

## DEA を用いたがけ崩れ発生限界雨量線の設定とその有用性に関する一考察

山口大学工学部

正会員 佐藤丈晴

香川大学工学部

正会員 荒川雅生

山口県土木建築部砂防課

非会員 鉄賀博己

甲南大学理工学部

非会員 中山弘隆

山口大学工学部

正会員 古川浩平

### 1. はじめに

がけ崩れが発生する過程において、その大半は降雨の影響を受けたものが多い。降雨による崩壊発生予測はCLに代表されており、様々な検討がなされてきている。CLはそのほとんどが線形で表現されており、空振りが多いなど未だ多くの課題が残されている。本研究では、経営の効率性を比較するために用いられているData Envelopment Analysis(以下DEA)をがけ崩れに適応させ、がけ崩れ発生限界雨量線を設定し、その有用性を検討する。

### 2. DEAの概要

DEAは事業体の経営の効率性を比較する手法で、投資(入力)を効果(出力)に変換する過程とし、その変換過程の効率性を測定する。そのときの比(効果/投資)が比率尺度である。この比率尺度を用いて、効率性の面から事業体を評価する手法がDEAである。比率尺度が大きくなるほど効率性が高まっていることを示している。

図-1にDEAの概要図を示す。A~Gの各事業体のうち、比率尺度が大きい事業体を結んだ線を効率的フロンティアという。この図より、各事業体は効率フロンティアに内包され、例えばBでは比率尺度がOB/OPと効率的フロンティア上の点と比較して小さい。BはPまで移動すれば効率的となる。

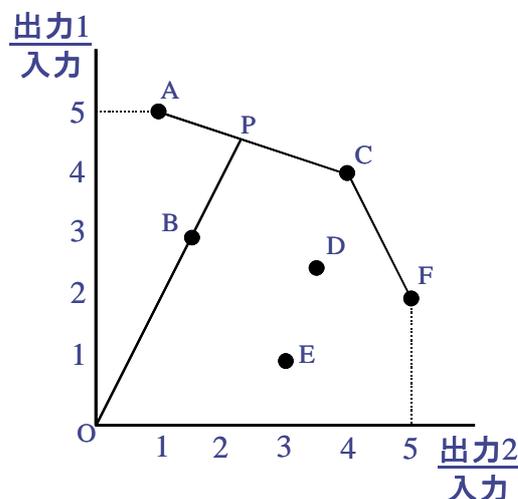


図-1 DEAの概要図

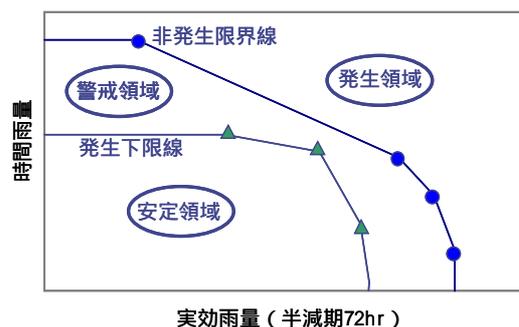


図-2 斜面崩壊に適用

### 3. 発生限界雨量線への適用

図-2に本研究で提案するシステムの概要を示す。縦軸を時間雨量、横軸を実効雨量(半減期72時間)とし、各時間の雨量を図上にプロットする。非発生降雨についてDEAで算定し、非発生包絡線を設定する。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。発生降雨についても同様に算定する。発生降雨から設定された包絡線は、これ以下の降雨では発生しないことから安定領域と定義し、またこの包絡線を発生下限線と定義した。発生領域と安定領域に挟在する曖昧な領域を警戒領域と定義する。

### 4. システムの構築期間

DEAの包絡線の設定においては、データの依存性が高くパラメーター等の設定は全く不要である。したがって、システム構築者の主観が入りにくい特徴を持っているが、一方でシステムを構築する上で多量のデータが必要となる。そこで、何年の分析データが必要であるかを検討する。

今回使用した降雨のデータは、山口県下関気象台の1976年~1999年までのアメダスデータである。1980年まで

キーワード Data Envelopment Analysis (DEA) がけ崩れ 発生限界雨量線

連絡先 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 0836-85-9328 0836-85-9301

の5年間で構築したシステムを図-3に示す。発生下限線が非発生限界線を越えており、矛盾領域を生じている。矛盾領域の部分については、発生下限線が非発生限界線を越えた部分を削除して、非発生限界線を兼用して予測を行うことになるが、警戒領域が分断されることから精度の高い予測が出来ないと考えられる。また発生領域に非発生降雨が分布することになり、領域の定義に合わない。そこでさらに分析期間を1年ごとに増加させたところ15年目(1990年)で、包絡線が交わらなくなった。図-4に1990年までのデータで構築したシステムを示す。警戒領域が分断されことなく分布していることから精度の良い予測が可能であると考えられる。

