

2-2 陸域構造調査

佐藤 比呂志（東京大学地震研究所）

1. 研究の目的

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）後の内陸地域での地殻変動や内陸地震の発生ポテンシャルを評価することは、重要な課題です。このため東北地方太平洋沖地震に伴いプレート境界部で大きなすべりが発生した宮城沖・福島沖、及び最大余震が発生した茨城沖の陸上延長において、地殻構造探査を行いプレート境界断層の形状や地殻内の断層の形状などの海陸にわたる島弧構造断面を明らかにします。また、東北地方太平洋沖地震に伴う大規模な余効変動を空間的に高分解能で捉えることを目的として、稠密アレイ GNSS 観測を陸域測線上で行うとともに、本調査で得られた詳細な構造を用いて余効変動について数値実験を行います。

2. 研究の実施

2.1 相馬-米沢測線における地殻・マントル構造探査

東北地方太平洋沖地震の震源域を横切る海陸 5 測線を設定し、平成 24 年度には相馬沖の海域測線の陸上延長部である相馬-米沢測線において、制御震源と稠密自然地震観測による地殻・マントル構造探査を実施しました（佐藤ほか，2013）。本測線には長大な活断層である双葉断層や、福島盆地西縁断層が分布します。

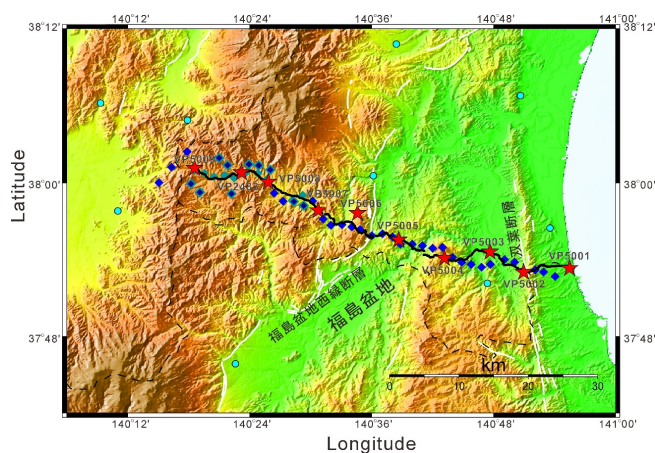


図 1 制御震源地殻構造探査と稠密自然地震観測の測線図。
—: 制御震源地殻構造探査測線 ◆: 臨時地震観測点 ●: 定常観測点
★: バイプレート集中発震点を示す。

活断層の深部形状を明らかにするために、相馬から米沢に至る 55km 区間において、大型バイプレートを震源とした深部地殻構造調査を実施しました。同時に、活断層の浅部構造の解明のため高分解能反射法地震探査を組み合わせ実施しました。また、地殻から上部マントルに至る構造を明らかにするために測線周辺に、40 点の地震計を展開し、地震波トモグラフィ解析、地震波干渉法解析を実施しました。

深部反射法地震探査と浅部高分解能反射法地震探査の結果（図 2）、双葉断層は 60～45

度西に傾斜した断層であり、地質断層の浅部の高角部分は、ショートカットされて中角度の逆断層性活断層となっていることがわかりました。また、福島盆地西縁断層帯は、約45度の傾斜を示すことも明らかになりました。特に双葉断層は、垂直な傾斜を示すと考える研究者が多かったので、新たな知見を得ることができました。こうした知見は、東北地方太平洋沖地震に伴う応力変化によって、断層にどのような力がかかるのか、つまり今後動きやすくなるかどうかを評価する際に、重要な資料となります。

