

(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・準静的すべ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、数ヶ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すべ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すべ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すべ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すべりであり、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) プレート境界深部すべり現象の解明

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、および相似地震解析や地殻変動解析に基づくプレート間すべ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、プレート間準静的すべ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・発震機構解決定、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 23 年度成果の概要 :

プレート境界深部すべり現象の解明

西南日本で発生している深部低周波微動活動の高精度なカタログから、微動活動が伝播するフロントを追っていくと、活動の分布に関係なく、ほぼ同心円状に広がっていることが明らかになった。これは、背後に微動活動を規定する何らかの現象が発生していることを示唆しており、スロースリップイベントが、微動活動の無い場所でも一定速度で広がっていくことで、微動活動を引き起こしている可能性が考えられる。

群発地震活動を伴うスロースリップイベント (SSE) が房総半島沖で 2011 年 10 月から 11 月にかけて発生した。この SSE についてすべりの時空間的な発展を傾斜記録から調べるとともに、群発地震の精密震源決定を行った。その結果、すべりと群発地震活動の時空間的な対応が明瞭に捉えられ、地震はすべり域を縁どるようにほぼ水平に分布することが明らかとなった。この中には相似地震も見出され、主に傾斜変動が大きな期間内に発生している。このような特徴は、房総 SSE がプレート境界で発生し、それが周辺の地震を励起したと考ええるとよく説明される。房総 SSE は、これまで 5~7 年間隔で発生してきたが、今回は過去 29 年間で最も短い 4 年 2 ヶ月で再来した。この間には 2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震が発生しており、この地震の発生によって再来間隔が短くなった可能性がある。

浅部超低周波地震の解明

既知の超低周波地震の記録と連続記録との相関解析によって、日向灘から足摺岬沖における浅部超低周波地震活動の詳細な時空間分布を調べた。その結果、浅部超低周波が活発となる一連の活動期中でマイグレーションが見られることが明らかとなった。その特徴は、西南日本において短期的 SSE と同期して発生する深部低周波微動や深部低周波地震の活動に見られる特徴と類似しており、浅部超

低周波地震もまた、プレート境界における未知の短期的 SSE に伴って発生している可能性を示唆する。

西南日本の南海トラフ沿いで発生する浅部超低周波地震活動と地球潮汐の関係を調査し、その活動の多くが地球潮汐との間に明瞭な相関関係を示すことが明らかになった。いずれの場合も、超低周波地震の発生は地球潮汐による応力変化が引張及びすべり方向最大となる時刻に集中する。

相似地震構成則の解明

2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震の発生後の相似地震活動を関東地方において調べた。その結果、東北地方太平洋沖地震の震源断層の延長にあたる太平洋プレート上面のみならず、フィリピン海プレート上面でも多数の相似地震が検出された。相似地震グループ毎に活動の時間変化を調べたところ、いずれのプレートでも、ほぼすべてのグループで東北地方太平洋沖地震発生前と比較して東北地震後に繰り返し間隔が短くなったことが明らかとなった。関東地方における相似地震の活動度はプレート相対運動の指標と見なせることから、これは、東北地方太平洋沖地震によるプレート相対運動が、フィリピン海プレートの北限を越えて関東地方の下の広い範囲で加速したこと、また、フィリピン海プレート上面でもプレート相対運動が加速したことを示す。

内陸地震活動の解明と活断層評価

東北地方太平洋沖地震発生後、震源域から離れた内陸域においても浅発地震活動が活発化した（長野県・新潟県境付近、静岡県東部、茨城県北部、福島県東部、銚子付近、東京湾北部など）。特に、3 月 12 日に発生した長野県・新潟県境付近を震源とする地震（M6.7：気象庁暫定値）については、この地震発生以前より稠密なオフライン地震観測網が展開されており、そのデータを速やかに回収するとともに、精密震源決定を行った。その結果、本震の震源の深さは約 8km、余震は本震を中心とする約 17km の範囲で発生し、深さは概ね 4～10km に分布することが分かった。また、余震域の北東部では南東傾斜の面状分布をなすのに対し、南西側では面状分布が不明瞭であることも分かった。北東部の余震に見られる南東傾斜の分布は M6.7 の地震の F-net MT 解とも調和的であり、これらの余震は M6.7 の地震の断層に沿った活動と考えられる。一方、南西部の余震は、その不明瞭な分布からこれと異なる断層における活動と解釈される。

