

# 森林技術



《論壇》豪雨災害と森林管理／太田猛彦

《特集》豪雨災害から山と人を守るために  
山瀬敬太郎／石川芳治／下川悦郎

●知っておきたい／生方正俊・涌嶋 智  
●報告／直原史明／井上真理子・川元スミレ

2019 No. 927

6

TOKKOSSEN

野生動物による樹木の剥皮被害防止にお役立て下さい

# リンロン®テープ

トウモロコシ等の植物から生まれた生分解樹脂で作りました。



★剥皮防除資材として10年の実績を有します。

★ リンロンテープを1巻使用する事でおよそ400g\*のCO<sub>2</sub>を削減できます。\*参考値  
(PP及びPEテープを使用したときと比較して)

★ 5年前後で分解するためゴミになりません。

東エコーセン株式会社

〒541-0052

大阪市中央区安土町2-3-13 大阪国際ビルディング28F

TEL06-6271-1300 FAX06-6271-1377

<http://www.tokokosen.co.jp>

e-mail : forestagri@tokokosen.co.jp

鳥獣被害、不法侵入をメールで通知します

ICT 活用

## 4Gネットワーク対応 自動撮影カメラ

近日発売予定!!

### トレル TREL 4G-R



GPS機能



3キャリア対応

•docomo  
•KDDI  
•SoftBank



### トレル TREL 4G-H

シンプル機能  
で使いやすい

日本語表示  
メニュー



360万画素  
高画質画像



防水規格IP66

屋外仕様に最適



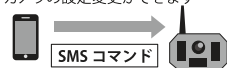
単三乾電池で動作

単三乾電池で動作するため  
山林などの電源がとれない場所  
にも設置できます。



SMSで遠隔操作

リアルタイムの撮影や  
カメラの設定変更ができます



GShop  
ジーアイショップ  
<https://www.gishop.jp>  
E-mail: info@gishop.jp

無料カタログ請求・お問い合わせ

GShop (ジーアイショップ)

ジーアイショップ



通話  
無料

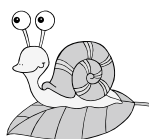
0800(600)4132

〒071-1424 北海道上川郡東川町南町3丁目8-15 TEL 0166(73)3787 FAX 0166(73)3788  
株式会社 GSupply (ジーアイサプライ)

# 森林技術 No.927 — 2019年6月号

## 目 次

論 壇	豪雨災害と森林管理	太田猛彦	2
連 載	森と木の技術と文化 第18話 地下足袋	内田健一	7
特 集	豪雨災害から山と人を守るために 土砂流出防止機能を高める森林づくりに向けて 流木捕捉効果が高い治山施設の構造と配置 耶馬溪町で起きた山地災害の原因と対策	山瀬敬太郎 石川芳治 下川悦郎	8 12 16
連 載	菊ちゃんの植物修行Ⅱ 奮闘のジャーニー 26 あしたからハレニア～花の距と多様化～	菊地 賢	20
連 載	パリ協定と森林 第十九回 中国の森林吸収源	仲摩栄一郎	22
連 載	伐出見積もりシステムを活用しよう 第2回 まずは動かしてみよう	鹿又秀聡	24
技術者コーナー	31. ここまでわかってきたコウヨウザン ～早生樹としての特性と利用に向けて～	生方正俊・涌嶋 智	26
報 告	建設残土の不法投棄問題に関する一考察	直原史明	30
報 告	「森林教育ベストプラクティス賞」TOP10 受賞 IUFRO The Global Competition on Best Practices in Forest Education 井上真理子・川元スミレ		34
本の紹介	森林と野生動物 森林科学シリーズ 第11巻	小池孝良	36
木になるサイト紹介	「国有林おさんぽ MAP」 ～ Chubu National Forest Footpaths 44 ～	林野庁中部森林管理局	36
ご案内等	新刊図書紹介 37 / 協会からのお知らせ 38 / 2019 国産材製品輸出促進セミナー (39) / 空間 情報シンポジウム 2019 (39)		



### 〈表紙写真〉

九州北部豪雨による大規模な地すべり崩壊（大分県日田市小野地区） 石川芳治氏 撮影

平成29年7月6日、九州北部豪雨により同地区の斜面で大規模な地すべり崩壊が発生しました（崩壊規模：斜面長約300m、幅約200m、土砂量約20万m<sup>3</sup>）。崩落土砂が小野川をせき止め、土砂ダムを形成し、損壊7戸、浸水10戸の家屋被害があり、県道107号も寸断されました。緊急的な対策により、15日に道路が啓開され、20日頃には湛水域は解消されました。（撮影者記）



# 豪雨災害と森林管理

東京大学名誉教授

E-mail : tk\_ohta@xg8.so-net.ne.jp

[URL]http://ohtatakehiko.web.fc2.com/

1978年東京大学大学院農学系研究科修了（農学博士）。同農学部助手、東京農工大学農学部講師、同助教授を経て、1990年東京大学農学部教授。東京大学名誉教授。日本森林学会会長、砂防学会会長、日本緑化工学会会長、東京都森林審議会会長などを務め、現在は、FSC ジャパン議長、みえ森林・林業アカデミー学長、かわさき市民アカデミー学長、さいたま緑のトラスト協会理事長。主な著書に、『森林飽和』、『森と水と土の本』、『渓流生態砂防学』（編著）など多数。



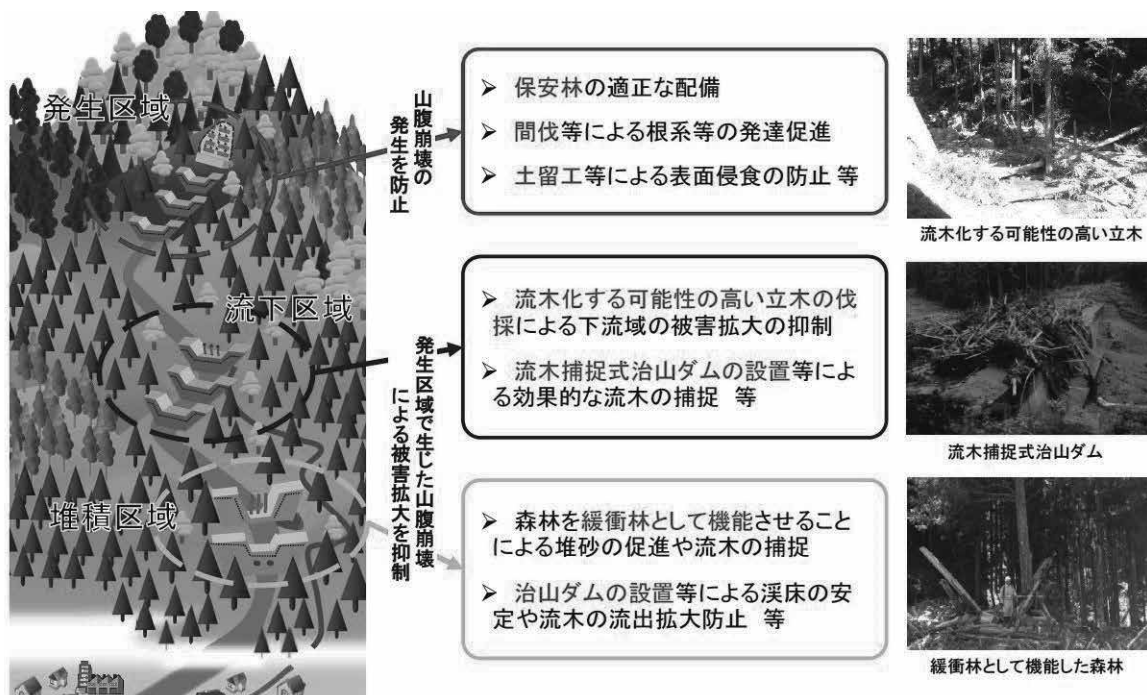
おお た たけ ひこ  
太田 猛彦

## ●山地災害の傾向と防災・減災対策の基本

近年、地球温暖化の影響とみられる極端な気象現象、特に大規模な豪雨がしばしば発生し、土砂災害や水害が目立つようになりました。中でも2017年の九州北部豪雨による災害は、実際は流出土砂量が1,000万m<sup>3</sup>を超える大規模な土砂災害だったのですが、人工林から流出した大量の流木が下流の平野部にまで到達・氾濫して人家等の被害を助長したため「流木災害」と呼ばれました。主に林地の崩壊によって発生する流木災害は林業にとっても痛手です。

科学技術が高度に発達した現代社会においても、山地では毎年のように土石流災害などの土砂災害が発生しており、流木災害などは近年増加しているように見えます。なぜでしょうか。

かつて、日本の里山の森林は数百年にわたって劣化した状態が続いてきました。そのうえ、太平洋戦争後しばらくは奥山の天然林の伐採も進み、この頃、豪雨のたびに多数の表層崩壊や土石流が発生し、人々は土砂災害や水害に苦しみました。近年は森林が回復・成長して表層崩壊は減少したかに見えましたが、前述したように森林の崩壊防止能力を超える豪雨が繰り返し発生し、依然として表層崩壊が発生するとともに、山腹からの流出水量が増加して崩壊土砂が土石流化するケースが増えています。その結果、森林が成長したぶん、流木災害が目立つようになったのです<sup>1)</sup>。今後も温暖化の傾向は続き、豪雨の規模はますます大規模化するでしょう。また、林業の復興による主伐の増加で伐採跡地や幼齢林地の増加も考えられます。したがって、山地災害対



▲図① 山地災害の発生メカニズムに基づく区分とそこでの対策

出典：「「流木災害等に対する治山対策検討チーム」中間取りまとめについて（概要）」より転載  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/tisan/attach/pdf/171102-5.pdf>

策の必要性は増すものと思われます。

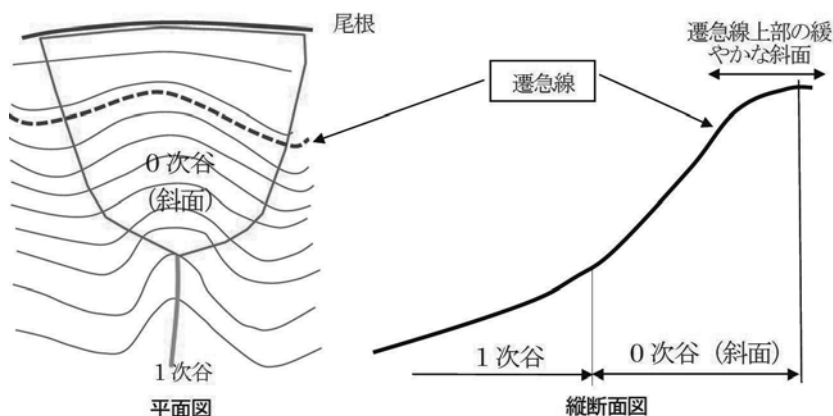
こうした豪雨災害から山と人を守るためには、治山施設の設置による対策や森林管理による対策、さらには警戒・避難対策などが考えられ、それらの適切な組み合わせで豪雨災害の発生に備えていく必要があると思われます。

## ●具体的な防災・減災対策

豪雨による山地災害の大部分は、①表層崩壊の発生・崩壊土砂の土石流化による流出→②流下途中での土石流の大規模化→③溪流下流部（沢の出口等）での氾濫・堆積によって起こります。豪雨の規模が大きい場合はさらに土砂流（洪水流）が下流の平地に氾濫します。そして、近年は森林の成長によりほとんどの場合で流木が発生し、下流の平野部まで流出した場合は、流木の衝突によって建物が破壊される事例や橋梁などに引っ掛かって河川の氾濫を助長する事例が多くなっています。

したがって、土砂災害・流木災害を防止・軽減するためには、【対策①】山腹での表層崩壊の発生を阻止すること、【対策②】崩壊土砂が土石流化し、流下した場合には流下途中での土石流の大規模化を阻止すること、【対策③】下流部では土石流の堆積を促進し、流木を捕捉すること等の対策が必要です（図①）。

林野庁は2017年11月に公表した「九州北部豪雨災害を踏まえた“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」<sup>2)</sup>において、治山施設の設置による対策と森林管理による対策を組み合わせた防災・減災対策を示しています。そこでは崩



▲図② 0次谷のイメージ

表層崩壊は0次谷（凹斜面）内の遷急線直上部（風化土壌層）で発生することが多い。  
 出典：「平成30年7月豪雨を踏まえた治山対策検討チーム」中間取りまとめ」より転載  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/tisan/attach/pdf/181113-4.pdf>

壊土砂や流木の挙動に応じた対策を行うため、山地災害発生の恐れがある溪流等について、0次谷等を「発生区域」、その下流部を「流下区域」及び「堆積区域」に区分して対策を進めることとしています。この区分は前述した対策の基本に一致するので私もこの区分を用いて対策の考え方を述べてみます<sup>3)</sup>。

#### (1) 「発生区域」での対策

山腹0次谷（図②）を中心とする表層崩壊の発生区域では大規模な治山施設の配置は考えられず、現存する森林を改良して根系の発達を促す「森林管理による対策」が中心となります。0次谷内が針葉樹人工林の場合も伐採して直ちに広葉樹に替える必要はなく、現存森林を選別して間伐により形質の良い樹木を残し、あるいはギャップに補植する<sup>きょうじん</sup>などして強靱な森林を育成することが必要です。また、特に不安定な斜面では、0次谷の出口付近に谷止工を設置して土砂移動・土石流化を阻止し、山腹では土留工等によって表面侵食の防止を図ります。

#### (2) 「流下区域」での対策

1次谷、2次谷を中心とする流下区域では、前述の【対策②】を目的とする「治山施設による対策」が特に有効です。近年、豪雨の大規模化によって、山腹からの流出水量が増加しており、崩壊土砂の土石流化や発生した土石流が溪床・溪岸を侵食して大規模化する例が多くなっています。後者の場合は溪畔林を巻き込んで流木の量も増加するため、山脚固定、土石流エネルギーの削減、溪床勾配緩和などの機能を持つ治山ダムや、流木対策を兼ねた流木捕捉式治山ダムの設置が不可欠でしょう。1次谷下部や2次谷内<sup>きょうじん</sup>で溪床勾配が緩やかになり、古い土石流堆積物が見られるような地区では、強靱な根系を持つ大径木が横侵食を阻止している例が多く見られ、溪岸付近の森林の密度管理によって、こうした健全な大径木を育てる森林管理も重要です。

なお、前述の「中間取りまとめ」では、流木化しやすい立木の伐採、倒木の除去を<sup>うた</sup>謳っていますが、その中にもあるように、溪流生態系への配慮の面から過度の伐採・除去は感心しません。その理由は、激甚な流木災害が起こるような場合ではあまり効

果がなく、小規模な流木は今後下流で設置が進む流木捕捉施設等で捕捉可能になると思われるからです。

### (3)「堆積区域」での対策

さらに下流の堆積区域では、土石流が氾濫した場合の停止促進を目的とした緩衝林を育成するために、密度管理によって立木の肥大成長を促す森林管理が重要です。溪流部では、溪流の安定化のための治山ダムや再侵食防止のための床固工（堤高の低い治山ダム）のほか、流木捕捉工（流木捕捉式治山ダム）の設置が不可欠です。流下区域下部から堆積区域に至る河畔はスギ人工林の適地でもあるため、河岸近傍は禁伐にして強靱な大径木を育成するにしても、その後方は製材可能な程度の大径木生産林（非皆伐）とするのが現実的だと私は思っています。そのような森林は災害緩衝林として十分有効であると思うからです。

なお、これまで述べてきた森林管理は「災害に強い森づくり」と呼ばれるものですが、それは長い時間を要する不断の森づくりになります。一方で、治山施設の設置は即効性があるため、豪雨災害のさらなる激化が予測されるなかでは、当面治山事業の促進が望まれます。

これに関連して林野庁は、2018年に「“平成30年7月豪雨を踏まえた治山対策検討チーム”中間取りまとめ」<sup>4)</sup>を公表しました。そこでは、<sup>かこうがん</sup>花崗岩系山地でのコアストーンを含む巨石や土石流への治山施設による対策や<sup>ぜいじゃく</sup>脆弱な地質地帯における森林管理による山腹崩壊等防止対策を打ち出しています。これは、治山事業執行の際には斜面系や流路勾配による区域区分のほか、事業地の地質条件も考慮する必要があることを示しています。

## ●ソフト対策の重要性—不可決な警戒・避難対策

ところで、2018年には震度7を記録した北海道胆振東部地震により、未曾有の地震型表層崩壊が発生しました。流木災害を引き起こした先の九州北部豪雨による表層崩壊の発生時にも見られたように、これらの表層崩壊の大部分は樹木の根系が及ぶ範囲より深い部分でせん断破壊が生じたもので、2011年の東日本大震災の際の巨大津波で海岸林が壊滅的被害を受けた場合と同様に、森林の災害防止機能には限界があることを明確に示したと言えます。すなわち、豪雨災害から人を守るためには治山施設の設置や災害に強い森づくりによる防災・減災対策だけでなく、警戒・避難対策と呼ばれるソフト対策が不可欠なことが自明だということです。前述の2018年の「中間取りまとめ」でもソフト対策を重視しています。

そこで、管内に山地地域を持つ地方公共団体等では、まず、対象山地の地形、地質、森林の状態等を精査して危険地を抽出し、治山施設等、防災・減災のためのハード対策を計画・実施するほか、その限界を知ってソフト対策を企画し、事前に実施し得る備えを整備し、災害発生の恐れがあるときは実行に移す必要があります。

ソフト対策では事前対策として、①抽出した危険箇所を中心とした山地・森林の状

況や既設の防災施設の定期的な点検，②危険箇所の地域住民等への周知，③避難場所・避難施設及び避難路の整備，④定期的な避難訓練や危険な兆候の見分け方の講習会開催などが考えられます。また，災害発生の恐れが高まったときには，危険箇所の緊急点検や土石流センサー・伸縮計等の設置などのほか，いわゆる，⑤「タイムライン」\* に沿った事前活動，特に気象情報や災害危険リスクの地域住民への周知，早めの非難の呼びかけが重要です。事前に「タイムライン」が整備されていれば，これらの対策は比較的スムーズに実施できるでしょう。不幸にして災害が発生した場合やその後の対応，復旧に至るプロセスでもタイムラインは極めて重要な役割を演じると思います。

