

II-13

夜間冷却時における落葉層の効果

東京工業大学 神田 学
東京工業大学 日野 幹雄
千葉工業大学 篠田 裕

1はじめに

森林内の地表面には通常、裸地の上に落葉層が堆積している。地表面の被覆状態は熱収支的にみて非常に重要であり、落葉層の有無によっても地中内および地表近傍の熱環境は大きな影響を受けるものと思われる。今回は冬期深夜の夜間冷却作用に着目し、同じ裸地上で落葉層のある状態と無い状態での比較実験を行い、落葉層がどのような熱的役割を果たしているのかについて考察を行った。

2測定概要

測定は東京工業大学敷地内の中庭に於て、1990年2～3月に屋外観測の形で行った。測定項目は気温分布（地表より0, 1, 2, 5, 5, 7, 5, 10, 15, 25, 35, 50, 100cm、0.03℃-℃熱電対使用）、風速・湿度分布（10, 100cm、3杯式使用）、地温分布（1, 2, 5, 10, 20, 30cm）、地中水分（10cm、テンシオメーター使用）、地熱流（3cm、熱流板使用）である。落葉層は乾燥した落葉と空気が混在したふかふかの状態で、層厚は約8cmあり、2cm間隔で層内の気温分布を測った。周囲からの移流効果等の影響を除外するため、晴天夜間の弱風時を主な解析の対象とした。自動計測による6分間平均値を解析に用いた。

3実験結果と考察

図1に夜間冷却が顕著に現れた3/9の18-6の気温・地温の鉛直分布の時間変化を示す。また図2には同じ日のa気温（100, 1cm）・b地温（1, 30cm）、c地熱流、d風速（100cm）の時系列データを示す。まず地中内温度変化をみると、落葉層の地下は、裸地地下に比べて地中内温度の低下が非常に小さく顕著な保温効果を示していることがわかる。実際、落葉層下近傍の地熱流も小さい。落葉層内で気温は鉛直方向に急激に変化し、不連続的である。空気層の気温分布を見ると落葉層上は裸地上より低温化している。図2aで地表1cmの気温変化を見ると落葉上は変動が大きい。そこで図3に100cm気温－地表（あるいは落葉上）温度差と風速の関係を示した。これより裸地上温度は風速と無相関、落葉上温度は風速と逆相関を示すことがわかる。これは後述する体積熱容量の違いで説明される。また裸地上では冷え込みがすすんだAM5頃から、地表面上部に最低気温が現れるいわゆる'RAISED MINIMUM現象'がみられるのに対し、落葉上では裸地上より低温であるにも関わらず見られない。この傾向は他の測定日についても言え、裸地表面の水分がRasised Minimumuniniに関与しているのではないかと考えている。

図4に落葉がある場合と無い場合の熱収支の違いを模式的に示す。これはほぼ無風状態と思われるam1前後の1時間の観測地から、地熱流と純放射の平衡を仮定して算出したものである。

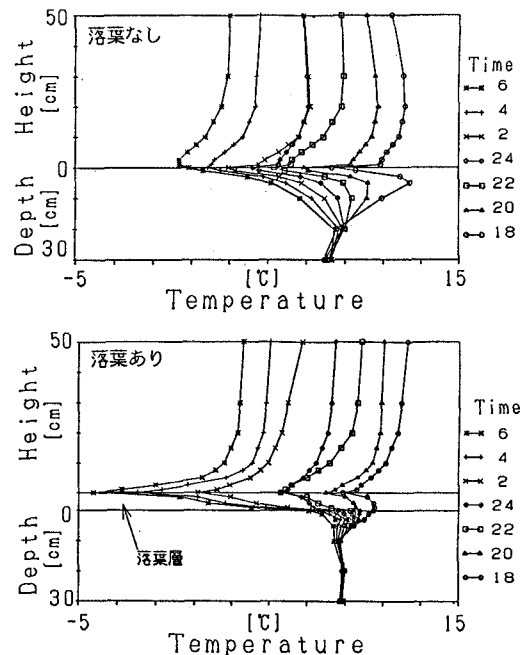


図-1 温度鉛直プロファイル

空気層・土壌層の熱シンク量 (図3横矢印) は温度プロファイルより以下の式から求めた。

$$C \int_{z_0}^{z_{\max}} \frac{\partial \theta}{\partial t} dz \quad \text{ここで } C: \text{体積熱容量 (空気は0.0003, 土壌は3相法⁴⁾より求めて0.72)}$$

t : 時間、 z : 高さ、深さ θ : 温度

地表での熱流は混合法⁵⁾により以下の式より求めた。

$$q_0 = G + C \int_0^{z_1} \frac{\partial \theta}{\partial t} dz \quad \text{ここで } q_0: \text{真の地表熱流}$$

