

## 野外におけるスマートフィールドライシメータの検証

土壌圏循環学研究室 519336 住田大聖

(指導教員:坂井 勝)

### 1. はじめに

土壌水分消費の主要成分である蒸発散量の把握は、適切に農地の水管理を行う上で重要である。蒸発散量を直接測定する方法は限られており、その方法の一つとして、下端と同深度の近接土壌を再現した土壌カラムの重量変化を測定する重量ライシメータがある。特に、カラム下端の土中水圧力(以下、下端圧)と近接土壌の同深度の土中水圧力(以下、外部圧)が一致する様に、ライシメータ下端へ給排水を行うスマートフィールドライシメータ(以下、SFL)と呼ばれるものがある。下端圧制御を行う上では、給排水ポンプによるシステムへの負荷が少なく、かつ外部圧を再現する制御プログラムが必要である。上田(2021)は、下端圧の変動が外部圧を基準とした範囲内に収まる様に、指定した時間のみ給排水ポンプを稼働するプログラムを開発した。また、下端圧の制御プログラムの動作確認を室内実験で行った。SFLを用いた野外観測は、数か月程度の期間に及ぶ。そのため降雨対策や安定した電源の供給などの配慮が必要となる。本研究では、SFLを野外に設置し、ポンプに負担をかけず下端圧の制御を行うことを目的とした。

### 2. SFLの野外設置

下端圧制御のプログラムを検証するために三重大学附属農場に2022年6月3日から設置した。図1に本研究で用いたSFLの概要を示す。本研究では直径、高さがともに30cmのライシメータを使用した。ライシメータ内部の5、15、25cm深に水分計と圧力計を設置した。ライシメータ下端には下端圧測定用テンシオメータと給排水口のポーラスカップを設置し、珪砂を充填した。また、外部圧測定用テンシオメータをライシメータ周辺の30cm深に設置した。ライシメータ下端は給排水ポンプに接続されており、下端圧が外部圧と

一致する様に、ぜん動式ポンプで給排水を行った。下端圧の制御は、外部圧に対して $\pm 10$  cmの圧力水頭を閾値として与え、下端圧が閾値上限に達した時に排水を10秒行い、下限に達した時に給水を10秒行われる設定とした。給排水タンクとカラムの下には重量を測定するためロードセルを設置した。また降水時にライシメータ外枠に溜まる水を排水するために、外枠排水ポンプを設置した。ライシメータ外枠の水位はセンサーで測定しており、規定値を超えると外枠排水ポンプが稼働する設定とした。各種センサーの測定やポンプの制御にはデータロガーCR1000(Campbell社)を用いた。ロガーの稼働電源は太陽光パネルを12Vバッテリーに接続して供給し、全てのセンサーやポンプの電源はロガーを介して供給した。

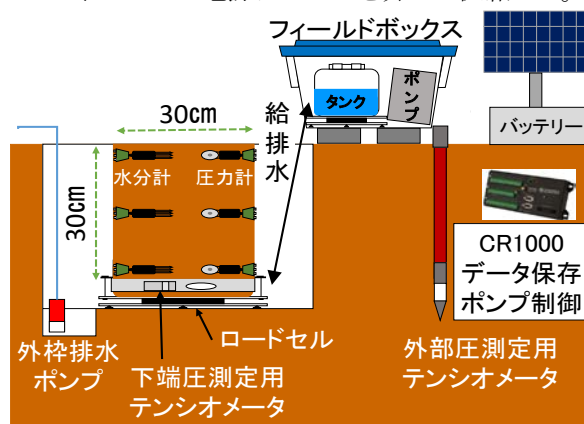


図1 SFLの概要

### 3. 結果

#### 3.1 電源供給方法

図2(a)に、6月13日から6月15日のライシメータ外枠の水位とバッテリーからロガーへの供給電圧の変化を示す。太陽光パネルによるバッテリー充電のため供給電圧は昼間に高く、夜間は低い。通常は12V以上を確保できていた。6月14日午後に降雨でライシメータ外枠の水位が上昇し、供給電圧に12Vを下回る値の振動が生じていた。また、同様に他のセンサーにも振動が生

じていた。出力値の振動が生じる原因として、消費電力が大きいポンプが稼働することで、供給電圧やデータ測定に影響を与えたと考えられる。図3に6月13日から15日の間に行っていた電源供給方法と、変更後の概要を示す。出力値の振動への対策としてポンプの稼働電源をデータロガーやセンサーとは別系統とし、ポンプの稼働制御のみロガーで行う様に、配線を変更した。12月21日の午後に降雨とみなしライシメータ外枠に水を入れ、外枠排水ポンプを稼働させた時の変化を図2(b)に示す。外枠排水ポンプを稼働させたが、供給電圧の値は12Vを下回ることなく、振動はなかった。

