

微動観測に基づく精細なゆれやすさマップ

愛媛大学 フェロー ○森 伸一郎

片平エンジニアリング・インターナショナル 正会員 Ratna Prasad Twayana

一宮工務店 正会員 吉岡 優汰, 鉄建建設 正会員 西村 尚高

1. はじめに

自発的な耐震化対策に関する行動の変容を意図して、自宅や地域が認知できる精細さでゆれやすさが理解でき、信頼を得やすい実測に基づく「ゆれやすさマップ」の概念と作成方法を述べる。リアス式海岸の小平野と小盆地という地形での地域を持つ愛南町での事例について述べ、このマップの有効性について議論する。

2. ゆれやすさマップの意図

(1) ゆれやすさマップに期待する効果

地震のゆれによる家屋や建物の地震被害を低減するためには、耐震改修や改築などの減災行動の増進が必要で、そのためには、知識の学習、意識の向上、態度の変容、行動の変容の各段階での方略が必要である。

そのためには、地震でゆれやすい地盤を効果的に住民が認知できるハザードマップが望まれる。広い範囲よりも狭い地域内での評価の違いの方が、住民には地域内の上方比較が励起され、自主減災行動が促される可能性がある。小規模の平野・盆地の場合には、狭い地域内で地震のゆれの違いが見込める。

(2) マップの解像度

地震のゆれに関するハザードマップは最近では 250m 格子が多い。その中で、名古屋市¹⁾や内閣府²⁾は 50m 格子での作成または推奨している。小規模な平野や低地、あるいはリアス式海岸に沿う狭隘な低地では、路地一筋の違いでゆれが異なることが考えられ、50m 四方でも不十分な場合がある。居住地域で地形的な変化を反映させるために、集落の拡がりに着目すること、それ以上の解像度で示すことが効果的と考えられる。

3. 「ゆれやすさ」の定義

「ゆれやすさ」という語の定義は定まっていない。内閣府²⁾の「揺れやすさマップ」は、「地盤の状況とそこで起こりうる地震の両面から評価して揺れの強さで表したマップ」や「地震動の強さで表したマップ」と説明されている。すなわち、国際的な専門用語として一般に使用されている Seismic hazard map を「揺れやすさマップ」と表したに過ぎない。一方で、同時に、表層地盤での増幅の大きさという意味でも「揺れやすさ」と表現している。内閣府資料では、このように 2 種類の意味が混用されている。

日本語として「ゆれやすさ」は、「ゆれやすい」性質の程度を表わすものと理解されるものと考えられる。そこで本研究では、前述した「ゆれやすさマップ」の意図から、「ゆれやすさ」を揺れ強さの増幅の程度と定義する。また、コミュニケーションの相手として幅広い住民層を想定して、かな表記とする。

4. 「ゆれやすさ」の算定方法

内閣府の「揺れやすさマップ」の作成方法²⁾では、表層地盤の増幅は Midorikawa(1994)による AVS30 (表層 30m でのせん断波速度の平均値)を説明変数とする最大速度 V の増幅係数の経験式を用いて算定している。

$$\log G = 1.83 - 0.66 \times \log AVS30 \pm 0.16 \quad (1)$$

表層層厚が H でせん断弾性波速度 Vs の 2 層系の一次元せん断波動による基本固有周期 T が $T=4H/V_s$ であることを考え、これに $H=30$ と $V_s=AVS30$ を適用すると $AVS30=120/T$ を得る。これを式(1)に適用する。

$$G = 2.869 \times T^{0.66} \times 1.445^{\pm 1} \quad (2)$$

すなわち、基本固有周期が長くなれば増幅倍率は大きくなるので、地盤の固有周期は「ゆれやすさ」をあらわす指標と捉えられる。ただし、 $H=30$ という大胆仮定であるので、式(2)で表わされる G は目安である。

キーワード 地盤、微動観測、卓越周期、ゆれやすさ、ハザードマップ

連絡先 〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 愛媛大学 森 伸一郎 email mori@ehime-u.ac.jp

AVS30 の算定は、PS 検層、標準貫入試験が無い場合は微地形区分による推定値による²⁾。地方では、ほとんどが微地形区分に基づく全国一律の推定式によることになり、地域性が考慮されることがない。しかし、微動測定で得られた地盤の卓越周期を固有周期として式(2)に適用すれば、地域の地形や地盤振動特性を直接反映することができるという利点がある。親近感や信頼性の醸成に有効である。

