

太陽電池による噴霧濃度の測定

小嶋 和雄・中村 伊佐治

(農学部 農業機械学研究室)

Measurement of the Spray Density with the Use of Silicon Solar Cells

Kazuo KOJIMA and Isaharu NAKAMURA

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstract: The authors studied on the performance of silicon solar cells for measurement of the spray density. The results were as follows:

- (1) The short-circuit current of silicon solar cells was proportional to the intensity of illumination of the light.
- (2) The short-circuit current of silicon solar cells was in inverse proportional to dark area that covered silicon solar cells.
- (3) The open-circuit voltage of silicon solar cells was not applied to the measurement of the spray density, because the open-circuit voltage was not proportional to the dark area.
- (4) Black spray liquid and white light were suitable for the measurement of the spray density.
- (5) The above results were obtained by the experiments that used lacker spray, therefore further study with the practical sprayer is necessary.

緒 言

防除作業に際しては適正な噴霧又は散粉状態つまり適正な付着状態を保ち、よって最小の農薬量で最大の効果をあげること、更に作業者への葉害を皆無にすることが最高の関心事となる。

噴霧機の噴霧特性試験における薬液の付着状態の判定法は、着色液を噴霧し付着した染料を標準液濃度と比較する比色法、顕微鏡により付着粒の粒径、粒数を測定する方法、光電管を利用して付着濃度を判定する方法¹⁾、その他化学成分の定量測定による方法などがある。

著者らは噴霧機の噴霧試験において、噴霧粒子の付着状態を判定する手段として太陽電池を採用し、その特性実験を行ったので報告する次第である。この研究は昭和50年から着手したが、当時の農業機械学専攻生の木村富彰君に多大の協力を頂いたのでここに感謝の意を表する。

実 験 方 法

(1) 太陽電池の特性試験 供試太陽電池(島津理化器械・SO-12型)は半円型(直径22mm)のPN接合型シリコン太陽電池素子2個を並列接続し、その10組を直列接続しプラスチックケース(表面寸法は約8cm×8cm)にセットされている。

太陽電池の特性として、照射する光の照度の大小、光源の種類と太陽電池の開放電圧、短絡電流の大小について調査した。光源の種類は白、赤、黄、青色の60Wの電球を用い、電源電圧を電圧調整器で降下させることにより光源の照度を変化させた。光源と太陽電池の距離は30cmとした。

白、赤、黄、青色電球の波長は分光器で測定した結果それぞれ400~630 m μ 、580~620 m μ 、495~620 m μ 、480~510 m μ であった。

(2) 模型模様に対する太陽電池の特性試験 昭和50年より格子，同心円，放射状の遮蔽模様に対する太陽電池の特性試験を行ったが，いずれについても満足な結果は得られなかった。この理由は遮蔽模様によって明暗部分の面積比の正確な計算が困難であったこと，遮蔽模様を太陽電池に接着する位置により太陽電池が受ける明暗部分の面積が変わったこと，遮蔽模様に対する光源の位置により太陽電池の特性値が変わったことなどである。

本実験では遮蔽模様の基本型として円形の配列，つまりいわゆる水玉模様を採用した。直径，粒子数が異なる16種類の黒色の水玉模様をアセテートシート（透明，厚さ0.12 mm）に描いた。黒色円の位置は任意にきめずに正方形の方眼枠の中に配置したので，縦方向，横方向とも整然と並んだ模様となった。

作製した遮蔽模様中に黒色暗部が占める面積の比率（以後暗面積比という）は次のようである。0.00（全面透明），0.01，0.03；0.04，0.09，0.10，0.13，0.14，0.19，0.30，0.36，0.48，0.50，0.60，0.74，1.00（全面黒色）の16種類であるが，暗面積比が同じ値でも黒色円の直径，粒子数が異なる模様が2種類（暗面積比0.30，0.74）あるので，遮蔽模様の数は全面透明と全面黒色の2種類を加えると18種類になる。

