

II-19

日照時間による日射量算定手法の開発

長岡技術科学大学 ○学生員 橋本 大
 長岡技術科学大学 学生員 坂本和則
 長岡技術科学大学 正 員 小池俊雄
 北見工業大学 正 員 佐渡公明

はじめに 積雪地域における放射収支環境は、融雪に関わる熱収支を考える上で重要な課題である。放射収支は、雪面でのアルベド、地形、雲などの影響を受け、入力となる日射量によって強く支配されている。積雪地域が多く位置する日本海側では一般に冬期日射量が少ないが、同じ積雪地域でも北海道北見市などでは、冬期晴天日が多く、積雪地域における日射量の時空間分布の変動性は大きい。しかし、日射量の地理的分布および季節変化を知るには、全国67ヶ所の気象官署における日射量データからだけでは不十分である。そこで放射収支環境比較の基礎的検討として、全国のAMeDAS観測点のうち約900ヶ所で計測されている日照時間を用いた日射量算定手法を検討した。用いた資料は、積雪の影響を受けると考えられる根室、札幌、秋田、宮古、輪島、松本の計6ヶ所の1987年11月から1988年4月のデータで、気象庁輻射係および統計室より提供を受けた。日射量の算定は、(1)1日当りの全天日射量算定、(2)1日当りの直達・散乱日射量の算定、(3)1時間当りの直達・散乱日射量の算定、の三段階からなる。

(1)1日当りの全天日射量算定 1日当りの全天日射量(H)の算定式は、日照率を用いて、従来より式(1)で表されている。¹⁾

$$H/H_o = a + b \cdot (n/N) \quad (1)$$

ここで、 H_o は単位時間当りに水平面に入射する大気外放射量である。6都市について各月毎に式(1)を適用したところ、それぞれの都市については月毎では係数a、bに大きな変化はみられず、全期間で一つの式を用いることが可能であるが、都市間では算定式が異なることが示された。図1に式(2)によって推定された札幌における全天日射量と観測日射量の関係を示す。

$$H/H_o = 0.233 + 0.458 \cdot (n/N) \quad (2)$$

(2)1日当りの直達・散乱日射量の算定 I_{qbal} は月平均日照率を用いて月平均散乱日射量(H_{dm})を式(3)によって算定している。²⁾

$$H_{dm}/H_o = c - d \cdot (n_m/N_m) \quad (3)$$

本稿では、式(3)を1日当りの散乱日射量算定に用いて、対象とする6都市・6ヶ月に適用したところ、地域や季節毎に係数c、dに大きな変化がないことが確かめられたので、散乱日射量算定式として式(4)を使用した。

$$H_d/H_o = 0.976 - 0.820 \cdot (n/N) \quad (4)$$

図2に式(4)によって推定した札幌における散乱日射量と観測日射量の関係を示す。なお、1日当りの直達日射量(H_b)は全天日射量と散乱日射量の差から式(5)によって算定できる。

$$H_b = H_o - H_d \quad (5)$$

(3)1時間当りの直達・散乱日射量の算定 (2)で得られた直

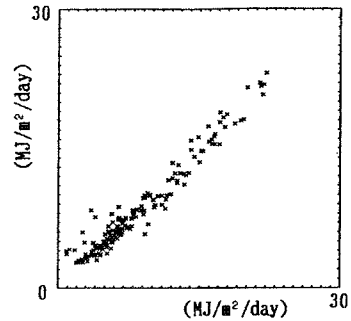


図1 日全天日射量算定結果(札幌)

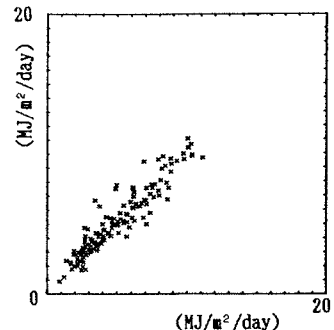


図2 日散乱日射量算定結果(札幌)

