

バトレス効果

渡辺 寧*

Buttress effect

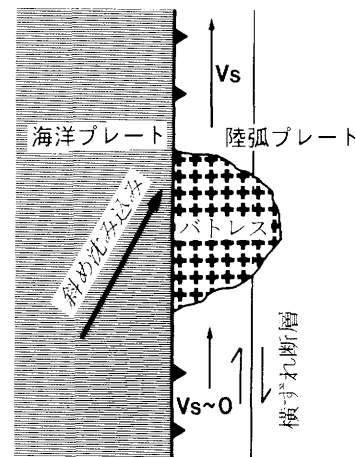
Yasushi Watanabe*

大陸縁辺部や島弧に海洋プレートが斜め沈み込みをしている所では, 収束プレート境界に沿って, プレート境界に平行な横ずれ断層が発達することが多い (Fitch 1972). このような断層は上盤プレートの先端部を大陸や島弧地殻から「スリバー」として引き離し, 断層運動はスリバーを大陸 (又は島弧) 縁辺部に平行に移動させる (Fitch 1972; McCaffrey 1992). しかしながらスリバーは力学的に予想される速度で移動することは稀で, 多くの場合, スリバーの速度は予想速度より遅い. この不一致が「バトレス効果」で説明される (Beck 1986; Beck et al. 1993).

バトレス (buttress) とは「壁」を意味し, 「バトレス効果」とはスリバーが移動しようとした時のスリバー先端部での空間的問題から生じる抵抗のことを言う (Beck 1986). バトレスは, 大陸縁辺部でプレート境界の方向が急に変わったり, 上盤プレートの物理的性質の変化, 沈み込み角度や斜め沈み込みの程度の変化等により発生する (第1図). 大きなバトレスを持つスリバーは, スリバーがバトレスによる抵抗にうち勝つときのみ移動することができる. バトレスにうち勝つ方法としては, ①リソスフェアの厚化や②スリバーの幅の増加が考えられる (Beck et al. 1993; 第2図). ①のリソスフェアの厚化は地域の隆起をもたらす (第2図a). ②のスリバーの幅を広げる作用はより複雑な地質現象をもたらす. それらはスリバー内に伸張場と圧縮場を作り出したり, 重複した断層群や曲線状の断層群を作り出す (第2図b; Beck et al. 1993).

プレート境界の方向の変化がバトレスとなった例は, 新生代のボリビアでのオロクラインが有名である. 新生代のナスカプレートの運動方向に基づくと, このオロクラインの南側のチリで右横ずれ, 北西のペルーでは左横ずれ断層運動が期待されるが, どちらの運動も活発ではない. この両者の交点にはボリビアを中心とする高標高帯が存在し (Isacks 1988), これがスリバーの移動を妨げている (Beck et al. 1993).

日本では中新世中～後期の千島弧スリバーの挙動がバトレス効果で説明される (第3図a, b, c; Watanabe 1997). ここでは約14Ma～10Maにかけて千島弧南西端に対する太平洋プ

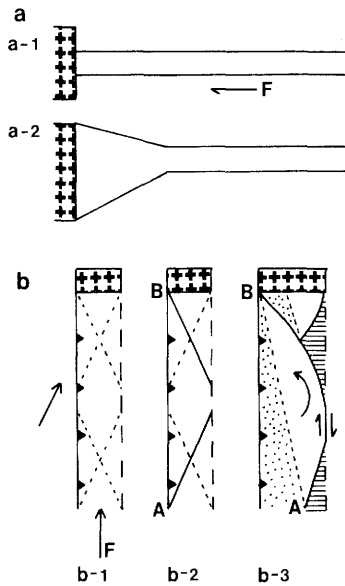


第1図. 上盤プレートの物理的性質の変化がバトレスになった例. 十字模様をついた地域は横ずれ断層運動に抵抗する海洋リソスフェア. V_s はスリバーの速度を示し, バトレスの手前ではバトレスの反対側に比べて速度は小さい. Beck et al. (1993) 原図.

レートの斜め沈み込みの程度が大きくなり (第3図), 約13Maに千島弧スリバーが誕生した. このことは, 約13Maから10Maにかけての千島弧に平行な上支湧別構造帯での右横ずれ断層運動 (木村ほか 1982; Watanabe 1997) に反映される. しかしながら西に位置する東北日本弧がバトレスとなり, スリバーは大きくは西へ移動できず, スリバーの先端部に当たる日高変成帯では地殻・上部マンテルの厚化 (森谷 1986) が生じた. この厚化は逆断層運動を伴い, 日高変成帯は急激に上昇 (上昇速度: 2.8km/m. y.; 宮坂 1987) した (第3図b, c).

約10Ma以降にも斜め沈み込みの状態は続くが, 上支湧別構造帯での断層運動や日高変成帯での上昇運動 (上昇速度: 0.7km/m. y.; 宮坂 1987) はほとんど停止する. これは日高変成帯での地殻-上部マンテルの厚化が限界に達したためであり, 次にスリバーはその幅を拡張する運動を始める. この運動は約10Ma～5Maに千島弧の火山フロント～背弧で生じた佐呂間構造帯での右横ずれ断層運動, 石狩山地の隆起や十勝平野の沈降に反映される (第3図d; Watanabe 1997). このように千島弧南西端ではバトレス効果のために Beck et al. (1993) の

* 東京支部, 地質調査所資源エネルギー地質部. 〒305-8567 つくば市東1-1-3.



第2図. バトレスにうち勝つためのスリバーの挙動.

