

2005年8月16日に発生した宮城県沖地震の震源域付近の地殻構造

金田義行、小平秀一、藤江剛、荒木英一郎

海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター

要旨:

宮城県沖の海域では、約40年周期でM7.5クラスのプレート境界型地震が繰り返し発生している。これらの地震の発生を規定する地殻構造を明らかにするためには、地殻構造を明らかにするとともに、プレート境界型地震の詳細な震源情報も必要である。そこで我々は2005年8月16日にM7.2のプレート境界型地震の発生を受け、海底地震計を震源域直上付近に展開して臨時の余震観測を行なった。プレート境界型地震の破壊開始点や破壊域を構造探査結果と比較すると、島弧地殻構造、とりわけマントルウェッジの構造が宮城県沖におけるプレート境界型地震の発生と関係がある可能性が考えられる。

1. はじめに

宮城県沖の海域では、約40年周期でM7.5クラスのプレート境界型地震が繰り返し発生している。この海域では、最近では1978年にM7.5の地震が発生しており、繰り返し周期から考えると、近い将来にM7.5クラスのプレート境界型地震が発生する可能性が極めて高いと懸念されている。海洋研究開発機構では、この宮城県沖地震の発生を規定する構造要因を明らかにするために、1999年と2004年の二度にわたって地殻構造探査観測を実施してきた。1999年の探査は海洋研究開発機構単独で、2004年の探査は、東北大学、東京大学地震研究所、北海道大学、千葉大学、九州大学と合同で実施した。探査データの解析は現在も進行中であるが、これまでの解析により宮城県沖を含む北部日本海溝域における地殻構造の空間不均質が明らかになってきた。ところが、これらの構造不均質とプレート境界型地震の発生の関連性を明らかにするためには、震源についても高い精度の情報が必要である。海域で発生する宮城県沖におけるプレート境界型地震の震源をより高精度で求めるためには、海域における観測が必要であり、これまではそのようなデータは得られていなかった。

そんななか、2005年(平成17年)8月16日11時46分に宮城県沖の海域においてプレート境界型地震(気象庁マグニチュード7.2)が発生した。この地震は、想定されている宮城県沖地震よりも規模が一回り小さいが、破壊域は想定震源域のごく近傍であり、この地震の発生メカニズムを明らかにすることは、当海域におけるプレート境界型地震の発生メカニズムの理解におおいに貢献すると考えられた。そこで、本地震の発生メカニズムを明らかにすることを目指して、海洋研究開発機構は東北大学、東京大学地震研究所、気象庁とともに、海底地震計を用いた臨時の余震観測を実施した。得られた余震観測データは、一元化して東北大学を中心として解析が進められている。海洋研究開発機構では、プレート境界型地震の破壊域と地殻構造の関連性を明らかにすることを目指して、地殻構造解析の面から研究を進めている。

2. 余震観測

8月16日の地震発生を受け、海洋研究開発機構は東北大学、東京大学地震研究所、気象庁と合同で海底地震計(OBS)を用いた緊急観測を行なった。OBSは、海洋研究開発機構の観測船「よこすか」を使って8月27日から8月30日にかけて設置した。この航海にて設置したOBSは、海洋研究開発機構10台、東北大学5台、気象庁1台であり、それぞれのOBSについて音響通信によりOBSの位置決めを行った。さらに、事前にヘリコプターで設置してあった東京大学地震研究所のOBS5台についても、音響による位置決めを実施した。これらの地震計の設置位置を図1に示す。また位置決め後の海洋研究開発機構のOBS位置を表1に示す。

OBSの回収は10月下旬より各機関の観測船等により順次実施し、海洋研究開発機構のOBSについては東北大学の備船「第五海工丸」によって11月8日から11月10日にかけて回収した。

3. 地震活動と地殻構造の関連性

3.1 探査

宮城県沖においては、1999年と2004年の二度にわたって構造探査を実施してきた(図1)。1999年の探査ではLineAの東側を中心に約3.5km間隔で36台のOBSを設置し、海洋研究開発機構の観測船「かいよう」によりエアガンを50メートル間隔で発振した。

