

# 九州の森と林業

No.149 2024.9

## 森林は大雨のときほど多くの雨水を蒸発させる

山地防災研究グループ 村上 茂樹

### はじめに

森林に降った雨水の一部は、地面に到達することなく蒸発します。この蒸発現象を遮断蒸発と呼びます（遮断損失、または樹冠遮断と呼ぶこともあります）。世界中の測定結果から遮断蒸発は年間雨量の10～30%程度、平均は約20%になることが知られています<sup>1)</sup>。このため、森林で覆われている流域（河川に流れ込む雨水を集める区域）では森林で覆われていない流域よりも河川水量が少なくなります。最近の研究で、森林に覆われた流域では、遮断蒸発によって洪水のときのピーク流量が減少傾向を示すことも明らかになりました<sup>2)</sup>。

### 遮断蒸発の測定

遮断蒸発は、森林の外に降る雨（林外雨）から森林の中に降る雨（林内雨）を引き算して求めます（図1）。林外雨は、いわゆる雨量と同じですが、森林の外に降る雨であることを示すために、あえて林外雨と呼びます。林内雨は、樋で集めた雨水と幹を伝って流れ下る雨水を足し合わせたものです。森林内の雨は枝葉の影響で不均一な降り方をするため、樋で雨水を集めて平均化します。雨水の量は、水平な面に流れ去らずに貯まった水の深さ（単位はmm）で表します。遮断蒸発の量も

水の深さとして表します。

測定は九州支所構内のスギ林で行いました<sup>3)</sup>。このスギ林は植栽後7～8年が経過し、1ヘクタール（100m四方）当たり5700本が生育していました。山に植栽されるスギは1ヘクタール当たり2500～3000本なので、対象としたスギ林はかなり密な林です。

