

AvenzaMapsの活用

— CS立体図を使った地形判読と現地調査 —

(株) ジオ・フォレスト

戸田 堅一郎

この資料は、「CS立体図を使った地形判読マニュアル」2023年3月 林野庁 (<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/romou.html>) を基に
独自に解説を加えたものです。

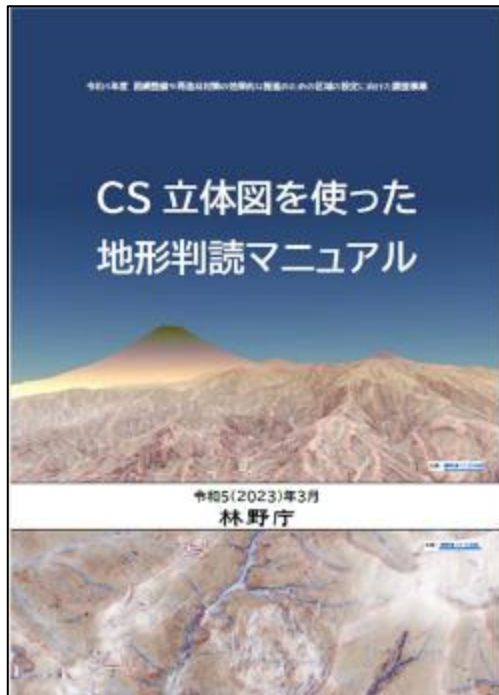
林野庁職員向け地形判読研修 (森林技術総合研修所)

1 森林土木(ICT活用)研修

令和5年5月9日 (終了)