2004年の探査は海洋研究開発機構の他、東京大学地震研究所、北海道大学、東北大学、千葉大学、九州大学が共同で実施した。この探査では、LineAの西側とLineB、LineCの3測線に合計72台のOBSを設置した。各測線上で海洋研究開発機構の観測船「かいいい」により200メートル間隔でエアガンを発振した。OBSの設置間隔、台数はLineAでは約3.5km間隔(22台)、LineBでは15km(21台)、LineCでは10km間隔(31台)であった。

3.2 地震活動と速度構造

日本海溝北部域では、北緯39度付近の岩手県沖ではプレート境界型の大地震($M>7$)がほとんど起こらない一方で、その南側に隣接する北緯38度付近の宮城県沖では短い周期でプレート境界型の大地震が繰り返し発生している。プレート沈み込みの条件は海溝軸と平行な南北方向ではそれほど大きくは変化していないと考えられるにもかかわらず、このような顕著な地震活動の空間変化が見られることは、地殻構造が南北方向で変化している可能性を示唆している。

そこで、ここでは南北方向の構造不均質性とプレート境界型地震の発生に注目する。南北測線(LineBおよびLineC)のエアガンデータによるP波速度構造解析の結果を図2に示す。これらの解析結果は暫定的な結果であり、特に深部構造については、更なる詳細な解析が必要であると考えられるが、速度構造が南北方向で大きく変化していることは間違いない。LineB、LineCでともに注目されるのは島弧の

マントルウェッジに相当すると考えられる深さ 20km 以深で P 波速度 7.5km/sec 以上の領域である。プレート境界型の大地震がほとんど観測されていない岩手沖(横軸 150km から 250km の範囲)では、相対的に 7.5km/sec のコンターが浅くなっており、島弧モホが相対的に浅くまで存在していると推察される。一方、2005 年 8 月 16 日の地震の破壊開始点付近では周辺に比べて島弧モホ面が深い傾向が見られる。その傾向は海側の LineC でより顕著である。プレート境界面は南北方向でほぼフラットであると考えられており、島弧モホ面の深さ変化はそのまま島弧マントルの厚さの変化を意味する。すなわち 2005 年 8 月 16 日の地震の破壊開始点付近では相対的にマントルウェッジが薄い可能性がある。

1936 年、1978 年の破壊域はそれぞれ 2005 年の破壊域の南側、北側に位置している(図 1)。しかし、これら 3 つの地震の破壊開始点(本震位置)は非常に近く、LineB、LineC の探査測線に投影するといずれも横軸 100km 付近に存在する。すなわち、これらの地震の破壊開始点は相対的にマントルウェッジが薄い場所であった可能性がある。

LineC に注目すると、横軸 150km、深さ 10km 付近に上部地殻に相当すると考えられる P 波速度 6.0-6.5km/sec の層が周囲に比べて極端に厚く存在している場所がある。この場所はまさに 1978 年と 1981 年の宮城県沖地震の間に位置しており、二つのアスペリティの分断と何らかの関係があるのかもしれない。また、マントルウェッジがこの南側で薄くなっていることと因果関係があるのかもしれない。今後、海底地震計により詳細に求められた 2005 年の余震活動等と比較検討しながら、更なる解析を進め、宮城県沖地震の発生メカニズムの理解へと繋げていきたい。

Site	Latitude	Longitude
E 01	38 25.8181	142 00.0266
E 02	38 13.6983	141 56.9852
E 03	37 58.7455	141 55.4224
E 07	38 35.9875	142 08.9319
E 08	38 42.1630	142 31.9189
E 11	37 51.0020	142 36.5662
E 12	38 19.3391	142 40.3995
E 13	38 18.6113	142 55.6238
E 14	38 30.6910	142 44.6880
E 15	38 39.1585	143 06.4362

表 1.

