

「流木災害等に対する治山対策検討チーム」
中間取りまとめ

平成 29 年 11 月

林 野 庁

目 次

はじめに-----	1
第1 被災状況及び課題-----	2
1 被災状況-----	2
(1) 気象状況及び被害の概要	
(2) 山地災害の概要	
(3) 山地災害の発生メカニズム	
2 災害を踏まえた今後の課題-----	11
第2 九州北部豪雨における流木災害を踏まえた事前防災・減災対策-13	
1 基本的な考え方-----	13
2 事前防災・減災対策を講ずる箇所を選定-----	14
3 具体的な対策-----	15
(1) 発生区域での対策	
(2) 流下区域での対策	
(3) 堆積区域での対策	
4 その他留意事項-----	18
(1) 保安林の適正な配備	
(2) ハード事業における他事業との連携	
(3) ハード・ソフト対策の効果的な組合せ	
(4) 流木捕捉式治山ダムの設計方法の整備	
(5) 流木捕捉式治山ダムの維持管理	
(6) 応急対策の実施	
(7) 山地災害の発生メカニズム等に関する調査	
(8) 流木の活用	
参考 学識経験者等名簿-----	21

はじめに

森林は、国土の保全、水源の^{かん}涵養、生物多様性の保全、木材等の物質生産等の多面的機能を有している。我が国は国土の7割を森林が占める森林国であるが、森林が荒廃した時代もあった。昭和20年～30年代には、戦中・戦後の乱伐により、全国至る所にはげ山が多く存在し、現在では考えられないような激甚な災害が多発した。これに対応し、国を挙げて森林の造成や治山施設の整備等に取り組んできた結果、現在の森林があり、その成熟化に伴い水源を^{かん}涵養し、山地災害を防止するなど、国民に様々な恩恵をもたらしているところである。

このような中、平成29年7月に発生した九州北部豪雨では、マサ土等の脆弱な地質地帯、凹地形において、24時間降水量が500mmを超える記録的な豪雨により、多くの山腹斜面がその上に生育していた立木とともに崩壊し、大量の流木が発生した結果、下流に甚大な被害をもたらした。この災害は、森林の山地災害防止機能の限界を超えて発生する山腹崩壊の発生リスクが全国的に内在しているとの課題を提起するものとなった。

このような背景から、林野庁は平成29年7月12日に「流木災害等に対する治山対策検討チーム」を設置し、学識経験者等から意見を伺い、流木災害を含む山地災害の実態把握や山腹崩壊の発生メカニズムの分析・検証等を行った上で、今後の事前防災・減災に向けた効果的な治山対策の在り方について検討してきたところであり、この中間取りまとめは、その結果をまとめたものである。

第1 被災状況及び課題

1 被災状況

(1) 気象状況及び被害の概要

九州北部地域では、7月5日から6日にかけて、対馬海峡付近に停滞した梅雨前線に向かって、暖かく非常に湿った空気が流れ込んだ影響等により、線状降水帯^{※1}が形成・維持されたことから、記録的な大雨が観測された。気象庁により「平成29年7月九州北部豪雨（以下「九州北部豪雨」という。）」と命名されたこの豪雨では、福岡県朝倉市で545.5mm（福岡県朝倉市黒川の北小路公民館観測所では829mm）、大分県日田市で370.0mmの24時間降水量や、朝倉市で129.5mm、日田市で87.5mmの1時間降水量等が観測された。

この豪雨により、多数の山腹崩壊や河川の氾濫等が発生するとともに、死者37名、行方不明者4名の人的被害や全壊288棟、半壊・一部破損1,123棟の住宅被害^{※2}など、甚大な被害が発生した。

また、林野関係施設等の被害は、福岡県及び大分県全体で、林地荒廃1,077か所、治山施設8か所、林道施設等1,564か所、木材加工・流通施設16か所、特用林産施設等16か所^{※3}に及び、被害額は約350億円となっている。

※1 次々と発生する発達した雨雲（積乱雲）が列をなした、組織化した積乱雲群によって、数時間にわたってほぼ同じ場所を通過又は停滞することで作り出される、線状に伸びる長さ50～300km程度、幅20～50km程度の強い降水を伴う雨域。（出典：気象庁HP）

※2 平成29年9月8日現在。（出典：消防庁HP）

※3 平成29年10月2日現在。

(2) 山地災害の概要

福岡県朝倉市及び東峰村並びに大分県日田市の森林地域^{※4}における山腹崩壊地の合計面積は約357ha^{※5}であり、これに伴い被害を受けた立木の量は約19万m³^{※6}と推計され、その大部分が流木となったと

考えられる。なお、発生土砂量については、九州大学の研究グループから、福岡県内のみで約 1,000 万 m³ を超えることが報告されている。

林野庁、森林総合研究所、福岡県及び大分県による現地合同調査など、災害発生直後より行政機関、研究機関及び学術団体による山腹崩壊等に関する現地調査が行われた。これらの調査により確認された現地の状況は以下のとおりである。