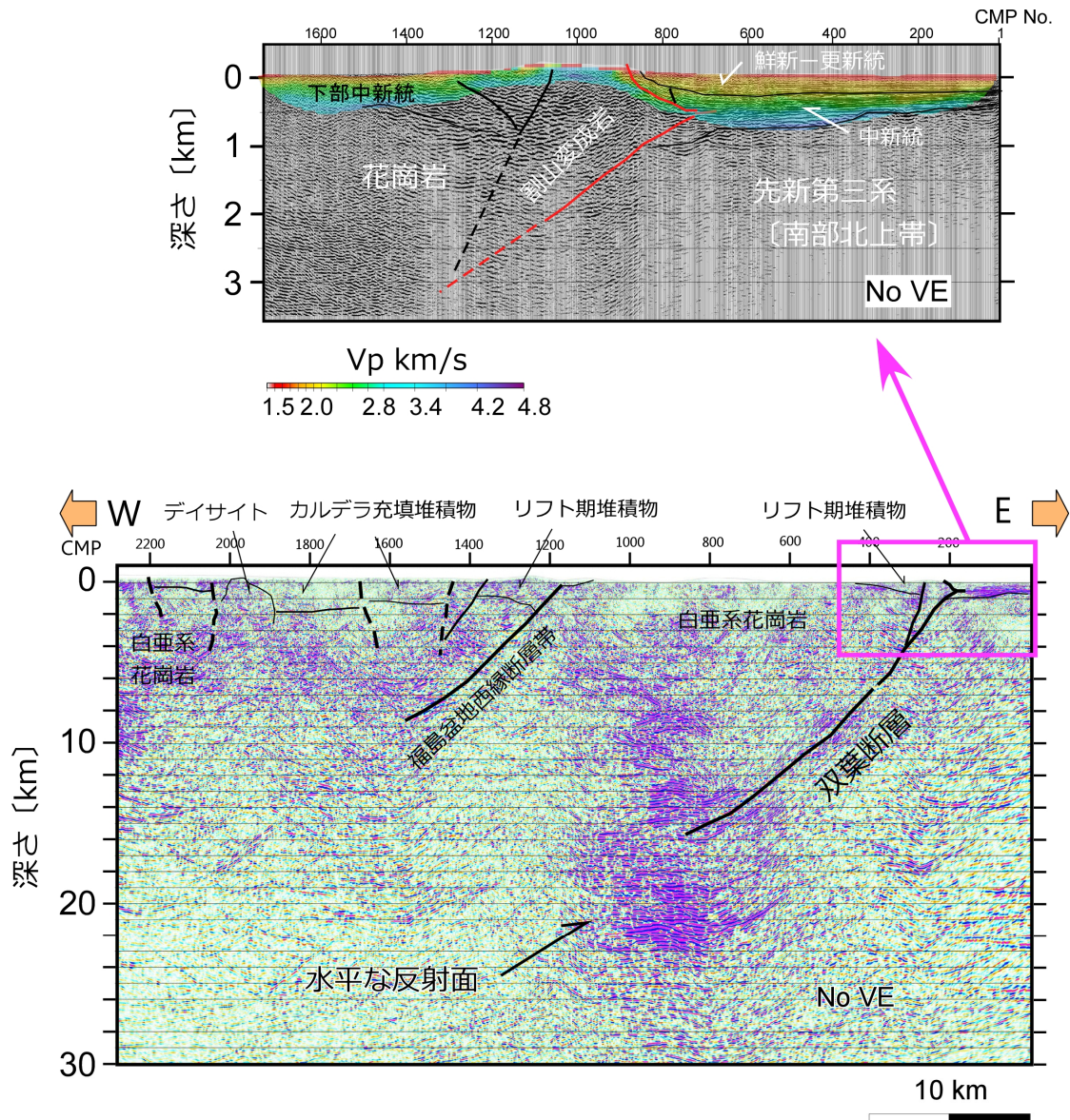


図2 相馬米沢測線の反射法地震探査断面（下）と双葉断層浅部の高分解能反射法地震探査断面と屈折法により求めた速度構造（上）。

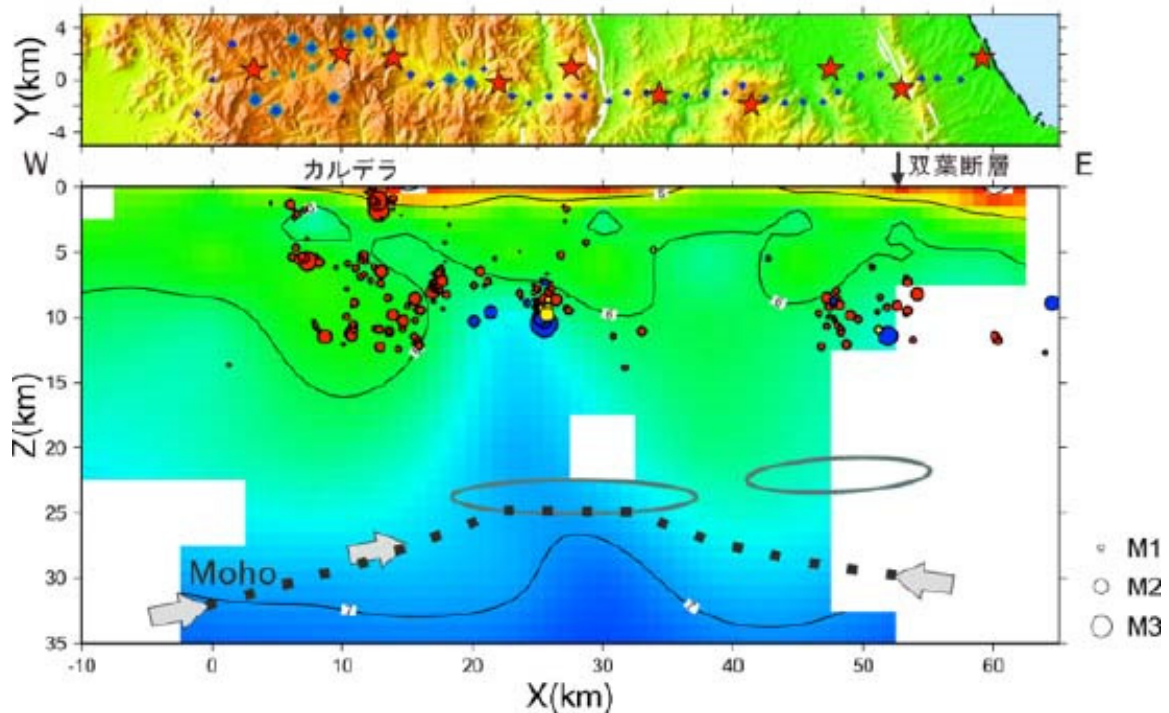


図3 「相馬-米沢測線」下のP波速度構造と反射イベント。黄丸は本観測データで再決定した震央、赤丸は2002年1月1日から2011年3月11日14時、青丸は2011年3月11日14時から2012年8月15日までの期間の測線近傍（±5 km以内）の震源を示す。楕円と破線は、地震波干渉法解析より得られた断面図で確認できる反射イベントを示す。

地震波干渉法による解析結果では、深さ 25-30km 付近に凸状の反射面が確認でき、P 波速度構造と比較すると、この反射面はモホ面と解釈することができます（図3）。地殻が薄化した部分では、下部地殻が高速度化しており、日本海拡大期に苦鉄質の岩石の貫入を示しています。地質構造から福島盆地西縁断層はリフト期に形成された正断層の再活動であると考えられますが、地下の速度構造はこうした現象と調和的です。これらの地殻構造に関する知見は、断層帯への応力载荷過程を考察する上で重要な情報を示しています。

