

平成23年台風第12号災害 道路斜面災害 調査速報（和歌山県班）

1. 調査目的

和歌山県からの派遣要請（近畿地整、本省道路局経由）により、平成23年台風第12号により被災した道路のり面斜面について、今後の調査、復旧等の助言を行う。

2. 日時

平成23年9月10日（土）～11日（日）

3. 調査者

地質チーム 佐々木 靖人 上席研究員
江口 貴弘 交流研究員

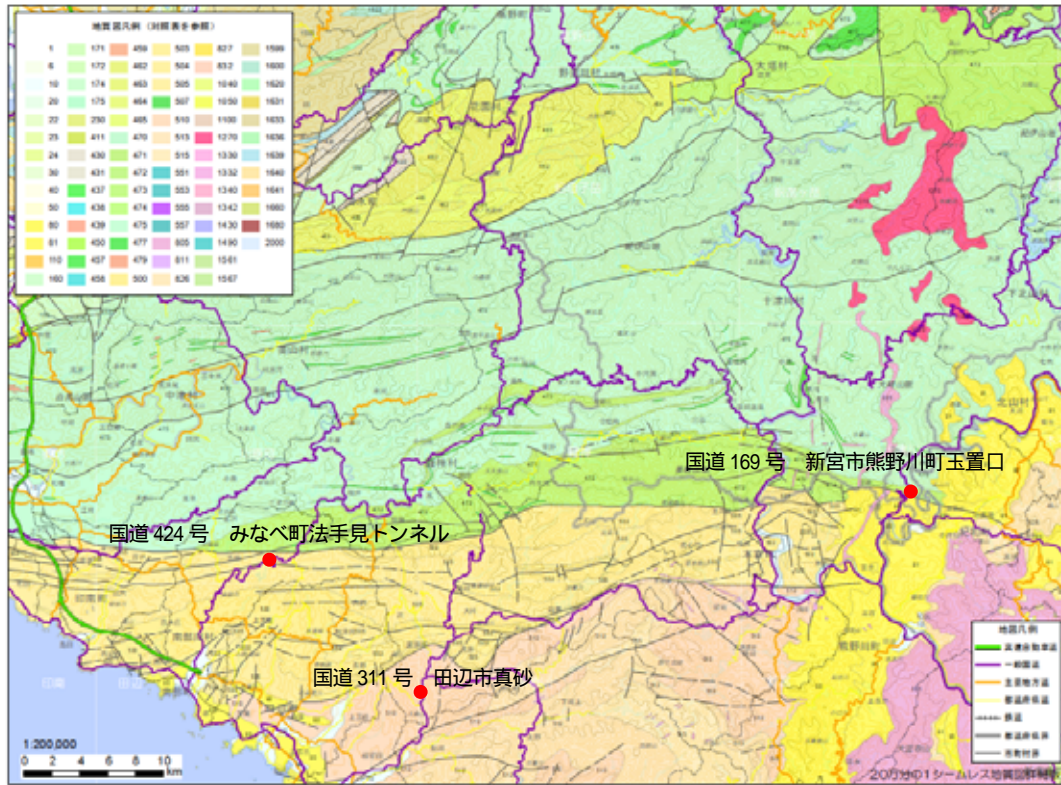
4. 調査箇所（下図）

- ・ 国道169号 和歌山県新宮市熊野川町玉置口
- ・ 国道311号 田辺市真砂地区
- ・ 国道424号 みなべ町法手見トンネル

5. 対応窓口

国土交通省近畿地方整備局 黒谷 道路調査官
（現地同行）横谷 道路計画管理官
西海 交通対策課長
同 紀南河川国道事務所 近藤 調査第二課長 ほか





調査箇所の地質 (出典 : 20 万分の 1 シームレス地質図)

地質図凡例の対比表

区分	凡例番号	年代	名称	岩相	
堆積岩類	1	完新世	人工改変地・埋め立て地		
	6	後期更新世-完新世	自然堤防(含む浜場)堆積物(非海成)		
	10	後期更新世-完新世	堆積岩類(海成及び非海成)	整然相	
	20	後期更新世	堆積岩類(海成及び非海成)		
	22	後期更新世	低位段丘		
	23	後期更新世	中位段丘		
	24	中期更新世	高位段丘		
	30	中期更新世	堆積岩類(海成及び非海成)		
	40	前期更新世	堆積岩類(海成及び非海成)		
	50	後期中新世-鮮新世	堆積岩類(非海成)		
	80	前-中期中新世	堆積岩類(海成及び非海成)		
	81	前-中期中新世	堆積岩類(海成及び非海成)		
	110	中期始新世	堆積岩類(海成及び非海成)	整然相	
	160	後期白亜紀	未区分(海成)		
	171	後期白亜紀	礫岩(海成)		
	172	後期白亜紀	砂岩優勢砂岩泥岩互層(海成)		
	174	後期白亜紀	泥岩優勢砂岩泥岩互層(海成)		
	175	後期白亜紀	泥岩(海成)		
	230	前期白亜紀	堆積岩類(海成)		
	火山岩	805	中-後期中新世	非アルカリ珪長質貫入岩	整然相
		811	後期白亜紀	非アルカリ珪長質貫入岩	整然相
		826	中-後期中新世	非アルカリ珪長質火山岩類	異地性岩塊
		827	前-中期中新世	非アルカリ珪長質火山岩類	異地性岩塊
832		後期白亜紀	非アルカリ珪長質火山岩類	異地性岩塊	
1040		中-後期中新世	非アルカリ苦鉄質火山岩類	異地性岩塊	
1050		前-中期中新世	非アルカリ苦鉄質火山岩類	異地性岩塊	
1100		後期白亜紀	非アルカリ苦鉄質火山岩類	異地性岩塊	
深成岩		1270	中-後期中新世	珪長質深成岩類	
		1330	後期白亜紀	珪長質深成岩類	
	1332	後期白亜紀	花崗閃緑岩		
	1340	前-後期白亜紀	珪長質深成岩類		
	1342	前-後期白亜紀	花崗閃緑岩		
	1430	前-中期中新世	苦鉄質深成岩類		
	1490	前-後期白亜紀	苦鉄質深成岩類(古期領家)		
	変成岩	1561	白亜紀	領家変成岩(黒雲母帯・重晶石帯)	
1567		白亜紀	領家変成岩(珪線石帯)		
1599		白亜紀	三波川変成岩類の泥質片岩(弱変成相)		
1600		白亜紀	三波川変成岩類の砂質片岩(弱変成相)		
1620		白亜紀	三波川変成岩類苦鉄質片岩(弱変成相)		
1631		白亜紀	三波川変成岩類の珪質片岩(弱変成相)		
1633		白亜紀	三波川変成岩類の泥質片岩(点紋帯)		
1636		白亜紀	三波川変成岩類の苦鉄質片岩(点紋帯)		
1639		白亜紀	御荷鉾緑色岩類(砂質・泥質岩)		
1640		白亜紀	御荷鉾緑色岩類(苦鉄質岩)		
1641		白亜紀	御荷鉾緑色岩類(チャート)		
1660		石炭紀-ペルム紀	古期三都(三都-蓮華)変成岩類		
1680		オルドビス紀-デボン紀	黒瀬川変成岩類		
付加コンプレックス		411	ペルム紀	砂岩層	整然相
	430	前-後期ジュラ紀	メランジュ基質	混在相	
	431	前-後期ジュラ紀	砂岩層	整然相	
	437	石炭紀-ペルム紀	玄武岩ブロック	異地性岩塊	
	438	石炭紀-ペルム紀	石灰岩ブロック	異地性岩塊	
	439	石炭紀-中期ジュラ紀	チャートブロック	異地性岩塊	
	450	後期ジュラ紀-前期白亜紀	メランジュ基質	混在相	
	457	ペルム紀	玄武岩ブロック	異地性岩塊	
	458	ペルム紀-前期白亜紀	石灰岩ブロック	異地性岩塊	
	459	ペルム紀-前期白亜紀	チャートブロック	異地性岩塊	
	462	前-後期白亜紀	砂岩	整然相	
	463	前-後期白亜紀	砂岩優勢砂岩泥岩互層	整然相	
	464	前-後期白亜紀	等量砂岩泥岩互層	整然相	
	465	前-後期白亜紀	泥岩優勢砂岩泥岩互層	整然相	
470	後期白亜紀	メランジュ基質	混在相		
471	後期白亜紀	礫岩	整然相		
472	後期白亜紀	砂岩	整然相		
473	後期白亜紀	砂岩優勢砂岩泥岩互層	整然相		
474	後期白亜紀	等量砂岩泥岩互層	整然相		
475	後期白亜紀	泥岩優勢砂岩泥岩互層	整然相		
477	白亜紀	玄武岩ブロック	異地性岩塊		
479	白亜紀	チャートブロック	異地性岩塊		
500	中期始新世-前期漸新世	メランジュ基質	混在相		
503	中期始新世-前期漸新世	砂岩優勢砂岩泥岩互層	整然相		
504	中期始新世-前期漸新世	等量砂岩泥岩互層	整然相		
505	中期始新世-前期漸新世	泥岩優勢砂岩泥岩互層	整然相		
507	晩新世-前期始新世	玄武岩ブロック	異地性岩塊		
510	後期始新世-前期中新世	メランジュ基質	混在相		
513	後期始新世-前期中新世	砂岩優勢砂岩泥岩互層	整然相		
515	後期始新世-前期中新世	泥岩優勢砂岩泥岩互層	整然相		
551	後期白亜紀	苦鉄質火山岩類	異地性岩塊		
553	前期-後期ジュラ紀	苦鉄質火山岩類	異地性岩塊		
555	時代未詳	超苦鉄質岩類			
557	前期白亜紀	苦鉄質深成岩類			
2000		現在	湖水・河川・海など		

