

地震に起因する土砂災害 —予測と対策の最新技術—

鳥取大学大学院工学研究科
社会基盤工学専攻土木工学講座
中村公一

nakamura@cv.tottori-u.ac.jp

予測と対策とは・・・？

地震による自然斜面の崩壊を対象に考えれば・・・

地震発生前 どの斜面が、どのくらいの地震動で崩壊 —— 予測
と
斜面崩壊が発生しない —— 対策

地震発生後 どのような斜面崩壊が発生するか —— 予測
と
斜面崩壊時の被害拡大を防ぐ —— 対策

検討したいのは、斜面崩壊発生前？ それとも後？
地震による斜面崩壊の特徴を調べてみる

近年の大きな地震による土砂災害

2016年熊本地震

地質の特徴による緩傾斜の斜面崩壊

2011年東日本大震災

ため池の決壊

2008年岩手・宮城内陸地震

再滑動型地すべり

斜面崩壊による河道閉塞が多数発生

2004年中越地震

再滑動型地すべり

※河道閉塞は上記全ての地震で発生

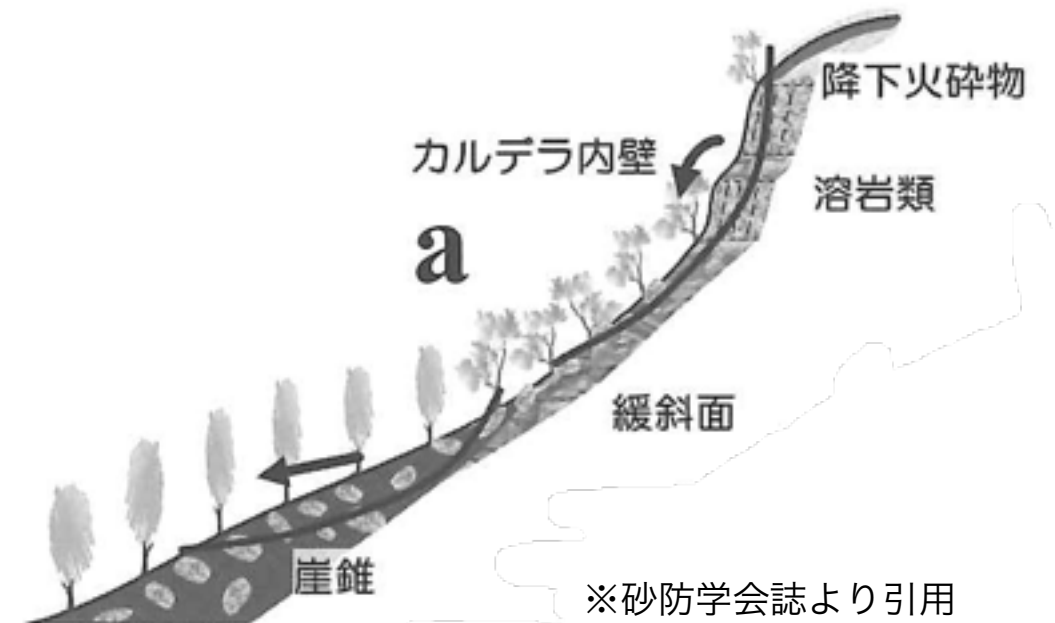
2016年熊本地震



地形の特徴は、阿蘇カルデラ壁から張り出した支尾根の遷急線付近が崩壊

崩壊斜面の下方は、遷急線を経て崖錐地形となり、その末端は黒川の河道により深い溪谷

地質は、溶岩や凝灰角礫岩等の互層からなる基岩の上を、ローム層と黒ボクからなる表土が覆う



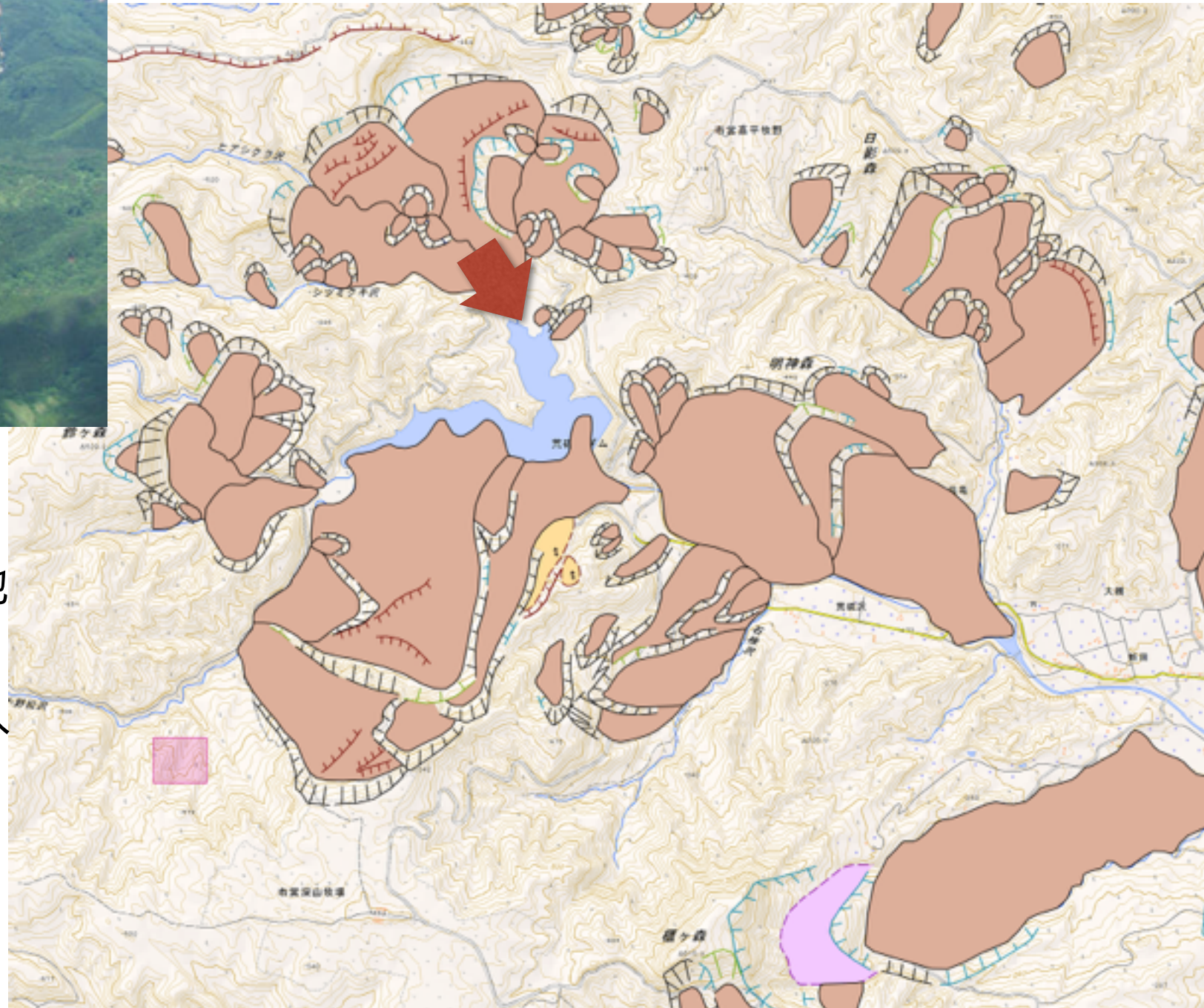
2008年岩手・宮城内陸地震



土木研究所現地調査資料より

荒砥沢地すべり

幅 900m, 長さ1300m, 移動土砂量 70,000,000m³



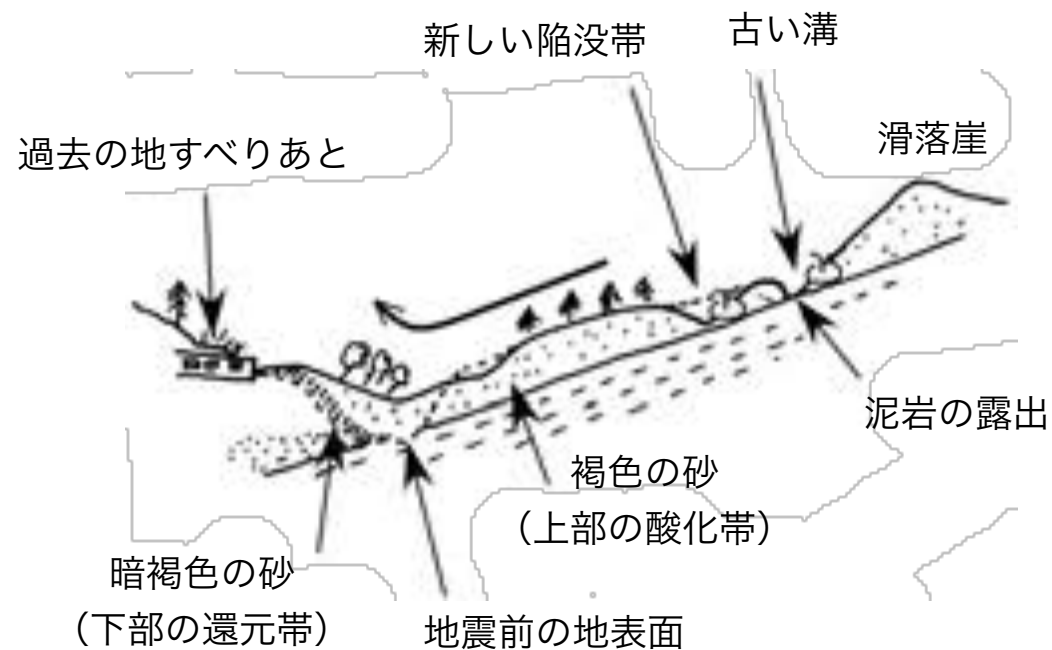
地すべり地形分布図より

頭部陥没, 滑落崖などの地すべり地形が明瞭に認められる
地震で地すべり地形の東側の大部分が滑動

2004年中越地震

