

地震が起きる直前の 断層の固着状態を推定する



固体地球研究部門 任期付研究員 山下 太

1995年に起きた阪神・淡路大震災の例からも明らかなように、内陸直下型地震は人々の生活に甚大な被害をもたらします。しかしながらその発生メカニズムは未だによくわかっていません。これは、内陸地震の再来周期が数千年から数万年と非常に長いために、過去の地震に関するデータの蓄積量が少ないからです。地震とは、くっついていた（固着していた）断層が壊れて食い違う現象ですが、実際に地震の前の断層はどれほど強く固着していたのでしょうか？この問いへの答えは、内陸地震の発生メカニズムの解明に大きく貢献すると考えられています。考古学者は器の小さな“かけら”から土器を復元し、古代の人々の生活を推測します。私たちはそれと同様に、地震直前の断層にどのような力が加わっていたかを復元できれば、断層の固着状態を推定できると考えました。そこで今回、1995年の兵庫県南部地震をひきおこした断層の固着状態の推定を試みました。

断層にかかる力の状態の復元

断層にかかっていた「地震前の力の状態」を復元するうえで、土器の復元に不可欠な“かけら”に相当するものが、「地震後の力の状態」と「地震によって生じる力の状態の変化」の二つの情報です。私たちが知ることのでき

る地震後の力の状態とは、地震前に断層にかかっていた力が、断層が食い違うことで解放された結果です。したがって、逆に地震後の状態から地震時の力の変化分を戻してやれば、地震前の力の状態を復元できるはずですが、それではそれら二つの情報はどのようにして得られるのでしょうか。

まず、地下の岩盤（地殻）にかかっている力は、地下深くまでボーリングを掘り、その孔内で各種の計測をおこなうことで知ることができます。図1は当研究所がプロジェクトの一環としておこなった地震後の力の状態の調査結果を示しています（大学グループによる一観測点での調査結果も含む）。この図から明らかなように、地震後は全ての場所において最大圧縮力の方向が断層に対してほぼ垂直です。これは断層が非常にすべりにくい状況にあることを示しています。言い換えるならば、地震によってこのような状態になるまで断層が食い違ったのです。次に、地震（断層の食い違い）によって生じた力の状態の変化は、断層の食い違いの量や方向（すべり分布と呼ばれます）から計算することができます。また、すべり分布は地震波やGPSを使った測量結果を解析することにより詳細に推定されています。

図2が、力の状態に関する二つの情報を使って復元した「地震前の力の状

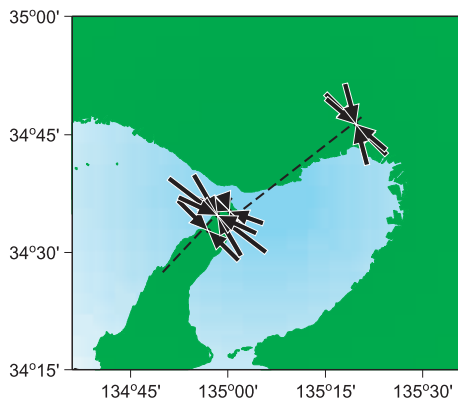


図1 測定された地震後の力の状態。図中の点線は地震を引き起こした断層の位置で、矢印の方向がもっとも圧縮されている方向です。矢印の長さは断層をすべらせようとする力の相対的な大きさです。

態」です。断層の中央付近では、圧縮力を示す矢印の方向が断層面に対して斜めを向いており、さらにその長さも長いことから、地震前には断層を動かそうとする大きな力が加わっていたことがわかります。一方、最も北と南の観測点では、最大圧縮力の方向は地震前からすでに断層面に対して垂直だったようです。

断層の固着の強さとその分布

復元した力の状態をさらに定量的に検討し、次のような解釈に至りました。

1) 断層の中央部分では外部からかかっていた大きな力に耐えてしっかりと固着していた。その固着の強さは、断層帯ではない周囲の岩盤に匹敵するほど大きかった。2) 一方、断層の両端の部分では固着が弱く、地震前にすでに力が解放されていた。

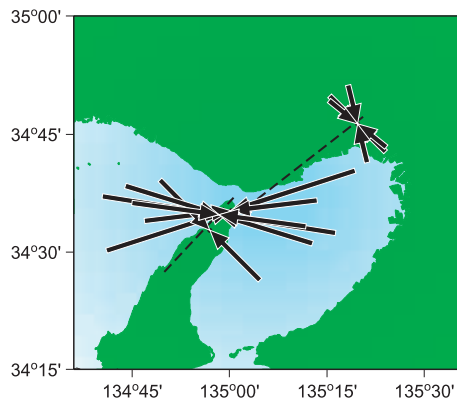


図2 解析によって推定された地震前の力の状態

これらの結果から、ひとつの断層でも固着の仕方が不均質であることを確認できました。本来、以上のような事を知るには数千年間にわたる断層の観察が必要なのですが、今回の研究でそのような非現実的な観察をおこなうことなく地震直前の断層の姿をとらえることに成功しました。これは世界で初めての成果であり、米国科学雑誌「サイエンス」に掲載されました。

近年、地震計やGPSのネットワークが整備され、地震による地殻の変形やひずみの状態は比較的容易に解析できるようになってきましたが、そこに働いている力の状態の現場測定はそれほど進んでいません。今回の研究の成果は、当研究所が着実に続けてきた現場での力の測定を、活断層近くでおこなったことによります。内陸地震の発生メカニズムを解明し理解を深めるためにも、地殻にはたらく力を直接現場で測定するプロジェクトの継続とさらなる発展が望まれます。