

予測が難しい直下型地震

島崎 邦彦

1. 地震動予測地図

地震が起こるたびに、地震動予測地図が話題に上るようになりました。12年前の阪神・淡路大震災を契機に、全国の主要な活断層帯の地震や海溝型地震の長期予測が国の地震調査委員会によって行われ、その結果を1枚にまとめたのがこの地図です(図1)。話題になることで、地震対策を進めるきっかけが生まれれば良いと思います。残念ながら能登半島地震の場合は、「予測が当たらないじゃないか」という批判を浴びました。30年間で震度6弱以上になる確率が0.1%程度にもかかわらず、震度6強の揺れが記録されたからです。震度6弱の揺れでは、耐震性の低い家屋が倒壊することがあります。また、耐震性の低い家屋が多く倒壊するのが震度6強です。

能登半島地震は、震源の規模を表すマグニチュードが6.9、石川県能登半島の七尾市、輪島市、穴水町で震度6強の揺れ、志賀町、中能登町、能登町で震度6弱の揺れが記録されました。輪島市では灯籠の下敷きとなって52歳の女性が死亡、住宅580棟が全壊し、29名が重傷、298名が軽症を負うという惨事となりました。

実は、この程度の震源規模の地震は、日本全国どこでも起こります。予測地図の色が薄い地域でも、確率がゼロではない以上、いつかは激しい揺れに襲われることは間違いありません。一生の間に、被害が伴う地震が身近で起きなければ、たまたま幸運であったに過ぎないのです。しかし、多くの方はこの地図を見て、赤くなければ大丈夫と思われてしまうようです。「自分だけは助かる」とは限りません。

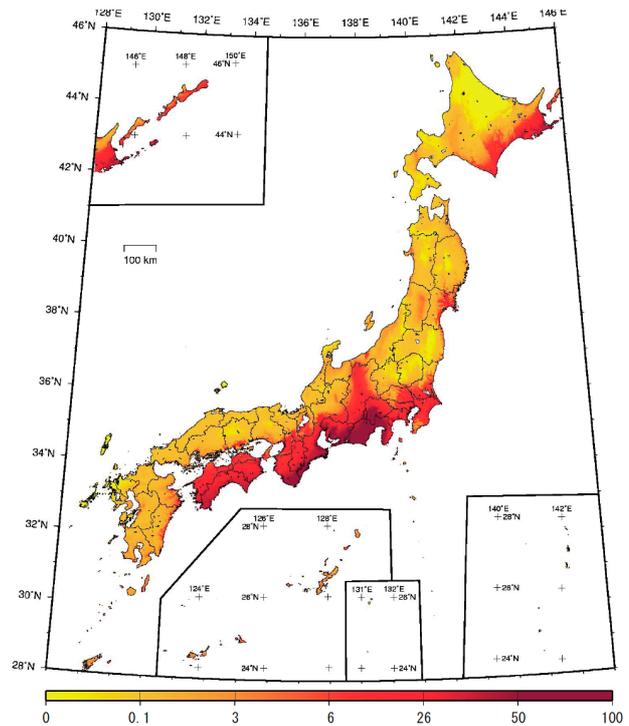


図1 今後30年以内に震度6弱以上の揺れに襲われる確率(地震調査委員会, 2006)。「赤くないから大丈夫」と思うのは、大間違いです。

この地図の赤色に惑わされないように、「世界地図で見れば日本は真っ赤なんですよ」などと注意をする必要があると思います。

2. 地震国日本

地震国に住んでいながら、ほとんどの人が地震の危険度を正しく捉えていません。それは、たまたま震災が少ない時期に人生を送った大人と、その大人に育てられた子供、そして孫が、この社会の大半を占めているからです。

今回の被災地域の確率が低いのは、後で説明するように、海の活断層が勘定に入っていない

ためですが、日本全国を見てみると、他にも同程度の確率の地域があることがわかります。ただ、この確率は、本当に低いのでしょうか？ 同じ30年の確率で、交通事故で死亡する確率や火災で死傷する確率は0.2%です。子供が外に出かける時は、「車に気をつけて」と一声掛けるでしょう。また、寝る前には、「戸締まりと火の用心」を誰もが忘れないと思います。このような日常から考えれば、能登半島の数字が決して低いわけではないことが、分かって頂けることと思います。

能登半島地震のように、沿岸も含む陸域の震源によって、50人以上の犠牲者を出したケースは、約9年に1回発生しています（過去200年間の統計による）。そのうち、調査が行われた主要活断層帯の活動とみられる地震は半分にすぎません。一方、千人以上の犠牲者が出た陸の地震は約20年に1回起きています。主要活断層帯が活動した地震の割合は7割と増えます。逆に被害が少ない地震ほど、予め震源が分かっている場合が多いのです。

