

R-02-2001

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第3号

特定研究

「紫外線が県民の健康に及ぼす影響に関する研究」

平成12年度

山梨県環境科学研究所

R-02-2001

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第3号

特定研究

「紫外線が県民の健康に及ぼす影響に関する研究」

平成12年度

山梨県環境科学研究所

はじめに

私たちを取りまく環境要因の変化に起因する諸問題の特徴は、それらの変化が非常にゆっくりと進行し、そして私たちの生活に与える影響もゆっくりと、しかも確実に進行すると予想されることである。それだけに、私たちがそのような環境問題を考える場合には、確実な科学的知識を十分に理解し、それに基づいて問題点を把握することが大切であると思われる。

近年、地球規模での環境問題の一つに、紫外線がヒトの健康にいかなる影響を与えるかということがある。これは成層圏オゾンの減少による有害紫外線の地表到達量の増加が原因であって、既に、欧米ではかなり深刻な問題となっている。

山梨県においても、有害紫外線と健康の問題に対する関心と危惧が、最近、特に高まっている。このため、当研究所においては、本県における社会的な要請及び行政課題に応えるための特定研究として「紫外線が県民の健康に及ぼす影響に関する研究」に取り組んできた。

この特定研究報告は、このような背景と本県における県民への影響がいかなるものなのかを明らかにするため、これまでのデータ及び臨床統計調査などの事実に基づいてまとめたものである。

この研究成果が、県民の皆様の健康保持の一助となれば幸いである。

また、この研究にあたって、山梨県衛生公害研究所並びに山梨医科大学の多大な協力をいただいた。関係機関、関係各位の皆様方に、改めて深く感謝申し上げる。

平成13年 3 月

山梨県環境科学研究所

所長 入 来 正 躬

目 次

はじめに

I 特定研究の概要

序 文	1
研究体制	1
第1章 紫外線とオゾンの現状	1
I. オゾン層破壊と太陽紫外線	1
II. 太陽紫外線による影響	4
1) 人の健康への影響（1）皮膚癌発症との関係	4
（2）日本の皮膚癌発症状況	4
（3）白内障	5
（4）免疫抑制	5
2) 陸上植物及び水界生態系等への影響	5
第2章 山梨県の現状	5
I. 有害紫外線UV-B量の変化	5
II. 皮膚疾患症例における太陽紫外線の影響評価	6
第3章 おわりに	7
I. 要約と結論	7
II. あとがき	8

II 資料編

資料Ⅰ 本県における皮膚疾患その他の症例に関する太陽紫外線の影響評価	9
資料Ⅱ 有害紫外線を避ける工夫	14

I 特定研究の概要

I 特定研究の概要

序 文

太陽の放射は、地球上の生きものに種々の恵を与えている。しかし、太陽光の成分、太陽紫外線のうちUV-B（Ultraviolet rays B成分）は、有害紫外線と言われることもあり、我々（ヒト）の皮膚、眼、免疫系に障害を与えることが知られている。太陽紫外線は、約4億年前に形成されたオゾン（O₃）層によって吸収され、地表への到達量は緩和されている。

白人、黄色人、黒人の皮膚細胞のメラニン色素の含有量の違いによって太陽紫外線に対する感受性が異なることがわかっている。更に、同じ白人種、黄色人種の間でも紫外線に敏感なタイプ、鈍感なタイプなど感受性が異なることもわかっている。白人では約100年前、日本人では40年前に、太陽紫外線に起因する皮膚癌が知られた。しかし、一般的には日本人は白人に比べて紫外線に対する感受性は、数十倍から百倍位低いと推定されているが、残念なことに、日本人についての紫外線発癌の定量的データはない。

1984年、南極におけるオゾンホールが発見に続いて、同様な観測が北半球でも報告されるようになった。これは1974年に米国の二人の化学者により警告（研究報告）され、1928年以来の人類のいわゆる“フロン”の使用とその大気への廃棄に基づくものである。国際的議定書によって1995年までにフロンの製造は停止され、使用も制限されている。しかし、フロンの大気中での寿命は50～150年と推定されているので、21世紀に入っても追跡の必要がある。既に、赤道近辺のオーストラリアの白人では、皮膚癌発症の増大が知られている。

太陽紫外線の地表到達量は、緯度、太陽高度、地理的高度、天気、大気混濁度、オゾン全量などによって異なる。太陽紫外線の地域や時期による変化とヒトへの影響との関係と、それを予防するための的確な対応に関する研究・調査や観測は、国際的にも日本国内の専門家の中でも盛んになってきた。しかし、この障害発生に関する要因にはまだ不確定要素も多いことなどもあり、日本国内

でも一般の方々の関心が強まっている。

これに応えるべく、関係の研究者、行政関係者は日夜努力しており、研究報告が逐次なされている。本研究では、現在までに得られた知見に基づいて、太陽紫外線の変化や既発の皮膚癌等の発生事例の調査、特に山梨県民の置かれている地域性にあった太陽紫外線対応策の研究を行った。

研究体制

研究代表者：山梨県環境科学研究所

特別研究員 柴田 政章

共同研究者：山梨県環境科学研究所

客員研究員 金子 一郎

山梨医科大学皮膚科学教室

（主任教授 島田 眞路）

山梨医科大学保健学第二教室

（主任教授 山縣然太郎）

第1章 紫外線とオゾンの現状

I. オゾン層破壊と太陽紫外線

地球の外側をとりまく大気の地表20～40kmの範囲にオゾンの多い大気層があり、これが地球をつつんでいる。このオゾンの多い層をオゾン層と呼んでいる（図1）。

地球に到達する太陽放射は、太陽電波、赤外線、可視光線、紫外線、x線、γ線、中性子線がある

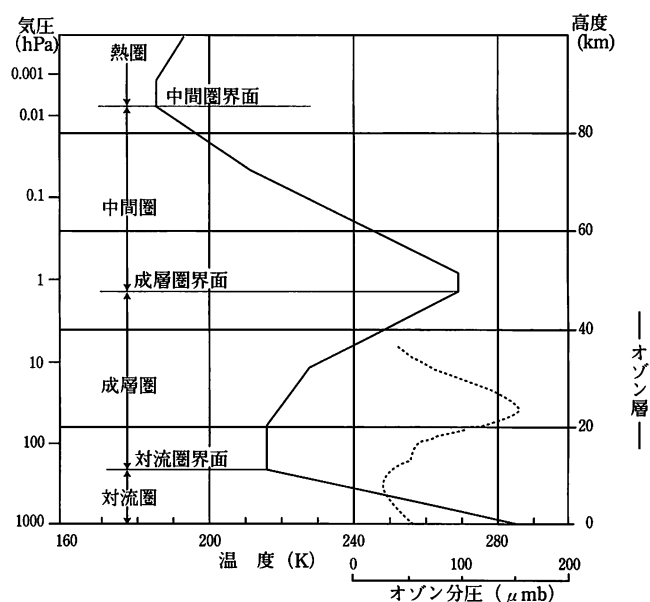


図1 大気の構造とオゾン層

[太陽紫外線防御研究委員会学術報告書
伊藤明之 4 (1) : 91-112, 1994]

が、およそ34%は雲、大気、地表、海面で宇宙空間に吸収され、残りの47%が地表に吸収される。赤外線は成層圏のオゾン層で一部吸収されている。

紫外線は国際照明委員会によって、長波長380～315nmをUV-A、中波長315～280nmをUV-B、短波長280～100nmをUV-Cと分類されている。長時間照射されるとUV-Aは皮膚に日焼したり色素沈着を起こす、UV-Bはひどい日焼、時に炎症、皮膚癌を起こす原因になる。UV-Cは地球上には到達しないが、研究室での実験によると遺伝子への損傷が極めて強い。オゾン層は有害紫外線と言われているUV-Bを吸収して地球上の生命体を防護している。

1974年米国のM. J. MolinaとF. S. Rowlandは、大気中に放出されたフロン（CFC）ガスは対流圏を経て、成層圏に拡散し、強い紫外線によって分解して塩素原子を生ずると報告した。この塩素原子がオゾン分子に連鎖的に反応してオゾン層を破壊していくと指摘した。当時は人間がそれほどドラマチックに環境に関わっているとは信じ難いと言う意見が多かった。

1985年英国のJ. Farmanらが、南極オゾンの大規模消失という歴史的論文を発表した。オゾン層が現実には破壊されていることを観測によって明らかにした。さらに、米国のNASAも過去のデータを分析してこれを確認した。オゾンホールと名付けられた南極のオゾン層大規模消失が動かし難い現実となった。これから、国際政治はオゾン層保護へと動きだした。その経緯を表1と2に示す。これは自然科学の研究結果が政治や経済を動かした最初の例である。モントリオール議定書とその改正がなかった場合、フロンなどが継続して使用されると、大気中の塩素などの濃度は2050年までに3倍になると推定されている（図2）。現在の国際的合意に従って削減策がとられ、オゾン層破壊物質が全廃されても、今後数年以内に成層圏の塩素などの濃度は最大値に達し、その後減少して21世紀半ば頃によくオゾン層破壊以前のオゾン濃度に回復するものと推定されている。

