

無線短波障碍と地球磁場の變化*

今 道 周 一

Variations of the earth magnetic field observed during
so-called Dellinger effect of radio waves:

By S. IMAMOTO.

Abstract:—26 cases of 48 radio short wave disturbances, which occurred in the period from March, 1935 to January, 1937 were associated with magnetic variations. Investigation of them has led to the following results; a). Magnetic variations accompanied by Dellinger effect have such a tendency that they occur to increase the amplitudes of diurnal magnetic variations. b). Increase of ionisation density of upper atmosphere during this phenomenon is greater at local noon than at other times, and from this it is concluded that the ionisation originates in ultraviolet light of the sun. c). Increase of ionisation density is in most cases below 1.5 times of its usual value of the corresponding time of the days, but some times it occurs over 3 times. d). The seat of the origin of diurnal magnetic variation seems to be found in the lower ionisation layer.

1. 緒 言

短波の障碍は以前から當事者間に問題となつてゐたことであるが、一九三五年十月に Dellinger 氏⁽¹⁾が 54 日の週期をもつて障碍現象が起る事を發表して以來殊に興味を引くに到つた。此の 54 日週期は數回起つた後消滅した様に見えるが、此の事以後短波障碍を一般にデリンジャー現象と稱してゐる。筆者は以前から短波障碍と地球磁力との關係を調査してゐたが、障碍時刻に相當して磁力に著るしい變化があつても、回數が一二回に過ぎなかつたので此の兩者の間に關係がある事を確言する事は出来なかつた。然るに一九三六年七月以後兩現象が同時に起つてゐるのを數回觀測したので、僅かな材料からの結果ではあつたが一九三六年十月の電波會議に於て、デリンジャー現象に伴ふ磁力變化の大きさが正午附近に極大を有する事、及びその原因を上層大氣の紫外線による電離増加による事を述べた。其後多くの材料が集まつたので、一九三五年三月から一九三七年一月までの期間に就き柿岡、豊原及び青島の材料に就き以下の調査を得た。

2. 材 料

デリンジャー現象に關しては一九三五年の分を外國の報告からとり、一九三六年及び一九三七年は中央氣象臺無線掛及び國際無線電話株式會社より得たもので、此の機會に厚く感謝の意を表する。上の期間に於ける現象の起時は次表の通りで ⊙ 印は磁力變化を自記記録紙上に觀測し得たものである。

* 昭和十二年四月九日大日本氣象學會月次會にて發表したものである。

無線短波障碍と地球磁場の變化

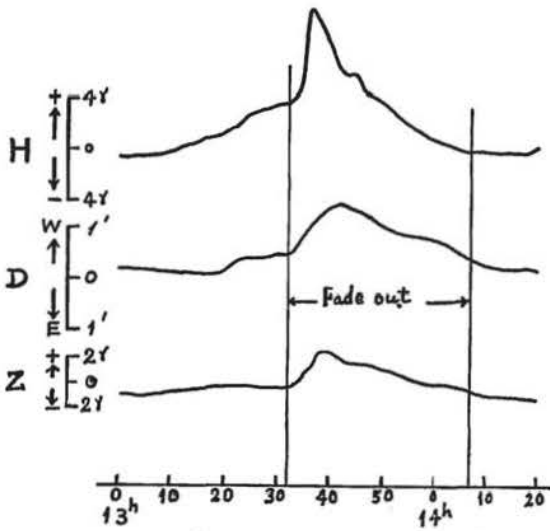
◎ 1	1935	March	20	1050—1105	(0.5)
◎ 2	"	Aug.	31	0820—0835	(1.0)
◎ 3	1936	Feb.	8	1020—1100	(0)
◎ 4	"	March	10	1430—1510	(0.5)
5	"	April	1	1400—1600	(0)
6	"	"	"	1830—1850	(1.0)
7	"	"	2	0900—0920	(0.5)
◎ 8	"	"	"	1202—1225	(0.5)
9	"	"	"	1302—1338	(0.5)
◎ 10	"	"	3	0600—...	(1.0)
11	"	"	7	1130—1330	(1.0)
12	"	"	"	1310—1410	(1.0)
13	"	"	29	1000—1300	(0)
14	"	"	30	1830—2000	(0.5)
15	"	May	15	1400—1530	(1.0)
16	"	"	25	0925—0945	(0)
17	"	"	26	0827—0850	(0.5)
◎ 18	"	"	27	1252—1310	(0)
19	"	"	27	1627—1640	(0)
20	"	"	28	0840—0912	(0)
◎ 21	"	"	"	1240—1320	(0)
◎ 22	"	"	"	1627—1646	(0)
◎ 23	"	June	3	0940—1030	(1.0)
◎ 24	"	"	4	1342—1413	(0)
◎ 25	"	"	5	1140—1150	(0)
26	"	"	6	0940—0946	(0)
27	"	"	9	1033—1110	(2)
28	"	"	"	1530—1550	(2)
29	"	"	10	1120—1435	(2)
◎ 30	"	"	11	1510—1605	(0.5)
◎ 31	"	July	15	1401—1415	(0)
◎ 32	"	Sept	4	1047—1115	(0)
33	"	Oct.	13	1240—1257	(0)
◎ 34	"	Nov.	7	1245—1215	(0.5)
◎ 35	"	"	25	1332—1407	(0)
36	"	"	26	1320—1410	(0)
◎ 37	"	"	27	1309—1410	(0)
38	"	"	28	1235—1300	(0)
◎ 39	"	"	30	1100—1115	(0)
40	"	"	"	1225—1240	(0)
◎ 41	"	Dec.	25	0850—0910	(0)
◎ 42	"	"	27	1205—1235	(0)
43	"	"	28	1205—1225	(1)
◎ 44	"	"	"	1325—1340	(1)
◎ 45	1937	Jan.	24	1306—1330	(0)
◎ 46	"	"	26	1700—1740	(0)
◎ 47	"	"	27	1130—1210	(0)
◎ 48	"	"	"	1350—1410	(0)

