

土壌からの蒸発に落葉層が及ぼす影響に関する研究

東北大学工学部 学生員○林 誠二

同上 正員 後藤光亀

同上 正員 須藤隆一

1. はじめに

森林土壌はその土壌構造の影響により保水機能を持ち、これにより洪水を抑制するだけでなく常に安定した水量を供給し続ける水源としての役割を担っている事は数多くの研究事例からあきらかである。樹冠による遮断を免れたほとんどの降雨は土壌への浸透の際に、土壌表面に堆積した落葉層と接触する。一方で、落葉層は水収支に関して、降雨の遮断や土壌からの蒸発量の抑制といった効果を有すると考えられるがこれらに関する研究事例は少なく、その評価は充分であるとは言えない。そこで本研究では、落葉層の被覆により土壌からの蒸発がどの程度抑制されるのかについて、風洞を用いた室内実験によりその評価を試みた。

2. 実験の概要

図-1に実験に用いた風洞の概要を示した。カラムへ充填した土壌は各ケース毎に均一性を保つために $\phi 0.1\text{mm}$ のガラスビーズを用い、初期水分状態は体積含水率 θ にして32%に、充填厚さは5cmに各々設定した。土壌表面への落葉の堆積形態は、本実験が風速をパラメーターとして落葉層の堆積厚さが蒸発抑制効果に及ぼす影響に着目し行ったことから、図-2(a)に示す規則的な平面分布を与えこれを1層とし、図-2(b)に示すように重ねて実験を行った。設定した風速やその他の気象条件や落葉の堆積厚は表-1に示す通りである。尚、用いた落葉は落葉広葉樹林のコナラ（ブナ科）の落葉であり、11月下旬に仙台市青葉山より採取し、気乾状態にさせたものである。土壌からの蒸発量は、電子天秤により測定したカラム重量の減少量から求めた。また、コントロール系として落葉を堆積させない裸地状態についても各風速毎に実験を行った。

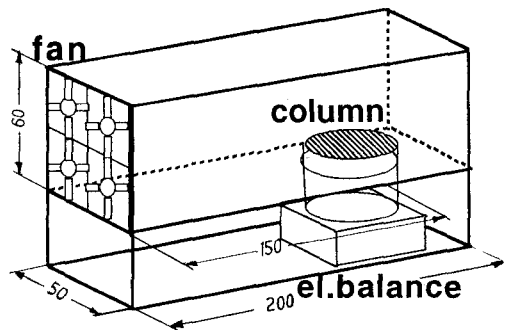


図-1 実験装置の概要

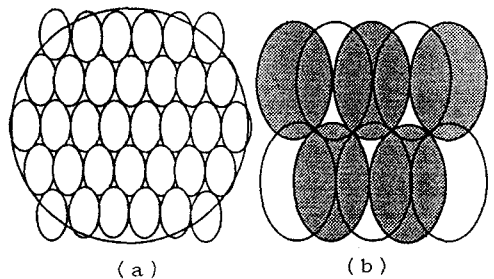


図-2 堆積形態

3. 結果および考察

3-1. 堆積厚による蒸発速度の変化

図-3には風速 $U=1.25(\text{m/s})$ における各堆積厚毎の累積蒸発量の経時変化を示した。設定した8時間という実験時間においては土壌表面は湿潤状態を保ち、累積蒸発量は図に見られるように各ケースとも直線的な増加を示した。

また、その直線の傾きも堆積厚さや風速に対してなんらかの傾向を示しており、傾きから各ケース毎に蒸発速度を求めた。図-4は風速をパラメーターとして、堆積厚による蒸発速度の変化を示したものである。土壌表面に落葉が堆積し被覆した状態においても、土壌表面からの水分の蒸発速度は風速の増加に応じて増加する傾向を示す事が図より分かる。これは用いた葉が気乾状態で収縮しており、少なからず反りを生じているため、土壌表面に堆積させ

表-1 実験条件

気象条件	
風速	0, 0.68, 1.25, 1.75(m/s)
気温	18℃
湿度	60~70%
光照射	なし
堆積厚	
	裸地, 1, 2, 3, 5, 7

