

九州大学 工学部 正員 椿 東一郎
 鹿児島工業高等専門学校 正員 正田 誠
 鹿児島工業高等専門学校 学生員 松元 伸暁
 鹿児島県 砂防課 宮脇 十三

長谷川の土石流観測装置は、鹿児島県砂防課により昭和63年に設置され、昭和56年には夜間照明灯を増設かつ蓄電池を補強したため、従来不可能であった夜間に発生する土石流中の礫の移動速度を読み取ることが可能となった。得られた10本のVTRテープにより、流出解析を実施し、過去3年間の土石流資料と鹿児島県林署により設置されている長谷川流域の春田山雨量計資料との対応を検討してみた。その結果、土石流の流出機構に関する新たな知見が得られたのでここに報告する。

1. 土石流の発生限界 図-1は、10分間雨量の最大 $R_{10}(\text{mm})$ とそれ以前の3時間無降雨を区切りとした累加雨量 $\Sigma R_{10}(\text{mm})$ の関係図で、土石流の発生の有無を表わしている。土石流の発生はある程度の履歴降雨と引き金降雨の両者が兼ね合っさって出沒するものである。 $(\Sigma R_{10}) + R_{10} = 25\text{mm}$ は、損失雨量に相当するもので、 $R_{10} > 8\text{mm}$ になるとほぼ確実に発生していることがわかる。また、 $R_{10} < 4\text{mm}$ では、土石流は不発生である。従って、引き金雨量強度は、 $R_{10} = 4\text{mm}$ と考えてよさそうである。

2. 流出係数 土石流中には大量の礫を含むため流量 $Q_T(\text{m}^3/\text{s})$ は(水+礫)の形で測定されている。水深 R 程度の礫の移動速度 $V_R(\text{m/s})$ を、平均流速とみなし、法面勾配は45°、流路床幅 $b = 8\text{m}$ を用いると $Q_T = V_R R (R + b)$ となる。従って、流出した土石流の総容積 $V_T(\text{m}^3)$ は、その時間的累計として得られる。一方、累加雨量の合計 $\Sigma R(\text{mm})$ と土石流発生場の流域面積 $A = 0.684\text{km}^2$ の積、つまり総降雨量は $\Sigma R A \times 10^3(\text{m}^3)$ となる。故に、流出係数 $f = \Sigma V_T / (\Sigma R A \times 10^3)$ も、累加雨量 ΣR に対して示せば、図-2に示すようである。平地河川においては ΣR が大きくなるにつれ、損失雨量 R_L が小さくなり、流出係数は1に漸近することが知られているが、土石流のある河川では逆に f の値は小さくなっている。即ち、 ΣR が小さいときは大きな礫を移動させることができず、既成のセメント化した溪谷流路を雨水流が大部分を占めながら、流下するため、 f の値が比較的大きい。一方 ΣR が大きくなると、土石流中に礫の占める割合が多くなり、溪谷流路網を破壊し、河床粗度は大きくなり、流下量は妨げられ、 f の値が小さくなっていくようである。なお、810324は1981年3月24日の土石流を示す。

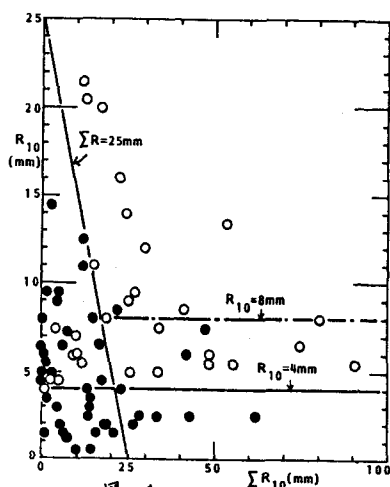


図-1

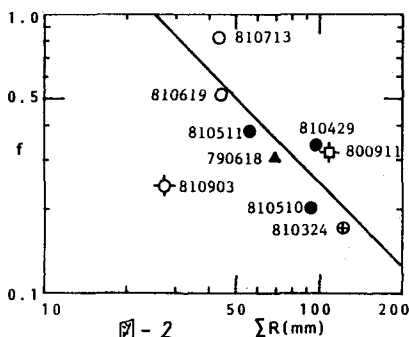


図-2

さて、桜島は南岳より火山灰砂を常時大量に放出し、長谷川溪谷部にも堆積し、大きな土石流の供給源となっている。この堆積土砂は、降雨の運搬力のみによって下流へ流送される性質のものである。いま、桜島に對

