

今後の課題

平成 23 年東北地方太平洋沖地震（以下、東北地方太平洋沖地震）は、地震観測が開始されて以来国内で観測された最大の地震であり、大きな津波を励起し、そのため甚大な被害を沿岸地域に与えました。本震の発生直後から活発な余震活動や余効変動が続き、それらは時間の経過とともに低調になってきているとはいえ、発生後 3 年以上たった現在においても、余震活動や余効変動は継続しています。このことから、現時点でも、今後大きな余震やそれに伴う津波が発生する可能性があると考えられます。そのため、東北地方太平洋沖地震震源域に隣接する領域を含めた広い陸海域での調査観測や研究を行い、今回の地震のような巨大な海溝型地震や津波の発生メカニズム等の解明を図り、防災・減災に資する情報を収集することは極めて重要です。本事業は、これまで観測が不足していた海域における調査観測を中心に、海底自然地震観測、地殻構造調査、海底堆積物調査、海底地形調査等を実施しました。これらの調査観測により、千島海溝を含む日本海溝域で今後発生する地震・津波の規模や発生確率等の評価の高度化に資することが目的です。特に、海底地震観測に代表される海底観測による現状評価の高度化と、海底堆積物の採取による地震・津波履歴の高精度化を目指しました。地殻構造調査及び海底地形調査は、東北地方太平洋沖地震による変動などを明らかにし、現状評価の高度化に貢献するとともに、過去の変動地形などから地震・津波履歴の高精度化にも寄与することを目的としています。

本事業により、現状評価や発生履歴の高度化に資する有益な知見が得られました。地震活動調査では、地震活動域が時間と共に変化している領域が見いだされ、地震後の応力の変化が推察されています。海陸における地殻変動観測からは、余効変動が時間とともに減少していく様子が把握されると共に、場所による減衰の違いも明らかになってきました。構造調査からは、本震震源に近い海溝軸付近において、今回及び過去の大地震に起因すると思われる変形構造が明らかとなりました。陸域における堆積物調査からは、先史・歴史時代の巨大津波や地震の履歴の高精度化に資する結果が得られました。また、海域における地形調査及び堆積物調査では、詳細海底地形や海底堆積物から、同じく発生履歴の高度化に資する可能性がある手法が開発されつつあり、本事業の大きな成果の一つとなっています。

本事業は、発足当初は 5 ヶ年の事業として計画されましたが、様々な理由により、実施期間を 3 ヶ年に短縮して、実施することとなり、平成 25 年度をもって、終了することとなりました。本事業により、東北地方太平洋沖における現状評価や発生履歴に関する有益な知見が得られましたが、さらなる高度化のためには、今後の調査観測が不可欠です。ここでは、今後期待される調査観測についてまとめます。

1 海底自然地震観測等

本調査観測では、震源域北部における海底地震観測は行われていません。また、震源域の北に隣接することから、今後地震発生の可能性があると考えられている十勝沖における観測も実施できていません。これら、観測が行われなかった領域で、早急に海底地震・地殻変動観測を行う必要があると考えられます。観測が行われた領域でも、地震活動の時間

変化をとらえるために、今後も震源域における海底地震観測及び海底測地観測を実施することが、非常に重要です。

現在、海底における定常リアルタイム観測である日本海溝海底地震津波観測網（通称：S-net）の構築が、震源域を含む千島海溝・日本海溝域で進んでいます。今後、S-net と自己浮上式海底地震計を併用した高密度観測を一度実施することにより、S-net で決定される震源分布の評価を行うことが重要であると考えられます。低周波イベント等の特異な現象についての詳細な把握を進めるために、自己浮上式広帯域海底地震計を主とした空間的に密な観測網を構築して観測を実施することも重要です。また、幅広い周波数帯域において、沿岸域から海溝域までの広い空間領域での海底観測を実施するための技術開発も今後必要です。