また，警戒・避難対策では地域住民等との連携のほか，関係機関や地域の団体・企業等との連携も重要です。豪雨災害から人々を守るためには地域ぐるみで取り組むことが不可欠です。

## ●林業被害の軽減対策

最後に，林業への被害はどのように回避したらよいのでしょうか。今後も豪雨災害は頻発するでしょう。したがって，林業生産のためにも災害に強い森づくりと治山施設の強化は不可欠です。しかし，それでも極端な豪雨の場合は表層崩壊や土石流によって林木も被災します。この場合，筆者は森林保険の積極的利用を提唱しています。これまでの森林保険は幼齢期の林木の被害（事故）の補償や森林火災による林木の焼失の補償を念頭に制度設計がなされていたようですが，豪雨等による壮齢林の被害の補償をより重視する方向へ制度を改正し，今後の激甚災害に備える必要があるのではないのでしょうか。

水と太陽に恵まれた日本は循環利用する木材生産の適地です。一方で，プレートの沈み込み地帯かつモンスーン地域に成立した日本列島は自然災害の常襲地域でもあります。しかし，急峻な山地の土地利用として林業に勝るものはありません。しかも，木材は持続可能な社会において最も有用な資源です。私たちは，これからも森林の多面的機能の発揮に配慮した木材生産を推進し，林業を振興させるべきです。それは，たとえ激甚災害で一時的に被害を受けても，変わることはない森林管理の基本であると考えます。 [完]

\*タイムライン：ここでは，災害の発生を前提に，防災関係機関が連携して災害時に発生する状況を予め想定し共有したうえで，「いつ」，「誰が」，「何をするか」に着目して，防災行動とその実施主体を時系列で整理した計画のこと。防災行動計画ともいう。

### 《参考文献》

- 1) 太田猛彦. 森林飽和一国土の変貌を考える (NHK ブックス No.1193). NHK 出版, 2012, 254p.
- 2) 林野庁. 九州北部豪雨災害を踏まえた“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. 2017.
- 3) 太田猛彦. 「流木災害」と森林管理. 水利科学. 2019, No.365, 62 (2) : 70-83.  
※原文は (一社)日本治山治水協会発行「治山林道広報」2017 年 12 月号)。なお，水利科学 No.365 の特集「平成 29 年 7 月九州北部豪雨と流木災害」には本報のほか 4 編の報告が掲載されており，豪雨災害・流木災害を理解する際の参考になると思います。
- 4) 林野庁. “平成 30 年 7 月豪雨を踏まえた治山対策検討チーム”中間取りまとめ. 2018.





偶数月連載

森と木の技術と文化

## 地下足袋

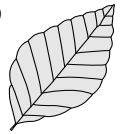
森と木の技術と文化研究所

〒048-0144 北海道寿都郡黒松内町東川167-2

Tel 0136-73-2822 携帯 080-1245-4019

E-mail: kikoride55@yahoo.co.jp

内田健一



昨年10月、広島で開催されたフォレストマネージャー研修で、京都府日吉町森林組合の湯浅 勲さんと再会した。湯浅さんは組合の改革と、森の路網整備を実践、山中をくまなく歩き回る達人だ。夕食を一緒にしながら話を聞いていると、人の身体の仕組みに関する面白い情報を、新たに入手したらしい。

湯浅さんは、身体や心の機能に興味を持っておられ、合気道を習うなど、各種の修行を実践している。今回も、「内田さん、あまり酔ってないなら、ちょっと試してみますか」とホテルのロビーで実験してくれた。まず、私が普通に片足立ちした状態で、横から軽く押されると、当然、よろっとバランスを崩してしまう。次に、靴の中で足先を「鳥が枝に止まるような感じで」キュッと縮める。その状態で同様に押すと、先ほどよりもずっと横の力に耐えられる。その違いは明確だ。

情報の出所は予想どおり、古武術研究家の甲野善紀さんだそう。この機能は、「人類が昔、森で樹上生活をしていたときの名残では」という話だ。「うーむ、こりゃ面白い」と思いながら、実は私は、まったく別のことを考えていた。そう、この話は「地下足袋の優れた特徴」に通じる話なのではないかと。

トレッキングブーツを愛用し、チェーンソーブーツの開発にも協力している湯浅さんには、誠に申し訳ないのだが、私は、無雪期の日本の森で働くなら、その機能性と快適性において、最強の履き物は「地下足袋」なのではないかと思っている。もちろん、好き嫌いの問題はあるが、あの気持ちよさは素晴らしい。

地下足袋は、斜面において優れたグリップ性能を発揮するが、それは柔軟な靴底（＋スパイク）と、親指とそれ以外の指が別々に動かせることによる、単に物理的な特徴だと思っていた。しかし、足袋には、身体のバランスを保持する隠れた機能がありそうで、それは、下駄や草履など、「鼻緒」を持つ履き物に共通する可能性が高い。そこで早速、地下足袋やビーチサンダルで片足立ちし、妻に横から押してもらおう。すると予想どおり、靴よりも身体が安定して倒れにくい。



▲オーストリア、ナスバルト村で働く、木こりの親子  
地域の伝統的な文化に強い愛着と誇りを持って、楽しく暮らす山村の人々に、私は強い感銘を受けた。  
2004年撮影、詳細は拙著「森づくりの明暗」参照。

そういえば、下駄や草履を履いている人は、たいてい、背筋がずっと伸びていて姿勢がよい。例えば、私の大好きな映画「男はつらいよ」シリーズで渥美 清が演じる車寅次郎は、いつも洋服に雪駄履き。スクリーンの中で歩く姿は、妙に背筋が伸びていて、爽やかだ。あの姿勢は、雪駄の影響も、ありそうなのだ。

さて、森で履くと、素晴らしい機能と快適性を持つ地下足袋だが、近年、愛用者が減っている。チェーンソーに対する防御が甘いという指摘は理解できるが、調査や測量のみの技術者にも愛用者は少ない。なぜかネガティブな情報が先行していると、私は思う。

そこで、まだ未体験の若い技術者や作業者は、是非、地下足袋を履いてみてほしい。私は普通の靴下で履いているが、これがまた快適なのだ。毎日履くと、足の裏の皮が丈夫になって、とても楽しい。メーカーも、既に指先防護鉄入りは普通なのだから、是非、防刃繊維入りも販売して、ブーツに対抗してほしい。

一度、雰囲気ができあがると、伝統的な文化に由来する衣食住でも、あっという間に捨て去ってしまうのが日本人の悪い癖だ。森で働く我々は、もっと、自国の文化に思いを巡らせるべきだと、私は思う。

(うちだ けんいち)

# 土砂流出防止機能を高める 森林づくりに向けて

## 山瀬敬太郎

兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター 主席研究員兼部長  
〒671-2515 兵庫県宍粟市山崎町五十波 430  
Tel 0790-62-2118 Fax 0790-62-9390 E-mail: Keitarou\_Yamase@pref.hyogo.lg.jp



### 近年の豪雨災害に対する森林整備の議論

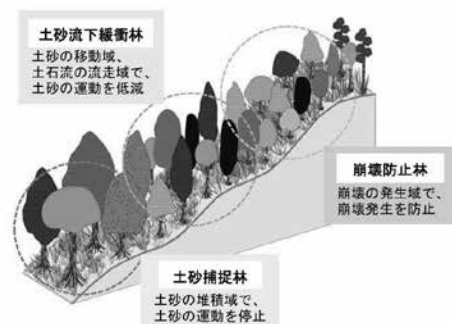
筆者も委員を務めた「土砂流出防止のための森林施業方法に関する委員会（委員長：信州大学北原 曜 教授（当時）」では、『土砂流出防止機能の高い森林づくり指針（林野庁森林整備部，平成 27 年 3 月）』を作成しました。この指針では，土砂流出防止機能の高い森林の形態や，そのために必要な施業を明らかにし，森林整備の目標設定や森林の施業対象エリア（及び機能区分）ごとの具体的な施業方法と方向性を示しています。

施業対象エリアは，表層崩壊によって流出が予想される土砂の移動範囲を，崩壊発生域（現在は，「発生区域」と定義。以下同様），土砂移動域（流下区域），土砂堆積域（堆積区域）の 3 つのエリアに区分し，発揮させるべき機能をそれぞれ崩壊防止，土砂流下緩衝，土砂捕捉として示しています（図①，表①）。

この指針では，土砂流出防止機能の高い森林づくりを実施する場合の標準的な施業モデルを作成しており，スギ・ヒノキの林齢 100 年までの立木密度（樹間距離）と樹高，胸高直径，収量比数とともに，樹木根による崩壊防止力（ $\Delta C$ ・単位は  $\text{kN/m}^2$ ）の推移を提示しているのが特徴です。また，樹間距離と胸高直径から算出する  $\Delta C$  の考え方は，『流木災害対策の必要な森林を抽出する手法手引書（案）（林野庁，平成 28 年 3 月）』において，航空レーザ測量から樹間距離と胸高直径を推定し，森林の土砂崩壊防止機能の判定方法が提示されており，「山地災害危険地区調査要領（林野庁，平成 28 年 7 月）」では，齢級に応じた  $\Delta C$  が山地災害危険地区の判定に活用されています。さらに，立木周辺の  $\Delta C$  分布について，森林施業による時系列変化が予測可能であることが報告されています<sup>8)</sup>。

### 兵庫県における「災害に強い森づくり」

兵庫県では平成 18 年から「災害に強い森づくり」を実施しており，森林の施業対象エリア（機能区分）に対応した森林整備を実施しています。緊急防災林整備（斜面对策）では，土砂移動域の土砂流下緩衝機能



▲図① 施業対象エリアの機能区分

出典：『土砂流出防止機能の高い森林づくり指針』を一部改変

▼表① 森林の施業対象エリア（及び機能区分）ごとの具体的な施業方法と方向性

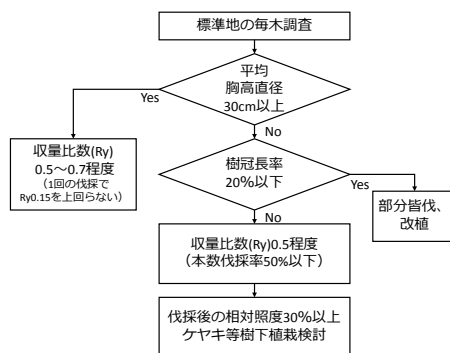
区分	崩壊防止林（崩壊発生域）	土砂流下緩衝林（土砂移動域）	土砂捕捉林（土砂堆積域）
特徴	崩壊発生の防止が図られる森林	斜面上部からの崩壊土砂や落石を受け止め、斜面下部への流下エネルギーを低減し、土砂災害の被害を拡大させない森林	斜面上部からの崩壊土砂や落石を受け止め、土砂災害の被害をさらに下流の保全対象エリアに拡大させない森林
目的	樹木根系ネットワークの発達と地表面の侵食を防止	樹幹支持力が大きい、すなわち、大きな幹直径で根系の発達した樹木で構成され、地表面が下層植生や落葉・落枝で覆われている森林に誘導	土砂流下緩衝林と同様に、樹幹支持力の大きな森林に誘導
施業方法	①適正な立木間隔を達成するための間伐の実施 ②間伐木は筋工利用して表面侵食の防止 ③まばらな林分は目標林型に応じた樹種の補植や天然更新補助作業の実施	①適切な間伐の実施 ②その間伐木は林外に搬出あるいは筋工に利用 ③今後の生育が期待できない森林は、強度間伐や更新伐を実施して健全な森林への転換を促進	①適切な間伐の実施 ②今後の生育が期待できない森林は、強度間伐や更新伐を実施して健全な森林への転換を促進

出典：『土砂流出防止機能の高い森林づくり指針』より作成



▲写真① 間伐木を利用した筋工

写真提供：兵庫県農政環境部豊かな森づくり課



▲図② 土砂堆積域での施業方法の選択フロー

出典：参考文献 12)

を高める必要のあるスギ・ヒノキ人工林において、間伐を実施するとともに、表土流出を抑制するための間伐木を利用した筋工を設置しており（写真①）、その効果を検証し公表しています<sup>13)</sup>。また、平成21年8月豪雨により、兵庫県南西部・中北部で多発した流木被害を踏まえ、緊急防災林整備（渓流対策）では、スギ・ヒノキ人工林が大半を占める山地災害危険渓流域の森林において、流木・土石流による被害を軽減するため、土砂堆積域の森林を対象に、間伐による大径木化あるいは更新伐による広葉樹種への転換を選択する際のフローを作成し、森林整備を実施しています（図②）<sup>12)</sup>。さらに、平成26年8月豪雨により、六甲山系の花崗岩地帯で基岩の風化が進んだ急斜面や、松枯れ跡地で成長の悪い過密林分の急斜面において崩壊が多発しました。このことを踏まえ、都市山防災林整備では、下流の人命・住家等に被害を及ぼす危険性が高い崩壊発生域及び土砂移動域の森林を対象に、間伐木による筋工設置とともに、根系成長に伴うネットワークの発達と樹幹支持力の向上を目的に、特に広葉樹林を対象に間伐を実施しています（写真②）。これらの森林整備による検証内容は、『第1期災害に強い森づくり事業検証報告書2010（平成22年6月）』、『第2期災害に強い森づくり事業検証報告書2015（平成28年3月）』等で公表しているところです。

また、兵庫県以外にも、岡山県の『21世紀おかやまの新しい森育成指針～災害に強い森林づくり～（平成17年3月）』や、長野県の『災害に強い森林づくり指針（平成20年



▲写真② 広葉樹林の間伐

1月)』、奈良県の『災害に強い森林づくり奈良県ガイドライン(平成28年3月)』、北海道の『風倒木被害のリスクを軽減する森林づくり(平成30年3月)』、大分県の『次世代の大分森林づくりビジョンH29改訂版(平成30年3月)』、三重県の『「災害に強い森林づくり」の評価のためのガイドライン(平成31年4月)』が作成されています。これらの指針やガイドラインにおける具体的な施業方法は、既存林分の間伐とその間伐木を利用した筋工設置、強度間伐や更新伐による樹種転換に集約することができ、土砂流出防止機能を高めるための森林づくりが実施されています。

## 残された技術的課題

土砂流出防止機能を高めるための森林整備に関する議論は、国や都道府県、市町村で委員会等を設置し、現在も継続して行われています\*。こうした委員会に携わるなかで、筆者が感じている残された技術的課題は、樹木根による崩壊防止力(あるいは樹幹支持力)の評価方法と、崩壊防止力を高めるための更新伐等による樹種転換の方法です。後者の施業方法に関わる課題については他稿に譲るとして、ここでは前者の課題を取り上げます。

崩壊防止力の評価については、今井ほか(2009)<sup>5)</sup>は、根系分布と、根直径×引き抜き抵抗力との関係式を用いて、樹木根による崩壊防止力 $\Delta C$ を算出しており、間伐・無間伐林分で $\Delta C$ に差が見られたことから、間伐は崩壊防止力を高めると結論付けています。また、伴ほか(2010)<sup>2)</sup>は、崩壊防止力が最弱とされる立木間中央部で、林齢及び立木密度が異なる根系分布と根直径を時系列で比較することで、間伐を行うと出現する根系が全体的に太くなり、崩壊防止力が上昇傾向にあることを示しています。これらの結果を踏まえて、北原(2010)<sup>7)</sup>は、間伐など森林整備によって崩壊防止力を高めることは可能であり、特に適期の間伐は太い根系を増やすことから、崩壊防止力を高めるために有効であるとし、こうした論拠をもとに、前述の指針やガイドラインが作成されています。

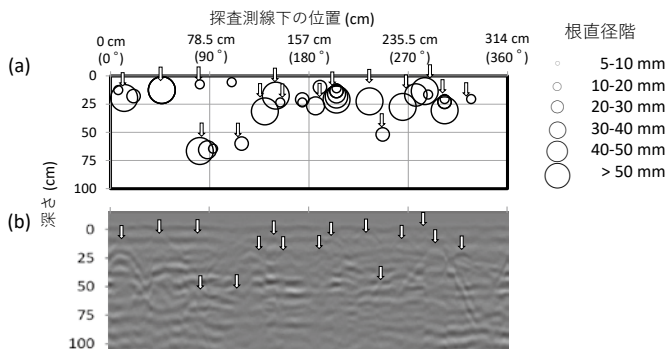
一方、阿部ほか(2004)<sup>1)</sup>は、間伐後の腐朽に伴う樹木根の抵抗力低下・消失過程を組み込んだ崩壊防止力を経年的に評価する手法を提示しており、この手法を用いたシミュレーション結果から、間伐実施によって崩壊防止力が高まる訳ではないと推察していますが、この結果の信頼性を検証する手段はないとし、より多くの根系分布データに基づいた高精度の根系分布推定方法の開発が必要と述べています。また、従来の $\Delta C$ 算出に用いられたWuモデル(1979)<sup>15)</sup>はすべての根が一斉に切れて崩壊発生することを仮定し、引き抜き抵抗力の合計値で崩壊防止力を推定していますが、近年これは過大評価であることが指摘され<sup>10)</sup>、根は弱いものから順に切れるという新たなRBM(Root Bundle Model)モデルがSchwarzほか(2013)<sup>11)</sup>によって提案されています。また、引き抜き時の根の変位量と引き抜き角度を考慮した崩壊防止力は、従来の方法と比較して29～58%であったことから、掛谷ほか(2018)<sup>6)</sup>は、崩壊時に表層土が崩れる範囲は薄いすべり面ではなく、土層全体が歪んで崩れることを考慮すべきであると指摘しており、これらの地下部で起こっているメカニズムを考慮した崩壊防止力の評価が必要です。

