

Where does canopy interception occur?

\*Shigeki Murakami<sup>1</sup>, Kenzo Kitamura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

Evaporation of canopy interception (CI) is believed to be evaporation from wet canopy surface. However, it is contradictory that CI is proportional to rainfall intensity, and splash droplet evaporation (SDE) mechanism was proposed as a hypothesis. CI is measured as the difference between gross rainfall (GR) and net rainfall (NR). Assuming that SDE hypothesis is correct, NR increases with the height from the forest floor. We measured NR at the heights of 0.8 m and 3.8 m from the forest floor in the cedar stand with the average stand height of 9.5 m. CI was 5.9% of GR at 3.8 m but it was 24.7% at 0.8 m. The results strongly support SDE mechanism; because 76% of CI was observed at the height of 3.8 m or lower, even though many leaves and branches exist at the height of 3.8 m or higher.

Proceedings of 2023 Annual Conference, Japan Society of Hydrology and Water Resources/Japanese Association of Hydrological Sciences

Session ID : OP-1-01

[https://doi.org/10.11520/jshwr.36.0\\_5](https://doi.org/10.11520/jshwr.36.0_5)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jshwr/36/0/36\\_5/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jshwr/36/0/36_5/_pdf/-char/en)

in Japanese with English captions.

## 樹冠遮断はどこで生じるのか？

森林総合研究所九州支所 ○村上茂樹・北村兼三

## 1. はじめに

森林に降る雨のうち約 2 割は地表面に到達することなく蒸発する。この蒸発現象を樹冠遮断と呼ぶ。樹冠遮断は濡れた樹冠表面からの蒸発と考えるのが定説である。しかし、樹冠遮断のほとんどが高湿度で純放射が小さい降雨中に発生し、かつ樹冠遮断は降雨強度に比例して増加することから、そのメカニズムは主として雨滴飛沫の蒸発であるとの説が提唱されている (Murakami, 2006; 2021)。樹冠遮断は林外雨量と林内雨量の差として測定される。樹冠で発生した飛沫がその落下過程で蒸発しているなら、林内雨量を測定する高さが高いほど樹冠遮断は小さくなるはずである。そこで、樹高 9.5m のスギ林において地上高 0.8m と 3.8m の 2 箇所で林内雨量を測定し、林外雨量との差を取ることで 2 高度における樹冠遮断の算出を試みた。これら 2 つの樹冠遮断を比較することより、飛沫蒸発説の妥当性を検証する。

## 2. 測定林分と方法

森林総合研究所九州支所構内に 2013 年 3 月に植栽されたスギ林において、2022 年 6 月から 8 月の 3 ヶ月間に測定を行った。このスギ林では生枝は 3.9m 以上の高さであり、これより低い位置では枯れ枝がほとんどを占める (Table 1)。すなわち、高さ 3.8m で測定した

Table 1 対象スギ林の平均樹高(H)、平均胸高直径(DBH)、林分密度(SD)、高さ 0.8m と 3.8m の葉面積指数(LAI<sub>0.8</sub>, LAI<sub>3.8</sub>)、平均枯れ枝下高(HDB)、平均生枝下高(HLB)。

Stand structure of cedar stand. Average height of trees (H), average diameter at breast height (DBH), stand density (SD), leaf area index at the height of 0.8 m and 3.8 m (LAI<sub>0.8</sub> and LAI<sub>3.8</sub>, respectively), average height of dead and living branches (HDB, HLB, respectively).

H	DBH	SD	LAI <sub>0.8</sub>	LAI <sub>3.8</sub>	HDB	HLB
(m)	(cm)	(trees/ha)	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	(m)	(m)
9.5	10.7	5700	5.4	4.8	1.6	3.9

LAI が 4.8 なのに対し、高さ 0.8m で測定した LAI は 5.4 なので、ほとんどの枝葉が高さ 3.8m 以上に存在している (Table 1)。林内雨 (樹冠通過雨と樹幹流の和) の測定は、同じ林分の別々の場所において、地上高 0.8m と 3.8m で行った。それぞれの高さ (測定場所) において、樹冠通過雨 (TF) は幅 23cm、長さ 4m の樋 2 本を用いて、樹幹流 (SF) は代表木 4 本に集水器を設置して集水し、転倒ます型量水計で計測した (村上・北村 2021; 2022)。林外雨 (GR) は一転倒 0.1mm の転倒ます型雨量計で計測した。データは 30 秒間隔でデータロガーに記録した。一降雨の区切り時間を 6 時間として、降雨毎に解析を行った。

## 3. 結果

測定期間中の林外雨量は 607.4mm であった。樹冠遮断 (CI) が林外雨 (GR) に占める割合 CI/GR は、高さ 0.8m と 3.8m においてそれぞれ 24.7% と 5.9% であった (Table 2)。すなわち、樹冠遮断の 76% が地上から 0.8~3.8m のわずか 3m の間で発生しており、枝葉が多く存在する梢端 (地上 9.5m) から 3.8m までの間では樹冠遮断が 24% しか生じていないことが分かった。林内雨の内訳では、TF/GR は高さ 3.8m で高さ 0.8m よりも 13.9% 多く、SF/GR は高さ 3.8m で高さ 0.8m よりも 4.8% 多くなった。一降雨毎の解析においても、樹冠通過雨と樹幹流の高さ別の傾向は同様である (Fig. 1 a, b)。樹冠遮断は、高さ 0.8m では雨量とともに増加する傾向があるが、高さ 3.8m では、相関は小さいものの、雨量とともに減少する傾向がある (Fig. 1 c)。

## 4. 考察

枝葉がわずかしかなかった地上高 0.8~3.8m において樹冠遮断による蒸発の 76% が生じている事実は、濡れ

Table 2 林外雨量 (GR)と地上高 0.8m 及び 3.8m で測定した樹冠通過雨 (TF)、樹幹流(SF)、樹冠遮断 (CI)、及びそれらの GR に対する割合。

Gross rainfall (GR) with throughfall (TF), stemflow (SF) and canopy interception (CI) measured at two heights, 0.8 m and 3.8 m, above the ground, and the ratio of each of them to GR.

