紫外域日射に関する許容被照時間数の地域特性解析

ESTIMATION OF REGIONAL CHARACTERISTICS ON THE PERMISSIBLE EXPOSURE DURATION FOR EXPOSURE TO ULTRAVIOLET SOLAR RADIATION

垂水 弘夫*, 新 聖子**

Hiroo TARUMI and Masako SHIN

The CFC utilized as a refrigerant of air conditioner causes the ozone layer depletion. Today, the ozone depletion in the stratosphere is recognized as a major environmental problem, because which results in a significant increase in solar ultraviolet (UV) radiation that reaches the surface of the Earth. Increase of the UV radiation will have an influence on the human health. The purpose of this study is to present analyzed results of the permissible exposure duration for exposure to the solar UV radiation at Sapporo, Kanazawa, Tsukuba, Kagoshima and Naha, and to discuss the regional characteristics from the viewpoint of the UV radiation exposure.

Through analysis of the permissible exposure duration, the followings were shown: (1) The level of the permissible exposure duration in every month at 5 observation points. (2) The relation between the permissible exposure duration and the global solar radiation. (3) The permissible exposure duration according to the class of simplified weather classification based on the cloud amount in each region and in each month.

Keywords : Ultraviolet solar radiation, Permissible exposure duration, Simplified weather classification

紫外域日射, 許容被照時間数, 簡易天気分類

1. はじめに

空気調和設備などの熱媒として広範に使用されてきたフロンが、今日ではオゾン層破壊物質として認知され、破壊の進行に伴う地上到達紫外域日射量の増大が懸念されている。

紫外域日射防御対策を個人のレベルで考える時、必要とされるのは天気と被曝する可能性のある紫外域日射量との関係を知ることであろう。筆者らはこれまでに、Brewer 観測機^{注1}が設置されているわが国の5観測点（札幌、金沢、つくば、鹿児島および那覇）の紫外域日射分光観測データを用いて、日積算レベルの生体影響紫外線 DUV (Damaging Ultraviolet Radiation) を求め、地域や季節の特性解析をはじめとして、全量値である UV-B との傾向の相違や、日射量との対応関係の検討、また、昼間雲量に基づく簡易天気分類別の DUV 値の提示などを行ってきた。^{1) 2)}

本研究では、地上到達紫外域日射のエネルギー量の大小関係を、許容被照時間数^{注2}の長短関係に置き換えることによって、地域住民にとって有用な公衆衛生学上の紫外域日射関係資料を作成・整備することを目的に、一連の解析を行ったので報告する。具体的には WHO (世界保健機関) が公表している基準許容被曝量 30J/m² を用

い、時刻別の DUV 値 (W/m²) で除すことにより、許容被照時間数 (s) を求める。^{3) 注3} また、このようにして得られた許容被照時間数について、季節変化をはじめとする5つの地域ごとの特性解析と地域間比較を行うとともに、簡易天気分類に基づく許容被照時間数を提示するものである。

既往の研究に関しては、既報^{1) 2)} の中で整理しているが、本研究で評価指標としている許容被照時間数について、過去数年分の蓄積した分光観測データをもとにこれを算定し、地域特性等を解析した研究例は見当たらない。

2. 許容被照時間数の算定方法と解析対象データ

毎日の紫外域日射の許容被照時間数を求めるにあたっては、図1および次式に示すように1日の中で最大の DUV 値をとる正時のデータから降順に秒積算し、積算値(2)式左辺)が 30 (J/m²) 以下となる最大の秒数として算定する。

$$t = 30(\text{J/m}^2) / \text{DUV}(\text{W/m}^2) \quad \dots(1)$$

$$\Sigma \{ \text{DUV}(\text{W/m}^2) \times \Delta T \} \leq 30(\text{J/m}^2) \quad \dots(2)$$

ここに、 t : 許容被照時間数(sec), ΔT : 1 (sec)

* 金沢工業大学居住環境学科 教授・工博
** 金沢工業大学大学院建築学専攻 大学院生

Prof., Dept. of Environmental Design, Kanazawa Institute of Technology, Dr. Eng.
Graduate Student, Dept. of Architecture, Kanazawa Institute of Technology

