

## 積算日射量(絶対値)の簡単な測定法

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	小島, 忠三郎 北田, 健二
巻/号	52巻10号
掲載ページ	p. 310-312
発行年月	1970年10月

資 料

積算日射量(絶対値)の簡単な測定法\*

小島忠三郎\*\*・北田健二\*\*

まえがき

筆者ら<sup>1,2)</sup>は、さきに銅電量計を応用した日射(実は照度)の積算計と、これを用いた林内照度の測定などを報告したが、これらは相対的な値しか知ることができなかった。その後、積算日射量の絶対値(熱量として)を知ることができるように改良し、ほぼその目的を果たすことができたので紹介する。

測定器および測定方法

測定器の構造はこれまで報告したものほとんど変わりなく、光電素子としてインベット型の径 30 mm セレン光電池と、径 22 mm のシリコン太陽電池を用いた。

しかしこのまま日光にあてると、長期間では劣化が早いこと(とくにセレン光電池)、あまり光電流が強すぎ(とくに太陽電池のばあい)、電気分解によって陰極に析出する量が多くなるので、ND フィルターで感度を落とした。1週間程度の積算には8倍(光量は8分の1となる)のものを使用するとちょうどよかった。また太陽電池はND フィルターだけのもののほか、さらに赤フィルター(R1)および淡緑フィルター(PO0)をつけたものも試験した。

これら4個の日射積算計を戸外に設置し、1週間(2週間のときもある)ごとに電極を交換して、陰極への析出量を測定した。一方エプリーの日射計を英弘精機産業KK製の日射積算計につなぎ、積算日射量の絶対値を記録させた。この積算計は1時間ごとに印字するようになっている。

測定は1969年5月下旬から11月中旬まで行なったが、その間標準となる日射量積算計が故障し、絶対値のデータが得られなかった期間があった。

結果および考察

図-1は、絶対値のデータが得られた16例について、各日射積算計の陰極析出量と積算日射量との関係を示したものである。これを見ると、バラツキが大きく、一見使いものにはならないように思われる。とくにセレン光電池を用いたものは、バラツキがはなはだしい。

なおセレン光電池の方は、太陽電池にくらべ析出量が

約10分の1と少ないので、ND フィルターを除いた方がよいように思われるが、劣化が早く長期間使用するとだめになる。

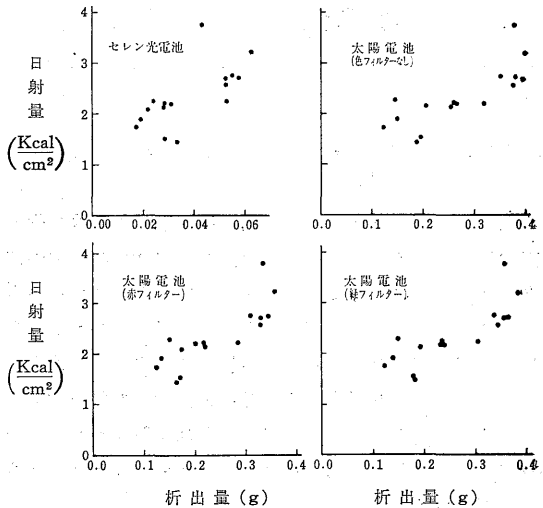


図-1. 析出量と日射量との関係

さて、セレン光電池にしるシリコン太陽電池にしる一種の半導体で、一般に温度の影響を受けやすい特徴もっている。実際にこれらのデータを検討してみると、同じ位の日射量のばあい、温度の低い時期の析出量は、高い時期の析出量にくらべて少ないことがわかった。

そこで、析出量を日射量と温度の関数と考え、重回帰分析を行なった結果が表-1である。しかし光電素子そのものの温度を測ることは困難なので、気温で代用することにした。(気温は電極交換日の12時からつぎの交換日の9時までの、3時間ごとの平均である)。

まず相関係数をみると、析出量は日射量のほか気温ともかなりの相関があり、両方を合わせた重相関係数は、セレン光電池のばあいは0.91であるが、太陽電池のばあいは0.97という大きな値を示している。すなわち、析出量は日射量と気温の2因子でほとんどきまり、また偏相関係数をみると、日射量の影響を除けば、気温とも密接な関係のあることがわかる。

析出量の推定値( $\hat{S}_1$ はセレン光電池、 $\hat{S}_2$ は太陽電池の色フィルターなし、 $\hat{S}_3$ は同赤フィルターつき、 $\hat{S}_4$ は

\* Chusaburo KOJIMA and Kenji KITADA: A simple method for measuring the integrated solar radiation  
 \*\* 農林省林業試験場東北支場 Tohoku Branch, Gov. For. Exp. Sta., Morioka

