



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

土壌水分の変動からみた森林地の蒸発散量の推定に関する実験的研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 柏原, 佳明 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2589

氏 名 (本 国 籍)	柏 原 佳 明 (静 岡 県)
学 位 の 種 類	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 甲 第 248 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 13 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 及 び 専 攻	連 合 農 学 研 究 科 生 物 環 境 科 学 専 攻
研 究 指 導 を 受 け た 大 学	静 岡 大 学
学 位 論 文 題 目	土 壌 水 分 の 変 動 か ら み た 森 林 地 の 蒸 発 散 量 の 推 定 に 関 する 実 験 的 研 究
審 査 委 員 会	主 査 静 岡 大 学 教 授 土 屋 智 副 査 静 岡 大 学 助 教 授 逢 坂 興 宏 副 査 岐 阜 大 学 教 授 戸 松 修 副 査 信 州 大 学 教 授 北 原 曜

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、森林地における蒸発散現象を蒸散と蒸発に分離し、それぞれを個別に定量化する手法について土壌カラム実験をもとに検討したものである。土壌カラム実験では、土壌水分変化法をベースとする解析手法に基づき蒸発量を分離し定量化した。この解析手法の汎用的な応用性を確かめるため、森林地における測定結果を用い蒸散量と蒸発量を分離して定量化し、既往の測定結果と対比検討しその有用性を論じた。本論文は以下の3つの部分で構成されている。

土壌カラムを用いた浸透・蒸発実験：土壌水分の変動から、浸透と乾燥過程の水分移動量を連続した過程として再現するため、非攪乱で採取したクロボク土壌カラム（直径 20cm, 長さ 60cm）を用い土壌水分の移動に関する実験を行った。解析では、測定したカラム内の圧力水頭値を境界値として与え、不飽和浸透流解析を用い上部・下部境界を出入りする水分量を追跡した。その結果、実測による水収支との差異は最大 15%程度、蒸発量は約 2~7mm の過小評価を生じた。この原因は、カラム表面から 10cm 深までの圧力水頭が測定できずこの間の蒸発量を評価できないためと考えた。

疑似根系を埋設した土壌カラムによる蒸発実験：カラム側面に疑似根系を埋設した非攪乱土壌カラムを用い、表面蒸発量と疑似根系による水分吸収量を定量化する実験を行った。解析では、体積含水率の変動による手法と不飽和浸透流解析による手法を用いた。前者は、カラムを層区分し、疑似根系による水分吸収が生じている層では、そこでの体積含水率の減少量を疑似根系による水分吸収量として、第1層の体積含水率の減少量は、地表面蒸発量として評価する手法である。これによると、疑似根系による水分吸収量は、カラム全体の重量減少量に対し約 80%を示した。また、推定した疑似根系による水分吸収量と地表面蒸発量の和はカラム全体の重量減少量とほぼ等しく、4日間の実験期間で 1~4mm 程度の差異であった。このことから、各層の体積含水率の変化から疑似根系による水分吸収量と地表面蒸発量とを推定できることを示した。しかし、こ

の方法では土層の境界を出入りする水分移動量が把握できない欠点がある。後者の不飽和浸透流解析では、土壌カラムを圧力水頭の測定区間ごとに土層区分し、各々の層で圧力水頭を詳細に推定した。得られた圧力水頭分布から、表面蒸発量はカラム第1層上面を上向きに移動するフラックスとして、また擬似根系による水分吸収量は、各土層区分点の上層・下層のフラックスの不平衡量として評価した。推定した表面蒸発量と擬似根系による水分吸収量の和は、実測したカラムの重量減少量と良好に一致した。この手法は、土層間で発生する水分移動量の不平衡量を擬似根系に水分吸収量に等しいと仮定しており、理論的な裏付けは乏しい。しかしながら、擬似根系による水分移動量が良好に追跡できていること、圧力水頭の経時的な測定のみで評価できることから、今後、この仮定の理論付けがされれば、この手法の汎用性は高いとした。

森林地の測定例への適用：不飽和浸透流解析による手法の適用例として、カラム採取地の富士山南西麓斜面で測定した圧力水頭値を用い、そこでの蒸発散量を推定した。推定した蒸散量は 1.9mm/day で、蒸発量は 1.0mm/day であり、蒸発散量は 2.9mm/day と推定される。この値は、降水量の 50%に相当し、短期水収支法や流域水収支法で得られた値とほぼ同様な値であることを示した。