図1 DUVと許容被照時間の関係

1998年2月24日札幌、許容被照時間:4169秒

※ 縦線の本数(1秒毎のDUV値)が許容被照時間数となる

なお、札幌など北に位置する地域では冬季に1日の積算値が基準値 30J/m^2 に満たない場合が生ずるが、これらを解析対象から除くと、該当月の平均値が実態よりも大幅に小さく表現されてしまう怖れがあるため、そのような場合は日の出から日の入までの可照時間数(秒)を許容被照時間数データとして採用している。表1に解析対象有効データ数(日数)を観測地点別にまとめた。観測機の設置時期が早く、9年間の蓄積データを使用したつくばのデータ数が2994日と最も多く、これに8年間の蓄積データの札幌(2818日)、鹿児島(2735日)、那覇(2705日)と続いている。3年間の蓄積データを使用する金沢の有効日数は857日である。

3. 紫外域日射に関する許容被照時間数と関連データの基本統計

5地域のDUV全有効データについて許容被照時間数を算定し、基本統計データを表2に整理した。月別の平均値、標準偏差(SD)、最大値、最小値、サンプル数(N)を示し、年間を通じた平均許容被照時間数もまとめている。また、関連データとして日積算DUVと日全天日射量を取り上げ、同一のデータ有効日に関する平均値を示している。図2には、許容被照時間数の年間の変化を、標準偏差を含めて提示した。

まず、札幌、金沢、つくば、鹿児島および那覇の5地域の年間平均許容被照時間数をみると、夫々、6518秒(1時間48分38秒)、3566秒(59分26秒)、3148秒(52分28秒)、2034秒(33分54秒)、1271秒(21分11秒)となっている。最も北に位置する札幌と最も南に位置する那覇との差は、紫外域日射の許容被照時間数でみて1時間27分27秒である。両地域間の比をとるとおよそ5.1となり、大きな相違が認められる。つくばを基準(1.0)として各地域の許容被照時間数をみると、札幌が約2.1倍、金沢が約1.1倍、鹿児島が約0.6倍、那覇が約0.4倍に相当することが判る。

次に、地域ごとの月別許容被照時間数の傾向を見ていく。札幌では、許容被照時間数の月別平均が最も小さいのは7月で1160秒(19分20秒)、最も大きいのは12月で21438秒(5時間57分18秒)であり、両者間の比は約18.5となっている。また、許容被照時間数に

表1 解析対象地域と対象データ一覧

地域	緯度	経度	対象データ	観測日数
札幌	43° 03' N	141° 20' E	1991.01~1998.12	2818
金沢	36° 31' N	136° 37' E	1997.03~2000.09	857
つくば	36° 03' N	140° 08' E	1990.01~1998.12	2994
鹿児島	31° 33' N	130° 33' E	1991.01~1998.12	2735
那覇	26° 12' N	127° 41' E	1991.01~1998.12	2705

