

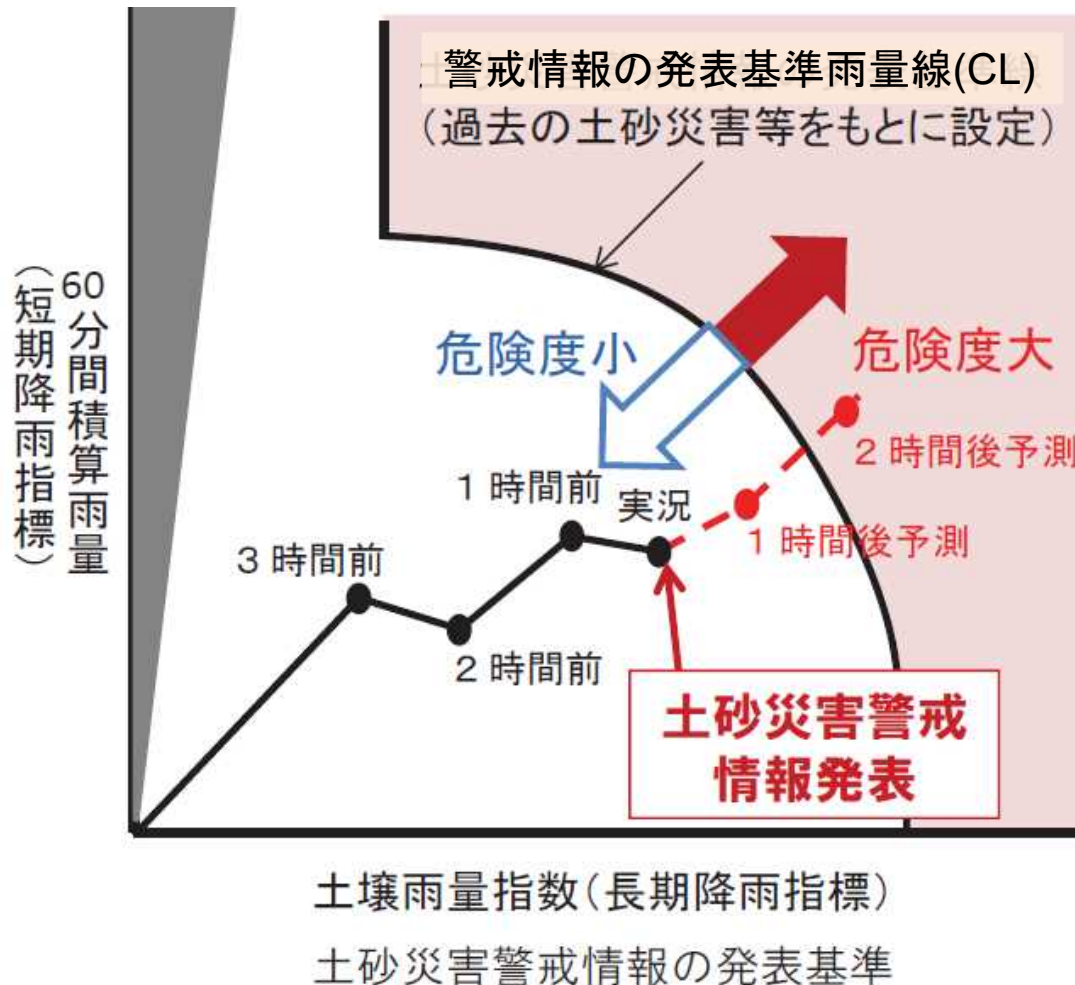
国による土砂災害の予測技術について

国土技術政策総合研究所で実施している 土砂災害予測に関する研究の概要

令和3年5月17日

国土交通省 国土技術政策総合研究所
土砂災害研究部 土砂災害研究室

- 現在運用中の土砂災害予測手法は、適用の簡便さから統計学的手法を採用。
- 過去の降雨と土砂災害発生の関係から、発表基準雨量線(CL)を設定。地形・地質等の場の条件は、土砂災害発生の履歴から「動的地形平衡状態」にある前提。

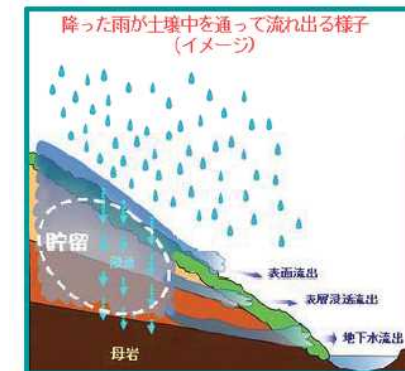


○短期降雨指標
解析雨量(60分間積算雨量)