(3) 噴霧粒子に対する太陽電池の特性試験 後述するように円形模様（水玉模様）に対する太陽電池の特性のうち，水玉模様の暗面積と太陽電池の短絡電流が一次的関係にあることが判明したので，実際の噴霧粒子に対する太陽電池の実用性を判定するため当実験を行うことにした。本来ならば動力噴霧機を用いるべきであるが，噴霧液の色を変えたり，反復測定を行うに当って実用機を試すと実験に煩雑さを伴うのでやむを得ず塗装用のアクリルラッカースプレーを用いることにした。ラッカースプレーの噴霧粒子は噴霧機の粒子と異なるであろうが，当実験は噴霧粒子の良否，噴霧状態の可否を調査するのが目的でなく，付着粒子の多少とそれに応ずる太陽電池の特性を知るのが主体であるため，ラッカースプレーを用いて十分実験目的に沿うものと判断した。

噴霧液の色は黒，赤，黄の3色とした。噴霧対象のアセテートシートとスプレーの距離は40 cmから100 cmまで10 cmきざみに変え，噴霧時間は1秒から10秒まで1秒きざみに変えてアセテートシートへの付着量を種々に変化させた。アセテートシートの付着粒の粒子数と粒径は工業顕微鏡で測定した。

太陽電池の特性の測定方法は前二項と同じである。

実験結果及び考察

(1) 開放電圧 光源の照度と太陽電池の開放電圧の関係は Fig. 1 のようである。開放電圧の値は青，赤色光のグループと白，黄色光のグループに明確に分れた。両グループとも照度が大きい場合は一次的関係にあるとみてよいが，低照度の場合は二次曲線を描いている。シリコン太陽電池の一般的特性についても同様に指摘してある²⁾。このため噴霧濃度の判定に開放電圧を用いることは好ましくないといえる。

(2) 短絡電流 光源の照度と太陽電池の短絡電流の関係は Fig. 2 のようである。

短絡電流も開放電圧の場合と同じように青，赤色光グループと白，黄色光グループにその傾向は明確に分れた。短絡電流は青色光の低照度の場合を除いては，各色光とも光源の照度と比例関係にあるとみてよい。照度が15~30 lxの範囲における回帰式は次のようになる。

$$\text{白色光の場合 } I = 0.9 \times 10^{-2} L + 0.17$$

$$\text{黄色光の場合 } I = 0.6 \times 10^{-2} L + 0.18$$

$$\text{赤色光の場合 } I = 0.07 L + 0.25$$

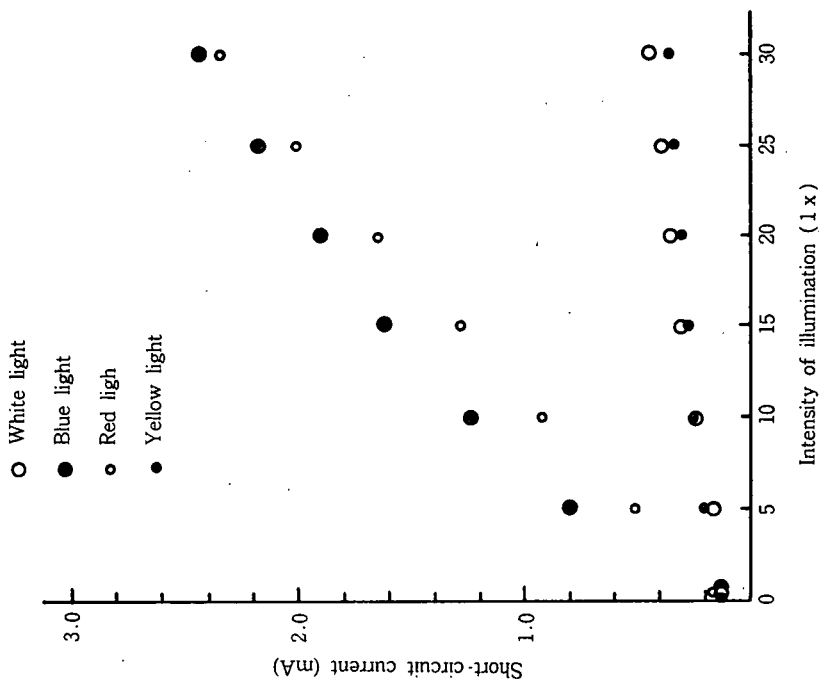


Fig. 2. Relation between intensity of illumination of light and short-circuit current.

