

第3回調査速報会、愛媛大学南加ホール 2024年8月10日

令和6(2024)年7月12日

松山市城山斜面崩壊・緑町土砂災害  
の状況と現地調査による要因分析

2024年7月12日松山市城山斜面崩壊・緑町土砂災害  
愛媛大学専門教員合同調査グループ  
特定教授 森 伸一郎

# 松山市城山斜面崩壊-緑町土砂災害 の状況と現地調査による要因分析

- 1.はじめに
- 2.災害概要
- 3.降雨状況と土砂災害リスク状況
- 4.地質と地形
- 5.水系トレースと表流水の実況
- 6.崩壊斜面の状況
- 7.土砂災害の状況
- 8.歴史的視点からの災害履歴と現地調査
- 9.体験談による斜面崩壊と土砂災害の経過
- 10.斜面崩壊と土砂災害のメカニズム想定
- 11.想定メカニズムに関する力学的検討
- 12.土砂災害リスクに対する防災対策
- 13.災害体験者の災害対応行動と被災者支援
- 14.まとめ

## 前回（第2回）速報会（7月28日）で述べた仮説に対する変更

- ・ 緊急車両道路の変状の全貌が限定されていた。
- ・ 7月19日に提供された（報道にも配布された）写真は一部であった。

その写真では、擁壁の側方変位とそれに伴う路面の沈下と解釈できるものであった。

- ・ 県の技術検討委員会資料（7月30日）掲載の写真では、北側斜面法肩には斜面の下方移動が現れており、クリープ変形によるその移動量は斜面の不安定さを示している。

- ・ 安定斜面と考えていたが、クリープ変形が顕著に現れていたのであれば、降雨以前にすべり抵抗が低下していた。

# 1. はじめに 松山市城山（勝山）の斜面崩壊の捉え方

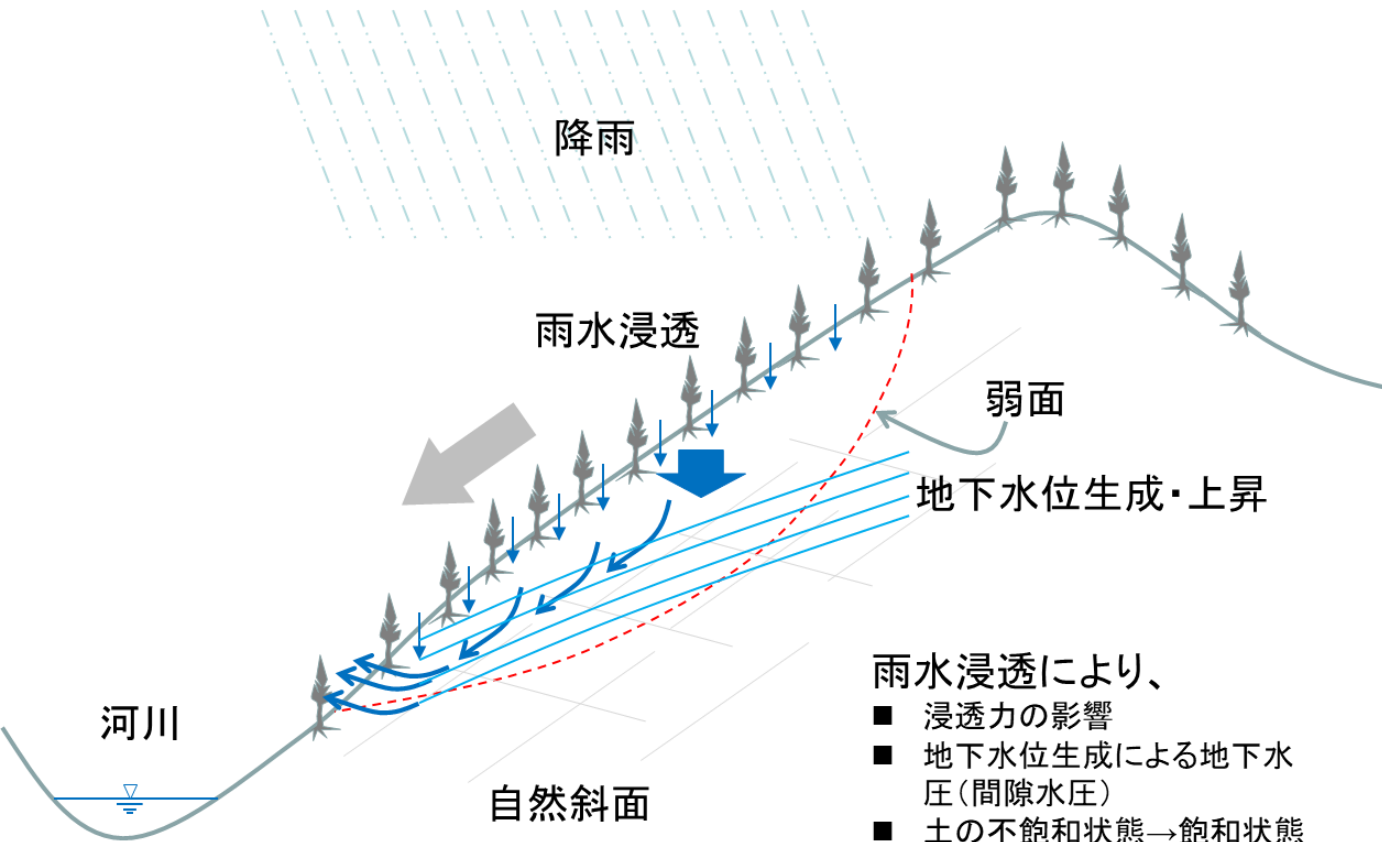
- ・ 斜面崩壊は表層崩壊と深層崩壊に分類されるが、城山では表層崩壊が主
- ・ 斜面の表層崩壊は、地盤工学的にはすべり面より上の土塊の安定問題であるので、**土塊の重さ**（上載の構造物・樹木や水を含む）と**土塊とすべり面の間のせん断抵抗**のつり合い安定問題である。**降雨**は、**表流水・浸透水**の重さとしての**外力効果**と間隙水圧の増加による**せん断抵抗の減少**（や浸透力による土骨格の変形）による作用（外力）として捉えられる。
- ・ 急斜面であるので、短期的には表流水の影響が大きく、長期的には浸透水による緩斜面での滞水の影響が大きいと考えられる。
- ・ 城山の場合、史跡ということで、近代的な排水設備を設置することが困難なため表流水の処理方法が重要であり、表流水の集中や浸透水の集中が起こる領域の把握が重要である。
- ・ 過去に経験した降雨よりも少ない雨量で崩壊した場合には、水の移動を支配する地形、経年変化、人工的な造作を把握することが重要である。

# 降雨による斜面崩壊メカニズム (地下水による影響考慮)

無限斜面を考慮し、安定計算を行う。

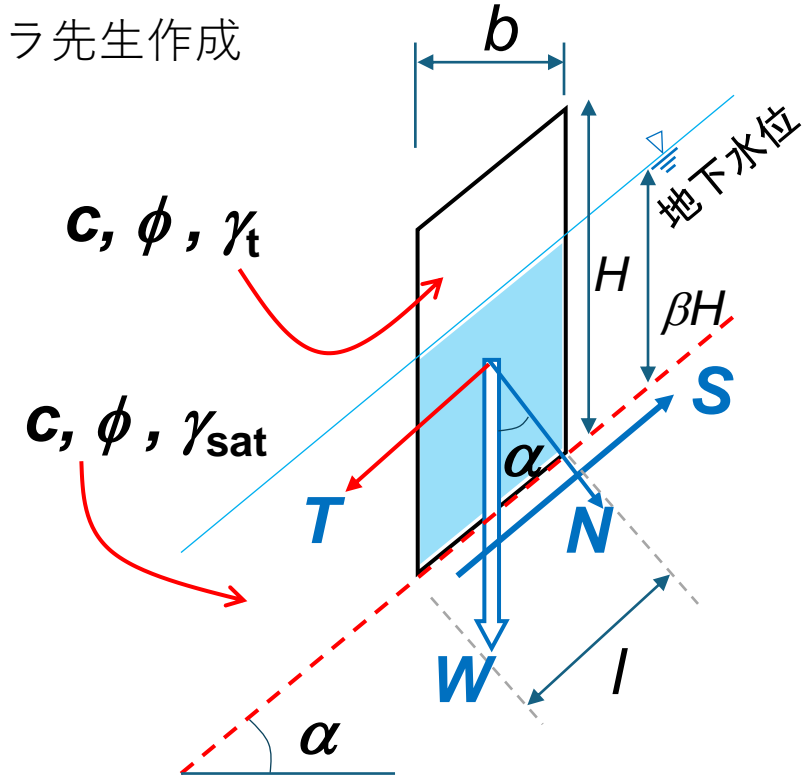
参考：石原研而：第2版 土質力学、丸善、2001.

原図：ネトラ先生作成



雨水浸透により、

- 浸透力の影響
- 地下水位生成による地下水位(間隙水圧)
- 土の不飽和状態→飽和状態への変化による粘着力低下
- など



**W:** 崩壊しようとする土塊の重量(荷重)

**N:** 土塊重量の垂直成分

**T:** 土塊重量のすべり方向への成分→起動力

**S:** すべり面での土の摩擦抵抗→摩擦抵抗力

# 降雨による斜面崩壊メカニズム (地下水による影響考慮)

無限斜面を考慮し、安定計算を行う。

参考：石原研而：第2版 土質力学、丸善、2001.

原図：ネトラ先生作成

安全率Fs

$$F_s = \frac{(1 - \beta)\gamma_t + \gamma' \beta \tan \varphi}{(1 - \beta)\gamma_t + \gamma_{sat} \beta \tan \alpha}$$

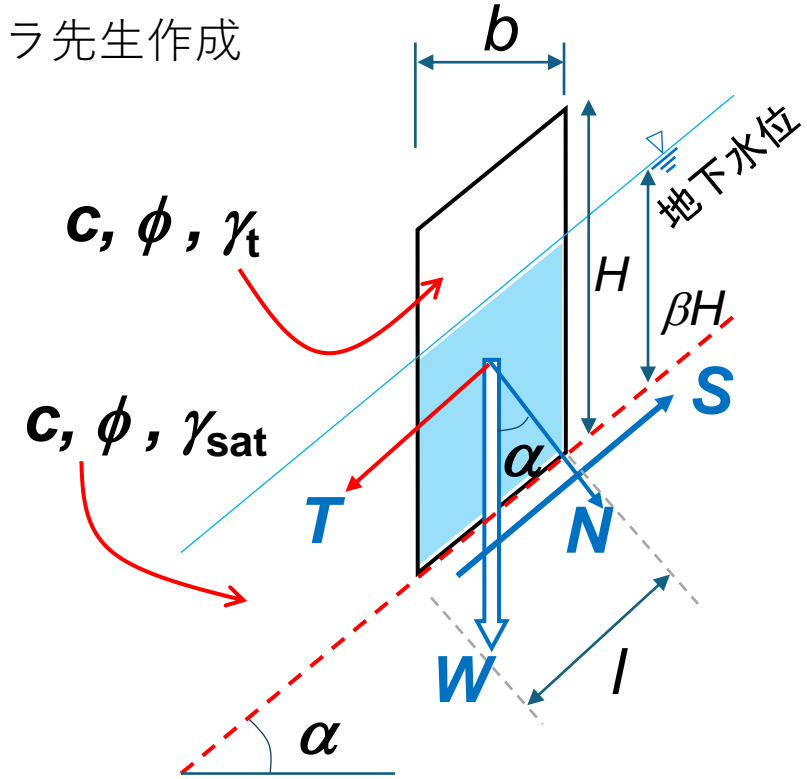
$$F_s = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w \beta \tan \varphi}{\gamma_{sat} \tan \alpha}$$

$\gamma_{sat}$   $\gamma_t$  単位堆積重量：土の試料採取

$\varphi$  内部摩擦角：簡易貫入試験

$\alpha$  傾斜角：DEMと実測

$\beta$  地下水位：境界条件、透水計算



**W:** 崩壊しようとする土塊の重量(荷重)

**N:** 土塊重量の垂直成分

**T:** 土塊重量のすべり方向への成分→起動力

**S:** すべり面での土の摩擦抵抗→摩擦抵抗力

## 2. 松山市城山崩壊斜面・緑町土砂災害の概要



松山城の北方（良門周辺）の東側斜面が崩落し、崩落土砂と谷堆積土砂が谷筋に沿って移動し、麓の緑町の住宅地に流木を伴う土砂が流入し、1軒の木造住宅を倒壊させ、3名の犠牲者が生じさせた。被害は、多数の戸建て住宅・店舗・共同住宅に及び、多数の避難者が出た。

# 3.降雨状況と土砂災害リスク状況および城山斜面の特性

- ・ 土砂災害注意報・警報基準
- ・ 60分間積算雨量（短期雨量指標、R）と土壌雨量指数（長期雨量指標、SWI）
- ・ **土砂災害発生危険基準線（CL）**か
- ・ 60分間積算雨量（R）と土壌雨量指数降雨（SWI）の時刻歴
- ・ R-SWI図（スネーク曲線）と斜面崩壊時刻
- ・ 平成30年西日本豪雨での松山市内の斜面崩壊事例でのスネーク曲線
- ・ 平成22年愚陀仏庵倒壊斜面崩壊事例での降雨の時刻歴とスネーク曲線



# 土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法と警戒情報発表基準

## 5.3 土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法

連携案方式：「国土交通省河川局砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法(案)」(平成17年6月)に示された指標及び基準の設定手法(連携案)に基づき、都道府県砂防部局と地方気象台等が共同して基準を決定・運用。

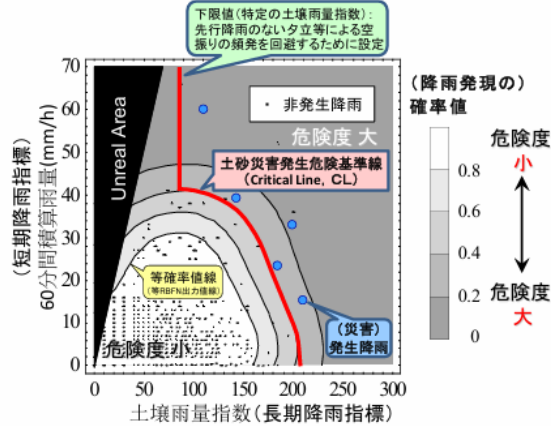


図1 土砂災害警戒情報の発表基準設定の考え方

- ・土砂災害が発生した降雨をプロットして、土砂災害の発生がない降雨との境界にある等RBFN出力値線※を土砂災害発生基準線(CL基準)に設定
- ・出力値が高い程、非発生降雨が密な領域となる

※災害データを用いてモデルを構築し得られた土砂災害の起こりやすさを示す線。  
国土技術政策総合研究所から提供される「RBFNプログラム」を使用して設定。

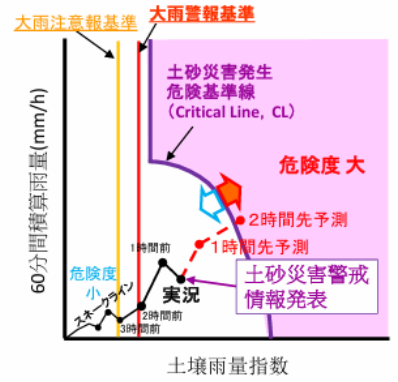


図2 土砂災害警戒情報発表の考え方

大雨警報は既に発表中で、降雨の状況から避難行動が必要な土砂災害(土石流や集中的に発生するがけ崩れ等)の発生する危険性が高まった(CL基準を超える)と予測したときに発表

