

令和5年度 山口県森林デジタル人材育成研修

CS 立体図を使った地形判読

(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。

経歴／会社概要

氏名：戸田 堅一郎

◇ ～令和3年度 長野県職員（林務部）

- ・ 行政職（治山係、林道係、補助金事務など、12年）
- ・ 研究職（林業総合センター、13年）
山地防災に関する研究、CS立体図、SHC図の考案
- ・ 令和4年3月末に退職

◇ 令和4年4月 **株式会社ジオ・フォレストを設立**

- ・ 森林、林業と山地防災のコンサルティング
- ・ 地図作成で山村集落の課題を解決



<https://gf17v.com/>

「ジオ・フォレスト」で検索



本日使用するテキスト

令和4年度 路網整備や再造林対策の効果的な推進のための区域の設定に向けた調査事業

CS 立体図を使った 地形判読マニュアル

令和5(2023)年3月
林野庁

このテキストは下記のURLからダウンロードできます。
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/romou.html>



弊社ホームページ

「ジオ・フォレスト」
で検索



ブログ
「山口県 森林デジタル人材育成研修
(2023.8.2-4)」

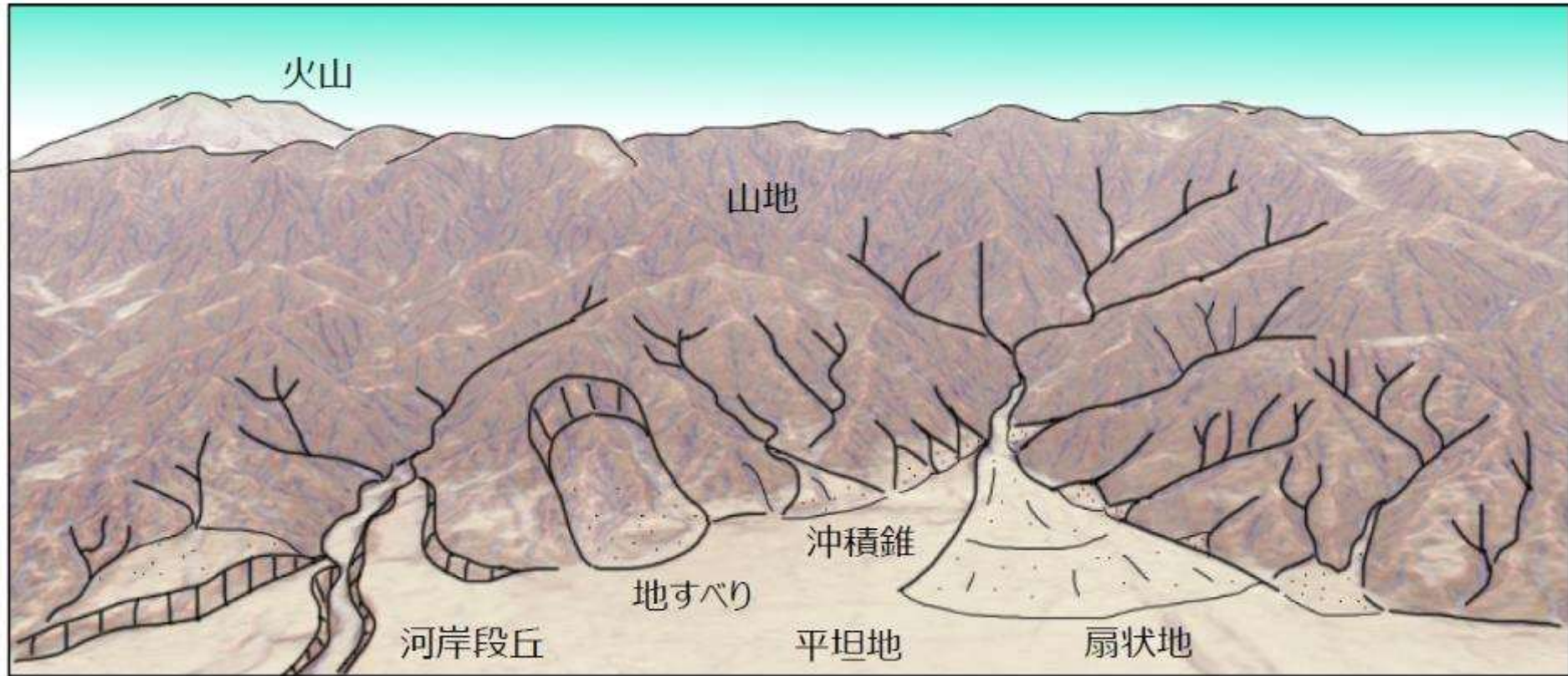
テキストのリンクや、このPPTファイルを格納してあります。

ご自由に利用してください。

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

1 地形判読の基礎

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

1.2 地形図から判読できる地形情報

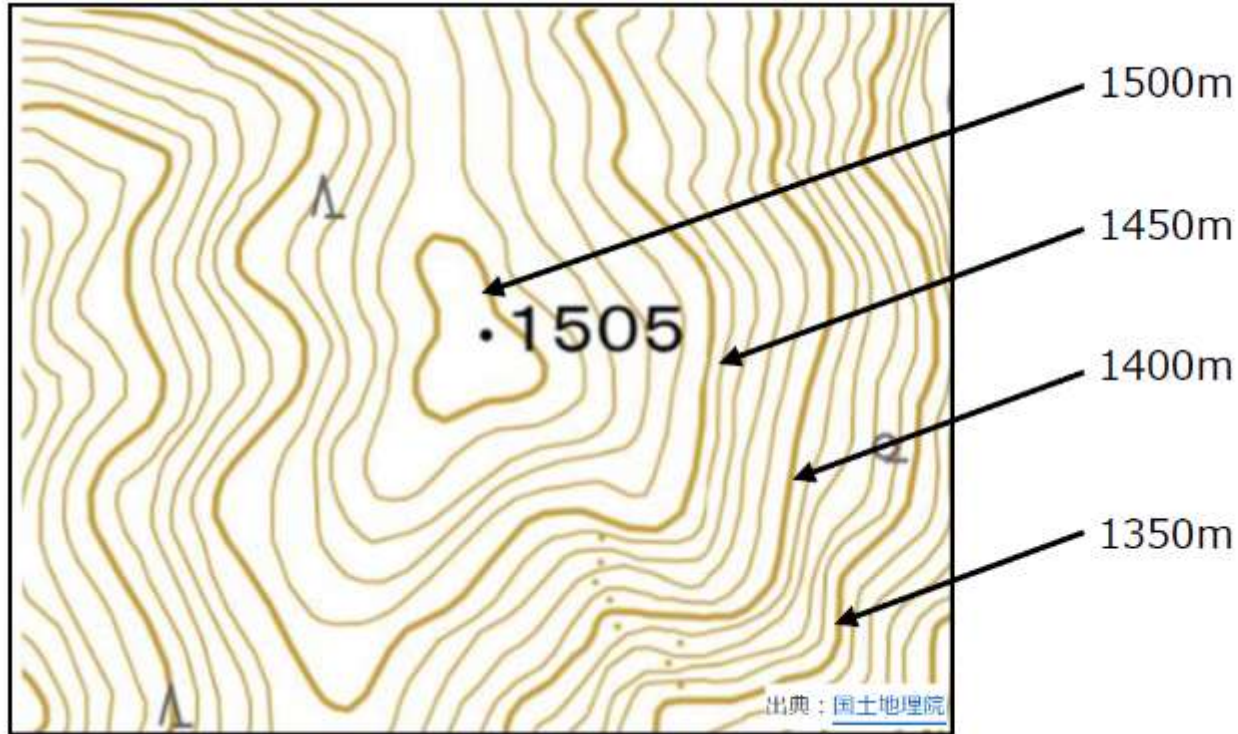
- 地形量** . . .
- ・長さ、面積、それらの比など、定量化できる形態要素
 - ・誰が計測しても同じ値

例) 標高、傾斜、曲率、面積、体積、方位、起伏量 など

- 地形種** . . .
- ・特定の成因によって形成された特定の形態的特徴をもつ地形の部分
 - ・判読者の解釈によって判断が異なる

例) 扇状地、崖錐、地すべり滑落崖、地すべり側方崖 など

(1) 標高(elevation)



等高線による標高の表示

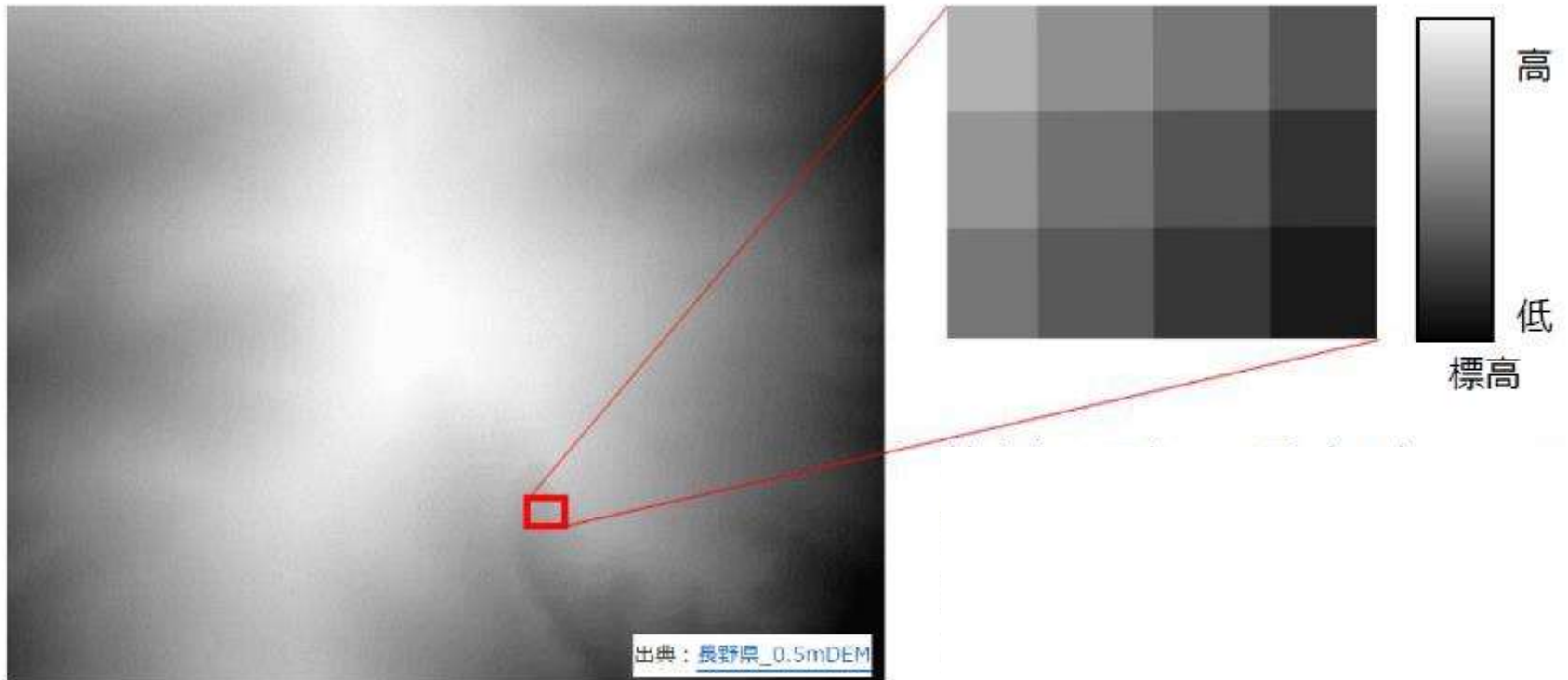
- ・標高とは、東京湾の平均海水面からの垂直距離
- ・等高線とは、同じ標高を結んだ線

標高が高いほど気温が低下

⇒耐寒性の違いによる適地適木の選択

⇒病虫害対策の検討

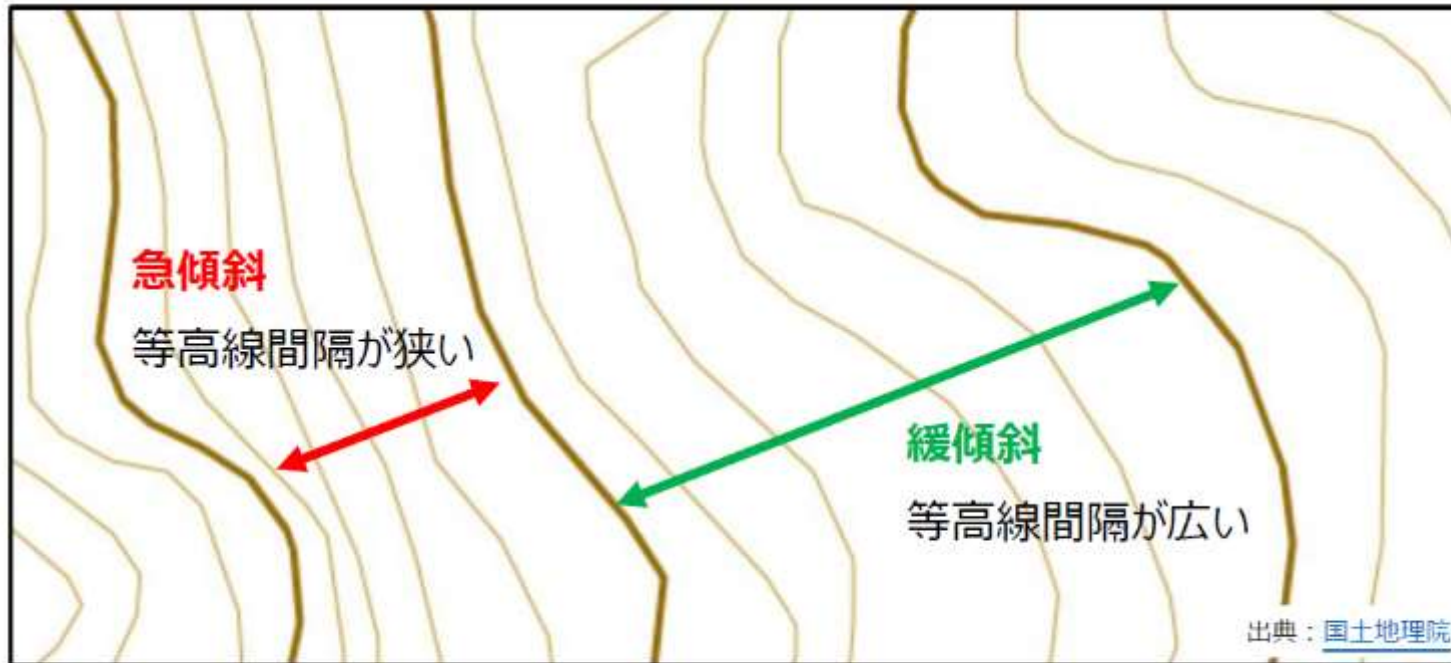
(1) 標高(elevation)



数値地形モデル（DEM：Digital Elevation Model）

- ・拡大すると、四角いマス目(セル)に1つの標高値が入っている
- ・近年の航空レーザーデータでは、セルのサイズが0.5m~1.0m一般的
- ・地上レーザー測量等では、さらに細密なDEMの生成も可能

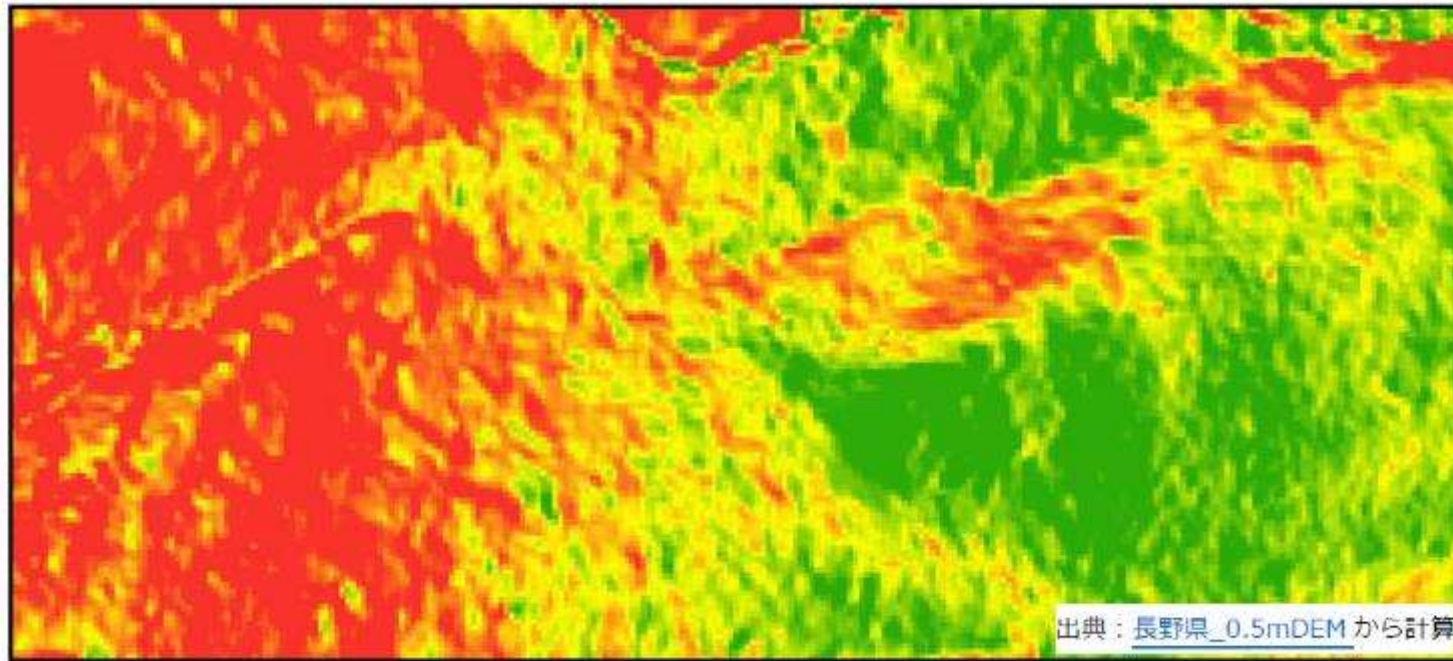
(2) 傾斜(slope)



等高線からの傾斜の判読

- ・傾斜とは、地表面が水平面となす角度
- ・傾斜が急になるほど斜面崩壊の危険性が高い
- ・路網を開設する場合、傾斜が急になるほど土工量が増大、さらに急傾斜地では構造物が必要になり、開設コストが増大




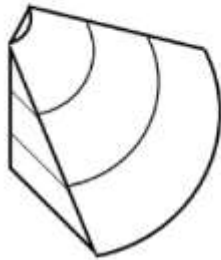
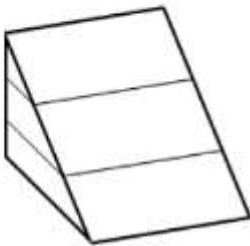
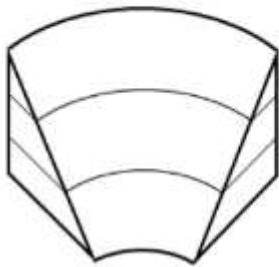
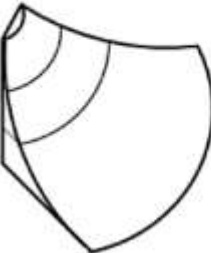

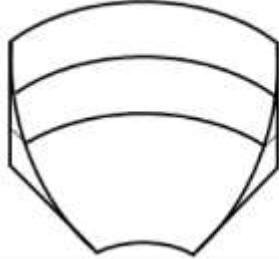
(2) 傾斜(slope)



GIS解析による傾斜図

- ・計算方法によって値が異なる
- ・DEMのセルサイズ(解像度)によって値が異なる
- ・傾斜を表す単位：
角度(度またはラジアン)、百分率(%)、比(垂直／水平)、割分

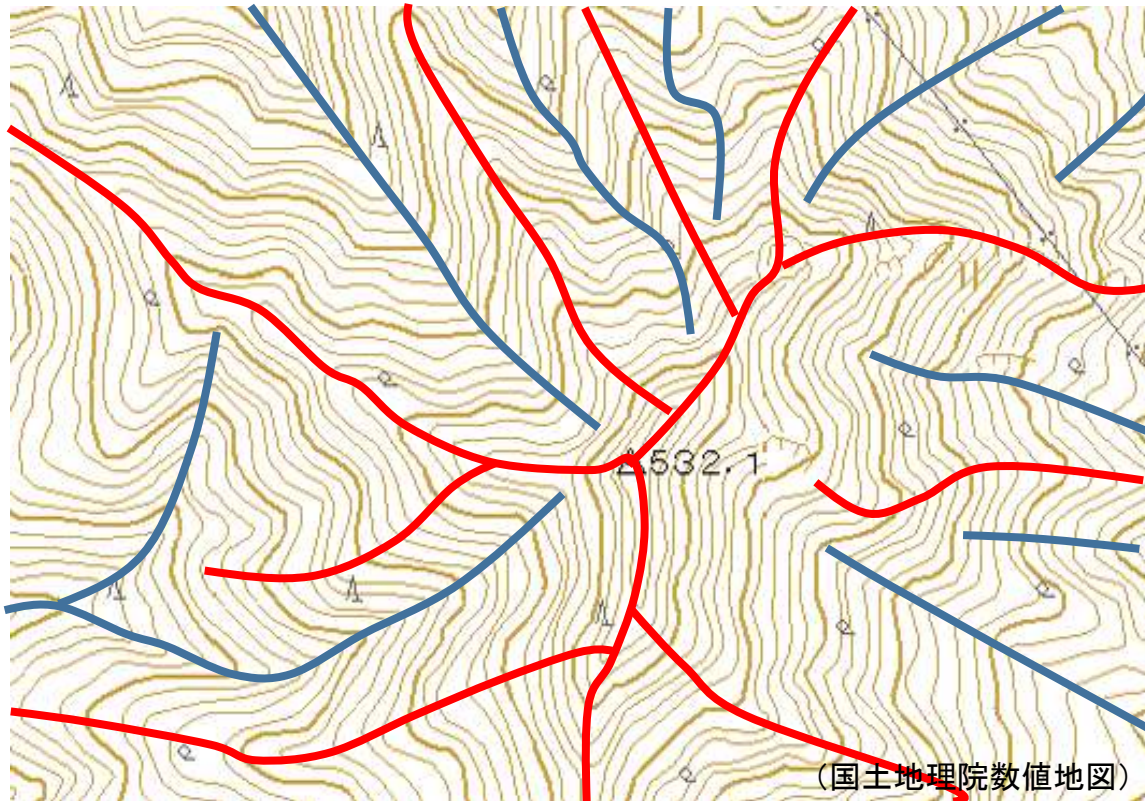
(3) 曲率(curvature)

		平面曲率		
		凸型	直線型	凹型
縦断曲率	凸型			
	直線型			
	凹型			

平面曲率と縦断曲率の組み合わせによる斜面型の分類

(3) 曲率(curvature)

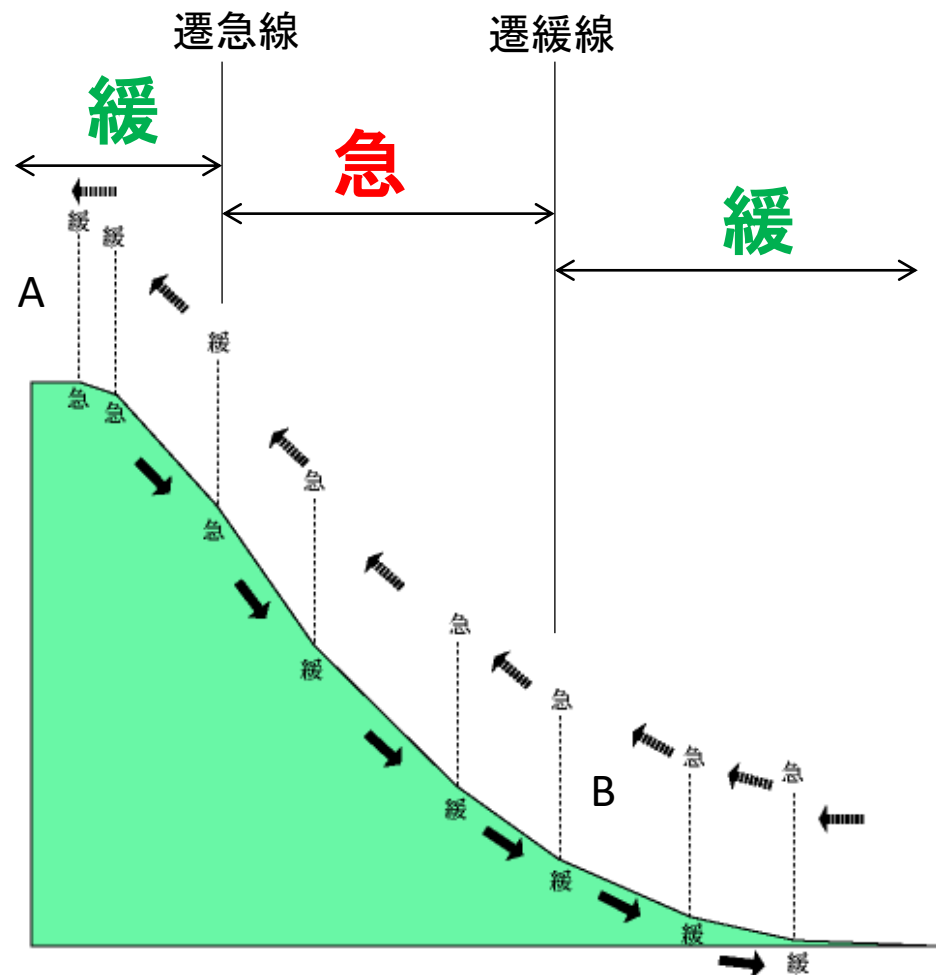
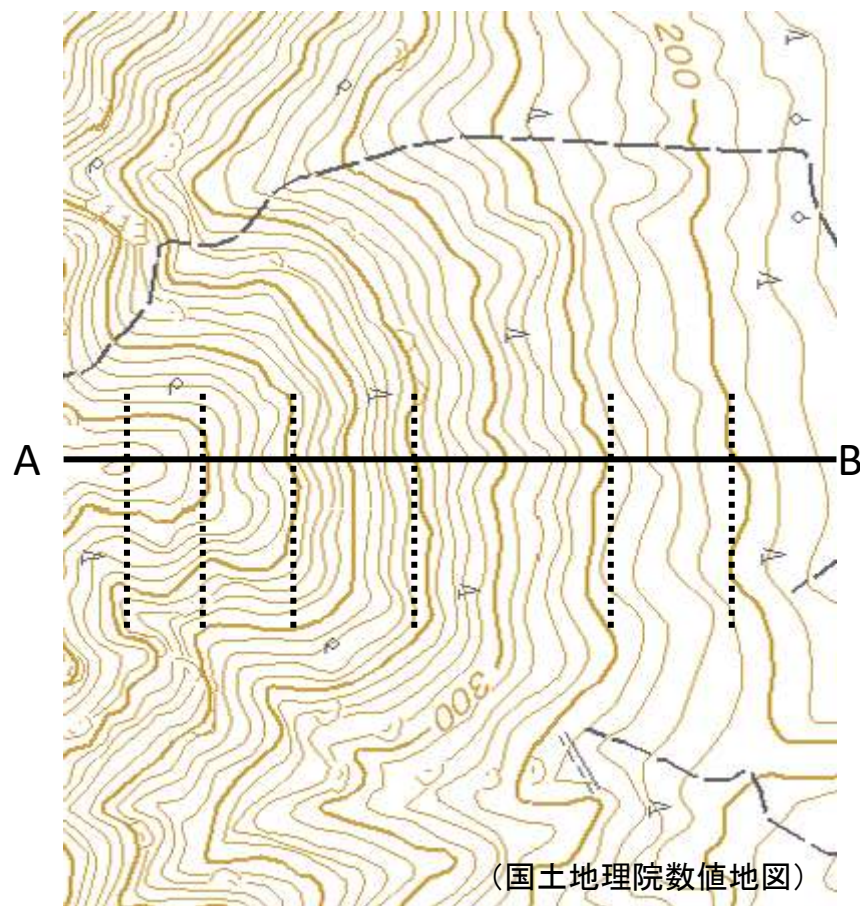
凹凸・・尾根、谷 (平面曲率)



等高線の曲がり具合 (曲率) から地形の凹凸 (尾根、谷) を読み取る

(3) 曲率(curvature)

③-2 凹凸・遷急線、遷緩線(縦断曲率)

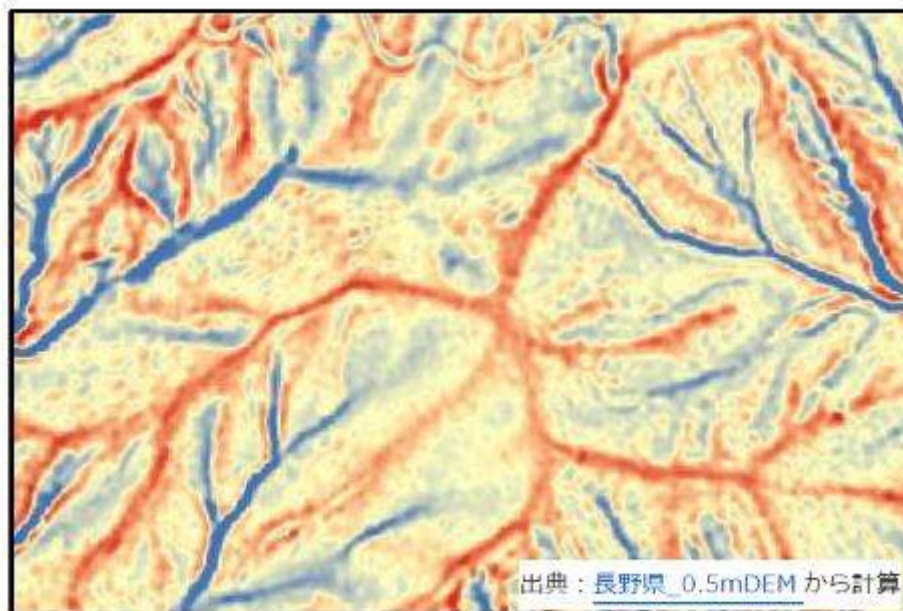


傾斜の変化から、遷急線、遷緩線を読み取る

(3) 曲率(curvature)



尾根  谷 



凸地形  凹地形

GIS解析による曲率図

地形種の判読

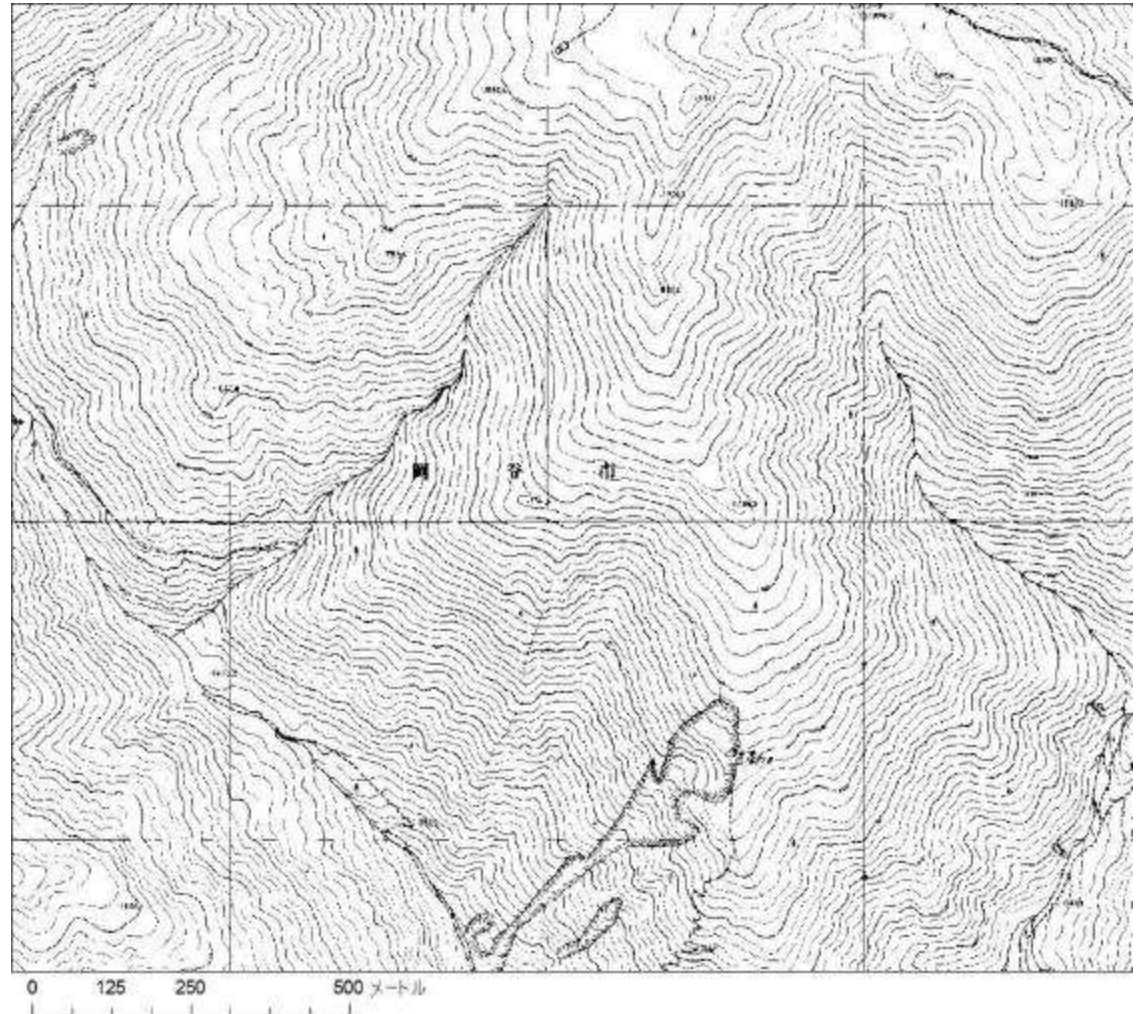
地形種とは、
特定の成因によって形成された
特定の形態的特徴をもつ地形の部分

地形量が同じであっても、
地形種によって性質が異なる

地形種の判読

右図に含まれる地形種

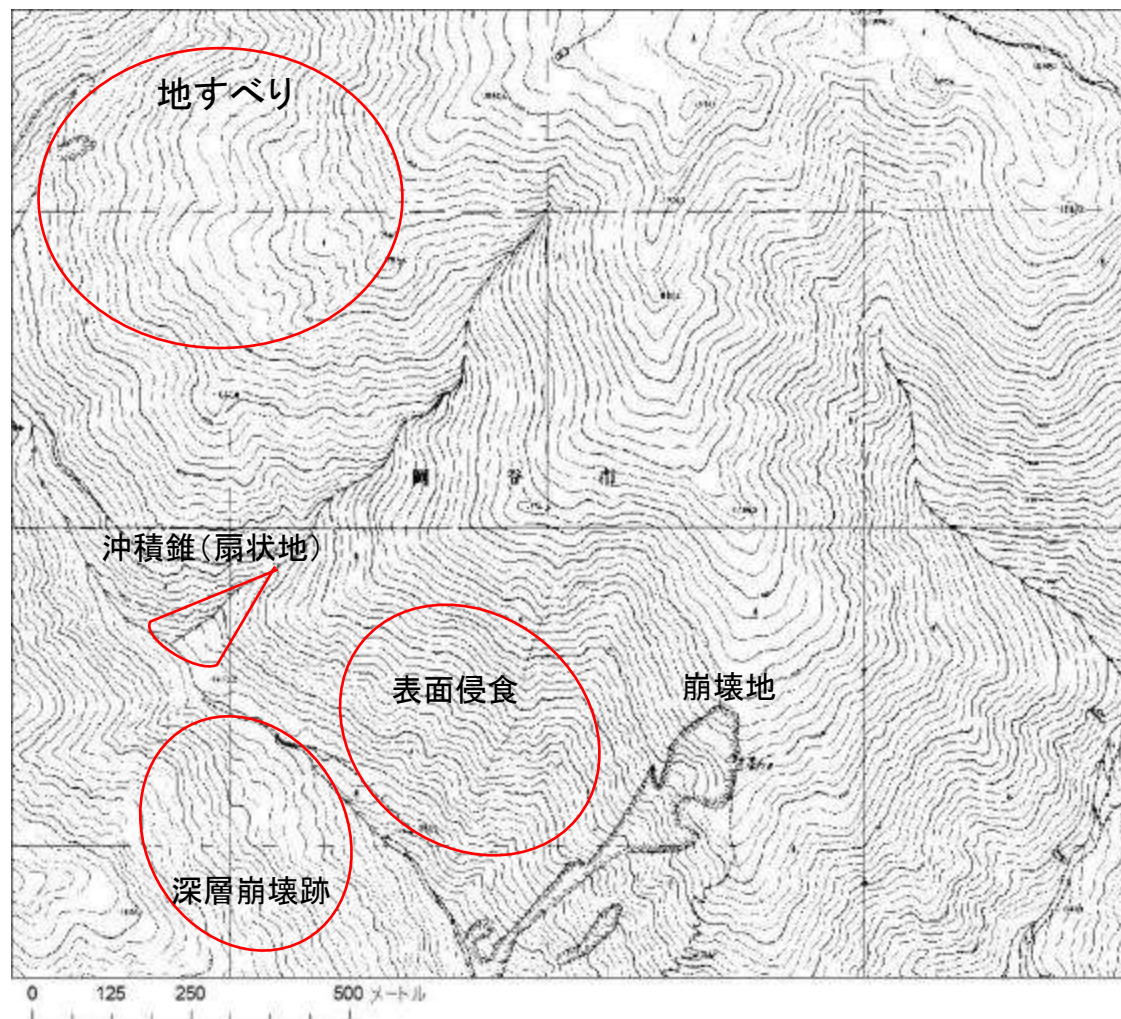
- 地すべり
- 深層崩壊跡
- 沖積錐(扇状地)
- 河道閉塞
- 溪岸侵食
- 表面侵食
- 表層崩壊



