

6

第6章 日本の森林整備・ 治山技術の適用



日本の森林整備・治山技術は、長い山地災害との闘いの中で培われてきた。日本の治山事業は、森林の維持造成を通じて、山地災害から国民の生命・財産を保全するとともに、水源の涵養、生活環境の保全・形成等を図るための重要な国土保全政策の一つである。この技術と知見を、近年気候変動の影響により自然災害が激甚化する開発途上国に適用するため、防災・減災に向けた対策の対象となる地域住民の意識を明らかにする調査手法を紹介し、崩壊発生件数の多い道路法面での崩壊発生に係る数値解析のためのパラメータの取得方法について説明する。さらに、日本の治山施設の開発途上国への適用性を検討し、土地利用の判断基準となる森林管理計画の策定手法について解説する。

Recipe - T05 地域住民の防災・減災に対する意識調査

Recipe - T06 道路法面崩壊の発生に係る諸条件

Recipe - T07 日本の治山施設の効果的な適用

Recipe - T08 森林を活用した防災・減災のための森林計画の策定

地域住民の防災・減災に対する意識調査

この上の Recipe は

Recipe - P05 日本の森林整備・治山技術の適用

日本の治山技術を、対象とする開発途上国の自然環境条件や社会情勢を考慮しながら適用するためには、対象地域における住民の土地利用の実態や防災意識、防災行動などを把握することが重要である。地域住民の自然災害リスクを軽減する森林の機能に対する理解、政府に対する防災・減災対策への期待を掘り起こすための調査や、自然災害が発生した場合の経済的被害、生活に対する影響、防災対策について、地域住民がどのように考え、どのように行動するつもりなのかについての聞き取り調査を行い、地域住民の防災・減災に対する意識を明らかにする。

地域住民への意識調査の必要性

日本の治山技術を、対象とする開発途上国の自然環境条件や社会情勢を考慮しながら適用するためには、対象地域における住民の土地利用の実態や防災意識、防災行動などを把握することが重要である。そこで、地域住民に対して、社会経済状況、森林防災機能への認識、政府へのニーズ・期待、防災意識、防災行動といった項目について聞き取り調査を実施する必要がある（図 T05-1）。

地域住民の森林の防災機能と政府への期待に対する調査

鉄砲水、土石流、斜面崩壊のリスクを軽減する森林の機能について地域住民の期待・意識を明らかにするためには、以下のような質問が考えられる。

- ・良好な状態の森林はリスクを軽減する効果があるか？
- ・河川沿いでの伐採の制限はリスクを軽減するのに効果的であるか？
- ・リスクを軽減するには、急傾斜地での伐採を制限することが効果的であるか？
- ・森林の農地への転用の制限はリスクを軽減するのに効果的であるか？

回答は、「とても賛成する」、「やや賛成する」、「どちらとも言えない」、「やや賛成しない」、「賛成しない」というように、まずは選択式で回答

してもらい、加えて、その効果に対する考えを記述式で記入してもらおうとよい。

ベトナムでの調査では、森林の防災機能に対して、9割以上の回答者がとても賛成すると回答した。森林が伐採されると自然災害が多発し、土壌が流出し、鉄砲水が発生することを住民が認識していることが明らかになっている。しかし、一般的には、森林が防災に対して重要であることを認識している一方で、農地の拡大を望んでいるという実態も明らかになっている。これは、多くの開発途上国で同様の傾向が見られると予想される。

また、防災・減災に対する政府への期待を明らかにするためには、「森林面積の増加」、「災害防止のための恒久的または一時的な工事」、「防災教育の強化」、「大雨に対する気象警報の提供」、「大雨時の避難施設の整備」、「被災者への支援」といった項目について期待するかどうかを質問するとよい。

災害への主観危険度、防災コスト、防災行動への認識

住民の主観危険度や災害被害の重大さ、防災のコストの認識が防災行動に繋がるかということは、多くの防災研究で検討されている。

これから10年以内に、鉄砲水、土石流、地すべりといった自然災害が発生する可能性についてどの程度考えているか、自分の建物を襲う可能性、自分の農地を襲う可能性、自分の耐久資産を襲う可能性について質問する。また、自然災害が発生した場合の経済的被害に対する考えや、生命や生活に対する影響も質問するとよい。

