

令和4年度

耐久性のある森林作業道及び集材路等の作設手法の
確立に向けた調査委託事業

報告書

令和5年3月

(共同実施)

ランドブレイン株式会社

いであ株式会社

目次

1. 業務概要.....	1-1
2. 森林作業道・集材路及び土場の現地調査・分析.....	2-1
2.1 森林作業道・集材路及び土場の現地調査.....	2-1
2.1.1 調査項目.....	2-1
2.1.2 調査地域.....	2-2
1) 調査対象地域の選定.....	2-2
2) 調査路線の選定.....	2-4
2.1.3 調査方法.....	2-6
(1) 事前データ整理.....	2-6
(2) 現地データの取得.....	2-7
(3) データの一次処理.....	2-11
2.1.4 調査結果.....	2-12
1) 岩手県.....	2-13
(1) 全体傾向.....	2-15
(2) 岩-作-05.....	2-17
(3) 岩-作-07.....	2-19
(4) 岩-作-10.....	2-21
(5) 岩-集 - 05.....	2-23
(6) 岩 - 集 - 07.....	2-25
(7) 岩 - 集 - 08, 岩-作-08.....	2-27
(8) 岩 - 集 - 09, 岩-作-09.....	2-29
(9) 岩 - 集 - 11.....	2-32
(10) 岩 - 集 - 12.....	2-34
(11) 岩 - 集 - 13.....	2-37
(12) 岩 - 集 - 14.....	2-39
(13) 岩 - 集 - 15.....	2-41
(14) 岩 - 集 - 17.....	2-43
2) 福島県.....	2-45
(1) 全体傾向.....	2-47
(2) 福-作-01.....	2-49
(3) 福-作-02.....	2-51

(4) 福-作-05	2-53
(5) 福-作-06	2-56
(6) 福-集-01	2-59
(7) 福-集-02	2-61
3) 岐阜県	2-63
(1) 全体傾向	2-66
(2) 岐 - 作 - 02, 03, 04	2-68
(3) 岐-作-05, 06, 07, 08	2-71
(4) 岐-作-13	2-74
(5) 岐-集-01, 02	2-76
4) 鳥取県	2-78
(1) 全体傾向	2-81
(2) 鳥-作-01	2-83
(3) 鳥-作-03	2-85
(4) 鳥-作-04	2-87
(5) 鳥-作-05	2-89
(6) 鳥-作-06	2-91
(7) 鳥-作-07	2-93
(8) 鳥-集-01	2-95
5) 島根県	2-97
(1) 全体傾向	2-100
(2) 島-作-01	2-102
(3) 島-作-02	2-105
(4) 島 - 作 - 03	2-108
(5) 島-作-04	2-111
(6) 島-作-05	2-113
(7) 島-集-01	2-116
(8) 島-集-02	2-118
6) 大分県	2-121
(1) 全体傾向	2-123
(2) 大-作-01	2-125
(3) 大-作-02	2-127
(4) 大-作-03	2-129
(5) 大-作-04	2-131
(6) 大-作-05	2-133
(7) 大-作-06	2-135
(8) 大-作-07	2-138
(9) 大-作-08	2-140

(10) 大-作-09	2-142
(11) 大-作-10	2-144
(12) 大-作-11	2-146
(13) 大-作-12	2-148
(14) 大-作-13	2-150
(15) 大-作-14	2-152
(16) 大-集-01	2-154
(17) 大-集-02	2-156
(18) 大-集-03	2-159
(19) 大-集-04	2-162
(20) 大-集-05	2-164
7) 鹿児島県	2-166
(1) 全体傾向	2-168
(2) 鹿-作-01	2-170
(3) 鹿-作-03	2-172
(4) 鹿-作-05	2-174
(5) 鹿-作-06	2-176
(6) 鹿-作-07	2-178
(7) 鹿-作-10	2-180
(8) 鹿-集-02	2-182
(9) 鹿-集-03	2-185
2.2 分析	2-187
2.2.1 分析方法	2-187
2.2.2 分析結果（森林作業道・集材路）	2-189
1) 被災状況	2-189
(1) 被災の種類と発生箇所数	2-189
(2) 被災箇所の地山傾斜	2-191
(3) クラック、路肩崩壊、路体崩壊箇所と排水状況	2-193
(4) 切土崩壊と土質・地山傾斜	2-197
(5) 路面洗掘箇所と地質や横断溝の設置状況	2-198
(6) 路面洗掘箇所の縦断勾配	2-200
2) 基本情報	2-201
(1) 地山傾斜	2-201
3) 排水状況	2-202
(1) 排水施設の種類	2-202
(2) 排水施設の設置数と設置間隔	2-203
(3) 排水施設の土砂の堆積状況	2-204
(4) 排水施設の流末処理	2-206

(5) 滞水状況	2-207
4) 事例	2-208
(1) 排水施設の形状の事例	2-208
(2) 排水施設自体が原因となって崩れている事例	2-209
(3) 溪流沿い等に作設する場合の危険性、留意事項を示す事例	2-210
(4) 路面保護の事例	2-211
(5) 構造物の事例	2-212
2.2.3 分析結果（集材路のみ）	2-213
1) 集材路密度	2-213
2) 路面洗掘箇所の縦断勾配	2-214
3) 集材路の水みちの解析	2-232
2.3 地域的な条件による影響の排除	2-238
2.3.1 岩手県	2-239
2.3.2 大分県	2-240
2.4 ヒアリング調査	2-241
1) ヒアリング内容	2-241
(1) 都道府県担当者	2-241
(2) 林業事業者	2-241
2) まとめ	2-243
(1) 県ヒアリング調査まとめ	2-243
(2) 事業者ヒアリング調査まとめ	2-244
2.5 文献調査	2-245
1) 文献調査の流れ	2-245
2) 文献調査結果	2-245
3. 検討委員会の運営等	3-1
3.1 第1回検討委員会	3-2
3.2 第2回検討委員会	3-3
3.3 第3回検討委員会	3-4
4. 指針等の見直し内容の取りまとめ等	4-1
4.1 森林作業道作設指針等の見直し内容の検討と取りまとめ	4-1
4.2 普及啓発物等の作成	4-4

1. 業務概要

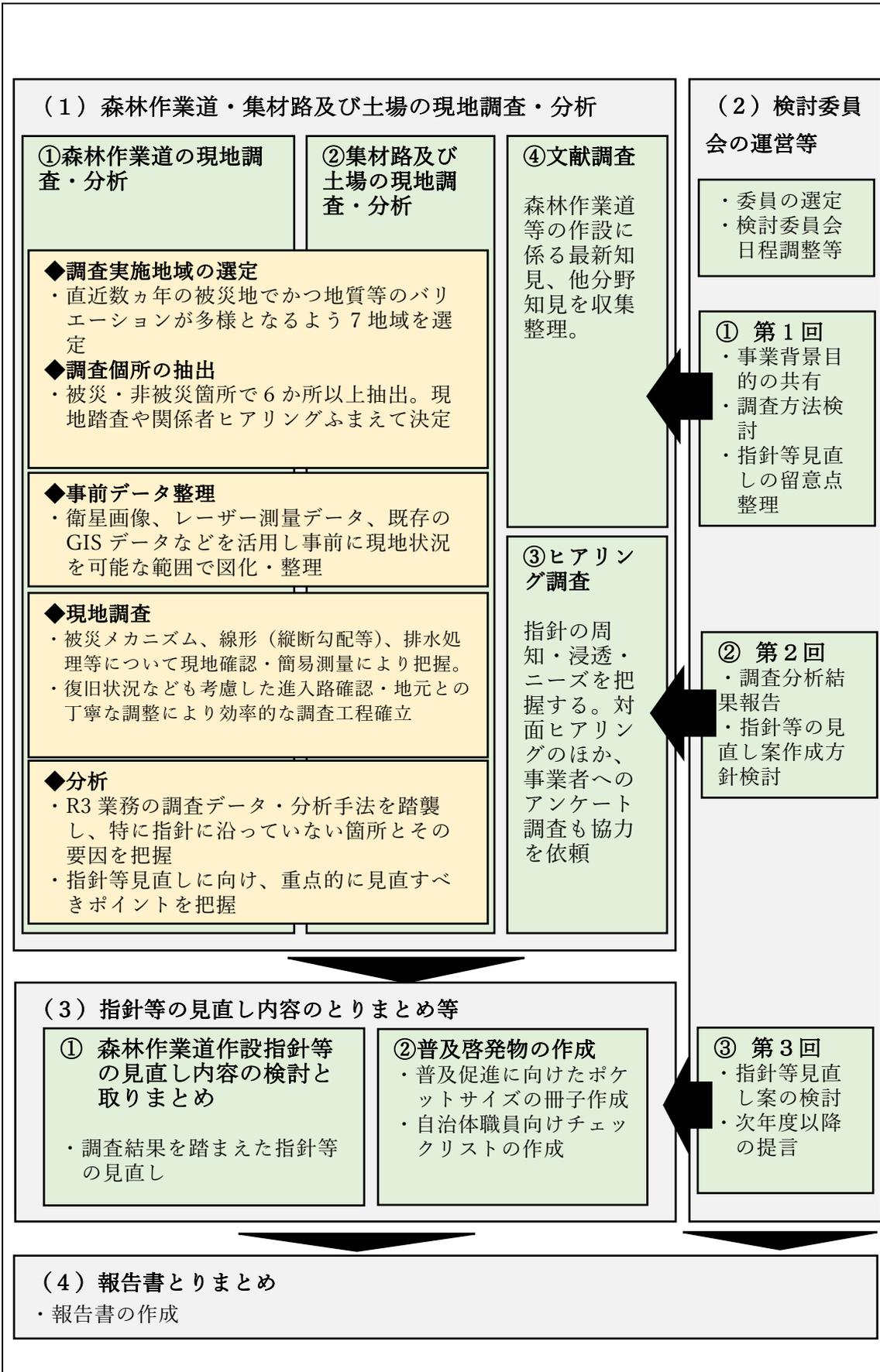
森林作業道の不適切な作設を防止し安全性を確保するため、森林作業道作設指針を平成 22 年に策定し、現地の地形・地質に応じた、崩れにくく丈夫な森林作業道の作設を指導してきた。

また、近年、局地的な集中豪雨等が頻発する中、山地災害が激甚化する傾向にあることを踏まえ、森林作業道作設指針の改正を令和 3 年 4 月に行い、幅員や縦断勾配の設定に係る項目を新たに設けるとともに、主伐時における伐採・搬出指針も新たに制定したところである。令和 4 年 4 月からはこうした内容を市町村森林整備計画に盛り込み、伐採造林の届出時に市町村が適切な指導を行うことができる仕組みとしている。

これらにより森林作業道等の安全性を確保してきているところであるが、昨今の安全性確保に向けた意識の高まりに対し、より崩れ難くするための技術的知見の集積を図るとともに、気候変動や災害の発生に係る最新の知見を更に反映することとし、指針の充実に向けて調査・検討を行った。

本業務は、計 3 回の検討委員会において、具体的な調査方法や分析結果について委員から技術的指導や助言を受けながら、着実な調査分析および指針の見直しを実施した。

調査実施地域の選定および調査個所の抽出、現地調査手法にあたっては、第 1 回検討委員会で確認を進めるとともに、第 2 回で調査分析結果を踏まえた課題の整理や指針等の見直し案の作成方針の検討を実施し、第 3 回では指針等の見直し案の検討および次年度以降の課題を整理した。



2. 森林作業道・集材路及び土場の現地調査・分析

2.1 森林作業道・集材路及び土場の現地調査

2.1.1 調査項目

豪雨による被災箇所が含まれる複数の森林作業道・集材路及び土場（以下「森林作業道等」という。）において以下に示す調査項目について現地調査を行い、被災の発生要因や対応策の分析を行った。

- ア) 被災のメカニズム、地形、地質、土質、傾斜、植生等の自然条件
- イ) 線形（平面、縦断、横断）、集材路密度
- ウ) 排水処理、のり面の安定性（切土・盛土高、のり面勾配を含む）、構造物等の施工状況
- エ) 森林作業道作設指針等の適用状況等

2.1.2 調査地域

1) 調査対象地域の選定

現地調査は全国的な傾向、条件（気象、地質、作設方法等）による影響を把握できるよう、計7地域を対象とした。

調査地域は以下の条件に鑑み、表 2.1-1 に示す7箇所とした。

- 地域バランス・地質的条件が多様となるようにする
- 近年に豪雨災害が発生した地域

表 2.1-1 調査候補地域における直近豪雨災害及び地域特性

候補地域	直近豪雨災害	地域特性（制度など）
岩手県花巻市	令和4年8月豪雨 —	ノースジャパン「伐採・搬出・再造林作業ガイドライン」
福島県いわき市	令和元年台風19号	—
岐阜県美濃市、揖斐川町、八百津町	R3年8月豪雨	県森林研究所で作業道の崩壊に関する調査を多数実施 レーザーデータから抽出した路網データあり
鳥取県鳥取市、倉吉市	R3年梅雨前線	簡易貫入試験による作業道の締固め試験を導入
島根県	R3年梅雨前線	皆伐への補助制度あり
大分県	R2年7月豪雨	—
鹿児島県	R3年梅雨前線	県素協 CRL 認証制度



図 2.1-1 日本列島における地質構成区分

2) 調査路線の選定

調査路線は、各県の担当者から林野庁に提示された複数路線のうち、1県あたり森林作業道5～14路線、集材路1～10路線の範囲で選定した。調査対象路線数を表2.1-2に示す。

各県の調査対象路線は、以下の考え方にに基づき選定した。

- ・ 対象区域のLPデータなどが揃っている路線
- ・ 同一県内で複数の作設事業者が含まれる場合、できるだけ異なる事業者が作設した路線
- ・ 悉皆調査の対象については同一流域に含まれる路線
- ・ 調査工数（1県あたりの調査日数は3日を想定）の制約を踏まえ、効率的な移動が可能な路線

併せて、地形や地質等の地域的な条件による影響を排除し、森林作業道等の作設手法や線形等による、被災の発生要因や対応策の分析を行うため、岩手県及び大分県において、流域等の一定範囲に分布する森林作業道等に係る施工状況や被災状況等の調査・分析を悉皆的・網羅的に行った。

表 2.1-2 調査対象とした路線数

地域		調査候補路線	調査対象とした路線
岩手県	森林作業道	花巻市 (4 路線) 岩手町 (2 路線) 紫波町 (2 路線) 矢巾町 (1 路線) 盛岡市 (1 路線)	花巻市 (3 路線)
	集材路	花巻市 (10 路線) 岩手町 (2 路線) 紫波町 (2 路線) 矢巾町 (1 路線) 盛岡市 (1 路線)	花巻市 (10 路線)
福島県	森林作業道	いわき市 (6 路線)	いわき市 (4 路線)
	集材路	いわき市 (2 路線)	いわき市 (2 路線)
岐阜県	森林作業道	郡上市 (2 路線) 白川町 (2 路線) 八百津町 (1 路線) 美濃市 (4 路線) 揖斐川町 (4 路線)	美濃市 (4 路線) ※ ¹ 揖斐川町 (4 路線) ※ ¹ 八百津町 (1 路線)
	集材路	八百津町 (2 路線)	八百津町 (2 路線) ※ ¹
鳥取県	森林作業道	鳥取市 (8 路線)	鳥取市 (6 路線)
	集材路	倉吉市 (1 路線) 日南町 (1 路線)	倉吉市 (1 路線)
島根県	森林作業道	雲南市 (2 路線) 飯南町 (3 路線)	雲南市 (2 路線) 飯南町 (3 路線)
	集材路	雲南市 (1 路線) 飯南町 (1 路線)	雲南市 (1 路線) 飯南町 (1 路線)
大分県	森林作業道	日田市 (14 路線)	日田市 (14 路線)
	集材路	日田市 (5 路線)	日田市 (5 路線)
鹿児島県	森林作業道	鹿児島市 (10 路線)	鹿児島市 (6 路線)
	集材路	伊佐市 (集材路 4 路線)	伊佐市 (2 路線)

※1 路線が連続しているため、調査時は 1 路線としてまとめて実施した。

2.1.3 調査方法

(1) 事前データ整理

調査対象箇所について、国土地理院から提供された航空レーザ計測データ（4点/m²）を用いて陰影起伏図、CS立体図、傾斜図を作成し、現地調査図面とした（図 2.1-2）。調査対象箇所の航空レーザ計測データがない場合は、既存のDEMデータ（5mメッシュまたは10mメッシュ）を用いて作成した。

衛星写真は、ESRI社が提供する衛星画像を用いた。

CS立体図とは、長野県林業総合センターが考案した地形表現図で、曲率(Curvature)と傾斜(Slope)との組み合わせにより、視覚的・直感的な地形判読を可能にするものである。

陰影起伏図は、基盤地図情報（数値標高モデル）から作成されたDEMデータ（5mメッシュまたは10mメッシュ）を用いて、北西の方向から地表面に向かって光を当て、凹凸のある地表面の北西側が白く、南東側が黒くなるよう作成した図である。尾根線、谷線の判別や断層の判読などに活用することが多い。

傾斜図は、基盤地図情報（数値標高モデル）から作成されたDEMデータ（5mメッシュまたは10mメッシュ）を用いて、ArcGIS（ESRI社）のSLOPEツールにより作成した。具体的には、ある点の傾斜量について、隣接する9点の標高から、近隣の9点の標高を最も良く説明する平面を最小二乗法で当てはめた場合の最大傾斜方向の傾斜を用いて着色したものである。

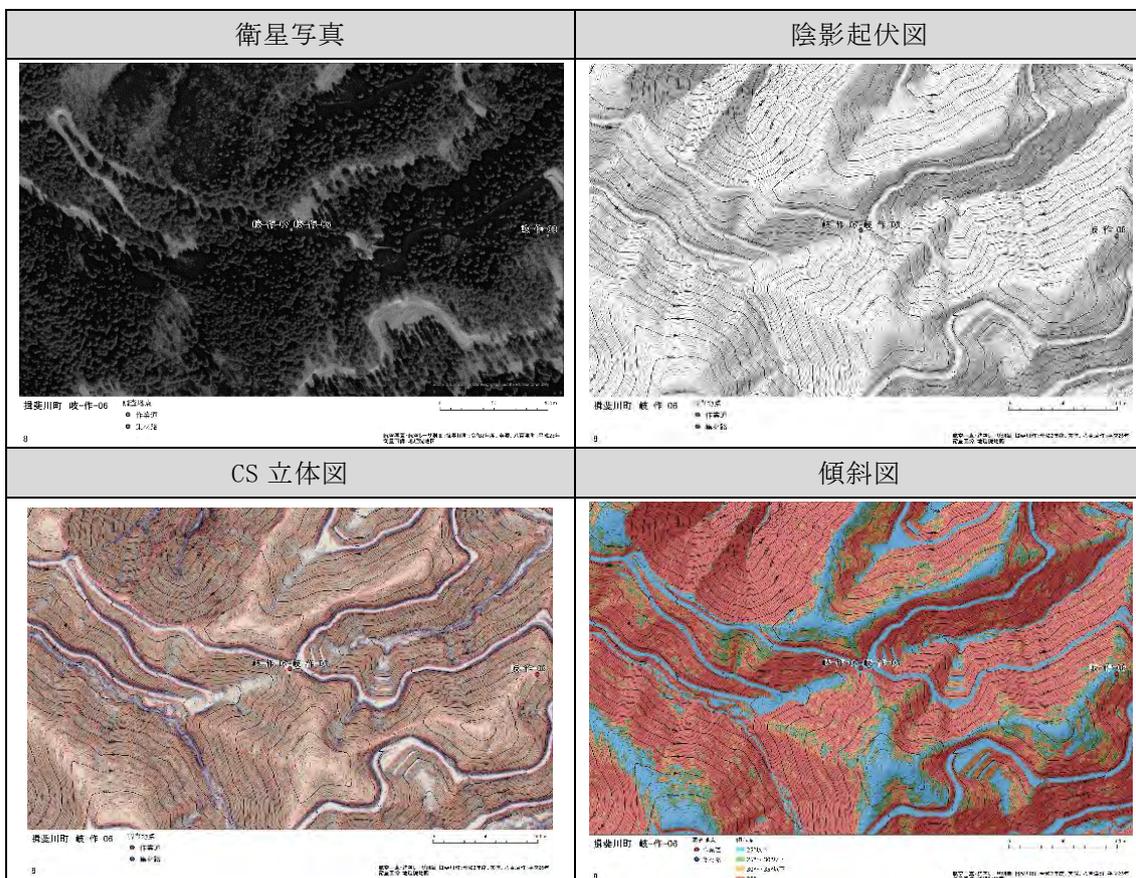


図 2.1-2 現地調査図面

(2) 現地データの取得

現地確認項目と手法を表 2.1-3 に示す。また使用機材を図 2.1-3 に示す。

現地では、1 路線当たり 2 時間を目安として森林作業道等を踏査し、排水施設や被災箇所等の種類や位置情報を記録するとともに、外観写真（図 2.1-4、図 2.1-5）を撮影した。

記録にはスマートフォンの電子野帳アプリとして、ArcGIS Survey123 (Esri 社) を用いた他、現地調査の最初の数回は登山用 GPS アプリの Geographica (keiji Matsumoto ※開発者は個人) を用いて、被災箇所や排水施設の位置情報等を記録した。

併せて、森林作業道等の全体の状況を記録するため、自撮り棒に固定した 360° カメラ (RICOH THETA SC2, RICOH 社及び Insta360 X3, Arashi Vision 社) により動画撮影をしながら踏査した。自撮り棒の長さは 2m 程度に固定し、撮影者の姿が極力映らないよう、自撮り棒は地面に対して垂直になるよう留意した。360° 動画は容量が大きくなるため、2 分おきに撮影を区切るようにした。なお、360° 動画の撮影ルートは、GPS ロガー (eTrex Touch 35, Garmin 社) により記録した。

被災箇所の一部について、規模や形状を把握するため、iPhone12 Pro 及び iPad Pro11 インチに内蔵された LiDAR 機能を活用した 3D スキャンアプリ (mapry 林業, Mapry 社及び 3D Scanner App) を用い、点群データを取得した。

また、集材路では UAV 空撮により区域の全体像を撮影した。UAV は Phantom4 Pro (DJI 社) を使用した。森林作業道においても林冠が開けた箇所においては UAV 空撮を実施した。集材路について、全延長を直接確認することができなかった場合は、排水施設の位置を UAV 空撮画像から読み取って補足した。

表 2.1-3 現地確認項目と調査・分析手法

区分	調査項目	現地確認事項	調査手法	分析手法
①崩落・被災箇所	被災状況	<ul style="list-style-type: none"> 被災箇所の位置情報 被災の種類（クラック、路面洗掘、切土崩壊等） 被災の段階（初期段階、小崩壊、大崩壊、修復済、等） 	<ul style="list-style-type: none"> 目視（定性情報） 	<ul style="list-style-type: none"> 洗掘箇所の縦断勾配、前後の排水施設位置、土質などと併せて解析
	排水施設	<ul style="list-style-type: none"> 施設の位置情報（緯度経度） 施設の種類（素掘り、止水板、側溝等） 設置箇所の概況（外カーブ手前、縦断勾配が急な区間の手前など、常に水がある沢や尾根部など） 流末処理の状況 維持管理の状況 	<ul style="list-style-type: none"> 排水施設の位置情報と写真を記録 集材路は UAV 空撮 	<ul style="list-style-type: none"> ポイントデータ（SHP）作成 排水施設の設置間隔を算出し、全体傾向を把握 排水施設と被災箇所との距離を算出 県や事業者などの付属情報による設置状況の違いを整理 維持管理等の事例として整理
	湧水箇所、滞水箇所	<ul style="list-style-type: none"> 湧水箇所の位置情報 湧水の排水状況 滞水発生箇所がどのような環境か 	<ul style="list-style-type: none"> 位置情報記録、写真 	<ul style="list-style-type: none"> ポイントデータ（SHP）作成
③森林作業道・集材路の形状	縦断勾配	<ul style="list-style-type: none"> 洗掘が発生している区間の傾斜 	<ul style="list-style-type: none"> スラントで測定 位置情報記録、写真 	<ul style="list-style-type: none"> ポイントデータ（SHP）作成 崩壊因子としてメッシュデータ化 LP データから算出（作設後のデータがある場合）
	切土	<ul style="list-style-type: none"> 1.5m以上の切土高となっている箇所 切土の崩れが発生している箇所 	<ul style="list-style-type: none"> 位置情報記録、写真 一部 Mapry で点群化 	<ul style="list-style-type: none"> 崩壊因子としてメッシュデータ化 LP データから算出（作設後のデータがある場合）
	盛土	<ul style="list-style-type: none"> のり頭が崩壊している箇所、排水施設（横断溝）設置個所以外で盛土に路面水が流れ込んでいる箇所など （締固めの程度） 	<ul style="list-style-type: none"> 位置情報記録、写真 一部 Mapry で点群化 	<ul style="list-style-type: none"> 崩壊因子としてメッシュデータ化 LP データから算出（作設後のデータがある場合）
	線形	<ul style="list-style-type: none"> 波形線形で作設されている箇所 	<ul style="list-style-type: none"> 位置情報記録、写真 	<ul style="list-style-type: none"> 良い事例として整理
	路面	<ul style="list-style-type: none"> 路面保護の状況（丸太敷、敷砂利、枝条散布など） 路面沈下、路面洗掘などの状況 	<ul style="list-style-type: none"> 位置情報記録、写真 	<ul style="list-style-type: none"> 路面保護は良い事例として整理 沈下・洗掘は被災情報として整理
	土質	<ul style="list-style-type: none"> 真砂土 	<ul style="list-style-type: none"> 位置情報記録、写真 	<ul style="list-style-type: none"> 崩壊因子としてメッシュデータ化

360° カメラ Insta360 X3(Arashi Vision 社)	360° カメラ THETA SC2(RICOH 社)	GPS ロガー (Garmin 社)
		
スラント	UAV Phantom4 Pro (DJI 社)	ArcGIS Online Survey123 (ESRI 社) の入力画面
		
LiDAR で取得した点群		
		

図 2.1-3 使用機材と現地での使用状況



クラック／森林作業道



路肩崩壊／森林作業道



路体崩壊／集材路



路体崩壊（修復済）／森林作業道



切土崩壊／森林作業道



切土崩壊／森林作業道



路面洗掘／森林作業道



路面洗掘／集材路



山腹崩壊／森林作業道

図 2.1-4 現地で確認した被災の種類



横断溝（素掘り）／森林作業道



横断溝（丸太あり）／森林作業道



横断溝（ゴム板）／森林作業道



管渠／森林作業道



側溝／森林作業道



洗い越し／森林作業道

図 2.1-5 現地で確認した排水状況の区分

(3) データの一次処理

分析に先立ち、取得した現地調査結果について、電子データへの加工を行った。電子野帳アプリ及びGPS ロガーを用いて取得した踏査ルート及び排水施設・被災箇所等の位置情報をGISソフトウェアのArcGIS Pro (Esri 社) に読み込み、調査延長のラインデータと排水施設や被災箇所等のポイントデータを作成した (図 2.1-6)。

また、集材路の縦断勾配や地山の傾斜を算出するため、前処理としてUAV 空撮画像を点群データ解析ソフト Metashape (株式会社オーク) に読み込み、データを点群化した (図 2.1-7)。

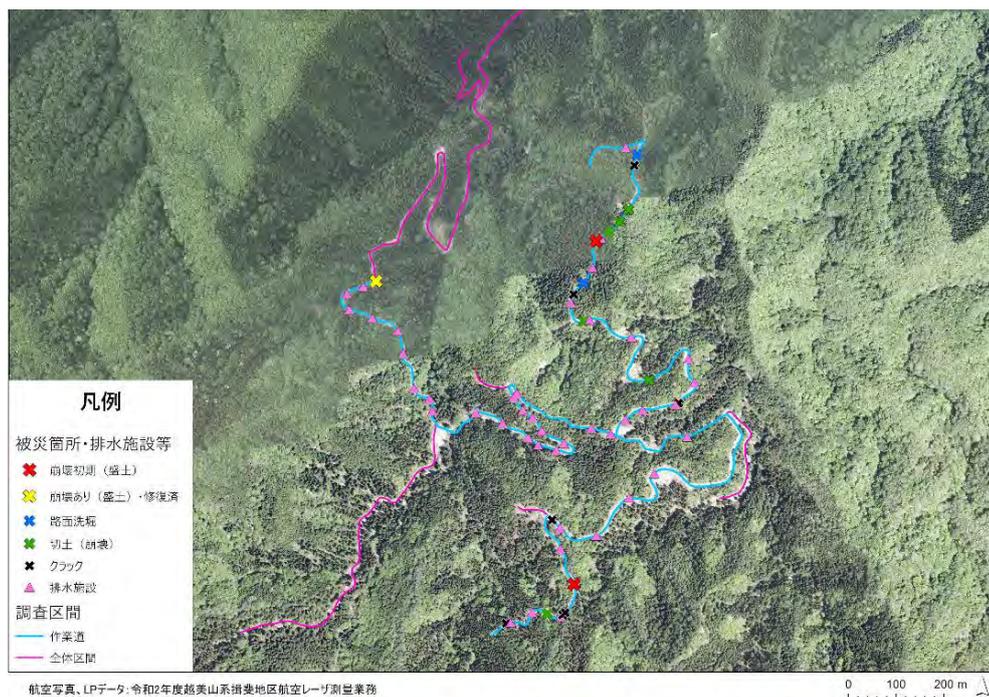


図 2.1-6 調査延長及び排水施設や被災箇所のGISデータ化



図 2.1-7 UAV空撮画像から作成した集材路の点群データ

2.1.4 調査結果

7 地域の調査箇所概要と調査の実施日程を表 2.1-4 に示す。

表 2.1-4 調査箇所概要と調査日程

地域	調査箇所概要	現地調査の実施日程
岩手県	花巻市（作業道 3 路線、集材路 10 路線）	9 月 20 日～21 日、9 月 29 日 11 月 9 日～11 日※ 11 月 21 日～22 日※
福島県	いわき市（作業道 4 路線、集材路 2 路線）	11 月 28 日～30 日
岐阜県	美濃市（作業道 3 路線） 揖斐川町（作業道 4 路線）、 八百津町（作業道 1 路線、集材路 2 路線）	9 月 12 日～14 日
鳥取県	鳥取市（作業道 6 路線） 倉吉市（集材路 1 路線）	10 月 3 日～5 日
島根県	雲南市（作業道 2 路線） 飯南町（作業道 3 路線、集材路 2 路線）	10 月 26 日～28 日
大分県	日田市（作業道 14 路線、集材路 5 路線）	10 月 17 日～19 日 12 月 15 日～16 日※ 12 月 21 日～23 日※
鹿児島県	鹿児島市（作業道 6 路線） 伊佐市（集材路 2 路線）	11 月 16 日～18 日

※悉皆調査として実施

1) 岩手県

地質については、南部北上山地は古生代シルル紀から中生代白亜紀までの浅い海の地層が堆積している。早池峰山は、南部北上山地の一部の古い岩体から構成されており、かんらん岩や蛇紋岩という特殊な岩石が分布している。

気象条件については、北上川を挟んだ低地帯の東部では内陸型盆地気象が強く、特に夏場における昼夜の温度差が大きく、冬期は比較的温暖で積雪量が少ない。近傍のアメダス観測所の年間・日最大降水量を表 2.1-5 (1) 及び表 2.1-5 (2) に示す。

出典：
三陸ジオパーク 北上山地の準平原地形と特有の地質が生み出す貴重な植物群
<https://sanriku-geo.com/column/>
花巻市ホームページ
<https://www.city.hanamaki.iwate.jp/shisei/hanamakicity/introduction/1002458.html>

表 2.1-5 (1) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

大迫観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1453.5	135.5	8月9日	63.5	16.0
2014	1331.0	61.0	7月10日	31.5	13.0
2015	1089.0	54.0	7月25日	19.5	7.5
2016	1082.0	56.5	8月17日	17.5	8.5
2017	1185.0	74.5	7月3日	41.0	15.0
2018	1197.5	83.0	8月16日	27.0	14.5
2019	1037.0	53.5	5月21日	17.5	9.0
2020	1219.5	66.0	7月27日	29.0	12.5
2021	1201.5	91.0	6月4日	14.5	4.5
2022	1319.5	82.5	8月13日	26.5	9.5

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-5 (2) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

区界観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1926.5	105.5	7月15日	86.5	25.5
2014	1544.5	84.0	8月11日	28.0	10.0
2015	1528.0	97.5	7月22日	78.0	27.5
2016	1543.0	78.0	8月17日	35.5	13.0
2017	1751.0	83.0	7月23日	34.0	14.0
2018	1554.0	96.5	8月16日	29.5	18.0
2019	1231.5	67.5	10月12日	14.5	6.5
2020	1575.5	105.0	7月27日	39.5	14.0
2021	1537.0	67.0	6月4日	20.0	10.0
2022	1588.0	101.0	9月24日	56.0	19.5

表 2.1-6 岩手県の調査路線の一覧

路線 No	道の種類	完成年度	傾斜*	作設時の施業種	地質	地質（詳細）	調査延長(m)	作設からの経過年数
岩-作-05	森林作業道	2012	急	主・間伐	火成岩	流紋岩（デイサイト）	1,790	10
岩-作-07	森林作業道	2021	緩	間伐	堆積岩	泥岩	216	1
岩-作-10	森林作業道	2021	緩	間伐	火成岩	玄武岩	347	1
岩-集-05	集材路	2015	中急	-	火成岩	流紋岩（デイサイト）	720	7
岩-集-07	集材路	2021	急	-	火成岩	玄武岩	2,844	1
岩-集-08・岩-作-08	集材路	2019	中急	-	堆積岩	泥岩	1,481	3
岩-集-09・岩-作-09	集材路	2018	急	-	火成岩	流紋岩（デイサイト）	10,534	4
岩-集-11	集材路	2021	急	-	堆積岩	泥岩	975	1
岩-集-12	集材路	2015	急	-	堆積岩	泥岩	1,115	7
岩-集-13	集材路	2021	中急	-	堆積岩	泥岩	1,005	1
岩-集-14	集材路	2020	急	-	火成岩	流紋岩（デイサイト）	845	2
岩-集-15	集材路	2019	急	-	堆積岩	泥岩	1,162	3
岩-集-17	集材路	2021	中急	-	火成岩	玄武岩	1,925	1

※傾斜欄について、急：35° 以上、中急：25° ～35° 、緩：25° 未満

(1) 全体傾向

岩手県の13路線について、1kmあたりの被災箇所数、地山傾斜、1kmあたりの排水施設数を整理した。全体的に路面洗掘、切土崩壊（初期含む）、路肩崩壊が多い傾向がみられた（図 2.1-8）。地山傾斜は、緩傾斜（25度未満の区間が最も多い）が8路線、中～急傾斜（25～35度の区間が最も多い）が5路線であった（図 2.1-9）。各路線の1kmあたりの排水施設の設置数は0～15箇所、横断溝（素掘り）が大部分を占めていた（図 2.1-10）。

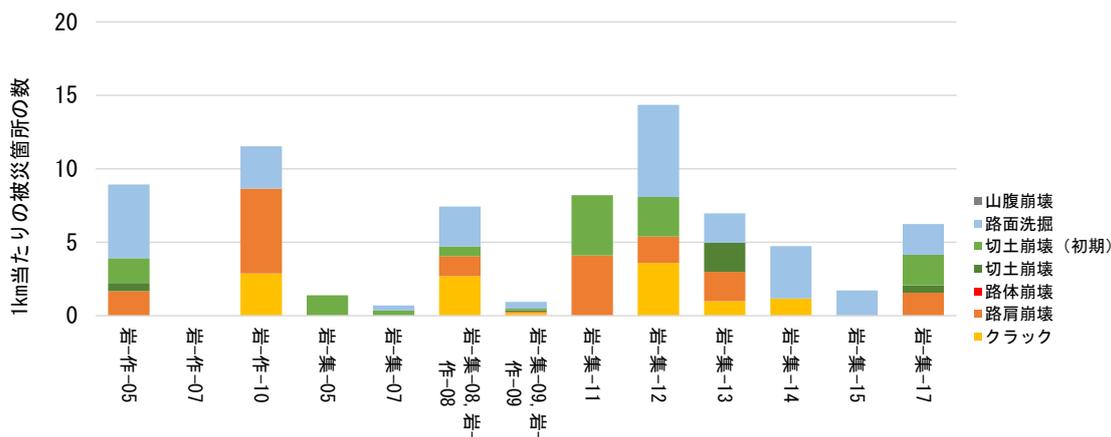


図 2.1-8 調査路線内の被災箇所数 (1kmあたり)

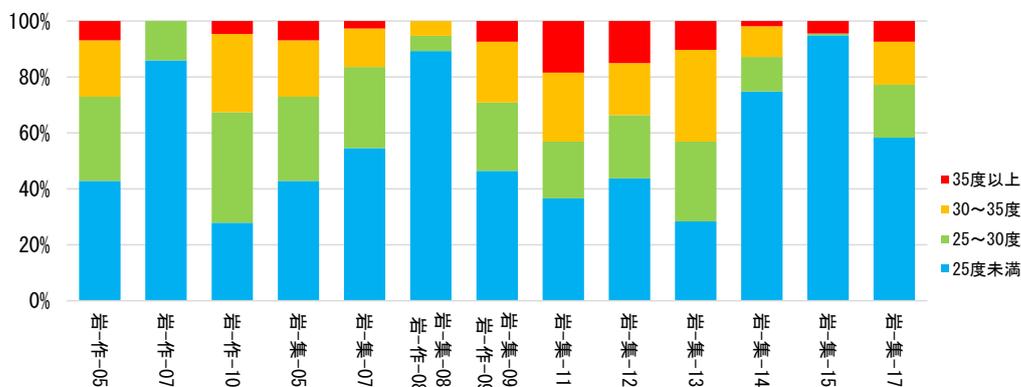


図 2.1-9 調査対象路線の地山傾斜

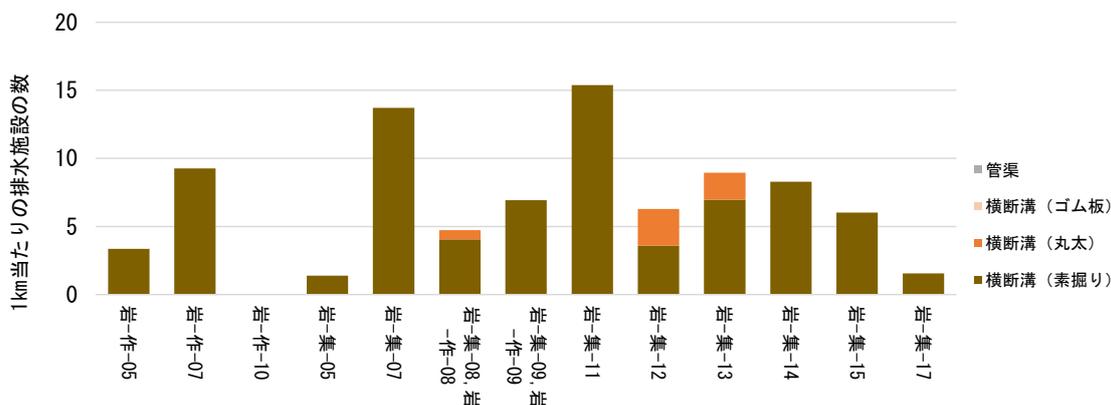


図 2.1-10 調査対象路線の排水施設数 (1kmあたり)

表 2.1-7 各路線の被災状況・排水状況の確認結果

路線No	被災箇所数						排水施設の設置箇所数			
	クラック	路肩崩壊	路体崩壊	切土崩壊	路面洗掘	山腹崩壊	横断溝 (素掘り)	横断溝 (丸太)	横断溝 (ゴム板)	管渠
岩-作-05	－	3	－	4	9	－	6	－	－	－
岩-作-07	－	－	－	－	－	－	2	－	－	－
岩-作-10	1	2	－	－	1	－	－	－	－	－
岩-集-05	－	－	－	1	－	－	1	－	－	－
岩-集-07	－	－	－	1	1	－	39	－	－	－
岩-集-08,岩-作-08	4	2	－	1	4	－	6	1	－	－
岩-集-09,岩-作-09	2	1	－	2	5	－	73	－	－	－
岩-集-11	－	4	－	4	－	－	15	－	－	－
岩-集-12	4	2	－	3	7	－	4	3	－	－
岩-集-13	1	2	－	2	2	－	7	2	－	－
岩-集-14	1	－	－	－	3	－	7	－	－	－
岩-集-15	－	－	－	－	2	－	7	－	－	－
岩-集-17	－	3	－	5	4	－	3	－	－	－

※各路線の調査延長内での実際の確認箇所数（距離換算していない）

(2) 岩-作-05

岩-作-05 は 2012 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 10 年が経過している。調査延長 1790m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 50% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

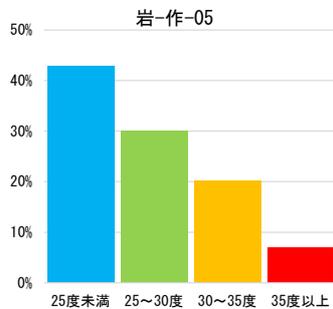


図 2.1-11 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

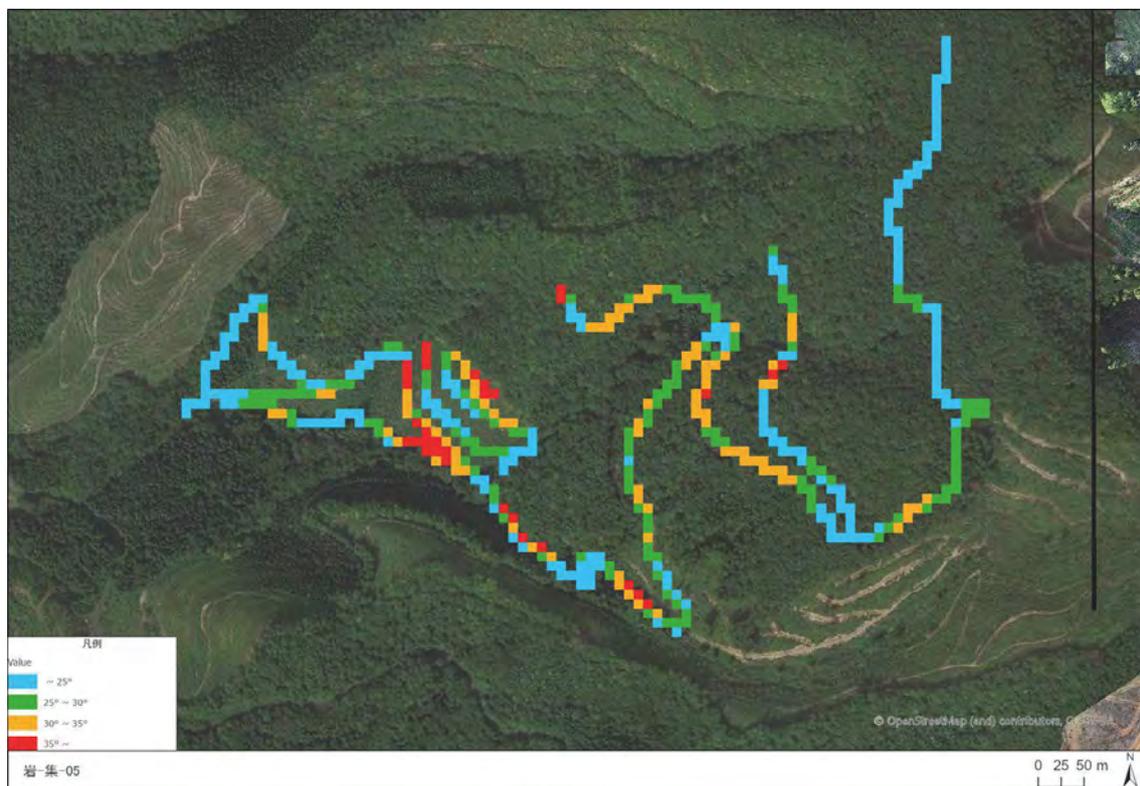


図 2.1-12 調査延長の地山傾斜

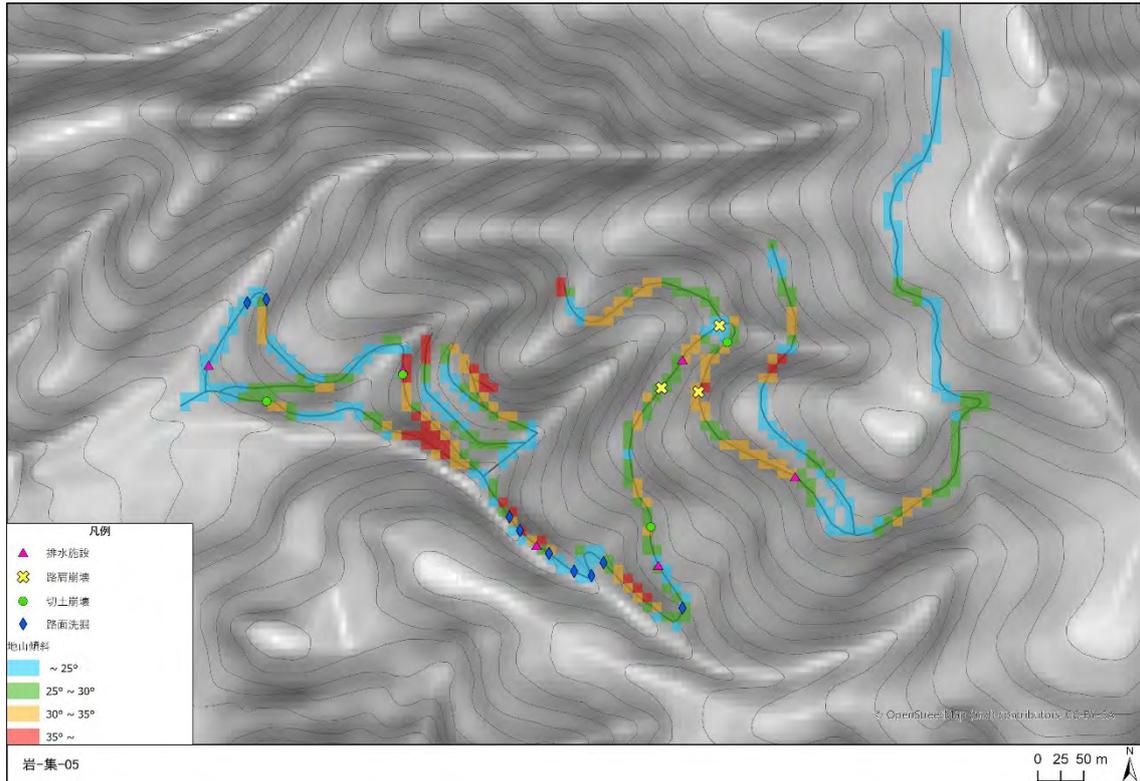


図 2.1-13 被災箇所の周辺地形

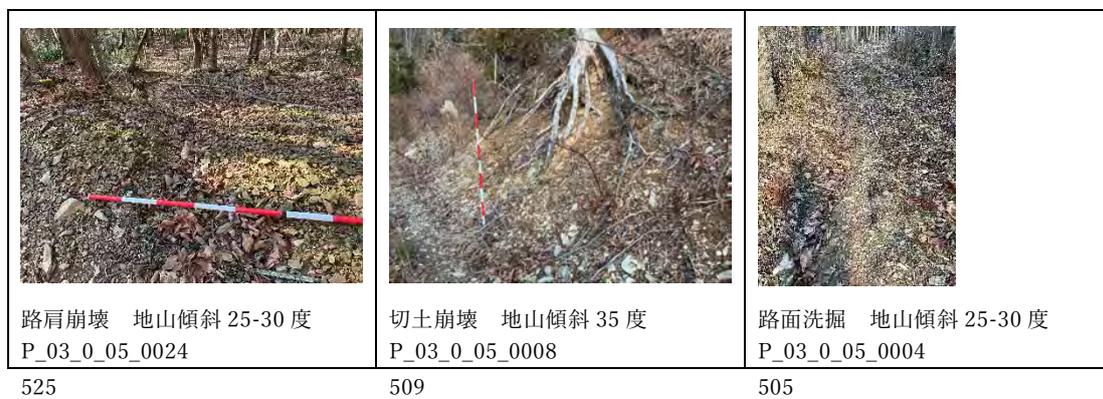


図 2.1-14 被災状況

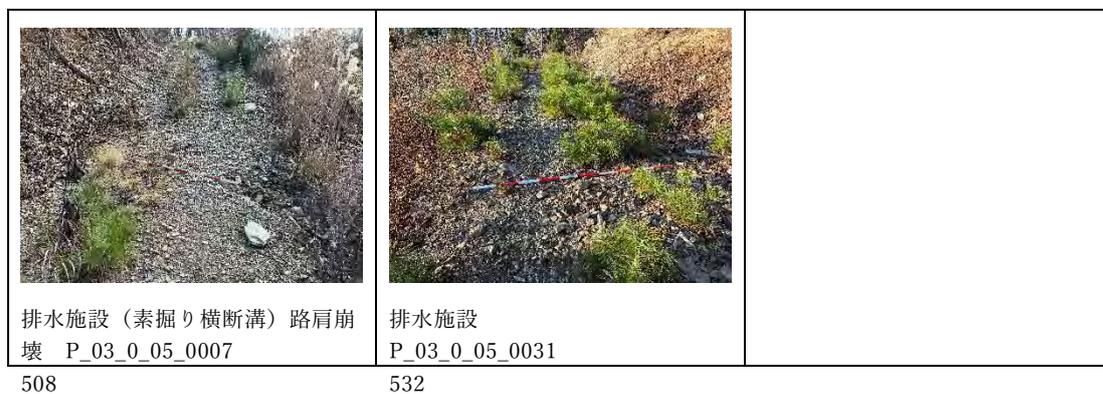


図 2.1-15 排水施設の設置状況

(3) 岩-作-07

岩-作-07 は 2021 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 1 年が経過している。調査延長 216m を踏査した。主な地質は堆積岩の泥岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 86% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

被災箇所は確認されなかった。

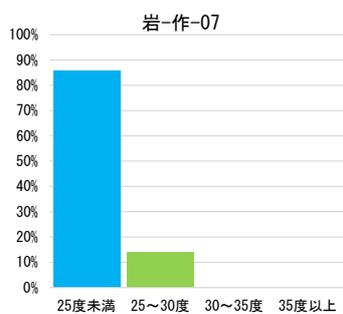


図 2.1-16 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

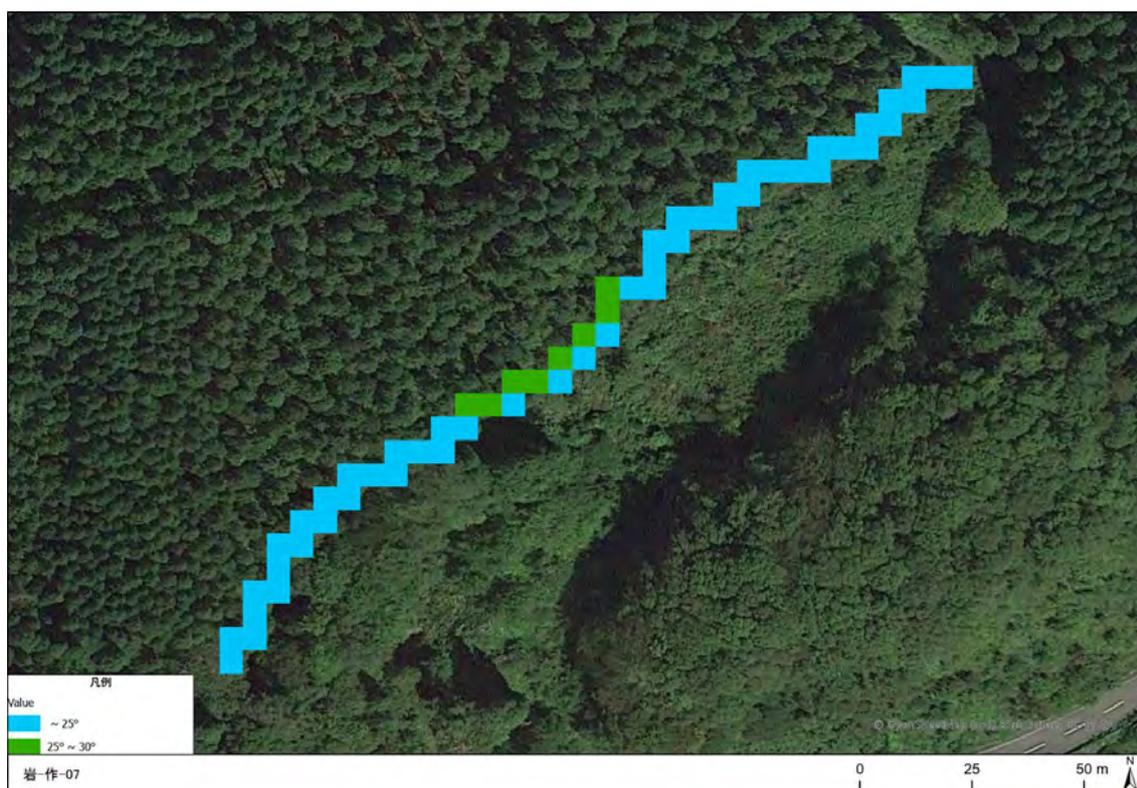


図 2.1-17 調査延長の地山傾斜

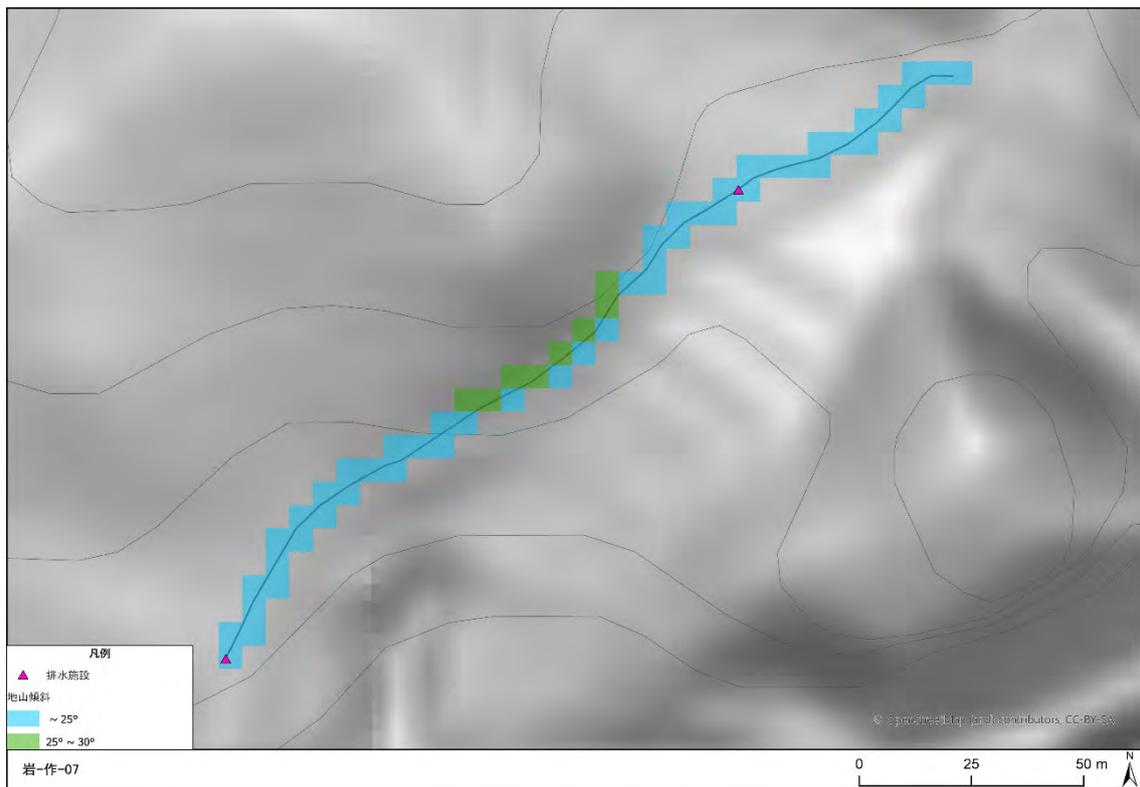


図 2.1-18 調査路線の周辺地形

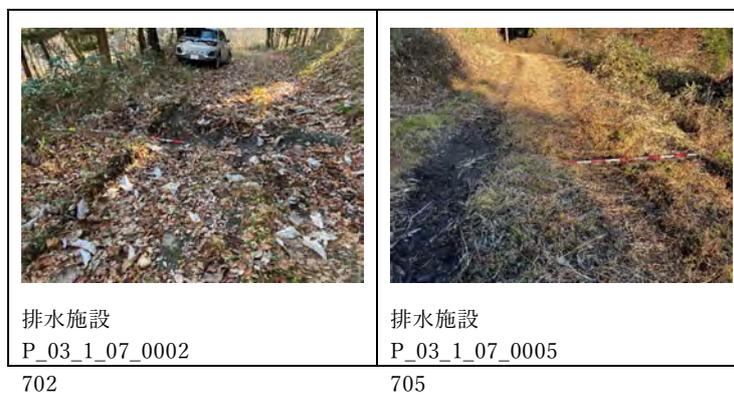


図 2.1-19 排水施設の設置状況

(4) 岩-作-10

岩-作-10 は 2021 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 1 年が経過している。調査延長 347m を踏査した。主な地質は火成岩の玄武岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 67%が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

排水施設は確認されなかった。

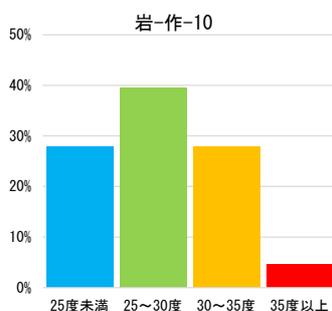


図 2.1-20 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

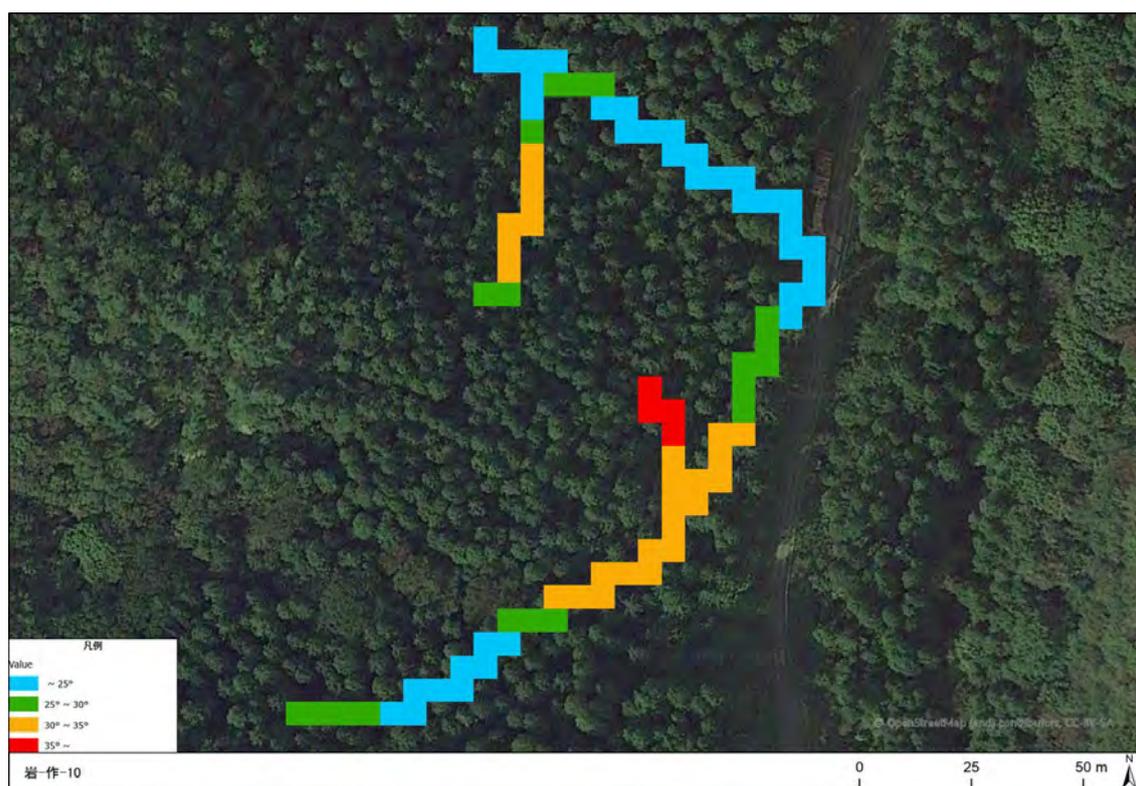


図 2.1-21 調査延長の地山傾斜

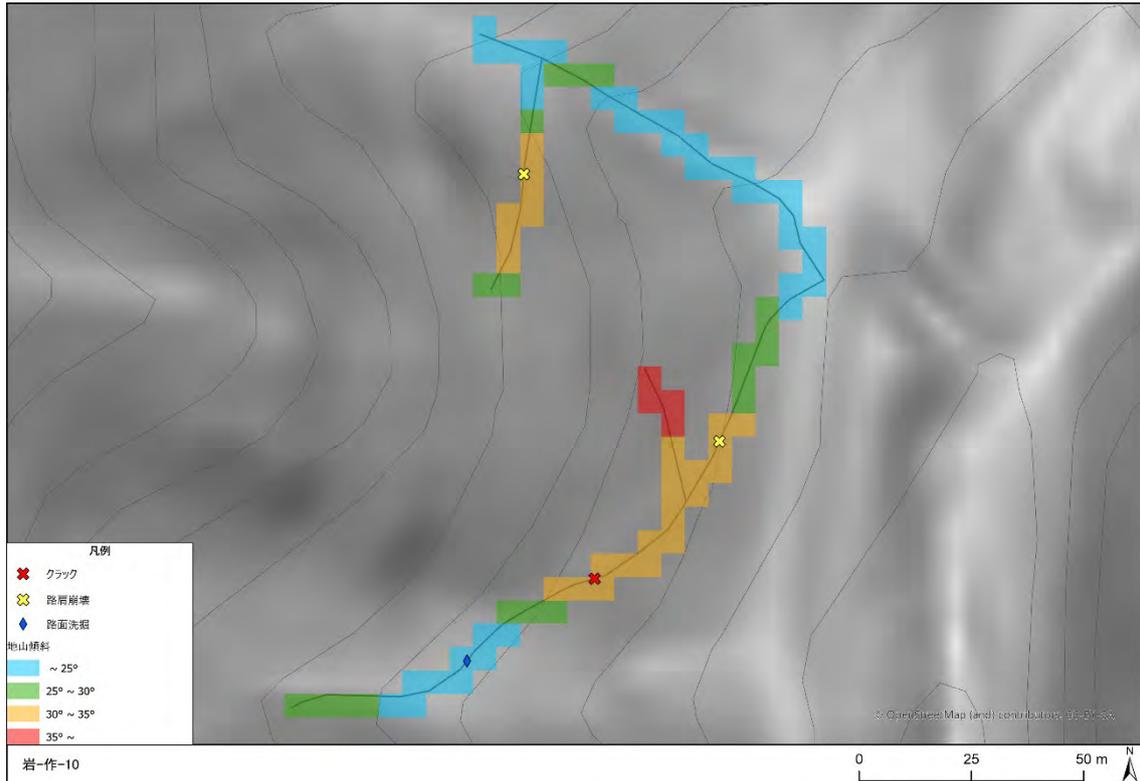


図 2.1-22 被災箇所の周辺地形

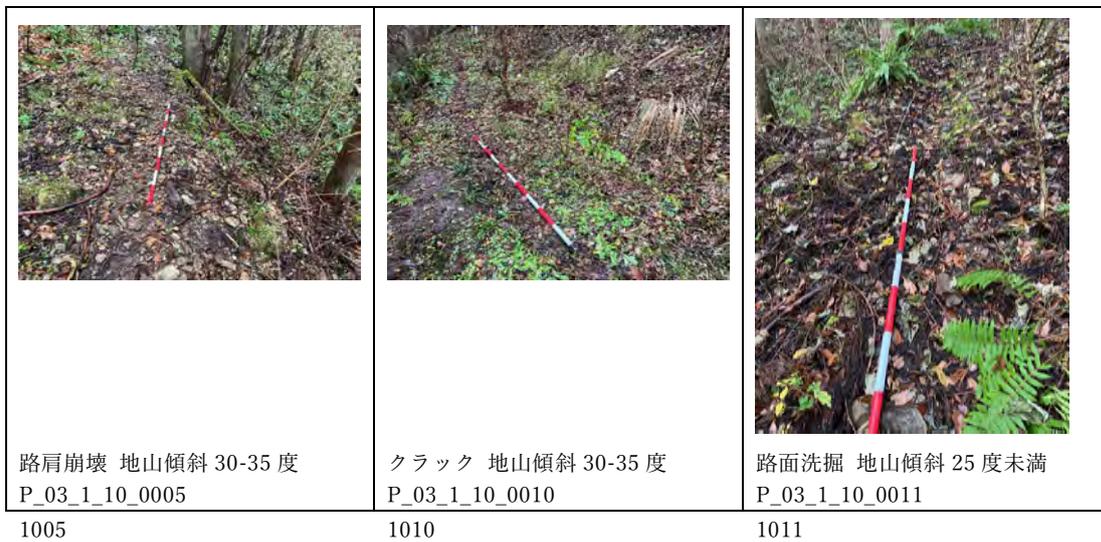


図 2.1-23 被災状況

(5) 岩-集-05

岩-集-05 は 2015 年に作設され、作設から約 7 年が経過している。

調査延長は 720m、集材路密度は 450m/ha であった。主な地質は火成岩の流紋岩 (デイサイト) である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 50% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

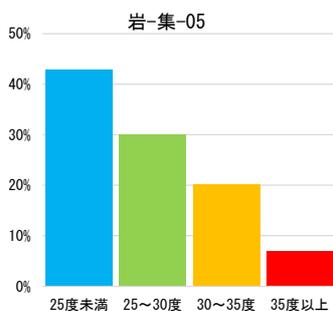


図 2.1-24 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

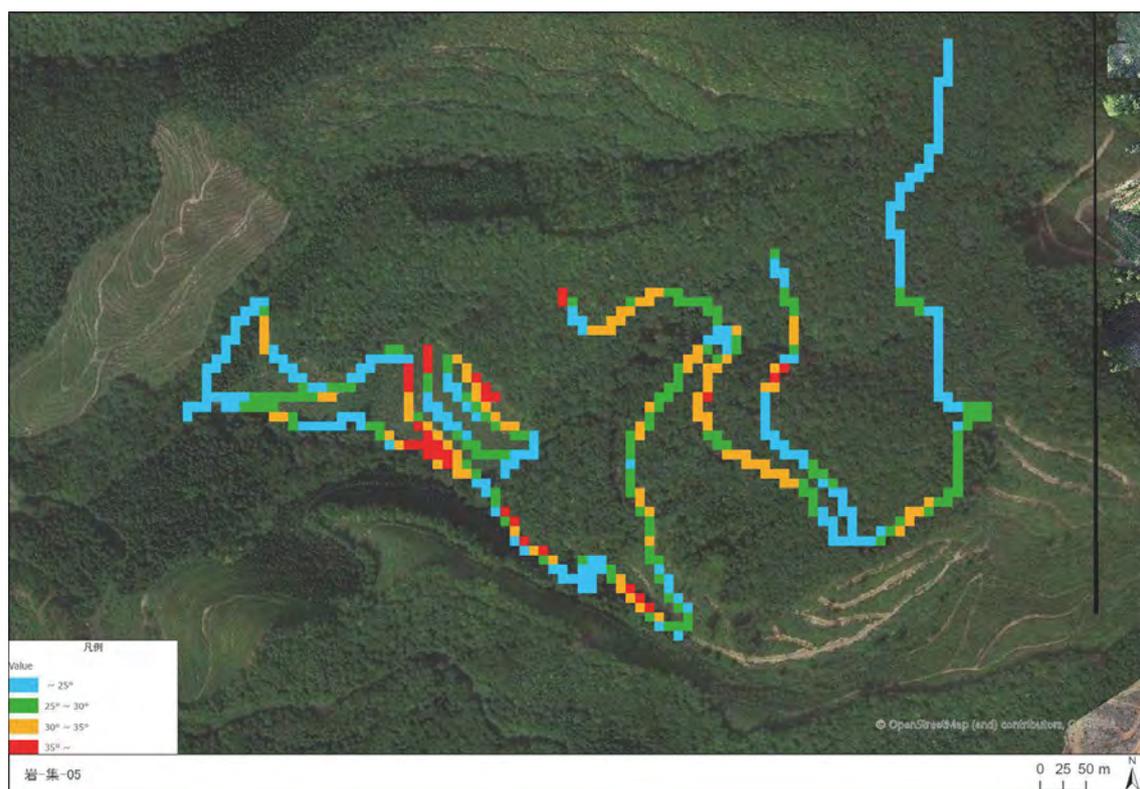


図 2.1-25 調査延長の地山傾斜

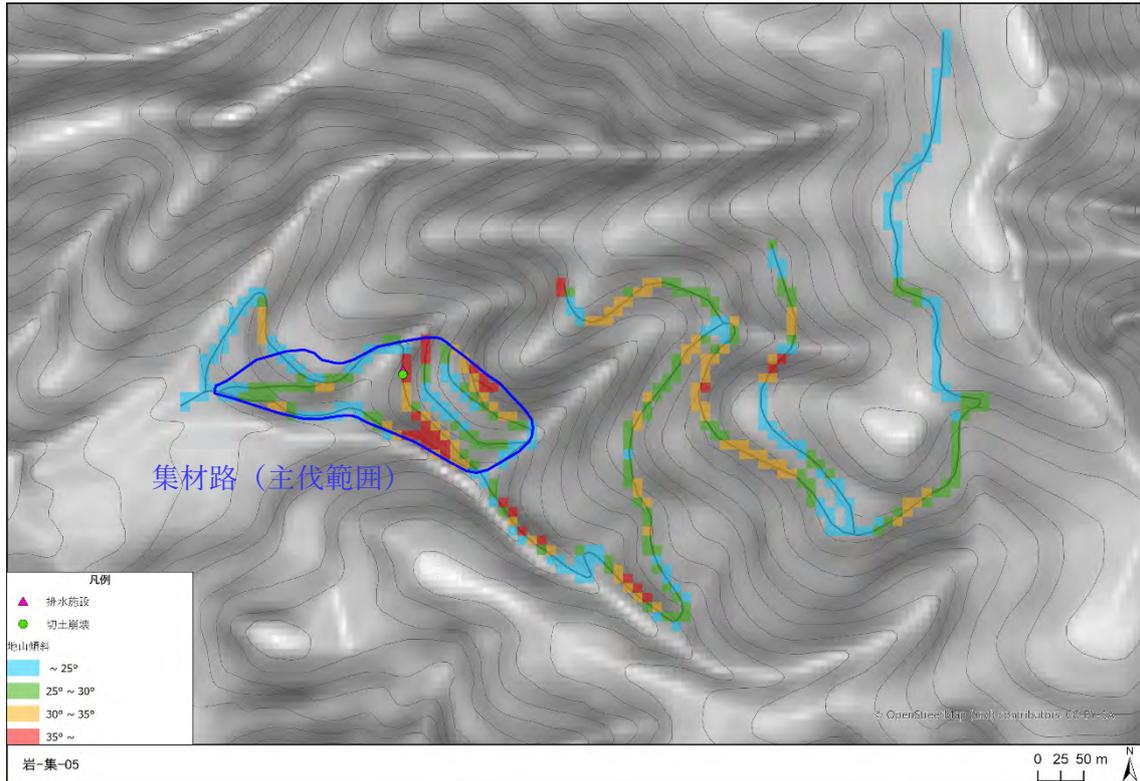


図 2.1-26 被災箇所の周辺地形



切土崩壊（初期） 地山傾斜 35 度以上 P_03_0_05_0008

509

図 2.1-27 被災状況



横断溝（素掘り）溝埋まっている P_03_0_05_0007

508

図 2.1-28 排水施設の設置状況

(6) 岩-集-07

岩-集-07 は 2021 年に作設され、作設から約 1 年が経過している。

調査延長は 2,844m、集材路密度は 437m/ha であった。主な地質は火成岩の玄武岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 55% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

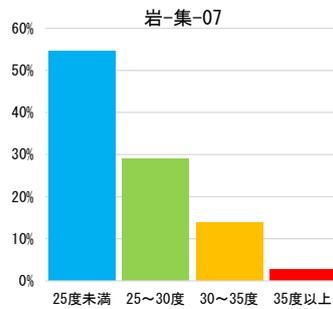


図 2.1-29 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

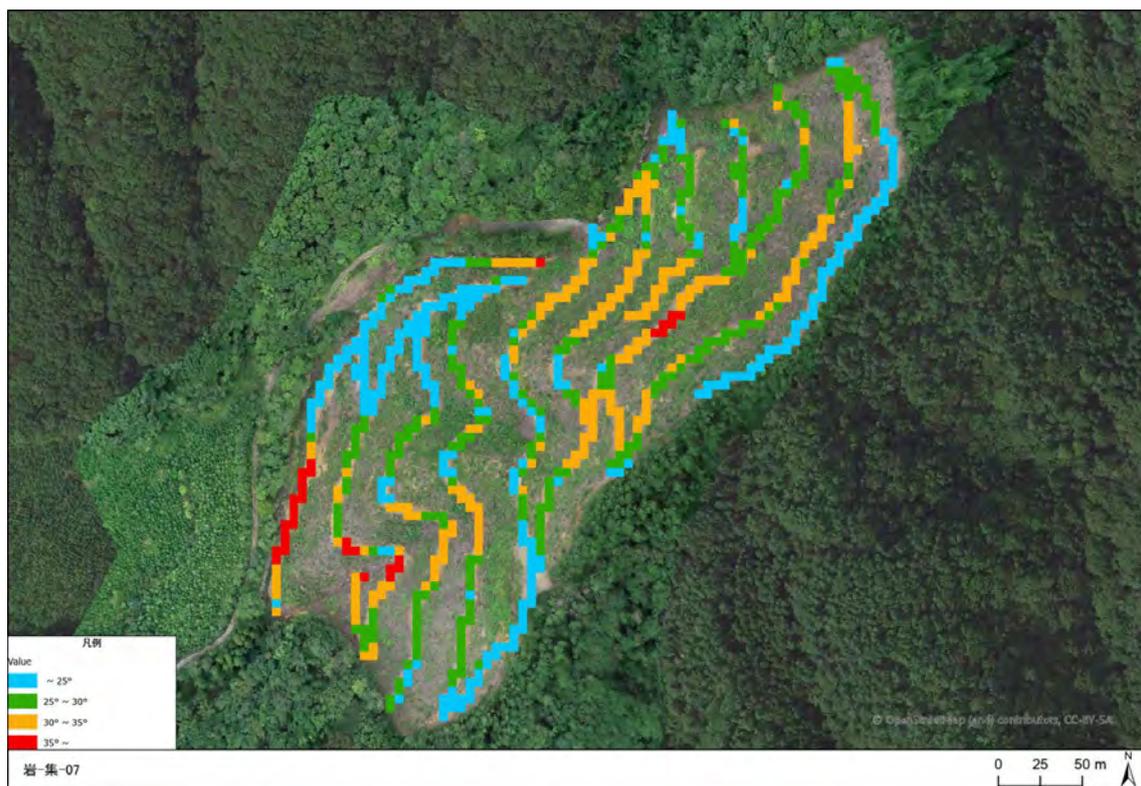


図 2.1-30 調査延長の地山傾斜

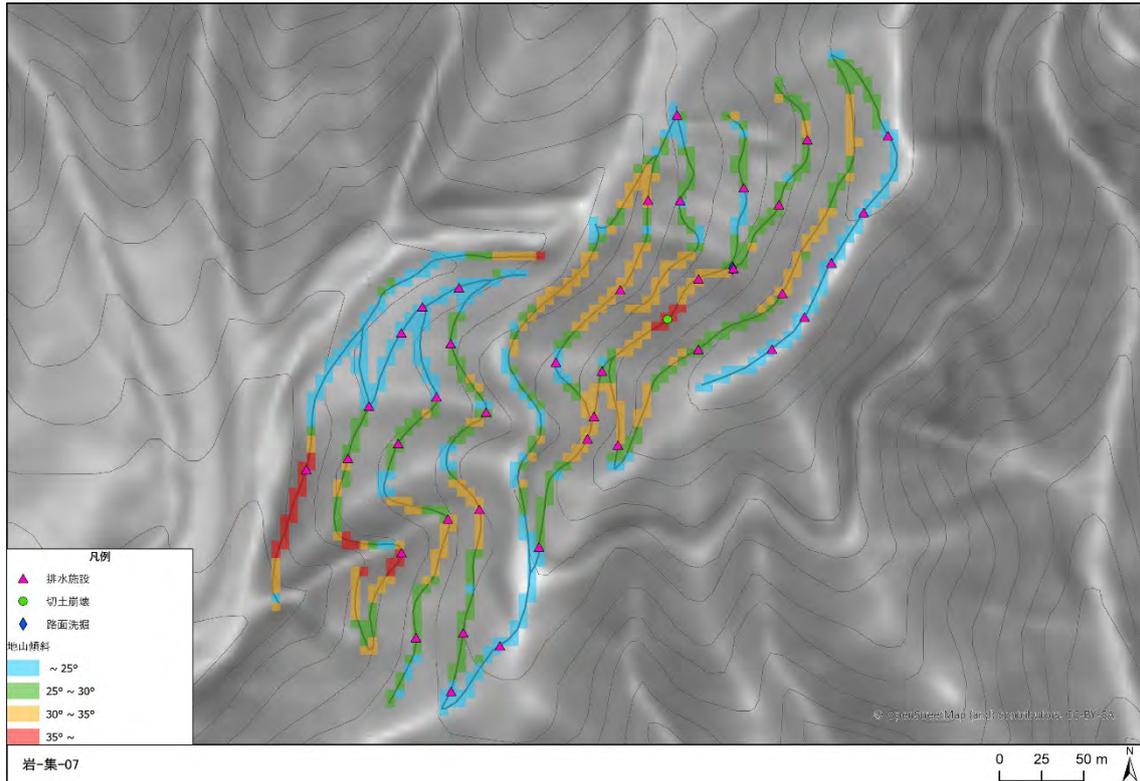


図 2.1-31 被災箇所の周辺地形

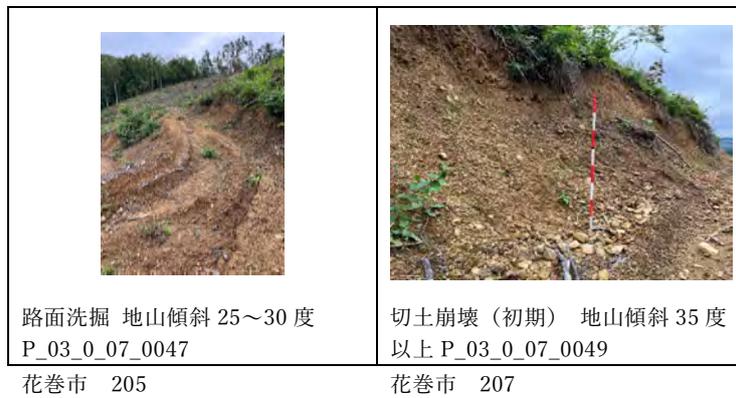


図 2.1-32 被災状況



図 2.1-33 排水施設の設置状況

(7) 岩-集-08,岩-作-08

岩-集-08, 岩-作-08 は 2019 年に作設され、作設から約 3 年が経過している。

調査延長は 1,481m、集材路密度は 513m/ha であった。主な地質は堆積岩の泥岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 89%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

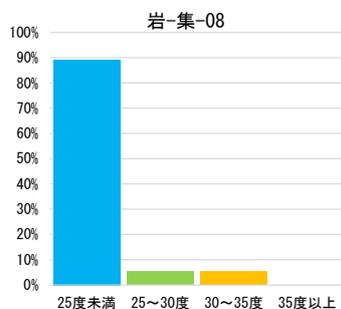


図 2.1-34 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

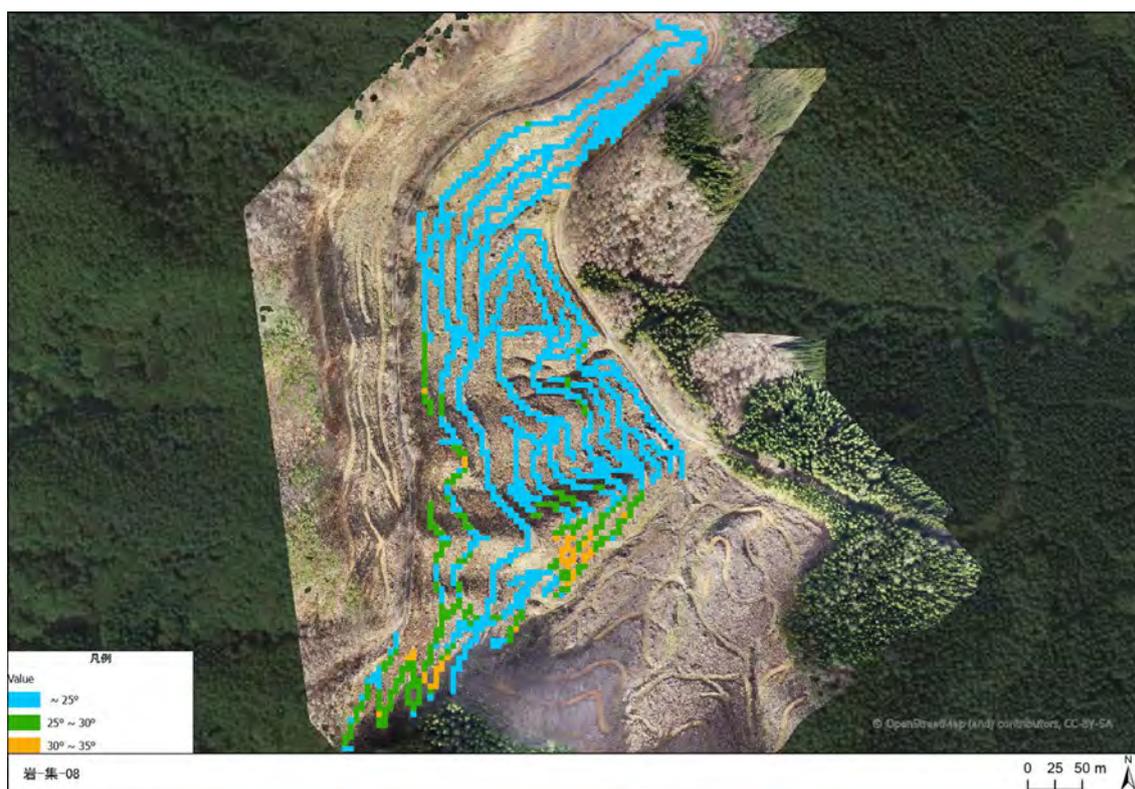


図 2.1-35 調査延長の地山傾斜

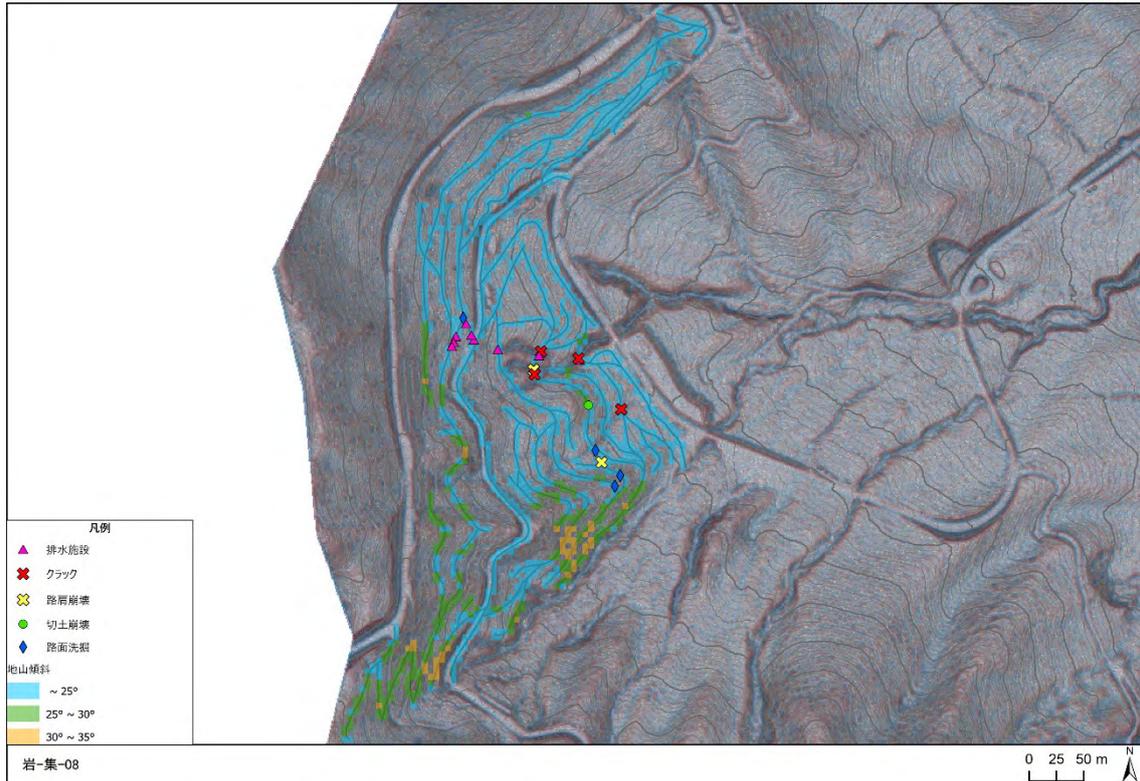


図 2.1-36 被災箇所の周辺地形

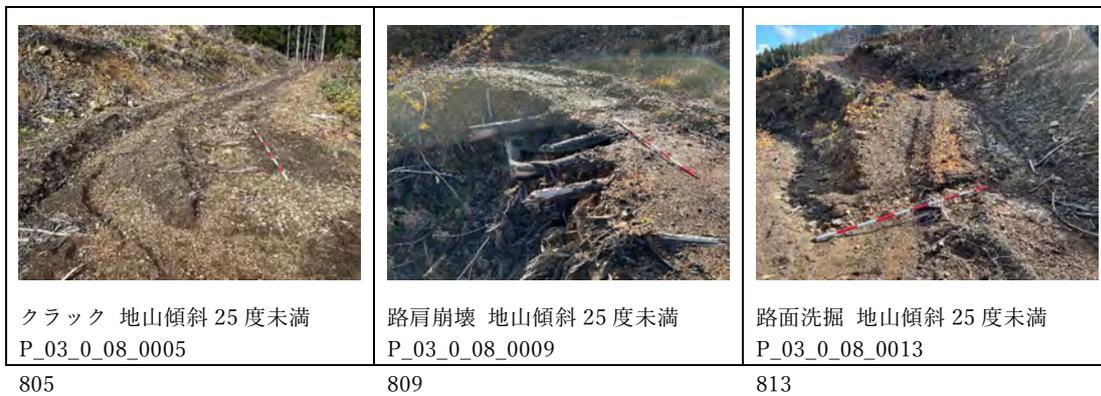


図 2.1-37 被災状況

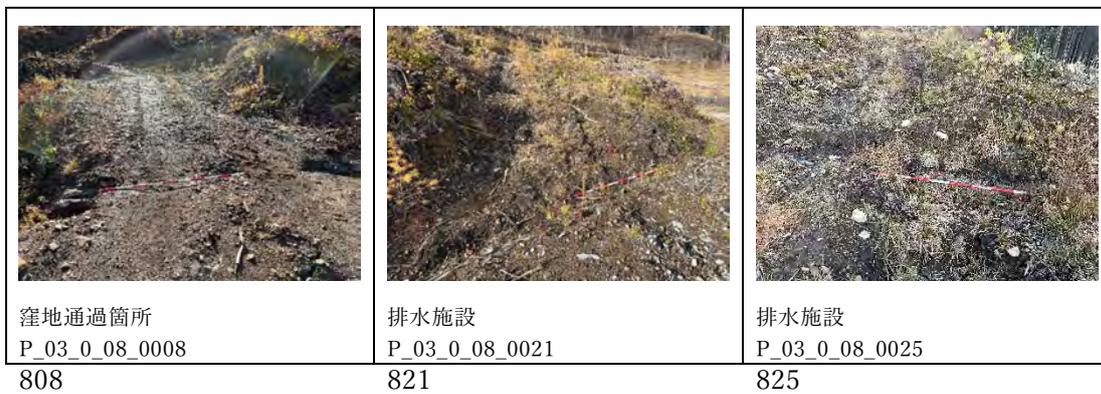


図 2.1-38 排水施設の設置状況

(8) 岩-集-09,岩-作-09

岩-集-09,岩-作-09 は 2018 年に作設され、作設から約 4 年が経過している。

調査延長は、未踏査だが UAV で撮影および排水施設の判読を行った範囲で 10,534m、集材路密度は 447m/ha であった。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は 25 度未満及び 25～35 度の傾斜がそれぞれ 46%を占め、全体に緩～中急傾斜である。

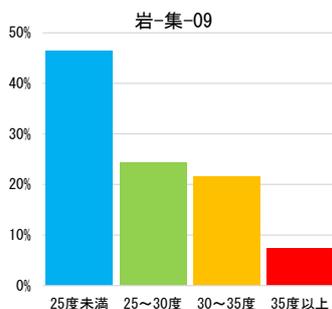


図 2.1-39 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

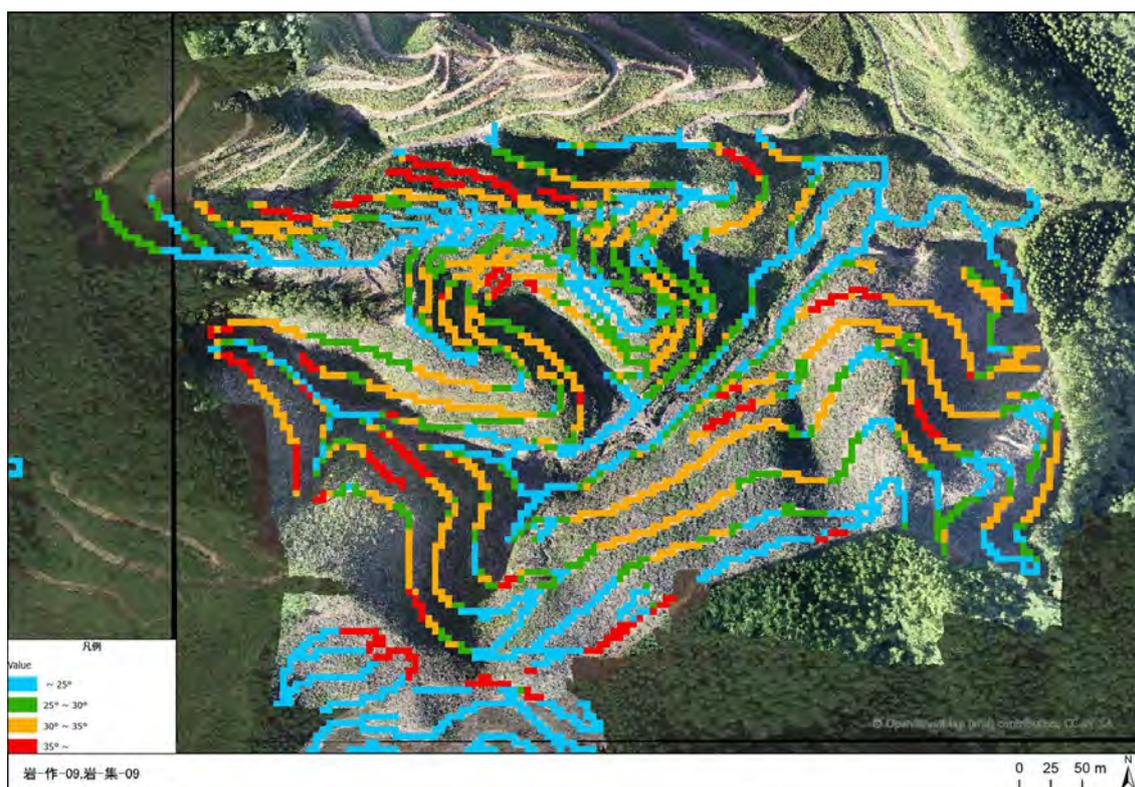


図 2.1-40 調査延長の地山傾斜

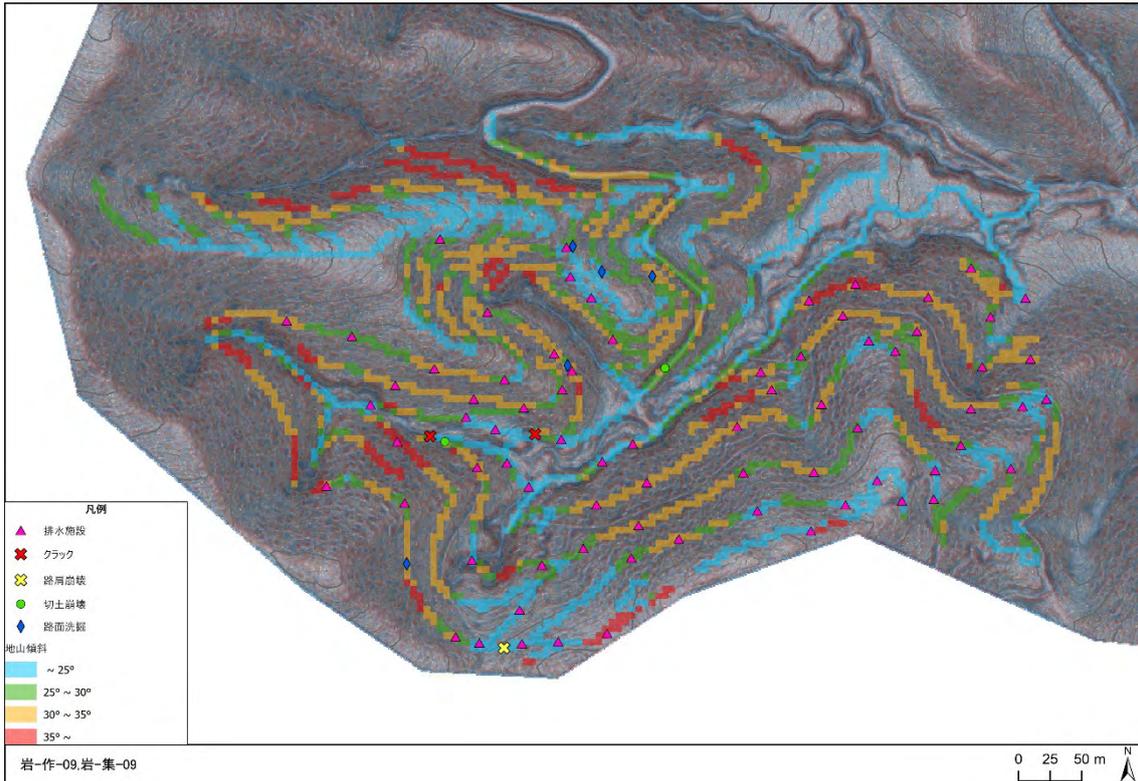


図 2.1-41 現地調査で確認した被災箇所



図 2.1-42 被災状況

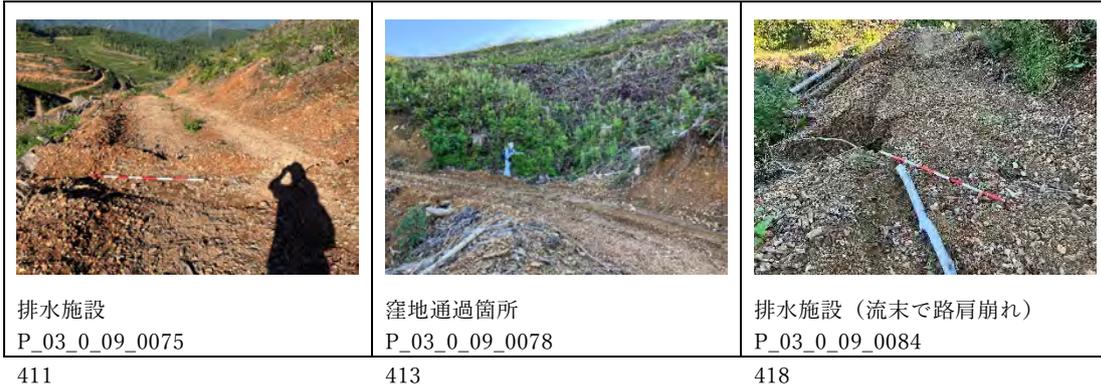


図 2.1-43 排水施設の設置状況

(9) 岩-集-11

岩-集-11 は 2021 年に作設され、作設から約 1 年が経過している。

調査延長は 975m、集材路密度は 410m/ha であった。主な地質は堆積岩の泥岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 45% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

