

日照時間のデータを用いた日射量の推定 — 筑波大学水理実験センターの事例 —

Estimation of the Solar Radiation by using the Sunshine Duration data
— the case at the ERC —

宮岡 健吾*

Kengo MIYAOKA *

I はじめに

熱収支解析を行なうに際しては、入力となる日射量、大気放射を求めることがまず必要である。一方、AMeDASの観測地点では風向、風速、降水量、気温、日照時間しか観測されていない。そのため広域面での解析を行なう際には、これらの要素を用いて日射を推定する必要がある。

日射量を算出する方法としては①快晴時の日射量、②大気上端での入射量のいずれかを入力として、①雲量もしくは②日照時間と可照時間の関数として算出する方法がある。今回は近藤ほか(1991)にならってAMeDASデータを使用することを想定し、大気上端での入射量を入力として、日照時間と可照時間から実日射量を算出する方法を適用した。

II これまでの研究

今回行なった「大気上端での入射量を入力として、日照時間と可照時間から実日射量を算出する方法」は例えば Black *et al.* (1954) や Glover and McCulloch (1958) などがある。これらでは、世界の任意の地点で得られた観測値を用いて解析が行なわれている。ここでは緯度の違いや対象とする期間の違いによって式に含まれる定数が変わることなど

が明らかにされている。また、吉田(1978)では、気象官署のデータを用い、さらに積雪、大気汚染度等を考慮しながら年々の変動について日本全国を対象に行なっている。

近藤ほか(1991)では晴天日と曇天日の違い、また日照計のシステムの違い(ジョルダン式、回転式、太陽電池式)による定数の違いを考慮して日射量を算出している。また、石平ほか(1997)では地形起伏による日射の入射角を考慮した実入射量を算定し、さらにそれを分布型、集中型、マクロ型といったそれぞれの空間処理法での結果を検討している。

また他にも、日射量は特に熱収支解析、積雪融雪解析等の際、一つの指標となるものであり、水収支法による蒸発量との対応(鈴木 1985)、計器蒸発量と日照時間からの日射量の推定(近藤、徐 1996)などの研究例がある。

III 使用データ

今回はこの方法の適用可能性の試験として行なったため、熱収支、水収支各項が常時観測されている筑波大学水理実験センターのデータを使用した。対象期間は日照時間と日射量の欠測値の少ない1992年を選定して解析を行なった。さらに1997年のデータも参考のため使用した(今回は詳細省略)。解析の

*東京都立大学 理学研究科 地理科学専攻

時間間隔はどちらも日単位である。

IV 計算式

入力放射を以下の式で推定する。

$$S_d^\downarrow / S_{d0}^\downarrow = a + b(N/N_0) \quad (1)$$

ここで観測データは日照時間 N で、大気上端日射量 S_{d0}^\downarrow 、可照時間 N_0 は理論値である。さらに a 、 b について近藤ほか (1991) では回転式日照計について以下のような推定式を作成している。

$$S_d^\downarrow / S_{d0}^\downarrow = 0.244 + 0.511(N/N_0) \quad (2)$$

ただし、 N/N_0 が 0 の日を曇天日として以下の式を用いている。

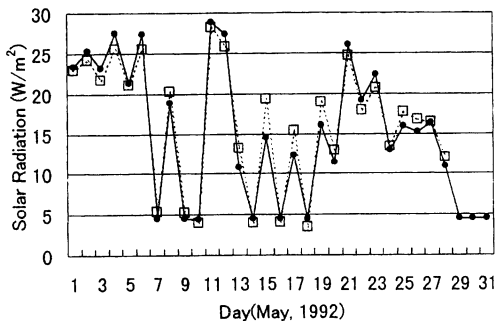
$$S_d^\downarrow / S_{d0}^\downarrow = 0.118 \quad (3)$$