6 . 調査結果

(全体概要)

- ・災害個所は、断層面などの弱面を崩壊面とする基盤岩からの崩壊、深層崩壊が多い。
- ・崩壊部の背後斜面に不安定地形を残すものや、崩土が崩壊面上に残存するものが多く、応急復旧において、斜面上部などの地表調査（変状の有無の確認等）、二次災害への対策（崩壊頭部からの二次崩壊、崩壊地内に残存する土砂の二次崩壊等への対策等）が必須である。
- ・とくに一部の災害（具体的には真砂地区）では、大規模な深層崩壊の背後斜面にさらに規模の大きい岩盤クリーブ地形様の微地形が見られるため、この背後斜面の状況についても至急確認が必要であり、現地確認調査結果次第では、必要に応じてボーリング調査、変動計測等が必要である。
- ・今後、応急復旧作業等においては、残存する土砂の二次流出などが考えられるため、監視を十分行うとともに、降雨時ならびに降雨後しばらくは作業を行わないことが肝要である。
- ・また、応急復旧終了後も、一般の通行にあたっては、通行規制雨量の引き下げなどを検討しておくことが望ましい。

(以下、個別個所の調査結果)

国道169号（新宮市熊野川町玉置口（くまのがわちょうたまきぐち）

- ・地質地質：地形は勾配40度程度の谷型斜面。地質は後期白亜紀の日高川層群？（砂岩泥岩）（少し南部では熊野層群となっている）
- ・災害形態：表層土砂（深さ2m程度）および風化岩（深さ3～4m）の計6m程度の崩壊深さを持つ複合崩壊（土砂と基盤岩の両方からなる崩壊）。崩壊幅約40m、崩壊長さ約156m（頭部から土砂末端部まで）
- ・崩壊原因：地形的には谷地形で水が集まりやすい箇所であったこと、また、崩壊地の脇に古い表層崩壊のエリアがあり、今回の崩壊エリアは以前の崩壊で落ち残った表層土砂のやや厚いエリアにあたるため、この表土の厚いエリアを中心として崩壊したものと推定。崩壊面の岩盤は節理はあるがとくに流れ盤となる大規模な弱層は見あたらないため、基本的には表層崩壊に近いが、表層の緩んだ岩盤も含めてやや深めに崩壊したものと考えられる。
- ・今後の調査、確認事項（二次災害、対策検討等）：崩壊背後斜面の踏査による変状の有無の確認が必要。崩壊面を見ると亀裂（節理）はあるが、緩みはあまり見られないため、現状では比較的安定と思われるが、崩壊頭部は急斜面になっているので頭部付近の表層崩壊に注意が必要。また、崩壊地背後の斜面は、調査した限り段差等の変状はなく現状安定と思われるが、わずかにふくらみのある微地形（表土がやや厚く、斜面下方に表土が少しずつ落ちている可能性もある斜面）となっているので、より背後斜面の確認（段差などがないかどうか）はしておくこと。また、かなり上の背後斜面には、樹木の倒木がみられる。今回の崩壊とは直接関係ないと思われるが、念のため状況を確認しておいた方がよい。
- ・対策：応急対策は、崩壊面が急峻なため崩壊頭部の二次崩壊がないか背後斜面の変動計測（伸縮計等）をしながら適切な対策を実施。考えられる応急対策として、道路面まで大型土嚢を積み上げ応急路とすることや、地形的に急峻でこれが困難であれば仮橋など。



