地磁氣の觀測より地殼の電氣的及び磁氣的性質を 推測し得る事に就いて*

寺田 一彦

1. 緒 言

地表で觀測される地磁氣の模様を解析する事に依つて、その原因が地球内部にあるか否かを區別する事が出来るが、地球外部に重なる原因を持つ處の日變化等に於ては、その地球内に原因する部分は、地殼内の感應電流に依るものであるとして説明し得る事が分つた。之には Lamb, Schuster, Chapman 等の貢獻が大きい、彼等は簡單の爲めに地殼を一樣なものとして計算をしてゐる。

然し實際には地球表面には海も陸もあり、甚だ複雑であるのでかかる單純な取扱ひではいけないのは當然である。けれども内陸又は海洋の中央では、その磁力には内陸又は海洋だけの影響が主にきいてゐると見て大して差支へがないので、海岸からかなり離れた地點に於ける觀測を基とすれば、陸と海との一緒の影響は考へなくても先づよろしい。

他方地震學の發達に伴つて地殼は決して一樣なものでなく、多くの同心球から成つてゐると見る方がよい事が分つてゐる。そこで筆者は、地殼を數個の同心球から成り、各球殼は性質が一樣であるとして Chapman 等の取扱を押し擴めて數學的取扱ひを行つて見た。未だ實際の材料を使つて數値計算に移るには到つてゐないが、電氣傳導度、誘磁率、球殼の厚さ等が別別に推定し得る事が分つた。

2. 同心球殼内への電磁感應

今地球は m 個の同心導體の球殼から成り、その外側は絶縁體であるとする。各球殼は $\xi_1 a$ (a は地球の半徑) の處で境されてゐるとする。(第 1 圖)

地球外に原因を持つ磁氣ポテンシャルを地球上で觀測したもの

$$\Omega_n = E_n \frac{r^n}{a^{n-1}} P_n^v(\cos \theta) e^{i t} \phi_c e^{i a t} \dots \dots (1)$$

とし、之が地球内部に感應電流を生じ、その爲めに生ずる二次的の磁氣ポテンシャルは

第 1 圖

$$\Omega_{-n-1} = I_{n,v} \frac{a^{n+2}}{r^{n+1}} P_n^v(\cos \theta) e^{i t} \phi_c e^{i a t} \dots \dots (2)$$

であるとする。

地殼内では磁氣ポテンシャルは

$$U = U_n + U_{-n-1} \\ = (A r^n R_n + B r^{-n-1} R_{-n-1}) P_n^v(\cos \theta) e^{i t} \phi_c e^{i a t} \dots \dots (3)$$

となる。茲に $R_m(m=n, -n-1)$ は

$$\frac{d^2 R_m}{dr^2} + \frac{2(m+1)}{r} \frac{dR_m}{dr} - k^2 R_m = 0 \dots \dots (4)$$

を満足する r だけの函數である。此式中の k は

$$k^2 = \frac{i 4 \pi \kappa \mu \alpha}{c^2} \equiv 2 i \beta^2, \quad \beta = \frac{\sqrt{2 \pi \kappa \mu \alpha}}{c} \dots \dots (5)$$

で定義されるものである。 κ : 電氣傳導度, μ : 誘磁率。

茲で境界条件を使ふと

$$\left(\frac{R_{-n-1}}{R_n} \right)^{(i)} \frac{B_i}{A_i} \\ = \frac{C + D \frac{1}{\xi_{i+1}^{2n+1}} \left(\frac{R_{-n-1}}{R_n} \right)^{i+1} \frac{B_{i+1}}{A_{i+1}}}{E + F \frac{1}{\xi_{i+1}^{2n+1}} \left(\frac{R_{-n-1}}{R_n} \right)^{i+1} \frac{B_{i+1}}{A_{i+1}}} \dots (6) \\ (i=0, 1, \dots m)$$

となる。但し

* K. Terada: On the Possibility of Estimating some Physical Constants of the Earth Crust by the Magnetic Observations on the Surface of it.

$$\left. \begin{aligned} C &= (2n+1) \left\{ \mu_{i+1} \left(\frac{R_{n-1}}{R_n} \right)^{(i)} - \mu_i \left(\frac{R_{n-1}}{R_n} \right)^{(i+1)} \right\} \\ &\quad + n(\mu_i - \mu_{i+1}) \\ D &= (2n+1) \left\{ \mu_{i+1} \left(\frac{R_{n-1}}{R_n} \right)^{(i)} + \mu_i \left(\frac{R_{n-2}}{R_{n-1}} \right)^{(i+1)} \right\} \\ &\quad - \{ n\mu_{i+1} + (n+1)\mu_i \} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

