

山地の防災・減災

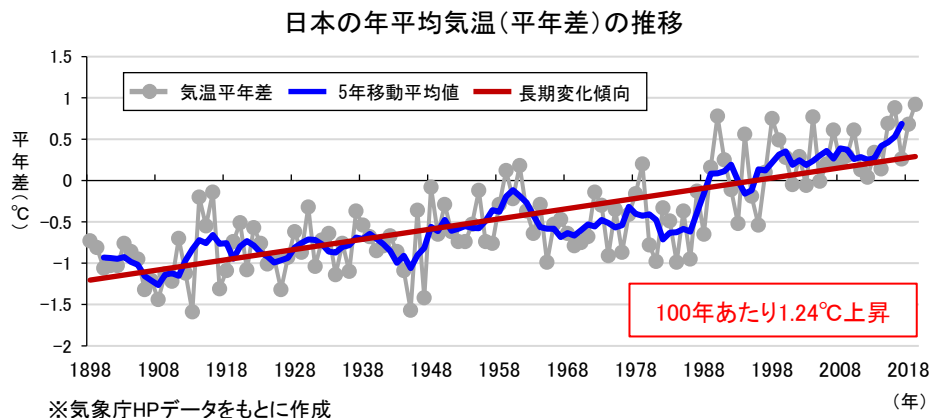
令和 2 年10月

林野庁

気候変動による影響と森林・林業の適応策

- 地球温暖化に伴い、日本においても年平均気温が上昇傾向にあり、異常高温の出現数や短時間強雨の発生回数も増加傾向。
- 気候変動の影響を踏まえ、安全・安心で持続可能な社会の構築に向けて各分野で気候変動適応の取組を推進。森林・林業分野においては、山地災害の防止等を図るため、事前防災・減災の考え方に立ち、治山施設の設置や森林の整備等を推進。

■ 日本における気候変動による影響



■ 気候変動適応計画における位置づけ（抜粋）（平成30年閣議決定）

【影響】

○山地災害

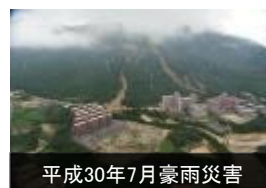
将来予測される影響としては、年最大日雨量や年最大時間雨量が現在よりも数十%増加するという予測もあり、このように降雨条件が厳しくなるという前提の下では、集中的な崩壊・土石流等が頻発し、山地や斜面周辺地域の社会生活に与える影響が増大することが予測されている。

○病虫害

将来予測される影響としては、気温の上昇等により、病虫害の危険度が増加し被害の拡大が懸念される等の報告があるが、被害の正確な予測のためには、今後更に研究を進めていく必要があるとの指摘がされている。

