

## 海洋リソスフェアの座屈変形と沈み込み帯の形態 Mechanical buckling of oceanic lithosphere and subduction zone morphology

江口 孝雄<sup>1\*</sup>

Takao Eguchi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 防衛大地球海洋学科

<sup>1</sup>NDA, Japan

### 1. はじめに

全球規模の沈み込み帯の形態の変遷史について、構造力学分野の球殻座屈理論を利用して考察する。構造力学での球殻シェルの座屈変形に関する古典的研究としては、Huang (1964) などがある。最近、Mahadevan et al. (2010) は、FEM ソフトを利用した数値計算の結果を沈み込み帯形態の研究に応用した。本研究では、これらの研究事例を参考にして、実際の固体地球にみられる沈み込み帯のセグメント長変化などについて議論する。

### 2. 構造力学による固体地球の球殻座屈波長の推定

Huang (1964), および Mahadevan et al. (2010) の結果を参考にする。またリソスフェア厚さに関する研究のレビュー結果 (Watts, 2001) を参照する。

#### 2-1. Huang (1964) に基づく試算

年代  $T$  の海洋リソスフェアの座屈波長に相当する海溝セグメント長 ( $L_T$ ) とする。古典的 Huang (1964) の結果によれば、ポアソン比を  $1/3$ 、球殻の半径を  $6371\text{km}$ 、 $130\text{-}140\text{Ma}$  の年代の海洋リソスフェアの弾性的層厚として  $60\text{km}$  を設定すると、円周方向の座屈数は約  $12$  に相当することとなり、固体地球の球殻座屈波長 ( $L_{130-140\text{Ma}}$ ) は、約  $3.3 \times 10^2\text{km}$  と求まる。しかし、これは古典的理論に基づく推定値であるので、あくまでも参考値であろう。

#### 2-2. Mahadevan et al. (2010) に基づく試算

FEM パッケージに基づく Mahadevan et al. (2010) の数値計算によれば、海溝セグメント長 ( $L_T$ ) は、関係する他の物理パラメータとの間である種の比例関係がある。その比例関係式を利用すると、海洋リソスフェアのヤング率を  $10^3\text{MPa}$ 、上部マントルの厚さを  $600\text{-}700\text{km}$ 、上部マントルのヤング率を  $1.6\text{MPa}$ 、座屈する海洋リソスフェアの年代を  $30\text{Ma}$  程度 (弾性層厚は約  $25\text{km}$ ) と設定すれば、 $L_{30\text{Ma}}$  は約  $9 \times 10^2\text{km}$  と推定される。 $L_{130-140\text{Ma}}$  は  $1.7 \times 10^3\text{km}$  と推定される。

$30\text{Ma}$  年代の海洋リソスフェアの座屈波長は、 $130\text{-}140\text{Ma}$  の座屈波長の半分となることから、例えば、 $130\text{-}140\text{Ma}$  の海洋リソスフェアの沈み込み領域の海底年代が急に  $30\text{Ma}$  に変化すると、単一海溝セグメントだった箇所が二つの海溝セグメントに変身する可能性が出てくる。(その逆に、沈み込むスラブの年代が  $30\text{Ma}$  から  $130\text{-}140\text{Ma}$  に急変する場合、特定の海溝セグメントは隣接セグメントと一体化して単一海溝セグメントに変換する可能性がある。)

当然ながら、そのような海溝セグメントの形態変化が起こると、一定期間にわたり、島弧域での活発な火成活動や背弧拡大または背弧短縮などの変動がもたらされるであろう。

### 3. 沈み込み帯の形態およびその変化

#### 3-1. 球殻座屈変形のみ

Mahadevan et al. (2010) に基づく試算などが参考になる。

#### 3-2. 球殻座屈変形以外の要因

球殻座屈変形以外の要因としては、海溝系での「固定箇所」または「固定セグメント」の有無。上部マントル/下部マントル境界での「停留スラブ」の有無、既存のマントル流動パターンなどが考えられる。

### 4. 球殻座屈モード変化と海溝系の水平移動の可否

少なくとも  $100\text{Ma}$  の間、太平洋を取り巻く沈み込み帯の分布域が限定的であった。その限定領域は、 $100\text{Ma}$  から現在までの間、ある種の有界変動関数であったとみなすことができる。その有界変動関数の範囲内にて、過去  $100\text{Ma}$  の間、少なくとも、西太平洋では間欠的な背弧拡大がくり返されてきた。それらの間欠的背弧拡大の歴史の一部が、上記の球殻座屈理論で説明することは可能ではなからうか。

この検討の際、球殻座屈理論からの要請だけではなく、上記のように個々の海溝系での制約 (水平方向での「固定域」と「可動域」) などを考慮する必要がある。

## 5 . 岩石型惑星への適用

上記のような球殻座屈理論に基づく議論は、プレートテクトニクスの歴史を持つ岩石型惑星にも適用できるかも知れない。

キーワード: 沈み込み帯, 海洋リソスフェア, 座屈, 球殻

Keywords: subduction zone, oceanic lithosphere, buckling, spherical shell