



紫外線情報の提供開始について*

安達 正樹**

1. はじめに

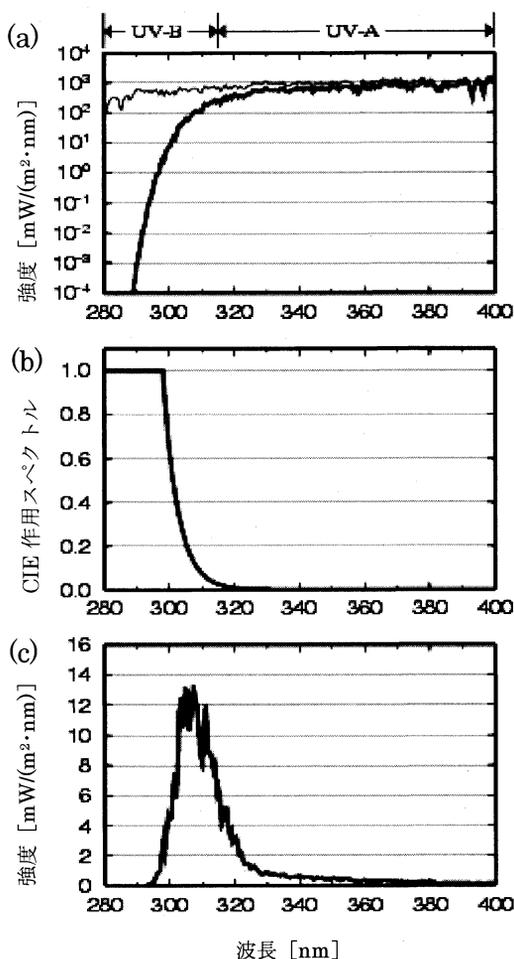
近年、太陽紫外線を過度に浴びると白内障や皮膚ガンの発症率が増加するなど、様々な健康被害を招くことが問題視されている。このため、世界保健機関や環境省ではUV インデックスと呼ばれる指標を用いて紫外線対策を行うことを推奨している。

気象庁では1990年から波長別紫外線の観測を行ってきた。その成果を基に、紫外線対策に資するため紫外線量を予測および推定するシステムの開発を進め、2005年5月からUV インデックスによる紫外線情報の提供を開始した。本稿ではその概要を紹介する。

2. UV インデックスとは

紫外線 (UV) は波長により、A 領域 (UV-A; 波長 315~400 nm)、B 領域 (UV-B; 波長 280~315 nm)、C 領域 (UV-C; 波長 100~280 nm) に分けられる。太陽からの紫外線は地球の大気を進む間に成層圏オゾンによる吸収や大気分子、エアロゾルによる散乱・吸収などを受けて次第に減衰し地上に到達する。第1図 a は大気上端と地上での紫外線の強度を示したものである。UV-B は短い波長帯ほどオゾンによる吸収の影響を受けて大きく減衰し、UV-C は酸素やオゾンに完全に吸収され、地上には全く到達しない。

短い波長の紫外線は地表に到達するエネルギーの絶対量こそ小さいものの、波長が短い程人体に与える影響は大きくなる。国際照明委員会 (CIE: Commission



第1図 波長別紫外線強度と紅斑紫外線強度の関係。(a) 波長別の紫外線強度。細線は大気外の値を、太線は放射伝達モデルによる地表での計算値(オゾン全量が320 DUで晴天時の一例)を示す。(b) CIE作用スペクトル。(c) 波長別紅斑紫外線強度。

* The UV forecast service by JMA.

