

## 6. むすび

本年度は、以下の成果を得た。

### (1) 短期海底地震観測および陸上地震・測地観測によるプレート間すべりに関する研究

平成 21 年度は、GPS 並びに相似地震データからのプレート間すべりの準リアルタイムモニタリングを実現するための手法の改良やデータ処理に取り組んだ。GPS データからプレート境界におけるすべりを推定するための逆解析手法の改良を行ない、これまでに開発したものとあわせて、地震・GPS 観測網からリアルタイムで入手可能なデータに対して、プレート間すべり量をルーチンの推定するための解析システムのプロトタイプが完成した。

こうして構築された自動解析システムによる処理を過去の GEONET データに対して適用し、東北日本広域のプレート間カップリングの時空間発展を推定した。また、相似地震モニタリングを継続し、宮城県沖周辺における準静的すべりの時空間発展を得た。その結果として、2005 年の宮城県沖の地震以降のプレート境界における準静的すべりの推移ならびにプレート間カップリングの時空間変化をそれぞれ独立に求めたものではあるが、互いに比較し、より現実に即した知見を得ることができるようになった。今後の課題は、これらを組み合わせた解析を行なうことにより、相似地震・GPS 双方からプレート間のカップリング並びにすべりの時空間変化を統合的に推定することである。

また、2005 年の宮城県沖の地震の余効すべり及び余震活動についての解析、考察をおこなった。余効すべりは海底地殻変動観測の結果から示唆されているように、2007 年の早い時期に完全に終息し、プレート間のカップリングが回復していることが分かった。地震活動及び応力場の推定により、2005 年宮城県沖地震の本震破壊域東端ではプレート境界面外において応力擾乱に起因して余震活動が発生していることを明らかにした。今後は、応力場の空間変化のより詳細なモニタとともに、時間変化のモニタが宮城県沖地震の発生機構の理解及び評価に重要となる。また、地震活動・応力場を GPS・相似地震から推定されるプレート間すべりと比較することが必要となる。

### (2) 長期海底地震観測によるプレート間すべりに関する研究

平成 21 年度は、長期観測型海底地震計回収作業を計画通りに実施し、宮城県沖における長期地震観測を終了した。回収された長期観測型海底地震計は、東京大学地震研究所に輸送し、データ回収作業および海底地震計データの一次処理を行った。その後、平成 14 年以降の同領域の長期観測型海底地震計および短期観測型海底地震計の統合データ解析を行い、長期にわたる宮城県沖の精密な地震活動度を求めた。2005 年の宮城県沖地震(M 7.2)は、この解析期間中に発生しており、プレート境界型大地震の発生前後にまたがって継続して実施された、初めての海底地震観測データを得ることができた。今後、こうしたデータの解析結果を他の課題の成果と総合することにより、2005 年の地震のものを含むアスペリティ周辺における地震活動の変動の時間変化あるいはその空間的な違いを解明することが、今後の課題である。

一方で、こうした長期観測により蓄積されたデータを用いて推定した震源分布を、これ

までに実施した制御震源を用いた地下構造探査実験の結果との比較を行った。その結果、宮城県沖地震の想定震源域周辺では、2005年の地震の余震をはじめとしたプレート境界付近における地震活動が高いが、それとは別に、沈み込む海洋プレート内でも多くの微小地震が発生していることが明らかとなった。プレート境界面に沿って発生する地震とプレート内で発生する地震の、それぞれの空間分布や活動度の時間変化は、アスペリティの位置やその固着状態と関係する可能性があるため、本業務で蓄積されたデータを活用して、その精査を行うことが今後の課題である。

