



論文紹介

A glance at interesting paper(s)

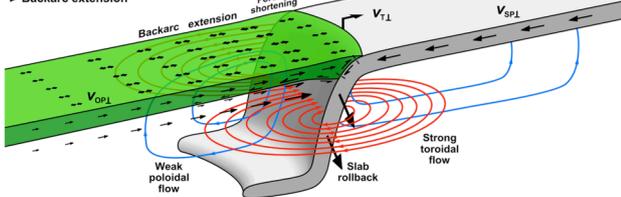
Schellart, W.P. and Moresi, L., 2013. A new driving mechanism for backarc extension and backarc shortening through slab sinking induced toroidal and poloidal mantle flow: Results from dynamic subduction models with an overriding plate. *Jour. Geophys. Res.: Solid Earth*, **118**, 3221–3248.

Schellart, W.S. (Monash大学, オーストラリア) は、これまで共著者とともに多くの独創的な研究成果を発表しており、常々私が注目している研究者の一人である。本論文は、ロールバックするスラブの背後からスラブ・エッジを回り込んでマンタル・ウエッジ中に流れ込むtoroidal flow (3次元流とも言う) によって背弧域で展張場が形成される可能性を計算モデルから推定しており、背弧海盆の形成に関して、新たなメカニズムを提唱している。Schellartのグループは、この論文に先立ち、ロールバックするスラブのエッジを回り込むtoroidal flowがpoloidal flow (return flow)の3-4倍大きいことを3次元計算モデルから指摘している (Stegman et al., 2006, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, **7**, Q03012, doi:10.1029/2005GC001056)。

Schellartたちの3次元計算モデルでは、沈み込みのあいだ前弧域はつねに偏差圧縮の状態にあり、短縮を経験する。この圧縮と短縮は、沈み込み境界におけるshear stressおよびマンタル

a2 Slab-driven trench pull-back (narrow slabs & near slab edges) (large, immobile, overriding plate)

Toroidal flow induces strong trenchward velocity gradient in mantle below overriding plate
Velocity gradient induces drag that pulls leading part of overriding plate trenchward while remainder resists trenchward motion
Differential drag and relative immobility of overriding plate cause overriding plate deviatoric tension
Low deviatoric normal stress on subduction interface
Average $V_{OP1} < V_{T1}$



第1図 ロールバックするスラブのスラブ・エッジ周辺におけるマンタル流 (Schellart and Moresi, 2013, Fig. 15a2より)。上盤プレートは固定。マンタルの toroidal flow がつくる速度傾斜が上盤プレートをドラッグし、上盤プレートに偏差展張・圧縮をもたらす。

ウェッジ先端部のマンタル流に起因する前弧リソスフェア底部における逆向きのshear stressによる。

一方、ロールバックするスラブによって形成されたtoroidal flowは、上盤プレートの下で、スラブ (海溝) 方向に大きくなる水平なマンタル流が速度傾斜をつくる。この速度傾斜は、背弧域で上盤プレートの底部に偏差伸張と展張をもたらす (第1図)。

Schellartグループは、この課題に対するアナログ実験も行っている (Meyer and Schellart, 2013, *Jour. Geophys. Res.: Solid Earth*, **118**, 775–790; Chen et al., 2016, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **441**, 200–210)。Meyer and Schellart (2013)の実験では、幅の狭いスラブ (800 km程度以下を想定) のみで背弧での展張が生じ、スラブ・エッジから400 kmほど離れたところで水平マンタル流が最大になるとしている。また、toroidal flowによって展張が最も顕著になるのはMeyer and Schellart (2013)では海溝から~200–400 km内陸側、Chen et al. (2016)では海溝から300–500 km内陸側としている。この最大展張場は、上盤プレートの底から15–25 km下における海溝に直交する水平最大マンタル速度および水平最大速度傾斜と一致する (Chen et al., 2016)。

Schellart and Moresi (2013)によれば、地震波の異方性や地球化学的研究から、スコチア、カラブリア、トンガ、ニューヘブリデスではマンタルの強いtoroidal flowが推定されており、これらの地域における背弧海盆の形成は、今回の3次元計算モデルの予測と一致している。

Toroidal flowに関する一連の研究から一つのアイディアが生まれる。千島海盆の成因である。Maeda (1990, *Tectonophysics*, **174**, 235–255)は、日高帯と常呂帯との境界に南北性の右ずれ断層 (常呂構造線) を推定し、その活動によって16–12 Maに千島海盆が扇を開くように拡大したと推定した。Karnaukh et al. (2006, *Marine Geol.*, **228**, 1–14)は、エアーガン・プロファイルから同海盆のリフト期を後期漸新世–中期中新世としている。ロールバックする千島スラブの西縁エッジを回り込むtoroidal flowが後期漸新世–中期中新世に千島海盆と常呂構造線を形成したとするモデルは成立するだろうか？

