

大氣中に起る放電現象に就いて

櫻井 徳雄

On Some Electric Discharges in the Atmosphere.

By T. Sakurai.

A statistical investigation of some kinds of electric discharges in the atmosphere is performed, which are recorded with the aid of the induced current in the same single-turned square loop as described in the present memoir by S. Imamiti. The galvanometre used is also the same one. The main results are given as follows;

(1). Three kinds of groups are distinguished; (a), non-periodic, (b), quasi-periodic, (c), periodic variation, in which the first group has the largest number of occurrence and the second follows it, the third being smallest. The group b is accompanied with cyclones and thunderstorms attacking near the observatory and frequently observed between 20 h and 4 h in local time, while c group appears only when the main part of thunderstorm passes near the observatory.

(2). The mean diurnal variation of the number of discharges with a maximum in the night is very similar with that of atmospherics already known. But considering the similar type of b and the result (1), it is likely that electric discharge of this type may be originated in not so far from the observatory.

(3). There is no distinct relation between discharge and line of discontinuity as well as rainfall, but marked discharges are increased with the former, and decreased with the latter to some extent.

(4). Distance and direction of cyclone from the observatory seems to bear clear relation to the signs of discharges, showing negative discharge (decrease of the earth's vertical magnetic field) when a cyclone is found in south-west direction to the observing station, and positive for a north-east one, while both signs appear for a south-east cyclone and north-west one.

(5). In most cases discharges proceed rainfall about 7 or 8 hours, though there are many cases of discharge without rainfall or the latter without the former.

(6). It seems that discharges are rarely accompanied with Typhoons, while they are observed for almost all cyclones.

(7). In the case of ash-fall accompanied with volcanic eruption, none of discharge is recorded.

(8). Discharges are observed five or six hours before thunders are heard. As a thunder approaches to the observatory, amplitudes of discharges become larger, and frequency of them are greatly increased. When it comes so near that κ 's are observed, c type discharges begin, and amplitudes of them become very large, while occurring frequency of discharge decrease extremely.

I. 緒 言

大氣中に起る放電現象としての雷雨は、その規模の偉大なると吾人の生活に甚大なる影響を及ぼす關係上古くより衆人の良く知るもので、これが現象の究明に就ても從來幾多の人々によつて爲され、機構の考察に就ても相當根據ある研究が見られるやうになつた。而してこれ等の多くは機械設

備或は研究の對照上電光、雷鳴の觀測し得る範圍、即ち雷雨の近傍に於て爲されたのであつたが、近年無線の發達は空電現象の究明に迫られ、これと相互關係にある氣象現象の領域に及び、電氣的に見るある意味での氣象現象の問題は一層の進歩を見るに至つた。即ち空電を通じて電磁的に遠方に於ける雷雨の發生を知り、或は低氣壓、颱風等に就ても、相當効果的な事柄となり、將來これが完成は天氣豫報上の一要素ともならんとし、甚だしい信奉者に至つては天氣圖に現れない前より暴風の襲來を知り、その進行方向迄も空電測定によつて解るとさへ述べてゐる。

中井氏⁽¹⁾は、低氣壓の移動速度大なるものは空電との相互關係著しく、颱風は示度の低いものが空電に關係し、示度 740 耗以上のものは空電に關係しないことが多いとの研究をなされ、或は又不連続線よりの空電の著しきことも幾多⁽²⁾の人々により、相當確實なる資料が發表されてゐる。然して今日迄の研究では大體の輪廓が明かにされてゐるのみで尙種々な疑問もあり、今後幾多の觀測資料の提供が必要であらう。

著者は今道所長が特種な磁力測定のために裝置された水平線輪に、極めて微弱なる放電の記録（これは衝撃的垂直磁力の變化であるが、大氣中に起る放電によるものとして以下此の變化を放電と呼ぶこととした）されたるを指摘せられたので、不完全ながら茲に此の現象に關して調査報告を取て爲すものである。

調査に用ひた材料は、1935, Nov.-1936, Oct. に亙る僅々 1 箇年のもので、此の種の研究としては材料不足の憾みあり、加之記録に用ひた裝置も構造上垂直磁力のみを測定すべく作られたもので、放電現象も水平に行はれたもの、或は水平の分方向を有する放電のみの記録であることは遺憾である。

II. 機 械 裝 置

記録に用ひた裝置は前述の如く垂直磁力を測定すべく造られたもので、東西 400 米、南北 250 米（總面積 100000 平方米）に Bs. 12 番鉛被線を用ひた單一水平線輪で此の回路中に電流計を置き、寫眞裝置によつて記録したものである。此の線輪は風や其の他の力で振動し、その爲めの感應電流の發生を防ぐ爲め、地中約 20 糎の深さに埋没し、檢流計は臨界制動とし、放電による磁力の變化を忠實に記録するよう努めた。使用した電流計の常數は次のやうである。

