

## 南海トラフ付加体の三次元断面と深海掘削

JAMSTEC 倉本真一

海岸の海食崖は、地層を観察するには最適な場所である。適度に地層の断面が見えていて、かつ3次元的に追跡ができるからである。地層はある方向から見れば水平でも、それに直行する方向から見れば、傾斜していたり、変形している事が良くある。それを陸上であれば地層の走向と傾斜を計測したり、丹念に露頭を観察する事により確認できるが、それが海の底となると、なかなか難しい。海底下の地質構造を調べる方法として、広く一般的に使われている方法が、弾性波を用いた反射法地震波探査(音波探査ともよばれる)という手法である。一般的には船で音源(エアガン等)を曳航しながら、同時に受振器(ストリーマーケーブルとよばれる)も船尾に長く曳航し、海底下から反射してくる音を受信する(第8章参照)。その信号を画像として表現したものが地震波探査断面、あるいはサイスミックプロファイル(Seismic Profile)などとよばれている。船の航跡とともに、海底下の地質構造が音響的に可視化できる手法として、石油/天然ガスの探査手法として誕生し、広く科学調査/研究にも用いられている。しかしながらこの方法では2次元的な地質断面図を描くだけで、海岸での地層の観察のように、地層の傾斜や3次元的な連続性、断層や褶曲などの地質構造の正確な把握には技術的な限界がある。そこで最近の測位技術(GPSなど)の進歩と、海洋調査技術の進歩によって、海洋での地質構造探査も3次元的に実施する事ができるようになった。その最先端技術を用いて、地球深部探査船「ちきゅう」による「南海トラフ地震発生帯掘削計画; NanTroSEIZE」(コラム13参照)の掘削地点が掘削前に3次元的に詳細に研究されたのである。

2006年4月、商業的に使われている三次元地震波探査専門の調査船を傭船し、紀伊半島熊野灘沖で、調査面積約900km<sup>2</sup>(幅約15km(南西-北東方向)×長さ約60km(北西-南東方向))の調査を行った。日米合同の研究チームを編成し、調査海域の設定、データ取得から解析までを行った。使用した船は、船尾より長さ4,500m~6,000mのストリーマーケーブルを4~6本繰り出し、船速3~5ノットで、これを水深約6~8mで曳航した。同時に、同じく船尾より曳航する2式のエアガン群より、圧縮された空気を交互に海中に放出させ震動を起こした。海底下の地層の境界面から反射して、海水面付近に達した波を複数のストリーマーケーブルの受振器で観測し記録した。データ取得で悩まされたのは、黒潮であった。調査範囲は、西から東に向かって流れる黒潮の軸流部でもあり、時には5ノット程度の流れが観測された。操船も大変であったが、それ以上に船尾に長く曳航しているストリーマーケーブルが思うように位置をコントロールする事ができず、意図する場所からの反射波情報を集められない事が頻発し、予想以上に船の予定コースを変更せざるをえない調査であった。おまけに広い海といっても、この海域は東西日本を結ぶ主要航路でもあり、調査海域を横切る船が頻発し、その調整には24時間の緊張を強いられた。なんとかこのような苦難を乗り越えて、得られたデータをスーパーコンピューターの力を借りて高度な3次元データ処理を行い、海底下の地下構造を3次元的に可視化することに成功した(図を参照)。

