

(4) 震源断層モデル等の構築

4-2 震源断層モデルの高度化に関する調査研究（京都大学防災研究所）

1-1) 平成 19 年度の実施計画と進捗状況

国内外で発生したプレート境界地震及びスラブ内地震の地震波等を用いて推定された震源モデルを収集し、地震規模に対する断層面上のすべりやそれから求められる応力降下量分布の不均質特性を調べる。強震記録が多く得られているイベントに対して、広帯域地震波を用いた震源過程の解析を行い、強震動予測のための震源断層モデル構築に必要な震源特性を抽出する。

1-2) 平成 19 年度の成果

(1) スラブ内地震の震源モデルの収集と震源特性

これまで経験的グリーン関数法を用いた広帯域強震動シミュレーションによって、最近の国内の中規模～大規模スラブ内地震の震源モデルが推定され、スラブ内地震の強震動生成領域（震源断層面内の応力降下量が大きく強震動を特に放射する領域）は同規模の内陸地殻内地震のそれと比べ、面積が小さく、高い応力降下量をもつこと、深い地震ほど応力降下量がより大きいことが明らかにされた（Asano et al., 2003; 浅野・他, 2004; Morikawa and Sasatani, 2004）。しかしながら、破壊領域全体の大きさ等に関する知見は必ずしも十分ではないことが指摘されている（笹谷・他, 2006）。

内陸地殻内地震や海溝型プレート境界地震に対しては Somerville et al. (1999)、Mai and Beroza (2001) や室谷・他 (2005) などによって、運動学的震源インバージョンの結果がコンパイルされ、断層面積や平均すべり量、アスペリティ総面積などの地震モーメントに対する経験式が提案されている。

我々は、スラブ内地震の震源特性を抽出するため、既往の研究と同様な考え方でスラブ内地震の不均質震源断層モデルの特性化を行った。ここでは、スラブ内部で発生する地震のうち、深さ約 100 km 程度までの地震を対象とし、波形インバージョン法によって解析された国内外のスラブ内地震の不均質震源断層モデルの収集を行った。既にモデル化が進んでいる内陸地殻内地震や海溝型プレート境界地震との比較と議論を行うため、これらの地震種別の震源モデルの解析で用いられている Somerville et al. (1999) の規範に従って、破壊領域及びアスペリティ領域を抽出し、断層面積、アスペリティ総面積、平均すべり量などを求めた。

図 1 にはスラブ内地震の地震モーメントと破壊領域の関係を、内陸地殻内地震のそれと Somerville et al. (1999) の経験式、及び室谷・他 (2006) のプレート境界地震の経験式をそれぞれ示している。スラブ内地震は今年度に収集された 7 地震の 8 つの震源モデルによる結果が示されている。イベント数が少ないものの、同じ地震規模に対してスラブ内地震の破壊面積は、地殻内地震、プレート境界地震より小さいことがわかる。アスペリティ総面積と地震規模の関係は図 2 に示される。この図から、アスペリティ領域に関しても同様の結果、即ち地震モーメントが同じ場合には、アスペリティ総面積が小さい傾向にあることがわかる。図 3 には地震規模と平均すべり量の関係を示す。平均すべり量は、地殻内地震より小さく、プレート境界地震より大きいことがわかった。

これらのことは、剛性率の違いによって説明できると考えている。即ち、同じ地震規模になるためには、地殻内地震を基準に考えた場合、プレート境界地震は、剛性率は地殻内地震のそれと同等もしくはやや大きい程度であるので、破壊面積が大きい、その分平均すべり量が小さくなる。一方スラブ内地震は、破壊面積が狭く、平均すべり量も小さいのだが、剛性率が地殻内地震のそれより高いことで、同じ地震規模となっていると考えられる。現在収集されているデータベースの地震では、スラブ内地震の破壊面積とアスペリティ面積の比率は、地殻内地震のそれとほぼ同等であると結論づけられる。スラブ内地震のアスペリティ領域と強震動生成領域の関係については、強震動シミュレーションを通して今後確認していく。