- 山腹崩壊地の地質は、変成岩類、深成岩類、火山岩類など多様であった。
- 山腹崩壊の多くは、豪雨により地下に浸透した水が集まりやすい凹地形で発生しており、そこから生じた崩壊土砂の流下により溪流部の荒廃が生じていた。
- 調査を行った山腹崩壊地の崩壊の深さは、ほとんどの調査箇所において 3 m 程度で、一部 10m を超えるものもあるが、いずれも立木の根系が及ばない深さであった。また、崩壊面を観察したところ、風化した基岩において崩壊が発生していた。
- 山腹崩壊地における根が露出している立木（スギ、ヒノキ等）の根系は、調査箇所により状況は異なるものの、おおむね 1～2 m の深さまで発達するとともに、水平方向にも 1.5～2 m 程度発達していた（当該地域のスギは、挿し木苗を使用しているものが相当数あると考えられるが、その立木の根系は、一般的なスギの根系発達の特徴^{*7}である深根型の発達がみられた。）。
- 山腹崩壊地や流下部に残存していた倒木や流木は、根付きの状態であり、山腹崩壊地における根が露出している立木（スギ、ヒノキ等）の根系と同程度の発達がみられた。
- 調査を行った既設の治山ダムでは、一部損壊が認められたものの、上流から流下した崩壊土砂や流木を捕捉していた。とりわけ流木捕捉式治山ダムでは、その上流部から流下した流木を効果的に捕捉していた。
- 溪流内に堆積している流木は根付きの状態のものがほとんどで

あり、幹が折損しているものも多数あった。なお、サンプル調査を実施したところ、林内で伐採されたと考えられる丸太も存在していたが、ごく一部^{※8}であった。

- 山腹崩壊地周辺の林内において間伐後に存置されていた丸太等については、豪雨等により移動した形跡は確認されなかった。

※4 森林法第5条に基づく地域森林計画及び同法第7条の2に基づく国有林の地域別の森林計画の対象となる森林。

※5 平成29年8月末現在。九州森林管理局、福岡県及び大分県が、国土地理院の被災後のオルソ画像による判読結果を基に、伐採跡地、無立木地を除いた面積を算出。

※6 国土地理院の被災後のオルソ画像による判読結果を基に被害森林（伐採跡地、無立木地は除く。）を特定し、被害森林について森林簿から算出した樹幹材積（12万m³）を、次式により枝葉と地下部を含めた値に補正（枝葉と地下部を含めた値の算出には、二酸化炭素の森林吸収量を算定する際の拡大係数及び地下部・地上部比（スギ21年生以上）を使用。）。

$$\text{被害立木量} = \text{樹幹材積} \times \text{枝葉} 1.23 \times \text{根} 1.25$$

※7 スギの根系は深根型とされており、50年生のものでは、数本の太い垂下根又は斜出根が発達して地上部を支える形となる。（出典：樹木根系図説、誠文堂新光社）

※8 林野庁が流木の堆積箇所（福岡県朝倉市及び東峰村、大分県日田市）でサンプル調査を行った結果によるもの。調査した流木のうち、切断面があったものの本数割合は2%程度であった。なお、今回の調査で確認された切断面のある流木のほとんどが2m以下であった。これにより、調査した流木のうち切断面のあったものの材積割合は0.5%程度と推計される。

（3） 山地災害の発生メカニズム

ア 山地災害の発生に関する諸因子の分析

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、これらに着目した現地調査とデータ分析を行った。

なお、データ分析に当たっては、朝倉市、東峰村及び日田市の森林地域を対象とし、九州森林管理局、福岡県及び大分県が作成した崩壊地分布データと既往データ（気象、地形、地質、林況データ等）を重

ね合わせることにより実施した。

① 雨量

レーダ雨量観測データ^{※9}によると、一部データ欠損のエリアがあるものの、山腹崩壊地は日降水量 500mm を超えた地域を中心に分布している。

日降水量に関して、7月5日に朝倉市で観測された 516mm は、1980 年以降（過去 37 年間）の年最大日降水量の平均値の約 3.9 倍、日田市で観測された 336mm は同様に約 2.6 倍となる。

降雨の特徴として、朝倉市では、降り始めから 13 時間後に累積雨量が 500mm を超え、その間、1 時間降水量が 50mm を超える強雨が延べ 4 時間観測された。また、日田市では、降り始めから 8 時間後に累積雨量が 300mm を超え、その間、1 時間降水量が 50mm を超える強雨が延べ 2 時間観測された。

このように、今回の山地災害の発生には、記録的な豪雨が大きく影響したものと考えられる。

② 地質

森林地域全体での地質の分布割合は、火山岩類（安山岩、玄武岩）が 55% と最も多く、次いで火砕流堆積物が 17%、変成岩類（結晶片岩）が 16% となっている。

一方、山腹崩壊地での地質の分布割合は、変成岩類（結晶片岩）が 61% と最も多く、次いで森林地域での地質の分布割合が 3% である深成岩類（花崗閃緑岩）が 20%、火山岩類（安山岩、玄武岩）が 16% となっている。

また、地質別の森林地域全体の面積に占める山腹崩壊地の面積割合である地質別の崩壊面積率を算出したところ、

- ・ 深成岩類（花崗閃緑岩）：2.9%
- ・ 変成岩類（結晶片岩）：1.9%

となり、深成岩類（花崗閃緑岩）や変成岩類（結晶片岩）は、山腹

崩壊が生じやすいとの結果が得られた。

また、日田市小野地区で発生した大規模な崩壊は、過去の地すべりあるいは崩壊で生じた崩土の再移動により生じたものであり※10、他の崩壊とは発生メカニズムが異なると考えられる。

③ 斜面傾斜度※11

森林地域全体での斜面傾斜角の最頻値は 26° 、山腹崩壊地での最頻値は 32° となっている。また、山腹崩壊地の斜面傾斜分布は、森林地域全体での斜面傾斜分布と比較すると、 $26^{\circ} \sim 42^{\circ}$ の範囲が多くなっている。

