

11 斜面特性と風倒木発生の関係にかかると一考察

～京都市北部鞍馬山仙徳谷を事例に（第2報）～

石川 稟・阿部真里奈・大賀晴佳・大川明珠・古賀心美・小林祐太

船越璃望・古川菜帆・吉田 壮（京都府立北稜高等学校・天文地学部・1年生）



1 研究の目的と経緯

(1) 調査対象地域の概観 (図1)

鞍馬山(584m)は京都市左京区に位置する。鞍馬川の侵食で小さな谷底平野が形成され、川沿いに福井県若狭地域と京都市域を結ぶ鞍馬街道と鞍馬集落が形成している。本研究は風倒木被害の多かった鞍馬山の「仙徳谷」を調査対象にした。

(2) 研究の動機と目的

2018年9月4日に台風21号が到来し(図2)鞍馬山に大規模な風倒木被害をもたらした。本研究では風倒木発生メカニズムを多面的なアプローチによって解明し、研究成果を鞍馬地域の防災対策や森林再生に結び付けるのが目的である。

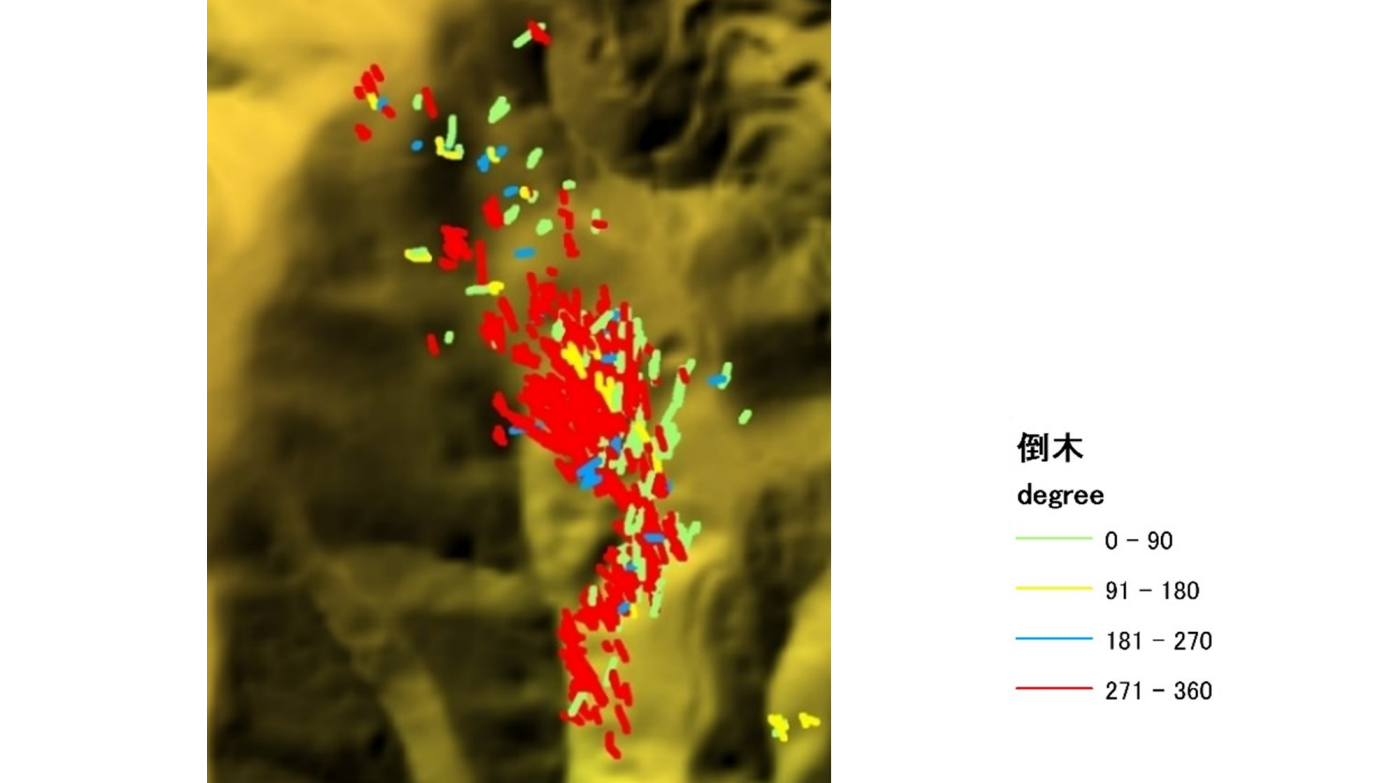
(3) 本研究の経緯

本研究は2020年より研究を始め、次の成果を得ている。
2020年: 地形の特色と風倒木タイプとの関係を考察し、斜面では「根返りタイプ」、尾根では「幹折れタイプ」の風倒木が多い事を明らかにした(図3)

2021年: 斜面の微地形が風倒木の倒木方向にどのような影響をもたらすかミクロな視点から考察し、傾斜が著しく変化する場所で「気流の乱れ」が発生し、主要な倒木方向とは異なる方向に倒れる風倒木が局地的に発生することを明らかにした(図4)

2022年: 同じ谷の中でも風倒木発生の有無が斜面によって異なるのは、傾斜と水系発達の違いが差異が一因であることを明らかにした(図5)

