

1. はじめに

樹冠遮断  $I$ 、樹幹流  $S_F$ 、樹冠通過雨  $T_F$  は雨量  $P_G$  とともに増加する。 $I$  が  $P_G$  とともに増加するのは、表面蒸発に加えて降雨中に飛沫蒸発が発生するためと考えられている (Murakami 2006)。スギとヒノキの林分においては、経験的に林分密度(SD)に比例して  $I/P_G$  と  $S_F/P_G$  が増加し、 $T_F/P_G$  が減少することが知られているが、なぜこれらの値が SD と比例関係にあるのかについては不明な点が多い。Jeong et al. (2019)は SD が 2500 本/ha のヒノキ林で雨水配分を測定し、 $I/P_G$  (30.9%) と  $S_F/P_G$  (23.3%) がこれまでにスギ・ヒノキ林で測定された最大値、 $T_F/P_G$  (45.8%) が最小値を記録したと報告している。

本研究では林分密度が 5700 本/ha と 9700 本/ha の 2 種類の林分において  $I$ 、 $S_F$ 、 $T_F$  を測定し、Jeong et al. の値と比較する。さらに、これらの値と林分密度の関係を飛沫蒸発の視点から考慮する。

2. 方法

森林総合研究所九州支所構内の林分密度 5700 本/ha と 9700 本/ha のスギ林 (いずれも 7 年生) において、 $I$ 、 $S_F$ 、 $T_F$  を測定した。 $S_F$  と  $T_F$  の測定には一転倒 500mL の転倒ます型量水計を用いた。 $P_G$  は一転倒 0.5mm と 0.2mm の転倒ます型雨量計を用いて測定した。0.2mm 雨量計は 0.5mm 雨量計よりも測定値が過小となった。このため、降雨ごとに 0.2mm 雨量計で測定した値を 0.5mm 雨量計の値で補正した。一降雨の区切り時間は 6 時間である。測定期間は 2019 年 11 月 27 日から 2020 年 8 月 11 日までであるが、2020 年 3 月 2 日から 6 月 2 日までは欠測となった。

$I$ 、 $S_F$ 、 $T_F$  は一降雨ごとに算出した。また、大雨時には、1 時間ごとに  $I$ 、 $S_F$ 、 $T_F$  を算出したが、この計算において樹体の保水量は考慮していない。

3. 結果

SD が 9700 本/ha の林分では  $T_F/P_G$  が 24.7%となり、Jeong et al. の記録を抜いてスギ・ヒノキ林における最小値、同様に  $S_F/P_G$  は 62.2%で最大値となった (表

表1 樹冠通過雨 $T_F$ 、樹幹流 $S_F$ 、樹冠遮断 $I$ とそれらが雨量 $P_G$ に占める割合  
総雨量は1404.5mm

	$T_F$ mm	$T_F/P_G$ %	$S_F$ mm	$S_F/P_G$ %	$I$ mm	$I/P_G$ %
5700本/ha	542.8	38.6	606.1	43.2	255.7	18.2
9700本/ha	346.6	24.7	874.2	62.2	183.7	13.1

1)。SD が 2500 本/ha までは  $I/P_G$  は SD とともに増加するとされていたが、5700 本/ha と 9700 本/ha の 2 林分については、 $I/P_G$  は SD とともに減少している。従って、2500 本/ha と 5700 本/ha の間の SD に  $I/P_G$  のピークが存在することが予測される。5700 本/ha と 9700 本/ha の両林分において、降雨ごとの  $P_G$  と  $I$  の関係はそれぞれ単一の回帰直線ではなく 2 本の回帰直線で表せる (折れ曲がりを持つ: 図 1a)。図 1b, c のように、この折れ曲がりには  $T_F$  と  $S_F$  でも見られる (9700 本/ha の  $S_F$  を除く: 図 1c)。折れ曲がりには、2020 年 7 月 5 日から 7 月 8 日に測定された大雨を 1 時間ごとに解析した結果にも見られる (図 2)。図 1a、図 2a はいずれも雨量や降雨強度が大きいくときに、これらが小さいときと比較して、樹冠遮断がより大きくなることを示している。

4. 考察

通常の SD (図 3) と比較して、高い SD では樹木 1 本が占める樹冠投影面積 (CPA) と枝角  $\theta$  が小さくなる (図 4)。通常の SD では雨量や降雨強度に比例して  $S_F$  が増減する。しかし、SD が大きいと雨水の集水効率が高くなるため、雨量や降雨強度が大きくなると  $S_F$  が飽和して枝からあふれ、 $P_G$ - $S_F$  の回帰直線の傾きが減少する (図 1c の 5700 本/ha、図 2c)。さらに、あふれた  $S_F$  が  $T_F$  となり、その一部は飛沫となって蒸発・消滅するので、 $I$  が増加すると考えられる。飛沫蒸発は樹冠遮断の主要メカニズムである (Murakami 2021) ことを考慮すると、折れ曲がりに関する上記の説明は妥当であるとともに、この結果は飛沫蒸発を間接的に証明している。

