

## スマートフィールドライシメータを用いた蒸発散量の測定 Measurement of Evapotranspiration Using a Smart Field Lysimeter

○尾崎友哉\* 伊藤 颯\* 坂井 勝\*\* 取出伸夫\*\* 徳本家康\*\*\*  
Tomoya Ozaki Hayato Ito Masaru Sakai Nobuo Toride Ieyasu Tokumoto

**1. はじめに** 蒸発散は、農作物の栽培管理や水管理において重要な指標の一つである。土壌の重量変化を測定する重量ライシメータは、蒸発散量を直接的に把握できる有効な手段である。特にスマートフィールドライシメータ（以下、SFL）は、土壌シリンダ下端の土壌水分状態（以下、下端圧）を周辺土壌の同深度の土壌水分状態（以下、外部圧）に合わせることで、より正確に蒸発散量を求めることができる。これまでに SFL の下端圧制御プログラムの開発、および屋内外での制御に合わせた SFL の改善は行われてきたが、圃場における蒸発散量の測定については十分に検討されていない。ロードセルを用いた重量測定について、圃場では様々な外部要因の影響を受けると考えられる。そこで本研究では、SFL で圃場の蒸発散量を測定することを目的とした。特に、蒸発散の日変動を捉える短時間間隔の蒸発散量を算出するために、重量測定値に影響を与えるポンプ稼働の影響や温度変化などの補正方法について検討した。

**2. 方法** SFL を三重大学附属農場内に設置し、測定を行った。内径 30 cm、高さ 50 cm の土壌シリンダを用い、重量をロードセルで測定した。シリンダ下端に設置したテンシオメータを用いて下端圧を、周辺圃場に設置したテンシオメータを用いて外部圧を測定し、下端圧が外部圧の±10 cm の閾値に達した際に、給排水ポンプが 10 秒間稼働する設定とした。この時、水タンクの重量変化をロードセルで測定した。各種センサーの測定やポンプの制御にはデータロ

ガーCR1000X（Campbell 社）を用いた。短時間の蒸発散量を求める上で、ロードセルは 0.01 kg の精度が必要である。

ライシメータ本体に設置したロードセルは電圧出力式で、±0.002 kg（最大 200 kg）の高精度のものである（A&D 社製）。土壌シリンダ重量と水タンク重量の総重量の減少から、蒸発散量を算出した。

**3. 結果** 外部圧と下端圧の時間変化を図 2 に示す。外部圧が−60 cm〜20 cm の範囲で、下端圧は閾値の範囲内（ポンプ稼働回数 1 日約 8 回）に収まった。しかし、11/27 の外部圧が 20 cm を超える降雨時には、給水ポンプが高頻度で稼働するものの（1 日約 500 回）、下端圧は 10 cm 程度に留まった。またその後の排水過程では、下端圧を閾値内に収めるために、排水ポンプの稼働頻度が上がった（1 日約 80 回）。ポンプの稼働頻度が上がると、ポンプへの負荷が大きくなり、故障の原因となることから、外部圧が−40 cm 以上の湿潤条件下では閾値の幅を大きくし

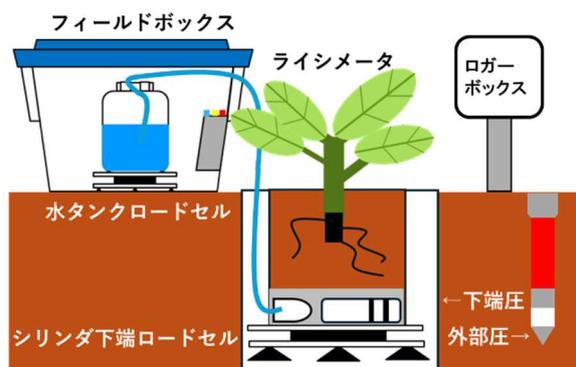


図 1. SFL の構造  
Fig.1 Schematic diagram of SFL.