表2 全蓄積データを用いた紫外域日射及び許容被照時間数に関する基本統計値

地域	月	許容被照時間数(秒)				日積算 DUV ^{※1}	日全天 日射 ^{※2}	観測日数 (日)
		平均	SD	最大	最小			
札幌	1月	17811	10085	36334	4772	0.0413	5.91	243
	2月	8762	7791	39510	2247	0.0814	8.72	215
	3月	3626	2000	15848	1302	0.1693	12.66	233
	4月	2532	2275	20689	828	0.2839	15.72	235
	5月	1862	1940	21628	617	0.4261	17.42	242
	6月	1402	1057	7429	530	0.5395	17.82	232
	7月	1160	735	5521	543	0.5932	16.70	242
	8月	1323	1145	10054	526	0.5352	14.81	241
	9月	1921	2035	24648	769	0.3511	12.74	221
	10月	3985	3070	20531	1223	0.1659	9.37	243
	11月	12217	9515	35955	2909	0.0619	5.87	233
	12月	21438	9319	34286	7768	0.0333	4.71	238
	年間	6518	8745	—	—	0.2749	11.89	2818
金沢	1月	9955	9187	36507	2598	0.0731	4.79	52
	2月	7715	10031	39061	1560	0.1389	7.30	26
	3月	2868	4263	26602	883	0.3018	12.69	70
	4月	2173	1896	8709	730	0.3819	14.57	79
	5月	1220	950	7000	561	0.5734	18.05	67
	6月	1395	1057	5647	491	0.5695	15.36	91
	7月	1157	897	4748	505	0.6366	15.03	89
	8月	1051	1233	11491	469	0.6325	13.69	80
	9月	1550	1202	8920	644	0.4095	12.24	89
	10月	2669	4410	39581	770	0.2680	10.12	82
	11月	6112	8389	37434	1789	0.1358	7.16	70
	12月	9141	8391	35789	3122	0.0788	4.98	62
	年間	3566	5605	—	—	0.3839	11.80	857
つくば	1月	6995	7246	37818	2385	0.1013	8.54	249
	2月	4100	4104	40435	1656	0.1557	11.22	201
	3月	3178	4244	41976	992	0.2477	12.13	251
	4月	1935	1684	11359	759	0.3759	14.76	252
	5月	1572	1471	10091	647	0.4791	15.92	254
	6月	1441	988	5994	530	0.4859	13.03	250
	7月	1218	782	4514	469	0.5778	14.44	255
	8月	1084	944	11188	467	0.6091	14.54	260
	9月	1797	1830	14924	608	0.4039	10.89	247
	10月	2462	1923	20023	949	0.2517	9.26	266
	11月	5055	5841	37037	1591	0.1428	8.07	258
	12月	7247	7235	35956	2801	0.0930	7.53	251
	年間	3148	4471	—	—	0.3304	11.70	2994
鹿児島	1月	4063	5417	37800	1445	0.1677	9.15	237
	2月	2553	2470	24628	956	0.2506	11.62	215
	3月	2556	3876	43781	698	0.3378	12.60	234
	4月	1635	1838	13348	539	0.4897	15.84	231
	5月	1187	1099	12138	498	0.5940	17.53	236
	6月	1472	1536	15064	368	0.5733	14.44	220
	7月	1010	1295	10850	396	0.7911	17.76	222
	8月	749	563	5881	391	0.8270	18.89	225
	9月	1112	957	8511	479	0.5797	16.20	213
	10月	1552	1234	15015	766	0.3855	13.37	225
	11月	2518	2099	19426	973	0.2364	10.63	235
	12月	3719	3507	36640	1832	0.1615	8.81	242
	年間	2034	2787	—	—	0.4456	13.85	2735
那覇	1月	2135	1351	10662	912	0.2558	8.84	237
	2月	1955	1778	11528	678	0.3248	9.89	201
	3月	1529	1541	14631	543	0.4555	11.98	225
	4月	1068	688	4420	438	0.5822	14.16	231
	5月	990	758	6351	412	0.6935	16.10	238
	6月	810	702	7029	397	0.8476	17.73	225
	7月	592	310	3305	395	1.0002	20.25	223
	8月	606	421	5793	345	0.9592	19.43	231
	9月	738	405	4088	395	0.7597	16.99	216
	10月	1120	600	5646	592	0.4846	13.23	216
	11月	1472	800	5220	497	0.3316	10.77	223
	12月	2208	1682	14637	1116	0.2577	9.29	239
	年間	1271	1184	—	—	0.5795	14.06	2705

SD:標準偏差 ※1:単位(kJ/m²・日) ※2:単位(MJ/m²・日)

図2 地域別許容被照時間数の月平均値
(線の細実線は標準偏差を表す)

については、晴天日に得られる最小の時間数が問題となるが、月別にみると観測日として最小の許容被照時間数が記録されたのは8月の526秒(8分46秒)であり、これに6月の530秒(8分50秒)、7月の543秒(9分3秒)が続いている。

金沢において許容被照時間数の平均値が最も小さい月は8月であり、その値は1051秒(17分31秒)となっている。一方、平均値が最も大きいのは1月の9955秒(2時間45分55秒)であり、8月と比べた場合の比はおよそ9.5となっており、この季節間の開きは札幌の半分程度に縮小していることが判る。金沢で最小の許容被照時間数が観測されたのは8月で、469秒(7分49秒)となっている。

