

## 第5回気象電気シンポジウム (II)\*

### 綜 観 的 気 象 電 気\*\*

近 藤 五 郎\*\*\*

はし が き

このような題目が適当であるかどうかは別としても気象電気学も地理物理学の一分野である以上気象学に於ても綜観的気象学と云われるような分野があるように、綜観的に気象電気を研究することは必要であることは当然であり、すでに1860年代に Lord Kelvin が気象電気の研究には異なる場所での同時的連続記録が必要であることを唱えたことは有名なことである。しかしながらそれ以後の気象電気の進歩を見ても、いろいろの観測がなされているが、いづれも個々の観測地点での統計的な議論に終わっていると云ってもよい、そして最近になって Israel 等による綜観的な研究の必要性の提案及びその提案によった高山観測による研究がなされたが、それもごくかぎられた狭い net による研究であり、今後はさらに I.G.Y. の成果によってその net は広げられると思う。この報告は主としていわゆる晴天電気現象が綜観的気象現象とどのように結びつけられて研究されたかを報告するに止まるが、それだけでも、不勉強な私のことであり、非常にまとまりのないものになったが、少しでも何かの御参考になれば幸甚と思います。

### 1. 歴 史

綜観的に気象電気が研究されたと云うことは Israel 以前には殆んどないので、綜観的気象電気の歴史ではないが、思想的な変遷をなめる為に1950年までの主な出来ごとを年表として次にあげる<sup>2)</sup>。

さらに1950年以後、綜観的気象電気にとって、特に注目すべきは、各国で発達したラジオ・ゾンデ及び飛行機

表 I

1751	Franklin: 雷の電気
1752	Lemonnier: 晴天の電気現象
1779	Volta: 水の状態変化に伴う電荷分離により晴天電気現象を説明
1804	Erman: 地面の帯電により晴天電気現象を説明
1860	Lord Kelvin: 電場の考えを導入
1900	Elster & Geitel: 大気中のイオン・放射能物質の発見
1905	Simpson: 各地で電場を測定
↓	
1920	
1915	Carnegie: 世界各洋上での気象電気の測定
↓	
1921	
1923	Hoffmann: Carnegie の結果を解析、電場の universal change を唱える
1929	Whipple: pollution の効果
1936	Brown: 空間電荷の convection を導入
1948	Israel: 電場変化の研究—交換層の重要性
1950	Sagalyn: 飛行機による観測—交換層の重要性

観測によって大気の電氣的垂直構造が明確になりつつあることである。

### 2. 綜観的気象電気の対称となるものの尺度

扱、綜観的研究方法とられるのは殆んど凡ての分野にわたっているが、それぞれの分野で対称とするもの大きさがある、逆に綜観的研究ではその対称とする大きさによってその研究方法も異なるので、気象電気の対象とする現象の大きさを考えておくのもむだではない。

#### a. 時間的尺度

現象の週期的変化については、Israel<sup>4)</sup> が charged cell について agitation の概念から 7分~20分の週期の卓越を、又畠山は最小の charged cell の大きさは数10秒の週期性のものであることを述べている、さらにこれらに関連して小川<sup>5)</sup> はそのような短週期変化をなくす

\* The Fifth Symposium on Atmospheric Electricity (II)

\*\* Synoptical Studies on Atmospheric Electricity

\*\*\* Goro Kondo, 地磁気観測所

為には4~5時間の平均をとらねばならないことを報告している。さらに、Kasimir<sup>6)</sup>は大気電流場を同心球コンデンサーと考えて、各高度での時定数を計算して地表では約400秒、すなわち週期が約30分以上の変化に対しては準定常的と考えてよいことを報告している。

このように何を対称とするかによって目的とする対称の観測法をきめねば有効でないことがわかるが、綜観的な研究が行われる為には各観測点での値を比較する必要から条件をなるべく簡単にすることがある。また一方綜観的な気象現象を考えると micro-system でも1時間程度であるから、実際には、最小時間尺度として1時間とすれば電氣的にも準定常な場をすることも出来るから一番便利と思われる。

b. 時間的尺度

時間的最小尺度を1時間とすれば、大気の運動によって、空間的最小尺度もおおのずと決定され大体数 km ぐらいになる。

そこで、実際の電気現象の大きさを考えておくことが必要である。Dolezalek<sup>7)</sup>によれば“Alps Project”ではその現象を次のように分類していることを述べている。