(2) プレート境界地震の強震動生成領域の地震規模依存性

2005年宮城県沖地震をはじめとして、2003年十勝沖地震以後に発生した余震及び周辺領域の太平洋プレートで起きたプレート境界地震の強震動生成領域を、経験的グリーン関数法を用いた広帯域強震動シミュレーションによって推定した。ここで解析を行ったイベントに加えて、1994年三陸はるか沖地震、2003年十勝沖地震に関して、同様の解析手法にもとづいて行われた結果を図4に示す。これらのイベントの強震動生成領域は、Somerville et al. (1999)の地殻内地震の地震規模-アスペリティ面積の関係式に比して系統的に小さいことがわかる。図2で示したように、プレート境界地震のアスペリティ面積は、地殻内地震のそれよりやや大きいという結果(室谷・他, 2006)が得られているので、内陸地殻内地震において示されている強震動生成領域とアスペリティが重なる(Miyake et al., 2003)、ということがプレート境界地震には当てはまらないと言える。即ち面積で言えば、強震動生成領域の方がアスペリティより小さいということである。例えば、2005年宮城県沖地震の強震動生成領域は、アスペリティ内にあるが、面積は小さい。このようなサイズの強震動生成領域を置くことで、陸域で実際に観測された強震動のパルス波の継続時間や振幅を説明できる。つまり、プレート境界地震では、アスペリティ内の限られた狭い集中領域から強震動が生成されていることが考えられる。これらの観測事実を踏まえ、広帯域強震動シミュレーションのための、震源断層モデル構築を考える。

2) 平成20年度の実施計画

平成19年度に引き続き、国内外で発生したプレート境界地震及びスラブ内地震の地震波等を用いて推定された震源モデルを収集し、地震規模に対する断層面上のすべり分布、それから求められる応力降下量分布の不均質特性を調べる。強震記録が多く得られているスラブ内地震等に対して、強震記録観測点のサイト特性を評価した上で広帯域地震波を用いた震源過程の解析を行い、強震動予測のための震源断層モデル構築に必要な震源特性の抽出を継続する。

3) 平成21～23年度の実施計画

平成21年度：これまで蓄積してきたスラブ内地震等の震源モデルに基づき、広帯域強震動予測のための不均質断層モデル構築に必要な震源要素の特徴をプレート毎や震源深さ等の地震発生環境毎に考察する。これらの成果をサブテーマ4-5の震源断層モデル構築に必要な震源要

素として提供する。また強震記録に基づく震源モデルの分析を継続する。

平成 22 年度：前年度まで収集整理、分析されてきた震源モデルデータベースに基づいて、すべり分布、最大すべり速度や応力降下量の分布、破壊様式に関する震源要素の平均像とそのばらつきについて分析を行う。前年度に引き続きサブテーマ 4-5 の震源断層モデル構築に必要な震源要素を提供する。強震記録に基づく震源モデルの分析を継続する。震源要素のばらつきによる予測地震動の特性の変化をモデルシミュレーションによって検討する。

平成 23 年度：前年度得られた震源要素のばらつきと、そのばらつきによる予測地震動の特性の変化の関係を系統的に整理し、スラブ内地震等の広帯域強震動予測のための震源モデルにおける、震源要素のキーパラメータを抽出する。これらの結果をサブテーマ 4-5 に提供し、首都直下で発生する地震に対する震源断層モデルの高度化に資する。