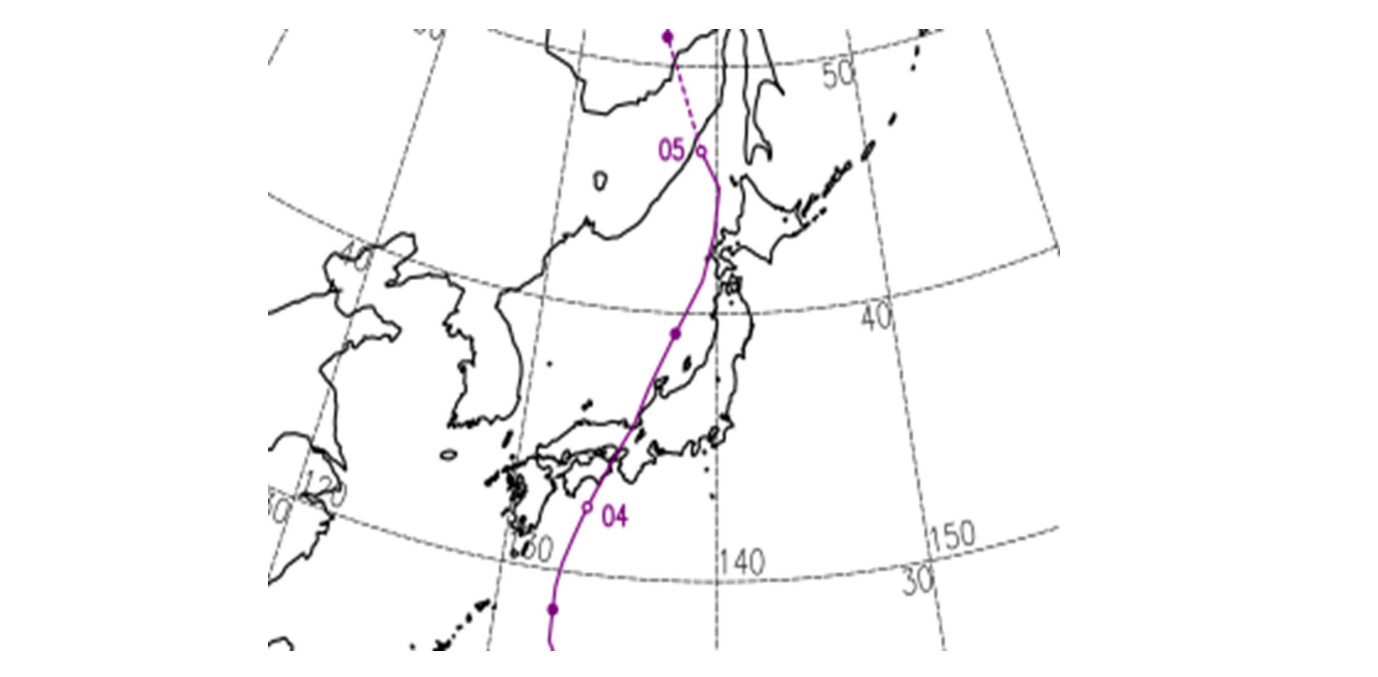
2023年(本研究): 林齢や管理状況(間伐の状態)等の人為的要因が風倒木発生に及ぼす影響と自然的要因との関係について考察する。



