

斜面崩壊における要因分類と統計解析

広島大学工学部 正 細 千 寿 夫
 呉工業高等専門学校 正〇 小 堀 慈 久

§ 1 はじめに

瀬戸内海沿岸に広がるまさ土における、斜面災害は毎年のように多数発生している。広島県呉市休山周辺は昭和42年7月及び昭和44年7月にかなり大規模な集中豪雨に見舞われ、その被害は生活区域のみならず高断崖の山腹にまで及んだ。今回は空中写真を用いて特に山腹斜面を対象とし崩壊・地盤の地質学的、地形的・植生的及び土地利用の主要崩壊要因領域と比較しながら崩壊要因の分類と統計(因子分析、判別分析)解析を試みるのである。尚、ここで述べる調査対象地域は、休山(501m)・三津峰山(380m)等を含む半島部で、とりて半島部の中核で昭和42年7月集中豪雨時に最も崩壊頻度の高かった大入地区を選んだ。図-1に示す。

§ 2 大入地区

における諸
要因

地形的には 休山(501m), 日佐護山(418m), 三澤峰山(380m), その他 300~400m の高峰に囲まれ屈曲した尾山脊がそれらの山々を連らねてゐる。水系網については山頂より海岸線まで距離は短く急勾配である。この地区の両流域に相違がみられ、本的主流



図-2 木系・山系模様。



図-1 調査地域(大入地区)

川をまつそのと樹枝状の河川網をまつものとである。又これらの所模様の斜面勾配分布の図を得る事が出来る。地質的にはこの地区は広島型花崗岩におおわれ風化の進行が著しく斜面強度は非常に弱くなっている。NWの走向と傾斜は垂直に近いものがほとんどであった。岩類の分布は図-3のように美田川流域では山頂周囲で花崗斑岩が点在し、その間を細粒花崗岩が分布している。大入川流域では上部尾峰筋に露岩の分布が多く三津峰山南西部に石英斑岩の分布域が尾峰筋に伸びている。植生的には昭和44年5月(災害前)の場合、植生はよく繁茂しその分布度は高い。美田川流域では広葉樹林の分布がかなり広がり、北西部では低木草本類、その間を針葉樹林域がより混合樹林域、が中流域に見られる。大入川流域では複雑化し、高地で針葉樹林、その中に広葉樹林域が分布している。図-4に示す。一方昭和42年7月の山腹斜面の崩壊地を見ると美田川流域の場合、主河川の先端部の谷間いわゆるV状谷での崩壊が目立ち河川沿いの畑地等が崩壊面積を拡大する誘因ともなっている。全体的に小面積で表

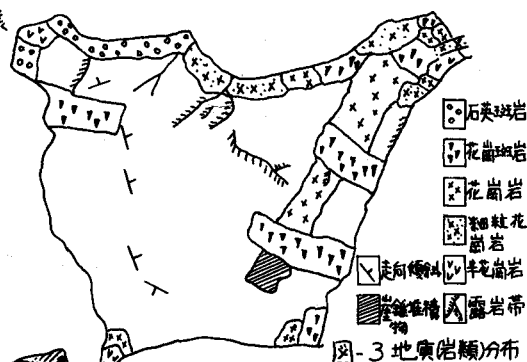


圖-3 地質(岩類)分布

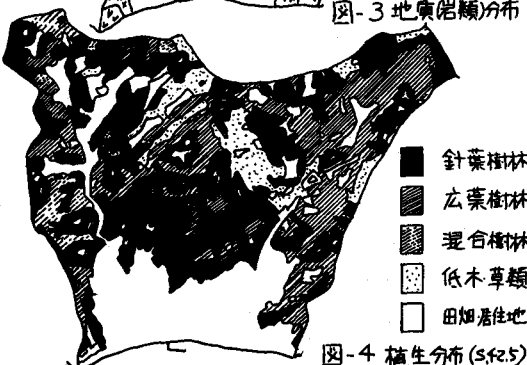


图-4 植生分布 (S.fz.5)

图-5 崩塌地分布

§ 3 要因の分類と解析

解析要因の識別規準を次のように行た。△斜題句配…Ⅰ,Ⅱ,Ⅳ,

Ⅱc1. 35°以上, 29-34°, 19-28°, 18°以下とした。△植生…金葉樹林, 広葉樹林, 混合樹林, 低木草本類。△リノプント…有, 無。△地表水…集水部有, 無。△土地利用…森林, 畑地, 荒地, 河川敷, 荒地, 水田。△風化…崖, 錐堆積物, 風化帯Ⅱ, 風化帯Ⅲ(化学的風化) 柿谷の風化帯区分より。△岩類…石英斑岩, 花崗斑岩, 花崗岩, 粗・粗粒花崗岩, 露岩帯崖錐堆積物。以上のものに分類したものを空中写真判読, 現地調査各