つくばでは、許容被照時間数の月別平均が最も小さいのは8月の1084秒(18分4秒)、最も大きいのは12月の7247秒(2時間47秒)であり、両者間の比は約6.7となっている。季節間の開きは札幌、金沢、つくばと南の地域になるに連れて縮小傾向にあるが、8月の月平均値を取り上げてみると、つくばよりも金沢の方が小さくなるという緯度上の並びに反する数値が示されている。28'の緯度差以上に、天候や大気透過率等の状態が卓越した結果と考えられる。つくばにおける最小の許容被照時間数は、8月に観測された467秒(7分47秒)であり、これは金沢とほぼ同様の値である。

鹿児島では、許容被照時間数の月別平均値が最も小さいのは8月であり、749秒(12分29秒)となっている。一方、平均値が最も大きい月は1月で4063秒(1時間7分43秒)であり、両者間の比はおよそ5.4となっており、つくば以上に季節間の開きが縮小している。また、最小の許容被照時間数が観測されたのは6月で、368秒(6分8秒)となっている。

那覇では、許容被照時間数の月別平均が最も小さいのは7月の592秒(9分52秒)、最も大きいのは12月の2208秒(36分48秒)であり、両者間の比は約3.7となっている。季節間の開きは5地域を通じて最も小さい。また、最小の許容被照時間数は8月に観測された345秒(5分45秒)であり、これも5地域の中で最も小さい値である。

過去に観測された最小の許容被照時間数について、札幌と那覇の比をとると1.5になる。また、つくばを基準(1.0)としてみると、札幌が約1.1倍、金沢が約1.0倍、鹿児島が約0.8倍、那覇が約0.7倍に相当している。これを冒頭に示した年間平均の許容被照時間数の地域差の結果と比較すると、最小の許容被照時間数でみる地域差が顕著に縮小していることは明白である。紫外域日射被曝に関して

図3 許容被照時間月平均値の年平均値に対する比率

特に配慮が求められる6月から8月にかけては、年間平均値でみるよりもはるかに南北の地域差が小さくなっている点に留意する必要がある。

図2からも、北に位置する札幌や金沢の年間平均許容被照時間数を押し上げているのは、冬季の期間における時間数の長さであることが判る。また、図2中に併記した月平均の日積算DUVをみると、札幌、金沢およびつくばの最大値が、どれもほぼ同じ0.6kJ/m²・日程度に達しており、夏季においてこれら3地点間で緯度による許容被照時間数の相違が余り認められない証左となっている。

次に、各地域における許容被照時間数の季節変化の傾向を把握するために、年平均値で各月の平均値を除いて比率を求め、図3を作成した。緯度の低い那覇や鹿児島では年間の季節変化が小さく、札幌、金沢などの高緯度地域ほど許容被照時間数の夏季と冬季の差が大きい。5地域ともに11月～2月までは各月平均値が年平均値を上回り、4月～10月までの間は各月平均値が年平均値を下回っている。地域によって様子が異なるのは3月である。すなわち、つくばでは年平均値と月平均値がほぼ同じレベルにあり、鹿児島と那覇では月平均値が年平均値を上回り、金沢と札幌では月平均値が年平均値を下回っている。この結果、金沢と札幌では1、2月から3月にかけて急速に許容被照時間数が短くなる様子が示されており、冬型の気圧配置の解消に伴ってつくば以南の地域よりも紫外域日射対策に関する住民の意識を喚起する必要があると思われる。表2から金沢と鹿児島の3月の許容被照時間数を読むと、夫々、2868秒(47分48秒)、

