

建設省 大隅工事事務所 吉田 三郎  
 花岡 正明  
 ○ 浦 真

1. はじめに

桜島は、近年南岳の火山活動の激化に伴い荒廃が著しく進行し、毎年土石流が頻発している(図-1)。これに対し、桜島直轄砂防河川では、VTR観測を中心とした土石流流出観測と、各種の測量・調査による土石変動量のデータの蓄積を継続して行なっている。また、雨量と流出土砂量の関係や、降灰量を生産土砂量に加味するため、雨量観測及び降灰量測定も

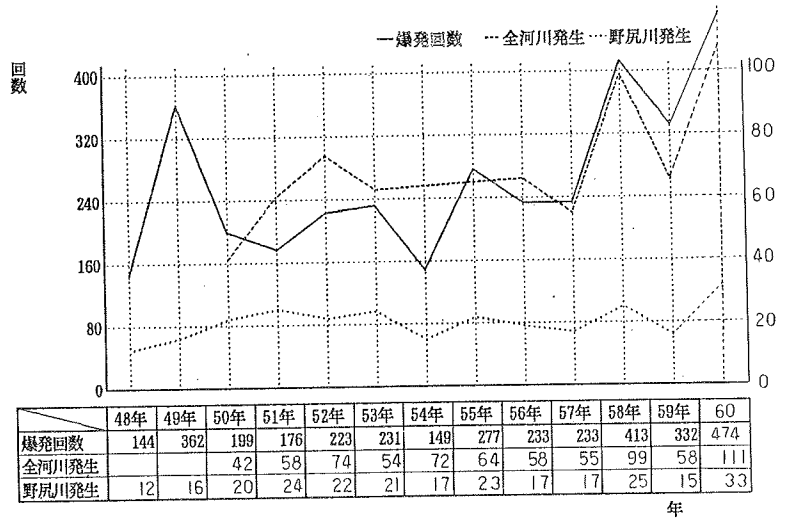


図-1 爆発回数と土石流発生回数

継続的に進んでいる。特に荒廃が著しく、大規模な土石流が頻発する野尻川では、VTR集中観測や河床の縦横断面測量を密に実施するなど土石移動の量的把握に努めており、これらのデータをもとに砂防基本計画におけるピーク流量及び計画対象土砂量を決定している。一方砂防基本計画の検討において、砂防施設計画策定上、流出土砂の量的把握が必要であり、また構造物の設計に対しては、偏流等の土石流の動態や衝撃力などの土石流の性状の把握が要求される。したがって、データがまだ蓄積されていない野尻川以外の各河川についても、同様の観測・測量を行なってデータを蓄積し、砂防計画策定の基礎資料を充実させることが望まれる。本報告では、現在桜島で実施されている各種の土石流流出調査方法とその解析及び検討の結果を紹介する。

2. 土石流流出解析

2.1 土石流観測

土石流の動態観測には、VTRによる観測が有効である。桜島直轄各河川では、主に下流の三面張り流路工で土石流流下状況の観測が行なわれている。収録された土石流ビデオテープを解析し、水位・流速等を計測して、流量の時間的变化からハイドログラフを作成し、ピーク流量と総流出量を算出している。

2.2 基本土砂量の検討方法

ピーク流量に関しては、計算によるハイドログラフと実測ハイドログラフとの比較検討により、ハイレ

グラフからハイドログラフを推定する流出解析手法を確立し、1/100確率の降雨パターンから計画ピーク流量を推算する手法が考えられる。

### 2.3 土石流流出解析手法

桜島の土石流流出に対して、ハイトグラフからハイドログラフを予測する計算手法として、平野の提案している土石流流出解析における数学的モデル<sup>1)</sup>がある。これによると、河道の流量 $Q(t)$ は、

$$Q(t + \tau l) = A r(t) \frac{C}{\lambda(C-1)} \left\{ f(\eta_0) \eta_0 \int_0^{\infty} g(l) d l + \frac{k \sin \theta}{\lambda} \int_0^t \eta f(\eta) g(l) d t_0 \right\}$$

$$C = (1 - \lambda) / (1 - \lambda - c) \quad \eta = \lambda D$$

と表される。ここに、 $\tau l$ ：河道における遅れ時間、 $A$ ：流域面積、 $r(t)$ ：降雨強度、 $c$ ：土石流の濃度、 $\lambda$ ：堆積層の空隙の割合、 $D$ ：堆積層の厚さ、 $l$ ：斜面長であり、 $f(\eta_0)$ 、 $g(l)$ はそれぞれ $\eta_0$ 、 $l$ の確率密度関数である。パラメータは $\lambda D$ 、 $l$ の平均値及び標準偏差と $k \sin \theta / \lambda$ 、 $\tau l$ の6個であり、これらを設定して、計算ハイドログラフを作成する。