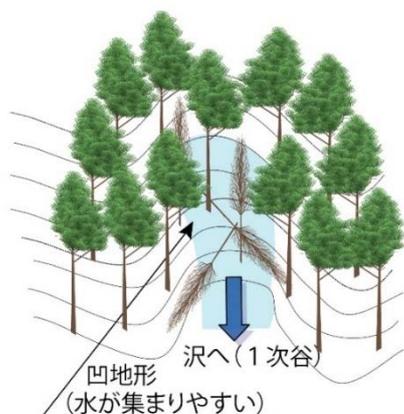
このことから、山腹崩壊の発生には、比較的傾斜の急な地形が影響したものと考えられる。

④ 尾根谷度※12

尾根谷度の分布は、森林地域全体については尾根部に偏っており（谷：尾根＝41：59）、山腹崩壊地については谷部（凹地形）に偏る傾向が顕著（谷：尾根＝68：32）となった。

このことから、山腹崩壊の発生には、0次谷（明瞭な流路を持たない谷頭の集水地形）を含む、谷部（凹地形）が影響したものと考えられる。

0次谷のイメージ図（着色部分）



資料：長野県林務部「災害に強い森林づくり指針」

⑤ 樹種

樹種と尾根谷度との関係について、森林地域全体におけるスギ、ヒノキ、広葉樹は、各樹種とも尾根部に偏って分布しており（スギ：54%、ヒノキ：62%、広葉樹：59%）、山腹崩壊地については、各樹種とも谷部（凹地形）に著しく偏って分布している（スギ：76%、ヒノキ：66%、広葉樹：68%）。

このことから、①～④までの分析も踏まえると、今回の山腹崩壊の発生は、樹種の違いよりも地形条件等の違いによる影響が大きいと考えられる。

⑥ 林齢

森林地域全体における人工林齢級別面積の割合は、10～13 齢級の壮齢林が全体の 45%と約半分を占めている。山腹崩壊地における人工林齢級別面積の割合は、10～13 齢級が全体の 52%と過半数を占めている。

このことから、壮齢林における山腹崩壊の発生が大量の流木の発生につながったと考えられる。

一方、人工林齢級別の森林地域全体の面積に占める山腹崩壊地の面積割合である人工林の齢級別の崩壊面積率を算出したところ、1 齢級が 5.1%、2 齢級が 2.2%、3 齢級以上の平均値が 0.2%となり、1～2 齢級の幼齢林の林分で山腹崩壊が生じやすいとの結果が得られた。

このことから、立木の成長に伴う根系の発達等により、山腹崩壊が抑制されたものと考えられる。

なお、1～2 齢級林分の崩壊状況を一部確認したところ、深さ 1～2 m 程度の表層崩壊が生じていた。

⑦ 施業の有無

間伐等施業の有無と山腹崩壊との関係については、スギ・ヒノキ人工林を対象として、過去 10 年間（平成 19 年～28 年）の除伐、保育間伐、間伐及び更新伐の施業履歴の有無を基に分析した。

施業履歴の有無別の森林地域全体の面積に占める山腹崩壊地の面積割合である崩壊面積率を算出したところ、福岡県（朝倉市、東峰村）では「施業履歴なし」が 1.9%、「施業履歴あり」が 1.3%、大分県（日田市）では「施業履歴なし」が 0.13%、「施業履歴あり」が 0.08%となっており、いずれも「施業履歴なし」が「施業履歴あり」を上回る結果となった。

①～④までの分析も踏まえると、今回の山腹崩壊の発生は、施業の有無よりも地形条件等の違いによる影響が大きいと考えられるが、わずかながら「施業履歴なし」が「施業履歴あり」を上回る結果となったことからすれば、間伐等の実施が山腹崩壊の防止に少なからず効果を発揮した可能性もあると考えられる。なお、適期の間伐は、太い根系を多くし森林の崩壊防止力を高めることに有効^{*13}とされている。

※9 データ統合・解析システム（DIAS : Data Integration and Analysis System : データ統合・解析システム、文部科学省が所管する、地球観測データ、社会経済データを効果的に統・分析するシステム）及び XRAIN リアルタイム雨量情報システム（国土交通省により設置された国土交通省 X バンド MP レーダネットワーク。これにより、250m 四方の細かい雨の分布を観測することが可能。）より作成。

※10 出典：公益社団法人砂防学会 2017 年九州北部豪雨災害第一次緊急調査報告（平成 29 年 8 月 28 日）

※11 斜面に 10m×10m の仮想メッシュを設定し、該当メッシュとその周辺メッシュの最大の高度差を斜面の傾きとして示した指標。

※12 斜面全体の傾斜度とは関係なく、斜面に 10m×10m の仮想メッシュを設定した上で、該当メッシュが尾根か谷かを示す指標。谷部（凹地形）ではマイナス、尾根部（凸地形）ではプラス、平坦部はゼロの値を示す。

※13 出典：北原 曜(2010)森林根系の崩壊防止機能, 水利科学 NO.311 11-37

イ 諸因子の分析を踏まえた山地災害の発生メカニズム

現地調査及び崩壊地分布データと既往データの重ね合わせによる分析結果を踏まえると、今回の山地災害の発生メカニズムは基本的に以下のとおりと考えられる。

- ① 1時間降水量50mmを上回るような強雨が長時間連続し、平年の年最大日降水量を大きく上回る記録的な豪雨が発生。
- ② この豪雨による多量の雨水が、周辺森林から比較的傾斜が急な斜面における0次谷等の凹地形へ短時間に集中し、土壌水分の飽和を伴いながら深い部分まで浸透したことから、立木の根系が及ぶ範囲より深い部分で表層崩壊が発生。

