

第1章

紫外線とは



1. 紫外線のうそ・ほんと

世界保健機関 (WHO) では、「Global Solar UV Index-A Practical Guide」として紫外線に関するガイドブックを出しています。その中にまとめられている「紫外線のうそ・ほんと」を御紹介しましょう。

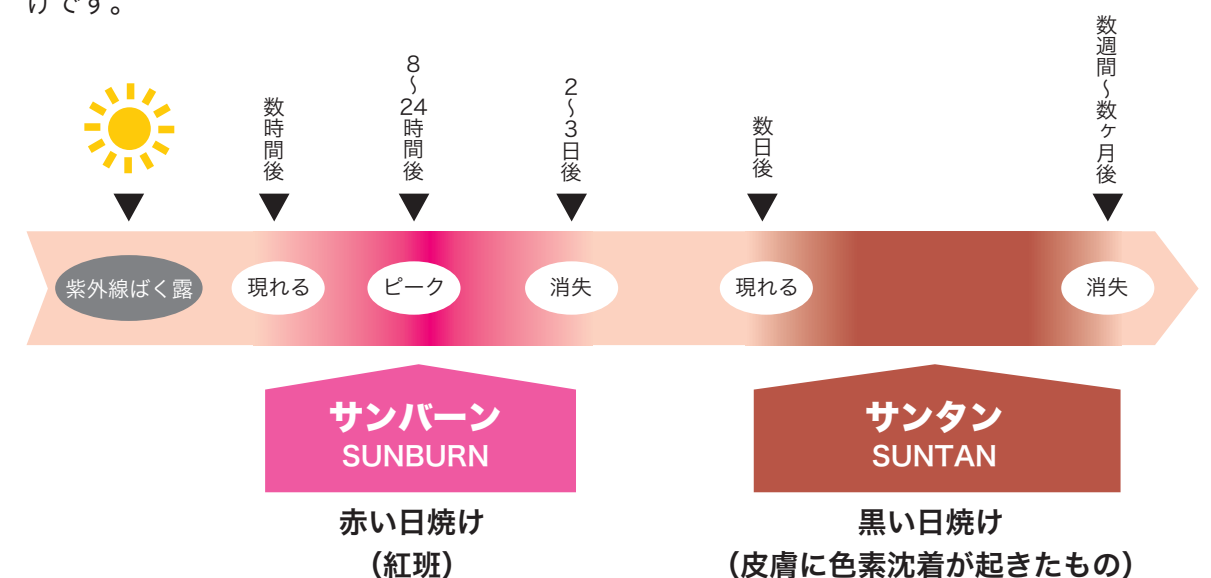
間違い	正しい
日焼け (サンタン) は健康的である。 日焼け (サンタン) は太陽紫外線を防いでくれる。	日焼け (サンタン) は、私たちの体が紫外線による被害を防ごうとする防衛反応ですが、その効果は小さく、注意信号と考えるべきです。(コラム:メラニンって何?参照)
曇った日には日焼け (サンバーン、サンタン) をしない。	薄い雲の場合、紫外線の80%以上が通過します。
水辺では日焼け (サンバーン、サンタン) をしない。	水面の反射は紫外線のばく露を増やすといえます。また、水はわずかな紫外線しか防いでくれません。
冬の間の紫外線は危険ではない。	一般的に冬の紫外線は弱いですが、例えば、雪による反射により2倍近いばく露となります。特に、高い山では注意が必要です。
日焼け止めを塗っていれば、非常に長い時間日光を浴びても大丈夫である。	日焼け止めは紫外線を浴びることが避けられないときに、防止効果を高めるものですが、太陽に長時間あたるために使用するのは間違いです。
日光浴の途中で定期的に休憩をとると、日焼け (サンバーン、サンタン) を起こさない。	紫外線ばく露は一日をとおして蓄積されていきます。
太陽の光に暑さを感じない時には、日焼け (サンバーン、サンタン) を起こさない。	サンバーンは私たちが感じることでできない紫外線によるものです。暑さを感じるのは赤外線によるもので、紫外線ではありません。

(WHO : Global solar UV index-A practical guide- 2002 より翻訳)

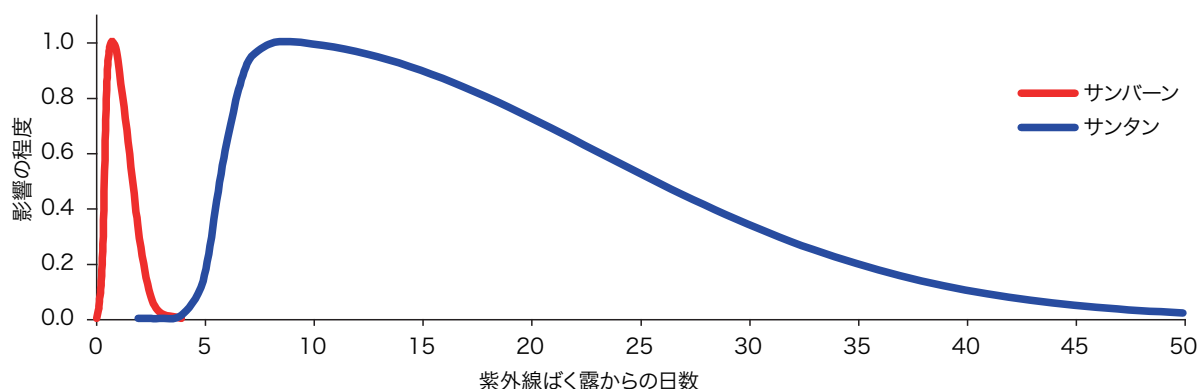
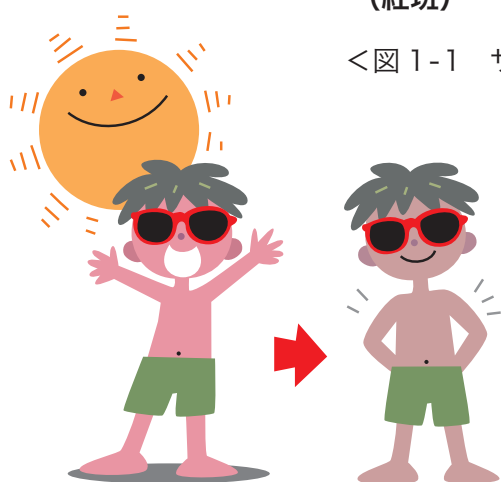
<表 1-1 紫外線のうそ・ほんと>