### 2.4 土石流ハイドログラフ

上記の手法で得られた実測ハイドログラフと計算ハイドログラフを図-2、図-3に示す。両者を比較す

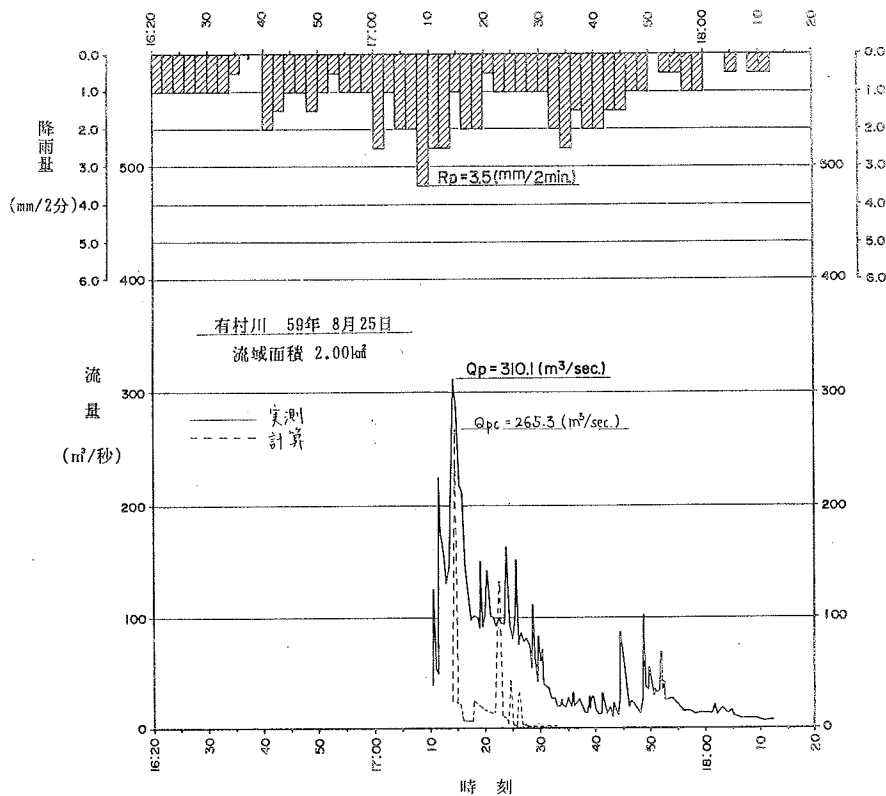


図-2 土石流ハイドログラフ

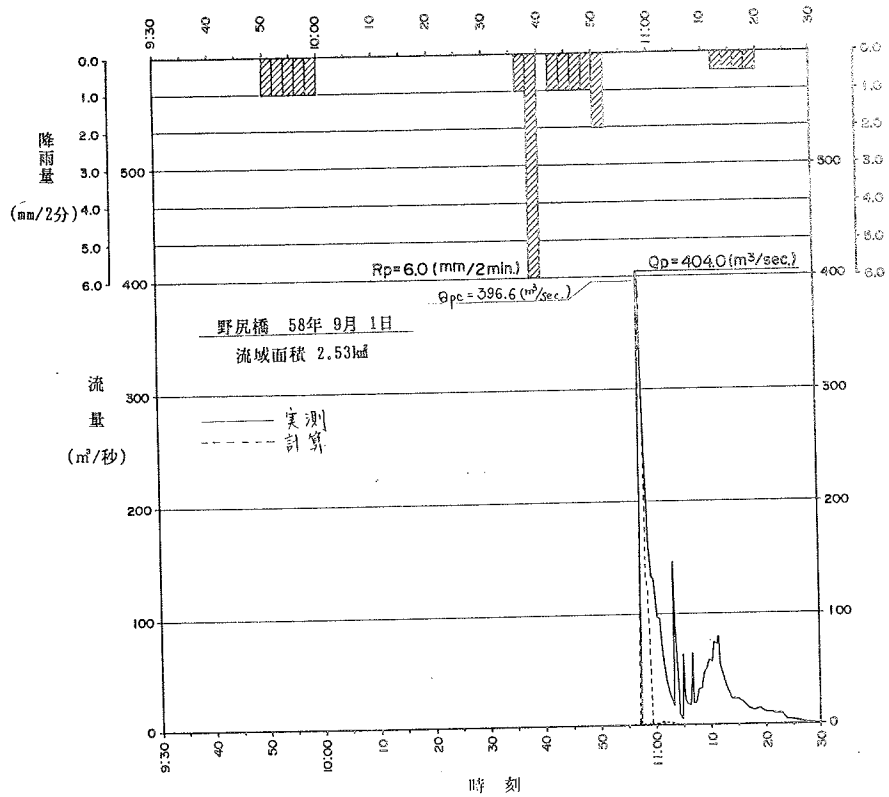


図-3 土石流ハイドログラフ

ると、ピーク流量は比較的良好に一致しているが、総流出土砂量は、概して計算値の方が実測値より小さく出ている。今後雨量データ等の基礎資料の整備を図り、この点をさらに検討していけば流出解析の有効な手法となると考えられる。