感 度	{	3.2×10^{-8} amp.	臨界抵抗	15 ohm.
		6.4×10^{-7} volt.	週 期	3 秒

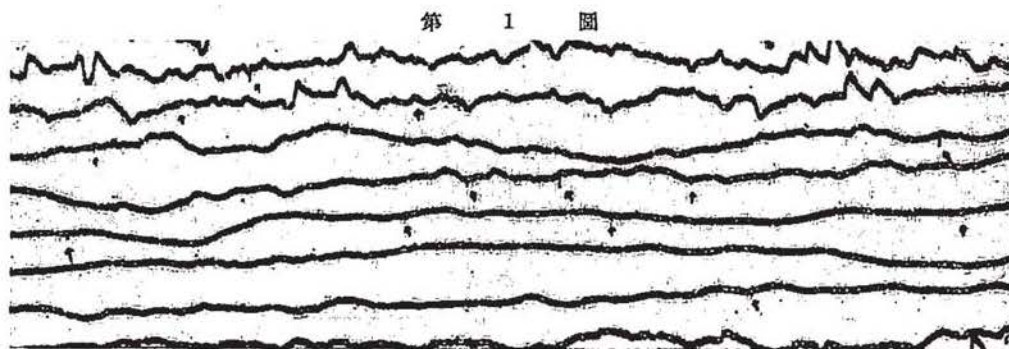
III. 放 電 記 録 の 種 類

放電記録の種類は大別して、(a) 非週期的放電、(b) 準非週期的放電、(c) 週期的放電の三種に別

(1) 電氣試験所研究報告 第 312 號, (昭和 6 年 10 月)。

(2) 例へば, Watson-Watt, 小幡, 金原の諸氏。

けることが出来る。(a) 非週期的のものは、或一方向のみの振動にて終るもので正方向（垂直磁力が増加する方向の放電が行はれたもの）に動く場合、負方向（垂直磁力の減少する方向の放電が行はれたもの）に動く場合の二種あり、概ね振幅小にして放電記録の形態としては、一番多いものである。而してこの出現は多くは不連続線、低気圧、雷雨等から遠く離れた處に於て観測されるが、之れ等現象の附近又は中心部通過の際にも、後述の準非週期的放電に混じて觀られる。而して此の種の放電のみにて終る場合は、その放電回数も少なく、放電機構の小規模なること、或は放電源が観測地點より遠く離れて居ること等が想像出来る。第 1 圖は其の記録である。(b) 準非週期的放



電は放電現象旺盛なる點に現れ 雷雨、低気壓の中心、或はその附近に就て必ずこれを觀られ、振幅も (a) に比してやゝ大きい。之れにも最初が正に始まる場合、負に始まる場合等あり、振動は一週期或は稀れに一週期半の振動で終る。第一振動が大きな振幅で後減衰するもの、第一振動が小さく第二振動が増大するもの等ある。第 2 圖はこの例である。(c) 週期的放電は第 3 圖に見るやうな偉大なる連続

振動の形態であつて、最初衝撃的大振動の振動に始まり、3 秒間位大振幅の振

第 2 圖

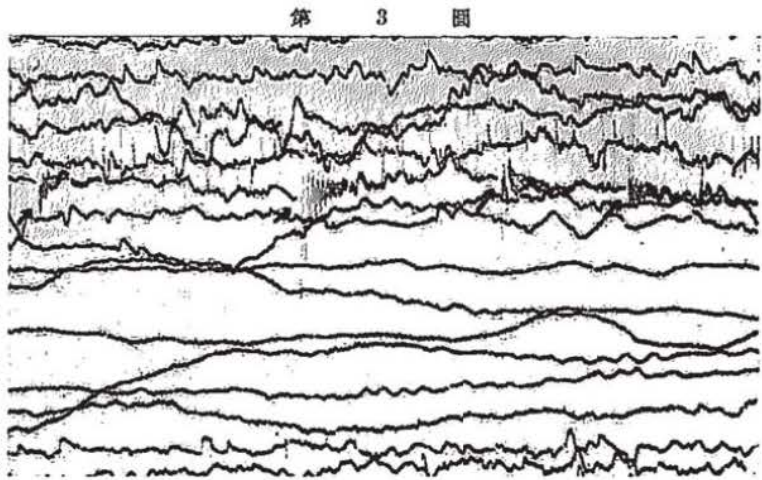
動が繼續し、後急に振幅は衰へ、その後は綺麗な極めて短週期の減衰振動で一分乃至一分半位繼續して終る。これも最初の振動が正で始まる場合、負で始まる場合、又初動が最大振幅であるか、その後極短時間後に最大振幅になるものゝ如く見らるゝ等種々ある。

IV. 放電現象の日變化

放電現象が一日中何れの時刻にその發現頻度を有するかを考へるのも、此の現象を起す物理的機

構の觀察に少しでも觸れよう

とすることであつて、空電に就ての此の種の資料は、多くの材料から確實なるものが出て居る、之れ等は總て時々刻々の空電回数によつてゐるやうである。著者は此の現象の起ると云ふことに重きを置き、放電数の多寡に無關係に各時に就ての分布を見るべく、



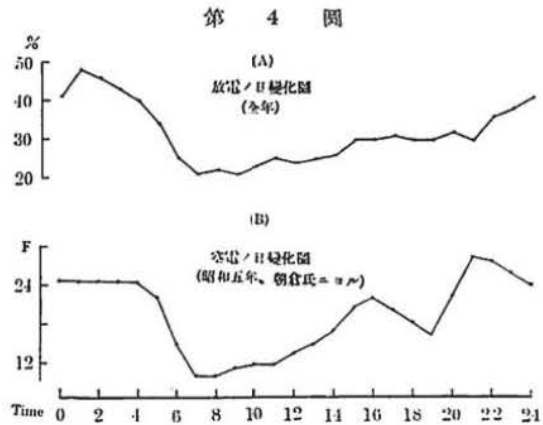
く、放電記録のあつた二百餘日の材料に就いて統計した。第4圖(A)は即ち斯くして得た日變化圖である。之れで見ると放電現象の起る確率は夜間に多く、晝間に少なく結局回数より求めた空電の日變化と、略々同様のものを得た。只此の統計に用ひた材料は、雷雨時に於けるものを抜いてある。今朝倉氏⁽³⁾が東京に於て爲された、昭和5年に於ける空電日變化圖を、第4圖(B)に掲げて對照するに、大體一致する傾向を見ることが出来る。勿論よつて來る原因が同一現象によるものであらうから、大體一致する曲線を見ることに不思議はないのであるが、著者の場合は統計の方法や、記録装置の方法の違いもあり、両者が同様な曲線になつたと云ふことも無意味なものではないであらう。

今大氣中に於ける放電現象による電氣能率の破壊が、次の式の成立を可能とするならば、

$$E = \frac{1}{r^3}M + \frac{1}{cr^2} \frac{dM}{dt} + \frac{1}{c^2r} \frac{d^2M}{dt^2}$$

遠距離に於ける第2項の影響の大小は、自づと機械装置に負ふものであつて、著者が此の記録に用ひた装置が、空電の良く3000 杆の遠距離にまで與へる影響を考へることゝ同一視することは出来ぬ。斯く考へて來ると空電を起す原因の範圍が決めらるゝのではなからうか。