■ 森林・林業分野における主な気候変動影響と適応策

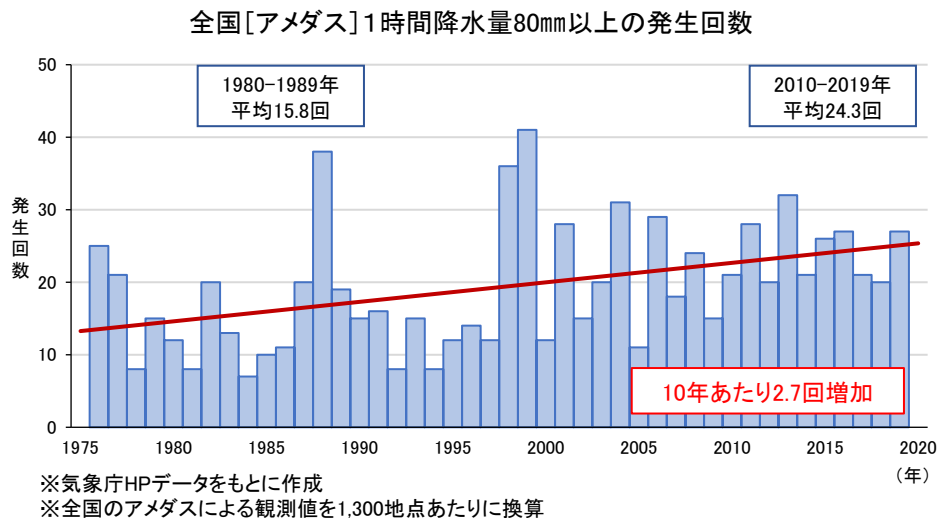
➢ 治山施設の設置や森林の整備等による災害防止



➢ 気候変動の森林・林業への影響の調査・研究



高温、乾燥ストレス等の気候変動に適応した品種の開発



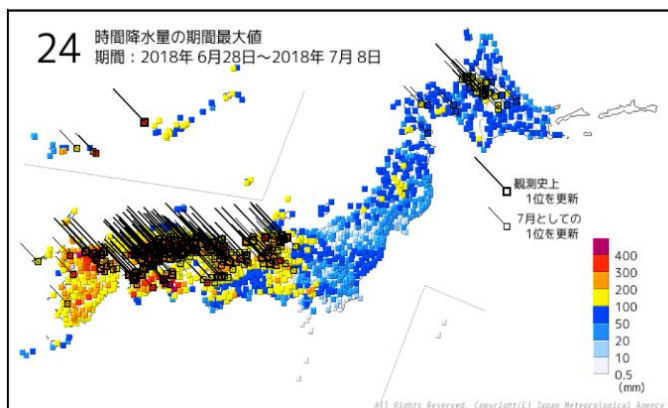
降雨の様態の変化

- 近年、短時間強雨の発生回数増加や長時間にわたる局地的な大雨の発生など降雨の様態が変化。
- また、将来予測では、短時間強雨の発生回数や猛烈な台風の出現頻度の増加等も指摘されているところ。