表-1. 析出量を従属変数としたばあいの重回帰分析

		相 関 係 数 行 列			重相関係数	偏相関係数	常 数	係 数 (標準誤差)
		日射量 R	平均気温 T	析出量 Si				
セレン光電池	R	1.0000	-0.0834	0.6587	0.9052	0.8575	-33.941	0.01815
	T (標準誤差)		1.0000	0.5638				
太陽電池 (色フィルターなし)	R	1.0000	-0.0834	0.7997	0.9714	0.9625	-219.172	0.1389
	T (標準誤差)		1.0000	0.4828				
太陽電池 (赤フィルター)	R	1.0000	-0.0834	0.8258	0.9668	0.9600	-174.678	0.1217
	T (標準誤差)		1.0000	0.4338				
太陽電池 (緑フィルター)	R	1.0000	-0.0834	0.8119	0.9675	0.9600	-198.256	0.1311
	T (標準誤差)		1.0000	0.4585				

同緑フィルターつきのばあいの推定析出量 mg) は、重回帰分析の結果得られた常数、係数を用い、積算日射量を  $R \text{ cal/cm}^2$ 、平均気温を  $T \text{ }^\circ\text{C}$  とすると、つぎのように示される。

$$\hat{S}_1 = 0.01815R + 1.7569T - 33.94 \dots\dots (1)$$

$$\hat{S}_2 = 0.1389R + 10.0358T - 219.17 \dots\dots (2)$$

$$\hat{S}_3 = 0.1217R + 7.7881T - 174.68 \dots\dots (3)$$

$$\hat{S}_4 = 0.1311R + 8.9038T - 198.26 \dots\dots (4)$$

図-2は、上式を用いて算出した推定値と実測値との関係を示したもので、セレン光電池のばあいはまだかなりバラツキが多いが、太陽電池のばあいはいずれもバラツキが少なく、ほとんど直線関係にあることがわかる。そして標準誤差の平均値に対する割合(変化率)は、セレン光電池のばあい 18.4% と大きい、太陽電池のばあいは色フィルターなしが 9.2%、赤フィルターつきが

9.6%、緑フィルターつきが 9.7% とかなり小さい。

セレン光電池のばあい、推定がうまくゆかず誤差の大きいのは、日射は可視光線のほか赤外線が全体のほぼ半分を占めているのに対し、セレン光電池は可視光線だけで赤外線に感じないことも一因であろう。またセレン光電池は色が黒いため、日射があたると温度が上昇し、気温とかなり違った温度を示すことも考えられる。さらに重回帰分析は変数間に直線関係があるという仮定のもとに計算するので、ここにも誤差の生ずる可能性がある。

一方、太陽電池は最高感度が赤外部にあり、赤外線にも広く感度をもっているため、日射の大部分を測ることができる。また温度に対しても、セレン光電池より強い。

太陽電池に色フィルターをつけたのは、赤フィルターは可視部の感度を減ずるため、緑フィルターは赤外部の感度を減ずるためであるが、多少誤差が多くなっただけで、それほど効果はないようである。緑フィルターのばあい、セレン光電池と似たような結果を期待したのであるが、用いたフィルターが淡く、赤外部をカットすることがほとんどできなかった。また赤フィルターはかなり可視部をカットするが、赤外部の多いときは全体の日射量も多いという関係があるため、相対的には色フィルターなしのばあいと、大差ない結果になったものであろう。

さて筆者らのねらいは、析出量を推定するのが目的ではなく、析出量と気温から積算日射量を推定するのが目的である。したがって、日射量を従属変数としたばあいの推定式を求めなければならない。表-2はその重回帰分析の結果を示したものである。

このばあいの重相関係数は、セレン光電池が 0.86、太陽電池は色フィルターなしが多少大きいが大差なく 0.96 である。また偏相関係数をみると、気温を固定したばあい析出量と日射量は高い正の相関を示すが、一方

