

豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会 (とりまとめ)

令和３年３月

豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会

目次

はじめに

1. 森林が発揮している土砂流出防止機能・洪水緩和機能等の現状評価・・・1

(森林の有する機能に関する基本的知見)

(森林の有する機能の歴史的変遷)

(森林の有する機能の現状評価)

2. 近年の豪雨災害を踏まえた治山対策の取組状況に関する評価と課題・・・5

3. 今後の気候変動を見据えた森林の土砂流出防止機能・洪水緩和機能の維持・向上のための対策について・・・7

(1) 森林の土砂流出防止機能を維持・向上させるための対策について

(ア) 速やかに講じていくべき対策について

① 表層よりもやや深い層からの崩壊発生が増加していることへの対応

② 流量増による溪流の縦横侵食が激化していることへの対応

③ 線状降水帯の形成等により山地災害が同時多発化していることへの対応

(イ) 更に検証を継続し、中期的視点に立って取り組んでいくべき対策について

① 対策対象箇所の選定方法の高度化について

② 発生源対策（ゼロ次谷）について

③ 土石流等の流下区域対策について

(2) 森林の洪水緩和機能を維持・向上させるための対策について・・・13

(ア) 速やかに講じていくべき対策について

① 雨水の流出遅延効果の発揮に向けた対応

② 下流域の河積阻害を抑制するための対応

(イ) 更に検証を継続し、中期的視点に立って取り組んでいくべき対策について

4. その他（災害の激甚化へ対応する効率的な事業実施について）・・・16

はじめに

森林が水を育み、洪水や土砂の流出・崩壊などの災害を防止する公益的機能があることは、古くから知られていたが、生活に欠くことのできない木材や薪炭、肥料等の資源を産出するため、過度に利用された場合、その機能を適切に発揮できず、豪雨災害等の被害の拡大を招くことがある。

第二次世界大戦中の乱伐・過伐により森林は著しく荒廃し、戦争直後の相次ぐ大型台風の襲来により激甚な山地災害や洪水被害が多発した。この状況を受け、保安林整備や治山事業が計画的に進められ、森林の再生を通じてこうした被害の軽減に大きく貢献してきたところである。

しかしながら、近年、気候変動に伴い短時間豪雨の増加や強度の強い豪雨が長時間継続するなど豪雨形態の変化により激甚な災害が頻発しており、全国で毎年2,000箇所を超える山地災害が発生する状況となっている。その発生形態としては一連の豪雨により1,000箇所以上の山地災害が同時多発的に発生する激甚な災害に毎年見舞われるなど、ひとたび災害が発生すると被害が甚大なものとなる傾向が顕著化している。

特に平成29年九州北部豪雨による流木災害、平成30年7月豪雨による土石流災害は多くの犠牲者を出す激甚なものとなった。この災害を受けて、林野庁は、治山対策の方向性をとりまとめ、全国的に対策を強化しているところである。

また、令和元年東日本台風、令和2年7月豪雨では、山地災害の発生に加え、広い範囲にわたって河川の氾濫が発生し、甚大な洪水被害をもたらしたところである。これを受け、抜本的な治水対策として、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉えハード・ソフトの両面の対策を推進する「流域治水」の取組について各地で議論が進められており、上流域の森林整備・治山対策についても、河川事業等と連携を進める動きが進展しているところである。

気候変動に伴い豪雨の発生が一層激化することが予測されている中、今後も山地災害や洪水被害が激甚化することが懸念され、森林の災害防止機能を一層高度に発揮させることが国民から求められている。

こうした状況を踏まえ、本検討会では昨年9月より3回の会合による議論を行い、森林の有する機能の発揮状況やこれまでの施策の評価を行った上で、今後さらに激甚化する山地災害・洪水災害に対して国民の生命・財産を守っていくために重点的に取り組むべき治山対策の方向性をとりまとめた。

近年、山地災害が各地で相次ぐ中、被災地域の復旧に向けた対策が急務となっている。他方で、今後についても災害が激甚化することが予見される状況にあり、国土の3分の2を占める森林の防災機能をしっかりと発揮させ、地域の被害を防止・軽減させるためには、復旧対策と事前防災対策の双方を間断なく進めることが不可欠である。

本とりまとめを踏まえ、なお一層、国・都道府県等が連携して地域全体の安全・安心の確保に向け、治山対策が推進されることを期待するものである。

1. 森林が発揮している土砂流出防止機能・洪水緩和機能等の現状評価

（森林の有する機能に関する基本的知見）

- ・森林の土砂流出防止機能、洪水緩和機能等については、これまでの知見の積み重ねにより、以下のことが学術的に明らかにされている。
 - 土砂災害防止機能（表面侵食防止／表層崩壊防止）を向上させる因子としては、①林床が下層植生や落葉・落枝で覆われることで雨滴や地表流による侵食を防止・軽減すること、②森林は林齢が高まるとともに根系も発達し土壌の緊縛力が高まること、③人工林では間伐を適期に実施することにより根の生長が更に促進されること、④根が広く深く発達した樹木により構成する森林が望ましいこと

[参考資料①]

- 洪水緩和機能を向上させる因子としては、①林齢の高まり（新植地も含め、森林に被覆されている状態での時間の経過）とともに表層土壌の厚みが増加し、孔隙量が増加すること、②間伐の実施により土壌の孔隙量が増加すること、③下層植生の被度の増加により森林土壌が保全され浸透能が増加すること、④森林土壌の発達に伴い、雨水が森林土壌で一旦貯留され徐々に浸透することから、基岩に浸透する雨量も増加していくこと[参考資料②]

こうしたメカニズムを踏まえ、戦後からの森林造成・治山対策の変遷を振り返りつつ森林の機能の現状評価を以下整理する。

（森林の有する機能の歴史的変遷）

- ・長い戦時体制下で乱伐、過伐が進み、我が国の戦後の森林は大きく荒廃し、昭和20年代及び30年代には、各地で大型台風等による大規模な山地災害や水害が発生した。このため、国土の保全や水源の涵養の面から、森林の造成の必要が国民の間で強く認識されるようになった。

こうした中で、昭和21年、22年に全国を対象にした荒廃地調査を行い約30万haの荒廃地が存在することが明らかになった。この結果を受け、昭和23年（1948年）には、治山に関する5か年計画として荒廃地等の計画的な復旧整備が始まり、昭和29年（1954年）には「保安林整備臨時措置法」の制定により流域保全の視点から河川の流域ごとに保安林の配備等を推進するなど、国土の保全に向けた制度的な礎が築かれた。以降、昭和35年（1960年）に制定された「治山治水緊急措置法」に基づく計画的な治山事業の実施へと引き継がれた。[参考資料③]

- ・こうした取組の結果、森林面積の推移と1件の風水害による崩壊発生件数及び洪水氾濫面積の推移をみると、1950～1960年代に森林造成、水源かん養保安林を中心とした保安林の指定が進展し、1960年以降において、山地斜面の崩壊発生件数と洪水氾濫面積が減少傾向に転じた。

また、崩壊地の新規発生面積で比較すると、

- ・ 治山治水緊急措置法制定前の5か年（昭和30年～34年）の年平均で全国約1.1万ヘクタールの崩壊が発生していたのに対し、
- ・ 近年では、例えば山地災害が集中的に発生し激甚な流木被害をもたらした平成29年7月九州北部豪雨による山地災害（注：同年の山地災害による被害全体の約5割に相当）では約350ヘクタール、東日本台風等により広域で山地災害が発生した令和元年では全国で約280ヘクタールと概ね数百ヘクタール台の崩壊発生となっているところであり、

歴史的にみて山地災害の発生件数・面積のオーダーは大幅に減少したところである。[参考資料④]

- ・ 以上のように、森林の再生が進むとそれに伴い森林土壌が形成・保持され、さらには森林の成熟化や間伐等森林整備が計画的に推進されたことに伴って、樹木の根系の発達、森林土壌の孔隙量の増加が進み、森林の有する保水力や土砂流出・崩壊防止機能の向上が図られてきたところである。このように、治山対策等の進展は山地災害や洪水被害の防止・軽減に貢献してきたものと推察される。

（森林の有する機能の現状評価）

- ・ 近年、気候変動に伴う降雨形態の変化を受け、令和元年東日本台風、令和2年7月豪雨のように短時間豪雨の増加や強度の強い降雨が長期間継続する現象により甚大な山地災害が発生している地域がある。

一方で、流域単位でみた場合、例えば、近年、記録的な豪雨に見舞われた長野県伊那谷地域（令和2年7月豪雨）や静岡県伊豆地域（令和元年東日本台風）では、昭和30年代にそれぞれの地域において発生した大災害の時と比較して、総降水量が多かったにもかかわらず、山地災害の発生箇所数が大幅に減少したことが確認されている。（伊那谷地域：昭和36年災害 25,637箇所→令和2年7月豪雨：32箇所、伊豆地域：昭和33年狩野川台風 4,844箇所→令和元年東日本台風 15箇所）

こうした流域では、過去からの森林造成、治山対策により人工林を中心に森林資源が充実してきており、森林土壌の保持等を通じて一定程度土砂災害防止機能（表面侵食防止／表層崩壊防止）や洪水緩和機能を発揮したものと推察される。

[参考資料⑤]

- ・ 以上のように、森林の機能は、歴史的・全国的にみれば、これまでの整備・保全の取組を通じて、向上していると評価でき、また、近年の激甚な災害に対しても効果を発揮したと言える。
- ・ 他方で、地域ごとに現状をみた場合には、
 - ア．林床植生の乏しい手入れ不足の森林、シカ食害等鳥獣被害を受けた森林における表面侵食の発生
 - イ．大型化する台風により、根返りや幹折れが発生した箇所やその周辺などにおいて上木が大きく揺すられた森林におけるその後の豪雨に伴う崩壊の発生

ウ．病虫害を受けた箇所では根の腐朽が進むことによる根返りの発生もみられ、こうした地域では森林土壌の浸透能や強度が適切に保持されていないことから、森林の機能が低下していることが懸念されるところである。[参考資料⑥] 加えて、

エ．森林の成熟化に伴って立木が大径化し、崩壊した土砂とともにひとたび流木化すれば下流に対して激甚な被害を及ぼすケースもみられるところである。

・森林の機能の現状評価についてまとめると、

- 戦後以降の計画的な森林整備・治山対策の取組により、森林資源が面的に充実し、成熟化するとともに森林土壌や根系の発達が促されたことにより洪水緩和機能や土砂流出防止機能が高まり、現在、森林全体としての機能発揮は歴史的にみて良好な状態であるといえること
- 今後の災害の激甚化を見据え、森林の土砂流出防止機能、洪水緩和機能を維持・向上させ、地域の安全性向上に貢献していくためには、機能が低下した森林をターゲットに対策を強化することで、流域全体の森林の機能を更に高めていくことが重要であること
- 森林の成熟化に伴い大径化した立木が流木化した場合、人家等への被害に加え、河川の閉塞を招くと氾濫被害を助長するおそれがあることから、森林域での流木対策の継続が必要であること

と整理される。

2. 近年の豪雨災害を踏まえた治山対策の取組状況に関する評価と課題

- ・地球温暖化の進行に伴い、平成 25 年以降、全国の約 3 割の気象観測地点において時間雨量が観測史上 1 位を更新するなど、短時間豪雨の発生回数と降水量が増加傾向にある。

加えて、大気中の水蒸気量の長期的増加や線状降水帯の形成により、広範囲で長期間豪雨が降り続く傾向も増加している。令和 2 年 7 月豪雨については、総降水量と 1 時間降水量 50mm 以上の発生回数が、共に過去最多となったところである。

また、「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～」(令和 2 年 7 月：社会資本整備審議会)においては、産業革命以前と比べて世界の平均地上気温を 2℃に抑えるシナリオ(パリ協定が目標としているもの)でも、20 世紀末と比べて 2040 年頃には、全国の一級水系で治水計画の対象とする降雨量の変化倍率が約 1.1 倍、治水計画の目標とする規模の洪水の流量の平均値が約 1.2 倍になり、洪水の発生頻度の平均値は約 2 倍と試算されることが指摘されている。[参考資料⑦]

- ・こうした降雨形態の変化による降水量・流量の増加によって、山地災害の発生形態も変化しており、以下の特徴がみられるところである。[参考資料⑧]
 - ① 山地の尾根部付近(注：森林土壌中の水分量が飽和状態になりにくい地点)からの崩壊が多発し土石流化したことによる下流への流出土砂量の増大(崩壊の過程としては尾根部付近が飽和状態となり水が噴き出して崩壊に至るケースが多いが、溪流における深い層の崩壊が尾根部にまで発達(後退)するケース、侵食が尾根部付近まで発達(到達)するケースもある)
 - ② 崩壊の同時多発化
 - ③ 深層崩壊の発生
 - ④ 洪水流量の増加による流木災害の激甚化
- ・こうした山地災害の発生形態の変化に対応していくため、上記①～④のような山地災害が発生した箇所の調査分析により、同様な災害が発生する危険性のある箇所を抽出するなどの全国的な緊急点検を通じて対策を講じてきている。

