耕作放棄地への太陽光発電導入ポテンシャルに関する分析:

淡路市の事例からの示唆

An Analysis on the PV Installation Potential of Abandoned Farmland: A Case Study on the Awaji City

> 田中勇伍*・小川龍一**・前田利蔵*** Yugo TANAKA, Ryuichi OGAWA, Toshizo MAEDA

<u>Abstract</u>

Land availability has become a major issue for the maximum introduction of renewable energy, and high expectations are growing for the effective use of abandoned farm land. On the other hand, many of the abandoned farm lands are located in mountains and valleys, and are dispersed on a small scale. From the viewpoint of the feasibility of solar power generation, there are concerns about poor sunlight and accessibility. In this study, the introduction potential was evaluated in Awaji City, Hyogo Prefecture, taking these conditions into consideration. As a result of identifying the abandoned farm land using satellite data, and evaluating suitability for solar generation considering the distance to the nearest power distribution system, slope and inclination direction, it is found that around 40% of the total abandoned farm land is suitable for the solar power generation. On the other hand, since the abandoned farm land is small and dispersed, it is indicated that developing a mechanism for forming a large number of projects to introduce small-scale solar power generation in such abandoned farm land and sell power to neighboring buildings deemed necessary.

Key words; abandoned farm land, solar sharing, renewable energy potential

1. はじめに

気候変動対策として再生可能エネルギーの最大限導入が 求められるなか,既に日本では平地単位面積あたりの再生 可能エネルギー導入量が世界トップとなっており^[1],用地 の確保が大きな課題となっている.そこで,現状では農地 法によって農業目的以外での開発が規制されている荒廃農 地^(注1)の有効活用に期待が寄せられている.

荒廃農地については、今後農業者の5割以上を占めている60歳以上の世代が引退し、従事者が減少することにより、大幅に拡大することが懸念されている. 荒廃農地の拡大は、害虫や鳥獣被害によって近隣農地の荒廃化を更に進める悪循環をもたらすため、その対策が急務となっている. 我が国の2020年度の食料自給率はカロリーベースで37%と下降傾向にあり、政府は、耕作放棄地の発生を予防するとともに、既に荒廃化した農地を回復・解消して農地を確保することで、2030年度までに食料自給率を45%に引き上 げる目標を掲げている^[2]. また, 回復困難であると判断され た荒廃農地については速やかに非農地判断を行うことにな っている^[3].

荒廃農地には営農型太陽光発電(ソーラーシェアリング) を導入することにより、農地として回復・利用しつつ、太 陽光発電の導入量の拡大を図ることが可能である.また、 農地として回復しない土地には、野立の太陽光発電を導入 し、土地の有効活用を図ることが可能である.ただし、耕 作放棄される土地は山あいや谷地田などが多く^[2]、小規模 で分散しており、太陽光発電の事業性の観点からは、日当 たりやアクセスの悪さが懸念される.そのため、その導入 ポテンシャルを検討するには、上記の条件を考慮し、その 適性を評価する必要がある.

日本における耕作放棄地への太陽光発電の導入ポテンシ ャルを評価した先行文献として,環境省(2021)^[4],尾羽ほか (2019)^[5]などがあるが,いずれもメッシュごとの耕地面積な どに対して一定の係数を乗じ野立太陽光発電の導入ポテン シャルを評価しており,上述のような耕作放棄地の性質を 踏まえた絞り込みは行われていない.また,送電線制約を

Corresponding author; Yugo TANAKA, E-mail: y-tanaka@iges.or.jp *公益財団法人地球環境戦略研究機関関西研究センター研 究員,博士(総合学術)

^{〒651-0073} 神戸市中央区脇浜海岸通 1-5-2 人と防災未来センター 東館 5 階

^{**}公益財団法人地球環境戦略研究機関関西研究センター客 員研究員

^{***}公益財団法人地球環境戦略研究機関フェロー

注1:「荒廃農地」とは、耕作が行われておらず荒廃していると客 観的に判断される農地であり、耕作者が数年の間に再び作付けす る意思がない土地である「耕作放棄地」とは厳密には区別される 概念であるが、本研究では両者を同義として用いている.

