ともなつてゐる。

津浪が大阪灣を通過するに要する時間は 60 分であるから潮岬或は室戸岬で發見された津浪は殆んど正確に 2 時間たつて大阪に襲來する事が推定されたわけである。

事柄は簡單であるが、結果は重大な意味を持つので敢へて發表する所以である。終りに御校閱を賜つた本多博士に深謝する次第である。

(1941 年 1 月 於中央氣象臺)

K. H. 層の高さに關する統計及び地磁氣との關係に就て*

藤 原 仁, 本 間 寧

§1. 概 観

東京帝國大學理學部に於て、藤原教授、小平助教御指導の下に“Report of Radio Researches and Works in Japan”に報告された 1932 年 9 月-1937 年 3 月の間のデータを用ゐて統計した其の項目は

(i) 日本の Ursigram より、正午に於ける K. H. 層の高さ、用ゐた周波數を圖に書き上げ、K. H. 層の年變化を種々な角度より考察し、今迄出て居るものと比較する。

(ii) 同じく Ursigram に出て居る地磁氣の特性を考察し、K. H. 層と何等かの關係が得られるものかどうかを調べた。

日變化の測定圖が多數出て居たが、原版が見られぬ爲参考に止めた。

§2. E 層及び F 層の年變化

先づ測定された結果を圖に現はす。第 1 圖は送つた電波の周波數に注意し、それが反射された高さを縦軸に、測定した日

第 1 圖

Fig. 1. (Frequency = 周波數, 高度 = 高さ)

* H. Hagihara and Y. Honma: A Statistical Investigation of K. H. Layer and its Relation to the Annual Variation of the Terrestrial Magnetism.

を横軸に取り圖示したものである。電波が歸つて來ず、反響がない場合は符號に柄を付けて最下端に並べた。この圖により E 層 F₁ 層 F₂ 層の様子が大體明かに知られる。

第 1 圖より、その用ゐた周波數から反射された高さに於けるイオン濃度がわかる。それはイオン層の反射する場所の

(帶電粒子の數)/cm³ N

帶電粒子の電荷 (E.S.U.) e

帶電粒子の質量 (gr.) m

とすれば、その層に殆んど垂直に入射し*、其處で反射される電波の周波數 f は次の關係に在る。

$$N = \frac{\pi m}{e^2} f^2 \dots\dots\dots (1)$$

N を電荷密度と云ふ、 e 及び m を夫々、電子の電荷及び質量と置いたものを實效電子濃度と云ふ。⁽¹⁾

(1) より

$$N \propto f^2$$

第 2 圖は、上述のイオン濃度の高さによる變化を、夫々特徴ある三期間、即ち、

I. 11, 12, 1, 2 月 (冬期)

II. 9, 10, 3, 4 月

III. 5, 6, 7, 8 月 (夏期)

に分けて圖示した。

第 3 圖 (高さと Ion density との關係)

第 2 圖と同じ原理で、毎月のイオン密度が高さと如何なる關係に在るかを一目瞭然たらしめるために線の濃淡でイオン密度の大體を示したものである。この圖によりイオン層の高さ及びイオン密度の年變化が相當はつきり見られる。

次に以上の圖により明かなる諸性質を今迄のいろいろの文献と比較してみる。

(1) E 層 (1) Zenneck⁽²⁾によれば夏は E₁, E₂ の二層に分れ、夫々 100 km, 120 km 邊に殆ん

* この場合、發信所、受信所、の距離は 13 km で、此の條件は満足される。

と同じ強さのイオン層を作り, 冬は只一層になるが, 此處でも幾分其の様子が見られる. 第 1 圖より見るに夏期 (5, 6, 7, 8, 9 月) は 100 km に 2000 ke 及び 6000 ke を反射する強い層があり, 110 km では等は一寸落ちるが, 4000 ke の反射が始まり, 120 km では 4000 ke が最優勢になり更に 6500 ke の反射が起る. 冬期 (10-4 月) は大分ぼやけて, イオン密度の極大は 110 km に起る.

