



公益財団法人

自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

■ ソーラーシェアリング最前線(7)

兵庫県豊岡市「坪口農事未来研究所」

太陽光パネルが猛暑から米を守る



兵庫県豊岡市で稲作を中心に農業を営む坪口農事未来研究所は、太陽光パネルの遮光を生かし、猛暑でも米の品質を確保している。遮光率 30%の効果によって、猛暑だった 2023 年の時も品質低下を抑えた。水稲(米)だけでなく、遮光下でも生育できる黒大豆やさつまいも、ブルーベリーなどの栽培実績を積み重ねてきた。市内に導入した 5カ所のソーラーシェアリングのうち 4カ所の建設資金を調達するにあたって、同研究所が発行した社債をアウトドア用品ブランドの Patagonia 日本支社が引き受けた。発電した電力は Patagonia の店舗へ供給する。パネルの下で収穫した米を使った日本酒の商品化にも取り組む。年間 600 万円から 700 万円の売電収入の一部は農業設備に再投資する。冬期も水田に水を張るなど、生物が生息しやすい農業と太陽光発電を両立させる。太陽光パネルが水田の生物に与える影響も調査中だ。

1. 遮光率 30%で米の品質低下を抑える

「太陽光パネルを設置したことで強い日射をやわらげ、猛暑の年には米の品質低下を防ぐ効果が出てきた」。坪口農事未来研究所の取締役、平峰拓郎氏は、ソーラーシェアリングで水稲を栽培してきた成果をこう話す。

同研究所は 2020 年、水田にソーラーシェアリングを導入した。豊岡市内の 34.5ha の水田で水稲を栽培しており、このうち 0.53ha の水田の一部に太陽光パネルを設置した(写真 1)。パネルを設置した区画と、設置していない区画で、生育や品質の違いを 2020 年から確認してきた。その違いがはっきり表れたのが 2023 年だった。

兵庫県豊岡市では同年 8 月 6 日に最高気温 38.8℃を記録し、同日の全国最高となった。パネルを設置していない区画では、白未熟粒(米粒の一部または全体が白く濁った未熟な米)が多く発生したほか、猛暑や渇水による土のひび割れや葉焼けもみられた。一方、パネルの下では白未熟粒が少なく、収穫した米の透明度(米粒の白濁の程度などを示す指標)もパネルを設置していない区画より高かった。

写真 1◇水田の一部に太陽光パネルを設置(豊岡市)



撮影：自然エネルギー財団

水稻は穂が出てから米粒が成熟するまでの時期に高温が続くと、白未熟粒が増えやすい。白未熟粒は高温や日照不足などの影響で、米粒の内部にデンプンが十分に蓄えられないことで発生する。穂が出てから約 20 日間の平均気温が 26℃から 27℃以上になると発生が増える。2023 年の結果から平峰氏は、太陽光パネルによる遮光が、高温による米の品質低下を抑えた要因の 1 つとみている。

ただし、日射を遮れば遮るほどよいわけではない。パネルを設置していない区画では、株元から増える茎の数が多く、収量もやや多い傾向にある。一方、猛暑となった 2023 年には白く濁った米粒が多かった。猛暑時の強い日射をやわらげながら、水稻の生育に必要な日射を確保することが設備設計の鍵となる。

坪口農事未来研究所が所有・運営する 5 か所のソーラーシェアリングのうち、水稻を栽培する 5 号機では、遮光率を 30%に設定している。全国各地の水稻のソーラーシェアリングを視察し、収量を確保している事例を参考に、この遮光率を決めた(写真 2)。5 号機では、地域平均の 8 割以上の単収(単位面積当たりの収穫量)を確保している。農地法では、地域の平均的な単収と比べておおむね 2 割以上減収しないことを営農継続の基準の 1 つとする。

写真 2◇水田の上に設置した太陽光パネル(5 号機)



撮影：自然エネルギー財団

水稻の生育だけでなく、農作業にも支障が出ないようにした。5 号機はパネル最下部の高さを 2.8m、支柱間隔を縦横とも 5m としている。田植え機やコンバイン(稲刈りと脱穀用の農業機械)が支柱の間を通れる広さだ。田植え前には幅 4.1m のドライブハロー(水田の土を細かく碎き、表面を平らにする農機具)も使用できる。発電設備に農作業を合わせるのではなく、従来の農業機械を使い続けられるように架台の高さと支柱間隔を決めた。