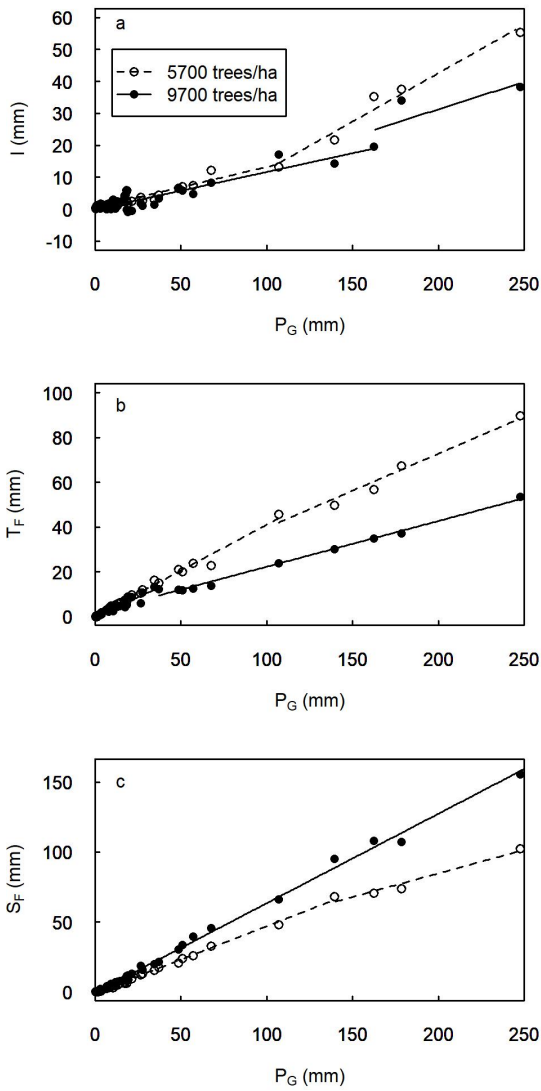


図1 降雨ごとの関係 総雨量 1404.5mm

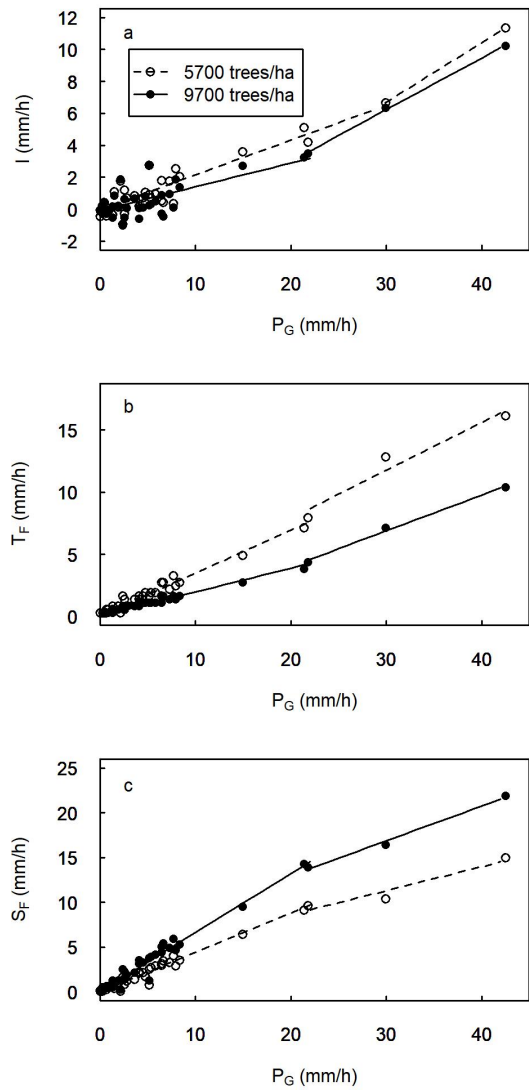


図2 大雨時の1時間ごとの関係 総雨量 247.5mm

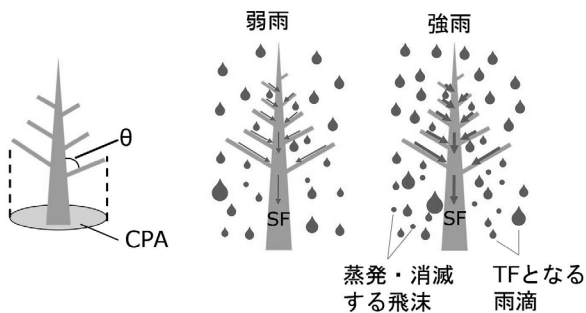


図3 通常の密度の林分

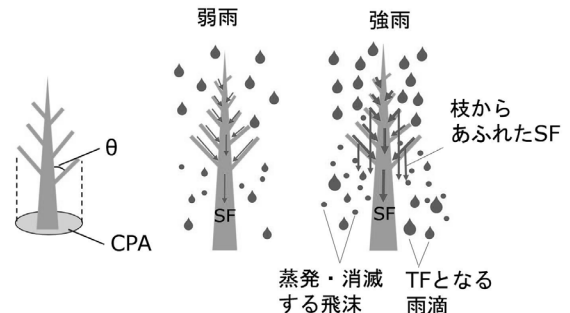


図4 高密度の林分

参考文献

Jeong et al. 2019 Relationship between stand structures and rainfall partitioning in dense unmanaged Japanese cypress plantations. *Journal of Agricultural Meteorology*, doi: 10.2480/agrmet.D-18-00030

Murakami, S. 2006 A proposal for a new forest canopy interception mechanism: Splash droplet evaporation. *Journal of Hydrology*, doi: 10.1016/j.jhydrol.2005.07.002

Murakami, S. 2021 Water and energy balance of canopy interception as evidence of splash droplet evaporation hypothesis. *Hydrological Sciences Journal*, doi: 10.1080/02626667.2021.1924378

キーワード : Splash droplet evaporation, partitioning of rainwater, stemflow, throughfall