

震源断層より短い活断層の長期予測

島崎邦彦 (東京大学地震研究所)

Long-term Forecast of an Earthquake on Short Active Faults

Kunihiko Shimazaki (Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

既知の活断層のない場所で、2008年マグニチュード(M)7.2 岩手・宮城内陸地震が発生した。同様に発生した2000年M7.3 鳥取県西部地震の場合には、中国地方が活断層の進化発達段階の未熟な地域であるため、2005年M7.0 福岡県西方沖の地震では、海域の横ずれ断層の探査が困難なためなど、説明が試みられてきた。その理由は、M7.0以上の地震であれば、活断層から長期予測ができるはずであるという、共通認識があったからであろう。実際、地震本部(地震調査研究推進本部)の基盤的調査観測計画では、松田(1975)の経験式でM7以上に相当する長さ20km以上の活断層帯が調査の対象として選ばれている。それでは、今回の岩手・宮城内陸地震でも、その特殊性を挙げて説明すべきなのだろうか。しかし、このように、その都度特殊であるという説明が繰り返されるのは、従来の活断層像が変更を迫られているためではないかと思う。「地下の震源断層の形状がほぼそのまま地表の活断層として認められる」という図式を超える、新しい図式が必要、というのが本論の主張である。

既に島崎(2008)で、「地下の震源断層の一部が地表の活断層として認められる場合がある」ことを述べ、火山周辺の活断層(火山帯の活断層ではないことに注意)を除けば、このような活断層で発生する地震の規模は少なくともM6.9と考えるべきとした。また関連して、「現行のトレンチ掘削調査では認められないイベントが存在する」ことを指摘し、この結果現在の長期評価が過小評価となっている可能性が高いことを述べた。以下ではまず、活断層の長さ分布に基づいて、震源断層の長さと活断層の長さとの関係について議論する。次に、トレンチ調査で認められないイベントに触れ、短い活断層の長期評価手法について述べる。

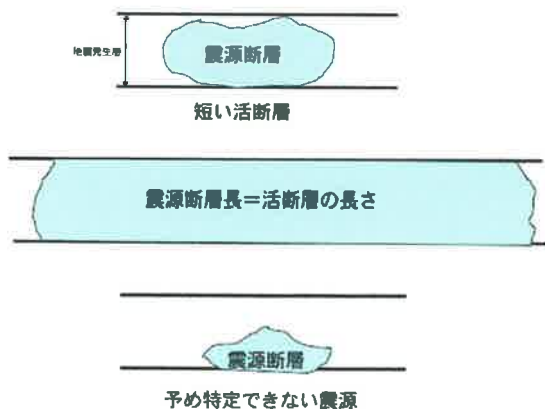


図1 震源断層と活断層との関係

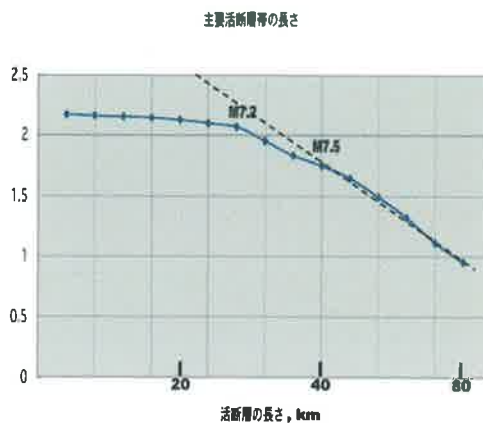


図2 活断層の長さ分布

短い活断層で発生する地震の規模について、少なくとも M6.9 と述べたが、最大はどの程度であろうか。震源断層がある長さ以上となると、震源断層長はほぼ活断層の長さに等しくなるであろう。図1の中段に示す関係である。この関係が成り立つ範囲では、グーテンベルク・リヒター式からの類推により、震源断層長 (=活断層の長さ) は指数分布に従うことが予想される。震源断層長に対応する主要活断層帯の長さ (活動区間の長さ; 長期評価部会, 2005) の累積頻度分布を図2に示す。縦軸は累積数の常用対数である。ほぼ長さ 40km 以上、松田の経験式によれば M7.5 以上で、予想された関係が成り立っている。よって、M7.5 以上では震源断層長が活断層の長さにほぼ等しい (図1の中段の関係) と考えられる。このことから、短い活断層で発生する地震の最大規模は M7.4 程度と予想される。短い活断層 (或は推定活断層) で発生した鳥取県西部地震は M7.3、岩手・宮城内陸地震は M7.2 であり、この範囲内にある。