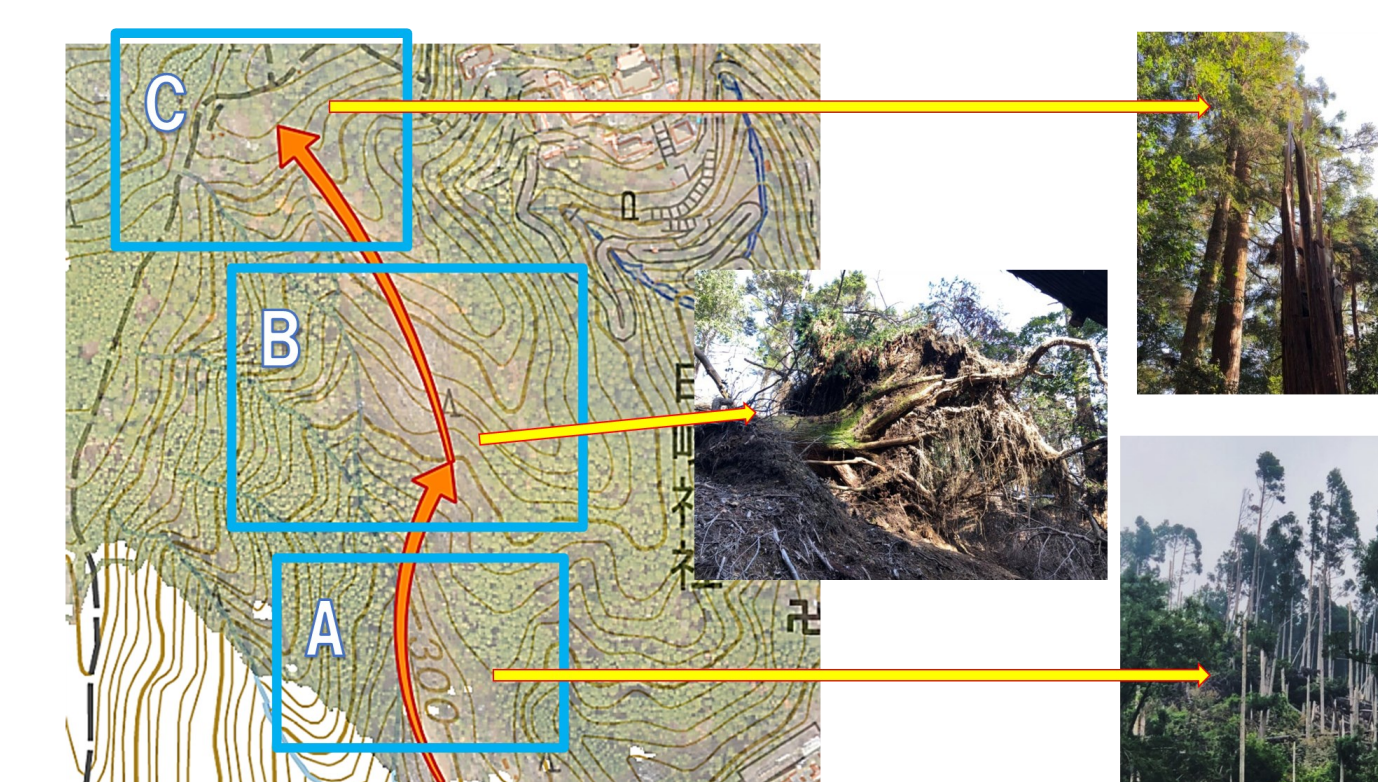
▲図4: 「気流の乱れ」による倒木方向のちがいは



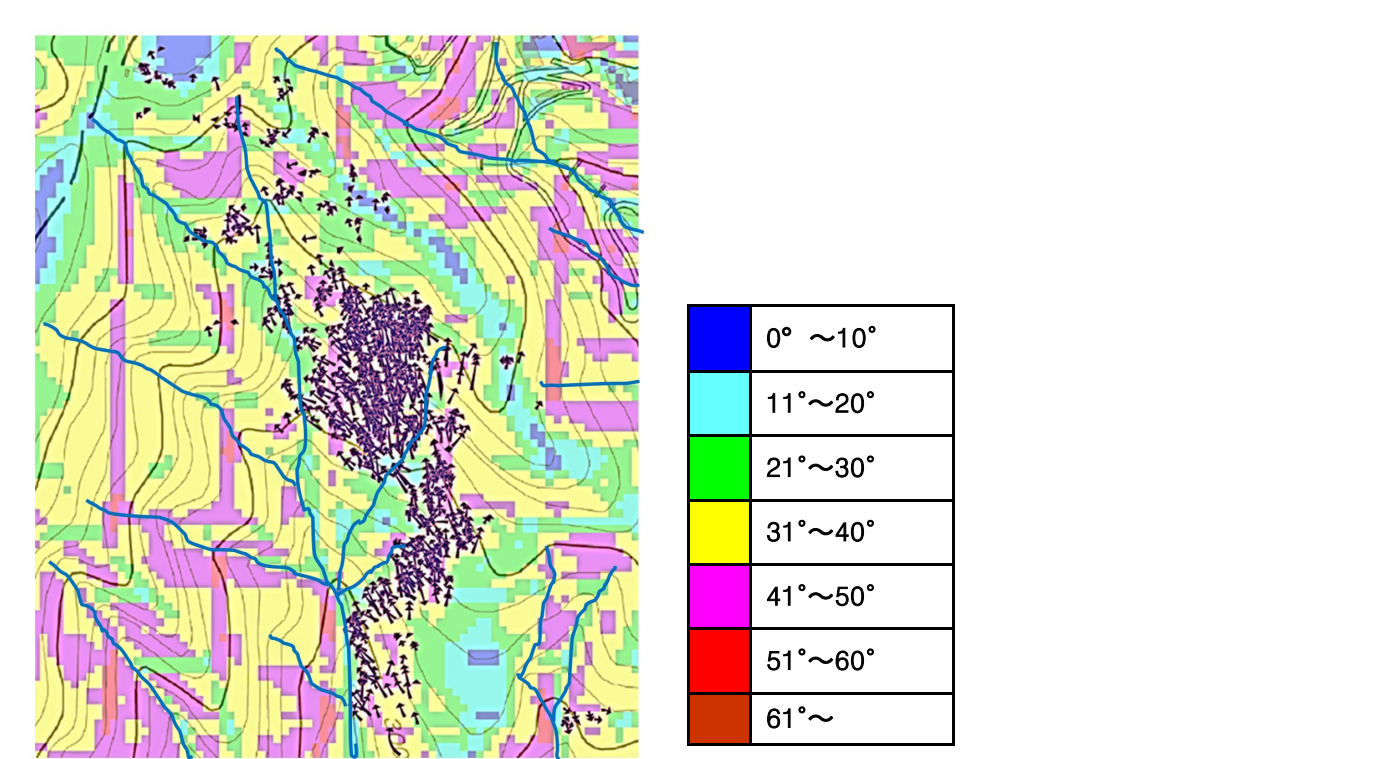
▲図1: 研究対象地域(地理院地図より)



▲図2: 台風21号の経路(気象庁データより)



▲図3: 地形と風倒木
A・C: 尾根に幹折れタイプ / B: 斜面に根返りタイプ



▲図5: 水系・傾斜・風倒木の関係

2 研究方法

(1) 写真撮影と解析

丹羽(2019): 風倒木ギャップの確認にドローンによる写真撮影と写真データをGISを用いて解析し地図化した。この方法を採用

①写真の比較

- ・台風被害前(写真1)
 - ・台風被害直後(写真2)
 - ・ドローン写真(写真3)
 - ・ドローン写真(写真4)
- *ドローン写真の撮影は、京都先端科学大学丹羽研究室ドローンと、本校天文地学部所有のドローンを使用した

写真1と2の比較

⇒風倒木被害前後の様子が確認ができる

写真3と4の比較

⇒夏季(8月)と冬季(12月)に撮影することで、針葉樹と広葉樹の区別ができる
⇒夏季には広葉樹の葉に隠れていた風倒木が冬季には落葉によって現れ確認できる

②GISによる情報の組み合わせと解析

- ①のドローン写真との組み合わせ
- ・国土地理院標準地図(写真5)
- ⇒谷のどの部分に風倒木が発生したか確認ができる
- ・国土地理院DEM(数値標高モデル) 5mメッシュデータ(写真6)
- ⇒風倒木と斜面との関係が確認できる

(2) 現地踏査(写真7)

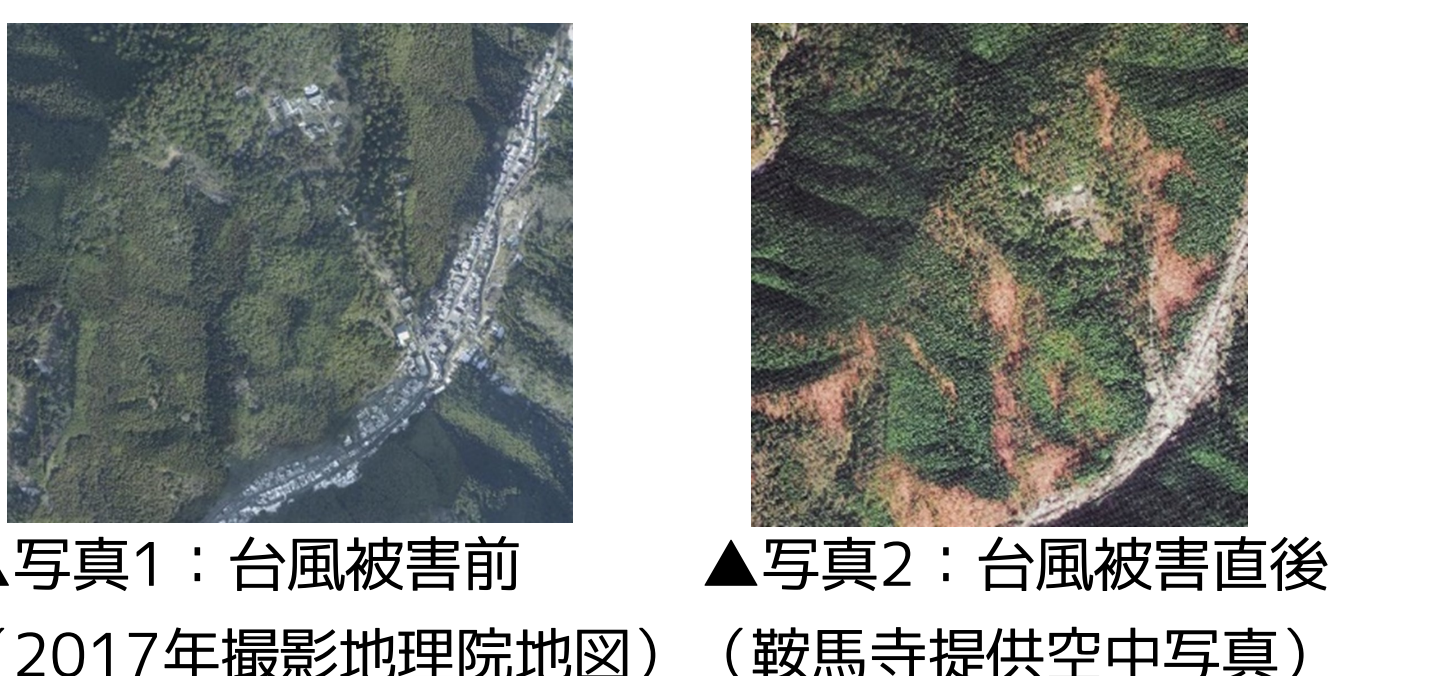
- ①写真データではわかりにくい斜面の状況を把握するために実施
稲垣(1999)・谷口(2001)の指摘
⇒表層土壌を確認(図6)
 - ・基盤岩までの厚みや水分の状態
- ②地域住民へのインタビュー調査
 - ・風倒木発生時の様子
 - ・森林管理の実態(間伐について)
 - ・植林の歴史的経緯

