

## 日射量欠測値の補間方法の検討\*1

北村兼三\*2・萩野裕章\*3・黒川 潮\*2・壁谷直記\*2

北村兼三・萩野裕章・黒川潮・壁谷直記：日射量欠測値の補間方法の検討 九州森林研究 69：175－176, 2016 森林における微気象観測での日射量の欠測値を補間する方法を検討するため、地域気象観測システム（アメダス）の日照時間データから全天日射量の時間データを推定することを検討した。その結果、推定式の独立変数が日照時間のみでも日照時間が0時間の場合や降水の有無で条件分けをすれば推定式の精度が改善され、欠測の補間を目的にするのであれば実用上十分な推定が可能であるといった結果が得られた。

キーワード：日射量、欠測補間、アメダス

## I. はじめに

森林における微気象の長期連続観測では機器の不調などから測定データの欠測がしばしば生じる。森林気象の解析では1時間程度の時間分解能の連続した気象データが必要となる。特に全天日射量は、地表面に対する入力エネルギーの主要な部分を占め周辺微気象の形成に大きく作用する主要な気象要素であり、連続したデータが必要となる。そのため全天日射量が欠測した場合の補間（穴埋め）は必要不可欠なデータ処理である。欠測値の補間では、気象庁が公開している気象台や地域気象観測システム（アメダス、AMeDAS）のデータ（I）がしばしば参照される。全天日射量は気象庁の管区気象台（全国で6箇所）、地方気象台（全国で50箇所）で観測している（I）が、観測点は主に県庁所在地に位置しており、森林を対象とする観測地は気象台から離れている場合が多い。水平方向の位置の違いによる雲量等の差異を考えると、気象台の全天日射量のデータを用いて離れた観測地の1時間分解能の全天日射量を補間するのは誤差が大きくなると予想される。一方、降水量、風向風速、気温および日照時間を観測しているアメダスは全国に約840か所（約21 km 間隔）（I）あることから山間地域の観測地から比較的近い距離にいずれかのアメダスが位置する可能性が高い。しかしアメダスでは日照時間は観測しているが全天日射量は観測していないため日照時間から全天日射量を推定しなければならない。アメダスの日照時間データから全天日射量の日平均値を求める式は提案されているが（2）、1時間値を求める式は提案されていない。

本報告は、アメダスデータを用いた全天日射量の欠測値補間方法の可能性を検討することを目的にアメダスの気象観測要素のみから1時間間隔の全天日射量の推定を試みたものである。

## II. 方法

気象庁が公開する気象データ（I）の熊本地方気象台のデータを用いて解析を行った。熊本気象台は、北緯33.112度、東経

130.693度、標高38 mに位置する。使用したデータは2011年の全天日射量、日照時間および降水量の1時間値である。ただし、日照時間は10分値のデータから1時間積算値を算出した。また、地上における快晴時の全天日射量の瞬間値  $S_d$  ( $Wm^{-2}$ ) を式（1）から計算した（2）。 $S_d$  の値は1分毎に算出し、毎正時で区切られる60個の瞬間値の平均値を  $S_d$  の1時間値とした。

$$S_d/S_{0d} = (C_1 + 0.7 \cdot 10^{-m \cdot F_1})(1 - i_1)(1 + j_1) \quad (1)$$

$$C_1 = 0.21 - 0.2 \cdot \beta_{Dust}$$

$$m = (p/p_0) \cdot \sec \theta$$

$$F_1 = 0.056 + 0.16 \cdot (\beta_{Dust})^{1/2}$$

ここで、 $S_d$ ：地上における快晴時の全天日射量の瞬間値、 $S_{0d}$ ：大気上端における水平面日射量、 $\beta_{Dust}$ ：大気の混濁係数（=0.03）、 $m$ ：太陽の光路長、 $p$ ：地上の気圧、 $p_0$ ：標準気圧、 $\theta$ ：太陽の天頂角、 $(1 - i_1)$ ：可降水量に関する項、 $(1 + j_1)$ ：アルベドに関する項である。本報告ではアメダスの観測項目のみから全天日射量を推定することを目的としていることから、 $(p/p_0)$  を1とし、 $(1 - i_1)$  と  $(1 + j_1)$  は省略した。

