

4. 全体成果概要

海底地震観測データを用いた 2005 年 8 月 16 日に宮城県沖で発生した M7.2 の余震活動に関する研究を継続して行った。特に三次元速度構造を用いて震源の再決定を行うことで、プレート境界近傍に沿って分布する震源が得られた。また、発震機構解を用いた応力テンソルインバージョンにより宮城県沖における平均的な応力場を求めた。その結果、最大主応力軸がプレートの沈み込み方向と平行であることを見出し、プレートの沈み込みが宮城県沖の応力場に対して支配的であることが分かった。さらに個別の地震に着目し局所的な応力場の変化を評価した結果、2005 年 8 月 16 日の地震の地震時すべり域東端付近で地震に伴う応力擾乱の影響が大きいことが分かった。また深さ方向での応力場の変化を調べた結果、プレート境界を挟んで上盤側と下盤側で応力場が異なる可能性を示した。

2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震 (M7.2) の発生後における、想定宮城県沖地震の震源域のプレート間すべりの推移を GPS 連続観測データから高精度で推定する目的で、本年度は解析に用いる時間依存逆解析手法の改良を行った。具体的には、時間方向の基底関数の形状が時間区間の区切り方に依って変化するようにし、時間区間の区切り方を、観測された変位時系列データに基づいて推定するような手法を考案した。改良した手法の妥当性を評価するため、宮城県沖を想定した疑似観測データを用いた数値計算テストも併せて行なった。その結果、改良した手法により観測データのばらつきが大きい中でも概ね正しくすべり速度の時間発展を再現できた。

相似地震活動に基づくプレート間すべりのモニタリングを昨年度までに引き続き継続した。その結果、2005 年の地震後、2006 年一年間分のバックスリップ分布において、それ以前と比べて本震震源周辺並びにその深部での固着が弱まっていることが分かった。また、本年度中に、M7.0 (5 月 8 日、茨城県沖) および M6.9 (7 月 19 日、福島県沖) のプレート境界型地震が発生した東北地方南部で特に活動が活発であった。このうち福島県沖の地震は、2003 年に宮城県沖で発生した M6.8 の地震に隣接した場所で発生した。相似地震モニタリングにより、宮城県沖南部から茨城県沖にかけての海溝寄りの領域の広い領域が、2008 年の初めから 10 ヶ月ほどの期間で順々にすべった可能性が高いことが分かった。

2008 年 6 月 14 日に 2008 年岩手・宮城内陸地震 (M7.2) が発生した。この地震そのものによる想定宮城県沖地震の震源域への影響は小さいと考えられるものの、多くの陸上 GPS 観測点において、本震時のステップ的な変動に続いて余効変動によるものと思われる座標変化が記録された。特に東北日本下深部でのカップリングを推定するに際しては、内陸部の観測点における変位データが大きな影響を及ぼすため、岩手・宮城内陸地震の余効変動の適切なモデルを構築し、この地震による変動を取り除く必要がある。そこで、GPS 連続観測データをもとに、従来使っていたものと同じ時間依存逆解析手法を用いて、この地震の余効変動の解析を行った。その結果、内陸の活断層に沿って発生する地震についても、不安定すべりを起こす領域 (アスペリティ) と安定すべりを起こす領域 (非アスペリティ) とが、その物理的性質に応じて住み分けていることがわかった。すなわち、宮城県沖地震などのプレート境界型地震のモデルとして受け入れられつつあるアスペリティモデルが、内陸地震に関しても成立する可能性が高い。

宮城県沖地震の想定震源域においてアスペリティ周辺における地震活動が示す空間的

な特徴を把握するためには、同一の観測配置による観測を長期間継続し、データの蓄積を図ると共に地震活動の時間変化を検出する必要がある。このため、想定震源域における繰り返し観測を5観測点で平成17年12月から開始した。観測に使用した海底地震計は、1年間連続して観測することのできる長期観測型の海底地震計である。東京大学地震研究所では、長期観測型海底地震計4台の新規整備および海底地震計データの1次処理装置の追加整備を計画通りに実施した。さらには、計11台の長期観測型海底地震計の整備および再組み立てを実施した。これら計15台の長期観測型海底地震計の設置作業は、東北大学と協力して平成20年5月および12月に実施した。また、平成20年度に回収された計10台の海底地震計データの一次処理を行った。

