

今後の検討の方向性

12月9日に実施した現地調査会・意見交換会

- 台風第19号により発生した土砂災害の中でも象徴的な箇所として、宮城県伊具郡丸森町の土砂・洪水氾濫、群馬県富岡市内匠の緩やかな斜面における崩壊性土すべりの発生箇所を調査。
- 調査後の意見交換会において、今後の検討の方向性に関して意見交換会を実施。



現地調査会の実施状況



委員らによる意見交換

1. 日時 令和元年12月9日(月)9:00~15:45
2. 場所 現地調査 ①宮城県伊具郡丸森町、②群馬県富岡市内匠
意見交換(富岡合同庁舎1階大会議室)
3. 参加者 座長 藤田 正治 京都大学防災研究所 教授
内田 太郎 筑波大学生命環境系 准教授
執印 康裕 宇都宮大学農学部 教授
中北 英一 京都大学防災研究所 教授
堀田 紀文 東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授

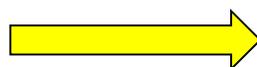
○ 主な意見

- 富岡市内匠地区で生じたような緩勾配斜面での土砂移動現象は、高強度の短時間降雨だけでなく、土中の水分量を増加させる比較的長期的な降雨も影響したのではないかと考えられる。
- 気候変動により引き起こされる土砂移動現象を予測する上では、過去に生じた土砂災害とそれを引き起こした降雨パターンの関係について整理し、それに基づいて将来増加すると予想される降雨パターンを入力した予測を行う必要がある。
- 過去の土砂災害を分析するにあたっては、当時の森林状況などの流域特性の変化に留意すべき。
- 緩勾配斜面の土砂移動現象への対策を講じるには、危険度の評価手法を検討することが重要。

過去に生じた土砂災害とそれを引き起こした降雨パターンの分析において留意すべき事項 (森林状況の変化と土砂生産形態の変化(イメージ))

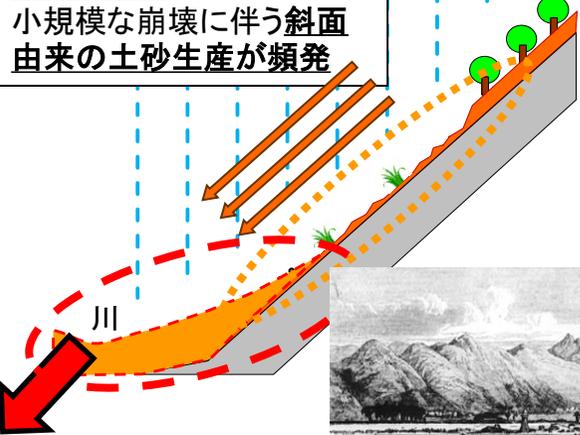
- 流域が荒廃していた頃においては、恒常的に溪床に生産される土砂が中小出水により土砂流出が頻発。
- 荒廃からの回復に伴い斜面からの土砂供給は抑制されたが、過去に生産された溪床堆積土砂が大規模な出水により流出。
- 近年においては、大規模な降雨に伴い同時多発する崩壊により供給される多量の生産土砂が、大規模な出水により流出。
- 既往災害実績を用いた分析にあたり、流域状況の変化に留意する必要。

流域が荒廃していた頃



近年～

中小出水時の表面侵食、
小規模な崩壊に伴う斜面
由来の土砂生産が頻発

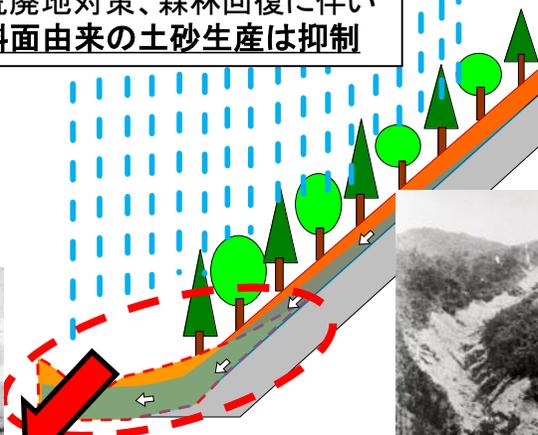


荒廃斜面から恒常的に
供給される溪床堆積土砂
が中小出水時に流出



明治時代の六甲山の荒廃状況
(神戸市所蔵)

