

放 射 環 境*

関 原 彊**

要 旨

放射気象 (Radiation Meteorology) 及び放射気候 (Radiation Climate) に対して Radiation Environment に対応する放射環境という言葉を持ち出したのは読んで字の如く環境問題の一因としての放射の問題を述べて見ようというわけである。この問題はもともと応用気象の一分野として古くから存在したどちらかといえば地味な分野であった。最近人間活動と環境とのかかわり合いが全地球的に大きな社会的政治的関心事となって来た現在、我々が当面しつつあるこの分野の問題点を去る5月末仙台で行なわれた国際放射会議の論文、6月にストックホルムで行なわれた国連人間環境会議関連の書物等から解説を試みて見たい。

1. 放射と生物

このテーマは今回の国際放射会議のとりあげた重要課題の一つであるがミンガン大学の Gates 教授の総合講演はこの会議の圧巻であり以下これにより説明してみる。地上に到達する日射量は $300 \mu\text{m}^{***}$ から $2700 \text{m}\mu$ にわたっているがこの中で生物学的に有効に働らく波長は $350 \mu\text{m}$ から $800 \mu\text{m}$ である。 $350 \mu\text{m}$ より短かい波長の紫外線は一般に生物に対してむしろ破壊的な働らくの方が強い。この辺の種々の様相を第1図に示す。上段は各条件での日射の波長分布で次は人間の視感度曲線でこれは光の強度により感覚の細胞が異なり従って感度波長分布が異なっている。その他日焼け、紅斑生成、殺菌、ビタミンD生成等があるがビタミンD生成はこの領域の紫外線の作用としては例外的に生物への有益な作用といえる。3段目と4段目は短波長紫外線によるむらさきつゆくさの変態等 DNA (遺伝子構成物質) 破壊作用をはじめとして光合成、プロトクロロフィルのクロロフィルへの転化、葉の気孔の開口、種子の発芽作用、カロチン合成、胚軸の成長作用等の植物生育に必要な光の波長領域がかいてある。特徴的なことは日射の極大域は緑付近でここに人間の視感度の極大があり植物の生育に必要な領域は丁度この部分をはづして青と赤にあることである。一般に植物は近赤外域はよく反射した透過してそれ自身が過熱しないようになっており、また遠赤外域は放射率がよくこれまた自身の放熱効果による冷却がは

かられている。このように植物はまさに放射との相互作用により生きているものであり、この辺の相互関係は現在では数学的に精密に表現出来る。これに対し動物はエネルギー源を第1に食物に頼っている点で放射の影響は一義的ではないがそれでも動物が生存し得る放射環境は動物の形状、大きさ、表面の性質、水蒸気の発散率等を考慮するとやはり一定の生存し得る放射の環境が規定され動物の種類別にそれをグラフに示すことが出来る。

