

# O-21 我が国、土石流・がけ崩れのポテンシャルエネルギーはいかほどか。

株式会社総合防災システム研究所・上林好之  
財団法人砂防フロンティア整備推進機構 ○田畑茂清・千葉幹

我が国は 52 万箇所の土石災害危険箇所を持ち、毎年平均して約 1000 件の土石災害が発生している。しかし、国民全体から見れば、土石災害を経験する人は限られており、土石災害のおそれがある土地に住んでいても、土石災害の恐ろしさやそれを防止する砂防ダムの大切さへの理解は充分でない。

このため本発表では、土石流やがけ崩れをこれまで研究されていなかった運動エネルギーによって評価することで実感してもらえよう、地震等との比較を試みた。

また地球温暖化の元凶といわれている CO2 の排出量に関し、鋼製砂防ダムを CO2 排出量削減への貢献といった観点から評価を試みたものである。

## 1. 運動エネルギーによる評価

### 1.1 計算手法

#### 【 土石流 】

基準地点における運動エネルギー E (J) を、以下の式を用いて算出した。

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$m = 1000 \rho_a V$$

ここで、m は土石流の質量 (kg)、v は土石流の流速 (m/s)、 $\rho_a$  は土石等の密度 (t/m<sup>3</sup>)、V は土石流により流下する土石等の量 (m<sup>3</sup>) を示す。

#### 【 がけ崩れ 】

急傾斜地下端における運動エネルギー E (J) を急傾斜地の崩壊土量と急傾斜地の高さ、傾斜度から、以下の式を用いて算出した。

$$E = 9.8 \cdot m \cdot H / \sin \theta \cdot (\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

$$m = 1000 \rho_a V$$

$$\mu = H / (2H + H / \tan \theta)$$

ここで、m は急傾斜地の崩壊によって発生する土石等の質量 (kg)、 $\rho_a$  は土石等の単位体積重量で 1.7 t/m<sup>3</sup> を用いた。また V は崩壊土量 (m<sup>3</sup>)、 $\mu$  は等価摩擦係数、H は急傾斜地の高さ (m)、 $\theta$  は傾斜度 (°) を示す。

### 1.2 試算結果

土石流は 15 溪流について、がけ崩れは 3 箇所について、ともに土石災害防止法に基づく基礎調査で得られたデータを用いて試算をした。がけ崩れの場合、一箇所の急傾斜地のうち、部分的に高さや勾配が異なるため、平均値を持ってその箇所の高さ、勾配とした。

試算対象とした溪流や急傾斜地を当機構で収集したデータ (土石流 6329 件、急傾斜地 9247 件) と比較すると図-1、2 に示すとおりとなる。比較対象は限られるものの、試算箇所は概ね一般的な危険箇所であるといえることができる。

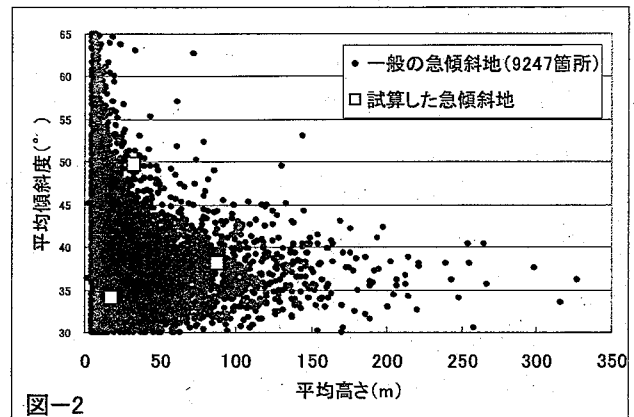
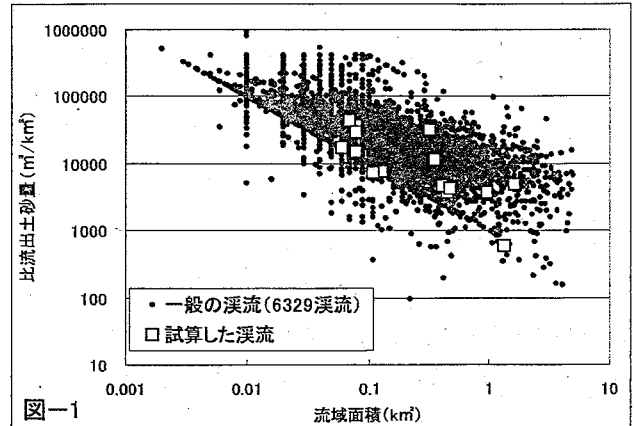


