

2019. 01. 31
北海道測量技術講演会

斜面災害の被災地の 地形・地質と斜面崩壊の特徴

北海道大学突発災害防災・減災共同プロジェクト拠点
農学研究院
小山内 信智

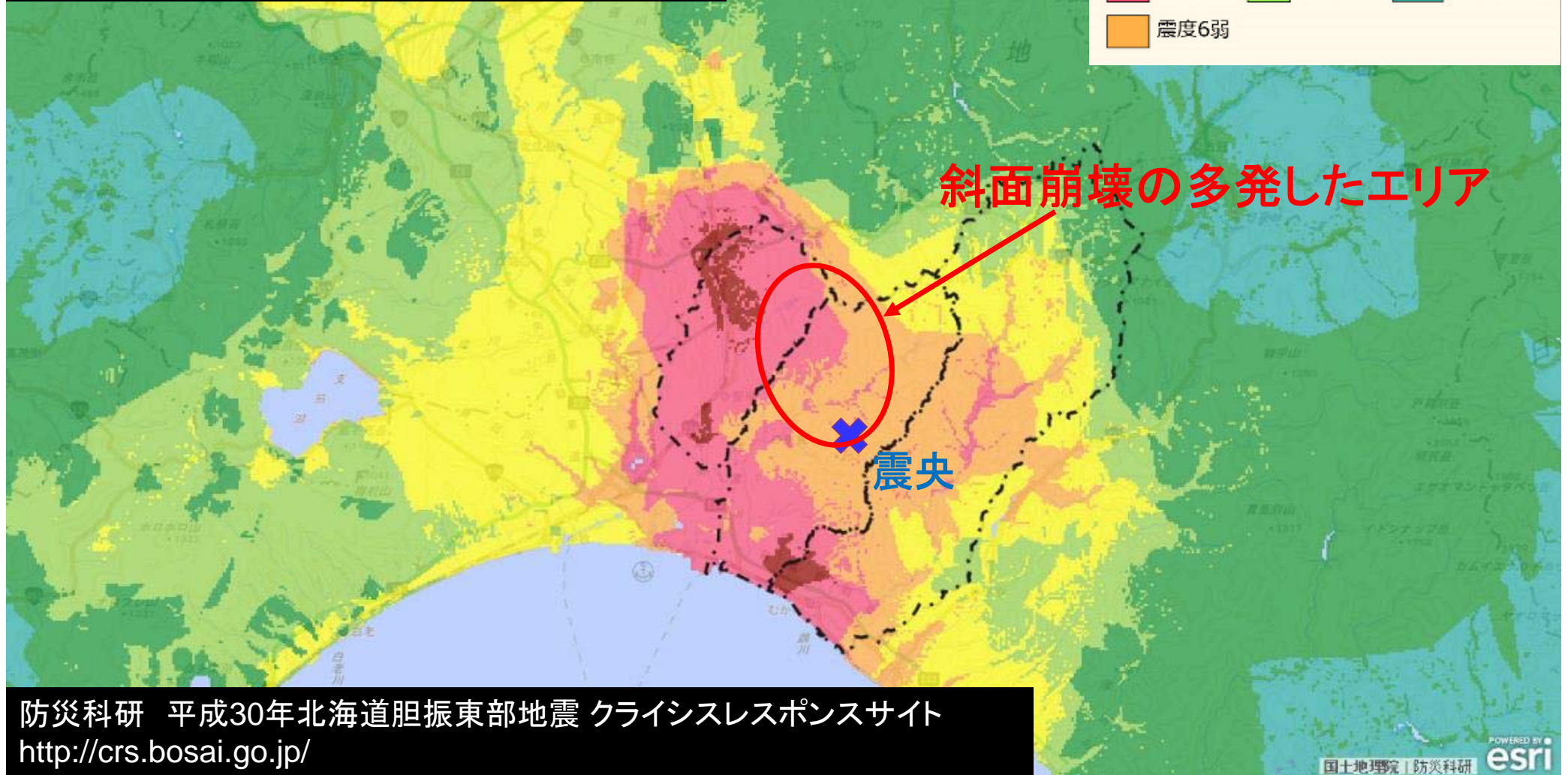
地震動との関係

防災科研 面的推定震度分布図

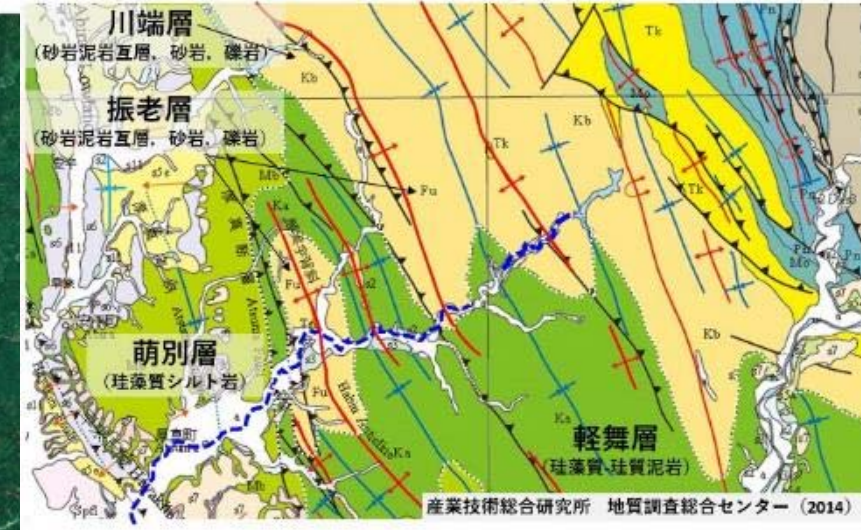
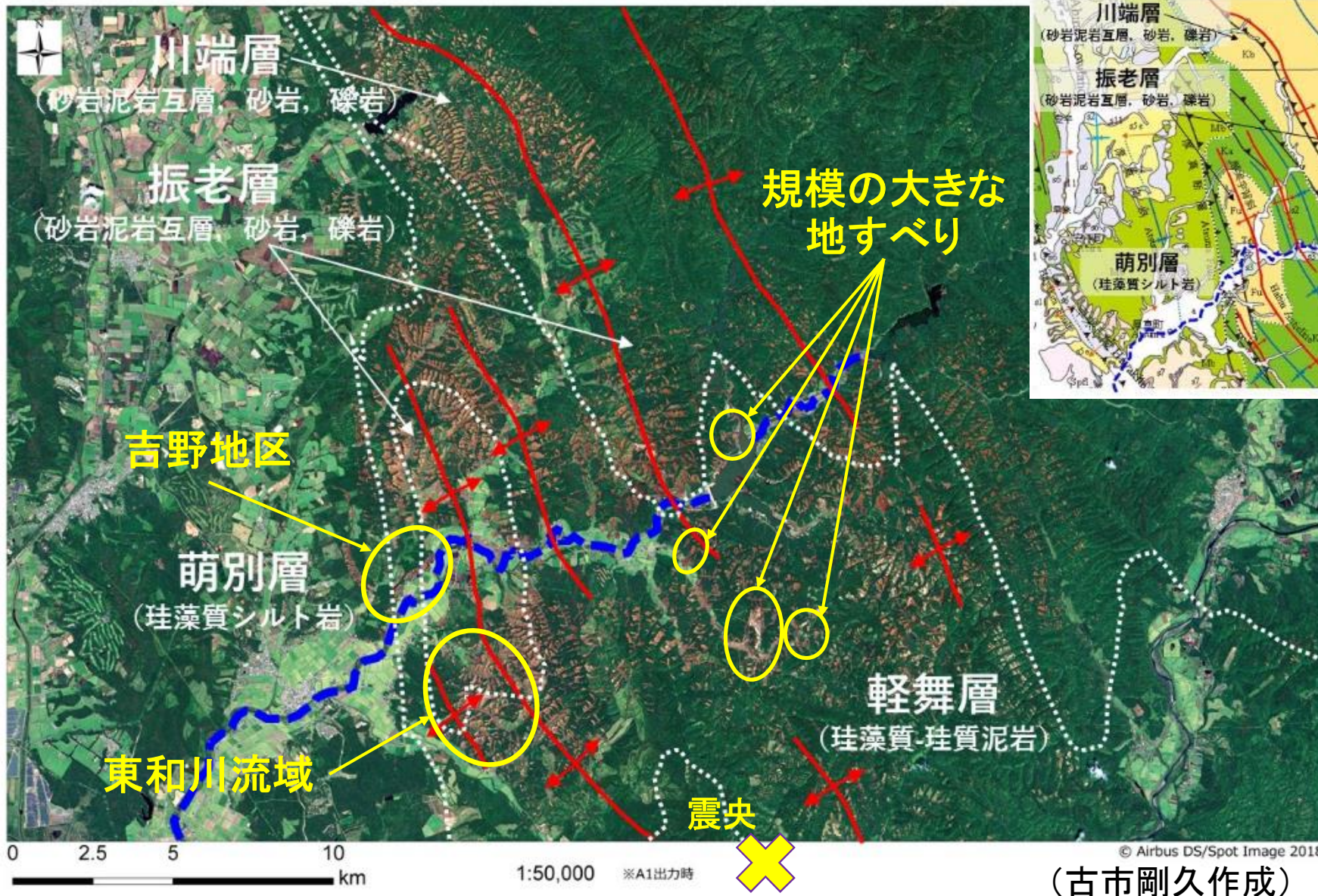
防災科研 JRISQ地震速報