** Masaki ADACHI, 気象庁地球環境・海洋部環境気象管理官付オゾン層情報センター,
m-adachi@met.kishou.go.jp

© 2005 日本気象学会

第1表 UV インデックスに応じた紫外線対策（環境省「紫外線保健指導マニュアル」をもとに作成）。

UV インデックス	紫外線の強さ	紫外線対策の具体例
1～2	弱い	安心して戸外で過ごせます。
3～5	中程度	日中は出来るだけ日陰を利用しよう。
6～7	強い	出来るだけ、長袖シャツ、日焼け止めクリーム、帽子を利用しよう。
8～10	非常に強い	日中の外出は出来るだけ控えよう。
11以上	極端に強い	必ず、長袖シャツ、日焼け止めクリーム、帽子を利用しよう。

Internationale de l'Eclairage) では、人体への波長別影響度の指標として CIE 作用スペクトル (第1図 b) を定義している。地上で観測される波長毎の紫外線強度に CIE 作用スペクトルを乗じると、人体への影響度が考慮された波長毎の強度 (第1図 c) が得られ、この強度を波長積分した値が紅斑紫外線量 (CIE 紫外線量) と呼ばれている。UV インデックスはこの紅斑紫外線量を 25 mW/m^2 で割ったものである。

世界保健機関、世界気象機関、国連環境計画および国際非電離放射線防護委員会は共同で「UV インデックスの運用ガイド」を2002年に刊行し、紫外線対策で UV インデックスを活用することを推奨している。国内では、2003年に環境省から「紫外線保健指導マニュアル」が刊行され、この中でも UV インデックスに応じた紫外線対策の具体的な例が示されている (第1表)。

3. 気象庁の紫外線情報

気象庁が提供している紫外線情報には観測情報と予測情報、解析情報がある。以下、各々の情報について解説する。

3.1 観測情報

気象庁では札幌、つくば及び那覇において毎正時に波長別の紫外線を観測し、即時的な品質管理を行った後、UV インデックスに換算し観測情報として毎時発表している。

観測にはブリュワー分光光度計を使用し、通常毎正時を中心とした8分間で290～325 nmの波長域を0.5 nm間隔で波長別の紫外線強度を測定している。UV インデックスの算出には観測を行っていない325 nm～400 nmの波長域の寄与分も含める必要がある。地表に到達する325～400 nmの波長域の紫外線は、上空のオゾンによる吸収の影響をほとんど受けず雲やエアロゾルによる散乱・吸収が主な変動要因となっており、その波長依存性も小さいと考えられる。そのた

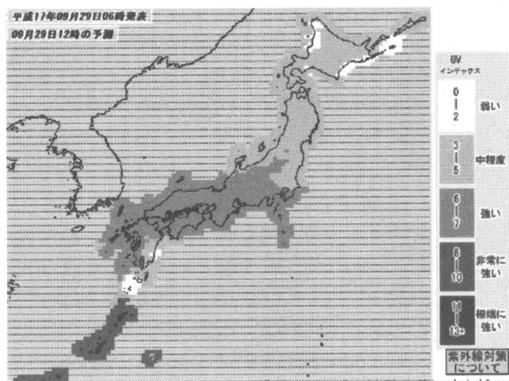
め、325～400 nmの波長域の CIE 紫外線量は、観測している波長のうちオゾンによる吸収の影響が最も小さい324 nmの紫外線強度に波長積分のための係数 (0.0722) を乗じて推定している。この方法により推定された UV インデックスと放射伝達モデルによる計算値の差は0.1未満であり、実用上問題にならない差であると考えられる。

3.2 予測情報

予測情報は日本付近の約20 km四方の格子毎に、6時から18時までの毎正時を予測対象時刻として発表している。予測情報には晴天の場合、および予想される天気を考慮した場合の2種類がある。

紫外線はオゾンによる吸収の影響を強く受けるため、地上に到達する紫外線の予測を行うためには上空のオゾン量を予測する必要がある。気象庁では、全球モデルと結合した化学輸送モデル (Shibata *et al.*, 2005; Shibata and Deushi, 2005) を用いてオゾン全量の分布を予測している。この化学輸送モデルには大気中のオゾンの生成や消滅に関係する41種類の微量気体成分について101の化学反応が組み込まれている。また、輸送過程はセミラグランジュ法により計算され、格子点は水平方向に約300 km間隔、鉛直方向は0.01 hPaまで68層である。なお、気象場については気象庁の全球解析値および予報値を、オゾン全量については即時的に利用可能な衛星データを、それぞれナッジング手法によるデータ同化を行うことによってオゾンの予測精度を高めている。