2 情報処理(森林情報の取得・利活用)研修

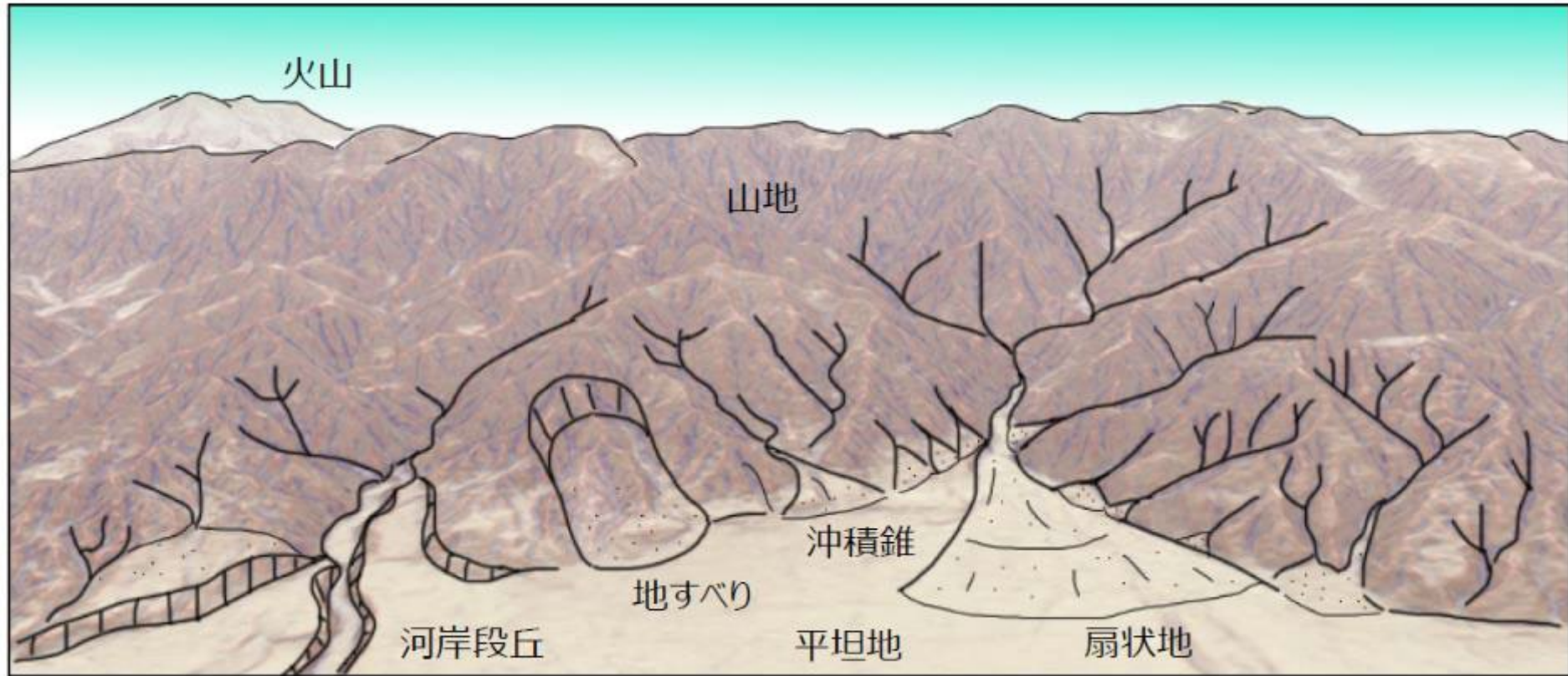
令和5年12月19日



研修で使用するテキスト

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/romou.html>

1.1 「地形」とは



大地に残された様々な地形

なぜ「地形」ができたのか？

- 地殻変動
- 火山活動
- 水の力
- 風の力
- 人工改変

など、その場所で過去に発生した現象の**痕跡**



これらの現象（=災害）は、
同じ場所で**繰り返し発生**する可能性が高い



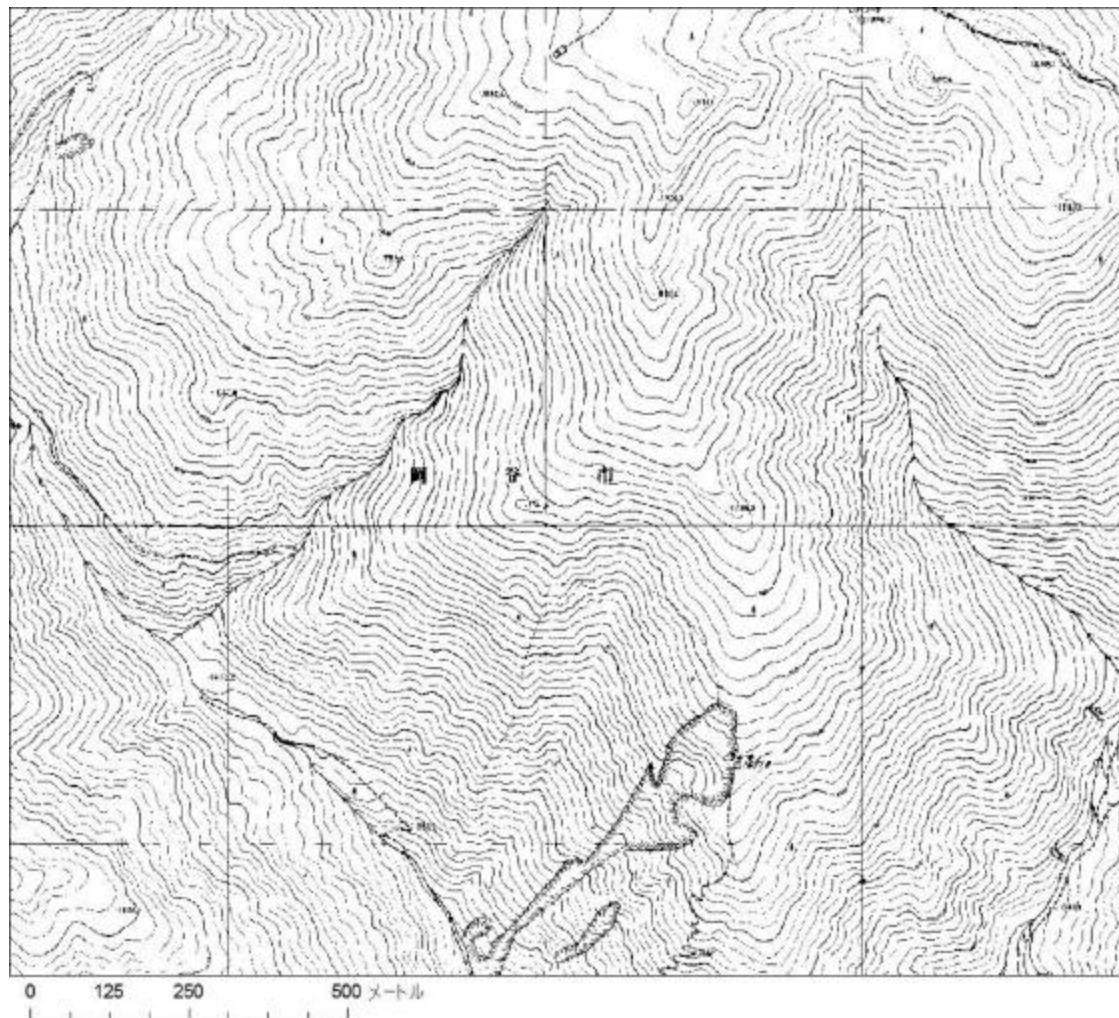
地形判読から**将来を予測**し、**適切な対策**をする

地形種の判読

森林基本図

右図に含まれる地形種

- 地すべり
- 深層崩壊跡
- 沖積錐（扇状地）
- 河道閉塞
- 溪岸侵食
- 表面侵食
- 表層崩壊

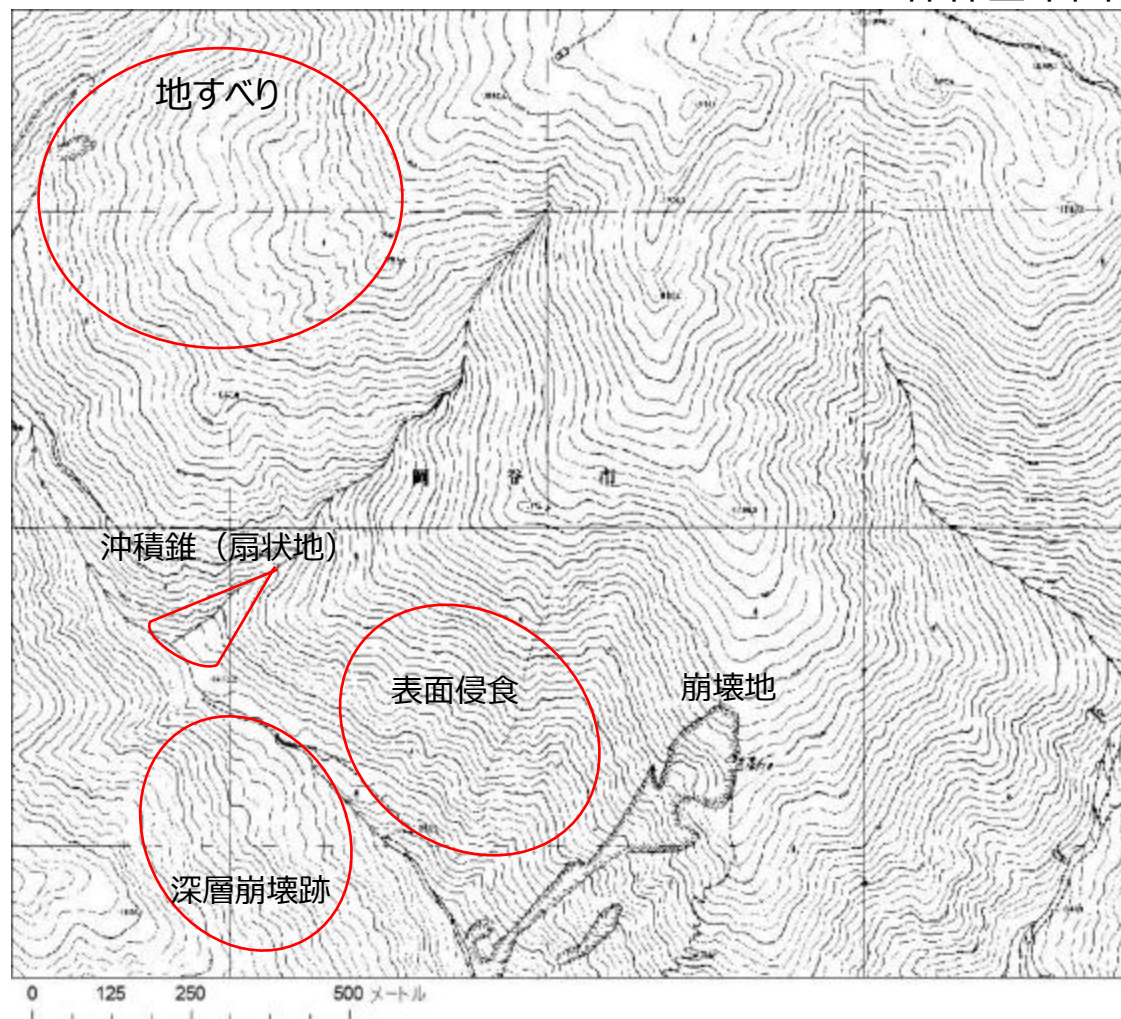


地形種の判読

森林基本図

右図に含まれる地形種

- ・地すべり
- ・深層崩壊跡
- ・沖積錐（扇状地）
- ・河道閉塞
- ・溪岸侵食
- ・表面侵食
- ・表層崩壊



標高、傾斜、曲率等の地形量から地形種を「**解釈**」する

地形種の判読

CS立体図

右図に含まれる地形種

- ・地すべり
- ・深層崩壊跡
- ・沖積錐（扇状地）
- ・河道閉塞
- ・溪岸侵食
- ・表面侵食
- ・表層崩壊



従来の地形図からの判読は難しい

- 判読者によって結果が異なる
- 初心者には難しい



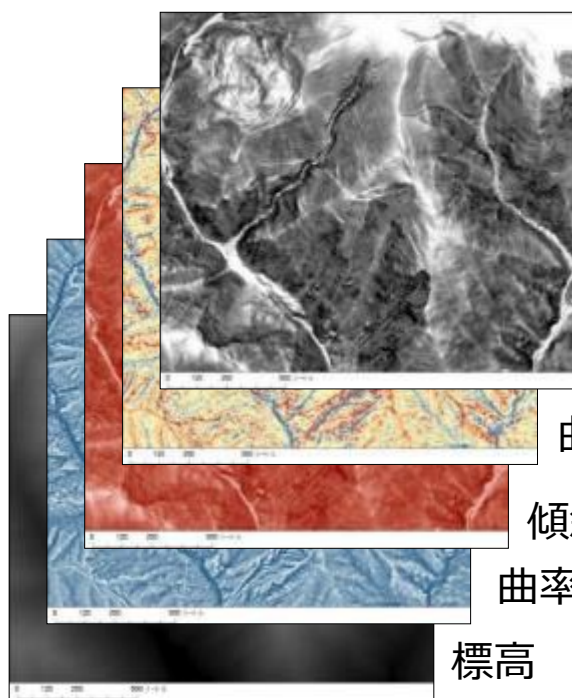
地形判読を容易にするために

CS立体図 を開発

CS立体図とは

「標高」「傾斜」「曲率」の3つの情報に色を付け、重ねて透過処理することで立体表現した図法

[2012年に長野県林業総合センターで考案](#)



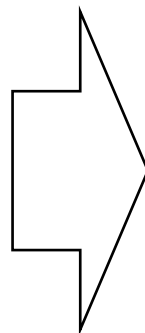
傾斜

曲率

傾斜

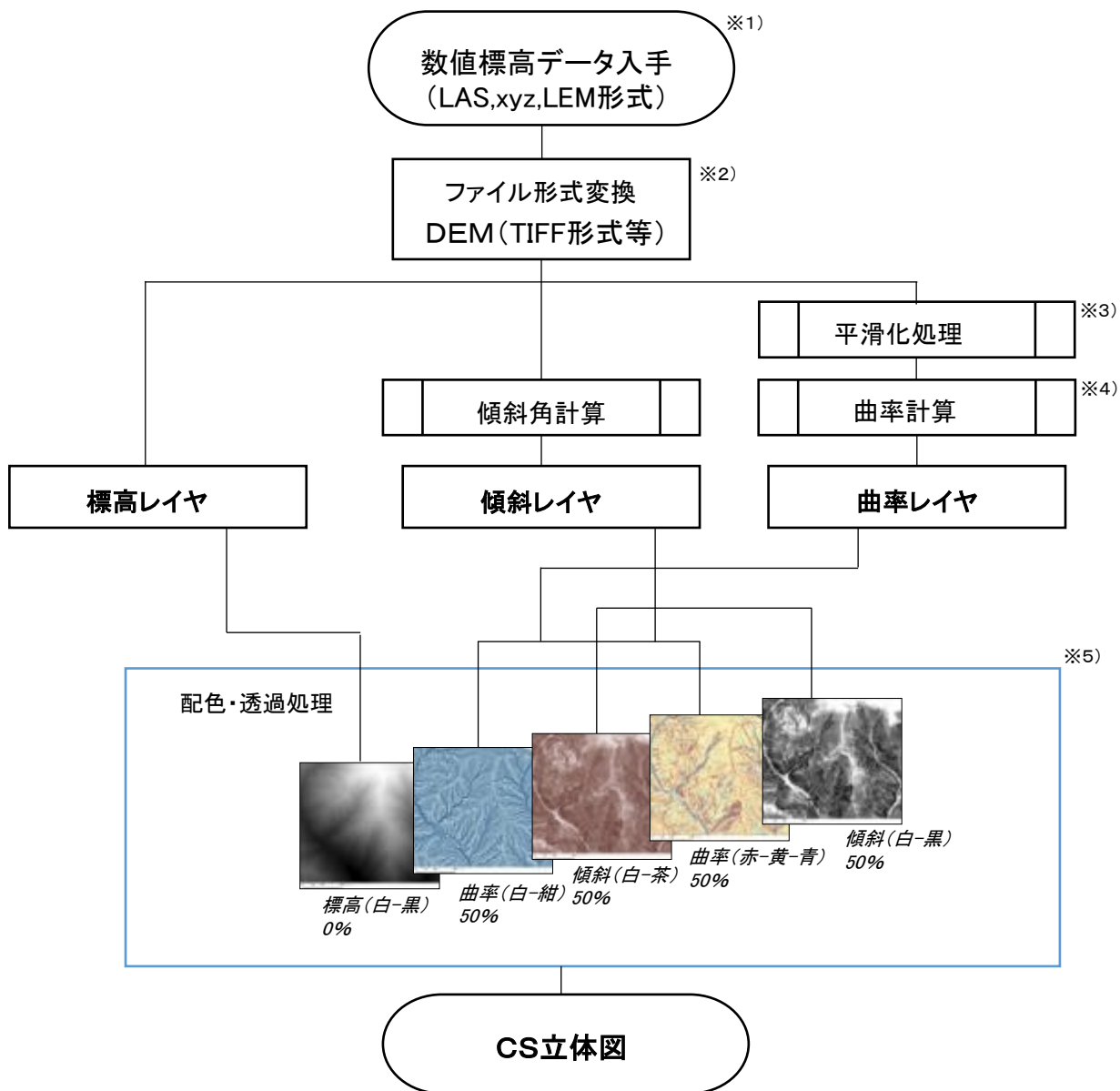
曲率

標高



「CS」とは、曲率 (Curvature) と傾斜 (Slope) の頭文字

CS立体図作製の流れ図



【解説】

※1) 数値標高データの入手
 ・航空LiDARの有無は、「航空レーザ測量データポータルサイト」等で確認。測量発注者に申請すれば、多くの場合は入手可能。
 (LAS,xyz,LEM形式等)
 ・国土地理院Webサイトから、5mメッシュ、10mメッシュデータをダウンロード可能。
 (LEM形式等)

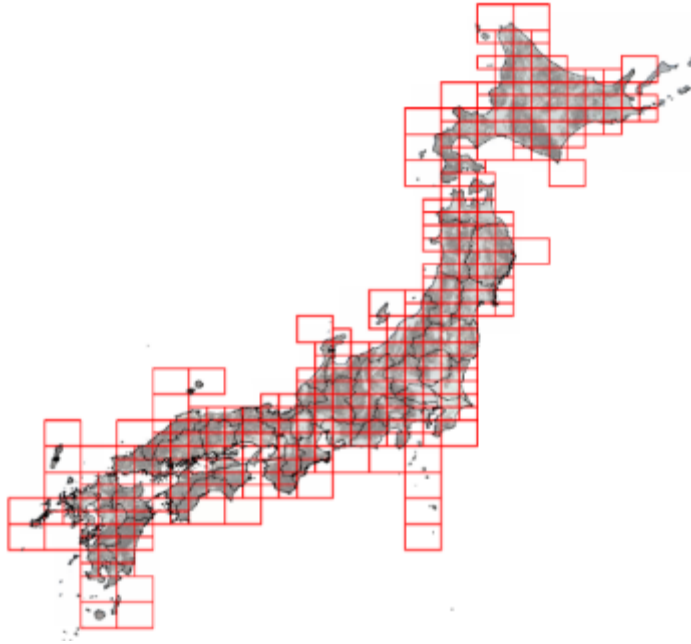
※2) ファイル形式変換
 ・入手できる数値標高データの多くはLAS形式,xyz形式,LEM形式などで、QISでは直接解析できない。TIFF等のラスタ形式に変換する必要がある。

