

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS026-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

JUNEC 初動を用いたメカニズム解カタログの作成とその特徴 JUNEC Focal Mechanism Catalog Using P-wave First Motion Polarities and Its Characteristics

石辺 岳男^{1*}, 鶴岡 弘¹, 佐竹 健治¹, 島崎 邦彦¹
Takeo Ishibe^{1*}, Hiroshi Tsuruoka¹, Kenji Satake¹, Kunihiro Shimazaki¹

¹ 東京大学地震研究所
¹ ERI, the Univ. of Tokyo

国立大学観測網地震カタログ (JUNEC) の P 波初動ならびに HASH (Hardebeck and Shearer, 2002) に修正を加えたプログラムを用いて, 1985 年 7 月から 1998 年 12 月までに日本で発生した約 14,000 個の地震のメカニズム解を推定し, カタログ化した. 東京大学地震研究所・地震予知情報センターは, 1985 年 7 月から 1998 年 12 月まで, 国立大学により運営されてきた地震予知観測情報ネットワークで得られた検測データを統合処理し, JUNEC を公開してきた. その地震数は約 190,000 個に及ぶ.

JUNEC メカニズム解カタログは多数のマグニチュード 2 以上の微小地震を含んでおり, 様々な解析に有用である. 本研究ではその一例として, 1995 年兵庫県南部地震に伴う静的クーロン応力変化 (CFF) と地震活動変化の相関性を, 推定されたメカニズム解を用いて計算された CFF の確率分布の時間変化から検討した. 本震後に発生した地震の確率分布は本震前に比べて明らかに CFF が正の方向へ移動しており, CFF 増加域において活発化, あるいは CFF 減少域において静穏化したことが示された. これは CFF による地震活動度の変化に対応すると考えられる (例えば Stein et al., 1992; Toda, et al., 1998) .

推定されたメカニズム解の分布は時間・空間的に不均質であり, 観測点分布とそれぞれの観測点における初動報告率 (初動報告数 / 検測数) を顕著に反映する. また, 防災科学技術研究所で決定されたモーメントテンソル解や関東・東海地震観測網による初動メカニズム解と大局的には調和的であるが, 顕著に異なる地震も若干見られる.

謝辞: メカニズム解の推定には HASH (Hardebeck and Shearer, 2002) に修正を加えたものを, CFF の計算には Okada (1992) のプログラムをそれぞれ使用させて頂いた. また, 北海道大学, 弘前大学, 東北大学, 東京大学地震研究所, 名古屋大学, 京都大学防災研究所, 高知大学, 九州大学, 鹿児島大学の観測網で観測された検測値ならびに防災科学技術研究所, 気象庁が決定したメカニズム解を使用させて頂いた. ここに記して感謝申し上げます. なお, 本研究の一部は科学技術振興費「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 首都圏周辺でのプレート構造調査, 震源断層モデル等の構築等」における「過去地震の類型化と長期評価の高度化に関する調査研究」の一環として実施された.

キーワード: 国立大学観測網地震カタログ, 震源メカニズム, P 波初動

Keywords: Japan University Network Earthquake Catalog (JUNEC), Focal mechanism, P-wave first motion

全国を対象とした客観的な相似地震の抽出 Objective Repeating-earthquake Analysis beneath Japan

溜淵 功史^{1*}, 中村 雅基¹, 山田 安之¹
Koji Tamaribuchi^{1*}, Masaki Nakamura¹, Yasuyuki Yamada¹

¹ 気象庁地震火山部

¹JMA

同程度の規模の地震が準周期的に繰り返し発生する固有地震は、その周期性から発生時期や規模を中長期的にある程度予測できる数少ない地震である。気象庁では、このような同程度の規模の地震が準周期的に発生する活動を見出すために、同一観測点において観測波形が酷似する相似地震の抽出を行ってきた(気象庁, 2010, 中村・他, 2010)。これまでに、釧路沖(M4.8; 佐鯉・他, 2010)、種市沖(M 6.1 と M 6.0; 気象庁, 2009a)、いわき沖(M 5.7; 気象庁, 2009a)、沖永良部島西方沖(M 5.3 と M 5.2; 気象庁, 2009b, 溜淵・他, 2009)、宮古島近海(M 5.1; 溜淵・他, 2010)など、全国各地でこのような地震群を抽出したが、これらの作業は全て手作業で波形の類似性を確認したり、コヒーレンスを計算する際の帯域を任意に設定したりするなど、必ずしも客観的かつ網羅的に調査してこなかった。そこで、1988年10月以降全国に展開された87型強震計および95型震度計の加速度波形を用いて、全国を対象とした網羅的な相似地震の検出を試みた。これらの加速度波形を使うメリットは、多くの速度計では測定範囲外となる1Hzより長周期側の波形を見ることができる点と、1988年10月以降の比較的長期間にわたって全国の広い範囲でデジタル波形記録が存在している点である。デメリットは、概ね震度3以上の地震に対してのみ波形を蓄積しており、規模の小さな地震や陸地から離れた海域の地震を検出できない点である。また、1997年4月~1999年3月までは震度4以上を観測した場合にのみ収集するなど、震度3以上の地震についても必ずしも全て収集されているとは言えない。

