

土壤水分減少法、茎熱収支法、熱収支法による蒸発散量推定精度の評価 Evaluation of accuracy of estimating evapotranspiration with soil moisture depletion method, stem heat balance method and energy balance method

小島悠揮* 登尾浩助** 溝口 勝***

Yuki KOJIMA, Kosuke NOBORIO, Masaru MIZOGUCHI

1. はじめに

今日、地球温暖化の影響による将来的な気候変動に備え、水資源の確保が重要な課題となってきている。そうした背景の中、水資源の有効利用のために作物の水分消費量を測定し、最適な灌漑開始点と灌水量を推定する技術が求められている。こうした技術開発は、過度の灌漑を防ぐことによる節水、営農のコスト削減、土壌の塩類集積や硝酸態窒素による地下水汚染など、現在重要視されている環境問題の解決にも貢献できると思われる。

本研究では、土壤水分減少法、茎熱収支法、熱収支法の3つの手法を用いて作物の水分消費量の測定を行い、重量法と比較することにより各手法の精度を検討した。

2. 実験方法

(1)土壤水分減少法：土壤水分の減少量を測定し、蒸発散量とする。内径 26cm、高さ 55cmのポットに関東ロームを乾燥密度 0.63 Mg m⁻³で充填し、ダイズを明治大学生田校舎内のガラス室内で育成した。このポットの質量変化から蒸散量を測定した。地表面からの深さ 5、15、25、35、45cm にポット側部から長さ 15cmのTDRプローブを水平方向に挿入した。登熟期に土壌の体積含水率を 30 分ごとに測定し、蒸散量を土壌体積含水率の減少量にポット体積を乗して求めた。

(2)茎熱収支法：作物の茎内流量を測定する(Sakuratani, 1981)。菜園ポットで育成した別個体のダイズの茎に、ステムフローゲージを取り付けた。ヒータ部からの茎上下への熱量の移動を測定し、茎熱収支法より1日単位の茎内流量を計算した。この値は蒸散量と同じである。ポット全体をラップで包んで蒸発を防ぎ、秤によって経時的に質量を測定し、質量変化を正確な蒸散量とした。

(3)熱収支法：気象データを用いて地表面の熱収支の関係から蒸発散量を計算する。群馬県嬭恋村高冷地野菜研究センター内の圃場で、フィールドサーバによって気温、湿度、日射量、風速の4つの気象データを測定した。この気象データを使って、地表面温度を未知数としてバルク法と組み合わせた熱収支法によって蒸発散量を計算した。このとき、アルベドは草本地の代表的値である 0.2 を使用し、地中熱流量は正味放射量の 10%として計算を行った。また、同圃場で、キャベツを植えたライシメータの質量変化から蒸発散量を測定した。

3. 結果と考察

(1)土壤水分減少法による推定

図1に TDR 法によって測定した相対的な土壤水分量変化を示す。11月26日の午前0時の体積含水率に対する相対体積含水率で表した。根系の吸水によって、まず5cm

* 明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University (現・東京大学農学生命科学研究科)

** 明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

***東京大学農学生命科学研究科 Graduate School of Agriculture and Life Science, The University of Tokyo

キーワード：蒸発散量, 土壤水分減少法, 茎熱収支法, 熱収支法, フィールドサーバ

の層の土壌水分量が減少し、5cmの層の乾燥に伴って25cmの層の吸水が活発になり、25cmの層の乾燥に伴い45cmの層の吸水が活発になる様子が確認できる。しかし、土壌体積含水率の変化から計算した蒸散量とポットの質量減少分は、双方の値のばらつきが大きく、精度を検討できなかった。

(2) 茎熱収支法による推定

計算された茎内流量と秤によって測定された蒸散量を図2に示す。1日のダイズの蒸散量は約9gであり、7~14%の誤差で測定が可能であった。しかし、蒸散量が小さくなるに従って測定誤差が大きくなり、5g~10g/day程度の蒸散量の測定が限界であると考えられる。また、従来の報告と同様に、植物茎部に熱量を与えることにより植物組織が破壊されるので、現状の測定法では4、5日間以上の測定には適用できなかった。