図4 許容被照時間数季節別頻度割合

※ 網掛け: 0~120分の範囲で10分刻み

黒 棒: 120分以上で60分(1時間)刻み

2556秒(42分36秒)となっており、やはり鹿児島の方が短いものの、かなり接近した数値となっていることが判る。

許容被照時間数に関する各地域、各季節の出現頻度割合の分布を図4に提示した。緯度が低くなるに連れて、短い許容被照時間数ランクの出現割合が高くなるという全体的な傾向がみられる。また、6~8月には、20分以内の許容被照時間数の日が、札幌で67%、金沢で74%、つくばで70%、鹿児島で81%、那覇で93%を占めることが示されている。許容被照時間数が数時間以上に及ぶ日が多いのは、冬季の札幌と金沢が中心であり、これ以外の地域や季節ではほとんどの場合、被照時間に注意する必要があると云えよう。

本研究で求めた紫外域日射に関する許容被照時間数について、日全天日射量とのクライモグラフを作成し、図5に提示した。グラフ上の移動範囲が広い札幌については、月平均値の位置に月の数字を

表示している。

5 地点全体の分布範囲を夫々の最小値、最大値でみると、日全天日射量が4.71MJ/m²・日(札幌, 12月)~20.25 MJ/m²・日(那覇, 7月)であるときに、許容被照時間数は592秒(那覇, 7月)~21438秒(札幌, 12月)となっている。最小値と最大値の比をとると、日全天日射量が4.3倍の範囲で分布しているのに対し、許容被照時間数の方は36.2倍の範囲に分布していることになる。これは、日全天日射量は1日の積算値として定まるが、一方の許容被照時間数は、多くが正午前後の数分から数十分で定められることに起因しているものと推測される。さらに、一地域についてみても、札幌の1月と11月、また、2月と10月などはほぼ同レベルの日射量であるにもかかわらず、許容被照時間数には大きな差異が認められる。日射量自体は比較的測定が容易で、人体としても量的な大小を体感できるもの

ではあるが、必ずしも紫外域日射に関する許容被照時間数とは1:1に対応するものではないことを認識しておく必要があろう。

4. 簡易天気分類による許容被照時間数

天気による許容被照時間数の相違を把握することは、各地域の住民が紫外域日射対策を講ずる上で重要となる。以下では、既報²⁾で日積算 DUV について実施したのと同様の簡易天気分類の手法⁴⁾を用いて、許容被照時間数の整理を試みた。「快晴」、「晴」および「曇」の簡易天気分類に従い、5 地域の月別平均値と出現割合を表 3 に示す。

まず、各地域の天気の月別出現割合をみると、全体として「曇」や「晴」の日が多く、「快晴」は数%から十数%程度に留まる傾向にある。ただし、つくばにおいては11月から2月にかけて「快晴」の割合が25~35%と、他の天気に近い出現割合となっている。

次に、簡易天気分類による許容被照時間数の月別平均値を各地域の月ごとに比べると、多くの場合「曇」、「晴」、「快晴」の順に数値が小さくなる傾向が示されている。例えば、つくばで「快晴」の許容被照時間数が最も短い7月についてみると、「曇」の1506秒(25分6秒)に対して、「晴」は804秒(13分24秒)、「快晴」は717秒(11分57秒)といった具合である。また、「快晴」の許容被照時間数が最も長い12月についてみると、「曇」の14491秒(4時間1分31秒)に対して、「晴」が5263秒(1時間27分43秒)、「快晴」が4607秒(1時間16分47秒)などとなっている。ただ、表中で網掛けを施した地域と月では、「快晴」よりも「晴」の許容被照時間数の方が僅かながら短くなるという現象が見られる。「快晴」のサンプル数自体が少ないことによるものか、雲の存在に起因する紫外域日射の天空散乱成分の増大によるものかは、ここでは明確でないが、そうした事実が、金沢、鹿児島および那覇の春から夏にかけて存在することを指摘しておきたい。

各地域ごとに、許容被照時間数が最も短い月と天気分類、さらに秒数を挙げれば、札幌では7月の「快晴」で793秒(13分13秒)、金沢では8月の「晴」で692秒(11分32秒)、つくばでは7月の「快晴」で717秒(11分57秒)、鹿児島では7月の「快晴」で531秒(8分51秒)、那覇では7月の「晴」で529秒(8分49秒)となっている。

