナー周波数を推定する際に地震の応力降下量を仮定し、そこから得られたコーナー周波数の範囲内で求めた。その結果、data varianceは減少しトレードオフによる影響を改善できたと考えられる。

本研究では、「ひずみ重点」プロジェクトによる観測点によるデータをさらに加えることで震源域西側、特に鳥海山周辺の地震波減衰構造を詳細に推定することを試みた。その結果、西側の鳥海山付近に高減衰領域があることがわかった。この減衰域は2008年岩手・宮城内陸地震の震源域および周辺の火山下に見られた下部地殻に存在する高減衰領域とは分かれて分布している。このことは地震波速度構造の結果に対応している。

一方、スペクトル比法を用いることでサイト特性や伝播経路特性の影響を受けずにコーナー周波数を推定できる。このことから、スペクトル比法を適用し得られたコーナー周波数を用いて $t^*$ を推定することで、前述のトレードオフによる影響がなくなり $t^*$ を安定して推定することができると期待される。スペクトル比法を余震に適用して得られたコーナー周波数と $t^*$ との同時推定法により得られたコーナー周波数を比較したところ、ほぼ同じ値が得られていることを確認した。このことは従来の手法でも適した値が求められていたと言えるが、 $t^*$ を安定して求めるために、今後、できるだけ多くの地震についてスペクトル比法で得られたコーナー周波数を用い、トモグラフィーを行う予定である。

キーワード: 内陸地震, 地震波減衰, スペクトル比法

Keywords: Inland earthquake, seismic attenuation, spectral ratio

## 酒田沖隆起帯における浅層音波探査

## Shallow seismic profiling across the Sakata Uplift, the eastern margin of the Sea of Japan

堀川 晴央<sup>1\*</sup>, 岡村 行信<sup>1</sup>, 村上 文敏<sup>1</sup>

Haruo Horikawa<sup>1\*</sup>, Yukinobu Okamura<sup>1</sup>, Fumitoshi Murakami<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(独)産総研 活断層・地震研究センター

<sup>1</sup>AFERC, AIST

山形県酒田市沖に北北東-南南西走向で位置する酒田沖隆起帯は、日本海東縁に分布する断層帯である粟島-男鹿断層帯(岡村・他, 1996)の一部をなす。この隆起帯は、粟島隆起帯と同様に西傾斜の逆断層の上盤に形成された背斜構造であり、完新統を変位させていることから活断層と考えられる(岡村・他, 1996)が、粟島隆起帯に比べるとその規模は小さい(岡村・他, 1998)。酒田沖には1833年の庄内沖地震の波源域や震源域が推定されている(羽鳥・片山, 1977; 相田, 1989)が、上述の活構造との対応を意識した推定はなされておらず、再考が必要である(岡村・他, 1998)。このように、酒田沖の海域の地質構造と地震活動との関係は未整理であり、また、活動度に関する情報も乏しく、日本海東縁の地震ポテンシャルに関する研究課題の一つであると言える。この課題を解決し、日本海東縁の近い将来の地震活動を予測するため、我々は酒田沖隆起帯を横切る測線を設けて浅層を対象とした音波探査を実施した。本講演ではその結果を報告する。

酒田沖隆起帯を横切るよう西北西-東南東の5測線を設定し、隆起帯の走向方向の活動度の違いを明らかにすることを旨とした。以下では、最も北北東側に位置する測線をS1と称し、南南西に向かってS2, ..., S5と命名している。各測線は長さ16km程度で、総計80km超であり、測線どうしの間隔は約6kmである。ブーマーを音源とし、12チャンネル(チャンネル間隔2.5m)の受波器を備えたストリーマケーブルで受振した。これらの送受振機を同一の船で曳航して調査を進めた。発振間隔は約1.25mである。現場では次の発振までデータを取り続けたが、A/D変換後の最終的な記録は、水深により適宜切り出し開始時刻を変えつつも長さは0.6sで揃えた。海上保安庁酒田支部をGPSの基地局としたキネマティックGPSにより船の位置を測った。また、音響測深機を用いた水深測量も同時に行っている。得られた記録に対して、重合処理など、マルチチャンネルによる音波探査の通常の処理を行って時間断面を得た。