写真 1 国道169号新宮市熊野川町玉置口 崩落地写真（ヘリより空撮）

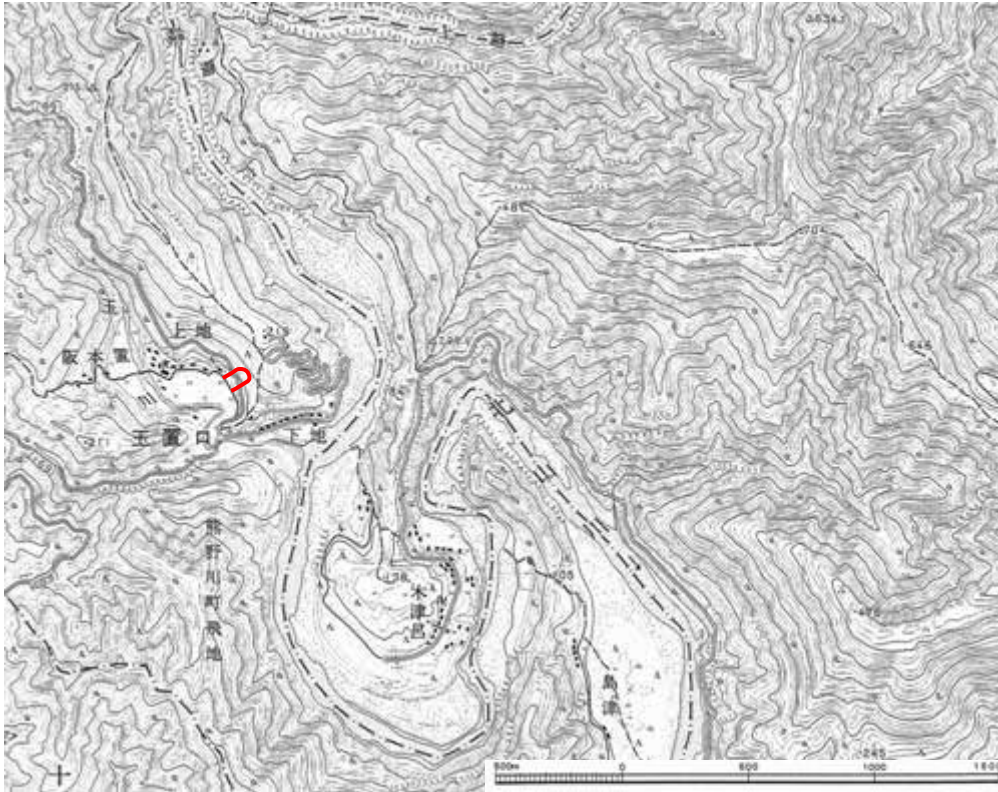


図 - 1 国道169号新宮市熊野川町玉置口周辺の地形図
 (出典 国土地理院2万5千分の1地形図 瀨八丁)

全体的にややふくらみのある地形。
 古くて薄い滑落跡が複数確認できる。

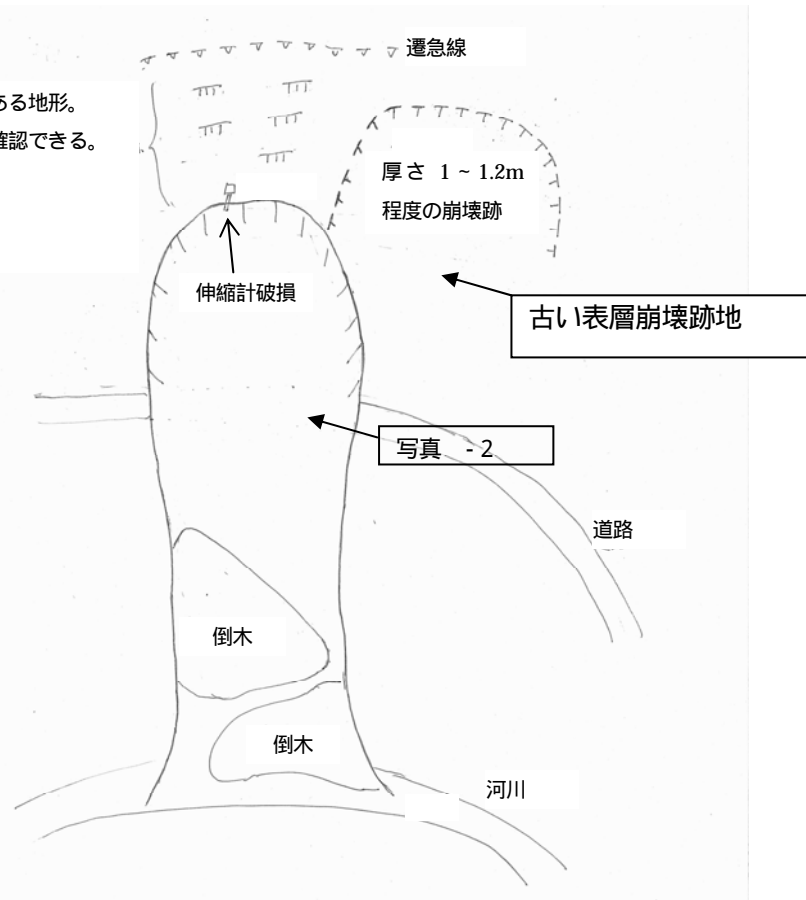


図 - 2 国道169号新宮市熊野川町玉置口 崩落地スケッチ平面図

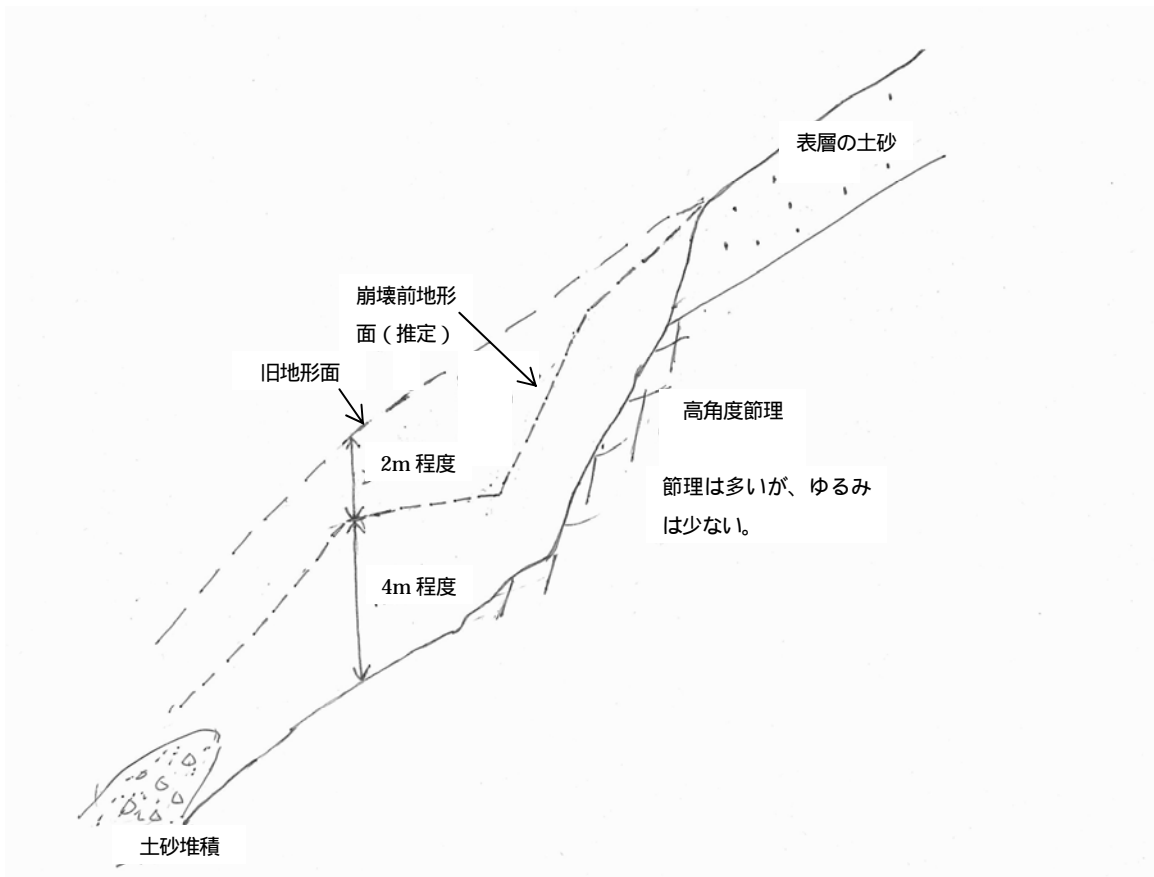


図 - 3 国道169号新宮市熊野川町玉置口 崩落地スケッチ断面図



写真 - 2 国道169号新宮市熊野川町玉置口 崩壊地を北西方向に望む

国道311号 田辺市真砂(まなご)

