Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-01 会場:302 時間:5 月 27 日 09:45-10:00

内陸地震のクラスタリングと前震活動
Clustering of intraplate earthquakes and foreshock activity

野口 伸一 [1*]
Shin-ichi Noguchi[1*]

[1] 防災科研
[1]NIED

マルチプルショックの破壊過程，大地震直後の余震活動，連続的な低周波地震活動等，通常の観測で計測が困難な多様な地震現象は,「‘ 一つの地震 ’とは何か（地震はそもそも一つ二つと数えることができるものか)」（宇津，1992）という問題に行き当たる．そのような‘ 地震’ がいつから始まるのかも問題となる．時間空間的に近接して発生する地震クラスターは，この観点から，どの程度の規模の地震がどのように連結しどのくらいの期間継続するのかは，観測網の密度や検知・処理能力に依存する，と同時に，クラスター抽出のアルゴリズムによる．ここでは，最近のカタログから，リンク法によりクラスターを取り出し，特にクラスターの最大地震の前の活動（広義の前震活動）の有無に着目し，大地震との関係を検討したい．

地震同士がリンクする時間範囲 t(day) と空間範囲 d(km) は，基本的に地震の規模 M によるものとし，断層パラメータの相似則と，Gutenberg-Richter の規模分布式，および大森・宇津余震公式に標準的パラメータを適用して，t(M) と d(M) のリンク範囲を設定する．リンク先の地震の空間範囲は，点震源とする場合と，その規模による有限な震源域とする場合，について検討する．また震源決定の誤差を考慮してある M 以下で d は一定とした．地震の発生順にこのアルゴリズムを繰り返し，幾通りかのパラメータ設定に対してクラスター抽出して結果を検討した．

日本列島の内陸浅部の 20km 以浅について，JMA 一元化カタログによる 2001 年 7 月以降の M ≧ 1.0 の地震約 142,000 個の解析例では，65%の地震が 8,600 個余のクラスターの構成メンバーとして抽出された．このうち，メンバー数が最小 2 個のクラスターが 57 %を占める．クラスターの代表的大きさを，最大地震の M，メンバー数，継続時間の対数で表わすと，それらの量は概ね比例関係にあるが，クラスター間のばらつきは極めて大きい．クラスターの最大地震の前に活動を伴う前震型と，最大地震から始まる本震・余震型に分類した．メンバー数 5 個以上のクラスターでは，前震型が本震・余震型より多い結果となった．

調査期間の大規模な前震型クラスターとして，2003 年宮城県中部の M 6.4 は，震源近傍で顕著な前震を伴う明瞭な前震型である．これに対し，2004 年新潟県中越地震 M6.8 では，震源域北端の 2004 年 9 月 6 日からの活動（最大は 9 月 7 日 M4.3) が，前震活動として抽出された．また 2008 年岩手・宮城内陸地震 M7.2 では， 2008 年 5 月 29 日からの秋田県側のクラスター（最大 M4.8）が前震活動として抽出された．これらの活動は，本震の震源域周辺で半月～1.5 か月前から始まり連続的でないため，通常，前震活動と判断することは難しいと思われる．このアルゴリズムの例では，最大前震のリンク期間と範囲が，本震の発生時および震源域とリンクして前震活動を伴うクラスターとして抽出された．クラスターの抽出結果は，標準パラメータ，M のしきい値，リンク条件に依存するが，パラメータのチューニングを試行，高度化することで，大地震の前震活動を客観的に捉える可能性があると考えられる．

キーワード: 地震クラスター, 単独地震, リンク法, 地震発生層, 大森宇津公式
Keywords: earthquake cluster, single event, linking method, seismogenic layer, Omori-Utsu’s formula

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-02 会場:302 時間:5 月 27 日 10:00-10:15

Earthquake Clustering Features Inferred from the Mean Proprieties of Interevent Times and Distances

Earthquake Clustering Features Inferred from the Mean Proprieties of Interevent Times and Distances

Abdelhak Talbi[1*], Kazuyoshi Nanjo[1], Kenji Satake[1], Hamdache Mohamed[2]
Abdelhak Talbi[1*], Kazuyoshi Nanjo[1], Kenji Satake[1], Hamdache Mohamed[2]

[1]ERI, University of Tokyo, [2]CRAAG, Algeria
[1]ERI, University of Tokyo, [2]CRAAG, Algeria

Interevent times between successive earthquakes are studied in space and time using data from Japan and southern California. The main objective is to depict general non-subjective clustering characteristics of interevent times that can be used to isolate clusters in observed seismicity. First, different declustering algorithms are applied to original data to estimate the residual background interevent time distribution. Then, clustering degree is measured using the distance between the obtained residual distribution and the whole distribution from the original data. Finally, the former analysis is carried out for different magnitude cutoffs and different time periods to take into account the completeness of magnitudes.

The preliminary results show that earthquake process is dominated by short and long term clustering. In contrast, the so-called background process occurs mainly at intermediate times. The same study applies to interevent distances and shows quite similar behavior in space.

