

## 第 217 回 神戸大学都市安全研究センター RCUSS オープンゼミナール

2017 年 1 月 21 日 (土) 神戸市役所 4 号館 (危機管理センター)



### 活断層と「震災の帯」

—熊本地震、阪神・淡路大震災等から考える—

鈴木康弘 名古屋大学減災連携研究センター教授

記録担当：神戸大学北後研究室 石川藍子

名古屋大学減災連携研究センター教授鈴木康弘先生より、「活断層と「震災の帯」—熊本地震、阪神・淡路大震災等から考える—という題目でご講演頂き、以下に内容を掲載致します。

### はじめに

阪神・淡路大震災から 21 年後に起きた熊本地震は、活断層による地震の脅威を再認識させるとともに、直下型地震対策の課題を明らかにした。震度 7 の強い揺れによって「震災の帯」が再現し、そこでは現行の耐震基準も十分ではなかった。「強い揺れはどこでも起きる」という防災啓発がミスリードであったかもしれない。「震災の帯」の成因は様々に議論されるが、今なお知識の限界がある。近年発生した地震を例に、活断層研究の立場から「震災の帯」について再検討したい。

阪神・淡路大震災が起こった頃より、私たちはどうして震災の帯が出来たのかを、断層の立場から調べており、「震災の帯」の下には活断層があるということが分かった。しかし、断層が震災の帯を作ったのかというと明確ではない。震災の帯がどのように出来たのかということについては、一般的には、地盤効果が原因とされている。六甲山地のふもとに活断層があり、神戸の平野は深いところに硬い岩盤があり、その上には柔らかい堆積物が溜まっている。このようなところに揺れが伝わってくると、この断層がある真上より 1 キロ南側で振動が増幅されて、「震災の帯」が出来たというのが一般的な見解だ。しかしながらこの議論は「断層から離れた場所にどうして強い揺れが生じたのか？」というところから始まっていて、震災の帯の下に断層があることが先に分かっていたら結論は変わっていたかもしれない。その後調べてみるとやはりこの「震災の帯」の下に活断層があるという事実が分かった。断層の影響か、地盤の影響かという二者択一ではなく、二つの要因で強い地震動が生まれたのではないかというのが私の考えだ。もし地盤効果のみでこのような強い地震動が起こるのであれば、世界に多くの例があるはずだが、実際は神戸以外ではほとんどこのような現象は見られていない。そのため地盤効果説だけで説明するのは難しいと考え

ている。

### 活断層に関する調査

阪神・淡路大震災で出現した「震災の帯」の中に活断層はないと思われていたが、「震災の帯」の中を調べていくと、活断層の可能性を示唆する地形が見つかった。1995年9月に学会で発表した内容によると、「震災の帯」の中では緩やかな坂があちこちにある。ところが、山側から流れてきた土砂が埋まった一連の扇状地の中で、一部だけ傾斜が急になっていた。その急な箇所はある個所では1~2mくらいの隆起を示していた。さらに西へ行くと花隈駅付近から県庁にかけて高度差約10mの急な坂道がある。この坂道も断層の動きによって形成されたと考えられる。10mの落差になっているのは地形が古いからだ。何万年も前にできた地形なのでそのあと断層の動きによって何度も隆起すれば非常に大きな坂になる。しかし、春日野道付近などでは比較的最近に土砂が溜まったため、地形が新しい。せいぜい数千年前にできた地形なのでそのあと断層の動きを数多くは経験していないため落差が小さい。このような地形に注目して調査を行っていったところ、「震災の帯」の中に延々と続いていることが分かった。ちょうどそのころ、兵庫県の調査委員会が地下探査を行って、震災の帯の下に活断層が存在することを明らかにした。当時の新聞記事(1996年2月)にそのことが記されている。しかし兵庫県は青木付近の測線では断層が見えないとして、「延々と繋がるわけではない」という公式見解も出していた。