- ・地形地質：地形は沢に面したやや緩い山腹斜面。地質は後期始新世～前期中新世の牟婁層群の含礫泥岩、礫岩、砂岩泥岩。1/20万シームレス地質図ではメランジュ基質の混在相とされている。また1/5万栗栖川地質図幅(鈴木ほか1979)をみると崩壊部はわずかに図幅外であるが、概ね合川累層のK3部層(砂岩泥岩互層、フリッシュ)とK4部層(礫岩・岩礫泥岩・砂岩泥岩)の境界部付近で、崩壊の主部はK4部層に位置している。同図幅によるとK3部層とK4部層の境界は、約35度で北北西に傾斜する。合川累層K4部層は鈴木(1985)によると始新世の放散虫化石を産出する。
- ・災害形態：深層崩壊(崩壊深さ20m?)、崩壊幅約130m(堆積域幅190m)、崩壊長さ約550m(頭部から土砂末端部まで)
- ・崩壊原因：地形的には、今回崩壊した箇所よりも背後に、地すべりないし岩盤クリープ(岩盤が少しずつ重力で変形したもの)を示す地形が存在すること、崩壊頭部は崖錐(土砂)状部がかなり厚く、その下の岩盤も緩んでいることなどから、長雨で地下水位が上昇し、もともと広範囲に緩んだ状況にある岩盤斜面の末端部100m分くらいが大きく崩壊したものと考えられる。地質的には片理が発達(一部破碎)した泥質岩や礫岩からなるが、層理面・片理面は山の上流側に傾斜しているので流れ盤構造ではないため、断層等を用いて滑ったものと考えられる(ただしすべり面は未確認)。
- ・今後の調査、確認事項(二次災害、対策検討等)：2点の調査・確認が必要。1つは今回崩壊した背後の岩盤クリープ地形に変状が発生していないか(崩壊が背後に拡大しないか)を現地踏査で地表の変状の有無を確認することと、またできれば背後斜面のボーリング調査数孔と変動計測(モニタリング)。変動があればそちらの対策も要検討。もう1つは、崩壊した箇所の下流の土砂の堆積状況の確認(雨があれば土砂が出る可能性が高いため)。
- ・対策：応急対策としては、応急の道路を(掘削が容易なように)やや川側にシフトして、堆積した土砂を搬出し応急路とすることが考えられる(掘削した部分の山側のり面は脆弱なため大型土嚢等で抑える。水がかなり出てきているので、排水管路埋設)。ただし降雨時には作業しないこと。恒久対策としては、道路をやや川側に持ってきて、沢部の土砂が流下できるカルバート工の設置等(沢部と道路の標高の関係を確認する必要があるが)、崩壊跡地からの土砂流出が多い場合は砂防堰堤的なものが必要か(応急的に溪流出口に大型土嚢を積み応急の砂防堰堤とすることも考えられる。その場合は土嚢下に管を敷設し排水)。なお、崩壊頭部より上部の岩盤クリープ地形(上部背後斜面)の箇所に変状がある場合は、応急的に変動計測による監視・警報を行い、恒久対策としては適切な地すべり対策(抑え盛土・アンカー・杭、水抜き等)。

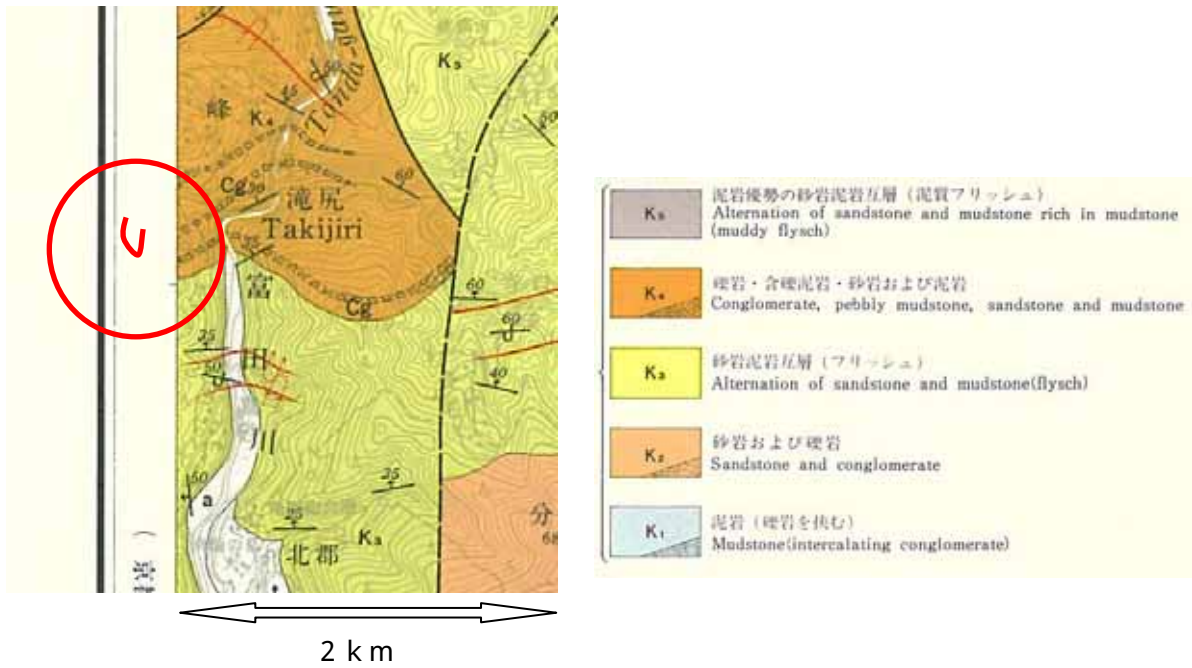


図 -1 崩壊地付近の 1/5 万地質図 (鈴木ほか,1979: 栗栖川図幅,地質調査所) 崩壊位置は図幅の範囲外 (赤丸付近) だが、合川累層の K4 部層付近と推定。



写真 - 1 崩壊状況 (崩壊地の上部斜面に緩い窪み状の斜面が認められる。) 国道 311 号 田辺市真砂 崩落地写真 (ヘリより空撮)

