

平成30年 7 月豪雨災害に係る 治山復旧計画方針検討会

治山復旧計画方針 【暫定版】

平成31年 3 月

近畿中国森林管理局

平成30年 7 月豪雨災害からの本格的な復旧対策計画の策定に向けた方策の検討に当たり、学識経験者からの指導・助言を頂くことを目的に検討会を 3 回開催しました。本資料は、主に民有林直轄治山事業を実施する広島県東広島市内の黒瀬、高屋、八本松地区の 3 区域について、これまでの議論を治山復旧計画方針の暫定版としてまとめたものです。

第1 平成30年7月豪雨による被災状況及び復旧治山の留意点

1. 被災状況

(1) 気象経過及び被害の概要

気象庁(2018)¹⁾によると、6月28日以降、華中から日本海を通過して北日本に停滞していた前線は7月4日にかけて北海道付近に北上した後、7月5日には西日本まで南下してその後停滞した。また、6月29日に日本の南で発生した台風第7号は東シナ海を北上し、対馬海峡付近で進路を北東に変えた後、7月4日15時に日本海で温帯低気圧に変わった。前線や台風第7号の影響により、日本付近に暖かく非常に湿った空気が供給され続け、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。

中国地方周辺の期間降水量を参考資料図.1に、広島県周辺の48時間降水量を参考資料図.2に示す。広島県周辺では、累計で400～600mmの降水量となっている。気象庁アメダスの観測位置、観測結果を参考資料図.3,4に示す。本検討会対象地周辺の呉や東広島の観測値は累計で515.5mm、474mm、最大時間雨量が51.5mm、52.5mmとなっている。

今回の降雨イベントでは従来の災害時の降雨イベントと比較して、雨量のピークが2回あったことが大きな違いとされている(海堀ら(2018)²⁾)。

更に、解析雨量から求めたハイエトグラフによると(図.5)、高屋(Ⅰ：東側,Ⅱ：西側)、八本松、黒瀬の各地域ではピーク雨量や総雨量に相違が認められている。これら3地域の解析による総雨量は最大の黒瀬(571mm)と最小の高屋Ⅱ(468mm)では約100mmもの差が認められる。

また今回の降雨イベントと広島県における既往災害時(平成26年8月)の降雨イベントを比較すると、今回の降雨イベントの方はより降雨期間が長い特徴を有している(図.6,林野庁,2018)³⁾。

広島県における崩壊地の分布状況を図.7、市町村毎の発生箇所数を表.1(林野庁,2018)³⁾に示す。崩壊密度にはばらつきがあるものの、崩壊箇所数は7,610箇所であり最も崩壊箇所が多い市町村は東広島市の2,646箇所となっている⁴⁾

1)気象庁(2018)：平成30年7月豪雨(前線及び台風第7号による大雨等)

2)海堀正博・長谷川祐治・山下祐一・崎田博史・中井真司・桑田志保・平松晋也・地頭藺隆・井良沢道也・清水収・今泉文寿・中谷加奈・柏原佳明・加藤誠章・鳥田英司・平川泰之・吉永子規・田中健路・林拙郎(2018)，平成30年7月豪雨により広島県で発生した土砂災害,砂防学会誌,Vol.71, No.4, p.49-60

3)佐藤丈晴,海原荘一(2018)：平成30年7月豪雨による岡山県における土砂災害,砂防学会誌,Vol.71, No.4, p.30-37

4)林野庁(2018)：平成30年7月豪雨を踏まえた山地災害対策検討チーム中間取りまとめ

(2) 山地災害の実態

当検討会では広島県内の山地災害の実態を把握することを目的に、広域的な調査（複数の山地災害箇所における有識者によるヘリ視察及び無人機による現地概査：参考資料図.8 に位置図）を行った。また、東広島市の民有林直轄治山計画区域（高屋, 八本松, 黒瀬）において荒廃地調査及び詳細な現地調査を行った。これらの調査結果について示す。

① 広域調査の結果

広域調査を行った8地区の調査結果を表.2に示す。

表.2 広域調査の結果

調査区域	調査地	地質	発生区	流下区	堆積区*1
高屋	③荒廃地	広島花崗岩類	崩壊：2箇所 周辺：広葉樹	左支流：侵食明瞭 右支流：侵食不明瞭	礫径：1.2m 土砂の色調：赤茶系 勾配：8°
〃	⑭荒廃地	〃	崩壊：1箇所 周辺：広葉樹	侵食：明瞭, 谷地形を形成	礫径：1.3m 土砂の色調：赤茶系 勾配：5°
八本松	③荒廃地	〃	崩壊：2箇所 周辺：広葉樹	左支流：侵食明瞭 右支流：侵食不明瞭	礫径：1.6m 土砂の色調：赤茶系 勾配：2°
〃	⑧荒廃地	〃	崩壊：1箇所 周辺：杉*人工林	侵食：不明瞭, 発生区との境界も不明瞭	礫径：0.3m 土砂の色調：赤茶系 勾配：5°
黒瀬	⑤荒廃地	高田流紋岩類	崩壊：4箇所 周辺：ヒノキ人工林	侵食：上部を除き不明瞭	礫径：1.5m 土砂の色調：赤茶系 勾配：4°
〃	③荒廃地	〃	崩壊：3箇所 周辺：ヒノキ人工林	既設工上流で著しい侵食, 既設治山ダム大破し流出	礫径：2.0m 土砂の色調：赤茶系 勾配：5°
長野山国有林	ダム湖 右岸	デイスайト	崩壊：2箇所 周辺：広葉樹	侵食：不明瞭	礫径：0.3m 土砂の色調：赤茶系 勾配：5°
堂所山国有林	—	広島花崗岩類	崩壊：2箇所 周辺：広葉樹	侵食：不明瞭	礫径：1.3m 土砂の色調：赤茶系 勾配：5°
峠山国有林	⑥荒廃地	〃	崩壊：2箇所 周辺：広葉樹	巨石が認められるものの流送されていない*2	礫径：3.0m 土砂の色調：灰白系 勾配：4°
カンノオフク	—	〃	崩壊：1箇所 周辺：広葉樹	既設谷止工を破壊しつつ流下。	礫径：4.0m 土砂の色調：灰白系 勾配：2°
才野谷	上流の沢	〃	崩壊：1箇所 周辺：広葉樹	長距離を蛇行侵食しつつ流下	礫径：2.0m 土砂の色調：灰白系 勾配：2°
	下流の沢		崩壊：1箇所 周辺：広葉樹	長距離を蛇行侵食しつつ流下	礫径：2.0m 土砂の色調：灰白系 勾配：2°

*1：確認した礫は最大礫径を示すものではない。

*2：移動限界礫径の計算結果では1.3m以下の巨礫は移動する。

②高屋区域における荒廃地等調査結果

ア 荒廃の概要

高屋の荒廃現況図を参考資料図. 9 に示す。区域内の流域の荒廃諸元は表. 3 のとおりである。

表. 3 高屋流域の荒廃諸元

流域 面積 Sr	平均 勾配	山腹 崩壊 面積 Sh	荒廃溪 流面積 Sk	荒廃面 積計 Shk	崩壊 面積率 Sh/Sr × 100	荒廃 面積率 Shk/Sr × 100	荒廃 溪流数	総崩壊 土砂量	総侵食 土砂量	総堆積 土砂量	総流出 土砂量
226ha	15. 9°	3. 08ha	20. 34ha	23. 42ha	1. 36%	10. 35%	22 溪流	30, 480 m ³	247, 390 m ³	59, 750 m ³	218, 120 m ³

イ 崩壊地の状況

区域内全域（流域外を含む）における崩壊地の諸元は表. 4 のとおりである。

表. 4 高屋区域 崩壊地の諸元

箇所数	勾配 (°)		崩壊延長 (m)		崩壊幅 (m)		崩壊深 (m)		崩壊土砂量 (m ³)	
	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大
80 箇所	29. 5	40	23	50	12	24	1. 0	4	242	1, 710

また、崩壊面の状況、湧水やパイプの有無、周辺植生（木本、草本）、飛沫木の有無は表. 5 のとおりである。

表. 5 高屋区域 崩壊地の状況（数値：箇所/80 調査箇所）

崩壊面の基質			湧水	パイプ	崩壊地周辺の植生（木本）			飛沫木
2 次マサ	1 次マサ	露岩	有	有*1	広葉樹 (アカマツ有)	広葉樹 (アカマツ無)	スギ・ヒノキ	有
69	2	6	6	47	49	30	1	2

*1：パイプについては径 10cm 以上の明瞭なものを計上

ウ 侵食の状況

区域内全域（流域外を含む）における侵食箇所の諸元は表. 6 のとおりである。

表. 6 高屋区域 侵食箇所の諸元（59 調査箇所中）

勾配 (°)		流下延長 (m)		流下幅 (m)		侵食深 (m)		侵食土砂量 (m ³)		礫 (m)	流木の有無		
中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	最大*2	有	本数	平均長
10	29	120	550	9. 0	17	3. 0	6	2, 397	25, 200	1. 7	8 箇所	56 本	13m

*2：㊸荒廃地において確認

エ 堆積の状況

区域内全域（流域外を含む）における堆積箇所の諸元は表.7 のとおりである。

表.7 高屋区域 堆積箇所の諸元（39 調査箇所中）

勾配（°）		堆積延長（m）		堆積幅（m）		堆積深（m）		堆積土砂量（m³）		礫（m）	流木の有無		
中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	最大*3	有	本数	平均長
4.0	12	50	235	15	40	0.6	2	630	7,260	1.8	31 箇所	1302 本	10m

*3：㊸, ㊹ 荒廃地において確認

下流端の堆積区の状況について、森林、既設治山ダム、ため池の有無等から区分すると表.8 のとおりである。

表.8 堆積区下流端の状況（39 調査箇所中）

堆積区下流端の状況	箇所数	備考
土砂が林内に滞留しているが森林が残っている	8	土砂が林内に滞留。
土砂が既設治山ダム*4 で停止している	6	土砂を全て捕捉した施設は 1 基（㊸ 荒廃地）。他は土砂が施設を越流。
土砂がため池に流入して停止している	4	
上記以外で土砂が道路等保全対象まで到達している	21	

