

第4回気象電気シンポジウム*

回を重ねて第4回目の主題分科会が、昨年12月7日に気象庁第一会議室で開かれた。座長に島山久尚、田村雄一両先生をわずらわし、遠く京都その他の各地より30名余りの参会者を得て、なかなかの盛会であった。総合講演の部では、予定されていた金原淳先生がご病気不参で残念であったが、午後に行なわれた研究発表の部では、いずれも力のこもった興味深い研究が多方面にわたって展開され、印象の深い会として終了した。

(三崎記)

高山における気象電気

関川俊男**

要旨

上層の自由大気中の気象電気の観測は近年航空機あるいは sounding balloon によって相当精密に観測されている¹⁾²⁾。しかし現象の日変化を精密に測定するにはやはり高山それも交換層の上側に出る位の高さの高山に観測点を置き連続観測を行う方が有利である。筆者等は過去3ヶ年富士山頂で大気電場の連続観測を実施して来た。その結果については既に種々の機会に報告して来たが³⁾、今回、気象電気シンポジウムを機会に Israel 等に

よってなされた Alps における気象電気の観測結果⁴⁾を中心に富士山頂での電場の観測結果をとりまとめ紹介する次第である。

1. 観測点の地形

ここに紹介する data は Alps の Jungfrauoch を中心とした周辺数地点、富士山頂と山麓下土狩の data である。先づ観測点の位置及地形を示すと第1表の通りである。

第1表 観測点の位置及び地形

観測点	緯度	経度	標高	地形
富士山頂	138°44'E	35°21'N	3776m	独立した円錐形の休火山、附近には高山なし 観測点は山頂剣ヶ峰上にある。
下土狩			30m	山頂観測点の SW 方向 Slope 上にあり富士山と箱根山塊の凹になった所にある。山頂観測点と直線距離29km。
Jungfrauoch-Institut // -Sphinx	7°59'E 同上	46°33'N 同上	3454m 3578m	山の背にあり、山頂は SW 方向、NW 方向に約 3000m の Slope、SE 方向には 600m 先に Aletsch 氷河あり。
Gornergrat	7°48'E	45°59'N	3086m	山頂の窪みにあり、W 方向に約 1,500m の slope 直ぐ近くに 4,000m の山がある。
Payerne	6°57'E	46°49'N	492m	Alps と Jura mountain の間の広い平地にある。
Isole di Brissago	8°44'E	46°03'N	213m	広い平地。
Sant Antonino	8°59'E	46°10'N	215m	

