

3 次元的な構造を考慮したプレート沈み込みによる島弧形成の数値シミュレーション 3-D Numerical Simulation of Island Arc Formation Due to Plate Subduction

○森祐太郎・深畑幸俊

○Yutaro MORI, Yukitoshi FUKAHATA

Island arc-trench systems are characterized by a pair of anomalies in topography and free-air gravity, which is high in the island arc and low around the trench. Although previous studies have given an explanation for the mechanics of island arc formation due to steady plate subduction for a 2-D problem, 3-D geometry of plate interface may have an important effect. In this study, we develop a 3-D numerical model based on elastic-viscoelastic dislocation theory and calculate lithospheric displacement rates caused by steady slip on a plate interface, which has a convex bend toward the island arc along the trench axis. Computed results show that the island arc lithosphere subsides around the bend where horizontal extension parallel to the trench axis is observed. This result indicates that the effect of lithospheric extension plays an important role in the island arc deformation with a convex bend along a trench axis.

1. はじめに

島弧-海溝系は、弧状列島で高く海溝で低い地形および重力異常によって特徴づけられる。この特徴は沈み込み帯において例外なく観測されるが、その力学的な形成メカニズムについては未解明の問題として残っている。

Fukahata and Matsu'ura(2016)は、プレートの定常沈み込みによって引き起こされる島弧リソスフェアの変形を弾性・粘弾性成層構造媒質内に変位の食い違い源を置くことによって理論的に計算し、島弧-海溝系の2次元的な変形メカニズムをリソスフェアの回転運動と重力の組み合わせで説明した。

しかし、実際の沈み込み帯における島弧-海溝系の形成過程においては、沈み込む海洋プレートの3次元的な形状による効果も重要と考えられる。顕著な例としては、海溝軸が屈曲している場所で屈曲部付近に大きな負の重力異常が観測されることが挙げられる(Sandwell and Smith, 1997)。この効果は数値モデルにより再現されている(Hashimoto *et.al.*, 2008)が、重力異常が生じる物理的メカニズムは説明されていない。

本研究では、海溝軸が屈曲している場合において、海洋プレートの定常沈み込みによる島弧リソスフェアの変形を計算するモデルを実装し、物理的な変形メカニズムの説明を試みた。

2. 手法

半無限粘弾性アセノスフェア-弾性リソスフェア2層構造媒質中に3次元的に設定したプレート境界面上に単位すべりを与え、アセノスフェアの緩和完了後のリソスフェア内部における変位のパターンを計算した。単位すべりに対するリソスフェアの応答として Fukahata and Matsu'ura (2005,2006)による水平成層構造に対する解を用いた。この変位にプレート収束速度(50 mm/yr)を乗じることによりリソスフェア内部における変位速度を得ることができる。

プレート境界面として、2本の直線的な海溝軸が60度の角度をなして1点で繋がる面を設定した(図1)。

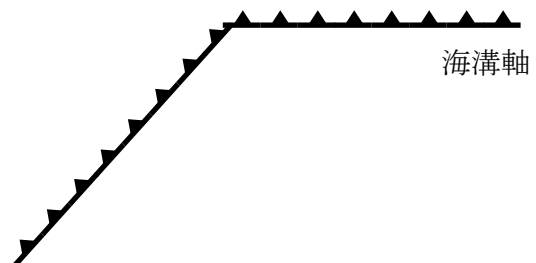


図1 海溝軸の形状

3. 結果と議論

数値計算の結果、海溝軸の屈曲部付近でより大きな沈降が生じることが再現された(図 2)。この沈降に対応する領域で、変位速度が 2 本の海溝軸に沿ってそれぞれ屈曲部から遠ざかる成分を持つことが分かった。つまり、海溝軸屈曲部で伸長的運動が生じている。これより、海洋プレートの沈み込み運動に伴って島弧リソスフェアが屈曲部から遠ざかる方向のすべり角を持って滑った結果、屈曲部付近で質量の不足が起こり、より大きな沈降が起こっていると考えられる。

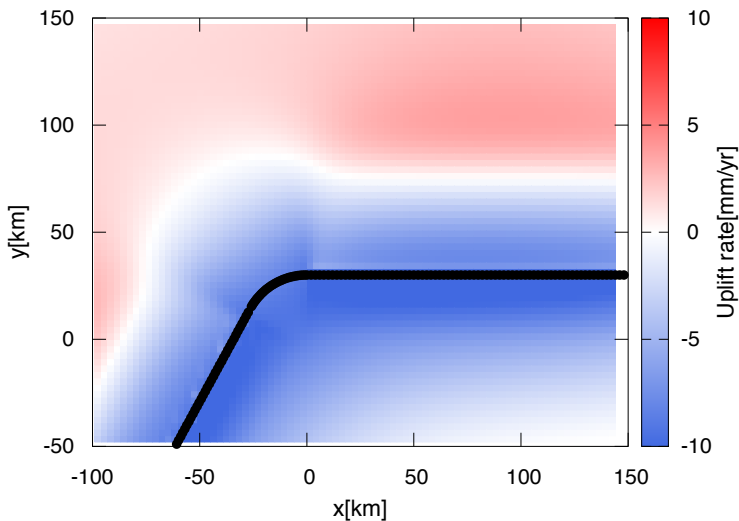


図 2 深さ 3 km における上向き変位速度。太い黒の実線は深さ 3 km におけるプレート境界を表す。

4. 文献

Fukahata, Y. and Matsu'ura, M., 2005. General expressions for internal deformation fields due to a dislocation source in a multilayered elastic half-space, *Geophys. J. Int.*, 161, 507-521.

Fukahata, Y. and Matsu'ura, M., 2006. Quasi-static internal deformation due to a dislocation source in a multilayered elastic/viscoelastic half-space and an equivalence theorem, *Geophys. J. Int.*, 166, 418-434.

Fukahata, Y. and Matsu'ura, M., 2016. Deformation of island-arc lithosphere due to steady plate subduction, *Geophys. J. Int.*, 204, 825-840.

Hashimoto, C., Sato, T. and Matsu'ura, M., 2008. 3-D Simulation of Steady Plate Subduction with Tectonic Erosion: Current Crustal Uplift and Free-Air Gravity Anomaly in Northeast Japan., *Pure appl. Geophys.*, 165, 567-583

Sandwell, D.T. and Smith, W.H.F., 1997. Marine gravity anomaly from Geosat and ERS 1 satellite altimetry, *J. Geophys. Res.*, 102, 10039-10054