抽出を行う際の手順は以下の通りである。まず、理論P波到達時の1秒前から40秒間の加速度波形を用いて、0.1~10Hzの帯域でコヒーレンスが高い周波数帯を網羅的に調査した。その際、計算する帯域の上限(f_{upper})は、計算する帯域の下限(f_{lower})の4倍とした(すなわち、 $f_{upper} = 4 * f_{lower}$)。これは、 $2 * f_{lower}$ を対象周波数と考えた場合、その倍から半分の周波数帯でコヒーレンスが高いことを意味する。この事前調査で得られたMとコヒーレンスが高い周波数帯の関係式は、 $\log f_{lower} = \log a - b M$ (ただし、 $a=22.4, b=0.86$)である。この関係式を基に、Mに応じてコヒーレンスを計算する周波数帯域を決定した。具体的な値としては、M4.0で0.7-2.8Hz, M5.0で0.3-1.2Hz, M6.0で0.12-0.5Hzの帯域で計算した。なお、上記で示した係数a, bは、暫定的な事前調査によるものであり、今後わずかながら修正される可能性がある。次に、理論P波到達時の1秒前±2秒間から40秒間の波形を用い、各成分(NS, EW, UD)のコヒーレンスを計算した。各成分(NS, EW, UD)の中央値を観測点コヒーレンスとし、比較した観測点コヒーレンスのうち半数以上で0.95を超えた場合、相似地震とした。最後に、クラスター分析(ウォード法)を用いてこれらの相似地震のペアをグルーピングした。

今回抽出された相似地震グループの特徴は以下の通りである。ほとんどのグループは北海道から関東の日本海溝沿いのプレート境界に分布し、浦河沖や最大震度5弱の地震を含む千葉県北東部など、集中して相似地震活動が見られる地域がある。また、十勝沖や三陸沖などのM7~8クラスのアスペリティが存在すると考えられる領域では抽出されていない。このことは、東海から日向灘にかけてのM7~8クラスのアスペリティがある南海トラフ沿いでも同様である。一方、時間的に近接して発生した地震でも一部相似地震として抽出された例がある。これらの地震が同じアスペリティの破壊によるかは考えにくく、今回抽出された相似地震が、同じアスペリティを繰り返し破壊する繰り返し地震であるかについては、震源再解析等、別の側面からのアプローチによって確認する必要がある。

今回、最大震度5強の地震を含むいくつかの相似地震が検出されたが、これらの地震はその規模から発生間隔が比較的長期間となる。1988年10月以降のデジタル化された加速度波形だけでは期間、観測点数ともにサンプルが少なく、必ずしも信頼度の高い結果が得られるとは限らない。これまでに気象庁が抽出してきた上記の地震群(気象庁, 2010, 中村・他, 2010)も今回抽出されているが、これら以外の地震についても個別に過去にさかのぼって波形の調査をすることができれば、M5~6クラスの固有地震の検出につながるものと期待される。また、今後は解析対象をより小さな地震にまで広げ、高感度地震計による観測波形を用いた解析も進める予定である。

参考文献

気象庁, 2009a, 予知連会報, 82, 84-90.

気象庁, 2009b, 予知連会報, 82, 417-422.

気象庁, 2010, 予知連会報, 83, 613-632.

中村・他,2010, 連合 2010 年大会,SSS013-P05.

溜淵・他,2009, 連合 2009 年大会,S149-P005.

溜淵・他,2010, 地震 2,62,193-207.

佐鯉・他,2010, 地震学会 2010 年秋季大会予稿集,D11-06.

発震機構解に対する地震波初動の極性不一致

Disagreement of first motion polarities of P wave with the focal mechanism solution

堀 貞喜^{1*}

Sadaki Hori^{1*}

¹ 防災科学技術研究所

¹NIED

Hi-net の様に広域かつ高密度の地震観測網から求められる地震のメカニズム解では、解から期待される初動押し引き分布のパターンと矛盾する極性データが少なからず観測される。解の決定に用いる地震波速度構造のモデルが真の地下構造とは異なっていること等により、放射パターンの節面近傍では、初動極性がメカニズム解と一致しないケースは珍しくないが、腹の近傍に位置するデータの極性不一致も、オペレータによる再検測カタログにおいてさえ散見される。本研究では、初動極性の一部がメカニズム解の押し引きパターンに不一致となる現象を、スラブ内地震の発生メカニズムという観点から考察を進めた。{cl/}

マントル中に沈み込んだ海洋プレートの内部で地震が発生する原因については、いわゆる脱水不安定説が有力視されている。この説に従うと、沈み込みに伴う温度・圧力の上昇によって含水鉱物が脱水し、間隙圧の上昇・剪断破壊強度の低下を生じるため地震が起きる、と言うものである。東北地方や関東地方の下では、太平洋プレートの沈み込みに伴って発生する地震が、プレートの上面直下だけでなく、数十 km 程度離れたスラブ内部の領域でも発生して、いわゆる二重面を形成しているが、海洋プレートからの脱水は、海洋地殻だけでなく、蛇紋岩化したスラブマントルでも生じ得るため、これについても脱水不安定説で説明できるとされている。海洋プレート内部のマントル構成鉱物の含水化については、海洋地殻のような海水との接触が考えられないが、これについても、例えば、若いプレートがスーパーブルームの上を通過する際、ブルームヘッドのダイアピルがプレート内に貫入固結して水を放出し、周囲のマントルを蛇紋岩化(含水化)すると言うモデルが提唱されている。