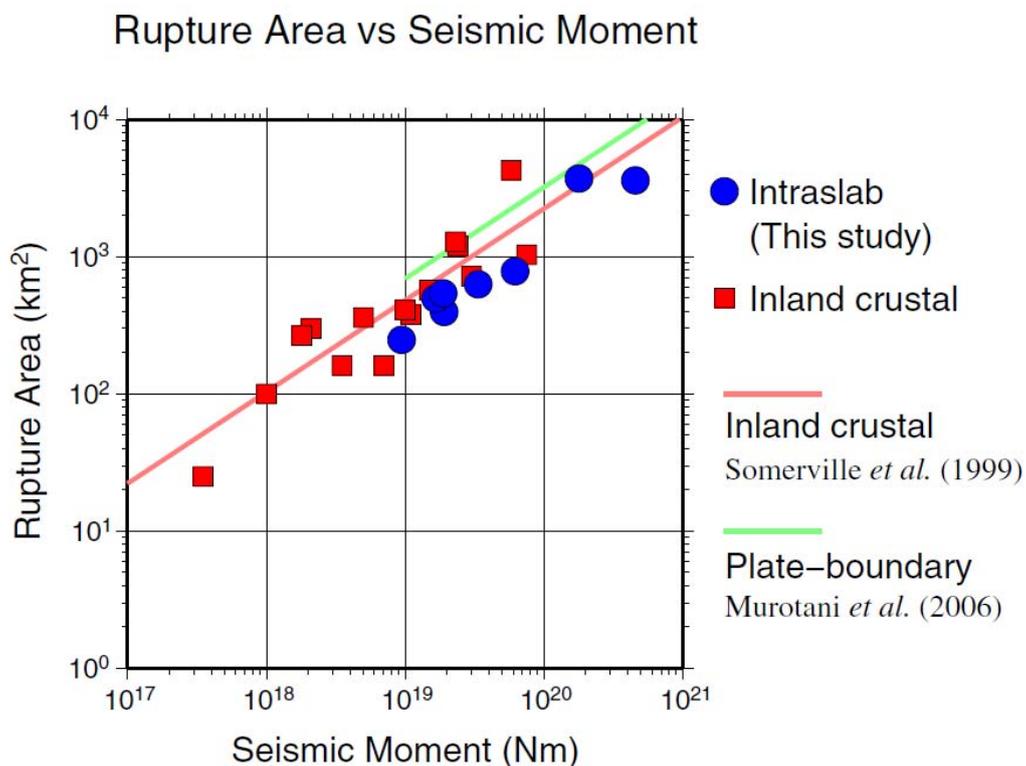


図 1：地震モーメントと破壊領域の関係

Combined Area of Asperities vs Seismic Moment

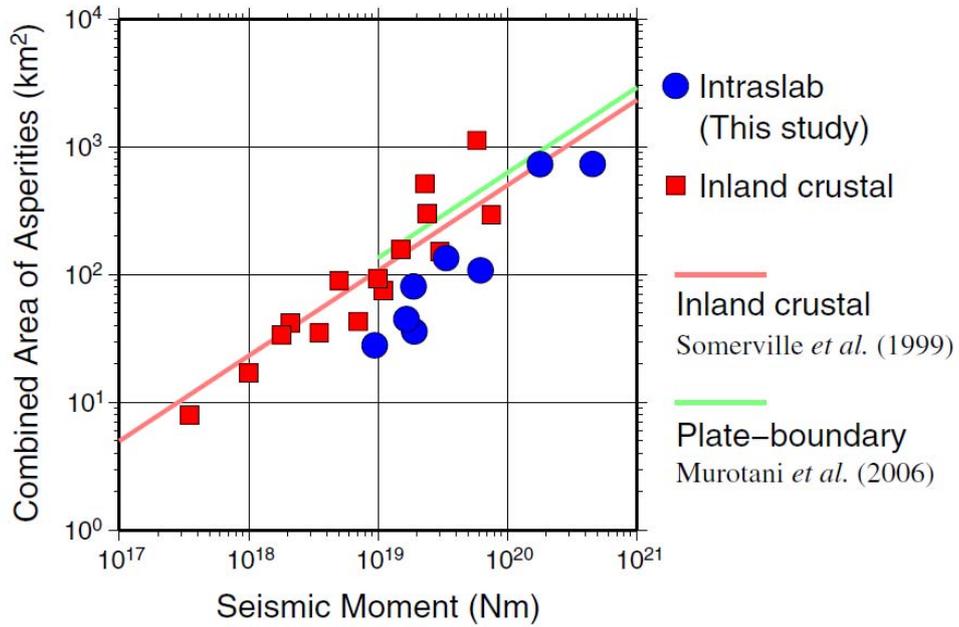


図 2 : 地震モーメントとアスペリティ総面積との関係