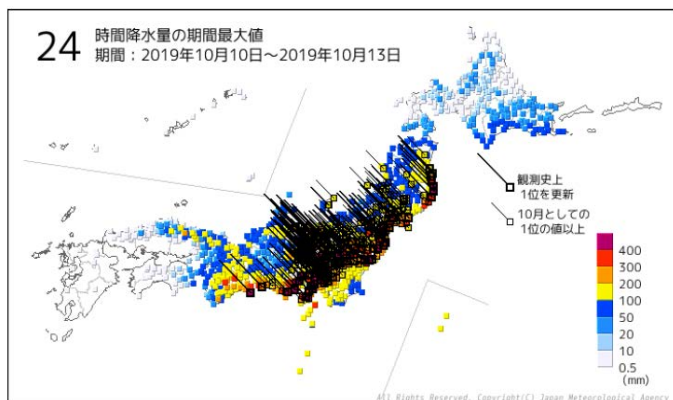
■ 降雨の様態の変化

○ 短時間強雨と総降水量の増加

- 令和元年東日本台風では中部から東北地方の広い範囲で記録的な大雨。
- 平成25年以降、全国の約3割の気象観測地点で時間雨量が観測史上1位を更新。



平成30年7月豪雨による
24時間雨量の状況
(出典：気象庁HP)
—76地点で歴代1位を更新—

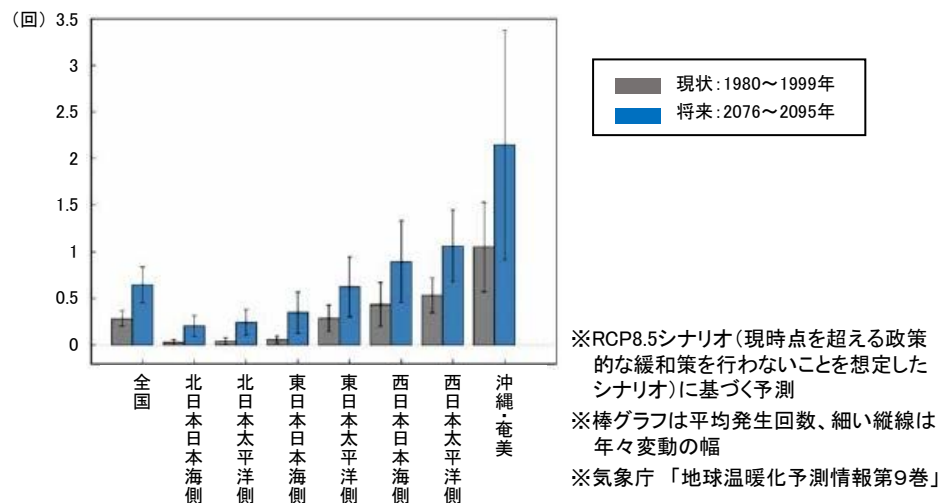


令和元年東日本台風による
24時間雨量の状況
(出典：気象庁HP)
—103地点で歴代1位を更新—

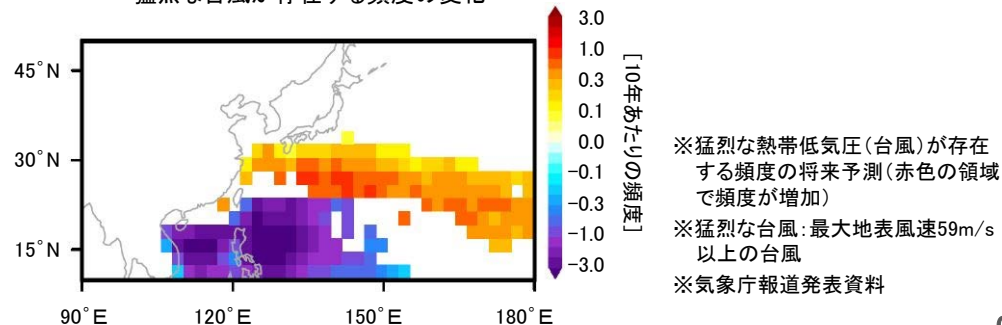
■ 日本の降水の将来予測

- 21世紀末には短時間強雨の発生回数が増加。
- 日本の南海上で猛烈な台風の出現頻度が増加する可能性が高い。

1時間降水量50mm以上の1地点あたりの発生回数の変化



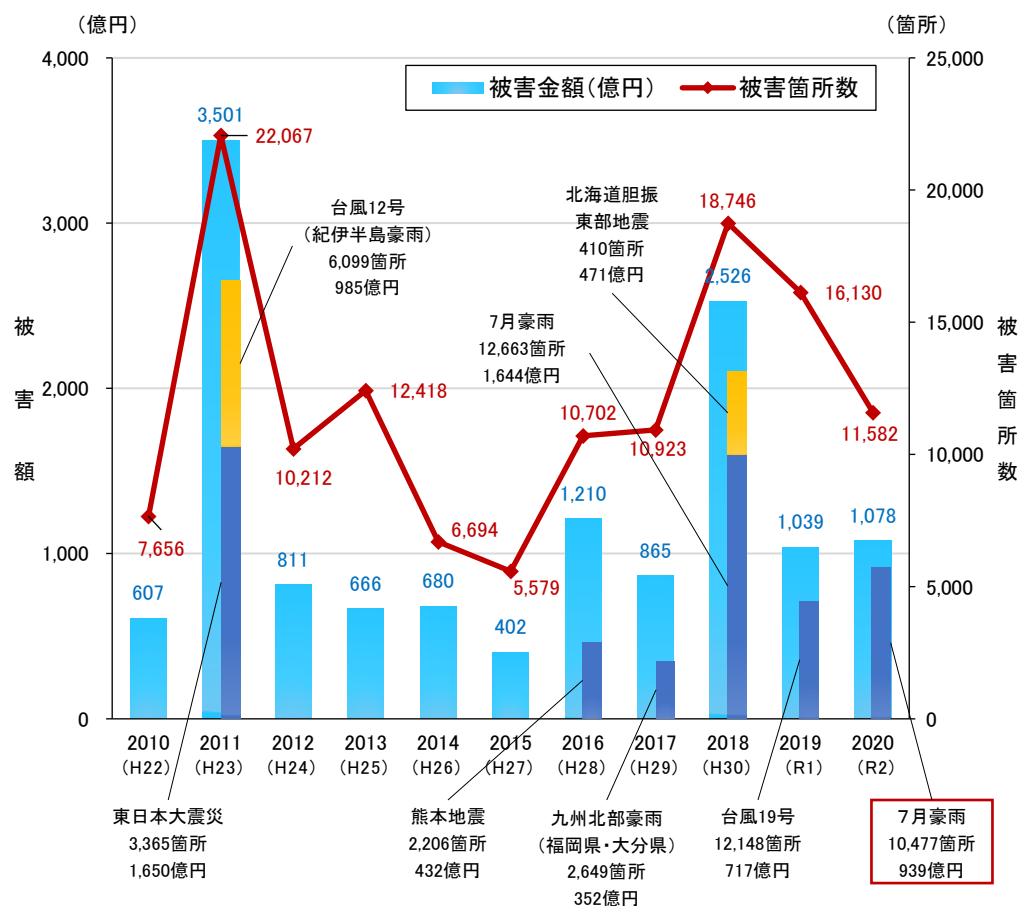
猛烈な台風が存在する頻度の変化



降雨の様態の変化と山地災害等の激甚化

- 近年、降雨の様態の変化に伴い、全国各地で山地災害が激甚化するとともに、同時多発的に発生する傾向。
- 平成29年7月九州北部豪雨や平成30年7月豪雨、令和元年東日本台風（台風第19号）、令和2年7月豪雨などにより、山地の崩壊、林道等の決壊に伴う集落の孤立等広域にわたる大規模な山地災害が多発。
