

## 樹冠遮断現象に関する気象要素について

徳島県 正会員 ○元山 知範  
 徳島大学工学部 フェロー 端野 道夫  
 徳島大学工学部 正会員 梅岡 秀博

## 1. はじめに

樹冠遮断とは降雨中に雨水が樹木に遮られ、地表に到達せずに大気中に還元される現象と定義される。樹冠遮断は降雨中や夜間においても観測されることから、単純な蒸発現象として考えることはできない。図-1 に示すように樹冠遮断量と降雨量の間には線形的な関係が見られるが、樹冠遮断率は降雨量の増加に伴い低下し、積算降水量が数 10mm に達するとほぼ一定となる。本研究では樹冠遮断に影響を及ぼす気象要素を調べ、樹冠遮断率がこのような変化傾向を示す原因についての考察を、物理的な側面から出来る限り行う。対象樹種はスギ、ヒノキ、樹高は約 20m、観測地点は徳島県山川町奥野井試験地であり、標高 250m、年平均降雨量約 1300mm、年平均気温 14.6℃である。

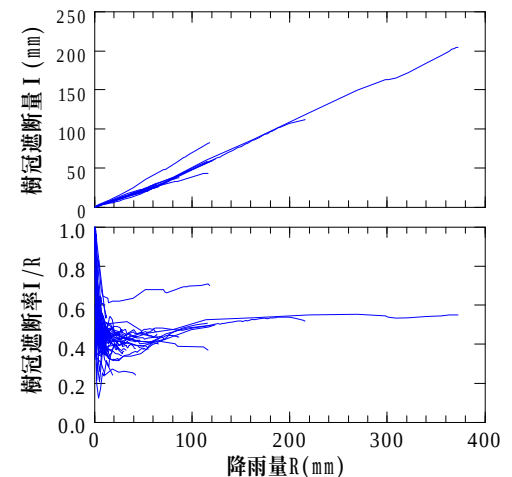


図-1 降雨量と樹冠遮断の関係(ヒノキ)

## 2. 樹冠遮断量に関する気象要素の解析

降雨量が 10mm 以上で、降雨継続時間が 12 時間以上、降雨中休み時間が 6 時間以下の一雨降雨を一つの降雨イベントとして、2000 年から 2002 年の間における 56 の降雨イベントを取り出した。そして、降り始めからの(積算)平均気温、平均飽差、平均風速及び平均降雨強度を説明変数として、各降雨イベント毎に、降り始めからの樹冠遮断量(=積算降雨量－林内雨量)と積算降雨量の比である樹冠遮断率について次式のような形の変数増減法による回帰分析をスギ、ヒノキに実施した。

$$\ln(I/R) = a_T T + a_H H + a_W W + b_r \ln r + c \quad (R \leq P_c) \quad (1a)$$

$$\ln(I/R) = a_T T_c + a_H H_c + a_W W_c + b_r \ln r_c + c \quad (R \geq P_c) \quad (1b)$$

ここに、I：降り始めからの積算樹冠遮断量、R：積算降雨量；T, H, W, r：それぞれ、降り始めからの積算量を降り始めからの継続時間 t で除した、(積算)平均気温、平均飽差、平均風速及び平均降雨強度、P<sub>c</sub>：臨界降雨量、T<sub>c</sub>, H<sub>c</sub>, W<sub>c</sub>, r<sub>c</sub>：それぞれ、積算降雨量 R が臨界降雨量 P<sub>c</sub> を超えた降雨継続時刻における平均気温、平均飽差、平均風速及び平均降雨強度の値；a<sub>r</sub>, a<sub>H</sub>, a<sub>W</sub>, b<sub>r</sub>, c：それぞれ、平均気温、平均飽差、平均風速、平均降雨強度に関する係数及び定数である。

変数増減法による回帰分析は、形式的に採用した説明変数の内から統計的に有意な変数だけを自動的に選択することができる。したがって、臨界降雨量 P<sub>c</sub> を 10mm ごとに設定して回帰分析を実施し、重相関係数が最大となる P<sub>c</sub> が決まれば、そのとき有意な説明変数と回帰係数が決まることになる。(1)式の両辺の指数を取れば、次式のようなになる。

$$I = C \exp(a_T T + a_H H + a_W W + b_r \ln r) R \quad (R \leq P_c) \quad (2a)$$

$$I = C \exp(a_T T_c + a_H H_c + a_W W_c + b_r \ln r_c) R \quad (R \geq P_c) \quad (2b)$$

ここに、C は(1)式の形で回帰分析して得た係数 a<sub>T</sub>, a<sub>H</sub>, a<sub>W</sub>, b<sub>r</sub> と P<sub>c</sub>, T<sub>c</sub>, H<sub>c</sub>, W<sub>c</sub>, r<sub>c</sub> を(2)式の形の回帰分析を改めて実施して決まる回帰係数である。(2)式から明らかなように、樹冠遮断率 I/R は臨界降

キーワード 降雨中の樹冠遮断, 気象要素, 変数増減法による回帰分析

〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学工学部建設工学科 TEL/FAX 088(656)7332/7333

表-1 樹冠遮断量に関する回帰分析結果

| 樹種  | 説明変数       | 説明変数に関する係数 |       |        |        |       | $P_c$<br>(mm) | 重相関係数 |
|-----|------------|------------|-------|--------|--------|-------|---------------|-------|
|     |            | $a_T$      | $a_H$ | $a_W$  | $b_r$  | $c$   |               |       |
| スギ  | T, r       | 0.025      |       |        | -0.241 | 0.638 | 60            | 0.950 |
|     | T, H, r    | 0.021      | 0.156 |        | -0.220 | 0.607 |               | 0.963 |
|     | T, H, W, r | 0.024      | 0.109 | 0.218  | -0.224 | 0.539 |               | 0.966 |
| ヒノキ | T, r       | 0.014      |       |        | -0.094 | 0.577 | 60            | 0.993 |
|     | T, H, r    | 0.012      | 0.085 |        | -0.083 | 0.557 |               | 0.994 |
|     | T, H, W, r | 0.010      | 0.114 | -0.132 | -0.080 | 0.600 |               | 0.994 |