“日焼けの種類”

表 1-1 で使われているサンバーン (sunburn) とサンタン (suntan) は、日本語ではどちらも“日焼け”と呼ばれていますが、サンバーンは紫外線にばく露した数時間後から現れる赤い日焼け (紅斑) で、サンタンは赤い日焼けが消失した数日後に現れ、数週間から数ヶ月続く黒い日焼けです。

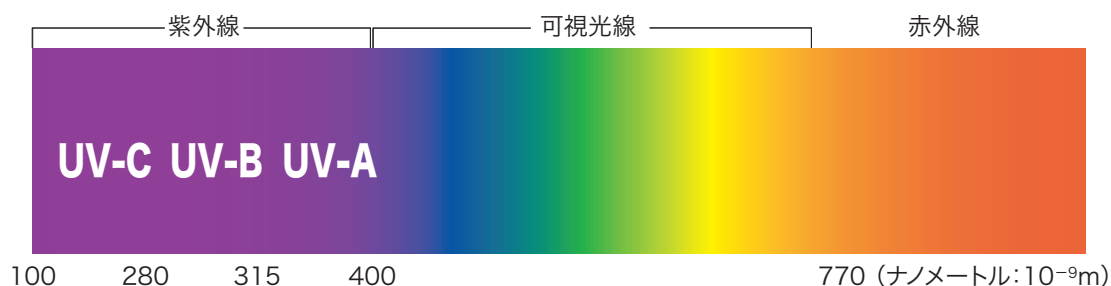


<図 1-1 サンバーンとサンタンの違い>



2. 紫外線の性質

太陽の光には、図 1-2 のように目に見える光（可視光線）のほかに、目に見えない赤外線や紫外線が含まれています。紫外線とは地表に届く光の中で、最も波長の短いものです。



UV-C…大気層（オゾンなど）で吸収され、地表には到達しない。

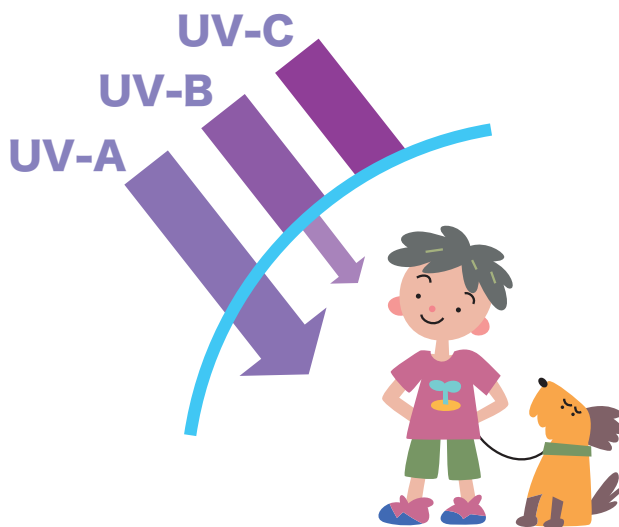
UV-B…ほとんどは大気層（オゾンなど）で吸収されるが、一部は地表へ到達し、皮膚や眼に有害である。
日焼けを起こしたり、皮膚がんの原因となる。

UV-A…UV-Bほど有害ではないが、長時間浴びた場合の健康影響が懸念されている。

※ UV-C、UV-B、UV-Aの分け方には、いくつかの定義があります。ここでは、気象庁にならって、280～315nm（ナノメートル）を UV-B としています。

<図 1-2 太陽光と紫外線>

紫外線は波長によって、A、B、Cの3つに分けられます。C領域紫外線（UV-C）は空気中の酸素分子とオゾン層で完全にさえぎられて地表には届きません。また、B領域紫外線（UV-B）もオゾン層の変化に影響されることから、現在その増加が懸念されています。



紫外線は私たちの目には見えませんが、太陽光（日射）の一部であり、基本的な性質は可視光線と同じです。季節や時刻、天候などにより紫外線の絶対量や日射量に占める割合は変化しますが、可視光線と同じように、建物や衣類などでその大部分が遮断されます。一方、日中は日陰でも明るいように、大気中での散乱も相当に大きいことがわかっています。中でも、B領域紫外線（UV-B）は散乱光の占める割合が高くなっています。

人体に有害といわれているB領域紫外線を中心に、紫外線の性質をまとめると、以下のようになります。

紫外線の性質

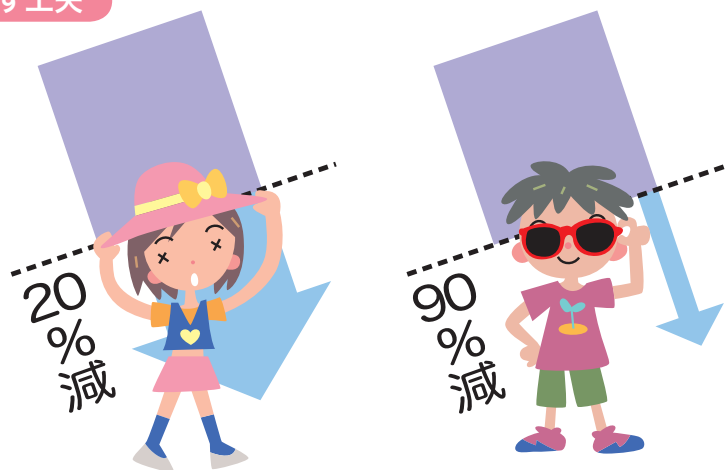
- ① 薄い雲では UV-B の 80 % 以上が透過し、屋外では太陽から直接届く紫外線量と空気中で散乱して届く紫外線量がほぼ同程度である。
- ② 地表面の種類により紫外線の反射率は大きく異なる（新雪：80 %、砂浜：10 ~ 25 %、コンクリート・アスファルト：10 %、水面：10 ~ 20 %、草地・芝生、土面：10 % 以下）。
- ③ 標高が 1000 m 上昇するごとに UV-B は 10 ~ 12 % 増加する。
- ④ 建物の中では屋外の 10 % 以下の紫外線がある。