5つの測線のいずれの測線においても、岡村・他(1996)で断層が認定された位置付近に断層活動に伴う構造が確認された。S2からS5測線で見られた特徴を以下に記載する。S2測線では、幅500mほどで比高が2msほどの隆起した海底面が見られ、その直下には北西上りの撓曲を示す反射面が少なくとも2つ確認でき、浅い方の落差は5ms、深い方の反射面の落差は20msほどと、累積性が認められる。また、下盤側では、2kmほどにわたって、地層が傾き下がっていることが追跡できる。S3測線においては、S2において認められた海底面の隆起は見られない。海底面を陸から沖に向かって追跡すると、深くなっていたものが途中で逆に浅くなるという深度変化の変曲点が認められる。また、測線の最も陸側において海底面下20msほどの深さに認められる反射面を陸側から沖に向かって追跡すると、上記の変曲点周辺で海底面との間の距離が短くなり、やがてほとんど判別できなくなる。すなわち、海底面とこの反射面との間に分布する堆積層(完新統と思われる)がアバットしているように見える。S4測線においては、海底面において幅500mほどの撓曲が認められ、比高は4msほどである。また、撓曲部の下にある反射面が深いものほど傾斜がきつくなるという変形の累積も認められるが、S2ほど顕著ではない。S5測線においても、海底面において幅600mほどの撓曲が認められ、比高は5msほどである。

キーワード: 音波探査, 日本海東縁, 酒田沖隆起帯, 撓曲

Keywords: seismic profiling, Sataka-oki Uplifts, eastern margin of the Sea of Japan, flexure

SCG062-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 高精度反射法地震探査による会津盆地西縁断層帯の浅部地下構造 High resolution seismic reflection profiling across the western Aizu basin fault zone, northeast Japan

石山 達也<sup>1\*</sup>, 加藤 直子<sup>1</sup>, 佐藤 比呂志<sup>1</sup>, 森健彦<sup>1</sup>, 加藤 一<sup>2</sup>, 戸田 茂<sup>3</sup>, 今泉 俊文<sup>4</sup>, 小池太郎<sup>5</sup>, 石川 達也<sup>3</sup>, 中西 裕<sup>4</sup>, 北村 重浩<sup>4</sup>, 中山 貴隆<sup>6</sup>, 丸島 直史<sup>4</sup>

Tatsuya Ishiyama<sup>1\*</sup>, Naoko Kato<sup>1</sup>, Hiroshi Sato<sup>1</sup>, Takehiko Mori<sup>1</sup>, Hajime Kato<sup>2</sup>, Shigeru Toda<sup>3</sup>, Toshifumi Imaizumi<sup>4</sup>, Taro Koike<sup>5</sup>, Tatsuya Ishikawa<sup>3</sup>, Yutaka Nakanishi<sup>4</sup>, Shigehiro Kitamura<sup>4</sup>, Yoshitaka Nakayama<sup>6</sup>, Naofumi Marushima<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> 山梨大学, <sup>3</sup> 愛知教育大学, <sup>4</sup> 東北大学, <sup>5</sup> (株) ジオシス, <sup>6</sup> 千葉大学

<sup>1</sup>ERI, University of Tokyo, <sup>2</sup>Yamanashi University, <sup>3</sup>Aichi Educational University, <sup>4</sup>Tohoku University, <sup>5</sup>Geosys, Inc, <sup>6</sup>Chiba University