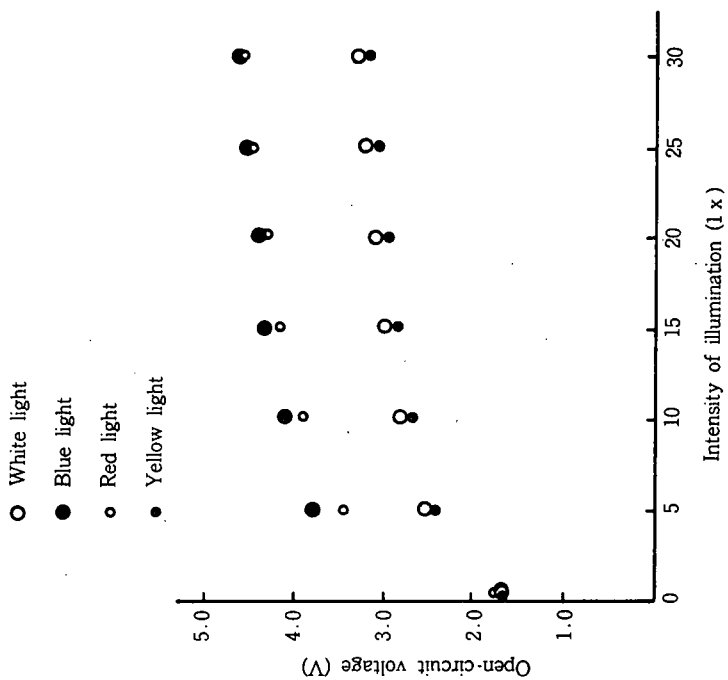


Fig. 1. Relation between intensity of illumination of light and open-circuit voltage.

青色光の場合 $I=0.05 L+0.82$

ここで I は短絡電流 (mA), L は照度 (lx) を表わす。

光源の色について考えるに、同じ照度で短絡電流が大きい青色光と赤色光が有利のように見えるが、青、赤色電球は電源電圧が 100 V 場合照度は 30 lx であり、黄色電球は 50 V で 30 lx (100 V で 400 lx)、白色電球は 30 V で 30 lx (100 V で 1500 lx) であるため光源としては白色電球が最も有利である。

(3) 模型模様に対する短絡電流 遮蔽模様の暗面積比と開放電圧の関係は図示するのを省略したが、二次曲線を描くので噴霧濃度の測定に開放電圧は利用しがたい。暗面積比と短絡電流の関係は Fig. 3 のようである。暗面積比が 0.74 以上になると直線性に欠けるようであるが、0.74 以下の暗面積比に対して短絡電流は一次的関係にあるといえる。Fig. 3 は光源が白色電球の場合であるが、他の色球の場合も白色電球と同じ傾向にあることが認められた。しかし同一暗面積比に対する短絡電流の値は白色電球の場合の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ に低下する。

Fig. 3 の結果を実験式に表わすと次式のようにになる。

$$S=0.9\frac{i-I}{i} \dots\dots\dots (1)$$

ここで S は模型模様の暗面積比、 i は $S=0$ のときの I の値、 I は短絡電流 (mA) である。当実験の場合、光源と太陽電池の距離が 15 cm のとき $i=17.0$ mA、30 cm のとき $i=4.7$ mA である。

$I=0$ のときの横軸の点は $S=1$ (全面黒色) になるべきであるが、実験結果の傾向は $S=0.9$ で $I=0$ になるので(1)式の係数として 0.9 を採用した。(1)式において i は太陽電池の種類、光源の種類、光源と太陽電池の距離などによって変るので、噴霧試験に際しては上記の条件を定め、それに対する i を求めておけば I を測定することにより S を容易に算出できる。 $S=0.8$ 以上の場合 I の値は不正確にならざるを得ないが、噴霧実験において $S=0.8$ 以上の場合には噴霧過多の状態であるので、 I の値に應ずる S の値は 0.8 まで求め得れば十分と思われる。