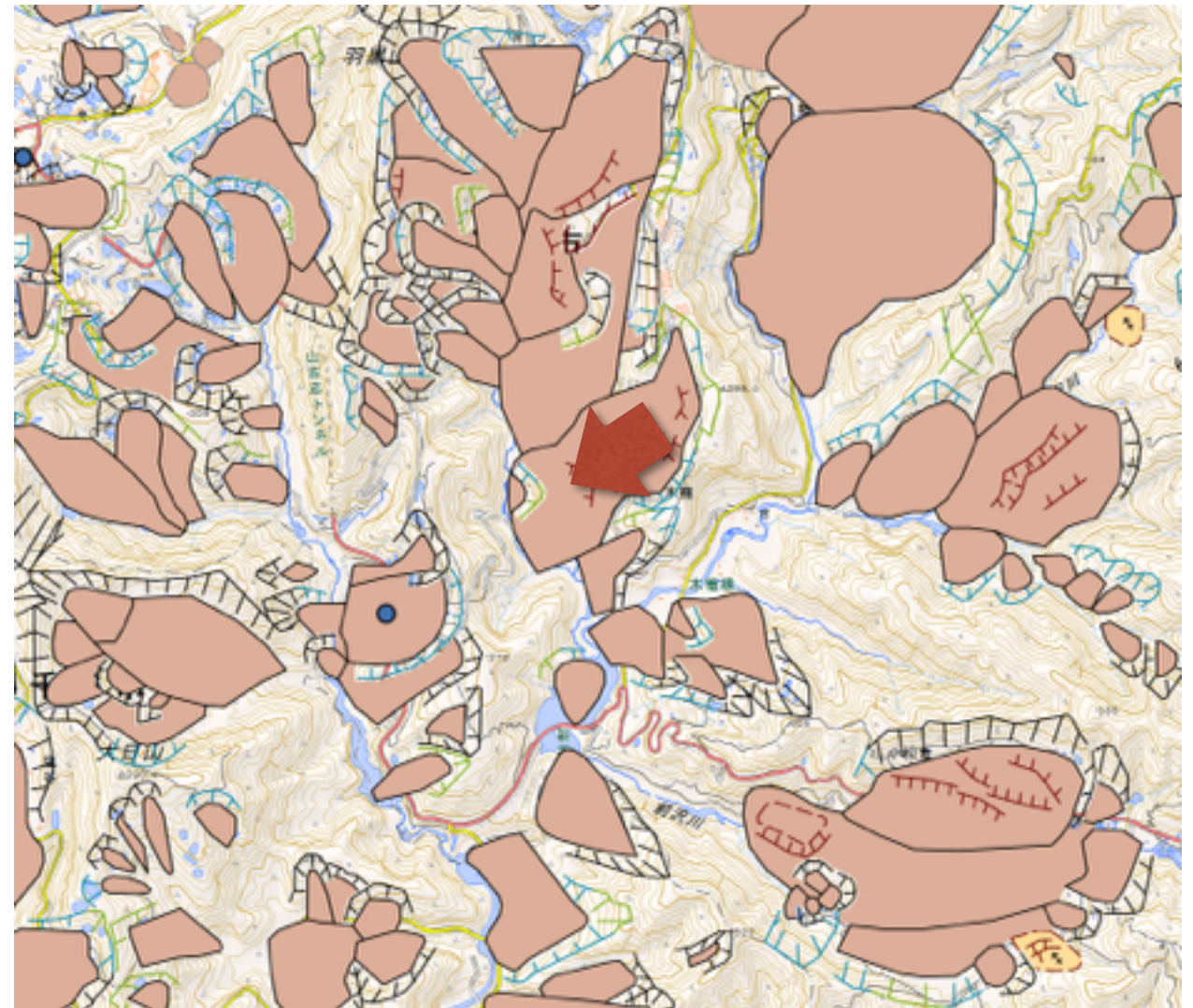


泥岩を滑り面とした流れ盤



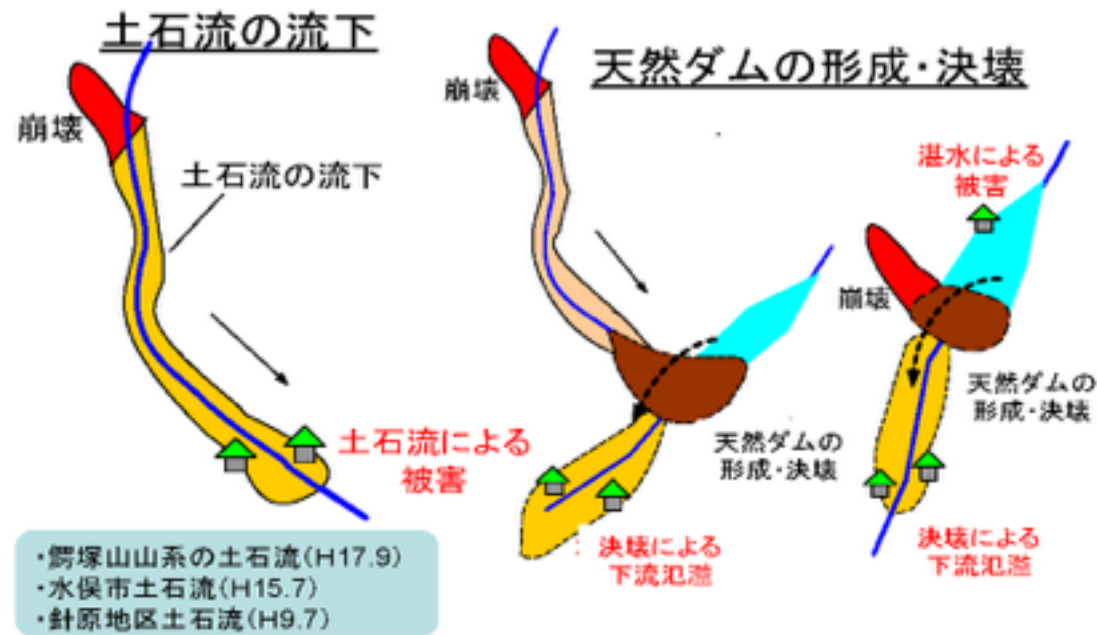
※中越地震災害被害調査報告会講演集より引用

地震以前の空中写真に明瞭な
地すべり地形と確認できる場所



地すべり地形分布図より

河道閉塞による被害拡大の危険性



深層崩壊に伴う移動土塊がそのまま土石流となって流れくだる場合や、天然ダムを形成する場合などがある。



宮崎県耳川
(2005年)

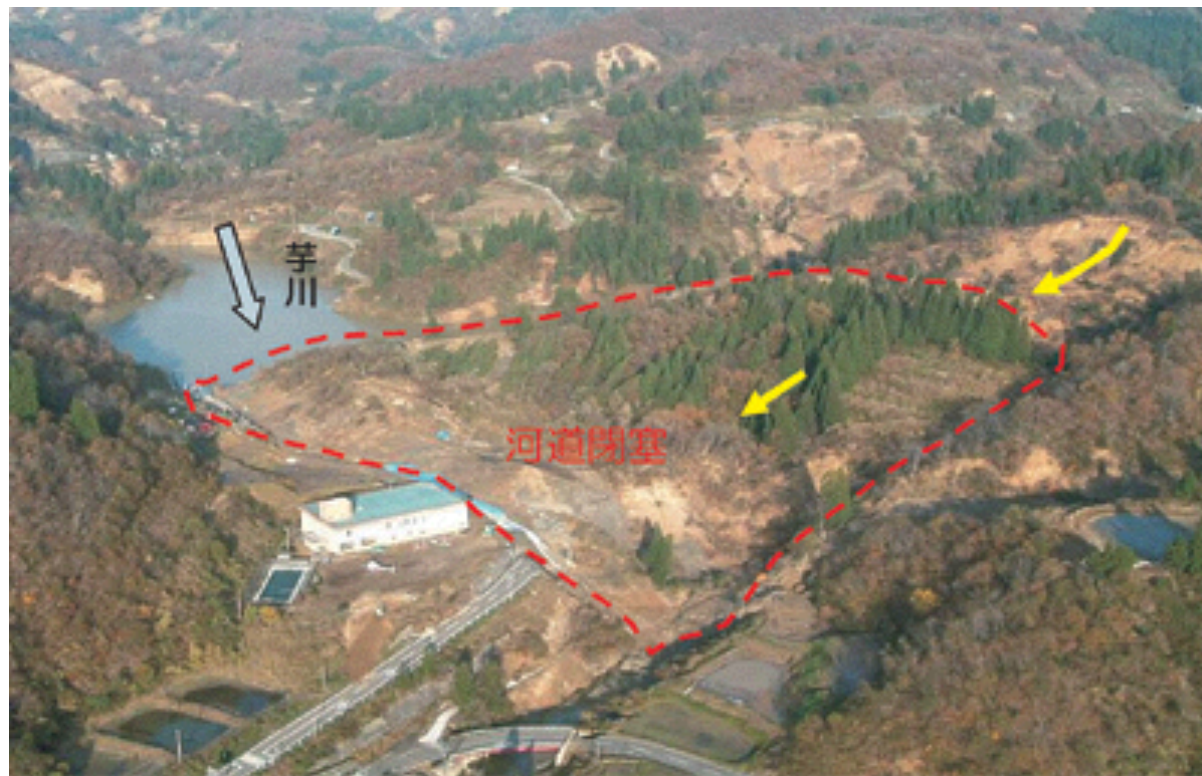


宮崎県鰐塚山
(2005年)

防災士養成研修講義資料より

河道閉塞決壊原因

- ・ 背後の湖水の水圧に天然ダムが耐えきれない場合
- ・ 天然ダムの構成材料が浸透性に富み、パイピング現象が発生した場合
- ・ 背後の湖水が満杯となり天然ダムを越流して堤体を浸食した場合



