

研究情報

Research Information

No.141 Aug 2021

林業と国土保全を両立する「杣人の心得」

森林環境研究グループ 多田 泰之

1. はじめに

平成30年7月豪雨では西日本を中心に大きな災害が発生しました。6月28日～7月8日に記録した各地の最大総雨量は、九州地方：約1,000mm、四国地方：約1,800mm、近畿・中国地方：約500～600mm、中部地方：約1,200mmに達しました（気象庁2018）。この豪雨により、死者224名、行方不明者8名、負傷者459名、住家全壊6,758棟、半壊10,878棟、床上・床下浸水30,480棟などの被害が生じました（消防庁2019）。また、崩壊と土石流は広島県で約7,500箇所、愛媛県宇和島市で約2,200箇所発生し、甚大な被害が生じました。

風水害による死者が100名を上回ったのは、昭和58年7月豪雨（鳥根県浜田市）以来35年ぶり、近年は気候変動の影響で、森林の限界を上回る豪雨が度々生じています。一方で、国土保全効果を発揮している日本の人工林の多くは標準伐期齢を既に超えており、伐採促進期に入りつつあります。現在の森林の状態は有史以来最高レベルに充実した状態にあるため（太田2012）、現在の森林による国土保全効果を堅持しつつ、林業による収益を最大化する「林業と国土保全の両立」が必要な時代を迎えています。

林業と国土保全を両立するためには、林地のリスクに対応した森林整備の考え方「適地適業」の概念が必要です。ここに言う「適地適業」とは、山地の災害リスクに応じて森林のあるべき姿を考えて林業を行うことを指します。わが国は世界の中で最も崩れやすい山地を有するだけでなく、人口密度も高いため、森林資源の循環利用のみではなく、「安全」も担保しなければ「持続的に安定した林業」を達成することは困難です。豪雨が頻発する現代においては、林地の材積やコストの把握、基幹道・作業道の適切な整備等に加え、林地の災

害リスクについても今まで以上に「安全確認」を行う必要があります。

2. 災害リスク評価における2つの確認項目

林地の災害リスクを評価するために必要な確認項目は、①林地と保全対象の距離、②林地の崩れやすさです。この2項目の確認で、林地の災害リスクの概要を知ることができます。

図1に、①林地と保全対象の距離（横軸）と、②林地の崩れやすさ（縦軸）を2軸とする災害リスク4象限図を示しました。また、各象限には危険度の順位と災害リスクの観点から見た林地の性質を示しました。各軸の意味について説明します。

①林地と保全対象の距離（横軸）

林地で崩壊が発生すると土石流となり、下流へ流下する場合があります。土石流は直径数mの巨礫が時速200km程度で流下するため、一般的な家屋は消失するほどの破壊力を持ちます。そのため、森林整備を行う林地は保全対象と十分な距離を確保する必要があります。土石流の流下距離は1km以下のものが多いですが、最大で2km程度流下します（図2）。近年は崩土内に水に浮く立木を多く含むため、土石流の流下距離が4kmを上回る事例も稀に確認されています。

土石流が発生しやすい場所は、地形図で沖積錐という地形を確認する事で分かります。土石流が繰り返し発生している沢の出口には、沖積錐と呼ばれる小型の扇状地が形成されています（図3）。沖積錐は、谷の出口に緩傾斜な尾根型の等高線が入り、沢が曲がります。沖積錐のサイズは流域からの土砂流出の活発さを表し、サイズが大きいほど土石流の発生頻度が高いことを意味します。また、平野の少ない山間部では、沖積錐上に集落が発達するため、土石流が発生すると人命に関わる被害



が生じやすい傾向があります。

このように、保全対象に近く土石流が発生しやすい林地では、豪雨があっても下流へ土砂を出さない伐採や路網開設が必要となります。

② 林地の崩れやすさ（縦軸）

崩壊の発生位置は一見不規則に見えますが、崩壊しやすい場所には共通する特徴があります。その特徴は、①傾斜 25°以上の斜面上に部分的に生じた平衡～凹地形で、②土層が粘土（埴土）にまで風化した、③地下水が集中する場所（水分量：湿以上）となります。山地でこの3条件が該当する場所は、危険地形と呼ばれる①凹地形、②断層地形、③地すべり地形、④地質境界、⑤崩積土（沖積錐）などとなります。図4に示すように、このような場所では、長い年月をかけて土層が下方へ向け次