一方、日本においては、気象庁の「オゾン層観測報告1998」によると、札幌、つくば、鹿児島、那覇の4地点で1957年以降オゾン層の観測を行っ

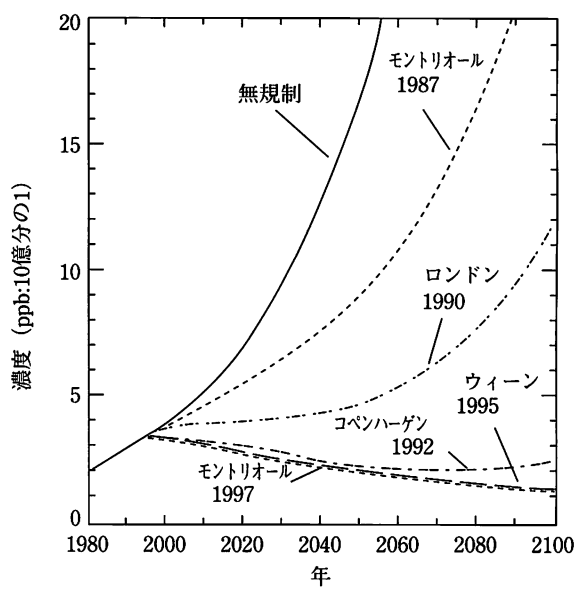


図2 オゾンを破壊する成層圏の塩素と臭素の濃度予測
〔環境庁平成10年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書 平成11年7月、125ページ〕

ており、1994年1月から南鳥島でも観測を始めている。1998年の日本上空におけるオゾン全量状況は、1年を通して見ると札幌では平年並か平年より少なく、つくばで平年並、鹿児島、那覇では平年並か、平年より多かった。鹿児島、那覇では年の後半に多くなり、特に那覇で7、8月にその月としては観測開始以来最大の月平均値が連続して観測された。1998年までの日本上空におけるオゾン全量の長期変化傾向は、那覇を除く国内3地点で減少傾向を示し、特に札幌の減少は有意である。また、1998年まで過去20年のオゾンの高度分布の長期変化傾向は、4地点で共通して対流圏では増加傾向、下部成層圏では減少傾向が見られた。

1998年の南極を除く全球のオゾン層は、北半球では平年よりオゾン全量が多い状況が優位で、南半球では年の前半は平年より少なく後半は平年より多かった。北半球高緯度域では1997年の春季に観測されたような顕著なオゾン減少は1998年には見られず、また春から秋にかけてオゾン全量が平年より10%以上多い領域が見られた。1979～1998年の全球のオゾン全量の長期変化傾向は、低緯度域を除いて減少傾向が優位であり、高緯度ほどその傾向が強く、また減少は春先に顕著である。気象庁ではB領域紫外域日射（UV-B；波長280～315nm）の地上到達量の状況を把握するために、札幌、つくば、鹿児島、那覇で波長別紫外域観測

を行っている。地上に到達する太陽からのUV-B量は太陽高度角、雲の状態、オゾン全量、大気混濁度等の影響を受けて変化する。1998年のUV-B日積算値の月平均値は、1年を通して見ると平年並か、平年より少ない傾向であった。これまでの

観測データからはオゾン減少に伴う明瞭なUV-B量の増加は確認されていないが、晴れた日の観測結果からは、オゾン量の減少に対応してUV-B量が増加するという関係が確認されている。

表1 オゾン層保護対策の経緯

- 1974年 6月○米国カリフォルニア大学ローランド教授及びモリーナ博士がCFCによるオゾン層の破壊及びその結果としてヒトや生態系への影響が生じる可能性を指摘した論文を発表
- 1985年 3月○「オゾン層の保護のためのウィーン条約」を採択
- 12月○英国のファーマンらが南極上空のオゾンホールについて報告
- 1987年 9月○「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」を採択
- 1988年 5月○「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）制定
- 9月○ウィーン条約発効
- 日本、ウィーン条約及びモントリオール議定書に加入
- 12月○ウィーン条約、日本について発効
- 1989年 1月○モントリオール議定書発効
- モントリオール議定書、日本について発効
- 5月○ウィーン条約第1回締約国会議及びモントリオール議定書第1回締約国会合開催（ヘルシンキ）
- 1990年 6月○モントリオール議定書第2回締約国会合開催（ロンドン）
- 特定フロンの2000年全廃、1,1,1-トリクロロエタンノの規制物質への追加等を内容とする議定書の改正等を合意
- 1991年 3月○オゾン層保護法の一部改正
- 6月○ウィーン条約第2回締約国会議及びモントリオール議定書第3回締約国会合開催（ナイロビ）
- 9月○日本、改正モントリオール議定書（1990年改正）を受託
- 1992年 8月○改正モントリオール議定書（1990年改正）、日本について発効
- 改正オゾン層保護法（1991年改正）施行
- 11月○モントリオール議定書第4回締約国会合開催（コペンハーゲン）
- CFCの1996年全廃、HCFC、臭化メチルの規制物質への追加等を内容とする議定書の改正等を合意
- 1993年11月○ウィーン条約第3回締約国会議及びモントリオール議定書第5回締約国会合開催（バンコク）
- 1994年 6月○オゾン層保護法の一部改正
- 9月○改正オゾン層保護法（1994年改正）施行
- 10月○モントリオール議定書第6回締約国会合開催（ナイロビ）
- 12月○日本、改正モントリオール議定書（1992年改正）を受託
- 1995年 3月○改正モントリオール議定書（1990年改正）、日本について発効
- 6月○関係18省庁による「オゾン層保護対策推進会議」において、CFC等の回収・再利用・破壊の促進方策を取りまとめ
- 12月○モントリオール議定書第7回締約国会合開催（ウィーン）
- HCFCの2020年全廃、臭化メチルの2010年全廃、途上国に対する規制スケジュールの設定を内容とする議定書の調整等を合意
- 1996年 5月○環境庁「CFC破壊処理ガイドライン」を公表
- 11月○ウィーン条約第4回締約国会議及びモントリオール議定書第8回締約国会合開催（コスタリカ・サンホセ）
- 1997年 9月○モントリオール議定書第9回締約国会合開催（モントリオール）
- 臭化メチルの削減計画の前倒し、臭化メチルの非締約国との貿易の禁止、不法取引防止のためのライセンシングシステムの導入などを合意
- 1997年 9月○「オゾン層保護対策推進会議」において、CFC等の回収・再利用・破壊の促進方策をとりまとめ
- 1998年11月○モントリオール議定書第10回締約国会合開催（カイロ）

表2 平成9年度におけるオゾン層保護対策に係る国内の主な動き

1997年4月○平成8年度フロン回収等に関する調査結果を公表（環境庁）
○特定フロン回収促進プログラムを策定（通産省）
8月○成層圏オゾン層保護に関する検討会排出抑制分科会報告書を公表（環境庁）
○平成8年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書を公表（環境庁）
9月○オゾン層保護対策推進月間の開催（環境庁、通産省）
○関係各業界より冷媒CFC等の回収・破壊のための自主行動計画の提出（通産省）
○CFC等の回収・再利用・破壊の促進方策をとりまとめ（オゾン層保護対策推進会議・関係18省庁）
12月○「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律施行令」（政令）の一部改正を公布
1998年3月○「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律第20条第1項の規定に基づく特定物質の排出抑制・使用合理化指針」（告示）の1部改正を公布
（平成10年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書、平成11年度7月環境庁）

Ⅱ. 太陽紫外線による影響

1) 人の健康への影響

(1) 皮膚癌発症との関係

UV-B放射の増大に伴い、悪性黒色腫を除く皮膚癌は増加すると考えられている。国連環境計画（United Nations Environment Programme；UNEP）がモントリオール議定書に基づき設置した1991年環境影響パネルの報告では、オゾン全量が10%減少すると、高感受性の人種（白人）では悪性黒色腫を除く皮膚癌の発症率が26%増加し、年間30万件を上回る症例が増加すると予測している。その後の1994年の同パネル報告では、動物実験と人の疫学的研究から、成層圏オゾンの1%減少で皮膚癌の発生が約2%増加すると推定されている。しかしながら、悪性黒色腫の発症の危険性は、疫学的データから、特に幼少期における長期間の太陽光線への暴露に伴って増加するという報告もある。

