

有害紫外線モニタリングについて

吉牟田博子・溝上 鈴子(*)

要 旨

当所では、平成8年度より庁舎屋上でB領域紫外線および全天日射を観測している。平成12年度からは国立環境研究所の有害紫外線モニタリングネットワーク（以下、「ネットワーク」という。）に参加して、観測を継続している。今回、平成11年から平成13年の結果について季節変動、日間変動等を解析し、既報の文献等と比較した。その結果、以下のことが明らかになった。①B領域紫外線および全天日射はいずれも夏季に大きく、冬季に小さい季節変動が認められた。変動幅はB領域紫外線のほうが全天日射より大きかった。②B領域紫外線の全天日射に対する割合も夏季に大きく、冬季に小さい季節変動が認められた。年間平均値は若干低下していた。これは今後の推移を見る必要がある。③3年間のB領域紫外線、全天日射の各日積算値の平均値はそれぞれ15.3KJ/m²および13.5MJ/m²であった。④B領域紫外線は曇天時、雨天時にも観測され、その量は晴天時のそれぞれ約51~74%、約25~28%であった。⑤B領域紫外線の1日のうち最大となる1時間値は、各月とも太陽高度がもっとも高くなる12~13時であった。この1時間値は日積算量の15%~22%を占めていた。

キーワード：太陽紫外線、B領域紫外線、季節変動

はじめに

太陽光線のうち波長100~400nmの部分は紫外線と呼ばれ、長波長側からA領域紫外線（400~315nm、以下「UV-A」という。）、B領域紫外線（315~280nm、以下「UV-B」という。）、C領域紫外線（280nm以下、以下「UV-C」という。）に分類されている。

一般にUV-Cはオゾン層での吸収あるいは対流圏内での散乱等により地表に到達しない。UV-Bの大半はオゾン層で吸収される。また、UV-Aはオゾン層で吸収されないため、地上到達量には変化がないといわれている。

一方、地球環境問題のひとつであるオゾン層破壊により、生物に有害なUV-Bの地上への到達量が増加し、その結果、人体への悪影響（皮膚ガン・老化、白内障など眼の疾患、免疫機能

低下）が懸念されている。また、フロンガス使用禁止などオゾン層破壊について対策がなされているが、オゾン層の回復には予測以上の時間がかかることも明らかになりつつある。

そこで紫外線の長期的モニタリングの必要性が高まっていた。国内では、気象庁が平成2年1月から観測を開始している。また全国の大学、試験研究機関、民間団体等では個別に実施されていた。そこで国立環境研究所地球環境研究センターでは地上紫外線到達量の全国的な把握や、紫外線暴露による健康影響の評価などをはじめ、様々な形でその成果を広く活用することを目的として国内の有害紫外線観測機関の協力を得てネットワークを構築して全国でのモニタリングを開始した。佐賀県はこのネットワークに参加して有害紫外線の観測を続けている。

(*)：現衛生薬業センター

測定方法

1. UV観測上の問題点

太陽放射の総量に対して、UV-Aは4～5%、UV-Bは0.1～0.3%程度しか含まれておらず、UVを精度よく観測するには、長波長側に存在する大部分の放射の影響を取り除く必要がある。

また、放射強度は気象や太陽と地球との相対位置等の要因による変動幅が大きいことから、あらゆる環境条件に対して安定した観測が求められる。しかし、これらの条件を完全に満足させることは、実際には不可能といわれており、特に放射量が少ないB領域では観測はさらに難しい方法となる。

2. 気象庁の紫外放射観測との違い

気象庁では、平成3年からは国内4地点（札幌、つくば、鹿児島、那覇）でUV-Bの地上到達量をBrewer分光光度計で観測している。Brewer分光光度計は、太陽光に含まれる紫外線を回折格子により分光して、その強度を光電子倍增管で計測するもので、波長290～325nmを0.5nmごとに、光放射強度を波長別に観測する。気象庁の観測では、このBrewer分光光度計を用いて、日の出から日没までの毎正時に往復走査観測し、波長別紫外域放射量を算出している。