一方で、深発地震の成因については、マントル構成鉱物が高压相へ転移することにより体積減少や発熱などが起こって力学的な不安定が生じるため、とする説も古くから提唱されている。深発地震の発震機構については、数多くの事例について解析されているが、例えば CMT 解の等方成分で表されるような体積変化源は、ほとんどの場合検出されていない。これは、震源域における体積減少があったとしても、波形解析に十分な地震波を放出していないためと考えられるが、初期破壊を表す初動の極性データにはそうした情報が含まれている可能性がある。こうした観点から、本研究では、以下の手順で地震波初動の極性不一致を調査した。{cl/}

Hi-net の再検測イベントカタログを基に、初動の極性不一致度を表すパラメータとして、発震機構解に対して極性不一致となる観測点について P 波の放射パターン¹の絶対値を求め、観測される初動が押しの場合を正、引きの場合を負としてその分布を調べた。一部のデータについて原波形を調べた所、再検測データといえども、S/N の悪い観測点等では、かなりの数の誤同定が含まれているため、解析対象とするデータから初動がヘッドウェーブとなる場合を避ける等、精度の良いものに限定した。基準とする発震機構解としては、初動解が極性不一致の多寡による偏りが生ずる可能性があるため、F-net のモーメントテンソル解から得られる最適ダブルカップル解とした。その結果、節面から離れて極性不一致となるデータは無視できないほど存在し、単純なダブルカップルモデルで表現できないイベントが存在することが分かった。また、どちらかと言うと、極性が引きとなるデータの方が解に対して不一致となる場合が多い、といった特徴が認められた。これは、震源における体積減少の可能性を示唆するものとして注目に値するものである。

キーワード: 発震機構解, 初動極性, 非ダブルカップルモデル

Keywords: focal mechanism solution, first motion polarity, non-double couple model

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS026-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

余震活動の中に見られる低周波成分に卓越した地震群 Low frequency earthquakes in aftershock activity

石原 靖^{1*}

Yasushi Ishihara^{1*}

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

What is aftershock? The problem is old one but still unsolved problem. Redistribution of stress field around main shock area causes main role for the understanding. Reduction of aftershock activity may be caused by relaxation process. On the process relative low stress field may excite somewhat specific seismic event. We monitor very broadband seismic data as for aftershock activity of large scale earthquakes around Japan. Ishigaki (ISG) and Ogasawara (OGS) of OHP seismic network are used in this analysis. They had large earthquakes, magnitude of greater than 7, and had high aftershock activities nearby these stations. We applied to distribute earthquakes some classes by their spectrum and/or dominant frequency of signal. In our applications, low and very low frequency earthquakes are identified in these activities. And the beginnings of these events are originated about one to some days delayed from main shock. The delay of very low frequency seismic events' activation is also known in 2004 SE off Kii-hanto earthquake. The time history is related with stress relaxation indirectly. The fine monitoring of aftershock expects to be new view for aftershock activity.

キーワード: 低周波地震, 余震活動

Keywords: Low frequency earthquake, aftershock activity

SSS026-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

2010年12月2日に札幌市直下で発生した石狩支庁中部の地震 (MJMA4.6) の地震活動

Seismic activity of the December 2, 2010 Sapporo earthquake (MJMA4.6)

一柳 昌義^{1*}, 山口 照寛¹, 東 龍介¹, 田 真秀¹, 黒井 和典¹, 山田 卓司¹, 宮村 淳一¹, 高橋 浩晃¹

Masayoshi Ichiyanagi^{1*}, Teruhiro Yamaguchi¹, Ryosuke Azuma¹, Masamitsu Takada¹, Kazunori Kuroi¹, Takuji Yamada¹, Jun'ichi Miyamura¹, Hiroaki Takahashi¹

¹ 北大理地震火山研究観測センター

¹ ISV, Hokkaido University

2010年12月2日に石狩支庁中部でMJMA4.6の地震が発生した。この地震で震源に最も近い北広島市のK-net震度計で震度3を観測した。震源は札幌市清田区の真栄地区直下、深さ3km(気象庁発表)で発生した。札幌市周辺で1923年以後発生した地震では最大のものがある。この地震で真栄地区にあるゴルフ場では土砂崩れが発生し、隣接する北広島市大曲地区では、小学校や中学校の窓のガラスが割れるなどの被害が発生した。この地震に先立ち、10月20日から、最大M3.0を含む地震が11月23日までに13回観測された。その震源は、12月2日の地震と発生位置が違い、東北東方向に約5km、深さ方向に、8kmほど深い場所(深さ約11km)で発生した(気象庁一元化震源による)。

その後、11月20日からは、12月2日の本震が発生した場所で発生し、11月24日には、M3.1の地震が起きた。この地震を含め本震発生前の前震と思われる地震が3回発生している。

北海道大学附属地震火山研究観測センターは、10月の地震を受けて、震源域に近い北広島市に1か所の臨時地震観測点を設置した。この観測点には、MARK PRODUCTS社製の1Hzの短周期地震計(L4C-3D)の他に、ミットヨ社製の強震計(JEP6A3)も併設した。また、データ収録装置には、白山工業社製のLS7000XTを用い、内蔵したCFカードにデータを収録すると同時に携帯電話を使って、北大地震火山センターまでリアルタイムでデータ伝送を行った。また、12月2日の本震発生直後直ちに、札幌市内に2か所の同様の臨時観測点を増設した。これら臨時観測点の他に震源域に近い北大、気象庁、Hi-netの定常観測点、更に文科省受託事業「歪集中帯の重点的調査研究」で北大が設置した地震観測点の地震波形データと、上山試錐工業株式会社が設置した札幌市内3か所のポアホール地震観測点のイベント波形データを利用して、今回の一連の地震活動を調べた。