特に、平成 29 年 7 月九州北部豪雨による流木災害、平成 30 年 7 月豪雨による土石流災害は、極めて激甚なものとなったことから、被災地域の復旧だけにとどまることなく、全国的に対策を強化すべき契機となった。このため、林野庁では、それぞれの災害復旧に向けた対応と並行して技術的な検討会を設置し、災害発生のメカニズムの分析や施設配置の考え方等被災地以外でも取り組むべき施策の方向性について取りまとめを行った。[参考資料⑨・⑩]
- ・こうした取りまとめ等を踏まえつつ、平成 30 年度から令和 2 年度に掛けて、「国土強靱化緊急 3 か年対策」の中で、全国における流木発生のおそれがある溪流や、重要なインフラに影響を及ぼすおそれがある荒廃山地等約 1,300 箇所を抽出し、集中的な対策を進めてきたところである。[参考資料⑪]

- ・特に、流木対策については、平成 29 年 7 月九州北部豪雨の発生以前は設置地域が限られていた「流木捕捉式治山ダム（いわゆるスリットダム）」が全国で約 100 基集中的に設置された。加えて、新たな対策として、都道府県・森林管理局が、スリットの配置を工夫し流木の捕捉効果向上を実証する取組や、既存の治山施設に流木捕捉機能を付加し、低コスト・短期間での機能向上を可能とする取組も進めるなど、技術開発が各地で進み始めたところである。
- ・国土強靱化 3 か年対策により、山地災害危険地区における緊急点検を経て治山ダムを設置した結果、令和 2 年 7 月豪雨の際に、治山ダムが土砂や流木の流下を抑制し下流への被害を軽減した例も確認されるなど対策実施による効果が各地で確認されている。
- ・こうした例にもあるとおり、現に起きている自然現象・災害形態に対応するための治山対策は概ね整理がなされ、各地で実行に移されていると評価できる。
- ・他方で、令和 2 年 7 月豪雨では、一連の豪雨による山地災害としては過去 10 年で最多となる 35 道府県において被害が発生するなど、山地災害の同時多発化傾向が引き続き顕著となっているところである。
加えて、近年では、国の直轄事業として集中的な復旧整備を実施するに至った大規模な山地災害が毎年のように発生しているところである。
- ・このように、災害が多発化・激甚化し、被災地域の復旧対策が優先される状況にはあるが、山地防災力を高めていくためには、山地災害危険地区等における予防治山対策の計画的かつ効果的な推進が今後の課題である。
- ・また、令和元年東日本台風における千曲川や阿武隈川、令和 2 年 7 月豪雨における球磨川、最上川等のように流域面積が広い大河川において甚大な洪水被害が発生しているところであり、治水対策の推進と併せて森林の洪水緩和機能発揮に対する要請も高まっているところである。

3. 今後の気候変動を見据えた森林の土砂流出防止機能・洪水緩和機能の維持・向上のための対策について

(1) 森林の土砂流出防止機能を維持・向上させるための対策について

山地災害の発生形態が激甚化する中、特に、令和2年7月豪雨や令和元年東日本台風で発生した山地災害で顕著となっている特徴としては、①表層よりもやや深い層からの崩壊発生が増加していること、②流量増による溪流の縦横浸食が激化していること、③線状降水帯の形成等により山地災害が同時多発化していることが挙げられる。これらの特徴は、いずれも集落等の保全対象への土砂や流木の流出量の増加を助長し被害を拡大させるものであり、今後の気候変動により同様の特徴を有する山地災害が発生することが懸念されることから、治山対策により以下の取組を強化していくべきである。[参考資料⑫]

(ア) 速やかに講じていくべき対策について

[対策の推進方向]

① 表層よりもやや深い層からの崩壊発生が増加していることへの対応

- ・森林の齢級が高齢級化するとともに、根系の成長により崩壊防止機能が高まり、表層崩壊が減少し、崩壊発生件数が減少傾向となる一方で、森林の根系が及ばない表層よりもやや深い層から崩壊するケースが増えている。

こうした現象が、保全対象から離れた奥地でとどまる程度の規模であれば直ちに対策の対象とする必要性は低いが、集落周辺の山地で崩壊が発生する場合はもとより、集落から離れた山地で発生する場合であっても、近年の豪雨形態の変化により、崩壊土砂が溪流を侵食しながら大量の土砂・流木を伴って流下し下流の集落等に影響を及ぼすケースがあることから、発生源の対策や監視にも取り組むことが必要である。

- ・対策や監視の対象とする箇所抽出には、リモートセンシング技術による微地形判読を有効に活用すべきである。その際、過去に山地災害が発生した履歴がある地域や断層帯の存する地域、ガリーが発達している地域、湧水痕跡の見られる箇所等災害発生のポテンシャルの高さに着目して抽出するほか、人家等の保全対象の集中度合いに着目して対象箇所を抽出する等の工夫を行うべきである。
また、監視に当たっては、やや深い層からの崩壊の前兆現象が徐々に現れる傾向にあることを踏まえ、レーザ計測等の活用により樹木の傾き等を把握することも有効である。
- ・対策については、現地へのアクセス条件等施工性や経済性を踏まえつつ、雨水の分散や排水を図るなど崩壊発生自体の抑制を図る対策（例えば簡易な筋工、柵工、カゴ工、斜面補強土工等の設置）を検討すべきである。
- ・なお、山地尾根部等における災害発生の予兆観測については、現地踏査やリモートセンシング技術を活用した斜面における亀裂の発生状況の確認等既存の方法に加え、土壌の水分量や電気伝導度、水温等を測定することにより崩壊発生

につながる地下水の動態を把握する手法の有効性が確認されている。

今後、関係機関と連携しつつ、こうしたソフト対策と治山施設の設置のハード対策を組み合わせた予防治山対策についても、各地において導入していくべきである。[参考資料⑬]

② 流量増による溪流の縦横侵食が激化していることへの対応

- ・ 豪雨形態の変化により溪流における流量や流水のエネルギーが増加することに伴い、「溪流の縦横侵食量の増加（流出土砂量の増加）」や「溪流内・溪流沿いの危険木の量の増加」が懸念されることから、以下の対策を講じるべきである。

（「溪流の縦横侵食量の増加」への対応）

- ・ この課題に対しては、溪流における治山施設の配置の工夫により対処していくことが必要である。具体的には、

ア．集落等保全対象の近接地においては土石流の衝撃にも対応できる構造の治山ダム（天端幅：2～4 m）とするとともに、上流における不安定土砂の流出・生産が多く、かつ繰り返しのメンテナンスが可能な場合にあってはダム上流側に一定程度の貯砂容量を持たせるタイプの治山ダムを設置すること

イ．保全対象から一定程度距離がある流下区域においては、施工性やコストの観点も考慮しながら比較的規模の小さい治山ダムを階段状に設置することにより溪流の縦横侵食を防止すること

等、溪流の状況等を踏まえながら、タイプの異なる治山ダムを効果的に組み合わせて溪流全体を安定化させることに一層留意すべきである。

特に、流下区域にきめ細かく配置する階段状の治山ダムについては、都市部などではその効果を実感しにくい面があるが、過去の山地災害の発生例を検証しても、こうしたきめ細かな対策が講じられていた溪流において、土砂や流木の流出量が抑制された例がいくつも確認されているところである。

今後集中豪雨が激化すれば溪流の土砂がより移動しやすくなることから、溪流の治山施設計画の策定に当たっては、流下区域の対策も十分配慮すべきである。[参考資料⑭・⑮]

- ・ 他方、近年、同一地域に豪雨が繰り返しもたらされることにより、溪流が激しく侵食された結果、設置時に想定していた治山ダムの堆砂勾配よりも緩い勾配で堆砂する（すなわち想定以上に溪流が侵食される）ケースも見られる。これは、過去からの治山対策等の実施により森林再生が図られたことから、土砂の生産が減少した一方、豪雨が激化し流量が増加したことによるものと推察される。

こうした事象が発生した際、階段状に治山ダムが配置されている溪流では、治山ダムの連結により想定していた堆砂の勾配が維持できず、ダム下流での洗掘が発生し、溪流の不安定化を招くおそれがある。このため、豪雨に見舞われた際には、治山施設の点検を速やかに実施し、必要に応じて既存の治山ダムの補強等の対策を講じるべきである。

また、新たに治山ダムの配置を計画する場合（特に保全対象が集中するような重要な箇所）であって、近年の豪雨により荒廃した溪流が近隣に存在するときは、当該溪流の安定勾配を参考にして施設配置をより高密に計画するなど、標準的な基準だけで判断することなく、現地踏査等を通じて現場実態を把握した上で施設配置を検討すべきである。

- ・ 加えて、河川（本川）の流量が増加することにも留意すべきである。具体的には、支川の下流末端部（支川の出口）が本川の水衝部となる場合における支川の溪岸侵食抑制対策である。本川との合流付近の溪岸が絶えず侵食されれば、山脚の洗掘が常時発生するなど安定化が図られないおそれがあるため、溪流の施設配置計画の検討に当たっては、河川本川との合流点近くにおける溪岸侵食防止のための護岸工等（床固工、帯工）の設置も検討すべきである。

（「溪流内・溪流沿いの危険木の量が増加」することへの対応）

- ・ この課題に対しては、流木を流出させない対策と流木化させない対策の両面が重要である。
 - ・ 前者の対策については、平成 29 年 7 月九州北部豪雨による流木災害発生以降に、全国的に取り組んできている流木捕捉式治山ダムの設置等の取組を引き続き継続していくべきである。
- 後者の対策については、洪水断面が大きくなり洪水に巻き込まれるおそれがある樹木の量が増加することを念頭に対策すべきである。
- 具体的には、溪流沿いの立木のうち侵食を受け根が浮くなどして根系機能の発揮が期待できない状態となっているものを、帯状又は単木で伐採するとともに、将来、再度流木被害を招く危険性を低減するため、当該地を伐採後の植栽箇所から除外し周辺樹種の自然導入へ誘導する等林相転換を図っていくべきである。

[参考資料⑩]

伐採木の処理に際しては、施工の効率化を図りつつ、土壌を攪乱させないように林床保全に努めるとともに、流木化させない処理に留意すべきである。

- ・ 危険木の伐採幅や伐採方法については、過去の土石流等の流下痕跡や樹木の根張りの状況も踏まえつつ、施工効果や施工性の観点から、一定程度の規模を確保することが望ましい。
- ・ 近年、航空レーザ測量を活用し、流木化するおそれのある樹木の分布状況を把握する取組（総量を把握し、施設配置等の事業計画の立案につなげる動き）もみら

れるところであり、流域全体の事業計画の策定に当たってこうした取組の導入も検討すべきである。

- ・なお、地形条件等によっては森林が溪流付近に存在することにより、土石流の流下エネルギーの緩衝機能や土石の捕捉効果等を発揮した例も確認されている。他方、豪雨の激化による流量増に対して、こうした機能をあらかじめ見込むことについては、特に堆積区域において、保全対象との関係性や土地利用の実態を踏まえ慎重に検討し、伐採・非伐採を判断していくべきである。

③ 線状降水帯の形成等により山地災害が同時多発化していることへの対応

- ・近年の豪雨では線状降水帯の形成された地域において山地災害の多発が確認されており、例えば平成 30 年 7 月豪雨では広島県で約 7,600 箇所、令和 2 年 7 月豪雨では熊本県で約 900 箇所の山地災害が発生している。今後も、気候変動の影響により線状降水帯が形成されることに伴い、各地で激甚な山地災害が発生することが懸念されている。
- ・他方、全国に山地災害の発生の危険がある地区は約 19 万地区存在しており、このうち特に優先して対策すべき箇所のうち約 1.3 万地区が未整備、すなわち治山施設が設置されていない状態になっている。
- ・治山施設が未整備の箇所で土石流等が発生した場合には、溪流の土砂・流木を巻き込んで高いエネルギーを維持したまま、下流の集落等へ直接土砂や流木が流出し、被害が拡大するおそれがある。
このため、今般決定された「防災・減災、国土強靱化 5 か年加速化対策」としての予算措置も活用しつつ、危険度が高くかつ施設が未整備となっている地域を優先して、着手率の向上を主眼に対策を講じていく必要がある。
- ・その際、災害リスクの高まりが広域に及んでいるため、全ての箇所において短期間のうちに下流から上流にかけてきめ細かな施設配置を行うことは実態上困難であることから、保全対象の状況を踏まえ、施設配置に濃淡や事業期間の優先度を付ける等に留意すべきである。このため、地域関係者と連携しながら、整備水準、施設配置や優先度の考え方、警戒避難体制の強化などについて合意形成を図りつつ対策を進めていくことが肝要である。
- ・加えて、既に施設が一定程度配置されている地区にあつては、施設の追加設置のみならず、既存施設の嵩上げ・増厚等の既存施設の有効活用も検討すべきである。
特に、住宅密集地の上流等、狭小地を通過して現場に到達する必要がある等施工条件が厳しい箇所も多く存在する状況にある。
このため、事業計画の立案段階から、復旧工法の決定のみならず、資材の搬入方法の選定についても実態に即したものとなるよう十分検討すべきである。
また、こうした検討・実施には地元調整を含め時間を要することから、調査測量・工事の早期発注の取組にも努めるべきである。[参考資料⑩]