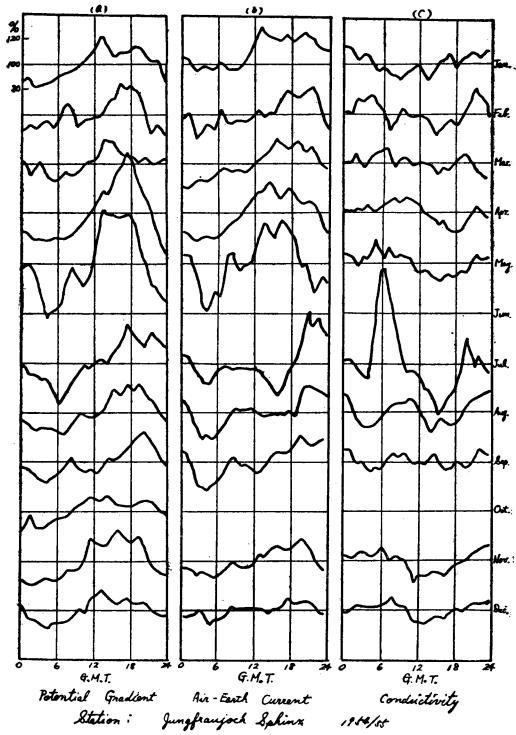
2. 各要素の観測結果

1. 毎月の平均日変化

Jungfrauoch (第1図)、Gornergrat (第2図)、富士山頂、下土狩 (第3図) の毎月の日変化の平均を示す。

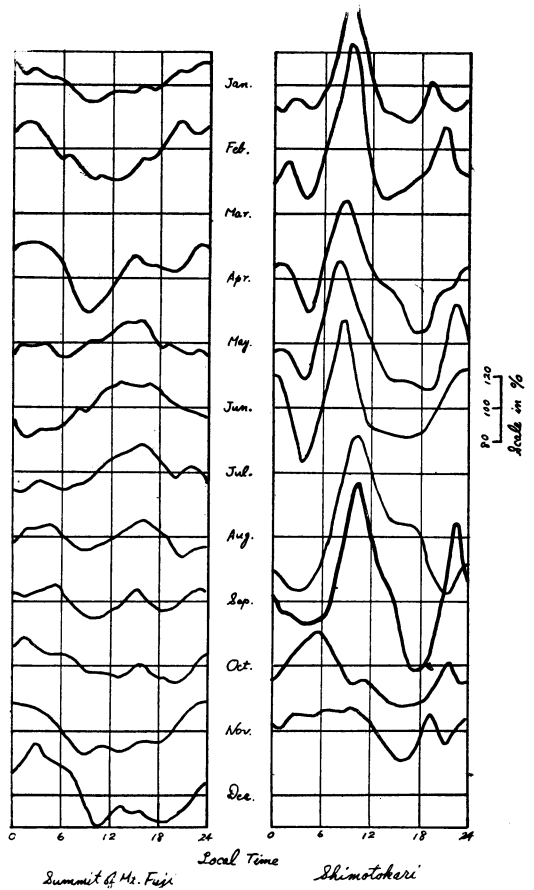
* The Fourth Symposium on Atmospheric Electricity

** Toshio Sekigawa, 東京理科大学物理学教室
— 1月18日受理—



第1図 Jungfrauoch

図中 (a) は potential gradient, (b) は air-earth current, (c) は conductivity の平均日変化を示している。ただし富士山頂および下土符は potential gradient のみを示している。



第3図 Summit of Mt. Fuji and Shimotokari

2. 季節別の平均日変化

富士山頂は特殊な環境の為その平均の方法を無雪期 (Jun. Jul. Aug. Sep.) と積雪期 (Jun. Feb. Nev. Dec.) とに分類している。第8図の下には洋上での電位傾度の変化率を記入して他の変化との比較に供する。