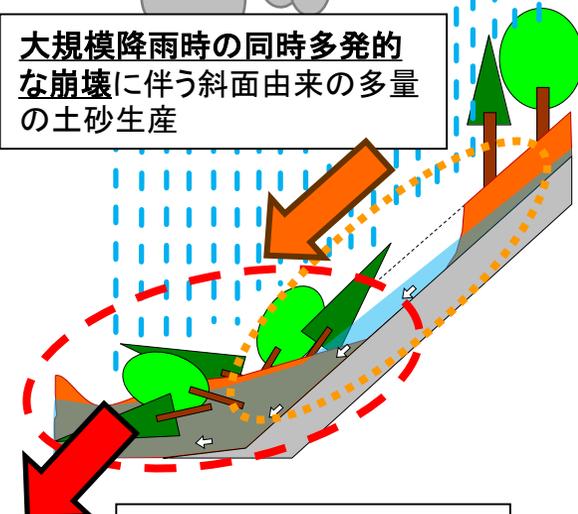
荒廃地対策、森林回復に伴い
斜面由来の土砂生産は抑制



過去に供給された多量の
溪床堆積土砂が大規模出
水により流出



大規模降雨時の同時多発的
な崩壊に伴う斜面由来の多量
の土砂生産



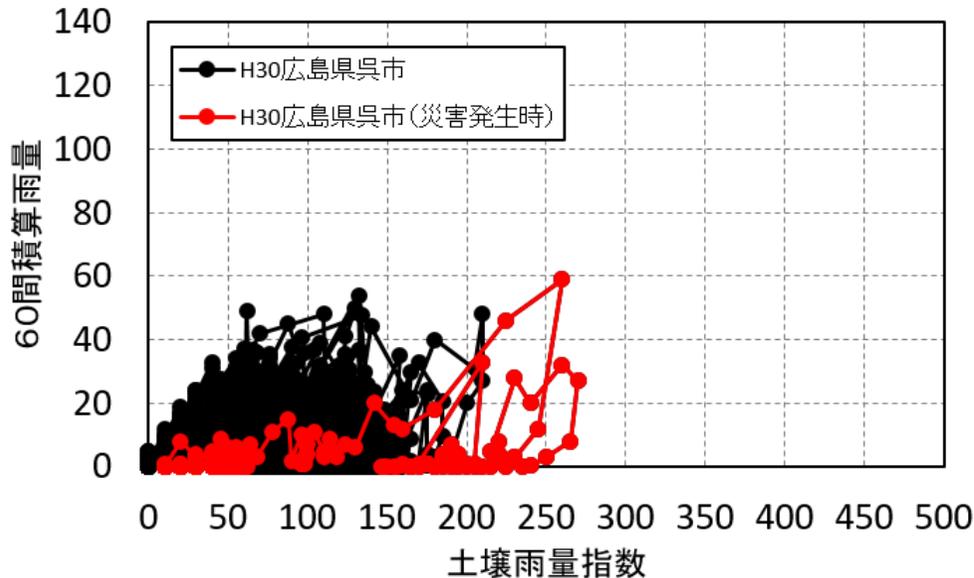
同時多発的な崩壊により
供給される土砂が大規模
出水により流出

阪神大水害時の土砂生産(昭和13年)

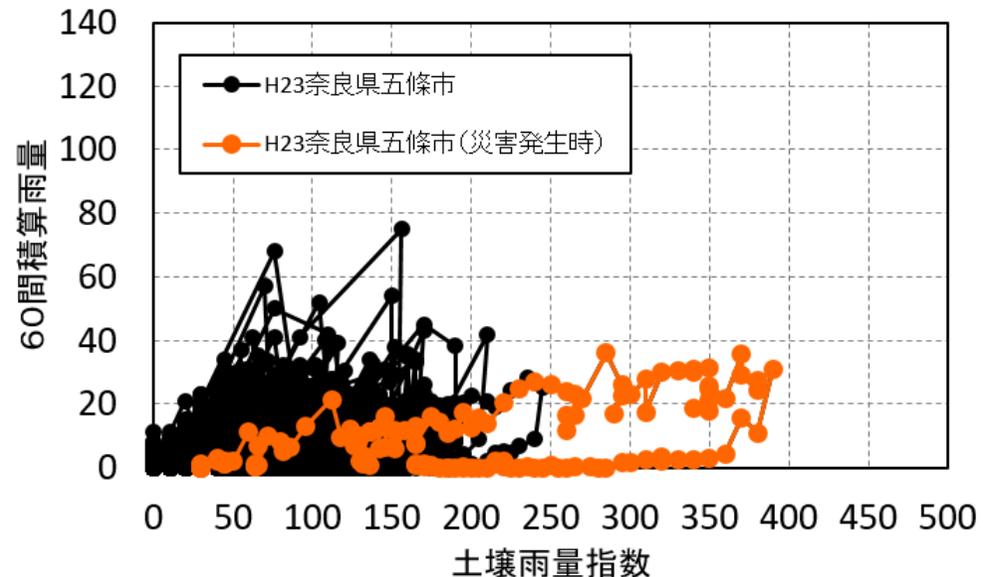
土砂移動現象と降雨特性の分析の方向性（分析①）

- 将来想定される降雨の特性(降雨パターン)から、当該地域において顕在化・増加の恐れのある土砂移動現象を推定できないか。
- 降雨パターンの評価は、例えば、発生・非発生分離性の高い降雨指標として、土壌雨量指数と60分積算雨量の組み合わせによる「スネークラインの形状」を活用し、それとどのような土砂移動現象との関連性が高いのかを整理できないか。
- さらには、それら土砂移動現象と関連性の高い素因(地形・地質等)との関連性も整理できないか