陸の活断層による地震の影響は、地震動予測地図では見えにくくなっています。それは、海溝型の地震の影響の陰に隠れてしまっているからです。真っ赤～黒っぽく塗られているのは、ほとんどが海溝型地震による揺れの可能性が大きい地域です。海溝型地震は繰り返し間隔が短いので、30年の発生確率が大きな値となりやすく、その揺れが強調されます。活断層で発生する地震の繰り返し間隔は、海溝型地震の間隔より一桁以上長いので、その影響が赤っぽく見えることは、余りありません。例外の一つは、長野県を縦断する糸魚川-静岡構造線活断層系です（図1）。

活断層のある地域で防災対策を進めるには、その活断層の地震で、どの程度の揺れとなるかを示した地図を用いるのが良いでしょう。

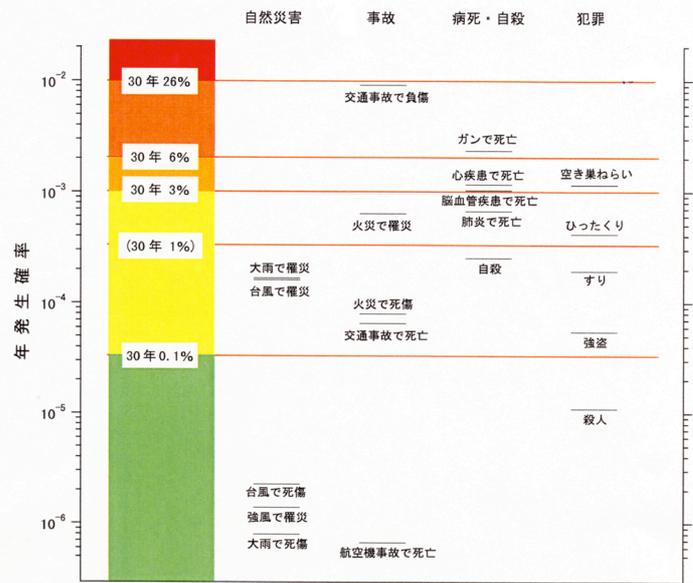


図2 発生確率の比較（地震調査委員会長期評価部会資料，2005）

地震調査研究推進本部の地震調査委員会で詳細な評価を行ったものは14断層だけですが、政府や自治体でも積極的に作成が進められています。各地域の実情に応じて、最も適した資料を用いて地震対策を進める必要があります。国が公表している地図は、最小単位が1kmx1kmの範囲なので、自分の家がどの程度揺れるのかまではわかりません。より詳細な情報は地方自治体に委ねられていますが、幾つかの自治体では、50mx50mの範囲の揺れまで予測をし、公表しています。例えば、横須賀市では防災科学技術研究所地震防災フロンティア研究センター川崎ラボラトリーとの共同研究で作られた震度マップ（最小単位50mx50m）を公開しました（web:よこすかわが街ガイド）。発生確率の高い三浦半島断層群（武山断層帯）で地震が発生した場合に、自分の家がどの程度の揺れに襲われるかがわかります。耐震改修など、地震対策が進むでしょう。

全国には地震に弱い家や建物が多数あります。現在ほぼ4軒に1軒の建物は地震の激しい揺れ

に耐えることができません。政府は10年以内に、地震に弱い建物を10軒に1軒へと減らすことを目標としています。弱い建物の多くは、木造家屋で現在約1千万棟あります。目標のためには、約9百万棟の改修或いは改築を行わなければなりません。

改修あるいは改築する木造家屋9百万棟を、もし自由に選べるとしたら、どのように選ぶのが最も効果的でしょうか？最も地震の被害を少なくするには、どのように選べばよいでしょうか？答えは図1を見ればわかります。最も揺れやすい、黒っぽい地域から始めて、次第に色の薄い地域へと選んで行けば、予想される被害が最小となります。このように時間やお金が限られている場合には、この予測地図が優先順位を教えてください。実際、政府が東海地震や東南海・南海地震、首都直下地震など、特別な法律を作って重点的に対策を進めている地域は、いずれも黒～赤に塗られています。

一方、危険な施設は色が薄い場所でも安全でなければ困ります。また、時間もお金もかからない基本的な対策は、色が薄い地域でも当然進めなければなりません。耐震改修や改築も本当は、色の濃淡にかかわらず、日本全国で進めるべきだと思います。人の命にかかわることですから。