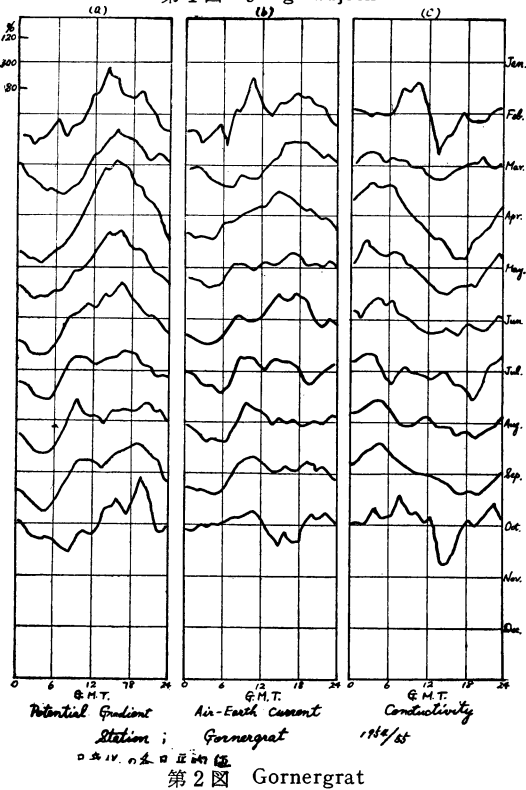
また各要素の年間の平均値は第2表のとおりである。

3. 日変化の特徴

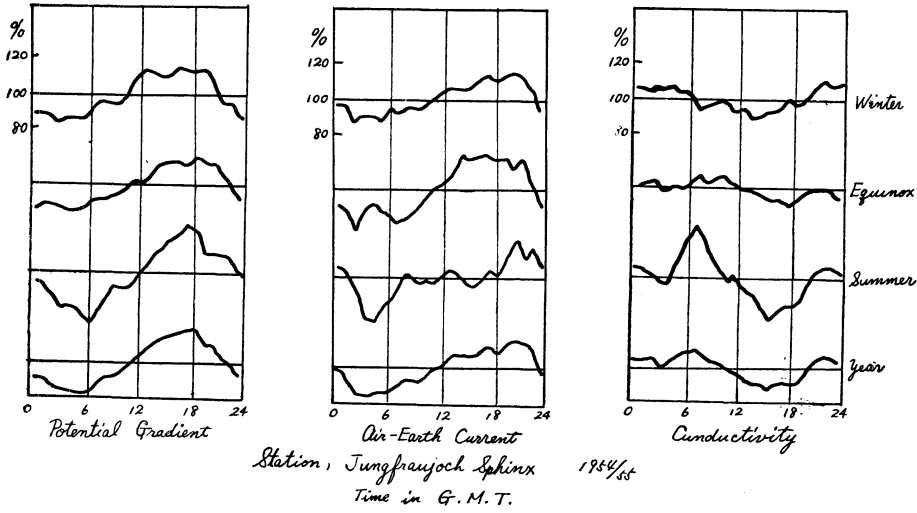
各要素の季節別日変化の特徴を総合すると第3表のとおりである。

4. 観測結果の検討

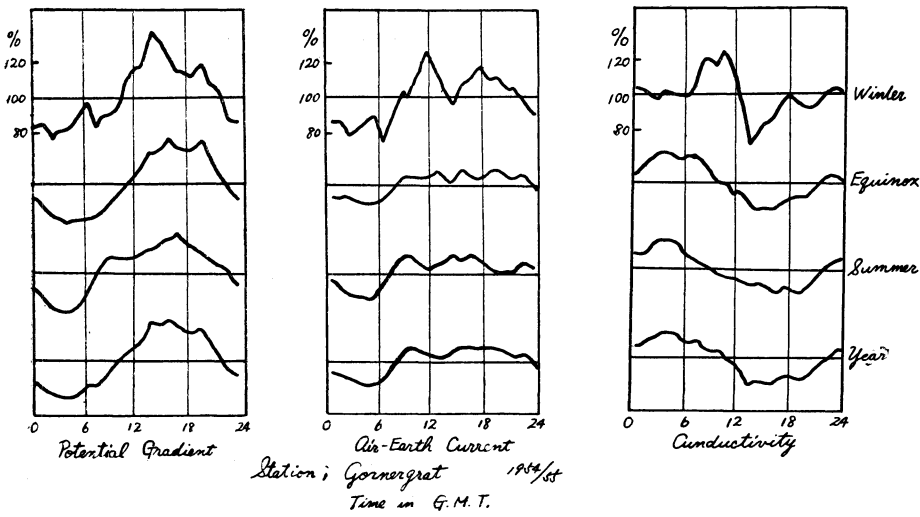
富士山においては potential gradient の日変化のみ



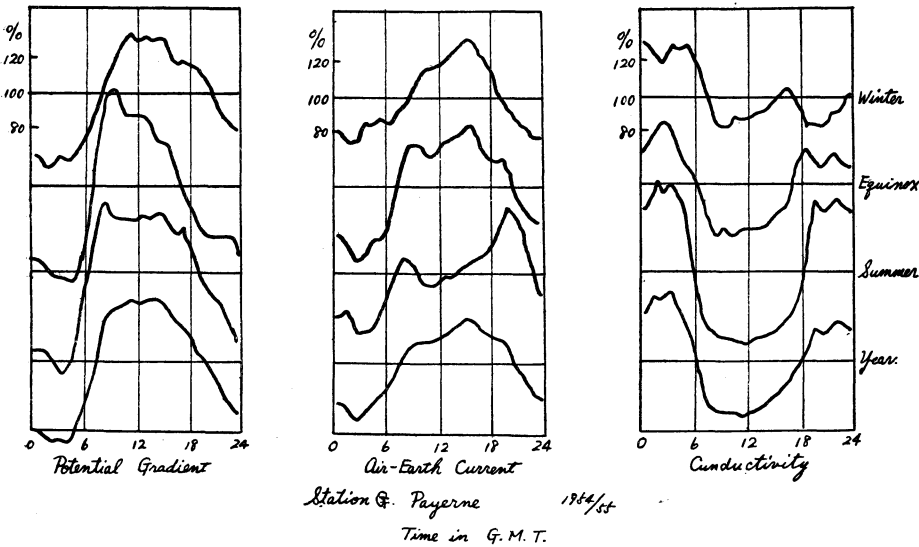
第2図 Gornegrat



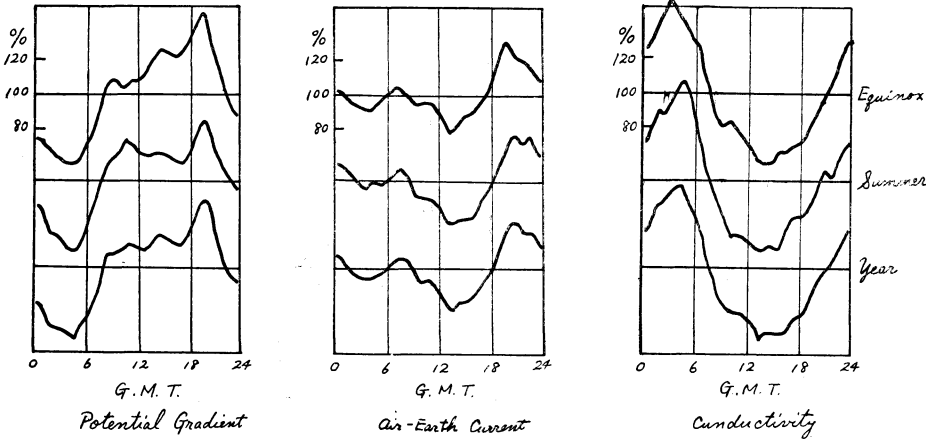
第4図
Jungfrauoch



第5図
Gornegrat



