

ライシメータによる森林内の蒸発量と浸透量に関する研究

前橋工科大学 学生員 ○森田知世

前橋工科大学 正会員 土屋十圓

1. はじめに

現在、世界各地で、水不足や水質汚染、洪水被害の増大などの水問題が発生している。水は人間にとって貴重な天然資源の一つであり、森林もまた、水と深く関連した天然資源である。森林が人間社会に与える恩恵は幅広くあり、森林の存在とその管理は重要な課題をかかえている。即ち、森林流域では、酸性雨や温暖化などの地球的規模の環境問題、ならびに森林伐採などの人為的な問題があげられている。

2. 研究目的

水循環の過程における森林の役割は防災機能、水源涵養機能、大気浄化機能などの公益機能の面から評価され、山林の気象的観測が重視されている。そこで日本各地で一番多く植林され、人工的かつポピュラーな環境である杉林を対象に測定を行う。

本研究ではライシメータによる森林内の林床における蒸発および浸透について観測・解析し、森林の持つ水源涵養機能を明らかにする。また、林内での水収支解析を行い、人工林の水源流域の長期的な水収支を明らかにすることを目的とする。

3. 試験地と観測方法

試験地は1999年3月から研究室で独自に観測、データ解析を行っている群馬県利根郡川場村にある樹齢50年の杉林を対象地とする。樹林地の面積は0.384ha、樹林本数は約700本であり、樹林密度は1000m²当たり180本である。この樹林内では降雨量と、小型ライシメータによる蒸発量、浸透量の観測を行っている。

また、樹林内から500m程の近傍にある観測地点であるヒロイドでの雨量を林外雨量として扱う。本研究では2004年及び2005年のデータを研究資料として使用した。

ライシメータは、写真-1のように地面の一部を乱さず切り取り、その重さの変化を測ることによって蒸発量を測定する機器である。データは1時間毎に電圧値で記録しており、換算式により電圧値から重量を求める。

(1) 蒸発量の推定

ライシメータの重量を時間値で測定し、観測日前後の日平均値の重量差をライシメータの面積で除し、図-1のように降雨量と同様に高さで示している。したがってプラスの場合は蒸発を示し、マイナスの場合は降水量が加わったことを意味する。図からは降雨に伴い蒸発量が変化している様子がみられる。ライシメータ内に水収支法を適用し、降水量、浸透量、蒸発量を次式(1)によって算定した。

$$P - E - I_n \pm V = 0 \quad \dots(1)$$

ここで、P:降水量、E:蒸発量、I_n:浸透量、V:貯留変動量であり、単位はmm/dayである。ここでは、降水量Pに林内雨の観測地を使用し、浸透量I_nにはライシメータによる浸透量、貯留変動量Vは日平均の重量差を使用し、 $E = P - I_n \pm V$ により蒸発量を推定し実測値とした。

(2) ペンマン式による蒸発量

上記のライシメータによる実測値と比較するため、蒸発量推定式であるペンマン式を適用した。ペンマン式は気温、湿度、風速といった気候要素を用いて次式



写真-1 ライシメータ

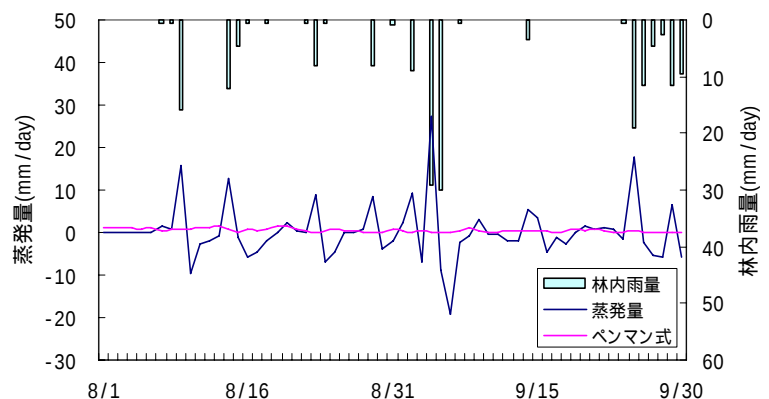


図-1 蒸発量と林内雨量 (2004年8月-9月)

キーワード 杉林、ライシメータ、蒸発量、ペンマン式、水収支

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 TEL027-265-7355 E-mail: m0411048@maebashi-it.ac.jp

(2)のように蒸発量を推定する．

$$E = 0.35 (1 + 0.0098V) (E_s - e_d) \quad \dots(2)$$

ここで E:蒸発量(mm), V:日平均風速(m/sec), E_s :飽和蒸気圧(mmHg), e_d :空気の水蒸気圧(mmHg)である．

4. 結果と考察

前項のペンマン式による 2004 年の 1 ヶ月ごとの計算値と実測値, 林内雨量, 浸透量を表-1 に示す. また, グラフ化したものが図-2 である. 1 月から 3 月にかけて降雪期間であり, 積雪によるライシメータの重量の変化が考えられ, 正確なデータ結果が得られないため参考値として扱うこととする. この期間は気温がマイナス値を示した場合は凍結したものと考え, その間の蒸発量は無いものとしてデータ整理を行った.

