

鳥取県西部地震の震源モデルと強震動

堀川 晴央¹⁾・関口 春子¹⁾・加瀬 祐子¹⁾

1. はじめに

地震発生に伴う被害の大部分は、地震による大きな揺れ(強震動)に端を発します。したがって、ある地震が起きたときに、ある場所での揺れの強さを予測することができるならば、地震被害の軽減のための施策を効率的におこなうために大いに役立つと考えられます。この認識に立って、兵庫県南部地震以後は特に、国や地方自治体も、真剣に強震動の予測の問題に取り組んでいます。

しかし、揺れの強さを予測することは簡単ではありません。一般に地盤の良し悪しが大きく効くと言われていて、埋立地のような地盤が軟弱なところでは揺れが大きくなり、大きな被害が出やすい、という考え方です。これは決して間違いではありませんが、実際にはそうはならないこともあります。例えば、兵庫県南部地震では、いわゆる軟弱な地盤では、液状化のために、揺れがむしろ大きくなり、くわったと考えられています。そして、この地震で被害がもっとも大きかったところの1つは、震災の帯と名付けられた神戸市内の地域で、必ずしも地盤が軟弱なところと一致しているわけではありません。多くの研究がなされた結果、この帯ができた原因は2つ考えられています。1つは、揺れを引き起こす元凶である震源断層でのすべり破壊が神戸市の方へと進んできたこと、もう1つは神戸市の下地殻構造が独特だったことです(額綱, 2000)。以上をまとめると、ある地域での揺れの強さを考えるためには、(1)震源断層での破壊の様子、(2)地下の構造、(3)地表近くの地盤、という3つそれぞれからの影響を知らないといけないことになります。

これら3つのことは、それぞれが非常に大きな問題であるので、これまでは、個別に研究がおこなわ

れる傾向がありました。最近、計算機の進歩もあり、これらの3つの要素を全て取り込んだ形で地面の揺れの強さを計算し、結果を検討できるようになりつつあります。私たち産業技術総合研究所活断層研究センターでも、強震動の予測に取り組んでいます。以下では、鳥取県西部地震で私たちが得た結果についてお話します。まず、震源断層での破壊の様子について触れます。次に、波の伝播の特徴について触れます。但し、この地震が起きたのは、2000年(平成12年)10月で、今のところ、研究が十分進むにはまだ日が浅いため、ここでご紹介する結果は、まだまだ途中の段階であることをあらかじめおことわりしておきます。

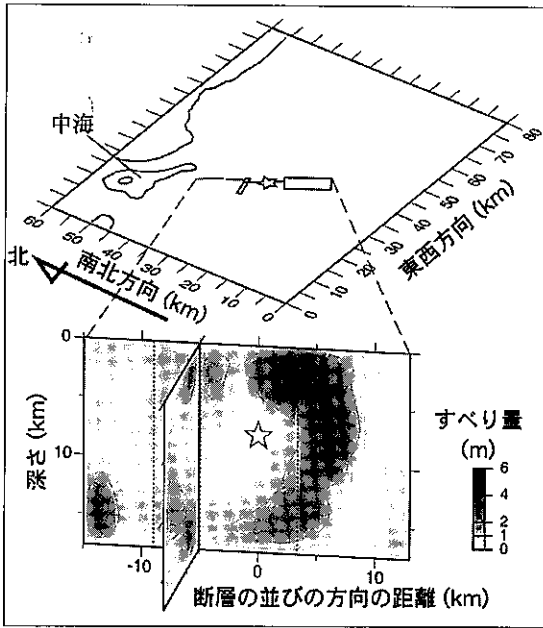
2. 鳥取県西部地震の破壊の様子

最近、日本中にかかなりの密度で地震計が設置され、しかも、それらの地震計で得られた記録がインターネットを通じてすぐに公開されるようになりました。私たちも主にこうした記録を調べることで、この地震の研究を進めました。第1図に、今回得られた鳥取県西部地震の震源モデルを示します。震源断層として何枚かの平面を与え、この面上ですべり破壊が起きたと考えています。断層面の大きさや枚数や配置は、余震分布(例えば、防災科学技術研究所, 2000; 京都大学防災研究所地震予知研究センター, 2000)を参考に決めました。この図で、地図の等高線のように描かれているもの(コンター)は、すべり量(すべり破壊の量)を示しています。

