

1998~ 1999年の岩手山のマグマ貫入プロセスと地震活動 Magma Intrusion and Seismic Activity under Iwate Volcano in 1998-1999

佐藤 峰司・浜口 博之

(東北大学・院・理 地震・噴火予知研究観測センター)

Minemori SATO and Hiroyuki HAMAGUCHI

(Graduate School of Science, Tohoku University)

1. はじめに

岩手山では1998年から地震活動が活発化し、緩やかな地殻変動がその後 年
以上続いた。地殻変動源の推定精度の向上には、連続観測データからの長期
ドリフト補正、短周期ノイズ、広域的な地殻変動及び年周変化の分離が重要
な問題となる。本研究では、ベイズモデルを適用して地殻変動源の詳細な時
空間変化を推定し、地震活動との関連性について考察を加えた。

2. ベイズモデルによる継続時間の長い地殻変動の検出

体積歪・傾斜の長期ドリフト及び広域変動は一次関数と指数関数の和で表
す。GPSに見られる年周変化は正弦カーブで表し影響の有無をAIC最小化法 (赤
池・中川, 1972)により判定する。地震の影響はステップ関数と指数関数 (地
震後の計器応答)で表す。火山性地殻変動にはベイズモデルを適用し、階差
が平均0, 分散 σ^2/μ^2 (σ^2 は不規則成分の分散)の正規分布に従うという先験
的拘束条件を課す。火山性地殻変動は、地震の影響、長期ドリフト、年周変
化の各パラメータと共に最小二乗法により同時に推定される。超パラメータ
 μ の値はABIC最小化法 (Akaike, 1980)により決定する。

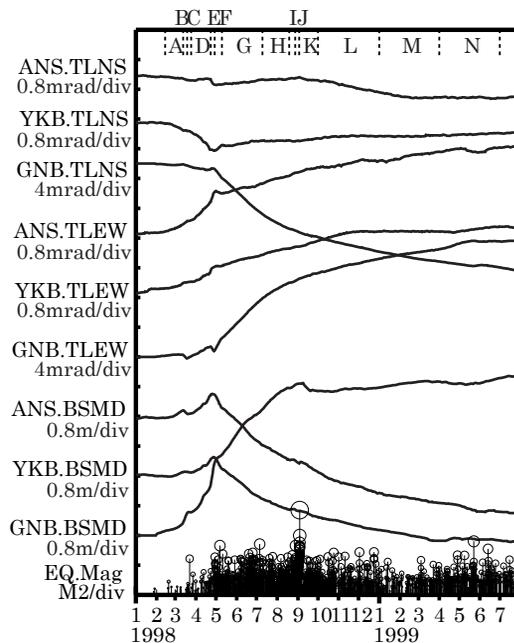


図1. 1998年1月~1999年7月の傾斜・体積歪データと地震のM-図。TLNS:傾斜南北成分, TLEW:傾斜東西成分, BSMD:体積歪, EQ.Mag 地震のM-図。破線とアルファベットは変動源を推定した期間区分。

解析の結果、以下のことが判明した。1) 岩手山では1998年2月から約半年にわたり、ゆっくりとした地殻変動が継続していたこと(図1)、2) GPSのトレンド推定には、ベイズ型スプライン回帰モデル及びロバスト推定法が有効であること、3) GPSデータに見られた年周変化はほぼ1月と7月に山谷をもち、その振幅は観測点や成分により異なり、全振幅で1m程度に達する場合があること。本研究で示したベイズモデルの適用法は、噴火準備期にある火山のマグマ蓄積に伴う緩やかな地殻変動など、継続時間の長い現象を説明する上で有用であることが判明した。

3. 1998~ 1999年の岩手山のマグマ貫入プロセスと地震活動

1998年2月14日~ 1999年6月の体積歪，傾斜，GPSデータを，歪・傾斜にパターン変化が見られる14の期間(図10のA~ N)に区分して解析を行った．変動源モデルには(1)開口割れ目，(2)球状圧力源，(3)複合変動源(割れ目と圧力源)の3パターンを仮定し，変動源の位置や割れ目の拡がりは震源域を参照した範囲でグリッドサーチを行った．割れ目の開口量と圧力源の体積増加量は観測データへのフィッティングにより求めた．また，AIC最小化法(赤池・中川，1972)により各期間の最適モデルを推定した．