防止対策の有効性についての質問は、鉄砲水や土砂崩れから自宅を守るために、以下の対策がどの程度で有効であると評価するかというものである。以下の対策の効果の程度とかかるコストの予想、自分自身でその対策を取るかどうかについて質問する。

- ・ 知識や経験を他の人と共有する
- ・ 気象情報を積極的に収集する
- ・ 浸水に備えて1階にある貴重品を運び出す
- ・ 危険な場所や避難場所をよく知る
- ・ Villageからの勧告があった場合は早めに避難する
- ・ 浸水に備えて道具（懐中電灯、鋤、レインコートなど）、食料、薬を準備する
- ・ 住宅を増強する
- ・ 近隣住民と連携し、助け合う



図 T05-1 住民調査の様子

道路法面崩壊の発生に係る諸条件

この上の Recipe は

Recipe - P05 日本の森林整備・治山技術の適用

開発途上国の山岳地域においては、道路沿いで切取法面崩壊が頻繁に見られ、道路開設による斜面災害リスクの上昇、流出土砂量の増加等が懸念される。日本では、短い間隔で横断溝等を設けて側溝水を分散的に排水することが推奨されているが、開発途上国では、側溝水はすべて溪流横断部の暗渠で排水されることが多い。道路開設による斜面崩壊リスクの上昇を科学的・定量的に評価するには、斜面への降雨浸透とそれによる土のせん断強度低下を再現する数値解析を行う必要がある。このような数値解析を実行するには、現地での斜面崩壊プロセスが数値解析で対象としている崩壊プロセスと合致するかを確認したうえで、パラメータとなる斜面の諸条件を把握する必要がある。

道路開設による斜面崩壊リスクの上昇

山岳地域における主要な経済活動は、農業、畜産業、林業等の第一次産業である。生産された農産物や木材を効率的に運搬し、適切に森林を管理するために、森林路網を含む道路は地域にとって欠かせない社会基盤（インフラ）のひとつである。加えて、開発途上国では、伝統的に山岳地域に住居を構える民族も多く、山岳地の道路は生活に欠かせないものとして、現地の人々による主体的な維持管理が行われている。ところが、経済の急成長を背景とした産業活動の高まりに伴って、現地では伝統的なルール軽視した無秩序な道路開設が行われることがあり、排水機能の低下等による災害リスクの増加が危惧されている。道路沿いでは切取法面崩壊が頻繁に見られ、道路開設による斜面災害リスクの上昇、流出土砂量の増加等が懸念される（図 T06-1）。



図 T06-1 道路開設による斜面崩壊

開発途上国における道路法面と排水施設

道路開設に伴う切土によって造成された法面は保護対策のなされない“切りっぱなし”の状態では放置されるため、熱帯・亜熱帯地域特有の急速な有機物の分解や乾湿差、集中豪雨によって土壌層の多くが流亡し、その奥の風化の進んだ岩盤が表面に露出する。地質的に安定した一部の法面では時間経過とともにシダなどの植生に覆われることもある。風化の進んだ岩盤は降雨時に表面が剥離し、表面侵食の形態で細礫や細砂を生産しながら下方へ移動、堆積する。

排水溝の材料はコンクリート、石張、素掘りに大別され、道路下部を抜けるヒューム管を使って流水を谷側に排水している場合もある。なお、素掘り排水溝は緩勾配の直線部に設置される傾向が、またコンクリート、石張り側溝は急勾配の曲線部に設置される傾向がみられる。排水の基本的な考え方は、路面水や切取法面からの湧出水を側溝に集め、溪流横断部に設けた集水柵まで導水し、渓流水と共に暗渠で谷側に排水するというものである。日本の林道規程では、まとまった量の側溝水を1箇所に排水すると流末箇所の侵食につながるため、短い間隔で横断溝等を設けて側溝水を分散的に排水することが推奨されている。しかし、途上国では横断溝を設置せずに、側溝水はすべて溪流横断部の暗渠で排水されることが多い（図 T06-2）。溪流部の不安定土砂がごく少なければ溪流部に集中的に排水するという方針も一つの選択肢ではあるが、現地の降雨強度や山地斜面の流出係数、各暗渠の集水面積等から排水量を推定し、流末部の侵食に対する脆弱性等も考慮しながら横断溝による分散排水の必要性について検討する必要がある。ヒューム管内で土砂堆積を起こさないための暗渠の設置勾配は、直径60 cm程度のヒューム管の場合、20%程度となっている¹⁾。

INFO

1) H. Minematsu and O. Akita(1987) A New Design Criterion for a Forest Road Culvert. 日林誌 69(12): 489-491.



