

降雨の災害リスク評価法について

執印康裕(九州大学)

1. はじめに

降雨を誘因とする斜面崩壊による災害リスク評価法には種々のモデルがあるが、降雨から災害発生に至るまでの物理的なプロセスに主眼を置く評価モデル（以降はプロセスモデルと称する）、降雨と災害発生の経験的な関係性に主眼をおく評価モデル（以降は経験モデルと称する）の2つに大別される。両モデルを比較すると、プロセスモデルにおいては土層の物理性等の種々のパラメータを取得する必要がある、災害に至るまでの発生メカニズムは経験モデルと比較して明確である一方で、これを実用的な観点から広域に展開することは難しい。従って経験モデルによる評価が世界では広く用いられており、代表的なモデルの一つとして、降雨継続時間—平均降雨強度（あるいは降雨量）の関係から災害リスクを評価するものがある。本評価モデルはCaine(1980)が初めて世界中の地域で収集した事例に基づきプロトタイプを提案して以来、現在にいたるまで膨大な数の既往研究が存在する。その理由の一つとして、モデル構造が極めてシンプルであるため全世界の多くの地域で適用可能であることがあげられる。このように実用的な観点から経験モデルによる評価法の優位性は明らかではあるが、次に示す3つの課題が存在する（図-1 参照）。

【課題1】経験モデルの多くは降雨イベントベースでの評価を行っているため、降雨区切りの定義の違いによって降雨継続時間、降雨量が異なること。

【課題2】経験モデルによる評価は斜面崩壊の発生・非発生の降雨閾値の基準線の設定が主目的であり、斜面崩壊規模に対応しているものでない事。

【課題3】設定された基準線は場の素因（地質、植生等）により異なることが認識されているものの、その対応関係が必ずしも組み込まれていないこと。

以上に示した課題を解決するために、降雨継続時間—降雨量の経験モデルに基づき極めて単純な予備的検討を実施したので報告する。

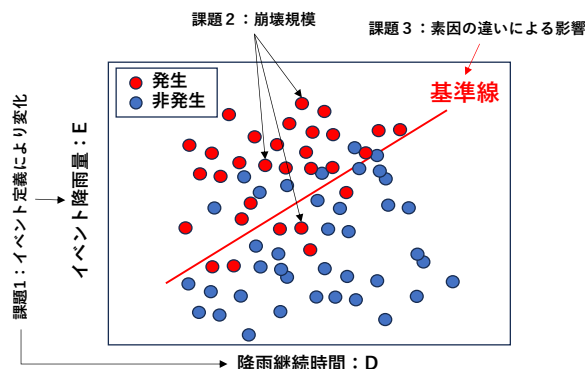


図-1: 経験モデルの模式図と課題

2. 検討方針ならびに対象地と検討手法について

2-1. 検討方針

従来から実施されている災害リスク評価指標は降雨継続時間に対して基準線を決定するものが多いが、ここでは災害リスクは降雨外力そのものによって決定するものであると考え、一つの単独の指標値によって評価する方針をとった。

2-2. 対象災害と降雨データ

【対象災害】

対象地域は高知県香美市（旧山田町）で発生した1972年繁藤災害、1998年高知豪雨災害を検討対象とした。繁藤災害においては7月5日5時頃に森林皆伐跡地に発生した小規模崩壊の後、同日11時に発生した大規模崩壊（土砂量10万 m^3 ）によって甚大な被害が発生していること（栃木1973）、高知豪雨災害においては9月25日の未明から崩壊が発生しその特徴として小規模崩壊よりも崩壊深さ5m以上の大規模崩壊が顕著であること（平松ら1999）が報告されている。以上のことは崩壊規模および植生の影響を含めた検討を可能にするものである。

【降雨データ】

降雨データは1976年～2023年の繁藤アメダスおよび1972年繁藤災害については、過去の災害記録（栃木1973）を使用した。

2-3. リスク評価指標(NRI)について

前述したように降雨継続時間—降雨量の経験モデルをベースとしているが課題1に示した点を考慮して降雨の有無に関わらず継続時間（以後 D_* と称す）を1時間から72時間までの範囲で先行降雨量（以後 E^* と称す）をもとめる手法を採用した。一般に先行降雨量を使用する場合に降雨の崩壊に対する影響を考慮するため任意の時点から遡及した降雨に対して逓減係数等を使用する場合もあるが、ここでは単純に任意の時刻から1時間から72時間の範囲で遡った積算によって E^* を求めている。リスク評価の指標としては、評価時刻の各 D_* における E^* をその10年確率値（以降は E_{10}^* と称す）で除することで基準化した値の最大値（以降はNRIと称す）をリスク評価指標として定義した。

3. 結果

各災害期間における短期時系列変化および1976年から2023年までの長期時系列変化についての結果を示す。

3-1. 両災害におけるNRIの短期時系列変化

図-2に両災害におけるNRIの時系列変化を、表-1に比較結果の数値を示す。図-2から、NRIのピークまでの増加変化に対応して崩壊が発生していることが分かる。また限られた事例ではあるが表-1

