

## O-205 メソスケールの変形構造から推定される 新潟堆積盆地の褶曲作用

大坪 誠・山路 敦 (京都大・理・地惑)

**Flexural-slip folding and associated stresses in soft sedimentary layers evidenced by meso-scale faults in the Niigata fold belt, Japan**  
Makoto OTSUBO and Atsushi YAMAJI  
(Div. Earth Planet. Sci., Kyoto Univ.)

### はじめに

新潟堆積盆地は、新第三系と第四系が複背斜構造をなして露出する。一方メソスケールな構造に目を向けると、一露頭で変位が見取れる小規模な断層を多数観察できる。このようなメソスケールの構造は、地質構造の成長にどのような役割を果たしているのだろうか？この地域の褶曲構造の形成機構については、60年代より共役断層法を用いて議論が行われ、基盤ブロックの垂直昇降運動を本質的原因とする考え(例えば、鈴木・三梨, 1974)と側方圧縮性応力下での座屈褶曲とする考え(例えば小松・渡辺, 1968; Uemura and Shimohata, 1972; 小松, 1990など)の二つの異なる意見がある。しかしこれらの研究では、断層の動いた方向の観察が必須でなかった。実際その方向を観察すると、この地域に斜めずれの断層が多いことが報告されている(富田・山路, 2001; Yamaji et al., 2005)。

本研究では、新潟堆積盆地の南西部に位置する八石山地から東頸城丘陵に及ぶ地域で多数のメソスケールの断層を確認した。さらにこの地域では層面すべり断層 (bedding parallel fault) によって、メソスケールの断層がずらされていたり、その先が切断されていたりすることを観察することができた。層面すべり断層の運動方向を測定することで、この地域の褶曲構造は flexural slip を伴いながら発達したことが明らかになった。さらにその中で観察・測定されたメソスケールの断層が褶曲成長にどう貢献したのかを考察した。

### 層面すべり断層の運動方向から推定されるこの地域の褶曲構造

この地域では、多数のメソスケールの断層に加えて層面すべり断層28条が観察・測定できた。層面すべりの断層面上でのセンスの決定には、破断ス

テップ (Petit, 1987) を主に用いた。さらに小玉 (1968) が利用したような、微少な硬い粒子が引きずられるときに断層面につけた傷も判断基準に加えた。測定された層面すべり断層は全て逆断層であった。これらの逆断層は、傾斜すべりのものが多いが、斜めすべりや横ずれに近いものもあった。また層面すべり断層の変位ベクトルは、褶曲の背斜軸をまたいで向き合い、向斜軸をまたいで反対を向いていた。層面すべり断層の変位方向から、この地域の褶曲構造が flexural-slip fold とみなせることがわかった。褶曲軸に直交する水平圧縮の力により多層系をなす岩体が層平行短縮しながら褶曲成長したと考えられる。

### メソスケールの構造群は褶曲成長にどのように貢献するか？

この地域ではNE-SW方向に褶曲構造が発達しているため、大局的にはNW-SE方向に短縮する逆断層型応力場であると予想される。ところがメソスケールの断層はAnderson (1951) の断層では説明できない斜めすべりの正断層や逆断層が多数観察された。多重逆解法 (Yamaji, 2000) を適用して求めた応力場は、大局的には最大圧縮応力軸  $\sigma_1$  軸がNW-SE方向に位置し、最小圧縮応力軸  $\sigma_3$  軸がNE-SW方向である横ずれ断層型応力場と  $\sigma_1$  軸がN-SからNE-SW方向を持つ逆断層型応力場であった。これら褶曲成長と不調和な応力場は、この地域の厚い新第三系・第四系の半未固結堆積物が、褶曲成長する際の層面すべり断層によって stress guide としての深部領域から力学的にデカップルされたことによる「表層的応力場」であると考えられる。