臨時観測点及び定常地震観測点のデータは北大にWINフォーマットのデータ(ト部、1994)をリアルタイムで伝送し、気象庁の検測値に従い自動的にイベントデータの切り出しを行っている(一柳・笠原、2001)。また、上山試錐工業のデータはイベントトリガー方式のデータをISDN回線を使って、ダウンロードする方式のため、随時データをダウンロードし、WINフォーマットに変換したデータを、他の観測点のイベント波形データとマージし、そのデータをWINシステム(ト部・東田、1991)を用いて、P相及びS相の読み取りを行った。最初の地震が発生した2010年10月20日から、検測が終了した2010年12月31日までに86個の地震を観測した。震源決定を用いる際、震源決定精度を高めるために、本震から半径30km以内の観測点のみの12点を使用した。震源決定にはhypomh(Hirata and Matsuura, 1987)を使用した。1次元P波速度構造には、一柳・他(2010)による3次元P波速度構造の結果のうち、震源域近傍の値を採用した。Vp/Vs比は、1.73と仮定した。震源計算の結果、本震と11月の前震、その後の余震の震源分布は、東に向かって約60度の角度で深くなるように分布している。これは本研究で求めたP波初動メカニズム解と調和的である。

札幌市は、被害想定の一つとして、札幌市直下型の地震を想定しており、その想定する断層として3つの背斜構造が活動した場合を設定している。今回発生した地震は、そのうちの月寒背斜の近くで発生し、想定断層の傾斜方向とも調和的であることから、今回の一連の地震活動は、背斜構造に関連した活動であった可能性がある。本発表では、精度の高い震源を求め、構造との関連性について議論できる基礎データを示す予定である。

謝辞 本発表にあたり、札幌市消防局、気象庁、防災科学技術研究所 Hi-net、上山試錐工業株式会社の地震観測点のデータを使用しました。また、臨時地震観測点を設置するに当たり、札幌市及び、独立行政法人種苗管理センター北海道中央農場の協力を得ました。また、文部科学省科学技術研究委託事業「歪集中帯の重点的調査観測・研究、歪集中帯発生にかかわる地殻構造の研究」の観測データ及び解析結果を使用しました。ここに記して、感謝いたします。

キーワード: 内陸直下型地震, 余震活動, 月寒断層

Keywords: Hokkaido, Aftershock Distribution, Active fault

SSS026-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の震源域における地震発生前の震源分布の再決定 -震源断層および余震分布との比較- Hypocenter distribution before and after in the source region 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake

小鹿 浩太^{1*}, 及川 雅人¹, 長谷見 晶子¹
Kota Koshika^{1*}, Masato Oikawa¹, Akiko Hasemi¹

¹ 山形大理

¹ Yamagata Univ.

小鹿・他(2011)は高感度基盤地震観測網のデータを使用して、平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震発生前の定常地震活動の震源分布を詳細に再決定し、震源断層の形状を推定できるかどうかを検討した。その結果、地震発生前の震源分布には震源断層に対応するような面状の分布は見られず、震源断層の形状を推定することは難しいことがわかった。また、岡田・他(2008)による余震分布と比較すると、本震前の震源は余震分布と重ならず、余震域の周辺に分布するように見えた。しかし、岡田・他(2008)と小鹿・他(2011)とは震源決定の手法や用いた速度構造が異なっている。震源位置を比較するには余震と本震発生前の震源を同じ方法で決定する必要がある。

そこで本研究では、DD法により余震と本震発生前の震源を同時に決定した。本震発生前の震源は余震域全体をカバーするおよそ60km×35kmの領域で2006年、2007年に発生した地震で、小鹿・他(2011)のデータを用いた。余震は、本震が発生した14日の8時43分から23時59分までに発生したものを対象とした。使用した観測点は本震からの震央距離が約50km以内の40点である。P波、S波の到着時刻はパソコンのディスプレイ上に波形を表示して読み取った。決定した震源の数は本震発生前が383個、余震が324個の計707個である。

その結果、空間分布を見ると、本震発生前の震源は本震から約3kmの範囲にほとんど分布していなかったが、余震はこの部分を埋めるように分布した。また、本震震源付近ほど顕著ではないが、余震域の北部や南部でも本震発生前の震源がなかった場所で余震が発生しているように見える。岡田・他(2008)の本震付近のS波速度偏差の西北西-東南東方向の鉛直断面を見ると、本震、余震ともに西北西-東南東方向に伸びる高速度域に分布しており、本研究で再決定した震源もこの高速度域に分布する。本研究で再決定した震源分布は、速度偏差分布で推定できるスケールよりも細かい不均質構造を表している可能性がある。

謝辞: 本研究には気象庁の一元化処理震源および気象庁、東北大学、防災科学技術研究所 Hi-net の波形データを使用させて頂きました。記して感謝致します。

参考文献

小鹿・他, 2011, 地震, 2, 63(4), 印刷中.

岡田・他, 2008, 科学, 78(9), 978-984.