さらに神戸市による調査も行われた。断層が突き上げてくるあたりの浅い部分の地層を調べたところ、火山灰の積もり方に特徴がみられた。ATやアカホヤというのは火山灰のことだが、その火山灰の入ってくる地層に落差があることが分かった。アカホヤという火山灰は7,000年前に降ったものである。7,000年前に積もったものがその後2mほど撓曲している(たわみ上がっている)。ATという火山灰は約25,000年前のもので、これを含む地層は6mも撓曲している。1回の地震で撓み上がる量を例えば50cmとして考えてみると、7,000年前以降に4回くらい、25,000年間では10~12回くらい断層運動があったのではないかと推測される。断層が動いたとき、地表付近は断層に比べてやわらかいので、強く隆起せずゆるやかにたわむという現象が、「震災の帯」の中では見られることが分かった。しかし依然として分からないのは、1995年の地震で断層が動いてたわみが成長したかどうかである。当時の技術では残念ながらこの課題を解決することができなかった。

「震災の帯」の活断層に関する公式見解(藤田・佐野, 1997)としては、以下のようにまとめられている。

- ・市街地の地下に、大きな落差を持つ伏在(地表面に現れていない)活断層が複数存在。
- ・地表では極めて緩やかな変形帯。
- ・最も顕著な東灘区の「震災の帯」では、直下に断層がないから、伏在活断層が「震災の帯」を形成したとは考えにくい。
- ・しかし、発生要因として、伏在活断層による埋没大地形の存在が最も重要

地形から推定して伏在活断層が地表に到達する位置を決めた私たちの調査結果は、兵庫県調査と比較すると、東灘から芦屋付近までは異なるが、三宮以西や、芦屋以東では一致していると言える。兵庫県は先述のとおり「延々と続くわけではない」としたが、震災の帯の大半の場所には活断層があったということは重要な結論だった。

兵庫県南部地震の際に活断層がどう動いたかということにおいて、神戸では深いところで断層がずれて浅いところではあまりずれなかったということがわかる。一方淡路島では浅いところでも断層が大きくずれている。このように、断層の動き方はやや複雑であった。とくに神戸では伏在活断層もあり、挙動が検出しにくかった。

これらを受けて、1995年の地震では淡路市西海岸の断層が動いたが、六甲山地南縁から淡路島東海岸にかけての断層は本格的に動いていないという評価結果が政府から2005年に発表された。赤で囲んだ地域の今後30年後までの地震発生確率はほぼ0%だが、緑の線で囲んだ地域は0%ではなく、30年後までに0%~0.9%、また100年後までに0%~5%となっている。六甲山地南縁から淡路島東海岸にかけて本格的に動くと、地震の規模はM7.9、ずれ量5~6mと推定される。発生間隔は900~2800年だが、最新活動は16世紀である。したがって六甲断層の危険は去っていないと言える。

### 阪神・淡路大震災以降の取り組み

- ・地震発生予測や防災のための活断層調査。
- ・活断層の位置情報は飛躍的に向上。
- ・「活断層再発見の時代」と言われるほど新たな発見もあった（海底も含む）。
  
- ・調査結果は地震本部がとりまとめて公開
- ・この20年は「活断層認知・普及の時代」である。

20年かけて、活断層の認知は飛躍的に伸びた。2016年に起こった熊本地震においては、そこに活断層があると知っている地元住民は多かった。知ってはいたけどどうしたらいいのかという点が地震防災上の今後の課題として残る。

### 阪神・淡路大震災以降の課題

- ・震度7の問題。
- ・次の震災の帯がどこにできるのか？
- ・極めて稀だから注目しなくていいのか？
- ・地表のずれ対策の懸案。
- ・「予測可能性」も「回避可能性」も十分ある。行政の指導責任は？
- ・自治体ごとの独自の取り組み。

(ex) 三重県：活断層への注意喚起

徳島県：断層の真上に公共建築物を建てない

・地域主導で条例などを整備して対策することにより、市民にとって身近な問題にする。

## 2016年熊本地震について

熊本地震では以前から布田川断層という断層が知られており、その断層に沿って30kmほどがずれ動いた。4月16日の地震の震央は断層より少し離れているように見えるが、断層自体は北東の方向に地下に向かって傾いているため、断層面上で起きたと考えて矛盾はない。断層のずれは益城町、西原村あたりで2mほど動いた。

