

降雨遮断タンクモデルによる森林降雨遮断量の解析

徳島大学工学部 正 員 端野 道夫
 徳島大学大学院 学生員 ○高橋 将人
 西松建設(株) 村上 靖人

1. は し が き

降雨遮断量を的確に推定することは、水文・水資源の重要課題である。本文では、昨年度提案した降雨遮断タンクモデル¹⁾の妥当性を、室内実験データを用いて、検証するとともに、本モデルを実森林地域での降雨遮断データ(林外雨量、林内雨量、樹幹流量)に適用する。特に、降雨遮断量に大きく関係するパラメータ(付着水分高、蒸発強度)をPenman式による蒸発強度などと比較する。

2. 降雨遮断タンクモデルとパラメータ推定法

前報と同じ降雨遮断タンクモデル(図-1参照)を用いて、モデルのパラメータを推定した。このモデルの特徴は、直達雨量割合 p 以外のパラメータ λ_s 、 λ_d 、 h_s 、 h_d の値は降雨終了後 $\lambda_s \rightarrow \lambda_{s2}$ 、 $\lambda_d \rightarrow \lambda_{d2}$ 、 $h_s \rightarrow h_{s2}$ 、 $h_d \rightarrow h_{d2}$ に変化することである。樹幹流下の通減部データから求めるパラメータは λ_{s2} 、 λ_{d2} 、 λ_s 、 λ_d 、 p である。 h_s 、 h_d 、 h_{s2} 、 h_{d2} は林外雨量と降雨中の樹幹流量から求める。また、推定されたパラメータを利用して蒸発強度を水収支式より推定することができる。蒸発強度は降雨中、降雨終了時から樹幹流下終了時まで、樹幹流下終了後の3区間でそれぞれ変化すると見なす。

降雨遮断量は、 $R_i = (1-p)E_1 t_r + (1-p)E_2(t_{s2} - t_r) + (1-p)h_{s2}$ で表せ、ここに、 t_{s2} :樹幹流下終了時刻、 t_r :降雨終了時刻である。

3. 室内実験データによるモデルの妥当性の検討

前報で報告した実験装置で、3種類(樹高約1.8mのモミ、クス、サンゴジュ)を用いて、室内実験を行った。実験方法は前報とほぼ同じであるが、本研究では降雨終了時刻より、雨滴落下が終了する時間 t_{d2} を新たに目視観測した。

1)推定付着水分高 表-1は樹幹流下終了後の推定付着水分高 $(1-p)h_{s2}$ を、他の2つの方法によるものと比較した表である。①は本パラメータ推定法によるものである。②の方法は、既知量の散水を各単木に与え、樹幹流下がおさまった後、流下、落水水量との差を付着水量 S とする。そして付着水分高 h は、 $h = S/A$ により求めた。③の方法は、8月11日の室内実験の際に、純放射量と大気の水蒸気圧、葉面温度を測定してこれをPenman式: $Ep = \{\Delta / (\Delta + \gamma)\} R_n' + \{\gamma / (\Delta + \gamma)\} E_w$ に用いて、 E_{p3} を求めた。Penman式を実験室内に用いるときは、風速と純放射量を共に零として、蒸発強度を推定した。これに乾燥時間 $(T - t_{d2})$ (実測では約3時間)と基準面積に対する、樹木の枝および枝葉の投影面積の割合 $(1-p)$ を乗

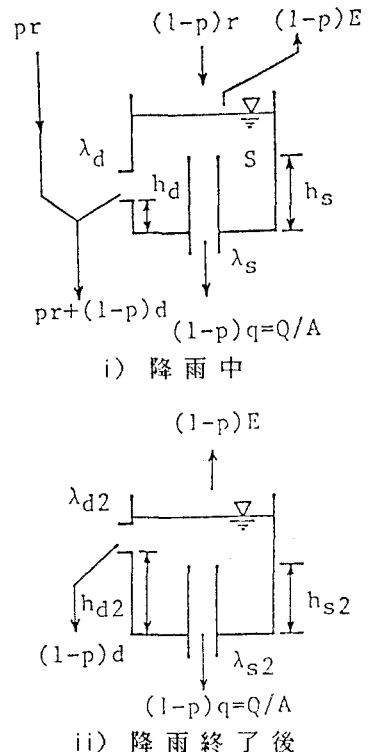


図-1 降雨遮断タンクモデル

表-1 各推定付着水分高の比較

	① $(1-p)h_{s2}$ (mm)	② S/A (mm)	③ $(1-p)E_{p3} \cdot (T - t_{s2})$ (mm)
モミ	0.11~0.21	0.13~0.22	0.10~0.21
サンゴジュ	0.11~0.13	0.11~0.18	0.09~0.13
クス	0.07~0.14	0.15	0.13~0.21

