

. 太陽紫外光の状況



気象庁では、1990年1月よりつくばで、また、1991年1月より札幌、鹿児島<sup>\*1</sup>、那覇で、波長別紫外域日射観測を実施している。図46の上段は、これら4地点におけるUV-B波長域の積算量であるUV-Bの日積算値の推移を示したものである。UV-Bの日積算値は天候（雲量）、オゾン全量、大気混濁度により変化するので、これらに変化がなければ、太陽高度の季節変動に伴い、図の観測値分布の上側の境界にほぼ沿った季節変動をするものと考えられる。なお、図で観測値（点）が大きくばらついている原因は主に雲の影響である。

太陽紫外光（水平面に天空全体から入射する紫外域日射量）は、UV-Bの領域では波長が長い方に向かって強度が急勾配で増す。したがって、290～315nmの範囲のUV-Bの日積算値の変化には、主として、オゾンによる吸収効果の余り強くない波長310～315nmの範囲の成分の変化が強く反映し、オゾン全量の変化に敏感な300nm以下の成分の変化は余り明瞭には現れない。そこでオゾン全量の変化に敏感な300nmの紫外光の日積算値の推移を図46の下段に示す。観測を開始した1991年以降を見ると、UV-B量<sup>\*2</sup>の長期的な変化傾向は現在のところ必ずしも明瞭ではない。

次に、観測した波長別の紫外域日射量（290～325nm）にCIE作用スペクトル<sup>\*3</sup>（図47）の重みを掛けて積分し、観測していない325nmから400nmはモデル計算値を使用して求めたCIE紫外域日射量の日積算値の変動を図48に示す。この変動の状況も、300nmについて求めたものと同様な変化傾向を示した。また、これについて、日積算値が2kJ/m<sup>2</sup><sup>\*4</sup>を超えた日数の経年変化を図49に示す。経年変化は各測定地点毎に異なり、UV-Bの日積算値同様、1991年以降では、長期的な変化傾向は現在のところ明瞭ではない。このように、紫外域日射の各量に明瞭な変化傾向が見られないことは、1990年以降について日本上空のオゾン全量に顕著な傾向が見られないことと対応している。しかし、1990年代のオゾン全量は1970年代と比較すると明らかに減少していることから、観測地点、季節によっては1990年代に観測されたUV-B量は1970年代と比較すると最大で8%程度増加しているものと考えられる。WMO/UNEP科学パネル報告書（2002）によれば、現在の南北両半球中高緯度の10箇所以上の観測点において、1980年前半よりUV放射量が6～14%増加したとしている。

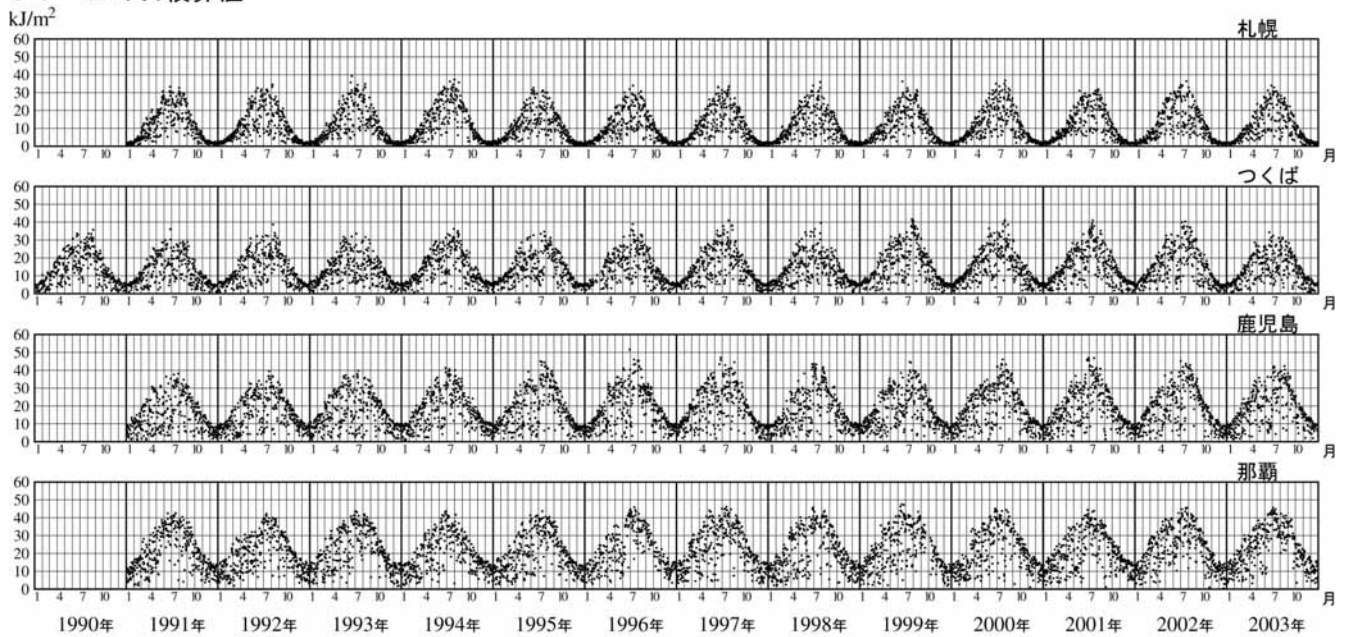
\*1鹿児島では、庁舎の移転に伴い1994年2月に測定場所を移動したため、紫外域日射データの経年変化にその影響が含まれていないかどうかを現在検討中である。

