

2003年7月26日宮城県北部地震M6.4が提起した地震動予測と活断層調査の課題 - 地震動ハザードマップの観点から -

鈴木康弘(愛知県立大学)・熊木洋太(国土地理院)

1. 地震動予測地図は震度6を予測していたか？

➤ 平成16年度末までに地震調査研究推進本部(以下、推本と略記)が作成する予定の「全国を概観した地震動予測地図」の試作版として、平成15年3月に「確率論的地震動予測地図の試作版(地域限定 - 北日本)」が作成・公表されている。図1は、「今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」の図に、2003年5月26日および7月26日の地震の際の震度分布を重ねて、推本が公表したものである。これを見ると、5/26の宮城県沖の地震(M7.1)および7/26の宮城県北部の地震(M6.4)で震度6弱以上の地域は、「今後30年以上に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」が、6%以上であると想定されていた。特に7/26の地震で震度6弱以上になった箇所の多くは、26%以上になっている。このことは、近い将来に震度6弱以上の揺れに見舞われる地点が、事前に示されていたということになる。情報が住民にどの程度伝わっていたか検討する必要がある。今回の地震発生によって確率値に大きな変更はないので、引き続き今後の地震防災計画のために、この図が広く活用されることが望まれる。

➤ ただし、これらの地震そのものが的確に予測されていたというわけではない。5/26の地震は海洋プレート内地震、7/26の地震は内陸浅部の地震であり、高い確率で想定されていたわけではない。「プレート境界地震」や「主要活断層が起こす地震」については、詳細に規模と繰り返しパターンを調べて想定しているが、今回の地震のようなタイプの地震については、過去の地震観測結果から統計的に外挿して発生確率を求めているに過ぎず、発生場所も特定していない。つまり、今回の震源に近い地域では、たまたまプレート境界地震である「宮城県沖地震」が今後30年以内に99%の確率で発生すると予測されていて、その地震の際に主に地盤等の影響で強く揺れる予測を強く反映したものであった。

➤ 9/26の十勝沖地震は予測された地震だった。図2はこの地震の際の震度6以上の分布と事前予測図との比較であり、推定が正しかったことを示している。予測通りに地震が起きると、当該地域における今後の地震発生確率は下がる。そのため図2はすでに過去のものであり、今日現在の予測図としては改訂が必要となっている。しかし、図1は改訂を必要としない。この点は地震動予測に更新モデルを用いていることによる大きな特徴である。ひとたび地震が発生してしまうと、その被災地は、防災予防対策の重点化における優先順位も下がる。

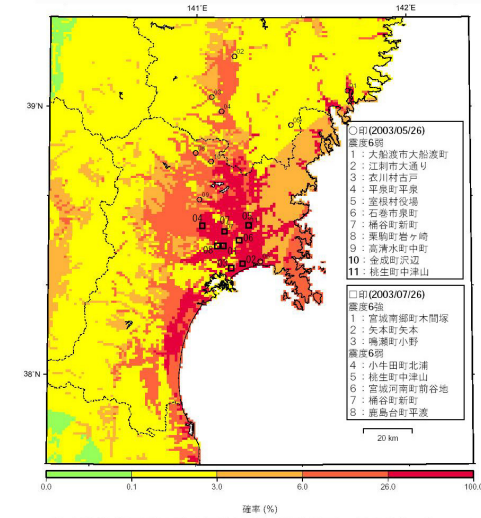


図1:今後30年間に震度6弱以上が起きる確率と2003年5月と7月の震度6の分布(推本,2003)

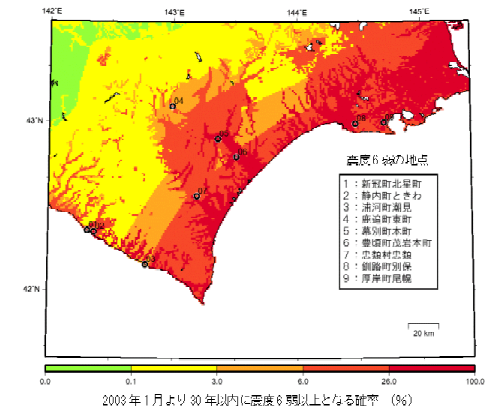


図2:震度6弱以上の確率マップと2003年十勝沖地震の震度6弱の分布(推本,2003)