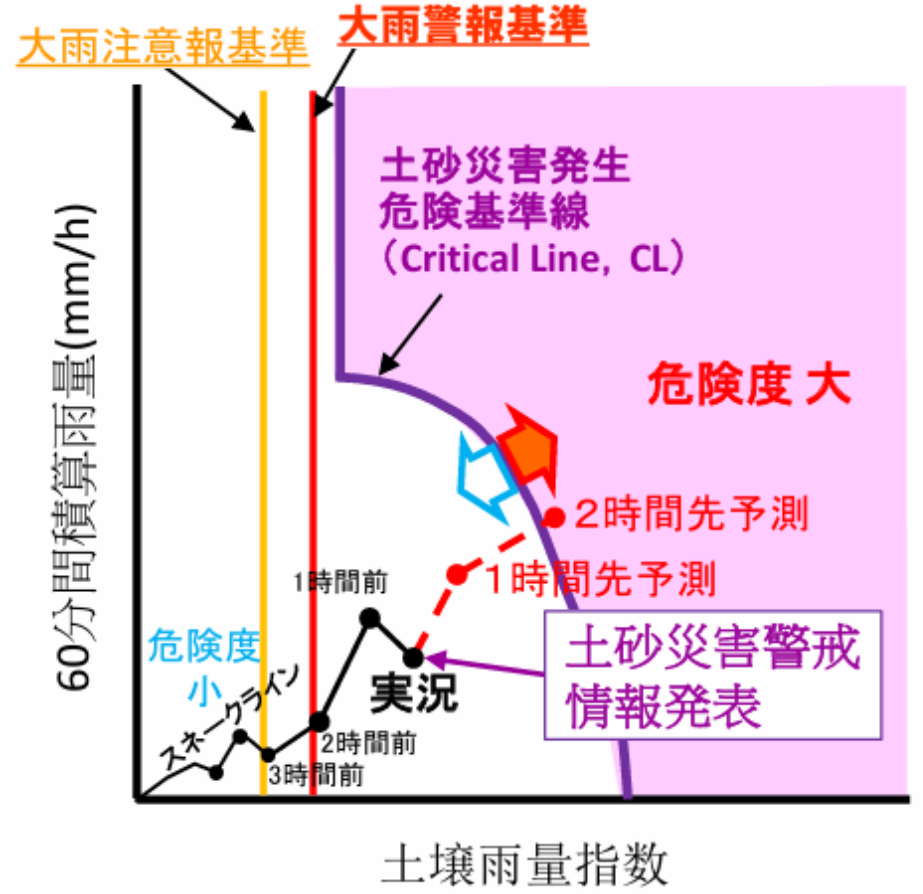
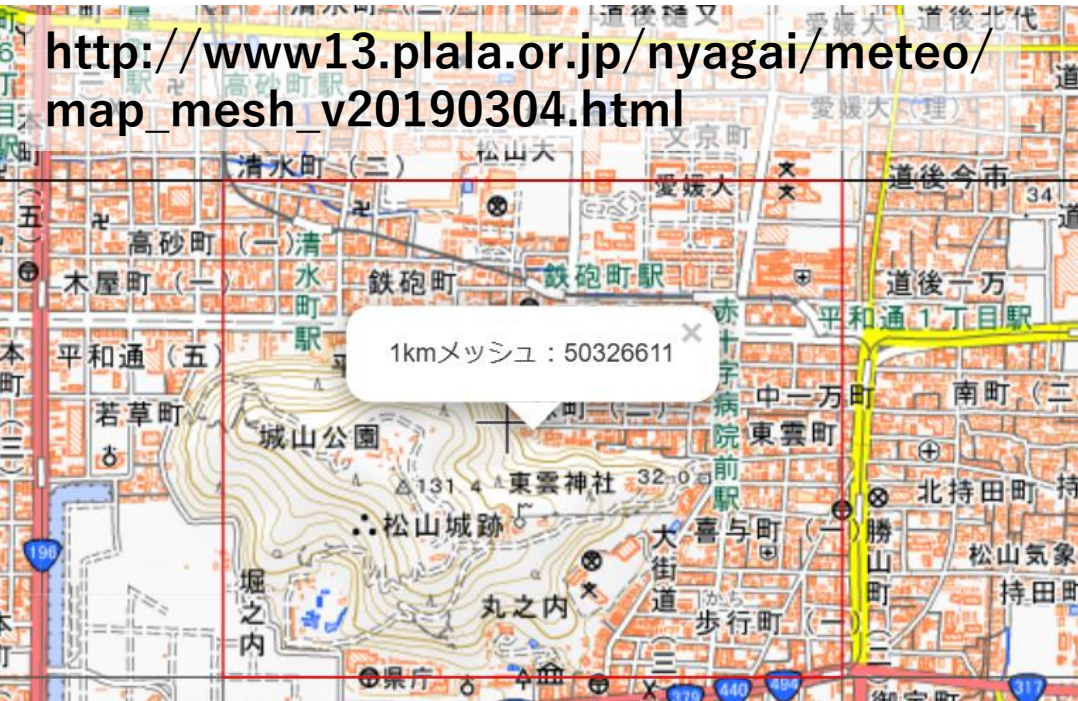


図2 土砂災害警戒情報発表の考え方

60分間積算雨量(短期雨量指標)と土壌雨量指数(長期雨量指標)の図で過去の斜面崩壊事例から土砂災害発生危険基準線(CL)を設定し、実況から2時間先を予測して注意報・警報基準を越えたら発出する。

# 大雨警報・注意報の土壌雨量指数基準値

[http://www13.plala.or.jp/nyagai/meteo/map\\_mesh\\_v20190304.html](http://www13.plala.or.jp/nyagai/meteo/map_mesh_v20190304.html)



丸の内（松山城）、緑町の  
地域メッシュコード 1kmメッシュ：50326611

## 大雨警報・注意報の土壌雨量指数基準値

注意報 94

警報 135

愛媛県砂防課が決める。（松山地方気象台、愛媛県砂防課に確認2024.8.8）

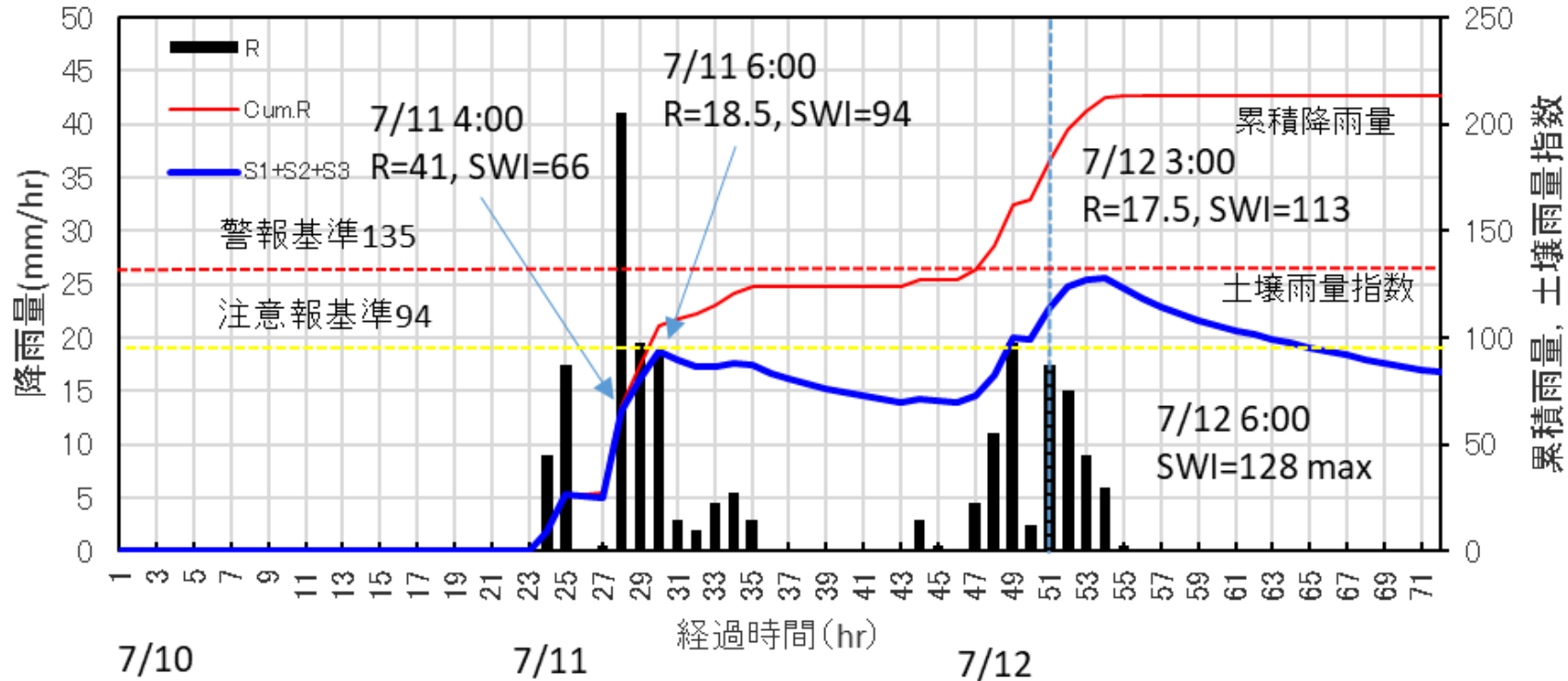
(別添)大雨警報・注意報の土壌雨量指数基準値

平成22年5月27日現在

市町村等を まとめた地域	市町村等	地域メッシュコード (1km格子対応)	土壌雨量指数	
			注意報	警報
(中予)	松山市	50326537	93	133
(中予)	松山市	50326610	94	135
(中予)	松山市	50326611	94	135
(中予)	松山市	50326612	94	135
(中予)	松山市	50326613	94	135
(中予)	松山市	50326614	94	135
(中予)	松山市	50326615	91	130

[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/kijun/ehime/dosha\\_ehime.pdf](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/kijun/ehime/dosha_ehime.pdf)

# 土壌雨量指数と60分降雨量の時刻歴（緑町土砂災害）



降雨量、累積雨量、土壌雨量指数の時刻歴



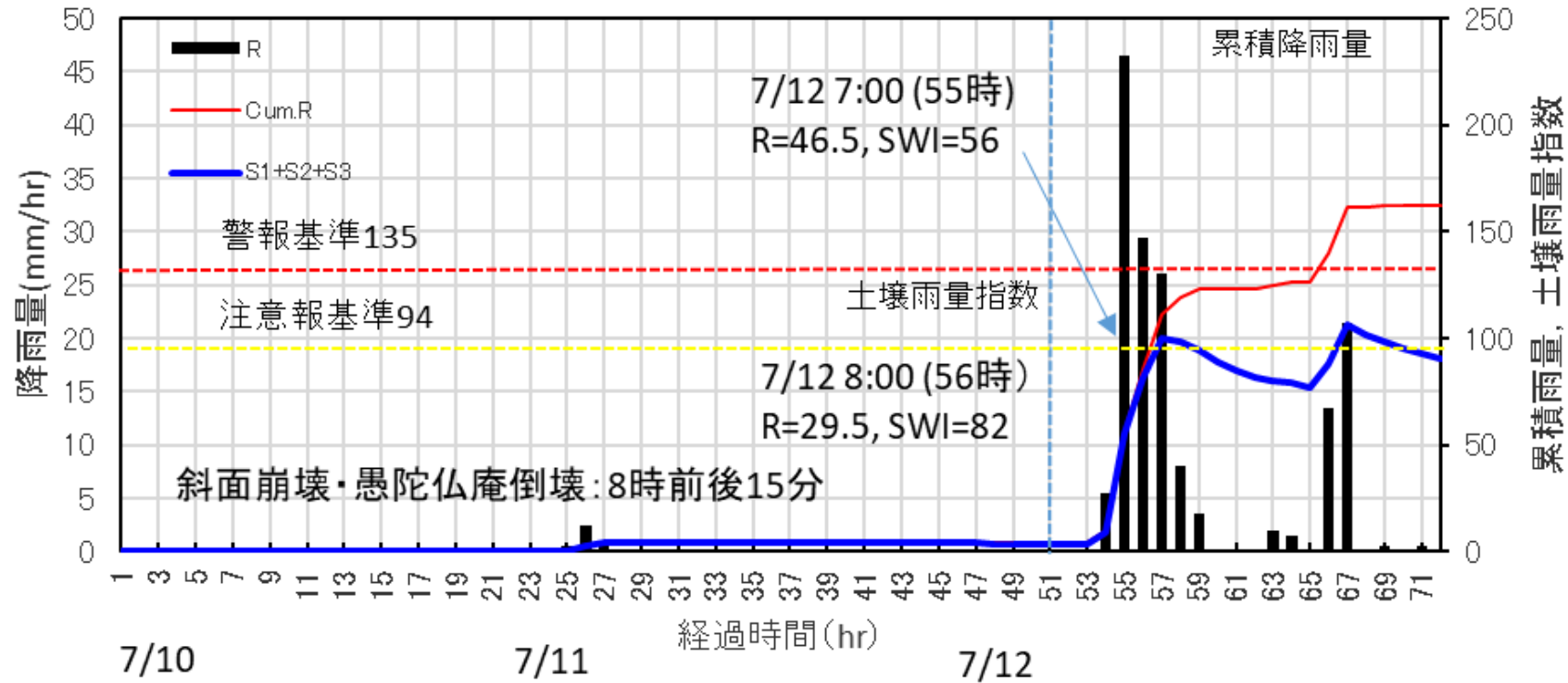
2024-0711-0312一番町通り県庁前



2024-0711-0322城山公園

7月11日0時前から降った雨は3時台に強い雨に変わり、6時には土壌雨量指数（SWI）は94（注意報基準値）に達した。23時から再度降り始め、犠牲者住宅の被害が確認された翌12日3時にはSWI=113となっていた。SWI最大値は128であり、警報基準値の135には達していなかった。

# 土壌雨量指数と60分降雨量の時刻歴（愚陀仏庵倒壊）



降雨量、累積雨量、土壌雨量指数の時刻歴

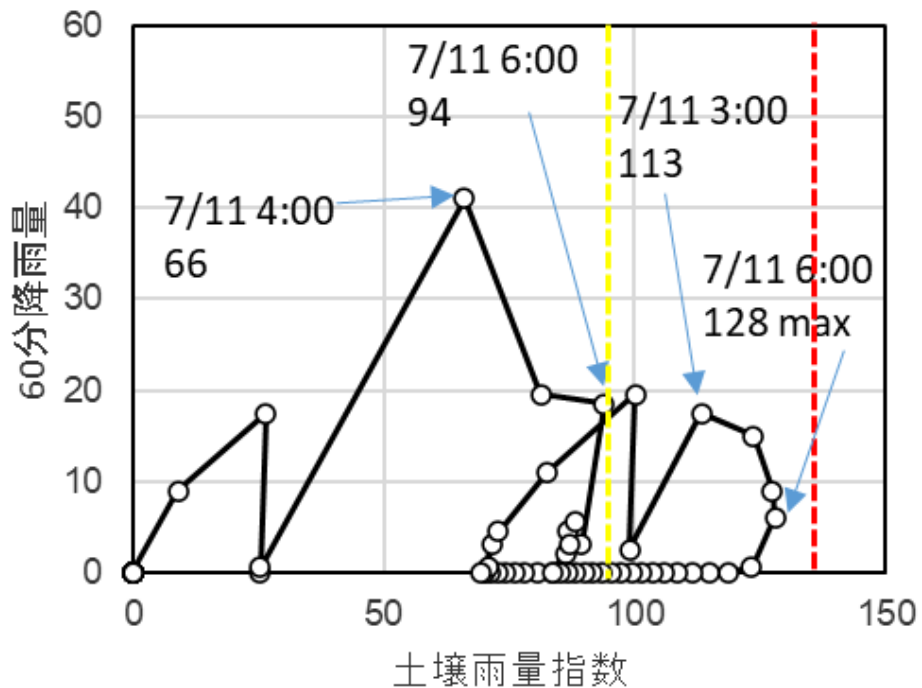


7月12日6時前から降った集中的な雨で、8時前後15分の間には斜面崩壊を起こし、愚陀仏庵を倒壊させた。

8時までに降水量：累積約82mm，時間50mm

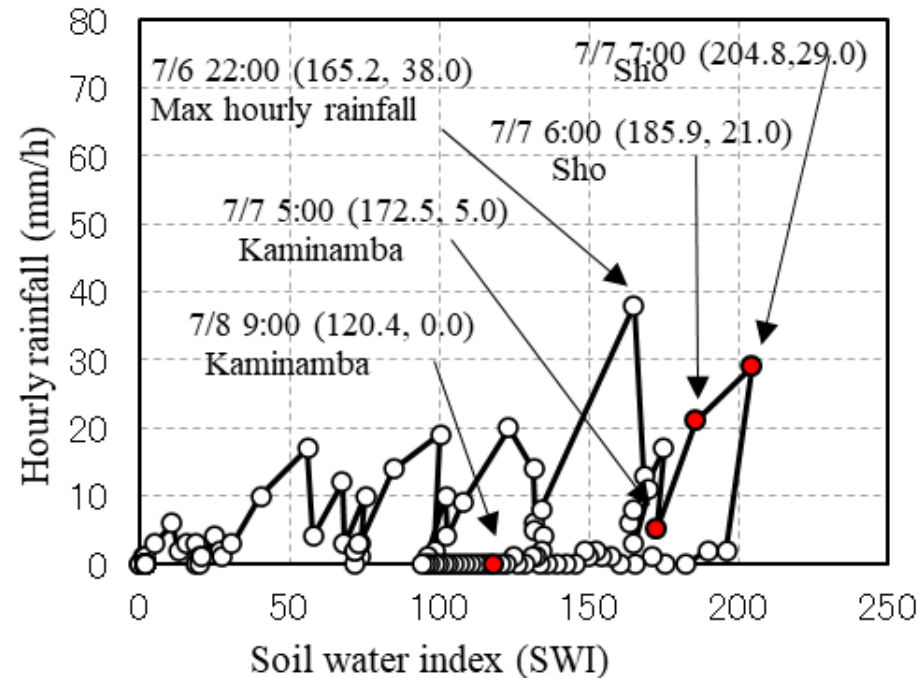
時間雨量46.5mmの降雨の集水集中注水が原因と考えられた。

# 土壌雨量指数と60分降雨量との関係（スネーク曲線）



スネーク曲線(松山、2024/7/10-7/12)