既に述べたように主要活断層帯として、長さ 20km、松田 (1975) によれば M7.0 以上の地震に対応する活断層 (帯) が選ばれている。このため、M7.0 付近では数が少なくなっている。しかし、M7.2 未満に対応する長さの活断層 (活動区間) が著しく少ない。このことは、短い活断層の存在以外の理由によるものと思われる。すなわち、予め震源が特定できない地震 (図1下段) が存在するためであろう。よって、予め震源が特定できない地震の最大規模は M7.1 程度と考えられる。なお、島崎 (2008) では、震源規模が M6.9 以上となれば震源域の一部は地表に達するとしたが、これを撤回する。

予め震源が特定できない地震と、トレンチ調査で認められない地震とは、異なる概念である。前者は活断層が認められない場所で発生するが、後者は活断層が認められている場所で発生する。しかし、いずれも明らかな痕跡を残さず、地表で認めにくい点では一致している。よって、その最大規模は同じ可能性が高い。1948年福井地震 M7.1 や 1894年庄内地震 M7 は、地表で認めにくい地震 (島崎, 2008) であり、その規模範囲は、上述した予め震源が特定できない地震の範囲内にある。以上をまとめると次の表のようになる。

	最小規模	最大規模
予め震源を特定できない地震	-	7.1 程度
地表で認めにくい地震	-	7.1 程度
短い活断層で起こる地震	6.9 程度	7.4 程度

活断層で発生するが、地表で認めにくい地震としては、これまで 1894 年庄内地震のように逆断層で堆積層が比較的厚い場合が主に考えられてきた。しかし、横ずれ断層では福井地震の震源断層のように、活断層帯 (福井平野東縁断層帯主部) とほぼ平行しているが、数 km 離れているものがある。短い活断層で発生した鳥取県西部地震の震源域では、断層の延びる

方向とは直交方向に、フラワー構造のように断層が分布する点に注意したい。福岡県西方沖の地震の震源域の東方にも数 km 離れて並走する短い活断層が海上保安庁海洋情報部 (2005) によって見いだされている。

短い活断層で発生する地震の震源規模については、重力異常や地質断層などから地下の弱面の長さを推定し、最大規模を求めることを提案するとともに、最大規模には上限があるとした (島崎, 2008)。上記の表の最大規模とは、この上限のことである。

岩手・宮城内陸地震については、この手法ではどのように推定されるだろうか。鈴木他 (2008 投稿中) は、この地震が短い活断層に関連した地震であることを明らかにしている。また、長さ 3-4km と推定される活断層の一部は、地震前にも認定可能と考えられる。よって上述の手法によればその震源規模は、最低 M6.9 と見積もられる。震源域付近には線状の重力異常の急変帯は認められないが、地質断層である餅転-細倉構造線が存在する (佐藤, 2008, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/topics/Iwate2008/geol/>)。その長さから、最大規模は M7.0 となる。実際は M7.2 の地震が発生した。しかし、この断層が北上低地西縁断層帯から分岐した断層であると考えれば、最大規模は M7.3 となる。活断層の分布を日本列島全体の変形の中に位置づけた上で、一步踏み出した解釈が必要であろう。

発生時期の予測には、トレンチ調査が必須である。これまでトレンチ調査が行われていない、主要活断層帯以外の活断層については、その長さから推定される地震時のずれの量と平均ずれ速度 (または活動度) から、平均活動間隔が推定されてきた。しかし、短い活断層では、断層の長さと同様に平均ずれ速度も過小評価されている可能性がある。このため、平均ずれ速度と、(震源断層長に基づいて推定される) 地震時のずれの量とから活動間隔を求めると、それは過大評価となる可能性がある。実際の活動度は見かけ以上に大きいと考えなければならない。

岩手・宮城内陸地震では、地震後の岩手県・関市巖美町でのトレンチ調査により、約 5 千年前以降、今回を含めて複数回の活動が認められている (鈴木他、投稿中)。また、その後の調査結果から約 3 千年程度の平均活動間隔が予察的に得られている。一方、2000 年鳥取県西部地震の場合、井上他 (2002) は震源断層の南の久住セグメントでトレンチ調査を行い、8-13 世紀の地震活動を推定した。このセグメントの長さは約 7km だが、恐らく M6.9 以上の地震と考えられ、鳥取県西部地震との間隔は千年程度と驚くほど短い。短い活断層 (群) による地震活動は従来の想定より、はるかに高い。これらの結果を考慮すると、地表で見る限り断層長と同様に、平均ずれ速度も過小評価されていると考えるべきである。活断層の長さや震源断層長の比が小さいほど、その傾向は強いであろう。なお、短い活断層の中には、延長部が沖積層に覆われているため、或は海域のために一部分しか活断層と認定されていないものもあり、中には A 級の活動度をもつものもある。上述の議論は、これらには該当しない。