※3) 平滑化処理
 ・曲率計算を行う前に、平滑化処理を行う。
 Gaussian filterを使用すると、滑らかな平滑化が可能。 σ = standard deviation (標準偏差)のパラメータを調整することで、平滑化の強度を変えることができる。小地形を強調したい場合は σ を小さい値に、大地形を強調したい場合は σ を大きい値にする。

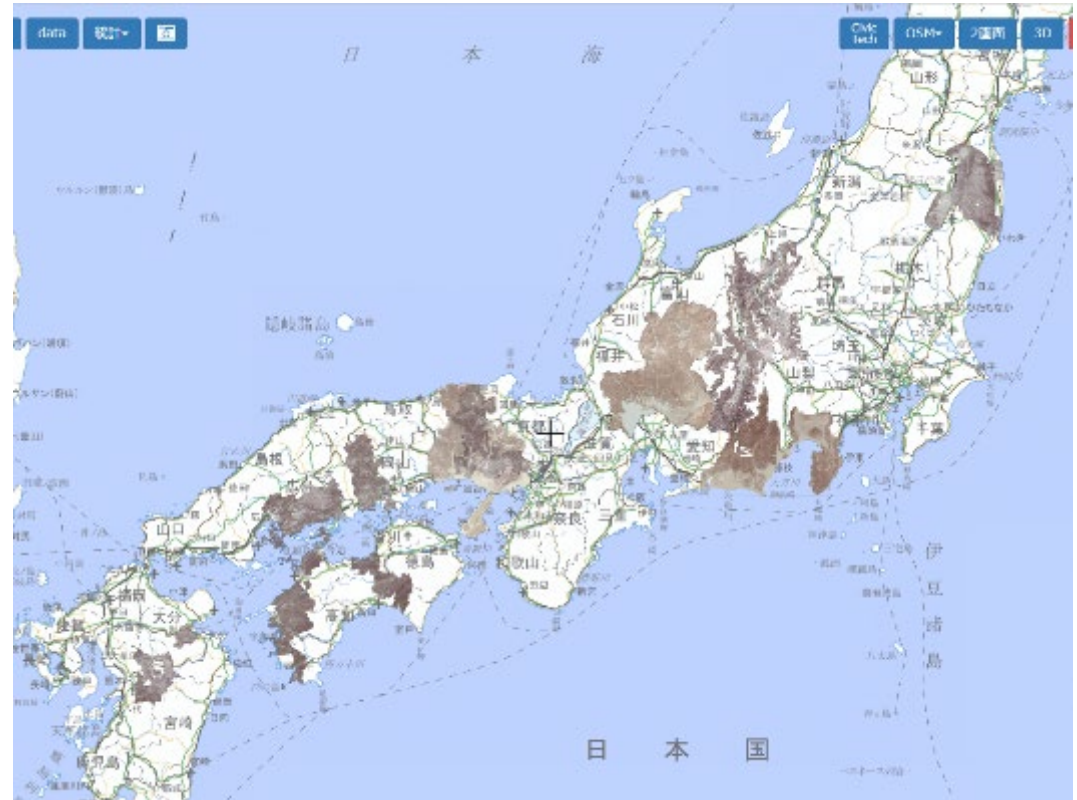
※4) 曲率計算
 ・通常はGeneral curvatureを使用。Plan curvatureを使用すると、水による侵食を強調した図になる。Profile curvatureを使用すると、クランクや道路などが強調される。