東北日本南部の地形的配列のうち最も背弧側に位置する、越後山地や飯豊山地、出羽丘陵といった背弧側の山地・丘陵は、いずれも東西幅 50km 程度の、低起伏かつ箱形の地形的高所をなし、より起伏が大きく平均標高の高いほぼ火山フロント沿いの脊梁山地と対照的な地形的特徴をもつ。また、これらの背弧側の山地・丘陵には、脊梁部に比べて非常に短縮量の大きい褶曲衝上断層帯が発達しており、そのうちの多くは現在も活動的である。このように、背弧域の山地・丘陵は東北日本弧の地殻変動像を知る上で非常に重要であり、その重要な構造要素である越後山地の東側を限る逆断層帯である会津盆地西縁断層帯の地下構造を探る目的で、地震予知計画の一環として高精度浅層反射法地震探査を行った。本実験では、東京大学地震研究所所有のマルチチャンネル陸上反射法地震探査システム GDaps-4 ((株)地球科学総合研究所製)および小型バイブレーター震源 T-15000 (IVI 社製)を用いた。測線は会津坂下町青木から喜多方市高郷町大田賀の約 7.3 km 区間である。主なデータ取得パラメータは以下の通りである: 受振・発振点間隔: 10 m, スweep長: 20sec, sweep周波数: 10-100 Hz, 地震計固有周波数: 10 Hz, チャンネル数: 220, 記録長: 3 sec, サンプリング間隔: 2 msec, 平均垂直重合数: 5-7, 平均水平重合数: 110。測線周辺のノイズレベルは非常に低く、その結果ほぼ全てのショット記録において S/N 比の高い良好な記録が得られた。この観測記録を用いて、Super-XC ((株)地球科学総合研究所製)を使用した共通反射点重合法に基づくデータ解析を行った結果、結果、会津盆地および同西縁断層帯の上盤側に発達する非対称背斜構造の、往復走時 1.5-2.0 秒までのイメージが取得できた。会津盆地の地下にはほぼ水平な高周波の連続的な反射面群が往復走時約 1.5 秒まで分布しており、盆地を埋積する鮮新・更新統に対応するとみられる。一方、断層の上盤側では更新統に対比される反射面群が東側に傾斜していることがわかる。両者の間に存在する西傾斜の向斜軸の地表延長は、完新世段丘の分布位置におおよそ対応している。今後は、速度解析など反射法解析を進めて地下構造断面を作成し、地表地質・ボーリングとの対比を行い、会津盆地西縁断層帯により形成された褶曲構造の詳細を明らかにすると共に、断層関連褶曲の構造形態と地層の堆積年代から断層帯の長期的なひずみ速度を明らかにする予定である。

なお、本研究では地震研究所共同利用の機器を使用した。本研究は文部科学省による「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の支援を受けました。記して感謝いたします。

キーワード: 会津盆地西縁断層帯, 活断層, 浅層反射法地震探査, 東北南部

Keywords: Western Aizu basin fault zone, active fault, shallow seismic reflection profiling, southern northeast Japan

## 新潟平野・長岡市東方における重力測定に基づく地下密度構造の推定 Subsurface density structure of eastern Nagaoka city in the Niigata plain based on gravity survey, central Japan

石川 達也<sup>1\*</sup>, 戸田 茂<sup>1</sup>, 石山 達也<sup>2</sup>, 佐藤 比呂志<sup>3</sup>, 加藤 直子<sup>3</sup>, 森岡 麻衣<sup>1</sup>, 越谷 信<sup>4</sup>, 今泉 俊文<sup>2</sup>, 東中 基倫<sup>5</sup>  
Tatsuya Ishikawa<sup>1\*</sup>, Shigeru Toda<sup>1</sup>, Tatsuya Ishiyama<sup>2</sup>, Hiroshi Sato<sup>3</sup>, Naoko Kato<sup>3</sup>, Mai Morioka<sup>1</sup>, Shin Koshiya<sup>4</sup>, Toshifumi Imaizumi<sup>2</sup>, Motonori Higashinaka<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 愛教大・地学, <sup>2</sup> 東北大・理・地理, <sup>3</sup> 東大・地震研, <sup>4</sup> 岩大・建築, <sup>5</sup> 地科研

<sup>1</sup> Earth Sci., AUE, <sup>2</sup> Geography Sci., Tohoku Univ., <sup>3</sup> ERI, Univ. Tokyo, <sup>4</sup> Iwate Univ., <sup>5</sup> JGI

