

マルチ敷設下での土壌水分動態の水の安定同位体比を用いた考察  
 Consideration of soil moisture dynamics under mulch covering using stable isotope ratios of water

○田渕幹也\*, 中村公人\*, Mohammad Abdul Kader\*\*, 吉岡有美\*\*\*, 濱 武英\*

Mikiya Tabuchi\*, Kimihito Nakamura\*, Mohammad Abdul Kader\*\*, Yumi Yoshioka\*\*\*, Takehide Hama\*

1. はじめに 畑地農業において、マルチングは蒸発抑制効果を持ち、点滴灌漑などのマイクロ灌漑技術と組み合わせることによって節水灌漑を可能にする。また、マルチングは防草・防虫効果や降雨に伴う土壌・肥料の流亡抑制効果、地温の制御効果を有し、近年の気候変動に対する農業における適応策として有効なツールとなり得る。

マルチングによって土壌中の水環境や熱環境を適切に管理するためには、マルチ敷設下での土壌中の水・熱移動現象をモデル化することが必要である。従来の解析では、マルチで覆われている土壌表面を上端境界として、その条件を水分フラックス 0 とするのが一般的であるが、実際は、土壌表面とマルチの間には隙間があり、マルチの内側に結露水が見られることから、水蒸気と液状水の相変化が生じている。こうした蒸発・凝結過程の詳細を明らかにし、これを反映した適切な境界条件の設定ができれば、より正しい土壌水分・地温予測ができると期待される。

本研究では、マルチを敷設した土壌カラム実験を行い、土壌中の水分・温度環境の観測、および、土壌水や結露水について、蒸発・凝結過程で値が変化する水（酸素、水素）の安定同位体比の測定を行った。蒸発・凝結過程の実態を考察するとともに、安定同位体比が蒸発・凝結過程の定量化に利用できるかどうかを検討した。

2. 実験方法 2023年6月17日～10月16日にかけて、京都大学北部構内のガラス室内で土壌カラム実験を行った。供試土壌は島根県で採取した農地土壌で、土性は壤土である。カラムは塩ビ製の高さ60 cm、直径20 cmの円筒状であり、カラム底部10 cm厚さに礫を、上端から深さ50 cmまでの部分に2 mmふるい通過土壌を充填した。土壌カラムは、カラム上端を黒色フィルムで被覆したもの(BPM)、白色(半透明)マルチで被覆したもの(WPM)、被覆しなかったもの(NM)の3種類を用意した。マルチはいずれも生分解性(サンブラック工業(株)製)で透湿性を有する。また、マルチの全光線透過率は、黒色マルチで4%以下、白色マルチで約90%である。

各カラムの深さ5, 20, 35 cmの側面に穴をあけ、センサー類および土壌水採取のための集液導管カップを取り付けた。カラムの下端中央に穴をあけ、排水を採取した。測定項目は、3深度の体積含水率と地温(TEROS11, Meter Japan, Inc.), 土壌水ポテンシャル(TEROS21, Meter Japan, Inc.), 土壌表面温度, マルチ外の表面温度(AD-5326T, A&D), ガラス室内の気温と気圧(ZL6, Meter Japan, Inc.), 相対湿度(TR-73U, T&D)である。測定間隔は10分である。灌水を期間中計11回行い、適宜(計18回)、各深さの土壌水, マルチ内側の結露水, ガラス室内の空気(水蒸気)を採取して、酸素・水素安定同位体比を測定した(PICARRO, L2130i, USA)。

\*京都大学農学研究科 \*\*JSPS 外国人特別研究員 \*\*\*岐阜大学応用生物科学部

\*Graduate School of Agriculture, Kyoto University \*\*JSPS Postdoctoral Fellowships for Research in Japan

\*\*\*Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University キーワード: マルチ, 蒸発, 凝結

3. 結果と考察 体積含水率の経時変化を図1に示す。灌水後、土壌面蒸発による長期的な体積含水率のわずかな低下に加えて、日内での増減が見られる。昼間に蒸発により体積含水率が低下し、夜間に凝結により増加していると考えられる。この増減は特にBPM, WPMにおいて顕著であり(BPMとWPMの差は小さい), NMではこの変化が小さい。この現象がマルチの影響を受けていることが示唆される。

本実験ではカラムの側面に断熱処理を施さなかったため、地温の深さ方向の違いは小さく、測定した3深度では、同様の大きな地温変化により、同様の体積含水率の日変化が生じたと考えられる。