7月11日0時前から降った雨で6時には土壌雨量指数 (SWI) は94 (注意報基準値) に達した。7月11日23時から再度降り始め、犠牲者住宅の被害が確認された翌12日3時にはSWI=113となっていた。SWI最大値は128であり、警報基準値の135には達していなかった。

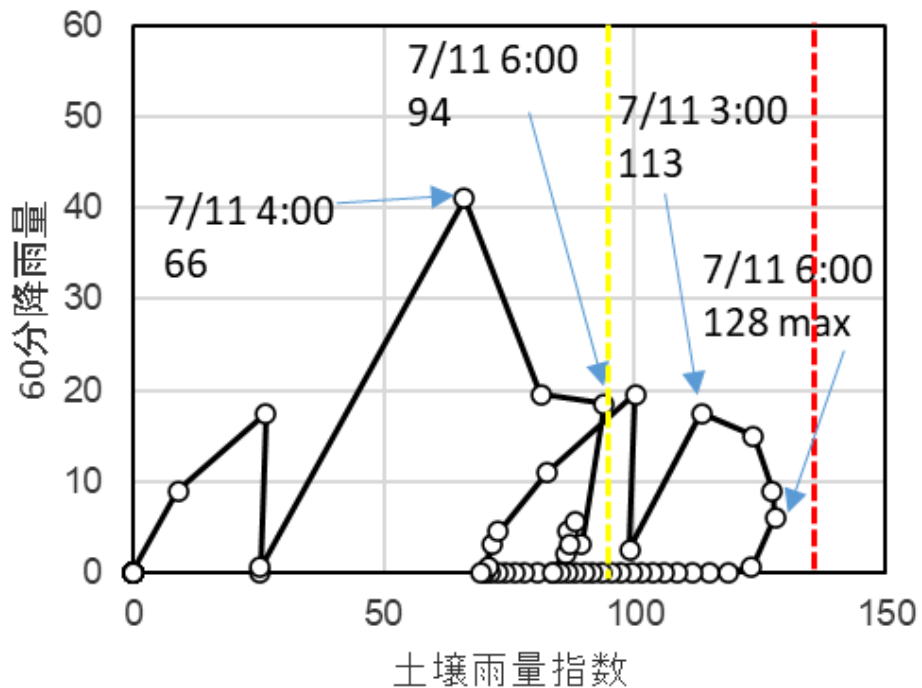


(Tateiwagawa Rainfall Observatory: 2018/7/4-7/8)

1kmメッシュ：50327674  
C=94, A=135

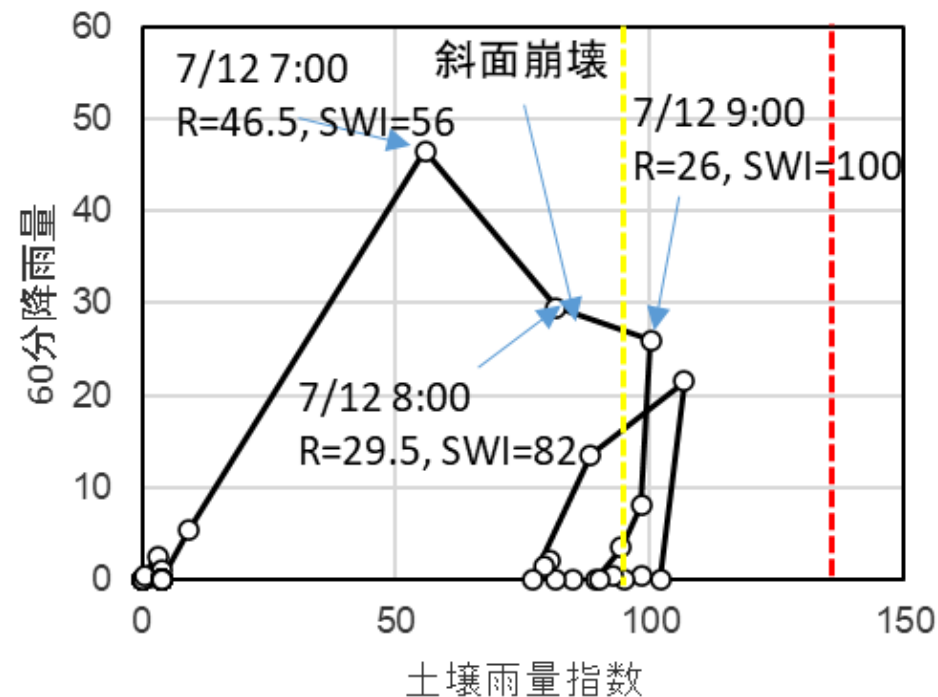
平成30年西日本豪雨の際の松山市上難波や庄での斜面崩壊はSWI>165で生じた。  
警報基準値を超える崩壊事例

# 土壌雨量指数と60分降雨量との関係（スネーク曲線）



スネーク曲線(松山、2024/7/10-7/12)

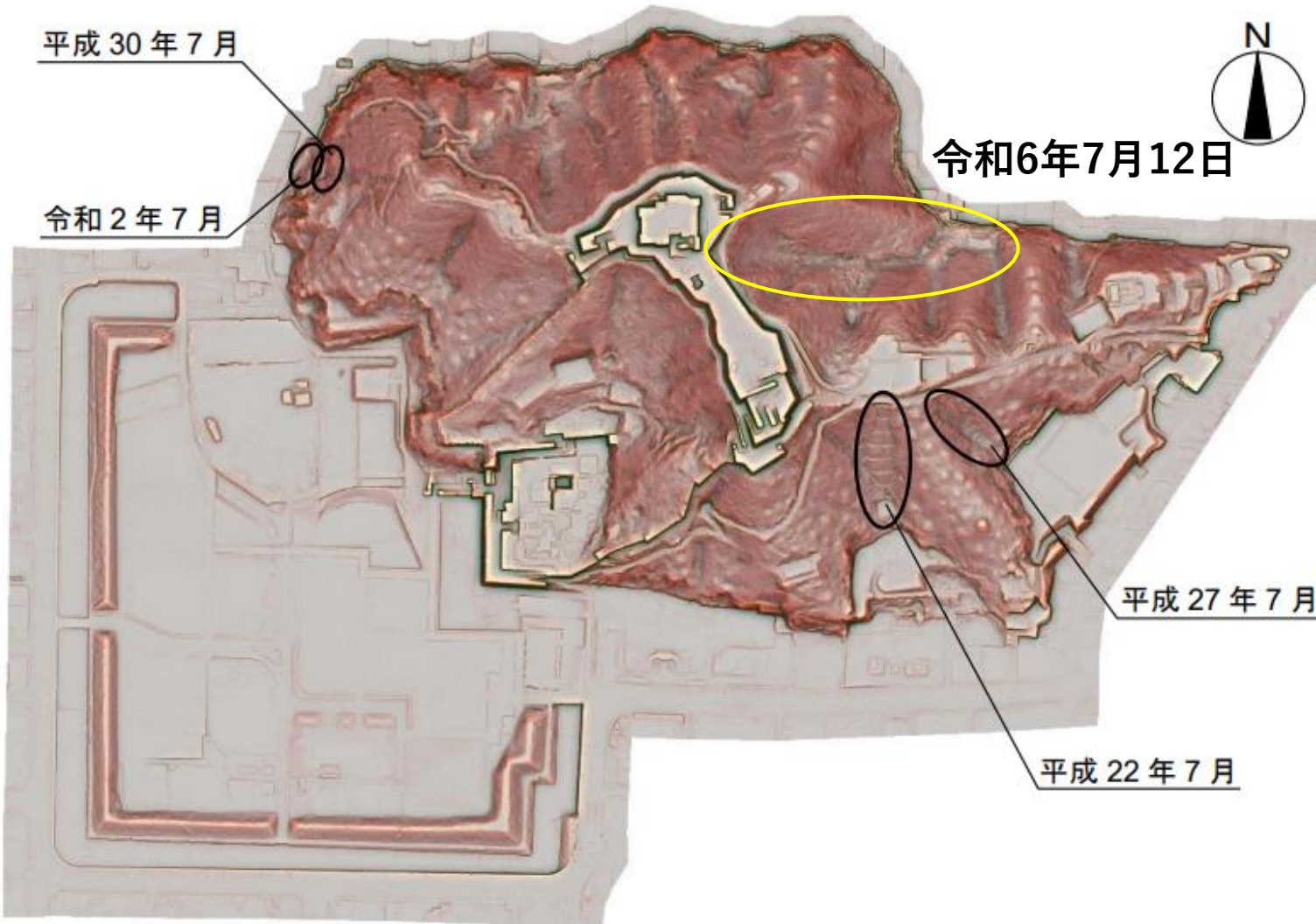
7月11日0時前から降った雨で6時には土壌雨量指数 (SWI) は94 (注意報基準値) に達した。7月11日23時から再度降り始め、犠牲者住宅の被害が確認された翌12日3時にはSWI=113となっていた。SWI最大値は128であり、警報基準値の135には達していなかった。



スネーク曲線(松山、2010/7/12、愚陀仏庵)

平成22年7月12日、愚陀仏庵を倒壊させた斜面崩壊はSWI=82で生じた。時間雨量46.5mmの降雨の集水集中注水が原因と考えられた。(森、矢田部2010)

# 近年の勝山の斜面崩壊



5件の斜面崩壊は全て直後に自主調査している。

## 参考

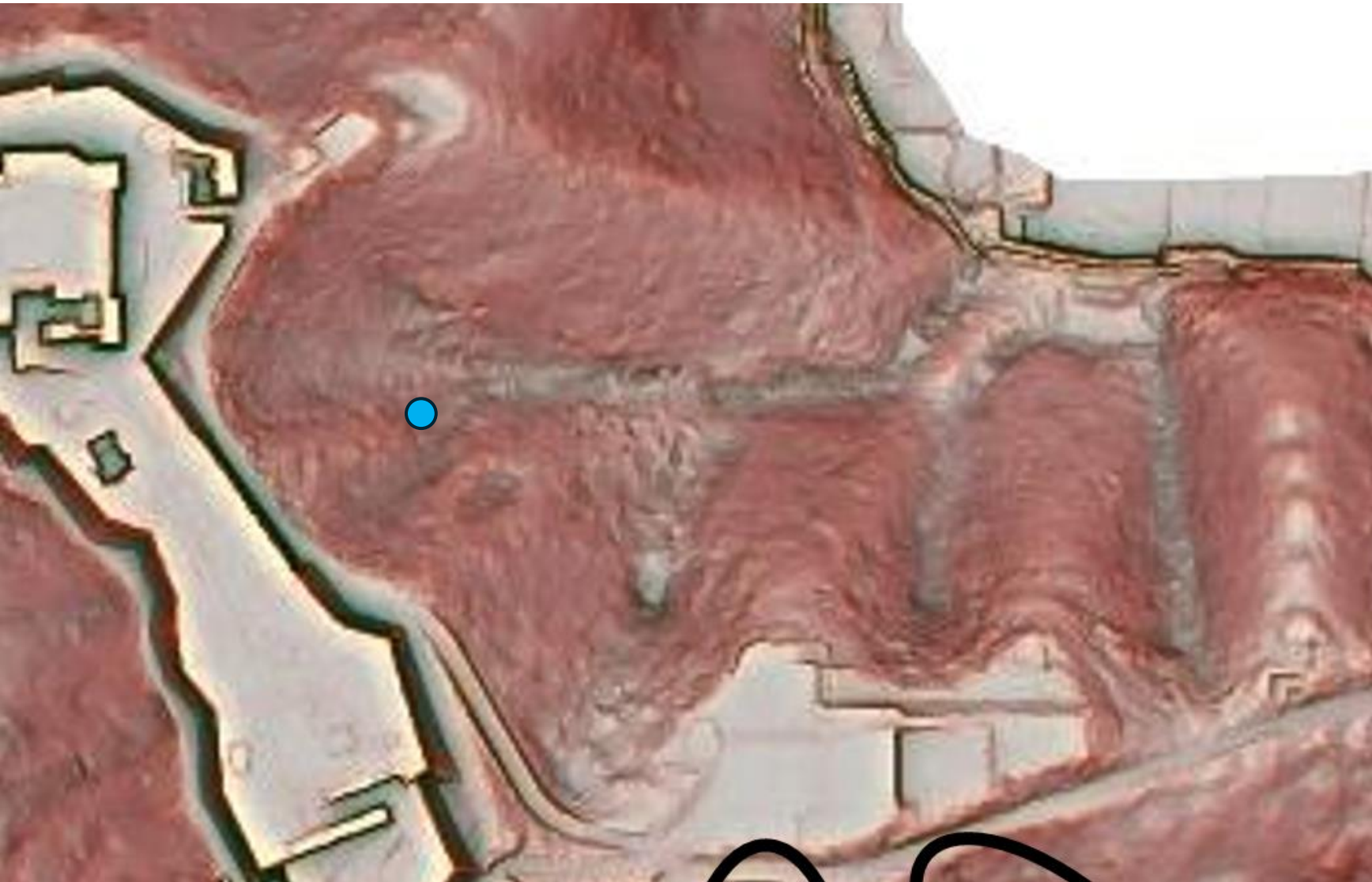
松山市：史跡松山城跡  
樹木管理計画、

p.29

[https://www.city.matsuyama.ehime.jp/shisetsu/koen/riyou-iji/matuyamazyumokukankri.files/1\\_2.pdf](https://www.city.matsuyama.ehime.jp/shisetsu/koen/riyou-iji/matuyamazyumokukankri.files/1_2.pdf)

図 2-7 近年の集中豪雨による勝山の斜面崩壊地

# 今次斜面崩壊の発生した斜面における石積み断面の位置



松山市への調査申請

参考

松山市：史跡松山城  
跡樹木管理計画、第  
2章 p.29

[https://www.city.matsuyama.ehime.jp/shisetsu/koen/riyou-iji/matuyamazyumokukanri.files/1\\_2.pdf](https://www.city.matsuyama.ehime.jp/shisetsu/koen/riyou-iji/matuyamazyumokukanri.files/1_2.pdf)