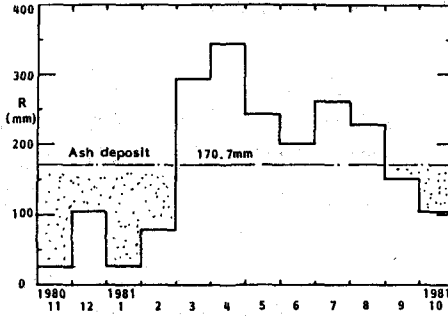


図-3

応する鹿児島気象台の月間降雨量の値を、昭和55年11月から昭和56年10月について示せば、図-3のようである。これから、11月から2月にかけて堆積した火山灰砂は、3月から10月の間に徐々に土石流中の土砂濃度を低下させながら、くり返し流下していくことが予想される。とくに、3月の土石流は最も高濃度が予想される。

そこで、810324の土石流について、流速係数 $\varphi = V_g / \sqrt{3gAm\theta}$ と流量 Q_T の関係を時間を返って見たものが、図-4である。この土石流は、図-5に示すように2つのピークを持ち、 φ の値は最初は大きく、あとの方は小さくなって、より高濃度になっているようである。これは、恐らく、最初のピークで中流域の堆積土砂が押し出され、後の方で上流域のものが加わったのではないかと考えられる。なお、図-5からわかるように、ピーク時の流速係数 φ は、野尻川の値12.3よりやや小さく9.0程度の値となっている。 Q_T また、800911の土石流は、台風時の資料である。この時は、9月の土石流であるから、溪谷火山灰砂も少なくなり、2回のピークに対して、 φ の値は大きな値のままになっている。

3. 流出土砂量 前述の方法で求めた流出総容積 ΣV をピーク流量 Q_{Tp} に対して示せば、図-6のようになる。 ΣV の値は、 $(15 \sim 25) \times 10^3 m^3$ で、土砂濃度 C_d を単純に0.4とすると、土石流の出現のたびに、 $(6 \sim 10) \times 10^4 m^3$ の土砂が流出したことになる。昭和56年の1年間について概算してみると、約 $42 \times 10^3 m^3$ で、流域面積 $A = 135 km^2$ で割ると、年比流出土砂量は $31 \times 10^4 m^3/km^2/年$ となる。さて、 ΣV に対して、10分間雨量の最大 R_{10} とピーク流量 Q_{Tp} の出現時刻の差、つまり、遅れ時間 t_L (min)を示せば図-7のようになる。その値は、15~50分で t_L が多くなると、 t_L も長くなる傾向にある。

4. あとがき 以上から、長谷川の土石流の流出の形態がわかりかけてきたが、最も規模の大きな降雨量を伴う集中豪雨や台風時の土石流については、計測されておらず不明な点も多く、今後の大きな課題である。

参考文献；1) 山崎建雄，他：桜島の土石流、桜島地域学術調査協議会調査研究報告，(1980)

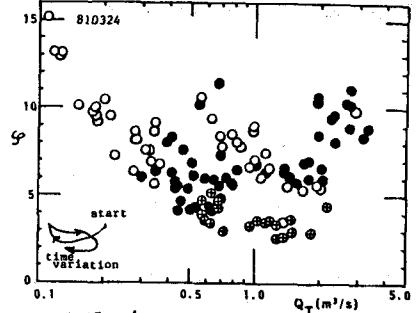


図-4

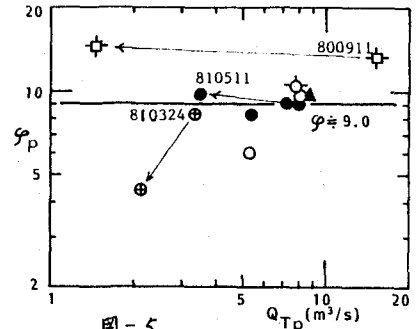


図-5

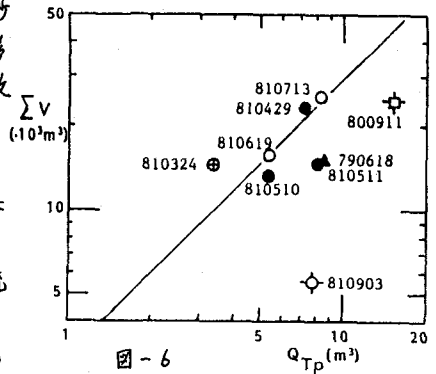


図-6

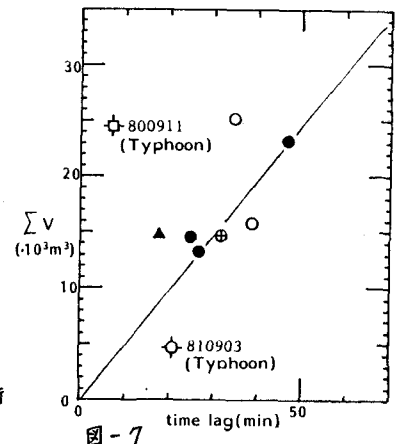


図-7