- また、令和元年東日本台風や令和2年7月豪雨においては、広域にわたり甚大な洪水被害が多発。

■ 近年の山地災害に伴う林野関係被害



※林野庁業務資料

※2020(R2)年は10月1日時点の集計値。

■ 令和2年7月豪雨による山地災害の発生状況

- 梅雨前線が長期間停滞し、全国のアメダス地点で観測した降水量の総和と1時間降水量50mm以上の発生回数が過去最多を記録。
- この記録的豪雨の影響により、一連の災害としては過去最多となる41都道府県で山地災害が発生。
- また、下流域では広域にわたり、甚大な洪水被害が発生。



【熊本県芦北町】



【長崎県平戸市】



【岐阜県高山市】



【京都府京都市】

森林造成による山地防災力の向上

◆ 静岡県伊豆地方の事例

昭和33年狩野川台風災害



静岡県伊豆地域における溪流荒廃・洪水の発生状況

令和元年東日本台風



伊豆地域では激甚な山地崩壊の発生はなし
(関東森林管理局ヘリコプター調査結果)

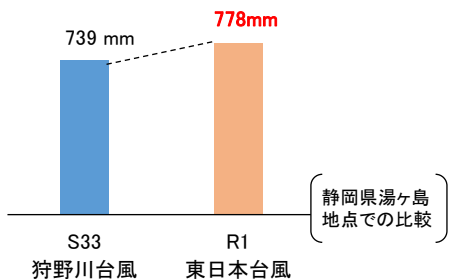
これまでの治山事業による森林再生の例



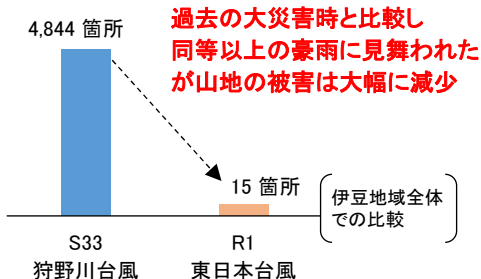
国有林、民有林における継続的な治山対策で森林を再生。

→土壌の発達による水源涵養機能の向上

降水量の比較

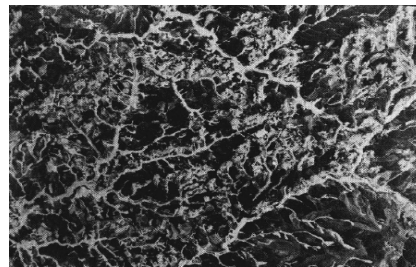


山腹崩壊の発生の比較



◆ 長野県伊那谷地域の事例

昭和36年梅雨前線豪雨災害(三六災害)



