

理学博士山本義一君の「大気放射の研究」に対する授賞審査要旨

東北大学教授山本義一君の大気放射に関する一連の研究は、その理論面におけるすぐれた学術的価値はもとより、実際面につらなる分野にも発展し、とくに、最近の人工衛星による全大気の観測ならびに気象現象の解明に重要な役目を果し、近代気象学及び気象業務に著しく貢献したところに大きな特色がある。次に、山本君の研究の概要を述べる。

大気中における赤外放射（気象学では大気放射とよんでいる）の伝達に伴う冷却・加熱は、大気の熱収支の重要な因子であり、従って大気中の大規模でかつ長時間にわたる運動の原動力の一部をなすものである。この意味における重要性は古くから認識されていたに拘わらず、一九四〇年代頃までは大気放射の研究は遅々として進まなかった。大気放射の本格的な研究が進められるためには、天文学で発達した放射伝達の理論のみならず、丁度その頃発達しつつあった分子分光学の知識が必要だったのである。当時このような点に気付いて、大気放射学の近代化に着手した少数の研究者の一人が、山本君である。

山本君の大気放射研究は、自らの論文はもとより、Handbuch der Physik, Bd. 48, Geophysik II, 1957, Springer Verlag & R. M. Goody: Atmospheric Radiation, 1964, Oxford University Press, K. Ya. Kondratyev: Radiation in the Atmosphere, 1969, Academic Press など欧米の代表的な著書にも詳しく紹介されている。

一、大気放射伝達の研究

山本君は、大気放射研究の定量化の手始めとして、水蒸気の赤外吸収帯の各吸収線の強さを計算し、それに基づいて各吸収帯の吸収率の評価を行なった。次いで、この吸収率を用いて大気中の放射伝達の数値解法を開発した。それには炭酸ガスによる放射伝達を高い近似で補正する方法が導入されており、これは「山本の Radiation Chart」として知られている。現在においても大気放射伝達による大気の冷却・加熱を計算するには、多くの場合「山本の Chart」そのものを用いるか、またはその方法を電算機に適用して行なわれている。

二、炭酸ガスの赤外吸収帯の研究

大気放射において重要なのは一五ミクロンの吸収帯であるので、その付近の多くの吸収帯の吸収線強度の評価を行ない、それに基づいて吸収率の計算を行なった。この結果もその後のいくつかの実験的研究によってその価値が認められ、現在大気放射の計算に利用されている。また最近アンダーソンの理論に基づいて、炭酸ガス吸収線の半幅値の評価を行なった。

三、人工衛星による放射観測に関連した研究

一九六〇年、米国気象庁の気象衛星研究所の招聘に応じ、衛星による放射観測に関連した研究に入った。その前年、カプランは、衛星による放射観測から大気の垂直温度分布を推定しうることを示唆したが、具体的結果を示さなかつたので、どの程度の誤差で推定出来るかということに異常な関心が集まった。そこで山本君は当時研究していた炭酸ガスの一五ミクロン帯における吸収の異なる波長域を用いることにして、放射伝達の積分方程式を数值的に解いて、この問題の具体的な解を得て、予想される誤差のオーダーを明らかにした。この研究は人工衛星の気象

観測手段としての有用性に明るい展望を与えたものとして評価され、それに対して一九六一年米国気象庁賞を受けた。

さらに気象衛星タイロスの放射観測から、地球大気が虚空に失う赤外全域にわたっての放射フラックスの推定法、および一〇ミクロン付近の窓領域の放射観測から地表温度を推定する方法を開発した。これらの方法は現在定常業務化されて衛星放射観測の解析に利用されている。

また、大気縁辺における大気放射の水平面からの角度による変化を研究し、その応用として、人工衛星の姿勢制御のための大気の水平面としては、一五ミクロンの炭酸ガス吸収帯の波長域の光によって観測されるものが最も安定していることを示した。

四、Inverse Problem の研究

積分方程式を解くことに帰着するいわゆる Inverse Problem は気象の分野には沢山あるので、米国での研究の続きとして、衛星の放射観測から大気中の水蒸気の垂直分布を求める方法、また直達日射量観測、あるいは大気中の波長別の光の減衰の観測から、大気中のエアロ・ゾル（塵埃・凝結核などの総称）の粒径分布ならびに総量を求める方法を研究した。

五、大気放射透過率に関する基礎的研究

古くは平行光の透過率（実験室で求められるもの）と散光（大気放射は散光をなす）の関係、また水蒸気回転帯の透過率の研究、最近では重複している吸収線による透過率の研究、炭酸ガスの Q branch の透過率の研究などがあ

六、雲内の大気放射伝達の研究

雲を通しての大気放射伝達の問題は、雲粒子によるミイー散乱、雲粒子（水滴）による波長と共に比較的ゆるやかに変る吸収、並びに雲内水蒸気による波長と共に烈しく変化する吸収を同時に考慮せねばならぬ困難な問題で、これまでそのような厳密な立場で研究されたことはなかった。山本君は第一段階として雲内水蒸気の吸収を無視してよい一〇ミクロン付近の窓領域をとりあげ、ミイー散乱による雲の Phase function の計算をし、さらにチャンドラセカールの Principle of Invariance の考え方を適用することによってはじめてこの問題を解いた。さらに、最近雲内水蒸気の吸収をも考慮に入れ、赤外全域にわたってこの問題を解くことに成功した。すなわち、雲からの反射光、射出光および雲の透過光の波長別の角度分布、およびそれらの量の積分として雲の反射率、射出率、および透過率を雲の厚さの函数として求めた。この研究で特に理論的に興味のある点は、如何に厚い雲においても、かつ如何に吸収の強い波長域においても、雲の射出率は1より小さいことを明らかにしたことである。この結果は一九六八年ノールウェーのベルゲンで開かれた国際大気放射シンポジウムの特別招請講演で発表されたが、メラー教授によるそのシンポジウムの報告 (WMO Bulletin, 18, 97-99, 1969) には、この講演がもたらした重大な意義が述べられている。