第6図
Payerne



Station ; Isole di Brissago 1965

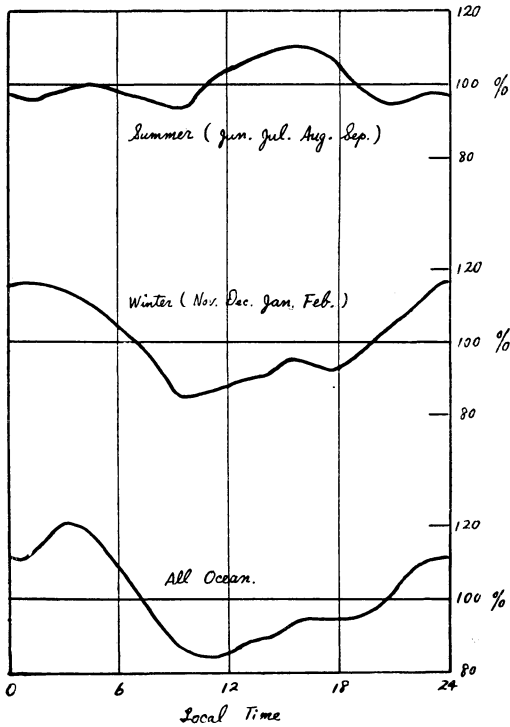
第7図 Isole di Brissago

第2表 各要素の年間平均値

観測点	電位傾度 V/m	空地電流 $\times 10^{-12} \text{A/m}^2$	電気伝導度 $\times 10^{-14} / \Omega \cdot \text{m}$
Jungfrauoch	149	13.3	11.3
Gornergrat	115	9.7	9.7
Isole di Brissago	128	3.6	3.2
Sant Antonino	70	—	—
富士山頂	2×10^3 *	—	2.6**
下土狩	89	—	—
Oceans		3.2	3.0