考慮した研究⁶⁰もあり、1km メッシュごとの耕作放棄地面 積を推計したうえで、斜度などの条件を満たし、かつ、送 電線が通過するメッシュを選択して集計することでポテン シャルを評価している.ただし、ここで考慮されている 66kV以上の高圧送電線は、耕作放棄地1件あたりの太陽光 発電の導入量が比較的小規模となることを想定すると、接 続先として妥当ではない可能性が高い.

そこで本研究では、兵庫県淡路市を対象として、市内に おける耕作放棄地を筆単位で特定した上で、最大傾斜方向 と最寄りの配電系統までの距離を計測し、それをもとに一 定の事業性を考慮した太陽光発電の物理的な導入ポテンシ ャルを評価する.本研究の新規性は、筆単位での耕作放棄 地の位置情報に関するデータを用い、配電系統との位置関 係を踏まえた太陽光発電の導入ポテンシャルに関する考察 をしている点である.

淡路市は豊富な日射量に恵まれた場所に位置するものの, 中山間地域を多く抱え,耕作放棄地が拡大してきており⁽⁷⁾, 人口減少,高齢少子化,経済縮小などの課題にも直面し, 日本の地方の縮図とされている.そのため,淡路市を対象 として耕作放棄地への太陽光発電の導入ポテンシャルを推 計することで,同様の課題を抱える全国各地への有用な示 唆を得ることができると考える.

2.研究方法

2.1. 荒廃農地の特定

農地の利用状況については,毎年市町村及び農業委員会 が一筆ごとに現地調査を行うことになっており、調査結果 は農地台帳に記録され,全国農地ナビ(URL: https://map.maff.go.jp) において公開されているが,「調査中」 のままデータが更新されていないといったケースも多く, 正確なデータの取得は容易ではない. そこで、本研究では サグリ株式会社が提供する 2021 年の荒廃農地データを購 入することとした.このデータは、衛星画像の波長データ を解析して耕作放棄地を検出し、目視確認結果を教師デー タとして機械学習を繰り返すことで,各土地が耕作放棄地 である確率を推定したものであり,正答率は9割以上とな っている^[7]. 農地の区画情報については, 農林水産省が提供 する筆ポリゴンを使用した. さらに, このデータの精度を 確認するため、荒廃農地の多い複数の地区のデータを地図 上に表示し、これを農業委員会事務局及び周辺の営農者に 提示し、現地での認識と合致していることを確認した。

2.2. 荒廃農地の斜度及び最大傾斜方向の分析

次に, 荒廃農地の1筆ごとの斜度を分析するため, 国土 地理院基盤地図情報数値標高モデルの10mメッシュデータ を使用し, 地理情報ソフトウェア (ArcGIS) で農地ポリゴ ンデータと重ねることで、農地筆ごとの平均斜度及び最大 傾斜方向を求めた.

なお,太陽光発電導入ポテンシャルの推計にあたっては, 先行研究^[5]を踏まえ,最大傾斜角度が 30 度未満の農地筆の みを対象とし,最大傾斜方向が北向き(北,北東,北西) の農地筆を除外した.

2.3. 荒廃農地と配電系統との距離の分析

一般に荒廃農地は小規模に分散しており、大規模な発電 所開発には適さないと考えられる.最大出力が 2MW 未満 の発電所については、6.6kV の配電系統へ接続することと されており,発電所設置候補地と最寄りの配電系統との距 離が事業性を大きく左右することになる. 電柱の位置情報 については各一般送配電事業者が販売しているものの, 配 電系統の位置情報については公開されていない. そこで本 研究では、最寄りの建物までの距離によって配電系統まで の距離を近似することとした. なお, 建物があれば配電系 統と接続されているのが一般的であると言えるが、集落間 の配電系統など、建物よりも近くに接続可能な配電系統が 存在する可能性は排除できない、そのため、本推計は耕作 放棄地と配電系統との距離を長めに(事業性確保の側面か ら見れば安全サイドで)見積もっているといえる.ただし、 配電系統との距離が十分に短くとも、道路や他の土地を横 断する場合の許認可や,系統の空き容量の状況等によって, 必ずしも接続が可能であるわけではないが、本推計ではこ れを考慮していない.