# 崩壊斜面の南側面において露出した石積み断面

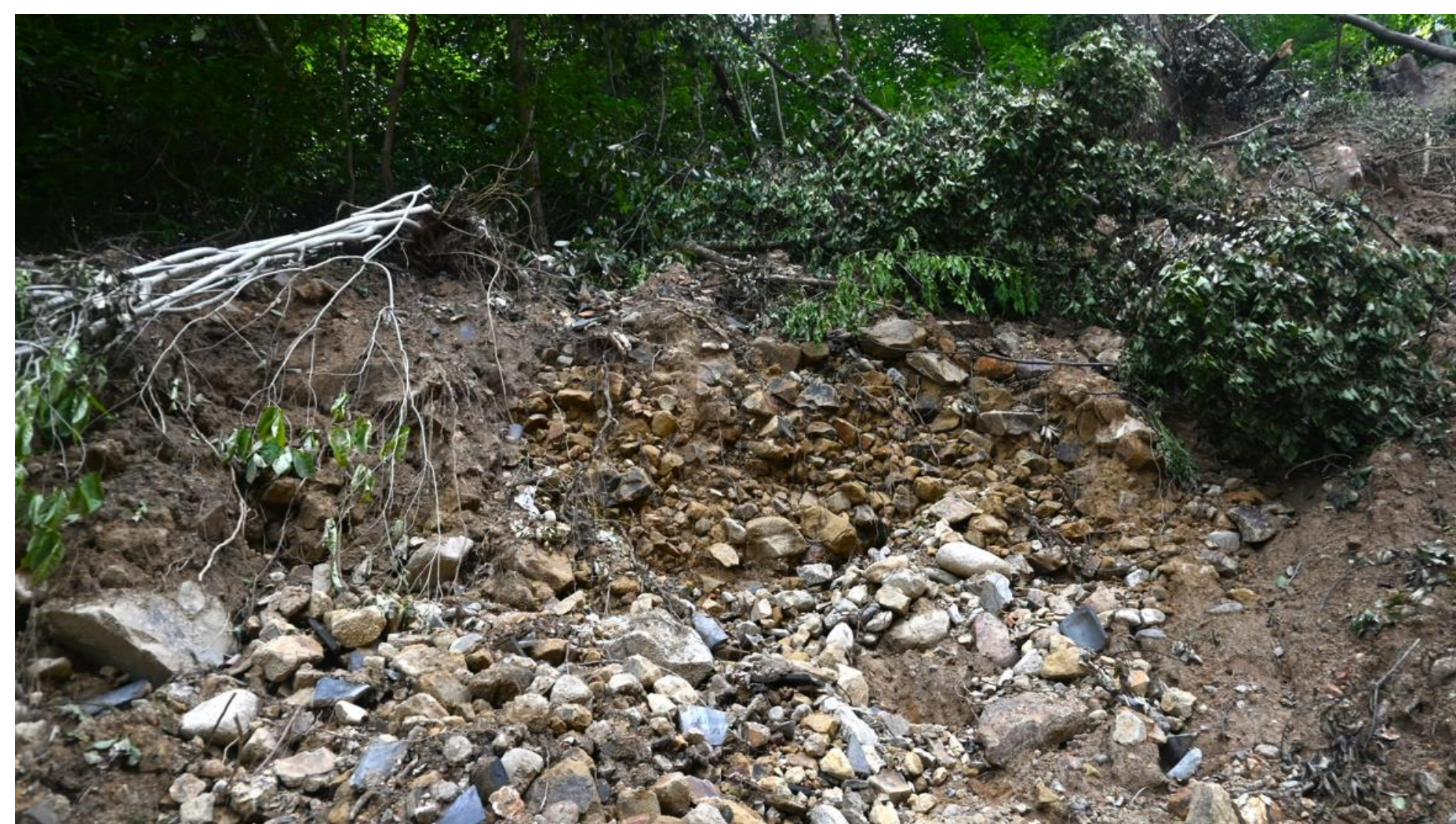


露出した石積み断面



崩壊斜面の南側面において人造物と思われる石積み断面が露出しているのを発見した。石組構や暗渠のような排水施設もしくは城壁基礎の割栗石にも似ている。10人の調査教員の内、気づかない者がほとんどであった。早期の歴史学や考古学の専門家の調査が必要である。

# 崩壊斜面源頭部より斜め距離約40mの南側の矩形石積み



崩壊斜面源頭部より斜め距離約40mの南側の側方崖に、幅1.5-1.8m、高さ1m程度の石積断面が現れていた。20cm前後の石で構成されており、その下方には、崩れて流下した石が散在していた。

# 崩壊斜面源頭部より斜め距離約40mの南側の矩形石積み



石積み断面の位置がわかるように源頭部を写しこむように下方より撮ったものである。石積み断面の上方は側方崖の上の斜面であり、細い灌木が斜面下方に倒されていた。この斜面上を流れる流体の存在を示唆している。

# 崩壊斜面源頭部より斜め距離約40mの南側の矩形石積み



下方には、崩れて流下した石が散在していた中に、2個の  
30cm × 40cm × 60cmの大きさの人為的に成形したように見える花崗岩があった。

# 崩壊斜面源頭部より斜め距離約40mの南側の矩形石積み



下方には、崩れて流下した石が散在していた中に、2個の  
30cm × 40cm × 60cmの大きさの人為的に成形したように見える花崗岩があった。

# 崩壊斜面源頭部より斜め距離約40mの南側の矩形石積み



下方には、崩れて流下した石が散在していた中に、2個の  
30cm × 40cm × 60cmの大きさの人為的に成形したように見える花崗岩があった。

# 水受け・石組溝（本壇から本丸東への排水路）



写真 11 6次 T8 遺構検出状況（南西より）



写真 12 5次 T4 石組溝（南東より）

水受け・石組溝（図6、写真11～13）：5次T4及び6次T8・T11・T12で確認された。このうち5次T4と6次T8の石組溝は一連の遺構で、**本壇東石垣の水口から排出された雨水等をさらに本丸の東へ排出するための排水路**である。水口直下の6次T8では、水を受ける中央の石と側石からなる内径約125cmの「水受け」が確認され、石組溝はこの南東に接続する。石組溝は幅35cm前後で、西から東へ傾斜し、石垣天端手前の5次T4で階段状の**敷石により暗渠化**し、本丸北東石垣の水口に繋がる。

公益財団法人松山市文化・スポーツ振興財団埋蔵文化財センター 2022 『松山市文化財調査報告書  
207：史跡松山城跡』松山市、 全国遺跡報告総覧<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/129423>

# 暗渠（本壇から本丸東への排水路）



写真 13 6次 T12 石組溝（西より）



写真 14 5次 T1 暗渠（南東より）

暗渠（写真14）：本丸南東石垣の水口直下の5次T1及び6次T7で確認された。締りの弱い砂質土と拳大の石が埋まった幅30cmの溝に、木質を残す釘が先端を内側に向けて一定の間隔で出土した。木樋が設けられていたと推測される。



# 亀郭城秘図（伊予史談会 蔵，1864年）での崩壊斜面の状況



良門から出て、右折して斜面を北西に下る道がある。その先には「合墓」と読める可能性のある四角表記がある。

崩壊斜面の直下方には池と石垣の表記がある。これは、今回発見した石積みの位置に近い。

これらも日本史や考古学の専門家の判断を仰ぐ必要がある。

(7/23調査願い)

伊予史談会：亀郭城秘図，文久4(1864)年，愛媛県立図書館デジタルアーカイブ

[https://adeac.jp/ehime-pref-lib/viewer/c\\_iyoshidankai017/iyoshidankai017/](https://adeac.jp/ehime-pref-lib/viewer/c_iyoshidankai017/iyoshidankai017/)

7月24日の現地調査では、松山城をよく知る考古学・歴史学の松山市文化財課の学芸員による説明では、「江戸時代の城郭の古図では、位置や距離など信頼できないものが多々あり、位置関係は信頼できない。との説明があった。また、「この図の池と石垣については、長者が平に近いところで確認した。」との説明もあった。

2024年7月12日松山市城山斜面崩壊・緑町土砂災害 第3回速報会(8月10日) 愛媛大学専門教員合同調査G 森 伸一郎

# 崩壊斜面源頭部より俯瞰した降雨時の谷と右岸側奥の流れの様子



7/20合同調査  
時、動画撮影  
ネトラ先生

音声はあり  
(雨の音)

# 崩壊斜面源頭部より俯瞰した降雨時の谷と右岸側奥の流れの様子



7/20合同調査  
時、動画撮影  
ネトラ先生  
(スチル画)

- ・崩壊斜面の表流水が集合している。
- ・石積み構造位置からの表流水が確認できる。

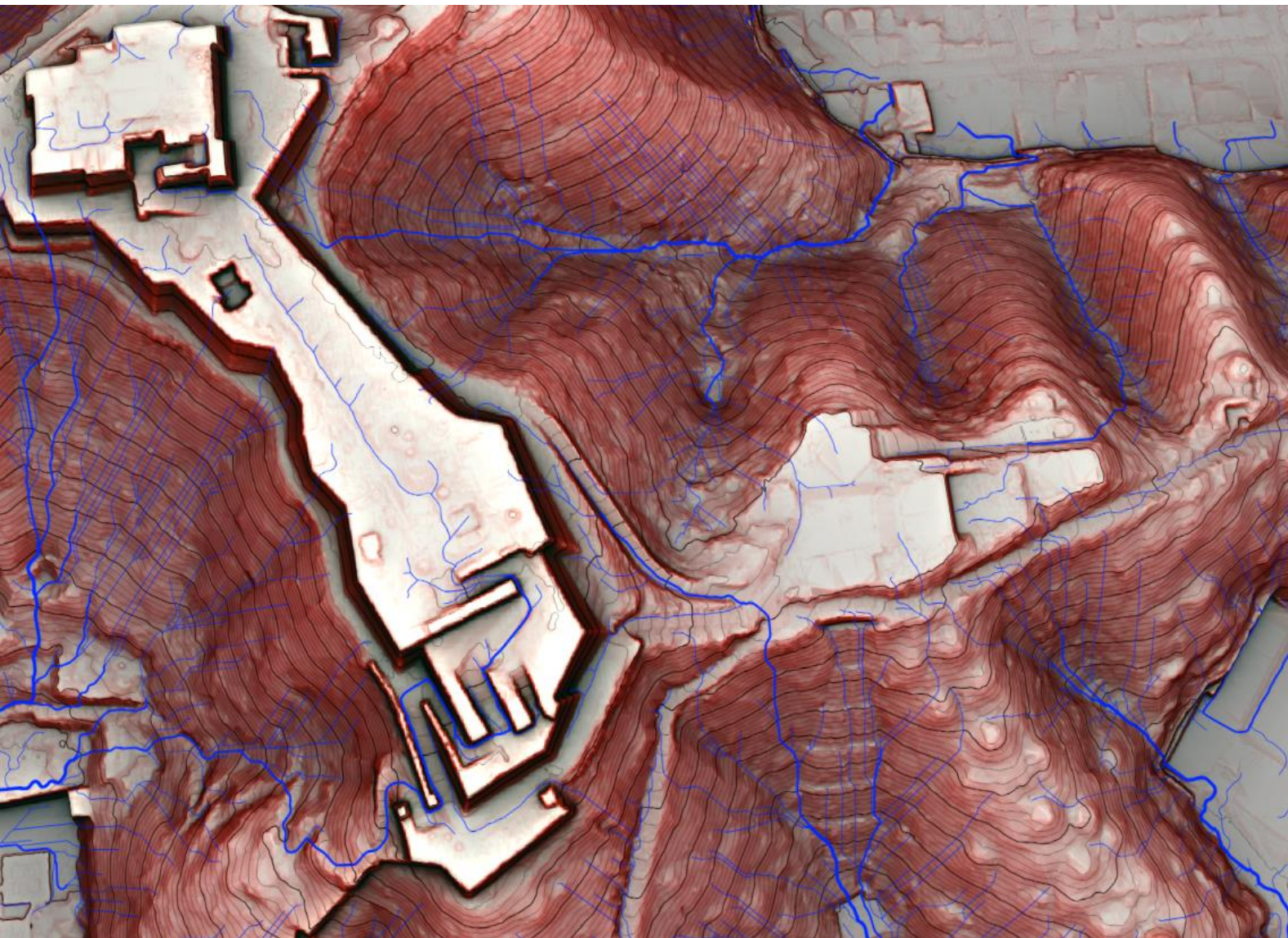
# 崩壊斜面源頭部より俯瞰した降雨時の谷と右岸側奥の流れの様子



7/20合同調査  
時、動画撮影  
ネトラ先生  
(スチル画)

