

3.3. 航空レーザデータによる地形解析

3.3.1. 既存資料に基づく解析

土砂流出発生要因の検討に使用するデータの収集を目的として、「山地災害危険地区調査要領（平成28年7月）林野庁」の「山腹崩壊危険地区調査実施要領」（以下、要領）を参考に、土砂流出の発生しやすさに関係していると考えられる項目について解析を実施した。各項目の解析に使用したデータおよび解析方法の概要については以下の表 10 に示す。

表 10 調査項目および使用したデータ

調査項目	使用したデータ	解析の概要
地質区分	20 万分の 1 日本シームレス地質図（GSJ, AIST, 20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2）	地質分類を付加体、火成岩、堆積岩、変成岩の 4 種類に分類した他、要領に基づき以下の第 1 類～第 7 類に分類した。 第 1 類：火山性の第四紀堆積物 第 2 類：水成の第四紀堆積物（洪積砂礫等） 第 3 類：新第三紀層の堆積岩 第 4 類：古第三紀以前の堆積岩 第 5 類：火山岩 第 6 類：半深成岩・深成岩 第 7 類：変成岩
傾斜度 縦断面形 横断面形	災害前の航空レーザ計測データ（図 16）	1.0m 間隔の数値標高モデル（DEM）をバイリニア法によって 10m 間隔にリサンプリングし、傾斜、縦断曲率、横断曲率を算出した。
土層深	災害前の航空レーザ計測データおよび災害後の航空レーザ計測データ（図 16）	土砂流出発生箇所において、発生前後の DEM 差分より土層深を算出した。
齢級	令和 2 年度森林簿	齢級によって配点 無立木の齢級は、1 齢級とする。