※5) 配色・透過処理
 ・デフォルトは左記設定。用途や、判読したい地形規模に応じて、色調や透過率を調整する。

現在公開されているCS立体図

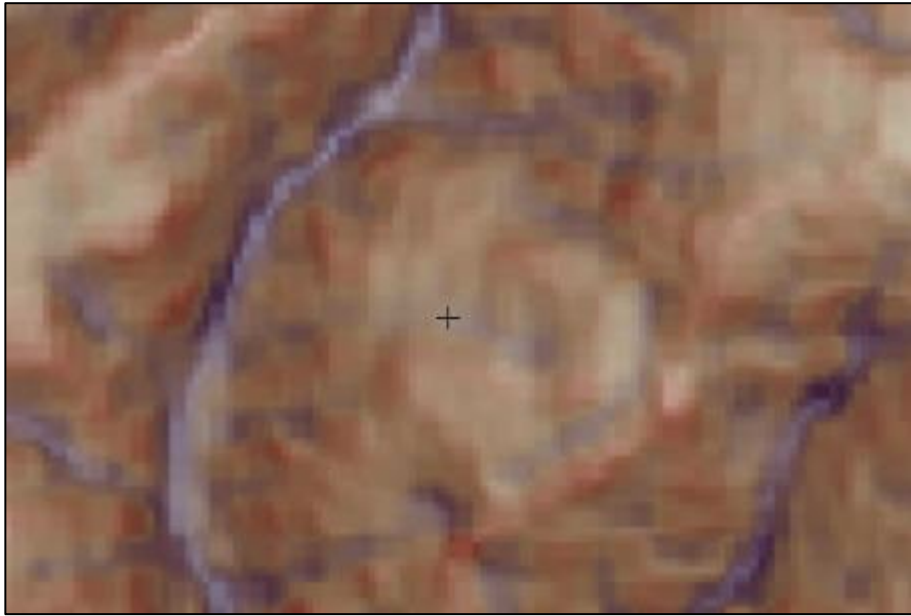


10mメッシュ版
全国

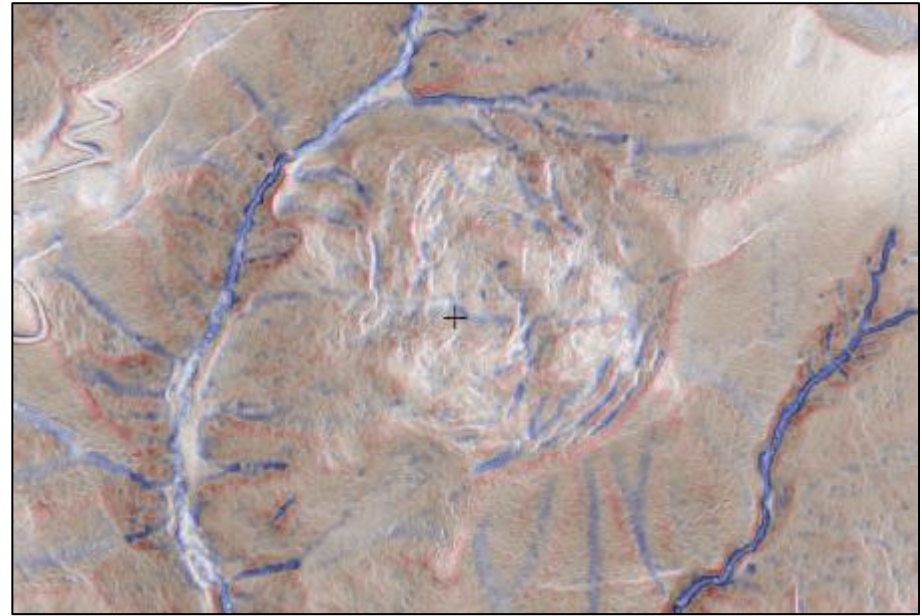


細密（1mメッシュ以下）版
長野県、岐阜県、静岡県、兵庫県、
福島県、岡山県、広島県、高知県、
愛媛県、大分県、福岡県

解像度の違い



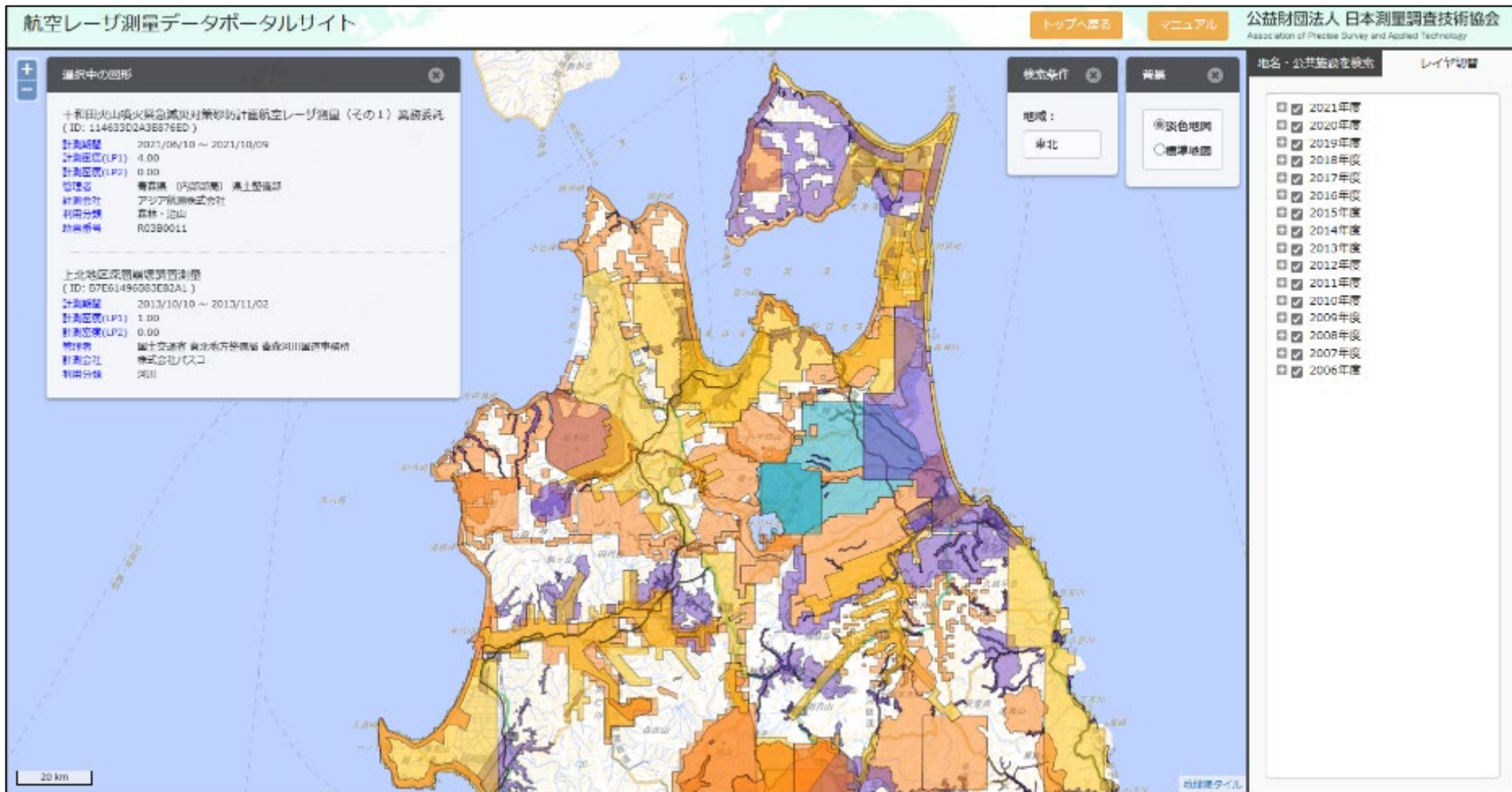
10mメッシュ版



細密（1mメッシュ以下）版

航空レーザー測量ポータルサイト

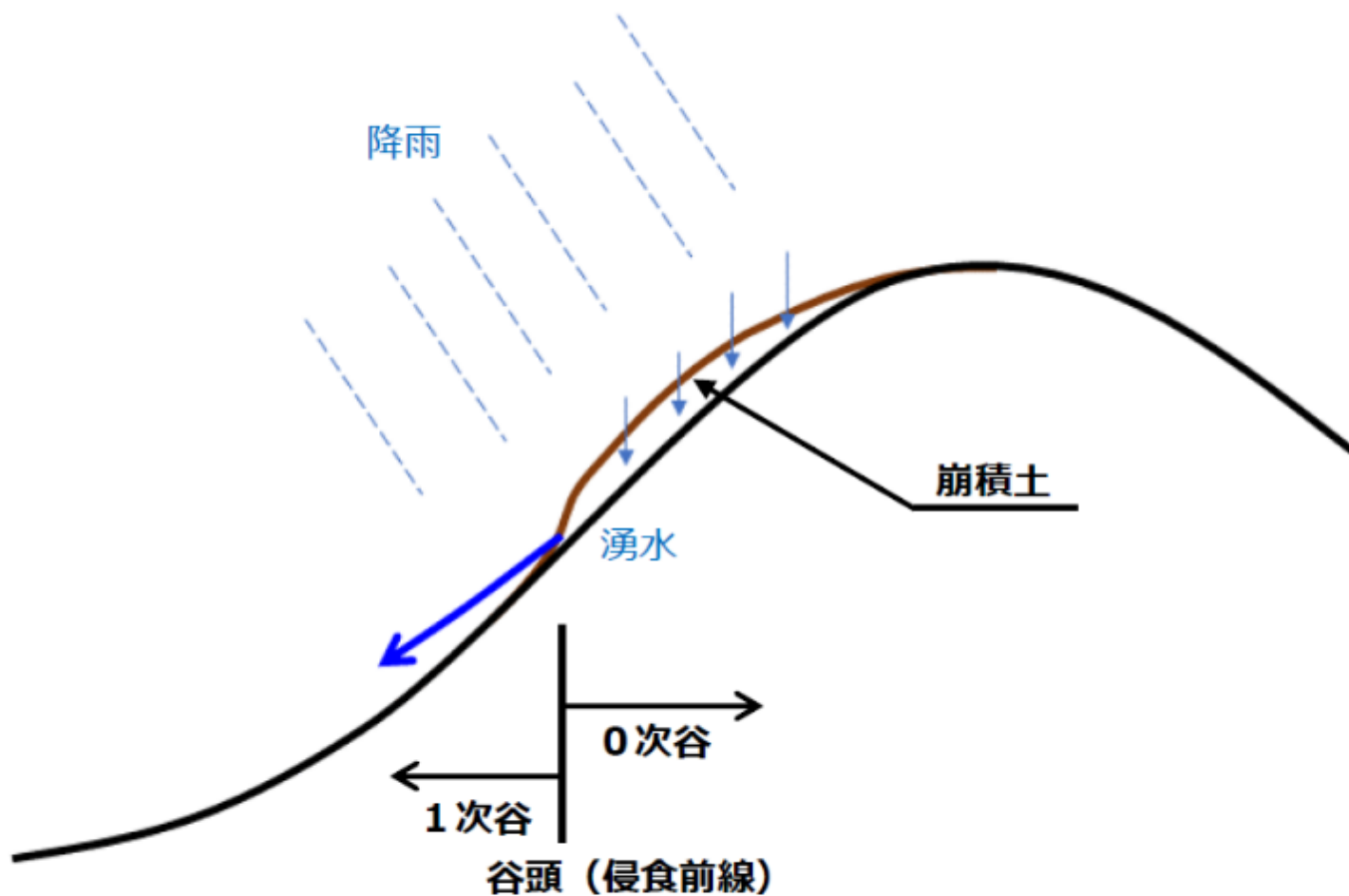
<https://www.sokugikyo.or.jp/laser/>



レーザー測量データはあります！
CS立体図の作成承ります

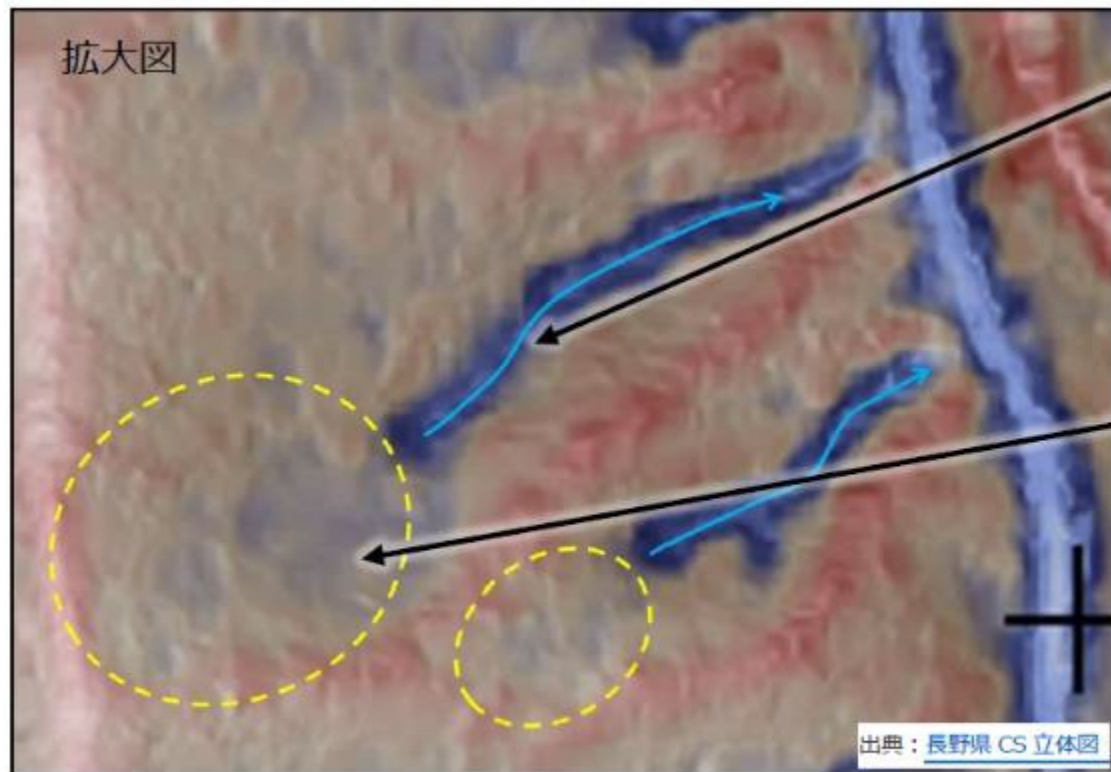
3 CS立体図による 災害危険地形の判読

(1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



侵食前線の模式図

(1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



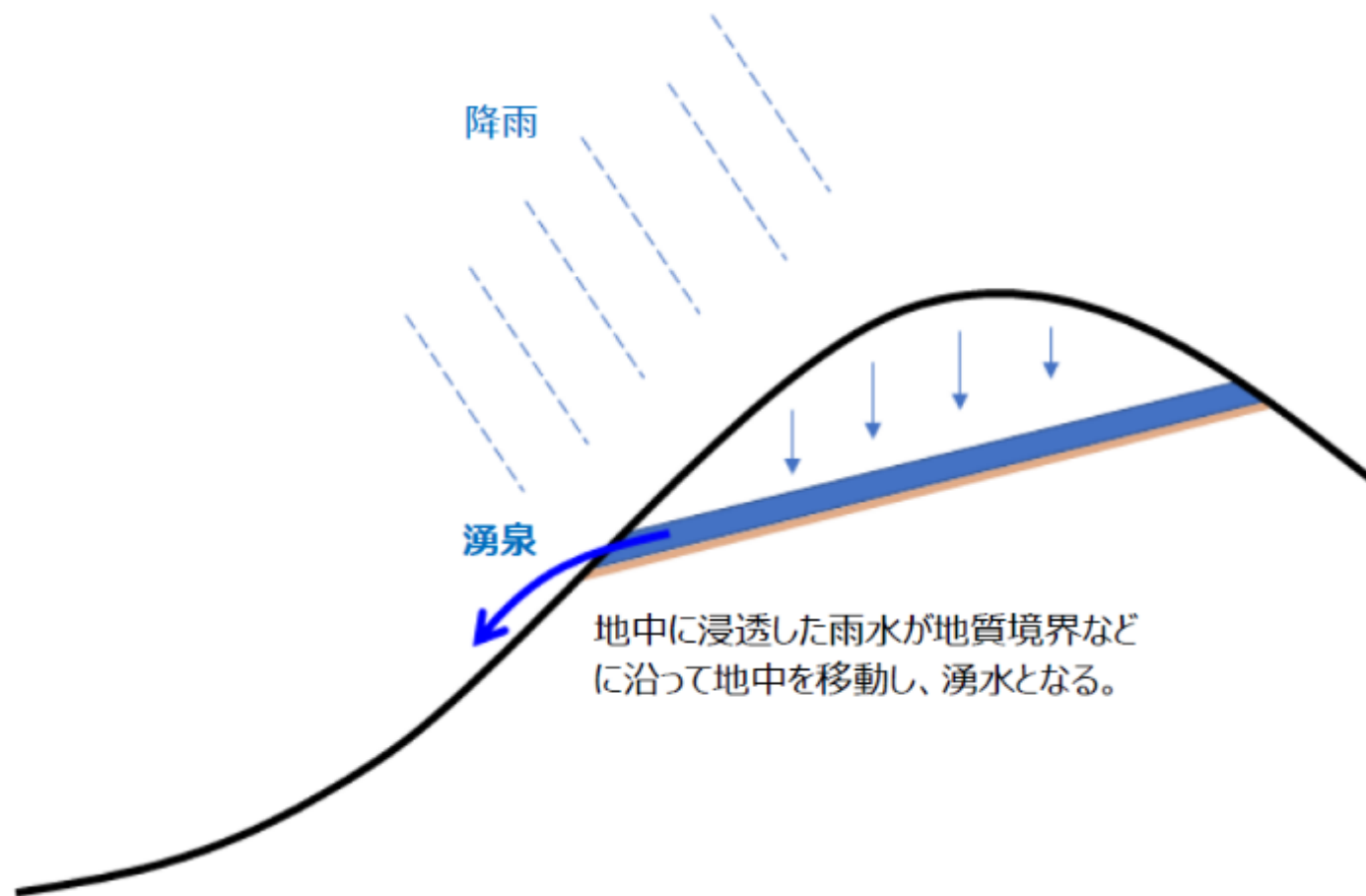
1次谷 (明瞭な谷)