米の品質と収量を確保するため、品種の選定や肥料の管理も工夫している。品種の選定では、実際の生育と品質を確かめながら変えてきた。ソーラーシェアリングを始めてからコシヒカリなど複数の品種を栽培した。2026 年度は「ゆうだい 21」を選んだ(写真 3)。宇都宮大学が開発した品種で、高温でも白未熟粒の発生が少なく、米粒の形やにごりなど見た目の点でも品質が低下しにくい特徴がある。

写真 3◇穂が実り始めた水稻(ゆうだい 21)



撮影：自然エネルギー財団

肥料の管理では、水稻の生育を見ながら量や時期を調整する。肥料を多く与えすぎると、水稻が必要以上に伸びて倒れやすくなるためである。化学肥料は使わず、地域の但馬牛の畜産農家から購入した牛ふん堆肥(牛のふんを発酵させた肥料)を使用する。豊岡農業改良普及センターと連携しながら、施肥量や時期を試行錯誤してきた。

試行錯誤は水稻にとどまらない。ソーラーシェアリングを始めてから、水稻、さつまいも、短形の自然薯(通常の自然薯より芋が短く育つ種類)、黒大豆、ニンジンなどをパネルの下で育ててきた。作物を選ぶ際には、地域で実際に栽培されており、販売して売上を見込めることを重視する。

候補となる作物を考える手掛かりの 1 つが、光飽和点である。光飽和点とは、光を強くしても光合成の速度がそれ以上ほとんど増えなくなる光の強さを指す。比較的弱い光でこの状態に達する作物は、強い日射を必要としないため、太陽光パネルの下で栽培できる可能性がある。ただし、実際の適性は光飽和点だけで決めず、栽培結果を見て判断してきた(図 1)。

図 1◇坪口農事未来研究所が太陽光パネルの下で栽培した作物の生育状況

栽培した 生産物	作物の出来は… ※あくまでも感覚的な意見です)	お勧めの度合 ※
稲	ソーラー下と外を比較すると茎数(分けつ)は外の方が多いが、品質は中の方が良い(乳白米や濁りが少ない) 但し、高温年度	○お勧めだが、なるべく遮光率を下げた方が良い。
にんじん	光がかなり必要であり、日照の悪い年では特に生育に問題あり(小さなSサイズになりやすい)	△余りお勧めはできないか
かぼちゃ	あまり光に影響される感じはしていない サイズも食味もまずまず	○お勧め
さつまいも	あまり光に影響される感じはしていない サイズも食味もまずまず	○お勧め
黒大豆	年によって良い時と悪い時がバラバラで安定していない。これはソーラー外でも同様に光以外の要素が大きいと思われる	○お勧め
にんにく	あまり光に影響される感じはしていない。 但し、多肥作物であるため有機栽培では小ぶりになりやすい	◎非常にお勧め
自然薯(短形)	あまり光に影響される感じはしていない。 サイズも食味もまずまず	◎非常にお勧め
ブルーベリー	少し遮光が必要で強い光で刃先が枯れる(焼ける)事がある 栽培には問題ない、支柱を利用して防鳥ネットもかけやすい。	◎非常にお勧め

出典：坪口農事未来研究所

栽培結果は作物によって異なる。さつまいもや短形の自然薯、黒大豆では、太陽光パネルによる遮光の影響は少ない。さつまいもは大きさや食味に目立った問題がなく、短形の自然薯も大きさと食味の両面で良好だった。黒大豆は年ごとの出来にばらつきがあるものの、太陽光パネルを設置していない農地でも同じ傾向があり、日射以外の影響が大きいとみている。

一方、ニンジンでは日射量が少なかった年に生育が悪く、小さな S サイズが多くなった。その年は地域全体で日射量が少なく、太陽光パネルによる遮光に加えて天候の影響も受けたとみている。

平峰氏は「これまでの経験から、パネルによる遮光に適した品目や品種が少しずつわかってきた。気候は毎年変動するため、何が最適かを断定できないが、豊岡のソーラーシェアリングに合うものを模索していきたい」と話す。

2. 資金調達から商品化までつなぐ事業モデル

坪口農事未来研究所は、太陽光発電を農業経営や農産物の販売に結びつけている。中心となるのが、アウトドア用品を扱う Patagonia 日本支社との連携である。

同社との連携は、ソーラーシェアリングの建設資金の調達から始まった。5 つのソーラーシェアリングの総工費は約 7300 万円である。2020 年に導入した 2 号機から 5 号機では、坪口農事未来研究所が発行した社債を Patagonia 日本支社が引き受けた(写真 4)。社債の償還には FIT(固定価格買取制度)による売電収入をあてる。返済額と維持管理費を考慮すると、約 15 年で初期投資を回収できる見込みである。

写真 4◇Patagonia と連携する水稻のソーラーシェアリング(5 号機)