第に変位し、崩壊に至ります。その際、立木は土層の変位に応じて傾き、その後傾きを鉛直に戻そうとして弓型等に変形します。この立木の傾きが3°以上の場所で路網を開設すると小規模な崩壊が生じやすくなります。また、立木が5°以上傾いた場所では、路網に加え、自然斜面でも崩壊が生じます。林地の崩れやすさとは、ここに示した崩壊の特徴が多い林地を指します。

3. 林地における4種類の災害リスクの性質

林地の災害リスクに関する性質は、この①林地と保全対象の距離と②林地の崩れやすさの組み合わせから、4種類に分けられます（図1）。各象限のもつリスクの性質から危険度の順位や林地のリスクに対応した林業の姿も見えてきます。

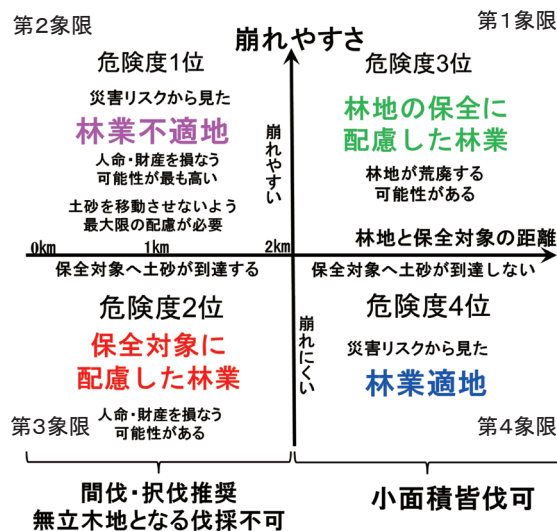


図1 災害リスク4象限図

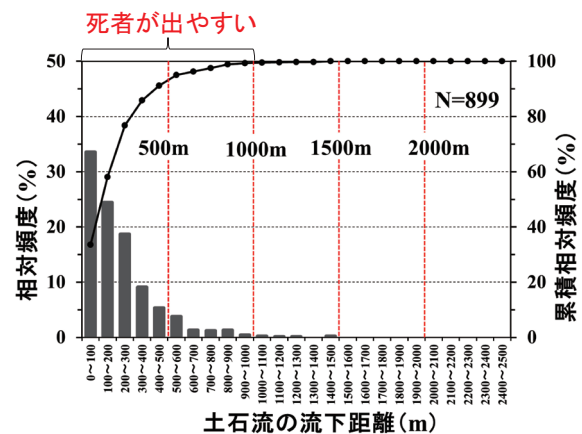


図2 過去の災害で発生した土石流の流下距離

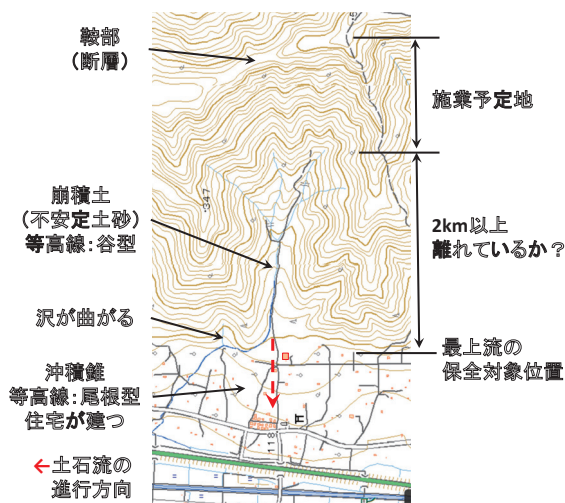


図3 典型的な沖積錐の例

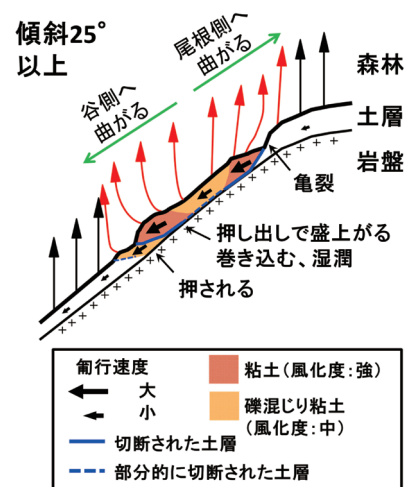


図4 崩壊危険度の高い場所の微地形と立木の曲り

【危険度1位】第2象限：林業不適地、無立木地となる伐採；作業道の開設不可

4象限の中で最も危険度の高い林地で、災害リスクの観点から見ると明らかな林業不適地です。崩壊しやすく、2km以内に保全対象があるため、林地から出た土砂が人命や財産の被害に直結しやすい性質があります。危険度の高い立地の具体例を示すと、住家裏の急傾斜な斜面や図3のような沖積錐に位置する集落背後の流域などが該当します。やむをえず森林を伐採する場合であっても、土砂を動かさないよう最大限の配慮が必要な林地で、無立木地となる伐採は避けるべきです。一度無立木地となってしまうとすぐに植林を行っても根系による斜面の支持力は20年程度回復しません。そのため、森林による根系の支持力に空白期間が生じにくい間伐や択伐が望ましいです。また、作業道の開設などの地形改変は地盤の不安定化を招きやすいため、原則として控えることが望ましいです。写真1は集落裏の急傾斜な斜面で作業道を開設し、主伐を行った例です。この伐採地では、20年間、赤ん坊が成人するまでの期間根系による支持力が効かない状態が続きます。また、近年はシカの食害もあり鹿柵を設置しないと植林も難しい時代となっています。

【危険度2位】第3象限：保全対象に配慮した林業；無立木地となる伐採不可

崩壊リスクは低いですが、2km以内に保全対象がある林地です。想定外の場所から土砂が出ると保全対象に近い場合、人命や財産へ被害を及ぼす可能性があります。また、保全対象へ被害を与えなくても、集落周辺で崩壊等による土砂が出るため、景観上もよくありません。そのため、保全対象へ配慮した林業が望ましいです。根系による地盤の支持力を一度に失う無立木地となる伐採や盛土の転圧不足、排水不良など、豪雨時に損壊が生じる粗悪な作業道の開設を控える必要があります。