\*2気象庁の観測では、波長290～315nmの範囲の紫外域日射を波長積分した量をUV-B量とする。

\*3紫外域日射の生物に与える影響度は波長によって異なることを考慮し、波長別の影響度を表すものとして提案されたスペクトル関数で、広く用いられているもの。国際照明委員会（CIE）が定義した皮膚に対する影響の波長別相対強度を表すものであるが、対象とする生物、その他の物質によって作用スペクトルは異なる。

\*4スキントイプ（欧米人に代表される赤くなりやすく、色素沈着を起こさないタイプ）の人の1MED（24時間後に皮膚がうっすらと赤くなる（紅斑）に必要な最小紫外線量）の10倍に相当する紫外線量

UV-Bの日積算値



波長 300nm 日射量の日積算値

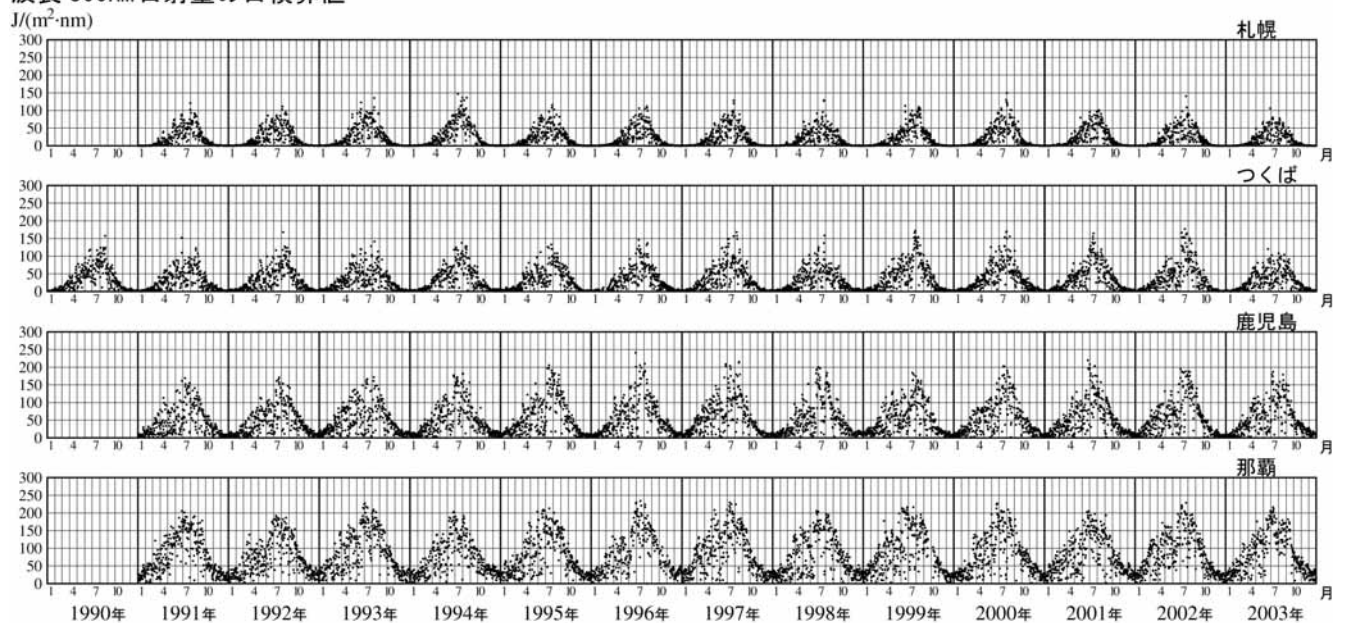
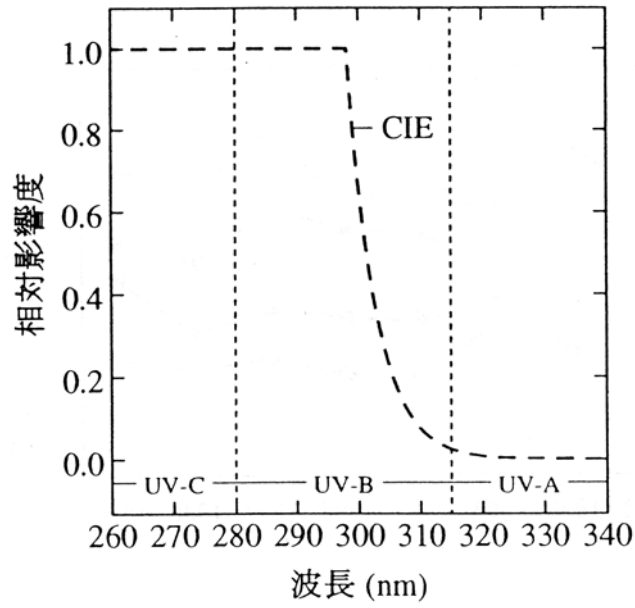