スギの根系は、壮齡林化に伴いおおむね1～2m程度の深さまで発達していたことが現地調査において確認されたが、今回の山腹崩壊は、その多くが根系の深さよりも深い、風化した基岩層部分から生じたため、樹種の差異にかかわらず崩壊が生じる結果となった。なお、山腹崩壊は、深成岩類（花崗閃緑岩）や変成岩類（結晶片岩）からなる地質において、他の地質よりもその発生割合が高かった。

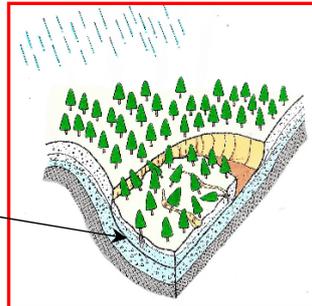
- ③ 山腹崩壊地に生育していた立木と崩壊土砂が、多量の降雨のため著しく増加した流水により、溪流周辺の立木や土砂を巻き込みながら下流域に流下。

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。

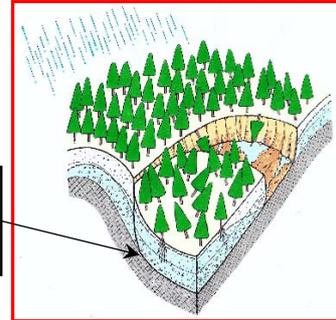
<一般的な崩壊と土砂の流出>

<今回の崩壊と土砂の流出>

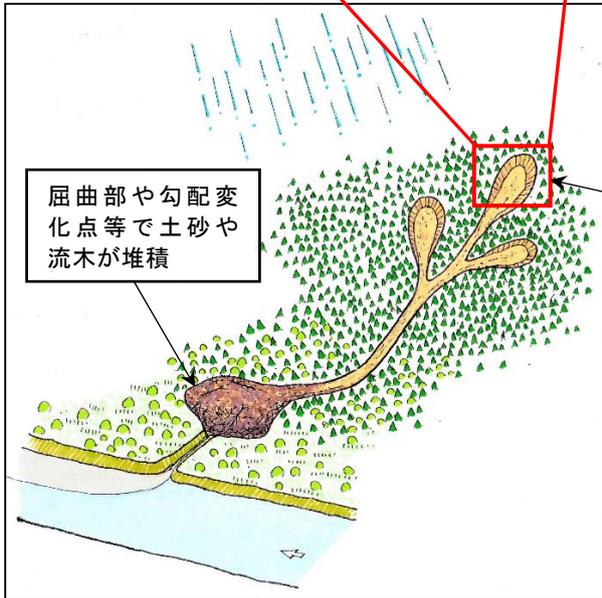
深さ1~2m程度
の表層崩壊



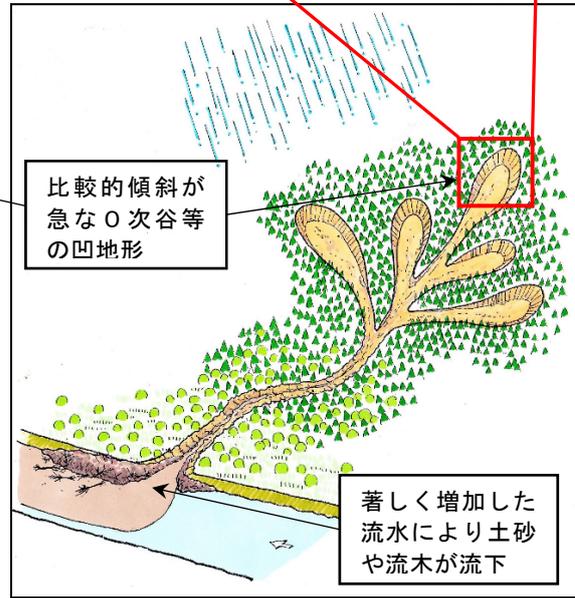
立木の根系が及ぶ
範囲より深い部分
での表層崩壊



屈曲部や勾配変
化点等で土砂や
流木が堆積



比較的傾斜が
急な〇次谷等
の凹地形



著しく増加した
流水により土砂
や流木が流下

2 災害を踏まえた今後の課題

治山事業は、機能の低下した森林の整備や治山施設の設置等を通じて、国土の保全、水源の涵養^{かん}等の森林の有する多面的機能を持続的に発揮させるとともに、山地災害から国民の生命・財産を保全することを目的とする極めて重要な国土保全施策の一つである。

戦後、森林が荒廃した、あるいは幼齡林だった時代には、台風や豪雨等によって大規模な山腹崩壊や洪水等が発生し、現在では考えられないような甚大な被害をもたらした。これに対応し、先述した治山事業の目的を達成するため、先人達の努力により森林の造成や治山施設の整備等が行われてきた結果、森林の成熟化に伴い、山地災害防止機能が高まることにより、山地災害の発生が抑制されてきたところである。

しかし、近年、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など、今後、山腹崩壊等の山地災害の発生リスクが一層高まることが懸念されている。このような中で、壮齡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。