日照時間  $T_{sd}$  と  $S_{dk}/S_d$ （全天日射量の観測値  $S_{dk}$  と地上における快晴時の全天日射量  $S_d$  の比）の関係から回帰直線を求め、その回帰直線式を用い  $T_{sd}$  を独立変数として全天日射量の推定値  $S_{dke}$  を求める式を式（2）のように導いた。

$$S_{dke}/S_d = a + b \cdot T_{sd} \quad (2)$$

ここで、 $a$ ,  $b$  は回帰係数

さらに、全天日射量の推定値  $S_{dke}$  と全天日射量の観測値  $S_{dk}$  を比較し推定精度を検証した。

## III. 結果と考察

日照時間  $T_{sd}$  と  $S_{dk}/S_d$ （全天日射量の観測値  $S_{dk}$  と地上における快晴時の全天日射量  $S_d$  の比）の関係を図-1に示す。この図から  $T_{sd}$  が0より大きい場合は  $T_{sd}$  と  $S_{dk}/S_d$  はある程度相関性が見られるが  $T_{sd}$  が0時間の場合は  $S_{dk}/S_d$  のばらつきが大きくなった。このことから  $T_{sd}$  と  $S_{dk}/S_d$  の関係を  $T_{sd}$  が0時間の場合と0より

\*1 Kitamura, K., Hagino, H., Kurokawa, U. and Kabeya, N.: Gap-filling test of solar radiation data using AMeDAS data.

\*2 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Ctr., For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan.

\*3 森林総合研究所 For. & Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687, Japan.

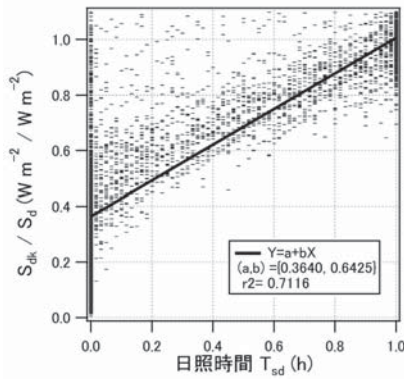


図-1. 日照時間  $T_{sd}$  と  $S_{dk}/S_d$  (全天日射量の観測値  $S_{dk}$  と地上における快晴時の全天日射量  $S_d$  の比) の関係

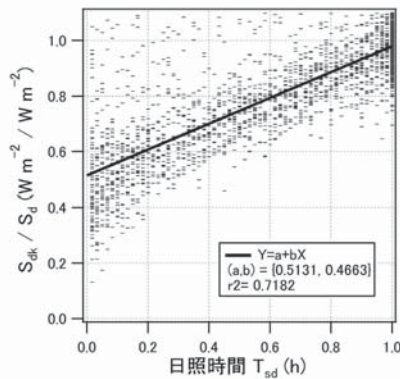


図-2. 日照時間  $T_{sd}$  と  $S_{dk}/S_d$  (全天日射量の観測値  $S_{dk}$  と地上における快晴時の全天日射量  $S_d$  の比) の関係 ( $T_{sd} > 0$  の場合)

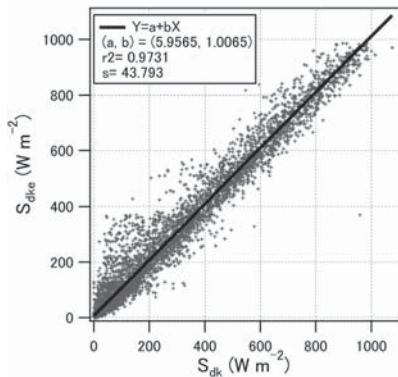


図-3. 全天日射量の推定値  $S_{dke}$  と観測値  $S_{dk}$  の関係 (1時間値)