土砂・洪水氾濫



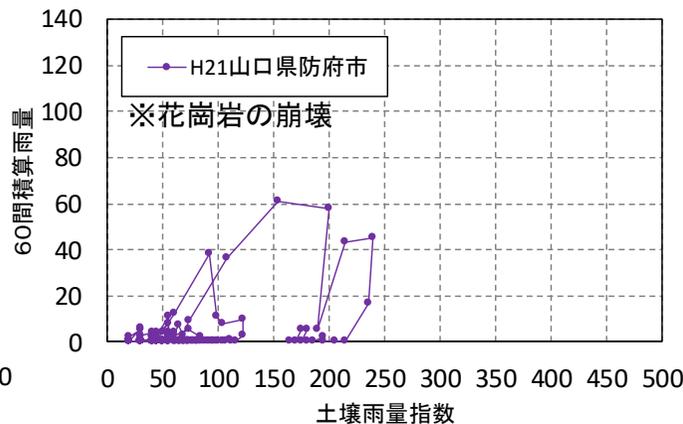
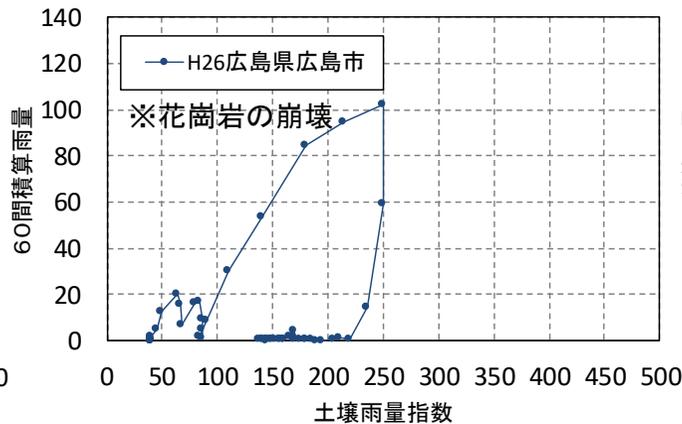
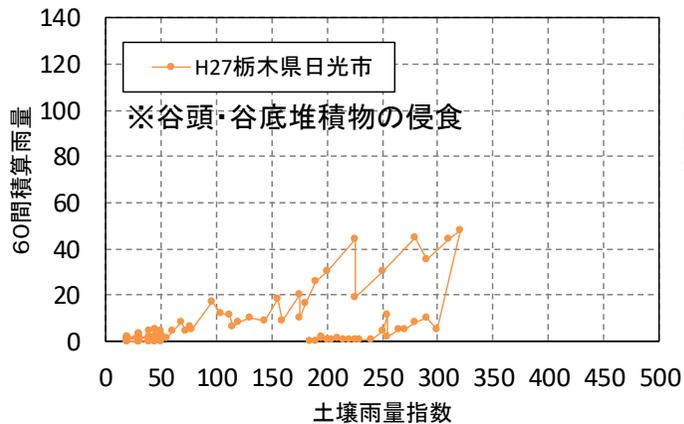
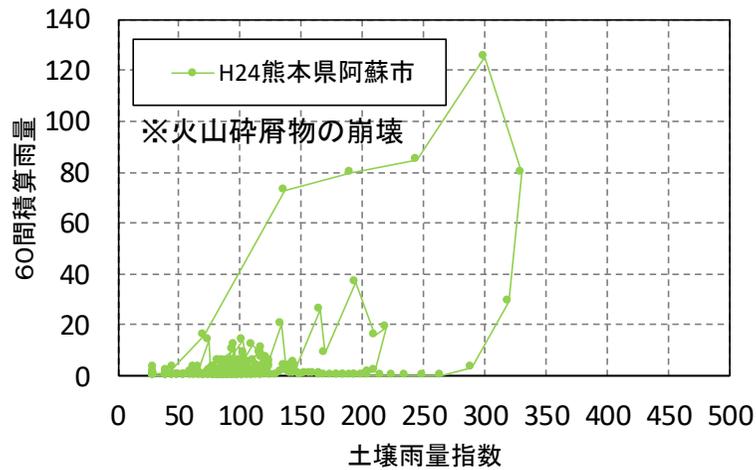
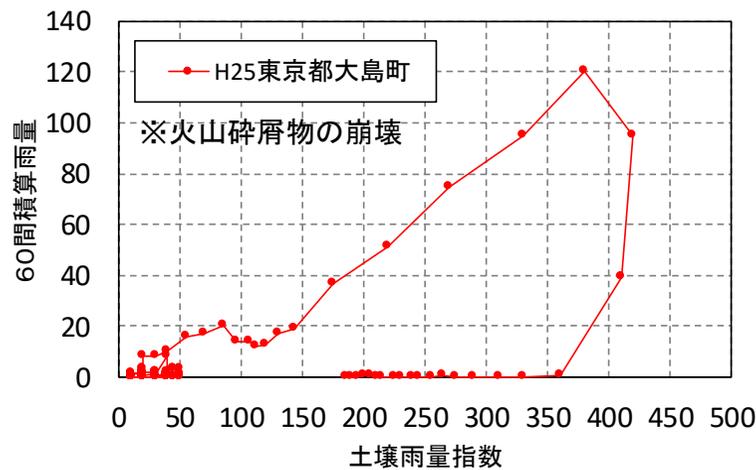
深層崩壊