(3) 気象状況の把握

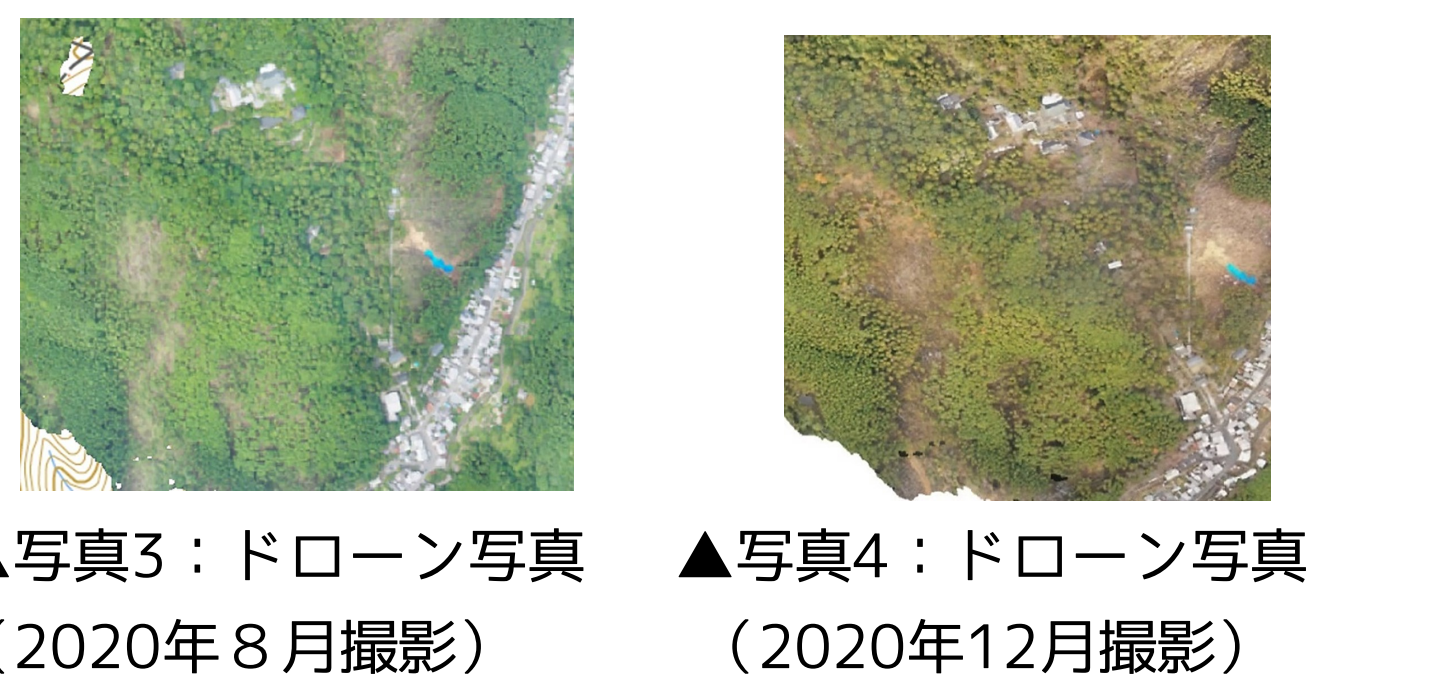
- ①気象庁「過去の気象データ検索」の活用
 - ・10分毎の降水量・気圧・最大瞬間風速・風向

(4) 「森林資源情報」の利用

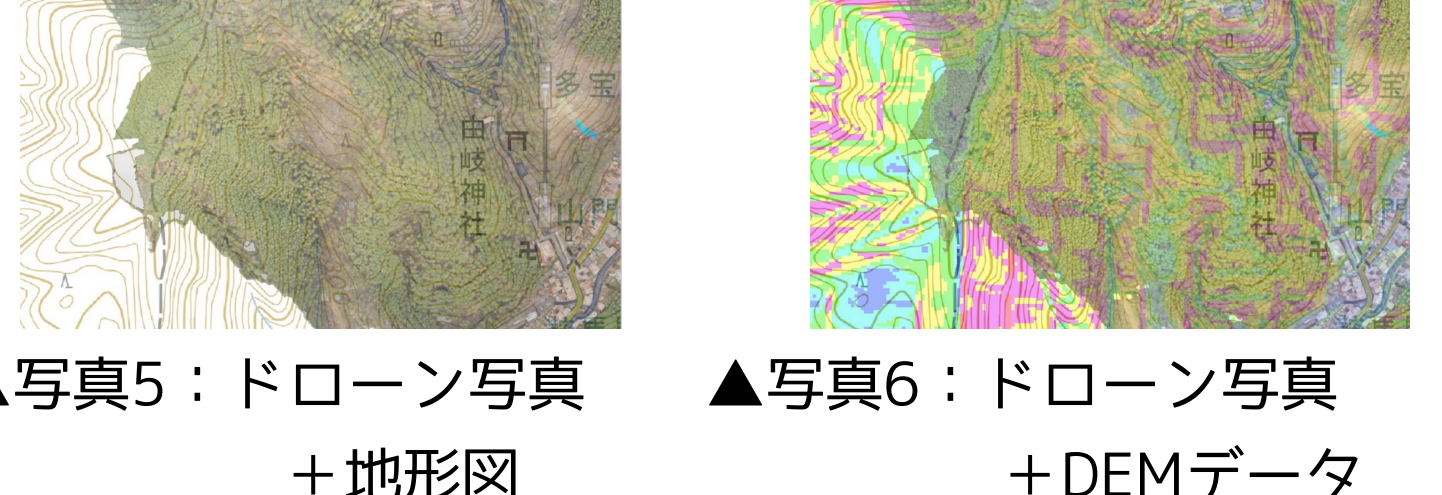
- ①植林範囲、林齢、林種、樹種等の確認
- ②補正作業: 現存するのは2022年度版
⇒植林時期2018年以降のものは、林齢が若く表記されるので、搬出された複数の風倒木の年輪を測り補正。



▲写真1: 台風被害前(2017年撮影地理院地図) ▲写真2: 台風被害直後(鞍馬寺提供空中写真)