水の流れによって侵食された深い谷。常水があるか、普段は水がなくても豪雨時には水が流れるため、路網開設する場合は暗渠などの横断排水施設が必要。

0次谷 (常水のない浅い谷地形)

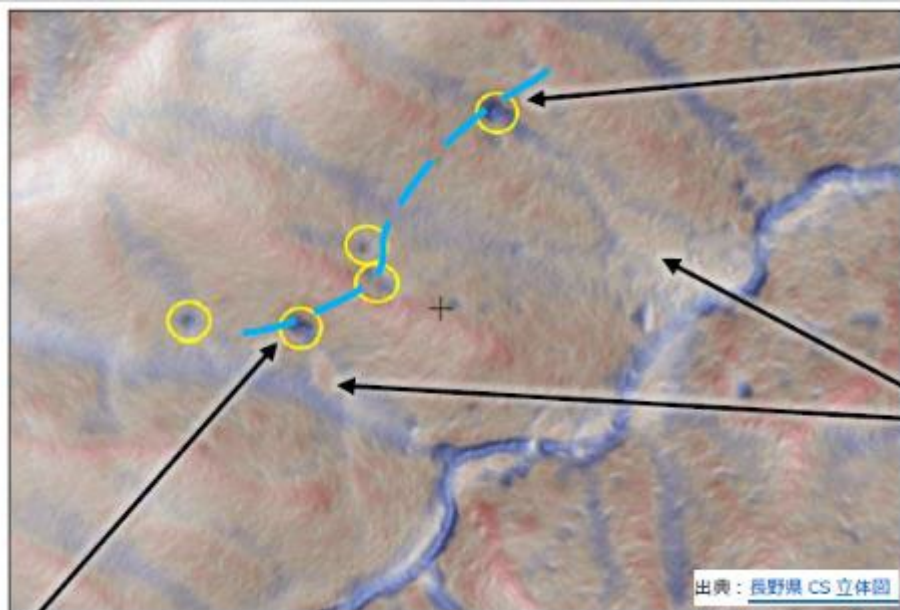
元々谷地形だったところを、周囲からの崩積土などが埋めている。上流に向かって侵食が進行する。この位置に路網開設する場合は、集水面積を変えないように、路面排水の設置や波型縦断線形にするなどの対策が必要。

(2) 地質構造による湧泉（ゆうせん）



地質構造による湧泉の模式図

(2) 地質構造による湧泉（ゆうせん）



地形に沿って列状に並ぶ湧泉

地質構造による湧泉は、透水性の異なる地質の層界に沿って並ぶ傾向にある。常に同じ場所から湧水し、上流に向かって発達はしない。

崩積土

下流部には湧泉から流れ出した土砂が堆積している。

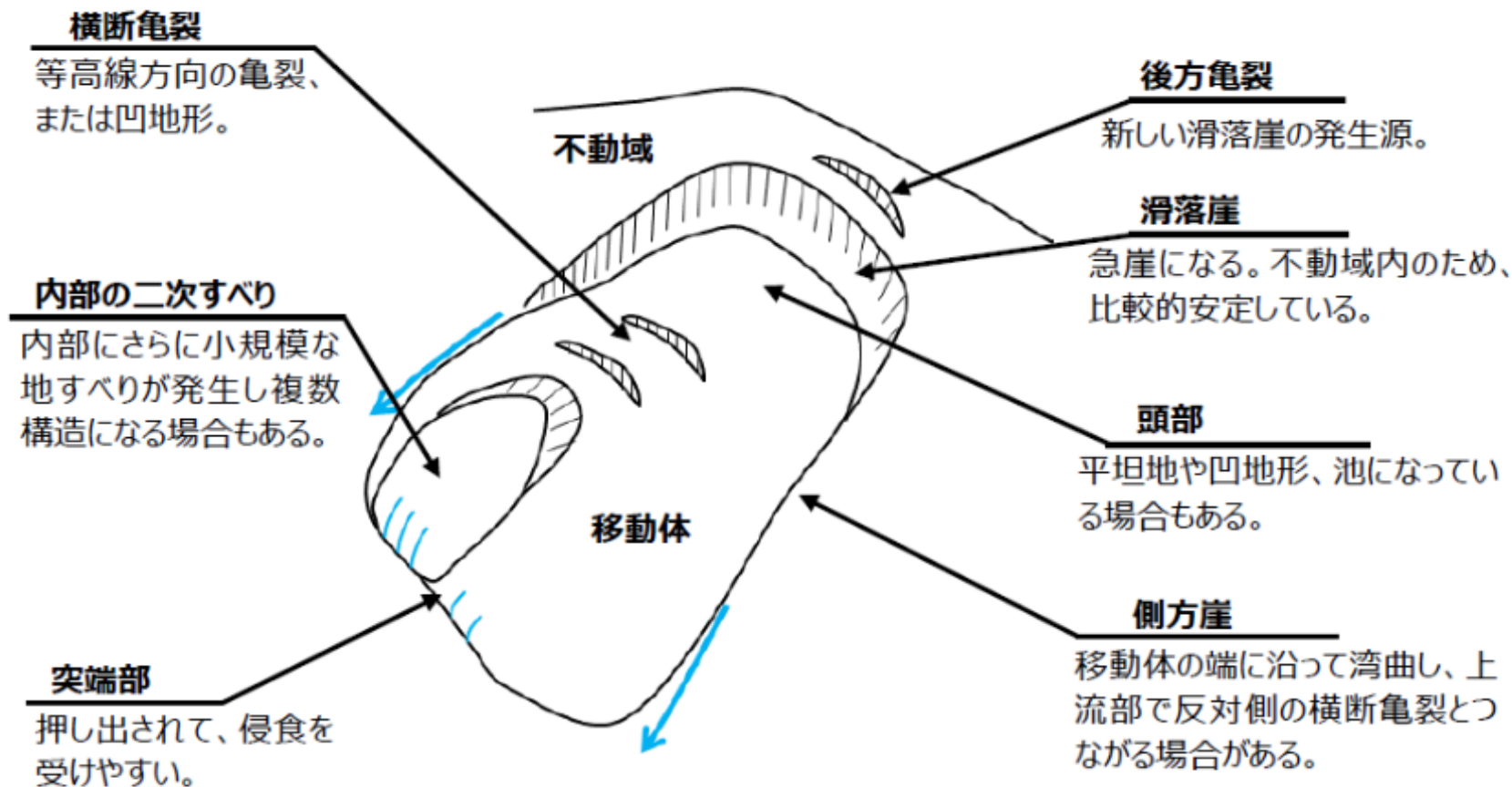
出典：長野県 CS 立体図



この現場では、現地調査時に湧水が確認できたが、季節や事前の雨量の状況によっては湧水が見られないこともある。路網開設時に湧水がなくても、豪雨時に出水することがあるので注意が必要。特に、このような場所に盛土すると、崩壊して土石流化する危険性がある。

(写真提供：長野県林業総合センター)

