

水田営農型太陽光発電におけるパネル配置の検討
 —日射量と農作業効率のモデルベース評価—
 Study on Panel Layout for Agrivoltaic-systems in Paddy:
 —Model-based Evaluation of Solar Radiation and Rice-Planting Efficiency—

○迫田美和*・谷口智之**・凌祥之***

○SAKODA Miwa・TANIGUCHI Tomoyuki・SHINOGI Yoshiyuki

1. はじめに

農業経営体の収益を高める取り組みの一つとして、営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング、以下、SS）が注目されている。農地に支柱を立て、上部空間で太陽光発電を行うSSでは、栽培作物が遮光の影響を受けるため、太陽光パネル（以下、パネル）下で適切な営農が求められる。農林水産省は「適切な営農」の条件の一つに、同年における地域の平均的単収と比較して概ね2割以上減収しないことを挙げている（農林水産省、2023）。一方で、水稻は遮光の影響を受けやすく、特に穂数の減少が大きい（泊ら、2023）。また、SS条件下では遮光の影響だけでなく、パネル架台による作業効率の低下も課題であり、農業機械化が進んでいる水稻作では特に影響が大きい。

本研究では、パネルによる遮光の影響を評価できる日射量推定モデルを用いて、パネル配置と日射量との関係について検討した。なお、本稿ではSSの適切な営農条件である収量8割以上を確保するため、泊ら（2023）の結果をもとに、パネルの遮光による日射量の減少を圃場内のすべての地点で20%以下に抑えることを目安とした。また、複数のパネル配置を設定し、各パネル配置での日射量、水稻生育、作業効率についても検討した。

2. 日射量推定モデルの概要

日射量推定モデルでは、水田を0.1m四方のセルに分割し、経緯度と日時からパネルの影の方位と範囲を推定し、日陰と日向のセルを判定する。各セルに日向と日陰の日射量を与え、任意の期間で累積することで、水田内の積算日射量分布を推定する。

本研究では、2024年度からSSを実施する福岡県飯塚市の水田地域（水田8枚）を対象とした。ただし、対象地はSS実施前で日射量データが存在しないため、本研究では2021年に香川県丸亀市のSS水田で観測した値を用いた。解析期間は117日である。

3. パネルによる遮光の影響範囲

最初に、パネル1枚（短辺1.134m、長辺1.722m、設置高さ3.225m）の遮光の影響を推定した。長辺を東西方向に配置した場合、パネル設置範囲（以下、区画）より北側で日射率（遮光を受けない地点の積算日射量に対する各地点の積算日射量の割合）が90.0%を下回り、最小値は88.2%であった（図1）。

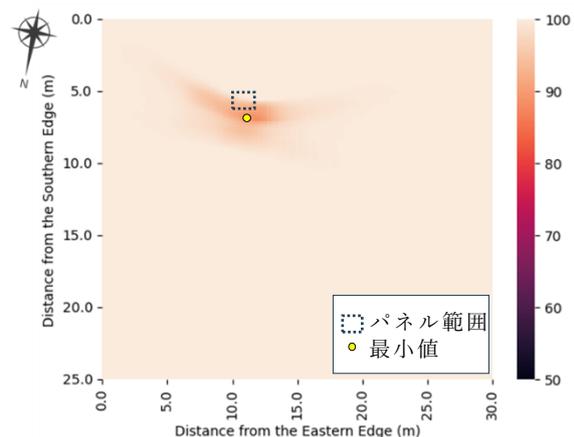


図1 パネル長辺を東西方向に配置したときの日射率分布
 Distribution of solar radiation rate with panels oriented along east-west direction

*九州大学大学院生物資源環境科学府 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, **九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University, ***個人 Independent
 キーワード: 営農型太陽光発電, 水田, 日射量, 作業効率, 太陽光パネル

一方、短辺を東西方向に設置した場合の最小値は 91.0%であった。

次に、南北方向もしくは東西方向に、一列にパネルを並べたときの日射率を推定した。南北方向に並べた場合、パネルを短辺 2 枚分の幅で並べても日射率が 80%を下回る地点はなかった。パネル下は南中時に日陰となるが、それ以外の時間は東西から日射が当たる結果と推定された。一方、東西方向に並べた場合、短辺 1 枚分の幅であっても、パネルを 3 枚以上並べると日射率は 80%を下回った。

