

スイゼンジノリの持続的保全に向けた雨水貯留と
太陽光発電による地下水ポンプ運転費の削減効果

Effect of reducing groundwater pump operating costs by rainwater storage and solar power generation for sustainable conservation of Suizenji-nori (*Aphanothece sacrum*)

○飯田菜々*・谷口智之**・凌祥之**

○HANDA Nana ・ TANIGUCHI Tomoyuki ・ SHINOBI Yoshiyuki

1. はじめに

淡水性の単細胞性ラン藻類であるスイゼンジノリ（絶滅危惧I類）は、移植実験地などでの培養技術が確立され（佐々木・篠原，2012），生息域外保全を実現している．一方，自然条件下で生息が確認されているのは福岡県朝倉市の黄金川のみであり，生息域内保全が課題となっている．近年，黄金川では水源である湧水量が減少し，スイゼンジノリの生産量はピーク時の3%まで減少している（谷口ら，2020）．特に非灌漑期（9月中旬～6月下旬）には湧水が発生しなくなったため，養殖業者がポンプで地下水を揚水して黄金川の流量を維持している．ポンプ電力費の一部は朝倉市からの支援を受けているが，将来にわたって持続可能な保全策が求められている．

これまで，上流農地からの排水を直接導水する可能性について検討したが，水質の面でスイゼンジノリの生育条件を満たさないことが明らかになった（今田ら，2018）．本研究では，スイゼンジノリの生育に必要な水量を雨水で確保し，その水を生育条件に適した水質で放流すると想定した場合に必要な集水面積と貯水容量を算定した．また，地下水ポンプの電力を太陽光発電で得ることを想定し，それによるコスト削減効果を算定した．

2. 雨水貯留に必要な集水面積と貯留容量の算定

本研究では蒸発散と浸透を考慮せず，降雨全量を貯留して黄金川に供給できると仮定した．計算開始 t 日目における日降水量を $R(t)$ とすると，集水面積 A からの集水量は $R(t)A$ となる．集水量 $R(t)A$ が黄金川の1日あたりの必要水量 Q を上回る場合には超過分は貯水され，下回る場合には不足分を貯水から供給すると考えた．

$$S(t+1) = S(t) + R(t)A - Q \quad (2.1)$$

ここで， $S(t)$ は計算開始 t 日目の貯水量 (m^3) である． Q は今田ら (2018) をもとに $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ とした．なお，湧水発生期間である6月30日～9月10日の必要水量 Q は $0 \text{ m}^3/\text{d}$ とした．貯水量 $S(t)$ が負の場合には貯水量を 0 m^3 とし，水量不足日数をカウントした． R には対象地近傍の朝倉気象観測所の値を用い，2000～2019年の20年間で解析した．

貯水の余剰を少なく，かつ，水不足の発生を抑える条件を検討したところ，集水面積約 37 ha ，貯水容量約 56 万 m^3 で解析期間の約 92% で用水供給可能と推定された．ただし，本対策では広大な用地と大規模な貯水施設が必要であるため，実現は困難である．

3. 太陽光発電による地下水ポンプ運転費の削減効果

*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：生態系，生物多様性

ポンプの過去の消費電力量から月平均の必要電力量を算定し、システム容量 W (kW/h) の太陽光パネルを設置したときの時刻 t における 1 時間発電量との差から余剰電力量 $L_p(W,t)$ を求めた。なお、 $L_p(W,t)$ が負のときは不足電力量を意味する。時刻 t における 1 時間あたりの売電（負の場合は買電）料金 $P_h(W,t)$ を以下の式で求めた。

$$P_h(W,t) = L_p(W,t) \times S_p \quad (L_p(W,t) > 0) \quad (3.1)$$

$$P_h(W,t) = L_p(W,t) \times (R_{ep} + F_{ap} + E_{up}) \quad (L_p(W,t) < 0) \quad (3.2)$$