(3) 地すべり

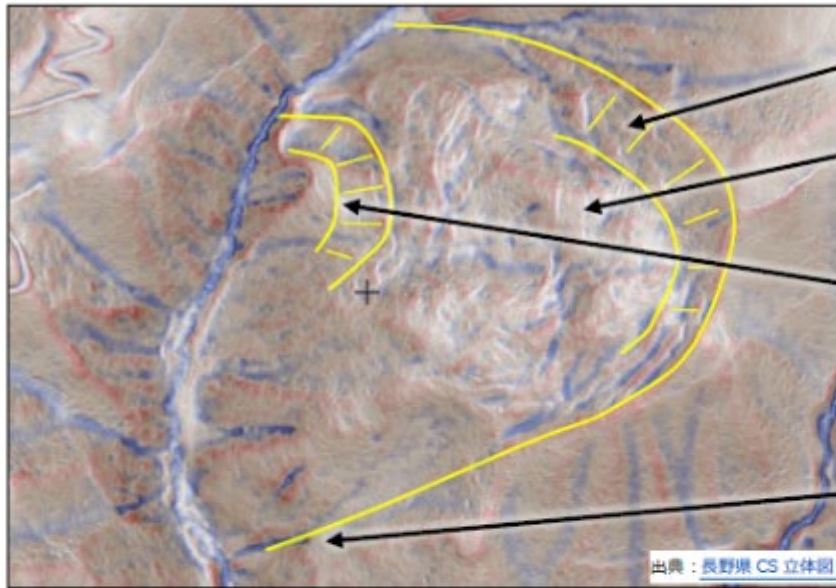


地すべり地形の模式図

地すべり: 斜面の一部あるいは全部が重力によって斜面下方に(ゆっくりと)移動する現象

深層崩壊: 豪雨等が誘因になり基盤岩から崩壊

(3) 地すべり



滑落崖

移動体

移動体内にはクラックや小尾根が多数見られる。

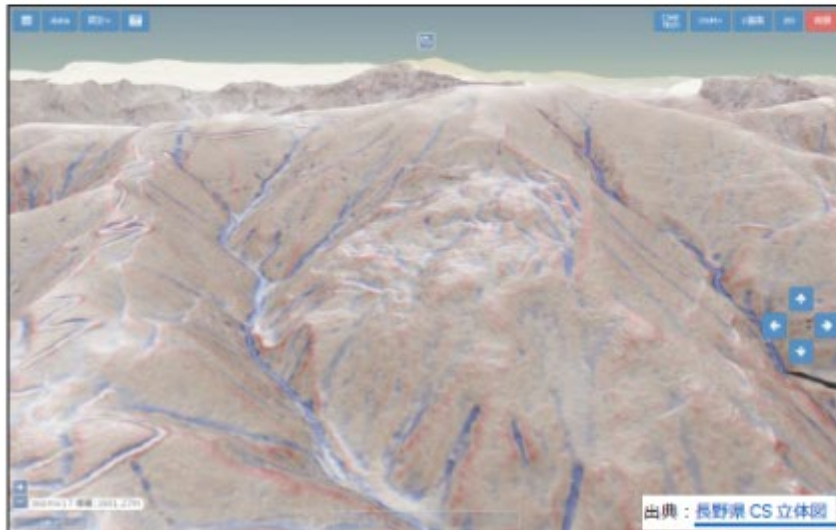
内部の二次すべり

小規模な地すべりほど、路網開設などの人工改変による影響を受けやすい。

側方崖

活発に侵食が進行するので、路網開設時には要注意。

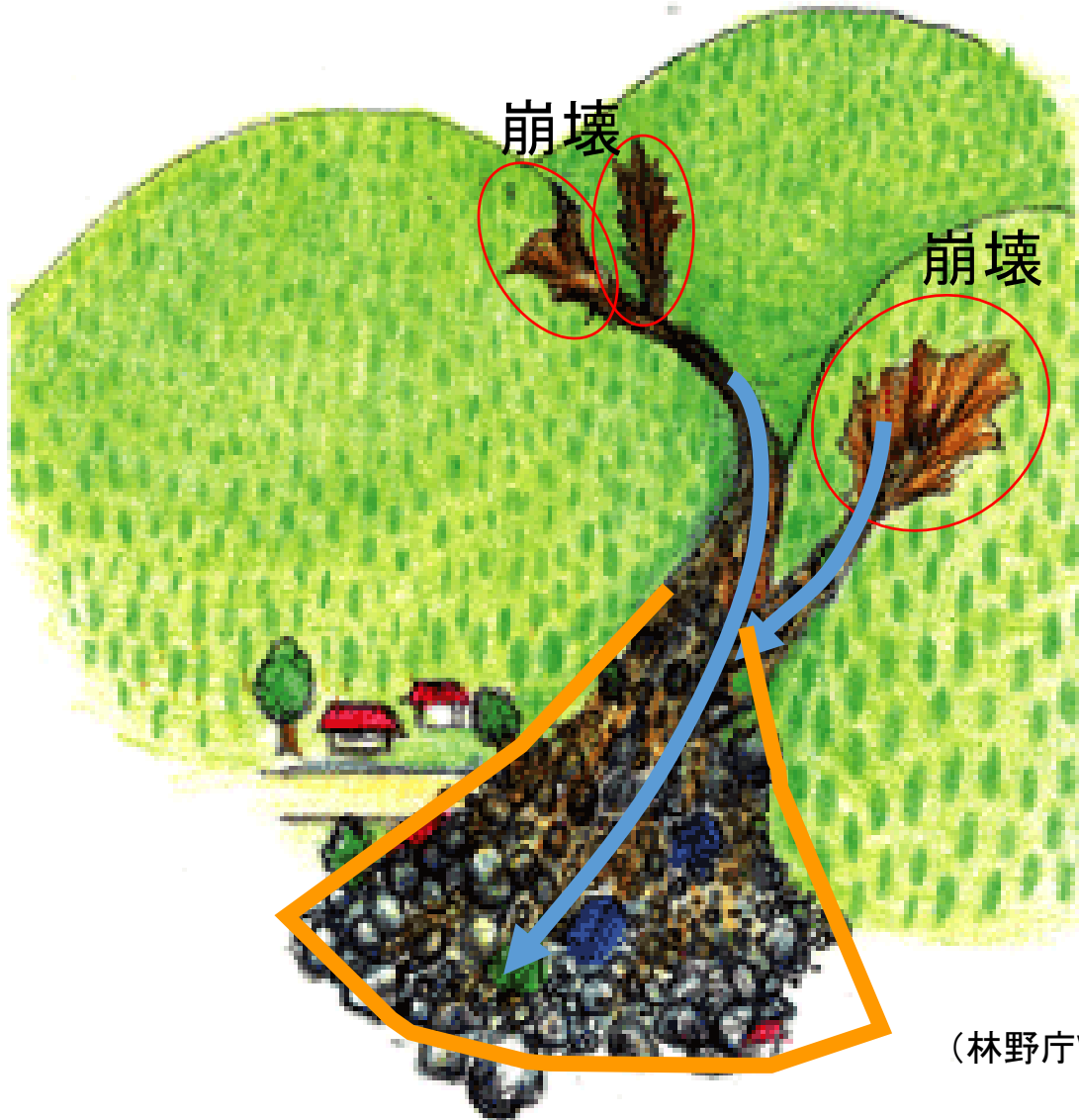
出典：長野県 CS 立体図



ひなた GIS などの 3D 表示機能を使い様々な角度から表示すると、地すべりの判読がさらに容易になる。

出典：長野県 CS 立体図

(4) 沖積錐(ちゅうせきすい)

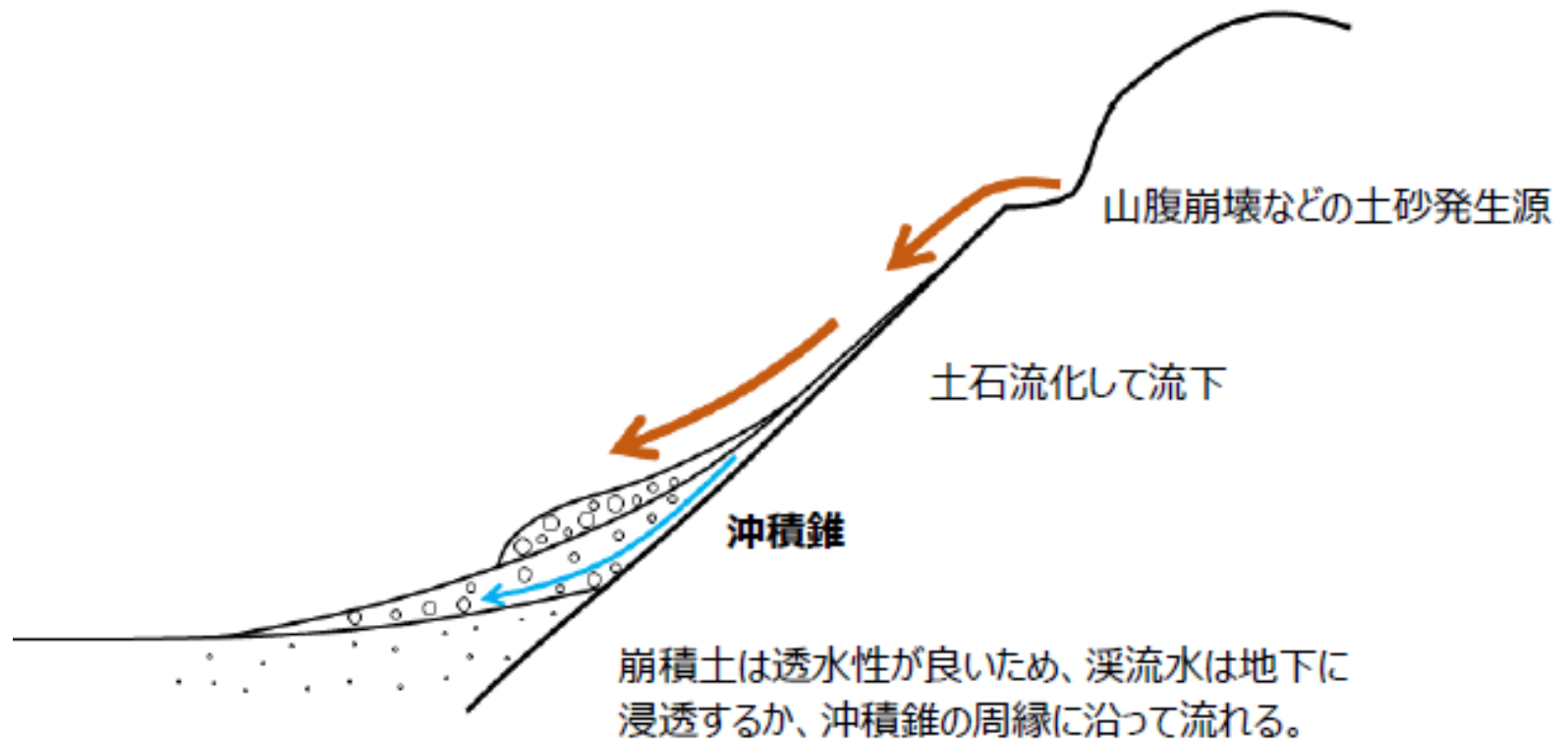


土石流とは、崩壊した土砂が、①水等と混ざり、②水等が滑材になって、③長距離を流下する現象

沖積錐とは、急勾配の河谷の出口に、主として土石流の堆積が繰り返されて形成された扇形の地形のこと

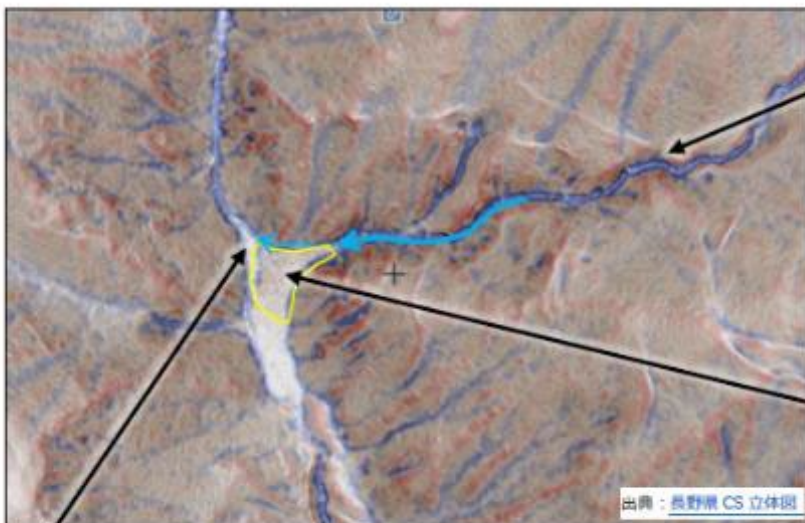
(林野庁Webサイトより)