### 3. 流出土砂量の検討

桜島では年間の流出土砂量が膨大であり、種々の測量・調査によってその土量を把握している。主な測量・測定方法を以下に示す。

#### 3.1 降灰量

南岳が年間に噴出する火山灰は約 $1.0 \times 10^7$  m<sup>3</sup>といわれ、降灰が有力な土砂供給源となっている。現在桜島における降灰量の測定は、島内18ヶ所に設置された降灰量観測器によって月2回測定されており、流域全体の降灰量の推定の基礎データとなっている。

#### 3.2 空中横断測量

現在、南岳火口より半径2 km以内は立入禁止となっており、現地での測量は不可能である。したがって、上流部土石流発生源における土砂収支の把握は、航空写真を用いた空中横断測量に頼らざるを得ない。これ

は、流域に約100mピッチで測線を設け、3-5m間隔の測点毎に地盤高を読み取り横断面を作成し、2時期の横断面の比較によりその時期間の土砂変動量を算出するものである。

### 3.3 河床変動測量

中・下流部では、現地での河床変動測量を実施しており、約100m毎の横断測量結果の2時期の比較から、河道内での土砂移動量や、除石を行なっている河口流路工内及びダム堆砂地内等の堆積量を求めている。

### 3.4 深淺測量

土石流が流下して海中に堆積した量は、深淺測量によって把握する。これは、汀線に直角な方向に深淺横断測量を行ない、2時期の比較により海中の土砂堆積量を推定している。

### 3.5 年間流出土砂量

以上の測量結果に、流路工内の除石量等を加味して、年間の土砂収支を検討してみた。表-1に野尻川の流出土砂量（除石量、海中堆積量の合計）の実績を示す。これによると、昭和51年から60年の年平均流出土砂量は約 $5.0 \times 10^5 \text{ m}^3$ に達し、特に59年及び60年は約 $1.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ に上っている。基準点（流路工上端）における昭和59年度の流出土砂量  $9.17 \times 10^5 \text{ m}^3$  に対して、上流部からの生産土砂量は、空中横断測量が  $3.18 \times 10^5 \text{ m}^3$ 、火山灰の粒度分布、噴煙高度の分布及び風速の分布の確率密度関数を対数正規とした、平野の降灰量シミュレーション<sup>2)</sup>より計算した降灰量が  $4.40 \times 10^5 \text{ m}^3$ で、計  $7.58 \times 10^5 \text{ m}^3$ となっている。生産土砂量が流出土砂量の約80%程度しか押さえられていないが、これは、測量または測定時期が若干ずれていること、各調査の精度が異なること、降灰量の推算が難しいこと等によるものと考えられる。

表-1 野尻川年度別流出土砂量

年 度		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60	
土石流発生回数		25		22		24		15		22		19		17		25		16		32	
土 量	陸上 ( $10^3 \text{ m}^3$ )	204	38%	173	32%	96	18%	106	65%	211	40%	149	44%	193	58%	242	44%	246	27%	276	25%
	海 ( $10^3 \text{ m}^3$ )	333	62%	367	68%	437	82%	56	35%	321	60%	186	56%	138	42%	310	56%	671	73%	823	75%
	合計 ( $10^3 \text{ m}^3$ )	537	100%	540	100%	533	100%	162	100%	532	100%	335	100%	331	100%	552	100%	917	100%	1,099	100%
年平均比流出土砂量 ( $10^3 \text{ m}^3/\text{年}$ )		236		237		234		71		233		147		145		242		402		482	

## 4. おわりに

今回の検討で、一応計画ピーク流量を、実測の雨量データ及び土石流ビデオテープの解析結果を用いて算定する手法が導かれ、現在もなお検討中である。今後、実際に基本計画量を設定し、構造物設計等に運用していくには、さらにデータの蓄積を図り、検討を重ねていく必要がある。

### 参考文献：

- 1) 平野宗夫・疋田誠・森山聡之：桜島における土石流の発生限界と流出解析、昭和60年度砂防学会研究発表会概要集、pp6~9、1985年5月。
- 2) 平野宗夫：桜島における土石流の予測。