達・散乱日射量の時間配分に当たって、内嶋・清野は時角の余弦の2次関数を用いた分配式を提案している。³⁾一方小池らは、内嶋・清野の式に1時間当りの日照率による重み付けを付加した1時間当りの直達・散乱日射量算定手法を提案している。⁴⁾しかし、この手法を北海道北見市に適用したところ、算定時間日射量が観測値と比較して、南中時付近で過大となり、日の出・日の入り付近で過小となることが、佐渡・小池により示された。⁵⁾この原因として、1日当りの散乱日射量を1時間当りの日照率を用い重み付けして時間配分すると、実際の散乱日射量の時間変化に比較して計算値が鋭敏に変化することが上記6都市の解析結果より明らかとなったので、散乱日射量には日照率による重み付けを加えず内嶋・清野による配分のみとした。すなわち、時角 ω に対する1時間当りの直達日射量($q_b(\omega)$)・散乱日射量($q_d(\omega)$)はそれぞれ式(6)、(7)で与えられる。

$$q_b(\omega) = \{n'(\omega) \cdot f_b(\omega) / \sum n'(\omega) \cdot f_b(\omega)\} \cdot H_b \quad (6)$$

$$q_d(\omega) = f_d(\omega) \cdot H_d \quad (7)$$

ただし、 $n'(\omega)$: 時角 ω における日照率、 $f_b(\omega)$ 、 $f_d(\omega)$: 内嶋・清野による直達・散乱日射量の日変化算定のための重み関数

しかし、式(6)、(7)における $f_b(\omega)$ 、 $f_d(\omega)$ は日の出時刻以後・日の入り時刻以前において $f_b(\omega) < 0$ 、 $f_d(\omega) < 0$ となり、実際には日射量が観測されている時刻においても $q_b(\omega) < 0$ 、 $q_d(\omega) < 0$ となることが解析結果より確かめられたため、日の出・日の入り時刻間の任意時刻における直達・散乱日射量の配分率の合計が1となるように直達日射量の配分率 $f_b'(\omega)$ 、散乱日射量の配分率 $f_d'(\omega)$ を式(8)に示すように決定した。

$$f_i'(\omega) = A_i \cdot \cos^2(90/\omega_g \cdot \omega) + B_i \cdot \cos(90/\omega_g \cdot \omega) \quad (8)$$

$$A_i = 0.0227 \cdot (45/\omega_g - C_i) \quad (8-1) \quad B_i = 1.0227 \cdot (C_i - 1/\omega_g) \quad (8-2)$$

$$C_b = -1.712 \cdot 10^{-3} \cdot \omega_g + 0.308 \quad (9) \quad C_d = -1.755 \cdot 10^{-3} \cdot \omega_g + 0.307 \quad (10)$$

ここで、 $i=b, d$ である。また、 ω_g は日の出・日の入りの時角であり、係数 C_i は ω_g と南中時刻配分率との関係から直達・散乱日射量それぞれに対して求めたものである。なお、1時間当りの全天日射量($q_o(\omega)$)は式(11)で得られる。

$$q_o(\omega) = q_b(\omega) + q_d(\omega) \quad (11)$$

図3は式(6)から(10)により算定した6都市における解析結果の内、札幌における直達・散乱・全天日射量の日変化の算定結果であり、本稿で提案した日射量配分式の適合性が良いことが示された。

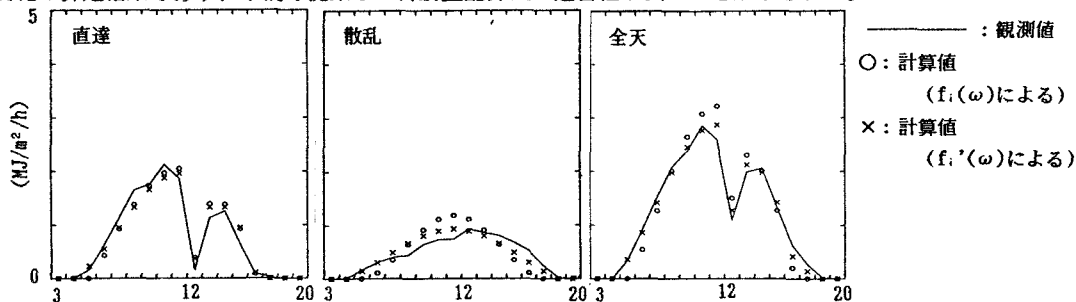


図3 AMeDAS日照時間データによる時間日射量算定結果(札幌 4/28)

謝辞 本研究は文部省「人間環境系」重点領域研究「寒冷都市における利雪・親雪計画のための環境指標」(代表 小池)による。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1)大槻・他: 太陽エネルギーの分布と測定、学会出版センター、1987。2)M.Iqbal: A Study Of Canadian Diffuse and Total Solar Radiation、Solar Energy Vol.22、1979。3)清野・内嶋: 複雑地形地(阿蘇カルデラ)における太陽放射資源量の評価、農業気象41(3)、1985。4)小池・他: 魚野川流域における融雪流出解析の総合化、土木学会第33回水理講演会論文集、1987。5)佐渡・小池: 寒冷都市における放射収支環境、環境科学シンポジウム講演要旨集、1989。