1891 年濃尾地震の震源域周辺における近年の微小地震空間分布については、すでに前年度までに調べられてきたところであるが、その分布に基づき、震源域南部に岐阜—宮線に代わる西傾斜の断層を導入したモデルを提案した。このモデルを仮定して最大速度の空間分布を簡便法によって評価したところ、その分布は濃尾地震による被害分布を比較的良く説明することがわかった。このことから、近年の高感度地震観測による微小地震の空間分布は、発生から 100 年以上も経た地震の震源断層を明らかにする上でも、一定の役割を果たしていることが分かった。

その他

東北地方太平洋沖地震の前後の地震について CMT 解析を行い、発震機構解の空間分布を調べた。その結果、前震活動を含む本震発生前の地震は、主にプレート境界付近で発生する低角逆断層型（以下、プレート境界型）であったのに対して、地震後の余震にはさまざまな発震機構解タイプが見られることが分かった。特に、プレート境界型の余震は本震の地震時すべりが大きかった領域を避けており、この領域が本震前に蓄積されていたひずみエネルギーを十分に解放したために、プレート境界型の余震を起こせないということが考えられる。

- (8) 平成 23 年度の成果に関連の深いもので、平成 23 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
- Asano, Y., T. Saito, Y. Ito, K. Shiomi, H. Hirose, T. Matsumoto, S. Aoi, S. Hori, and S. Sekiguchi, 2011, Spatial distribution and focal mechanisms of aftershocks of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Earth, Planets and Space*, 63, 669-673.
- 浅野陽一, 2011, 濃尾地震震源域周辺における最近の地震活動, *地震ジャーナル*, 51, 29-36.
- 防災科学技術研究所, 2011, 平成 23 年(2011 年) 東北地方太平洋沖地震 前震・余震のセントロイド・モーメントテンソル(CMT) 解析結果, *地震予知連絡会会報*, 86, 153-155.

防災科学技術研究所，2011，東北地方太平洋沖地震以降の茨城県北部・福島県東部の地震活動，地震予知連絡会会報，86，338-339．

防災科学技術研究所，2011，東北地方太平洋沖地震以降の関東地方の相似地震活動，地震予知連絡会会報，86，340-342．

防災科学技術研究所，2011，東北地方太平洋沖地震以降の銚子付近の地震活動，地震予知連絡会会報，86，343-346．

防災科学技術研究所，2011，2011年3月11日以降の東京湾の地震活動，地震予知連絡会会報，86，347-348．

防災科学技術研究所，2011，2011年3月15日静岡県東部の地震，地震予知連絡会会報，86，425-426．

防災科学技術研究所，2011，2011年3月12日長野県・新潟県県境付近の地震，地震予知連絡会会報，86，486-487．

防災科学技術研究所，2012，房総半島沖スロースリップイベント（2011年10 - 11月），予知連会報，87，印刷中．

（ 9 ）平成 24 年度実施計画の概要：

平成 23 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。特に超低周波地震については、これまでに活発な活動が報告されている南海トラフや十勝沖以外の日本周辺領域において活動の検出を試みる。深部低周波微動については、アレイ観測などの機動的な地震観測によって 1 エピソード内の微動の発生・推移を連続的にモニタリングし、その発生様式の詳細を明らかにする。相似地震解析については、モニタリング結果に基づきプレート間準静的すべ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。

（ 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