

山地斜面の崩壊に関する研究 (I)

——地形図による崩壊危険地の判定について——

九州大学農学部 辛 島 利 行

I はじめに

予防治山の目的は、山地災害の時間的、空間的および量的な法則性の把握であり、その応用によって将来における予知を行なうことにある。そのため種々の観測点より、調査、実験的研究および理論的解析等が行なわれ、今日まで多くの崩壊現象に関する事実が判明してきた。その結果、崩壊要因として浸透流の作用を指摘する報告が多く、パイピングによる崩壊現象の解析等は、地中の水の動き、特にその集中作用を考慮することが重要であると考えられる。本研究においては、浸透流、特に中間流的地下水流に着目し、調査、解析、実験等を考え、今回は、第一段階として、地形図を用いた崩壊危険地の解析を行なった。

従来、地形図による崩壊調査は、広い流域を対象とし、素因である地形、地質、土壤等の面より統計的に分析したものであるため、個々の斜面への適用や、最大の誘因である降雨の山体に及ぼす作用を考慮したものではない。本報では、降雨により生じた浸透流が斜面の地形状態の変化に伴って凹地に流下集中する現象を、個々の斜面内にて把握し、そのような集中作用と崩壊発生現象との関連性について解析したので報告する。

II 研究方法

降雨の流下集中状態の表示方法には、地表層における水の流れ、すなわち、中間流の概念を導入し、集水域の設定に基づいて算出された最大流出量 (Q) とその到達時間 (t) を用いた。つまり、森林地は浸透能が大きく、その地表層にて浸透水は土壤孔隙中の流れ、すなわち、中間流を発生させる。このような流れは一般にダルシーの法則に従い、同法則を適用して到達時間を求め、また、最大流出量はラショナル式を使用した。すなわち、前に報告した¹⁾地形量の計測方法および計算方法により Q、t を算出し、斜面上各地点における関係を求めた。解析には、昭和47年7月の集中豪雨により大災害をうけた天草上島の2,000分の1の地形図を使用し、同島南東部における同一地質地域(中生代堆

積岩)に発生した崩壊を対象として行なった。

III 結果および考察

計測は、84箇所の崩壊斜面について行ない、谷筋上の10m等高線間隔毎に設定した各測点において、集水面積、尾根に至る傾斜度、水平距離を計測し、その地点に関する最大流出量とその到達時間の関係曲線を求めた(図-1)。その結果、各斜面における曲線において、 d^2Q/dt^2 が正より負となる点(変曲点)の周囲に崩壊発生地点が位置することが判明した。変曲点は dQ/dt が極大となる点であり、すなわち、斜面周囲より集中する単位到達時間当りの流出量が極めて多くなる地点を示している。計測した各斜面上に発生した87個の崩壊点(2箇所の斜面に複数発生)について、変曲点との位置関係(図-2)を調べた結果、変曲点に最も接近する測定点に約76%の崩壊点が存在していた。崩壊が流出量に起因するのであれば、流出量が增大する斜面下方においてその発生頻度が最大になると考えられるが、現実の発生位置は斜面全域に及んでいる。

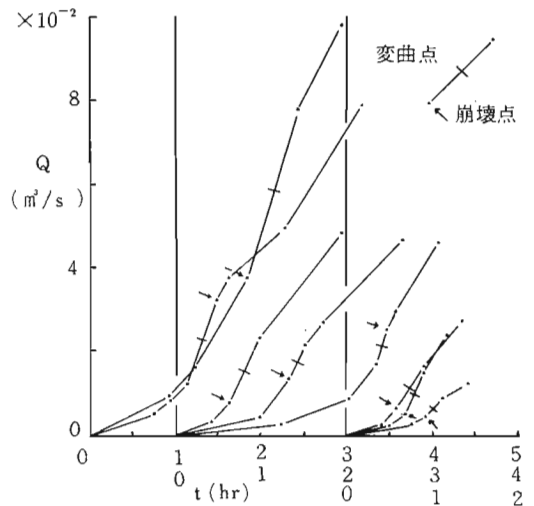


図-1 最大流出量～到達時間曲線

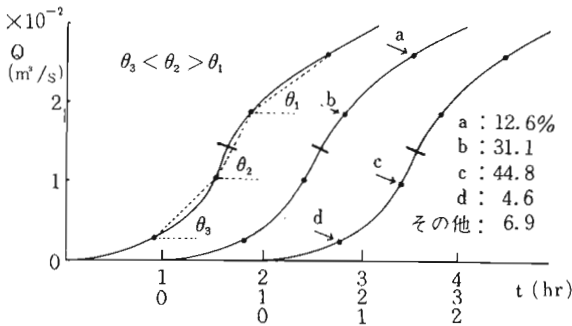
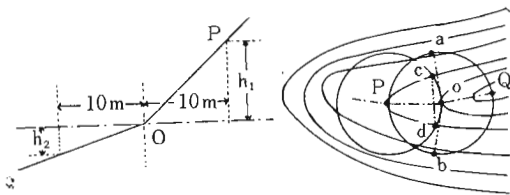


