

異なる耕起法を施した転換畑における水ストレス状態の解析

Evaluation of water stress in a converted upland field under different tillage methods

○濱田耕佑*、井上久義*、望月秀俊*、朝倉麻由子**、清水裕太*、竹村武士***

Kosuke Hamada, Hisayoshi Inoue, Hidetoshi Mochizuki, Mayuko Asakura, Yuta Shimizu, Takeshi Takemura

1. 背景 転換畑では排水不良による湿害が生じやすい一方、作土層が浅く乾燥の影響も受けやすい。この対策の一例として、ロータリ耕などの耕耘が挙げられるが、導入する耕起法により形成される土壌間隙が異なると考えられる。これにより作物の水ストレスに変化が生じると予想されるが、これを評価した例は少ない。そこで本研究は耕起法の違いによって転換畑における水ストレス(乾燥・湿潤)にどのような差異が生じるか評価することを目的とした。本研究ではロータリ耕とボトムプラウ耕を対象とした。

2. 圃場試験 2019年4月から7月にかけて、岡山市の飼料用トウモロコシ圃場にて試験を実施した。播種前に、2分割した圃場の1つにロータリ耕のみを、1つにボトムプラウ耕後ロータリ耕を実施し、それぞれをロータリ区、プラウ区とした。ロータリ耕およびボトムプラウ耕の耕深はそれぞれ10、20 cm程度である。播種後に両区深さ10、20、30 cmにおいて採土を行い、飽和透水係数および水分特性曲線(土壌物理性)を測定した。試験期間中は両区の深さ10、20、30 cmに土壌水分センサー(EC-5、METER社)を設置し、土壌水分量を経時的に記録した。また、両区のトウモロコシの草丈を複数回測定し、試験終了時には作物の最大根長を実測した。

3. シミュレーションモデルの概要 本研究では作物の水ストレスを評価するため、SWAPモデルを用いた(Kroes *et al.*, 2017)。本モデルはRichards式により、次元場の土壌水分移動を推定する。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial [K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right)]}{\partial z} - S_a(h), \quad (1)$$

ここで、 θ : 体積含水率 ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)、 t : 時間 (d)、 $K(h)$: 透水係数 (cm d^{-1})、 h : 土壌水の圧力水頭 (cm)、 $S_a(h)$: 作物根による吸水速度 ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3} \text{d}^{-1}$) である。

根による吸水 $S_a(h)$ は Feddes モデルによって推定する (Feddes *et al.*, 1978)。

$$S_a(z) = \alpha_{rw} S_p(z), \quad (2)$$

ここで $S_a(z)$ 、 $S_p(z)$: 深さ毎の根の吸水速度およびポテンシャル吸水速度 ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3} \text{d}^{-1}$)、 α_{rw} : ストレスによる吸水減少係数(-)である。吸水減少係数 α_{rw} は土壌の乾燥・湿潤状態に応じて0から1の範囲で変動する。乾燥・湿潤ストレスが生じる土壌水の圧力水頭は作物ごとに用意されている値を適用した。本研究ではストレスによる蒸散量の減少量を乾燥・湿潤ストレスとした。

*農研機構 西日本農業研究センター/Western Region Agricultural Research Center, NARO

**岡山県備中県民局/Okayama Prefecture Bichu General Service Bureau

***農研機構 農村工学研究部門/Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード: 乾燥ストレス, 湿潤ストレス, 転換畑

上端の境界条件は Penman-Monteith 式を適用し、下端はフラックスゼロの条件を与えた。モデルによる体積含水率の計算値が実測値を再現するように土壌物理性を校正した。

解析に用いた気象データはメッシュ農業気象データ(農研機構)から取得し、その他の入力データは圃場試験のものを用いた。モデルの妥当性は実測値との平均平方二乗誤差を用いて評価した。

4. 結果および考察 図 1 はロータリ区およびプラウ区の深さ 10cm における土壌水分の実測値、計算値を示している。計算値は両区全ての深さで実測値の変動傾向を捉えられていた。平均平方二乗誤差は最大 $0.04 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ だった。

図 2 は両区の乾燥・湿潤ストレスによる蒸散量の減少量を示している。両区共に 6 月中旬までは乾燥ストレスが生じており、以降は湿潤ストレスが生じていた。プラウ区の乾燥・湿潤ストレスはロータリ区より低い傾向にあり、特に 7 月以降はプラウ区で湿潤ストレスはほとんど生じていなかった。一方、6 月 15 日の大雨(降雨量: 51.2 mm d^{-1})の後、両区で生じた湿潤ストレスに大きな差は見られなかった。それぞれの耕起法によって形成された異なる土壌間隙構造が水ストレスの違いに繋がったと考えられる。

5. まとめ 本研究では、異なる耕起法を施行した転換畑を対象に SWAP モデルを導入して乾燥・湿潤ストレスを評価した。ロータリ区・プラウ区で確認された乾燥・湿潤ストレスの差異は、それぞれの耕起法によって形成された土壌間隙構造の違いに起因すると考えられる。今後は更なるデータ蓄積や解析を通し、耕起法ごとの土壌間隙構造と水ストレス状態の関係を明らかにしたい。

謝辞 本研究は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)」の支援を受けて実施した。

引用文献

Kroes, J.G. *et al.* (2017) SWAP version 4. Theory description and user manual, Wageningen Environmental Research: Wageningen, the Netherlands.
 Feddes, R.A. *et al.* (1978) Simulation of field water use and crop yield. Wiley: New York, USA

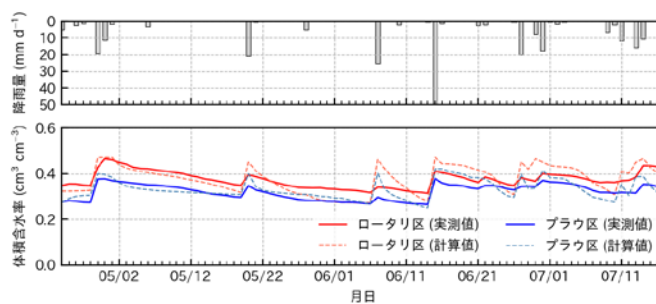


図 1 ロータリ区・プラウ区の土壌水分量の日変動
 Volumetric water content in rotary and plow subplots

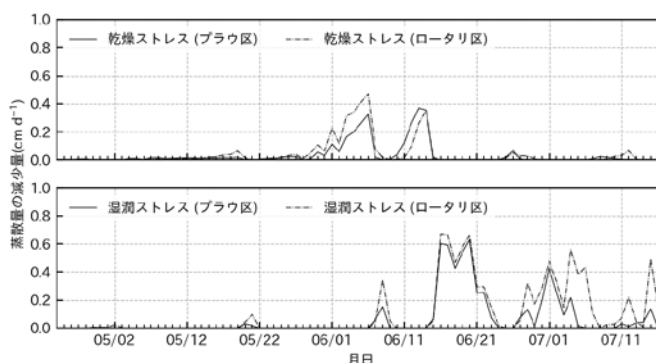


図 2 ロータリ区・プラウ区の水ストレスの日変動
 Water stress in rotary and plow subplots