2 地殻構造調査等

本調査観測における海域での屈折法及び反射法地震探査は、計画した測線のうち、福島県沖測線の西部で実施したのみで、広大な東北地方太平洋沖地震の震源域の地下構造及び地震の発生が危惧されているアウターライズ領域の地下構造は把握できていません。更なる屈折法及び反射法地震探査研究が必要です。また、海域における稠密高解像度反射法地震探査では、海溝軸での変形構造の南北変化の全容を把握できていません。これらの海域の海溝軸近傍は、津波波源域の可能性があるため、海溝軸での詳細な変形構造、断層分布を把握することが重要であると考えられます。

陸域における構造調査では、相馬-米沢測線での探査実施に留まりました。また、陸上の地殻変動を詳細にとらえる GNSS 観測も観測途中です。本調査観測の目的の一つである現実的な数値モデルを構築して、震源断層に作用する応力変化を求めるためには、更なる地殻構造探査を実施し、稠密 GNSS 観測を継続していく必要があります。

海水位変動調査は長期の変動を明らかにするために、今後、短くても 10 年スケールの連続観測を行う必要があります。また、変動地形解析では、更なる高精度地形データの収集が長期にわたる変動を調査するために重要です。トレンチ及びボーリング調査試料の高分解能の分析からは、地震間及び津波堆積物を伴うような巨大地震時の垂直変動の解読が可能であることがわかり、三陸中部以外の地域における調査が期待されます。

3 海底堆積物・過去の地震などの調査

本調査観測の結果、日本海溝や海溝陸側斜面下部の平坦面の海底堆積物は、日本海溝沿いの地震・津波をイベント堆積層として記録している可能性が高いことがわかりました。これは本調査観測研究の大きな成果の一つであると考えます。今後は、日本海溝沿いの小海盆において、堆積物コアの採取を進め、この可能性を検証することが必要です。海底堆積物調査を実施できた場所は限られているために、更に広い範囲で調査する必要もあります。特に地震履歴の情報が集約されていると考えられる大水深の海溝軸付近の海域で、速やかに調査を実施する必要があります。この海底堆積物調査においては、水深 5,000 m を越える海底堆積物についての詳細な年代決定技術の確立が必要です。海洋生物起源の有機物のみを用いた放射性炭素年代測定などが有望な技術としてあげられます。水深 7,000 m を越える日本海溝底から十分な長さの堆積物コア試料を採取できる調査システ

ムの整備も重要です。そして、反射法地震探査記録など高分解能な表層地下構造探査記録と有機的に連結することで、日本海溝域の地震・津波に関連した堆積作用の詳細像を把握し、堆積物コアから得られる地震・津波履歴の結果と比較検討することも必要です。さらに、地震・津波によるイベント堆積物の形成機構と保存機構の両方の面から検討を続けることが重要です。

陸域堆積物調査では、北海道十勝―根室間の地域、下北半島及び房総半島の太平洋沿岸において調査を実施しました。その結果、過去の津波や地殻変動を示す可能性のある痕跡を各所で発見し、履歴解明に資する結果が得られました。今後、津波の規模や、津波をもたらした巨大地震の震源断層を明らかにするためには、まだ調査が行われていない太平洋沿岸の地域において、広範囲にわたって、年代測定を含む詳細な調査を行い、地域間での対比を行う必要があります。

過去の地震の調査については、1938年福島県東方沖地震、1927年房総沖の地震に関する調査に留まりました。詳細なメカニズム推定にはさらなる解析が必要です。様々なタイプの地震が繰り返し発生している東北地方太平洋沖での発生履歴・発生様式の解釈に寄与するためには、海底・海岸の堆積物などの地質学的データから得られた過去の地震痕跡や、海岸地形・地質データ、古文書等の歴史資料から得られる過去の地震の震度・津波高さ、さらには地震波形・津波波形等を総合的に活用し、地震・津波シミュレーションを用いて過去の地震の発生履歴の検討及び断層モデルの構築を行うことが重要です。また、太平洋沖で発生した地震に関する歴史資料も、1793年の三陸沖の地震の史料をデジタルデータ化したのみに留まったため、その他の地震に関する史料のデジタルデータ化やそれらの校訂作業、最終的にはデータベースを作成する必要があります。