また、眼へのばく露に限ってみると、

- ⑤ 帽子の着用で 20 % 減少する。
- ⑥ UV カット機能を持った眼鏡やサングラスの着用で 90 % 減少する。
（一般に、ガラスの眼鏡は UV-B をカットしますが、プラスチックの眼鏡の場合は“UV カット”表示のあるものを選びましょう。また、正面からだけではなく横からのばく露もあるので、顔の形に合った眼鏡やサングラスを選びましょう。）

(WHO : Protection against exposure to ultraviolet radiation 1995)

眼へのばく露を減らす工夫



3. 紫外線の強さと量

1) 紫外線の強さ

紫外線の強さは、時刻や季節、さらに天候、オゾン量によって大きく変わります。同じ気象条件の場合、太陽が頭上にくるほど強い紫外線が届きます。一日のうちでは正午ごろ、日本の季節では6月から8月に最も紫外線が強くなります。

山に登ると空気が薄く、より強い紫外線が届きます。標高の高いところに住む人たちは強い紫外線を浴びるために、標高の低い土地に暮らす人と比較して大きな影響を受けます。また、雪や砂は紫外線を強く反射するので、スキーや海水浴のときには、強い日焼けをしやすくなります(15 ページ参照)。

2) 紫外線の人体への影響度合いに関する指標

紫外線の人体に与える影響は波長によって異なります。このため国際的には UV インデックスという指標が広く用いられています。これは、紫外線の波長ごとに異なる人体への影響度合いを総合的に評価した指標といえます。

$$\text{UV インデックス} = \text{CIE 紫外線強度} \times 40$$

※ CIE 紫外線強度とは国際照明委員会 (Commission Internationale de l'Eclairage) が波長ごとの人の皮膚に対する影響を考慮し、重み付けをして足しあわせたものです。

3) 紫外線量

紫外線の強さに時間をかけたものが紫外線量になります。従って、弱い紫外線でも長い時間浴びた場合の紫外線量は、強い紫外線を短時間浴びた場合と同じになることもありますので注意が必要です。

UVインデックスで表される紫外線の強さは下記のように分類されます。

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。 出来るだけ長袖シャツ、日焼け止め、帽子を利用しよう。
6~7	強い	
8~10	非常に強い	日中の外出は出来るだけ控えよう。 必ず長袖シャツ、日焼け止め、帽子を利用しよう。
11+	極端に強い	

(WHO : Global solar UV index-A practical guide-2002)

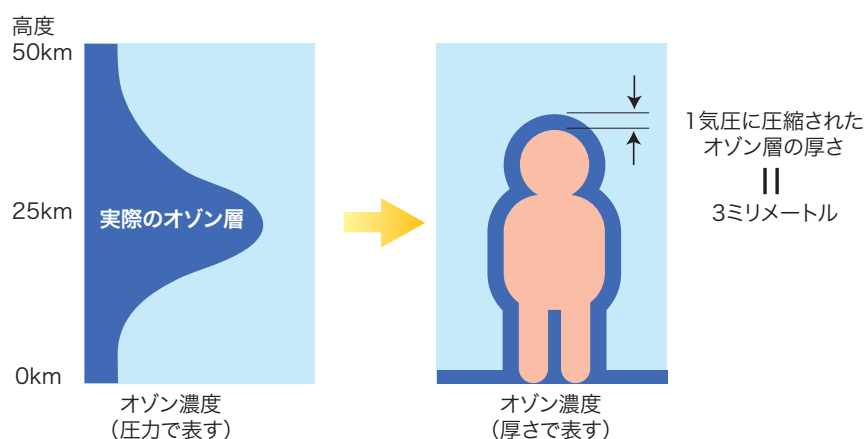
※気象庁のデータをもとに、札幌、つくば、鹿児島、那覇の夏と冬の時刻別のUVインデックスを図1-6(12ページ)に示しましたので参考にしてください。

4. オゾン層と紫外線

1) オゾン層の役割

オゾンは、地上付近から 50km 以上の高さにまで広く分布しており、このオゾン層が紫外線をさえぎって、地球上の生命を守っています。紫外線 (特に UV-B) 強度は、太陽高度角、天気、オゾン全量、大気の流れの程度などに応じて変化しますが、他の条件が同じ場合、オゾン層の厚さが 1% 減ると、地上紫外線強度は約 1.5% 増えるといわれています。

オゾン層は、「厚さ 3 ミリメートルの宇宙服」に例えられることがあります。これは、上空に分布するオゾンを集めて地上と同じ 1 気圧に圧縮すると約 3 ミリメートルの厚さになるという意味です (この厚さをオゾン全量と呼びます)。実際には、オゾンは、その 90% が地上から約 10 ~ 50km 上空の成層圏と呼ばれる領域に集まっているため、その領域は「成層圏オゾン層」とも呼ばれています。