* 富士山頂は広い平地が無い為平面較正が出来ない為に大略の値で示している。

** 年間の平均値ではなく、1959年8月に行なった約10日間の観測の平均値である。



第8図 Summit of Mt. Fuji

記入したが1959年8月の観測では、大気の電気伝導度も測定した。それによれば conductivity は平地の値の約2倍の値を示していた。Rossman¹⁾, Sagalyn²⁾等の観測結果を引用すれば交換層の上限は夏季に富士山頂の附近まで上昇すると考えられる。それは夏の電位傾度の日変化が日中高い値になり夜間低くなる。これは日中は下

層大気の影響を受けていると考えられるからである。ただし conductivity を観測すると日中増加し夜間減少している。此の点に関しては更に検討を要すると思う。

Alps については富士山に見られる如く夏と冬で顕著な相違を見出すことはできない。しかし各要素の年変化を調べると Jungfrauoch, Gornergrat には交換層の影響が現れている。ただこの場合でも地形的理由に起因するものと思われるが交換層は富士山の場合より高くなっているようである。即、富士山の場合は独立峰として自由大気中に突出していると考えられるが Alps は略同じ高さであるが連峰であり且 Jungfrauoch の如く山の鞍部に位しているため交換層が幾分昇り特に夏期は交換層内部に入ってしまう local な日変化を示すものと思われる。

第3表 気象電気各要素の特徴

1) Potential Gradient

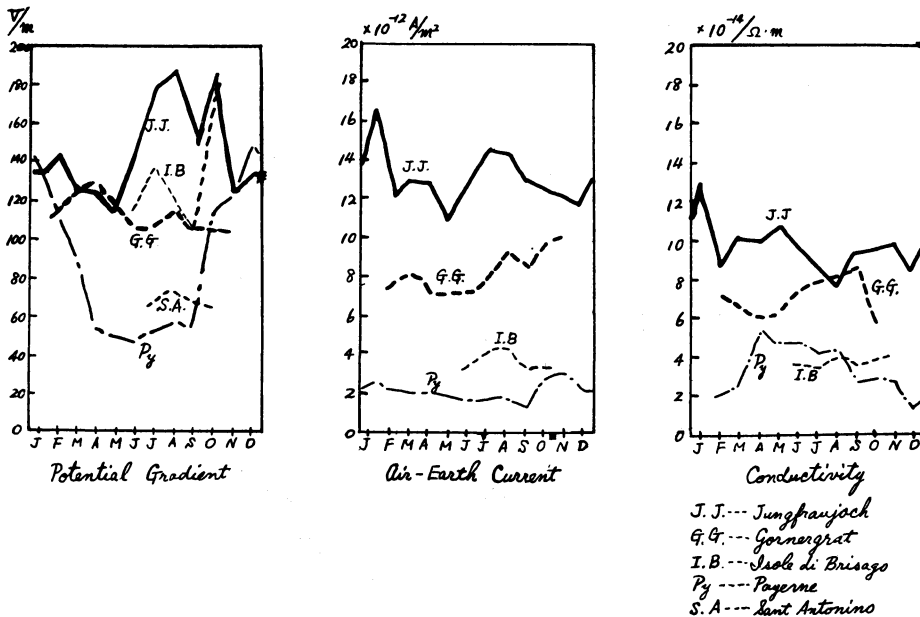
Station	Winter	Equinox	Summer	Remark
Jungtraujoch	Single preiodical max. 午後 min. 深夜	同 左	同 左	冬は Ocean type になり 夏は Continental type になる。
Gornergrat	Single periodical	同 左	同 左	夏は下層大気の影響を強 く受ける。
Payerne	Single periodical	Single から Double に変化する。 日変化は大きい。	Double periodical 日変化大きい。	
Isole di Brissago	欠 測	Single から Double に変化する。	Double periodical	
Sant Antonino	欠 測	Single から Double に変化する。	Double periodical	
富士山頂	Single periodical max. 深夜 min. 午後		Double periodical max. 早朝, 夕方 min. 午前, 夜	夏は日中高い電位を示し 夜間は低い値になる。