図 46 UV-B (上) と波長 300nm 日射量 (下) の日積算値 (1990 ~ 2003 年)

上から順に札幌、つくば、鹿児島、那覇における観測値。つくばについては 1990 年から 2003 年まで、札幌、鹿児島、那覇については 1991 年から 2003 年までのデータ。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告 2003



$$e(\lambda) = \begin{cases} 1.0, & 250\text{nm} < \lambda < 298\text{nm} \\ 10^{0.094(298-\lambda)}, & 298\text{nm} < \lambda < 328\text{nm} \\ 10^{0.015(139-\lambda)}, & 328\text{nm} < \lambda < 400\text{nm} \end{cases}$$

$e$ : 相对影響度       $\lambda$ : 波長

図 47 紫外域日射の紅斑作用スペクトル関数  
 (出典) 気象庁 オゾン層観測報告 2003

C I E 紫外域日射量の日積算値  
kJ/m<sup>2</sup>

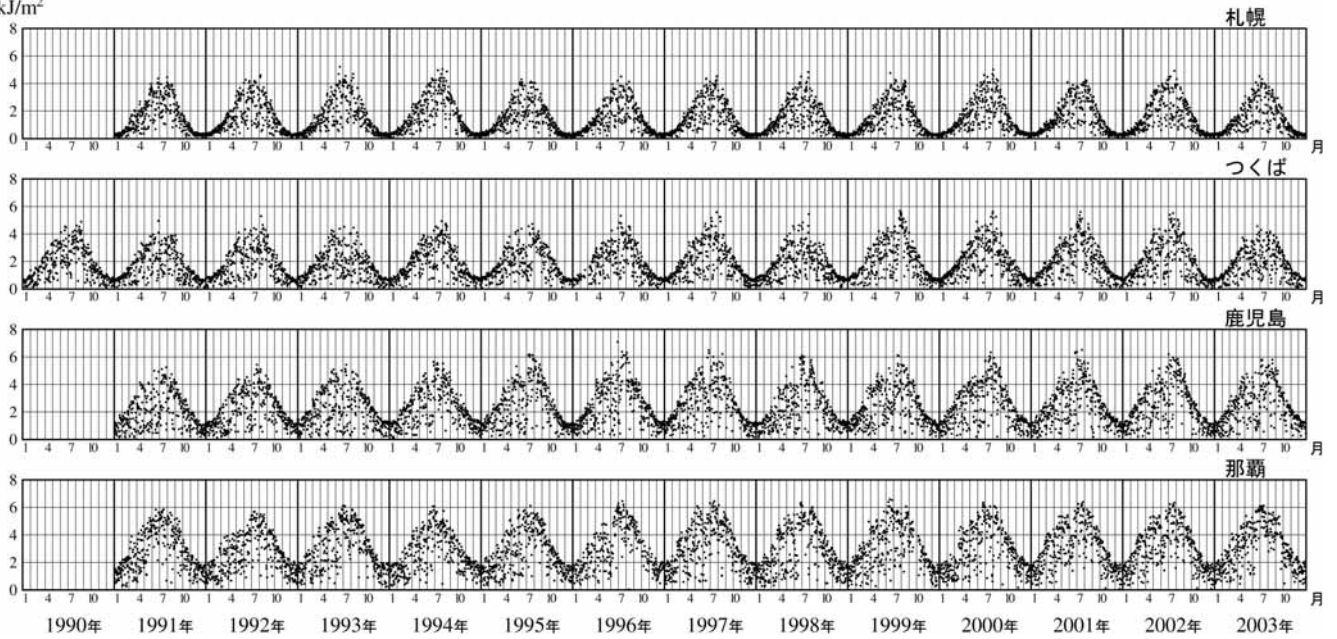


図 48 C I E 紫外域日射量の日積算値の推移 (1990 ~ 2003 年)