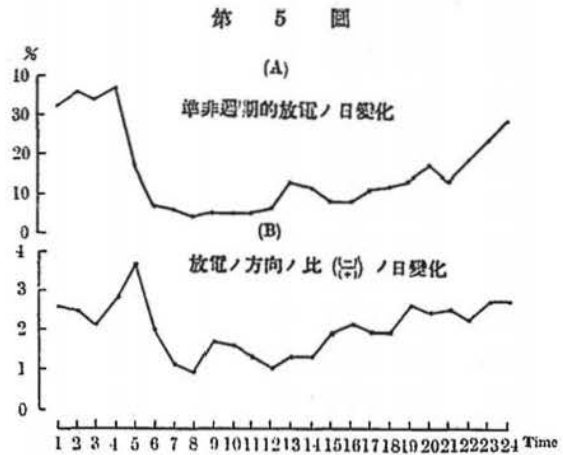
驛つて、空電と放電の曲線を注視するに、放電現象の起る確率は夜半後夜明迄に多く、空電回数の



(3) 朝倉重郎氏：氣象集誌第二輯。第七卷，第四號。

日變化が夜半前に極大を持つのと少しく趣を異にしてゐる。次に放電記録の種類によつて同様の時間的分布を見るに、第5圖(A)に見る様な變化圖を得た。圖は準非週期的放電記録による時間的分布であつて、一般の放電日變化と同様、夜間に多く晝間に少なく、取り分け極大の起りが夜半後にあるのも注意を要するものである。此の事から放電を起す原因が、對流圏下層にあるのではなからうかの想像が出来よう、何となれば今 III に述べたやうに、準非週期的放電が低氣壓、雷雨等の中心附近 (即ち放電源が觀測地點の近くにある) に於ては必ず觀測されることからして、首肯し得ることであらう。只問題は此の夜間 20 時頃から夜明 5 時頃までの間に放電を起すやうな定まつた氣象變化を考へることが出来るかどうかであるが、これに就て面白いのは夜間 20 時頃より夜明の 4 時頃までの間に起る⁽⁴⁾氣溫急昇の現象である、今 1935, Nov.-1936, Oct. の間にあつて氣溫急昇と放電の關係を第 1 表に掲げる。即ち表より、夜間定まつた時刻の範圍内で數度の急昇を起し、且此の時刻には放電も相當觀測されることが知れる。今此の急昇の原因も種々考へられるであらうが、これは後の問題として、此の急昇が柿岡附近

のみに限らず、その他の地例へば京都、清水(四國)等でも觀測されることからも、各地一般性を有するものであらう。今之れを知り、準非週期的放電の日變化を見る時、晝夜の差異によつて氣象的には些程でもないが、電氣的には相當認むべき微細氣象變化の起るの感を強くする。(然し氣溫急昇の無き場合にもより多くの放電現象があるから、此の想像は夜間に於ける放電現象の總てを意味する



ものでは勿論ない)。尙第5圖(B)は放電方向の負の回數を正の回數で除して得た曲線で、負の放電

第 1 表 夜間に於ける氣溫急昇と放電

月 日	起 時	氣 溫 變化量	放電方向	放電種類	月 日	起 時	氣 溫 變化量	放電方向	放電種類
1935 Dec. 24	23	7°C	—	—	Mar. 9	0	4°C	—	—
1936 Jan. 4	21	5	—	—	" 17	22	4	(-)	準非週期的
" 9	4	9	(+)	準非週期的	Apr. 3	23	3	(+)	準非週期的
" 19	23	5	(-)	非週期的	" 12	1	2	(-)	準非週期的
" 22	1	7	(+)	非週期的	" 24	2	5	—	—
" 22	23	4	(-)	非週期的	" 24	22	4	—	—
" 26	20	3	(-)	準非週期的	June 7	1	3	—	—
Feb. 18	2	3	(-)	準非週期的	Aug. 29	1	5	—	—
" 24	0	5	(+)	準非週期的	Sept. 14	1	2	—	—