(イ) 更に検証を継続し、中期的視点に立って取り組んでいくべき対策について

- ・対策の着実な実施と併せて、以下の点について中期的な視点に立って、技術開発等を進めていくべきである。

① 対策対象箇所の選定方法の高度化について

- ・線状降水帯の形成等により山地災害が多発化することを踏まえれば、対策を優先・重点化すべき箇所を効率的に抽出していくことが不可欠となる。
- ・各地において、航空レーザ測量技術やCS立体図（注：地形図から判読できる3つの地形量「標高」「傾斜（slope）」「凹凸（曲率 Curvature）」を異なる色調で彩色し、複数枚を重ねて透過処理することで立体表現した図法）等により微地形を把握し、その情報を元に現地調査を行うことで、効率的に治山施設の配置計画を策定する取組もみられるところである。
- ・リモートセンシング技術を活用したデータとしては、空中写真、衛星画像データ、航空機やUAVを活用したレーザデータが挙げられる。活用の時期・目的によって、必要となる範囲、情報の内容・精度が異なることから、コストも考慮しつつ、最適な活用方法を確立すべきである。

これまでは、山地災害の発生予測や発生状況の確認等概況把握に活用されることが主流であったが、災害の激甚化（復旧すべき箇所数の増加）を踏まえ、溪流の土壌侵食量の差分解析結果を活用するなどにより施設配置計画の策定への活用も積極的に進めるべきである。

- ・また、リモートセンシング技術と現地調査の組み合わせについては、各地における事例を収集・分析し、担当職員が参考にできるよう組み合わせ方法等について標準化を図ることも必要である。
- ・なお、対策箇所の選定に際しては、山地災害危険地区情報を活用して1次抽出した上で、リモートセンシング技術の活用により山地斜面における亀裂の発生状況、ガリーの発達状況、溪流の不安定土砂の堆積状況等に関する情報を組み合わせることにより、より現地実態に合った箇所の抽出が進むものと考えられる。
- ・加えて、近年の山地災害の激甚化や今後の気候変動に対応していくため、山地災害危険地区に関する判定情報の調査分析や精度向上に努めていくべきである。

具体的には、まずは、近年の山地災害発生箇所の被害調査やその周辺地域における災害リスクの分析を行い、危険地区情報の更新・反映に努めるべきである。

さらに、今後の気候変動に対応した山地災害危険地区の運用に向けては、山地

災害が発生した場合に、当該箇所やその周辺地域を対象にした調査・分析に継続的に取組み、山地災害の発生メカニズムに関する情報の蓄積を進めていくべきである。その際、災害が激甚化すれば対応すべき箇所数が増加することから、レーザ計測等も活用しつつ効率的かつ効果的にデータ蓄積を行っていきけるよう、どのようなデータを蓄積するかについてあらかじめ整理し、関係者に周知しておくべきである。

② 発生源対策（ゼロ次谷）について

- ・ 上述のとおり、発生源対策については、到達や資材の搬入が困難な場所もあることを十分考慮し、対策をすべき箇所については、保全対象の重要性を考慮して見極めていくとともに、簡易なものも選択肢として検討することが必要である。

例えば、小型の木製治山ダムの設置等を通じて崩壊発生源の溪流の安定化を図る取組例があり、その効果を検証し、横展開していくことも有効である。

- ・ また、森林土壌及び根系の発達に伴い、近年の崩壊は森林の根系が及ばないやや深い層から発生していることも踏まえ、斜面の安定を補完する地山補強土工等の技術開発にも取り組むことは有意義であると考えられる。

- ・ なお、森林の根系機能については、垂直根に加え、水平根の土壌緊縛力に関するメカニズム把握に関する調査分析が進められているところであり、根系機能の評価に係る精度向上と発生源対策の効果的実施に資するため、引き続き分析を進めていくべきである。

また、立木間中央部における根量が多い方が、樹木同士が絡み合うネット効果による崩壊防止機能の高まりが期待できることが明らかになってきていることを踏まえ、自然災害や病虫獣害の被害により疎林となっている保安林等について、保全対象との関係性を踏まえながら、補植等の必要な対策を講じることにについても検討すべきである。

③ 土石流等の流下区域対策について

- ・ 溪流における土石流の流量が増加し、流下エネルギーが増大するとともに、巨礫が含まれることにより、流下断面の増加や既存施設への衝撃力の増加が生じることを考慮し、治山ダムの施設配置の考え方に加え、放水路断面や袖部の取扱等の構造についても検討していく必要があり、関係事業の動向等も踏まえつつ、適時に技術的な検討を深めるべきである。

(2) 森林の洪水緩和機能を維持・向上させるための対策について

今後、気候変動によって更なる豪雨の頻発化・激甚化・広域化が進むことに伴い、洪水被害が甚大になることが懸念される中、流域視点の治水対策を進めていく上で、上流域の対策として森林が果たすべき役割は極めて重要である。森林域においては、浸透能・保水力を有する森林土壌の保持に関する対策や森林土壌の形成を促す対策を強化することが重要である。

こうした対策を通じて、流域全体として流出遅延効果の発揮等を果たし、降雨のピークから洪水流出までの時間をかせぐことは、地域住民の避難を促す時間を確保することにもつながるものである。

また、森林域からの土砂・流木の流出を減少させることにより、河川における通水断面の減少を防止することにより流水を安全に流下させることも必要である。

流域におけるいわば多重防御施策の一つとして、以下の対策に取り組むことで、洪水被害の防止・軽減に貢献していくべきである。

(ア) 速やかに講じていくべき対策について

[対策の推進方向]

①雨水の流出遅延効果の発揮に向けた対応

- ・集水面積の大きい大流域の洪水被害は、本川に直接注がれる大量の雨水のみならず、支川から集まった雨水によって激甚化する。よって、支川を対象とした対策を強化することは大河川の洪水被害を抑制する上で重要となる。このため、今後の森林整備・保全施策については、本川のみならず支川も含めた流域全体で効果を発揮させるという視点をもって取り組むべきである。
- ・この基本スタンスのもとで、流域単位で森林の洪水緩和機能を維持・向上させるためには、対策を優先すべき箇所を抽出し、重点的に対策を講じることが必要である。
- ・この際、対策が単発的なものとならないように、機能の低下した森林（保安林）の分布状況を流域レベルで把握し、可能な限りマップ化等の形で見える化した上で、機能の低下した森林（保安林）を対象に継続的・計画的に対策を講じていくことが必要である。対策対象の抽出は、リモートセンシング技術も活用し収量比数や林床照度等の客観的な数値をもとに判別していくことが考えられる。
- ・特に、手入れ不足で過密状態になり下層植生が乏しい森林、シカ食害被害による下層植生の消滅・表面侵食の発生箇所、台風による森林の風倒被害地であって樹木の根返りにより土壌が攪乱されている箇所等については、森林土壌が十分に保持されておらず、森林の有する浸透能・保水機能が低下していることが明らかである。こうした箇所については速やかに対策を講じていくことが必要である。
- ・森林の洪水緩和機能は、健全で豊潤な森林土壌が維持されることで適切に発揮されるものである。このため、対策の内容としては、適切な森林状態の維持とともに、森林土壌の移動を抑制し土壌を保持することが重要となる。具体的には、

森林整備と簡易な土木的工法を組合せた対策を推進し、適切な水循環の確保、森林土壌の保持を図りつつ健全な林内環境の整備を図るべきである。

この際、これまでは主に崩壊地復旧に活用されてきた筋工・柵工を森林内で活用することが有効である。斜面において等高線状に細かな筋切り・段切りを行うことで、森林土壌を保持し雨水の浸透を図るとともに、たとえ森林土壌が移動してもそれが最小化されることを目指すことが必要である。[参考資料⑧]

- ・筋工・柵工については、例えば、伐採木一本を横に並べ置くだけでも一定の土壌の保持効果が期待できることから、急傾斜地の箇所や地山が強固である等施工条件が厳しい箇所等においては、統一的な規格で配置することよりも、より広いエリアに面的に配置していくことを優先して規格を選定し、対策を講じていくべきである。
- ・対策の対象が広域にわたる場合にあっては、斜面の弱部となりやすい溪流付近の斜面（地下水位が相対的に高いため飽和しやすく、なおかつ斜面全体の地表流が集まる地点）を優先して対策を講じ、斜面全体の土壌保持を図っていくことが効率的である。
- ・なお、令和元年東日本台風で確認されたように、豪雨が激甚化すれば森林内で浸透しきれない雨水が地表流となるケースもある。
地表流が生じれば、河川（溪流）に対して短時間で大量の雨水が集中する要因となることから、林内における筋工・柵工の設置を進めることは、地表流が発生した場合の流速低減を図る観点からも効果的である。
- ・これらの取組は、森林整備に伴って発生する木材の有効利用の拡大の観点からも進めてくべきである。
- ・また、人工林が本格的な利用期を迎える中、今後主伐一再造林の循環型林業へシフトしていくこととなる。これまでの知見を踏まえれば地形条件を配慮した丁寧な伐採と速やかな再造林、集材路の配備方法の工夫を行えば、直ちに土壌孔隙量（保水機能）が低下することは考えにくい。
ただし、森林土壌を継続的に保持していくため、土壌の攪乱をできる限り抑えるよう努めることや、伐採箇所の選定に当たっては崩壊が発生しやすい微地形の把握に努めることが必要である。
- ・なお、対策が実施される森林における公益的機能の持続的な発揮を図るためには、治山事業の実施のみならず、保安林制度の下で森林所有者等の自発的な施業の確保が重要であり、低コスト造林等新たな林業技術の導入についても取り組んでいくべきである。

②下流域の河積阻害を抑制するための対応

- ・下流の河川区域に対して、流木や著しい土砂の流出を抑制するため、近年強化している流木捕捉式治山ダムの設置等既存の取組に加え、流木化するおそれがある溪流沿いの危険木の総量を低減させる対策や、流下区域における治山ダム群の整備による土砂流出の抑制を進めていくべきである。（具体的な手法3.（1）（ア）②参照）
 - ・なお、溪流沿いの危険木の除去に当たっては、除去した樹木を、流出のおそれがない近隣斜面上において簡易筋工として活用し、森林土壌の保全を図ることも効果的である。
- 以上の施策については、流域単位において民有林と国有林が面的に連携しつつ、流域治水との連携を進めていくべきである。

（イ）更に検証を継続し、中期的視点に立って取り組んでいくべき対策について

- ・森林の水源涵養機能（特に洪水緩和機能）の評価については、これまで様々な研究がなされてきており、例えば森林整備と機能発揮との関係について知見が整理されてきている。
- 一方、流域単位での機能の評価については、継続的な調査が行われているものの、植生、地形、地質等様々な因子が複雑に関連することから知見の集積は途上である。
- ・洪水緩和機能の発揮に向けた対策を推進していくためには、その有効性について都道府県・森林管理局等が理解した上で、流域関係者の理解の醸成を図っていくことが必要である。このため、現地での条件設定は難しい面もあるものの、何らか定量評価することが望ましい。
- ・流域レベルでの森林の洪水緩和機能の発揮状況に関する定量評価については、様々な取組が進められている。
- 対象規模等調査方法の条件設定の確立・標準化に向けては課題も多いが、行政、研究機関、大学等が連携して、シミュレーションも活用し評価する手法の検討を進めるとともに、引き続き小流域を対象とし継続的に現地計測データを取得しつつ、そのデータを各地で活用できる体制の確立も検討すべきである。
- ・また、取組を強化していく「森林整備と筋工・柵工の組合せ」が洪水緩和機能の発揮に及ぼす影響について、定量評価できるよう現地観測等に取り組むべきである。こうした動きは、近年求められるEBPM（evidence based policy making：証拠に基づく政策立案）の観点でも有効なものである。
- ・さらに、長期間豪雨の頻発化も想定されることから、森林土壌が乾燥状態にある場合、湿潤状態にある場合に、それぞれ雨水がどのような挙動をするのかについての検証を進めるため、地下水の動きも含めた森林斜面から溪流への流出のメカニズムや森林域における上流から下流への流出のメカニズムの解明を進め、今後の対策の更なる検討につなげていくべきである。

4. その他（災害の激甚化へ対応する効率的な事業実施について）

- ・気候変動に伴う降雨形態の変化により山地災害が同時多発化・激甚化していけば、対応すべき事業箇所数が増加することとなる。今後、人口減少傾向が進めば、事業の担い手確保が困難となることに加え、事業の発注サイドの効率的な執行が不可欠となる。
- ・また、事業実施に係る同意の取得等の地元調整に時間を要するケースが増えていることを踏まえ、事業対象地の把握の効率化、1事業地の施工に掛けるマンパワーと期間を低減させる新たな取り組みを進めていくことが不可欠である。
- ・このため、対策対象箇所の抽出に当たっては、衛星画像、航空レーザ、ドローンレーザの使い分けを図ることや、施工期間の短縮や施工の効率化に当たっては、二次製品や現地発生材の有効活用、ICT等の新技術の導入を積極的に導入していくべきである。
また、これら取組の横展開を図るため、各地における研修や実証的取組等も進めていくべきである。
- ・治山対策による地域の安全・安心の確保は、各地において工事が円滑に実施されてはじめて実現されるものである。
今後、施工条件の厳しい地域での対策も増加することが想定されることから、事業の担い手、工事の監督職員双方の安全確保の観点からも、ICTを活用した施工管理への切り替えを進めていくべきである。[参考資料⑨]
- ・さらに、近年、激甚化する山地災害への初動調査として、森林管理局と関係都道府県の合同によるヘリコプターやUAVを活用した被害状況調査を積極的に実施する等、各地において早期復旧に向けた取組が進められているところである。
今後、気候変動に伴い山地災害の発生が激甚化・広域化していくことが見込まれる中、災害発生状況の迅速な把握が一層求められることとなる。このため、初動調査に当たっても、上述の対策対象箇所の抽出と同様に、災害の規模や求められるデータに応じて多様な手法を効率的に組み合わせる知見の収集・蓄積や関係機関との共有を進めるべきである。