表 II

		空間的大きさ		
		汎世界的	地域的	局地的
時間的 大きさ	長期変化 (経年変化)	例) エアロゾルや放射性物の“たいせき”の変化によるもの		
	週期変化	例) 太陽活動度の変化と全地球上の雷活動度	例) 気団の影響	例) 交換層の影響
	短時間変化	例) 宇宙線の影響 雷活動の変化	例) 汎天気状態と の関係	例) 局地的な電荷 雷

勿論こうした分類は一義的に決められるものではなく単なる目安にしかすぎないが、これと気象そのものの現象の大きさを比べると、綜観気象電気の目的の一つは、気象現象の電氣的説明にあると云ってもよいように考えられる。参考までに気象現象の大体の大きさの分類を次に示す。

表 III<sup>8)</sup>

スケール	大きさ	現象例	観測網の間隔
Macro	>500km	高、低気圧 前線 etc.	100-500km
Meso	50~500km	メソ天気系、レーダー・エコーパタン	30-50km
Local	<50km	トルネード 雲形 etc.	

3. 観測方法

しばしば繰返すことであるが綜観的方法では観測点相互の値が比較されねばならないので、例えば気圧では一定な面への更正が必要であるように、所謂“reduction to a nondistorting plane”の操作が必要である。平常われわれが行なっているような方法で求めた値で比較出来るかどうか？ また Israël<sup>9)</sup>が述べている

$$\frac{1}{i} \frac{di}{dt} = \frac{1}{V} \frac{dV}{dt} - \frac{1}{R} \frac{dR}{dt}$$

の関係から%変化で比較する場合にも、i, V, R は常に変化するので最小時間単位を1時間とした場合、どのくらいの時間間隔での平均値を使えばよいか？

さらに実際に観測する場合の測器についても、問題は非常に多く残されていることを強調する。

色々とはしがき的なことを述べたが、次に空間的大きさの分類によって、どのような問題がとりあげられたかについて述べてこの報告を終りたいと思う。

4. 局地的な現象

局地的なことについては非常に多くの問題がとりあげられているが、特筆すべきは Israël<sup>10)</sup> または Reiter<sup>11)</sup> 等によるアルプス地方の綜観的観測により、また Saganlyn<sup>12)</sup> 等による飛行機観測によって下層大気の電氣的構造が明らかになったことであるが、すでに多くの人達に

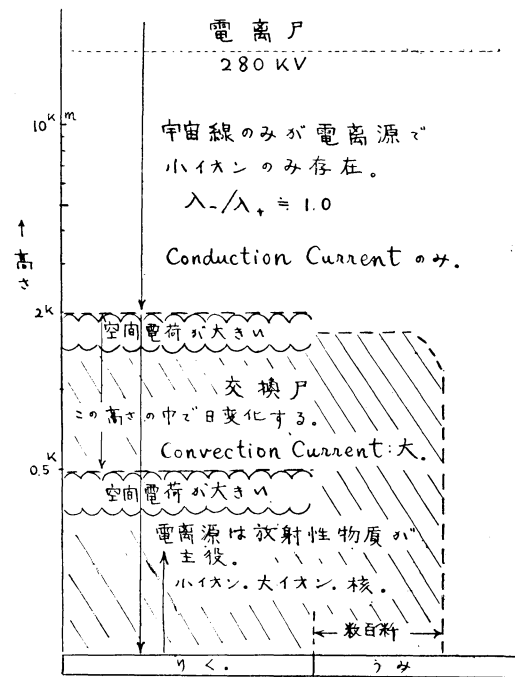


Fig. 1

よりまとめられ報告されているので詳しいことは述べないが、下層大気の電氣的構造をモデル化すると第1図のようになる。

5. 気団の電氣的性質

地域的な現象以上のスケールに対する綜観的研究はまったくないのであるが、一応このような現象をとりあげた研究をふり返えて見ると、気団についての電氣的性質を述べたものがある。気団によって電氣的性質が異なるであろうと云う考えは新しいものではなく、わが国でも古く荒川の調査があるが電位傾度について調べられた結果を表にすると次のようであるが、いずれも地上の値であり近い将来ラジオ・ゾンデの発達により垂直構造の違いも明らかになるものと思う。

