

水稻生育・作付面積・設置パネル数の観点から見た 営農型太陽光発電におけるパネル配置の検討

Study on Panel Arrangement in Agrivoltaic Systems from the Perspectives of Rice Growth, Cultivated Area, and Number of Installed Panels

○迫田美和*・谷口智之**・岩田幸良**

○SAKODA Miwa・TANIGUCHI Tomoyuki・IWATA Yukiyo

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（以下、APV）が注目されている。一方で、水田に APV を導入した場合、遮光やパネルの支柱の影響で減収することが報告されている。ただし、収量は遮光率（パネル設置範囲の面積に占めるパネル面積の割合）だけではなく、パネルの配置によっても異なる。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、水稻生育、作付面積、設置パネル数の観点で APV のパネル配置を検討した。

2. 日射率を用いた水稻生育の検討

日射量推定モデル（泊ら，2020）を用いて、各パネル配置の積算日射量を検討した。パネル面積は大パネル 1.134 m×1.722 m，小パネル 0.397 m×2.161 m の 2 種類，パネルの設置高さは 3.225 m とした。面積 10 a（20 m×50 m）の圃場に、市松模様に並べた市松配置，圃場短辺方向に一直列に並べた横列配置，圃場長辺方向に並べた縦列配置，畦畔に 2 列ずつパネルを並べた畦畔配置を設定した場合のパネル下の日射量を推定した（図 1，図 2）。なお，横列配置と縦列配置については，パネル列の間隔を複数（横列:1, 2, 3, 4 m，縦列:2.8, 5.6 m）設定した。

圃場全体とパネル設置範囲のみ（以下，区画）のそれぞれの日射率（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）の結果が表 1 である。ここでは、適切な営農の条件である収量 8 割以上を確保する目安として、泊ら（2023）の結果をもとに日射率 80% とする。APV 圃場で一般的な横列配置の場合、小パネルでは 2 m 以上，大パネルでは 4 m の間隔で設置すると，区画内でも日射率は 80% 以上となった。なお，横列配置の場合，パネルは短辺方向に平行に配列するが，圃場自体の方位が 45° ずれると（図中の「圃場東に 45°」），遮光率が同じでも日射率は低下した。また，当然な

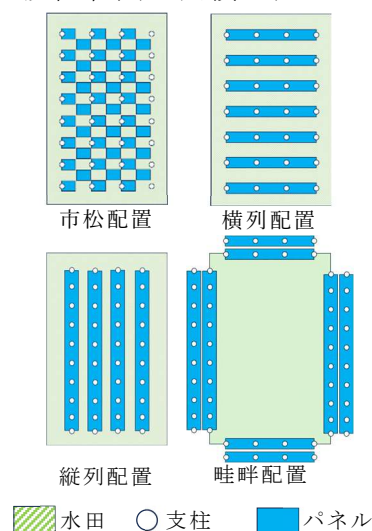


図 1 検討したパネル配置
Investigated panel configuration

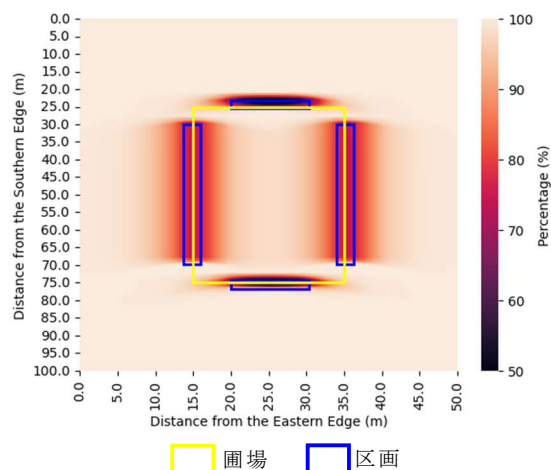


図 2 畦畔配置における日射率分布
Solar Radiation Distribution
under Ridge-Aligned Layout

*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

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

表 1 水田 1 枚での日射率と遮光率，パネル占有率，パネル枚数
Solar Radiation Rate, Shading Rate, Panel Occupancy, and Number of Panels per Paddy