その他詳細に関しては、近藤ほか (1991) を参照。

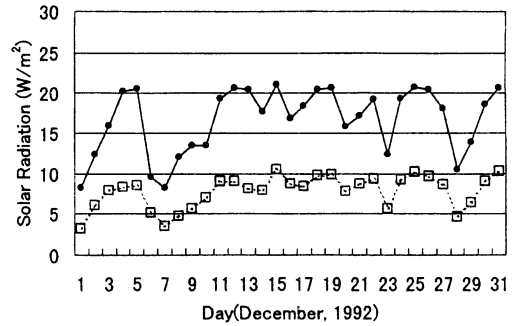
V 計算結果

1) 先行研究の適用

まず近藤ほか (1991) の通りに (2)、(3) 式を用いて N から S_d^\downarrow を求めた。第 1 図はもっとも対応の良好な月、第 2 図は最も対応の悪かった月の時系列を示している。対応の悪い月に関しては特徴として理論値が大きくなる傾向がある。次に標準誤差を求め、それに基づいて検討した。

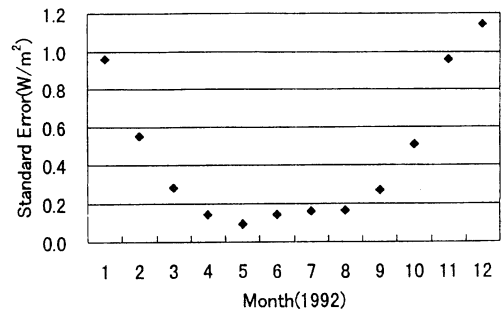


第 1 図 筑波大学水理実験センターにおける日射量の計算値と観測値との比較。黒丸実線が計算値、四角白抜き点線が観測値である。(1992年5月)



第 2 図 筑波大学水理実験センターにおける日射量の計算値と観測値との比較。凡例は第 1 図と同じ。(1992年12月)

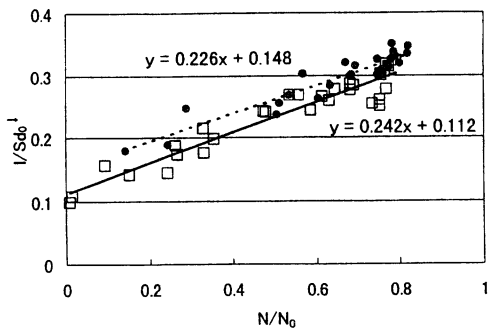
この結果から冬季の 11、12、1 月に関して精度が悪いことが確認された (第 3 図)。1997 年についてもほぼ同様の結果が見られた (図省略)。この原因は式 (1) に用いた a 、 b の値について年間を通じて一定としたために生じたと考えられる。次に対応の悪い月について検討してみる。



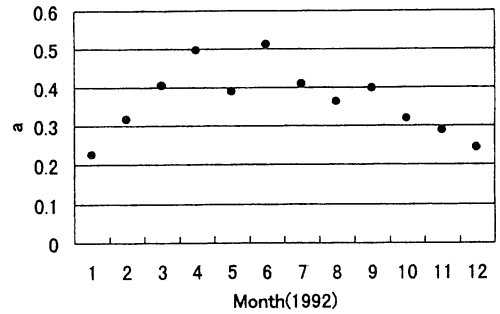
第 3 図 日射量についての観測値と計算値との間の標準誤差。月単位で集計。

2) 日射量と日照時間の関係

対応の悪かった月に関して I/S_{d0}^\downarrow と N/N_0 の間に線型の関係があるかを調べた。 I は実測された日射量である。第 4 図に示すように I/S_{d0}^\downarrow と N/N_0 の間にはほぼ比例の関係があることが確認された。



第4図 N/N_0 と I/S_0^1 の関係. 図中の式はそれぞれの月の近似式. 黒丸, 点線は1月, 四角白抜き, 実線は12月の値と近似線.