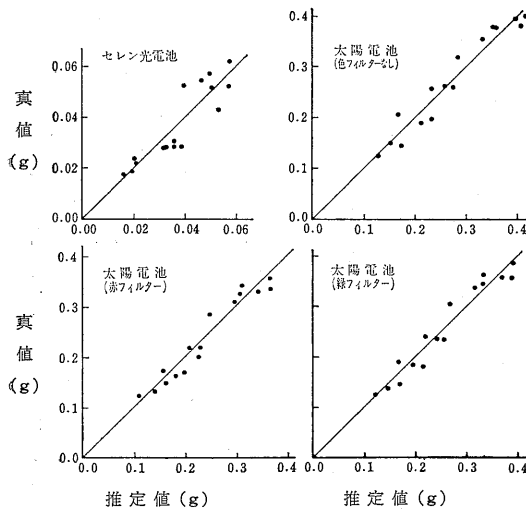


図-2. 析出量推定値と真値との関係

表-2. 日射量を従属変数としたばあいの重回帰分析

		相 関 係 数 行 列			重相関係数	偏相関係数	常 数	係 数 (標準誤差)
		析出量 $S_i$	平均気温 $T$	日射量 $R$				
セレン光電池	$S_1$ $T$ (標準誤差)	1.0000	0.5638 1.0000	0.6587 -0.0834	0.8586	0.8575 -0.7319	2038.57	40.521 -73.632 (330.61)
太陽電池 (色フィルターなし)	$S_2$ $T$ (標準誤差)	1.0000	0.4828 1.0000	0.7997 -0.0834	0.9627	0.9625 -0.8930	1646.27	6.669 -67.614 (174.36)
太陽電池 (赤フィルター)	$S_3$ $T$ (標準誤差)	1.0000	0.4338 1.0000	0.8258 -0.0834	0.9603	0.9600 -0.8691	1526.26	7.570 -60.008 (179.94)
太陽電池 (緑フィルター)	$S_4$ $T$ (標準誤差)	1.0000	0.4585 1.0000	0.8119 -0.0834	0.9602	0.9600 -0.8783	1598.04	7.028 -63.730 (180.07)

析出量を固定すると平均気温と日射量は高い負の相関があるため、推定日射量は気温のため足を引っぱられていることがわかる。

ままと同様、分析の結果得られた常数、係数を用い、積算日射量の推定式を求めるとつぎのようになる ( $\hat{R}_1$  はセレン,  $\hat{R}_2$  は太陽電池の色フィルターなし,  $\hat{R}_3$  は同赤フィルターつき,  $\hat{R}_4$  は同緑フィルターつきのばあいの推定積算日射量,  $S_i$  はそれぞれの析出量,  $T$  は平均気温で、単位はままと同じ)。

$$\hat{R}_1 = 40.521S_1 - 73.632T + 2038.57 \dots\dots\dots (5)$$

$$\hat{R}_2 = 6.669S_2 - 67.614T + 1646.27 \dots\dots\dots (6)$$

$$\hat{R}_3 = 7.570S_3 - 60.008T + 1526.26 \dots\dots\dots (7)$$

$$\hat{R}_4 = 7.028S_4 - 63.730T + 1598.04 \dots\dots\dots (8)$$

図-3は、上式を用いて算出した推定値と、実測値との関係を示したものである。これを見ると、セレン光電池のばあいはやはり芳しくないが、太陽電池のばあいは、いずれもかなり高い精度で推定できることがわかる。平均値に対する標準誤差の割合(変化率)は、セレン光電池のばあい 14.1% と大きいのが、太陽電池では色フィルターなしが 7.4%、他はいずれも 7.7% で、この程度の精度があれば実用上充分といえよう。

む す び

以上の結果、銅電量計を応用したきわめて簡単な装置で、ある期間の積算日射量(絶対値)の測定ができることがわかった。このばあい光電素子としてセレン光電池を用いると精度が悪いが、シリコン太陽電池を用いるとかなりの精度(平均して約 7% で、10% を越すことはまれである)で測定できることがわかった。

ただし温度(気温で代用)を測定し、それによって補正する必要がある。気温の測定は、やはり銅電量計を応用

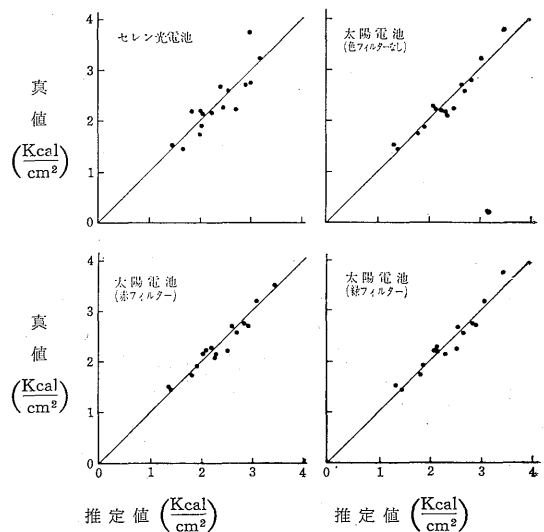


図-3. 日射量推定値と真値との関係

した温度の積算計<sup>3)</sup>を用い、これを日射積算計に組合わせることもできよう。しかし近くにある観測所の資料を標高補正して用いても、それほど誤差は大きくならないと思われる(温度が 1°C 違ってても誤差は 2~3% である)。

この装置は構造が簡単で手細工でもでき、費用も 2~3 千円で済むので多数用いることができる。したがって局地的な日射量の差などを調査するには便利と思われる。

文 献

- 1) 小島忠三郎・北田健二: 簡単な日射積算計とこれを用いた林内日射量(照度)の連続測定. 日林誌 49: 69~72, 1967
- 2) 小島忠三郎・北田健二: 林内照度の連続測定例. 日林誌 50: 295~296, 1968
- 3) 小島忠三郎: 銅電量計を応用した気象要素の積算計の試作. 日林誌 44: 287~291, 1962

(1970年5月1日受理)