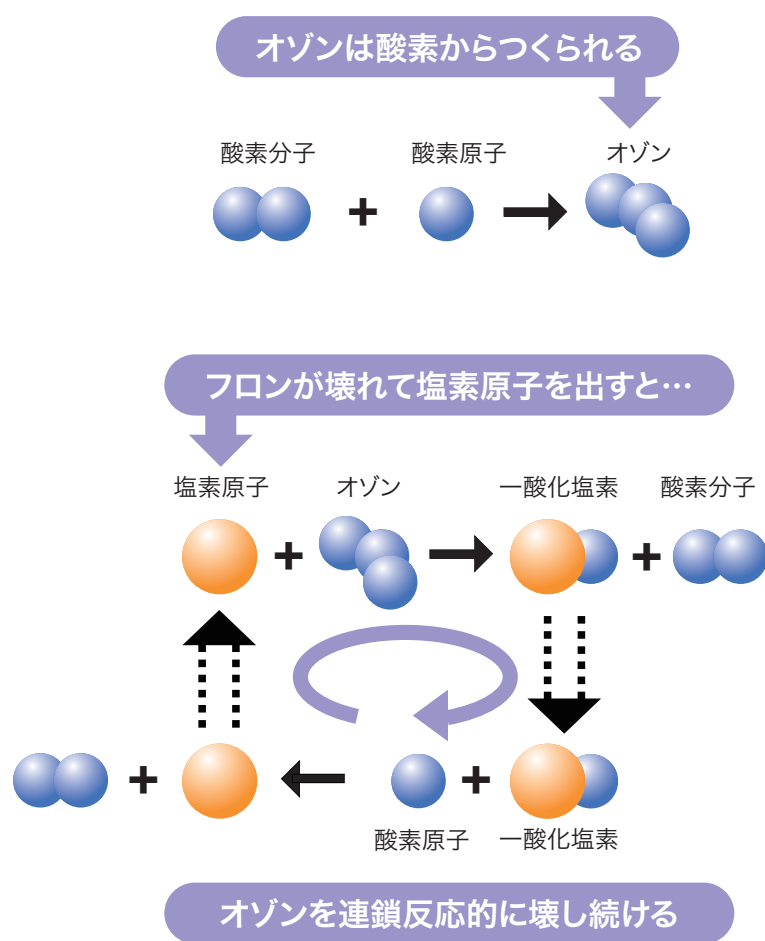


<大気中のオゾン濃度とオゾン全量>

2) フロン

フロンは、塩素と炭素、フッ素でできた化合物の総称で、変質しない、燃えない、毒性がない、しかも役に立つという性質があり、スプレーの噴射剤、エアコンや冷蔵庫などの冷媒、断熱材の発泡、半導体の洗浄など、幅広く使われてきました。

ところがフロンは地上付近の空気中では壊れず、そのまま成層圏まで上昇し、そこで紫外線 (UV-C) を浴びて壊れます。その際フロンは塩素原子を放出しますが、これが連鎖反応的にオゾンを破壊することがわかりました。1 個の塩素は、多いときには数万ものオゾンを破壊するといわれています。



<塩素によるオゾン層破壊>

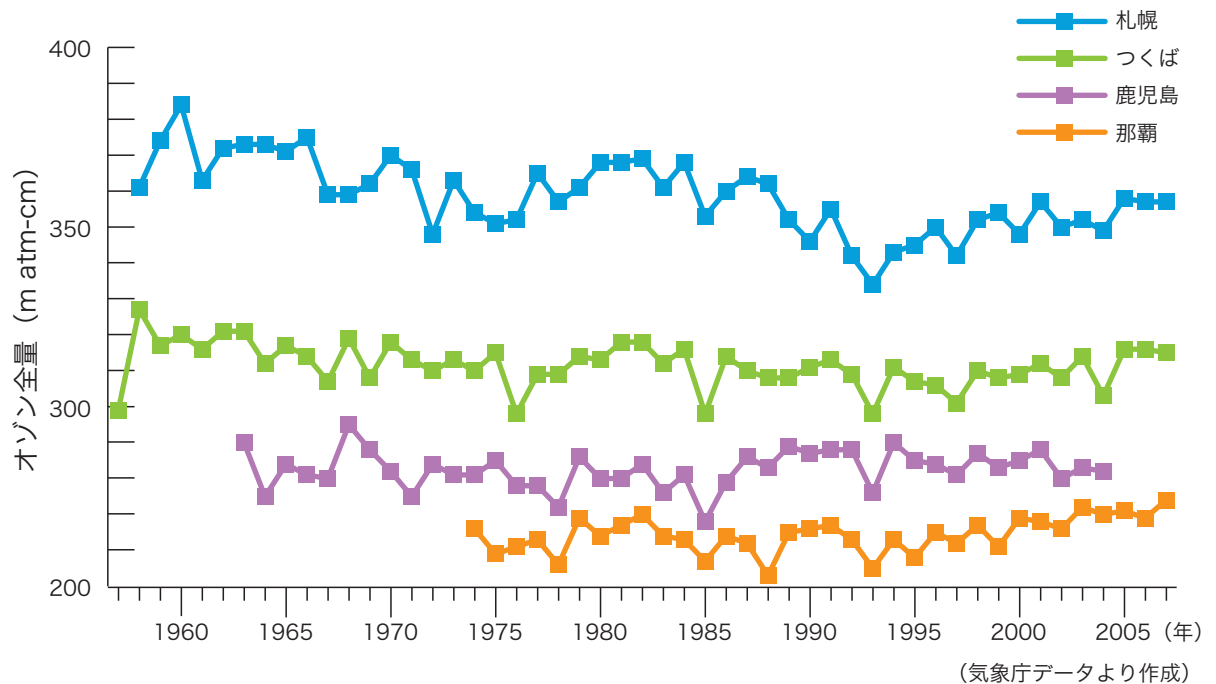
3) オゾン層を守る世界的な動き

塩素原子を含むフロンなどのオゾン層破壊物質の大気中への放出を抑制するため、世界的に協調して、それらの生産や輸出入を規制する対策がとられています。先進国では1996年からCFC(クロロフルオロカーボン)などのフロンやその他の主要なオゾン層破壊物質の生産が禁止されています。その後も、国際的な合意のもとにより厳しい削減計画が進められてきました。その結果、成層圏中の塩素量の合計は今世紀の中頃までに1980年以前のレベルに戻ると予想されています(世界気象機関(WMO)・国連環境計画(UNEP): Scientific Assessment of Ozone Depletion 2006 - オゾン層破壊の科学アセスメント2006)。