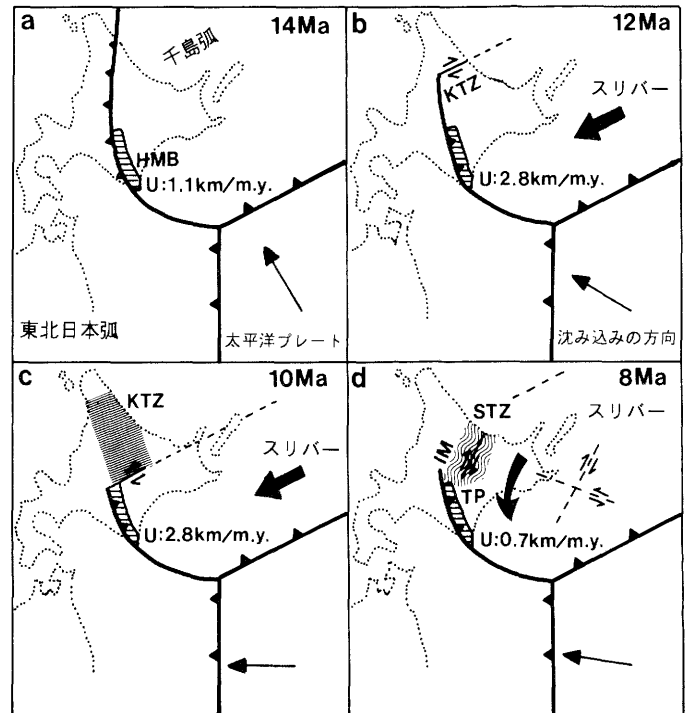
a) リソスフェアの厚化(断面図). スリバーの移動と共に a-1 から a-2へとスリバー先端部のリソスフェアが厚化する. b) スリバーの幅の増加(平面図). バトレスにより移動を妨げられたスリバーには, 共役な断裂(破線)が発生し(b-1), 断層(実線)として活動を始める(b-2). 断層が結合することにより, 全体として三日月状の地塊を形成し, それが回転することによってスリバーの幅が広がる(b-3). 地塊の回転により, 圧縮場(横線部)と引張場(点模様部)が形成される. 十字模様はバトレス, Fはスリバーにかかる力を示す. Beck et al. (1993) 原図.

指摘した①地殻の厚化と②スリバー幅の拡大が, 両方, 順次に起こった.

同様の現象は, 現在の関西地方にも認められる. 島弧に平行な中央構造線や仏像構造線は現在では活動しておらず, 兵庫県南部地震に見られるように, より内陸側の野島断層~有馬~高槻構造線が右横ずれ運動している. これらの断層系は島弧に斜交し, 全体として曲線状の形態を示す(藤田・佐野 1997). また, その北西側の六甲山地では隆起, 南東側の大阪湾では沈降運動が起こっており(三田村・吉川 1997), Beck et al. (1993)の指摘したスリバーの幅の増加に伴う地質現象(第2図b)に極めて類似している.

文 献

- Beck ME Jr (1986) Model for late Mesozoic-early Tertiary tectonics of coastal California and western Mexico and speculations on the origin of the San Andreas Fault. *Tectonics*, 5: 49-64.
- Beck ME Jr, Rojas C, Cembrano J (1993) On the nature of buttressing in margin-parallel strike-slip fault systems. *Geology*, 21: 755-758.
- Fitch TJ (1972) Plate convergence, transcurrent faults, and internal deformation adjacent to southeast Asia and the Western Pacific. *Jour Geophys Res*, 77: 4432-4460.
- 藤田和夫・佐野正人(1997) 阪神淡路大震災と六甲変動. 兵庫県南部地震の活構造調査報告(兵庫県立人と自然の博物館編集), 97-106.



第3図. 14Ma から8Ma にかけての千島弧スリバーの挙動.

約14Ma には太平洋プレートは千島弧に対し直交沈み込みをしてきたために, スリバーは形成されない(a). 斜め沈み込みの程度が大きくなるにつれてスリバーが形成され, 上支湧別構造帯(KTZ)において島弧に平行な右横ずれ断層が活動する(b, c). この時期には日高変成帯(HMB)の上昇が顕著に起こる. 約10Ma 以降日高変成帯の上昇速度は小さくなり, 島弧に斜交する佐呂間構造帯(STZ)において右横ずれ断層運動が活発化する. また石狩山地(IM)での隆起, 十勝平野(TP)での沈降運動が起こる(d). Uは宮坂(1987)により見積もられた日高変成帯の上昇速度を示す. Watanabe (1997) 原図.

- Isacks, BL (1988) Uplift of the central Andean plateau and bending of the Bolivian orocline. *Jour Geophys Res*, 93: 3211-3231.
- 木村 学・宮坂省吾・紺谷吉弘・宮下純夫・保柳康一・渡辺 寧(1982) 日高変成帯の“山脈化”における上支湧別構造帯の意義. *構造地質*, 27: 167-177.
- McCaffrey R (1992) Oblique plate convergence, slip vectors, and forearc deformation. *Jour Geophys Res*, 97: 8905-8915.
- 三田村宗樹・吉川周作(1997) 堆積速度の差異からみた大阪堆積盆地における後期更新世の基盤ブロックの運動. *地球科学*, 51: 8-14.
- 宮坂省吾(1987) 衝突帯における山地形成-日高山脈の上昇史-. 松井愈教授記念論文集: 195-202.
- 森谷武男(1986) 浅い地震活動と起震歪力から見た北海道のテクトニクス. *地団研専報*, 31: 475-485.
- Watanabe Y (1997) Genesis of the Kamishiyubetsu Tectonic Zone in the southwestern Kuril Arc. *Commem Vol Prof Kato M*: 389-399.