

地球シミュレータと高密度観測で見る日本列島の地震波の伝わり方と平野の大揺れ

Visualization of seismic wave propagation and strong motions in Japan by a dense seismic observation and the Earth Simulator

古村 孝志[1]

Takashi Furumura[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/furumura/>

阪神淡路大震災以来、日本列島には高密度の強震観測網（K-NET, KiK-net）が 1800 カ所以上、また自治体の震度計が全国 2800 カ所以上にわたって設置されており、大地震の揺れの伝わる様子を詳しく調査することが可能になった。震源から広がる地震波は、平野に入ると堆積層で強く増幅されるとともに、揺れが盆地の中に長く留まる特徴がある。埋め立て地や河川の流路沿いのような地盤の悪い場所では、震度がさらに 1 ~ 2 以上大きくなる。地震時の揺れやすさを知ることは地下構造の理解と地震防災に直接生かされる。

地下構造がわかれば、運動方程式と応力 - 歪みの構成方程式の数値計算により地震の揺れを再現することができる。地震動の計算には差分法（FDM）が一般に用いられる。地球シミュレータに代表されるベクトル計算機は FDM 計算に向いており、多数の CPU を用いた並列計算により日本列島規模の領域の、周波数 2Hz 以上の高周波計算が実用化しつつある。計算から得られる大容量のデータの可視化技法も整備されつつある。たとえば、汎用レンダリングソフト（POV-Ray）を用いた地面の揺れの鳥瞰図表示は、震源から波が伝わる様子を見るのに適している。これは高密度観測とシミュレーションの比較に有効である。また、半透明ポリウム・レンダリング法に基づく 3D 波動場表示は、断層運動により地震波が放射される様子や、地表面と境界面との間で反射を繰り返し、表面波が生成される過程を理解するのに有効である。

一例として 2004 年 10 月 23 日新潟県中越地震（Mw6.6）地震の可視化ムービーを紹介する。この地震では震源から遠く離れた関東平野において、卓越周期 7 秒の“ゆったり”とした揺れ（長周期地震動）が 3 分以上にわたって長く続いた。ムービーを再生すると長周期地震動の正体が群馬 / 埼玉境界付近と、東京の西縁部の山地で生成された表面波であることがわかる。関東平野の 3000 ~ 4000m の厚い堆積層では、周期 7 秒前後の表面波を強く励起される。二つの表面波はおよそ 1 km/s の速度で北と西から都心に向かってから伝わってくるため、二つが邂逅する都心では揺れが大きく長くなる。この周期の揺れにはおよそ 60 ~ 70 階建ての長高層ビルが共振するため、最大で 40cm/s の揺れが 6 分以上にわたって長く続いたと考えられる。

次に、近い将来に起きる巨大地震の揺れを見てみよう。南海トラフでは約 100 年の周期で南海・東海（東南海）地震が繰り返し起きており、今後 30 年以内には M8 クラスの巨大地震が再来する。地球シミュレータで起した東海（東南海）地震の揺れは、地震発生後 40 秒で名古屋に、そして 90 秒後には関東へと伝わってくる。伊豆の手前でいったん弱まった揺れは関東平野でぶり返し、最大 30cm/s を超える大揺れが 3 分以上にわたって続く。このときの関東の震度は 5 ~ 6 弱程度であるが、長周期地震動の脅威は中越地震の 10 倍以上も大きくなる。