距離の推計にあたっては、国土地理院基盤地図情報の建 物外周線データと荒廃農地データを地理情報ソフトウェア 上で重ね、荒廃農地のポリゴンと最寄りの建築物ポリゴン の間の最短距離(ポリゴンの外周線上の2点間の直線距離) を計測した.

太陽光発電導入ポテンシャルの推計にあたっては,配電 系統との距離が40m未満のものを集計対象とした.この閾 値は,新たに電柱を立てずに引込線のみで配電系統への太 陽光発電の接続が可能とされる距離を踏まえて設定した.

2.4. 太陽光発電導入ポテンシャルの推計

営農型太陽光発電は、日光を農作物の光合成と発電で分 け合うものであり、その際の太陽光発電設備の導入容量は、 原則として、光の強度が増加してもそれ以上植物の光合成 速度が速くならない「光飽和点」を基準として定められる。 植物によって光飽和点は異なるものの、概ね30%程度の遮 光率(太陽光発電パネルによって農地への太陽光がさえぎ られる割合)が適切であると考えられている。本研究での 営農型太陽光発電設備の導入容量の推計は、先行研究⁶⁰を 参考に、対象となる農地面積に対して 0.05kW/㎡を掛けて 算出した. 荒廃農地へ野立太陽光発電設備を導入するケースについては,先行研究^{[4][5]}を参考に,対象となる農地面積に対して 0.067kW/m²を掛けて算出した.

3. 結果

3.1. 荒廃農地の状況

2021 年時点での衛星データの解析結果によると, 淡路市 の農地面積 2,787ha のうちの 22%にあたる 624ha が荒廃農 地である可能性が高い(確率 90%以上)ことが分かった. 図1に示すように,それらの一部は固まっているものの, その多くは小規模で分散しており,恐らく送電系統から距 離のある山奥にも広がっている.

図1. 2021年における荒廃農地の分布状況(淡路市内)



2017年時点では淡路市の農地面積の5%にあたる144haが 荒廃農地であった可能性が高い(確率90%以上)と考えら れ,4年間で480haのペースで荒廃農地化が進んでいるこ とになり,対策の緊急性が理解できる(図2).

図2. 2017年における荒廃農地の分布状況(淡路市内)



3.2. 荒廃農地の斜度及び最大傾斜方向の分析

荒廃農地の面積及び筆数を,最大傾斜方向及び傾度(2.5 度刻みの区分)ごとに集計した(図3).





傾斜が 30 度以上となるものは存在せず, 殆どが 20 度未 満の比較的平坦な土地となっている(傾斜地は棚田・段々 畑となっている). 北向き(最大傾斜方向が北, 北東, 北西) ではない荒廃農地の割合は全体の 66%であった.

3.3. 荒廃農地と配電系統との距離の分析

次に, 荒廃農地の面積及び筆数を, 配電系統(最寄りの 建築物)との距離(10m刻みの区分)ごとに集計した(図 4).



図4. 荒廃農地と系統との距離の分布

その結果,配電系統から40m未満に位置すると推定される荒廃農地の割合が全体の63%であった.特に,件数,合計面積,1筆当たりの平均面積のいずれも,10m未満のものが最も多かった.

3.4. 太陽光発電導入ポテンシャルの推計

最後に、斜度 30 度未満で北向きでなく、かつ、配電系統 からの距離が 40m 未満となる荒廃農地を「適地」とし、前 者の条件を満たし後者を満たさないものを「距離×」、後者 の条件を満たし前者を満たさないものを「傾斜×」、双方を 満たさないものを「不適地」と分類し、淡路市内の耕作放 棄地全体を区分した(図 5).



図 5. 淡路市における荒廃農地の太陽光発電導入への適性

■適地 ■距離× ■傾斜× ■不適地

「適地」とされた荒廃農地の面積は 264ha であり,全体 の 42%であった.ここから,全ての適地に営農型太陽光発 電を導入した場合のポテンシャルは 132MW と推計され, 野立太陽光発電の場合は 177MW となる.年間発電量を設 備利用率 14%として推計すると,営農型太陽光発電の場合 は 162GWh,野立の場合は 217GWh となり,それぞれ淡路 市内の平成 30 年度の年間電力消費量(204GWh^[8])の 79%, 106%となる.