凡例

震度7	震度5強	震度4
震度6強	震度5弱	震度3以下
震度6弱		



平成30年北海道胆振東部地震 厚真町・安平町付近 (平成30年9月11日9:42撮影 SPOT衛星画像 1.5m解像度)



2018年9月6日
AM 03:07 発生
Mt. 6.7 (最大震度7)

死者41名
(うち土砂災害によるもの36名)

崩壊面積; 13.4km²
(他に40km²程度との報告もある。)
崩壊土砂量; 3000万m³
(国土交通省調べ: 速報値)

(古市剛久作成)

地震を
引き起こした
断層は大まかに
3つの分類できる。

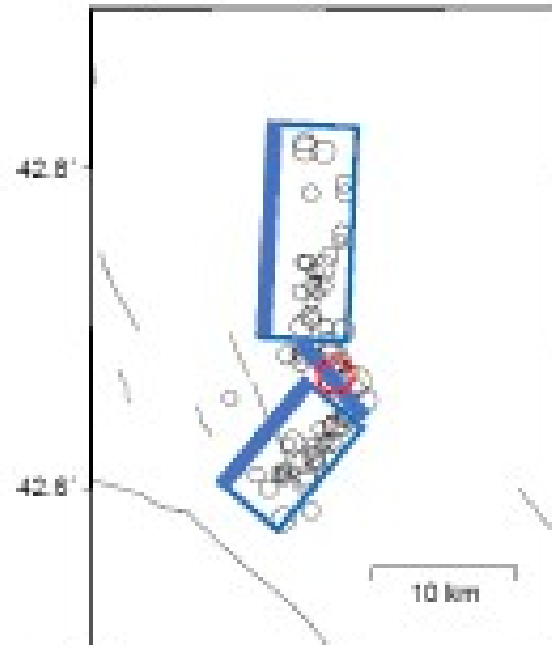
- ①震央近傍の
断層がずれる
- ↓
- ②続いて,
南, 北の断層
がずれる

北の断層のずれと
土砂災害の
集中発生地域が
概ね一致

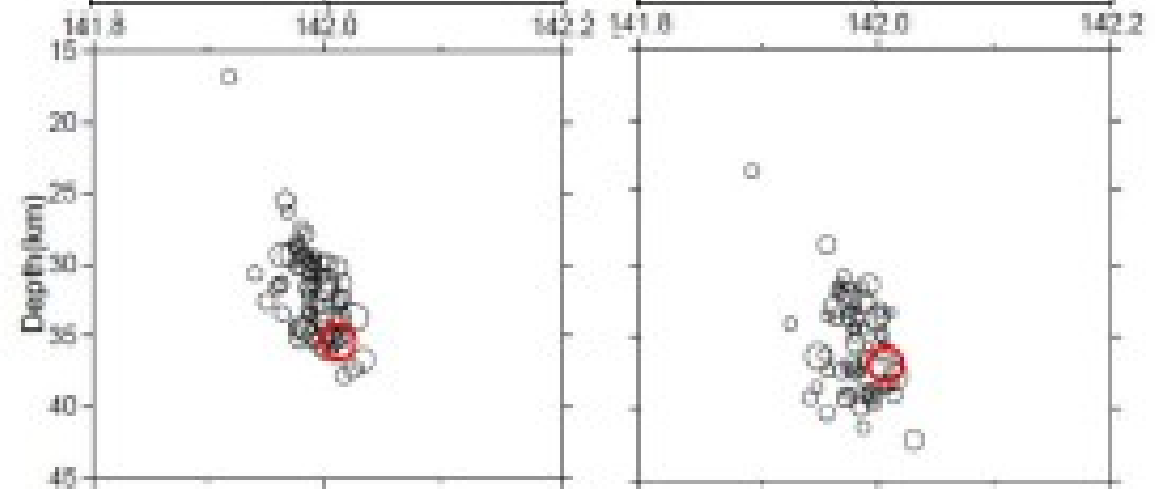
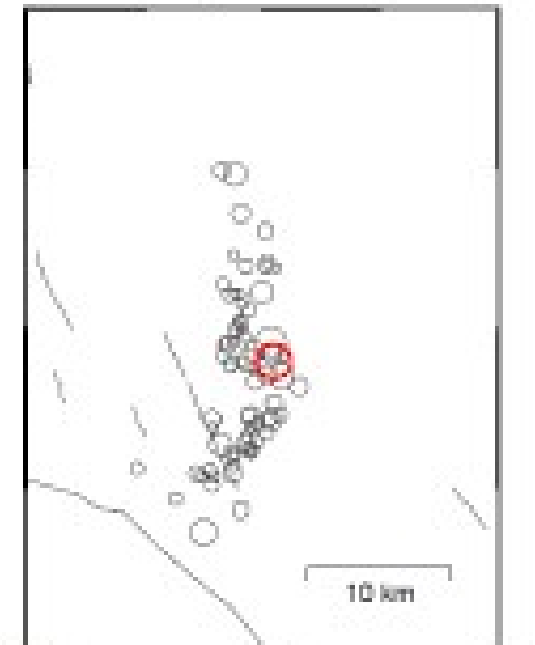
地震発生後約6時間の余震分布

勝俣他、2018年 日本地震学会秋季大会

a) Katsumata et al.



b) JMA



東和川流域の多数の山腹斜面崩壊 (崩壊面積率約40%)