以上の大気放射に関する研究のほか、山本君の気象学の他の分野に対する研究は多々ある。ここにはその中で、とくに、「大気乱流」「蒸発」および「凝結核」に関する諸研究は関係学界に高く評価されていることを附言する。

要するに山本義一君は、長年にわたって気象学の研究に献身し、その独創的な数々の論文をもって、新しい気象学の発展に大きな寄与をなしたげた日本の代表的気象学研究者である。山本君が、現在内外の気象学関係諸組織において重要な位置をしめ、たとえば、現在の国際共同事業である「地球大気研究計画」の重要メンバーとなっていることなどは、今日までの山本君の高い研究業績による。

山本君の研究は、近代気象学に寄与するところが極めて大であり画期的な業績であると考える次第である。

主要な論文目録

1' 2 題 4 の 9 の 6

- 1) G. Yamamoto and G. Onishi: Absorption coefficient of water vapour in the far infra-red region. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 1, 5 (1949).
 - 2) —: Absorption coefficient of water-vapour in the near infra-red region. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 1, 71 (1949).
 - 3) —: Appendix to our paper on "Absorption coefficient of water vapour in the far infrared region". Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 3, 73-77 (1951).
 - 4) G. Yamamoto: On a radiation chart. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 4, 9-23 (1952).
 - 5) G. Yamamoto and G. Onishi: A chart for the calculation of radiative temperature changes. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 4, 108-115 (1953).
- 1' 2 題 4 の 9 の 6
- 1) G. Yamamoto and T. Sasamori: Calculation of the absorption of the 15-micron carbon-dioxide bands. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys., 10, 37-57 (1958).

- 2) ———: Further studies on the absorption by the 15-micron carbon dioxide bands. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 5, Geophys.*, **13**, 1-19 (1961).
 - 3) G. Yamamoto, M. Tanaka, and T. Aoki: Estimation of rotational line widths of carbon dioxide bands. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer.*, **9**, 371-382 (1969).
- 目録 目録
- 1) G. Yamamoto: Numerical method for estimating the stratospheric temperature distribution from satellite measurements in the CO₂ bands. *J. Met.*, **18**, 581-588 (1961).
 - 2) D. Q. Wark, G. Yamamoto and J. H. Lienisch: Methods of estimating infrared flux and surface temperature from meteorological satellite. *J. Atm. Sci.*, **19**, 369-384 (1962).
 - 3) ———: Infrared flux and surface temperature determinations from TIROS radiometer measurements. *Meteorological Satellite Laboratory Report*, No. 10, 1-84 (1962).
 - 4) D. Q. Wark, J. Alishouse, and G. Yamamoto: Calculation of the earth's spectral radiance for large zenith angles. *Meteorological Satellite Laboratory Report*, No. 21, 1-45 (1963).
 - 5) ———: Variation of the infrared spectral radiance near the limb of the earth. *Applied Optics*, **3**, 221-227 (1964).
- 目録 目録
- 1) G. Yamamoto and M. Tanaka: Estimation of water vapor distribution in the atmosphere from satellite measurements. *Proceedings of XVII the International Astronautical Congress*, 253-267 (1966).
 - 2) M. Wolk, F. Van Cleef, and G. Yamamoto: Indirect measurements of atmospheric temperature profiles from satellites; (V) Atmospheric soundings from infrared spectrometer measurements at the ground. *Monthly Weather Review*, **95**, 463-467 (1967).
 - 3) G. Yamamoto, M. Tanaka, and K. Arao: Hemispherical distribution of turbidity coefficient as estimated

from direct solar radiation measurements. *J. Met. Soc. Japan*, **46**, 278-300 (1968).

4) G. Yamamoto and M. Tanaka : Determination of aerosol size distribution from spectral attenuation measurements. *Applied Optics*, **8**, 447-453 (1969).

片 野 田 孝 夫 著

1) G. Yamamoto : On the relation between transmission function of column and that of slab for infra-red absorption band. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, *Geophys.*, **3**, 130-133 (1951).

2) G. Yamamoto and T. Sasamori : Numerical study of water vapour transmission. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, *Geophys.*, **8**, 36-45 (1957).

3) G. Yamamoto and M. Aida : Transmission due to overlapping lines. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer.*, **7**, 123-141 (1967).

4) ———: Evaluation of the transmission of the Q branch of the CO₂ band. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer.*, **8**, 1307-1317 (1968).

5) ———: Transmission in a non-homogeneous atmosphere with an absorbing gas of constant mixing ratio. (To be published on *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer.*)

片 野 田 孝 夫 著

1) G. Yamamoto, M. Tanaka, and K. Kamitani : Radiative transfer in water clouds in the 10-micron window region. *Jour. Atmos. Sci.*, **23**, 305-313 (1966).

2) G. Yamamoto, M. Tanaka, and S. Asano : Radiative transfer in water clouds in the infrared region. (To be published on *J. Atmos. Sci.*)