海洋研究開発機構の海底地震計設置位置(位置決め後)

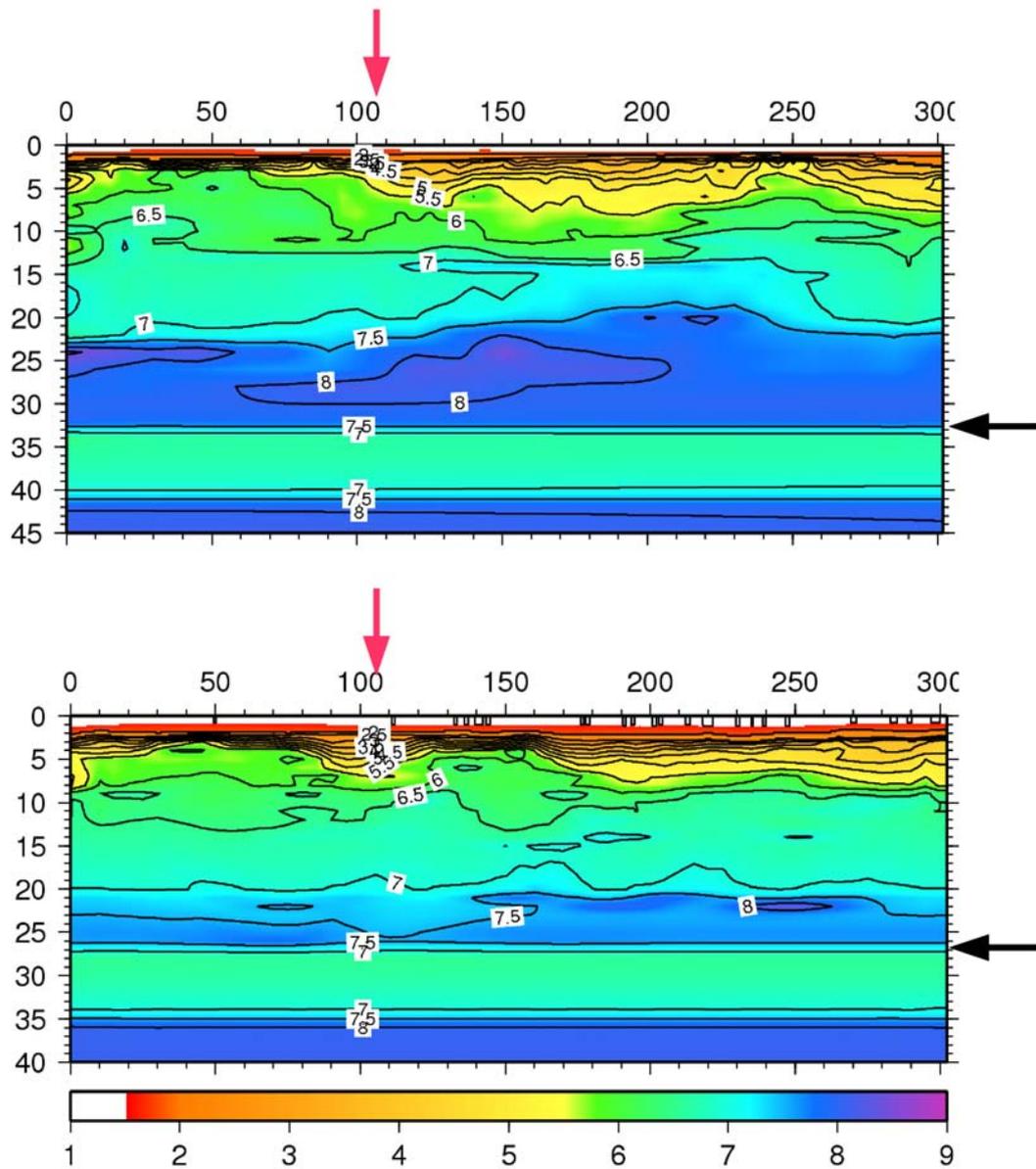


図 2.

初動走時トモグラフィーによって求められた LineB および LineC 測線の P 波速度構造。赤矢印は 2005 年 8 月 16 日の地震の破壊開始点の震央位置を投影した場所を示す。黒矢印はプレート境界面の深さ。速度コンター間隔は 0.5km/sec。