これらの課題の解決に当たっては、過去の経験やこれまでの技術的蓄積を踏まえ、森林の山地災害防止機能の向上を図ることを基本とした上で、壮齡林を中心に大規模な山腹崩壊が発生する場合も想定し、下流域での流木による被害を防止・軽減するため、森林域においてよりきめ細かな対策を実施していくことが重要である。

岡山県玉野市和田二ツ井手 山腹工箇所の状況

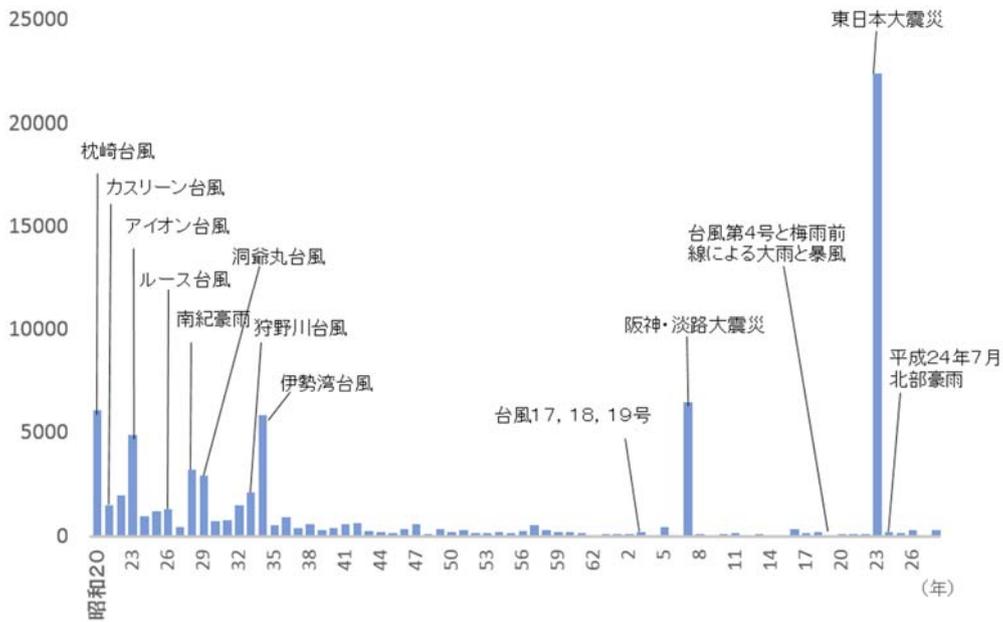


施工前の状況（昭和 30 年）

施工 5 年後の状況（昭和 35 年）

資料：一般社団法人 日本治山治水協会「よみがえる国土－写真で見る治山事業 100 年の歩み－」

自然災害による死者・行方不明者



資料：平成 28 年版防災白書（一部加筆）

第2 九州北部豪雨における流木災害を踏まえた事前防災・減災対策

1 基本的な考え方

今回の豪雨による山地災害では、

- ① 1時間降水量 50mm を上回るような強雨が長時間連続し、平年の年最大日降水量を大きく上回る記録的な豪雨が発生。
- ② この豪雨による多量の雨水が、周辺森林から比較的傾斜が急な斜面における0次谷等の凹地形へ短時間に集中し、土壌水分の飽和を伴いながら深い部分まで浸透したことから、立木の根系が及ぶ範囲より深い部分で表層崩壊が発生。
- ③ 山腹崩壊地に生育していた立木と崩壊土砂が、多量の降雨のため著しく増加した流水により、溪流周辺の立木や土砂を巻き込みながら下流域に流下。

といったメカニズムで流木災害が発生したところである。

このように、今回の災害では、記録的な豪雨により、森林の有する山地災害防止機能の限界を超え、多くの山腹斜面が崩壊し大量の流木が発生したことから、

- ・保安林の適正な配備
- ・根系や下層植生の発達等を促す森林の整備
- ・治山施設の整備

により森林の山地災害防止機能の向上を図ることを基本とした上で、壮齡林を中心に大規模な山腹崩壊が発生する場合も想定し、下流域での流木による被害を防止・軽減するため、森林域においてよりきめ細かな対策を実施していくこととする。

2 事前防災・減災対策を講ずる箇所の選定

局地的な豪雨が増加傾向にある中、九州北部豪雨による災害と同様の災害が全国各地で発生する可能性がある一方で、山地災害の発生リスクがある箇所全てにおいて短期間に対策を進めるのは困難である。

このため、保全対象に被害を与えるリスク判断を踏まえ、保全対象との関係等に応じたメリハリのある事業箇所の選定や事業計画の策定を適切に行う。特に山腹崩壊等の発生が人家等へ直接的な被害を及ぼすことが想定される地区においては、森林の有する山地災害防止機能を向上させるため、適切な事業計画に基づく治山施設の整備や森林の整備を一体的に進めることが必要である。

具体的には、山地災害危険地区^{※14}等の森林について、以下により、荒廃状況、流木発生の危険性等を確認しながら、事業箇所を選定することを基本とする。

- ・ 0次谷等の凹地形及び溪床・溪岸が荒廃している又は荒廃の兆候がみられる溪流
- ・ 荒廃又は荒廃の兆候がみられる箇所と同一の地質が流域内に広く分布している溪流
- ・ 溪流沿いに土石流等で流木化するおそれのある立木が多数存在している溪流