表-1 溪流番号	v 流速 (m/s)	V 土石流により 流下する 土石等の量 (m <sup>3</sup> )	$\rho_a$ 密度 (t/m <sup>3</sup> )	E 運動エネルギー (J)
1	2.67	800	1.57	4476949.2
2	6.01	10200	1.55	285529390.5
3	2.71	1000	1.33	4883826.5
4	3.88	2900	1.58	34489630.4
5	3.66	1700	1.47	16737802.2
6	4.14	1900	1.5	24423930.0
7	2.88	2300	1.45	13830912.0
8	2.9	800	1.53	5146920.0
9	3.58	2000	1.6	20506240.0
10	3.26	1200	1.96	12498057.6
11	4.96	4000	1.39	68392448.0
12	5.45	3600	1.51	80731395.0
13	4.47	3000	1.6	47954160.0
14	4.52	7700	1.38	108546715.2
15	3.1	1000	1.96	9417800.0
			(平均)	49171078.4

表-2 地区番号	V 崩壊土量 (m <sup>3</sup> )	H 高さ (m)	θ 傾斜度 (°)	運動エネルギー (J)
1	500.0	87.6	38.0	223358917.7
2	243.2	32.5	39.5	73079798.1
3	124.0	17.3	33.5	23297433.9
			(平均)	106578716.6

試算結果の平均値をそれぞれ土石流危険渓流1箇所、急傾斜地崩壊危険箇所1箇所あたりが持つ運動エネルギーとみなすと、全国の土石流危険渓流等183,863箇所、急傾斜地崩壊危険箇所等330,156箇所のもつ運動エネルギーは、以下のとおりとなる。なお、土石流危険渓流等、急傾斜地崩壊危険箇所等の箇所数は、いずれも人家戸数0~4戸以下の箇所を含むものであり、国土交通省河川局砂防部のホームページから引用したものである。(平成19年1月31日現在)

【土石流】 $49171078.4 \times 183,863 = 9.0E+12$  (J)

【がけ崩れ】 $106578716.6 \times 330,156 = 3.5E+13$  (J)

### 1.3 他の現象の運動エネルギーとの比較

エネルギーの算出方法について未だ工夫の余地はあるが、試算した土石流、がけ崩れのもつ運動エネルギーと他の現象について一般に知られている運動エネルギーと比較したところ、図-3のとおりとなった。

今回は、巨大な運動エネルギーを持つ地滑り危険箇所や大規模な土砂災害を含めた試算をしていないが、それでも火山噴火に匹敵するような大きなエネルギーを持つことが分かった。我が国においては、こういった土砂災害を顕在化させないことを目的とした対策の推進が必須である。

## 2. CO2排出量からみた砂防ダムの評価

一般に砂防ダムは生コンクリートを使用して作られるが、近年では鋼材を使った鋼製の砂防ダムも多く作られるようになってきている。そこで、材料ごとの原単位(公表されているもの)を用いて、CO2の排出量を算出してみた。

本来、生コンクリートについては、骨材の生産・運搬やセ

メントの製造・運搬等並びにその作業に関わる人員について積み上げるべきである。

また、鋼製の構造部についても、原材料の生産・運搬、鋼板の製造等並びにその作業に関わる人員、前庭保護工の減工分などについても積み上げるべきである。

しかしながら、工事現場の現場条件により種々のケースが考えられること、また、地球上における炭素総量のうち約9割が石灰岩(酸化カルシウムとCO2が結合した物質CaCO3(炭酸カルシウム)が主成分)であり、セメントの製造過程でこの石灰岩からCO2が分離して大量に排出されることが知られていることから、簡易的に材料のみでCO2排出量を算定して比較してみることにした。