た時や葉と葉を重ねた時にその間に充分な空間が生じ、大気側の風が入り込みそこに存在する空気塊と交換することで直接、間接的に土壌表面に影響を及ぼすためと考えられる。一方、堆積厚が増すに従い蒸発速度が減少する事もあきらかであり、本実験のように風が蒸発に影響するケースでは落葉の土壌表面への堆積は、土壌からの蒸発を抑制する働きを充分有しているといえる。これは設定した風速値いずれにおいても共通した現象である。以上の実験結果から、落葉の堆積厚の増加は風の影響による土壌表面からの蒸発に対する抵抗の増加であるとみなし、以下に実験データを基にその蒸発抵抗としての効果について検討を試みた。

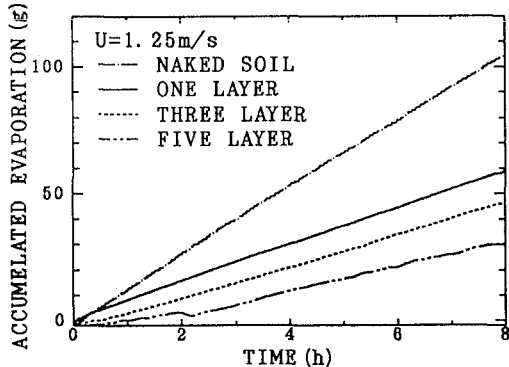


図-3 累積蒸発量の経時変化

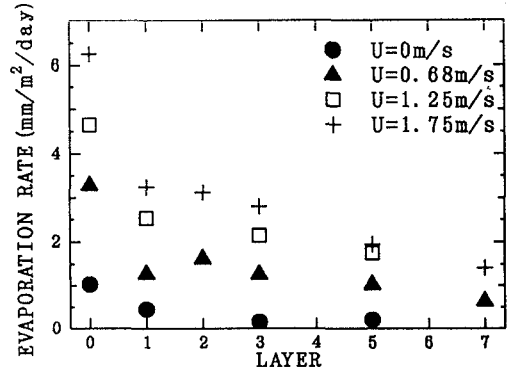


図-4 堆積厚の変化に伴う蒸発速度の変化

3-2. 蒸発抵抗としての落葉層の評価

落葉層を抵抗層とみなしその蒸発抵抗を r ($=1/\lambda$, λ :蒸発に対する有効係数)とし、実験期間中、土壌表面が十分に湿潤していた事も考慮し土壌表面を基準とし風速等の気象データは実験時の測定値を用い、バルク法により落葉堆積時の土壌表面からの蒸発量の算定式を式(1)のように表した。

$$E = \lambda \cdot \rho \cdot C_e \cdot U \cdot (q^* (T_s) - q) \quad (1)$$

E : 単位面積、単位時間当りの蒸発量 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)

ρ : 空気密度 (g/m^3), C_e : 土壌の潜熱バルク係数

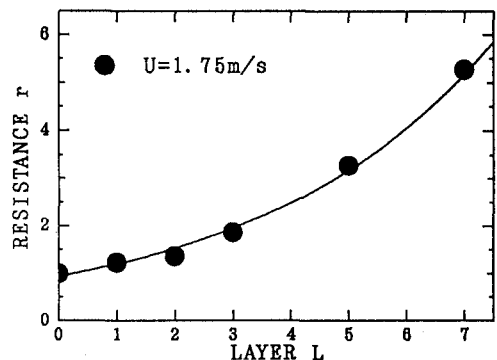
U : 設定風速 (m/s)

q : 風洞内の比湿, $q^* (T_s)$: カラム土壌表面温度 T_s での飽和比湿

土壌表面のバルク係数 C_e はコントロール系である裸地状態での実験結果を基に算出し、その値は設定した風速の範囲で、ほぼ同程度の値であったので各ケースの平均値 ($C_e=0.022$) を用いた。式(1)に各ケース毎にその実験データを代入する事により蒸発抵抗 r を算出した。図-5に $U=1.75(\text{m}/\text{s})$ での堆積厚による r の変化を示した。堆積厚ゼロは裸地状態を意味し式(1)より $r=1$ である。図より堆積厚が増すにつれて抵抗は指数的に大きくなる事がうかがえる。これにより設定した範囲より更に何層か堆積厚を増した状態では土壌表面付近の空気と大気の交換は遮断され、風の影響による土壌からの蒸発はほとんど生じない事が推測される。

4. まとめ

本実験により土壌表面へ堆積した落葉は、風の影響によって生じる土壌からの蒸発を抑制し乾燥化を遅延させる効果を持つことが示され、またその効果に堆積厚が大きく影響する事も判明した。今後は日射の影響や樹種の違い、特に針葉樹との比較について更に検討を加えていきたい。


 図-5 堆積厚による抵抗 r の変化