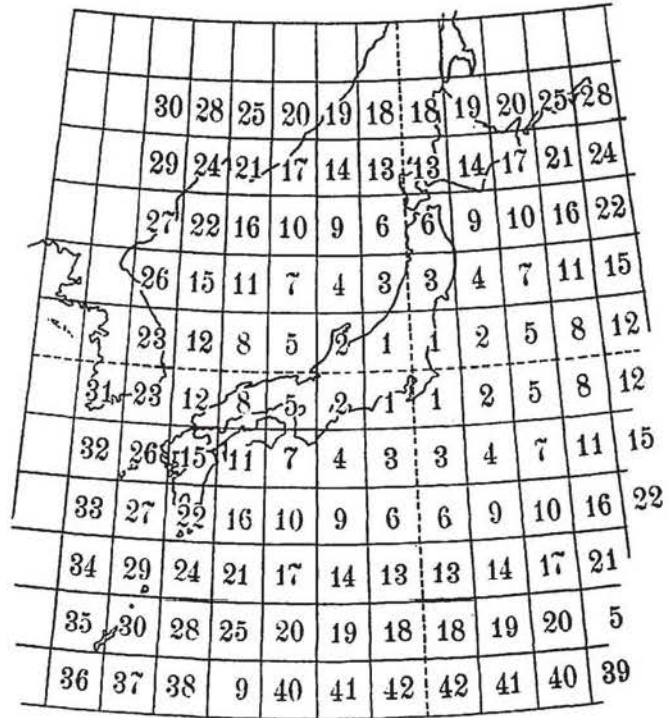
(4) 高橋達敏氏：應用物理第 5 卷，第 6 號。

も同様夜間に一層甚だしいと云ふことになる。

第 6 圖

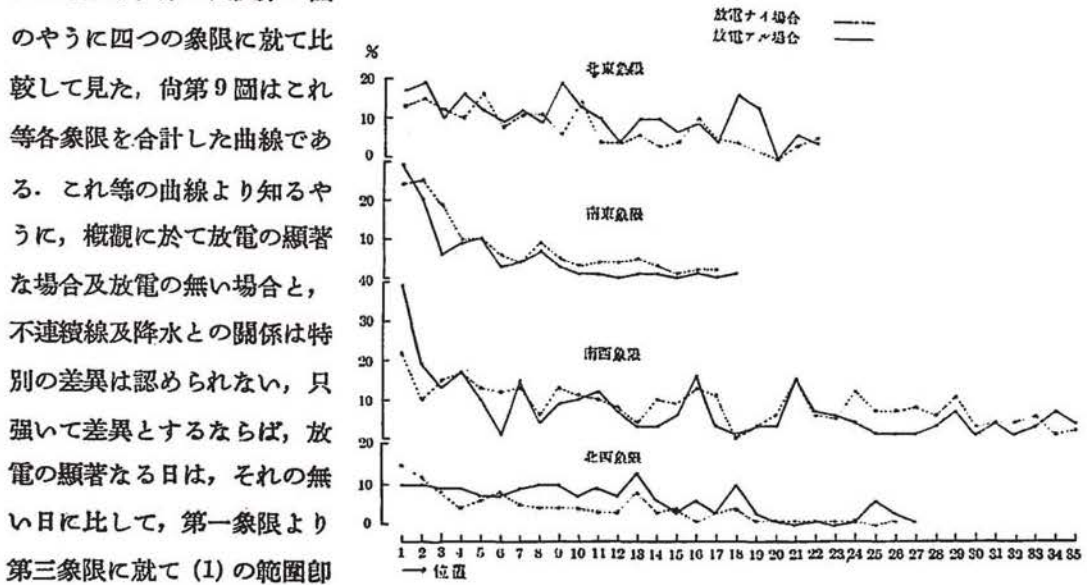
V. 放電現象の有無と降雨雪、不連続線との比較

今降雨雪及不連続線と放電の關係を見る爲に天氣圖を東經 140° と北緯 36° の二線で四象限に區切り、之れ等を又緯度、經度二度づゝに區切り、即ち第 6 圖の如き位置を定め、降雨雪及不連続線の状態と放電とを比較して見た。觀測地點は東經 140°11'、北緯 36°14' に位置し、第一象限(北東象限)内に少しく入つてゐるのであるが、此の統計の目的には些したる影響を認めない。さて比較に便利なる爲顯著なる放電日と放電のない日を取り、第 7 圖及第 8 圖のやうに四つの象限に就て比較して見た、尙第 9 圖はこれ等各象限を合計した曲線である。これ等の曲線より知るやうに、概觀に於て放電の顯著な場合及放電の無い場合と、不連続線及降水との關係は特別の差異は認められない、只強いて差異とするならば、放電の顯著なる日は、その無い日に比して、第一象限より



第 7 圖

放電の有無と不連続線/位置



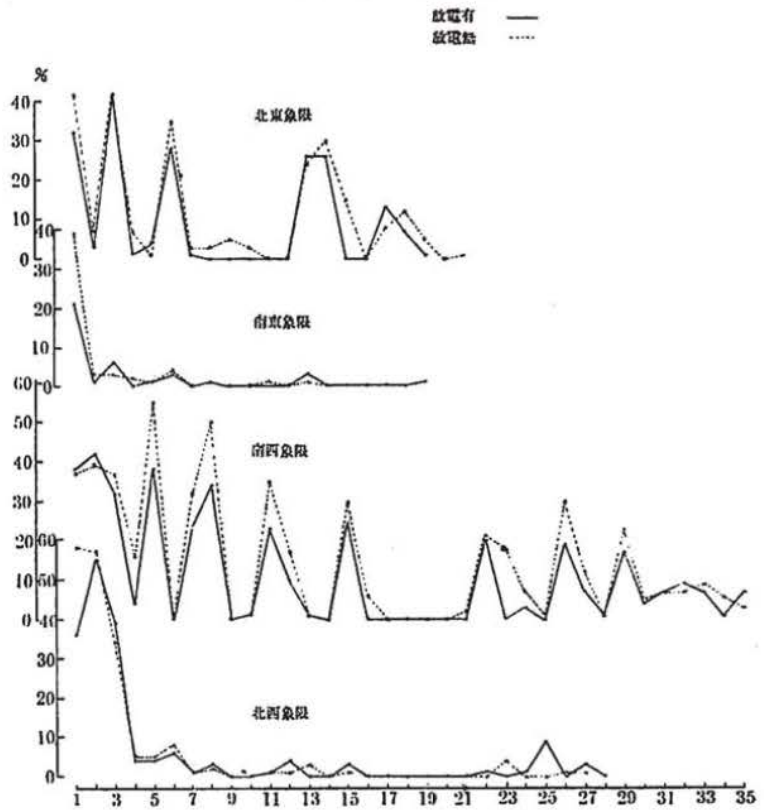
第三象限に就て (1) の範圍即

ち観測地点よりほど200軒以内にて不連続線の増加を見ることが出来る。このことは同様合計曲線にも見らる。又降水に関しては放電無き場合が降水の増加(降水量にあらず現象の意)するを見られる。空電研究に於ては空電の多くが不連続線或は雨域より来ると云ふ説に比して面白い現象である。

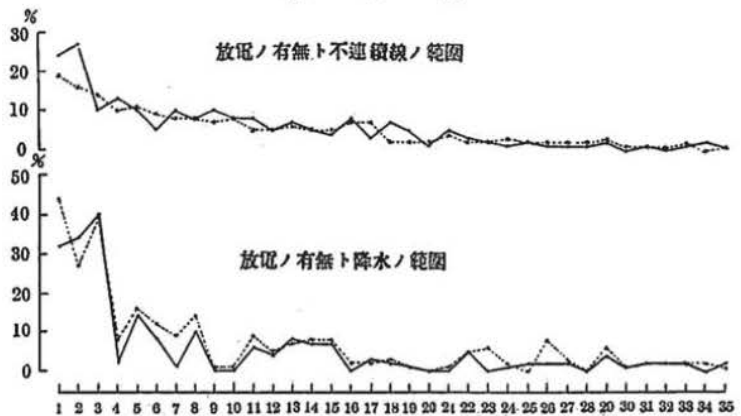
VI. 低気圧の位置と放電方向の偏倚

今 1935, Nov.-1936, Oct. 迄の 12 箇月に就て各月の放電方向の偏倚を見る爲に、放電現象の發現から終熄までの間に起つた放電方向の正負に就て(振動的放電の場合はその初振動の方向を取る)各割合を取り、斯して得た各月の平均値を第 10 圖に掲げた。之れを見ると半年週期による消長のある如く見らるゝが、今の場合材料の不足から確實なものとは云はれない、只各月

