

## 地震による山地災害について

東京大学農学部 山口 伊佐夫  
東京大学農学部 川邊 洋

地震に起因する山地災害（地すべり・崩壊・土石流）の特性を把握するために、過去の地震災害の資料に検討を加えた。対象とした地震は、関東地震・今市地震・新潟地震・伊豆大島近海地震である。

### 1. 山地災害発生地点での地震動の推定

第1表は各地震の観測結果である。このデータを基に山地災害の発生した地点での地震動を推定する方法として、1つはSeedの図を用いて震央距離とマグニチュード(M)から、最大加速度と卓越周期を概算する方法を、他の1つは金井による次の1式を用いて震源距離とMから速度を算定し、変位、加速度についてはSeedによって得られた周期と2、3式から計算する方法を採用した。

$$\log V = 0.61/M - (1.66 + \frac{3.60}{L}) \log L - (0.631 + \frac{1.83}{L}) \quad \text{----- 1}$$

$$D = \frac{T}{2\pi} V \quad \text{----- 2}$$

$$A = \frac{2\pi}{T} V \quad \text{----- 3}$$

V: 速度 (line) , L: 震源距離 (km) , D: 変位 (cm)

T: 周期 (sec) , A: 加速度 (gal) , M: マグニチュード

これらによって得られた計算値を第2表に示す。第1表と第2表を対比するとほぼ近似した値を示しているの、一応第2表の加速度を中心に山地災害の解析を行なうことにする。

### 2. 地震動に対する標高の影響

1971年2月9日のサンフェルナンド地震における実測速度(加速度)と、前章によって推定された速度(加速度)との比を標高に対してプロットすると、次式のような折線で近似できる。

$$\left. \begin{aligned} H \geq 100 \quad A_H/A_0 = V_H/V_0 = 0.0025H + 0.75 \\ H \leq 100 \quad A_H/A_0 = V_H/V_0 = 1 \end{aligned} \right\} \text{----- 4}$$

H: 標高 (m) ,  $A_H, V_H$ : 標高Hでの実測加速度 (gal) , 速度 (line)

$A_0, V_0$ : 推定加速度 (gal) , 速度 (line)

### 3. 関東地震による山地災害

対象地は松田市北部の丹沢山地52.7km<sup>2</sup>の範囲で、推定加速度は第2表の値に標高補正を施して0.24~0.71 G gal (G: 重力加速度) が得られる。加速度と崩壊率との関係は第1図の通りである。解析結果を整理すると以下ようになる。

- i) 推定加速度0.3~0.4 G gal、傾斜30°以上で、崩壊は5haに1個程度の発生率となる。
- ii) 崩壊面積率はほぼ標高と比例関係にあり、標高に伴う加速度の増加と密接な関係が予想される。
- iii) 山地崩壊の発生限界の加速度はほぼ0.15~0.20 G gal程度と考えられる。加速度が増加すれば崩壊面積率も直線的に増加する。
- iv) 平均崩壊面積は0.3~0.5 G galの加速度で0.5~0.9ha程度となり、加速度がそれ以上になって他の条件さえ同一であれば、それ以上に大規模になることはない。

また、関東地震では根府川で地すべり・土石流が発生して被害を及ぼした。地すべりは火山性山地

の粘土化によるものとみなすことができ、この場合の地震の加速度は0.3~0.4 G gal 程度であったと推定される。土石流はその発生源の標高を700m付近と想定すると、ほぼ0.7~0.8 G gal で発生したことになる。

#### 4. 今市地震による山地災害

この地帯の地震の加速度(第2表)と崩壊面積率及び崩壊密度との関係は第2図の通りである。加速度がほぼ0.18~0.20 G gal から崩壊が発生するようであり、0.38~0.40 G gal ではかなりの崩壊となる。

行川では土石流が発生しているが、標高補正をすると0.82 G gal が想定される。

#### 5. 新潟地震による山地災害

岩船地区を中心とする一帯の地震の加速度と崩壊密度との関係は第3図のようになる。ここでは崩壊の多い標高を平均的に350mとして加速度の補正を行なっている。これによるとほぼ0.20~0.22 G gal で崩壊が発生しているようである。

#### 6. 伊豆大島近海地震による山地災害

第2表の箱取、梨本付近の加速度を標高補正すると、それぞれ0.48 G gal、0.56 G gal となり、この加速度で100 ha 当たり20個以上の崩壊地が発生したことになる。