### (3) 津波堆積物調査にもとづく地震発生履歴に関する研究

平成 21 年度は、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、津波堆積物の年代測定を実施した。

陸前高田平野では、平成 18、19、20 年度の調査において、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実施されたジオスライサー調査によって採取された深度約 3m までの地層を再検討し、そのうち貞観津波に関わると推定される試料を採取しその年代測定を行った。その結果、平成 18 年度、19 年度及び 20 年度の成果どおり、貞観津波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、松川浦地区で簡易ジオスライサーによって調査を行い、貞観津波堆積物と考えられる十和田 a 火山灰の直下のイベント堆積物とともに、十和田 a 火山灰の上位にも津波堆積物が確認され、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、浪江地区で平成 20 年度に採取したジオスライサーのコアを詳細に観察した結果、約 4 千年前以降に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。いわき地区では、以前に採取した地層の年代測定を行い、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、貞観津波堆積物を特定することはできなかった。しかし、約 1000 年前以降に度々津波が来襲している可能性が高いことがわかった。

調査の結果、仙台平野から少なくとも常磐海岸北部地域では、貞観津波堆積物の上位に新たなイベント堆積物が確認され、また貞観津波堆積物の下にも約 1800 年前（不確か）、約 2600 年前、約 3300 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。

### (4) 地質調査・津波シミュレーションに基づく地震発生履歴に関する研究

平成 21 年度は、宮城県仙台市若林区と亶理郡山元町において大型ジオスライサー試料の採取を行い、仙台市における津波堆積物の年代を丁寧に測定した結果、500AD-920AD（貞観津波）、280AD-560AD、700BC-460BC、1200BC-940BC、1430BC-1090BC、1680BC-1350BC、1810BC-1560BC という年代を得た。これらの年代が巨大津波の発生履歴を示していると考えられる。

南相馬市小高区で得た堆積物試料を用いて、珪藻化石による古環境変遷の復元を行った結果、貞観津波とそのひとつ前の巨大津波に伴い、海岸が沈水していることが推定され、地震時に沈降した可能性が高いことが明らかになった。

今までに得られた石巻平野と仙台平野、福島県南相馬市小高地区及び福島県双葉郡浪江町請戸地区における貞観津波の堆積物の分布域と、6種類の断層モデルによる浸水計算結果とを比較した。その結果、プレート間地震で、長さ 200 km、幅 100 km 及びすべり量 7 m 以上の場合の浸水域が、津波堆積物の分布を概ね再現できることが明らかになった。

#### (5) 仙台圏における高精度強震動予測に関する研究

平成 21 年度は、強震動予測の高度化のために、平成 20 年度までに得られた過去の宮城県沖地震の運動学的震源モデル及び動力学的震源モデルに基づき、長周期地震動及び広帯域地震動の予測に適切な震源モデルを構築した。また、より現実的な震源モデル構築に向けて動的シミュレーションコードの並列化を実現した。震源モデルと並び強震動予測の高度化に必要な地下構造モデルについては、平成 20 年度までに構築した地下構造モデルを基に、サブテーマ 1 など得られている海域の太平洋プレートの構造モデルとサブテーマ 5 で構築してきたものを統合し、自然地震の地震動観測記録を用いる等して 1 次地下構造モデルを高度化した。得られた震源モデルと地下構造モデルを基に、地震被害に直結する周期帯域を含む広い周期帯域で、仙台圏及び周辺地域における高精度な強震動予測を実施した。本研究の課題は、仙台圏及び周辺地域における高精度な強震動予測である。強震動予測の高度化に影響する主要因の一つである震源モデルについて、震源断層の位置と深さの検討、運動学的モデルと動力学的モデルの比較によるアスペリティの特徴の解析、長周期震源と短周期震源の個別モデル化等を行い、またもう一つの主要因である地下構造モデルについて、各種物理探査データ、ボーリングデータ、自然地震観測記録を用いた解析結果や走時データを用いた構築・修正及び中小地震の再現計算によるモデルの妥当性の検証を行ったことにより、過去に宮城県沖の領域で発生した大地震の観測記録に照らして妥当な予測結果が得られた。本研究で用いた手法と得られた成果は、今後の宮城県沖地震に対する防災対策の再検討や他の地域における地震防災対策の検討に関する一つの方向性を示すものである。