2) Direction Current

Station	Winter	Equinox	Summer	Remark
Jungtraujoch	Single periodical max. 午後 min. 深夜	同 左	明確ではないが夜間 は変化少く, 日中は P.G. に相反する。	
Gornergrat	Single periodical	同 左	同 左	
Payerne	Single Periodical	同 左	同 左	
Isole di Brissago	欠 測	P.G. と同様な変化	同 左	

3) Conductivity

Station	Winter	Equinox	Summer	Remark
Jungtraujoch	日変化少い max. 夜間 min. 日中	同 左	日変化大きい max. 午前 min. 午後	
Gornergrat	Single periodical 日中 低い値 夜間 高い値	同 左	同 左	
Payerne	Double periodical 日変化大きく日中低 い値	同 左 振巾少なくなる。	同 左	
Isole di Brissags	欠 測	Single periodical max. 早朝 min. 午後	同 左	



第9図 potential gradient, air-earth current, conductivity.

5. sunrise effect

最後に山岳地帯特有の現象として sunrise effect につき言及する。山岳地帯の大気電場は日出、日没時に擾乱を受ける場合がしばしば観測される事は既に報告されている⁶⁾⁷⁾⁸⁾。この sunrise effect は Alps でも観測され、また富士山頂でも同様の現象を記録している。富士山頂の場合は冬よりも夏の方が大きく(というより冬は殆んど観測されない)また静穏な日にもみ記録されている。また Alps の報告によれば電場の増加は、空地電流の増加率よりも大きい。第4表にその一例を示す。

第4表 sunrise effect

	Payerne		富士山頂
	Field	Current	Field
Winter	37%	23%	—%
Equinox	90	40	
Summer	115	60	38

この現象は高度が増加すると増加率は減少するが Jungfrauoch でも認められている。また sunrise effect による凝結核の増加は Jungfrauoch において、次の通りである。

凝結核数が 500ヶ/cm ³ より少ない場合	2.1%
〃 500ヶ/cm ³ ~1000ヶ/cm ³	3.3%
〃 1000ヶ/cm ³ より多い場合	8.1%

富士山における凝結核の観測は大田⁹⁾により行われたがその結果にも、日出時の核数の増加が現われている。

結 び

以上、高山の気象電気の観測結果につき電位傾度の日変化を中心に Alps と富士山頂について説明して来たがこれは Data の紹介だけでそれに対する検討は加えてない。

最後に本稿に対し資料を頂いた各方面に対し謝意を表し筆を置く。

参 考 文 献

- 1) Rossmann, F. 1950: Luftelektrische Messung mittels Segelflugzeugen. Ber. Dtsch. Wetterdienstes U.S. Zone. No. 15.
- 2) Sagalyn, R.C. and Faucher, G.A. 1954: Aircraft investigation of the large ion content and conductivity of the atmosphere and their relation to meteorological factors. J. Atmosph. Terr. Phys. **5**, p.253~272.
- 3) 例えば気象学会昭和33年度秋季大会, 昭和34年度秋季大会で発表した。
- 4) Israël, H. 1957: Atmospheric Electric and Meteorological investigation in high mountain rangers.
- 5) Chalmers, J.A. 1957: Atmospheric Electricity p.111.
- 6) Chalmers, J.A. 1957: Geofisica pura, e. applica **36**. p.211~217.

