

生活型による気候表現

— 日本の農業気候の研究第2報 —

三 寺 光 雄*

1. はじめに

農業気候学 (Agricultural Climatology) は気象学の応用部門に属し、さらに農業気象学 (Agricultural Meteorology) の分科として発展し、学問的には新しい分野である。しかし作物に対する気候環境への関心はきわめて古く、Clements¹⁾ は農業の発達第1段階において農民の直接的関心事は気候や土壌の諸条件であったという。また沼田²⁾ は植物にとっての立地条件であり、その環境を構成する気候は、古代ギリシヤの時代からすでに関心がはらわれていたという。

作物にとっての (作物の側からみた) 環境条件としての気候を探索する方法は古くは、指標植物が利用され、その後学問的には Phytometer-method³⁾ として発展した。この学問の流れが示すように、作物にとっての気候環境探索の方法が、農業気候学者や農業気象学者からうまれずに農民と生態学者によってうち立てられたことは、農業気候を扱うものにとって、はなはだ皮肉なことである。

今日農業気象、農業気候で扱っている気候環境の如きは、環境構成要因の質的区別から、環境要因相互の分離、分解の方向に進み環境の総合性がくずされており、作物からの環境評価といった点から一步後退した感が深い。このような問題をめぐって今日、農業気象、農業気候のあり方には、かなり批判が多い。

さきに中原と三寺⁴⁾ は農業気候のあり方を再検討することによって、日本の農業気候の研究に着手し、1952年に第1報を送ったが、今回はその後の植物気候 (Plant Climate) の立場からの研究を第2報としたい。日本の農業気候については、広汎な資料によって後日総合的に取り扱うつもりである。

2. 方法と概念

研究方法としては広い意味での Phytometer method であるが、ここでは気候条件を植物がどのように受けとっているかをマクロの立場から検討すると同時に、局所的な問題についてもふれてゆきたい。

気候要素としての気温とか降水量などは空間が広くなればなるほど、分布の一様性は薄らいでゆく。そのため植物の生活空間の広がりによって植物の反応も

また、きわめて複雑な様相を示す。そこで広汎な地域の気候と植物の関係を知らうとする場合とローカルまたはミクロな場合とでは環境条件も異なるが、主体である植物の反応のとらえ方も異なる。そこで一応環境のレベル⁵⁾ に対応して調査主体をどのように選ぶかを示しておこう。

第1表 環境のレベルと気候標示法

気候標示法	植物主体のレベル	環境のレベル
Life form	植物帯	大気候的
{ Life form Growth form	全層群落	局所気候的
{ Life form Growth form Propagule type	分層群落 (たとえば林床)	微気候的

ここでいう生活型 (Life form) は、すでに知られているように植物気候の概念を確立した Raunkiaer⁶⁾ がいうようなものであり、また生育型⁷⁾ (Growth form) は Gimmingham の提示した外部形態の生態的分類を用い、また繁殖型⁸⁾ (propagule type) は、沼田のいうように植物の広がりや規定する種子、果実の散布型と地下部の型をふくむ。これ等の全体的な運用は、一種の phytometer として統一される。気候標示法全般についての批判は別の機会にゆずる。

今回は気候標示法を Raunkiaer のいう生活型を中心として進めた。Raunkiaer の生活型はもともと大気候的なものとして進められたために一般には局所気候以下のレベルに適用されないと考えられていた。しかし方法によっては使用できる場合もある。もっとも植物の生活範囲が局所的なレベルで問題とされるような場合には、土壌条件などの影響が大きくひびくことが多いので、生活型だけでは正しく気候をとらえることはむずかしい。したがって幾つかの方法を用いて他の条件と比較しながら気候条件を評価する必要がある。このことは環境のレベルとしてのミクロの範囲についてもいえることである。第1表で環境のレベルに応じた気候標示法を多くえらんだのは、そのためである。

次に Raunkiaer の方法は顕花植物が中心であって、隠花植物は大まかに扱われている。ここでは隠花植物と気候要素の関連についても少しつつこんでふれたい。Raunkiaer の統計的な取り扱いには大いに問題があるが、ここではふれない。以下生活型を中心として次の項