最後の列は現象の起時附近に就いての磁場の活動状態を表はす数字であつて、(0)は静穏、(0.5)は稍静穏、(1)は稍擾亂、(2)は擾亂を表はす。

3. 兩現象の特長

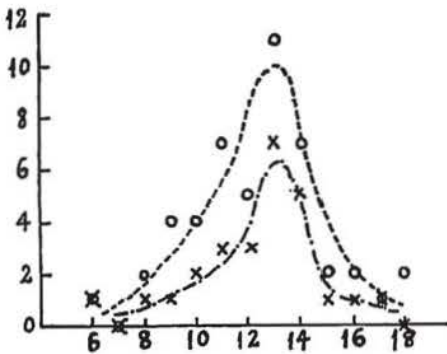
無線短波の故障は急激にキャリア弱くなり、2~3分後殆ど不感或は全く不感となり、數分後或は十數分後後に感じ始め漸時強度を増加して復舊するのが標準的のものである。磁力變化も上の現象に對應して變化してゐる。第1圖は一九三六年十一月二十五日に起つたものであるが、圖の様

第 1 圖

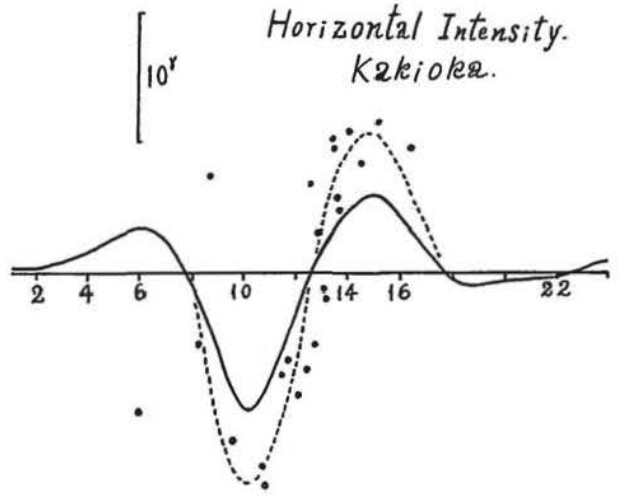


Nov. 25, 1936. (Kakioka).