*4：既設治山ダムの内破損 1 基

オ 高屋㊸荒廃溪流の山地災害の実態

詳細な現地調査を行った高屋㊸荒廃溪流における現地踏査図を参考資料図.10-1 に示す。調査結果は以下のとおりである。

<<高屋区域：発生区の現地状況>>

- ・崩壊は、0 次谷及び稜線直下で発生し、幅 10～15m、厚さ 0.5～1.0m の小規模な崩壊が複合して、全体として規模の大きな崩壊地を形成している。
- ・稜線は平坦面となっており、崩壊発生源となった稜線周辺の斜面には砂質土を主体とした堆積物（2 次マサ）が堆積しており、これが崩壊物質となっている。
- ・崩壊地の頭部には湿性地を好むウラジロの繁茂やプリンツスミレモ（気生藻類）の着生が確認される。
- ・緩斜面や尾根部に生育する立木の変状が多く確認されており、匍行・滑動している斜面がみられる。

<<高屋区域：流下区の現地状況>>

- ・土石流は、溪床の岩屑堆積物を侵食して取り込みながら発達した。
- ・侵食跡の底部には基盤の花崗岩が露出している。
- ・狭窄部や勾配が緩い区間の溪床や溪岸には、過去に湿地環境であったことを示す腐植質の砂質土が堆積している。
- ・土石流の規模が大きくなった溪床や溪岸は、堆積物が厚く、あまり大きくならなかったものは露岩している部分が多く堆積物が少ない。
- ・透水基盤は花崗岩の堅岩であり、土石流はその上に堆積した溪床の岩屑堆積物を侵食して取り込みながら発達している。
- ・狭窄部や勾配が緩い区間の溪床や溪岸には、山火事、炭焼き、湿地環境など、炭質物の生産が盛んであったことを示唆する腐植質の砂質土が堆積している。
- ・一部の溪岸には、鉄滓や炭といった平安時代後期のたたら製鉄の痕跡を含む堆積物の上位に砂質土が厚く堆積しており、この時代以降にも土砂生産が盛んだったことが示唆される。
- ・そのほか、上流側においても、発生源直下が緩傾斜地になっている場所では、森林が崩壊物を捕捉し、下流側へは小規模な土砂流しか発生していないところもみられる。
- ・堰堤により土石流が捕捉され、下流側へは細粒の土砂流のみが流下している支流がある。

<<高屋区域：堆積区の現地状況>>

- ・主流部の土石流は、堆積区で巨礫を落としながら減勢し、高速道路盛土により堰き止められた。
- ・ただし、高速道路盛土の C-BOX と暗渠水路がある位置では、土砂がこれらを通して下流側へ流れ出し、既設の水路や道路、耕作地上を通り、長さ約 200m、幅約 150m の範囲に堆積した。また土砂の主体は細粒であり、土砂流であったと考えられる。
- ・高速道路上への土石流の越流はなく、C-BOX 等からの下流側へ土砂流の流下が一つの要因になったと考えられる。

<<高屋区域：既往治山施設の効果>>

高屋⑫荒廃地には5基の既設谷止工（いずれも H10 年）が配置されており、上流2基の施設は本流上流からの土石流に対して土砂を抑止した。支流の崩壊源から流入した土石流に対してはこれより下流の2基で土砂を抑止した。このように計4基の施設が上流及び側方の発生源からの流入土砂を分断したため土石流は肥大化せず、下流保全対象への土砂流出被害は発生しなかった（参考資料図.11）。

<<高屋区域：森林の効果>>

高屋区域では②, ③, ⑤, ⑪, ⑭, ⑲, ⑳の荒廃地における計9箇所堆積区において流出土砂を林内に滞留させていた。林内に滞留している土砂は比較的粗粒な土砂や石礫が主体であり、細粒分の多くや濁水は林内を通過してより下流に達していた。

③八本松区域における山地災害の実態

ア 荒廃の概要

八本松区域の荒廃現況図を参考資料図. 12 に示す。区域内の流域の荒廃諸元は表. 9 のとおりである。

表. 9 八本松流域の荒廃諸元

流域 面積 Sr	平均 勾配	山腹 崩壊 面積 Sh	荒廃溪 流面積 Sk	荒廃面 積計 Shk	崩壊 面積率 Sh/Sr × 100	荒廃 面積率 Shk/Sr × 100	荒廃 溪流数	総崩壊 土砂量	総侵食 土砂量	総堆積 土砂量	総流出 土砂量
82.05ha	17.0°	1.56ha	8.69ha	10.25ha	1.90%	12.49%	8 溪流	17,820 m ³	101,640 m ³	24,950 m ³	84,790 m ³

イ 崩壊地の状況

区域内全域（流域外を含む）における崩壊地の諸元は表. 10 のとおりである。

表. 10 八本松区域 発生区崩壊地の諸元

箇所数	勾配 (°)		崩壊延長 (m)		崩壊幅 (m)		崩壊深 (m)		崩壊土砂量 (m ³)	
	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大
36 箇所	30	45	24.5	58	13.0	40	1.0	3	374	2,442

また、崩壊面の状況、湧水やパイプの有無、周辺植生（木本、草本）、飛沫木の有無は表. 11 のとおりである。

表. 11 八本松区域 崩壊地の状況（数値：箇所/36 調査箇所）

崩壊面の基質			湧水	パイプ	崩壊地周辺の植生（木本）			飛沫木
2次マサ	1次マサ	露岩	有	有*1	広葉樹 (アカマツ有)	広葉樹 (アカマツ無)	ヒノキ	有
25	10	1	6	29	27	1	8	4

*1：パイプについては径 10cm 以上の明瞭なものを計上

ウ 侵食の状況

区域内全域（流域外を含む）における侵食箇所の諸元は表. 12 のとおりである。

表. 12 八本松区域 侵箇所の諸元（28 調査箇所中）

勾配 (°)		流下延長 (m)		流下幅 (m)		侵食深 (m)		侵食土砂量 (m ³)		礫 (m)	流木の有無		
中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	最大*2	有	本数	平均長
14.0	25	115	260	7.5	15	3.0	5	2,512	13,800	2.0	11 所	77 本	15m

*2：⑨荒廃地において確認

エ 堆積の状況

区域内全域（流域外を含む）における堆積箇所の諸元は表. 13 のとおりである。

表. 13 八本松区域 堆積箇所の諸元（16 調査箇所中）

勾配（°）		堆積延長（m）		堆積幅（m）		堆積深（m）		堆積土砂量（m ³ ）		礫（m）	流木の有無		
中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	最大*3	有	本数	平均長
5.0	10	60	150	15	45	1.0	2	790	5,850	1.5	14 箇所	616 本	14m

*3：②, ⑦荒廃地において確認

下流端の堆積区の状況について、森林, 既設治山ダム, ため池の有無等から区分すると表. 14 のとおりである。

表. 14 堆積区下流端の状況（16 調査箇所中）

堆積区下流端の状況	箇所数	備考
土砂が林内に滞留しているが森林が残っている	4	土砂は林内に滞留。
土砂が既設治山ダムで停止している	0	
土砂がため池に流入して停止している	4	
上記以外で土砂が道路等保全対象まで到達している	8	

オ 八本松③～⑧荒廃溪流の山地災害の実態

詳細な現地調査を行った八本松③～⑧荒廃溪流における現地踏査図を参考資料図. 13-1 に示す。調査結果は以下のとおりである。

<<八本松区域：発生区の現地状況>>

- ・崩壊は0次谷及び稜線直下で発生し、複数の小規模な崩壊が複合し、規模の大きな崩壊地を形成している。
- ・稜線は、長さ 800m にわたって 1500 年代初頭（戦国時代）に作られた人工的な平坦面（城跡）となっており、崩壊発生源となった稜線周辺の斜面には、稜線から削り落とされ砂質土を主体とした二次堆積物（2次マサ）が堆積しており、これが崩壊物質となっている。
- ・崩壊発生源はパイプから水が噴き出した形跡があるほか、石造りの古い暗渠水路からも水が湧きでた形跡がある。
- ・そのほか、多数の石垣跡があることや昭和 40 年頃まで盛んに炭焼きも行われていた史跡もあるなど、人為的な土地利用の証拠が残されている。
- ・崩壊地の頭部には湿性地を好むウラジロの繁茂が確認される。

<<八本松区域：流下区の現地状況>>

- ・透水基盤は主に花崗岩の堅岩からなり、土石流はその上に堆積した溪床の岩屑堆積物を侵食して取り込みながら発達している。
- ・溪床の岩屑堆積物の侵食跡をみると、特定の比較的粗粒な堆積物の礫の表面が水酸化鉄と思われる黒色の被膜で覆われており、浅層地下水の水みちになっていたことが示唆される。
- ・狭窄部や勾配が緩い区間の溪床や溪岸には、山火事、炭焼き、湿地環境など、炭質物の生産が盛んであったことを示す腐植質の砂質土が堆積している。

<<八本松区域：堆積区の現地状況>>

- ・主流部の土石流は、堆積区で巨礫を落としながら減勢し、⑤溪流はため池に捕捉され、⑥、⑧溪流は森林によって減勢し、小規模な土砂流が高速道路の側道に到達した。
- ・一方、③④溪流および⑦溪流は、土石流が高速道路の側道に到達したあと、側道上を流下し、高速道路盛土の C-BOX の中を通過して下流側の市街地へ流下した。

<<八本松区域：既往治山施設の効果>>

八本松⑦, ⑨荒廃地では階段状に配置された 2 基の既設治山ダムが巨礫や流木の混じる土砂を捕捉した（参考資料図. 14）。但し細粒土砂や濁水は施設を越流して下流の住宅地や道路に到達した。

<<八本松区域：森林の効果>>

八本松⑧荒廃地で実施した植生断面調査により以下を確認した（参考資料図. 15）。

- ・細粒土砂からなる土砂流の主体部が 10° 程度の緩傾斜に到達すると減速し、直径の太いスギ・ヒノキの林帯に流木が集積することで土砂流をせき止めている状況が確認された。これらスギ・ヒノキは 40～44 年生、胸高直径 24～33cm であった。
- ・立木が流木や石礫を捕捉することでその上流側に細粒土砂も堆積させている。
- ・側方の立木には、土石流の流下幅の拡大を抑制する効果がみられた。