従って、当県およびネットワークで使用している帯域型B領域紫外放射計による観測とは表1に示すように異なっている。

表1 ネットワークと気象庁の観測方法・データ処理方法の違い

項目	ネットワーク	気象庁
検出器	帯域型B領域紫外線計(英弘精機MS-210W)	Brewer分光光度計(Sci-tech社)
計測原理	280～315nm以外の紫外線を光学フィルタで除去し、280～315nm域の放射量を一括計測	290～325nmの紫外線を回折格子により0.5nm毎に放射量を分光計測
計測方法	最低1分間隔で連続観測	日出から日没までの毎正時に往復走査観測
算出方法	時間値:10秒毎の値を1時間当たりに積分(佐賀県) 日積算値:時間値を1日当たりに積算	UV-B量:290～315nm域の放射量を波長積分 UV-B日積算量:UV-B量を1日当たりに積算

3. UV放射の帯域観測の特徴

気象庁が採用しているBrewer分光光度計は非常に高額で、観測及び機器の保守には熟練した経験と人手を要する。ネットワークでは、長期および広域にわたるモニタリングという観点から帯域測定を採用し、全国的な測器が普及している観点から英弘精機(株)製の測器を共通の観測機器としている。

帯域観測の特徴を以下に示す。

- ・長期にわたり連続観測が可能である。
- ・測器の取り扱いが容易である。
- ・分光誤差による影響を受けやすい。

4. 測器の校正

測器は劣化により感度が変わるので、定期的な校正を行う必要がある。ネットワークでは、年1回英弘精機(株)による校正を行っている。当県もこのネットワークに参加して年1回の校正を行っている。

5. 測器の構成

UV-Bおよび全天日射の観測機器の型式等は以下に示すとおりである。UV-BはB領域紫外線計(測定波長:280～315nm、MS-210W)、全天日射は全天日射計(測定波長:300～2800nm、MS-62)およびデータロガー

(SOLACⅢ MP-090) で構成されている。いずれも英弘精機(株)製である。各観測機器は、環境センター庁舎の屋上に設置している。各測器の観測データはパソコンに取り込み、時間毎の積算量(以下、「1時間値」という。)として処理している。

結果と考察

1. UV-Bおよび全天日射日積算量の月平均値の推移

図1および図2に平成11年1月から平成13年12月までのUV-Bおよび全天日射日積算量の月平均値(最小値~最大値)の推移を示した。

UV-Bは、7月、8月の夏季に高く、12月、1月の冬季に低いという季節変動を示した。6月に落ち込むのは、梅雨により雨・曇りの日が他の月に比べて多いためと思われる。

全天日射は、平成12年と平成13年においては7月、8月の夏季に高く、12月、1月の冬季に低いというUV-Bと同様の季節変動を示した。しかし、平成11年は5月に最高値を示した。平成11年は、5月の日照時間が平年より増加し、逆に7月、8月は天候不順で雨が

多かったためと思われる。

しかし、平成11年のUV-Bは、全天日射のような7月、8月の落ち込みが見られなかった。

この3年間のUV-Bおよび全天日射日積算量の月平均値の最低値はいずれも平成13年の12月で、それぞれ4.7kJ/m²、7.4MJ/m²であった。最高値はUV-Bでは平成12年7月の28.2kJ/m²、全天日射では平成11年5月の19.3MJ/m²であった。UV-Bの冬季は夏季の18~25%に減少したが、全天日射の冬季は夏季のおよそ約40~46%に減少しているため、UV-Bの方が季節変動は大きかった。

この3年間の観測期間中のUV-Bおよび全天日射の日積算量の平均値(最小値~最大値)は、それぞれ15.3kJ/m²(0.9~41.4kJ/m²)および13.5MJ/m²(0.6~27.7MJ/m²)であり、これら統計量は表2に示した。UV-Bおよび全天日射は、この3年間の変動は小さく経年的な増加傾向もなかった。

また、環境センターで観測されたUV-Bは、熊本県と同程度であった。北半球では、南に行くほどUV-Bは増加すると言われており、今後、ネットワークでの長期観測結果の解析で全国的な状況が明らかになるとと思われる。