* 気象研究所 —1956年10月10日受理—

目について調べた結果について述べることにしたい。

- 1) 種子植物と緯度
- 2) 種子植物と羊歯植物
- 3) 苔類と年雨量
- 4) 地表植物(Ch)と緯度
- 5) 地表植物と高度
- 6) 1年植物(Th)と緯度
- 7) (半地中植物+地中植物)と一年生植物
- 8) 羊歯植物とTh.
- 9) 羊歯植物落葉樹種類数
- 10) ChとG
- 11) ThとG

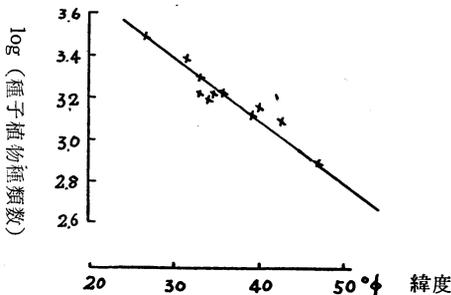
3. 資料と考察

大気候的な観点に立って、「植物帯と気候帯」との関係を論じた仕事は、Humboldt を始めとして多くの人達が試みた。すでに述べたように Raunkiaer の仕事も Humboldt から Griesbach, Warming に至る一つの流れを引いており、いずれも植物帯を中心として進められたものである。しかし彼等は多くの植物について類型分類を試みてはいるが、植物と植物相互の関係、植物と外界の環境を量的に論じるといった点では十分ではなかった。ここではまず植物相互の関係、また植物と外界との関係などについてとくに注意したい。

i 種子植物と緯度

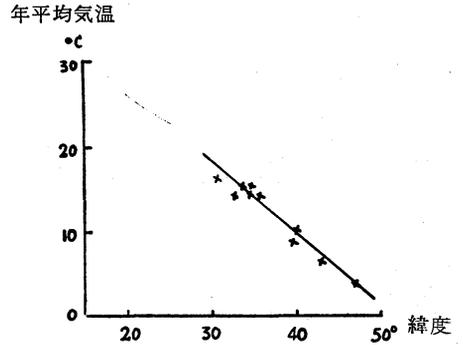
植物の種類数の多少は気候条件、とくに気温や雨量と きわめて関係が深い。一般に高温多湿である場合、フロラがきわめて豊富であることは、経験的にも良く知られているが、これらの関係について量的に種子植物と緯度、年平均気温、年雨量などについて調べた。種子植物については堀川 (1952) のものを使用した。資料は緯度 47°~30°内では本邦各地点10カ所を選んだ。第1図は種子

第1図

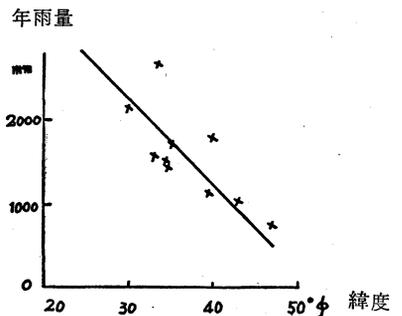


植物種類数と緯度の関係を示す。これからも明らかなように、本邦では緯度47°~30°の範囲内では種子植物種類数の対数値と緯度とは直線関係が成り立っている。これは結局、雨量や気温が緯度の変化に対応していることによるもので、第2図、第3図が上述の高温多湿とフロラ

第2図



第3図

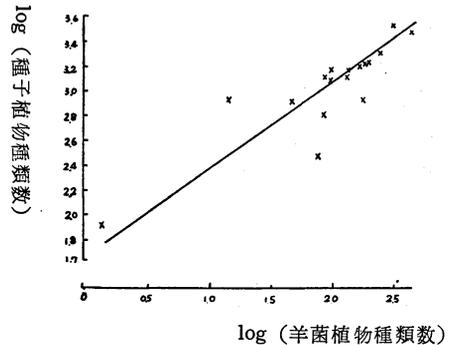


の増減の関係をうらがきしている。

ii 種子植物と羊歯植物

種子植物と羊歯植物とは生活環境は大いに異なるけれども、両者の関係は生活環境において相互依存である場合が多い。また植物気候的にみても、種子植物と羊歯植物の関係はきわめて重要な意義をもつ。もちろんこの場合は、系統型である種子植物と羊歯植物を一応そのまま一つの生活型をなすものとして扱うのであるが、第4図は種子植物種類数の対数値と羊歯植物種類数の対