国交省、気象庁のレーダー雨量を国交省、気象庁、都道府県の雨量計で補正して解析した雨量

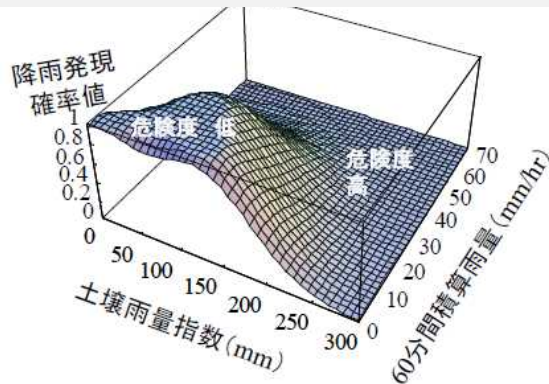
○長期降雨指標
土壌雨量指数



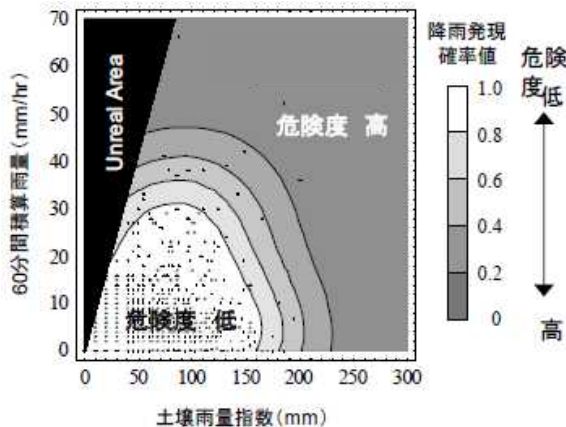
降った雨が土壌中に水分量としてどれだけ溜まっているかを指数化したもの

降雨データ

- 各メッシュの雨量データをニューラルネットワークで処理し発現確率を推定。
- 発現確率に基づいてCL設定の標準化を図ったもの。



過去の雨量データから発現確率関数を作成する、ニューラルネットワーク学習モデルによるRBFN手法を適用。



降雨発現確率を等確率線として表現。この線を援用し、災害発生実績を概ね捕捉するようCLを設定。

土砂災害発生データ

- 設定期間内に発生した土砂災害の内、土石流及び多発するがけ崩れ※について
- ①発生場所、②発生時刻、
 - ③人家被害の有無等、を整理。

※土砂災害警戒情報の対象現象。地すべりや深層崩壊等は対象外。



令和2年7月豪雨で発生したがけ崩れ(熊本県提供)

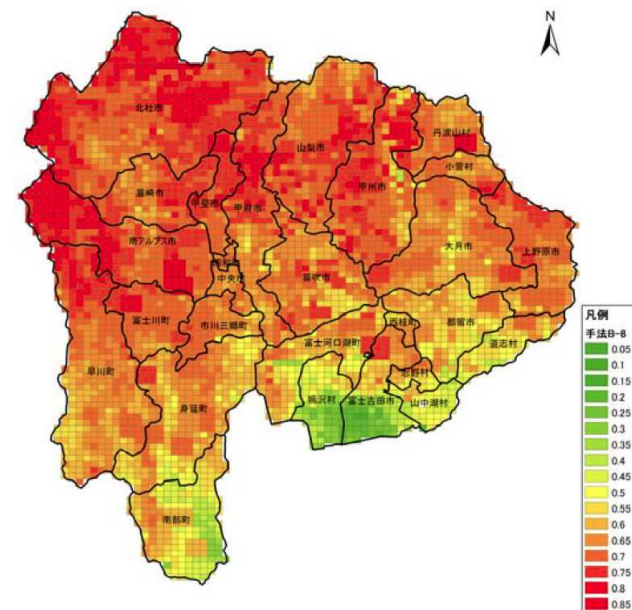
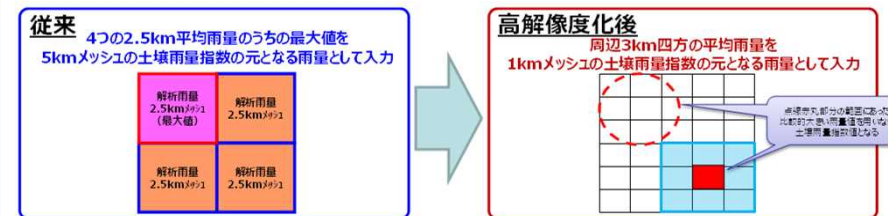
令和元年6月以降、気象庁と連携し、全国の都道府県において、検証結果を踏まえつつ、発表基準雨量線(CL)の判定単位の1km化を段階的に導入