- ・崩壊斜面の表流水が集合している。
- ・石積み構造位置からの表流水が確認できる。

# 今次斜面崩壊の発生した斜面における地形と水系トレース



## 集水地形

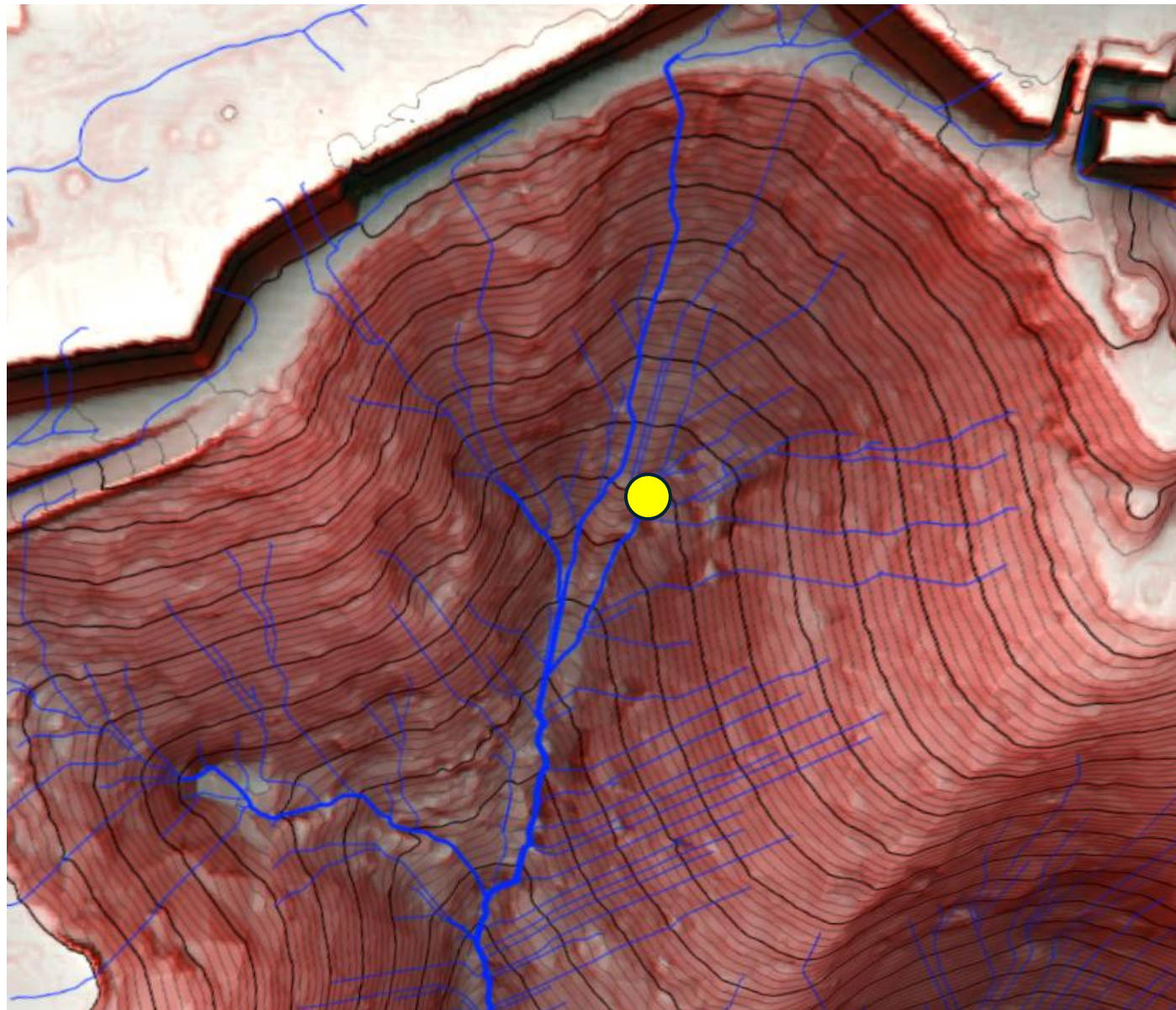
源頭部：上部 約40度

斜面中腹部：約20度

その間に滞留しやすい微地形がある。

崩壊斜面、右岸側東の2つの谷地形での集水は崩壊斜面からの水系トレースに集合して、緑町流出経路に合流する。

# 今次斜面崩壊の発生した斜面における地形と水系トレース



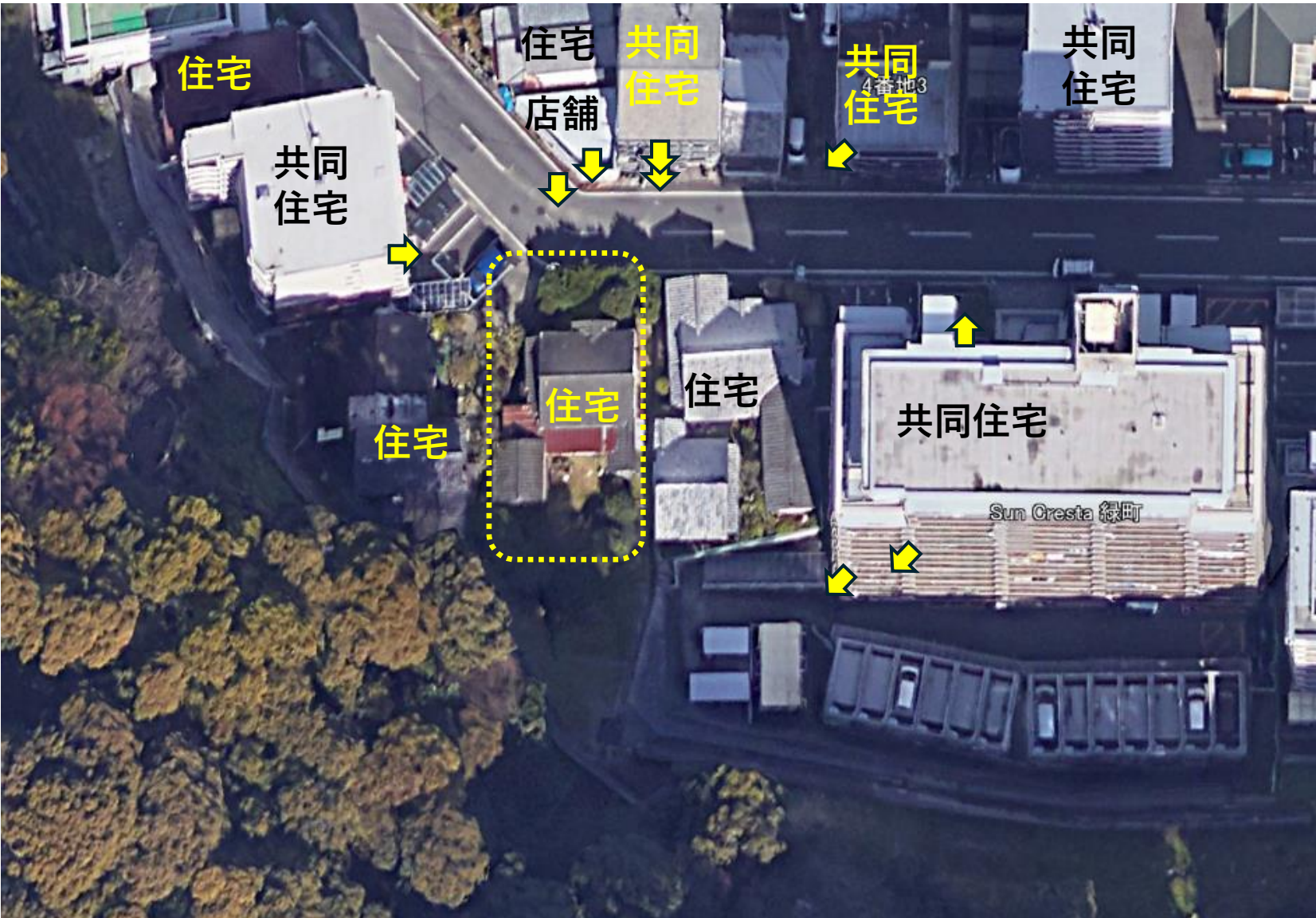
- ・ 集水地形である
- ・ 斜面小崩落跡が見られる
- ・ 崩壊斜面の源頭部には明瞭な水系トレースは描かれず、25m下あたりから集水が始まり、40m下あたりで崩壊斜面の水系トレースは集合する。50m下あたりでは右岸側とさらに隣のトレースが集合し、55m下では、上記の全ての水系が集合する。この辺りは、微地形からも堆積物も多いものと推察される。
- ・ 石積み構造物は、40m下の集合地点よりやや上方に位置する。

# 目撃談・体験談インタビューや撮影画像提供をしてくれた住民

犠牲になられた方々のお家から見て

北側店舗住宅	2名
東側共同住宅	2名
北側共同住宅	2名
北東共同住宅	2名
北西共同住宅	1名

にお話を聴きました。



# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴

## 竹田美千子さんの証言

2:00頃 2階で寝ていて、遠くでバサツバサツというそれまで聞いたことのない音がした。事件や事故を想定して、警察に証言できるように時計を見た。気になって、表（道路）に出て様子をうかがっていた。

（山の方、遠くからの異様な音。普段からたまに谷を響く音が聞こえる。）

3時すぎ 今度は、近くでバサツバサツという音がした。表に出てみたら前の家の生垣の木（ひば）が道路に倒れてこんでいた。そのときは真っ暗で気づかなかったが、道路で自転車に乗った女の人（新聞配達人）とガードマン風の男の人が家を指差しながら話していた。見ると家は傾いていた。このとき、斜め向かいの岡田さんのことを心配したが、明かりが付き表に出てきて安心した。しばらく話していた。



# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴

2:00頃 中腹域で斜面の一部崩壊開始（遠くで木の倒れる音）

3時過ぎ 急傾斜地対策の擁壁と防護ネットを倒して、土砂と流木が犠牲者宅を押しして傾けさせる。泥流は発生せず。

3:40頃 土砂と流木の流下はゆっくりと続き、犠牲者宅をさらに押しして倒す（証言）。3:57撮影写真で確認

3:57時点で犠牲者宅前の道路に泥は皆無だったが、北西共同住宅の北側の林家との隙間から大量の泥水（幅50cm×深さ20cm）が間断なく道路に流出していた。4:10時点で動画・静止画あり。

4:12 泥が犠牲者宅前の道路に泥水が認められる。

# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴



中野皓貴さん、久保洋人さんの証言  
と写真

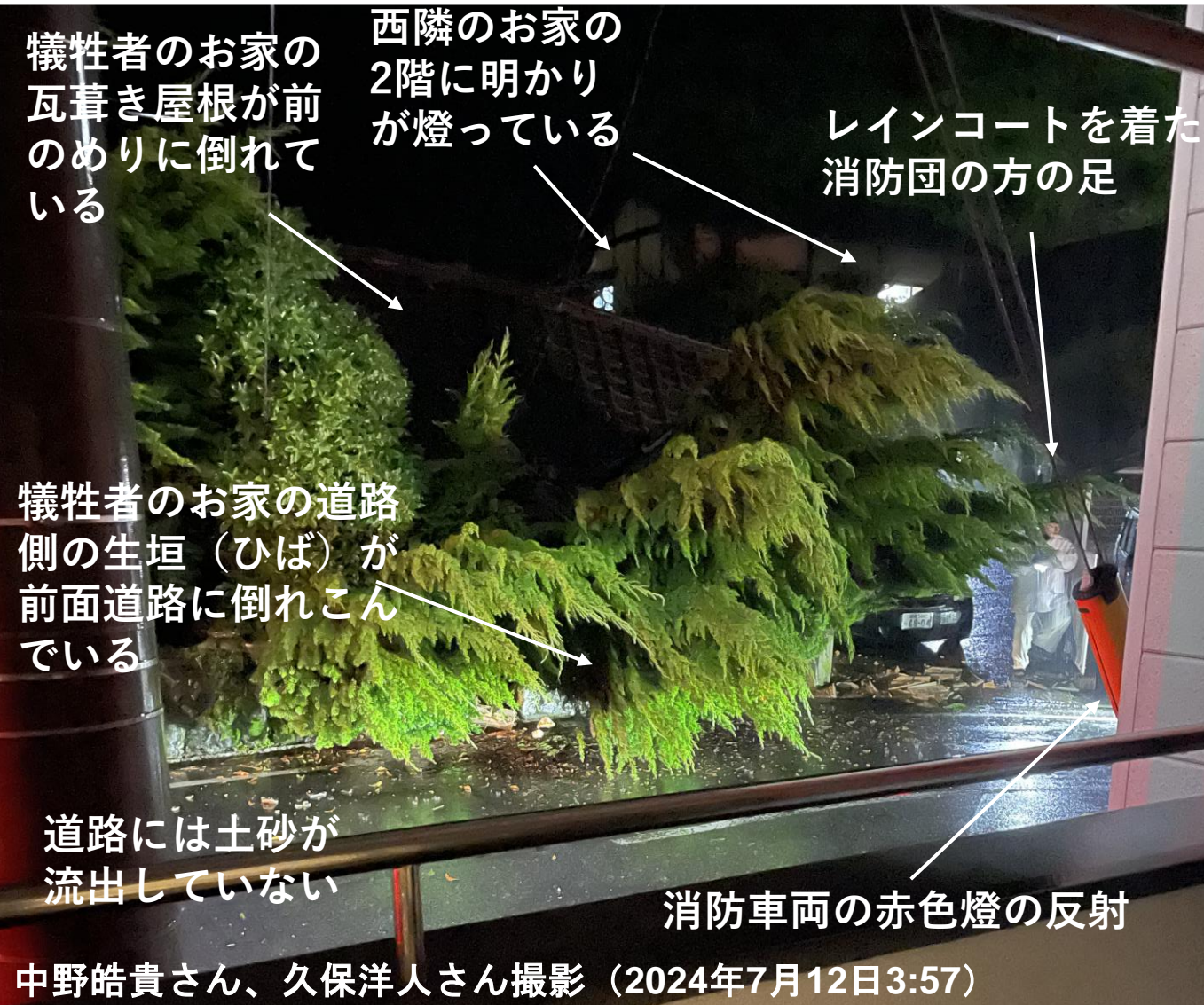
3:40 **大きな音**がして**建物が揺れた**。  
竜巻かと思った。（撮影なし）

3:57 **2回目の大きな音**がした。  
「また来た。やばいと」の声が外か  
ら聞こえた。窓を開けて写真を撮っ  
た。（左写真）

（森脇先生のインタビューによる）

中野皓貴さん、久保洋人さん撮影（2024年7月12日3:57）

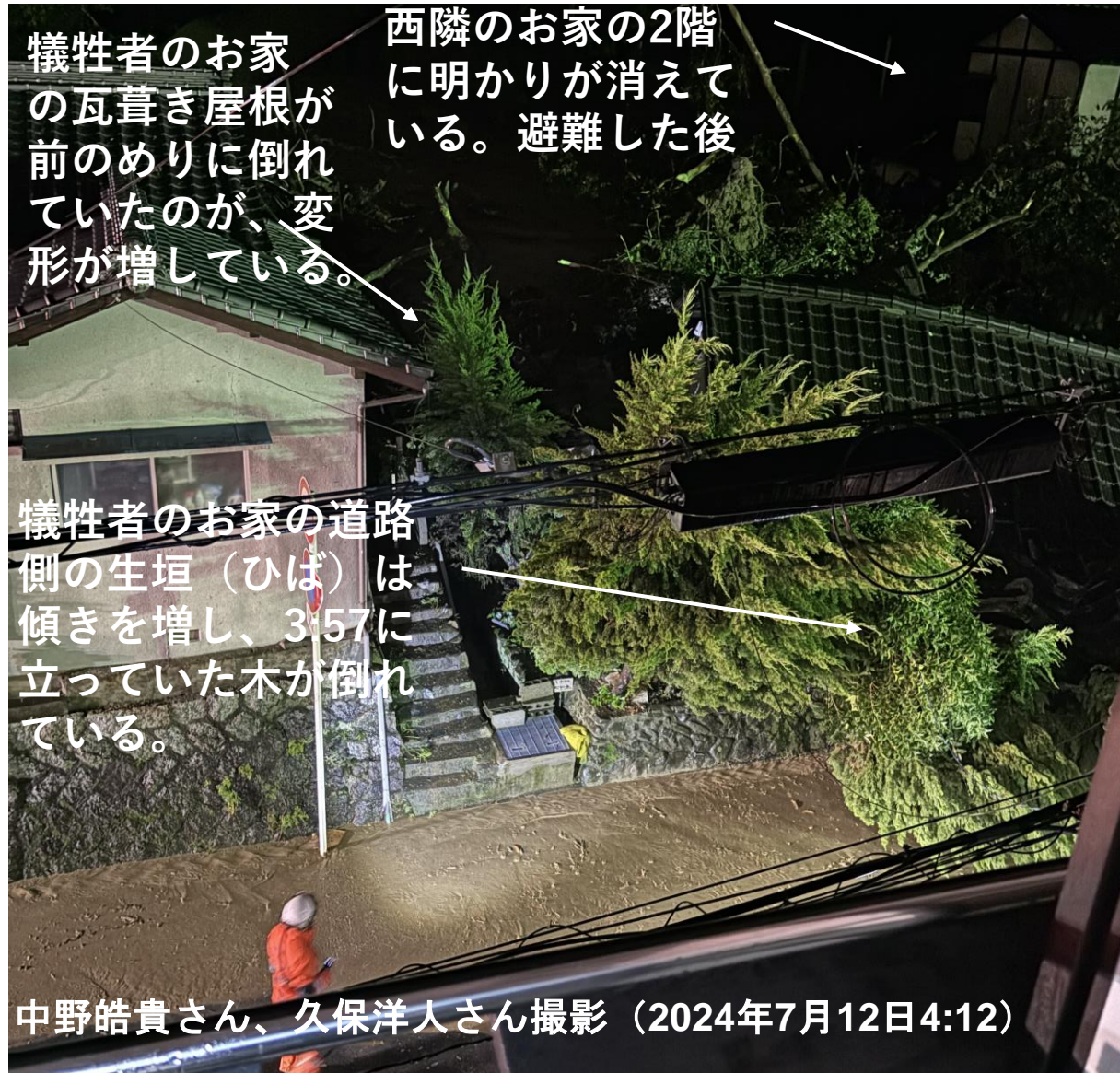
# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴



## 観察結果（3:57撮影写真）

- ・犠牲者のお家の瓦葺き屋根が前のめりに倒れているが、傾斜して瓦の落下は見られない。
  - ・犠牲者のお家の道路側の生垣（ひば）が前面道路に倒れこんでいる。屋根は駐車車両の上を覆うようにしているが、道路までは到達していない。
  - ・アスファルト道路には土砂が流出していない。
  - ・西隣お家2階に明かりが燈っている。
  - ・レインコートを着た消防団の方の足や消防車両の赤色燈の反射が確認できる。
- 以上の事実は、**竹田美千子さんの証言を裏付けている。**

# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴

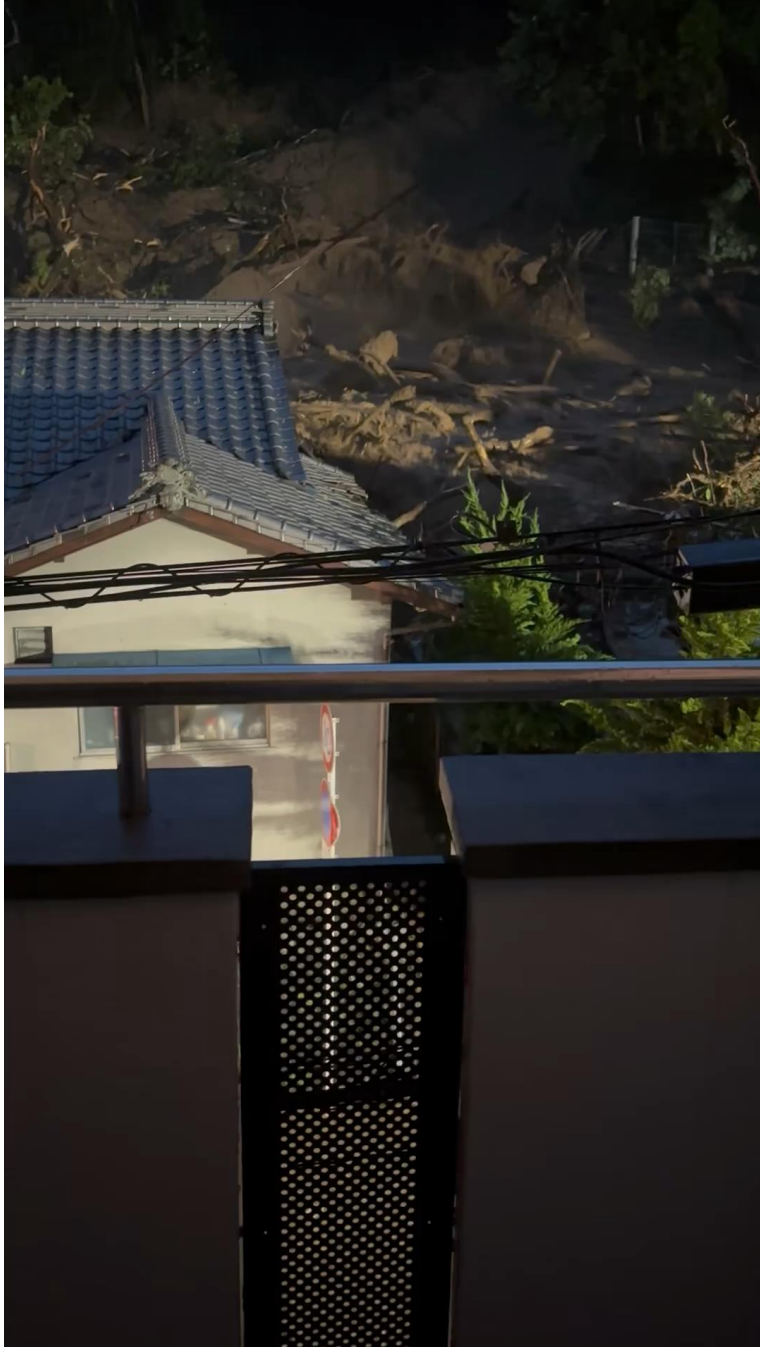


中野皓貴さん、久保洋人さんの証言と写真  
7/12 4:12 撮影の写真

1Fから3Fに避難（森脇先生のインタビューによる）

写真観察結果

- ・犠牲者のお家の瓦葺き屋根が北西方向に前のめりに倒れていたのが、変形が増している。
- ・犠牲者のお家の道路側の生垣（ひば）は傾きを増し、3:57に立っていた木が倒れている。
- ・泥水が道路にたまり西から東に流れているが、犠牲者宅からは泥水は確認されない。
- ・消防署の人が歩いている。