④黒瀬区域における山地災害の実態

ア 荒廃の概要

黒瀬区域の荒廃現況図を参考資料図. 16 に示す。区域内の流域の荒廃諸元は表. 15 のとおりである。

表. 15 黒瀬流域の荒廃諸元

流域面積 Sr	平均 勾配	山腹 崩壊 面積 Sh	荒廃溪 流面積 Sk	荒廃面 積計 Shk	崩壊 面積率 Sh/Sr × 100	荒廃 面積率 Shk/Sr × 100	荒廃 溪流数	総崩壊 土砂量	総侵食 土砂量	総堆積 土砂量	総流出 土砂量
165.29ha	16.5°	5.14ha	33.22ha	38.36ha	3.11%	23.21%	19 溪流	24,180 m ³	89,250 m ³	66,890 m ³	46,550 m ³

イ 崩壊地の状況

区域内全域（流域外を含む）における崩壊地の諸元は表. 16 のとおりである。

表. 16 黒瀬区域 崩壊地の諸元（数値：箇所/93 調査箇所）

箇所数	勾配（°）		崩壊延長（m）		崩壊幅（m）		崩壊深（m）		崩壊土砂量（m ³ ）	
	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大
93 箇所	28	37	23.0	53	10.0	35	0.7	3	171	1,590

また、崩壊面の状況、湧水やパイプの有無、周辺植生（木本、草本）、飛沫木の有無は表. 17 のとおりである。

表. 17 黒瀬区域 崩壊地の状況（数値：箇所/93 調査箇所）

崩壊面の基質			湧水	パイプ	崩壊地周辺の植生（木本）			飛沫木
2次マサ	1次マサ	露岩	有	有*1	広葉樹 （アカマツ有）	広葉樹 （アカマツ無）	スギ・ヒノキ	有
89	4	0	3	60	21	66	6	11

*1：パイプについては径 10cm 以上の明瞭なものを計上

ウ 侵食の状況

区域内全域（流域外を含む）における侵食箇所の諸元は表. 18 のとおりである。

表. 18 黒瀬区域 侵食箇所の諸元（32 調査箇所中）

勾配（°）		流下延長（m）		流下幅（m）		侵食深（m）		侵食土砂量（m ³ ）		礫（m）	流木の有無		
中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	最大*2	有	本数	平均長
15	30	111	380	7.5	15	2.5	5	2,035	9,360	1.5	5箇所	10本	12m

*2：②④⑦荒廃地において確認

エ 堆積の状況

区域内全域（流域外を含む）における堆積箇所の諸元は表. 19 のとおりである。

表. 19 黒瀬区域 堆積箇所の諸元（34 調査箇所中）

勾配（°）		堆積延長（m）		堆積幅（m）		堆積深（m）		堆積土砂量（m³）		礫（m）	流木の有無		
中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	中央値	最大	最大*3	有	本数	平均長
7.0	15	75	360	15	35	0.5	3	678	9,000	3.0	33箇所	30本	17m

*3：②⑤, ③①荒廃地において確認

下流端の堆積区の状況について、森林, 既設治山ダム, ため池の有無等から区分すると表. 20 のとおりである。

表. 20 堆積区下流端の状況（34 調査箇所中）

堆積区下流端の状況	箇所数	備考
土砂が林内に滞留しているが森林が残っている	7	①②④⑥⑨⑩⑬荒廃地
土砂が既設治山ダムで停止している	2	土砂は捕捉したが、細粒土砂は越流（⑪⑫荒廃地）。
土砂がため池に流入して停止している	1	
上記以外で土砂が道路等保全対象まで到達している	7	

オ 黒瀬区域①～⑤荒廃溪流の山地災害の実態

詳細な現地調査を行った黒瀬区域①～⑤荒廃溪流における現地踏査図を参考資料図. 17-1 に示す。調査結果は以下のとおりである。

<<黒瀬区域：発生区の現地状況>>

- ・崩壊は0次谷及び稜線直下で発生し、複数の小規模な崩壊が複合し崩壊地を形成している。
- ・稜線は平坦面となっているところがあり、地質は花崗岩ではなく高田流紋岩類の溶結凝灰岩ではあるが、崩壊発生源となった稜線周辺の斜面には花崗岩のマサ土とよく似た砂質土を主体とした堆積物（ここではこれも2次マサと呼称する）が堆積しており、これが崩壊物質となっている。
- ・尾根や0次谷に多数の石垣跡があり、人為的な土地利用の証拠が残されている。
- ・崩壊発生源はパイプから水が噴き出した形跡があり、泥のしぶきが発生源直下の樹幹に付着している。また、頭部の根系はむき出しになって切れていないものが多い。
- ・崩壊地の頭部には湿性地を好むウラジロの繁茂が確認される。

<<黒瀬区域：流下区の現地状況>>

- ・侵食跡の底部には透水基盤をなす流紋質溶結凝灰岩の堅岩や強風化帯とそれ覆う古赤色土が露出しており、土石流はその上に堆積した溪床や凸型斜面上の岩屑堆積物を侵食して取り込みながら発達している。
- ・古赤色土は、強風化帯とともに強い岩石の風化分解によって形成されるハロイサイト（粘土鉱物の一種）を含み、難透水帯を形成している。
- ・基盤の流紋岩質溶結凝灰岩は堅硬な岩盤を形成するが、不連続面（節理や小断層）の挟在物である低強度な粘土鉱物や束沸石（硬度 3.5-4 で方解石と同程度）は、不連続面で分離すれば巨石を形成する地質素因となっている。

- ・岩屑堆積物の侵食跡をみると、特定の比較的粗粒な堆積物の礫の表面が水酸化鉄と思われる黒色の被膜で覆われており、浅層地下水の水みちになっていたことが示唆される。
- ・侵食跡の地表付近にはアカホヤ火山灰（約 7,300 前）を含む赤色土壌が分布しており、この位置の斜面は少なくとも 7,300 年以上前から土砂生産の場であったことを示唆する。
- ・流下域の堆積物中にはまれに土地利用の証拠となる土器片が含まれている（詳細は不明だが、色や形状、厚みなどから弥生式土器の可能性はある）。
- ・谷の狭窄部や勾配が緩い区間の溪床や溪岸には、山火事、炭焼き、湿地環境など、炭質物の生産が盛んであったことを示す腐植質の砂質土が堆積している。
- ・流下区内の地表流付近に湿地性植物のイグサやスゲ類が再生している。

<<黒瀬区域：堆積区の現地状況>>

- ・主流部の土石流は、堆積区で巨礫を落としながら減勢し、①、②、④溪流は、枕崎台風の際などの過去の土石流の堆積物により形成された流路沿いの緩斜面や平坦面で、土石流が減勢して巨礫が堆積し、残りの細粒土砂と流木からなる土砂流となり、径の大きな立木の抵抗力が勝り、流木を集積させて土砂が堰き止められている。
- ・一方、③、⑤溪流は、土石流が高速道路の側道に到達したあと主要地方道 34 号を横断し、③溪流はため池に堆積、⑤溪流は家屋にぶつかり停止した。

<<黒瀬区域：既往治山施設の効果>>

②荒廃地では階段状に配置された 2 基の既設谷止工（H27 年）及び 3 基の床固工が溪床や溪岸の縦横侵食を防止すると共に巨石を捕捉した。土石流は施設を越流したが下流の森林内で停止した。⑦荒廃地では支流から土石流が発生したが、最下流に設置された S63 年床固工が人頭大の礫を含む土砂及び流木を捕捉した（参考資料図. 18）。

上記ように既往治山施設の効果が認められた一方、③荒廃地では階段状に配置された複数の治山ダムが大破し、堤体のコンクリート片（最大で約 8m×5m×2m, 重量約 70t）が 300 m 下流まで押し流されていた（参考資料図. 19）。

<<黒瀬区域：森林の効果>>

黒瀬①②荒廃地で実施した植生断面調査により以下を確認した（参考資料図. 20）。

- ・流下区間の谷止工群で減勢及び巨石や巨礫が捕捉された土石流の主体部が 10° 程度の緩傾斜に到達することでさらに減速したと考えられる。
- ・土石流の流体力の低下に伴い、点在する径の比較的太い立木の抵抗力が勝る状況が発生し、その背後や地形平坦面などでローブ（堆積地形）を形成して停止させている状況が確認された。
- ・後続の土石流はその高まりを回り込みながら流下幅を拡幅し、さらに下流に次のローブが作られることをいくつも繰り返しながらローブの集積体が形成されている。

黒瀬④荒廃地で実施した植生断面調査により以下を確認した（参考資料図. 21）。

- ・流木の集積による土砂流のせき止めがⅡ区間とⅣ区間の 2 箇所を確認された。
- ・細粒土砂からなる土砂流の主体部が 10° 程度の緩傾斜であるⅡ区間に到達することで減速したと考えられる。点在する径の比較的太い立木の抵抗力が勝る状況が発生し流木の集積によって土砂流をせき止めている状況が確認された。

- ・さらに後続の土砂流は平坦面の側方から流下したが、本災害より古い土石流が形成したⅣ区間の平坦部でせき止められた。

⑤高屋, 八本松, 黒瀬区域における土砂量（参考値）

山地災害による侵食/堆積土砂量や流出土砂量を把握するには、災害前後の航空レーザ測量等による DEM データを用いた差分解析によることが多い。今回、これら 3 区域では災害前の DEM データが取得されていなかったため、現地調査による荒廃地調査の結果に基づき参考数値として崩壊/侵食/堆積/流出土砂量を算定した。この結果を表. 20 に示す。

表. 20 高屋, 八本松, 黒瀬区域における崩壊/侵食/堆積/流出土砂量（参考値）

区域	荒廃面積 (ha)	崩壊量 A		侵食量 B		堆積土砂量 C		流出土砂量 =A+B-C	
		土砂量 (m³)	比率	土砂量 (m³)	比率	土砂量 (m³)	比率	土砂量 (m³)	比率
高屋	27.28	30,480	1	247,390	8	59,750	2	218,120	7
八本松	10.25	17,820	1	101,640	6	24,950	1	84,790	5
黒瀬	42.41	24,180	1	89,250	4	66,890	3	46,550	2

- ・崩壊土砂量の 4～8 倍の土砂が侵食により発生している。
- ・崩壊土砂量の 1～3 倍の土砂が堆積している。
- ・流出土砂量は崩壊土砂量の 2～7 倍となっている。

(3) 山地荒廃の発生機構

ア 荒廃発生に関係する諸因子

山地災害は、一般に気象条件のほか、地形、地質、林況等が発生の要因となることから、これらに着目して因子の整理を行った。

①降雨因子

降水量は広島県周辺で累計 400～600mm を観測し、広範囲における長時間の記録的な大雨であった。雨量のピークが 2 回あり、既往災害時(平成 26 年 8 月)の降雨イベントと比較すると、今回の降雨イベントの方は降雨期間が長い特徴を有している。また、解析雨量によるとピーク雨量や総雨量には同じ東広島市内でも地域差があった。