2. 紫外線の効果

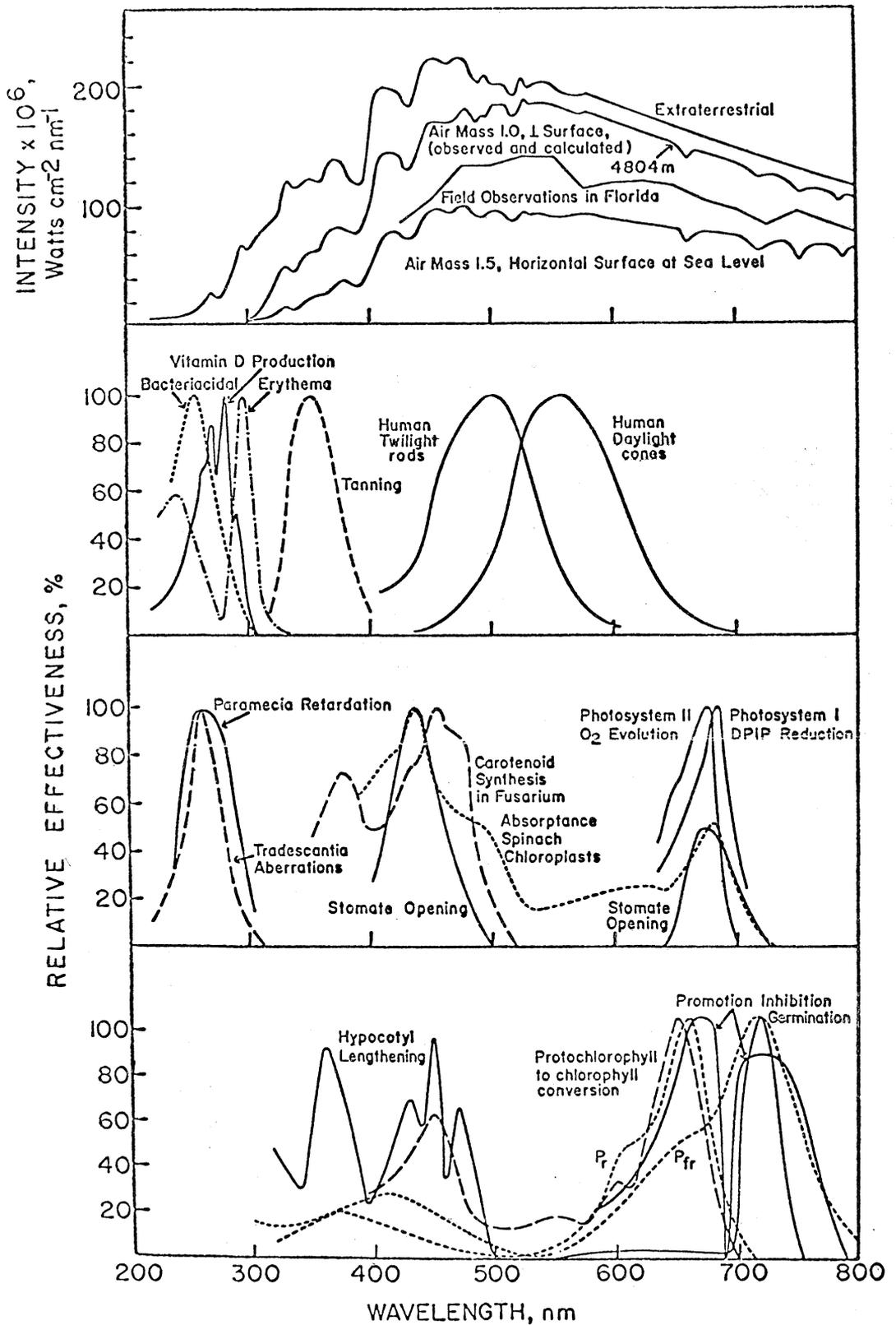
紫外線が生物の放射環境の中で非常にクリティカルな役割を果たしていることは前記の論旨で明らかであるがこの問題を更に深く追求し現在全世界的に関心を呼ぶべき重要課題であることを指摘したのが放射委員会委員長の J. London 教授 (コロラド大学) の講演である。

この世界にはじめて生物が現われたのは多分 4×10^9 年前に遡るであろう。そしてそれは先づ海中に起った各種光化学変化がもとになって生命体のもととなる有機物質が出来たのであろう。ここで重要なことはこの光化学変化は適当な波長域の光によることが必要であって前述のあまり短かい破壊的紫外線であってはならないということである。はじめに生物が生じたのは海中であろうといわれる根拠は水の吸収により3メートルも下では 3000\AA の光でも50%に減るという強い減衰作用により保護されているという理由による。かくして生じた海の生物、プランクトンはその光合成作用により酸素を生成しここに地球大気として他の惑星と区別される酸素を含む大気が形成されることになる。これだけでは地上に生物が生れるにはまだ不十分である、酸素分子の吸収帯の長波長端は高々 2000\AA でありまだ有害な短波長紫外線が地上に