The former analysis describes seismicity as the accumulation of local perturbations related to a unique mean field background processes characterized by the mean interevent time and the mean interevent distance. It highlights the importance of mean space-time proprieties in the estimation of objective and data inferred association measures between earthquake events. This study provides fundamental key tools for the elaboration of stochastic declustering strategies.

キーワード: Interevent times, Earthquake clustering, Background seismicity, Association measure
Keywords: Interevent times, Earthquake clustering, Background seismicity, Association measure

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-03 会場:302 時間:5 月 27 日 10:15-10:30

地震活動の予測的な評価手法に関する検討について（その２）－余震活動の予測手法について－
Investigation of the methods for prospective evaluation on earthquake activity (2nd)

北川 貞之 [1], 小屋 政裕 [1*], 本田 昌樹 [1], 横田 崇 [2], 長谷川 洋平 [2], 宮岡 一樹 [2], 今給黎 哲郎 [3], 矢来 博司 [3], 島崎 邦彦 [4]
Sadayuki Kitagawa[1], Masahiro Koya[1*], masaki honda[1], Takashi Yokota[2], Youhei Hasegawa[2], Kazuki Miyaoka[2], Tetsuro Imakiire[3], Hiroshi Yarai[3], Kunihiko Shimazaki[4]

[1] 文部科学省, [2] 気象庁, [3] 国土地理院, [4] 東京大学名誉教授
[1]MEXT, [2]Japan Meteorological Agency, [3]Geospatial Information Authority, [4]Professor Emeritus of Tokyo University

地震活動の予測的な評価手法検討小委員会は、地震調査委員会における現状評価の高度化に資することを目的として平成２１年８月に設置され、過去の地震活動から得られる特徴の抽出や整理を進めるとともに、地震活動の推移や見通しについての評価手法の検討を行っている。
地震調査委員会は、平成１０年に余震発生確率を求める手法をとりまとめて公表し、気象庁はその手法に基づき、規模の大きな地震の発生後に余震活動の見通しを発表しているが、この余震発生確率には、（１）予測精度の問題、（２）確率の利用しにくさ、（３）より迅速な情報発表の必要性等の問題点がある。
そのため、過去の地震に伴う余震活動の規模、最大余震の規模、二次余震の有無等の余震活動の特徴を整理し、余震活動の見通しについての予測手法の検討を行った。最大余震の発生は、本震後一日以内の事例が多く、余震活動の見通しは早く発表する必要がある。まず本震のモーメントマグニチュードから、余震活動や最大余震の規模を予測することができる。ただし、同程度のマグニチュードでも余震数で６倍程度異なる場合があるため、本震後３時間までの余震数を考慮して、必要な情報の追加・修正を行うことが考えられる。多数の二次余震を伴う地震が発生した時も同様である。
昨年の本大会で発表を行ったが、最初の事例として、地震・地殻変動観測データや研究成果が多く得られている伊豆東部で発生する群発的な地震活動を対象に、過去に発生した地震活動の特徴を抽出するとともに、地震活動の推移や見通しについての評価手法の検討を行い、平成２２年９月に「伊豆東部の地震活動の予測手法」報告書としてとりまとめた結果を公表した。

キーワード: 地震調査委員会, 地震活動の予測的な評価手法検討小委員会, 予測的な評価, 余震活動の予測手法, 伊豆東部の地震活動の予測手法
Keywords: ERC, Subcommittee for the methods for prospective evaluation, Prospective evaluation on earthquake activity, Prospective method of aftershock activity, Seismic activity off eastern Izu Peninsula

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-04 会場:302 時間:5 月 27 日 10:45-11:00

過去の震源カタログの再構成の試み
The attempt of re-making Japan earthquake catalog based on Japan seismic networks

北川 貞之 [1], 横田崇 [2], 上野 寛 [2*], 太田貴郎 [2], 全国大学微小地震観測網データベース委員会 [3], 汐見 勝彦 [4], 青井 真 [4]
Sadayuki Kitagawa[1], Takashi Yokota[2], Hiroshi UENO[2*], Yoshiro Ohta[2], Committee on Earthquake Database of Japan University SeismicObservatory Networks[3], Katsuhiko Shiomi[4], Shin Aoi[4]

[1] 文部科学省地震防災研究課, [2] 気象庁地震火山部, [3] 全国大学微小地震観測網データベース委員会, [4] 防災科学技術研究所
[1]MEXT, [2]JMA, [3]University Seismic Observatory Networks, [4]NIED