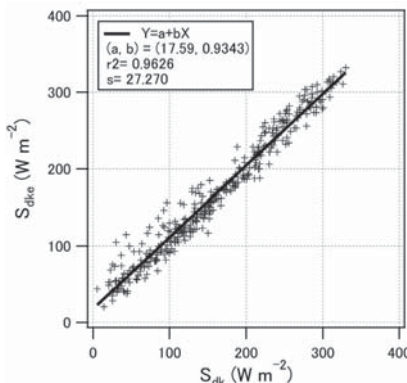


図-4. 全天日射量の推定値  $S_{dke}$  と観測値  $S_{dk}$  の関係 (日値)

大きい場合で分けて推定式を求めることにした。図-2に  $T_{sd}$  が 0 より大きい場合の  $T_{sd}$  と  $S_{dk}/S_d$  の関係を示す。相関係数は 0.8 以上で高く、さらに図-1の場合に比べ  $T_{sd}$  が小さい値でも回帰直線が散布図の中心に近いところを通ることが示された。 $T_{sd}$  が 0 の場合は、さらに降水 ( $P_{re}$ ) がある場合と無い場合に分けて  $S_{dk}/S_d$  の値を平均した。降水がない場合は  $S_{dk}/S_d$  の平均は 0.3672 (標準偏差  $s = 0.2234$ ) となり、降水がある場合は  $S_{dk}/S_d$  の平均は 0.1266 (標準偏差  $s = 0.0888$ ) となった。以上の回帰直線などの結果から全天日射量の推定式を (3), (4) および (5) 式の様に決定した。

$$S_{dke}/S_d = 0.5131 + 0.4663 \cdot T_{sd} \quad (T_{sd} > 0) \quad (3)$$

$$S_{dke}/S_d = 0.3672 \quad (T_{sd} = 0, P_{re} = 0) \quad (4)$$

$$S_{dke}/S_d = 0.1266 \quad (T_{sd} = 0, P_{re} > 0) \quad (5)$$

式 (3), (4) および (5) で推定した全天日射量  $S_{dke}$  と全天日射量の観測値  $S_{dk}$  の関係を図-3に示す。回帰直線の傾きが約 1 で 1:1 の直線に近いことから推定式としては良好なものであると考えられる。しかしながら、実測値  $S_{dk}$  が  $400 \text{ Wm}^2$  以上のときは推定値  $S_{dke}$  が  $S_{dk} \pm 100 \text{ Wm}^2$  に収まるものの、実測値が  $400 \text{ Wm}^2$  以下のときは推定値が過大となる場合が多く見られた。これは  $T_{sd}$  が 0 で散乱日射が相対的に小さい場合 (厚い曇に覆われた場合など) におけると考えられる。 $T_{sd}$  が 0 の場合の推定式は改善の必要がある。

本報告の目的は 1 時間値の推定であるが、参考までに 1 時間推定値から求めた日平均の全天日射量の推定値と実測値の関係を図-4に示す。日単位ではおおむね正確に推定が可能であると考えられる。

## VI. おわりに

アメダスデータによる全天日射量の補間方法について検討するため、熊本気象台の全天日射量、降水量および日照時間のデータを用いて日照時間および降水量のみから全天日射量の 1 時間値を推定することを試みた。その結果、全天日射量が  $400 \text{ Wm}^2$  以上のときは  $\pm 100 \text{ Wm}^2$  に収まる範囲で推定できたが  $400 \text{ Wm}^2$  以下のときは推定値と実測値の相対的な差が大きくなり、推定方法としては課題が残った。しかしながら、欠測値が生じる期間は 1 年間の中では短い期間であるため今回の推定方法は欠測の補間を目的にするのであれば実用上十分であると思われる。

今回は全天日射量と日照時間のデータが同一の観測地の場合のみ解析し実験式を得た。この実験式が他の場所に適用できるか検証する必要がある。さらに九州内の気象台において同様の検討を行い実験式の地域的な差異の有無について調べる予定である。

## 引用文献

- (1) 気象庁 (2015) 気象庁ホームページ, <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>, 参照 2015-10-01.
- (2) 近藤純正 編 (1994) 水環境の気象学, 350 pp, 朝倉書店, 東京.

(2015 年 11 月 20 日受付; 2016 年 2 月 10 日受理)