そこで、本研究では、数 10 m 間隔の微動観測を基にして、H/V スペクトル比法による卓越周期の分布を「ゆれやすさマップ」として提示する。表-1 にゆれやすさマッピングにおける卓越周期区分と色変化を示す。 $I = 2.30 + 2.01 \times \log V$ (I : 計測震度, V : 地表最大速度(cm/s), (童・山崎,1996)) によれば、 G が約 3 倍になれば計測震度は 1 増加する。 $T=0.2$ 秒よりも短周期の卓越が多く見られたので、0.1 秒と 0.05 秒を設けた。測線に沿って測点間を線形補間する。特定の固有周期については、測線上で測線と直交する方向には等高線に平行な方向に延ばし、隣り合う測線上の固有周期の点と滑らかに接続する。

5. 愛南町での事例

後掲の文部科学省の研究プロジェクトの一環として、愛南町の 12 地区において、合計 394 点での微動測定を行い、11 地区のゆれやすさマップを作成した。図-1 に愛南町内でこのマップを作成した地区の分布を示す。

図-2 に(1)内閣府の揺れやすさマップ、(2)愛媛県の地震被害想定結果、(3)久良地区のゆれやすさマップを示す。内閣府の揺れやすさマップのように 1 km の解像度では地域がほとんど認識できない。県の 125 m 格子でも地形の変化を表現できていないことがわかる。一方、10~20 m 前後の間隔の微動測定を基にした著者らの提案するゆれやすさマップは、解像度も高く、一軒一軒の家の認識ができ、社会的比較により減災対策行動への刺激が期待できる。

このマップ情報は KML 形式のため、国土地理院地図や Google マップでの利用が容易で利用価値が高い。

6. 結 論

ゆれやすさマップの概念と微動観測に基づく作成方法を提案し、愛南町での事例を示して特徴を提示できた。

謝 辞：本研究は、文部科学省の地域防災対策支援研究プロジェクト「科学的・社会的好奇心を刺激する自発的減災活動の推進」(平成 25~27 年度、代表：愛媛大学防災情報研究センター、森 伸一郎)の一環で実施しました。愛南町防災対策課、町各地区住民の皆様、愛媛大学地震工学研究室の学生諸君に謝意を表します。

参考文献

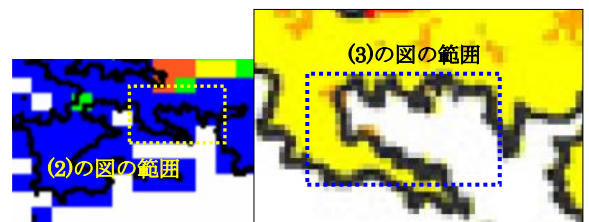
- 1) 名古屋市：名古屋市ホームページ、<http://www.city.nagoya.jp/kurashi/category/20-2-5-6-0-0-0-0-0-0.html> (2017 年 3 月 9 日閲覧)
- 2) 内閣府(防災担当)：地震防災マップ作成技術資料、143p., 2005.
<http://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/h17/pdf/050513siryou.pdf> (2017 年 3 月 9 日閲覧)

表-1 ゆれやすさマッピングにおける卓越周期区分と色変化

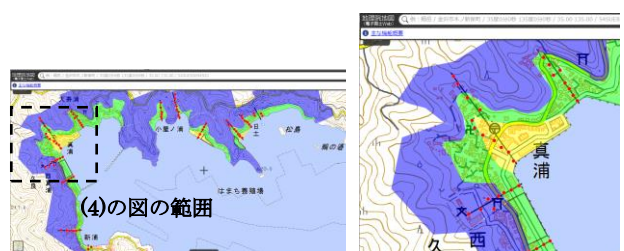
地盤種別	土木	建築	ゆれやすさ	
1種	$T_G < 0.2$	$T_G < 0.16$	$T_G < 0.05$	青色
			$0.05 \leq T_G < 0.2$	緑色
2種	$0.2 \leq T_G < 0.6$	$0.16 \leq T_G < 0.64$	$0.2 \leq T_G < 0.4$	薄黄色
			$0.4 \leq T_G < 0.6$	橙色
3種	$0.6 \leq T_G$	$0.64 \leq T_G$	$0.6 \leq T_G < 0.8$	赤色
			$0.8 \leq T_G$	濃い赤色



図-1 愛南町内でゆれやすさマップを作成した地区の分布



(1)内閣府の揺れやすさマップ (2)愛媛県の地震被害想定結果



(3)久良地区のゆれやすさマップ (4)同拡大

図-2 各種ハザードマップ(久良地区)