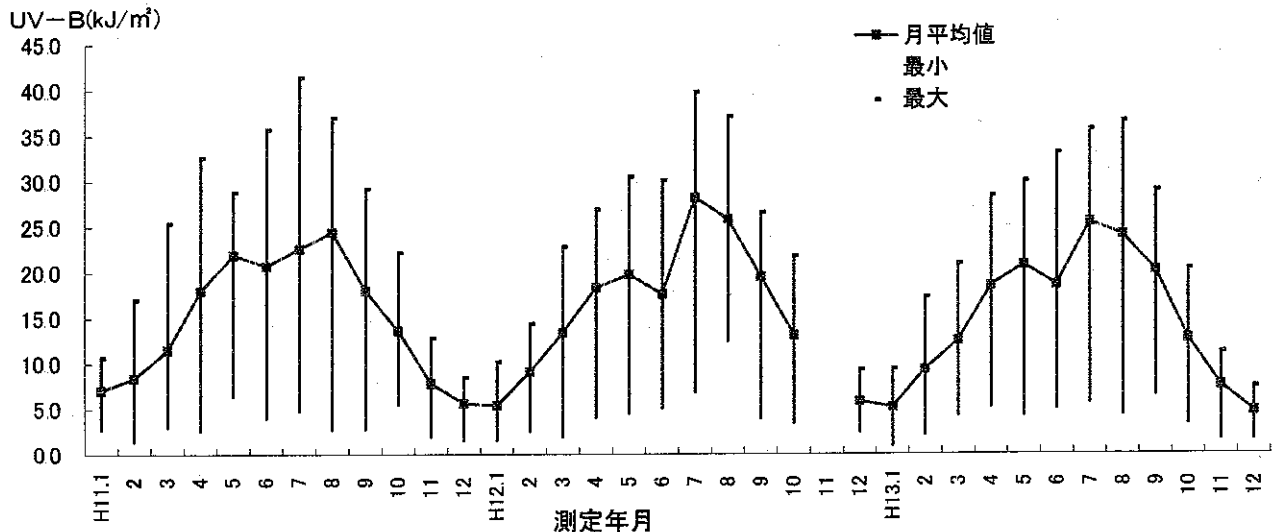


図1 UV-B日積算量の経月変化(H11~H13年)

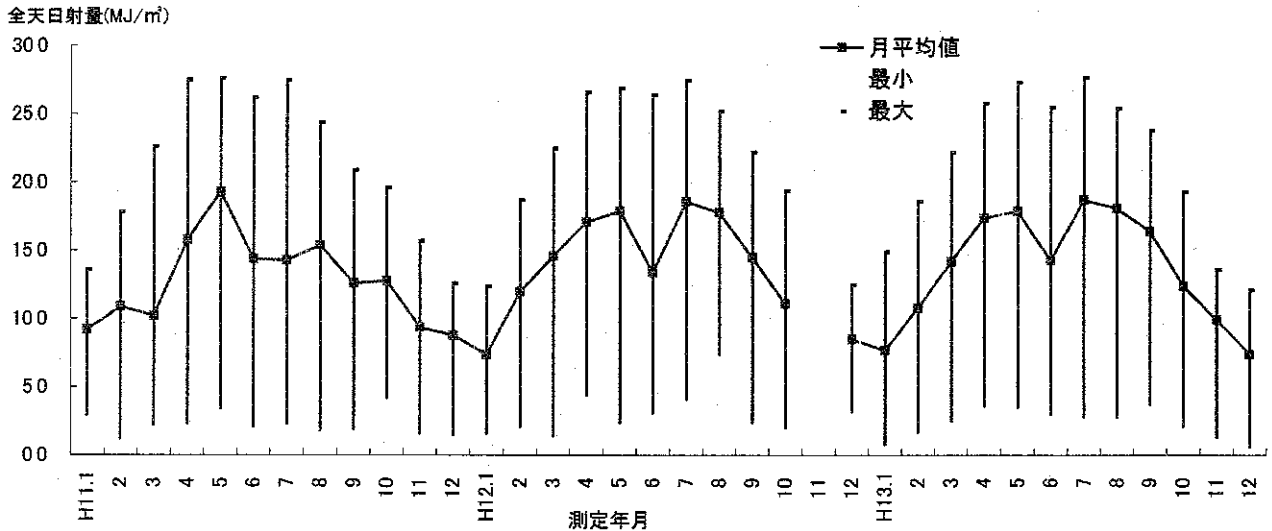


図2 全日射日積算量の経月変化 (H11~H13)