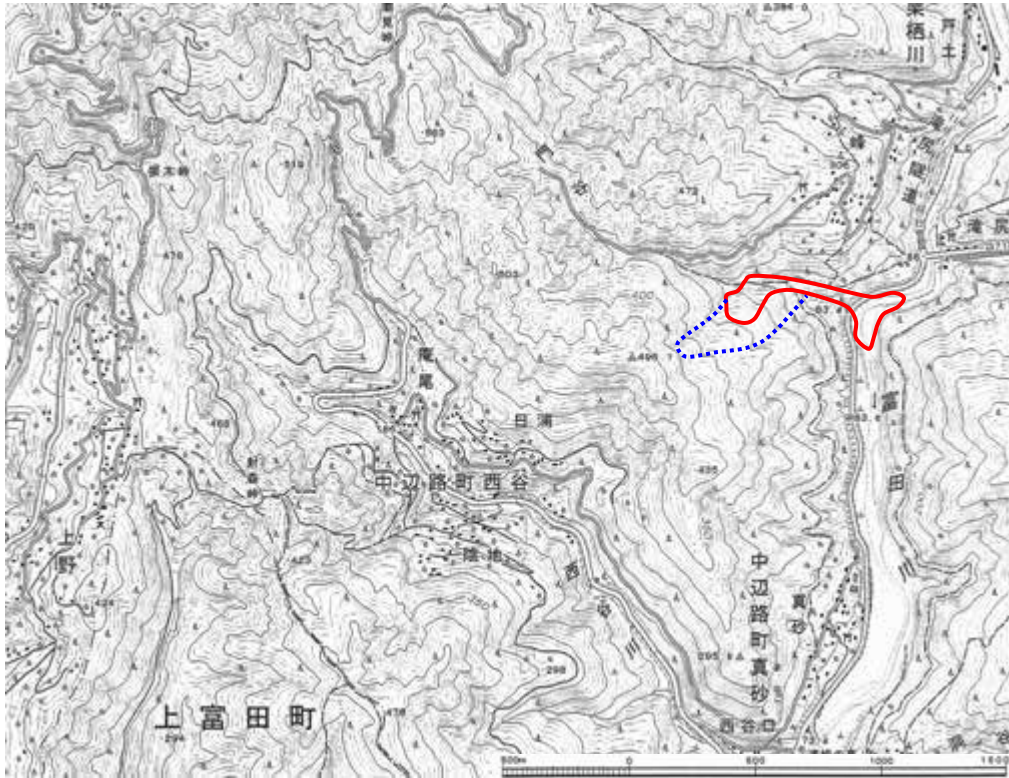


図 - 2 国道311号 田辺市真砂周辺の地形図
 (出典 国土地理院 2万5千分の1地形図 秋津川)