第 8 圖
放電ノ有無ト降雨雪ノ位置



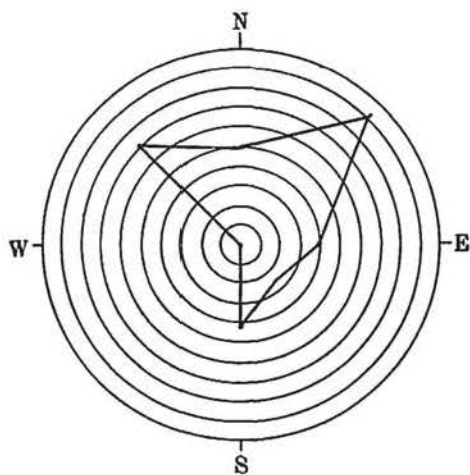
第 9 圖



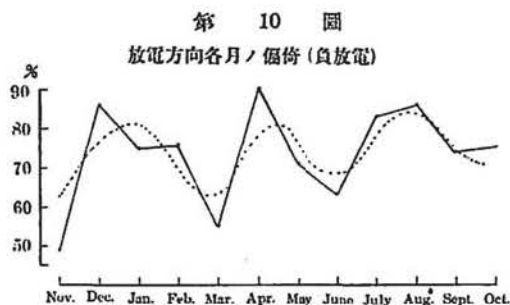
を通じ、負の放電が正の放電に比して、多いと云ふことが確言出来る。即ち總ての放電現象に就て 75% は負放電である。

さて此の正負の放電は何うして起るかの問題であるが、前に述べたやうに不連続線低氣壓の總てが放電現象を起すとは限らないのであるが、兎に角これ等が放電との相互關係は密接なるものがある譯で、不連続線、颱風、低氣壓等が附近を通過する際には、往々雷雨の起ることからしても確かであらう。今放電の起つた場合の天氣圖から、その時の低氣壓の位置を調べ、之れと放電の方向とを比較した。先づ觀測地點に對し低氣壓の位置する方向を八方位にとり、低氣壓の支配下にあると思はれる場合に起つた放電現象の總てに就て統計を取り、第 11 圖—第 13 圖に見るやうな結果を得た。第 11 圖は總數に對して正放電の起る割合で、(同心圓は百分率値を表してゐる)北東方向に極大を持ち、此の方向にある低氣壓の場合の放電は 90% 餘が、正の放電である。尙北、北西、南東、東の場合にも正の放電が起り得る。放電が負の場合に就ては、

第 11 圖

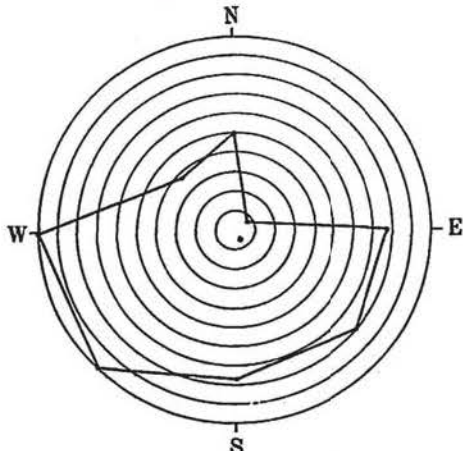


低氣壓の位置方向による正放電の頻度圖



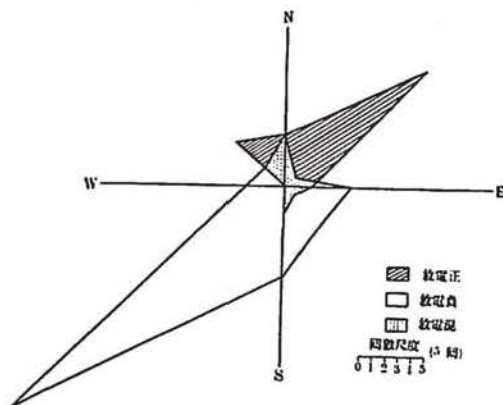
第 12 圖に見るやうに、低氣壓が南西にある時極大を持ち、此の方向の場合には例外なく負放電が起

第 12 圖



低氣壓の位置方向による負放電の頻度圖

第 13 圖



低氣壓の位置方向による放電方向偏倚

第 二 表

年 月 日	時	低気圧の位置及状態	放 電 の 状 態	放電方向	低気圧の方向	當地方の天気	
1935							
Nov. 9	18	本土は高気圧圏内にあり.	22 ^h 頃より微弱なるもの始まる.	+	—	晴	
	10	6	日本海北部に750耗のもの盛んに發達中.	+	N	曇	
	10	18	北海道の西に移り746耗不連続線關東にまで及ぶ.	+	N	晴	
	11	6	北海道の西742耗となる.	+	N	晴	
Dec. 27	6	九州の西と沖繩附近にあり. 756耗.	5 ^h 頃より微弱なるもの始まる.	—	SW	雨, 雪	
	27	18	九州の南海上に移り754耗となる.	—	SW	曇	
	28	6	潮岬沖に移り754耗.	—	SW	雨, 曇	
	28	18	房總の南海上に移り754耗.	—	S	雨	
	29	6	八丈島南東海上に遠ざかる754耗.	なし		雨	
1936							
Feb. 4	6	山陰沖に752耗のものあり附近に猛吹雪を起しつつ東に進む. 不連続線は海上をNE, E, Sに延ぶ.	2 ^h 頃より微弱なるもの起り, 11 ^h 頃より急激に増す. (13 ^h 頃より降雪起る)	—	W	曇	
	4	18	益々發達し740耗となり観測地の南方本土をW→Eに横切つて銚子附近にあるEに進む.	益々盛んとなり15 ^h 頃極大の時間に160回の放電を観測す. 15 ^h を界として放電1時衰へ19 ^h 極小, この後急に増し21 ^h 第二の極大となる, この頃振幅は極大となる(T'あり). 18 ^h 頃より準非週期的となり正に偏る. 21 ^h を界として回数振幅とも急に衰へる.	干	SE	吹雪
	5	6	内地の遙東方洋北に去り益々發達726耗となる.	準非週期的のもの7 ^h まで續く.	±	E	吹雪
	5	18	遙々東方洋上に去る.	弱いもの20 ^h 迄正負あり後負となり6日4時全く止む.	±	E	晴
Mar. 24	18	關東附近762耗, 日本海北部758耗の二つあり此の間に不連続線あり.	17 ^h より起り始め負なりしも18 ^h より混合となり正勝る. 22 ^h —24 ^h 極大. 準非週期的のものあり.	干	中	曇	
	25	6	奥羽の南東洋上760耗のものあり不連続線を伴ふ.	0 ^h 後次第に衰へしが6 ^h また多くなる準非週期的のもの7 ^h まであり.	+	NE	曇, 雨
	25	18	銚子遙洋上748耗に發達す.	消長を繰返し19 ^h —21 ^h の間少しく増す.	—	E	晴
	26	6	發達しつつ奥羽の遙か洋上に去り744耗となる.	01 ^h 後止む.	+	NE	曇