気象庁は、1923 年 8 月以降、現在までの日本およびその周辺の震源カタログを整備している。
1997 年 10 月以降は、日本国内に設置された気象庁および大学等の地震計すべてを使用する対象とし、一定の処理基準のもとに震源決定されたカタログとなっている（いわゆる一元化震源カタログ）。これは、地震発生の 2 日後には、暫定的な震源が公開され、準即時的に作成される震源として利活用されている。
しかし、1997 年９月以前については、震源決定に使用されている地震計は主に気象庁の地震計に限られており、現在と比べ検知力が低い、処理基準も一定でないなどの改善すべき事項がある。
そこで、気象庁では火山観測点の検測値など気象庁内のデータを追加し、現在と同じ処理基準での震源再計算を行い、一定の改善が見られている。
一方、大学・防災科学技術研究所等においても、地震観測が実施されており、そのデータを気象庁のデータと合わせて震源再計算を行うことにより、より精度の高い震源カタログとなる可能性がある。
そこで、気象庁では全国大学微小地震観測網データベース（海野ほか、2007）と防災科学技術研究所のデータを使用し、一元化震源カタログにマージ・再計算を行い、過去の地震カタログを再構成する試みを始めた。最終成果物は、地震調査研究推進本部のもとでの公表を計画している。

本報告では、マージ・再計算を行っている経過と問題点の整理、今後に向けての課題等を報告する。

参考文献
海野徳仁・平原聡・中島淳一・勝俣啓・小菅正裕・平田直・金沢敏彦・酒井慎一・山崎文人・松村一男・木村昌三・植平賢司・後藤和彦・松浦律子・津村建四朗：全国大学微小地震観測網データベース，全国大学微小地震観測網データベース (S144-003), 日本地球惑星科学連合大会,S144-003, 日本地球惑星科学連合

キーワード: 地震カタログ, 全国大学微小地震観測網データベース
Keywords: Earthquake Catalog, Database of Japan University Seismic networks

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-05 会場:302 時間:5 月 27 日 11:00-11:15

フィリピン海スラブ内の起震応力場と関東地震のアスペリティ
Stress regime in the Philippine Sea slab and the asperity of the Kanto earthquake

中島 淳一 [1*], 長谷川 昭 [1], 弘瀬 冬樹 [2]
Junichi Nakajima[1*], Akira Hasegawa[1], Fuyuki Hirose[2]

[1] 東北大学大学院理学研究科, [2] 気象研究所
[1]Tohoku University, [2]Meteorological Research Institute

関東下には太平洋プレート，フィリピン海プレートの 2 つの海洋性プレートが沈み込んでおり，プレート境界やその内部で地震活動が非常に活発である（たとえば，Wu et al., GRL, 2007）．これまでの研究により，プレートの形状やスラブ内の不均質構造と地震活動の間に密接な関係があることが明らかになってきた（たとえば，Uchida et al., EPSL, 2009; Nakajima et al., JGR, 2009; Nakajima and Hasegawa, JGR, 2010）． しかしながら，スラブ内の起震応力場の推定はあまり行われておらず，地震がどのような応力場のもとで発生しているかはよくわかってない．そこで本講演では，フィリピン海スラブ内で発生する地震のメカニズム解を決定し，起震応力場およびプレート境界の固着状況について議論する．

解析では，2003 年から 2010 年 8 月までにフィリピン海スラブ内で発生した地震 (425 個：M>~2) について，P 波の初動極性からメカニズム解を決定し，気象庁一元化データとあわせて 2010 個の地震を使用した．その結果，フィリピン海スラブ内の起震応力場は，東京湾を境にその北東と南西で大きく異なることが明らかになった．北東部では，地殻・マントル最上部の地震は，主として Down-dip compression（DC）型，それ以深で発生している地震は主として Down-dip tension（DT）型のメカニズム解を持ち，Hori (2006) で指摘されているように二重深発地震面を形成しているようにみえる．しかしながら，南西部では，DC 型，DT 型の地震はほとんどみられず，プレートの傾斜よりも高角な T 軸をもつ地震が多い．興味深いことに，そのような領域は，関東地震のアスペリティの広がりとほぼ一致する．

特徴的な応力場を示す領域について，応力テンソルインバージョンを行ってみたところ，いずれの領域においてもσ 1 またはσ 3 の方向はおおむねフィリピン海プレートの収束方向を向くことが明らかになった．この結果は，スラブ内の応力場が主としてプレートの収束方向で規定されていることを強く示唆している．また，関東地震のアスペリティでの固着によるスラブ内の応力場を計算したところ，アスペリティでの固着を考えれば，プレートの傾斜よりも高角な T 軸をもつ地震の発生をうまく説明できることが明らかになった．これらの結果は，プレート境界での固着によってスラブ内の応力場が擾乱を受けていることを示唆しており，もしこの解釈が正しければ，関東地震のアスペリティ (たとえば，Wald and Somerville, 1995) の深部延長は現在固着しておらず，そこでの大地震発生の可能性は低いと考えられる．

キーワード: メカニズム解, 関東地震, 応力場, アスペリティ

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-06 会場:302 時間:5 月 27 日 11:15-11:30

太平洋プレートとフィリピン海プレートの沈み込みによる関東下の温度分布の数値シミュレーション
Numerical simulations of temperature field associated with subduction of two oceanic plates beneath Kanto district

高木 瑠美 [1*], 吉岡 祥一 [2], 松本 拓己 [3]
Rumi Takagi[1*], Shoichi Yoshioka[2], Takumi Matsumoto[3]