わが国でも、国際的な取り組みに呼応して、「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律(オゾン層保護法)」を制定するとともに、気象庁と環境省が協力して、オゾン層の状況並びに大気中におけるフロン等特定物質の濃度変化の状況を観測・監視しています(オゾン層観測報告、オゾン層等の監視結果に関する年次報告書)。

4) 日本上空のオゾン全量の長期変動

日本上空のオゾン全量は主に 1980 年代に明らかな減少傾向が見られていましたが、1990 年代後半以降にはわずかな増加傾向が見られます。2006 年のオゾン全量を 1979 年と比較すると国内 3 観測地点の平均で 1.7 %、札幌では 4.3 %減少しています。

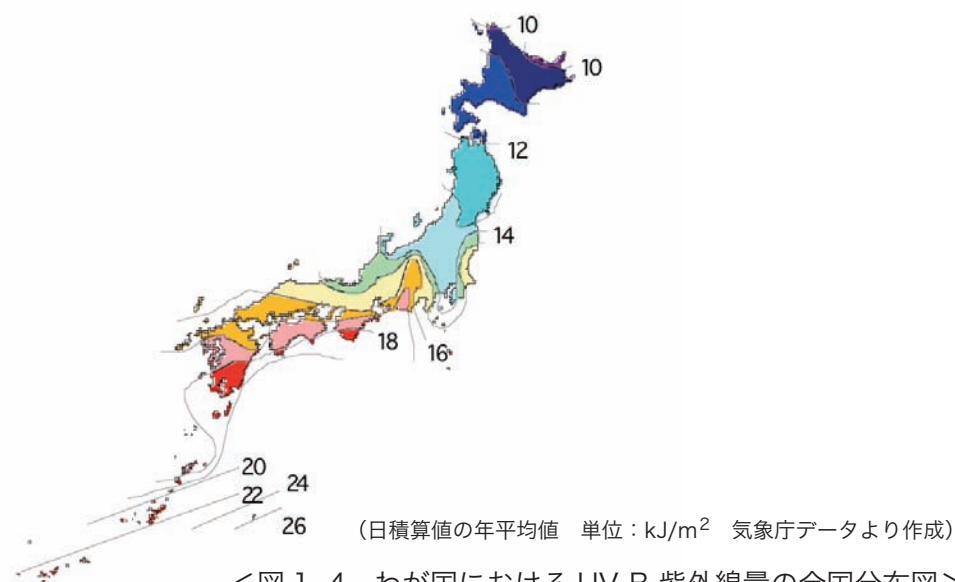


<図 1-3 日本上空のオゾン全量の年平均値の推移>

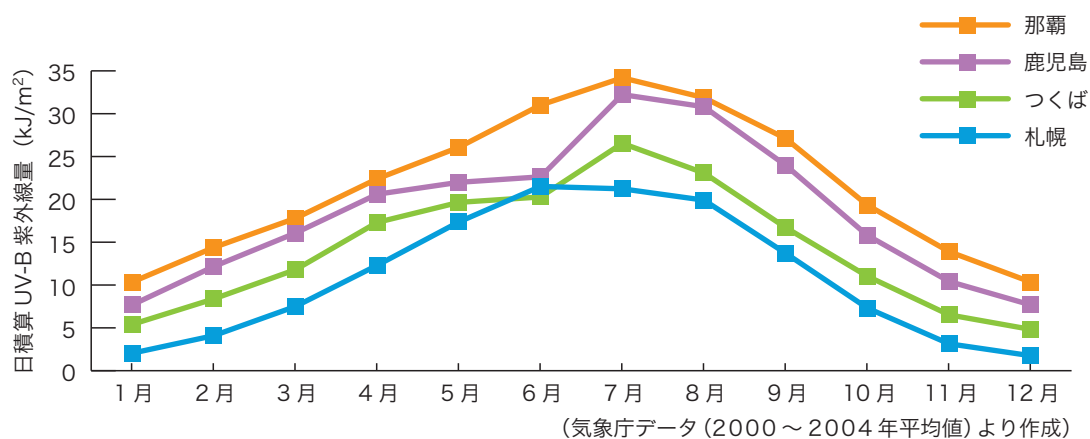
5. 日本各地の紫外線の現状と特徴

現在日本では、気象庁が札幌、つくば、鹿児島、那覇でオゾン全量とともに、B領域紫外線 (UV-B) のモニタリング (継続的観測) を行っています (鹿児島は2004年で観測中止)。図1-4は気象庁が作成した日本全国の紫外線マップです。4カ所のモニタリングステーションのデータに基づいて、各地の紫外線量を推定したものです。この図から紫外線 (UV-B) は、一般に北から南へ行くにしたがって多くなる様子がわかりますが、それぞれの地域の高度や日照時間等に左右されるため、複雑に入り組んでいます。年間の紫外線量は、沖縄と北海道で2倍程度の違いが見られます。

