

(1) 実施機関名：

(独) 防災科学技術研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

プレート境界すべり及び内陸地震活動評価に関する研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

イ. 非地震性滑りの時空間変化とアスペリティの相互作用

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ア. 日本列島域

イ. 地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

ウ. 東海・東南海・南海地域

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ア. アスペリティの実体

ウ. ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

プレート境界の巨大地震発生領域の周囲では、過渡的・準静的滑りを反映する現象が相次いで発見されている。西南日本のフィリピン海プレート沈み込み境界の固着域深部では、数か月ごとに短期的スロースリップイベント、深部超低周波地震及び深部低周波微動が同期して発生し、活動期には移動現象を伴うほか、時には隣接するセグメントに連動することがある。南海トラフ近傍の付加体内及び襟裳海山付近のプレート境界では浅部超低周波地震が発生し、後者については 2003 年十勝沖地震による余効滑りとの関連が指摘されている。また、相似地震活動は発生域周辺のプレート間準静的滑りを反映するだけでなく、その周囲の比較的大きな地震の発生前後で滑り速度が変化するなどの地震発生準備過程を反映する場合もある。以上のように、これらの現象はプレート間の結合状態や摩擦特性の空間的違いを反映したプレート間滑りであり、これらの発生源とプレート境界の幾何学的形状との位置関係、地下不均質構造や流体等との関係を明らかにして、これらの現象の発生メカニズムや構成則を解明することを到達目標とする。また、内陸においては特定の震源断層に応力が集中する過程を明らかにするため、活断層の幾何形状を反映する震源分布等の高精度震源決定、及び断層周辺の詳細な

地震学的及び電磁気学的構造や応力分布を明らかにし、地殻変動観測とあわせて弾性変形と非弾性変形を分離するなど、応力蓄積の状況を把握することを目標とする。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

(7-1) プレート境界深部滑り現象の解明

短期的スロースリップイベント、深部超低周波地震及び深部低周波微動の発生状況モニタリング結果に基づいて、断層モデルやメカニズム解、震源分布を明らかにするとともに、それらの解析手法の改良・開発に基づいて、より高精度の震源パラメータを得、外的擾乱によるトリガー作用などを考慮して、これらの現象の相互作用及び発生メカニズムを明らかにする。さらに、自然地震解析や人工震源探査によって得られるプレート形状、境界面とその周辺の不均質地下構造、または電磁気学的調査等による流体分布等に基づき、空間的相互関係を明らかにする。

(7-2) 浅部超低周波地震の解明

浅部超低周波地震のモニタリング結果に基づいて震源分布及び発震機構解を明らかにし、プレート形状や周辺の地下不均質構造、及び相似地震解析や地殻変動解析に基づくプレート間滑りモニタリング結果と合わせて、超低周波地震の発生モデルを構築する。

(7-3) 相似地震構成則の解明

日本列島全域における相似地震活動モニタリング結果に基づき、プレート間準静的滑りの分布を明らかにするとともに、プレート内で発生する相似地震活動状況を明らかにする。特に、太平洋プレート及びフィリピン海プレートの上面境界に発生する相似地震活動について着目し、プレート形状や進行方向などを考慮して、地域や深さごとに相似地震の構成則を構築する。

(7-4) 内陸地震活動の解明と活断層評価

内陸活断層周辺で発生する地震の高精度震源・発震機構決定、応力テンソルインバージョンなどに基づき、自然・人工地震探査や電磁気学的調査等による地下不均質構造に関する情報と合わせて、既知の活断層や伏在する活断層の深部構造などの幾何的特徴の抽出や断層内外の構造を明らかにするとともに、地殻変動観測とあわせて弾性変形と非弾性変形を分離するなど、応力蓄積の状況を把握する。

(7) 平成24年度成果の概要：

プレート境界深部滑り現象の解明

2011年12月～2012年1月の豊後水道～四国中部における短期的スロースリップイベント(SSE)と深部低周波微動・超低周波地震活動の発生域は、フィリピン海プレート走向方向の長さが150～200km程度に及び、従来のエピソードと比べて大規模なものであった。防災科研Hi-netに併設された高感度加速度計による傾斜変動データを用いて短期的SSEの詳細な滑り過程を推定し、微動及び超低周波地震の活動と比較した。その結果、愛媛県西部及び中部ではそれぞれ滑りの増加に伴って微動や超低周波地震の活発化が見られた。一方で、2つの領域の間では微動活動が活発化するが、短期的SSEの滑りがほとんど発生せず、超低周波地震も発生していなかった。このギャップ領域では、微動活動が潮汐とよく対応することや通常の地震波によってトリガーされやすいことが知られている。これらのことから、短期的SSEを含めたスロー地震の発生様式を支配する滑り特性が、プレートの走向方向に不均質性を有していることを示唆する。