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS026-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

北陸域 35 年の微小地震観測 (1976-2010) Microearthquake observation in the Hokuriku region for these 35 years

竹内 文朗^{1*}, 澁谷 拓郎¹, 西上 欽也¹, 平野 憲雄¹, 松村 一男², 大谷 文夫², 岡本 拓夫³
Fumiaki Takeuchi^{1*}, Takuo Shibutani¹, Kin'ya Nishigami¹, Norio Hirano¹, Kazuo Matsumura², Fumio Ohya², Takuo Okamoto³

¹ 京大・防災研, ² 京大・防災研・定年退職, ³ 福井高専

¹DPRI, Kyoto Univ., ²retired from DPRI, Kyoto Univ., ³Fukui National College of Technology

北陸域での微小地震観測は、1976年に京大防災研のテレメータ観測が始まって以来、現在まで続行中である。当初、観測点配置は30 間隔程度であった。1997年の気象庁一元化を契機に、現在はこの数倍の密度で存在する。この様に35年の間には観測状況が変化している。そこで我々はおおよそ、この間に観測した地震の発生数などをまとめておきたい。また、北陸域中央の北陸観測所に最近セットされた伸縮計の記録も参照しておきたい。

キーワード: 微小地震, 北陸域, 35 年

Keywords: microearthquake, Hokuriku region, 35 years

SSS026-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

南海トラフ周辺での広帯域地震計と水圧計を用いた地震観測 Observation of low frequency seismic events in the Nankai Trough region by broadband ocean bottom seismometers

中東 和夫^{1*}, 町田 祐弥¹, 一瀬 建日¹, 山田 知朗¹, 望月 公廣¹, 塩原 肇¹, 篠原 雅尚¹, 金沢 敏彦¹, 植平 賢司²
Kazuo Nakahigashi^{1*}, Yuya Machida¹, Takehi Isse¹, Tomoaki Yamada¹, Kimihiro Mochizuki¹, Hajime Shiobara¹, Masanao Shinohara¹, Toshihiko Kanazawa¹, Kenji Uehira²

¹ 東大地震研, ² 九大島原

¹ERI, ²SEVO

Recently, low-frequency earthquakes and slow slip events are recognized in deep region of the plate boundary between the landward plate and the subducting Philippine plate below the southwestern Japan [e.g., Obara, 2002; Kawasaki, 2004]. The very low frequency earthquakes (VLFs) occurring close to the Nankai Trough are also reported by using the broadband seismograph data obtained in the land area [e.g., Obara and Ito, 2005]. Such unusual seismic events might reflect coupling properties at the plate boundary. It is important to understand such events for consideration of the subduction process and estimation of generation mechanism of the interplate earthquake in the Nankai Trough. Because the VLFs in the Nankai Trough region occurred far from land seismic stations, observations using broadband Ocean Bottom Seismometers (BBOBSs) near the trough are needed to understand such VLFE activities.

In December 2008, we started an observation campaign off Kii Peninsula. For the first observation, three BBOBSs with Guralp CMG-3T sensors, and six 1Hz type Long-term OBSs were used. The spatial intervals among OBSs were about 20km. In 2009, we recovered them. The data recorded by each OBS were merged and continuous records were reproduced. VLFs with predominant frequency of 0.01-0.1 Hz were found from continuous records in March 2009. The occurrence of the VLFE has a temporal change. In addition, seismicity of ordinary micro-earthquakes became high simultaneously during the VLFE activities. In November 2009, we started the second observation off Cape Muroto, the westward of the first observation, using three BBOBSs with pressure gauge, and five Long-term OBSs. The subducting seamount was found by an OBS survey in this region [Kodaira et al., 2000]. In February 2011, all the OBS were retrieved, and we deployed five BBOBSs in the same region to continue the observation. In this presentation, we will report the new analysis results using the seismic and the pressure gauge data.

SSS026-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

別府島原地溝帯における浅発地震の活動特性について

Characteristics of shallow seismic activity in the Beppu-Shimabara area, Kyushu, Japan

千蔵 ひろみ^{1*}, 松本 聡², 大倉 敬宏³, 清水 洋², 井上 寛之³, 吉川 慎³, 安部 祐希⁴, 正木 喜啓⁴, 宮崎 真大¹, 植平 賢司²
Hiromi Chikura^{1*}, Satoshi Matsumoto², Takahiro Ohkura³, Hiroshi Shimizu², Hiroyuki Inoue³, Shin Yoshikawa³, Yuki Abe⁴,
Yoshihiro Masaki⁴, Masahiro Miyazaki¹, Kenji Uehira²

¹ 九大・理, ² 九大・地震火山センター, ³ 京都大学火山研究センター, ⁴ 京都大学大学院理学研究科

¹ Grad. Sch. Sci., Kyushu Univ., ² SEVO, Kyushu Univ., ³ AVL, Kyoto Univ., ⁴ Graduate School of Science, Kyoto Univ.