土砂移動現象と降雨特性の分析の方向性

- 表層崩壊・土石流が同時多発した災害のスネークラインについて、60分間積算雨量（短期降雨指標）が大きいもしくは比較的大きい形状であることがうかがえる。

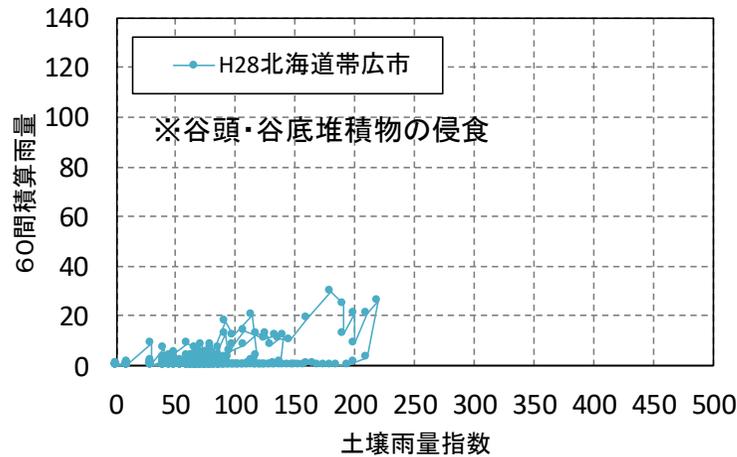
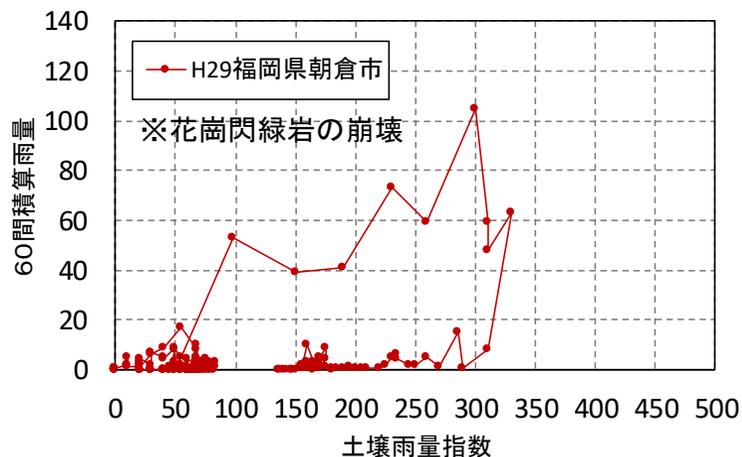
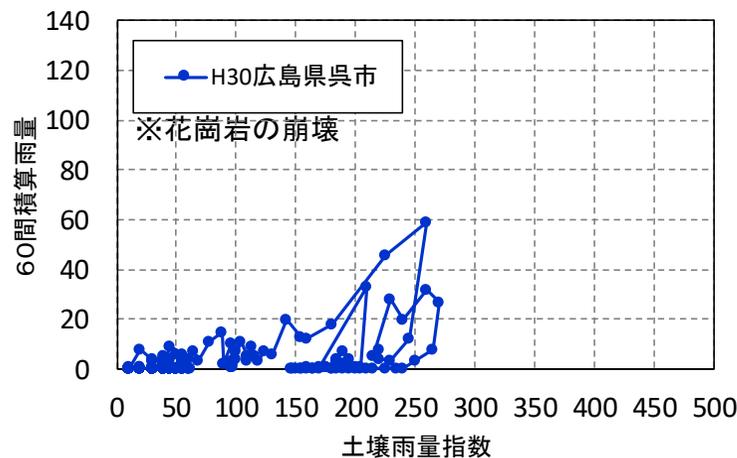
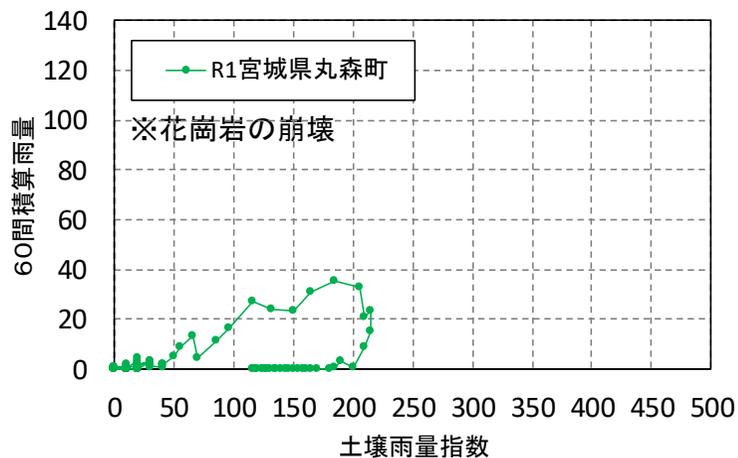
表層崩壊・土石流