撮影：自然エネルギー財団

2 号機から 5 号機で発電する電力の供給先も Patagonia である。FIT 特定卸供給(FIT で買い取られる電気の供給先を指定できる仕組み)を利用する。発電した電力は小売電気事業者の UPDATER を通じ、Patagonia の国内直営店へ届けられる。売電価格は 1kWh(キロワット時)あたり 14 円である。

連携は農産物の商品化にも広がる。Patagonia が展開する食品ブランド「PROVISIONS」で販売する商品に、坪口農事未来研究所が生産した米を原料に使っている。ソーラーシェアリングで栽培した米を使った日本酒は、千葉県神崎町の寺田本家が醸造し、Patagonia の直営店を中心に販売する。平峰氏は「ソーラーシェアリングで育てた作物を加工し、作物の付加価値の向上につなげたい」と話す。

売電収入を生み出す 5 つの設備は、坪口農事未来研究所の本社近くに点在している(図 2)。1 号機ではブルーベリー、2 号機では古代米、4 号機では黒大豆やさつまいもなどの有機野菜、5 号機では水稻を栽培している。

図 2◇坪口農事未来研究所が所有・運営する 5 つのソーラーシェアリング



出典: 坪口農事未来研究所

3 号機は農業用ハウスの屋根に太陽光パネルを設置した設備で、主に水稻の育苗(田植え前の苗を育てること)に使う。育苗が終わった後は、古代米や黒大豆、さつまいもなどの乾燥にも活用している(写真 5)。

写真 5◇水稻の育苗ハウス(3 号機)



撮影: 自然エネルギー財団

5つの設備を合わせた発電容量は直流 311.4kW(キロワット)、交流 223.7kW で、年間約 31 万 kWh を発電する(表 1)。

表 1◇5つの設備の概要

設備	作物	運転開始年	設備容量 (直流/交流)	売電方法・供給先	設備形式
1号機	ブルーベリー	2019年	42.5kW/ 38.5kW	FIT	藤棚型
2号機	古代米	2020年	64.8kW/ 47.2kW	Patagonia (FIT 特定卸供給)	藤棚型
3号機	育苗		58.3kW/ 41.3kW		ハウス型
4号機	黒大豆、さつまいも		72.9kW/ 47.2kW		藤棚型
5号機	水稻		72.9kW/ 49.5kW		藤棚型

直流：太陽光パネルの最大出力、交流：パワーコンディショナーの定格出力

FIT：固定価格買取制度

坪口農事未来研究所は5つのソーラーシェアリングから年間600万円から700万円の売電収入を得ている。その一部を農業設備への投資に使う。代表例が2021年に建設した米の乾燥調製施設である(写真6)。

写真 6◇米の乾燥調製施設



撮影：自然エネルギー財団

収穫した米は、出荷する前に乾燥（水分量を下げる作業）や調製（もみ殻などを取り除いて出荷できる状態に整える作業）が必要になる。坪口農事未来研究所は豊岡市内の 34.5ha の水田で水稻を栽培しており、ソーラーシェアリングを実施する 0.53ha に限らず、経営する水田全体で収穫した米を乾燥調製施設で処理する。規模に見合った処理能力を確保するため、総工費 4310 万円をかけて乾燥調製施設を整備した。

そのうち 1960 万円は農林水産省の補助金を利用し、残る 2350 万円は但馬信用金庫からの融資で調達した。融資の返済には売電収入の一部をあてている。平峰氏は「乾燥調製施設をはじめとする農業施設の建設には多額の費用がかかる。通常の農業の収入だけでは投資に踏み切る余力はない。ソーラーシェアリングの売電収入は農業経営に新たな可能性を与えてくれる」と話す。

坪口農事未来研究所は、環境に配慮した農業の取り組みを第三者認証によって客観的に示し、農産物や加工品の販売に生かすことを目指している。消費者や取引先に生産方法の特徴を伝え、商品の付加価値を向上させるためである。その一環として RO (Regenerative Organic: 環境再生型農業) 認証の取得を進める。

米国の非営利団体 ROA (Regenerative Organic Alliance) が運営する認証で、土壌の健全性や動物福祉、社会的公平性などを評価する。坪口農事未来研究所は 2021 年から、兵庫県立大学や Patagonia と認証取得に向けた調査や改善を進めてきた。認証の取得には数十万円の費用がかかり、その費用にも売電収入を活用する考えである。必要な調査はおおむね完了し、ROA への申請手続きを進めている。