### 5. 1999年の発生降雨に対する予測

システムを構築するために分析したデータ以降の時期で発生予測が可能であるかを検討した。1998年までのデータから構築されたシステムで1999年の予測を行った。図-5に1999年の発生予測を示す。図中印で崩壊が発生した。この発生した時刻において、スネーク曲線は発生下限線を越えている。発生下限線を越えた直後に発生しており、発生予測は出来ている。

同じデータから求めた線形のCLを図-5中に示す。スネーク曲線は発生の5~6時間前にCLを越えているが、その時点では崩壊は発生していない。この違いは、発生下限線とCLで囲まれた領域にある。この領域ではシステムを構築した期間(1976~1998年)で一度も崩壊が発生していないことから、安定な領域である。このことより、直線で設定されるCLよりDEAは複雑な自然現象をより正確に捕えられる特徴を持つ。

図-5では、時刻と降雨の状況がわかりづらいことから、横軸を時間としたグラフを図-6に示す。図中印で崩壊が発生した。警戒評価線と発生評価線はスネーク曲線が発生下限線及び非発生限界線に対しての比率尺度の時間変化を表しており、評価値1を越えると発生下限線及び非発生限界線を越えていることを示す。この一連降雨では崩壊発生5~6時間前に15~16mmの降雨があり、警戒評価線が1に接近し危険な状態であったが、1を越えなかった。そして、その時刻には崩壊も発生しなかった。その後、15mmより小さい時間雨量の時に警戒評価値が1を越えて崩壊が発生しており、本システムでは確実に崩壊を予測している。

### 6. おわりに

本研究では、DEAをがけ崩れに適用した。DEAを用いてがけ崩れ発生限界雨量線を設定し、下関地域では最低15年の分析期間があれば構築可能である。また分析期間後の予測に関しても良好な結果が得られてことから、発生予測として有用であると考えられる。

**参考文献**：1) 刀根薫：経営効率性の測定と改善，日科技連，1998

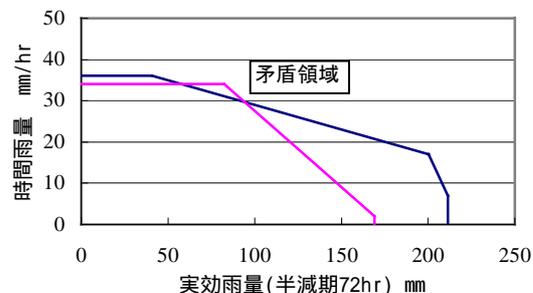


図-3 1980年までのデータで構築したシステム

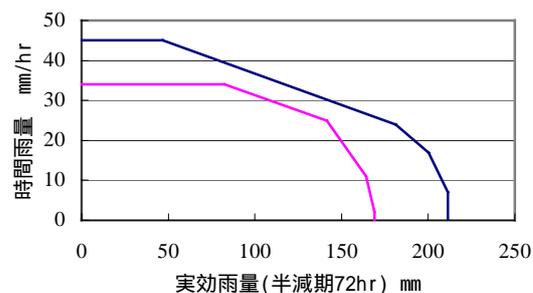


図-4 1990年までのデータで構築したシステム

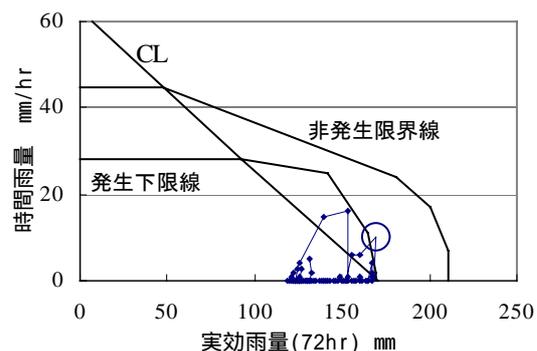


図-5 1999年の発生予測への適用例

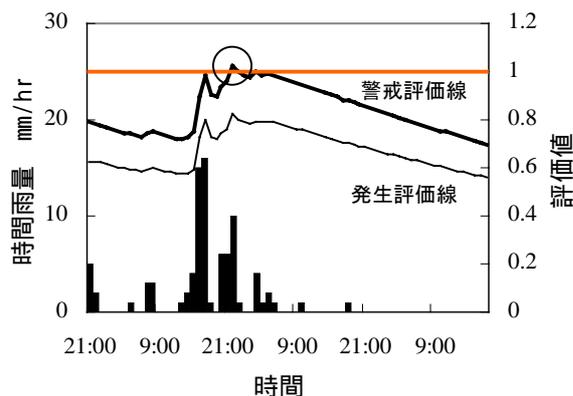


図-6 時系列グラフ