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告 2003

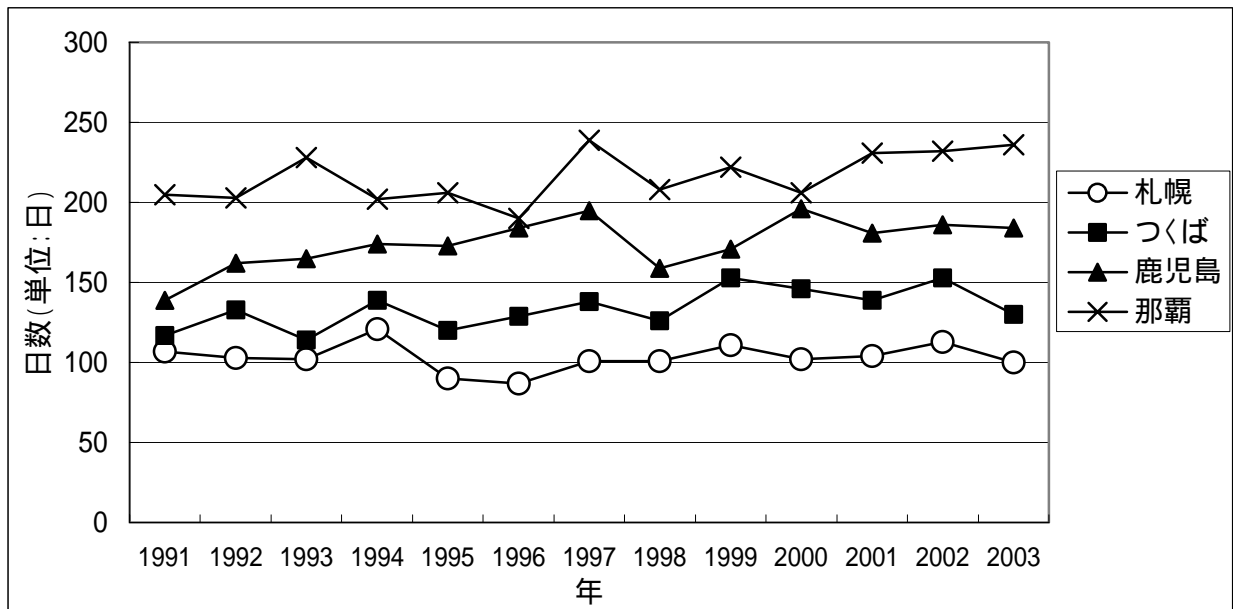


図 49 C I E 紫外域日射量の日積算値が 2 kJ/m<sup>2</sup>を超えた日数

2 kJ/m<sup>2</sup>は、スキントイプ で約 10MED に相当する紫外線量

(出典) 気象庁観測データを基に環境省で作成

図 50 は、国内 4 地点の 1990 年以降 2003 年未までの UV - B 日積算値の月平均値とその 2002 年までの累年平均及び標準偏差を示す。累年平均に示される季節変動や地点毎の相違は、それぞれの太陽の高さ、昼の長さ及びオゾン全量の変化を反映している。この図から、札幌、つくばは 7、8 月、鹿児島は 3 ~ 9 月、那覇は 2 ~ 9 月に変動が大きいことがわかり、これは梅雨、台風など天候状態の影響と考えられる。また、つくば、鹿児島は夏季において、UV - B 日積算値の月平均値がここ数年参照値に比べて大きくなっており、梅雨明けが早いなど夏季の日射量が多いことに対応していると考えられる。

2003 年の UV - B 日積算値の月平均値を参照値（1991 ~ 2002 年の平均値、ただしつくばは 1990 ~ 2002 年の平均値）と比較してみると、多かったのは、札幌の 12 月、つくばの 9、10 月、鹿児島は 9 ~ 12 月、那覇の 1、2、7、9、11 月で、少なかったのは、札幌の 4 月、つくばの 2、5、7 月、鹿児島は 1、6 月であった。なお、参照値との差が標準偏差以内の時を「並」、それより大きいときを「多い」、それより少ない時を「少ない」とした。また観測地点の月平均値の最大は、札幌が 7 月に 21.90 kJ/m<sup>2</sup>、つくばが 8 月に 19.72 kJ/m<sup>2</sup>、鹿児島が 8 月に 29.40 kJ/m<sup>2</sup>、那覇が 7 月に 37.89 kJ/m<sup>2</sup>であった。鹿児島は 9、10 月、那覇の 1、7、9 月の月平均値は観測開始以来、最も大きくなった。これは全天日射量、日射時間などのデータから見て晴天が多かったことが反映されたものと考えられる。