* Radiation Environment

** K. Sekihara 気象研究所高層物理研究部
—1972年9月13日受理—

*** μm (ミリマイクロン) = nm (ナノメートル) = 10^{-7}cm



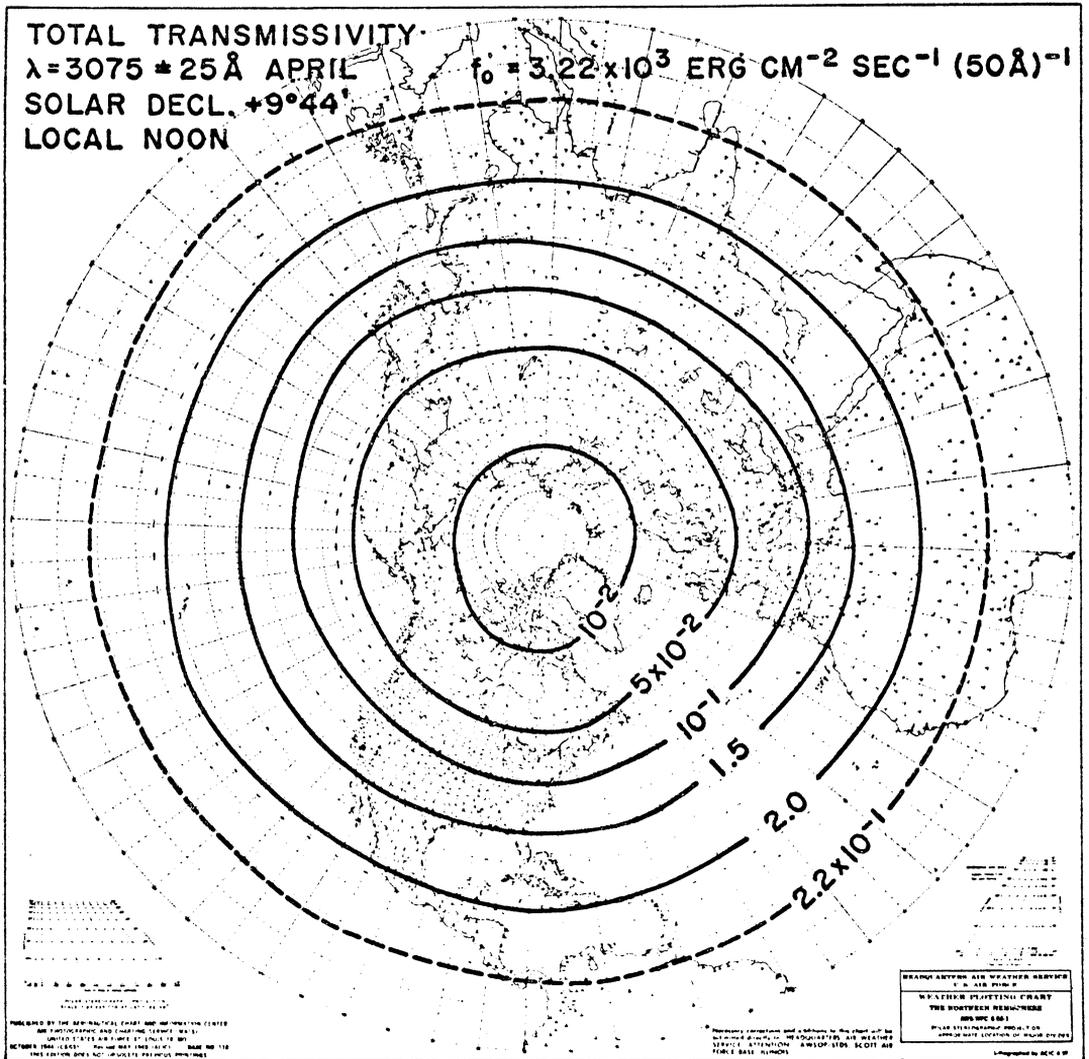
第1図 日射量波長分布と放射の各種成分の生理学的、植物学的作用の波長分布 (D.V. Gates による)

到達する。ここで成層圏にこれまた光化学的に生成するオゾン層の役割が浮び上がってくる。このオゾン層は1気圧で0.3cm程度のわずかな量であるが2000Å~3000Åの紫外線は有効に遮断し地上に有害な紫外線が到達するのを防いでいる。オゾンの紫外吸収帯の最も強いものは2600Å付近に極大値をもつ Hartley 帯であるがこれが丁度遺伝子構成物質 DNA の吸収帯と一致するのは単なる偶然の一致ではあるまいというのが London 教授の主張である。

