

3.湧水点把握のための熱映像観測

観測目的と観測方針

観測目的

崩壊地内に生じる湧水の分布を明らかにし、盛土の崩壊メカニズムに資する。

崩壊地内には降雨や湧水による多数の雨裂が生じており、現地での目視だけでは、湧水によるものか、降雨のみによるものか判断が難しい。

そこで、晴天時・降雨後にドローンに搭載した熱画像カメラで崩壊地内を観測し、湧水・流水の分布を把握することとした。

観測方針

熱画像を用いて流水や湧水を把握するには、乾燥した地盤との温度差があることが望ましい。崩壊地内の水温や降雨への応答は不明であるため、観測条件を変えて複数回の観測を行った。

当初計画では、晴天時・降雨後に、(1)日照の影響の少ない早朝、(2)日照により地盤が温まった日中、の計4回の観測を予定したが、日中撮影では日光の当たる場所とそうでない場所の温度差が大きくなりすぎ、水部の判読が困難であった。そのため、日中観測は1回のみとし、先行降雨条件を変えた早朝観測を3回の計4回の観測を実施した。

観測機材



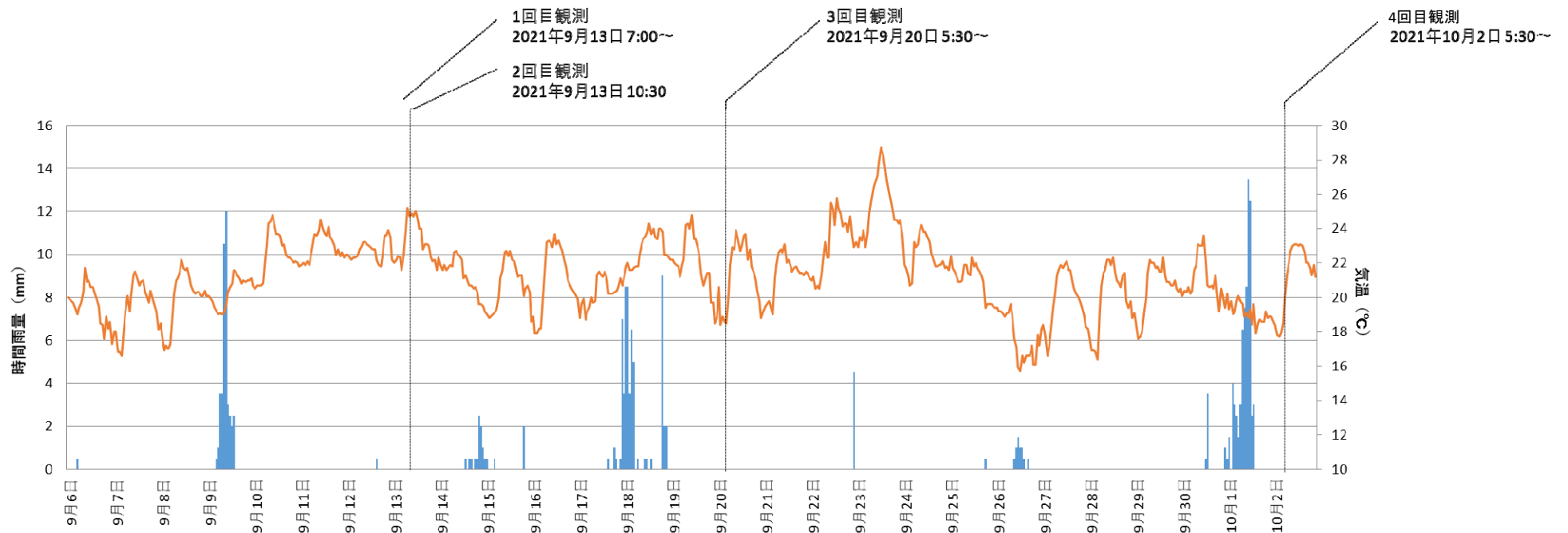
DJI社 Zenmuse H20T

解像度：650×512ピクセル
対角視野：40.6°
スペクトル幅：8～14μm(遠赤外)
温度分解能：0.05°C
可視光写真も同時に取得

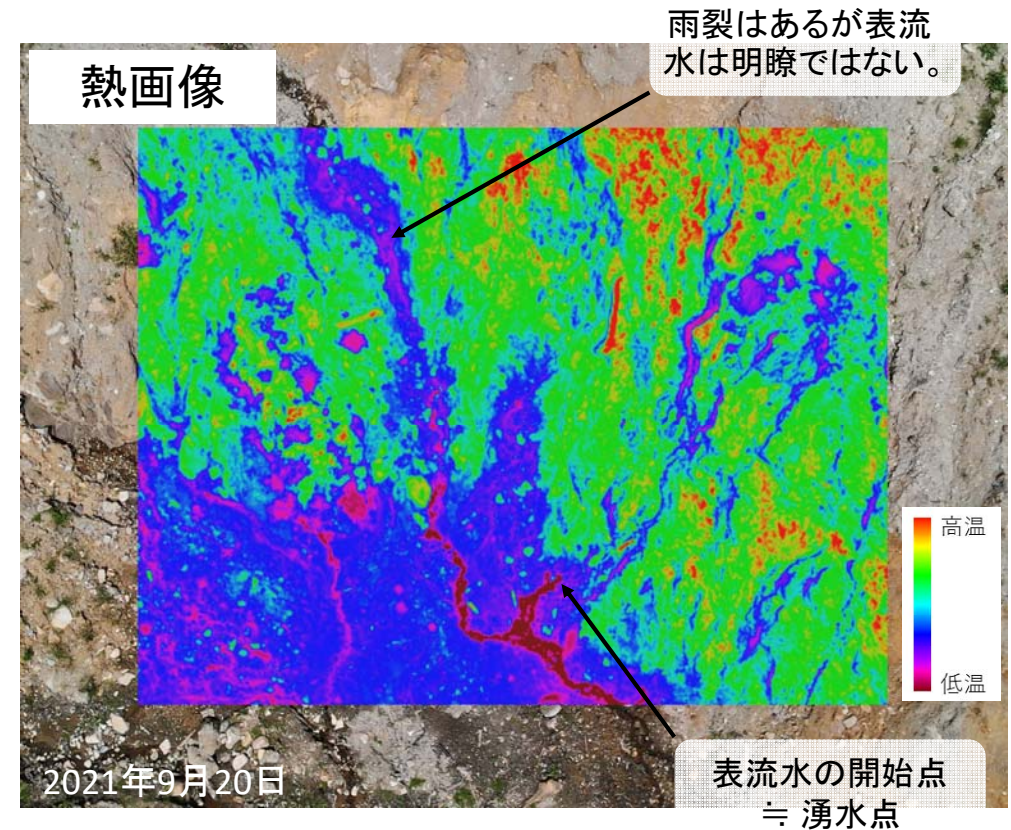
観測実績

	観測日	撮影時刻	条件	気温	先行降雨	熱画像撮影	オルソ画像作成
1回目	9月13日	早朝(7:00~)	晴天時	21°C	4日前に累積41mm 1日前に累積0.5mm	○	○
2回目		日中(10:30~)		24°C		○	×
3回目	9月20日	早朝(5:30~)	降雨後	18.5°C	1日前に累積60mm(台風14号)	○	○
4回目	10月2日	早朝(5:30~)	降雨後	17.7°C	1日前に累積75mm(台風16号)	○	○