紫外線と皮膚癌に関するこれまでの報告は主に白色人種である米国やヨーロッパのものであり、それらの疫学的結果をそのまま日本人に当てはめることはできない。それは、黄色人種の皮膚は白人と異なり、表皮に比較的豊富なメラニン色素を有し、このメラニン色素が紫外線を吸収し、表皮基底細胞が紫外線から受けるDNAへの障害を防御し、細胞が癌化するのを阻止しているからである。

(2) 日本の皮膚癌発症状況

皮膚癌のうち、長時間UV-B放射を受けることにより発生するものは、有棘細胞癌と基底細胞癌であると考えられている。

有棘細胞癌については、神戸大学医学部皮膚科が中心となった調査によると、全国26大学病院の皮膚科外来患者を対象に、前期（1976～80年）と後期（1986～90年）の各5年間について調査した結果によれば、後期は前期に比べ、患者数が11%減少している。欧米の白人では、この有棘細胞癌が増加していて、その一因にUV-B照射を長時間受けたものとされているが、我が国での有棘細胞癌は医療として受けた放射線による慢性皮膚潰瘍や熱傷後の瘢痕から発生するのが主であるため、増加傾向が見られていない。

しかし、この有棘細胞癌に将来なりうる可能性を持つ疾患に日光角化症がある。これは中高年社の露出部に好発し易く、発症後もそのままUV-B放射を受け続けていると、そこを母地として有棘細胞癌を発生することもあるため、癌前駆症とも呼ばれている。日光角化症では、全国26大学病院の調査では後期の方が前期に比べて46%減少していた。1992年に兵庫県加西市で行なった皮膚癌検診の結果によると、日光角化症の有病率は人口10万人当たり531人であった。さらに、それらの患者を解析すると、戸外労働者は室内労働者に比べ、男性は女性に比べ、また日焼けで赤くなりやすいスキンタイプⅠの人は赤くなりにくいスキンタイプⅡの人に比べ、有病率が有意に高かった。スキンタイプ（人の紫外線感受性）は表3、4、5に示す。その後、加西市にて1993年から1995年に神戸大学医学部皮膚科が中心となって皮膚癌検診が行われた。この時の日光角化症の有病率は人口10万人当たり、291.2人（1993年）、203.7人（1994年）、86.8人（1995年）であり、白色人種の有病率に比

べ低い結果であった。

基底細胞癌については、前述の全国26大学病院の調査結果によれば、前・後期とも九州、沖縄地区の患者比率は、東北地区のそれと比較して2～4倍あった。経年変化では、後期は前期に比べ16%と増加していた。我が国での全人口当たりの基底細胞癌有病率の統計はないが、前述の加西市の調査結果を人口10万人当たりの有病率に換算すると、基底細胞癌は17.8人であった。

この日光角化症及び基底細胞癌の増加は、日本人の高齢化や屋外活動時間が長くなったこと等の関連が推測されている。高齢化社会に伴い、日光照射を受ける時間の増大、オゾン層の破壊に伴う有害紫外線UB-Bそのものの増大により、メラニ

表3 スキンタイプの分類 (T. B. Fitzpatrick)

スキンタイプ	夏期に最初に太陽光に受光したときの紅斑と日焼反応
I	常に紅斑が生ずるが日焼しない。
II	通常、紅斑が生ずるが、日焼は平均より小さい。
III	時により軽い紅斑が生ずるが、平均的な日焼けが生ずる。
IV	まれに紅斑がみられるが、平均より日焼する。

表4 日本人のスキンタイプの分類

スキンタイプ	紫外線感受性	紅斑	日焼
J-I	平均値より大きい	重度	軽度
J-II	平均値	中位	中位
J-III	平均値より少ない	軽度	強度 (長期間つづく)

表5 日本人のスキンタイプ (JST) と白人のスキンタイプ (SPT) を比較

調査人数	379名 (日本人)	1,139 (白人)
年齢	15-68才	30-69才
紅斑が重度で日焼しない	なし	SPT-I (4%)
紅斑が重度で軽度の焼	JST-I (24%)	SPT-II (29%)
紅斑も日焼も中位	JST-II (65%)	SPT-III (51%)
紅斑が軽度で日焼が重度	JST-III (11%)	SPT-IV (14%)

[太陽紫外線防御研究委員会学術報告書
佐藤吉昭 2 (1) : 62-70, 1992]

ン色素が豊富な日本人にとっても、日光暴露での皮膚癌発症の影響を無視することはできない。特に、皮膚が日光暴露で容易に赤くなる色素沈着が起こらないタイプI型の人、また戸外での労働により強い日光照射あるいは長時間の日光照射を受ける人は、過度の日光照射を避けるよう工夫することが望まれる。

(3) 白内障

UV-B放射レベルの増加と目の損傷、特に白内障の発生の増加が関連づけられている。1989年の環境影響パネル報告では、関連する白内障の形態として、皮質部白内障および後極水晶嚢下性白内障のほか、新たに核性白内障を加えている。また、1994年の環境影響パネル報告書は、目に対する影響も色素の多少とは関係なく、オゾン全量が1%減少すると、白内障の発症が0.6～0.8%増加すると予測している。

(4) 免疫抑制

UV-Bにより皮膚を介して免疫細胞の抑制が誘発される。1994年の環境影響パネル報告では、新たに、免疫抑制が色素の少ない人々だけでなく、多い人々に対しても誘発されるとしている。免疫抑制により、単純ヘルペス、マラリア等の感染症の増加あるいは症状の増悪などが懸念されている。

2) 陸上植物及び水界生態系等への影響

1994年の環境影響パネル報告では、植物のなかにはUV-B放射の増加により成長が抑制されるものがある。また、UV-B放射の増加は、水生生物、特に動・植物プランクトン、カニやエビの幼生、稚魚のような小さい生物に悪影響を及ぼすことが示されている。

一方、UV-B照射が増大すると、作物の収穫や植物の生育がむしろ促進される例もみられるため、UV-B照射が増大したときの農作物の生産や生態系への影響を定量的に予測することは困難である。このほか、UV-Bの増大により大気質に対する悪影響、材料の損害などが懸念されている。

第2章 山梨県の現状

I. 有害紫外線UV-B量の変化

本県では1996年7月から、衛生公害研究所（甲

府市)に紫外線測定システムを設置し、全天日射量、UV-B量の各月日積算値の平均値を札幌、つくば、鹿児島及び那覇のそれぞれの平均値と比較したものである。環境庁地球環境部監修「オゾン層破壊」(平成7年9月発行)の中の、1982～1992年の全天日射量と衛生によるオゾン全量から統計的手法によって推定したUV-Bの年平均値の全国分布図を基にすると、この図から次の点がわかる。すなわち、1)月別にみると7～8月はUV-B量が最も多い。2)緯度が低いほどUV-B量が多い傾向が年間を通じて見られる。

本県のUV-B量は、本県より緯度の高いつくば、札幌と緯度の低い那覇、鹿児島の間位置し、季節的な変化についても全国とほぼ同じ傾向を示している。従って、本県のオゾン全量及びUV-B量の過去からの推移についても、先の気象庁報告と同じく、著しい変動が見られなかったものと推定できる。

II. 皮膚疾患症例における太陽紫外線の影響評価

前述のように南極にオゾンホールが見い出され、これまでオゾン層に吸収されていた有害紫外線UV-Bも地表まで到達している。米国、カナダ、オーストラリア白人社会では、過去数十年間における日光暴露部の日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌、悪性黒色腫は増加しつつある。

一方、1960年代初めに健康な日本人皮膚にも太

陽紫外線により癌が生ずることが初めて報告された。この調査によれば、表皮メラニン色素が多い日本人の皮膚では、メラニンが有害な紫外線のある程度吸収するため、日光暴露部皮膚癌発生率は白人に比べれば数十分の一から百聞の一程度である。

しかし、近年、世界一の長寿国となった日本では、高齢者の増加に伴い種々の癌発生率が増加しており、一般的な皮膚癌の発生率も増加傾向にあると思われる。本県での皮膚癌発生について、山梨医科大学付属病院では、昭和58年(1983年)開院以来、当病院を訪れた皮膚癌患者(日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌、悪性黒色腫などその他の皮膚癌)について調査、検討を行った(図4)。

1983年から1998年までに山梨医科大学付属病院を訪れた皮膚癌患者546名、特に日光照射と関係があるとされている日光角化症90名、基底細胞癌167名、有棘細胞癌91名についてカルテの記載を基に調査を行った。

上記の皮膚癌について、いずれも70歳にピークがあったが、男女差なく、この15年間で明らかな増加傾向を示すことはなかった。しかし、いずれの疾患も、顔面や手背などの日光暴露部に好発しており、他の皮膚癌と比較しても、その発症要因に日光照射が強く関わっていることが推測された。職業との関係については、カルテへの記載が少なくデータとしては不十分であったが、日光暴露が多い農業従事者に若干発症が多い傾向がみられた。皮膚癌発生と地域との関連については、地域間で受診者数に差があるので現時点では不明確である(資料I)。