表 IV

観測点	気 団			
	cP	cT	mT	mP
Kakioka <sup>13)</sup>	145 (v/m)	132 (v/m)	124 (v/m)	109 (v/m)
Misima <sup>13)</sup>	216	174	134	152
Uccle <sup>14)</sup>	201	159	79	117
Potsdam <sup>9)</sup>	高 い		低 い	
	日変化型 double Max.	double Max.	double Max.	singl Max.
Rome <sup>15)</sup>	日変化型 singl Max. で振巾が大きい	double Max. で振巾が小さい	double Max. で振巾が大きい	singl Max. で振巾が大きい

6. jet 気流との関連

さらにスケールを大きくすると、jet 気流に関連した報告が Mt. Washington<sup>16)</sup> 観測所から出ている。すなわち放射能コレクターをつけた棒と大地とを流れる電流が、普通の晴天時では 0.005 $\mu$ A ぐらいであるが jet 気流が上空にある時は 0.08 $\mu$ A ぐらいになると云うことである。その原因についても色々と考えているようであるが異論もあり Graystone<sup>17)</sup> は Lerwick ではそのような現象はないと報告している。

その他、Berger<sup>18)</sup> は Wahnsdorf で、地上の電位傾度と 500mb の上層の風向とに関連性を見出している、即ち上層の風が、N、又は SW の時は NW 又は W の時より高く特に冬季にその傾向が著しいことを報告している。また最近、内川によって jet 気流に関する電氣的性質も次第に明らかになりつつあって jet 気流が電気現象にも可成りの役割をしめていることは事実であろう。

7. Fall-out に関する現象

核爆発実験による放射能の堆積に原因する長期電気現象は Piacé が報告してより各地でその事実が発表され

ているが、その直接原因にふれたものはなく最近 Stewart<sup>19)</sup> がその原因を  $\beta$  線によるものとしていろいろ調べた結果、 $\beta$  線との関係がうすいことを報告しているのは、その直接原因に関して興味ある事実であろう。

文 献

- Gish: Atmospheric electricity. Fleming: Terrestrial Magnetism and Electricity p.153.
- 畠山・川野: 気象電気学 (岩波全書), Chalmers: Atmospheric Electricity; Pergamon Press 1957. を参照にする.
- 倉島: 気象学に於ける綜観的方法の意義, 測候時報, p. 371~376.
- Israël: The Atmospheric Electric Agitation. Recent advances in Atmospheric Electricity, p. 149~160. Pergamon Press. 1958.
- Ogawa: Diurnal Variation in Atmospheric Electricity J. Geomag. and Geoelec. Vol. XII, No.1, p.1~12.
- Kasemir: Zur strömungstheorie des luftelektrischen Feldes Arch. Met. Geophys. Biokl., A, III, Heft 1/2, p. 84~97.
- Dolezalek: Problems in Atmospheric Electric Synoptic Investigation. Recent advances in Atmospheric Electricitz p.195~212. Pergamon Press. 1958.
- 例えば, Tepper: Bull. Amer. Meteor. Soc., 40. 56. など.
- Israël: The Atmospheric Electric Field and Its Meteorological Causes. Thunderstorm Electricity. Chapter II. The University of Chicago Press. 1953.
- Israël: Synoptical Researches on Atmospheric Electricity. Geophysical Research Paper No. 42.
- Reiter: Results of Two year's synoptic Atmospheric Electric Recording at Seven Mountain Stations between 700 and Metres above Sealevel. Contract No. A下 (514)—732—C.
- Sagalyn: Aircraft investigation of the large ion content and conductivity of the atmosphere and their relation to meteorological factors. J.A.T.P. 5, (p. 253~272).