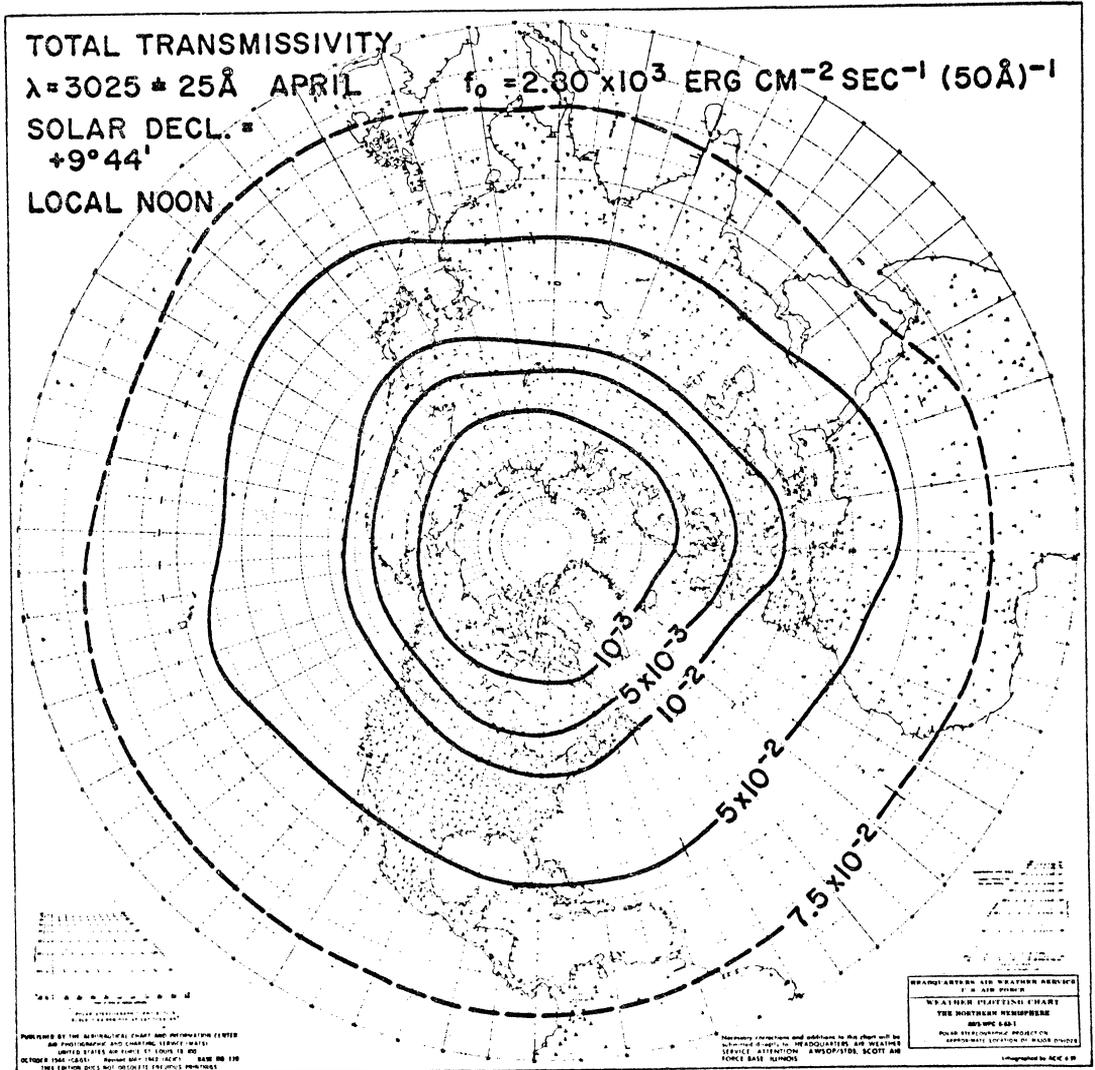
このように地上に到達する紫外線の短波長端の3000Å付近の強度は非常に生物学的に強い影響をもつと同時に

これが成層圏のオゾン量とまた密切に関係している。オゾン量には緯度効果があり低緯度では0.2cm程度、高緯度では0.4cm程度である。また気流の模様を反映して経度効果もあり日本等大陸東岸では比較的多い傾向がある。次に注目すべき事実はある統計による皮膚ガンの発生率には明らかな緯度効果が見られるがこれはこれまでの議論から短波長紫外線量の緯度効果と無縁ではあるまいという推論が成立つ。

この意味において地球上の紫外線量分布を精密に算出し測定することの重要性を London 教授は強く主張するのである。第2図は夫々 3075Å 及び 3025Å 付近の紫