年月日	時	低気圧の位置及状態	放電の状態	放電方向	低気圧の方向	當地方の天氣	
1936 Apr. 21	6	本土は高気圧圏内にあり。	5 ^h 頃より微弱なるもの起る。	-		晴	
	18	黄海に752耗のものあり、四國の南海上に748耗の副低気圧あり。	12 ^h 頃より次第に増加し、16 ^h 極大。16 ^h 頃より次第に弱りつゝあり、20 ^h 後再び増す。	-	SW	曇	
	22	6	日本海南部に移り752耗副低気圧和歌山附近にあり、不連続線は和歌山、東海、房總を経て太平洋にのびる。	4 ^h 頃極大となり、後次第に衰へ7 ^h 止む。	-	(NW) SW	雨
May 7	6	銚子沖に746耗の副低気圧あり。	10 ^h 頃より12 ^h 迄負の放電あり、12 ^h 後正となる。	干	E	曇	
	18	7	前の副低気圧は非常なる發達をなし北海道の東海上に達し734耗となり、NWの風強くなる。12 ^h 20 ^m と16 ^h 30 ^m とにT ⁰ を觀測す。	12 ^h 後急激に増加し、17 ^h 極大となり、19 ^h 後急に衰へる。	+	NE	晴
	8	6	高気圧の支配となる。	弱いものあり、5 ^h 全く止む。	-		曇
Sep. 27	6	鳥取沖に748耗のものあり次第に發達しつゝあり、副低気圧高知沖にあり752耗不連続線あり。	11 ^h 頃より弱い放電起り、16 ^h 迄負、17 ^h より正、負混合となるが正勝さる。	干	NW	雨	
	18	27	日本海に到り二つに分れ共に742耗、不連続線あり。	前同様弱い放電續く、23 ^h より急激に増加す。	(-) +	NW	雨
	6	28	前の低気圧は三個に分れ日本海北部から北海道附近にあり。	1 ^h 極大に達す、3 ^h 急に衰へ、6 ^h また盛んとなる、3 ^h 迄正となりしも4 ^h 、5 ^h 負勝る。6 ^h 正勝る。	±	N	雨、曇
	18	28	低気圧は北海道を挟んで東と西にあり748耗。	11 ^h 頃より始り18 ^h 一時止む。19 ^h より弱いもの起り21 ^h より急に増し22 ^h -24 ^h 極大に達し正負混合なるも正勝る。	(-) +	{N NE	曇、晴
	6	29	北海道東部のものは東に移り、西部のものは同様の位置にあり、不連続線は兩者を結ぶ。他に東海道、房總、銚子沖を連ねる。	4 ^h 頃より衰へ、19 ^h 迄持續すこの間13 ^h 頃より負勝る。	±	{N NE	曇
	18	29	房總沖に758耗のものあり、北海道にもありこの間を結んで不連続線あり。	20 ^h -22 ^h 全くなく23 ^h -24 ^h 少しくあり其後無し。	-	S	曇、雨

る。此の他の方向にも相当見らるゝは圖に明かである。只西の100%は觀測回数が少なく確實性を缺く。今之れ等の關係を明瞭にする爲統計に用ひた回数をそのまま圖示したものは第13圖である。これで見ると低気圧が北東にある場合、正方向の放電現象が起ること、低気圧が南西にある場合、負方向の放電現象が起ることは統計の數から見ても正負の別の明瞭なるよりしても、動かせぬ事實であらうと思はれる。第2表はこれ等の關係を放電顯著な日、數日を選んで示したものである。さて問題は斯くの如き性質が如何なる機構によつて爲されるかであるが、日に2回の天氣圖で

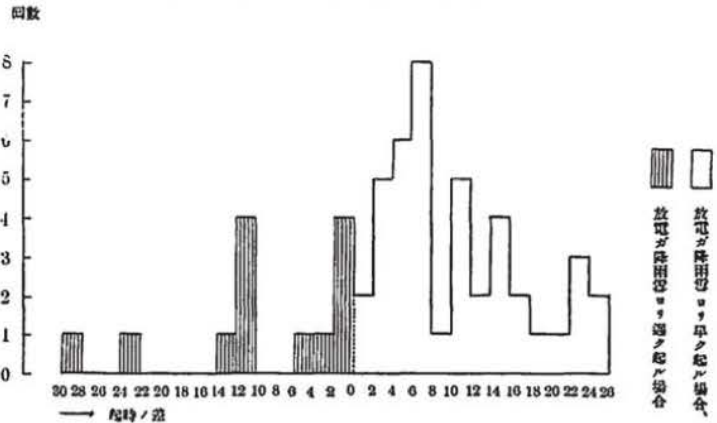
は不備な點多く加之材料不足も與つて、究明は困難である。只これに就て想起されるのは S. K. Banerji⁽⁵⁾ の不連続線、雷雨に於ける雲の荷電の状態である。氏の論旨は不連続線、雷雨の場合に出来る雲の荷電は、上昇氣流旺盛な中心附近では有力な正の荷電を有し、その前後には負の荷電を有すると云ふのであつて、今斯の如き機構を低氣壓に就ても想像を赦さるゝならば、以上の説明には好個のものとならう。尙不連続線の位置や走向に就ても調べて見たが、何の特性も見られなかつた。例へば低氣壓が南西方より來る場合は關東附近或はその近海には往々不連続線の發生を見るが、此の場合の不連続線の走向及其その位置は種々ある譯である。それが皆一様に負の放電を起した。

VII. 放電と降雨との起時の比較

前述によつて低氣壓との相互關係は認められたわけであるが、これ等低氣壓による降雨雪に關し

ては、降雨の相當多量を観る場合でも、放電の全く無い場合もあるので、放電と降雨が連關性を有する如く見られる55回の降雨日に就て、兩者の起時を比較して見た、第14圖はこれ等の關係を示せるもので、降雨に先立つこと6-8時間以前に放電が起る割合が極大を占め、順次放電と降雨の

