

近畿圏における被害地震と地下構造

伊藤 潔 (京大防災研)

1. はじめに

関東圏と比較すると、近畿圏においては構造的にいくつかの違いが見られる。それらの点を考慮して構造調査をすることが必要である。構造調査には当然その目的がある。今回問題にする構造調査の目的は、震源断層および速度構造の精査である。しかし、震源断層の断層の型を含めた性質を明らかにするには、上部マントルを含めた全体のテクトニクスの特長を知る必要がある。さらに、これらを強震予測に有効に利用するには、震源断層の不均質、地震波の速度構造、減衰構造などを明らかにすることも重要であろう。上記の観点から問題点を挙げた。

2. 被害地震の震源断層

関西圏において被害をもたらす地震の震源断層としては、(1) 直下型といわれる地殻上層部で発生する大地震、(2) フィリピン海プレートの沈み込みによるプレート境界型巨大地震および(3) プレートの内部で発生するプレート内地震である。これら3つの地震はそれぞれ異なった場所で発生し、異なった震源の特性を有する。したがって、これらそれぞれの地震について震源断層の特徴を明らかにする必要がある。

京阪神の大都市地域を考えると、これらのうちで最大の震度は(1)の直下型によってもたらされる。しかし、これら3つの型はそれぞれ違った特性を持つので、被害の様相も異なってくる。直下型は、強震動に加えて直接の地面の破壊によって大きな被害をもたらすが、(2)は長周期の被害によって、長大構造物への影響が加わり、液状化なども広範囲に及ぶと思われる。(3)は前2者に比べると比較的被害は軽いと思われるが、芸予地震のように震源が深い直下型地震で、(1)に比べると広範囲で短周期の上下動が卓越し、被害は大きくなる可能性もある。

したがって、震度の点からは(1)がもっとも重要であると考えられる。しかし、後述のように、これらの地震についての断層の型などを明らかにするためには、下部地殻、上部マントルを含めた全体のテクトニクスが必要であると考えられる。

3. 浅発直下地震と活断層

震源断層として明らかにするべきは、形状、断層の型、断層の不均質性などである。さらに、不均質性、カップリングなどがわかれば、より詳細な強震予測へのデータとなる。震源断層の多くは地表の活断層に対応すると考えられるので、活断層を中心に調査を進めることになる。ただし、2000年鳥取県西部地震のように、現在明らかにされている活断層と直接対応しない大地震が発生する可能性もあるので、それらの可能性も調査の中で考えておくべきである。それには地震波速度など構造の調査、地震活動の調査などが考えられる。

関西の場合は多くの活断層が存在し、それらの長期間における活動がテクトニクスとどう結びつくかが問題になる。山地を挟んでその両側に10km程度離れて走向が平行な逆断層は、傾きが45度程度であれば10kmより浅いところで交差する。このような場合、どちらかが支配的になることが考えられる。南北性の断層がこれに当たるので、地下における形状の精査が必要である。活断層の評価が個々に行わ

れているが、主要な断層を特定できるための総合的な評価が必要になる。また、琵琶湖の付近では横ずれの花折断層と琵琶湖西岸の逆断層がやはり 10km 以内に存在する。北東南西走向の断層が近畿北部には多く、有馬崎構造線、中央構造線など東西走向の大きな断層が存在する。近畿三角帯はこれらに囲まれている。このような多数の地表活断層について少なくとも、地震が発生する 20km の深さまで調査し、形状を明らかにするとともに、相互の関連を明らかにしなければならない。断層の形状をどのトレンチ調査等によって、歴史地震などとの対応が調査されてきたが、深さを考慮した 3 次元的な断層のテクニクスを明らかにするための材料が必要になる。

各種探査によって、地震波速度、反射面の構造などが調査できるが、断層面と地震の分布の調査が有効であろう。中規模地震については、破壊面の決定によって、破壊面と地表活断層の関連も明らかになり、大規模地震の破壊面が推定される可能性がある。この手法は活断層が明らかにされていない地域の調査にも使うことができる。

地殻のメカニズム、GPS、地殻応力などから求められる応力場と断層面の関連の調査も組織的に進める。特に、小地震のメカニズムが精度よく決まるようになったので、それらの結果を統計的に処理することも有効である。近畿地方では東西主圧力と北西南東主圧力の地殻が互生し、その分布に地域性がある。これらの応力場と地震断層は深く関わっているはずなので、これらの矛盾点を調べることも必要だと思われる。

4. フィリピン海プレートと地震活動

3 方向に卓越する活断層ができるための基本的な枠組みとしても、また、プレート境界、プレート内地震の観点からフィリピン海プレートの形状の決定が必要になる。反射法によってフィリピン海プレートの形状は南部では精度よく決まると思われる。しかし、速度構造の決定には屈折法が必要になる。このためには長距離測線による探査が有効であろう。

プレートの北限は内陸地震の地殻内断層の深部形状との関連で重要である。北限を求めることができるような調査が必要である。また、深さ 50-70km で発生する M7-7.5 クラスの地震は被害地震になるが、これらが、プレートの北限とどのように関連するかは、上記の枠組みの調査の上からも重要である。

5. 速度構造、反射面、減衰構造

地殻上部の速度構造は 6km/s とされているが、その上に堆積層がある。これらの調査は震度予測に、多くの調査が進められている。関東では多くの爆震によって、精度よく調査されてきたが、関西圏では十分でない。重力は浅部構造に敏感なので、重力測定と同時に実施されるのが、効率的だと思われる。また、6km/s の上に 4.5-5km/s の層が存在する地域もある。6km/s の層も 6.3-6.5km/s と下部で速度が大きくなる場合と 6km/s で深くなる場合もある。これらは波の伝播の計算に必要なであろう。さらにこれらの層は、その下の層の厚さ等に大きく影響する。長周期の波の見積もりにはこれらの精度が必要になると思われる。さらに、これらの構造は震源決定の精度にも影響する。

地震発生層の下には地震波の反射面が見つかった。これらと構造の対応は震源断層の地殻下部への延長の推定に不可欠である。

地震波の減衰構造は直接震度予測に必要であるが、減衰構造自体が地殻内の不均質構造として、断層断層に関連すると思われる。人工地震による調査では、振幅も走時と同じように利用できる。減衰構造を決定し、Q 構造を求めるのが効率的だと思われる。また、地震波散乱の構造も有効であろう。