(II) **イオン濃度の極大の高さ** 夏期は E_1, E_2 層が殆んど同じ密度であるので單一層の極大としては兩者の平均 110 km 位であり, 冬期は 110~120 km に極大の所がある. これは第 1, 第 2, 第 3 圖より知れる. 此の現象は E. V. Appleton の單一層構成の理論⁽³⁾で説明出来る. 即ち

h_0 ……春, 秋分に赤道上に正午につくられるイオンが極大である高さ.

h ……求めるイオン層の極大の高さ.

$$z = \frac{h-h_0}{H} \quad H = \frac{kT}{mg} \quad \text{とする.}$$

但し k は Boltzmann の常數, m は平均分子質量 (此處では 23 とする⁽⁴⁾), T は絶對溫度 (350° とする⁽⁵⁾)

今 x を入射角度とし, q をイオンの出来る度合, q_0 を $x=0$ の時 h_0 でのイオンの出来具合とすれば

$$q = q_0 e^{1-z-e^{-z} \sec x} \dots\dots\dots (2)$$

これにより, q の極大値は

$$z = -\log \cos x \dots\dots\dots (3)$$

の處に起る.

今東京で

$$\left. \begin{array}{l} \text{夏 } x = 23^\circ \\ \text{冬 } x = 67^\circ \end{array} \right\}$$

として計算し

$$h_{\text{winter}} - h_{\text{summer}} = 8 \text{ km.}$$

となり大體一致する.

(III) **イオン密度** 第 2 圖より得られるが實效電子密度は

$$\text{夏の正午: } 5.0 \times 10^5$$

$$\text{冬の正午: } 2.5 \times 10^5$$

となる. 但しこれは周波數を連續的に變へて測つたものではないから幾分正確を缺く. E. V. Appleton 及び R. Naithmith によれば,⁽⁶⁾ 夏の正午: 3.2×10^5

$$\text{冬の正午: } 2.5 \times 10^5$$

であり, 第 1 圖等から出したものは, 夏が大分大きく, 而も

$$N_{\text{max}} \propto \sqrt{\cos x}^{(7)}$$

からも、大きく變つて居る。

イオン密度が夏、鋭い山を作り、冬、平らになるのも定性的には式 (2) と一致する。

(VI) 無反響に就いて 無反響は第 1 圖に示した如くに、夏期に多く、特に 2000 kc, 4000 kc 等の周波数の低いものに多く、6000, 7000 などとは反射されて居る。故にこれは透過したとは考へられず、寧ろ Zenneck⁽⁸⁾の云ふイオンの雲によると思はれる。即ち夏期には E 層はイオンの雲をなして居て、この雲が水平運動をすると假定する。或る場合には 1000 m/sec に及ぶ速度がある事があるのであるが、⁽⁹⁾この水平運動の爲に、E 層の濃さは刻々變化して居る。或は別に、異常なイオン化の原因である粒子性放射が時々刻々變化して、濃淡を生じ左圖の如き場合は送つた電波は歸らない。冬期にはイオン雲をなさず、又 F 層もなく夏期の E 層のみの現象であるとの説⁽¹⁰⁾に、冬期反響なく且夏も低周波に多い事が一致する。これから反省すると先程出した大き過ぎる夏の實効電子密度

$$5.0 \times 10^5$$

は、光線によるイオン化に中性粒子によるイオン化を加へたイオン雲の値であり、其の爲に

$$N_{\max} = \sqrt[4]{\cos x}$$

よりずれて大きくなつたのではないかと思れる。

(ii) F₂ 層

(1) 高さ

夏 期 310-360 浬

冬 期 240-290 浬

位の間に散つて居る。これは前田氏の結果⁽¹¹⁾とよく一致して居る。

(2) イオン密度 用ゐた周波数が、殆ど 6500 kc まで、透過しないのでよくは解らないが、夏は 6500 kc が幾分無反響で

$$N_{\max} = 5.5 \times 10^5$$

位と推定出来る。冬期、春秋は反射して居て極大値が解らない。只三月では 9000 kc が用ゐてあるが、一つ透過して居て

$$N_{\max} = 1.0 \times 10^6$$

位になり、他の時期は

$$N_{\max} > 6.0 \times 10^5$$

位しか云へない。Harang が Tromsö で行つた結果によれば⁽¹²⁾夏は 5.8×10^5 となり、10 月には極大で 7.4×10^5 である。Washington⁽¹³⁾では

$$\text{夏の平均 } 5.9 \times 10^5$$

冬の平均 1.6×10^6

となり、夏は一致し、冬も大體豫想通りである。要するに F_2 層は夏高く冬低く夏イオン密度が小で、他の時期に大であると云ふ大體に於て E 層と反對の傾向がある。

(ii) F_1 層 4 月—9 月の間に 210~230 杁の所に獨立した層を生じこれが F_1 層であらう。第 1 圖に知れる様に 3 月初旬以前 9 月中旬以後は F_2 層に合併して居る。イオン密度は夏期が大であらうと思れる。

