

スマートフィールドライシメータによる圃場の蒸発量、排水量の測定 Measurement of Evaporation and Drainage water in a Field using a Smart Field Lysimeter

○大西一平* 坂井 勝* 取出伸夫* 三石正一**
Ippei Ohnishi Masaru Sakai Nobuo Toride Shoichi Mitsuishi

1.はじめに: 圃場の水循環の把握は、適切な水管理を行う上で不可欠である。そのためには、降水量や蒸発散量、下方への排水量および土中の貯留量変化など、水収支を定量的に評価する必要がある。蒸発散量や下方への排水量は、重量測定装置を備えたライシメータを用いることで測定可能だが、従来のライシメータは下端に水が溜まり、圃場の水分条件を再現できないという問題があった。そこで本研究では、下端の土中水圧力を現場と同一に制御するシステムを備えた、スマートフィールドライシメータ (SFL, UMS 社) に注目した。そして、SFL の貯留量変化の測定精度を把握すること、圃場に SFL を設置して蒸発量や排水量を定量的に評価し、圃場の特徴を明らかにすることを目的とした。

2.方法 2-1.SFLの概要: SFL (Fig.1) はウェイングライシメータの一種であり、主に測定を行うライシメータ、給排水を制御するフィールドボックス、データロガーから構成される。土を充填した内径 30 cm 高さ 90 cm のシリンダーの重量変化を、電子天秤で測定し、土中の水分貯留量の変化を測定する。同様に、フィールドボックス内の給排水タンクの重量変化を電子天秤で測定し、ライシメータ下端からの排水量を測定する。また、各深さの水分量・温度・電気伝導度 (5TE, Decagon 社)、土中水圧力 (MPS-2, Decagon 社)、ライシメータ下端の土中水圧力を測定する。さらに、圃場

90 cm 深の土中水圧力を別途測定し (T8, UMS 社)、ライシメータ下端が観測圃場と同一圧力となるよう、フィールドボックス内の給排水タンクからライシメータへ給排水する。

2-2.現場観測: あらかじめ室内実験を行い、SFL に降雨装置を用いて一定流速を与え、貯留量変化の測定精度を評価した。現場観測では、三重大学附属農場の裸地状態の圃場に SFL を設置し、2015/10/27 から 12/23 の期間、測定を行った。直径 30 cm、高さ 90 cm のライシメータに圃場の土層を再現するよう攪乱土を充填した。上端から 5 cm、45 cm、85 cm 深にそれぞれ 5TE と MPS-2 を埋設した。なお、5TE は圃場の攪乱土を用いて別途検量しておいた。SFL の測定に加え、圃場に設置した雨量計で降水量を測定した。表面流出や灌漑は無いとし、蒸発量を次の水収支で求めた。

$$E = P - D - \Delta W$$

ここで、E は蒸発速度 (cm/day)、P は降水量

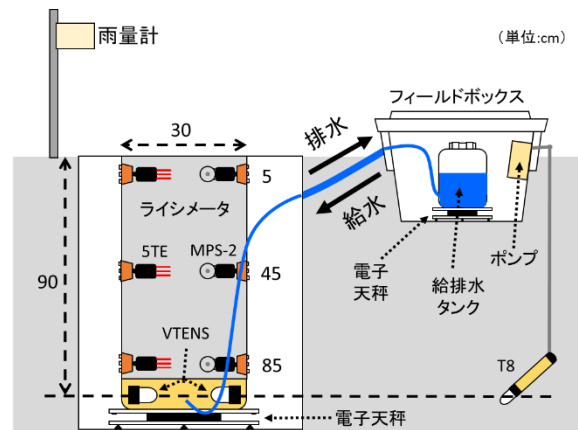


図1. スマートフィールドライシメータの概略図
Fig.1 Schematic illustration of Smart Field Lysimeter

*三重大学大学院生物資源学研究所 Graduate school of Bioresources, Mie Univ.

**アイネクス株式会社 AINEX. Co., LTD. Minami Kamata 2-16-1, Ohta-ku, Tokyo, 144-0035, Japan

キーワード 水分移動 スマートフィールドライシメータ 蒸発速度

(cm/day), D は下端排水量 (cm/day), ΔW は貯留量変化 (cm/day) である。

3.結果と考察：降雨装置で 8.8cm/day の降雨を与え、SFL の貯留量変化の測定精度を確認した。その結果、絶対誤差は 0.004 cm/day, 相対誤差は最大 2.7 %と、極めて正確であることが確認できた。圃場で観測した、各深さの水分量変化を Fig.2 に示す。5 cm 深と 45 cm 深の水分量は降雨による増加が見られたが、85 cm 深の水分量は降雨の無い場合でもおよそ $0.38 \text{ m}^3/\text{m}^3$ で、常に飽和状態だった。SFL 下端と圃場 90 cm 深の土中水圧力の変化を Fig.3 に示す。圃場 90 cm 深の土中水圧力は、降雨の有無に関わらず常に正圧を示し、降雨時には 80 cm 程度まで上昇が見られた。このことから、圃場は降雨時に表層付近までほぼ飽和状態となると言える。SFL 下端圧力は振動は見られるものの、圃場の圧力とよく一致しており、給排水システムは正常に動作をしていた。次に、SFL で測定した貯留量変化速度 ΔW と排水フラックス D 、雨量計で測定した降水

