

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05904

研究課題名(和文)ソーラーシェアリング下の光環境と作物生育特性の解明

研究課題名(英文) Research of photosynthetic environment and crop growth characteristics under solar sharing

研究代表者

宮内 樹代史 (Miyuchi, Kiyoshi)

高知大学・教育研究部自然科学系農学部門・准教授

研究者番号：80253342

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ソーラーシェアリングを活用した新たな営農モデルを構築するために、1)ソーラーシェアリング下の光環境と作物生育、2)半透過型ソーラーパネルの特性と植物栽培への利用可能性、3)ソーラーシェアリング下の栽培品目の選定と収量予測、について検討した。現地施設での計測の結果、パネル下の光量子量はパネル上部に比して20～30%前後で推移し、作物収量は概ね慣行比8割程度を維持した。半透過型パネル下では、光量子量は低下したが、ブルーベリー栽培において収穫期遅延、収量増加の効果を得た。また、高遮光率下での栽培品目について指針を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ソーラーシェアリング下での光環境と作物生育についての明確な関係は明らかになっておらず、栽培品目の選定にあたっては手探りの状況であった。特に遮光率50%以上の施設では、農地転用許可条件のクリアが難しく、適切な品目の選定が求められていた。本研究で示したいくつかの品目は高遮光率下での栽培が可能であり、また、半透過型パネル下での栽培知見は、栽培品目の選定や品目拡大においての資料となる。これらの成果は、今後のソーラーシェアリングの普及に寄与するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)： In this study, it was conducted to build the new farming model utilizing the solar sharing. 1) photosynthetic environment and crop growth under the solar sharing, 2) characteristics of the half transparent type solar panel and the availability to the vegetable cultivation, 3) selection of cultivation item and yield forecast under the solar sharing.

The photon quantity under the panel was about 20-30 % compared with the panel upper part, as a result of the measurement at the site facilities.

And the crop yield maintained about 80 percent of custom field. The photon quantity decreased under the half transparent type panel, but we got the effect of the harvest delay and the yield increase in blueberry cultivation. A guideline about cultivation item under the high shading rate was indicated.

研究分野：農業環境工学

キーワード：ソーラーシェアリング 光環境 作物 光合成 半透過型パネル 再生可能エネルギー

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ソーラーシェアリングは、営農型太陽光発電のことであり、農地に設置した架台上に太陽光発電パネル（ソーラーパネル）を搭載し、パネル下で作物栽培をしながら発電を行い、売電収入と作物収入を同時に得る営農形態である。しかし、農地転用許可を維持するには、作物栽培において地域の平均収量の8割をクリアしなければならない、導入に際してのハードルは非常に高い状況であった。また、作物を栽培する上で必要な光環境についてのデータも乏しく、パネル下で栽培できる作物の選定指標が望まれていた。

2. 研究の目的

本研究では、ソーラーシェアリング運営上の課題点を解決するために、実際の施設においてソーラーパネル上下部の光環境を計測するとともに、栽培期間中の作物生育特性および収量を調査し、光環境と作物の関係について検討した。また、半透過型ソーラーパネルのソーラーシェアリングへの活用を鑑み、半透過型パネル下の光環境特性と作物生育についての実験を行った。さらに、これらの結果から、ソーラーシェアリングの導入指針となる栽培品目の選定条件について検討した。


3. 研究の方法

(1) ソーラーシェアリング下の光環境と作物生育

実際に稼働中のソーラーシェアリング施設（サンビレッジ四万十、高知県高岡郡四万十町）において、パネル下の光環境を継続的に計測するとともに、パネル下栽培作物の生育・収量調査を行った。表1に施設の概要を示す。主な計測項目は、パネル上下部の日射量、光量子量、気温、湿度であり、このうち光量子量については、パネル下の水平・垂直分布、地表面からの高さによる相違についても計測を行った。また、作物葉の積算日射量と光合成量子効率の関係についても調査した。

栽培品目は年により異なるが、リーフレタス、サトイモ、ショウガ、万次郎カボチャ、ハスイモ、シイタケ、千両等多岐にわたった。実験を行った施設の遮光率は70%であり、一部品目については、現地施設の光環境を実験室内で再現し、栽培試験を行った。

表1 ソーラーシェアリング施設の概要

施設名	サンビレッジ四万十影野第2発電所	
所在地	高知県高岡郡四万十町影野	
農地面積	9704 m ²	
パネル枚数	3500 枚	
年間発電量	102万 kWh	
遮光率	0.7	