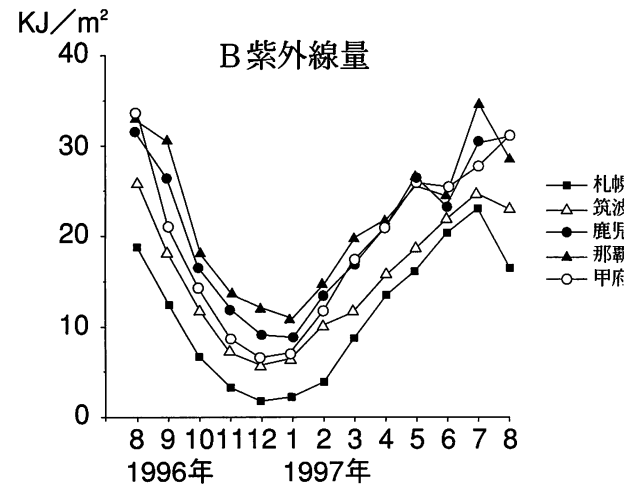


図3 紫外線量の各月の5都市における日積算値の平均値の比較

[山梨県衛生公害研究所 1998年及び気象庁「オゾン層観測報告：1996」平成9年3月]

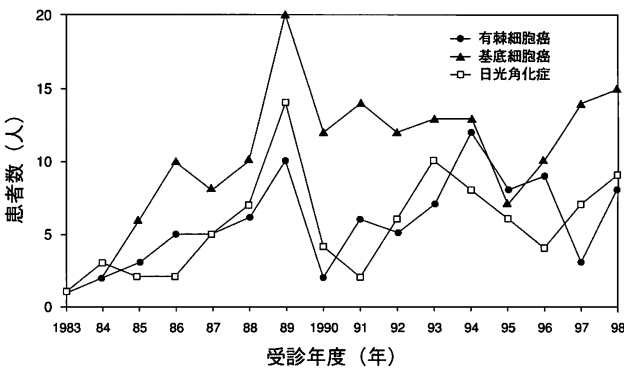


図4 各疾患の年度別受診者数

第3章 おわりに

1. 要約と結論

太陽光は、地上の生物などに多大な恩恵をもたらしている一方で、近年、オゾン層の破壊の進行を契機に、いわゆる有害紫外線による人類の健康への影響が懸念されてきている。これまで紫外線の到達を緩和してきたオゾン層の実態は、世界的な研究や調査の段階で次第に明らかにされつつある。

国際照明委員会によると、紫外線は長波長(UV-A)、中波長(UV-B)、および短波長(UV-C)に区分される。このうち、UV-Aは長時間照射されると皮膚の日焼けや色素沈着をおこし、シミやシワの原因となり、UV-Bはひどい日焼け、時には炎症、さらには皮膚癌を起こす原因になりうる。また、UV-Cは現在地上への到達はないものの、実験段階では遺伝子への損傷が極めて強いと考えられる。

これまで、紫外線の到達を緩和してきたオゾン層は、破壊の進行が顕著に認められるようになったことから、国際的な取り組みとして、1996年に原因物質の製造中止や使用規制の合意に到った。従って今後、数年以内には成層圏のフロンなどオゾン層の破壊原因物質の濃度は最大値に達するものの、その後減少して21世紀半ばには、オゾン層破壊以前の状態に回復すると推定されている。

この研究においては、これらの本県における紫外線の状況や県民の生活、とりわけ健康にどのような影響がもたらされているのかについて調査し、以下に結果を取りまとめた。

(1) 紫外線の状況

南極上空のいわゆるオゾンホールに象徴されるように、オゾン層破壊に関しては、これまで南半球、特にオーストラリアでの状況が報告されている。日本では、気象庁において1957年以来オゾン層の観測を5地区(札幌、つくば、鹿児島、那覇、南鳥島)で行なってきた。同時に、UV-Bの地上到達量の状況把握のために、南鳥島を除く4地区で、波長別紫外域観測を行ってきている。

また、本県においては、1996年(平成8年)7月より、山梨県衛生公害研究所が紫外線測定システムを設置して、甲府市での全天日射線及びUV-B量を連続して測定している。

これらの測定結果から、「UV-B日積算値」の年平均値全国分布では、UV-B量の季節的な変化は7～8月が最も多く、全国も甲府市もほぼ同じ傾向を示している。また位置的な差異については、年間を通じ緯度の低い地域ほど多い傾向が見られ、本県のUV-B量が緯度の高い札幌やつくばと緯度の低い鹿児島や那覇との中間にあったことなどから、緯度の高低差による違いのあることが裏付けられた。

以上のことを考慮すると、本県における有害紫外線UV-B量は、他の国内地域で測定されたものと比較して大きな違いはないものと考えられる。

(2) 紫外線と皮膚癌との関係

紫外線と皮膚癌に関するこれまでの報告は、主に白色人種である米国やヨーロッパのものである。従って、表皮に比較的豊富なメラニン色素を有する黄色人種の日本人については、それらの疫学的な結果をあてはめることはできない。なぜならば、メラニン色素が紫外線を吸収し、表皮基底細胞が紫外線から受けるDNA損傷を防御して、正常細胞の癌化を阻止しているからである。

皮膚癌のうち、長時間のUV-B放射で、発生するのは皮膚癌のうち「有棘細胞癌」と「基底細胞癌」であると考えられており、全国26大学病院の皮膚科外来患者を対象にした調査結果では、有棘細胞癌は、主として医療として受けた放射線による慢性皮膚潰瘍や熱傷後の癒痕から発生したものであった。また、将来有棘細胞癌になりうる可能性を持つ「日光角化症」は中高年齢者の露出部に好発し易く、発症後もそのままUV-B放射を受け続けると癌前駆症となり、そこを母地として有棘細胞癌を発症する。前記の調査では、戸外労働者は室内労働者に比べ、男性は女性に比べまた、皮膚のより敏感な人はそうでない人に比べて、有病率が高かった。そして、日本人の有病率は、白色人種に比べ数十分の一から百分の一と低い結果が得られている。

また、基底細胞癌についての全人口当たりの有病率の統計は無いが、前記26大学の調査では、九州沖縄地区患者比率が東北地区の2～4倍もあった。

さらに、今回の「山梨県民の皮膚疾患他の症例

に関する太陽紫外線の影響評価」(別添資料Ⅰ)では、本県における皮膚疾患患者には日光暴露部に皮膚癌発症が多いことが確かめられているが、その発症の比率は白人に比べて低く、全国26大学の調査研究で得られた結果と同じ傾向を示している。

近年、世界一の長寿国となった日本では、高齢者層の増加に伴い、種々の癌の発症率が高くなっており、皮膚癌発症の増加傾向も同様に高齢化社会の進行を反映したものと思われる。本県の状況もこれらの外来患者の受診状況調査から見た限り著しい相違がなかった。

しかしながら、これらの調査がいずれも、皮膚癌発生のメカニズムを解明するために予め疫学的手法で行われたものでなく、医療機関における既往の受診・医療の結果から得られたデータを用いたものであるため、必ずしも全ての項目を網羅していない。従って、より正確に推定するためのデータを得るには、調査対象、項目、期間、方法など周到な用意の基に疫学的な調査が必要となる。

Ⅱ. あとがき

本調査研究は、緊急性の高い行政課題について臨機に應ずるべき特定研究として、2年間の期限で取り組んできたが、この分野に関する情報量や基礎データの蓄積が極めて少ない中で、誠心誠意取りまとめたものである。

このため、紫外線とりわけ有害紫外線UV-Bの本県への照射状況及び県内の医療期間での皮膚疾患患者数の動向の比較に絞って、本県県民の健康への影響を調査研究した。

これらの結果からは、UV-Bによる直接的な影響は顕著でないため、過敏に反応をすることには慎重であるべきである。しかし、UV-Bの過度の照射が、人間の健康への影響を及ぼすことは明瞭であることから、過剰な照射を極力避けるべく日常生活における予防措置の啓発に努めることが重要と考えられる。そのための資料として「有害紫外線をさける工夫」(別添資料Ⅱ)を参考にされたい。

また、今回の調査研究では明らかに出来なかった部分については、定量的に把握する疫学的な視点から、より精緻なデータ収集を得て、更なる学

術的な研究が進むことを期待したい。

参考文献

- 1) 太陽紫外線防御研究委員会学術報告書, Vol. 1 (1991) ~Vol. 8 (1998)
- 2) 太陽紫外線防御研究委員会第9回シンポジウム「太陽紫外線から人体を守る」講演要旨集 (1999), 36pp.
- 3) 金子一郎: オゾン層破壊の健康への影響—太陽紫外線と健康— (1998) 地球環境, Vol. 2, No. 2, 175—192.
- 4) International Workshop on the Health Effects of Ultraviolet Radiation, February 17—19, 1999, National Cancer Center, Tokyo, JAPAN.
- 5) 気象庁: オゾン層観測報告, 1996—1998
- 6) 環境庁オゾン層保護検討会編: オゾン層を守る (1989), 224pp, 日本放送出版会
- 7) 富永健, 巻出義紘, F. S. ローランド: フロン地球を蝕む物質— (1993) 160pp, 東京大学出版会
- 8) 環境庁: オゾン層等の監視結果に関する年次報告書, 平成8年度—11年度
- 9) M. Ichihashi et al., Recent Results in Cancer Research, Vol. 139: 264—273, (Eds) C. Carbe et al., Springer—Verlag, Berlin, 1995.