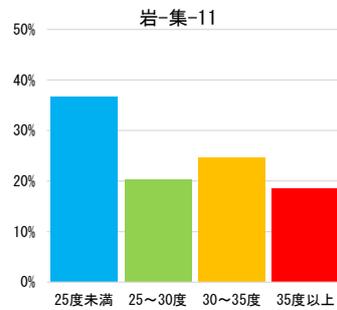


図 2.1-44 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

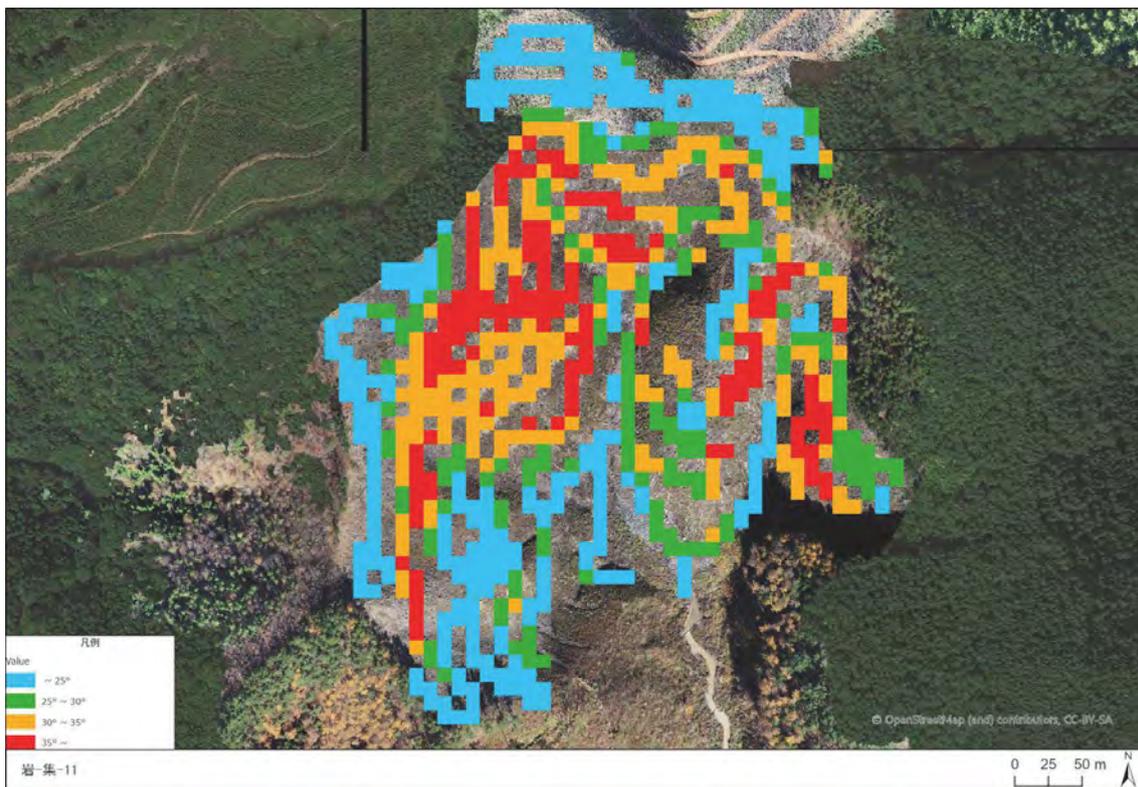


図 2.1-45 調査延長の地山傾斜

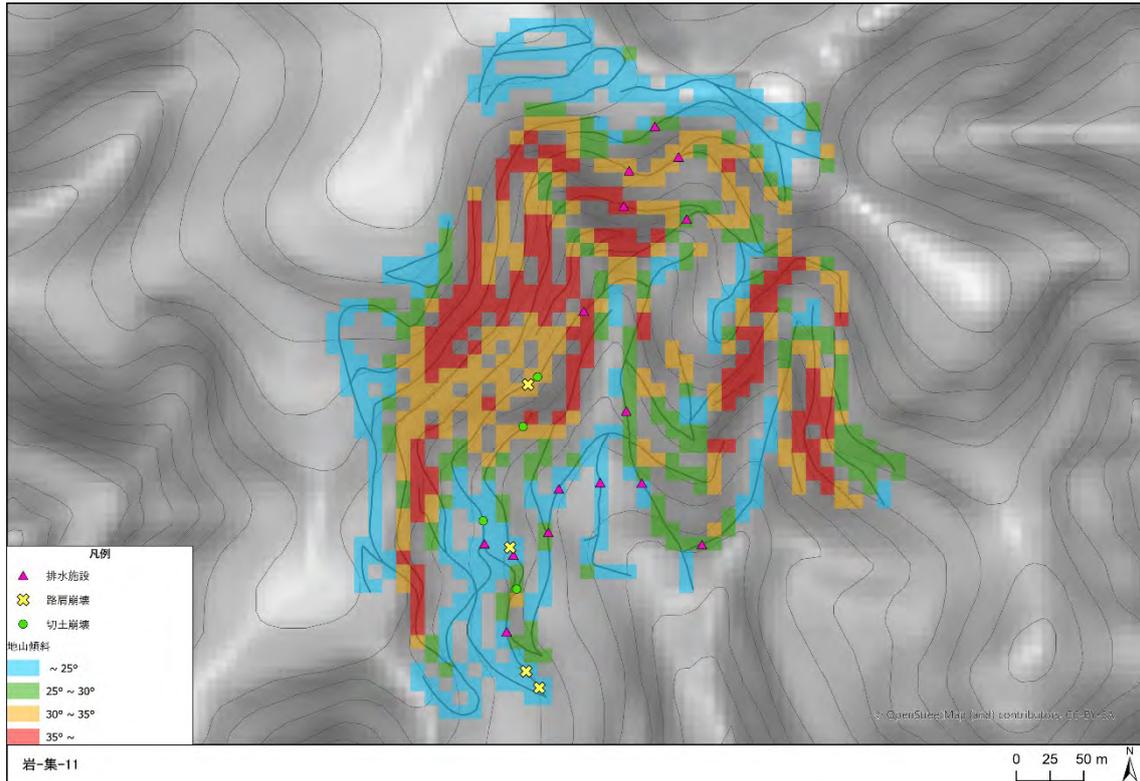


図 2.1-46 被災箇所の周辺地形

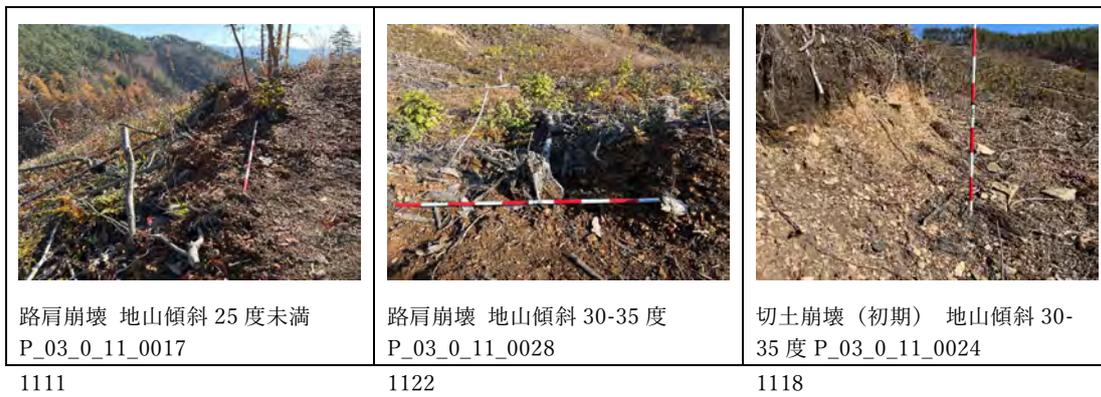


図 2.1-47 被災状況

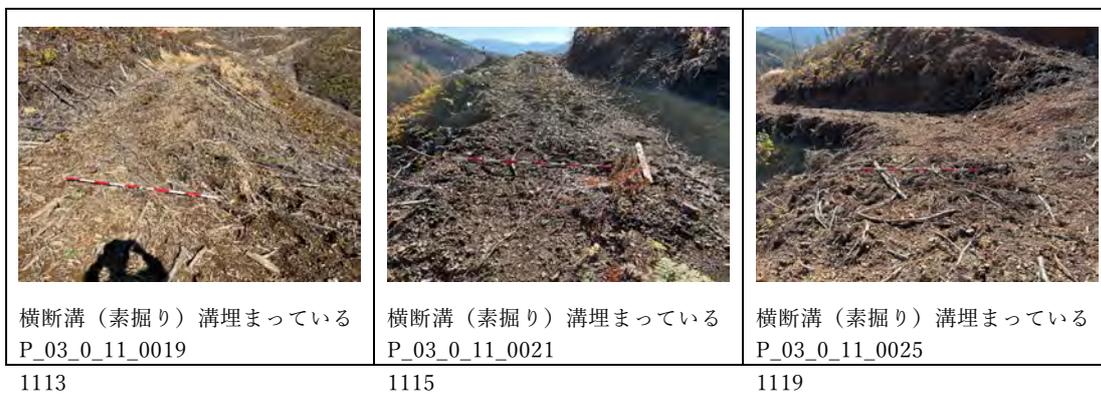


図 2.1-48 排水施設の設置状況

(10) 岩-集-12

岩-集-12 は 2015 年に作設され、作設から約 7 年が経過している。

調査延長は 1,115m、集材路密度は 389m/ha であった。主な地質は堆積岩の泥岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 44%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

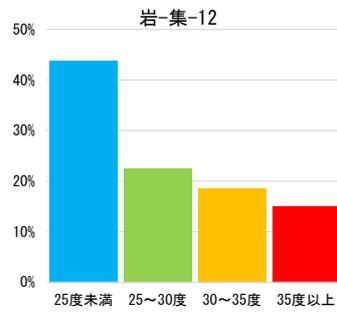


図 2.1-49 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

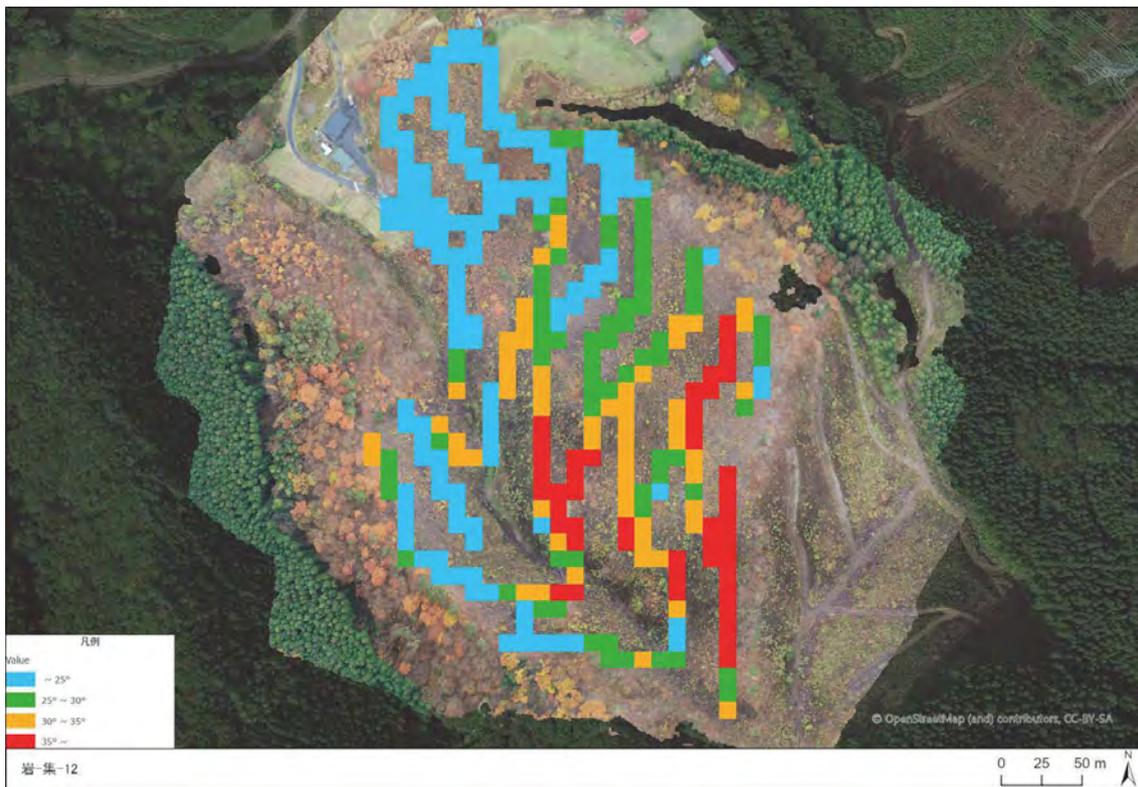


図 2.1-50 調査延長の地山傾斜

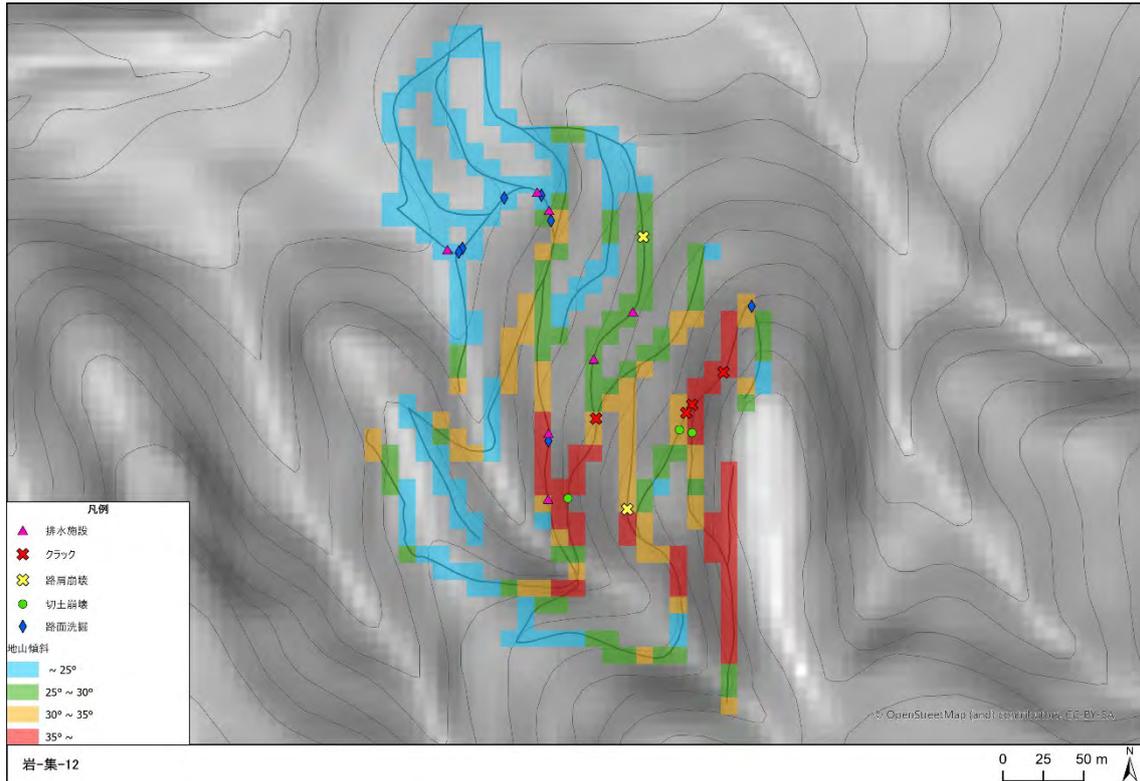


図 2.1-51 被災箇所の周辺地形



図 2.1-52 被災状況



図 2.1-53 排水施設の設置状況

(11) 岩-集-13

岩-集-13 は 2021 年に作設され、作設から約 1 年が経過している。

調査延長は 1,005m、集材路密度は 353m/ha であった。主な地質は堆積岩の泥岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 61%が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

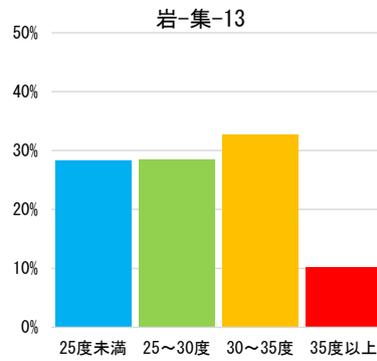


図 2.1-54 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

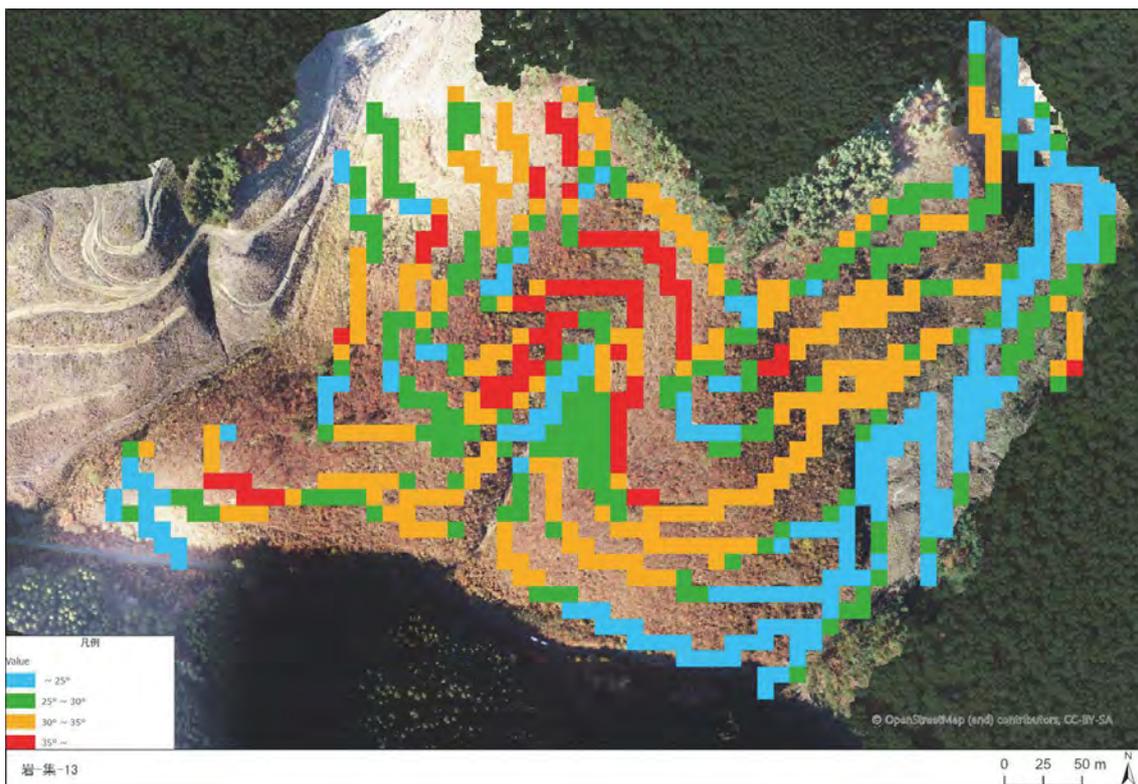


図 2.1-55 調査延長の地山傾斜 (10mDEMで算出)

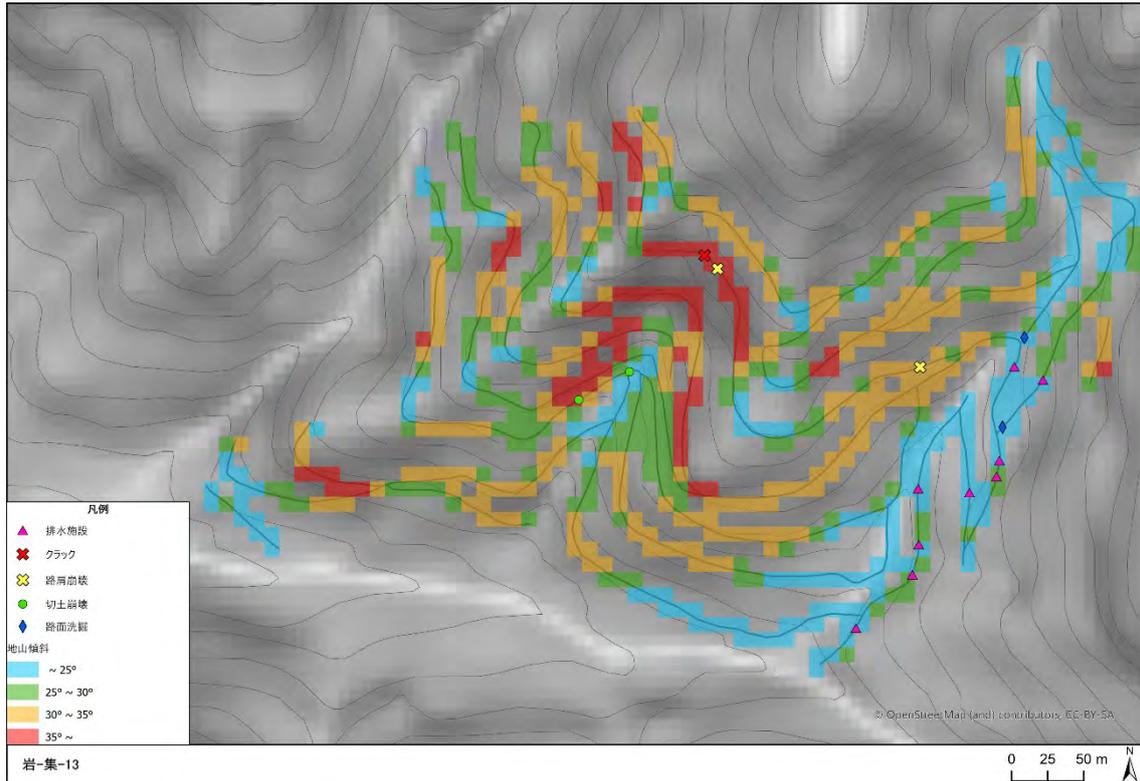


図 2.1-56 被災箇所の周辺地形

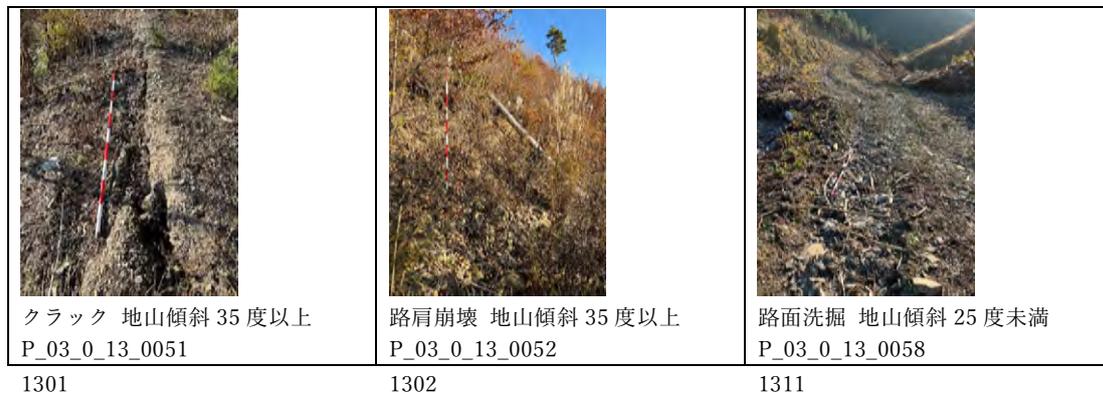


図 2.1-57 被災状況



図 2.1-58 排水施設の設置状況

(12) 岩-集-14

岩-集-14 は 2020 年に作設され、作設から約 2 年が経過している。

調査延長は 845m、集材路密度は 411m/ha であった。主な地質は火成岩の流紋岩 (デイサイト) である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 75%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

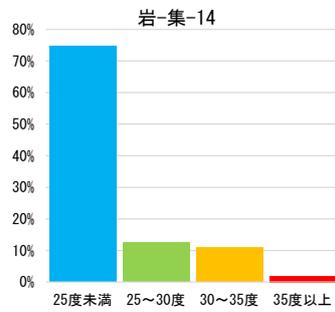


図 2.1-59 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

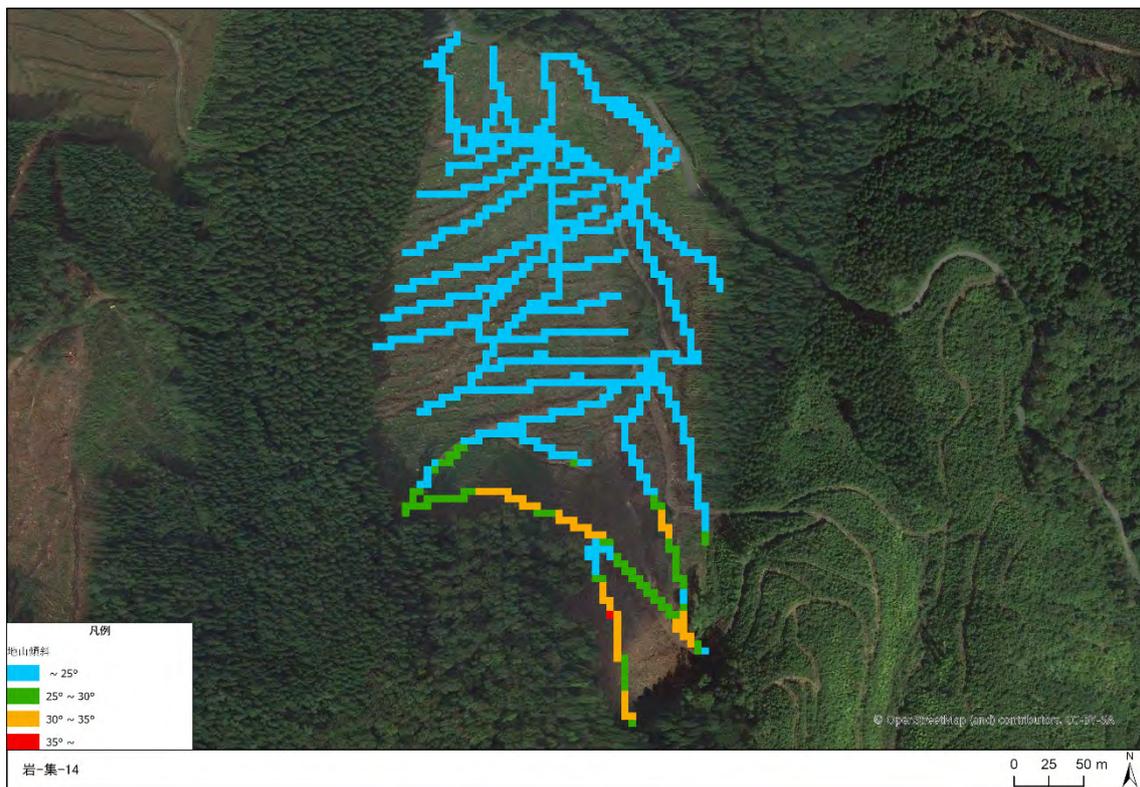


図 2.1-60 調査延長の地山傾斜

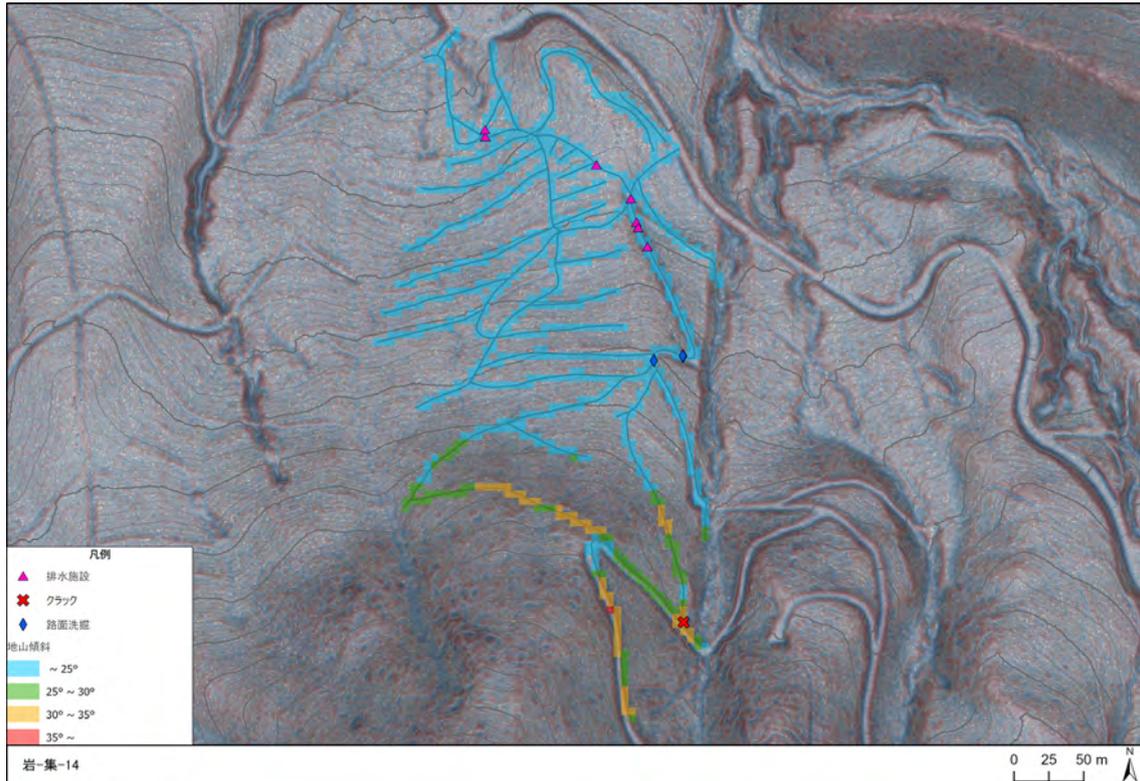


図 2.1-61 被災箇所の周辺地形

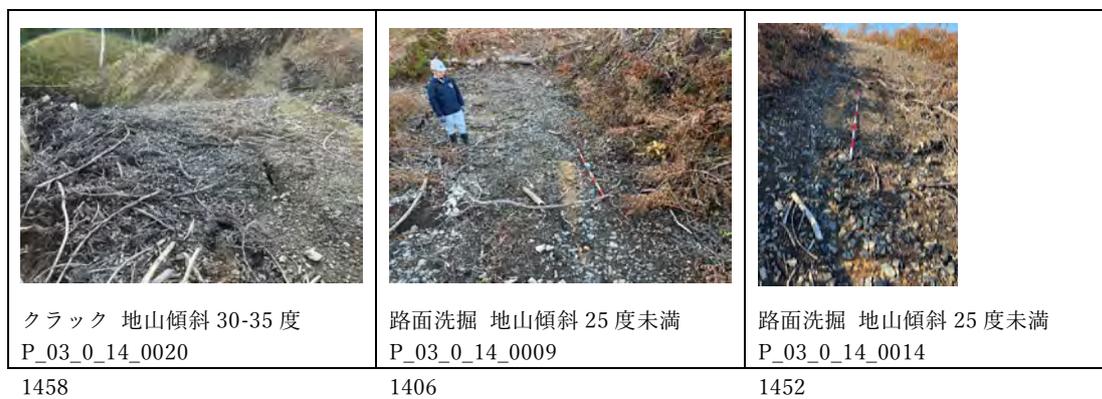


図 2.1-62 被災状況

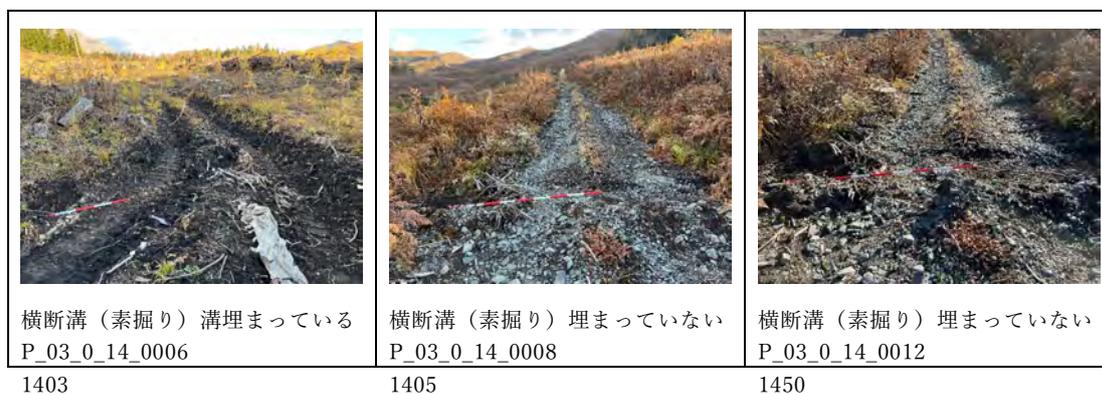


図 2.1-63 排水施設の設置状況

(13) 岩-集-15

岩-集-15 は 2019 年に作設され、作設から約 3 年が経過している。

調査延長は 1,162m、集材路密度は 265m/ha であった。主な地質は堆積岩の泥岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 95%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

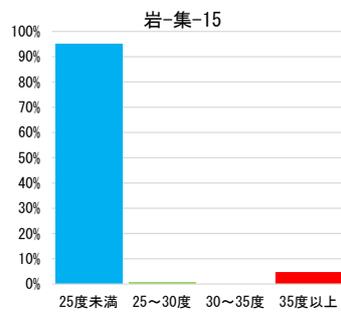


図 2.1-64 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

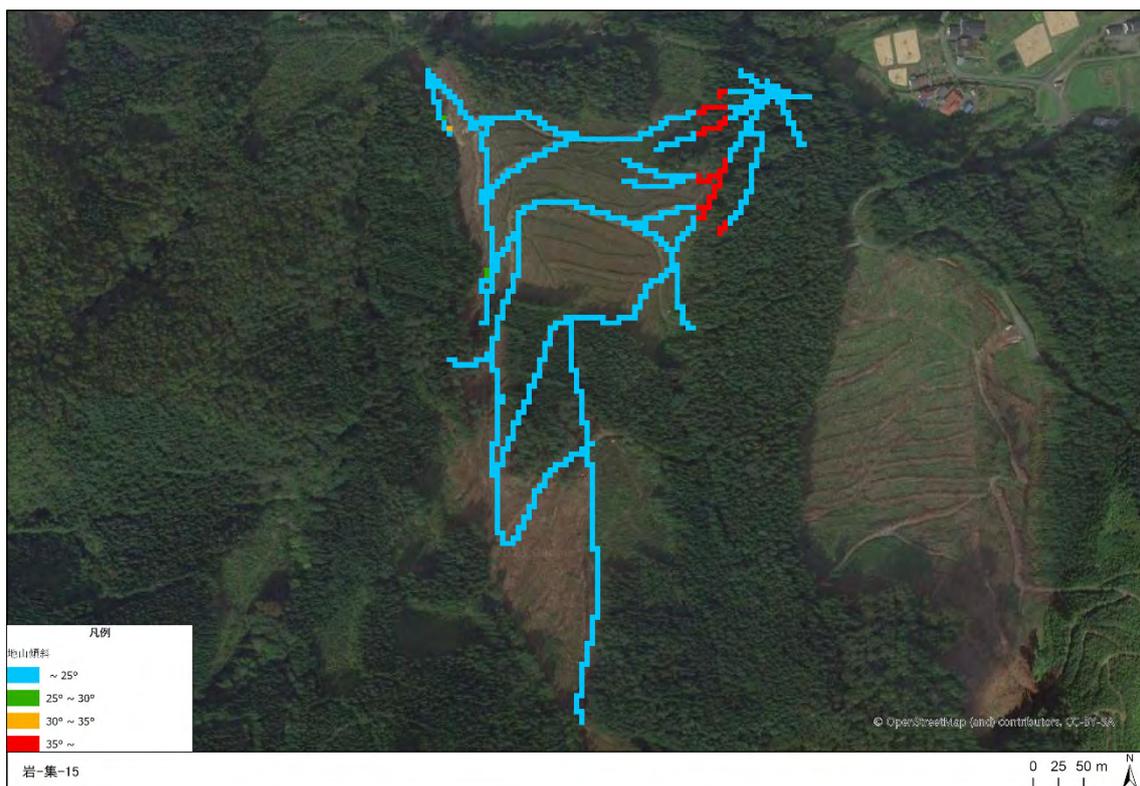


図 2.1-65 調査延長の地山傾斜

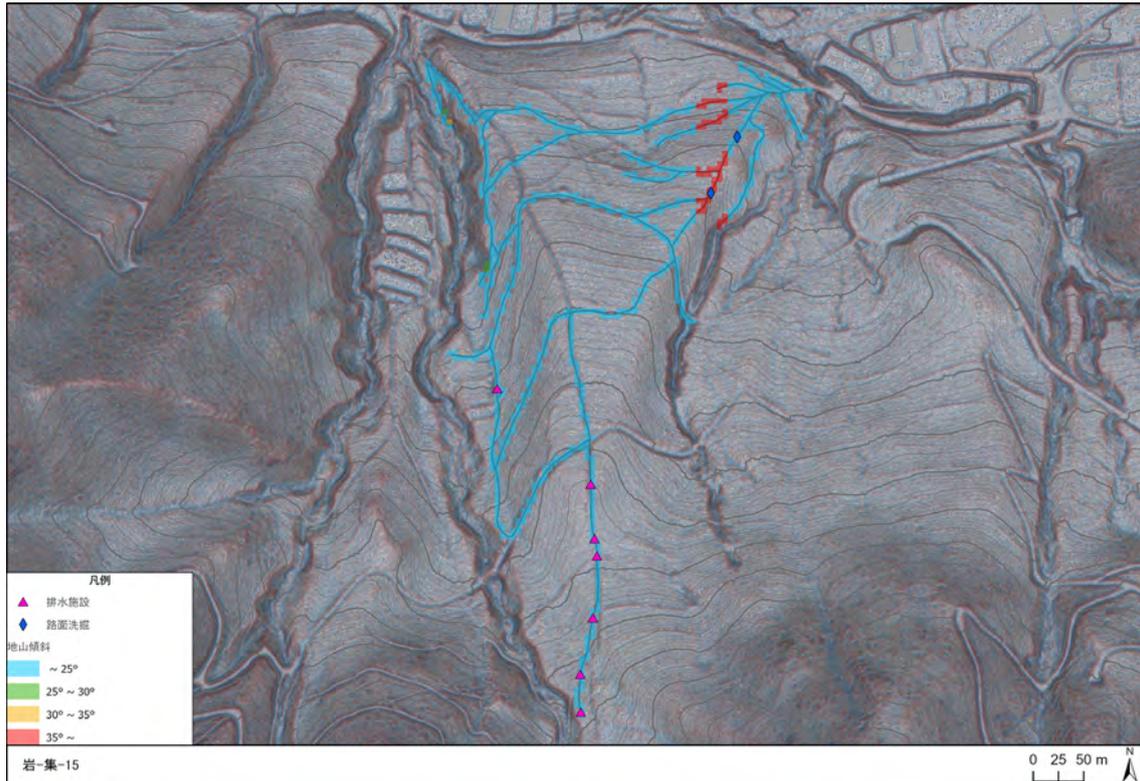


図 2.1-66 被災箇所の周辺地形



図 2.1-67 被災状況

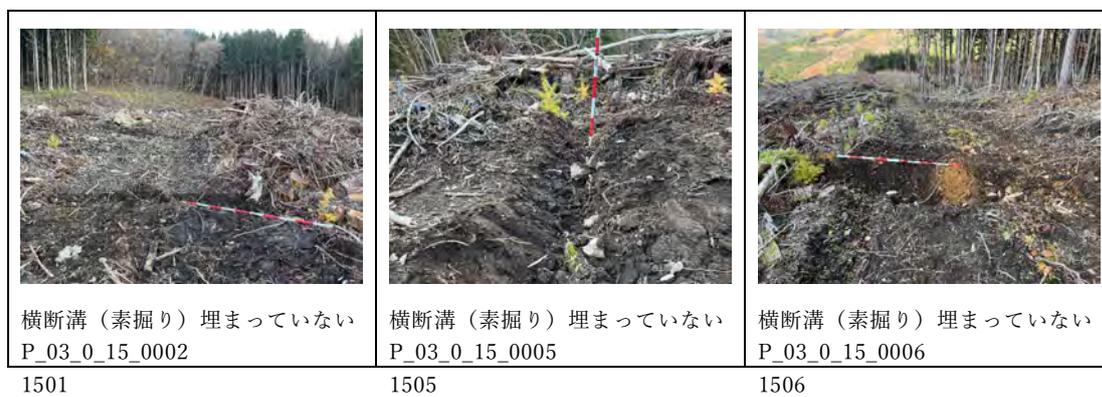


図 2.1-68 排水施設の設置状況

(14) 岩-集-17

岩-集-17 は 2021 年に作設され、作設から約 1 年が経過している。

調査延長は 1,925m、集材路密度は 371m/ha であった。主な地質は火成岩の玄武岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 58% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

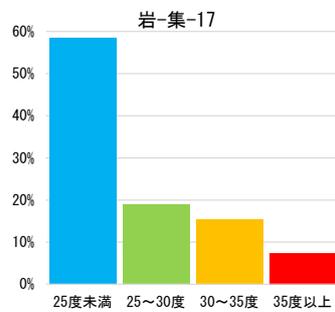


図 2.1-69 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

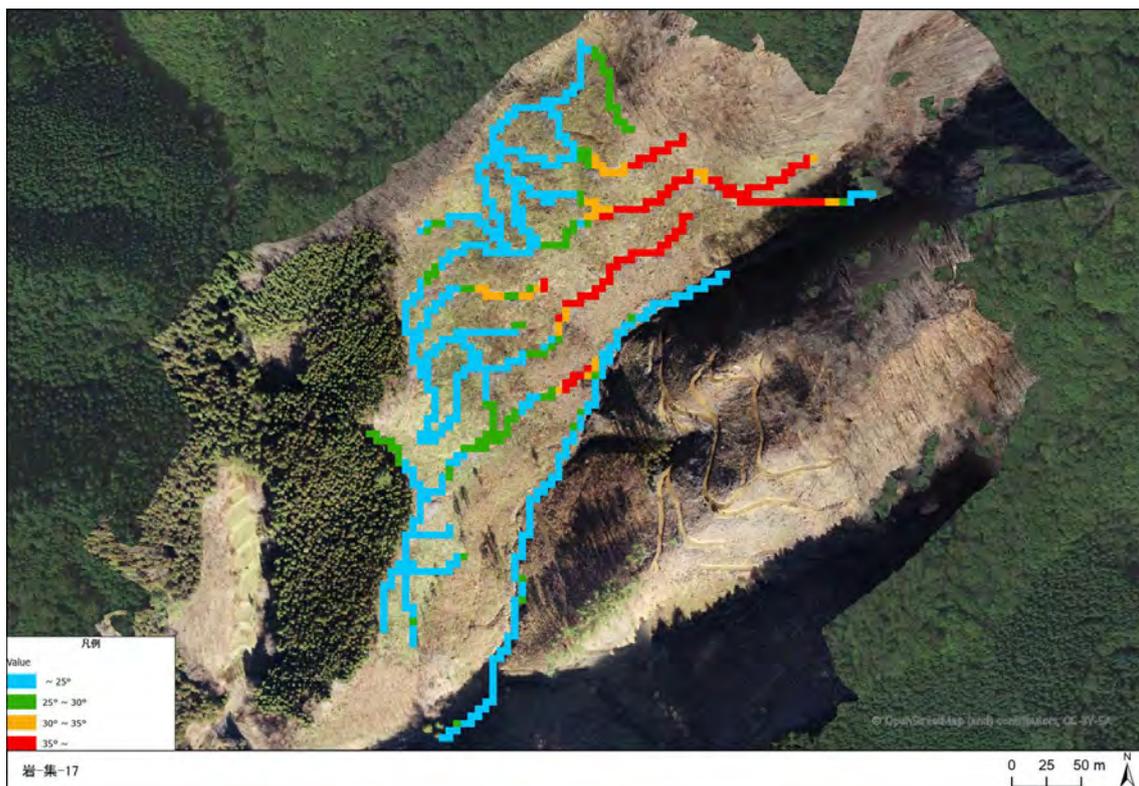


図 2.1-70 調査延長の地山傾斜

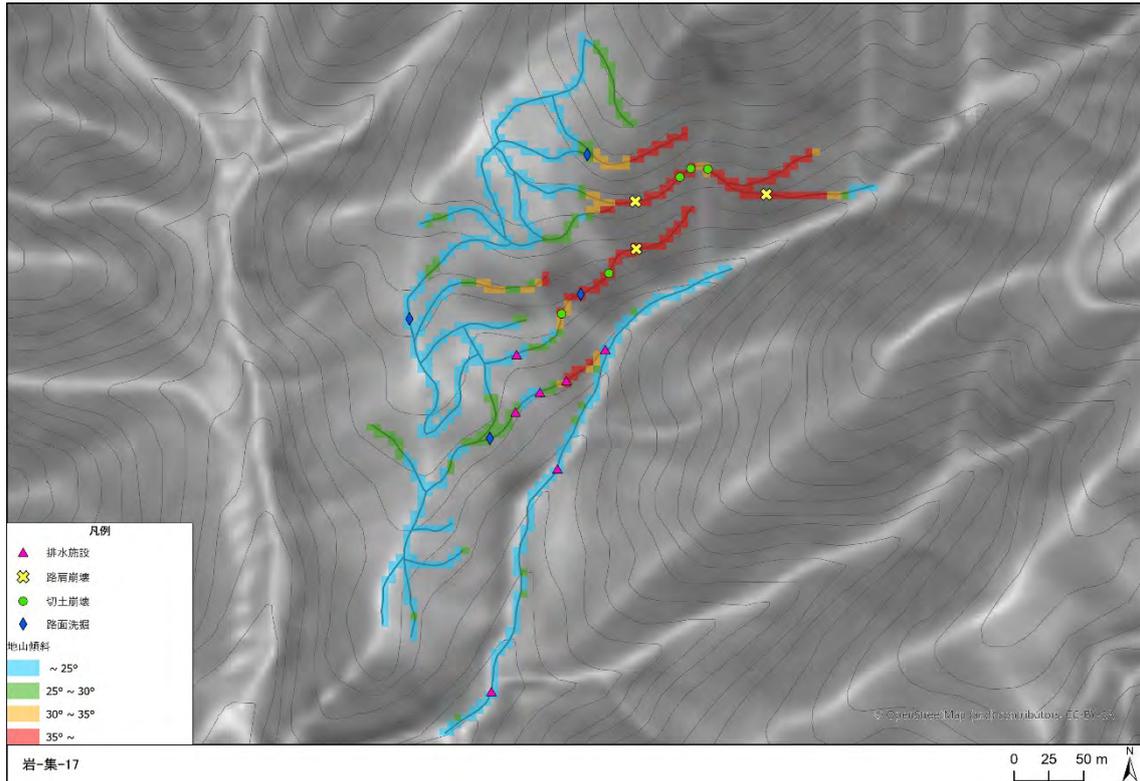


図 2.1-71 被災箇所の周辺地形



図 2.1-72 被災状況



図 2.1-73 排水施設の設置状況

2) 福島県

いわき市を含む常磐地域では、前期白亜紀以前の古期岩類である阿武隈変成岩類・阿武隈花崗岩類を、上部白亜系から新第三系の地層が、比較的単純な地質構造で累重する地域である。

いわき市の気候は、海洋性気候に属し、年平均気温が 14.8℃と温暖であり、寒暖の差が少なく、年間日照時間が長い恵まれた気象条件を有している。(年間降水量 1809.5 mm、年間日照時間 2239.2 時間)

近傍のアメダス観測所データより、直近 10 年間の年間降水量と日最大降水量を表 2.1-8 に示す。

出典：常磐地域の白亜系から新第三系と前孤盆堆積作用

https://www.jstage.jst.go.jp/article/geosoc/117/Supplement/117_117.S49/_pdf

表 2.1-8 (1) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

山田観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1341	118	10月16日	46	23
2014	2025	130	10月6日	42	15
2015	1517	109	7月16日	35	13
2016	1452	98	8月17日	33	11
2017	1444	116	10月22日	31	13
2018	1536	94	3月9日	53	25
2019	1807	257	10月12日	53	15
2020	1506	110	1月29日	47	11
2021	1968	109	8月14日	41	12
2022	1295	78	6月6日	24	16

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-8 (2) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

平観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1421	164	4月7日	92	21
2014	1904	123	10月6日	31	11
2015	1327	128	9月10日	60	20
2016	1254	97	8月17日	22	10
2017	1226	91	10月22日	41	19
2018	1189	70	3月9日	40	16
2019	1608	228	10月12日	47	13
2020	1302	126	1月29日	37	12
2021	1770	117	11月9日	35	18
2022	1083	56	5月27日	21	10

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-9 福島県の調査路線の一覧

路線 No	道の種類	完成年度	傾斜 [※]	作設時の施業種	地質	地質（詳細）	調査延長 (m)	作設からの 経過年数
福-作-01	森林作業道	2019	緩	間伐	火成岩	花崗閃緑岩	1867	3
福-作-02	森林作業道	2020	緩	間伐	火成岩	花崗閃緑岩	591	2
福-作-05	森林作業道	2020	中急	間伐	火成岩	花崗閃緑岩	1571	2
福-作-06	森林作業道	2021	中急	間伐	火成岩	花崗閃緑岩	1125	1
福-集-01	集材路	2021	中急		変成岩	苦鉄質片岩	1349	1
福-集-02	集材路	2022	中急		変成岩	泥質片麻岩	611	0

※傾斜欄について、急：35° 以上、中急：25° ～35°、緩：25° 未満

(1) 全体傾向

福島県の6路線について、1kmあたりの被災箇所数、地山傾斜、1kmあたりの排水施設数を整理した。被災の種類は、路面洗掘が最も多い路線が5路線、切土崩壊（初期含む）が最も多い路線が1路線であった（図 2.1-74）。地山傾斜は、緩傾斜（25度未満の区間が最も多い）が3路線、中～急傾斜（25～35度の区間が最も多い）が2路線、急傾斜（35度以上の区間が最も多い）が1路線であった（図 2.1-75）。各路線の1kmあたりの排水施設の設置数は0～27箇所、横断溝（素掘り）が大部分を占めていたが、丸太やゴム板等の素掘り以外の横断溝も多く確認された（図 2.1-76）。

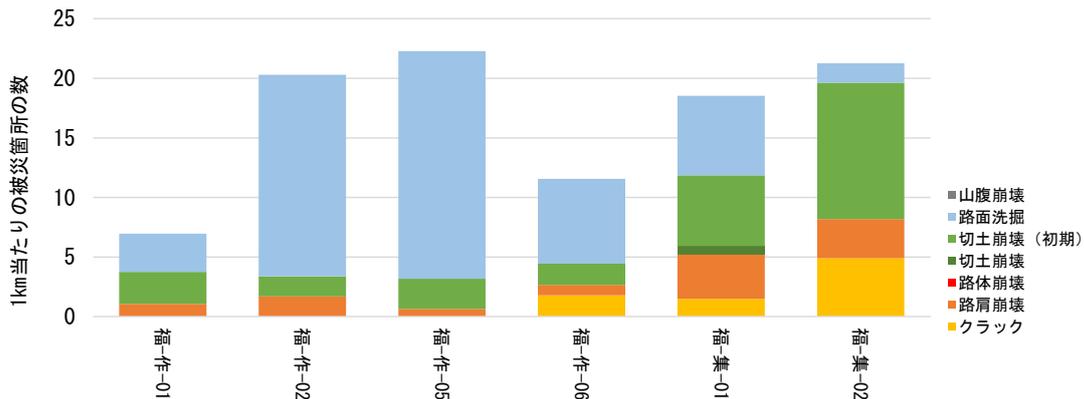


図 2.1-74 調査路線内の被災箇所数 (1kmあたり)

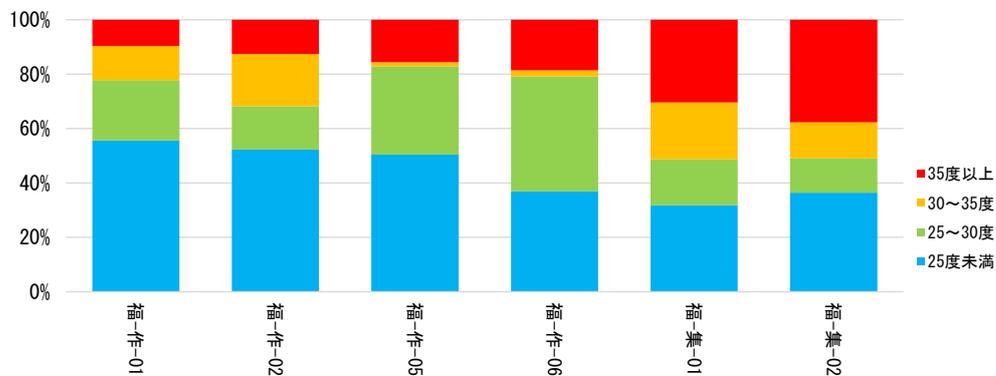


図 2.1-75 調査対象路線の地山傾斜

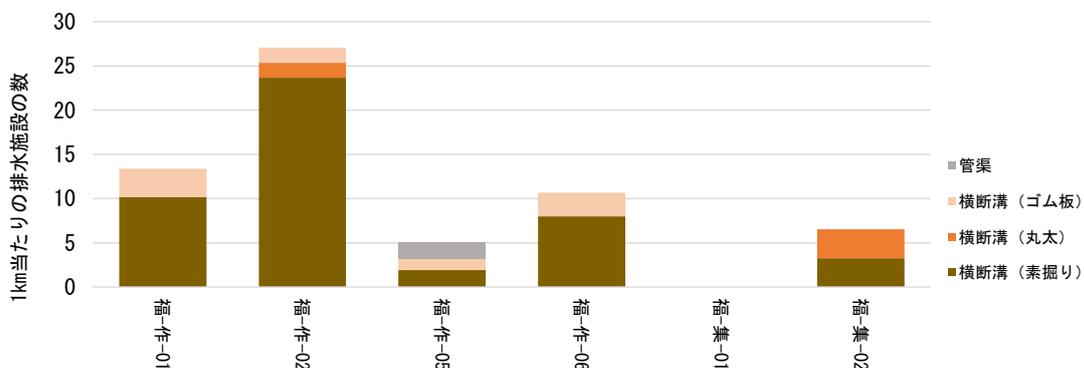


図 2.1-76 調査対象路線の排水施設数 (1kmあたり)

表 2.1-10 各路線の被災状況・排水状況の確認結果

路線No	被災箇所数						排水施設の設置箇所数			
	クラック	路肩崩壊	路体崩壊	切土崩壊	路面洗掘	山腹崩壊	横断溝 (素掘り)	横断溝 (丸太)	横断溝 (ゴム板)	管渠
福-作-01	－	2	－	5	6	－	19	－	6	－
福-作-02	－	1	－	1	10	－	14	1	1	－
福-作-05	－	1	－	4	30	－	3	－	2	3
福-作-06	2	1	－	2	8	－	9	－	3	－
福-集-01	2	5	－	9	9	－	－	－	－	－
福-集-02	3	2	－	7	1	－	2	2	－	－

※各路線の調査延長内での実際の確認箇所数（距離換算していない）

(2) 福-作-01

福-作-01 は 2019 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 3 年が経過している。福-作-01 の延長は 6,000m であり、このうち 1,867m を現地調査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 56% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

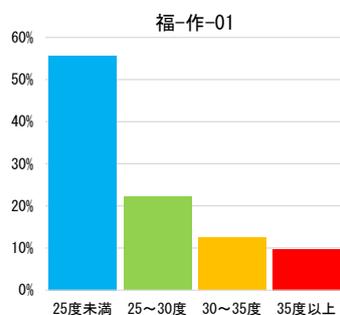


図 2.1-77 福-作-01 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

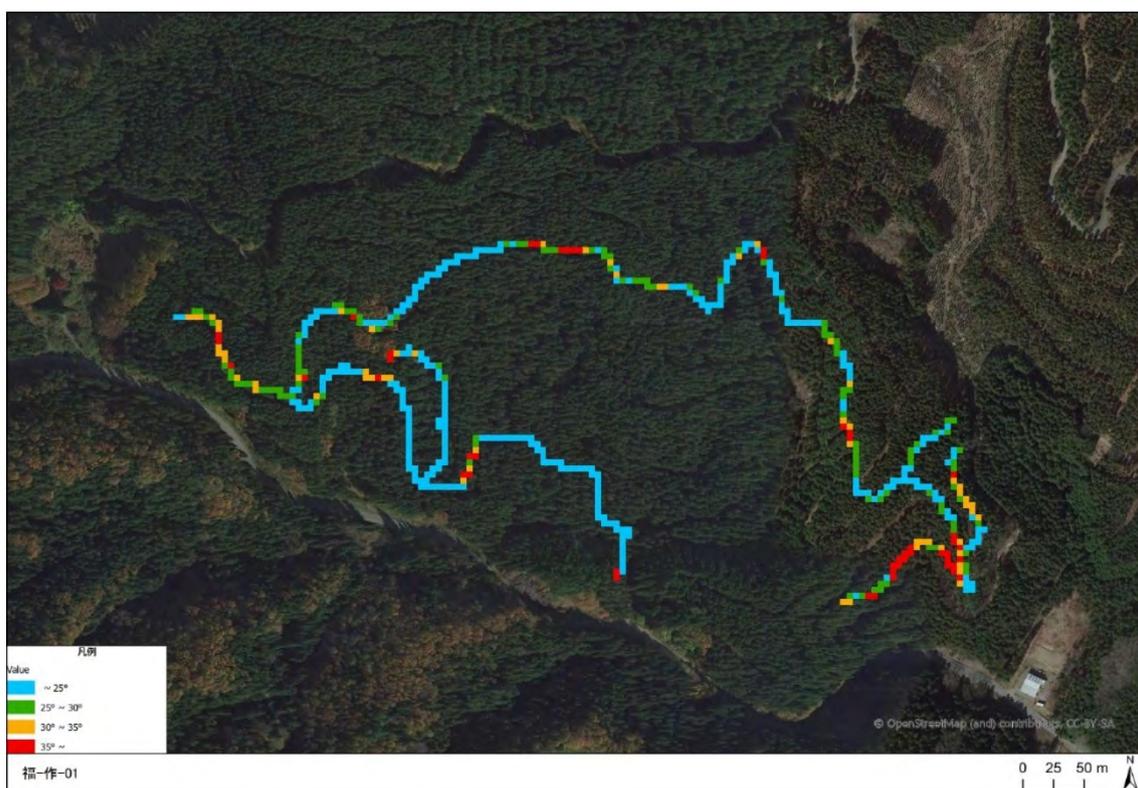


図 2.1-78 調査延長の地山傾斜

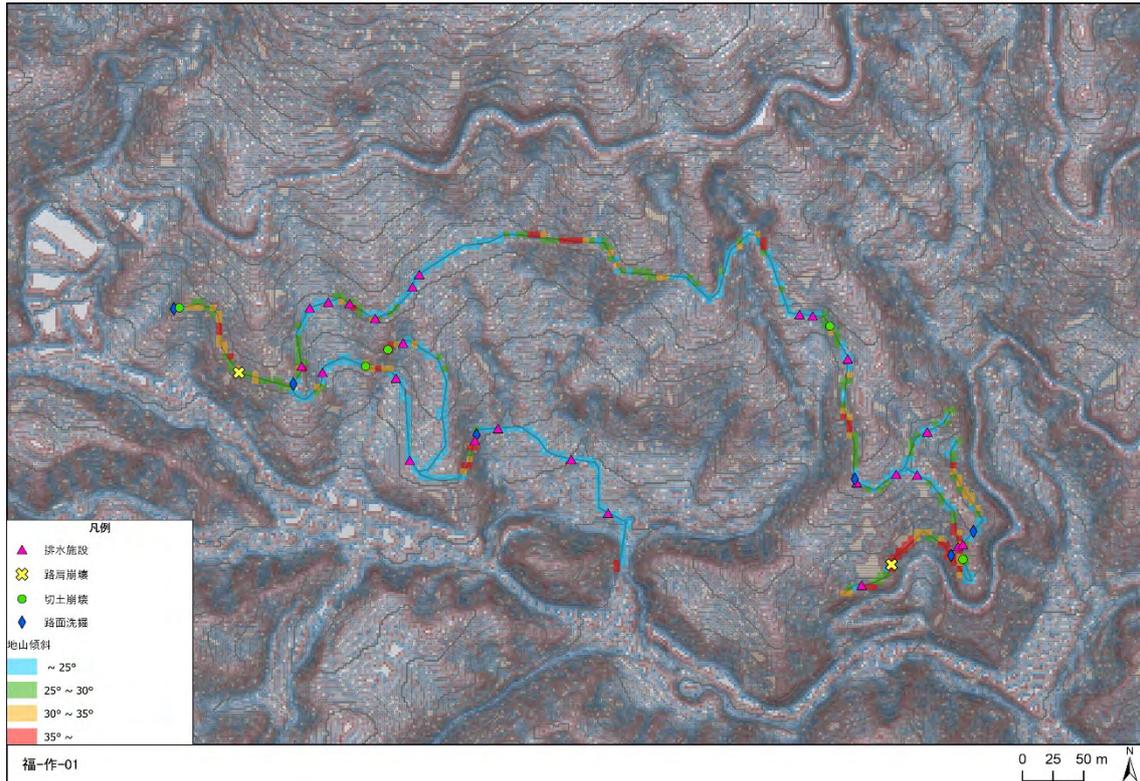


図 2.1-79 被災箇所の周辺地形



図 2.1-80 被災状況

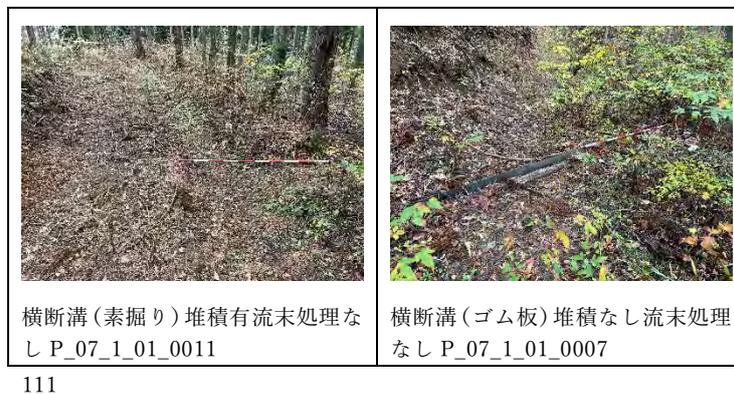


図 2.1-81 排水施設の設置状況

(3) 福-作-02

福-作-02 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年強が経過している。福-作-02 の森林作業道延長は 4,216m、このうち 591m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 52% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

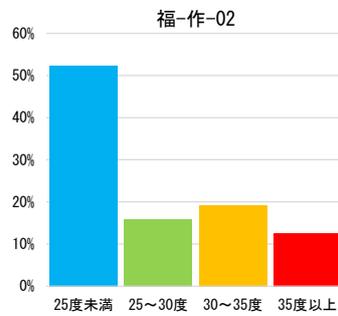


図 2.1-82 福-作-02 の地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

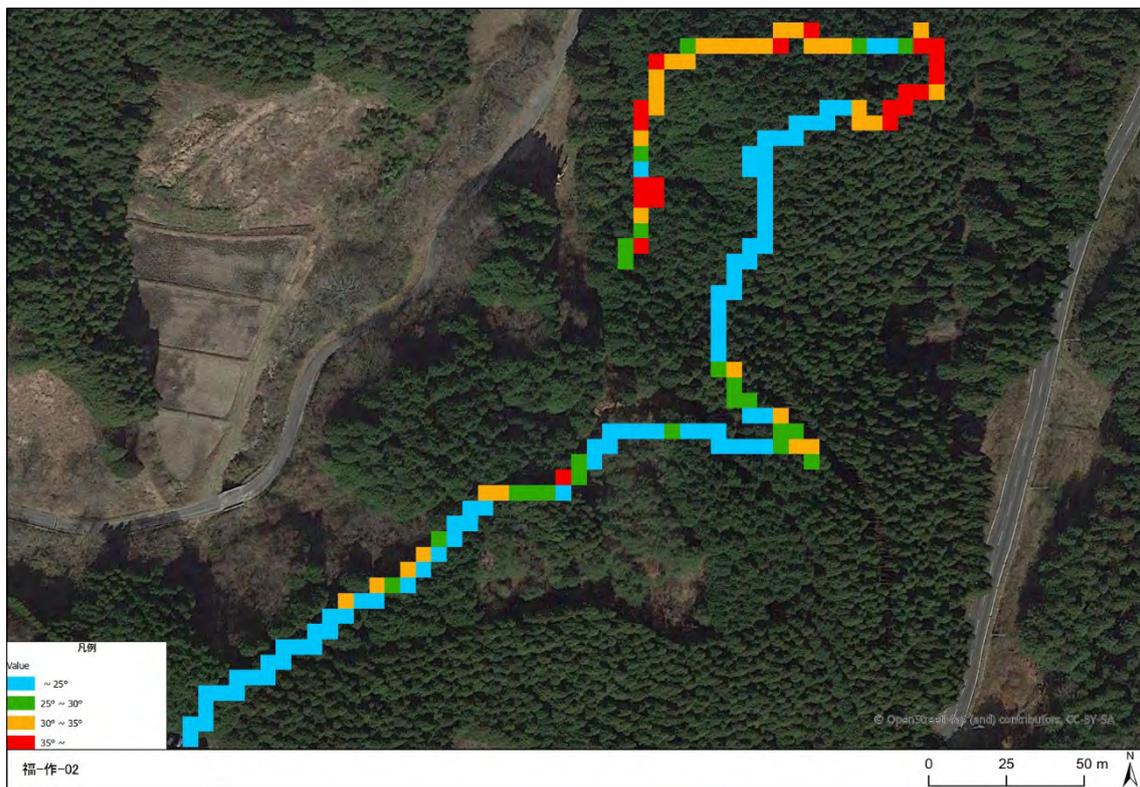


図 2.1-83 調査延長の地山傾斜

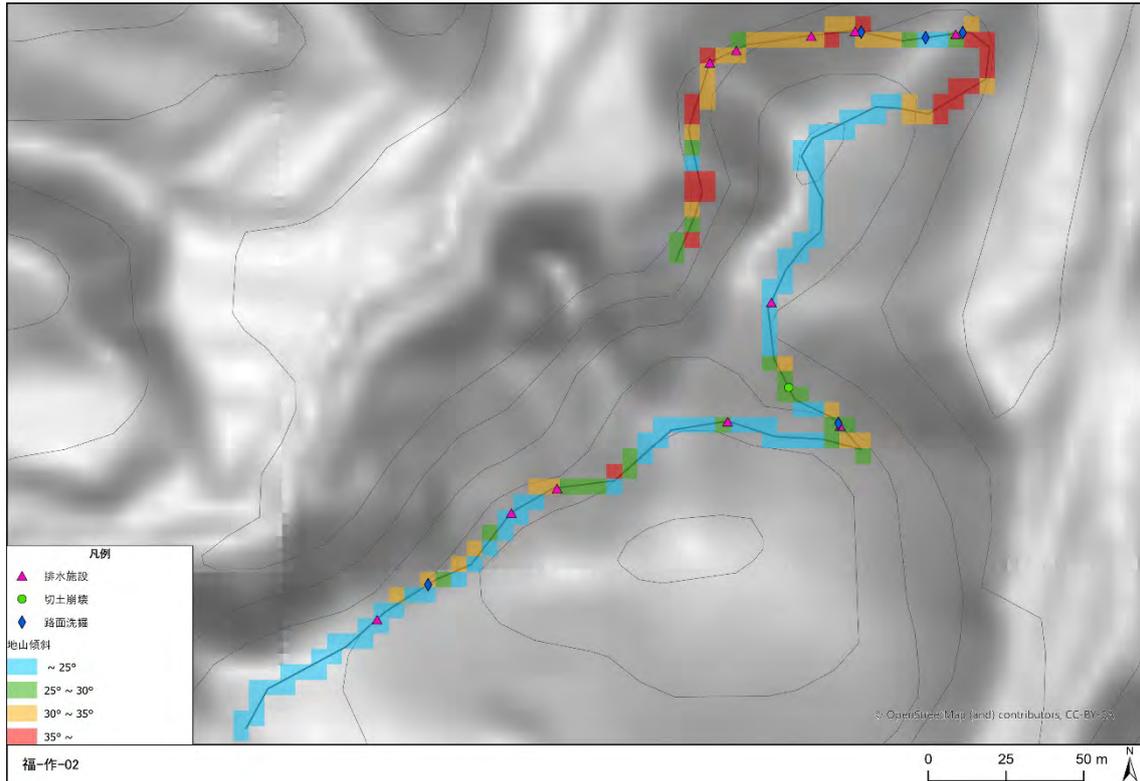


図 2.1-84 被災箇所の周辺地形

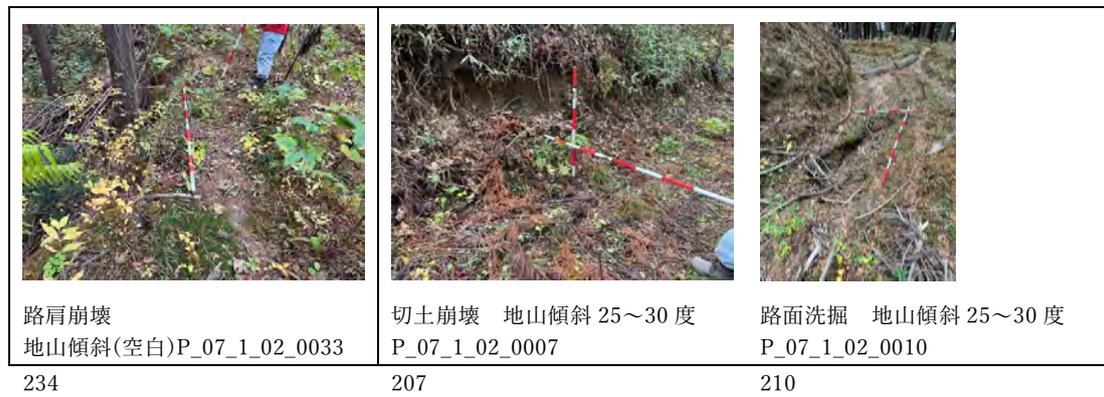


図 2.1-85 被災状況

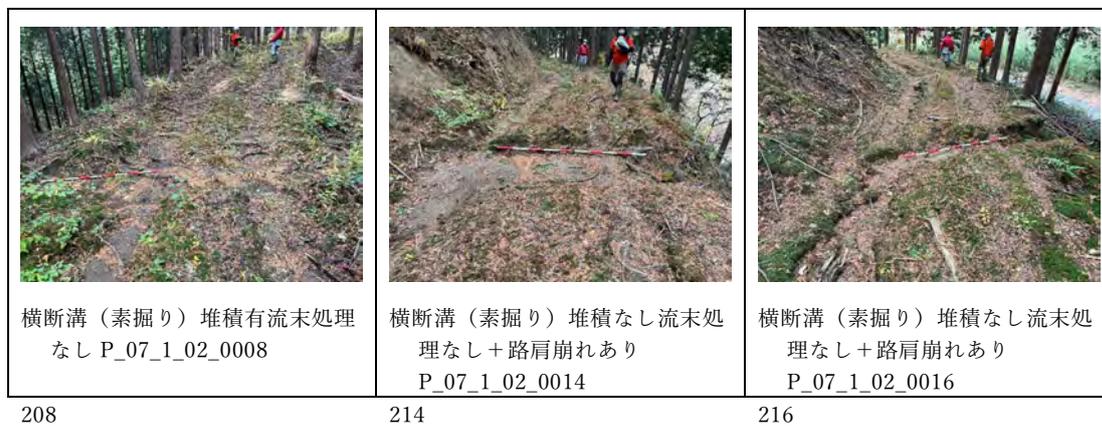


図 2.1-86 排水施設の設置状況

(4) 福-作-05

福-作-05 は 2020 年に作設され、2022 年秋時点で作設から 2 年強が経過している。福-作-05 の森林作業道延長は 4,500m、このうち 1,571m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 50% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

福-作-05 の被災箇所は、切土崩壊（初期）が 4 箇所、路肩崩壊が 1 箇所、路面洗掘が 30 箇所、確認された。

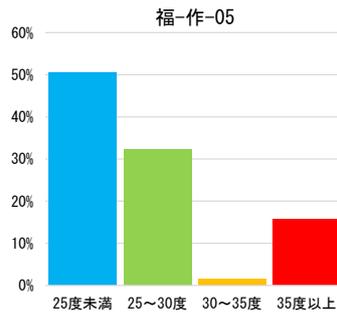


図 2.1-87 福-作-05 の地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

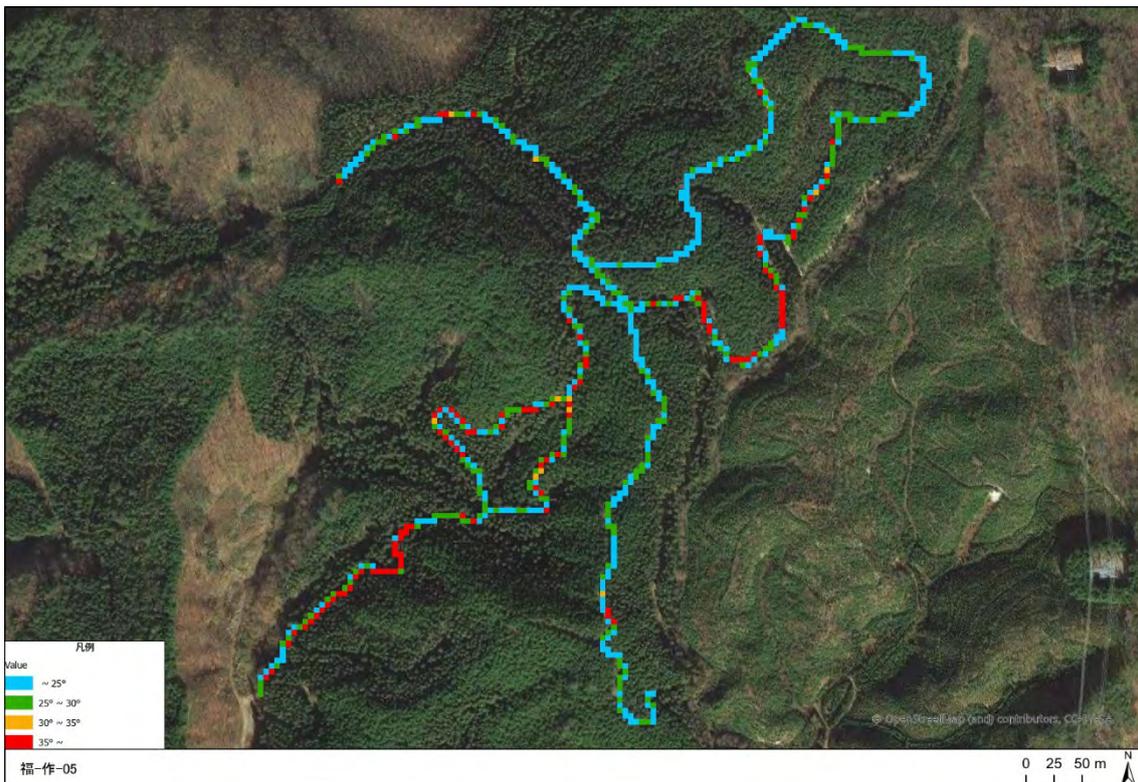


図 2.1-88 調査延長の地山傾斜

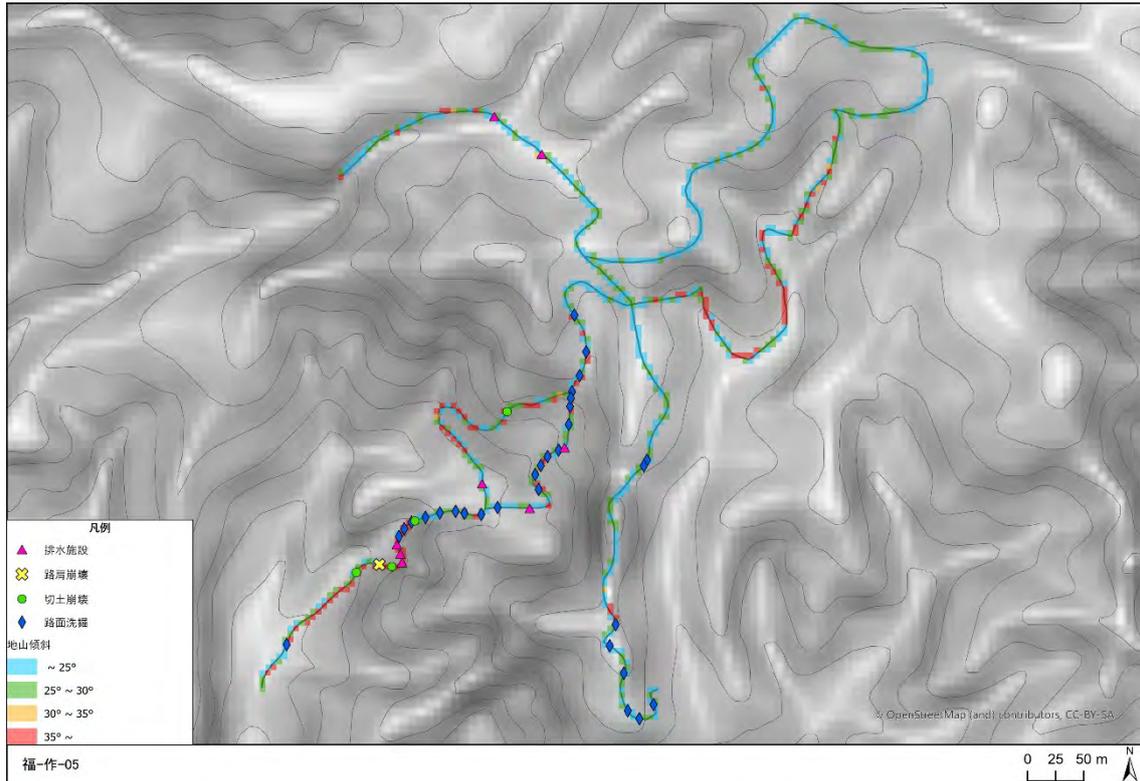


図 2.1-89 被災箇所周辺の地形



図 2.1-90 被災状況



406

449

418

図 2.1-91 排水施設の設置状況

(5) 福-作-06

福-作-06 は 2021 年に作設され、2022 年秋時点で作設から 1 年が経過している。福-作-06 の森林作業道延長は 3,300m、このうち 1,125m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 44% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

福-作-06 の被災箇所は、クラックが 2 箇所、切土崩壊（初期）が 2 箇所、路肩崩壊が 1 箇所、路面洗掘が 8 箇所、確認された。

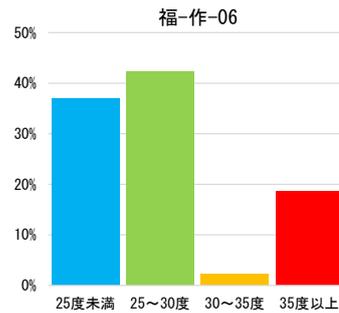


図 2.1-92 福-作-06 の地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

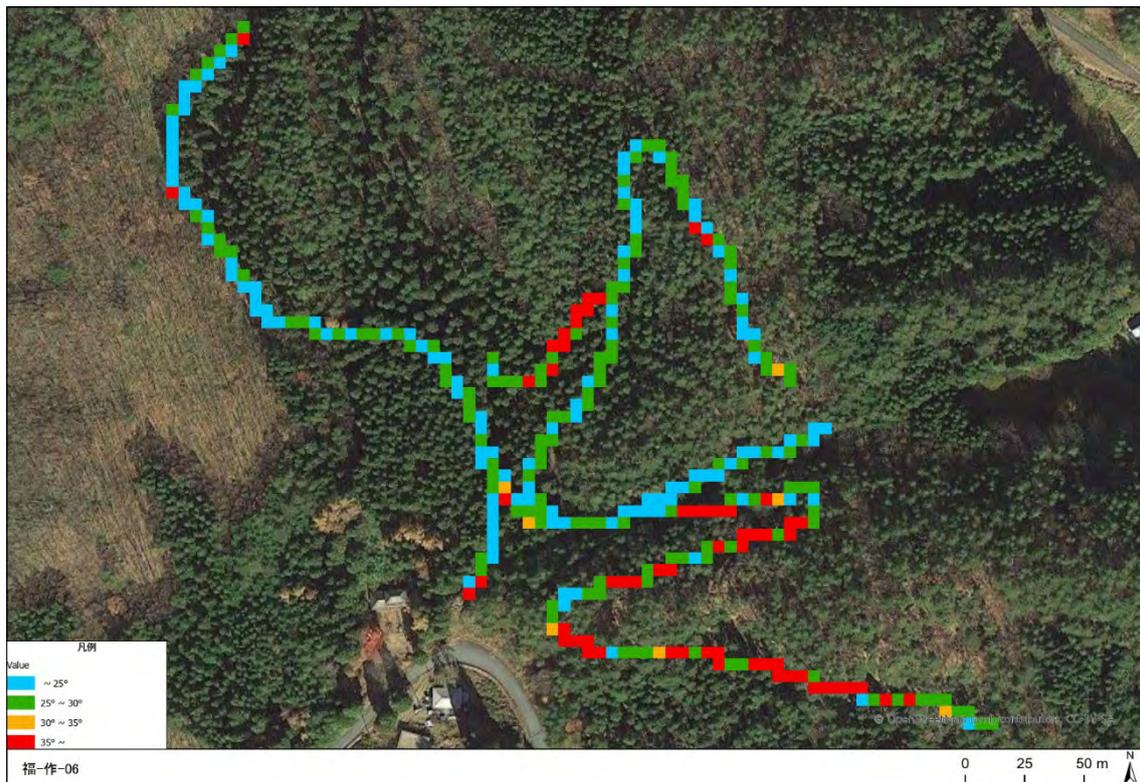


図 2.1-93 調査延長の地山傾斜

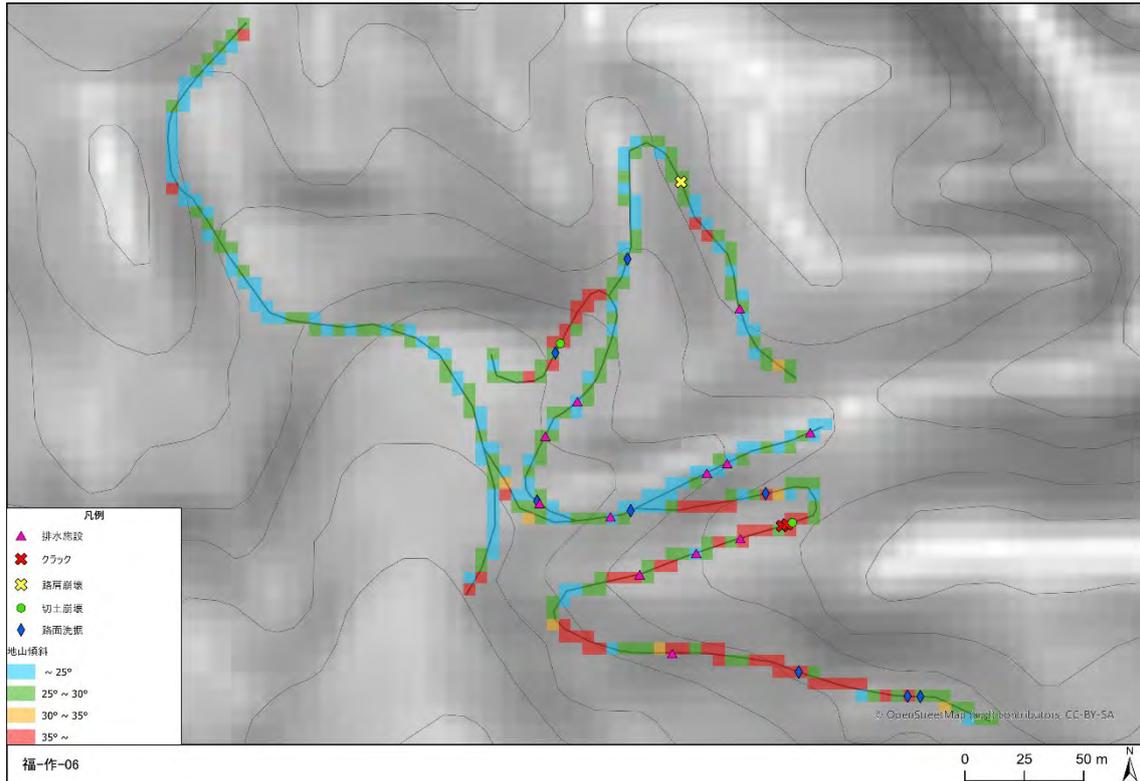


図 2.1-94 被災箇所周辺の地形



図 2.1-95 被災状況

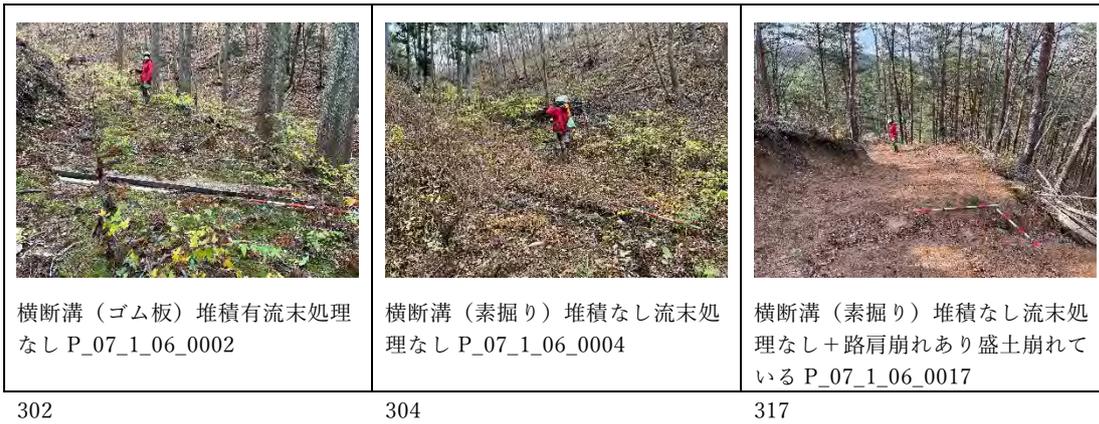


図 2.1-96 排水施設の設置状況

(6) 福-集-01

福-集-01 は 2021 年に作設され、2022 年時点で作設から 1 年が経過している。
福-集-01 の調査延長は 1,349m、集材路密度は 499m/ha であった。現地調査対象
区間の地山傾斜は約 38%が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。
排水施設は確認されなかった。

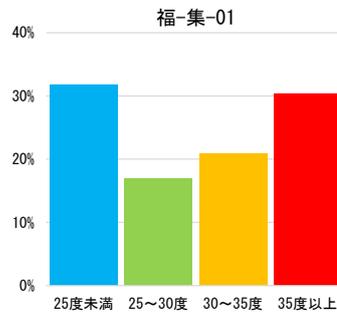


図 2.1-97 福-集-01 の地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

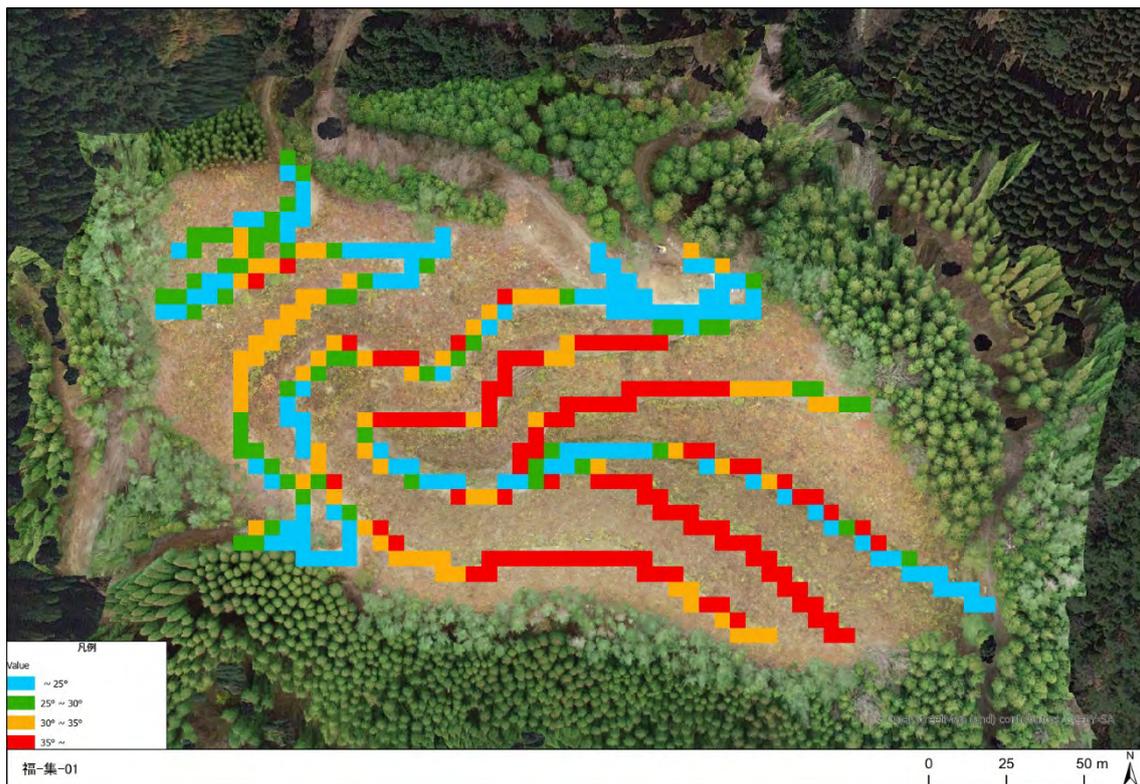


図 2.1-98 調査延長の地山傾斜

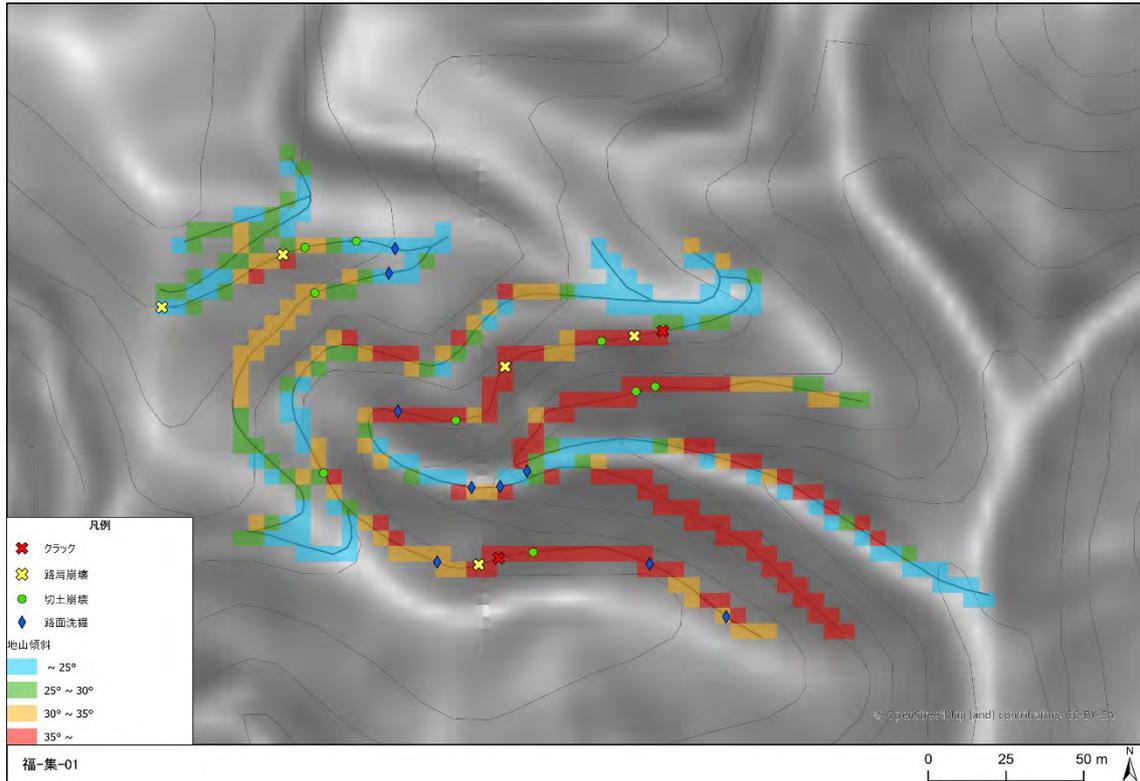


図 2.1-99 現地調査で確認した被災箇所



図 2.1-100 被災状況

(7) 福-集-02

福-集-02 は 2022 年に作設されたばかりである。

福-集-02 の調査延長は 611m、集材路密度は 305m/ha であった。主な地質は変成岩の泥質片麻岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 55%が 35 度以上であり、全体に急傾斜である。