なお、事業箇所の選定や事業計画の策定に当たっては、航空レーザ測量結果や森林GISを活用することにより、微地形や森林構成等の詳細な属地情報を収集・分析しつつ行うことも検討する。

また、早急な対策を必要とする箇所を抽出するため、全国の中小河川の緊急点検を実施する国土交通省と連携して、緊急点検を実施する。

※14 地形や地質特性等からみて崩壊等の危険度を判定するとともに、保全対象の重要性から山地災害が発生する危険性の高い地区として把握したもの。種別として、山腹崩壊危険地区、地すべり危険地区及び崩壊土砂流出危険地区がある。

3 具体的な対策

流木災害の発生メカニズムや保安林の配備状況も踏まえつつ、崩壊土砂や流木の形態に応じた対策を行うため、0次谷等を「発生区域」に、その下流部を「流下区域」及び「堆積区域」に区分し、具体的な対策を定める。

(1) 発生区域での対策

発生区域では、比較的傾斜が急な斜面における0次谷等の凹地形に雨水が集中することによって山腹崩壊が発生し、崩壊土砂や流木が流下し下流域に被害を与えることとなる。

このため、このような集水地形となる0次谷等の凹地形で発生する山腹崩壊を防止することにより、崩壊土砂及び流木の発生を抑制することを基本とした対策を講ずる。

具体的には、森林の山地災害防止機能を最大限に発揮するため、土砂流出防備保安林及び土砂崩壊防備保安林（以下「土砂流出防備保安林等」という。）の適正な配備とともに、指定施業要件を適切に定め、特に0次谷等の凹地形での非皆伐施業を進める。

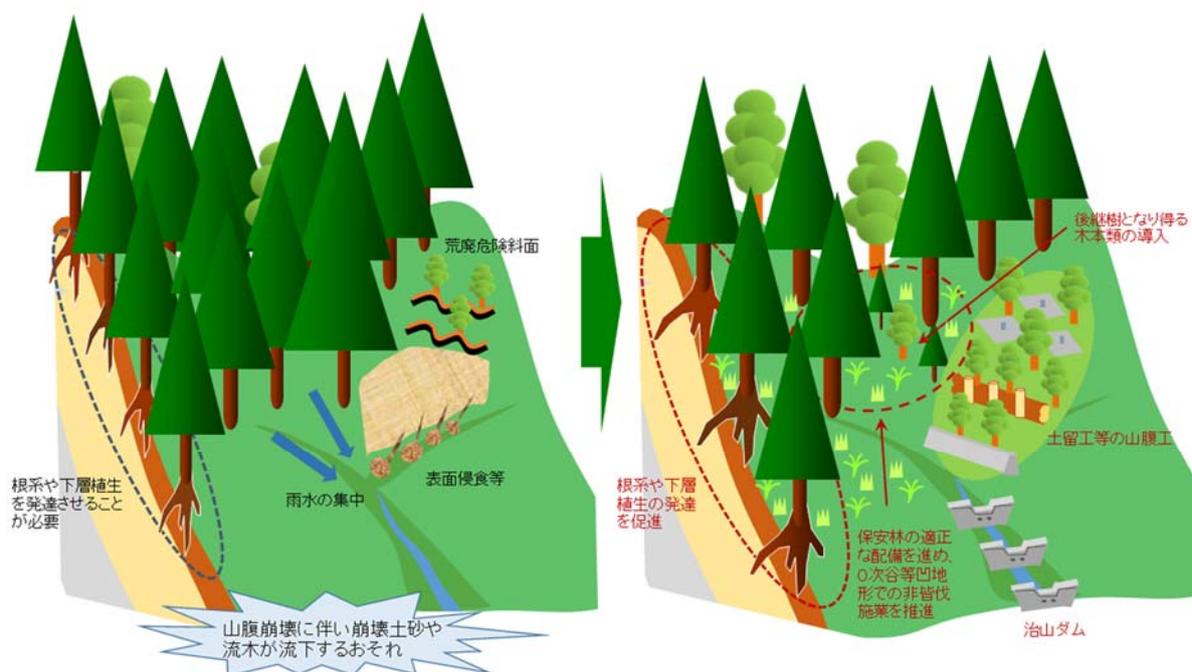
また、間伐等による森林の適切な密度管理を行い、根系や下層植生の発達を促すとともに、立木間に根系による土壌の緊縛効果等が及ばない「すき間」が生じるおそれがある場合は、当該林分の後継樹ともなり得る木本類を導入し、森林の山地災害防止機能を持続的に発揮させる。

さらに、保安林の適正な配備や森林の整備と一体的に、生態系の保全にも配慮しつつ、表面侵食の防止や土砂の移動を抑制するための土留工等の山腹工を実施する。

一方、流木を含む土石流は、溪流を流下する過程でエネルギーが増大し衝撃力が大きくなることから、これを発生源付近で効果的に抑えることを基本として、溪床勾配の緩和や山脚の固定等を目的とした治山ダムの設置等を進める。

対策前

対策後



(2) 流下区域での対策

発生区域で壮齢林等を含む森林において大規模な山腹崩壊が発生した場合、流下区域では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、下流域の被害を拡大することとなる。