図 T06-2 側溝、集水柵、暗渠による基本的な排水システム

数値解析のためのパラメータとなる斜面の諸条件

道路開設による斜面崩壊リスクの上昇を定量的に評価する方法の一つが、斜面への降雨浸透とそれによる土のせん断強度低下を再現する数値解析を、道路が開設された場合とされていない場合の両ケースに適用し、斜面の安全率の推移を比較・検証することである。このような数値解析には、現地での斜面崩壊プロセスが数値解析で対象としている崩壊プロセスと合致するかを確認したうえで、パラメータとなる斜面の諸条件(地形、土層の厚さ、透水性、土の物理性等)を把握する必要がある。

(1) 無人航空機空撮による DSM の作成

山地斜面の地形を把握するため、無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) による空撮を行い、画像解析によって DSM を作成する (図 T06-3)。本来、地形解析には DEM を用いるが、UAV では地上被覆物により DEM を作成できないため DSM で代用する。空撮写真上で認識可能な場所に対空標識を設置して GPS 測位で座標を取得し、その位置を GCP (Ground Control Point) とすることで、DSM に絶対座標を付与する。

作成した DSM により、調査測線 (斜面を縦断する測線) に沿った斜面傾斜を算定することが可能となる。

(2) 土壌断面調査

簡易動的コーン貫入試験は (5 ± 0.05) kg の重りを高さ (500 ± 5) mm から自由落下させることでコーンを地盤に貫入させ、10 cm 貫入させるために必要な落下回数 (Nd 値) を記録するもので、Nd 値は地盤の固さの指標となる。一般に土層は基岩層よりも Nd 値が低くなるが、土層と基岩層を分ける Nd 値の目安は調査地によって様々である。そこで、簡易動的コーン貫入試験における目安を得るため、測線の崩壊源頭部付近で、深さ約 2 m の垂直な土壌断面を露出させて土壌断面の観察を行う。

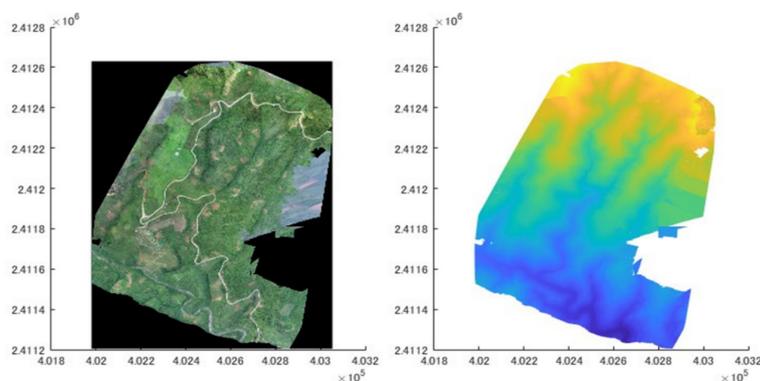


図 T06-3 UAV 空撮写真から作成したオルソ画像と DSM

(3) 簡易動的コーン貫入試験による土層厚さの推定

調査測線に沿って約 10 m 間隔で簡易動的コーン貫入試験を行い、土層の目安となる Nd 値を適用して各地点の土層厚さを推定する。

(4) 土層と基岩層における透水係数の測定

土壌断面調査を行った地点において、土層と基岩層からそれぞれサンプルを採取し、変水位透水試験により飽和透水係数を求める。土層については深さ 5 cm、15 cm、25 cm の 3 深度から各 1 サンプル、基岩層については深さ 140 cm から 3 サンプルを採取する。

(5) 土の物理性の測定

土壌断面調査を行った地点において、土層（深さ 80 cm）と基岩層（深さ 140 cm）からそれぞれサンプルを採取し、湿潤密度（単位体積重量）、乾燥密度、間隙率、粘着力、せん断抵抗角等の物理性を測定する。せん断抵抗角と粘着力は非圧密非排水三軸圧縮試験によって求める。

