

震源断層を予め特定しにくい地震の30年発生確率の評価

岐阜大学工学部社会基盤工学科 圓地則仁
 岐阜大学工学部社会基盤工学科 正会員 能島暢呂
 岐阜大学工学部社会基盤工学科 正会員 小山真紀

1. 背景と目的

平成17年3月以降、地震調査研究推進本部地震調査委員会により「全国地震動予測地図」が継続的に作成・公表されている¹⁾。その基礎データや主要な結果は、防災科学技術研究所の「地震ハザードステーション(J-SHIS)」で提供されている²⁾。全国地震動予測地図で考慮されている地震は、「陸域および沿岸域で発生する地震」と「海溝等のプレート境界やその近くで発生する地震」に大分類される、前者はさらに「震源断層を特定した地震(主要活断層帯およびその他の活断層)」と「震源断層を予め特定しにくい地震」に分類される。近年の地震(2004年新潟県中越地震, 2007年能登半島地震, 2008年岩手・宮城内陸地震など)は、いずれも事前に震源が特定された活断層で発生したものではないが、被災地に大きな被害をもたらした。震源断層を予め特定しにくい地震は、活断層とは異なり実体が明確でないため具体的にイメージしにくく、また30年発生確率が公表されていないことから、その危険性が認識されにくいといえる。そこで本研究では、J-SHISの公開データに基づいて、震源断層を予め特定しにくい地震の30年発生確率を全国ならびに都道府県別に求め、近年の地震の再評価を行うとともに、地震防災戦略の基礎情報とすることを目的とするものである。

2. 使用するデータと震源モデルの設定

本研究では、陸側のプレート上部地殻内の地震発生層で発生する地震のうち「震源断層を予め特定しにくい地震」を対象として、J-SHISの公開データ(2008年度版)を利用する。

(1) 地域区分：日本全国は地震地体構造区分に基づき24の領域に地域区分されている。

(2) 地震位置：上記の全領域が、経度0.1度×緯度0.1度のメッシュ分割により、8430の離散点(図1)で表されている。

(3) 地震規模：マグニチュードの確率分布は上限を有するグーテンベルク・リヒター(G-R)式に従い、b値は全領域で0.9に設定されている。表1に示すように、各領域の最大マグニチュード m_U は、1600年以降に発生し活断層との対応が明確でない地震の最大規模(その下限値を6.5とする)、最小マグニチュード m_L は全領域で5.0に設定されている。

(4) 年平均発生頻度：宇津カタログと気象庁カタログに基づいて、地震の発生頻度を空間的に平滑化・平均化処理したうえで、0.1度×0.1度の領域内のM5.0以上の地震の年平均発生頻度が与えられている(図1)。

(5) 震源モデルの設定：G-R式に基づいて定義されるマグニチュードの確率密度関数より、マグニチュード m の地震の相対確率を次式により求める。本研究では、地震規模の刻み幅を $\Delta m = 0.1$ として離散化した。

$$P(M = m) = P(m_1 < M \leq m_2) = \int_{m_1}^{m_2} f_M(m) dm = \frac{\exp\{-\beta(m_1 - m_L')\} - \exp\{-\beta(m_2 - m_L')\}}{1 - \exp\{-\beta(m_U' - m_L')\}} \quad (1)$$

ただし、 $m_1 = m - \Delta m / 2$, $m_2 = m + \Delta m / 2$, $m_L' = m_L - \Delta m / 2$, $m_U' = m_U + \Delta m / 2$, $\beta = b \ln 10$
 計8430の各地震位置において、 m_L から各地域区分の m_U までの範囲で、地震規模を $\Delta m = 0.1$ 刻みとして地震個数を設定した結果、表1に示すように約16.3万の震源モデルが得られた。

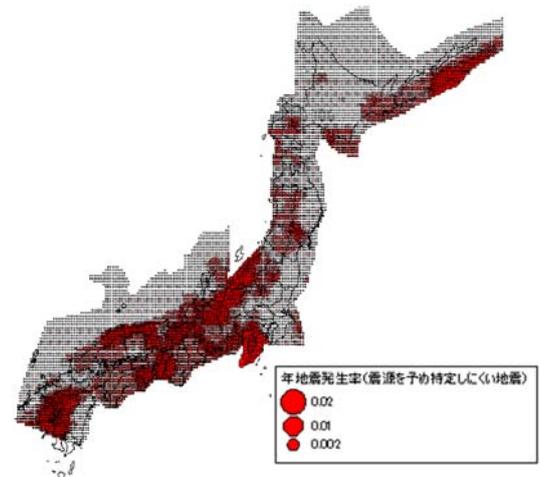


図1 地震の年平均発生率(M≥5)

3. 各都道府県の直下で発生する地震の発生確率

表1 震源モデル(2008年データ)