②地形因子

山地荒廃の発生場は必ずしも谷地形や凹状地形に限らず、尾根地形や凸状地形でも発生している。集水面積の大きさで水や土砂の流出現象を説明できないことがある。また崩壊発生の際は侵食前線が主体であり 0 次谷だけでなく稜線付近でも発生している (図. 1)。

③地質因子

崩壊源の地質は、花崗岩の強風化帯をなす残積土 (1 次マサ) とその 2 次堆積物である砂質土を主体とした崩積土 (2 次マサ) とが主体である。崩壊物質は 2 次マサであり、流下物は溪床堆積物が主体となっている。流紋岩類は風化のしやすさは花崗岩より弱い、花崗岩と類似した風化物質を形成し、その残積土が地質因子をなしている (図. 2)。また、基盤の不連続面 (節理や小断層) の挟在物である低強度な粘土鉱物や束沸石 (硬度 3.5-4.0 で方解石と同程度) は、不連続面で分離して巨石を形成する地質因子となっているほか、古赤色土と基盤の強風化帯はともに、ハロイサイトなどの風化粘土を含み、難透水性の透水基盤をなしており、地下水因子につながる水理構造の形成に係わる地質因子となっている (図. 3)。

④地下水因子

発生源付近では、パイプや発生源直下の樹幹に付着した泥飛沫が示唆するように地下浅部での多量な水の湧出をもたらす水理構造が地下水因子となっている (図. 4)。また、流下区間では溪床堆積物内の水みち (礫表面に認められる水酸化鉄) が地下水圧上昇によって岩屑を土石流に取り込む地下水因子となっている (図. 5)。

⑤社会因子

地質因子の一つである 2 次マサには、中世のたたら製鉄との関連での鉄穴流しや城跡などに起因するものや、地表を広く覆う炭質物を含む山火事にかかわる 2 次マサがあり、人為的な影響を及ぼす土地利用履歴なども荒廃発生の社会因子となっている (図. 6)。

⑥植生因子

湿性地を好むウラジロ、プリンツスミレモが発生源に生育しており、平常時に地表面近くの水分条件が高いことが示唆される。また、ウラジロ生育地は生態及び形態上、高い地表被覆率や厚い植物遺体層等の特徴を有しており土壌侵食耐性は高いと考えられる。その一方、豪雨時には水が集まりやすく高水分条件に分布していることや、根系が浅く弱いこと、上層木が衰退している箇所によく分布している等の要因から崩壊源となりやすい可能性がある (図. 7)。

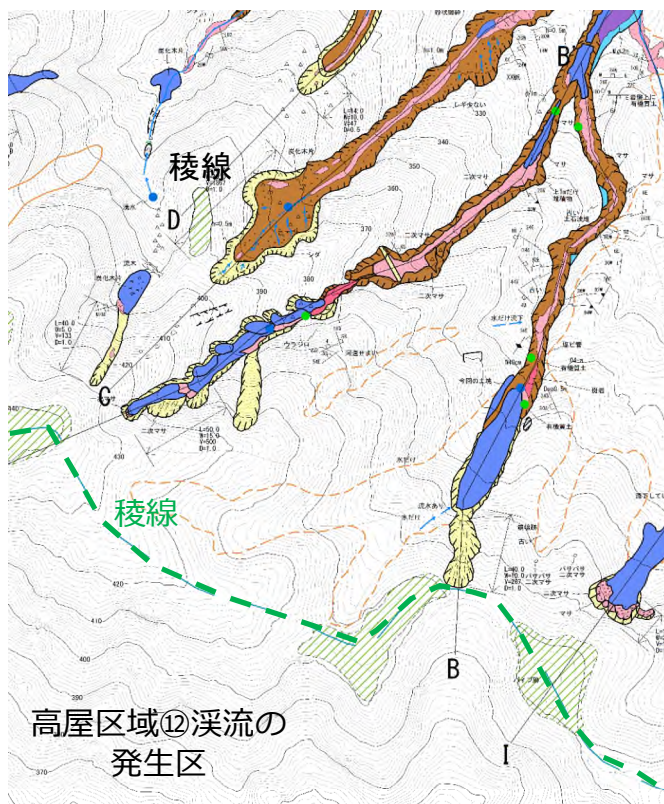


図.1 地形因子をなす0次谷および稜線付近における崩壊の発生

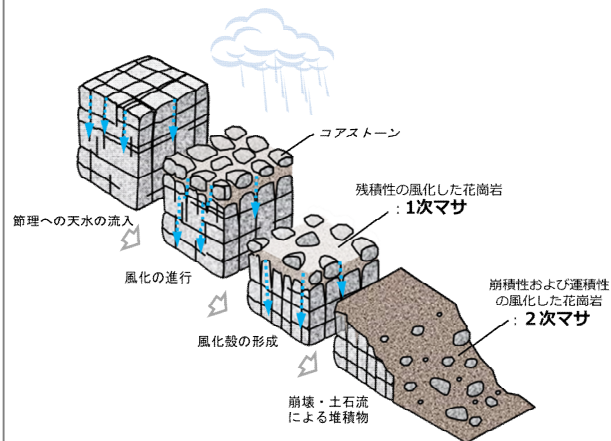


図.2 地質因子をなす2次マサの露頭状況と形成模式図

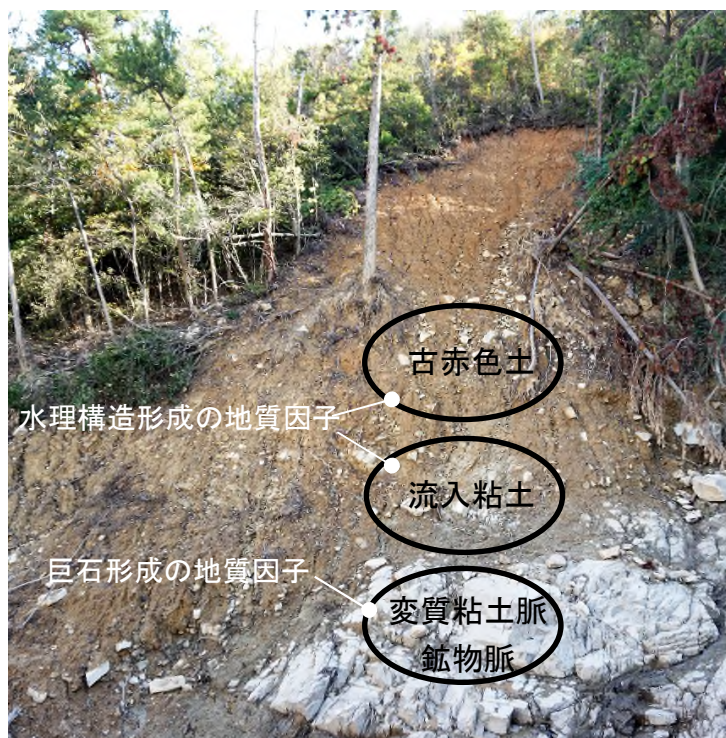
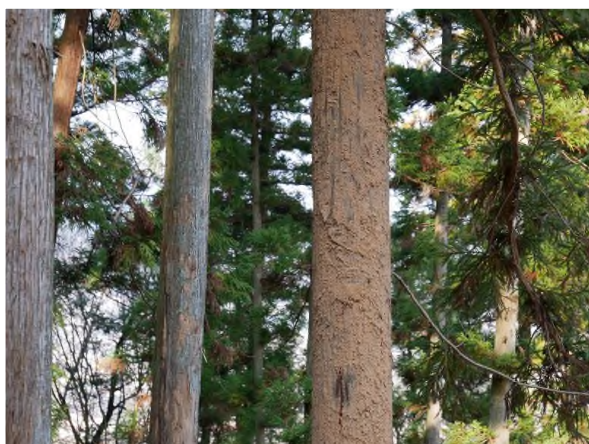
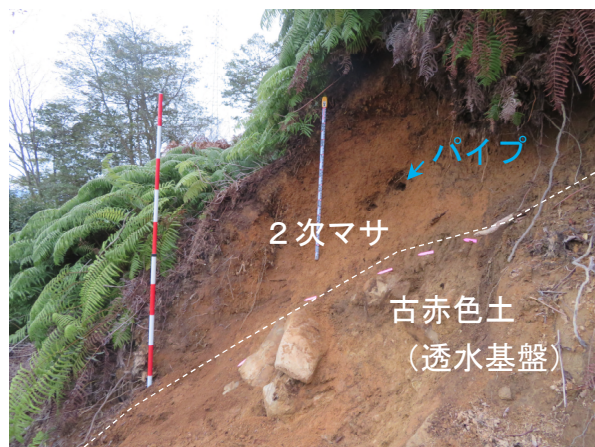


図.3 巨石形成および水理構造形成に係わる地質因子



3m 以上の高さまで泥のしぶきが付着した崩壊発生源直下の樹幹



古赤色土を覆う2次マサとそこに形成された崩壊発生時の湧水跡(パイプ)