尾根上のクラック



斜面上の落ち残り

地震による斜面崩壊の主要3要因

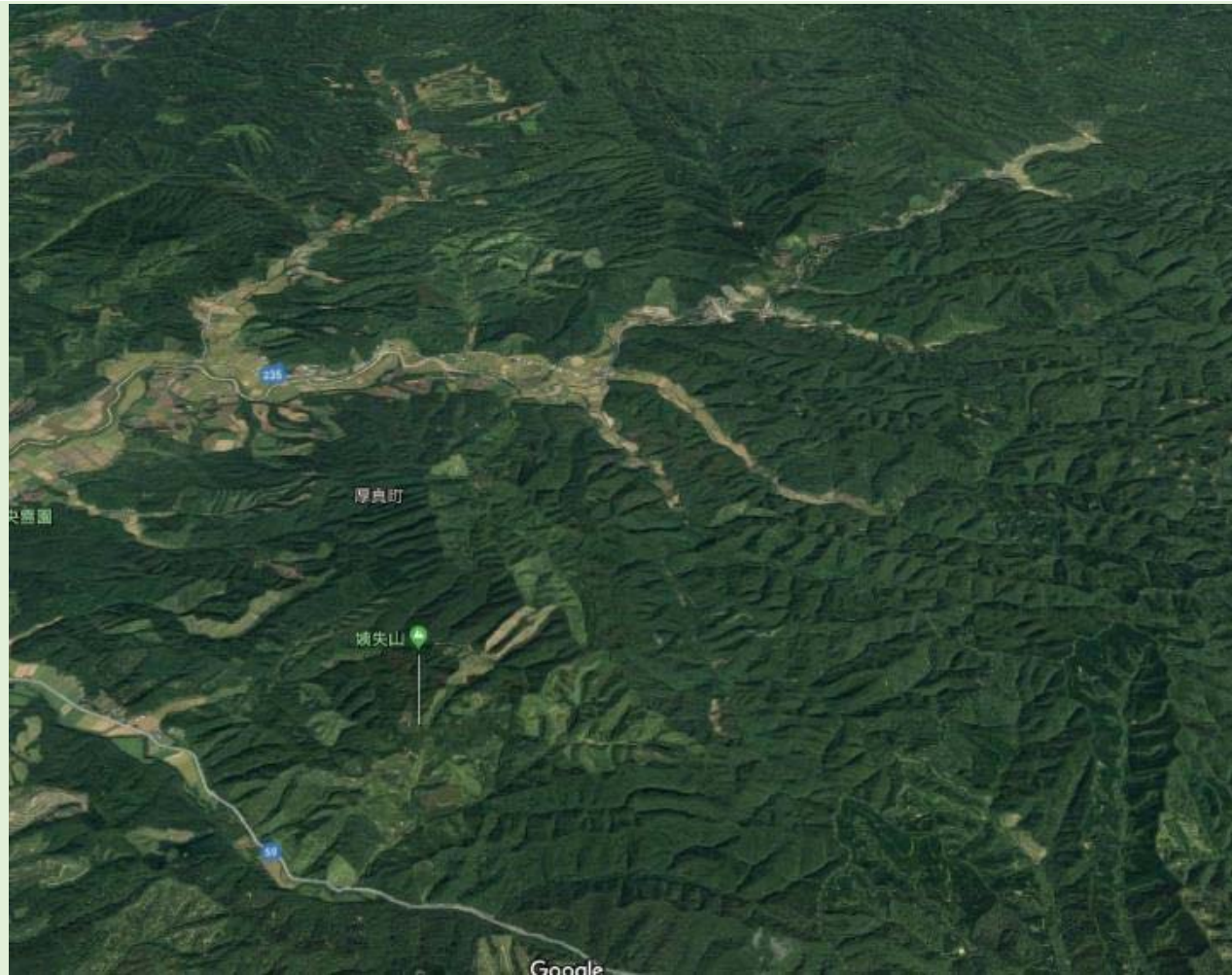
- ・地震加速度
- ・斜面勾配
- ・凸型曲率



**2004.10.23 新潟県
中越地震による山腹崩壊
(旧)山古志村**



**1999.9.21 台湾
集集地震による山腹崩壊**

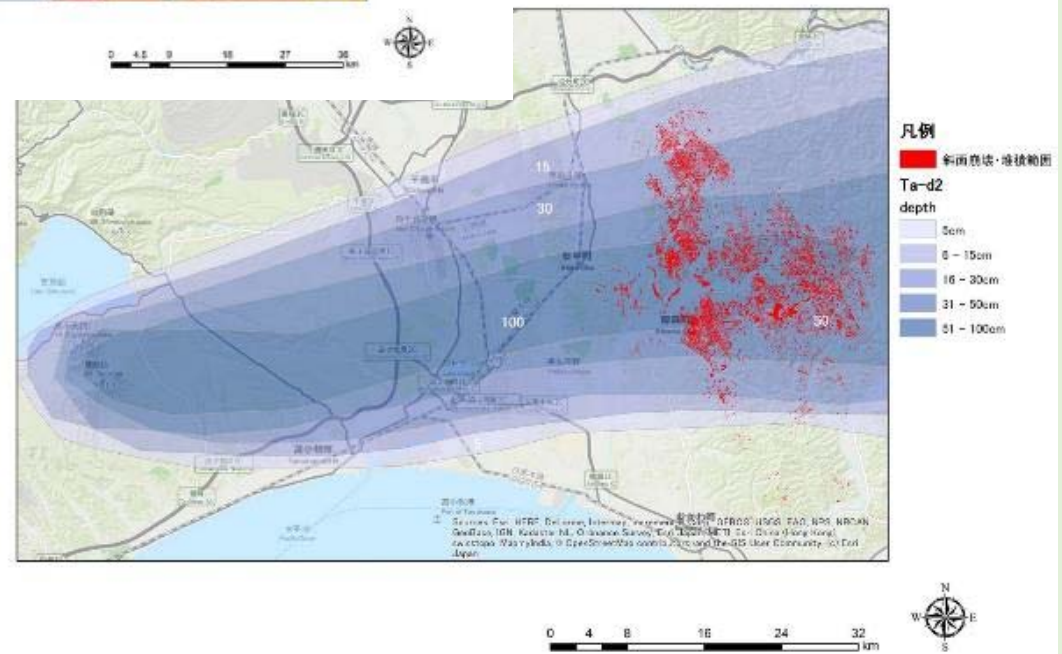
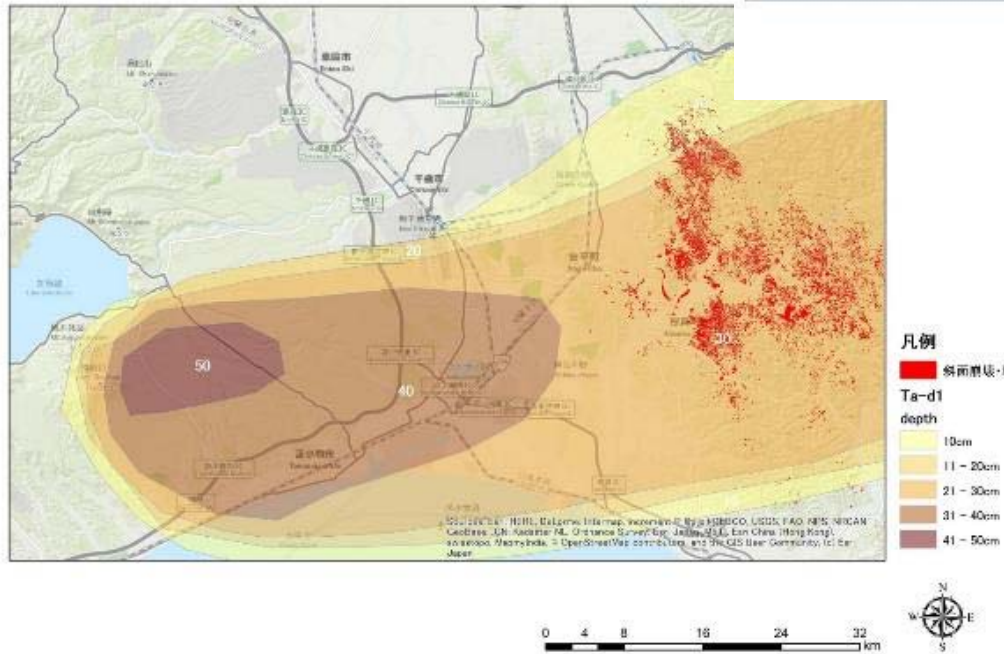
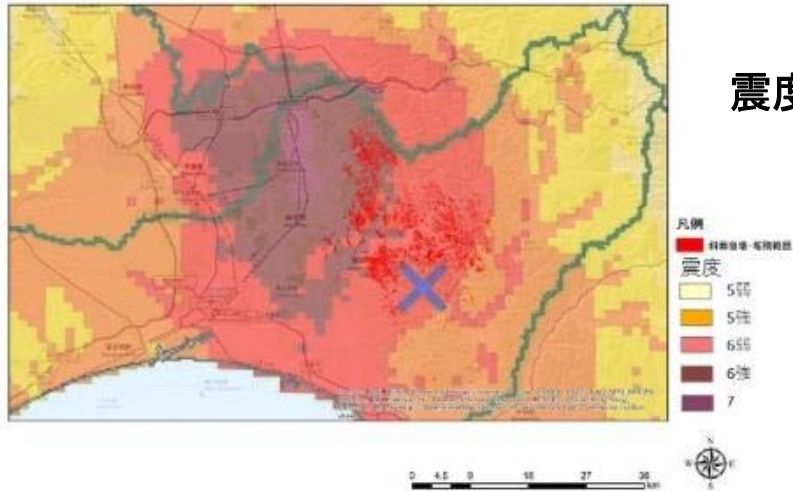