雨量  $P_c$  を境に、積算降雨量  $R$  が  $P_c$  よりも小さいときは、気温、飽差、風速、降雨強度の影響を受けて急激に変化(減少)し、 $R$  が  $P_c$  よりおおきくなると、 $P_c$  になったときの平均気温、平均飽差、平均風速、平均降雨強度に対応したある特定の遮断率になることを示す。

変数増減法による回帰分析結果を表-1 に示す。この表から明らかなように、樹冠遮断率に寄与する説明変数での回帰係数がスギ、ヒノキとも同符号であるものは気温、飽差と降雨強度である。すなわち、気温から与える飽差は樹冠遮断率を増大させる方向に働くのに対し、降雨強度は樹冠遮断率を減少させる方向に働く。風速についてはスギでは樹冠遮断率を増加させ、ヒノキでは減少させる方向となっている。

### 3. 樹冠遮断量に対する気象要素の影響

図-2 にヒノキの降雨開始からの継続時間  $t$  での樹冠遮断強度  $dI/dt$  と平均降雨強度  $r$  の観測結果を示す。この図から平均降雨強度に対し樹冠遮断強度が線形的に大きくなり、また、描点があまらばらつかない傾向が読みとれる。このことから平均降雨強度が樹冠遮断強度に強い影響を持つことが分る。

次に図-3 に示すヒノキでの樹冠遮断率  $I/R$  と各気象要素との関係を見る。(a)図では平均降雨強度  $r$  の増大に伴い樹冠遮断率が低下する傾向が見られ、逆に(b)、(c)図では平均気温  $T$ 、平均飽差  $H$  の低下とともに樹冠遮断率が低下する傾向が見て取れる。これらの気象要素と樹冠遮断率の変化傾向はスギでも同様の傾向であった。なお、興味深い点として平均飽差がゼロ付近においても高い樹冠遮断率を示す場合があることを指摘しておく。

(d)図に示すヒノキでの平均風速と樹冠遮断率の関係を見る。回帰分析の結果からも分るが平均風速の値が大きくなると樹冠遮断率が低下する傾向が見られたが、スギでは逆の傾向となった。風速が大きくなると水蒸気や、雨水が枝葉に衝突し飛散した水滴が輸送され樹冠遮断率が大きくなると当初は予想したが、ヒノキではそのような形にはならなかった。これは風により周囲の木の枝葉が揺らされ付着した水滴が落下し、それらがヒノキの集水版に落下し、遮断率を低下させる方向に働いたことなどが考えられるが詳細は不明であり、今後の検討課題とする。

### 4. まとめ

本研究では樹冠遮断現象と気象要因についての考察を行った。変数増減法による回帰分析から樹冠遮断率に寄与する要因は(積算)平均気温、平均飽差と降雨強度であることが示された。これらの気象要素のうち、樹冠遮断率の減少に最も影響を及ぼすのは降雨強度である。今後は、平均降雨強度が樹冠遮断率を減少させるメカニズムについて樹冠付近における微気象を考慮しながら研究を行う予定である。

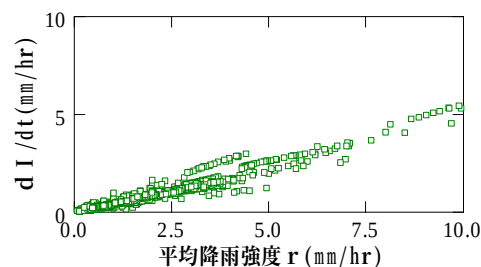


図-2 樹冠遮断強度と平均降雨強度(ヒノキ)

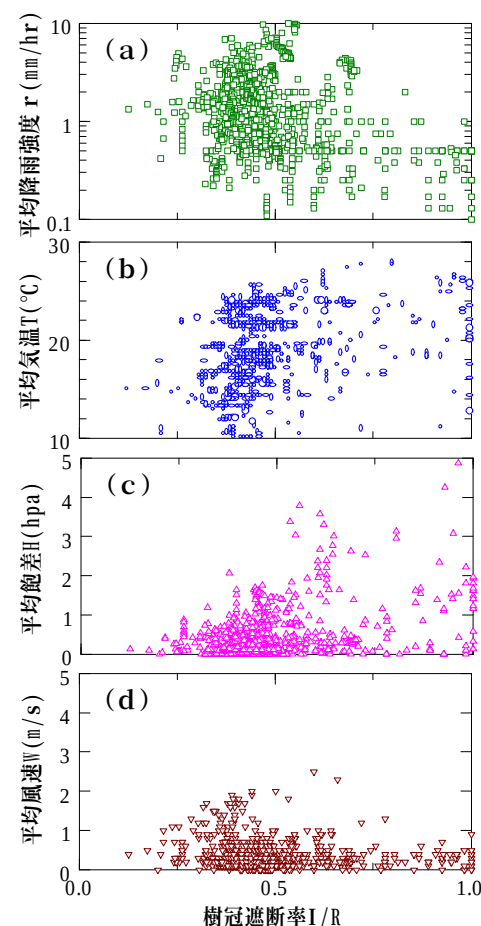


図-3 樹冠遮断率と各気象要素(ヒノキ)