じて付着水分高 h を求めた。つまり、 $h=(1-p) \cdot E_p \cdot (T-t_{s2})$ である。かなりばらつきが見られるものの、モデルによる推定値： $(1-p)h_{s2}$ の信頼性は高いと言えよう。

2) 蒸発強度 推定蒸発強度 $(1-p)E_2$ と降雨終了後から樹幹終了時までの間のPenman式による蒸発強度 E_{p2} とを比較したものが表-2である。一部はよい結果を得ていないが、これは観測器の精度不良により樹幹流下がまだ生じているにもかかわらず、観測を打ち切ったためと思われる。これらの結果を除けば、全体的に E_{p2} の方が小さめとなった。これは純放射量を零としてpenman式を用いたために実際より小さく推定されているためと思われる。

4. 実森林降雨遮断データに対するモデルの適用

国立公害研究所から筑波森林試験地のスギ(24~27年生)に関する降雨遮断データ(林外雨量、林内雨量、樹幹流下量)を頂戴した。これらのうちパラメータ推定に使用したデータは1987年5月~10月までの6降雨(総雨量で23.0~64.0mm)のデータである。降雨遮断データはそれぞれの転倒マス式雨量計に導かれ、10分ごとの雨量(mm)で記録されていたので樹幹流下量は、樹冠面積で除したものをを用いた。

また、Penman式による蒸発強度の推定のために、気象庁柿岡地磁気観測所より、気温、湿度、風速、日照時間の気象データを頂戴した。気温は試験地と観測所の高低差を考慮し、温度補正を行った。さらに、試験地は山地の中腹にあることより、平地に比べて日没時間が早くなるので、これまた補正を行いPenman式に用いた。

降雨遮断データより求めたパラメータのうち、推定蒸発強度 $(1-p)E_2$ をPenman式による蒸発強度 E_{p2} と比較し、図化したものが図-2である。これから $(1-p)E_2$ と E_{p2} の間には比例の関係が認められるが、 $(1-p)E_2$ の方が1桁小さくなっている。これはPenman法で仮定している蒸発形態と実森林のように枝葉が幾重にもなっているような場所からの蒸発形態の違いによるものと思われる。

付着水分高 $(1-p)h_{s2}$ については、本モデルによればスギの場合、0.52~0.88mmとなった。これに対して、Rutter²⁾は Corsicanpine にて、1.0~1.1mmの値、服部ら³⁾はヒノキ人工林にて、1.24mmを得ているが、これらの値を比較してスギの場合若干小さめの付着水量となる。

5. あ と が き

降雨遮断タンクモデルを実森林降雨遮断データに適用しモデルのパラメータを推定したが、非定常降雨を定常降雨と見なしたために、推定値が若干不安定となった。また、風の影響のために滴下終了時間が短くなり蒸発強度が見かけ上大きく推定されることがある。このような条件の実森林降雨遮断データに対しても安定したパラメータが得られるような推定法を考案することが今後の課題であろう。

最後に降雨遮断データ、気象データを頂戴した国立公害研究所、並びに気象庁柿岡地磁気観測所に対して深甚な謝意を表します。

〔参考文献〕1) 端野道夫・井内浩明；土木学会年講，II-30，1987 2) Rutter；Agric. Meteorol.，Vol. 9，pp. 367-384，1971 3) 服部重昭・近嵐弘栄・竹内信治；林試研報，No. 318，pp. 79-102，1982

表-2 $(1-p)E_2$ と E_{p2} との比較

Date		$(1-p)E_2$ (mm/hr)	E_{p2} (mm/hr)
モ ミ	8/11	0.024	0.037
	9/21	0.074	0.039
	10/13	0.094	0.032
	11/ 5	0.133	0.024
サン ゴ ジ ユ	8/11	0.014	0.037
	9/21	0.067	0.039
	10/13	0.069	0.032
	11/ 5	0.008	0.024
ク ス	12/11	0.003	0.009
	12/12	0.102	0.007

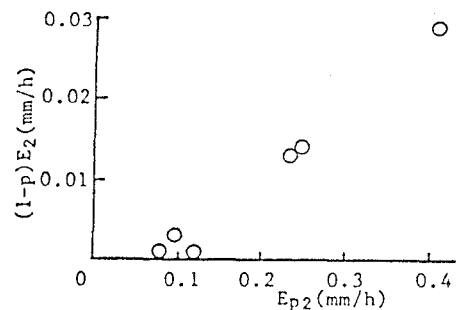


図-2 $(1-p)E_2$ と E_{p2} との関係