## 今後の展開

北原(2010)<sup>7)</sup>も指摘しているとおり、崩壊防止力を正しく評価し、この防止力を高め

\*筆者が携わる委員会だけでも、林野庁治山課の「森林整備が表層崩壊防止に及ぼす効果等に関する検討委員会(委員長: 日本大学阿部和時教授)」、兵庫県の「第3期災害に強い森づくり事業検証委員会(同: 兵庫県立大学服部 保名誉教授)」。





▲図③ スギ林の根系分布 (a) と地中レーダ画像 (b)  
矢印はレーダによって検出された根を示す。  
出典：参考文献 14)

る施業手法の確立には、今後も地道な調査研究が必要と言えそうです。従来、十分な崩壊防止力評価がされてこなかった一因は、崩壊防止力に寄与する樹木根調査は破壊的な掘り取り調査が主流であり、多大な時間を要するためです。また、根の変位置や引き抜き角度を考慮するためには、根系構造の全体を把握するといった調査も必要となります。

筆者は名古屋大学平野恭弘准教授と共同で、地中レーダを活用し、樹木根の非破壊的検出に取り組んでいます<sup>3), 4), 14)</sup> (写真③)。また、レーダ探査による樹木根の非破壊検出から (図③)、根直径とその分布を推定し<sup>14)</sup>、さらに、レーダ探査で検出された根の点情報を用いて根系構造全体の構築にも取り組んでいます<sup>9)</sup>。これらの手法については未だ精度を高めている段階ですが、航空レーザ測量や従来の掘り取り調査と組み合わせることによって、高精度の崩壊防止力の評価と、同一林分あるいは同一個体の森林整備に伴う崩壊防止力の経年変化を把握でき、さらに斜面の崩壊防止力における樹木根の貢献度を知ることが可能になると考えています。

(やませ けいたろう)

#### 《参考文献》

- 1) 阿部和時ほか。間伐が森林の持つ表層崩壊防止機能に及ぼす評価手法の開発。日本地すべり学会誌。2004, 41 (3): 225-235.
- 2) 伴 博史ほか。カラマツ根系に及ぼす間伐の影響。中部森林研究。2010, 58: 179-182.
- 3) 平野恭弘ほか。減災の観点から樹木根系を非破壊的に推定する地中レーダ法の現状と課題。日本緑化工学会誌。2015, 41 (2): 319-325.
- 4) 平野恭弘。地中レーダを用いた樹木根の非破壊検出と根系構造推定。システム制御情報学会誌。2018, 62 (12): 502-507.
- 5) 今井裕太郎ほか。ヒノキ根系の崩壊防止力に及ぼす間伐の影響。中部森林研究。2009, 57: 175-178.
- 6) 掛谷亮ほか。樹木の根の引き抜き抵抗力による表層崩壊防止機能の評価方法に関する研究。砂防学会誌。2018, 71 (3): 3-11.
- 7) 北原 曜。森林根系の崩壊防止機能。水利科学。2010, 311: 11-37.
- 8) 北原 曜ほか。多様な森林における根系の崩壊防止力分布。地形。2016, 37 (4): 455-463.
- 9) Ohashi, M. et al. Reconstruction of root system in *Cryptomeria japonica* using root point coordinates and diameters. *Planta*. 2019, 249 (2): 445-455.
- 10) Pollen, N. & Simon, A. Estimating the mechanical effects of riparian vegetation on stream bank stability using a fiber bundle model. *Water Resources. Research*. 2005, 41, W07025. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2004WR003801>
- 11) Schwarz, M. et al. Modeling root reinforcement using a root failure Weibull survival function. *Hydrol. Earth Syst. Sci*. 2013, 17: 4367-4377.
- 12) 藤堂千景ほか。「災害に強い森づくり」に向けた森林整備について。砂防学会誌。2014, 67 (2): 36-41.
- 13) 山瀬敬太郎ほか。間伐木を利用した筋工による森林表土の流失抑制。日本緑化工学会誌。2010, 36 (1): 9-14.
- 14) Yamase, K. et al. Ground-penetrating radar estimates of tree root diameter and distribution under field conditions. *Trees*. 2018, 32: 1657-1668.
- 15) Wu, T. H. et al. Strength of tree roots and landslides on Prince of Wales Island, Alaska. *Can. Geoth. J.* 1979, 16 (1): 19-33.

「六甲山系斜面強化対策委員会 (同：神戸大学沖村 孝名誉教授)」、神戸市の「六甲山森林整備戦略」森林整備に関する研究会 (同：兵庫県立大学服部 保名誉教授)」があります。



# 流木捕捉効果が高い 治山施設の構造と配置

## 石川芳治



東京農工大学名誉教授／アジア航測株式会社国土保全コンサルタント 事業部総括技師長\*

\* 〒 215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺 1-2-2 新百合 21 ビル 2F  
Tel 080-9527-3166 Fax 044-965-0032 E-mail : yhr.ishikawa@ajiko.co.jp

### はじめに

最近、これまで経験したことのないような、まれな豪雨による大規模な土石流・流木災害が頻発するようになってきています。例えば、平成 25 (2013) 年の台風 26 号に伴う豪雨による伊豆大島<sup>おおきなざわ</sup>大金沢における大規模な土石流・流木災害、平成 26 (2014) 年 8 月の集中豪雨による広島市での土石流・山腹崩壊災害、平成 29 (2017) 年 7 月の「九州北部豪雨」による福岡県、大分県における土石流・流木災害、平成 30 (2018) 年 7 月の豪雨による西日本および中部地方の広い範囲にわたった山腹崩壊・土石流災害により甚大な被害が発生しました。今後、地球温暖化の影響により極端な気象現象が増加し、このような豪雨災害は増加することが予想されており、大規模な土石流・流木による災害への対策がますます重要な課題となってきています。

林野庁は平成 29 年の「九州北部豪雨」災害を踏まえた「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<sup>1)</sup> および「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<sup>2)</sup> において、山腹崩壊等に起因した土砂や流木の流出による災害対策として、流木捕捉式治山ダムの設置をはじめとする対策を計画し実施しています。ここではスリット型（透過型）構造物等について、実際の流木・土砂の捕捉事例をもとに、流木捕捉効果が高い構造や配置について紹介します。

### スリット型（透過型）構造物による流木捕捉事例

スリット型（透過型）構造物は、不透過型構造物に比べて流木捕捉効果が高いとされています。スリット型構造物は材料により、大きくは「鋼製」と「コンクリート製」に分けられます。「鋼製」はさらに、「鋼管フレームタイプ」と「ワイヤーネットタイプ」に分けられます。これまで流木対策には主として「鋼管フレームタイプ」が用いられてきています。水理模型実験結果ならびに実態調査から、スリット間隔は最大流木長の 1/3 ～ 1/2 未満であれば捕捉効果が高くなります<sup>3), 4)</sup>。なお、流木は、渓床勾配が急な、いわゆる「土石流区間（上流側）」では土石流とともに土砂礫<sup>どしゃれき</sup>と混じって流下してくる場合が多く、一方、渓床勾配が緩い、いわゆる「掃流区間（下流側）」では、洪水の水面付近を浮きながら流れてくる場合が多いと考えられています。



▲写真① 鋼製スリット型構造物による流木・土砂の捕捉（福岡県久留米市，冷水川，1995年5月）



▲写真② 鋼製スリット型構造物による流木・土砂の捕捉（大分県，熊戸川，1992年）



▲写真③ 鋼製スリット型構造物による流木・土砂の捕捉（福岡県うきは市，持木川，1995年5月）



▲写真④ 部分スリット型構造物による流木捕捉（広島県，荒谷川，1999年6月）

### (1) 鋼管フレームタイプのスリット型構造物による流木捕捉事例

写真①は、高さの高い鋼製のスリット型構造物による流木の捕捉事例です。土石流区間に設置されているため、流下してきたほぼ全量の土砂と流木が捕捉されており、下流の災害防止に効果を発揮しました。

写真②は高さの低い鋼製のスリット型構造物による捕捉事例です。土石流区間に設置されているため、流木とともに多量の土砂礫が捕捉されています。また、スリット部が土砂と流木により閉塞されることによって、土石流と流木の一部はスリット部を越流して下流に流下しています。

写真③は高さの低い鋼製スリット型構造物による捕捉事例です。掃流区間に設置されているため、土砂の多くはスリット部を通過していますが、流木の多くは捕捉されています。このように、設置される場所や施設の大きさにより流木の捕捉効果は変化します。

### (2) 部分スリット型構造物による流木捕捉事例

写真④は、部分スリット型構造物による流木捕捉の例です。土石流区間に設置されているため、多量な土砂礫とともに流木も捕捉しています。流木のかなりの部分はスリット部を越流して下流に流下しています。部分スリット型構造物は、土砂礫（土石流）の捕捉が主目的で、流木の捕捉は副次的な機能となります。

### (3) 堆砂地内に設置された鋼製スリット型構造物による流木捕捉事例

次頁写真⑤は、満砂した堰堤の堆砂地内に設置された鋼製スリット型構造物の土石流・流木発生後の状況です。大規模な土石流・流木が流下したために、多くはスリット部を越流して下流に流下しています。



▲写真⑤ 堆砂地内に設置された鋼製スリット型構造物  
(福岡県, 赤谷川左支川汐入川, 2017 年 7 月)



▲写真⑥ 副ダムに設置された鋼製スリット型構造物  
による流木捕捉 (熊本県阿蘇市, 2012 年 7 月)

#### (4) 副ダムに設置された鋼製スリット型構造物による流木捕捉事例

写真⑥は、副ダムに設置されたスリット型構造物による流木の捕捉事例です。流木の捕捉形態から、一時的に多量の流木がスリット型構造物により捕捉されていましたが、その後の土石流の流下で左岸側の流木捕捉部が流出したと推測されます。なお、不透過型（遮水型）の主ダムによる流木捕捉量はわずかでした。



▲写真⑦ コンクリートスリット型堰堤による流木捕捉  
(長野県飯山市, 2017 年 5 月)

#### (5) コンクリートスリット型堰堤による流木捕捉事例

写真⑦は、コンクリートスリット型堰堤による流木の捕捉事例です。土石流区間に設置されているため、土石流の捕捉を主目的に設置されたものと考えられますが、スリット部を含めて土砂とともに多量の流木を捕捉しています。堰堤はほぼ満砂していて、流木は水通し部にぎりぎりの状態で止まっており、流下してきたほぼ全量が堰堤により捕捉されました<sup>5)</sup>。

### 不透過型（遮水型）コンクリートダムによる流木捕捉事例

不透過型（遮水型）ダムはスリット型（透過型）ダムに比べて、一般的には流木捕捉効果が小さいと考えられています。しかしながら、平成 29 年の「九州北部豪雨」災害の際には、福岡県朝倉市あさくらを流れる妙見川みょうけんがわにおいて、写真⑧に示すように不透過型コンクリート砂防堰堤により多量の流木が捕捉され、話題になりました。

このように多量の流木が捕捉された理由としては、この堰堤が、災害前は未満砂で、多量の土砂、流木が流下しても、①堰堤は満砂しなかったこと（写真⑨）、②水通しの幅が流木の長さに対して狭かったこと、③水通しと袖部を含めた長さが約 70m と長かったことがあげられます。すなわち、水通し部および袖部に捕捉された流木群は、土砂により閉塞されておらず、土砂と分離した洪水は流木の間を流下できたために、大きな流体力が作用せず、流木は水通し部に引っかかったままだったと考えられます。この堰堤の約 300m 上流に同じような規模の不透過型堰堤がありましたが、その堰堤では流木はほとんど捕捉されていませんでした。不透過型堰堤による多量の流木の捕捉事例は、いままでもいくつか報告されています。しかしながら、このような事例は不透過型堰堤の全体の数からすれば極めてまれな現象で、上記のような特殊な条件が満たされたときにのみ起こると考えたいほうが安全です。





▲写真⑧ 不透過型コンクリート砂防堰堤による流木捕捉状況（福岡県朝倉市，妙見川，2017年7月）



▲写真⑨ 捕捉された流木の除去後の状況，満砂していない（福岡県朝倉市，妙見川，2017年12月）

## 流木捕捉効果の高い構造物の構造と設置位置

これまでに紹介したスリット型構造物による流木・土砂の捕捉実態から，流木捕捉効果（流木捕捉率）が高い構造と設置位置は次のようになります。

- ① 流下してくる流木・土砂の全量を捕捉できるような規模を持つスリット型構造物。このような規模の大きな構造物は放水路幅が狭ければ不透過型でも流木捕捉効果が高い。
- ② スリット間隔が最大流木長の  $1/3 \sim 1/2$  未満である構造物
- ③ スリット間隔が狭すぎない構造物（スリット部が土砂礫で閉塞され難い構造物）
- ④ スリット部の面積（幅×高さ）が広い構造物（捕捉された流木が土砂等で閉塞され難い構造物）
- ⑤ スリット部の高さが土石流や洪水の流動深や水深以上ある構造物
- ⑥ 土石流区間よりも掃流区間に設置された構造物

以上より，高さの低いスリット型構造物（スリット型ダム，流木止め柵）を設置する箇所としては，できるだけ，河幅が広く，河床勾配が緩い箇所（例えば扇状地内や合流点）が良いと考えられます。

## おわりに

スリット型構造物はこれまで，主として土石流（土砂礫）を捕捉することを目的に設置されてきており，流木捕捉は副次的な機能と見なされてきた傾向があります。しかしながら今後は，流木の捕捉を主目的にした構造物（流木捕捉式治山ダムなど）と，土石流の捕捉を主目的にした構造物（従来のスリット型治山ダム）を分けて設置することも必要と考えます。また，スリット型構造物は，平常時は堆砂域が空の状態のときに流木・土砂の捕捉機能を発揮できるため，スリット部が流木等で閉塞された場合には速やかに除去する必要がある，そのための点検や維持管理が重要となります。（いしかわ よしはる）

### 《参考文献》

- 1) 林野庁，「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，2017.  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/tisan/attach/pdf/171102-1.pdf>
- 2) 林野庁，「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，2018.  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/saigai/joho/attach/pdf/30saigainishinihon-23.pdf>
- 3) 石川芳治，水山高久，福澤 誠，土石流に伴う流木の発生及び流下機構，新砂防，1989，42（3）：4-10.
- 4) 石川芳治，水山高久，福澤 誠，砂防ダムおよび流木止スクリーンによる流木捕捉効果，土木技術資料，1989，31（9）：11-17.
- 5) 平松晋也ほか，平成29年5月長野県飯山市井出川流域で発生した大規模崩壊と土石流，砂防学会誌，2017，70（3）：41-50.

# 耶馬溪町で起きた 山地災害の原因と対策

下川悦郎

鹿児島大学名誉教授

〒 899-2503 鹿児島県日置市伊集院町妙円寺 1-59-9

Tel 099-273-1829 E-mail : k1748200@kadai.jp



## 雨も降っていないのに発生

2018年に起きた耶馬溪町<sup>やばけいまち</sup>の斜面災害から1年余りが経過した。この災害は4月11日未明（午前3時40分～4時ごろ）、大分県中津市耶馬溪町金吉地区<sup>かなよし</sup>で発生した大規模な斜面崩壊によるもので、斜面下の住家4棟が全壊し住民6人が犠牲になった（写真①）。

災害前2週間の積算雨量はわずか6mmである。3月の月間雨量179mmは同月の平均降水量より多いが（124%）、崩壊を誘発するような雨量ではない。地震が起きたわけではなく、直接的な誘因は見当たらない。なぜ、斜面災害が発生したのか。ここでは、耶馬溪町で発生した崩壊のメカニズムや原因について解説するとともに、こうした斜面災害を防止・軽減するための方策について考える。

筆者は当初林野庁の緊急調査チーム、引き続いて大分県が設置した耶馬溪町金吉地区山地崩壊原因究明等検討委員会の一員として、災害の原因究明と対策の検討に当たる機会をいただいた。本稿の内容は、そうした委員会等を通じての現地調査や検討によるところが大きい。ここに記して謝意を表する次第である。

## 耶馬溪町斜面崩壊の背景と原因

崩壊の背景となった斜面の地質・地形の概要は、次のとおりである。地質は、約300万年前の新期宇佐火山岩類（以下「凝灰角礫岩」という、熱水等の作用で変質<sup>1)</sup>）を覆って、水成堆積層（シルト層や細砂層、円礫層）と、約100万年前の耶馬溪火砕流堆積物（以下「溶結凝灰岩」という、水成堆積層との境界付近は非溶結）が水平ないし台地側にわずかに傾斜して成層している。崩壊が発生した斜面は、いわゆる火砕流台地の縁辺部に当たる。急崖（傾斜50度以上）を成す上部（溶結凝灰岩）と、比較的緩傾斜（20～25度）の中部（凝灰角礫岩を崩積土等が分厚く覆う）、急傾斜（35度以上）の下部（凝灰角礫岩）の三つの部位に分けられる。下部斜面の中央部分は凹状（谷）地形を成しており、地下水が湧出している。湧水は雨がなくなるとも<sup>か</sup>涸れることがなく、斜面内には豊富な地下水が存在することを示唆している。

崩壊は中部斜面で起こった。過去の崩壊地形（すり鉢状の<sup>くぼ</sup>凹み）を山盛り状に埋積した崩積土（溶結凝灰岩由来の巨礫層）等が、その下位を占める凝灰角礫岩との境界面付近（境