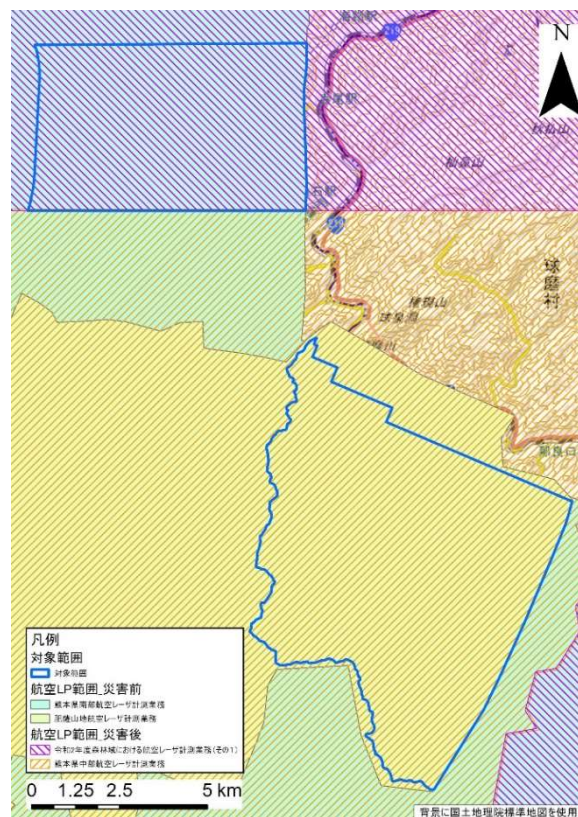


図 16 使用した航空レーザ計測データの業務名および範囲図

3.3.2. 既存資料に基づく解析結果

a) 地質区分

産総研地質調査総合センター20万分の1日本シームレス地質図 V2 における地質区分における分類結果を示す (図 17)。

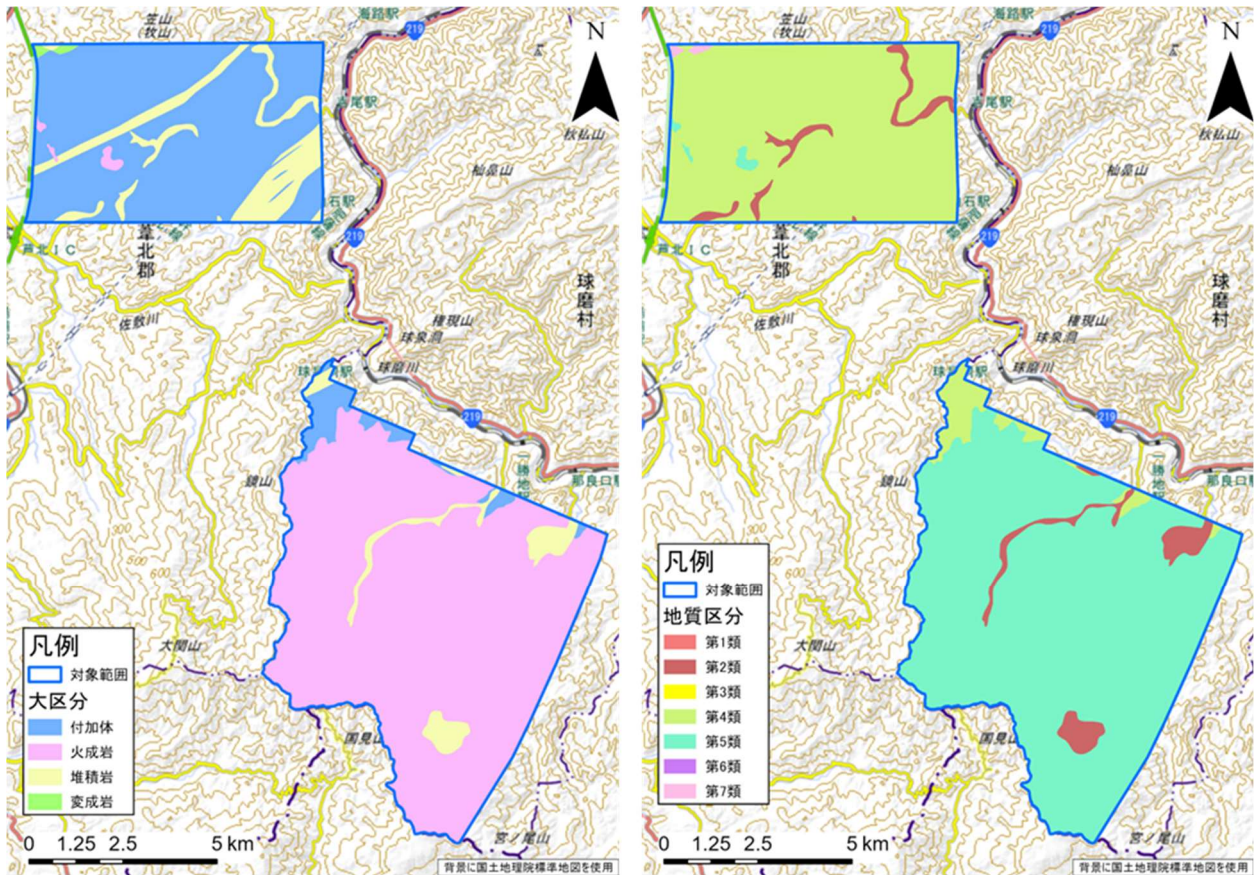


図 17 地質区分

b) 傾斜

10m グリッドにリサイズした災害発生前の DEM を用いて、ArcGIS のツール「傾斜角」で傾斜の大きさを算出した。傾斜は要領を参考に傾斜率で算出した他、森林作業システムや路網整備水準の目安を定める際の基準として一般的に用いられる角度でも算出した。算出結果を以下の図 18 に示す。