【危険度3位】第1象限：林地の保全に配慮した林業；条件付きで小面積皆伐可

保全対象から2km以上離れた奥山であり、崩壊に起因する土石流が保全対象へはほぼ達しない林地です。しかし、林地は崩れやすいため、経済性を優先した伐採や路網の開設を行うと豪雨時に崩壊が多発し、荒廃地となる可能性があります。そのため、林地の保全に配慮した林業を行う必要があります。伐採は小面積皆伐が望ましいですが、崩壊が発生しやすい林地は地下水が豊富で、周囲の林地に比べ立木の成長が良く、材積が多い特徴があります。このような材積の多い林地を選択的に伐採すると小面積皆伐であっても崩壊が生じやすいため注意が必要です。

【危険度4位】第4象限：林業適地；皆伐可

4象限の中で最も危険度が低い林地で、災害リス

クの観点から見た林業適地です。崩壊が発生しにくく、近くに保全対象もないことから、経済性を優先した林業を行っても土砂の問題が出にくい林地です。



写真1 保全対象に近い林地の例

4. おわりに

このように、林地の災害リスクを①林地と保全対象の距離、②林地の崩れやすさの2項目を中心に確認すると、林地の危険度の順位、災害リスクの性質、望ましい森林の姿が見えてきます。

ここで重要なのは、現在行われている経済性優先型の林業でも土砂による問題が生じない林地は、危険度4位の第4象限のみであり、他の3象限では程度の差はあっても、何らかの土砂の問題が生じてしまうことです。これは世界で最も崩れやすい山地を有し、人口密度の高いわが国の宿命でもあります。

激しい豪雨が度々生じる時代を迎え、森林による国土保全効果を堅持しつつ、林業による収益を最大化する「林業と国土保全の両立」には、林地の災害リスクに応じた林業のやり方を考える「適地適業」の実践が不可欠です。林業で防災（被害を0にする）は困難ですが、今より減らすという「減災」思想での取り組みは十分可能です。

仙人（山から木を伐り出す人）が1つ気を付ければ1つの減災。2つ気を付ければ2つの減災。多くの仙人が少しずつ気を付ければ、全て完璧にできなくとも、何もしない時より遥かに崩壊や土石流等による被害を減らせます。安全を担保した真の意味での「持続的に安定した林業」は、仙人の皆さん一人一人の林地の見立てが可能にするのです。

■引用文献

- 気象庁（2018）災害をもたらした気象事例 平成30年7月豪雨。気象庁，53pp。
 消防庁（2019）消防白書 平成30年版。消防庁，p.3。
 太田猛彦（2012）森林飽和 国土の変貌を考える。NHK ブックス，NHK 出版，254pp。