# 住民の体験談や撮影 画像による斜面崩 壊・土砂流の時刻歴 7月12日4:56の泥流

左：中野皓貴さん、久保洋  
人さん撮影動画

右：赤澤諒祐さん撮影動画

崩壊斜面の末端の左岸寄り  
の谷から崩壊擁壁部を通り  
流れ出ている。

擁壁上部の西向き流れも見  
える。

流木などから流速が読み取  
れる。（森脇・藤森チーム  
実施中）

音声なしでの再生許可あり。

# 住民の体験談や撮影画像による土砂流の時刻歴



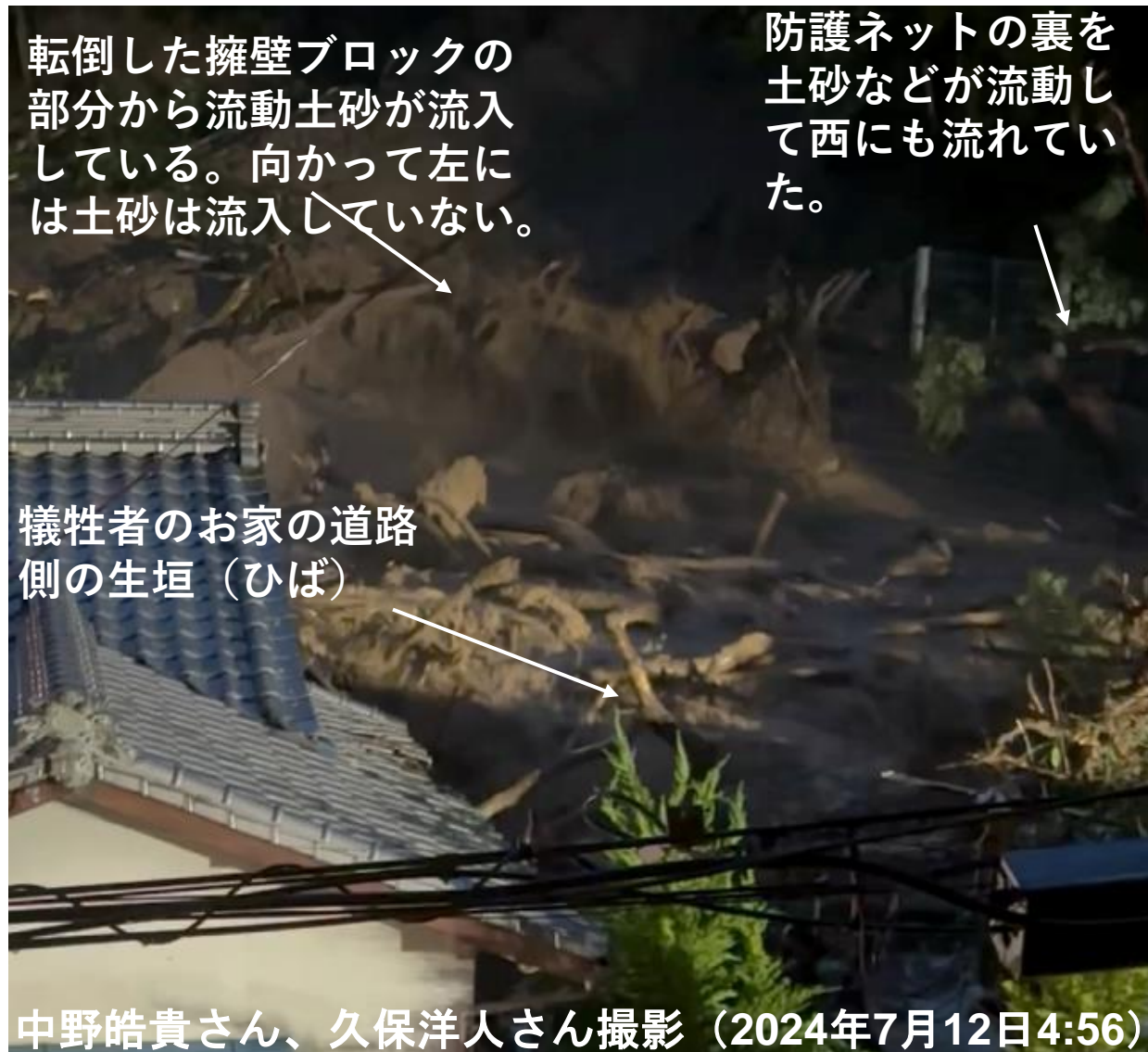
山内孝洋さん撮影動画

(あらかじめ報道などで利用されることを念頭に撮影したため本人の声は入らず、音を出しての再生の許可を得ている。)

土砂と流木が勢いよく流れ出し、画面左より右方向へ流れ、救急消防の退避行動の様子がわかる。

4:56 山内孝洋さん撮影

# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴



中野皓貴さん、久保洋人さんの証言と写真（動画スチル）

転倒した擁壁ブロックの部分から流動土砂が犠牲者のお家の裏に流入し、東側住宅との間の水路とその上の地盤を勢いよく土砂流が流木とともに流出する様子がわかる。

防護ネット付擁壁より上の地盤面では、向かって左には土砂は流入していない。

防護ネットの裏を土砂などが流動して西にも流れているのが確認できる。

# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴



竹田利宣さんの撮影動画・写真裏の斜面擁壁を越えて流下した泥水がマンションと隣家との間の隙間（約50cm目測）からずっと流出し続けていた。

犠牲者のお家周辺からは泥水が流れでていなかった。



# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴



## 後藤大輝さんの撮影動画

犠牲者のお家の道路側の屋根が破損し、瓦が落下しており、屋根の先端は、道路に2m程度、飛び出していた。

斜め向かい3階より見ていた白石さんの証言を裏付けている。

北西方向に転倒傾斜してから、犠牲者の家屋が約1-2m北側に移動していた。

→傾斜してからも、断続的に流動土砂で押され続けていたと推察される。犠牲者のお家が流動土砂と流木をせき止めていたと理解できる。

# 住民の体験談や撮影画像による斜面崩壊・土砂流の時刻歴



本田雅紀さん撮影写真・動画

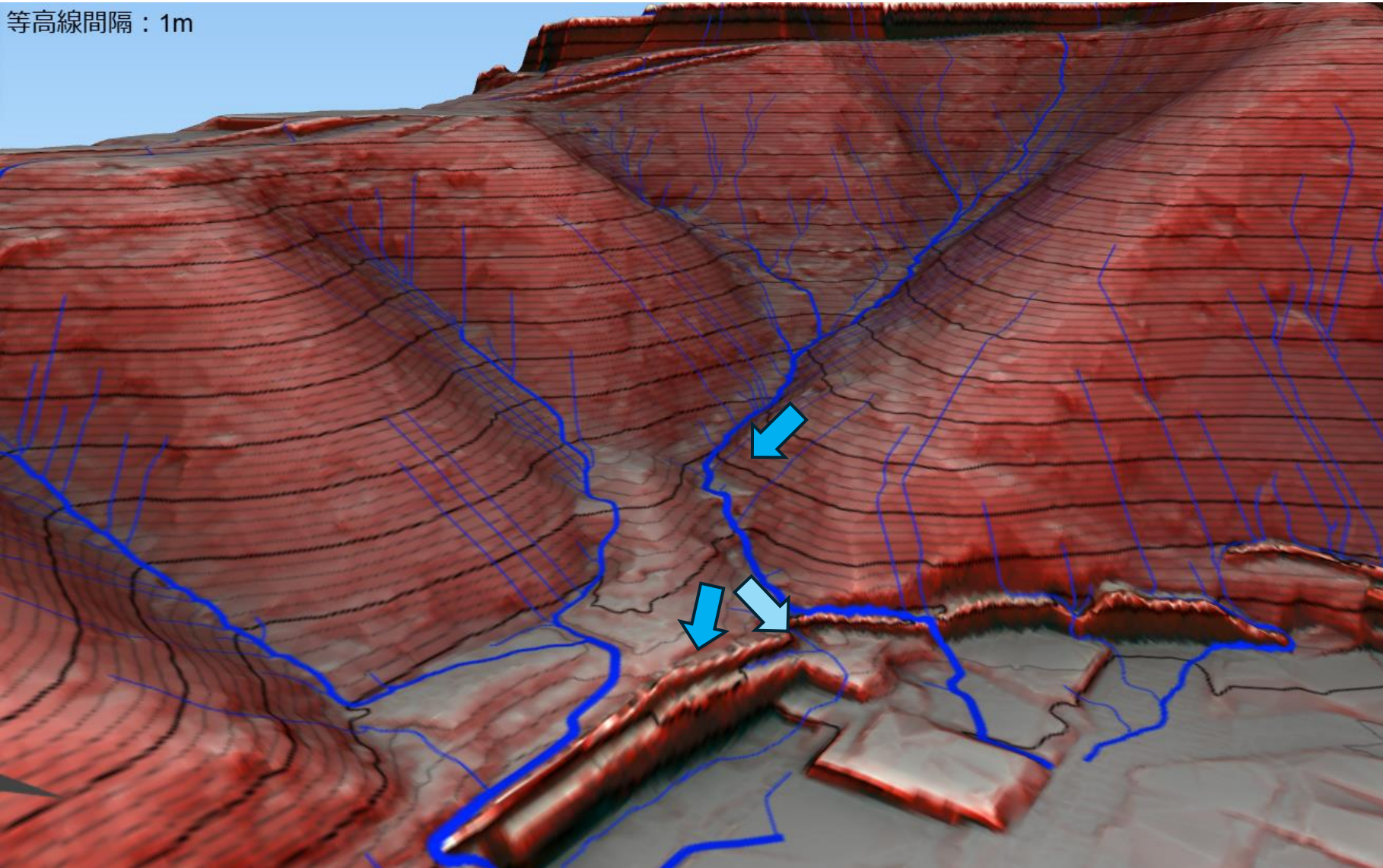
隣の共同住宅7階

3:50頃、起きていた。大きな音がした。

4:08 下を見たら立体駐車場がなくなっていた。暗くて確認できないので、1階駐車場（建物屋内）に確認に行くと、全面に土砂をかぶっていた。

# 0.5mDEMによる崩壊斜面3D表示 (東側共同住宅高層階からの眺望の視線)

等高線間隔：1m



本田雅紀さん撮影0712-10:56

# 追跡調査結果（活力度）による樹木位置図

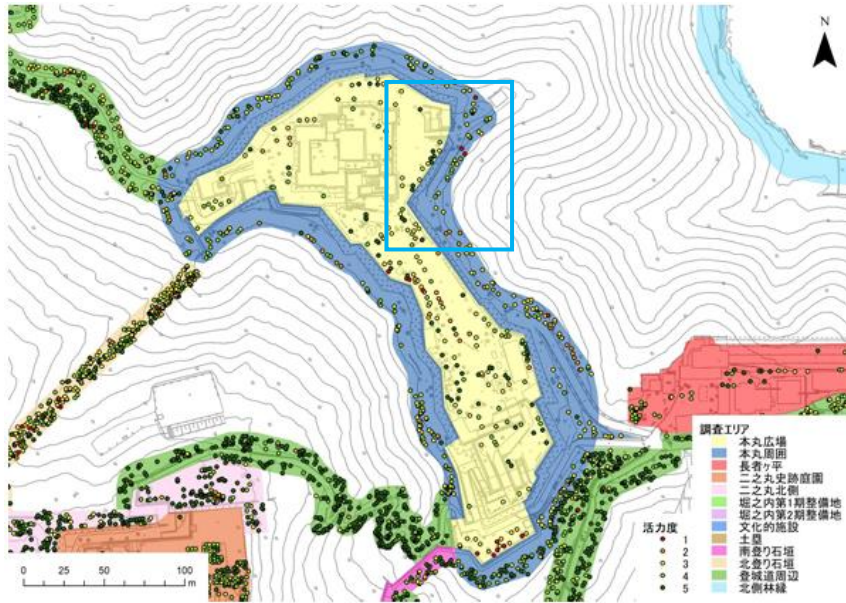
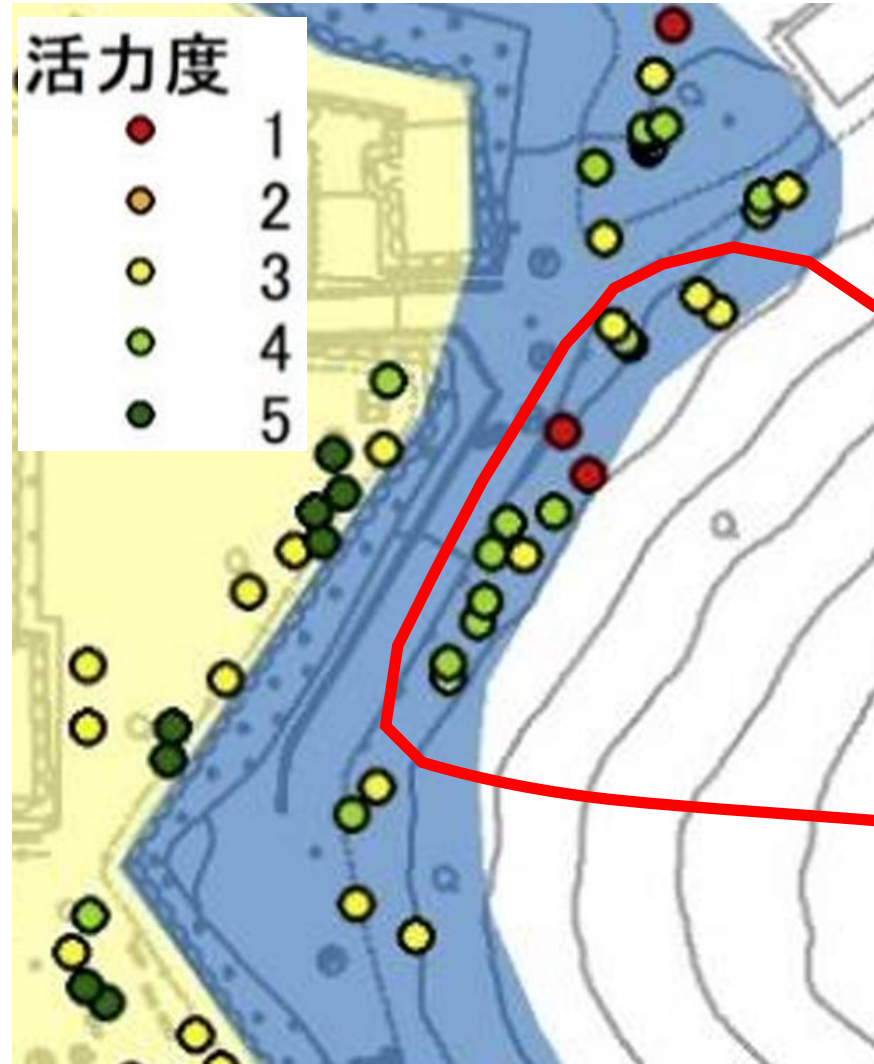