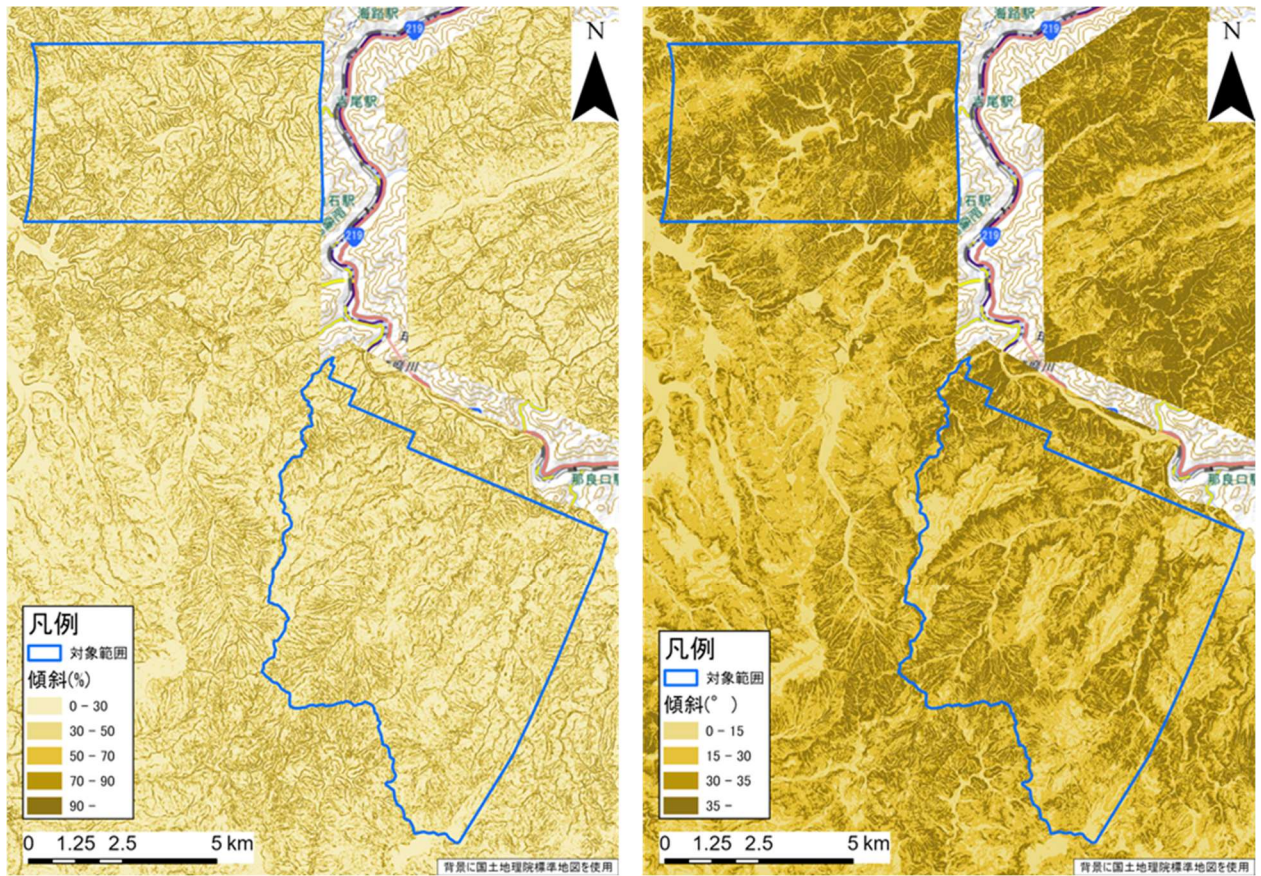
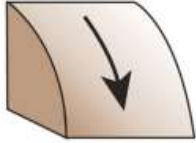

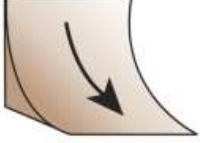


図 18 傾斜 (左 : 傾斜率 右 : 角度)

c) 縦断面形

10m グリッドにリサイズした災害発生前の DEM を用いて、ArcGIS のツール「曲率」で断面曲率を算出し、斜面の縦断面形の凹凸を解析した。このとき、断面曲率と縦断面形の関係は表 11 の通りとした。縦断面形の解析結果を図 19 に示す。