### 引用文献

- Anderson, 1951, The dynamics of faulting, 2nd ed.  
小玉, 1968, 地質学雑誌, 74, 265-278.  
小松, 1990, 地質学論集, 34, 149-154.  
小松・渡辺, 1968, 石油技術協会誌, 33, 157-162.  
Petit, 1987, Journal of Structural Geology, 9, 597-608.  
鈴木・三梨, 1974, 地調報告, 250-2, 79-91.  
富田・山路, 2001, 地質学雑誌, 107, 711-721.  
Uemura and Shimohata, 1972, 24th International Geological Congress, Section 3, 599-604.  
Yamaji, 2000, Journal of Structural Geology 22, 441-452.  
Yamaji et al., 2005, Journal of Structural Geology, 27, 161-170.

## O-206 プレート運動と日本列島の歪状態 — 島弧テクトニクスと2004年中越地震 新妻信明 (静岡大学地球科学教室)

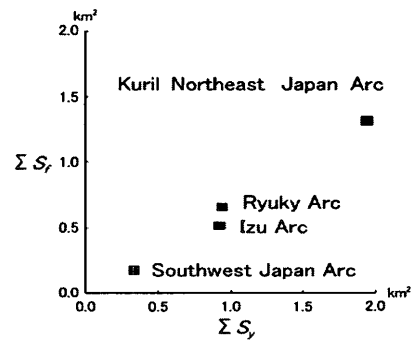
Plate motions and strain on Japanese Island Arcs  
- Island Arc Tectonics and 2004 Chuetsu Earthquake  
in Niigata Prefecture, central Japan

1997年から2004年の8年間に起こった地震による累積変位面積  $\Sigma S_f$  は、プレート運動による収束面積  $\Sigma S_y$  の4年から6年分 (平均5.14年分) に当たり良く対応していることが分かった。千島海溝・日本海溝・伊豆海溝・南海トラフ・琉球海溝・台湾の4つのプレート境界のプレート運動面積の比率と累積地震変位面積の比率も良く一致していることは、間歇的に発生するプレート境界の地震も10年程度の期間を用いれば、等速運動するプレート運動に対応させることができ、プレート運動に基づき地震の発生について定量的解析が可能であることを示している (図参照)。

ただし、プレート運動と地震による日本列島の歪累積状態が平衡状態ではなく、プレート境界域全体の固着・解放過程によって2年程度の期間毎に変遷している。この累積変位解放様式の変化に基づき、1997年からの琉球弧先行期 [1]、2000年初からの伊豆弧東進期 [2]、2002年初からの千島東北弧始動期 [3]、2003年中頃からの伊豆弧西進期 [4] の4つの期間に区分できる。

10年間の光波測距連続観測は、日本列島におけるプレート相対運動による変位累積と地震による解放を鋭敏に反映した変化を捉えている (新妻ほか, 2005)。

伊豆弧西進期 [4] までほとんど地震発生の無かった南海トラフにおいて2004年9月5日に紀伊半島沖・東海道沖の地震を起こしプレート運動による累積変位面積を解放した。これらの地震は西南日本弧と東北日本弧の接合部の応力状態に大きな影響を与え、2004年10月23日に中越地震を起すことになった。



プレート運動という定常事象による変位が日本列島に歪として蓄えられ、限界に達すると突発事象である地震によって解放される。完全に解放されなければ、地殻変動が定期的に累積し、褶曲構造を成長させる。中越地域の褶曲構造はフィリピン海プレート沈み込みにもなう伊豆弧の北西進によって成長したが、中越地震は伊豆弧西進期 [4] という類似する歪状態で起こっている。

日本列島のプレート境界における地震発生状況に応じて日本列島の歪状態は変化しているが、伊豆弧西進期 [4] は島弧テクトニクスを進行させるのに対し、伊豆弧東進期 [2] は後退させる。このような対応が内陸地震発生や光波測距などによる歪測定によって確かめることができれば、地震予報を出すことも夢ではない。

【新妻ほか(2005) 地殻活動観測所における光波測距による中部日本の歪と2004年新潟県中越地震との関係。静岡大学地球科学研報, 32, 11-24.】