図の星印からすべり破壊が始まりました。この周囲では、すべり量が小さく、破壊開始点の南東の浅いところと断層面の北西端の深いところにすべりの大きな領域が見られます。このように浅いところで

1) 産総研 活断層研究センター

キーワード: 鳥取県西部地震, 震源モデル, 強震動

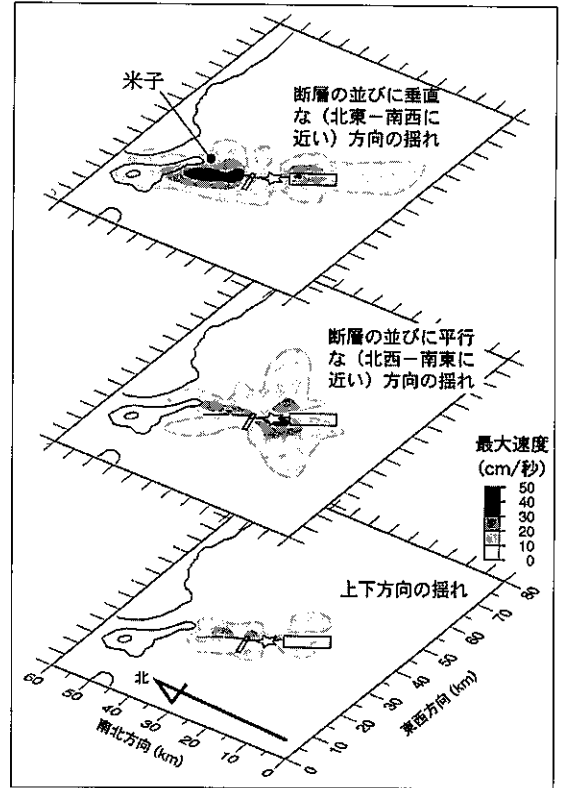


第1図 2000年鳥取県西部地震の震源モデル。星印が破壊が始まった地点を表す。コンターは断層面上でのずれの量を示す。

大きなすべりがあると、地表にも震源断層が顔を出し、地表で大きな変位(ずれ)が見つかることが多いのです。例えば、兵庫県南部地震では、淡路島北西部にある野島断層沿いで大きな変位が見つかっています(例えば、栗田ほか, 1995)。地震波の解析からも、野島断層のすぐ下にあたる場所で、大きなすべりがあることが推測されています(例えば、Horikawa *et al.*, 1996; Sekiguchi *et al.*, 1996)。したがって、鳥取県西部地震でも震源断層が地表にはっきりと顔を出してもよさそうですが、震源域でおこなわれた調査では、そういう結果は今までのところ得られていません。震源断層が地表まで達していると考えられるところもあるものの、大きな変位は見つかっていないのが現状です(例えば、伏島, 2002)。

3. 鳥取県西部地震の強震動の特徴

第2図は、上に述べた震源モデルから出た地震波の伝播の特徴を示したものです。実際に表示したのは、各場所での速度の最大値です。ここでいう最大値は、計算された波形の絶対値です。灰



第2図 計算された揺れの強さの分布。ここでは、揺れの強さの指標として、各点での速度の絶対値をとったときの最大値を使った。震源モデルは第1図に示してある。各図の星印は破壊開始点を地表に投影したもの(震央)で、震源断層も併せて地表に投影してある。