1) 地殻中に存在する高温の水または水溶液（熱水）により、岩石が変質し新しい鉱物が生じたりする。





◀写真①

大分県中津市耶馬溪町で発生した山地災害

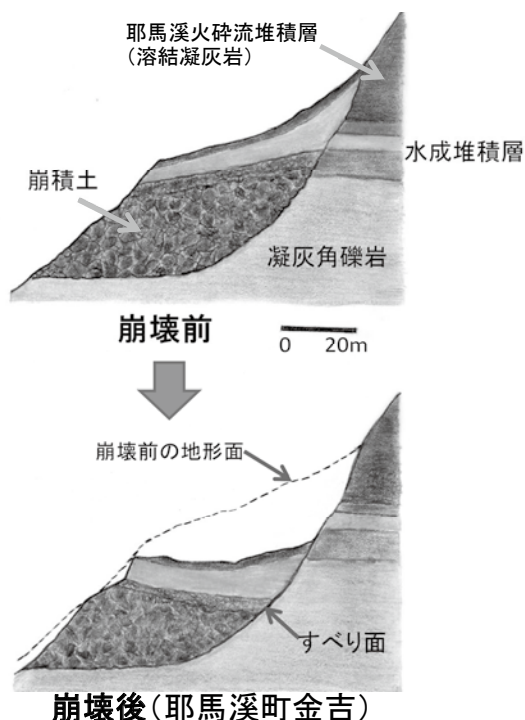
界面直下の変質凝灰角礫岩内)ですべったものである(図①)。滑落崖(高さ約30m)は過去の大規模崩壊によってできたもので、滑らかな表面を持つ水成堆積層(シルト層や細砂層, 円礫層)が露出している。今回の崩壊は過去の崩壊地形をなぞるような形で起きている。すべり面までの深度は最大約35mである。崩壊形態としては, 地すべり, または, 地すべりに近い現象とみなしてよい。移動土塊の体積は約13万 $\text{m}^3$ , 斜面方向の移動量は約30mである。移動土塊の一部(8万 $\text{m}^3$ )は不安定な状態で中部斜面に留まっている(図①)。残り(5万 $\text{m}^3$ 程度)は急傾斜の下部斜面に堆積(約1万 $\text{m}^3$ )する一方, さらに移動して先端は河岸(金吉川左岸)まで達した。この土塊の移動過程で災害が発生した。

崩壊の主な要因として, 地質(土質)と地下水の二つが挙げられる。現地調査によると, 斜面の基盤を成す凝灰角礫岩は熱水作用を受け変質している。岩を構成する火

山灰や軽石, 火山礫はそれらの構造をわずかに残しているが, 上面に近いところは指で潰せるまでに風化が進み粘土化している。同じ斜面で崩壊が繰り返されていることから, 地盤は熱水や地下水の作用で少しずつ劣化(風化)が進み, 地質(土質)的に崩壊が起こりやすい条件を備えていたと考えてよい。現地から採取したサンプルの土質試験(鉱物・化学分析試験, スレーキング試験およびせん断試験)の結果も, そのことを裏付けている。

もう一つの要因は地下水である。現地でのヒヤリングによると, 暗闇の中で崩壊に伴って斜面から多量の水が流れる(噴き出る)音を住民が聞いている。下部斜面の凹状(谷)部からの湧水は常時確認されることから, 地盤内には災害後も引き続き地下水が供給され, 中部斜面内部(すり鉢状の崩壊地形)に貯留されていると考えてよい。そのため, 移動土塊の一部を残した中部斜面は, 応急対策としてのボーリング<sup>あんきょ</sup>暗渠工を設置するまで不安定な状況にあった。

斜面が豊かな地下水を<sup>た</sup>湿える理由は何か。それは, 火砕流台地の地質構成にあると考え



▲図① 耶馬溪町で発生した斜面崩壊の仕組み  
(大分県 2018 を改変)

ている。溶結凝灰岩は柱状節理<sup>2)</sup>が発達し、台地上に降った雨水は容易に地下に導かれる(鉛直方向の移動)。反対に水成堆積層(特にシルト層)と凝灰角礫岩は水を通しにくい。こうした地層の境界が地下水の水平方向の移動に関与している可能性がある。

災害直後の現地調査によると、滑落崖を構成する地層境界面等(溶結凝灰岩と水成堆積層、水成堆積層内)から地下水の湧出が確認されている。また、水質分析や年代測定、地下水検層結果によると、地下水は深層地下水の特徴を有し、降雨応答が悪く水位低下速度が非常に小さい。当該斜面内部では地下水位が高い状態で推移し、斜面の不安定な状況が恒常化していたと考えられる。しかし、いずれも崩壊の直接的(短期的)要因ではない。突発的に斜面の安定を妨げるような現象(例えば斜面内での局所的な地盤破壊や地下侵食の発生、それに伴う地下水脈の途絶、地下水位の上昇)が起きたとも考えられるが、憶測の域を出ない。災害発生から1年余りが経過した現在も崩壊の直接的な原因は特定されていない。

## 類似災害事例

耶馬溪町の災害は稀有な災害であり、類似事例はごく限られよう。ここで、二つの事例を紹介する。

その一つは、1977年6月24日に鹿児島市吉野町(竜ヶ水)で突然発生した土石流災害で、住民9人が犠牲になった。土石流は、始良カルデラ壁(最上部は火砕流台地)に刻まれた侵食谷の谷頭で起こった大規模な崩壊を起源としている。斜面は火砕流堆積物や水成堆積層、溶岩(玄武岩、安山岩)がほぼ水平に成層している。崩壊は、上位にある火砕流堆積物(吉野火砕流等、層厚約80m、斜面傾斜50度以上)が、その下位の水成堆積層(花倉層、層厚約40m、斜面傾斜30～35度)との境界付近から崩落したものである。水成堆積層は上・中・下の3層に分けられ、比較的粗しょうの上層(下層ほど固結して緻密、難透水層)からは湧水が確認される。崩壊規模(崩壊土量)は約2万m<sup>3</sup>と推定される。梅雨時とはいえ、災害発生前の1時間雨量は9mm、24時間雨量28mm、7日間雨量52mm、10日間雨量265mmである。いずれも災害を誘発するような雨量ではない。5月26日の入梅から災害発生までの積算雨量も538mmで、梅雨時の雨量としては平年並みである。崩壊は、上層の水成堆積層が長期にわたって地下水による侵食を受け、その支えを失った上位の火砕流堆積物が不安定化し崩れ落ちたと推論している。火砕流堆積物は柱状節理が発達しており、急崖を成す斜面は転倒崩壊(トップリング)によって崩落したものと考えられる。崩壊の形態と規模は異なるが、直接の要因がなく崩壊が発生したことで類似性がある。この崩壊では、台地縁辺に位置する道路路面や宅地に前兆を示唆する開口亀裂が確認されている。耶馬溪町の崩壊ではこのような前兆は認知されていない。

もう一つは、1993年9月20日19時50分ごろ、鹿児島県日置郡(現日置市)日吉町毘沙門で発生した斜面災害である。崩土塊の移動過程で住家2棟が倒壊し、2名が犠牲になった。移動土塊の量(体積)は約10万m<sup>3</sup>と大規模である。移動土塊の一部は斜面内に留まる一方、残りは斜面下の大川(小河川)を堰き止め、水田に広がった。崩壊が発生したのは、矢筈岳(標高300m)の傾斜20～30度の山麓斜面である。事前の斜面には大きな崩壊跡地が確認され、今回はその後部斜面が崩れたことになる。地質は花岡閃緑岩で、

2) 岩体に入った柱状の規則的な割れ目(断面は四角形ないし六角形)で、火山岩類ではマグマが冷えて固まる際に収縮して生じる。

深層まで風化している。当日の日雨量（日吉町）はわずか6mm、7日間の積算雨量は181mm（10日間も同じ）、9月1～20日の積算雨量は486mmで、災害を誘発するような雨量ではなかった。しかし、6月から9月20日までの累加雨量は2,000mmを超える。崩壊の原因は、長期にわたる大量の降雨量が斜面内の地下水位を上昇させ斜面の不安定化を招いたことによるものと考えられる。崩壊の形態は地すべりに近い。斜面下を通る道路の擁壁が事前に倒壊し、また斜面下部からの湧水が増える一方で、住家の井戸水が濁れるなどの前兆が確認されており、当該斜面は6月以降の長雨で少しずつ動いていたと考えられる。崩壊の直接的要因は特定できており類似例とは言えないが、崩壊の形態は似ている。

## 予測と対策

一般的に斜面は、平常時は力学的安定を保っており、豪雨時の浸透雨水や地震動（誘因）の作用がなければ崩れない。誘因の作用で斜面が崩壊したとき、崩壊と誘因の間には因果関係が成り立ち、崩壊のメカニズムや原因が特定できることになる。しかし、地盤の劣化（風化）や地下水（豪雨に伴う地下水位の急変は除く）の作用、あるいはそれらの複合作用を長期にわたって受け、辛うじて安定を保った斜面は豪雨や地震がなくても崩壊することがある。耶馬溪の崩壊はその典型的な事例と言えよう。こうした特徴を持つ斜面災害を防止・軽減するための方策について述べる。

まずは、危険斜面の予測（発生場、発生時期）である。その鍵となるのが、地形、地質（土質）および地下水（湧水）である。耶馬溪町の災害は、火山岩類や水成堆積物が幾重にも重なった火砕流台地縁辺部の地下水を<sup>た</sup>た<sup>た</sup>えた斜面で発生している。こうした条件を持つ斜面は、火山の多い九州地方には広く分布しており、似たような災害は耶馬溪町以外の地域でも起こる可能性がある。危険斜面（発生場）の抽出においては、まず対象とする地域で過去に発生した事例を収集し、崩壊の地形的、地質（土質）、水文<sup>が</sup>的（地下水・湧水）特徴等を把握する。次いで、危険斜面を指標する因子（例えば崖錐斜面、凸状緩斜面、岩の熱水変質、恒常的湧水の有無等）を選定する。具体的抽出作業はいくつかの段階（①地形図・写真等の判読、②現地踏査による判定、③危険度判定、④詳細調査対象斜面の選定、⑤詳細調査の実施とそれを踏まえた総合評価、⑥危険度の高い斜面における監視体制の構築）を経ることになる。

予測を踏まえて、対策を実施する。危険度の高い斜面については予測過程で監視体制が構築されていることになり、そこで得られたデータを活用し、ソフト対策として警戒避難対応を実施する。警戒避難対応については、住民からの情報も欠かせない。住民は住家周辺の山（斜面）を見回り、斜面に変状や異常が生じていないか、湧水に濁りはないか、湧水量に変化はないか、といった情報を自ら収集し、防災活動に積極的に関わることが期待される。

危険度の高い斜面については併せて、ハード対策を講じることになる。対策の実施にあたっては、想定される崩壊の規模・形態や地盤の地質・土質、地下水の動態等についてさらに詳細な調査を行ったうえで、対策工法を検討、選定する。対象とする斜面は地形が急峻<sup>きゅうしゅん</sup>なため、対策の実施が困難で長期を要する場所も少なくない。施工の安全性や工期にも配慮した対策の実施が望まれる。（しもかわ えつろう）



## あしたからハレニア ～花の距と多様化～

「ハナイカリ」と人に言うと、「イカリソウ？」と聞き返されたりする。イカリソウはキンポウゲ科、ハナイカリはリンドウ科だから全くの別ものである。しかし、「イカリ」の名を冠する理由は共通していて、それぞれの花卉から細長い突起が伸びて、船の碇<sup>いかり</sup>のように見えることに<sup>ちな</sup>因<sup>きよ</sup>んでいる。これは距<sup>きょ</sup>といって、なかは蜜腺になっている。

ハナイカリは中部地方以北の山地に分布する。つくばに移り住んで中部地方や東北地方の山々を歩くようになると、ハナイカリの花をたびたび見かけるようになった。花の季節は晩夏から秋の頃、湿原や林縁のような明るい場所に咲く。お花畑をつくるわけではないし、花の色だって基本は緑っぽく、それが距<sup>ひ</sup>のあたりで白みや赤みを帯びていくくらいで、決してイカリソウやオダマキのような目を惹く植物ではない。とはいえ、すらりと伸びた茎の先に幾つも花が着いて、距がツンツンと立っているのを見ると、なんだか楽しい気持ちになった。

＊

ちょうどその頃、僕はハナイカリの仲間（*Halenia* 属）の進化に関する研究論文を読んだ。

ハナイカリ属は世界に40種ほどが生育し、環太平洋地域に固有である。東アジアには二種あり、ハナイカリ（*Halenia corniculata*）が日本・朝鮮半島・中国北東部やモンゴルにいたる地域に、もう一種の *H. elliptica* はもっと南のほう、青海・チベット高原に分布している。北米にも一種ある。そして、ハナイカリ属の残りは全て中南米にあって、多様性の中心をなしている。一般的に、多様性の最も高い地域がその分類群の発祥の地と考えるし、中南米には距のない種もいる。そのため、従来、ハナイカリ属は中南米で誕生し、一

▶写真① ハナイカリ（*Halenia corniculata*）。花は全体的に黄緑色で、花卉の基部に向かって白や赤みを帯びる。

▶写真② 中国雲南省では *Halenia elliptica* に出会った。花の色は青紫色となり、ハナイカリより萼片が幅広いのが特徴。



部が北米や東アジアに渡ってきたものと考えられてきたという。

ところが分子系統解析から、まったく逆のシナリオが明らかになった。ハナイカリ属は東アジアが起源だったのだ。まず、チベットの *H. elliptica* が分岐して、次にハナイカリが生まれた。その後、おそらくベーリング海峡の陸橋から北米大陸に渡ったのだが、それはおよそ 400 万年前のことと推定されている。さらに南下し中南米に至ると、ハナイカリ属は急速に多様化を遂げた。

どうして中南米で急速に多様化できたのか。この論文では、それを「距」の存在と結びつけている。距があるために、ハナイカリ属には口吻の長い昆虫しか訪花できない。このような訪花昆虫の特殊化は進化を促進する。中南米に移住したハナイカリ属が、中南米の多様な訪花昆虫相に対応して種分化を遂げ、多様化したのではないかと。その説の真偽はともかく、こうした距と送粉昆虫との相互作用を key innovation などとカッコイイ言い方をしているものだから、若き日の僕はこの論文を熱心に読んでいた。

中国・雲南省の森林視察旅行に同行させてもらうことになったのは、この直後であった。いまでも思い出深い、種々の花が彩る雲南省の高原で、僕は東アジアのもう一種のハナイカリ属 *H. elliptica* を見るようになった。花色がハナイカリと異なる青紫色というだけで、あとはハナイカリと瓜二つであった。ちょうど見たいと思っていた植物との邂逅に興奮して、同行者に熱く語っていた記憶がある。まだ、僕も若かった。

＊

今日の最後の写真。これは同じリンドウ科でも別の仲間、センブリ属 (*Swertia*) のアケボノソウである。これにはちゃんと理由がある。分子系統解析から、ハナイカリ属はどの植物から進化したかがだいぶハッキリしていて、どうもセンブリ属の東アジア産の系統から進化したものらしい。なかでも日本のアケボノソウは、ハナイカリにかなり近縁な系統関係にある。



▲写真③ アケボノソウ。花卉中央には二つずつ、丸い蜜腺がついている。これがハナイカリにずいぶんと近縁とは……。

アケボノソウの花弁の中央には、二つずつ、蜜腺の黄色い斑紋が見える。最もハナイカリ属に近縁な、別の東アジア産種では、この蜜腺部分が少し窪んでくるものがあるという。もともと葉や花の着き方などがよく似ている両者である。想像を逞しくして、アケボノソウの花の口をすばめて、蜜腺のあたりから何か先の細いものを外側に向かって押し込んで突起を作れば、なるほどずいぶんとハナイカリに似て見えなくも、ない。

## ●菊地 賢 (きくち さとし)

1975 年 5 月 5 日生まれ、44 歳。(研)森林研究・整備機構森林総合研究所、生態遺伝研究室主任研究員。オオヤマレンゲ、ユビソヤナギ、ハナノキなどを対象に保全遺伝学、系統地理学的研究に携わる。



## 第十九回 中国の森林吸収源



公益財団法人国際緑化推進センター  
 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-7-12 林友ビル3階  
 Tel 03-5689-3450 Fax 03-5689-3360  
 E-mail: eiichiro@jifpro.or.jp

仲摩栄一郎

## 1 はじめに

中国は、1949年建国当時の森林被覆率は8.6%とされ、土壌流出や洪水などの自然災害、生活環境の悪化を経験した。このため、近年、条件の悪い農地に木を植える、退耕還林政策等の植林政策を大規模に推進してきた。その結果、森林面積は増加し、2015年には208,321kha（被覆率22.1%）にまで上昇した（図①、②）。その内訳は、原生林11,632kha（5.6%）、二次林117,707kha（56.5%）、人工林78,982kha（37.9%）である（FAO 2015）。植林により、砂や大気汚染物質の飛散を防止することで大気環境の改善効果も期待されている。

現在、中国では以下の森林政策を実施している（China 2016）。

- 国家植林緑化計画（2011～2020）
- 国家森林管理計画（2016～2050）：森林の保育に補助金を出して森林管理活動を強化
- 天然林資源保全プログラム（2011）
- 中国北西・北・北東保護帯プログラム及びYangtze川保護帯プログラム
- 傾斜農地保全のため森林化プログラム（2014）
- 砂漠化コントロール・プログラム
- 国家湿地保全プロジェクト

## 2 中国の森林分野の気候変動対策

中国の2012年の温室効果ガス（GHG）総排出量は、11,896（MtCO<sub>2</sub>相当量）である。それに対して、土地利用・土地利用変化及び林業（LULUCF）分野は576（MtCO<sub>2</sub>）の吸収であり、総排出量の約4.8%を相殺する。LULUCF分野は、森林及びその他樹林バイオマスで598（MtCO<sub>2</sub>）の吸収、森林から他の土地利用への転用で22（MtCO<sub>2</sub>）の排出と推定されている

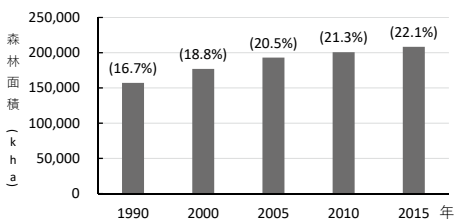
（China 2016）。中国の気候変動に係る森林政策として、2015年に鍵となる「気候変動対策森林適応実施計画（2016～2020）」を策定済みであり、2020年には、2005年比で森林面積を4千万ha増加し、森林被覆率を23%以上、森林蓄積量を165億m<sup>3</sup>増加する目標を立てている。