Google

厚真町付近の特徴的な尾根地形

震度階と崩壊地分布

Mt. 6.7 (推定)



降下火砕物(Ta-d)堆積厚と崩壊地分布 (柳井清治作成)

4. 斜面崩壊. (1) テフラ風化層型



4. 斜面崩壊. (2) 基盤風化層型



崩壊面の形成位置

特定の地質(層)だけが
弱層(滑落面)を形成するわけではない

4. 斜面崩壊. (3) 埋没腐植層型



2. 斜面の特徴





人的被害が
最も大きかった
吉野地区全景

厚真町の斜面崩壊等の形態分類



I -a 斜面崩壊・平滑タイプ

非常に緩勾配のものもある



正面

I -a' 斜面崩壊・表層すべりタイプ



側面



I -b 斜面崩壊
谷状タイプ



I -c 斜面崩壊
複合タイプ



II 谷地形流出タイプ

北海道勇払郡厚真町日高幌内川で発生した河道閉塞について 9月9日時点

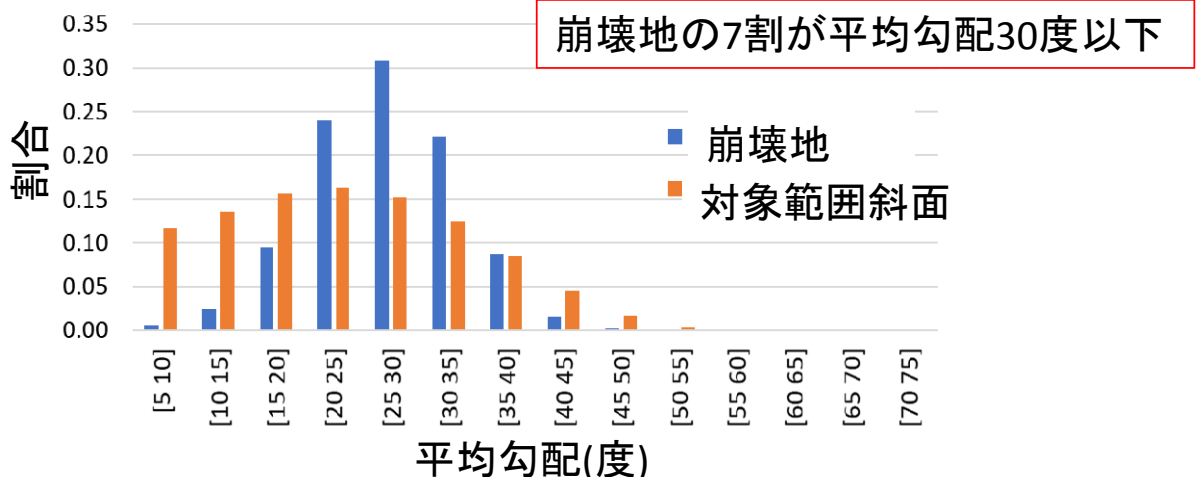
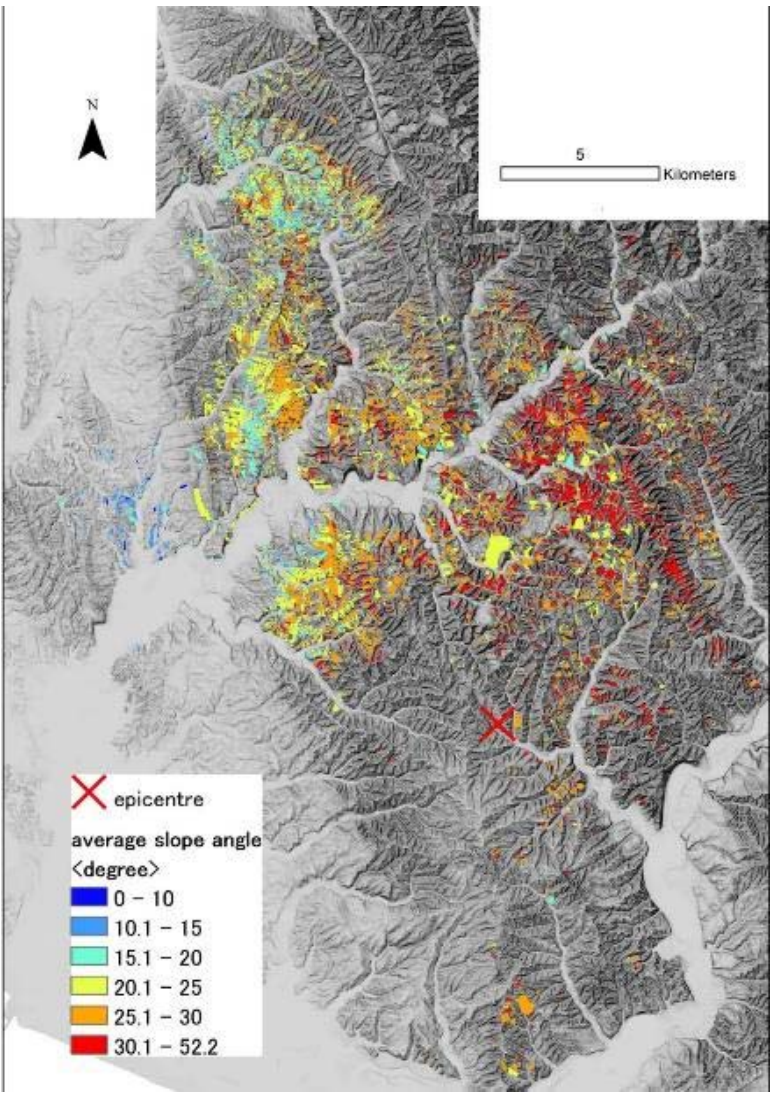