地形種の判読

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

2 CS立体图

形だけから地形種の判読は、

- ・判読者によって結果が異なる
- ・初心者には難しい

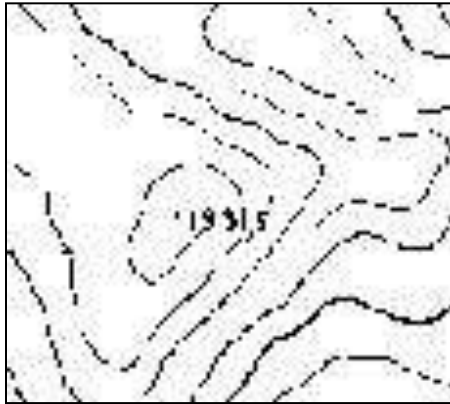


地形判読を容易にするために

CS立体図 を開発

地形図から判読できる 3つの地形量

① 標高

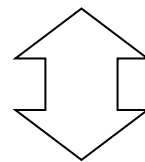


② 傾斜

急:



等高線間隔が狭い



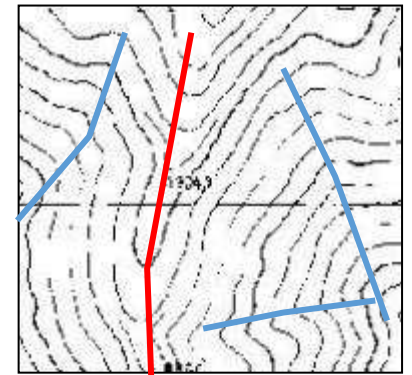
緩:



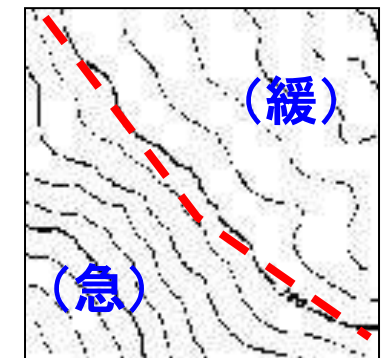
等高線間隔が広い

③ 凹凸(曲率)

平面曲率 (尾根、谷)



縦断曲率 (遷急線、遷緩線)



CS立体図 とは



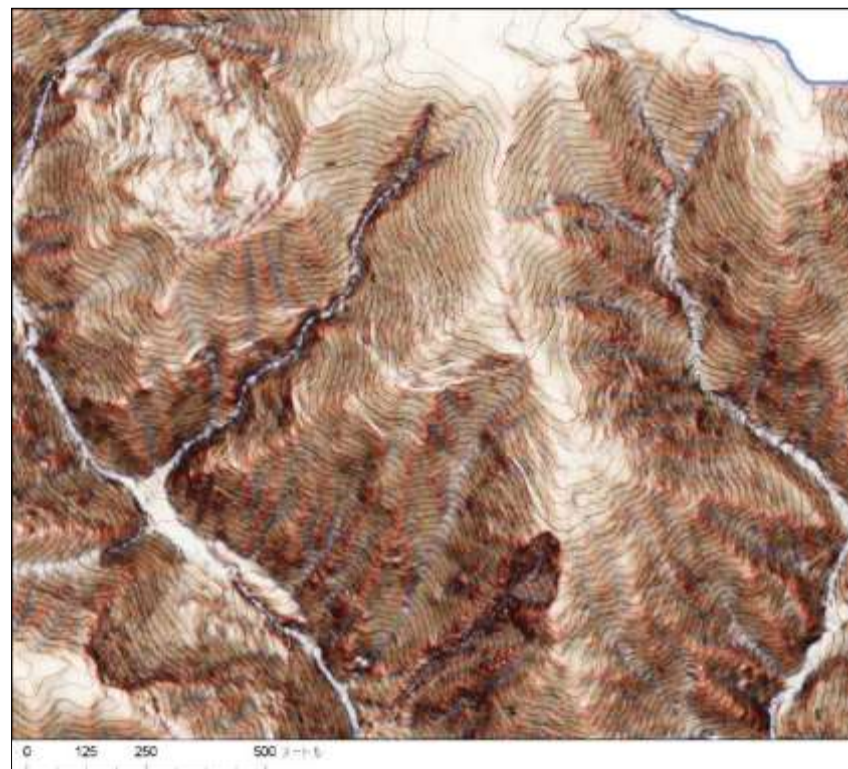
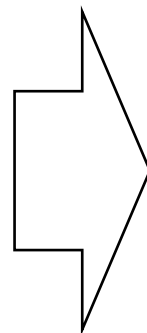
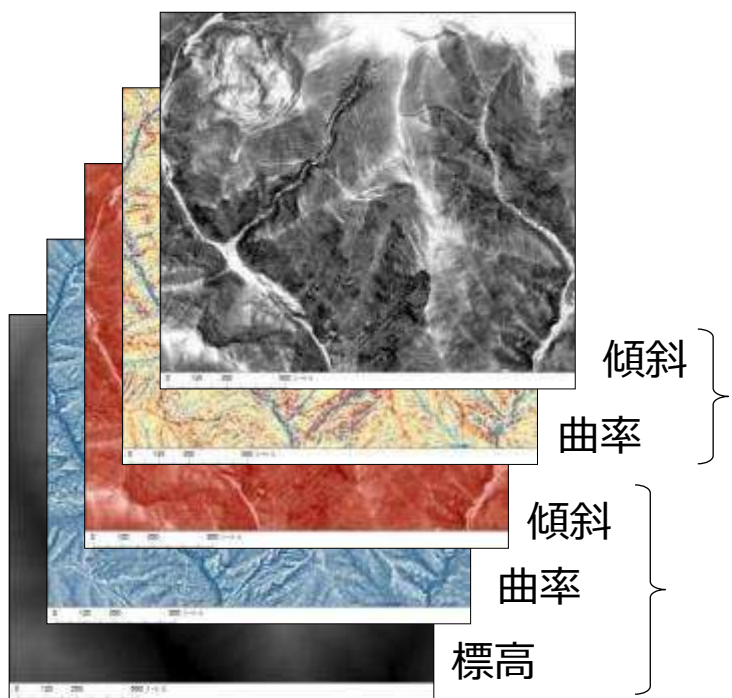
3つの地形量を異なる色調で彩色して透過処理

- ・視覚情報から直感的に情報を認識可能
- ・異なる情報を同時に認識可能
- ・等高線では表現が困難な情報も認識可能

CS立体図とは

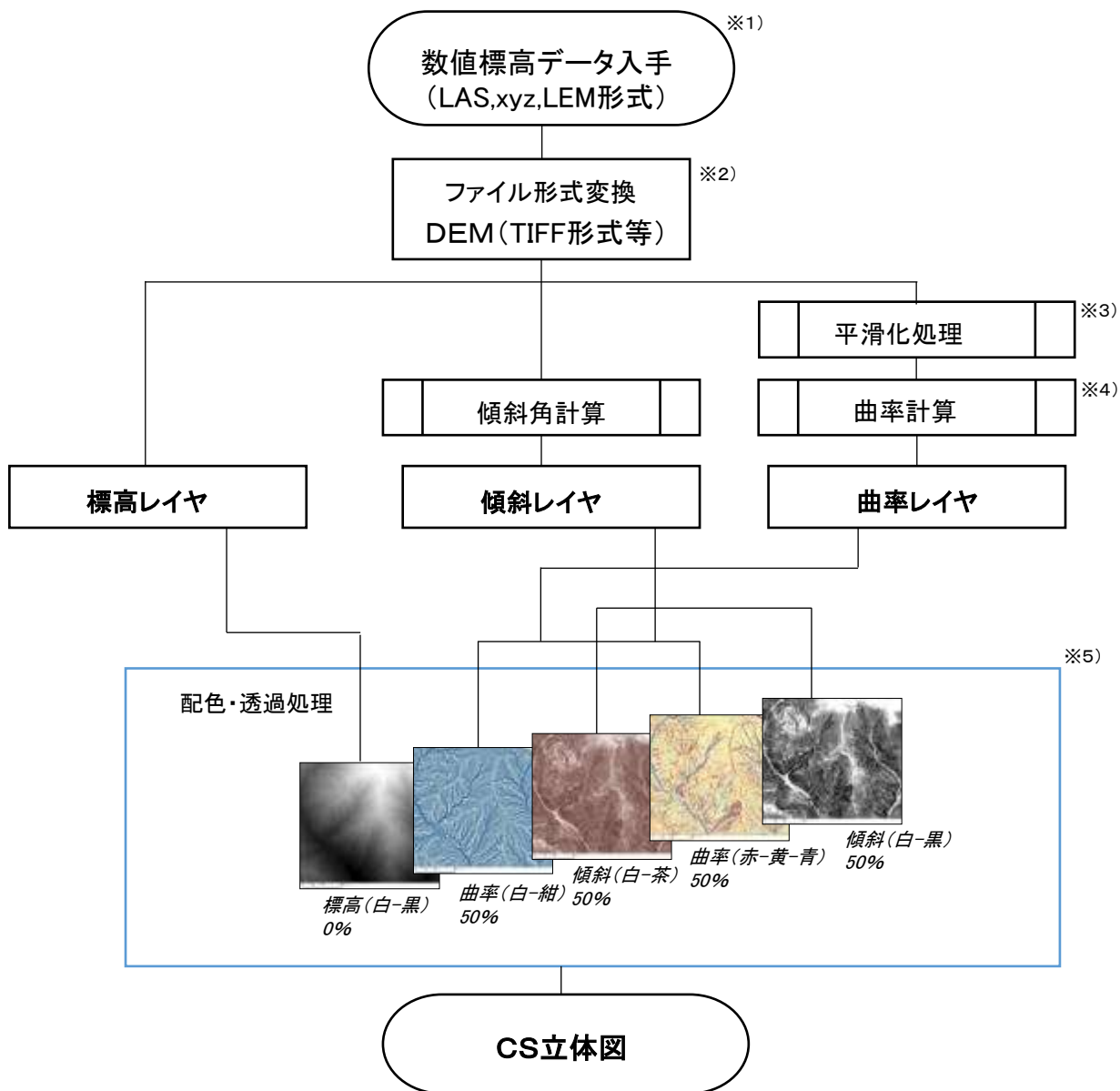
「標高」「傾斜」「曲率」の3つの情報に色を付け、重ねて透過処理することで立体表現した図法

[2012年に長野県林業総合センターで考案](#)



「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。

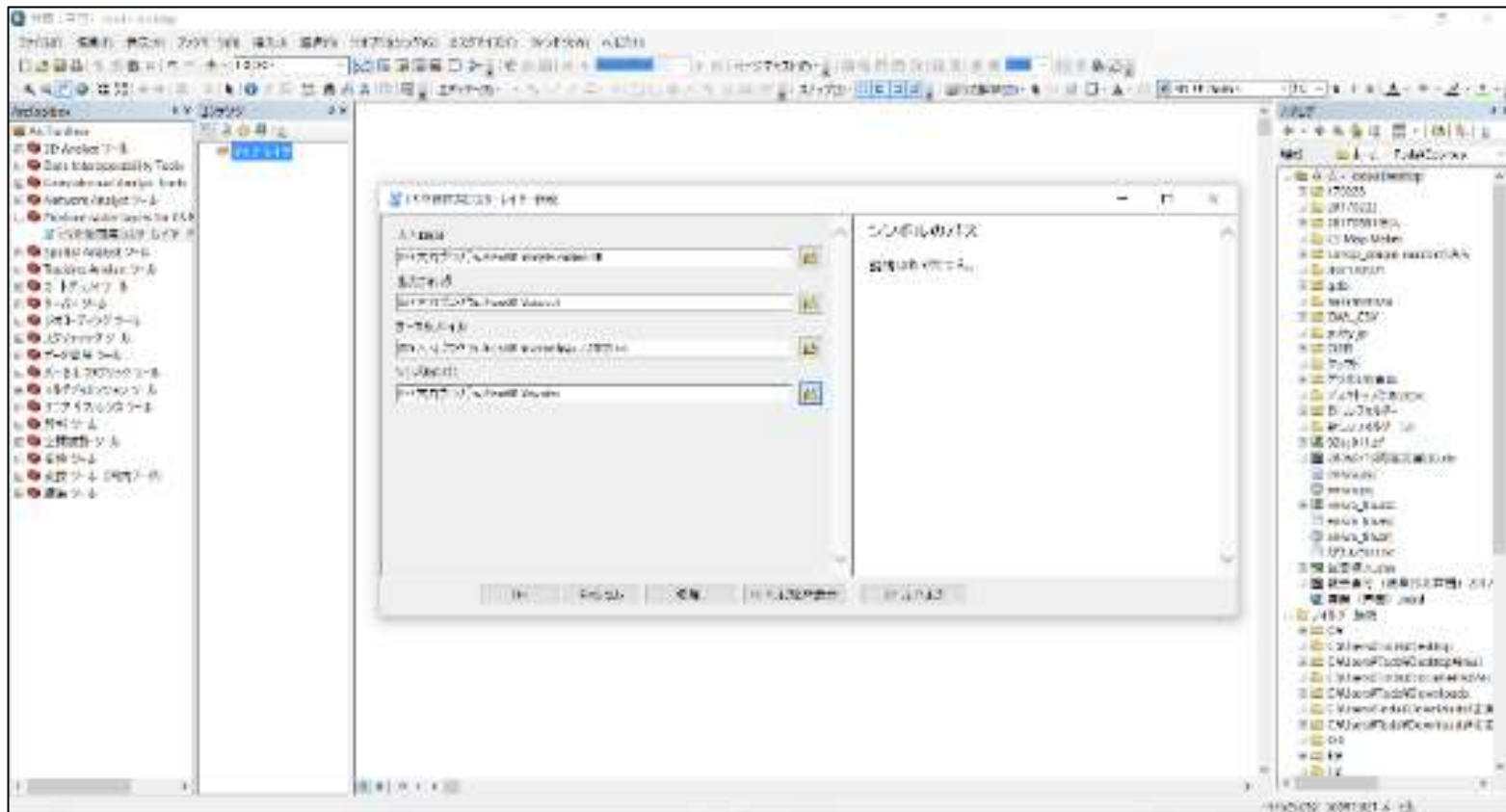
※5) 配色・透過処理
 ・デフォルトは左記設定。用途や、判読したい地形規模に応じて、色調や透過率を調整する。

自動作成ツールを無料配布

ArcGIS版 (作成: 森林総合研究所 大丸裕武氏)

G空間情報センターから入手可能 (ArcGIS本体は要購入)

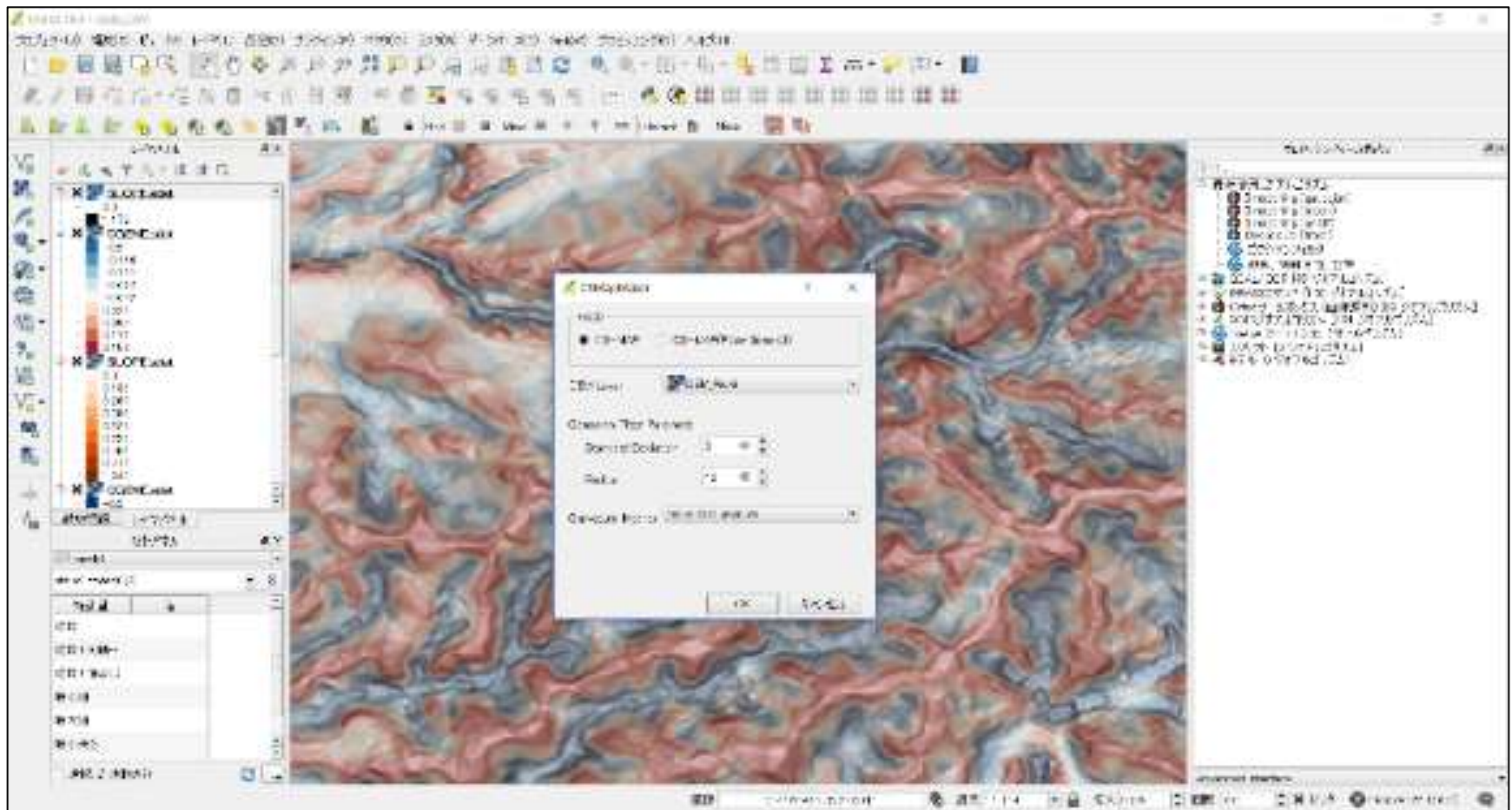
<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/csmapmaker>



自動作成ツールを無料配布

QGIS版 (作成: ミエルネ 朝日孝輔氏)

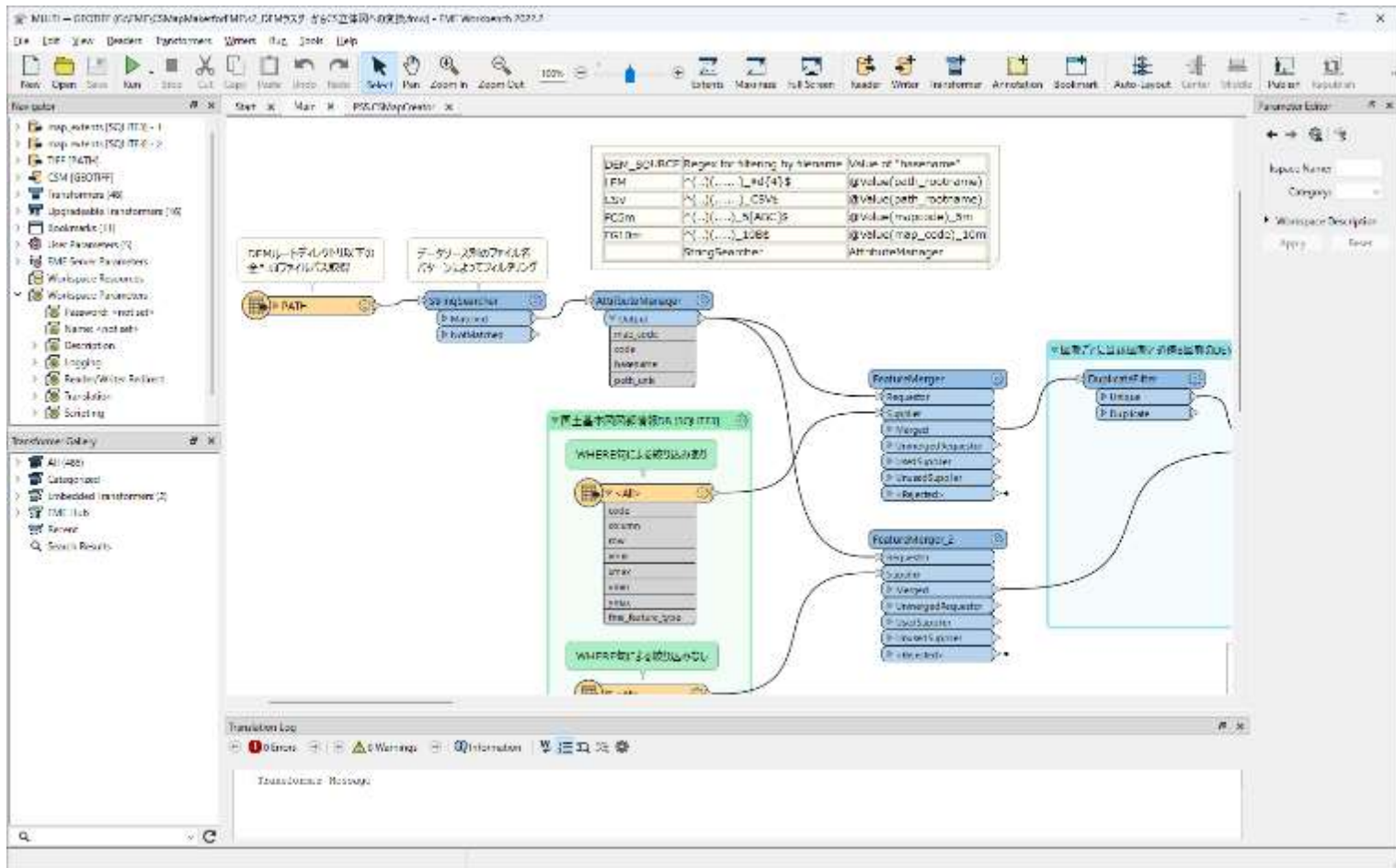
QGISのプラグインから「CSMapMaker」をインストール



FME版 CS立体図自動作成ワークスペース

(作成 : Pacific Spatial Solutions)

データ変換ソフトのFMEを使ったCS立体図自動作成ツール (FMEは要購入)
LEM形式の標高データ → GeoTIFF形式 → CS立体図を自動作成
処理速度が大幅にUP



公開済みCS立体図はG空間情報センターからダウンロードできます

① インターネットで、「G空間情報センター」と検索

https://www.geospatial.jp/gp_front/

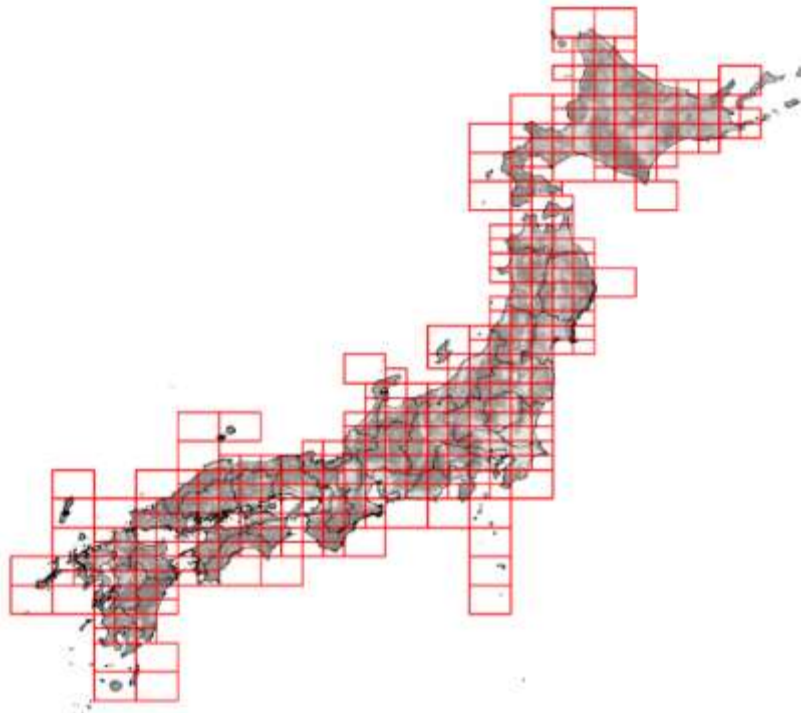


② サイト内で、「CS立体図」と検索



G空間情報センターから公開中のCS立体図

https://www.geospatial.jp/gp_front/



全国（10mメッシュ）



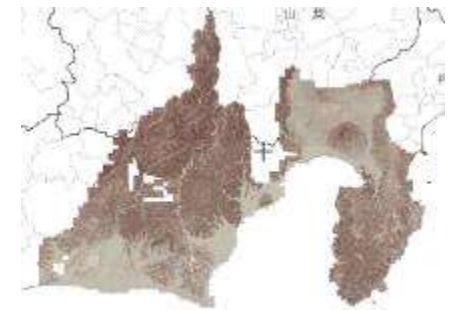
長野県（民有林）



兵庫県



岐阜県



静岡県

長野県、岐阜県、静岡県、兵庫県、全国（10mメッシュ）

森林土壌デジタルマップ(森林総合研究所)から 閲覧できます

① インターネットで「森林土壌デジタルマップ」と検索

<https://www2.ffpri.go.jp/soilmap/index.html>

森林土壌デジタルマップ

マップはこちら

※利用規約はこちら

このページでは①林業に役立つ土壌図、②数千地点におよぶ土壌断面や土壌の物理化学特性の情報、③防災に役立つCS立体図、④気候変動問題に関連した土壌炭素量の推定マップを自由に閲覧できます。4つのマップは、同じ地図画面で重ねて見ることができます。

主なコンテンツ

3D表示

3D表示

森林土壌デジタルマップで閲覧可能なCS立体図

<https://www2.ffpri.go.jp/soilmap/index.html>



広島県、岡山県（一部）



福島県



愛媛県、高知県（一部）

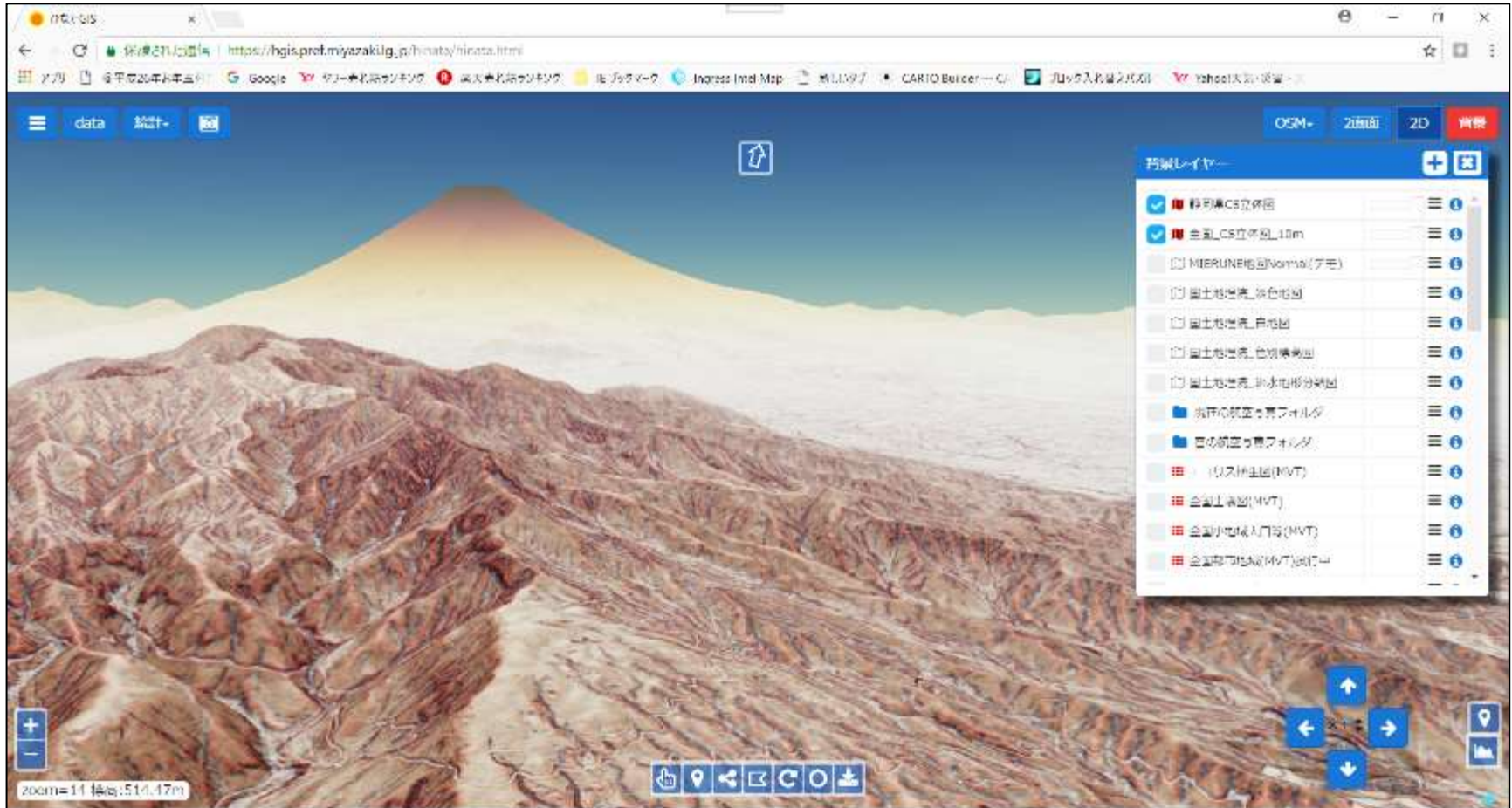


熊本県、大分県

広島県、愛媛県、岡山県、高知県、福島県、熊本県、大分県

宮崎県のwebサイト「ひなたGIS」ご紹介

<https://hgis.pref.miyagi.jp/hinata/>



ひなたGISの背景図として利用可能

「ひなたGIS」で表示できるCS立体図

(2023.7.21 現在)