Average Slip vs Seismic Moment

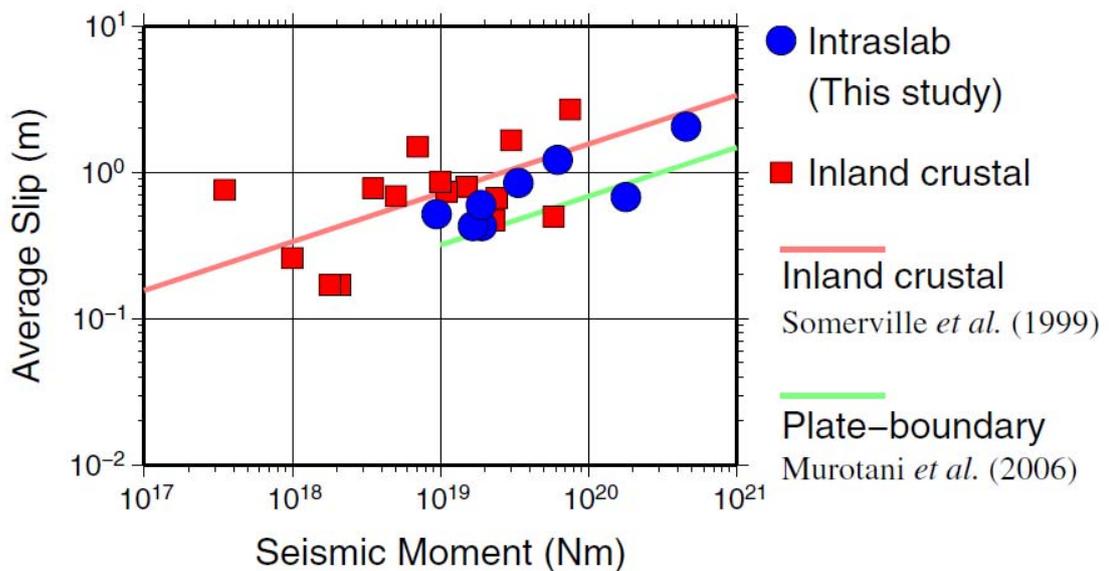


図 3 : 地震モーメントと平均すべり量の関係

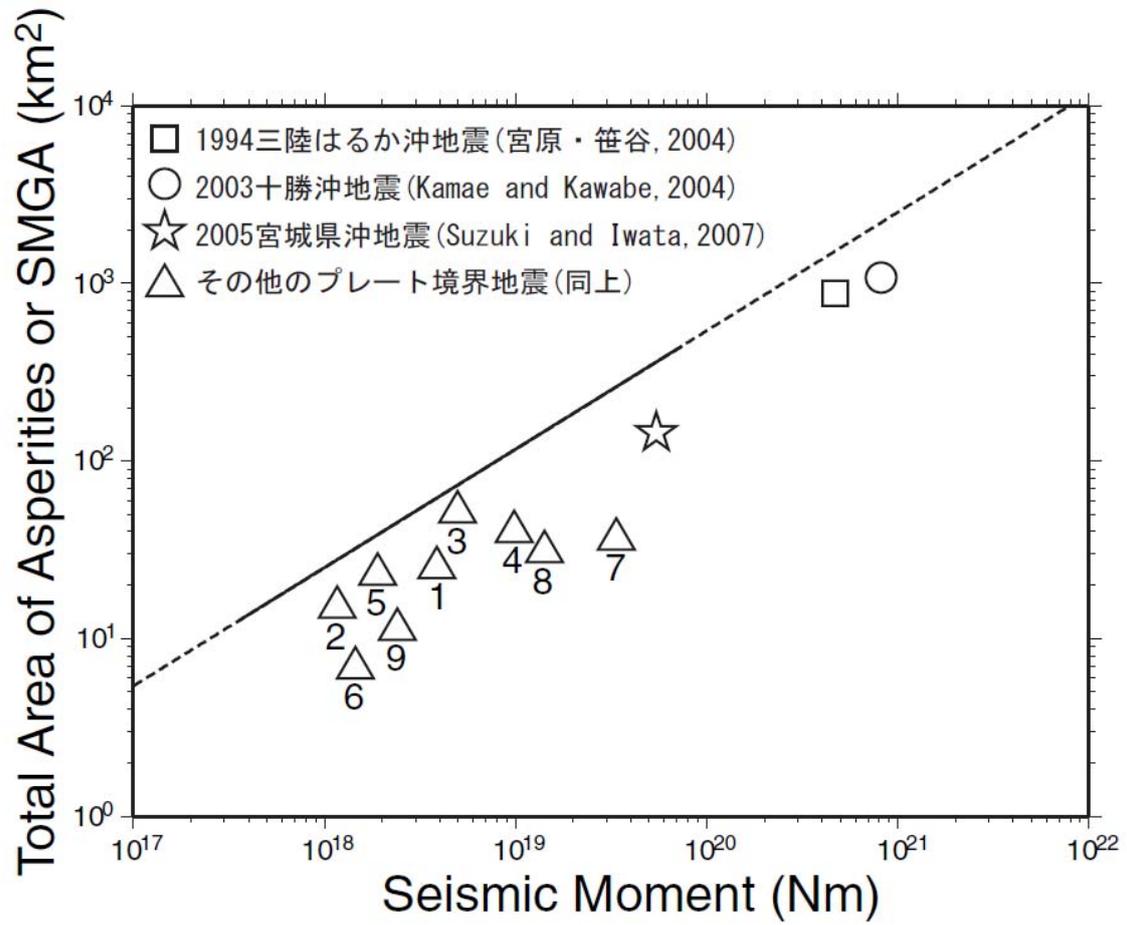


図4：プレート境界地震の強震動生成領域と地震モーメントの関係