

1. はしがき：豪雨による山地での土砂生産量を予測することは極めて重要であるが、未だ十分な方法はない。ここではまず、そのオーダーを知ることを目的として行なった簡単な考察について報告する。

2. 従来の研究：ダム貯水池への流入土砂量の予測に関し、流域面積、地形、地質等との関連を調べたいくつかの研究があるが、主要因としての降雨と山腹崩壊との関係について検討されたものは少ない。最近芦田<sup>1)</sup>は土石流の流動の力学的機構に関する諸式から、豪雨性表層の崩壊発生について考察を加え、土石流発生時の流量と土砂量を算出するとともに、降雨強度 $r$ と継続雨量 $R$ を用いた平面上で、土石流発生の危険度を評価し得ることを示した。また松尾<sup>2)</sup>はMorel-Seytoux<sup>3)</sup>の方法を用いて、降雨の地中浸透を算出することにより、土の平均飽和度 $S_r(i,t)$ を求め、この $S_r$ に対するすべり面の安全係数 $F_s$ を確率変数とする斜面の破壊確率 $P_F(t)$ を乱数を用いたシミュレーションによって算出することにより、 $P_F(t)$ の時間変化率 $\dot{P}_F(t)$ を求めることにより、図-1を得た。以上の手順により、これまでのいくつかの山腹崩壊について計算した結果、 $\dot{P}_F(t)$ がピーク値をとる所で崩壊の発生が認められ、 $\dot{P}_F(t)$ の値は8〜20(%/hr)にあることを指摘した。以上2つの研究は土石流と山腹崩壊について、その力学的機構に関する考察に基づいて、降雨とその発生との関連を明らかにしたもので、今後の研究に多くの示唆を与えるものである。しかしづれもその計算の過程で必要とされる土質力学的諸数値は、我が国のように複雑に入り組んだ地層を有する山地では、きわ細かなボーリング等による現地調査と土質試験によるおぼろの正確な値は得られない。しかし山地での生産性の低いことから、このような詳細な調査は現実的には期待し得ない。そこでこうした力学的機構に立脚した取り扱い、 $\dot{P}_F$ (%/hr) • Failureと、マクロな取り扱いとを関連づける方法を検討する必要がある。

3. 山腹崩壊の危険判定：降雨量のうち斜面での表面流の形成に関与するものは分単位の降雨強度と思われれるが、こうしたデータは殆んど入手困難なため、時間雨量 $r$ (mm/hr)を代用することにし、また地下水水位の変動に関与するものは継続雨量 $R=\sum r$ と考えられる。そこで芦田<sup>1)</sup>のように $r$ と $R$ とを指標に用いる。いまハイエトグラフと崩壊発生時刻に関する情報の入手できる19ヶの災害調査資料から、図-2に示すような $r \cdot R$ の値の時間的变化と崩壊発生の状況とを調べて

みると、いづれもほぼ共通して $r \cdot R > 10^4$ で曲線がピークを呈する時点で崩壊が発生していることが認められる。これは松尾<sup>2)</sup>の結果に対応しているものと思われる。

$$r \cdot R = \text{const} \quad (1)$$

としてconstの値の決定は十分検討されるべきであるが、いま用いた資料の最小値として $8 \times 10^3$ と崩壊の頻

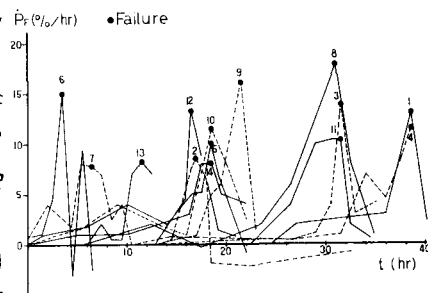


図-1.  $\dot{P}_F$ の遷移特性(松尾<sup>2)</sup>による)

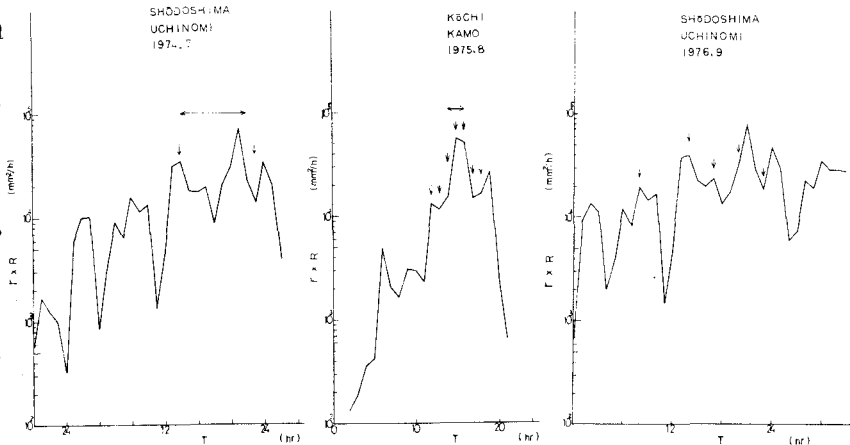


図-2.  $r \cdot R$ の変化と崩壊発生時刻の例

発の状態では  $15 \times 10^3$  なる値を用いることにし、 $r \sim R$  平面に記入したものが図-3である。芦田らは図の長線を発生限界線として与え、場合によって異なるとしているが、図から発生限界線は双曲線であられると見てよいように思われる。