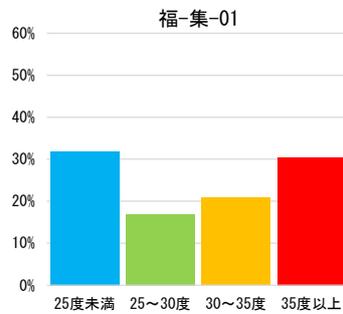


図 2.1-101 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

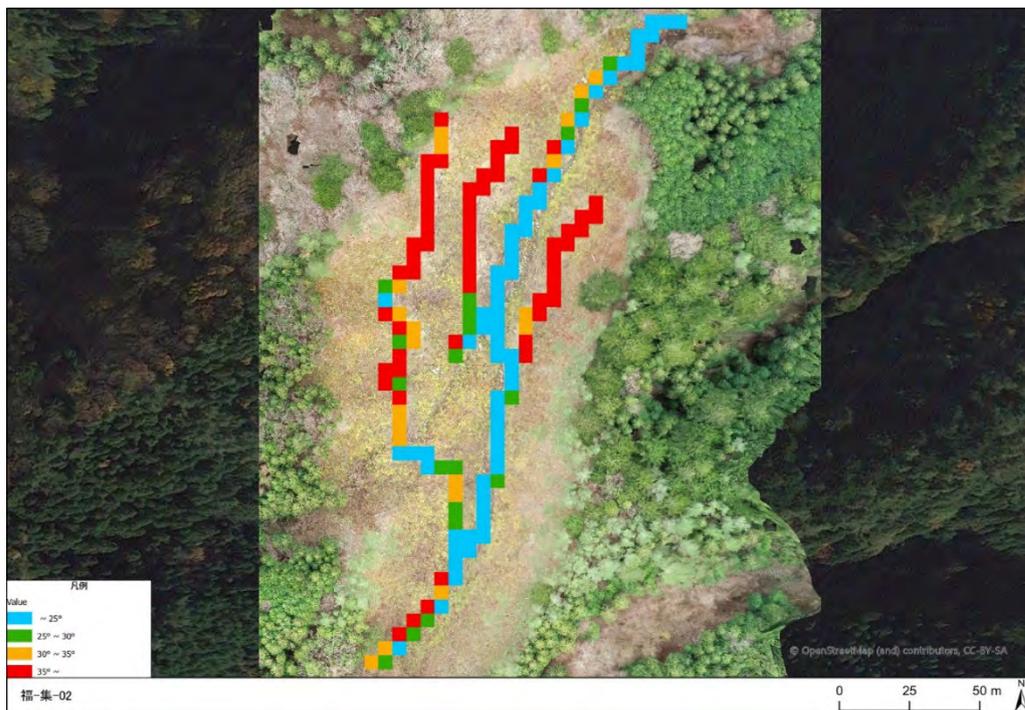


図 2.1-102 調査延長の地山傾斜

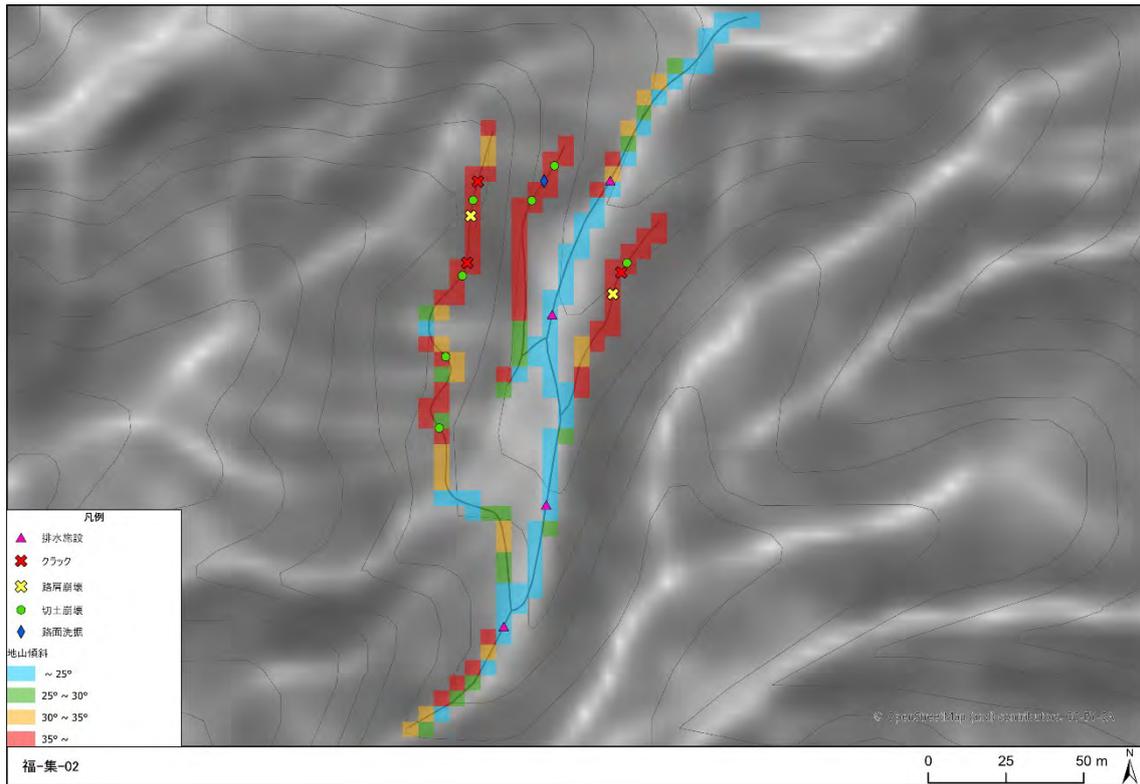


図 2.1-103 現地調査で確認した被災箇所

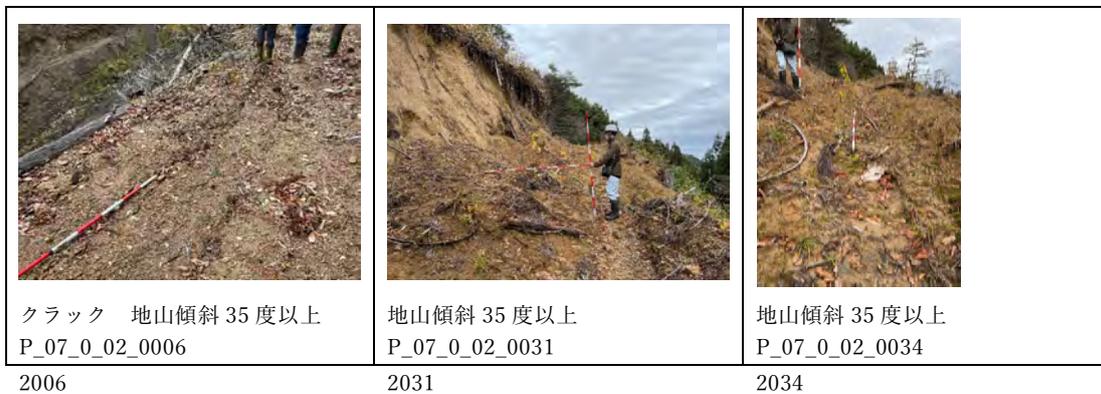


図 2.1-104 路面の被災 (路面洗掘)

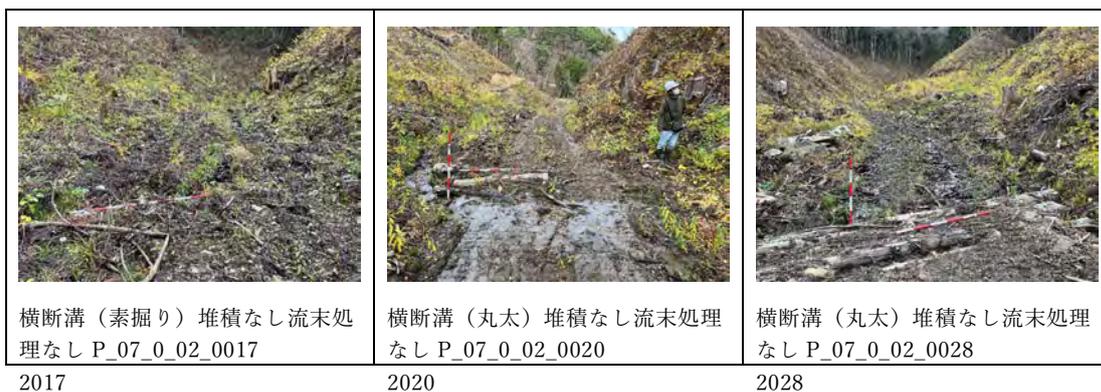


図 2.1-105 被災状況

3) 岐阜県

美濃市は岐阜県の地質構造帯のうち美濃帯に属する。美濃帯は濃飛流紋岩の西側にあたる県内西半部の広い範囲と北東側の高山市東部から乗鞍岳周辺地域に分布する。美濃帯を構成する岩石類をまとめて美濃帯堆積岩類とか美濃帯堆積岩コンプレックスと呼び、チャート、砂岩、泥岩、石灰岩、玄武岩質火山岩類などからなり、古生代の石炭紀から中生代のジュラ紀にかけての時期に形成された堆積岩や火山岩がジュラ紀に当時の海溝堆積物と混ざり合っけて付加体堆積物と呼ばれる堆積体を形成したものである。

揖斐川町は、町の南西部から北西部にかけては、標高 1,100～1,300m 前後の山々がそびえ、その山間を縫うように揖斐川、坂内川、日坂川、根尾川、粕川などが流れている。地質については、揖斐川町が位置する岐阜県西部は、チャート、泥岩や石灰岩などの堆積岩類や塩基性火山岩類などからなるジュラ紀の付加体が広く分布する。

八百津町の地質については、中生代の堆積岩の基盤があり、その上に新第三紀の砂岩系堆積岩が分布する。

出典：

- ・岐阜の地学 / 岩石・鉱物 / 美濃帯堆積岩類 (gifu-u.ac.jp)
- ・岐阜県西部・揖斐川町春日地域の火成岩と接触変成岩 (jst.go.jp)
- ・シリーズ「近年の土砂災害」—岐阜県八百津町の豪雨による土砂災害— (https://www.jstage.jst.go.jp/article/suirikagaku/55/3/55_74/_pdf)
- ・2010年7月15日に発生した岐阜県南部の集中豪雨災害地域の地質情報 (<https://www.gsj.jp/hazards/landslide/gifu.html>)

気象については、年平均気温は美濃地方平野部では 15℃前後、年降水量は、夏季の降水量と冬季の降雪量ともに多い。近傍のアメダス観測所データより、直近 10 年間の年間降水量と日最大降水量を表 2.1-11 に示す。

表 2.1-11 (1) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

美濃観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	2036	118	9月4日	52	24
2014	2331	114	10月13日	50	25
2015	2344	149	8月17日	37	18
2016	2264	85	7月9日	56	24
2017	2014	144	8月18日	52	24
2018	2395	148	7月5日	83	28
2019	2224	130	7月22日	75	21
2020	2671	121	7月6日	94	29
2021	2695	159	8月13日	57	23
2022	2352	99	9月23日	40	13

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-11 (2) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

柳ヶ瀬観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	2999	160	7月29日	43	24
2014	2696	109	8月10日	41	14
2015	3124	113	7月18日	35	12
2016	2509	98	7月26日	40	15
2017	3372	174	8月8日	48	16
2018	3008	256	7月5日	41	14
2019	2351	114	6月16日	43	14
2020	3144	106	7月8日	48	12
2021	2918	100	8月13日	30	14
2022	2656	113	8月14日	51	19

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-11 (3) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

伽藍観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1720	93	7月29日 9月4日	55	18
2014	2001	95	3月30日	65	20
2015	1950	74	6月21日	27	14
2016	1986	94	9月18日	28	12
2017	1689	82	8月18日	54	15
2018	1935	144	7月5日	30	18
2019	1690	146	7月18日	38	17
2020	2026	118	7月6日	39	22
2021	2527	217	8月14日	71	25
2022	1779	105	9月23日	63	21

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-12 岐阜県の調査路線の一覧

路線 No	道の種類	完成年度	傾斜※	作 設 時 の 施 業 種	地質	地質 (詳細)	調 査 延 長 (m)	作設からの経過 年数
岐-作-02,03,04	森林作業道	2010	急	間伐	付加体	混在岩	2,073	12
岐-作-05,06,07,08	森林作業道	2011	急	間伐	火成岩	花崗岩	2,723	11
岐-作-13	森林作業道	2020	急	間伐	付加体	砂岩	960	2
岐-集-01,02	集材路	2020	緩	-	火成岩	花崗岩	1,729	2

※傾斜欄について、急：35° 以上、中急：25° ~35°、緩：25° 未満

(1) 全体傾向

岐阜県の4路線について、1kmあたりの被災箇所数、地山傾斜、1kmあたりの排水施設数を整理した。全体的に切土崩壊(初期含む)が多い傾向がみられた(図 2.1-106)。地山傾斜は、緩傾斜(25度未満の区間が最も多い)が1路線、中～急傾斜(25～35度の区間が最も多い)が2路線、急傾斜(35度以上の区間が最も多い)が1路線であった(図 2.1-107)。各路線の1kmあたりの排水施設の設置数は7～33箇所、横断溝(素掘り)が大部分を占めていた(図 2.1-108)。

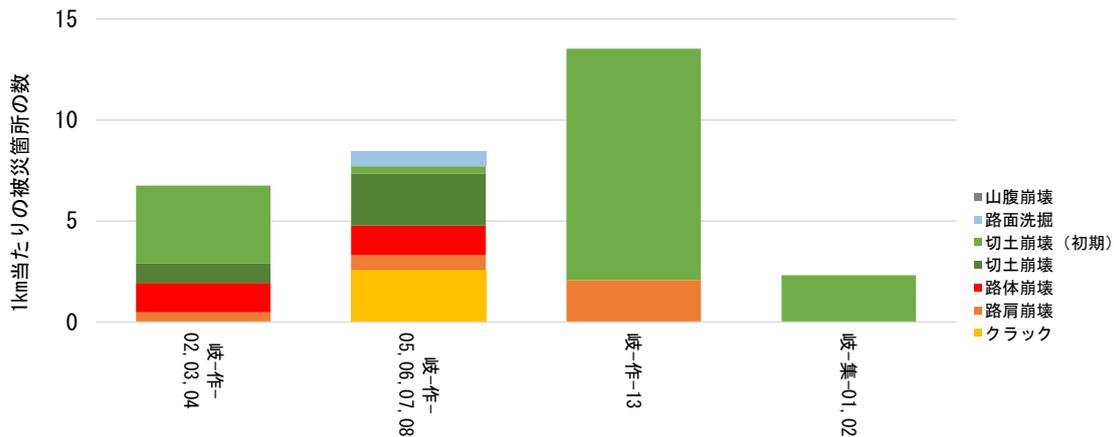


図 2.1-106 調査路線内の被災箇所数 (1kmあたり)

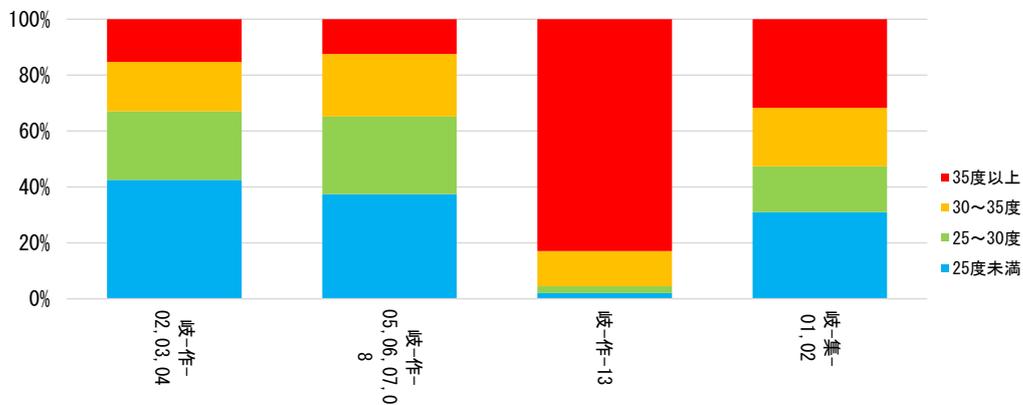


図 2.1-107 調査対象路線の地山傾斜

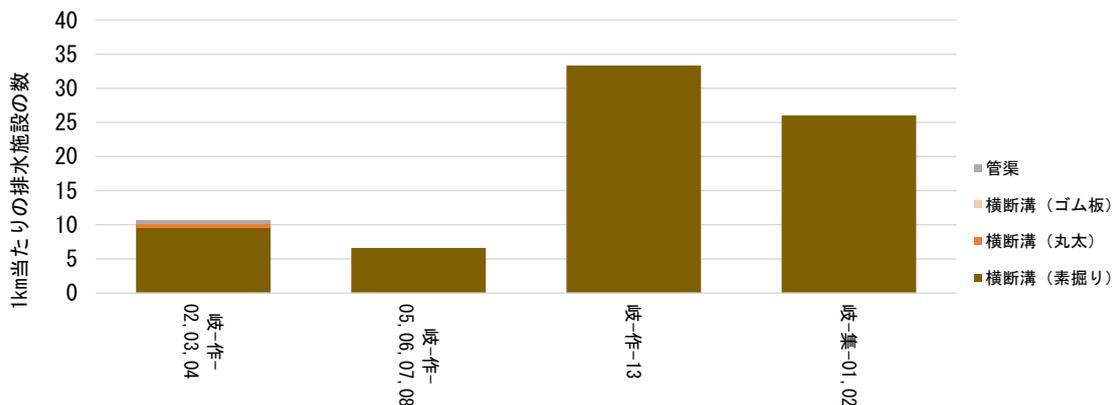


図 2.1-108 調査対象路線の排水施設数 (1kmあたり)

表 2.1-13 各路線の被災状況・排水状況の確認結果

路線No	被災箇所数						排水施設の設置箇所数			
	クラック	路肩崩壊	路体崩壊	切土崩壊	路面洗掘	山腹崩壊	横断溝 (素掘り)	横断溝 (丸太)	横断溝 (ゴム板)	管渠
岐-作-02,03,04	－	1	3	10	－	－	20	1	－	1
岐-作-05,06,07,08	7	2	4	8	2	－	18	－	－	－
岐-作-13	－	2	－	11	－	－	32	－	－	－
岐-集-01,02	－	－	－	4	－	－	45	－	－	－

※各路線の調査延長内での実際の確認箇所数（距離換算していない）

(2) 岐-作-02,03,04

岐-作-02, 03, 04 は 2010 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 12 年が経過している。調査延長 2073m を踏査した。主な地質は付加体の混在岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 43% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

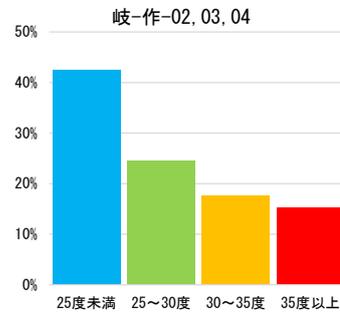


図 2.1-109 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

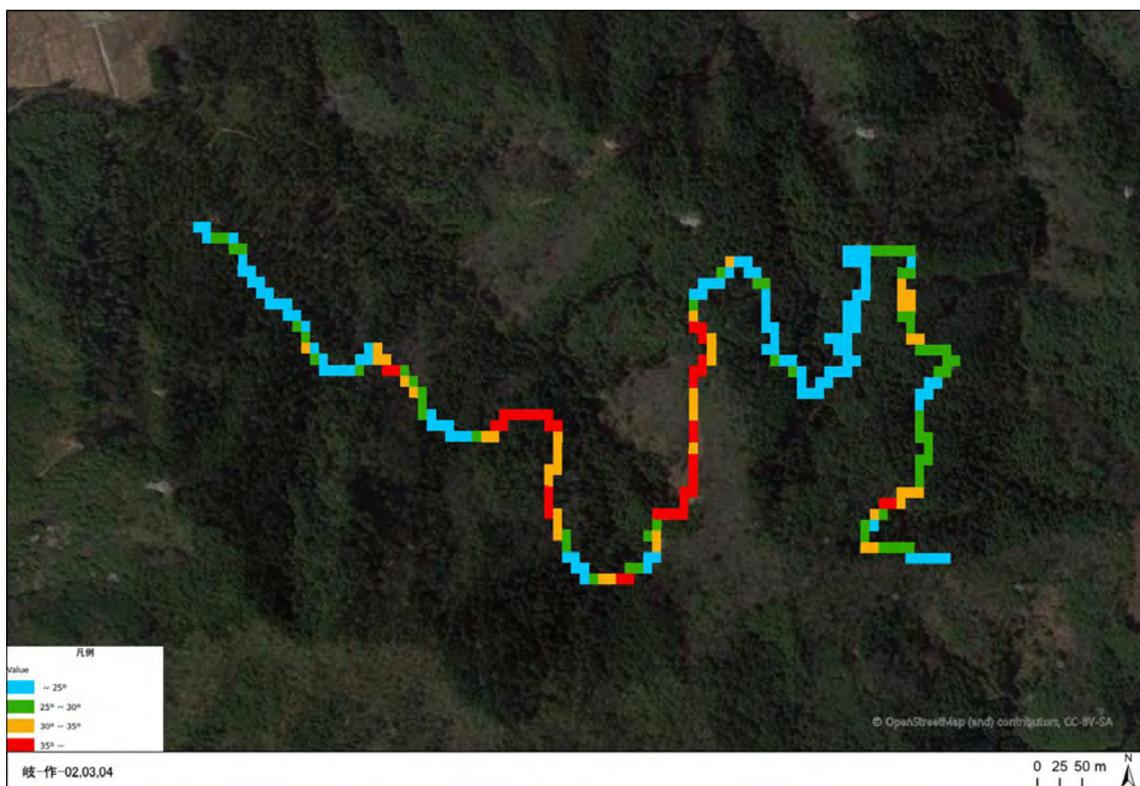


図 2.1-110 調査延長の地山傾斜

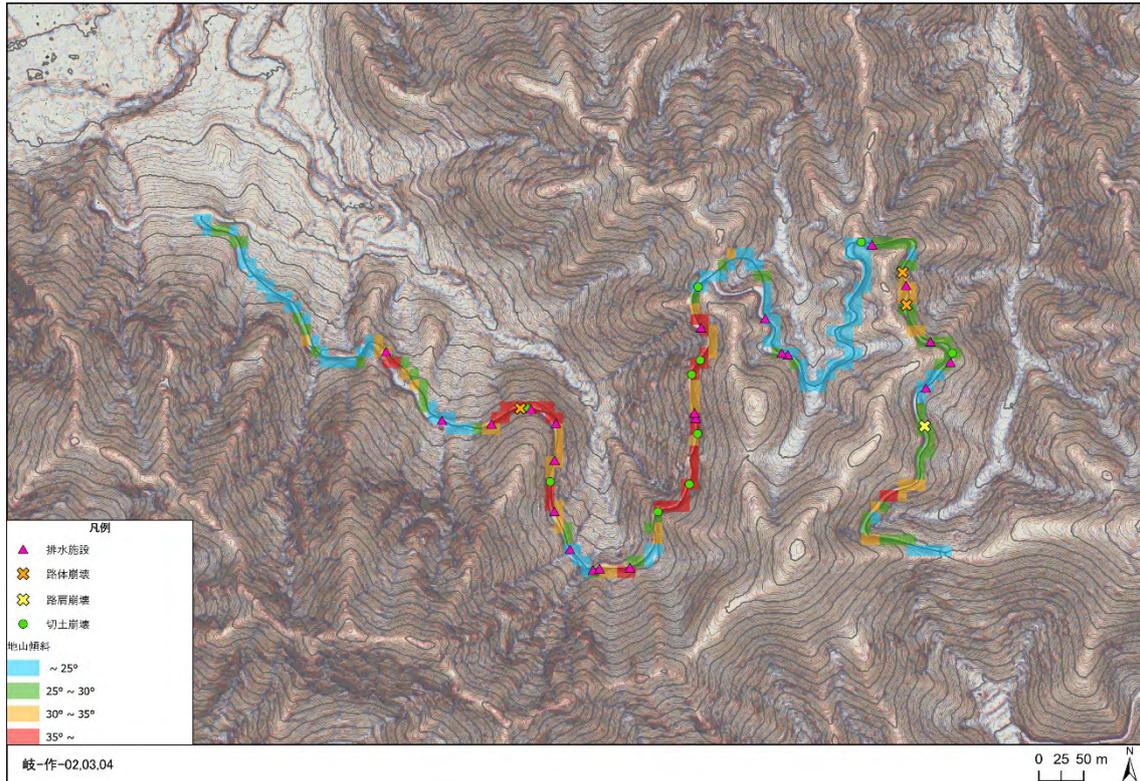


図 2.1-111 被災箇所の周辺地形



図 2.1-112 切土の被災（切土崩壊）

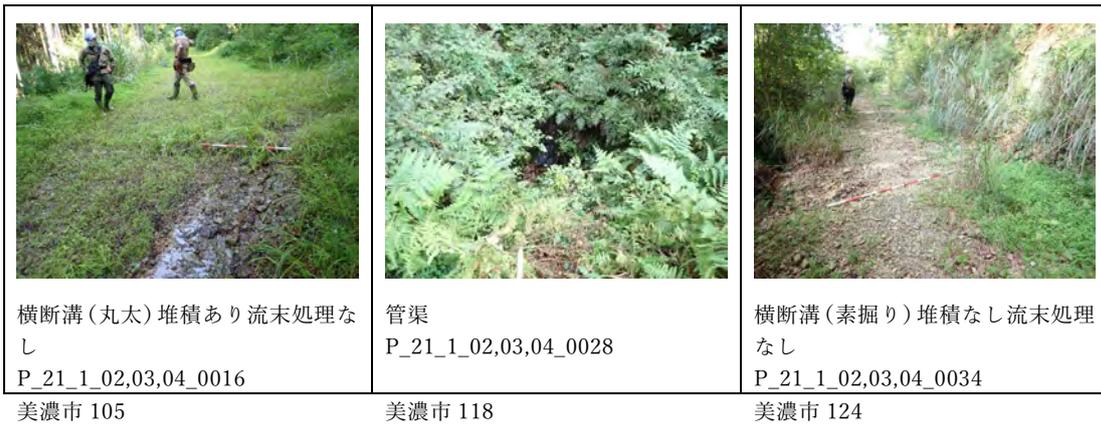


図 2.1-113 排水施設の設置状況

(3) 岐-作-05,06,07,08

岐-作-05, 06, 07, 08 は 2011 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 11 年が経過している。調査延長 2723m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗岩であり、ほぼ全区間で真砂土が分布している。

現地調査対象区間の地山傾斜は約 50% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

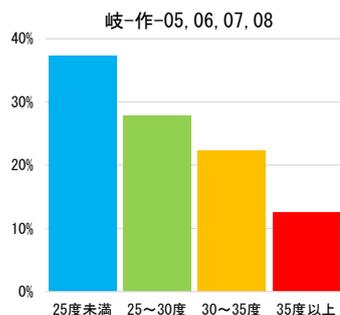


図 2.1-114 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

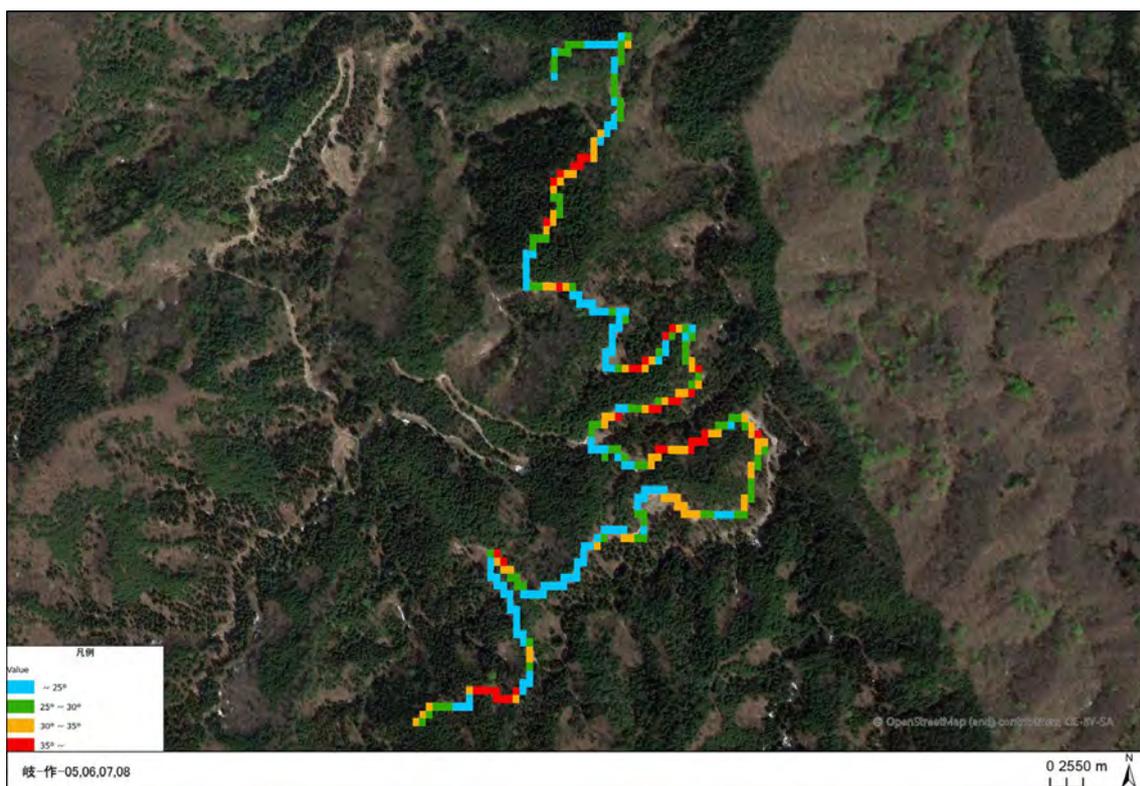


図 2.1-115 調査延長の地山傾斜

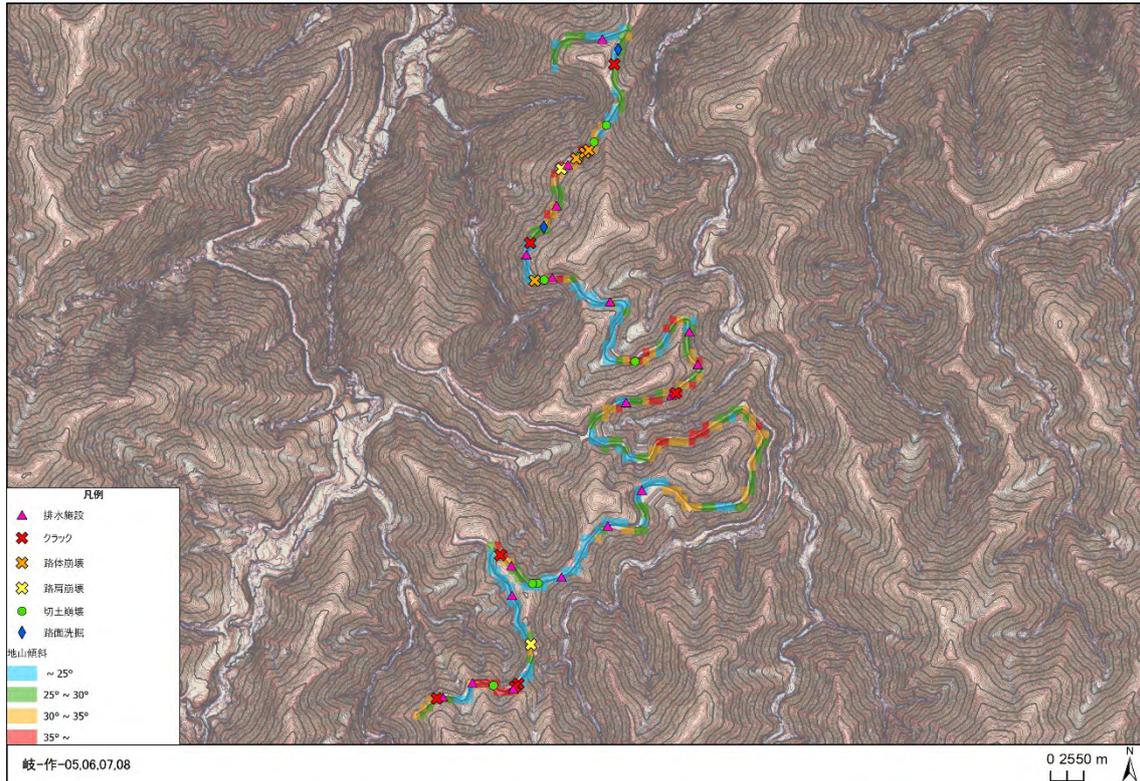


図 2.1-116 被災箇所の周辺地形



図 2.1-117 被災状況

		
<p>横断溝（素掘り）堆積あり流末処理なし P_21_1_05,06,07,08_0005</p>	<p>横断溝（素掘り）堆積あり流末処理なし 尾根で排水 P_21_1_05,06,07,08_0017</p>	<p>横断溝（素掘り）堆積あり流末処理あり（丸太） P_21_1_05,06,07,08_0037</p>
<p>損斐 104</p>	<p>損斐 116</p>	<p>損斐 139</p>

図 2.1-118 排水施設の設置状況

(4) 岐-作-13

岐-作-13 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 960m を踏査した。主な地質は付加体の砂岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 83% が 35 度以上であり、全体に急傾斜である。

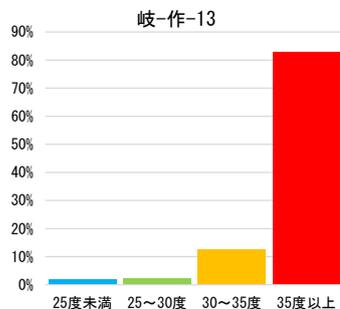


図 2.1-119 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)



図 2.1-120 調査延長の地山傾斜

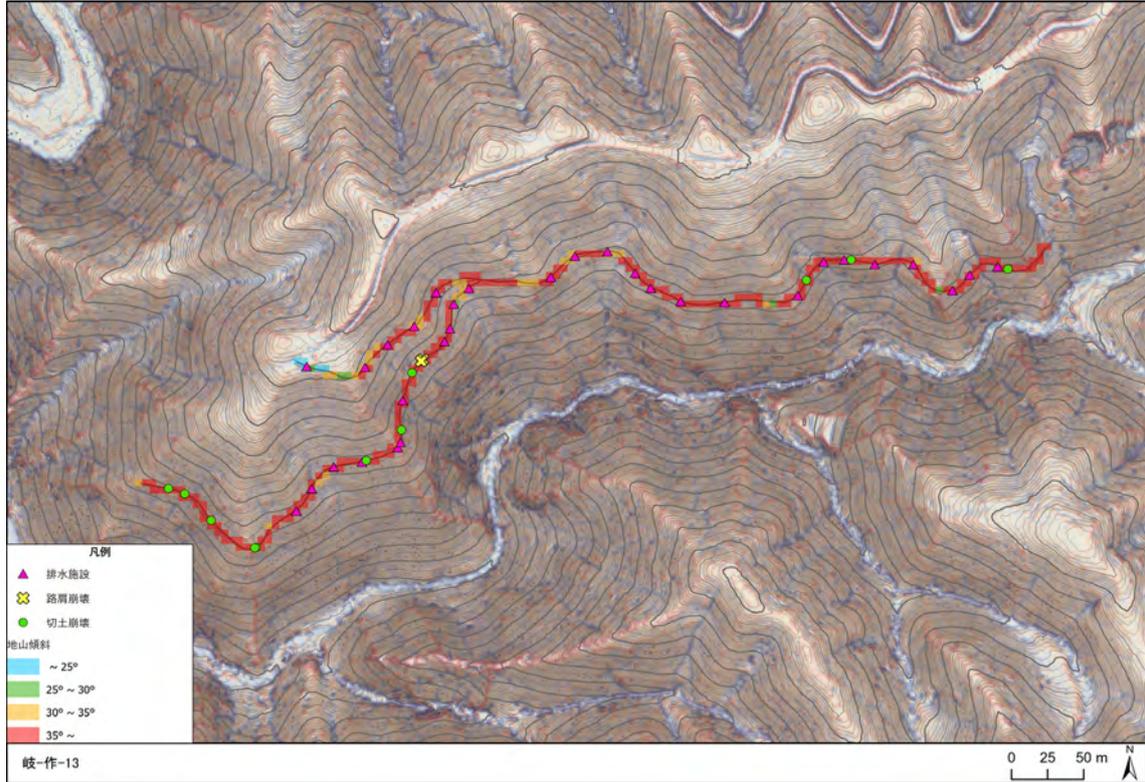


図 2.1-121 被災箇所の周辺地形

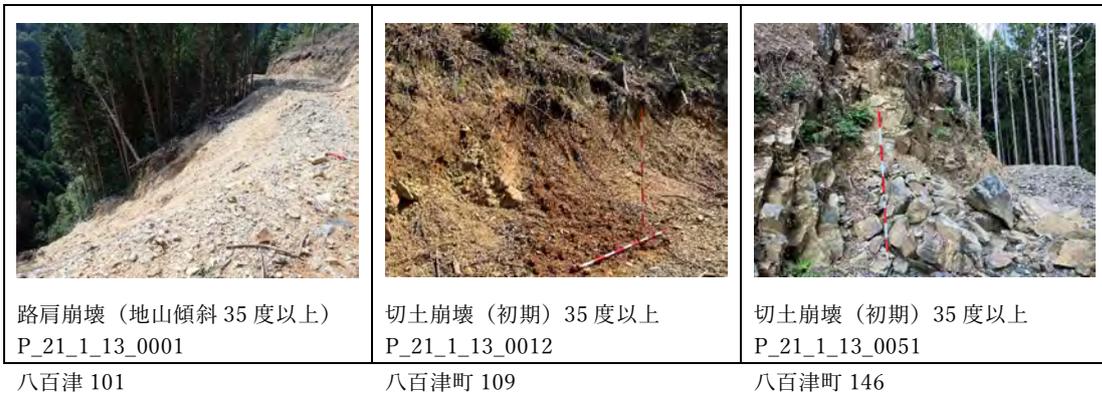


図 2.1-122 被災状況



図 2.1-123 排水施設の設置状況

(5) 岐-集-01,02

岐-集-01・02 は 2020 年に作設され、2022 年時点で作設から 2 年が経過している。調査延長は 1,729m、集材路密度は 337m/ha であった。主な地質は火成岩の花崗岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 37%が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

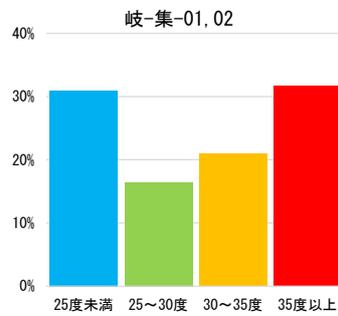


図 2.1-124 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

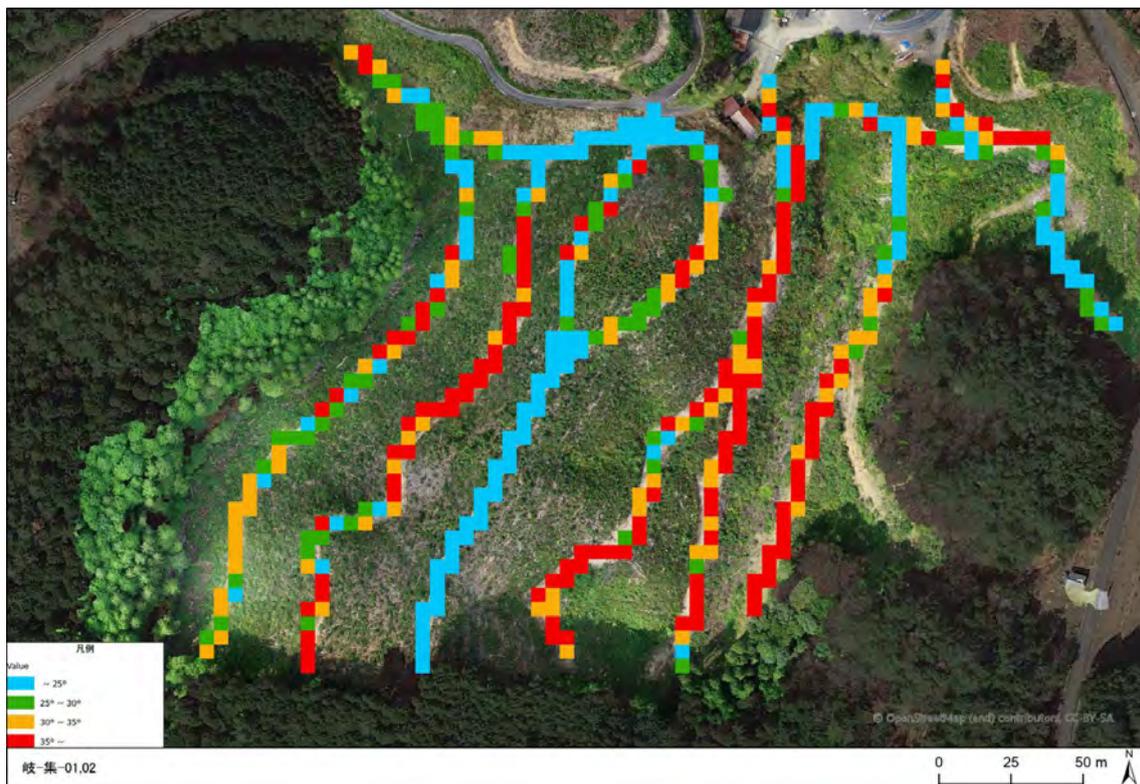


図 2.1-125 調査延長の地山傾斜

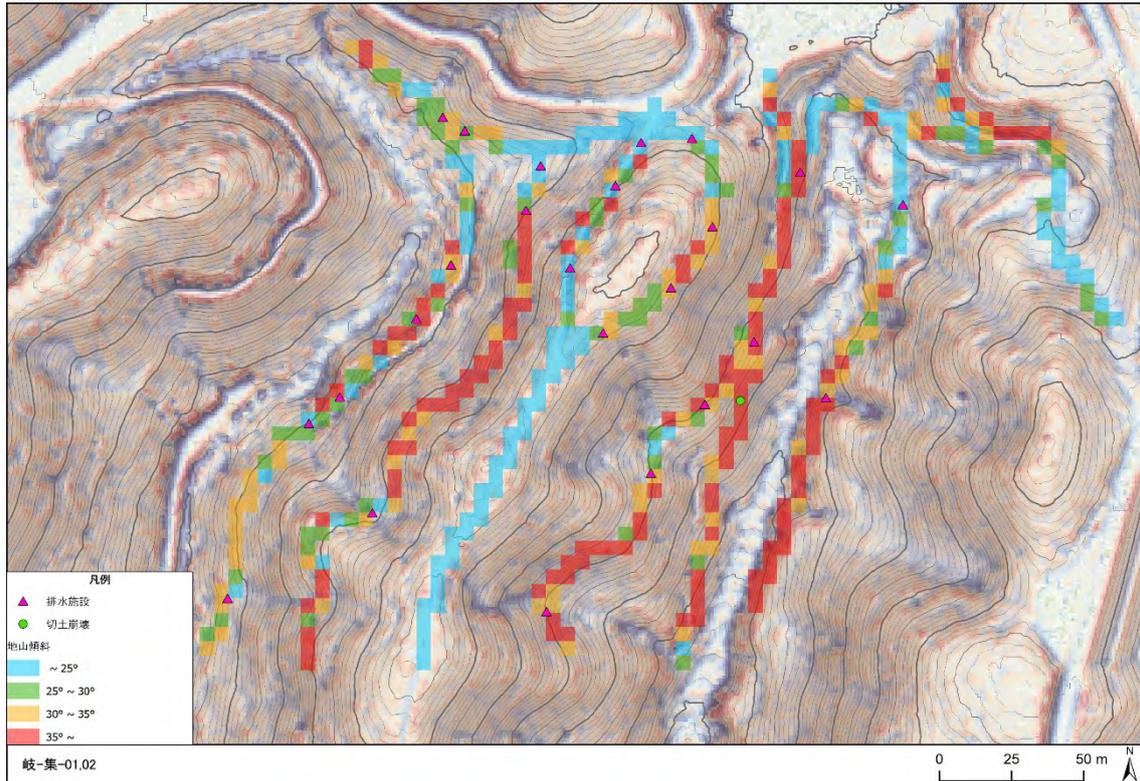


図 2.1-126 調査路線の周辺地形

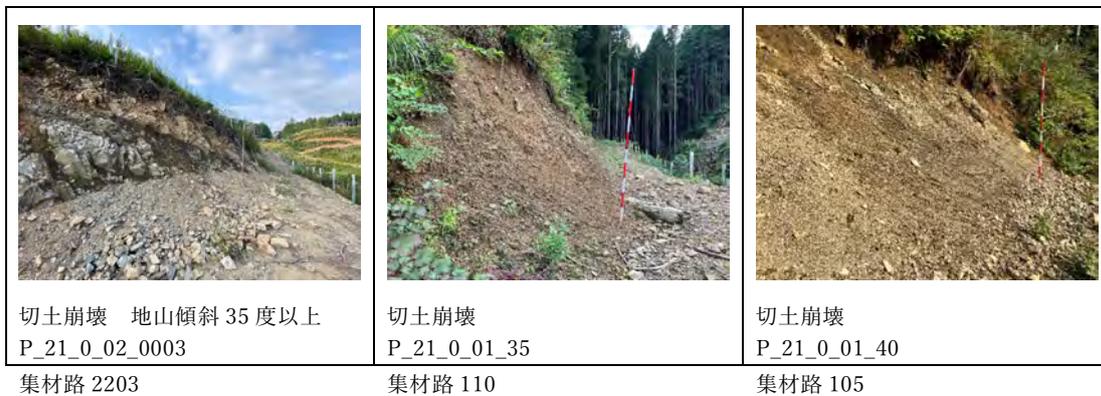


図 2.1-127 被災状況



図 2.1-128 排水施設の設置状況

4) 鳥取県

鳥取市（旧八頭郡用瀬町）は白亜紀から古第三紀にかけての活動で花崗岩を主とする深成岩類と火山岩類が広く分布している。

県下平均気温は14.5度、年間平均降水量は2,000mm内外で夏期は高温小雨である。冬期は、山間部において、1.0メートル前後の積雪があり、湿雪である。

出典：

<https://www.pref.tottori.lg.jp/secure/1105026/000001201710103.pdf>

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林整備センター

https://www.green.go.jp/seibi/chugoku-shikoku/chisei_chishitsu_kiko/tottori/tottori.html

倉吉市は、山地及び丘陵地を形成する基盤岩は小鴨川を境に2分され、東側では花崗岩類が、また西側では大山の火山噴出物である凝灰角礫岩、安山岩類等からなり、表層は未固結のローム層に覆われているところが多くある。地層は、沖積低地（平野）、山地及び山地の縁辺に形成された台地に大別され、沖積低地は、天神川流域部と左岸上流部の小鴨川及び国府川流域部に大別される。

市の気候は日本海型に属している。小気候区の立場から分類すると市の平野部は山陰型気候区となり、山間部は中国山地気候区に属している。年平均降水量（平年値（統計期間は1981～2010年））は1746.2mmであり、月平均降水量（平年値）は7月が204.6mm、9月が217.9mmと多く、7月の梅雨期及び9月の台風期には、水害に対する注意が必要である。

出典：倉吉市国土強靱化地域計画（倉吉市、令和2年3月）

<https://www.city.kurayoshi.lg.jp/gyousei/div/kensetsu/kanri/u132-copy-3/>

近傍のアメダス観測所データより、直近10年間の年間降水量と日最大降水量を表2.1-14に示す。

表 2.1-14 (1) 直近10年間の年間・日最大降水量

鳥取観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	2048	132	9月4日	43	17
2014	1890	93	10月13日	32	12
2015	1750	60	12月11日	32	15
2016	1795	64	9月8日	52	28
2017	2248	150	9月17日	57	15
2018	2184	139	9月9日	31	14
2019	1537	74	10月12日	27	12
2020	2096	116	4月13日	31	19
2021	2188	204	7月7日	35	20
2022	1535	79	7月11日	52	20

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-14 (2) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

関金観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1979	125	9月4日	35	13
2014	1983	130	10月13日	28	18
2015	1676	85	12月11日	24	14
2016	2055	90	9月12日	34	15
2017	2086	161	9月17日	28	11
2018	2315	243	9月30日	39	13
2019	1564	70	9月10日	57	21
2020	1943	109	6月13日	35	16
2021	2115	163	7月7日	54	14
2022	1770	79	9月19日	49	19

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-15 鳥取県の調査路線の一覧

路線 No	道の種類	完成年度	傾斜※	作設時の施業種	地質	地質（詳細）	調査延長（m）	作設からの経過年数
鳥-作-01	森林作業道	2018	中急	間伐	火成岩	安山岩	799	4
鳥-作-03	森林作業道	2016	中急	主伐・造林	火成岩	流紋岩（デイサイト）	899	6
鳥-作-04	森林作業道	2016	中急	間伐	火成岩	花崗岩	376	6
鳥-作-05	森林作業道	2018	中急	間伐	火成岩	安山岩	1,188	4
鳥-作-06	森林作業道	2020	中急	造林	堆積岩	堆積物	408	2
鳥-作-07	森林作業道	2020	中急	間伐	火成岩	安山岩	372	2
鳥-集-01	集材路	2020	中急	-	堆積岩	堆積物	626	2

※傾斜欄について、急：35° 以上、中急：25° ～35°、緩：25° 未満

(1) 全体傾向

鳥取県の7路線について、1kmあたりの被災箇所数、地山傾斜、1kmあたりの排水施設数を整理した。路体崩壊・切土崩壊（初期含む）・路面洗掘それぞれが最も多い路線が2路線ずつ、路肩崩壊が最も多い路線が1路線であった（図 2.1-129）。地山傾斜は、緩傾斜（25度未満の区間が最も多い）が1路線、中～急傾斜（25～35度の区間が最も多い）が4路線、急傾斜（35度以上の区間が最も多い）が2路線であった（図 2.1-130）。各路線の1kmあたりの排水施設の設置数は0～24箇所、横断溝（素掘り）が大部分を占めていた（図 2.1-131）。

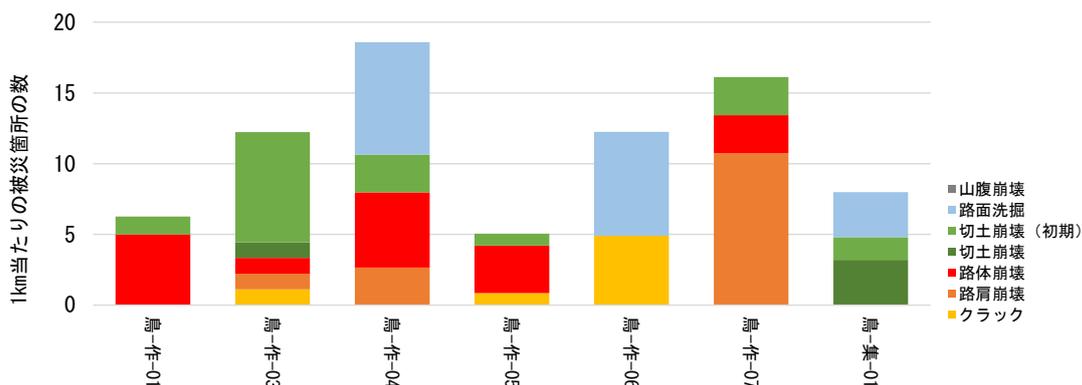


図 2.1-129 調査路線内の被災箇所数（1kmあたり）

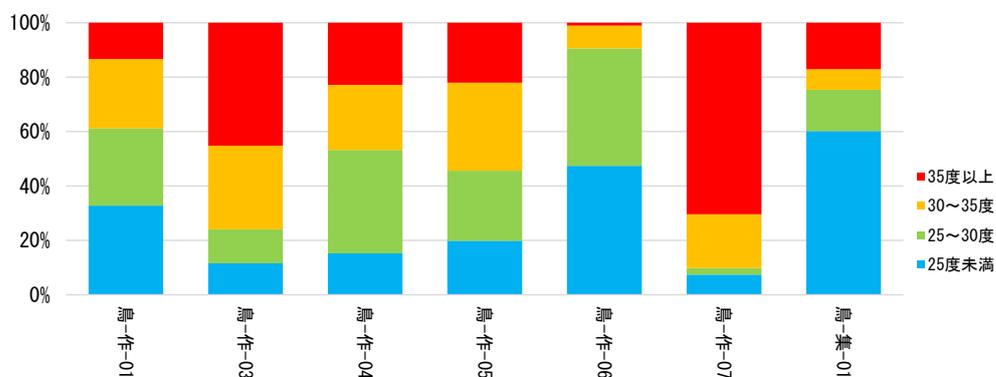


図 2.1-130 調査対象路線の地山傾斜

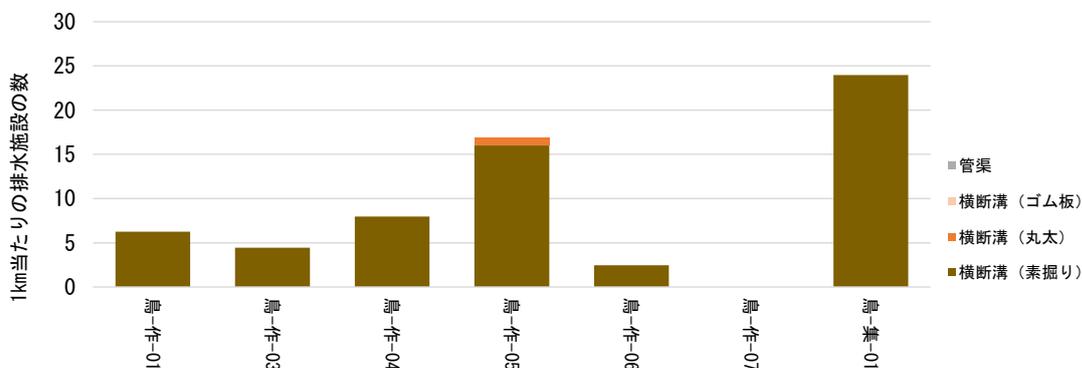


図 2.1-131 調査対象路線の排水施設数（1kmあたり）

表 2.1-16 各路線の被災状況・排水状況の確認結果

路線No	被災箇所数						排水施設の設置箇所数			
	クラック	路肩崩壊	路体崩壊	切土崩壊	路面洗掘	山腹崩壊	横断溝 (素掘り)	横断溝 (丸太)	横断溝 (ゴム板)	管渠
鳥-作-01	－	－	4	1	－	－	5	－	－	－
鳥-作-03	－	1	1	8	1	－	4	－	－	－
鳥-作-04	－	1	2	1	3	－	3	－	－	－
鳥-作-05	1	－	4	1	－	－	19	1	－	－
鳥-作-06	2	－	－	－	3	－	1	－	－	－
鳥-作-07	－	4	1	1	－	－	－	－	－	－
鳥-集-01	－	－	－	3	2	－	15	－	－	－

※各路線の調査延長内での実際の確認箇所数（距離換算していない）

(2) 鳥-作-01

鳥-作-01 は 2018 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 4 年が経過している。調査延長 799m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 54% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

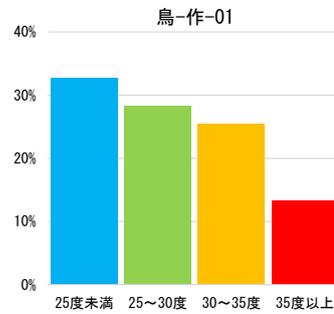


図 2.1-132 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

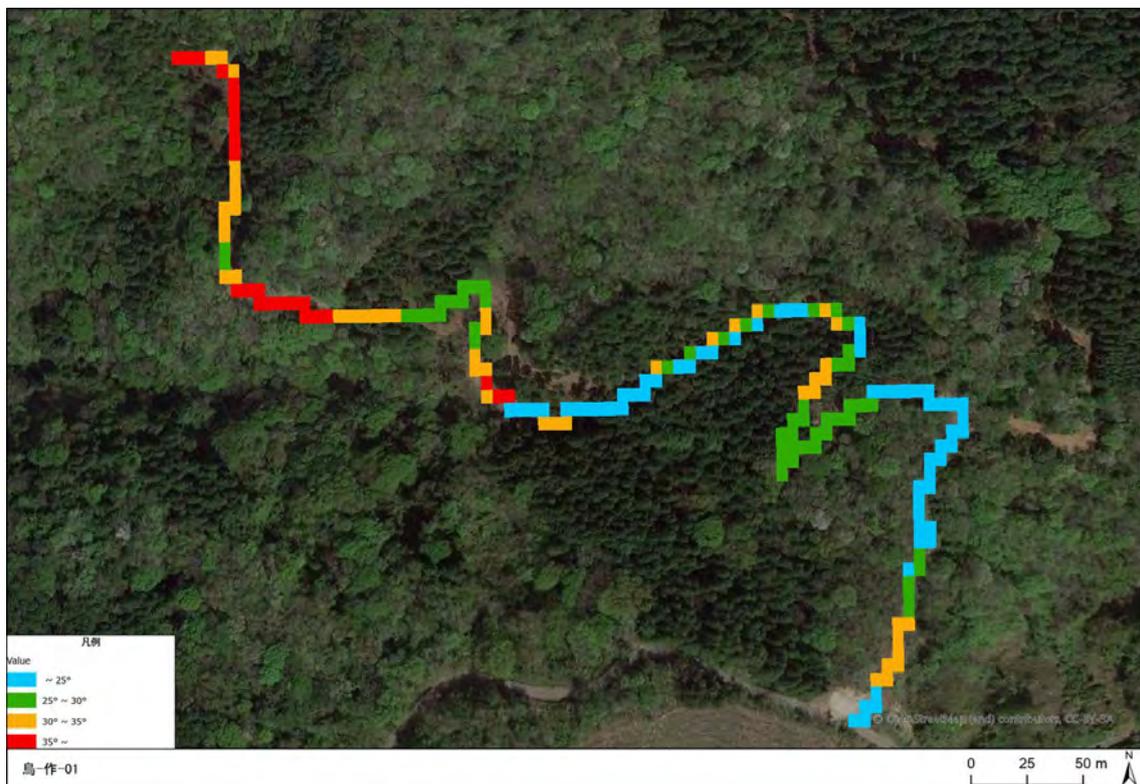


図 2.1-133 調査延長の地山傾斜

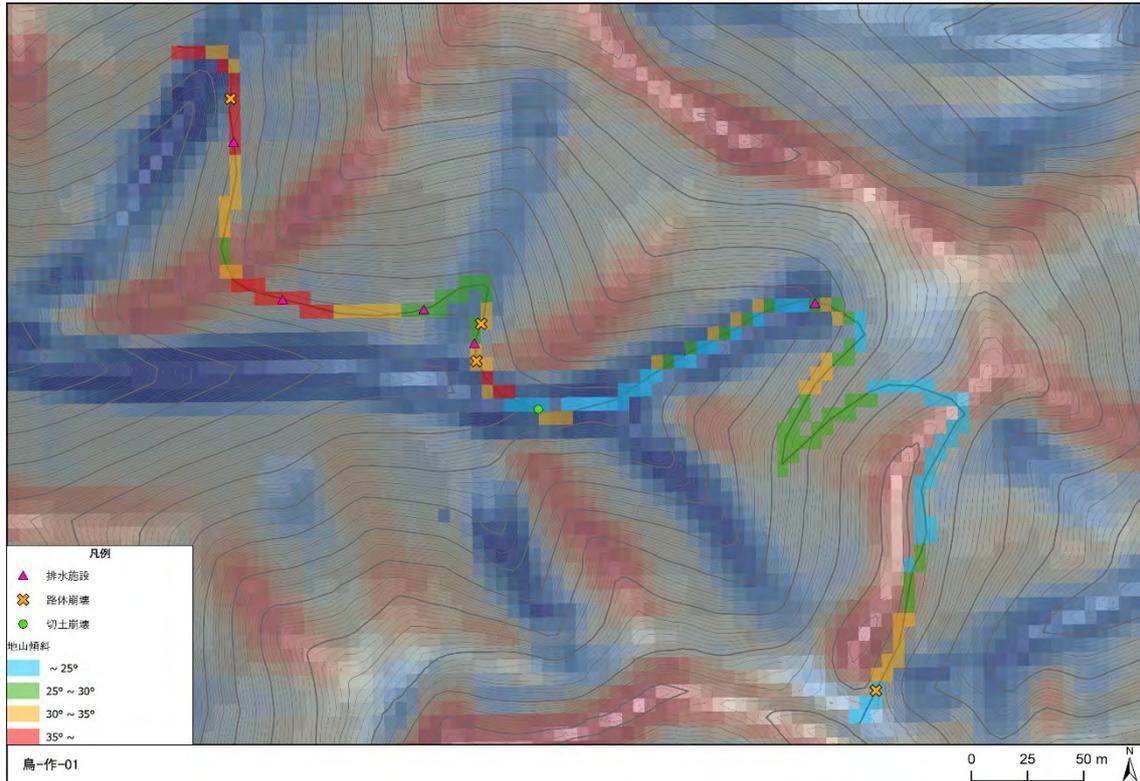


図 2.1-134 被災箇所周辺の地形



図 2.1-135 被災状況



図 2.1-136 排水施設の設置状況

(3) 鳥-作-03

鳥-作-03 は 2016 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 6 年が経過している。調査延長 899m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 45% が 35 度以上であり、全体に急傾斜である。

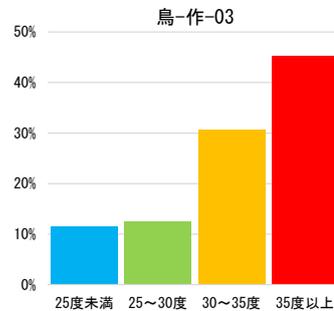


図 2.1-137 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

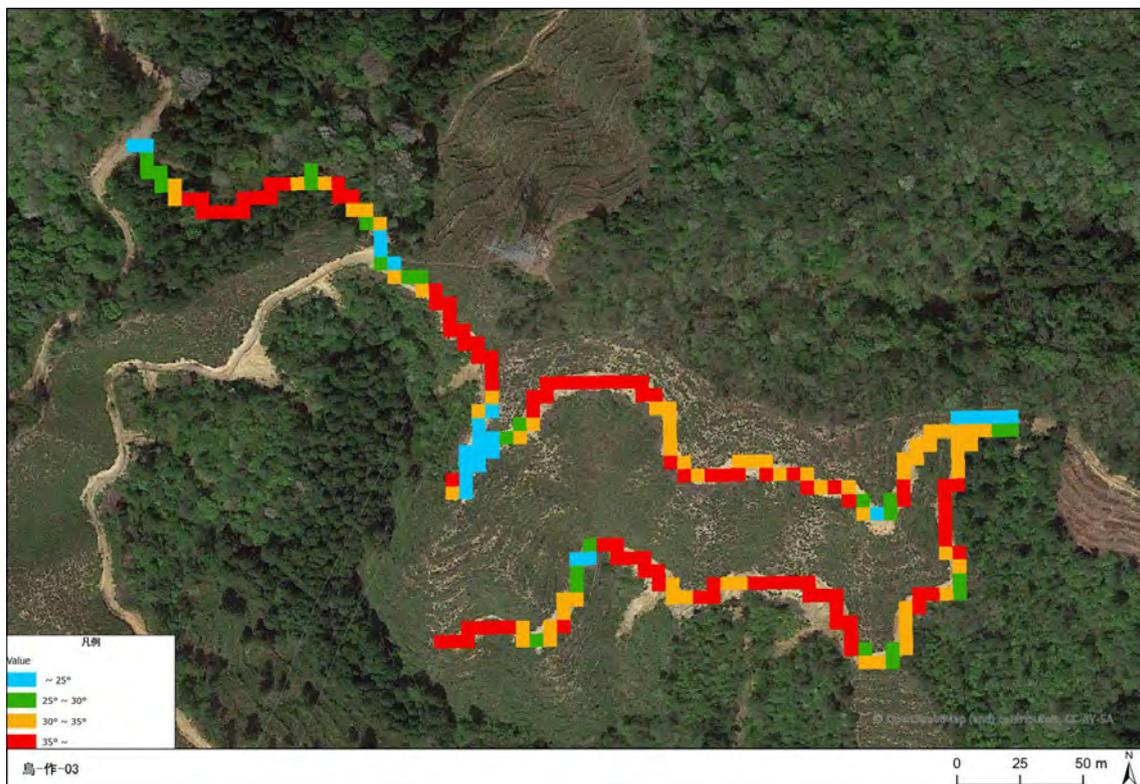


図 2.1-138 調査延長の地山傾斜

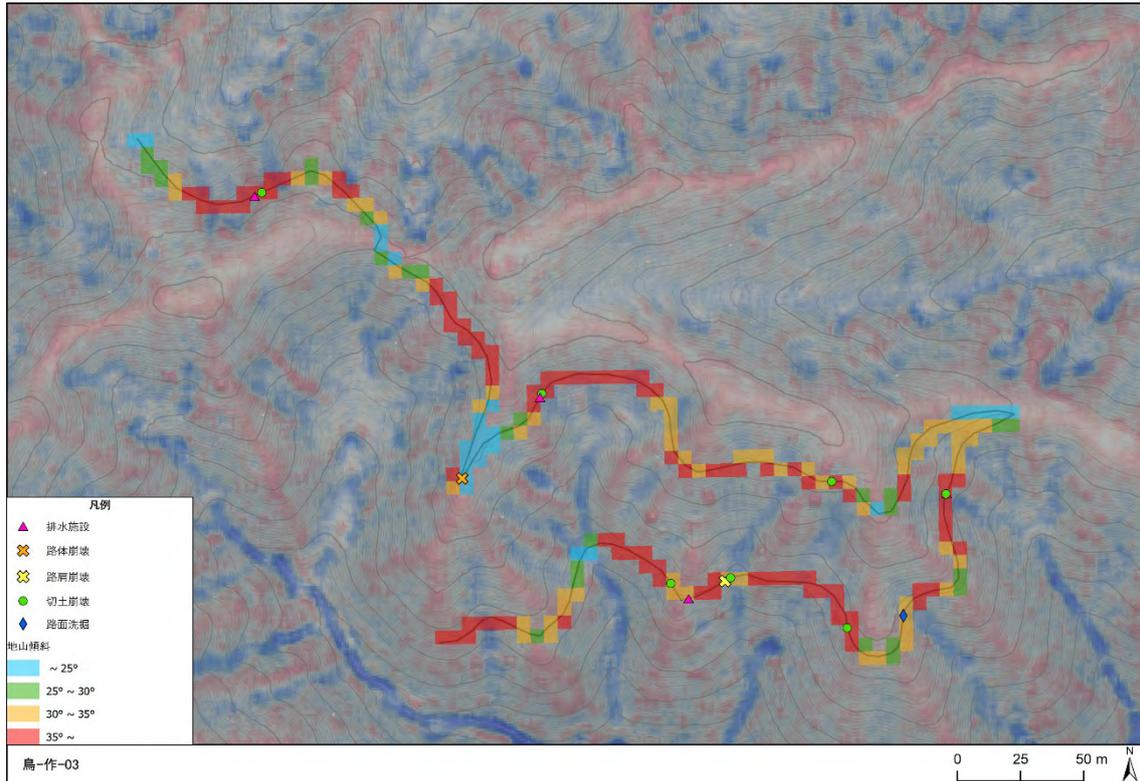


図 2.1-139 被災箇所の周辺地形



図 2.1-140 被災状況

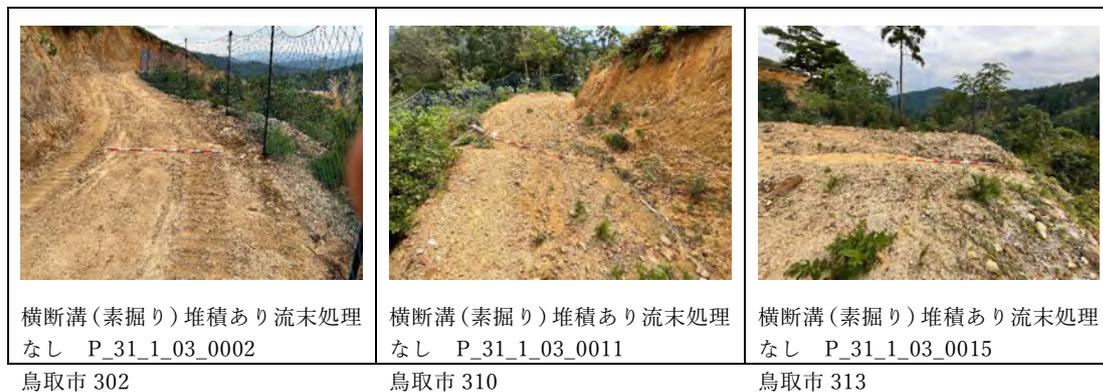


図 2.1-141 排水施設の設置状況

(4) 鳥-作-04

鳥-作-04 は 2016 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 6 年が経過している。調査延長 376m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 62% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

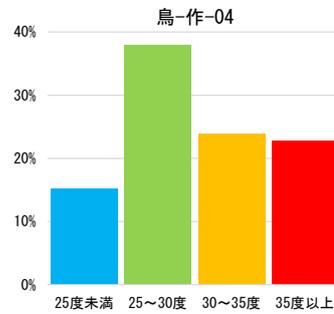


図 2.1-142 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

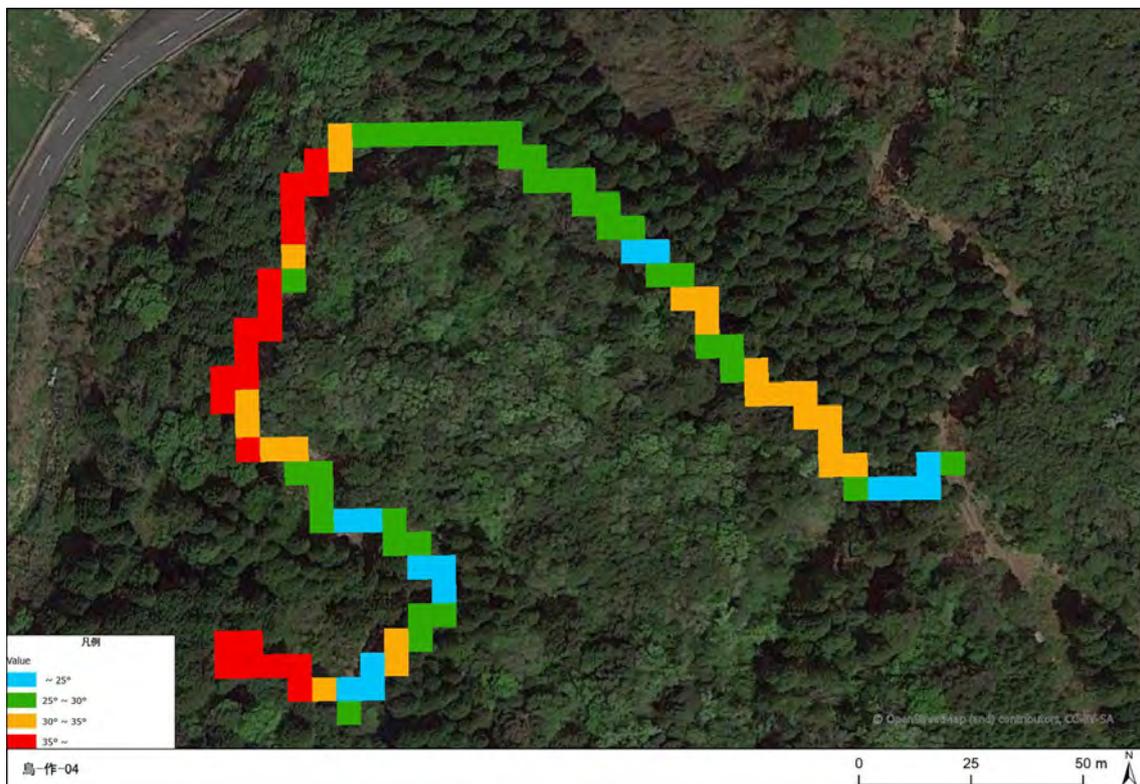


図 2.1-143 調査延長の地山傾斜

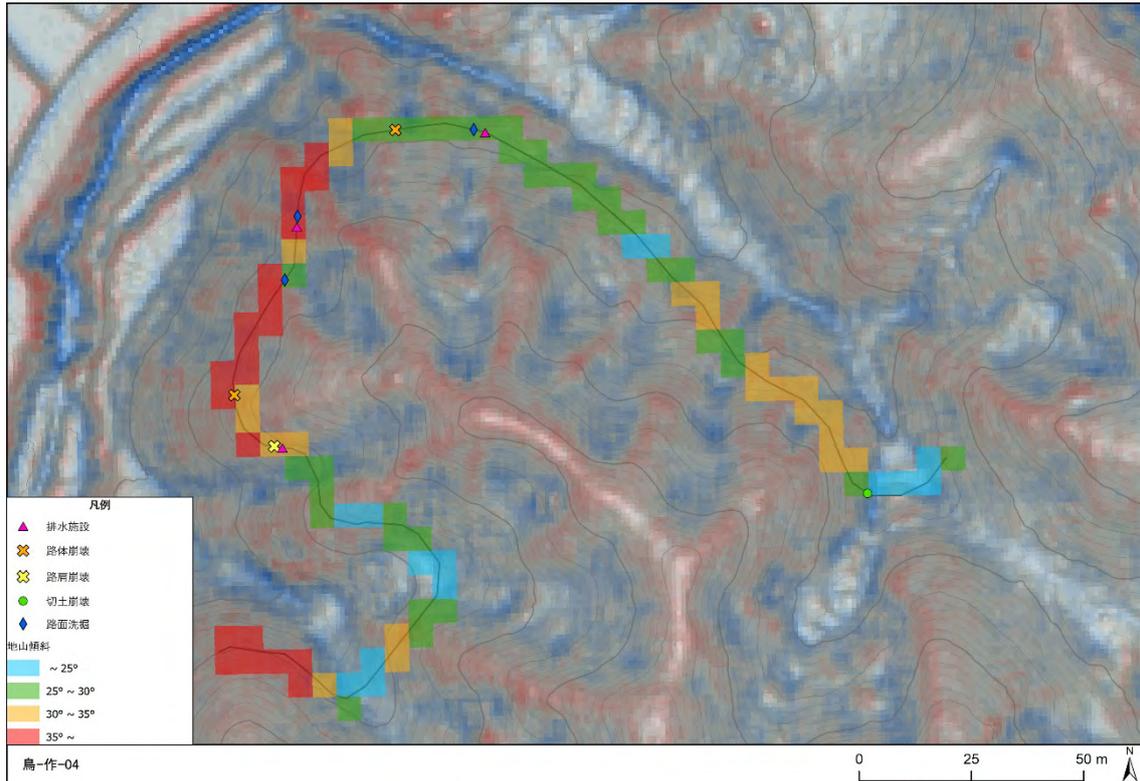


図 2.1-144 被災箇所の周辺地形

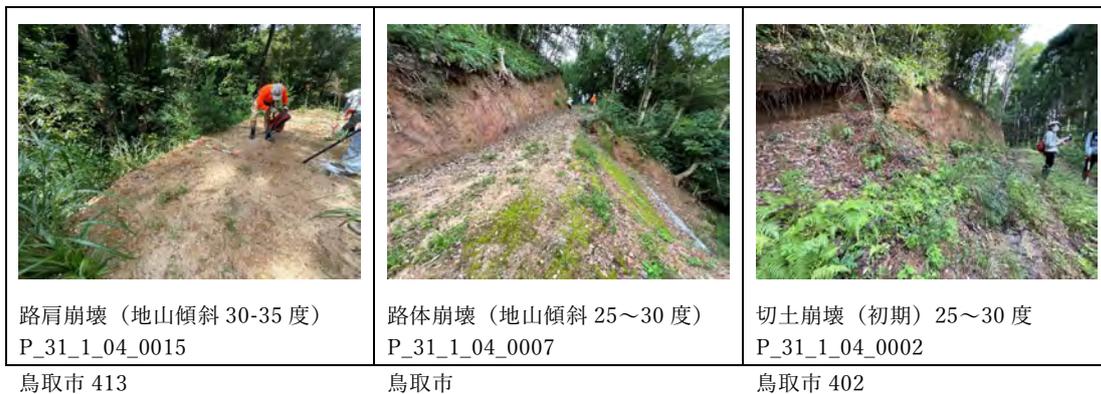


図 2.1-145 被災状況



図 2.1-146 排水施設の設置状況

(5) 鳥-作-05

鳥-作-05 は 2018 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 4 年が経過している。調査延長 1188m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗岩であり、区間の一部で真砂土が優先している。現地調査対象区間の地山傾斜は約 58% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

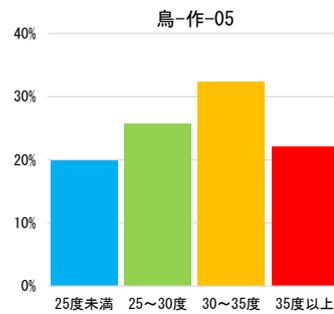


図 2.1-147 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

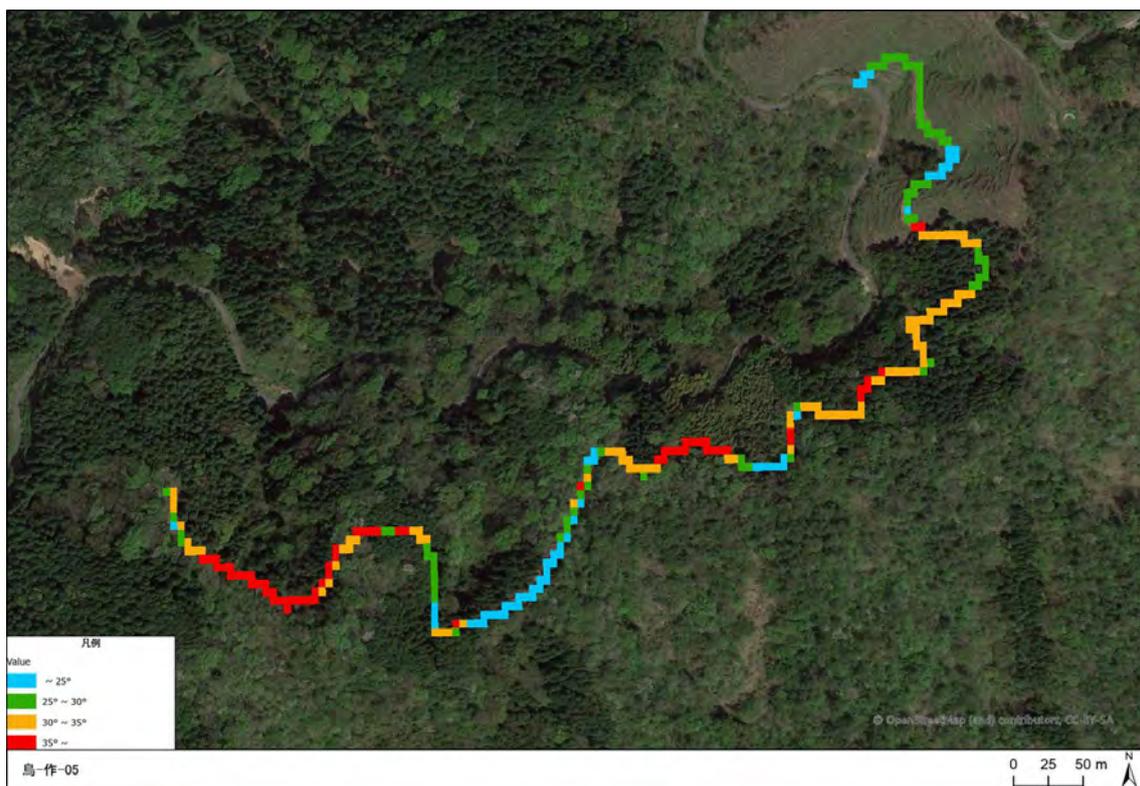


図 2.1-148 調査延長の地山傾斜

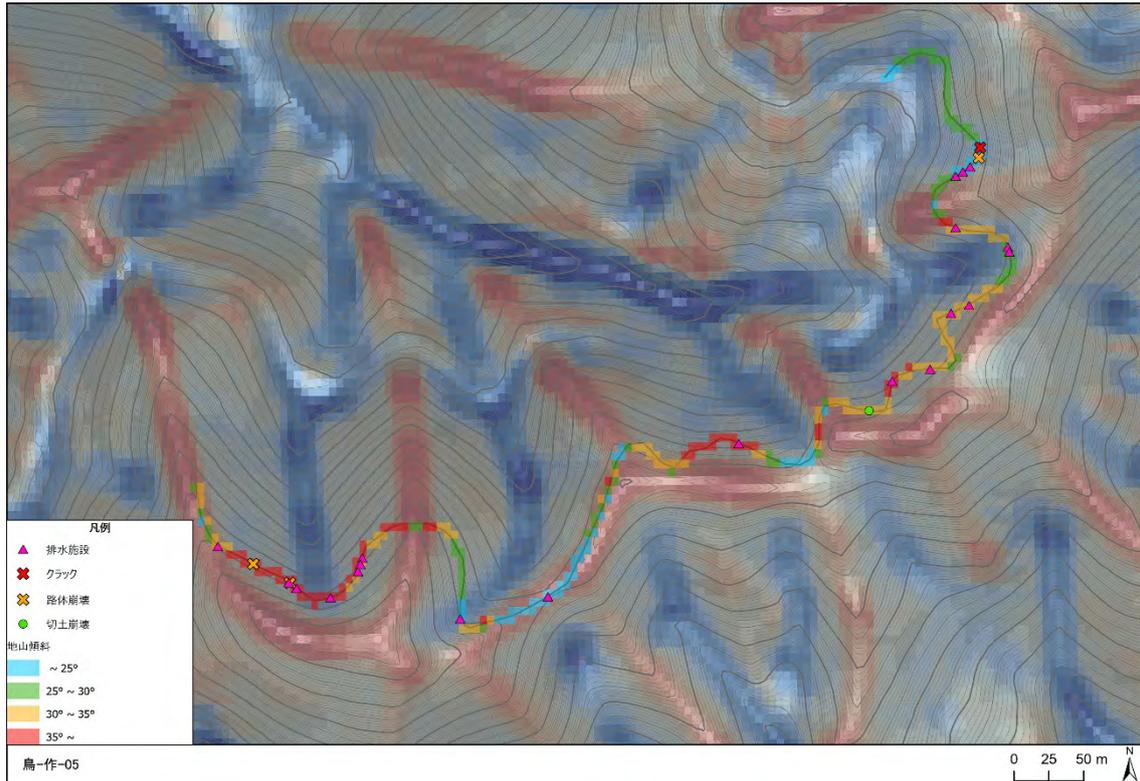


図 2.1-149 被災箇所の周辺地形

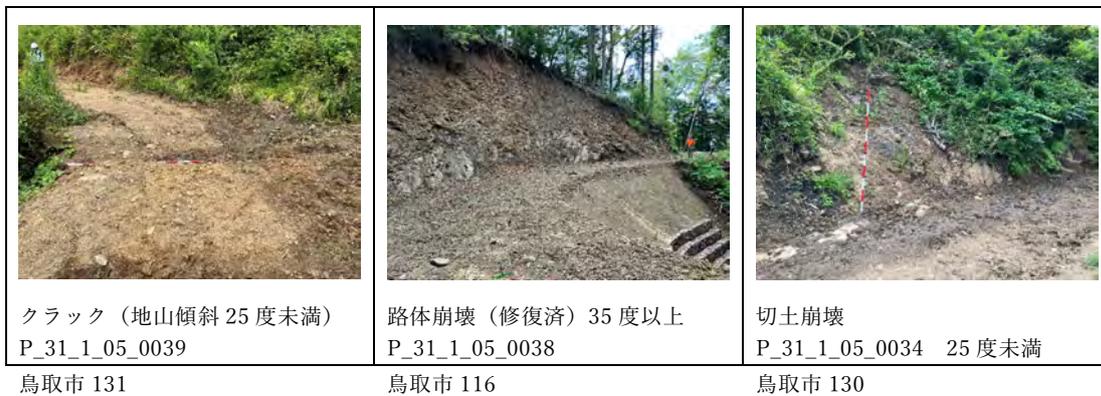


図 2.1-150 被災状況



図 2.1-151 排水施設の設置状況

(6) 鳥-作-06

鳥-作-06 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 408m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 52% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

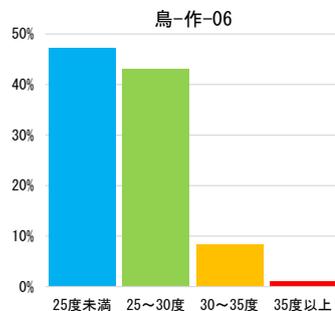


図 2.1-152 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

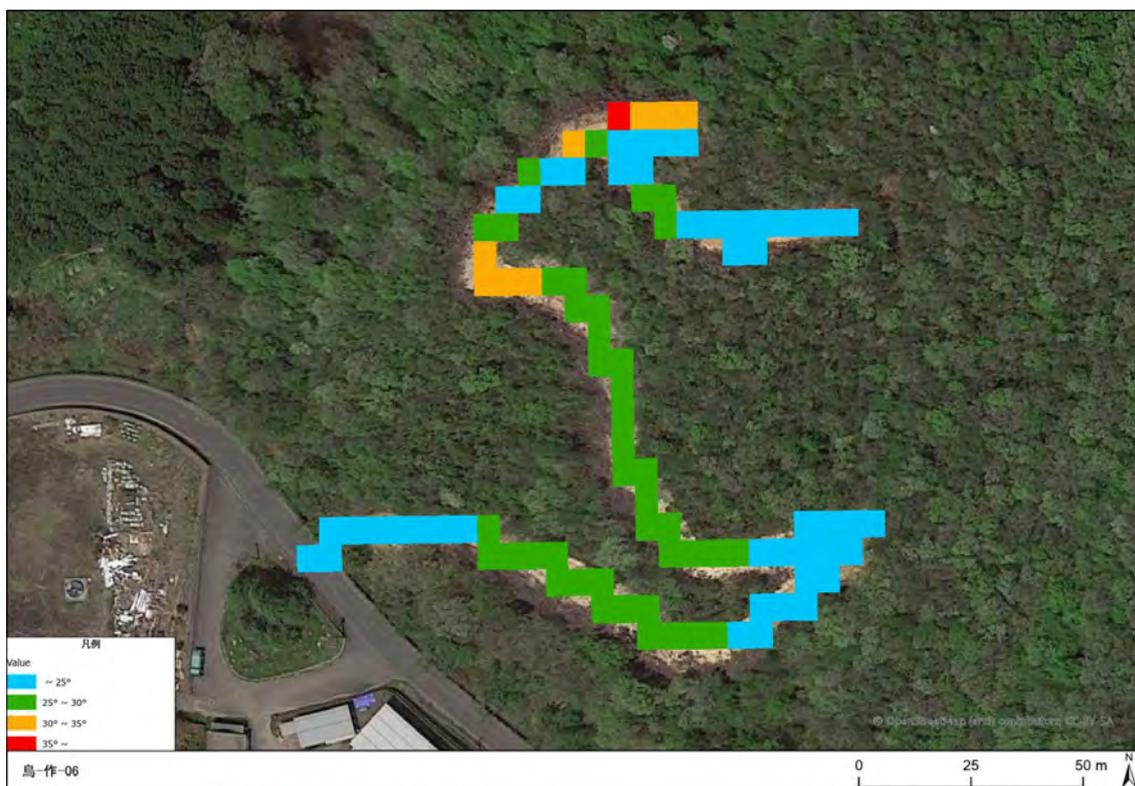


図 2.1-153 調査延長の地山傾斜

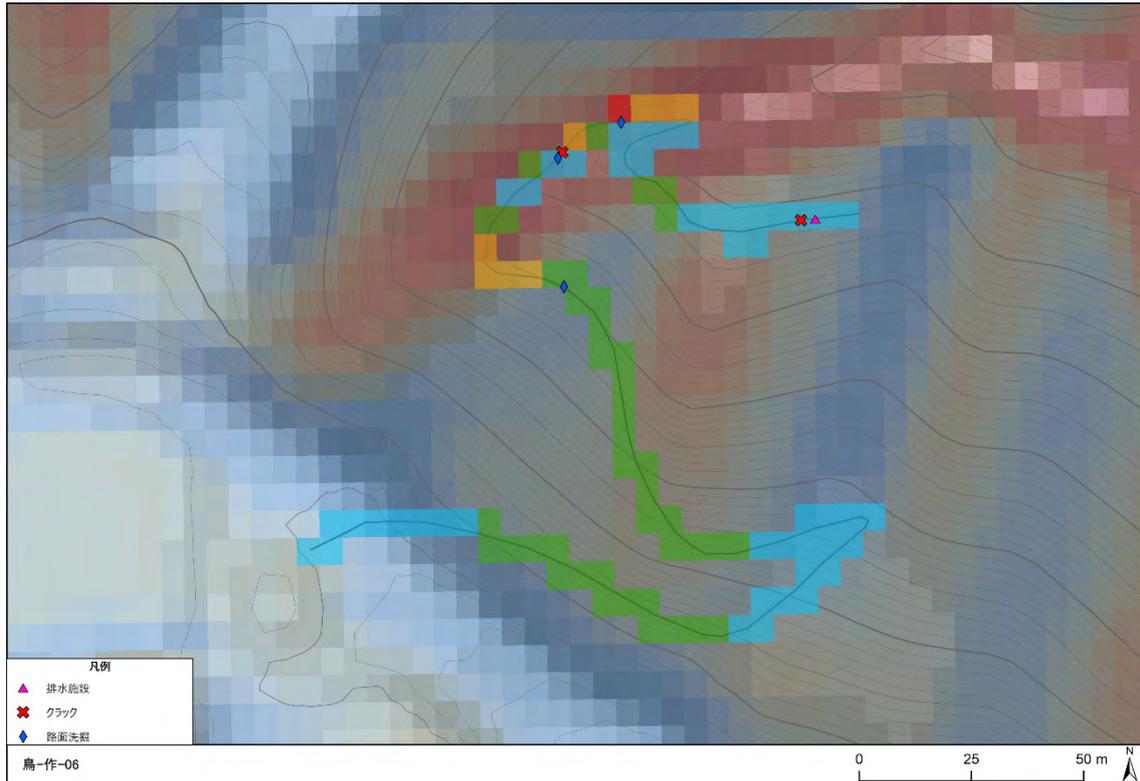


図 2.1-154 被災箇所の周辺地形

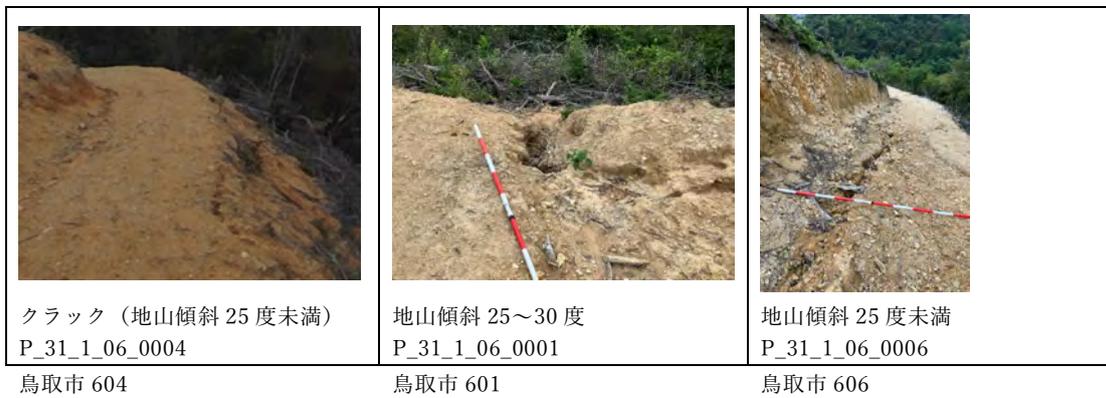


図 2.1-155 被災状況



図 2.1-156 排水施設の設置状況

(7) 鳥-作-07

鳥-作-07 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 372m を踏査した。主な地質は堆積岩の堆積物である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 70% が 35 度以上であり、全体に急傾斜である。

