

## バッテリーレス太陽光発電揚水の傾斜地果樹園かんがいへの利用可能性の検討 Verification of Availability of Battery-less Solar Pump to Irrigation for Sloping Orchard.

○島崎昌彦\*, 桜井 薫\*\*, 根角博久\*\*\*

SHIMAZAKI Masahiko\*, SAKURAI Kaoru\*\*, NESUMI Hirohisa\*\*\*

### 1 はじめに

カンキツやその他の果樹園において、近年、少ない水量で効率的にかん水を行える点滴灌漑の普及が拡大している。特にウンシュウミカンでは、果実品質制御のために精緻なかん水制御が有効であり、そのための「マルドリ方式」の栽培も普及しつつある。

しかし、点滴灌漑を導入しようとする場合、適切な水源がないことが障害となることが多い。まったく水源がない場合もあるが、傾斜地の場合、標高の低い位置に水源があっても必要な圧力が得られず、山間部であってポンプに必要な電力を準備できないことも多い。その場合、点滴灌漑に必要な水量は少なく、かん水時間は短いため、太陽光発電を電源として、長時間をかけて小型ポンプで揚水し、自然圧でかん水することが可能である。

太陽光発電により揚水を行う場合、長時間にわたり日射がない場合でも電力を確保するために、バッテリーを利用するのが一般的である。しかし、バッテリーは高価格で耐久性が低いため、揚水システムのライフサイクルコストを大きく押し上げる。一方、農地の蒸発散は日射が少ないほど一般に小さいため、日射が少ないほどかん水量を少なくできる可能性がある。そのため、バッテリーを用いずに日射量に対応して揚水量が変動するシステムでも、適切な水管理に大きな支障なく使用できる可能性がある。

そこで、バッテリーレスの小規模な太陽光発電揚水システムについて、試験システムを長期稼働させて実用性の検討を行った。

### 2 試験方法

試験装置の概略を図1に示す。ポンプはアメリカ製のダイヤフラム式直流ポンプである。ポンプの吐出側に一次圧調整弁を設置し、揚程を設定できるようにした。また、日射の利用効率を上げるため、日射がある程度少なくてもポンプを駆動する電流が得られるコントローラを利用した。太陽電池モジュールの必要出力は、次のような手順で算定した。

利用可能なポンプの選択肢は少ないため、まず、ポンプを選定する。傾斜地カンキツ園では、30～60 mの揚程が必要になることが多いため、想定揚程を60 mとした。また、バッテリーを使う場合は12 Vを2台直列にする場合が多いため、それに合わせて定格入力電圧24 Vのポンプ（以下、ポンプAとする）を用いた。ポンプAは、揚程60 mのとき、吐出量4.1 L/min、電流4.2 Aである。これに合わせ、定格出力電圧24 Vのコントローラを使用した。

想定する水使用は、夏季の少量多頻度かん水として、一日に樹1本あたり10 Lを14日間連続でかん水する場合とした。園地

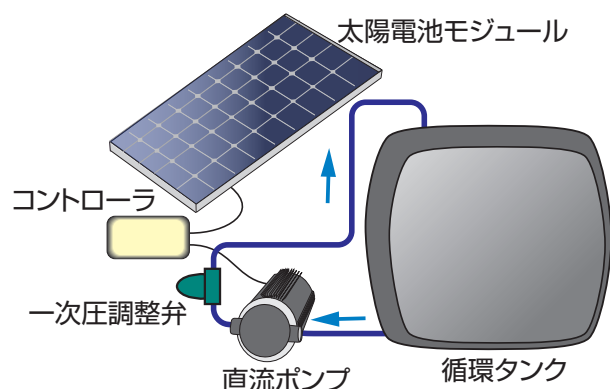


図1 試験装置の概略  
Schematic of equipment

\* (独) 農研機構・農村工学研究所 NIRE, NARO, \*\* (有) エルガ Erga, Inc., \*\*\* (独) 農研機構・近畿中国四国農業研究センター WARC, NARO, キーワード: 太陽光発電, 点滴灌漑, 果樹, カンキツ, ウンシュウミカン