紫外線は、季節別に見ると、夏に強く冬に弱くなります (図1-5)。

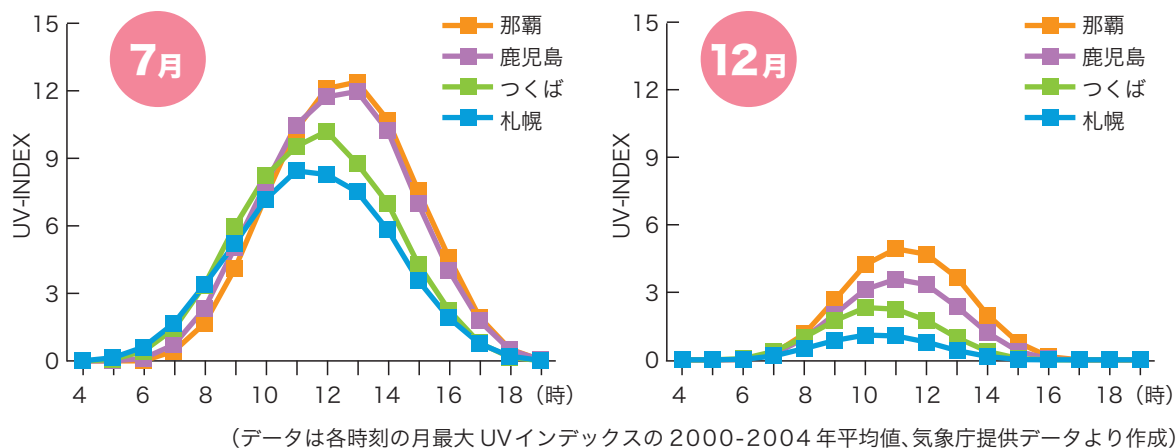


<図1-4 わが国におけるUV-B 紫外線量の全国分布図>



<図1-5 月別紫外線照射量 ($\text{kJ}/\text{m}^2/\text{日}$) >

また時刻別に見ると、正午前後、正確には各地区で太陽が最も高くなる時（南中時）に紫外線は最も強くなります（図 1-6）。

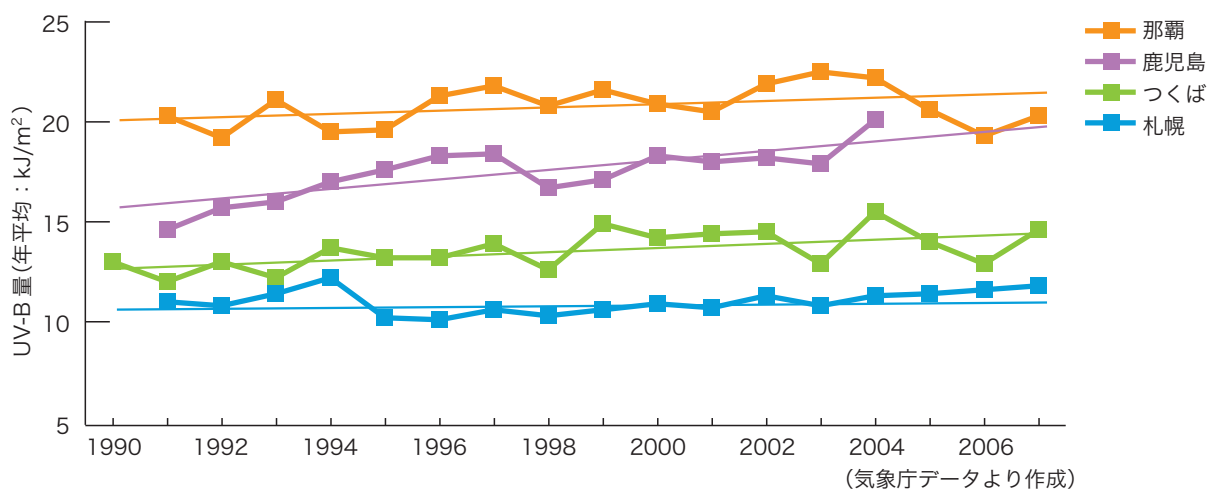


<図 1-6 時刻別紫外線強度 (UV インデックス) >

紫外線の経年変化

オゾン層破壊の科学アセスメント 2002 では南北両半球の中高緯度で最近 20 年間に年平均の紫外線量が 6 ～ 14 % 増加したと報告しています。

気象庁の観測でも、国内の紫外線量には、観測を開始した 1990 年以降、長期的な増加傾向が見られます（図 1-7）。一方、同時期のオゾン量は、1990 年代始めに最も少なく、その後はほとんど変化がないか、もしくは緩やかに増加しています（図 1-3）。このことから、この時期の紫外線量の増加はオゾン量の変動では説明できません。



<図 1-7 日本各地の紫外線照射量の年平均値の推移>

気象庁による観測とは別に、多くの大学や研究所、自治体で、帯域型紫外線計を使った紫外線の観測が行われており、中でも、国立環境研究所地球環境研究センターが中心となって運営する有害紫外線モニタリングネットワークでは、全国の大学や研究所、自治体など 22 機関、26 サイトで紫外線の観測を行っており、ホームページから一部データが公表されています(44 ページ参照)。



紫外線をさえぎるもの

地上に到達する紫外線量は、オゾン層以外に雲量やエアロゾル(大気中に浮遊する液体や固体の微粒子)の増減によっても変化します。国内の紫外線量は、観測を開始した 1990 年以降、長期的な増加傾向が見られますが、その主な原因は雲量やエアロゾル量の減少と考えられます。