このため、流下区域では、このような事態を回避又はその程度を抑制することを基本とした対策を講ずる。

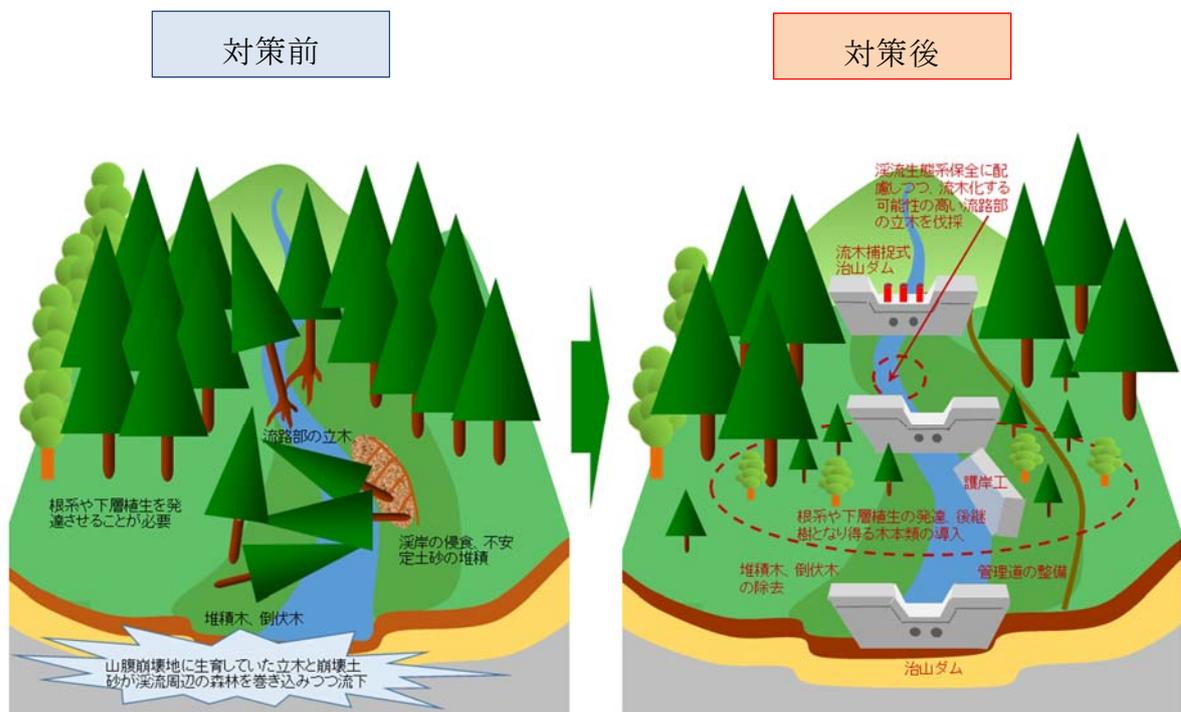
具体的には、流路部に生育している立木は、一般に薄い土壌の上に不安定に成立している状態にあり、土石流等に巻き込まれて流木化する可能性が高いことから、流路部においては、溪流生態系の保全にも配慮しつつ、立木の伐採、堆積木及び倒伏木の除去等を必要に応じて行う。

また、集中豪雨等の際に氾濫域や土石流の流下域となり得る範囲では、間伐等による森林の適切な密度管理を行い、根系や下層植生の発達を促すとともに、立木間に根系による土壌の緊縛効果等が及ばない

「すき間」が生じるおそれがある場合は、当該林分の後継樹ともなり得る木本類を導入し、森林の山地災害防止機能を持続的に発揮させる。

さらに、森林の整備と一体的に、溪床勾配の緩和や山脚の固定等を目的とした治山ダムの設置等を進めるとともに、発生区域等から流下してきた流木を効果的に捕捉するため、流木捕捉式治山ダムの設置や既設治山ダムへの流木捕捉機能の付加等を進める。

なお、集中豪雨の頻発等により災害外力が増大するリスクが高まっていることから、治山ダムについては、土石流流体力等の外力を的確に考慮した強度を有するように、必要に応じて適切な天端厚の確保、鉄筋の挿入や背面への盛土等による袖部の補強を行う。