長野県伊那谷地域における山地災害・洪水の発生状況

令和2年7月豪雨



伊那谷地域では激甚な山地崩壊の発生はなし
(中部森林管理局ヘリコプター調査結果)

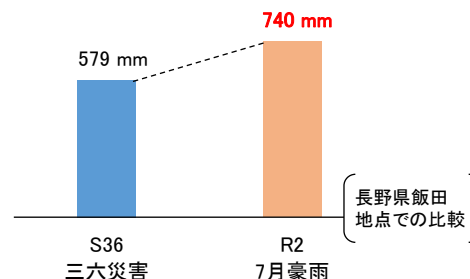
これまでの治山事業による森林再生の例



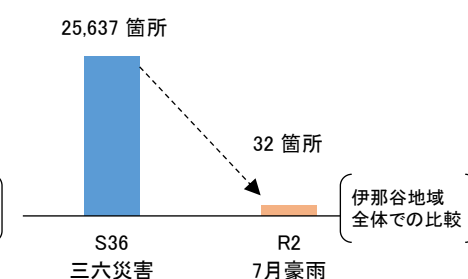
国の直轄事業等により崩壊地や溪流荒廃の復旧を進め、森林を再生。

→土壌の発達による水源涵養機能の向上

降水量の比較



山腹崩壊の発生の比較



治山対策の防災・減災効果

治山対策の効果

既存の治山施設が土石流や流木の流出を抑制した事例が確認されており、計画的な整備の継続が必要。

事例: 令和2年7月豪雨



流木捕捉式治山ダムが流木及び土石を捕捉した事例【熊本県球磨村】



治山ダムが崩壊地から流れ出た土砂や倒木の流出を抑止した事例【岐阜県下呂市】



治山ダムが溪流の勾配を緩やかにしていたため流木流出を抑止した事例【福岡県八女市】



治山ダムが土石流の勢いを軽減した事例【大分県日田市】

事例: 平成30年7月豪雨(広島県安佐北地区)



期間降水量: 257mm (8/19~20)
24時間降水量: 257mm
(安佐北区アメダス)

土石流が発生し、人家工場等が被災。

治山対策
を実施



期間降水量: 419mm (7/3~8)
24時間降水量: 264mm
(安佐北区アメダス)

治山ダムが土砂流出を抑制し、下流への被害を防止。

森林整備の防災・減災効果

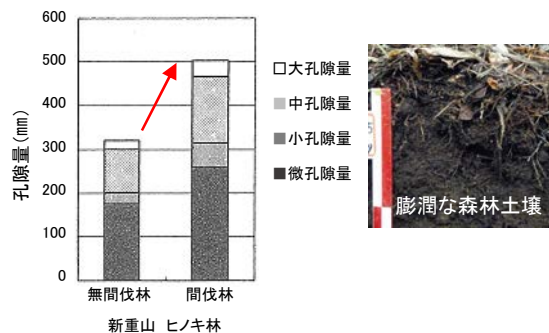
森林整備の効果

間伐を実施し、樹木の成長や下層植生の繁茂を促すことが必要。

○ 森林施業の実施による浸透能の向上効果

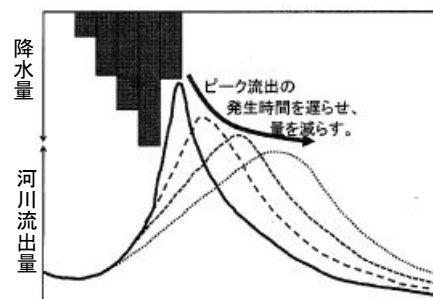
間伐の実施で土壌の孔隙量が増え保水容量が増加。

間伐により保水容量の増加



※服部「間伐林と無間伐林の保水容量の比較」(2001)