第14圖 放電と降雨雪との起時の比較



起時の差が増すにつれて小さくなる。而して55回の降雨日の内42回は放電が始まつて後降雨があつたもので、放電が降雨に先立つて起ることは確からしい、只放電が降雨より何程以前に起るかの問題は、天氣豫報を爲す見地からも相當吟味の必要があらう。尙此の統計に用ひた降雨に就ては二三日間晴天が續き後降雨が起つたやうなものを選び、陰雨連日に互るが如き場合はその初降雨のみを取り、前後何れの降雨による放電なりしやの混同をさけるやう努めた。

VIII. 颱風の通過と放電現象

颱風の電氣的現象は之れが通過の際渦雷の發生を観ることは、屢、報告されることで、相互關係も相當認めざるを得ない。空電方面よりの觀察では兩者の關係は今迄の處確實なる研究を見ない。このことは颱風の有する放電量が微少なのであるか、材料不足のしからしむる處か、何れも考へられ

(5) S. K. Banerji, Quart. Journ. Roy. Met. Soc. 56, p. 305 (1930).

る。中川氏⁽¹⁾は740耗程度以下の颱風は空電との関係ありと云はれ、柳本氏⁽⁶⁾の調査では、颱風には低氣壓や不連続線の場合の如き空電は觀られず、畢竟颱風は低氣壓に比して放電量が少ないと云ふことが、これ迄の研究からしても争はれない事實であらう。さればこれ等兩者の差異が一つは熱帯低氣壓であり、一つは温帯低氣壓であり、之れが及ぼす氣象的エネルギーとしては寧ろ、前者がより大であるに拘らず、電氣的には何して小さいかと云ふことは極めて興味あることである。著者は此の期間中三個の颱風通過に遭遇したので、幾分かの資料を増す意味で材料の些少をも顧みず敢て此の項を設けた所以で、次に概説する三個の颱風が本土に影響を及ぼす範圍の期間中に於て、放電の有無を見たのであるが遺憾ながら少しの放電現象も觀ることが出来なかつた。この貧弱な材料によつても颱風の持つ電氣量は低氣壓のそれに比して小さいことが云へさうである。次に三個の颱風の概要を掲げて参考に供する。

- a) 昭和十一年十月一日午後六時沖繩附近に715耗の颱風あり、北東に進み本土の東岸に沿ふて陸を僅かに避けて同四日午前六時大泊の東に去つた、此の間示度は715耗を保持しつつ北上、大泊に於ては710耗と深度を増した。而して本土の總てに降雨を齎し、所々に暴風雨を起し、又之れに附隨した不連続線は太平洋に延び、日本海に互り、東海道にあり、房總半島を横斷し種々な氣象變化を呈した。然し放電現象は全くなし。
- b) 昭和十一年十月十三日午前六時小笠原の西方400杆の海上に735耗の颱風あり、非常に發達を爲しつつ時速60杆の速度で陸を40杆位離れた太平洋上を北東に進み、十四日午前六時示度715耗となり奥羽の遙東方洋上に去つた。此の間不連続線は太平洋を本州の弧に沿ふて延び、又北陸、北海にもあり、降雨は全土に齎された。然し放電現象全くなし。
- c) 昭和十一年十月十八日午後六時沖繩附近に730耗の颱風あり、北東に進み次第に發達を爲しつつ、二十日午前六時八丈島の南西海上に725耗を示し、同午後六時銚子沖500耗の東方洋上に勢力を弱めた。此の間本土は總て降雨を觀。八丈島では暴風雨となり、關東にても多くの降雨を見た。然して不連続線は太平洋に延び、本土を縦斷する等氣象變化は著しいものがあつた。之れにも放電現象は起らなかつた。

以上は單に海上を通過した三個の颱風に就て、放電現象の現出を調べたのであるから、陸上を経たものに就ては如何とも云ひ難い。

IX. 火山現象と放電

火山の爆發の際に雷雨の起る事もよく知られて居ることで、爆發によつて噴出された砂塵は噴出

(6) 柳本俊亮氏：中央氣象臺彙報 第四册 188 (昭和7年4月)。

の際、或は空氣中にある場合は氣流の爲の摩擦によつて電氣分離が起り、爲に砂塵の大きさ量及その運動の状態によつては、時に偉大なる放電をも惹起する譯である。先年北海道駒ヶ岳の爆發⁶⁾には此の空電甚だしく爲に附近の通信は不能に陥つた由である。此の見地から此の調査中に起つた淺間山爆發の此の地方にまで降灰のあつた數個の爆發と放電とを調べて見たが、微小放電をも檢出出来なかつた。

X. 雷雨による放電

雷雨に於ける放電はその規模極めて大で、此の装置としてはむしろ鋭敏過ぎる感あり、記録も 1 分 1.5 轉の回轉では雷が近付いた場合などは、放電は連続した記録となり、放電回数及方向は辨別しかねる有様で、随つて極めて猛烈な雷は此處には省き、比較的弱い、或は少し離れた數個の雷雨に就て調査した。第 3 表は之れ等の雷の發生時刻の放電起時及柿岡にて雷鳴を聞き始めた時刻の比較である。之れに見るやうに雷鳴の觀測される前、既に早いものでは 5、6 時間も以前に放電現象が記録され、そして雷雨が當地方に近づくと連れ、放電は次第に盛んとなり、雷鳴を聞き得る頃となると放電回数は極めて多く、5 分間百數十回となり、追々放電回数の檢出は不可能となる。而して放電振幅も次第に大きく準非週期的放電も混入し、 R^2 を觀測する頃となると、放電振幅は極度に大きく、それに反して放電回数は急に減じ、そして此の大振幅放電の間に III に述べた偉大なる週期的放電が起るのである。今此の週期的放電が實際の放電現象によるものか何うかは、甚だ疑問ある問題で、現今電光放電に就ては斯の如き長時間の放電は想像も及ばないもので、或は極度に大きな放電による電流計の機械的現象かも知れぬ。只茲に興味ある問題は繰返して述べるが放電振幅が極度に達し此の偉大なる週期的放電が起ると同時に放電回数が極度に衰へることである。尙一、二の例外を除いては此の種大放電が終ると同時に放電現象は、十數回或は數十回の放電を觀るのみで全く止むのである。此の事は雷雨の大部分が此の地方に来る時、その勢力を衰滅する爲めであらう。