※9月13日の日中観測では、砂防堰堤の除石に伴うヘリコプターが運行されていたため、低高度での観測のみ行った。



熱画像の例

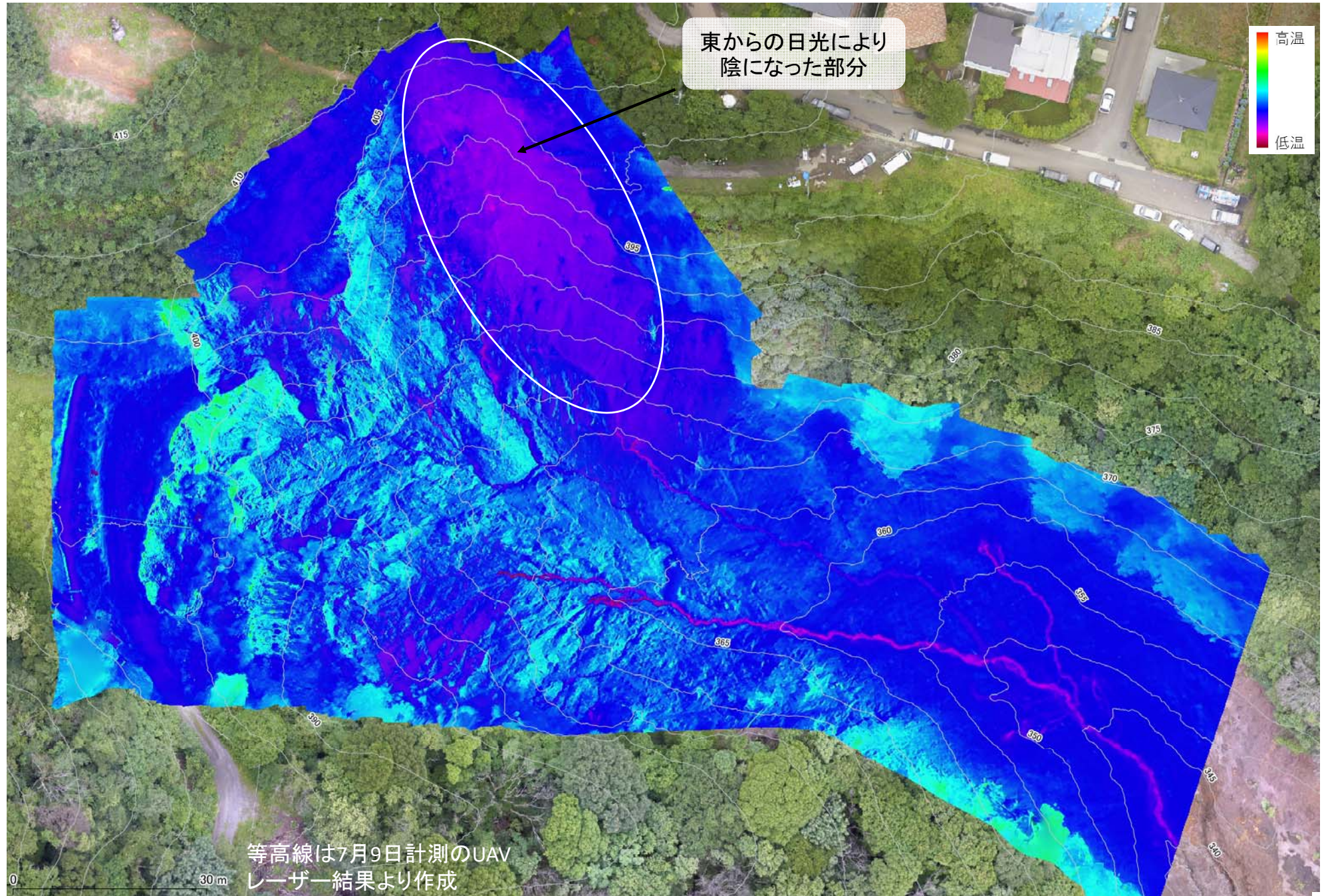


可視画像とあわせて観察することで雨裂内の水の有無を判別することができる。また、面的な湿潤部も可視化することができた。

観測時に湧水や地表面温度の実測は行っていないため、絶対温度ではなく相対的な温度差で表現した(熱画像内の最低温度～最高温度をカラーパレットに割り当て)。そのため、地表面と水部の温度差が大きいほど判読しやすくなる。