表2 UV-Bおよび全日射日積算量の統計値

項目	測定期間等	佐賀県			熊本県
		H11年	H12年	H13年	H11~12
UV-B	測定日数	358	329	350	709
	平均値 (kJ/m ²)	14.9	16.1	15.0	15.8
	最小値 (kJ/m ²)	1.4	1.5	0.9	0.8
	最大値 (kJ/m ²)	41.4	39.8	36.6	41.1
全日射	測定日数	358	329	350	709
	平均値 (MJ/m ²)	12.7	14.0	13.8	14.2
	最小値 (MJ/m ²)	1.2	1.4	0.6	0.9
	最大値 (MJ/m ²)	27.6	27.5	27.7	29.6
<参考>緯度		33° 16'			32° 40'
経度		130° 16'			130° 40'

2. UV-B日積算量の全日射日積算量に対する割合の推移

UV-B日積算量の全日射日積算量に対する割合の月平均値及び年間平均値の変化を図3に示した。月平均値はいずれも7、8月の夏季に大きく、12、1月の冬季に低いという季節変動を示した。これはオゾン層が夏に薄くなると言われていることと一致していた。年間平均値は若干減少していた。オゾン層破壊により地上への到達量が増加することが懸念されているが、その兆候はなかった。

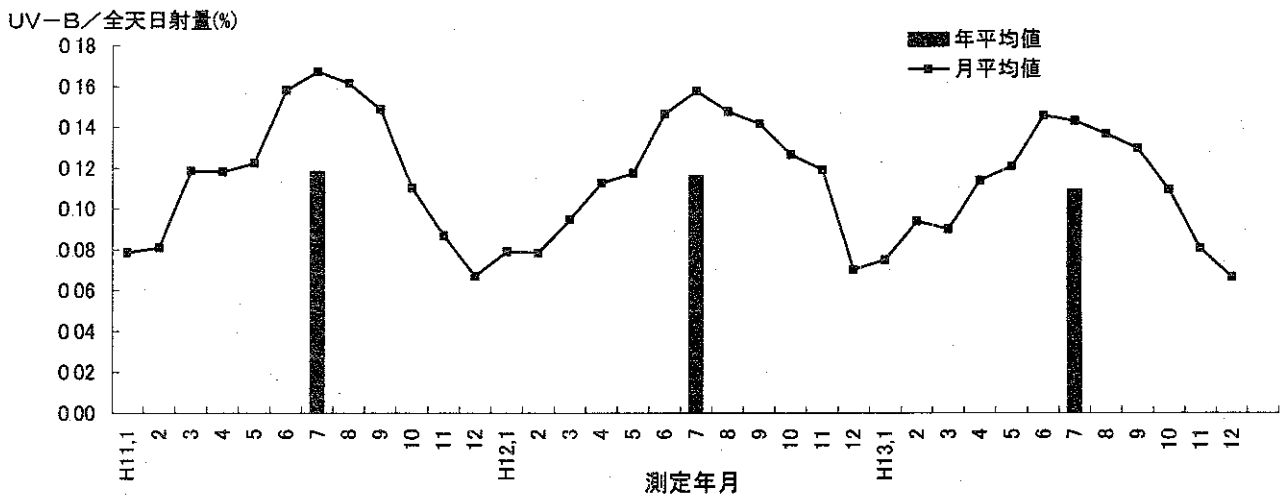


図3 UV-Bの全日射量に対する割合

3. UV-Bの日積算量の変動

UV-Bの日積算量は、同じ月でも観測日によって大きく変動していた。年間で高くなる夏季(7月)と低くなる冬季(12月)の例を図4および図5に示した。UV-Bの日積算量は天気によって左右されるため、雨天や曇天時には低くなっていた。

