

太陽光パネルが土中水分動態や温度に与える影響

Effect of Photovoltaic Panels on Soil Water and Temperature Dynamics

○種田悠杜*, 伴琢也**, 斎藤広隆**

○Haruto Taneda*, Takuya Ban**, Hirotaka Saito**

1. はじめに

太陽光発電は日本で最も用いられている再生可能エネルギーである(Siecker, et al., 2017)が、国土が狭い日本では商業的な利用はあまり進まない(小野ら, 2020). そこで圃場の上に太陽光パネルを設置し、農業と太陽光発電を組み合わせるソーラーシェアリングというシステムが注目されている. ソーラーシェアリングでは太陽光パネルによる影の影響が無視できない. しかし、土中水分動態や温度への影響を評価した研究はまだない. これらの評価はソーラーシェアリング実施の可否や作物の選定に有益な情報になると考えられる. そこで本研究では太陽光パネルの影の動きが不飽和土における土中水分および温度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした.

2. 方法

東京農工大学府中キャンパス(FM 府中)での観測と太陽光パネルの影を考慮可能な修正 HYDRUS-2D(Šimůnek, et al., 2018)を用いたシミュレーションを行った.

観測は FM 府中において、ソーラーパネルを設置しソーラーシェアリングの実証試験を実施している地点にて行った. 太陽光パネルの密度が高い区画(H)・密度が低い区画(L)・太陽光パネルがない対照区(C)の3区画にて観測を行った. また、太陽光パネルが設置されている区画については、その中で太陽光パネルの中間点(NO)・太陽光パネルが真上にある点(PV)・太陽光パネルに降った雨が集約する点(CR)のそれぞれにセンサを設置した(図1). 観測期間は2024/06/25 から2024/12/09とし、各センサの計測間隔は10分とした.

解析では HYDRUS-2D を用いた. 本プログラムに太陽光パネルの影を時間の関数として定式化したモデルを組み込み、太陽光パネルの影響を考慮した時間的・空間的な土壌水分および温度の解析を行った. 地表面における水分境界条件は AMeDAS のデータを使用した大気境界条件とし、熱移動の境界条件は地表面熱収支を利用し、地表面熱フラックスを求めた.

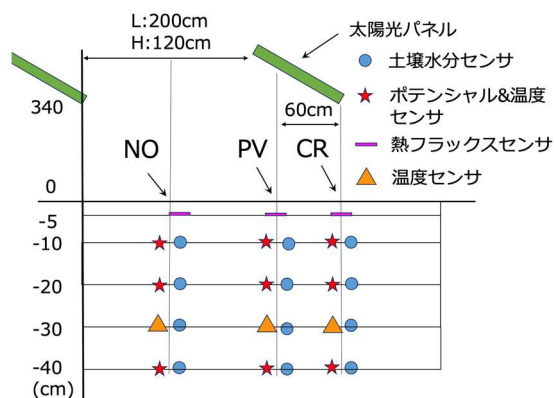


図1 センサ設置地点断面図

Cross-sectional view of sensor installation

3. 結果・考察

*東京農工大学大学院 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

**東京農工大学 Tokyo University of Agriculture and Technology

キーワード：ソーラーシェアリング, 水分移動, 蒸発

図2は8月と11月において深さ方向に対する土壌温度の平均値を地点ごとに比較したグラフである。8月・11月ともに太陽光パネルの設置地点では土壌温度が対照地点と比べて低くなった。この結果から太陽光パネルには直射日光による温度上昇を抑制する効果があると読み取れる。

H区とL区における差は8月と11月で大きく異なった。夏は太陽高度が高く、影が短くなる。そのため、太陽光パネルの設置密度によって土壌に到達する太陽放射量が大きく変化する。その結果、H区とL区のあいだで大きな差が生じると考えられる。一方、冬は太陽高度が低いいため、影の移動が速くなり、影も長くなる。結果として、太陽光パネル下の土壌ではH区とL区で影のかかる時間に大きな違いが生じにくく、パネルの設置密度による差が現れにくいと考えられる。

図3は2024/06/25から2024/07/22におけるNO点でのH区・C区の土壌温度のシミュレーション値を比較したグラフである。土壌温度は観測と同様、H区でC区よりも温度が低くなっていることが読み取れる。また土中水ポテンシャルも観測と同様、C区よりもH区で水分量が多いという結果になった。しかし、土壌温度・土中水ポテンシャルともに計算値と観測値は大きく異なった。原因として土壌物質移動パラメータや根の吸水などが正確に再現できていないことが挙げられる。

4. 結論

観測では太陽光パネルの影響として季節変化を読み取ることができた。シミュレーションでは土壌温度と土中水ポテンシャルについて観測と似た挙動を再現することができた。しかし、観測と大きな差が見られる箇所も多く存在した。今後の展望として、太陽光パネル下における放射量をはじめとした更なるデータの取得や入力データの変更によるシミュレーション精度の向上により、より正確な太陽光パネルの影響評価を行っていく。

引用文献

小野達矢ら, 2020. Journal on public affairs, 16(1), pp.315-337.

Siecker, J., et al., 2017. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 79, pp.192-203.

Šimůnek, J., et al., 2018. Journal of Hydrology and Hydromechanics, 66(2), 133-142

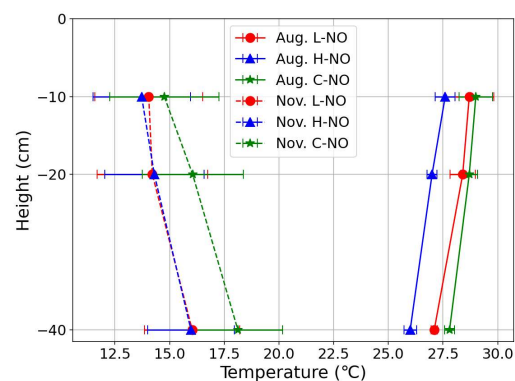


図2 8月・11月における深さ方向の土壌温度平均値の地点別比較

Comparison of average soil temperatures by location in August and November

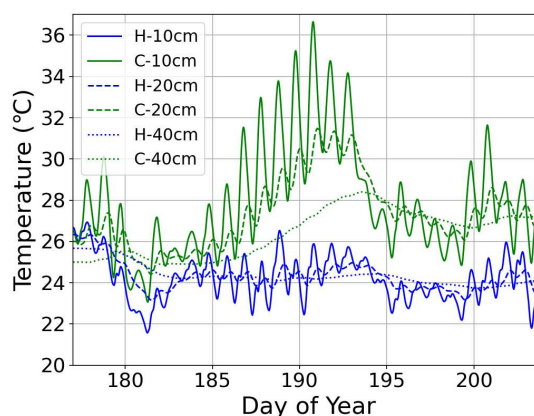


図3 太陽光パネルの中間点における土壌温度のシミュレーション値比較

Comparison of simulated soil temperatures at midpoint of solar panels