

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

アスペリティと強震動生成過程の関係に関する研究

(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

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-2) 地震破壊過程と強震動

ア. 断層面の不均質性と動的破壊特性

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

アスペリティと強震動生成領域の関係を、実強震記録や遠地記録等を用いて分析するとともに、地震発生域の様々な不均質パラメータと比較することによって、プレート境界地震に関する強震動予測のための震源モデル構築と内陸地殻内地震、スラブ内地震の震源モデルの高度化に関する研究を行う。

a. アスペリティ分布とアスペリティの特徴に関する研究

プレート境界の大地震で同じ震源域で発生した地震記録を収集し、繰り返し起きている地震の破壊領域全体、アスペリティ分布、及び破壊開始点の位置を詳細に分析し、アスペリティや破壊領域の繰り返しパターン、地震活動との関係等を明らかにする。強震記録があるものについては、強震動シミュレーションを通じて強震動生成領域を評価し、アスペリティとの対応を系統的に分析・分類することによって、プレート境界のアスペリティの実像を解明する。本研究成果はプレート境界地震のアスペリティ特性についての新たな知見を得るとともに、強震動評価のための震源モデル像確立への重要な基礎資料を提供することを目的とする。

b. 強震動予測のための震源モデル像の確立

a. の研究成果や既往研究の成果と比較検討することによって、アスペリティと強震動生成領域の関係、アスペリティ内の微細構造に関わる不均質性評価を行う。強震動シミュレーションを行うために、分析対象とするプレート境界地震の記録が得られた強震観測サイトのサイト特性の評価を行う。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度においては、a. に関して、繰り返し地震の地震記録の収集と分析のため、既往研究の滑り分布の収集を行う。強震動シミュレーションによって強震動生成域の推定を行う。今年度は茨城県沖のプレート境界地震を対象とする。b. については、平成 20 年度までに行われた研究成果に基づいて、破壊領域、アスペリティ領域、強震動生成領域の 3 段階震源モデルのモデルパラメータを既往の研究に基づいて設定して、プロトタイプとして提案する。当該年度に発生した被害地震等の震源モデルの収集や強震動シミュレーションによる広帯域震源モデルの収集、解析は 5 か年計画内に随時行う。

平成 22 年度においては、プレート境界地震を中心として強震動生成域を推定し、遠地の波形インバージョン結果による滑り分布等との比較を継続する。

平成 23 年度においては、プロトタイプの震源モデルパラメータの与え方に基づいた強震動シミュレーションを行い、モデルの妥当性と問題点を検証する。

平成 24 年度においては、これまでに提案されているプレート境界地震、地殻内地震、スラブ内地震の強震動シミュレーションのための震源モデルの相違性を明らかにし、地震発生環境毎の適切な強震動予測のための震源モデルを構築する。

平成 25 年度においては、前年度のモデルに基づいた強震動シミュレーションを行って、強震動予測のための震源モデルの妥当性を検証する。

(7) 計画期間中 (平成 21 年度 ~ 25 年度) の成果の概要 :

研究年度期間内において発生した被害地震を中心として、プレート境界地震、スラブ内地震、地殻内地震の強震動生成の観点に立った震源モデル推定と、強震動予測のための震源モデルの構築を進めた。

2008 年茨城県沖地震 (M7.0) と比較のための 1982 年の茨城県沖地震 (M7.0) の強震動生成モデルを推定し、破壊開始点は異なるものの、強震動生成領域は重なっている可能性を示した。また、2009 年 8 月に起きた駿河湾の浅いスラブ内地震 (M6.5) の強震動生成モデルを構築し、これまで積み重ねてきたスラブ内地震の強震動生成領域 (SMGA) の応力降下量に関する深さ依存性を指摘した。この地震は震源深さが約 23km であったことから、強震動生成領域の応力降下量は内陸地殻内地震のそれと同程度であって、応力降下量の深さ依存性を考慮することが、スラブ内地震の強震動予測の震源パラメータとして重要であることを示した。

2011 年東北地方太平洋沖地震では、地震被害に直結する周期 0.1-10 秒の強震動生成モデルを構築し、4 つの SMGA が必要であって、それらは東北地震の震源領域のやや深い方に分布し、宮城沖に 2 個、福島沖、茨城・福島県境沖にそれぞれ 1 つ求められた。推定された SMGA の位置は、1930 年代に M7 クラスのイベントが起きた、宮城沖、福島沖、茨城沖の震源領域とほぼ一致することから、強震動予測のための SMGA 配置の事前予測の可能性を指摘した。