2. 7月26日宮城県北部地震の震源断層ハザードマップ整備の背景

➤ 7/26の地震は、「新編日本の活断層」に「旭山撓曲」として記載された推定活断層付近に発生した。東北大学の観測結果による余震分布(図3)には、西へ傾く震源断層がイメージされているが、想定される旭山撓曲の断層面よりもやや深い。国土地理院によるGPS連続観測および水準測量により、旭山撓曲近傍で大きな地殻変動が観測されている。そのデータから想定される旭山撓曲付近の震源断層は、余震の震源分布と同様に想定される旭山撓曲の断層面より深い位置にあるが、走向が南北方向で西側隆起の逆断層である点が旭山撓曲と合う(西村ほか,2003)。

➤ 旭山撓曲が、これに付随・併走する断層が動いた可能性は大きいが、活構造の詳細は不明である。旭山撓曲の最近(第四紀後期)の活動に関する知見は乏しく、撓曲の沈降側までも隆起傾向にあって丘陵地化しているなど、「日本の活断層」に描かれたラインが主断層かどうか判然としない。このため、今後の精査が必要である。

➤ しかし、この付近に今回の規模程度の地震が起こり得る可能性は、従来の知見からも指摘することはできた。図4は7/26の震源断層を想定した場合の予測震度であり、実際の震度分布と良く対応している(渡邊・佐藤,2003)。旭山撓曲を強く意識していれば、事前に強い地震動が起きる場所を、合理的に指摘できた可能性が高い。

活断層が起こす地震の場合、概ねM6.8以上では地表変位が起き、M6.8未満では起きないこともあることから、地表変位に基づいて活断層を認定している限り、活断層情報からM6.8未満の地震発生位置を予測することは困難、というのが従来の見解だった。今回、M6.4の地震の発生位置が予測できたとすれば、このことの意義は大きい。

➤ 推本はこれまで、陸域の98断層帯を主要活断層として調査を行ってきた。この98断層帯は、おおむねM7級かそれ以上の地震を引き起こすことが想定される活断層であり、旭山撓曲のようにやや規模の小さな活断層は含まれていない。今回、この程度の規模の活断層情報も、震度6強をもたらすような地震の発生予測に役立つ可能性があることが判明した。将来の地震動を的確に予測し防災に役立てるためには、すべての活断層の存否を明らかにしたデータベースを完備することが必要である。

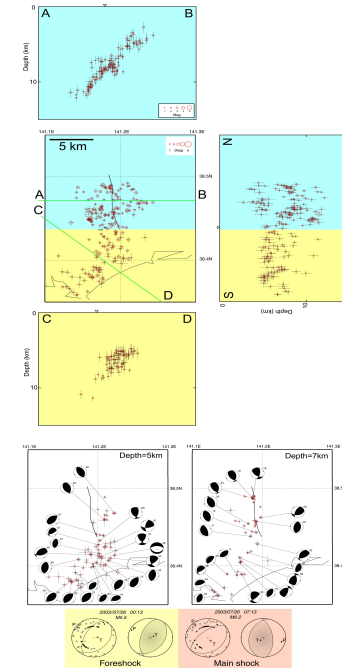


図3:宮城県北部地震の余震分布と旭山撓曲(東北大学のホームページより)

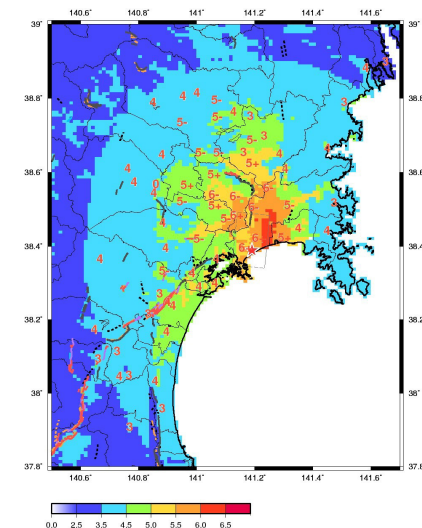


図4:宮城県北部地震の震源断層を想定した地震動と観測値(渡邊・佐藤,2003)