2.2 石巻-酒田測線及びいわき-新潟測線における GNSS 稠密観測

東北地方太平洋沖地震後、東北日本の内陸部でも大規模な地殻変動が進行しています。こうした地殻変動を高密度で観測することは、地殻内部の異なる応答を知る上で重要です。このため宮城県石巻市から山形県酒田市に至る測線及び福島県いわき市から新潟市に至る測線上にGNSS連続観測点を高密度に配置し、平成24年11月に観測を開始しました（図4）。プロジェクト終了後も、本観測システムは東北大学地震・噴火予知研究観測センターによって維持され、東北地方太平洋沖地震後の地殻変形応答の解明のために重要なデータが蓄積されています。

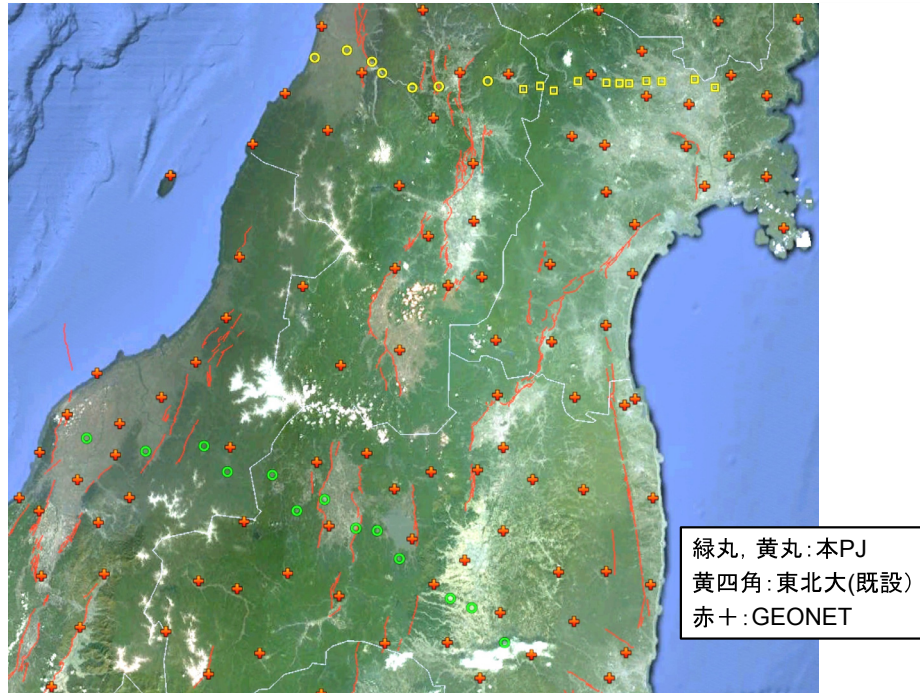


図4 GNSS連続観測点配置図
 黄丸、緑丸が本研究で新設された観測点、赤十字、黄四角がそれぞれ東北大学、国土地理院の既設観測点を示す。

3. 今後の課題

東北地方太平洋沖地震は広範な領域に大規模な地殻変動を与え、これに伴う地殻変動と応力変化は、少なくとも数10年に渡って日本列島の地震発生と火山噴火に大きな影響を及ぼすこととなります。これらの現象を定量的に理解することは、日本の地球科学にとって極めて重要な課題です。このためには、震源断層の形状など地殻およびリソスフェアについての現実的な数値モデルを構築し、地殻変動や地震活動による応力場の変化を拘束条件として、震源断層に作用する応力変化を求めていく必要があります。本研究は現実的な数値モデルに不可欠な、震源断層の形状やリソスフェア構造を求めるためのものでありましたが、震源域に近い東北地方の構造モデルの構築に必要な資料を収集することが困難となりました。今後、現実的な数値モデル構築のためには、地殻構造探査を実施していく必要があります。

引用文献

佐藤比呂志, 岩崎貴哉, 三浦 哲, 飯高 隆, 石山達也, 蔵下英司, 坂 守, 森 健彦, 渡辺篤志, 芹澤正人, 中島 剛 増田正考: 3.2 地殻構造調査等, 3.2.2 陸域構造調査, 東北地方太平洋沖で発生する地震・津波観測 (平成24年度) 報告書, 49-97, 2013.