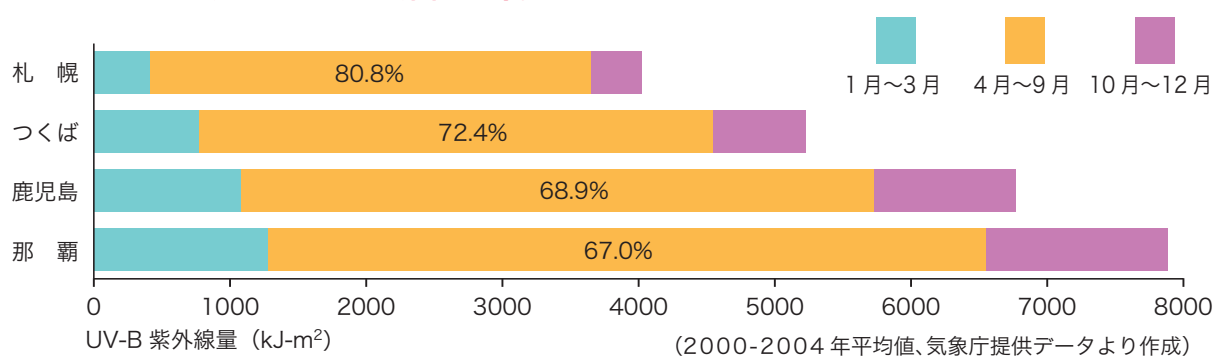
わが国では、大気清浄化の取組によって、以前に比べ大気はきれいになりました。つまり、紫外線をさえぎっていた大気汚染物質が減少したため、紫外線カット効果が薄くなったともいえます。

6. 日常生活での紫外線ばく露

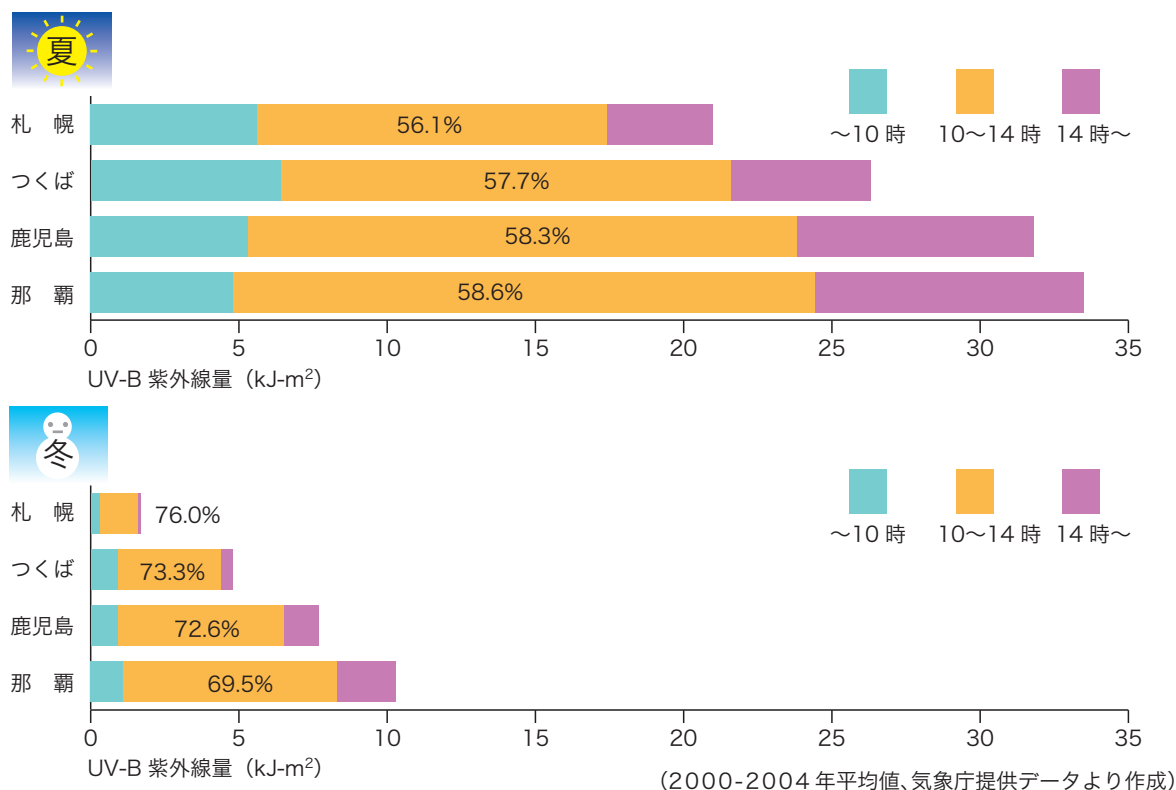
それでは私たちは日常生活の中で、どの程度の紫外線にばく露されているのでしょうか。ここでは、日常生活での紫外線ばく露について見ていきましょう。

前述のとおり、私たちが浴びる紫外線は、以下のような特徴をもっています。

- ① 南に行く（緯度が低くなる）ほど強い。
- ② 1年のうちでは春から初秋にかけて強い（4～9月に1年間のおよそ70～80%、図1-8）。
- ③ 1日のうちでは正午をはさむ数時間が強い（夏、冬それぞれ午前10時～午後2時に1日のおよそ60%、70～75%、図1-9）。



