

氏名・（本籍）	いち き あきのり 一 木 明 紀
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理第 839 号
学位授与年月日	昭和61年6月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
最終学歴	昭和36年3月 気象研修所高等部卒業
学位論文題目	館野における放射諸量の観測とその放射気候学的解釈
論文審査委員	(主査) 教授 田中正之 教授 近藤純正 教授 鳥羽良明

## 論 文 目 次

- I はじめに
- II 第1章 放射諸量の測定
  - 1 短波長放射
  - 2 長波長, 全波長放射
  - 3 紫外線
- III 第2章 放射諸量の季節変動
  - 1 放射諸量の季節変動
  - 2 放射諸量間の相互関係
  - 3 スペクトル解析による放射諸量変動の分析
  - 4 放射諸量の経年変化
- IV 第3章 放射諸量と気象要素との関係

- 1 放射諸量に及ぼす雲の影響
- 2 放射諸量と気象要素との関係

# 論文内容要旨

## I はじめに

高層気象台では、各種の放射量についての連続測定を行っている。

1976年5月からは、全波長放射の昼夜連続測定を開始し、下向き短波長、長波長、全波長放射量の算出が可能となった。また、1979年1月からは、太陽高度角30度における紫外線観測を開始した。

本論文では、放射諸量の測定および取得データの解析について、以下の3章に分けて研究を行った。

第1章 短波長、長波長および全波長放射、紫外線量測定の精度に関する諸特性を検査し、起りうる測定誤差を検討した。また、連続観測を行う上での問題点をあげ、測器の特性を考慮した対処法を検討し、実施した。

第2章 測定で得られた放射諸量のデータを用いて、短波長、長波長、全波長放射、紫外線量の季節変動の解析、放射諸量間の相互関係の解明、放射諸量の変動に対するスペクトル解析による周期分析および僅か5年間であるが放射諸量の経年変化の一端を解析した。

第3章 地表で測定される放射諸量に多大な影響を与える雲について、その効果を最も良く表現する有効雲量を定義し、それらと放射諸量の関係およびその季節変動についての解析を行った。また、放射諸量とそれらに影響を及ぼす気象要素を抽出し、その間の関係を統計的に解析した。

## II 第1章 放射諸量の測定

短波長放射、長波長と全波長放射、紫外線量の3つの測定に分けて検討した。

### 1 短波長放射

全天日射、散乱日射の測定に使用されたネオ型全天日射計(A型)と地面反射日射の測定に使用されたモル・ゴルチンスキー型全天日射計(G型)について、測定精度に影響を与える温度特性、高度角特性と直線性、受感面角度特性、分光特性、応答速度の諸特性が検査された結果、

測定精度に最も影響を与えるのは、温度特性(5~35℃で感度変化がA型2.0%、G型2.1%)であった。分光特性では、白色塗料の効果が大きく、ガラスドームと黒色塗料の特性を含めて、仮想大気の大気路程1~5の変動に伴いA型で1.0%、G型では、殆んど感度変化が算出されなかった。その他、受感面角度特性については、検査装置を試作し検査した結果、地面反射日射に用いられたG型日射計を下向きに設置した場合1%の感度低下が検出された。

なお、本研究のデータ取得に当っては、精度維持のため、これらの特性による測定誤差を出来るだけ抑える方策がとられた。

### 2 長波長、全波長放射

測定に使用された風防型放射計の特性について検討した。

温度特性については、短波長に対するものが検査され、-15℃~35℃間で1%の感度変化が検

出された。高度角特性は、短波長主体の人工光源で検査され、この特性のため、センサーが完全黒体の放射計で受感される量の94.3%となった。しかし、実際には、全ての高度角において受感面に垂直な単位立体角当りの天空放射強度を測定する基準器の全天走査型放射計との比較観測で器械定数が決定されるので、天空放射強度の高度角分布が検定時と変らなければ、この特性による測定誤差は生じない。

ポリエチレンドームの透過率による分光特性では、冬の快晴時と夏の曇天時で1.5%の差、また、受感面黒色塗料の影響で、冬の快晴時と夏の曇天時で0.8%の差が生ずるなどの特性が明らかになった。

全波長放射測定の大きな問題点の一つは、短波長に対する感度が長波長に対するものと異なる点である。この原因の一つは、受感面黒色塗料の入射角による反射率の差が影響していることが考察できたが、まだ量的には十分に説明出来ない。

本研究における測定では、放射計、日射計の同時しゃへい測定で短波長に対する感度を決定して対処した。

### 3 紫外線

1979年1月から、特定波長（中心322nm，HBW10nm）での試験観測を開始した。

紫外線計感度の経時変化を監視する検査装置を試作し、実用化した。また、観測上の精度向上につながる改良、精度維持につながる対処法を検計し実施した。

## Ⅲ 第2章 放射諸量の季節変動

放射諸量の季節変動、相互関係、変動の周期分析、経年変化等が解析された。使用されたデータは、1977～1981年の5年間で主体である。

### 1 放射諸量の季節変動

短波長放射は、主に日赤緯の変動に依存し、二次的に、冬季の好天や梅雨期の悪天などの天候に影響を受けている。地面反射日射については、この他、芝生面の状態が大きく影響している。

長波長放射は、気温の変動に近い季節変化を示す。日々の変動では、天候の影響を大きく受ける。下向き放射量が悪天で大きくなるのに対し、上向き放射量は好天時に大きい。収支量は年間を通じて負でその絶対値は、冬に大きく、夏に小さい。