※ 数字については今後の調査により変更となる可能性があります

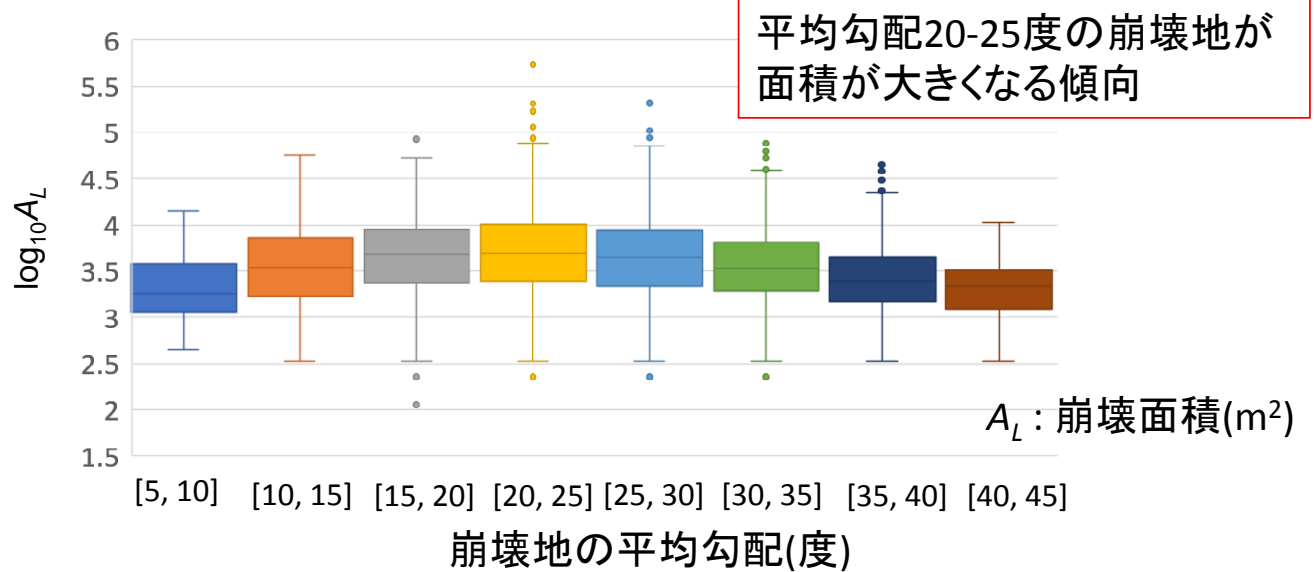
撮影: ©アジア航測㈱・朝日航洋㈱

出典: 砂防部HP
(http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30_iburitobu/180909_hidakahoronai_heisoku.pdf)

III 大規模地すべりタイプ (1箇所のみ)

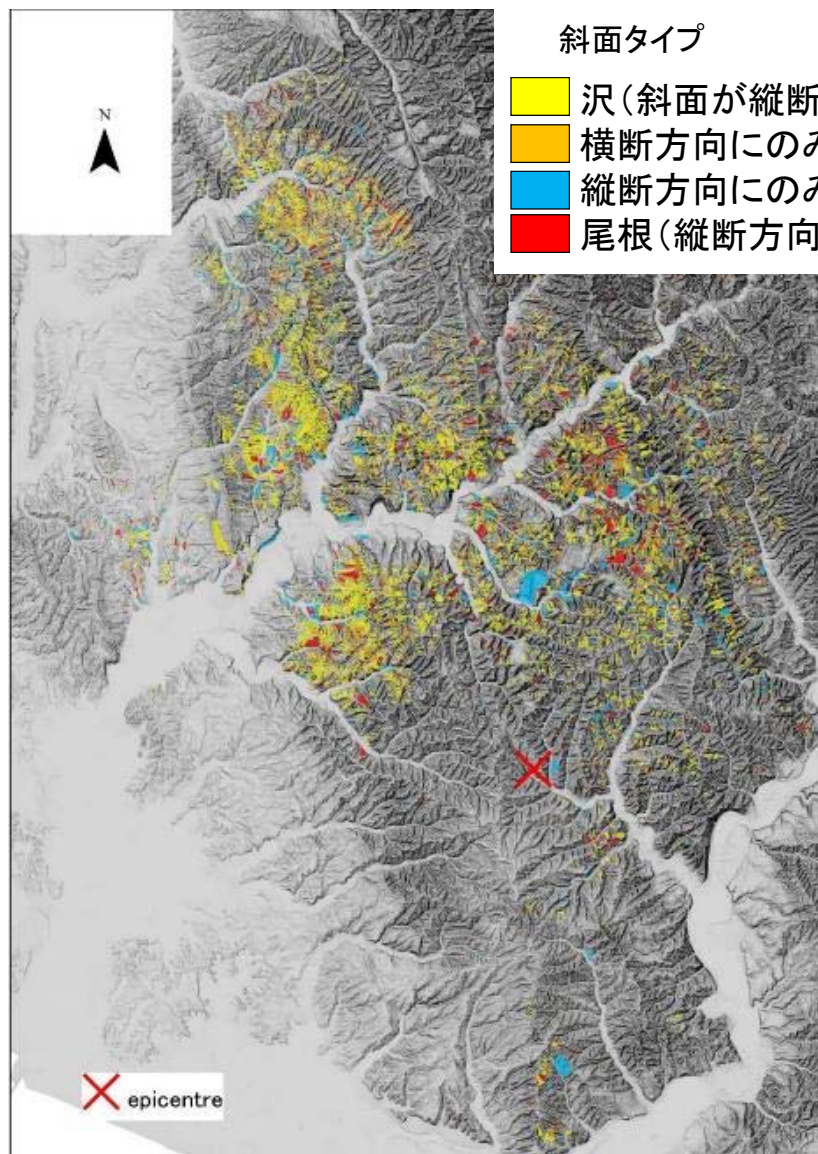


対象範囲 (440 km²) の斜面、および崩壊地の勾配分布



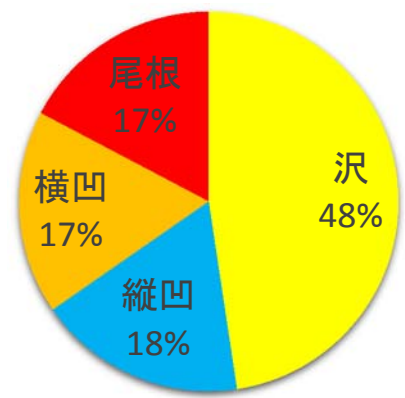
崩壊地の勾配と面積の関係

厚真町の崩壊地分布と、各崩壊地の平均勾配



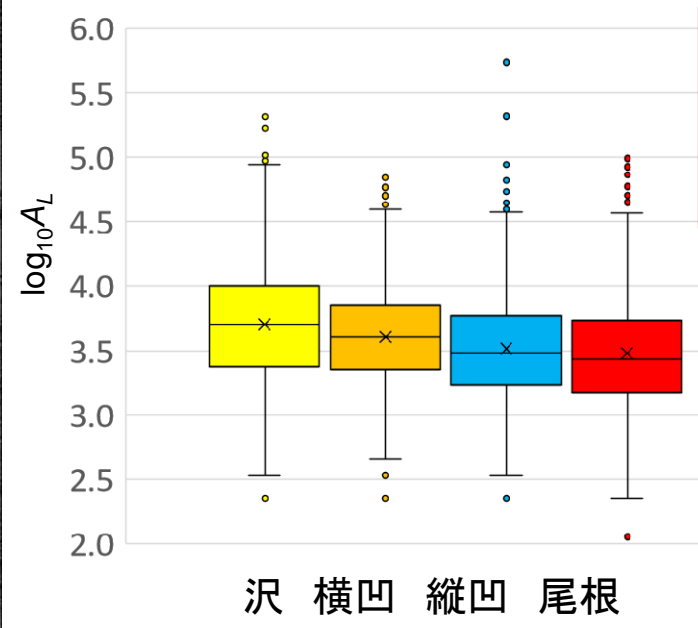
斜面タイプ

- 沢 (斜面が縦断方向に凹かつ横断方向に凹)
- 横断方向にのみ凹
- 縦断方向にのみ凹
- 尾根 (縦断方向凸かつ横断方向凸)