第2図 a 紫外線の地球大気による透過率分布図（オゾン層及び散乱効果を考慮に入れてある）（J. London 及び J. Frederick による）



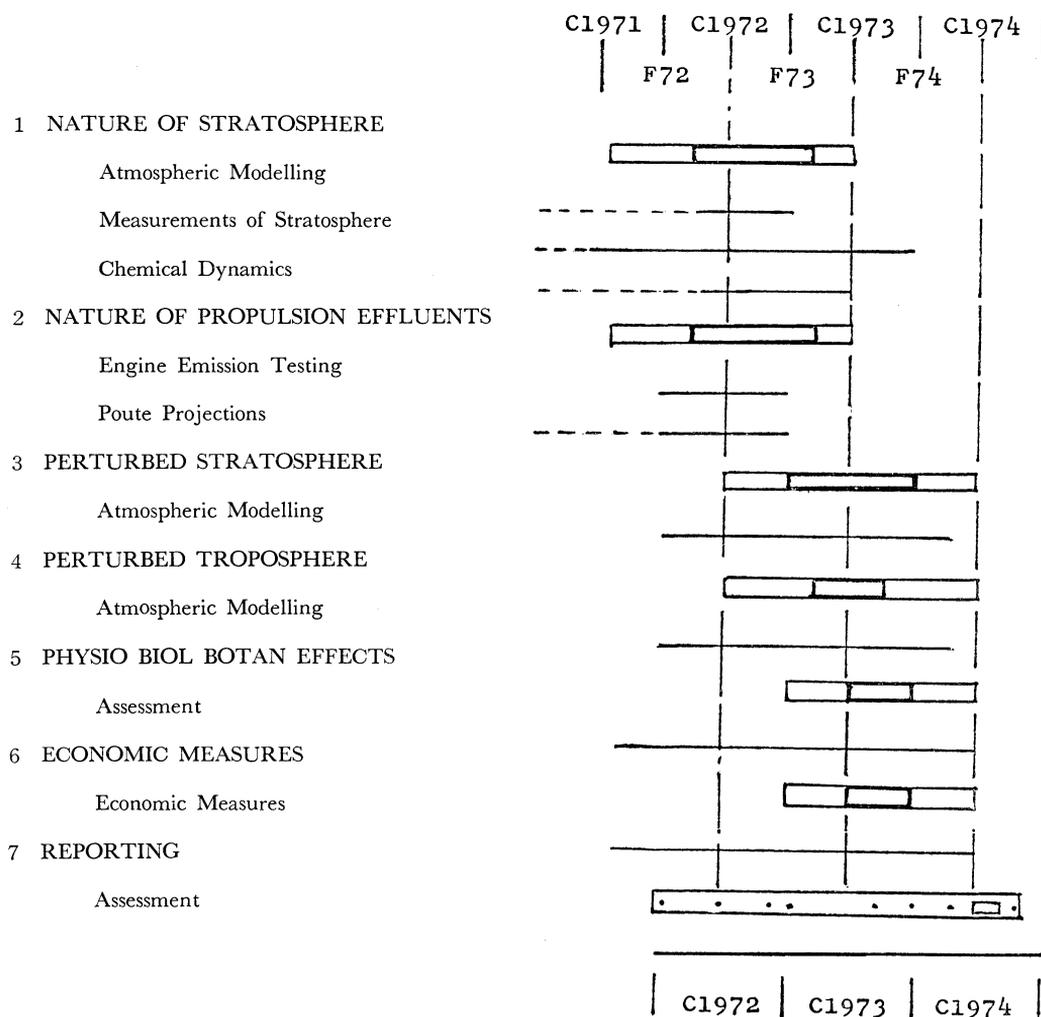
第2図 b 紫外線の地球大気による透過率分布図（オゾン層及び散乱効果を考慮に入れてある）（J. London 及び J. Frederick による）

外線に対する地球大気（直射，散乱を含めた）透過率分布である。オゾン量分布は明らかに大きな影響をもち緯度と共に桁違いの差異を与えていることに注意したい。

3. CIAP 計画

ここで話は更に具体的な社会問題に入る。現在超音速旅客機（SST）開発は世界各国で進められているがこれが高さ約 20 km の成層圏を飛行し 1980～1990 年には何百機という数が全世界を飛びまわることが予想されている。これは当然排気ガスによる成層圏汚染をもたらす。しかも成層圏はその名の示す如く成層安定で他の層

との混合が悪く一旦汚染されると仲々回復がしにくいと推定される。これがどのような影響を地球に与えるであろうか。この問題は SST 開発に踏切る前によく検討をする必要があるというアピールを行なったのは一昨年マサチューセッツ工科大学が音頭をとり開催された SCEP (Study of Critical Environmental Problems) 会議 (1970)、においてである。これはその後のストックホルムにおける SMIC (Study of Man's Impact on Climate) 会議 (1971)、及び同じく国連人間環境会議 (1972) に持ちこまれた。このような背景のもとにアメリカ運輸省が