- 7) Siksa, R. 1957: Geofisica pura. e. applica **36**, p. 104~109.
- 8) Mühleisen, R. 1956: J. Atmosph. Terr. Phys. **8**, p. 146~157.
- 9) 大田正次 1950: 凝結核の垂直分布, 気象集誌, **28**, p. 188~199.
- 10) 畠山久尚, 内川規一 1951: 富士山麓, 中腹及び山頂における空中電位傾度の日変化. 気象集誌, **29**, p. 28~33.
- 11) 畠山久尚, 川野実, 気象電気学
- 12) Israëi, H.: Luftelektrizität und Radioaktivität.

イオン・核に関する近年の研究*

三 崎 方 郎**

要 約

地表面附近の気象電気重要な役割を持つエアロゾル粒子は、半径 10^{-5} cm 以下のものである。それらの粒子について、粒度分布、多重帯電粒子の測定法、電離平衡の問題を概説する。この報告は1950年代における諸研究を集約したものであって、この10年間の研究で、主に関心が払われた点を述べたものである。

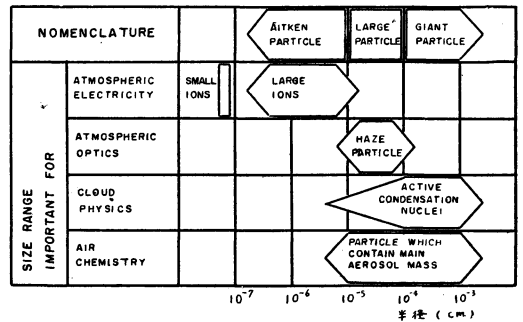
は し が き

空気の電気伝導度は気象電気現象を特性づけるもっとも基本的な要素である。ところで周知の通り、伝導度は空気中の小イオンの働きによるものであるが、大気の下層では、エアロゾル粒子の方が小イオンより圧倒的に多いので、これによって小イオンは死命を制せられている。つまり、小イオン数密度はその生成作用と消滅作用との平衡によって決定されるが、消滅を司る主体がエアロゾル粒子となっているのである。

当然、大気中のイオン・核に関する研究といえば、小イオンの生成過程に関するものと、消滅過程に関するものの二つに大別される。生成過程に関しては、すでに第1回及び第3回の気象電気シンポジウムの際、川野¹⁾により総合報告されている。本文は消滅過程に関する1950年代の研究を集約したものであり、この10年間において、消滅過程の研究上、如何なる点に主な関心が払われそして、どれ程の進展があったかということについて述べたい。

第1図は Junge (1958)²⁾ により示された核スペクトラムの概要図である。気象電気学上、重要な範囲は、 10^{-5} cm 以下となっているが、この限界より上の核は、何故問題にならぬのであろうか？ 理由は至って簡単で

あって、その数が少いからである。下層大気中の核の粒度分布は、半径 10^{-5} cm 以下に圧倒的に多く、極大は 10^{-6} ~ 10^{-5} cm の範囲にあって、 10^{-5} cm 以上では、Junge によれば、半径の4乗に逆比例して減少しているという。したがって、小イオンの結合対象としては、 10^{-5} cm 以上の核を無視できるわけである。



第1図 核の分類

本文の前半においては、エアロゾル粒子(半径 10^{-5} cm 以下)の粒度分布、多重帯電核について行われた測定法を述べ、後半で Bricard と Junge の理論を概説し、更に、実測については、現在のところ、どの程度で低迷しているかを述べる。

イオン・核に関する研究としては、上述したものの他に、非平衡に関するもの(例えば、Stergis (1954)⁴⁾)、一般的観測としては、それらの日変化、垂直分布に関するもの(例えば、Sagalyn and Faucher (1956)⁵⁾)が若干あるが、この報告の本筋からそれるので割愛する。

1. 粒度分布の測定

1-1 測定法の概説

粒子半径の決定に、顕微鏡が使えるのはたかだか半径 5×10^{-5} cm 迄である。電子顕微鏡は、エレクトロン・ビームによって、粒子が変形したり、蒸発したりしてし

* Recent Studies on Charged and Uncharged Nuclei

** Masao Misaki, 気象研究所