[1] 神戸大・理・地球惑星, [2] 神戸大・都市安全セ, [3] 防災科研
[1]Dept. of Earth and Planetary Sci., [2]RCUSS, Kobe Univ., [3]Earthquake Research Department, NIED

１． はじめに

関東下には、北米プレートに対して北北西方向にフィリピン海プレートが沈み込んでおり，さらにその下に西北西方向に太平洋プレートが沈み込んでいる．この地域では，２つの海洋プレートの沈み込みに伴った複雑な温度場・流れ場がつくられていると考えられる．また，フィリピン海プレートが太平洋プレートの上に接触している領域が関東下に広がっているため，低温場が実現されていると考えられる．実際，地下の温度分布を表す地殻熱流量は，関東地方では低く，日本列島においても特徴的である．

本研究では 2 つのプレートの沈み込み方向に沿った測線に対し，プレートの沈み込みによる温度分布の数値シミュレーションを行った．このようにして得られた温度分布から求められる地殻熱流量の値を観測値と比較することで，関東下の２つのプレートの沈み込みがどのような特徴を与えているのかに注目した．

２． モデルと方法

本研究では，Torii and Yoshioka(2007) の 2 次元箱型熱対流モデルを用いて，太平洋プレートが沈み込んでいるところに，15Ma 以降フィリピン海プレートが沈み込んでくるモデルを構築した．プレートの沈み込み速度は，Sella et al.(2002) を参照して与えた．太平洋プレートに関しては、Sdrolias and Muller(2006) より沈み込むプレートの年齢を時間変化させた．また，Nakajima et al.(2007,2009) と Hirose et al.(2008) に基づいて，2 つのプレート上面の形状を与え，プレートが沈み込む際に与えるガイドの指標とした．太平洋プレートの沈み込み方向には九十九里浜を通る測線をとった．フィリピン海プレートと北米プレートの境界では 1923 年に関東地震 (M7.9) が発生している．また，Ozawa et al. (2003) により，房総半島東岸沖で起こっている非地震性すべりが報告されており，これらのプレート境界での温度場を見積もることは重要である．そこで，フィリピン海プレートの沈み込み方向に沿って，1923 年関東地震の東側と西側のアスペリティ領域と，非地震性すべり発生領域を通る 3 つの測線をとり，計４つの測線に沿った鉛直断面での温度分布と地殻熱流量を計算し，これらを各測線における地殻熱流量の観測値と比較した．地殻熱流量のデータとしては，Tanaka et al.(2004), Yamano(2004) のボアホール、ヒートプローブ、及び Ashi et al.(1999,2002) の BSR のデータに加え，松本 (2007) による Hi-net の観測井でのデータを用いた．

３． 結果

太平洋プレートの沈み込みに伴いマントルウェッジに高温の物質が流れ込んでいるところに，冷たいフィリピン海プレートが沈み込んでくると，その領域の温度が低下した．また，フィリピン海プレートが障害物の役割を果たすために，フィリピン海プレートと太平洋プレートの接触域を出たところでの太平洋プレートの上面付近に高温の流れが生じ，フィリピン海プレートが存在しない場合に比べてその部分の温度が上昇した．地殻熱流量は，フィリピン海プレートの沈み込みに伴って時間とともに徐々に低くなり，観測されたデータの空間分布をよく説明できることがわかった．本講演では，関東地震の 2 つのアスペリティ領域と非地震性すべりが発生している領域での温度場の違いについても議論する予定である．

キーワード: プレートの沈み込み, 温度分布, 流れ場, 地殻熱流量, 関東地震, 非地震性すべり
Keywords: subduction, temperature distribution, flow field, heat flow, Kanto earthquake, aseismic slow slip event

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-07 会場:302 時間:5 月 27 日 11:30-11:45

観測点間の走時差を用いた震源決定法：2004 年新潟県中越地震と 2010 年千葉県北東部の地震への適用
A hypocenter determination method with travel time difference between observation points

酒井和紀 [1], 八木 勇治 [1*], 深畑幸俊 [2], 酒井慎一 [3], 中川茂樹 [3], 平田直 [3], 木村尚紀 [4], 明田川保 [5]
Kazuki Sakai[1], Yuji Yagi[1*], Yukitoshi Fukahata[2], Shin'ichi Sakai[3], Shigeki Nakagawa[3], Naoshi Hirata[3], Naoki Kimura[4], Tamotsu Aketagawa[5]

[1] 筑波大学大学院, [2] 京大防災研, [3] 東大地震研, [4] 防災科研, [5] 温地研
[1]Univ. Tsukuba, [2]DPRI, Kyoto Univ., [3]ERI, Univ. Tokyo, [4]NEID, [5]HSRI, Kanagawa Pref.