排水施設は確認されなかった。

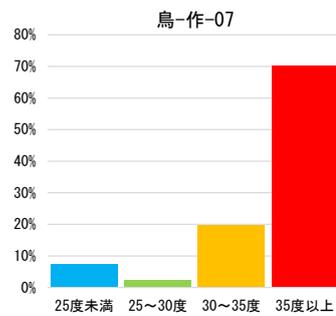


図 2.1-157 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

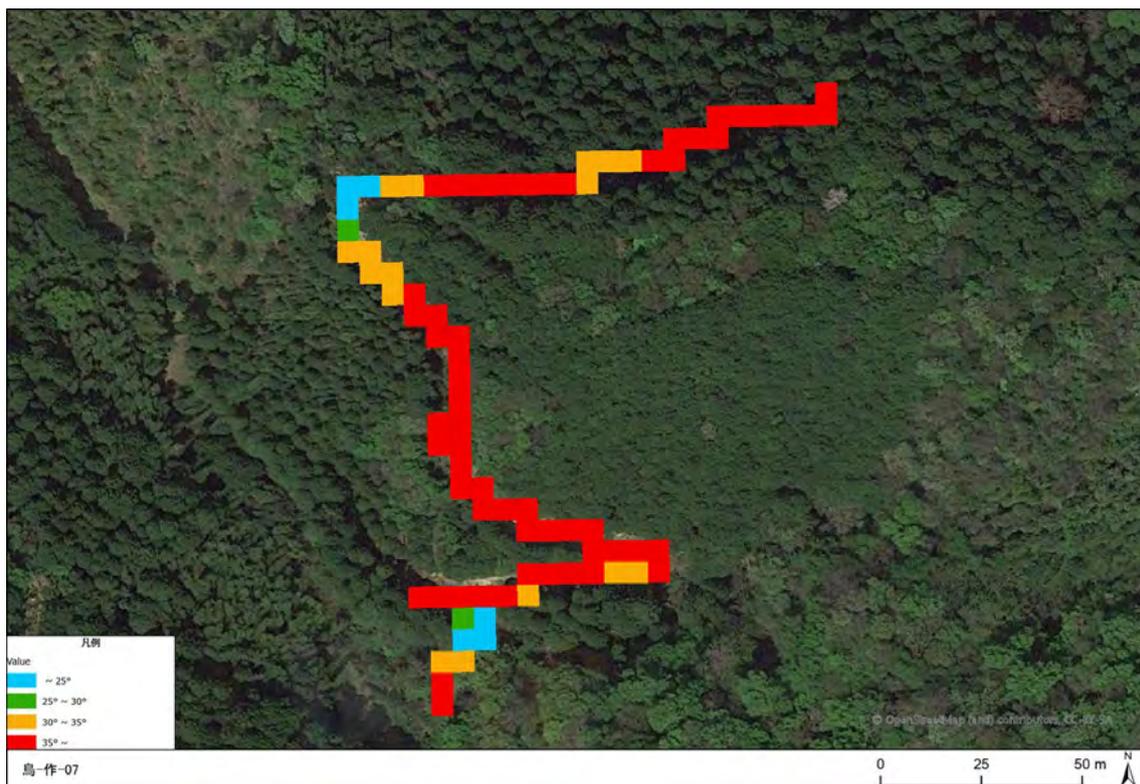


図 2.1-158 調査延長の地山傾斜

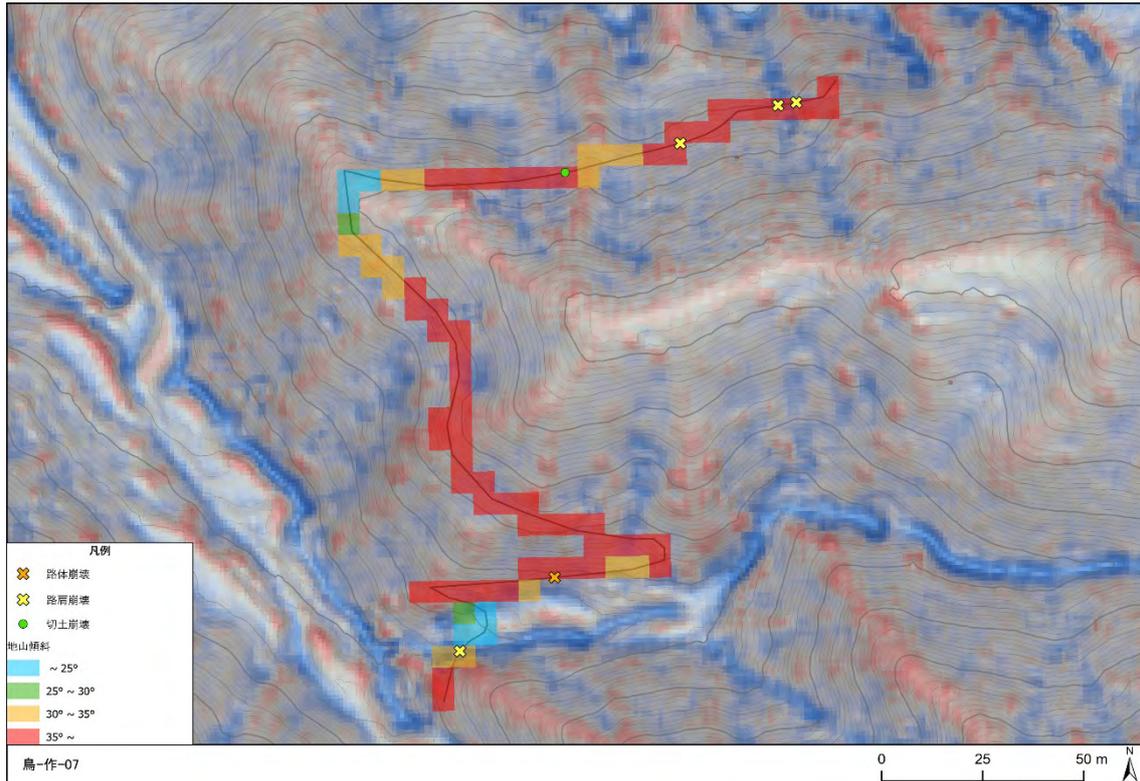


図 2.1-159 被災箇所周辺の地形

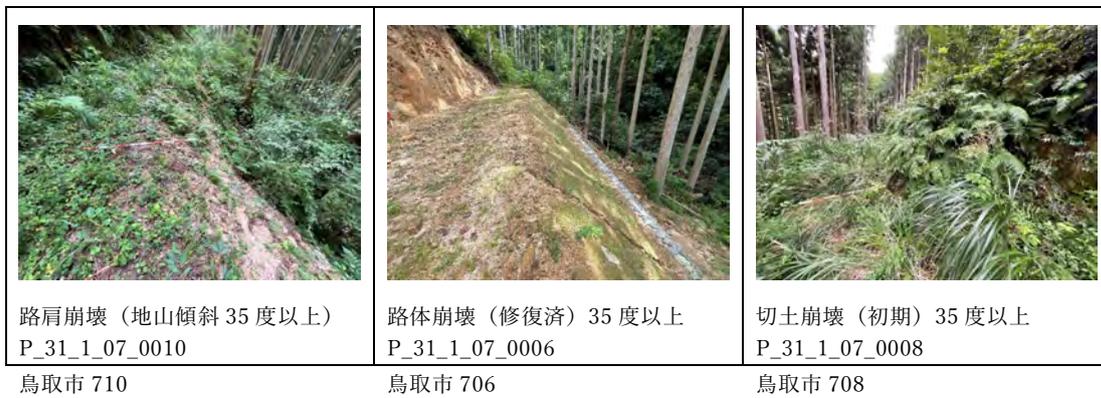


図 2.1-160 被災状況

(8) 鳥-集-01

鳥-集-01 は 2020 年に作設され、2022 年時点で作設から 2 年が経過している。

調査延長は 626m、集材路密度は 250m/ha であった。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 60%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

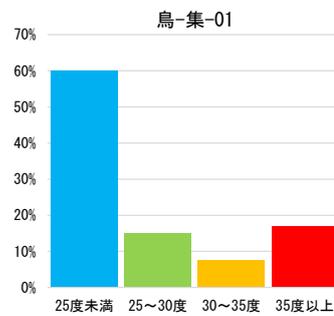


図 2.1-161 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

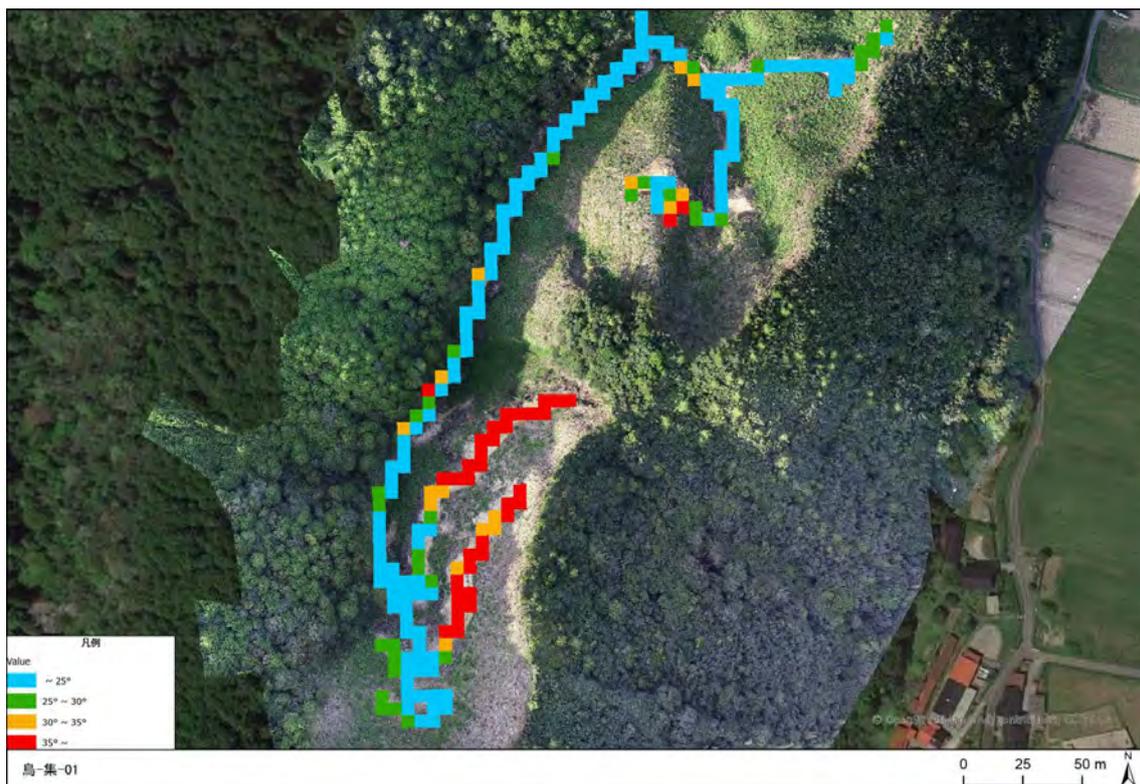


図 2.1-162 調査延長の地山傾斜

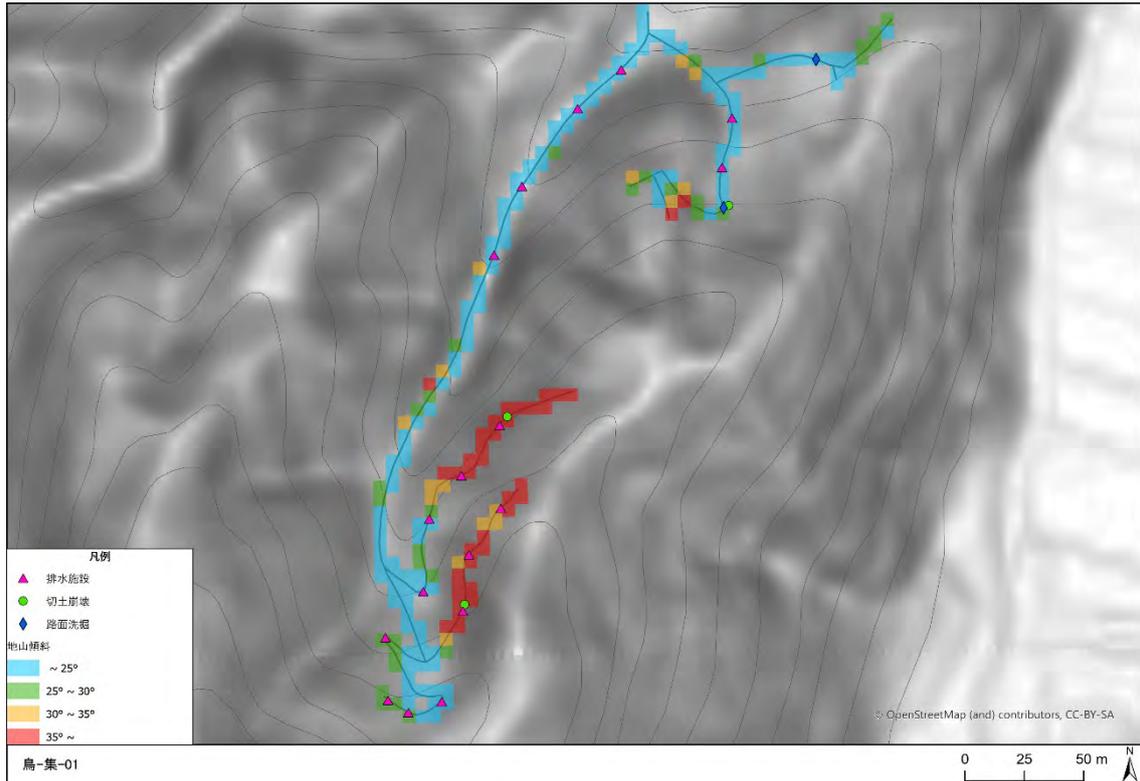


図 2.1-163 被災箇所の周辺地形



図 2.1-164 被災状況



図 2.1-165 排水施設の設置状況

5) 島根県

雲南市は、市の南部は毛無山（1,062m）を頂点に中国山地に至り、北部は出雲平野に続いていることから、標高差が大きい。地質については、中国山地は白亜紀後期の酸性火山岩と古第三紀の花崗岩類が広く分布している。

気象については、年間降水量は約 1,700～2,000mm 程度で、冬季には北部の加茂町や、南部の吉田町や掛合町、大東町や木次町の山間部などで降雪・積雪がある。

出典：出雲地方周辺の地質

https://www.gsj.jp/data/openfile/no0427/pl_10.pdf

近傍のアメダス観測所データより、直近 10 年間の年間降水量と日最大降水量を表 2.1-17 に示す。

表 2.1-17 (1) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

大田観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	2102	169	6月19日	65	22
2014	1706	49	7月13日 10月13日	34	13
2015	1860	77	9月9日	30	11
2016	1969	94	8月28日	24	10
2017	1678	87	9月17日	44	15
2018	1900	96	7月6日	34	14
2019	1329	65	8月28日	27	13
2020	1944	151	6月13日	30	14
2021	2023	169	8月9日	46	21
2022	1386	116	4月26日	31	13

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-17 (2) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

川本観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	2388	201	8月24日	51	15
2014	1854	61	9月6日	43	12
2015	1801	86	9月9日	25	12
2016	2234	96	8月29日	59	16
2017	2039	121	9月17日	38	19
2018	2259	137	7月6日	52	20
2019	1524	95	8月28日	32	17
2020	1985	133	6月13日	29	11
2021	2379	237	8月9日	59	16
2022	1447	109	9月19日	50	23

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-18 島根県の調査路線の一覧

路線 No	道の種類	完成年度	作 設 時 の 施 業 種	地質	地質 (詳細)	調査延長 (m)	作設からの経過 年数
島-作-01	森林作業道	2021	間伐	火成岩	花崗岩	875	1
島-作-02	森林作業道	2020	間伐	火成岩	花崗閃緑岩	3,827	2
島-作-03	森林作業道	2020	間伐	火成岩	花崗閃緑岩	1,419	2
島-作-04	森林作業道	2021	間伐	火成岩	花崗閃緑岩	377	1
島-作-05	森林作業道	2020	間伐	火成岩	花崗岩	969	2
島-集-01	集材路	2019	その他	火成岩	安山岩	143	3
島-集-02	集材路	2019	その他	火成岩	花崗閃緑岩	1,353	3

(1) 全体傾向

島根県の7路線について、1kmあたりの被災箇所数、地山傾斜、1kmあたりの排水施設数を整理した。被災の種類は、クラックが最も多い路線が2路線、切土崩壊（初期含む）が最も多い路線が3路線、路面洗掘が最も多い路線が1路線、切土崩壊と路面洗掘の発生数が同じ路線が1路線であった（図 2.1-166）。地山傾斜は、緩傾斜（25度未満の区間が最も多い）が5路線、急傾斜（35度以上の区間が最も多い）が2路線であった（図 2.1-167）。各路線の1kmあたりの排水施設の設置数は4~32箇所、横断溝（素掘り）が大部分を占めていた（図 2.1-168）。

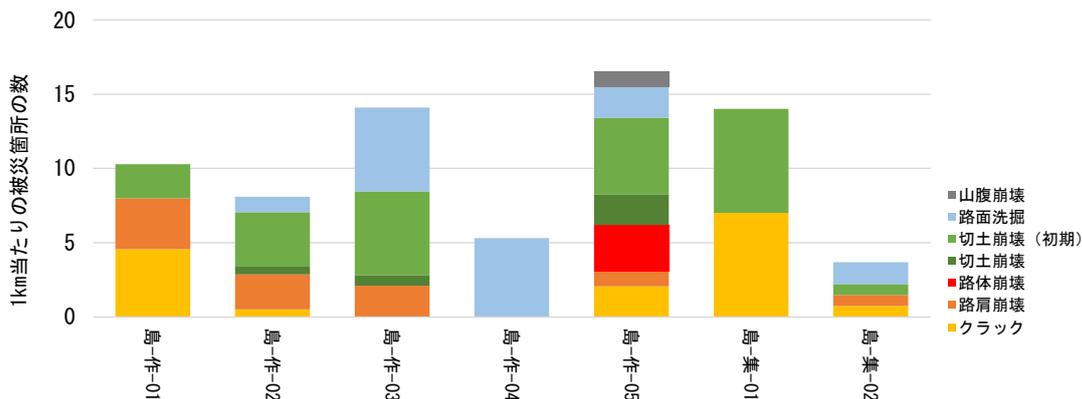


図 2.1-166 調査路線内の被災箇所数 (1kmあたり)

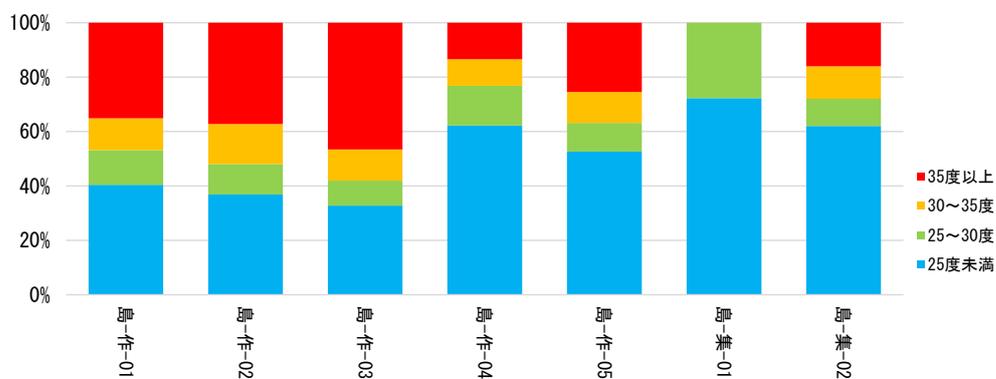


図 2.1-167 調査対象路線の地山傾斜

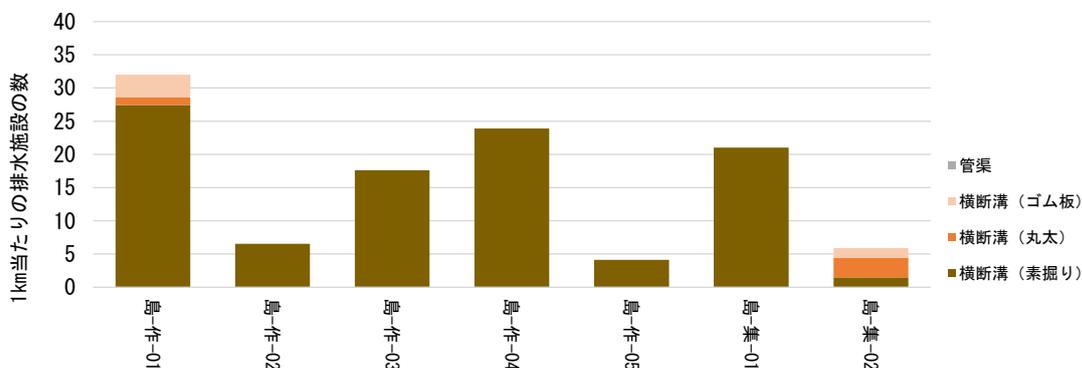


図 2.1-168 調査対象路線の排水施設数 (1kmあたり)

表 2.1-19 各路線の被災状況・排水状況の確認結果

路線No	被災箇所数						排水施設の設置箇所数			
	クラック	路肩崩壊	路体崩壊	切土崩壊	路面洗掘	山腹崩壊	横断溝 (素掘り)	横断溝 (丸太)	横断溝 (ゴム板)	管渠
島-作-01	4	3	－	2	－	－	24	1	3	－
島-作-02	2	9	－	16	4	－	25	－	－	－
島-作-03	－	3	－	9	8	－	25	－	－	－
島-作-04	－	－	－	－	2	－	9	－	－	－
島-作-05	2	1	3	7	2	1	4	－	－	－
島-集-01	1	－	－	1	－	－	3	－	－	－
島-集-02	1	1	－	1	2	－	2	4	2	－

※各路線の調査延長内での実際の確認箇所数（距離換算していない）

(2) 島-作-01

島-作-01 は 2021 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 1 年が経過している。調査延長 875m を踏査した。主な地質は堆積岩の堆積物である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 40%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

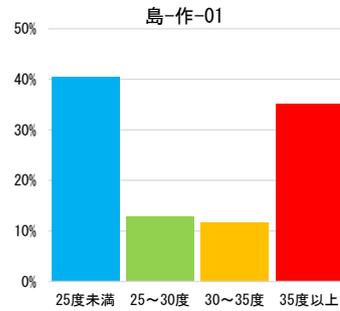


図 2.1-169 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

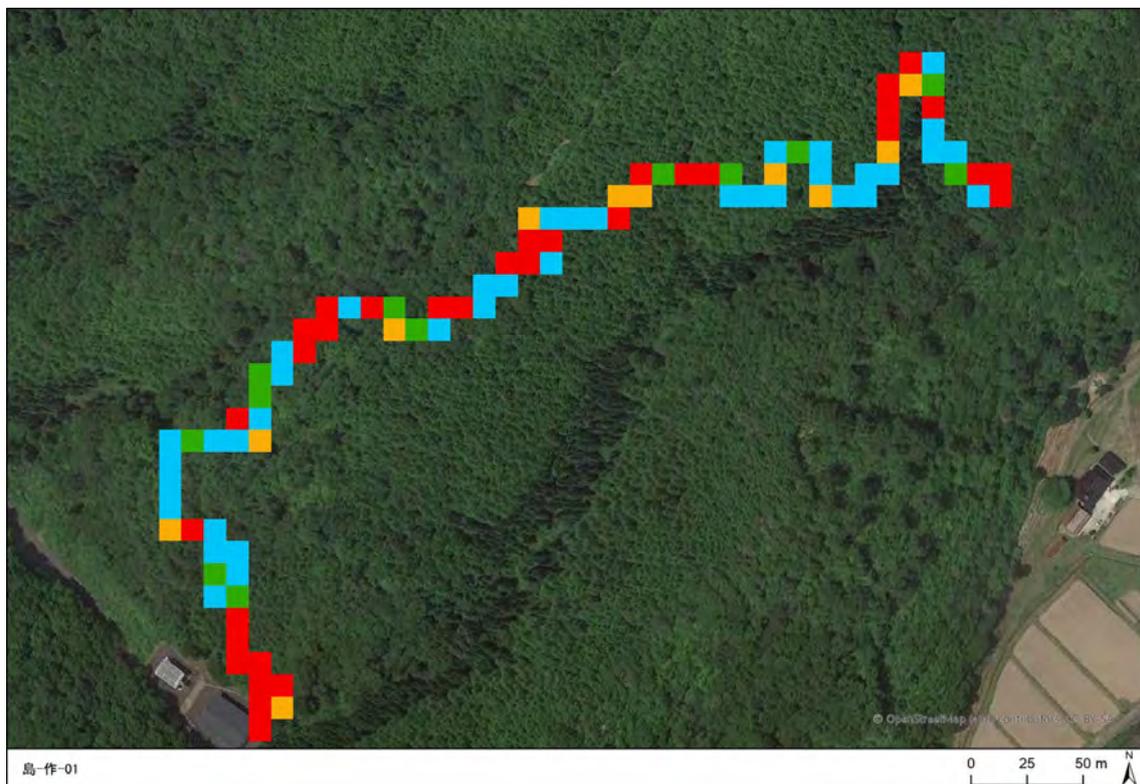


図 2.1-170 調査延長の地山傾斜

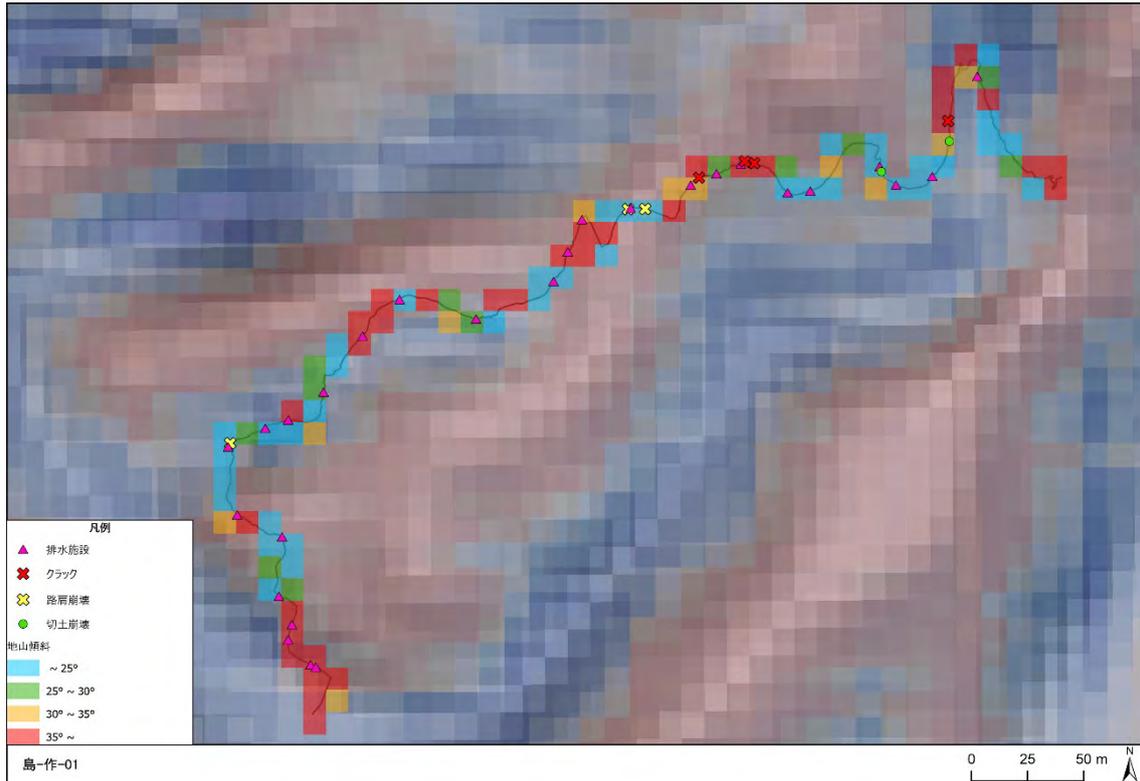


図 2.1-171 被災箇所の周辺地形



図 2.1-172 被災状況

		
<p>横断溝（素掘り）堆積有流末処理なし P_32_1_01_0005</p>	<p>横断溝（丸太）堆積有流末処理あり（根株・立木） P_32_1_01_0016</p>	<p>横断溝（ゴム板）堆積有流末処理なし P_32_1_01_0033</p>
<p>105</p>	<p>116</p>	<p>133</p>

図 2.1-173 排水施設の設置状況

(3) 島-作-02

島-作-02 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 3827m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 37%が 25 度未満、約 46%が 35 度以上であり、緩傾斜と急傾斜が混在している。

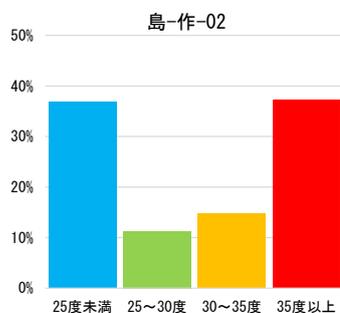


図 2.1-174 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

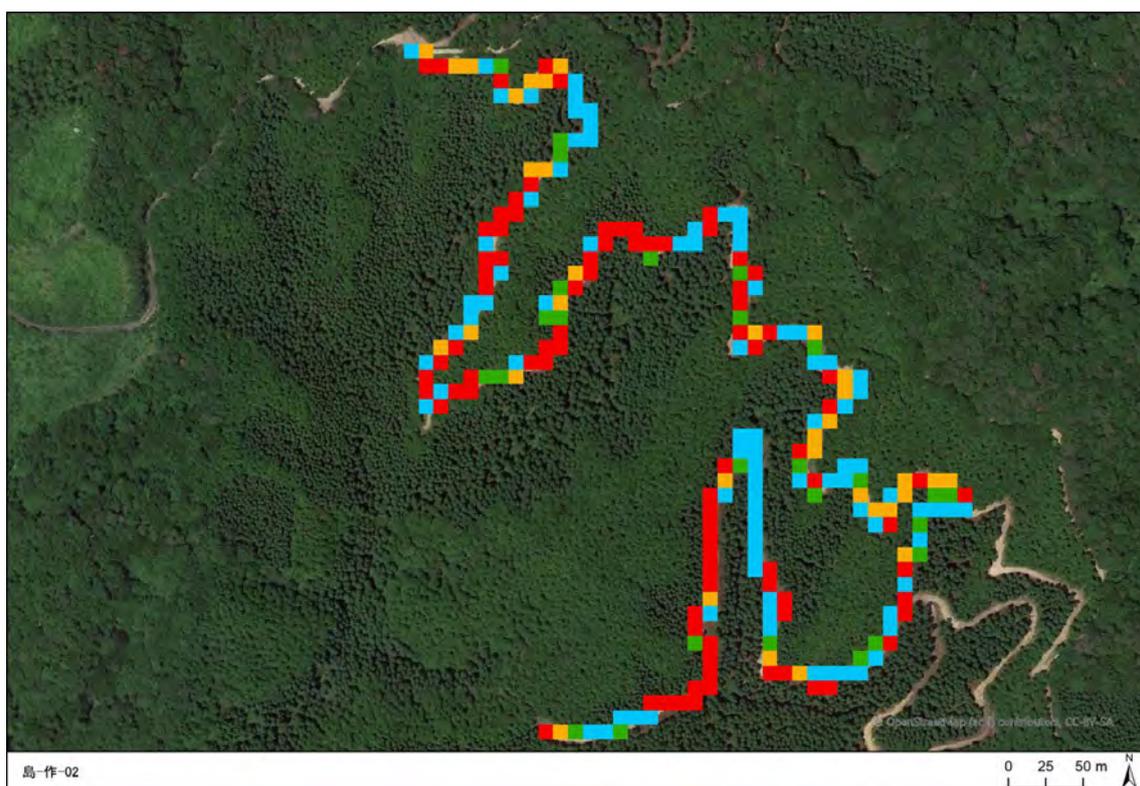


図 2.1-175 調査延長の地山傾斜

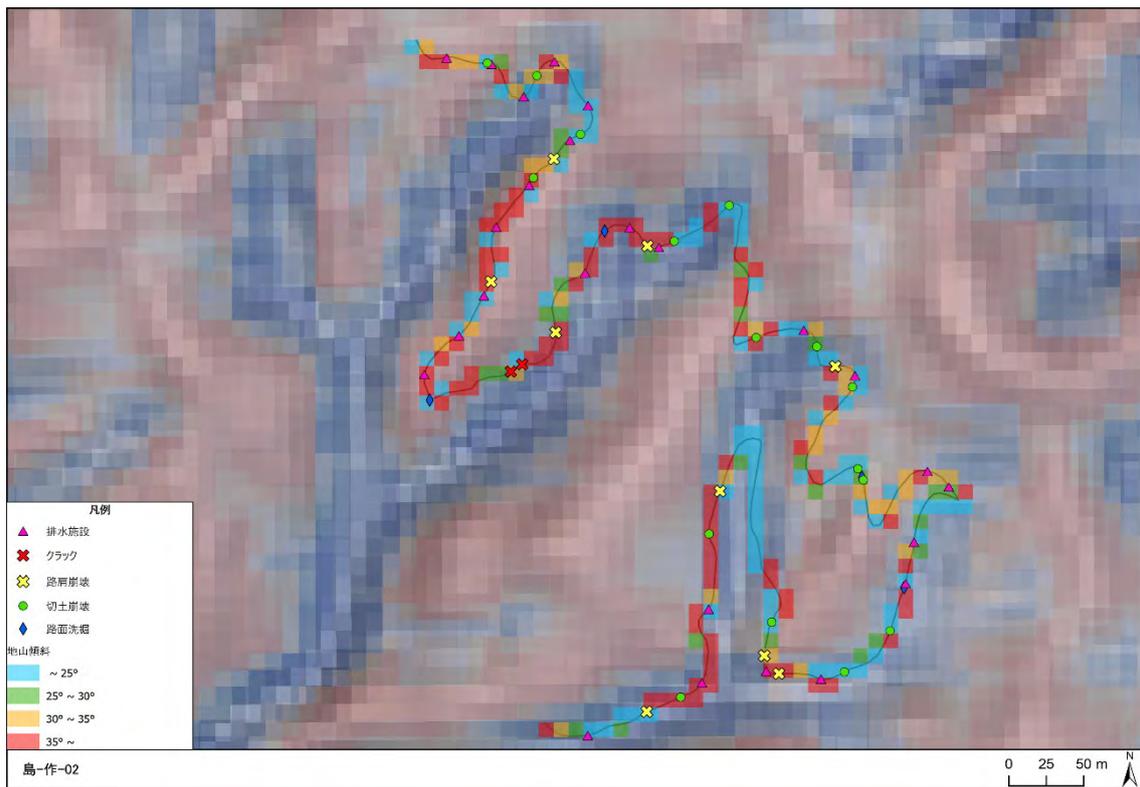


図 2.1-176 被災箇所周辺の地形



図 2.1-177 被災状況



図 2.1-178 排水施設の設置状況

(4) 島-作-03

島-作-03 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 1419m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 47% が 35 度以上であり、全体に急傾斜である。

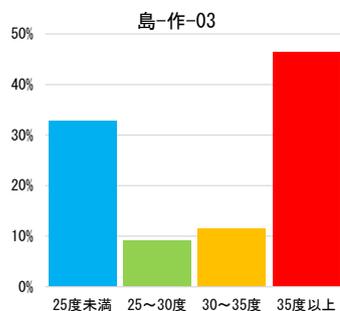


図 2.1-179 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)



図 2.1-180 調査延長の地山傾斜

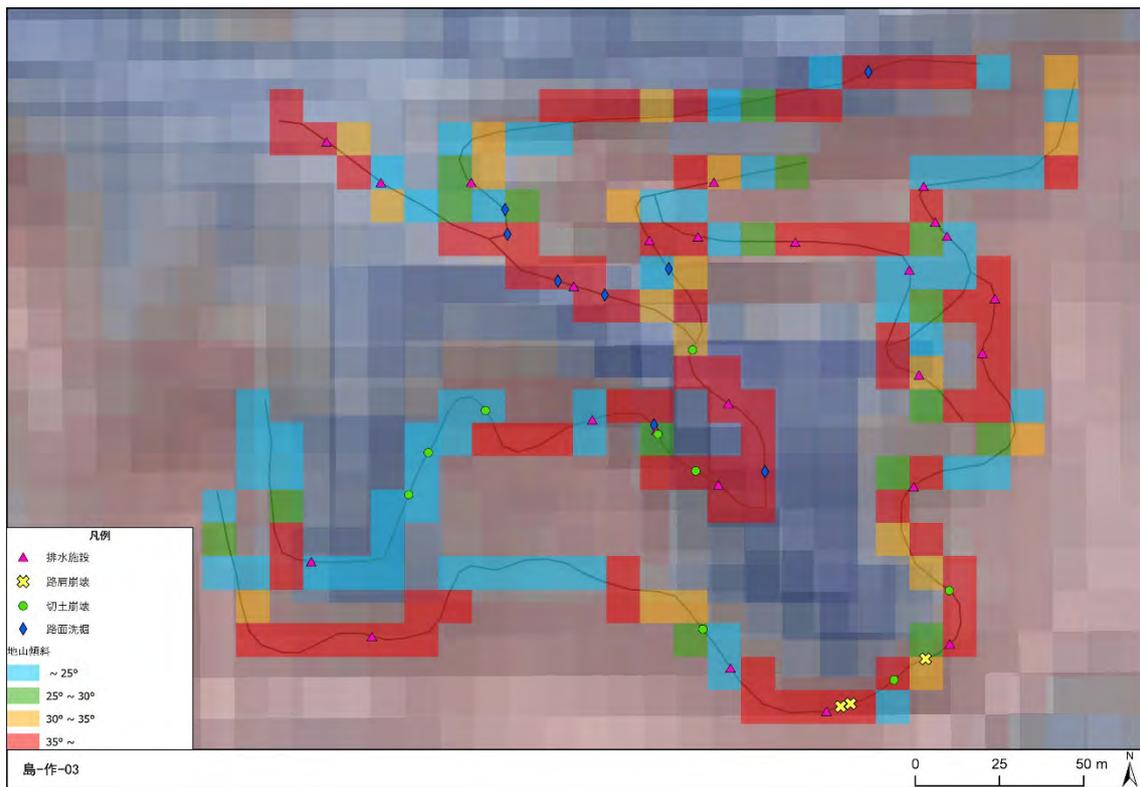


図 2.1-181 被災箇所周辺の地形



図 2.1-182 被災状況



図 2.1-183 排水施設の設置状況

(5) 島-作-04

島-作-04 は 2021 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 1 年が経過している。調査延長 377m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 62% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

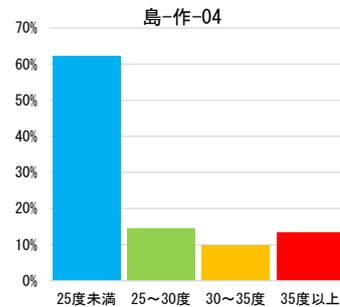


図 2.1-184 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

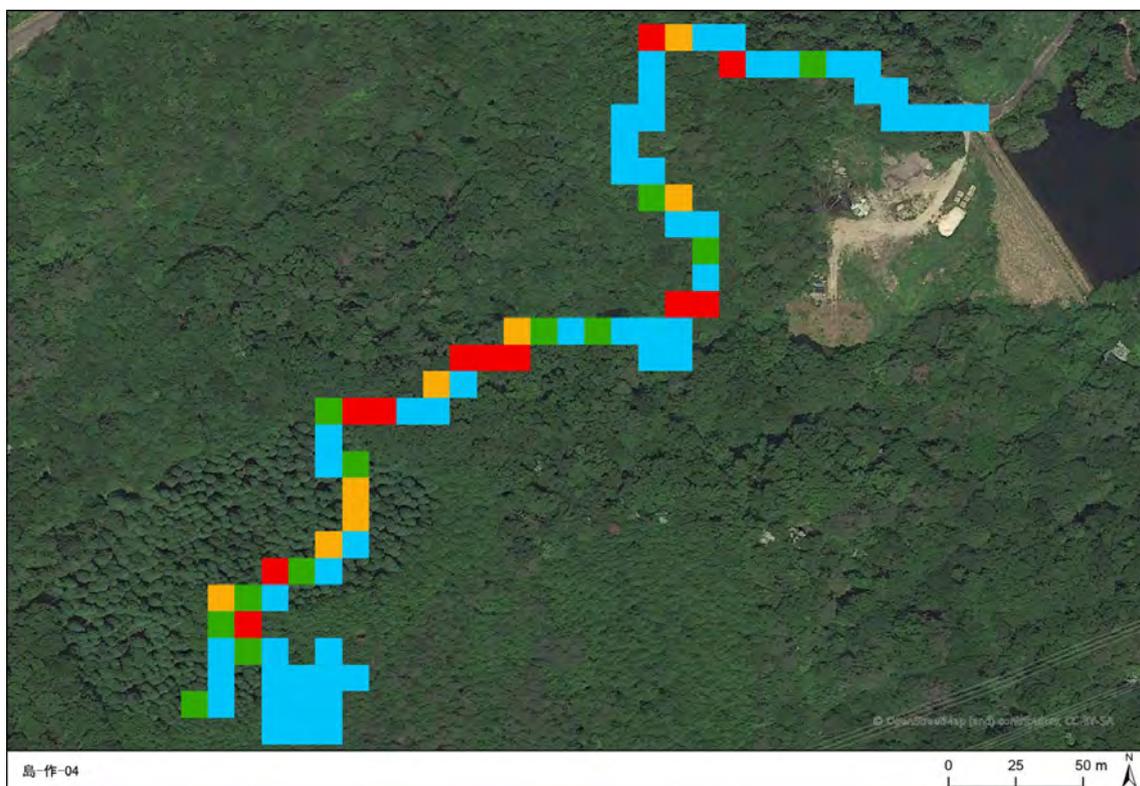


図 2.1-185 調査延長の地山傾斜

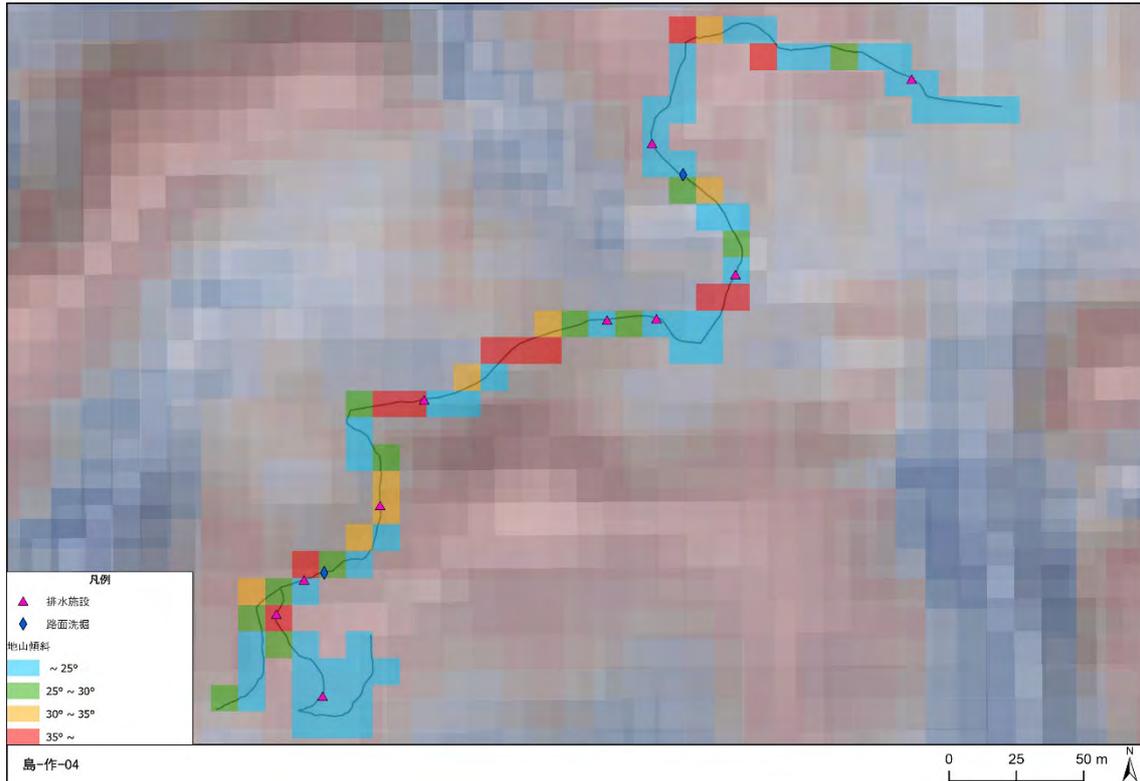


図 2.1-186 被災箇所の周辺地形

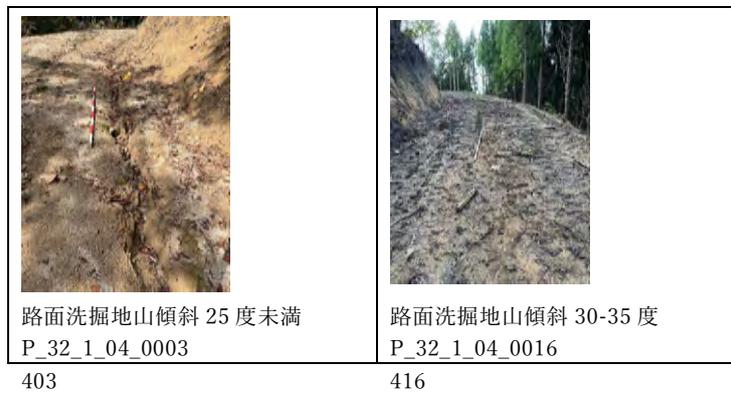


図 2.1-187 被災状況

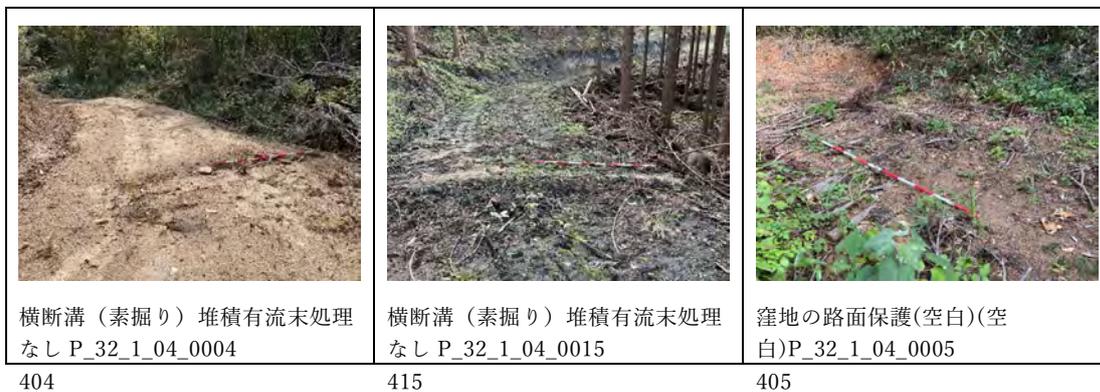


図 2.1-188 排水施設の設置状況

(6) 島-作-05

島-作-05 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 969m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 53% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

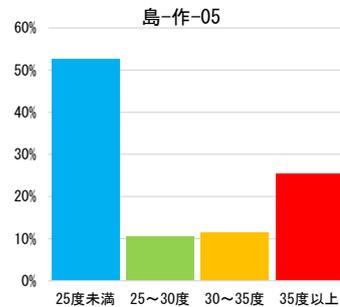


図 2.1-189 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

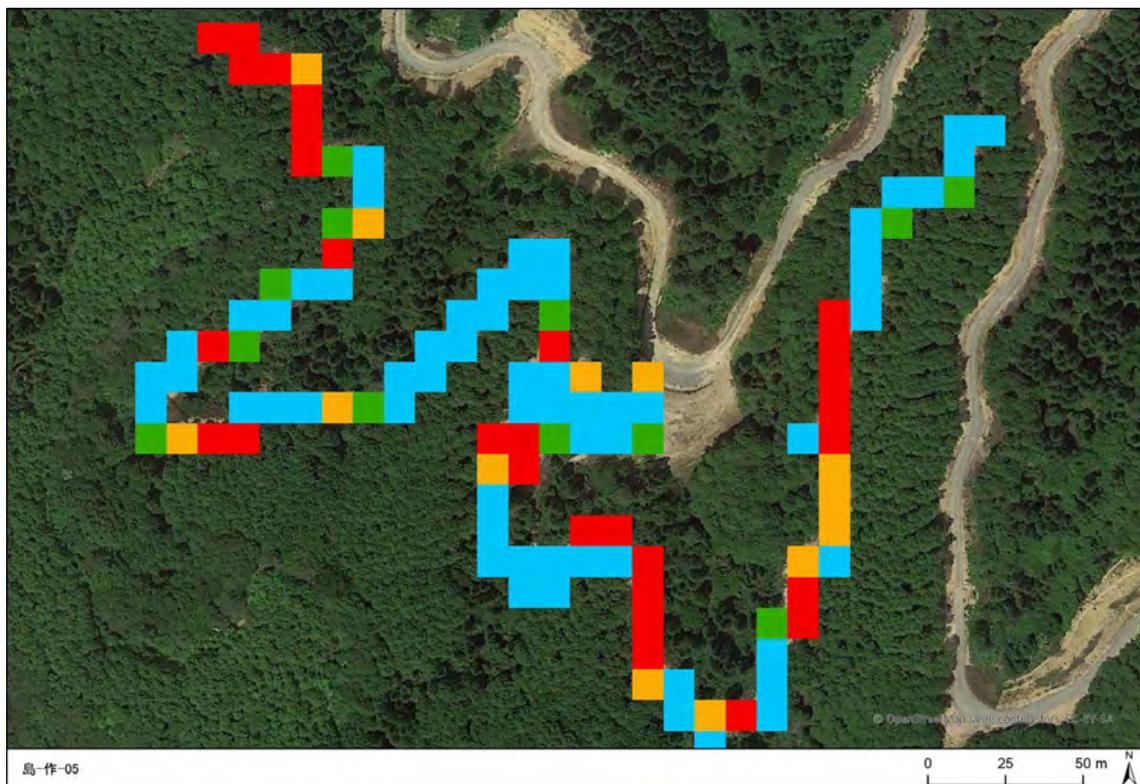


図 2.1-190 調査延長の地山傾斜

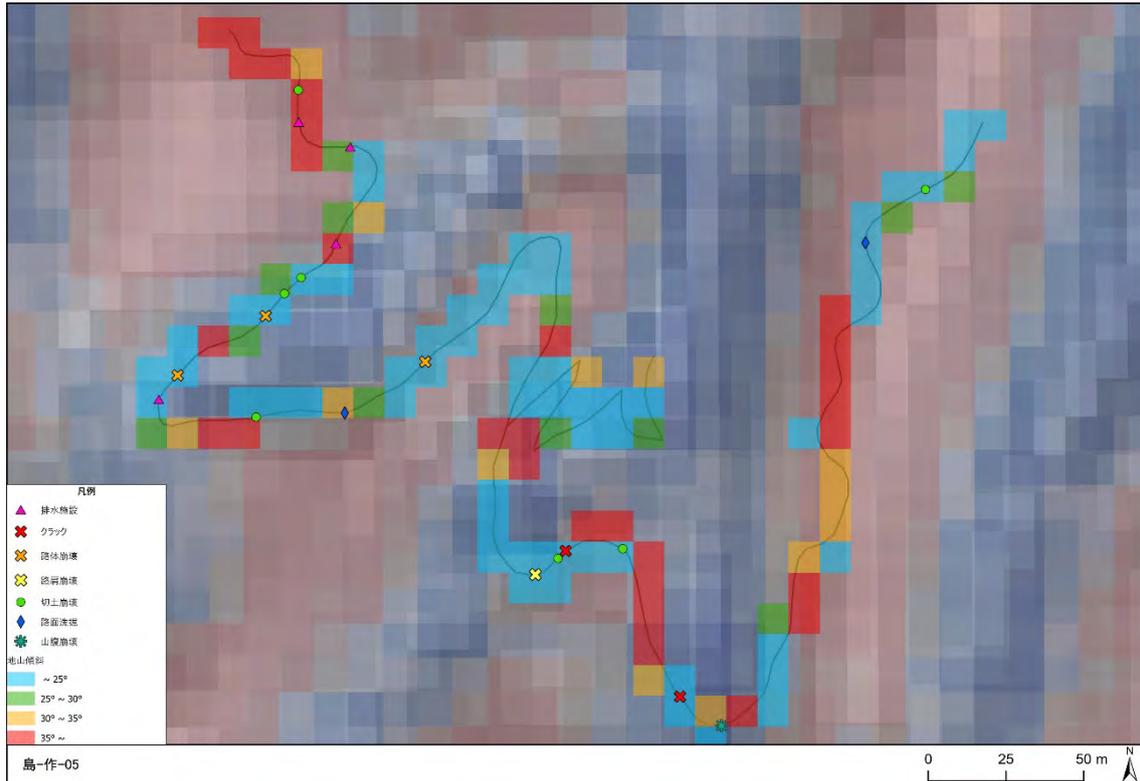


図 2.1-191 被災箇所周辺の地形

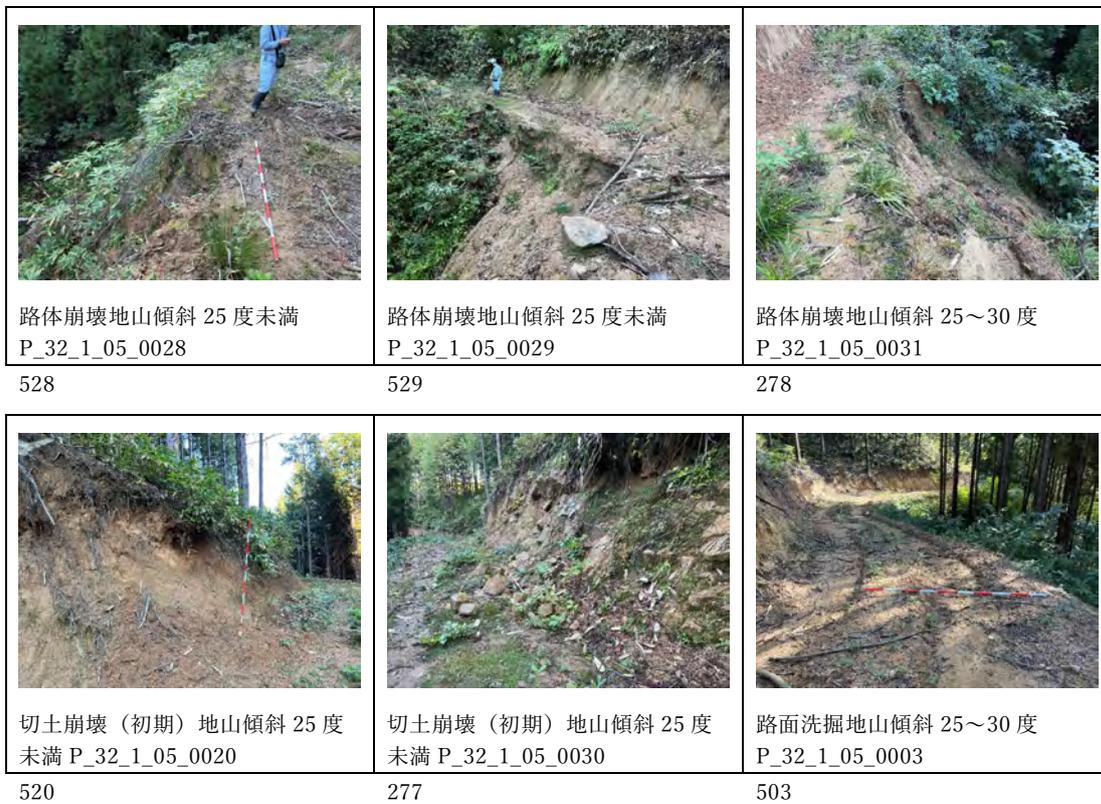


図 2.1-192 被災状況

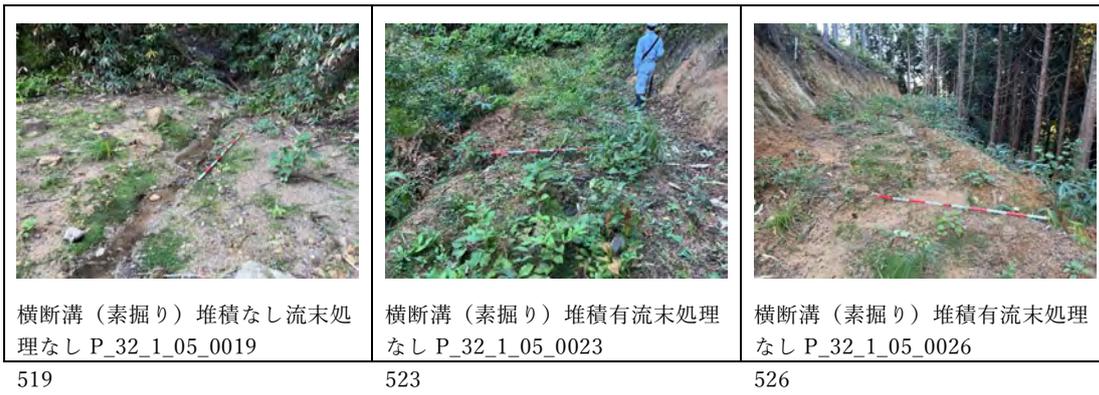


図 2.1-193 排水施設の設置状況

(7) 島-集-01

島-集-01 は 2019 年に作設され、2022 年時点で作設から約 3 年が経過している。調査延長は 143m、集材路密度に換算すると 105m/ha であった。主な地質は火成岩の花崗岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 72%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

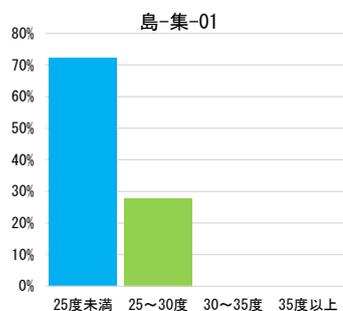


図 2.1-194 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)



図 2.1-195 調査延長の地山傾斜

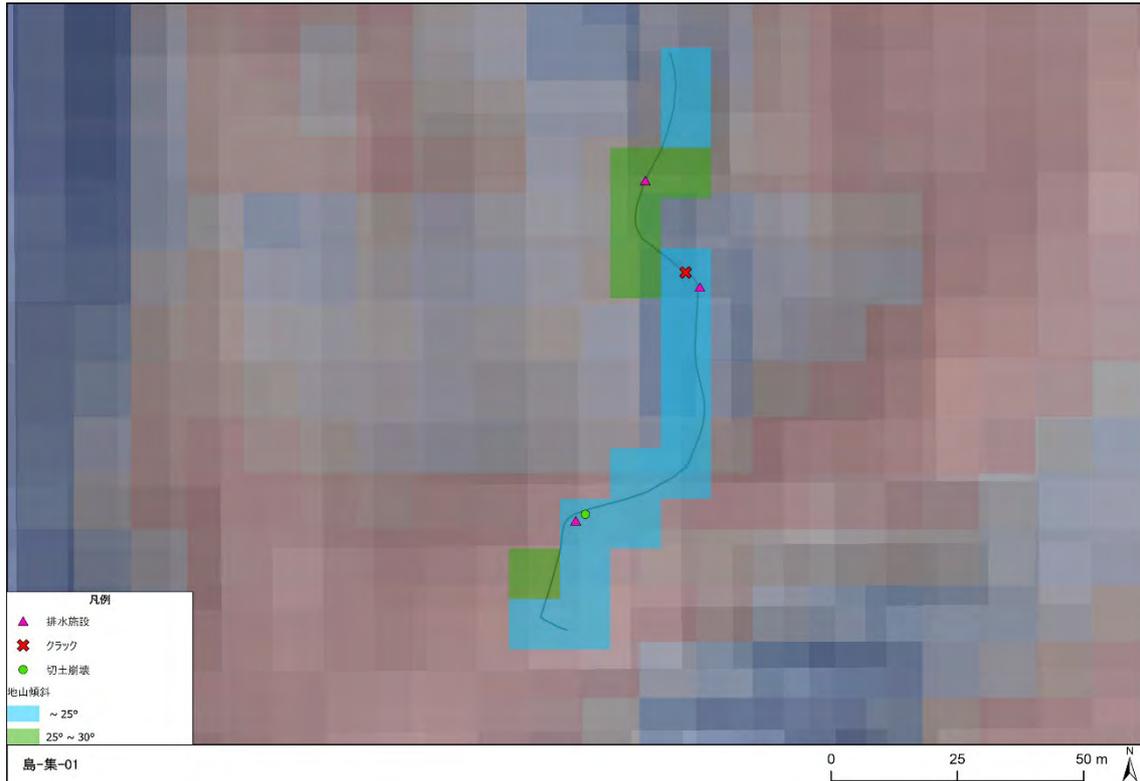


図 2.1-196 被災箇所の周辺地形

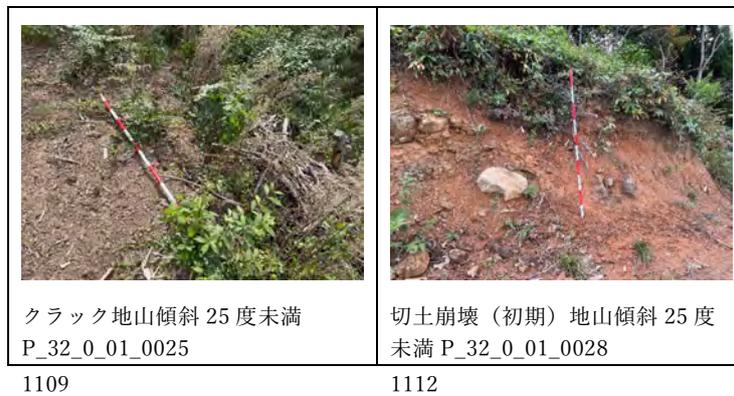


図 2.1-197 被災状況



図 2.1-198 排水施設の設置状況

(8) 島-集-02

島-集-02 は 2019 年に作設され、2022 年時点で作設から約 3 年が経過している。

調査延長は 1,353m、集材路密度に換算すると 417m/ha であった。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 62%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

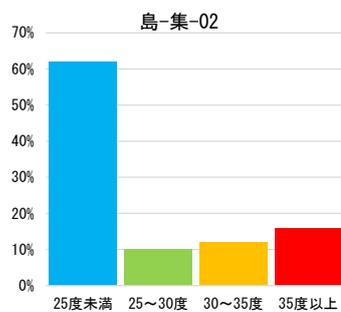


図 2.1-199 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

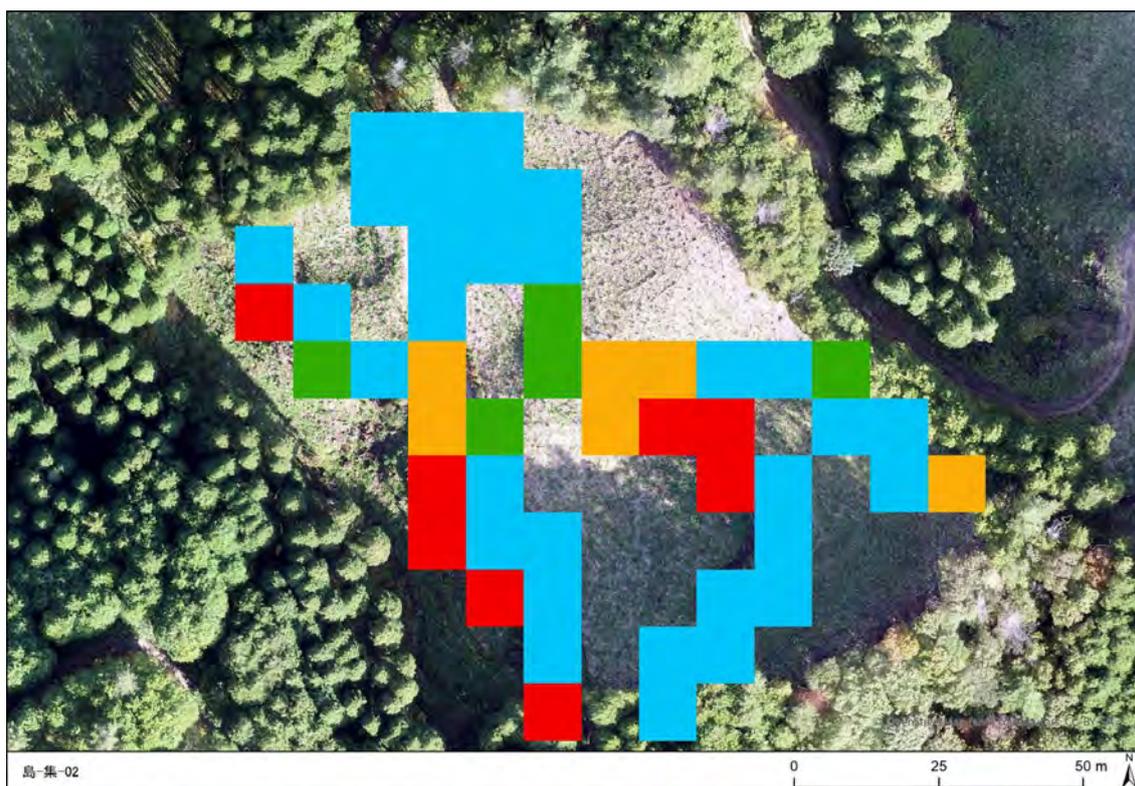


図 2.1-200 調査延長の地山傾斜

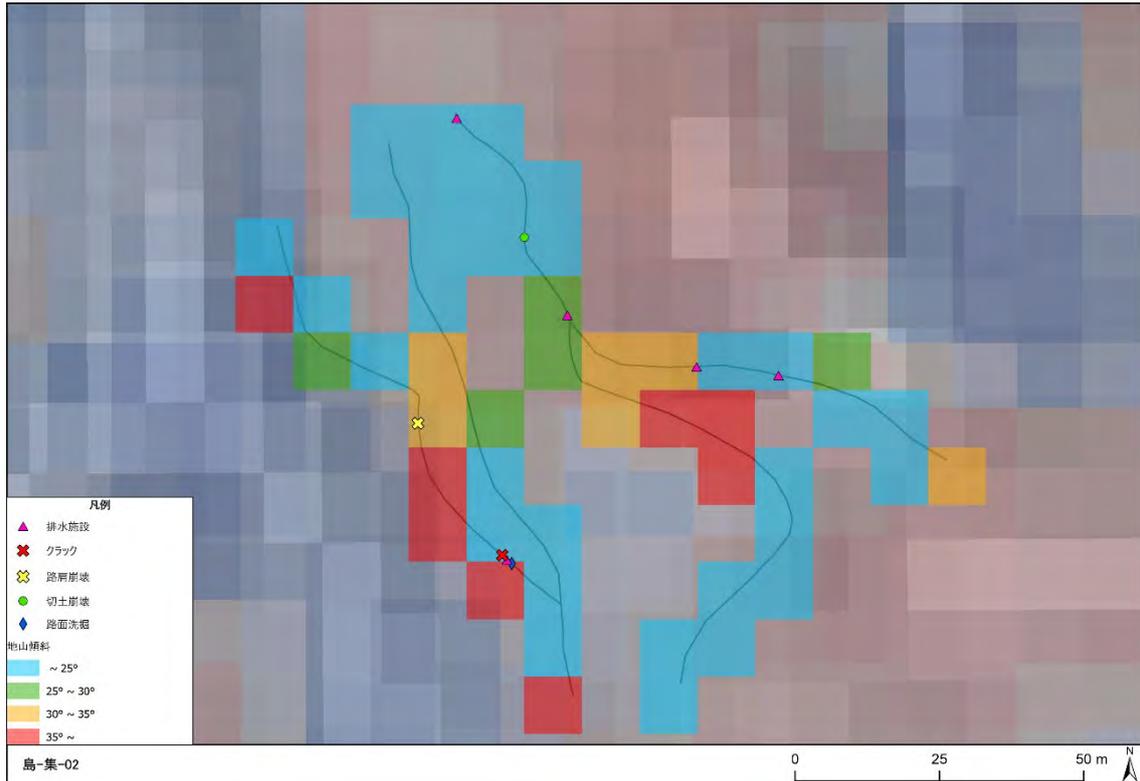


図 2.1-201 被災箇所の周辺地形

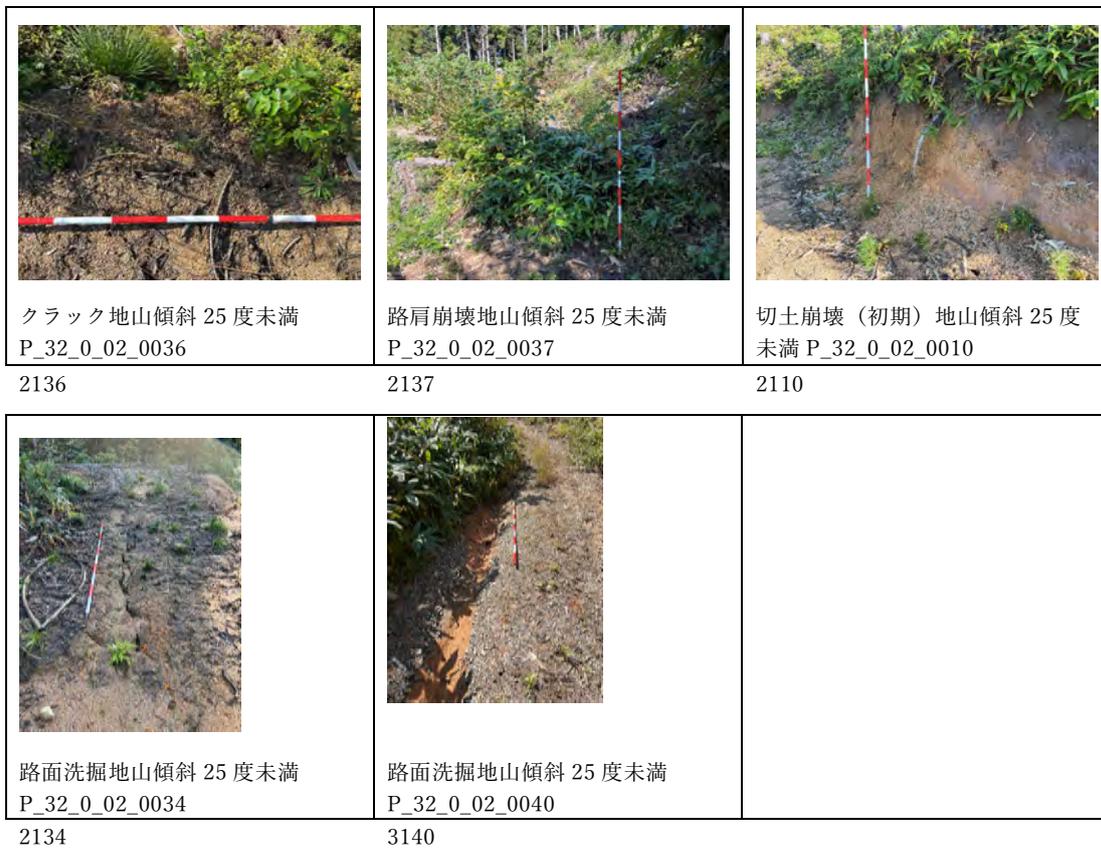


図 2.1-202 被災状況

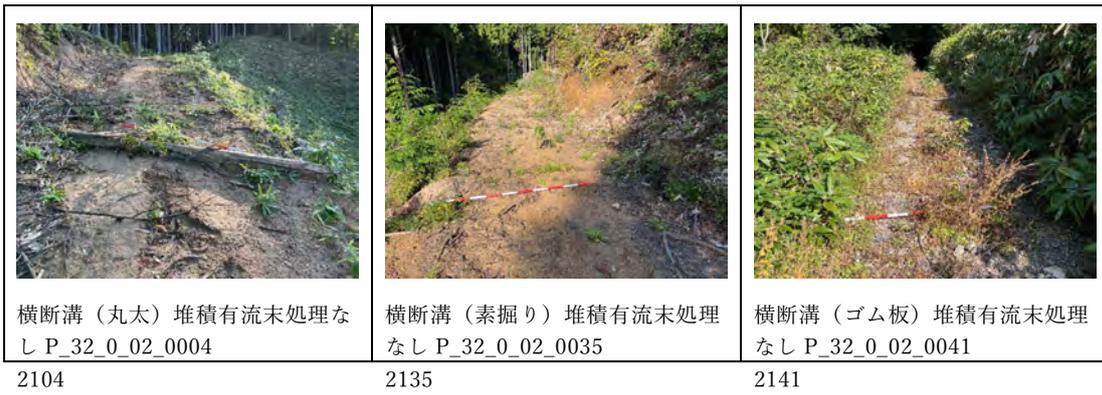


図 2.1-203 排水施設の設置状況

6) 大分県

日田市は、周囲を山に囲まれた典型的な盆地であり、多くの河川が流れ込み「水郷」を形成している。地質については、日田市北部は後期中新世～前期鮮新世に開析された古い火山体からなり、岩石は、安山岩－デイサイト質の溶岩及び火山砕屑岩からなっています。標高の高いところには主に溶岩が分布し、この周囲に火山岩塊火山灰流堆積物や岩屑なだれ堆積物、土石流堆積物が分布する。

<https://www.pref.oita.jp/10550/reddata/data/chikei.pdf>
<https://ja-jp.topographic-map.com/map-p5qrmt/%E6%97%A5%E7%94%B0%E5%B8%82/?center=33.16055%2C130.9996&zoom=9>
<https://www.gsj.jp/hazards/landslide/20170705-oita.html>

近傍のアメダス観測所データより、直近 10 年間の年間降水量と日最大降水量を表 2.1-20 に示す。

表 2.1-20 (1) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

椿ヶ鼻観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	3287	169	7月6日	47	20
2014	2743	130	7月3日	35	15
2015	3618	245	8月25日	74	20
2016	4231	239	6月22日	66	19
2017	2730	127	4月17日	37	14
2018	3230	319	7月6日	61	18
2019	2776	155	8月28日	37	17
2020	4559	438	7月7日	81	24
2021	3080	254	8月12日	48	23
2022	2491	211	7月19日	52	16

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-20 (2) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

日田観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1682	100	6月20日	39	20
2014	1608	103	7月6日	25	13
2015	2070	89	10月1日	47	21
2016	2481	139	6月22日	57	21
2017	1973	336	7月5日	88	25
2018	1873	249	7月6日	49	14
2019	1760	129	8月28日	54	18
2020	2508	241	7月7日	47	19
2021	1876	194	8月13日	37	11
2022	1675	193	7月19日	82	19

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-21 大分県の調査路線の一覧

路線 No	道の種類	完成年度	作設時の施業種	地質	地質（詳細）	調査延長（m）	作設からの経過年数
大-作-01	森林作業道	2020	間伐	火成岩	安山岩	299	2
大-作-02	森林作業道	2020	間伐	火成岩	粗面安山岩	194	2
大-作-03	森林作業道	2020	間伐	火成岩	安山岩	200	2
大-作-04	森林作業道	2020	間伐	火成岩	流紋岩（デイサイト）	1,910	2
大-作-05	森林作業道	2020	間伐	火成岩	安山岩	1,850	2
大-作-06	森林作業道	2020	間伐	火成岩	流紋岩（デイサイト）	571	2
大-作-07	森林作業道	2020	間伐	火成岩	流紋岩（デイサイト）	436	2
大-作-08	森林作業道	2020	間伐	火成岩	流紋岩（デイサイト）	1,653	2
大-作-09	森林作業道	2020	造林	火成岩	火山岩	764	2
大-作-10	森林作業道	2020	造林	火成岩	流紋岩（デイサイト）	211	2
大-作-11	森林作業道	2020	造林	火成岩	安山岩	310	2
大-作-12	森林作業道	2020	造林	火成岩	流紋岩（デイサイト）	760	2
大-作-13	森林作業道	2020	-	火成岩	流紋岩（デイサイト）	870	2
大-作-14	森林作業道	2020	-	火成岩	流紋岩（デイサイト）	240	2
大-集-01	集材路	2019	-	火成岩	安山岩	297	3
大-集-02	集材路	2019	-	火成岩	安山岩	945	3
大-集-03	集材路	2019	-	火成岩	安山岩	1,089	3
大-集-04	集材路	2019	間伐	火成岩	安山岩	778	3
大-集-05	集材路	2019	間伐	火成岩	安山岩	907	3

(1) 全体傾向

大分県の19路線について、1kmあたりの被災箇所数、地山傾斜、1kmあたりの排水施設数を整理した。森林作業道では路肩崩壊、切土崩壊（初期）、路面洗掘が多く、集材路では切土崩壊（初期）、路面洗掘が多い傾向がみられた（図 2.1-204）。地山傾斜は、緩傾斜（25度未満の区間が最も多い）が11路線、中～急傾斜（25～35度の区間が最も多い）が6路線、急傾斜（35度以上の区間が最も多い）が2路線であった（図 2.1-205）。各路線の1kmあたりの排水施設の設置数は0～36箇所で、横断溝（素掘り）が大部分を占めていた（図 2.1-206）。

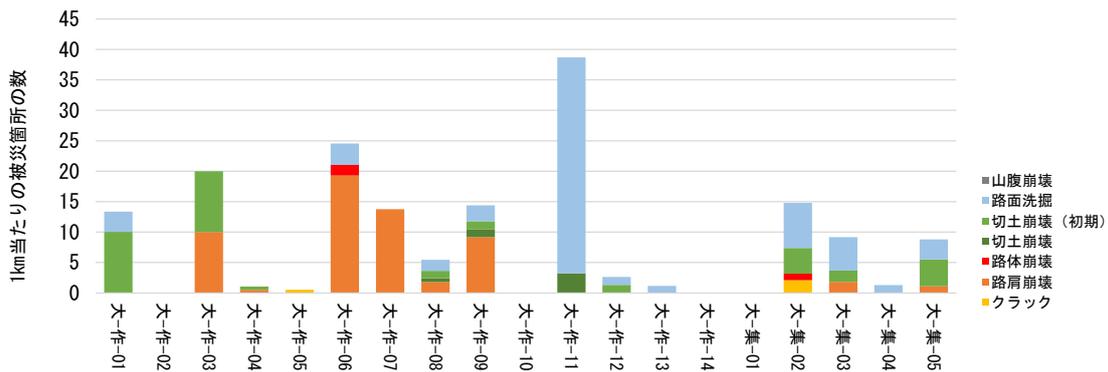


図 2.1-204 調査路線内の被災箇所数（1kmあたり）

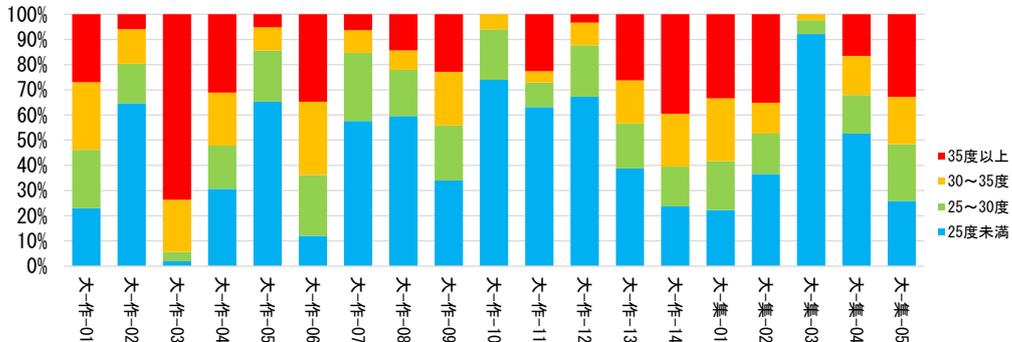


図 2.1-205 調査対象路線の地山傾斜

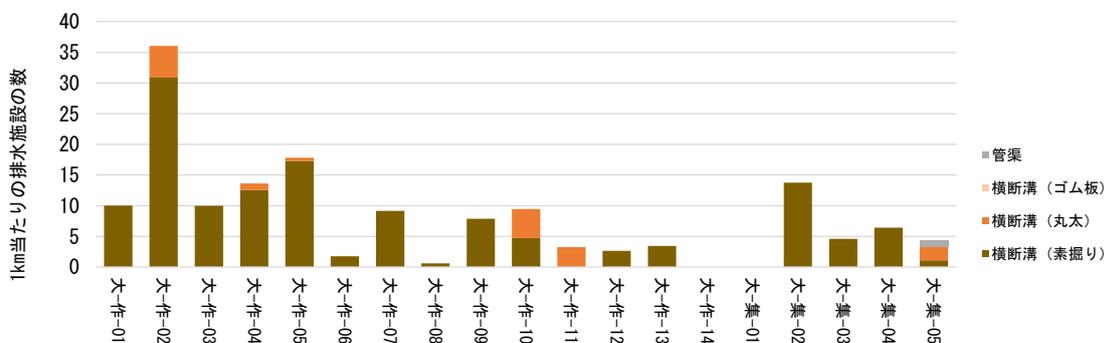


図 2.1-206 調査対象路線の排水施設数（1kmあたり）

表 2.1-22 各路線の被災状況・排水状況の確認結果

路線No	被災箇所数						排水施設の設置箇所数			
	クラック	路肩崩壊	路体崩壊	切土崩壊	路面洗掘	山腹崩壊	横断溝 (素掘り)	横断溝 (丸太)	横断溝 (ゴム板)	管渠
大-作-01	-	-	-	3	1	-	3	-	-	-
大-作-02	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-
大-作-03	-	2	-	2	-	-	2	-	-	-
大-作-04	-	1	-	1	-	-	24	2	-	-
大-作-05	1	-	-	-	-	-	32	1	-	-
大-作-06	-	11	1	-	2	-	1	-	-	-
大-作-07	-	6	-	-	-	-	4	-	-	-
大-作-08	-	3	-	3	3	-	1	-	-	-
大-作-09	-	7	-	2	2	-	6	-	-	-
大-作-10	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
大-作-11	-	-	-	1	11	-	-	1	-	-
大-作-12	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-
大-作-13	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-
大-作-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大-集-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大-集-02	2	-	1	4	7	-	13	-	-	-
大-集-03	-	2	-	2	6	-	5	-	-	-
大-集-04	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-
大-集-05	-	1	-	4	3	-	1	2	-	1

※各路線の調査延長内での実際の確認箇所数（距離換算していない）

(2) 大-作-01

大-作-01 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 299m を踏査した。主な地質は火成岩の花崗閃緑岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 50% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

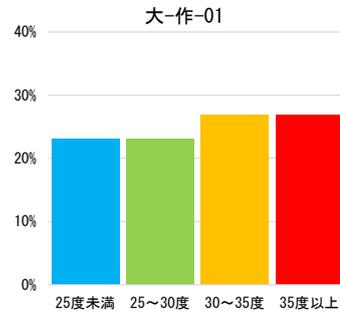


図 2.1-207 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

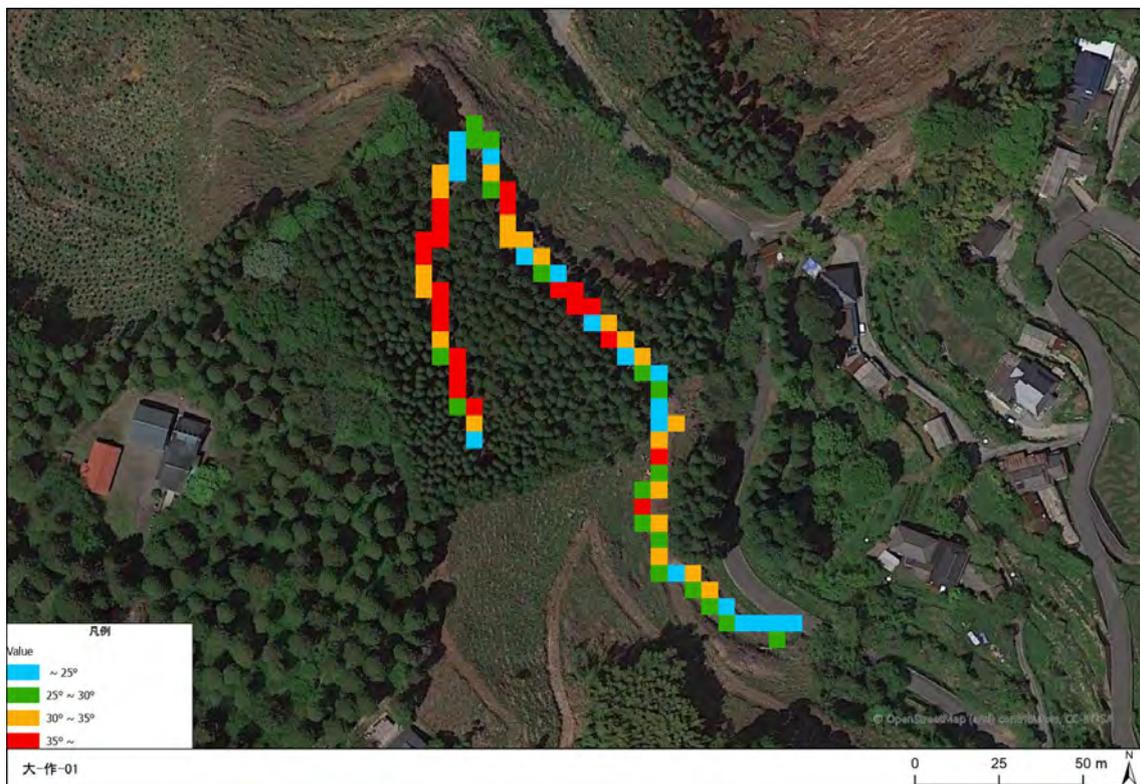


図 2.1-208 調査延長の地山傾斜

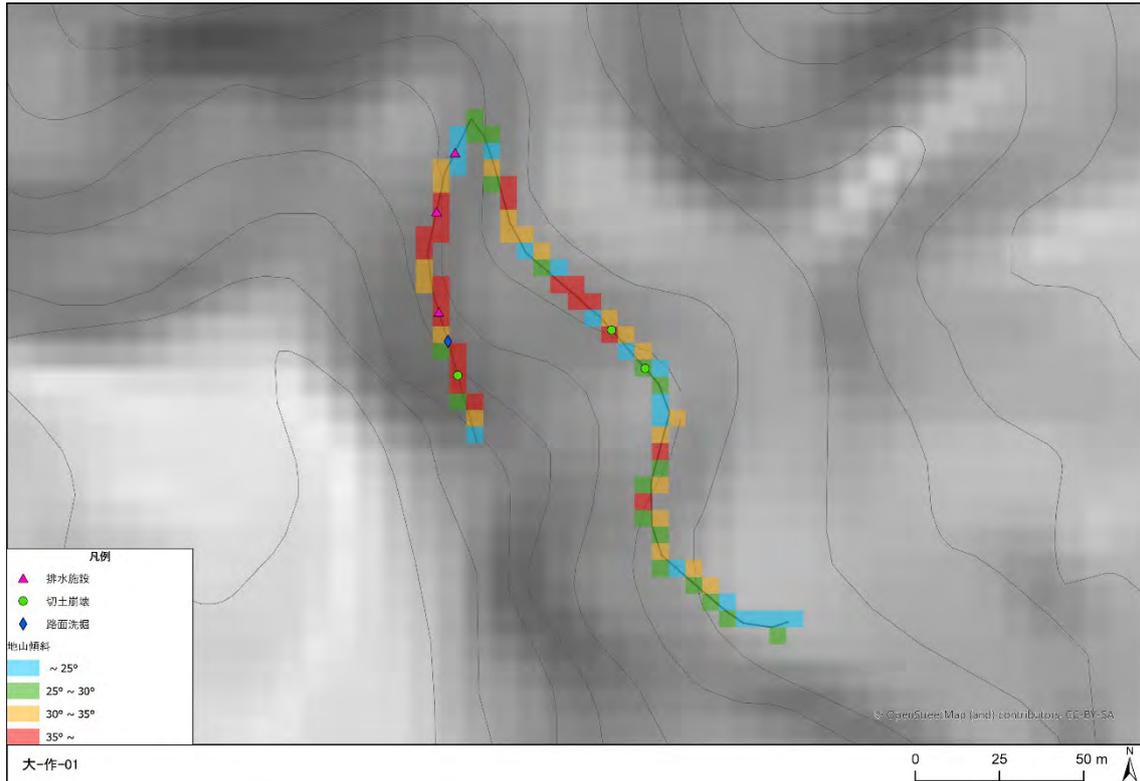


図 2.1-209 被災箇所の周辺地形

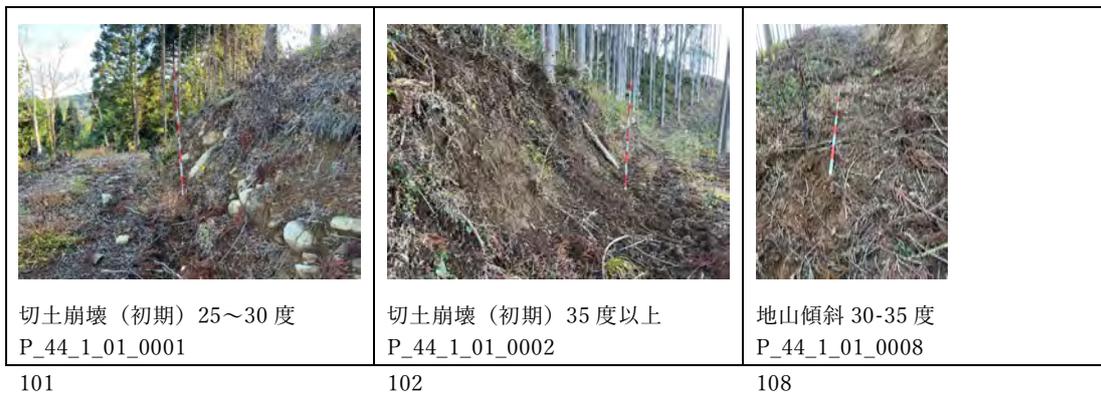


図 2.1-210 被災状況

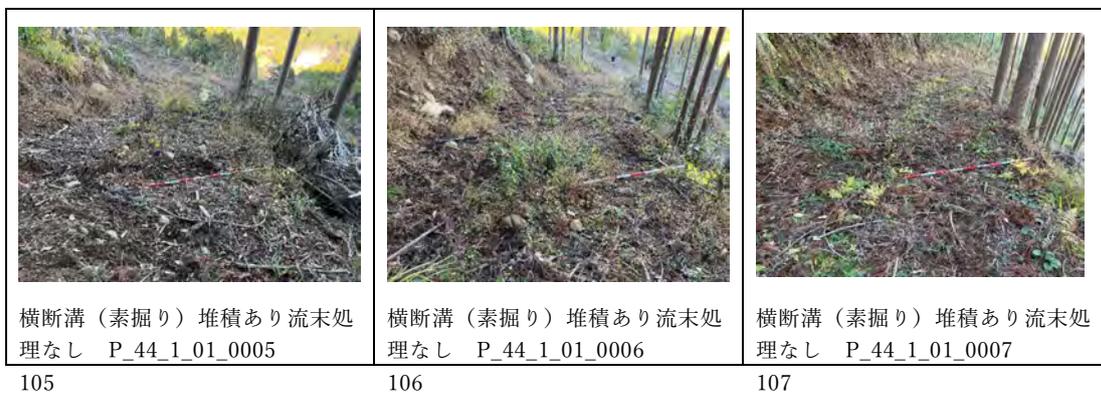


図 2.1-211 排水施設の設置状況

(3) 大-作-02

大-作-02 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 194m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 65% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