種資料、地形図等により、各要素の危険度評価を行った。評価は1~10の整数におおきく、地形を山水系別要素分割を行い、その要素に各要素の年数を乗じて解析を行った。

解析1. 因子分析では p 個の変量全体に共通する基本因子が存在して線型結合で表す。 $X_p = \mu_p + \lambda_{p1}f_1 + \lambda_{p2}f_2 + \dots + \lambda_{pn}f_n + e_p$

$$X_t = \mu + \Delta f_t + e_t, e_t \text{ は 誤差項 利回り 確率 イケル. } z \text{ の とき}$$

Σ の分散共分散行列 Σ は $\Sigma = \Lambda E(\tilde{f}\tilde{f}')\Lambda' + E(ee')$, $E(ee') = E(ff') - \Pi$ より, $\Sigma = \Lambda\Lambda' + E$, $\text{nondiag } \Sigma = \text{nondiag } \Lambda\Lambda' + E$.

$$\lambda_1 = \frac{A' A u}{(u' A' A u)^{1/2}}, \quad \lambda_2 = \frac{(A' A - \lambda_1 \lambda_1') u}{[u' (A' A - \lambda_1 \lambda_1') u]^{1/2}}, \quad A = [\lambda_1, \lambda_2, \dots] \quad (1)$$

変交代行列 T による $\Lambda^* = \Lambda^* T$ が基準曲の回転により得られる。標準化
 Varimax 回転では $\varphi = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^p \left(\frac{\Lambda_{ij}^2}{\Lambda_{i.}^2} - \left(\frac{1}{p} \sum_{j=1}^p \frac{\Lambda_{ij}^2}{\Lambda_{i.}^2} \right)^2 \right)$ を最大にする回転を考へ
 収束判定は 2 項 $\varphi_{i.}$ の増加割合に於ける差を与える材料についての回転

角が 0 になった時、終了させる。これから円周率を計算する。

$$\hat{f}_v \doteq \hat{\Lambda}^* (\text{diag } \hat{\Sigma})^{-1} (X_v - \mu) \dots (2)$$

解析2 判別分析では、 P 変量をもつ母

集団 Π_1 (崩壊), Π_2 (非崩壊) を考え, X の線型結合 $\beta'X$ の熱間分散 $V_{\beta}(\beta'X)$ は,

$$V_{\mu}(\beta'X) = E\left[\sum_{i=1}^S P(\omega) (\mu_i^{(k)} - \mu) (\mu_i^{(k)} - \mu)'\right] \beta = \beta' \Sigma \beta$$

$$V(\hat{\beta}) = \sum_{i=1}^n \beta' E[(X_i - \mu)(X_i - \mu)'] \beta$$

固有方程式之解为 $\hat{\beta} = U^{-1} \hat{\beta}'' \dots (3)$ 代入 (2)

§ 4 まとめ 因子解析例. 2個

4. 要因の重みと危険地の判定に評価を厚く、尚

研究費の一部は昭和5年度文部省科学研究費

1) Naruyasu; Statistical Analysis of Landslides and Related Phenomena on Aerial Photographs, Journal of Japan Society of Photogrammetry

1984 西原洋一郎氏, 全日本果樹による品種科属別栽培
時, 地域, 用途との関係, 果樹研究 Vol. 7, 1980.

表-1 相關係數

要因名	斜面勾配	植 生	リ=メント	地表水
斜面勾配	10.000			
植 生	-0.030	10.000		
リ=メント	0.147	0.042	10.000	
地表水	0.081	0.101	0.054	10.000
土地利用	-0.093	0.289	0.101	0.118
風 化	0.032	0.176	0.150	0.184
岩 類	-0.012	-0.036	0.047	0.122

要因名	土地利用	風 化	岩 類
土地利用	10.000		
風 化	0.308	10.000	
岩 類	0.127	-0.147	10.000

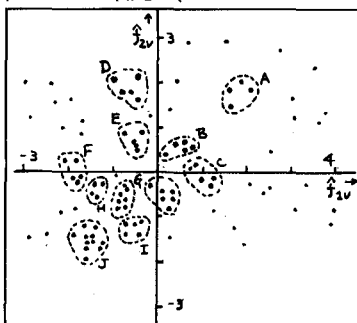


図-7 各要素の因子得点

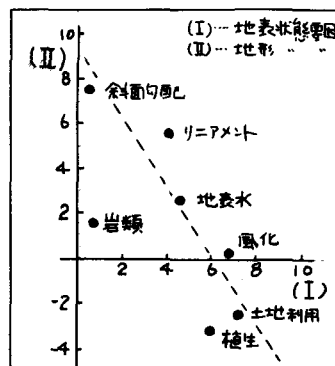


図-6 共通因子の押出

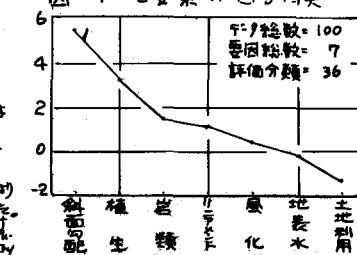


図-8 各要因の判別係数の大きさ

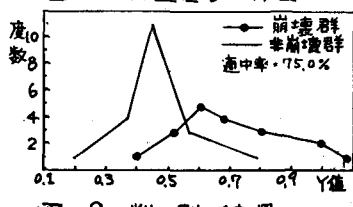


图-9 判 別 結 果