原単位としては、CO2原単位表(製品環境情報提供システム事務局)に基づき、セメントは0.77kg-C/kg、熱延鋼板は1.18kg-C/kgをそれぞれ用いた。

また、鋼製の砂防ダムとしては、「立体格子型鋼製砂防ダム」の標準タイプ(ダム高13m、鋼製部高10m)を元に算出を試みた。

- 鋼製の部材に置き換わった部位の鋼材重量は108tとなっておりCO2の量は、  
 $1.18 \text{ kg-C/kg} \times 108,000 \text{ kg} = 127,440 \text{ kg (CO2)}$
- 鋼製の部材に置き換わった部位のコンクリート量は900m<sup>3</sup>であることから、1m<sup>3</sup>当たりのセメント量を240kgとしてCO2の量は、  
 $0.77 \text{ kg-C/kg} \times 900 \text{ m}^3 \times 240 \text{ kg/m}^3 = 166,320 \text{ kg (CO2)}$
- 従って、CO2排出量はコンクリートの方が約30%多いということになる。
- 仮に年間100基づつ作るとした場合、  
 $38,880 \text{ kg} \times 100 \text{ 基} = 3,888,000 \text{ kg (CO2)}$   
 と、約3,900tのCO2を減じることとなる。
- これは、京都議定書でわが国について目標達成の基準となっている基準年総排出量(1990年、約12億6100万トン)からのマイナス6%の削減分のうち、0.005%を占めることとなる。

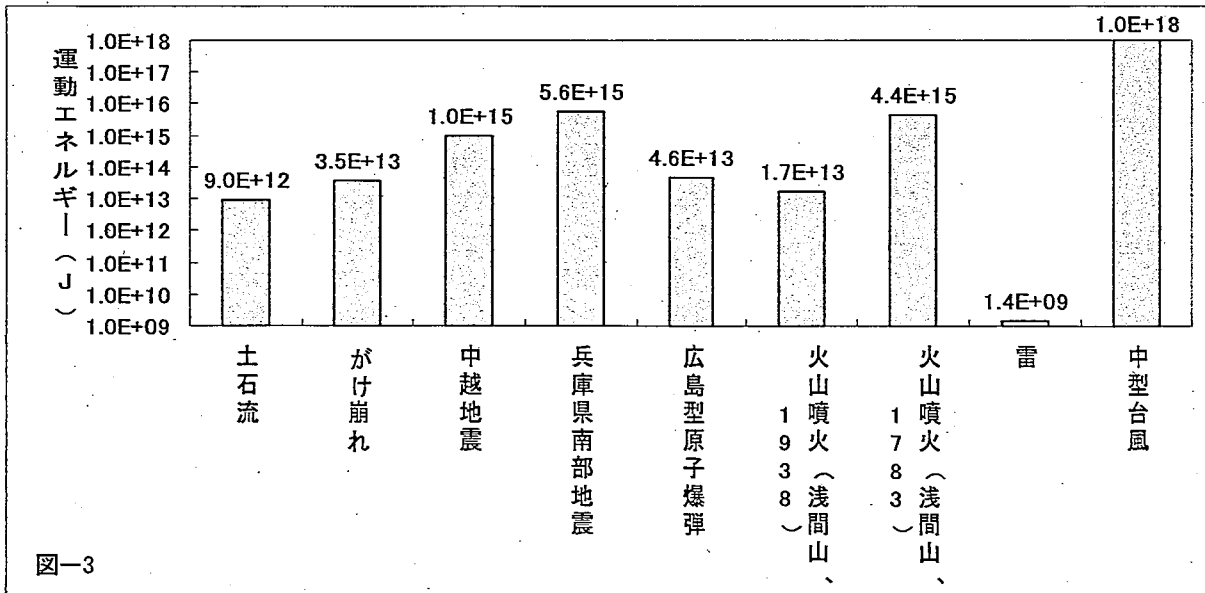


図-3