

CA研_P01
2018_01.09

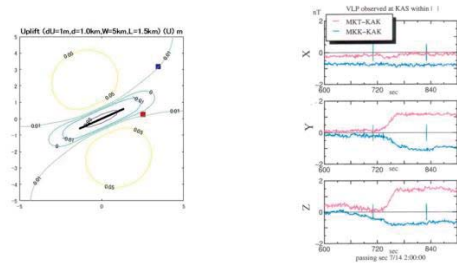
2000年三宅島噴火・傾斜ステップに伴う地磁気変化に関連する諸問題

笹井洋一(東海大・海洋研)・上嶋誠(東大・地震研)・Jacques ZLOTNICKI (CNRS・仏)・
Malcolm J. S. JOHNSTON (USGS・合衆国)

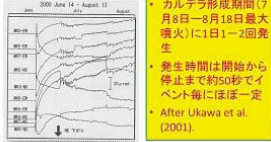
要旨

2000年三宅島噴火のカルデラ形成に伴った傾斜ステップは、それに付随して自然電位と地磁気の変化が観測された。この地磁気変化の発生機構については依然として決着がつかない。Kuwano et al. (2015)はステップに伴った自然電位変化は垂直な開口クラックで誘起された多孔質弾性体中の地下水流動に伴う界面導電現象であるとした。我々はKuwanoモデルに対応する地磁気変化の原因を探っており、昨年のCA研究会、SGEPSS秋大会で発表した。特に三宅島東部の2観測点MKKとMKTのフラックスゲート(FG)磁力計3成分の変化は、ダイクによるピエゾ磁気効果だけでなく、地球磁場の中でFG磁力計が回転する傾動効果を加えるとうまく説明できそうなのが判明した。傾動の効果は垂直なダイク上端の深さや長さ・幅・走行などから計算できる。そこでOkada (1985)のプログラムを用いて傾動効果を求めた。一方傾斜ステップに伴う地磁気変化量についてはUSGSの地殻変動研究グループが開発したソフトを用いて算出した。ダイクの形状を記述する様々なパラメータのうち、ダイク中央の位置、ダイクの水平走行は菊池・他(2001)のモーメント・テンソル解析から精度良く求められている。そこでダイク上端の深さ(D)、長さ(L)、幅(W)および開口量(U)を地磁気データから決定することにする。未知量は4つであるのに対し、観測量はプロトン磁力計点の全磁気値6個とFG点2か所の3成分値6個の計12である。解析解の分かっているモデルについて、複数のパラメータをそれより多い観測点での観測量から求めるには遺伝的アルゴリズム(GA)を適用することが出来る。

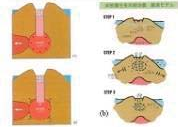
開口断層による地表変位(左)と
三宅島北東(MKK)および南東(MKT)部における
地磁気3成分変化(右)



傾斜ステップとは？山頂方向への急激な傾斜変化(膨張)



傾斜ステップ: 2つのモデル
(a)熊谷モデル (b)菊池モデル



FG磁力計の回転に伴う見掛けの変化について

図1に示すように地磁場の方向はX軸、東方向にY軸、鉛直下方向にZ軸を持つ直交座標系を考える。フラックスゲート磁針はX,Y,Zの各成分がこれらの方向に測定されているものとする。磁力計が傾動した際の観測値は傾動角 α (X-Y)に依存する。また傾動角 α は傾動ベクトル $e_{\alpha} = (1, 0, 0)$ (傾動角 α はX-Y)に依存する。このベクトルは傾動角 α で表される。

$$e_{\alpha} = (\cos \alpha, 0, \sin \alpha) \quad (1)$$

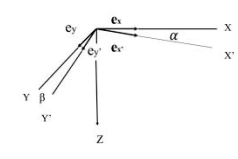
傾動はX-Z面内にある傾動ベクトル $e_{\beta} = (0, 1, 0)$ (傾動角 β はZ-Y)と、そのベクトル e_{β} は傾動角 β で表される。

$$e_{\beta} = (0, \cos \beta, \sin \beta) \quad (2)$$

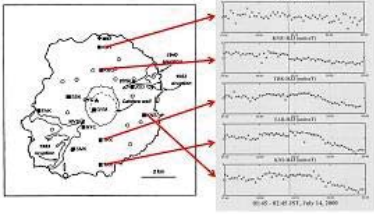
更に e_{α} と e_{β} の両方に垂直な傾動ベクトル e_{γ} とすると

$$e_{\gamma} = e_{\alpha} \times e_{\beta} = (-\sin \alpha \cos \beta, -\cos \alpha \sin \beta, 0) \quad (3)$$

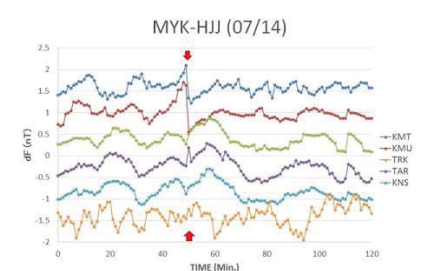
e_{α} と e_{β} は互いに垂直でない。傾動角 $\alpha = 0$ (傾動角 α はX-Y)とすると、 $e_{\alpha} \times e_{\beta} = (0, 0, 1)$ となる。傾動角 $\alpha = 90^\circ$ (傾動角 α はX-Z)とすると、 $e_{\alpha} \times e_{\beta} = (0, 0, -1)$ となる。



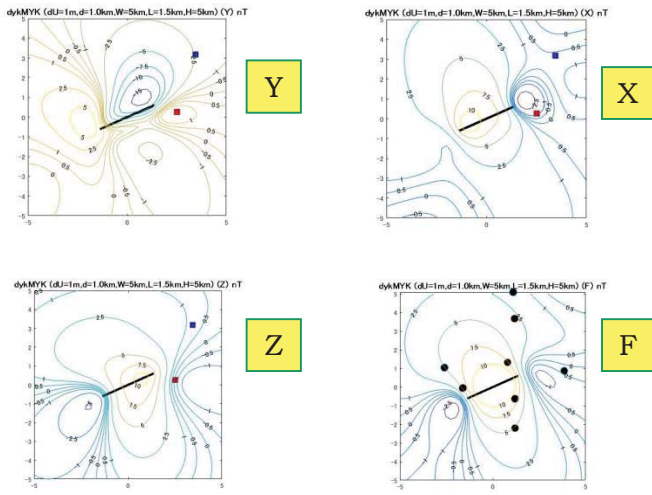
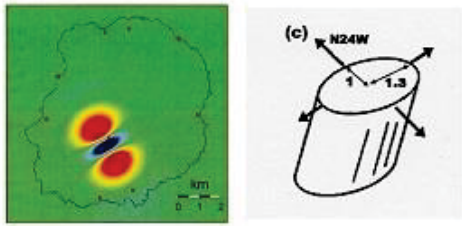
7月14日の傾斜ステップに伴う
全磁気変化(北で負・南で正)



dU=1m, d=1km, W=5km, L=1.5km, H=5km



傾斜ステップの力源モデル
(左)SPのソース (右)モーメント解



3成分データには磁力計傾動による見掛け変化が含まれる。力源を開口クラックで近似した場合にピエゾ磁気効果と傾動効果の和で観測を説明できると期待される。