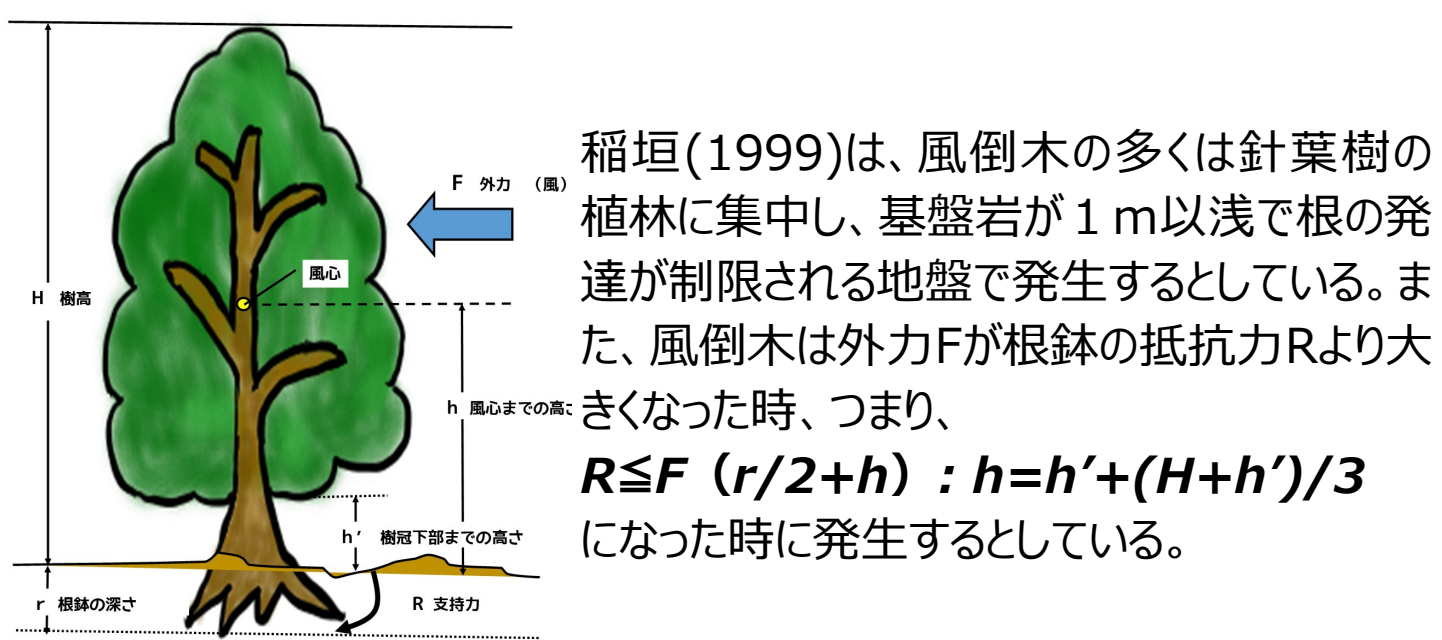
▲写真3: ドローン写真(2020年8月撮影) ▲写真4: ドローン写真(2020年12月撮影)



▲写真5: ドローン写真+地形図 ▲写真6: ドローン写真+DEMデータ



▲写真7: 現地踏査の様子

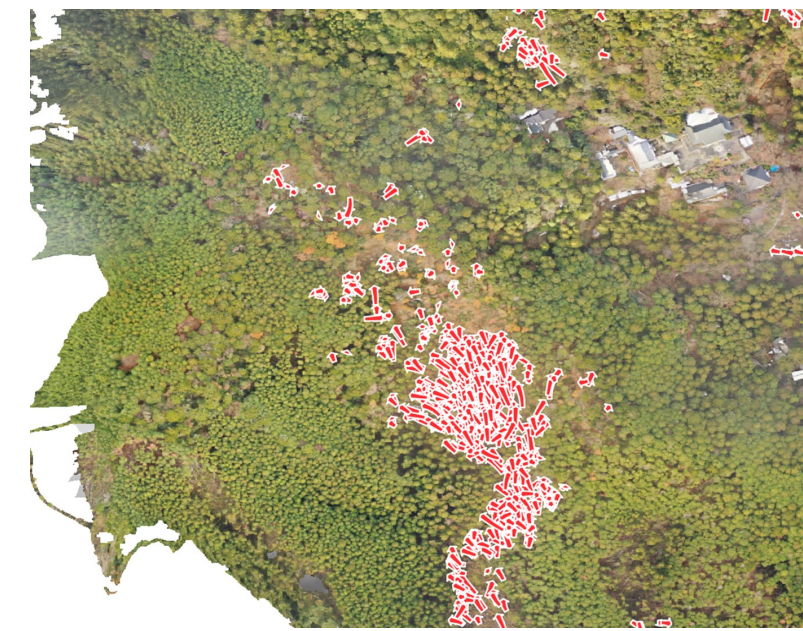


▲図6: 根株の深さと支持力の関係

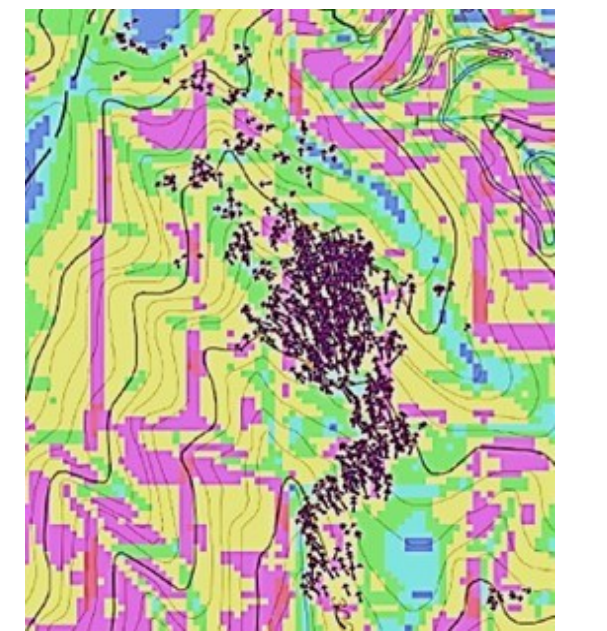
3 調査結果

(1) GISによる写真解析の結果

- ①写真データ上に風倒木ギャップを伴う根返りタイプの風倒木を1本ずつトレース
⇒主たる倒木方向は北西(図7)
- ②DEMデータを用いて傾斜分布図を作成し図7の情報を重ねた(図8)
⇒風倒木は傾斜30~40°の斜面に多くみられた(図9)