### 1. 背景と目的

近年大きな被害をもたらす地震が日本海東縁のひずみ集中帯において発生している(2004年新潟県中越地震, 2007年新潟県中越沖地震)。これらの地震の震央付近に位置する長岡市東方には, 平野と山麓線基部の境界部において, 悠久山断層が分布することが知られている(1980; 活断層研究会)。その東方では新発田-小出構造線と呼ばれる構造線が存在する(1970; 山下)。これらの間には背斜構造が発達している。そこで, 本研究では悠久山断層から新発田-小出構造線にかけての地下構造を把握するべく, 重力探査と密度構造モデル解析を実施した。

### 2. 調査概要

#### (1) 調査測線

調査測線は, 長岡市花園町を起点とし, 同半蔵金を終点とする約10kmの区間である。測線の西端から約1.7km地点で悠久山断層(1980; 活断層研究会)を横断する。

#### (2) 調査手法

重力測定にはLaCoste&Romberg Model-G824重力計を用い, 反射法地震探査と重複する点についてはおよそ100m間隔で測定を行った。その他の点についてはおよそ200m間隔で測定を行った。測定は読み値の測定誤差が0.03mGalに収まるようにした。また, 各測点では補正に必要な測定時刻及び測点を中心とする近傍の二次断面の地形を記録した。補正には標高値も必要であるため, RTKGPS測量を実施した。RTKGPS測量による閉合誤差は最大で40mmである。RTKGPS測量で決まらなかった測定点に関しては水準測量を行いその閉合誤差は, 最大で5mmであった。

### 3. 測定重力値の補正

データ処理は, 地質調査総合センター(2004)に概ね従っており, 読み値の換算・潮汐補正・ドリフト補正を行い, さらに地形補正・フリーエア補正・ブーゲー補正を行ってブーゲー異常値を算出した。ブーゲー補正は球面ブーゲー補正とした。フリーエア補正に用いる正規重力式の近似式には測地基準系1980を用いている。

### 4. 測定結果

#### (1) 仮定密度

地形補正に用いる仮定密度は陸地が2.67 g/cc, 海域は2.67~1.03g/cc相当とした。ブーゲー補正密度に関しては, 1.6~2.67g/cc間の11種を仮定して, ブーゲー異常を算出した。その中から標高と比較し, 標高との相関が小さく視認される補正密度2.3g/ccを選択した。

#### (2) 結果

ブーゲー異常は測線の西端約13mgalが最も小さく, 東へ向かうにつれ徐々に増加する。そして西端から1.0km付近から急激な増加をする。これは悠久山断層の直下で観測される。増加は2.5km地点まで続きこれより東方ではほぼ横ばいとなり, 約4.5kmから再び増加する。さらに東に向かって急激な増加をし約8.5kmの地点で最大の約35mgalとなりこれより東では徐々に減少し, 東端で約33mgalとなる。最大値を示す地点が背斜構造の頂部であると考えられる。

キーワード: 長岡市, 重力探査, 悠久山断層, ブーゲー異常

Keywords: Nagaoka city, gravity survey, Yuckyuzan fault, Bouguer anomaly

SCG062-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 海陸地震観測網を用いたひずみ集中帯における応力場の推定

### Estimation of stress field in the Niigata-Kobe Tectonic Zone by a marine and land seismic network

真保 敬<sup>1\*</sup>, 町田 祐弥<sup>1</sup>, 篠原 雅尚<sup>1</sup>, 山田 知朗<sup>1</sup>, 望月 公廣<sup>1</sup>, 金沢 敏彦<sup>1</sup>

Takashi Shinbo<sup>1\*</sup>, Yuya Machida<sup>1</sup>, Masanao Shinohara<sup>1</sup>, Tomoaki Yamada<sup>1</sup>, Kimihiro Mochizuki<sup>1</sup>, Toshihiko Kanazawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東大地震研