\*三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie Univ. \*\*三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate school of Bioresources, Mie Univ. \*\*\*佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga Univ. キーワード: 水分移動, 蒸発散, スマートフィールドライシメータ, ロードセル

稼働頻度を下げる、外部圧が正圧を示している間はポンプを停止する、などのプログラムの修正が必要であると考えられる。

ライシメータ総重量の測定値とロガーボックス内の温度変化を図3に示す。ロードセルの精度以上のばらつき、11/11の4時35分と11/12の0時の瞬間的な重量の増加、夕方から夜間にかけて気温が低下する際に重量の増加が見られた。そこで、瞬間的な重量増加については前後の測定値と比較することで除去し、ばらつきについては前後30分の移動平均を用いた平滑化を行った。ロードセルは地表面下50cmにあり、本体の温度変化は2°C程度と小さいものの、ケーブルや電圧測定部が温度変化による影響を受けたと考え、ロガーボックス内温度 $T$ を使って重量測定値 $W$ を補正した。補正は室内実験で得られた回帰係数を基に、次式で行った。

$$W' = W - 0.0039 \times (T - 20) - 0.0038$$

ここで、 $W'$ は重量補正值である。補正した重量の変動を図3に示す。重量変動は滑らかになり、ロガーボックス内の温度変化による重量変化を改善できた。

各日の0時のライシメータ総重量の差分から求めた日蒸発散量の推移を、図4に示す。気象条件に基づくペンマン式と比較すると、11/14~11/16は降雨による影響があったもの、おおむね同様の変動を示した。

3時間、および4時間間隔の重量補正值から求めた蒸発散速度を図5に示す。4時間間隔で求めた蒸発散速度は日中高く夜間はおおよそゼロを示し、蒸発散の日変動を表した。3時間間隔で求めた蒸発散速度は、11/11と11/13については4時間間隔と同様の变化を示したが、11/12についてはばらつきが見られた。重量測定値を補正することで、本研究で用いたSFLで蒸発散の4時間間隔の日変動を捉えることができたと言える。

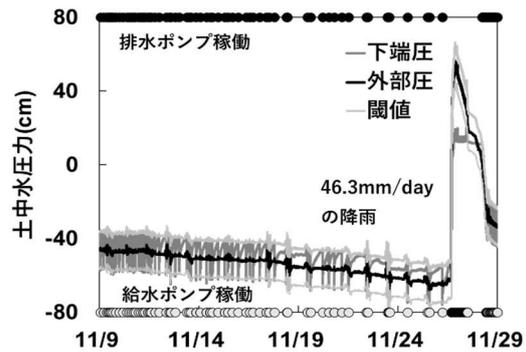


図2. 外部圧に対する下端圧の変化  
Fig.2 Changes of pressure head at the bottom of SFL in response to field pressure head.

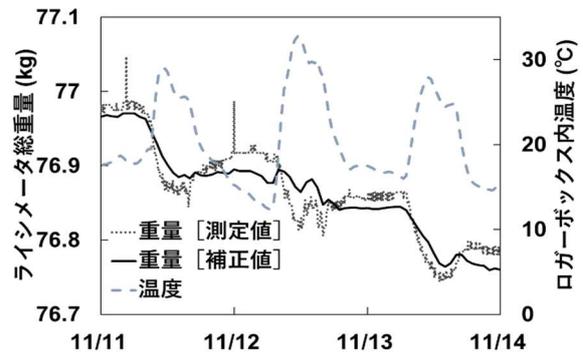


図3. ロードセルで測定した重量変化  
Fig.3 Weight of SFL measured by a load cell.

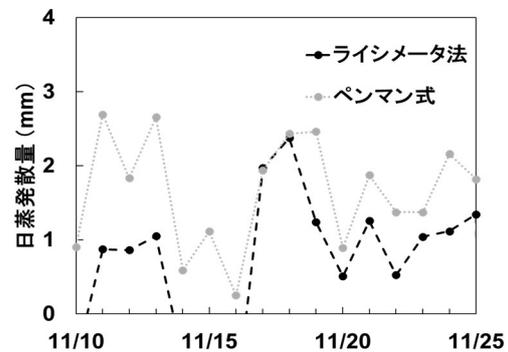


図4. 日蒸発散量の推移  
Fig.4 Daily evapotranspiration amount.

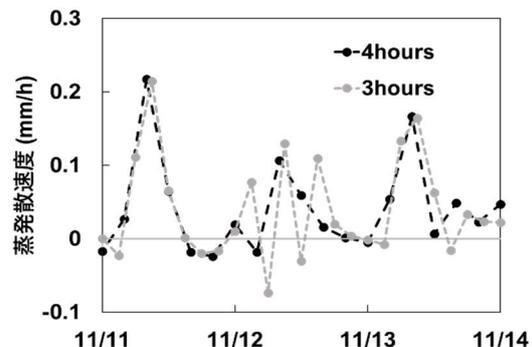


図5. 蒸発散速度の時間変化  
Fig.5 Diurnal change of evapotranspiration rate.