付記:

平成9年9月23日、山梨県環境科学研究所において「紫外線調査研究会」を開催した。委員は、金子一郎(山梨県環境科学研究所、東京成徳大学)、(座長)、宗像信生(国立ガンセンター研究所)、檜枝光太郎(立教大学理学部)、市橋正光(神戸大学医学部)、古沢佳也(放射線医学研究所)、島田真路(山梨医科大学皮膚科)、入来正躬(山梨県環境科学研究所)その他、山梨県環境科学研究所の関連分野の研究員、山梨県衛生公害研究所飛田修作研究員などが参加した。

Ⅱ 資 料 編

Ⅱ 資料編

資料Ⅰ

テーマ

本県における皮膚疾患その他の症例に関する太陽紫外線の影響評価

山梨医科大学皮膚科学教室
塚本克彦、島田眞路、教室員一同
山梨医科大学保健学Ⅱ講座
山縣然太郎
山梨県中巨摩郡玉穂町下河東1110
TEL055-273-1111

目次

1. 研究目的	3
2. 研究方法	4
3. 研究結果	5
4. 研究結果の総括	7
5. 考察	8
参考文献	

1. 研究目的

近年、南極にオゾンホールが見い出され、これまでオゾン層により吸収されていた有害な紫外線が地表まで到達して来ている¹⁾。今世紀初めより、米国やヨーロッパでは太陽紫外線が皮膚癌を誘発することはすでに報告されていた²⁾。その後、疫学的調査や動物実験により、紫外線が発癌作用を持つこと、さらに紫外線B（UVB：ultraviolet light B）が発癌の主作用波長であることが明かにされている^{3) 4)}。実際、米国、カナダやオーストラリアの白人社会では、過去数十年間における日光曝露部の日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌、悪性黒色腫は増加の一途をたどっている⁵⁻⁹⁾。

一方、健康な日本人皮膚にも太陽紫外線により癌が生じることが報告されたのは1960年代初めである¹⁰⁾。この調査によれば、表皮メラニン色素が多い我々日本人の皮膚では、メラニンが有害な紫外線のある程度吸収するため、日光曝露部皮膚癌発生率は白人に比べれば数十分の一から百分の一程である。

しかし、近年世界一の長寿大国となった日本で

は、高齢者の増加に伴い種々の癌発生率が増加しており、皮膚癌の発生率も増加傾向になると思われる。そこで、我々は本邦の皮膚癌発生率の実態を調査するため、まずここ山梨県での皮膚癌発生について、昭和58年開院以来山梨医科大学附属病院を訪れた皮膚癌患者（日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌、悪性黒色腫などその他の皮膚癌）について調査、検討を行った。

2. 研究方法

【対象】

昭和58年開院以来、山梨医科大学附属病院皮膚科を訪れ、手術または皮膚生検にて皮膚癌（日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌、その他の皮膚癌）と診断された患者

【方法】

患者カルテを基に、以下の項目についてデータを収集した。

性別
年齢
初診年月日
初発時年齢
疾患名
発症部位
職業
住所

3. 研究結果

(1) 疾患別患者数

1983年から1998年までに当科を訪れた各皮膚癌患者数を図1に示す。対象となった患者数は546名で、日光角化症90名、基底細胞癌167名、有棘細胞癌91名、悪性黒色腫を含めたその他の皮膚癌

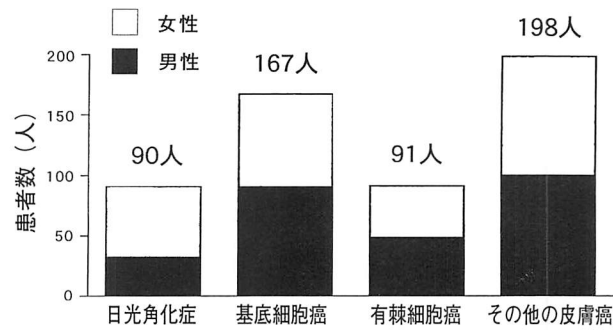


図1 疾患別患者数

198名であった。男女比については、大きな差を認めなかったが、日光角化症において若干、女性に多い傾向があった。

(2) 年度別患者数

年度別の受診患者数を図2に示す。どの疾患についても、特別に増加傾向を示しているような傾向は認められなかった。

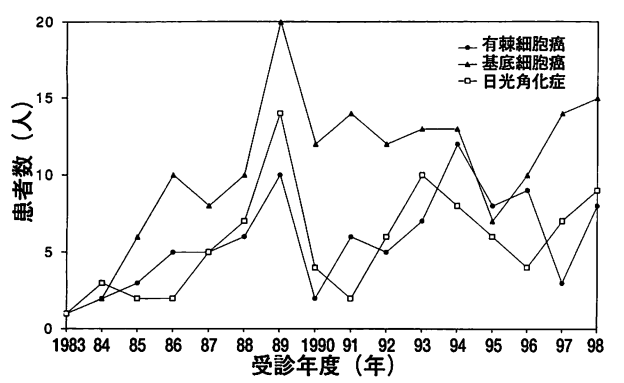


図2 各疾患の年度別受診者数

(3) 受診時年齢および発症時年齢

日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌患者の受診時年齢を図3に、また患者申告の発症時年齢を図4に示す。受診時年齢は30歳から100歳までで、70歳代がピークであった。発症時年齢については、やはり70歳代がピークであったが、20歳代から病

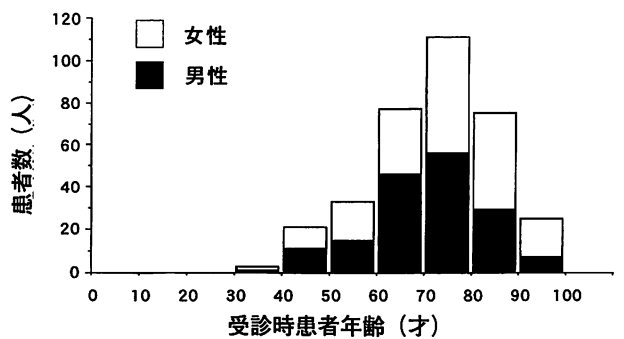


図3 受診時年齢

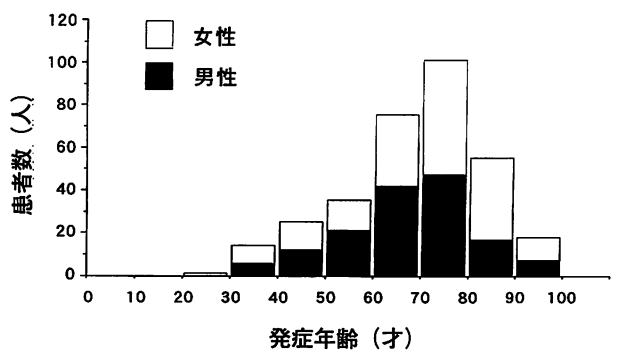


図4 発症時年齢

変を認めていた患者もあり、長い間病変が放置されていた症例が多く見られた。

(4) 発生部位

それぞれの疾患の発生部位を図5に示す。日光角化症はほとんどが顔面と手指に発症し、特に頬に出現頻度が高かった。基底細胞癌は顔面、特に眼周囲と鼻に多く、有棘細胞癌については口唇、頬、鼻の顔面また手背に多く発症していた。