3. 確率論的地震動地図で軽視される活断層の危険性

➤ 図5は、活断層が起こす地震による地震動マップである(石川・奥村,2000)。いわゆる直下地震(陸殻の浅い地震)においては活断層沿いに極めて強い揺れが、局地的に起こることを示している。今後注目が集まる図1や図6を改めて見た場合、図5の指摘する危険性は十分に周知されると言えるであろうか？

➤ 「図1や図6は確率論的に見た場合の地震危険度を示しており、活断層が起こす地震の頻度は高くないために、確率論的には危険性はさほど高くない」という解釈もあるが、本当にその通りだろうか？「活断層が潜在的に有する危険性」について、まだよくわかっていないために、また具体的には以下の理由で、軽視する結果に無意識のうちに至っている可能性が高いと考える。

➤ 地震動予測図作成において、直下地震の震源として想定するものは次の4種類である(推本,2002)。98主要起震断層帯が起こす固有地震(最大地震)、98断層帯以外の活断層に発生する地震、98断層帯に発生する固有地震(最大地震)以外の地震、活断層が未発見の場所にも起こる震源を予め特定しにくい地震。これらをモデル化する際、次のような問題点がある。

➤ 98断層帯が起こす固有地震(最大規模)を想定する際、まず「活動区間」が議論され、松田(1990)の基準が用いられる。すなわち、断層線が5km以内に近接するものは一括して地震を起こすものとする。もちろん活動履歴データが著しく異なれば細分することもあるが、データが乏しいためにその例は少ない。断層線の分岐形状や屈曲形状に注目した活動区間推定法が採用される例も多くない。そのため活動区間は長めになり、その影響で経験式から推定する「一回の変位量(d)」は大きく、 d/S (平均変位速度)として求められる活動間隔は長くなる。結果として地震発生確率は低めになる。

そもそも松田(1990)の起震断層の基準は、最大地震規模を評価するためのものであり、「most probable」な地震発生を評価する場合には妥当性に疑問がある。防災上、地震発生確率が低めに評価されることは深刻である。

➤ 98断層帯以外の活断層に発生する地震については、約百数十の活断層が計算に使われることになっているが、その活断層選定の妥当性に関する議論は行われていない。近年の活断層図で認定そのものが見直されており、これを反映させる必要がある。また上述と同様に、断層の活動区間の長さを長めに推定し、発生確率を低く誘導してしまう恐れがある。ちなみに、この百数十の活断層の中に、旭山撓曲は含まれていない。

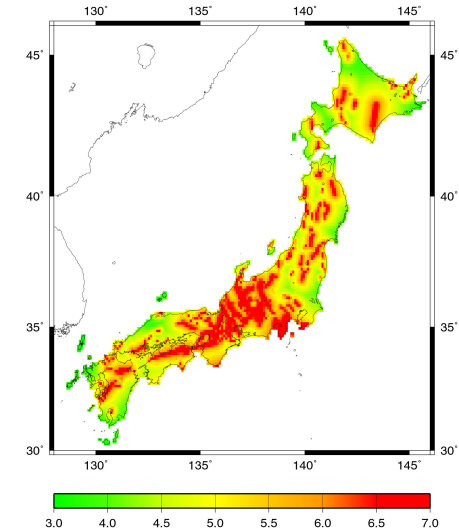


図5:活断層が起こす固有地震(最大規模)による地震動(工学的基盤の計測震度)(石川・奥村,2000)