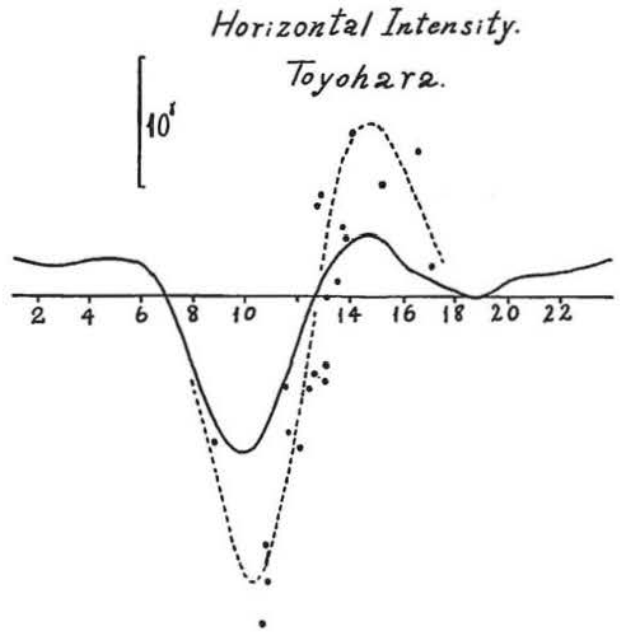
第 2 圖



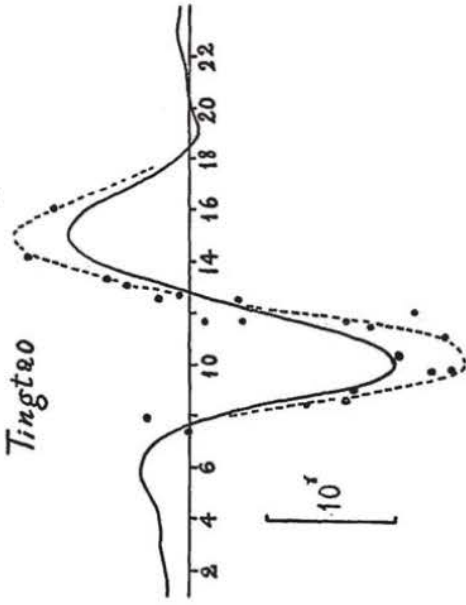
第 3 圖



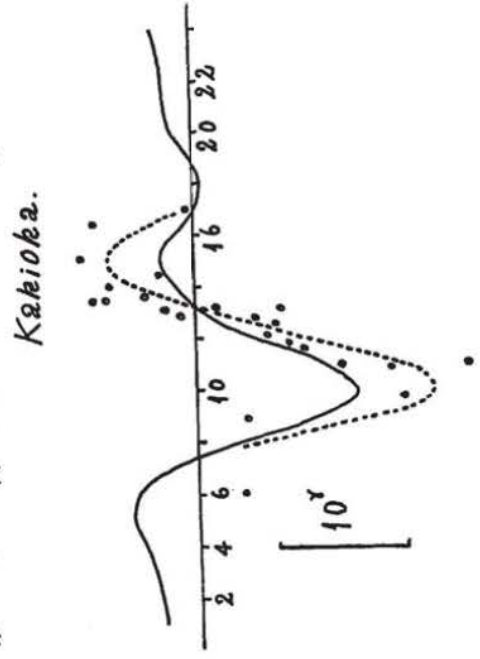
第 4 圖



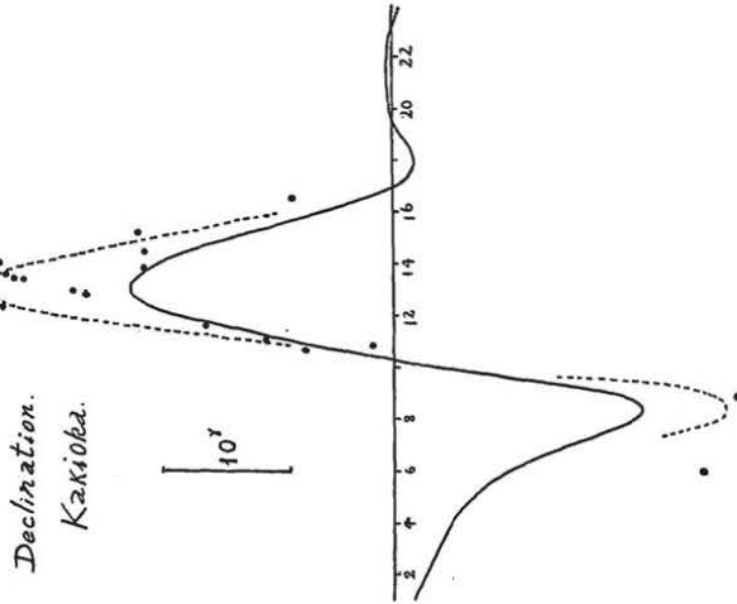
Horizontal Intensity. 第 5 圖



Vertical Intensity. 第 7 圖



第 6 圖

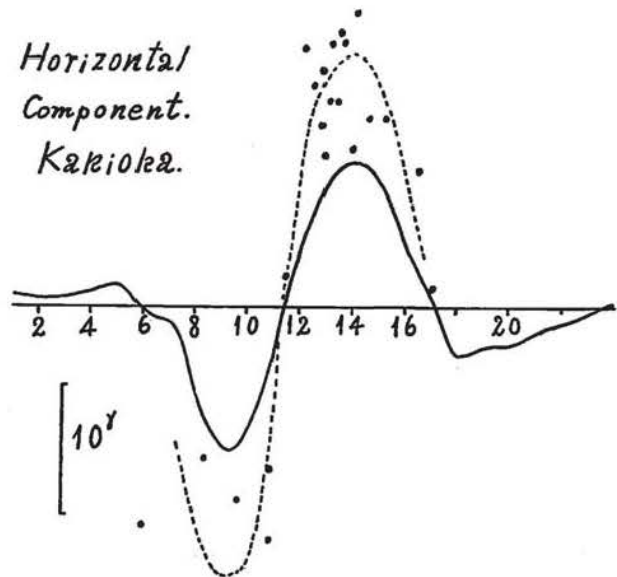


に急でなく緩やかなものもある。

起時も表によつて明かである様に日出から日没までの晝間に限られ、それも正午附近に多い。夜間は殆んど起らないで、例へ他の晝間部に兩現象があつても影響はない。第2圖は各時間に對する兩現象の生起回数を示す。圖中點線及○印はデリンジャー現象を示し、鎖線及×印は磁力變化を觀測したもののみを表はす。圖から明かである様に、兩現象共13時頃に極大を有し午後は午前より傾きが大きい。磁力變化の方向は、水平分力に於ては柿岡、豊原及び青島共地方時の13時頃を境として13時前は相當時刻の値より減少し13時後は増加してゐるが13時附近では増減交々である。

偏角は10時頃を境としてその以前は減少し以後は増加してゐる。今各日の磁力變化曲線のかわりに、靜穩日の一年の平均日變化曲線をとり、此の曲線を基線として觀測した磁力變化を、その時刻に相應して記入すると第3圖乃至第8圖の如くなる。