被災箇所は確認されなかった。

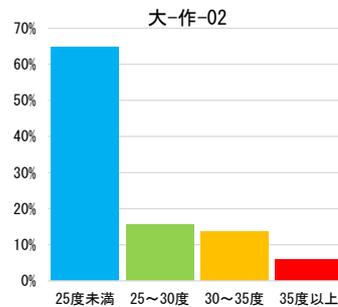


図 2.1-212 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

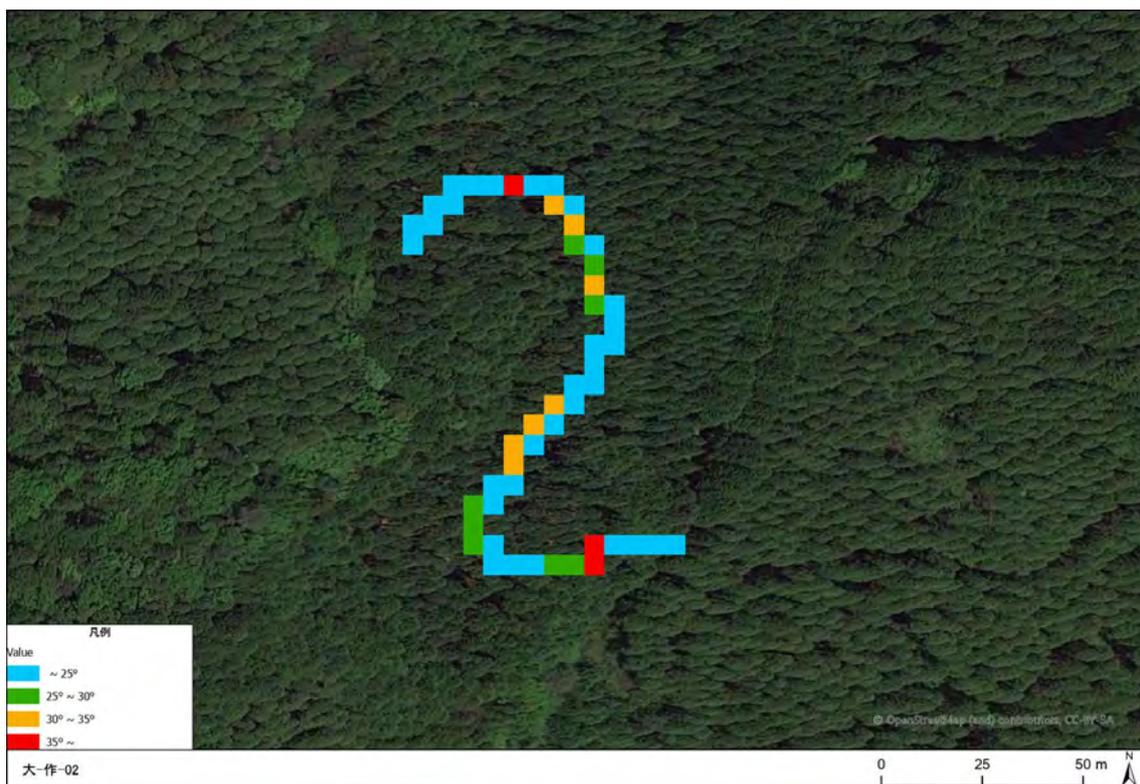


図 2.1-213 調査延長の地山傾斜

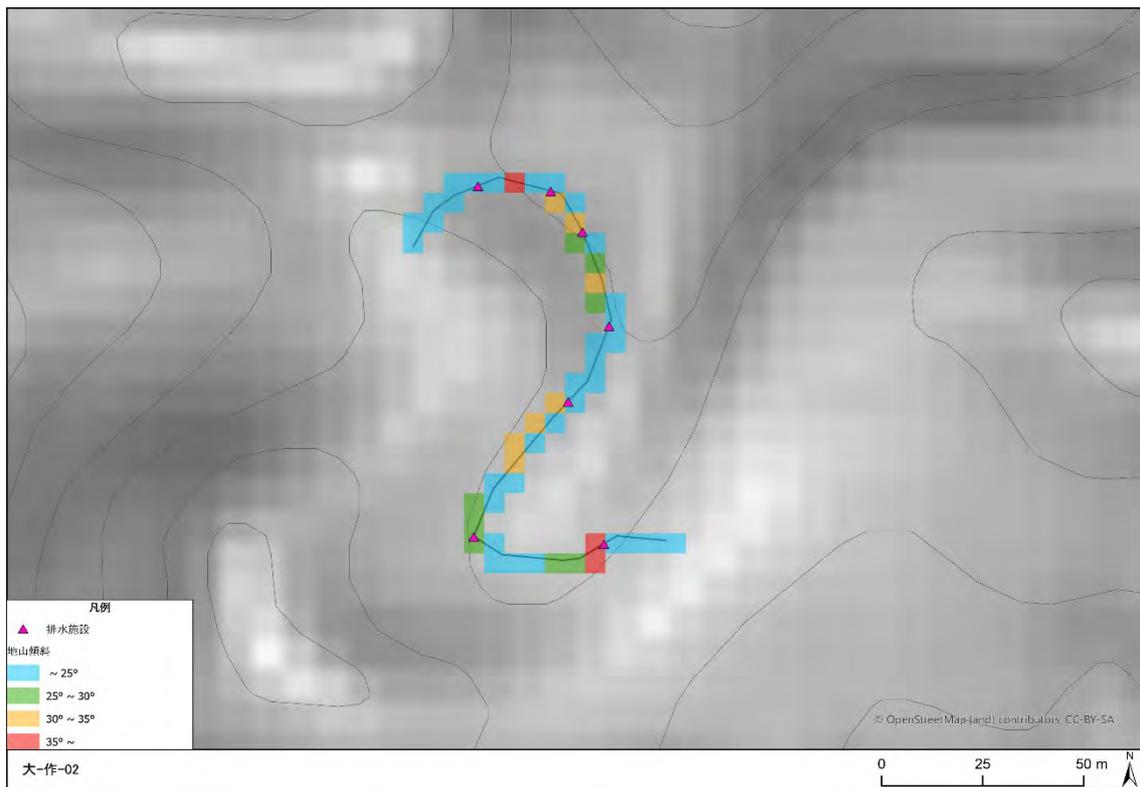


図 2.1-214 被災箇所周辺の地形

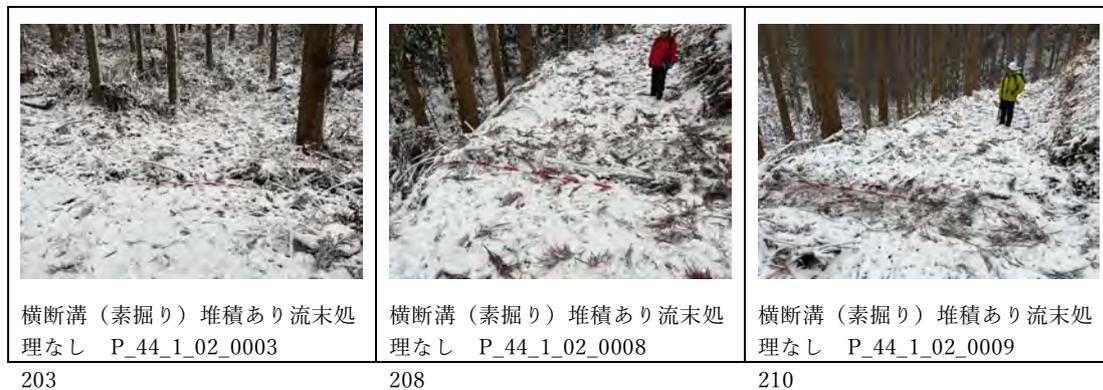


図 2.1-215 排水施設の設置状況

(4) 大-作-03

大-作-03 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 200m を踏査した。主な地質は火成岩の粗面安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 74% が 35 度以上であり、全体に急傾斜である。

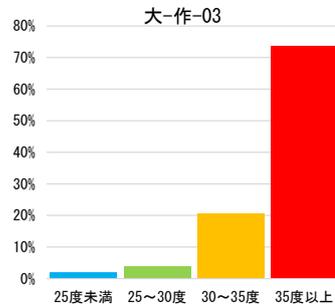


図 2.1-216 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

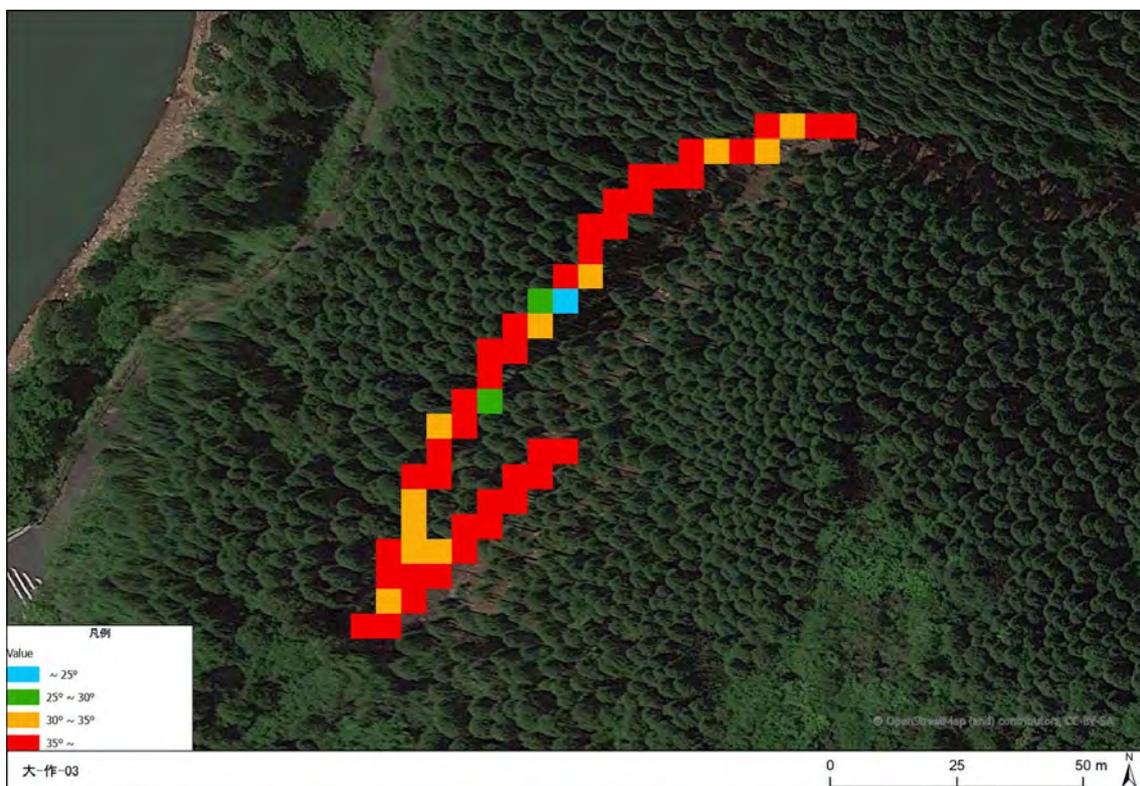


図 2.1-217 調査延長の地山傾斜

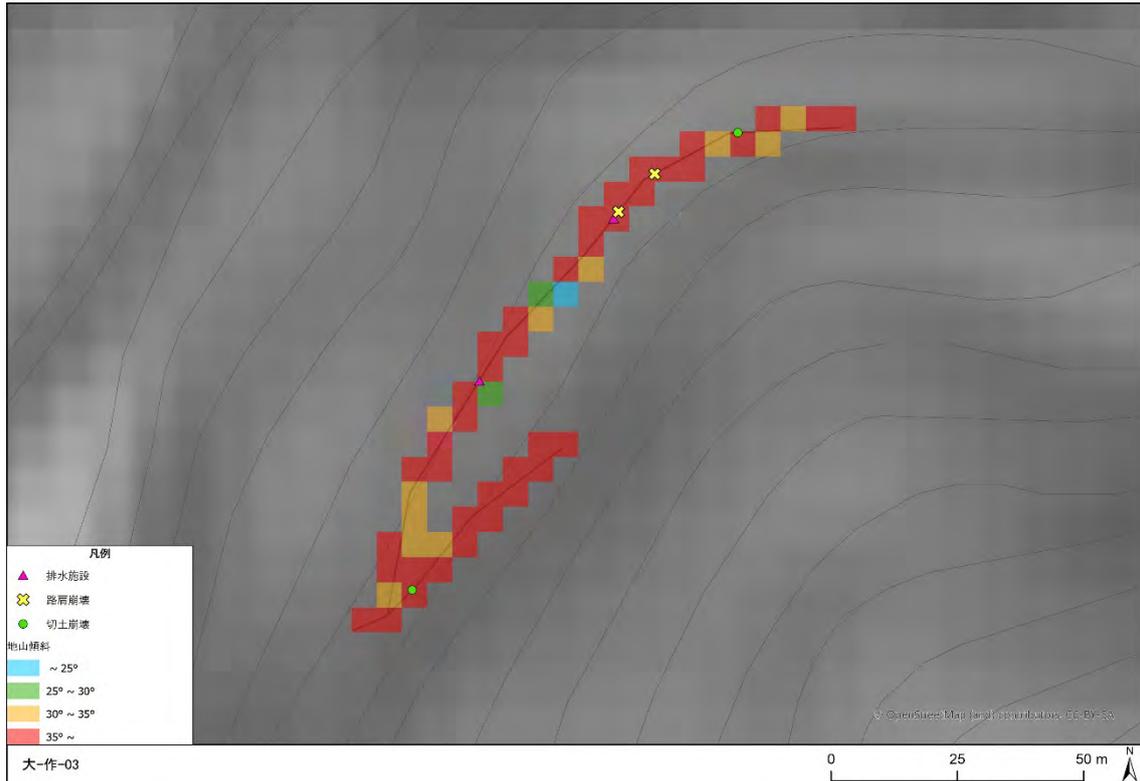


図 2.1-218 被災箇所の周辺地形

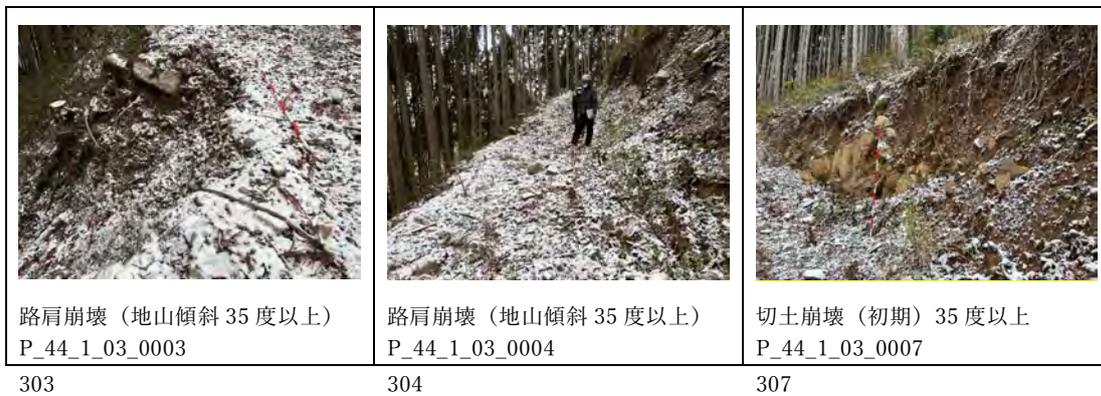


図 2.1-219 被災状況

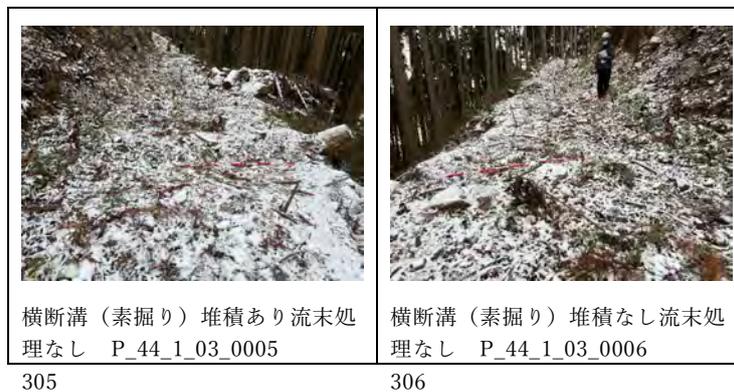


図 2.1-220 排水施設の設置状況

(5) 大-作-04

大-作-04 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 1910m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 38% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

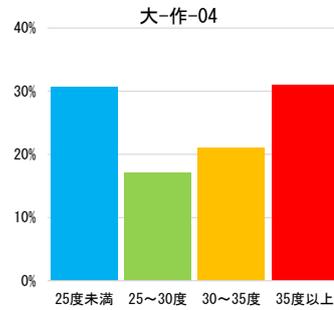


図 2.1-221 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

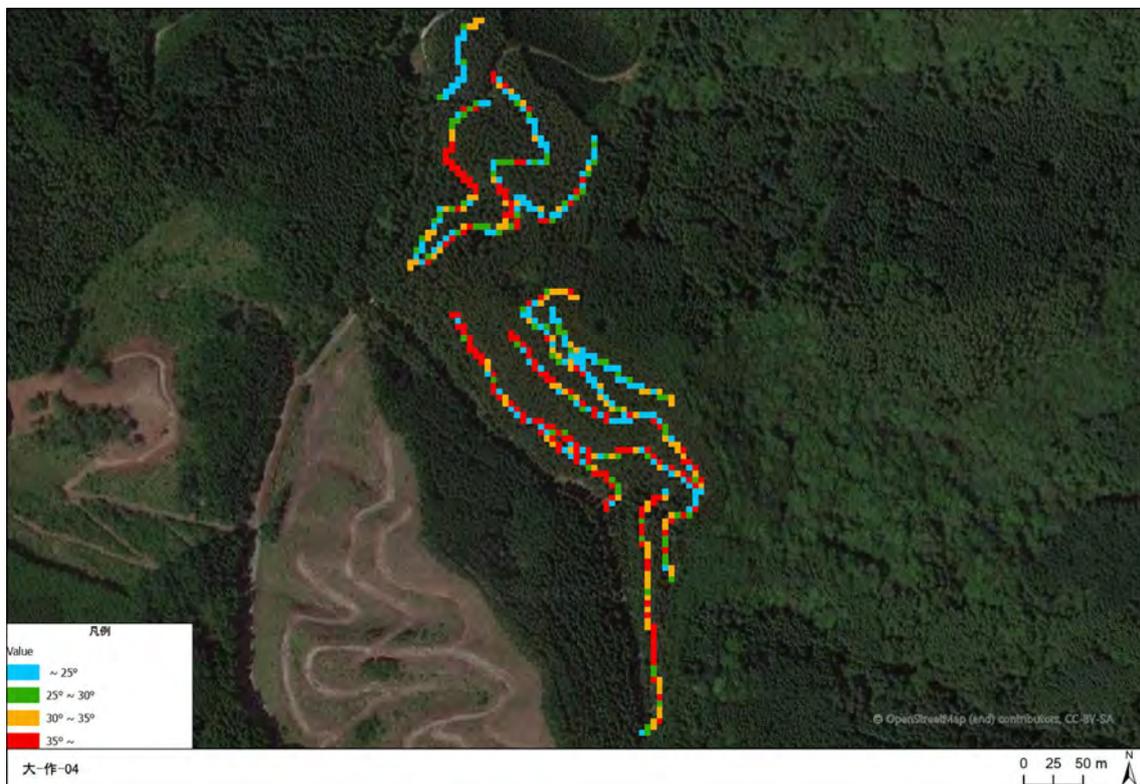


図 2.1-222 調査延長の地山傾斜

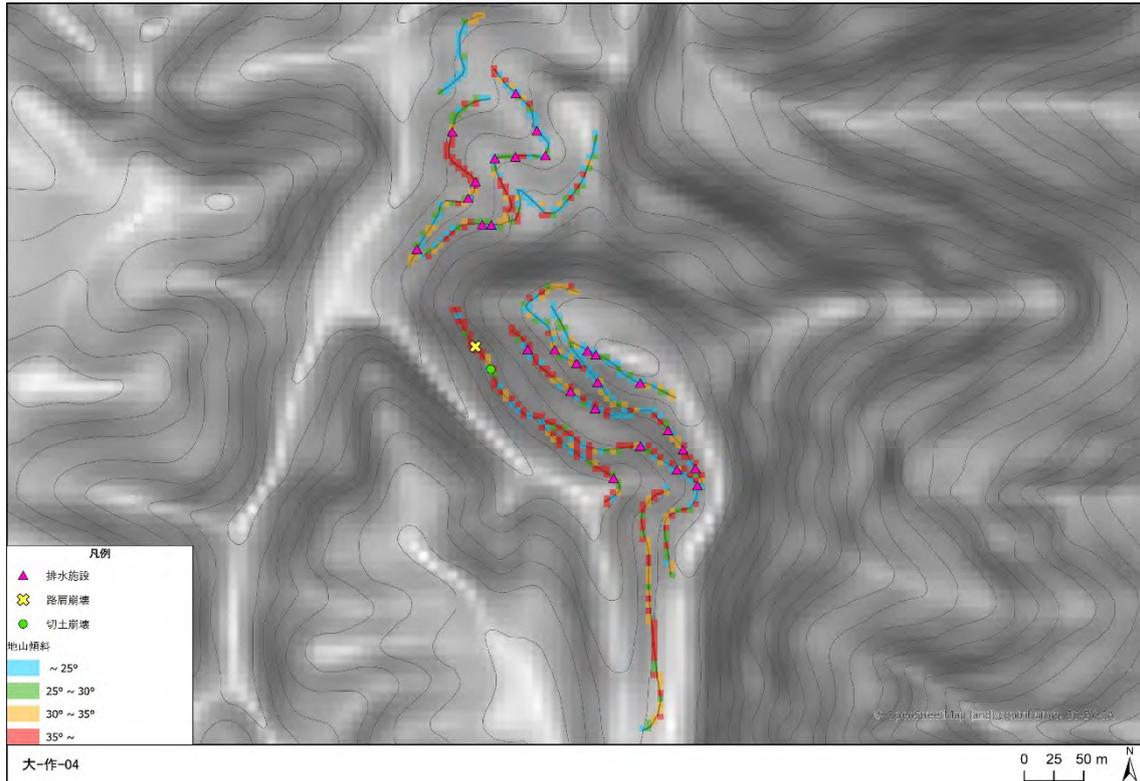


図 2.1-223 被災箇所の周辺地形



図 2.1-224 被災状況



図 2.1-225 排水施設の設置状況

(6) 大-作-05

大-作-05 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 1850m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 65% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

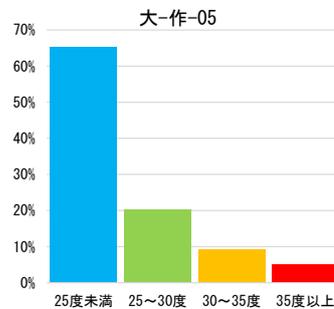


図 2.1-226 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

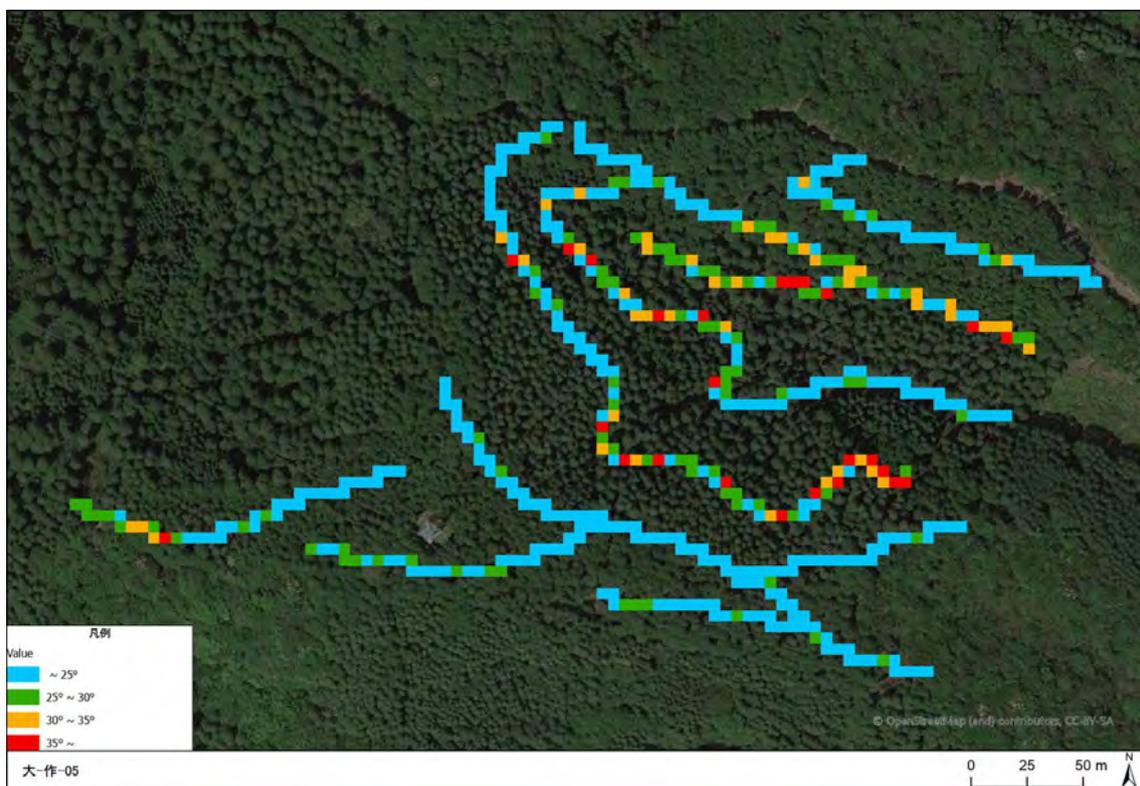


図 2.1-227 調査延長の地山傾斜

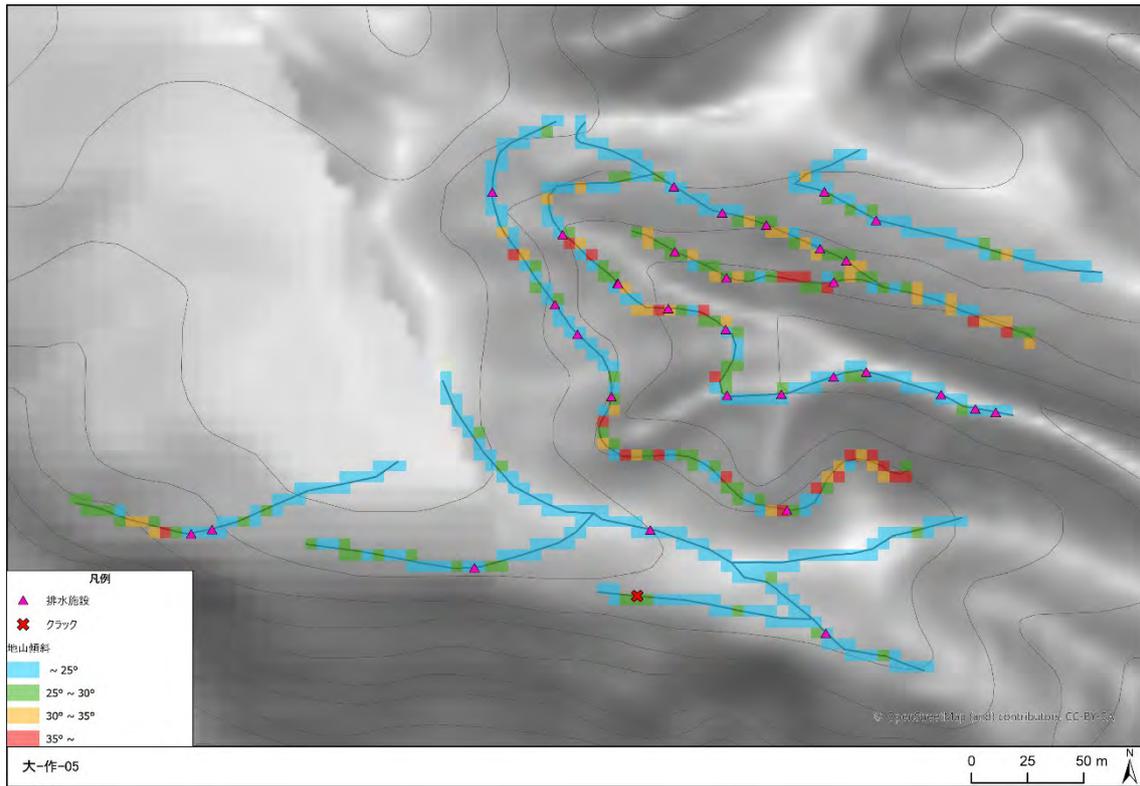


図 2.1-228 被災箇所の周辺地形



506

図 2.1-229 被災状況



図 2.1-230 排水施設の設置状況

(7) 大-作-06

大-作-06 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 571m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 53% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

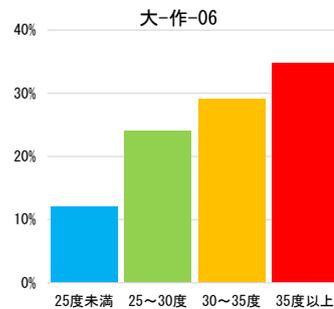


図 2.1-231 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

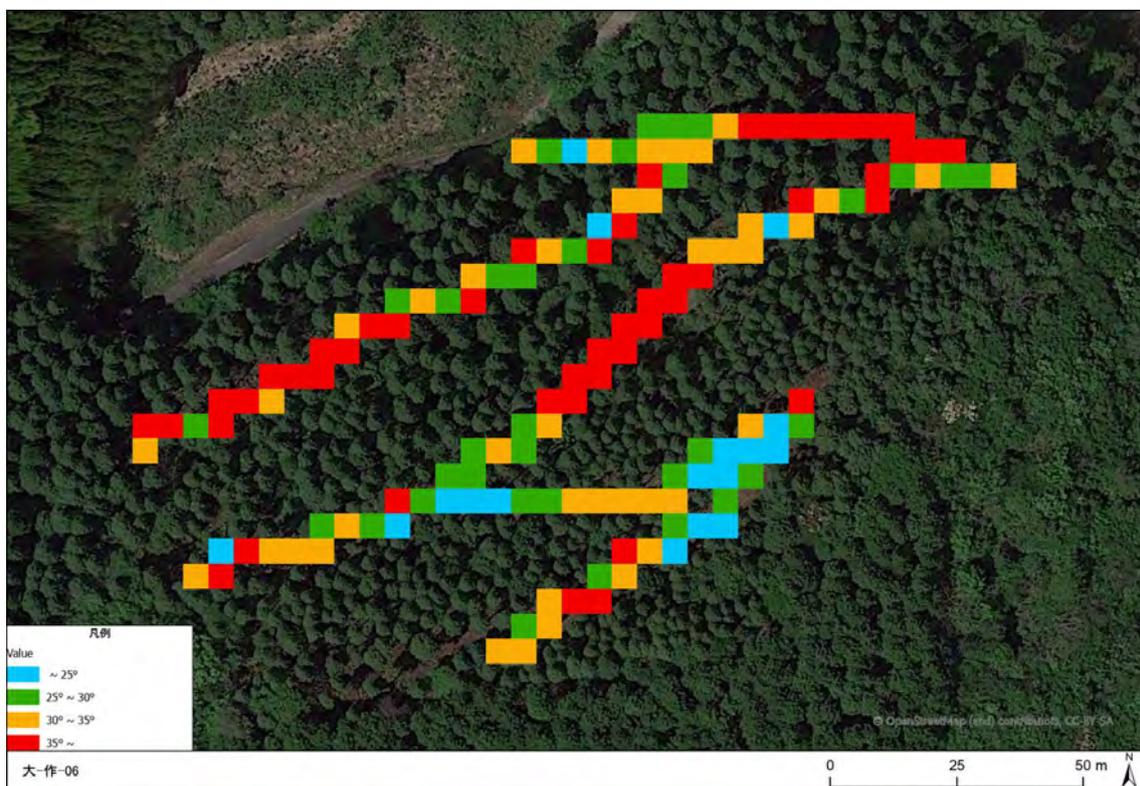


図 2.1-232 調査延長の地山傾斜

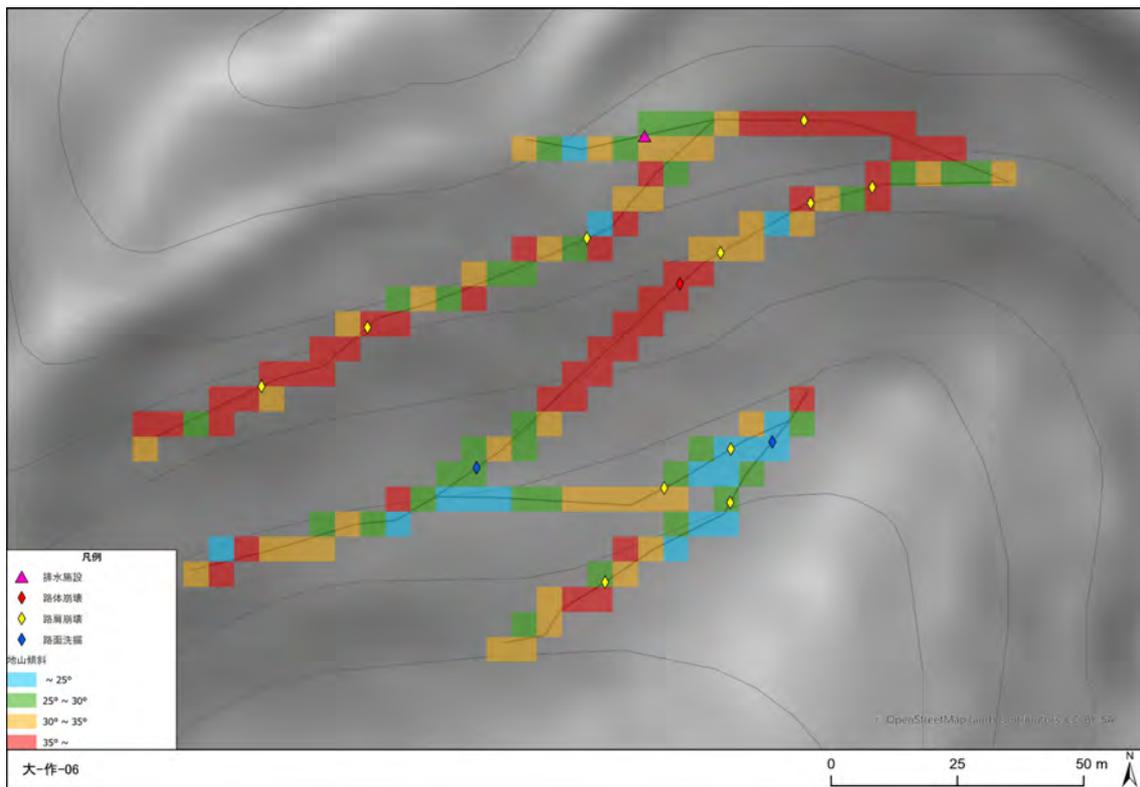


図 2.1-233 被災箇所の周辺地形

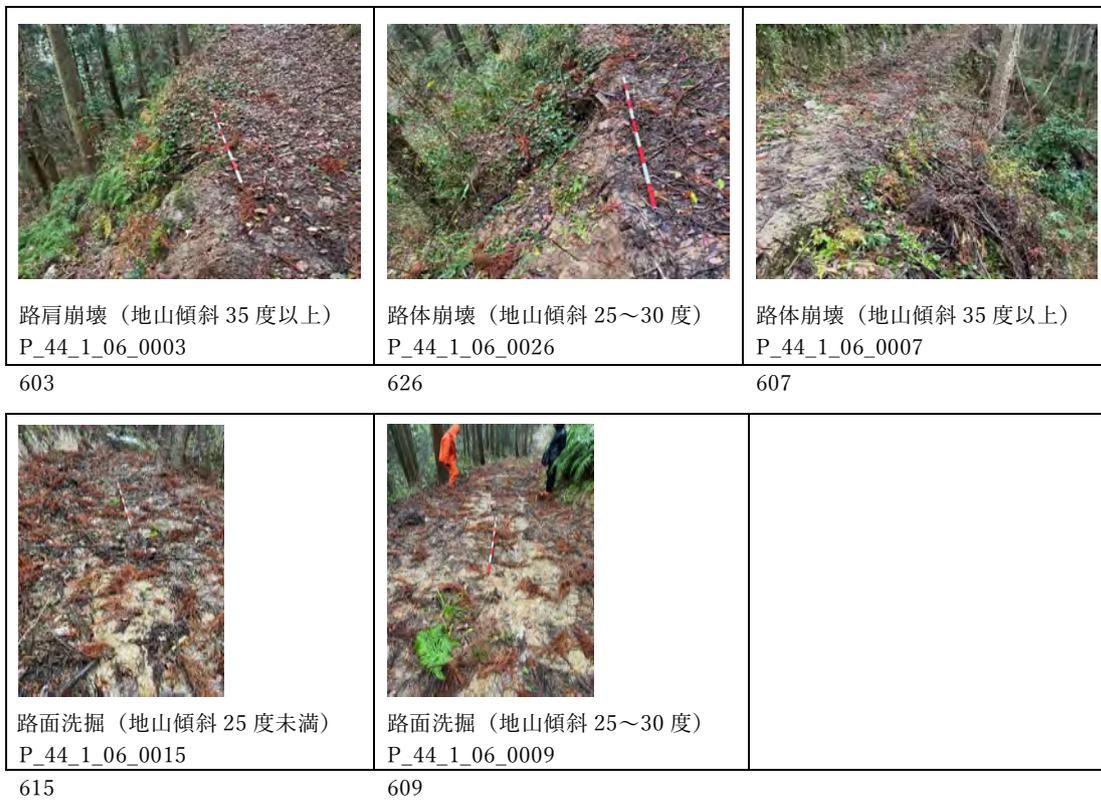
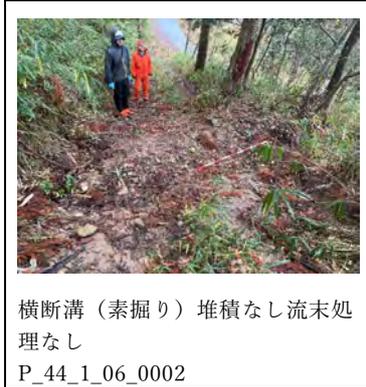


図 2.1-234 路面の被災（路面洗掘）



602

図 2.1-235 排水施設の設置状況

(8) 大-作-07

大-作-07 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 436m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 58% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

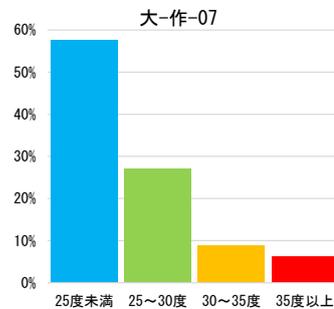


図 2.1-236 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

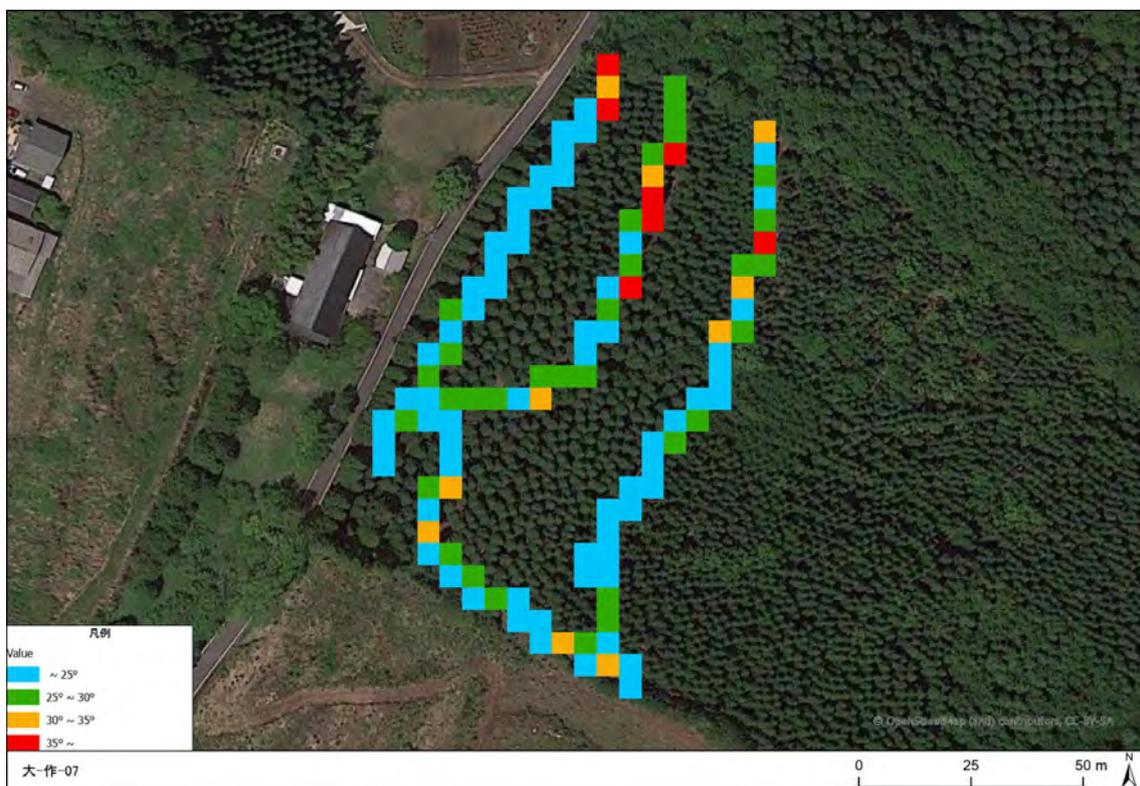


図 2.1-237 調査延長の地山傾斜

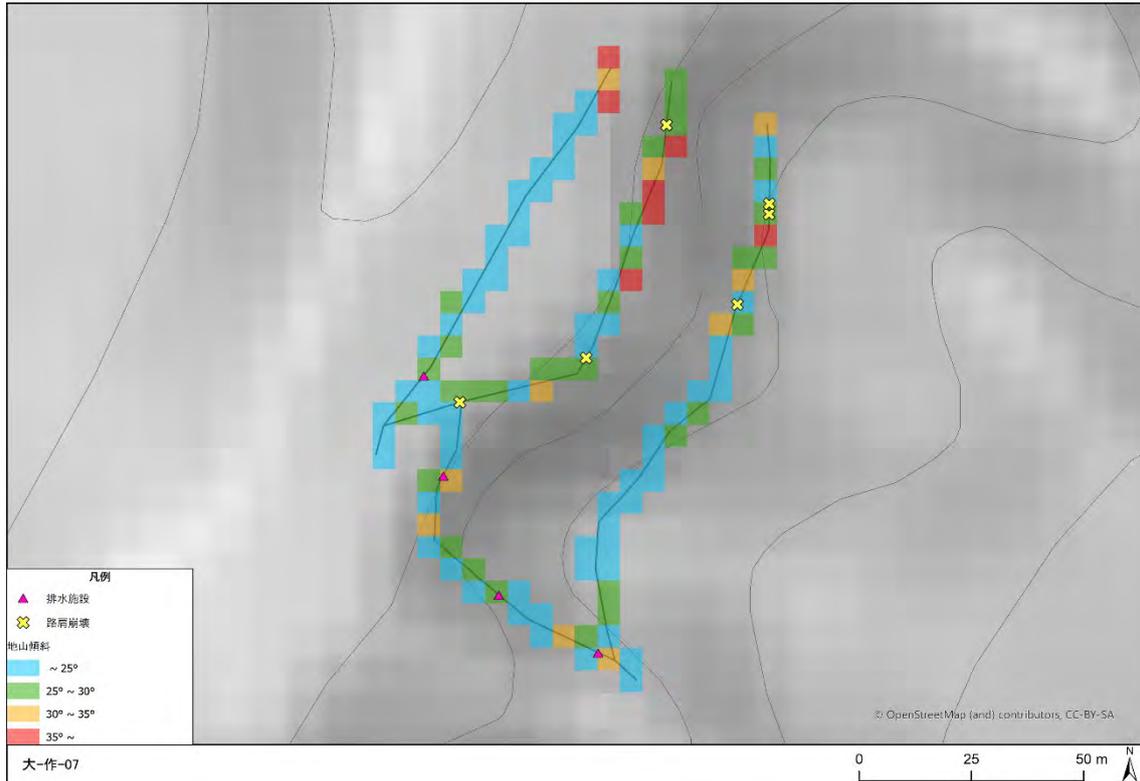


図 2.1-238 被災箇所の周辺地形



図 2.1-239 被災状況

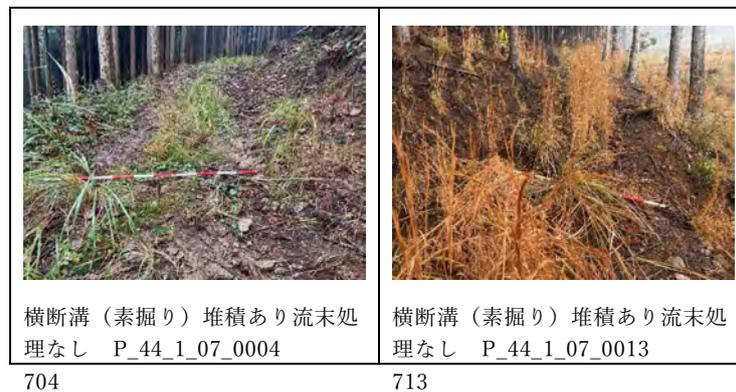


図 2.1-240 排水施設の設置状況

(9) 大-作-08

大-作-08 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 1653m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 60% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

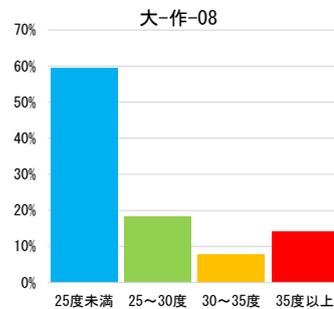


図 2.1-241 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

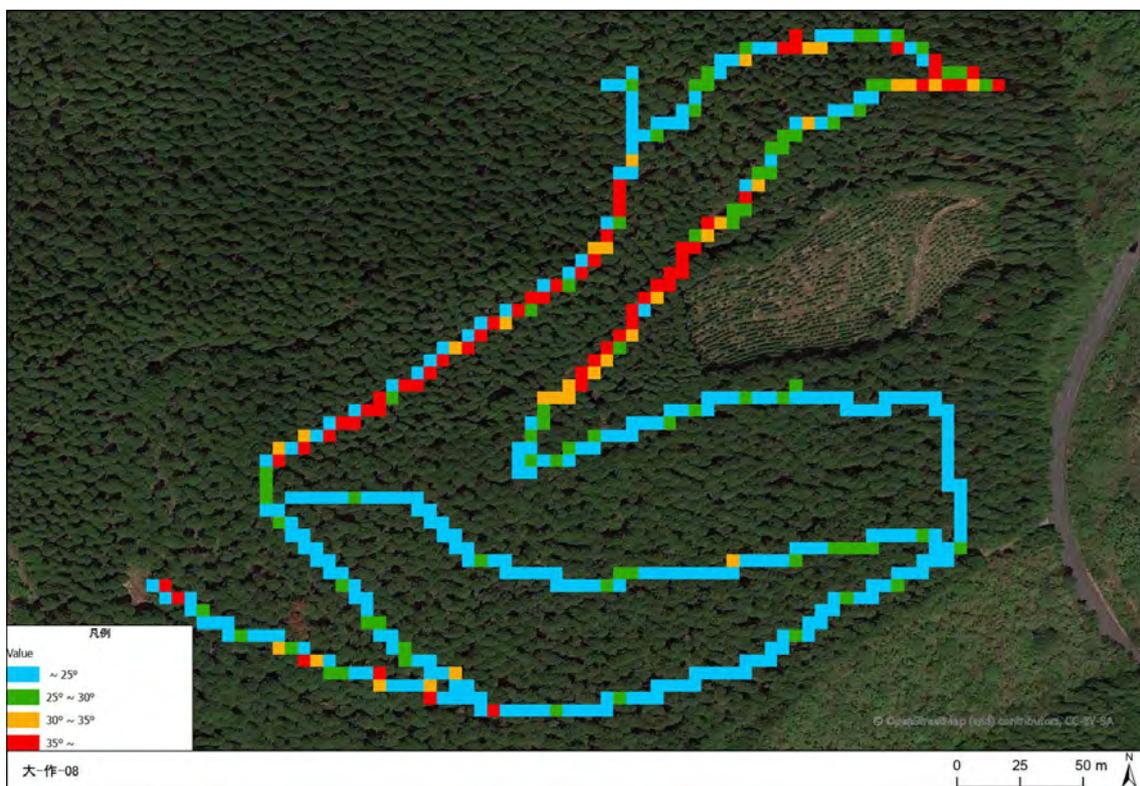


図 2.1-242 調査延長の地山傾斜

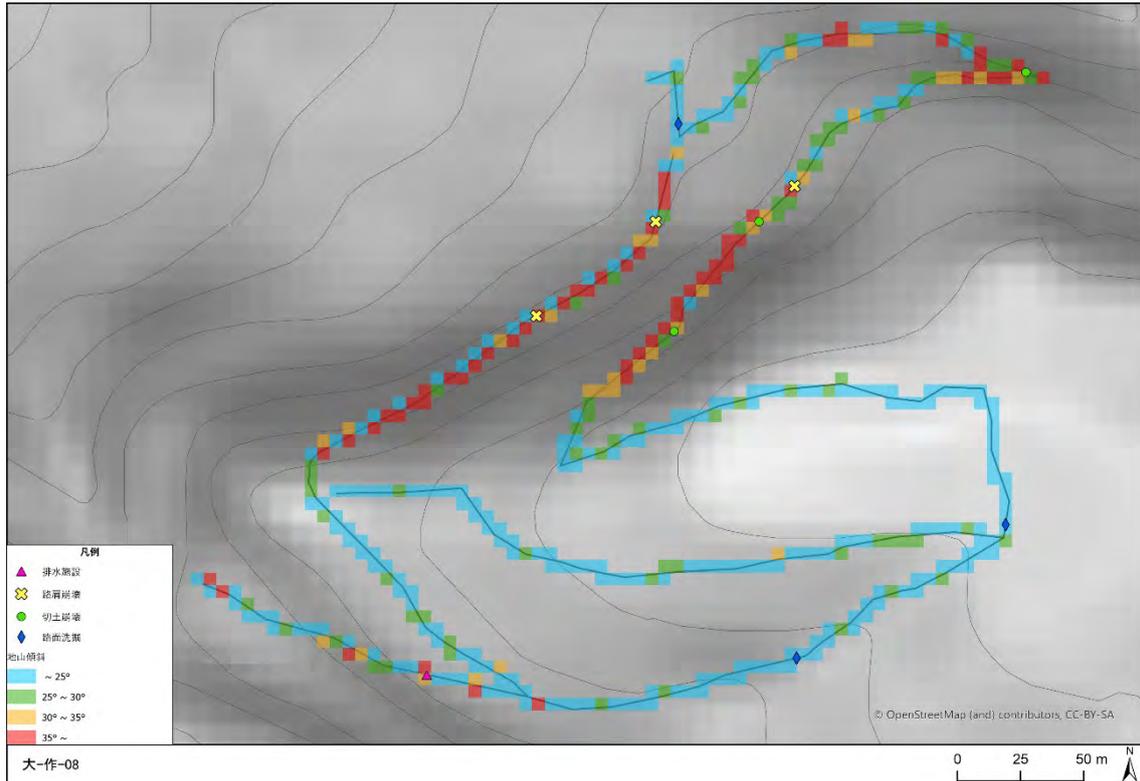


図 2.1-243 被災箇所の周辺地形

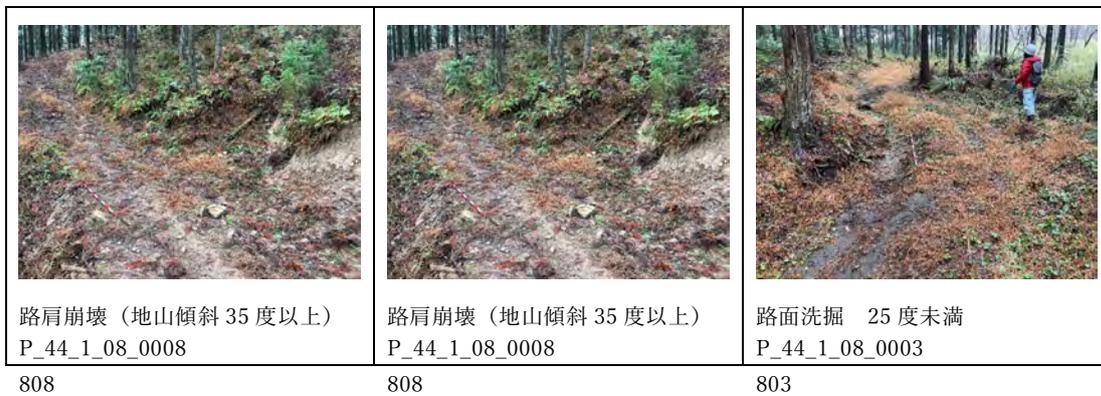


図 2.1-244 被災状況



図 2.1-245 排水施設の設置状況

(10) 大-作-09

大-作-09 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 764m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 43% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

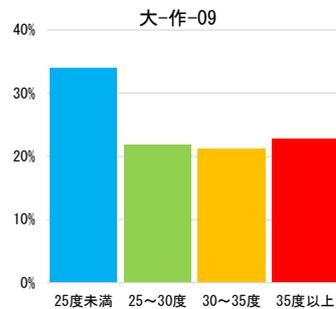


図 2.1-246 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

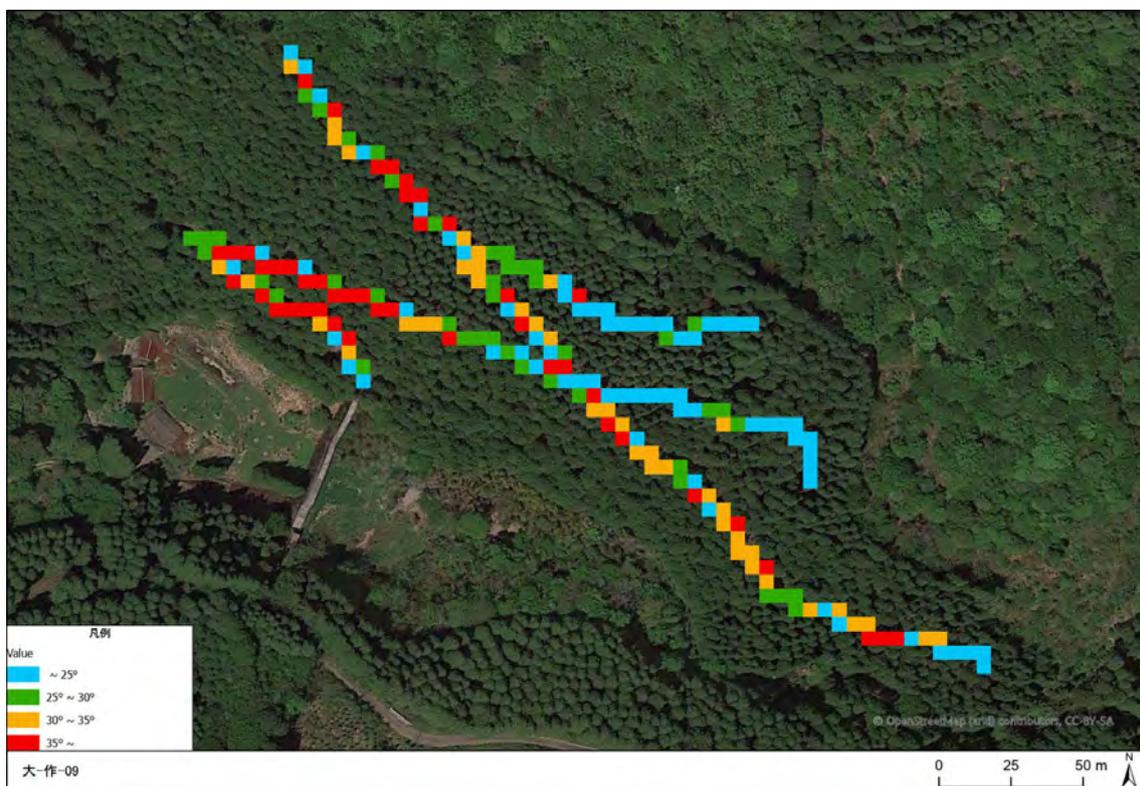


図 2.1-247 調査延長の地山傾斜

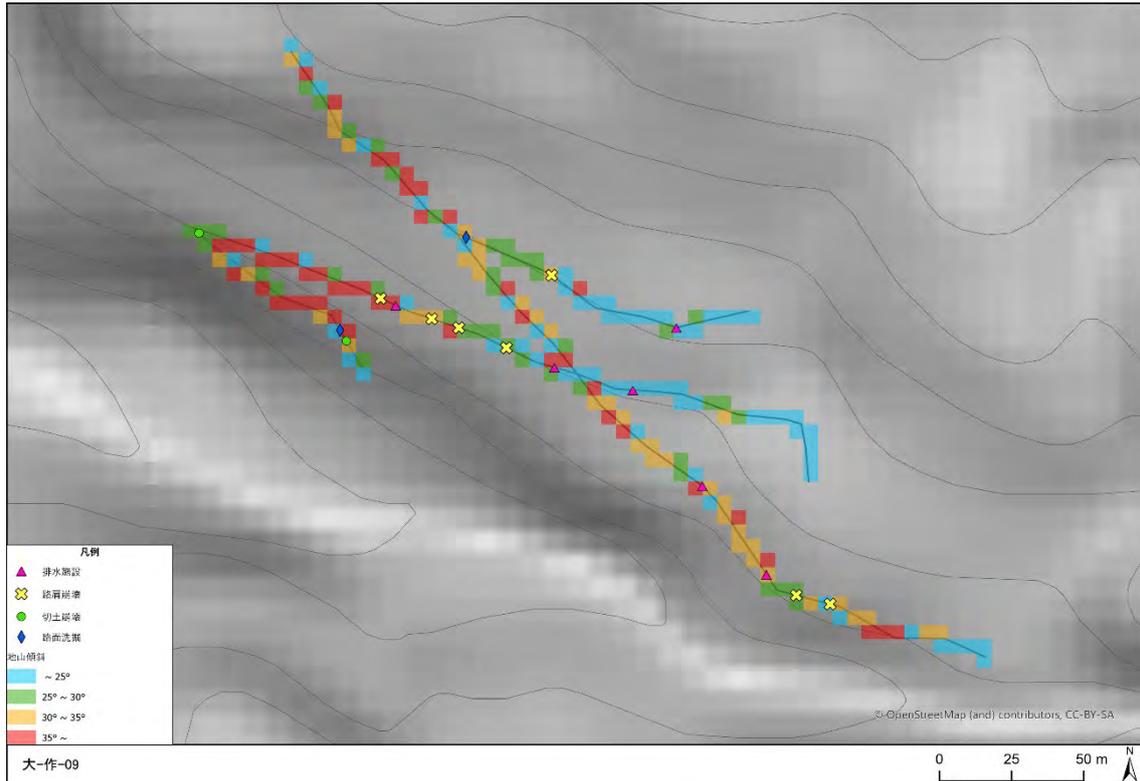


図 2.1-248 被災箇所の周辺地形

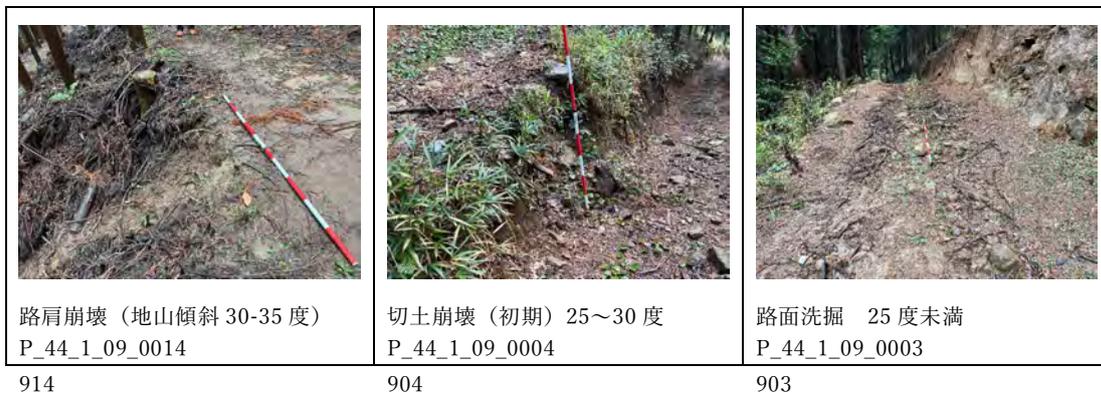


図 2.1-249 被災状況

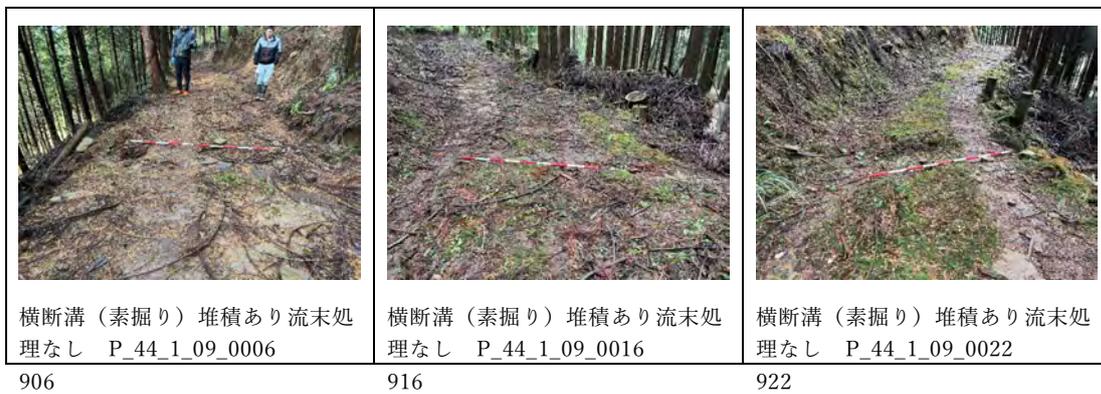


図 2.1-250 排水施設の設置状況

(11) 大-作-10

大-作-10 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 211m を踏査した。主な地質は火成岩の火山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 74% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

被災箇所は確認されなかった。

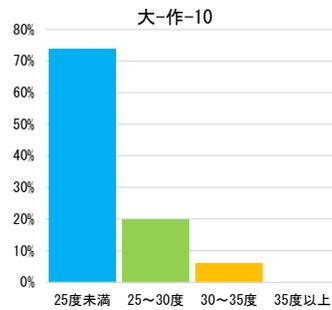


図 2.1-251 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

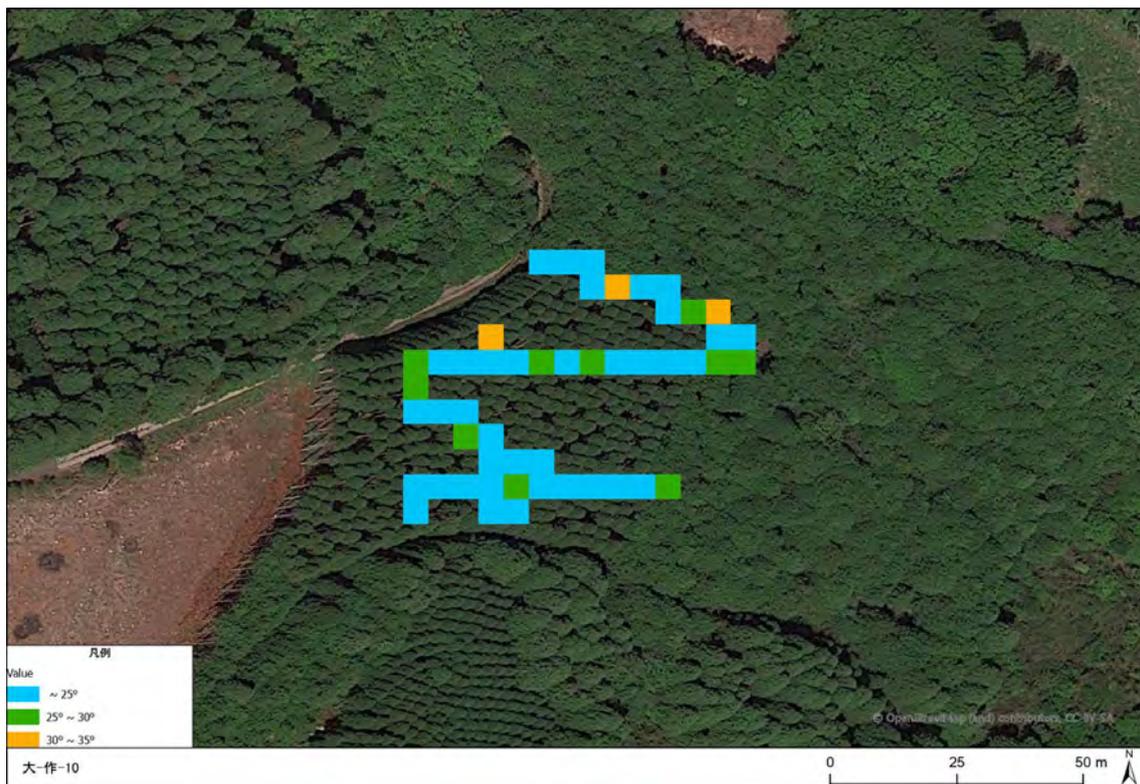


図 2.1-252 調査延長の地山傾斜

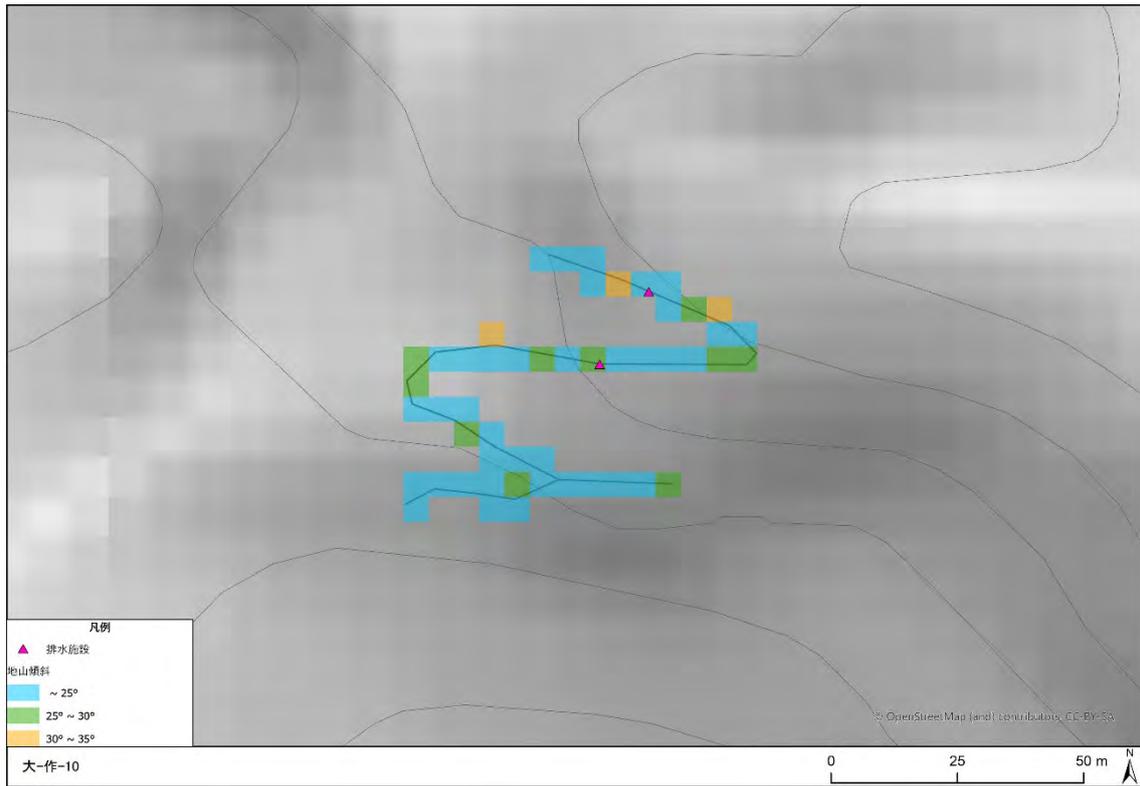


図 2.1-253 調査路線の周辺地形

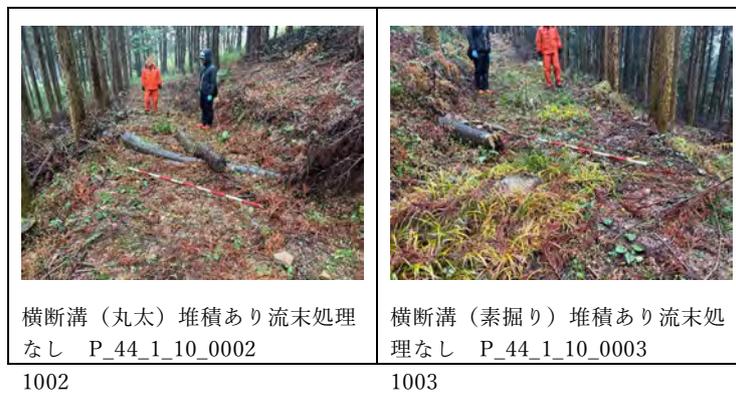


図 2.1-254 排水施設の設置状況

(12) 大-作-11

大-作-11 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 310m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 63% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

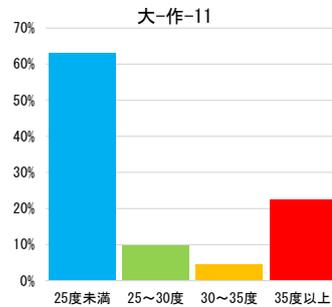


図 2.1-255 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

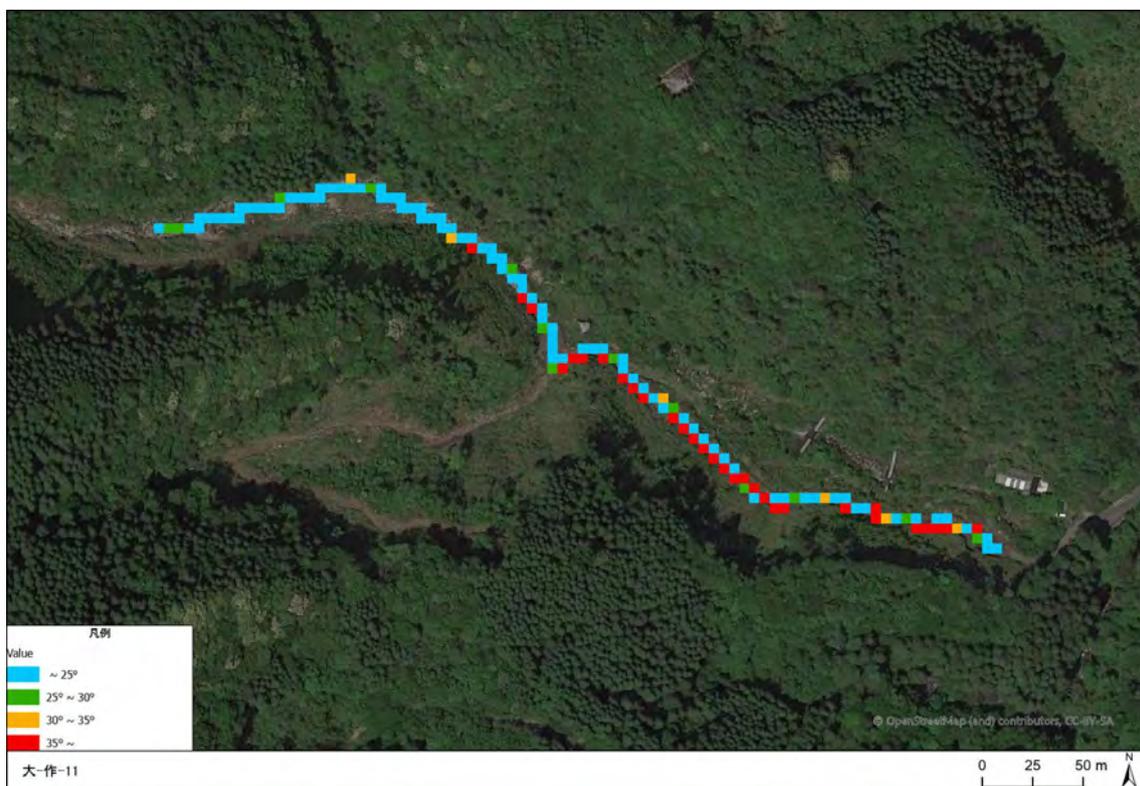


図 2.1-256 調査延長の地山傾斜

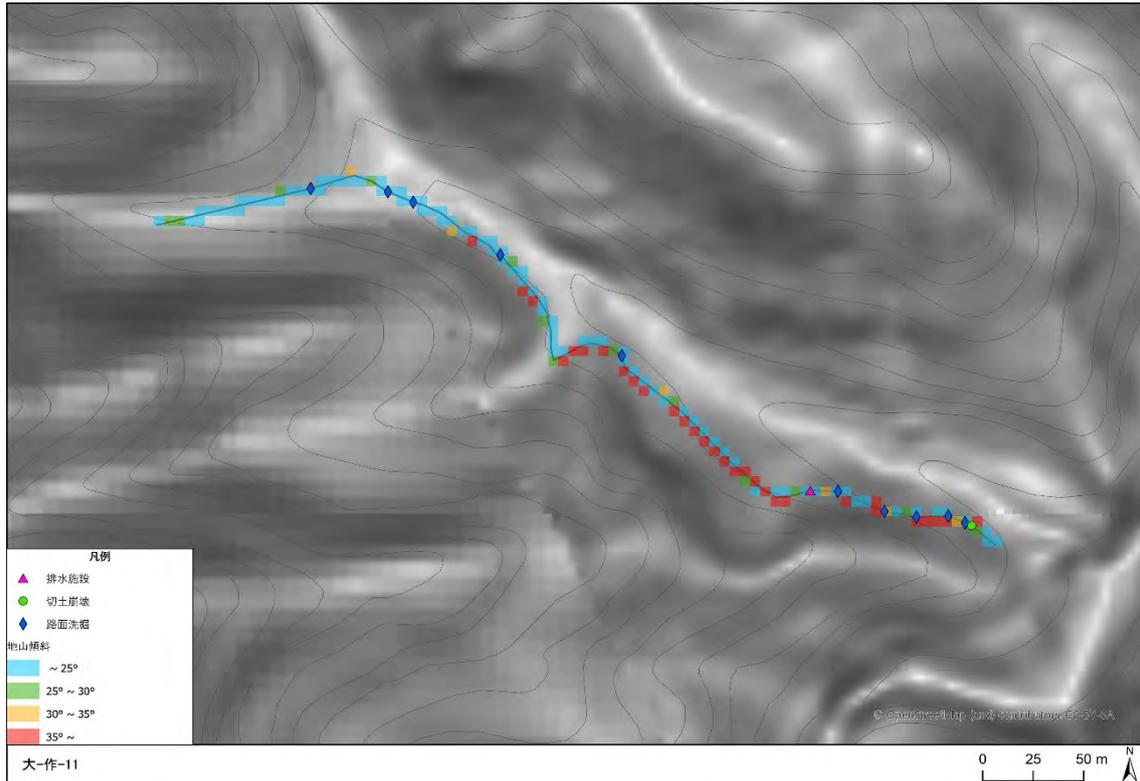


図 2.1-257 被災箇所周辺の地形



図 2.1-258 被災状況



図 2.1-259 排水施設の設置状況

(13) 大-作-12

大-作-12 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 760m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 67% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

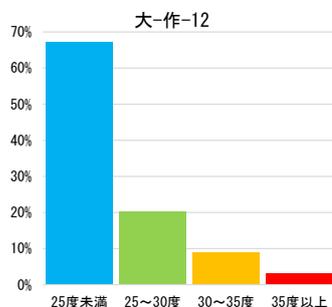


図 2.1-260 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

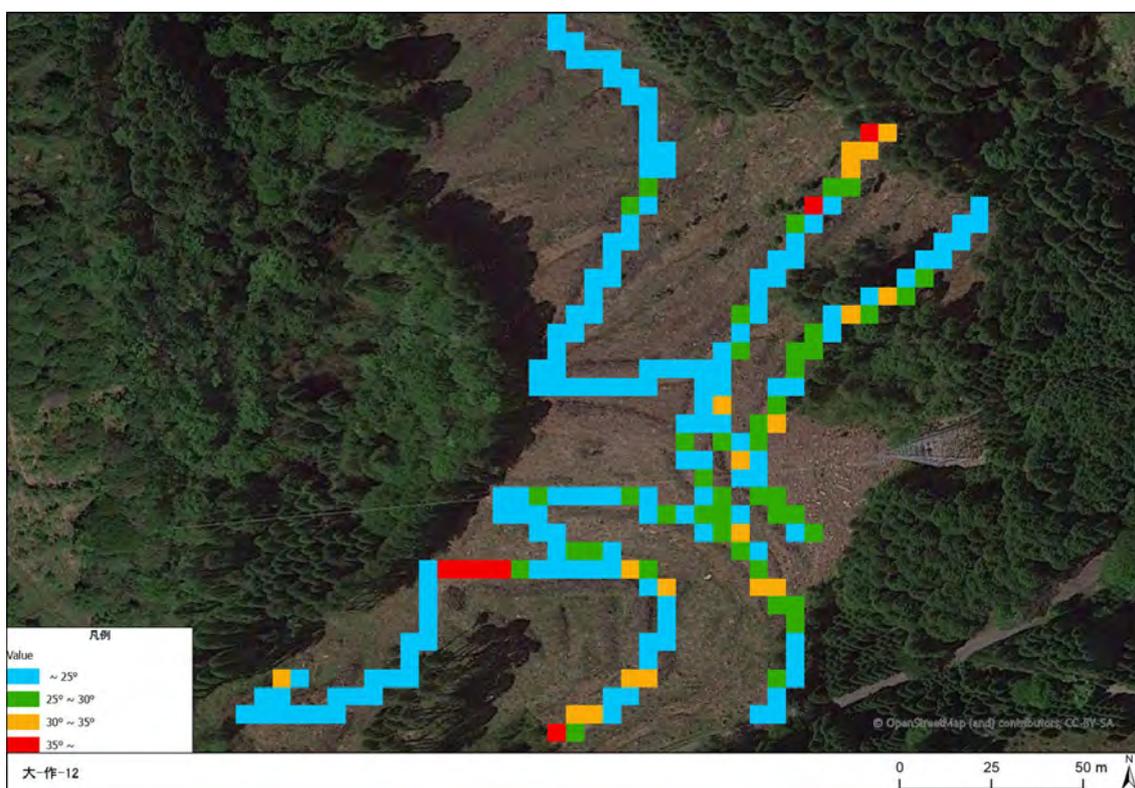


図 2.1-261 調査延長の地山傾斜

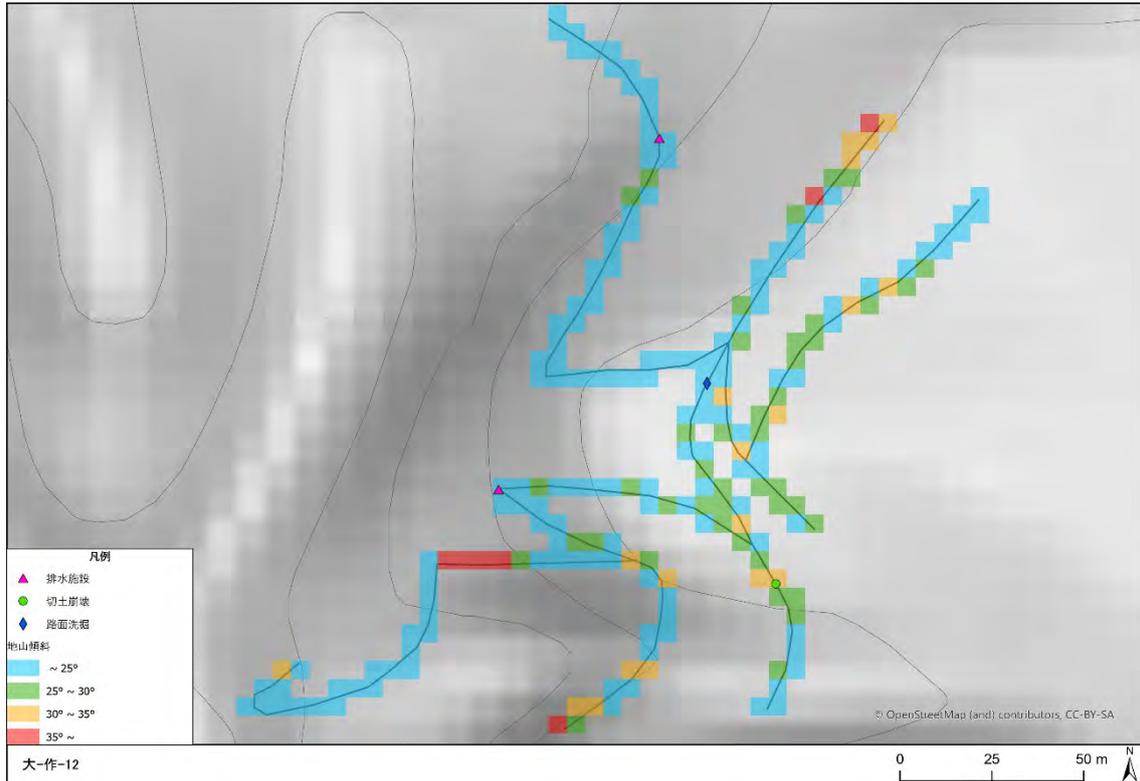


図 2.1-262 被災箇所の周辺地形



図 2.1-263 被災状況



図 2.1-264 排水施設の設置状況

(14) 大-作-13

大-作-13 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 870m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 39% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

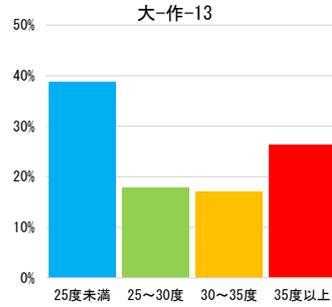


図 2.1-265 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

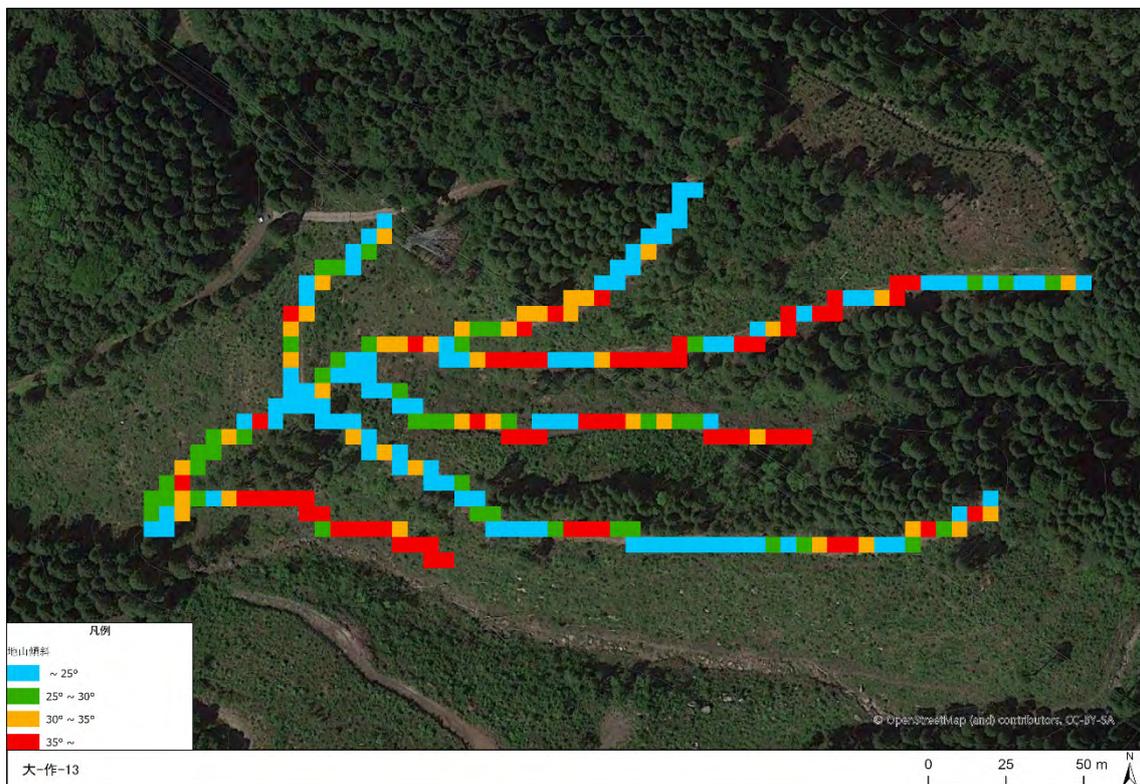


図 2.1-266 調査延長の地山傾斜

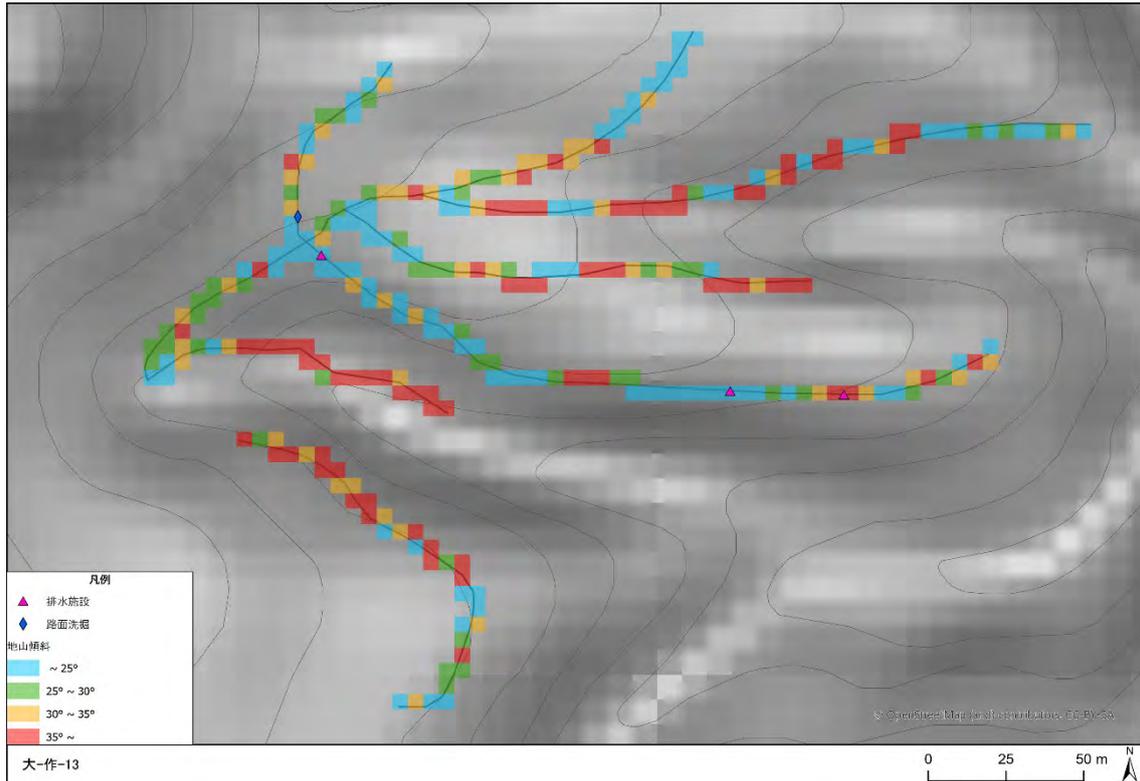


図 2.1-267 被災箇所の周辺地形



日田市 1306

図 2.1-268 被災状況



図 2.1-269 排水施設の設置状況

(15) 大-作-14

大-作-14 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長 240m を踏査した。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 39% が 35 度以上であり、全体に急傾斜である。被災箇所及び排水施設は確認されなかった。

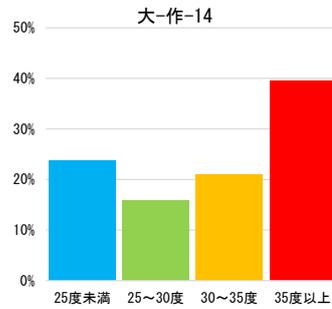


図 2.1-270 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

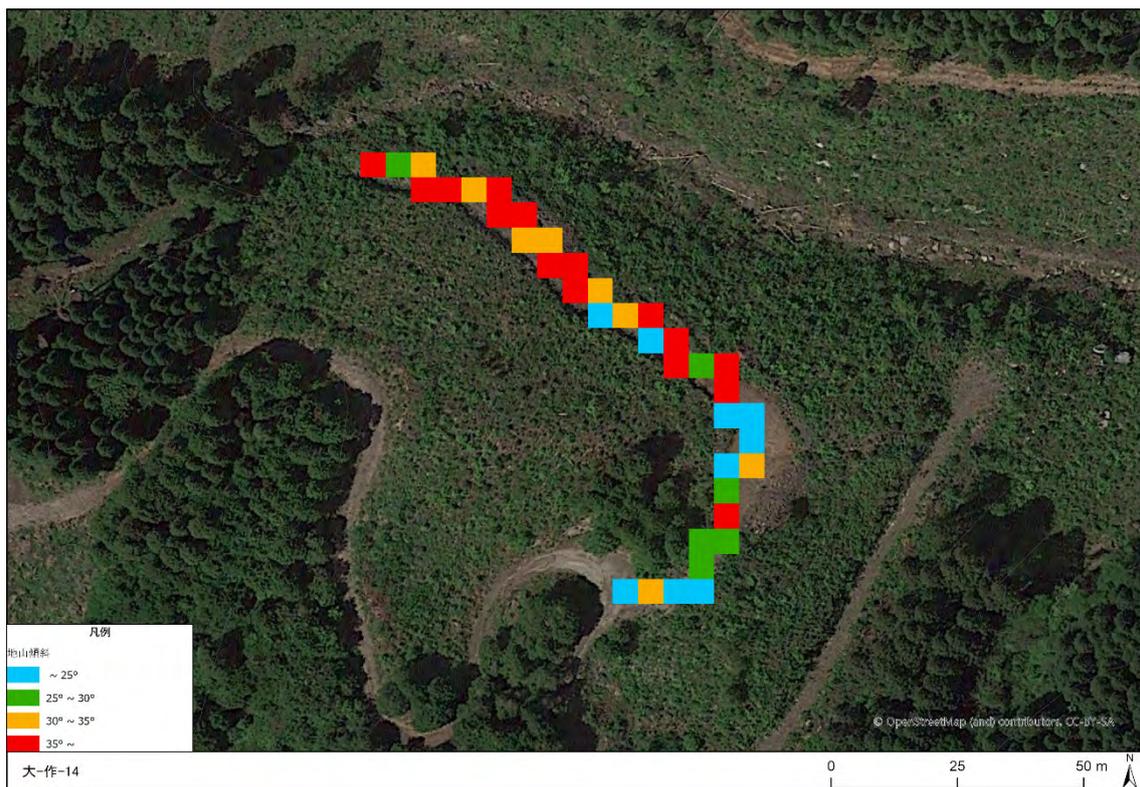


図 2.1-271 調査延長の地山傾斜

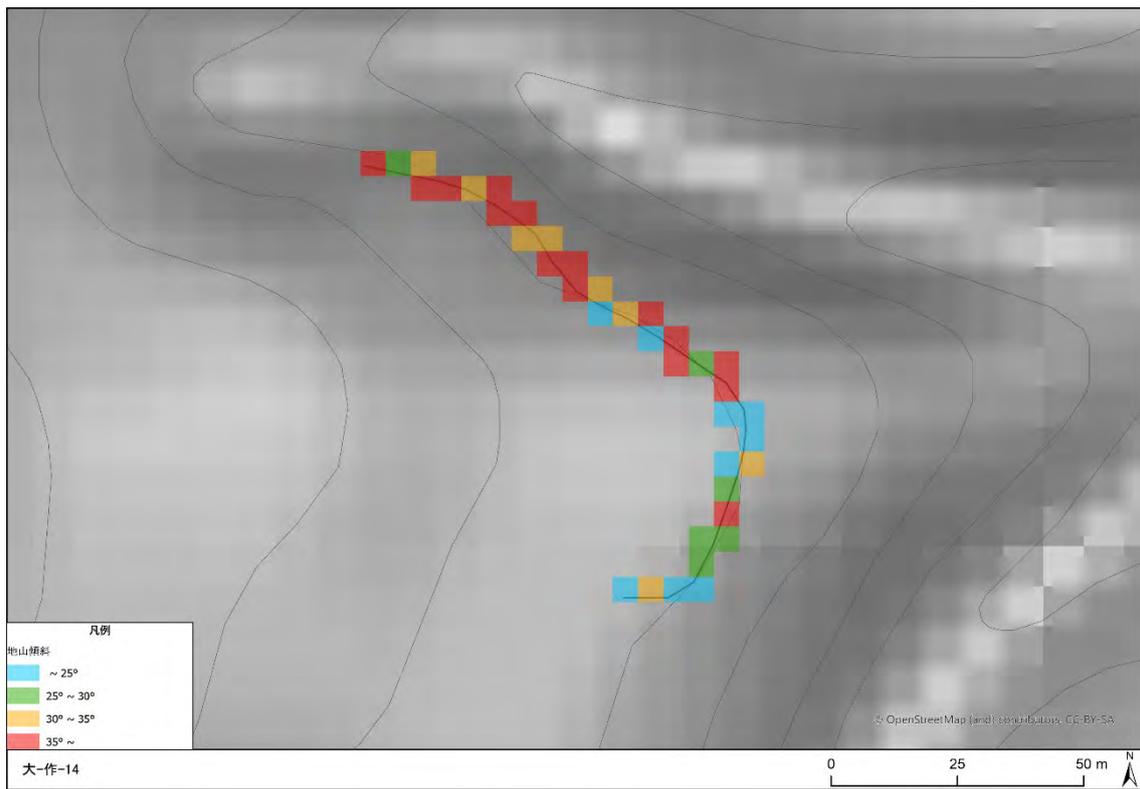


図 2.1-272 調査路線の周辺地形

(16) 大-集-01

大-集-01 は 2019 年に作設され、2022 年時点で作設から約 3 年が経過している。調査延長は 297m、集材路密度に換算すると 223m/ha であった。主な地質は火成岩の流紋岩（デイサイト）である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 44%が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