図4および図5から、天気とUV-Bとの関

係について比較した結果を表3に示した。

いずれも晴天時に比べ曇天時にはわずかに、雨天時には急激に減少していた。しかし、曇天時は晴天時の約51~74%、雨天時は晴天時の約25~28%が地上に到達していた。曇りの日でもかなりUV-Bは到達していることを示している。

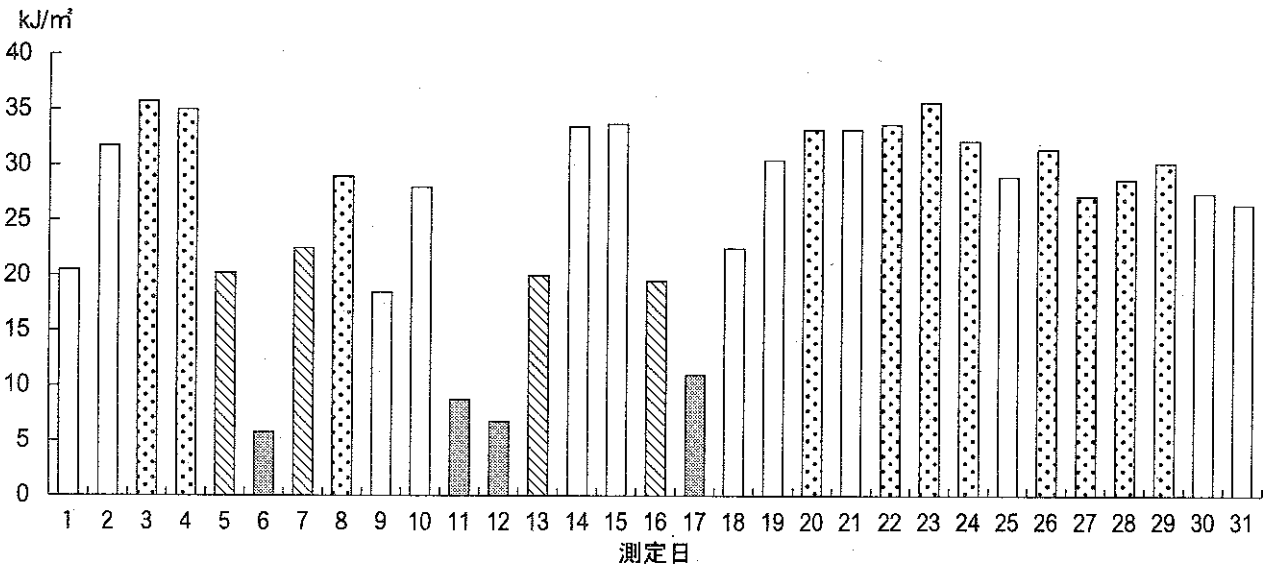


図4 UV-B日積算量の月間変動 (H13年7月)