加えて、被災地域の荒廃状況に関するデータの収集・蓄積は貴重な情報であり、その分析を通じて施策の見直し等につなげていくべきである。

(参考)

豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会

委員名簿

【学識経験者】

阿部 和時 日本大学 生物資源科学部 教授

石川 芳治 東京農工大学 名誉教授（座長）

五味 高志 東京農工大学 教授

玉井 幸治 国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所 森林防災研究領域長

(敬称略、50 音順)

豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会 (とりまとめ)

—参考資料—

「豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会」について

■検討会の目的等について

◇森林は、適切な整備・保全を通じて、土砂流出防止機能、洪水緩和機能等の維持・増進が図られ、豪雨災害の防止・軽減に寄与している。

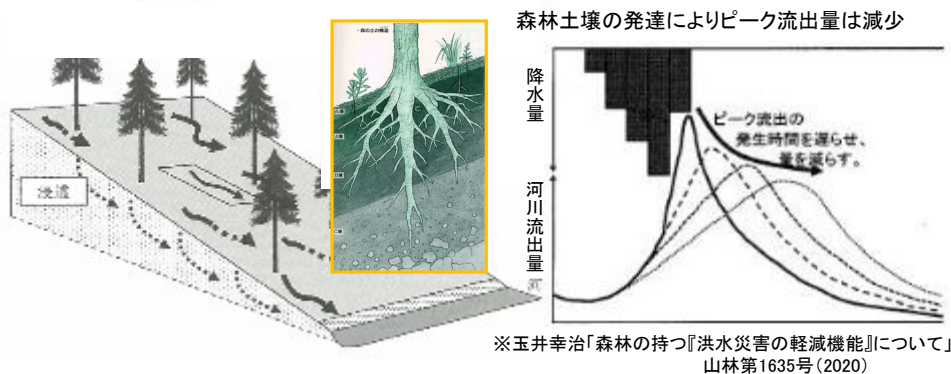
◇しかしながら、近年、地球温暖化に伴う豪雨形態の変化により、毎年激甚な災害が発生しており、平成29年九州北部豪雨による流木災害、平成30年7月豪雨による土石流等の災害について、このような気候変動を踏まえた治山対策の方向をとりまとめたところである。

◇一方、令和元年東日本台風、令和2年7月豪雨では、広い範囲にわたって河川の氾濫が発生し、甚大な洪水被害をもたらしたところである。
このような中、洪水被害の軽減防止に向けて、治水施策では、「流域治水」として、河川整備の推進や土地利用の規制・誘導に関する対策が一体的に検討されるなど、中・下流域での議論が具体的に進められているところ。

◇今後、地球温暖化の影響に伴い、気候変動がより一層激化することが見込まれている中、森林の有する土砂流出防止や洪水緩和等の機能の維持・増進により、豪雨災害から国民の生命・財産を守るため、気候変動に対応した治山対策の在り方について、既存のとりまとめに加え、更なる検討を行い、今後の治山対策の方向を示すこととする。

■主な検討内容について

■検討内容①:森林の有する洪水緩和機能の適切な発揮



■検討内容②:流木・土砂の流出抑制対策の推進

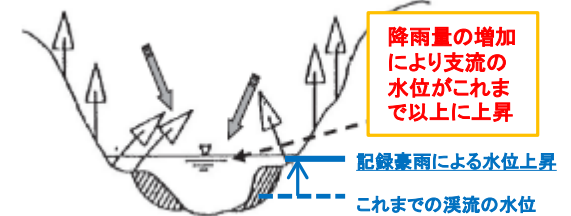


縦侵食の激化による土砂流出の増加



溪流沿いの樹木が流木化

短期間豪雨の増加に伴い溪流の浸食量が増加し、下流への流出土砂量が増大するおそれ



■検討会メンバー

東京農工大学名誉教授 石川 芳治(座長)

日本大学特任教授 阿部 和時

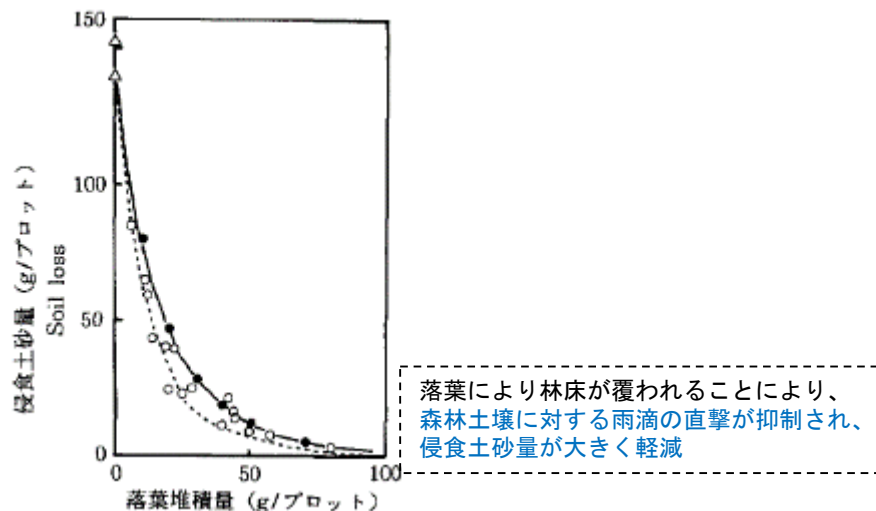
東京農工大学教授 五味 高志

(国研)森林総合研究所
森林防災研究領域長 玉井 幸治

■検討項目

1. 森林が発揮している土砂流出防止機能・洪水緩和機能等の現状評価と課題
2. 近年の豪雨災害を踏まえた治山対策の取組状況に関する評価と課題
3. 今後の気候変動を見据えた森林の土砂流出防止機能・洪水緩和機能の維持・向上のための治山対策について

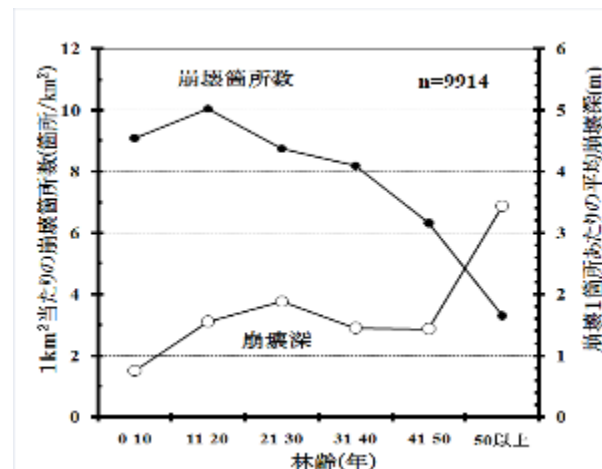
■林床植生の存在による表面侵食防止との関係について



(1992服部ら)

■林齢と崩壊発生との関係について

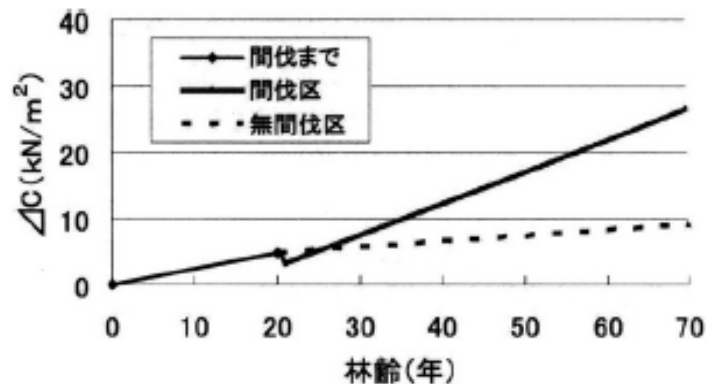
(1982大崎)



林齢が50年生以上になると20年生以下と比較して崩壊発生率は1/3程度となる。崩壊深は深くなる傾向

■間伐の実施の有無と根系の崩壊防止機能との関係について

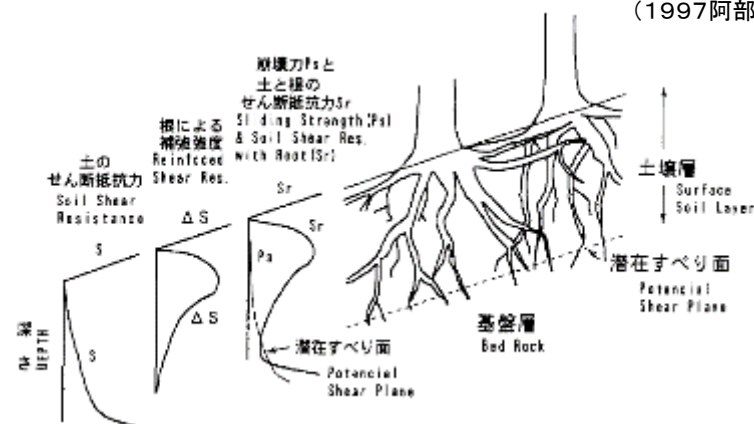
(2010北原)



間伐の実施により残存木の根系は、間伐後の経過年数とともに間伐木周辺に伸長し、崩壊防止力が向上

(参考)根系と崩壊に対する抵抗力との関係

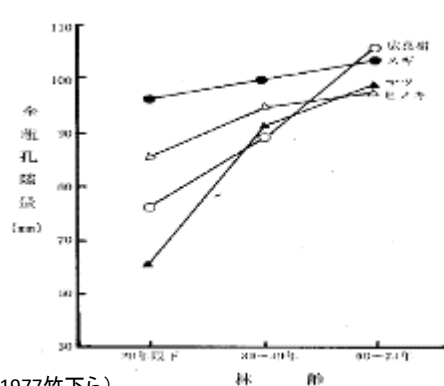
(1997阿部)



根系は垂直方向の杭効果と水平方向のネット効果により崩壊防止機能を発揮

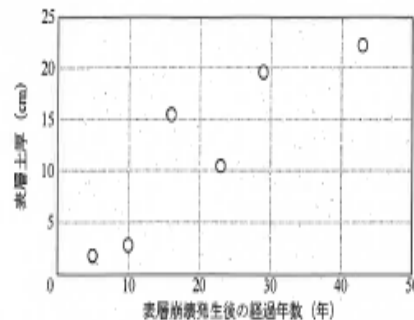
■林齢の増加と浸透能との関係

～林齢の増加により土壌が発達し隙間が増え・土層も厚くなり保水機能が向上～



(1977竹下ら)

林齢の増加とともにAo層など腐食層をはじめ土壌構造が発達し、土層も厚くなり孔隙量が増加し保水機能が向上。(上記データは戦後の荒廃時から森林が再生した箇所のデータであり、小面積皆伐後に森林の孔隙量が著しく低下することを指すものではない)

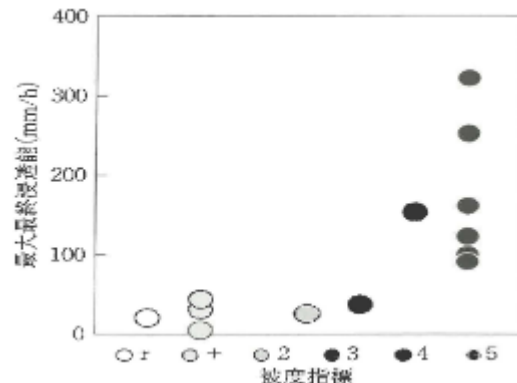


表層崩壊発生後の経過年数と表層土厚の回復との関係(2016寺本ら)
～鹿児島県内の調査地における分析～

■森林土壌への雨滴衝撃力と浸透能との関係

～下層植生の被度の増加により浸透能は向上～

(2007恩田ら)