G : 熱流板熱流 z_1 : 熱流板埋設深 (3cm)

落葉層の熱シンク量および体積熱容量は熱収支から逆算して求めた。(土壌層の見かけの体積熱容量は約0.11)

これより落葉層は地中内の熱流出を防ぐ代わりに、自分自身が熱の大きなシンク源となること、また空気層の熱収支自体は裸地の場合とそれほど大きな変化が無いことがわかる。ただし土壌層の体積熱容量は土壌に比べて1オーダー近く小さいために、表面からの熱放出量の変化 (風速と強く関連) に対して落葉層極近傍の気温は敏感に反応し大きく変動するものと考えられる。

4 終わりに

今回の実験より以上の結論が得られた。

a) 落葉層は土壌に比べて体積熱容量の小さい一種の断熱層と見なすことができ、大気と土壌の熱交換を遮断する。その結果大気の熱収支を大きく変えることなく土壌内 (特に表層付近) の夜間冷却を防止する。

b) 裸地上に比べ、乾燥落葉上ではRAIS RD. MINIMUM現象が生じにくい。

参考文献

- 1) T. R. OKE, The temperature profile near the ground on calm clear nights, Roy. Met. Soc (1970)
- 2) T. R. OKE, Turbulent Transport Near the Ground in Stable Condition
- 3) 川島ら、大気-土壌系シミュレーション、農業気象 (1982)
- 4) 土壌物理性測定法、養賢堂
- 5) 岡田、地中伝導熱量の測定、農業気象、1983

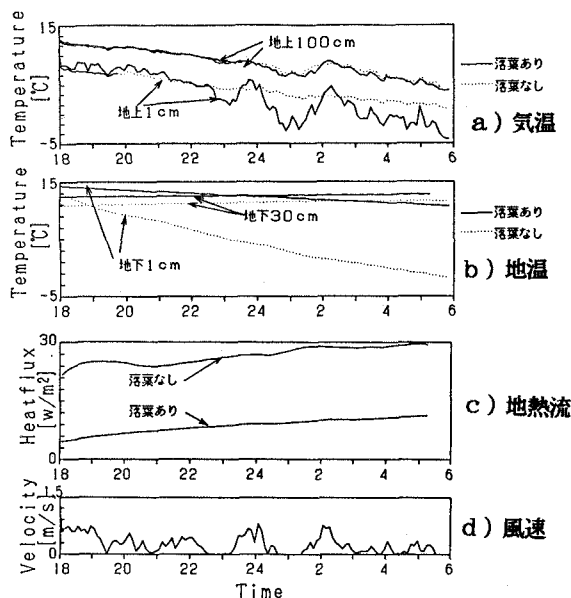


図-2

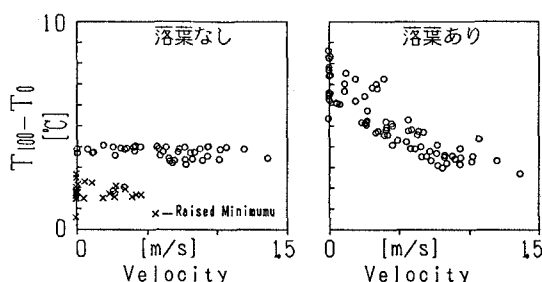


図-3 風速と (気温100cm-気温0cm) 差

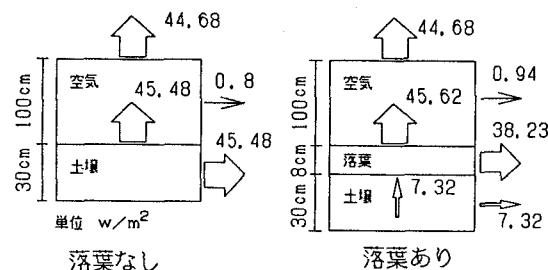


図-4 熱収支図