

大陸地殻の地震発生層に対する極小値をもつリソスフェアの強度モデル

A model of lithospheric strength with a minimum for seismogenic zone in the continental crust

島田 充彦 [1]

Mitsuhiro Shimada [1]

[1] 京大・防災研・地震予知セ

[1] RCEP, DPRI, Kyoto Univ.

圧縮強度と摩擦強度が等しくなるときに起こる高圧型破壊領域で花崗岩の強度は200 と280 の温度範囲で異常に低く250 あたりに極小値をもつという実験結果から、リソスフェアの強度の修正モデルが提唱される。実験結果と岩石の強度に及ぼす寸法効果を考慮すると地殻で高圧型破壊が起こるという仮定から地震発生層の脆性—延性転移説に基づいてリソスフェアの強度を推定すると、深さ11kmあたりに極小値をもつ低強度領域が、深さ8~14kmに存在する強度分布が得られる。このことは、脆性—延性転移説に対して別の解釈を与えることができる。すなわち、地震は、地殻の強度が低いところで発生、あるいは核形成しやすいと考えられる。

大陸地殻の地震発生層に対する脆性—延性転移説（例えば、Meissner & Strehlau, 1982; Sibson, 1984; Ito 1990, 1993）は、基本的には、岩石の摩擦強度と定常クリープ強度の室内実験から推定されたリソスフェアの強度分布（Goetze & Evans, 1979; Brace & Kohlstedt, 1980）に基づいている。この仮説は、また、強度分布と地震発生の深さ分布との類似性に基づいている。このことは、地震は地殻の強度の高いところで発生あるいは核成長しやすいことを示唆している。一方、自然の断層に対して推定される低強度と最大剪断応力方位を説明するために、岩圧に近い高い間隙水圧を仮定した極小値をもつ摩擦強度モデルも提唱されている（Streit, 1997）。ここでは、最近の筆者らの実験結果に基づいて、問題の多い（例えば、Scholz, 1996）高間隙水圧を考えなくてもよい、乾燥状態でも極小値をもつようなリソスフェアの強度モデルを推定する。

筆者ら（Shimada et al., 1983; Shimada & Cho, 1990; 島田, 1995）は、封圧3 GPa までの岩石の変形破壊実験から、摩擦強度と圧縮強度が等しくなる封圧領域での破壊は、それ以下の封圧で起る一般に良く知られている脆性破壊とは異なる破壊形態であることを示し、夫々、高圧型および低圧型破壊と呼び、岩石の強度に及ぼす寸法効果を考慮すると地殻の地震発生層での破壊は高圧型である可能性を提唱した（Shimada, 1993）。また、高圧型領域での花崗岩（万成花崗岩）の強度は、100、300 では封圧の増加と共に増加するが、250 では封圧の増加と共に低下し、極小値をもつことが示された。さらに、高圧型領域の封圧1.5 GPa でこの花崗岩の強度の温度変化が乾燥状態で600 まで測定された。その結果、強度は、温度の増加と共にある傾向をもって低下する。しかし、200 と280 の温度範囲ではこの傾向からはずれ、250 あたりに極小値をもって低くなる。この岩石は、巨視的には、温度530 あたりまで脆性的な振舞いを示したが、マイクロメカニズムの観察からは、脆性因子と結晶塑性因子が共存することが明らかになった。それによると、この低強度は、温度の増加と共にクラック群の活性化からそれらの停止と結晶塑性の卓越へと移行することによると解釈できる。

これらの結果と岩石の強度の寸法効果を考慮すると地殻では高圧型破壊が起こるという仮定とから、上述の地震発生層の脆性—延性転移説に基づいてリソスフェアの強度を推定すると、深さ11 km あたりに極小値をもつ低強度領域が深さ8~14 km に存在する強度分布が得られる。このことは、脆性—延性転移説に対して別の解釈を与えることができる。すなわち、地震は、地殻の強度が低いところで発生、あるいは核形成しやすいと考えられる。