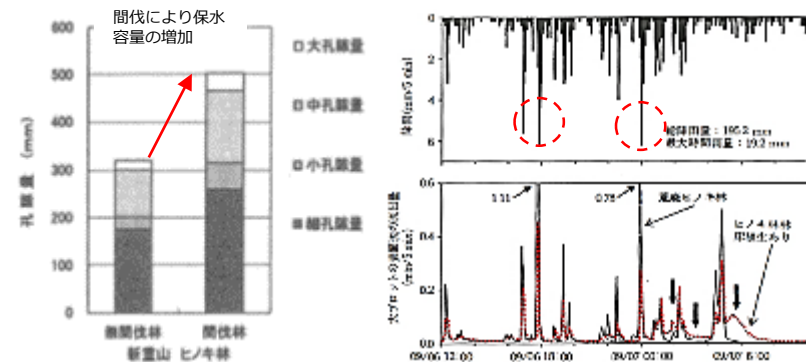


現地散水実験による被度指数と最大最終浸透能の関係

下層植生の被度の増加とともに浸透能は増加。最終的に200mm/hの浸透能に近づくとされる。
このため、森林土壌では降雨強度が浸透能を越えて地表流が発生することは極めてまれであることが明らかとなっている。

■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～ (2001服部ら)

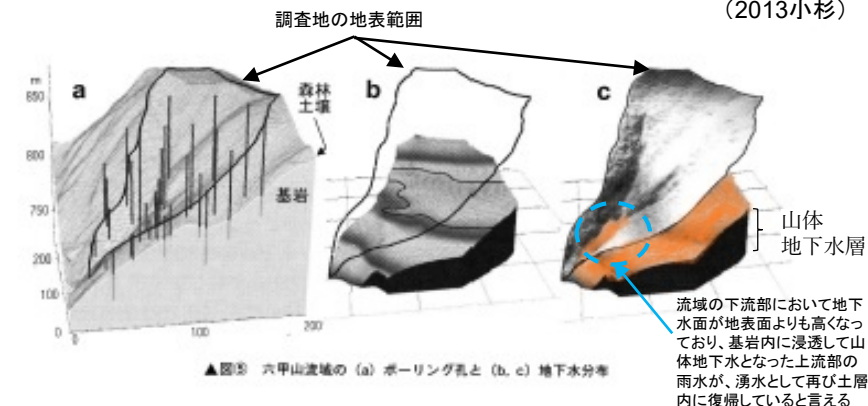


間伐の実施により土壌の孔隙量が増え、保水容量が増加する。
また、降雨強度が強くなった場合、荒廃したヒノキ林においてより多くの表面流が認められる。

■洪水緩和に係る森林土壌と基岩との関係

～森林は土壌だけでなく基岩にも水を浸透させて山体地下水として涵養～

(2013小杉)



基岩に浸透する雨量は森林土壌の発達で増加

(総雨量約280mmでの試算結果：土壌無 総雨量の35%、土壌1mの場合 同83%)

森林土壌は雨を一時的に蓄えて強度を弱めることにより、基岩に浸み込む水の量を増やす「バッファー」の役割を果たしている。

戦後以降の治山対策等の変遷について

参考資料③

戦中戦後の森林荒廃

木材需要の増加(戦後復興/高度経済成長)

・国産材供給の停滞、過疎化・林業従事者の減少
・環境問題への関心の高まり

国民ニーズの多様化・高度化

集中豪雨等による山地災害の激甚化・様態変化

国民的な植林運動

復旧造林完了

木材増産・拡大造林

育成途上の人工林の間伐

森林の多面的機能の発揮、吸収源対策としての間伐等の推進

S20年

S30年

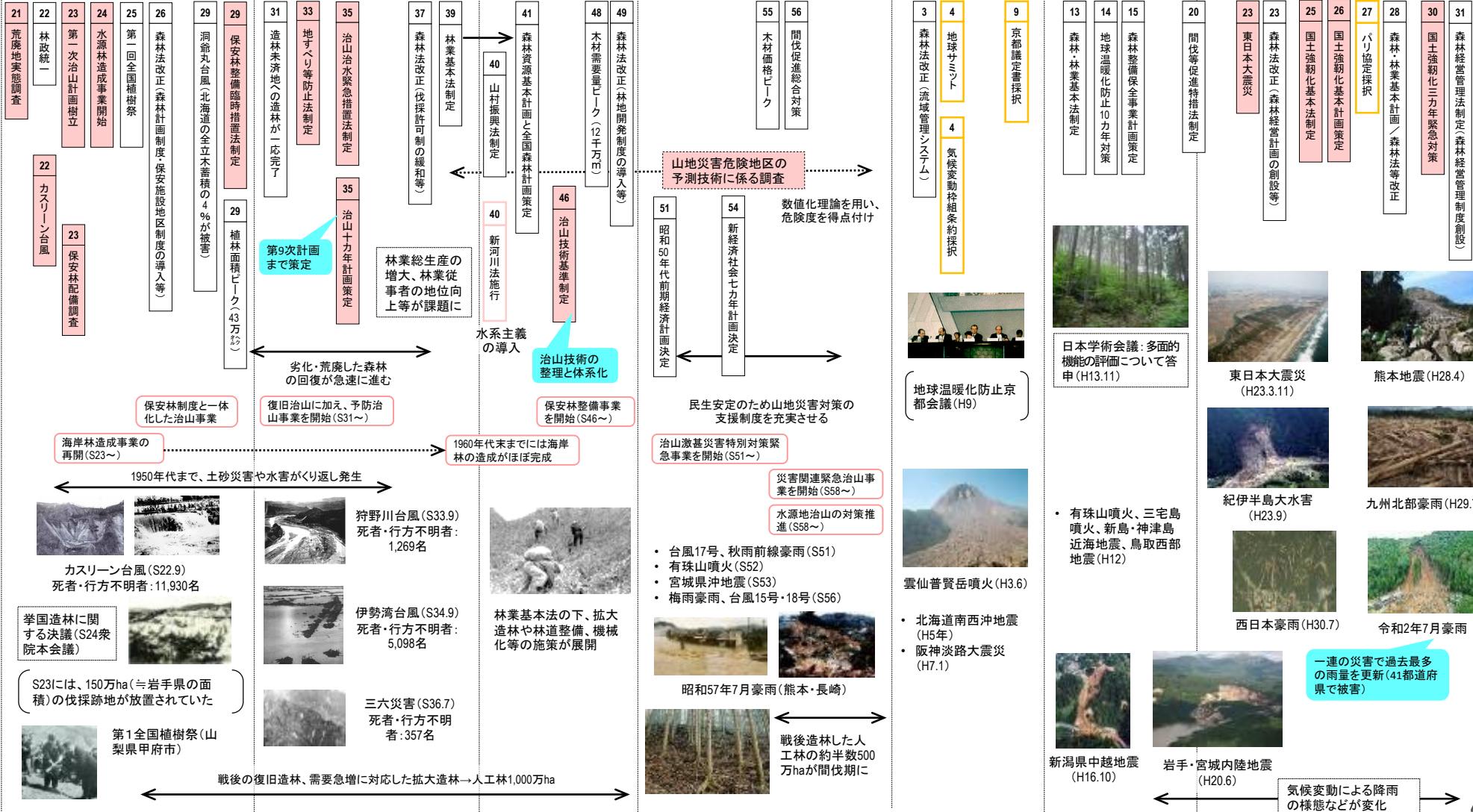
S40年

S50年

H元年

H10年

H20年

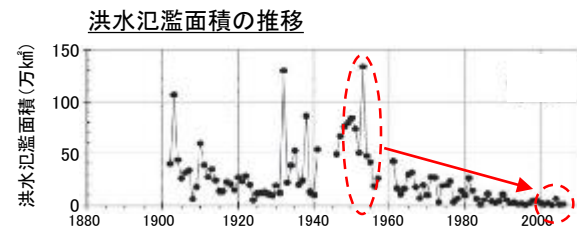
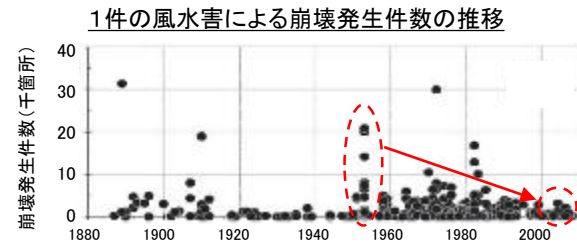
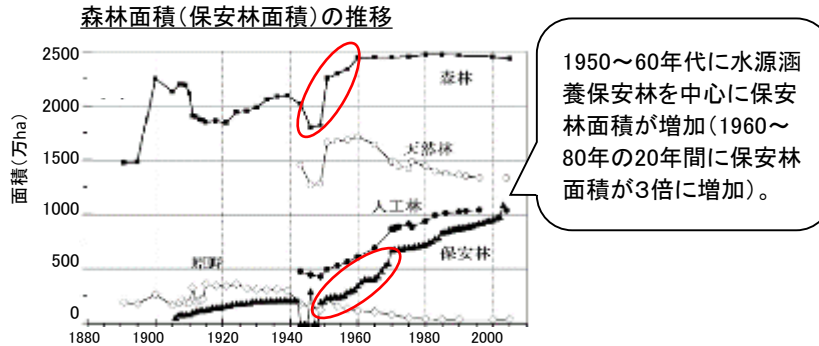


主な出来事

森林の有する機能の歴史的変遷について

参考資料④

■森林の土砂流出・洪水緩和機能の軽減の役割の歴史的変遷

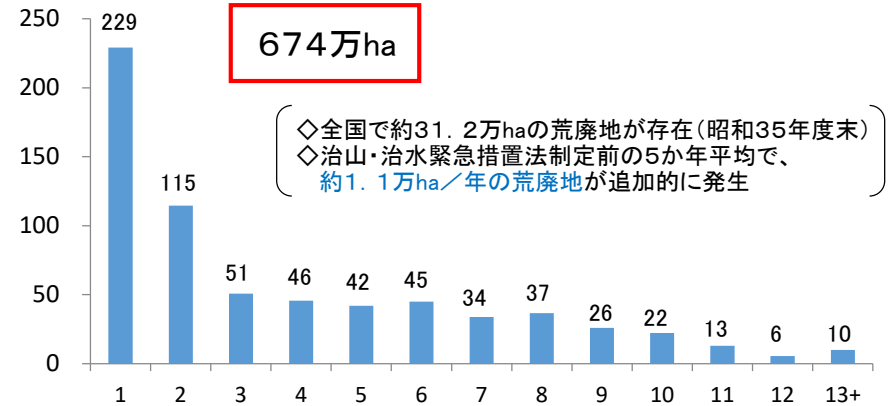


- 森林造成(保安林指定含む)が進んだ後、山地斜面の崩壊発生件数と洪水氾濫面積が減少。
- 治山治水対策の進展と併せ、森林の土壌が崩壊によって消失せずに発達したことにより、洪水被害の軽減に貢献してきたことが示唆。

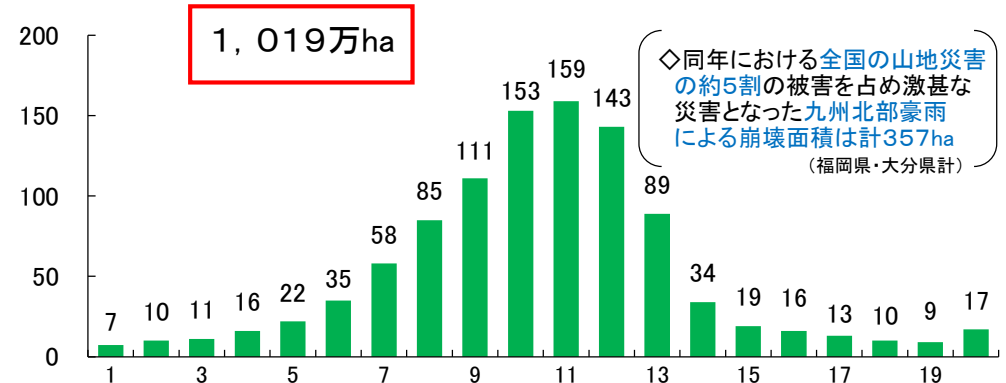
※多田泰之「国土の変遷と災害」水利科学363号(2018)

■森林の成熟化と災害発生面積との関係性について

ー昭和36年時点の人工林の齢級別面積ー



ー平成29年時点の人工林の齢級別面積ー



資料: 林野庁「森林資源の現況」(平成29年3月31日現在)(注: 森林法第5条及び第7条の2に基づく森林計画の対象となる森林の面積)

森林の有する機能の現状評価～機能向上の事例～

参考資料⑤

■静岡県伊豆地方における事例

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再生を実現
→土壌の発達による水源涵養機能の向上

降水量の比較

739 mm 778mm

S33 狩野川台風
R1 東日本台風

(静岡県湯ヶ島地点での比較)

山腹崩壊の発生の比較

4,844 箇所

S33 狩野川台風
R1 東日本台風

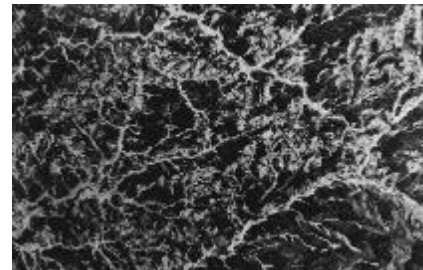
過去の大災害時と比較し
同等以上の豪雨に見舞われたが
山地の被害は大幅に減少

15 箇所

(伊豆地域全体での比較)

■長野県伊那谷地域における事例

昭和36年災害



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、森林再生を実現
→土壌の発達による水源涵養機能の向上

降水量の比較

579 mm 740 mm

S36 伊那谷災害
R2 7月豪雨

(長野県飯田地点での比較)