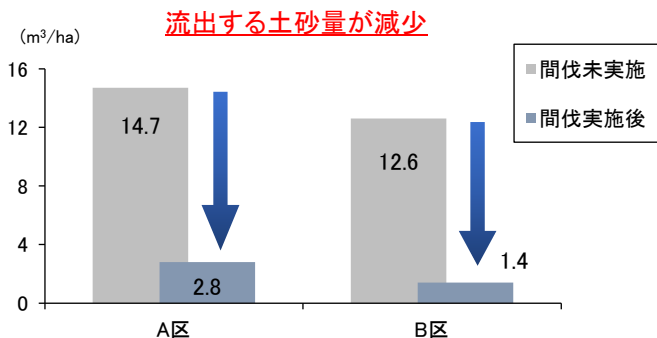
森林土壌の発達によりピーク流出量は減少



※玉井幸治「森林の持つ『洪水災害の軽減機能』について」山林第1635号(2020)

○ 森林施業による土砂流出抑制効果等

森林整備により下層植生を繁茂させ、降雨に伴う土壌流出を抑制。

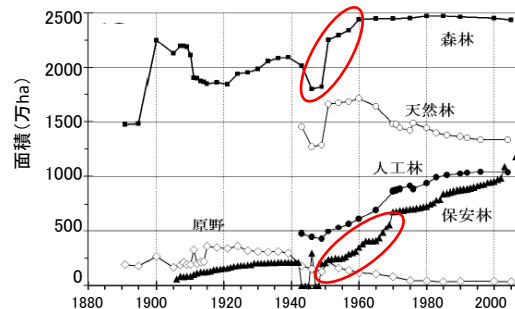


※恩田裕一編(2008)人工林荒廃と水・土砂流出の実態
※土砂量: 2006年6月～11月の6ヶ月間、総雨量: 1,048mm



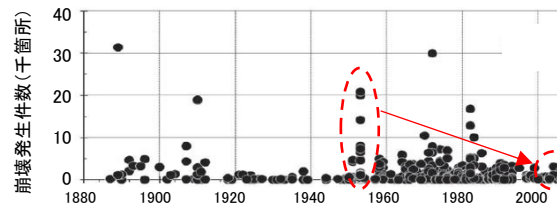
参考: 森林の洪水被害の軽減に果たす歴史的変遷

森林面積(保安林面積)の推移



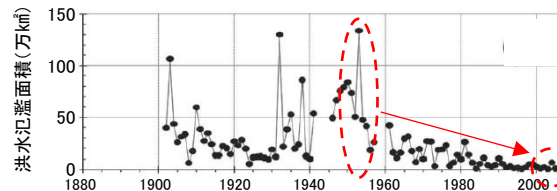
1950～60年代に水源涵養保安林を中心に保安林面積が増加(1960～80年の20年間に保安林面積が3倍に増加)。

1件の風水害による崩壊発生件数の推移



1件の風水害による山地斜面の崩壊発生件数と洪水氾濫面積は、減少傾向。

洪水氾濫面積の推移



- 森林造成(保安林指定含む)が進んだ後、山地斜面の崩壊発生件数と洪水氾濫面積が減少。
- 治山治水対策の進展と併せ、森林の土壌が崩壊によって消失せず、発達したことにより、洪水被害の軽減に貢献してきたことが示唆。

※玉井幸治「森林の持つ『洪水災害の軽減機能』について」山林第1635号(2020)

治山対策の効果と山地災害の発生形態の変化

- 過去からの継続的な治山対策の実施により、森林の再生を実現。
- 近年、記録的な豪雨により、尾根部の崩壊による土砂流出量の増大や山地災害の同時多発的発生、コアストーンの流れ、長時間豪雨による深層崩壊の発生、大径化した人工林等の崩壊土砂流出に伴う流木災害の激甚化など山地災害の発生形態は変化。

■ 継続的な治山対策による森林の再生

◆ 栃木県日光市足尾町の事例



荒廃状況(昭和45年)



現在の状況

◆ 滋賀県大津市田上山の事例



荒廃状況(昭和20年)