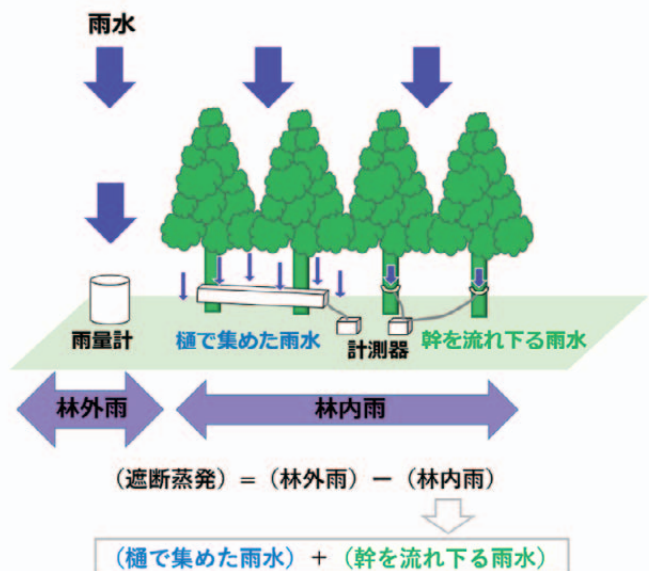


図1 林外雨と林内雨の測定



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

Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

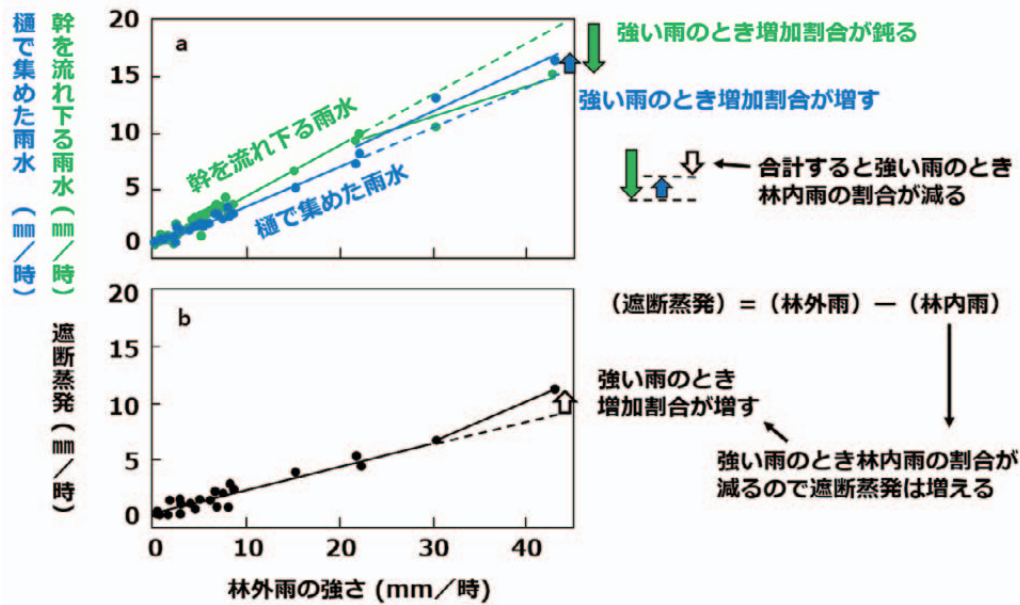


図2 1時間ごとの林外雨と(a)幹を流れ下る雨水、樋で集めた雨水、及び(b)遮断蒸発の関係

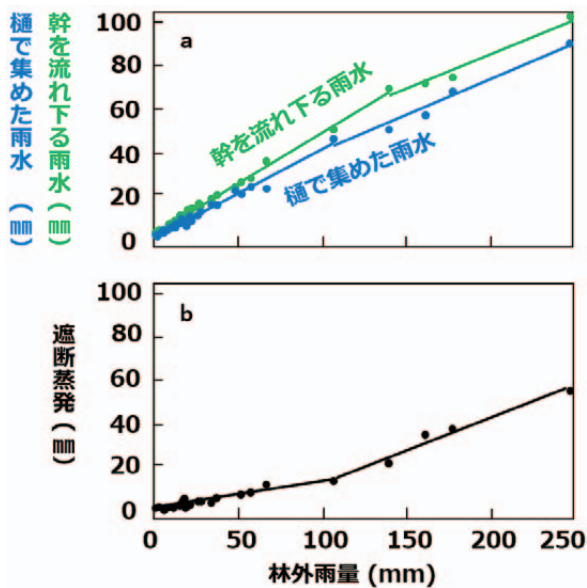


図3 一雨ごとの林外雨と(a)幹を流れ下る雨水、樋で集めた雨水、及び(b)遮断蒸発の関係

### 強い雨のときほど遮断蒸発が多い

図2aに大雨(総雨量249.1mm)のときの1時間ごとの林外雨(すなわち雨の強さ)と、1時間ごとの幹を流れ下る雨水の関係を示します。林外雨の強さが大きくなると幹を流れ下る雨水は直線的に増加します。しかし、雨が強すぎると枝や幹が雨水を流しきれなくなることに加え、大きな雨滴が激しく衝突するために雨滴が飛沫となって空中に投げ出され

ます。その結果、1時間当たりの林外雨が20mmを超える辺りから直線が折れ曲がり、傾きが緩くなって幹を流れ下る雨水の増加割合が鈍っています。

幹を流れ下ることができなかった雨水は、樋で集めることができます。樋で集めた雨水は、1時間当たりの林外雨が20mmを超える辺りから増加の割合が大きくなっています。しかし、幹を流れ下る雨水の減少分を補うほどには増加していません。これは幹や枝から離れて落下する雨水が飛沫となって蒸発しているためと考えられます。この結果、強い雨のときは林内雨の増加割合が減少することになります。

図2bに1時間当たりの林外雨と遮断蒸発の関係を示します。遮断蒸発は雨の強さが増すにつれて直線的に増加していますが、1時間当たり30mmを超える強い雨のときは、前述のように林内雨の増加割合が鈍るために、遮断蒸発の増加割合が大きくなる傾向が見られます。

### 大雨のときほど遮断蒸発が多い

次に、一降りの雨(一雨)ごとに解析してみます。雨がやんでから6時間以上が経過しても雨が測定されない場合、それまでに降った雨を一雨として区切ることにします。図3

は、図2と同様の図を一雨ごとに描いたものです。いちばん右に示された点が図2で解析した一雨（総雨量）249.1mmのデータです。幹を流れ下る雨水は、林外雨が130mm付近を境に増加の割合が鈍っています（図3a）。樋で集めた雨水は林外雨が約100mmより大きくなると、やはり増加の割合が減少しています。この結果、林外雨が約100mmを超える付近から林内雨の増加の割合が減り、遮断蒸発は林外雨が100mmを超える辺りから増加の割合が大きくなっています。大雨のときは1時間ごとの雨量、すなわち雨の強さが大きくなる傾向があります。このため、1時間ごとの林外雨を横軸に取った図2と、一雨ごとの林外雨量を横軸に取った図3が同じ傾向を示すのです。

