

岩手縣に於ける地磁氣分布及び其の異常に就いて

湯 村 哲 男

§1. 緒 言

日本に於ける磁氣測量は前後數回行はれてゐるが、これ等は専ら一般の磁場を求める事を目的として觀測點の數も少く又局地的異常のない様な所を選定してゐる。局地的異常のある所の觀測も數個所行はれてゐるがそれ等は皆小範圍に限られたものであつて、或る地方全般に亘つて細密な測量をなし、その中に於ける異常を論じたものは極めて少數である。

今回の磁氣測量を岩手縣附近に選定した主なる理由は、本縣の地質が他地方に比して複雑であり且つ古來金屬を多量に含有してゐると云はれる當縣で測量を爲す事は實際的にも、亦理論的にも興味深い事であると信じた爲である。

實際的立場から見ると、一言にして云へば磁氣探險法により地下物質を探索するものである。即ち地上に於ける力場を測定する事によつて地下物質の配置を決定するものであるが、理論的にこれを一義的に定めるといふ事は不可能で他に何等かの假定を設けなければならない。この假定を定める爲に地質學の見解を用ひたり、他の地下探索法を用ひるのである。然し乍ら磁氣探索法は地下に於ける特殊な物質を発見し、又その大體の位置を決定する様な粗い目的には有効で、これに依つて大體の位置を知りその後は更に詳細な磁氣測定及び他の探索法、例へば人工地電流による法、人工地震を起してその地震波の觀測による方法等を用ひて地下物質の正確な位置を知るのである。

斯くの如く地上の力場を知つて是より理論的に地下物質の性質を知る事は磁氣學の見地から見て興味深い事であらう。

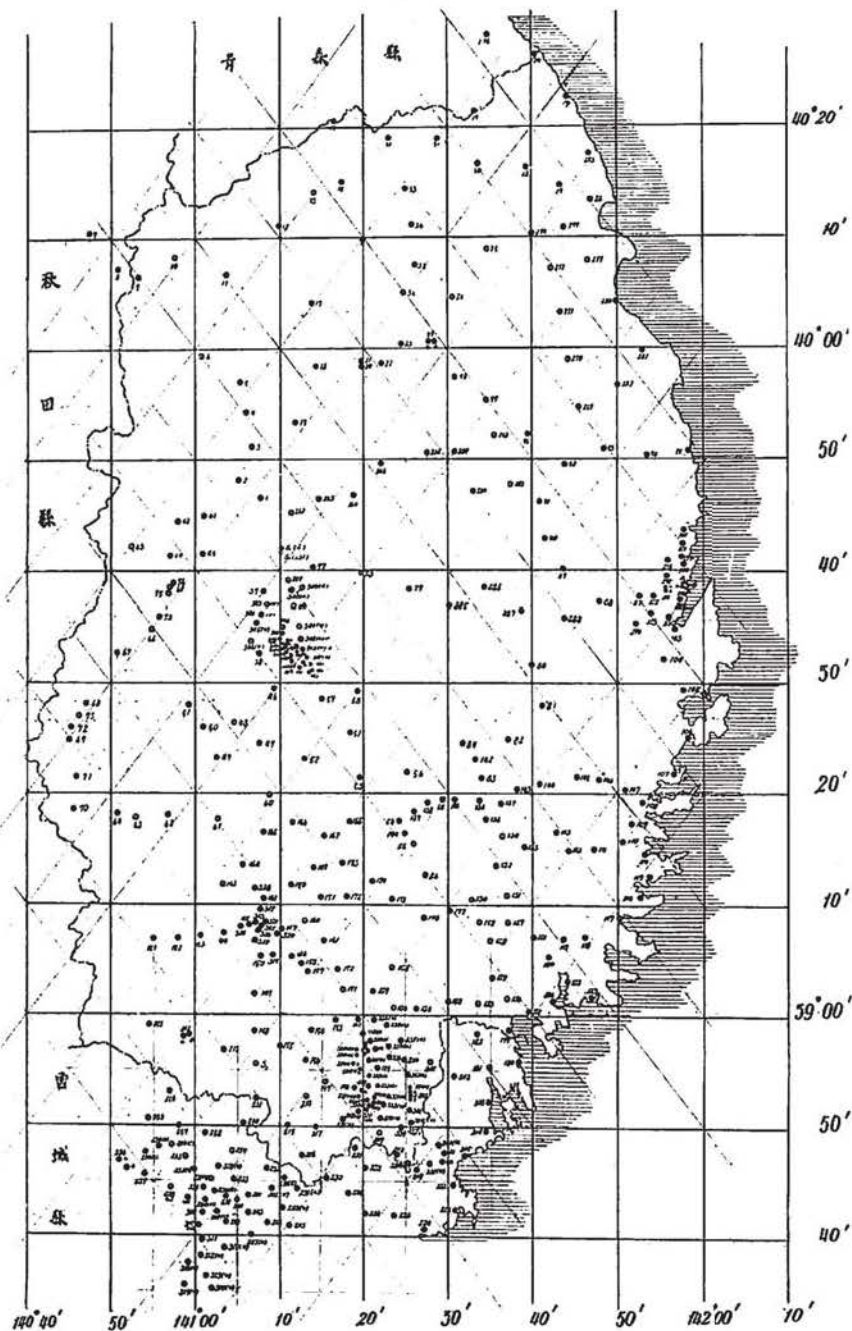
筆者は昭和十三年七月下旬より同年十一月中旬に亘つて、岩手縣及びその隣縣の一部分に於いて地球磁氣の鉛直、水平兩分力を觀測した。