観測された地震波のデータからより正確に震源の位置を決める震源決定は，地震学の成立以来現在に至るまでその最重要な課題であり続けている．震源決定には常に不確定性が伴うが，その最大の要因は正確な速度構造が未知のためである．より正確な速度構造を求めるために多大な努力がこれまで払われ，それに伴い震源決定の精度も向上してきた．しかし，完全に正確な地震波速度構造は，未来永劫不可知であろう．そこで，本研究では，速度構造の不確定性を前提とした新たな震源決定法を提案する．具体的には，現実の速度構造と仮定した速度構造との差に起因するモデル誤差が空間に対して相関を有することに着目し，近接観測点の走時差をデータとすることにより，そのモデル誤差の縮小を図る．近年，地震計の性能の向上等により観測誤差が縮小する一方，観測点網が密に展開されるようになったため，空間に対して相関を持つモデル誤差を取り入れたこのような解析の必要性が高まっている．本研究では，近接した 2 つの観測点をペアとして，その走時差をデータとして解析する．この走時差のデータには，2 つの観測点の読み取り誤差と，モデル誤差の差が含まれる．モデル誤差の差は，高次項を無視して，2 点間の距離と，見かけ速度の関数で近似して計算に用いた．

今回の定式化の有効性を確認するために数値実験を行った．観測点を 20 km 間隔で 50 点配置し，その中心に震源を定めて震源の東西で表層の地震波速度が異なる速度構造モデルを用いて走時を計算し，震源決定時には，東西で同じ速度構造を用いた．数値実験の結果，本定式化を用いた場合に推定誤差が大きく軽減されることが分かった．このことは，走時差を取ることによりモデル誤差の影響を軽減できることを示す．

次に，2004 年新潟県中越地震と 2010 年千葉県北東部の地震に本手法を適用して有効性を確認した．観測点のペアを適切に作成するために，ドロネー三角形分割を用いた．2004 年新潟県中越地震については，10 月 23 日から 28 日までに発生した M3 以上の余震，計 344 の地震の気象庁一元化データの読み取り値を解析した．得られた結果から，気象庁の震源決定や HypoDD で再決定を行った結果では確認することができなかった，南東落ちの断層面が確認することができる．この断層面については人工的なゴーストである可能性があり十分に吟味する必要があるが，得られた震源分布の特徴は，震源近傍の臨時観測点を用いて震源再決定を行った Sakai et al.,(2005) の結果とおおむね一致するようにも見える．

千葉県北東部の 2010 年千葉県北東部の地震については，7 月 23 日から 10 月 10 日の 57 の地震について，MeSO-net（首都圏地震観測網）で観測された読み取り値に本手法を適用した．この地域では，比較的規模の大きな逆断層型とその余震である正断層型の異なるメカニズムの地震が発生している．得られた震源の分布では，逆断層型と正断層型の震源の位置の違いを明確に確認することができ，プレート境界で逆断層型の地震が発生し，正断層型の地震はそれより下部のスラブ内部で発生しているように見える．

本研究を進めるにあたり，気象庁一元化データの読み取り値，MeSO-net の観測データを使用させて頂きました．記して感謝いたします．

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-08 会場:302 時間:5 月 27 日 11:45-12:00

松代群発地震の初期発展過程と地殻潮汐と地震発生の関係（第２報）
Initial development of the Matsushiro Earthquake Swarm and Influence of Tidal Strain on its Occurrence, the 2nd Report

浜田 信生 [1*], 野坂大輔 [2], 小林正志 [3], 吉川一光 [4], 石垣祐三 [5], 田利信二朗 [4]
Nobuo HAMADA[1*], Nosaka D.[2], Kobayashi M.[3], Yoshikawa K.[4], Ishigaki Y.[5], Tari S.[4]

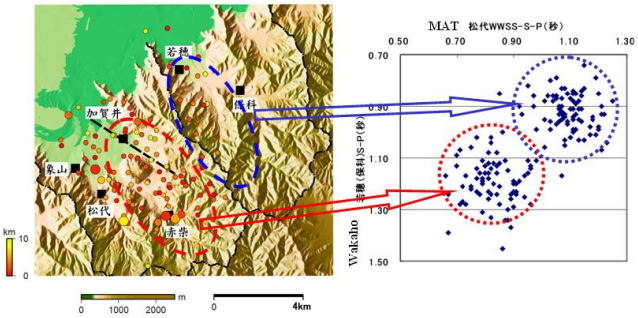
[1] 原子力安全基盤機構, [2] 気象庁精密地震観測室, [3] 大阪管区気象台, [4] 気象庁地震火山部, [5] 横浜地方気象台
[1]Japan Nuclear Energy Safty Organization, [2]Matsushiro Seismological Observatory, [3]Osaka Disrict Meteorological Observatory, [4]Japan Meteorological Agency, [5]Yokohama Local Met. Observatory