紫外域日射への被曝に関しては、やはりその短さが問題となるため、3600秒(1時間)までの範囲で、簡易天気分類に基づく許容被照時間数をグラフ化し、図6に提示した。「曇」と他の「晴」・「快晴」との差異は明確であること、「晴」と「快晴」との差は夏季を中心とする時期にははっきりとせず、冬季の前後に明瞭となること、などが読み取れる。

5. まとめ

本論文は、紫外域日射に関する許容被照時間数を算定し、地域による特性を明らかにすることを目的として、気象庁ならびに金沢工業大学が蓄積している紫外域日射分光観測データ等の解析を行ったものである。研究成果を以下にまとめる。

(1) 札幌、金沢、つくば、鹿児島および那覇の5地域について、これまでの全蓄積データに基づく許容被照時間数を月別平均値として整理し、過去に観測された最小の時間数を含めて提示した。

図5 許容被照時間数と日全天日射量月平均値によるクライモグラフ

表3 簡易天気分類毎の月平均許容被照時間数

		快晴		晴		曇	
		平均(秒)	天気割合	平均(秒)	天気割合	平均(秒)	天気割合
札幌	1月	12296	1%	12160	48%	22639	54%
	2月	4658	6%	5963	40%	11343	53%
	3月	2287	6%	2888	41%	4371	52%
	4月	1574	11%	1695	39%	3373	51%
	5月	1068	12%	1106	30%	2402	59%
	6月	808	10%	867	33%	1817	57%
	7月	793	5%	795	34%	1396	61%
	8月	816	6%	893	35%	1626	59%
	9月	1243	6%	1303	44%	2552	50%
	10月	2449	9%	3055	48%	5328	43%
	11月	5015	3%	8485	45%	16026	51%
	12月	13265	1%	16414	43%	25544	55%
金沢	1月	3803	2%	7380	24%	11053	75%
	2月	2106	17%	2466	25%	11885	58%
	3月	1408	13%	1609	46%	4817	41%
	4月	1263	16%	1451	30%	2867	53%
	5月	883	12%	830	39%	1610	49%
	6月	741	7%	808	31%	1737	63%
	7月	812	3%	709	25%	1376	71%
	8月	748	8%	692	37%	1459	55%
	9月	930	10%	952	28%	1615	62%
	10月	1495	16%	1699	43%	4117	41%
	11月	2477	14%	3135	29%	8509	57%
	12月	3982	5%	4620	35%	12247	60%
つくば	1月	4119	35%	4879	38%	13875	27%
	2月	2811	30%	3235	39%	6399	31%
	3月	1747	16%	1816	39%	4839	45%
	4月	1185	18%	1269	37%	2775	45%
	5月	964	10%	971	34%	2056	56%
	6月	852	3%	882	26%	1673	71%
	7月	717	7%	804	33%	1506	60%
	8月	734	4%	789	46%	1388	50%
	9月	1015	3%	984	38%	2368	59%
	10月	1618	12%	1692	39%	3286	49%
	11月	2856	25%	3199	38%	8530	36%
	12月	4607	34%	5263	42%	14491	24%
鹿児島	1月	2299	14%	2491	46%	6438	41%
	2月	1494	14%	1741	44%	3740	42%
	3月	1096	14%	1125	32%	3791	54%
	4月	783	12%	918	39%	2415	49%
	5月	739	10%	752	36%	1564	54%
	6月	738	1%	698	27%	1769	72%
	7月	531	3%	572	42%	1364	55%
	8月	607	4%	596	56%	981	40%
	9月	790	11%	817	45%	1492	44%
	10月	1091	18%	1215	45%	2201	36%
	11月	1718	24%	1965	43%	3812	33%
	12月	2262	19%	2782	42%	5422	39%
那覇	1月	1372	5%	1529	41%	2656	54%
	2月	1003	4%	1108	37%	2557	59%
	3月	700	2%	816	40%	2054	58%
	4月	697	3%	675	32%	1279	65%
	5月	617	4%	599	34%	1223	63%
	6月	602	0%	542	36%	960	64%
	7月	611	0%	529	58%	681	42%
	8月	541	2%	545	71%	774	27%
	9月	575	3%	631	69%	1015	28%
	10月	890	6%	920	56%	1450	38%
	11月	1001	5%	1187	53%	1886	42%
	12月	1369	8%	1540	47%	3063	45%