パリ協定の国別貢献目標（NDC）では、2030年目標として、2005年比でGDPあたりのCO<sub>2</sub>排出量を60～65%削減するとともに、非化石燃料由来のエネルギー消費割合を20%程度増加させるとしている。このうち、森林分野については、森林蓄積量を2005年比で45億m<sup>3</sup>増加する目標を掲げており、2014年時点で既に22億m<sup>3</sup>の森林蓄積増加を達成している。森林面積も2005年比で2,160万ha増加を達成しているが、NDCには具体的な面積目標は明示されていない。これは、植林適地があまり残されておらず、森林面積の増加が鈍化すると予想されているためである。NDCでは、吸収源強化政策として、以下を計画している（China 2016）。

- 国民による自主的な植林の促進
- 天然林保護、農地から森林及び草原への復元
- 砂の管理、緑の保護帯の造成、岩石砂漠化の防止、水土保全、森林保育管理、森林吸収源の強化
- 森林防災と森林資源保護の強化
- 森林減少に関連する排出量の削減
- 湿地の保護回復を促進し炭素貯蔵能力を強化
- 草原劣化及び草地災害の防止と農地保護を促進し、土壌の炭素貯蔵能力を強化
- 気候変動に対する耐性を高めるために、森林インフラの整備

## 3 中国の国家森林インベントリ（NFI）

途上国は、隔年更新報告書（BUR）を2年に1回、



▶図① 中国の森林面積の推移

出典：FAO「Global Forest Resources Assessment 2015」



出典：FAO「State of the World's Forests 2010」

▼表① 中国の土地分類システム

出典：Zeng, et al. 2015

土地分類	
森林	樹林 竹林 疎林 灌木 その他の林
非森林	農地 放牧地 内陸水面 開発地 その他の土地
利用カテゴリー	
森林	保護林 特殊用途林 用材林 薪炭林 経済林

国連気候変動枠組み条約（UNFCCC）事務局に提出することとされている。このために中国は、GHG インベントリを整備しており、森林分野については、2015年に国家林業炭素モニタリングシステム構築計画を策定し、全国の森林を網羅した炭素吸収源インベントリを開発中である（China 2016）。

既に中国の国家森林インベントリ（NFI）は確立済みであり、第9回NFI（2014～2018）が終了している。森林資源のモニタリングは1950年に開始され、1962年までにほとんどの州有林で森林面積・材積が調査された。国家レベルでの第1回NFI（1973～1976）は、国家林業省により実施された。その後、国家林業省・局の指導のもと、国家全体のNFIを5年間隔で州政府が実施するようになり、固定サンプルプロットを設置して定期的に調査している（Tomppoら2010）。

#### 4 NFI へのリモートセンシングの適用

中国では、1950年代半ば、森林資源のモニタリングにリモートセンシング（RS）が初めて適用された。航空写真の目視判読技術が確立され、第1回NFIでは重要な役割を果たした。その後、1991年の第4回NFIでは、衛星画像ランドサットTMを使用して森林面積が把握された。第5回NFIでは、RSと地上調査に基づく層別化のためのサンプリング方式が開発され、第6回NFIでは、31の州全てで広く適用された。第7回及び第8回NFIでも、RSは、土地区画や森林マッピングのための重要な情報源、効果的な補足方法として引き続き適用された（Zengら2015）。

#### 5 中国の土地利用区分、森林タイプ

中国の土地利用区分は、森林と非森林とに大きく分けられ、それぞれ5つのクラスに分類される（Zeng

ら2015）。中国のNFIにおける森林の定義は、度々変更されてきた。1994年以前の最小林冠被覆は4割（または35%）であったが、1994年～1998年の第5回NFI以降は20%と定義されている。

さらに、第6回NFI以降は、森林に林冠面積が20%を超える竹林及び30%を超える経済的灌木林<sup>ひんぼくりん</sup>、並びに、森林限界域、降水量400mm未満の地域、カルスト地域または乾燥渓谷に分布する疎林や灌木林も含まれた（表①）。

森林は利用面からさらに5つのカテゴリー（保護林、特殊用途林、用材林、薪炭林及び経済林）に分類される。最初の2つは「生態学的森林」、残りの3つは「商業用森林」と呼ばれている。第1～8回NFIの間、前者の割合が増加しているのに対し、後者の割合は減少した。特に、2000年前後はそれが顕著であり、中国の森林政策が木材生産から生態学的保全へと戦略的に移行したことを反映している（Zengら2015）。

#### 6 おわりに

中国は、UNFCCCのクリーン開発メカニズム（CDM）のホスト国として、新規植林・再植林CDMプロジェクトが計5件登録されている。また、ボランティアスキームの森林炭素吸収源プロジェクトが34件実施される等、途上国の森林吸収源対策をリードしてきた。ただし、森林減少・劣化による排出の削減（REDD+）についてはこれまで消極的であったが、NDCにREDD+が明記されており、2019年にはブラジルがREDD+の実施段階を経て成果支払いにまで至ったことから、今後、中国もREDD+に力を入れてくる可能性もある。（なかま えいいちろう）

#### ＜参考文献＞

- China. First BUR on Climate Change. 2016.  
 FAO. Global Forest Resources Assessment 2015. Rome, FAO. 2015, 54p.  
 Zeng, W.S., Tomppo, E., Healey, S.P., Gadow, K.V. The national forest inventory in China: history-results-international context. Forest Ecosystems. 2015, 2 (1) : 1-16.  
 Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M., McRoberts, R.E. eds. National Forest Inventories : Pathways for Common Reporting. Heidelberg, Springer, 2010, 670p.

## 第2回 まずは動かしてみよう

鹿又秀聡

(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業経営・政策研究領域 主任研究員

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

Tel 029-829-8324 Fax 029-873-3799 E-mail: kanomata@ffpri.affrc.go.jp

### はじめに

最初に、伐出見積もりシステムのダウンロードサイト開設が遅れたことをお詫びします。無事ダウンロードできましたでしょうか。今回は、入力項目の簡単な説明と出力結果について解説したいと思います。紙面の都合上、画面をすべて掲載することはできないので、システムと一緒にダウンロードされる簡易マニュアルを参考にいただければ幸いです。なお、本システムは Windows 版の Microsoft Excel (2003 以降) が必要です。また、マクロを使用していますので、セキュリティの警告が出た際には、「コンテンツの有効化」ボタンを押してください。

### まずは動作確認

「スギ\_伐出見積もり\_20190401.xlsm」を開くと、9つのシートがあると思います。実際には50以上のシートによりシステムが構成されていますが、普段触れることはないで隠してあります。シートの見出しは、緑・黄・赤の3色に分類されています。施業地ごとに入力するのが「緑」、事業者や市況についての入力は「赤」、計算により出力されるのが「黄」となっています。

まずは、左から2つめの「施業方法」シートを開いて、右側にある「再計算」ボタンを押してみてください。画面が白くなれば、計算が行われています。計算時間は計算機のスペックにより変わりますが、私が普段使用している環境では約30秒でした。

### プロット調査データの入力

表①のプロット調査データの入力を想定しながら、計算に必要な部分について、説明します。

基本的には、「プロット調査票」シート（左端）の

クリーム色の項目を入力していきます。ここでは、間伐したすべての林分で搬出を行うことを前提に、「間伐面積」「搬出面積」に【3を入力】します。間伐は3ha行うが、搬出は林道沿いの2haしか行わないといった場合は、間伐面積に3、搬出面積に2を入力します。次に「調査面積」に【0.08を入力】します。見積もりの精度を上げるためには、できるだけ広い面積を調査することが重要ですが、その分費用も嵩むので、バランスが重要となります。研究分野では、ドローンや航空機レーザーの活用により精度の高い情報を効率的に取得する取組が多くなされており、これらの成果についても後日触れたいと思います。「林齢」は、伐出コストや生産性には影響はしませんが、間伐後の将来予測に必要な項目です。

次に「胸高直径」「樹高」「本数」を入力します。「胸高直径」は、最小値の【12を一番上に入力】すると、あとは自動的に変更されます。データを入力すると、「単木幹材積」「平均樹高」「平均直径」等（ピンク色の項目）も自動的に計算されます。

右側にある「斜面方位」及び「勾配」はプルダウンメニューのため、適当なものを選んでください。勾配の「緩」は、林内を自由に重機が走行できる傾斜、「中」は作業路等の開設により車両系機械が十分活用できる傾斜、「急」は架線集材が必要な傾斜を想定しています【中を選択】。「道路からの距離」は、作業路や林道から集材される立木までの最大距離のことで、架線系であればスパン長、高密度網による車両系であれば30m程度のことが多いようです【30を入力】。

「収獲表」もプルダウンメニューで、全国9地域について想定しています。今後要望が多ければ、増やしていきたいと考えています【熊本地方を選択】。「直材率」は、伐出される丸太の中の直材の割合です。初期値では50%を入れています。定性間伐を行うよう

▼表① プロット調査データ

胸高直径 (cm)	樹高 (m)	40年生 本数
10		
12	10	2
14	11	4
16	12	5
18	13	6
20	14	9
22	15	11
24	16	14
26	17	12
28	18	9
30	19	6
32	20	4
34	20	3
36	21	1
38		
40		

間伐面積：3ha 調査面積：0.08ha

収支	1,228,000円
出材量	252m <sup>3</sup>
間伐率	25%

収支	1,304,400円
出材量	332m <sup>3</sup>
間伐率	33%

収支	1,424,000円
出材量	403m <sup>3</sup>
間伐率	40%

収支	96,900円
出材量	156m <sup>3</sup>
労賃	18,000円

労賃を変更

収支	258,900円
出材量	156m <sup>3</sup>
間伐率	33%
間伐方法	定性(下層)
労賃	15,000円

間伐率を変更

収支	29,900円
出材量	100m <sup>3</sup>
間伐率	25%

収支	188,200円
出材量	212m <sup>3</sup>
間伐率	40%

間伐面積を変更

収支	479,400円
出材量	261m <sup>3</sup>
間伐面積	5ha

▲図① 間伐方法等の違いによる収支変動

な林分では、もっと低いことが多いと思われます【50を入力】。本システムでは、間伐後の成長予測を行うことができます。「予測期間」には何年後の予測をするのか入力してください。間伐の間隔や予測精度を考えると5～15年が適当だと思います【10を入力】。

## 施業方法の入力

「施業方法」シートも基本的にはクリーム色の項目を入力していきます。「間伐率」は本数間伐率で、「プロット調査票」シートにある標準間伐率を参考にしてください。「間伐方法」は、定性と列状、下層と全層から選択できます【間伐率を33%、定性(下層)を選択】。「労務費」は、現場作業員を1日雇用する際にかかる費用を入力します【15000を入力】。

チェーンソー等の機械経費は、「データシート」に入力するため、ここでは含めません。伐出方法は、事業体により異なると思いますが、200m/haの高密度路網(作業路)を開設し、【「伐倒」をチェーンソー、「造材」をプロセッサ、「集材」をグラップル、「搬出」にフォワーダ(4t)】を使うシステムを想定しました。「平均搬出距離」は、山土場からトラック土場までの丸太の運搬のことです。山土場まで直接トラックが来るような場合は平均搬出距離を「0」にしてください【400を入力】。「運送」はトラック土場から市場や工場までの運送コストです【2500を入力】。

「データシート」及び「市況シート」については、今回はそのままにしておきます。入力が終わったら、「再計算」ボタンを押してください。

## 出力結果から間伐を考える

ここでは、「見積もり表\_間伐」の結果を中心に解

説するとともに、間伐の現状について考えてみたいと思います。皆伐や他の出力結果シートについては、別の機会に説明します。

「見積もり表\_間伐」シートの差し引き生産金額は、258,900円となりました。間伐面積は3haですので、8.6万円/haの利益になります。間伐補助金が35.8万円/haあることや作業路の開設コスト等が含まれていないことを考慮すれば、実際に搬出間伐が実施できるかは微妙なところです。

今回設定した例は、丸太出材量が52m<sup>3</sup>/ha、伐採木の平均単木材積が0.18m<sup>3</sup>でした。あくまでも筆者の経験ではありますが、車両系システムでスギの搬出間伐を行う場合、丸太出材量が70m<sup>3</sup>/ha、伐採木の平均単木材積が0.25m<sup>3</sup>、面積3haを1つの目安と考えています。

コスト面からみると市場関連経費656,600円(4,200円/m<sup>3</sup>)、直接経費1,102,500円(7,100円/m<sup>3</sup>)、間接経費386,000円(2,500円/m<sup>3</sup>)となりましたが、各種手数料や作業道開設費用等により大きく変わります。なお、「販売手数料」や「消費税」等の項目はクリーム色で塗られていますが、自由に値を変えられます。「運賃」や「<sup>はいこみ</sup>極込料」等は別に入力する箇所がありますので、注意してください。

最後に表①の林分に対し、間伐方法や労賃等を変更した例を示します(図①)。皆さんも是非、いろいろと試してみてください。

伐出見積もりシステムについて、質問等がある方は、メール(kanomata@ffpri.affrc.go.jp)にてお知らせください。

(かのまた ひでさと)



# ここまでわかってきたコウヨウザン ～早生樹としての特性と利用に向けて～

生方正俊\*・涌嶋 智\*\*

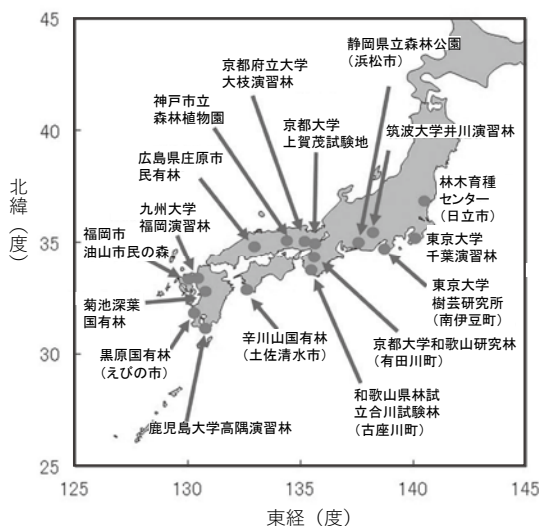
## 1 はじめに

ここ数年、コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) を対象とした、さまざまな研究が精力的に行われ、その特性等について書かれた論文も数多く出されています (以下の Web 資料を参照)。

筆者らの所属する国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター (以下、「林木育種センター」と) 広島県立総合技術研究所林業技術センター (以下、「広島県林業技術センター」) は、2015 年度から 2017 年度まで国立大学法人鹿児島大学農学部 (以下、「鹿児島大学農学部」) 及び中国木材

株式会社と連携して、農林水産省の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定及び改良指針の策定」により、我が国に生育するコウヨウザンのさまざまな特性を調査してきました。この成果は、『コウヨウザンの特性と増殖の手引き』にまとめ、Web 上に公表しています (<https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/business/documents/koyozantebiki.pdf>)。

本稿では、この事業等で得られた成果の概要、特に木材の特性について詳しく紹介するとともに、2018 年度から新たに取組が始まった農研機構生研支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業「木材強度と成長性に優れた早生樹「コウヨウザン」の優良種苗生産技術の開発」等に取り組んでいる内容について紹介します。



▲図① 日本各地の主なコウヨウザンの林分

出典:『コウヨウザンの特性と増殖の手引き』を一部改変



▲写真① コウヨウザン林分  
(広島県庄原市、八谷氏所有林)



▲写真② コウヨウザン林分  
(千葉県君津市、東京大学附属千葉演習林)

\* 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター 遺伝資源部長

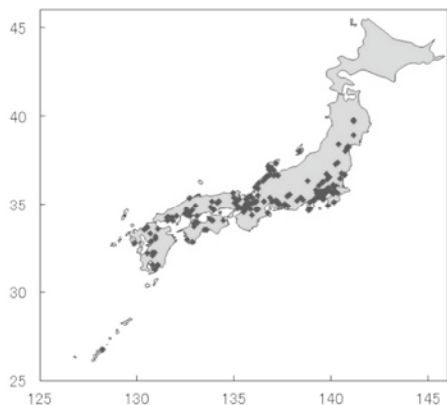
〒319-1301 茨城県日立市十王町伊師 3809-1 Tel 0294-39-7304 Fax 0294-39-7352 E-mail: ubuubu@affrc.go.jp

\*\* 広島県立総合技術研究所林業技術センター

〒728-0013 広島県三次市十日市東 4-6-1

Tel 0824-63-0897 Fax 0824-63-7103 E-mail: s-wakushima81268@pref.hiroshima.lg.jp





図② コウヨウザンの所在地マップ  
出典…生方2017より転載

## 2 生育等の特性

コウヨウザンは、ヒノキ科コウヨウザン属の常緑針葉樹で、中国中南部と台湾に自生し、江戸時代頃には我が国に植えられていたと言われています。単木では西南日本地域を中心に社寺仏閣、公園等で見ることができますが、大学の演習林や国有林等には、ある程度まとまった植栽地（林分）があります。代表的な林分を図①に示しました。この中で広島県庄原市の八谷氏所有の林分（写真①）と千葉県君津市の東京大学附属千葉演習林の林分（写真②）の写真を示します。両林分とも完満で通直な個体が林立しています。

全国のコウヨウザン林分について成長量を調査したところ、茨城県日立市の21年生の林分では林分材積が423m<sup>3</sup>/haと年当たり20m<sup>3</sup>/ha以上の優れた成長を示しました。この21年生時の材積は同じ地域の収穫予想表で見るとスギー等地の37年生に相当します。このほか、千葉県、京都府及び広島県の林分でも同様に優れた成長を示し、各林分とも同じ地域のスギー等地の収穫予想表に比べ2倍以上の林分材積となりました。また、広島県庄原市のコウヨウザン林分内の優勢木では、50年生を過ぎても成長が継続していることが樹幹解析から明らかになっています。地形的には、スギに適した斜面下部の林分での成長が最も良く、ヒノキに適した斜面中部の林分でも良い成長を示しているものの、斜面上部や尾根筋等の林分での成長は良くありませんでした。谷部が尾根部よりも成長が良いという傾向は、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林整備センター中国四国整備局が行った植栽試験においても公表されています（橋本・湯浅2018）。このことは、成長が優れているコウヨウザンといえども、植栽場所の選定が重要だということを示しています。