その結果，2月14日~ 4月29日(3月19~ 25日を除く)の最適な変動源は複合変動源，3月19~ 25日及び4月29日以降は球状圧力源が推定された．開口割れ目は東山腹下の低周波地震の震源域近傍から大地獄谷直下の深さ1~ 2km及び西方の姥倉山周辺まで拡がっており，西方への拡大は，同領域直上の低・高周波地震の群発に先行し群発と共に停止する．この結果は，深部から浅部及び西方に向けたマグマの貫入が少なくとも2回あったこと，貫入したマグマが地下に推定される熱水貯留層(土井，2000)の水と接触し，低・高周波地震の発生に寄与したことを強く示唆している．開口割れ目の体積増加の総量は $4.6 \times 10^6 \text{m}^3$ である．一方，球状圧力源は有意な移動が認められず，三ツ石山の南東1km，海面下3kmに定在すると解釈された．この位置は超長周期地震の震央域(Nishimura et al., 2000)と水平位置が一致する．球状圧力源の体積は1998年2月14日~ 1999年6月で常に増加傾向にあり，増加速度は始め指数関数的に増加し，1998年5月上旬をピークとして，以後は指数関数的に減衰する．球状圧力源の体積増加の総量は $1.4 \times 10^7 \text{m}^3$ である．球状圧力源はマグマや熱水等の火山性流体溜りの増大を示唆する．

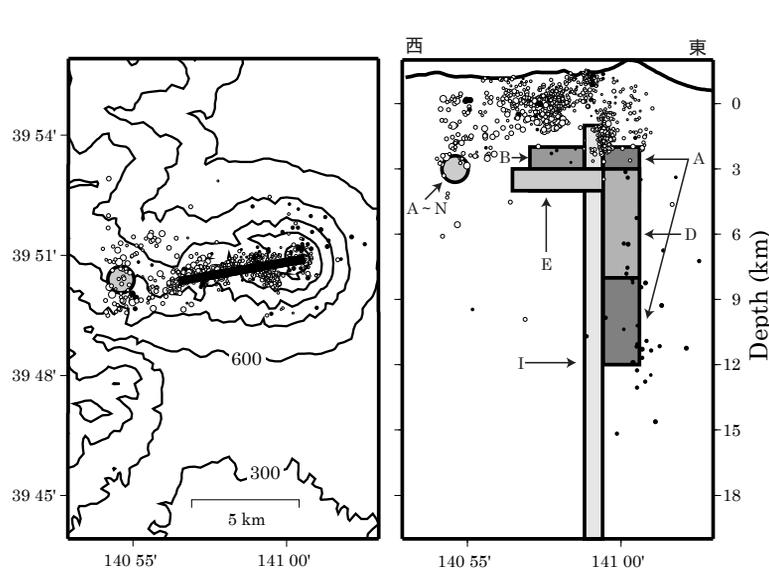


図2. 1998年2月14日~ 1999年6月に推定された変動源と1998年の地震の震源(田中・浜口，2001)．長方形は開口割れ目，灰色の丸は球状圧力源，図中のアルファベットは各変動源が推定された期間を示す(図参照)．白丸は高周波地震(経度 140.9° 以上，緯度 39.78° 以上)，黒丸は低周波地震．等高線は300m間隔．開口割れ目は活動開始時期の1998年2~ 4月及び8月中旬に拡大する．球状圧力源は三ツ石山の南東1km，深さ3kmに定在し，全期間を通して増圧を示す．

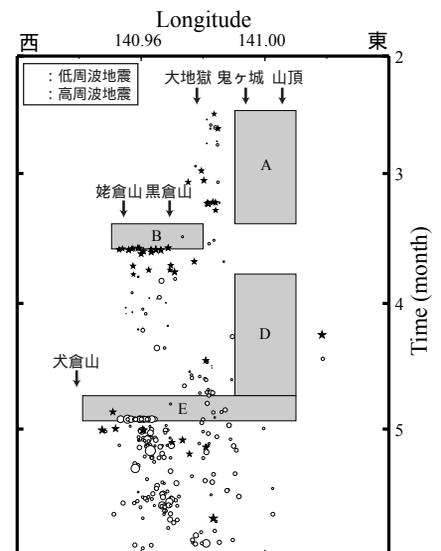


図3. 1998年2~ 5月の開口割れ目と地震の震央(田中・浜口，2001)を東西に投影したときの時間変化．矩形は開口割れ目，黒い星印は低周波地震の震央，白抜き丸は高周波地震の震央を示す．