元來磁氣測量は三要素に就いて觀測しなければ理論的には十分に考究する事は困難であるが人數の不足と期間の制限の爲に三要素全部を觀測する事が出来なかつた。

觀測者は筆者、記錄者1名他に1名、計3名で岩手全縣に亘り約400個所の點に就いて觀測した。觀測點の分布は第1圖にある様に北部では北上山脈の爲に觀測點を自由に選ぶ事が出来ず南部に比して非常に粗雑になつたが、中央部より南方は相當細密に觀測する事が出来た。殊に異常地附近では更に細かく觀測した。

岩手縣では北上山脈より流出する河川を利用して水力發電を行つてゐる所が多數ある爲これを避

第 1 圖 觀 測 點 分 布 圖



けるのに相當苦心した。

測點記入の地圖としては參謀本部の五萬分の一地圖を用ひた。

§ 2. 測定器械

測定に用ひた器械は Adolf Schmidt の鉛直及び水平分力用 Local variometer である。その構造は色々の著書⁽¹⁾に詳しく出て居るが、こゝに簡単に述べておかう。

鉛直分力用器械では器内の中央に菱形の磁針が双形の上に水平にあり、これを磁氣子午面に直角な面内で廻轉せしめる。この磁針の上面には反射鏡が取附けてあり、上部の顯微鏡内にある目盛と反射鏡に寫る目盛の像との差を望遠鏡で読み取るのである。この読みは顯微鏡の視野内ではその地點の鉛直分力に比例してゐる。又器内には磁針の温度を知る爲に寒暖計が取附けてある。

水平分力用の器械では磁針が鉛直方向にあり磁氣子午面内で廻轉し得る様になつてゐる。

器内の磁針の平衡を論ずる過程として先づ一般の場合について述べて見よう。

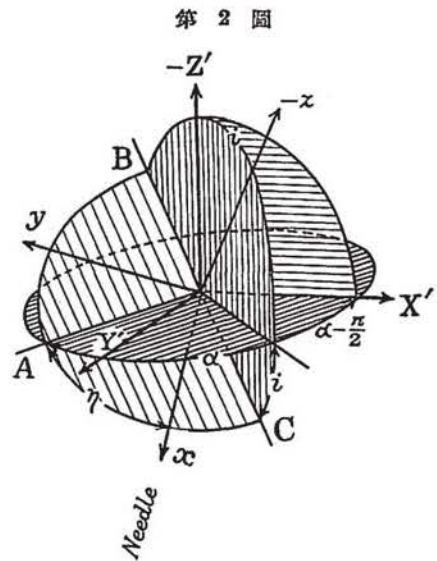
空間で自由に運動し得る磁針を想像して見よう。この想像上の磁針はその重力の中心で支持せられてゐるとする。