図 3-40 追跡調査結果（活力度）による樹木位置図（本丸広場及び本丸周辺）

表 3-11 活力度の評価基準

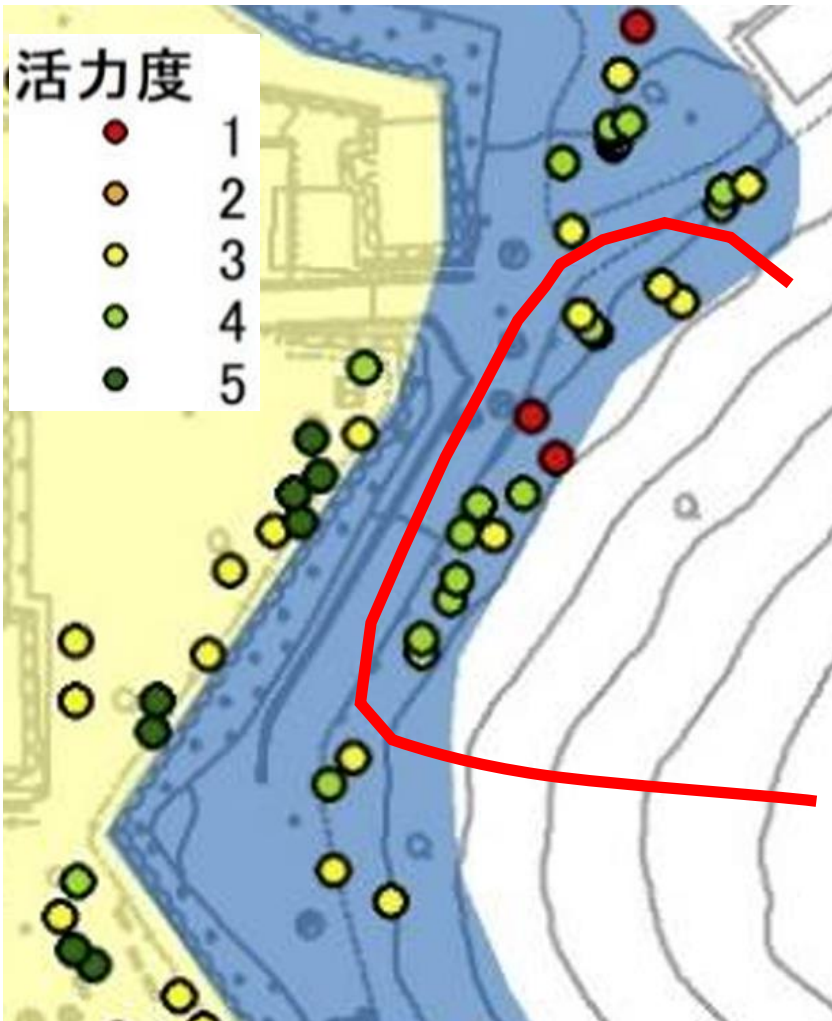
ランク	5	4	3	2	1
評価基準	旺盛な生育状況を示し、被害が全くみられない	いくぶん被害を受けているが、あまり目立たない	明らかに異常がみられる	生育状態が劣悪で回復の見込みが低い	ほぼ枯死



良門から出ると、そのまま真っすぐに斜面に下る道（斜路）があり、斜路正面の法肩付近に3本、やや下方に2本の個別調査対象の樹木がある。

また、斜路下の斜面南側に活力度1の木が2本ある。その南側の8

# 樹木位置図よりわかる崩落樹木と残存樹木



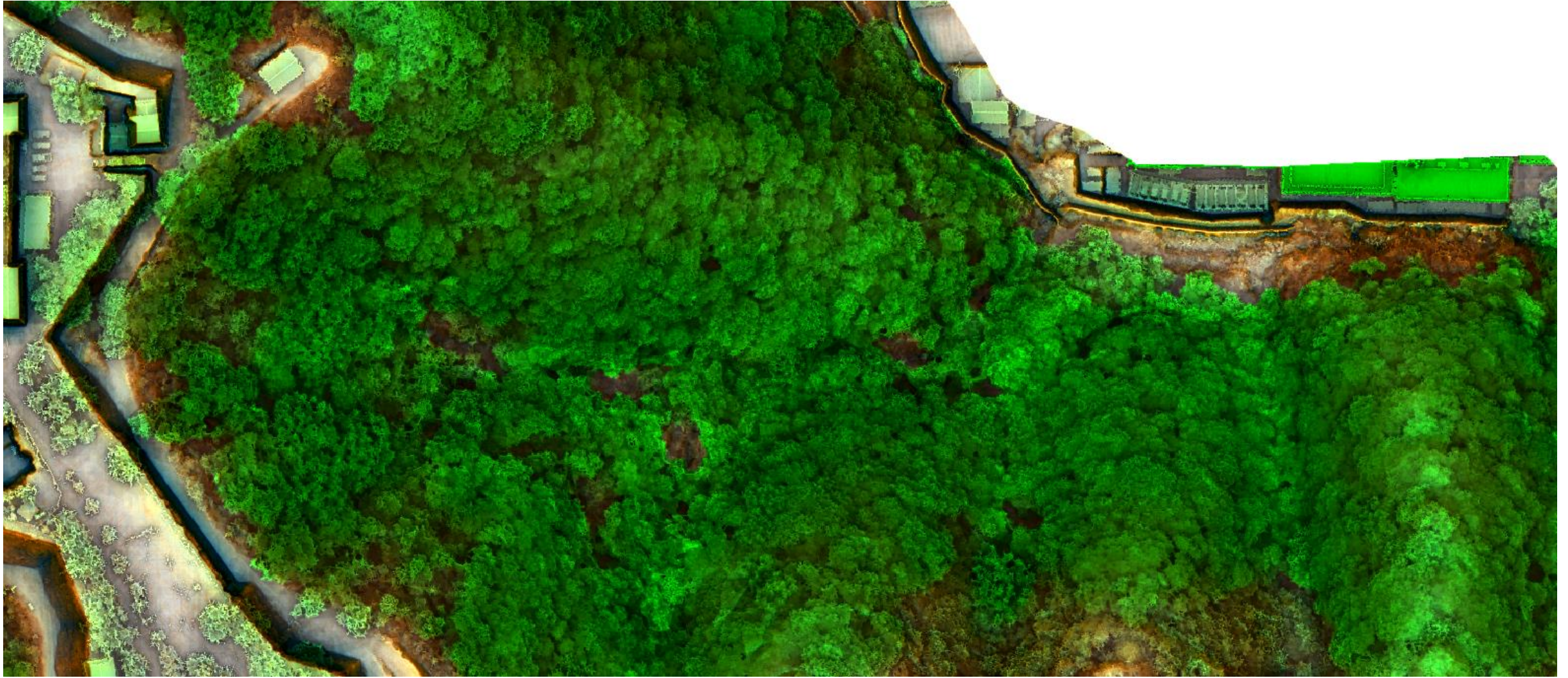
良門から出ると、そのまままっすぐに斜面に下る道（斜路）があり、斜路正面の法肩付近に3本、やや下方に2本の個別調査対象の樹木がある。その北側には、崩壊斜面の滑落崖上方の木がある（）

また、斜路下の斜面南側に活力度1の木が2本ある。その南側の8本の木と合わせて、個体登録票や伐採記録を確認する必要がある。

史跡松山城跡樹木管理計画、松山市 p.87 図3-40

<https://www.city.matsuyama.ehime.jp/shisetsu/koen/riyou-iji/matuyamazumokukanri.html>

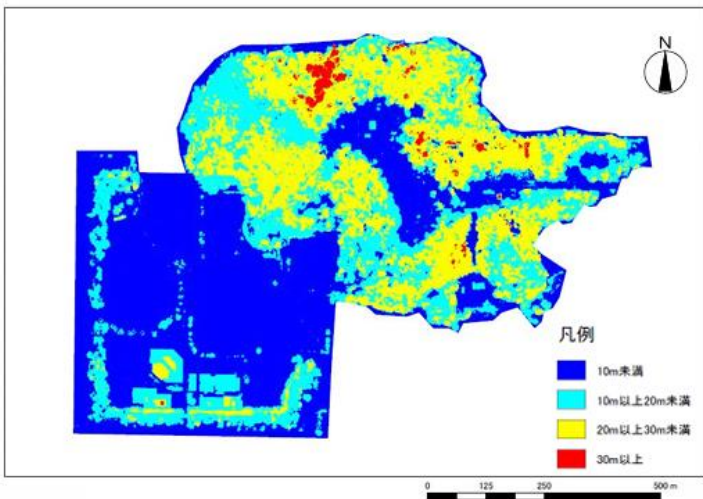
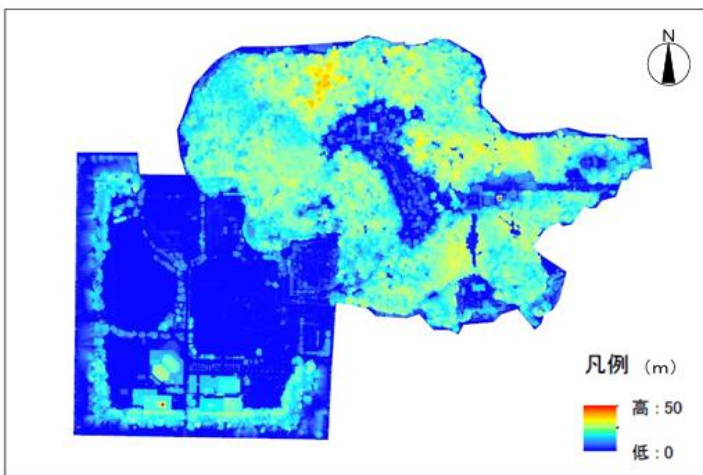
# 森林立体図



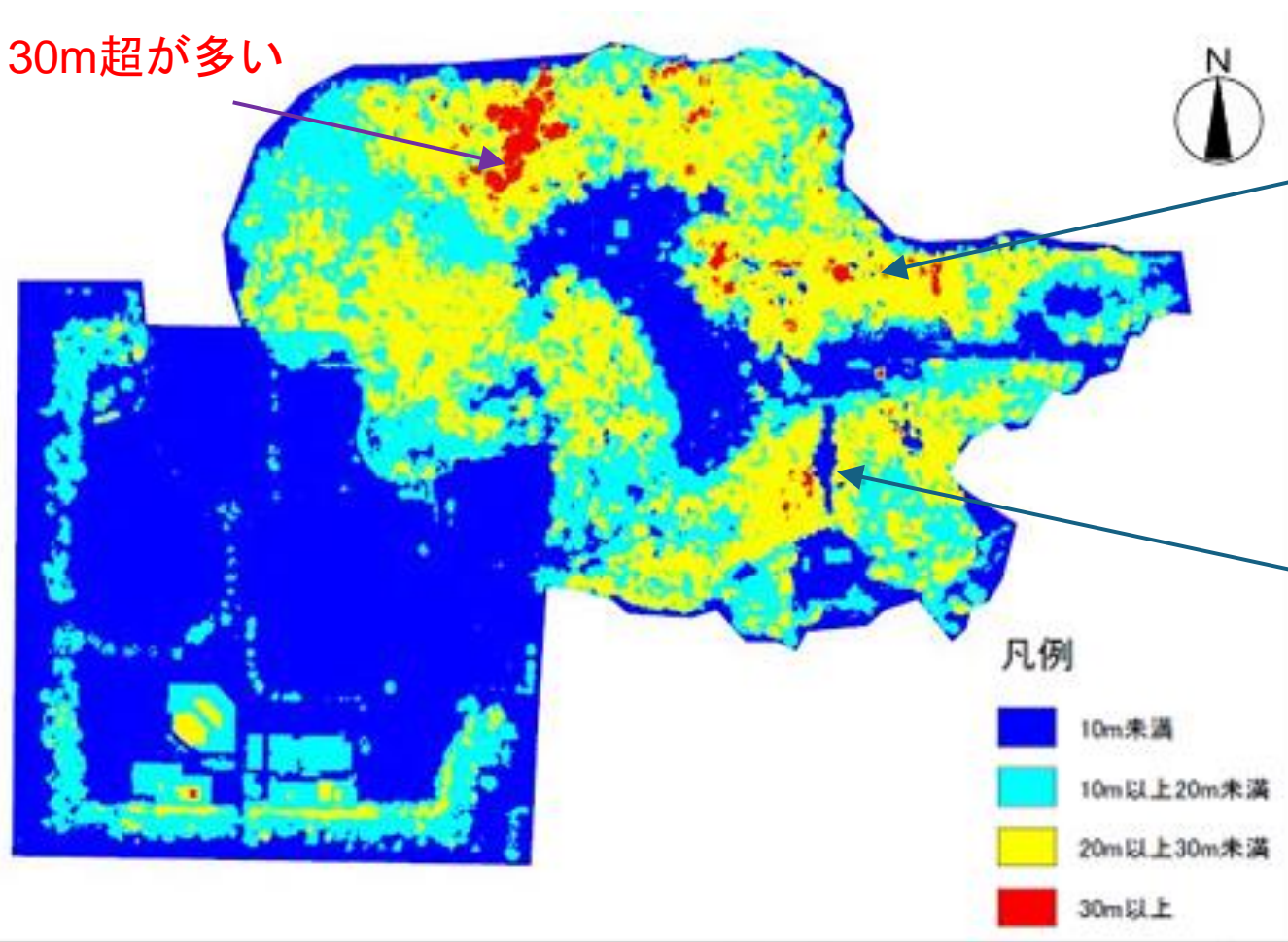
松山市市街地整備課提供、2016年度調査成果。東側共同住宅の背後20m程度は伐採されている。崩壊した谷には樹冠が欠けているところがある。

2024年7月12日松山市城山斜面崩壊・緑町土砂災害 第3回速報会(8月10日) 愛媛大学専門教員合同調査G 森 伸一郎

# 樹高分布図（上図）及び樹高区分図（下図）



30m超が多い



2024年崩壊地  
30m超が多い

2010年崩壊地  
調査時点では  
崩壊後のため  
10m未満  
2010年当時は  
高木が多かっ  
た。

図 3-35 樹高分布図（上図）及び樹高区分図（下図）

「樹高が30mを超える部分が危険」（計画書）

史跡松山城跡樹木管理計画、松山市 p.82 図 3-35

<https://www.city.matsuyama.ehime.jp/shisetsu/koen/riyou-iji/matuyamazyumokukanri.html>

2010年崩壊地、2024年崩壊地が相当

# 松山市文京町（愛媛大学）での揺れ（約600m）



法文学部 胡光先生

研究室（5階）で仕事をしていて、4時前にゆらゆらという揺れを1分間くらい感じた。パソコンデスクが動いていた。そこそこ大きかったのでネットで地震情報を調べたが地震はなかった。