また、本震 30 分後に生じた茨城沖の最大余震の震源インバージョンを行い、滑り分布を求めた。この滑り分布から、この地震の破壊は、沈み込む海山とフィリピン海プレートによって広がらなかった可能性を示した。この地震の強震動生成モデルも構築して、主破壊が始まる時に強震動も強く生成したことがわかった。

平成 25 年度においては、東北地震で誘発されたと考えられる 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震 (Mw6.6) の震源過程解析を行った。この地震に伴い、共役でない二条の地表地震断層 (井戸沢断層、湯ノ岳断層) が出現していることを考慮して、それぞれの地表地震断層に対応する 2 枚の震源断層面を仮定して、湯ノ岳断層の破壊開始点および井戸沢断層と湯ノ岳断層の破壊時刻差に関して多くの組み合わせを試し、波形の合いぐあいが最も良い組み合わせを最適解とした。最適解では、湯ノ岳断層の破壊開始点が断層面北側の深い点、井戸沢断層と湯ノ岳断層の破壊開始時刻差は 4.5 秒と求まった。湯ノ岳断層へ破壊が進展した原因を探ることを目的として、井戸沢断層の破壊の最中の湯ノ岳断層への影響を調べるため、湯ノ岳断層面上での応力分布と CFF の時間変化を求めた。この結果、井戸沢断層の破壊開始から約 4 秒後に、CFF の時間変化の正のピークが見られた。それ以前にはこのような目立った CFF の増加はなく、また、破壊開始点付近以外でこのような大きな値をとることもなかった。このことは、井戸沢断層の破壊による応力変化によって、湯ノ岳断層の北西の深い位置から破壊が始まったことを示唆する結果を得た。

また、強震動予測のための震源モデル構築においては、M7 クラスまでの内陸地殻内地震で構築してきた滑りの大きい領域と SMGA が対応するモデル化が、M8 クラス以上のプレート境界地震等では対応していないことについて、SMGA に関するスケージングや、震源モデルの空間的分解能を検討しながら (1) 滑りモデルから得られる大滑り域と強震動生成域のサイズや位置を比較すると、強震動生成域 / 大滑り域の比は、地震規模が大きくなるほど、小さくなる傾向があり、また位置についても (2) 強震動生成域は大滑り域の縁にある (2003 年十勝沖地震)、強震動生成域はほとんど大滑り域の外にある (2011 年東北地震) といった傾向があることがわかった。事例が少ないため、これが普遍的な性質があるのか、解析したイベントの特徴であるのかは判断できない。2011 年東北地震に関しては、強震動生成 (滑り速度が大きい) と大滑り (滑りが大きい) の対応についての知見を得るために、同じ

方法にもとづいた周期帯別の震源モデルを推定する研究を開始している。

(8) 平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :

Kubo, H., K. Asano, and T. Iwata, 2013, Source-Rupture Process of the 2011 Ibaraki-oki, Japan, Earthquake (Mw 7.9) Estimated from the Joint Inversion of Strong-Motion and GPS Data: Relationship with Seamount and Philippine Sea Plate, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 3003-3007, doi:10.1002/grl.50558.

Asano, K., H. Sekiguchi, T. Iwata, W. Suzuki, S. Aoi, and T. Kunugi, 2014, Source Process of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, H. Kawase (ed.), in *Studies on the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Natural Disaster Science and Mitigation Engineering: DPRI reports*, H. Kawase (Editor), Springer, Japan, 17-36.

Tanaka, M., K. Asano, T. Iwata, and H. Kubo, 2013, How Did the Two Faults Rupture during the 2011 Fukushima-ken Hamadori Earthquake? AGU 2013 Fall Meeting, S51B-2360.

Iwata, T., K. Asano, and H. Kubo, 2013, Construction of Source Model of Huge Subduction Earthquakes for Strong Ground Motion Prediction, AGU 2013 Fall Meeting, S43A-2470.

久保久彦・浅野公之・岩田知孝・青井 真, 2013, 周期帯ごとにみた 2011 年東北地震太平洋沖地震の震源特性, 日本地震学会 2013 年秋季大会, A11-05.

田中美穂・岩田知孝・浅野公之・久保久彦, 2013, 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震の際に湯ノ岳断層は井戸沢断層破壊の影響で破壊したのか? 日本地震学会 2013 年秋季大会, A11-06.

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

京都大学防災研究所 岩田知孝・浅野公之・Mori , James J.

他機関との共同研究の有無 : 無

(10) 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 :

電話 :

e-mail :

URL :

(11) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名 : 岩田知孝

所属 : 京都大学防災研究所地震災害研究部門