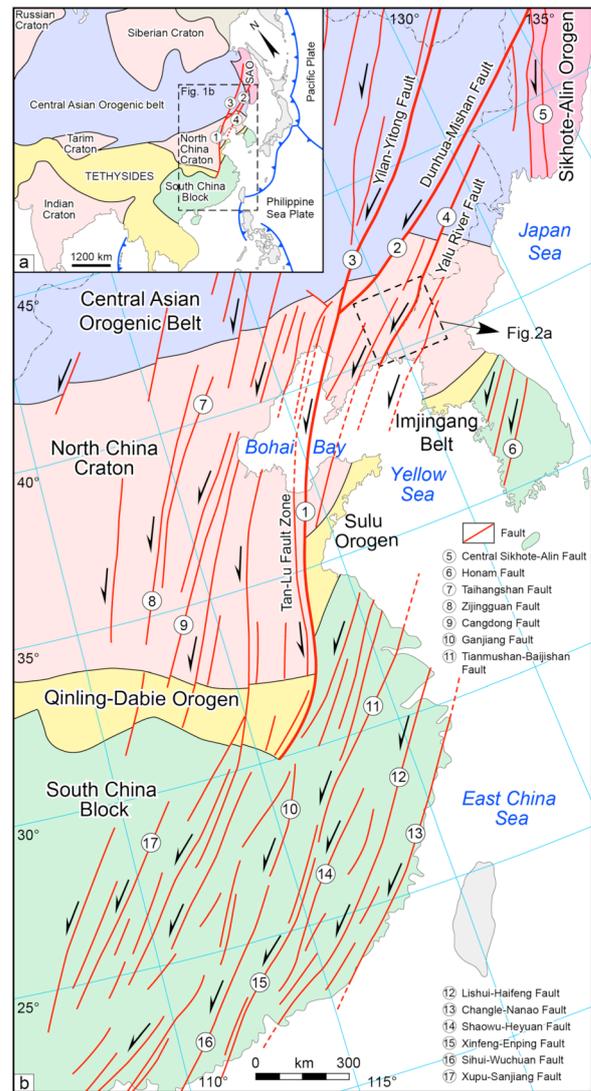
(君波和雄)

Zhang, S., Zhu, G., Liu, C., Li, Y., Su, N., Xiao, S. and Gu, C., 2018. Strike-slip motion within the Yalu River Fault Zone, NE Asia: The development of a shear continental margin. *Tectonics*, **37**, doi.org/ 10.1029/2018TC004968.

東アジア縁辺に発達するNE-SW方向の左横ずれ断層の活動時期に関する重要な論文である。

本論文の要旨は、次の通りである：長さおよそ700 kmのYalu River Fault Zone (YRFZ)は、後期中生代に活動的であった東アジア大陸縁の北東走向の走向移動断層である (第1図)。その重要性にも関わらず、その起源と活動の時期については十分に明らかになっていない。本論ではYRFZが左横ずれの断層帯として発生したことを地質構造のデータから示す。延性、脆性-延性、脆性構造は、同断層帯の全域にわたって認められ、南西側ではより顕著な延性構造を伴う。剪断帯と断層は主に南東に急角度で傾斜し、逆断層性の動きを伴う。微小構造は、延性地域で~300-500°C、脆性-延性地域で~200-300°Cの変形温度を示す。脆性断層から測定されたスリップデータの反転は、左ずれの動きが南北圧縮の結果であることを示している。延性剪断帯から採集した変形および未変形の火成岩のジルコンU-Pb年代は、左横ずれ断層が146-131 Maに活動したことを示している。この結果は、前期白亜紀最前期の広域的な南北短縮イベントと一致している。この走向移動断層系に関するこれまでの公表データおよび本論文のデータは、この剪断帯の形成が東アジアの東北-北北東走向の一連の左横ずれ断層群の形成を伴って前期白亜紀の最初期に始まったことを示す。この短期間の横ずれ圧縮イベントは、北北東方向に伸びた海溝にイザナギプレートが急い速度で斜めに沈み込んだ結果である。

YRFZは、Tan-Lu断層と同系統の断層である (第1図)。本論文の共著者の一人であるZhuは (Zhu et al., 2010, *Jour. Geol.*, **118**, 277-293)、山東半島の西側から南側のTan-Lu断層沿いに分布する多くの火成岩類のジルコンU-Pb年代の測定と周辺の地質データとから、150 Maには左ずれ走向移動がすでに始まっており、122 Maには終了していると推定した。また、ZhuらはTan-Lu断層を正断層と認定しており、展張場で



第1図 東アジアの左横ずれ断層系 (Zhang et al., 2018 の Fig. 1 より)

形成されたと結論した。これまでの多くの研究は、前期白亜紀の東アジア東縁を展張場としているが、展張の開始時期に関しては、まだ見解が収束していない。

最近、Lee et al. (2018, *Island Arc*, doi.org/10.1111/iar.1225)は、慶尚盆のSindong (新洞) 層群の最下部の多くの地点において碎屑性ジルコンのU-Pb年代を検討し、同層群の堆積開始年代をca. 127 Maとした。そして、この頃に東アジアが圧縮環境から展張環境に転換したと推定している。

ここに紹介したZhang論文では東アジアの走向移動断層系を海洋プレートの速い斜め沈み込みだけで説明しているが、さらに別の要因も加味する必要があるのではないだろうか。

(君波和雄)