第4図



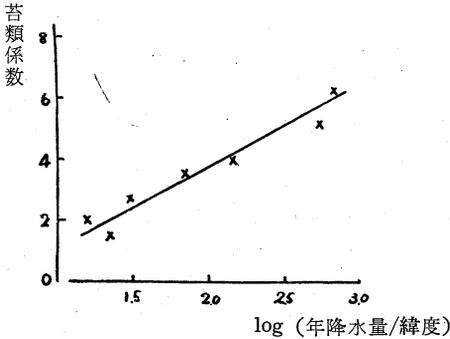
数値との関係を示す。羊歯植物は一般には高温多湿な地域に最も多いといわれる。このことは種子植物の種類数

からみた環境条件とも一致しており、こうしたことから一応種子植物種類数と羊歯植物種類数との間に直線的関係が成り立つことをうらがきする。羊歯植物種類数は、高温多湿な気候条件のもとで増加するけれども、特に温度が余り変化しない場合は多湿であることがきめ手となる。羊歯類は高緯度にも分布し（寒地性のもの）、また低緯度にも分布（暖地性）していることから一応考えられることであるが、この問題は系統型（分類部門）の生態的特性を検討する手がかりとなる。しかし一つの傾向として上のような湿度との関係がいえると思う（事実今まで羊歯植物種類数はこのような使い方をしている）。

iii 苔類と年雨量

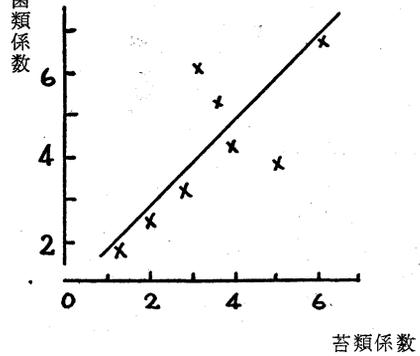
ここでは苔類と外的条件との関係について述べる。資料は堀川（1952）によるもので、色丹、海馬島、敵島、屋久島、小笠原島、ボナベ、の代表島々についての苔類係数を利用した。第5図は苔類係数と $\log(\text{年雨量}/\text{緯度})$ との関係を示したものである。ここで年雨量と緯度の比

第5図

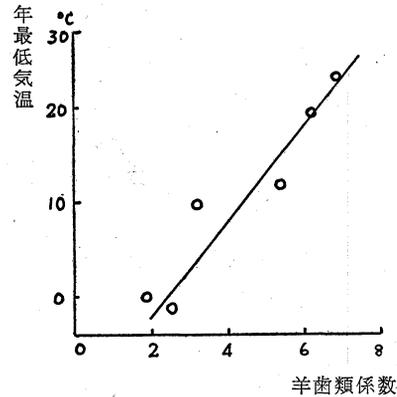


をもちいたのは Lang のいう雨量係数、Meyer の N-S 係数、Köppeen, Thornthwaite の P/T, P/E と同じような考え方にもとづいているのであるが、この一連の気候標示法は湿度度を示すものとしてあつかうことができる。われわれの研究では、月平均気温の地域的変動は、雨量に比較して、きわめて小さい。しかも年平均気温は緯度に対して直線的関係にある。このような点から、年雨量/緯度の値は、全く P/T や P/E と同じ内容をもつ。年雨量は地域的にかなりの変動を示すので同緯度の場合（気温があまり変動しなければ）苔類係数の増減の要因として、年雨量が考えられる。また同時に土壤の湿度度とも関係が深い。第6図は羊歯類係数と苔類係数の関係を示すものである。隠花植物に含まれる羊歯類と苔類はマクロな観点からすれば係数の変化はきわめてよく似た変化をとっている。顕花植物が気候的には主として温度指標であるとすれば、隠花植物は主として湿度関係の指標であると考えられるであろう。だがしかし隠花植物中、羊歯類は一面生理的環境からみれば、温度条件とくに最低気温ときわめて関係が深い。第7図は、年最

