

㈱エイトコンサルタント ○佐藤丈晴  
 香川大学工学部 荒川雅生  
 山口大学工学部 古川浩平

山口県土木建築部砂防課 鉄賀博己  
 甲南大学理工学部 中山弘隆

1. はじめに

近年の住宅開発によって都市周辺部の山地が切り開かれるなど、急傾斜地は年々増加する傾向にある。ハード対策の整備率が平成9年度末で約25%<sup>1)</sup>という状況を鑑みると、すべての急傾斜地においてハード対策を行うことは、要する期間・予算も計り知れず、現実的にはほぼ不可能である。そこで、警戒避難を視野に入れたソフト面からの防災対策が必要とされている。

本研究では、事業体の効率性を測定で用いられている包絡分析法を応用してがけ崩れに対する警戒避難基準雨量を構築し、従来手法との比較を試み、その有用性について考察する。

2. 包絡分析法の応用

本研究では、時間雨量と実効雨量の2つの指標において、がけ崩れが発生したときの雨量データ（発生降雨）とその一連降雨<sup>2)</sup>を除いたがけ崩れが起きていないときの降雨データ（非発生降雨）をそれぞれ散布図にプロットさせる（図-1）。図-1のA~Eがすべて非発生降雨の場合、危険である領域と安全である領域の境界線を設定する場合、その境界線の設定の仕方は図-2のように何通りも設定することが出来る。従来の手法<sup>2)</sup>（線形CL）では非発生降雨の上限包絡線は図中の二点鎖線のように設定されていたが、包絡分析法を用いることで、図-2のほかの境界線が設定される。このうち、破線の設定法は、角度を設定する（例えば破線の場合 $\angle CDF$ ）パラメータが必要となってくるため、どのパラメータが最適であるかという試行錯誤的な議論を必要とする。したがって、本研究ではこのような議論を必要としないモデル（図-2中では実線で表示されている）を用いて警戒避難基準雨量の設定を行った。

このように包絡分析法では発生降雨と非発生降雨から2本の基準線を設定することが出来る。本研究で設定される警戒避難基準雨量の概要を図-3に示す。図中白抜きの点は非発生降雨、黒塗りの点は発生降雨を指す。

3. 斜面崩壊への適応

1) 非発生降雨から包絡線の設定

非発生降雨はアメダスデータが存在する約25年間のデータを分析しようとする膨大な数になるので、必要でない非発生降雨を削除する。包絡線を構築する非発生降雨は時間雨量、

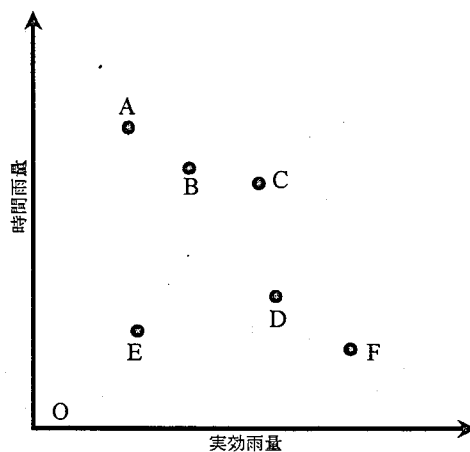


図-1 降雨の散布図

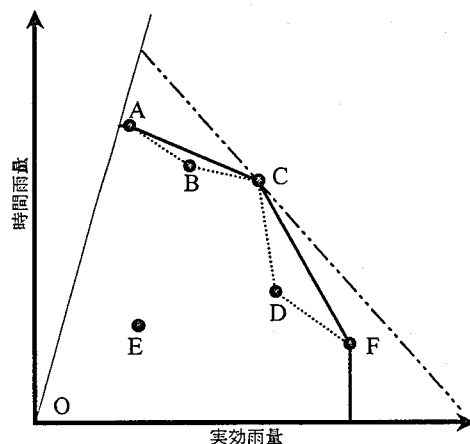


図-2 包絡線の設定方法

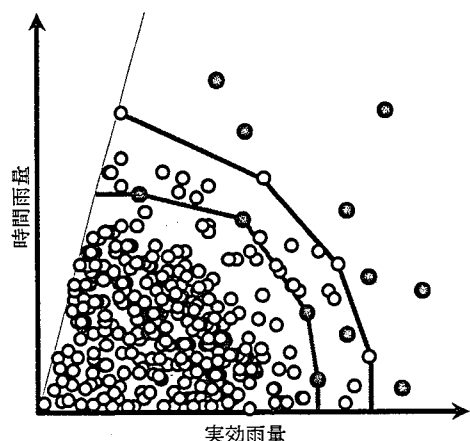


図-3 警戒避難基準雨量の概要図

実効雨量がともに大きな値をとる降雨が必要となることから、各時間雨量で最大の実効雨量である非発生降雨のみを残し、残りの非発生降雨はすべて削除する。この作業で抽出された非発生降雨から包絡線を求める。この包絡線より右上の領域には、非発生降雨が1件もないことから、この領域を発生領域とする。またこの包絡線は非発生降雨の上限であることより、非発生限界線と定義した(図-3の外側の基準線)。