土砂移動現象と降雨特性の分析の方向性

- 土砂・洪水氾濫の発生した災害のスネークラインについて、土壌雨量指数(長期降雨指標)が大きいもしくは比較的大きい形状であることがうかがえる。

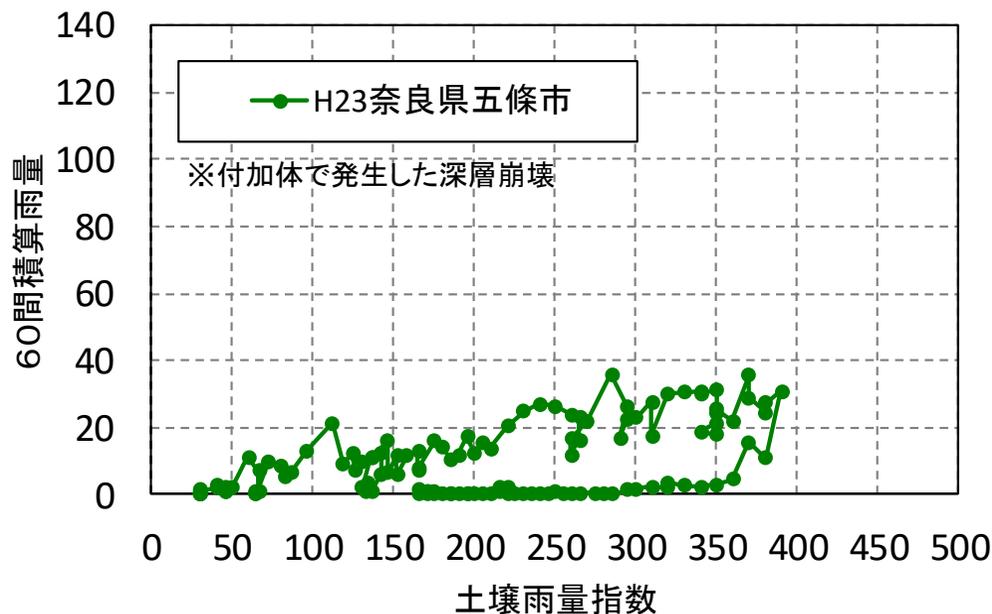
土砂・洪水氾濫



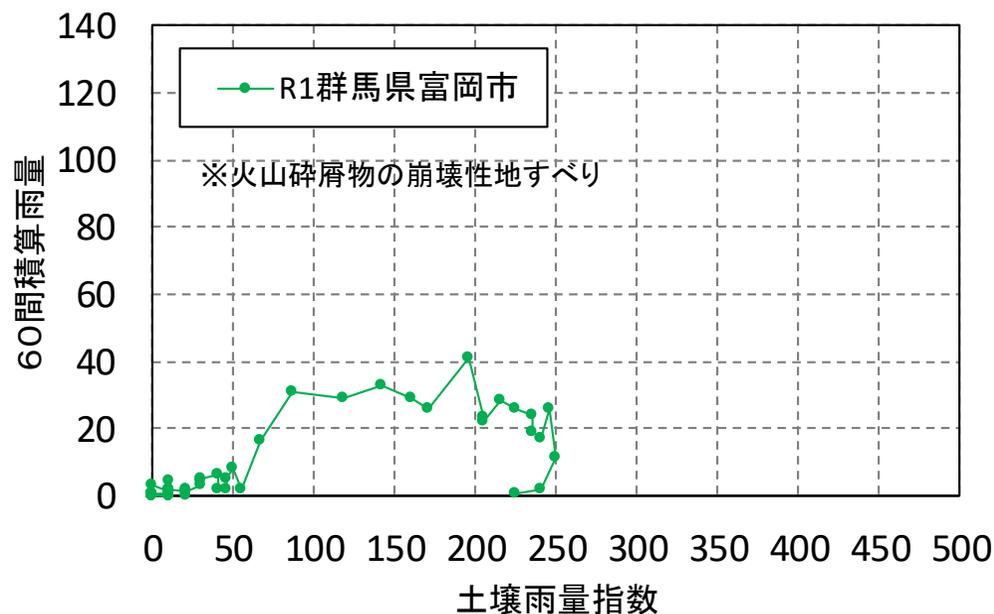
土砂移動現象と降雨特性の分析の方向性

- 深層崩壊の発生した災害のスネークラインについて、土壌雨量指数(長期降雨指標)が極めて大きい形状であることがうかがえる。

深層崩壊

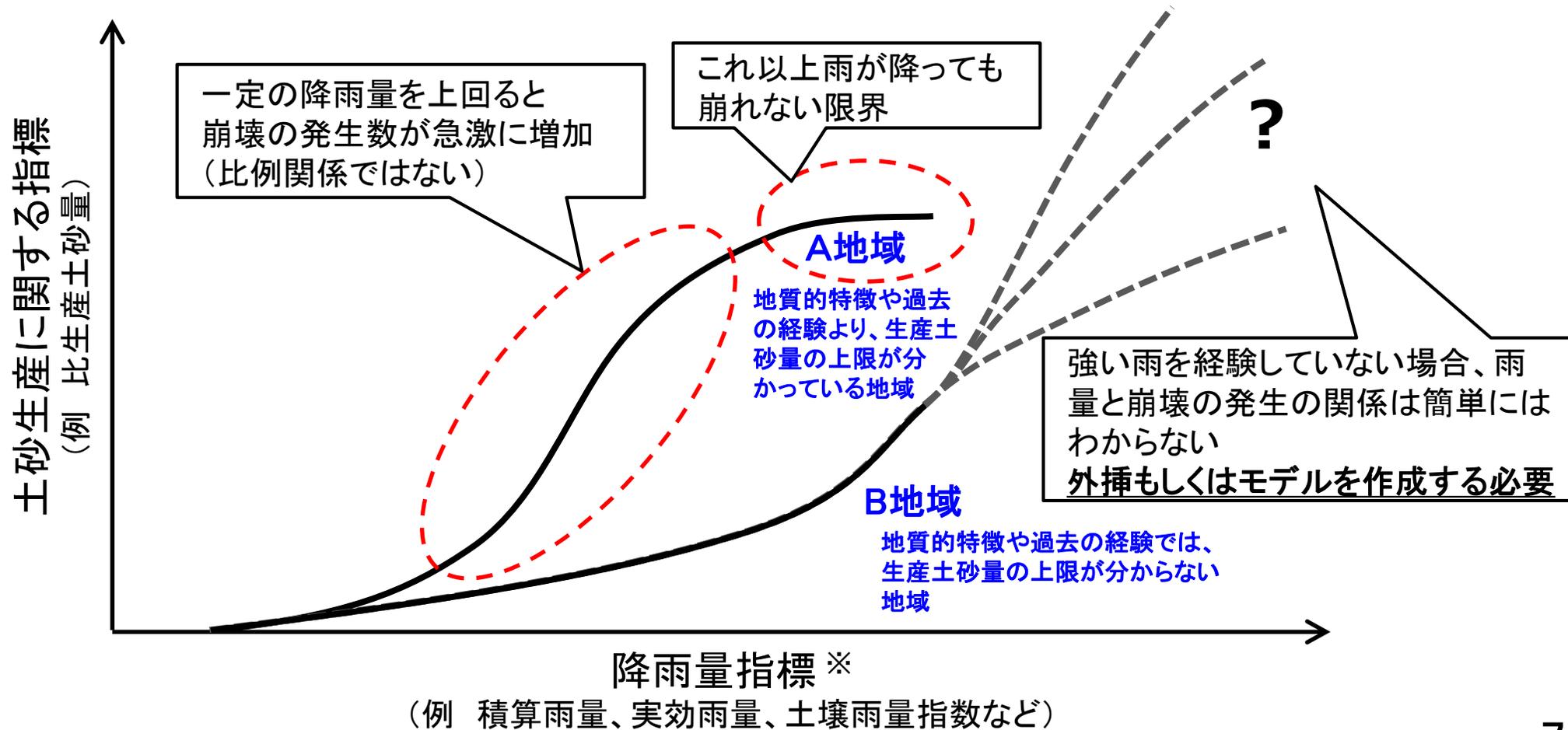


崩壊性地すべり



既往土砂災害とそれを引き起こした降雨特性との関係整理(分析②)

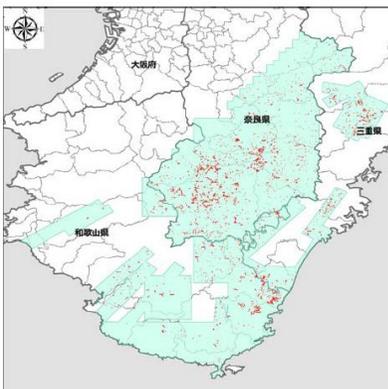