山腹崩壊の発生の比較

25,637 箇所

S36 伊那谷災害
R2 7月豪雨

過去の大災害時と比較し
同等以上の豪雨に見舞われたが山地の被害は大幅に減少

32 箇所

(伊那谷地域全体での比較)

保水力の低下が懸念される現象の発生

■シカ食害被害による下層植生の消滅・表面浸食の発生状況



【長崎県内の状況(R2. 8)】



【大阪府内の状況(R2. 8)】

■台風の大型化による風倒リスクの増大に伴う森林土壌の流出等の懸念



平成30年台風21号等による風倒被害に加え
令和2年7月豪雨により表層崩壊が発生
(京都府内の状況)



令和元年房総半島台風による広範囲わたる
幹折れ、根返りの発生
(千葉県内の状況)

(参考)風倒被害地において土砂流出が発生したケースの検証

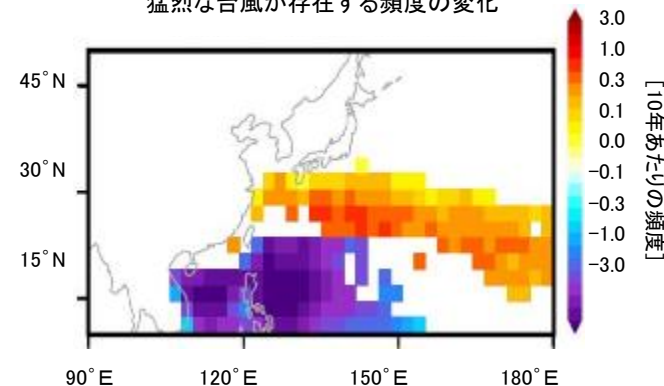
- ・林野庁では、本年8月森林総合研究所等と合同により京都府におけるH30の風倒被害地が、R2豪雨により崩壊した箇所の調査を実施
- ・この結果、
 - ①根返りによる倒伏が多く発生していた急傾斜地では土壌がほぐされた状態にあり、「異常な天然現象」の目安である24時間雨量80mmを下回る降雨量でも土砂流出が発生していること
 - ②幹折れが多い斜面では、根が腐朽し、根系の土壌緊縛力が低下する5～10年後に崩壊リスクが高まることが想定されることを確認



(参考)気候変動の影響による台風の大型化の予測について

気象庁等の分析によると、最大風速59m/s以上の猛烈な台風の数が、地球全体では現在より減少することが見込まれる中、日本南海上等では現在よりも高頻度で現れる可能性が高いことが分かったところであり、今後、猛烈な台風の接近による風倒被害の増加も懸念

猛烈な台風が存在する頻度の変化



【10年あたりの頻度】

※猛烈な熱帯低気圧(台風)が存在する頻度の将来予測(赤色の領域で頻度が増加)
※猛烈な台風:最大地表風速59m/s以上の台風

(出典)気象庁報道発表資料H29.10

気候変動に伴う降雨の形態変化について

参考資料⑦

■近年における豪雨形態の状況について

令和2年7月豪雨、令和元年東日本台風、平成30年7月豪雨においては、**強度の強い豪雨が長時間続く傾向が見られるようになってきているところ**

①一連の豪雨による総降水量の歴代記録を更新

順位	年	月	旬	降水量の総和 (mm)	1地点あたり (mm)	備考
1	2020	7	上旬	208,308.0	216.1	令和2年7月豪雨
2	2018	7	上旬	207,526.5	215.3	平成30年7月豪雨
3	1985	6	下旬	199,078.0	206.5	
4	2017	10	下旬	191,532.0	198.7	
5	1990	9	中旬	191,325.0	198.5	
6	2014	8	上旬	173,754.0	180.2	平成26年8月豪雨
7	1999	6	下旬	161,027.5	167.0	
8	1995	7	上旬	156,514.0	162.4	
9	1989	9	上旬	154,334.0	160.1	
10	1983	9	下旬	146,924.0	152.4	

(出典)気象庁HP

②短期間豪雨の発生回数の歴代記録を更新

順位	年	月	旬	発生回数	備考
1	2020	7	上旬	82	令和2年7月豪雨
2	2019	10	中旬	69	令和元年東日本台風
3	1993	9	上旬	67	
4	1998	9	下旬	66	
4	2012	7	中旬	66	平成24年7月九州北部豪雨
4	2018	7	上旬	66	平成30年7月豪雨
7	2014	8	上旬	65	平成26年8月豪雨
8	2016	9	中旬	59	
8	2017	9	中旬	59	
10	1990	9	中旬	58	

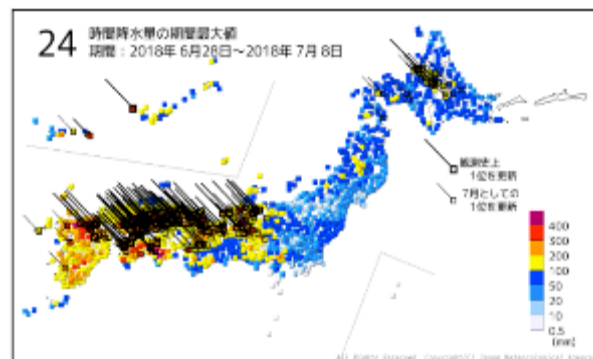
(出典)気象庁HP

■線状降水帯の形成による広域での豪雨発生

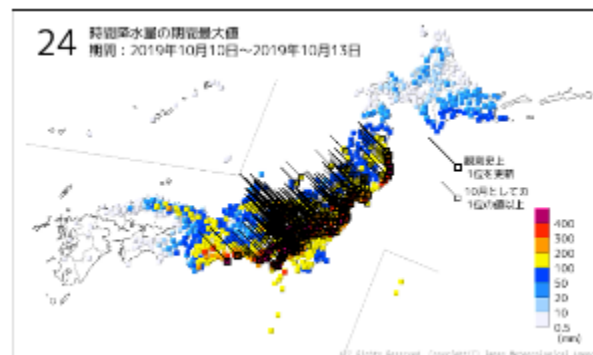
	令和2年7月豪雨	平成30年7月豪雨	平成29年7月九州北部豪雨
集計期間	2020年7月3日12時～8日12時	2018年7月5日00時～8日24時	2017年7月4日00時～5日24時
総事例数	9	14	2
九州での事例数	9	4	1
出現地域	九州で多数発生	西日本の広範囲にわたって分布	局所的

(出典：気象庁HP)

■豪雨記録の相次ぐ更新



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－



R元 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－

■気候変動に伴う今後の降水量等の予測について

- ・パリ協定に係る気候変動シナリオでは、2030年代には21世紀末と同等(2℃上昇相当)レベルまで気温が上昇すると予測
- ・**降雨量、流量、洪水発生頻度の急増が近い将来見込まれる状況**

<参考> 降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
RCP2.6(2℃上昇相当)	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
RCP8.5(4℃上昇相当)	約1.3倍	約1.4倍	約4倍

(出典)第1回流域治水の推進に向けた関係省庁実務者会議・国土交通省提出資料(抜粋)

気候変動に伴う山地災害の発生形態の変化について

参考資料⑧

- 豪雨形態の変化により降水量・洪水流量が増えることによって、尾根部付近からの崩壊による土砂流出量の増大、線状降水帯の形成に伴う山地災害の同時多発的発生、長時間豪雨による深層崩壊の発生、さらには崩壊、土砂流出に伴い大径化した人工林等からなる流木災害の激甚化が見られるところ。

■山地の尾根部付近から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)



■線状降水帯の形成による崩壊の同時多発化 (平成30年7月豪雨(広島県他))



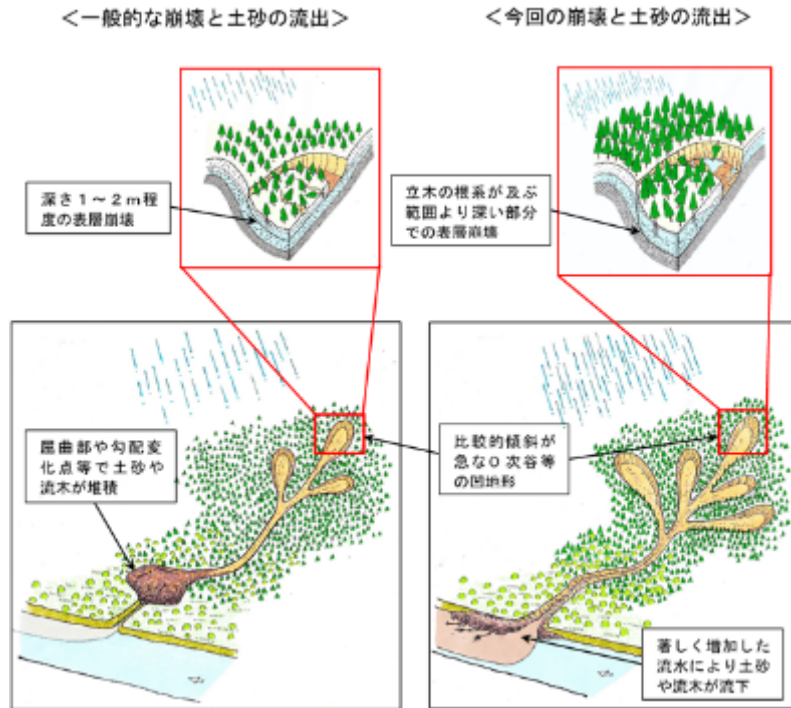
■長期間豪雨による深層崩壊の発生 (平成23年紀伊半島大水害)



■洪水流量の増加による流木災害の激甚化 (平成29年九州北部豪雨)



■平成29年九州北部豪雨で明らかになった課題



- ・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、斜面下部や溪床内に堆積するが、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溪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溪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））

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



- 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



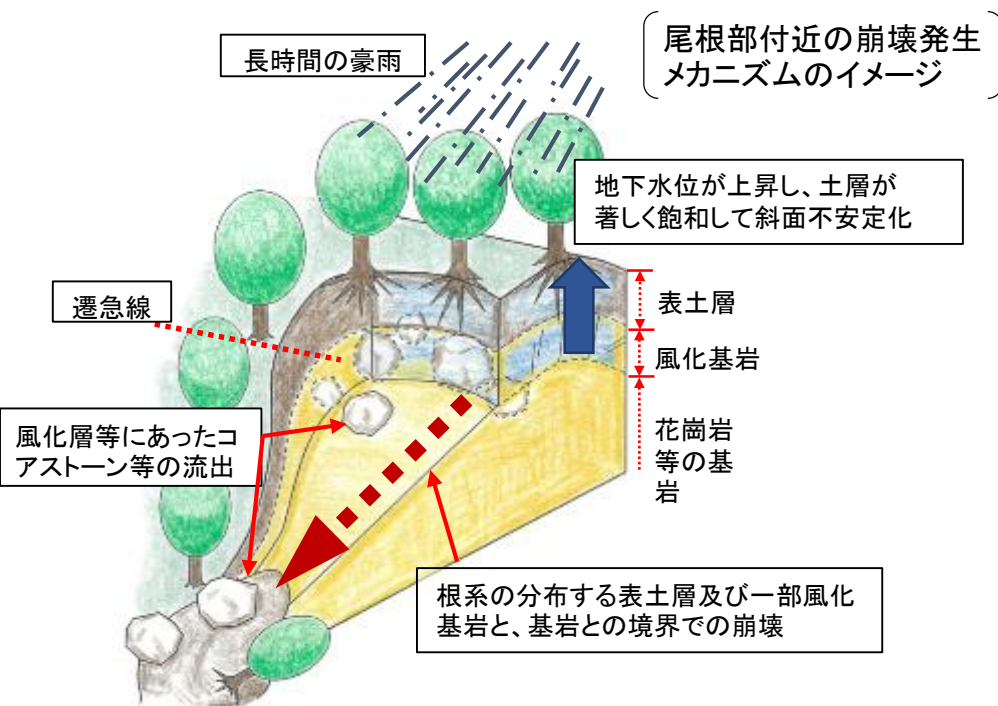
流木捕捉式治山ダム

- 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溪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

■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・溪床を浸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))

■具体的な対応策～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



(参考)ヘリコプターによる航空緑化工の例

- 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



(参考)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

- 航空レーザー計測等の活用、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

九州北部豪雨(H29.7)、西日本豪雨(H30.7)を踏まえた検討チームのとりまとめを踏まえつつ、国土強靱化3か年対策として流木対策や重要インフラ周辺における治山対策を強化。治山施設の設置により、令和2年7月豪雨の際に、下流への被害を軽減した例も確認。