色の濃さが最大値の大きさ、つまり、揺れの強さを示します。大きさを示す図が3枚あるのは、地面の揺れの方向を3方向に分解して考えているからです。ここでは、上下方向のほかに、断層の並びに平行な方向(ほぼ北西-南東の方向)と、それに垂直な方向(ほぼ北東-南西の方向)にわけています。これらの図には、破壊が始まった地点や震源断層を地表に投影したものも併せて描いてあります。

鳥取県西部地震のすべりの分布(第1図)からは、大きな揺れが生じたのは、破壊が始まったところ(第1図の星印)の南東側だと考えられます。なぜならば、大きなすべり破壊が生じた場所から波が多く出るので、その近くほど揺れが強くなると考えられるからです。人が大声を出しているのを、近くで聞くと耳が痛くなるのと同じと思っていただい

の南東側で大きな揺れがあるという結果が得られていて、この予想と合います。しかし、第2図の一番上の図では、見事にこの予想を裏切っています。断層の並びの北西側、米子の近くに大きく揺れたところがあります。

これは、震源が断層という形で空間的に広がっており、その断層の色々な場所から出た波がお互いに干渉する(影響しあう)ためです。干渉することで、ある場合は強め合って波(揺れ)が大きくなり、ある場合は逆に弱め合って波(揺れ)が小さくなったりするのです。一般的に言えるのは、揺れの強弱は波の干渉に左右される面があるということまでで、具体的にどこで強くなったり弱くなったりするかは、状況で大きく異なります。

このように、地震の揺れは個々の状況に強く依存します。そして、私たちの想像も及ばないふるまいをすることすらあります。兵庫県南部地震で見られた震災の帯も、その一例です。科学者の間で、震災の帯の成因が大きな議論を引き起こし(例えば、瀬野, 1995)、現実に近い状況を考慮する中で成因が特定されていきました(例えば、瀬野, 2000)。ですから、できるだけ現実に近い状況を考える、つまり、一番最初にふれた3つの要素を全て考えないと、揺れの強さを考えるうえで間違いを犯しかねないのです。

謝辞：ここで紹介した解析では、防災科学技術研究所にて整備・維持されている地震計ネットワーク K-NETおよびKiK-NETで収録された記録を使用しました。ここに記して感謝いたします。

引用文献

- 粟田泰夫・水野清秀・杉山雄一・下川浩一・井村隆介・木村克己 (1995) : 1995年兵庫県南部地震に伴って出現した地震断層。地質ニュース, no.486, 16-20.
- 防災科学技術研究所 (2000) : 平成12年(2000年)鳥取県西部地震暫定解析結果。http://www.hinetdata.bosai.go.jp/topics/tottori.html
- 伏島祐一郎 (2002) : 鳥取県西部地震のミニミニ地震断層。地質ニュース, no.570, 39.
- Horikawa, H., Hirahara, K., Umeda, Y., Hashimoto, M. and Kusano, F. (1996) : Simultaneous inversion of geodetic and strong-motion data for the source process of the Hyogo-ken Nanbu, Japan, earthquake. *Journal of Physics of the Earth*, 44, 455-471.
- 瀬野一起 (1995) : 兵庫県南部地震による地震動の特徴。地質ニュース, no.491, 2-8.
- 瀬野一起 (2000) : 兵庫県南部地震と強震動地震学。科学, 70, 66-71.
- 京都大学防災研究所地震予知研究センター (2000) : 鳥取県西部地震関連情報。http://www2.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/TOTTORI/index_j.html
- Sekiguchi, H., Irikura, K., Iwata, T., Kakehi, Y. and Hoshiya, M. (1996) : Minute locating of faulting beneath Kobe and the waveform inversion of the source process during the 1995 Hyogo-ken Nanbu, Japan, earthquake using strong ground motion records. *Journal of Physics of the Earth*, 44, 473-487.

HORIKAWA Haruo, SEKIGUCHI Haruko and KASE Yuko (2002) : The 2000 Tottori-ken Seibu earthquake: source model and associated strong ground motions.

<受付：2001年1月17日>