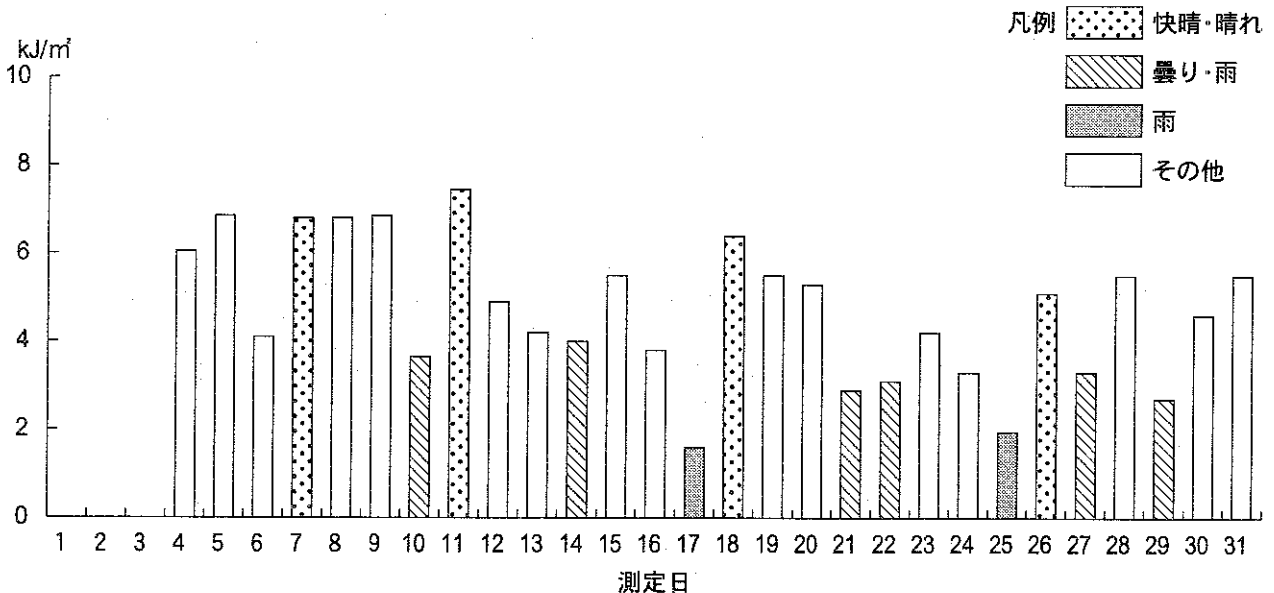


図5 UV-B日積算量の月間変動 (H13年12月)

表3 天気とUV-Bおよび全天日射との関係(平成13年)

月/日	天気 (6~18時)	UV-B (平均値) (kJ/m ²)	全天日射 (平均値) (MJ/m ²)	UV-B 暗れの日 との比	
7月	3, 4, 8, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29	快晴, 晴れ	31.7	24.6	---
	5, 7, 13, 16	曇り一時雨 曇り時々雨 曇りのち雨	23.3	12.8	23.3/31.7 73.5%
	6, 11, 12, 17	雨, 大雨 雨一時曇り	7.8	4.3	7.8/31.7 24.6%
12月	7, 11, 18, 26	晴れ	6.5	10.6	---
	10, 14, 21, 22, 27, 29	曇り一時雨 曇り時々雨	3.3	4.9	3.3/6.5 50.8%
	17, 25	雨のち曇り 雨のちみぞれ	1.8	2.9	1.8/6.5 27.7%

4. UV-Bの時間変動および日積算量に占める割合

UV-Bに暴露されると、皮膚ガンの増加等人体への影響があることが知られている。そこで、日常の生活で紫外線予防に役立つ情報を得るためUV-Bの測定時間帯ごとの変動を解析した。図6に平成13年1月、4月、7月、10月における1時間値の月平均値の変化を示

