

蛇紋岩の変形実験に基づく稍深発地震の発生メカニズムの考察

Study of generation mechanism of intermediate-focus earthquakes based on a deformation experiment of serpentinite

安東 淳一 [1]; 竹下 徹 [2]; 入船 徹男 [3]; 金川 久一 [4]

Jun-ichi Ando[1]; Toru Takeshita[2]; Tetsuo Irifune[3]; Kyuichi Kanagawa[4]

[1] 広大・理・地球惑星; [2] 北大・理・地球惑星科学; [3] 愛媛大・地球深部研; [4] 千葉大・理・地球科学

[1] Earth and Planetary Systems Sci., Hiroshima Univ.; [2] Dept. Earth and Planet. Sci., Hokkaido Univ.; [3] GRC, Ehime Univ.;

[4] Dept. Earth Sci., Chiba Univ.

はじめに 稍深発地震は、沈み込む海洋プレートに沿った深さ約 60 km ~ 約 300 km の領域で発生している。本来、この様な地球深部では何らかの理由により岩石強度が低下しない限りは断層が形成されえない。現在、この岩石強度を低下させる特別なメカニズムとして、蛇紋石化したマンツルの脱水（脱水不安定説）が広く信じられている。この蛇紋石の脱水反応が稍深発地震の発生メカニズムとなる為には、稍深発地震の震源域が蛇紋石の脱水反応温度に達している必要がある。地球内部の温度構造を正確に把握する事は非常に困難であるが、Yamasaki and Seno (2003) による沈み込む海洋プレート周辺域の温度構造の研究結果からは、稍深発地震は蛇紋石の安定領域内で生じている可能性も示唆する事ができる。もし、この事が正しいとすると、蛇紋石の脱水は稍深発地震の発生メカニズムとなりえない。本研究は、蛇紋岩の基本的な変形特性を把握する目的で、固体圧式 3 軸変形装置を用いて蛇紋石が安定に存在する温度と脱水反応を生じる温度で変形実験を行った。その変形の挙動と回収試料の微細組織の観察から、脱水不安定説を支持する結果とともに、蛇紋石が安定に存在する温度領域内でも蛇紋岩の塑性変形に起因して断層が形成される事が分かった。

変形実験 変形実験は、広島大学設置の固体圧式 3 軸変形装置を用いて行った。実験条件は、圧力：約 0.9 GPa、温度：450 から 800 とし、定歪速度（10⁻⁵/s のオーダー）で試料を変形させた。試料は、少量のクロム鉄鉱を含有している蛇紋岩を円柱状（直径：約 7 mm と長さ：約 7 mm と、直径：約 5 mm と長さ：約 5 mm の 2 つのサイズの試料を使用した）に加工した物を用いた。この蛇紋岩を構成する蛇紋石はリザダイトである。

結果と考察 全ての温度条件で、断層の形成が確認できた。断層が形成された実験では、実験中に試料に発生している応力が数 10 MPa 降下する応力降下現象が必ず認められた。従って、この応力降下は、断層形成に伴う現象と考えられる。以下に、蛇紋石が安定に存在する温度条件と脱水条件で形成された断層の微細組織をまとめ、それから考えられる断層の形成過程を考察する。

1) 安定条件：形成された断層に沿って蛇紋石の顕著な格子選択配向が認められる。この格子選択配向は、蛇紋石のへき開面である (001) 面が断層面にほぼ平行に配列するように形成されている。格子選択配向を持つ領域は、断層近傍の約 1 mm の幅に限られている。格子選択配向は塑性変形時に形成される事を考慮すると、次の様な断層形成過程が考えられる。まず、蛇紋岩試料中で剪断応力が最も強く働く面に沿って存在している蛇紋石が選択的に強く塑性変形する。その結果、蛇紋石の平らなへき開面である (001) 面が剪断面にほぼ平行に配列する様になる（格子選択配向の形成）。これにより、剪断面に沿う蛇紋岩の強度が低下し（弱面の形成）、最終的に、剪断面に沿う蛇紋岩の強度が剪断応力よりも小さくなった時点で脆性破壊が生じ断層が形成される。

2) 脱水条件：形成された断層に沿って存在している蛇紋石中に脈状のオリビンやタルクが認められる。断層の内部には、脆性的に破壊された淘汰の悪い蛇紋石やオリビンが断層粘土として確認できる。しかし、場所によっては、断層粘土としてオリビンが存在せずに蛇紋石のみが認められる。オリビンやタルクといった蛇紋石の脱水反応生成物が断層に沿って存在し、かつ、断層粘土として確認できる事は、脱水不安定説を支持する結果であり、次の様な断層形成過程が考えられる。まず、剪断応力が最も強く働く面で脱水分解反応が開始し、その後、剪断面に沿って脱水分解反応が生じる部分が拡大する。これにより、剪断面に沿う蛇紋岩の強度が低下し（弱面の形成）、最終的に、剪断面に沿う蛇紋岩の強度が剪断応力よりも小さくなった時点で脆性破壊が生じ断層が形成される。

以上の実験結果から、蛇紋岩はその安定温度領域内でも、また、脱水条件においても異なるメカニズムによって断層を形成しうる事が分かった。沈み込む海洋プレートは、蛇紋石が脱水反応を生じる様な高温条件に到達する前に、必ず塑性変形を生じる様な温度条件を経る。従って、もし稍深発地震の発生に蛇紋岩の存在が関係しているならば、脱水不安定説よりも塑性変形による断層形成が先に生じている可能性がある。