

K-T境界の隕石衝突はPlate運動に影響を与えたか

Effect on Plate Motions caused by Meteorite Collision at K-T boundary

新妻 信明 [1]

Nobuaki Niitsuma[1]

[1] 静岡大・理・地球科学

[1] Inst. Geosci., Shizuoka Univ.

65Maの白亜紀-第三紀境界(K-T境界)には、直径10km程度(断面積75km²)の隕石がMexicoのYucatan半島に衝突し、直径200-300kmのクレーターを形成したと言われている。地球の表面積は 5×10^8 km²であるが、隕石の衝突速度は時速数百km(年間 5×10^{11} cm)と言われており、年間数cmのPlate運動に与えた影響を認定できるかもしれない。

海洋底拡大史はK-T境界を含む地磁気静穏帯以後の85Maから現在まで、縞状海洋地磁気異常に基づいて連続的に読み取ることができる。この海洋底拡大史により、Hotspotに対する全Plateについての全有限回転と区間回転を500万年間隔で算出した(新妻, 2007)。それらと新たに算出したPlateの慣性モーメントに基づいたPlate Dynamics解析結果について述べる。

Plateは、Plate上の点間の距離が一定で変わらず、剛体として運動している。剛体であれば初等力学の質点系の力学を適用できる。Plateの場合には地球表面を運動するという拘束条件が付くので、重力が中心方向に向く球にうつ伏せに載せられた楕円形の皿の運動として扱うことができる。皿の運動は球面上の運動であるので、全て球の中心を通る軸の回りの回転になる。皿を長軸方向に移動させる回転には最も力を必要とし、重心の回りには最も小さな力で回転させることができ、短軸方向に移動させる回転にはその中間の力が必要である。この回転させにくさは慣性モーメントと呼ばれ、長軸方向の回転が最大、短軸方向の回転が中間、重心の回りの回転が最小の慣性モーメント主軸に対応する。力の方向が力の働く点である着力点から重心方向であれば重心移動による回転になり、重心方向に直交していれば重心の回りの回転になる。任意の方向の力が働けば、重心方向成分とそれに直交する成分からなるので、重心移動による回転と重心の回りの回転が合成された回転を与える。重心の回りの回転は、着力点から重心までの距離が大きくなるほど容易になる。これらの関係から、皿の回転の変化量および慣性モーメントと着力点が分かれば、働いた力の方向と大きさを知ることができる。不定形のPlateについても球面上の位置と輪郭から慣性モーメントをテンソルとして算出でき、最大・中間・最小の慣性モーメント主軸が求められるので、Plateに働いた力を解析するPlate Dynamicsが実現される。

衝突前の65-70Maは、太平洋のPC(Pacific)・FA(Farallon)・KU(Kura)Plateと大陸のEA(Eurasia)・AF(Africa)・ID(Indo)・AN(Antarctic)・AU(Australia)Plateが4.713の総回転運動量を5.26%にまで相殺し合せて、実効回転運動量を0.248にしていた。

衝突後の60-65Maは総回転運動量が4.026と減少しているが、実効回転運動量は0.866と21.50%に増大した。太平洋ではPCが減速してFAが加速している。

65MaにPlateに働いた力は、65-70Maの区間回転を60-65Maの区間回転にするために加えられた回転に対応している。この回転を65Maの変動回転と呼ぶことにする。この変動回転では、EA・NA・IDを除いた全てのPlateがPCの最も大きい減速に同調している。NAとEAはIDとともに全球変動と独立に変動している。NA・EAとIDの変動Euler極は対極位置にあり、IDの減速に対してEA・NAが加速している。EAとNAの変動Euler極が近接していることは、北大西洋の分離が不十分であったためにEAとNAが一体として変動していたことを意味している。

EAとNAが一体であったとし、IDとのPlate境界である北緯17°に着力点を仮定するとその経度はEA・NAが東経57°、IDが東経69°と近接している。着力点における応力の方位はEA・NAがN15Wに対し、IDがS3Wと逆向きであり、慣性モーメントに回転角(rad)を乗じた回転モーメントの大きさはEA・NAが0.0055でIDが0.0035と同程度であり、変動の主体が衝突反発であることを示している。この回転モーメントの大きさは、全球変動を主導したPCに働いた0.0104の約半分である。

NAとEAの変動Euler極は近接しているが、NAが4°北側に位置している。このEuler極位置の相違を起こす着力点の候補大円からYucatan半島(北緯22°西経75°)は30°以内にあり、着力点の緯度を北緯30°とすると経度は西経41°になり、力の方向はN52Wで大きさは0.0002である。この大きさはEA・NAがID衝突によって受けた回転モーメントの4%である。

65Maの変動回転についてのPlate Dynamics解析によってIDとEA・NAの衝突反発の方向と回転モーメントを算出することができた。隕石が衝突したと言われるYucatan半島は、EAとNAの変動回転の相違から算出される着力点候補大円から30°以内にあり、力は西北西方向でID衝突の4%の回転モーメントが算出された。