第6図



第7図

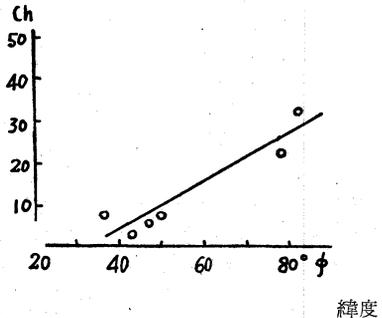


低気温と羊歯類係数の関係を示すものであるが、この関係は、気温が高くなればなるほど、羊歯類が多くなることを示す。気温が低くなると羊歯の生活環が切れることによって羊歯の分布がはばまれる。これは、すでに知られているように、羊歯の世代交替によって前葉体の時代には低温にはきわめて弱いためである。

iv 地表植物と緯度

今までは主として隠花植物について、特に羊歯植物と苔類の関係ならびに外界との関係について述べたが、ここでは顕花植物中 Raunkiaer のいう地表植物 (Ch),

第8図



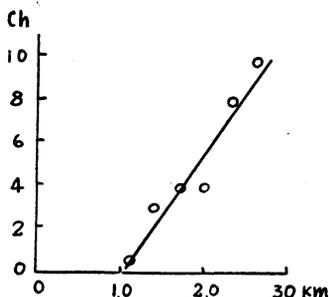
年生植物(Th), 地中植物(G)などそれぞれの生活型についての相互関係や外界の条件などについて述べたい。

Raunkiaer のいう Ch 気候とは、気候帯では寒帯にあたる。Ch の多少が温度条件に支配されていることはいうまでもない。第8図は Raunkiaer の資料によって Ch と緯度との関係を示したものである。

v 地表植物と高度

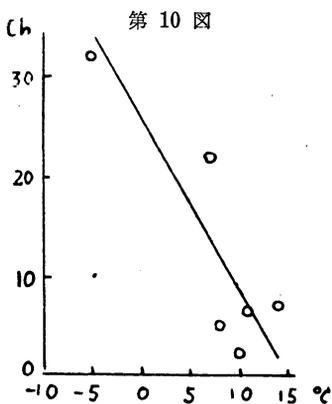
気温の変化が緯度や高度の変化と対応することはよく知られている。iv では地表植物と緯度の関係を示したが、ここでは高度との関係を明らかにしたい。第9図は Ch と高度の関係を示す。資料は中野(1930)による。

第9図



高度

これによると Ch の増減は高度ともきわめて高い相関がある。この事実からも(第10図) Ch が気温に対する適応型として取り扱うことができるし局所気候指標としても



年平均気温

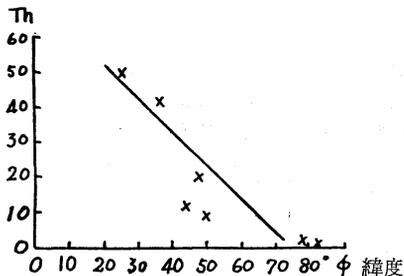
有効なものの一つとなると考えられる。Raunkiaer は生活型をもっぱらマクロの面から取り扱ったけれども、必ずしもそうした点にこだわる必要はないことが明らかであろう。

筆者は1956年夏、佐渡ヶ島の大佐渡山脈について高さ100m ごとにサンプリングして生活型を調べたが、八ヶ岳(中野1930)と同じ傾向を示すことを確かめた。この結果については、別な機会に整理して発表したい。

vi 一年生植物と緯度

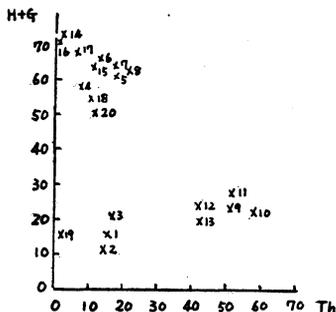
Th 気候は Raunkiaer によれば、亜熱帯の乾燥地帯にある。第11図は Th と緯度との関係を示すものである

第11図



が、緯度20°~80°の範囲では、相関関係がみられるけれども、低緯度地方では相関はくずれてしまう、このことは Ch のように外界の条件として一義的に温度条件によって特徴づけられないことを示している。しかし一般には高緯度では、温度に支配され低緯度では雨量の影響を受けるものと考えられる。Th は Ch と対象的な特徴をもっているのでもに局所気候の指標として使用できる可能性がある。

第12図



vii (半地中植物+地中植物)と一年生植物

第12図は (H+G) と Th との関係を示したものであるが、(H+G) と Th のいずれも少ない地方は熱帯地方である。また寒帯地方では H+G はきわめて多いが、Th は少なくなっている。寒帯地方と熱帯地方に共通しての少ないことは雨量条件を考えれば一応理解できる。H+G が多いか否かは温度条件に支配されている。また熱帯地方と砂漠地帯とを比較すると H+G は共通して少ないが、砂漠地方では Th が多くなっている。このことから乾燥気候の適切な指標であることを示すものとして注目すべきであろう。