4. 崩壊土砂量：5万分の1の地形図に図-4に示すように、継続雨量コンターと最大時間雨量コンターを重ねて描く。用いたデータは1971年千葉県および1974年、1976年の小豆島での災害調査資料による。

i)  $r_i, R_j$  で囲まれた面積  $S_{r_i, R_j}$  をプランメータで計測する。

ii) 同面積内の河道位数3次以上の流域面積  $S'_{i,j}$  を計測し、

$$S_{i,j} = S_{r_i, R_j} - S'_{i,j} \quad \dots (2) \quad \text{を求める。}$$

iii)  $S_{r_i, R_j}$  内の崩壊ヶ数  $n_{i,j}$  を調べる。

iv) 千葉および小豆島について次式より崩壊面積  $a_{i,j}$  を求める。

$$\text{千葉: } a_{i,j} = 200 n_{i,j} \quad \dots (3) \quad \text{小豆島: } a_{i,j} = 900 n_{i,j} \quad \dots (4)$$

v) 崩壊面積率  $P_{i,j}$  (%) を算定する。  $P_{i,j} = 100 a_{i,j} / S_{i,j} \quad \dots (5)$

以上の手順により求めた  $P_{i,j}$  と  $r, R$  との関係を示したものが図-5である。長のパラッキは大きい、最小2乗法により両者の関係式を求めると、

$$P_{i,j} = 2.72 \times 10^{-8} (r_i \cdot R_j)^{1.62} \quad \dots (6)$$

となり、崩壊の深さを  $z$  とすると、一豪雨当りの生産土砂量は次のようになる。

$$V_s = \sum P_{i,j} \cdot S_{i,j} \cdot z \quad \dots (7)$$

$z$  の値は土質によって異なるが、これまで調査ではほぼ1mの程度と報告されている例が多く、 $z=1m$  とする。以上により精度は不十分であるが一豪雨期間中の生産土砂量のオーダーは算定できることになる。

5. 流木量：(6)、(7) 式の妥当性と流木量を予測することを目的として、昭和33年伊豆半島における狩野川台風の資料により、山地から流出したと思われる根付丸太の流木量を算出してみた。京大芦生演習林での四手井による調査結果から、単位面積当りの立木の量は  $\alpha_w = 150 m^3/km^2 \quad \dots (8)$

と与えられるから、流木量は  $V_w = \alpha_w \sum P_{i,j} \cdot S_{i,j} \quad \dots (9)$

により求められる。計算結果は  $V_w = 5010 m^3$  となり、実測値  $6023 m^3$  とほぼ一致する。 $P_{i,j}$  は  $r$  または  $R$  のいづれか一方のみによる単相関の方が相関係数は大きい、3. で述べたように  $r \cdot R$  の積のもつ意味と、崩壊発生に結びつくことから、あえて重相関による方法を採用した。以上のような簡単な取り扱いでは精度は十分でなく、そのオーダーを推定する域を出ない。今後はさらに崩壊の機構を考慮して各数値の決定を検討する等その精度の向上に努める必要がある。本研究に際し、本研究としてご協力頂いた当時の学生諸君に謝意を表す。

- 1) 芦田外, 土石流危険度の評価法に関する研究, 京大防災研年報, 第21号 B-2.
- 2) 松尾外, 破壊確率を用いた斜面崩壊予知の研究, 土木学会論文報告書, No. 281.
- 3) Morel-Seytoux, Two-phase Flow in Porous Media, Advance in Hydroscience, Vol. 9, 1973.
- 4) 島, 昭46年25号台風による千葉県の土砂災害, 災害科学総合研究班報告書, 昭47.
- 5) 谷, 山地荒廃と土砂の生産流出, 新砂防, No. 96, 昭50.
- 6) 四手井, 森林の価値, 共立出版, 1973.

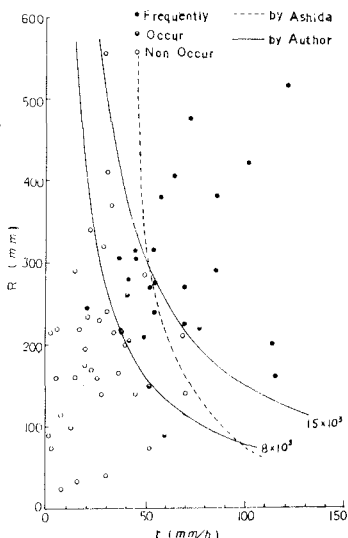


図-3. 崩壊の発生限界

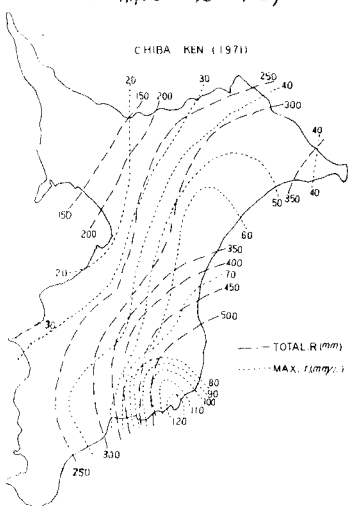


図-4. 千葉県での雨量コンター

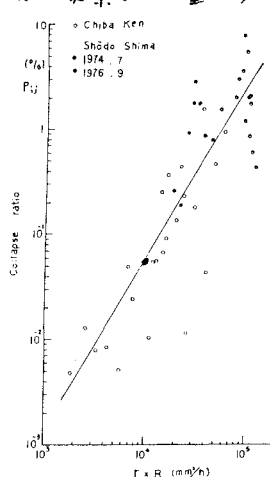


図-5.  $P_{i,j}$  と  $r \cdot R$  の相関