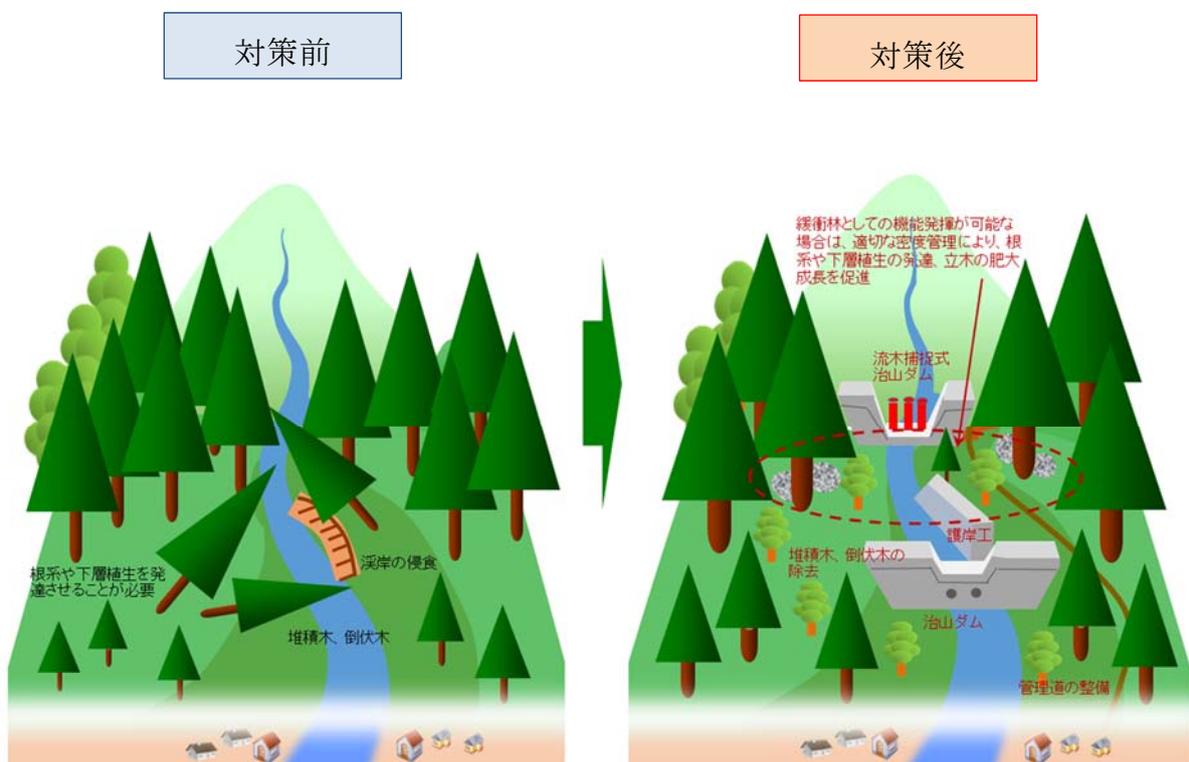
(3) 堆積区域での対策

堆積区域では、溪床勾配が緩くなり土石流の流下エネルギーが減衰し、流下範囲も拡散することから、立木が堆砂を促進させるとともに、流木を捕捉する効果を発揮する緩衝林として機能することが期待できる。

このため、このようなことが期待できる箇所については、堆砂を促進させるとともに、流木を捕捉する効果を発揮させることを基本とした対策を講ずる。

具体的には、堆積区域の森林のうち、立地条件等から緩衝林としての機能を発揮させることが可能な場合は、根系や下層植生の発達のもとより、立木の肥大生長を促すための適切な密度管理を実施する。

また、これらの森林整備と一体的に、溪床の安定や山脚の固定等を図るための治山ダムの設置等を進めるとともに、流木の流出拡大を防止するための流木捕捉式治山ダムの設置等を進める。



4 その他留意事項

(1) 保安林の適正な配備

土砂流出防備保安林等の配備に当たっては、土石流等の発生箇所となる危険性のある0次谷及び治山施設の上流域等を含む、森林の山地災害防止機能の発揮が期待される箇所において、一体的に保全・整備

すべき森林を指定し、また必要に応じて指定施業要件を見直すなど、保安林の適正な配備に努める。

(2) ハード事業における他事業との連携

事業実施箇所が他省庁の所管する事業と隣接するなど、相互の事業の連携により効果的に下流域への被害の防止・軽減を図ることができる場合は、関係機関と連携を図りつつ、円滑かつ効果的な事業実施に努める。

(3) ハード・ソフト対策の効果的な組合せ

山地災害による被害を防止・軽減するためには、治山施設の整備と森林の整備等を一体的に進めていくことが重要であるが、山地災害の発生には不確実性が伴うことに加え、財政的な制約等により、早期に必要な整備水準を満たすことは困難である。

このため、関係機関と連携しつつ、治山施設の整備等のハード対策を進める一方で、荒廃地等の監視・観測体制の構築や地域住民への山地災害危険地区等の情報の提供など、警戒避難体制の整備等に資するソフト対策を効果的に組み合わせることにより、事前防災・減災対策の強化を図る。

(4) 流木捕捉式治山ダムの設計方法の整備

流木捕捉式治山ダムの施工事例が少ないことから、円滑に設計・施工が行えるように技術的事項を整理する。

(5) 流木捕捉式治山ダムの維持管理

流木捕捉式治山ダムは、その機能の回復等の維持管理が極めて重要であることから、堆積した土砂や流木を次期出水期前など適時に除去するとともに、そのために必要な管理道を整備する。

(6) 応急対策の実施

災害が発生した場合は、不安定土砂や流木が再度流出する危険性が高い箇所を把握し、大型土のうやワイヤーネットの設置等による土砂及び流木の流出防止対策を行う。また、必要に応じて、土石流センサー等による監視・観測体制の整備を検討する。

(7) 山地災害の発生メカニズム等に関する調査

今回の検討は、短期間での調査・分析によるものであったことから、山地災害の発生に関する諸因子等について、必要に応じて追加の調査・分析を行うとともに、その結果を今後の事前防災・減災対策に活用する。

(8) 流木の活用

山地災害から発生した流木の処理に当たっては、廃棄物としての処理が基本となるが、木質バイオマス燃料等としての活用も想定できることから、関係府省と連携を図りつつ、チップ工場や木質バイオマス発電所など、流木の受け入れ可能施設について、関係者に対する情報提供を行う。

(参考)

学識経験者等名簿

【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
- 久保田 哲也 九州大学大学院 農学研究院 教授
- 黒川 潮 国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所 九州支所
山地防災研究グループ グループ長
- 下川 悦郎 鹿児島大学 地域防災教育研究センター 特任教授

【オブザーバー】

- 檜物 勤 福岡県 農林水産部 農村森林整備課 企画監
- 藤本 浩 大分県 農林水産部 森林保全課 課長
- 山下 和也 九州森林管理局 計画保全部 治山課 課長

(敬称略、学識経験者は 50 音順)