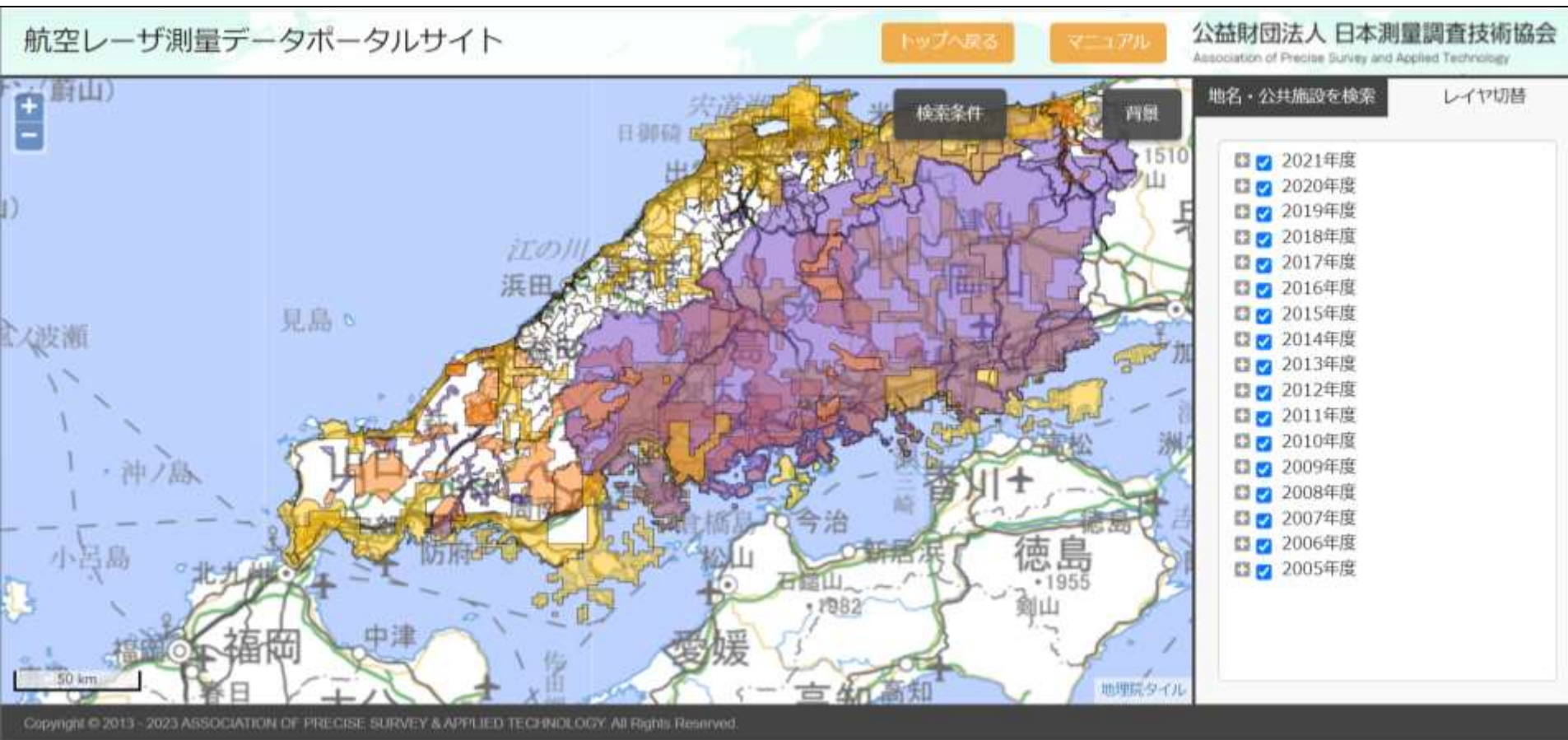


10mメッシュ版
全国



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

是非、CS立体図の作成とオープンデータ化をご検討ください



航空レーザー測量の実施状況（2023.8現在）

是非、CS立体図の作成とオープンデータ化をご検討ください

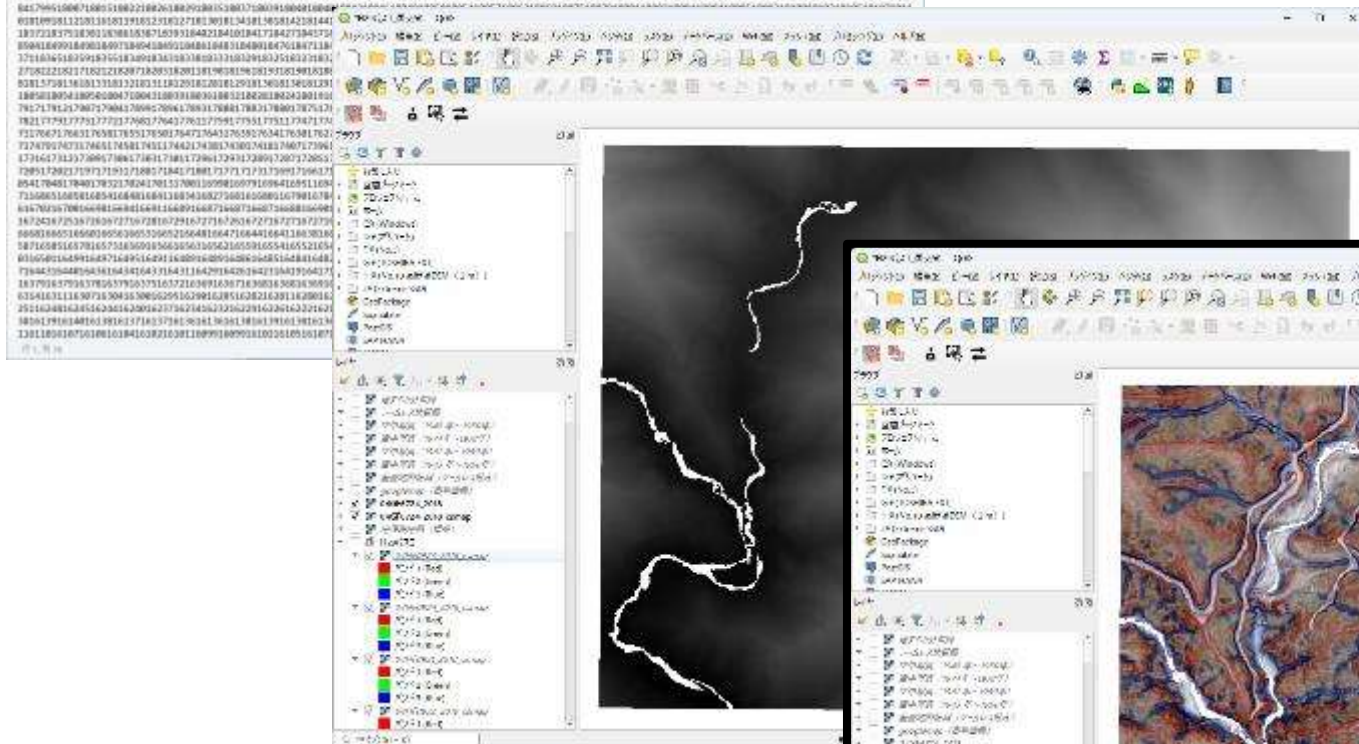
DEM

(LEM形式)



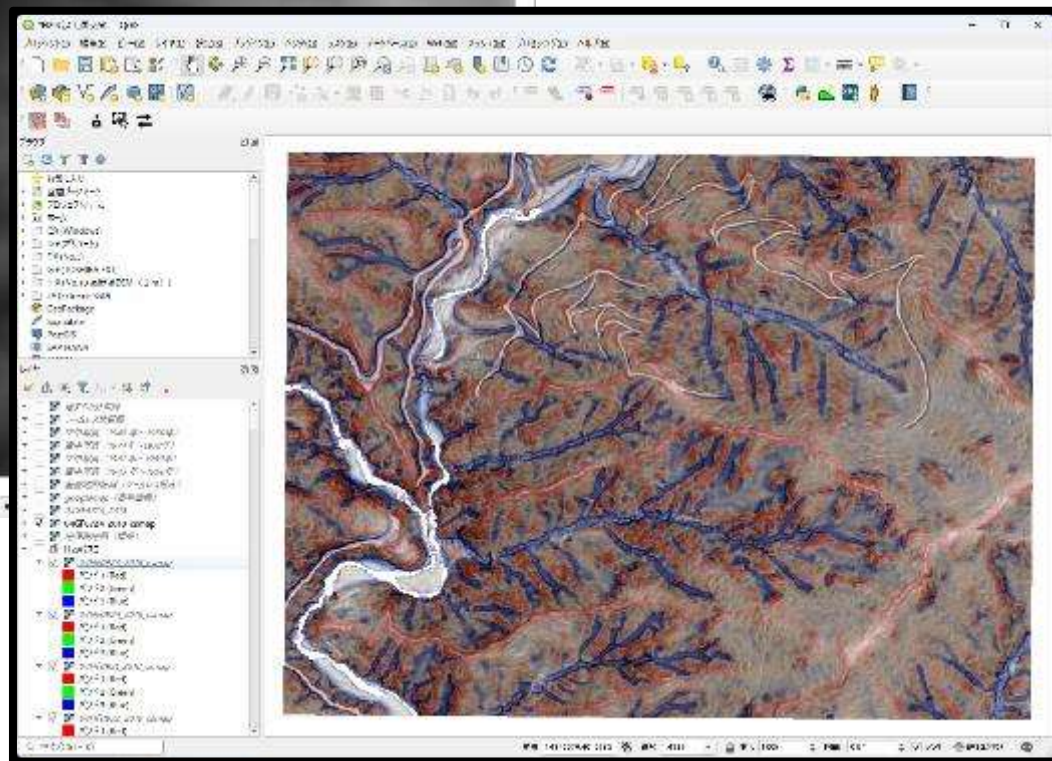
CS立体図

(GeoTIFF形式)



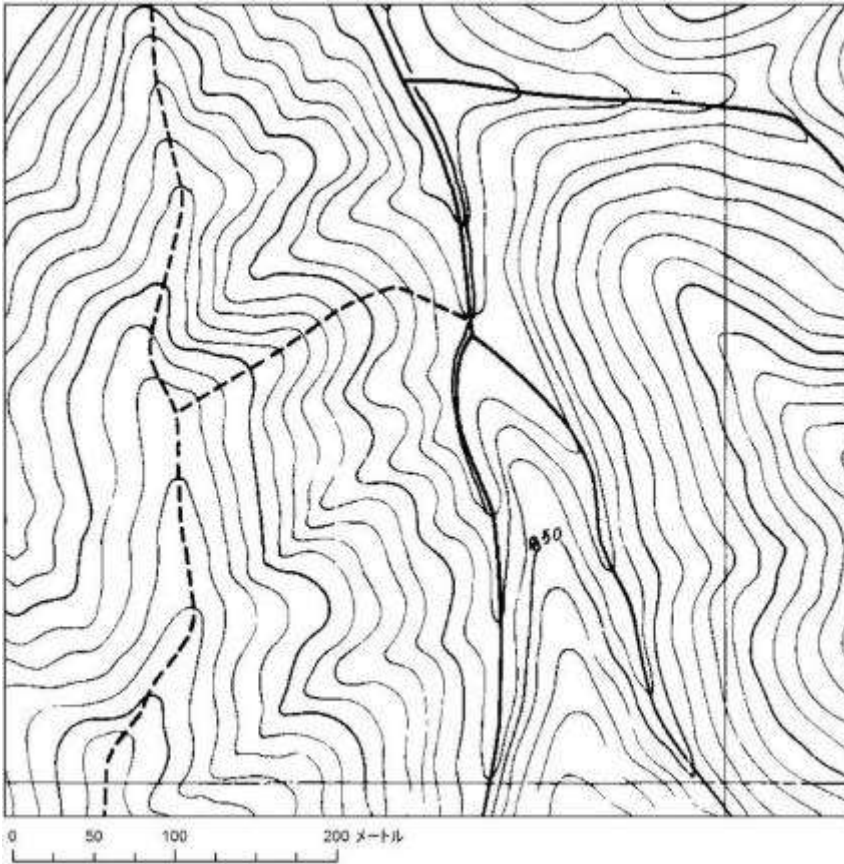
DEM

(GeoTIFF形式)

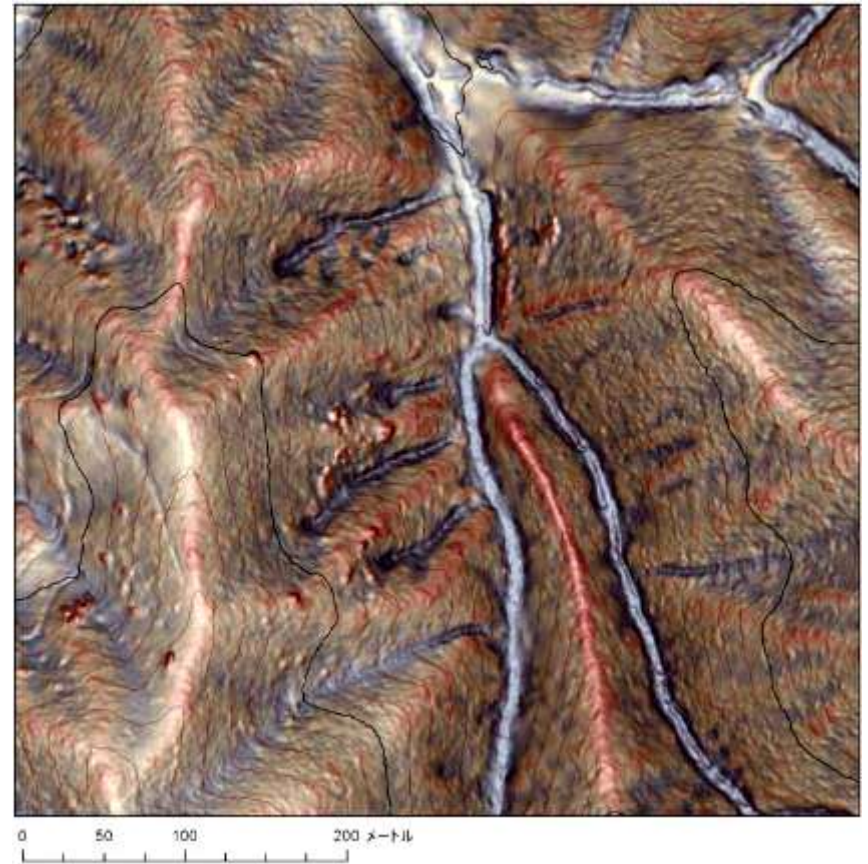


3 CS立体図による 災害危険地形の判読方法

CS立体図による基本的な地形表現



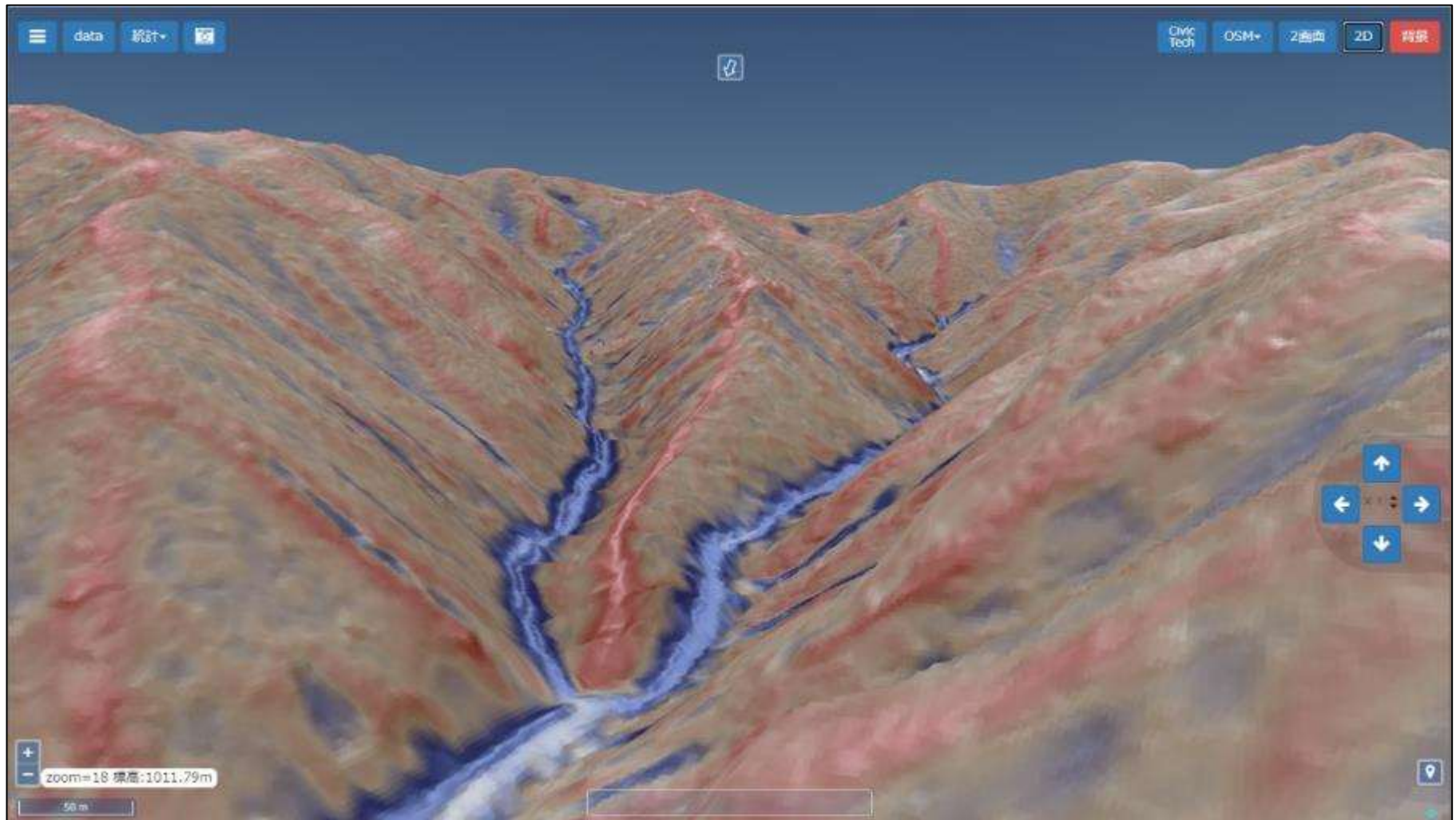
森林基本図



CS立体図

1. 尾根(凸地)は赤、谷(凹地)は青
2. 急傾斜地は暗、緩傾斜地は明

CS立体図による基本的な地形表現



ひなたGISの3D機能による表示

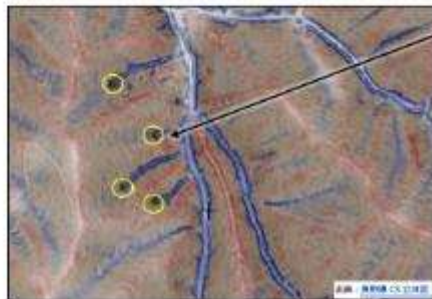
テキストの上手な使い方

<半読例>



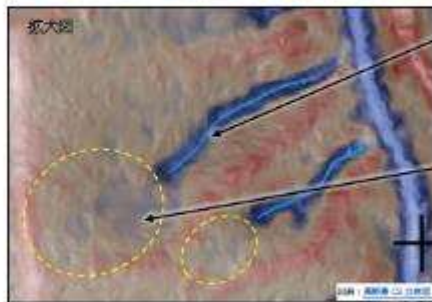
緯度：35.9718
経度：138.0408
長野県

QRコードを読み
取るとひた
GISが起動する



谷嶺（侵食前線）

国土地理院の地形図から谷嶺を判別するのは難しいが、CS 立体図では、1次谷は明確な濃い青、0次谷は薄い青で表現されているため容易に判別できる。

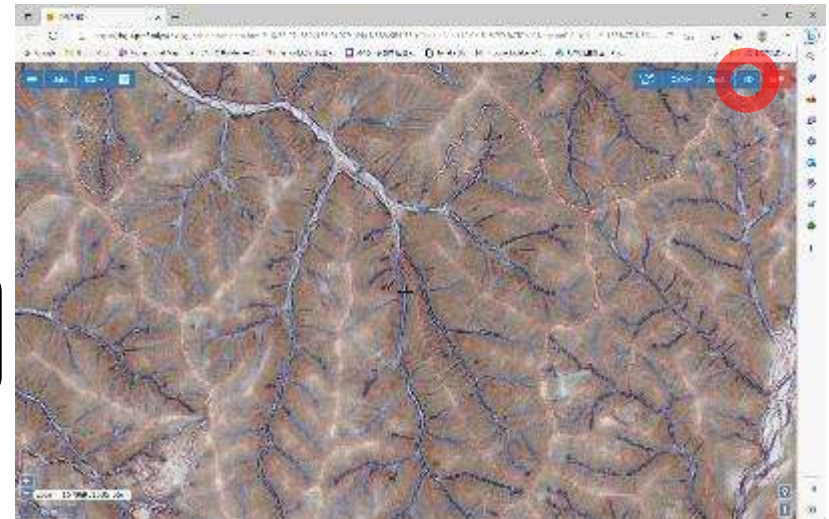


1次谷（明確な谷）

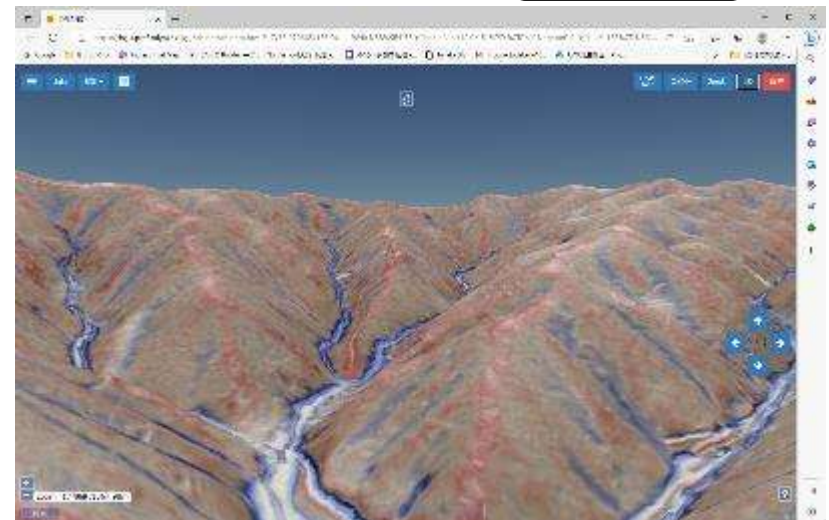
水の流れによって侵食された深い谷。常水があるが、普段は水がなくても暴雨時には水が流れるため、路網開設する場合は暗渠などの横断排水施設が必要。

0次谷（常水のない浅い谷地形）

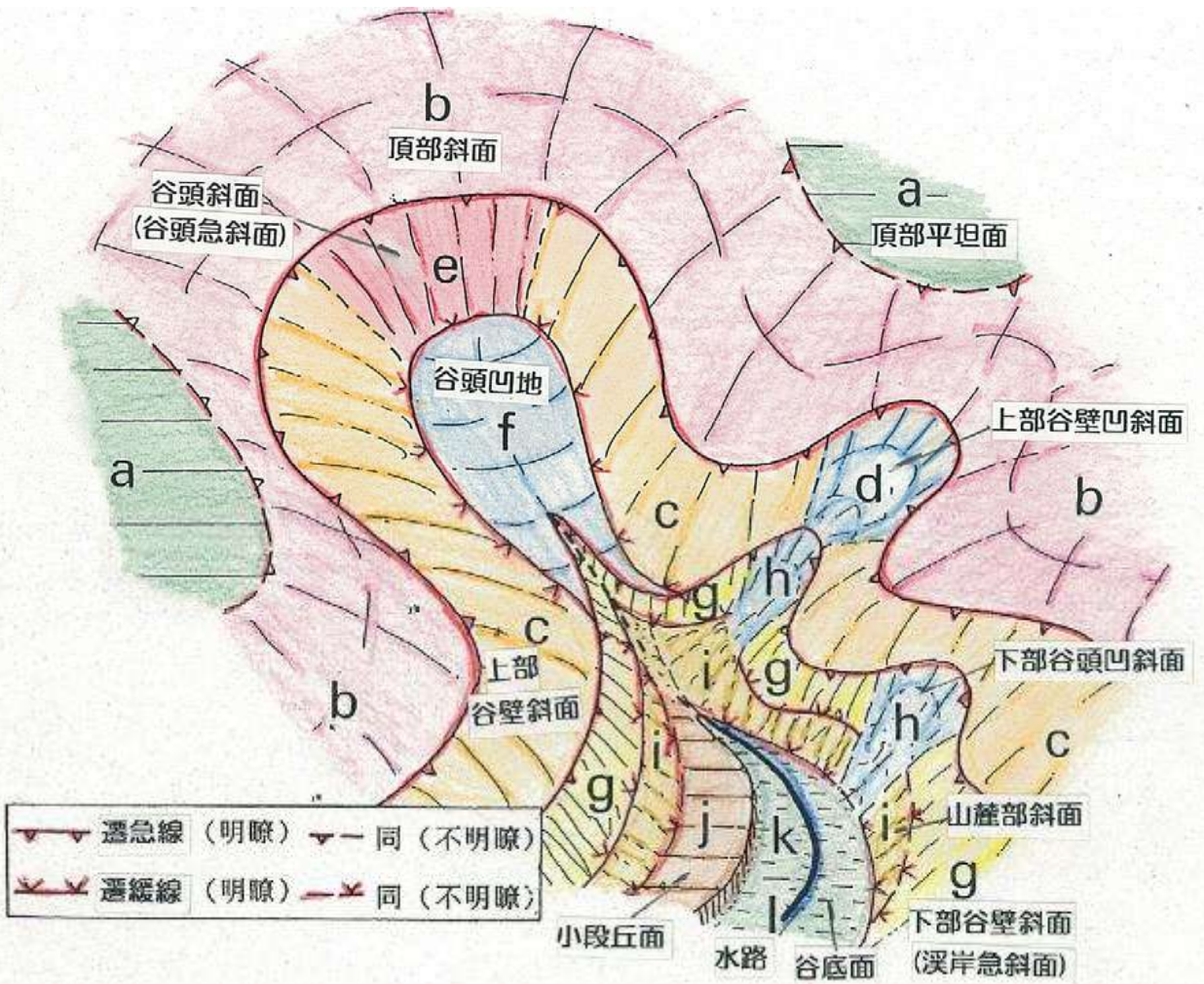
元々谷地形だったところを、周囲からの崩壊土などが埋めている。上流に向かって侵食が進行する。この位置に路網開設する場合は、集水面積を変えないように、路網排水の設置や波型横断線形にするなどの対策が必要。



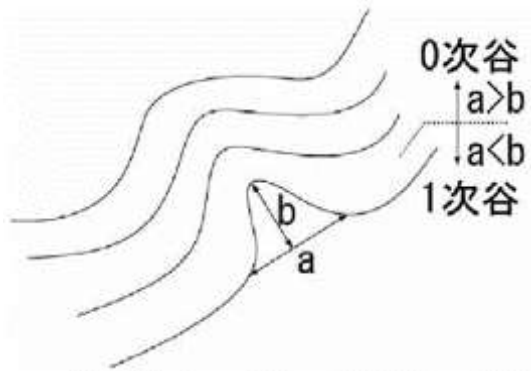
3Dボタンで
立体表示



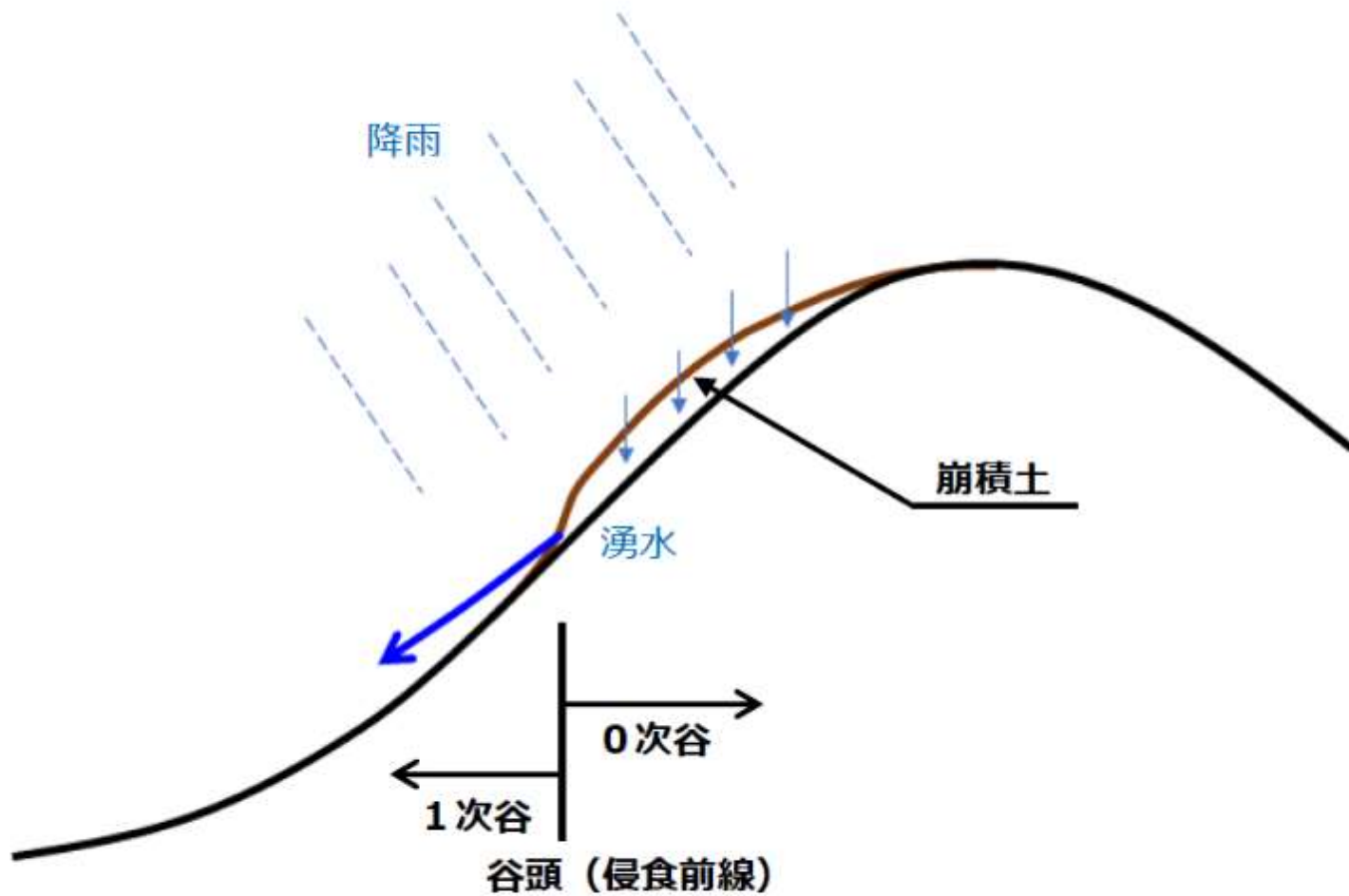
(1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



- ・1次谷流域より1オーダー下の流域
- ・表層崩壊の発生源

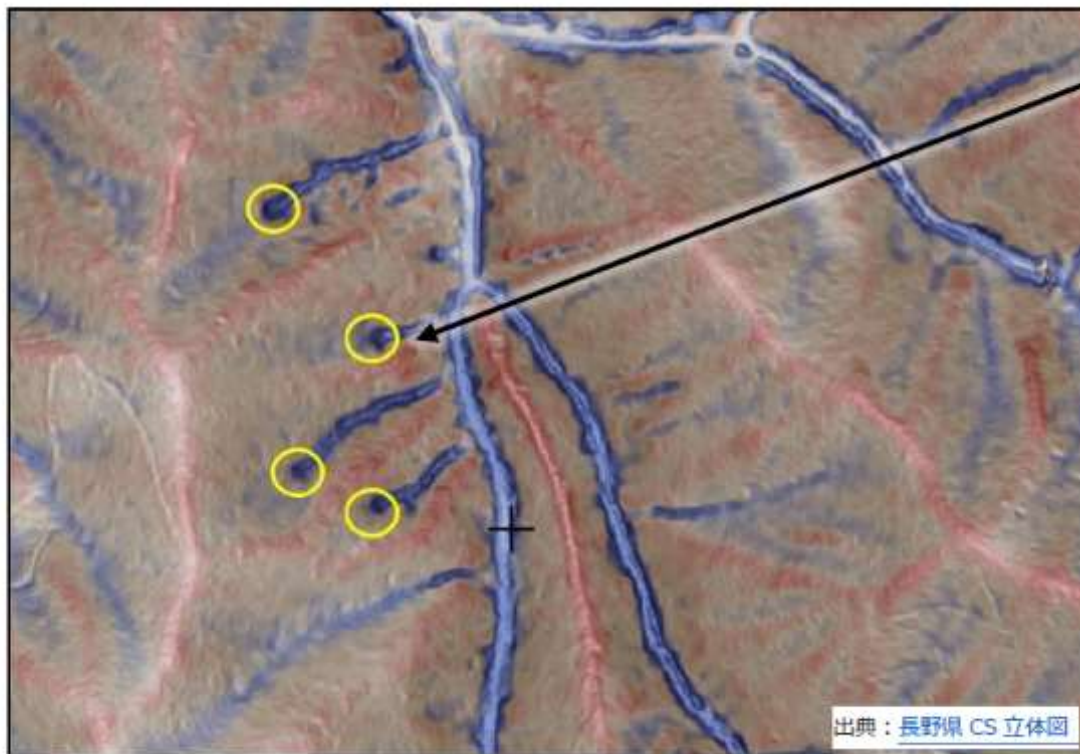


(1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



侵食前線の模式図

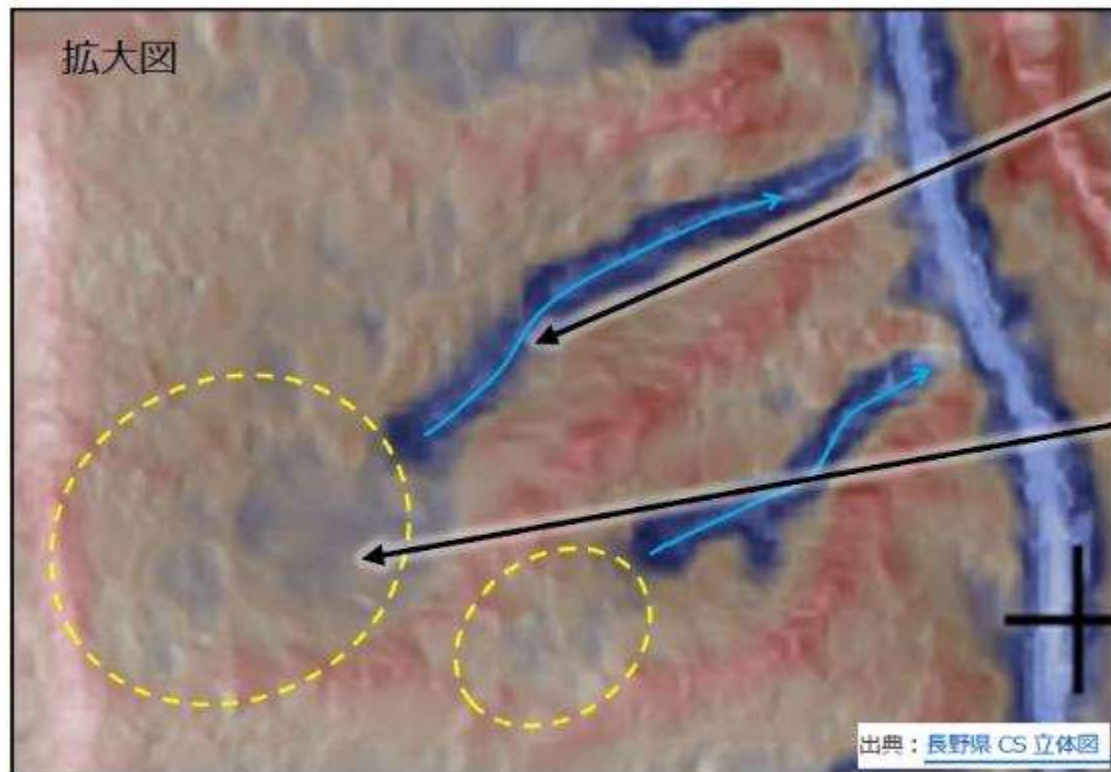
(1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