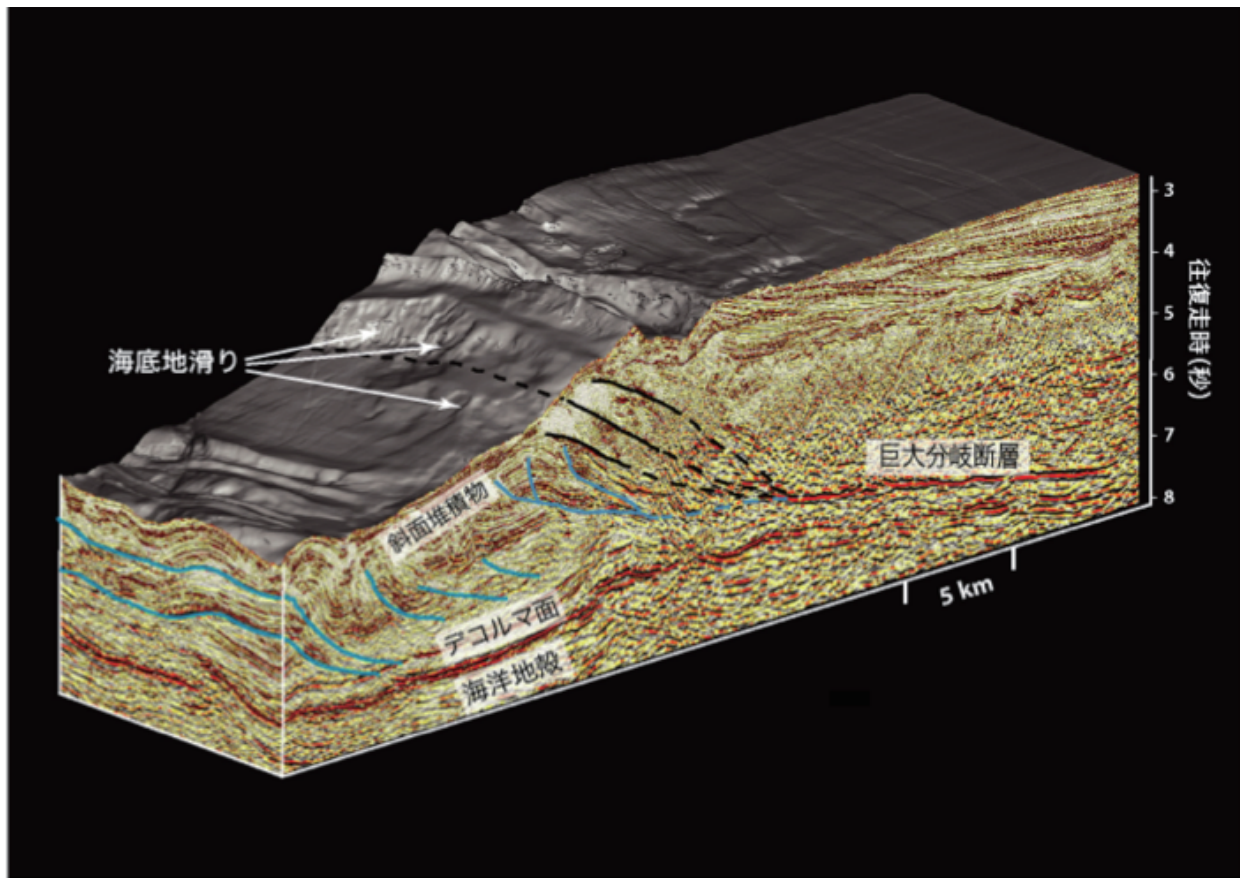


図1 紀伊半島熊野灘沖での3次元地震波探査によって可視化された3次元地質構造図。断層の平面的な追跡により、より活動性の高いところなどを判断し、掘削地点を決定した。

この調査で新たに明らかになった事は、1) 巨大分岐断層がプレート境界断層から派生している、2) この分岐断層が付加体を形成する古い断層を切っている、3) この分岐断層の構造と巨大な海底地滑りの痕跡は、この分岐断層が現在も活動的であり、陸側(北側)には新たな断層運動が活動していることを示している、4) この分岐断層は海側(南側)から陸側に向かって徐々に高角度になっており、海底地形をより垂直的に変化させるようになっている、ということが読み取れた。この結果から、プレート境界面から派生する巨大分岐断層は現在でも活動的であり、この海域で起きた巨大地震／津波の原因であることを結論づけたのである。この結論は2007年から開始された「ちきゅう」による南海掘削試料からも支持されることになった。

3次元地震波探査データは、実際の地質構造の深度を正確に求める事ができる特徴がある。これは掘削を行う為には非常に重要な情報である。熊野灘沖での調査では、プレート境界断層と巨大分岐断層の分岐位置、その深度を詳細に決める事ができたので、巨大地震を引き起こす力学境界としての場所、おそらくそこは巨大地震発生帯の浅部境界と考えられ、そこを掘削することを目標に掘削計画を立案した。世界で初めて海溝型巨大地震発生帯に到達する計画である。ただ同時に、これは掘削を行ってから明らかになった事であるが、プレート境界断層は、海溝軸付近まで地震／津波発生能力を持っている事が明らかになり、特に巨大地震の発生源としての重要性が明らかになった。3次元地震波探査は深海掘削には必要不可欠な調査手法であり、これからもさらに精度の良い調査が行われるであろう。また、究極的には地震発生物質の入手、つまり掘削することも必要であることはいうまでもない。