既存の設備では、現在売電している電力の一部を、将来は自家消費に回すことも検討する。近年の電力価格の高騰を受け、将来は乾燥調製施設や冷蔵庫での自家消費に加え、農業機械の電動化も視野に入れている。平峰氏は「農作業で使う電力や燃料の一部を、ソーラーシェアリングで発電した電力に置き換えることで、電気代の削減と温室効果ガスの排出削減につなげたい」と語る。

3. 生物を守る水田づくり

坪口農事未来研究所の水稲栽培では、生物のすみかを守るため、水田そのものの管理方法を変えている。水稲の生育期間中は、生物の成長に合わせて、水を抜く時期を一般的な栽培より遅らせる。収穫した後も水田を乾かさず、冬にも水を張ることで、水生昆虫や鳥類が利用できる環境を残している。

生物を守る取り組みの背景にあるのが、豊岡市で続けられてきたコウノトリと共生する農業である。コウノトリはかつて日本各地に生息していたが、国内の野生個体は姿を消した。国内最後の生息地だった豊岡市では人工飼育や繁殖を継続し、2005 年に野外放鳥（人工飼育した個体を自然の中に放すこと）を始めた。現在は野外で繁殖するコウノトリが見られ、その生息環境を農地も含めて維持する取り組みが続いている。

コウノトリにとって水田は、餌となるカエルや水生昆虫などが生息する場所でもある。豊岡市は、生物が暮らせる水田を維持しながら水稲を栽培する「コウノトリ育む農法」を農家に推奨している。農薬や化学肥料を使わない有機栽培や、農薬の使用量を抑えた栽培などを取り入れ、農作物の生産と生物の生息環境の維持を両立する。坪口農事未来研究所もこの農法を取り入れて水稲を栽培している。

特に重要なのが、水田に水を残す期間である。水稲の栽培では、生育の途中で「中干し」（水田の水を抜いて土を乾かす作業）を実施する。土の中に空気を入れ、根の成長を促すことなどが目的である。中干しの時期が早いと、成長途中のオタマジャクシが水田の外へ移動できない場合がある。

坪口農事未来研究所は中干しの開始を遅らせ、水を張る期間を長くする。オタマジャクシがカエルに成長し、自力で水田の外へ移動できる時間を確保するためである。作物だけを基準に水管理の時期を決めるのではなく、水生生物が成長する時期にも合わせて農作業を調整している。

収穫した後も、生物のための水管理を続ける。取り入れているのが、稲刈り後の冬にも水田に水を張る方法である（写真 7）。作物を栽培していない冬の水田にも水を残すことで、水生昆虫などが生息できる環境を維持する。水を張った水田にはコウノトリなどの鳥類が餌を探しに訪れる場所になる。

写真 7◇冬にも水を張る水田



出典：坪口農事未来研究所

坪口農事未来研究所が営農する農地では、タガメやトウキョウダルマガエルなどの希少生物が生息し、コウノトリも飛来する。2025 年 9 月には、同社が営農する水田やソーラーシェアリングを含む区域が、環境省の「自然共生サイト」に認定された。農業を続けながら生物が暮らせる水田環境を維持し、その上部で再生可能エネルギー由来の電力を生み出していることが評価された。

太陽光パネルが水田の生物に与える影響も調べている。夏に水田の水温が上昇すると、水中の酸素量が減少するなど、水生生物が暮らしにくい環境になりうる。平峰氏は「太陽光パネルが日射を遮ることで水温の上昇が抑えられる。水生生物が生息しやすい環境を維持できる可能性がある」と考える。現在は兵庫県立大学と共同で、パネルを設置した区画と設置していない区画の水温や、生物の生息状況を調査している。

●基本データ:5号機(水稻)

土地の区分		農業振興地域内・農用地区域内
農地の面積		0.53ha
運転開始時期		2020 年 5 月
一時転用許可年数		10 年
農業	作物	水稻(品種:ゆうだい 21)
	栽培期間	6 月～10 月
	農業事業者	株式会社坪口農事未来研究所
	販売先	地元の直売所など
発電	設備容量	直流 72.9kW、交流 49.5kW
	設置方法	藤棚型
	支柱の高さ	2.8m(ノパネル最下部までの高さ)
	支柱間隔	5m
	遮光率	30%
	発電事業者	株式会社坪口農事未来研究所
	電力供給先	Patagonia 日本支社の直営店(UPDATER 経由、FIT 特定卸供給)
資金調達		社債発行(Patagonia 日本支社が引き受け)

本レポートの内容はヒアリング実施日(下記)の時点の情報です。

ヒアリング実施日:2026 年 8 月 19 日

レポート作成者:塚本悠平(自然エネルギー財団 研究員)