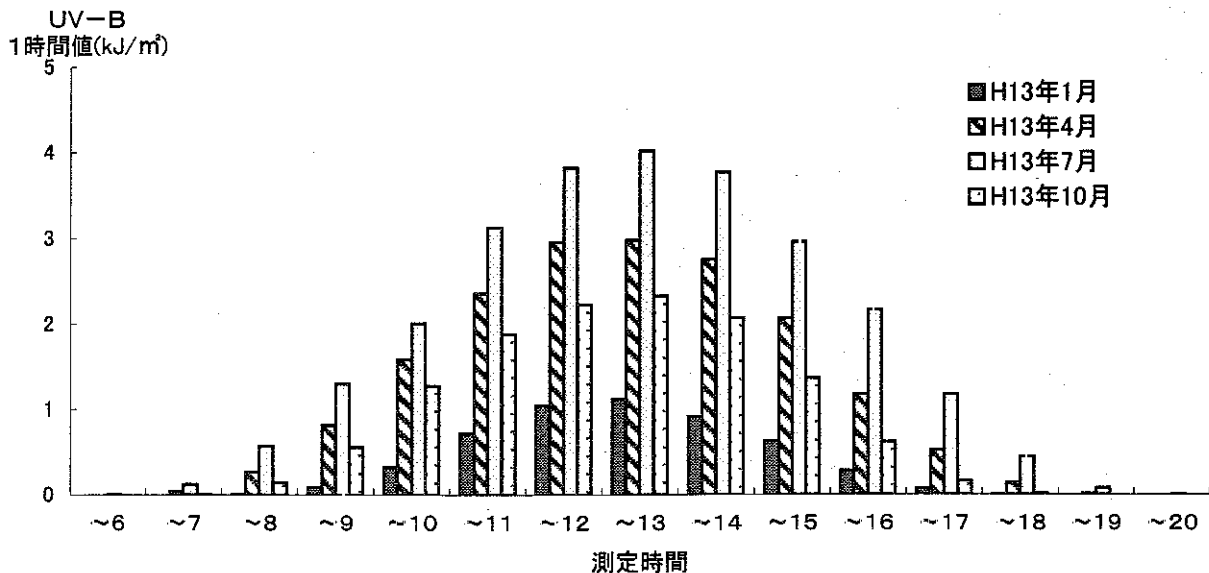


図6 UV-B1時間値の日変化

まとめ

環境センター屋上で観測しているUV-Bおよび全天日射の結果を解析した結果、次のことが明らかとなった。

1. UV-Bおよび全天日射の日積算量は、い

した。図6からは以下のことが読みとれる。
・各時間帯の1時間値はいずれも太陽高度が最も高くなる正午を中心にほぼ対象的なかたちをしていた。

・1日の最大1時間値となる時間帯はいずれも12~13時の時間帯であった。ここに示していない月も同様の傾向であった。

・夏季の朝(8~9時)や夕方(16~17時)の1時間値は、冬季の最高値(12~12時)に相当していた。

また、12~13時の1時間値が日積算量に占める割合を平成13年分について計算し、その月平均値を求めた。

その結果、15%(6月)~22%(1月)となり、約1日の5分の一を占めていた。冬季は日照時間が少なく、12~13時の1時間値が日積算量に占める割合が相対的に高くなっていた。

れも夏季に高く冬季に低い季節変動があった。UV-Bの方が全天日射より季節変動は大きかった。UV-B量は、熊本県と同程度であった。

経年変化は平成11年、平成12年、平成13年との比較ではほとんどなかった。気象庁の過去10年間では著しい増加傾向は認められてい

ない。ネットワークでは長期にわたって観測の継続が見込まれていることから、今後のネットワークでの解析結果を注視したい。また、枯草菌胞子等を使って直接UV-Bの影響の強さを測定する研究もさなれており、ネットワークでの取り組みを期待したい。

2. UV-Bの全天日射に対する割合は、夏季に高く、冬季に低い季節変動があった。これは、オゾン層が夏に薄くなると言われていることと一致していた。

年間平均値は、この3年間では若干減少していた。UV-Bの地上への到達量が大きくなっている兆候は見られなかった。これもネットワークでの長期にわたる観測の解析結果を注視したい。

3. UV-Bは曇天時、雨天時にも観測され、いずれも晴天時に比べ曇天時にはわずかに、雨天時には急激に減少した。しかしUV-Bは曇天時でも晴天時の約51~74%が、雨天時にも晴天時の約25~28%が地上に到達していた。

4. 1時間値の最大値の出現時間帯は各月とも太陽高度がもっとも高くなる12~13時であった。この1時間値は年間を通じて日積算量の15~22%を占めていた。この割合は、冬季に高くなる傾向であった。

3) 国立環境研究所地球環境研究センター：有害紫外線の帯域測定における精度に関する知識及び考え方、ネットワーク会議資料、2002.3

4) 植木 肇、福島宏暢：熊本県宇土市におけるA領域およびB領域紫外線量（1999~2000年）、全国環境研会誌、Vol.27 No.3 p171~177、2002

5) 宗像信生：太陽光紫外線のバイオドシメトリ、太陽紫外線防御研究委員会学術報告第5巻第2号、p1~10、1996

6) 芳住邦雄、今泉 麗：太陽光の分光放射動態と布帛の変退色特性の検討、共立大学家政学部記要 第46号、p46~74、2000

引用文献

1) 吉澤一家、清水源治：山梨県における紫外線量測定結果、山梨県衛生公害研究所年報第42号、p74~80、1998

2) 小野雅司：生活環境の中での紫外線暴露とその予防、日皮協ジャーナル No42、p52~60、1998. 8