2004年中越地震 東竹沢



予測と対策のために何をするか

予測と対策を目的として

様々な調査・解析・計測・対策を行うには
対象とする斜面を決めなければならない



調べてみると

地形・地質が、崩壊規模に大きく影響を与える

予測と対策のために何をするか

広範囲を調べて特定

➡ 地形情報の活用

➡ 地形判読

近年の地形情報の精度・取得方法の変化

計測精度向上が著しいレーザープロファイラ（LP）
安価なドローン

➡ 得られる結果とその有用性

地形判読の重要性を確認してみよう

地形判読

捉えやすい地形条件が危険判定の実用的手掛かりとして利用される

実際に土砂災害が発生したことを考えると、その運動は地形の支配を大きく受ける

地形から、土砂災害発生時の危険域は予測することができる

地形図を読めるということが非常に重要

地盤工学で「地形」がなぜ大切か

- 1) 地盤工学で「地形」がなぜ大切か
- 2) 地盤工学で大切な地形要素
 - (1) 低地微地形（軟弱地盤地形）
 - (2) 断層・活断層地形
 - (3) 地すべり地形
 - (4) 未固結堆積物の示す地形
 - (5) 地質屋の弱い地形学部分
- 3) 地形を何から読むか
- 4) 調査での地形工学の位置づけ

※地盤工学会中国支部講習会資料より引用

「地盤」とは何か？

地質・土質

(土地の中身)



地

(土地の形)

形

本質的には地表部を構成するもの（地質・土質構成員）であり、その内部はそのものの形成と密接に関係した、ある一定の構造（地質構造）をなしている。このようなありようを「地質」「土質」と呼んでいる

地表部は自然状態にある限り、ある特徴と形態（地形）をなしており、そのものとしての地盤の特性や地質構造をよく反映している



営

(そこで起こる現象)

力

また、地盤は過去における営力（風・水・雪・地表変動、地殻変動など）によって形成されて現在の位置を占めるに至ったものであり、その営力または別の営力が、今なおそこに働いていることが多い

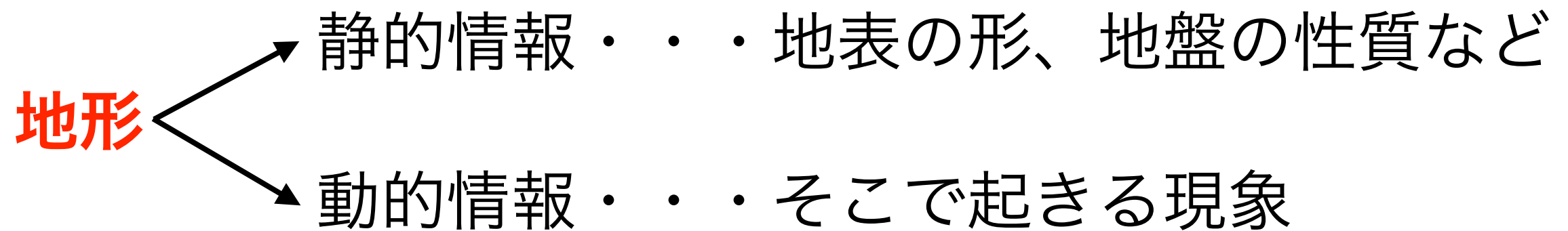
これら三つの概念を持ったものが「地盤」である

※地盤工学会中国支部講習会資料より引用

地盤工学で「地形」がなぜ大切か

私たちに直接見える情報は、**地形**や**植生**である

地形→地質・土質→（災害）現象、と**読みかえ**ができる



このことが、きわめて重要

現地の**マクロな把握**が容易

地形は**時間（相対時間）**を示している

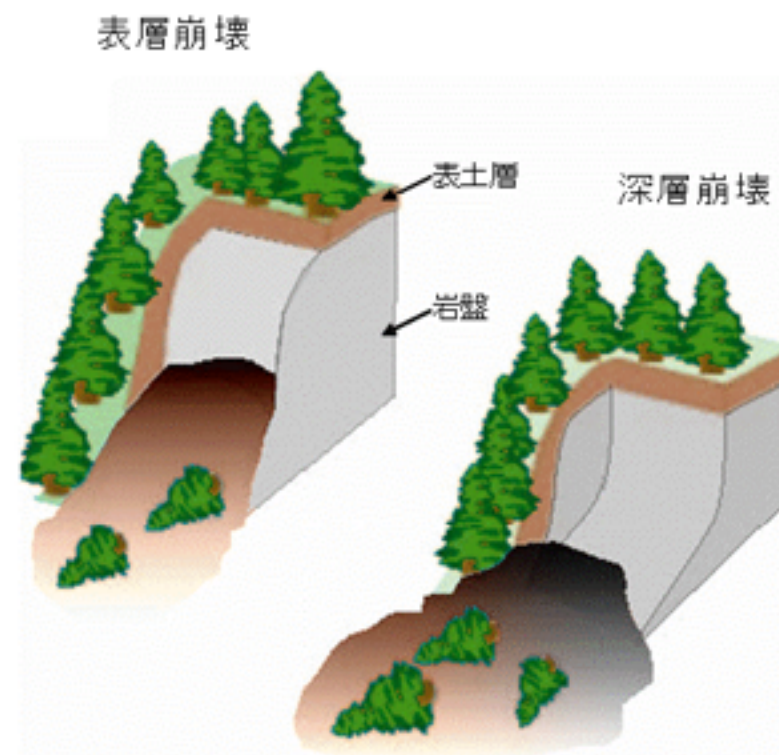
地盤工学で大切な地形要素

- 1) 低地微地形（**軟弱地盤**：微地形→土質→現象）
- 2) **断層・活断層**地形
- 3) **地すべり**地形
- 4) 未固結堆積物の示す地形
 - 段丘
 - 崖錐
 - 沖積錐**
 - 扇状地

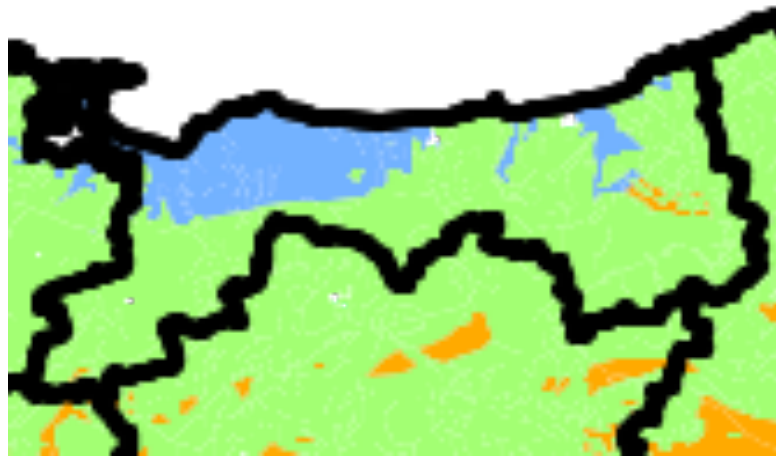
深層崩壊とは

「山崩れ・崖崩れなどの斜面崩壊のうち，すべり面が表層崩壊よりも深部で発生し，表土層だけでなく深層の地盤までもが崩壊土塊となる比較的規模の大きな崩壊現象.