谷頭 (侵食前線)

国土地理院の地形図から谷頭を判読するのは難しいが、CS 立体図では、1次谷は明瞭な濃い青、0次谷は薄い青で表現されているため容易に判読できる。

(1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



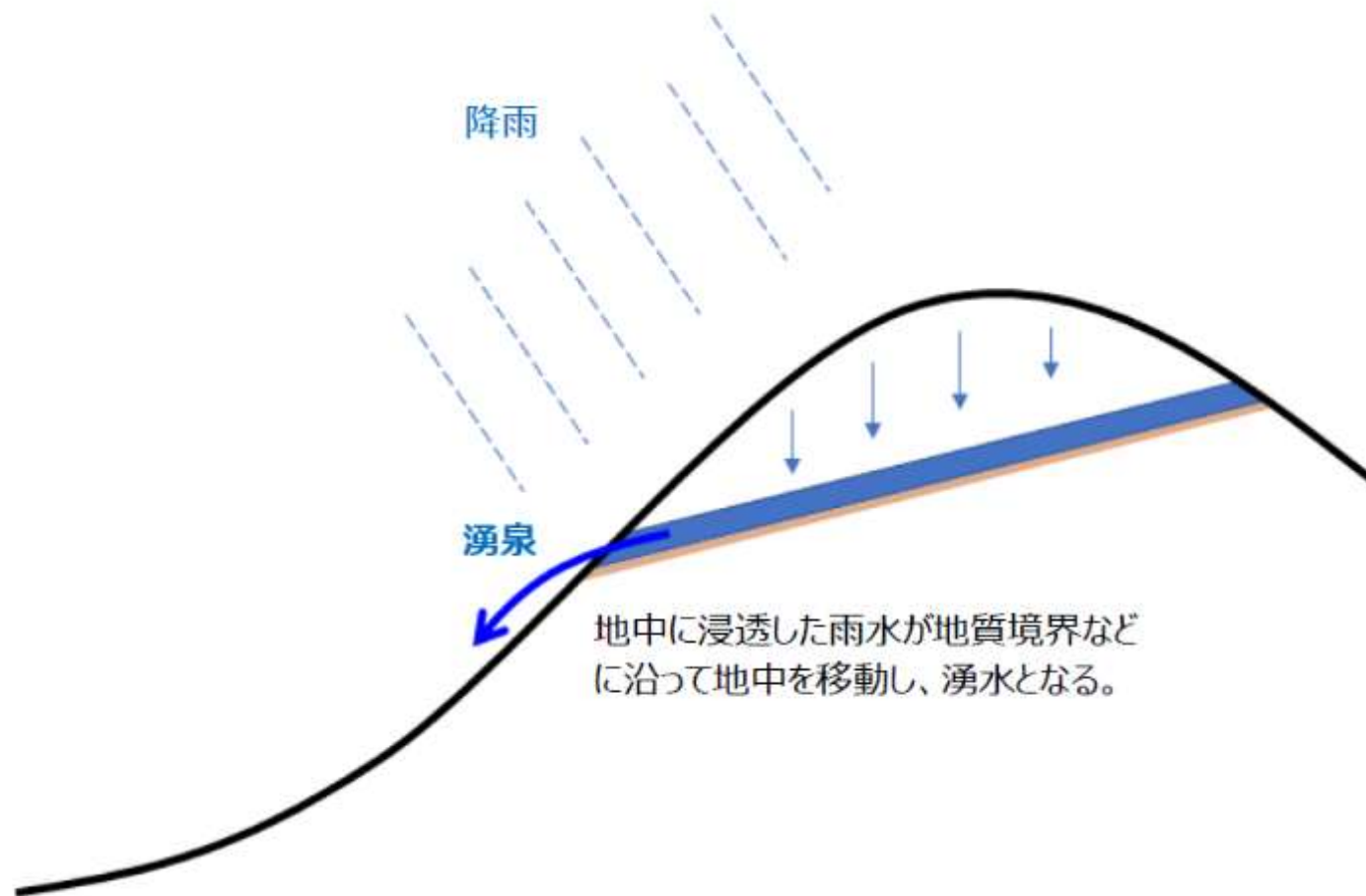
1次谷 (明瞭な谷)

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)

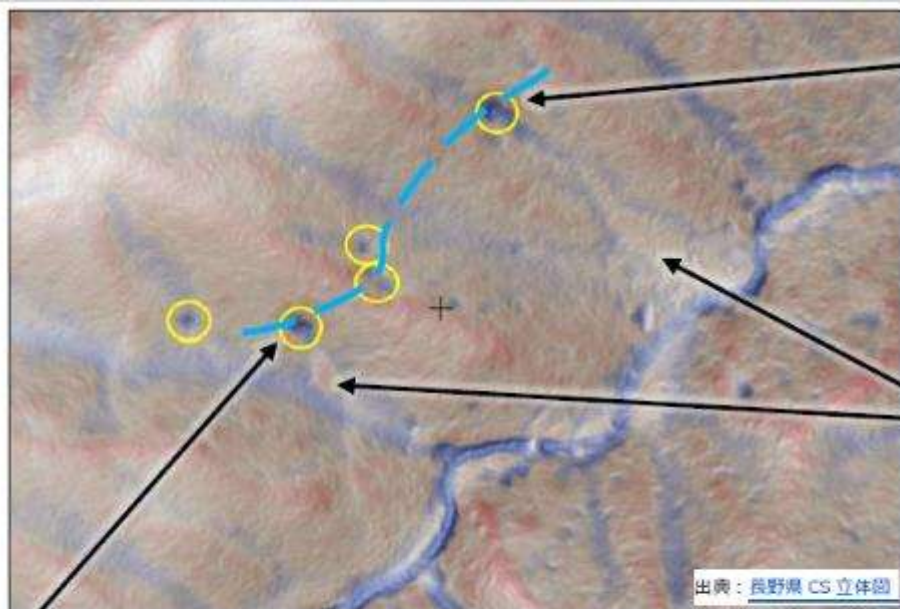
元々谷地形だったところを、周囲からの崩積土などが埋めている。上流に向かって侵食が進行する。この位置に路網開設する場合は、集水面積を変えないように、路面排水の設置や波型縦断線形にするなどの対策が必要。

(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。

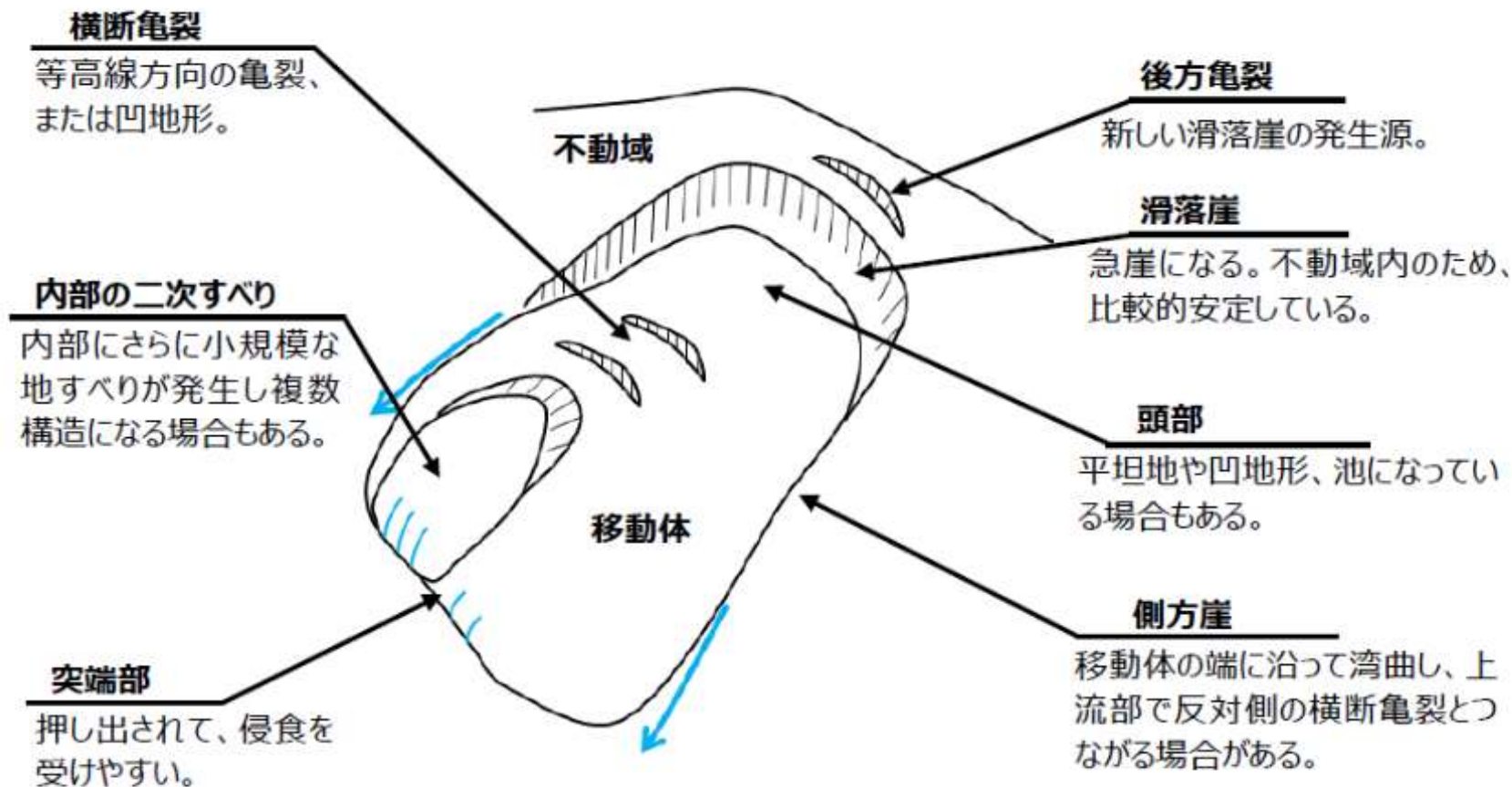
出典：長野県 CS 立体図



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

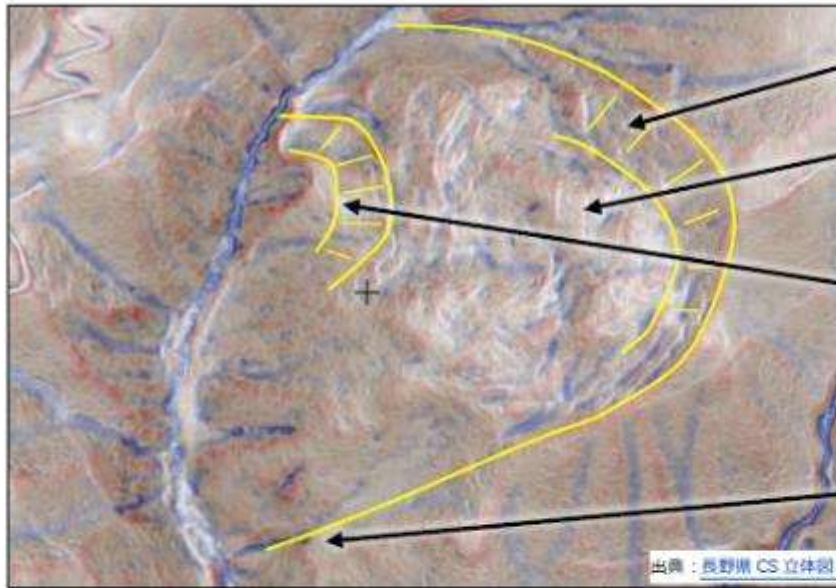


地すべり地形の模式図

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。

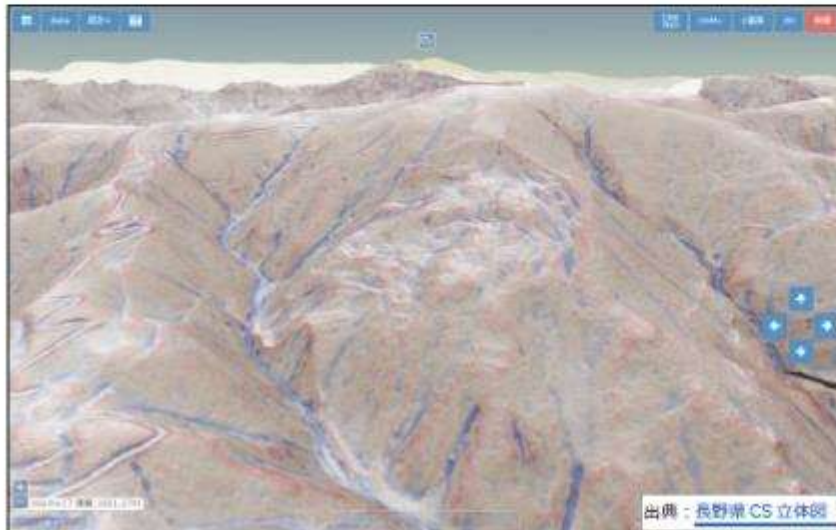
内部の二次すべり

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。

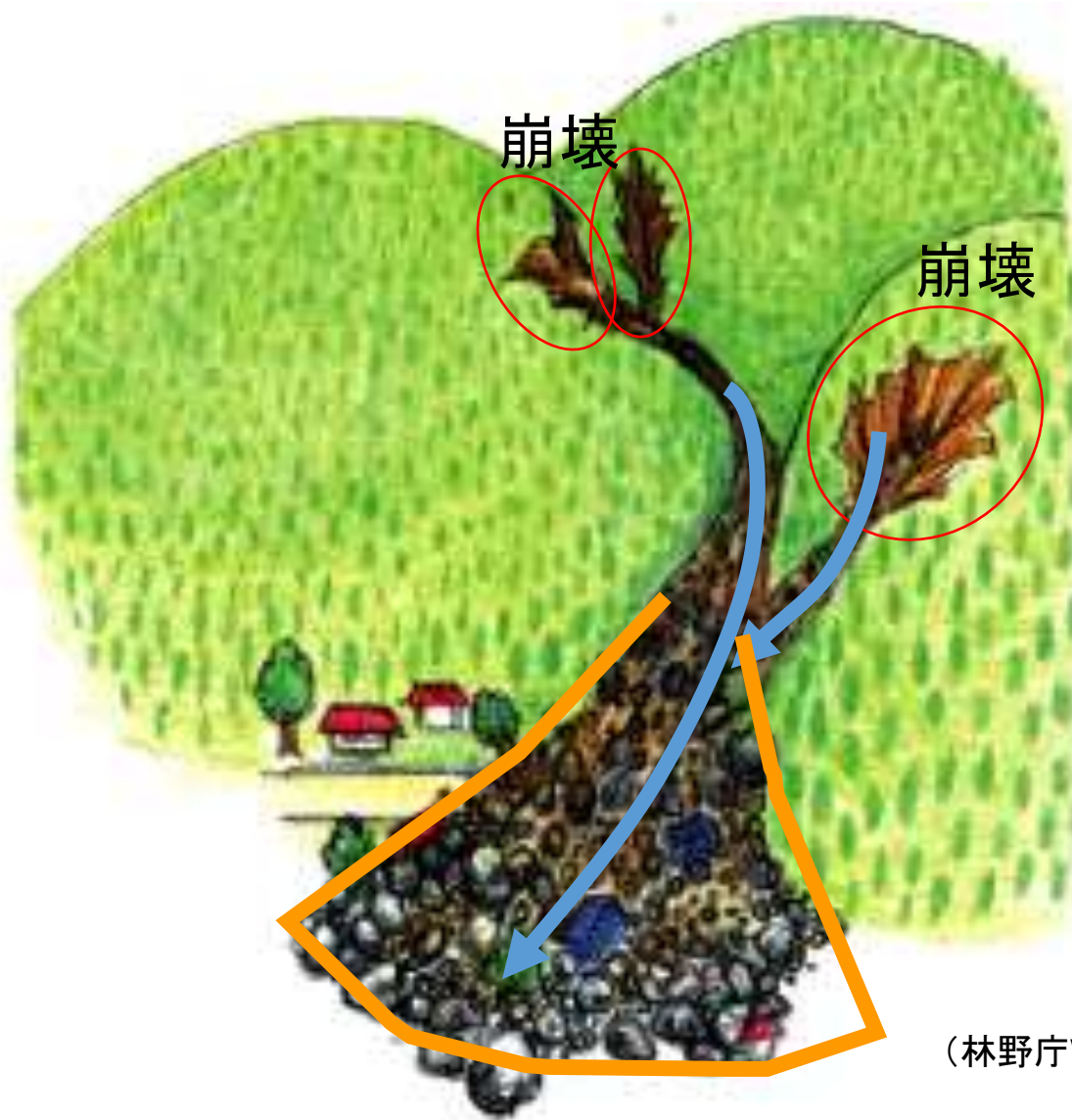
出典：長野県 CS 立体図



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)

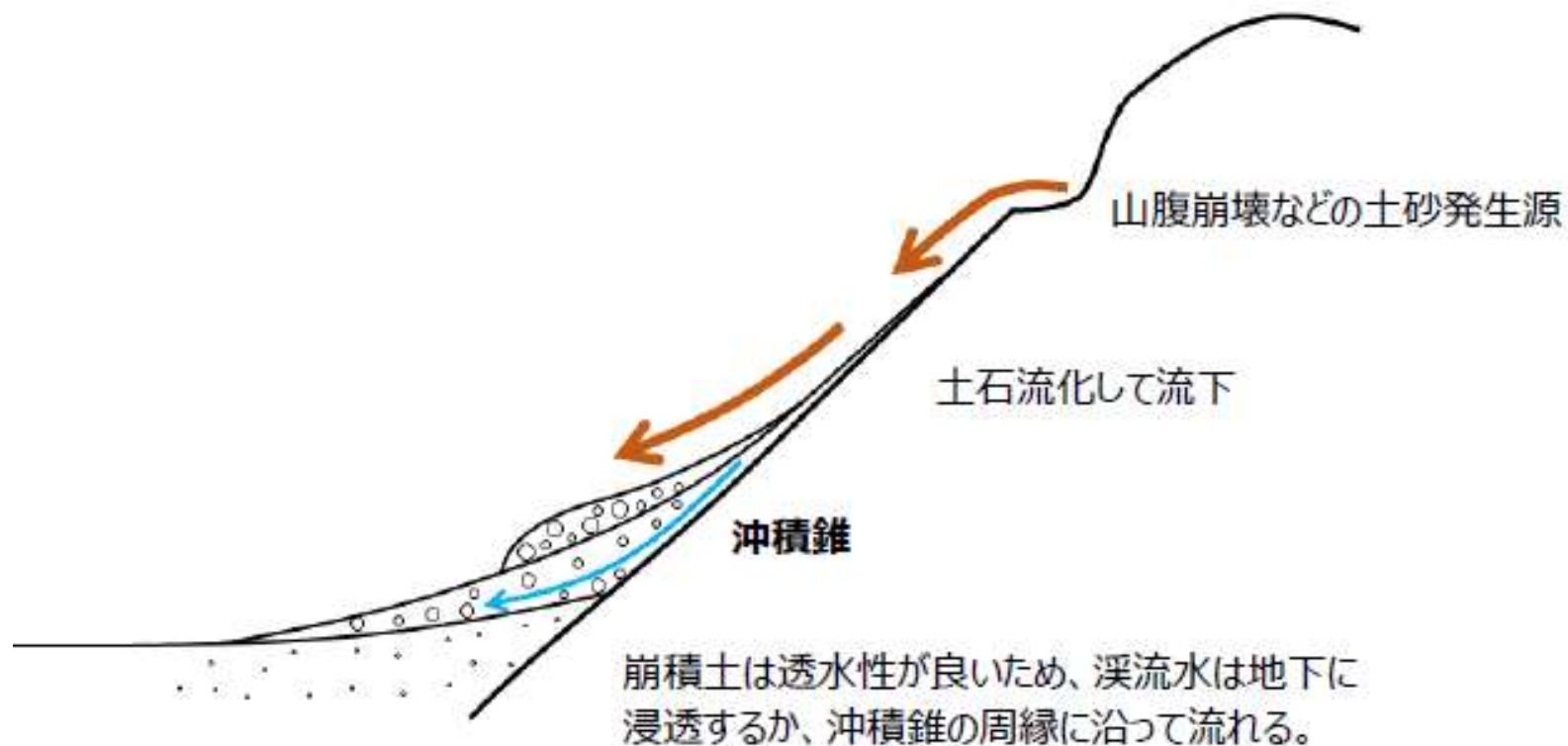


土石流とは、崩壊した土砂が、①水等と混ざり、②水等が滑材になって、③長距離を流下する現象

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)



沖積錐

谷の出口の白っぽく見える扇型の地形。
路網開設を行うと、上流からの土石流の被害を頻繁に受けやすい。

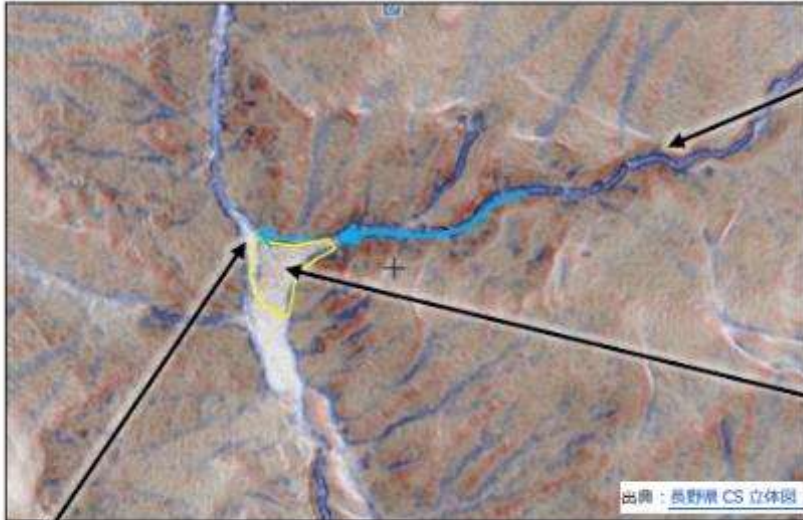
土砂発生源

上流部分にある侵食が激しい区域。斜面崩壊が頻繁に発生する。
斜面崩壊が頻繁に発生する。



沖積錐は崩積土できているため、透水性が良く、谷の水は地中に浸透している。

(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。

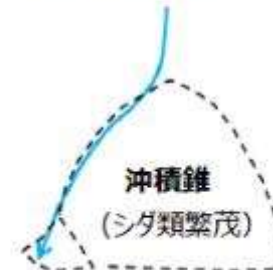
沖積錐



(写真提供：長野県林業総合センター)

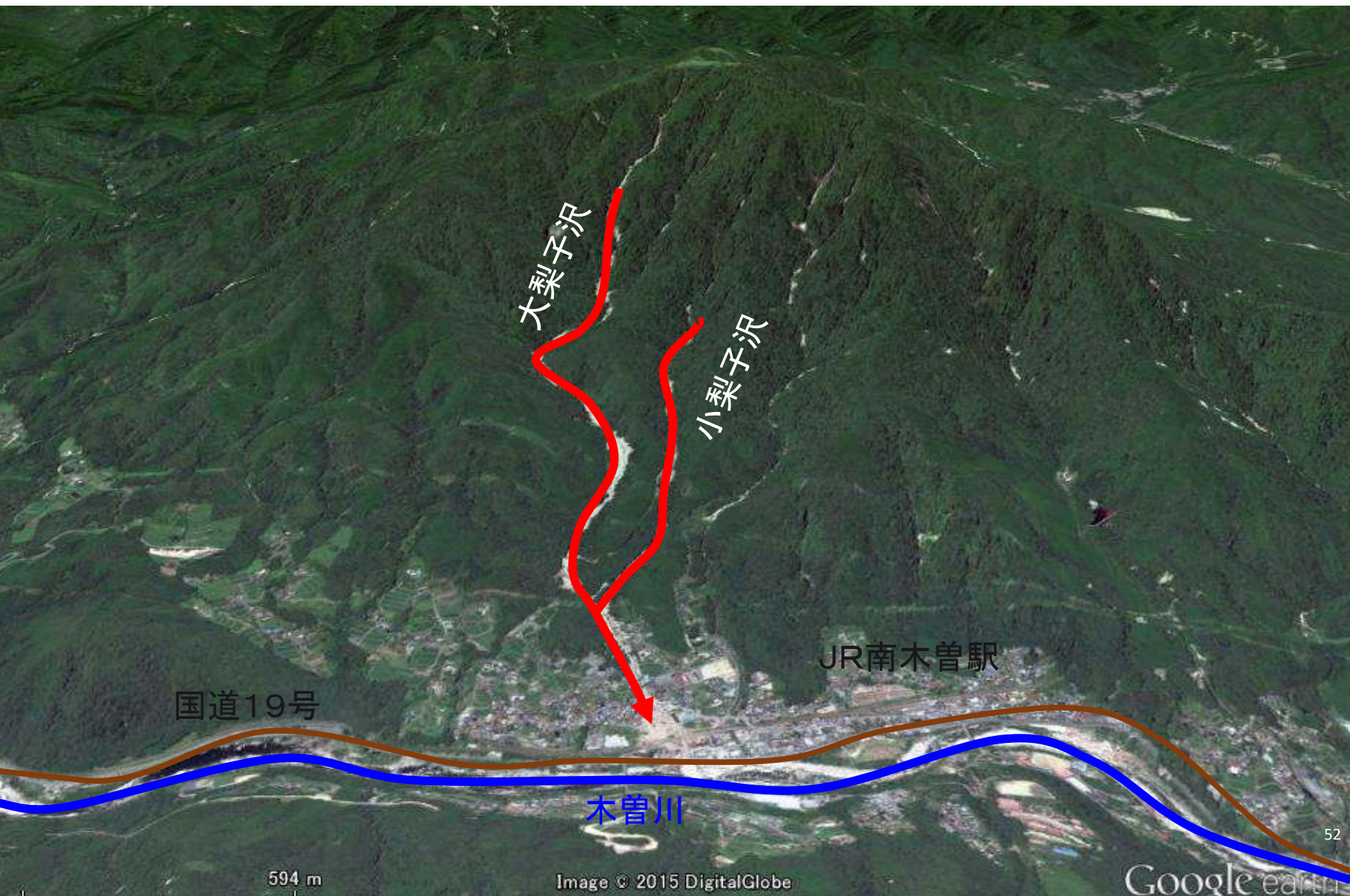
シダ類が繁茂していることから、地下水位が高いと推測できる。

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。



(4) 沖積錐(ちゅうせきすい)

(南木曾町：平成26年度豪雨被災地)



(4) 沖積錐(ちゅうせきすい)

(南木曾町：平成26年度豪雨被災地)



拡大図



崩積土

崩積土

扇状地
(沖積錐)

扇状地
(沖積錐)

扇状地
(沖積錐)

JR南木曽駅

木曽川

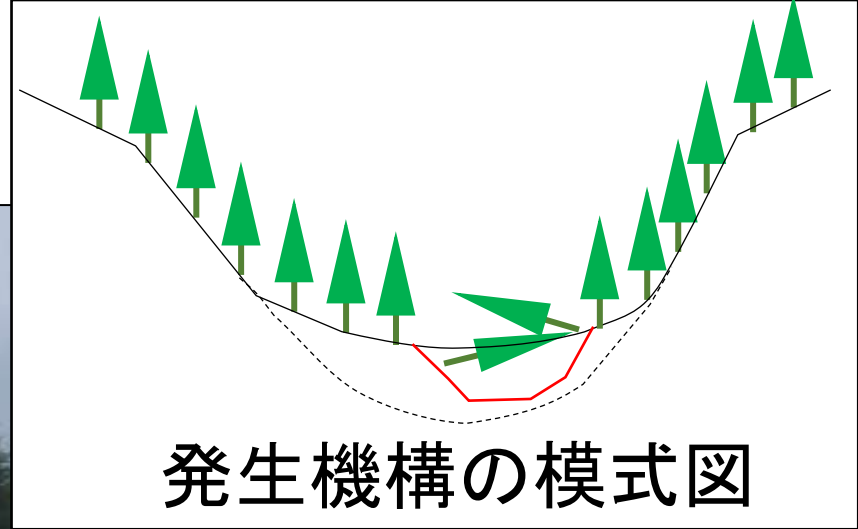
213 m

Image © 2015 DigitalGlobe

Google earth

周辺の溪流の出口にも、過去から繰り返し発生した土石流の土砂が堆積している

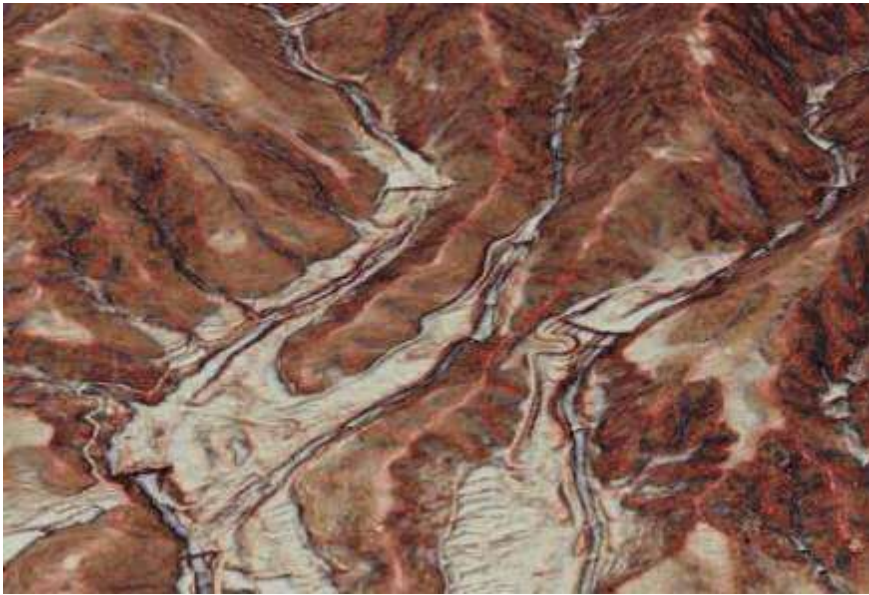
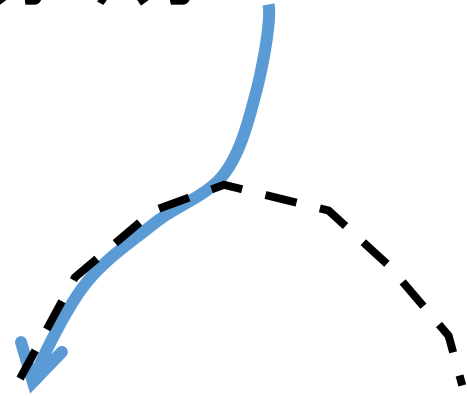
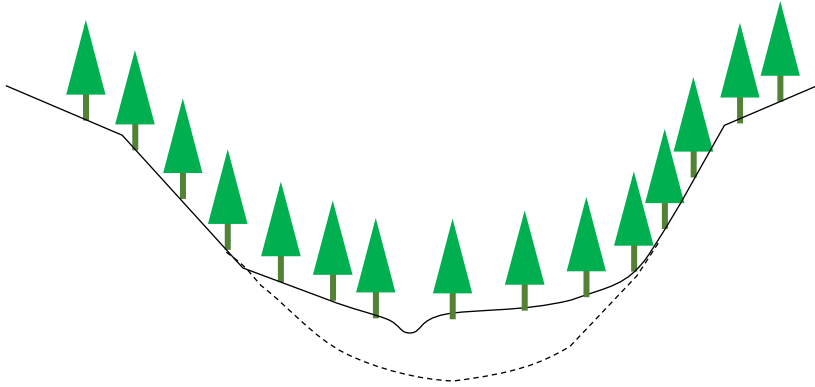
H26南木曾町災害



