

リソスフェアのレオロジーと simple shear deformation の可能性

Rheological weakening as a mechanism for simple shear deformation during lithospheric extension

山崎 雅[1]

Tadashi Yamasaki[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo

リフトの形成をもたらすリソスフェアの伸張様式に関して主に2つのモデルが提唱されている。リソスフェア全体がリフトの軸に関して対称に引き伸ばされる pure shear モデル(McKenzie, 1978)と、リソスフェア全体を斜めに切るシェアーゾーンに沿った変位により引き伸ばしが生じる simple shear モデル(Wernicke, 1985)である。リフトの構造の対称・非対称にもとづいて多くのリフト系盆地や Passive margin がどちらのカテゴリーに入るかといった研究がなされており、例えば Goban Spur では pure shear による引き伸ばしが生じたと考えられている(Watts, 1992)、北海やベーズン・アンド・レンジなどでは simple shear による引き伸ばしが示唆される低角断層の存在が確認されている(Wernicke, 1985; Reston, 1990)。しかし、この種の研究はそれぞれのリフト系盆地や Passive margin における構造発達を解明する上では重要なものであるが、リソスフェアの伸張様式が何に支配されているのかといった問いに対する答えを得られることはない。本講演ではリソスフェアのレオロジーという視点から、伸張応力場で simple shear による引き伸ばしが生じる可能性について議論する。

リソスフェアの変形をモデリングするには、地殻やマンツルのレオロジカルな特徴を考慮することが重要である(e.g., Handy et al., 2001)。岩石の変形メカニズムはその化学組成や温度・圧力により決められ、低温・低圧状態である浅い部分での変形は破壊や破断面に沿ったすべりでおこなわれる。高温・高圧である深い部分では温度に強く依存した粘性流動による変形が重要であり、リソスフェア内の温度・圧力条件下ではベキ乗則クリープによる流動則に従うことが知られている(Kirby, 1983)。しかし、結晶粒径に依存した拡散クリープによる変形がせん断帯の形成などに重要であると近年注目されてきている(e.g., Kameyama et al., 1997; Braun et al., 1999)。拡散クリープにおいては結晶粒径が重要な要素となり、粒径が小さい岩石ほど粘性率は小さくなる。つまり結晶粒径が小さくなれば岩石強度は減少し、その結果せん断帯発達の可能性が生まれる。実際大陸の引き伸ばし地域においてマイロナイトなどモホ直下でのせん断帯で発達したものが見出されており、これらの結晶粒径は非常に小さい(e.g., Vissers et al., 1997)。問題は如何にして結晶の粒径を減少させるかである。

結晶粒径を減少させるメカニズムとして、動的再結晶(Twiss, 1977)、変成作用(e.g., Brodie and Rutter, 1987)、脆性変形におけるカタクレシス(e.g., Hippler and Knipe, 1990)が知られている。今回、リソスフェアの一樣引き伸ばしモデルにおいてこれらの効果によるせん断帯形成の可能性を評価した。動的再結晶においては、岩石の変形により歪の蓄積が進行すれば応力レベルに準じた結晶粒径の減少が生じる(Twiss, 1977)が、温度や水の存在も粒径を決める重要な要素であることが近年知られてきている(De Bresser et al., 1998; Jung and Karato, 2001)。動的再結晶による粒径の変化については、結晶粒径が応力と温度に依存した De Bresser et al. (1998)のモデルを用いた。脆性変形における粒径の変化については歪量と粒径に線形あるいは非線形の関係をもたせてその効果を評価した。変成作用による粒径の変化についてはスピネルレルゾライトからプラジオクレーズレルゾライトへの相転移を考えた(Newman et al., 1999)。その結果より、一樣引き伸ばしから simple shear による引き伸ばしへ移行する可能性について議論する。