(2) 半透過型ソーラーパネルの特性と植物栽培への利用可能性

半透過型ソーラーパネル（Sun Well Solar 社製 WD-C-GF-090）下の光量子量、分光分布を計測し、パネル下での作物栽培が可能か検討した。また、

半透過型ソーラーパネル（Sun Well Solar 社製 WD-C-GF-090）下での栽培が可能か検討するため、本学内の露地及びガラス温室に設置したパネル下の光量子量、分光分布を計測した。また、パネル設置状況による影響を調べるために、設置角度を変えた場合のパネル下の分光分布を計測した。

一方、供試作物としてブルーベリー、リーフレタスを用い、露地、及びガラス温室内の半透過型パネル下でそれぞれ栽培試験を行った。計測項目としてSPAD、光合成速度、品質、収量等を調査し、パネル下の光環境が作物生育に与える影響について検討した。

(3) ソーラーシェアリング下の栽培品目の選定と収量予測

ソーラーシェアリング下で有望な栽培品目を検討するため、各年度において数種の品目を栽培し、慣行栽培との比較を行った。慣行収量については、実験を行った現地施設の農協、及び県内産地のデータを用いた。収量調査結果をもとに高遮光率のソーラーシェアリングでの推奨品目を選定し、凡その収量予測を行った。

4. 研究成果

(1) ソーラーシェアリング下の光環境と作物生育特性

図1にソーラーパネル上下部における月平均日積算光量子量の推移を示す。パネル上部に対する下部の日積算光量子量の割合は、月平均で地上部1.5mが7.6%、1mが17.4%、0.5mが21.6%であった。地上部1.5mは、1mと0.5mと比較して光量子量がかなり減少していたため、パネルに近いほど遮光の影響を強く受けると考えられる。また、光量子量の水平分布調査のために地上部1mの6地点で行った計測では、場所によってピークの時間や光量子量に差がみられた。

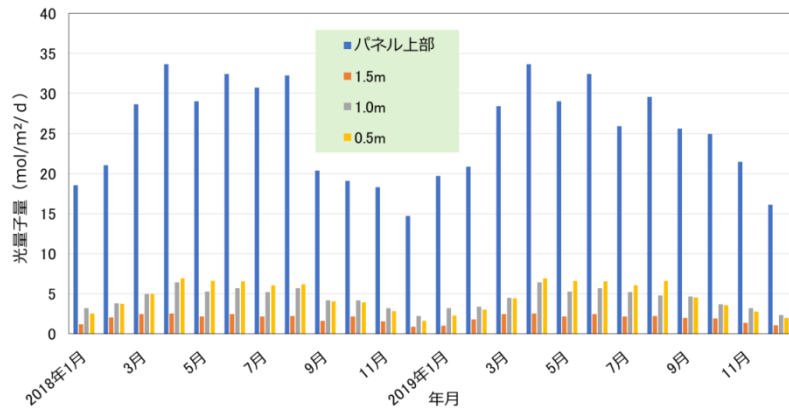


図1 ソーラーパネル上下部における月平均日積算光量子量の推移

光環境の作物生育への影響は品目により異なるが、ハスイモの SPAD 計測においてはパネル下の方が露地に比して高い値を示した。一方、光合成量子効率_光は露地環境下の方が高い値となったが、地域平均収量に対するパネル下収量の割合は、20%程度高かった。このことから作物によっては、露地環境は過剰な光環境であり、パネル下の緩和により収量増に結び付いたのではないかと考えられる。

(2) 半透過型ソーラーパネルの特性と植物栽培への利用可能性

図2に露地設置での半透過型パネル下の分光分布を示す。半透過型パネル下の分光放射強度は、通常の露地環境に比して露地設置で85.9%、温室内モ設置で58.8%の低下がみられ、特に350~550nmの波長において大きく低下した。加えて半透過型パネルの設置角度を大きくするほど、分光放射強度は低下することが明らかとなった。光量子量は露地設置で89.1%、ハウス内設置で49%低下した。また、露地透過型モジュール下で2.6℃、ハウス内透過型モジュール下で2.5℃の温度差がみられた。

