



施工後約30年が経過し植生に覆われた手取川地区民有林直轄治山事業実施箇所
(石川県白山市)

特集

気候変動に対応した治山対策



地形が急峻^{しゅん}で降水量が多い我が国において、森林は国土保全上重要な役割を果たしている。過去には社会経済活動を進める中で森林資源への依存が高まり森林の荒廃が進んだが、戦後の治山対策と森林整備の進展等によって、現在、我が国の森林は充実し、森林の国土保全機能は高まってきているといえる。一方で、近年の気候変動により山地災害が激甚化するとともにその発生形態が変化^{しゅん}してきており、こうした状況に適応して引き続き災害に対して強靱^{じん}な国土を作っていく必要がある。

本特集では、森林の国土保全機能の回復に大きな役割を果たしたこれまでの治山事業の取組と成果について紹介した後、近年の気候変動による山地災害の激甚化・形態変化について説明し、最後に気候変動等に対応したこれからの治山対策等について記述する。

1. 森林の機能と治山事業の役割

(1) 国土を保全する森林の諸機能

(山地災害の多い我が国)

日本列島の近辺には、地球の表面を形成するプレートが複数ぶつかり合う境界が存在しており、造山活動が活発なため、我が国は、急峻な山地が多く、かつ火山灰地や、断層の発生に伴って岩石が破碎されてできる破碎帯など脆弱な場所が多いという地形・地質条件にある。また、世界有数の多雨地域であり、台風や梅雨などによる豪雨にも見舞われやすい(資料 特-1)。これらにより、我が国では世界的にも降水による侵食を受けやすく、山地災害や洪水被害が発生しやすい。同時に、湿潤な環境により森林は成立しやすく、国土の約3分の2が森林からなる世界有数の森林国となっている。

(森林の有する国土保全機能の概要)

森林は、その多面的機能として、大気中の二酸化炭素を吸収して地球温暖化防止に貢献する地球環境保全機能、木材等の林産物を産出・供給する木材等生産機能などとともに、国土保全機能を有している。主な国土保全機能には、山地災害防止機能・土壌保全機能と水源涵養機能がある。そのほか、防風や津波被害の軽減といった防災機能もある。

山地災害防止機能・土壌保全機能や水源涵養機能は、山崩れ等の山地災害や洪水を防止・軽減し、地形が険しく地質が脆弱で雨の量が多い我が国の国土保全上重要な役割を果たしている。

このような森林の機能が適切に発揮されるためには、森林土壌を健全に保つことが重要である。健全な森林土壌は落葉落枝等が分解されてできた有機物に富み、柔らかくて隙間が多く、スポンジのように水を吸収し、蓄える働きがある。この働きは、土壌の表面から水を吸収する速さを表す浸透能と、土壌の中に蓄えることのできる水の量を表す保水力の二つの観点から把握できる。例えば、土壌の種類や厚さ等の条件によるが、森林土壌の浸透能は草地の2倍、裸地の3倍にも及び*1、保水力も比較的高いとされている*2。

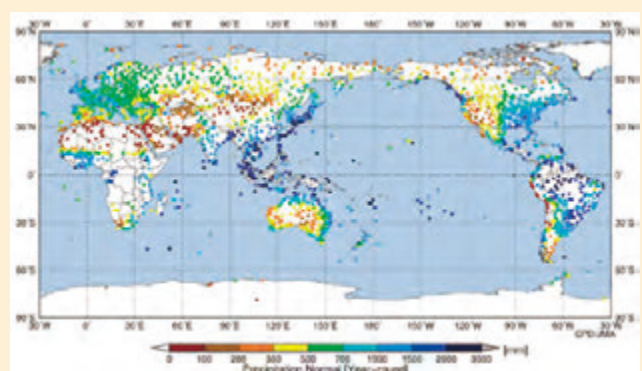
以下では、森林の有する国土保全機能の詳細について説明する。

(山地災害防止機能・土壌保全機能)

山地災害防止機能・土壌保全機能とは、森林が土砂の流出や崩壊を防ぐ機能であり、具体的には表面侵食防止機能と表層崩壊防止機能がある(資料 特-2)。

樹冠、下草や落葉等は雨滴の衝撃を吸収し、土が雨滴に潰されて地表に水を通しにくい膜ができることを防止する。この働きにより、森林では土壌の浸透能が高い状態で維持され雨水のほとんどが地中に浸透するため、表面流の発生が抑えられ、表面侵食防止機能が発揮される。

資料 特-1 世界の年平均降水量の分布



注：平成3(1991)年から令和2(2020)年の平年値。
資料：気象庁ホームページ「世界の天候図表」

*1 村井宏・岩崎勇作「林地の水および土壌保全機能に関する研究(第1報)」(林業試験場研究報告(No.274)昭和50(1975)年8月号)

*2 国立研究開発法人森林研究・整備機構ホームページ「森林と水の謎を解く」

一方、下草や落葉等で覆われていない裸地の場合、雨滴の衝撃によって表面の土粒子が潰され、水を浸透させにくい膜が形成される。これにより、水が土壤中に浸透せず、傾斜に沿って流れる表面流が発生する。この結果、表面流によって地表面が削り取られる現象である表面侵食が進行する。

また、表土層の下にある基岩層は雨水を浸透させにくいため、大雨の時には表土層と基岩層の境界付近に水がたまって表土層が滑り、表層崩壊が発生するが、森林がある場合は、根が土砂や岩石を固定することで滑り落ちないようにつなぎとめる力と、隣接した樹木の根が絡み合って支え合う力が働く。これらの力により、表層崩壊防止機能が発揮される。