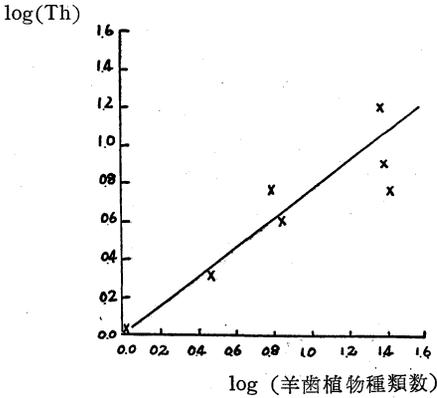
viii 羊歯植物と Th

今まではマクロな立場から生活型について論じたが、ここでは、ローカルな観点から羊歯植物との関係について述べたい。

この資料は、佐渡植物目録(1950)と、1952年以来、

日本の農業気候の研究の一環として佐渡の調査を中原、三寺が行ったものと、1956年の夏沼田、三寺等が調査したものを加えたものである。第13図は Th と羊歯植物種

第 13 図

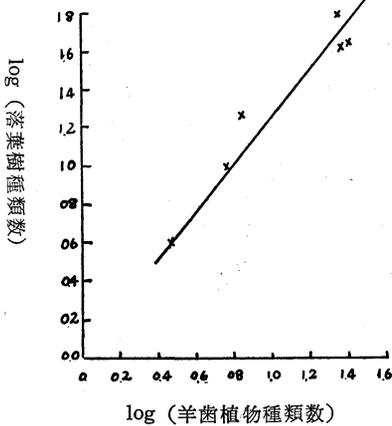


類数との関係である。すでに述べたように羊歯植物種類数はマクロの立場からは高温多湿な条件のもとで増加し、また Th は乾燥指標となる。ここではローカルな観点から羊歯植物と Th の関係について考える。まず羊歯については、寒地性のものが多いことから、佐渡では、雨量よりも温度条件が Limiting factor となっている。したがって13図に示した横軸の羊歯は温度指標として考えられる。水津や畑野はこれからすると比較的温暖湿潤であり、金北山、高千、西三川などは低温乾燥地であり、これらはわれわれの経験とも一致する。

ix 羊歯植物と落葉樹種類数

第14図は落葉樹種類数と羊歯植物数の関係である。極相を基準とした植生帯としては、落葉潤葉樹林帯は温帯

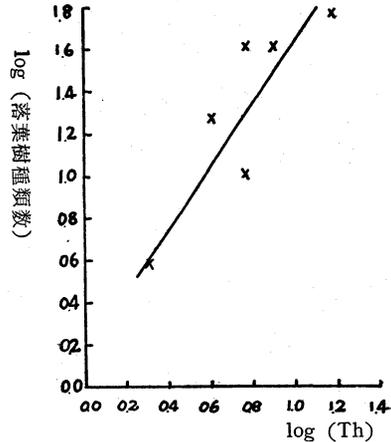
第 14 図



に相当するので、落葉樹の種類数が増すことは、低温の指標として考えられる。佐渡は狭い島であるが、気候帯からいうと暖帯から温帯（山岳では一部亜寒帯的なこ

ろもある)にわたり、植物の生育にとって雨量が十分なら、落葉樹種類数は、高温多湿ほど多くなると考えられる。一方の変動の原因は、いろいろあるが局所気候のレベルでは、まず乾燥がきいてみるとみることができる。第14図でみると畑野などが比較的温暖湿潤、金北山、ドンデン山、外海府、高千などは低温乾燥となるが、これは、われわれの経験ともよく一致する。また第15図の意

第 15 図



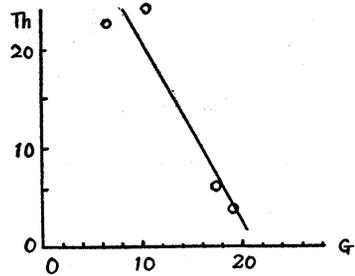
味は、Th を同じように乾燥の指標と考えたとき、マクロのレベルで、一般にいわれるように羊歯植物を湿潤指標にとると理解しがたいことになる。