沢タイプが多い

各崩壊地の斜面タイプの割合



- ・沢タイプ
崩壊面積が大になりやすい傾向
- ・尾根タイプ
崩壊面積が小になりやすい傾向

斜面タイプ	平均 A_L (m ²)	A_L 中央値 (m ²)
沢	8,720	4,980
横断凹	6,040	4,020
縦断凹	6,040	3,050
尾根	5,190	2,710

厚真町の崩壊地分布と、崩壊地の斜面タイプ

斜面タイプごとの崩壊面積, A_L (m²)の分布



崩壊数が多い理由

- ・含水率が高い火山灰土壤に覆われる

個々の崩壊面積が大きい理由

- ・起伏の緩い地形

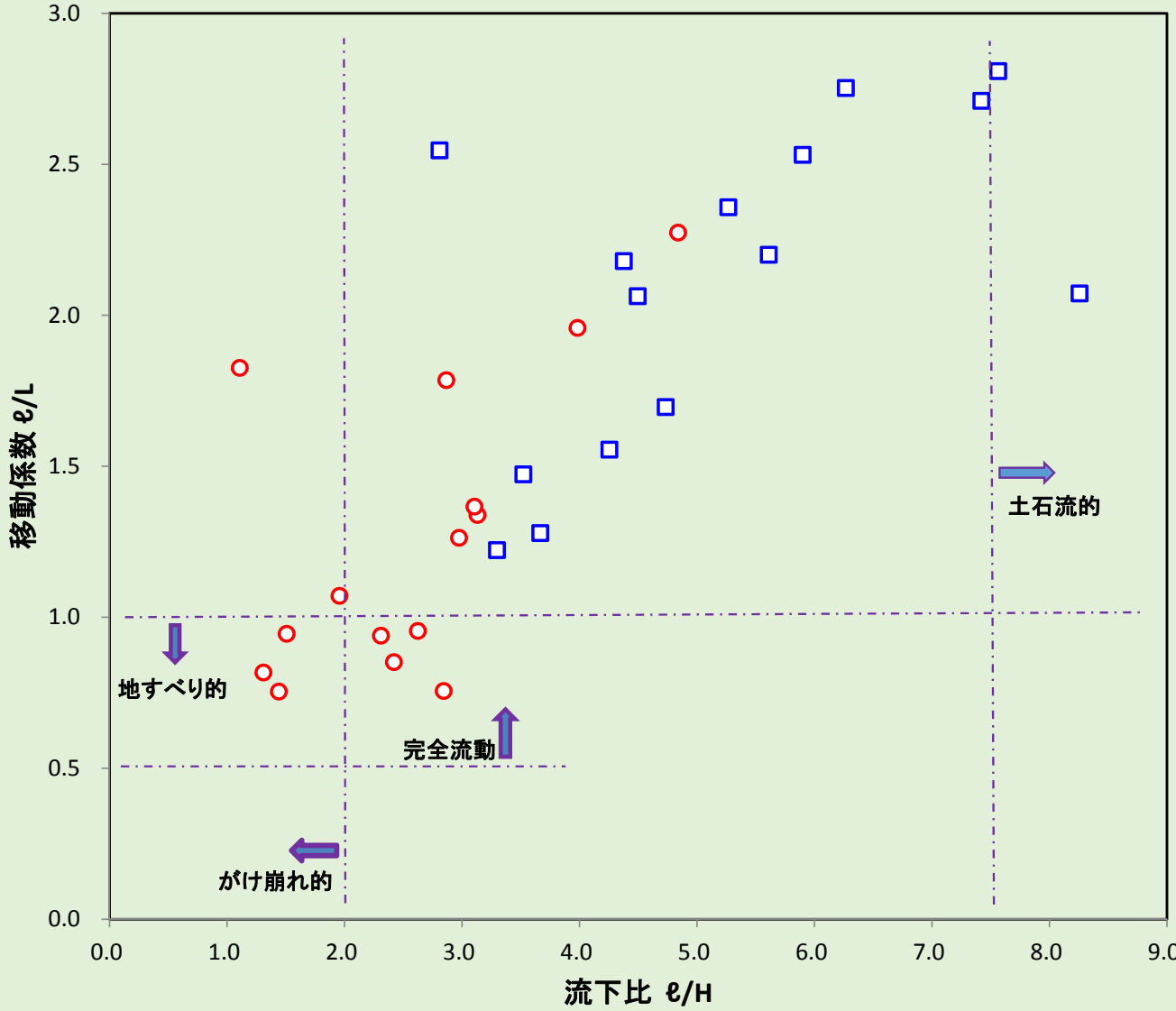
→尾根が低いため隣接する崩壊が連結しやすい

強振動に対しては脆弱な地域

凹型地形で崩壊多、かつ面積大であった理由

- ・地下水が多かった？
- ・土壌が厚かった？

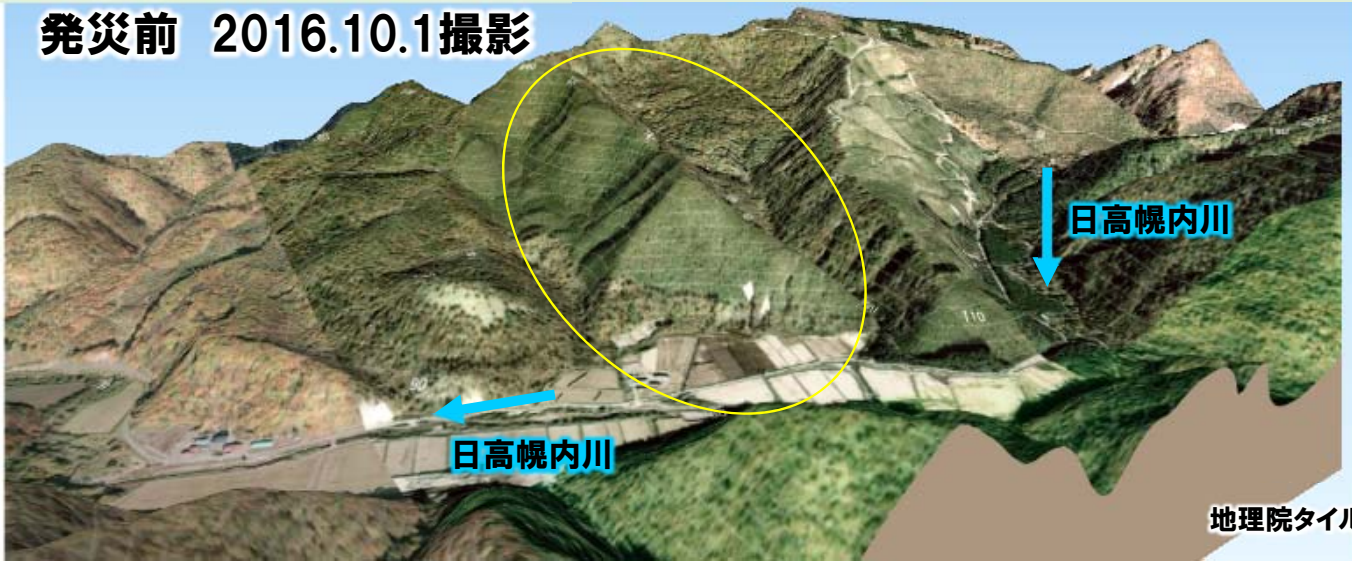
○ 平行斜面 □ 谷地形



l ; 土塊の水平移動距離
 L ; 崩壊部の水平長さ
 H ; 崩壊部の垂直高さ

土砂の移動指標(暫定版)
(移動係数(臼杵ら, 2005),
流下比(石川, 1999))
についての比較

発災前 2016.10.1撮影



日高幌内川
大規模地すべりによる
河道閉塞

発災後 2018.9.8撮影



長距離を滑動したが、
乱されていない尾根部

日高幌内川

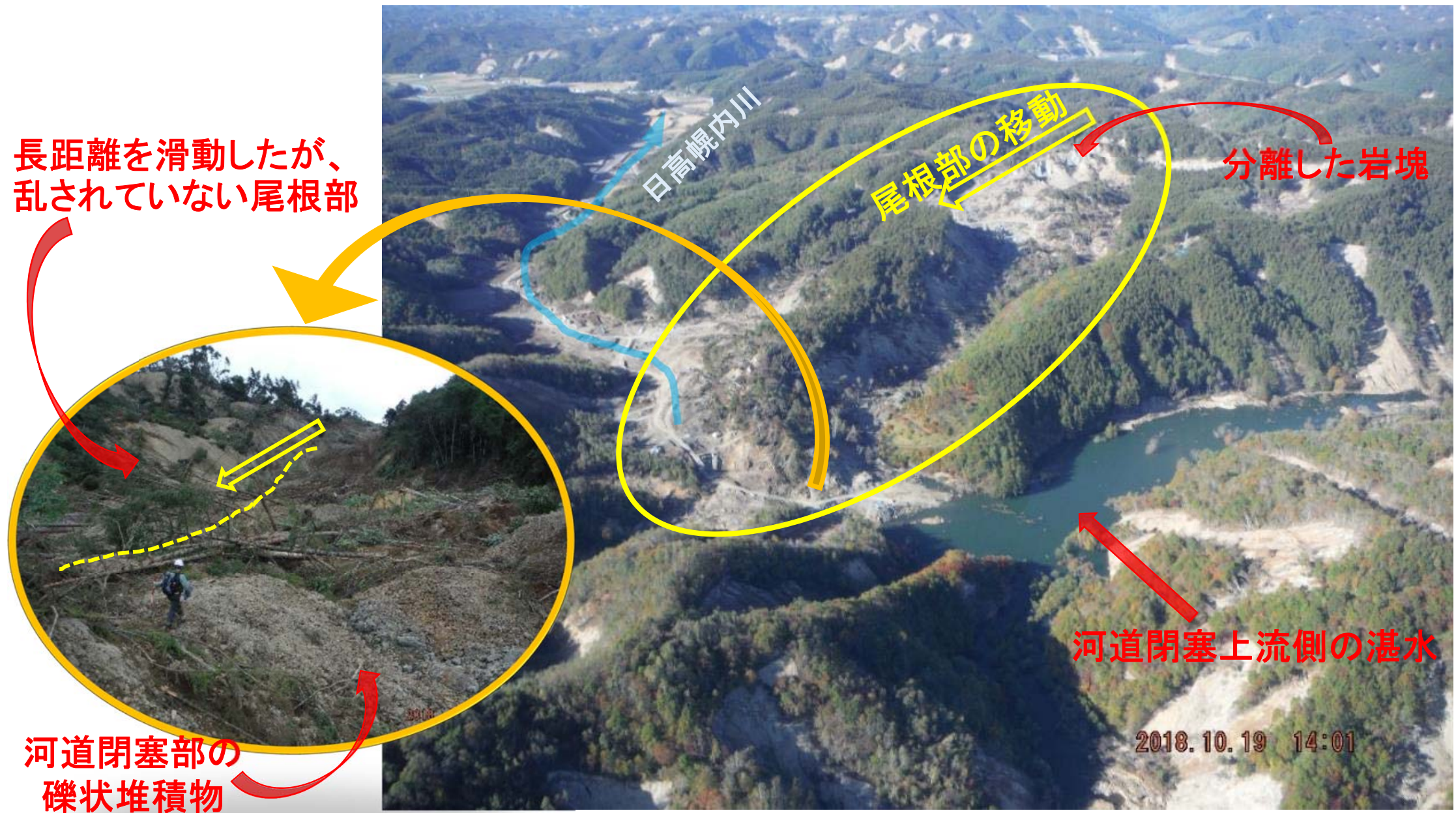
尾根部の移動

分離した岩塊

河道閉塞上流側の湛水

河道閉塞部の
礫状堆積物

2018.10.19 14:01





上流側より

滑動距離：約350m

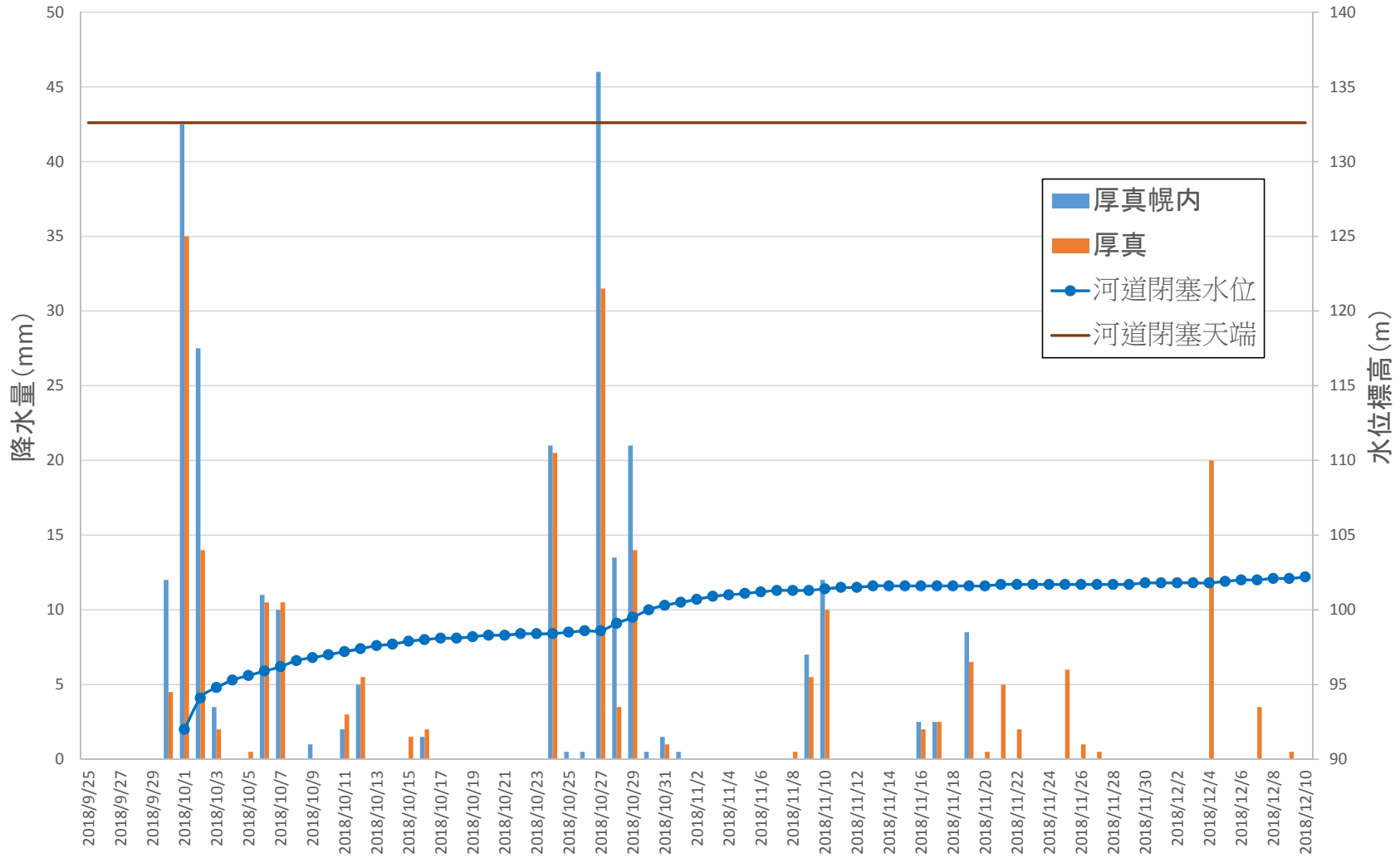


分離した岩塊



2018.10.19 14:02

降雨と河道閉塞水位の関係



閉塞土塊下流側の湧出水の状況