現在の状況

■ 山地災害の発生形態の変化

崩れにくい**尾根部の崩壊**による
土砂流出量の増大

(平成30年7月豪雨・令和元年東日本台風)



尾根部からの山地崩壊・同時多発化

未風化花崗岩の**巨石(コアストーン)**の流出

(平成30年7月豪雨・令和元年東日本台風)



長期間豪雨による**深層崩壊**の発生

(平成23年紀伊半島大水害)



洪水流量の増加による**流木災害**の激甚化

(平成29年7月九州北部豪雨)



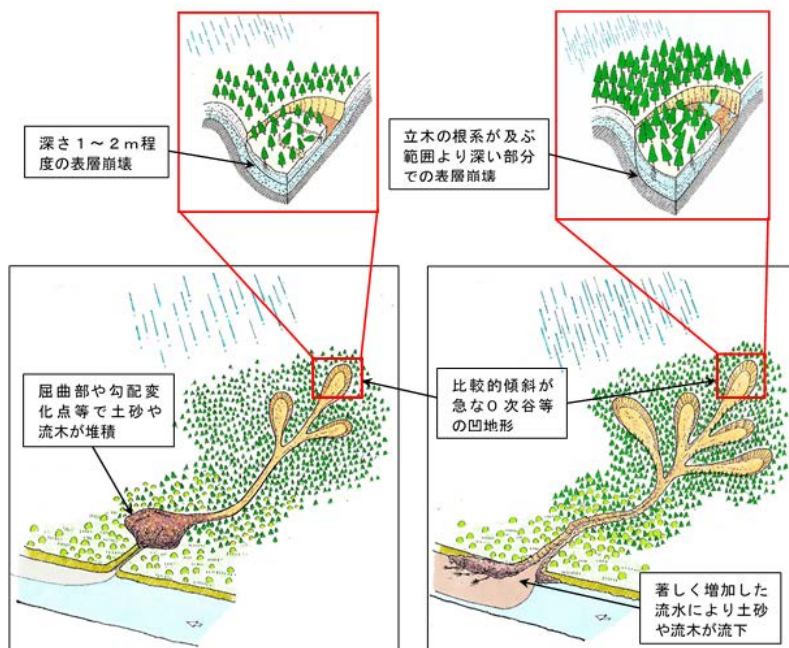
激甚化・多様化する山地災害への対応①～流木対策～

■ 平成29年7月九州北部豪雨で明らかになった課題

■ 具体的な対策 ～「発生区域」「流下区域」「堆積区域」に区分し対策を強化～

<一般的な崩壊と土砂の流出>

<今回の崩壊と土砂の流出>



- 一般的な山腹崩壊であれば、山腹崩壊地に生育していた立木と崩壊土砂の多くは、斜面下部や渓床内に堆積するが、今回の災害では多量の降雨のため著しく増加した流水により、斜面下部等に堆積することなく渓流周辺の立木と土砂を巻き込みながら流下したことから、下流域での流木量が増加したと考えられる。
- 地球温暖化により、極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高いことが指摘されている(略)このような中で、壮齢林を中心に山腹崩壊等が発生した場合、山腹崩壊地に生育していた立木と崩壊土砂が渓流周辺の立木や土砂を巻き込みながら流下することにより、大量の流木が発生するといった、新たな課題が生じている。

出典:「流木災害等に対する治山対策検討チーム」中間とりまとめ(平成29年11月 林野庁)