建物5階で震度2程度の揺れ。地上だと震度1程度か。





# 松山市緑町での揺れ（約200m）

中野皓貴氏、久保洋人氏  
3:40頃、大きな音がして、建物が揺れた。竜巻かと思った。

（撮影なし）

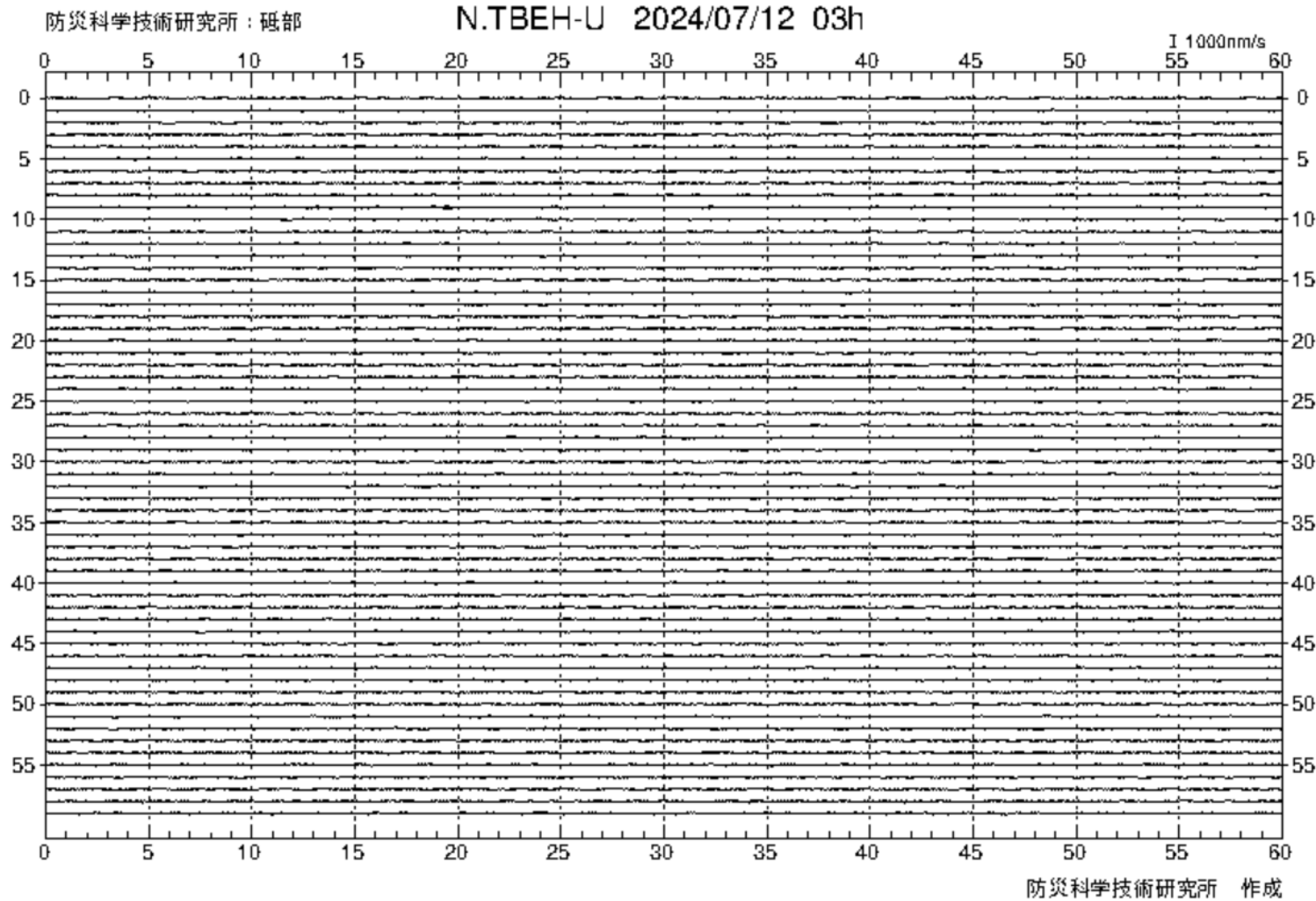
路上で立って見ていた竹田さんは感じていない。震度3には満たない。

震度2程度の揺れと推察される。





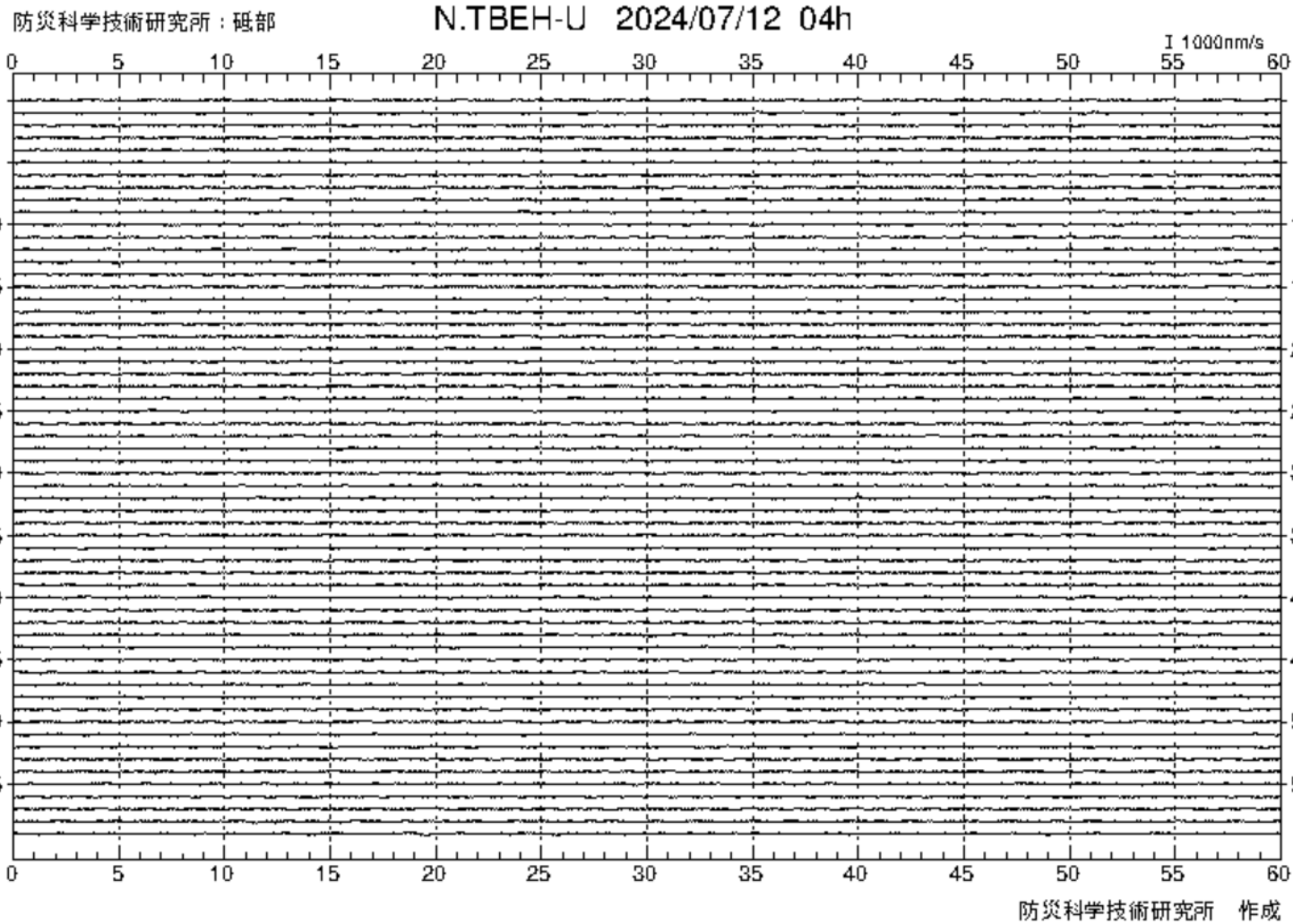
# 高感度地震計 Hi-Net (砥部) 2024年7月12日3時



特に変化は見られない。

<https://www.hinet.bosai.go.jp/strace/view.php?orgid=01&netid=01&stcd=N.TBEH&tm=2024071203&comp=&pv=1H&LANG=ja>

# 高感度地震計 Hi-Net (砥部) 2024年7月12日4時



特に変化は見られない。

<https://www.hinet.bosai.go.jp/strace/view.php?orgid=01&netid=01&stcd=N.TBEH&tm=2024071203&comp=&pv=1H&LANG=ja>

# 緊急車両用道路の近傍の状態

右は擁壁ブロック、左は土砂ネットが落下部分に引っ張られたためにブロックから離れた様子。

2024/07/24 11:36

# 緊急車両用道路の崩落部分の滑落崖の様子



旧擁壁の切断ブロックは除去されており、滑落崖の法肩は水のついた痕跡は全くない。最上部は直立。

# 現時点での個人的な見解

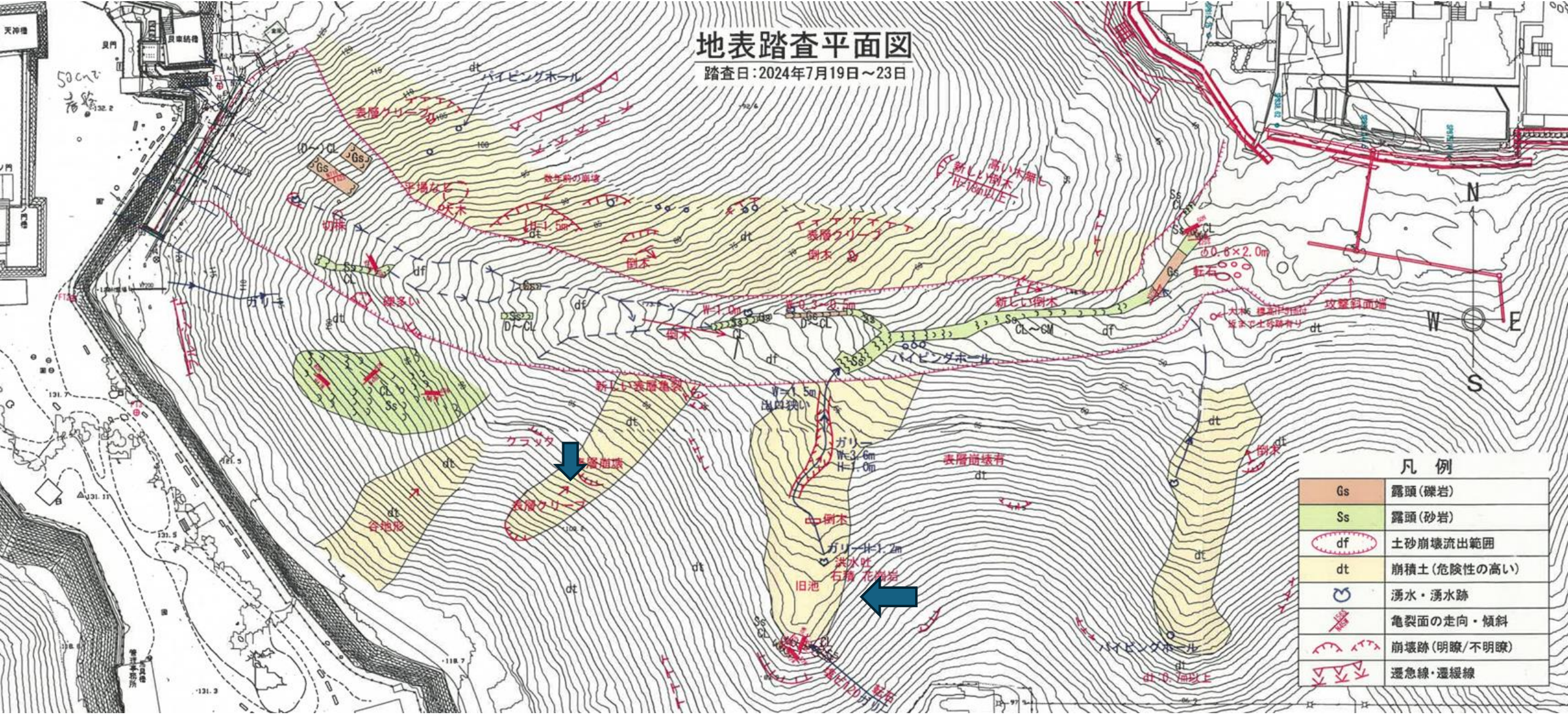
- ・ **2:00頃**に斜面中腹部で崩壊（推測）、**3時頃**に木が倒れる音がして、**犠牲者宅は傾斜、犠牲者の西隣家屋を土砂・流木が押し寄せ**（出入り可能）、3:40頃まで建物傾斜が進行した。この時点までは、斜面出口を左回りに曲がるような土砂と流木流動が主であったと推察される。**3:40～3:50**に音がして、600m以内の2名が建物の揺れを生じさせるような振動を発生させる大規模な土砂移動が生じ、高木が共同住宅に衝突した。斜面出口を西に曲がることなく直線的に北東方向に高速移動した。4:56土砂流は目撃者多数。
- ・ 工事中の緊急車両用の道路部分の崩落崖は、乾いており、水が流れた形跡はなかった。
- ・ 源頭部の斜め距離40m区間は、表層部分が崩落しているが、南側ガリーを除いて表層土・崩落土が多く残っている。また、伐採後の根系も斜面上に残っており、したがって、崩落時に飽和するような状態ではないと推察される。

# 現時点での個人的な見解

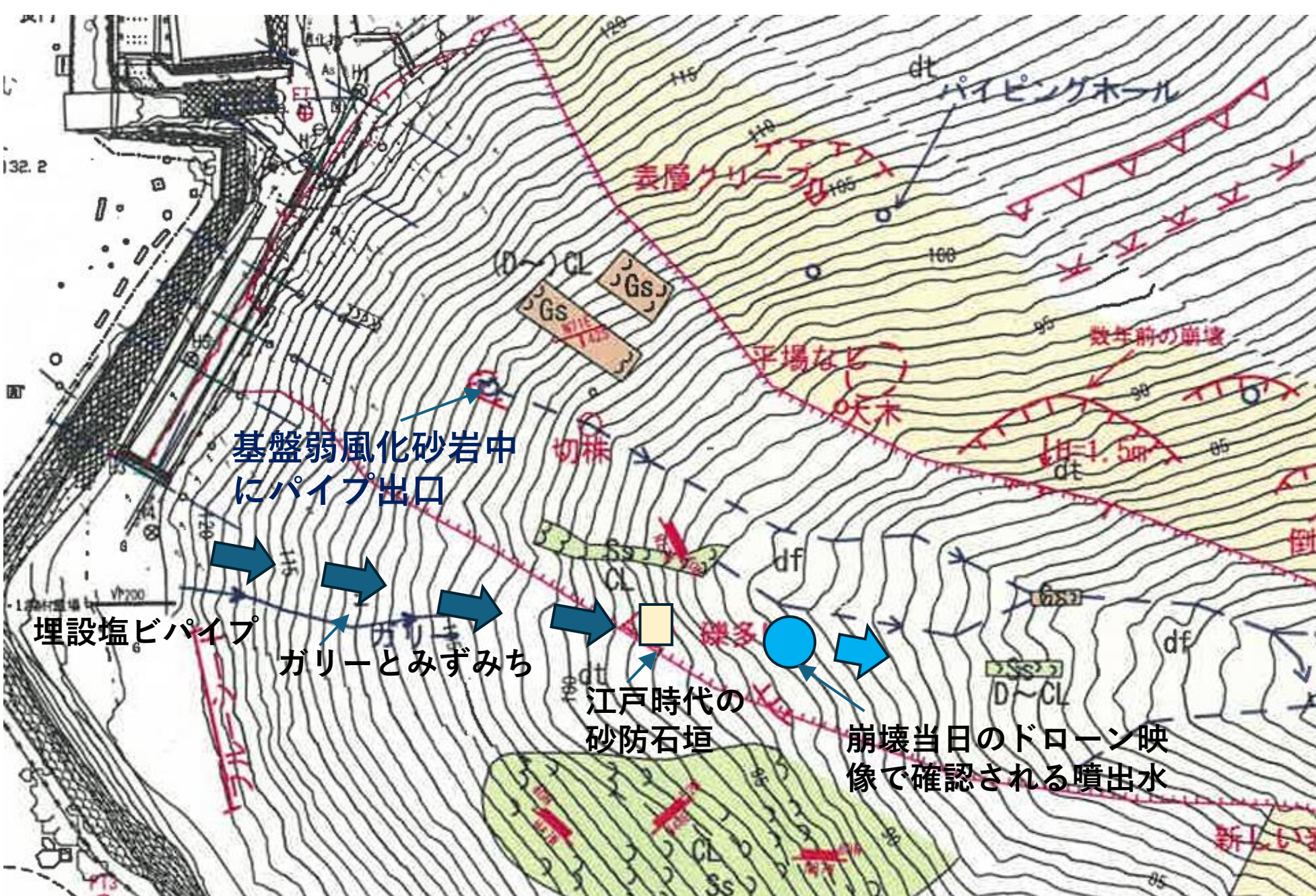
- ・ 源頭部の斜め距離40m区間は、40～35度と急こう配であるが、遷緩点を経て25度程度の傾斜を経て下方では20度程度になる。
- ・ この40m区間では表層部分が崩落しているが、南側ガリーを除いて表層が多く残っている。源頭部で幅約50m程度であるが、また、伐採後の根系も斜面上に残っておりしたがって、崩落時に飽和するような状態ではないと推察される。
- ・ 7/20現地調査の際に、40m地点で、右岸側（東側）には、人工物である石積み構造物と思われるものがあった。歴史学・考古学的な専門家による調査が必要。7/24大学専門家4名+市文化財課1名と現地調査をして、それを確認した。水系トレースに直交する方向に面を持つ砂防のための構造物の可能性があるとの見解を得た。
- ・ 石積み構造物の上方に、落ち葉と表土が流された跡（と石段状のものも）が連続してあり、水みちと推察される。



# 地表踏査平面図（愛媛県技術検討委員会第1回資料）を借用



# 崩壊斜面の特徴点



「礫多い」  
→江戸時代に作られた砂防石垣  
構造物  
その上方にはガ  
リーとみずみち。  
砂防堰堤の下方  
から、当日のド  
ローン映像に水  
噴出

図：愛媛県：技術検討  
委員会第1回資料より