斜面全体に雑木等が繁茂し、被災箇所や排水施設は確認できなかった。

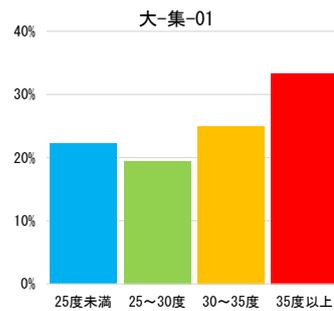


図 2.1-273 地山傾斜の頻度分布（5mメッシュで集計）

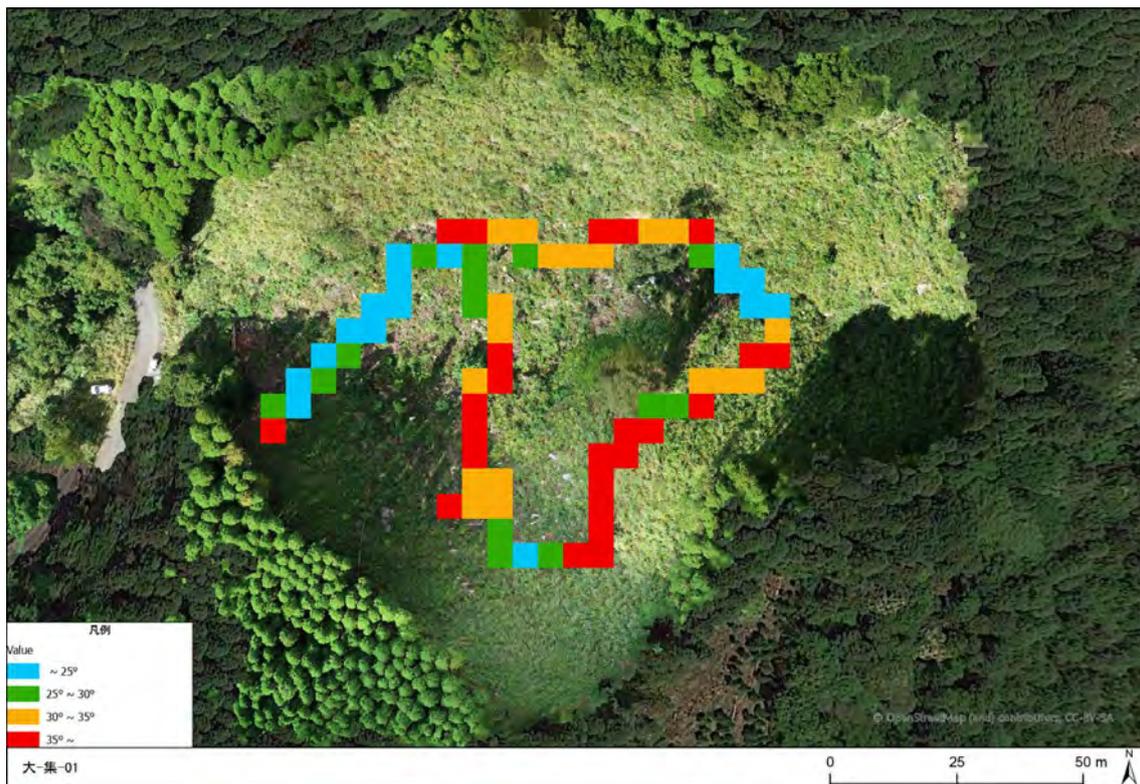


図 2.1-274 調査延長の地山傾斜

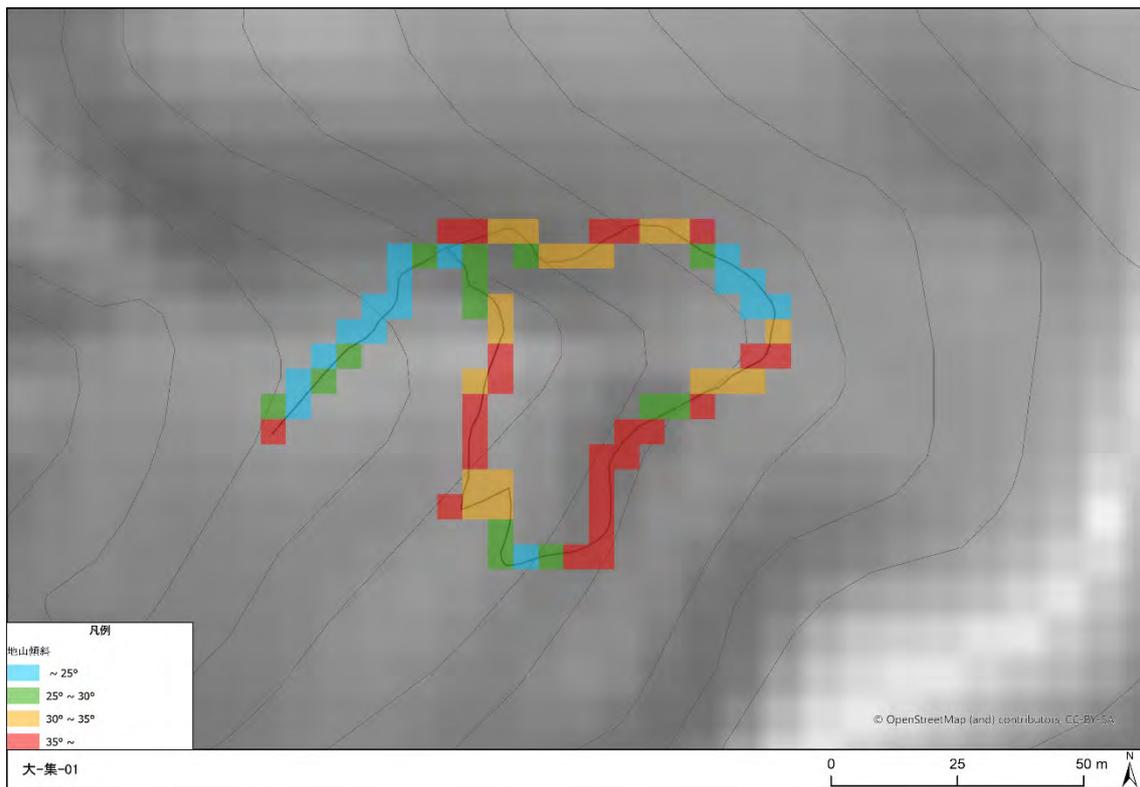


図 2.1-275 調査路線の周辺地形

(17) 大-集-02

大-集-02 は 2019 年に作設され、2022 年時点で作設から約 3 年が経過している。調査延長は 945m、集材路密度に換算すると 304m/ha であった。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 37%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

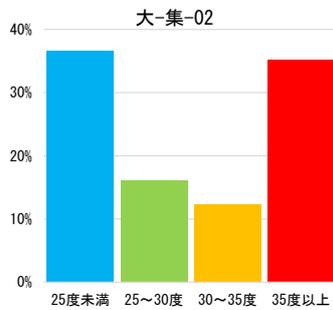


図 2.1-276 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

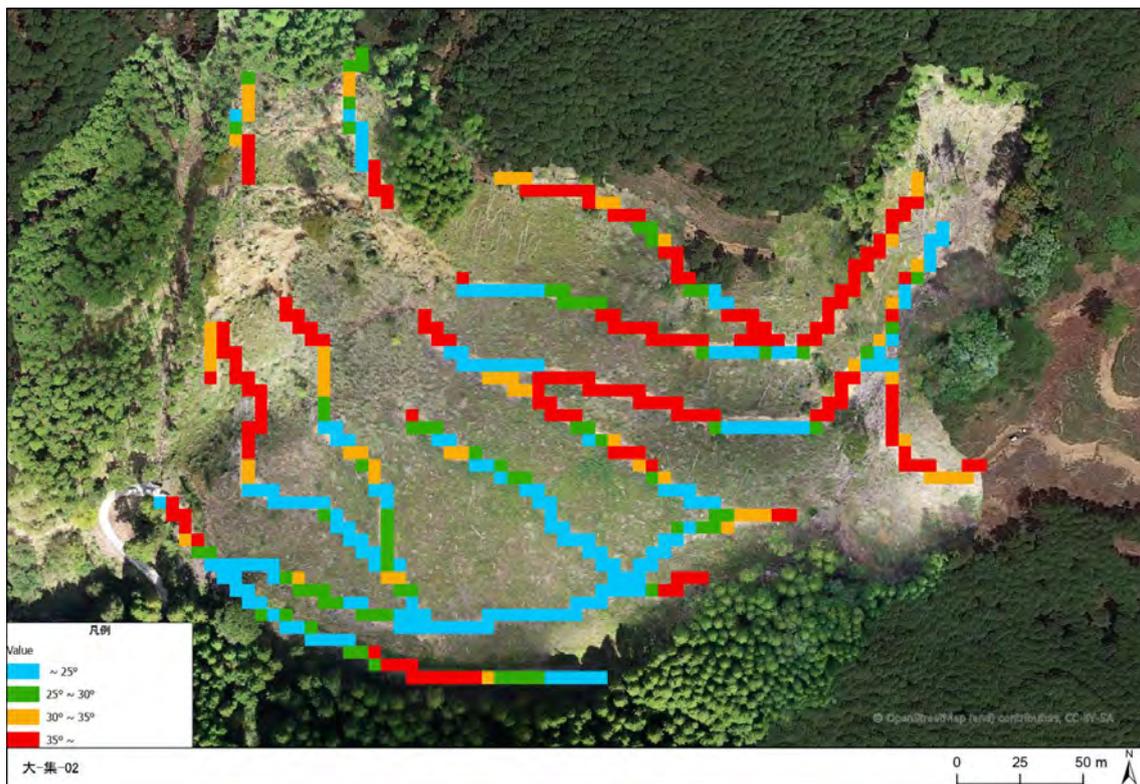


図 2.1-277 調査延長の地山傾斜

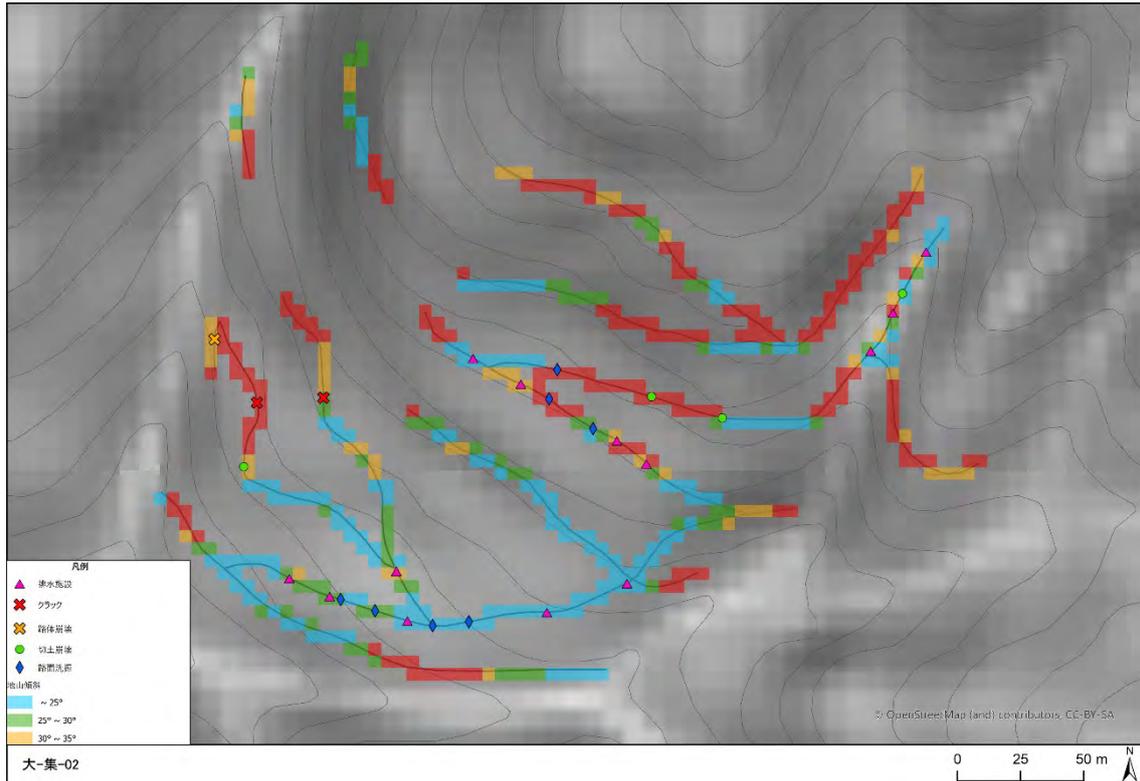


図 2.1-278 被災箇所の周辺地形

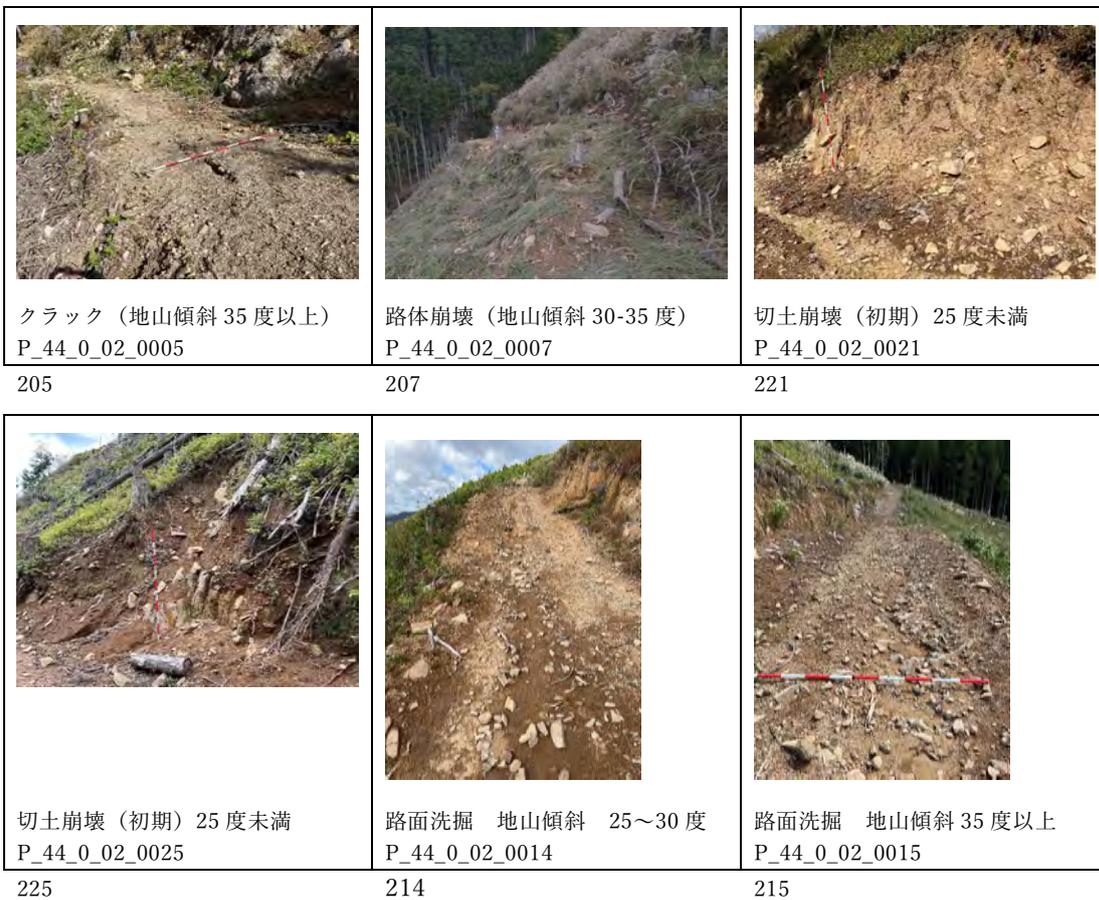


図 2.1-279 被災状況



図 2.1-280 排水施設の設置状況

(18) 大-集-03

大-集-03 は 2019 年に作設され、2022 年時点で作設から約 3 年が経過している。調査延長は 1,089m、集材路密度に換算すると 240m/ha であった。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 92%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

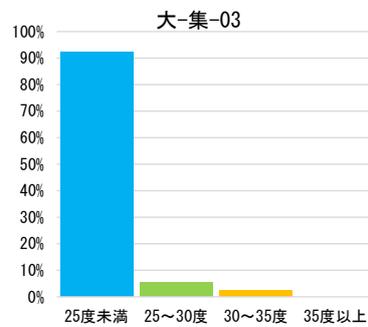


図 2.1-281 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)



図 2.1-282 調査延長の地山傾斜

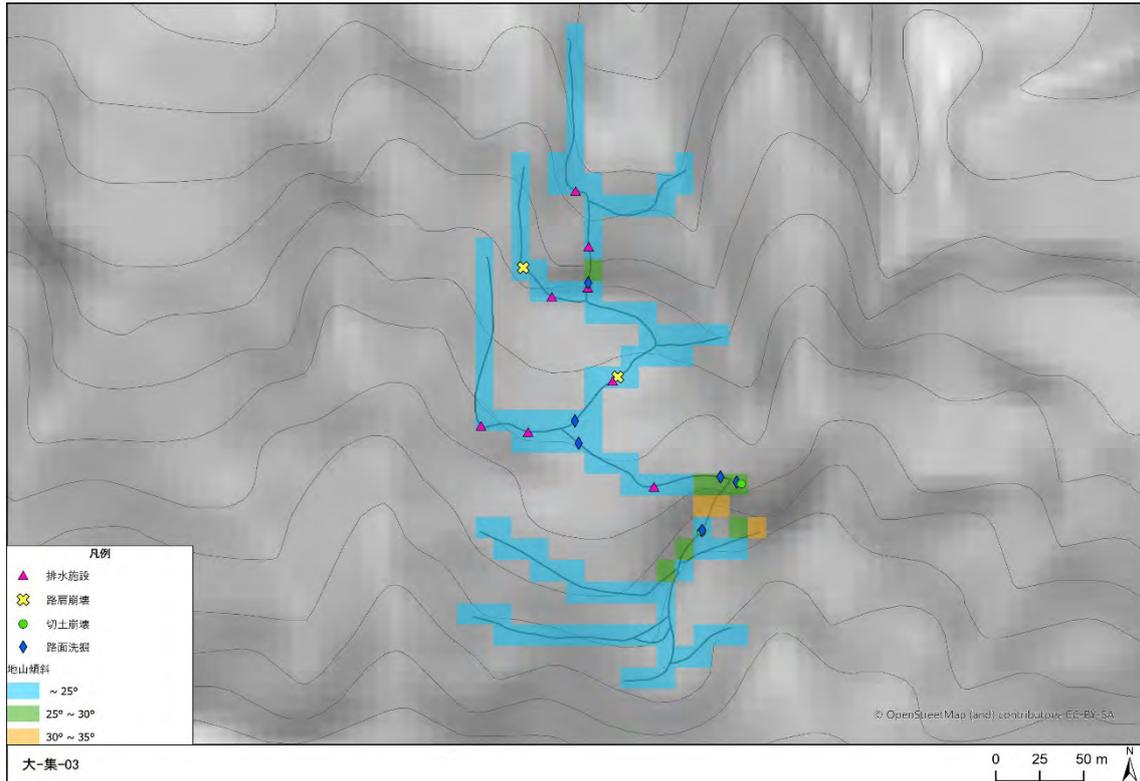


図 2.1-283 被災箇所周辺の地形



図 2.1-284 被災状況

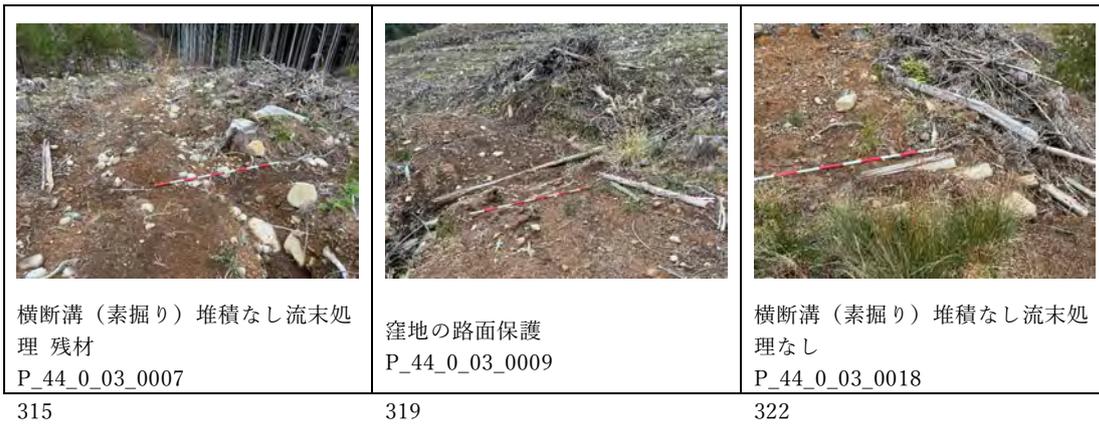


図 2.1-285 排水施設の設置状況

(19) 大-集-04

大-集-04 は 2019 年に作設され、2022 年時点で作設から約 3 年が経過している。調査延長は 778m、集材路密度に換算すると 409m/ha であった。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 53%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

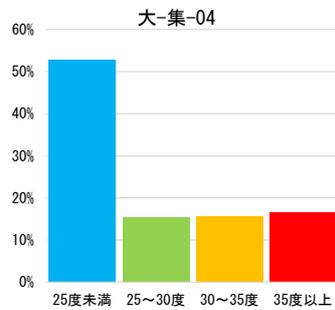


図 2.1-286 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

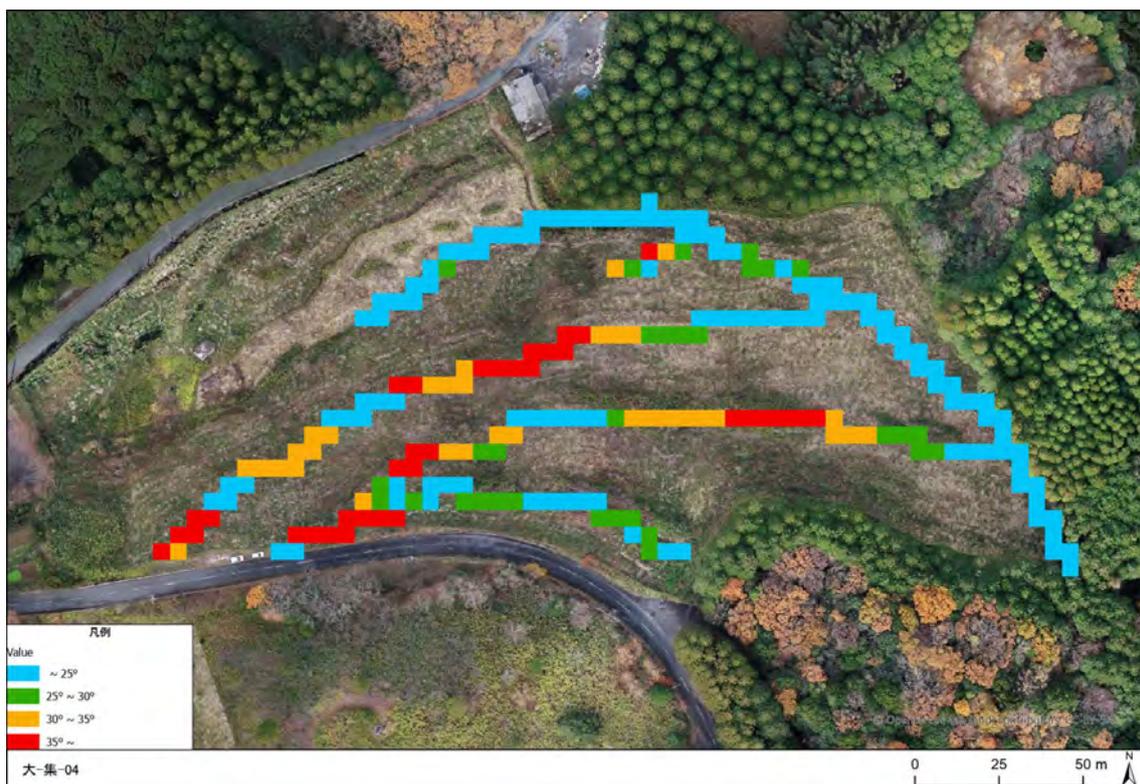


図 2.1-287 調査延長の地山傾斜

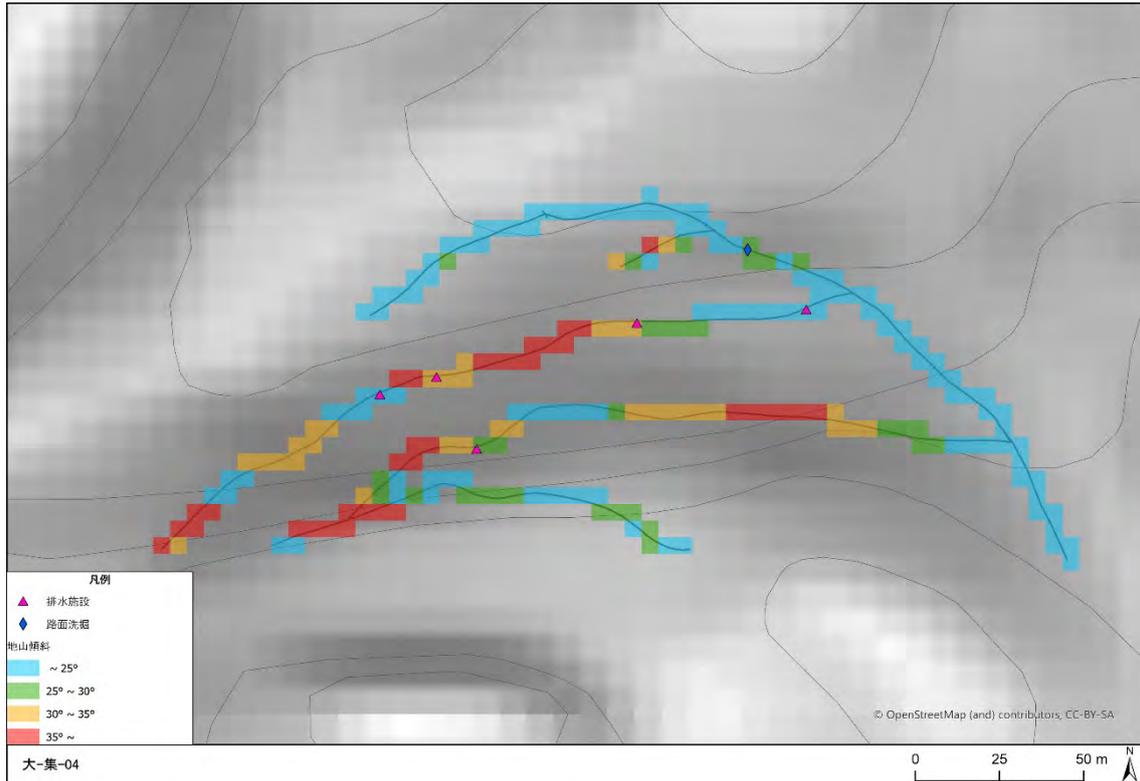


図 2.1-288 被災箇所の周辺地形

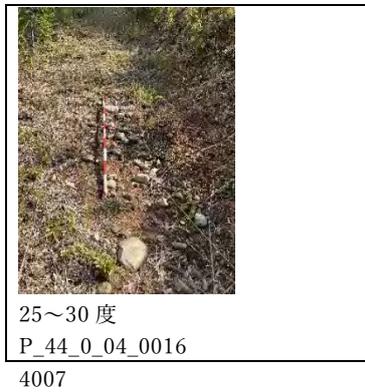


図 2.1-289 被災状況

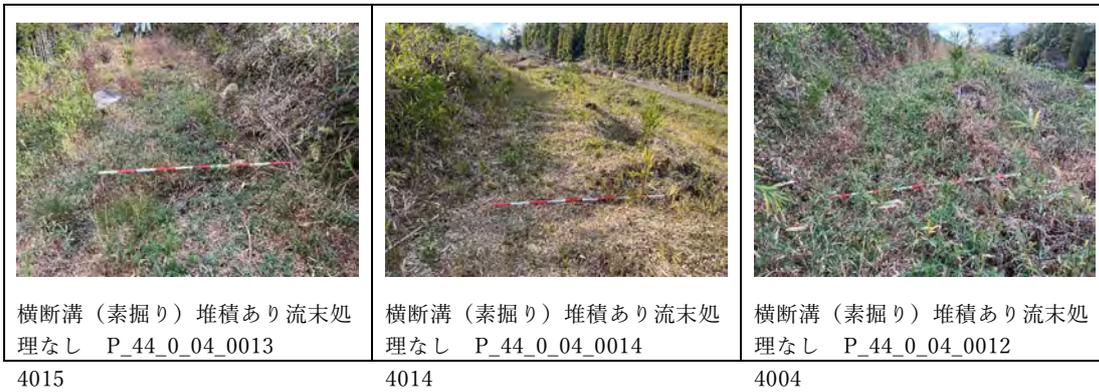


図 2.1-290 排水施設の設置状況

(20) 大-集-05

大-集-05 は 2019 年に作設され、2022 年時点で作設から約 3 年が経過している。調査延長は 907m、集材路密度に換算すると 278m/ha であった。大-集-05 は 2019 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 3 年が経過している。調査延長 907m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 41%が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

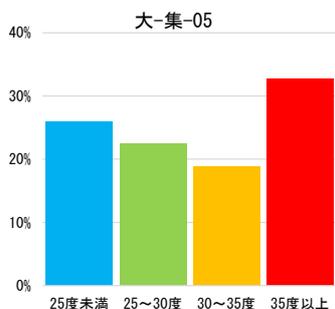


図 2.1-291 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

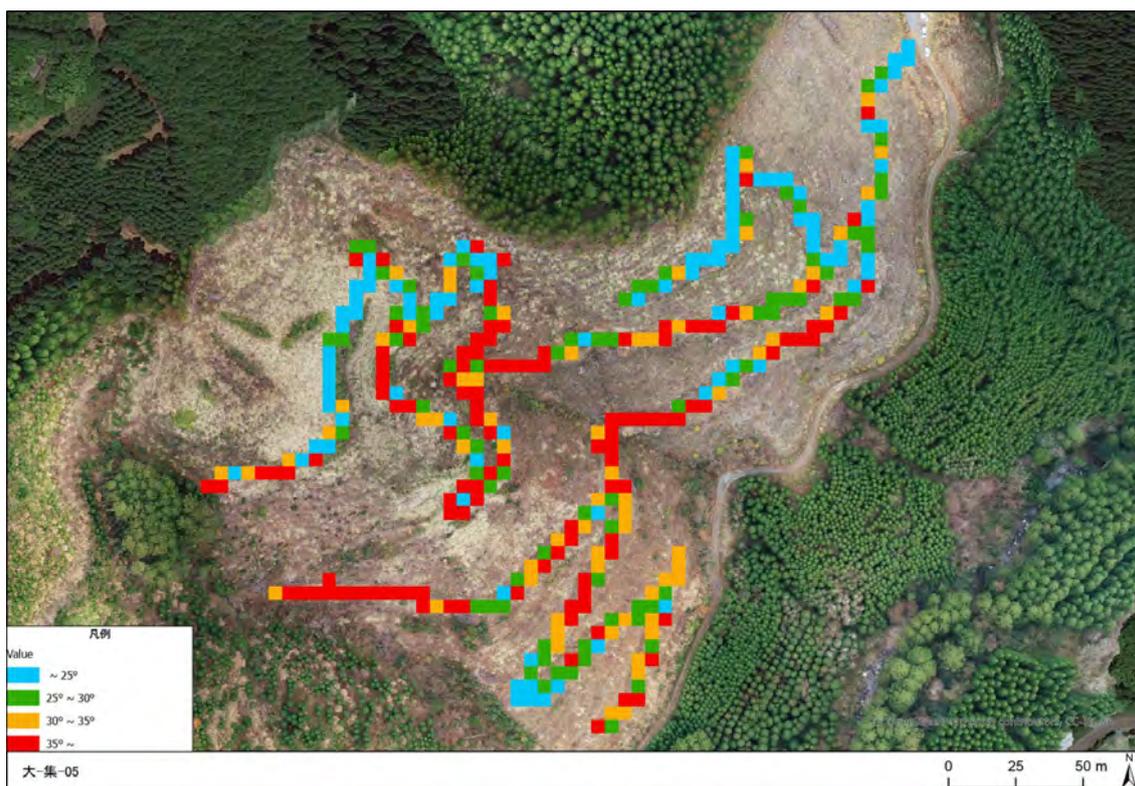


図 2.1-292 調査延長の地山傾斜

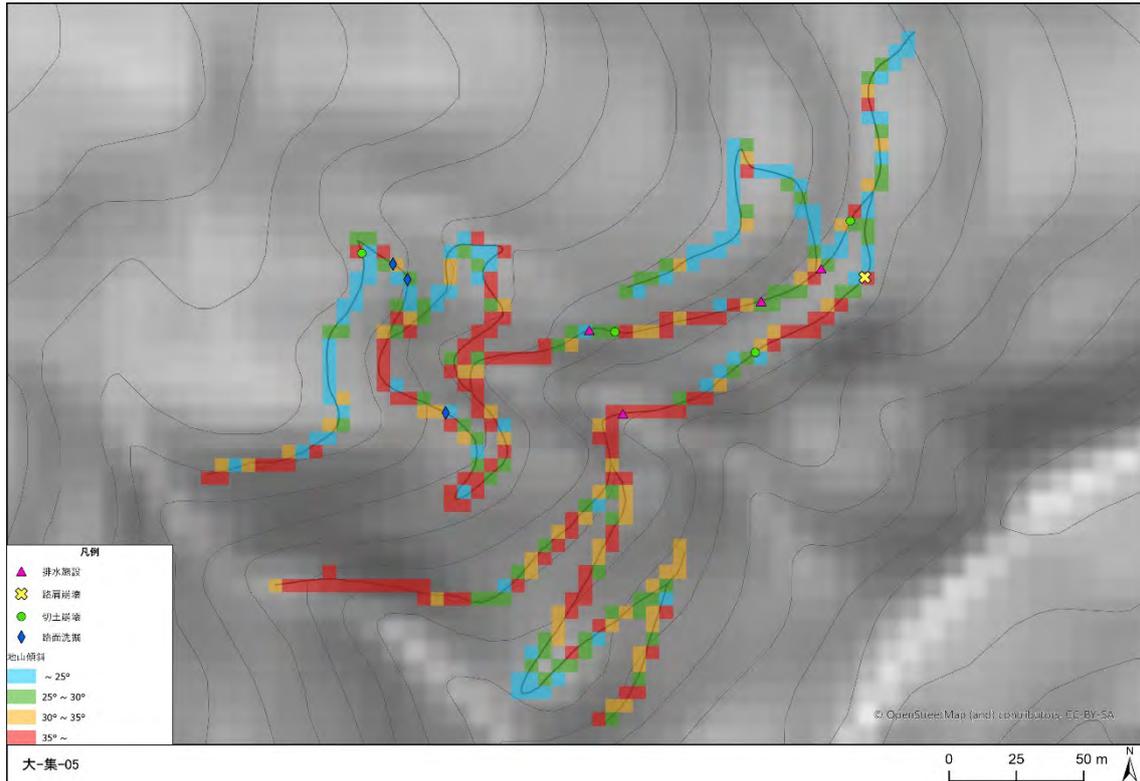


図 2.1-293 被災箇所の周辺地形

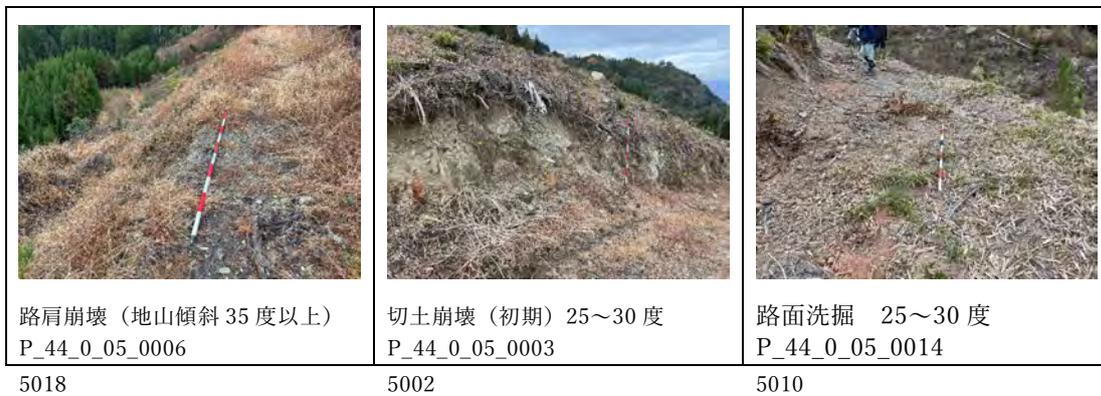


図 2.1-294 被災状況



図 2.1-295 排水施設の設置状況

7) 鹿児島県

鹿児島市の市街地は、鹿児島湾に流入している甲突川等の河川により形成された小平野部にあり、その周辺は海拔 100～300m の丘陵地帯（シラス台地）となっている。

鹿児島市の気温は、過去 5 年間の平均で夏季最高気温 36.3 度、冬季最低気温-1.1 度、平均気温 19.2 度であり、温暖な気候に恵まれている。過去 5 年間の平均年間降水量は 2,681 ミリで、6 月から 8 月にかけてもっとも多く、この時期で年間降水量の 46 パーセントを占めている。

伊佐市は、九州型の太平洋側気候であり、夏季の降水量が多い。周りを険しい山に囲まれた内陸盆地となっているために 1～2 月は冬日になることが普通である。

(出典：鹿児島市ホームページ <https://www.city.kagoshima.lg.jp/soumu/soumu/soumu/shise/shokai/chike.html>)

近傍のアメダス観測所データより、直近 10 年間の年間降水量と日最大降水量を表 2.1-23 に示す。

表 2.1-23 (1) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

鹿児島観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	1778	139	9月1日	59	16
2014	2834	176	6月27日	41	17
2015	3664	160	6月25日	54	19
2016	3286	173	6月19日	69	27
2017	2274	142	6月20日	56	17
2018	2397	139	7月7日	46	15
2019	2470	375	7月3日	40	15
2020	2978	141	7月24日	52	15
2021	2782	152	8月16日	66	19
2022	2416	172	9月18日	63	20

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-23 (2) 直近 10 年間の年間・日最大降水量

大口観測所					
年	降水量(mm)				
	合計	日最大		1時間最大	10分間最大
		値	月日	値	値
2013	2620	176	9月1日	61	25
2014	2776	204	7月6日	59	13
2015	3353	137	11月18日	45	19
2016	3605	196	6月21日	84	20
2017	2536	183	5月12日	49	20
2018	2835	270	6月20日	75	19
2019	2419	161	7月3日	43	18
2020	3666	219	7月6日	80	21
2021	3336	450	7月10日	94	21
2022	2668	223	9月18日	67	26

データ出典：気象庁ホームページ

表 2.1-24 鹿児島県の調査路線の一覧

路線 No	道の種類	完成年度	傾斜※	作 設 時 の 施 業 種	地質	地質 (詳細)	調 査 延 長 (m)	作設からの経過 年数
鹿-作-01	森林作業道	2020	中急	間伐	火成岩	安山岩	1,243	2
鹿-作-03	森林作業道	2019	緩	間伐	火成岩	安山岩	1,088	3
鹿-作-05	森林作業道	2018	中急	間伐	火成岩	安山岩	1,480	4
鹿-作-06	森林作業道	2018	緩	間伐	火成岩	安山岩	698	4
鹿-作-07	森林作業道	2017	中急	間伐	火成岩	安山岩	654	5
鹿-作-10	森林作業道	2019	中急	間伐	火成岩	安山岩	499	3
鹿-集-02	集材路	2022	中急	-	火成岩	安山岩	2,139	0
鹿-集-03	集材路	2021	中急	-	火成岩	安山岩	2,862	1

※傾斜欄について、急：35° 以上、中急：25° ～35° 、緩：25° 未満

(1) 全体傾向

鹿児島県の8路線について、1kmあたりの被災箇所数、地山傾斜、1kmあたりの排水施設数を整理した。森林作業道では3路線で切土崩壊（初期）が最も多く、他は路面洗掘とクラックのみが確認されていた（図 2.1-296）。地山傾斜は、緩傾斜（25度未満の区間が最も多い）が7路線、中～急傾斜（25～35度の区間が最も多い）が1路線であった（図 2.1-297）。各路線の1kmあたりの排水施設の設置数は9～26箇所、横断溝（素掘り）が大部分を占めていた（図 2.1-298）。

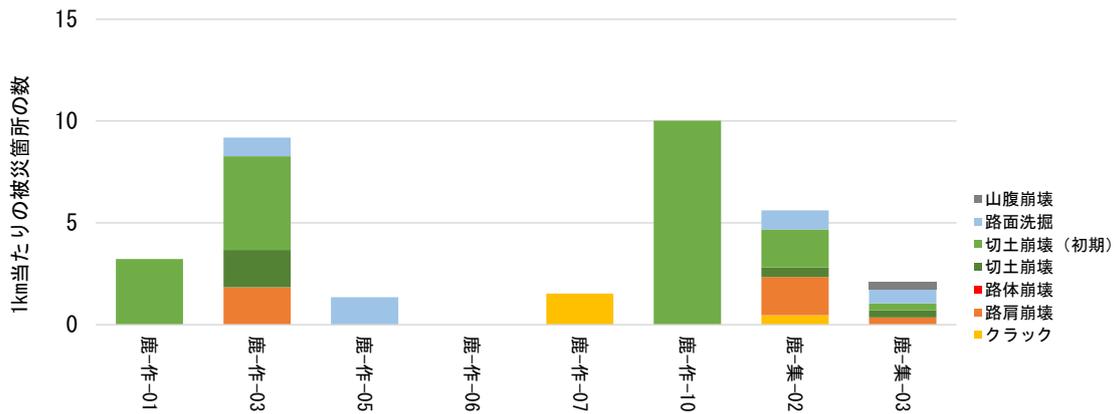


図 2.1-296 調査路線内の被災箇所数 (1kmあたり)

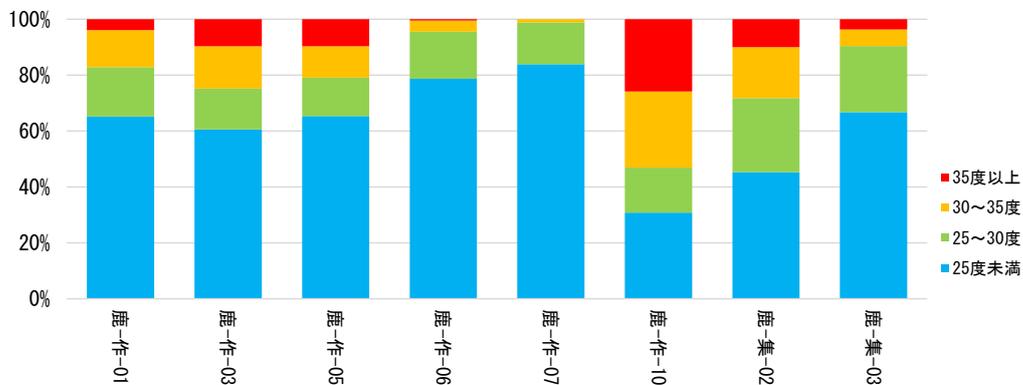


図 2.1-297 調査対象路線の地山傾斜

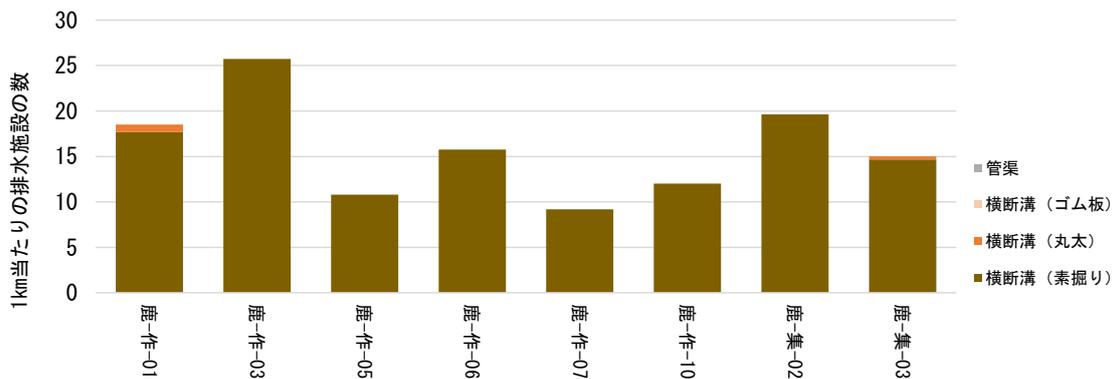


図 2.1-298 調査対象路線の排水施設数 (1kmあたり)

表 2.1-25 各路線の被災状況・排水状況の確認結果

路線No	被災箇所数						排水施設の設置箇所数			
	クラック	路肩崩壊	路体崩壊	切土崩壊	路面洗掘	山腹崩壊	横断溝 (素掘り)	横断溝 (丸太)	横断溝 (ゴム板)	管渠
鹿-作-01	-	-	-	4	-	-	22	1	-	-
鹿-作-03	-	2	-	7	1	-	28	-	-	-
鹿-作-05	-	-	-	-	2	-	16	-	-	-
鹿-作-06	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
鹿-作-07	1	-	-	-	-	-	6	-	-	-
鹿-作-10	-	-	-	5	-	-	6	-	-	-
鹿-集-02	1	4	-	5	2	-	42	-	-	-
鹿-集-03	-	1	-	2	2	1	42	1	-	-

※各路線の調査延長内での実際の確認箇所数（距離換算していない）

(2) 鹿-作-01

鹿-作-01 は 2020 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 2 年が経過している。調査延長は 1552m であり、このうち 1243m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 65% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

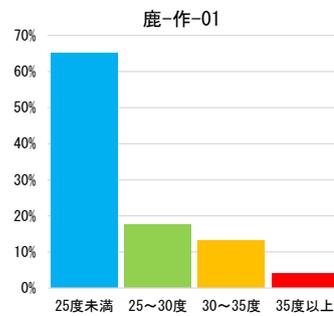


図 2.1-299 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

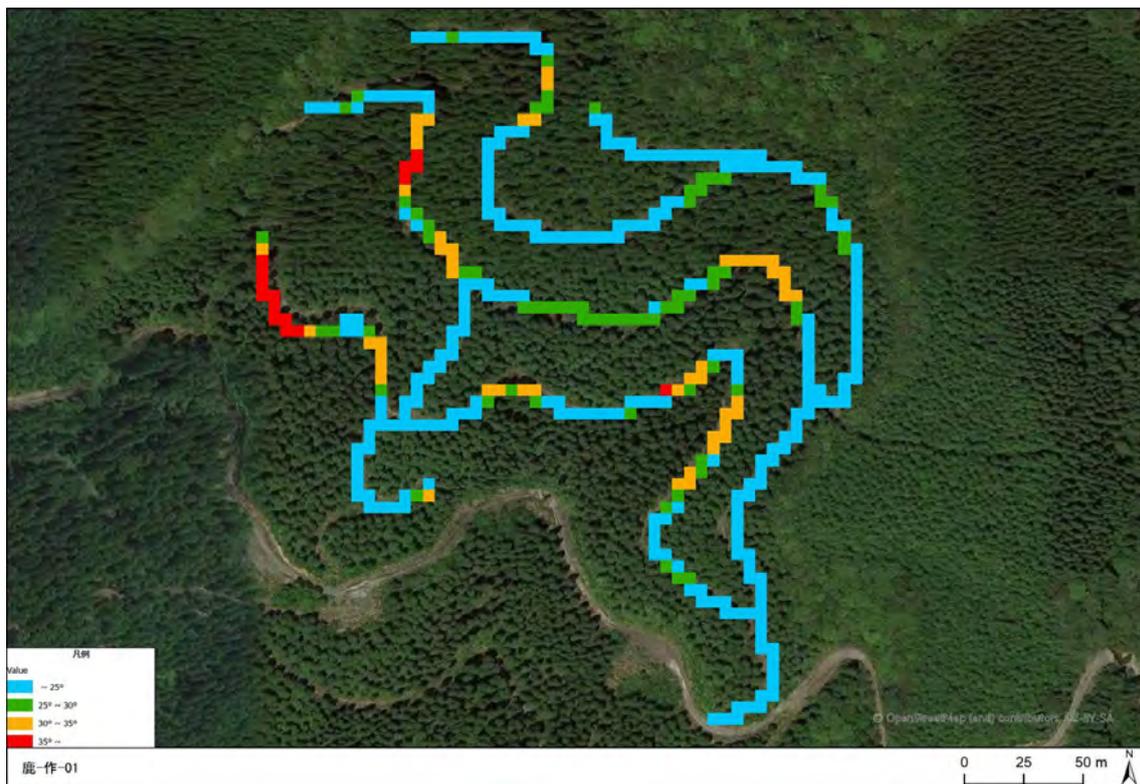


図 2.1-300 調査延長の地山傾斜

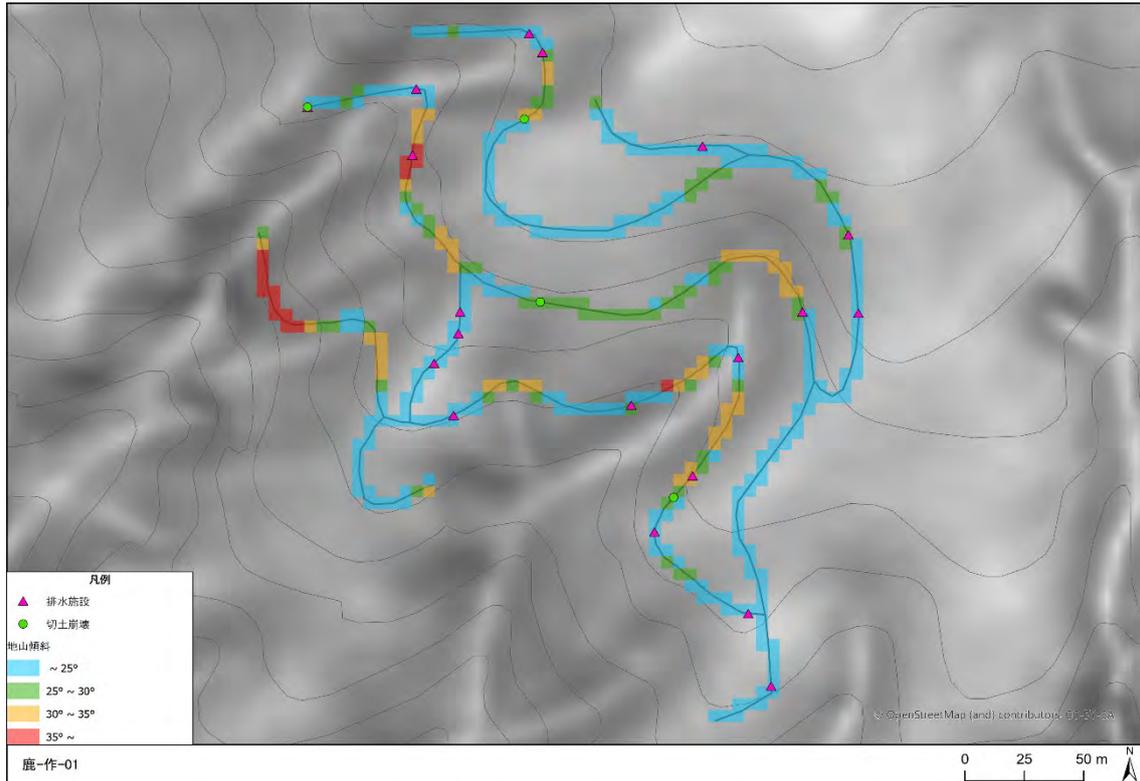


図 2.1-301 被災箇所の周辺地形

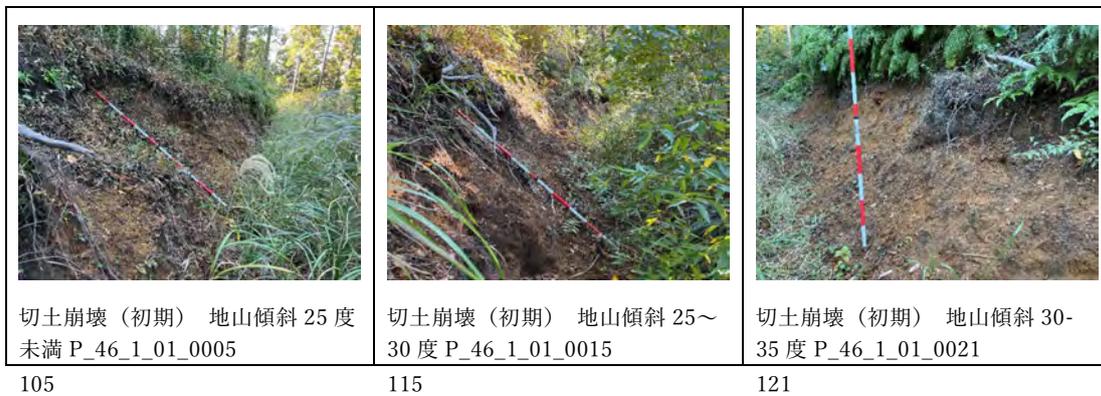


図 2.1-302 被災状況

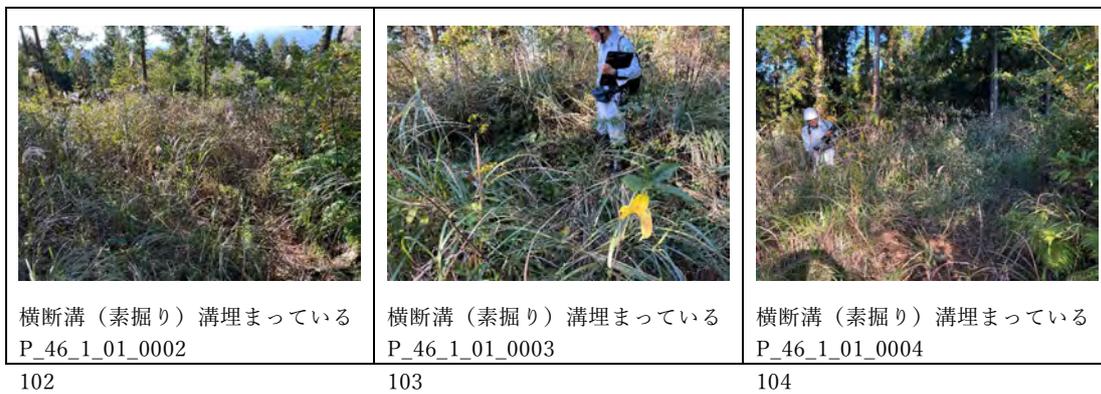


図 2.1-303 排水施設の設置状況

(3) 鹿-作-03

鹿-作-03 は 2019 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 3 年が経過している。調査延長は 2395m であり、このうち 1088m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 61% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

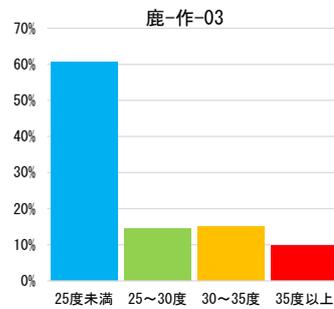


図 2.1-304 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

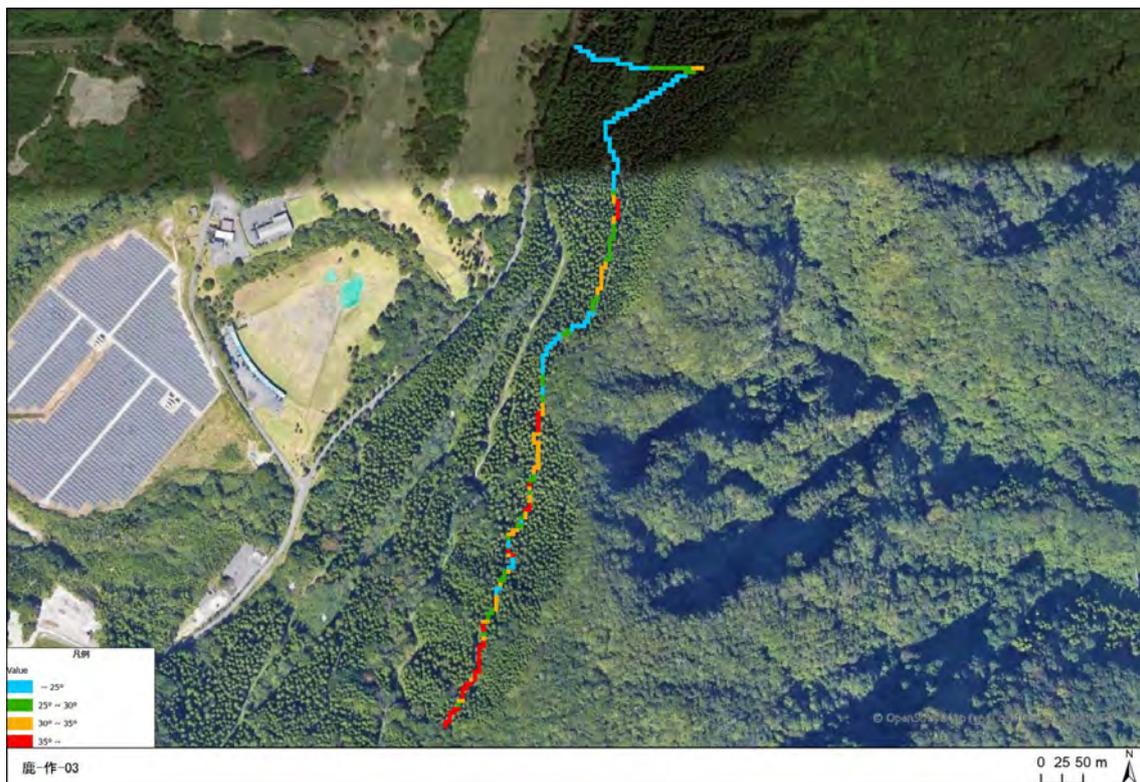


図 2.1-305 調査延長の地山傾斜

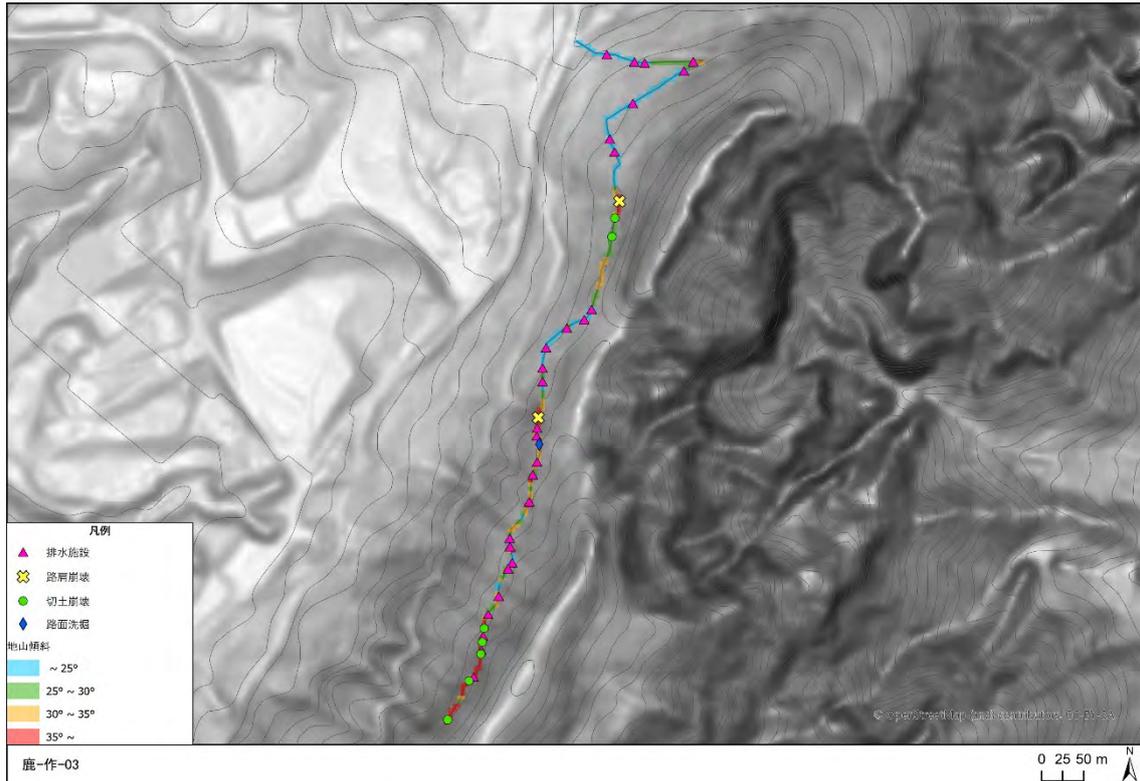


図 2.1-306 被災箇所の周辺地形



図 2.1-307 被災状況

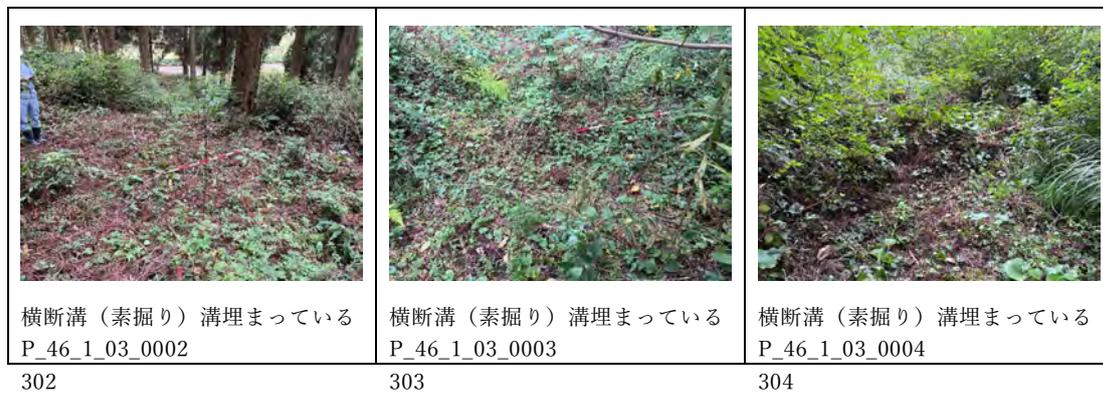


図 2.1-308 排水施設の設置状況

(4) 鹿-作-05

鹿-作-05 は 2018 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 4 年が経過している。調査延長 1480m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 65% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

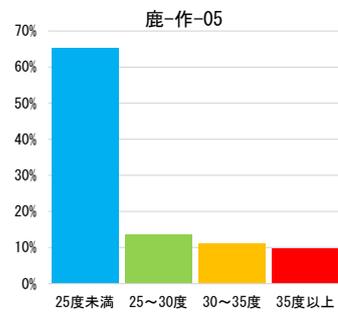


図 2.1-309 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

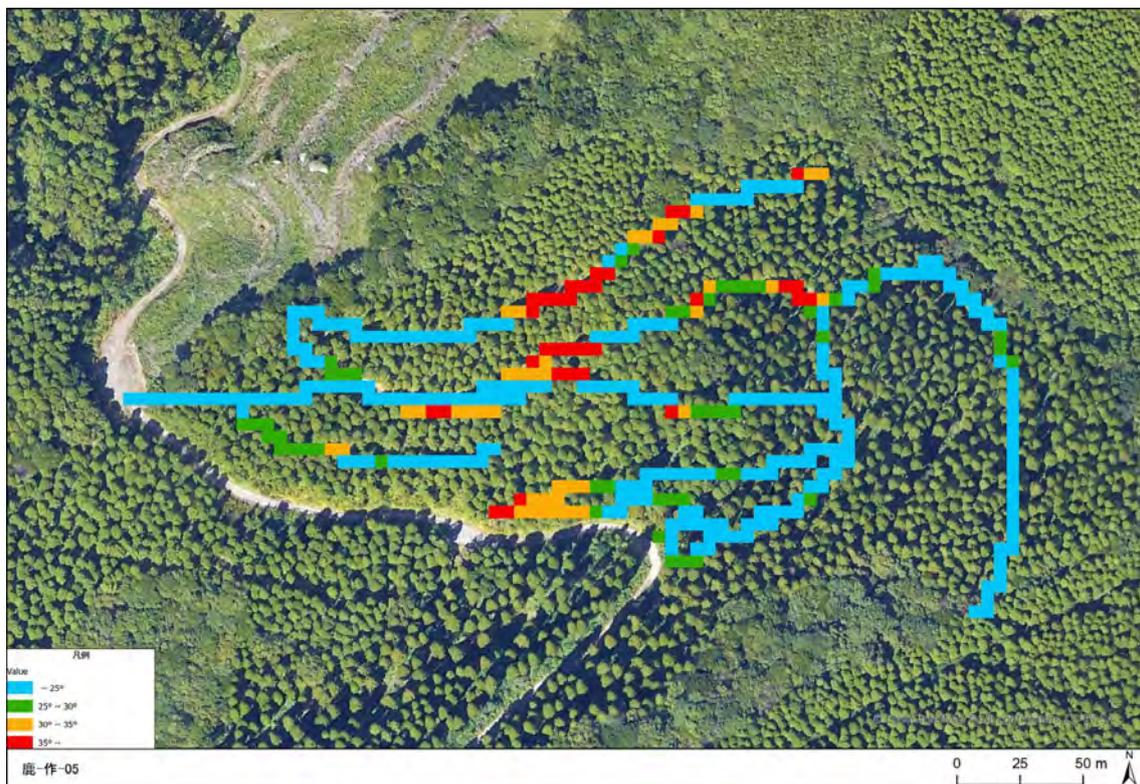


図 2.1-310 調査延長の地山傾斜

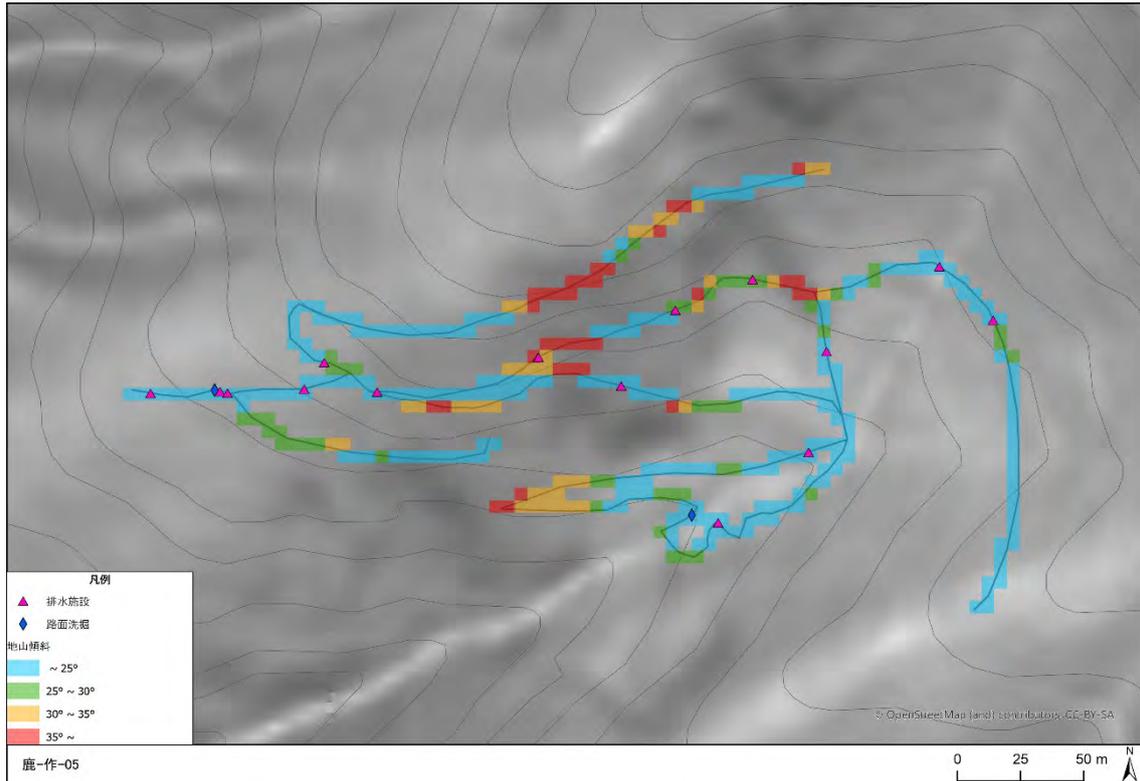


図 2.1-311 被災箇所の周辺地形

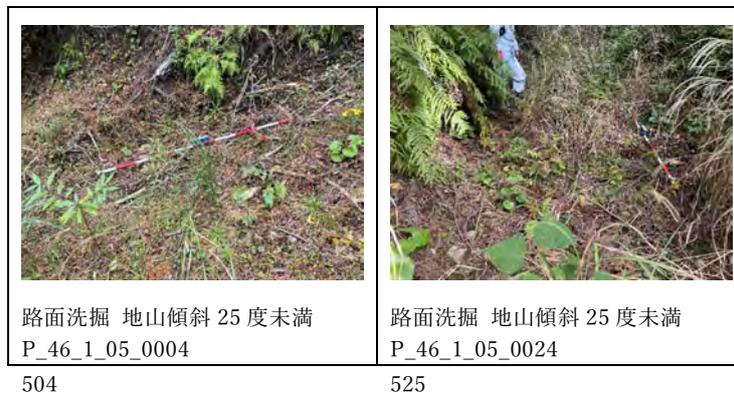


図 2.1-312 被災状況

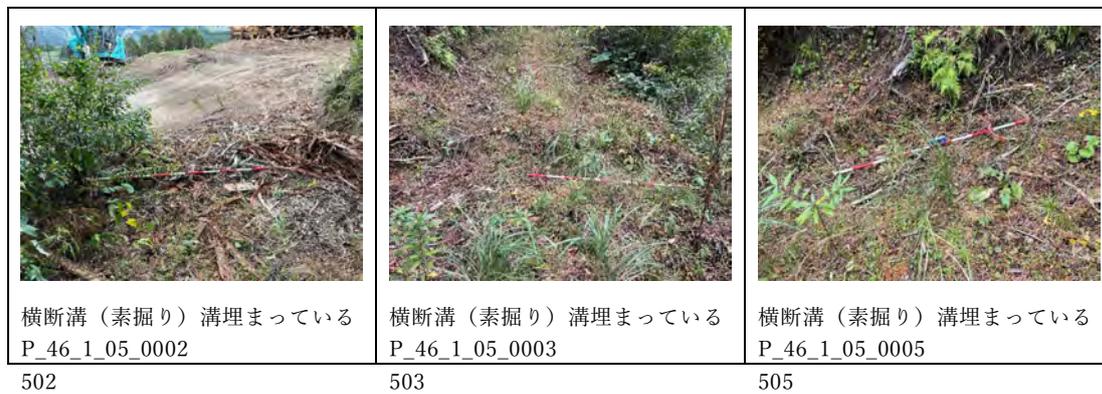


図 2.1-313 排水施設の設置状況

(5) 鹿-作-06

鹿-作-06 は 2018 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 4 年が経過している。調査延長 698m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 79% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

被災箇所は確認されなかった。

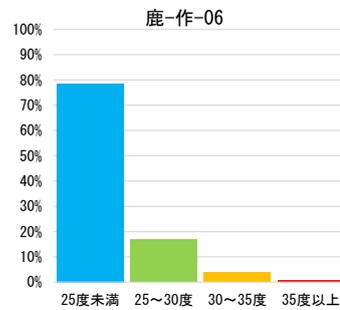


図 2.1-314 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)



図 2.1-315 調査延長の地山傾斜

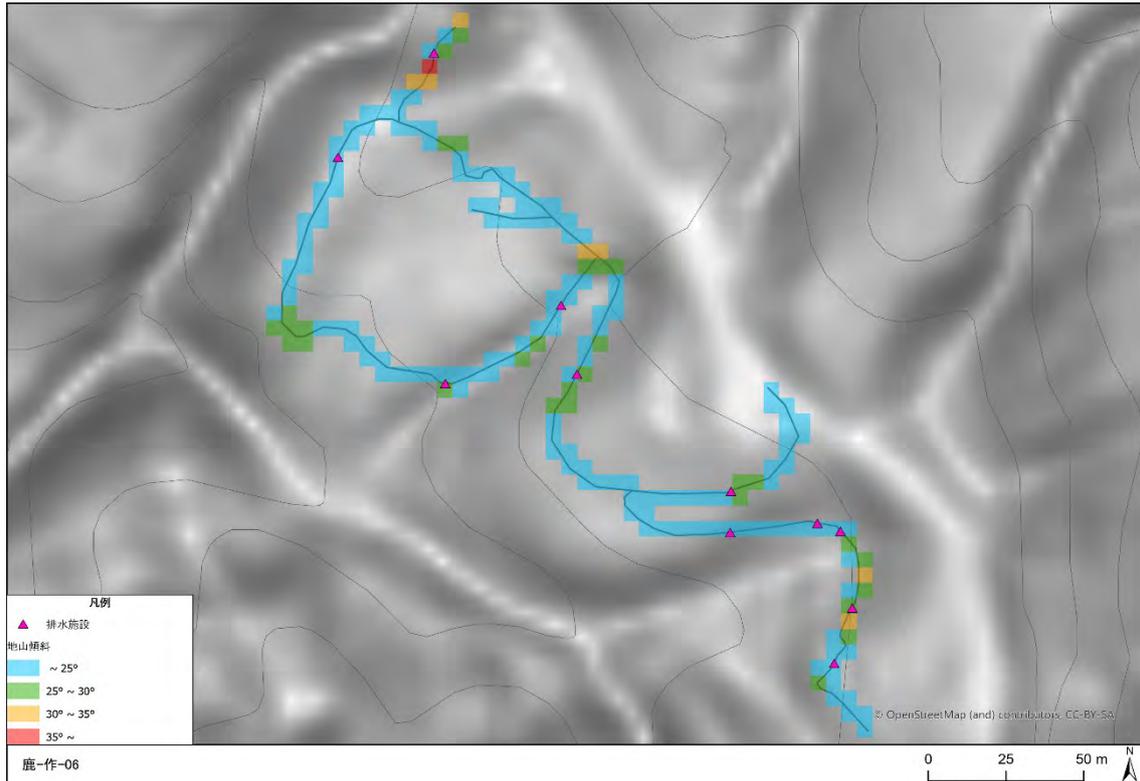


図 2.1-316 調査路線の周辺地形

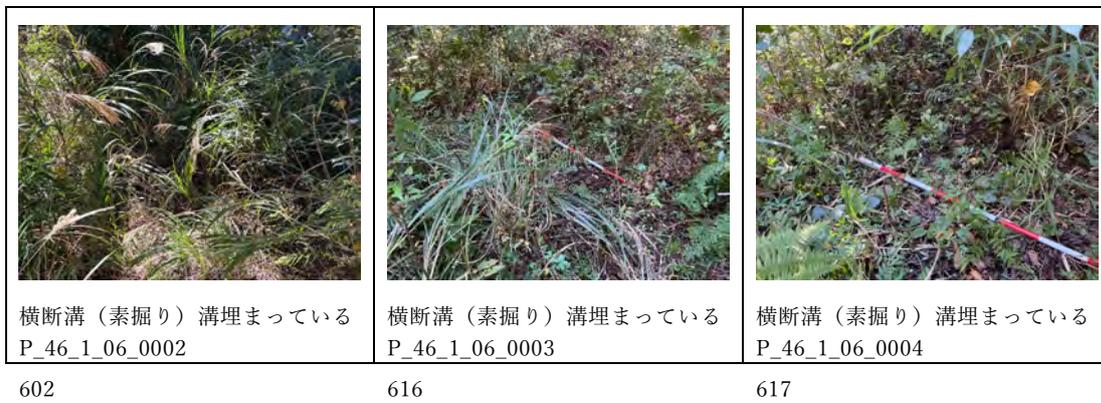


図 2.1-317 排水施設の設置状況

(6) 鹿-作-07

鹿-作-07 は 2017 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 5 年が経過している。調査延長 654m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 84% が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

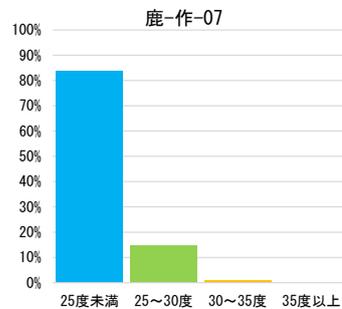


図 2.1-318 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

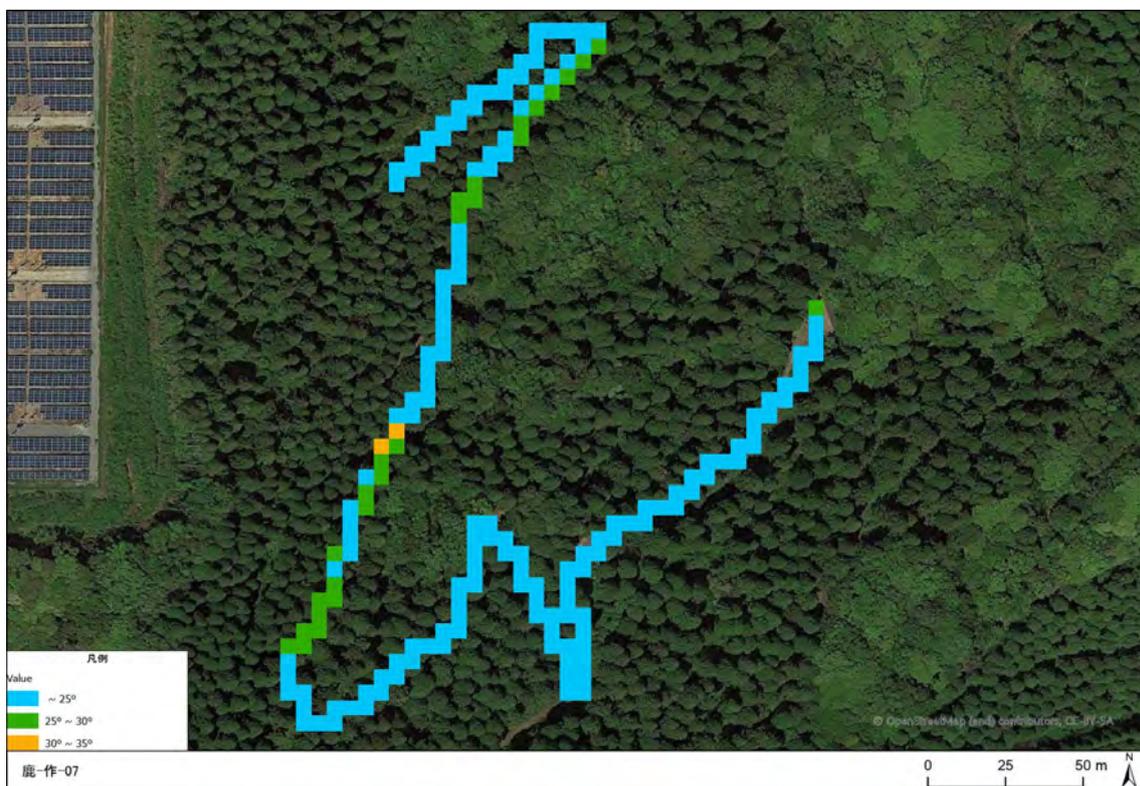


図 2.1-319 調査延長の地山傾斜

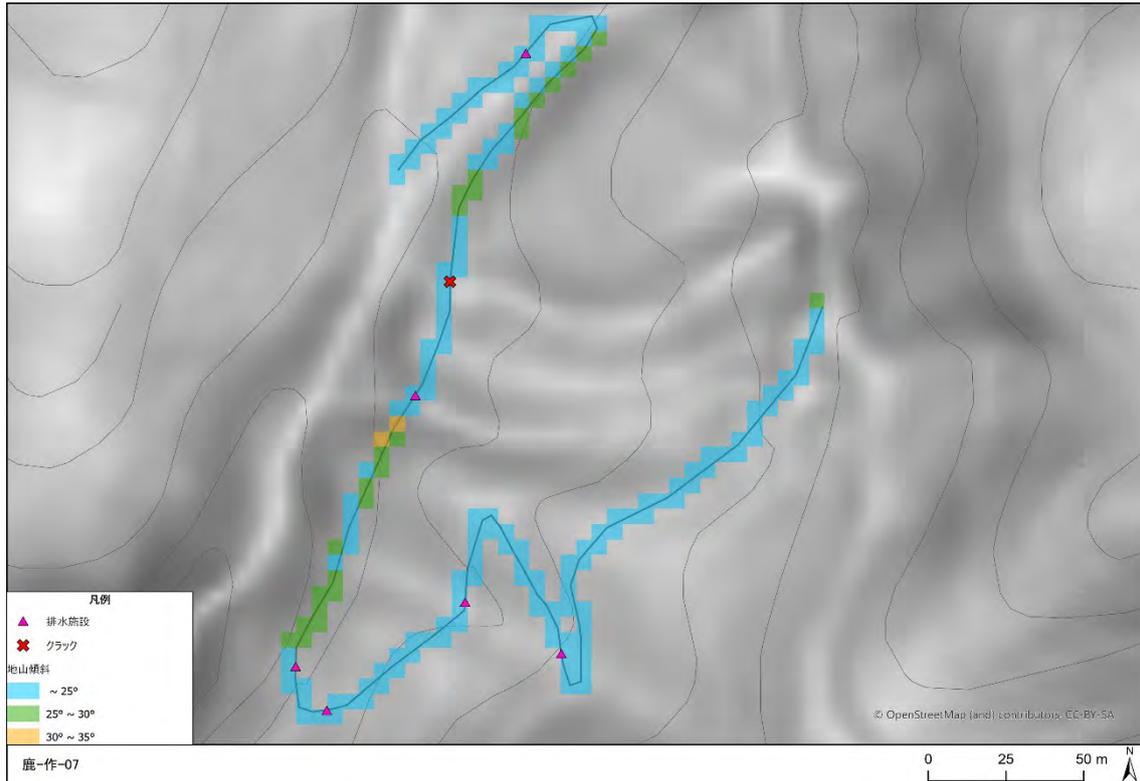


図 2.1-320 被災箇所の周辺地形



711

図 2.1-321 被災状況



図 2.1-322 排水施設の設置状況

(7) 鹿-作-10

鹿-作-10 は 2019 年に作設され、2022 年 12 月時点で作設から 3 年が経過している。調査延長 499m を踏査した。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 43% が 25～35 度であり、全体に中急傾斜である。

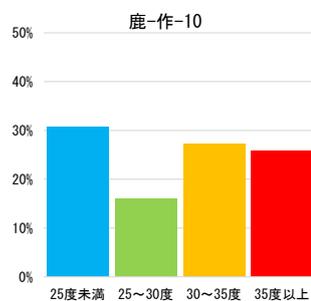


図 2.1-323 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

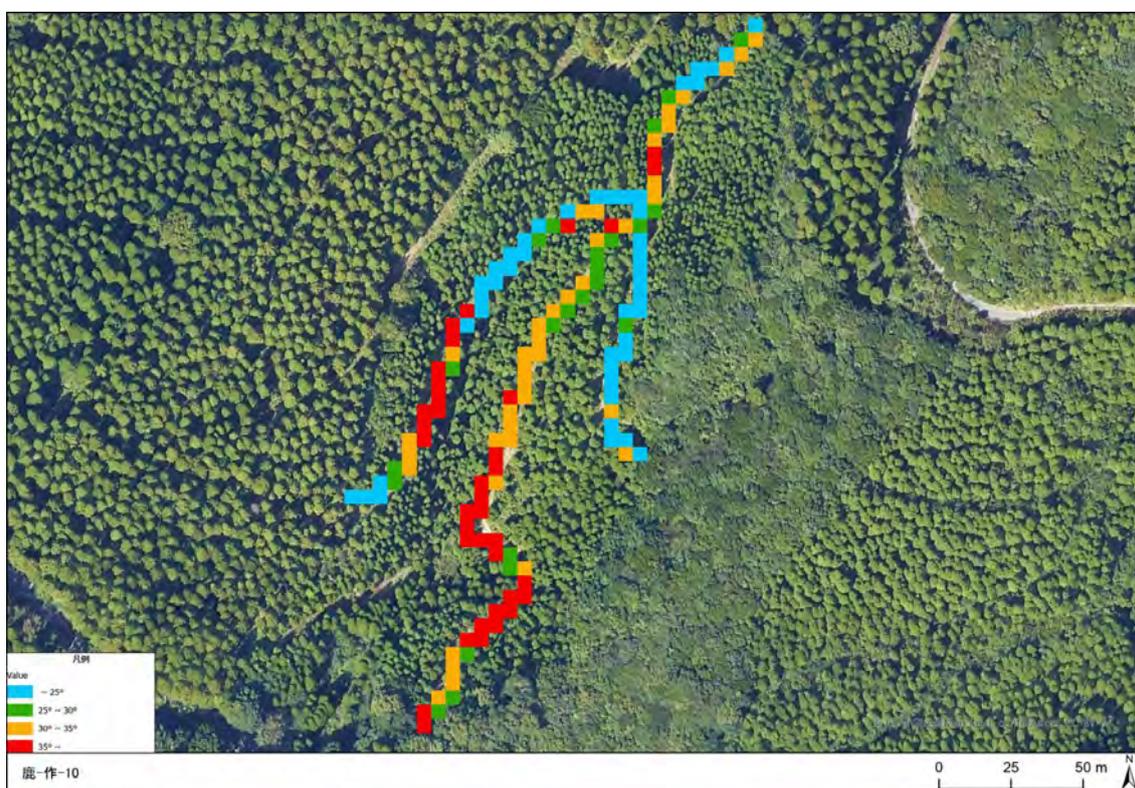


図 2.1-324 調査延長の地山傾斜

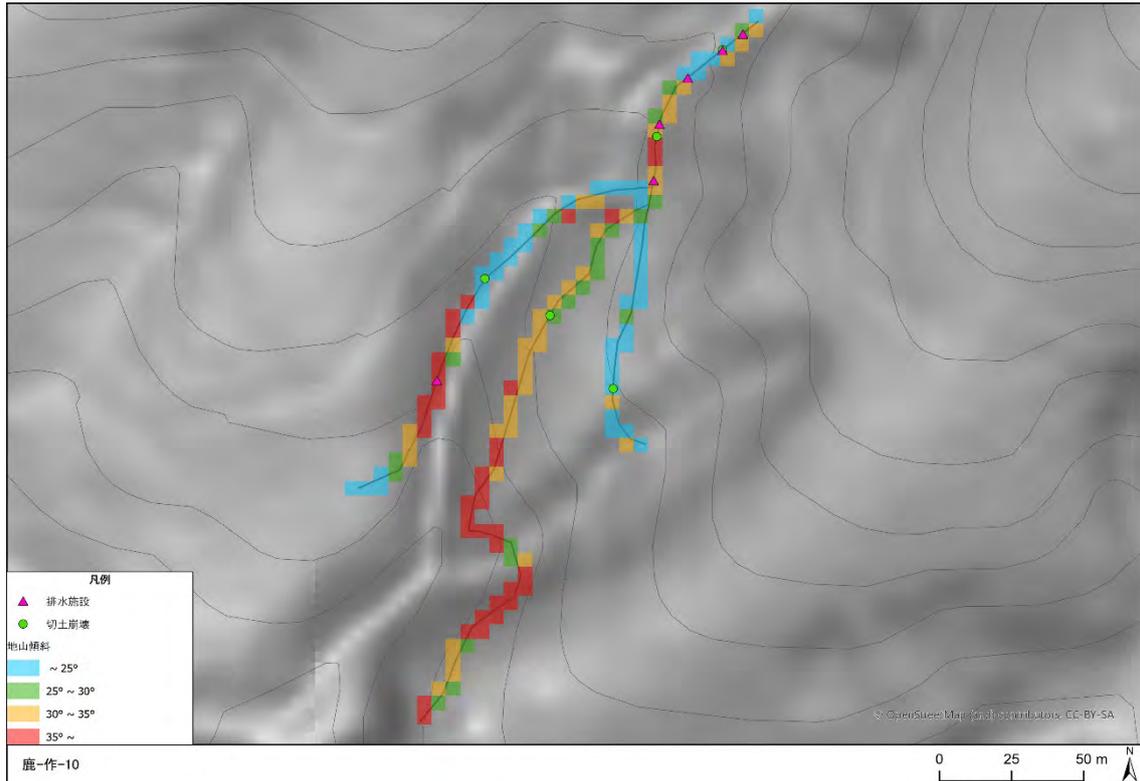


図 2.1-325 被災箇所の周辺地形

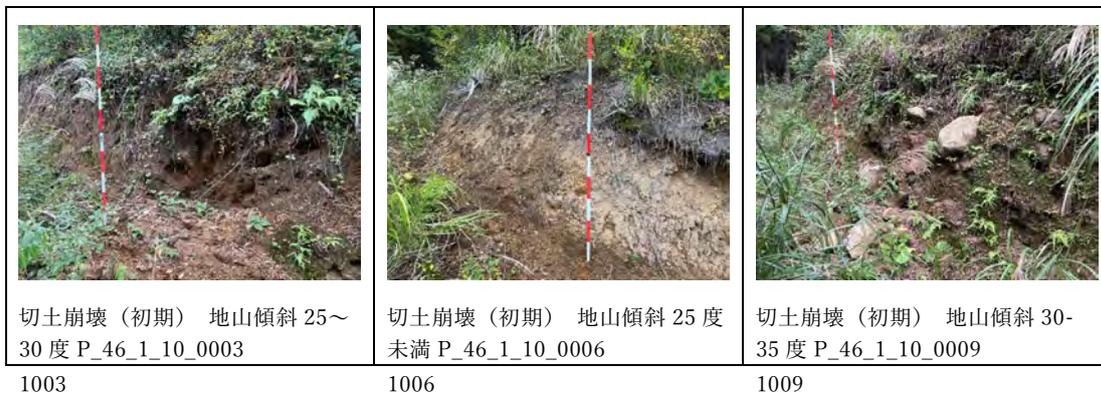


図 2.1-326 被災状況

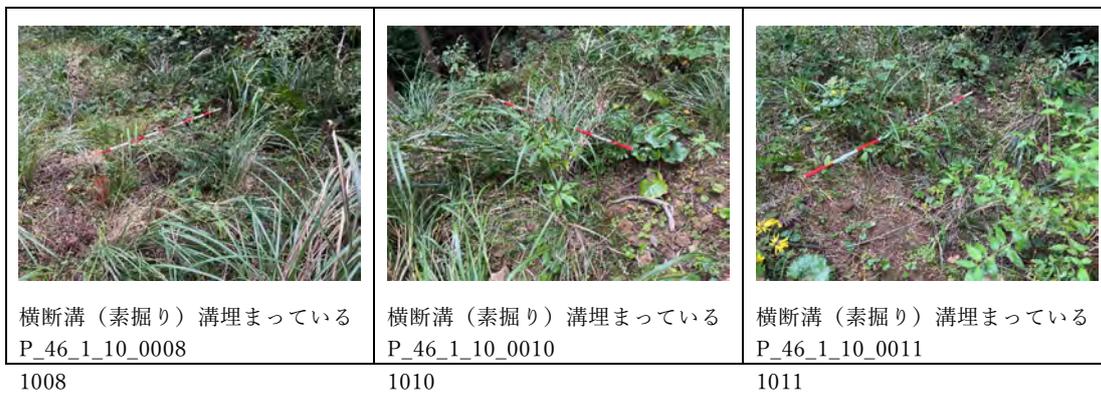


図 2.1-327 排水施設の設置状況

(8) 鹿-集-02

鹿-集-02 は 2022 年に作設されたばかりである。

調査延長は 2,139m、集材路密度は 376m/ha であった。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は 25 度未満及び 25～35 度の傾斜がそれぞれ 45%を占め、全体に緩～中急傾斜である。