- 1) 斜面を構成する土塊は**崩壊と同時にバラバラになって移動**するか，あるいは**原形を留めてすべり始めた後にバラバラ**になる。
- 2) 崩壊土塊（土砂）は**高速で移動**する。
- 3) 崩壊土塊（土砂）の大部分は**崩壊範囲の外へ移動**する場合が多い。



深層崩壊



1983/7/23 島根県浜田市穂出町中場
1997/7/12 島根県出雲市奥宇賀町（旧平田市）

評価項目

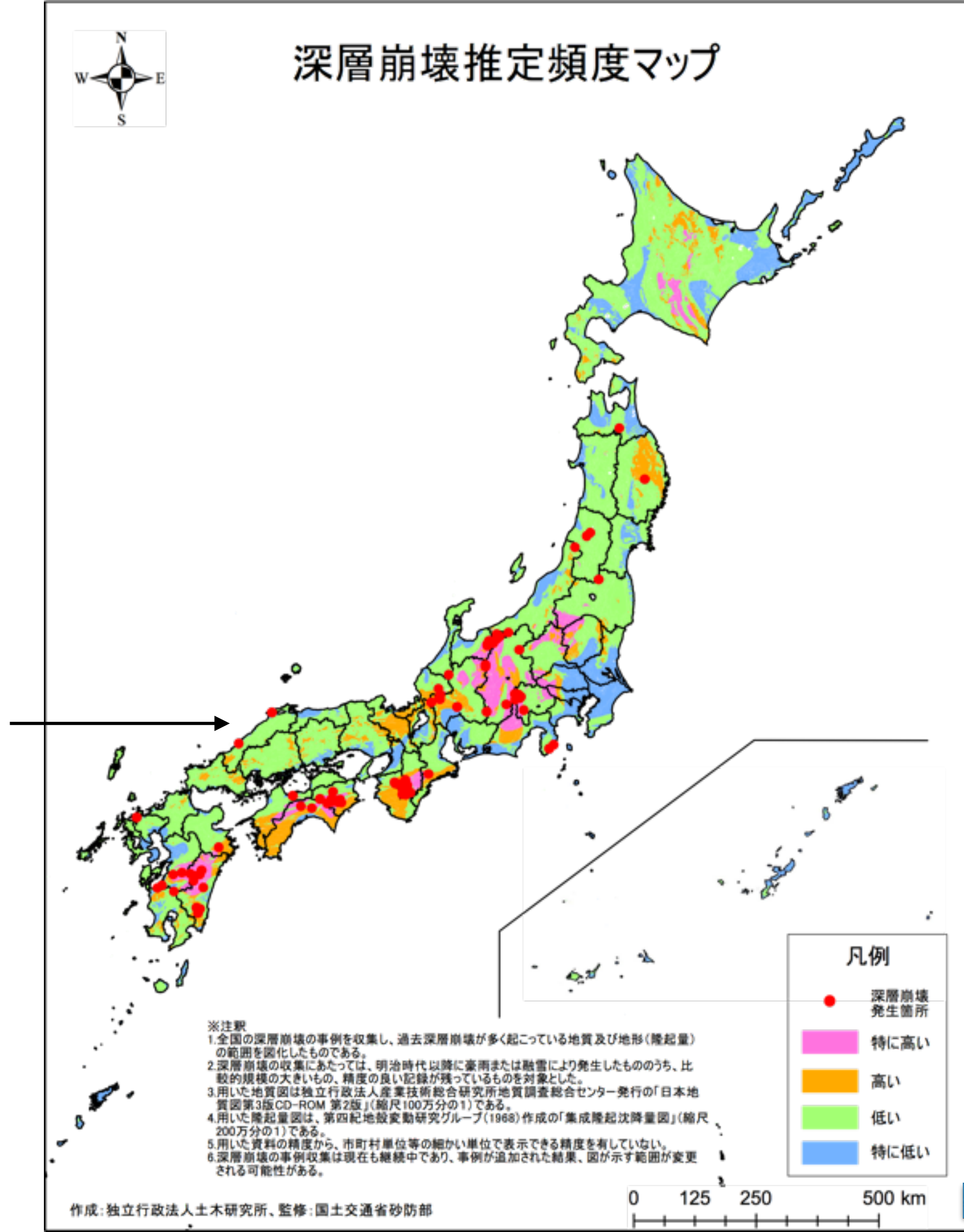
「深層崩壊発生履歴」

「地形・地質条件」

