

紫外域放射伝達モデルの検証に関する研究 (第二報)

能登美之・坂本尚章 (札幌管区气象台観測課高層気象観測室)
青木輝夫 (気象研究所物理気象研究部)
島村哲也 (南極観測事務室)

1. はじめに

紫外域放射伝達モデル (Aoki et al., 2002) を使った紫外域日射量の計算結果と Brewer 分光光度計による観測結果との比較を行い、モデルの検証と改善を試みた。前回の報告 (坂本ほか, 2006) で明らかとなった問題点について改善が見られたので報告する。

2. 初期パラメータの問題点

前回の報告では、初期入力パラメータによる計算の結果 (図 1) ①波長毎の変動が大きい、②短波長側で観測値より小さくなっている (図 1 で左下がりに)、などの問題点を示した。

原因として、モデルと観測測器との波長ずれや、気温、大気密度の鉛直プロファイルの実測値との違いによるものと考えられた。

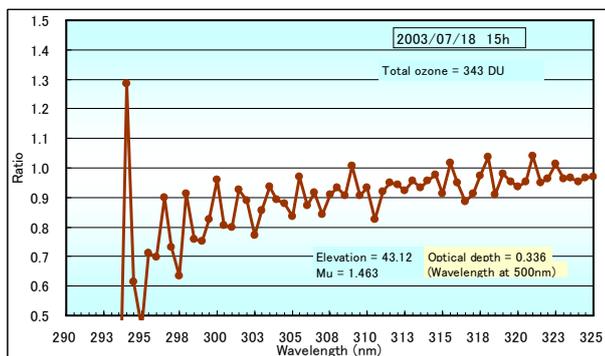


図 1 初期入力パラメータによる紫外域日射量の観測値との比較 (比: モデル計算値/観測値)

3. 観測測器との波長ずれの調整

1つ目の問題点の原因として考えられるモデルと観測値との波長ずれを調べた。Brewer 分光光度計の波長分解精度内で波長が一致していない可能性がある。これを調べるため 0.01nm 毎に波長をずらして計算を行い観測値と比較した。

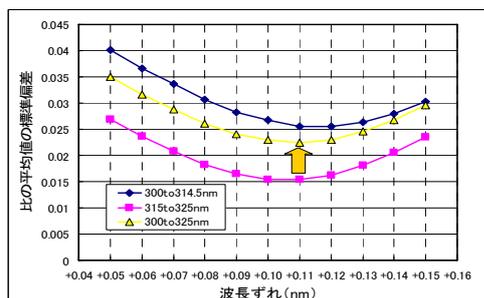


図 2 実測と計算結果の差の標準偏差

図 2 は波長をずらして計算したときの計算値と観測値との標準偏差を表し、横軸は計算時に波長をずらした量を表す。図から最も標準偏差が小さいのは、波長ずれが+0.11nm の場合で、これをモデルの波長ずれとしてパラメータに取り入れることにした。

4. 大気密度鉛直プロファイルの改良

初期パラメータのモデルでは、オゾンと気温の鉛直プロファイルはオゾンゾンデ観測値を使用した。大気密度の鉛直プロファイルは、中緯度域の夏または冬の標準大気モデルを用いていた。大気密度は各層における実際のオゾンの量 (分子数) を決めることから、標準大気モデルとゾンデによる実測値との間に差があった場合には、オゾンによる吸収の度合い異なるを生じる。

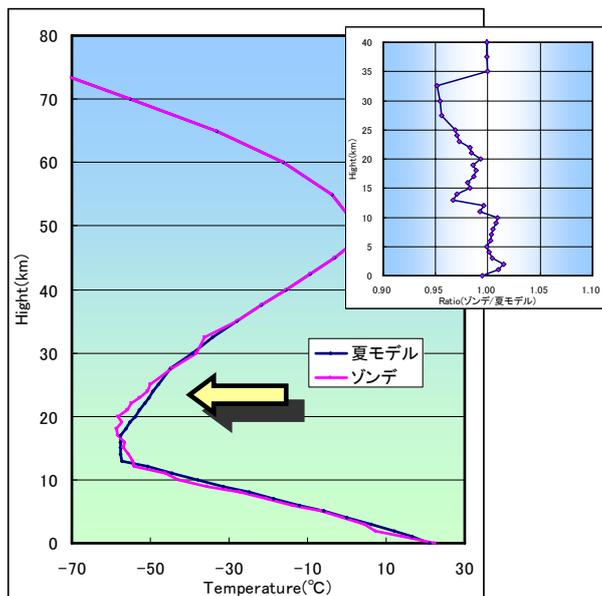


図 3 気温鉛直プロファイルの実測と夏モデルの違い。小図は比 (ゾンデ/夏モデル) を表す。

そこで、オゾンゾンデ観測の気温と気圧の観測結果から求めた大気密度のプロファイルに変更した。図 3 は夏モデル大気と実測の気温プロファイルを示す。オゾン分圧の大きい層 (オゾン層) でプロファイルに違いがあり、この層におけるオゾン量に影響していると見られる。

波長ずれの調整と大気密度の見直しによって、図 4 で示すように観測値との比 (●: 再計算後) において、1に近いフラットな分布となり再現性を向上することが出来た。