測定高さ Measurement height	0.6 m	0.8 m	3.8 m
GR (mm)	607.4		
TF (mm)		255.8	340.3
TF/GR (%)		42.1	56.0
SF (mm)		201.5	231.1
SF/GR (%)		33.2	38.0
CI (mm)		150.1	36.0
CI/GR (%)		24.7	5.9

た樹冠表面からの蒸発では説明できない。この結果は飛沫蒸発説を強く支持する証拠であると言える。すなわち、高さ 0.8m の樹冠通過雨は高さ 3.8m よりも少なくなった。これは落下中の飛沫の蒸発によると考えられる。同様に、樹幹流も高さ 0.8m で少なくなった。これには過飽和樹幹流 (村上・北村, 2022) や樹幹離脱流 (白木ら, 2021) により飛沫蒸発が生じている可能性を示している。

#### 参考文献

Murakami, S. (2006): A proposal for a new forest canopy interception mechanism: Splash droplet evaporation, *Journal of Hydrology*, 319, 72-82.

<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.07.002>

<http://cse.affrc.go.jp/smura/Papers/Murakami%202006%20JH%20Inception%20mechanism.pdf>

Murakami, S. (2021): Water and energy balance of canopy interception as evidence of splash droplet evaporation hypothesis, *Hydrological Sciences Journal*. 66, 1248–1264. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1924378>

[http://cse.affrc.go.jp/smura/Papers/Murakami\\_2021\\_HSJ.pdf](http://cse.affrc.go.jp/smura/Papers/Murakami_2021_HSJ.pdf)

村上茂樹・北村兼三 (2021): 高密度林分では大雨時に樹冠遮断が増加する, 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021 年度研究発表会要旨集, OP-9-01. [https://doi.org/10.11520/jshwr.34.0\\_160](https://doi.org/10.11520/jshwr.34.0_160)

村上茂樹・北村兼三 (2022): 強い降雨時に発生する過飽和樹幹流, 水文・水資源学会/日本水文科学会 2022 年度研究発表会要旨集, OP-6-02. [https://doi.org/10.11520/jshwr.35.0\\_61](https://doi.org/10.11520/jshwr.35.0_61)

白木克繁, 川名峻介, 辻中晴菜, 有吉桜, 内山佳美 (2021): 2本の広葉樹における樹幹離脱流の定量的分析, 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021 年度研究発表会要旨集, OP-9-02. [https://doi.org/10.11520/jshwr.34.0\\_162](https://doi.org/10.11520/jshwr.34.0_162)

キーワード : canopy interception, LAI, throughfall, stemflow, splash droplet evaporation

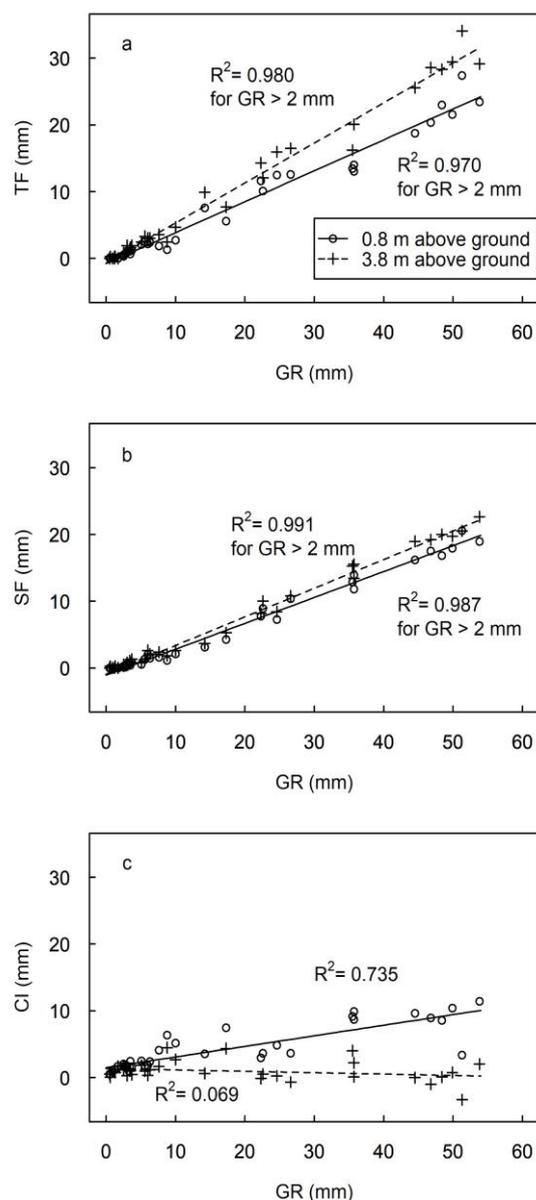


Fig. 1 一降雨毎の林外雨量 (GR) と (a) 樹冠通過雨 (TF)、(b) 樹幹流 (SF)、(c) 樹冠遮断 (CI) の関係。(a)と(b)で GR > 2 mm に対して回帰直線を示したのは、GR < 2 mm では樹冠や樹幹が未飽和のため。

(a) throughfall (TF), (b) stemflow (SF) and (c) canopy interception (CI) as a function of gross rainfall (GR) on a rain event basis. In panels (a) and (b), regression lines are indicated for GR > 2 mm, because canopy and stems were unsaturated for GR < 2 mm.