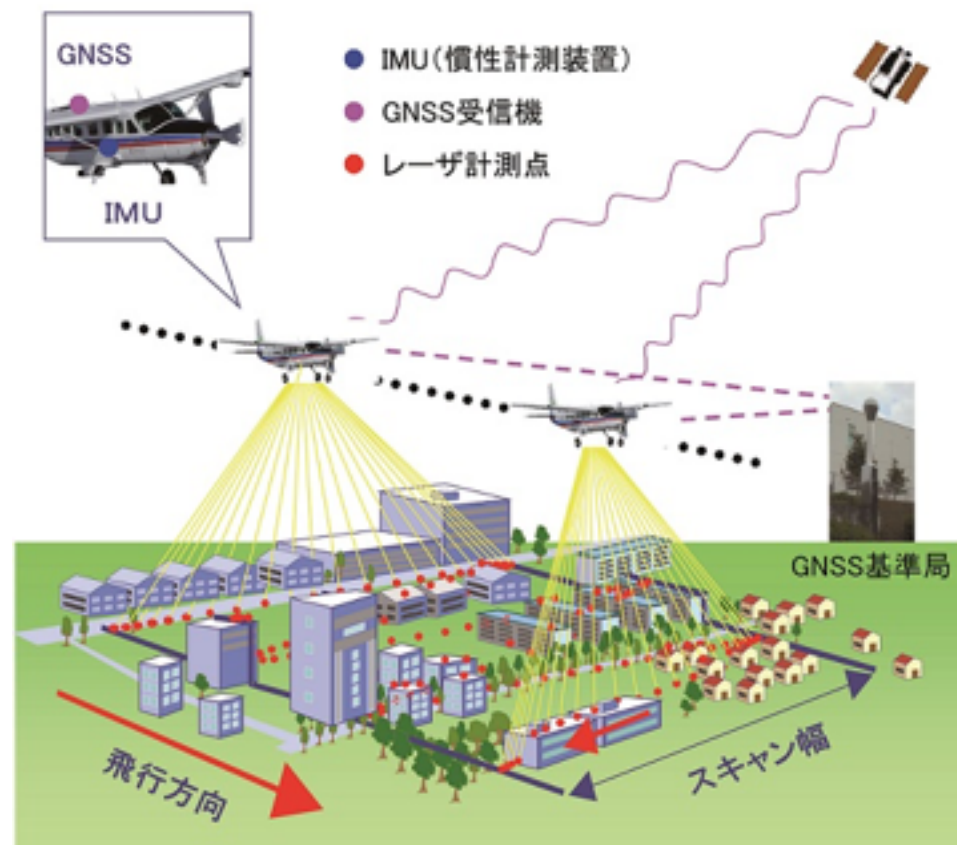
「降水による水の外力」

防災士養成研修講義資料より

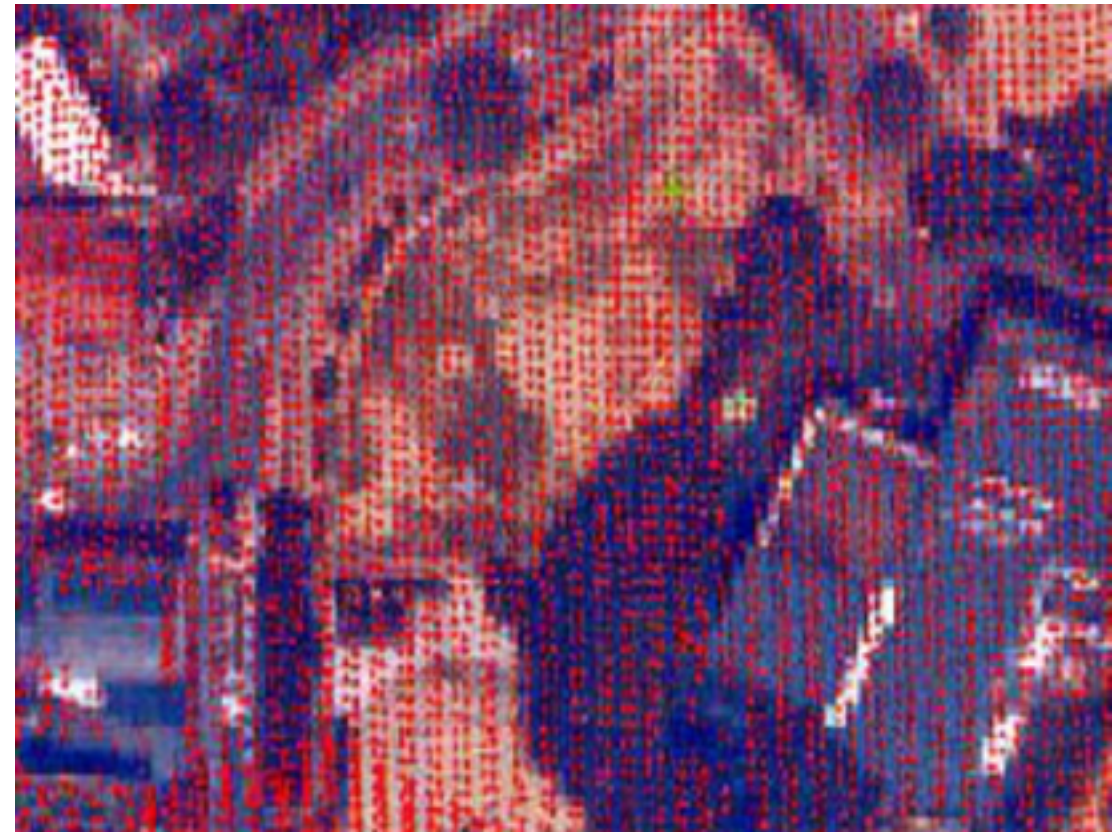
平成29年度郷土づくりシンポジウム@とりぎん文化会館



航空レーザー測量



航空レーザー測量の計測イメージ



フット・プリント

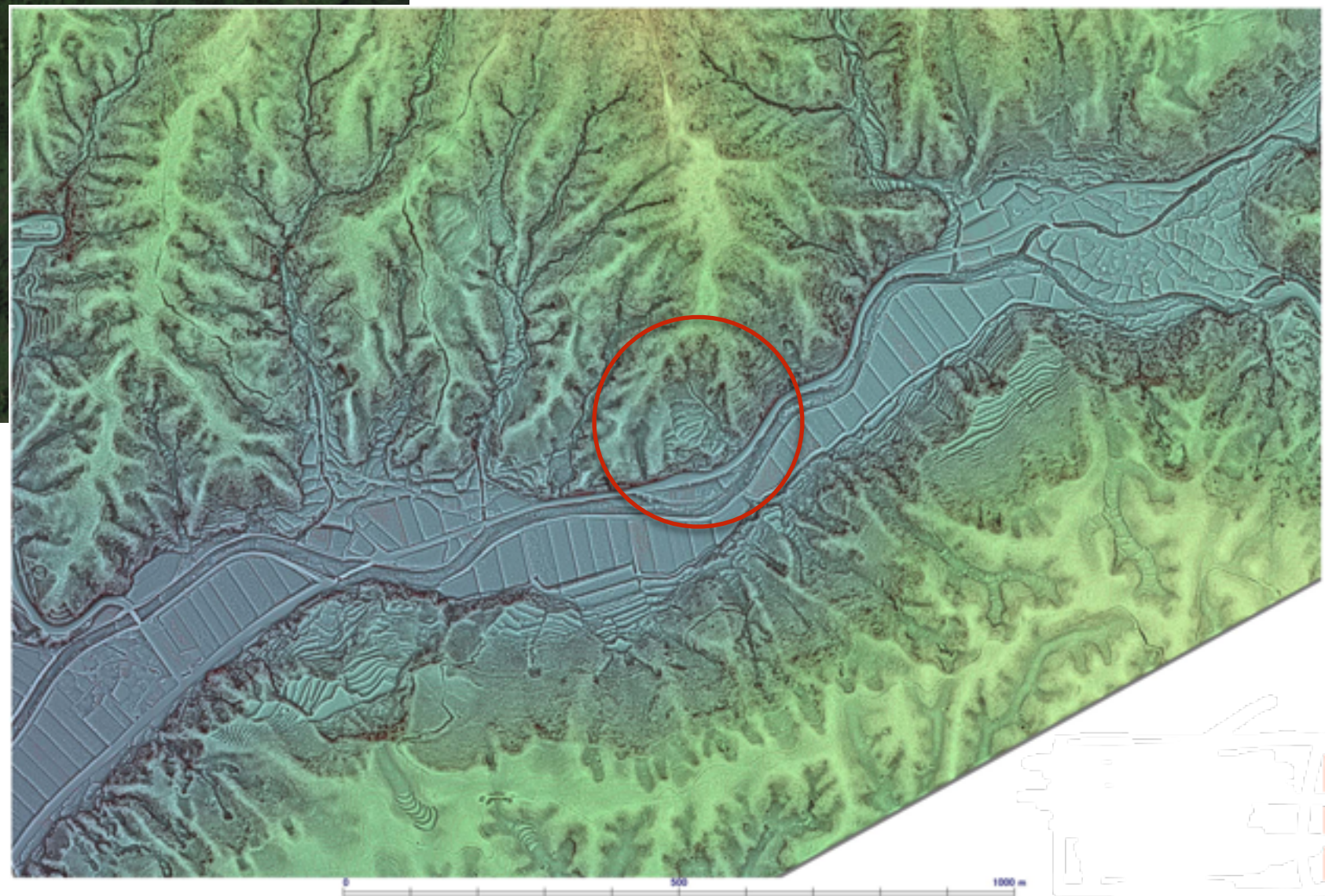
レーザー測距・GNSS・IMUの3つの技術により、地表まで達したレーザー計測点の位置(x,y)と高さ(z)を正確に算出する