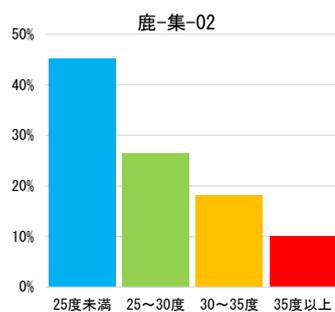


図 2.1-328 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

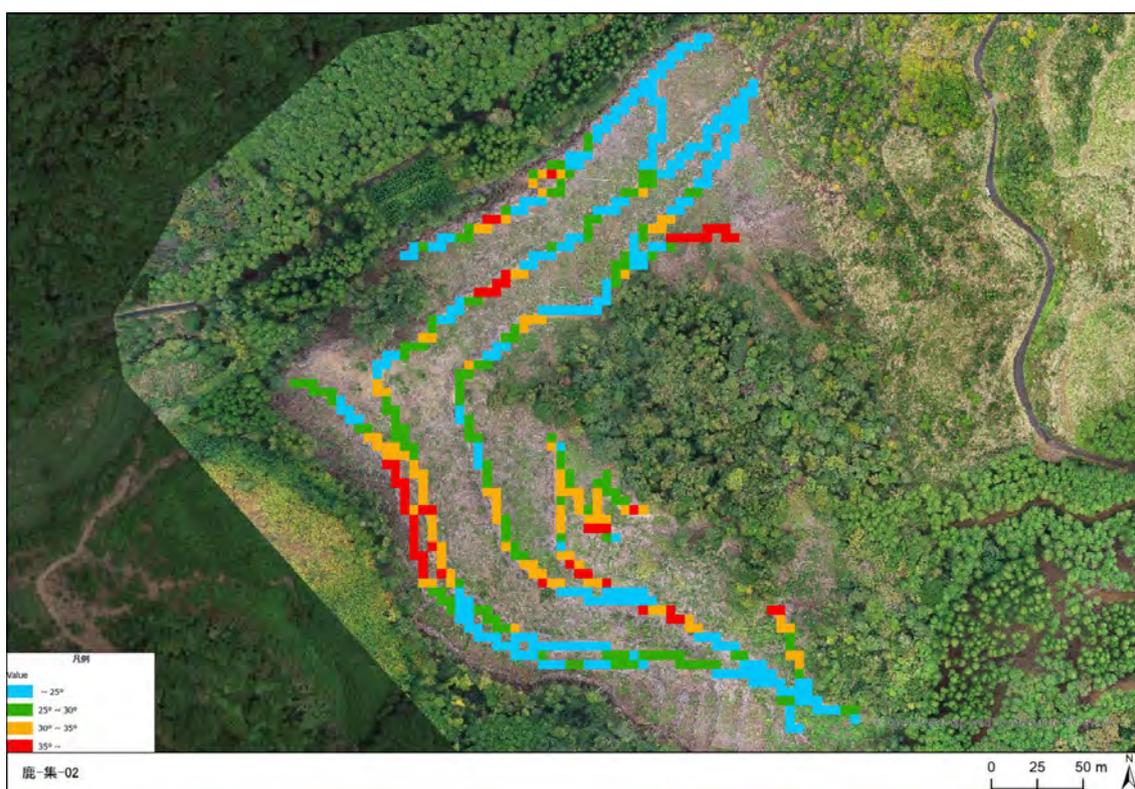


図 2.1-329 調査延長の地山傾斜

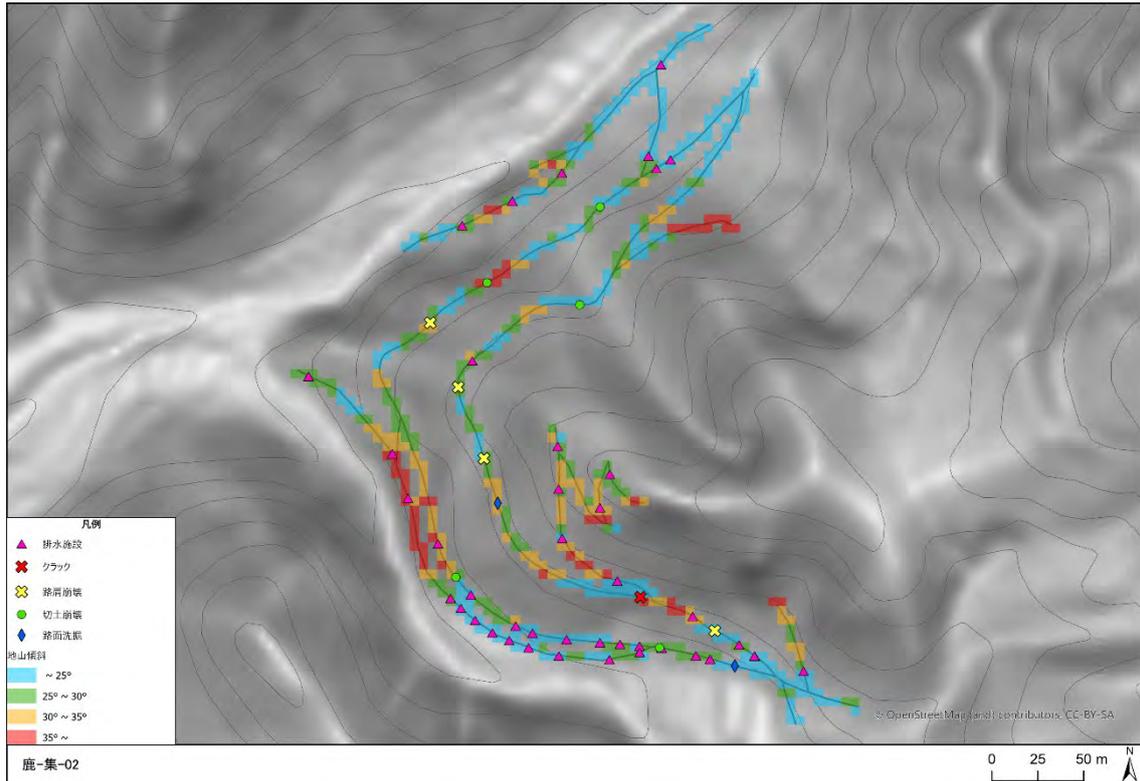


図 2.1-330 被災箇所の周辺地形



図 2.1-331 被災状況



図 2.1-332 排水施設の設置状況

(9) 鹿-集-03

鹿-集-03 は 2021 年に作設され、作設から約 1 年が経過している。調査延長は 2,862m、集材路密度は 450m/ha であった。主な地質は火成岩の安山岩である。現地調査対象区間の地山傾斜は約 67%が 25 度未満であり、全体に緩傾斜である。

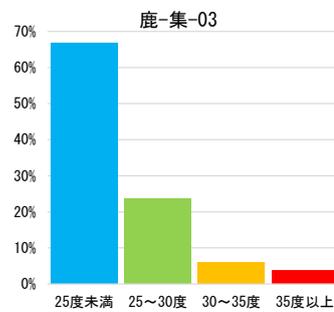


図 2.1-333 地山傾斜の頻度分布 (5mメッシュで集計)

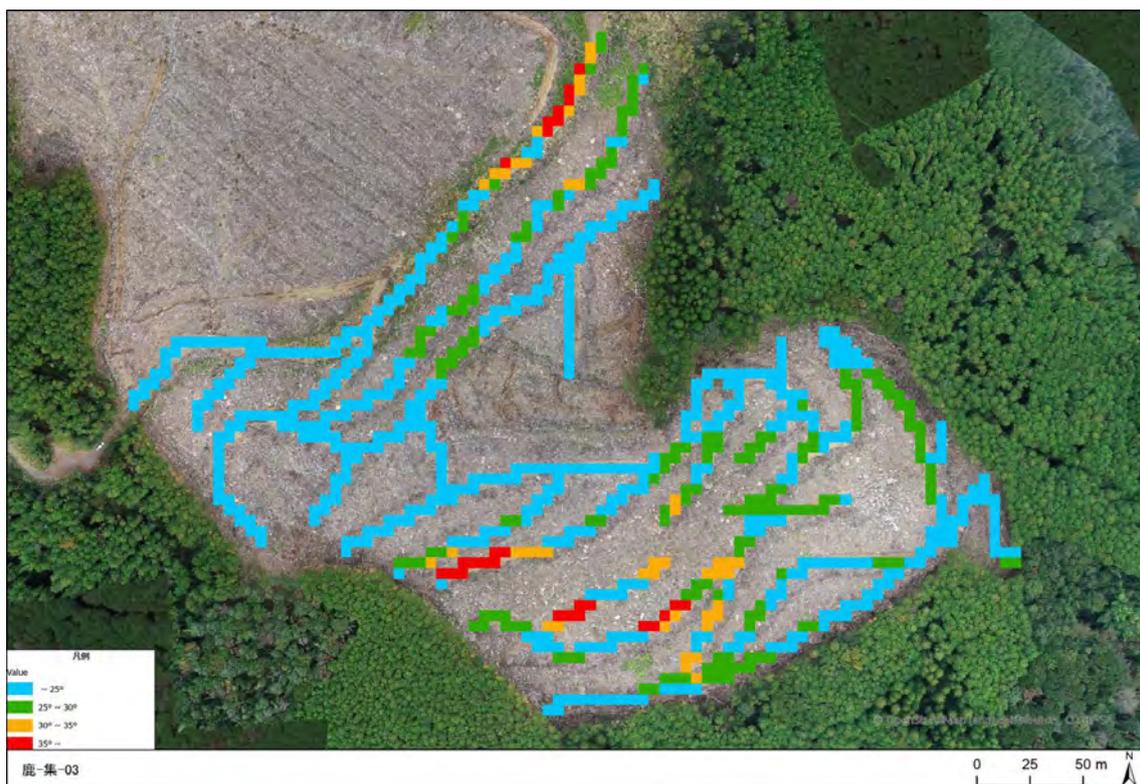


図 2.1-334 調査延長の地山傾斜

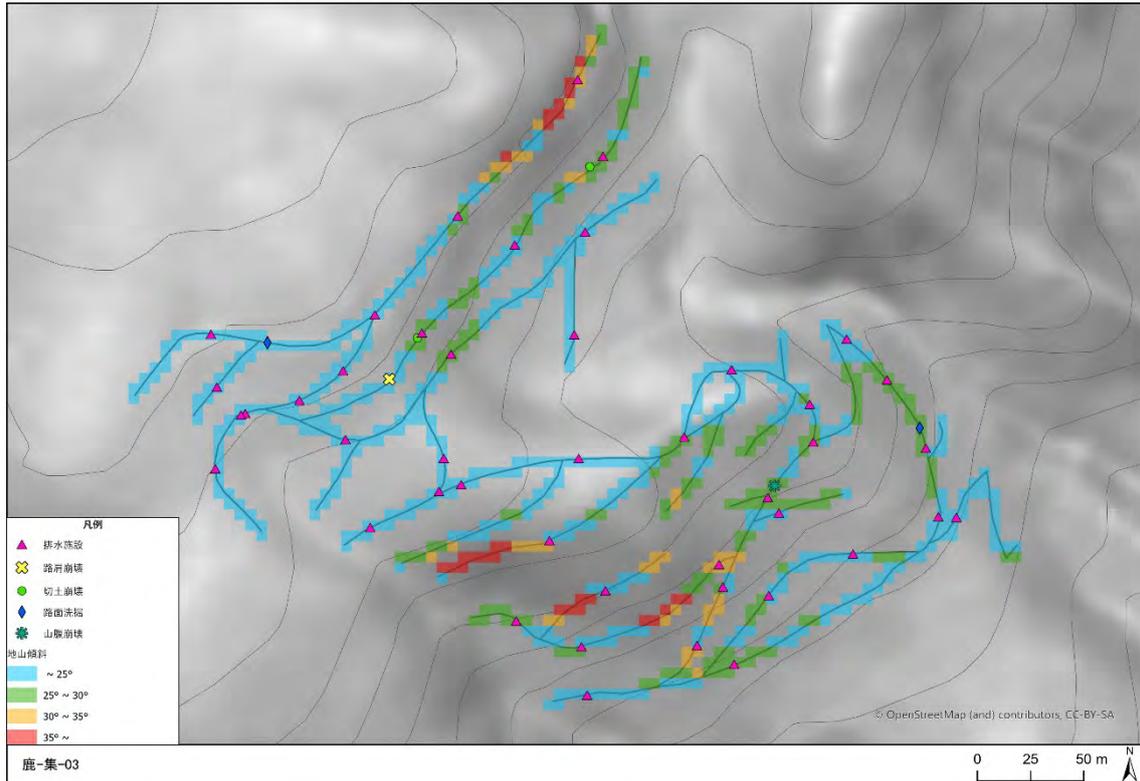


図 2.1-335 被災箇所の周辺地形

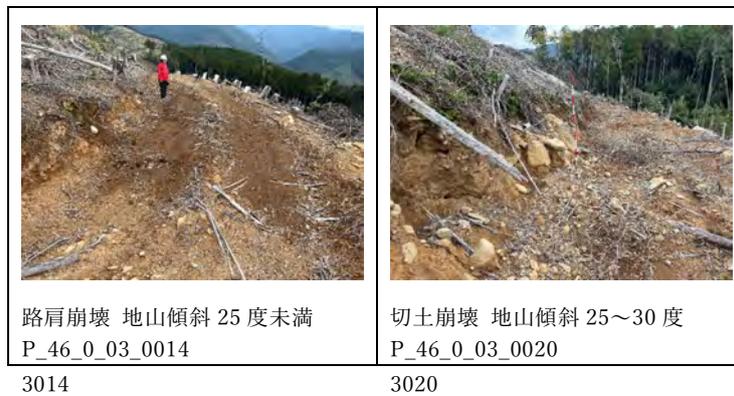


図 2.1-336 被災状況



図 2.1-337 排水施設の設置状況

2.2 分析

2.2.1 分析方法

現地調査で取得したデータと既存データ（DEM データ等）を用いて、調査路線の被災状況や排水状況の傾向について分析を行った。

分析項目に対する分析手法を表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 分析項目と分析手法

区分	分析項目	対象	分析手法
各路線 の被災 状況	被災の種類	森林作業道 集材路	現地で確認した被災箇所の位置情報をポイントデータ（SHP）に変換 被災の種類は以下の6つに区分。 クラック、路肩崩壊、路体崩壊、切土崩壊、路面洗掘、山腹崩壊
	被災箇所と被災要因 の関係性	森林作業道 集材路	被災要因となりうる項目として地質、排水施設の状況、地山傾斜などの数値グラフとの比較
基本情報	地山傾斜	森林作業道 集材路	国土地理院のDEMデータ（原則5mメッシュ、ない場合は10mメッシュ）を用い、ArcGISにて傾斜角を算出し、調査延長のラインデータ上のメッシュを抽出した。
	縦断勾配	森林作業道 集材路	森林作業道はスラントでの実測箇所の整理、集材路はUAV撮影データから分析
	集材路密度	集材路のみ	UAV撮影データから伐区面積と調査延長を加工して計算
排水状況	横断溝の設置間隔、 設置数	森林作業道 集材路	現地記録及び撮影した写真からの判定
	横断溝の種類、形状、 排水先の処理	森林作業道 集材路	現地記録及び撮影した写真からの判定
	波形線形、外カーブ の排水、洗い越しなど、 横断溝以外の既存技術の適用状況	森林作業道 集材路	現地記録及び撮影した写真からの判定
	滞水発生箇所、湧水 箇所	森林作業道 集材路	現地記録及び撮影した写真からの判定
		集材路のみ	ArcGIS（ESRI社）の水文解析ツール

また、ガイドライン等への事例の追加などを想定し、現地の写真データから、以下に該当する事例を抽出・整理した。

- ・ 路面の枝条敷設等の事例や留意事項
- ・ 排水施設の形状の事例
- ・ 溪流沿い等に作設する場合の危険性、留意事項を示す事例
- ・ 排水施設によって水が集まることで崩れている事例、留意事項
- ・ 横断溝の土盛り設置の事例
- ・ 破砕帯を横切る際の排水対策の優良事例

2.2.2 分析結果（森林作業道・集材路）

1) 被災状況

(1) 被災の種類と発生箇所数

全 64 路線の路線ごとの被災箇所数について、クラック、路肩崩壊、路体崩壊、切土崩壊、路面洗掘、山腹崩壊の 6 つの区分で整理した。

切土崩壊には、崩落まで至っていない初期段階の崩れも含めている。また、路体崩壊には、調査時点で修復済の箇所も含めている。

都道府県別に、森林作業道及び集材路別の被災箇所数と割合を図 2.2-1 に整理した。岐阜県と鳥取県の森林作業道では、路肩崩壊や路体崩壊などの盛土の被災箇所の比率が高い傾向がみられた。これら 2 県については、土質が真砂土の路線が含まれていたことが影響している可能性も考えられる。

また、全路線の被災箇所数を整理したところ、森林作業道では路面洗掘（35%）、切土崩壊（初期）（25%）の順に多くなっていた。集材路では切土崩壊（初期）（33%）、路面洗掘（32%）の順に多くなっていた。（図 2.2-2）。

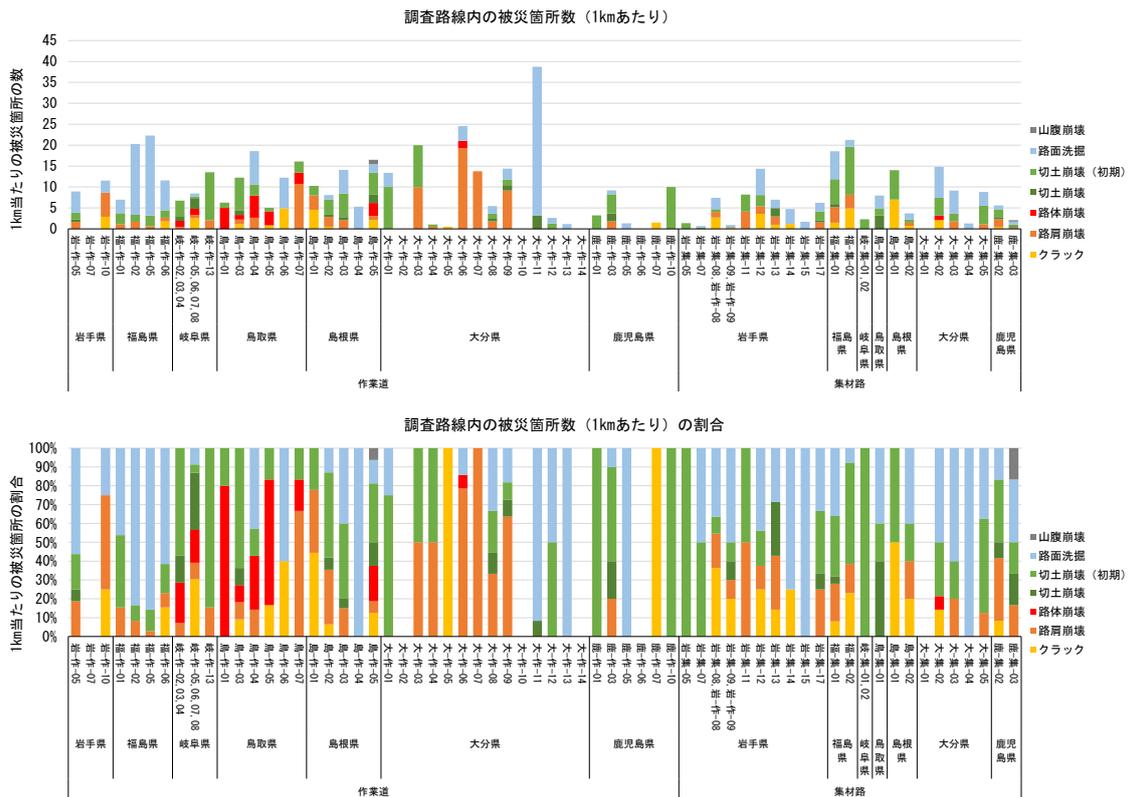


図 2.2-1 調査路線内の被災箇所（上段：箇所数／下段：割合）

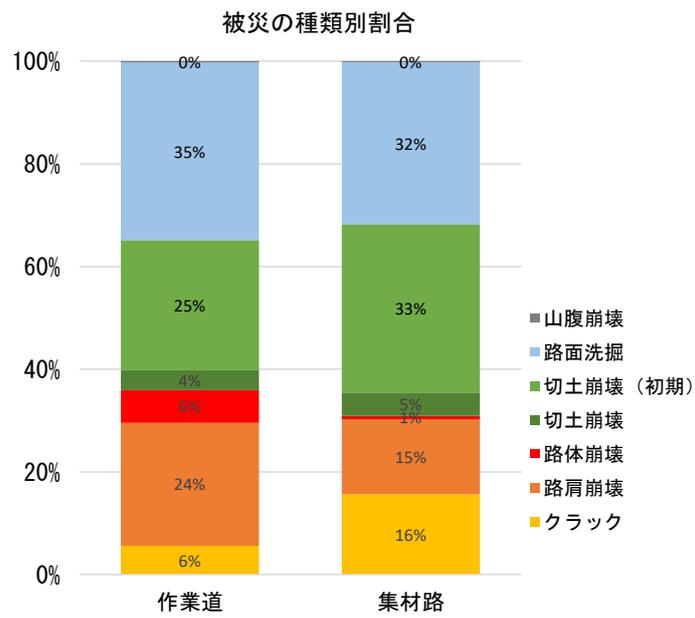


図 2.2-2 被災の種類別の割合

(2) 被災箇所の地山傾斜

被災箇所の地山傾斜と、調査路線全体の地山傾斜を比較した（図 2.2-3）。

クラック、路肩崩壊、路体崩壊及び切土崩壊の発生箇所の地山傾斜をみると、約 30～40%が 35 度以上の急傾斜で発生している。全路線の地山傾斜の比率では 35 度以上の急傾斜箇所は約 15%程度であることと比較すると、盛土や切土の被災箇所の地山傾斜は全体に高い傾向がみられる。

一方で、路面洗掘の傾斜区分の比率は、全路線の比率と同程度の構成であることから、路面洗掘は地山傾斜に関係なく発生していると考えられる。

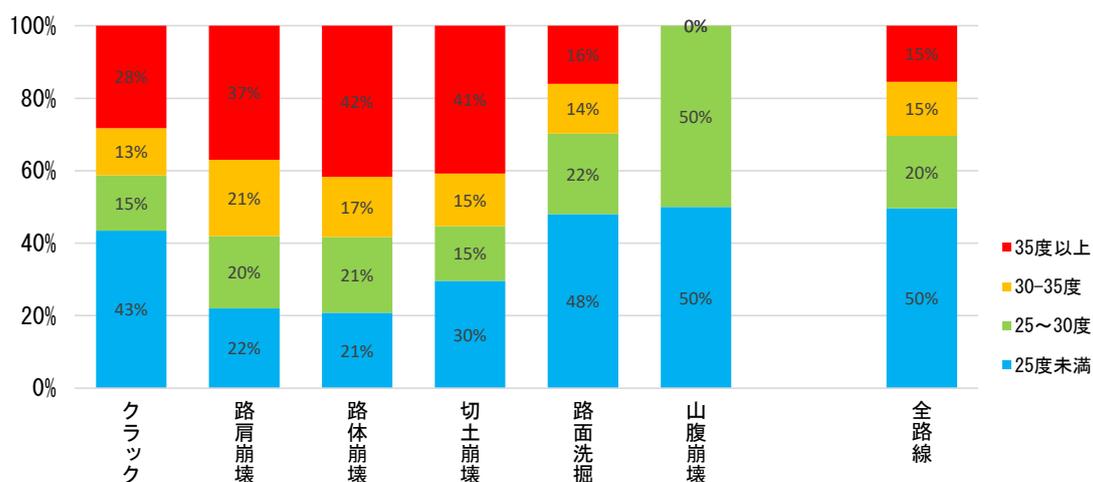


図 2.2-3 被災箇所と全路線の地山傾斜の比較

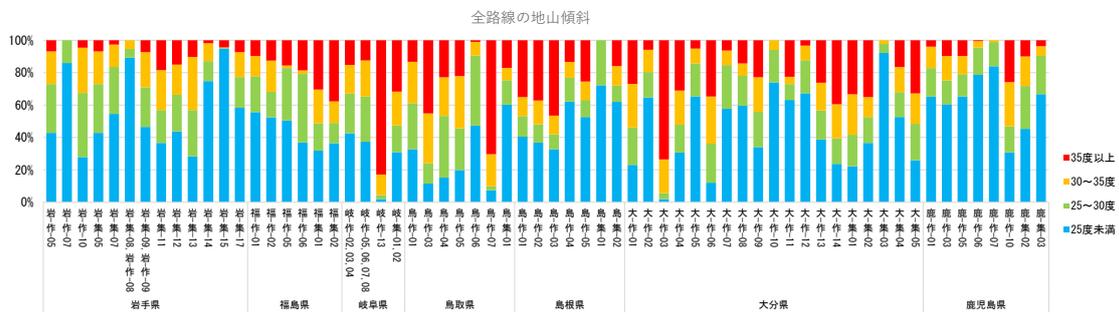
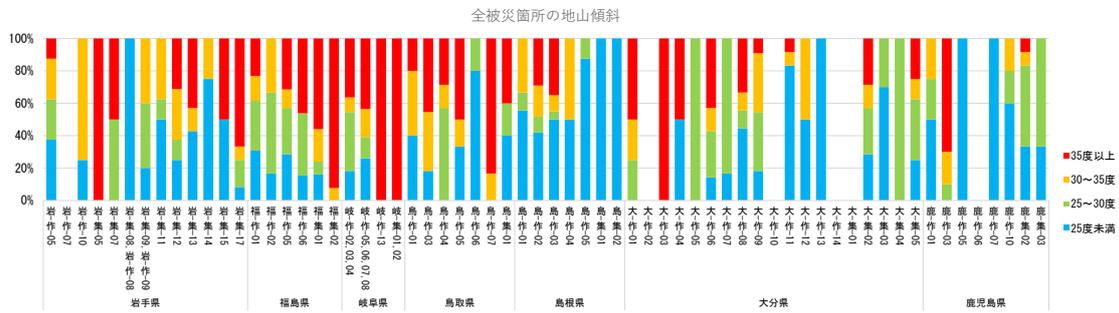
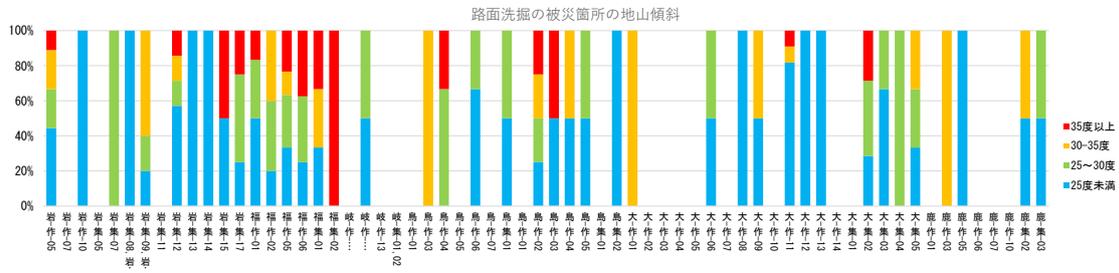
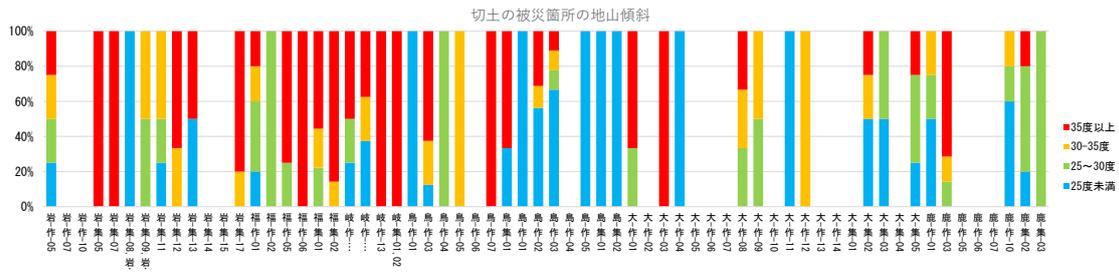
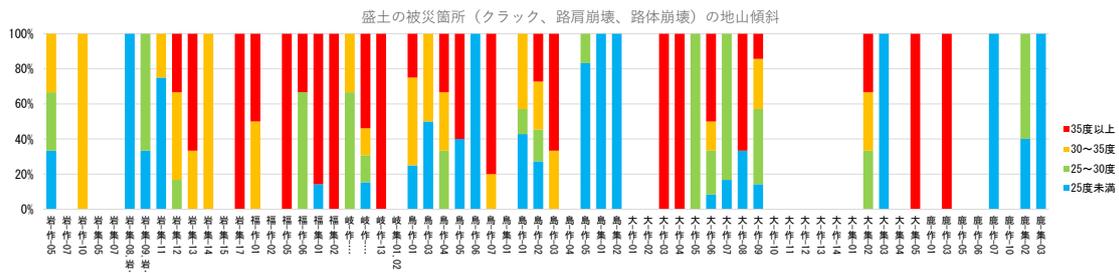


図 2.2-4 被災箇所と路線全体の地山傾斜の比較

(3) クラック、路肩崩壊、路体崩壊箇所と排水状況

延長1km当たりの、クラック、路肩崩壊、路体崩壊の数、横断溝の設置数、横断溝の土砂堆積状況、滞水発生箇所数(排水不備)を路線ごとに整理した(図2.2-5)。今回の調査結果からはこれらの直接的な関係性は見られなかった。

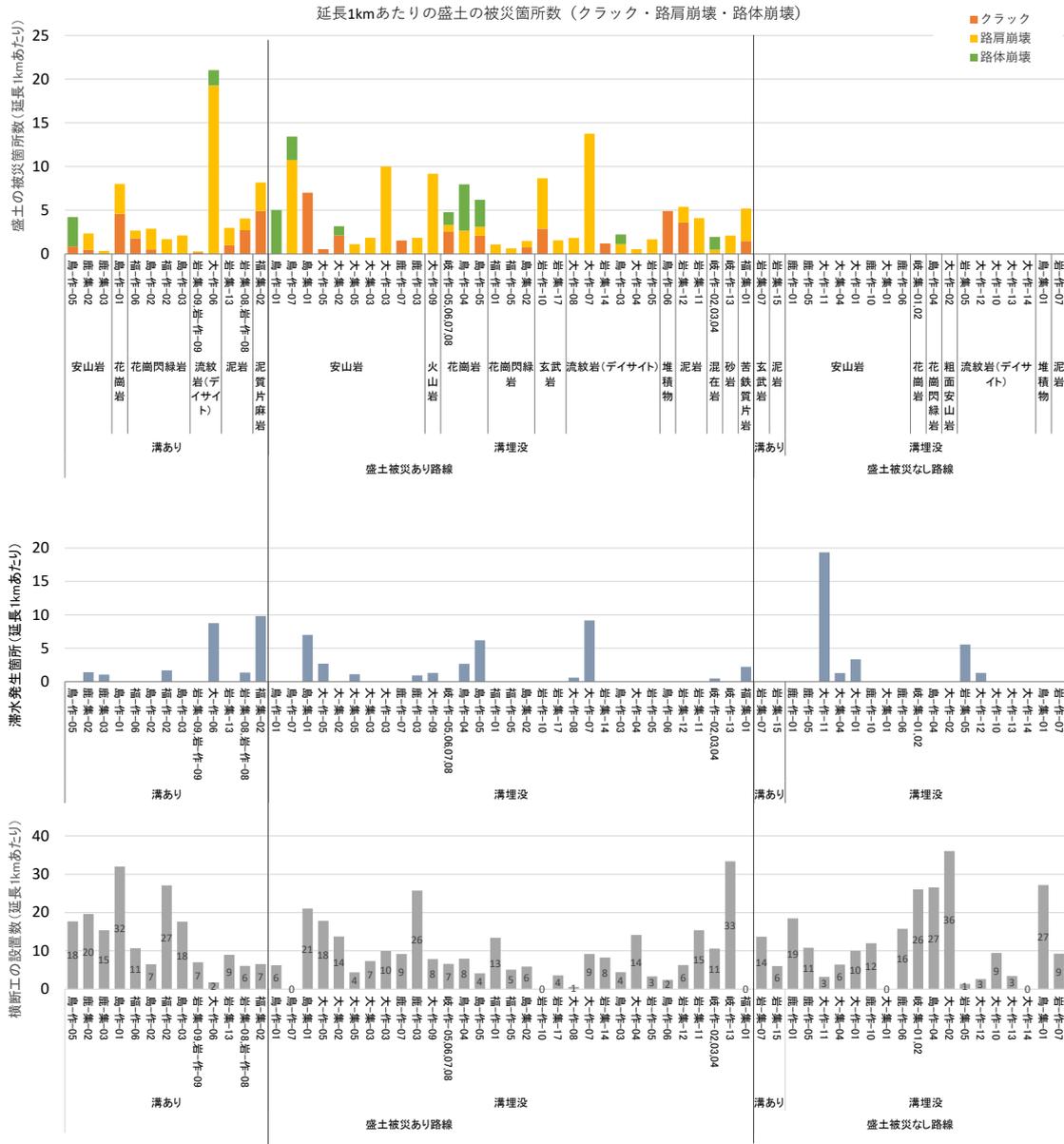


図 2.2-5 被災箇所と滞水状況・横断溝設置状況との関係

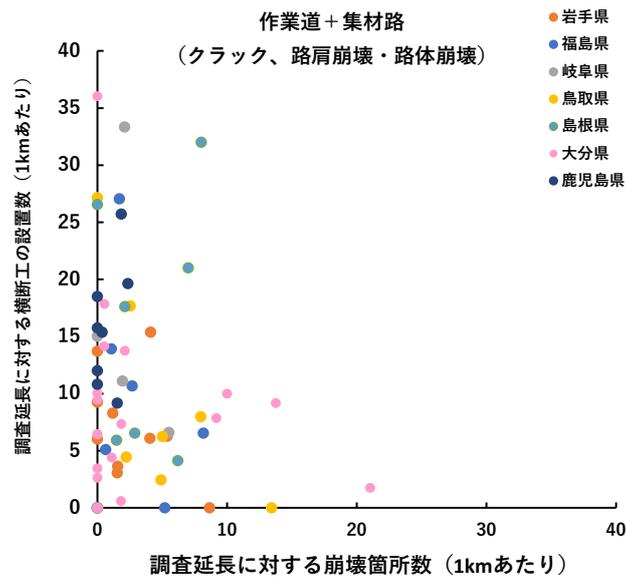


図 2.2-6 盛土被災箇所数と排水施設数との関係



大・作-06 P_44_1_06_0021 621

図 2.2-7 盛土側の滞水状況

クラック、路肩崩壊、路体崩壊と、直近の排水施設との距離を整理した結果、1～273mの範囲であり、直接的な関係性は見られなかった。

横断溝の流末から路肩崩壊が発生していた箇所が12路線・25箇所を確認された。流末からの路肩崩壊発生の一部では、外カーブからの排水が流れ込んでいるケースが2箇所確認されたが（図 2.2-10 上段）、車両の通行量、土質（真砂土等）、盛土外側の経年的な沈下など、外カーブ排水不良以外の要因も関係している可能性がある。

また、横断溝（素掘り）設置箇所でクラックが発生しているケースも1箇所確認された（図 2.2-10 下段）。切土側が常に湿っており、破碎帯からの水が常に表層や路体下を流れることでクラック発生に至った可能性が想定されるが、この他にも、土質（真砂土等）、転圧不足などの要因も関係している可能性がある。

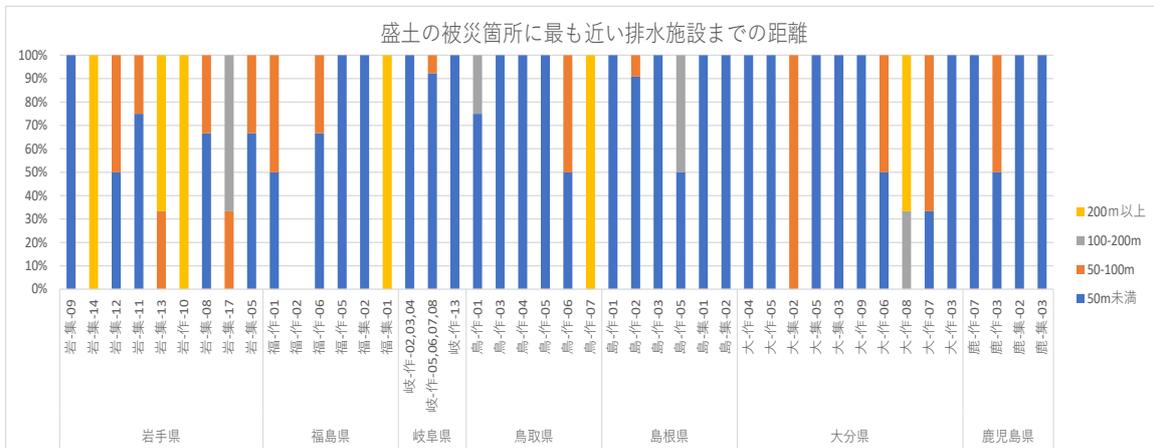


図 2.2-8 被災箇所にもっとも近い排水施設までの距離



横断溝の流末から路肩が崩壊



横断溝の流末から路肩が崩壊

図 2.2-9 横断溝の流末における路肩崩壊



外カーブからの排水が路肩に流れこんでいる



外カーブからの排水が路肩に流れこんでいる



排水箇所直近でクラックが発生

図 2.2-10 被災箇所（排水不良が要因の一部となっている可能性あり）

今回の調査では、一概に横断溝等の排水施設を設置すればクラック等や滞水の発生を防止できるわけではないという結果となった。一方で、適切に設置された横断溝にこれらの防止効果があることは明らかであることから、破碎帯等の地形、地質・土質等及び被災時の降雨状況等といった自然的要因や、横断溝の設置位置、その他人為的要因との関係を整理することで、地域に合った適切な排水施設の設置方法が明らかになると考えられる。

(4) 切土崩壊と土質・地山傾斜

解析対象とした全 64 路線のうち、1.5m 以上の切土が確認されたのが 44 路線、確認されなかったのが 20 路線だった。

切土崩壊が発生した箇所の地山傾斜は、全体の 4 割程度が 35 度以上となっていた。路線全体では地山傾斜が 35 度以上となっている箇所は 1 割強であることから、切土崩壊は 35 度以上の箇所で発生しやすいことが示唆された。

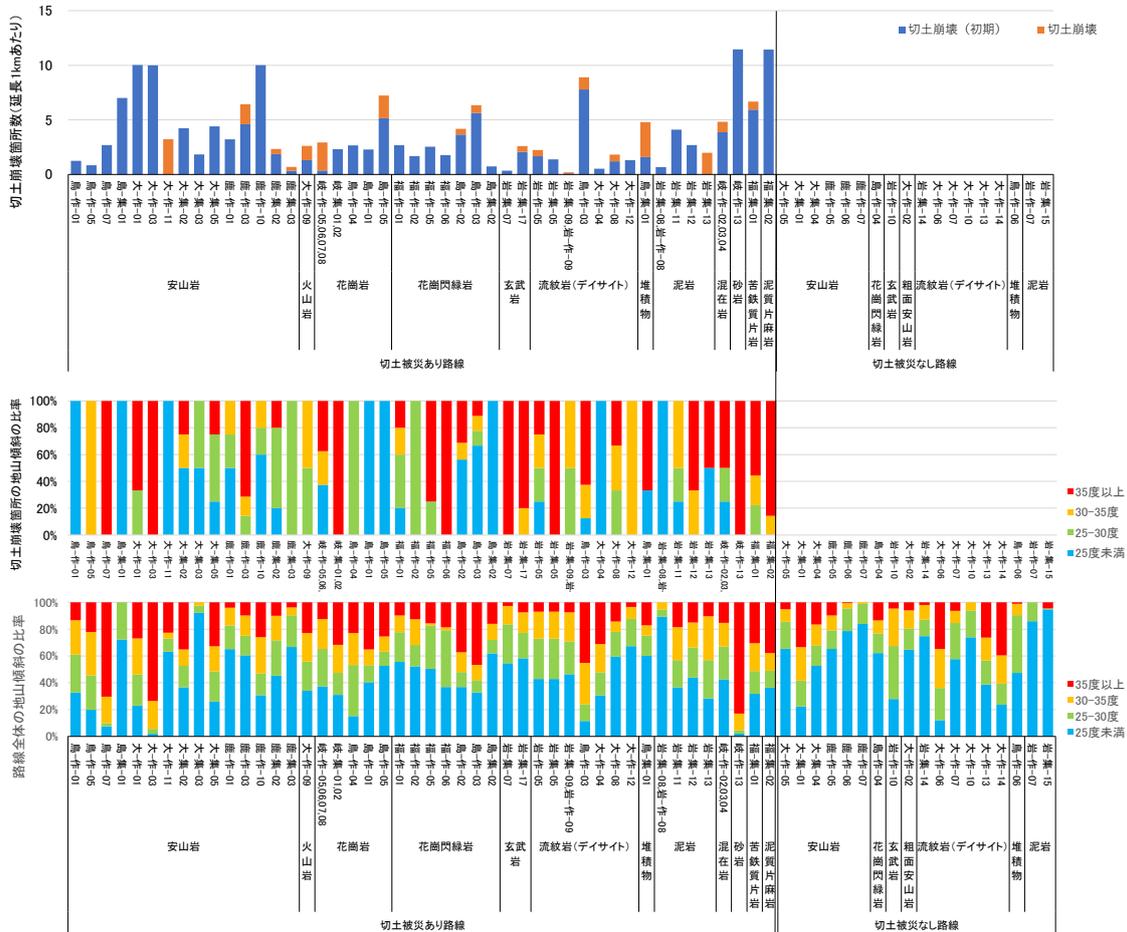


図 2.2-11 切土崩壊箇所の地山傾斜と路線全体の地山傾斜の比較①

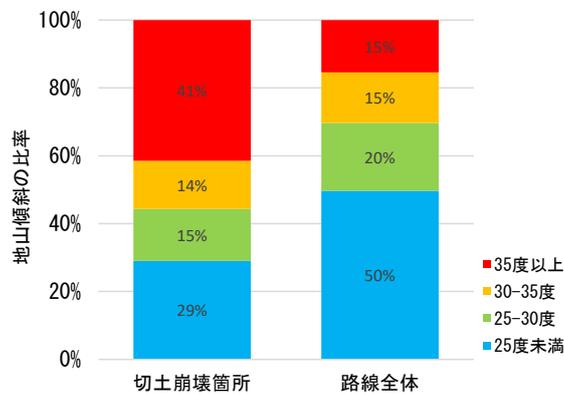


図 2.2-12 切土崩壊箇所の地山傾斜と路線全体の地山傾斜の比較②

(5) 路面洗掘箇所と地質や横断溝の設置状況

各路線の路面洗掘の発生箇所と、各路線の主な地質、横断溝の設置状況（設置数、路面洗掘箇所に最も近い排水施設までの距離）との間には、明確な傾向はみられなかった。

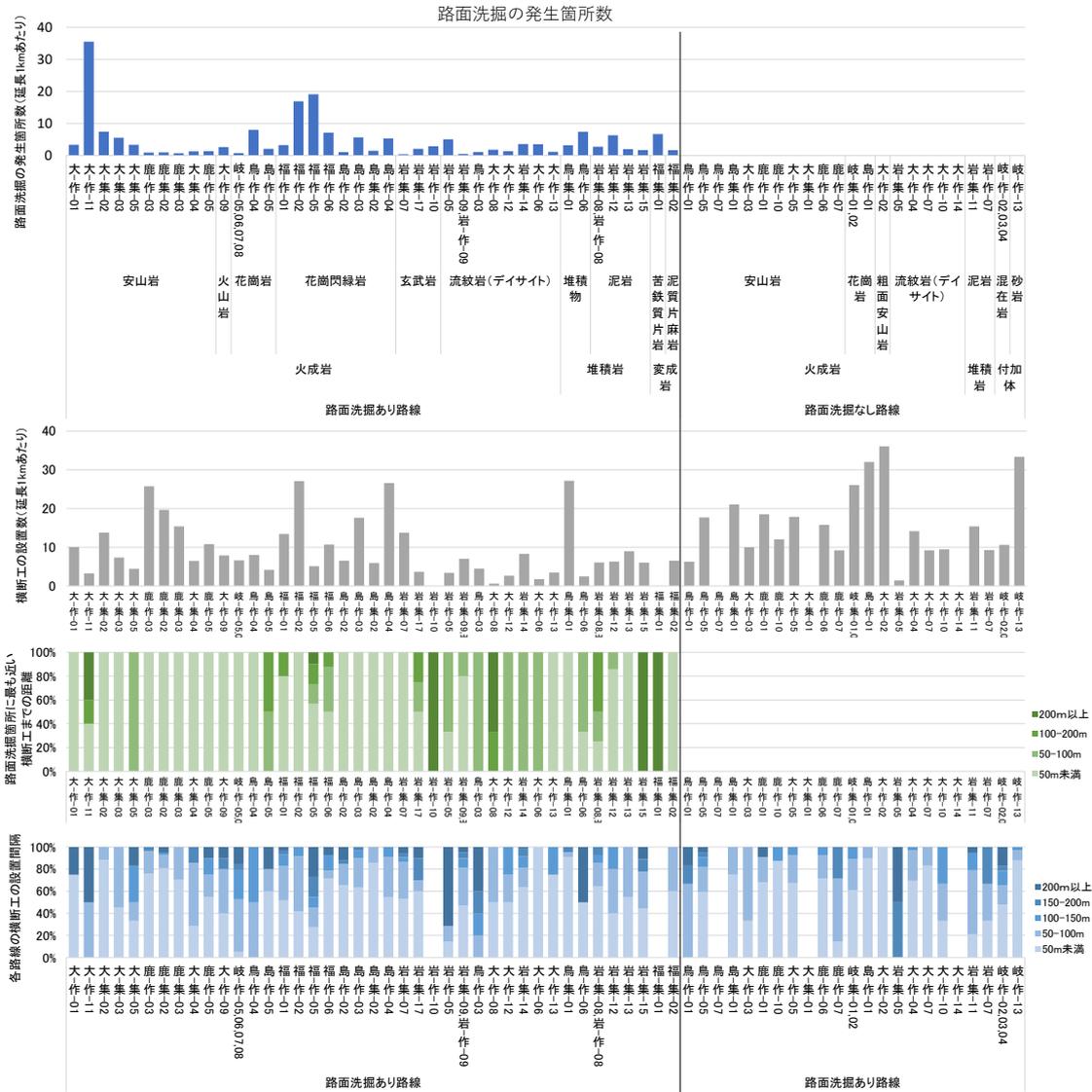
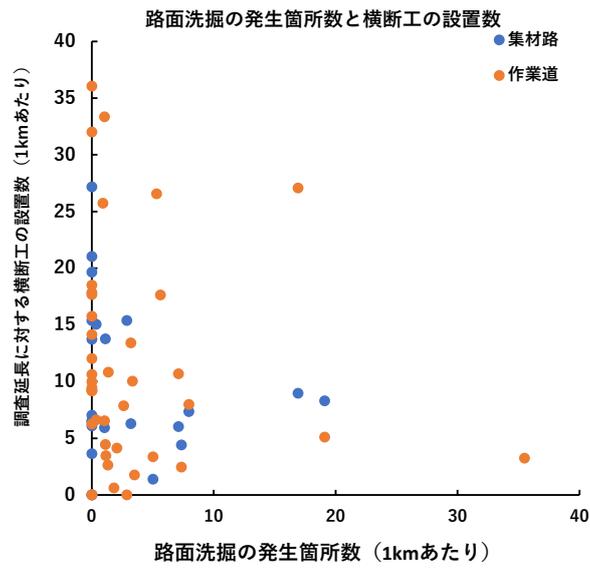


図 2.2-13 路面洗掘箇所と地質や横断溝の設置状況との関係



(6) 路面洗掘箇所の縦断勾配

森林作業道作設指針では、縦断勾配の目安として、「①基本的には概ね10°（18%）以下、②土地の制約等から必要な場合は短区間に限り概ね14°（25%）」程度としている。そこで、全64路線のうち29路線において路面洗掘箇所の縦断勾配を現地測定した結果を図2.2-15及び表2.2-2に示す。

森林作業道の路面洗掘発生箇所は、縦断勾配10°未満が10箇所、10°以上・14°未満が24箇所、14°以上が22箇所であった。集材路の路面洗掘箇所は、10°未満が3箇所、10°以上・14°未満が20箇所、14°以上が26箇所となっていた。なお、土質が真砂土の場合は4°以上で路面洗掘が発生しやすくなるとされているが、今回の測定箇所10°未満の洗掘箇所に4°未満は含まれず、全て4°以上となっていた。

森林作業道・集材路のいずれも路面洗掘箇所の約8割が縦断勾配10°以上で発生しており、さらに縦断勾配14°以上の洗掘箇所が全体の4～5割を占めていた。

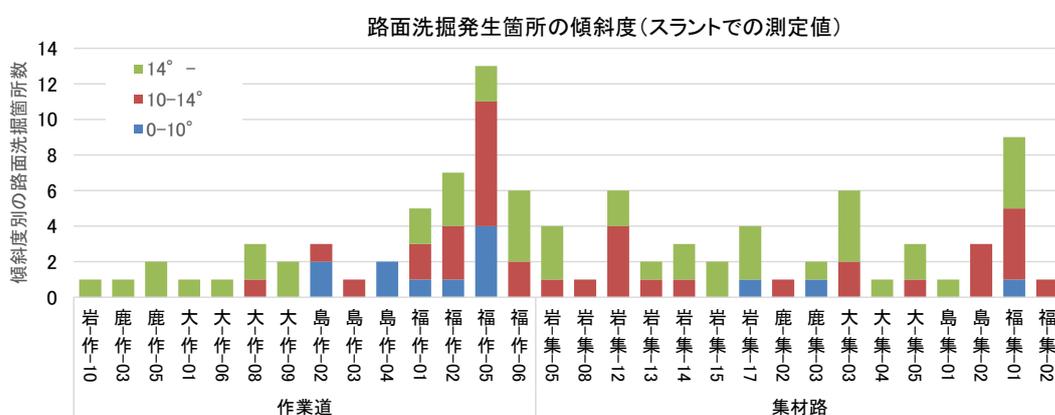


図 2.2-15 各路線の路面洗掘発生箇所数（縦断勾配別）

表 2.2-2 縦断勾配別の路面洗掘発生箇所数

縦断勾配別	森林作業道		集材路	
	箇所数	比率	箇所数	比率
10° 未満（勾配 18%未満）	10	21%	3	6%
10° 以上 14° 未満（勾配 18～25%）	17	35%	20	41%
14° 以上（勾配 25%以上）	21	44%	26	53%



10° 未満(6°)
P_46_0_03_0004



10° 以上 14° 未満 (10°)
P_07_1_05_0016



14° 以上(21°)
P_07_1_06_0010

図 2.2-16 路面洗掘の発生状況（カッコ内はスラント測定値）

3) 排水状況

(1) 排水施設の種類

今回の調査路線で設置されていた排水施設は、横断溝（素掘り、丸太、ゴム板）、管渠、側溝、洗い越し、窪地通過箇所の路面保護が確認された。また、全体の約 93%を素掘り横断溝が占めていた。

窪地通過箇所の路面保護は、9 路線で、丸太埋設（13 箇所）と舗装（1 箇所）の計 14 箇所が確認された。

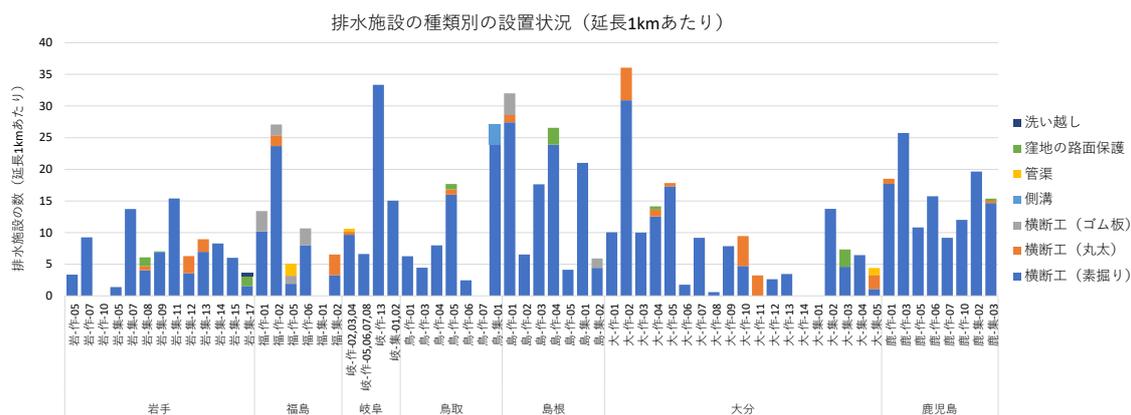


図 2.2-18 排水施設の種類別の設置状況（延長 1kmあたりに換算）

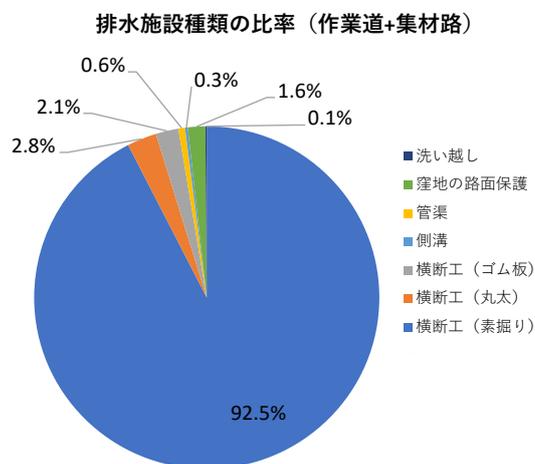


図 2.2-19 排水施設種類の比率（森林作業道+集材路）

(2) 排水施設の設置数と設置間隔

調査対象とした 64 路線の排水施設の設置数（1km あたり）は 0～36 箇所/km の範囲であった。

排水施設の設置間隔別の頻度を集計した結果（図 2.2-20、図 2.2-21）、路線によって設置間隔は異なっているものの、0～50m 程度の間隔で設置している路線が多かった。

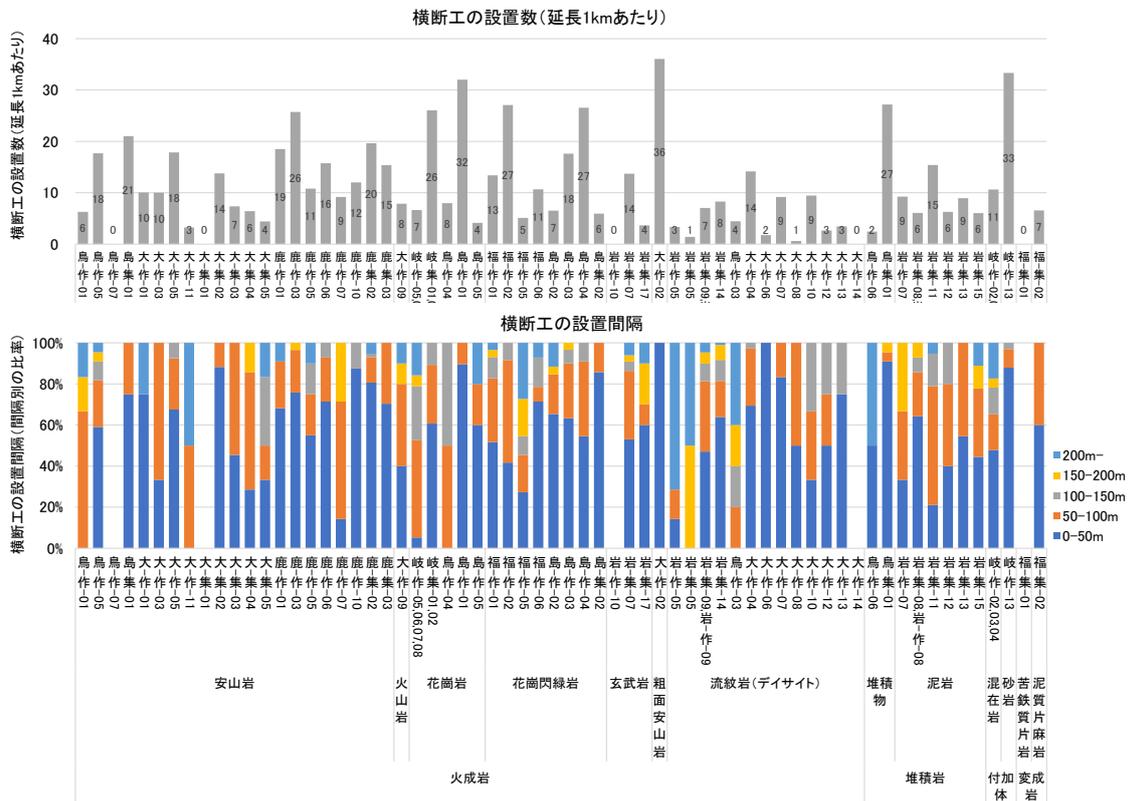


図 2.2-20 横断溝の設置数と設置間隔

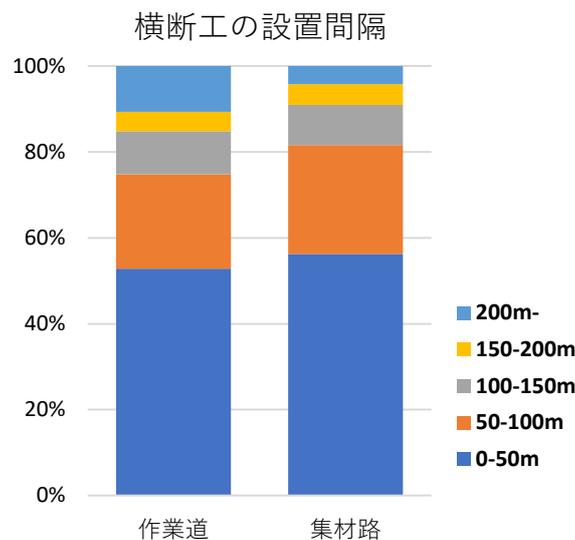


図 2.2-21 横断溝の設置間隔の比較（森林作業道と集材路）

(3) 排水施設の土砂の堆積状況

排水施設のうち、横断溝（素掘り、丸太、ゴム板）が設置されている 59 路線について、全 796 か所の横断溝の土砂の堆積状況と各路線の地山傾斜を整理した。土砂堆積の要因を推定するため、作設後の経過年数と地質で区分して並び替えた結果を図 2.2-22 及び図 2.2-23 に示す。なお、集材路の UAV 画像から判別した横断溝については堆積状況を未判定とした。

溝の部分が土砂で埋まっている排水施設は作業道で 83%、集材路で 31%が 54%確認された（表 2.2-3）。

作設後の経過年数が多い路線で、土砂で埋まっている横断溝が多い傾向がみられた。特に作設後 4 年以上経過した路線では、横断溝の 60～100%で土砂堆積が確認されている。

地質ごとの区分結果をみると、真砂土を供給する花崗岩・花崗閃緑岩が分布する路線で土砂堆積が特に多い傾向は確認できていない。

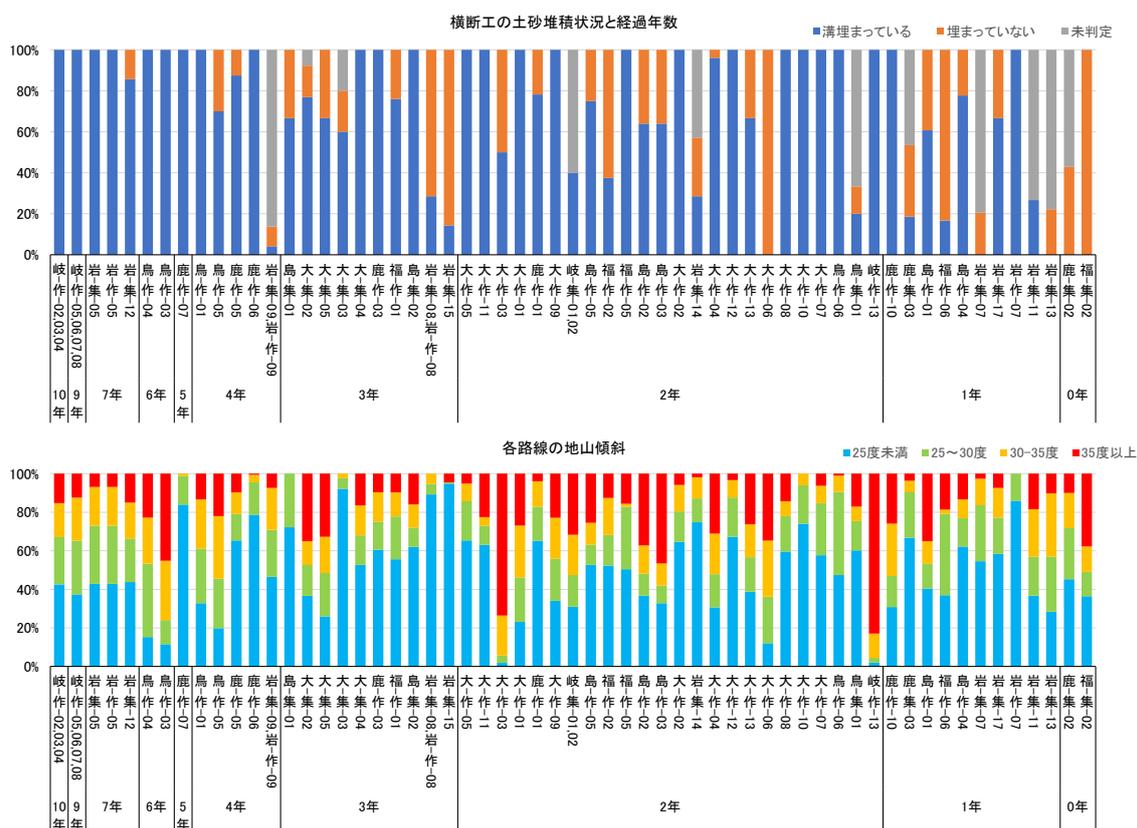


図 2.2-22 横断溝の土砂堆積状況と作設後経過年数

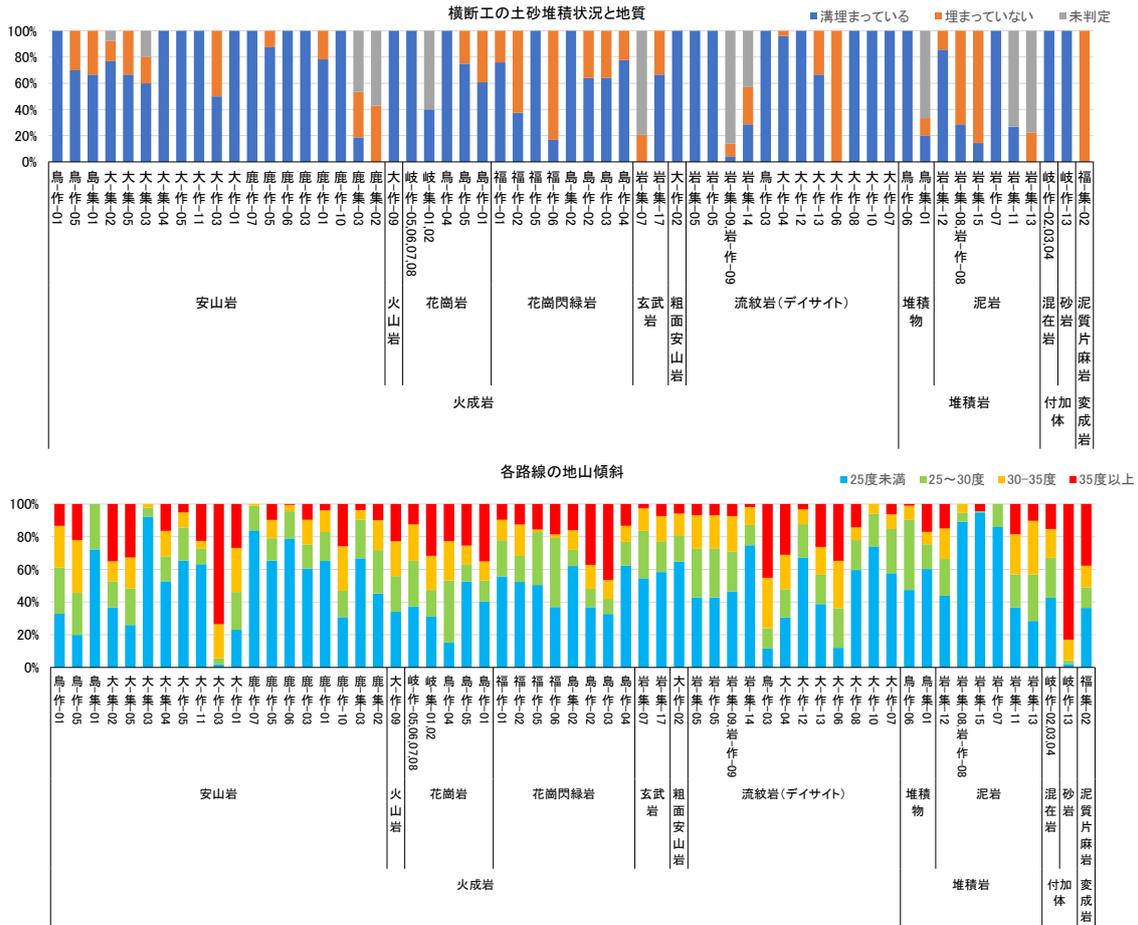


図 2.2-23 横断溝の土砂堆積状況と地質

表 2.2-3 横断溝の土砂堆積状況

横断溝の溝の埋没状況	森林作業道		集材路	
	箇所数	比率	箇所数	比率
溝埋まっている	361	83%	110	31%
埋まっていない	75	17%	76	21%
未判定 (UAV 画像読み取りのため)	-	-	174	48%



図 2.2-24 横断溝の土砂堆積状況

(4) 排水施設の流末処理

排水施設のうち、横断溝（素掘り、丸太、ゴム板）が設置されている 59 路線について、全 796 か所の横断溝の流末処理の状況を整理した。なお、集材路の UAV 画像から判別した横断溝については堆積状況を未判定とした。

森林作業道の横断溝の流末は、大部分（約 97%）が特に処理されておらず、排水先から路肩崩壊につながっているケースが 6 箇所（全体の 1.4%）確認された。

集材路の横断溝の流末は、排水先から路肩崩壊につながっているケースが 19 箇所、盛土側に置かれた残材に排水されている箇所が 14 箇所、確認された。なお、残材への排水は流末処理として意図的に実施したものではなく、主伐後に枝などを盛土側に積み置いておくケースが多いためであった。

表 2.2-4 横断溝の流末処理の実施状況

横断溝の流末処理の状況	森林作業道		集材路	
	箇所数	比率	箇所数	比率
流末処理なし	423	97%	152	42%
流末処理なし（残材）	0	0%	14	4%
流末処理なし＋路肩崩壊あり	6	1%	19	5%
流末処理あり（根株・立木）	7	2%	0	0%
流末処理あり（石）	0	0%	1	0.3%
未判定（UAV 画像読み取りのため）	0	0%	174	48%



横断溝の流末処理なし



横断溝の流末（根株）/森林作業道



横断溝の流末（残材）/集材路



横断溝の流末（石）/集材路

図 2.2-25 横断溝の流末の状況

(5) 滞水状況

森林作業道および集材路において、路面上に滞水が確認されたケースを以下に示す。



岩-集-09,岩-集-09,



岩-集-08 811



島-作-05 504



島-作-05 521



大-作-07 714



鹿-集-03 3010

図 2.2-26 滞水発生状況

4) 事例

(1) 排水施設の形状の事例

森林作業道や集材路の横断溝の一部では、主伐後、溝部分を深く掘り込む、または土盛りを設置しているケースが確認された。



横断溝（素掘り）の土盛りの設置例



横断溝（素掘り）土盛りの設置例



横断溝（素掘り）土盛りの設置例

図 2.2-27 横断溝の土盛りの設置状況

(2) 排水施設自体が原因となって崩れている事例

集材路において、集材路密度が高く、盛土側の横断溝流末の先にすぐ道があるために、排水が再度道の上に集まりやすくなっている事例が確認された。



排水先のすぐ下に別の集材路が通っている

図 2.2-28 高密な集材路網での排水状況

(3) 溪流沿い等に作設する場合の危険性、留意事項を示す事例

集材路において、窪地通過箇所（常時通水ではない）に丸太を埋設し、路体を強化しているケースがみられた。ただし、確認した箇所の多くで侵食が起きていた。

また、溪流の横に作設された森林作業道で、出水時に溪流や路体部分も含めた斜面全体を土石流が流れたことで、森林作業道が大きく崩壊していた路線が確認された。



図 2.2-29 窪地の路体補強と侵食発生状況



図 2.2-30 溪流沿いに作設した作業道が豪雨時の土石流で崩壊した例

(4) 路面保護の事例

路面保護の実施事例として、枝条、丸太、砂利などを敷設しているケース、セメントで舗装しているケースが確認された。



砂利／森林作業道



セメント／森林作業道



丸太／森林作業道



枝条／森林作業道



枝条／集材路

図 2.2-31 路面保護の事例

(5) 構造物の事例

盛土の構造物の施工事例を以下に示す。

今回の調査路線では、施工当初から構造物を設置していた例は確認されず、いずれも崩落が起きた後の修復で施工されたものであった。



ふとん籠



ふとん籠



ふとん籠



丸太組工

図 2.2-32 路体崩壊箇所の修復時に設置された構造物

2.2.3 分析結果（集材路のみ）

1) 集材路密度

集材路の全 23 路線について、伐区内に作設されている集材路の総延長より集材路密度を算出したところ、105～513 m/ha であった。

生駒・齋藤・立川（2021）によると、350m/ha 以上の集材路開設は、集材方法、集材距離および配置形態の面からみて効果が小さいと考えられることが示されている。

また被災箇所数と集材路密度の関係性は、今回の結果では見られなかった。

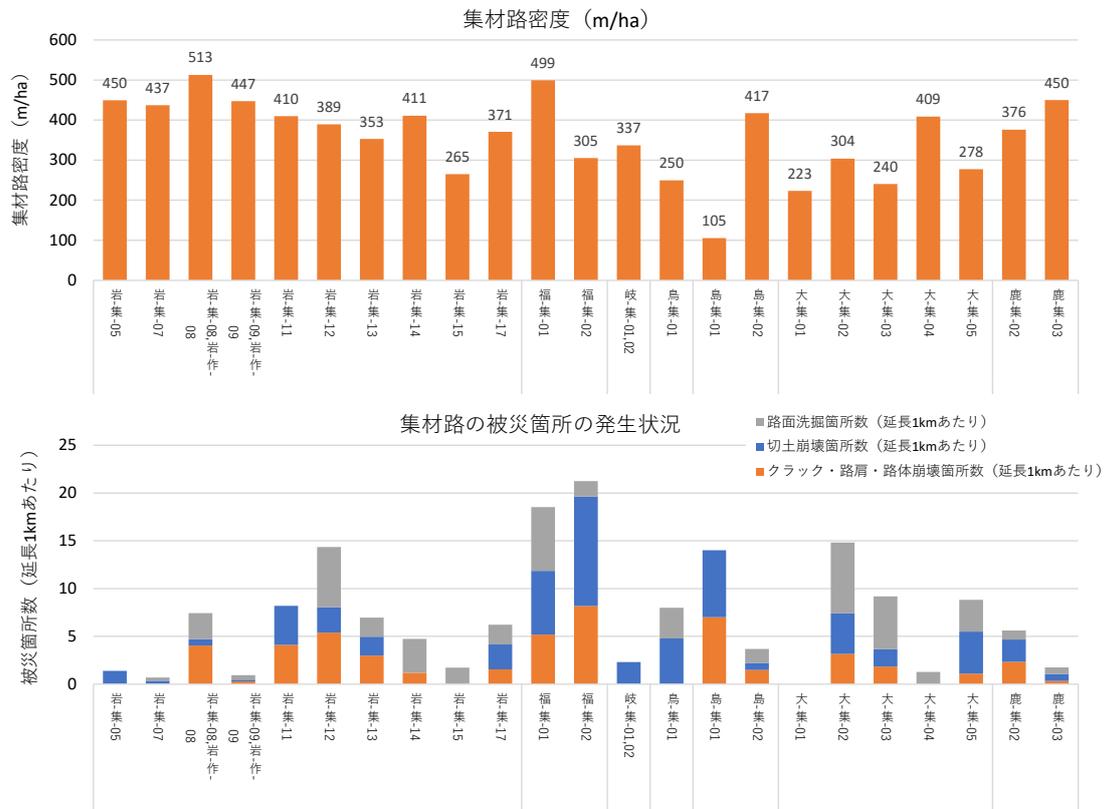


図 2.2-33 集材路密度の比較

2) 路面洗掘箇所の縦断勾配

集材路が作設された伐区では、原則として主伐が行われていることから、レーザー測量を行わずとも、UAV 撮影による伐区内の地表面の標高の把握が可能である（森林作業道は間伐が基本のため、樹冠などにより UAV での地表面の把握は困難）。

そこで、集材路において、縦断勾配が急な区間と路面洗掘区間との関係性を把握するため、UAV 撮影データから作成した点群データを用いて路線の縦断勾配を計算した（以下「計算値」という。）。また、実際に路面洗掘が発生している区間をラインで図示し、当該区間の縦断勾配も計算した（以下「推定値」という。）。併せて、現地にて路面洗掘区間の勾配をスラントで計測している場合、その値（以下「実測値」という。）と推定値も比較した。

分析対象は、調査対象の集材路 25 路線のうち、以下に該当する 16 路線とした。

- ・ 現地で調査員が目視により路面洗掘の発生箇所を確認している
- ・ 集材路や斜面上に草や雑木が繁茂していない（繁茂していると地表面の DSM を作成できないため）

黒ラインが路面洗掘区間（数字は区間の通し番号）



図 2.2-34 縦断勾配の計算値（5色に区分）と路面洗掘区間（黒ライン）

路線全体の縦断勾配の計算値の算出手順は以下の通りである。

- ① UAV データから作成した DSM データ（7～10cm メッシュ）を ArcGIS（ESRI 社）の「リサンプル」ツールで 30 cm メッシュにリサンプルする
- ② リサンプルした 30cm メッシュの DSM を用いて、同じく ArcGIS（ESRI 社）の「SLOPE」ツールで、メッシュごとの「傾斜角」を算出する。メッシュサイズは 30cm のまま。
- ③ 調査ライン上で 30 cm 間隔でポイントを生成し、ポイントが載っている 30cm メッシュの傾斜角の値を読み取る。
- ④ ポイントに読み取らせた傾斜角値の一覧をテーブル出力し、傾斜角の 5m 移動平均値を算出する。

- ⑤ 5m 移動平均値を各ポイント（30cm 間隔）に再度読み込ませ、勾配区分ごとに着色して図化する。

また、路面洗掘区間のみの縦断勾配の推定値の算出手順は以下の通りである。

- ① 現地調査および UAV 画像より、実際に路面洗掘が生じている区間にラインを引き区間長を計測する（ArcGIS で作業）。
- ② 洗掘区間のラインの両端（起点・終点）が位置する 30cm メッシュの DSM（前の手順のステップ①で算出した計算値）を読み取り、標高差と区間長から勾配を算出する。

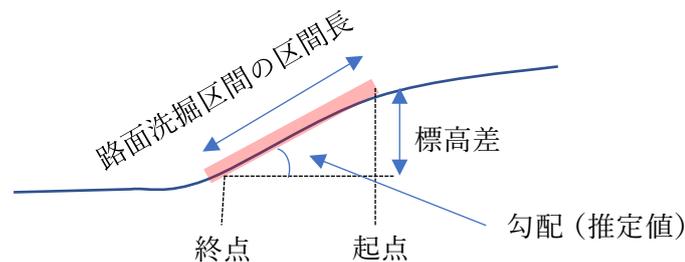


図 2.2-35 路面洗掘区間の推定値の算出方法

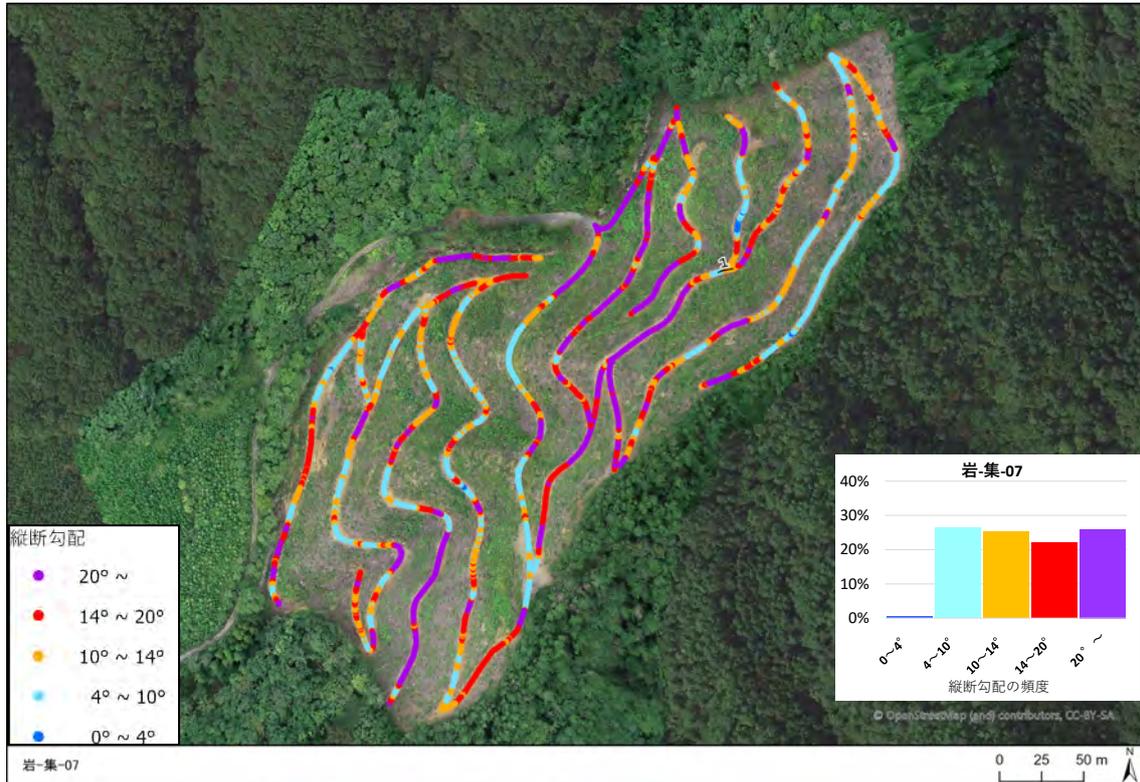
○推定値の精度に関する留意点

路面洗掘区間の縦断勾配の「実測値」がある場合、「推定値」との乖離の程度を比較することで、推定値に用いている「計算値」の精度を確認した。その結果、一部の区間では、計算値と実測値とが大きく乖離しているケースが確認された。UAV データから生成する DSM は、路面の凹みなども拾ってしまうため、メッシュサイズを大きくしたり（リサンプル）、メッシュからの読み取り値をさらに移動平均するなどの平滑化の処理を行うが、すべての凸凹を均すことは難しいため、部分的に勾配値が実態に合わない数値が算出されたものと想定される。そのため、今回の計算値・推定値を用いた整理に当たってはこの点に留意して考察を行う必要がある。

a) 岩-集-07

岩-集-07 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値を図 2.2-36 に示す。この路線ではスラントでの勾配測定をしていない。

路面洗掘区間は1箇所、縦断勾配の推定値は5° となっており、急勾配ではないが洗掘が発生していた。

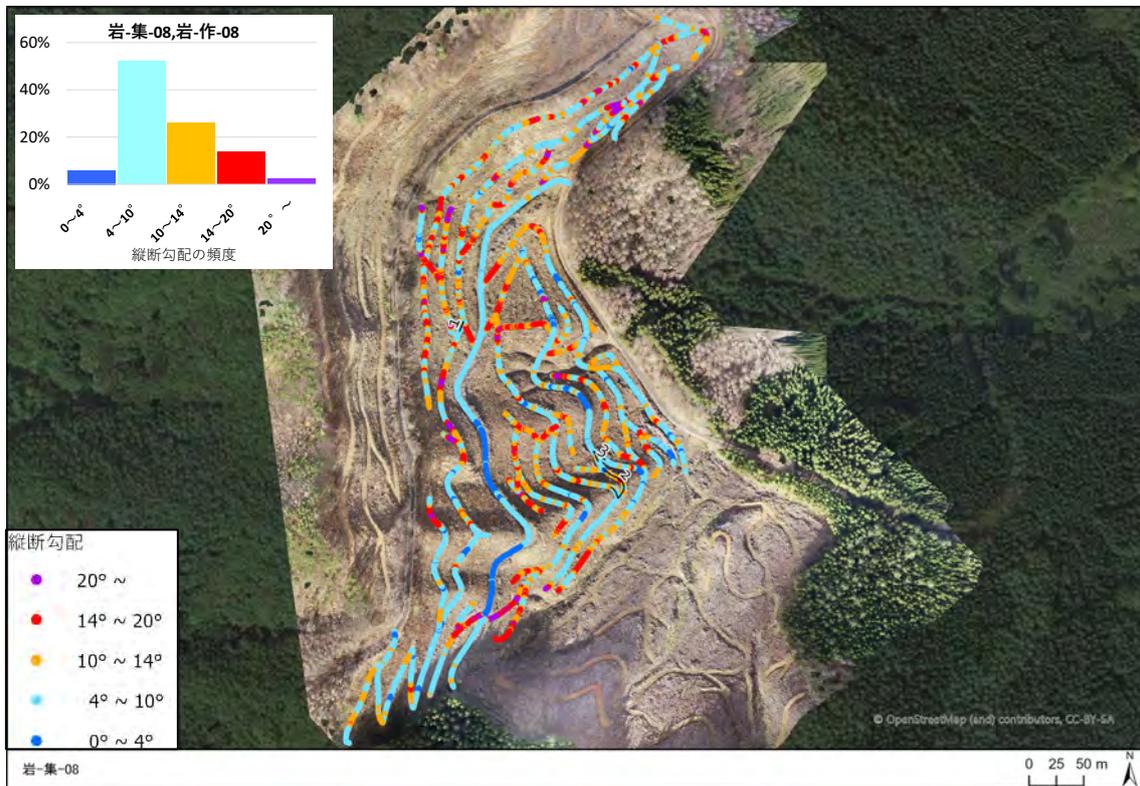


ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	9	5.0	—

図 2.2-36 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

b) 岩-集-08,岩-作-08

岩-集-08, 岩-作-08 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値を図 2.2-37 に示す。ライン2 は推定値と実測値との乖離が大きかった。またライン3 は推定値のみで4° 未満となっているが洗掘が発生していた。



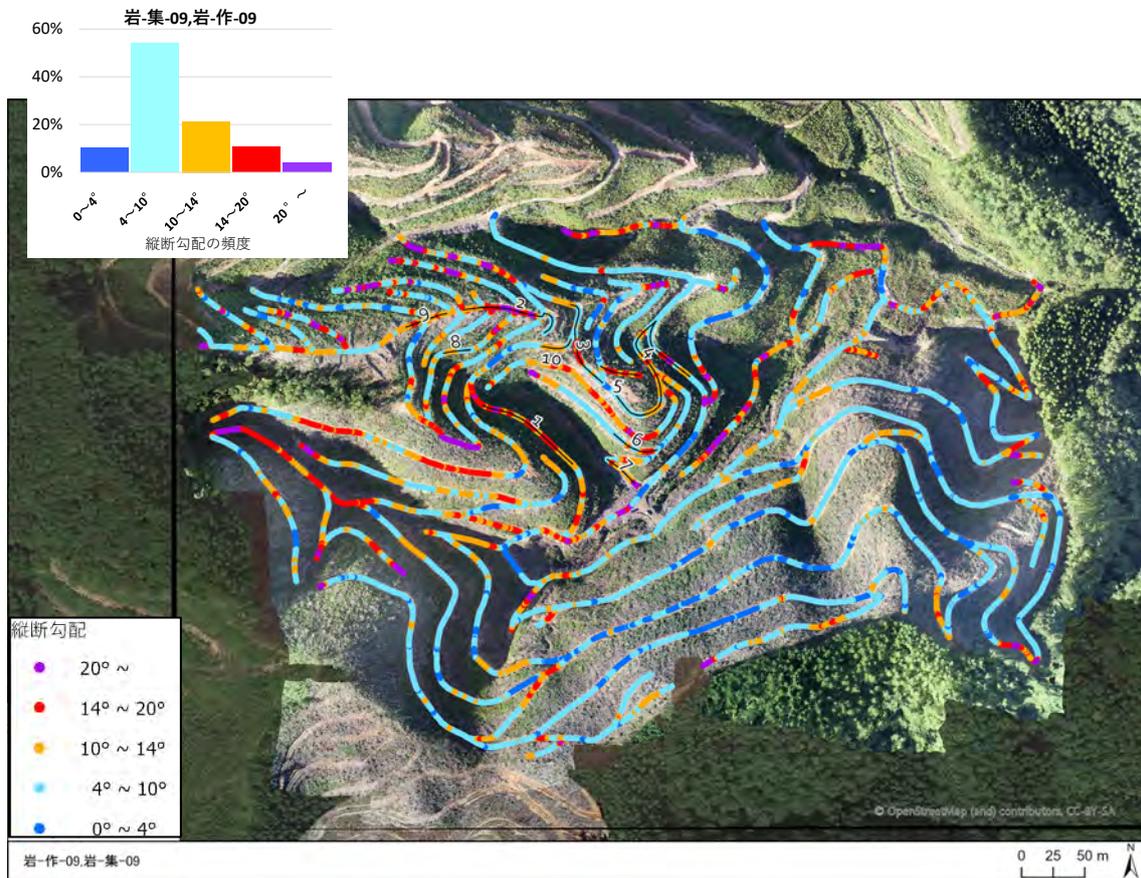
ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	9	4.0	—
2	51	7.4	12.3
3	23	3.4	—

図 2.2-37 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

c) 岩-集-09,岩-作-09

岩-集-09, 岩-作-09 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値を図 2.2-38 に示す。この路線ではスラントでの勾配測定をしていない。

洗掘発生区間は全体に 10° を超える箇所が多い傾向がみられた。



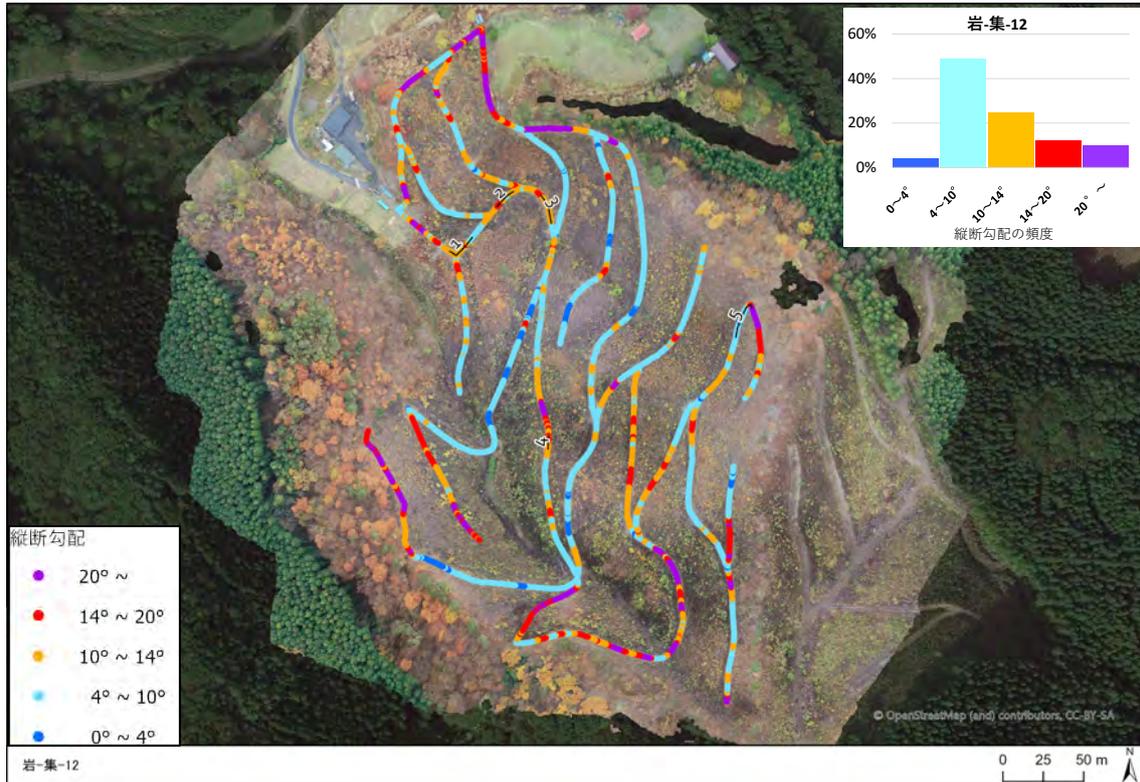
ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	87	12.9	—
2	89	13.1	—
3	75	9.2	—
4	183	7.6	—
5	32	10.8	—
6	39	10.3	—
7	30	10.4	—
8	21	8.2	—
9	34	13.4	—
10	27	8.9	—

図 2.2-38 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

d) 岩-集-12

岩-集-12 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-39 に示す。

路面洗掘区間は 10° 以上の勾配のところが多くなっていた。ライン 5 は推定値と実測値との乖離が大きく、推定値の精査が必要である。



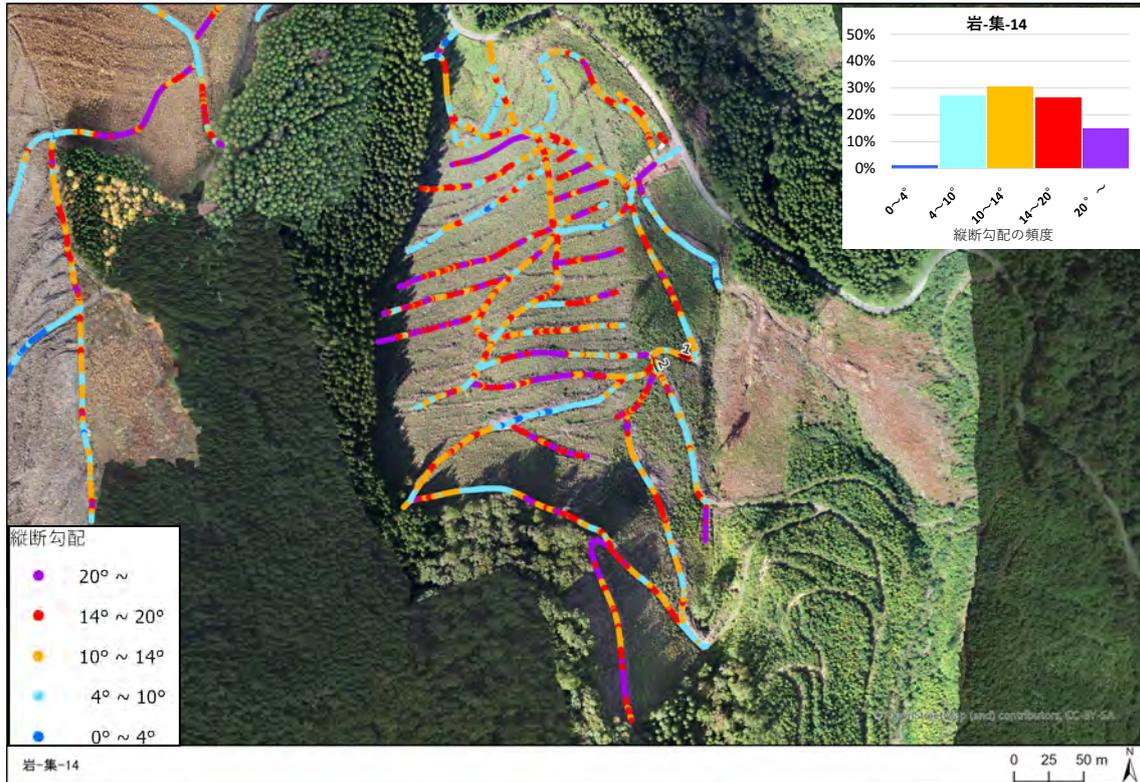
ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	20	7.8	11.5
2	14	12.6	15.5
3	19	11.5	10.9
4	8	13.4	13.0
5	25	0.2	23.3

図 2.2-39 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

e) 岩-集-14

岩-集-14の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-40 に示す。

ライン1、2のいずれも、路面洗掘区間の勾配が推定値・実測値とも 10° を超えていた。



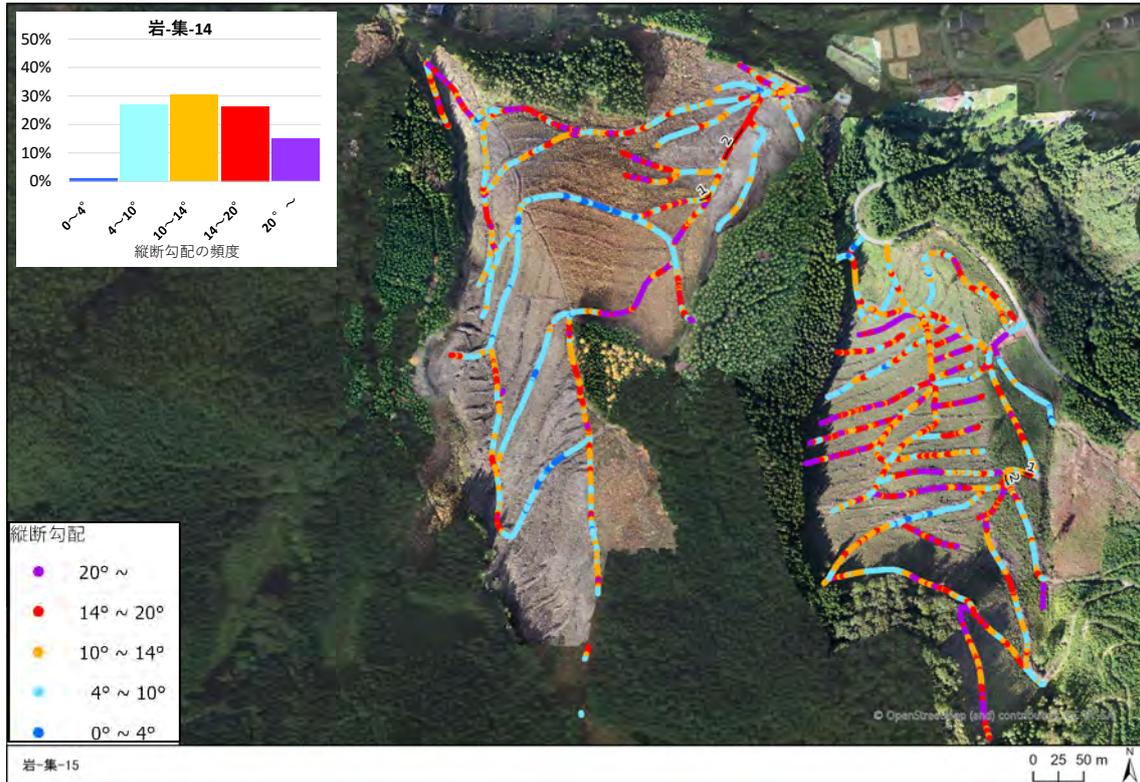
ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	8	15.0	15.0
2	10	10.9	13.9