図. 4 地下水因子をなす地下浅部からの多量の水の湧出をもたらした水理構造



特定の層準の堆積物の礫表面が水酸化鉄により被膜されている。



黒～黒褐色の水酸化鉄の被膜

図. 5 地下水因子をなす浅層地下水の水みちの痕跡を示す水酸化鉄による礫の被膜

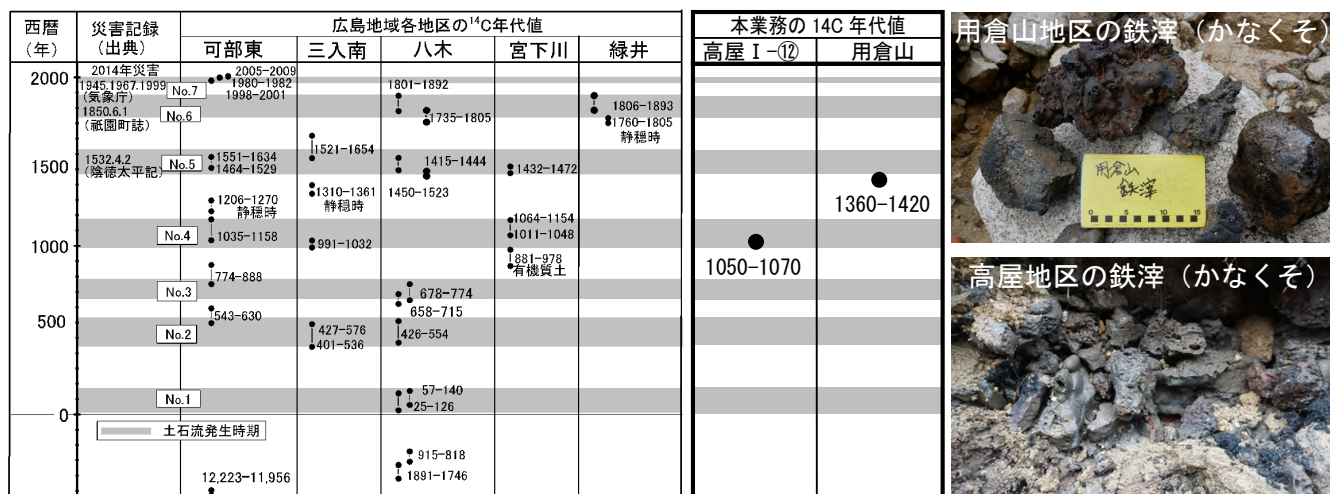


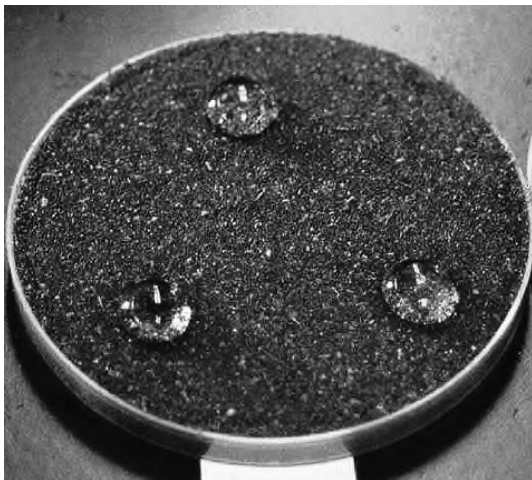
図. 6 社会因子をなす調査地の土地利用履歴 (たたら製鉄の痕跡) の存在とその年代



上層木が少ない場所に、地表面を隙間なく覆うウラジロ



ウラジロの地下茎は太さ 5mm 程度で浅層部を這うように伸びる



乾燥状態や有機物量によっては、高い撥水性を示すことがある森林土壌

小林政広(2013),森林土壌の撥水性,水利科学 No.331,p.13-35

図.7 発生源に特徴的なウラジロ群落

イ 諸因子の分析を踏まえた荒廃の発生メカニズム

諸因子の分析結果を踏まえると、調査地における荒廃発生メカニズムについて以下のよう
に推察すると共に次項図. 8 に模式図を示す。

①7月5日から8日にかけて総雨量500～600mm、50～60mm/hの2度の降雨ピークを有する大雨が降った。この降雨は東広島市内だけでも総雨量で100mm以上の地域差があった。

↓

②広島花崗岩類や高田流紋岩類を基盤岩とする山地の風化帯や過去の堆積物等による高透水層では、斜面下方より順次地下水の飽和が進行する。1度目の降雨ピーク時で稜線近くを除くかなりの斜面の風化帯が飽和に達する（参考資料図. 22 三次元浸透流解析結果）。

↓

③地下水の飽和に加えて、通常降雨では地表に雨水が到達しづらいウラジロ群落内でも地表部から水の浸透が増加する。

↓

④2度目の降雨ピーク時に稜線付近の風化帯でも地下水飽和が進行し、行き場の無くなった地下水は流動性の高い泥水となって崩壊を伴って噴き出す（発生区崩壊源の形成）。

↓

⑤崩壊土砂と水が流下区間の溪床を流れ下る際、既に地下水が飽和し崩壊の臨界状態に達していた溪床は流下する土砂と水に誘起されるように次々と侵食される部分が増加する（流下区溪床発生源の形成）。このように溪床堆積土砂を巻き込みながら流下するため、土砂は高濃度となっていく。

↓

⑥高濃度となった土砂は溪床上や溪床内の巨石や巨礫をともなって流下するため、極めて大きな外力が発生することから既設治山を越流する際に袖部が位置する溪岸や堤底部において洗掘作用が起こると共に発達に伴ってダムの堤体が破壊されることがある。また、破壊した堤体に水平方向の外力と浮力を作用させることから、堤体のコンクリート片を遠方まで押し流すことがある。

↓

⑦稜線から斜面末端までの風化帯が一様に飽和状態となっていたため、稜線や溪床の崩壊源からは雨が降り止んでからも数日程度地下水位が下がらず水が湧き出し続ける（長時間におよぶ後続流の発生）。

↓

⑧後続流は土砂と水が混じった濁水となって下流の道路や住宅に広く氾濫する。

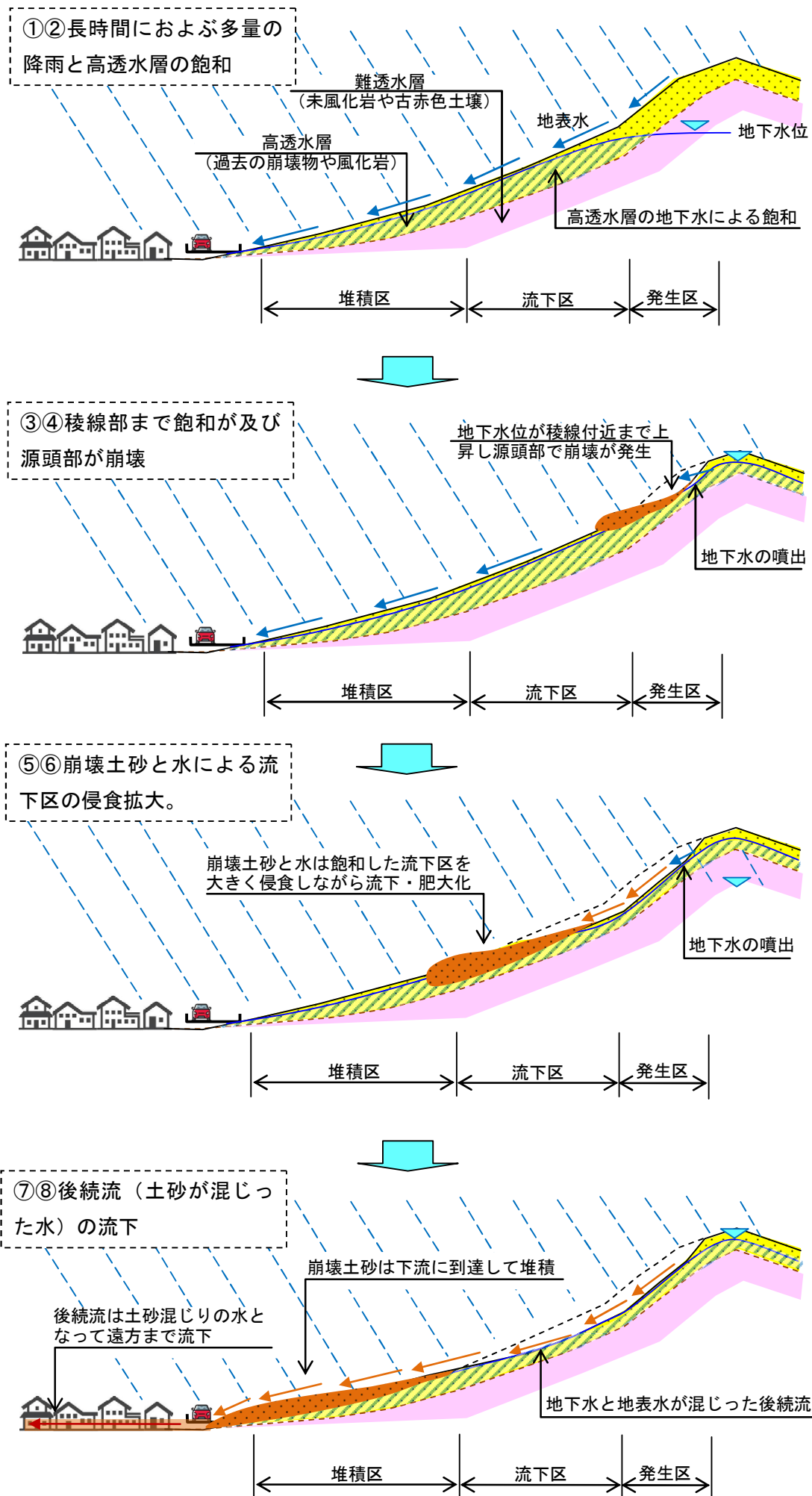


図. 8 荒廃発生メカニズムの模式図

荒廃発生メカニズムをふまえ、既設治山ダム及び森林による土砂流出減勢メカニズムについて以下のように推察すると共に次項図. 9 に模式図を示す。

①→④のメカニズムは同じ。

⑤崩壊土砂と水が流下区間の溪床を流れ下る際、既設治山ダムにより溪床が固定されており縦横侵食が発生しないため、流下する土砂と水は溪床の侵食を誘起せずに越流する。このため溪床の施設を越流する土砂は、高濃度とならないことから巨石や巨礫を移動させることが出来ない。また既設治山ダムの堆砂敷により流下区間が緩勾配となっていたため流速が低下し、巨石や巨礫を含む土砂が捕捉されると共に比較的低濃度な水と土砂が林帯へ流入する（既設治山ダムによる減勢効果：図. 23 土石流シミュレーション結果参照）。

↓

⑥林帯に流入した土砂と水は 10° 前後の堆積区においてローブの集積体を形成しながら減速する。土砂は比較的大径な立木と衝突することで急激に減速してローブを形成し、先端に主として粗粒物質を堆積させながら停止する（大径木による減勢効果）。また、ローブは治山ダムの堆砂敷のように上流側へ平坦面を形成するため、一部の細粒な土砂はローブ上流側背面に堆積する。流木（ながれぎ）が立木によって横断方向に捕捉されることによってローブが形成されることもある。

↓

⑦ローブを越流若しくは迂回する土砂の流れは流速が低下しているため、比較的小径な立木であっても土砂を捕捉できる（小径木による減勢効果）。(参考資料図. 20)