地上に到達する紫外線はオゾンによる吸収のほか、大気分子による散乱、エアロゾルによる散乱・吸収、地表面反射率 (アルベド) などの影響を受ける。これらの影響は太陽高度角や標高により異なる。さらに、紫外線の波長によっても、それらの影響度は大きく異なる。気象庁の紫外線予測では、これらの吸収・散乱の影響を放射伝達モデル (Aoki *et al.*, 2002) を用いて計算している。放射伝達モデルでは上空120 km



第2図 気象庁HPに掲載している予測UVインデックス分布図の例。

までの大気を50境界49層とし、エアロゾルによる一次散乱をミー理論で計算し、多重散乱の計算にはダブルング・アディング法を用いている。モデル計算に必要な各要素のデータについては、エアロゾルは直達日射観測結果から求めた月別の全国分布を、標高は米国地質調査所のGTOPO30（緯経度30秒毎（約1 kmメッシュ）の標高データ）を100 m単位に四捨五入し、予測情報の各格子内で最も多い値を用いている。地面反射率は冬季に雪に覆われる地方を除いて、全国一律に緑地に対応する値を用いている。

放射伝達モデルの計算は時間を要することから、ルーチンシステムでは、放射伝達モデルを用いてオゾン全量など各要素の代表的な値に対するUVインデックスをあらかじめ計算しておき、その計算結果をルックアップテーブルとして用意しておく方法をとっている。ルーチンの計算では、約20 km四方の格子毎のオゾン全量、エアロゾル、地表面反射率や太陽高度角等の値からルックアップテーブルを検索してUVインデックスを算出している。

ルックアップテーブルは雲の無い状態での計算値から作成しているため、得られるのは晴天時のUVインデックスである。しかし、実際に地上に到達する紫外線は雲の影響を受けたものである。雲の影響の補正は、1998年から2003年のブリューワー分光光度計による観測結果と天気の関係の調査をもとに、降水時や曇天など天気に合わせて0.3から0.6の補正係数を乗じることにより行っている。第2図は気象庁ホームページで公開されている天気を考慮したUVインデックスの分布図（白黒表示）の例である。

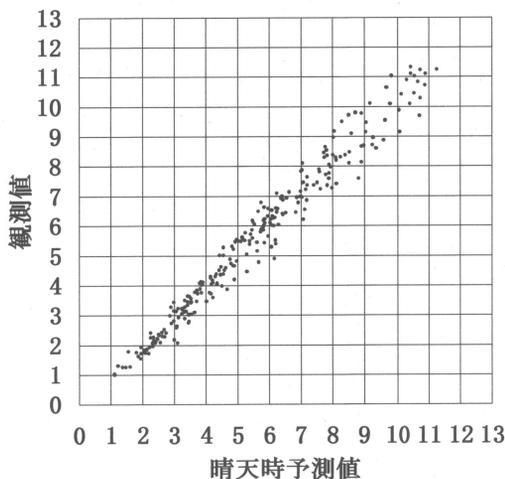
3.3 解析情報

解析情報は当日の紫外線の全国分布の変化を、天気の推移を考慮して約20 km四方の格子毎に推定したものである。解析対象時刻は8時から16時までの毎正時である。解析情報も晴天時のUVインデックスをもとに雲の影響を補正して作成される。雲の影響の補正は、近傍アメダス観測所の日照時間と降水量を距離で荷重平均した値を用いて行っている。補正係数は、予測情報と同様に1998年から2003年までのブリューワー分光光度計による観測結果との関係の調査をもとに決めており、最小で0.2までの値が用いられている。

3.4 紫外線情報の精度

前節までに述べた通り、雲の影響の補正係数算出は2003年までのデータで行っている。このため、ここでは独立資料となるように2004年の12時について予測UVインデックスと解析UVインデックスを算出し、1年を通した平均誤差（ME）と2乗平均平方根誤差（RMSE）を示す。ブリューワー分光光度計による観測値を基準値とするので、検証の対象は紫外線観測官署が存在する格子である。