すなわち、強い雨のときや、大雨のときほどより多くの雨水が蒸発しています。このような現象はこれまで知られていませんでした。

## 降雨中に蒸発

遮断蒸発のほとんどは雨が降っている最中に起きています<sup>4)</sup>。しかも図2bのように雨が強い（1時間当たりの雨量が多い）ときほど多くなります。降雨中に遮断蒸発が生じるメカニズムは不明とされ、世界中の研究者を悩ませてきました<sup>5)</sup>。筆者は雨滴が枝や葉に衝突してできる飛沫が蒸発するとの説を提唱しています<sup>6)</sup>。コップに入れた水を床にこぼすと、ほとんど蒸発せずに床に水たまりができます。しかし、同じ量の水を霧吹き器で噴霧すると水はミストとなって落下の途中で蒸発し、床はあまり濡れません。実験に基づく計算によると、小さな水滴（飛沫）は湿度が高いときでも盛んに蒸発します<sup>4, 6)</sup>。森林では雨が強いと、より多くの大きな雨滴が枝葉にぶつかって飛沫が盛んに発生するため、蒸発も多くなると考えられます。

しかし、図2bや図3bに示したように強い雨や大雨が降ると、いつも遮断蒸発がより盛んになるのか、植栽樹種や森林の管理によって遮断蒸発にどのような変化が生じるのか、などについてはほとんど解明されていません。

## 森林は洪水を緩和する

森林は遮断蒸発によって雨水の一部を大気に戻すことで洪水緩和機能を発揮しています。今後の研究の進展で、植栽樹種の選択や森林管理によって遮断蒸発を増やす方法が見つかれば、森林の洪水緩和機能をさらに増強させることが可能になるかもしれません。

## 引用文献

- 1) Yue K et al. (2021) Global patterns and drivers of rainfall partitioning by trees and shrubs. *Global Change Biology*, 27: 3350–3357.
- 2) Momiyama H et al. (2023) Forest canopy interception can reduce flood discharge: Inferences from model assumption analysis. *Journal of Hydrology*, 623: 129843.
- 3) Murakami S (2024) Reduction in the ratio of stemflow to rainfall during heavy rain in two Japanese cedar stands and the influence on rainfall partitioning. *Journal of Hydrology*, 634: 131100.
- 4) Murakami S (2021) Water and energy balance of canopy interception as evidence of splash droplet evaporation hypothesis. *Hydrological Sciences Journal*, 66: 1248–1264.
- 5) Cisneros Vaca C et al. (2018) The influence of long-term changes in canopy structure on rainfall interception loss: a case study in Speulderbos, the Netherlands. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22: 3701–3719.
- 6) Murakami S (2006) A proposal for a new forest canopy interception mechanism: Splash droplet evaporation. *Journal of Hydrology*, 319: 72–82.

# 令和5(2023)年の九州地域の森林病虫獣害発生状況

チーム長(生物多様性担当) 佐山 勝彦  
チーム長(樹木病態生理担当) 石原 誠  
森林微生物管理研究グループ 安藤 裕萌  
森林動物研究グループ長 安田 雅俊

令和5(2023)年の九州地域(九州7県と沖縄県)の森林病虫獣害発生状況を報告します。この報告は、九州地区林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会、および著者らに寄せられた情報などを集約したものです。

九州地域は外来生物が侵入する頻度が高く、病虫獣害の被害拡大を阻止するためにも、今後も引き続き関係各位の情報収集・提供へのご協力をお願い致します。本報告に先立ち、情報をお寄せいただいた関係各位にお礼申し上げます。

**虫害:** 2023年に九州地域で確認された主な虫害を表1に示します。2022年に続き表にあげられたのは、アカギヒメヨコバイ、サカキブチヒメヨコバイ、ソテツシロカイガラムシ(これまでの「カイガラムシの一種(*Aulacaspis yasumatsui*)」に命名された和名)、マツヘリカメムシ、ケブカトラカミキリ、タイワンハムシ、カシノナガキクイムシ、フウノキギンバネスガ、マツカレハ、キオビエダシヤク、ハウオウボククチバ、デイゴヒメコバチでした。

クスベニヒラタカスミカメが長崎県で初めて確認されました。本種は中国原産の外来種で、幼虫や成虫がクスノキの葉から吸汁します。吸汁された葉は褐色の斑模様になり、被害が大きい場合には落葉します。九州では、2018年に大分県の大分市と別府市、2019年に熊本県の熊本市と玉名市、2021年に鹿児島県の鹿児島市と姪良市で確認されています。