第3, 4, 5圖は夫々柿岡、豊原及び青島の水平分力(H)の變化で、第6, 7, 8圖は夫々柿岡の偏角(D)垂直分力(Z)及び水平成分($\sqrt{H+D^2}$)である。點線は假りに此の現象による變化の平均を畫いたものであつて、此れによつて短波故障に伴ふ磁力變化は日變化の振幅を増大する様に起つてゐる事が解る。筆者は Hauncayo 及び Cheltenham に於ける變化に就いても調べて見たが、大體同様の結果を得た。

第 8 圖



4. 磁力變化の考察

デリンジャー現象は太陽からの輻射によつて、上層大氣の電離密度が増加する爲めであるかと云ふ事は、理論上からも亦實測上からも一般に承認されてゐるものであるが、此の現象に伴ふて、磁力日變化の振幅を増大せしめると云ふ事は日變化の原因が、上層大氣の電離層に關係してゐる事を信ぜしむるものである。個々の電離變化に對應して、夫々磁力變化を觀測した事は今まで經驗しなかつた現象であつて、此の兩現象の關係は磁力日變化の直接原因が上層大氣中の何れの層にあるかと云ふ磁力日變化に關する一つの基本問題に對して、手がかりを暗示するものである。上の圖

3~8 から見ると日變化曲線からの偏位は振幅の頂上附近が最も大きい。磁力日變化の理論は未だ決定しないが、何れにしても形式上上層大氣中の電流によるものと假定すれば、一觀測地の登間に就いては簡単に次の様に表はす事が出来る。

$$F = C i_0 \sin pt.$$

F は觀測點に於ける日變化の磁場の強さ、 C は定數、 i_0 は全電流の平均値である。 ρ_0 及び E_0 を平均の電離密度及び電位差とし μ を定數とすれば、