なお、山地で起こる崩壊現象の一つとして、表層崩壊よりも深い層の岩盤から崩れる深層崩壊がある。深層崩壊の場合は樹木の根による土砂や岩石をつなぎとめる力が及ばず、森林の機能によって崩壊を防ぐことはできないとされている。深層崩壊が発生した近年の事例として「平成23年紀伊半島大水害」がある(資料特-3)。

(水源涵養機能)

森林は、降水を樹冠や下草等で受け止め、その一部を蒸発させた後、保水力の高い森林土壌に蓄える。森林土壌は隙間に蓄えた水を徐々に地中深くに浸透させて地下水を涵養するとともに、時間をかけて河川に流出させる。これにより、森林は洪水時のピーク流量を低減させる機能を発揮する(洪水緩和機能)(資料特-4)。また、蓄えた水を徐々に流し出すことにより無降雨時においても安定的な河川流量を維持する機能(水量調整機能)や、浸透した水をろ過し、流出する水の濁りを浄化する機能(水質浄化機能)がある。これらの機能を総称して水源涵養機能という。

(その他の国土保全機能)

森林にはその他の国土保全機能として、防風や飛砂防止、なだれ防止、津波被害の軽減等の防災

資料特-2 山地災害防止機能・土壌保全機能

表面侵食防止機能

資料：太田猛彦・藤嶋昭特別監修「新しい科学の世界へ③ 自然災害 そのメカニズムに学ぶ」(2021)に基づき林野庁治山課作成。

表層崩壊防止機能

資料：一般社団法人全国林業改良普及協会「森のセミナー No.2 くらしと森林」(1999)を一部改変。

資料特-3 表層崩壊と深層崩壊

表層崩壊

資料：太田猛彦「水と土をはぐくむ森」(1996)

深層崩壊

「平成23年紀伊半島大水害」で発生した深層崩壊(奈良県十津川村)

機能がある。防風林、なだれ防止林、海岸防災林等はこれらの機能により災害を防ごうとするものであり、防災林と呼ばれる。

(2) 森林の機能の維持・向上を図る治山事業

(治山事業の目的及び実施主体)

治山事業は、森林の持つ公益的機能の確保が特に必要なものとして指定される保安林^{*3}等において、山腹斜面の安定化や荒廃した溪流の復旧整備等を実施するものであり、森林の維持・造成を通じて森林の機能を維持・向上させ、山地災害等から国民の生命・財産を守ることに寄与するとともに、水源の涵養^{かん}や、生活環境の保全・形成を図る重要な国土保全施策の一つである。

民有林内は都道府県が、国有林内は国(森林管理局)が実施主体となる。また、民有林内であっても事業規模の大きさや高度な技術の必要性を考慮し、国土保全上特に重要と判断されるものについては、都道府県の要請を受けて国が実施主体となる場合がある(民有林直轄治山事業)。

(治山事業の工法)

山地における治山事業の工法としては、山の斜面を安定させる山腹工と、溪流の侵食を抑え山の斜面下部(山脚)を安定させる溪間工^{どどめこう すじこう}がある。

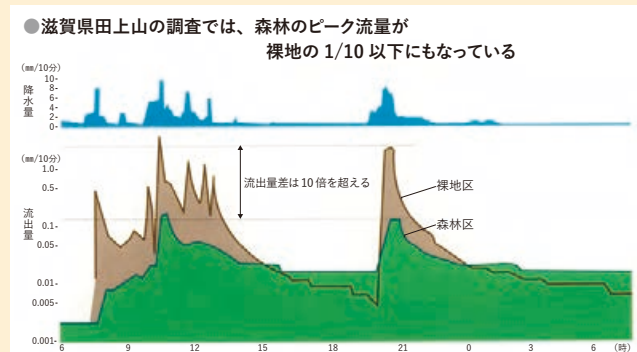
山腹工は、山崩れ等が発生した斜面に、土留工や筋工等の構造物を設置し、土砂の移動を止めて植生が生育しやすい条件を作り、植生の自然侵入又は樹木の植栽等により森林の復旧・再生を図るものである。

溪間工は、侵食の激しい溪流等に治山ダム等を設置し、その背後に土砂を堆積させることで溪岸・溪床の侵食を防止し兩岸の山脚を安定化させ(山脚固定)、森林の生育基盤の確保を図るものである。また、溪流の勾配が緩和されることから、土石流等の流下速度を低減させ、下流への土砂流出の防止・軽減が図られる。

このほか、地すべり発生地やその発生のおそれがある土地では、地すべり防止工が実施される。地すべりは、地下水等に起因して斜面の一部が滑る現象であり、特定の地質条件で発生しやすく、斜面の土砂が塊の状態^{しゅうすいせい}でゆっくりと移動するという特徴がある^{*4}。地すべり防止工には、発生の原因となる地下水を除去する集水井や排水トンネル等を設置する抑制工と、アンカーや杭などにより斜面の動きを直接止める抑止工がある(資料特-5)。

また、過密化し根系の発達が遅れている保安林や、裸地化して表面侵食が発生している保安林など国土保全機能が低下した保安林においては、機能回復のため

資料特-4 水源涵養機能(洪水緩和機能)



資料：鈴木雅一・福嶋義宏「風化花崗岩山地における裸地と森林の土砂生産量」(水利科学 (No.190) 平成元(1989)年12月号)を一部改変。

*3 保安林制度については、第I章第3節(1)61ページを参照。

*4 地すべりは、広義では斜面の土砂災害を総括して使われるが、本報告書では「地すべり等防止法」が定義する現象に対して使う。

本数調整伐や補植等の整備を実施している。

資料 特-5 治山事業の主な工法