房総半島沖ではスロースリップイベントが2011年10月～11月にかけて前回より4年2か月で再来した。過去約30年間に房総半島沖で発生してきたスロースリップイベント(以下、房総SSE)の再来間隔は平均68か月であり、2011年の房総SSEは50か月と最短だった。一方、1990年房総SSEは91か月と最長だった。この間には2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)及び1987年千葉県東方沖地震(M6.7)がそれぞれ発生しており、これらの地震による応力変化(CFS)を評価したところ、前者は約0.1MPaの増加、後者は約0.2MPaの減少と推定された。これは房総SSEの応力降下量と比較して大きな部分を占めるものであり、外的な応力変化によってSSEの発生間隔が影響を受けた可能性がある。以上の結果は、プレート間の性質を知る上で有用な成果と言える。

浅部超低周波地震の解明

東北地方太平洋沖において超低周波地震が発生していることを、防災科研 F-net の広帯域地震計記録を用いた解析により明らかにした。超低周波地震のクラスターは、岩手沖、宮城沖、福島・茨城沖の3つの領域で見られ、それぞれクラスター的な活動分布をしている。また、2011年東北地方太平洋沖地震後に岩手沖及び福島・茨城沖の活動が活発化したのに対し、宮城沖については地震後に活動が検出されていない。これは、大地震の滑りによる応力集中や解放、あるいは余効滑りの影響を反映していると考えられる。

2003年十勝沖地震発生以前の期間における千島海溝 日本海溝会合部付近の超低周波地震活動を調べるために、1994年以降の東北大学及び1996年以降の防災科学技術研究所の広帯域地震記録を解析した。その結果、1994年三陸はるか沖地震の直前直後に目立った超低周波地震活動は無かったこと、その後、2003年十勝沖地震発生までの1996~2002年の期間には約10.5か月間隔で超低周波地震が発生していたことが明らかとなった。この期間における超低周波地震活動の多くは北東方向のマイグレーションを示し、逆方向のマイグレーションが卓越した2003年十勝沖地震後の活動とは対照的である。このようなマイグレーション方向の違いは、超低周波地震発生域に対するその周辺域からの応力集中状態の違いに起因している可能性がある。

内陸地震活動の解明と活断層評価

「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」による稠密オフライン観測データの解析から、2011年3月12日長野県・新潟県県境付近の地震 ($M6.7$) の震源域における高精度震源分布と三次元速度構造を得た。それによると、余震域は北東側と南西側のブロックに分かれ、本震は北東側ブロック内の南東傾斜の断層面で、最大余震は南西側ブロック内の北西傾斜の断層面で発生したものと見られる。同様にひずみ集中帯で発生した2004年新潟県中越地震や2007年新潟県中越沖地震の余震分布に見られる特徴も今回の地震と類似しており、複数のブロックにおける同時もしくは短い時間差での破壊はこの地域で発生する地震に共通した特徴である可能性がある。また、速度構造解析の結果、本震直下に流体の存在を示唆する高 V_p/V_s 比かつ低 V_s の領域が分布することも分かった。東北地方太平洋沖地震後に各地の火山で地震活動が活発化し、地下の流体（水もしくはマグマ）の存在と表面波の通過による動的応力変化がそれらの活動を励起した可能性が指摘されているが、長野県・新潟県県境付近においてもほぼ同時に地震活動が始まっており、似たメカニズムによって励起された可能性がある。

- (8) 平成24年度の成果に関連の深いもので、平成24年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
Hitoshi Hirose, Hisanori Kimura, Bogdan Enescu, and Shin Aoi (2012) Recurrent slow slip event likely hastened by the 2011 Tohoku earthquake, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 109(38) 15157-15161, doi: 10.1073/pnas.1202709109.

- (9) 平成25年度実施計画の概要：

平成24年度に引き続き、スロースリップイベント、深部超低周波地震、深部低周波微動、浅部超低周波地震の発生状況モニタリング結果に基づき、断層モデルやメカニズム解、震源分布を明らかにするとともに、それぞれの時空間的な関連について調べる。これらの現象と地下不均質構造との関係についても解析を進める。特に浅部超低周波地震については、F-net等のデータを利用して、より以前の活動状況についても調査をすすめる。また、相似地震活動モニタリング結果に基づき、プレート間準静的滑りの分布を明らかにするとともに、プレート内で発生する相似地震活動状況を明らかにし、地域や深さごとに相似地震構成則の構築を進める。さらに、「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」等による稠密地震観測の記録から地震波速度構造の高解像度イメージングを行うとともに、その結果から断層セグメントなどを規定し得る微細構造の検出を試みる。

- (10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

独立行政法人防災科学技術研究所 観測・予測研究領域地震・火山防災研究ユニット

他機関との共同研究の有無：有
東京大学地震研究所

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：防災科学技術研究所 アウトリーチ・国際研究推進センター

電話：029-851-1611

e-mail：toiawase@bosai.go.jp

URL：http://www.bosai.go.jp/index.html

(12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：浅野陽一

所属：観測・予測研究領域地震・火山防災研究ユニット