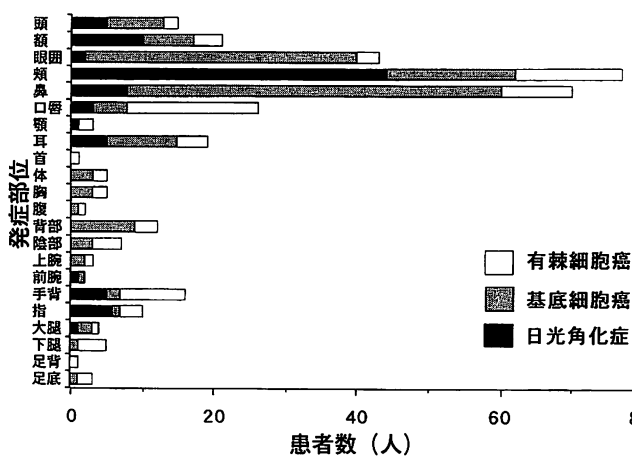


図5 発生部位

また顔面と前腕、手背、指を日光曝露部とし、それ以外を日光非曝露部に分けた場合の患者比率を図6に示す。日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌については、日光曝露部の皮膚癌発生が圧倒的に多く、その他の皮膚癌と比べても有意に日光曝露部発生が多かった。

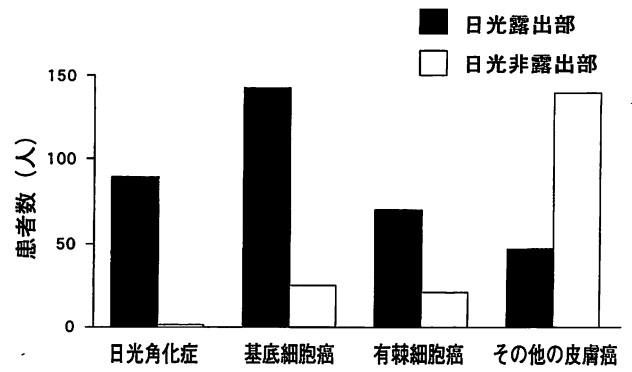


図6 疾患別発生部位

(5) 職業との関連性

職業との関係については、カルテに記載されていた患者のみの統計であるため、参考にしかないが、各疾患の農業従事者の割合を図7に示す。日光角化症、基底細胞癌、有棘細胞癌についてはその他の皮膚癌に比べて若干農業従事者の多い傾向があったが、有意差とはならなかった。

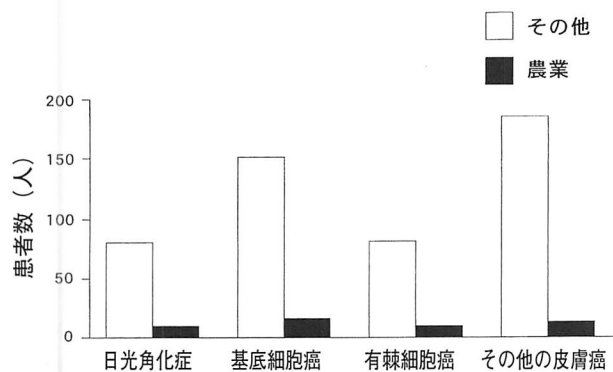


図7 農業従事者の割合

(6) 地域との関連性

山梨県内を8地域（別紙参照）に分け、患者の住所を基に疾患別患者数との関連を調べ図8に示した。峡南地域からの患者が多い印象を受けたが、地域での皮膚科関連病院有無の条件などに差が見られ、解析は困難であった。

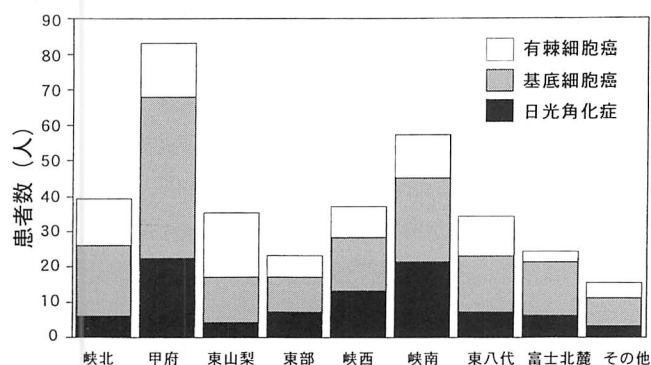


図8 地域別の疾患発症分布

4. 研究結果の総括

1983年から1998年までに当科を訪れた皮膚癌患者546名、特に日光照射と関係があるとされている日光角化症90名、基底細胞癌167名、有棘細胞癌91名についてカルテの記載を基に調査を行った。

上記3つの皮膚癌については、いずれも70歳代にピークがあったが、男女差なく、この15年で明らかな増加傾向を示すことはなかった。しかし、いずれの疾患も、顔面や手背などの日光曝露部に好発しており、他の皮膚癌と比較しても、その発症要因に日光照射が強く関わっていることが推測された。職業との関係については、カルテへの記載が少なくデータとしては全く不十分であったが、日光曝露が多い農業従事者に若干発症が多い傾向が見られた。皮膚癌発生と地域との関連につ

いては、地域間で受診者数に差があり統計学的検討には至らなかった。

今回の調査が、すべてレトロスペクティブな調査であるため、諸因子との統計的な解析が十分できなく、今後の前向きな疫学的調査が必要とされた。

5. 考察

南極オゾン層の破壊に伴い、本邦でも紫外線と皮膚癌の関連が注目されはじめている。しかし紫外線と皮膚癌に関するこれまでの報告は、主に白色人種である米国やヨーロッパからのものであり、それらの疫学的結果をそのまま日本人に当てはめることはできない。それは、我々黄色人種の皮膚は、白人と異なり表皮に比較的豊富なメラニン色素を有し、このメラニン色素が紫外線を吸収し表皮基底細胞が紫外線から受けるDNAへの障害を防御し細胞が癌化するのを阻止しているからである。今回の調査でも、日光曝露部に皮膚癌発生が多い事実は確かめられたが、日光曝露での皮膚癌発生の比率は、白人に比べ低かった。Marksらは、オーストラリアでは40歳以上の20-60%に日光角化症を認めると報告しているが¹²⁾、本邦では最近、神戸大学皮膚科が中心となり兵庫県加西市にて1993年から1995年に皮膚癌検診が行われた。この時の日光角化症の有病率は人口10万人当たり、291.2 (1993年)、203.7 (1994年)、86.8 (1995年)であり^{13) 14)}、白色人種の有病率に比べ低い結果であった。しかしながら、高齢化社会に伴い、日光照射を受ける時間の増加、オゾン層の破壊に伴う有害紫外線UVBそのものの増加により、メラニン色素が豊富な我々日本人にとっても、日光曝露での皮膚癌の影響は無視することはできない。特に、皮膚が日光曝露で容易に赤くなるが色素沈着が起らないタイプI型の人、また戸外での労働により強い日光照射あるいは長時間の日光照射を受ける人は、過度の日光照射を避けるよう工夫することが望まれる。高齢化社会に伴い皮膚癌患者が増加することが予想される現在、皮膚癌発生の予防のために何をなすべきか、今後より詳細な疫学的調査が必要であり、そのためには山梨県下全域での正確な皮膚癌登録システムの確立が望まれる。