<sup>1</sup> ERI

日本海東縁部にはひずみ集中帯が存在し、規模の大きな地震が何度も発生している (Sagiya et al., 2000)。そのような地震の発生メカニズムやひずみ集中帯の形成過程を解明するためには、詳細な震源分布を把握し、その領域での起震応力場を推定することが重要である。最近では、2004年中越地震や2007年中越沖地震の余震の震源メカニズムを用いて、震源域周辺の応力場の推定が行われた (Imanishi et al., 2006; Imanishi and Kuwahara, 2009)。陸上観測点のみで沖合いの地震の震源を精度良く決定することは難しいため、それらを用いて新潟県周辺海域における応力場を正確に推定することは困難である。しかしながら、海底地震計を用いることによって海底下で発生した地震の震源を精度良く決定することにより、正確な応力場を推定できると考えられる。真保・他 (2010) は、新潟県上越沖に設置した長期観測型海底地震計 (10台) と陸上の定常観測点を用いて、2008年12月から2009年10月までに発生した地震の震源決定を行い、340個の発震機構解を決定した。本研究では、これまでに海陸地震観測網によって決定された発震機構解の詳細な検討を行い、さらには、新潟県周辺海域下の応力場を推定する。



SCG062-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 長期海底地震観測による上越沖における地震活動と地震波速度構造 Seismicity and crustal structure in the tectonic zone off the Joetsu region as revealed by LT-OBSs

町田 祐弥<sup>1\*</sup>, 真保 敬<sup>1</sup>, 篠原 雅尚<sup>1</sup>, 山田 知朗<sup>1</sup>, 望月 公廣<sup>1</sup>, 金沢 敏彦<sup>1</sup>

Yuya Machida<sup>1\*</sup>, Takashi Shinbo<sup>1</sup>, Masanao Shinohara<sup>1</sup>, Tomoaki Yamada<sup>1</sup>, Kimihiro Mochizuki<sup>1</sup>, Toshihiko Kanazawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup> Earthquake Research Institute

At the eastern margin of the Japan Sea, large earthquakes have been occurred along a tectonic zone (e.g., 1964 Niigata earthquake, the 1983 Japan Sea earthquake, the 2004 Chuetsu earthquake and the 2007 Chuetsu-oki earthquake). Kato et al. (2008) suggested that reactivation of pre-existing faults within ancient rift systems by stress loading through a ductile creeping of the weak lower crust triggered the 2004 Chuetsu earthquake and the 2007 Chuetsu-oki earthquake. Because a source region of the 2007 Chuetsu-oki earthquake is distributed under the Japan Sea, aftershock observation using Ocean Bottom Seismometers were carried out (Shinohara et al., 2008). It is necessary to estimate precise aftershock distribution in order to understand the mechanism of earthquake generation. In addition, a seismic refraction survey was carried out to reveal crustal structure in the region (Nakahigashi et al., submitted). They indicated that most of aftershocks were occurred in the upper crust. Because the tectonic zone is thought to be spread in offshore region, it is difficult to understand a precise activity of the tectonic zone from only land-base observations. To compare the seismic activity with the crustal structure in the region is indispensable to understand the stress field in the tectonic zone and the tectonics in the eastern margin of the Japan Sea. In order to investigate a seismic activity in the tectonic zone, 10 Long-Term Ocean Bottom Seismometers (LT-OBS) were deployed from December, 2008, to October, 2009, in the off Joetsu region. First we estimated hypocenters of events using a location program for finding a maximum likelihood solution using a Bayesian approach (Hirata and Matsu'ura, 1987). The velocity structure for the location was modeled from a previous refraction survey conducted in the same region. Foci of over one thousand and two hundreds earthquakes were estimated with high spatial resolution during the observation period. In general, seismic waves recorded by OBSs arrive later than those estimated from the average structure model due to unconsolidated sediments just below sea floor. Therefore we adjusted estimated P- and S-wave arrivals for each station. The hypocentral distribution revealed that most of events are occurred within the upper crust. It is consistent with a result of Shinohara et al. (2008). Our precise locations of the events are useful for crustal structure studies. For example, reliability of results from tomographic study is thought to increase by using our precise locations of the events as initial locations of the inversion. We can compare the seismic activity with heterogeneity in crust of the tectonic zone off the coast of Joetsu region.