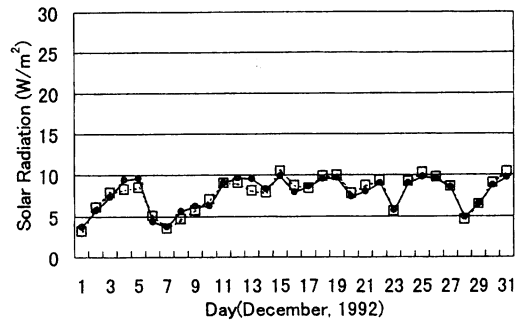


第5図 式(1)の a の値の季節変化. 各値とも観測日射量と一致するように設定したもの.

3) 再計算

式(1)において本来求めるべき値である計算値の部分に実測日射量を代入し, 逆算して係数 a , b の値を月ごとに算出した(第1表). ここで第5図に見られるように季節によって a の値は変化することが確認された.

次に月ごとに a , b を変えながら日射量の算出を行った. 第6図は最も誤差の大きかった12月の場合であるが, 図から読み取れるように, 計算値と実測値との誤差はほとんどなくなった.



第6図 日射量について再計算した計算値と観測値との比較. 第2図と同じ月のもので凡例の形式も同様.

第1表 観測日射量から作成した日射量と日照時間との間の関係式. 月ごとに集計. R^2 乗はこの式を用いて算出した計算日射量と観測値との間の R^2 乗値.

month	近似式	R^2 乗
1月	$I / S_0^1 = 0.226 N/N_0 + 0.148$	0.883
2月	$I / S_0^1 = 0.316 N/N_0 + 0.167$	0.911
3月	$I / S_0^1 = 0.404 N/N_0 + 0.197$	0.871
4月	$I / S_0^1 = 0.496 N/N_0 + 0.198$	0.933
5月	$I / S_0^1 = 0.388 N/N_0 + 0.320$	0.942
6月	$I / S_0^1 = 0.511 N/N_0 + 0.264$	0.853
7月	$I / S_0^1 = 0.408 N/N_0 + 0.271$	0.803
8月	$I / S_0^1 = 0.361 N/N_0 + 0.279$	0.859
9月	$I / S_0^1 = 0.396 N/N_0 + 0.207$	0.823
10月	$I / S_0^1 = 0.318 N/N_0 + 0.174$	0.856
11月	$I / S_0^1 = 0.287 N/N_0 + 0.108$	0.827
12月	$I / S_0^1 = 0.242 N/N_0 + 0.117$	0.912

VI まとめ

日照時間と大気上端の日射量から直達日射量を計算した. 冬季以外の季節では近藤ほか(1991)が仙台管区気象台のデータを使って求めた関係式からほぼ推定することができた. 冬季については関係式中の定数を変えることで比較的良好な精度で算出できることが見込まれた. この関係を使う際の注意点としては, 対象とする場所, 時間間隔によって定数 a , b を変えなければならないことのようなのである. そのため実際の解析を行なう際には, 実日射量がある程度参照できることが望ましい.

謝辞

本研究を行なうにあたり, 筑波大学水理実験センターの新村典子氏, 山本憲志郎氏にはデータの提供

など協力をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

また、論文の査読をしていただいた東京都立大学の増田耕一助教授にお礼申し上げます。

文 献

石平博, 小池俊雄, 陸旻皎, 早川典生 (1997): 起伏地形における短波放射フラックスのマクロモデル化. 水文水資源学会誌, **10**, 537-546
近藤純正, 徐健青 (1996): 蒸発計蒸発量と日照時間から推定した放射量. 天気, **43**, 613-622
近藤純正, 中村亘, 山崎剛 (1991): 日射量および下向き大気放射量の推定. 天気, **38**, 41-48
鈴木雅一 (1985): 短期水収支法による森林流域か

らの蒸発量推定. 日林誌, **67**, 115-125

吉田作松, 篠木誓一 (1978): 日本における月平均全天日射量およびその年々の変動度のマップの作成. 天気, **25**, 375-389

Black, J. N., Bonython, C. W., and Prescott, J. A. (1954): Solar radiation and the duration of sunshine. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc*, **80**, 231-235

Glover, J., and McCulloch, J. S. G. (1958): The empirical relation between solar radiation and hours of bright sunshine in the high-altitude tropics. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc*, **84**, 56-60