図 2.2-40 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

f) 岩-集-15

岩-集-15 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-41 に示す。

ライン 1 は推定値と実測値の乖離が大きくなっていた。ライン 2 は、区間の勾配が推定値・実測値とも 10° を超えていた。



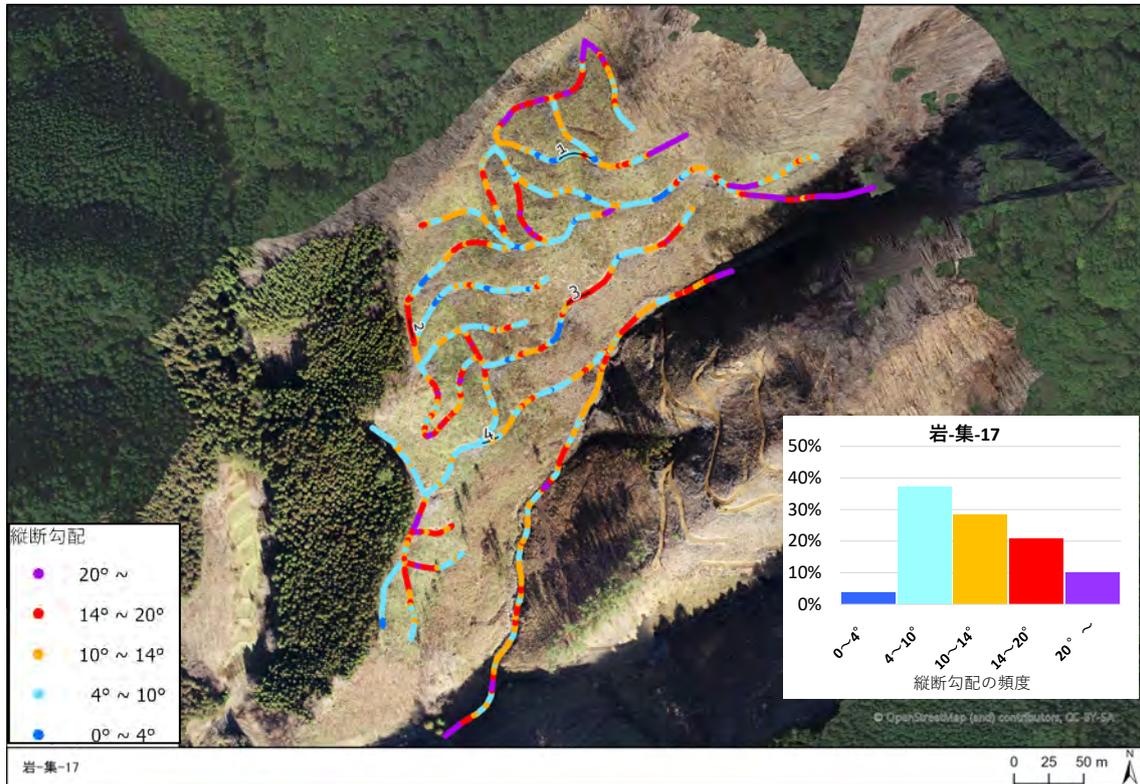
ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	14	9.4	16.9
2	35	14.4	17.6

図 2.2-41 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

g) 岩-集-17

岩-集-17の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-42 に示す。

ライン2と3は、推定値と実測値のいずれも14°を超える急勾配となっていた。



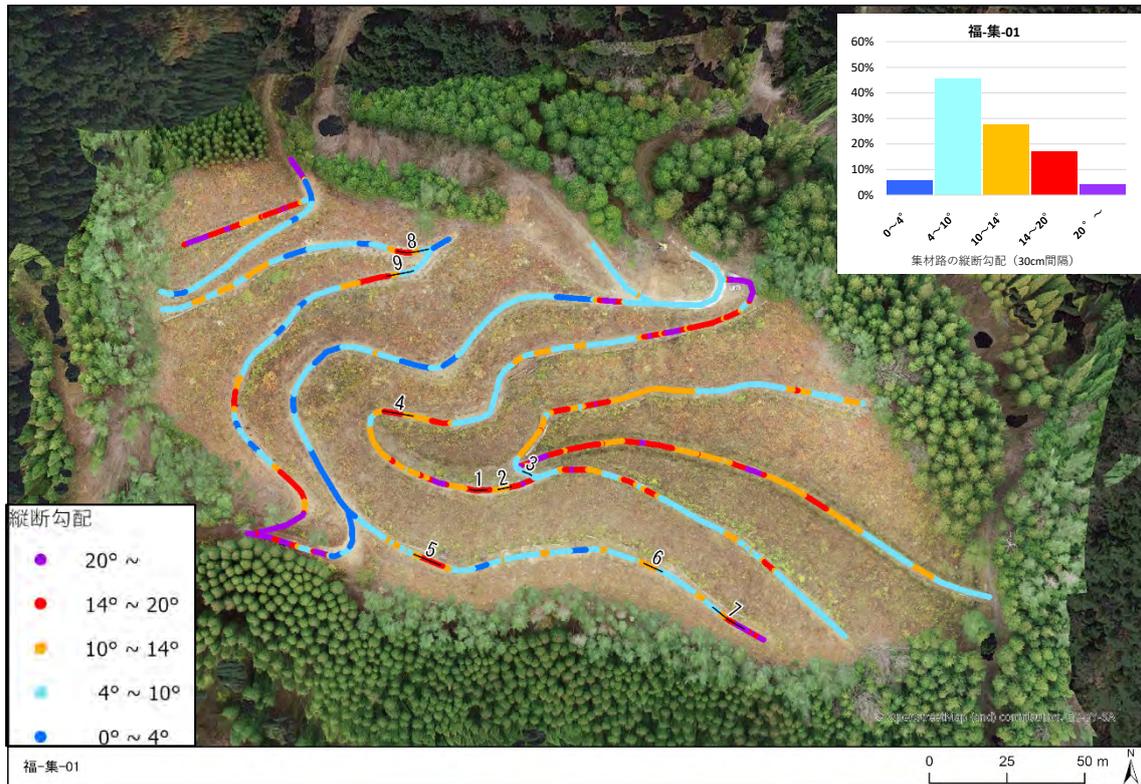
ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	24	8.2	15.5
2	13	17.6	19.2
3	19	17.3	17.9
4	12	8.8	9.2

図 2.2-42 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

h) 福-集-01

福-集-01の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-43 に示す。

ライン3、6、9は推定値と実測値との乖離が大きく、計算値の精査が必要である。その他のラインはいずれも推定値・実測値とも 10° を超えていた。



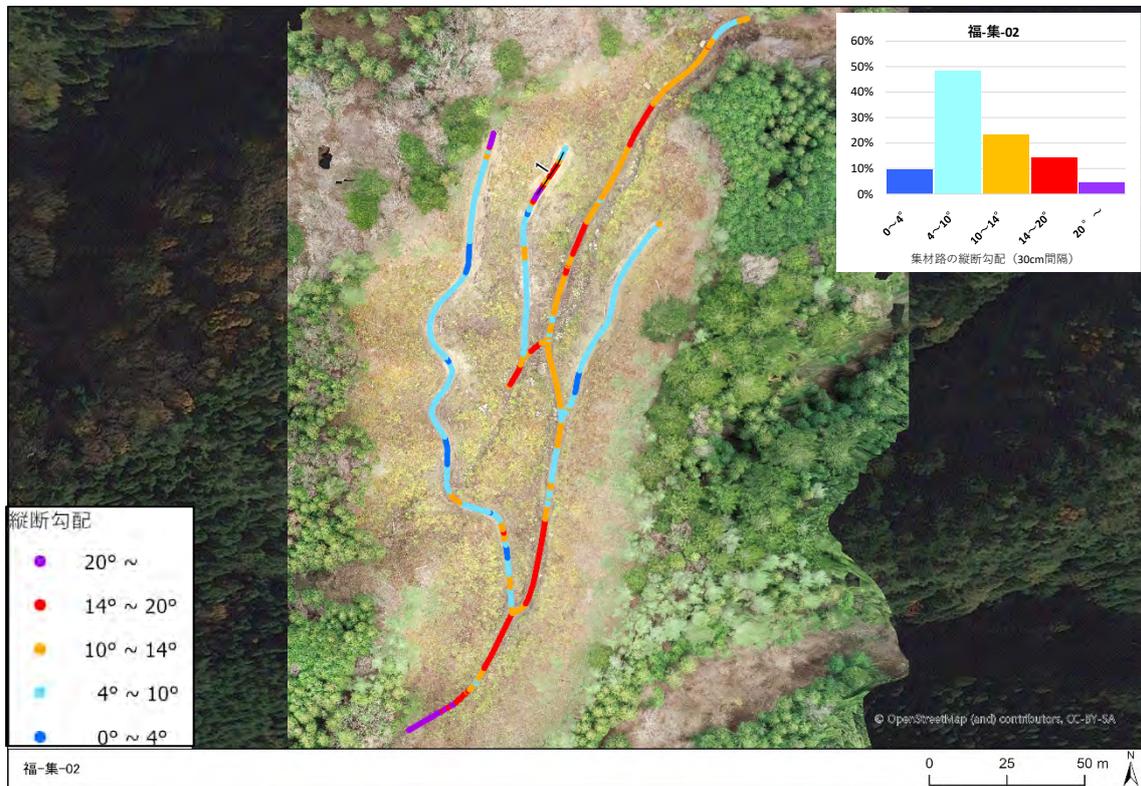
ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	6	15.3	14.8
2	4	14.1	13.8
3	3	0.6	23.1
4	10	14.2	15.1
5	9	16.8	16.3
6	7	18.1	9.7
7	12	11.1	10.6
8	10	11.1	12.1
9	9	7.8	13.9

図 2.2-43 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

i) 福-集-02

福-集-02 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-44 に示す。

ライン 1 は推定値と実測値との乖離が大きく、計算値の精査が必要である。



ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	16	6.3	12.0

図 2.2-44 路面洗掘箇所の縦断勾配 (DSMからの推定値と実測値)

j) 島-集-02

島-集-02 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-45 に示す。

ライン1 は推定値と実測値の乖離が大きくなっていた。



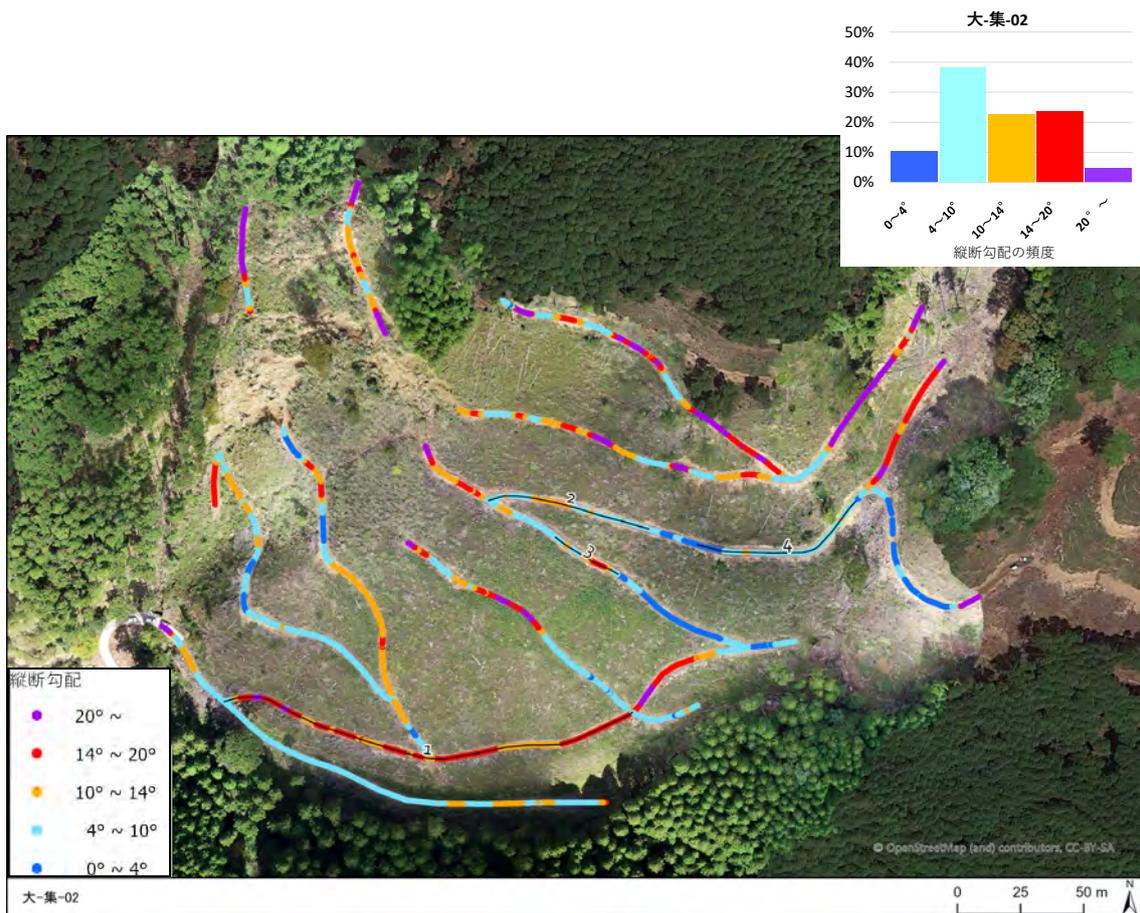
ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	9	7.6	12

図 2.2-45 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

k) 大-集-02

大-集-02 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-46 に示す。この路線ではスラントでの勾配測定をしていない。

ライン 1 は 100m 以上の洗掘区間となっている。この区間は集材路全体の出入口に接続するため、重機が通る回数が多く、表流水の大部分が最終的にこの区間に流れ込む可能性があったことから、路面が攪乱されやすい状況だったと考えられる。一方で、ライン 4 のように計算上は縦断勾配が 10° 未満の区間であっても、洗掘が発生している区間があった。



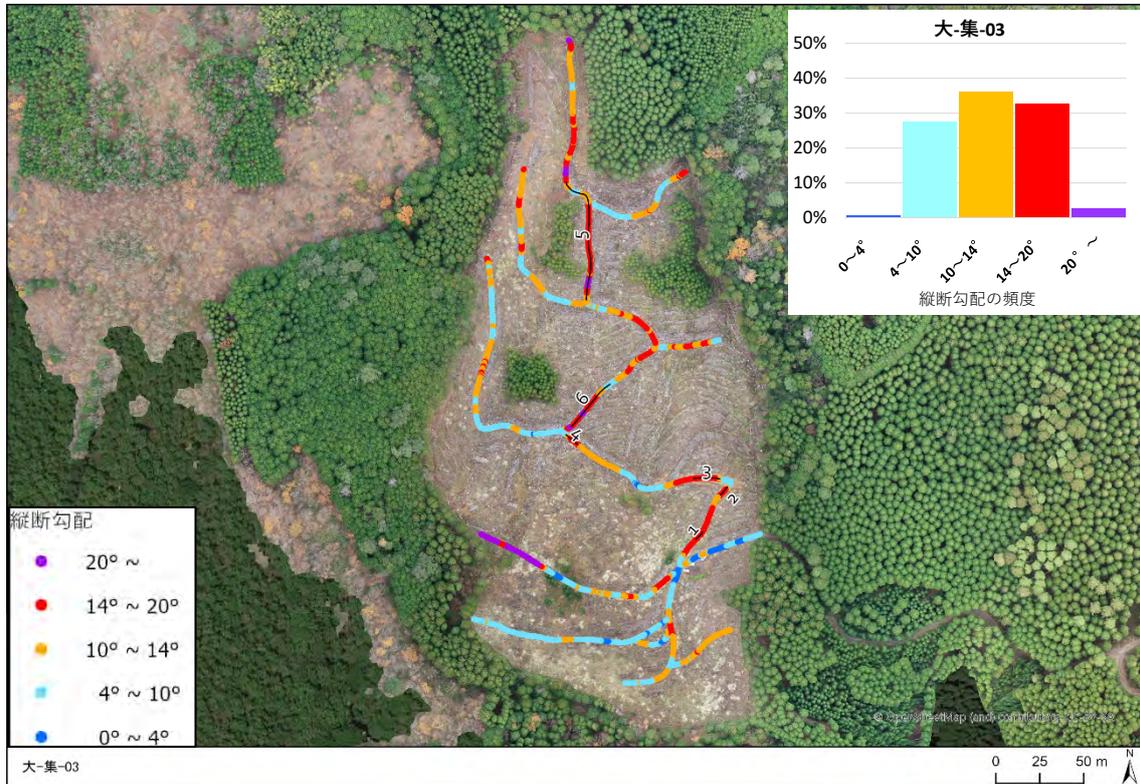
ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	170	15.1	—
2	66	8.0	—
3	29	9.9	—
4	72	5.5	—

図 2.2-46 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

l) 大-集-03

大-集-03 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-47 に示す。

いずれのラインも、区間の勾配が推定値・実測値とも 10° を超えていた。



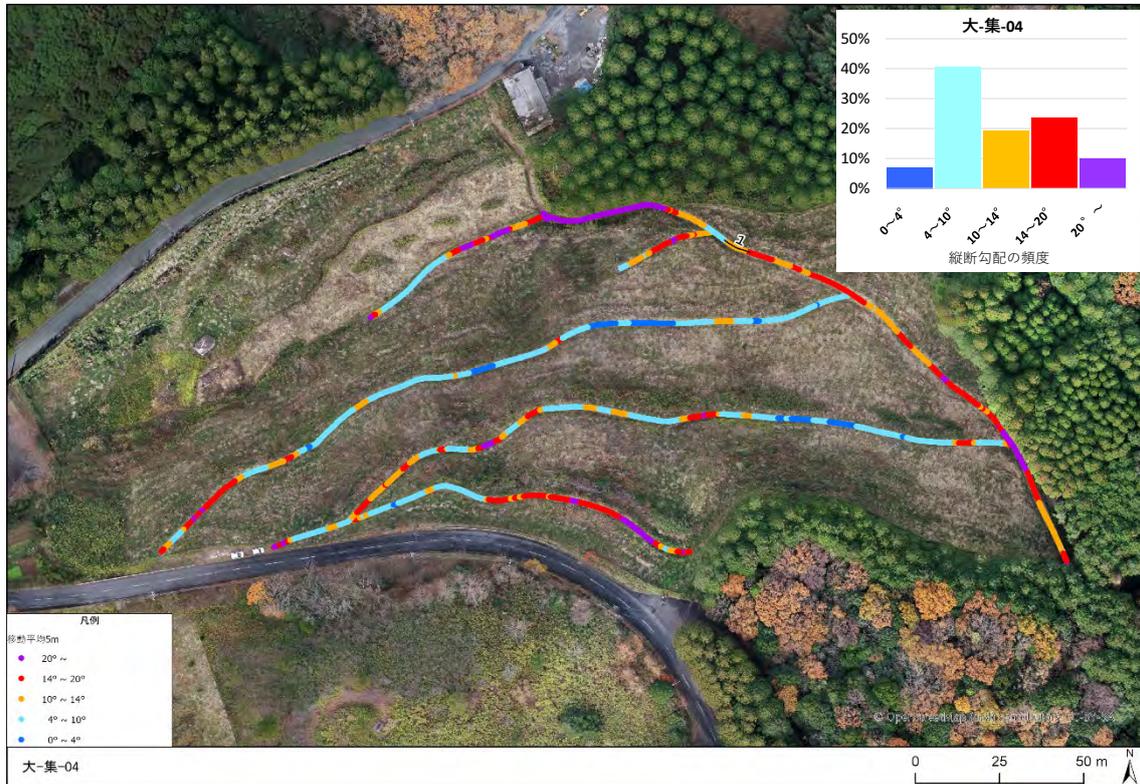
ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	6	16.2	16.3
2	6	16.8	19.7
3	15	16.3	17.6
4	9	12.6	12.8
5	33	12.9	14.7
6	75	12.9	12.0

図 2.2-47 路面洗掘箇所縦断勾配 (DSMからの推定値と実測値)

m) 大-集-04

大-集-04 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-48 に示す。

ライン1 は、区間の勾配が推定値・実測値とも 10° を超えていた。



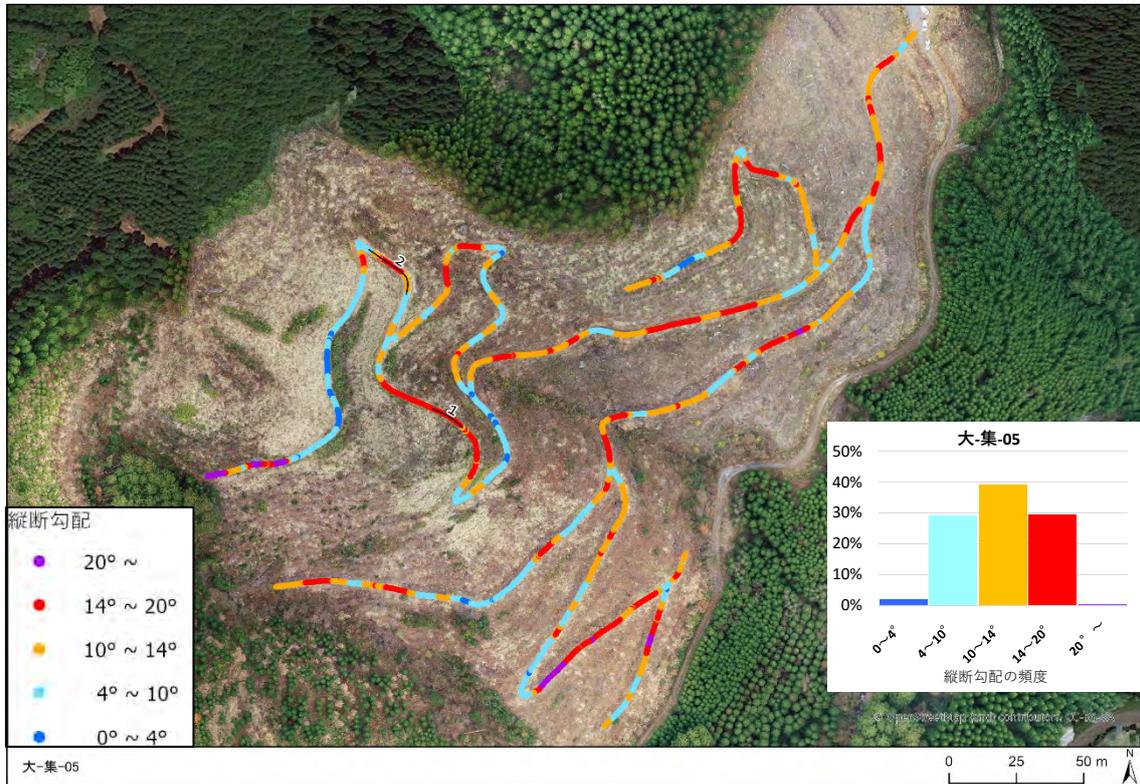
ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	8	13.3	14.6

図 2.2-48 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

n) 大-集-05

大-集-05 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-49 に示す。

ライン 1、2 のいずれも、区間の勾配が推定値・実測値とも 10° を超えていた。



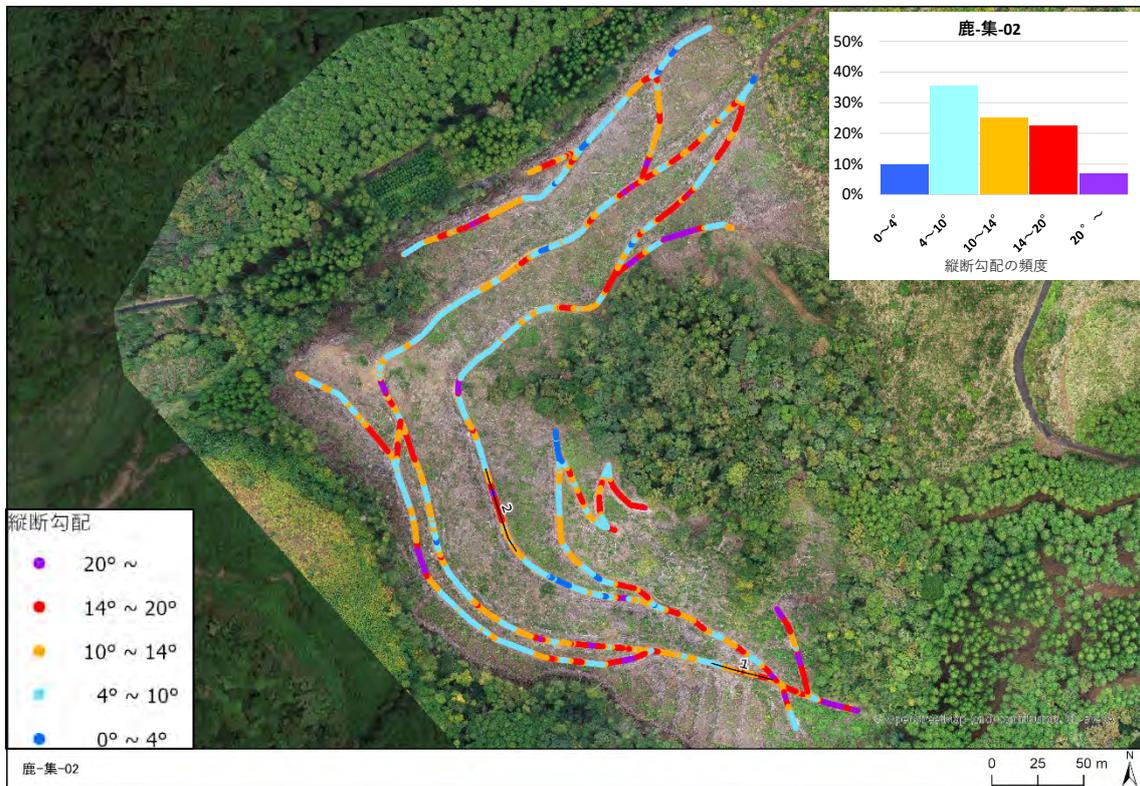
ライン No.	路面洗掘区間の 長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	24	13.5	16.3
2	13	17.1	15.9

図 2.2-49 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

o) 鹿-集-02

鹿-集-02 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-50 に示す。

ライン2 は推定値は 10° 未満だが、実測値では 10° を超えていた。



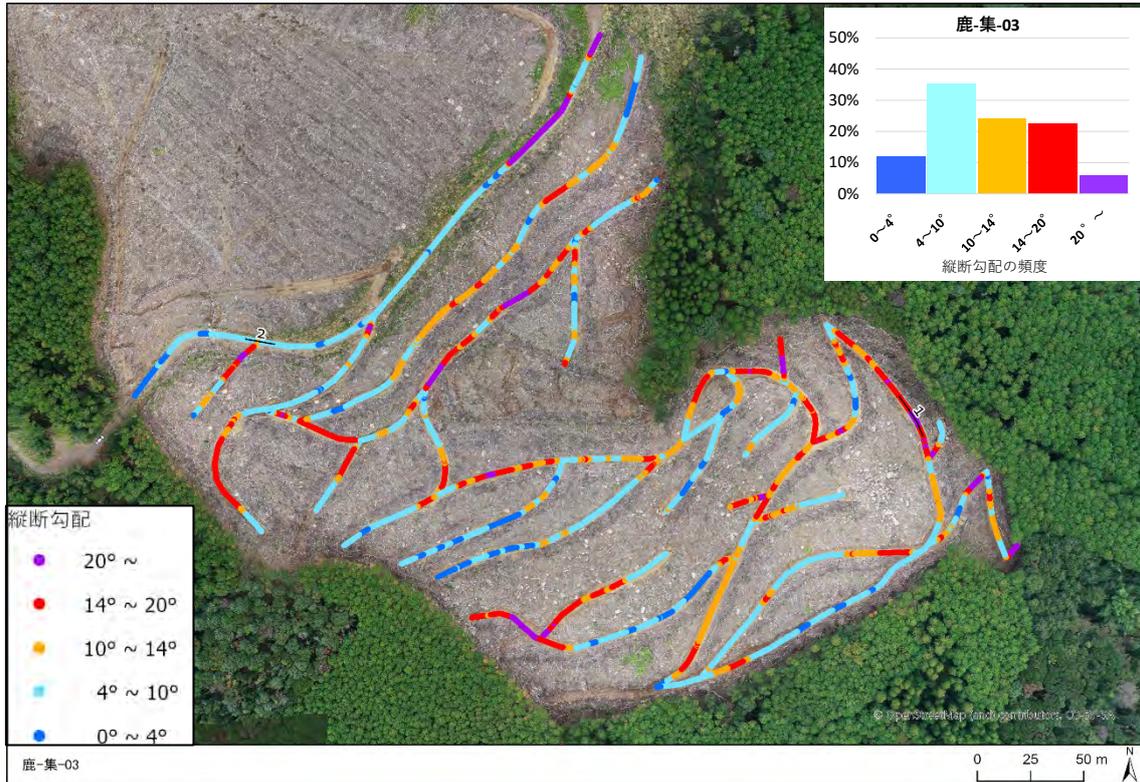
ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	34	9.9	—
2	48	8.5	10.6

図 2.2-50 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

p) 鹿-集-03

鹿-集-03 の縦断勾配の分布（計算値）と、路面洗掘区間の推定値・スラント実測値の比較を図 2.2-51 に示す。

ライン 1 は推定値・実測値とも 20° 近い数値となっており、急勾配となっていた。



ライン No.	路面洗掘区間の長さ (m)	縦断勾配	
		推定値	実測値
1	22	19.3	22.3
2	14	4.6	5.9

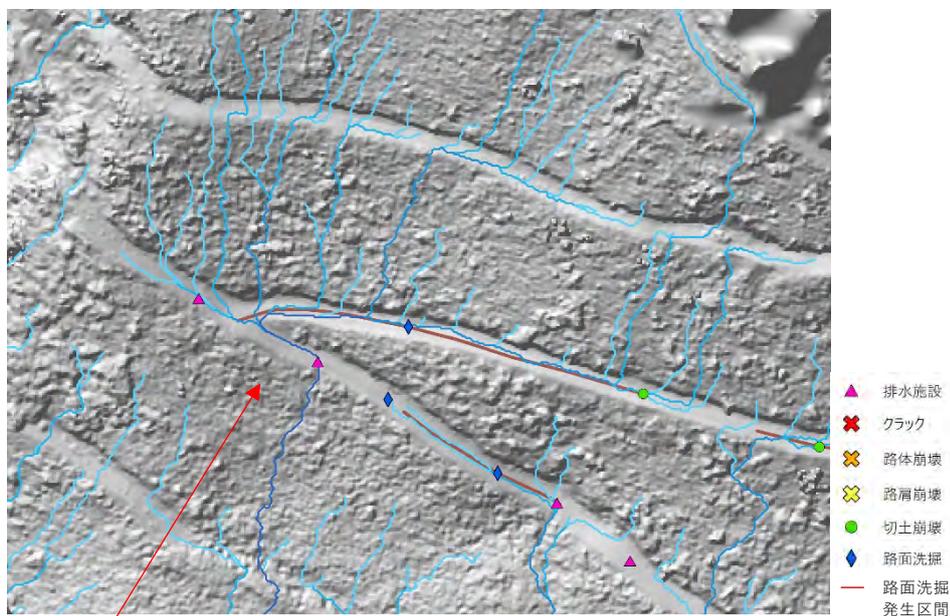
図 2.2-51 路面洗掘箇所の縦断勾配（DSMからの推定値と実測値）

3) 集材路の水みちの解析

ArcGIS (ESRI 社) の水文解析ツールを応用し、UAV 撮影データから作成した DSM (Digital Surface model) を用いて、降雨時の集材路網の水みちを推定した。詳細の解析手順を以下①～⑤に示す。

解析対象は岩手県の岩一集-09 および大分県の大-集-02 の 2 路線とした。

- ① DSM データ (メッシュサイズ 7~10cm) を ArcGIS ツール「リサンプル」で 30 cm にリサンプルした標高データを用いて、ArcGIS の水文解析ツール「サーフェスの平滑化」でラスターデータの凹地 (窪地) の除去処理を行う
- ② 次に「流向ラスターの作成」で各ピクセルの値より傾斜方向を計算し「累積流量ラスターの作成」で流向ラスターの下り勾配にあたる全ピクセル値より累積流量を計算する。
- ③ 「河川次数ラスターの作成」で水みち網を作成する。合流するにつれて次数の値が大きくなる。
- ④ 「河川ラスターをフィーチャに変換」でラスターデータをラインデータに変換する。
- ⑤ ラインデータに着色 (合流回数 (次数) が多いほど濃い青色) し、図として出力する。図内には被災箇所 (路面洗掘の発生区間含む) や横断溝も図示する。



合流回数が増える (=表流水の量が多くなる) ほど濃い青色としている
※図を見やすくするため合流回数が少ない水みちラインは非表示としている

図 2.2-52 図の見方

a) 岩-集-09,岩-作-09

岩-集-09,岩-作-09 の水みちの推定結果と現地で確認した被災状況を図 2.2-53 及び図 2.2-54 (1) ~ (2) に示す。

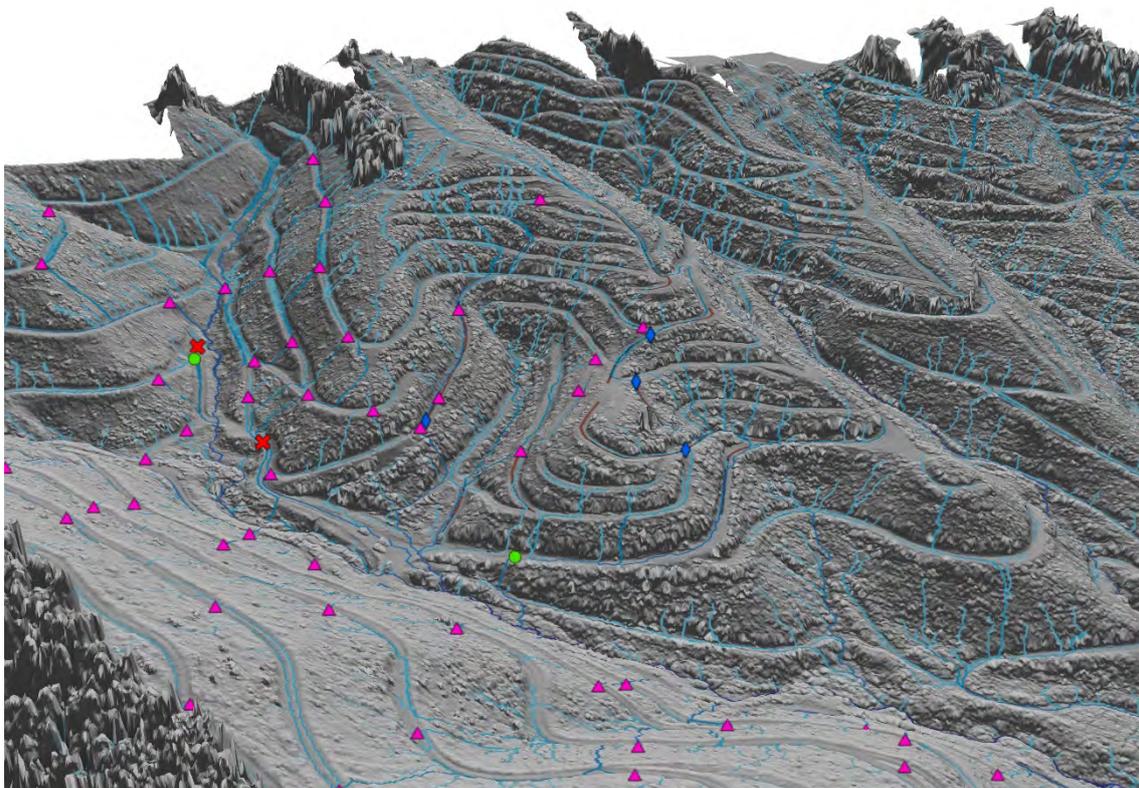
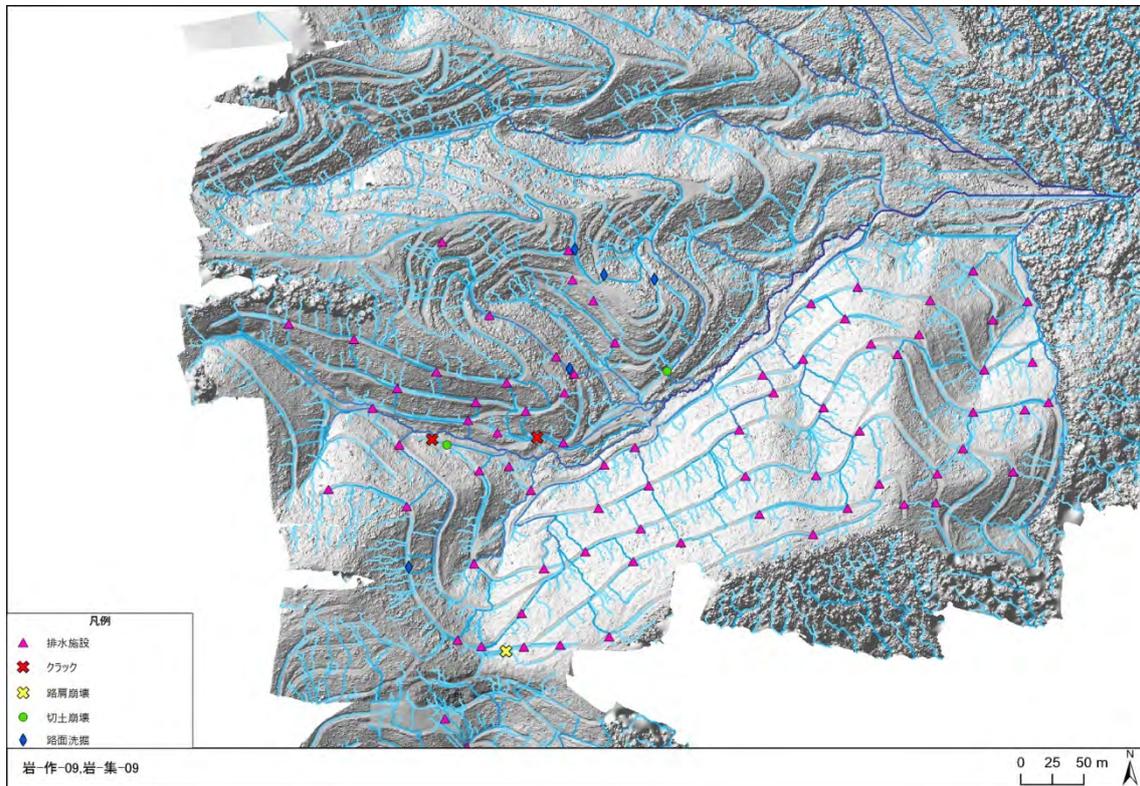
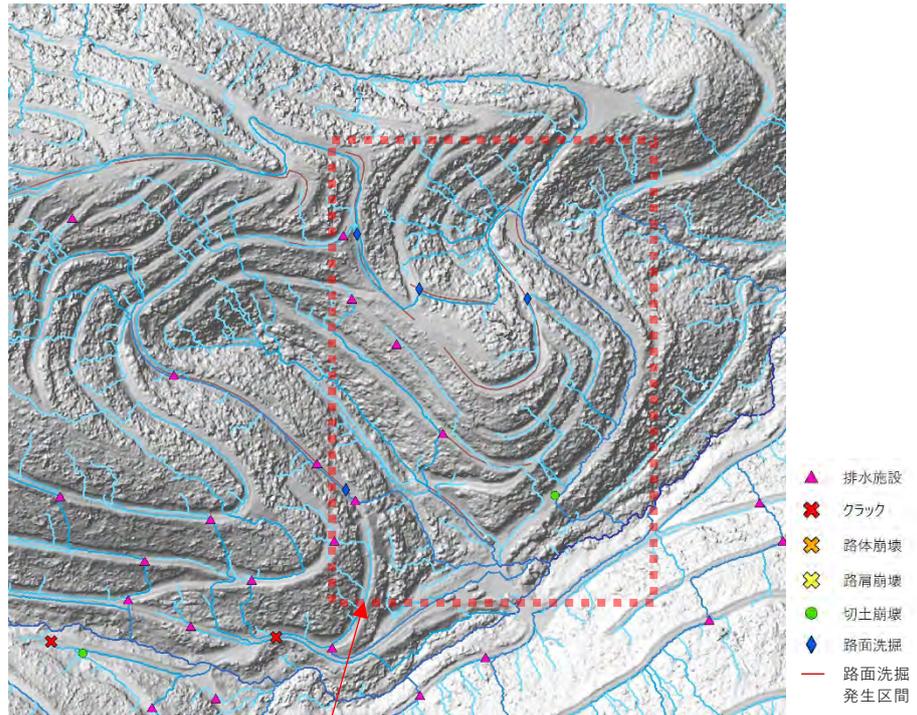
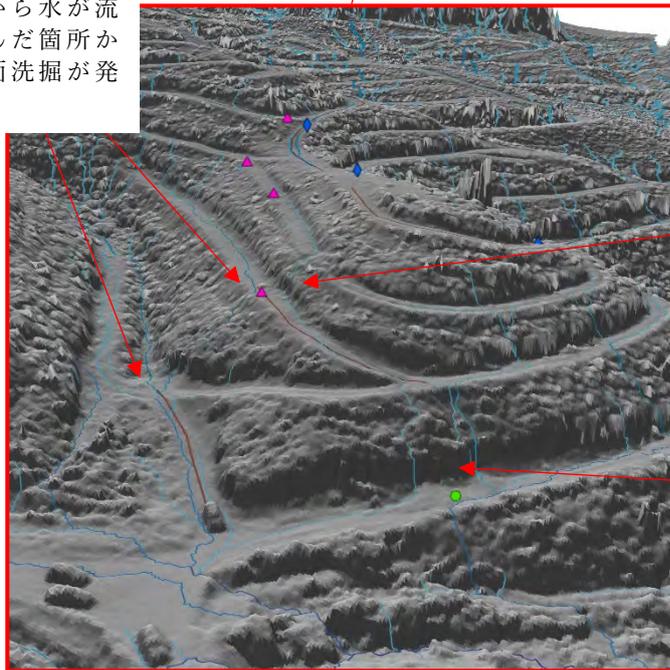


図 2.2-53 岩_集_09,岩-作-09 の水みち推定結果 (上段:全体、下段:一部を3D表示)



路肩から水が流れ込んだ箇所から路面洗掘が発生

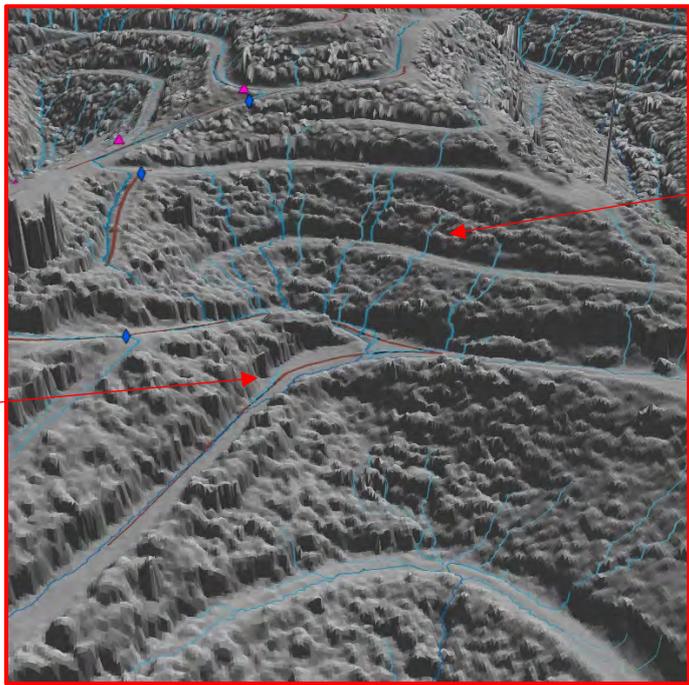
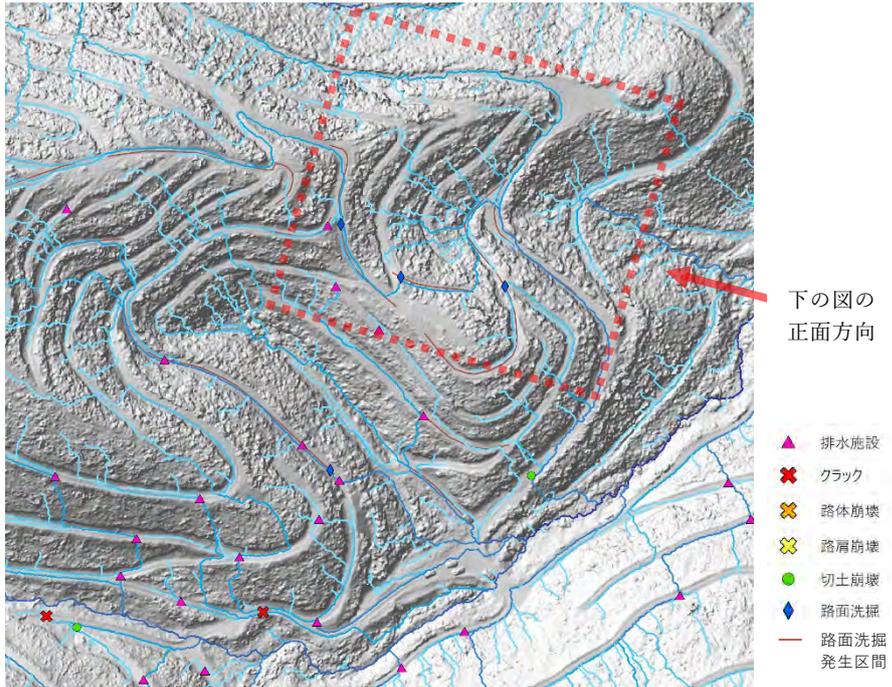


集材路の路肩から流れた水がすぐ下の作業道に再度流れ込み、表流水の量が増えている

路肩から流れ込んだ箇所で切土崩壊が発生



図 2.2-54 (1) 被災箇所と水みち (岩_集_09)



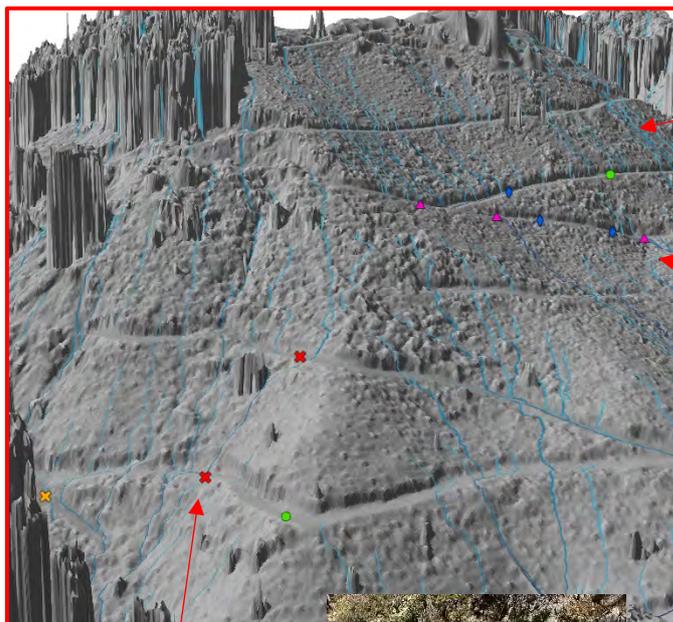
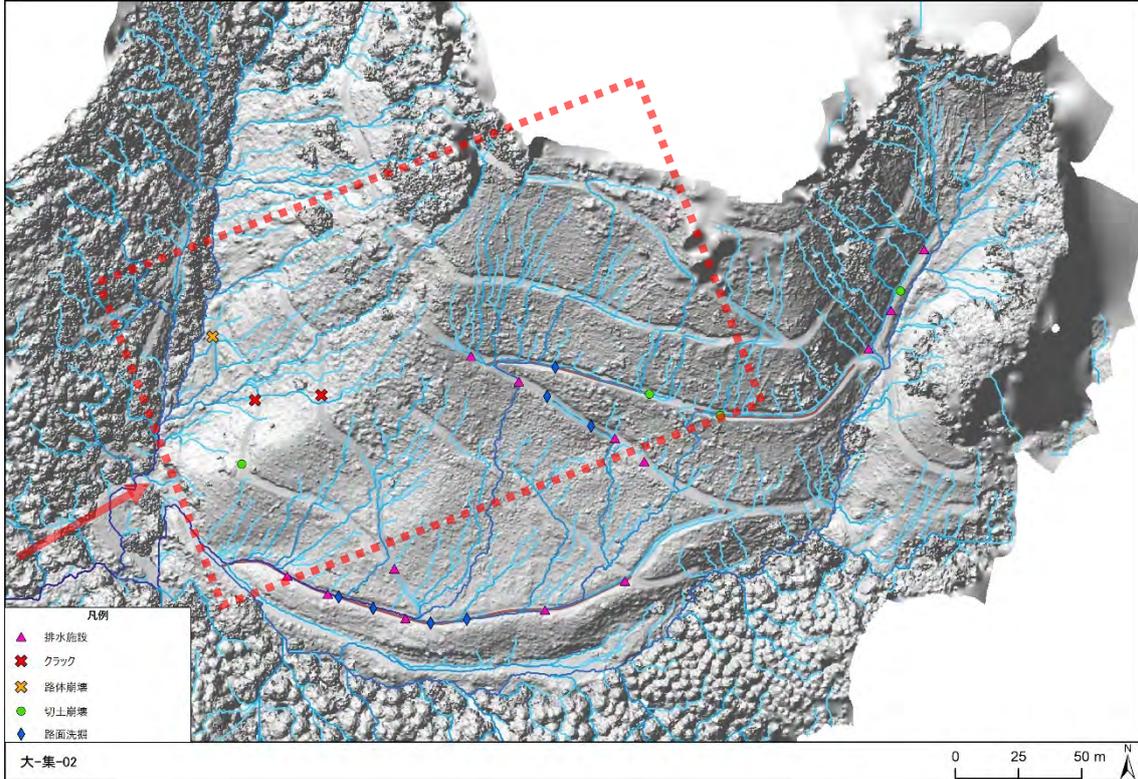
路面洗掘が連続して発生している

集材路の路肩からの表流水の流れ込みが集中

図 2.2-54 (2) 被災箇所・横断溝と水みち (岩_集_09)

b) 大-集-02

大-集-02 の水みちの推定結果と現地で確認した被災状況を図 2.2-55 (1) ~ (2) に示す。



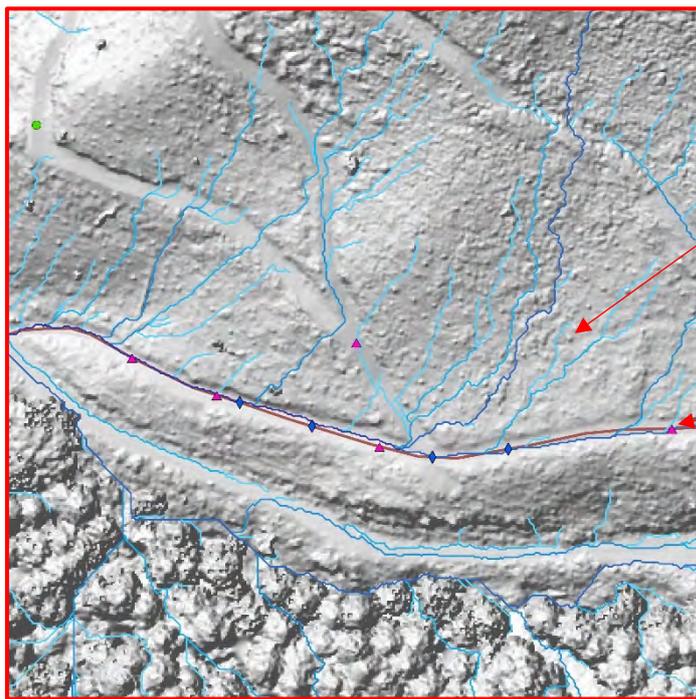
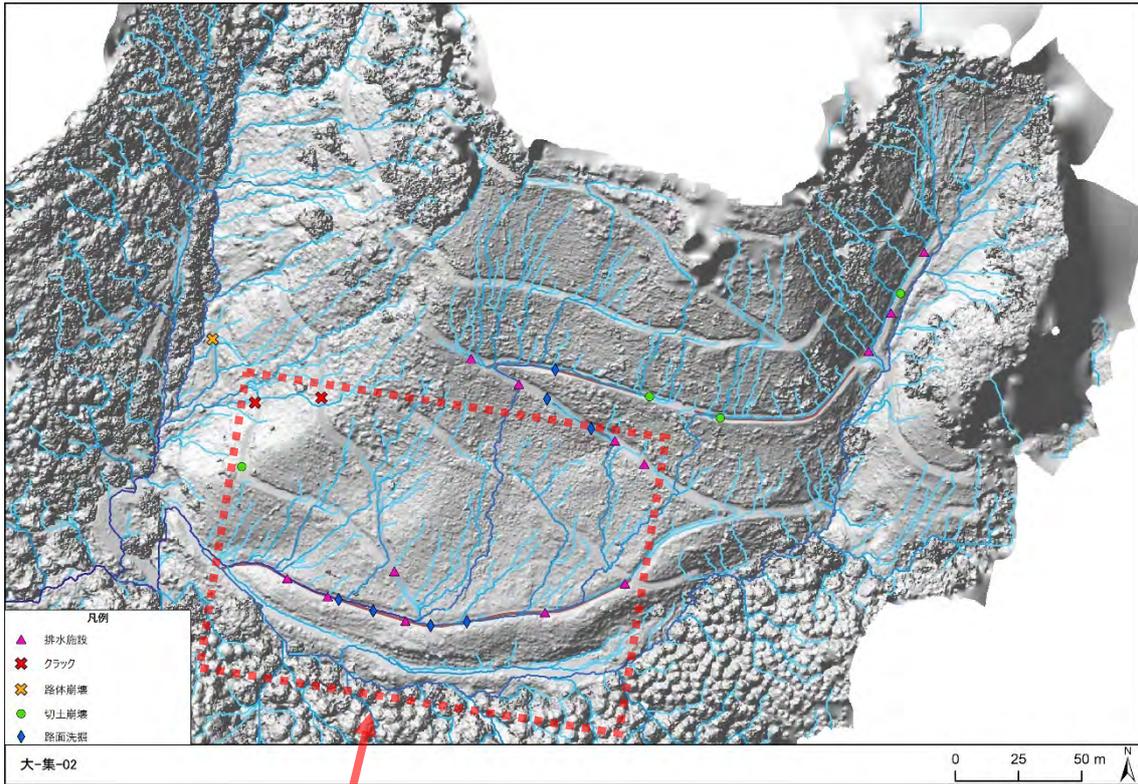
集材路の路肩からの表流水の流れ込みが集中

路面洗掘が連続して発生している

凹地形（降雨時は表流水が集中）でクラックが発生



図 2.2-55 (1) 被災箇所と水みち（大-集-02）



表流水の大部分が最終的に
斜面最下部の集材路に流れ
込んでいる

路面洗掘が連続して発生
している
この区間は入口につな
がる道のため重機の通行量
も多い



図 2.2-55 (2) 被災箇所と水みち (大-集-02)

2.3 地域的な条件による影響の排除

地形や地質等の地域的な条件による影響を排除し、森林作業道並びに集材路及び土場の作設手法や線形等による被災の発生要因や対応策の分析を行うため、①及び②の調査を行う地域のうち2地域程度において、流域等の一定範囲（被災箇所及び非被災箇所を合わせて19箇所程度含む範囲）に分布する森林作業道等に係る施工状況や被災状況等の調査・分析を悉皆的・網羅的に行った。なお、対象とする森林作業道等は①又は②の対象と重複している。

悉皆調査の対象路線について、同一の作設事業者ごとにまとめた上で、被災箇所数、横断溝の設置数、地山傾斜等を整理した。

2.3.1 岩手県

岩手県の悉皆調査対象の13路線における事業者別（A～H）の1kmあたりの被災箇所と横断溝数、地山傾斜（被災箇所のみ、全体）を図2.3-1に示す。

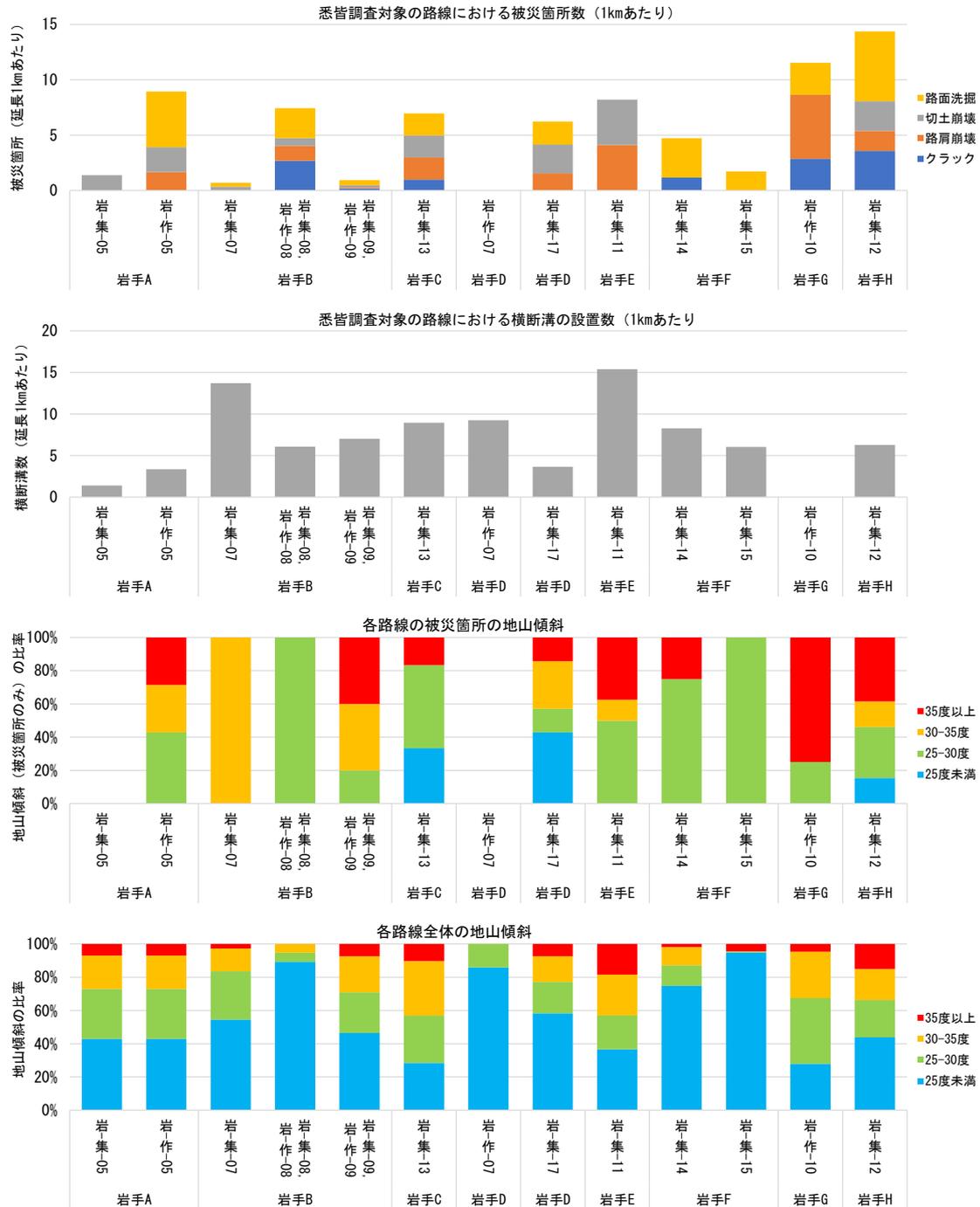


図 2.3-1 悉皆調査の対象路線の被災箇所・横断溝・地山傾斜（岩手県）

2.3.2 大分県

大分県の悉皆調査対象の19路線における事業者別（A～K）の1kmあたりの被災箇所と横断溝数、地山傾斜（被災箇所のみ、全体）を図2.3-2に示す。

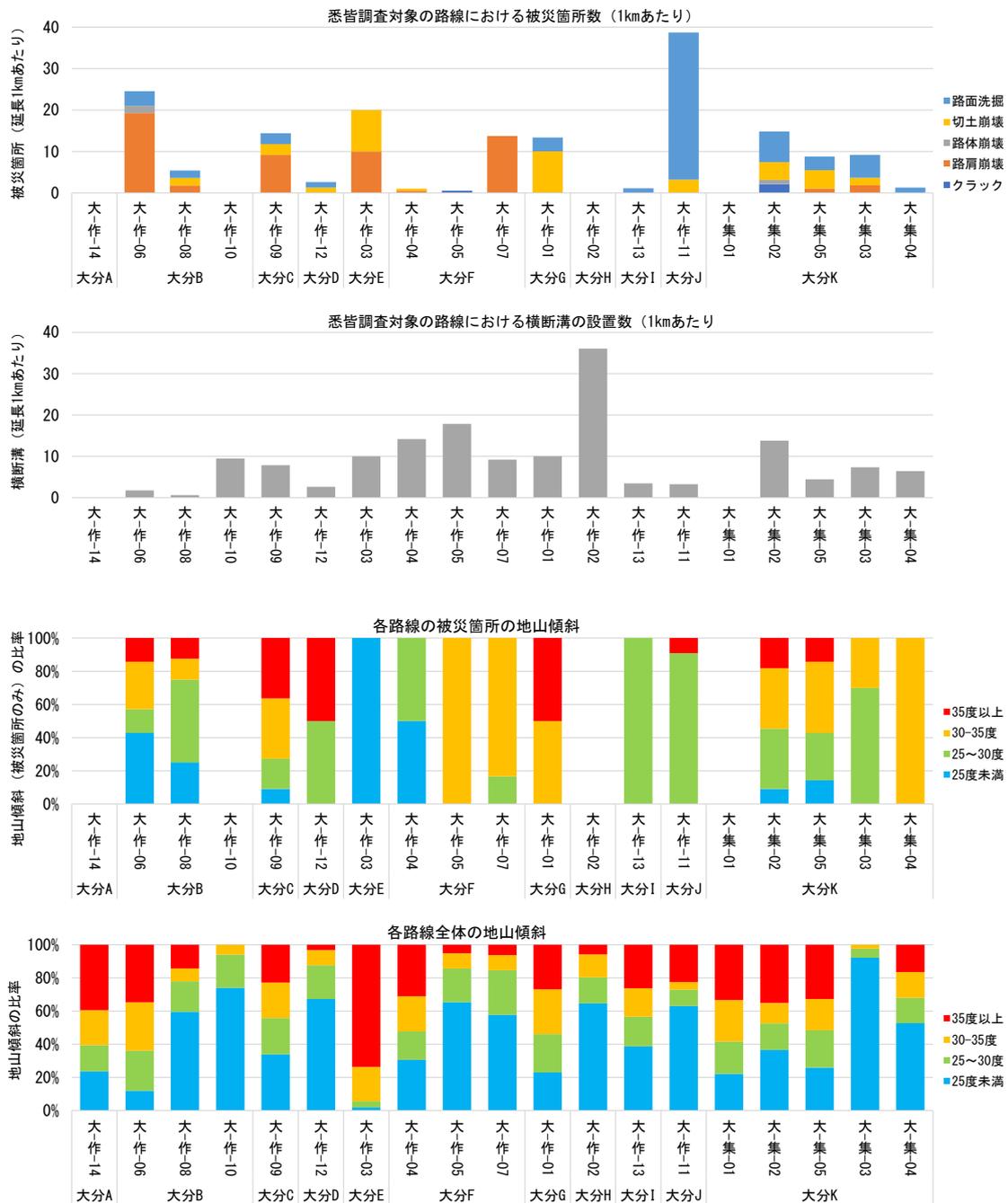


図 2.3-2 悉皆調査の対象路線の被災箇所・横断溝・地山傾斜（大分県）

2.4 ヒアリング調査

森林作業道作設指針や主伐時における伐採・搬出指針の内容について、現地調査を行った地域において地方自治体職員や林業事業者等の現場作業員への浸透状況、現場における適用状況等に関するヒアリング調査を行い、地域ごとの差異や効果的な普及方法の分析を行った。また、森林作業道等の維持管理・保全の状況、被災した場合の対応等についてもヒアリング調査を行い、改善すべき事項について分析を行った。

1) ヒアリング内容

(1) 都道府県担当者

4 県の担当者を対象として、以下の内容についてヒアリングを実施した。

- ① 森林整備を担当する職員が、県の森林作業道作設指針（以下「作業道指針」という。）や主伐時における伐採・搬出指針（以下「搬出指針」という。）について学ぶ机上研修や実地研修のような取組をしているか
- ② 作設から数年が経過したり、大雨が降ったりした場合等に復旧が必要となる森林作業道（箇所）及び集材路の状況を把握しているか
- ③ 森林作業道で土砂崩れが発生した場合、どのような対応をしているか
- ④ 森林作業道が被災した場合、被災要因の分析を行ったり、それを研修材料等に使用したりすることはあるか。
- ⑤ 地域の特性に鑑み、独自に作業道指針や搬出指針に記載していることがあるか
- ⑥ 作業道指針及び搬出指針について、事業者に対する周知はどのように行っているか
- ⑦ 事業体に作業道指針及び搬出指針を遵守してもらうために工夫していることがあるか
- ⑧ 森林作業道及び集材路を作設する技術者の育成・スキルアップに取り組んでいることがあるか
- ⑨ 作業道指針及び搬出指針の周知・浸透、内容の遵守に向け、事業者から県に対する要望はあるか
- ⑩ 作業道指針及び搬出指針の内容について、事業者から要望があるか
- ⑪ 事業者からの要望を参考に、指針を改正したことがあるか、またそれはどんな内容か。

(2) 林業事業者

- ① 事業者の規模
- ② 森林作業道及び集材路作設に携わる技術者の人数
- ③ 作業道指針及び搬出指針の認識の有無、指針の内容を踏まえた作設を行っているか
- ④ 技術者が、作業道指針及び搬出指針について学ぶ机上研修や実地研修、その他の工夫されている取組

- ⑤ 社外の技術者の森林作業道及び搬出指針作設に係る技術水準確認方法、外部技術者の技術の維持に向けて取り組んでいること、工夫していること
- ⑥ 研修や情報交換の場に関する要望
- ⑦ 作業道指針及び搬出指針について加えた方がよいと考える項目、対応に苦慮している項目
- ⑧ 森林作業道の維持・管理方法、工夫している点
- ⑨ 作設から数年が経過したり、大雨が降ったりした場合等に、復旧が必要となる森林作業道（箇所）を把握しているか。大雨時については集材路の状況も把握しているか
- ⑩ 森林作業道で土砂崩れが発生した場合、どのような対応をしているか

2) まとめ

(1) 県ヒアリング調査まとめ

- 作業道指針に特化した研修を県職員向けに行うことはほとんどなく、林業の総合的な研修の一部で触れられたり、担当者の自主的な学びや経験で指導技術を得ている。一方で、森林作業道に関して、知識や技術力が必要なことは認識されており、職員自身の能力向上について課題に感じている。
- 県有林の森林作業道については、災害時の状況把握を行っている。民間事業者が整備した森林作業道については、管理者が被災状況の把握を行うことが前提であり、県職員が網羅的に状況把握を行うことはない。なお、出先職員が管内の業務の範囲で状況把握を行ったり、災害査定という形で現場に出向くことはある。
- 森林作業道の維持管理・補修は管理者が行うことが原則。災害対応などの措置が必要な場合は対応。
- 森林作業道の被災状況について、試験場等の職員が調査することがあり、その際の成果資料を研修として使うこともある。
- 職員は自ら担当する管内の地形、地質等について把握していると考えられ、指針に地域毎の施業の配慮事項等を附記している場合がある。
- 作業道指針の事業者への一斉周知については、いずれの県でも行っている。個別指導については、補助事業関連業務時に行うことが多い。
- 森林作業道の作設や管理について、事業者の管理規程の作成や、地域内の事前の協議等に取り組み、円滑に作設が進むよう配慮する事例が見られた。
- 作業道指針について、オペレーターまで徹底されていないことを危惧する指摘もあった。
- 事業者に対する研修については、現場監督員や森林施業プランナー向けの研修と、森林作業道作設オペレーター向けの研修に大別している例があった。現場監督員向けは、計画策定、路線選定、設計方法などの座学が主であり、オペレーター向けは座学および実技が主。
- 研修対象者の減少に伴い、毎年開催から隔年開催への変更、研修の一本化などの傾向が見られる。また、講師の確保も課題。
- 急峻な場所では構造物をつくることも考慮に入れた作業道指針にして欲しいという要望がある。
- 自伐林家は森林作業道に関心が高い。
- 作業道指針を遵守するためには、費用がかかりすぎる場合がある。
- 幅員について、広幅員（トラック通行）や小幅員（大橋式作業道等）の要望がある。
- 真砂土への対応を追記している県がある。
- 集材路について、主伐後も再生林に用いる道として作業道指針に基づく道づくりを指導する場合がある。集材路は補助金の対象外であるため、県だけでは事

業体に指導するのが難しい。

(2) 事業者ヒアリング調査まとめ

- 森林作業道の線形を計画する職員と、作設する現場オペレータは別であり、両方を行う者はいないが、双方の協議により進めている。専門的知識・技術を有する人材確保・人材育成が課題。
- 作業道指針は周知されているが、部分的に遵守が難しい場面がある。
- 県が実施する、現場監督員／森林施業プランナー研修や現場オペレータ研修を受講している。
- オペレータに多少の線形変更は許されている。指針準拠のチェックは、現場監督者が指導するほか、オペレータに一任されている場合もある。
- 事業者間の情報交換やオペレータ研修の機会があるとよい。
- 豪雨等の災害が発生した場合に、過去の施業地のうち危険性の高い箇所（民家周辺）等を見まわる事業者は多い。
- 森林作業道の状況について、定期的な巡視等を行っていないことが多い。
- 被災時の森林作業道の復旧には市町村等の支援を活用している。
- 森林作業道開設に使用する林業機械の大きさは、間伐は0.25クラス、皆伐は0.45クラスのバックホーが主流。
- 森林作業道と集材路を明確に区別して施業を行う事業者は少ない。
- 主伐時の伐採・搬出指針について知ってはいるが、それに基づく集材路づくりをしているかについては、明確な回答をする事業者はなかった。
- 伐採・搬出指針のみの研修を行うことはなく、森林作業道作設指針の研修で対応していると認識する事業者が多い。

2.5 文献調査

森林作業道作設指針（平成 22 年）策定後に発行されている文献等を整理し、指針等の見直しに向け、重点的に検討する可能性のある下記項目について、既往文献等から整理した。

- 排水施設の設置が必要な箇所や間隔（森林作業道・集材路）
- 締固めに係る工法規定や品質規定（森林作業道・集材路）
- 土質に応じた縦断勾配の基準（森林作業道）
- 幅員（集材路）
- 密度（集材路）

1) 文献調査の流れ

- ・ 森林作業道作設指針策定(平成 22 年)の後に発表されている論文等(2010～2022)を対象に収集した。
- ・ 収集対象とする文献は、学術論文をはじめとして、大学・研究機関の所報や成果報告書（例：岩手大学、森林総研、岐阜県森林研究所等）、研修教材、書籍など幅広く対象とした。
- ・ 文献検索は、CiNii（和文中心）や Google Scholar などのツールを用いて、以下の文言をキーワードに検索した。
森林作業道、集材路、排水、締固め、盛土、縦断勾配、幅員、(路網) 密度・・・
- ・ 収集した文献をレビューし、指針の重点見直し項目に関連する記述・数値等が記載されている場合は、該当箇所を抽出した。

2) 文献調査結果

CiNii での文献検索結果を表 2.5-1 に示す。また、文献レビュー結果を表 2.5-2 に示す。

表 2.5-1 CiNiiでの文献検索結果

調査内容	キーワード	学術論文
排水施設の設置	排水 森林作業道	20
	排水 集材路	0
締固めに係る工法規定や品質規定	締固め 森林作業道	10
	締固め or 締め固め 集材路	3
土質に応じた縦断勾配の基準	縦断勾配 森林作業道	14
幅員	幅員 集材路	1
密度	路網 or 路網密度 集材路	3

表 2.5-2 文献調査結果

	キーワード	学術論文
森林作業道	排水	<ul style="list-style-type: none"> 横断溝の工種がゴム製の場合、80%以上が排土しなくとも排水機能が保たれる。(荒川ら 2013) 横断排水溝の閉塞率はシラスや堆積岩が火成岩に比べて高いため、平均設置個所も多い。(井内ら 2021) 花崗岩地域では路面水の排水設備を 15m 以下の間隔で設置することが望ましい。(岐阜県森林研究所 2021)
	縦断勾配	<ul style="list-style-type: none"> 40° 以上の急傾斜地（縦断勾配ではない）で路側崩落の危険性が高まり、土質は傾斜に比べると関与が低い(荒川ら 2013) 花崗岩は風化後侵食を受けやすく、縦断勾配 4° 以上で重大な路面浸食を受ける。(岐阜県森林研究所 2021)
	締固め	<ul style="list-style-type: none"> 作業道の轍では轍間と比べて Nc 値（土壌硬度）、乾燥密度のどちらも高くなった。(佐藤 2021) (北海道林業試験場 2021) 半切・半盛による工法よりも全幅員で均一に締固める方が路体内部の乾燥密度を高まる。(後藤ら 2014) 盛り土の締固めにおいては、1 層（1 工程分）の締固め厚さを 0.3m とすることが崩壊を防ぐことに十分な強度を得る。(岐阜県森林研究所 2021)
集材路	排水	<ul style="list-style-type: none"> 調査対象の皆伐地 63 ヶ所のうち、横断排水路が設置されている伐区は 14 ヶ所であり、多くの伐区で路面水の適切な処理が行われていなかった。(生駒ら 2022)
	締固め	<ul style="list-style-type: none"> トドマツ人工林内に設置された集材路において、間伐直後は表層から深さ 0.2m まで硬い層が形成されたが、間伐 6 年後の土壌貫入抵抗は間伐直後に比べ低下した。車両走行により締め固められた土壌硬度は、間伐後 5~6 年で回復したことが示唆された。(佐藤ら 2018) 林業機械の林内走行により締め固められた土壌では、更新植生の生育・成長阻害や (Hatchell et al. 1970 ; Wert and Thomas 1981 ; Heninger et al. 2002), 裸地化した路面からの土砂流出 (長坂ら 2011) を引き起こすことがある。
	幅員	<ul style="list-style-type: none"> 集材路の幅員は 2.5m の伐区が 1 ヶ所、3m の伐区が 29 ヶ所、3.5m 以上の伐区が 33 ヶ所であった。(生駒ら 2022)
	路網密度	<ul style="list-style-type: none"> 集材路密度 350m/ha で伐区面積の 90%程度の範囲が直接集材可能となると推定された。(生駒ら 2022) 地山傾斜にかかわらず作業性を重視して高密に開設された集材路は、継続的な利用が困難となる損壊が生じているだけでなく、その損壊が林地荒廃の素因となっていることが示唆された。(生駒ら 2022)

3. 検討委員会の運営等

事業の実施に当たっては、学識経験者等で構成された検討委員会を設置し、その運營業務（各委員への必要な謝金、旅費、日当等の支払、会場準備、会議資料の作成、日程調査等の庶務）を行った。

委員は5名とし学識経験者や有識者がバランスよく含まれるよう配慮した（表3-1）。

検討委員会を下記の3回開催し、具体的な調査方法や分析結果について技術的指導や助言を受けた。

（第1回）調査方法・指針等の見直しに当たっての留意事項の検討

（第2回）調査分析結果の報告、指針等の見直し案の作成方針の検討

（第3回）指針等の見直し案の検討

表 3-1 有識者委員会の委員一覧

所属・役職	氏名
岐阜県森林研究所専門研究員	白田 寿生
岩手大学農学部森林科学科准教授	齋藤 仁志
一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会 会長	酒井 秀夫
国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所森林路網研究室 室長	鈴木 秀典
北都留森林組合専務理事兼参事	中田 無双

3.1 第1回検討委員会

第1回検討委員会の開催概要を表 3-2 に示す。

表 3-2 第1回検討委員会の開催概要

日 時	2022年8月2日(火) 15:00～17:00	場 所	ランドブレイン株式会社社会議室 及びオンライン同時開催
出席者	【委員】5名 酒井秀夫委員 臼田寿生委員 齋藤仁志委員 鈴木秀典委員 中田無双委員	【事務局】 〈林野庁〉 市川裕子森林土木専門官 川崎耕作課長補佐 佐々木嵩史路網整備専門官 遠山千景氏 〈ランドブレイン株式会社〉 上原望、山内豊季、市原弾 〈いであ株式会社〉 稲田あや	
次第	1. 開会 2. 委員紹介 3. 議事 本調査事業の種子・論点・調査手法について (1) 事業の背景・目的 (2) 今後のスケジュール (3) 基準類の見直し・充実に向けた論点整理 (4) 各地域独自の基準 (5) 過去文献や既往研究からわかっていること (6) 現地調査の方法 4. その他		

3.2 第2回検討委員会

第2回検討委員会の開催概要を表 3-3 に示す。

表 3-3 第2回検討委員会の開催概要

日 時	2022年12月12日(月) 10:00～12:00	場 所	ランドブレイン株式会社会議室 及びオンライン同時開催
出席者	【委員】4名 酒井秀夫委員 臼田寿生委員 齋藤仁志委員 鈴木秀典委員	【事務局】 〈林野庁〉 市川裕子森林土木専門官 川崎耕作課長補佐 吉川正純課長補佐 遠山千景路網整備専門官 〈ランドブレイン株式会社〉 上原望(WEB)、山内豊季、市原弾 〈いであ株式会社〉 稲田あや、渡邊黎也	
次第	1. 開 会 2. 議 事 現地調査の進捗及びとりまとめ状況、指針見直しに向けた論点整理について (1) 第1回検討委員会結果概要 (2) 調査の進捗、とりまとめ状況 (3) 指針等見直しに向けた論点整理 (4) ヒアリング結果 (5) 今後のスケジュール 3. その他		

3.3 第3回検討委員会

第3回検討委員会の開催概要を表 3-4 に示す。

表 3-4 第3回検討委員会の開催概要

日 時	2023年2月16日(月) 15:00～17:00	場 所	ランドブレイン株式会社会議室 及びオンライン同時開催
出席者	【委員】5名 酒井秀夫委員 臼田寿生委員 齋藤仁志委員 鈴木秀典委員 中田無双委員	【事務局】 〈林野庁〉 市川裕子森林土木専門官 川崎耕作課長補佐 吉川正純課長補佐 遠山千景路網整備専門官 〈ランドブレイン株式会社〉 上原望(WEB)、中塚高士、山内豊季、市原弾 〈いであ株式会社〉 稲田あや	
次第	1. 開 会 2. 議 事 現地調査の進捗及びとりまとめ状況、指針見直しに向けた論点整理について (1) 第2回検討委員会結果概要 (2) 調査結果報告 (3) 調査結果のまとめ (4) 指針等見直しの対応について (5) 普及啓発資料について (6) 今後の課題 3. その他		

4. 指針等の見直し内容の取りまとめ等

4.1 森林作業道作設指針等の見直し内容の検討と取りまとめ

2章および3章の調査・分析結果から得られた新たな課題、データ等について整理を行い森林作業道や集材路及び土場の作設にあたり、指針の見直しが必要な内容の検討を行い、結果を取りまとめた。

(1) 指針の見直しの方向性について

森林作業道作設指針および主伐時における伐採・搬出指針について、調査結果及び検討委員会での議論を踏まえ、指針の見直しの方向性をとりまとめた（表4-1）。赤字部分が見直しを検討する箇所である。

表 4-1 指針の見直しの方向性

森林作業道作設指針	主伐時における伐採・搬出指針
● 傾斜 35° 未満で保全対象が周囲にない箇所を選定（特に <u>保全対象に直接被害を与える箇所には作設しない</u> ）	● 傾斜 35° 未満で保全対象が周囲にない箇所を選定（人家、道路、鉄道その他の <u>保全対象に直接被害を与える箇所には作設しない</u> ）
● 構造物は地形・地質、土質、人家等との位置関係等の条件から、 <u>必要な箇所</u> に設置	● 一時的な利用が前提であるため、原則として丸太組工等の構造物を要しない配置とし、 <u>構造物が必要となる場合には森林作業道として作設</u>
● 地形・地質の安定している箇所を通過するとともに、溪流沿いからは離し、 <u>濁水や土砂が溪流へ直接流れ込まないように選定</u>	● 地形・地質の安定している箇所を通過するとともに、溪流沿いからは離し、 <u>濁水や土砂が溪流へ直接流れ込まないように選定</u>
● 急傾斜地の0次谷を含む谷地形や破砕帯など、一般的に崩壊しやすい箇所は避け、やむを得ず通過する場合は通過区間を極力短くし、幅員、排水処理、切土、現地に適した <u>構造物等</u> を適切に計画	● 急傾斜地の0次谷や破砕帯など、一般的に崩壊しやすい箇所は避け、やむを得ず通過する場合は、通過区間を極力短くし、幅員、排水処理、切土等を適切に計画
● <u>地形に合わせた</u> 作業システムに対応する必要最小限の規格で計画	● 地形に合わせた作業システム（集材方法及び使用機械）を選定し、必要最小限の配置を計画
● 森林内での作業の効率性を高めるとともに、環境への影響に配慮した必要最低限の路網密度となるよう配置	—
● <u>幅員は2.5m～3.0m</u>	● 幅員は作業の安全を確保できる必要最小限
● 残土は発生しないよう切土と盛土の量を調整し、やむを得ず <u>残土処理が発生しそれを処理する場合には、盛土規制法等に則して適切に処分</u>	● <u>切土・盛土に係る項目を森林作業道作設指針に準じて記載</u>
● 切土高は、切土のり面の安定や機械の旋回を考慮し1.5m以内	

<ul style="list-style-type: none"> ● <u>盛土のり面勾配は、概ね1割より緩い勾配</u>とし、盛土高が2 mを超える場合は、1割2分より緩い勾配とすること 	
<ul style="list-style-type: none"> ● <u>地形的な条件による地表水の局所的な流入がある箇所</u>では、盛土を避け、<u>土場は設置しないこと</u> 	
<ul style="list-style-type: none"> ● 排水施設は、縦断勾配等を考慮して、路面水がまとまった流量とならない間隔で設置。 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>排水処理に係る項目を森林作業道作</u> <u>設指針に準じて記載</u>
<ul style="list-style-type: none"> ● <u>森林作業道の管理主体を明確にして</u> <u>おく観点から、管理主体は森林作業</u> <u>道台帳等を作成</u> 	<p style="text-align: center;">—</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 横断排水施設の設置等の維持管理を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 路面水の流下状況等を踏まえ、植生が回復するまでの間、土砂の流出等が抑えられるよう横断溝等を処置

(2) ガイドライン記載案

本調査結果で得られた事例のうち「森林作業道作設ガイドライン (H27 度)」「第3 施工」「第5 管理」の参考事例として追加可能な内容を表 4-2 にて整理した。

表 4-2 ガイドラインに追加可能な参考事例案

ガイドライン項目		ガイドライン追加事例 (案)
1. 切土		「被災事例」 真砂土で 1.5m 以上の切土高となっており崩壊が始まっている事例
2. 盛土		「被災事例」 クラックの発生事例 横断工の流末から路肩が崩壊している事例 等 路体崩壊修復時の構造物の事例
3. 曲線部		「被災事例」 外カーブ手前で排水されずに路肩崩壊につながっている事例
第5 管理	②供用後の管理	「路面保護の事例」 路面保護の実施事例として、枝条、丸太、砂利などを敷設しているケース、セメントで舗装しているケース

4.2 普及啓発物等の作成

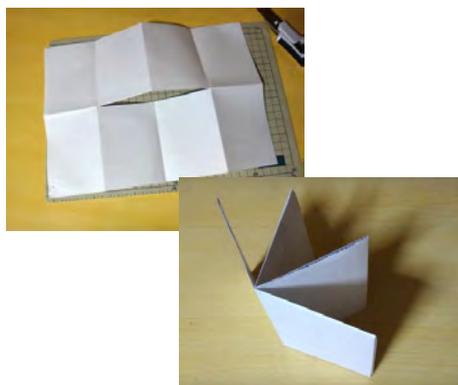
地域の条件に適した耐久性のある森林作業道等の作設のため、指針等における基準や知見の浸透を目的とした現場技術者向けの普及啓発物や、地方自治体職員向けのチェックリスト等を作成した。

(1) 普及啓発資料の作成

森林作業道作設に関わるプランナー・オペレーターが、森林作業道作設指針や主伐時における伐採・搬出指針の意義を理解し、内容について関心を持ってもらえるように作成した。また、現場でも見返してもらえるよう、折りたたんで携帯できるようなレイアウトとした。資料自体は端的な文章を中心に編成し、関心をもった内容については、深く知ることが出来るよう Web リンク (QR コード) を活用した。

表 4-3 普及啓発資料の構成概要

レイアウト・構成	
表面	<ul style="list-style-type: none"> ・タイトルはインパクトある言葉で森林作業道作設の重要性を訴える「あなたが作設しようとする作業道等 その内容で大丈夫ですか？」 ・近年の山地災害の激甚化による森林作業道の崩れなど注意喚起し、森林施業の重要性を伝えるメッセージを記載。 ・「森林作業道作設指針」及び「主伐時における伐採・搬出指針」の概要について解説し、詳細についてはホームページリンク先に飛べるようにする。
裏面	<ul style="list-style-type: none"> ・本業務での調査結果を踏まえ、 <ol style="list-style-type: none"> ①路線選定 ②切土盛土 ③排水処理 の3点に重点を置いた資料とする。 ・表紙は「森林作業道作設者心得」として、災害に強く壊れにくい森林作業道作設を行うマインドセット形成に資する文章を掲載する。 ・裏表紙は路線作設に当たって確認用の簡単なチェックリストを掲載 ・折りたたんで見開き8ページの小冊子ができるようなレイアウトとする ※ポケットサイズの冊子 (8 ページ)



あなたが作設しようとする作業道等 その内容で大丈夫ですか？

近年、局地的な集中豪雨が多く発生し、山地災害が激甚化する傾向があります。森林作業道が崩れ、その後の施業や森林管理に支障をきたすケースも見られます。

森林が国土と自然環境の根幹であることを認識し、人々が森林の発揮する多面的機能の恩恵を享受できることが重要です。

森林施業に関わる全ての関係者は、森林・国土づくりに関わっているという自負を持ち、安全・安心な森林作業道づくり、木材の搬出を実践しましょう。

林野庁では、森林作業道について適切な作設による安全性の確保を図るため、「森林作業道作設指針」を定めています。

また、集材路を含む搬出方法についても「主伐時における伐採・搬出指針」を定めています。

森林作業道作設指針

(令和3年4月改正)



森林作業道を作設する上で考慮すべき最低限の事項を目安として示したものです。森林作業道の技術は地域の地形・地質や気象条件等を踏まえ、近隣の施工事例を参考としたり、十分な経験を有する人から技術的指導を受けることも重要です。

森林作業道とは・・・

間伐等による木材の集材・搬出、主伐後の再造林等の森林整備に継続的に用いられる道であり、作設費用を抑えて経済性を確保しつつも、繰返しの使用に耐えるよう丈夫なものを言います。

主伐時における 伐採搬出指針

(令和3年4月策定)



林業経営体等が主伐時における立木の伐採・搬出に当たって考慮すべき最低限の事項を示したものです。

主伐時における、林地保全に配慮した集材路・土場の配置・作設や、盛土・切土、生物多様性の配慮事項等について記載されています。

集材路とは・・・

立木の伐採、搬出等のために林業機械等が一時的に走行することを目的として作設される仮施設を言います。(森林整備や木材の搬出のために継続的に用いる道は森林作業道として区別)

裏面は、キリトリ線に沿って切り、折り畳むと、「森林作業道作設者心得」の小冊子になります。森林作業道作設指針のエッセンスを載せていますので、TBM の場などで是非ご活用下さい。

維持管理



赤揺りによる横断溝

要点③ 排水先の処理は入念に
 排水施設を設ける場合は、排水先を安定した尾根部や常水のある沢にするなど、路面上に集まる雨水を安全、適切に処理・浸食を防止するため、岩や石で水たまりを設置するなどして処理

・作業が終了した後も、路面凍結や路肩崩壊が発生していないか確認・補修を行う
 ・森林作業道台帳等を作成し管理主体を明確に

要点② 小溪流の横断は洗越で施工



路面の侵食

要点① 小まめな分散配水を
 ・路面の横断勾配を水平にした上で、縦断勾配を緩やかにし、かつ、波状にすることに
 ・これができる場合や水が集まる場合にはこまめに排水施設を入れるなど工夫

・小溪流の横断には、原則として洗越で施工

排水施設

森林作業道作設者心得

施業地周辺や下流域には人々の暮らし・生業があります。森林作業道作設者には、**森林資源を活用しながら環境も守るという重要な責任があります。**
 将来に向けて森林を整備していく重要な役割を担っていることを認識し丁寧な施業を心がけましょう！

用語解説

0次谷：谷の上流部・集水域にある凹地形
洪水流出・斜面崩壊・土石流発生源となりうる
破砕帯：岩石が砕かれて多くの隙間を持った地層
侵食谷や地すべりの原因となりうる
マサ土：花崗岩が風化してできた砂状の土壌
桶固めが困難で非常に崩れやすい土質

路線選定

要点① 作設適地を選定する

・周囲の保全対象に直接被害を及ぼさない場所
 原則として傾斜35度以下の作設に適した地形の場所を選定
 ・地形図、航空写真、地質図など十分な事前情報収集し、急傾斜の0次谷、破砕帯などの植生・土質・湧水場所・微地形等の図面から読み取れない情報を現場でよく確認し、図上検討し現地踏査を繰り返しながら、無理のない線形に



CS 立体図を活用した危険地形の読み取り(0次谷)
 出典：長野県 CS 立体図

要点④ 残土は適切に処理



盛土で発生したクラック

要点③ 盛土の締固めが甘いとクラックや崩壊が発生
 ・盛土にグラブクックが発生すると、路体崩壊等につながる大きな災害につながることも
 ・盛土は層数層に区分し、各層30cm程度の厚さで十分に締め固め
 ・マサ土のような締め固めにくい土砂では、盛土部分と地山を区分せず、切土側の地山をほぐして、均一に軽圧

・残土が出ないよう切土盛土を均高させる
 ・やむを得ず発生した残土は、盛土規制法等に則して処理

切土盛土

要点② 水が集まる所の盛土は厳禁



小溪流や沢などの水が集まる箇所では、盛土を避け、土場は設置しない
 谷に盛土した作業道の崩壊

要点① 切土高は1.5m以内が望ましい
 ・高すぎる切土は、切土面が崩れる危険が高い。後工程の伐倒撤出作業にも支障が生じる
 ・高すぎる切土
 ・適正な切土高

要点② 縦断勾配10度(1.8%)以下を基本とする

・土地の制約等から必要な場合は、短区間に限り概ね14度(2.5%)
 ・火山灰、軽石、マサ土などの条件が悪い土質の場合はさらに緩勾配に
 緩勾配で作設された道

要点③ 幅員は必要最小限の規格

・幅員は地形に応じて2.5m~3.0mを基本とするが、必要最小限を心がけ
 ・広幅員の作業道は伐開幅・切土盛土の土工量が大きく、風倒木発生の原因となり得る
 伐開幅を最小限にし道際の本も残した作業道

林野庁 森林整備部 整備課

路線整備の推進の最新情報はこちら



- (2) 地方自治体職員向けチェックリストの作成
 指針の見直しも反映しつつ、地方自治体職員向けチェックリスト項目案を作成した(表 4-4)。

表 4-4 チェックリスト項目案

区分		チェック項目
I 路線計画	1 計画	②地形、地質の安定している箇所を通過するように計画しているか。 <u>特に、傾斜 35°未満で保全対象が周囲にない箇所を選定しているか。(特に保全対象に直接被害を与える箇所には作設しない)</u> ・ <u>地形・地質の安定している箇所を通過するとともに、溪流沿いからは離し、濁水や土砂が溪流へ直接流れ込まないように選定</u> ※③と④項目の間に追加
	3 縦断勾配	⑤ <u>急傾斜地の0次谷を含む谷地形や破碎帯など、一般的に崩壊しやすい箇所は避けているか。</u> やむを得ず通過する場合は通過区間を極力短くし、幅員、排水処理、切土、現地に適した <u>構造物等</u> を適切に計画しているか。
II 施工	3 盛土	② <u>盛土のり面勾配は、概ね1割より緩い勾配とし、盛土高が2mを超える場合は、1割2分より緩い勾配としているか。</u> ⑧ <u>地形的な条件による地表水の局所的な流入がある箇所では、盛土を避け、土場は設置しないようにしているか。</u>
	6 排水施設	①路面の縦断勾配、当該区間の延長及び区間に係る集水区域の広がり等を考慮して、適切な間隔で設置しているか。 <u>(排水施設は、縦断勾配等を考慮して、路面水がまとまった流量とならない間隔で設置。)</u>
IV 管理		③ <u>森林作業道の管理主体を明確にしておく観点から、管理主体は森林作業道台帳等を作成</u>