- 既往土砂災害の実績から、降雨量指標と土砂生産量(崩壊土砂量)との関連性について整理し、将来起こりえる降雨に応答する土砂生産量について推定できないか。
- 経験を超える降雨量に対する土砂生産量について、外挿手法やモデルによる解析的手法等によって検討できないか。



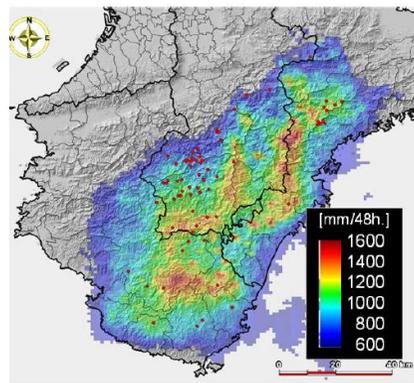
※ 土砂移動現象や地質毎に指標を検討

(既往分析例) 既往土砂災害とそれを引き起こした降雨特性との関係整理

- 平成23年台風12号の事例について内田ら(2012)により降雨量と斜面崩壊の密度の関係について分析。
- 降雨量の増大に伴い非線形的に相対的な崩壊密度が増大(単純な比例関係ではない)
- 各地域において降雨量と斜面崩壊の密度の関係について同様に整理できる可能性