図-2 崩壊点と変曲点の位置関係

すなわち、斜面上各地点の総流出量の大小よりも、局部的に発生する流出量の急変動の方が崩壊と密接に関連していると考えられる。たとえば、種々の崩壊調査報告においても、斜面の凹地形および縦断形の凹型傾斜変換点付近の崩壊の多発性が指摘されているが、これらの現象も斜面上における流水の急激な局所的な集中作用に起因していると考えられる。

次に、崩壊斜面付近で崩壊を免れた斜面（無崩壊斜面）について、同様の解析を行ない、比較検討した。79箇所の無崩壊斜面において関係曲線を求めた結果、66箇所の斜面に総計82個の変曲点が得られ、残り13箇所には見出されず、無崩壊斜面の特性の一部が判明した。さらに、崩壊発生有無による変曲点の相違を検討するため、点周囲の谷地形を水平断面、縦断面、横断面方向の地形因子として、等高線屈曲度、上部・下部斜面傾斜度および勾配比、有効起伏量を図-3のごとく定義し、崩壊点および無崩壊斜面上の変曲点について計測した。その結果、 G_R (図-4)、 $\tan\theta_1$ は、 χ^2 検定



- 上部斜面傾斜度 ($\tan\theta_1$) = $h_1 / 10$
- 下部斜面傾斜度 ($\tan\theta_2$) = $h_2 / 10$
- 勾配比 (G_R) = h_1 / h_2
- 有効起伏量 (Re) = $(h^{oa} + h^{ob}) / 2$
- 等高線屈曲度 (λ) = $1 / \ell^{cd}$

図-3 地形因子の計測方法

により99%の信頼度で分布に有意差が認められた。また、 λ と $\tan\theta_1$ の関係(図-5)において鎖線で示すごとく、崩壊および無崩壊斜面の分布領域の相違を判別した。崩壊点が上部領域内で判別可能な割合は、分布

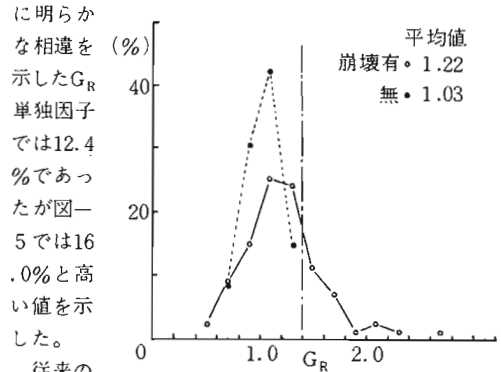


図-4 勾配比の分布

従来の危険地判

定は、流域全地域を対象とし、傾斜という地形の縦断方向の変化のみを考慮した解析が多いが、本方法は、斜面単位を対象とし、水の流れを導入することにより、傾斜の変化のみでなく、凹地形という定性的表現で示していた谷地形の変化も考慮し解析されている点において、有効な方法であり、斜面形態の比較検討を可能にする数量化の一つの方法と考えられる。

IV おわりに

本報では、中間流を導入した地形解析により、崩壊現象の解明を行ない、斜面内における流出量の変動状態、さらにその点の地形因子を解析すれば、崩壊危険地の判定の精度を高められることが判明した。

引用文献

- (1) 辛島利行・末勝海：日林九支研論，31, 269~270, 1978
- (2) 辛島利行：山地斜面の崩壊危険地の判定に関する研究，九州大学修士論文，1978

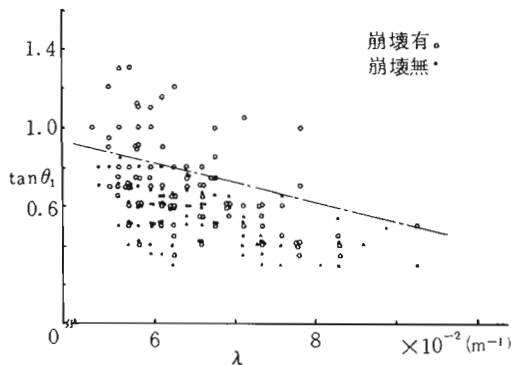


図-5 等高線屈曲度と上部斜面傾斜度の関係