配置	圃場平均日射率 (%)	区画平均日射率 (%)	遮光率 (%)	圃場内パネル占有率 (%)	パネル枚数 (枚)
市松 (大パネル)	72.4	61.9	49.3	29.7	152
市松 (小パネル)	67.8	54.8	48.6	28.1	327
横列 (1~4 m 間隔・大パネル)	71.5~87.8	61.4~83.7	54.1~24.1	32.8~14.1	168~72
横列 (1~4 m 間隔・小パネル)	81.6~93.7	74.1~91.7	29.0~9.8	16.5~5.7	192~66
縦列 (2.8, 5.6 m 間隔・大パネル)	83.3, 88.0	77.3, 85.6	34.9, 23.2	19.5, 14.6	100, 75
縦列 (2.8, 5.6 m 間隔・小パネル)	90.7, 94.5	87.5, 92.9	15.0, 9.6	8.6, 5.1	100, 60
畦畔 (大パネル)	91.2	81.5	99.0	8.9	116
畦畔 (小パネル)	96.2	88.7	98.3	3.0	92
横列 (1 m 間隔・大パネル・圃場東に45°)	70.6	59.8	54.1	32.8	168
横列 (1 m 間隔・大パネル・パネル南向き45°)	73.5	62.7	54.1	32.8	168
横列 (1 m 間隔・大パネル・パネル北向き45°)	83.7	79.4	54.1	32.8	168

がら、パネル面を水平から傾けると、日射率は増大した (図中の「パネル南向き 45°」「パネル北向き 45°」). 一方、縦列配置や畦畔配置では太陽が傾いている時間帯に日射がパネル下に当たるため、ほとんどの条件で遮光率は 80% を上回った. ただし、これらの配列はパネル枚数が少ないため、発電量の観点では他の配列よりも劣っている.

3. 移動距離を用いた作付面積の検討

乗用田植機 (機械幅 2.8 m) での作業を想定し、パネル配置ごとの作付面積を検討した. ここでは、機械幅を固定してパネル支柱の間隔から走行ルートを決出し、機械の移動距離を作付面積の指標とした. パネル支柱の間隔は、機械幅、機械幅の 2 倍 (往復)、機械幅に合っていない場合 (5.0 m) の 3 通りを設定した (表 2). パネル支柱の幅は 0.075 m とした. 田植機は圃場長辺方向に走行するが、短辺方向にパネル支柱が並ぶ横列配置や市松配置では、支柱の間隔が機械幅より小さい地点が生まれることで移動距離が減少した. また、縦列配置でパネル列間隔を機械幅に合わせても、圃場の短辺長さによって設置できるパネル列数は固定されるため、横列と変わらない移動距離となった. さらに、機械幅とパネル支柱の間隔を合わせて設計しない場合、作付けできない地点が大幅に増加し、作付面積は 20% 以上

低下した. パネル配置を検討する際には、パネル設置枚数や遮光率だけでなく、使用する機械幅に合わせた支柱の配置にも配慮が必要である.

表 2 水田 1 枚における作付け距離 (m)

配置	Planting Distance per Paddy Field (m)		
	支柱間隔2,800 mmにした場合	支柱間隔5,600 mmにした場合	支柱間隔5,000 mmにした場合
パネルなし	350.8 (8回)		
市松 (大パネル)	306.4 (7回)	306.4 (7回)	262.0 (6回)
市松 (小パネル)	306.4 (7回)	306.4 (7回)	217.6 (5回)
横列 (1~4 m 間隔・大パネル)	306.4 (7回)	306.4 (7回)	262.0 (6回)
横列 (1~4 m 間隔・小パネル)	306.4 (7回)	306.4 (7回)	217.6 (5回)
縦列 (2.8, 5.6 m 間隔・大パネル)	262.0, 306.4 (6, 7回)		
縦列 (2.8, 5.6 m 間隔・小パネル)	306.4 (7回)		
畦畔 (大パネル)	296.4 (7回)		
畦畔 (小パネル)	299.4 (7回)		

括弧内の値は農業機械の旋回数を示す.

引用文献 1) 泊 ら (2020): 日射量推定モデルによる水田営農型太陽光発電における最適なパネル角度・配置の検討, 2) 泊 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 本研究を実施するにあたり、(株) サンシャイン九州本部、(株) アグリツリーから多大なご協力をいただいた. また、本研究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 の支援を受けて実施された.