九州において地震活動が活発な、別府島原地溝帯と呼ばれる地域がある。九州での過去の大規模な地震はこの地域に集中して発生している一方、鶴見、九重、阿蘇、雲仙などの活発な火山が連なっている。

九州では、南北伸張をもつ横ずれ断層型の発震機構解が支配的であるが、別府島原地溝帯においては、正断層型が多くみられる。また、阿蘇・九重周辺において、ひずみが集中していることが、GPS 解析より示されている。震源の深さは15 km よりも浅く、地震波速度構造モデルより、低速度の存在が示されており、周囲よりも地震発生層の厚さが薄いことが示唆されている。

このような条件下で、別府島原地溝帯において、活発な地震活動の原因を詳細な震源分布と発震機構解から検討していく。

九州中部での詳細な地震活動を捉えるため、別府島原地溝帯を横切るように、35点の臨時観測点を設置した。稠密な観測点データを加え、より高精度な震源決定、及び、P波初動を用いた発震機構解の決定を行った。震源の深さは、地震発生層の厚さの推定や、浅い地震の発震機構解に大きく影響するため、精度を高める必要がある。臨時観測のデータを加えた結果、震源決定精度が改善された。たとえば、九重付近では、従来よりも震源は浅く決定された。一層のデータ蓄積により、詳細な地震活動や応力の空間変化の詳細の検出が期待される。

本研究で得られた発震機構解は、別府島原地溝帯では正断層型が相対的に多く見られることを示している。九州では主として横ずれ断層型の地震が一般的に卓越している。このことは周辺の横ずれ断層型の応力場から、最大水平圧縮主応力が低下し、最大主圧縮応力から中間主圧縮応力に変化した結果であると考えられる。一般に、水平圧縮応力が小さい応力場でも地震が発生しやすい状況は、剪断強度の小さな媒質が地殻内に存在することで起こりえる。九州内で地震活動の高い別府島原地溝帯において、水平主圧縮応力が他地域よりも相対的に小さいということは、別府島原地溝帯において、地殻の剪断強度が弱いことを示している。地殻の強度の低下は、高間隙水圧と密接な関係があり、火山活動との関わりが考えられる。また、発震機構解の圧縮・張力軸はこの地域で方向を変化させている。これは局所的な主応力の方向の変化を示すもので、強い非弾性変形するような強い不均質が存在する可能性がある。

日向灘・南西諸島北部プレート境界域の相似地震活動の特徴 Characteristics of repeating earthquake activity in Hyuga-nada and east off the northern part of Nansei-shoto, Japan

後藤 和彦^{1*}, 八木原 寛¹, 平野舟一郎¹
Kazuhiko Goto^{1*}, Hiroshi Yakiwara¹, Syuichiro Hirano¹

¹ 鹿大・理工・南西島弧

¹NOEV, Kagoshima Univ.

日向灘および種子島東方沖から奄美大島付近に至る南西諸島北部域は、プレート間カップリングが弱いと推測されている領域である。しかし、特に南西諸島北部域では地震・地殻変動の観測データが不足していることや背弧側に位置する沖縄トラフの影響を定量的に評価することが難しいために、カップリングが弱いとする十分に説得力を持った検証はなされていない。一方、鹿児島大学では当該領域の地震観測網の整備を進めており、プレート境界域での相似地震（小繰り返し地震）の活動がかなり活発であることを明らかにしてきた。本研究では、吉田・後藤(2008)で導入した相似地震の活動様式を若干改良するとともに、解析期間を延ばして、当該領域の相似地震の活動様式に着目した特徴抽出を行った。

相似地震解析の対象地震は、1993年4月～2010年9月に発生した深さ100km未満、M 2.0のものである。また、解析に用いた観測点は日向灘に面した四国・九州からトカラ列島・奄美大島域に位置する16点である。各観測点で1～8Hzのバンドパスフィルターを通したP波初動の1秒前から30秒間の上下動成分の波形データについて地震間の相互相関係数を求め、いずれかの観測点で相互相関係数が0.95以上となる地震ペアを相似地震とした。さらに、同じ地震を共有するペアはひとつのグループにまとめて相似地震群とした。

解析の結果、約40000個の解析対象地震から3356個の相似地震が抽出され、1163個の相似地震群に分けられた。このうち、地震数が4個以上の相似地震群は203個である。これらの相似地震群に対して、長期にわたり定期的に活動を繰り返すタイプ(R)、比較的短期間にクラスター的に活動するタイプ(C)、前の2つのいずれとも言いきれもの(O)に分類した(活動様式の判別基準の詳細は講演で述べる)。203個の相似地震群のうち、Rタイプは45個、Cタイプは32個、Oタイプは126個であった。

活動様式に着目して相似地震群の空間分布を見ると、日向灘北部～種子島東方沖～奄美大島・徳之島東方沖のプレート境界に沿った領域は6つに分けられた。すなわち、北から日向灘北部の相似地震がほとんど発生していない領域(島弧に沿った幅は100km程度)、日向灘中部のOタイプが卓越する領域(幅120km程度)、都井岬東方沖のRタイプが相対的に多い領域(幅90km程度)、種子島東方沖のOタイプが卓越する領域(幅60km程度)、トカラ列島東方沖のRタイプが相対的に多い領域(幅170km程度)、奄美大島・徳之島東方沖のOタイプが卓越する領域(幅220km程度)である。1923年以降に発生した60km以浅でM 7.0以上の地震(JMA資料)は、Oタイプが卓越する日向灘中部と種子島東方沖のいずれかの領域で発生しており、Rタイプが相対的に多い領域では発生していない。このことは、比較的規模の大きな地震のアスペリティの存在が相似地震の活動様式をコントロールしていることを示唆しているのかもしれない。なお、日向灘中部や種子島東方沖と同様にOタイプが卓越する奄美大島・徳之島東方沖では1923年以降にはM 7.0を超える地震は発生していないものの、1911年にはM 8.0の地震(震源の深さは100kmとするのが通説)が発生している。