表 11 断面曲率と縦断面形の関係

縦断面形	凹型	平滑	凸型
断面曲率	0.01 より大きい	-0.01 以上 0.01 以下	-0.01 未満
イメージ	 -	 0	 +

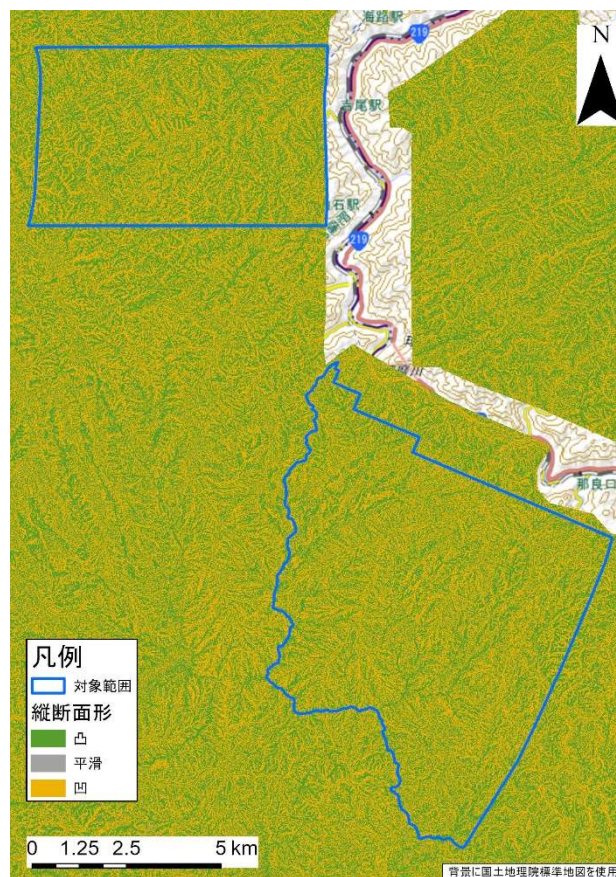
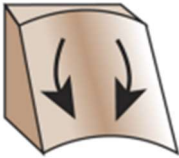
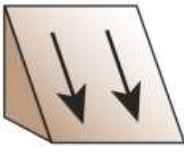



図 19 縦断面形

d) 横断面形

要領では「メッシュの中心点と、中心点を通る等高線が内接円に交わる 2 点を結んだ 2 直線の山麓側の角度（メッシュの中心点を通る等高線がない場合は、中心点に最も近接している等高線から類推する角度）を計測し、10 度括約で求める」とされている。本業務においては 10m グリッドにリサイズした災害発生前の DEM より、ArcGIS のツール「曲率」で水平曲率を算出し、斜面の横断面形の凹凸を解析した。このとき、水平曲率と横断面形の関係は表 12 の通りとした。横断面形の解析結果を図 19 に示す。