注：図中の青点線は背後に見られる地すべりないし岩盤クリープを示す地形の範囲

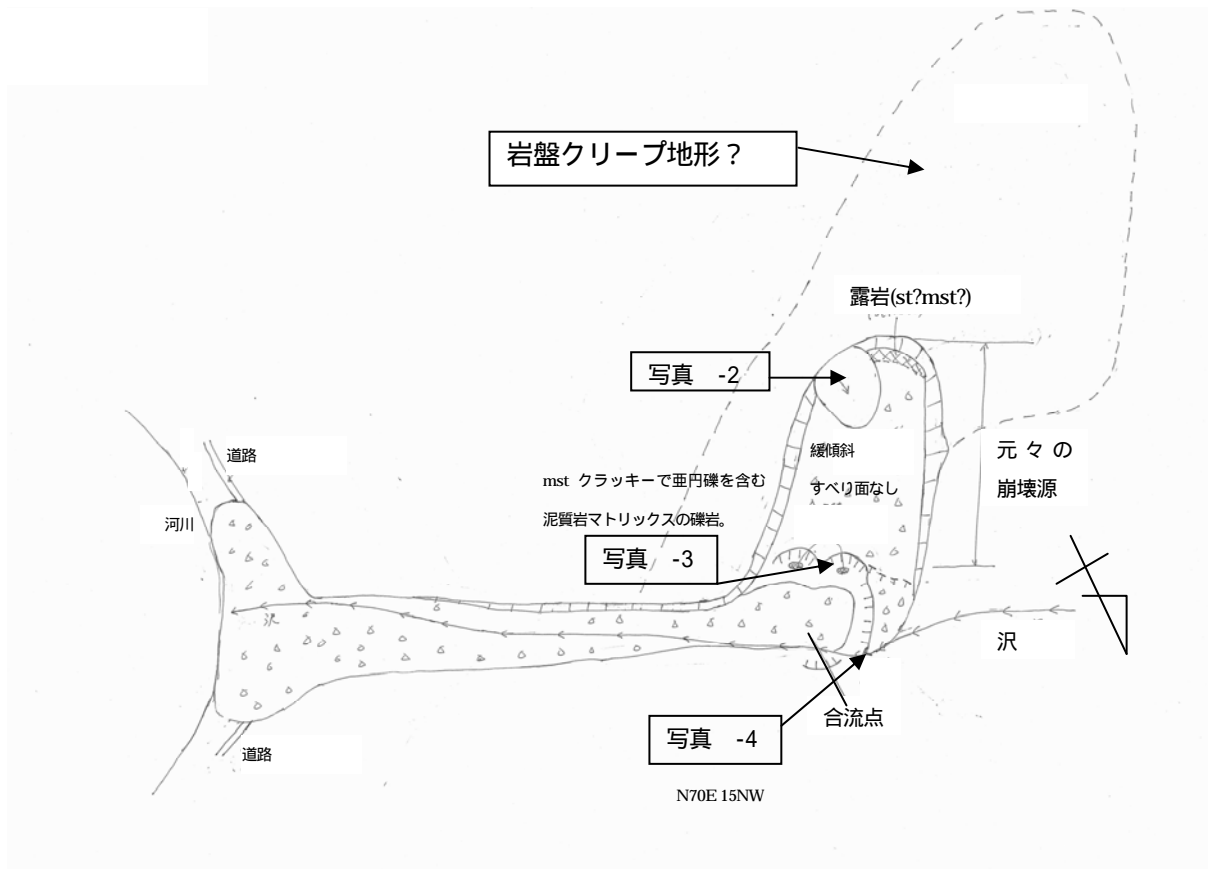


図 - 3 国道311号 田辺市真砂 崩落地スケッチ平面図

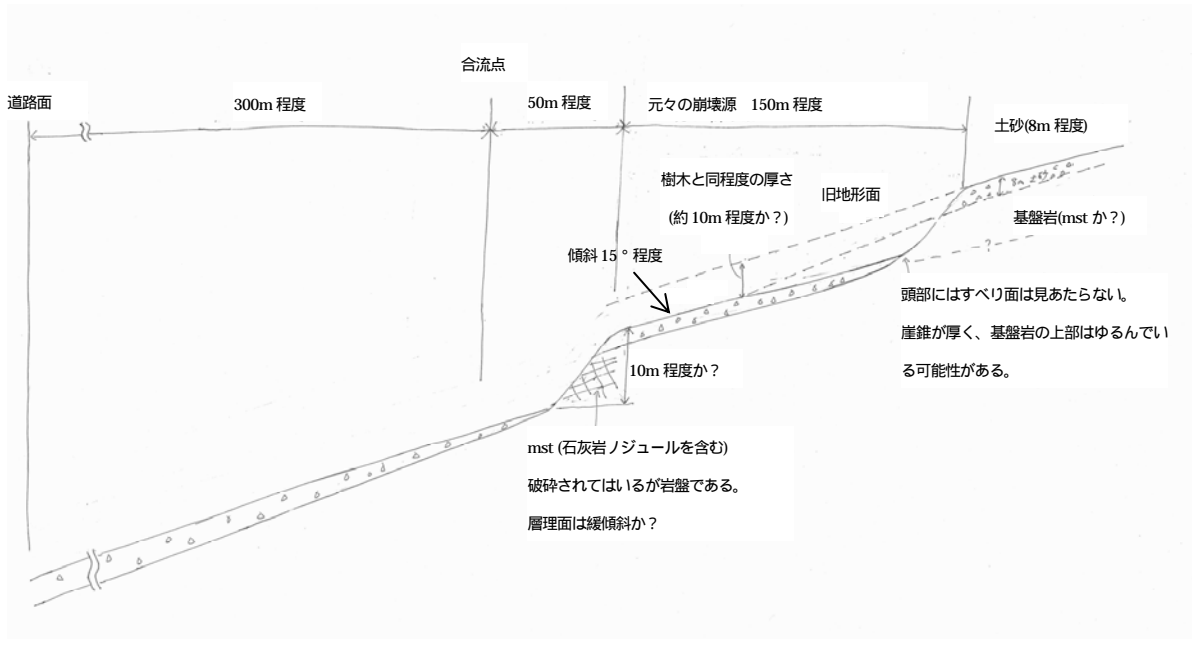


図 - 4 国道311号 田辺市真砂 崩落地スケッチ断面図



写真 -2 頭部南側の状況



写真 -3 崩壊面の直下の岩盤の状況(泥質基質の礫岩~含礫泥岩。かなり亀裂質。岩盤クリーブ等の変形の影響もあるか?)



写真 -4

崩壊土砂が埋積した溪流部の露頭(写真 -3 よりも岩盤状況が良好。地質は同じく礫岩~含礫泥岩。地層の走向・傾斜は崩壊面の傾斜方向である北東方向とは斜行する溪流左岸上流側方向 N70E15NW に緩く傾斜している)



写真 -5 崩壊部（へりより）



写真 -6 堆積部（ヘリより）



写真 -7 崩壊部対岸の溪流の浸食状況



写真 -8 崩壊部側の溪流の浸食・堆積状況



写真 -9 崩壊頭部滑落崖（青点線部）。基盤岩らしきものが見えるが、もともとかなり緩んでいる様子。



写真 -10 崩壊面（青点線）の直下の急崖と岩盤露頭（水が流れている部分）。（急崖部の位置は断面図参照のこと。岩盤露頭の接写は写真 -3）



写真 -11 崩壊土砂が流下した溪流部。正面上に崩壊部側壁が見える。溪流は崩土が堆積している。手前左は砂岩・泥岩。(溪流斜め上流方向に傾斜している)



写真 -12 道路への土砂の堆積状況。

- 1 : 国道424号 みなべ町法手見(ほてみ)トンネル西側出口(写真左手)

- ・地形地質：地形は急峻な谷型斜面。地質は中期始新世～前期漸新世の音無川層群の砂岩泥岩とされる。
- ・災害形態：深層崩壊（崩壊深さ15m?）、崩壊幅約50m、崩壊長さ約90m（頭部から土砂末端部まで）
- ・崩壊原因：地形的には、谷地形となっており、水が集まりやすかったこと、地質が片理の発達した泥質岩で、傾斜28～35度程度の流れ盤となる粘土化した断層面がすべり面となっているようである。崩壊頭部のすぐ上が尾根なので、降雨がない状況では湧水も少ないが、今回大量の降雨により地下水水位が上昇し、流れ盤の薄い断層等に沿って崩壊したと思われる。
- ・今後の調査、確認事項（二次災害、対策検討等）：崩壊頭部の上部斜面に段差や亀裂がないか確認のこと。また、崩壊面がきわめて急なため、その部分が降雨等で二次崩壊する可能性もある。また、崩壊地内にも崩土が途中で止まっているため、降雨により土砂が出る可能性があるため、不安定な範囲を確認のこと。
- ・対策：応急対策としては、土砂の搬出が考えられるが、上述の通り降雨により土砂が出る可能性がある。このため応急対策時には大型土嚢やH鋼矢板による土留めが必須。降雨時には作業を実施しないこと。恒久対策としては（道路面と崩壊面の位置関係の確認が必要だが）崩壊部は橋梁でとばすことが考えられる（崩壊面がかなり急であるので、今後表層崩壊などが発生する可能性が高い）。崩壊した斜面は山腹工的なものが必要と考えられる。



写真 -1 国道424号 みなべ町法手見トンネル 崩落地写真（ヘリより空撮）
向かって左がトンネル部。



図 - 2 国道424号 みなべ町法手見トンネル周辺の地形図
 (出典 国土地理院2万5千分の1地形図 西)