熊本地震では事前に分かっていた活断層の上に地表地震断層が現れたが、一部の箇所では断層が予測と異なる挙動を示した。防災上はこのような複雑な動きも事前に予測できるようにすることが求められる。熊本地震は、地面に断層がくっきり表れたという特徴がある。もう一つの特徴としては、かなり多くの場所が震度7になったということである。気象庁は、益城町と西原村が震度7であると発表したが、実は南阿蘇も震度7であったと考えられる。南阿蘇では自動車が横転するほどの強い揺れが生じており、これは横方向に最低1Gかからなければならぬため、南阿蘇は間違いなく激しく揺れていることが分かる。車が横転する現象は、益城町や西原村でも見られなかった現象であり、また1995年の神戸でも確認されていない。

## 震災の帯 成因論

「震災の帯」の外側における強震動は、一般の計算式で説明できる。しかし、「震災の帯」の中の揺れは、これに加え、「近傍特有の揺れ」が影響していると思われる。また、地震断層の真上では、さらに断層の動きに伴う「剪断力」が加わる。複雑な要因が影響して「震災の帯」が形成されたはずであり、原因解明に分野間連携の取り組みが必要であると感じる。

## 活断層対策のあり方

阪神・淡路大震災以降、「強い揺れはどこでも起きる」という表現で地震防災を啓発してきた。それは重要なことであったが、この場合の「強い揺れ」というのは震度6弱程度を意識していた。一方で、震度6強や震度7になりうる場所は限られることは事実である。益城町、西原村、南阿蘇村などの断層近傍で起きた激しい被害について、今後の地震防災のあり方を考えると、「震度7が起きる範囲は限られる」ことを前面に出した防災戦略が必要なのではないか。そうした場所を「活断層防災推進地域」として指定して、対策を強化することが大事だと思う。

## 質疑応答

- Q. 陸地で断層が動いたということは、どんな力であるようにずれるのかを詳しく教えてほしい。
- A. プレートが沈み込むときに、ただ沈み込むのではなく周辺に大きな力がかかっていく。プレートが押すことで陸地が押されたり引っ張られたりして力がたまって、力がたまりやすい所で時々「がくん」とずれるということである。
- Q. 震災の帯の概念や定義を教えてください。
- A. はっきりとは決まってない。震度7で強く揺れ、建物が激しく壊れるゾーンのことを呼んでいる。
- Q. 神戸の断層は調査する団体によって見解が違うようだが、なぜなのか。もしくはどちらも断層であるのか。断層自身がクロスしているのか。
- A. 地下調査による推定は、断層を見つけた各点を繋いでいて、そのつなぎ方にはそもそも任意性がある。断層自体がクロスすることは基本的にない。断層の末端では箒状に分岐する傾向がある。
- Q. 活断層の防災推進地域を指定したらいいのではないかという意見だったが、それを決めるとき、どのくらい幅を取ればいいのか。
- A. ずれと揺れ、どちらに備えるかということを分けて考える必要がある。福岡市の条例は揺れによる被害を想定して範囲を決めている。徳島県では、断層がありそうなところをある程度の幅で指定して、そこに建物をつくる時はまず掘って調査をしろというルールがある。こうした調査をすればはっきりと断層の位置が分かるので、その上は避けるという考えである。
- Q. 神戸市の活断層分布図について改定提案中だと出ていたが、どのように提案されるか。
- A. 国土地理院が前に作った情報は古くなってきているので全国で更新中である。私たちは地形から調査をしている。
- Q. 活断層の調査の費用はいくらかかったのか。布田川断層の阿蘇山付近で見たこともない陥没がみられたと聞いたが、カルデラ特有のものなのか。
- A. 詳しくは分からないが、私たちは地形の調査なのでそんなに費用はかかっていない。カルデラが関係しているかどうかは分からないが、地盤が軟弱なので起こった現象であると考えられる。