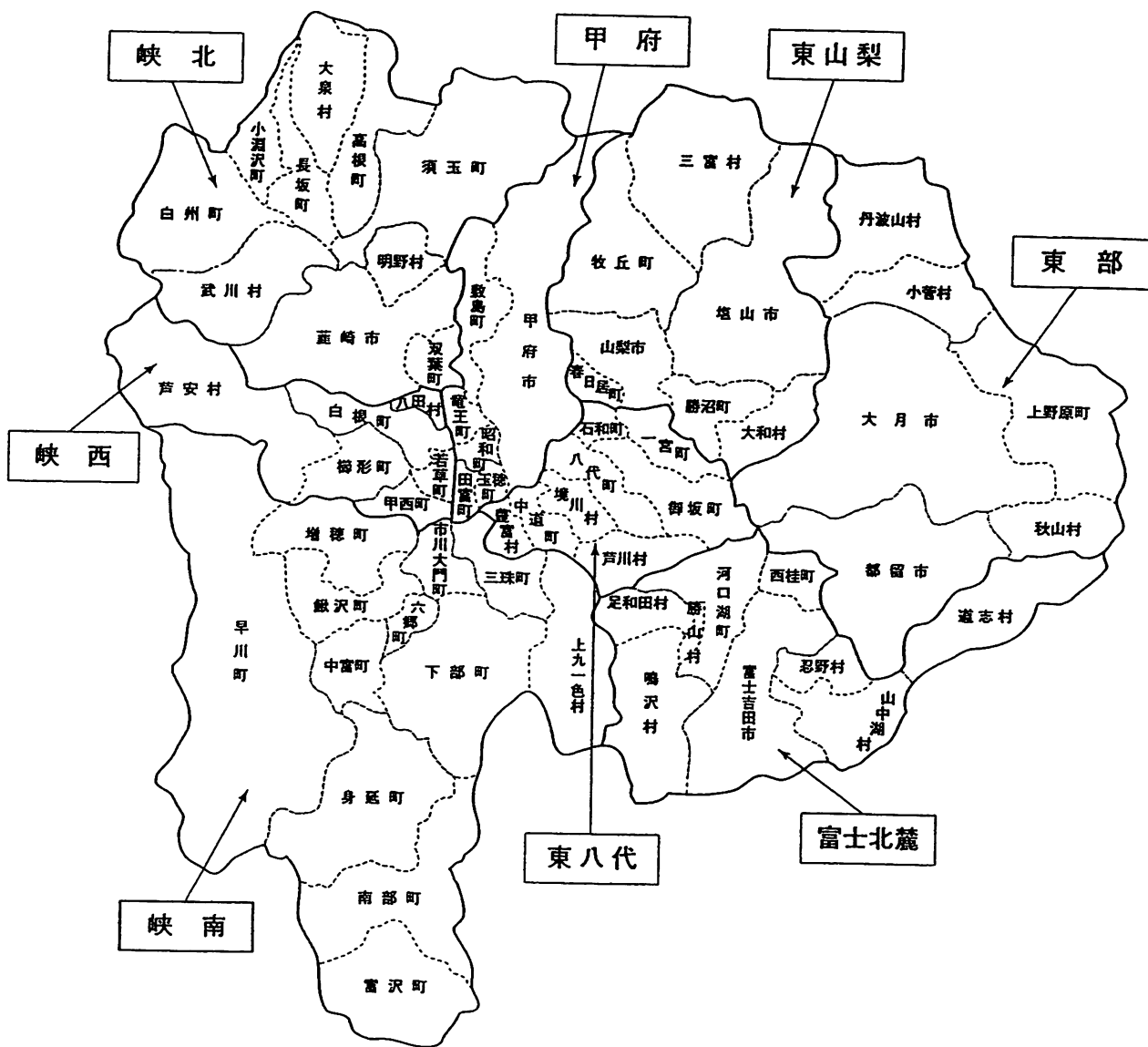
具体的な今後の課題として、太陽曝露の関連を

より詳細に調べるためには、患者の①日焼けの皮膚型(スキンタイプ：Ⅰはいわゆる色白タイプで、日光曝露で容易に赤くなるがほとんど色素沈着が起こらないタイプ、Ⅱはそこそこ赤くなりそこそこ色素沈着が生じるタイプ、Ⅲはいわゆる色黒タイプで、あまり赤くならず色素沈着が強く起こるタイプ) ②戸外労働か室内労働か③若い時によく日光に当たったか④皮膚癌に対する知識を持っているか、また予防をしているか、など事前に用意した問診表を作成すべきであると考える。

参考分権

- 1) Seckmeyer G, Mckenzie RL : Increased ultraviolet radiation in New Zealand (45°S) relative to Germany (48°N). *Nature* 359 : 135-137, 1992
- 2) Lindlay GM : Ultraviolet light and skin cancer. *Lancet* 2 : 1070-1073, 1928
- 3) Blum HF : Wavelength dependence of tumor induction by ultraviolet radiation. *J Natl Cancer Inst* 3 : 533-537, 1943
- 4) Rusch HP, Kline BE, Baumann CA : Carcinogenesis by ultraviolet rays with reference to wave length and energy. *Arch Pathol* 31 : 135-146, 1941
- 5) Scotto J, Fears TR, Ffraumeni JF : Incidence of non-melanoma skin cancer in the United States. US Dept of Health and Human Services, Public Health Service National Cancer Institute, NIH Publication, No 83-2433, 1983
- 6) Gallager RP, Ma B, McLean DL, Yang CP, Ho V, Garruthers JA, Warshawski LM : Trends in basal cell carcinoma, squamous cell carcinoma, and malanoma of the skin from 1973 through 1987. *J Am Acad Dermatol* 23 : 413-421, 1990
- 7) McCarthy WH, Black AL, Milton GW : Melanoma in New South Wales : An epidemiologic survey 1970-76. *Cancer* 46 : 427-432, 1980
- 8) Green AJ : Basal cell carcioma in Queensland : A new trend. *Aust NZ J Sunr* 52 : 63-66, 1982
- 9) Shugg D : Cancer in Tasmania : Incidence and mortality 1986. Menzies Center for population Health Research. Artemis Publication Consultants, 1990
- 10) 藤浪得二、三木吉治：邦人皮膚癌の特異性皮膚診療 2 : 777-780、1965
- 11) 三木吉治：前癌上皮腫および皮膚癌 現代皮膚科学体系 第9巻、清寺真、佐野栄春、久保木淳、山村雄一編 中山書店 p141-148、1982
- 12) Marks R, Foley P, Goodman G, et al : Spontaneous remission of solar keratosis : the case for conservative management. *Br J Dermatol* 115 : 649-655, 1986
- 13) Naruse K, Ueda M, Nagano T, et al : Prevalence of actinic keratosis in Japan. *J Dermatol Sci*, 15 : 183-187, 1997
- 14) Suzuki T, Ueda M, Naruse K, et al : Incidence of actinic keratosis of Japanese in Kasai City, Hyogo. *J Dermatol Sci*, 16 : 74-78, 1997

圈 域 图



資料Ⅱ

テーマ

有害紫外線を避ける工夫

言うまでもなく地球上の動物は人類も含め、その栄養の大部分を緑色植物の光合成に依存している。さらに太陽光は、その成分の紫外線に殺菌作用、また皮膚の太陽紫外線暴露により骨へのカルシウム沈着に必要なビタミンD 3の生成などの人類にとって有益な作用を持っている。この他にも太陽光の赤外線は、血管を広げ筋肉や神経の拡張を解きほぐす。そして、太陽光は気分を晴れやかにして消化液の分泌を促し、胃腸の働きを順調にし、他の器官の活動も良くなる、いわゆるトニック効果を持っている。生体の毎日のリズムにも大きな影響を与えることは言うまでもない。とりわけ高齢者にとっては、天気の良い日の散歩は体力の向上や健康の保全に効果がある。むやみに紫外線を恐れず、太陽の光を適当に浴びて手威力の向上や健康の維持に努めたいものである。その際UV-Bを上手に避けるための工夫が必要となる。

現在、太陽光とヒトの健康との関係については、特に定量的な関係について不確定な要因があり、万人に共通に適応できない側面もある。現在の研究成果に基づいて過度の紫外線を避ける要点を述べる。図1に電磁波としての太陽光の成分を示す。