写真判読エリア及び崩壊地分布



最大48時間雨量の分布状況

$$\text{相対的な崩壊密度} = \frac{n(r)}{a(r)} \div \frac{N}{A}$$

$n(r)$ …ある雨量(r)の領域に属する崩壊地の数

$a(r)$ …雨量 r の領域の面積

N …全調査対象領域の崩壊地数

A …全調査対象面積

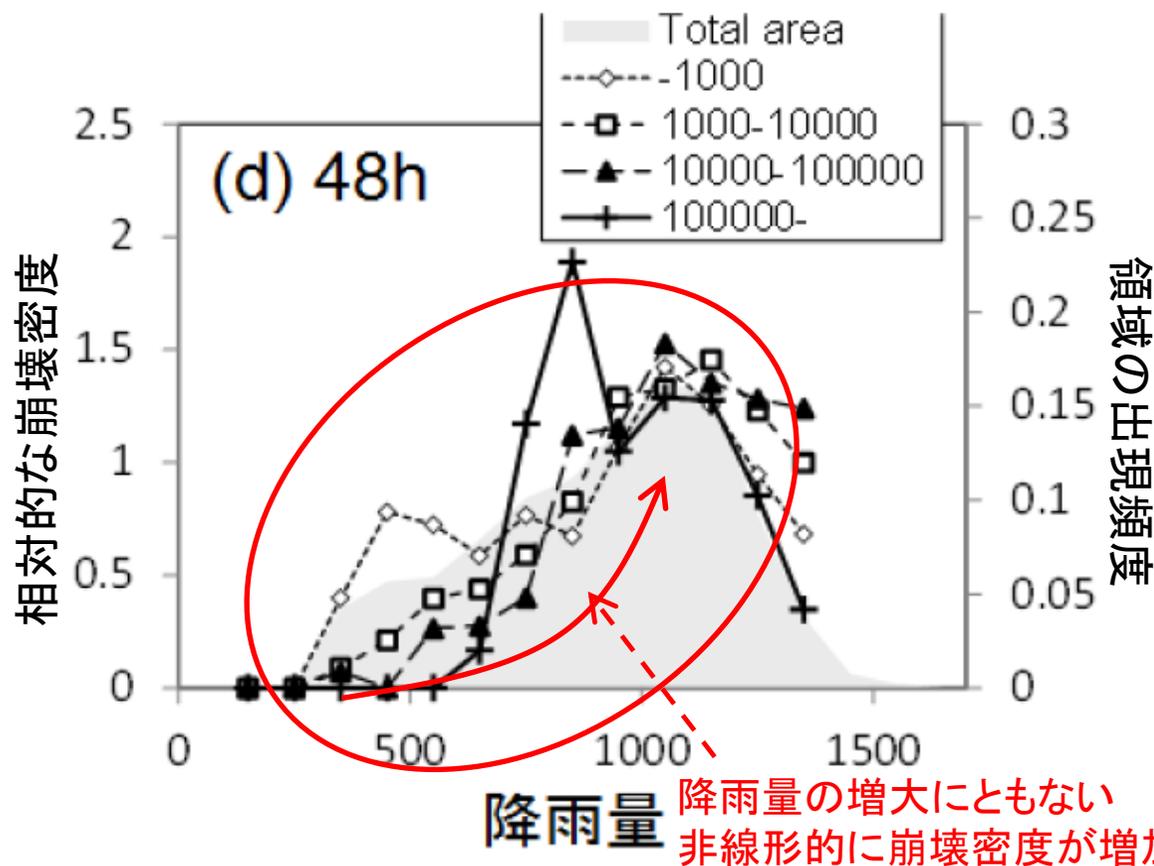
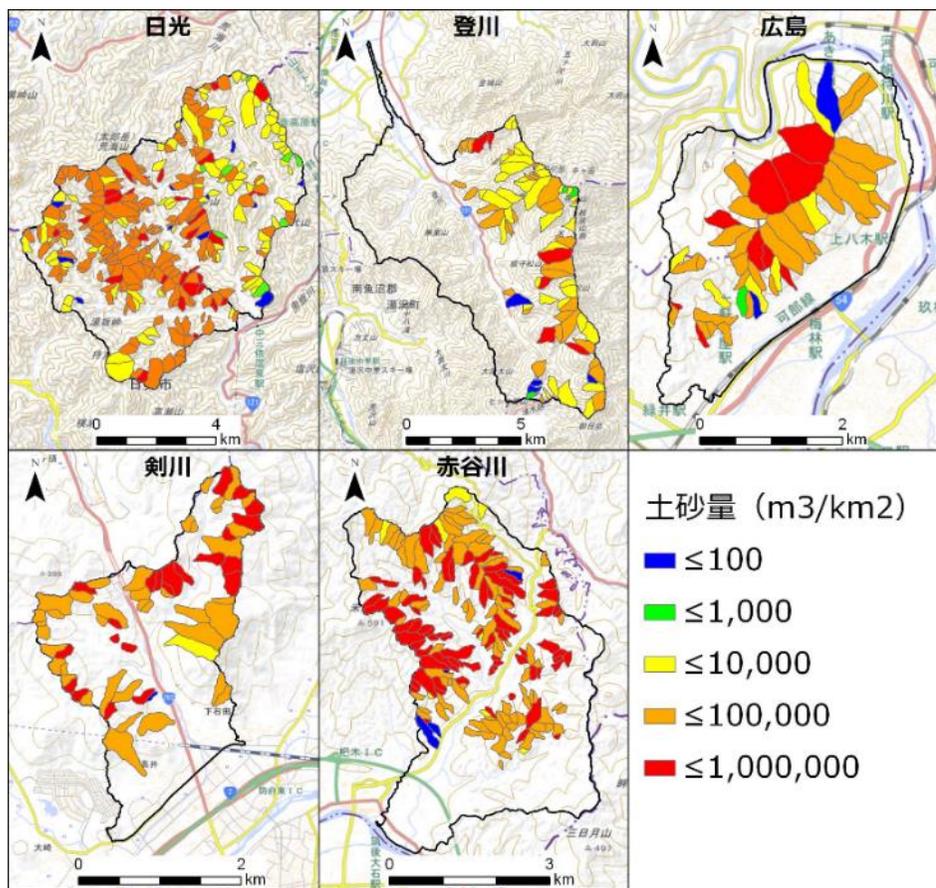


図 2011年紀伊半島大水害の例における最大48時間雨量と斜面崩壊の相対的な崩壊密度の関係、凡例の数字は崩壊土砂量(m^3)