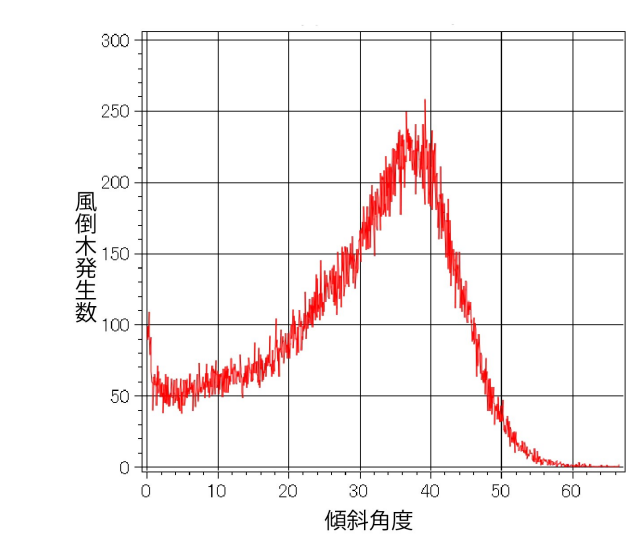
▲図7: 仙徳谷の風倒木



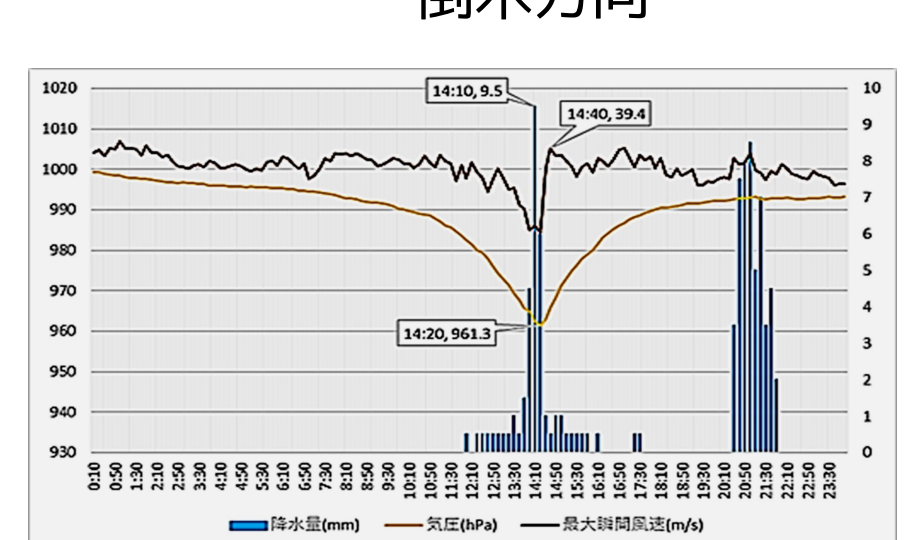
▲図8: 傾斜分布と倒木方向

(2) 当日の気象状況(図10)

- ①降水量: 9.5mm/10分(14時10分頃)
- ②気圧: 961.3 hPa(14時20分頃)
- ③最大瞬間風速: 39.4m/秒
風向: 南~南南西(14時40分頃)



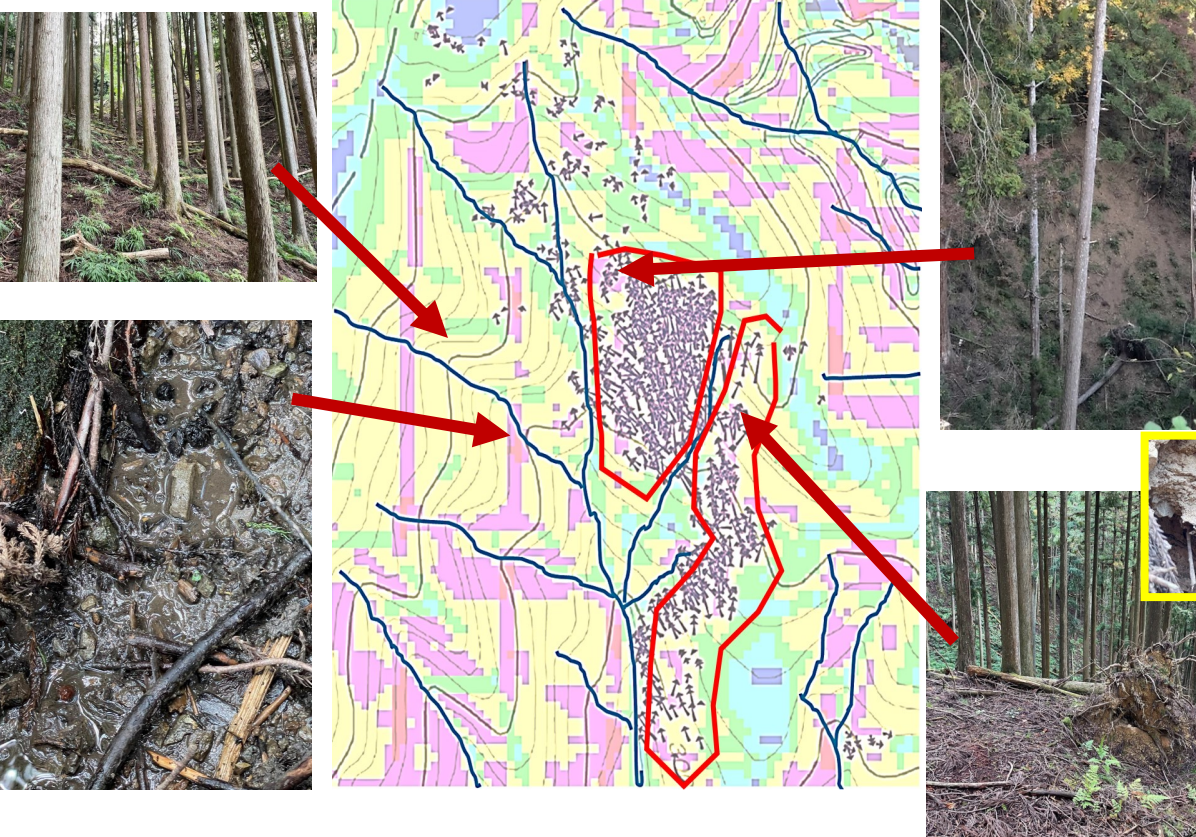
▲図9: 風倒木発生数と傾斜角



▲図10: 当日の気象状況

(3) 仙徳谷の風倒木と表層土壌(図11)

- ①風倒木が南西向き斜面に集中
⇒表土の乾燥が著しい
- ②対面の北東向き斜面での発生はわずか
- ③北東向き斜面は湿潤でやや粘土質の土壌
⇒表土を掘削すると水が染み出す
- ④表層土壌の厚さが1m未満の箇所多数(写真8)