※ 網掛けが施されている月は晴より快晴の方が平均値が大きいことを示す

図6 簡易天気分類に基づく許容被照時間数の地域別年変化 (3600秒までの範囲で表示)

(2) 許容被照時間数の季節変化や、時間数ランクに基づく出現頻度分布の解析を通じて、地域ならびに季節による相違を把握した。また、許容被照時間数と日全天日射量との関係をクライモグラフ上に表現し、その特性を検討した。

(3) 簡易天気分類に基づく「快晴」、「晴」および「曇」ごとに、許容被照時間数を整理し、人体の紫外域日射被曝と天気との関係について基礎的知見を得た。

今後は、本研究で得られた成果が指し示すように、正午前後の紫外域日射データと各種気象データとの対応関係を詰めていくことが必要と考えられる。

付 記

本研究の一部は、平成13年度の文部省科学研究費・萌芽研究「生体影響紫外線量 DUV の地域・天候・時間帯に基づく推定法開発と許容被照時間数の提示 (代表者：垂水弘夫)」によることを付記する。

注 釈

- 1) カナダの SCI-TEC 社製。観測波長帯は 290~325nm であり、0.5nm 刻みで分光測定を実施。測定時間間隔は毎正時ごとの 1 時間。
- 2) 「許容曝露時間」と表記される場合もあるが、ここでは太陽光に由来する紫外域日射のみを対象とし、また受照面としても物ではなく人体を考えているので、「許容被照時間」とした。
- 3) WHO (世界保健機関) が提示している基準許容被曝量 $30\text{J}/\text{m}^2$ (分光観測値にアクションスペクトルによる波長帯域別の重み付けを行った DUV 値としての単位皮膚表面積当たりエネルギー量) は、白色人種で紫外域日射に対して敏感な皮膚を有する人の場合の基準値とされている。現在のところ日本人や黄色人種に関する基準許容被曝量は公表されていないので、

本研究では、この基準値を用いて解析を行った。なお、WHO で採用されている生体影響紫外線 DUV の算定方法等は既報¹⁾に詳しいが、分光観測を行った各波長の UV 値に、皮膚細胞中の DNA への波長別影響割合を考慮した次式で示されるアクション・スペクトル (AS(L), L は波長) を乗じ、集計することによって求められる。

$$\text{AS}(L) = 1 - 0.36 \left\{ \frac{(L - 270)}{20} \right\}^{1.64} \quad 290 \text{ nm} \leq L < 300 \text{ nm}$$

$$\text{AS}(L) = 0.3 \times 0.7356^{(L - 300)} + 10^{(2 - 0.0163L)} \quad 300 \text{ nm} \leq L < 325 \text{ nm}$$

- 4) 昼間の 9 時、12 時、15 時の平均雲量が、1.5 未満を「快晴」、1.5 以上 8.5 未満を「晴」、8.5 以上を「曇」と区分している。

文 献

- 1) 垂水弘夫、宮村壽、上出亘弘：紫外域日射分光観測に基づく生体影響紫外域日射量 DUV の特性解析、日本建築学会計画系論文集、第 532 号、pp.73~78、2000.6
- 2) 垂水弘夫、上出亘弘：生体影響紫外域日射 DUV の雲量および簡易天気分類に基づく解析、日本建築学会計画系論文集、第 545 号、pp.87~92、2001.7
- 3) World Health Organization: Ultraviolet Radiation, Environmental Health Criteria 160, pp.231~234, 1994
- 4) 気象庁：オゾン層観測年報、1991~2000
- 5) 気象庁：オゾン層観測報告、1994~2000
- 6) 気象庁：地上気象観測原簿データ、気象業務支援センター
- 7) 気象庁：気候変動監視レポート、1996~2000
- 8) 気象庁：気象年鑑、大蔵省印刷局、2000
- 9) 垂水弘夫、新聖子ほか：地上到達紫外線の DUV 評価と天気分類に基づく解析、その 9~11、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1、pp.677~682、2001.9

(2001年10月9日原稿受理、2001年12月5日採用決定)