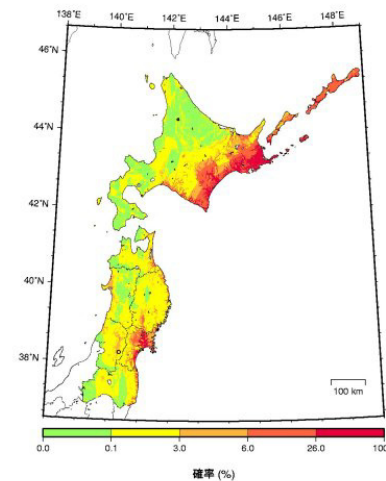


図6:確率論的地震動予測地図試作版(今後30年間に震度6弱以上が起きる確率,推本,2003)

➤ 98断層帯に発生する固有地震以外の地震については、現状では計算に含めず、次の で代用している。しかし、1998年5月22日の美濃中西部地震(M5.5)や、1998年9月15日の宮城県南部地震(M5.2)等のように、活断層が起こすM5クラスの地震の存在が次第に明らかになっており、これを的確に評価しないと活断層の危険性を軽視することになりかねない。

➤ 震源を予め特定しにくい地震は、「活断層の有無に関わらず、M6.8までの地震発生の可能性をどこにでも想定する」というものである。これは、原発建設等の場合には安全側の判断として妥当性が高いが、地震発生確率を正當に評価する際には問題がある。一般に地表地震断層が出現したとはされない撓曲変位を含めれば、M6.8以下の地震の痕跡でも、そのうちの多くは地形に残っている可能性が高いため、活断層からかなりの部分が推定されるはずである。過去に起きたM6.8以下の地震のうち、かなりのものは活断層に対応する可能性がある。現状では、「活断層の有無に関わらずどこにでも起きる地震」として、危険性がばらまかれて(薄められて)計算されており、結果的に活断層沿いの危険性を軽視させる結果になっている。

4. 地震動予測地図の現状評価と今後の課題

➤ 直下地震の地震発生評価に関して、日本全国規模で見れば地震観測結果や歴史地震の記録、活断層調査データを総合したものであり、平均的には正しい。しかし、上述のように活断層に起因する地震動予測は、広域的に薄められていて、局地的な地震動予測という点では問題が多い。推本が作成しているものはあくまで「全国を概観した地震動予測図」であり、局地的な地震ハザードを表現し得ない。この問題を解決するためにも、活断層と地震発生の関係の詳細をさらに明らかにする必要があると同時に、M5、M6クラスの地震を活断層と結びつけた別解釈に基づく地震動予測図の作成も必要である。

➤ 地震動予測図を社会に示す際、活断層沿いの危険性が軽視されないよう、図5のような決定論的な予測地図と必ずセットで提示する等の配慮が必要と思われる。

➤参考文献

- 石川 裕・奥村俊彦(2000):レベル2地震動と確率論的地震ハザード. 地盤工学会「レベル2地震に対する土構造物の耐震設計シンポジウム」, 297-302.
- 地震調査研究推進本部(2002):震源を予め特定しにくい地震等の評価手法について(中間報告), 9p.
- 松田時彦(1990):最大地震規模による日本列島の地震分帯図. 地震研究所彙報, 65, 289-319.
- 松田時彦(2001):陸域地震と活断層の分布相関 - 地震災害軽減のために - . 歴史地震学, 43-1, 27-33.
- 松田時彦・塚崎朋美・萩谷まり(2000):日本陸域の主な起震断層と地震の表 - 断層と地震の地方別分布関係 - . 活断層研究, 19, 33-54.
- 松田時彦・吉川真季(2001):陸域のM 5地震と活断層の分布関係 - 断層と地震の分布関係 - その2 . 活断層研究, 20, 1-22.
- 西村卓也・今給黎哲郎・矢来博司・小澤 拓・村上 亮・海津 優(2003):2003年7月26日宮城県北部の地震による地殻変動と断層モデル - 測地観測データの総合解析結果 - . 日本地理学会災害緊急報告ポスターセッション.
- 渡邊基史・佐藤俊明(2003):経験的地盤増幅度と距離減衰式による2003年7月26日宮城県北部の地震の震度分布シミュレーション. 日本地理学会災害緊急報告ポスターセッション.