↓

⑧森林により捕捉できなかった細粒土砂（ウォッシュロードを含む）が混じった水は大径木と小径木の間隙を縫うように流下する。草地において細粒土砂は振るい落とされて水のみが流下することがあるが、今回の山地災害発生箇所（堆積区）の殆どが広葉樹二次林や人工針葉樹林であるため、このような草本類等による細粒土砂の捕捉及び振るい分け作用は期待できず、住宅地や道路まで流出することがある。

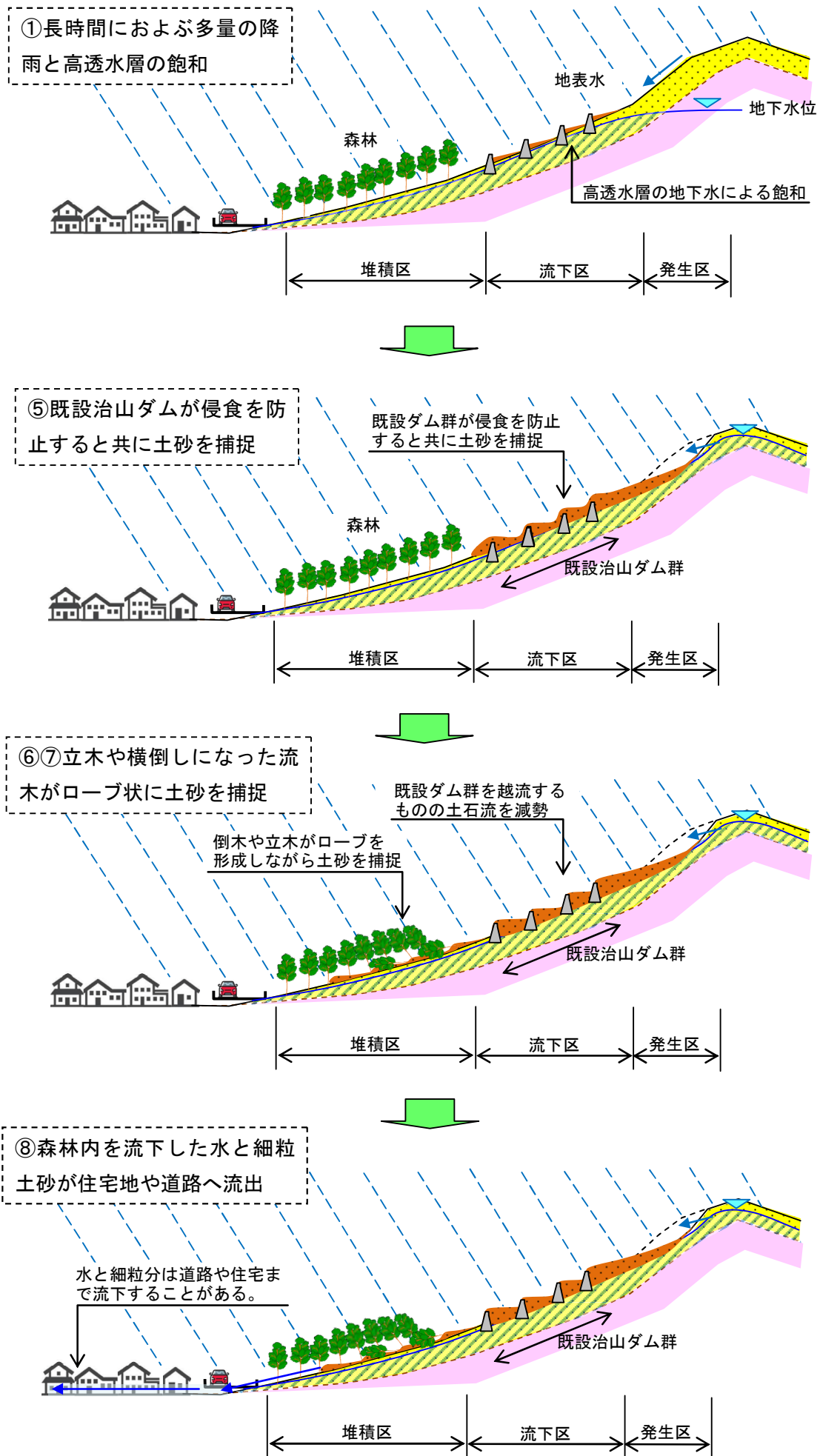


図.9 既設治山ダム及び森林による土砂流出減勢メカニズムの模式図

2. 復旧治山の留意点

山地荒廃の発生機構をふまえた復旧治山を行う上での留意点は以下のとおりである。

①事業実施上の留意点

- ・残存した不安定土砂等による二次的な土砂流出の危険度や保全対象への影響度を考慮して復旧計画を進める必要がある。
- ・当災害では土石流や崩壊に伴う土砂による被害だけではなく、土砂が混じった水が遠方まで到達し道路・住宅地・田畑等に被害をもたらす事例が認められた。その一方、既設治山ダムや森林が巨石・巨礫・粗粒土砂・細粒土砂を段階的に振るい分けながら捕捉した事例も認められた。以上より、どのような土砂の構成物を治山事業による整備対象とするのか決める必要がある。

②治山対策を進める上での全体的な留意点

- ・今回の災害は、2度のピークを有する降雨が長時間降り続いたことで、風化帯の地下水位が斜面下方から上方に向かって順次飽和し、稜線付近が飽和した段階で崩壊を伴って流出した。稜線や尾根の風化帯が本来有していた貯水-排水機能を越えた降雨インパクトであったため、崩壊を伴って流出したと考えられる。このような稜線や尾根が有する貯水-排水機能は、山地全体の保全の観点から重要な役割であることから、これを踏まえた治山施設整備を検討することが必要である。

③溪流荒廃地において復旧治山を行う上での留意点

- ・崩壊土砂の1～3倍の土砂が堆積区において不安定土砂として堆積している状態にあることから、保全対象が近接した荒廃地では不安定土砂の流出に対して備える必要がある。
- ・崩壊土砂量の4～8倍の土砂が流下区における侵食により発生していることから、下流保全対象へ流出する土砂の量と質（礫径、土砂濃度）をコントロールする上では、侵食により発生する土砂を抑制・抑止することが重要である。
- ・堆積区の不安定土砂及び流下区の侵食により発生する土砂は、巨石や巨礫の移動を伴って想定以上の外力を及ぼすことがあるため、配置する治山ダムについては土石流の流体力や衝撃力に対して、十分な検討が必要である。
- ・治山ダムを乗り越えた土石流により堤体の基礎や袖の埋戻し部が大きく洗堀されたことにより、放置すれば堤体の機能が維持できなくなるため、天端厚や袖部の根入れや埋戻し深等に対して、十分な検討が必要である。

④山腹荒廃地において復旧治山を行う上での留意点

- ・崩壊箇所における極端な地形改変や構造物が水みちを遮断することは崩壊箇所やその周辺に及ぼす負の作用が大きくなることがあるため、崩壊後の地形を可能な限り維持すると共に排水機能を十分に維持した山腹工法の検討が必要である。また、崩壊面の侵食や保水力の回復を図るため、稜線付近の崩壊地についても早期に復旧を図ることが必要である。

⑤復旧治山の施工を行う上での留意点

- ・主に発生源対策としての治山ダムや山腹工を施工する上で、建設機械や資材搬入を行うための作業道の開設や省力化工法の検討が必要となる。作業道の開設においては路体が水み

ちを遮断・拡大崩壊の助長・新規崩壊の発生等に繋がらないような配慮が必要である。

⑥住民への周知

施設整備によるハード対策と共に、警戒避難体制の整備等に資するソフト対策も組み合わせながら、現地に対応した綿密な対策を講じていくことが重要である。

第2 平成30年7月豪雨を踏まえた計画方針・対策（案）

1. 計画方針

復旧治山の留意点に対応した計画方針を示す。

(1) 整備対象とする土砂の構成物

今回の調査で把握した既往治山施設や森林の効果から、土砂の構成物とそれを捕捉し得る治山施設等（森林や草地を含む）は以下のとおりである。

巨石（長径2 m以上）	→ 治山施設で捕捉可能
巨礫（人頭大～長径2 m未満）	→ 〃
粗粒な土砂（細礫～大礫程度）	→ 治山施設及び森林で捕捉可能
細粒な土砂（シルト～砂程度）	→ 治山施設及び森林で一部捕捉可能
土砂が混じった水	→ 密生した草本で減勢可能

土砂が混じった水を減勢させるには森林の下流側に草地を配置する等の対応が必要となるが、荒廃地や森林に住宅地や基幹道路が近接している調査地での草地造成は非現実的であると共に、流量が大きくなると草地における侵食が促進されることがあり（参考資料図. 24）、土砂災害対策としての細粒分の捕捉を完全に達成することは困難である。このため、治山事業により対象とする土砂の構成物は巨石・巨礫・粗粒な土砂及び一部の細粒な土砂とする。

(2) 治山事業の全体的な整備方針

森林域全体で山地災害防止機能を引き上げることを基本として、住宅地や幹線道路に直接的な被害を及ぼした荒廃地の緊急的な整備を優先的に進める。且つ他の荒廃地や発生源対策についても山地全体の保全を念頭に置いたバランスのとれた整備を行う。

(3) 溪流荒廃地の復旧計画方針（次項図. 10 整備模式図）

今回災害による不安定土砂が保全対象直上に堆積しており、堆積区が凹の横断地形を呈する箇所については待ち受け型治山ダムにより不安定土砂の抑止を図る。堆積区の横断面が平坦で待ち受け型治山ダムが設置不可能な箇所では低ダム群による抑止を行う。また、土石流が肥大化する流下区においては階段状に配置した治山ダムによる発生源対策を行い、今後の侵食により発生する可能性のある土砂の抑止を図る。