謝辞: 解析には鹿児島大学のほかに、九州大学、気象庁、Hi-netのデータを使用しました。記して感謝します。

キーワード: 相似地震, 相似地震群, アスペリティ, プレート境界, 日向灘, 南西諸島

Keywords: repeating earthquake, earthquake family, asperity, plate boundary, Hyuga-nada, Nansei-shoto

SSS026-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

南部沖縄トラフにおける群発地震活動の詳細な震源分布 Relocation of earthquake swarm distribution in the south Okinawa Trough using double-difference method

中村 衛^{1*}

Mamoru Nakamura^{1*}

¹ 琉球大理学部

¹ Faculty Science, University of the Ryukyus

琉球弧の北西約 100km にある南部沖縄トラフは伸張を伴うリフティング期にある背弧海盆である。この領域の地震活動は極めて活発であり、過去に M6 クラスの地震や M5 クラスの地震を最大とする群発地震が沖縄トラフ中軸付近で頻繁に発生している。南部沖縄トラフ中軸付近で発生した主な群発地震活動としては 2002 年 1 月 (25.7N、125.2E 付近)、2002 年 7 月 (25.1N、123.6E 付近)、2002 年 10 月 (25.3N、123.8E 付近)、2007 年 4 月 (25.7N、125.1E 付近)、2009 年 12 月 (25.0N、123.5E 付近)、2010 年 7 月 (25.4N、124.9E 付近) が挙げられる。しかし琉球弧の各島に設置された気象庁の地震観測網から沖縄トラフ中軸は距離が離れており震源決定精度が低下するため、陸域に比べ地震活動の詳細な特徴は不明なままである。

解析では気象庁の読み取りデータにさらに遠地観測点での読み取りデータを加え、震源再決定をおこない、詳細な震源分布を明らかにした。データは気象庁の観測点で観測された P 波・S 波到達時刻および ISC カタログによる震央距離 90° までの P 波到達時刻を用いた。2002 年 1 月 1 日から 2010 年 10 月 30 日までに発生した M3.5 以上の地震を対象としている。震源再決定では double-difference 法を用いた。

震源再決定からは沖縄トラフ内の群発地震活動が活動毎に走向・傾斜が異なる事が明らかになった。例としては、2002 年 7 月の群発地震活動の分布は東北東走向・北傾斜であった一方で、その 10km 北西で発生した 2002 年 10 月の群発地震の分布は東西走向・南傾斜であった。これらは海底地形から判断される正断層の走向・傾斜方向と調和的な結果であった。

キーワード: 沖縄トラフ, 震源決定, 群発地震

Keywords: Okinawa Trough, hypocenter determination, earthquake swarm

SSS026-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

Depth phase を用いた南部琉球台湾周辺における震源分布 Focal depth distribution using depth phase in the south Ryukyu trench

新城 安尚^{1*}, 中村 衛²

Yasuhisa Arashiro^{1*}, Mamoru Nakamura²

¹ 琉球大学大学院理工学研究科, ² 琉球大学理学部

¹Graduate School of Science, Ryukyu Univer, ²Facul. Science, Univ. Ryukyus

Depth phase を用いた南部琉球台湾周辺における震源分布

Focal depth distribution using depth phase in the south Ryukyu trench

#新城安尚 [1]; 中村衛 [1]

#Yasuhisa Arashiro[1];Mamoru Nakamura[1]

[1] 琉球大・理

[1]Sci.,Univ.Ryukyus

近年、琉球海溝において固着域の起周波地震、スロースリップの発生が確認されている。それらの分布とプレート形状、及び周辺の応力場を把握することは、琉球海溝でそのような固着域が存在するのかを解明する上で重要である。しかし、観測点が島々にしか設置されておらず、震源決定を行う際に深さの精度が悪いため、プレート形状を高精度で決めることは困難であった。そこで、地震波形中に見られる depth phase を用いて、海溝付近で発生する地震の震源再決定を行い、ユーラシアプレートに沈み込むフィリピン海プレートの上境界面を決定することを目的にこの研究を行った。

解析には気象庁が沖縄県内に配置している地震観測点 14 点と鹿児島県の奄美 1 点を含めた、計 15 点を使用した。宮古島南方沖の地震活動 24.3 °N、125.3 °E 付近のうち 2005?2006 年に発生した M3.5 以上の地震を使った。防災科学技術研究所 F-net による CMT 解より、これらの地震の大部分は低角逆断層型である。これらの波形のうち、震央距離が 100km 以上の観測点で記録された地震波形中で P 波と S 波の間に存在する大きな振幅を持つ phase を確認した。これらの phase は見かけ速度が P 波と同じであり、上下動に卓越していることから S 波が海底で反射して変換された sP 波だと判断し、この phase を使って震源の深さを再決定した。

sP 波と P 波の時間差は震央距離 100km 以上の場所で 8?14 秒の間で分布する。これらを深さに変換すると 20?40km に相当する。このことから、宮古島南方沖では地震が 20?40km で発生していることが明らかになった。気象庁の深さ分布が 16?45km であるため、再決定した結果は気象庁が決定した深さ範囲よりも狭まった。再決定した震源の卓越した深さが約 20km であることからフィリピン海プレートの深さは 20km であると推定した。

キーワード: 震源決定, 琉球海溝, フィリピン海プレート, depth phase

Keywords: hypocenter determination, Ryukyu trench, Philippine sea plate, depth phase

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS026-P13

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

2004年スマトラ・アンダマン地震に伴う群発地震活動の発生メカニズム Generation mechanism of the swarm activity following the 2004 Sumatra-Andaman earthquake

平塚 晋也^{1*}, 佐藤 魂夫¹
Shinya Hiratsuka^{1*}, Tamao Sato¹

¹ 弘前大学理工学研究科
¹ Sci. and Tech., Hirosaki Univ.