$$i_0 = \mu \rho_0 E_0$$

従つて、

$$F = C \mu \rho_0 E_0 \sin pt.$$

今 ρ が變化するとすれば、

$$\frac{\Delta F}{\Delta \rho} = C \mu E_0 \sin pt = \frac{F}{\rho_0}.$$

これから

$$\Delta F = \frac{F}{\rho_0} \Delta \rho.$$

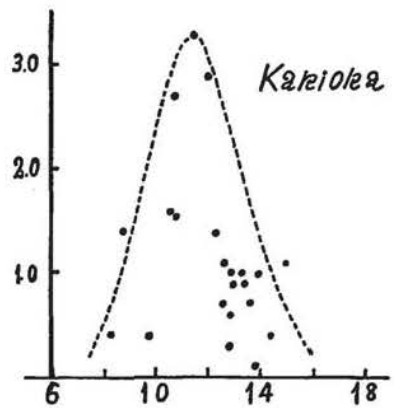
となり變化 ΔF は $\Delta \rho$ のみならず、 F 即ちその時刻に於ける日變化の磁場に比例する事になる。圖 3~8 に於て振幅の頂上附近に於て變化 ΔF が大であるのは此の理由によると考へられる。

5. 電離に関する考察

$\Delta \rho / \rho_0 = \Delta F / F$ の關係から、 $\Delta F / F$ を知れば $\Delta \rho / \rho_0$ を知る事が出来るので、柿岡の水平成分圖 8 に就いて、 $\Delta F / F$ を求めこれを時間に對して記入したのが圖 9 である。此の圖によると正午少し前に極大があらわれて居つて、太陽が柿岡に南中する時刻に相當してゐる。此の事から電離は太陽の紫外線によるものである事が推察し得られる。

圖 9 により電離の増加は最大で平常の三倍位となるが、普通は一倍半以下であることが判る。上述の關係は大體の見極めを付ける程度であつて、自己感應や、大地に感應する電流による影響は考慮されて居らぬ。此等を考慮に入れると増加の割合は上の値より小さくなる。Chapman⁽²⁾ によれば、電離と時間との關係は層が高い時は日出後から日没前近くまで正午に於ける電離に近い値を持続するが層が低くなるに従つて、電離は正午を中心とする少時間に制限される。もし太陽よりの輻射増加によつて、上方電離層の電離が増加し、其れ

第 9 圖



が磁力變化の原因となるならば、デリンジャー現象及び磁力變化は正午附近に密集せず、今少し散亂する筈であるから、上に観測した結果から見ると、下方電離層によるのが主な原因であると考へられる。電波による研究からも E 及び F_1 層はその電離密度の極大が正午と殆ど一致するが、 F_2 層は此等の層に比し不規則であるから、此の點から考へても、下方電離層に原因があると考へるのが適當であると思はれ又デリンジャー現象の際に於ける電離密度の測定⁽³⁾も此の見解に助力を與へる。而して此の磁力變化が日變化の振幅に關係する事から、日變化を生ずる主な原因も亦下方の電離層内にあると考へられる。デリンジャー現象に際して F 及 E 層等の電離密度が何程變化するかを數量的に測定する事が出来るならば、圖 9 と比較して興味ある事と思ふ。

6. 概 要

デリンジャー現象に伴ふ磁力變化は磁力日變化の振幅を増大せしむる方向に起り、振幅増加から推察し得た上層の大氣の電離密度増加の極大は太陽の南中時に一致する。電離密度の増加は多くの場合平常値の一倍半以下であるが三倍位に達する事もある。兩現象の起時が正午を中心とする小時間に限られてゐる事、及び此の現象時に於ける電離密度の實測から此等の變化及び磁力日變化が下方電離層に主な原因を有する事を推察した。

終りに岡田臺長及び藤原博士が興味をもつて此の調査に助力せられ、青島の伊藤氏及び豊原の平山氏が種々御便宜を與へられた事に謝意を表し、所員各位の御助力に感謝する。

- (1) J. H. Dellinger, 'New Radio Transmission phenomenon', Phys. Rev, Vol. 48, p. 705, 1935.
- (2) S. Chapman, 'The absorption and dissociative or ionizing effect of monochromatic radiation in an atmosphere on a rotating earth', Proc. Phys. Soc., Vol. 43, p. 26, 1931. *Ibid.*, Vol. 43, p. 483, 1931.
- (3) 前田憲一, '所謂 Dellinger 現象の際の電離層 (E 層) の電離の變化'. 電學誌. 第 56 卷. p. 725, 1936.
前田憲一, 'Dellinger 現象出現時に於ける電離層の状態'. 電學誌. 第 57 卷. p. 748, 1937.