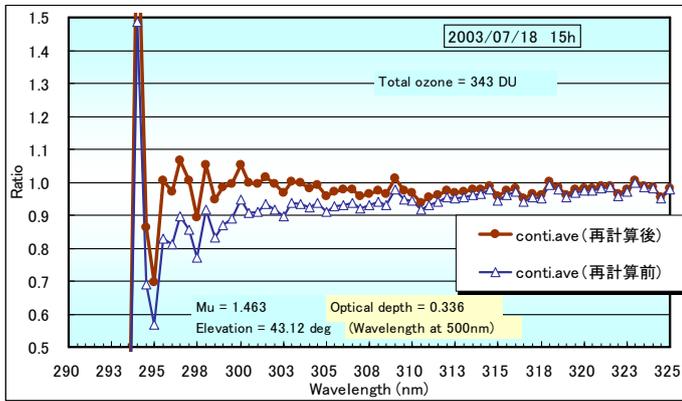


図4 調整後の紫外域日射量の観測値と計算値の比較 (比: モデル計算値/観測値)。

4. 地表面アルベドの効果

モデルの再現性の向上によって積雪による地表面アルベドの効果を調べることが可能となった。観測場所が市街地にあることを考慮し、アルベドが新雪とコンクリートの混合であることを仮定した。また、アルベド自身は紫外域ではオゾン量や太陽天頂角への依存性は小さい (Aoki et al.1999) ことから、一つの波長別アルベドを利用できると仮定した。図5は新雪の割合を変化させた場合の感度実験結果で、コンクリートの場合と比較したときの波長ごとの日射量の変化の割合である。新雪の割合が多くなるほど日射量が増加し、特に長波長側で著しく増加しており、日射量には波長の依存性が生じる。

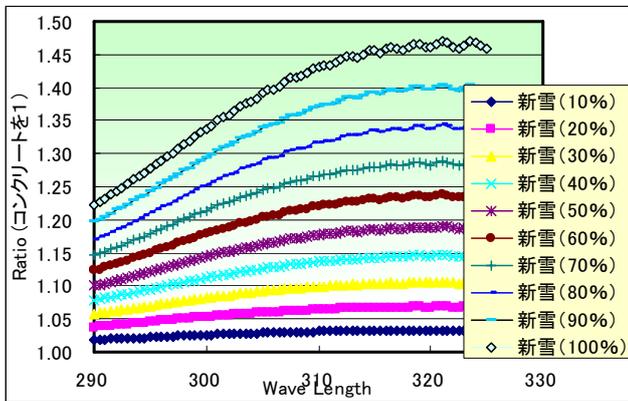


図5 アルベドの違いによる波長別の日射量の増加 (コンクリートに対する比)。

図6は日付に近い実際の無積雪時と積雪時(前日に降雪)の実測とモデルの比(モデル計算値/観測値)を示したものである。それぞれのモデル値はアルベドの変化の効果を考慮していないので、観測値における積雪の効果のみを見ることが出来る。無積雪時では、長波長側で観測値(1.0)と良く一致しているが、積雪状態ではモデル値が10%程度低下している、つまり観測結果が10%程度増加していることを意味している。両図の例は日付が違うが、オゾン量やエアロゾルなど

の他の効果は考慮しているので、前日に降った新雪によってアルベドが上昇し、その結果、日射量が増加したと考えられる。

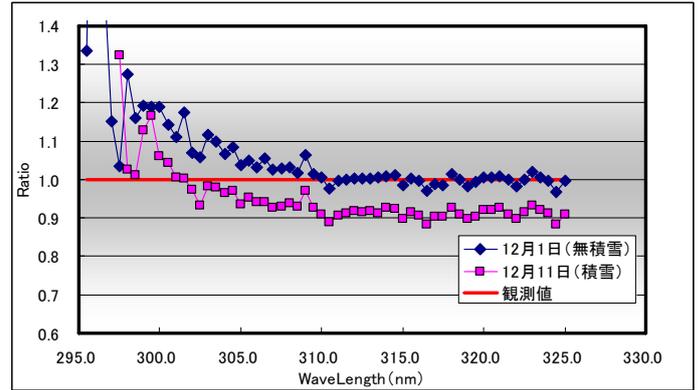


図6 積雪と無積雪状態の観測値とモデルの比(モデル計算値/観測値)

5. まとめ

放射伝達モデルの計算結果が Brewer 分光光度計による観測値をより忠実に再現するため、測器との波長ずれや、大気密度プロファイルなど基本的な入力パラメータのチューニングを行ってきた。また、この再現性の向上によって、アルベドの影響を見ることができた。

モデルの高度化のためにはエアロゾルの効果、特に光学的暑さや成分の違いによるタイプ(例えば、Hess et al.1998)を季節別に決定し、地表面アルベドの影響の量的評価をして、それをどうパラメータ化するのが課題である。これらの課題を解決することで、モデルの再現性がより向上し、紫外線予測情報の精度を上げることが出来ると期待される。

【参考文献】

- 坂本尚章,能登美之,島村哲也: 紫外域放射伝達モデルの検証に関する研究,細氷,52,24-25.
- Aoki, Te., Ta. Aoki, M. Fukabori, and T. Takao, 2002: Characteristics of UV-B Irradiance at Syowa Station, Antarctica: Analyses of the Measurements and Comparison with Numerical Simulations. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 161-170.
- Hess, M., P. Koepke, and I. Schult, 1998: Optical Properties of Aerosols and Clouds: The software Package OPAC. *Am. Meteor. Soc.*, **79**, 831-843.
- Aoki, Te., Ta. Aoki, M. Fukabori and A. Uchiyama, 1999: Numerical simulation of the atmospheric effects on snow albedo with a multiple scattering radiative transfer model for the atmosphere-snow system, *J. Meteorol. Soc. Japan*, **77**, 595-614