(4) 噴霧粒子に対する太陽電池の特性 実験結果の一例として噴霧液が黒色、光源が白光色、光源と太陽電池の距離が 15 cm の場合の噴霧粒子の暗面積比と短絡電流の関係を図示すると Fig. 4 のようである。測定値に多少ばらつきがみられるが、暗面積比と短絡電流は比例関係にあるといえる。光源と太陽電池の距離が 30 cm の場合は同じ暗面積比に対する短絡電流の値が 15 cm の場合に比べ約 $\frac{1}{2}$ に減少するので、光源と太陽電池の距離は照射面に明るさのむらが生じないかぎり短い方がよい。

噴霧粒子の場合の暗面積比と短絡電流の関係は模型模様の場合の傾向と若干異なるようである。これは噴霧粒子の暗面積比の正確な算出が模型模様の場合のようにできないためである。しかし暗面積比が 0.3~0.6 の範囲では噴霧粒子と模型模様の短絡電流の値の傾向はよく一致している。

光源が赤、黄、青色の場合は前項の実験と同じように短絡電流の値が $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ に減少する。また噴霧液の色が赤、青、黄の場合は暗面積比の大小に対する短絡電流の変化が少なくほぼ一定値を示す。例えば噴霧液の色が赤で光源が赤、黄、青色光の場合、暗面積比の大小にかかわらず短絡電流は 3~4.5 mA (光源と太陽電池の距離が 15 cm の場合) を示す。光源が白光の場合には多少の変化が生じるが、それでも 11~15 mA の範囲にすぎない。これは噴霧液が黒以外の色の場合は光の透過を妨げる能力が低いためである。

結論として太陽電池の短絡電流を測定することにより噴霧濃度の判定が可能であり、噴霧試験に用いる噴霧液の色は黒以外は不適で、光源は白色が最も良いことが判明した。光源と太陽電池の距

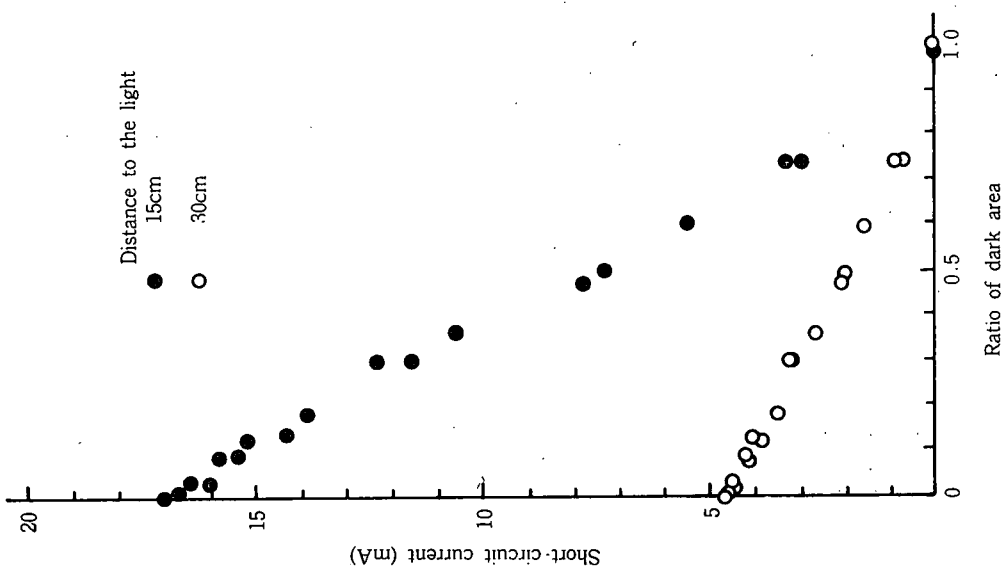


Fig. 3. Relation between ratio of dark area on silicon solar cells and short-circuit current (case of model pattern).