(6) 調査対象区間内全体における崩壊地点の記録と観察

切取法面崩壊の位置と規模をその発生形態を観察する。これにより、その地域に一般的に見られる崩壊形態が明らかになる。

数値解析による道路沿い斜面の安定性評価

現地で取得したパラメータを入力値とした数値解析により、道路沿い斜面の安定性を評価する。解析対象とする地形モデルは、(1) で取得した DSM から作成する。斜面の土層構造は、(2) の土壌断面調査、(3) の簡易動的コーン貫入試験結果をもとにモデル化し、(4) の透水係数の測定結果、(5) の土の物理性測定結果をもとに、各層に透水係数や土質定数等のパラメータを与える。実際には、1 集水域の中でも土層構造は多様であると考えられるが、データが限られている場合は一様であると仮定する。入力となる降雨パターンは、付近の雨量観測所のデータ等を利用する。数値解析手法は、斜面の水移動と安全率の低下を一体的に解析する浸透・変形連成解析が望ましいが、計算量が多くなって難しい場合には、粗い地形データを用いて水移動の解析を先に行い、飽和度が上昇しやすい高リスクの斜面を特定して、その断面を対象に変形解析を行う。道路の法面がなかった場合の地形モデルを再編して同様に数値解析を行い、道路がある場合と安全率の推移を比較すれば、道路の存在による安全率の低下が定量的に評価できる。

なお、このような数値解析では、土層の飽和度上昇を引き金とする表層崩壊を取り扱うことになるため、(6) の崩壊地点の多点的観察により、対象地域の切取法面崩壊の多くがその崩壊形態に合致するかを確認したうえで実施する。

日本の治山施設の効果的な適用

この上の Recipe は

Recipe - P05 日本の森林整備・治山技術の適用

日本では、治山施設が山地災害の防止、森林の維持造成、水源の涵養、生活環境の保全など、国土保全政策の重要な一環として機能しているが、開発途上国では治山施設は一般的ではなく、山地災害防止機能が十分に発揮されていない。その背景には、コストの問題や専門的な技術、知識の不足がある。開発途上国では、表面排水工の普及度合いは相対的に低い。鉄線で立方体状に組んだ籠内に石を詰めたふとんかごは十分に普及していることから、ふとんかごに関して日本の治山技術の輸出、適用の余地はあまり残されていない。将来の高い適用性が予想される施設としては、山腹緑化工があげられる。山腹緑化工は植生の生育基盤を造成又は改善する緑化基礎工と、植生を導入する植生工に分けられる。

国土保全政策としての治山事業

日本の治山事業は、森林の維持造成を通じて、山地災害から国民の生命・財産を保全するとともに、水源の涵養、生活環境の保全・形成等を図るための重要な国土保全政策の一つである。日本の治山事業は100年以上の歴史を持ち、地域の森林環境の保全に大きく貢献してきた。治山事業の一環として実施される治山施設の配置には、山腹工、溪間工、治山ダムなどの構造物の設置や、生育状況が芳しくない森林の整備、崩壊斜面上の土留工、崩壊斜面に面した溪流の縦横断侵食を防止する治山ダム（谷止工）等がある。これらの構造物は、長期的に森林の形成に寄与しつつ、下流への過剰な土砂流出を抑制するための防災施設としても位置づけられる¹⁾。

一方、開発途上国において、治山施設は一般的ではないため、森林の山地災害防止機能が十分に発揮されていないことが多い。その背景として、一部の治山施設は膨大な費用が必要となることが多く、開発途上国にとっては財政的な負担が大きい。また、治山施設の設計や施工には専門的な技術や知識が必要であり、開発途上国にはそれらを持つ人材が不足していることも大きな理由となっている。

アジアで普及するふとんかご

アジアの開発途上国では治山施設として、ふとんかご（角型じゃかご）

INFO

1) 林野庁森林整備部治山課
(2022) 治山のしおりー国土
強靱化に向けてー

が最も普及している。ふとんかごは鉄線で立方体状に組んだ籠内に石を詰めた構造となっており、法面保護工のひとつとして湧水や表流水による法面の侵食防止を目的とするとともに、斜面崩壊や地すべり発生後の土留用構造物としてもしばしば利用される。開発途上国でふとんかごが普及している背景には、主に3つの理由が挙げられる。第1に、ふとんかごは低コストであること、第2に、必要な材料の調達が容易であること、第3に、施工性が良く工期が短いことである。これらの条件は経済状況に問題を抱える開発途上国にとって重要なポイントである。ふとんかごを中心とした道路沿いの対策施設は十分に普及していることから、ふとんかごに関して日本の治山技術の輸出、適用の余地はあまり残されていないと考えられる。