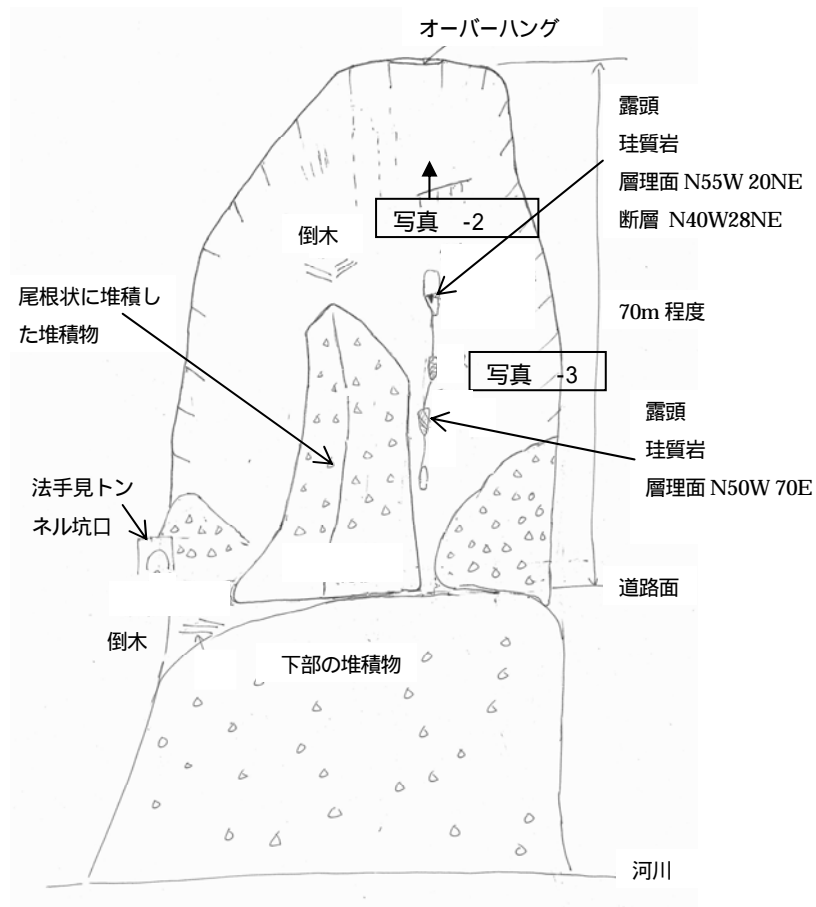


図 - 3 国道424号 みなべ町法手見トンネル西側出口 崩落地スケッチ平面図

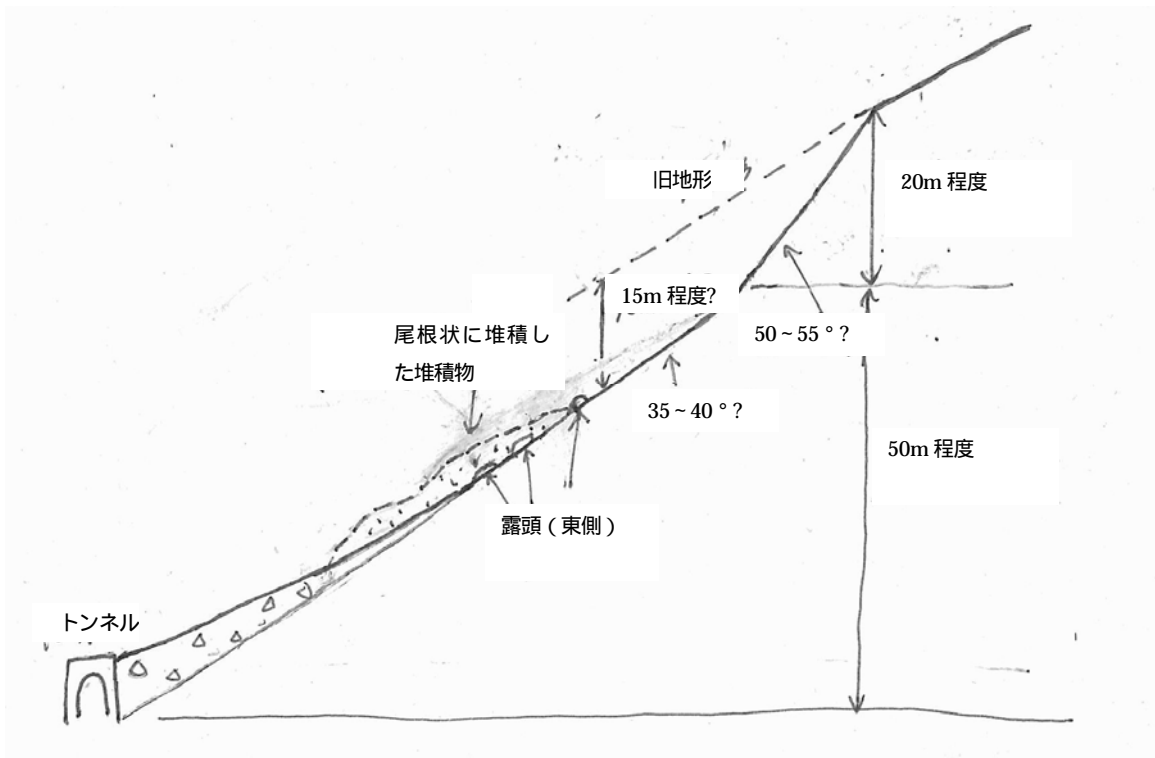


図 - 4 国道424号 みなべ町法手見トンネル西側出口 崩落地スケッチ断面図



写真 - 2 頭部の状況



写真 - 3 崩壊面側部の断層面 (黄褐色粘土状。崩壊面となったと推定)



写真 -4
トンネル内の崩壊土砂の堆積状況。トンネルは破壊していないが坑口付近のほとんどを土砂が埋積している。



写真 -5
崩壊中央部付近には崩土がかなり残存している。崩壊頭部もわずかにオーバーハングし、風により樹木がゆれて落石が落ちてくる状況。



写真 -6
崩壊部中央付近の崩壊面（左下半部。右上は崩土）。
破碎質の泥質岩。



写真 -7 崩壊左側部。ハンマーより下の黒色部が崩壊面。ハンマーより上部は未崩壊部（残存部）である。このことから、崩壊部は、かなり風化・脆弱化した岩盤（破碎質の泥質岩、メランジエカ）であったと推定される。

- 2 : 国道424号 みなべ町法手見(ほてみ)トンネル西側出口より先ののり面
- ・ 地形地質 : 地形は急峻な谷型斜面。地質は日中期始新世～前期漸新世の音無川層群の砂岩泥岩とされる
- ・ 災害形態 : のり面崩壊(崩壊深さ2～5m?)。崩壊幅約70m、崩壊長さ約50m(頭部から土砂末端部まで)厚さ5～10cmの吹きつけのり面。ネット施工。元ののり勾配は不明だが、崩壊面の勾配が50度以上?とかなり急勾配であることから、それ以上の勾配であったと推定。道路上の崩壊土砂の先端部に吹きつけコンクリートがあることから、吹きつけの途中から滑ったもの(道路面は動いていない)と考えられる。ただし崩壊部の向かって右手側には吹きつけはなくネットのみを施工。
- ・ 崩壊原因 : 地形的には尾根型地形を切り土したのり面で、吹きつけ裏は風化した泥質岩(一部砂質岩)となっている。この風化部(緩み部)が浅い深さで崩壊していることから、降雨により風化部に地下水がまわり、弱い風化部が崩壊に至ったと推定。
- ・ 今後の調査、確認事項(二次災害、対策検討等) : 崩壊頭部の上部斜面に段差や亀裂がないか確認のこと。また、崩壊面がきわめて急なため、その部分が降雨等で二次崩壊する可能性もある。また、崩壊地内の向かって右側には崩土が途中で止まっているため、降雨により土砂が出る可能性があるため、不安定な範囲等を確認のこと。
- ・ 対策 : 恒久対策としては、崩壊部上部から整形しつつ切り直し、のり砕工。必要に応じてロックボルト等。応急的には(上部斜面の安定性を確認した上で)土砂排除、H鋼矢板で片側のみ緊急車両通過など検討。