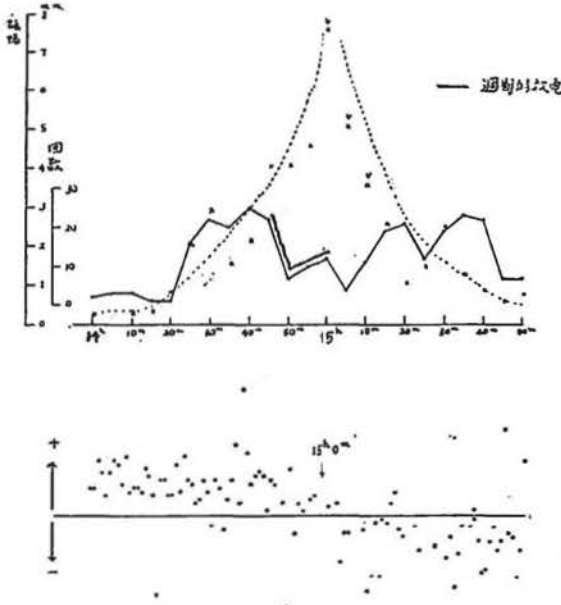
第 三 表

月 日	放 電 起 時	雷 鳴 起 時	起 時 の 差	雷 雨 發 生 時 及 場 所
June 12	14 ^h 0 ^m	14 ^h 23 ^m	0 ^h 23 ^m	13 ^h 頃茨城大子附近.
July. 11	18 40	19 20	0 40	18 ^h 40 ^m 栃木附近.
Aug. 2	12 40	18 30	5 50	{ 12 ^h 23 ^m 群馬御荷銚山附近. 18 ^h 3 ^m 栃木、氏家附近.
" 8	11 55	15 30	3 35	14 ^h 頃栃木黒部附近.
" 11	13 05	17 56	4 51	13 ^h 30 ^m 頃栃木、今市附近.
Sept. 12	13 30	16 30	3 0	15 ^h 40 ^m 栃木縣下
" 14	11 05	14 58	3 53	15 ^h 55 ^m 西多摩名栗附近.

(7) 金原 淳氏：空電並に其除去法。

雷雲の持つ荷電の有様も前に述べたパネルチーの考へが多分に認められた。昭和11年6月12日茨

第15圖 放電現象の回数振幅及放電方向の関係



城縣久慈川上流大子町附近に13時頃發生した雷雨は、此の種の調査資料としては好個のものであつた。13時頃大子に發生、次第に南下し柿岡の西方を通過し利根川野田附近に衰滅したのであるが、此の間の放電記録は14時0分から正の放電に偏り次第に回数を増し、雷の中心部が當地方に達した14時45分頃週期的放電起り、放電振幅は極度に増大し、放電回数は反對に急に減少した、雷の中心部が西から南下すると同時に、今迄正方向に偏してゐた放電は、反對に負方向の放電となり、放電振幅は小さく回数はまた多くなつた。第15圖はこの間の有様を明瞭に表してゐる。(放電方向に於て大振幅の不明なるものは除いた)

概 要

東西400米、南北250米にB.S./2番鉛被線を用ひて單一線輪を造りこの回路に電流計を入れ、垂直磁力の變化を測定すべく設けたもので大氣中に起る放電現象による垂直磁力の變化からその放電現象の性質を調査した。以下この調査の梗概を掲げる。

1. 放電記録の種類、放電の種類は (a) 非週期的放電、(b) 準非週期的放電、(c) 週期的放電の三種あり、(a) は一番多い放電記録型であり、(b) は (a) に比して少なくその現れは低氣壓、雷雨の中心及其附近に於て觀られまた夜間 20^h より夜明 4^h までの間に起ることが多い。(c) は雷雨にのみ限られその中心通過の短時間にのみ觀らる。
2. 放電現象の日變化は大略夜間に多く晝間に少ない。即ち空電のそれと良く一致する。只放電記録型 (b) に就ての日變化が同様の曲線であることから、そしてこれら (b) 型の放電が低氣壓、雷雨の近づいた場合に觀測さるゝことから、此の放電を起す原因が比較的近距離にあることが想像出来る。
3. 放電現象の有無と不連続線及降雨との關係は明確なもの認められないが、放電顯著なる場合と全くない場合を比較したるに放電顯著なる場合に不連続線が幾分増し、降雨現象は幾分減

ることが知れた。

4. 低気圧の位置方向と放電方向とは明瞭な関係があるやうで、低気圧が観測地の南西より来る場合は放電方向は負（垂直磁力が減少の向）に向き、観測地の北東にある場合は正の放電となり、南東及北西方向では正負混合である。この説明にはループの方向性と云ふことも考へられるが、S. K. Banerji の雷雲の荷電状態を考へると興味あるものである。
5. 放電と降雨の起時の比較に就ては放電が降雨より早く起る場合が多く、その内でも 7—8 時間以前に放電が起ることが一番多い。然し放電があつたから降雨が起ると云ふことは云はれず、放電があつても降雨なく、降雨があつて放電の無い場合も相當ある。
6. 颱風通過と放電現象は統計に用ゐた颱風の数が少なく確實なものは解らないが、只温帯低気圧に比して放電現象は少ないことが認められた。
7. 火山現象に伴ふ降灰による放電現象は數個の観測材料から確實なるものは云はれないが、これ等に関しては全く觀られなかつた。
8. 雷雨による放電現象は偉大なるもので、雷鳴の観測される前既に 3, 4 時間前に放電現象を觀、雷の近づくにつれ放電現象は回數、振幅とも猛烈となり、 B^2 を観測する頃となると週期的放電が起り、放電振幅は極めて大きく、それに反して放電回數は極度に減衰する。尙雷雨の進行方向と放電方向の變化に就てはバネルヂーの雷雲荷電説が多分に認められた。

此の調査の整理中千葉縣布佐町中央氣象出張所に轉勤することとなり、匆々の間に取りまとめたる爲不充分的點多し、先輩諸賢の御叱正御指導を賜はらんことを希ふ。終りに臨み此調査に終始御指導を賜はられた今道所長に謹んで御禮申し上げる。尙寫眞の複寫をお願いした仁井田技手、絶えず御助言を頂いた所員學兄に謹んで御禮申し上げます。

（昭和 13 年 6 月 柿岡地磁氣観測所に於て）