

国土技術政策総合研究所 砂防研究室 ○野呂智之 倉本和正 小山内信智
アジア航測株式会社 小川紀一郎 柏原佳明

1. はじめに

これまでに、砂防部局で使われている土砂災害警戒避難基準雨量と気象庁で使われている土壌雨量指数を組み合わせた統一基準についての検討を行ってきた¹⁾。ニューラルネットワークの一種であるRBFNを用いたこの手法は、土砂災害の発生・非発生の実態について過去の降雨の発現頻度をもとに安全領域と危険領域の境界を統計的に求める手法である。都道府県、地方気象台等が連携して発表する土砂災害警戒情報の作成・伝達基準の設定にあたっては、基準雨量と土壌雨量指数の2指標を用いて統計的に安全・危険領域を設定し、土砂災害発生危険基準線 (CL) を決定することとしている。

本研究では、統計的手法で求めたCLの妥当性を再確認するとともに、より精度の高いCLの設定手法を検討するために、統計的手法によるCL設定と、浸透流解析および斜面安定解析で導いた安全率をもとにしたCL設定 (以下、物理的手法によるCL) とを行い、両CLを比較検討した。

2. CL設定に使用したデータ等

統計的手法によるCLは、広島市安佐南区安川左支川 (流域面積 0.046km²、溪流長約 400m) を含む範囲の降雨データ (レーダーアメダス解析雨量、土壌雨量指数、期間は 1991~2000 の10年間) メッシュをもとに、RBFN (Radial Basis Function Network) を用いて設定した。

また、物理的手法によるCL設定においては、同川実斜面の平面縦断形状を再現したモデル斜面 (図-1) において浸透流解析および斜面安定解析を行い、安全率を計算した。計算に必要な諸定数 (飽和透水係数、体積含水率、粘着力、内部摩擦角) は白杵ら²⁾ の調査結果を用いた。浸透流解析には、3次元飽和-不飽和浸透流解析モデル、斜面安定解析には修正フェレニウス法 (円弧すべり法) を用いた。

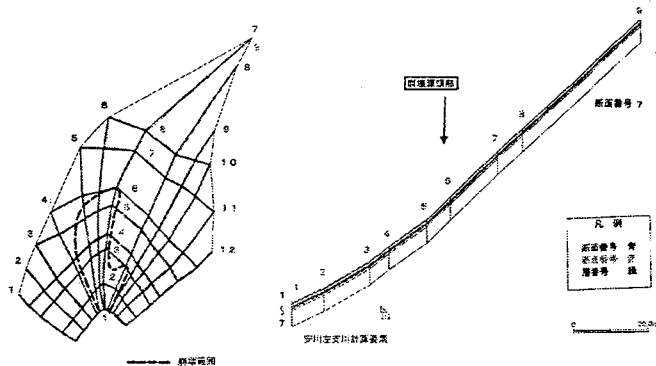


図-1 モデル斜面

3. 統計的手法によるCLの設定

RBFNを用いた応答曲面の例を図-2に示す。なお、短期降雨指標および長期降雨指標はそれぞれ60分間積算雨量および土壌雨量指数である。

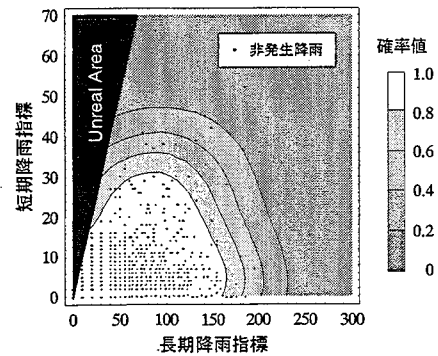


図-2 RBFNで作成した応答曲面

3. 物理的手法によるCLの設定

物理的手法によるCLの具体的な設定手順は次のとおり。

- ①雨量判定図上に任意の点を複数設定し、各点に到達する降雨パターンをそれぞれ設定
- ②①の降雨パターンを用いて浸透流解析・斜面安定解析を実施し、土壌雨量指数が各点に達した時点の安全率を算出
- ③②をもとに等安全率線を抽出し、「安全率=1」の等値線をCLとして設定