また、ここでもやはり0.20 G gal 程度が山腹崩壊の下限値とみなせるようである。

#### 7. まとめ

以上の結果から類推すると次のようにまとめられる。

- 傾斜が30°付近で崩壊が最も多い。
- 崩壊発生の加速度の下限値は0.2 G gal 程度である。
- 地すべりは0.3~0.4 G gal で発生する。
- 土石流や大崩壊の発生は0.8 G gal 程度である。

| 地震名    | 発生日月     | M   | 震源位置      |          | 観測位置   |     | 観測値 |      | 備考                |
|--------|----------|-----|-----------|----------|--------|-----|-----|------|-------------------|
|        |          |     | 入         | 出        | 位置     | 震度  | 震度  | 速度   |                   |
| 関東     | 23.9.1   | 7.9 | 139°21.8' | 34°58.6' | (30)東京 | 86  | 91  | 1.35 | 8.86(41.2)(0.20)  |
| 同休震    | 23.9.1   | 7.1 | 139°28.0' | 35°10.0' | (30)東京 | 70  | 76  | 2.00 | 5.75(18.1)(0.058) |
| 今市     | 49.12.25 | 6.4 | 139°42.0' | 36°42.0' | (5)東京  | 108 | 108 | 5.00 | 0.81(1.0)(0.003)  |
| 新潟     | 64.6.16  | 7.5 | 139°12.0' | 38°24.0' | (40)新潟 | 55  | 68  | 0.45 | (0.89)(1.12) 0.16 |
| 伊豆大島近海 | 78.1.14  | 7.0 | 139°12.0' | 34°45.0' | (3)箱取地 | 15  | 16  |      | (0.46)*           |
|        |          |     |           |          | 梨本     | 23  | 24  |      | (0.41)*           |
|        |          |     |           |          | 伊東     | 25  | 25  |      | 0.10              |

第1表. 各地震の状況

| 地震名    | M   | 位置   | 金井式による推定 |      |      |      | Seedによる推定 |      |      |      |
|--------|-----|------|----------|------|------|------|-----------|------|------|------|
|        |     |      | 震度       | 速度   | Seed | 加速度  | 震度        | 速度   | Seed | 加速度  |
| 関東     | 7.9 | 東京   | 91       | 6.9  | 0.51 | 0.09 | 86        | 6.51 | 0.65 | 8.0  |
|        |     | 丹沢   | 62       | 12.0 | 0.42 | 0.18 | 54        | 0.42 | 0.81 | 12.1 |
|        |     | 根府川  | 44       | 19.2 | 0.39 | 0.32 | 32        | 0.39 | 1.08 | 17.4 |
|        |     | 根府川  | 44       | 19.2 | 0.39 | 0.32 | 32        | 0.39 | 1.08 | 17.4 |
| 関東(余震) | 7.1 | 東京   | 76       | 2.9  | 0.38 | 0.05 | 70        | 0.38 | 0.22 | 3.6  |
|        |     | 丹沢   | 49       | 5.4  | 0.31 | 0.11 | 39        | 0.31 | 0.29 | 5.9  |
|        |     | 根府川  | 42       | 6.6  | 0.31 | 0.14 | 30        | 0.31 | 0.36 | 7.3  |
|        |     | 根府川  | 42       | 6.6  | 0.31 | 0.14 | 30        | 0.31 | 0.36 | 7.3  |
| 今市     | 6.4 | 東京   | 108      | 0.7  | 0.41 | 0.01 | 108       | 0.41 | 0.04 | 0.6  |
|        |     | 前橋   | 62       | 1.5  | 0.31 | 0.03 | 62        | 0.31 | 0.07 | 1.4  |
|        |     | 行川   | 5.1      | 17.4 | 0.27 | 0.41 | 3.0       | 0.27 | 0.33 | 7.6  |
|        |     | 長者畑  | 6.2      | 15.9 | 0.27 | 0.38 | 3.5       | 0.27 | 0.33 | 7.6  |
|        |     | 黒川   | 9.5      | 12.2 | 0.27 | 0.29 | 8.0       | 0.27 | 0.29 | 6.8  |
|        |     | 大戸川  | 14.4     | 8.6  | 0.27 | 0.20 | 13.5      | 0.27 | 0.24 | 5.7  |
| 新潟     | 7.5 | 新潟   | 68       | 6.0  | 0.39 | 0.10 | 55        | 0.39 | 0.45 | 7.3  |
|        |     | 高田   | 171      | 1.5  | 0.67 | 0.01 | 166       | 0.67 | 0.33 | 3.1  |
|        |     | 30km | 50       | 9.2  | 0.35 | 0.17 | 30        | 0.35 | 0.65 | 11.7 |
|        |     | 40km | 57       | 7.7  | 0.35 | 0.14 | 40        | 0.35 | 0.50 | 9.0  |
| 伊豆大島近海 | 7.0 | 箱取地  | 16       | 18.0 | 0.30 | 0.38 | 15        | 0.30 | 0.45 | 9.4  |
|        |     | 梨本   | 24       | 11.6 | 0.30 | 0.25 | 23        | 0.30 | 0.38 | 8.0  |
|        |     | 伊東   | 25       | 11.1 | 0.30 | 0.24 | 25        | 0.30 | 0.34 | 7.0  |
|        |     | 伊東   | 25       | 11.1 | 0.30 | 0.24 | 25        | 0.30 | 0.34 | 7.0  |

第2表. 山地災害発生地の変位・速度・加速度推定値