4. 考察・結論

本研究は兵庫県淡路市という限られた区域を対象として 分析を行ったものであり、現時点では他の地域にもそのま ま適用できるわけではないが、本事例から次の示唆を得る ことができた.

(1) 荒廃農地の太陽光発電導入への適性

日当たりやアクセスの悪さから太陽光発電事業に適さな い荒廃農地は一部存在するものの、中山間地域の多い淡路 市においても、4割以上の面積の荒廃農地に太陽光発電へ の適性が認められた.また、その導入ポテンシャルは地域 内の電力消費量を賄える水準であり、地域の脱炭素化を検 討する上で大きな意味を持つことが確認できた.特に、建 築物と10m以内の距離にある荒廃農地は多く、当該建築物 における自営線を介した自家消費などを含め、様々な導入 方法を検討し得ることが示唆される.

(2) 太陽光発電導入ポテンシャル推計方法

太陽光発電導入ポテンシャルを推計する際,先行研究で は荒廃農地全体の面積の一定割合(例えば,環境省⁽⁴⁾では, ポテンシャルの上限を示すレベル3で30%)を導入可能と 仮定することですることが多い.それに対して,本研究で は,農地1筆ごとの位置情報をもとに適地を抽出し,それ を積み上げることで導入ポテンシャルを割り出している. 今後、本研究が提示した手法を用いて地域ごとの適性を分析した上で、上記の割合を決定することにより、より精度の高い推計が可能となると考えられる.少なくとも淡路市においては、環境省⁽⁴⁾が示すポテンシャル上限値は過小推計になっている可能性が高いと考えられ、異なる手法を組み合わせて検証と修正を加えることにより、改善していく必要があることが示唆される.

(3) 荒廃農地を活用した営農型太陽光発電の普及

本研究で「適地」とされた荒廃農地の内訳をみると、面 積の最小値が8m, 最大値が9,766mと大きな幅がある(中 央値は231 m²). 仮に 50kW の営農型太陽光発電を開発する 場合, 1,000 m²程度の農地が必要であるが, 1筆あたりの面 積が 1,000 m 以上の「適地」は 490 件であった. また, 面 積の最大値からも理解できるように、1 筆で 1MW 以上の 大規模な発電所を開発できる地点は存在しない(ただし, 隣接地との組み合わせで導入できる可能性はあり、今後の 研究課題としたい).したがって、比較的小規模な荒廃農地 を活用して営農型太陽光発電を導入し、近隣建物に売電あ るいは自家消費する汎用性の高いモデルの開発など、小規 模で多数の案件の導入が進むような仕組みを構築すること が、普及に向けて重要であることが示唆される.また、地 方自治体が積極的に脱炭素や荒廃農地の解消に向けた計画 の中にこうした取組みを位置付け、土地の有効活用を促進 することが有効であると考えられる.

謝辞

本研究は、環境省委託事業「再エネの最大限の導入の計画づくり及 び地域人材の育成を通じた持続可能でレジリエントな地域社会実 現支援事業」及び「令和3年度都市地域炭素マッピング等調査委 託業務」の業務成果をもとに実施したものであり、環境省及び淡路 市の関係各位に感謝申し上げます.

参考文献

- 資源エネルギー庁「今後の再生可能エネルギー政策について」 (令和2年3月1日)
- 2) 農林水産省経営局農地政策課長「非農地判断の徹底について」 (令和3年4月1日,2経営第3505号)
- 3) 農林水産省「荒廃農地の現状と対策」(2021年12月)
- 4) 環境省「令和元年度 再生可能エネルギーに関するゾーニン グ基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書」
- 5) 尾羽秀晃・永井雄宇・朝野賢司「土地利用を考慮した太陽光発 電および陸上風力の導入ポテンシャル評価」(2019年3月)
- 6) 島崎洋一「メッシュデータを用いた太陽光発電の導入可能量の分析」,日本エネルギー学会誌,96,463-469 (2017)
- 7) サグリ株式会社ホームページ
- 8) 環境省「自治体排出量カルテ」