[内容]

- 土砂災害警戒情報のCL判定を2.5kmから1kmメッシュ単位へと詳細化。
- CL判定単位の国土数値情報三次メッシュ単位との整合性を向上。
- 雨量に基づく判定のための分割単位と、地形・地質等に基づく素因リスク用の分割単位との大きさの整合が図られ、素因リスクがより直接的に生かされるようになった。

<改善結果の事例>

- ・捕捉率はメッシュ単位で従来方式での50%が、100%へと改善(CL設定用の対象災害に関して見逃しの発生を解消。)
- ・実績雨量評価での適中率を12.7%改善(非発生発表は全県平均で0.48回/年に減少。)

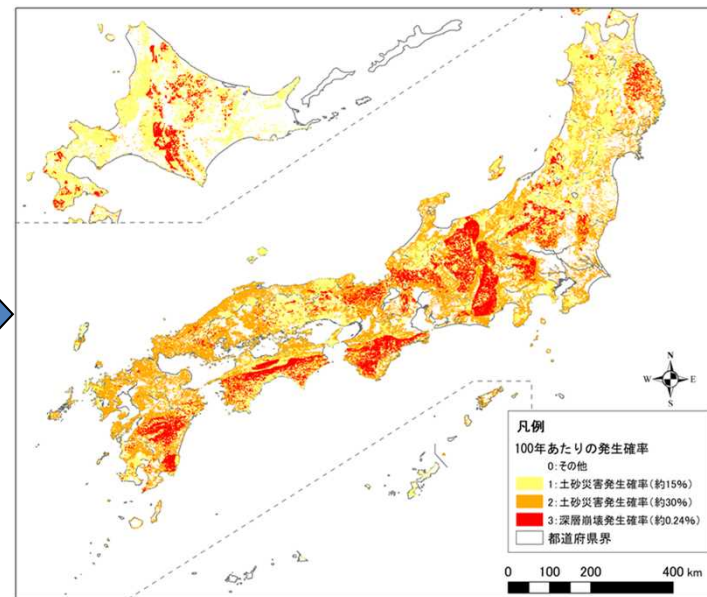
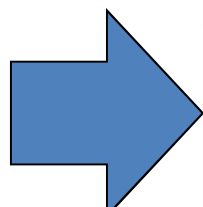
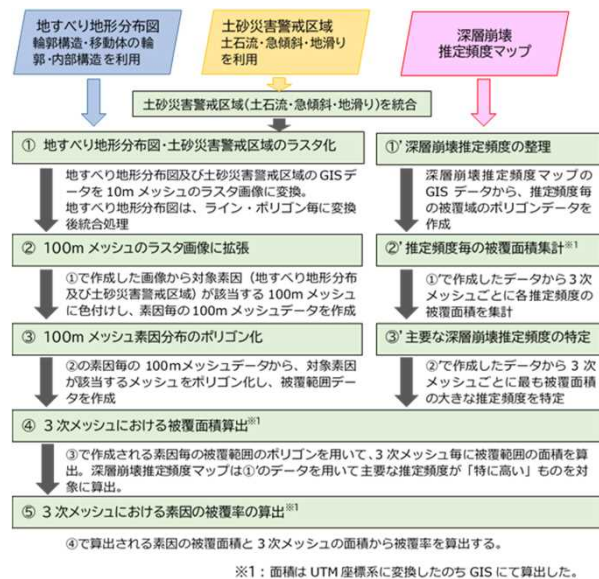


1kmメッシュでのCL設定事例(山梨県)*

*国総研資料に示した素因リスク情報を活用

課題：非発生メッシュにおいては信頼度のあるCL設定が困難(データ空白域)
 →地形・地質を示す主題図から発生確率頻度マップを作成。同マップを活用することでCL設定の信頼度を向上。