林分だけでなく単木で生育しているものも含めたコウヨウザンの所在地情報をさまざまな文献等から収集してその存在が確認されたものについて図示しました（図②）。太平洋側は関東地方以南、日本海側は北陸地

▼表① 材質調査を行った林分と原木丸太について

林分所在	広島県庄原市	京都府京都市	千葉県鴨川市	茨城県日立市
伐採時樹齢（年）	52	47	34	22
伐採本数（本）	10	11	10	26
丸太本数（本）	34	30	20	50
平均末口径（cm）	33.9	30.4	25.3	22.3
平均丸太材積（m <sup>3</sup> /本）	0.44	0.34	0.25	0.20
見かけ密度（kg/m <sup>3</sup> ）	676	733	752	825
含水率（%）	心材 47 辺材 209	63 220	66 261	180
木口面積率（%）	心材 59 辺材 41	55 45	53 47	47 53
動的ヤング係数（kN/mm <sup>2</sup> ）	9.37	9.97	8.99	7.45

出典：涌嶋ら2018を改変

▼表② コウヨウザンの製材品について

林分所在	広島県庄原市	京都府京都市	千葉県鴨川市	茨城県日立市
ひき角類	平角	正角	正角	正角
木口形状	150 × 105	120 × 120	120 × 120	105 × 105
木口サイズ（mm）	56	30	20	42
製材本数（本）	378	355	355	418
製材密度（kg/m <sup>3</sup> ）	18.6	20.8	18.0	37.4
含水率（%）	308	281	291	262
容積密度数（kg/m <sup>3</sup> ）	10.56	8.78	7.45	6.60
動的ヤング（kN/mm <sup>2</sup> ）	板類			
木口サイズ（mm）	20 × 90	30 × 120	30 × 120	20 × 100
ひき板数（枚）	220	160	39	169
製材密度（kg/m <sup>3</sup> ）	386	358	328	329
動的ヤング（kN/mm <sup>2</sup> ）	12.17	11.13	9.25	8.10

※製材長はいずれも4m

方以南の地域に多く、シイやカシが生育する、いわゆる照葉樹林帯が生育の適地と考えられます。

## 3 材の特性

コウヨウザンを造林用樹種の一つとして位置付けていくうえで、木材として利用する際の性能や用途について検討しておく必要があります。筆者らは、樹齢の異なる4地域のコウヨウザン林分で立木を伐採し、実際の製品を想定した平角材や正角材、板材に製材して、各種の強度試験を行いました。コウヨウザンの原木丸太を採取した林分は、広島県庄原市（民有林）、京都府京都市（京都府立大学大枝演習林）、千葉県鴨川市（東京大学附属千葉演習林）、茨城県日立市（林木育種センター遺伝資源保存園）の4か所で、地域ごとの原木丸太の測定値等を表①に示します。原木丸太の見かけ密度は、樹齢が低いほど高くなっており、これは含水率が高い辺材の割合が若い林分ほど大きいためであると推察されます。庄原市、京都市、鴨川市産の心材含水率は、平均値で47～66%と一般的なスギと比較すると低めの数値である一方、辺材含水率は200%を超えていました。また、「ヤング係数」は材の変形に関する指標で、数値が大きいほど変形しにくいことを意味しますが、丸太の縦振動法による動的ヤング係数は、最も低い日立市産の平均7.45kN/mm<sup>2</sup>に対し、他の3地域ではおよそ9kN/mm<sup>2</sup>以上でした。

コウヨウザンの製材品の密度は、庄原市産でスギの気乾密度と同等、京都市、鴨川市産でやや低めの値で

▼表③ コウヨウザン製材品（平角，正角）の強度試験結果

		平均値		5%下限値		基準強度*	
		庄原市（平角）	日立市（正角）	庄原市（平角）	日立市（正角）	スギ	ヒノキ
曲げ	強度 (N/mm <sup>2</sup> )	41.6 ± 6.6	23.3 ± 4.1	29.5	16.6	22.2	26.7
	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	9.69 ± 0.81	6.34 ± 0.34	—	—	—	—
縦圧縮	強度 (N/mm <sup>2</sup> )	25.5 ± 2.3	16.0 ± 2.0	21.3	12.4	17.7	20.7
	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	9.25 ± 1.25	6.32 ± 1.30	—	—	—	—
せん断 めり込み	強度 (N/mm <sup>2</sup> )	4.02 ± 0.70	—	2.8	—	1.8	2.1
	強度 (N/mm <sup>2</sup> )	5.46 ± 0.80	4.24 ± 0.79	4.1	3.1	6.0	7.8

\* 無等級材

出典：渡辺ら 2017，渡辺ら 2019 を改変

した（前頁表②，なお，日立市産の材は含水率が高いので参考値として見てください）。絶乾状態の材密度に相当する容積密度数は，庄原市産の数値が高く，京都市，鴨川市産がほぼ同等，日立市産で低くなっていました。また，製材品の動的ヤング係数は，高樹齢になるほど高い値を示しました。板材の動的ヤング係数については平角材や正角材より高い値となっていました。

スギやヒノキと同様にコウヨウザンは丸太の中心部分よりも外側で強度やヤング係数が高くなるとされており（劉・中山 1998，井上・豆田 2014），上述のように今回の結果でもそれが確認できました。

表③は，庄原市産の平角材と日立市産の正角材の，曲げ，縦圧縮，イス型せん断，材中央部めり込み強度試験の結果です（写真③が曲げ試験の状況）。いずれの数値も庄原市産の平角材が高い値を示していました。なお，スギ，ヒノキの JAS 無等級材基準強度等と比較すると，庄原市産では曲げ，圧縮，せん断強度でヒノキの基準値を上回っていました。日立市産については，曲げ，圧縮強度でスギの基準値よりやや低い値でした。これらの数値から見ると，日立市産でも柱材への利用は問題なく，庄原市産では梁材への利用も十分可能であると考えられます。一方，めり込み強度については庄原市，日立市産ともスギの基準値を下回っており，例えば，土台材に使用するような場合には注意が必要かもしれません（渡辺ら 2017，渡辺ら 2019）。また，京都市，鴨川市産のコウヨウザン材の強度試験の結果は，今後取りまとめて公表していく予定です。

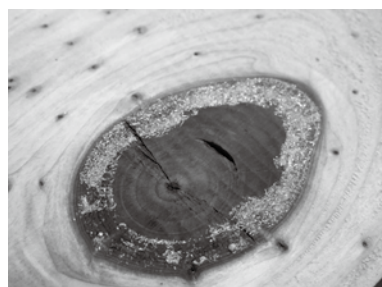
その他の材の特徴として，コウヨウザン材の心材と辺材の境界は明瞭であり，材色は心材が淡い褐色から淡黄褐色，辺材が白褐色を呈します。プレーナーをかけた後の材表面は滑らかで手触りが柔らかく光沢があり，独特の芳香があります。節の近くなどに小さな点が列状に並んでいることがありますが，これは成長点の痕跡です。また，コウヨウザン製材品の表面や節の周辺に小さな針状結晶が見られることがありますが，これは材に含まれているセドロールというテルペン類の成分が析出したものです（写真④）。

## 4 期待される用途

コウヨウザンは中国における主要な造林樹種であり，



▼写真③  
品の強度試験  
（庄原市産平  
角材の曲げ）



▼写真④  
節の周辺に見ら  
れる成長点痕跡  
と節に析出した  
針状結晶

現地では建築材，内装材，合板，家具材，棺材等に広く利用されています（林 1969，立花 2009）。日本国内でのコウヨウザン材の用途を考えた場合，材の強度性能の要求が低いものとして，バイオマス燃料や梱包材・パレット等への利用が考えられます。強度性能がある程度必要なものとしては，無垢材のまま柱材などへの利用も十分可能ですが，集成材や LVL，合板などに使えば，安定した性能を発揮できる可能性があります。現在取り組んでいるイノベーション創出強化研究推進事業では，日本に植栽されたコウヨウザンを材料として集成材等を作製し，強度性能を評価していく予定です。また，コウヨウザン材には防蟻性があると評価されており，中国では古くから船材に利用するなど，防蟻性も比較的高いようです（中国樹木誌編委会 1983）。これらの機能を活かした用途の開発も期待できるのではないのでしょうか。

利用の側面から見ると，目標とする用途によってコウヨウザンの育成方法も異なります。例えば，高い強度性能が不要で，バイオマスや梱包材を目的とするのであれば，低密度植栽の 20 年程度での収穫が想定されます。集成材や合板，LVL などであれば，もう少し収穫時期を延ばして，材の外側の強度が高い部分を増やせば，強度に応じた利用ができます。また，やや密度を高くして植栽し 50 年程度で収穫すれば，庄原市産のコウヨウザンのように無垢材での平角の梁桁材が製材できる可能性があります。

## 5 今後に向けて

一般に樹木は他殖性であり，自分の花粉が自分の雌花にかかってできた種子は近交弱勢が現れて発芽率が悪かったり，発芽してもその後の生育が不良だったり



する場合があります。コウヨウザンについても生育の良くない個体のDNAを調べてみると、自家受粉した種子由来であったことがわかりました。コウヨウザンに限らず全ての造林用樹種に言えることですが、植林を成功させるためには、遺伝的にも形態的にも優良な種苗を植栽する必要があります。そこで、林木育種センター、広島県林業技術センター、鹿児島大学農学部及び住友林業株式会社の4者で連携してコンソーシアムを形成し、2018年度から農研機構生研支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業において、①日本各地の林分からの優良個体の選抜、②実生苗の生産基盤となる採種園の造成技術の開発、③さし木苗の生産基盤となる採穂園の造成技術の開発、④実生及びさし木のコンテナ苗の生産技術の開発、⑤コンテナ苗の植栽技術の開発を行います。本事業では、苗木のもととなる優良な種子と穂木を生産するところから、苗木を植え付けるところまでの一連の技術開発をまとめて行うことになります。

さらに、苗木を植栽した後の施業や保育等については、2019年度から農林水産省の戦略的プロジェクト研究推進事業において、①コウヨウザンの生育適地を判定する技術の開発、②萌芽更新における萌芽枝仕立て技術の開発、③苗木の生育に適した植栽条件の提示、④コウヨウザンの効果的な<sup>ぼうが</sup>野兎害対策手法の提示を行います。特に、コウヨウザンに対する野兎の被害は激しく(写真⑤)、早急に確実な防除手法を明らかにする必要があります。これらのプロジェクトが終了する2022年までには、コウヨウザンの優良苗木生産から植栽後の保育管理までに必要な主な技術を開発する予定です。

筆者らは、ここ数年間、集中してコウヨウザンの研究に従事してきましたが、わかってきたことは、コウヨウザンといえども万能な樹種ではないということです。我が国でのコウヨウザンのさまざまな特性が解明されるまでは、小面積に、適する立地を選んで、優良な種苗を植えるという方法がリスクを回避する最良な方法と考えられます。とはいえ、良い立地条件での年間20m<sup>3</sup>/haを超える成長、20年生程度でもスギ並の木材強度は、早生樹種としてのポテンシャル(潜在能力)の高さをうかがい知ることができます。コウヨウザンの研究や技術開発が進展し、この樹種が西南日本地域を中心に造林樹種の新たな選択肢の一つとなることを願っています。

(うぶかた まさとし・わくしま さとる)

《謝辞》本稿で紹介した研究の一部は、農林水産省の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業及び戦略的プロジェクト研究推進事業、農研機構生研支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業の支援を受けて行いました。さらに、事業実行に当たりご協力いただいた、コンソーシアム構成機関に関係する方々、各地のコウヨウザン植栽地を管理してこれら快く調査やサンプル提供に同意いただいた方々に深く感謝いたします。

#### 《引用文献》

- 中国樹木誌編委会. 中国主要樹種造林技術. 中国林業出版社, 1983, 1342p.  
橋本直樹, 湯浅崇太. コウヨウザン(早生樹)の導入に向けた取り組み～コスト縮減に向けた可能性～. 平成30年度森林・林業交流研究発表会発表要旨. 近畿中国森林管理局, 2018.  
<http://www.rinya.maff.go.jp/kinki/koho/event/gijyutukaihatu/attach/pdf/20170324-24.pdf>  
林 弥栄. 有用樹木図説(林木編). 誠文堂新光社, 1969, 472p.  
井上千穂, 豆田俊治. 早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究. 大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報. 2014, 56: 2-8.  
劉 元, 中山義雄. コウヨウザン植栽木の曲げ強さ. 木材学会誌. 1998, 44 (6): 387-394.  
立花 敏. 中国江西省における人工林の展開—コウヨウザンとスラッシュマツを中心に—. 木材情報. 2009, 11: 10-13.  
生方正俊. 「コウヨウザン」について (1). 林木育種情報. 2017, 23: 2-3.  
涌嶋 智, 渡辺靖崇, 近藤禎二, 生方正俊. 日本産コウヨウザンの原木丸太の特性. 第129回日本森林学会大会研究発表要旨集. 2018, p.272.  
渡辺靖崇, 涌嶋 智, 藤田和彦, 小西浩和. 広島県で生育したコウヨウザンの強度性能. 第67回日本木材学会大会研究発表要旨集. 2017, p.99-100.  
渡辺靖崇, 涌嶋 智, 藤田和彦, 小西浩和, 西川祥子. 茨城県で生育したコウヨウザンの強度性能. 第69回日本木材学会大会研究発表要旨集. 2019, D15-P-11.



# 建設残土の不法投棄問題に関する一考察

国土交通省四国地方整備局道路部長  
(前・国土交通省総合政策局公共事業企画調整課環境・リサイクル企画室長)  
〒760-8554 香川県高松市サンポート3番33号

直原史明

## はじめに

建設工事等から発生した土砂類が、農地や山林などに不法に投棄され、自然環境や住環境を脅かす、いわゆる建設残土の不法投棄が、近年、一部で問題視されている。時には、大雨などで土砂崩落が発生し、人命に関わるケースにまで至り、地域住民を不安にさせることとなる。

これまでも、ほとんどの事案は行政側で適切な対応を行っており、農地法、森林法、砂防法、宅地造成法といった土地の利用用途に応じ規程を定める法律や、地方自治体が地域の事情に応じて独自に定める条例をもとに不法行為を規制し、指導・監督・処分などを行ってきている。

しかし、残念ながら一部の事案では、不法投棄の行為者への抑制が十分に利かず、対応に苦慮するとともに、現地での混乱を招き、事態を深刻化させることがある。また、そうした事案の対応にあたった関係者から次のような話を聞くことがある。

例えば、

建設残土では不法行為者に対する罰則がゆるく、行政での指導や取り締まりに限界がある。産業廃棄物の不法投棄であれば懲役5年又は罰金3億円（最大）だが、建設残土では残土条例の懲役2年又は罰金100万円が限度である。

加えて、こうした認識を出発点として、罰則強化を含め、建設残土の不法投棄を一元的に取り締まる新たな法制度の整備を求める声を聞くこともある。

私は、環境基本法の理念に基づく循環型社会形成推進の施策のひとつに位置づけられ、建設工事に係る資材の有効利用や廃棄物の適正処理を推進する、「建設

リサイクル」を担当する立場から、この建設残土の不法投棄の問題に関わってきた。しかし、私が関わることができたのはそのごく一部分にすぎず、問題全体を掌握する本来の担当者にはなり得ない。とはいえ、多方面からのさまざまな事情を伺う機会に比較的恵まれていたこともあり、また、逆に本来の担当者たり得ないからこそ、むしろ問題の本質を客観的にとらえ直すことができたのではないかと担当を離れた今もそう考えている。

本稿では、建設残土の不法投棄に関する正確な情報、知識を各関係者間で共有できるよう、ここに私の所見を示したいと思う。

## 過去の事例から

農地や山林などに不法投棄された土砂がうずたかく積まれ、大雨等をきっかけに土砂崩れを起こし、住宅地、道路、河川などに流れ込むというケースが建設残土の不法投棄問題の典型的な事例であるといえよう。

平成26年2月に大阪府豊能町で発生した土砂崩落(図①、②)では、数年間にわたる行政側の指導・監督があつたにもかかわらず、民間の建設発生土受入地から土砂が崩落し、府道や農地に土砂が流れ込むという事故が発生した。人的には直接的な被害はなかったものの、約1,900戸が停電し、5か月あまりにわたって府道の通行止めが続くなど、近隣住民の生活に大きな影響を与えた。

当時、周囲では建設発生土の不法投棄には取り締まるルールがないとされ、行政のみならず業者の間でも「建設残土は規制の対象外」という認識がなかば常識として広まっていた。少し専門的な解釈を加えるならば、昭和46年の廃棄物処理法の施行の際、運用にあたって当時の厚生省（現・環境省）から出された通達





▲図① 崩落箇所（大阪府豊能町）

場所：大阪府豊能郡豊能町木代 一般府道余野茨木線  
 日時：平成26年2月25日19:40頃 土砂崩落発生  
 被害：一時約1,900世帯が停電（復旧済）  
 人的被害の報告なし  
 復旧：府道が現場付近300メートルの区間において通行止めであったが、平成26年8月1日に通行止め解除  
 残土撤去等の対策工事完了（平成26年10月末）



▲図② 大阪府豊能町での土砂崩落事案

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行について」（昭和46年10月16日環整43号）に、「土砂及びもっぱら土地造成の目的となる土砂に準ずるもの」は「廃棄物処理法の対象となる廃棄物ではない」と記されていることがその根拠となっている。

今でも地方自治体をはじめとする行政担当者だけでなく、大学教授や法律家、マスコミ、そして、建設残土の不法投棄を行う悪徳な業者までもが「土砂は廃棄物処理法の対象外」「建設残土は規制の対象外」と堂々と口にする場面を見かける。

建設残土を不法投棄する行為者を行政側が思いどおりに抑止できないケースはこうしたことが背景となっており、指導・監督を繰り返すものの、強制力を持った行動が取れず、長期にわたって事態が深刻化、そして土砂崩落等の事故へとつながっていく。