サビアヤカミキリによるマダケ・メダケ・ダンチクへの被害が長崎県長崎市で確認されました。本種は九州南部以南に分布する種ですが、近年長崎県で確認され、分布を拡大させていると推測されます。

イヌマキの葉を食害するキオビエダシヤクが、熊本県多良木町、宮崎県五ヶ瀬町、鹿児島県、沖縄県(沖縄島)で発生しました。熊本県で被害が確認されたのは今回が初めてで

す。今後、分布の北上が懸念されます。

鹿児島県(奄美大島)と沖縄県国頭村では、街路樹などのソテツでソテツシロカイガラムシによる枯死被害が続いています。本種は東南アジア原産の外来種で、今後、被害地以外に分布が広がる可能性があります。注意が必要です。

沖縄県名護市では、枯死したウラジロエノキからタイワンゴマダラカミキリの羽化が確認されました。本種は1990年代初めに沖縄島南部に侵入し、最近では中部、さらに先島諸島にまで分布を広げています。

以上の虫害のほかに、長崎県では、フウノキギンバネスガが街路樹のモミジバフウ(アメリカフウ)で発生しました。宮崎県では、カイガラムシ類がスギのコンテナ苗や母樹園で発生しました。鹿児島県では、フシダニによる吸汁被害がシキミで発生しました。沖縄県では、前年に続き県内全域で、幼虫がデイゴの葉と実を食害するベニモンノメイガと幼虫がデイゴの茎に食入するオオエグリノメイガが、年中発生しています。また、アカギの葉から吸汁するアカギヒメヨコバイが、沖縄島のほぼ全域で発生しました。

**病害:** 令和5年度のマツ材線虫病の被害量は、福岡、長崎、大分、鹿児島各県で前年度と比べて同等あるいは減少傾向となりました。一方、宮崎県の国有林と民有林では大きく増加し、佐賀県や沖縄県(沖縄島・久米島)でも増加傾向で、今後も被害拡大を注視していく必要があります。

ブナ科樹木萎凋病(通称「ナラ枯れ」)は、福岡、佐賀、長崎、熊本、宮崎各県で被害が確認されました。宮崎県の被害は減少傾向にある一方、佐賀県では県北部と県東部で発生し、福岡県南部でも発生が確認されました。九州地域のナラ枯れ被害は発生から数年で終息する傾向がみられますが、今後の被害拡大が懸念されます。

福岡県ではクロマツの葉ふるい病、大分県

ではスギ幼齢林で褐色葉枯病、クロマツ植栽木で褐斑葉枯病、鹿児島県ではサカキの輪紋葉枯病、クロマツの褐斑葉枯病、センリョウの白紋羽病の発生が確認されました。また、沖縄県では南根腐病と推測される被害が各地で確認されています。

熊本市近郊で‘染井吉野’の大型こぶ症被害が発生しています。センダンこぶ病が熊本、大分の両県で発生しています。福岡県で発生したトキワマンサクこぶ病は予防法の周知により終息する傾向にあります。

カシ・ナラ類枝枯細菌病が九州一円のアラカシ自然林と一部のシラカシ苗畑で依然として発生しています。福岡、熊本両県ではナナミノキに枝枯れ性の細菌病が発生しています。

**獣害：**在来種ではニホンジカとニホンノウサ

ギによる植林木への被害が出ています。ニホンノウサギによる食害は近年問題となっており、今後も拡大する可能性があります。外来種についてみると、農林業被害や森林生態系への被害が懸念されている特定外来生物クリハラリス（別名タイワンリス）の捕獲数は、2022年度と2023年度を比較すると、長崎県壱岐市では20,192頭から18,422頭に、同県五島市では2,452頭から1,483頭に減少しました。同期間に、熊本県宇土市・宇城市（宇土半島）では0頭、1頭、大分県大分市（高島）では3頭、0頭で、地域根絶に近づいています。近年、新たな個体群が発見された大分県別府市ではそれぞれ11頭、25頭でした。改正外来生物法の施行により、地方自治体による外来種防除が今後ますます活発化すると見込まれます。