開発途上国ではふとんかごが普及しているのに対し、表面排水工の普及度合いは相対的に低い。切土後に放置された道路沿いの法面の斜面安定や表面侵食防止に対して地表水の除去は最も重要な対策であることから、効果的な地表水排除に向けた日本の調査技術や施工技術に大きな需要が生まれる可能性が期待できる。さらに、皆伐等によって荒廃した斜面に対する植林活動が積極的に行われているが、荒廃地の森林回復には表土層固定などの植生の生育環境を整える技術が必要であり、その観点から柵工、筋工、伏工等の緑化基礎工の技術、施設への需要が期待できる。

開発途上国への適用が期待される治山施設

林野庁の治山技術基準は、技術水準の向上と事業の合理化を図ることを目的として、森林整備保全事業における計画、調査、設計、施工のための技術上の基本事項を定めている²⁾。最新の改訂は令和5年5月1日に行われ、内容には総則や山地治山、防災林造成、地すべり防止などが含まれる。このうち山地治山事業編では、山地治山事業の基本理念とともに使用される治山施設の適正な選択と配置のための指針が示されている。具体的な治山施設は、溪間工（治山ダム、護岸工、水制工、流路工）と山腹工（山腹基礎工、山腹緑化工、落石防止工）に分類されるが、それらはさらに細分化され、全体では表 T07-1 のとおり 28 種類の治山施設が示されている。

日本の個々の既存施設の開発途上国での適用性を、1) 現地確認、2) 材料コスト、3) 施工技術 の3点で、◎、○、△、×の4段階で評価する（表 T07-1）。同表の中では、のり切り工及び鉄線かご土留工（＝ふとんかご）は材料コストや施工技術の観点で高評価であり、実際にベトナム国内での普及が進んでいる。一方で、治山ダム工等の溪間工は大量のコンクリートが必要でコスト高となるため、その普及には課題が残

INFO

2) 林野庁（2023）治山技術基準（総則・山地治山編）

表 T07-1 日本の既存治山施設の一覧と開発途上国での適用性に関する評価

第1種別	第2種別	第3種別	第4種別	目的	現地普及	材料コスト	施工技術	総合適用性	備考	
溪間工	治山ダム工			溪床の縦侵食及び横侵食の防止、山脚固定、土砂流出の抑止・調整	○	×	×	×	床固工として現地確認	
	護岸工			溪岸の横侵食の防止、山腹崩壊の防止、山腹工作物の基礎	×	×	×	×		
	水制工			流路の規制、溪岸の侵食防止、護岸の洗掘防止	×	×	×	×		
	流路工			流路の固定、縦断勾配の規制	×	×	×	×		
山腹工	山腹基礎工	法切工		不規則な山腹斜面の整形	◎	○	○	○		
		土留工	コンクリート土留工	不安定土砂の移動抑止、斜面勾配の修正、表面流下水の分散	×	×	×	×	×	要コンクリート
			鉄筋コンクリート土留工		×	×	×	×	×	要コンクリート
			練積土留工・空積土留工		○	△	×	△		
			鉄線かご土留工		◎	○	△	○	=ふとんかご	
			丸太積土留工		×	○	△	△		
			棒土留工		×	×	×	×		
	埋設工		法切土砂等の安定	×	△	×	△	堆積土砂の中に施工		
	水路工		斜面侵食の防止、浸透による土の強度低下及び間隙水圧増大の防止	○	△	○	○	道路沿いで確認		
	暗きょ工		地下水及び浸透水の速やかな排除	×	△	×	△			
	張工		斜面の風化、侵食及び軽微な剥離、崩壊の防止	○	×	×	×	要石材、コンクリート		
	法枠工		斜面の侵食及び崩壊の防止	×	×	△	×	要コンクリート、アンカー		
	アンカー工		斜面の崩壊防止、工作物の安定確保	×	×	×	×	要アンカー		
	補強土工		補強材の配置による地山あるいは盛土の安定	×	×	×	×	要補強土		
	モルタル（コンクリート）吹付工		崩壊の拡大防止と斜面の安定（緑化不可能な斜面が対象）	○	△	△	△	現地確認（吹付前のラス張り）		
	山腹緑化工	緑化基礎工	柵工	斜面表土の流亡防止、植栽木の良好な生育条件の造成	○	○	○	○		
筋工			崩壊地斜面の雨水分散、地表侵食防止、植生の生育環境整備	×	○	○	○			
伏工			降雨、凍上による侵食及び崩壊の防止、植生の発芽環境の改善	×	○	○	○			
軽量法枠工			雨水の分散、斜面の侵食防止、植生の早期導入	×	×	△	△			
植生工		実播工	播種による早期緑化	×	○	○	○			
		植栽工	樹木植栽による崩壊防止機能の高い森林の造成	○	○	○	○			
落石防止工	落石予防工		転石や亀裂の多い露岩の除去、固定による落石発生の防止	×	○	△	△			
	落石防護工		発生源から保全対象に至る斜面における落石の直接抑止	×	×	△	×			
	森林造成		樹木根系及び樹幹による落石発生の防止及び軽減	○	○	○	○			