しかし、これは本当に正しい姿なのだろうか。

## 「建設残土」という言葉の不正確さ

これは、「建設残土」という言葉の曖昧さ、不正確さが誤解を引き起こしているものと考えている。行政、

少なくとも建設リサイクルの分野においては、「建設残土」の明確な定義は存在しない。ただ、一般的な国語辞典を見ると「建設工事で穴を掘ったときに出る土砂」というような意味とされており、世間一般の認識もそれ以上のものではないと思われる。

それを踏まえたうえで、次頁の写真①、②をご覧ください。

端的にいうならば、廃棄物処理法の規制の対象外である土砂とは、写真①のような地山の掘削により生じる土砂、つまり自然由来の純良な土砂のことであり、建設リサイクルの世界ではこれを「建設発生土」と呼んでいる。一方、写真②のようながれき類や廃木材などが混じった土砂は「廃棄物混じり土」であり、廃棄物混じり土の疑いがあるものも含めて、法律上、産業廃棄物として廃棄物処理法に基づいた取扱いが求められる。

つまり、ひとくちに「建設残土」といっても大きく分けて、「建設発生土」と「廃棄物混じり土」の2種類があるわけである。不法投棄事案も、その土砂が純良な土砂たる建設発生土か廃棄物混じり土（もしくは



▲写真① 建設発生土（イメージ）



▲写真② 廃棄物混じり土（イメージ）

より鮮明な写真は国土交通省 HP でも確認できる。

<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d11pdf/recyclehou/sankou/haikibutumajirido.pdf>

その疑いがある土砂）かによって扱いが大きく変わってくることは想像に難くないだろう。

建設残土の不法投棄について、近年、さまざまな議論が重ねられてきているものの、その入り口にある「建設残土」とは何かという点を曖昧にしてしまったことが、この問題をわかりづらく複雑なものとしてしまい、その後の議論を暗中模索の状態にしてしまったのである。

ちなみに、国会でもこの点が議論されたことがあり、建設残土に関する正確な説明がなされていた議事が残されている。平成 26 年 2 月 26 日の第 186 回国会衆議院予算委員会第六分科会において、政府参考人として出席した当時の環境省大臣官房廃棄物リサイクル対策部長から、「土砂に関しましては、通常は、土地造成でありますとか、そういったように使われるということでありまして、廃棄物処理法上の廃棄物から外しているということでございます。（中略）何らかの形で廃棄物が混入をしていればまた別でございますが、通常の土砂ということでありまして廃棄物には該当しないというものだと考えております」との発言がなされている。

そもそも、純良な土砂である建設発生土は建設資源として有効活用されるのが一般的であり、そうした貴重な資源にもかかわらず、みだりに投棄されるというのはどこか不自然な感があるのはお気づきのとおりであろう。

一般的には、廃棄物混じり土の処理、処分は、①ふるい分けなどにより土砂と廃棄物に分別する方法、

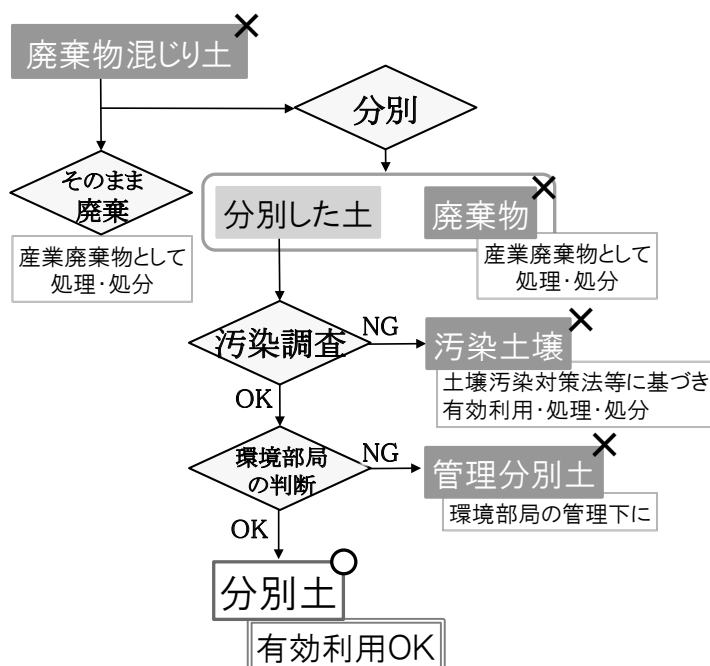
②ふるい分けによらず地方自治体の環境部局の指導に基づき産業廃棄物としてそのまま廃棄する方法のいずれかの方法がとられる。①の分別ならば、分別されて一定の品質を有し、利用にあたり周辺環境への影響がないとして地方自治体の環境担当部局から「分別土」に認定された場合、建設工事等に有効利用することが可能となる。②の廃棄ならば、通常、産業廃棄物の指定処分場に埋め立てることとなる（図③、詳しくは、『建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル』（一般財団法人土木研究センター編）の考え方が流用できる）。

また、ある地方自治体が建設残土の処分状況を把握するために行った実態調査によれば、土砂の不適切な堆積等により苦情などがあった事案の約 9 割が廃棄物混入が問題となった事案である、とのことであった。つまり、世間で騒がれている建設残土の不法投棄事案の大半が廃棄物混じり土の不法投棄であり、すなわち法的には産業廃棄物の不法投棄だったのである。

## まとめ

以上のことを踏まえて、冒頭に紹介した関係者の話を考えてみよう。

建設残土では不法行為者に対する罰則がゆるく、行政での指導や取り締まりに限界がある。産業廃棄物の不法投棄であれば懲役 5 年又は罰金 3 億円（最大）だが、建設残土では残土条例の懲役 2 年又は罰金 100 万円が限度である。→【誤り】



▲図③ 廃棄物混じり土の取扱い

【正しくは】→不法投棄された土砂が廃棄物混じり土なら産業廃棄物の不法投棄。農地法、森林法、砂防法、宅地造成法といった法律や地方自治体が独自に定める条例のほか、廃棄物処理法の罰則（最大懲役5年又は罰金3億円）を適用できる可能性がある。

個別事案の判断は、地方自治体の環境担当部局に委ねられるが、不法投棄された土砂が廃棄物混じり土と判断されるならば、行政は「建設残土は規制の対象外」という荒唐無稽な話に惑わされず、不法行為者に対してより強い態度で臨むことができる。

こうした事情を踏まえ、建設残土の不法投棄事案の対応するには以下の事項が出発点となると思われるので、確認いただきたい。

- 1) 問題の土砂が、がれき類や廃木材などが混じった土砂（廃棄物混じり土）であるか否かをいち早く現地確認することが重要である。
- 2) もし、廃棄物混じり土である場合には、廃棄物処理法に基づいた指導、監督、処分等を行う可能性が高い。
- 3) 土砂の不法投棄事案への対応には、「建設発生土の取扱いに関わる実務担当者のための参考資料」（平

成29年8月国土交通省）も参考となる。

建設残土の不法投棄の問題解決には、関係者間で正しい知識や行政における対応経験を蓄積、共有することが重要と考えている。

そうしたなか、地方自治体相互で情報を共有し、連携を図る動きが見られる。平成30年12月、大阪府の主導で「残土等にかかる土砂問題対策全国ネットワーク会議」が立ち上げられ、建設残土の不法投棄問題に取り組む全国23自治体の参加のもと、情報交換がなされたとのことである。

一説によると「デマは真実より6倍早く伝わる」と言われているが、この問題はまさに「建設残土は規制の対象外」というデマが、真実より6倍早く伝わってしまった結果であることを真に反省しなければならない。このため、国土交通省としても、日頃からこの問題に取り組む業界団体や地方自治体、主要省庁など各関係者に改めて敬意を表するとともに、各者との連携を大切にしながら、この遅れた分をいち早く取り戻すことが、令和の時代においても大切であると考えている。

（じきはら ふみあき）

※文中の意見に関わる記述は筆者の個人的な見解である。

# 「森林教育ベストプラクティス賞」TOP10 受賞

IUFRO The Global Competition  
on Best Practices in Forest Education



「森林、科学、人々をつなげる」をテーマに地球規模の課題に取り組んでいる IUFRO（国際森林研究機関連合）は、森林研究を人々に伝える森林教育の活動を推進しており、新たに「森林教育ベストプラクティス賞」を創設しました。国際森林デー（2019年3月21日）に受賞者が発表され、世界のトップ10に日本の活動「森林教育の研究を基礎にした環境教育」（森林総合研究所多摩森林科学園 井上真理子）が選ばれました。森林教育賞が創設された背景と、受賞内容の概要を紹介します。

いのうえ まりこ かわもと  
井上真理子\*・川元スミレ\*\*

## 国際的な森林教育への関心の高まり

国際森林研究機関連合（IUFRO）<sup>1)</sup> による森林教育への取組は、森林の役割に対する期待の高まりを背景にしています。「持続可能な開発サミット」（2015年9月、国連本部）において採択された「我々の社会を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」では、人間、地球及び繁栄のための行動計画（持続可能な開発目標：SDGs）を掲げ、森林についてはSDG15の中に目標のひとつとして挙げられました。森林を含む環境と開発をテーマに国際会議が実施されたのは、1992年ブラジルの地球サミットが最初です。持続可能な開発に向けた地球規模でのパートナーシップの構築を目指した「気候変動枠組条約」を採択し、これまで締約国による会議（COP）を開催してきました。COP24（2018年、ポーランド）では、森林に関するカトヴィツェ閣僚宣言<sup>2)</sup>を打ち出しています。

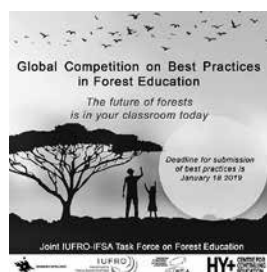
森林の役割への期待が高まる一方、世界では、森林の役割に関心を向けられない厳しい状況もあります。森林研究の推進には、持続可能な社会の実現に向けた貢献も考えることが必須な時代となっています。

## IUFRO「森林教育ベストプラクティス賞」の創設

IUFROは国連機関と共に「森林、科学、人々をつな

げる」をテーマに地球規模の課題に取り組んでいます。森林教育は、森林研究を人々に伝えることができる研究分野として、重要性が認識されてきました。教育は、SDG4の目標にも取り上げられ、教育を受ける権利は、国連による「世界人権宣言」等で謳われている基本的人権のひとつとなっています。森林教育の推進を通じて、持続可能な社会づくりに貢献することが期待されてきており、国際森林デーや国際木材デー（2019年3月）の主なトピックスは森林教育に関するものになりました<sup>3)</sup>。このような国際的な動きが、森林教育賞創設の背景にあります。

「森林教育ベストプラクティス賞」（図①）は、受賞者を称えるだけでなく、優れた活動の情報を世界各国で共有し、教育活動の質を高め、実践を広げて実効性を高めることが目的です。IUFROと日本の橋渡しをしてきた IUFRO-J 事務局<sup>4)</sup>は、多くの実績を積み重



◀図① IUFRO「森林教育ベストプラクティス賞」募集

\* (国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園 教育的資源研究グループ 主任研究員

〒193-0843 東京都八王子市廿里町1833-81 Tel 042-661-1121 Fax 042-661-5241 E-mail: imariko@ffpri.affrc.go.jp

\*\* IUFRO-J事務局 (元)・森林総合研究所 (元) E-mail: sumirekw@gmail.com



▼表① 森林教育ベストプラクティス賞 TOP10

賞	国	内容
最優秀賞	韓国	森林 101 (学校での森林教育プログラム)
	カナダ	アジア・太平洋の持続可能な森林経営教育
優秀賞	スロベニア	森のようちえんと学校の連携
	メキシコ	大学の専門教育での林業の企業家教育
TOP 10	インドネシア	小学校での気候変動の教育活動
	ラトビア	森のようちえん活動
	ブラジル	子どもたちに森林教育を教える専門教育
	日本	森林教育の研究を基礎にした環境教育
	スペイン	VR 技術を活用した教育活動
	イタリア	大学と企業の連携活動



▲写真① 森林教育の地域交流活動（森林教育交流会）

ねてこられた井上真理子氏を推薦しました。井上氏は、IUFRO Division6.09（森林教育）副コーディネーターを務め、日本の森林教育を世界に発信するとともに、国際情勢を日本に伝えています<sup>5)</sup>。そうした井上氏の活動は、世界のTOP10ファイナリストとして認められました。（文：川元スミレ）

## 「森林教育ベストプラクティス賞」TOP10

森林教育賞には、世界各国から71活動（23か国）の応募がありました。主に、対象者と目的を明確にした教育プログラムの実践で、TOP10には、子ども向け（初等教育）3例、中高生向け（中等教育）1例、大学（高等教育）4例、複数2例がありました（表①）。

TOP10の活動内容は、創造性を育む森のようちえんの活動、VR技術を駆使した世界の森林学習、社会環境問題に取り組む起業活動（専門教育）、コミュニケーションスキルを活かした子どもたちへの教育指導（専門教育）など多様で、活動を広げる工夫もなされていました。IUFROホームページでは、プロモーションビデオのような活動紹介が公開中です。活動紹介ビデオからは、各国の強い意気込みが感じられます。

## 日本の受賞活動の紹介

TOP10の活動には、国を挙げたプロモーションが多くあるのに対して、日本の受賞活動は、研究者の取組です。活動紹介のビデオは、研究記録用のものを急ぎ編集したものです（編集：川元スミレ）が、研究を基盤に、幅広い年齢層を対象とする研究者や実践者と連携した活動は、他に例を見ないものでした。多様

な関係者との連携は、IUFROの理念に通じるものであり、選考委員会では、実践例の豊富さに感嘆され、総合的な点を高く評価いただきました。

受賞内容は、学生を対象とした地球温暖化問題を学ぶ森林調査の実習を含む授業の開発・実践、開発した教育プログラムを学校に普及するための教員研修の実施、さらに地域の実践者と協力した地域連携活動へ展開した多角的な活動です（写真①）<sup>7)</sup>。木工や林業体験、自然観察、環境教育や野外活動などの幅広い内容を捉え、森林教育の可能性を広げています。

海外の森林教育は、環境教育や学校教育との関わりが弱く、日本ほど内容を広く捉えていません。日本は、森林教育の先進国のひとつで、教育内容の広がり特徴と言えますが、海外では日本での活動が知られておらず、国際的な発信力の弱さが課題です。

## これからの森林教育の展開

最優秀賞の2例は、共に組織的で大規模な取組です。カナダ（アジア太平洋林業教育協同機構）は、世界唯一の専門教育における林業のオンラインプログラムの提供と資格認定、韓国は、学校の授業で定期的な森林と関わる教育活動を行っています（2018年～）。韓国は2016年の取組開始からわずか2年で、学校授業への組み込みを実現しました。

活動内容は、必ずしも目新しいものではありません。では、世界と日本の実践力の差は何でしょうか？世界の取組から、日本の20年間の森林教育の実践を見直すヒントを探る必要があるかもしれません。

（文：井上真理子）

1) 国際森林研究機関連合（IUFRO） <https://www.iufro.org/>

2) 森林に関するカトヴィツェ閣僚宣言（仮訳）については、IUFRO-J News No.124（2019.3）、p.4を参照。

3) 国際森林デー・国際木材デーについては、IUFRO-J News No.124（2019.3）、p.21「INFORMATION」を参照。

4) 国際森林研究機関連合日本委員会（IUFRO-J） <http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/iufro/j/>

5) 井上真理子、杉浦克明。IUFRO 125th Anniversary Congress 2017にみた森林教育研究の展開。IUFRO-J News. 2017, 122: 8-9.

6) IUFRO 森林教育ベストプラクティス賞

<https://www.iufro.org/science/task-forces/forest-education/outstanding-practices-forest-education/#c28424>

7) 井上真理子。森林教育交流会成果発表会。森林技術。2019, 923: 28-29.