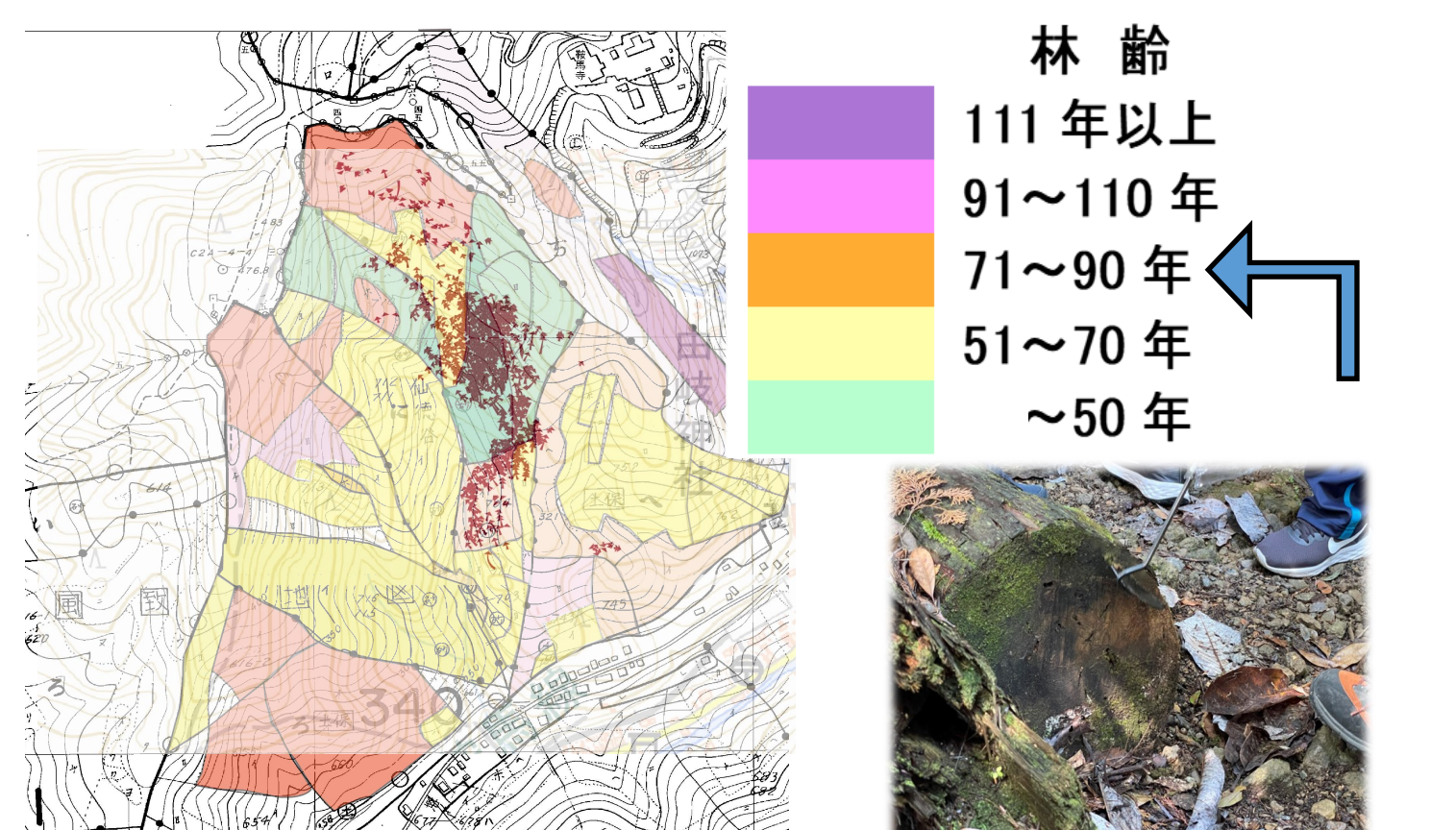
▲図11: 仙徳谷の風倒木と水系との関係と現地の様子



▲写真8: 表層土壌の様子

(4) インタビュー調査と森林資源情報より

- ①風倒木の多くが1945年~1955年頃の「拡大造林政策」によって植林された林齢70年前後のスギ
- ②薪の需要を見込んで、無理のある間隔で植林が行われた
- ③エネルギー革命で薪の需要が減少し、間伐が不十分になった
- ④手入れの不十分な南西向き斜面に風倒木が多く発生した



▲図12: 調査斜面の林齢と風倒木の関係(図は林齢未補正: 凡例参照)

