

地質構造からみた震源モデル

Source model from active fault and geological information

杉山 雄一 [1]

Yuichi Sugiyama[1]

[1] 産総研 活断層研究センター

[1] Active Fault Research Center, AIST, GSJ

昨年のパキスタンの地震など、地形・地質学的データと地震学的データの両方が得られている地震を取り上げ、講演者に与えられた課題「アスペリティの分布、断層破壊開始点等について、地質調査の結果などから、何がどこまで分かるか」について論述する。なお、本講演の内容は、基本的に、2003年地震学会秋季大会での発表(杉山他, 2003)に基づいている。

最近の大規模な内陸地震(1992年 Landers, 1995年兵庫県南部, 1995年 Neftegorsk, 1999年 Izmit, 1999年集集, 2001年 崑崙山, 2002年 Denali, 2005年パキスタンの各地震)では、集集地震を除いて、断層の破壊は、屈曲・分岐・ステップなどの断層のジョグ(非単調/不均質な構造:幾何学的セグメントの境界)あるいはその近傍で始まっている。また、断層の破壊は、上に挙げた8つの地震のいずれでも、断層のジョグあるいはジョグを幾分通り過ぎたところで終わっている。この事実は、地形や地質構造の調査により、断層の屈曲・分岐・ステップなどの非単調/不均質な構造が明らかになれば、断層破壊が始まる可能性が高い場所、破壊が終わる可能性が高い場所を予測できることを示唆する。やや短絡的に言い換えれば、断層の破壊はジョグで始まり(別の)ジョグで終わる、という極めてシンプルなモデルを示唆する。

昨年のパキスタンの地震の破壊過程は、大局的にはこのモデルと合っている。断層の破壊は、断層の地表トレース(例えば中田・熊原, 2005)に左ステップ(即ちジョグ)が認められる Muzaffarabad 北方の断層深部で始まっている。地震断層の現地調査結果(栗田他, 2006)、地震波形のインバージョン結果(八木, 2005)、地殻変動のインバージョン結果(国土地理院, 2005)によると、今回の地震では、破壊開始点の両側の長さ20~30kmのセグメントが破壊したと考えられる。南東へ進んだ破壊はジョグを越えてさらに南東側のセグメントに伝播し、小規模なすべりを引き起こしている。

一方、集集地震を起こした車籠埔断層の場合は、破壊開始点付近の地表トレースに顕著なジョグは認められない。このことは、断層破壊の開始と終息に関係する非単調/不均質な構造を知るためには、地表付近の情報だけでは不十分な場合があり(特に低角断層の場合)、そのようなケースでは断層深部までの3次元情報が必要なことを示している。2004年新潟県中越地震を引き起こした六日町断層帯については、褶曲構造や反射法地震探査結果から、断層深部の構造解析が進められ、破壊開始点や破壊域と断層の3次元構造との関係について議論が進められている(例えば、石山他, 2005; 岡村他, 2005; Sato & Kato, 2005)。しかし、2000年鳥取県西部地震のように、現在の地形や地質構造に関する情報や解析手法では、断層の破壊開始点や破壊域を予測することが困難な断層が存在するのも事実である。この種の断層のモデル化に貢献する活断層・地質構造の解析手法の開発が我々の課題と考える。

冒頭に挙げた8つの地震では、詳しいデータがない Neftegorsk 地震とパキスタンの地震を除いて、長周期の地震波で見た浅部アスペリティ(断層浅部のすべりが大きなところ)は、地表地震断層の変位量の大きな部分にほぼ対応している。この事実は、活断層の変位量分布や平均変位速度の分布が分かれば、長波長の浅部アスペリティの位置を予測できる可能性を示している。

また、講演者は、1つの幾何学的セグメントには、1つの長波長アスペリティが対応するという仮説を持っている。昨年のパキスタンの地震については、上で引用した活断層・地震断層の調査結果と地震波形のインバージョン結果に基づく限り、この仮説が成り立っているように見える。

とは言え、形状を始めとする活断層の様々な特徴が断層の破壊過程やアスペリティとどのような関係にあるのかについては、まだ少数の経験に基づく憶測の域を出ないことが多い。より多くの事例を集積して、信頼性と普遍性がより高い経験則の構築に努めると共に、両者を結びつける理論的・実験的研究の推進が必要と考える。