SCG062-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## ひずみ集中帯における強震動予測 1828年三條地震による検証(その2) Strong Ground Motion Validation for the 1828 Sanjo Earthquake (2)

石瀬 素子<sup>1\*</sup>, 纈 纈 一起<sup>1</sup>, 三宅 弘恵<sup>1</sup>  
Motoko Ishise<sup>1\*</sup>, Kazuki Koketsu<sup>1</sup>, Hiroe Miyake<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>ERI, Univ. Tokyo

はじめに: 2004年新潟県中越地震をはじめ, 近年における被害地震の多くが, 日本海東縁および新潟-神戸ひずみ集中帯内で発生している。加えて, 歴史的にも当該地域の地震被害に関する記録が数多く残されており, ひずみ集中帯は, 将来の地震および地震動の評価が必要な地域であると考えられている。我々は, ひずみ集中帯において将来起こり得るシナリオ地震の強震動予測高度化の足がかりとして, 1828年三條地震の強震動評価を実施した。石瀬・他(2010)では, 地殻構造探査で提案された南東傾斜の断層モデルが史料から推定された震度分布の特徴をおおむね説明することを示した。ただし, 震度の予測値は過小評価となり, また多くの研究で採用されている震央(宇佐美, 2003; 松浦・他, 2006)が評価に用いた断層面の外側に位置するという矛盾が見られた。そこで, 本研究では既存研究の震源位置や隣接する断層の形状, および地震活動等を参考に三條地震の断層モデルの再検討を行い, 簡便法による強震動評価を実施した。

震源モデルの再検討: 断層の長さ(30km), 走向(220度), 断層面上端深さ(3km)は石瀬・他(2010)を踏襲した。断層面の下端深さについては, 地震活動を参考に深さ18kmから22kmに変更した。また, 断層面の傾斜は, 石瀬・他(2010)とほぼ共役な50度の北西傾斜の断層面を仮定した。これは, 当該断層と隣接する六日町断層帯や月岡断層帯, 2004年新潟県中越地震の断層面を参考に決定した。その結果, 断層の幅は26kmとなり, 地震の規模はMw 6.95と見積もられた。

強震動評価: 今回は距離減衰式(司・翠川, 1999)を用いた簡便法による強震動評価を実施し, 震源断層の周辺地域の工学的基盤(S波速度600m/s相当層)上における最大速度および最大加速度分布を見積もった。さらに, 250mメッシュの微地形区分データから算出された地盤増幅率(J-SHIS, 2009)を用いて地表の最大速度および震度分布を推定した。その結果, 最も強い揺れが予想される領域が断層面直上の平野に広く分布する様子が示された。この特徴は, 史料の調査・検討から得られた1828年三條地震の震度分布(例えば, 富田・他, 1986; 松浦・他, 2006; ひずみ集中帯報告書, 2008)と非常に良く一致しており, 南東傾斜の断層面から予測された震度分布よりも, 分布の特徴や震度の値とよく説明される結果となった。

本研究は「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究(研究代表者: 関口渉次)」による。

キーワード: 1828年三條地震, 強震動評価, ひずみ集中帯

Keywords: The 1828 Sanjo earthquake, strong ground motion prediction, the strain concentrated belts

## 新潟県における微動観測による浅部・深部統合地盤モデルの検討 Examination of integrated velocity model of shallow and deep structure in Niigata Prefecture using microtremor measurement

先名 重樹<sup>1\*</sup>, 長谷川信介<sup>1</sup>, 内藤昌平<sup>1</sup>, 前田宣浩<sup>1</sup>, 藤原広行<sup>1</sup>

Shigeki Senna<sup>1\*</sup>, Nobusuke Hasegawa<sup>1</sup>, Syohei Naito<sup>1</sup>, Takahiro Maeda<sup>1</sup>, Hiroyuki Fujiwara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup> NIED

