

震源域の準静的破壊過程における超臨界流体の役割—1965-1967松代群発地震の事例—

Role of super critical fluids in quasi-static fracture process of earthquake nucleation
-case of 1965-1967 Matsushiro earthquake swarm-*榎本 祐嗣¹、山辺 典昭²、奥村 暢朗³*Yuji Enomoto¹, Tsuneaki Yamabe², Nobuo Okumura³

1.信州大学 繊維学部 Fii、2.信州大学 繊維学部、3.(株)コンボン研究所

1.Shinshu Univeristy, Department of Textile Engineering, Fii, 2.Shinshu University, Department of Textile Engineering, 3.Genesis Research Institute, Inc.

1965-1967年松代群発地震は長期にわたって活動が継続したため、地震・地殻変動のメカニズムの知見のみならず、地震由来の電磁気（地磁気、発光、大気電場）変動の特徴を知る好都合の機会となった。地震発生機構に関しては炭酸ガス・水噴火説が受け入れられているが、電磁気変動に関して諸説あるものの、発生機構と調和的な統合モデルは未だない。そこで、この地震を事例として地震準備過程における超臨界流体の役割を考究してみた。

松代群発地震では、深部マグマの冷却に伴って放出された炭酸ガス・水を主成分とする超臨界流体が地下15Kmあたりの不透水層を破壊して上昇、臨界点31°C7.4MPaの炭酸ガスが表層近くで水から脱ガス化、体積が約500倍に膨張して圧力が増し、岩盤内のクラックを押し広げたと考えられている（例えば笹井、CA研究会論文1994など）。

岩石が破壊した直後のクラック新生面からは荷電粒子（主にエキソ電子）が放出されることが知られている（Enomoto & Hashimoto, Nature 1990; Kawaguchi, JJAP 1998）。放出粒子のエネルギーは1-3eV程度で、クラック隙間に流入したガス分子に電子付着して帯電したガス流れを生じる(Scudiero *et al.*, Phys. Chem. Minerals 1998)。このプロセスが上述の炭酸ガス・水噴火説と融合することで、地震電磁気現象を説明できるはずとの作業仮説たてた。そして万能試験機を用いて松代の地殻構成岩である石英閃緑岩（板厚:20mm）をギロチン破壊（破壊荷重：約1200kgf）させ、同時に高圧(0.3-0.8MPa)の炭酸ガスを流し帯電ガス流を測定する実験を行った。その結果、継続時間が約2msecで200-700nAのパルス状電流の発生を確認できた。

松代群発地震の地下2-4kmの浅い震源域に分布する間隙水に溶け込んだ炭酸ガスの発泡・膨張によってクラックを水平方向に押し広げながら鉛直方向に伸び、それらが連動してM=4-5相当の断層面に広がるとき、400-1600Aの電流が発生して数nTから18nTの磁場を誘導することがラボ実験から推測できた。この磁場変動量は観測値（Yamazaki & Rikitake, BERI 1970）に相当している。こうして地下の浅い震源域で発生するパルス状の高電圧(15-20kV)・交流電流(3-4mA)は、森林帯が誘電体バリアとなって放電発光することも模擬実験で確かめることができた。

松代群発地震では地下浅いところで炭酸ガスの超臨界状態からの相変化が有感地震や電磁気変動の引き金となったといえる。松代群発地震がユニークな発生機構による地震であったことには違いないが、深部で超臨界流体の同様な相変化が、地震に伴う物理化学相互作用の引き金を担うことは十分考えられることであろう。水の超臨界点は374°C、22.1MPaである。プレート境界で巨大地震が起きる領域の温度は150°Cから350°Cと推定されている。その領域に隣り合う深部流体は、まさに超臨界流体からの相変化が起りうる環境にある。これらの現象が震源核の準静的破壊過程での電磁気相互作用とどう関わるのか、今後の検討課題としたい。

キーワード：破壊、超臨界流体、フラクトエミッション

Keywords: Fracture, Super critical fluids, Fractoeisson