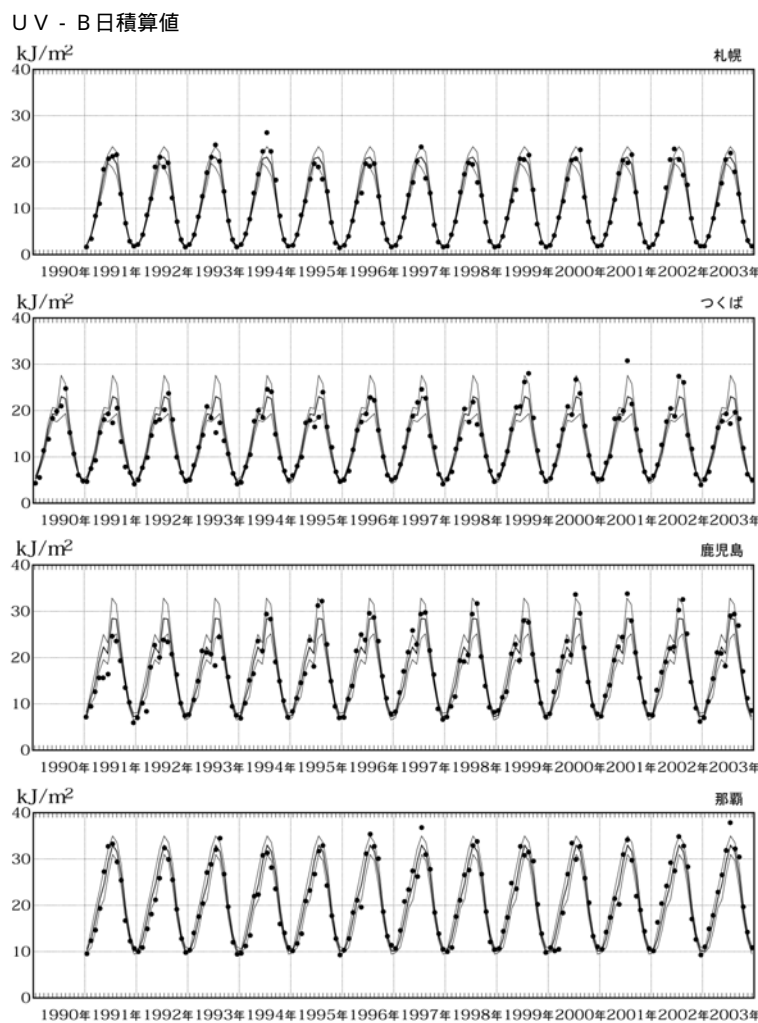


図 50 UV - B 日積算値の月平均値の推移（1990 ~ 2003 年）

黒丸は 1990 ~ 2003 年の日積算値の月平均値。3 本の線のうち、中央が参照値（観測開始から 2002 年までの累年平均値）、上下がその標準偏差。

（出典）気象庁 オゾン層観測報告 2003

UV-B量とオゾン全量の関係については、観測開始からこれまでのつくば、札幌、鹿児島、那覇の4地点における晴れた日のオゾンとUV-Bの観測結果に基づく気象庁の解析結果を図51に示す。左図に示したものは、観測開始から2003年までのデータのうち、太陽高度角が23度で、晴天時かつ火山噴火による二酸化硫黄の影響を受けていないものを用いている。オゾン全量に対する紫外域日射の変化は290~315nmの波長積分値であるUV-B量の場合にオゾン全量が1m atm-cm増加すると約0.5%減少する。この関係について放射伝達モデルを用いて詳細に調べた関係を中図と右図に示す。中図はUV-B量に関するもの、右図はCIE紫外域日射量に関する計算結果である。これによれば、太陽高度角が低くなるほど、オゾン1m atm-cmあたりのUV-B量の変化率は大きくなるのが分かる。