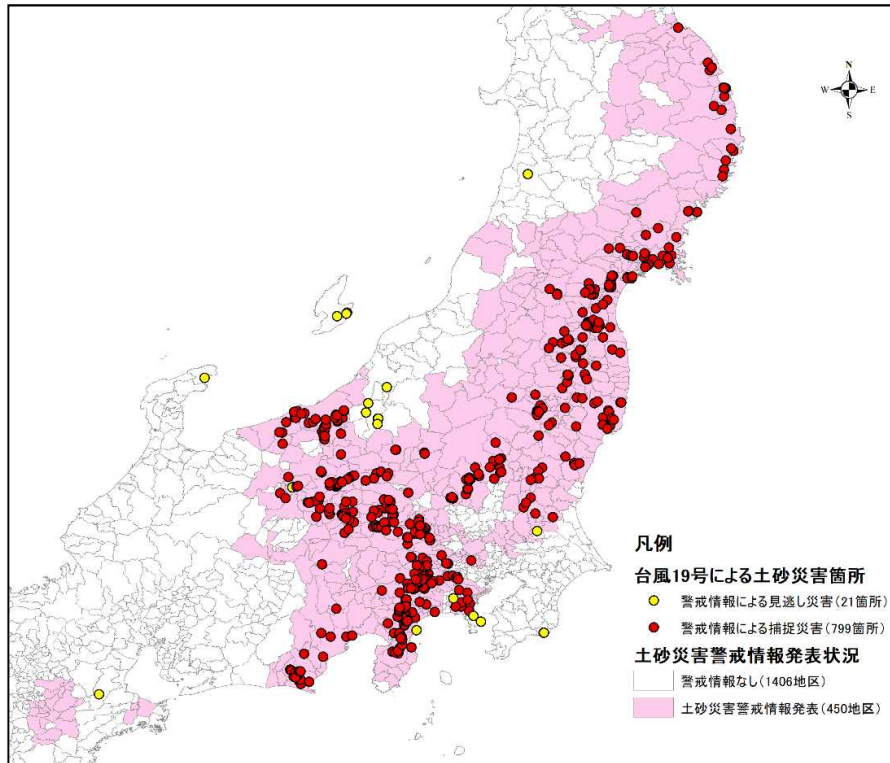
[概要] 代表的な素因情報をラスタ化し、土砂災害データベースを用いて発生頻度を算出。
 ※運用成績の改善についてはPDCA。



発生確率としては深層崩壊も参考に算出。

確立された主題図(二次情報)を統一的にラスタ化(座標系・サイズの統一)様々な組み合わせを作成。

過去データ(土砂災害DB)に合致する組み合わせを用いてメッシュ当たりの災害発生確率を算出し素因リスクを表現。



令和元年台風19号による土砂災害発生箇所
 (土砂警発表はなされていたが適中には改善余地があった。)



未曾有の広域災害であった令和元年台風第19号で確認(発生状況との対応検証)