図2にマルチ内外の温度差を示す。正值は土壌表面温度がマルチ外の表面温度よりも高いことを表す。昼間に負値、夜間に正值を示し、これらの絶対値はBPMよりWPMで大きい。土壌表面とマルチ間において、昼間に蒸発、夜間に凝結が生じ、その程度はWPMで大きいと推察され、実際に結露水の確認はWPMで多かった。

土壌水、結露水、灌漑水の $\delta$ ダイアグラムを図3に示す。図中の近似線は、BPMの深さごとの土壌水と結露水、NMの土壌水全体の関係式である。この関係式を見ると、BPMでは浅い土壌水ほど傾きが小さく、WPMでも同様の傾向を示したが、NMではこの傾向は見られなかった。また、BPMの結露水と深さ5cmの傾きは3.5, 3.2(WPMでは3.6, 3.3)と近い。土壌表面とマルチ間での蒸発・凝結および結露水の発生が深さ5cmの $\delta$ ダイアグラムの傾きを低下させていると考えられる。

4. まとめ マルチ敷設下の土壌内部と表層での水の相変化が確認できた。また、土壌水の同位体比に明確な違いが生じており、蒸発・凝結の程度の定量化への利用可能性が示された。

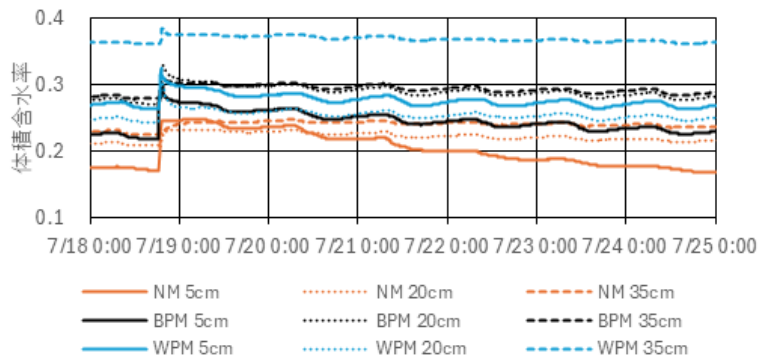


図1 Temporal changes in volumetric water contents

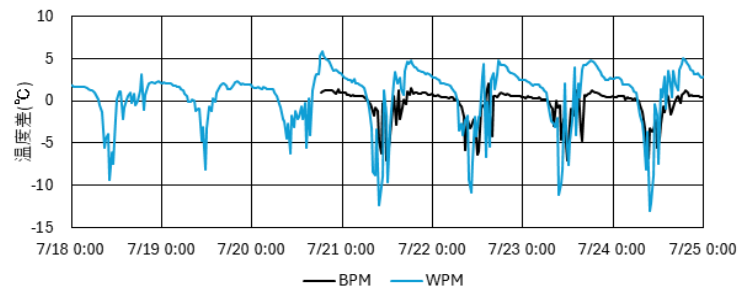


図2 Temporal changes in the difference between temperatures at soil surface and mulch surface

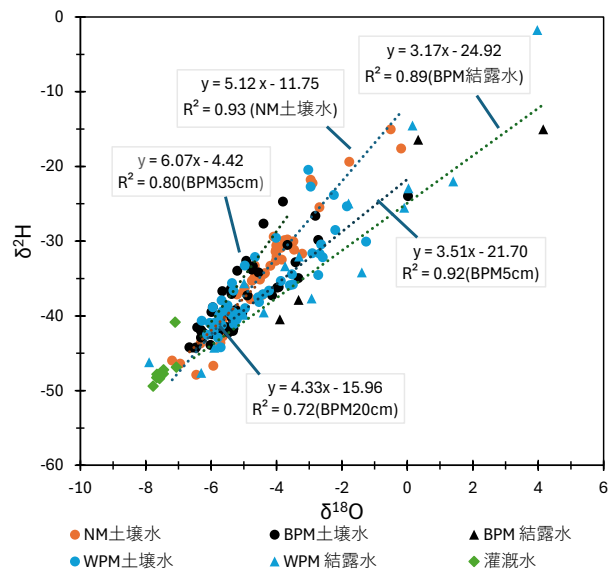


図3  $\delta$ -diagram of soil water, condense water, and irrigation water