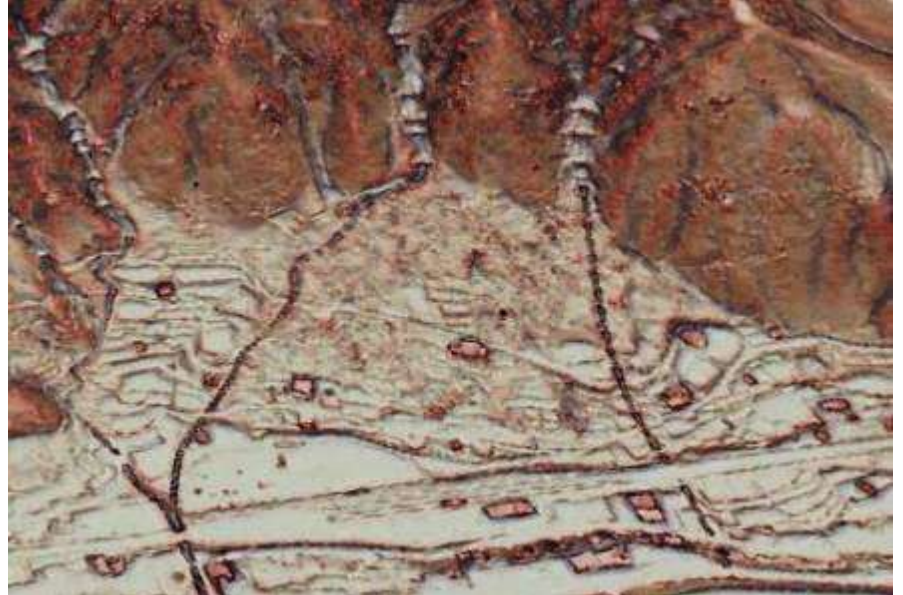
発生機構の模式図

土石流危険渓流の見分け方

【地形判読】



- ・急傾斜で河床堆積物
(過去の土石流堆積物)

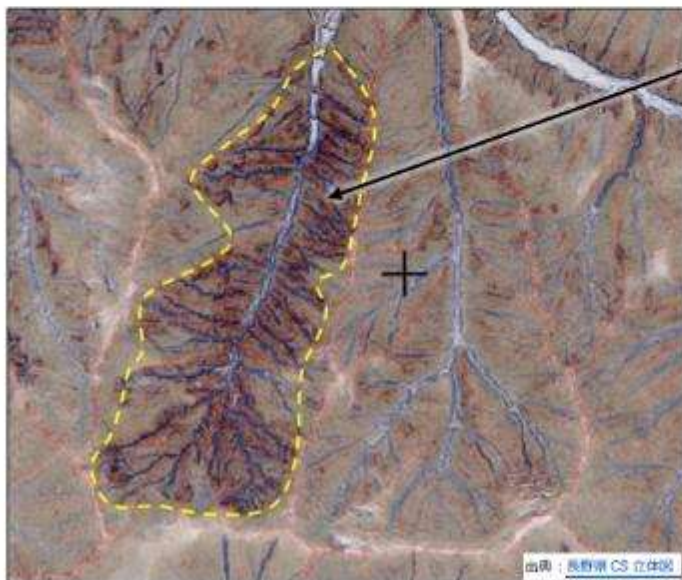


- ・下方に沖積錐がある谷

(5) 侵食域 (しんしょくいき)



緯度 : 36.2933
経度 : 138.0442
長野県



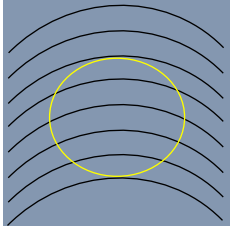
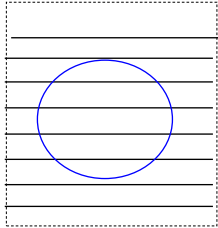
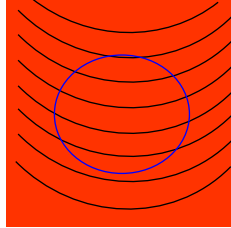
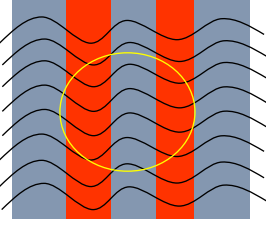
侵食域

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。

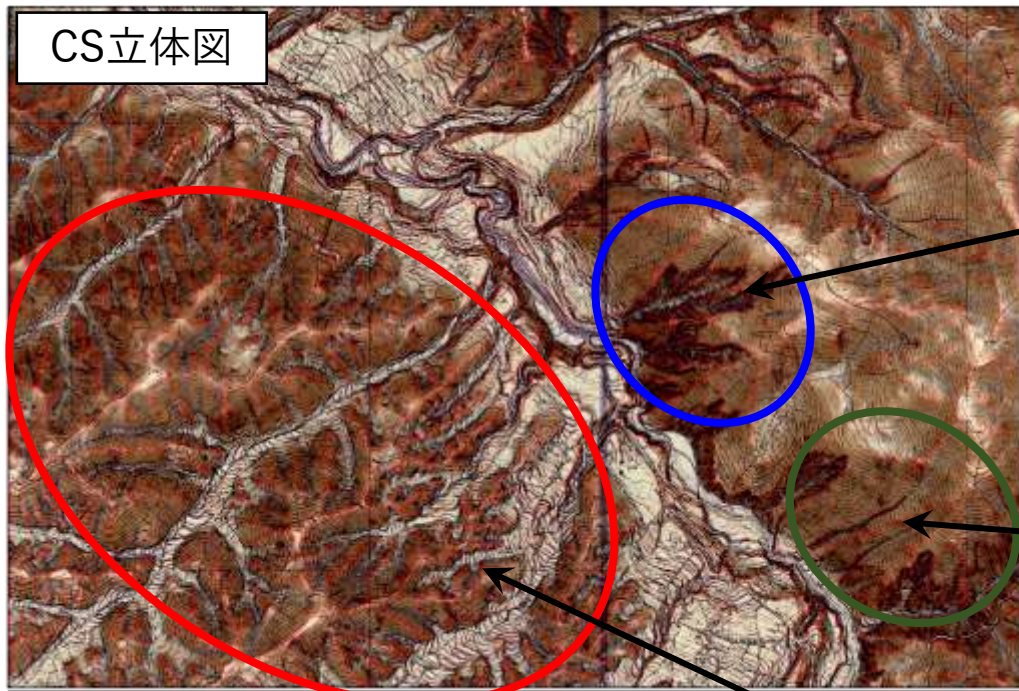
平面曲率の標準偏差

(SHC : Standard deviation of Horizontal Curvature)

斜面形状	谷型斜面	直線斜面	尾根型斜面	波型斜面
模式図				
傾斜	同じ			
平面曲率	-	0	+	- + - + -
SHC (平面曲率の標準偏差)	小	小	小	大

- ・同じ傾斜でも、谷が多く、入り組んだ地形では崩壊が発生しやすい。(過去の崩壊履歴が多い)
- ・一定面積(ex.半径100m円内)における平面曲率の標準偏差を計算すると、地形の入り組みの度合いを表現できる。

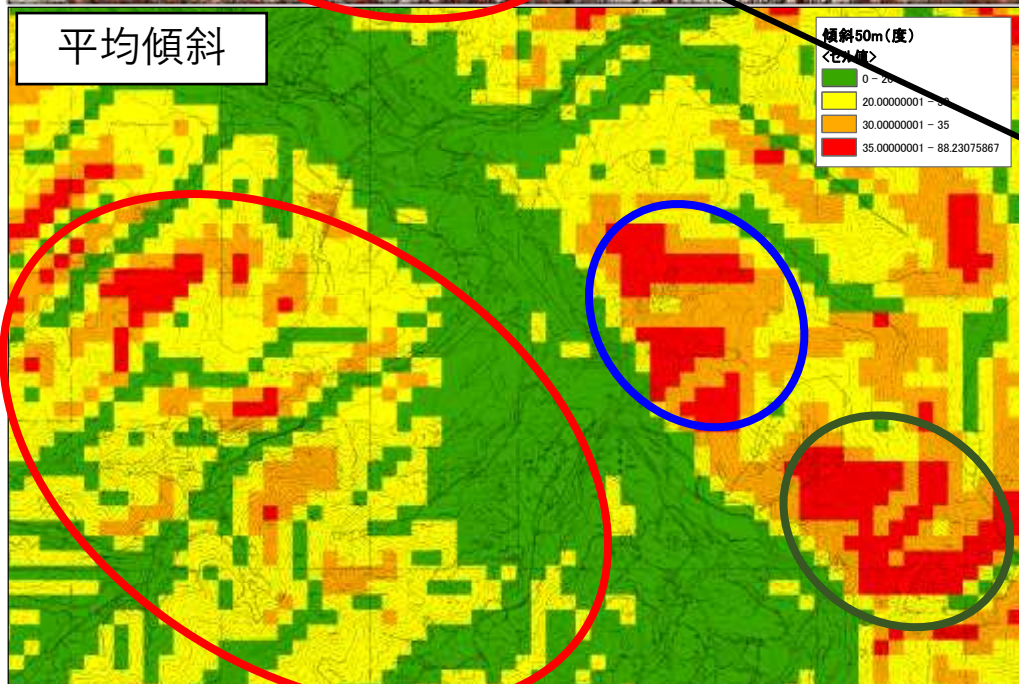
CS立体図



傾斜が急
崩壊密度が高い

傾斜が急
崩壊密度が低い

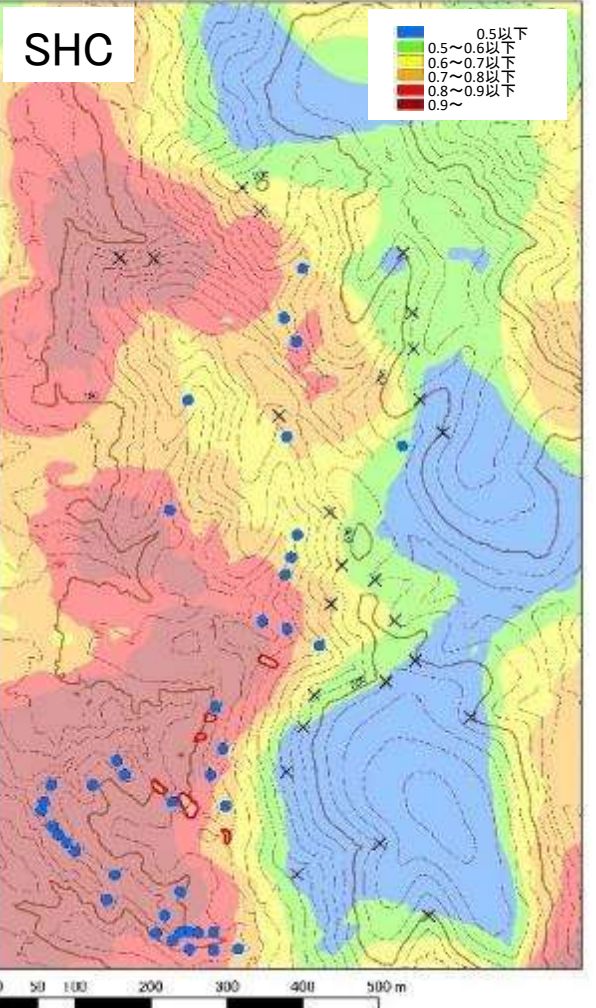
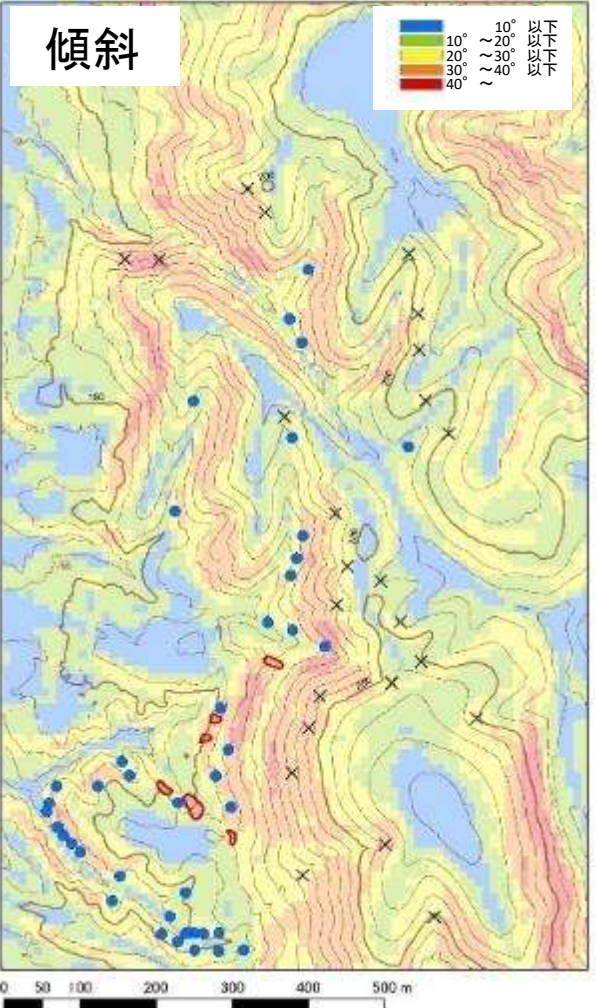
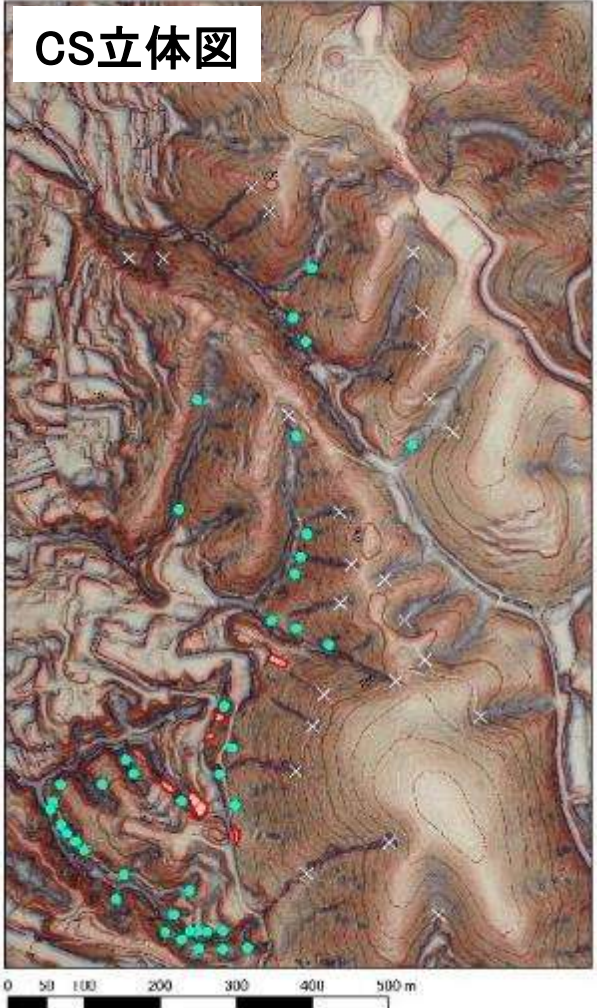
平均傾斜



傾斜は緩い
崩壊密度が高い

(松本市薄川)

○解析事例1 (京都市清水:堆積岩)



近年の崩壊履歴と踏査による湧水確認位置をマッピング

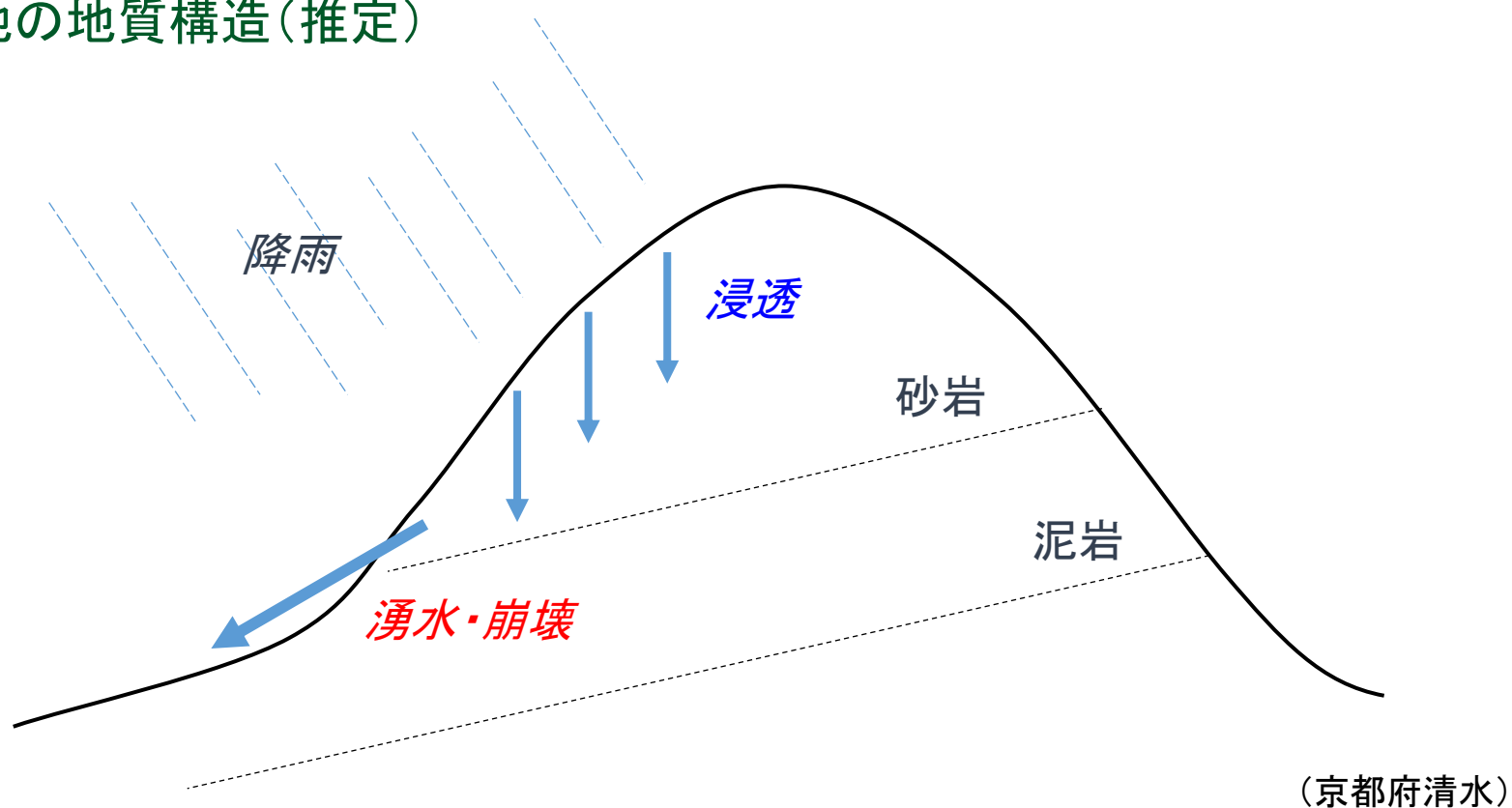
- 近年の放棄履歴
- 踏査時に湧水あり
- ×

傾斜との明確な関係性は見られない

(むしろ、急傾斜地には崩壊履歴、湧水が少ない)

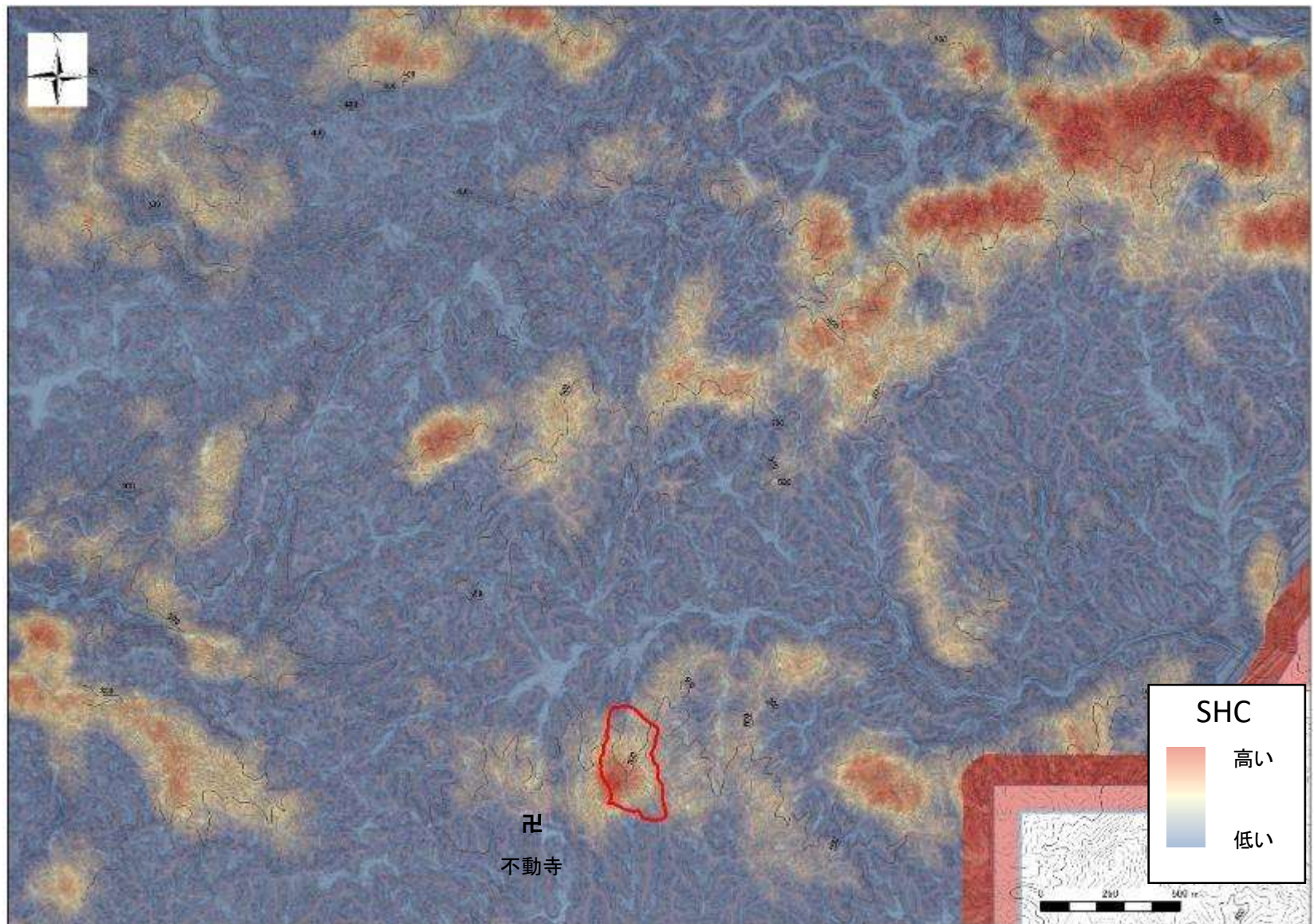
SHCが高い場所に、崩壊履歴、湧水が集中

調査地の地質構造(推定)



地中に浸透した水が特定の不透水層から湧出し、それより下流では侵食が激しい

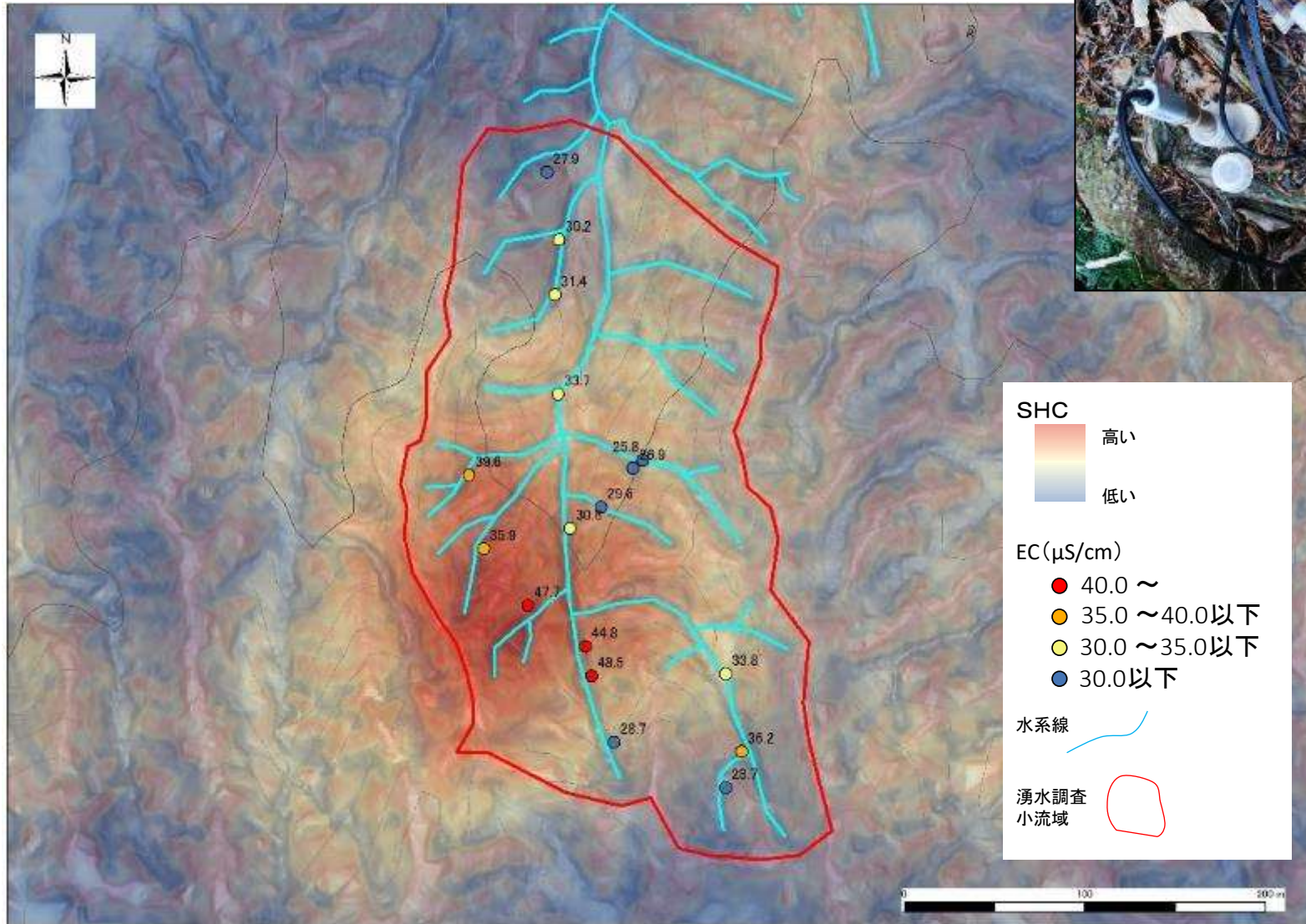
○解析事例2 (滋賀県田上:花崗岩)



CS立体図にSHCを重ねて表示

SHCが高い場所の分布に偏りがある

○解析事例2 (滋賀県田上:花崗岩)

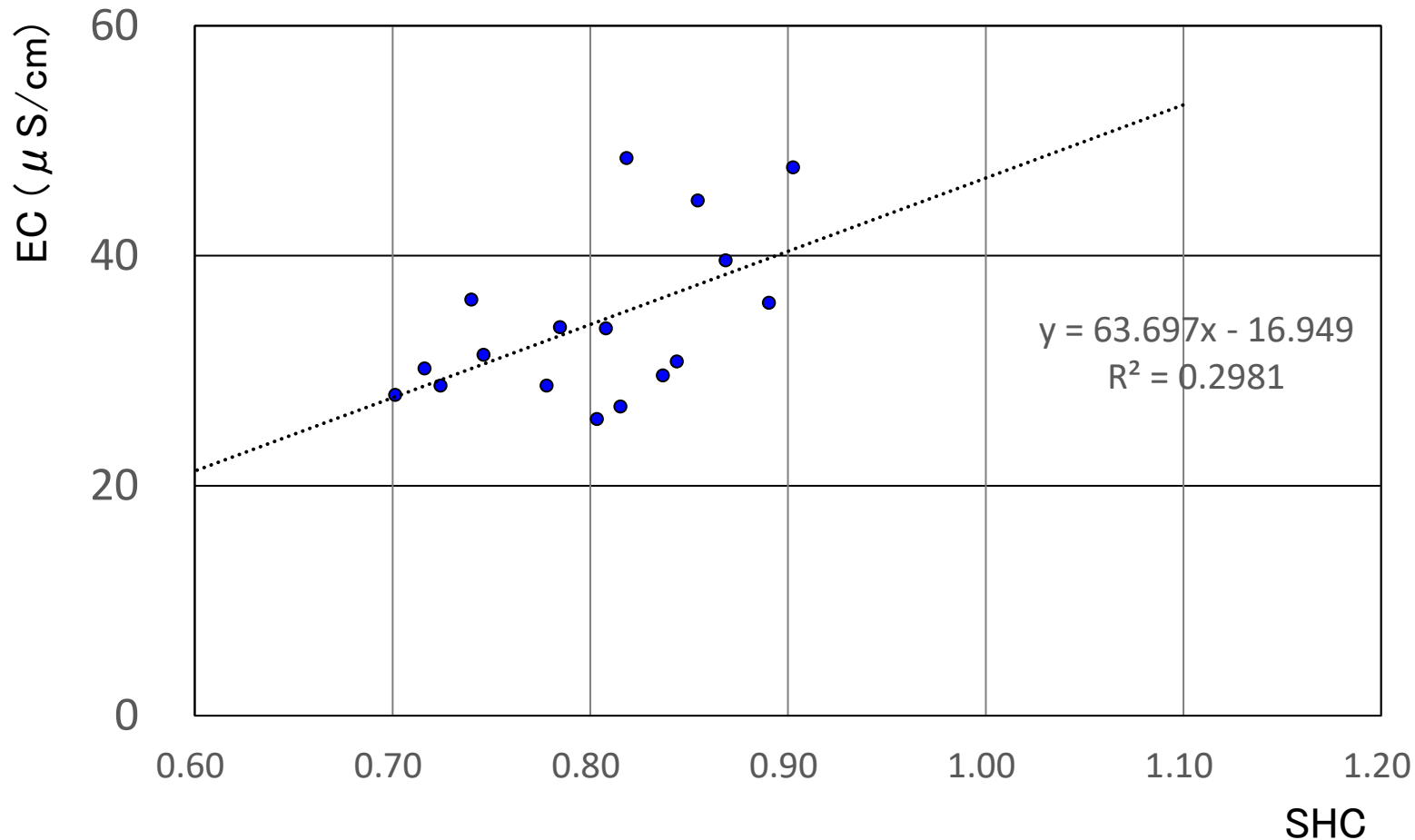


HORIBA ES-51

小流域において湧水地点で電位電導度(EC)を計測

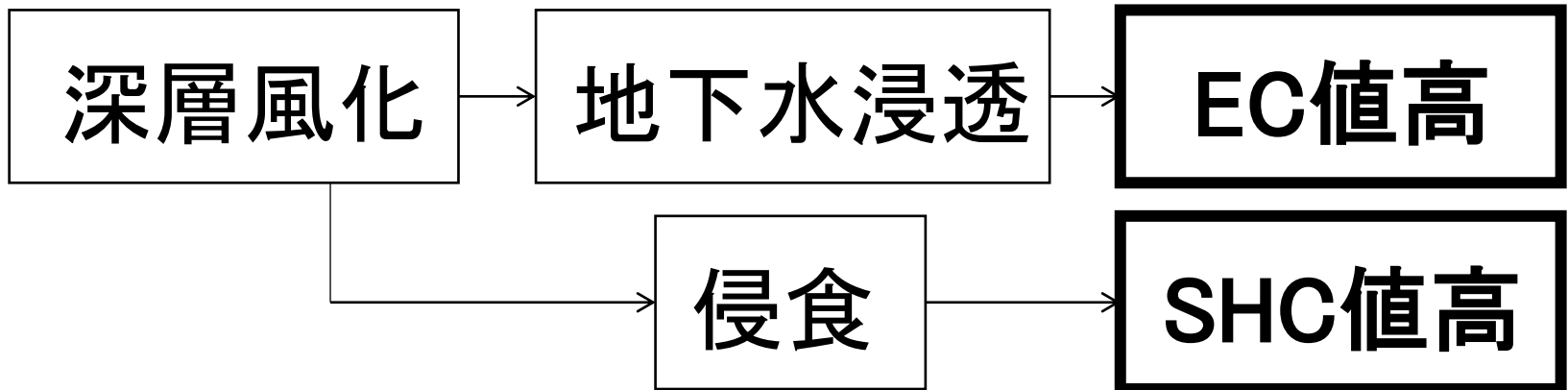
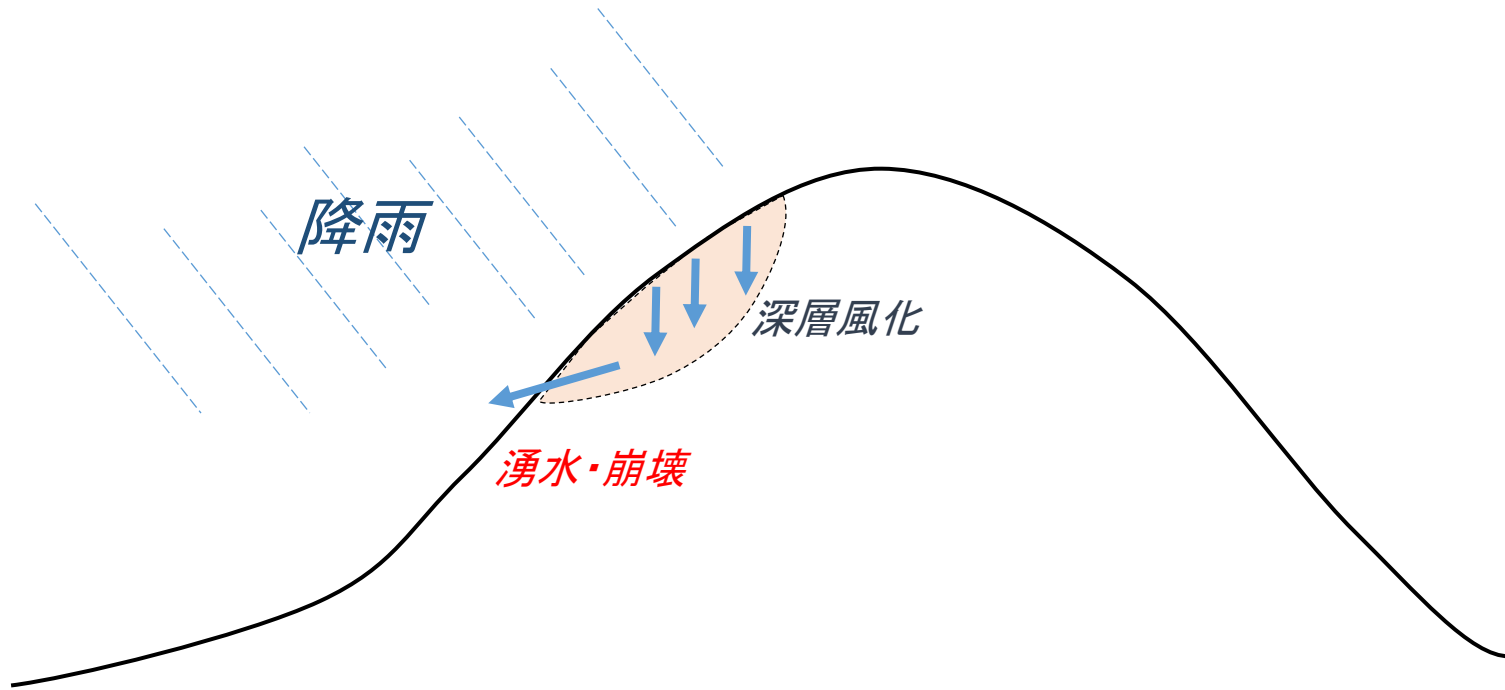
SHCが高い場所ではECも高い傾向がある