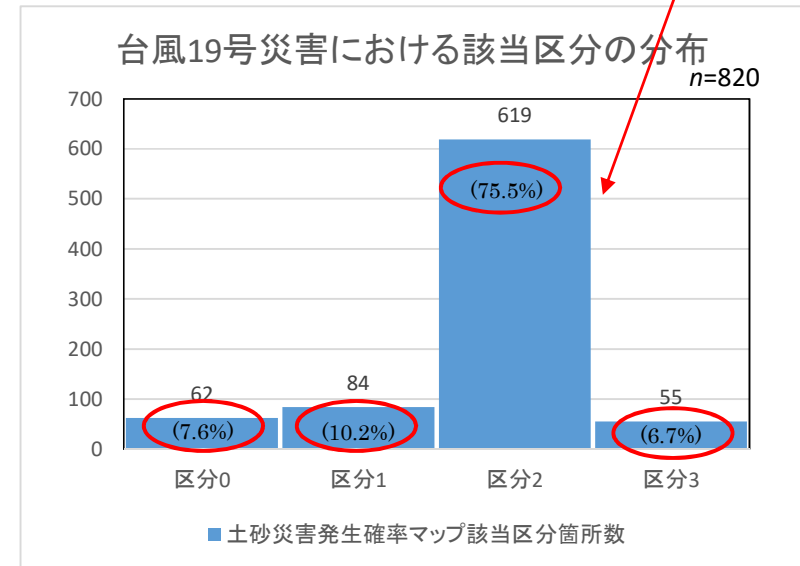
○発生実績は、土砂災害発生確率マップ(案)の発生確率区分とほぼ同じ。

○事例検証からは、過去24年間の災害実績に基づくマップは将来の災害の発生地域の予測にも有効な可能性が高いと言えた。

土砂災害発生確率マップ(案)の発生確率区分毎の24年間の災害履歴の捕捉率

発生確率区分	個別区分別			
	メッシュ総数	土砂災害箇所数	適中率	捕捉率
区分0(その他)	131,601	593	0.45%	5.5%
区分1	117,876	1,686	1.43%	15.8%
区分2	91,990	7,426	8.07%	69.4%
区分3	42,411	996	2.35%	9.3%
総計	383,878	10,701	-	-

概ね一致



令和元年台風第19号による土砂災害発生箇所の集計結果

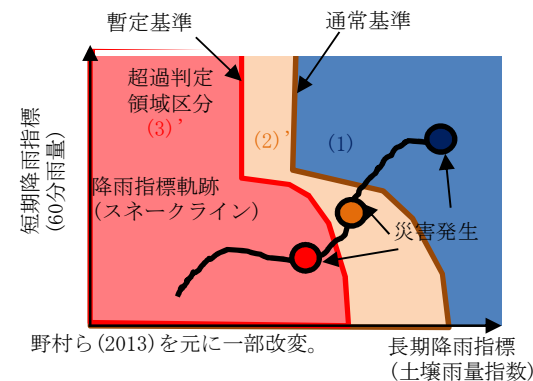
課題: 確実な捕捉のため、地震後に警戒情報の発表基準を、最大震度に応じて、当該市町村で一律に引き下げている。結果として適中率低下の可能性。現行方式*は、東日本大震災後の半年間程度の調査結果をベースに設定。
 ※震度に応じて長期降雨指標基準を7~8割に引き下げ、その後、該当都道府県においては、1~2出水期程度の期間、暫定運用。現地調査を重ねて亀裂等変状、拡大崩壊(増破)の有無を確認後、問題がなければ元の基準に戻す運用。

[内容]

2013年5月から約6年間の運用実績、通常基準への引き上げのための現地調査の結果を整理。被災地域全体を熟知する自治体職員自らによる現地調査結果を活用。調査結果を降雨履歴から改めてCLとの関係で整理。震度情報として、1kmメッシュの推計震度を活用(安全を見て周辺9マス最大震度での分析)



引き下げが必要な条件を整理。空振り(感)を減らし警戒情報への信頼度を改善できる可能性。



分析に用いた降雨基準超過程度の3区分

*○で模式的に示した災害発生は同一のスネークライン上の発生を意味せず、別の降雨時のものも含む。

1kmごとの引き下げ、余震回数、基盤地質、他PGA等を含む地震情報を的確に反映した運用の実現へ。

過去20年間の強震事例に1kmメッシュでの震度情報を適用した分析事例

震度		震度5強以上			うち、震度6弱以上		
番号	地震イベント	メッシュ	市町村	比率	メッシュ	市町村	比率
1	北海道胆振東部地震	4,436	12,395	36%	1,965	5,226	38%
2	宮城県北部地震	934	2,339	40%	61	1,173	5%
3	岩手・宮城内陸地震	4,211	9,688	43%	2,173	7,791	28%
4	東北地方太平洋沖地震	36,816	58,805	63%	17,667	37,826	47%
5	東北地方太平洋沖地震	872	3,382	26%	162	1,063	15%
6	東北地方太平洋沖地震	659	2,164	30%	193	606	32%
7	山形県沖地震	303	3,165	10%	16	2,017	1%
8	新潟県中越地震	3,214	6,967	46%	1,388	5,191	27%
9	新潟県中越沖地震	1,779	4,517	39%	670	3,115	22%
10	能登半島地震	1,737	2,269	77%	925	1,860	50%
11	鳥取県西部地震	2,144	7,250	30%	776	2,286	34%
12	熊本地震	4,082	9,273	44%	1,697	4,693	36%
平均		5,099	10,185	50%	2,308	6,071	38%