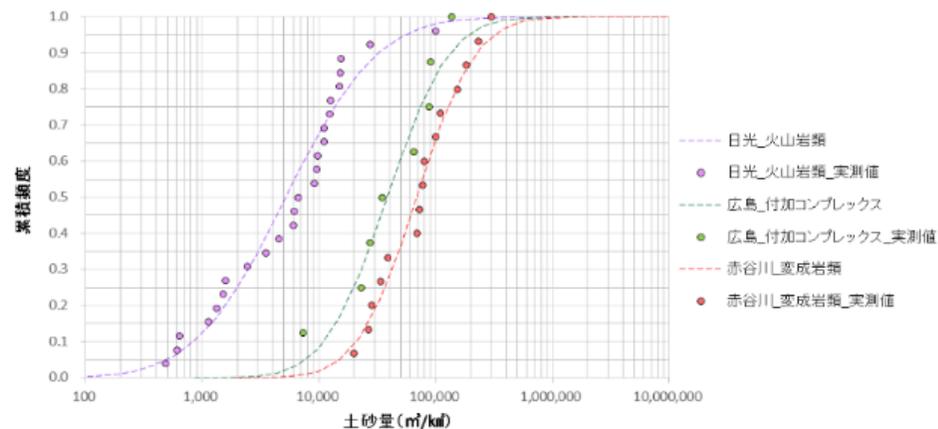
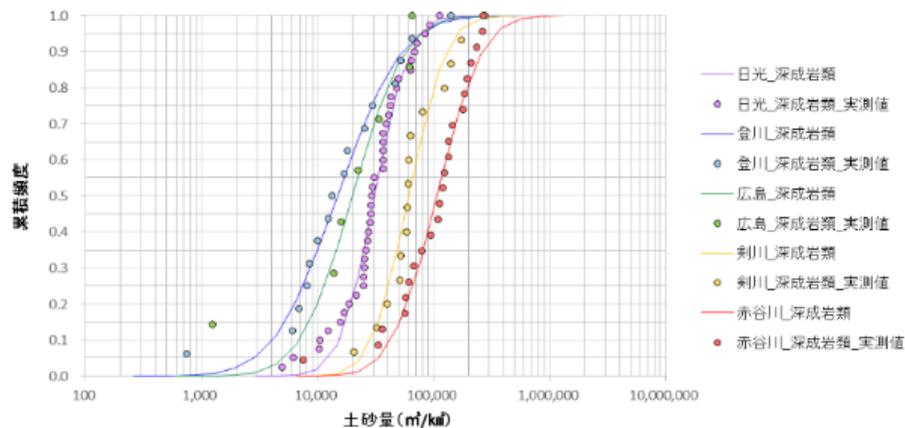
内田ら(2012)

(既往分析例) 生産土砂量の実態把握に関する既往研究例

- 流出土砂量の空間分布様式の出現頻度は対数正規分布で表現可能であると考えられ、流出土砂量の不確実性は対数正規分布を用いて評価できる可能性がある。



比生産土砂量の空間分布



比生産土砂量の累積頻度分布

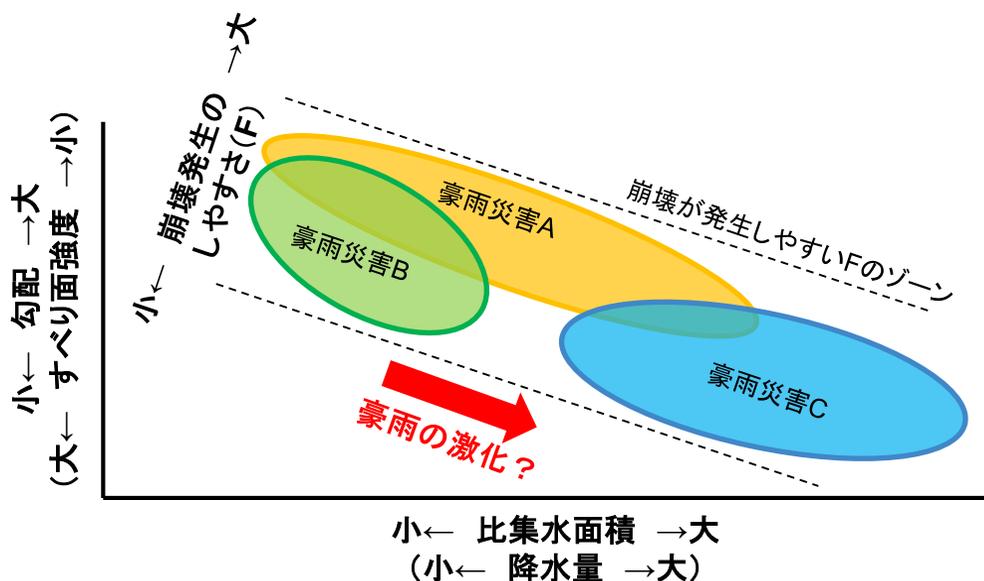
勾配が緩い斜面でも崩壊が発生する条件の検討について(分析③)

- 既往の豪雨災害の崩壊発生条件について、データが得やすい地形的要因による比較ができないか。
- 例えば、羽田野が提案した地形的滑動力示数を用いることで、降水量の増加が緩い勾配での崩壊につながることを示せないか。

- 崩壊の発生しやすさを地形的要因で表現した指標の一つに、羽田野が提案した **地形的滑動力示数**がある。

地形的滑動力示数 $F = \tan\theta \times a^{1/3}$

比集水面積の大きな斜面では緩い勾配でも崩壊し、
比集水面積の小さな斜面では急な勾配でしか崩壊しにくい。



【課題と論点】

- 気候変動を踏まえた土砂災害対策を講じる上では、どのような土砂移動現象が、いつ、どこで発生し、その影響範囲がどの程度であるかを評価することが重要であるが、現状における対策や研究水準を踏まえ、優先的に検討すべき技術的課題は何か。
- 土砂移動現象に対する気候変動の影響を評価するにあたり、各土砂移動現象と降雨パターンとの関係进行分析にあたっての留意事項。
 - ・ 降雨指標の観点
 - ・ 地質等の分類
 - ・ 森林状況などの影響 等
- 気候変動(降雨特性の変化)による土砂移動現象の変化をどのように評価するか。
 - ・ どのような土砂移動現象がどのような地域で顕在化・増加するか
 - ・ 計画・設計上の外力はどのように変化するか 等