■流木対策の強化

全国で約1,200箇所の危険箇所を抽出し対策を実施

◇流木捕捉式治山ダムを設置



福岡県朝倉市



鹿児島県垂水市

◇溪流沿いの危険木の除去



山形県白鷹町



岐阜県中津川市

■重要インフラの周辺における治山対策の推進

◇西日本豪雨(H30.7)のとりまとめを踏まえた土石流の衝撃を考慮した治山ダムの設置



広島県東広島市



高知県大月町

■国土強靱化緊急3か年対策の効果事例



岐阜県下呂市（令和2年7月豪雨の際に効果を発揮した治山ダム）

山地災害危険地区のうち最も危険度ランクが高い箇所をH30年に緊急点検を実施し、翌R元に治山施設を設置。

R2.7月豪雨の際、治山ダムが土砂・流木の 流下を抑制し、下流のJR等への被害を軽減

近年の激甚な山地災害を踏まえ、平成29年7月九州北部豪雨、平成30年7月豪雨を踏まえて開催した検討会を経て技術的整理を行ったところであるが、それ以降の災害においても顕著化している課題は以下の3点。これらについて、更に対策を強化していくことが必要。

【特徴①】

表層よりもやや深い層からの崩壊発生が増加

主な災害

- ・平成29年九州北部豪雨
- ・令和2年7月豪雨(熊本県内)



例) 令和2年7月豪雨 熊本県芦北町(崩壊深: 約5m)

【今後の対応方向(概要)】

- ・災害履歴や断層帯等がある箇所等を対象にリモートセンシング技術を活用した微地形情報の把握
- ・尾根部付近を対象に雨水を分散させる対策や災害の予兆把握の新たな技術の導入

【特徴②】

流量増による溪流の縦横浸食の増加

主な災害

- ・平成30年7月豪雨(広島県他)
- ・令和元年東日本台風(宮城県他)
- ・令和2年7月豪雨(熊本県内)



例) 令和元年東日本台風 宮城県丸森町(溪流の縦浸食2~3m)

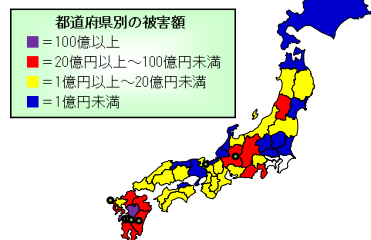
- ・土石流の衝撃にも耐えうる治山ダムと小規模治山ダムの階段状の配置などタイプの違う治山ダムの効果的な組み合わせ。近年荒廃が著しい地域における治山ダムの高密配置
- ・溪流沿いの危険木の事前伐採、将来の危険度を低減させる林相転換

【特徴③】

線状降水帯の形成による山地災害の同時多発化

主な災害

- ・平成29年九州北部豪雨
- ・平成30年7月豪雨(広島県他)
- ・令和2年7月豪雨(熊本県内)



例) 令和2年7月豪雨では九州・中部地域を中心に広域で災害が発生

- ・土石流の発生の危険度が高い地区のうち施設が未整備の箇所を対象に着手率を向上
- ・嵩上げ・増厚等の既存ストックの有効活用
- ・施工条件が厳しい箇所が多く存在することも踏まえた、調査測量・工事の早期発注

- ・これまでの知見において、森林の齢級が高齢級化するとともに、表層崩壊が減少し、崩壊発生件数が減少傾向となる一方で、深層崩壊の発生が見られることから、相対として平均の崩壊深が深くなる傾向
- ・山地上流部を起点とする流下距離が長い崩壊が発生した場合、集落等への被害が甚大となることから、効率的に対策すべき箇所を抽出しつつ、施工性・経済性も考慮したソフト・ハード対策を実施することが必要。併せて、技術開発・定着の取組も継続して実施。

■上流域における崩壊予防対策の強化について(イメージ)

【Step1: 危険箇所の抽出】

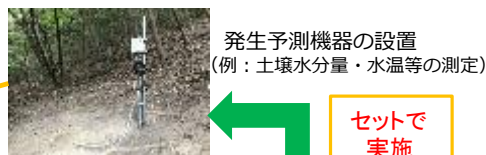
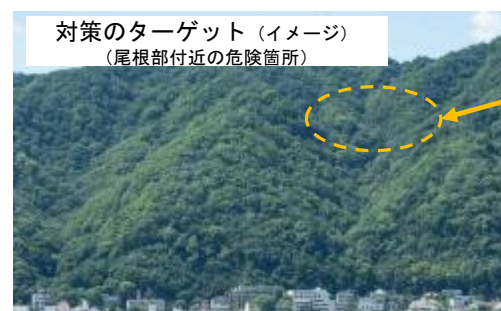
山地災害危険地区情報をベースとしつつ、航空レーザ等のリモートセンシング技術も活用し、**対策を実施すべき箇所を抽出**



+



【Step2: 対策の実施(ソフト・ハード)】



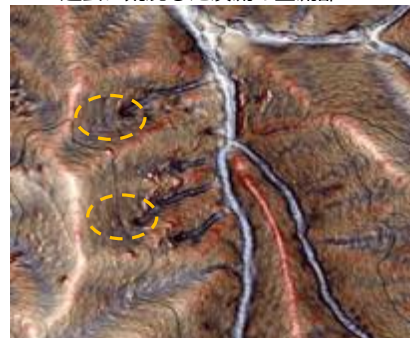
セットで
実施



- ・上流域(尾根部付近)を対象に、土壌水分量や亀裂の把握等を行いつつ、崩壊を抑制する発生源対策を強化 (R3～予算上の措置)

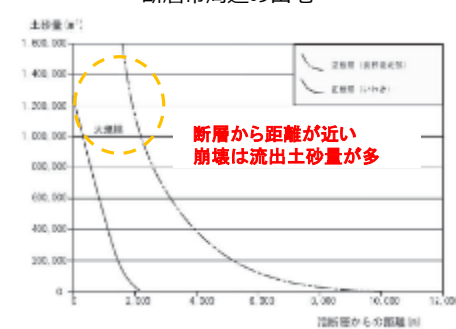
(参考)対策や監視の対象とすべき箇所について(例)

ー過去に荒廃した溪流の上流部ー



過去に侵食を受けた痕跡がある溪流のゼロ谷
(CS立体図による判読)

ー断層帯周辺の山地ー



2011年3月の長野北部地震、4月いわき地震における断層からの距離と崩壊土砂量との関係(2015 稲垣に加筆)

(事例)尾根部付近で小型の木製治山ダムを設置した例

愛媛県では、近年の豪雨災害を契機として、尾根部付近(ゼロ次谷)における崩壊発生抑制対策を継続的に試行。コンクリートの運搬等が困難であること等を踏まえ、小型の木製治山ダムの設置を進め、森林整備の実施とセットで行うことで安定化の効果を発揮しているところ。



豪雨形態の変化により、溪流における洪水流量や洪水の流下エネルギーが増大することが見込まれる中、①集落等の近くにおいて土石流の衝撃にも対応できる治山ダムを設置する取組と併せて、②溪流の中流域における治山ダム群の整備により、浸食土砂量を低減させる取組が一層重要。

■階段状の治山ダム群の効果について①

(熊本県阿蘇市における溪流の安定化状況)



階段状に治山ダムを配置し、土砂を貯めて溪流の傾斜を緩やかにすることで、兩岸の山地の侵食や溪流の底地の侵食を抑制。下流への流出土砂量軽減効果を発揮

■階段状の治山ダム群の効果について②

(大分県由布市における施設有無の比較例)



- ・豪雨形態の変化に伴い、近年の山地災害において縦横侵食が激化する傾向。気候変動に伴い今後も同様の傾向が続くことが想定
- ・侵食される土砂量を軽減するため、気候変動を見据えた、溪流の中流域(土石流の流下区域)における階段状の治山ダムの配置の考え方等に見直していく必要

■溪流における位置関係による治山ダムの組み合わせ配置

【中流域(流下区域)】※浸食防止対策



土石流の衝撃に対応できる厚みのある治山ダム

(事例)近年の豪雨における溪流の浸食の増大例について

- ・平成30年7月豪雨では、広島県内では400～600mmの総降水量がもたらされ、約7,600箇所の崩壊が発生。特に、東広島市においては流出土砂量の多い甚大な山地災害が発生。
- ・このうち、国の直轄により復旧事業を実施する3地域全ての箇所の現地調査を実施したところ、**崩壊の発生源**は、深さ1m程度、崩壊延長50m未満の**小規模なものが主体**であるのに対して、**大量の雨水**に伴って土石流が溪床の堆積物を侵食して取り込みながら発達・流下した結果、**崩壊土砂量に対して4～8倍の土砂量が浸食により発生**したことを確認

(出典: 林野庁近畿中国森林管理局検討会調査報告)



事例: 土石流の流下区域の侵食深は3～5mが主体

広島県東広島市(国直轄事業区域)における崩壊/侵食/堆積/流出土砂量(参考値)

地区	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
高壁	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

- ・豪雨形態の変化により、溪流における洪水流量増に伴って水位が高まった場合、溪流沿いの樹木が流木化する危険性が増大する中、流木捕捉式治山ダムの設置等に加え、侵食・流下区域にあたる上流部で流木化する危険性のある樹木の事前伐採を推進することが必要
- ・併せて、今後の豪雨により再度流木被害を招くことがないよう、土石流の流下区域においては危険木の伐採後、植栽箇所からの除外や林相転換を進めることも必要

■ 流木対策の更なる推進について

【これまでの取組内容】

- ・国土強靱化3カ年対策予算も活用しつつ、流木の流出の危険性がある溪流を対象に、流木捕捉式治山ダム等の緊急的な設置
- ・令和2年7月豪雨においては、施設の設置による流木流出抑制効果も確認



【更なる取組強化】



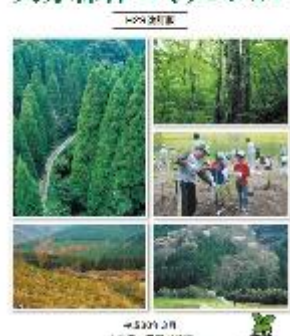
- ・洪水流量の増加を見据え、溪流沿いにおける根系機能が低下し流木化するおそれのある樹木の事前伐採を強化(R3～予算上の措置)

(事例)大分県における森林づくりビジョンにおける位置づけ<抜粋>

(平成29年度改訂版)

～平成24年、29年の2度の流木災害を踏まえ溪流沿いの流木対策を強化～

次世代の大分森林づくりビジョン

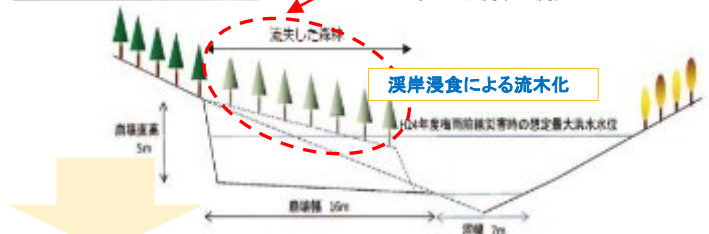


【H24.7豪雨災害による溪流沿いの侵食状況】



・洪水により溪岸侵食を受け支持地盤を失った立木が河川内に倒伏し、流木となって下流域へ流出

・洪水により溪岸侵食を受け支持地盤を失った立木が河川内に倒伏し、流木となって下流域へ流出

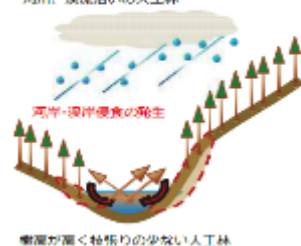


【ビジョンでの記載振り】

- ◇帯状伐採などにより流木化する可能性の高い樹木を除去する施策を推進することとする。
- ◇豪雨時に流木被害が懸念される河川や溪流沿いの森林を選定し、流木化のおそれのある樹木を伐採するとともに、天然更新等による広葉樹林化への誘導施策に努める必要がある。

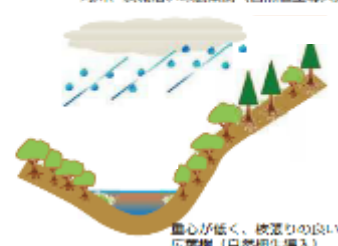
流木被害の増大が懸念される森林

- ・樹型、植帯が不適切な河川、溪流沿いの人工林



流木被害の減少が期待される森林

- ・樹型、植帯が不適切な河川、溪流沿いの広葉樹林(自然植生導入)



■災害リスクの高い箇所における対策の状況等について

- ・全国に山地災害の危険な地区は約19万存在
- ・山地の持つ「災害発生危険度」×保全対象の重要性の「被災危険度」を掛け合わせて危険度を総合評価し、予防対策などの優先実施の指標として活用
- ・最も危険度の高い「A」ランクは約2.5万地区存在する中、約半数が未整備。山地の崩壊等による土砂流出が発生した場合、道路や人家に直撃する恐れ

(参考) 山地災害危険地区の 카테고리区分

発生危険度	被災危険度			
		a2	b2	c2
	a1	A	A	B
	b1	A	B	C
	c1	B	C	C

「発生危険度」: 地質、地形、土層厚等山地の持つ素因を点数化してランク付け

「被災危険度」: 人家や道路等の公共施設の数量等でランク付け

【今後の取組方向】

- ①国土強靱化5か年加速化対策により、未整備となっている箇所を優先した着手率向上
- ②嵩上げ、増厚等既存治山施設の有効活用
- ③危険度の高い地区で災害ポテンシャルが高まった場合に、即座に航空レーザ、ドローンレーザ等を活用し危険度の点検しながら予防対策を実施するメニューを強化(R3年度～予算上の措置)
- ④調査測量・工事の一層の早期発注