今後の展望：以上のことから、本研究で用いた手法を用いることで、森林地における蒸発散量と蒸発散速度を分離して推定できる可能性が示されたといえる。しかしながら、解析方法はカラム実験で検証された仮定に基づいており、今後は温度・水分環境といった実験条件を整え、実証を意図した擬似根系による水分吸収量を定量的に把握する実験が必要であるとした。

審 査 結 果 の 要 旨

本論文は、森林地における蒸発散現象を蒸散と蒸発に分離し、それぞれを個別に定量化する手法について土壌カラム実験をもとに検討したものである。土壌カラム実験では、土壌水分変化法をベースとする解析手法に基づき蒸発量を分離し定量化した。この解析手法の汎用的な応用性を確かめるため、森林地における測定結果を用い蒸散量と蒸発量を分離して定量化し、既往の測定結果と対比検討し有用性を論じた。本論文は以下の3つの部分で構成されている。

1) 土壌水分の変動から、浸透と乾燥過程の水分移動量を連続した過程として再現するため、非攪乱で採取したクロボク土壌カラム（直径 20cm、長さ 60cm）を用い土壌水分の移動に関する実験を行った。実験ではカラム内の定量化すると水収支が経時測定された。解析では、測定したカラム内の圧力水頭値を境界値として与え、不飽和浸透流解析を用い上部・下部境界を出入りする水分量を追跡した。その結果、実測による水収支との差異は最大 15%程度、蒸発量は約 2~7mm の過小評価を生じた。この原因は、カラム表面から 10cm 深まで圧力水頭が測定できずこの間の蒸発量を評価できないためと考えられる。

2) 次に、カラム側面に擬似根系を埋設した非攪乱土壌カラムを用い、表面蒸発量と擬似根系による水分吸収量を定量化する実験を行った。解析では、体積含水率の変動による手法と、不飽和浸透流解析による手法の 2 つの手法を用いた。前者は、カラムを層区分し、擬似根系による水分吸収が生じている層では、そこでの体積含水率の減少量を擬似根系による水分吸収量として、第1層の体積含水率の減少量は、地表面蒸発量として評価する手法である。これによると、擬似根系による水分吸収量は、カラム全体の重量減少量に対し約 80%を示した。また、推定した擬似根系による水分吸収量と地表面蒸発

量の和はカラム全体の重量減少量とほぼ等しく、4日間の実験期間で1~4mm程度の差異であった。このことから、各層の体積含水率の変化から擬似根系による水分吸収量と地表面蒸発量とを推定できることを示した。しかしながら、この方法では、土層の境界を出入りする水分移動量が把握できない欠点がある。

後者の不飽和浸透流解析では、土壌カラムを圧力水頭の測定区間ごとに土層区分し、各々の層で圧力水頭を詳細に推定した。得られた圧力水頭分布から、表面蒸発量はカラム第1層上面を上向きに移動するフラックスとして、また擬似根系による水分吸収量は、各土層区分点の上層・下層のフラックスの不平衡量として評価した。このように推定した表面蒸発量と擬似根系による水分吸収量の和は、実測したカラムの重量減少量と良好に一致した。この手法は、土層間で発生する水分移動量の不平衡量を擬似根系に水分吸収量に等しいと仮定しており、これに関する理論的な裏付けに乏しい。しかしながら、擬似根系による水分移動量が良好に追跡できていること、圧力水頭の経時的な測定のみで評価できることから、今後、この仮定の理論付けがされれば、この手法の汎用性は高いとした。

3) 最後に、不飽和浸透流解析による手法の適用例として、カラム採取地の富士山南西麓斜面で測定した圧力水頭値を用い、そこでの蒸発散量を推定した。推定した蒸散量は1.9mm/dayで、蒸発量は1.0mm/dayであり、蒸発散量は2.9mm/dayと推定される。この値は、降水量の50%に相当し、短期水収支法や流域水収支法で得られた値とほぼ同様な値であることを示した。

これらの実験結果と森林地への適用結果から、本研究で用いた手法を用いることで、森林地における蒸発散量と蒸発散速度を分離して推定できる可能性が示されたといえる。しかしながら、解析方法はカラム実験で検証された仮定に基づいており、今後は温度・水分環境といった実験条件を整え、実証を意図した擬似根系による水分吸収量を定量的に把握する実験が必要であるとした。

以上について、審査委員会全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

基礎となる学術論文

1. 土壌カラムを用いた水分移動に関する実験とその解析, 日本林学会誌, Vol. 48, No. 4, pp. 269-274, 1999
2. 疑似根系を埋設した土壌カラムの蒸発実験とその解析, 水文・水資源学会誌, Vol. 14, No. 6, pp. 483-488, 2001