4 海底地形調査等

海底地形データと地下構造断面を併せて検討することによって、東北地方太平洋沖地震震源域の活断層の分布や性状がある程度明らかになりました。日本海溝のような非常に深い海溝において堆積物と比較可能な詳細地形と地層データを把握するためには、深海曳航式の測深機や地層探査装置によるデータの取得を進めていく必要があります。また、既存データについても、精度向上のために再解析を行うことは有益です。海溝域の巨大地震の発生像を明らかにするためには、海域で実施される既存の手法に加えて、陸上調査と同様な調査を行うことができる海底活断層の超深海での高精度イメージング技術やコアリング技術の開発が必要不可欠です。

本調査観測では、震源域を含む日本海溝沿いの海域において音波を用いた海底地形と地層データの取得を実施しましたが、広域地形データは取得範囲が震源域付近の北緯 37 度 30 分から 39 度 30 分の間に留まりました。今後、日本海溝全域にわたって、海底地形・地層データの取得を実施していく必要があります。大水深での詳細な地層探査については、本事業で技術開発を始め、7,000m までのデータ取得には成功しましたが、7,000m を超える海溝軸での調査を前に事業終了となってしまったため、今回の地震で大きな変動のあった海溝軸部での調査の実施を目指して今後も継続することが重要です。

本調査観測において、東北地方太平洋沖における現状評価や発生履歴の高度化に資する有益な知見が得られました。しかしながら、さらに必要と判断される調査観測もあります。今後の課題となる調査観測は、1) 調査期間を十分にとる必要がある調査、2) 空間的な調査範囲を十分にとる必要がある調査、3) 手法開発・技術開発が必要な調査の大きく3つに分かれます。今後、これらについて、調査観測研究を実施することが、平成23年東北地方太平洋沖地震のような巨大地震や津波発生のメカニズムの理解につながります。千島海溝・日本海溝域で今後発生する地震・津波の規模や発生確率等の評価のさらなる高度化のためには、これらの調査観測の早い時期での実施が期待されます。

表 今後必要と思われる調査観測

	調査期間を十分にとる必要がある調査	空間的な調査範囲を十分にとる必要がある調査	手法開発・技術開発が必要な調査
海底自然地震観測等	<ul style="list-style-type: none"> 震源域とその周辺域における海底地震・地殻変動観測 	<ul style="list-style-type: none"> 震源域北部及び千島海溝域における海底地震・地殻変動観測 	<ul style="list-style-type: none"> 超広帯域観測 超深海及び浅海域での観測
地殻構造調査等	<ul style="list-style-type: none"> GNSS観測 海水位変動調査 	<ul style="list-style-type: none"> 福島県及びその沖合を除く震源域及びその周辺における構造調査 三陸中部以外におけるトレンチボーリング調査 	—
海底堆積物・過去の地震などの調査	<ul style="list-style-type: none"> 過去地震の調査 史料のデジタルデータ化 	<ul style="list-style-type: none"> 宮城岩手沖を除く震源域海溝付近における海底堆積物調査 北海道十勝ー根室間の地域、下北半島及び房総半島の太平洋沿岸を除く北海道から房総半島にかけての太平洋沿岸における堆積物調査 	<ul style="list-style-type: none"> 海底堆積物採取法及び解析方法
海底地形調査等	—	<ul style="list-style-type: none"> 北緯37度30分-39度30分の地域を除く震源域における広域地形調査 	<ul style="list-style-type: none"> 海底活断層の超深海での高精度イメージング技術やコアリング技術の開発 大水深での詳細な地層探査