なお、雨量判定図の短期・長期降雨指標の組み合わせは統計的手法と同一である。設定した降雨パターンと計算した安全率の結果を図-3に示す。

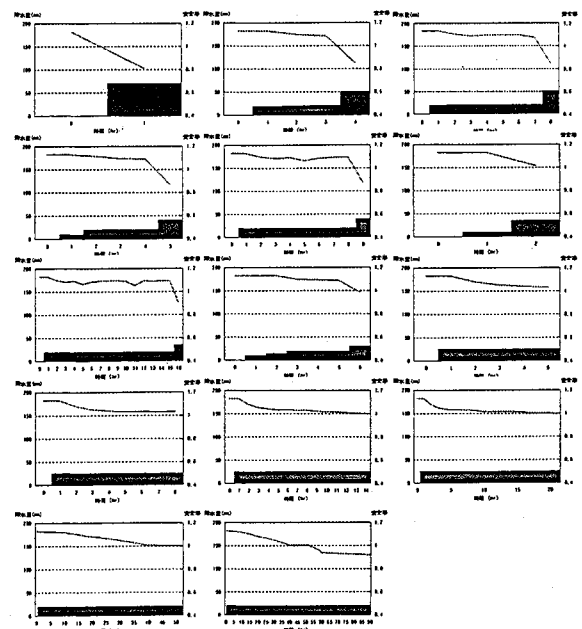


図-3 降雨パターンと安全率

4. 設定結果

図-4 は統計的手法によって設定した CL である。図では 4 本の等降雨発現確率値線（外側から 0.2~0.8）を設定しており、内側に行くほど安全度が高い領域であることを表している。なお、実際に各都道府県が CL を決める際には、これら複数の確率値線の中から既知の災害データに基づいて災害補足率、発表頻度等を考慮して妥当と思われる 1 本に絞る作業が必要となるが、本研究ではその絞り込みはしていない。

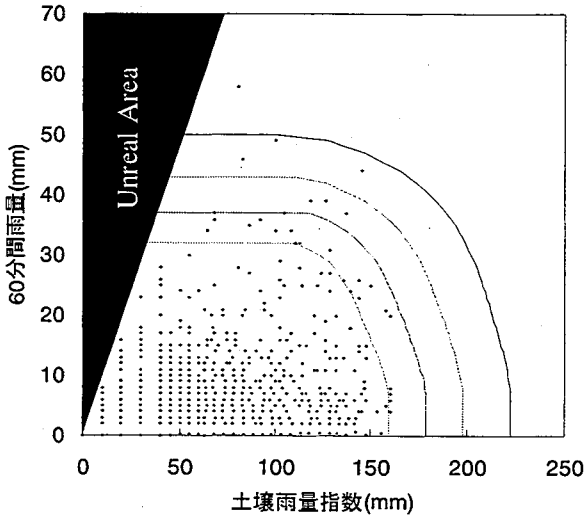


図-4 統計的手法による CL

図-5 は物理的手法によって設定した CL である。図中の 6 本の曲線は等安全率を表しており、外側から順に 0.6~1.1 となっており、内側に行くほど安全度が高い領域である。このうち安全率=1 の線（太線）を CL とした。

図-6 は両手法で設定した CL を重ね合わせたものである。土壌雨量指数が 80~150mm 程度の範囲では、どちらの手法を用いてもほぼ同じ領域に CL を設定できることが分かった。

また、土壌雨量指数 80mm 以下の範囲では、物理的手法による CL が上方に遷移しているが、これは斜面安定解析の結果では、先行降雨がほとんどない乾いた状態で突発的な集中豪雨があっても、斜面崩壊が発生しにくいことを示している。