空中写真とLPデータ

国府町木原地域



地上開度図（見通距離1m）
コンター（2m）
ウェーブレット解析図（スケール1）
標高メッシュ段彩図（0.5m）



空中写真とLPデータに
よる地形判読

（株）ウエスコ提供

空中写真とLPデータ

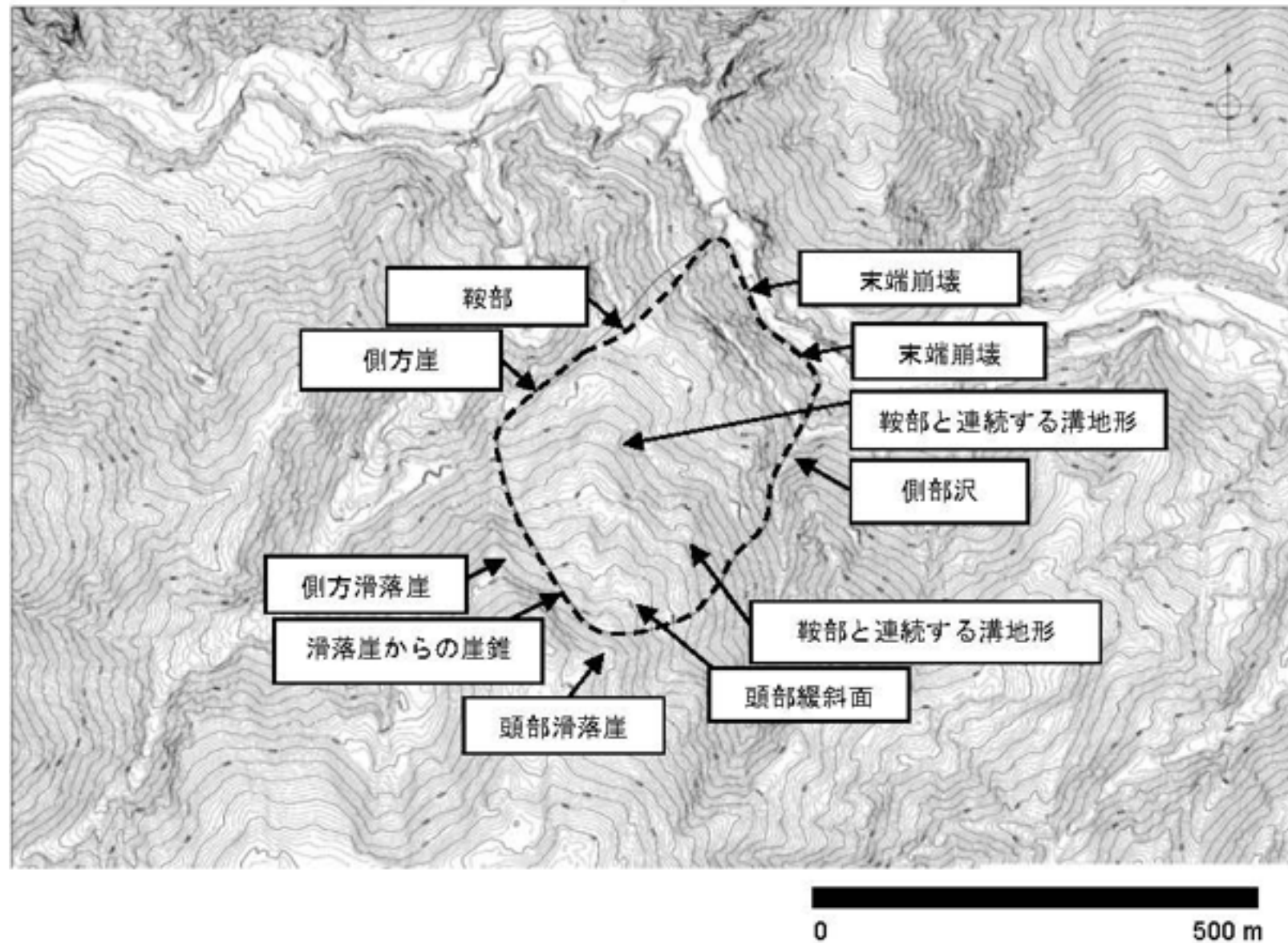
斜面崩壊と農地跡



地すべり地形の抽出例

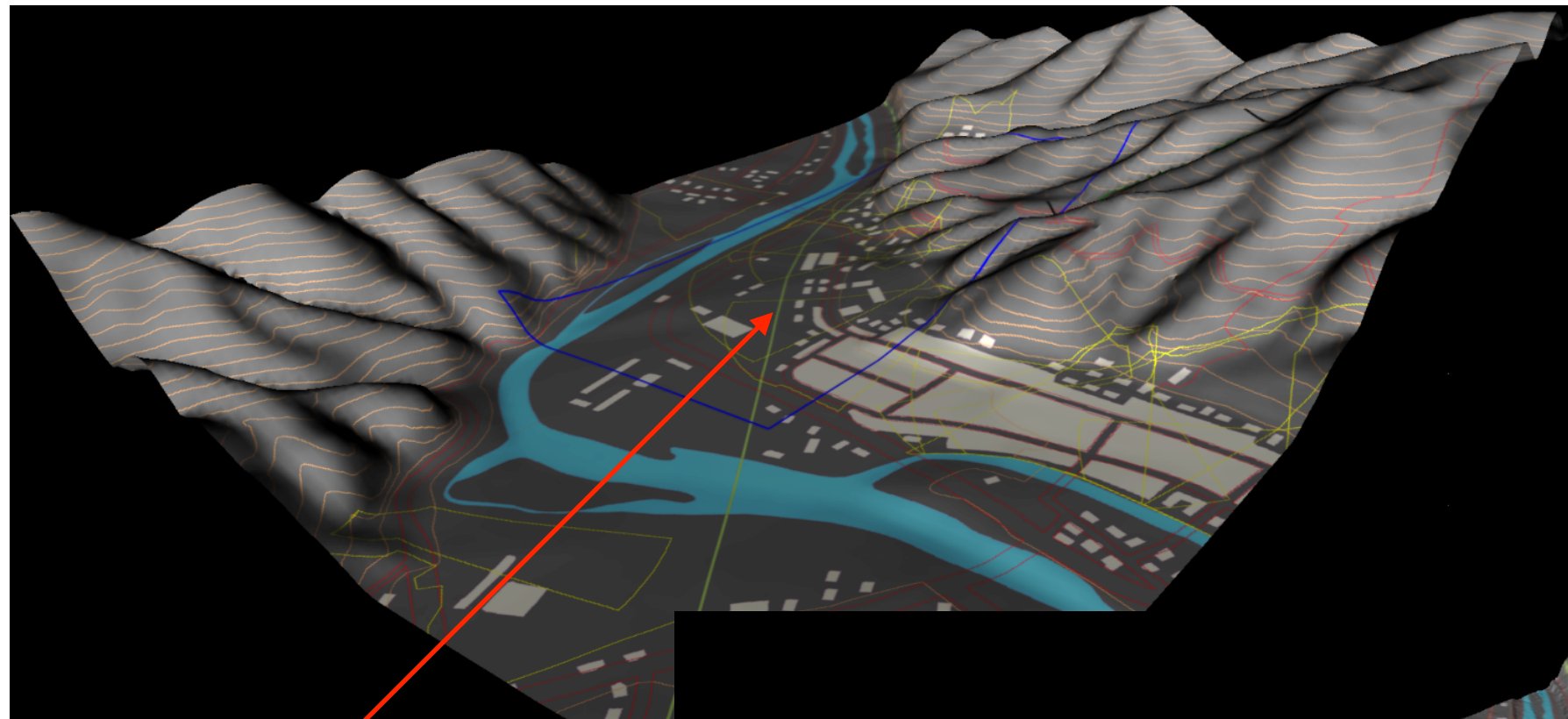
微地形が明瞭

滑落崖、緩斜面等の地すべりブロック頭部の地形がよく表れている



地すべり地における航空レーザー測量データ解析マニュアル（案）より引用