(事例1) 災害リスクの高い箇所における地域で連携した対策

大阪府では、山地災害危険地区Aランクのうち、下流に人家が20戸以上存在し、かつ、治山施設が未整備となっている地域を計30箇所を抽出し、治山ダムの設置等のハード対策と地域住民との協働により防災マップづくりなど、地域ぐるみでの山地災害対策に重点的に取り組んでいるところ



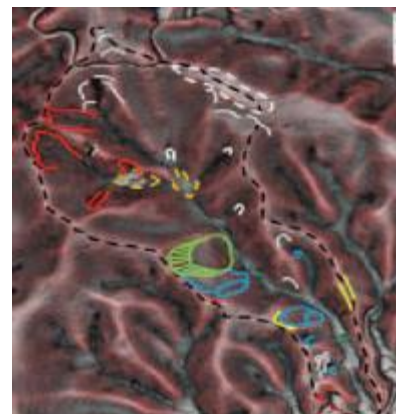
治山ダムの設置状況



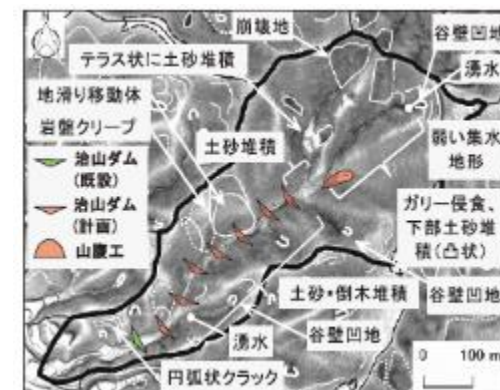
府職員、市町職員と地域住民との協働による防災マップづくり

(事例2) 航空レーザ測量データを活用した災害リスクの高い箇所における施設配置計画の策定

兵庫県では、山地災害危険地区が密集している集落上流の山地(2,300世帯が存する地域に危険地区が約100箇所存在)を対象に、航空レーザ測量データの活用により、崩壊発生につながる湧水ポイント等の微地形を把握した上で、現地調査を実施し、効率的な施設配置計画の策定を進めているところ



航空レーザ測量データを活用し地形表現図を作成



地形表現図を元に現地調査を実施し、施設配置計画を策定

保水力の維持・向上に向けた近年の取組状況

■ 氾濫実績のある河川上流での保安林整備の実施

(令和2年：浜松市の例)

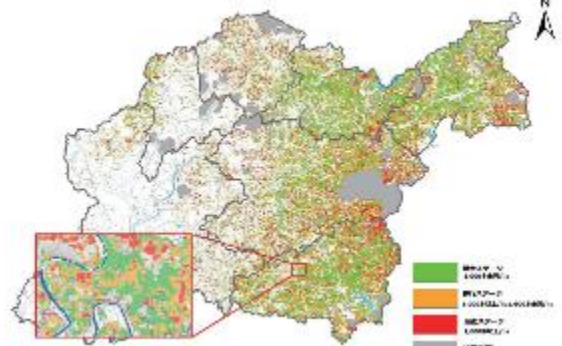
令和元年東日本台風により広域にわたって甚大な洪水被害が発生したことを踏まえ、緊急的な対策として、同年の補正予算等を活用し、**近年氾濫が発生した実績がある河川上流を対象とした保安林整備等**を実施



(事例) 森林の状況をマップ化し重点的な整備を実施

(愛知県豊田市における例)

愛知県豊田市においては航空レーザ測量データ等を活用し、市内の**森林の健全度をマップ化**(緑：健全、赤：非健全)し、優先度に応じた保安林整備等を重点的に実施しているところ



■ 山地斜面における筋工(土壌の移動を抑制する施設)の工夫例

急傾斜地や下層植生が乏しい箇所において、**地域によっては**、保安林整備と併せて森林土壌の移動を抑制する筋工を配置するケースも見られるところ



【北海道における保安林整備＋筋工実施状況】



保安林整備＋筋工実施(H27)



現地における下層植生の回復状況(H30)

【和歌山県における実施後3年経過の下層植生回復例】

気候変動により山地災害が激甚化・多発化(事業箇所が増加)すれば、その対応を**効率的に行っていくための技術確立**も重要な課題。

■対策を重点的に実施すべき箇所の特定技術の導入

- ・山地災害の危険地区は全国で約19万地区存在。
- ・対策すべき箇所を効率的に抽出する技術の活用を標準化していくことが不可欠。

【広域】

【局所地域】



現在運用中のだいち2号



ドローンレーザ計測による崩壊危険箇所の特定



ドローンレーザ計測による崩壊危険箇所の特定



林野庁とJAXAの災害協定に基づく衛星を活用した広域の危険性把握

■1箇所あたりの施工期間を短縮する工法採用の工夫



事業が集中する場合、コンクリート等の資材調達が困難となることも踏まえ、ワイヤーネットを設置し、当面の安全を確保



大量の土砂が流出した場合、ヤードの確保が可能であれば、現地発生土をセメントに混ぜてダム工を実施(コンクリート養生期間の短縮)

■1箇所あたりに掛ける事業体の労力をカットする工夫

- ・尾根部から崩れる復旧対象範囲が広い山地災害が多発
- ・流出土砂量(工事で扱う土砂量)も増加



例)平成30年7月豪雨 広島県呉市・東広島市

【今後の取組方向】

治山工事におけるICTや新技術の導入を支援する事業メニューを強化
(R3年度～予算上の措置)

<取組内容の例>



①段階検査、材料確認、立会等に係る遠隔臨場等の導入



②レーザスキャナによる施工箇所の起工測量



③ドローンを活用した崩壊地での緑化



④軽量で運搬性や施工性に優れた資材による土留工の施工

豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会 とりまとめ（概要） 【林野庁】

令和３年３月

1. 森林が発揮している土砂流出防止機能・洪水緩和機能等の現状評価

- ・森林が有する土砂流出防止機能・洪水緩和機能は、治山対策・森林整備の進展に伴う樹木の根系の発達や森林土壌の形成・保持等により 歴史的・全国的にみれば過去と比較して良好な状態 1950年代始めには全国で毎年1万ヘクタール程度発生していた山地崩壊は、近年では数百ヘクタール台に大幅に減少
- ・他方で、地域ごとにみれば、手入れ不足の森林、病虫害被害や台風による風倒被害を受けた森林の機能低下が懸念。加えて、立木の大径化に伴う 流木災害の激甚化も懸念。
- ・気候変動により降雨形態が激化する中、流域レベルでの機能向上を図るためには、こうした機能低下森林をターゲットにして事業を面的に実施することが重要

2. 近年の豪雨災害を踏まえた治山対策の取組状況に関する評価と課題

- ・平成29年九州北部豪雨の流木災害、平成30年7月豪雨による土石流災害を受けて、国土強靱化3か年対策で全国約1,300箇所の危険箇所対策を実施。特に流木捕捉式治山ダムは全国で約100基を新設。既存施設の活用や施設の流木捕捉率を高める技術開発も進展
- ・他方、令和2年7月豪雨では一連の豪雨により 過去10年で最多の35道府県で山地災害が発生。気候変動に伴い激甚化・同時多発化傾向。被災地の復旧と併せ予防対策の推進が課題

3. 今後の気候変動を見据えた森林の土砂流出防止機能・洪水緩和機能の維持・向上のための治山対策について

（1）森林の土砂流出防止機能を維持・向上させるための対策について

① 表層よりもやや深い層からの崩壊発生が増加していることへの対応

- 災害履歴がある箇所等を対象にリモートセンシング技術を活用した微地形情報の把握とともに、尾根部付近を対象に雨水を分散させる対策や災害の予兆把握技術の導入

② 流量増による溪流の縦横侵食が激化していることへの対応

- 集落等の近接地では土石流の衝撃にも耐えうる治山ダム、流下区域では小規模治山ダムを階段状に配置するなどタイプの異なる治山ダムを効果的に組み合わせ、溪流全体の土砂流出を抑制。特に、近年荒廃が著しい地域においては治山ダムの高密配置を検討
- 施設による流木の捕捉対策に加え、溪流沿いの危険木の事前伐採や将来の危険度を低減させる林相転換の推進による流木の総量抑制対策の推進

③ 線状降水帯の形成等により山地災害が同時多発化していることへの対応

- 土石流の発生の危険度が特に高い地区のうち施設が未整備の約1.3万地区を対象に、国土強靱化5か年対策として着手率向上を推進。併せて、嵩上げ・増厚等の既存ストックを有効活用し地域全体の安全性を向上。事業量増を見据えた効率的な施工や早期発注を推進

（2）森林の洪水緩和機能等を維持・向上させるための対策等について

- 機能低下森林のマップ化等による対策対象の明確化。保水力向上のため「森林整備と簡易な土木的工法（斜面の等高線状に伐採木を並べ置く筋工等）の組み合わせ」対策を、溪流沿いの斜面を優先しつつ面的に推進。雨水が地表流化した場合の流速低減にも寄与
- 河川の流路断面を閉塞させないよう流木・土砂流出抑制対策の推進（上記3（1）②関連施策）

豪雨災害に関する今後の治山対策の在り方検討会 とりまとめ

【林野庁】

- 森林が有する土砂流出防止機能・洪水緩和機能は、治山対策・森林整備の進展により、歴史的・全国的にみれば過去と比較して良好な状態。他方、地域ごとにみれば、**手入れ不足の森林、病虫害被害森林、台風による風倒被害森林等では保水力等機能低下が懸念**
- 今後、**気候変動の激化により降雨量や溪流の流量が増大し山地災害・洪水被害とそれに伴う流木災害が一層激甚化するおそれがあることから、山地・溪流対策の一層の強化が必要**
- 強化していくべき具体的な対策

(1) 森林の土砂流出防止機能の維持・向上対策

- ▼尾根部崩壊対策：災害履歴がある箇所等を対象としたリモートセンシング技術による微地形や崩壊予兆の監視、発生抑制対策
- ▼溪流侵食対策：**タイプの異なる治山ダム**（土石流に耐えうる治山ダムと、小規模治山ダムの階段状配置や高密配置）の**効果的な配置**
溪流沿いの危険木の事前伐採や将来の危険度を低減させる**林相転換の推進**
- ▼同時多発化対策：危険度が特に高い**約1.3万地区の着手率向上**と既存ストックの有効活用

(2) 森林の洪水緩和機能の維持・向上対策等

- ▼森林整備と**簡易土木工法（等高線状の筋工設置等）**の組み合わせ対策の**面的推進**
- ▼河川の流路断面を閉塞させないように**流木・土砂流出抑制対策の推進**

【強化していくべき具体的な内容】 ※「流域治水」の取組と連携して実施

山地災害対策(崩壊対策)

- 尾根部におけるやや深い層からの崩壊発生抑制対策



表層より深い層からの崩壊(R2.7)



危険箇所の特定・監視

水害対策(山地保水力の向上)

- 斜面における筋工の面的整備による保水力向上



表面侵食の発生(保水機能の低下)



筋工の設置による土壌の保持

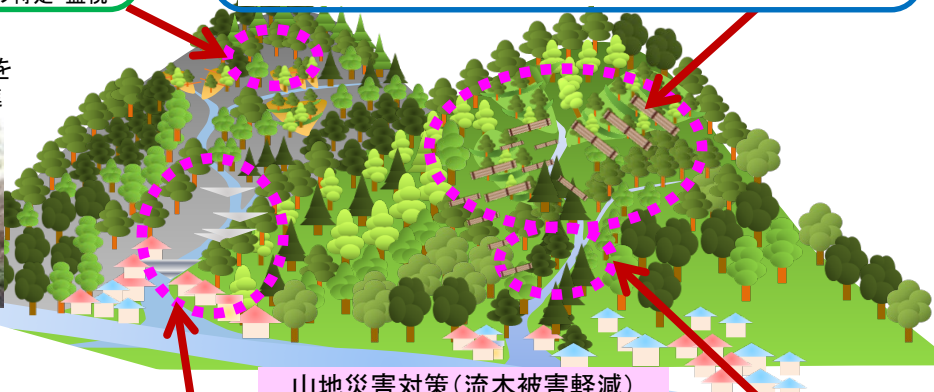
※対策の実施に際しては、災害が激甚化することを踏まえ、ICT技術等の導入や省力化施工を推進



ワイヤーネット工の活用



ICT施工の活用



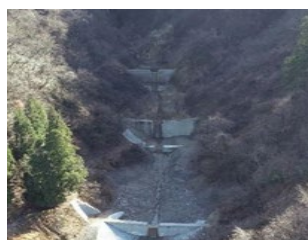
山地災害対策(土石流対策)

水害対策(河川断面閉塞抑制対策)

- タイプの異なる治山ダムの配置による土砂流出抑制



土石流の衝撃に対応する断面の厚い治山ダム



小規模な治山ダムを階段状に配置

山地災害対策(流木被害軽減)

水害対策(河川断面閉塞抑制対策)

- 溪流沿いの危険木の事前伐採・林相転換



溪流沿いの危険木の帯状・単木伐採