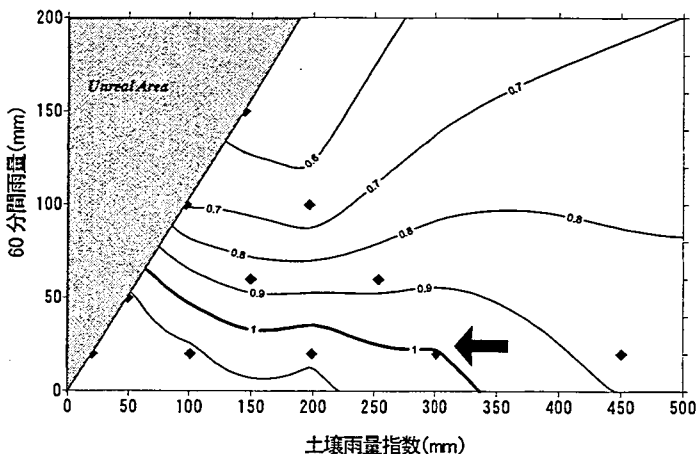


図-5 物理的手法による CL

一方、土壌雨量指数 150mm 以上の範囲では、物理的手法による CL が緩やかに横軸に接近していくのに対し、統計的手法による CL は原点を中心とした同心円的な形状を呈している。これは、雨量強度が低い降雨が極めて長時間続く状況（土壌雨量指数が 220mm 超）では、斜面安定解析上安全率がそれほど急減しない一方、このような雨の降り方は現実にはほとんど観測されていないことを示している。例えば図-5 中の矢印地点の安全率を算出する際に用いた降雨パターンでは、土壌雨量指数を 330mm に到達させるために、60 分間雨量 20mm の降雨を 50 時間継続させる必要があった。

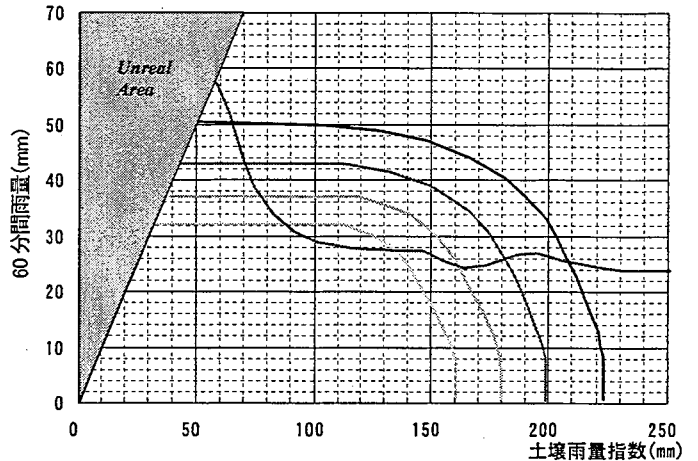


図-6 両手法により設定した CL の比較

5. おわりに

本研究の結果により、以下の点が明らかになった。

- ① 統計的手法で設定した CL と物理的手法で設定した CL とは、通常発現する降雨の領域ではほぼ重なることから、CL を統計的に設定する方法は妥当であることが再確認された。
- ② 先行降雨が少ない状態（長期降雨指標が小）で突発的な集中豪雨（短期降雨指標が大）があっても、安定解析上は斜面崩壊が発生しにくいことから、CL 設定において土壌雨量指数の下限值を設定できる可能性がある。
- ③ 低い雨量強度で長時間降り続くような降雨の出現頻度は極めて低いが、安定解析の結果ではこのような降雨条件下では斜面崩壊は発生しにくいこととなる。

参考文献

- 1) 倉本和正ら：土砂災害警戒情報のための降雨指標の統計的検討、砂防学会研究発表会概要集、pp138-139、2004.5
- 2) 白杵伸浩ら：1999.6.29 広島県土砂災害における斜面崩壊に関する一考察、砂防学会研究発表会概要集、pp.348-349、2000.5