1965 年８月から始まった松代群発地震の初期段階の活動について、気象庁が実施した臨時地震観測（赤柴、若穂（保科）観測点）の結果を調査し、初期の活動は、まず松代地震断層の北側で始まり、約１ヶ月経過後、断層の南側で新しい活動が起こり発展していった様子を、前回の報告で初めて明らかにした。この初期発展過程の活動をさらに詳しく調べるため、また時間的に均一な観測値を得るため、松代の WWSS 地震計（短周期）から S-P 時間を新たに調査した。拡大した記録から３成分の S-P 時間を 1/20 秒の精度で読み取りを行った。その結果より詳細な様子が明らかとなり、前回の調査結果が改めて確認された。

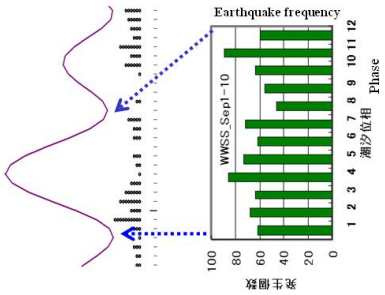
１）1965 年８月中は、S-P 頻度分布から判断してほとんどの地震は、断層の北側の領域で発生していた。
２）この北側の活動域は、S-P 時間にして 0.1 秒程度、松代にくらべ赤柴に近い。
３）松代の S-P 頻度分布は、８月中は一つのピークを持つ北側の活動を示していたが、９月上旬には２つのピークに分かれ、新たに S-P 時間で 0.8 秒前後にピークを持つ活動が、初期の 1.1 秒付近にピークをもつ活動を上回り、南側の活動が短期間に活発化したことが明らかになった。松代と若穂の S-P 時間の相互比較から、北側、南側の活動域が分かれていたこともより明瞭になった。

初期の南北２つの活動域を明確にするために、観測体制が整う 1965 年 10 月から 11 月にかけての松代、長野、加賀井（気象庁）、赤柴、保科、象山（地震研）６点の観測データを用いて震源を調査した。その結果、暫定的ではあるが、松代地震断層付近を南北に挟んで、北西－南東に延びる地震活動域が推定された。 この２つの活動域がそれぞれ、北側が初期、南側が後の段階の活動域に対応するものと推定される。これまでの各種調査では、震源精度に限界があるため明瞭にはなっていないが、群発地震は基本的にはこの北西－南東方向に走向を持つ複数の活動域で構成されている可能性が高い。その確認が今後の課題といえる。

今回の調査で得られた地震発生に関して比較的均質なデータと、既存のデータを用いて地震発生と潮汐歪みの関係を調査した。潮汐歪みの計算には GOTIC2（松本、2001）を利用した。各種歪成分に加え、松代断層の走向に対応した剪断歪、断層面の法線方向の歪み、断層に関するΔ Cff などとの関係を調査したが、面積歪み、体積歪み以外との相関は認められなかった。面積歪み、体積歪みについては、観測点また時期により伸び、縮みのいずれか、もしくは両方で地震発生確率が高くなるという複雑な傾向が見いだされた。結果の解釈は簡単ではないが、潮汐による面積歪み、体積歪み変化は間隙水圧に直接影響を与えると考えられ、松代群発地震は深層の地下水の関与が推定されていることから、間隙水圧の場所的、時間的な違いが、地震の発生に影響を与えている可能性を示すものと思われる。



Hypocenters and comparison of S-P times for the initial stage of the Matsushiro Earthquake swarm (in the blue circles) and those in the second stage (in the red circles)



Volume tidal strain change and Earthquake Occurrence

キーワード: 松代群発地震, 潮汐歪, 間隙水圧
Keywords: Matsushiro Earthquake Swarm, Tidal Strain, Pore Pressure

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-09 会場:302 時間:5 月 27 日 12:00-12:15

硫黄島で発生した潮汐起因の誘発地震現象
Earthquakes triggered by tides in Iwo-jima island, Japan

渡辺 泰行 [1*], 鴨川 仁 [1], 鵜川 元雄 [2], 藤田 英輔 [2], 上田 英樹 [2]
Yasuyuki Watanabe[1*], Masashi Kamogawa[1], Motoo Ukawa[2], Eisuke Fujita[2], Hideki Ueda[2]

[1] 東京学芸大学物理学科, [2] 防災科学技術研究所
[1]Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ., [2]Nat. Res. Inst. For Earth Sci. & Disaste

We investigate dynamic and tidal triggering of earthquakes in Iwo-jima, a south small volcanic island 1250 km away from Tokyo. After seismic waves of four far-distant huge earthquakes including 2004 Sumatra earthquake reached Iwo-jima, a local seismicity was activated. At the time of largest amplitude of arrival seismic waves, in particular, triggered earthquakes occurred in south - west area of Iwo-jima for all of huge earthquakes. From spectrum analysis of time-series of earthquake number per hour, M2 and K1 components of ocean tides significantly enhanced. In the presentation, we discuss the triggered mechanism.