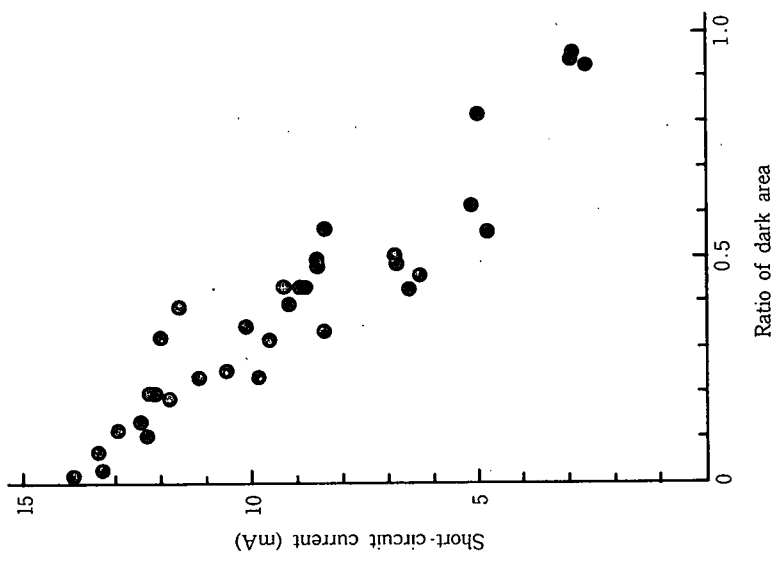


Fig. 4. Relation between ratio of dark area on silicon solar cells and short-circuit current (case of spray particle).

離は前述したように長くない方がよいが、太陽電池の種類、光源の出力、照度と短絡電流の最大値などをあらかじめ測定し、光源との距離を決定する必要がある。

アセテートシートに付着した噴霧粒子の顕微鏡写真(60倍)の一例を示すと Fig. 5 のようである。この場合の暗面積比は0.19である。

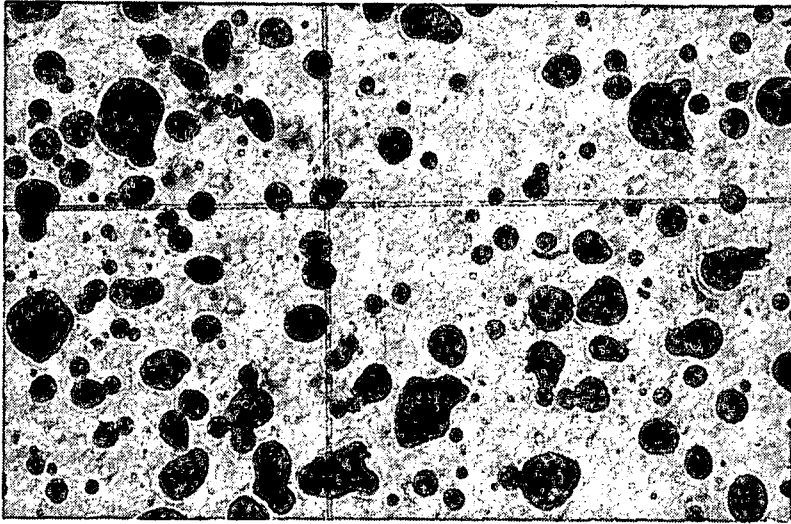


Fig. 5. Micro photo graph of spray particle (60 magnification).

摘 要

噴霧機の噴霧濃度の判定に太陽電池を利用する場合、その可否を知るための特性試験を行った。その結果は次のようである。

- (1) 太陽電池の短絡電流は光源の照度と比例関係にある。
- (2) 太陽電池の短絡電流は太陽電池を遮蔽した暗面積に反比例する。
- (3) 太陽電池の開放電圧は太陽電池を遮蔽した暗面積と比例関係にないので、噴霧濃度の測定に適しない。
- (4) 噴霧試験に用いる噴霧液の色は黒色がよく、光源は白色光が適する。
- (5) 上記はラッカースプレイを用いた実験結果であり、今後噴霧機による実験を行う必要がある。

参 考 文 献

- 1) 松尾・飯本・内野, 園芸施設内における動力噴霧機による病虫害防除に関する研究。千葉大園学報, No. 30, 7-11 (1982).
- 2) 太陽エネルギー利用技術, P. 131, フジ・テクノシステム出版部, 東京 (1975).

(昭和57年7月28日受理)

(昭和57年10月22日発行)