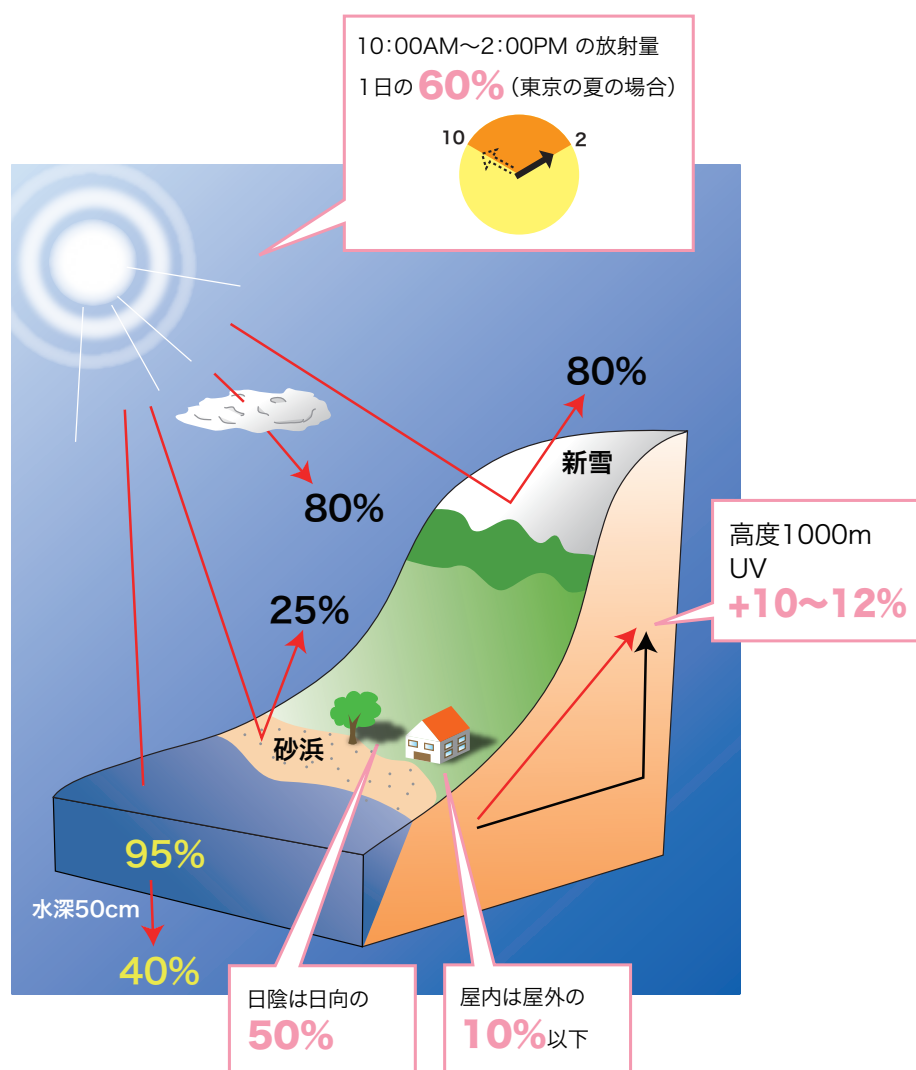
<図 1-8 季節別紫外線照射量と年間照射量に占める割合>



<図 1-9 時間帯別紫外線照射量と日照射量に占める割合>

このことは私たちの生活にとって非常に重要なことです。住む場所は別として、季節や時刻を考えて戸外での活動を行えば、紫外線へのばく露を大幅に少なくすることが可能になります。

実際にどの程度紫外線を浴びるかは一人一人の行動によって異なります。同じ地域でも季節や一人一人の生活スタイル、特に日中の戸外活動時間によって紫外線ばく露量は大きく異なっていることがわかっています。また、私たちが浴びる紫外線は、直接太陽から届くもの（直達光）だけでなく、空気中で散乱して届くもの（散乱光）、さらに、地面等で反射して届くもの（反射光）があります。図1-10はさまざまな場所での反射の割合を示しています。



<図1-10 紫外線の反射と透過>



赤ちゃん和紫外線

天気の良い日に赤ちゃんを散歩に連れて行くときは、強い日差しが直接赤ちゃんに当たらないよう工夫して外出しましょう。日差しの強い10時～14時頃を避け、朝夕の涼しい時間帯に、薄い長袖を着せてあげ、帽子やベビーカーの日よけを利用するようにしましょう。赤ちゃんの皮膚は大人よりデリケートで、紫外線で受ける影響には個人差がありますので気をつけましょう。

一方、母乳栄養の赤ちゃんやアレルギーなどで食事制限をしている赤ちゃんは、骨の成長に必要なビタミンDが不足しがちです。妊婦さんや授乳中のお母さんは、ビタミンD不足にならないよう、普段から食事に十分気をつけるほか、冬場などには一日15分程度、適度な日差しを浴びることも効果的と考えられます。

※母子健康手帳には以下のように記載されています。

保護者の記録 3～4か月頃 (年 月 日記録)	
●首がすわりましたか。_____	はい いいえ
(すわった時期: _____ 月 _____ 日頃)	
●あやすとよく笑いますか。_____	はい いいえ
●目つきや目の動きがおかしいのではないかと気になりますか。_____	はい いいえ
●見えない方向から声をかけてみると、そちらのほうを見ようとしていますか。_____	はい いいえ
●外気浴をしていますか。_____	はい いいえ
(天気のよい日に薄着で散歩するなどしてあげましょう。)	
●子育てについて困難を感じることはありますか。_____	はい いいえ 何ともいえない
※育児の心配、かかった病気、感想などを自由に記入しましょう。	



7. 職場における紫外線ばく露

紫外線ばく露をうける職業には大きく分けて、太陽光からの紫外線のばく露をうけるものと人工光源からの紫外線のばく露をうけるものがあります。

①太陽光

最大の職業性紫外線ばく露は太陽光からのばく露をうける職業であり、ほとんどの屋外作業が該当します。とくに農業、漁業、土木建設業、雪・氷上作業でばく露が多くなります。

②人工放射源

太陽以外の人工光源から紫外線をうける作業としては、アーク溶接・溶断作業、紫外線殺菌灯下での作業、遺伝子検査作業、医学的利用、日焼けサロン、などがあります。

溶接熱源とは

太陽光からの紫外線とは異なり、UV-Cも含まれています。このため、アーク溶接などの作業では、発生する紫外線で電気性眼炎（角膜炎）※を起こす危険性があります。

溶接熱源から放射される紫外線量は、溶接法や溶接電流等により大きく異なり、太陽光からの紫外線量より低い場合から数十倍になる場合まであります。

※ばく露数時間後から、目の激しい痛みと異物感を生じます。角膜上皮の剥離が主症状で眼瞼の発赤、結膜の充血を伴います。適切な治療を行えば、これらの症状は12～24時間で消失します。