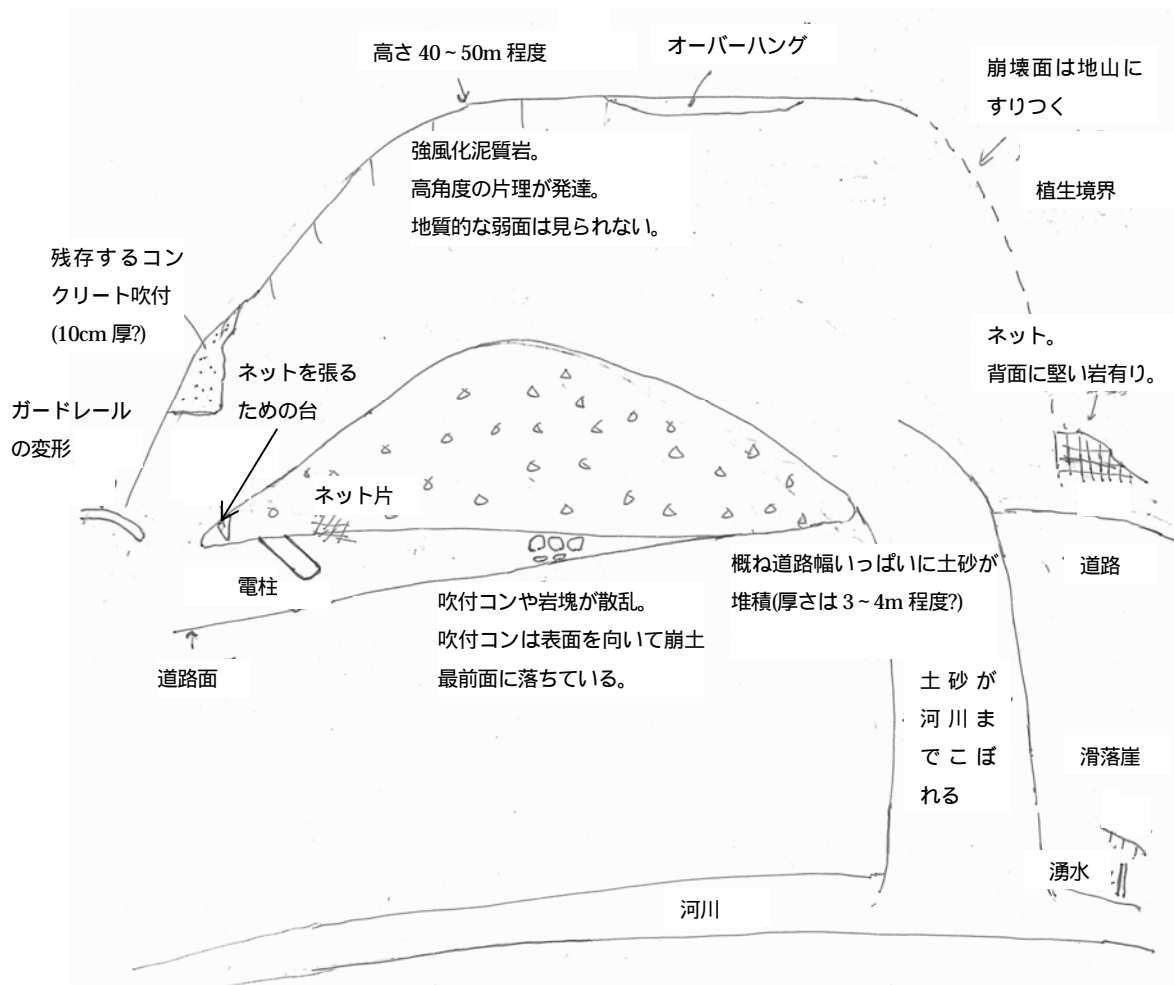


図 -5 国道424号 みなべ町法手見トンネル西側出口より先ののり面 崩落地平面図

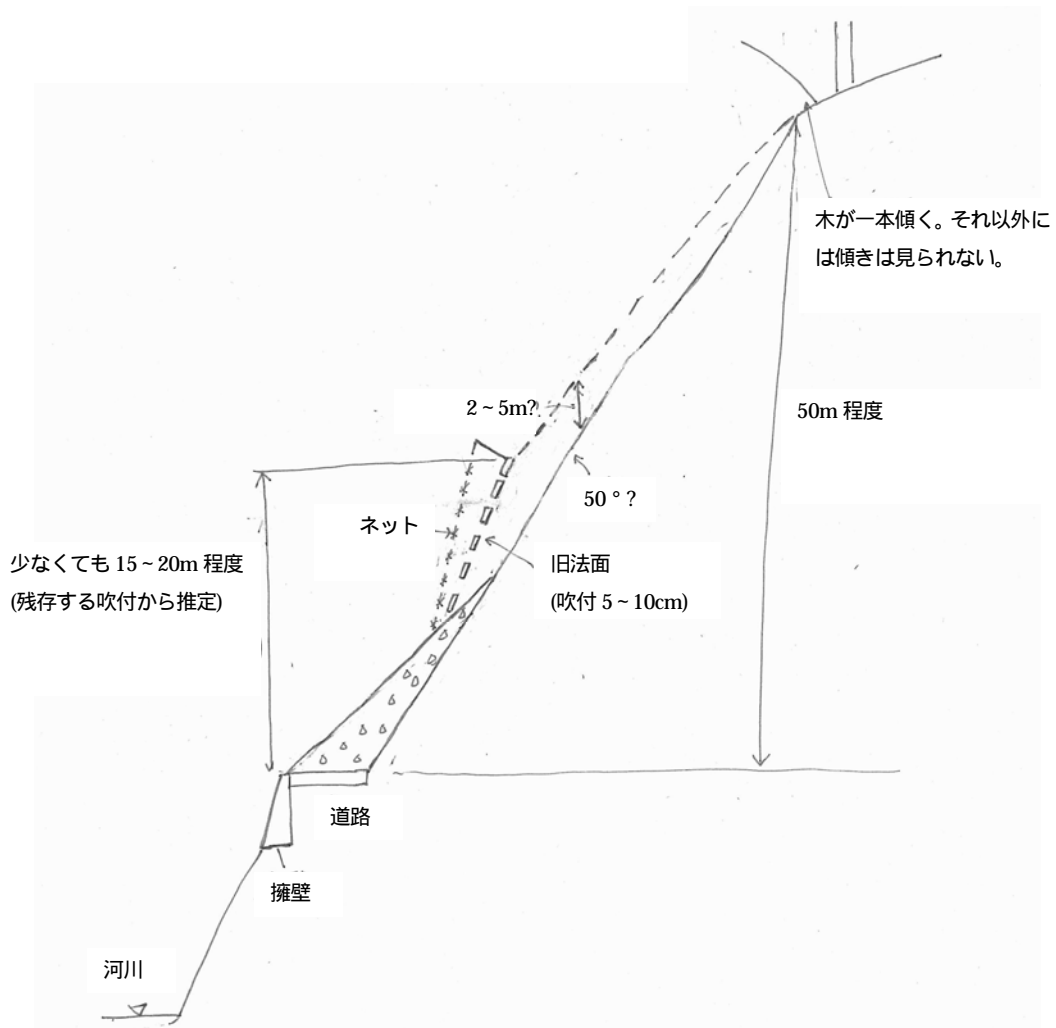


図 -6 国道424号 みなべ町法手見トンネル西側出口より先のり面崩落地断面図



写真 -8 対岸から (左は -1 崩壊)



写真 -9 西側から (崩土が道路をオーバーフローしている)



写真 -10 崩壊頭部の状況。強風化・破碎質の泥質岩や砂岩からなる。層理面構造が不均質でありメランジェか。



写真 -11

崩土は道路（幅7m程度）をほぼ埋積。川側ガードレールの近くには吹き付け（厚さ5～10cmとばらつきあり）が散乱する。道路に変形がないことや吹き付けが崩土先端に散乱した上に崩壊土砂が覆うことから、崩壊面は道路下ではなく、吹き付けのり面の途中を下面とすると考えられる。また、崩土量から、それほど深い崩壊ではないと考えられる。崩壊形状からみて、崩壊深は2～5m程度の強風化部と推定される。



写真 -12

吹き付けの裏面には風化した泥質岩の破片が付着していることからのり面の裏の地山は風化した泥質岩であったと推定される。



写真 -13 崩壊した岩塊の岩相 泥質岩が細片化している。

(以下空撮立体写真)



169号 玉置口



311号 真砂(遠望)



3 1 1号 真砂 (崩壊部)



4 2 4号 法手見トンネル

以上