ここで、 S_p は売電価格 (円/kWh)、 R_{ep} は再エネ賦課金単価 (円/kWh)、 F_{ap} は燃料費調整単価 (円/kWh)、 E_{up} は電気使用単価 (円/kWh) である。 S_p は FIT 終了後 (売電価格 7 円/kWh) と FIT 制度 (10 kW 以上 50 kW 未満で 12 円/kWh、50 kW 以上 250 kW 未満で 11 円/kWh、250 kW 以上で 10 円/kWh) の 2 通りで算出した。さらに、太陽光パネルの耐用年数を 20 年と想定し、買電の基本料金を考慮して 21 年間 (2000 年～2020 年) を計算し、年平均の収支額 $P_y(W)$ (円/y) を求めた。日射量データには福岡管区気象台の値を用いた。これに、パネル設置用地費用である農地借地料 $C_A(W)$ と太陽光パネル初期設置の年平均費用 $C_p(W)$ を加えて、平均年間支出額 $P(W)$ を算出した。

$$P(W) = C_A(W) + C_p(W) + P_y(W) \quad (3.3)$$

太陽光発電システム容量ごとの年間料金収支は、FIT 制度なしではシステム容量約 1,400 kW (用地面積は約 0.7 ha) 以上 (図 1)、FIT 制度ありでは 380 kW (同 0.19 ha) 以上でプラスとなった。なお、蓄電容量 S_c (kW) の蓄電池を設置した場合の年間平均支出額 $P_s(W, S_c)$ についても検討したが、蓄電池を設置してもコスト削減にはつながらなかった (図 2)。

4. まとめ

1 ha 以下の用地に太陽光パネルを設置した場合、20 年間で収支がプラスになり、コストを回収できる可能性が示された。ただし、太陽光パネルの設置は景観などへの影響も配慮する必要がある。実施に際しては慎重に協議し、地元住民の合意を得ることが不可欠である。

引用文献 1) 佐々木和之, 篠原直哉; スイゼンジノリの養殖方法及び装置, 特許公報 (B2), 特許第 5095716, B2, 2012, 2) 谷口智之, 兼崎友, 金子慎一郎, 大城香; 希少生物スイゼンジノリの自生地の現状と保全に向けた取組み, B&I, 78(4), 350-353, 2020, 3) 今田舜介, 谷口智之, 凌祥之; スイゼンジノリの保全対策としての農地排水の導入の可能性, 水土の知 (農業農村工学会誌), 86(2), 7-10, 2018

謝辞 本研究は JSPS 科研費 18K05882 の助成を受けたものです。また、(合) 遠藤金川堂、(株) ウェストエネルギーソリューションズに多大なご協力、ご助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。

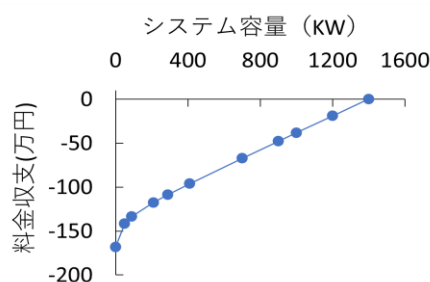


図 1 システム容量ごとの年間平均支出額 (売電価格 7 円)
Average annual expenditure per system capacity at a selling price of 7 yen

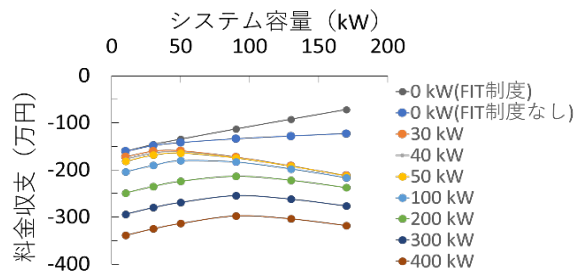


図 2 各蓄電容量におけるシステム容量ごとの年間平均支出額
Average annual expenditure per system capacity at each storage capacity