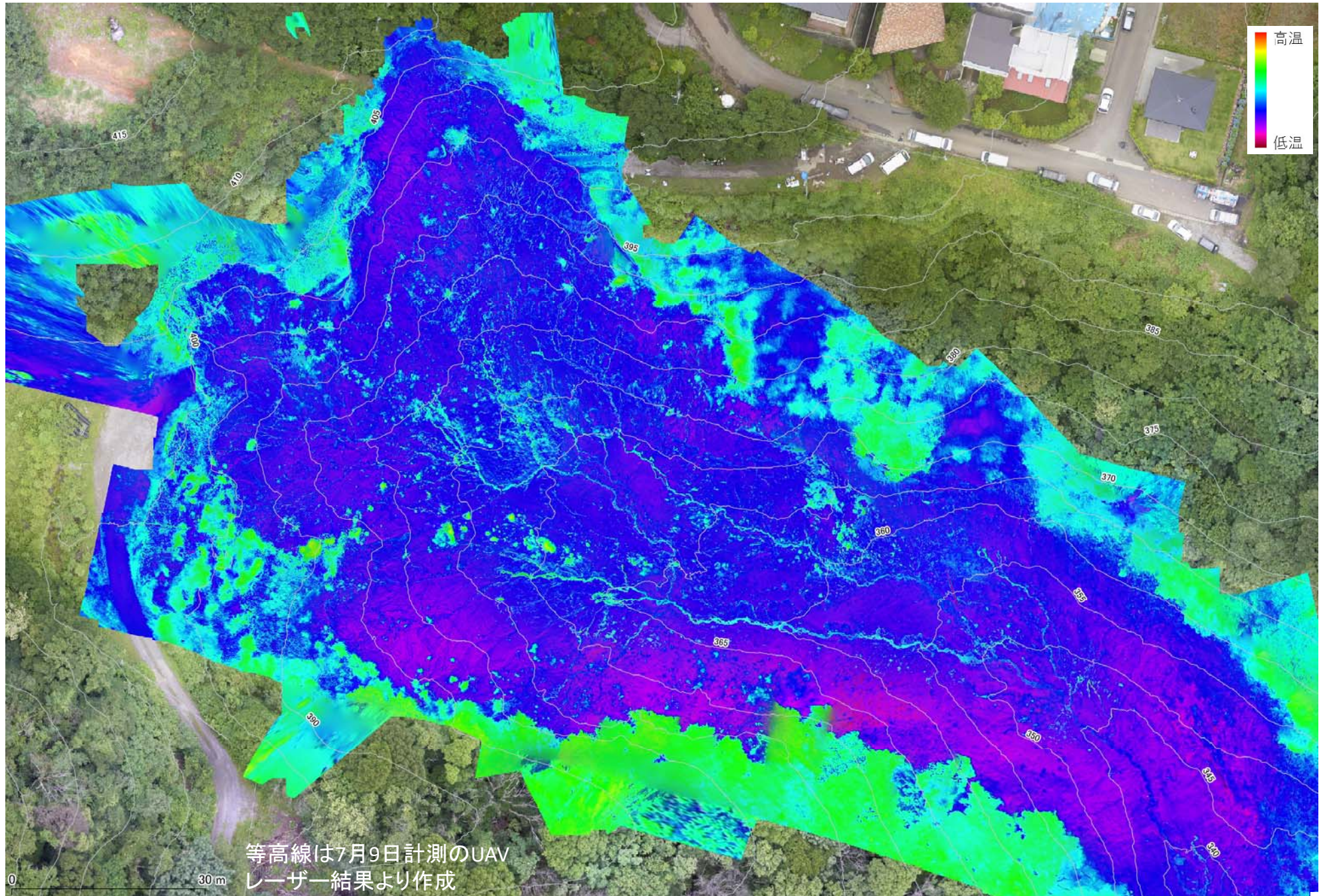
崩壊地内で流水が始まる地点が湧水点と考えられる。

2021年9月13日(早朝)