3. 能登半島地震

能登半島地震は、海底活断層が引き起こした地震です。この海底活断層の存在は、原子力関係者による2005年の論文で既に公表されていました。地震直後、この活断層の調査にあっていた北陸電力や原子力関係者から発言がなかったため、作成中だった産業技術総合研究所の海底地質図が脚光を浴びてしまったようです。地震調査委員会では、今回の地震が、この北東-南西に延びる長さ約20kmの南東傾斜の逆断層が活動したものと考えられると評価しました。

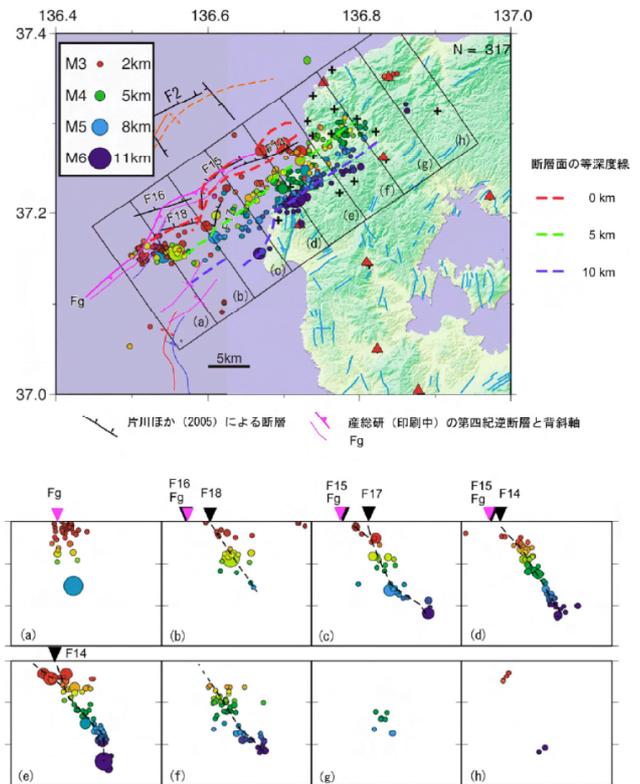


図2 南西方向から見た緊急震源 (2007/3/25 22:40 - 3/29 10:50) と活構造の断面図

図3 能登半島地震の余震分布と海底活断層 (地震調査委員会提出, 地震研究所資料)

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/07apr_noto/pl1.htm

これらの調査結果が、地震動予測地図に反映されていけば、確率はより高くなっていたと思われるます。

海底の活断層については、地震調査委員会の発足当時から調査研究の必要性が認識され、阪神・淡路大震災直後の1995年度から、海上保安庁海洋情報部 (旧水路部) による沿岸海域活断層調査が始められました。2003年に13地域の調査を終え、終了したようです。この成果などをもとに、主要活断層帯のうち、6活断層帯で主に海底活断層の調査結果に基づく長期評価が行われています。

4. 主要活断層帯の長期評価

阪神・淡路大震災後の10年で、主要98活断層帯が調査され、評価され、その結果が公表されました。このうち、東京湾北縁断層帯、岐阜一宮断層帯、荒川断層帯が活断層ではないと判断され、元荒川断層帯については上尾市より南部の部分が活断層ではないとされています。元荒川断層帯の北部は、関東平野北西縁断層帯に含めて評価されました。この間、主要活断層帯に加えるべき12断層帯が発見され、現在それらについての調査および評価が進められています。

主要98活断層帯のうち、活断層と認められた94活断層帯は、将来活動する区間(一つの地震を起す範囲)として159に分けられ、そのうち116区間で今後の地震発生確率が求められました。43(=159-116)区間については、地震の平均繰り返し間隔や、最後の活動時期が不明なため、確率が求められていません。これらの活断層帯は、マスコミなどで報道されにくいので、地域の人も知らないことが多いようです。また、116区間のうち、20区間では最後の活動時期が不明なため、確率の値としては、必ずしも正確には求められていません。このように残された課題は多く、現在の調査体制は十分とは言えません。

地震の平均繰り返し間隔と最後の活動時期が明らかとなった96区間について、確率の値が大きい断層帯(全体の約1/4)、やや大きい断層帯(約1/4)をそれぞれ、赤とオレンジで図4に示しました。残りの約1/2は緑で示してあります。今後30年のうちには、この赤の区間のどれかで、大地震が発生する可能性は、かなり高いものと思われます。