キーワード: 地震活動, 誘発地震, 潮汐
Keywords: Seismicity, Triggering, Tide, Dynamic triggering

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-10 会場:302 時間:5 月 27 日 12:15-12:30

日向灘における M7 クラスのプレート境界型地震の震源再決定とプレート間準静的すべりとの比較
Hypocenter relocation of M7-class earthquakes and comparison with the interplate quasi-static slip in the Hyuga-nada

山下 裕亮 [1*], 清水 洋 [1], 植平 賢司 [1], 藤井 幹雄 [2]
Yusuke Yamashita[1*], Hiroshi Shimizu[1], Kenji Uehira[1], Mikio Fujii[2]

[1] 九州大学地震火山観測研究センター, [2] 福岡管区気象台
[1]SEVO, Kyushu University, [2]Japan Meteorological Agency

九州東方の日向灘は，フィリピン海プレートがユーラシア大陸プレート下に年 5〜7cm で沈み込んでおり，M7 クラスのプレート境界型地震が数十年間隔で発生する領域である．Yamashita et al. (2010) は，日向灘において小繰り返し地震を用いたプレート間の準静的すべりレートの分布を求め，準静的すべりレートが低い領域と過去の大中規模地震の分布に良い相関があることを示した．また，日向灘南部の海岸線側に準静的すべりレートが低い領域があり，1961 年の日向灘地震 (Mjma7.0) のアスペリティが存在している可能性を指摘した．同様の指摘は応力場解析 [植平 (2007)] からもなされている．我々は，この 1961 年の地震に加え，1931 年 (Mjma7.1)，1941 年 (Mjma7.2)，1970 年 (Mjma6.7) の本震および余震の震源再決定を行って過去の日向灘地震の震源域を推定し，小繰り返し地震から推定されたプレート間の準静的すべり分布との比較を行った．

震源再決定に際し，絶対時刻については当時の時計精度から不確定性が大きいため，本研究では S-P 時間のみを用いて震源再決定を行った．本震の震源再決定は九州管内の各気象台に保存されている煤書きもしくはペン書きの記録から実際に S-P 時間を読み取り解析に用いた．余震の震源再決定には，気象庁による検測値を用いた．震源は観測値と理論値の残差 RMS が最小となる位置をグリッドサーチによって求めた．なお，震源の深さの決定精度は低いため，地震がプレート境界で発生していると仮定し，深さを海底地震観測等のデータから得られたフィリピン海プレート上面 [Uehira et al. (2010)] に固定した．理論 S-P 時間の計算には 3 次元速度構造を用い，波線追跡を行って求めた．

震源再決定の結果，4 つの本震の位置は気象庁による震央位置と大きくかけ離れてはいないが，1961 年の日向灘地震は約 20km ほど西の準静的すべりレートの低い領域に求まった．このことは，1961 年の日向灘地震のアスペリティが低すべりレート領域に広がっていることを示唆しており，応力場の解析 [植平 (2007)] 結果とも調和的である．現在，余震についても同様の解析を行っており，余震分布から震源域の広がりを推定し準静的すべりレートとの比較を行う予定である．

謝辞
3 次元波線追跡には，八木原 寛 博士 (鹿児島大学南西島弧地震火山観測所) のプログラムを使用させて頂きました．日向灘地震の記象紙および観測原簿の収集には，福岡管区気象台，鹿児島・宮崎・熊本・大分・佐賀・下関地方気象台，長崎海洋気象台の担当者の方々にご協力頂きました．

キーワード: 日向灘地震, 準静的すべり, 震源再決定
Keywords: Hyuga-nada earthquake, Interplate quasi-static slip, Hypocenter relocation

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-11 会場:302 時間:5 月 27 日 12:30-12:45

２００４年スマトラ島沖地震による遠隔誘発された中国雲南省の地震活動
Remotely triggered seismicity in Yunnan, Southwestern China following the 2004 Mw9.3 Sumatra earthquake

雷 興林 [1*], 解　朝 DI[2], 傅　碧宏 [3]
Xinglin Lei[1*], Chaodi Xie[2], Bihong Fu[3]

[1] 産業技術総合研究所, [2] 雲南大学地球物理学科, [3] 中国科学院地質地球物理研究所
[1]Geological Survey of Japan, AIST, [2]Department of Geophysics, Yunnan Univers, [3]Institute of Geology and Geophysics, Aca

Following the 2004 Mw9.3 Sumatra earthquake, seismicity increased sharply over a wide area of up to ~2,500 km away in Yunnan province, southwestern China. Raised seismicity lasts for approximately 14 days. During this period, more than 800 events having a magnitude of >=1.5 were observed, including at least 7 M4 class events and a M5.1 event. This is perhaps the most impressive example of remotely triggered seismicity yet observed. Major events were clustered at several sites that exhibit complex fault geometries, such as step-overs and junctures. We use statistic approaches including the Beta-statistics to examine the statistical significance of the seismic rate increases associated with the Sumatra mainshock and conclude that there is a reasonable probability that the raised seismicity was remotely triggered by the Sumatra earthquake.