2018. 9. 7

岩盤すべりによる土砂到達域末端より下流には、左岸側斜面からの崩土が右岸側まで堆積している。右岸側(元の河道付近)からは湧水が認められる。



2018. 12. 8 16:26

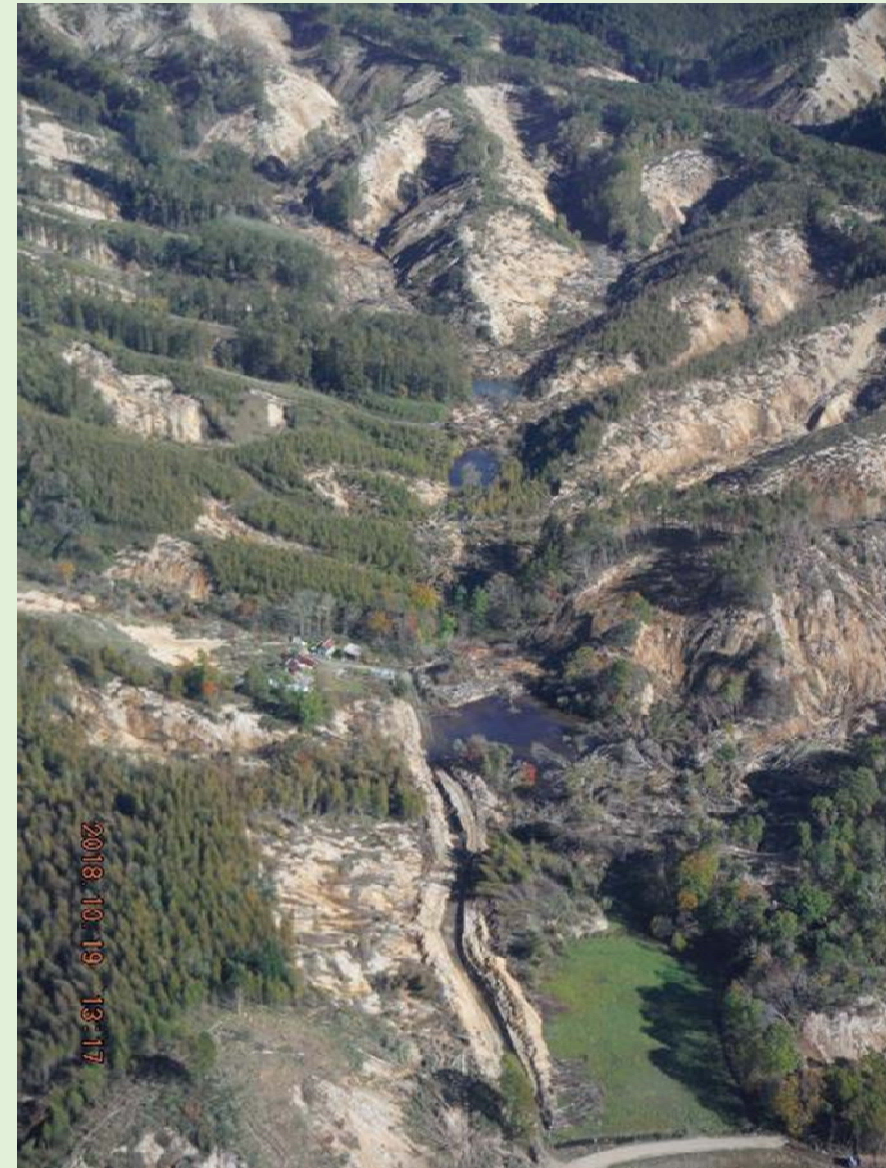
2018. 12. 8

約3カ月後、冬季で支溪流からの表流水流入は殆どなくなっている時期だが、閉塞土塊下流への湧出量は $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 程度あった。

大量の流出土砂 による河道埋塞



谷を埋め尽くす土砂



埋塞土砂の凹凸によって、水溜りが形成されている。

地震後の出水による土砂流出



破壊された治山堰堤

9月13日撮影

9月6日地震発生

9/30-10/3; 85.5mm
(幌内雨量観測所)

10/6-7; 21.0mm



10月15日撮影

谷出口を軽石成分が覆っている



谷地形崩壊源頭部の亀裂 (日高幌内川左支溪流)

2018.10.15撮影



厚真町の斜面崩壊等に関する特徴

- 内陸直下型地震の強振動が斜面上の堆積物の弱層で崩壊を発生させた。
- 斜面の基岩上にやや厚く堆積する降下火砕物等の互層の全体、または一部が表層崩壊を起こしているものが多くを占めている。(大規模地すべりタイプを除く。)
- 斜面崩壊高さに比べて、崩土の水平方向の到達距離はやや長いものが多い。
- 崩土はほぼドライであるが、粘土質の堆積物には水分が多く含まれていた。
- 崩壊後に谷状地形を現わしているものもあるが、基本的には表層の降下火砕物層が抜け落ちて、元地形の基岩が裸出したものと考えられる。
- 谷地形から流出した土砂・樹木は勾配の無い田面などの上を比較的長距離移動して、急激に停止している。堆積物はほぼドライであるが、谷地形では自流が見られるものもある。