本の紹介

小池伸介・山浦悠一・滝 久智 編  
森林と野生動物  
森林科学シリーズ 第11巻

発行所：共立出版株式会社  
〒112-0006 東京都文京区小日向 4-6-19  
TEL 03-3947-2511 FAX 03-3947-2539  
2019年2月発行 A5判 300頁  
定価（本体3,500円＋税）ISBN 978-4-320-05827-9

本書の構成は3部：野生動物の現状、農地・都市・島嶼<sup>とうしよ</sup>での問題、そして、今後の保全と管理であり、森林・林業関係者だけではなく、それぞれの関心から読み進めることができる。森林科学科を目指す学生さんの約4割は、野生動物に関わる研究に憧れて本科を選ぶ傾向のあることを3つの教育現場で実感した。かわいい動物たちに

魅了されるのは当然である。しかし、拡大造林が一段落し、人工林の天然生林化が求められた1970年代頃には、植林の阻害要因として、本州ではカモシカ、植生の異なる北海道では野兎鼠害が深刻であり、いかに獣害圧を軽減するか、すなわち、今も、銃で間引くか毒餌で駆除するかというような課題に向き合わねばならないのである。

二ホンジカ害が全国的に深刻であり、本書では、その背景にある森林政策が示されている。驚いたのはツキノワグマの食害が、一定割合続いていることであった。担当してきた森林保護学では、コナラ属樹木の衰退によって、良質の食べ物が不足し彼らの活動範囲が広がった、と紹介してきたが、これが明確に図表とともに示されている！ 一方で、“害獣”駆除のためには、同僚であったオオカミ協会々長の言う生態系の概念（一次生産者から高次生産者＝肉食獣の生物ピラミッドとそれを支える植物群）を理解すべきことを身近で学んだ。この概念を数値で示すには、長期モニターが必要であり、それには不屈の精神と膨大な時間と努力が不可欠である。そこに

●木になるサイト紹介●

「国有林おさんぽ MAP」

～ Chubu National Forest Footpaths 44 ～

URL : <http://www.rinya.maff.go.jp/chubu/welcome/invitation/sanpo-map.html>



林野庁中部森林管理局では、国有林のフィールドを「散歩を通して心身の健康づくり」に活用いただくことを目的に、「国有林おさんぽ MAP」を平成30年10月に作成し、見やすさを高めるなどの改訂を平成31年4月に行いました。

一般的に、中高年の方々の日常的な体力づくりには、中等度の負荷（軽く息が弾む程度）を与える運動を一日30分以上行うことが望ましいと言われていますが、運

動を始めたいと考える際に、街中の散歩では十分な運動にならないと思いつつも、本格的な登山を始めするにはハードルが高すぎるとお考えになる方も多くみられます。

そこで、「登山未満マチナカ以上」をキーワードに、①履き慣れた「いつものスニーカー」で、②飲料水とタオルを片手に、③多様な樹種で森林浴を楽しみながら、④「ちょうどいい」運動で汗を流すことができるコースを、管内職

員らが自ら実際に歩いてまわり、富山県、長野県、岐阜県、愛知県で合計44か所のコースを選定しました。コースごとに、実際に歩いた職員の年代や身長、所要時間や歩数を目安として掲載しています。全編が中部森林管理局職員によるオリジナル製作です。

森林浴を楽しみながら、歩幅や腕の振りなど、歩き方の一工夫で骨粗鬆症<sup>こつそしょうしょう</sup>や認知症の予防にも効果があると言われる「効果的なおさんぽ方法」についてもご紹介しています。おさんぽにお出かけの際には、あわせてお役立ていただければ幸いです。当サイトは、当局のホームページで紹介しています。スマートフォンにも対応していますので、左記のQRコードまたはURLからアクセスしてください。



いとうよしあき  
伊藤嘉昭氏の「昆虫を害虫と呼ぶのはいかなることか」を思い出し、これらを身をもって示された編者らと、その指導的立場にあった先輩方の後ろ姿や強烈な個性を垣間見る。そして、それが引き継がれていることに教育の重要性を再認識する。是非、示された統計資料の重みとそこから導かれた指針の意味を、本書を手にして学んでいただきたい。

(北海道大学農学研究院研究員  
／小池孝良)



▲国林おさんぽ MAP  
一括印刷版の表紙(上)と「湯の丸つつじ平コース」(下)

(林野庁中部森林管理局)

- 環境にお金を払う仕組み PES (生態系サービスへの支払い) が分かる本 著: 柴田晋吾 発行所: 大学教育出版 (Tel 086-244-1268) 発行: 2019年6月 A5判 226頁 定価(本体2,200円+税) ISBN 978-4-86692-024-5
- 森林未来会議 森を活かす仕組みをつくる 編著: 熊崎実・速水亨・石崎涼子 発行所: 築地書館 (Tel 03-3542-3731) 発行: 2019年6月 四六判 312頁 定価(本体2,400円+税) ISBN 978-4-8067-1583-2
- 森林科学シリーズ 12 森林と文化 森とともに生きる民俗知のゆくえ 編集: 蛭原一平・齋藤暖生・生方史数 発行所: 共立出版 (Tel 03-3947-2511) 発行: 2019年5月 A5判 306頁 定価(本体3,700円+税) ISBN 978-4-320-05828-6
- 葉っぱはなぜこんな形なのか? 植物の生きる戦略と森の生態系を考える 著: 林将之 発行所: 講談社 (Tel 03-5395-3606) 発行: 2019年5月 四六判 212頁 定価(本体1,400円+税) ISBN 978-4-06-515669-8
- 里山風土記 著: 高久育男 発行所: 産学社 (Tel 03-6272-9313) 発行: 2019年5月 A5判 252頁 定価(本体3,200円+税) ISBN 978-4-7825-3525-7
- 木々は歌う 著: D.G. ハスケル 訳: 屋代通子 発行所: 築地書館 (Tel 03-3542-3731) 発行: 2019年5月 四六判 368頁 定価(本体2,700円+税) ISBN 978-4-8067-1581-8
- 聞き書き 伝統建築の家 造る 住む 直す 職人の技 著: 原田紀子 発行所: 農山漁村文化協会 (Tel 03-6459-1131) 発行: 2019年4月 B6判 276頁 定価(本体2,400円+税) ISBN 978-4-540-18174-0
- 断固、森を守る 著: 田島信太郎 発行所: PHP エディターズ・グループ (Tel 03-6204-2931) 発行: 2019年4月 四六判 112頁 定価(本体1,200円+税) ISBN 978-4-909417-22-0
- 森林生態学 編集代表: 石井弘明 発行所: 朝倉書店 (Tel 03-3260-7631) 発行: 2019年4月 A5判 184頁 定価(本体3,200円+税) ISBN 978-4-254-47054-3
- 森林保護と林業のビジネス化 マツ枯れが地域をつなぐ 編著: 中村克典・大塚生美 発行所: 日本林業調査会 (Tel 03-6457-8381) 発行: 2019年3月 A5判 212頁 定価(本体2,200円+税) ISBN 978-4-88965-258-1
- 森林と権力の比較史 編: 松沢裕作 発行所: 勉誠出版 (Tel 03-5215-9021) 発行: 2019年2月 A5判 312頁 定価(本体7,000円+税) ISBN 978-4-585-22234-7

## 01 令和元年度第74回定時総会等のご案内

- 定時総会（第74回）を、6月28日（金）15時30分から日林協会館3階大会議室で開催します。この定時総会にご出席いただく役員及び代議員の方々には、別途、開催案内をお送りしました。総会終了後に、同会議室にて懇談会（18時～20時）を開催します。
- 定時総会の席上で、「第29回学生森林技術研究論文コンテスト」及び「第64回森林技術賞」の受賞者を表彰し、総会後に受賞者による講演を行います。予定時間は、17時15分～17時45分です。

## 02 林業技士・森林情報士の受講生を募集中です

- 林業技士（養成研修各部門）の申込受付期間は、5/1（水）～6/30（日）です。また、資格要件審査（森林土木部門・作業道作設部門）の申込受付期間は、7/1（月）～8/31（土）です。
- 森林情報士（各部門）の申込受付期間は、5/1（水）～6/15（土）です。締切間近ですご注意ください。

※各々の詳細は、当協会 Web サイトをご覧ください。

## 03 日林協のメールマガジン・会員登録情報変更について

- メールマガジン 当協会では、会員の方を対象としたメールマガジンを毎月配信しています。ぜひご参加ください。配信をご希望の方は、メールアドレスを当協会 Web サイト《入会のご案内》→《入会の手続き》→《情報変更フォーム》にて登録ください。
  - 異動・転居に伴う会誌配布先等の変更 これについても、上記《情報変更フォーム》にて行えます。なお、情報変更に必要な会員番号は会誌をお届けしている封筒の表面・右下に記載しています。
- お問い合わせはこちら → [mmb@jafta.or.jp](mailto:mmb@jafta.or.jp) （担当：吉田 功）

## 04 協会のうごき

- 人事異動【令和元年6月1日付け】

命 北海道事務所技師、指定調査室兼務

後藤明日香

### 編集後記

mtnt

今年は5月から豪雨や高温といった例年にない気象現象が発生しており、今後より大きな災害がないことを祈るばかりです。こうした異常気象の原因となっている地球温暖化は人間の活動に因るものとされていますが、起きたことから原因と対策を考え、今後に活かせるのもまた人間です。今号では、近年の豪雨災害による知見から、これからの防災・減災対策について解説いただきました。

### お問い合わせ

- 会員事務／森林情報士事務局  
担当：吉田（功）  
Tel 03-3261-6968  
✉：[mmb@jafta.or.jp](mailto:mmb@jafta.or.jp)
  - 林業技士事務局  
担当：一、三宅  
Tel 03-3261-6692  
✉：[jfe@jafta.or.jp](mailto:jfe@jafta.or.jp)
  - 本誌編集事務  
担当：馬場  
Tel 03-3261-5518  
（編集）✉：[edt@jafta.or.jp](mailto:edt@jafta.or.jp)
  - デジタル図書館／販売事務  
担当：一、三宅  
Tel 03-3261-6952  
（図書館）✉：[dlib@jafta.or.jp](mailto:dlib@jafta.or.jp)  
（販売）✉：[order@jafta.or.jp](mailto:order@jafta.or.jp)
  - 総務事務（協会行事等）  
担当：見上、関口、佐藤（葉）  
Tel 03-3261-5281  
✉：[so-mu@jafta.or.jp](mailto:so-mu@jafta.or.jp)
  - 上記共通 Fax 03-3261-5393
- 会員募集中です
- 年会費 個人の方は3,500円、団体は一口6,000円です。なお、学生の方は2,500円です。
  - 会員特典 森林・林業の技術情報等をお伝えする『森林技術』を毎月お届けします。また、森林・林業関係の情報付き『森林ノート』を毎年1冊配布、その他、協会販売の物品・図書等が、本体価格10%offで購入できます。

森 林 技 術 第927号 令和元年6月10日 発行  
編集発行人 福田隆政 印刷所 株式会社 太平洋  
発行所 一般社団法人 日本森林技術協会 © <http://www.jafta.or.jp>  
〒102-0085 TEL 03 (3261) 5 2 8 1 (代)  
東京都千代田区六番町7 FAX 03 (3261) 5 3 9 3  
三菱UFJ銀行 麹町中央支店 普通預金 0067442 郵便振替 00130-8-60448 番

SHINRIN GIJUTSU published by  
JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION  
TOKYO JAPAN

〔普通会費 3,500円・学生会費 2,500円・団体会費 6,000円/口〕



## 2019 国産材製品輸出促進セミナー

- 主 催：一般社団法人日本木材輸出振興協会
- 日 時：2019年6月28日（金） 14:45～16:30
- 会 場：日中友好会館 地下大ホール（東京都文京区後楽 1-5-3）
- プログラム：14:45～14:50 開会挨拶 井上幹博（日本木材輸出振興協会 事務局長）  
 14:50～15:20 講演①「海外市場における金物工法等の取り組み」  
 杉目勝也（BX カネシン株式会社 営業統括部部长）  
 15:30～16:00 講演②「<sup>パナ</sup>韓国の木材利用状況」  
 朴 智秀（株式会社キーテック 営業本部）  
 ※各講演後 10 分間の質疑応答あり。  
 16:10～16:30 総括 安藤直人（日本木材輸出振興協会 会長）
- 定 員：100 名（定員になり次第締め切り）
- 申込方法：一般社団法人日本木材輸出振興協会ホームページ（<https://www.j-wood.org/>）掲載  
 の開催案内にある Web 申込フォーム，または参加申込書を Fax あるいは E-mail で送  
 信してお申し込みください（申込締切：6 月 21 日（金））。
- お問い合わせ：一般社団法人日本木材輸出振興協会 事務局 上島，池田  
 Tel 03-5844-6275 Fax 03-3816-5062 E-mail：info@j-wood.org

## 空間情報シンポジウム 2019

本シンポジウムは、空間情報システムの普及推進による各分野の業務の効率化やサービスの向上、地域の活性化を目指し、1996 年より毎年開催されています。有識者や研究者による講演やユーザーによる事例発表、(株)インフォマティクスからの最新技術発表などのプログラム、展示コーナー等があり、GIS 関連の情報提供、情報交換の場となっています。

- テーマ：空間情報科学と令和を創る知恵
- 概 要：基調講演／特別講演／事例紹介／インフォマティクス最新技術情報紹介  
 空間情報関連企業や団体、インフォマティクスによる展示やデモ
- 主 催：株式会社インフォマティクス
- 共 催：一般社団法人地理情報システム学会
- 後 援：一般社団法人社会情報学会／地方公共団体情報システム機構／  
 公益社団法人日本測量協会／公益社団法人日本地理学会（五十音順）
- 参加費：無料（事前登録制）  
 ※（株）インフォマティクスのホームページから登録いただけます。
- 日程・会場：7/10（水）東 京 東京コンファレンスセンター・品川 5F 大ホール  
 7/18（木）大 阪 グランフロント大阪 北館 4F ナレッジシアター  
 8/7（水）名古屋 名古屋コンベンションホール 会議室 301・302
- お問い合わせ：（株）インフォマティクス 空間情報シンポジウム 2019 事務局  
 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310 ミューザ川崎セントラルタワー 27F  
 Tel 044-520-0851 Fax 044-520-0845 E-mail：sympo2019@informatix.co.jp

※空間情報シンポジウムへの参加により、測量 CPD ポイント、建設系 CPD ポイント、GIS 学会貢  
 献達成度ポイントを取得することができます。

## 令和元年度の年会費納入はお済みですか (一社)日本森林技術協会

令和元年度の年会費納入はお済みでしょうか。

会費の納入については、以下のような流れで手続きを行っていますので、まだお済みでない方はご確認のうえ、納入くださいますようお願いいたします。

### 手続きの流れ

- ・「口座自動引き落とし」の手続きをされている方は、5月27日に引き落としを行いました。
- ・「郵便振替」をご希望の方には、5月初めに会誌とは別便で「払込取扱票」をお送りしました。  
※払込期限（5月31日）を過ぎておりますが、本票は手数料無料で使用できますので、失念されていた方は、速やかに納入いただきますようお願いいたします（コンビニでもお支払いいただけます）。

### 会費の期間

令和元年度分  
(平成31年4月～翌年3月)

会費が未納の方には、未納分を合算した払込取扱票をお送りしています。

### 年会費

- 普通会員 3,500 円
- 学生会員 2,500 円
- 終身会員 1,000 円
- 団体会員 6,000 円  
(一括払いの方を除く) (一口あたり)

【お問い合わせ】 一般社団法人日本森林技術協会 管理・普及部（会員事務担当）

TEL: 03-3261-6968 FAX: 03-3261-5393 E-mail: mmb@jafta.or.jp

## 地方公共団体の皆様の 「地域づくり・森林創生」をサポートする 地域森林創生支援室 を開設しています！

私たち日本森林技術協会は、森林環境譲与税を活用し地方公共団体の皆様が主体となって進める、森林の整備や人材の育成、地域産木材の活用等、さまざまな取組をトータルでサポートすることで、「地域の夢」の実現を支援します。

支援に関するお問い合わせは、  
地域森林創生支援室 ヘルプデスクへご連絡ください。  
また、専用のお問い合わせフォームもご用意しています。

### 【お問い合わせフォーム】

当協会 Web サイト TOP  
「地域森林創生支援」の  
ボタンをクリック！



一般社団法人日本森林技術協会 事業部 【地域森林創生支援室 ヘルプデスク】

TEL: 03-3261-9112(飯田) または 03-3261-6783(宗像) FAX: 03-3261-3044 E-mail: sousei@jafta.or.jp

令和元年度  
林業技士  
森林情報士

## 養成研修の受講申込を受付中です！

林業の成長産業化が推進される中で必要な技術力を身に付けることが欠かせないものとなっています。多くの皆様に受講いただけますようご案内申し上げます。

- 林業技士（養成研修各部門）：5月1日（水）～6月30日（日）まで

【募集部門】林業経営、林業機械、森林土木、森林評価、森林環境、森林総合監理、林産の7部門。

※林業技士の資格要件審査（森林土木部門及び作業道作設部門）の申込期間は、7月1日（月）～8月31日（土）です。

- 森林情報士（各部門とも）：5月1日（水）～6月15日（土）まで

締切迫る!!

【募集部門】森林航測（1級及び2級）、森林リモートセンシング（1級及び2級）、森林GIS（1級及び2級）の6部門。

それぞれの部門のスクーリング開催日程など、詳しくは、当協会Webサイトをご覧ください。受講案内パンフレットや受講申込書等の各種様式を掲載しています。

【林業技士】<http://www.jafta.or.jp/contents/gishi/> 【森林情報士】<http://www.jafta.or.jp/contents/jouhoushi/>

### 【お問い合わせ】

林業技士事務局 担当：一（いち） Tel：03-3261-6692 Fax：03-3261-5393  
森林情報士事務局 担当：吉田 功 Tel：03-3261-6968 Fax：03-3261-5393

# JAFEE

## 森林分野CPD（技術者継続教育）

### 森林技術者の継続教育を支援、評価・証明します

#### 専門分野に応じた継続学習の支援

次のような業務に携わる技術者の継続教育を支援

- ①市町村森林計画等の策定
- ②森林経営
- ③造林・素材生産の事業実行
- ④森林土木事業の設計・施工・管理
- ⑤木材の加工・利用

#### 迅速な証明書の発行（無料）

- ・証明は、各種資格の更新、総合評価落札方式の技術者評価等に活用可能

#### 豊富かつ質の高いCPDの提供

- ・講演会、研修会等を全国的に展開
- ・通信教育を実施
- ・建設系CPD協議会との連携

#### 森林分野CPDの実績

- ・CPD会員数5,500名
- ・通信研修受講者1,500名
- ・証明書発行1,800件（H30年度）

詳しくは、HPまたはCPD管理室まで  
お問い合わせください。

公益社団法人 森林・自然環境技術教育研究センター（JAFEE）

【URL】<http://www.jafee.or.jp/>

【CPD管理室】TEL 03-3261-5401 FAX 03-6737-1238 〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地（日林協会館）

# ことしも、 みらいを募集します。

農林水産業の未来は、現場から始まっている。

これまでのやりかたにとらわれない挑戦が、

地域を変え、日本の未来を変えていく。

そう信じる私たち「農林水産業みらい基金」は、

今年も一緒になって、そのチャレンジを応援します。

いよいよ、基金6年目の募集のスタートです。

これまで選ばれた37のプロジェクトに続く、

今後に向けてのモデルとなり得る事業を

お待ちしております。

## 2019年度助成事業 募集スタート

助成先は厳正な審査を経て決定されます。  
詳しくはWEBの募集要項をご確認ください。

農林水産業みらい基金

検索

[www.miraikikin.org/](http://www.miraikikin.org/)



みらい基金

令和元年六月十日  
昭和二十六年九月四日  
第三種郵便物認可  
行  
(毎月一回十日発行)

森林技術  
第九二七号

定価 五五五円  
(本体価格五〇五円)  
(会員の購読料は会費に含まれています) 送料七〇円

一般社団法人  
農林水産業みらい基金

未来は、いつだって、現場から生まれる。私たち農林水産業みらい基金は、JA(農業協同組合)・JF(漁業協同組合)・JForest(森林組合)グループの一員である農林中央金庫によって設立されました。