## 2) 発生降雨から包絡線の設定

発生降雨から構築される包絡線は、最も少ない降雨で発生した雨量の限界線である。しかし、がけ崩れの発生は、極めて少ない降雨でも発生していることを考慮すると、精度の良い発生予測が出来なくなる恐れがある。そこでこのような予測不可能な発生降雨を削除する。前節で設定した非発生限界線を縮小させた領域内にある発生降雨と非発生降雨の分布の比を取り、発生降雨が急激に上昇している境界の設定を行った。その境界となる包絡線に内包される領域の発生降雨を予測不可能な発生降雨とし削除を行う。

抽出された発生降雨のうち、発生降雨の下限線の設定を行う。例えば、図-4に示された5点から上限線を設定すると図中の実線となり、Aのように包絡線に内包される発生降雨が数点存在する場合がある。したがって、この基準線では発生降雨の下限線とはいえない。そこで、AにとってBあるいはCが存在しなければ包絡線上に位置することができることから、B、CのうちAにより近接しているCを除く。このようにしてすべての点が包絡線上に配置されるまで繰り返すと、発生降雨の包絡線が構築できる。この包絡線より原点側の領域を安定領域と定義し、この包絡線を発生下限線(図-4中一点鎖線)と定義した。

## 4. 従来CLと発生下限線の非発生降雨に対する精度比較

設定を行った発生下限線は、従来のがけ崩れ発生限界雨量線(CL)と同様の意味を持っていることから、包絡分析法を用いた警戒避難基準雨量が有用であるかどうかは、発生下限線が従来CLより精度が向上しているか否かに依存している。

図-5より従来CLと発生下限線で囲まれた領域分(図中グレーの部分)だけ、発生下限線がより安全領域が広いことが示されており、山口県岩国市、柳井市に分布する花崗岩地域の非発生的中率も従来のCLより多くの非発生降雨が正確に判断される(表-1)。

## 5. おわりに

本研究では包絡分析法を用いて警戒避難基準雨量の設定を試みた。また、従来CLよりも精度がよいと確認された。今後は個別斜面に関して警戒避難基準雨量を設定する必要があると思われる。

## 参考文献

- 1) 社団法人全国治水砂防協会, 砂防便覧平成11年度版, 2000.
- 2) 建設省河川局砂防部, 総合土石流対策(II)土砂災害に関する警報の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案), 1984.

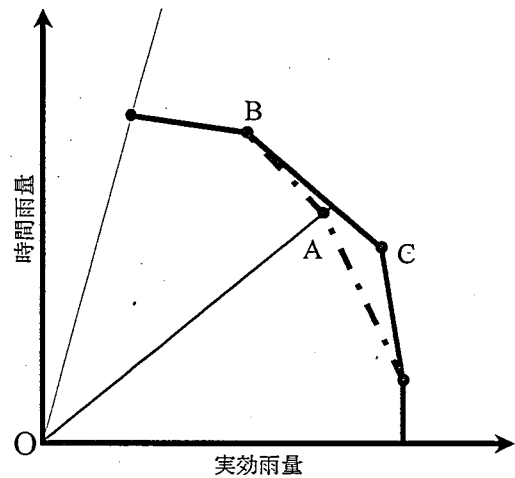


図-4 発生下限線の設定

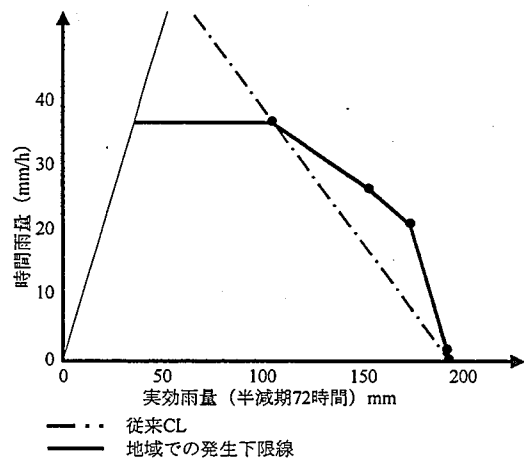


図-5 従来CLと発生下限線の安全領域の比較

表-1 非発生降雨の的中率の比較

	検討数	的中数	空振り数	的中率
従来CL	74372	63912	10460	85.9
発生下限線	74372	65434	8938	88.0