る。

将来に高い適用性が予想される施設として山腹緑化工があげられる。山腹緑化工は、斜面の植生を回復させ、植生による被覆効果及び根系の緊縛効果により斜面の安定を図ることを目的とする施設であり、荒廃地における森林回復において有効な施設である。植生の生育基盤を造成又は改善する緑化基礎工と、植生を導入する植生工（実播工・植栽工）に



図 T07-1 適用が期待される山腹緑化工（左：柵工、右：筋工）

分けられるが、ここでは、地域を選ばず汎用性の高い前者の緑化基礎工に注目する。緑化基礎工は、山腹荒廃地における斜面の安定や緑化を目的として設置される施設であり、柵工、筋工、伏工、軽量のり砕工等の工種からなる（図 T07-1）。この方法は、低コストで行える点、現地で入手しやすい資材を使用できる点、そして技術的に複雑でないため施工が容易である点が特徴で、これらは、ベトナムでふとんかごが普及した理由と非常に似ている。

柵工は、その名の通り、丸太で造られた柵を斜面に設置する工法で、主に表面の土砂の動きを止める役割を有する。丸太を使用し、地上に出ている部分で40 cm前後の高さの柵を作り、斜面の土の移動を防止する。この柵工は、とくに植生の生育環境を整える目的で用いられ、大きな土の圧力を受けるような場所には適さないが、表面の土砂の動きを効果的に防ぐことが可能である。

筋工は、斜面に細かい帯を等高線に沿って配置し、斜面を階段状に整える工法である。この工法は斜面の雨水を分散させ、土の侵食を防ぐとともに、植栽に適した環境を創出する。筋工の一般的な形態として、丸太を使用した丸太筋工があり、これは高さが10 cm程度で、背面に苗木を植栽することが多い。筋工の材料には他にも土のうや石が使用されることもある。

柵工と筋工の類似点は、どちらも山腹斜面を保護し、植物の生育を促進するための緑化基礎工として機能する点であり、またコンクリートを使用しないことから、材料調達性において高い優位性を持つ。両者の違いは、柵工は主に表面の土砂の動きを防ぐのに対し、筋工は斜面の雨水を分散させることにより広範囲での土の侵食を防ぎ、より広範囲にわたる植生の促進に貢献する。また、構造的に柵工は柵としての形状をしており、筋工は斜面に沿った階段状の形状をしている点に違いがある。

森林を活用した防災・減災のための森林計画の策定

この上の Recipe は

Recipe - P05 日本の森林整備・治山技術の適用

開発途上国における山岳地域では、生計向上のための農地拡大により森林が開発されることが多く、特に防災に関する伝統的な土地利用のルールが軽視される傾向にある。そのため、防災を考慮に入れた土地利用計画の立案には、同時に森林計画も立てる必要がある。森林計画には、現状評価、目標設定、管理活動の計画、モニタリングと評価、関係者の参加、法的・政策的枠組みといった要素が含まれる。森林を活用した防災・減災に配慮した森林計画の策定には、防災と生計の両立、斜面崩壊の危険度が高い斜面への積極的な森林の維持・造成、保護林の壮齢林化による防災機能の強化、生産林の伐採後の裸地期間の短縮、斜面の荒廃度に応じた治山施設の導入を考慮する必要がある。

森林計画とは？

森林計画とは、森林の保護、管理、利用、再生を計画的かつ持続可能に行うための具体的な指針や戦略を策定するプロセスである。森林計画の主な目的は、森林資源の持続可能な利用と生態系の保全を両立させることである。森林計画には、現状評価、目標設定、管理活動の計画、モニタリングと評価、関係者の参加、法的・政策的枠組みといった要素が含まれる。