なお、図4に加え、福岡市をほぼ南北に貫く警固断層帯南東部(マグニチュード7.2程度)も可能性が高いと今年3月に評価されました。

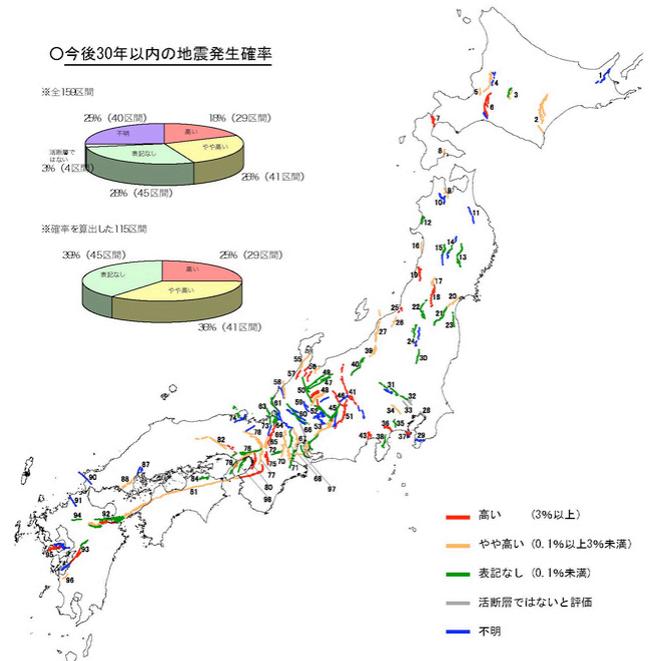


図4 主要活断層帯の地震発生可能性(地震調査委員会長期評価部会, 2005)

主要活断層帯の他にも多くの活断層があります。また、活断層が見えなくても地下に将来の震源となる断層が隠れている場合もあります。目に見えない震源を多くの人に気づいてもらうには、このような活断層の調査をさらに進めて、地域の人に知ってもらうことが重要です。

マグニチュードが7に達しない地震でも、浅い陸の地震では、大きな被害を及ぼすことがあります。震源断層が地表まで届かないため、地面には傷跡が残らず、歴史に記録されない限り、地震の証拠は残りません。このような地震は予め震源の存在を知ることができず、予測は極めて困難です。

活断層で起こる地震の長期評価については、今後も改訂作業が進められるので、海陸を問わず最新の結果を取り入れるようにしていきたいと思えます。

5. 南関東直下の地震

関東地方は日本列島でも、地震の多い地域です。ここには、東の日本海溝から太平洋プレートが沈み込み、南の相模トラフからフィリピン海プレートが沈み込み、これらが関東直下で重なって、プレートのサンドウィッチができています。このようなプレートの三枚重ねは、世界的に見ても極めて珍しく、地学的に興味深いものです。地震が多いのは、このためでしょう。しかし、このような地域に首都があることは、問題ではないでしょうか？

関東地方では、浅い地震はそれほど活発ではなく、時おり、あっと感じる揺れの震源は、深さ40から90kmのことがほとんどです。ですから、カタカタ（或いはガタガタ）という上下の揺れ、初期微動がかなり長く続き、それからユラユラ（或いはユサユサ）と横揺れ（主要動）になります。図5に示すように、これらの震源の多くは、茨城県南西部や千葉県北部の地震の巣にあります。また、銚子付近にも、地震の巣が見えます。このうち、茨城県南西部の深さ40-60kmの地震が、陸のプレートとフィリピン海プレートの境界で起こる地震、他は、フィリピン海プレートとその下の太平洋プレートとの境界で起こる地震です。この他、陸のプレート内、フィリピン海プレート内、太平洋プレート内でも地震が起こります。

日本の中で関東地方は、よく地震を感じます。しかしその多くは、足下の陸のプレート内で起こる地震ではなく、やや深い地震です。活断層は、中部地方や近畿地方と比べると、数が少なく、活動もやや低めです。東京付近では、立川断層帯、三浦半島断層群などがあります。よく地震を感じる一方で活断層が少い関東地方と、余り地震を感じないが直下に活断層を多数抱える近畿地方とは対照的で、やや皮肉な状況となっています。