これは、佐渡の雨量が Th の変動にきいているが、その温度の範囲では、羊歯にはきいていないで、温度だけが制限要因になっていると考えられる。このことは、佐渡の羊歯のリストをみると北方系の羊歯が多く、雨量と温度との範囲では、羊歯は低温の指標となりうることが理解されるであろう。こうして第15図も第14図と同様の関係を示すことになる。

x ch と G の関係

今までは生活型を、マクロ、ないしはローカルな観点から考察したが、ミクロな立場からした場合どうである

第 16 図



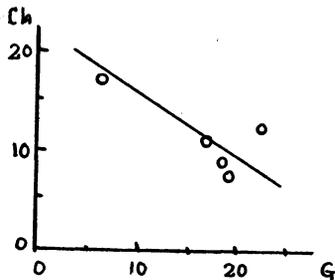
うか、1956年佐渡の調査はこうしたことを中心として分層群落下の生活型を調べた。ここでは沼田¹⁰⁾の斜面植生

ならびに竹林調査¹¹⁾の資料によって述べる。第16図はChとGとの関係である。この関係は前に述べたように気候要素と一義的には結びつかない。むしろ、こうした関係は Micro habitat として考察する方がよいであろう。沼田もいうように、竹林においては、Chが多いことは、竹の生育は相対的によいといわれる。これは結局 Chの生活型からもわかるように竹と生活空間を棲分けることができるが、Gは竹と競争することとなる。

xi Th と G の関係

第17図は Th と G の関係である。これは第16図での関係と同じような結果であるが、前に述べたように Ch と

第 17 図



Th では指標内容は全く異なる。しかしここでは Micro habitat として考える場合、Th は Ch と同じく竹に対しては、生活空間のうばいあいをするのがない。こうした意味から、Th は Ch と全く同じような関係を示すものと思う。この問題は、Micro habitat の問題と共に一層研究すべき問題であろう。

xii む す び

農業気候の基礎研究の立場から、気候表現の問題（植物にとっての気候環境）を植物の生活型を中心として論じた。ソ連ではこの種の研究が自然改造と共に大いに關心がもたれている。たとえば、リンゴの栽培限界を、より寒い北方にひろげるために、リンゴの生活型（挺空植物）を地表低くはわせて、地表植物のように改良するこ

とによって（これは結局寒帯に適応している植物の生活型 Ch に改良しようとする試みである）普通のリンゴの育たない北の寒いところで栽培に成功している。

わが国でもこうした研究が進めば、農業気候の果す役割は、きわめて大きいといわねばならない。

終りに、この研究について、御指導いただいた、千葉大学、沼田博士に感謝すると共に常日頃御鞭達をいただいた中原博士に謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) F. E. Clements, 1920 : Plant indicators. p.3.
- 2) 沼田真 : 植物からみた気候, 気候学の動向, p198, (1952).
- 3) F. E. Clements and Goldsmith, 1924 : Phytometer method in Ecology
- 4) 中原孫吉, 三寺光雄, 1952 : 佐渡の稲作と気候について, 第1報, 一日本の農業気候の研究—中気産調, 第6巻第1号.
- 5) 沼田真 : 植物気候の問題点, 気候談話会, 19. 55年12月
- 6) Raunkiaer, C. 1934 : Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography.
- 7) Gimingham, C. H. 1951 : The Use of Life Form and Growth Form in the Analysis of Community Structure, as illustrated by a Comparison of Two Dune Communities. J. Ecol. 39. 396-406.
- 8) 沼田真, 1952 : Some Special Aspects of the Structural Analysis of Plant Communities, 千葉大文理紀要 1 : 194-202.
- 9) 西田誠, 1952 : 倉田氏の論文をよんで : 千葉県植物誌基礎資料 3 [1] 7-10.
- 10) 沼田真, 1953 : 斜面の植物群落, 北陸の植物, Vol I, No. 1, 1-4.
- 11) 沼田真 1955 : 竹林の群落構造と遷移 : 千葉大文理紀要, 第1巻, 第4号, 227.

Papers in Meteorology and geophysics の実費に頒布について

気象研究所で出している Papers in Meteorology and geophysics を実費1冊300円で日本気象学会が頒布できるようになった。御希望の方は学会事務所に申込んで下さい。

東京都千代田区大手町気象庁内

日 本 気 象 学 会

振替口座 東京 5958