(4) 沖積錐(ちゅうせきすい)



沖積錐の模式図

(4) 沖積錐(ちゅうせきすい)



土砂発生源

小規模な溪流でも、沢の出口に沖積錐があることから、上流では土砂生産が多いことがわかる。

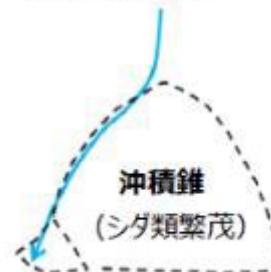
沖積錐



(写真提供：長野県林業総合センター)

シダ類が繁茂していることから、地下水位が高いと推測できる。

沖積錐は堆積土砂によって凸地形になっているため、溪流はその側方を流れ、沢の出口には、さらに小さな沖積錐ができています。



(5) 侵食域 (しんしょくいき)



緯度 : 36.2933
経度 : 138.0442
長野県

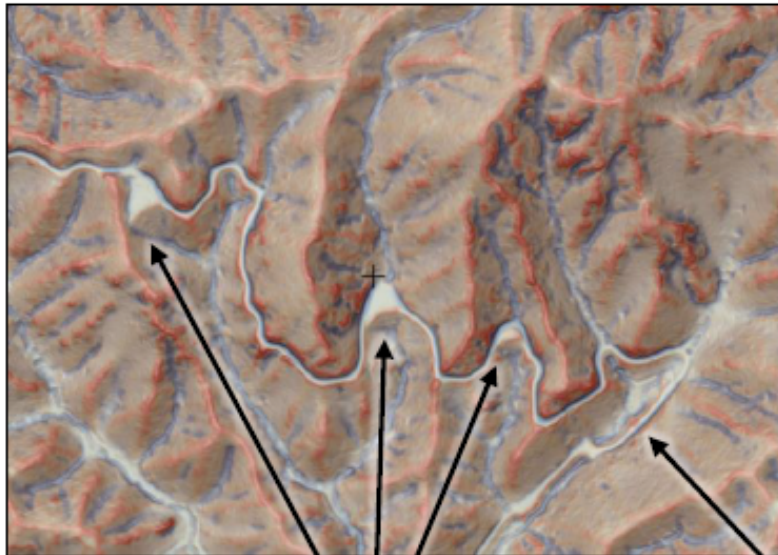


侵食域

地質や傾斜が同じでも、風化の違いや、過去の土地利用によって、侵食の程度が異なることがある。

侵食域では、崩壊発生の頻度も高く、路網開設や木材生産林に適さない。

(6) 人工改変 (じんこうかいへん)

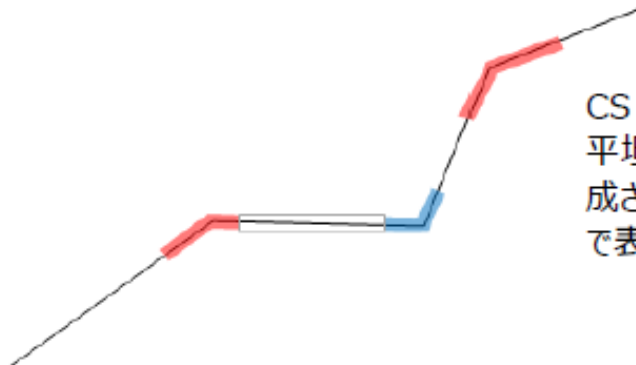


緯度 : 35.6424
経度 : 136.9896
岐阜県

出典 : [岐阜県 CS 立体図](#)