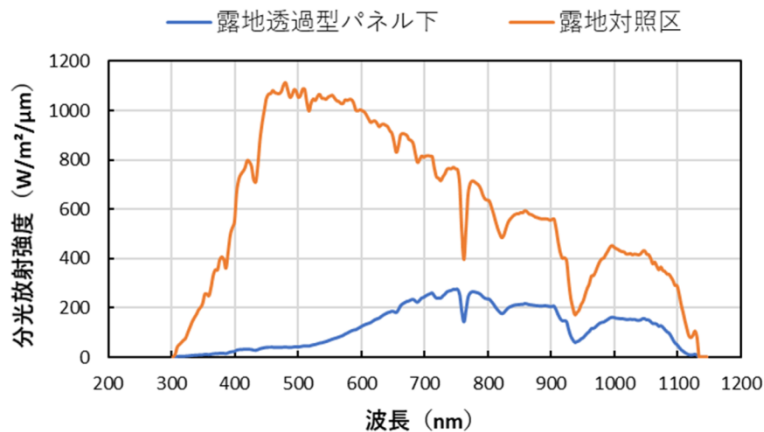


図2 半透過型パネル下の分光分布

図3に半透過型パネル下で栽培したブルーベリー収量の推移を示す。半透過型パネル下のブルーベリー、リーフレタスの収量は、対照区の9割以上を示したため、半透過型パネル下での作物生育は十分可能であることが示された。ブルーベリーにおいては、半透過型パネル下の収穫ピーク時期が対照区より2週間ほど遅れる結果となったため、供給過多の時期を避けて出荷できるメリットが見込め、販売価格の上昇に繋がることを期待された。

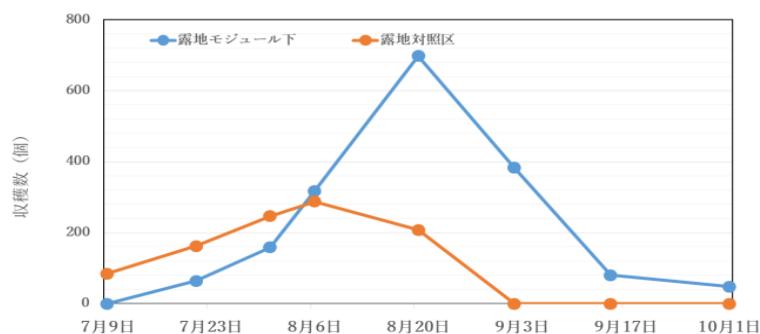


図3 半透過型パネル下で栽培したブルーベリー収量の推移

(3) ソーラーシェアリング下の栽培品目の選定と収量予測

表1に主要栽培品目の作物収量と慣行栽培との比較を示す。ショウガについては、初年度は慣行比を上回る収量が得られたが、2年目以降は連作障害と病害の影響で著しく収量が低下した。アシタバ、リーフレタスについても年ごとに変動があった。安定した収量を確保できたのはハスイモと万次郎カボチャであった。高遮光率のソーラーシェアリング施設において推奨できる栽培品目であると考えられる。ただし、ハスイモの消費の大部分は高知県内に限定されるため、今後の需要の拡大や加工品の開発等が望まれる。シイタケも高遮光率施設での栽培に十分適している。千両も出荷を始めてからは安定的な生産が見込めるが、苗木を定植してから収穫に至るまで2~3年を要する。ここであげた品目以外にも栽培は可能であるが、安定的な収量を確保できる品目としては、ハスイモ、万次郎カボチャが適している。

表1 主要栽培品目の作物収量と慣行比

品目	慣行収量 (kg/10a)	収量 (kg/10a)	慣行比 (%)	備考
アシタバ	2000	1600	80	
ショウガ	3170	1916	60	
リーフレタス	1500	1300	87	
ハスイモ	1000	1580	158	
万次郎カボチャ	1230	1000	81	
シイタケ	850	599	70	秋収穫のみ
千両	8000	6500	81	(本)

以上のことから、本研究で得られた成果は今後のソーラーシェアリングの進展に寄与し、牽引いては耕作放棄地対策、安定的な電力供給に貢献するものと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 浜田和俊、宮内樹代史、八杉翔太、尾形凡生
2. 発表標題 透過型ソーラーパネル下でのラビットアイブルーベリーの発育
3. 学会等名 園芸学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮内樹代史
2. 発表標題 施設生産における省エネルギー化の取り組み
3. 学会等名 日本生物環境工学会四国支部（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮内樹代史、濱田奈々子、藤井詩乃、浜田好清、松岡達憲
2. 発表標題 ソーラーシェアリング下の環境評価と作物生育特性（1）
3. 学会等名 2019年農業食料工学会・農業施設学会・国際農業工学会第6部会合同国際大会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮内樹代史、加藤輝子、浜田好清、松岡達憲、杉野直輝
2. 発表標題 ソーラーシェアリング下の光環境と作物生育特性
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2018年合同大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Kochi University SDGs Action
<http://www.kochi-u.ac.jp/information/2020040900021/files/KochiUniversitySDGsAction.pdf>
高知から世界に貢献! Innovation from KOCHI ~環境適応編~
http://www.kochi-u.ac.jp/agrimar/japan/daigakuin/environmental_adaptation/environmental_kenkyu3.html

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------