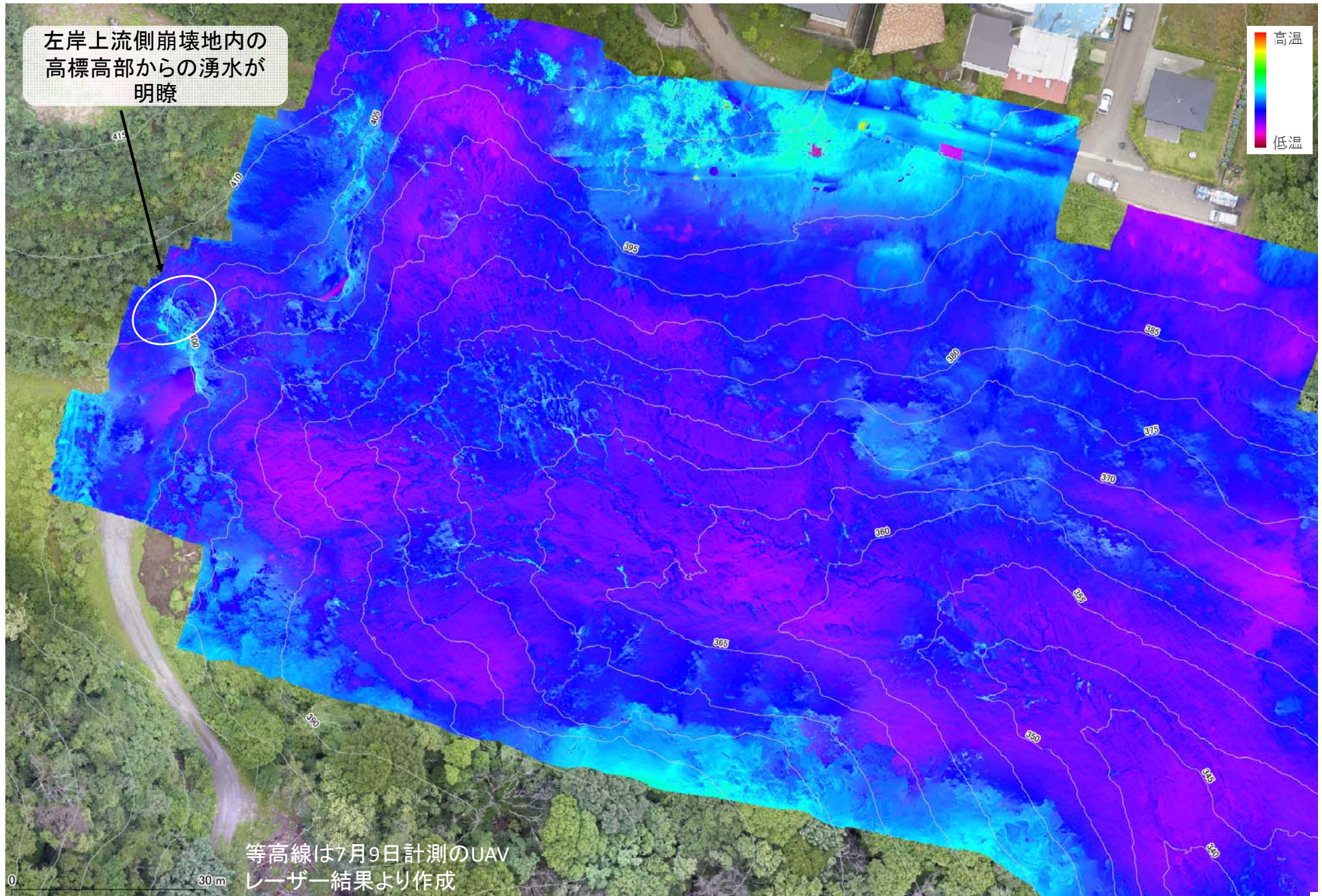
晴天後の観測で、もっとも水部が少ない。7時頃の観測で日照の影響を受けている。

2021年9月20日(早朝)



降雨(60mm)から1.5日後であり流水が多い。土壌と水部のコントラストが最も強く判読に適している。

2021年10月2日(早朝)