### 1. はじめに

強震動予測を高度化するためには、0.1秒から10秒程度の広帯域の地震動特性を評価できるような地盤モデルの構築が重要な課題の一つである。そのためには、これまで別々にモデル化を実施してきた浅部地盤モデルと深部地盤モデルを統合し、観測記録を再現できるようなモデルの作成を進めていくことが不可欠である。しかしながら、双方の地盤モデルを単純に結合して利用することになれば、浅部と深部地盤の両方に影響のある周期付近(0.5~2秒)を十分説明できるモデルを再検討した上で作成する必要があるため、対象の周期帯を説明する上で重要となる物性値データを出来るだけ収集し、浅部・深部を接合した上での地盤モデルの再検討が必要である。本研究では、新潟県全域において面的に詳細な常時微動探査を実施し、既往の浅部・深部統合地盤モデル(地質初期モデル)から、面的に多数の微動アレイ探査や、単点による微動探査(H/Vスペクトル比)を実施し、地盤のS波速度構造、Q値および増幅特性(スペクトル増幅率)等を求め、既往の地盤モデル高度化の検討を行った。

### 2. 調査概要および地震動データの収集

微動観測は、主に2009年8月~2010年12月にかけて、新潟県全域において、主に小・中・高校の敷地を利用した単点による微動観測(合計916地点)と、K-net, KiK-net, 自治体の震度観測地点において微動アレイ観測(合計73地点)をそれぞれ実施した。観測には水平2成分上下動1成分およびロガー(LS-7000XT)が装備された微動観測装置JU-210およびJU-215(白山工業社製)を用いた。観測は、単点については、新潟県内の主に低地・台地について2kmメッシュ毎の学校・市施設等を選択し、1観測点あたり20分以上の測定を実施した。微動アレイ観測については、半径R=400,200,100mの大きさの三角計のアレイと、それよりも小さな半径については一辺75mのL字アレイ(一部R=40~60mの三角アレイ)を展開し、各三角アレイについて1時間程度、L字アレイ等については30分~40分程度の観測を行った。

### 3. 浅部・深部統合地盤モデル作成のためのS波速度構造の算出と周期特性・増幅特性等の検討

本研究においては、K-NET, KiK-netおよび自治体震度計の地震波形記録を用い、R/Vスペクトル比を求め、微動アレイによる観測位相速度との間で、ジョイントインバージョン処理を行い、広帯域での周期特性の合わせ込みを行った。その結果、理論H/Vと地震動のR/Vによる周期特性が良く合ってきたため、推定された速度構造モデルの増幅度の検証として、Q値とS波増幅構造についての検討も実施した。サイト増幅特性の計算については、Tsuda et al.(2010)を参考に計算を行った。また、Q値による減衰と幾何減衰を補正した後の観測スペクトルと震源スペクトルの残差を地震毎に求め、相対的サイト増幅特性とした。用いた地震観測記録は、新潟県内の強震計で観測された、M5~6の中規模地震とし、震源深さは30km以深とした。回帰分析には震央距離200km以内の記録のみを用いた。S波初動から20.48秒までのNS成分とEW成分のフーリエスペクトルを求め、周波数0.3HzのParzen windowによる平滑化をした後に、NS成分とEW成分の相乗平均を求めた。求められた相対的サイト増幅特性に対し、ジョイントインバージョンによって求めたS波速度構造と比較したこの結果、既往の地盤構造モデルの結果に対し、一部地域において観測記録との結果の差(標準偏差)が小さく、地盤モデルが改善されていることが分かった。

### 4. まとめ

本研究において、S波増幅特性については、結果を得ることが出来たといえる。また、今後、地域毎にこのような取り組みを実施し、全国の浅部・深部統合地盤モデルの構築について、さらなる精度の向上を目指す。

<謝辞>

本研究は、文科省委託事業「ひずみ集中帯における調査・研究」(H20~H24)により実施したものである。

キーワード: 統合地盤モデル, 強震動, 微動観測, S波速度構造, Q値

Keywords: Integrated structure model, strong-motion, microtremor measurements, S-wave velocity, Q-value

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG062-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 雑微動相関による草津白根山の構造時間変化検出の試み

An exploration of temporal change of crustal structure at Kusatsu-Shirane volcano by cross-correlation of seismic noise

山脇 輝夫<sup>1\*</sup>

Teruo Yamawaki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学火山流体研究センター

<sup>1</sup> Volc. Fluid Res. Center, Tokyo Tech.