第二圖に於いて X', Y', Z' を地球磁力の天文學的北、東及び鉛直方向の分力とする。

今磁針の方向を x 軸にとり、これに垂直で磁針の重心を通る面内に y 軸をとる、 z 軸を地球磁力の方向を含む鉛直面内にとる。

然る時は x, y, z 方向の分力は次式にて與へられる。

$$\left. \begin{aligned} x &= \begin{cases} X'(\cos \alpha \cos \eta + \sin \alpha \sin \eta \cos i) \\ + Y'(\sin \alpha \cos \eta - \cos \alpha \sin \eta \cos i) \\ + Z'(\sin \eta \sin i) \end{cases} \\ y &= \begin{cases} X'(\cos \alpha \sin \eta - \sin \alpha \cos \eta \cos i) \\ + Y'(\sin \alpha \sin \eta + \cos \alpha \cos \eta \cos i) \\ + Z'(-\cos \eta \sin i) \end{cases} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$



(1) 例へば C. A. Heiland: Theory of Adolf Schmidt's Horizontal Field Balance.

磁針が平衡を保つ爲には

$$D_1 + D_2 = 0$$

即ち

$$\tan \eta = \frac{MH \sin \alpha \cos i + MZ \sin i + mga \sin i}{MH \cos \alpha - mgd \sin i} \dots \dots \dots (5)$$

(5) 式は一般の場合に成立する式である。

次に (5) 式を基本として鉛直分力及び水平分力用 Local variometer の磁針の平衡を考察し、且つそれ等の寸法値等を求めて見よう。

先づ、鉛直分力用器械では、磁針の廻轉軸の方向は磁氣子午線の方であるから磁針の廻轉する面は磁氣子午面に直角な面である。故に

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \text{ 或ひは } \alpha = \frac{3}{2}\pi.$$

而して磁針は鉛直面内に動くのであるから

$$i = \frac{\pi}{2}$$

故に

$$\tan \eta = \frac{MZ + mga}{-mgd}$$

吾々が此の器械を用ひる磁緯では地球磁力線は下の方に向いて居るから重心は支點より磁針の s-極に近く置かなければならない。且つ支點より下の方に置かねばならない。故に a, d の正の値をとれば

$$\tan \eta = \frac{MZ - mga}{mgd}$$

となる。

一方、目盛の讀みを s, 望遠鏡のレンズの焦點距離を f とすれば

$$\tan 2\eta = \frac{s - s_0}{f}$$

但し s₀ は η=0 となる時の目盛の讀みである。

η は普通小さいから

$$\tan \eta \div \frac{s - s_0}{2f}$$

故に

$$s - s_0 = 2f \frac{(MZ - mga)}{mgd}$$

今 Z の變化による目盛の變化を見ると

$$\Delta S = \frac{2fM}{mgd} \Delta Z$$

$$\therefore \frac{\Delta Z}{\Delta S} \equiv \varepsilon_z = \frac{mgd}{2fM}$$

この ε_z が鉛直分力用 Local variometer の寸法値である。

次に水平分力用器械に於いては磁針は鉛直にあり磁針の可動面は磁氣子午面内で且つ水平面に垂直であるから (5) 式に於いて η の代りに $\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)$ を用ひ α, i に夫々 $0, \frac{\pi}{2}$ を用ひる。

又この二つの成分 a, d はこの場合は逆になる。故に

$$\tan \varphi = \frac{MH \cos \alpha - mga \sin i}{MH \sin \alpha \cos i + MZ \sin i + mgd \sin i} \dots\dots\dots (6)$$

に於いて $\alpha = 0, i = \frac{\pi}{2}$ を代入すれば

$$\tan \varphi = \frac{MH - mga}{MZ + mgd} \dots\dots\dots (6')$$

吾々の磁緯では磁針の重心は磁針が鉛直分力によつて引かれる力を補ふ爲に廻轉軸の上方で且つ廻轉軸より磁北にあらねばならない。即ち a は正、 d は負である。 a, d を正の値にとれば

$$S - S_0 = \frac{2f(MH - mga)}{MZ - mgd} \dots\dots\dots (7)$$

H の變化による S の變化を ΔS とすれば

$$\Delta S = \frac{2fM}{MZ - mgd} \Delta H$$

$$\frac{\Delta H}{\Delta S} \equiv \varepsilon_H = \frac{MZ - mgd}{2fM} \dots\dots\dots (8)$$