これは、一般的に太陽高度角が小さいほど地表に到達する太陽光はオゾン層を斜めに通過し、オゾンによる吸収が大きく影響するためである。太陽高度角が23度の場合、放射伝達モデルから求めた、オゾン1m atm-cmあたりのUV-B変化率は約0.5%となり、観測から得られた変化率と一致していた。また、CIE紫外域日射量については、UV-B量と比較して太陽高度角が高い場合は短波長の影響を受けやすく、太陽高度角が低い場合は長波長側の影響を受けやすいことから、UV-B量のような太陽高度角による明瞭な差は現れていない。

なお、前述したように、実際に観測されるUV-Bの値はオゾン全量のほか、天候（雲量）や大気混濁度等の影響を受けることに留意する必要がある。

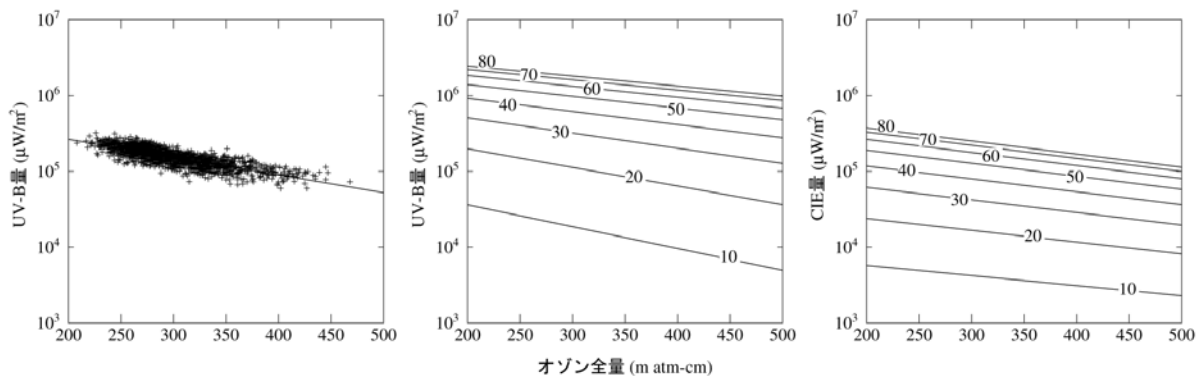


図51 UV-B量とオゾン全量との関係

左図は、観測開始から2003年までの太陽高度角23度、晴天時、二酸化硫黄の影響がない日のオゾン全量とUV-B量の関係。実線は観測データに適用した回帰直線。中図及び右図は、放射伝達モデルから得られたオゾン全量とUV-B量及びCIE量の関係。図中の数字は太陽高度角を示す。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告 2003