Both rapid-onset dynamic triggering and delayed response were well established. During the first hour of event time (time from the origin time of the Sumatra earthquake), we can identify and locate at least 7 M1.5+ earthquakes. These events are embedded in the body waves and surface waves from the Sumatra earthquake. However, clear records at some stations are obtained by applying a high-pass filter to the original seismograms. The first identified event is a M4.6 earthquake occurred during the passage of the surface waves from the Sumatra earthquake. However, major clusters likely demonstrate significant delays in the onset of triggering seismicity, with the dominant energy releasing a few hours to a few days after the surface wave passed.

We use the epidemic-type aftershock sequence (ETAS) model to examine seismicity in the study in 2004 through 2005. Two major changing points and thus three phases (I through III) of activity pattern, are well determined. The second phase (II) corresponds to the period of seismic activity remotely triggered by the Sumatra earthquake. The ETAS models show great p0 (>30%) and small Alfa, which are 1.368, 0.804, and 1.328 for phases I, II, and III, respectively. Therefore, the triggered activities show earthquake swarm-like characteristics such as that indicated by the epidemic-type aftershock sequence (ETAS) modeling results (large percentage of random components and less magnitude dependence in Omori law type self triggering).

Multiple sources of evidence, including intensive hydrothermal activities, and low velocity and high Vp/Vs zones in the lower to middle crust suggests that magma/mantle-generated fluids have a role in the region. High fluid pressure in branched fault zones weakened the faults, making them sensitive to external disturbances and leading to fluid-driven seismicity.

キーワード: 遠隔誘発, ETAS, 流体駆動地震活動, 雲南, スマトラ島沖地震
Keywords: Remote triggering, ETAS, Fluid-driven seismicity, Yunnan, Sumatra Earthquake

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 Tsuruoka[1], Kenji Satake[1], Kunihiko Shimazaki[1]

[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（Δ 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Δ 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Δ CFF が正の方向へ移動しており，Δ CFF 増加域において活発化，あるいはΔ CFF 減少域において静穏化したことが示された．これはΔ 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，Δ 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る．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

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-P02 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 14:00-16:30

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

溜渕 功史 [1*], 中村 雅基 [1], 山田 安之 [1]
Koji Tamaribuchi[1*], Masaki Nakamura[1], Yasuyuki Yamada[1]

[1] 気象庁地震火山部
[1]JMA

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, 溜渕・他, 2009)，宮古島近海 (M 5.1；溜渕・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とは考えにくく，今回検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拡げ，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.
溜渕・他,2009, 連合 2009 年大会,S149-P005.
溜渕・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.

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-P03 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 14:00-16:30

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
[1]NIED

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プルームの上を通過する際、プ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圧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
[1]JAMSTEC

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

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

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 Yamaguchi[1], Ryosuke Azuma[1], Masamitsu Takada[1], Kazunori Kuroi[1], Takuji Yamada[1], Jun'ichi Miyamura[1], Hiroaki Takahashi[1]

[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、ミツトヨ社製の強震計 (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市内３か所のボ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 (卜部、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 (卜部・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

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

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 Oikawa[1], Akiko Hasemi[1]

[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) とで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 Shibutani[1], Kin'ya Nishigami[1], Norio Hirano[1], Kazuo Matsumura[2], Fumio Ohya[2], Takuo Okamoto[3]

[1] 京大・防災研, [2] 京大・防災研・定年退職, [3] 福井高専
[1]DPRI.,Kyoto Univ., [2]retired from DPRI.,Kyoto Univ., [3]Fukui 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

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

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 Machida[1], Takehi Isse[1], Tomoaki Yamada[1], Kimihiro Mochizuki[1], Hajime Shiobara[1], Masanao Shinohara[1], Toshihiko Kanazawa[1], Kenji Uehira[2]

[1] 東大地震研, [2] 九大島原
[1]ERI, [2]SEVO

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 (VLFEs) 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 VLFEs 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. VLFEs 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.

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

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

千藏 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 Matsumoto[2], Takahiro Ohkura[3], Hiroshi Shimizu[2], Hiroyuki Inoue[3], Shin Yoshikawa[3], Yuki Abe[4], Yoshihiro Masaki[4], Masahiro Miyazaki[1], Kenji Uehira[2]

[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．

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS026-P10 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 14:00-16:30

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 activirt 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 Yakiwara[1], Syuichiro Hirano[1]

[1] 鹿大・理工・南西島弧
[1]NOEV, 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

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

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]Faclty Science, University of the Ryukyu

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下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

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

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 Nakamura[2]

[1] 琉球大学大学院理工学研究科, [2] 琉球大学理学部
[1]Graduate School of Science,Ryukyu Univer, [2]Facul. 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部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 Sato[1]

[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 ozel[1]
Dogan Kalafat[1*], nurcan meral ozel[1]

[1]Kandilli Observatory and ERI, Turkey
[1]Kandilli Observatory and ERI, Turkey

The March 8, 2010 Basyurt-Karakocan Earthquake (MlISK=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 Io=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 Kanao[2], Yoko Tono[1], Tetsuto Himeno[2], Genchi Toyokuni[2]

[1] 海洋研究開発機構, [2] 国立極地研究所
[1]JAMSTEC, [2]NIPR

「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