年間の総蒸発量を見ると, ライシメータによる実測値では 209.88 (mm/year) となり, ペンマン式による値では 203.26 (mm/year) となった. 実測値と計算値ではほぼ同じ値を得られた. また, 年間の林内雨量 1055.0 (mm/year) に対して, 約 2 割程度が蒸発である. 2005 年も同様に求めると, 蒸発量は実測値で 152.54 (mm/year), 計算値で 184.31 (mm/year) となり, 多少の誤差が見られた. 年間の林内雨量 744.9 (mm/year) に対しては 2005 年も同様に約 2 割程度が蒸発している様子がみられた. 図-2 のように降雨量が大きいときほど蒸発量は小さく, この関係より降雨時は蒸発しにくいことがわかる. また, 蒸発量と対照的に, 浸透量は降雨に伴って増減している様子がみられ, 両者の関係性は強いことがわかった.

各年の P:林内雨量, I:浸透量, E:蒸発量, V:貯留変動量を求め, 水収支法に基づいて表-2 にまとめた.

また, 図-3 に示すように降雨イベントごとの林内雨量と林外雨量について比較し, 相関性を求めた. 両者の相関性は高く, 関係式で表すことができた. 林内雨と林外雨について比較すると, 2004 年の年間の林外雨量は 1289.5 (mm) であり, 樹林の外に降った雨のうち約 8 割が林床まで降り注いでいることとなる. 残りの約 2 割は林内への降雨時に樹木の葉や枝によって遮断されたものと考えられる.

5. まとめ

ライシメータ法による年間蒸発量とペンマン式による比較では同様な値が得られた. また, 森林内の林床からの蒸発は, 林内雨量のうち約 2 割程度であり, 降雨のうち約 8 割が樹木の葉や枝, 幹を通り抜け, 林床に到達していることがわかった. 本研究では常緑針葉樹である杉林を対象としたが, 更に落葉樹や広葉樹と比較を行うなど, より深く検討していきたい.

表-1 2004 年 月別の林内雨量, 蒸発量, 浸透量

2004 年	林内雨量	蒸発量		浸透量
		実測値	ペンマン式	
1 月	7.5	30.32	8.73	15.50
2 月	215.0	16.26	10.64	52.50
3 月	40.5	20.16	16.57	23.13
4 月	31.0	38.98	35.08	22.75
5 月	123.0	9.37	16.97	125.38
6 月	62.0	22.20	27.08	73.38
7 月	62.0	16.89	32.77	52.50
8 月	52.5	6.37	22.61	40.25
9 月	131.0	7.92	7.64	124.38
10 月	231.0	1.81	3.51	249.38
11 月	53.5	18.28	11.97	41.38
12 月	46.0	21.32	9.70	12.38
計	1055.0	209.88	203.26	832.90

(単位: mm/year)

表-2 各年の水収支 $P - E - I \pm V = 0$

	P	I	E	V
2004 年	1055.0	832.9	209.9	-12.2
2005 年	786.4	750.9	149.7	114.2

(単位: mm/year)

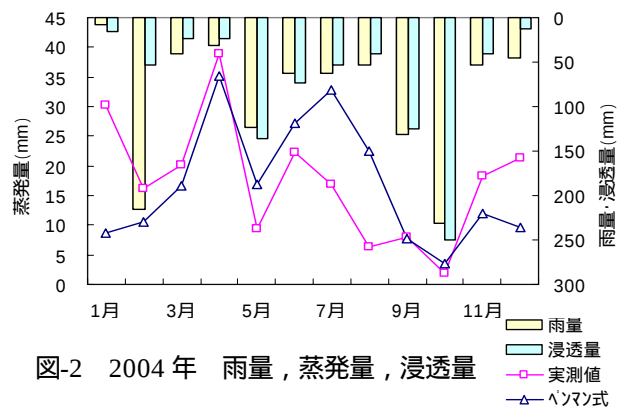


図-2 2004 年 雨量, 蒸発量, 浸透量

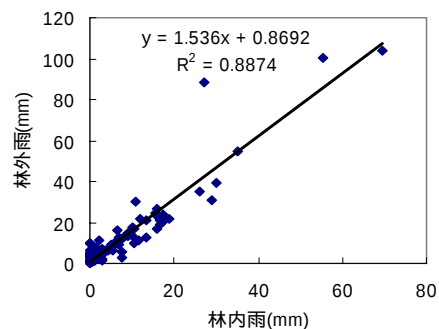


図-3 林内雨量と林外雨量の相関性

6. 参考文献

- 1) 土屋十圓, 森忠保, 安田仁美: 杉の林床における蒸発量観測と樹冠遮断量の推定, 水文・水資源学会 2000 年研究発表会要旨集, pp.228 ~ 229
- 2) 永井明博・田中丸治哉・角屋著: ダム管理の水文学 pp.110 ~ 121
- 3) 山口伊佐夫著: 応用山地水文学 pp.32 ~ 64