○解析事例2 (滋賀県田上:花崗岩)

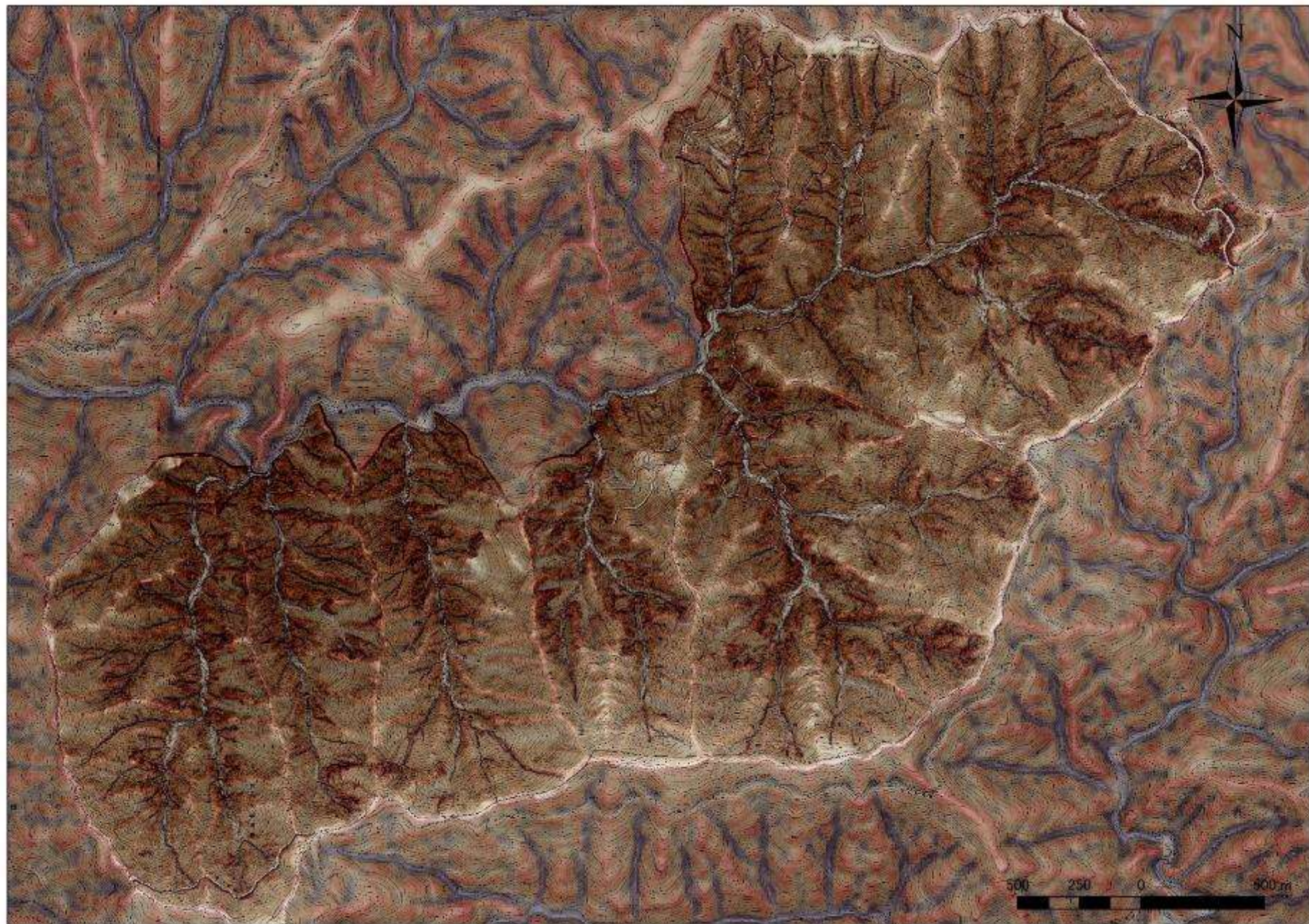


- ・ SHCとECに正の相関がある
- ・ SHCが高い場所は風化が進んでいる可能性がある

調査地の地質構造(推定)

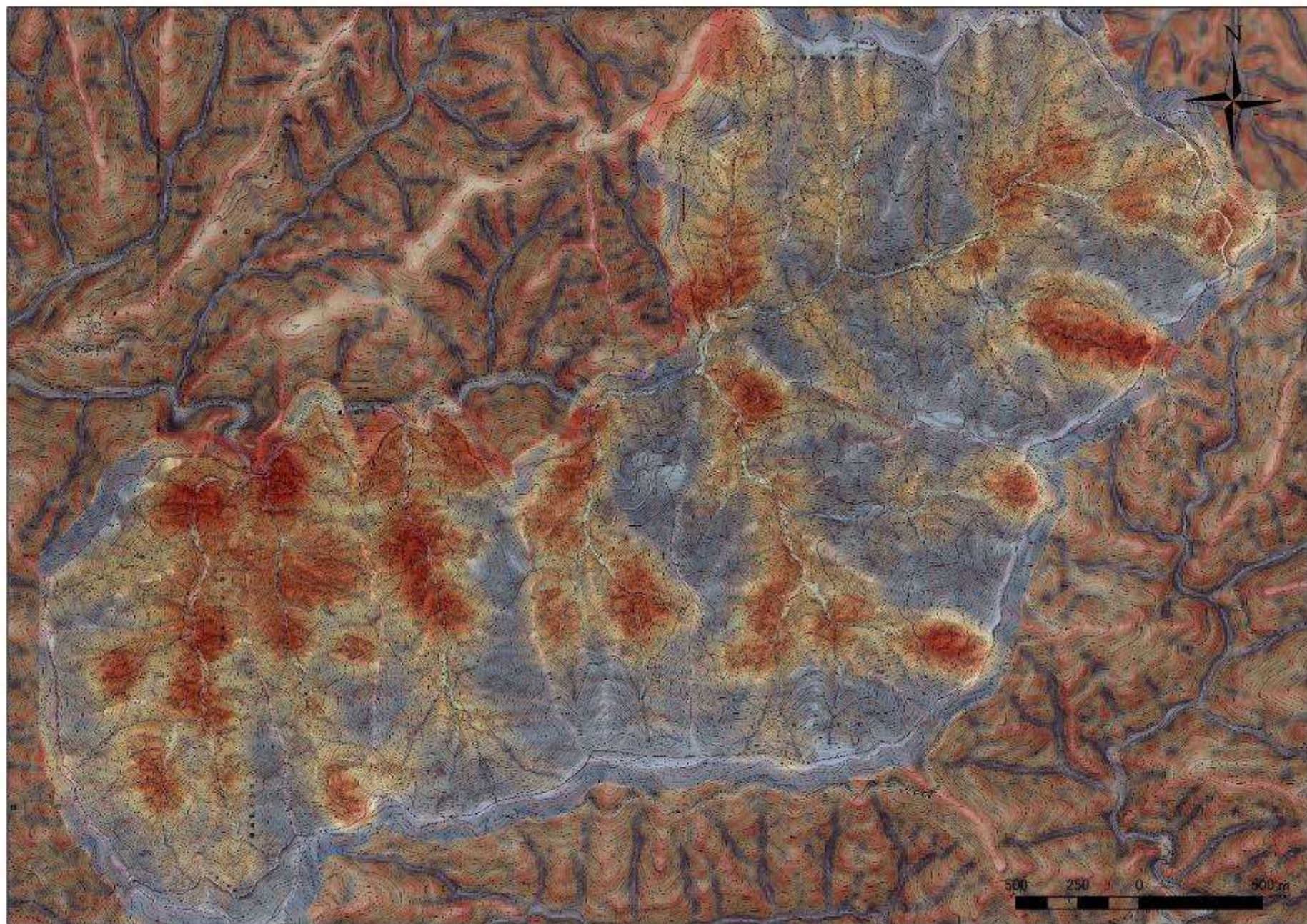


○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



CS立体図

○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



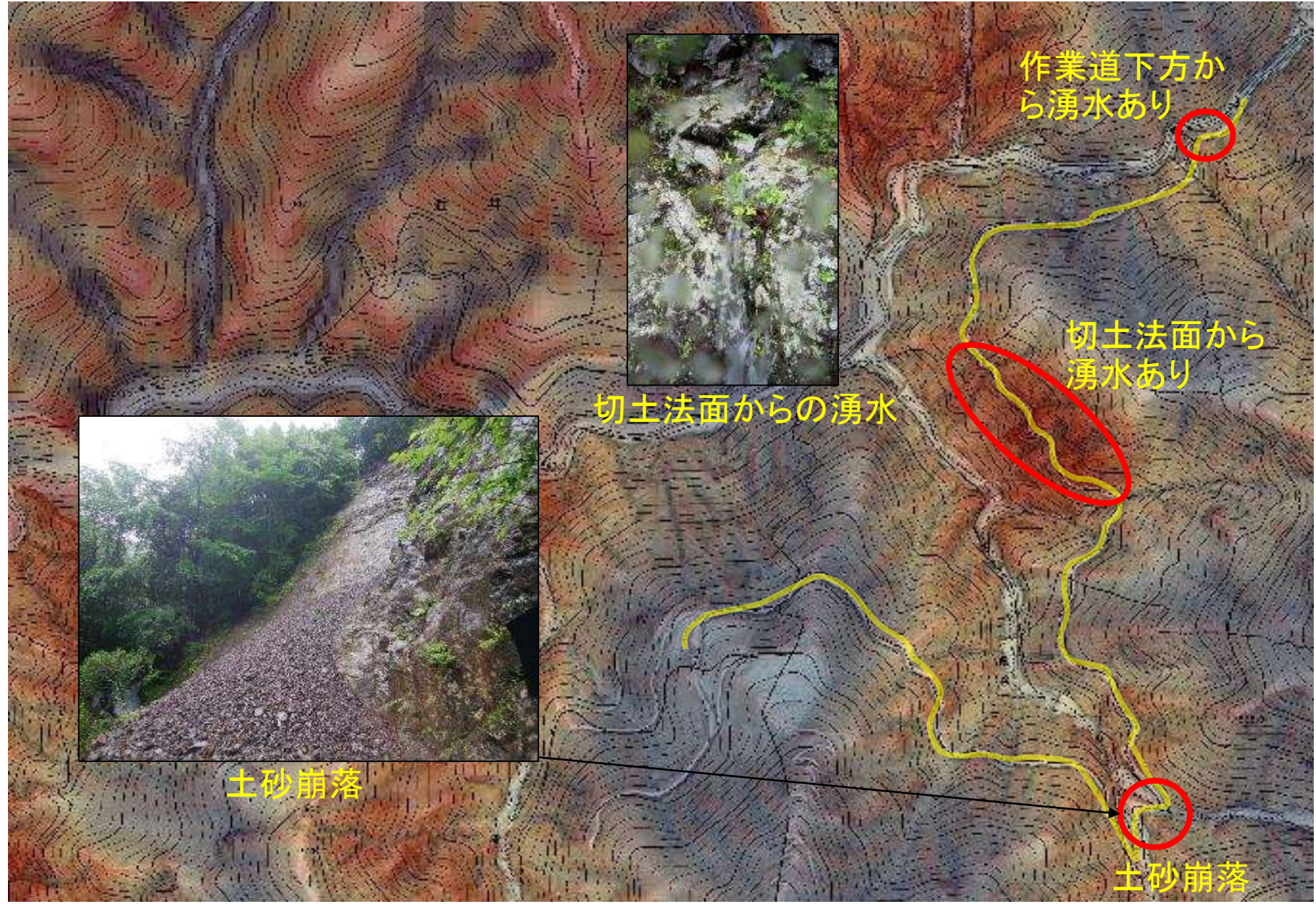
CS立体図にSHCを重ねて表示

○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



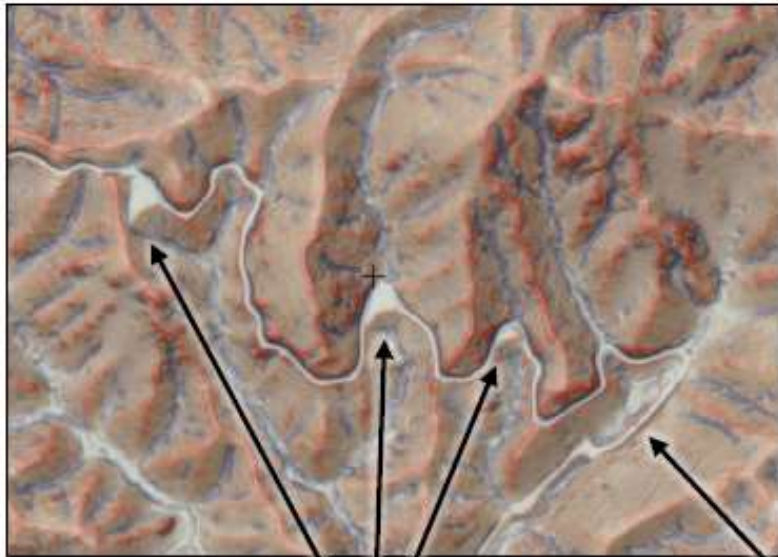
2018. 7. 5 現地調査

○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



2018. 7. 5 現地調査

(6) 人工改変 (じんこうかいへん)



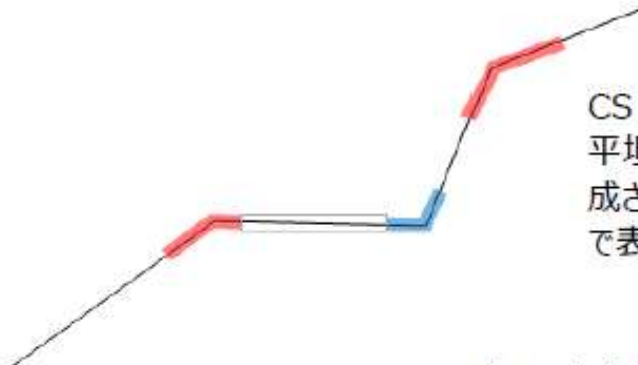
出典：岐阜県 CS 立体図

盛土

路網線形



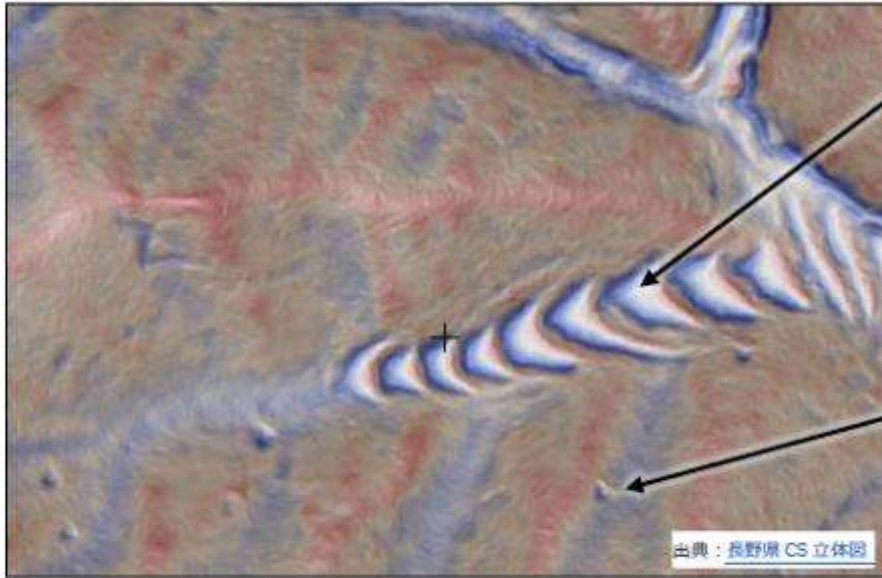
緯度：35.6424
経度：136.9896
岐阜県



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

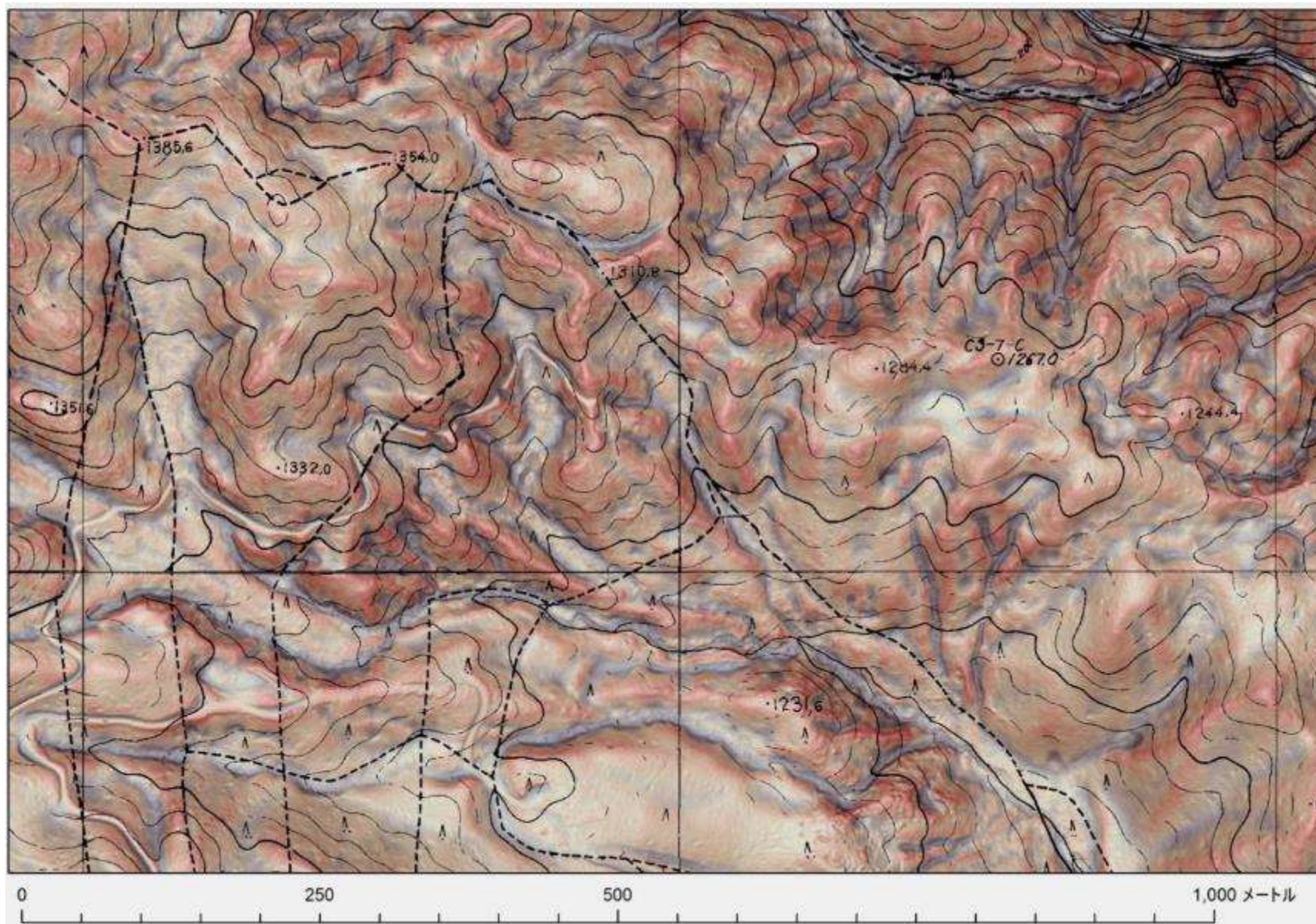
一見すると湧泉に似ているが、下方に水や土砂が流下した痕跡がない。里山に多く見られる。

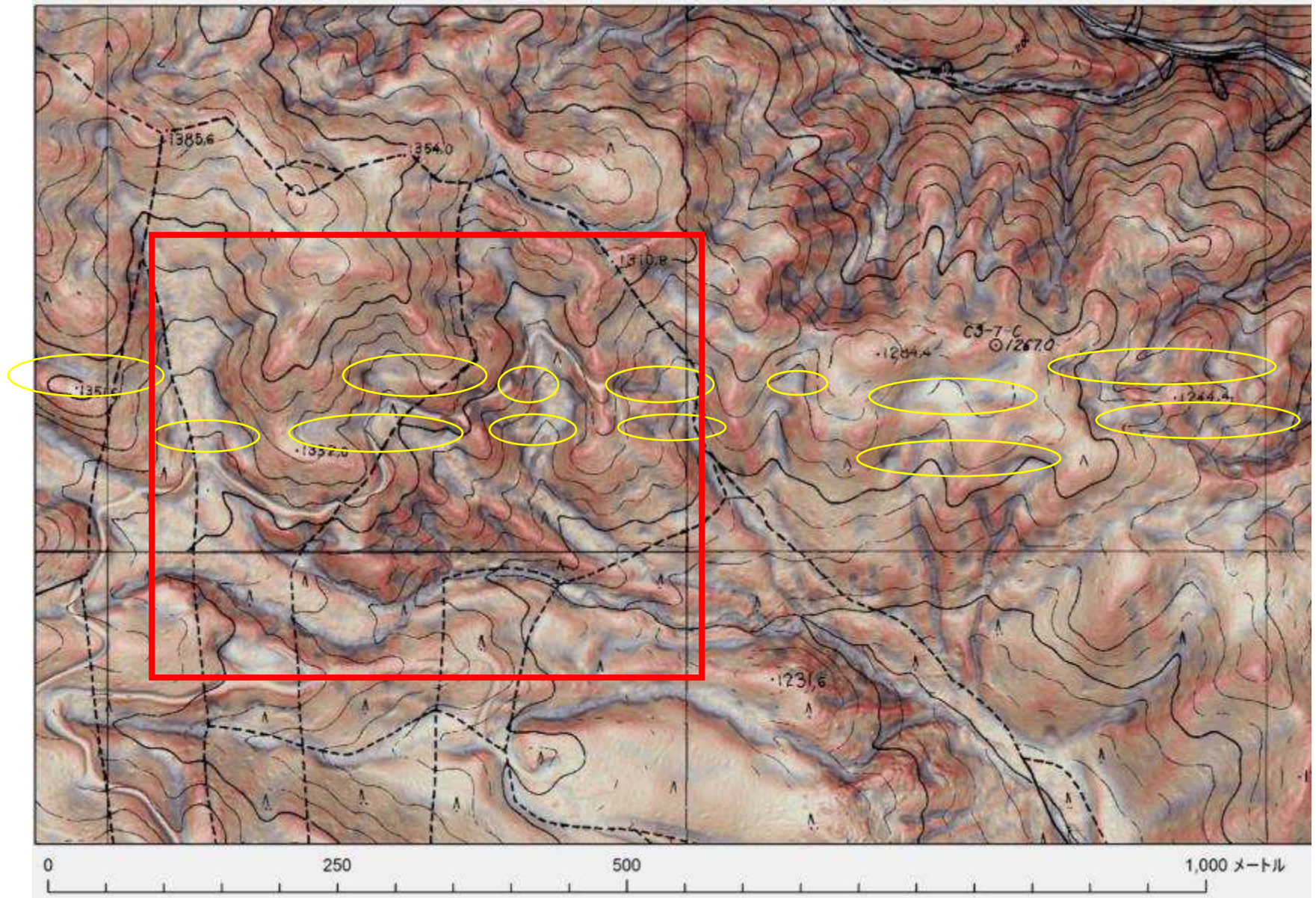


現在は森林化している場所では、等高線による地形図や空中写真から、耕作跡地や炭焼き窯跡を判読することはできない。

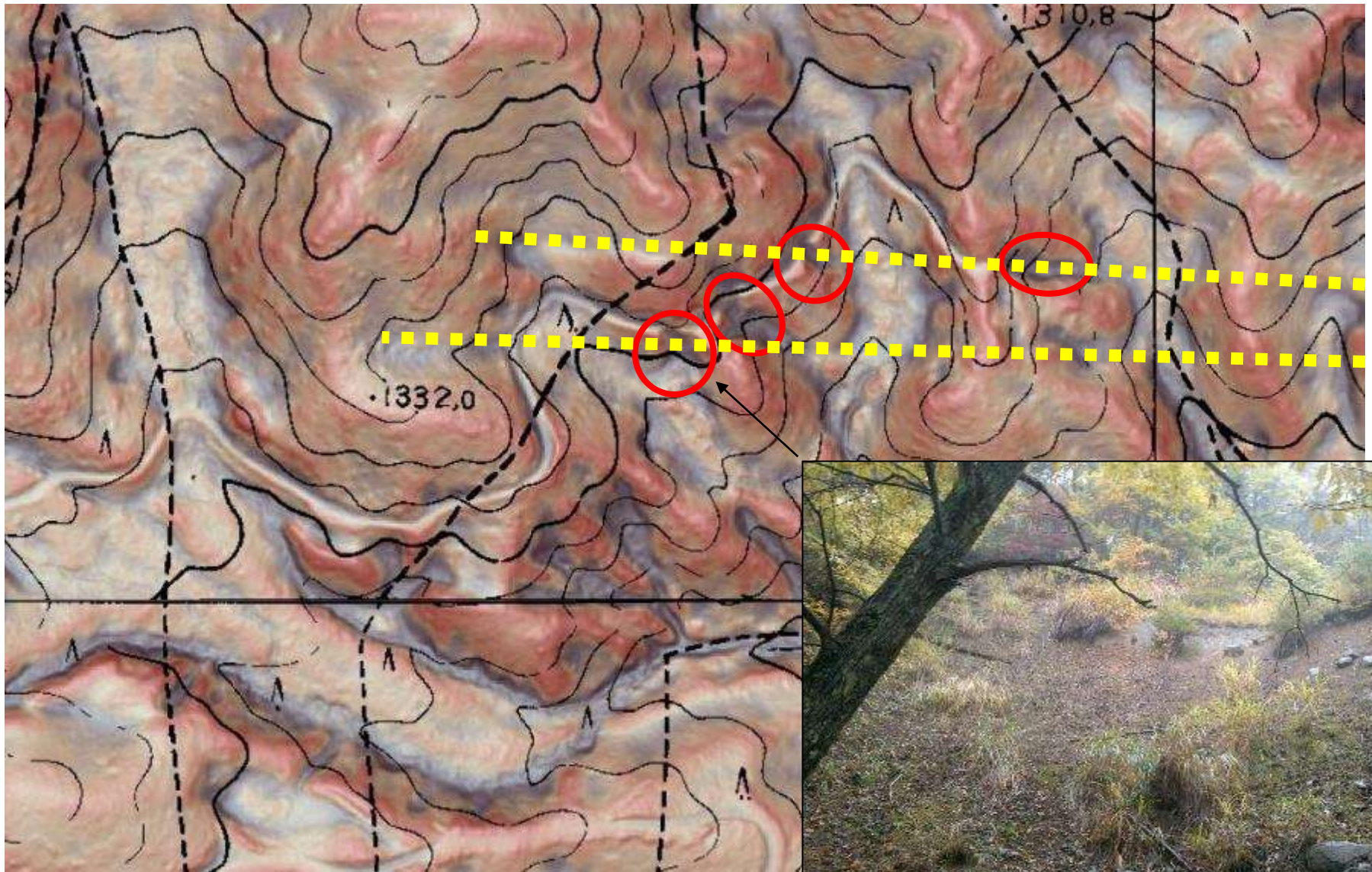
リニアメント（断層）

直線状の地形



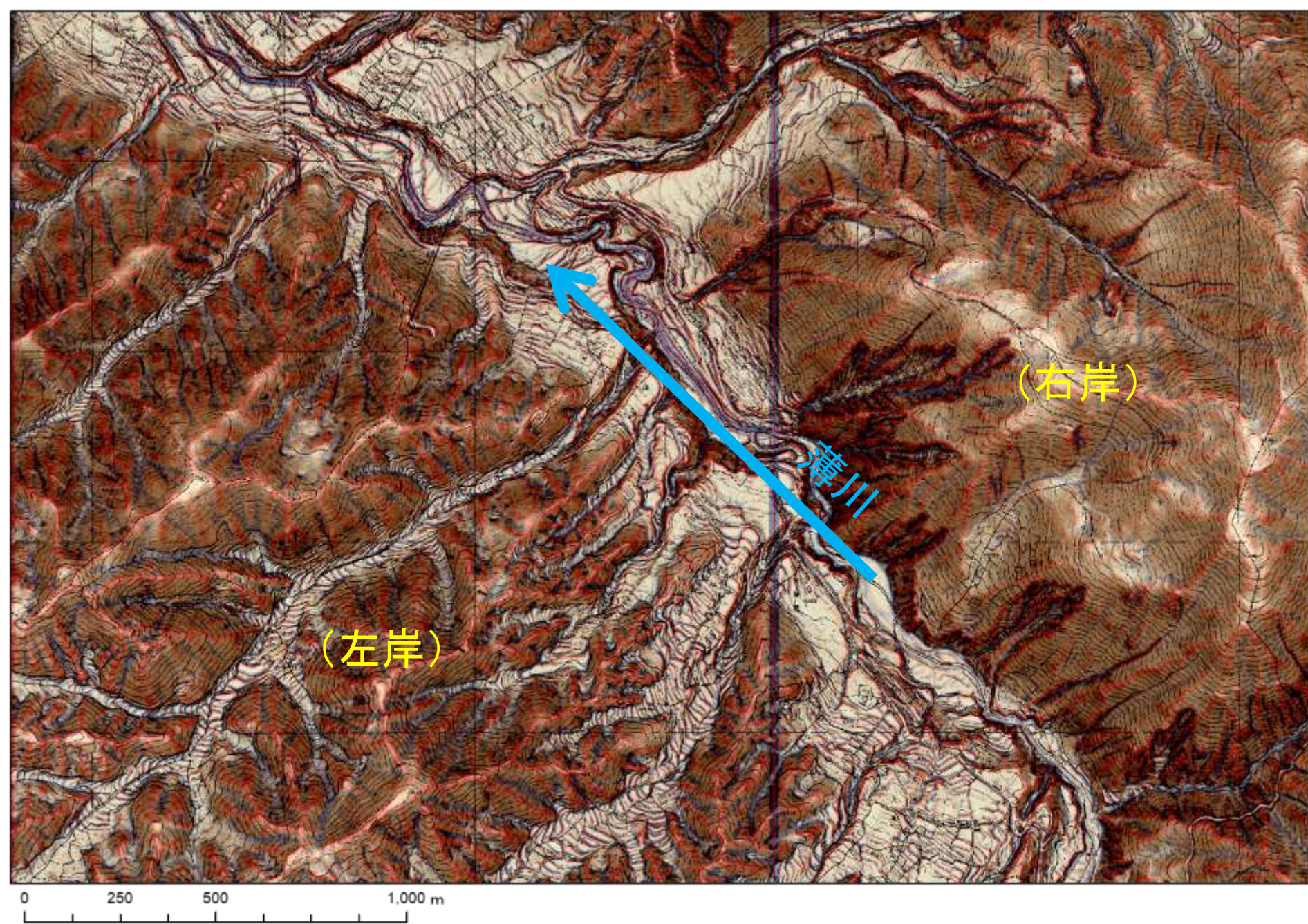


地形傾斜に直行しない凹地形はあやしい！



リニアメントと交わる場所で作業道が崩壊。(修復困難)