フラックス P と、水収支式で求めた蒸発フラックス E の経時変化を、Fig.4 (a) 降雨なし、

(b) 降雨ありの期間について示す。降雨のない期間、貯留変化速度は常に負であった。これは、蒸発や排水による貯留量の減少を示している。求めた蒸発フラックスは日中に最大、夜間に最小となり、観測期間中の蒸発フラックスの平均値は 0.24 cm/day であった。排水は、12/3 の降雨の影響で常時生じていた。降雨期間の貯留量変化は常に正で、降雨による増加を示している。蒸発フラックスは他に比べて小さかった。降雨が生じている間、排水量は負の値を示した。これは、圃場 90 cm 深の土中水圧力がライシメータ下端より先に上昇し、給排水タンクからライシメータへの給水が行われたためである。降雨浸透より速い別の要因で深層への水の供給が生じたと言え、観測圃場は斜面に位置するため、上流側から地下水の流入があったと考えられる。今後は、植生のある圃場に SFL を設置し、蒸発散量や植物根の吸水の定量的な評価に適用したい。

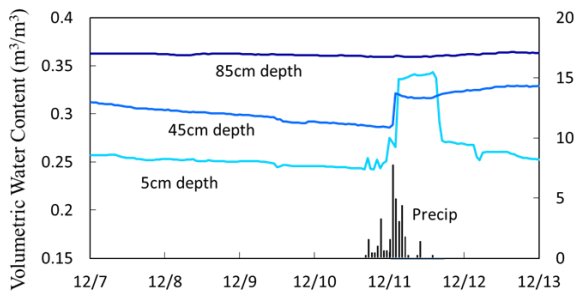


図2. SFLの水分量変化と降水量
Fig.2 Observed Volumetric Water Contents in a SFL and Precipitation.

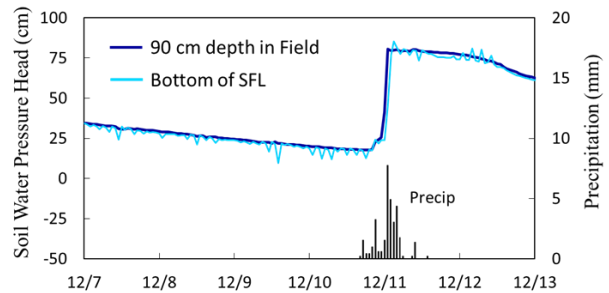


図3. ライシメータ90cm深と圃場90cm深の土中水圧力
Fig.3 Soil Water Pressure Heads at 90 cm depth in the field and at the bottom of SFL.

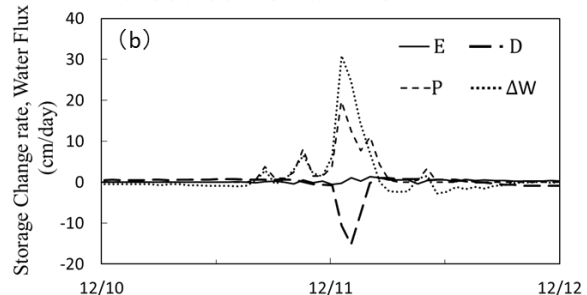
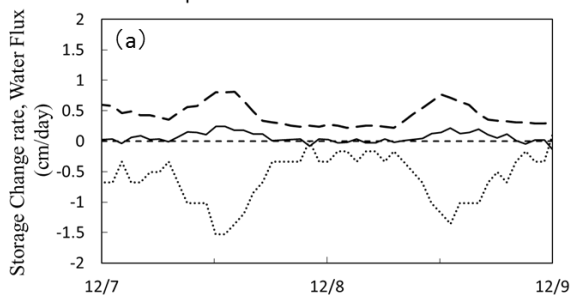


図4. (a)降雨がない場合、(b)降雨がある場合におけるSFLで測定した貯留量変化速度(ΔW)、排水フラックス(D)、蒸発フラックス(E)、および雨量計で測定した降水量(P)

Fig.4 Precipitation rate (P) observed by a rain gate, and water storage change(ΔW), drainage(D), and evaporation rate fluxes (E) observed by a SFL (a) without and (b) with rainfall.