- 12') Sagalyn: The Production and removal of small ions and charged Nuclei over the Atlantic Ocean. Recent Advances in Atmospheric Electricity. Pergamon Press. 1958.
- 13) Arakawa: The atmospheric electric field and the air mass conditions. 欧文彙報, Vol. 11, p.105~110.
- 13') Arakawa: Atmospheric electric field and cyclones. 欧文彙報, Vol. 13, p.211~214.
- 14) Koenigsfeld: Investigation of the Potential gradient at the Earths ground Surface and within the free atmosphere. Thunderstrom Electricity. Chapter III. The University of Chicago Press: 1953.
- 15) Giorgi: Sur les rapports entre le champ électrique et du masses d'air. I. U. G. G. Association of Met, Rome, Sept. 1956. (M. A. B. 9.6~277 より).
- 16) Schaefer: Atmospheric Electricity associated with jet stream. Geophysical Research Paper No. 42.
- 17) Graystone: Atmospheric electricity and jet streams. Meteorological Magazine, London, 83 (1989): 347, Nov. 1954. (M.A.B. 63~365 より).
- 18) Berger: Beeinflussung des Luftelektrischen Potentialgefälles. Zeit. f. Met. Bd. 10H. 8; 1956, p.244~249.
- 19) Stewart: Some recent changes in atmospheric electricity and their cause. Q.J. of the Royal Met. Society, Vol. 86, No. 369, p. 399~405.

## 天気に関する伊須気余理姫の歌

肥 沼 寛 一\*

日本には、非常に古くから天気の変化に関する知識があったことを示すものとして、古事記中巻にある伊須気余理姫の歌が引き合いに出される。

この姫は神武天皇が即位されると皇后に迎えられた方で、神沼河耳命(第二代の天皇)外二皇子の母である。ところで、神武天皇が崩御されると、神沼河耳命の異母兄タギシミノ命が皇位につこうと策した。これを知った姫は

狹井川よ雲立ちわたりうねび山

木の葉さやぎぬ風吹かんとす

という歌に詠してタギシミノ命の計画を神沼河耳命たちに知らせたというのである。この歌は、明らかに天気の変化を詠じたものだが、このような歌によって、事件の発生が予告できたということは、天気変化に関する経験的知識がある程度普及していたためと考えられよう。それなら、この歌の作られたのは、いつ頃のことだったであろうか。

神武天皇即位の年は、古事記では不明だが日本書記によると西紀前660年だという。そして、天皇は皇位にあること76年にして崩御されたというから、上の歌の作られたのは西紀前6世紀に当る。このことから、故藤原咲平先生\*\*は、日本における天気変化に関する知識は、バビロンやアツシリアと同程度に古いと考えられた。しかし、現在の日本史についての研究から見ると、これは誤解のようである。

神武天皇紀元は約600年ぐらい長すぎるということは、歴史学者の間では早くから知られていたらしい。けれども、明治以来、一般的には神武紀元は正しいものとして教えられて来た。戦后になって古代日本の研究が盛んになり、その結果、西紀前5~6世紀頃の日本では、まだ稲作は始まらず、石器と縄文土器の文化を持った人々が、たて穴住居に住んでいたことが明らかになった。そして、大和朝廷を中心として日本国が形成され始めたのは西紀3世紀のことらしいから、仮りに神武天皇を現在の方と見ても、2世紀より古くはない。

古事記や日本書記にのっている歌のうちには、形式や内容から見て、古いものも、新しいものも含まれているらしいが、伊須気余理姫の歌は31文字の形式が完全にととのったものだから、6~7世紀よりも古くはさかのほれないのであるまいか。しかし、天気に関する知識は、おそらく、もっと古くからあったものと思う。

一般に、天気に関する経験的知識は、漁業や農業と共に発達したものであろう。日本で稲作の始まったのは西紀前3世紀頃からと推定されているし、西紀前後には朝鮮半島との往来も相当に行われたことが大陸の記録からうかがえる。ただし、その頃の日本はシャーマニズムの盛んな時代で、人々は神のおつげで行動していたらしいから、天気に関する経験的知識が活用されたのかどうかは不明である。けれども、5世紀の始めの仁徳天皇の頃になると、韓人を使って溜池を掘ったり、堤防を作ったりしているが、それはおそらく農業のためと思われるから、天気に関する経験的知識もこの頃には次第に進み始めたものと思う。

\* Kanichi Koenuma, 気象庁予報部

\*\* 藤原咲平: 天気予報と暴風警報, 気象研修所通信教育テキスト, 補講第11分冊.