- 一般的に、地震による斜面崩壊は、加速度が大きく、斜面勾配が急で、斜面曲率が凸型に大きいほど発生しやすいことが知られているが、今回は、15°程度以下の緩勾配での崩土も斜面下部まで滑落しているものが見られる。

今後の問題点

- 崩壊した斜面上または周囲に**落ち残りやクラック**があり、今後比較的小さな降雨・余震でも崩落する可能性がある。**(除去対策等が必要。)**
- 崩壊していない斜面も**緩んでいる可能性**があり、今後しばらく比較的小さな降雨・余震でも崩落する可能性がある。**(土砂災害警戒基準の引き下げ運用が必要 (既に実施))**
- 降雨による土砂災害の危険箇所以外でも、地震による崩壊現象は起こり得る。**(勾配30° よりも緩い斜面**の近くの人家でも余震等に注意をする必要がある。)
- 河道埋塞**をしている溪流からは、**中小出水によっても土砂・倒木が流出**してくる可能性が高い。**(下流の河川に土砂が溜まっていないかを監視する必要がある。)**
- 河道閉塞**をしている箇所では、対策が終了するまで、湛水が進んで問題を生じさせる状況になっていないかを**監視**しておく必要がある。

緩勾配斜面の崩壊、崩壊土砂の長距離移動 問題をどう考えるか

○北海道胆振東部地震では、 30° 未満の緩勾配斜面での崩壊や崩壊土砂がやや長距離を移動する事例が多く見られているが、これは既往の土砂災害の想定危険範囲以外の場所での被害発生可能性を示唆している。

○今回のケースでは、粘土化した降下火砕物(Ta-d層)の存在が影響を与えた可能性があるが、地震時の土砂移動現象に対する地形、地質・土質の影響度は必ずしも十分に整理されているわけではない。(今後の検討課題)

○また、地震による土砂災害の発生までに、避難行動を行える時間的余裕は殆ど無い。

○したがって対応方法としては、少なくとも既往の土砂災害警戒区域等に対してはハード対策を促進するとともに、今後の検討によって危険性が新たに想定される範囲については、危険性の周知によって咄嗟の命を守る行動(垂直避難等)を促すことが必要だと考えられる。