地質境界

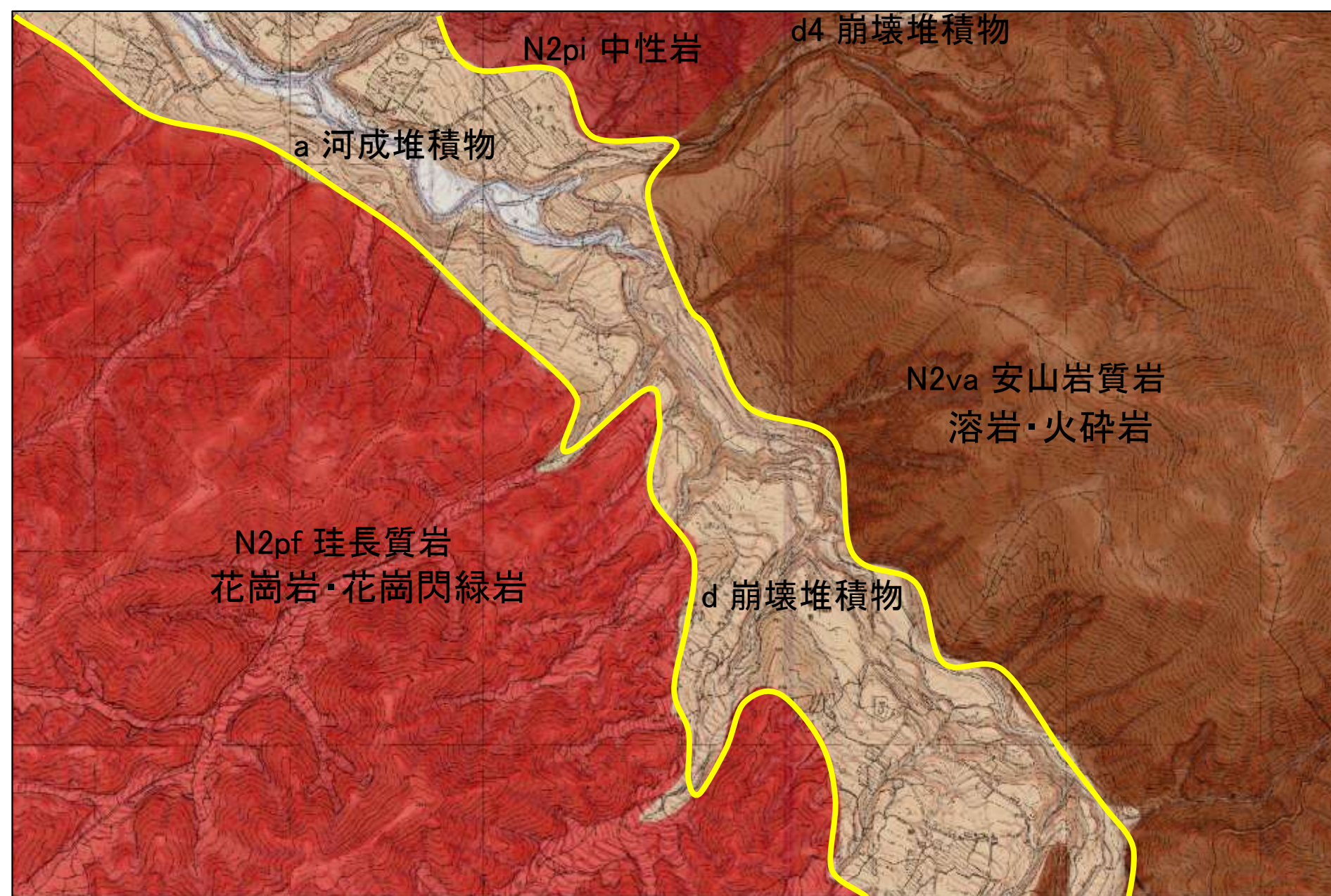


薄川の北東側、南西側で地形が異なる

松本市薄川



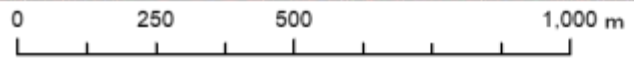
0 250 500 1,000 m



0 250 500 1,000 m

「長野県デジタル地質図2015」 長野県地質図活用普及事業研究会編著

松本市薄川



松本市薄川

地域防災における CS立体図の活用事例



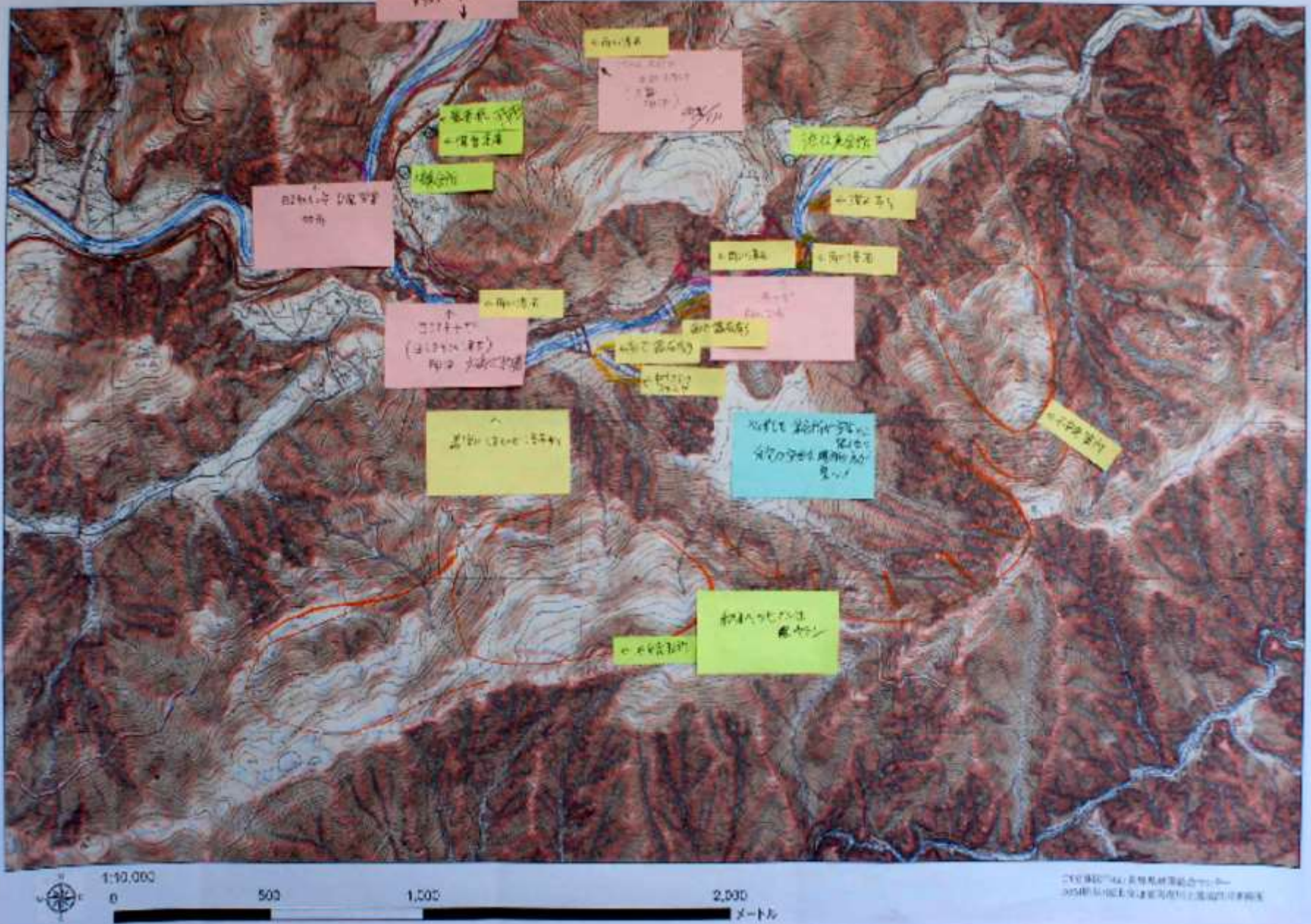
地域住民が主体の防災マップづくり (長野県飯田市)



グループに分かれて、災害履歴など情報収集(CS立体図を活用)



住民による発表
(どこが危ないか？どこへ逃げるか？いつ逃げるか？)
この時点で、地域の危険情報を共有



付箋に情報を書き込み貼り付ける

木沢自治会 土砂災害要注意箇所マップ



最初に安全な自主避難先を特定しましょう。
 ・町民自治会等にて「土砂災害危険箇所」を特定し、その危険箇所ごとに避難先を特定して
 住民に通知し、また、土砂災害危険箇所ごとに「避難所」を指定し、住民等に通知し、避難先を特定し、
 ・町民自治会等にて「土砂災害警戒区域」を特定し、その危険箇所ごとに避難先を特定し、
 住民等に通知し、また、土砂災害警戒区域ごとに「避難所」を指定し、住民等に通知し、避難先を特定し、
 ・町民自治会等にて「土砂災害常時警戒区域」を特定し、その危険箇所ごとに避難先を特定し、
 住民等に通知し、また、土砂災害常時警戒区域ごとに「避難所」を指定し、住民等に通知し、避難先を特定し、
 ・町民自治会等にて「土砂災害常時警戒区域」を特定し、その危険箇所ごとに避難先を特定し、
 住民等に通知し、また、土砂災害常時警戒区域ごとに「避難所」を指定し、住民等に通知し、避難先を特定し、

長野県飯田市危機管理・交通安全対策部防災課【平成26年版】 Copyright ©idacity. All rights reserved

三ツ沢川周辺 の危険箇所

危険箇所の概要	危険箇所
<p>三ツ沢川の中流部 橋脚、堤防 土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>	<p>三ツ沢川の中流部 橋脚、堤防 土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>
<p>下流部の中流部 土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>	<p>下流部の中流部 土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>
<p>入居者の避難先 が指定されている</p>	<p>入居者の避難先 が指定されている</p>

民間地区 の危険箇所

危険箇所の概要	危険箇所
<p>土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>	<p>土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>
<p>土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>	<p>土砂災害危険箇所 土砂災害警戒区域 土砂災害常時警戒区域</p>
<p>入居者の避難先 が指定されている</p>	<p>入居者の避難先 が指定されている</p>

危険箇所確認時の行動

土砂災害危険箇所、土砂災害警戒区域、土砂災害常時警戒区域に所在する場合は、
 土砂災害危険箇所、土砂災害警戒区域、土砂災害常時警戒区域に所在する場合は、
 土砂災害危険箇所、土砂災害警戒区域、土砂災害常時警戒区域に所在する場合は、
 土砂災害危険箇所、土砂災害警戒区域、土砂災害常時警戒区域に所在する場合は、
 土砂災害危険箇所、土砂災害警戒区域、土砂災害常時警戒区域に所在する場合は、
 土砂災害危険箇所、土砂災害警戒区域、土砂災害常時警戒区域に所在する場合は、

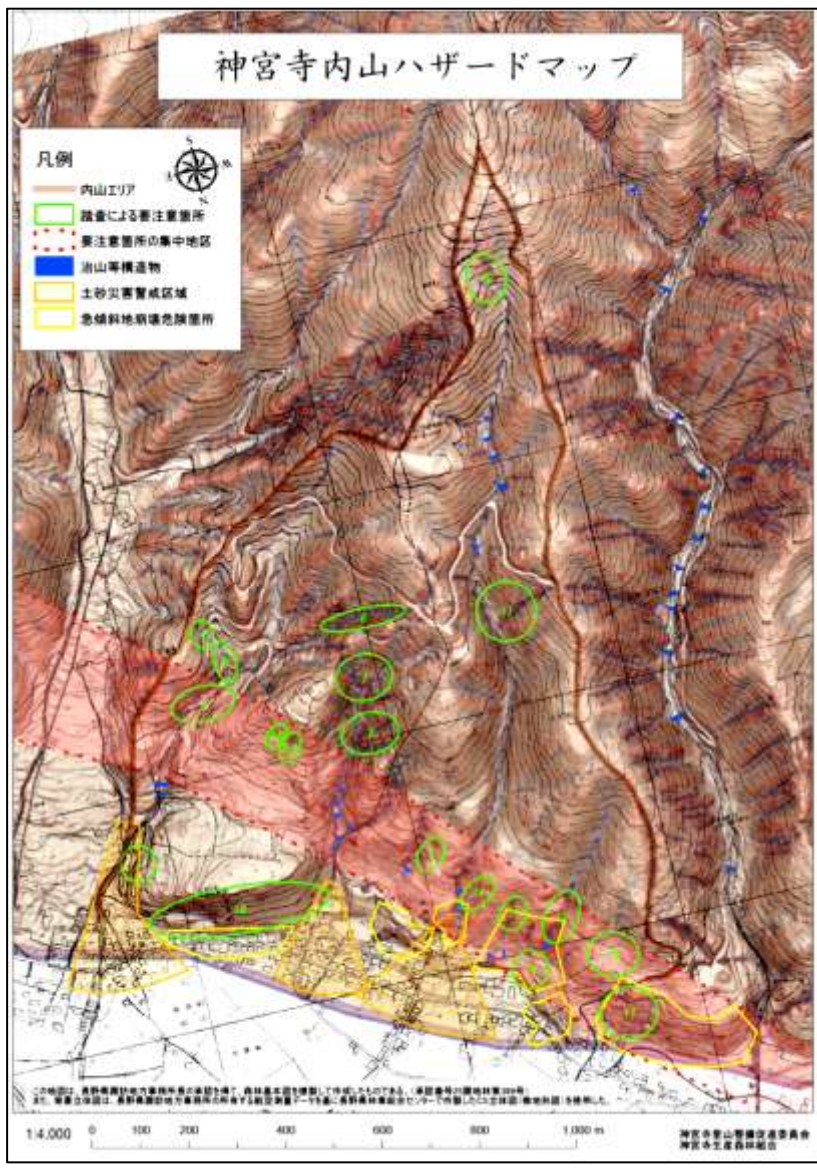
資料提供：
飯田市

空中写真に情報を書き込み完成 → 各戸に配布

〔 住民からの情報、地形解析結果、地すべり分布、法的指定、避難方法、経路 など 〕

【活用事例】 地域住民によるハザードマップの作成 【活用事例】

崩壊危険地の見回りに活用



作成したハザードマップを持って
住民が危険箇所を点検



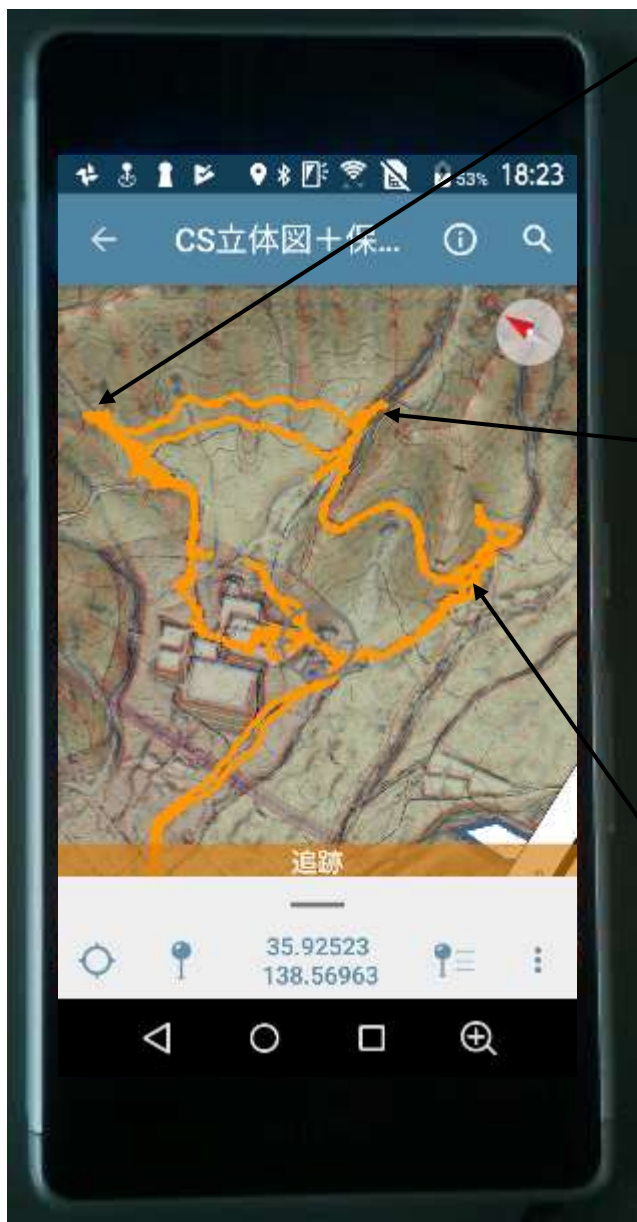
スマートフォンの活用

スマートフォンの地図アプリに
CS立体図を入れて、GPSで
ナビゲーションすることで効率的
に森林調査が可能

(長野県諏訪市)

諏訪市神宮寺地区で作製したハザードマップ

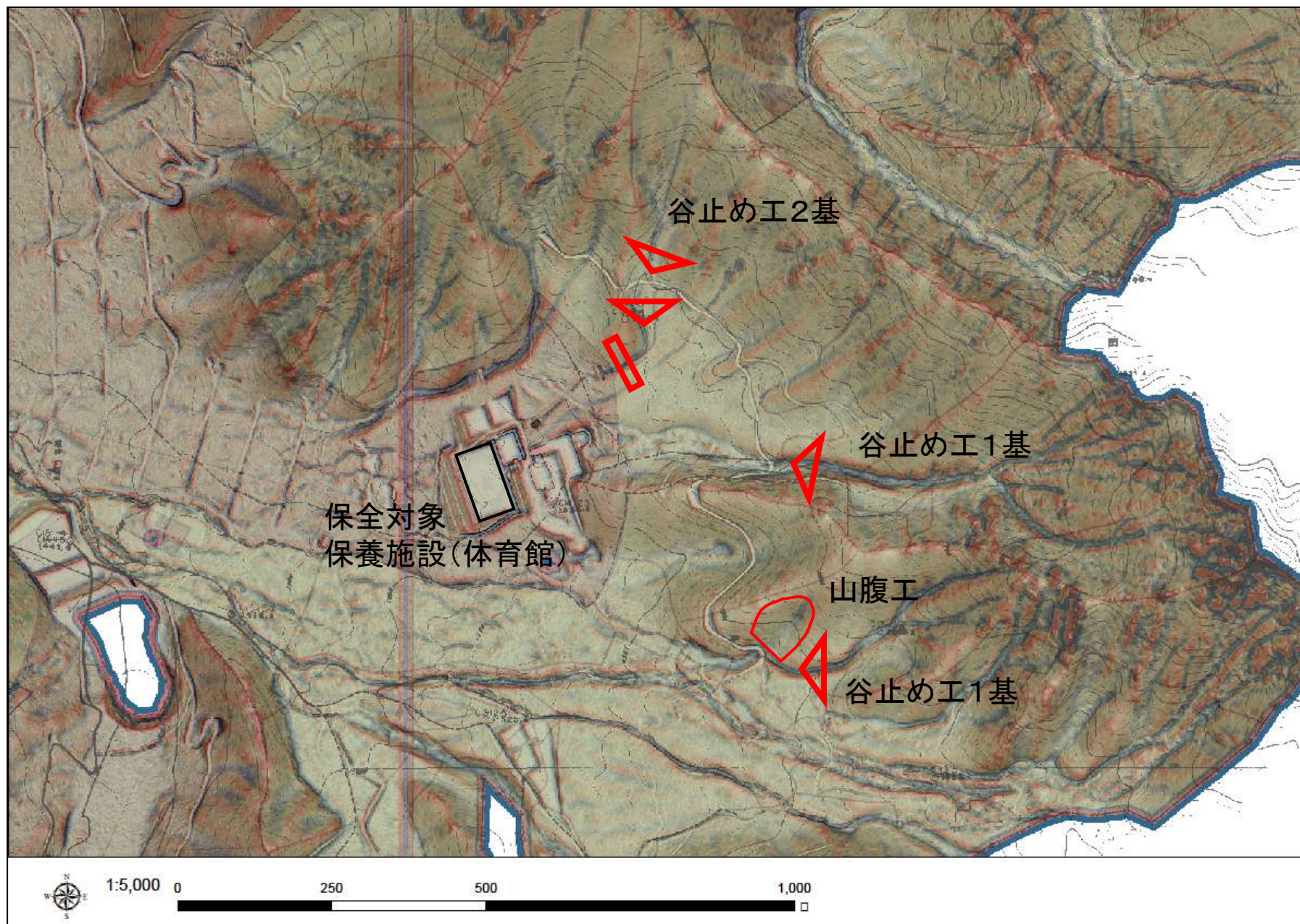
災害対応時の活用事例



スマホ地図アプリ



2019.10.21
台風19号被害調査（川上村）

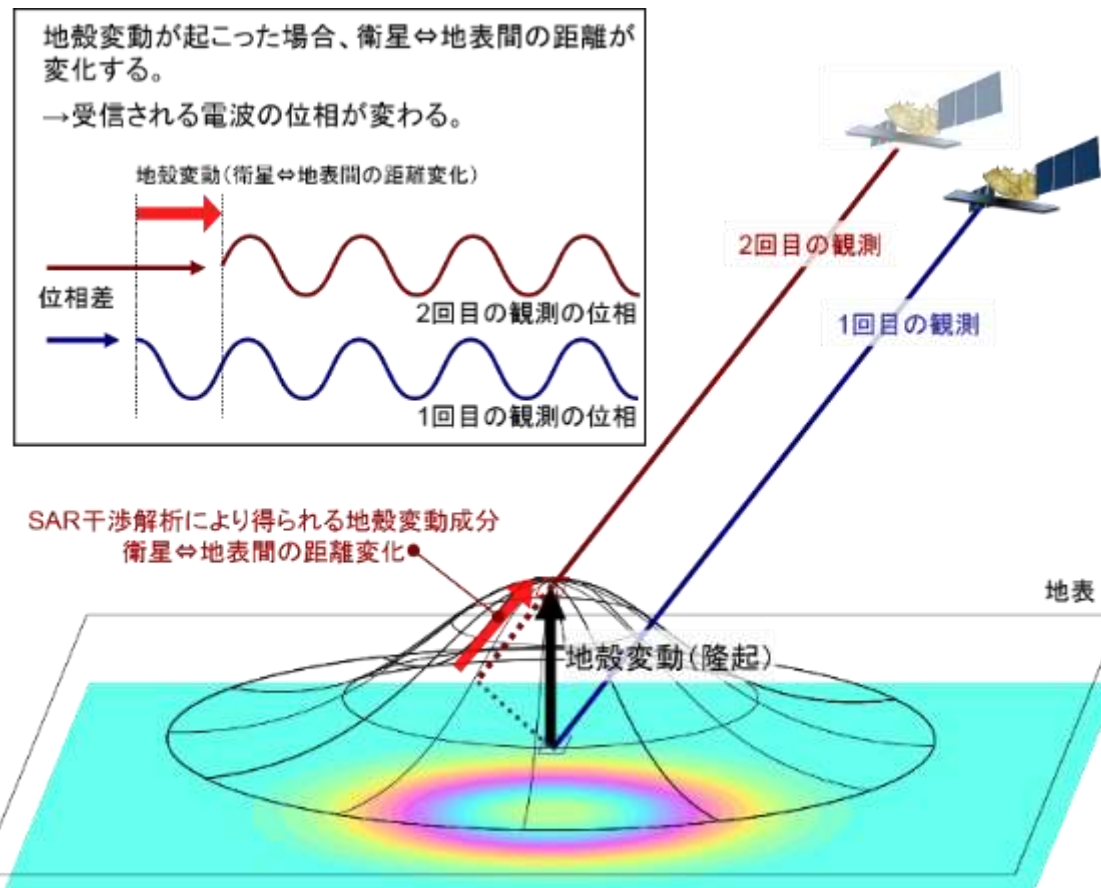


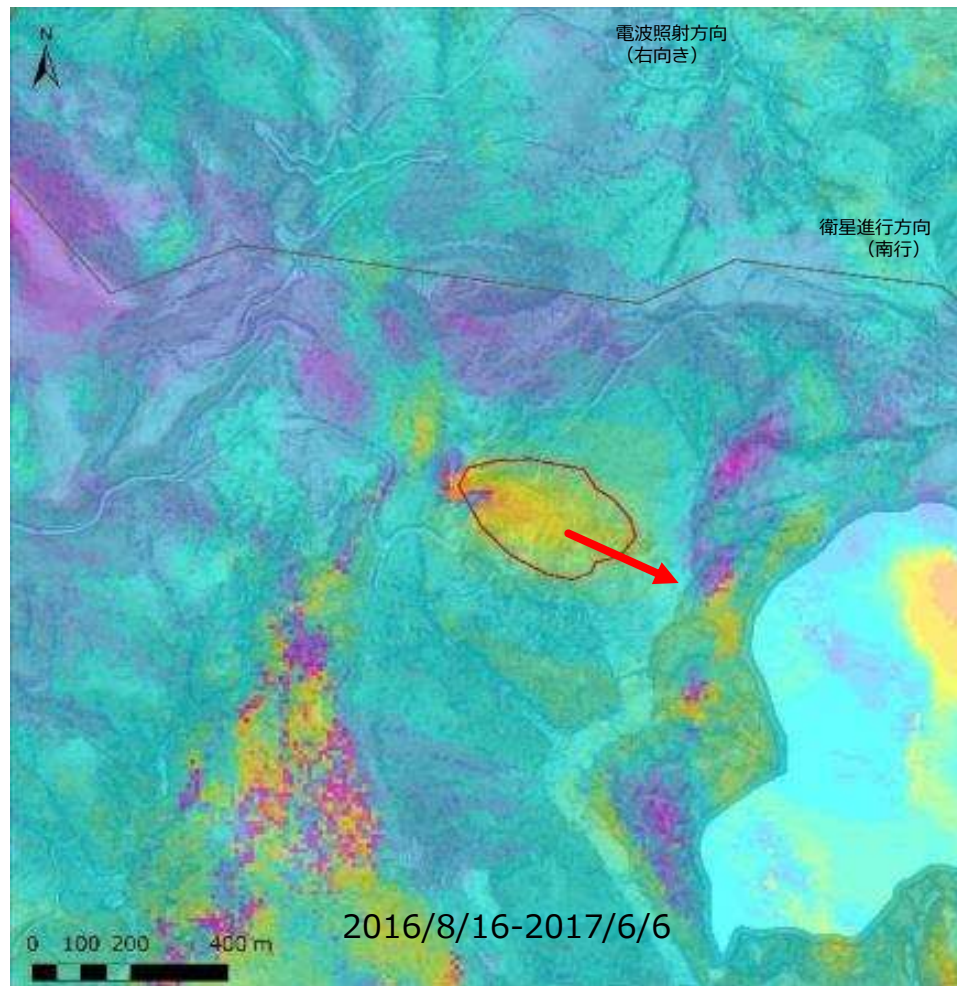
【地形の変化を見える化】

干渉SAR解析

干渉SARとは

2 時期のレーダーデータを解析し、地盤の変動を数センチ単位で計測することが可能な技術。



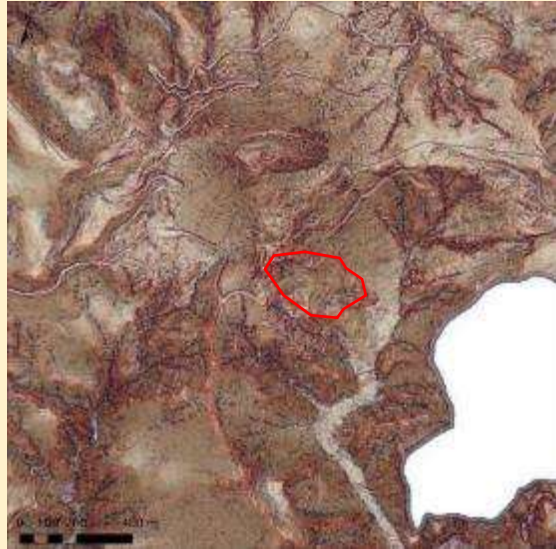


干渉SAR

長所：現在の微細な変動を計測できる

短所：絶対値は不正確

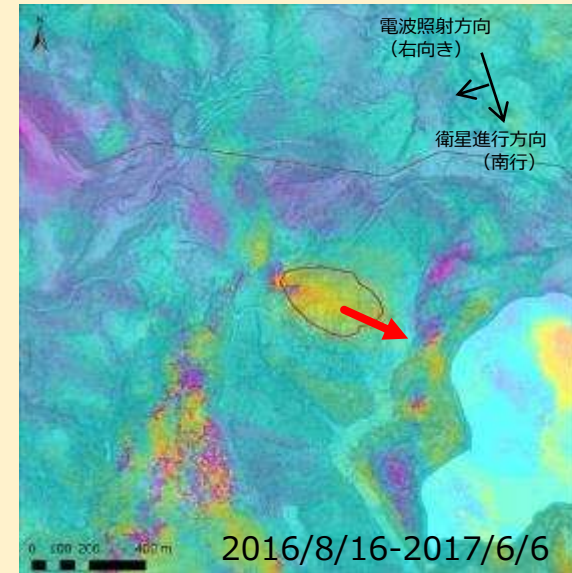
ノイズが多い（大気、地形、植生等の影響）



CS 立体図

長所：地形判読が容易

短所：現在滑動しているかは不明

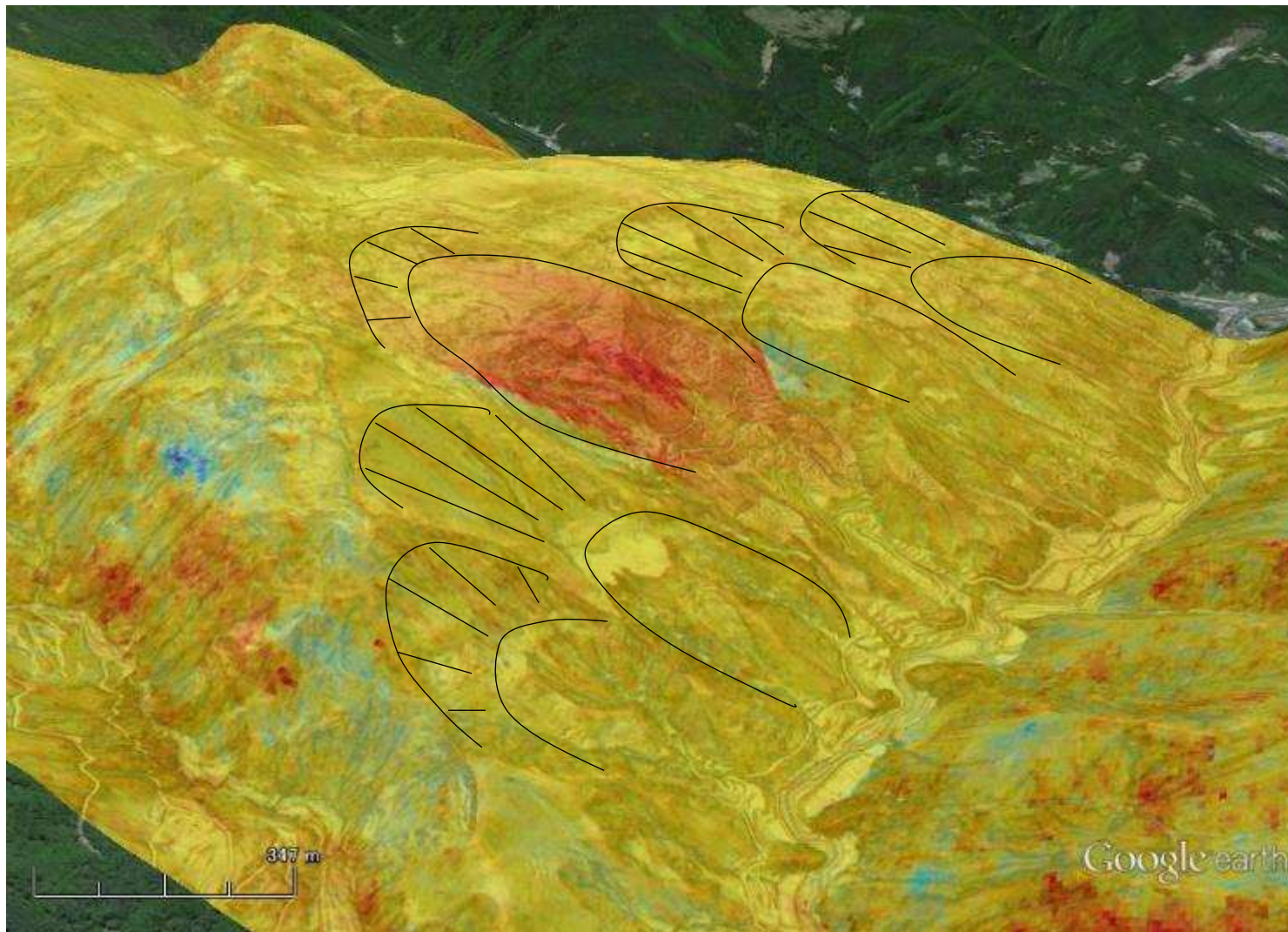


干渉SAR

長所：現在の変動を計測できる

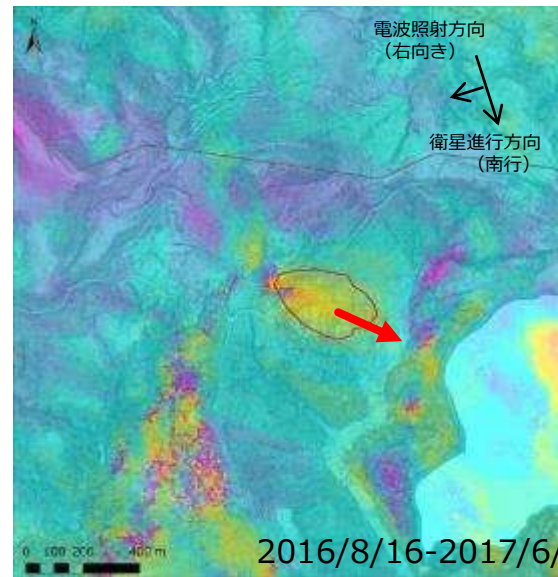
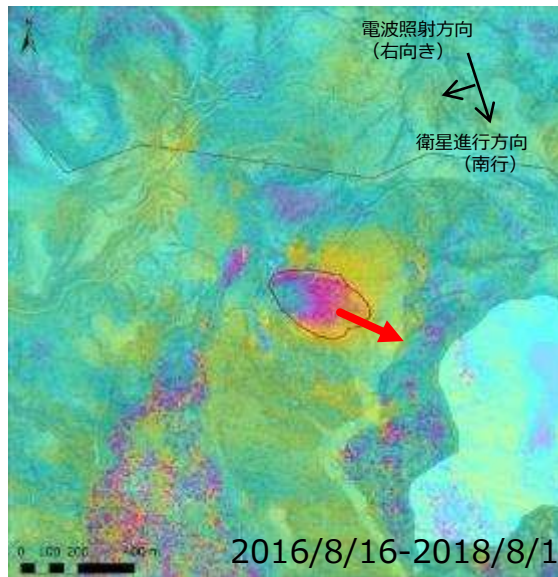
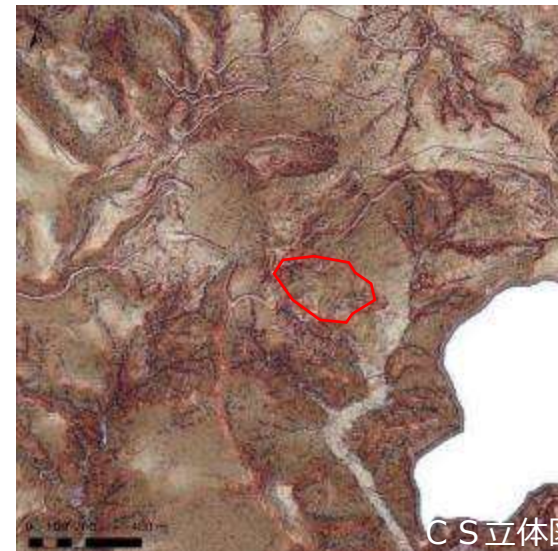
短所：絶対値は不正確
ノイズが多い