さまざまなスケールでみる森林と植物 第2回

群集－景観スケール： 森林の多様性を評価する

森林生態研究グループ 北川 涼

この連載では、森林研究における“スケール”に着目して、地球全体の植生分布を対象とするマクロスケールの研究から樹木個体内の細胞や組織に着目した極小なミクロスケールの研究まで、それぞれの研究へのアプローチと関連するトピックを紹介していきます。2回目の今回は群集－景観というスケールを対象にした研究に関連した話題を紹介します。

群集とは、「ある一定区域に生息する生物種の個体群をまとめたもの」を示す言葉です。森林の樹木の場合は、「森の中に立って周りを見渡した範囲のいろいろな種類の樹木をまとめたもの」といったところでしょう。そして、いくつもの群集がまとまると景観になります。森林の場合はちょっとした山に登って見渡す範囲の尾根や谷など様々な環境が含まれる景色をイメージしてもらうとわかりやすいかもしれません。つまり、森林における群集－景観スケールの研究は、数十m²～数km²の範囲が対象となります。この範囲を対象に研究することで、森林における生物多様性の成り立ちやその生態系機能を明らかにすることができます。

ここでまず生物多様性について簡単に説明しておきます。生物多様性とは、生態系内に、多様な生物が存在していることを指す概念的な言葉であり、生態系の多様性、種多様性、遺伝的多様性から構成されています。その中でも一般的な生物多様性のイメージと合致するのが、種の多様性です。では、種の多様性はどのように評価するのでしょうか？ここでは群集－景観スケールの研究において基礎的な情報となる多様性の評価方法の一例を紹介します。

種の多様性は先に述べた空間スケールの観点から、 α 多様性、 β 多様性、 γ 多様性の3つに区別することができます。もっともわかりやすいのが、 α 多様性です。これはある1つの環境における種の多様性のことであり、冒頭で述

べた群集“内”の多様性を表しています。森林の場合、一定の範囲内（例えば10m²）に生えている木の種類を数えるのが最も簡単な方法です。次に、 β 多様性は景観“内”の群集の多様性を表します。これは、景観内に存在する群集“間”でどの程度種組成が違っているのかを数値化して（種組成の非類似度）表すことができます。例えば、景観内のどの場所でも同じような種数・種組成の森林が存在している場合は、群集“間”の非類似度が低く、その景観内の「 β 多様性は低い」と言えます。逆に景観内の複数の場所で全く違う様相の森林が存在する場合、群集“間”の非類似度が高く、景観“内”に多様な群集が存在するので「 β 多様性が高い」ということになります。そして最後に γ 多様性ですが、これは対象とする全ての環境に含まれる種多様性のことです。これまでのように群集、景観という言葉に言い換えると、景観内に出現する全ての種数であり、式で表すと、 γ 多様性 = α 多様性 × β 多様性となります。

森林の多様性は様々な要因と長い時間によって形成されます。このため森林の多様性が成り立つ仕組みを直接観察することは難しいです。しかし、これまで説明したような様々な形で表現される種の多様性のパターンを調べることで、生物多様性の成り立つ仕組みを推測することができます。例えば、景観内の森林がどこでも同じような少数の樹木種によって構成されている場合（つまり α 多様性、 β 多様性、 γ 多様性が低い場合）、その景観内の全ての森林が過去や現在の強い環境的な制約や人為的な影響下にあると推察されます。一方で景観内に複数の異なる種組成の森林が存在する場合（ β 多様性が高い場合）、景観内に存在する多様な生育環境の違いが森林の様相に反映されていると考えることができます。

このように、群集－景観スケールで評価することによって、森林の成り立ちを推定する手がかりを得ることができます。このような研究で得られた情報は、自然の仕組みを模倣した持続的な森林管理手法や、私たちの社会基盤を維持するのに欠かせない生態系サービスを持続的に利用するための重要なヒントとなります。

巻頭写真について:コムラサキの花（関西支所構内にて）

本誌を含む関西支所刊行物は
こちらからご覧になれます。



研究情報 第141号

令和3年8月31日発行

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所関西支所

京都市伏見区桃山町永井久太郎 68 番地

〒612-0855 Tel. 075(611)1201 (代表)

Fax. 075(611)1207

ホームページ <https://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/>