4. パネル配置による日射量, 水稻生育, 作業効率の比較

水田 1 枚 (10.6 a) に対して、図 2 に示す 6 種類のパネル配置を設定した。また、横並べについては、パネル間隔を 3 種類設定し、計 10 条件で日射率を推定した。結果の一例として、U 字の結果を図 3 に示す。さらに、別途作成した日射率と収量・穂数 (水稻品種「おいでまい」) の関係から、減収率と穂数減少率を推定した。また、SS 水田での田植え機と慣行水田での手植えの作業時間から、各配置の田植え作業時間を推定した。

各配置を水田 8 枚 (南北 2 枚, 東西 4 枚) に設置した場合の積算日射率, 減収率, 穂数減少率, 作業時間を表 1 に示す。平均積算日射率は、区画内ならびに圃場内 (区画外を含む) とともに、U 字が最も高く、市松が最も低かった。また、畦畔沿い, U 字, 逆 A 字の減収率は、区画内で 20%を上回り、圃場全体で 20%を下回った。一方で、畦畔近くのパネル下は機械が進入できず、手植え作業となるために作業時間が著しく増加した。

引用文献 1) 農林水産省 (2023a): 農林水産省 HP, 営農型太陽光発電について (令和 5 年 10 月), 2) 泊昇哉ら(2023): 営農型太陽光発電水田における水稻生育調査—香川県育成品種「おいでまい」の事例—

謝辞 本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築 (JPJ012207)」(研究推進法人: JST), JSPS 科研費 24H00928 によって実施された。

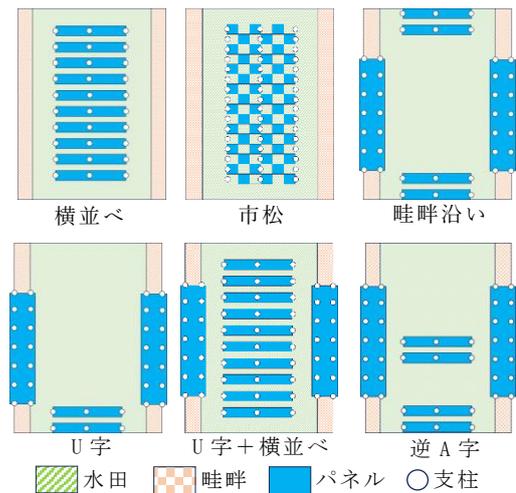


図 2 検討したパネル配置
Investigated panel configuration

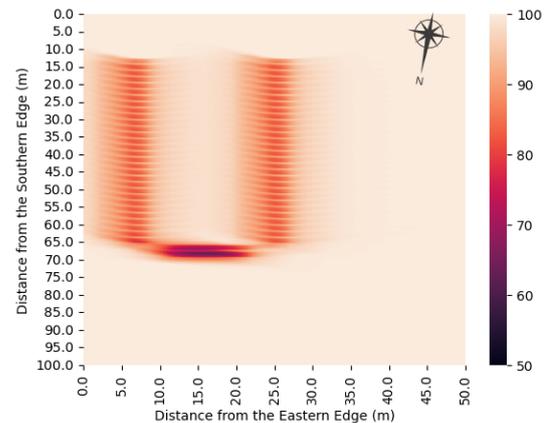


図 3 U 字における日射率分布
Distribution of solar radiation rate in U-shaped configuration

表 1 水田 8 枚での日射率と収量, 水田 1 枚の作業時間
Solar radiation rate and yield across eight paddy fields, and working hours for a single paddy field

パネル配置	区画内平均積算日射率 (%)	圃場平均積算日射率 (%)	圃場内最小積算日射率 (%)	区画内の減収率 (%)	区画内の穂数減少率 (%)	圃場1枚の作業時間 (min)
横並べ (間隔2 m)	81.1	86.2	71.3	32.3 (23.6)	16.8 (12.1)	17.8
市松	74.2	80.7	66.4	44.2 (33.0)	23.1 (17.0)	17.8
畦畔沿い	83.6	93.4	62.2	28.0 (11.4)	16.0 (6.0)	78.2
U字	84.7	94.7	62.9	26.2 (9.0)	14.3 (4.7)	50.1
U+横並べ (間隔2 m)	79.5	82.0	69.6	35.0 (30.7)	17.9 (15.8)	17.8
逆A字	83.0	93.2	61.6	29.1 (11.6)	16.5 (6.0)	45.7

括弧内の値は圃場全体の値を示す。