最大 77%
 最小 10%
 平均 50%

強震・烈震は局地的。市町村面積も大きい。

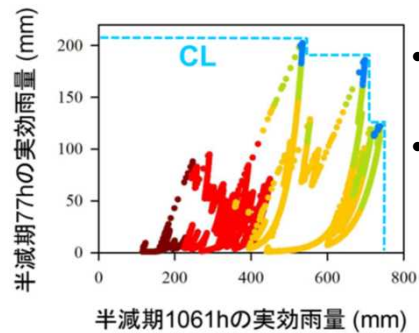
→ 暫定基準対象面積を半分程度まで減らせる可能性がある。

→ 地震後の基準の設定(引き下げの割合や範囲)について更なる検討が必要

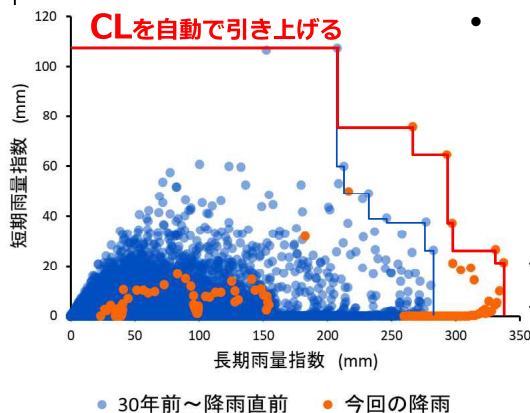
今後も、過去事例のカタログ化を進めると共に、実災害ごとに、速報性の高い推計震度メッシュから、Quake等まで暫時の多段階の利用方法の検討、また、PGA、PGV、入射角、方位、卓越周期等、多面的な分析を進める予定。

- いわゆる”空振り“の軽減のため、河川砂防技術開発制度の委託研究制度により京都大学等と連携し、以下の内容で取り組んでいる(H31~R3)。

スネーク曲線図における既往最大値を結んだ線をCLとし、空振りが起きたときはCLを自動で引き上げる。

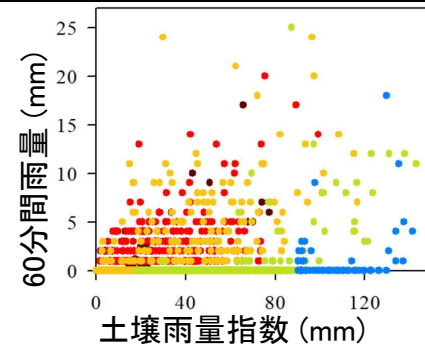


- 崩壊・土石流の発生の際、臨界値の特定は困難。
- 既往最大値超過は避難行動を起こすべき明確な根拠となり得る。

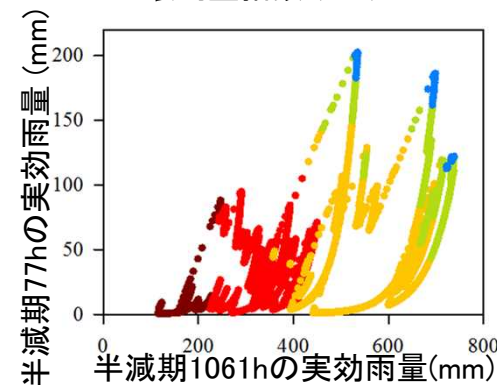


- 既往最大値を超えても空振りが発生した場合は、雨量指数ペア毎の判定により、経験した値まで基準値を引き上げる(全てのペアで引き上げるのではない。右参照。)

雨量指標を一律に固定せず、様々な指標の組み合わせで危険度を評価し、土砂災害の危険性を漏れなく把握する(自動引き上げの副作用を抑制)。



- 斜面は多様であり、一つの指標では、地下水位を適切に表現出来ない場合がある。



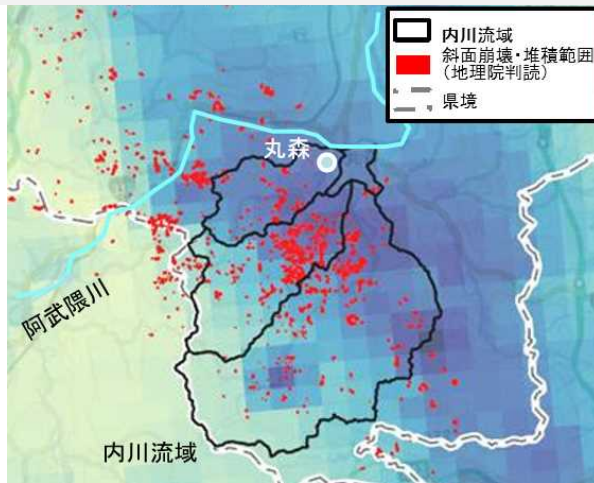
- この斜面では、長期雨量1067h, 短期雨量77hの半減期で観測地下水位を最も良く反映した。