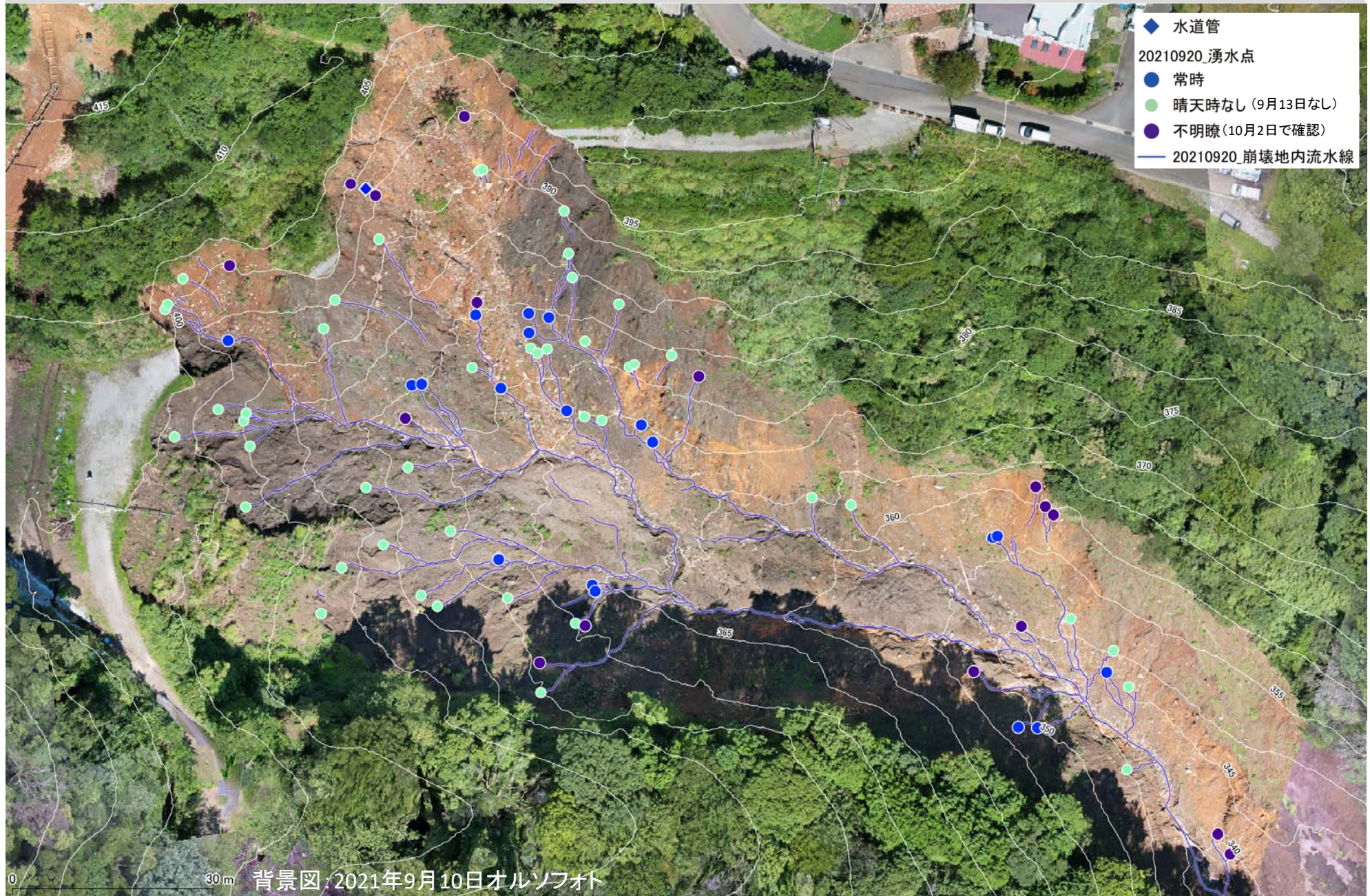


降雨(75mm)から1日後で全体的に湿潤。この日にしか見られない湧水点も認められる。

参考:オルソフォト(7月9日)