表1 令和5(2023)年に九州地域で確認された主な虫害

害虫名	発生地	樹種	環境
<b>【カメムシ目】</b>			
アカギヒメヨコバイ	沖縄県（沖縄島・久米島・伊江島）	アカギ	街路樹
サカキブチヒメヨコバイ	佐賀県、熊本県、鹿児島県	サカキ	植栽木
ソテツシロカイガラムシ ( <i>Aulacaspis yasumatsui</i> )	鹿児島県（奄美大島）、沖縄県（国頭村）	ソテツ	街路樹 群落
クスベニヒラタカスミカメ	*長崎県、鹿児島県	クスノキ	街路樹
マツヘリカメムシ	長崎県	マツ	植栽木
<b>【コウチュウ目】</b>			
ケブカトラカミキリ	長崎県、鹿児島県	イヌマキ	植栽木
サビアヤカミキリ	*長崎県	マダケ、メダケ ダンチク	植栽木 その他
タイワンゴマダラカミキリ	*沖縄県（沖縄島）	ウラジロエノキ	植栽木
タイワンハムシ	沖縄県（沖縄島北部）	ハンノキ	天然林
カシノナガキクイムシ	福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、宮崎県	マテバシイ、 ツブラジイ（コジイ）、 スタジイ、 コナラ、クスギ	天然林 植栽木
<b>【チョウ目】</b>			
コウモリガ	鹿児島県	スギ、ニオイヒバ	植栽木
フウノキギンバネスガ	長崎県	モミジバフウ (アメリカフウ)	街路樹
マツツマアカシムシ	鹿児島県	マツ	植栽木
マツカレハ	鹿児島県	クロマツ	海岸林 植栽木
キオビエダシャク	*熊本県（多良木町）、宮崎県（五ヶ瀬町） 鹿児島県、沖縄県（沖縄島）	イヌマキ	植栽木
ホウオウボククチバ	沖縄県（沖縄島）	ホウオウボク	街路樹
<b>【ハチ目】</b>			
デイゴヒメコバチ	沖縄県	デイゴ	街路樹

\*被害が初めて確認された発生地

# 九州の樹木シリーズ（9）

## 森林生態系研究グループ 山岸 極

### ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*)

ヒノキは日本固有の2種類のヒノキ属のうちの一つです。樹皮は赤褐色で縦に裂け、葉は約3mmの菱形で鱗のように連なっています（写真1）。葉の裏にはY字型の白い線（気孔帯）が見られます。材は耐久性が高く、古くから神社や仏閣の建築に使われてきました（例：東大寺、法隆寺、伊勢神宮など）。また、建具、葬祭具、漆器の木地など、さまざまな用途にも使用されます。昔は樹皮も屋根材として利用されていました（檜皮葺）。



写真1 ヒノキの葉（左）と樹皮（右）

ヒノキは、自然に生育するもの（自然林）と人が植栽したもの（人工林）があります。自然林のヒノキは、長野県の本巣地方、静岡県、紀伊半島、四国地方などに多く見られ、九州地方でも福岡県の英彦山、熊本県の金峰山、宮崎県的小林市、大分県の傾山、鹿児島県の屋久島などに点在しています。

日本のヒノキ林の中でも特に美しいとされ

る森は日本三大美林に数えられ、自然林では長野県の本巣ヒノキ、人工林では三重県の尾鷲ヒノキといわれています。

人による植栽は、庭園樹としての植栽もありますが、多くは木材生産（林業）のために行われます。山地での植栽では、ヒノキが比較的乾燥に強いいため、尾根や斜面上部に多く植えられます。ただし、寒冷地や豪雪地では寒さや雪による被害を受けやすいため、このような地域では植栽が避けられます。

ヒノキは主要な林業樹種ですが、挿し木での繁殖が難しいため、一般的には種子から育てた苗が使われます。ただし、九州地方では熊本県の阿蘇地域を中心に、古くから挿し木による植林が行われており、南郷檜（ナンゴウヒ）という挿し木苗を生産できる稀少な品種があります（写真2）。



写真2 高森阿蘇神社の南郷檜の母樹

## 地域連携推進室から

### 令和6年度九州地域公開講演会の開催について

テーマ：ワクワクする！

森林（もり）の博士が語る科学の魅力

開催日：令和6年11月29日（金）13：30～

場所：くまもと県民交流館パレア

10Fパレアホール

入場料：無料

詳細はホームページで発信していきます。

九州の森と林業 No.149

令和6年9月1日

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

熊本県熊本市中央区黒髪4丁目11番16号

〒860-0862 Tel 096(343)3168(代)

Fax 096(344)5054

ホームページ

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kys/>



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。