§3. 地磁氣の年變化に就いて

日本の Ursigram から地磁氣の特性を圖示した。4a 圖は K. H. 層測定日 (毎土曜日) の地磁氣の状態で calm の日が何パーセントかを各月毎に平均して示した。4b 圖は同じ日の地磁氣の特性

第 4 圖

第 5 圖

を各月毎に平均したものである。5a 圖は 4a と同じ事を毎日に付いて行つたものである。5b 圖は全部の日の特性の月毎の平均である。4 圖と 5 圖とは大體一致した傾向を持つが、一般の地磁氣の年變化として言れる、分點月に特性が大であると云ふ傾向がはつきりしない。圖から考へて見るに六月を除けば夏期に安定度がよく、寧ろ冬期が不安定になる。

Appleton によれば⁽¹⁴⁾地磁氣の變化には E 層が關係し、磁氣嵐には F_2 層も關係して居る。磁

氣の日變化は、かゝる年變化の如き統計からは云々出来ないで、日々の細い變化に着目せねばならぬ。磁氣嵐の方は年變化に對する補整もあるが、これには E 層のみならず、F₂ 層の詳細な知識を要する。

データの中から、測定日（毎土曜日）、その前日、或は翌日に嵐のあつたものをえらび、その日の K. H. 層の測定結果の異常を調べたけれど、その様な日は 10 日程しかなく、その中異常は 1935 年 6 月 7 日只一日であつた。

結局、地磁氣との關係に關しては何等きはだつた結論を下す事は出来なかつた。

終りに臨んで、此の問題に關し、終始御指導をたまはつた藤原教授、小平助教授、及び地磁氣に關して特別な御注意をたまはつた畠山博士に厚く御禮を申し上る。

文 獻

- (1), (2), (4), (8), (10) J. Zenneck: Physik der hohen Stmosphäre (Ergebnisse der Kosmischen Physik Bd. III, 1938).
- (3), (7), (14) E. V. Appleton: Proc. Roy. Soc. A. 162 (1637) 451
- (5) J. Fuchs: Eine Radio Methode zur Bestimmung der Absoluttemperatur der Ionosphäre. Meteorolog. z. (1936)
- (6) E. V. Appleton & R. Naismith: Proc. Roy. Soc. A. 150 (1935) 685.
- (9) W. Dieminger, G. Goubsu u. J. Zenneck: Die störung der Ionosphäre. Hochfrequenztech. u. Elektroak. 44 (1934) 2-17.
- (11) 前田憲一: 電氣試験所報告. 426.
- (12) L. Harang: Änderungen der Ionisierung der höchsten Atmosphäreschichten während der Nordlichtern u. erdmagnetischen Störungen. Gerland Beiträge zur Geophy. 46 (1936) 438-454.
- (13) T. R. Gilliland, S. S. Kirby, N. Smith & S. E. Reymer. Terr. magnetism and atmospheric electricity 41 (1936) 379-388

砂 粒 の 運 動 と 風 速

山 下 一 郎*

1. 實驗方法 砂丘、風漣又は風塵、或ひは雪の吹溜り等を研究する場合に先づ個々の粉體の運動と風速との關係を知る必要がある。こゝでは砂粒を用ひ之を風洞實驗により調べたものである。風洞は東大理學部物理學教室の開放式風洞を用ひた。この風洞の實驗に用ひられる所の部分は直徑約 30 糎の圓形部分で長さは約 50 糎である。砂は多摩川の河砂で、之を篩で 7 區分した。その各々の砂粒の平均の直徑及び質量は次の如くである。

* I. Yamasita: Die Bewegung des Sandkorns durch den Wind.