盛土

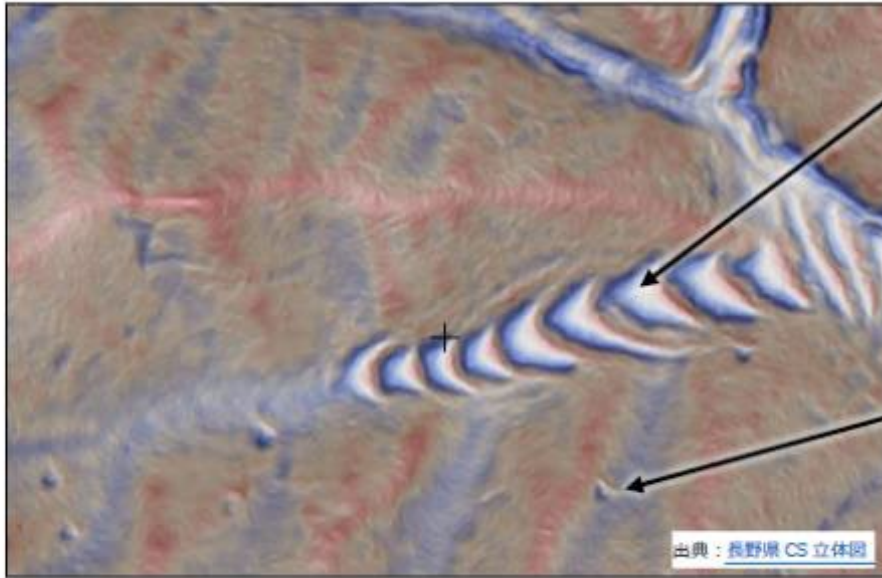
路網線形



CS 立体図では、凸地形は赤、凹地形は青、平坦地形は白で表現されるため、人工的に作成された平坦地形は、左のようなカラーパターンで表現される。

人工改変地形の模式図

(6) 人工改変（じんこうかいへん）



耕作跡地

耕作のために人工的に階段状の地形にした痕跡。施肥により黒色土であることが多い。樹木の生長は良いが、植栽する樹種の選定には注意が必要。

炭焼きの窯跡

一見すると湧泉に似ているが、下方に水や土砂が流下した痕跡がない。里山に多く見られる。

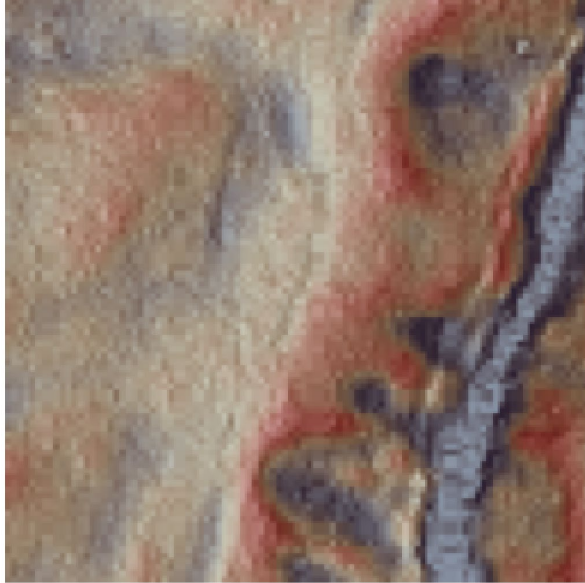


現在は森林化している場所では、等高線による地形図や空中写真から、耕作跡地や炭焼き窯跡を判読することはできない。

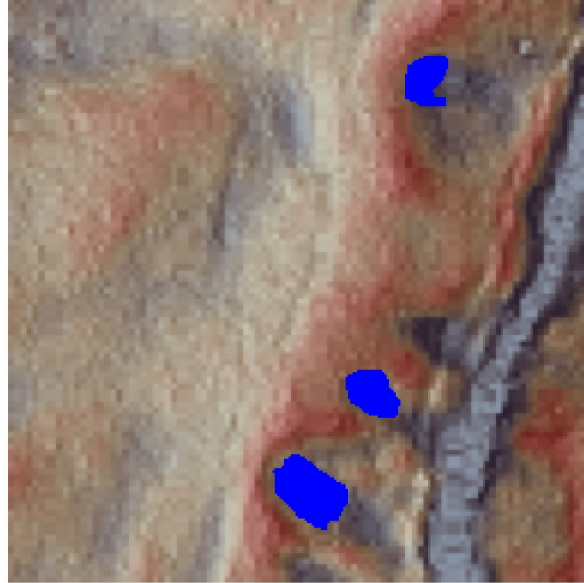
【地形判読の自動化】

AIによる崩壊危険判読

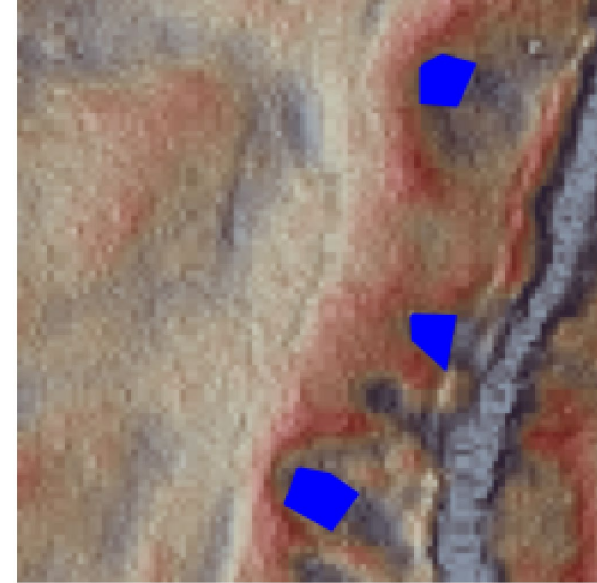
CS立体図



AIによる抽出



教師データ



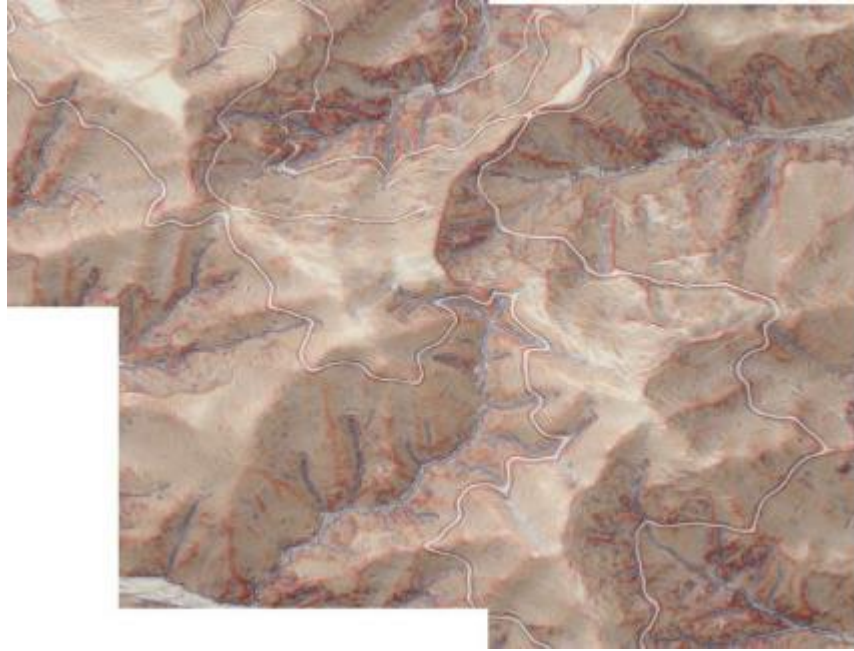
CS立体図から自動判読

人間による目視判読

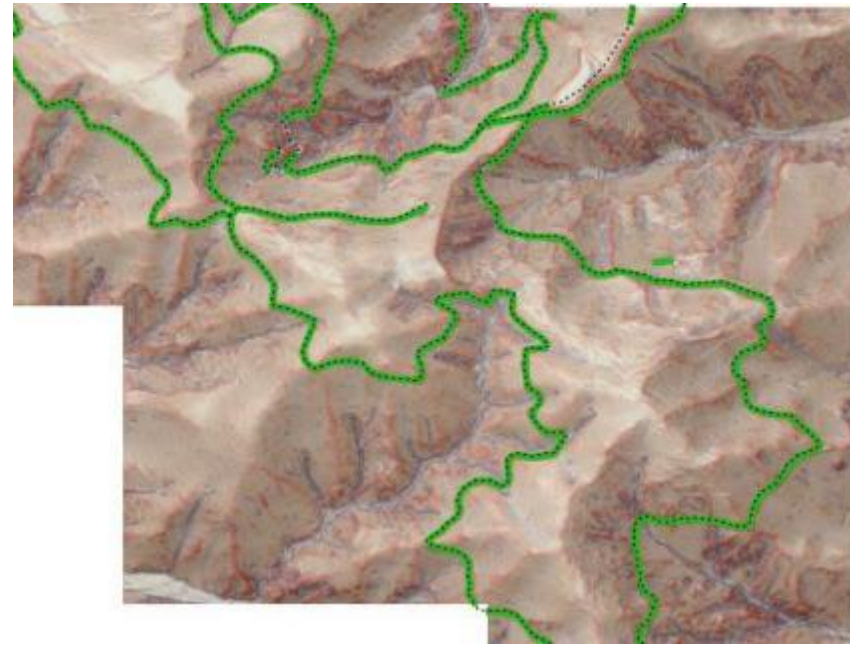
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(解析:ノーザンシステムサービス)

AI解析による森林路網線形の自動判読



CS立体図 (岐阜県)



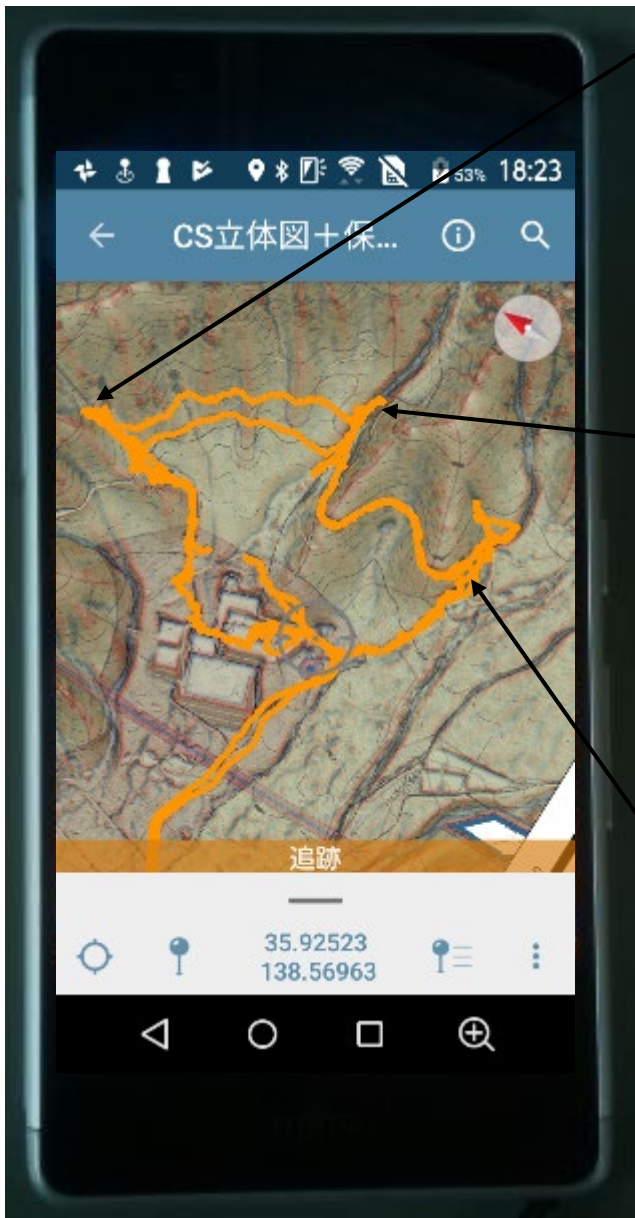
AI解析による森林路網の自動抽出
とベクトルデータ化

(解析：ノーザンシステムサービス)

教師データとして森林路網をAI学習させると、路網線形の自動抽出も可能

現地調査での活用

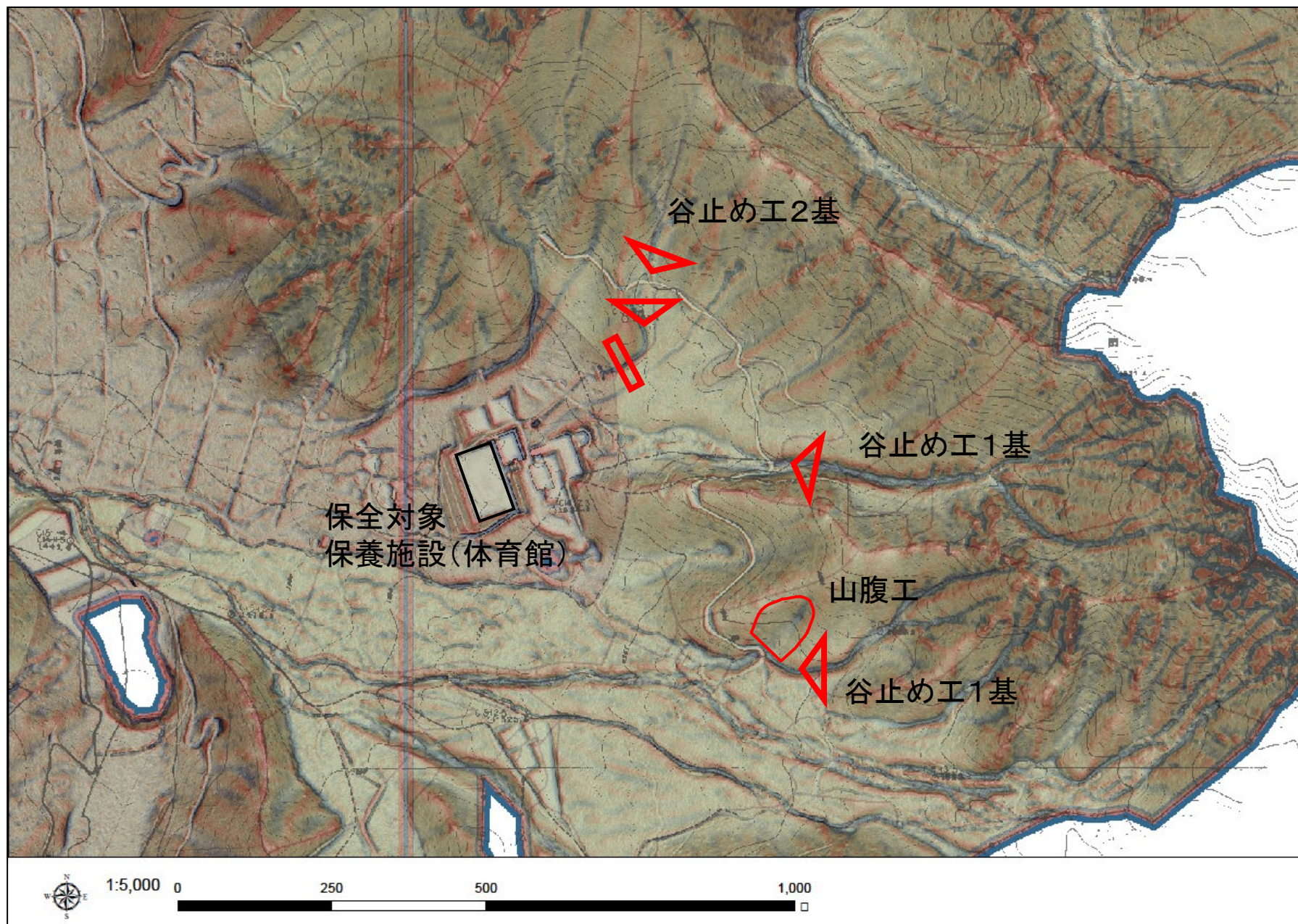
AvenzaMapsを利用



Avenza Maps



2019.10.21
台風19号被害調査 (川上村)



4 おわりに

- ① 現場に行く前に、CS立体図を観て、なぜその様な形になったのか？ どのような地質構造か？ どんな災害の危険性があるか？ その他、気になる地形はあるか？ 考えてみてください。
- ② CS立体図以外の地図資料をできるだけ沢山集めて、見比べてください。例えば、空中写真(古いものから最新のものまで)、地質図、地すべり分布図、行政が公開しているハザードマップなどです。これらは、オープンデータとして公開されています。
- ③ いよいよ現地に行って答え合わせです。現地調査ではスマートフォンなどのモバイル端末で現在位置のCS立体図を確認してください。もしも、事前に考えた状態と、現地が異なっていたら、それは、あなたにとって1つ勉強になったということです。

**AvenzaMapsにCS立体図を入れて
山歩きをしてください！**



本日のサンプルデータ



【注意】

iPhoneの場合は、
事前に「Googleドライブ」
をインストールしておく
必要があります

① Googleドライブに接続



② メニューボタンをタップ

③ アプリで開く

④ Avenza Maps
を選択