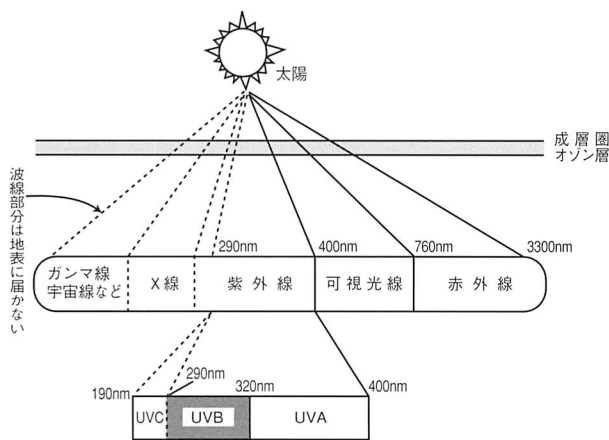


図 1

1. 太陽紫外線の季節の変化

UV-Bは5月から強くなり初め、梅雨の頃に少し減り、9月までは強さが続く(図2)。晴れている日には、関東甲信越(日本の中緯度)では早

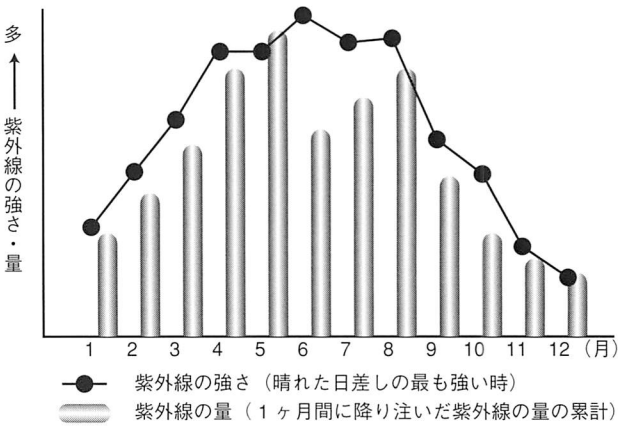


図 2 紫外線の強さと量の年間変動

春や晩秋でも40分程戸外にいと真夏と同様の日焼けをする。真夏には暑さよけの意味で陽光をさえぎる工夫をするが、春や秋には無防備になりやすいので注意を要する。

2. 太陽紫外線の時間帯による変化

UV-A、UV-Bともに1日のうちでも時間帯

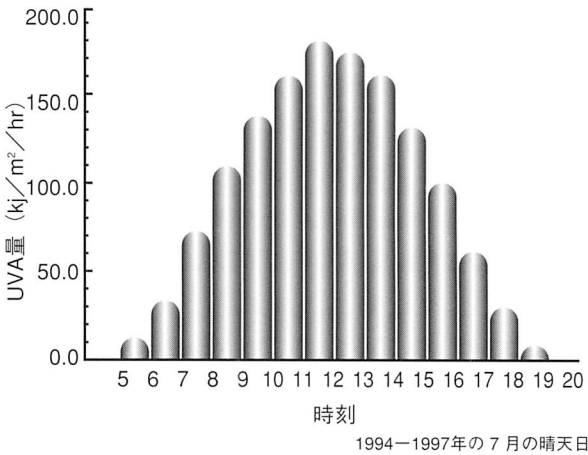


図 3 - a 夏のUVAの経時変化

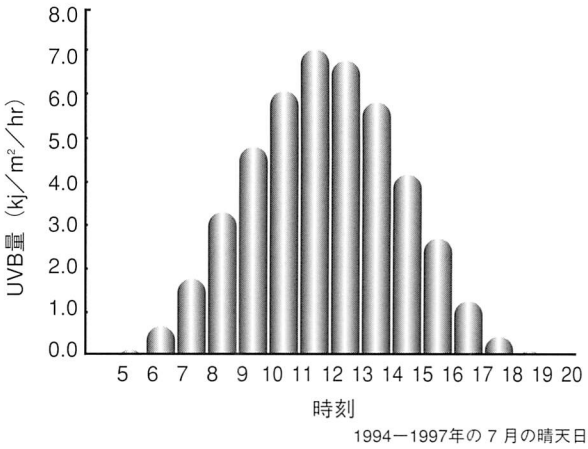


図 3 - b 夏のUVBの経時変化

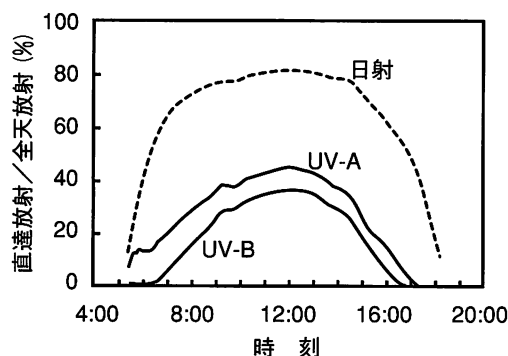


図3-c 全天放射に占める直達放射の割合
 全天放射＝直達放射＋散乱放射
 1995. 8.15 神奈川県平塚市
 東海大学 開発技術研究所 測定データ

によって地表到達量が異なる（図3-a, -b, -c）。従って、正午を中心として午前10時から午後3時頃までの太陽紫外線の多い時間帯には日光を避ける工夫が望まれる。この時間帯には1日の紫外線量の50%を受けるという計算もなされている。天候によって異なるが、晴れの日で100%、曇りの日で60～80%、雨の日で30%との報告もある。また、標高によっても異なる。100m高度が高くなる毎に10～20%紫外線が多くなるとされ、従って、晴れた日の富士山頂では1.5倍の太陽紫外線を浴びることになる。

3. 生活環境において受ける太陽紫外線

ヒトが受ける太陽放射には太陽から直接届く直達光、大気中の微粒子などによって散乱される光、そして水面、地面などによる反射光がある（図4）。衣類などによる散乱光や反射光を避ける工夫も必要だろう。反射光は反射の面の種類によって反射

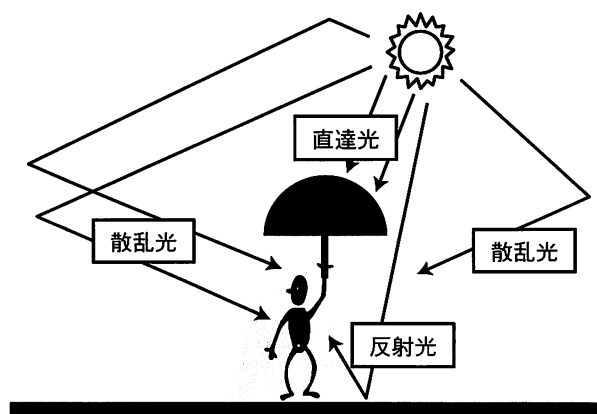


図4 人が浴びる太陽放射

が異なる。芝生では反射率が1～2%、コンクリートで5～6%、水面で10～100%、雪面で80～95%という報告もある。直射に光を避けるのは原則であり、日傘や帽子の使用、夏でも長袖シャツも有効であろう。また、UV-Bはガラスでさえぎられるが、UV-Aはガラスも透過するので室内でも場所によりUV-Aを浴びることもあろう。外出時のストッキングの着用で50%、厚手のTシャツで90%太陽紫外線を避けることができると言う報告もあり、UVカットの素材や繊維の織り方でUVをカットするものも市販されている。

4. 紫外線対策用化粧品

皮膚の表面にスクリーンをつくるように塗って、紫外線を物理化学的にカットするためにつくられた化粧品をサンスクリーン（sun screen）という。UV-AやUV-Bを吸収する薬品を含有する化粧品が開発され、見た目にもわからなく、その効果も使用感も飛躍的に向上し、女性のみならず男性も使用できる。その効力の指標は、基準を統一したSPF（Sun Protection Factor）として製品に表示してある。従って買うときの目安になる。例えば、30分で日焼けを起こす人がサンスクリーンを塗って300分まで日焼けを起こさなければ、SPF10と決めてある。従って、言い替えればMED（Minimum Erythromal Dose, 紅斑を生ずる最低の紫外線量）の何倍まで日焼け止め効果を示すかと言うことができる。日本では1日浴びるUV量は15～17MEDとされ、SPF15～30位で充分とされている。高いSPFのサンスクリーンを塗っても汗や水でとれてしまう。必要に応じて塗り重ねるのが賢明であろう。動物実験でSPF15で光発癌を100%抑制した報告もある。また、化粧品や外用剤に「かぶれ」はつきものである。サンスクリーンによるかぶれは、紫外線のからむ光アレルギー性のこともある。従って、顔や首筋に塗る前に手の甲に塗って外出し、何回も安全性を確かめるのも賢明な使用方法であろう。汗を拭いたりしない限り1日1回で充分という。

5. その他

紫外線によって発生した活性酸素によって日焼けや光老化が起きるという考え方もある。従って、

内因性抗酸能を誘導して高めれば理想的であるが、いまだ安全性の点などで実用化されていない。皮膚科医はシミやソバカスにビタミンEやCを処方してきている。細胞膜の過酸化脂質を抑制する効果は、破壊されているので抗酸化剤のベーター・カロチンを含む食品（ニンジン、カボチャ、ほうれん草など）を摂取することも効果があるものと考えられる。

山梨県皮膚科医会及び山梨県医科大学皮膚科では、合同で毎年11月12日を「いい皮膚の日」として甲府市内で県民の相談に応じている。その他、太陽光に暴露して皮膚に異常変化が見られたら皮膚科の専門医に診断を受けることを勧めたい。

参考文献

- 1) 田上八郎：皮膚の医学（1999）272pp，中央公論社
- 2) 宮地良樹：知的なスキンケアQ&A，皮膚の常識，非常識，（1994）134pp，ミネルバ書房
- 3) 太陽紫外線防御研究委員会学術報告書，Vol. 1（1991）～Vol. 8（1998）
- 4) 太陽紫外線防御研究委員会第9回シンポジウム「太陽紫外線から人体を守る」講演要旨集（1999），36pp.
- 5) 金子一郎：オゾン層破壊の健康への影響－太陽紫外線と健康－（1998）地球環境，Vol. 2，No 2，175－192.
- 6) International Workshop on the Health Effects of Ultraviolet Radiation，February 17－19，National Cancer Center，Tokyo，JAPAN.
- 7) 気象庁：オゾン層観測報告，1996～1998
- 8) 環境庁オゾン層保護検討会編：オゾン層を守る（1989），224pp，日本放送出版会
- 9) 富永健，巻出義紘，F. S. ローランド：一フロン地球を蝕む物質－（1993）160pp，東京大学出版会
- 10) 環境庁：オゾン層等の監視結果に関する年次報告書，平成8年度～10年度
- 11) 菅原努，野津敬一：太陽紫外線と健康－なぜ太陽紫外線は有害なのか－（1998）124pp，裳華房

R-02-2001

平成12年度
山梨県環境科学研究所研究報告書
第3号

YIES Research Report

2001年7月発行

編集・発行
山梨県環境科学研究所

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾5597-1
電話：0555-72-6211
FAX：0555-72-6204
<http://www.yies.pref.yamanashi.jp/>

印刷 株式会社ヨネヤ