前年度までに実施した津波堆積物の調査により、西暦869年に発生した貞観津波の津波堆積物の仙台平野および石巻平野における分布が明らかになったことをうけ、本年度は仙台平野南部(山元町)において、過去約1000年の地殻変動を検出するため、地中レーダ(GPR)探査(周波数100MHz、発信間隔25cm)を行い、深度5~6mまでの地下構造イメージングを得た。また、ハンディジオスライサーによる掘削を行い地表下1.5mまでの堆積物を取得し、かつての潮間帯を示す前浜堆積物を認定した。これらの結果から、AD1450-1650以前に50cm程度の海面低下が生じていること、その後現在まで緩やかに海面が上昇していることが推定された。これは地震性の隆起と地震間の沈降を示している可能性がある。

さらに、常磐海岸(相馬市、南相馬市、富岡町)において、地殻変動の復元に適した地域を選定するため連続柱状堆積物試料を採取し、柱状堆積物の火山灰層、粗粒~極細粒砂層、泥炭層などを記載した。特に、富岡町においては、任意の1地点において地層の変化の観察も行った。これら調査により、各地域における津波堆積物の分布とその上下の地層の層相変化を知ることができた。特に、南相馬市・小高区では津波堆積物の下位(泥炭層)から上位(無機質泥層)への顕著な層相変化が連続的に見られ、それらは当時の海水準が急激に変化したこと示唆している。

また、東北地方太平洋沿岸域における地質調査は、宮城県沖を中心とした東北地方の太平洋沿岸域のうち、特に岩手県陸前高田市と福島県常磐海岸地域において実施した。

陸前高田平野では、平成18・19年度の調査に引き続き、慶長津波(西暦1611年)及び貞観津波(西暦869年)などの津波堆積物を検出するために、ジオスライサーによって深度約3mまでの地層採取を、古河沼周辺の複数地点において地層を採取した。その結果、本地域にはこれまで(平成18年度および19年度)の成果とあわせると、貞観津波(西暦869年)は古河沼形成の前であり、貞観津波堆積物は少なくとも陸前高田平野(陸上部)では認められないことが確かめられた。

福島県常磐海岸では、松川浦地区・浪江地区・いわき地区でジオスライサーおよび簡易ジオスライサーによって調査を行った。その結果、松川浦地区ではこれまで報告されている貞観津波と見られる堆積物(箕浦, 1995; 菅原ほか, 2002)に加え、過去約5千年前以降少なくとも6枚のイベント堆積物を検出した。また、浪江地区では平成19年度と同様に約4千年前以降にこの貞観津波堆積物とみられる堆積物を含め5枚のイベント堆積物が確認された。さらに、いわき地区では、約1000年前以降少なくとも数枚のイベント堆積物が確認されたが、各地点のイベントの枚数と年代値が異なり、松川浦地区や浪江地区との対比についてはさらに検討を必要とする。この結果、仙台平野から少なくとも常磐海岸北

部地域では、貞観津波堆積物の下位に、約 1800 年前（不確定）、約 2300 年前、約 2600 年前、約 3800 年前の 4 枚のイベント堆積物が共通して確認された。

強震動評価を高精度に行うためには、高精度な震源モデル・速度構造モデルが必要である。本年度は昨年度に引き続き、高精度な強震動評価を行うために必要な、震源での断層破壊過程モデル・震源域から対象領域にかけての地下構造モデルについて、更に高い精度での構築を目的とし、得られたモデルをもとに実際に強震動の評価を行った。まず宮城県沖地震の震源域の速度構造のうち沈み込む太平洋プレート形状について、既存のモデルの比較を行ったところ、特に強震動評価に大きな影響を持つと予想される震源断層付近でのプレートの深さが、5-10 km 程度の範囲でばらついていた。また、1978 年宮城県沖地震について、運動学的震源モデルをもとに動力的震源モデルを構築し、昨年度構築した 2005 年の地震のモデルと比較した。2 つの地震は同じプレート境界で発生した地震であるが、応力降下量はほぼ同程度にも関わらず、破壊エネルギーについてはより規模の大きい 1978 年の地震の方が 2-5 倍大きな値を持つことが分かった。一方で、複雑な断層面上における動的破壊シミュレーションを目指して、有限要素法によるコードの改良も併せて行った。