A swarm activity occurred east off Nicobar Islands about a month after the 2004 Sumatra-Andaman earthquake. We discussed three problems of the swarm activity, i.e., (1) How could the spatial distribution of strike-slip events and normal fault events be explained? (2) Why was the swarm activity triggered east off Nicobar Islands? (3) What is the cause of the swarm activity that started about a month later? In order to answer these problems, we relocated the hypocenters of the swarm activity using the Modified Joint Hypocenter Determination (MJHD) method and investigated the spatial distribution of fault plane solutions. As results, we found that the spatial distribution of strike-slip events and normal fault events can be explained by the activation of Riedel shears in the region between West Andaman Fault (WAF) and Sumatra Fault System (SFS). Normal fault events may have been triggered by the increase in tensional stress associated with injection of magma into tension fractures. Moreover, we calculated the change of the Coulomb Failure Function (dCFF) due to the mainshock and afterslip of the Sumatra-Andaman earthquake. Based on the results of these analysis, we found that the spatial pattern of dCFF due to mainshock could explain why the swarm activity occurred east off the Nicobar Islands. The delay of the swarm activity may be due to the afterslip or the injection of magma into tension fractures.

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS026-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

Seismicity of Eastern Turkey: A Case Study Seismicity of Eastern Turkey: A Case Study

Dogan Kalafat^{1*}, nurcan meral ozel¹

Dogan Kalafat^{1*}, nurcan meral ozel¹

¹Kandilli Observatory and ERI, Turkey

¹Kandilli Observatory and ERI, Turkey

The March 8, 2010 Basyurt-Karakocan Earthquake (M_{ISC}=6.0 ; 04:32 L.T.) occurred on the East Anatolian Fault (EAF) in Elazig Province. 42 People were killed and 137 people were injured. Over 100 villages and hamlets which were closely located to the epicenter were affected by the earthquake. The Basyurt, Gokdere and Kovancilar were the most affected villages and in general this area falls within the deformation field in the East Anatolian Fault Zone. It was observed that the aftershocks were densely distributed in SW-NE direction. In this study, we have analyzed the faulting mechanism solutions of 14 earthquakes (M>4.0) in the region and their source characteristics. The fault plane solution of the main shock revealed that the earthquake occurred with a left lateral strike slip faulting. The March 8, 2010 Basyurt-Karakocan Earthquake demonstrated that the region sustains the earthquake activity under the effect of strike slip tectonic regime. When the regional faulting structure is taken into account, it can be considered that the Basyurt-Karakocan Earthquake has occurred in Bingol-Palu fault system with the fracture of NE-SW main direction fault segments in the East Anatolian Fault Zone. The estimated intensity distribution map was prepared and delivered to the relevant public institutions immediately after the earthquake by KOERI. The earthquake intensity was estimated as I₀=VII around the epicenter, and this was confirmed by field studies. The estimated PGA distribution map, the loss and damage maps were also prepared in a short time after the earthquake and sent to the relevant public institutions as well.

キーワード: seismicity, fault plane solutions, aftershock, Elazig earthquake

Keywords: seismicity, fault plane solutions, aftershock, Elazig earthquake

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS026-P15

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

GreenLand Ice Sheet monitoring Network (GLISN) による氷河地震観測 Observation of glacial earthquakes by GreenLand Ice Sheet monitoring Network (GLISN)

坪井 誠司^{1*}, 金尾政紀², 東野陽子¹, 姫野哲人², 豊国源知²
Seiji Tsuboi^{1*}, Masaki Kanao², Yoko Tono¹, Tetsuto Himeno², Genchi Toyokuni²

¹ 海洋研究開発機構, ² 国立極地研究所

¹JAMSTEC, ²NIPR

「グリーンランド氷床の地震モニタリング観測計画 GLISN (The GreenLand Ice Sheet monitoring Network)」は、グリーンランド氷河地震を継続的に観測する目的で、多国間の国際共同により組織されたプロジェクトである。グリーンランド氷床およびその縁辺部では、氷河の流出に伴うと考えられる氷河地震が観測されている。最近の報告では(たとえば Ekstrom, 2006)、21 世紀に入り氷河地震の発生頻度が増大したことが示唆されている。GLISN 計画では、その地理的位置から観測が困難であるグリーンランドに国際協力により地震観測点を設置し、既存の地震観測網のデータを FDSN を通じて共有することにより、氷河地震の活動度と発生メカニズムを明らかにすることを目指している。我が国からは、国立極地研究所と独立行政法人海洋研究開発機構の研究者が GLISN 計画へ参画する予定である。グリーンランド氷床の氷河地震活動については、氷河の流動との関連性から近年の気候変動による影響も指摘されており、北極域の雪氷環境に及ぼす温暖化影響について新視点をもたらす可能性がある。発表では、観測計画の概要と氷河地震活動について紹介する。

キーワード: グリーンランド氷床, 氷河地震, 広帯域地震観測, GLISN

Keywords: Greenland ice sheet, glacial earthquake, broadband seismograph, GLISN