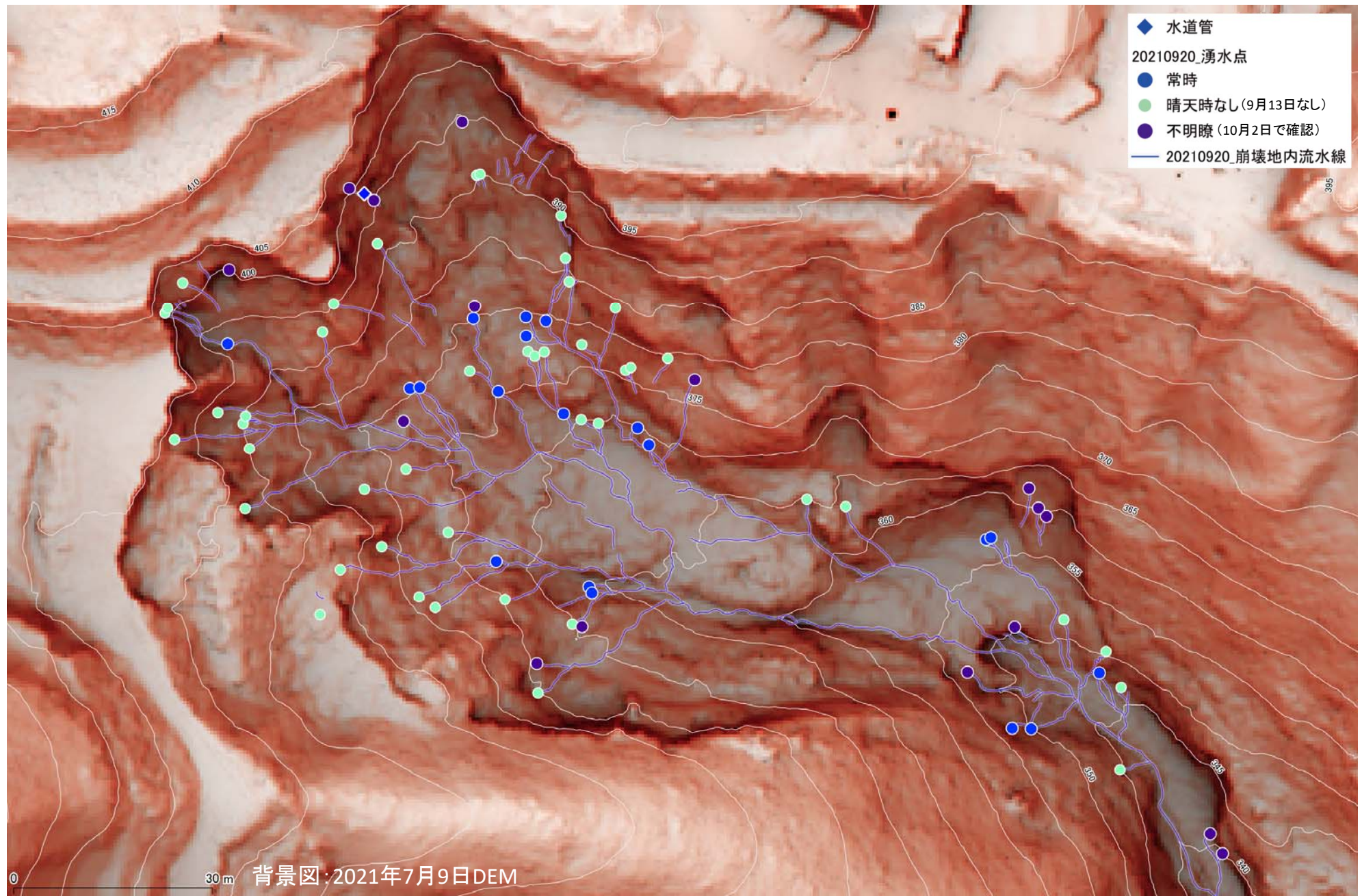


湧水地点分布図



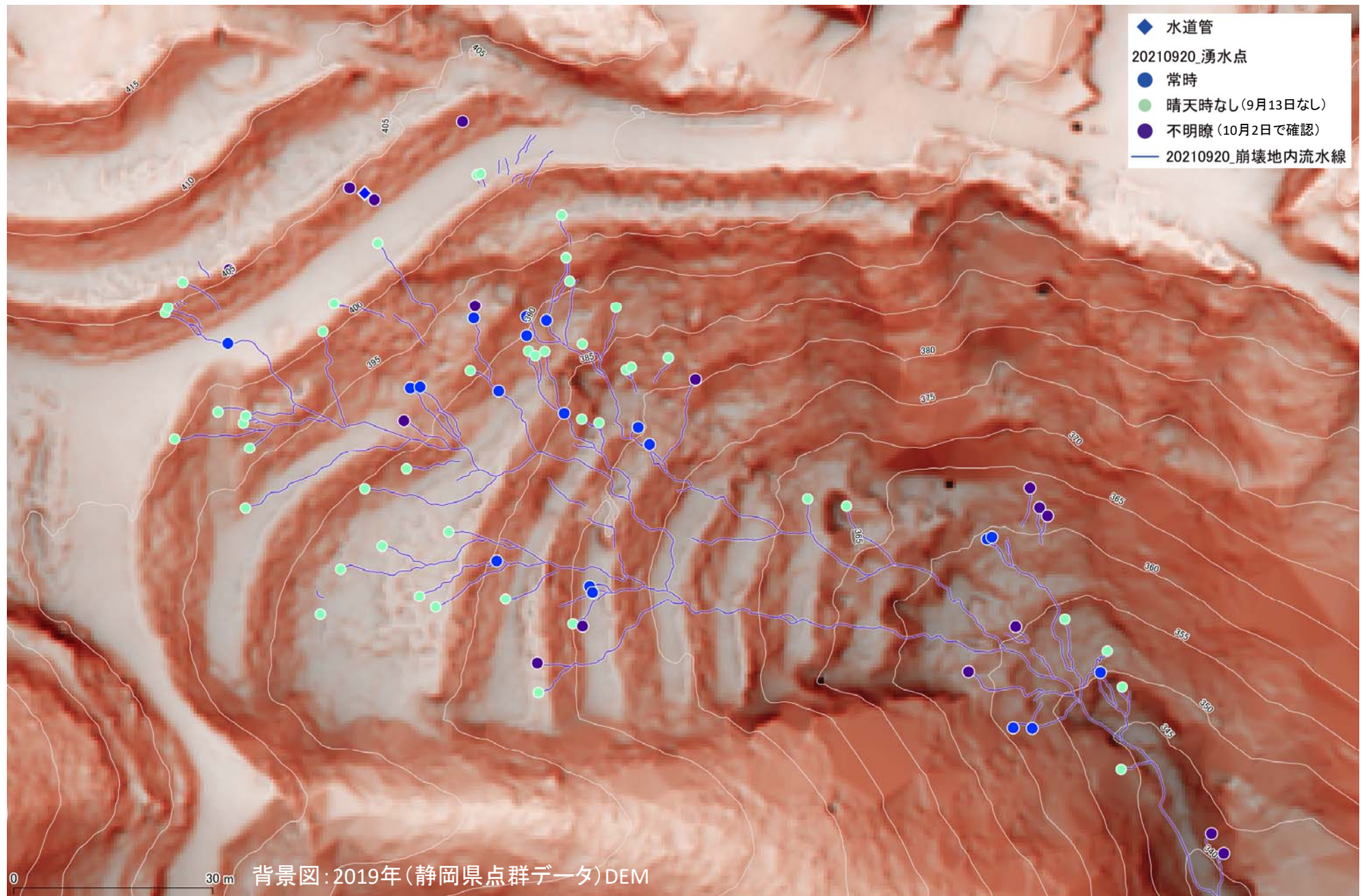
9月20日の熱画像の判読により流水線を作成。流水線の始まる地点や、熱画像において水流が増加する地点を湧水点(流水開始点)とした。晴天時の観測である9月13日に認められない湧水点は「晴天時なし」とした。9月20日では不明瞭だが10月2日に確認できたものは「不明瞭」とした。