現在滑動している危険な地滑りを抽出可能



C S 立体図と重ねて表示することにより、滑動している危険な地すべり地を抽出することができる (長野県大鹿村)

高山村笠ヶ岳

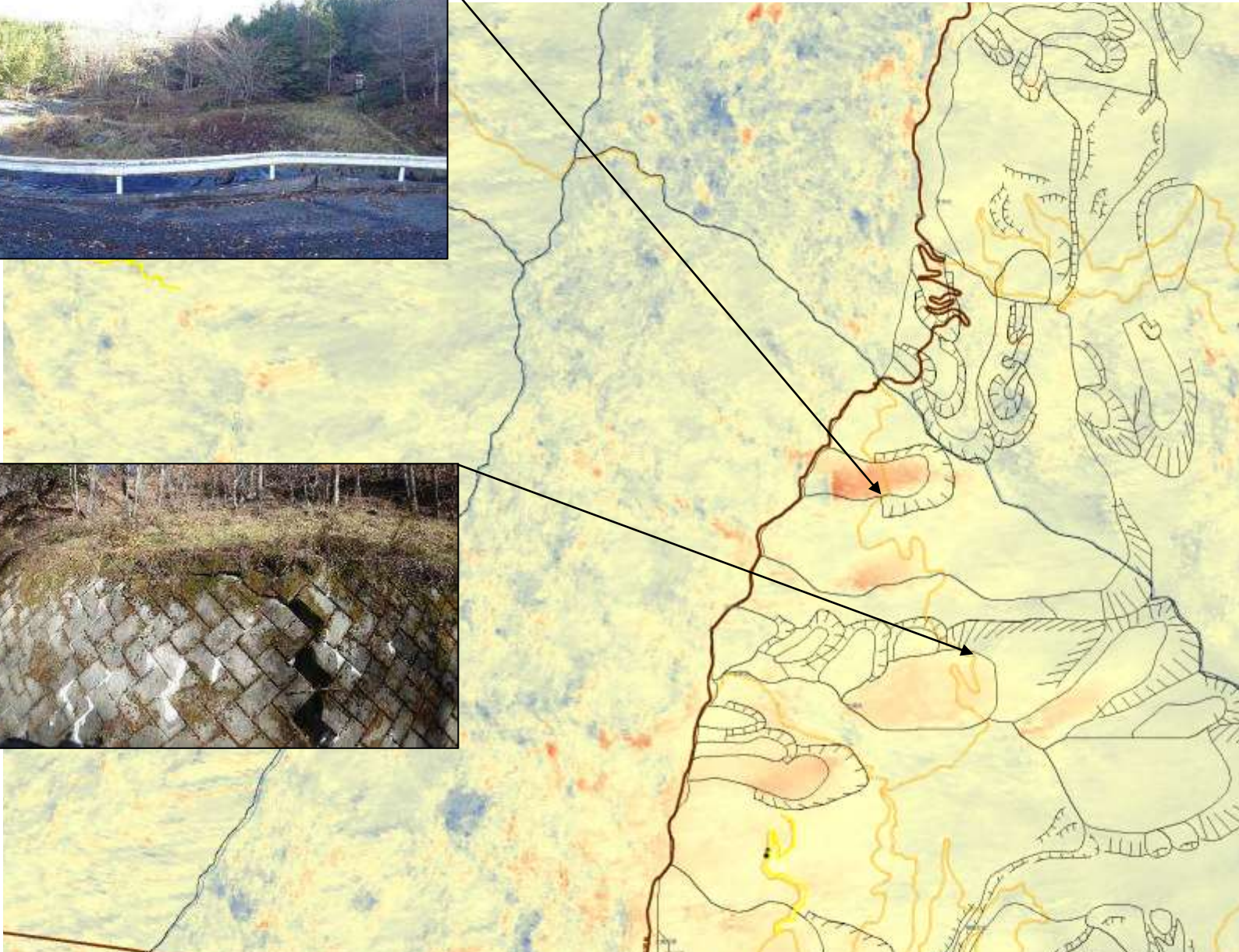


県庁治山係の発注により、平成30年度から全県規模で干渉SAR解析を実施中 (140カ所を検出)

現地調査



干渉SAR解析で抽出された、地すべり危険地を
現地調査し、地形の変状などを確認



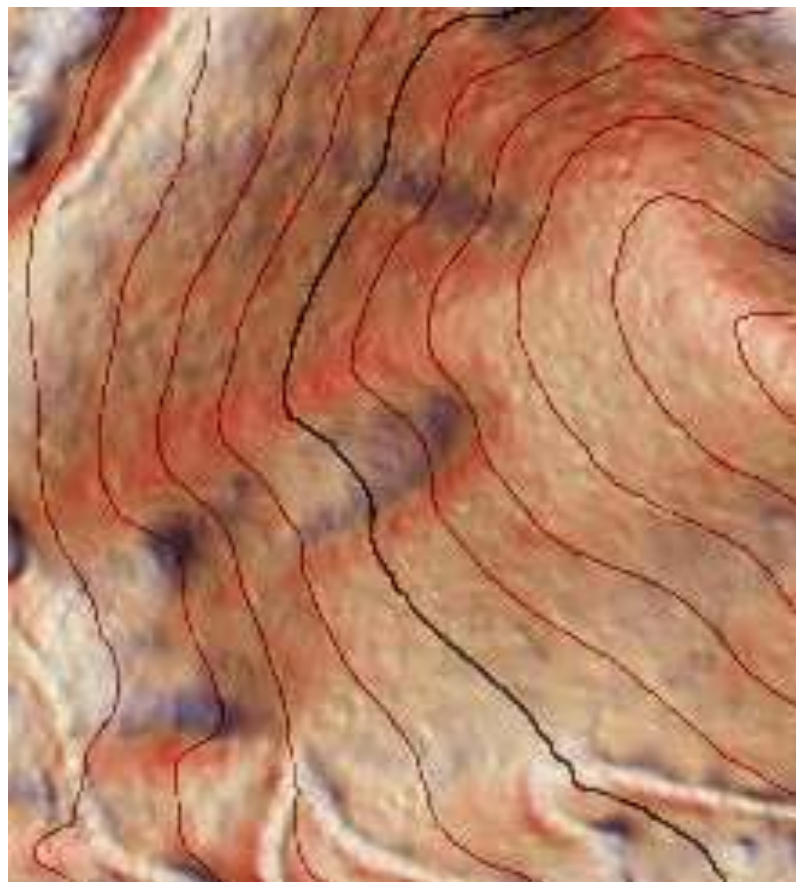
現地確認は絶対に必要！

(長野県飯田市)

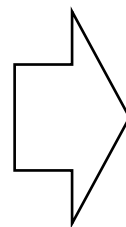
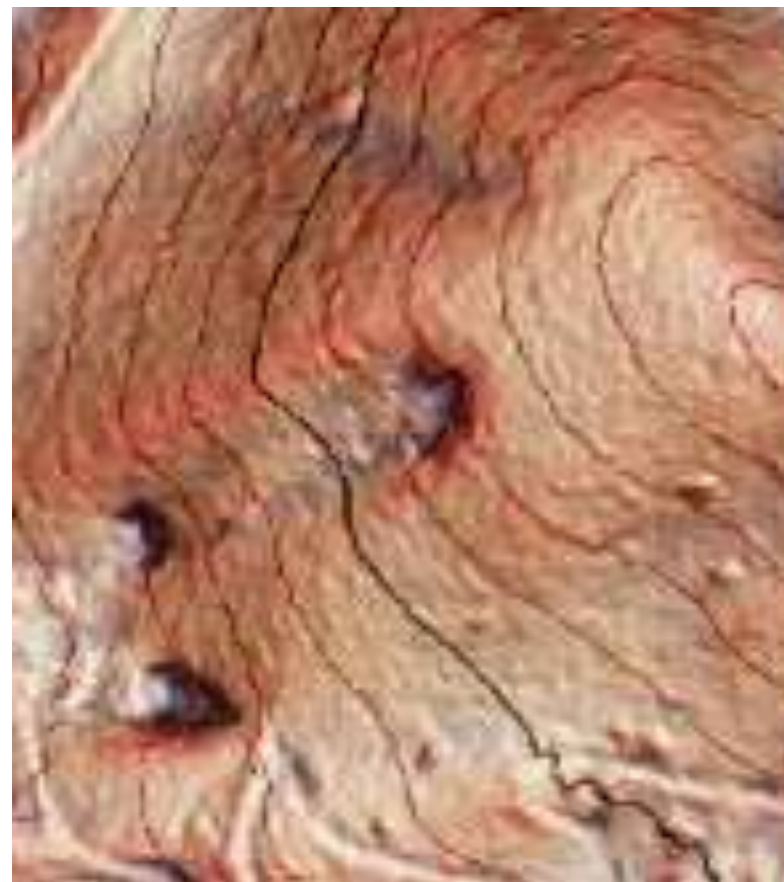
【地形判読の自動化】

AIによる崩壊危険判読

2009年(災害前)

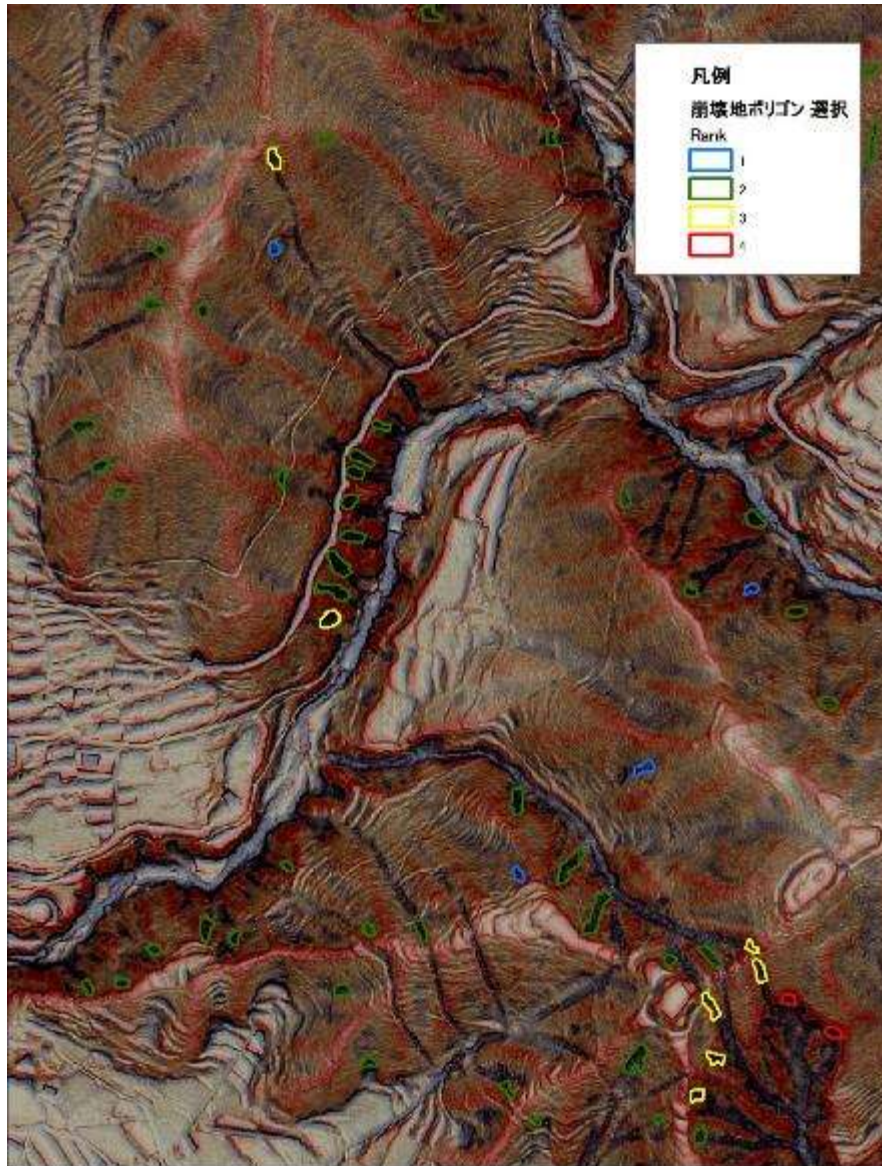


2012年(災害後)



災害発生前から浅い凹地形をしている。
同じ場所で、繰り返し崩壊が発生
崩壊危険個所をピンポイントで検出可能

崩壊地教師データの作成（H30成果）



崩壊跡地形の抽出ルール

- (1) 植生高が低い
DSM-DEMが周辺より低い
- (2) 凹地形の上部にポイントを打点
- (3) CS立体図からの目視判読によりポリゴンを作成



0 50 100 200
m

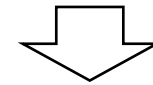
【教師データ】

長野県松本地区東部

判読条件

- ・植生高が低い
($DCHM = DSM - DEM$ から)
- ・崩壊跡(凹地形)

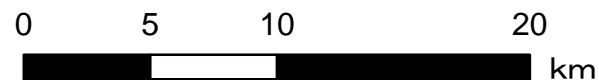
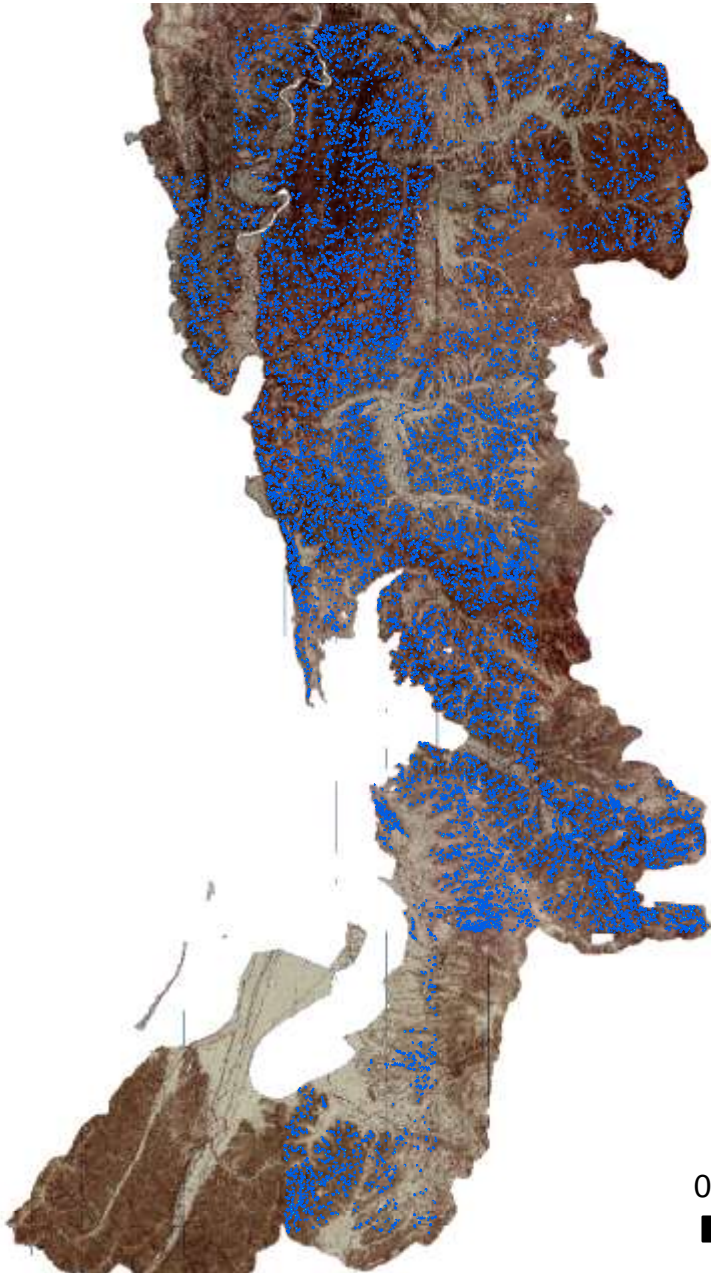
16,892箇所



【AI学習】

Mask R-CNN

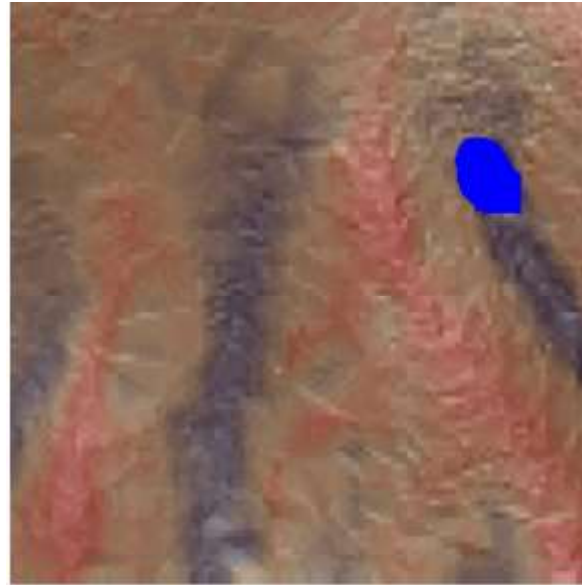
(ノーザンシステムサービス)



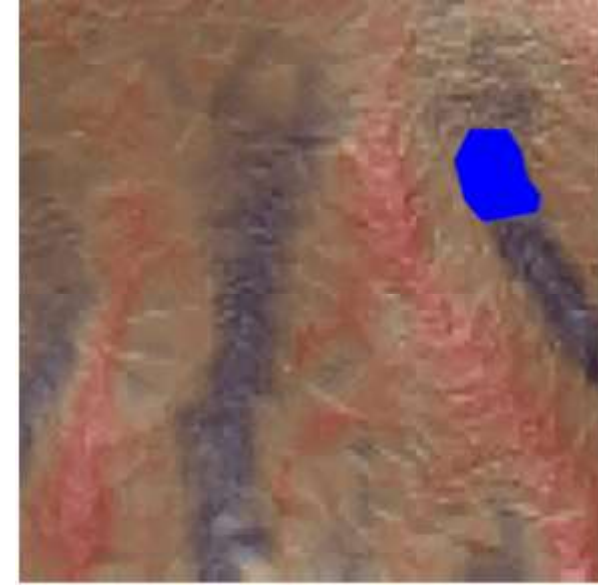
CS立体図



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

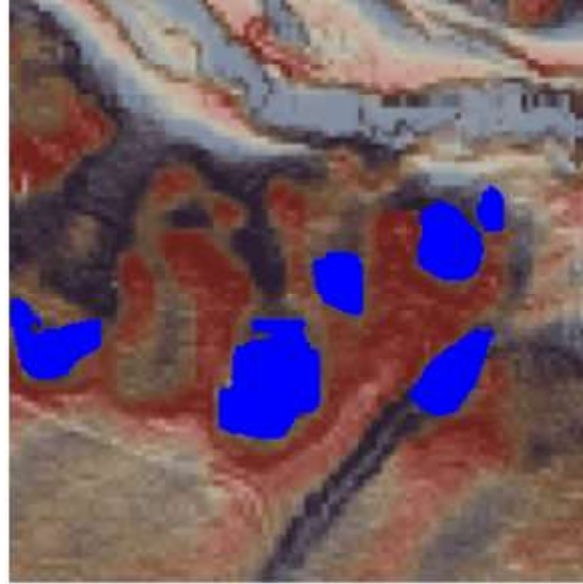
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(解析:ノーザンシステムサービス)

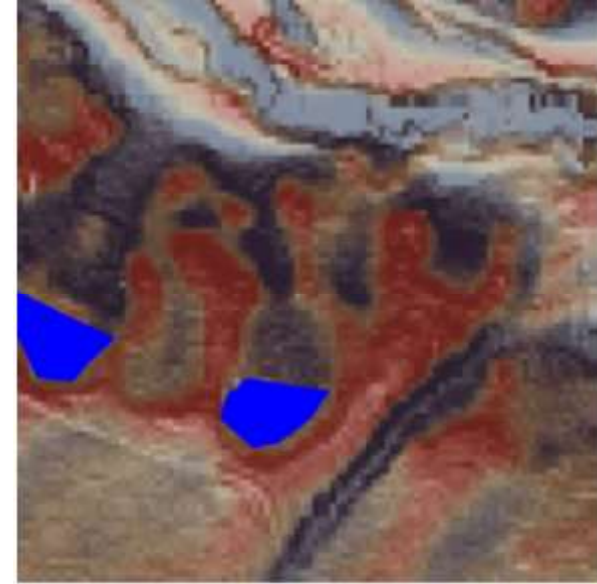
CS立体図



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

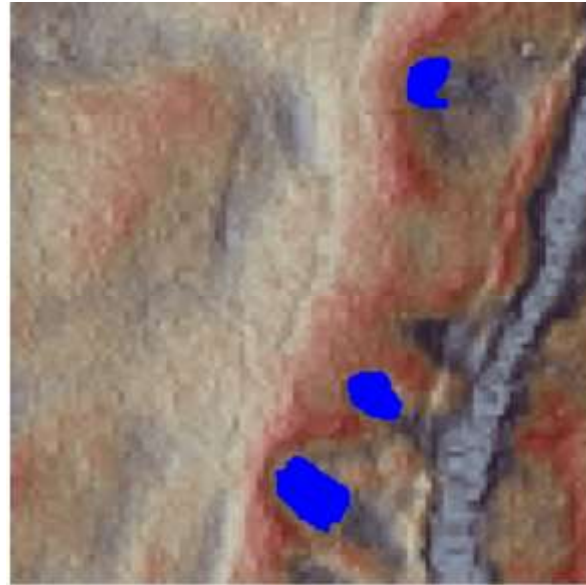
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(解析:ノーザンシステムサービス)

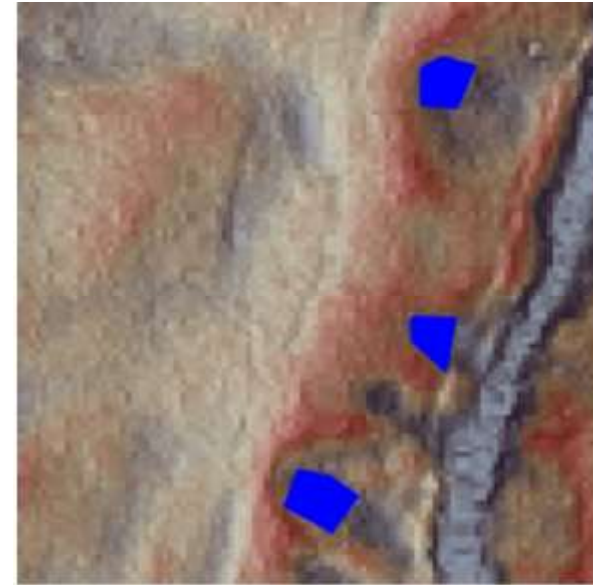
CS立体図



AIによる抽出



教師データ



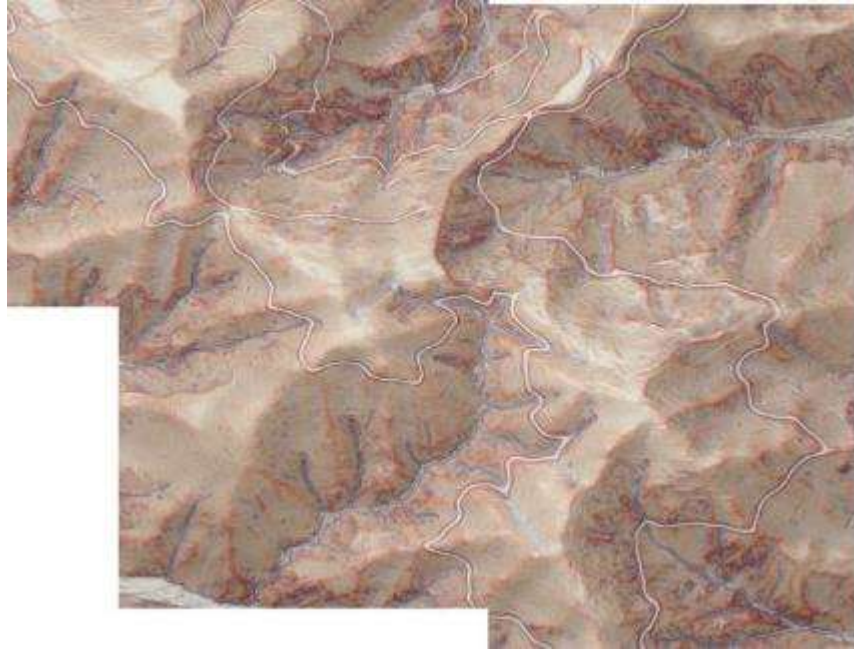
CS立体図から自動判読

人間による目視判読

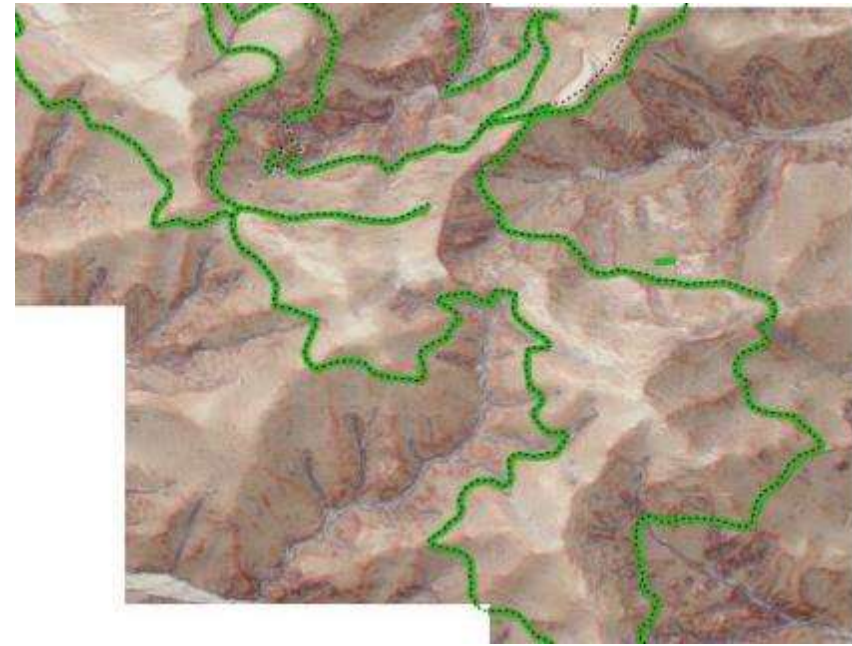
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(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

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。

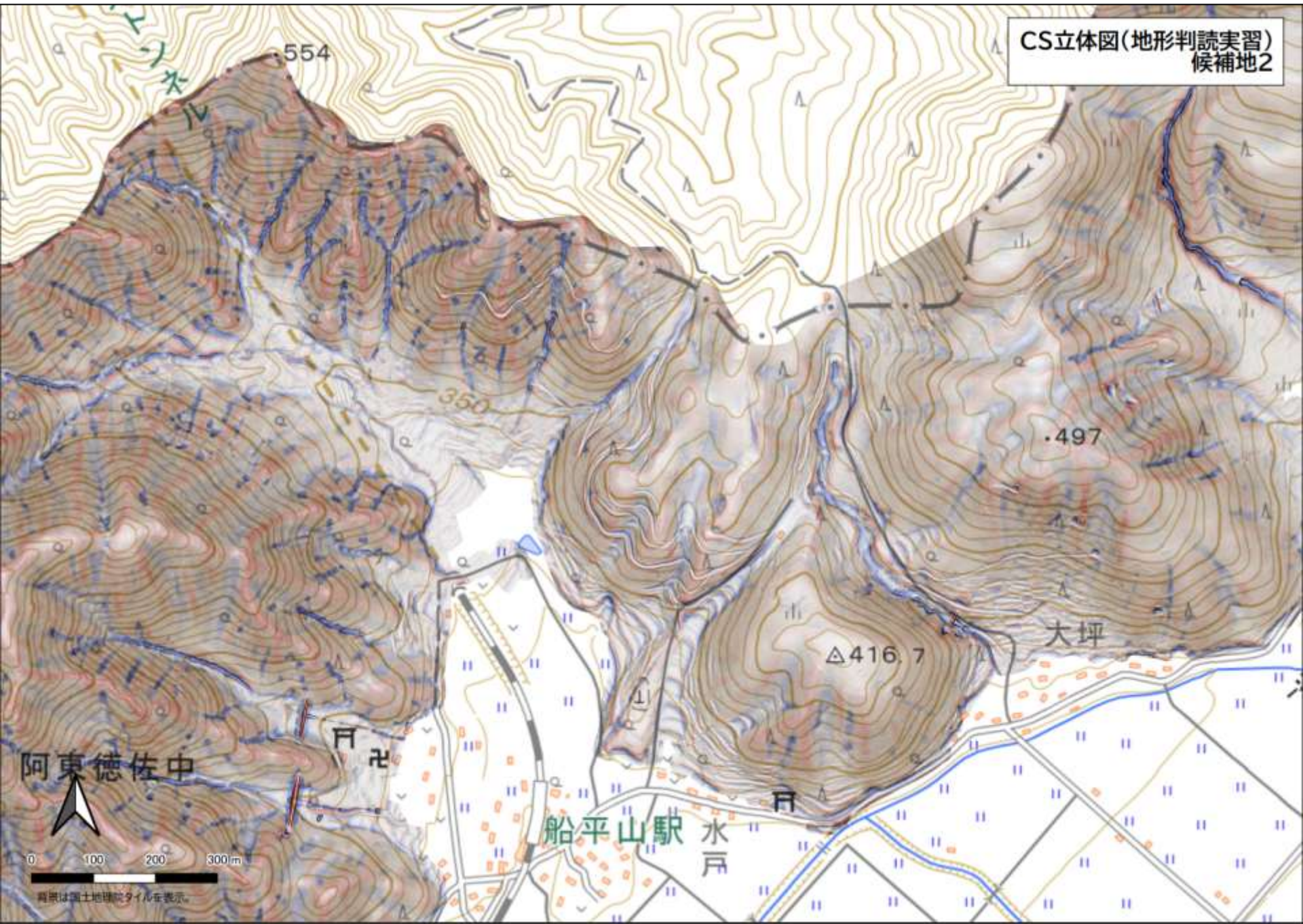


CS立体図(地形判読実習)
候補地1



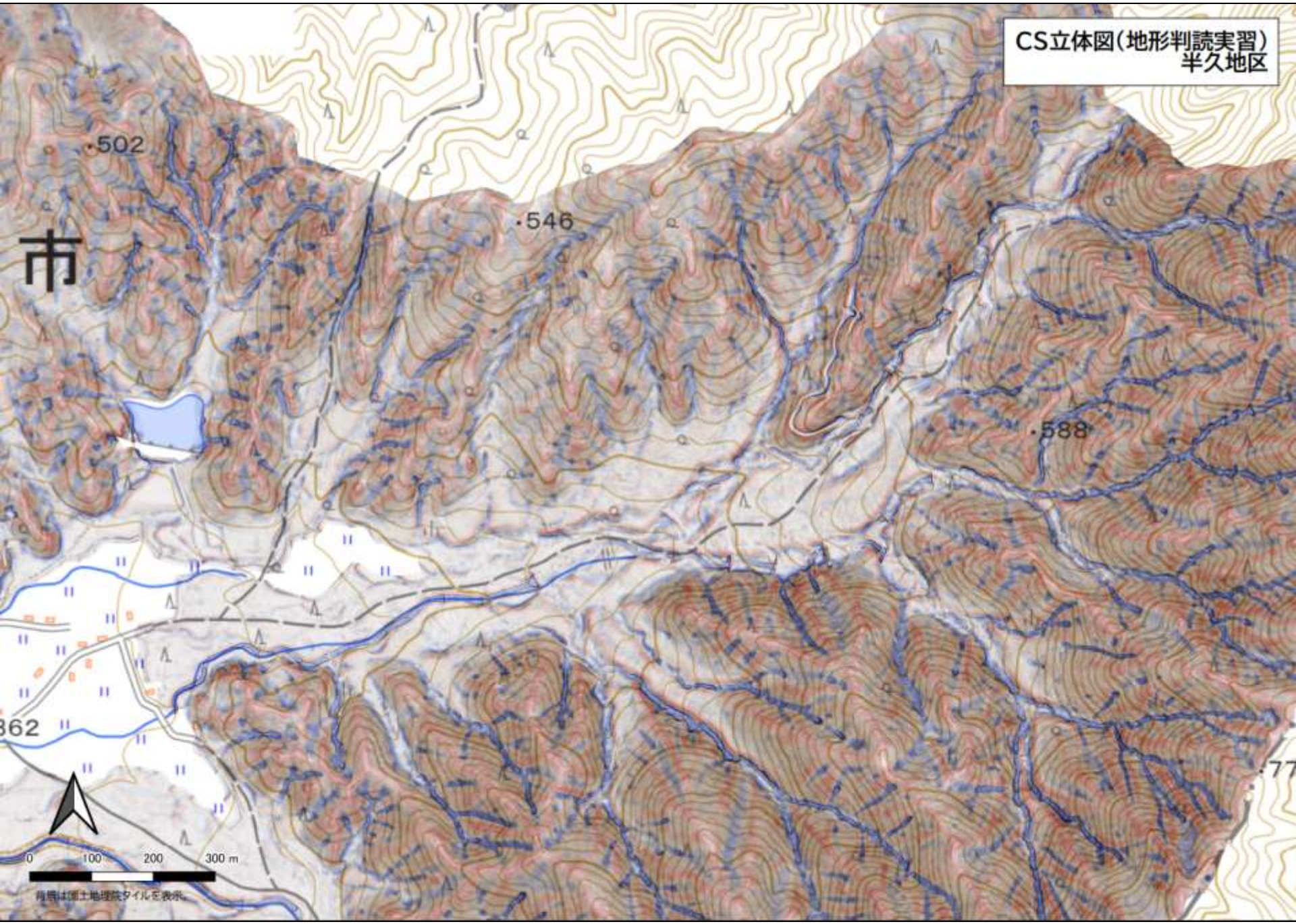
背景は国土地理院タイルを表示。

CS立体図(地形判読実習)
候補地2



背景は国土地理院スタイルを表示。

CS立体図(地形判読実習)
半久地区



市

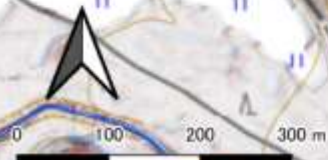
502

546

588

862

77



背景は国土地理院タイルを表示