Mt. Kusatsu-Shirane is an active volcano in the central part of Japan. The volcano has repeated phreatic explosions at several decade interval. The last eruption occurred in 1983. Current activity consists of several fumaroles and small but persistent seismicity around the main crater lakes. We have monitored the seismic activity of the volcano including 3 borehole stations since 2001. Continuous seismic record is available for most of the period.

Recent advance data analysis has enabled us to obtain Green's function between two stations by cross-correlating their data. The Green's function should reflect crustal structure between the stations. In a hope of detecting temporal change of the crustal structure due to the future eruption, we cross-correlate the continuous record at the borehole stations to obtain Green's function at one station due to the source at the other. One-day-long data since 2008 are used for the analysis. Low pass filter and binarization are applied before the cross-correlation. As a whole, obtained functions have common peaks for each station combination. Dominance of long period or short period wave is observed alternately at a few day interval. We have not observed correlation of such alternating feature with other data such as ground tilt.

SCG062-P13

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

## 桜島および始良カルデラ周辺の3次元速度構造 Three-dimensional velocity structure around Sakurajima and Aira caldera

為栗 健<sup>1\*</sup>, 井口 正人<sup>1</sup>, 寺石 眞弘<sup>1</sup>, 大倉 敬宏<sup>2</sup>

Takeshi Tameguri<sup>1\*</sup>, Masato Iguchi<sup>1</sup>, Masahiro Teraishi<sup>1</sup>, Takahiro Ohkura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所, <sup>2</sup> 京都大学理学研究科

<sup>1</sup>DPRI, Kyoto University, <sup>2</sup>Faculty of Science, Kyoto University

桜島火山では1955年以降、南岳山頂火口において爆発的噴火を繰り返している。2006年からは山頂火口東側の山腹にある昭和火口において58年ぶりに噴火が始まり、現在まで噴火活動の活発化をたどっている。マグマの急激な蓄積や放出に伴って、地盤変動や火山性地震が観測される。マグマの蓄積が周辺の地殻に歪を蓄積させていると考えられる。噴火に対応して地盤の沈降が観測され、その沈降量は噴火の規模に依存する。1992年以降、始良カルデラ周辺の地盤の隆起・膨張が続いている。GPS観測および水準測量などから、膨張源は始良カルデラ中心下の深さ約10kmと見積もられている。2003年以降、南岳直下で発生するA型地震が増え、桜島南西部の地震や始良カルデラ北東部で発生する地震が増加し、震源分布が広域化した。マグマの蓄積による歪の蓄積が進んでいると考えられる。

桜島および始良カルデラの構造、桜島火山のマグマ供給系を明らかにするために、2008年11月にダイナマイトを用いた人工地震探査が行われた。トモグラフィ法や屈折法による探査深度は深さ3-4km程度であり、桜島北東部の浅部に低速領域があることや始良カルデラの基盤構造などが明らかになり、マグマ供給系の詳細な知見が得られつつある。しかし、始良カルデラ下のマグマ溜りまで探査深度が及んでいない。そこで、始良カルデラ下の基盤面より深い部分の3次元速度構造を明らかにするために、南九州一帯において臨時地震観測点を設置し、自然地震観測を行うこととした。

鹿児島県および宮崎県南部に臨時地震観測点を17点設置し観測を行っている。データロガーは近計システム社製EDR-X7000を使用し、250Hzサンプリングで収録している。地震計は2Hz3成分型(近計システム社製KVS-300)を12台、1Hz3成分型(Mark Products L4)を5台設置し、観測を開始した。また、鹿児島湾に3点の海底地震計を設置した。臨時観測点に既存観測点(京都大学、鹿児島大学、防災科学技術研究所Hi-net)のデータを含め、自然地震を用いた解析を行った。自然地震のP波、S波到達時と2008年の人工地震探査のデータをあわせ、桜島および始良カルデラの速度構造を推定したので報告する。

キーワード: 桜島火山, 始良カルデラ, 速度構造

Keywords: Sakurajima volcano, Aira caldera, velocity structure