の面積は 10 a で、65 本の樹が栽植されている場合を想定した。

以上の条件をもとに、表 1 のような手順で必要な太陽電池出力を算定した。平均日射は、NEDO の日射量データベースより、全国の主要 10 地点における、南向き、傾斜角 30 度での年平均日射量の平均値として、 $3.9 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  とした。この結果より、定格出力 65 W のモジュールを 2 枚直列で使用した。

### 3 試験結果と考察

試験システムを連続稼働させたところ、積算運転時間 1000 時間弱でポンプが故障した。メーカ公称の寿命は 2000 時間である。コントローラの出電圧が最大 30 V であるため、電圧が過大で劣化が早まった可能性が考えられた。そこで、コントローラを最大出力 24 V に改造したが、特に劣化抑制の効果は見られなかった。

次に、さらにポンプの負担を減らすため、定格電圧 36 V のポンプ B に交換した。ポンプ B は、揚程 60 m のとき、吐出量 4.4 L/min、電流 2.8 A である。表 1 に示すように、必要な太陽電池出力はほぼ同じである。しかし、やはり劣化抑制の効果は見られなかった。ポンプを分解して調べると、ダイヤフラムに変形が見られたため、モータに対する電気的な負荷よりも、ダイヤフラムに対する機械的な負荷の影響が大きいと推察された。そのため、最大揚程の大きなポンプを用いれば、劣化が抑制される可能性があると考えられる。

ポンプ B を使用したときの、一日の日射量と揚水量の関係を図 2 に示す。揚水量は日射量にほぼ比例し、平均的な日射量  $3.9 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  のとき、揚水量は約 750 L であった。想定した条件では一日の必要水量が 650 L であるため、このシステムで、ある程度の期間の総水量を賄うことは可能であることがわかった。

マルドリ方式を始め、カンキツ栽培における適切な水管理には不明な点が多いが、日射量に応じてかん水可能量が変動することが許されるのであれば、バッテリーレスのシステムでも必要な水量を賄えると考えられる。

### 4 おわりに

バッテリーレスのシステムが実用可能であることが示唆されたが、ポンプも寿命が短く、ポンプの劣化抑制法の開発、または長寿命のポンプの開発が望まれる。また、カンキツの水管理技術として、必要かん水量をリアルタイムで精密に判定する技術の開発が望まれる。

表 1 太陽電池モジュールの選定  
Estimations of the required PV module power

ポンプ		A	B
定格電圧 (V)		24	36
流量, 揚程 60 m (L/min)		4.1	4.4
電流, $\text{A}$		4.2	2.8
10 a 当たり樹数 (本)		65	65
一回水量, 1 樹当たり (L)		10	10
一日水量, 10 a 当たり (L)		650	650
期間日数 (d)		14	14
期間水量, 10 a 当たり (L)		9100	9100
揚水時間 (h)		37.0	34.5
消費電力 (W)		100.8	100.8
必要電力量 (Wh)		3730	3478
平均日射 ( $\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ )		3.9	3.9
期間積算日射 (kWh)		54.6	54.6
必要発電量 (W)		68.3	63.7
総合設計係数		0.6	0.6
必要出力 (W)		114	106

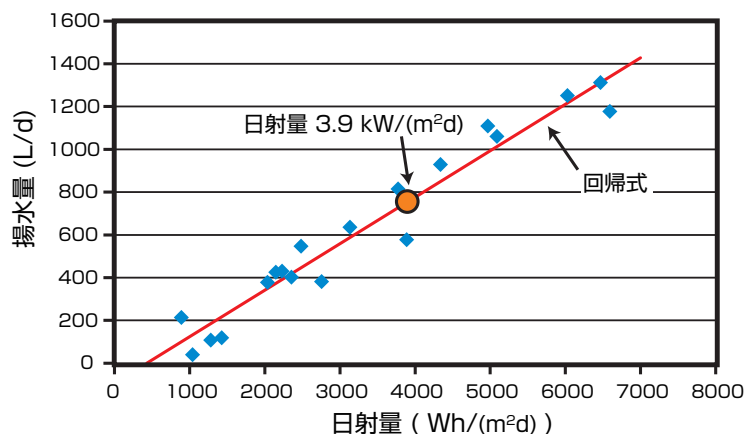


図 2 1 日の日射量と揚水量の関係  
Solar radiation and pumped water amount in a day