で E, F は夫々 D 及 C の n を $-n-1$ と置き全体の符號をかへれば得られる。

(6) 式を各境に就き順次に當てはめて行くと最後に地表に於ける値の比 $\frac{I_0}{E_0}$ が、 κ, μ_i 及び ξ_i の函數として出る。然し此の函數形は一般に非常に複雑であるから、今週期的變化のみに着目し、且し週期の極めて短いものと長いものとに制限して見る事とする。

3. 短週期の磁氣變化

短週期の場合には kr の實數部分が大きくなるから (6) 式の代りに

$$\left(\frac{R_{n-1}}{R_n} \right)^{(i)} \frac{B_i}{A_i} = \xi_{i+1} \frac{T^i - T^{i+1} + (T^i + T^{i+1}) \frac{1}{\xi_{i+1}^{2n+1}} \left(\frac{R_{n-1}}{R_n} \right)^{i+1} \frac{B_{i+1}}{A_{i+1}}}{T^i + T^{i+1} + (T^i - T^{i+1}) \frac{1}{\xi_{i+1}^{2n+1}} \left(\frac{R_{n-1}}{R_n} \right)^{i+1} \frac{B_{i+1}}{A_{i+1}}} \quad (8)$$

の式を用ひればよい事になる。但し

$$T = \frac{\beta r}{\mu} \left\{ 1 + \frac{n(n+1)}{4(\beta r)^2} + i \left(1 - \frac{n(n+1)}{4(\beta r)^2} \right) \right\} \quad (9)$$

であるが、 βr が可成り大きいと

$$T = \frac{\beta r}{\mu} (1+i) = \frac{\sqrt{2\pi\alpha}}{c} \sqrt{\frac{\kappa}{\mu}} r (1+i) \quad (10)$$

となるから此場合は $\frac{I_0}{E_0}$ は $\frac{\kappa}{\mu}$ とともに函數となる。従つて極く短い週期的變化（實際の場合に應用すると大體半日變化以内）からは κ/μ が地表近くの層の處で分る事になる。然し (9) 式を用ひなければならない様な場合ならば κ, μ, ξ を別々の値が分る點である。

4. 長週期の磁氣變化

此の場合には $|kr|$ は小さくなり (7) の代りに

$$\left. \begin{aligned} C &= (n+1) \left\{ \frac{1}{\mu_i} - \frac{1}{\mu_{i+1}} \right\} + i \frac{2}{2n+3} (L^i - L^{i+1}) \\ D &= \frac{n+1}{\mu_i} + \frac{n}{\mu_{i+1}} + i 2 \left(\frac{L^i}{2n+3} + \frac{L^{i+1}}{2n-1} \right) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

を用ひればよい。又 E は D の i と $i+1$ とを代へたもの、 F は C の $2n+3$ を $2n-1$ としたものである。但し

$$L = \frac{(\beta r)^2}{\mu} = 2\pi \frac{\kappa}{c^2} \alpha r^2 \quad (12)$$

であるが、極めて長い週期を用ひて L が非常に小さい場合を考へると、 $\frac{I_0}{E_0}$ より μ と ξ とだけが分る事になり、 κ は分らない事になる。此の場合は電磁感應が地球の内部に及ぶ場合であるから、地球内部の深所では誘磁率は分つても導率は分らない事になる。

5. 結 論

上の議論は皆、地球表面で觀測する週期的磁氣變化の中地球外にその重なる原因を持つもののみを考へて、それが地球に感應電流を起すと云ふ事を假定してゐる。又海陸の影響をさける爲、以上の理論を應用するに當つては、海岸からはなれた内陸の中央又は海洋の中央での觀測に依るを要する。

週期が中程度のものでは計算が面倒になるので吟味するのはやめた。

此問題は現に筆者が實際の材料を用ひて計算してゐるから、その結果地球内部の電磁氣的狀態が多少推定される事と信ずる。

昭和十二年五月 於中央氣象臺

録 事

岩崎先生の逝去を悼む

本邦氣象界で、颱風戰の最前線に、位置を占めて居る石垣島測候所に、三十有五年の間、大空のギャング
デムンシャウ
颱風と睨みこして、昭和7年勇退された天文屋の御
シュマイ
主前、岩崎卓爾蝶仙先生は、60平方メートルの袋風莊で、5

月18日赫々たる幾多の業績を残して、眠るが如く黄泉の客となられた、享年69歳、誠に哀悼の極みである、今は亡き先生の事に就いて、筆を執り生前の業績を讃へ、弔詞に代へて冥福を祈りたい。

經歷 先生は明治2年10月17日仙臺市に生る、