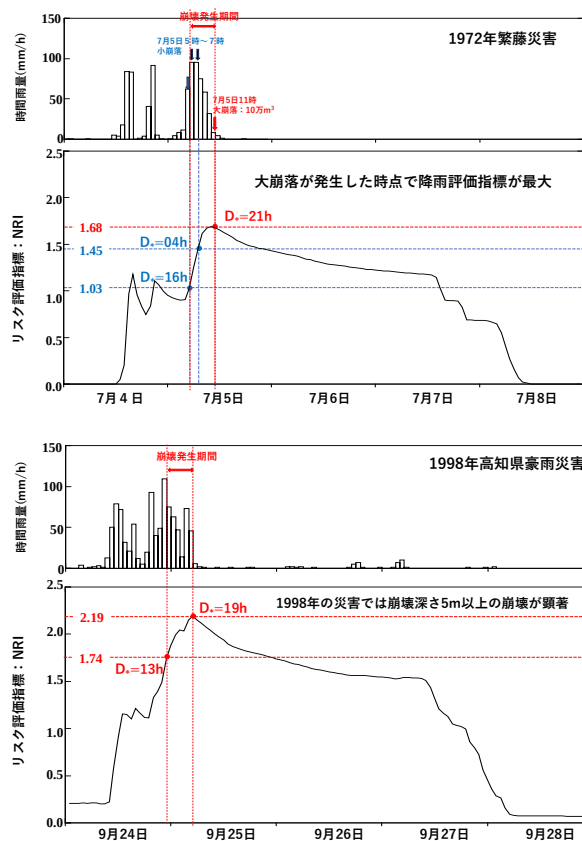


図-2: 両災害期間における NRI の時系列変化

表-1: 災害時豪雨イベントの比較結果

	1972年 紫藤災害			1998年 高知県豪雨災害		
D* (h)	16	4	21	13	19	
E* (mm)	413.5	604	759.5	636.0	954.0	
NRI	1.03	1.45	1.68	1.74	2.19	
崩壊規模	小	小	大(10万m³)	大(崩壊深さ5m以上)		
確率年	4	15	27	32	89	

から D^* と NRI の対応は特に認められず、NRI の増大とともに崩壊規模が大きくなる傾向を示すことは、NRI 単一の指標で崩壊規模が推定可能であることを支持している。また紫藤災害では皆伐跡地において崩壊が発生していること、大規模崩壊には森林の根系による補強効果が及ばない事を踏まえれば、皆伐の影響によって NRI が減少した結果、小規模崩壊が発生したと考えられる。

3-2. NRI の長期時系列変化(1976~2023 年)

図-3 に NRI の長期時系列変化を示す。本図には両災害が発生した範囲を合わせて示しているが、NRI が 1.0 を超えた年には豪雨による災害が発生していることを既往資料等から確認している。また図-4 から NRI は一般化極値分布と良好な適合を示すことが確認される。以上のことは NRI を用いることによって、降雨外力と連動した崩壊規模の確率分布を導出することが可能であることを示唆している。

4. まとめ

おわりに 1976 年から 2023 年までの全降雨デー

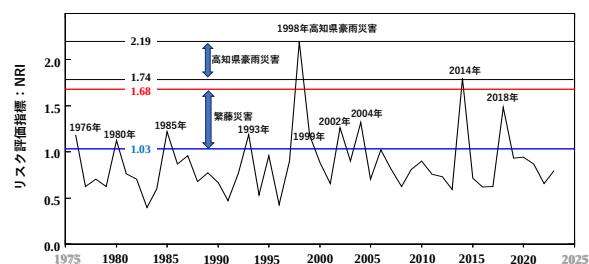


図-3: リスク評価指標の年変化

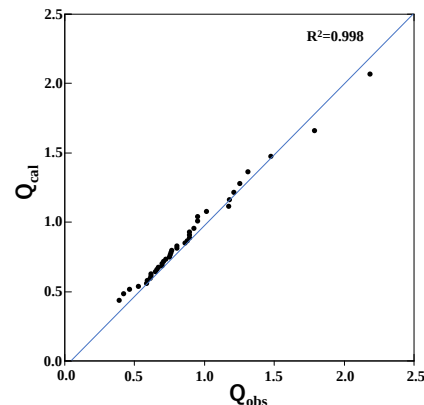


図-4: リスク評価指標の Q-Q プロット

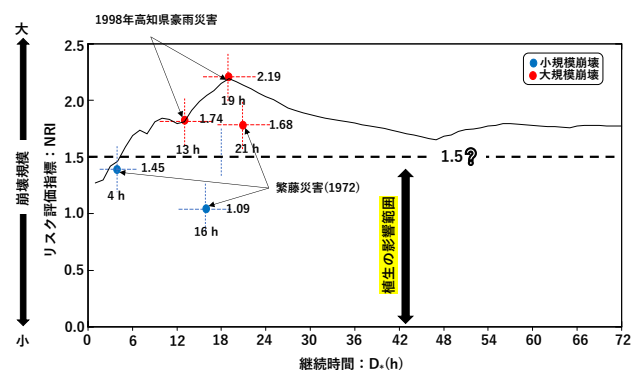


図-5: 継続時間とリスク評価指標の関係

タによる継続時間とリスク評価指標の関係を図-5 に示す。本図から継続時間には関係なく NRI が 1.0 を超えたあたりで小規模崩壊が発生しはじめ、さらに 1.5 を超えたあたりで大規模崩壊へ移行していく傾向にあることが分かる。この結果は限定的ではあるが、仮に森林を含めた植生の影響範囲は NRI が 1.5 以下であると解釈すれば、気候変動および植生の影響を考慮した上で災害リスクの統一的な評価が単一指標である NRI によって可能になることを示唆しているのかもしれない。最後にこれまでの結果をまとめると、本報告は既往の経験的手法に僅かに変更を加えるだけで素因の影響を含めた崩壊規模による災害リスクを評価できる可能性を示したといえるのかもしれない。

参考文献

- Caine N(1980) : Geogr Ann: Ser A, Phys Geogr 62(1-2):23-27
 平松晋也ら (1999) : 砂防学会誌, Vol. 51, No. 5, 43-47
 栃木省二 (1973) : 地すべり, Vol. 9, No. 2, 44-46