

日射量を用いた CIE 標準一般天空の天空タイプ推定手法に関する研究

STUDY ON IDENTIFYING THE SKY TYPES RECOMMENDED AS CIE STANDARD GENERAL SKY BY MEASURED FLUX OF SOLAR RADIATION

細淵 勇人*1, 吉田 治典*2, 上谷 芳昭*3

Hayato HOSOBUCHI, Harunori YOSHIDA and Yoshiaki UETANI

In this paper, by using the sky luminance distribution model of the CIE standard general sky in place of the measured sky radiance distribution, the authors propose the method of identifying the sky types of the CIE standard general sky using values of horizontal global sky radiation (E_{gh}), normal direct solar radiation (E_{nd}), without measuring the sky radiance distribution which is measured rarely.

1) The sky type of CIE standard general sky is determined by the set of parametrised Gradation and Indicatrix functions. So, to identify the set of parameter values of Gradation function and that of Indicatrix function, the regression curves are fitted to the correlation between the sun's height and E_{gh} in Gradation functions and the correlation between E_{nd} and E_{gh} in Indicatrix functions respectively in each sky type.

2) Using the relation between the fitted regression curves and the sun's height and i) E_{gh} in Gradation function, and ii) E_{nd} in Indicatrix function, the set of parameter values of Gradation function and that of Indicatrix function are identified.

By the each set of parameter values of two functions, the sky type is identified. And, using the sky radiance distribution of the identified sky type, the vertical irradiance values are calculated.

Keywords: Sky Radiance Distribution, CIE Standard General Sky, Sky Type, Vertical Irradiance
天空放射輝度分布, CIE 標準一般天空, 天空タイプ, 鉛直面日射量

1. 序

昼光・日射分野の気象モデルの研究では、天空輝度分布、天空放射輝度分布を、晴れから曇りに至る天空状態の違いを考慮し、いくつかの天空タイプに分類してモデル化するのが一般的である¹⁾²⁾³⁾。これらのモデルのうち、輝度階調関数 (Gradation function) と散乱関数 (Indicatrix function) という二つの関数によって、晴天から曇天空を 15 の天空タイプで表す Kittler, Perez ら⁴⁾ の相対天空輝度分布のモデルは国際照明委員会 (Commission Internationale De L'eclairage(CIE)) により標準一般天空⁵⁾ として採用されている。

筆者らは、熱環境予測において現在一般的に一律であると仮定される天空放射輝度分布に、この標準一般天空モデルを流用し、次のことを示した⁶⁾。1) 15 の天空タイプと測定値との差の RMSE (Root Mean Square Error) によって、測定された天空放射輝度分布に一番近い天空タイプ (近似タイプ) を決定すれば、これより実際の天空放射輝度分布から得られる方位別鉛直面日射量により近い精密な方位別鉛直面日射量が求められる。2) 15 の天空タイプを出現頻度の高い 5 つの天空タイプに集約して方位別鉛直面日射量を求めても、測定された天空放射輝度分布より求めた方位別鉛直面日射量に対する相対誤差に大きな差はない。

天空タイプの推定には天空放射輝度分布の測定値が必要であるが、

天空放射輝度分布は通常測定されていないため、他の地域の分布を推定するには、通常よく測定されている気象要素を用いて、天空タイプを推定する手法の開発が必要である。そこで本報では、1) 水平面全日射量や、法線面直達日射量といった気象要素と、天空放射輝度分布の測定値に最も近い天空タイプ (近似タイプ) の関係を見出して、その関係より天空タイプを推定する手法を開発し、2) 推定した天空タイプを用いて東西南北四方の方位別鉛直面日射量を求め、天空放射輝度分布測定値から得られた方位別鉛直面日射量に対する相対誤差を分析し、その精度より本手法の妥当性を検証する。

2. 日射量・天空放射輝度分布の測定値

本研究では、CIE の国際昼光測定プログラム (CIE-IDMP(International Daylight Measurement Programme)) に準拠して、京都大学で測定を行っている気象データのうち、2001年1月1日から2001年12月31日までの1年間の天空放射輝度分布、天空輝度分布、水平面全日射量、法線面直達日射量データを用いて分析を行う。表1に測定項目及び測定機器、表2に測定地点の概要を示す。分析に先立ち、毎日4:00から19:00まで(6月以降は20:00まで)の時間帯において15分間隔で自動測定した天空放射輝度と天空輝度分布の測定値、及び全日射計および直達日射計の1分間隔

*1 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻
博士課程・工修

*2 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 教授・工博

*3 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 助教授・工博

Graduate Student, Dept. of Global Environmental Eng., Grad. of Eng., Kyoto University, M. Eng.

Prof., Dept. of Urban and Environmental Eng., Grad. of Eng., Kyoto University, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Urban and Environmental Eng., Grad. of Eng., Kyoto University, Dr. Eng.