表 12 水平曲率と横断面形の関係

横断面形	凹型	等斉斜面	凸型
水平曲率	-0.05 以下	-0.05 より大きく 0.05 以下	0.05 より大きい
イメージ	 -	 0	 +

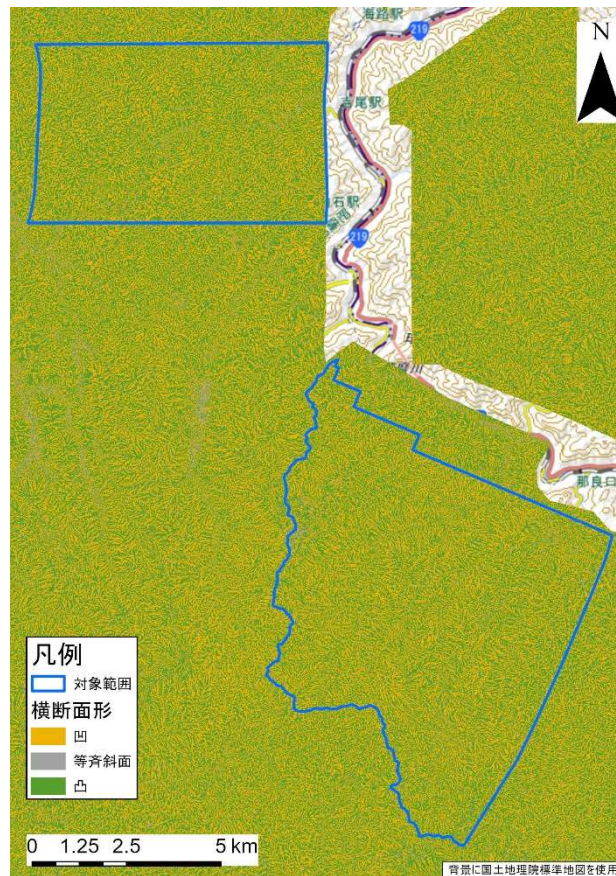


図 20 横断面形

e) 土層深

衛星画像による判読結果、微地形表現図、および災害前後の標高差分より、土砂流出の起点となった箇所（以下、源頭部）を判読し、ポイントデータを作成した（図 21）。その後、源頭部直下における災害前後の標高差分の平均値を地域（芦北町、球磨村南部）ごとに集計し、地域全体の土層深とした。

集計の結果、芦北町の土層深は 2.4m、球磨村南部の土層深は 2.1m と算出された。

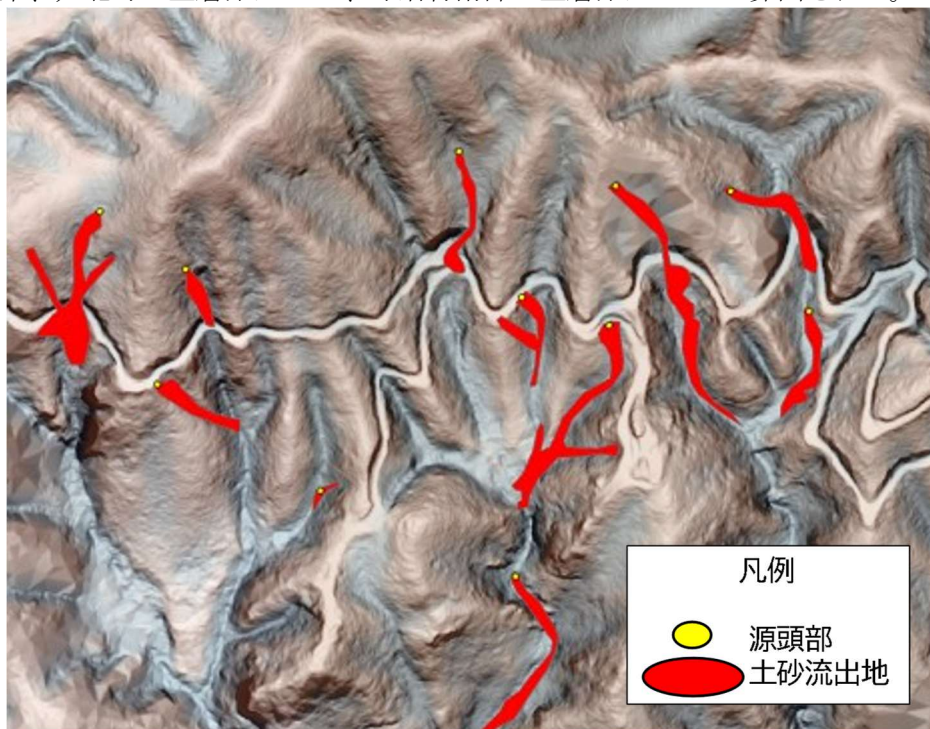


図 21 源頭部の判読イメージ

f) 齢級

調査対象地における令和 2 年度版の森林簿より林小班の齢級を調査した。後述の点数算出のため、齢級が 0 となっている林小班の齢級は 1 とし、林小班外の箇所は調査対象外とした。