- 保安林の適正な配備
- 間伐等による根系等の発達促進
- 土留工等による表面侵食の防止 等



流木化する可能性の高い立木

- 流木化する可能性の高い立木の伐採による下流域の被害拡大の抑制
- 流木捕捉式治山ダムの設置等による効果的な流木の捕捉 等



流木捕捉式治山ダム

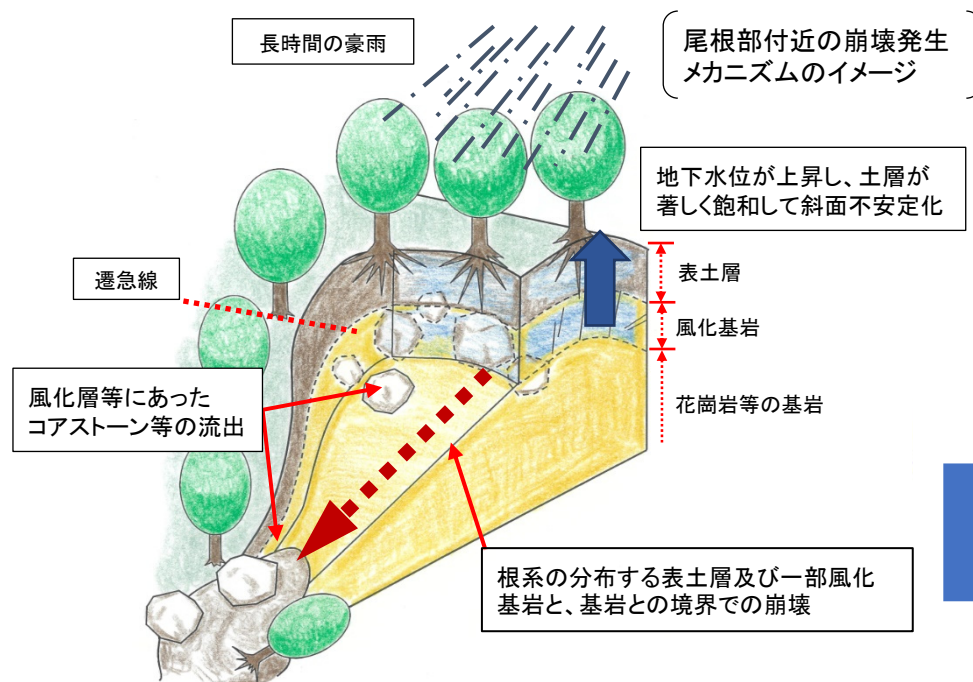
- 森林を緩衝林として機能させることによる堆砂の促進や流木の捕捉
- 治山ダムの設置等による渓床の安定や流木の流出拡大防止 等



緩衝林として機能した森林

激甚化・多様化する山地災害への対応②～尾根部崩壊・脆弱な地質地帯の土石対策～

■ 平成30年7月豪雨で明らかになった課題



- 多くの観測点で、24、48、72時間降水量の値が観測史上1位を更新するような数日にわたる長時間の大雨が発生。
- この大雨による大量の雨水が、周辺森林から比較的傾斜が急な斜面における〇次谷等の凹地形に長時間にわたって集中し、土壌の飽和を伴いながら深い部分まで浸透した。
- 長時間にわたる大量の雨水の浸透により尾根部付近においても土壌が飽和し、この飽和した水が尾根部直下から吹き出したことなどにより、斜面が不安定化し山腹崩壊が発生。
- 尾根部付近からの崩壊が多く発生したため、流下距離が長く、多量の雨が降り続いたことにより溪岸・溪床を侵食しながら多量の土砂・土石が流下し、被害が大きくなった。

出典：「平成30年7月豪雨を踏まえた治山対策検討チーム」中間とりまとめ（平成30年11月 林野庁）

■ 具体的な対策～巨石や土石流対策等を組み合わせる複合防御型の対策の推進～



- 保安林の適正な配備
- 間伐等による根系等の発達促進
- 土留工等のきめ細かな施工
- 治山ダムを階段状に設置
- 必要に応じた航空緑化工の採用等



ヘリコプターによる航空緑化工

- 流木捕捉式治山ダムの設置等による流木対策の実施
- ワイヤーによる巨石の固定や流下エネルギーに対応したワイヤーネットによる防護工、治山ダムの整備
- 既設治山ダム等に異常堆積している土石・流木の排土・除去



ワイヤーネットやスリットダムによる土石や流木の捕捉

- 航空レーザ計測等の活用、地域住民等との連携等による山地災害危険地区等の定期点検の実施
- 山地災害発生リスクに関する情報の周知徹底