崩壊後湧水地点分布図(崩壊後地形)

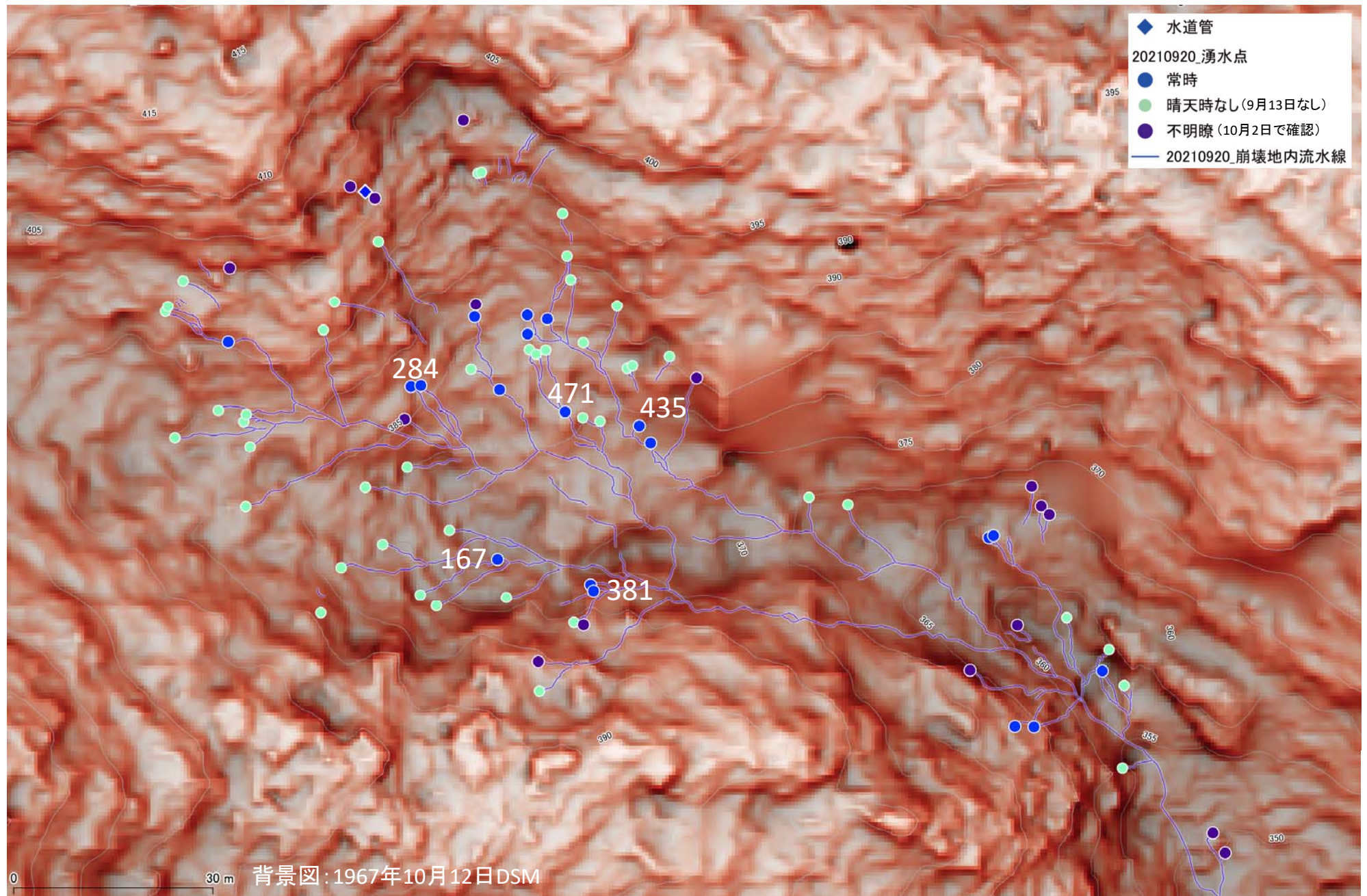


湧水地点は崩壊地中央～左岸側に多く見られ、右岸側には少ない。

崩壊後湧水地点分布図(崩壊前地形)



崩壊後湧水地点分布図(1967年地形との重ね合わせ)



地図中の数値はEC(電気伝導度)を記載している。