3.3.3. 山腹崩壊危険度の算出

要領の「雨量区分、地質、地形及び林況による山腹崩壊危険度点数表（多雨地域）」を参考に3.3.2の解析結果を点数化し、10mメッシュ単位で集計した。点数化の基準を表13に示す。集計結果は要領の「山腹崩壊危険度判定表（多雨地域）」を参考に、「山腹崩壊危険度」として表14に示す4段階で評価した。評価結果を図22に示す。

表 13 山腹崩壊危険度点数表

調査項目	単位	区分	地質						
			第1類	第2類	第3類	第4類	第5類	第6類	第7類
傾斜	%(°)	0~30(0~17)	0	0	0	0	0	0	0
		31~50(17~27)	8	16	17	22	27	25	20
		51~70(27~35)	42	31	51	52	47	48	39
		71~90(35~42)	62	48	59	55	69	57	63
		91~(42~)	70	56	51	60	59	44	71
縦断面形		凹型	30	24	25	26	29	25	31
		平滑	22	19	10	5	16	8	8
		凸型	0	0	5	5	6	0	0
横断面形		凹型	20	19	25	26	29	25	31
		等斉斜面	30	24	20	14	25	13	16
		凸型	0	0	0	0	0	0	0
土層深※	m	0.5以下	0	0	0	0	0	0	0
		0.5~1.0以下	6	5	3	3	4	3	6
		1.0~2.0以下	10	8	8	9	10	8	10
		2.0~	20	16	17	17	20	16	20
齢級		1	34	26	27	28	33	28	33
		2~3	50	40	42	43	49	41	51
		4~7	36	31	30	31	37	30	37
		8~11	34	26	27	28	33	28	33
		12以上	30	24	25	26	29	25	31

※ 源頭部における土層深算出結果より、土層深区分は芦北町、球磨村南部ともに全メッシュにおいて2.0~の区分で計算

表 14 山腹崩壊危険度判定表

土砂流出危険度	10mメッシュの点数
a ₁	135 点以上
b ₁	125 点以上 135 点未満
c ₁	100 点以上 125 点未満
0	100 点未満

3.3.5. 源頭部の谷次数

災害発生前の DEM を用いて谷次数ラインを抽出した。谷次数は Strahler 法により定義し、水流の始まりから最初の合流点までを 1 次谷とし、以下 n 次の水流が 2 本合流した水流を n+1 次の谷とした。

源頭部ポイントデータ、谷次数ラインおよび微地形図を重ね合わせ、表 16 の基準より土砂流出源頭部の谷次数を判読し属性として付与した (図 24)。

表 16 源頭部の谷次数判読基準

源頭部の谷次数属性	判読基準
0 次谷	1 次谷ラインに対し垂直方向の斜面上部を 0 次谷と判読し、該当箇所に位置する源頭部に属性付与。
n 次谷	n 次谷ライン上に位置する源頭部
n 次谷岸斜面	n 次谷ラインに対しに水平方向の斜面上部に位置する源頭部。
尾根	尾根地形上に位置する源頭部。