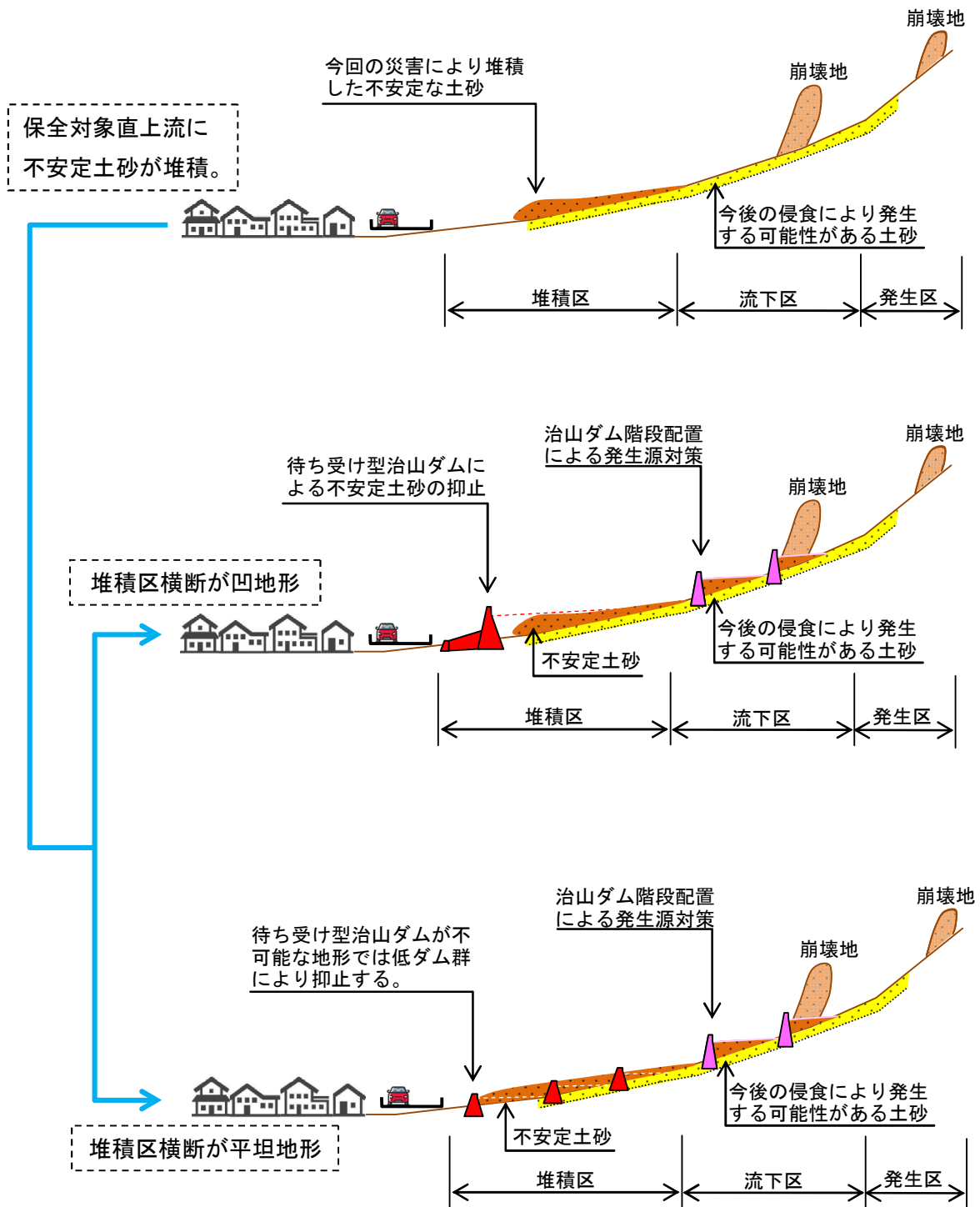
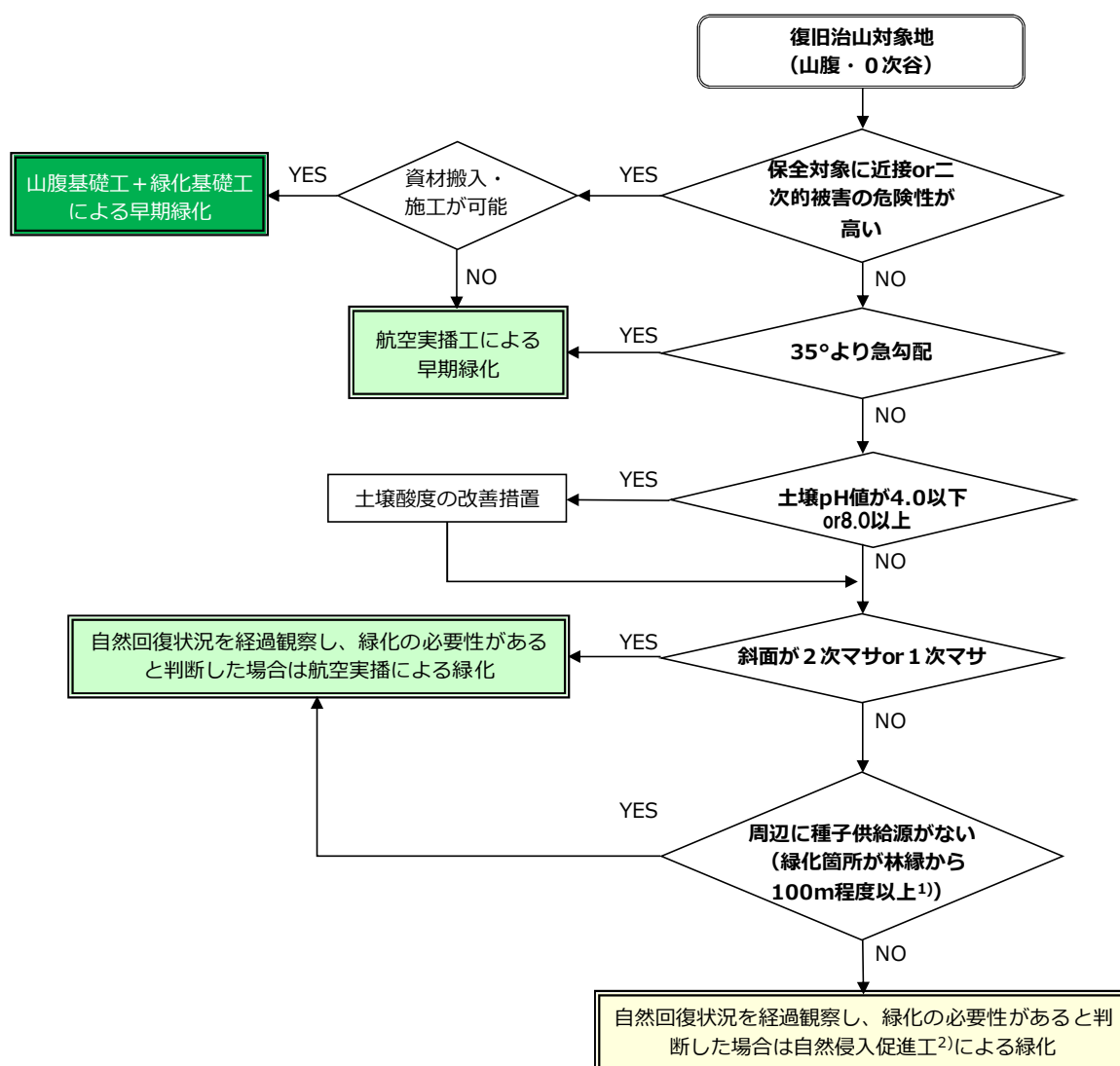


図. 10 溪流荒廃地の整備模式図

(4) 山腹荒廃地の復旧計画方針

山腹荒廃地の復旧対策については、保全対象との崩壊地との位置関係や崩壊地の状態（勾配、土壌の化学性、土壌硬度等）に基づき、山腹基礎工、航空実播工及び自然回復の進行を把握することを目的とした経過観察に区分して実施する（図. 11 参照）。



1) アカマツの種子散布範囲から設定（内藤俊彦（1977），粉体工学研究会誌, Vol. 14, No. 2, p30-39）

2) 治山緑化に寄与する環境保全型ロール資材の開発, 小川泰浩, (2014), 日本緑化工学会誌, 40(1), p191-194 など

図. 11 山腹工の選定フロー

「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き（国土技術政策総合研究所）」、「道路土工-切土工・斜面安定工指針（日本道路協会）」を参考に作成

(5) 資材搬入路の計画方針

0次谷等の凹地形部、崩壊が懸念される稜線部、出水時において路体が流亡する懸念のある沢部等に着目した線形計画及び構造とする。

(6) 住民への周知

7月豪雨災害では、治山ダムを土石流が乗り越えて下流に被害が発生するなど治山ダムの機能の限界も見られたことから、ハード対策だけでなくソフト対策として山地災害の危険性について県民へ広く周知する。

2. 具体的な対策

(1) 溪流荒廃地の復旧対策

溪流荒廃地の復旧を進める上での対策の内容は次のとおりである。

① 流下区の発生源対策

発生区において発生した崩壊に伴う土砂と水が到達・流下した際においても、溪床堆積物の移動が誘発されないことを目的とする。

具体的には、横工をきめ細かく配置し流下区間の分断と固定を図ることとし、横工は現地の状況に応じて治山ダム群・低ダム群とし階段状に配置する。

② 堆積区の不安定な土砂

堆積区において 10° 前後に残存している不安定土砂に対しては、更なる流下や再流出しないよう現位置での固定を図り、現堆砂域の範囲を安定化させることを目的とし地形を利用した緩衝機能が保持できるよう考慮する。

③ 土石流への対応

待ち受け型治山ダムをはじめ、巨石や巨礫の流下のおそれがある箇所において施工する治山ダムについては、衝撃力等の外力に対する強度を適切に有するように、天端厚や袖部の突込み・根入の十分な確保、鉄筋の挿入、背面への盛り土等による袖部の補強を行う。

(2) 山腹荒廃地の復旧対策

① 発生区の発生源対策

発生区の山腹崩壊地は稜線付近をはじめ資材搬入が困難な箇所が多い。このため植生回復の経過観察と並行した航空実播工や天然更新を促す省力化工法など現地状況に応じた計画とする。

② 直下に人家等の保全対象が近接する山腹荒廃地

斜面の安定性を向上させる補強土工、表面侵食の防止や土砂の移動を抑制するための土留工や柵工、山腹斜面が集水地形である箇所では水路工、湧水等が確認される場合は暗渠工等の排水対策を計画する。

(3) 森林による土砂流出緩衝機能の強化

巨石・巨礫・粗粒な土砂及び細粒な土砂の流出については治山施設により減勢・抑制することを基本とするが、森林の機能を併用することで粗粒土砂や細粒土砂の抑制・抑止機能の強化を図る（土砂流出緩衝機能）。但し今回調査によると、緩衝機能を期待するには地形条件や荒廃面積に制限があることから（参考資料図. 24, 25）、適用可能な条件下において適切な治山施設との組み合わせによる整備を行うこととする。