### 3.2 下端制御システム

図4に12月8日から12月14日における下端圧と外部圧の変化、給排水ポンプの稼働状況を示す。この期間、降雨はなく外部圧は-20~-30 cm程度を示した。下端圧は上下動があるものの、外部圧±10 cmの範囲内で推移した。下端圧が閾値上限に達した時に10秒間排水ポンプが稼働し、これが期間内に10回生じた。また、14日午前には、下端圧が閾値下限を下回ること、給水ポンプが稼働した。7日間で排水ポンプは計100秒間、給水ポンプは10秒間稼働し、これは測定期間の0.02%にあたり、少ないポンプへの負荷で、下端圧を設定の範囲内に留めることができたと言える。

### 4. おわりに

野外で SFL を安定的に稼働するには、ポンプの稼働によるロガーへの影響をなくすために、ポンプ稼働専用バッテリーから取る必要がある。外部圧が-20~-30 cm程度の環境では、閾値±10 cm、ポンプ稼働時間10秒の設定でSFLを稼働できることが示された。今後、土壌の乾燥で外部圧が低下する条件下や、降雨で外部圧が急激に上昇する条件下などでそれぞれ閾値の適正値を検証する必要がある。

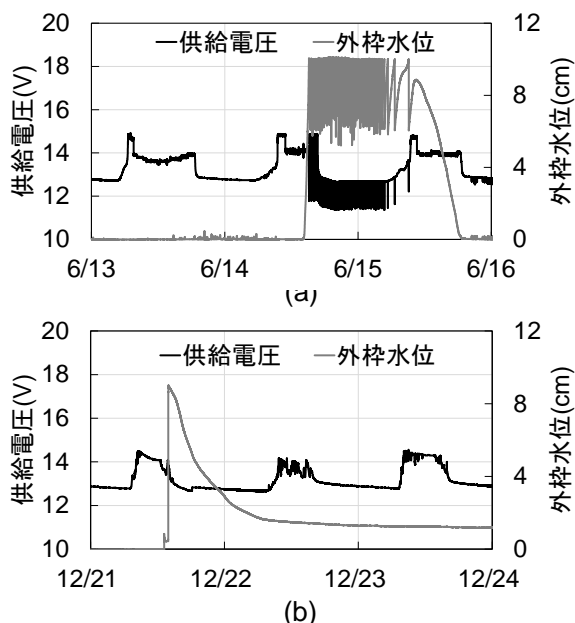


図2 供給電圧と外枠排水配線の(a)変更前(b)変更後

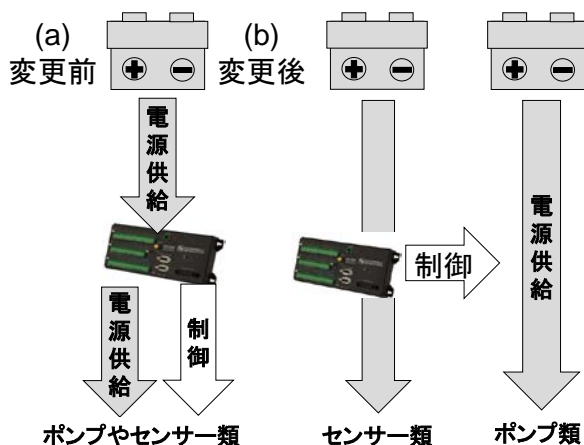


図3 電源供給方法の変更

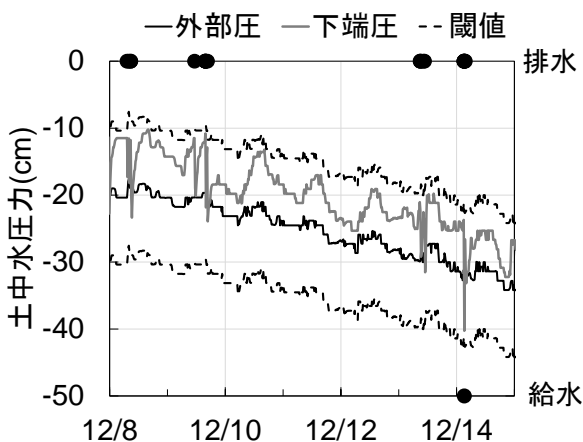


図4 外部圧と下端圧の変化 給排水ポンプの稼働状況