第1表 CIAP 計画スケジュール [F は会計年度 (Fiscal year), C は暦年 (Calendar year) の夫々頭文字である] (A. J. Grobecker による)

現在進めつつあるプロジェクトが CIAP 計画 (Climatic Impact Assessment Program) である。この計画は担当者 Grobecker の説くところ第1表の如き内容のものである。すなわち期間は1971年当初から1974年末まで、計画内容は、1. 成層圏の性質の研究, 2. 排気ガスの性質の研究, 3. 汚染の影響を受けた成層圏の研究, 4. 同上対流圏の研究, 5. 生理学的, 生物学的, 植物学的影响の研究, 6. 経済的影響の評価, 7. 報告作成, となる。さてこの問題における学問的立脚点は二つありその一つは直接の環境問題。その二は間接に惹き起される気候変化の可能性の問題である。即ち前者では排気ガスがオゾン層を破

壊し、これが有害紫外線に対するオゾン層の保護作用に影響することにより直接に地上の生物環境を脅やかすおそれがあることである。後者は主として排気ガス中のエアロゾルが日射を減衰させこれが地表を冷却させる結果となるかも知れぬということである。これらの現象は何れも成層圏という比較的他の層と混合しない安定度のよい大気において行なわれるので影響が持続する可能性が強いので問題となっているのである。

これらはいづれも放射現象が主役となっている点で共通の問題であり前者は放射環境そのものであり、後者は放射環境が原因となって気候に影響を与えるといった観

点である。放射研究、放射測定の重要性和緊急性が今程強調されねばならぬときはないと言ってよいであろう。

文 献

- 1) Gates, D.M. Radiation, Plants and Animals. Proceedings of the International Radiation Symposium, Sendai 1972, pp 144-146.
- 2) London, J. Solar UV and Biosphere, Proceedings of the International Radiation Symposium, Sendai 1972, Presidential Address.
- 3) London, J. and J. Frederick, The Global Distribution of Direct and Diffuse Ultraviolet Radiation Received at the Ground, Proceedings of the International Radiation Symposium, Sendai 1972, p. 149-152
- 4) Report of the Study of Critical Environmental Problems(SCEP), Supersonic Transports(SSTs) in the Stratosphere p.15. MIT Press (1970).
- 5) Grobecker, A.J. (Manager, Climatic Impact Assessment Program, Department of Transportation, Washington D. C.) Assessment of Climatic Changes due to Flights in the Stratosphere pp. 1-16 (1971).

【新刊紹介】

B. J. Mason 著 : 「The Physics of Cloud (2nd edition)」
Clarendon Press Oxford, 1971, 671pp

雲物理の専門書で、大学院および専門家向けの、この数年では唯一の雲物理全般の本。1957年に出版された初版を全面的に書き直して200ページほど増ページしている。初版にあった第2次大戦後から1950年代中期までに加えて、1950年代と1960年代の全部および1970年の二、三の仕事を含めた総合報告的なテキストで、室内実験を主にして雲の微物理学を論じてある。

旧版では冒頭に Ludlam が書いた large-scale physics of clouds があったが、新版ではそれが削除され、その代り残りの各章がぐっと厚くなっている。内容は、蒸気相からの水滴の形成、水滴の過冷却と凍結、氷晶核化作用、雪結晶の成長、雨滴、雪片、ひょう塊の形成、レーダーによる降水要素の検出、雲の帯電からなる。付録に新しくえられた水滴の衝突係数や、電場が存在する場合の衝突係数、衝突したとき併合する割合を示す併合係数が掲げられている。

ドップラー・レーダー、観測データの即時処理、雲

の数値モデル(日本では雲の数値実験と呼ぶ人が多い)の3つは、70年代に発展すると考えて、余り詳しくは述べていない。

著者は、弟子達の話によると日曜日にも欠かさず大学へ出て勉強したそうだが、気象局長官になってからも、ロンドンから移転した郊外の新庁舎が完成するまで農家の2階に間借りして山のような書物に埋まって書いたそうで、精力的な専門書である。

この本は P. A. Sheppard 編の Oxford Monographs on Meteorology の一つで、初版は Sheppard 教授のもとで、Eady, Goody, Ludlam, Mason が講師をしていたときに計画された。初版の肩書はインペリアル・カレッジ、理博メイソンとあるが、改訂版では王立学術院会員、気象局長官、元インペリアル・カレッジ教授、理博とあって、この十余年の著者の多角的な精進がうかがえる。

(駒林 誠)