(4) 民有林直轄治山事業区域における復旧計画方針

計画方針と具体的な対策に基づく民有林直轄治山事業区域（高屋区域，八本松区域，黒瀬区域）における復旧計画方針を示す。

ア 高屋区域

①平成30年7月豪雨により、土砂災害・土石流が多発したことに鑑み、保全対象の安全確保の重要度が高いものや土砂流出のおそれが高いものについて復旧を進める。

②荒廃の進行・拡大傾向が顕著な荒廃地について優勢的・重点的に事業を実施し、事業効果の早期発現を図ることとする。復旧・整備にあたっての方針は以下のとおりである。

- ・山腹工として、土留工を主体とした山腹基礎工により斜面安定を図り、筋工・伏工等により植生の育成基盤を造成・改善し、早期緑化を図る。資材搬入が困難な稜線付近では航空実播により早期緑化を図る。
- ・溪間工として、治山ダム工により直接保全対象への土砂流出による被害の軽減を図る。併せて谷止工を階段状に配置することにより、山脚の固定、溪流勾配の緩和、縦横侵食の防止による発生源対策を行い、下流保全対象への土砂流出による被害の軽減を図る
- ・工種・工法の選定においては、公共工事におけるコスト縮減に努めながら、現地発生材等を有効活用し、可能な限り環境に配慮した計画とする。

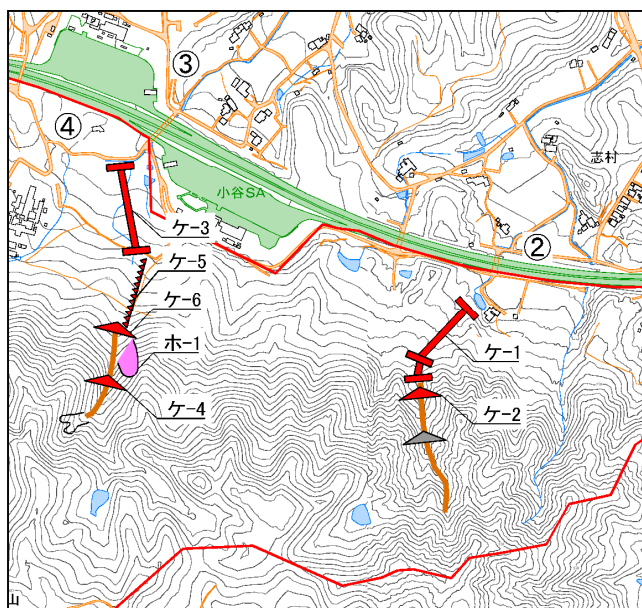


図. 11 高屋区域（東側）全体計画図抜粋

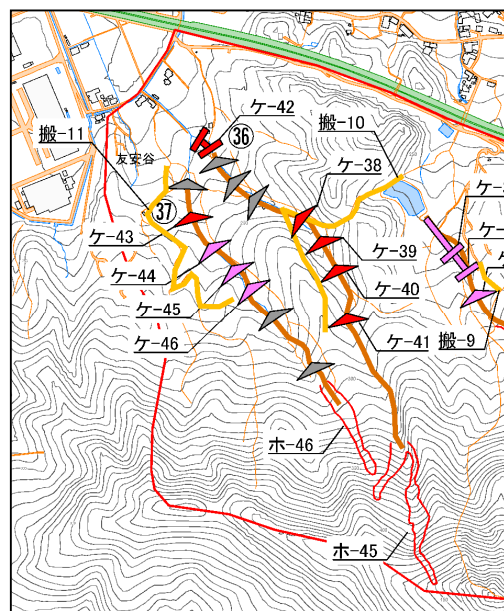


図. 12 高屋区域（西側）全体計画図抜粋

イ 八本松区域

①平成30年7月豪雨により、土砂災害・土石流が多発したことに鑑み、保全対象の安全確保の重要度が高いものや土砂流出のおそれが高いものについて復旧を進める。

②荒廃の進行・拡大傾向が顕著な荒廃地について優勢的・重点的に事業を実施し、事業効果の早期発現を図ることとする。復旧・整備にあたっての方針は以下のとおりである。

- ・山腹工として、土留工を主体とした山腹基礎工により斜面安定を図り、筋工・伏工等により植生の育成基盤を造成・改善し、早期緑化を図る。資材搬入が困難な稜線付近では航空実播により早期緑化を図る。
- ・溪間工として、治山ダム工により直接保全対象への土砂流出による被害の軽減を図る。併せて谷止工を階段状に配置することにより、山脚の固定、溪流勾配の緩和、縦横侵食の防止による発生源対策を行い、下流保全対象への土砂流出による被害の軽減を図る
- ・工種・工法の選定においては、公共工事におけるコスト縮減に努めながら、現地発生材等を有効活用し、可能な限り環境に配慮した計画とする。

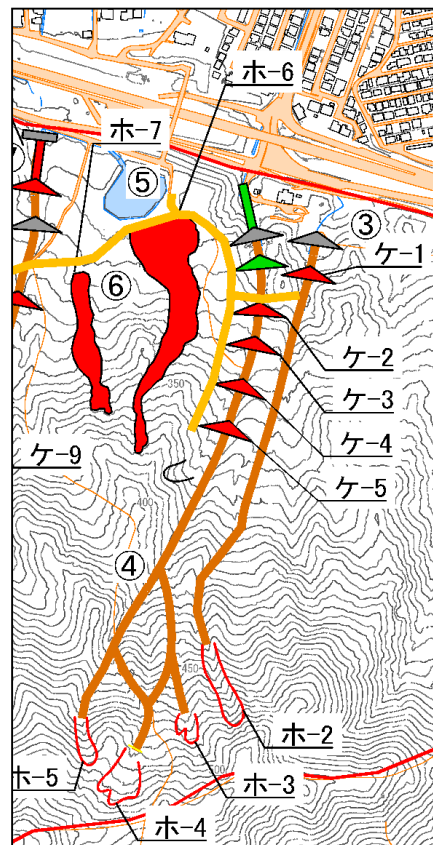


図.13 八本松区域 全体計画図抜粋

ウ 黒瀬区域

①平成30年7月豪雨により、土砂災害・土石流が多発したことに鑑み、保全対象の安全確保の重要度が高いものや土砂流出のおそれが高いものについて復旧を進める。

②荒廃の進行・拡大傾向が顕著な荒廃地について優勢的・重点的に事業を実施し、事業効果の早期発現を図ることとする。復旧・整備にあたっての方針は以下のとおりである。

- ・山腹工として、土留工を主体とした山腹基礎工により斜面安定を図り、筋工・伏工等により植生の育成基盤を造成・改善し、早期緑化を図る。資材搬入が困難な稜線付近では航空実播により早期緑化を図る。
- ・溪間工として、治山ダム工により直接保全対象への土砂流出による被害の軽減を図る。併せて谷止工を階段状に配置することにより、山脚の固定、溪流勾配の緩和、縦横侵食の防止による発生源対策を行い、下流保全対象への土砂流出による被害の軽減を図る
- ・工種・工法の選定においては、公共工事におけるコスト縮減に努めながら、現地発生材等を有効活用し、可能な限り環境に配慮した計画とする。

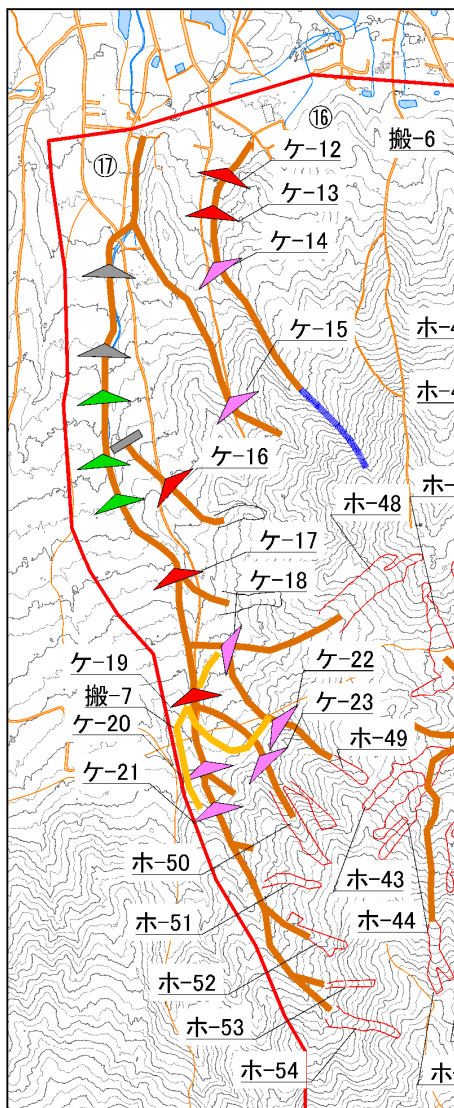


図. 14 黒瀬区域（西側） 全体計画図抜粋

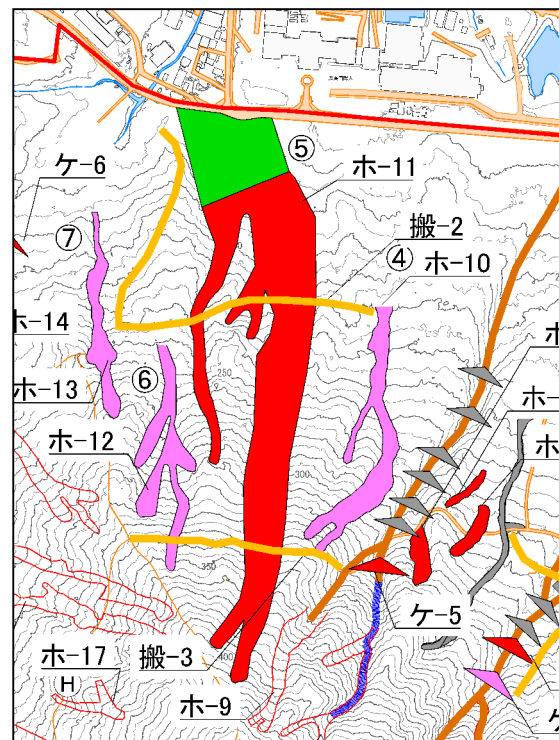


図. 15 黒瀬区域（東側） 全体計画図抜粋