(3) 熱収支法による推定

図3は、高冷地野菜研究センター内のライシメータの質量変化と、気象データを元に熱収支法によって計算した蒸散量による減少量との比較である。熱収支法で求めた蒸散量は20~30%程度の過小評価となった。これは、本研究ではアルベドを0.2、地中熱流量を正味放射量の10%と仮定したことが起因していると考えられる。感度解析の結果、アルベドよりも地中熱流量の影響が大きいことから、地中熱流量の測定が必要である。

4. まとめ

3つの手法の中で、茎熱収支法が最も精度良く測定可能であった。また、畑地など広域を対象としたとき、熱収支法が安定した精度での測定が可能で、実用的であった。土壌水分減少法は、地下への排水量の推定や、土壌中の水分量変化の観察などが可能である利点があり、今後は土壌水分減少法と熱収支法を併用することで、より高水準な蒸散量の推定が可能となると考えられる。

引用文献

Sakuratani, T. (1981) A heat balance method for measuring water flux in the stem of intact plants. J. Agri. Met., 37: 9-17.

謝辞：本研究の一部は、H18年度科学技術振興調整費「地球観測データ統合・情報融合基盤技術の開発」および科学研究補助金(18380140)の補助を受けた。

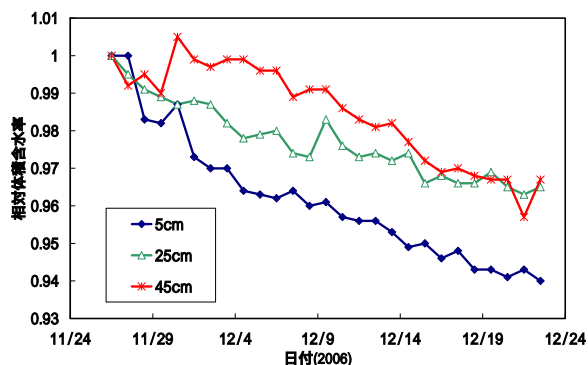


図1. ダイズ根系の吸水に伴う土壌水分変化
Soil moisture change by root water uptake of soybean

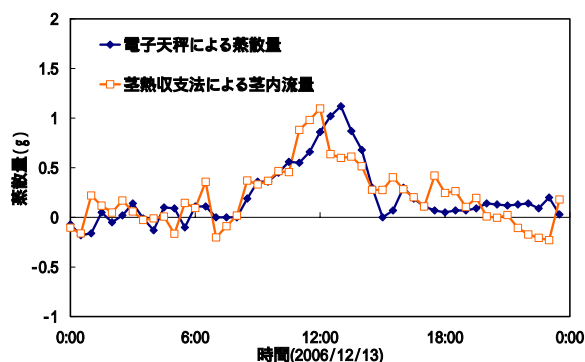


図2. 茎熱収支法による1日のダイズ蒸散量
Transpiration rate of soybean measured with stem flow gauge

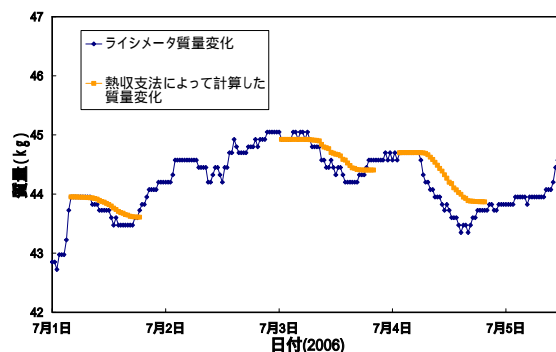


図3. ライシメータの質量変化と熱収支法によって計算した蒸散量
Temporal changes in evapotranspiration measured with lysimetry and estimated with energy balance method