4 考察と今後の課題

(1) 人為的要因の影響

風倒木被害の多かった仙徳谷南西向き斜面では間伐が不十分で木の間隔が狭い
⇒木が互いに干渉し、根の発達が制限された結果、根鉢が未発達なスギが風倒木になった

(2) 自然的要因との関係

風倒木被害の多かった仙徳谷南西向き斜面では表土の乾燥が著しく水系も未発達
⇒根鉢の発達が悪く、木の支持力が低い乾燥した土壌が風倒木を大量に発生させた

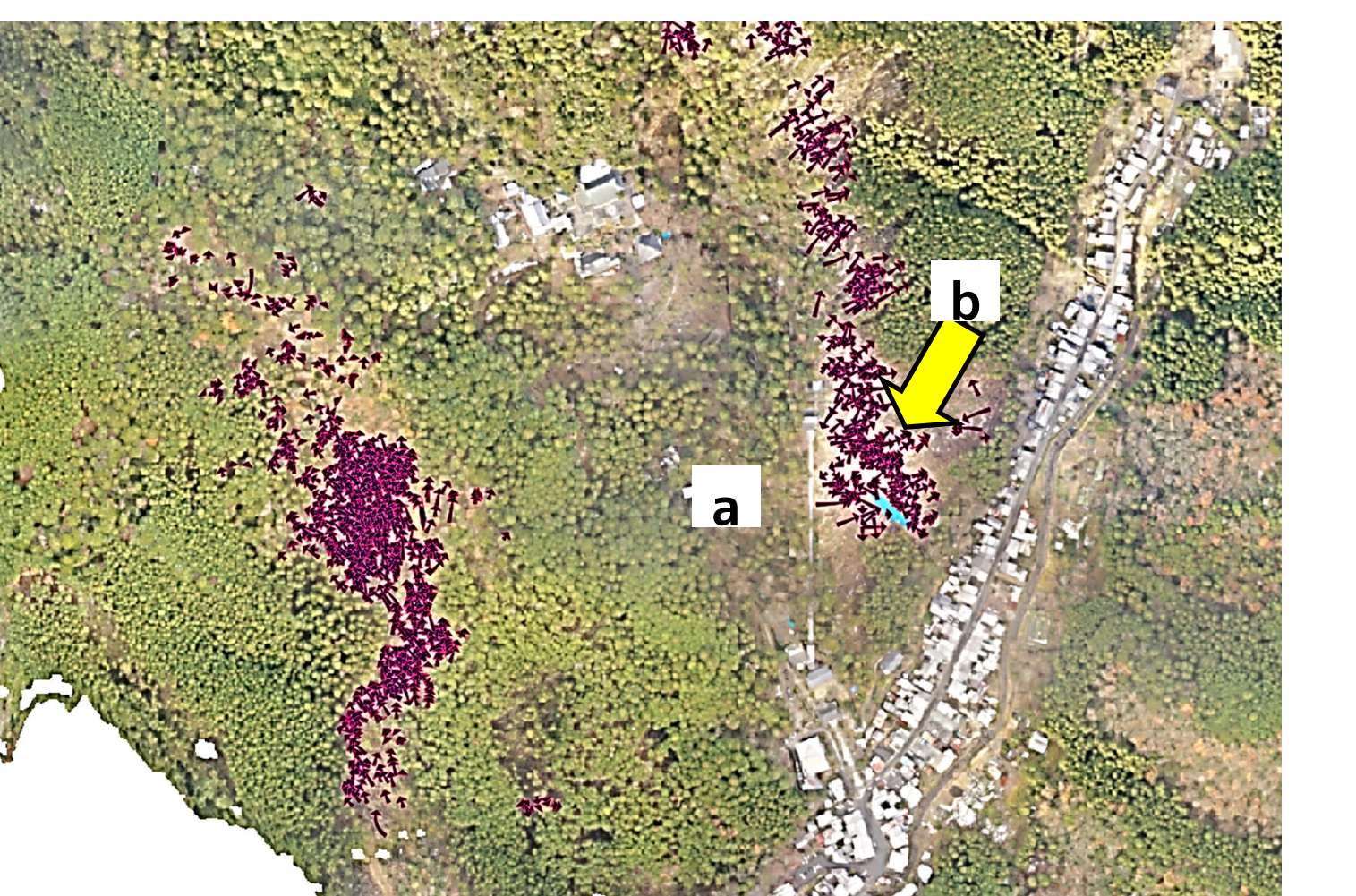
(3) 他の斜面で見られる矛盾点

仙徳谷では…
・南西向き斜面に多くの風倒木発生⇒①
・南東向き斜面では風倒木はわずか⇒②
・風倒木の主たる倒木方向は北西⇒③

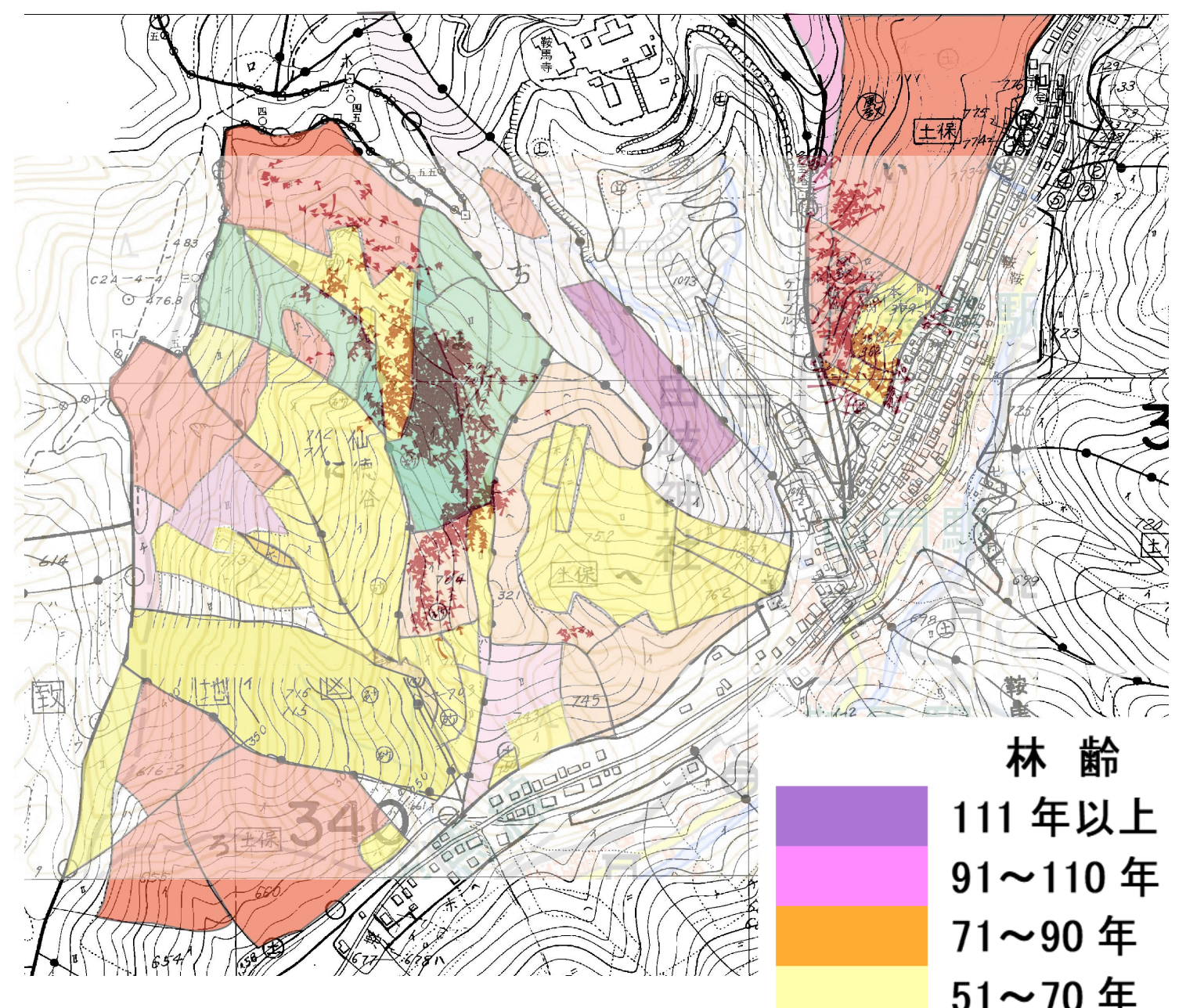
- ①隣接する南西向き斜面は風倒木発生が少ない(図13中a)
- ②南東向き斜面に多くの風倒木が発生(図13中b)
- ③図13b斜面の風倒木は東方向に倒れる…倒木方向が異なる
*林齢は仙徳谷と同じ70年前後

(4) 今後の課題~矛盾点解明の試み

- ①風が複雑な動きをしたのでは?
⇒気象台データではわからないミクロな風の動きを解明する必要がある
⇒地形モデルを用いて風の吹き方の再現実験を実施し、斜面における風の流れを見出す
- ②表層土壌の乾湿の差は?
⇒模型樹木を用いて、土壌の乾湿の差が木の支持力にどのような影響を与えるかを見出す



▲図13: 他斜面との比較



▲図14: 他斜面と比較(林齢と風倒木)

参考文献

- ・丹羽英之(2019): UAVにより台風前後に撮影されたデータを用いた風倒木ギャップの抽出. 日本緑化工学会誌44-4, pp. 591-595.
- ・稲垣秀輝(1999): 植生の違いによる風倒木の発生と斜面崩壊. 応用地質40-4, pp.196-206.
- ・谷口房一ほか(2001): 風倒木発生斜面における崩壊発生降雨量の変化. 砂防学会誌54-1, pp.77-80.
- ・林野庁(2022): 森林資源情報・大字「鞍馬」
- ・苅住 昇(1979): 『樹木根系図説』. 誠文堂新光社, 1121p.