● $H < -14.5$ m ● $-14.5 \sim -13.5$ ● $-13.5 \sim -12.5$ ● $-12.5 \sim -11.5$ ● $-11.5 < H$

観測地下水位 低

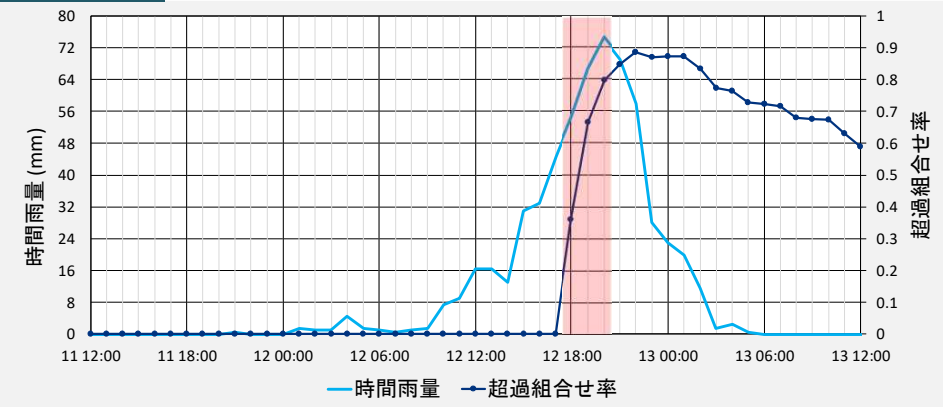
観測地下水位 高

令和元年台風第19号で多数の斜面崩壊が発生した丸森地区において、10月12日18時から既往最大値を超える組み合わせが多数発生。



丸森地区の斜面崩壊・堆積の分布

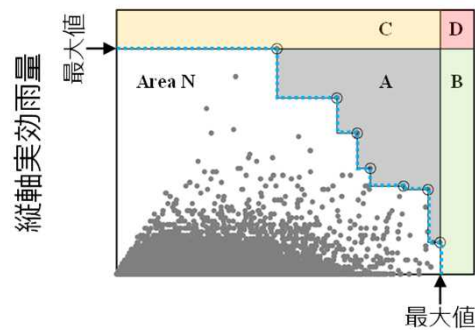
アメダス 筆甫 既往最大値計算期間 1979.1~2019.10(約41年)



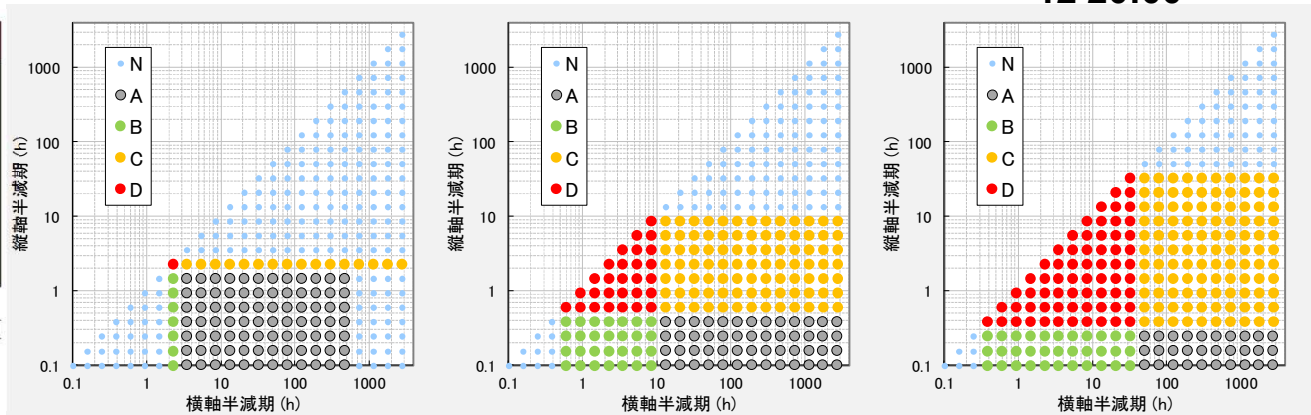
12 18:00

12 19:00

12 20:00



凡例の説明図



多様な半減期ペア(図中で「粒」)で危険度の高い赤着色Dのものが増加→危険性増加。