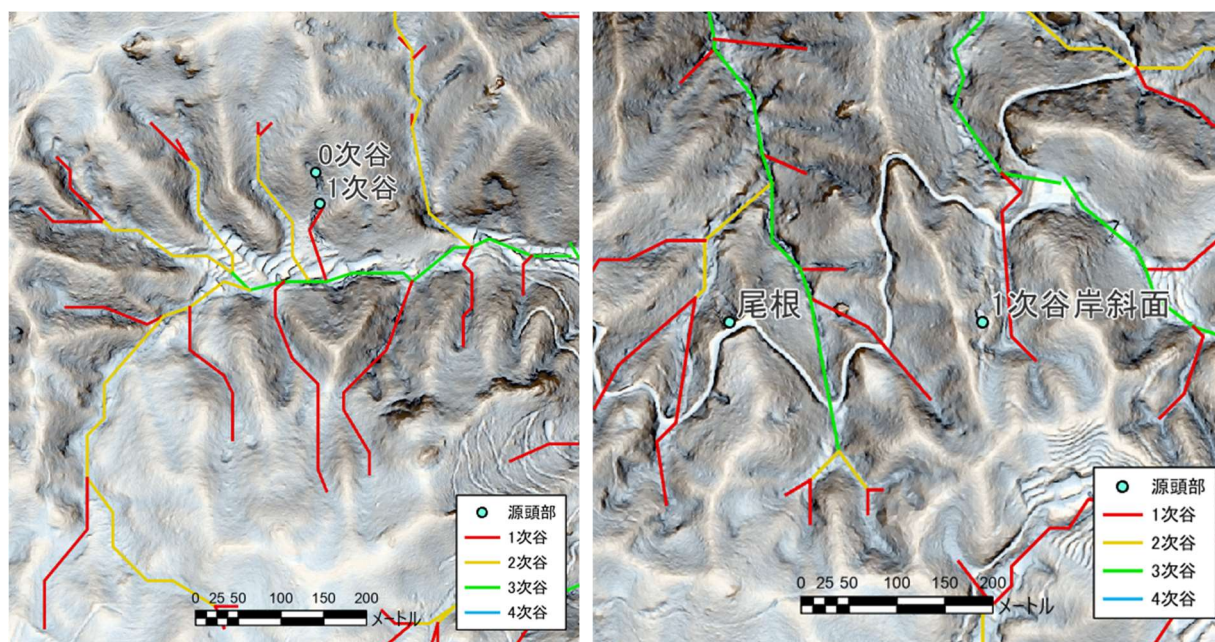


図 24 谷次数ラインおよび源頭部の判読例 (背景：微地形表現図)

3.3.6. 源頭部周辺の切り盛り土

判読した源頭部ポイントに対し、豪雨災害前後の航空レーザ測量による DEM データ等を判読し、盛土や切土の判読を行い、属性に入力した。判読内容は「盛土」「切土」「それ以外」の 3 項目とした。

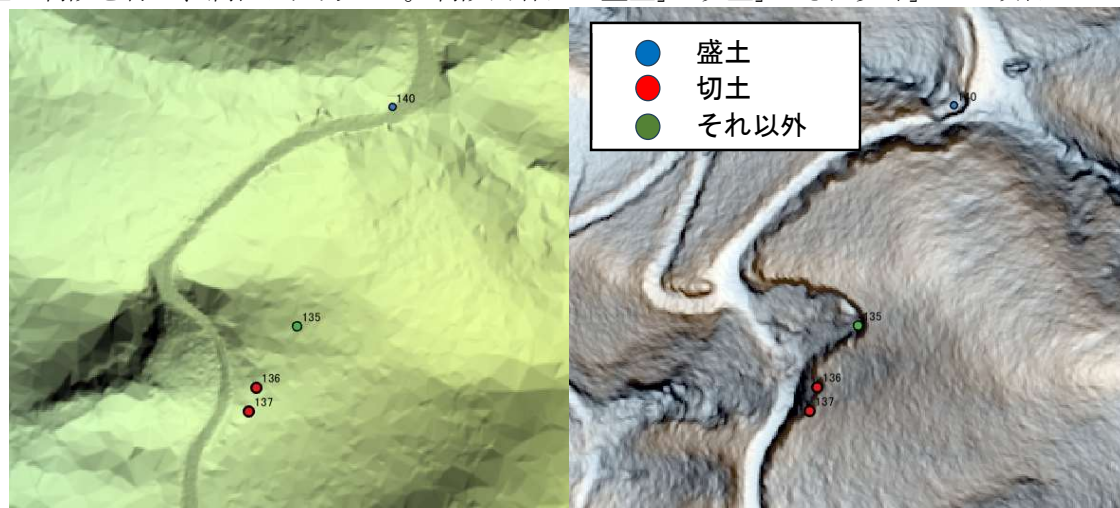


図 25 源頭部における盛切土の判読例 (左：災害前の微地形表現図、右：災害後の微地形表現図)