地形情報が結果へ与える影響

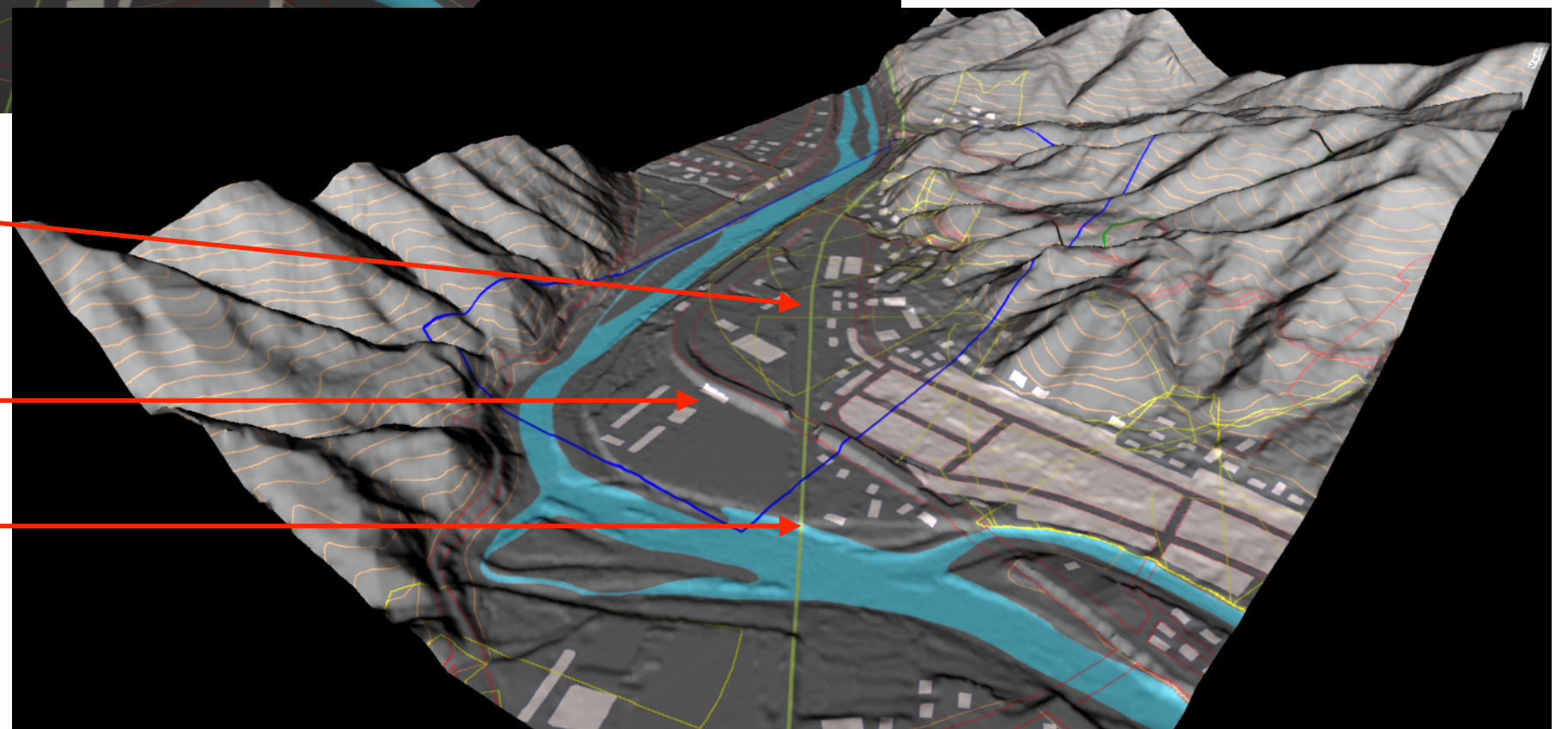


国土地理院
10mDEM

根雨駅

道路盛土

伯備線



LPデータ

中国地方整備局の承認を得て平成17年度中国地方整備局管内河川
航空レーザー測量結果を使用し作成

堤防被災状況の確認

クラックの状況と、地質、堤体の構築年代順から、被害の原因を推測する

計測機器



傾斜計



伸縮計

センサやバッテリーなどの性能向上により、
多点観測が可能

地形情報や現地踏査などによる、計測目的に合致
した機器配置

雨量計



国道沿いの斜面