現状評価：森林の現在の状態を詳細に評価する。これには、森林の面積、樹種構成、樹齢構成、生物多様性、土壌の質、水資源、森林の健康状態などが含まれる。

目標設定：短期的及び長期的な管理目標を設定する。これには、木材生産、レクリエーション、野生生物の保護、水資源の保護、生態系サービスの提供などの目標が含まれる。

管理活動の計画：設定した目標を達成するために必要な具体的な管理活動を計画する。これには、植林、間伐、選択伐、伐採後の再生、害虫・病害対策、防火対策、レクリエーション施設の整備などが含まれる。

モニタリングと評価：計画の実施状況を定期的にモニタリングし、成果を評価する。必要に応じて、計画を修正し、管理方法を改善する。

関係者の参加：地域住民、森林所有者、政府機関、企業、NGO など、関係するすべてのステークホルダーが計画の策定と実施に参加すること

が重要である。これにより、計画の実行可能性が高まり、地域社会の支持を得ることができる。

法的・政策的枠組み：森林計画は、国や地域の法規制及び政策に基づいて策定される。これにより、計画の実施が法的に支援され、遵守が確保される。

森林計画は、環境保護、経済的利益、社会的利益をバランスよく実現するための重要なツールであり、持続可能な森林管理を推進するための基盤となる。

森林計画は、空間スケールと時間スケールによって立案される計画が異なってくる。空間スケールとしては、全国スケールから行政の単位に応じたスケール、コミュニティレベルで管理を行うスケール、植林や伐採を行う林分スケールまで、様々な空間スケールが考えられる。また、時間スケールとしては、数十年、場合によっては100年といった理念やビジョン、ゾーニングを達成するのに要する年数での計画や、数ヶ月～数年での林分レベルでの造林のための計画まで、いろいろな時間スケールが想定される。例えば、理念やビジョンといった目標を達成するための計画は、行政単位や全国スケールで数十年から100年の時間スケールで立案されるものであり、ゾーニングはコミュニティレベルから行政単位で検討されるべきである。また、植林地の施業計画は、施業を実施する季節単位や収穫までの年単位で立案する必要がある。

日本の森林計画制度

日本における森林計画制度は、森林の保護と適正な利用を目的とし、森林計画の策定と実施を規定した「森林法」（1951年制定）に基づいている。

まず、日本の森林と林業の持続可能な管理と利用を推進するための国家レベルの計画として、森林・林業基本計画が立てられる。これは、森林・林業基本法に基づき策定され、森林資源の保全・整備・利用に関する基本的な方向性と具体的な施策を示すものである。次に、森林・林業基本計画を具体化し、全国レベルでの森林管理方針を定めるために全国森林計画が策定される。さらに、この全国森林計画を都道府県レベルに落とし込み、地域の実情に合わせた森林管理の方針を示すものとして地域森林計画がある。地域森林計画には、森林の分類、伐採のルール、植林計画、防災対策が含まれる。市町村森林整備計画は、市町村レベルで策定される具体的な森林管理計画であり、上位の「森林・林業基本計画」や「地域森林計画」と整合性を保つように作成される。最後に、森林経

