

リター層による雨水遮断と土壌蒸発抑制

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	佐藤,嘉展 熊谷,朝臣 小川,滋
発行元	日本林學會
巻/号	81巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 250-253
発行年月	1999年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



リター層による雨水遮断と土壤蒸発抑制*

佐藤嘉展^{**1}・熊谷朝臣¹・小川 滋¹

佐藤嘉展・熊谷朝臣・小川 滋：リター層による雨水遮断と土壤蒸発抑制 日林誌 81：250~253, 1999 林床面蒸発量をリター層蒸発量と鉱質土壤層蒸発量に分離して計量することが可能なマイクロライシメータを使用して、リター層被覆の林床面蒸発に及ぼす影響を評価し、そのメカニズムを理解するための以下の知見を得た。(1)リター層からの蒸発強度は、リター層が飽水している場合にはリター堆積量に規定され、不飽和の場合にはリター層内残存水量に規定された。(2) 鉱質土壤からの蒸発量は、リター堆積量の増加につれて減少した。玉井・服部(1994)の定義した被覆効果率の評価不可能領域は蒸発開始から比較的早期に出現した。(3)リター層蒸発と鉱質土壤蒸発の総和である林床面蒸発に対するリター層被覆の影響は、蒸発開始時におけるリター層内の保水条件によって異なり、初期保水量が多い場合はリター堆積量の違いによる差は生じないと考えられた。

キーワード：鉱質土壤、蒸発抑制、リター層、リター堆積量、林床面蒸発

Sato, Y., Kumagai, T., and Ogawa, S.: Effects of the litter layer on the control of infiltration and soil evaporation. J. Jpn. For. Soc. 81: 250~253, 1999 In order to understand the mechanism of evaporation from a forest floor (EFF), EFF was measured as the sum of evaporation from the litter layer (ELL) plus evaporation from the mineral soil (EMS). A microlysimeter was used to measure the amount of evaporation from each part to estimate the covering effect of the litter layer. The results were as follows: (1) ELL varied according to the thickness of the litter layer when it was saturated, and was regulated by residual water in the litter layer when it was unsaturated. (2) The litter layer decreased EMS in proportion to the thickness of the litter layer. At an early stage in the experimental period, it became apparent that it was impossible to estimate the effect of cover with a litter layer, which was defined by Tamai and Hattori (1994). (3) The thickness of the litter layer had no significant effect on the EFF when it was saturated.

Key words: amount of litter layer, evaporation from forest floor, litter layer, mineral soils, restraint effect

I. は じ め に

林床面蒸発は、森林における水循環過程を構成する素過程の一つであり、林分条件や気象条件によっては無視できない水収支項となる(服部, 1983; 玉井・服部, 1994)ため、その量的把握とメカニズムの解明は重要である。

林床面蒸発は、リター層からの蒸発とその下の鉱質土壤からの蒸発の和である。林床に堆積するリター層には、雨水の土壤への浸透を妨げ遮断蒸発させ(Rowe, 1955; Helvey, 1967; 玉井ら, 1990; 服部, 1992)、また、土壤表面を被覆することにより土壤蒸発を抑制する(明石ら, 1981; 玉井ら, 1990; 服部, 1993; 村井, 1993; 土屋・逢坂, 1998)働きがあることから、リター層による被覆が林床面蒸発に与える影響を評価するためには、リター層蒸発と鉱質土壤蒸発を分離して、それぞれ比較・検討する方法が有効であろう。

そこで、本研究では被覆状態の違いによる林床面蒸発量の違いを評価するために、重量変化を直接計量することにより精密な蒸発量の測定が行えるマイクロライシメータを製作し、リター層と鉱質土壤層からの蒸発量をそれぞれ個別に計量して分離する実験を行った。その結果、リター堆積量が林床面蒸発に与える影響について有用な知見を得た