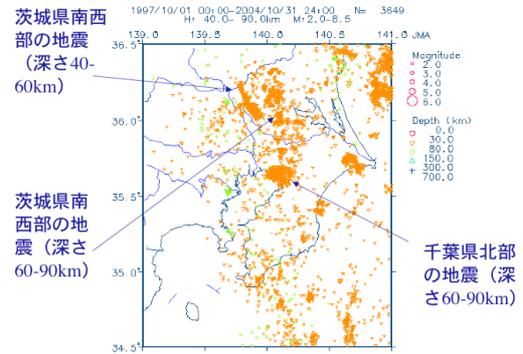


図5 関東地方の地震（深さ40-90km）

関東大震災の原因となった、1923年大正関東地震は、相模トラフから沈み込むフィリピン海プレートと陸のプレートとの境界で発生しました。武村・他の研究によれば、大正関東大震災では揺れによって約11万棟の家屋が倒壊、約1万4千人死亡。その後の火災で21万棟が焼失し、総計10万5千人の命が奪われたとのことです。一サイクル前の地震は、1703年元禄関東地震で、赤穂浪士の討ち入り（新暦では1月30日）のあった年の大晦日に相当する日（旧暦では、元禄十六年十一月二十三日）に起こりました。元禄以前の関東地震については、残念ながら知られておりません。津波の痕跡や、陸に残された過去の海岸線の跡、また、現在の地殻変動などから、繰り返しの間隔は200-400年程度と推定されており、当分は大丈夫のようです。

関東地震のように巨大なプレート境界の地震は、周辺の地震活動に大きな影響を与えます。地震の活動期という言葉が聞かれた方が多いと思いますが、中～西日本は現在活動期であると多くの研究者が考えています。ただ、活動期と言っても、毎年地震被害があるというほど地震活動が活発ではなく、その前の期間に比べて被

害の頻度が2-3倍程度となるくらいです。ただし、中～西日本では南海地震の前後の数年間は、毎年のように大震災が繰り返すという、恐ろしい活動期となります。さて、関東地域の活動期ですが、関東地震の前80-90年位の間、その前の時期より明らかに活発化します。大正関東地震後10年弱の期間は余震を始めとして、比較的活動が高かったのですが、それ以降は静穏期が続いていました。今後は次第に活発化していくと予想されます。ただし、活動期に入る時期がいつかはわかっていません。

最近起こった地震については、どのプレート境界、或いはどのプレート内の地震であるか、震源の位置、断層面やずれの向きから判断することができます。しかし、地震計の記録もない江戸時代の地震については、被害分布しか手がかりが無く、しばしば見解が一致しません。死者一万人とも言われる安政江戸地震については、陸のプレート内から、太平洋プレート内まで様々な説があります。

地震調査委員会では、1885-2004年の119年間の資料を用いて、地震の平均発生頻度を23.8年に一回と推定しました。これは、南関東の深さ30-80kmでマグニチュード6.7-7.2の震源が対象です。これにより、今後30年以内の地震発生確率を70%と推定しています。地震の発生位置は、予測が困難で、南関東の陸のプレートとフィリピン海プレートの境界で起こる地震、フィリピン海プレートとその下の太平洋プレートとの境界で起こる地震、フィリピン海プレート内の地震、太平洋プレート内の地震を含みます。

この長期評価の公表後発生した、2005年7月23日の千葉県北西部の地震は、78台のエレベーターで閉じこめが起これり、首都圏の交通網を混乱させたので、記憶に残りました。この地震は、フィリピン海と太平洋のプレート

主な江戸/東京被害地震年表

1613-1702 活動期 90年	震度5が10回 1615, 1649, 1679年の被害地震
1703-1712 巨大地震と余震	1703年元禄関東地震 死者1万人を超える
1713-1842 静穏期 130年	震度5が3回
1843-1922 活動期 80年	震度5が11回 1855年安政江戸地震、1894年明治東京地震
1923-1931 巨大地震と余震	1923年大正関東地震 死者10万5千人
1932- 静穏期 ?年	1987年千葉県東方沖地震(死2)、東京震度4 1985, 1992年東京震度5

境界で発生しましたが、過去の地震計記録との比較から、約25年の平均間隔で繰り返し起こっていることがわかりました。このように一つ一つの地震の繰り返しがわかれば、より正確な長期予測ができます。このため、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の一環として、今年度から調査・観測が開始されています。

中央防災会議では、東京湾北部のフィリピン海と陸のプレートとの境界に推定されるマグニチュード7.3の震源の活動が、ある程度の切迫性を持ち、首都機能から見て重要としています。東京湾北部沿岸や東京区部東部で震度6強の激烈な揺れ、東京都東部、埼玉県南部、千葉県西部、神奈川県東部では震度6弱と予想され、冬の夕方、風速18mの場合には、85万棟の建物が全壊・全焼し、一万一千人が死亡、重傷三万七千人という途方もない巨大災害が想定されました。揺れによる全壊建物は荒川周辺に集中し、焼失建物は環状七号線、環状六号線沿いに集中しています。帰宅困難者は約650万人で、その対策が検討されています。

(参考)

地震調査研究推進本部

<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>

中央防災会議

<http://www.bousai.go.jp/index.html>