各都道府県内に含まれる地震位置を抽出し、各地点の $M \geq 5.0$ の年地震発生頻度と式(1)による相対確率に基づいてマグニチュードごとの年地震発生頻度を算出した。これを集計して都道府県別の年地震発生頻度を求め、30年発生確率に変換した。 $M \geq 6.5$ に関する結果を図2に示す。発生確率が高い順に、静岡県 25%、長野県 22%、北海道 18%、新潟県 18%、岐阜県 13%となり、全国では 94%となった。

No.	震源位置 個数	最小M (2008)	最大M (2008)	M個数 (2008)	震源個数 (2008)
1	501	5.0	6.7	18	9018
2	300	5.0	6.7	18	5400
3	567	5.0	6.5	16	9072
4	694	5.0	6.5	16	11104
5	197	5.0	6.5	16	3152
6	264	5.0	6.7	18	4752
7	667	5.0	6.7	18	12006
8	982	5.0	7.1	22	21604
9	320	5.0	7.0	21	6720
10	94	5.0	7.2	23	2162
11	128	5.0	6.8	19	2432
12	344	5.0	7.0	21	7224
13	142	5.0	6.8	19	2698
14	193	5.0	6.9	20	3860
15	494	5.0	7.3	24	11856
16	174	5.0	7.0	21	3654
17	110	5.0	6.5	16	1760
18	454	5.0	7.0	21	9534
19	145	5.0	6.5	16	2320
20	59	5.0	7.1	22	1298
21	265	5.0	6.9	20	5300
22	577	5.0	6.6	17	9809
23	695	5.0	7.1	22	15290
24	64	5.0	7.2	23	1472
計	8430	-	-	-	163497

次に、近年に内陸地殻内地震が発生した県において当該マグニチュード以上となる地震の 30 年発生確率を再評価した結果を表2に示す。2004年新潟県中越地震($M=6.8$)で 7.7%、2007年能登半島地震($M=6.9$)で 0.3%、2008年岩手・宮城内陸地震($M=7.2$)で岩手県・宮城県ともに 0.0%と低い確率となった。一方、表1の最大マグニチュード m_U は、今後、既往規模を上回る地震の発生により更新される可能性がある。そこで全領域で一律に $m_U=7.3$ としたところ、新潟県中越地震は 8.9%、能登半島地震は 1.1%、岩手・宮城内陸地震は岩手県で 0.7%、宮城県で 0.6%となり、相対的にかなり大きな確率となった。この結果から、最大マグニチュードの設定が及ぼす影響は非常に大きいといえる。



図2 都道府県直下の $M \geq 6.5$ の 30 年発生確率

ここで、地震位置が緯度・経度ともに 0.1 度の離散地点であることを考慮して、都道府県境界より 10km バッファ内の地震位置を抽出して 30 年地震発生確率を求めた。さらに、 $M7.0$ クラスの地震では震源断層が約 20km に達することを考慮して、20km バッファを用いた集計も行った。表2にその結果を示す。都道府県ポリゴンの面積拡大と島しょ部における海上の地震位置が含まれることによって確率は増加し、新潟県中越地震で 10%を超過するなど、リスク認知にも大きく影響すると予想される結果が得られた。

4. 今後の課題

本研究により最大マグニチュード m_U の設定は 30 年発生確率に大きく影響することが明らかとなった。全国一律に $m_U=7.3$ とした場合、地域区分ごとの m_U を用いるより確率が大きく評価されたが、地表に現れた活断層が短くてもその最大規模が $M7.4$ に達しうるとの見解⁴⁾もあり、今後は活断層分布³⁾の活用を検討したい。

参考文献 1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：「全国を概観した地震動予測地図」報告書、2007.3. 2) (独)防災科学技術研究所：地震ハザードステーション(J-SHIS; Japan Seismic Hazard Information Station)ホームページ、<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>, 2009.7. 3) 小山真紀・能島暢呂・圓地則仁：震源断層を予め特定しにくい地震における断層走向の設定手法、平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会、2010.3. 4) 島崎邦彦：震源断層より短い活断層の長期予測、日本活断層学会 2008 年度秋季学術大会予稿集 S-05.

表2 近年の内陸地殻内地震に関する都道府県直下の 30 年発生確率

地震名	都道府県	M	30年発生確率(2008年データ)			30年発生確率(2008年Mmax7.3)		
			バッファなし	10km/バッファ	20km/バッファ	バッファなし	10km/バッファ	20km/バッファ
2000年鳥取県西部地震	鳥取県内	7.3	0.12%	0.25%	0.36%	0.26%	0.54%	0.77%
2003年宮城県北部の地震(本震)	宮城県内	6.4	6.82%	10.02%	12.62%	7.87%	11.20%	14.04%
2004新潟県中越地震(本震)	新潟県内	6.8	7.68%	11.99%	15.29%	8.86%	13.30%	17.07%
2007年能登半島地震	石川県内	6.9	0.34%	0.78%	1.26%	1.13%	2.52%	3.96%
2008年岩手・宮城内陸地震	岩手県内	7.2	0.00%	0.23%	0.36%	0.69%	0.94%	1.26%
	宮城県内	7.2	0.00%	0.31%	0.40%	0.60%	0.87%	1.11%