晴天時予測UVインデックスの検証には、紫外線観測官署の12時のデータのうち雲の影響が無視できる261例を用いた。散布図（第3図）を描くと、予測値と観測値がよく対応していることが分かる。バイアスを示すMEは0.0、予測精度を示すRMSEは0.5であった。天気を考慮した予測UVインデックスと解析UVインデックスの検証では、12時のデータすべて（1420



第3図 晴天時予測UVインデックスと観測値の散布図（2004年）。

例)を用いた。MEは前者が0.2、後者が0.3、RMSEは前者が1.9、後者が1.4であった。UVインデックスを用いた紫外線対策は第1表に示したようにカテゴリー毎に推奨されている事から、これらの情報は紫外線対策に十分活用出来る精度である。ただし、天気を考慮した予測UVインデックスと解析UVインデックスについては改善の余地があると考えている。

これらの情報の誤差要因であるが、晴天時予測UVインデックスについてはオゾンの予測誤差、エアロゾルの気候値と実況との差などが挙げられる。また、天気を考慮した予測UVインデックスと解析UVインデックスは、晴天時予測UVインデックスに雲による影響をそれぞれの補正係数を乗じて補正したものであるから、これらの品質は天気の予測・解析誤差、さらにそれぞれの雲補正係数に依存する。気象庁では今後も検証を行い、更なる精度向上を目指すこととしている。

4. おわりに

気象庁のホームページでは、日々発表される紫外線情報とともに、オゾンと紫外線に関する解説や過去の

観測結果などが閲覧可能となっている。また、オゾン全量予測データと紫外線情報の数値データは、気象業務支援センターを通じて報道機関や民間気象事業者にも入手可能となっている。これらの情報が広く紫外線対策のために利用される事を願っている。

参考文献

- Aoki, Te., Ta. Aoki, M. Fukabori and T. Takao : Characteristics of UV-B irradiance at Syowa Station, Antarctica, 2002 : Analyses of the measurements and comparison with numerical simulations, J. Meteor. Soc. Japan, 80, 161-170.
 環境省, 2004 : 紫外線保健指導マニュアル (平成16年4月).
 Shibata, K., M. Deushi, T. T. Sekiyama and H. Yoshimura, 2005 : Development of an MRI Chemical Transport Model for the Study of Stratospheric Chemistry, Pap. Meteor. Geophys., 55, 75-119.
 Shibata, K. and M. Deushi, 2005 : Partitioning between resolved wave forcing and unresolved gravity wave forcing to the quasi-biennial oscillation as revealed with a coupled chemistry-climate model, Geophys. Res. Lett., 32, L12820.

1986年以前の気象集誌掲載論文の著作権の学会への委譲についてお願い

理事会

日本気象学会では(独)科学技術振興機構(JST)の全面的なご協力により、気象集誌(JMSJ)掲載論文を過去に遡って電子アーカイブすることを計画中です。ただし、1986年以前の気象集誌については、著作権の記載が無く、従って、この期間の論文の著作権は著者にあります。本来ならば、すべての著者に論文の電子アーカイブの許諾を求める必要があります。しかし、それは現実にはほとんど不可能です。

このため、1986年以前の気象集誌掲載論文のすべての著者に対し、当該論文の著作権を気象学会に委譲されることをお願いいたします。ただし、アーカイブを希望されない論文については、お知らせいただければ対象から除外します。この取り扱いについて、ご質問、

ご意見がある場合は、気象学会事務局宛お知らせください。2006年4月末日までを意見のお申し出期間とし、ご異論がなければ、1986年以前の気象集誌掲載論文についても著作権を学会に委譲されたものとして、電子アーカイブの対象といたします。なお、このお願いは“天気”、“気象集誌”を通じて行うほか、気象学会ホームページにも掲示します。

気象集誌の電子アーカイブ事業は研究の便宜を図るのみならず文化的にもたいへん意義のある事業です。気象学会会員及び気象集誌の著者のご理解とご協力をお願いいたします。

2005年11月20日