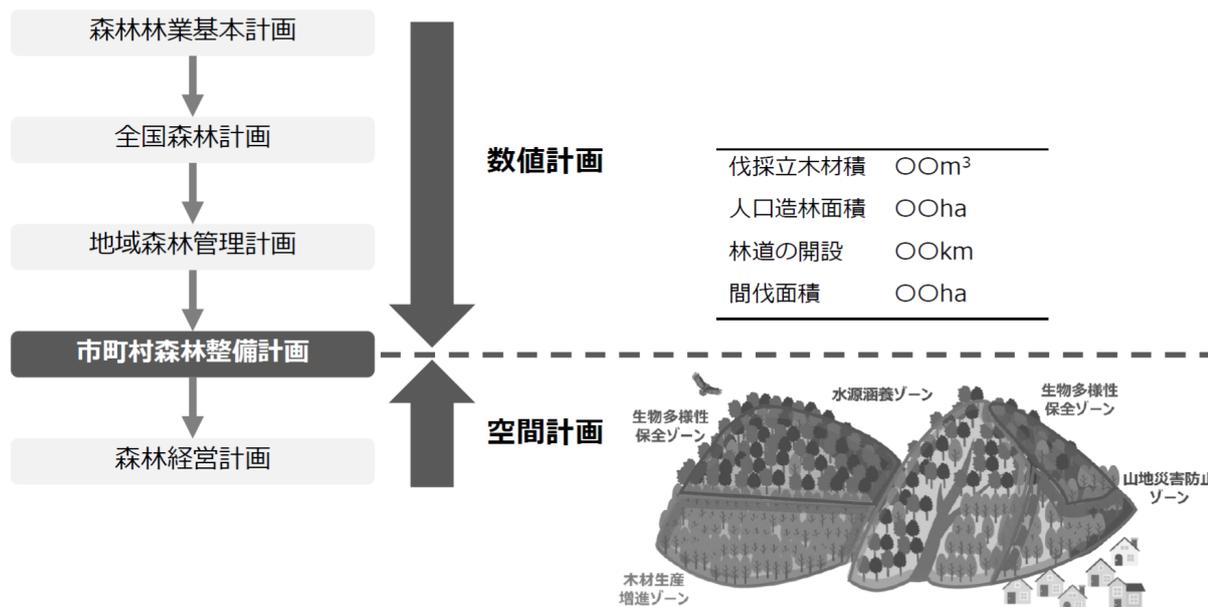


図 T08-1 日本の森林計画制度¹⁾

営計画は、森林所有者や管理者が森林の適正な保全、整備、利用を目的として策定する具体的な計画で、地域森林計画に従って策定されるものであり、持続可能な森林管理を実現するための重要なツールである。これにより、森林資源の健全な循環利用、森林の多面的機能の維持・向上、地域経済の活性化を図ることを目的としている（図 T08-1）¹⁾。

日本の森林計画制度は、多層的な計画体系に基づき、国から地域、そして個々の森林所有者までの一貫した森林管理を実現するために設計されており、適正な伐採と再生、生物多様性の保全、防災機能の強化といった持続可能な森林管理を実現するための基本的な枠組みを提供する。

INFO
 1) 山田祐亮（2021）地域森林計画、市町村森林整備計画。田中 和博・吉田 茂二郎・白石 則彦・松村 直人（編）森林計画学入門 朝倉書店、208pp

森林を活用した防災・減災のための森林計画の基本的な考え方

開発途上国における山岳地域では、生計向上のための農地拡大により森林が開発されることが多く、特に防災に関する伝統的な土地利用のルールが軽視される傾向にある。そのため、防災を考慮に入れた土地利用計画の立案には、同時に森林計画を立てる必要がある。その際の基本的な考え方を以下に列挙する。

- 防災と生計の両立を基本とする。
- 斜面崩壊の危険度が高い斜面には、積極的に森林の維持・造成を推進する。

- ・保護林及び計画された斜面では、幼齡林から壯齡林への移行を進めて防災機能を強化する。
- ・生産林（マツ、アカシア、ユーカリ等の短伐期林）として計画された斜面は伐採後の裸地の期間をできる限り短くする。
- ・住宅等、災害に対する保全対象に近い斜面では、斜面の荒廃度に応じて治山施設の導入を優先する。
- ・道路沿いの斜面は農地としての有用性と道路への災害リスクのバランスを重視する。
- ・改善案のプロトタイプを行政機関や住民等のステークホルダーに提示し、意見を反映させて合意可能な解決策を模索する。

このような考え方に従って、災害に強いゾーニングや保護林に対するガイドライン、生産林の施業計画を立案することが望ましい。

森林計画策定に際しての判断材料

森林を活用した防災・減災のための森林計画の策定に際しては、土地利用の現況を把握すると同時に、以下のような情報についても、計画策定の判断材料とする必要がある。

- ・斜面崩壊に対するリスクマップ
- ・斜面崩壊リスクとしての道路網の分布
- ・土地利用（森林、裸地、畑地等）と浸透能の関係
- ・土地利用と土砂流出量の関係
- ・社会経済条件
- ・道路網、現地住民の生活ルート
- ・防災・森林に関する住民意識等

森林を活用した防災・減災のための森林計画を策定しようとする地域において既に土地利用計画や森林計画が存在する場合、地域の住民をはじめとするステークホルダー間で合意形成を図りながら、上記のような判断材料をもとに土地利用計画や森林計画の改定を行っていくのがよい。それにより、森林を利用した防災・減災と地域経済活動の促進とのバランスを考慮した土地利用が実現できる。