TTT (b) 型 3 重会合点の安定条件

東京大学地震研究所 江口孝雄・松原幸夫

東京大学理学部地球物理学教室 瀬 野 徹 三

(昭和54年3月12日受理)

Stable Condition for the TTT (b) Type Triple Junction

Takao EGUCHI, Yukio MATSUBARA

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Tetsuzo SENO

Geophysical Institute, University of Tokyo

(Received March 12, 1979)

The stability condition for the TTT (b) type triple junction of McKenzie and Morgan (1969) has not been known. A stability condition for this triple junction which was not defined by McKenzie and Morgan is presented.

If each plate moves parallel to the lateral trench attached to itself and subducts at the trench facing its leading edge, the configuration of the triple junction is maintained stably. This is the only stable condition for this type of triple junction.

プレートテクトニクス説によれば、地球表面はいくつかのかたいプレートで形成され、プレート間の境界は、通常、海嶺 (R)、海溝 (T)、そして横ずれ断層 (F) の 3 種に分類されている。

このようなプレート境界は、地球上に 3 個以上のプレートが存在し、すべての境界が互いに平行でなければ、3 本のプレートが会合する点が 2 つ以上生じることがある。このような 3 本のプレート境界が会合する点は 3 重会合点 (Triple Junction) と呼ばれる。

3 重会合点は会合するプレート境界の組み合わせによつて 16 個の実現可能な型が考えられている (Fig. 1)。地球表面は球面状であるが、3 重会合点近傍を対象にするならば、2 次元的な議論は可能である。

3 重会合点近傍の幾何学的形態 (境界の型と境界間の角度) が時間的に保存されるための条件、つまり安定条件は MCKENZIE and MORGAN (1969) が 16 種のうち 14 種について与えている。その後、MCKENZIE and MORGAN (1969) では安定な場合がないとされた RRF 型の 3 重会合点についての安定条件が考え出されている [YORK (1973)]。

3 本の海溝が会合する TTT 型の 3 重会合点は、プレートの相対運動によつて 2 種 (TTT (a),

Fig. 1. The geometry of the sixteen possible triple junctions. The arrows show the relative motion vector (from MCKENZIE and MORGAN, 1969).

Fig. 2. Unstable example for the TTT(b) type triple junction.

- (a) shows the geometry before evolution. The arrows indicate the relative velocity vectors and are on the subduction plate at the trench.
- (b) shows the relative plate motion given in (a) in the velocity vector space. Dashed lines in this space join points of the velocity vector by which the geometry of the plate boundaries remains unchanged, i.e., correspond to the plate boundaries seen in the real space. In this figure, these three dashed lines do not intersect at a point. Then this example is unstable.

TTT (b)) の型が実現可能で、そのうち TTT (a) 型の安定条件は MCKENZIE and MORGAN が与えている。しかし、幾分複雑だが安定となる場合があるとした TTT (b) 型についてはどういうわけかいかなる相対運動を行なえば安定になるかを具体的に述べていない。

TTT (b) 型は 3 重会合点近傍で各プレートの境界をなす 2 つの海溝のうち一方でもぐり込み他方でもぐり込まれるということが交互に起こる型をいい、この型が不安定になる例は Fig. 2 にみられる。

Fig. 2a に書かれた矢印はもぐり込まれる側のプレートに対するもぐり込む側のプレートの相対速度ベクトルであり、Fig. 2b は Fig. 2a の様子を速度ベクトル空間で表現したものである。Fig. 2b にみられるように、今考えている運動は平面上で行なわれるとしているので、3 つの相対速度ベクトル $(\vec{AB}, \vec{BC}, \vec{CA})$ は $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} = \vec{0}$ を満たす。

また、この図中の破線は直線状のプレート境界に沿う運動に対応する。というのは、プレート境界はもぐり込まれるプレートには固定しているから速度ベクトル空間においてそのプレート

の持つ相対速度を表わす点を通り、この座標点から破線上の任意の点までの距離と方向は、プレート境界に沿った運動を直線方程式で表現したときの直線の方法ベクトルに対応すると考えられるからである。

Fig. 3. The stable case for the TTT (b) type triple junction.

Representation of structure in (b) and (c) are the same as in Fig. 2 (a) and Fig. 2 (b), respectively.

Each arrow in (a) shows the velocity vector measured in the referential frame originally fixed to the point of the triple junction, not relative one, and is parallel to the boundary at which other plate is subducting and that its length is essentially arbitrary.

In (c), dashed lines intersect at a point. Then this case is stable.

Fig. 4. Representation of (a), (b) and (c) are the same as of Fig. 3 (a), (b) and (c), respectively.

型3重会合点が安定であるための十分条件であることを示す。Fig. 3b (4b) はこのようなプレート運動をプレート境界での相対速度ベクトルという直接的に観測可能な表現によつたときの図である。

このような特殊な運動を速度ベクトル空間でみると Fig. 3c (4c) のようになり、McKENZIE and MORGAN の安定条件を満たしている。

さらに、この3重会合点が安定である際に満足すべき速度ベクトル空間における条件、すなわち、安定条件を表わす Fig. 3c (4c) (3本のプレート境界に対応する破線が1点で交わる

Fig. 2 にあげた不安定な場合には、たとえ仮にある瞬間 Fig. 2a のような重会合点が認められたとしても、継続する相対運動によりすぐさま形態が変化する。これは Fig. 2b なる速度ベクトル空間において、プレート境界に対応する3本の破線が共有する座標点が存在しないということと同義である。

この TTT (b) 型3重会合点の安定条件は次のようなものである。

まず、ある時刻に TTT (b) 型の3重会合点が認められるとする。Fig. 3 と Fig. 4 にはプレート境界の角度に応じて典型的な例をあげた。これらの3重会合点が安定になる条件は、3重会合点からみて、各プレートがもぐり込まれる側の海溝と平行に、任意の大きさでもう、一方の対面する海溝にもぐり込むことである。(Fig. 3a, 4a). Fig. 3a (4a) 中の矢印は上に定めた3重会合点に対するものであつて、プレート間の相対速度ベクトルでないことに注意しよう。上述の条件は TTT (b)

ということ) から, 逆に 3 重会合点 O からみると各プレートは必ず Fig. 3 a (4 a) の運動を行なわなければならぬことになり, 必要条件であることも理解されよう.

ここで付け加えておくが, ある座標系でみると, 3 重会合点近傍の形態が変化せずに並進または回転運動を呈しても形態が保存されるから, その 3 重会合点は安定である.

謝 辞

上田誠也教授には内容の検討と, Fig. 4 のようなプレート境界の角度が 180° を越える場合も問題の対象になるという御指摘を頂いた.

文 献

- McKENZIE, D.P. and W.J. MORGAN, 1969. Evolution of Triple Junctions, *Nature*, **224**. 125-133.
YORK, D., 1973. Evolution of Triple Junctions, *Nature*, **244**. 341-342.