のでこれを報告する。

II. 手 法

実験に用いたリターおよび土壤は、九州大学農学部附属福岡演習林内の約30年生のスギ(*Cryptomeria japonica* D. Don)人工林内で採取した。林内での平均リター層厚は3.7 cm、平均堆積重量は15.7 t/haである。本研究で用いたマイクロライシメータは、底面にステンレス製フィルタを付けた400 ccの採土円筒(100 cm²×4 cm)2個を上下に連結させた構造になっており、リターと非攪乱の鉱質土壤をそれぞれ上側(リター部)、下側(土壤部)の円筒に充填した(図-1)。リター部と土壤部は分離して直接計量することが可能であり、蒸発量は各部の減少重量から求められる。リター部に使用するリターは、林内から採取したスギのリターを数日間室内で自然乾燥させたものを、重量を5段階(4, 8, 12, 16, 20 g)に設定して充填した。充填に際してはすべてのライシメータで密度が一定になるように注意した。充填するリターの重量を変えたのは、リター堆積量が、リター層蒸発や鉱質土壤層からの蒸発に与える影響の評価を行うためであり、それぞれ4, 8, 12, 16, 20 t/haに相当する。また、リター層による被覆がない鉱質土壤のみのライシメータからの蒸発量を裸地面

* 本研究の一部は水文・水資源学会1998年研究発表会で発表した。

** 連絡・別刷請求先 (Corresponding author)

¹ 九州大学農学部附属演習林 (811-2415 福岡県糟屋郡篠栗町大字津波黒 394)

University Forests, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 811-2415, Japan.

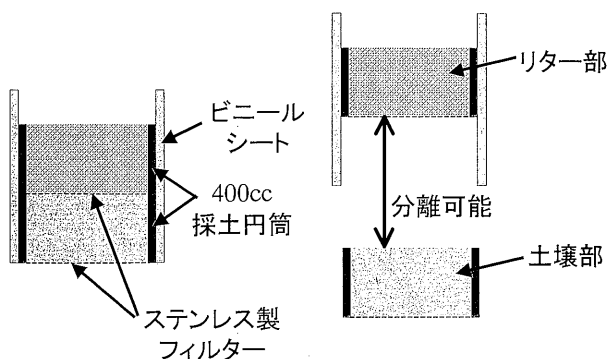


図-1. 実験装置

Schematic diagram of experimental apparatus.

蒸発量として用いた。これらの被覆状態の異なるライシメータを約24時間浸水させて飽和させた後、各部ごとの減少重量を、自然滴下が起こらなくなった時点から24時間間隔で、最小目盛りが0.1gの電子天秤（蒸発量の0.01mmに相当）で計測した。実験は1998年6月11日から7月19日にかけて、気象要因の影響を均一にするため実験室内で行った。実験期間中の実験室内の平均気温は28.8°C、平均湿度は61.8%で、変動は少なかった。

III. 結果と考察

1. リター層による遮断蒸発

林床に到達した雨水は、リター層によって遮断され、やがて大気中へ蒸発する。つまりリター層からの蒸発量は、リター層内に保留され鉍質土壌層へ浸透しなかった水分量である。なお、リター部の計量によって求められるリター層蒸発量には、鉍質土壌層からリター層への水分移動量が含まれるが、その量はすべてのライシメータでほぼ同量であると考えられるので、リター被覆の影響を比較することは可能であると判断した。

図-2 A にリター層からの積算蒸発量とリター堆積量の関係を示す。最終的なリター層からの積算蒸発量は、リター層重量が4~20gの範囲で0.3~2.1mmでありリター堆積量の増加に応じて多い。この値をリター層が実験開始時に保持していた水分量とすれば、リター層がその堆積量に比例して水分を保持することがわかる。今回の実験で得られた値は、円筒法（農商務省山林局, 1917）を用いたスギのリター遮断量2.3~5.5mm、浸水実験によるスギのリター野外保水容量2.3mm（村井, 1970）や、実際の林地でのリター遮断量の推定値2~4mm（中野, 1976）と比較するとやや小さい値となったが、これは今回の実験で用いたリターの量がこれらの研究例で用いられたリターの量よりも少ないことが原因として考えられる。リター層からの蒸発は、リター堆積量の少ないものから順に、実験開始後1~7日程度で停止した。積算蒸発量が時折減少するのは、リター層内での結露、あるいは土壌層から蒸発が停止したリター層への水分の移動が原因として考えられ