全波長放射の変動は、短波長と長波長の間位置するが、長波長放射のしめる割合が多い分だけ長波長放射の変動に近い。

大気路程2における紫外線量は、冬季に大きく、5～8月に小さい。

### 短波長成分と長波長成分

5年平均では、下向き放射にしめる短波長成分の割合は31%、2～5月に大きく、9～12月に小さい。上向き放射では、短波長成分の割合は、5年平均で僅か7%と少ない。

下向き放射量に対する上向き放射量の割合

短波長成分では、年平均5年間ほぼ一定（18～19%）であり、長波長成分では、上向き放射量

が下向き量を約2割上回る。全波長放射では、年平均で0.87～0.88とほぼ一定で比の最大は81年12月の1.00、最小は78年7月の0.79であった。

## 2 放射諸量間の相互関係

5年間での各要素の月平均値間の単相関マトリクスを算出した結果、全般に長波長の収支量を除く長波長、全波長、気温間の相関が良い。また、天候の良し悪しの1つの指標である晴れ指数との相関では、日中の時間の短い冬季に好天であるため、短波長放射との相関は良くなく、長波長収支量との相関が最も良い。

## 3 スペクトル解析による放射諸量変動の分析

12項の調和解析およびMEMによるスペクトル解析を行って各要素の周期変動の様子を分析した結果、各要素とも1年周期が卓越していることが判明した。中でも、全波長、長波長の下向きおよび上向き放射量、短波長の散乱日射量、気温での1年周期変動の卓越ぶりが顕著である。

地面反射日射、全天日射、長波長の収支量についても1年周期変動が卓越しているが、他要素と較べると、より短周期変動の寄与分も目立つなどの特徴が明らかになった。

各要素の1年周期変動を位相的にみると、短波長、全波長放射の順に変動している。中でも、地面反射日射の変動が最も早く、また、散乱日射は、全波長放射のグループに、気温は長波長放射のグループに属し、長波長の収支量が位相的に最も遅れるなどが解明された。

## 4 放射諸量の経年変化

5年間のデータであるが、経年変化で特徴的な事例を幾つかあげると、

78年には、好天で晴れ指数が最大で散乱日射量を除く短波長放射量が最大であった。79年は、高温の年で、全波長の下向き放射量、長波長の下向きおよび上向き放射量が最大であった。80年は異常冷夏の年で、短波長放射量が最小、長波長の収支量、上向き放射量が最小であった。81年は、低温で晴れ指数も小さく悪天であり、放射諸量は全般に小さい。77年は、この5年間では平均的な年であった。

# IV 第三章 放射諸量と気象要素との関係

## 1 放射諸量に及ぼす雲の影響

放射諸量に最も影響を与えている雲について、雲を上、中、下層雲量の3つに分類する方法で、短波長、長波長放射、紫外線量に対する最適の効果を示す係数を求め、それからそれぞれの放射に対する有効雲量を定義した。

統計計算の結果、上、中層雲の短波長放射および紫外線量に対する効果は、長波長放射に対するものより小さいことなどが明らかにされた。

これらの有効雲量を用いて、放射諸量との関係や有効雲量別の放射諸量の季節変動などが求められた。

## 2 放射諸量と気象要素との関係

前項で求められた有効雲量を含めて、放射諸量に影響を与える気象要素が選定され、これらと

放射諸量との関係が統計的に研究された。ここでは代表例として、(i) 下向き長波長放射量と有効雲量、気温、水蒸気量との関係、(ii) 全天日射量と有効雲量、水平視程、水蒸気量との関係、(iii) 紫外線量と有効雲量、水平視程、オゾン量との関係が解析された。

下向き長波長放射量と最も偏相関が高いのは、有効雲量であり、水蒸気量、気温と続く。全天日射量との偏相関では、有効雲量が最大で、水平視程、水蒸気量と続くが、有効雲量以外とは相関係数の値は小さい。紫外線量については、やはり有効雲量との相関が最大で、水平視程、オゾン量と続くが、オゾン量との逆相関の値は、オゾンの吸収の弱い波長域での紫外線量であるためか意外と小さい。

総じて、観測された放射諸量は、本研究で定義された有効雲量を用いることによってよく表現できること、また、放射気候学において放射諸量をこの有効雲量を含むこれらの気候要素の1次結合式で表現することの妥当性が明らかにされた。

## 論文審査の結果の要旨

一木明紀提出の論文は、著者自身が1977年から1981年までの5年間に亘って館野高層気象台において実施した放射観測のデータを放射気候学の観点から詳細に解析したものである。

論文は3章からなり、第1章では用いられた各種放射計の特性と測定精度、第2章では放射諸量の季節変化や経年変化の実態とその気候学的解釈、第3章では放射諸量と気象要素との相関について述べられている。ここに放射諸量とは、下向き、上向きおよび正味の水平面日射量；上向き、下向きおよび正味の赤外放射量；それらを合わせた全波長の上向き、下向きおよび正味放射量などの放射収支成分に加えて直達日射量、散乱日射量、紫外線量など網羅しており、それらの変動特性の実態、したがってまた放射収支の実態が細心な系統的観測によって明らかにされており、これらが本論文の第1の成果である。本論文の第2の成果は、放射諸量と雲量、気温、水蒸気量、水平視程、オゾン量等の気象要素との相関を明らかにした点である。特に放射諸量や放射収支に支配的な役割を果している雲について、下層雲、中層雲、上層雲の相対的役割が考える放射収支成分によって異なることに注目して新たに有効雲量なるものを導入し、これらによって雲の役割の的確な表現を可能ならしめた点は重要である。これらの成果は、気象要素を用いた放射気候学の確立はもとより、雲と放射の相互作用などの現在気象学の重要課題となっている問題の解明にも資するところ大であり、著者が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。よって一木明紀提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認める。