

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

Study of Suitable Panel Angle and Arrangement of Paddy Agro-photovoltaic with Solar Radiation Estimation Model

○泊昇哉*・谷口智之**・凌祥之**

○TOMARI Shoya・TANIGUCHI Tomoyuki・SHINOBI Yoshiyuki

1. はじめに 近年、農地で営農と太陽光発電を同時に行う営農型太陽光発電(以下、ソーラーシェアリング(SS))が各地で取り込まれている。SSの実施条件には「周囲の同じ作物の収量の8割以上を確保すること」が課されており、太陽光パネル(以下、パネル)の遮光による生育への影響が出やすい水稻での普及は限定的である。

本研究では、パネルの角度と配置が水稻の生育に与える影響を現地調査した。また、日射量推定モデルを構築することで、SS水田に適したパネルの角度と配置を検討した。

2. 対象水田と生育調査の概要 2019年に香川県丸亀市のSS水田a~cと近傍の慣行田で生育調査を実施した。栽培品種は「おいでまい」、栽培期間は6月中旬~10月上旬である。

水田aでは長短辺方向、水田b、cでは市松模様(碁盤目)にパネルを配置した(図1、2)。被覆率(パネル設置区画面積に占めるパネル総面積の割合)はいずれも47~48%である。ただし、水田aではパネル固定枠も影になるため、遮光の影響は水田b、cよりも大きい。水田aではパネル角度0°(水平)に加えて、パネルの発電面を北側に傾けた10°、20°の3区画を設定した。水田b、cのパネル角度はいずれも0°とした。

慣行田は1条件、「パネル外」と各パネル角度の4条件、水田b、cでは「パネル外」と「パネル下」の2条件を設定した。各条件の3地点(各地点10株)で穂数を計測した後、各地点30株を収穫し、収量と登熟歩合を計測した。

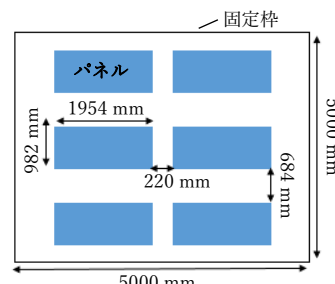


図1 水田aのパネル配置
Panels layout of Paddy a

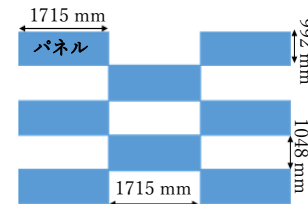


図2 水田b、cのパネル配置
Panel layout of Paddy b and c

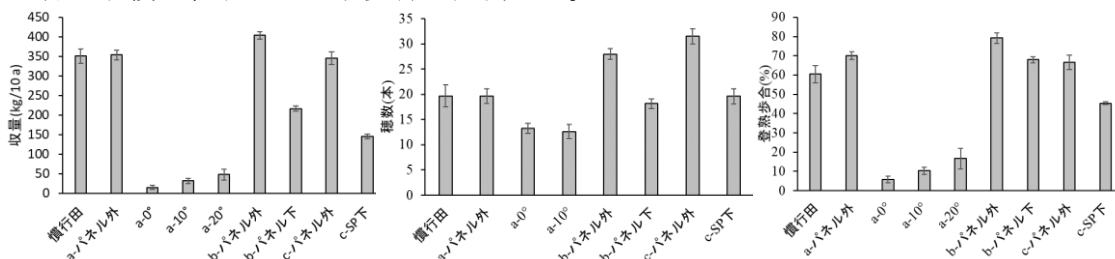


図3 各水田条件における収量、穂数、登熟歩合の比較
Comparison of yield, number of ears and ripening rate under each paddy field condition

*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、水稻生育、日射

3. 生育調査の結果 生育調査の結果を図3に示す。水田b以外では栽培後期に病虫害が発生し、慣行田、水田aと水田cのパネル外の収量は350 kg/10 a前後であった。穂数の減少率（「パネル外」に対する「パネル外ーパネル下」の割合）はパネルの角度や配置によらず約35%であったことから、穂数は日射量の大小ではなく、遮光の有無でほぼ一律に減少することが示唆された。水田b、cの登熟歩合の減少率は14%、32%、収量の減少率は47%、58%であった。2水田のパネル配置は同じであるため、この差は病虫害の影響と考えられる。水田aでは角度が小さいほど収量と登熟歩合の減少率は大きく、パネル角度20°で収量減少率は85%を超えた。水田aと水田cの収量減少率の差はパネル配置の影響と考えられることから、栽培後期の登熟や病虫害への耐性は日射量の大小が影響することが示唆された。

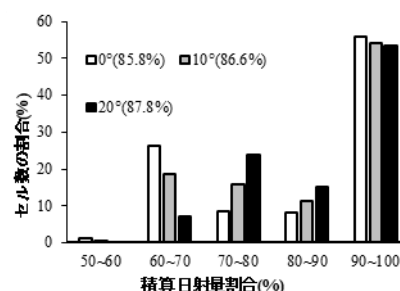


図4 パネル角度による積算日射量の比較
Comparison of integrated solar radiation by panel angle

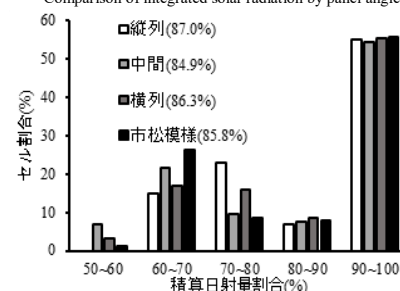


図5 パネル配置による積算日射量の比較
Comparison of integrated solar radiation by panel layout

4. 日射量推定モデルの構造と現地への適用 任意のパネルの角度と配置におけるSS水田内の日射量分布を推定するモデルを構築した。本モデルではパネル以外の影響を考慮せず、水田を0.1 m四方のセル群に分割し、その上にパネルを配置した。太陽高度、方位からパネルの影の位置を推定し、その影と一部でも重なるセルを日陰とした。日陰と分類したセルには日陰の日射量、それ以外のセルには日向の日射量を与えた。現地で実測した日射量は栽培後期（9～10月）のみだったため、現地の実測値と気象庁高松气象台の日射量の関係から栽培期間全体の日射量を推定した。現地水田にモデルを適用し、パネルの角度と配置による積算日射量と日射量分布の変化が再現できることと、その結果が概ね生育調査の傾向と一致することを確認した。

5. モデルによるパネルの角度と配置の検討 水田短辺方向が東西方向となる水田を仮定し、パネルの角度と配置を検討した。市松模様の配置における角度0°、10°、20°の栽培期間中の積算日射量を図4に示す。図は最大積算日射量を100%としたときの積算日射量ごとの水田セル数の割合、凡例の括弧内は全セルの平均積算日射量である。パネル角度が大きいほど、日射が当たりにくいセルの日射量が増加することがわかった。

次に、パネル角度0°で、水田の長短辺方向に整列させた3パターン（縦列、横列、中間）と市松模様の積算日射量を図5に示す。縦列は南北方向、横列は東西方向にパネル間隔が狭い配置である。積算日射量が80%以上のセル数には差はないが、縦列では70～80%の割合が高く、平均積算日射量も高かった。縦列では東西方向のパネル間隔が広いため、1日の間で日向と日陰を繰り返すことで地点による日射量の偏りが小さくなったと考えられる。また、縦列と横列の中間の配列では50～60%の割合が高く、日射量の偏りが見られた。

謝辞 本研究では、(株)大和総研ならびに(株)讃岐の田んぼから多大なご支援とご助力をいただきました。