る。

次に、ある時点でのリター層からの蒸発強度と、その時にリター層内に残存する水分量の関係を図-2 B に示す。リター層内残存水量は、実験開始時にリター層内に保持されていた水量（最大リター層保持水量）とその時点における積算蒸発量の差から求めた。なお、最大リター層保持水量は、リター層を約24時間浸水させた後、自然滴下が起こらなくなった時点の重量から重量変化がほとんどみられない自然乾燥時の重量を引いて求めた。リター層からの蒸発強度は、リター層内残存水量が多い実験開始初日が最も大きく、残存水量が減少するにつれて低下した。図-2 B のリター層重量12gの初期残存水量は約1.3mm、その時の蒸発強度は0.5mm/day程度であるが、リター層重量が16, 20gの残存水量が1.3mm付近である場合、これらの蒸発強度は0.3mm/day程度である。この蒸発強度の差は、リター層重量12gにおける実験2日目（残存水量約0.8mm）で解消され、リター層重量12, 16, 20gの3者はほぼ同じ（リター層残存水量）-（リター層蒸発強度）曲線上を推移する。このようにリター層蒸発強度は、実験開始直後の最大リター層保持水量時にその水量に関わらず大きい、その後はリター層重量によらずリター層内残存水量に規定された強度でリター層蒸発が行われる。つまり、リター層飽水時の蒸発を除けば、リター層厚によるリター層内孔隙の連結・屈曲性に与える影響を考慮せず、リター層内残存水量から蒸発強度の推定が可能であると考えられる。ただし、この関係はスギのリターを対象とした実験結果であり、リター層の堆積構造が異なる広葉樹の場合では異なった結果が現れる可能性がある。

2. リター被覆による土壌蒸発抑制

図-3 A に鉍質土壌層からの積算蒸発量とリター堆積量の関係を示す。鉍質土壌層からの蒸発は、土壌を被覆するリター層の重量が大きくなるにつれて減少した。しかし、リター層重量が12g以上では、蒸発量にあまり差がみられずリター堆積量の増加が土壌蒸発抑制効果を高めることはなかった。なお、リター層重量0g（裸地）からの蒸発は、土壌の乾燥の影響により、実験開始後約30日目から抑制された。

次に、リター被覆による土壌蒸発抑制効果を評価するために、裸地面からの積算蒸発量と被覆された土壌からの積算蒸発量の差（以下、土壌蒸発抑制量とする）を図-3 B に示す。土壌蒸発抑制量は、土壌を被覆するリター堆積量が多くなるにつれて増加し、また時間経過とともに増加したが、22~26日程度で最大値をとり、その後は減少する傾向を示した。

玉井・服部（1994）は、リター層の被覆効果をモデル化するために α （被覆効果率）=（被覆土壌蒸発量）/（裸地面土壌蒸発量）を導入している。土壌蒸発抑制量の最大値以降は、被覆土壌に対する裸地面土壌の蒸発位の低下を意味し、彼らのいう α の評価不能領域となる。この α の評価不可能領域は、今回の室内実験では実験開始後22~26日

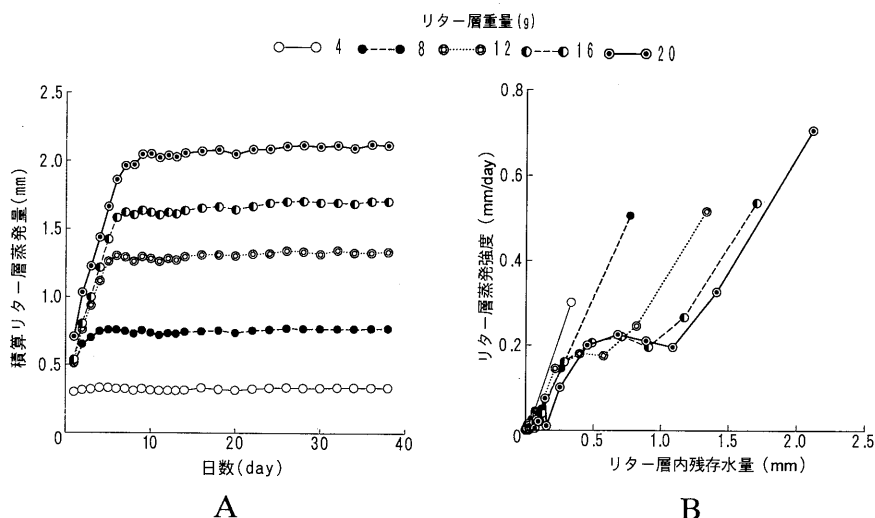


図-2. リター層からの蒸発
Evaporation from litter layer.

A, 積算リター層蒸発量の経時変化; B, リター層内残存水量とリター層蒸発強度の関係。

A, Cumulative evaporation from litter layer; B, Relationship between residual water content in litter layer and evaporation rate from litter layer.

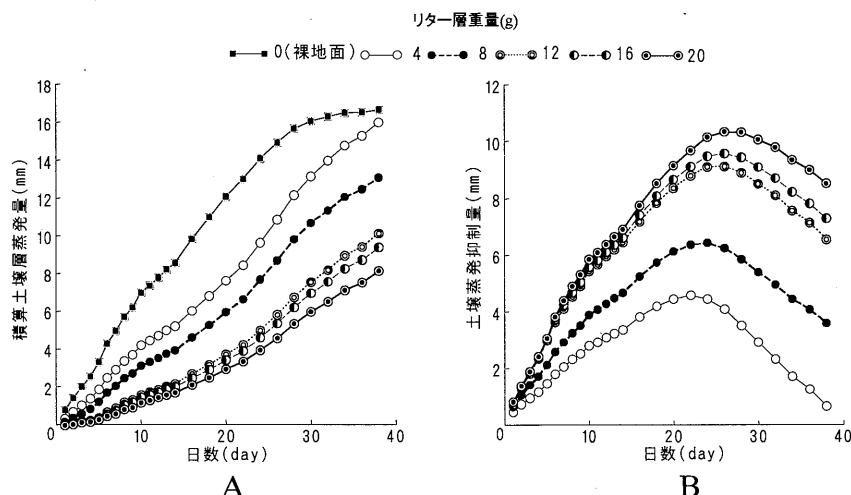


図-3. 鉱質土壌からの蒸発
Evaporation from mineral soils.

A, 積算鉱質土壌蒸発の経時変化; B, 土壌蒸発抑制量の経時変化。

A, Cumulative evaporation from mineral soils; B, Time courses in restraint effect of soil evaporation.

以降であったが、日射・風速がある実際の林地では確実にその時期が早まると考えられる。また、実際の林地においてこの程度の無降雨期間は充分ありうるので、林床面蒸発の算定に α を用いる方法を採用するのであれば、被覆-非被覆土壌間で蒸発位が異なる場合の α の推定も考慮する必要があると考えられる。

3. リター層の被覆が林床面蒸発に及ぼす影響

リター層の被覆は、それ自身による遮断蒸発と鉱質土壌からの蒸発抑制の二つの作用を持つ。林床面蒸発は、これらの作用を受けたリター層蒸発と鉱質土壌蒸発の和である。

図-4 は、リター層堆積量の違いが林床面蒸発に与える影

響を表現しており、まず図-4 A では、初期条件であるリター層飽水時における林床面蒸発強度の比較を行った。リター層からの蒸発強度は図-2 B の結果から、飽水時にはリター層堆積量に応じて大きくなるため、図-4 A 上のような傾向になる。それに対し、図-3 A の結果から、鉱質土壌からの蒸発強度は、乾燥により土壌自身に蒸発抑制がかかるまでは時間的にほぼ一定で、リター層堆積量の増加につれて減少する (図-4 A 中)。したがって、林床面蒸発強度は、リター層被覆によるリター層遮断蒸発と鉱質土壌蒸発抑制の二つの作用が互いに打ち消しあうため、リター層堆積量に関わらずほぼ同じ値となった (図-4 A 下)。

次に、同初期条件からの林床面蒸発量の経時変化を図-4