ε_H が水平分力用器械の寸法値であるが、(8) 式を見ると判る様に ε_H の式の中に鉛直分力 Z が入つて来る。故に ε_H は鉛直分力が Z なる値の時の水平分力用 Local variometer の寸法値である。

以上の様にして求めた ε を用ひて二點の磁力の相異を知る事が出来る。即ち

$$F' = (S' - S)\varepsilon + F$$

但し鉛直分力の時は F は Z, ε は ε_z であり、水平分力の時は夫々 $H, (\varepsilon_H + \Delta\varepsilon_H)$ である。 $\Delta\varepsilon_H$ については §5 に於いて述べる事とする。

§3. 器械の諸常數

先づ寸法値を決定する方法を述べよう。

鉛直分力用器械の寸法値は補助磁石を用ひて決定するのである。

補助磁石を磁針の眞下に磁針に垂直に置くと、補助磁石が磁針に及ぼす力は次の式で與へられる。

$$F = \frac{2M}{r^3} \left[1 + \frac{1}{4r^2} (2d^2 - 3d_1^2) + \frac{8}{128r^4} (\varepsilon d^4 - 40d^2 d_1^2 + 15d_1^4) + \dots \right]$$

茲に

M は補助磁石の磁氣能率

r は補助磁石の中心から磁針の中心までの距離

d は補助磁石の極距離

d_1 は磁針の極距離

である。而して $r \gg d, d_1$ なる故に

$$F \div \frac{2M}{r^3} \dots \dots \dots (9)$$

色々の r についてそれに相當する目盛の讀みを取り、一方各々の r に相當する F を計算で出し、下式によつて寸法値を定める事が出来る。

$$\varepsilon(S_1 - S_2) = F_1 - F_2$$

$$\therefore \varepsilon = \frac{F_1 - F_2}{S_1 - S_2}$$

この様にして求めた寸法値は

$$\varepsilon_s = 38.2^\gamma$$

を得た。此の値を今回の觀測に就いて用ひる事にした。

次に水平分力用器械の寸法値決定であるが、この場合にも補助磁石を磁針の下に水平におき色々の r について讀み取りを行へば上と同様な方法で決定出来るのであるが（只この場合には $F \div \frac{M}{r^3}$ となる）、今回の寸法値決定には別の方法を用ひた。

即ち (6) 式に於いて $i = \frac{\pi}{2}$ とおけば、寸法値の式を求める時と同様にして

$$S_a - S_0 = 2f \left[\frac{MH \cos \alpha - mga}{MZ - mgd} \right] \dots \dots \dots (10)$$

を得る。(10) 式から (7) 式を引けば

$$S_a - S = \frac{2fMH}{MZ - mgd} (\cos \alpha - 1)$$

而して $\varepsilon_H = \frac{MZ - mgd}{2fM}$ であるから

$$S_a - S = \frac{H}{\varepsilon_H} (\cos \alpha - 1) \dots \dots \dots (11)$$

(11) 式を用ひて ε_H を求めるのである。 α は磁石の廻轉軸と磁氣子午面とのなす角の餘角である。 S_0 は器械が α だけ偏つてゐる時の目盛の読みである。故に (11) 式より H/ε_H なる値が得られる。これから H が判れば ε_H は出るのであるからこの方法は水平分力の未知の點又は異常地點では不適當である。又觀測中 H が變化しては面白くないから H の日變化の極大の頃 13^h~15^h 頃に觀測した。此の様にして得た寸法値は

$$\varepsilon_H = 19.2^\circ \quad (Z = 38060^\circ \text{ なる時})$$

で今回の觀測にはこの値を用ひた。

次に磁針の磁氣能率は溫度によつて變る爲に磁力が同じでも目盛の上に於ける反射像の位置は溫度によつて異つて來る。之は實測する設備がないから檢定證にある値を用ひた。即ち溫度 1 度の上昇に對する目盛の減少は鉛直分力用では 0.13, 水平分力用では 0.29 である。

§ 4. 觀測方法

Local variometer の觀測は或る基準點に對する他の地點の相對的値を出すのが目的である。故に觀測に出かける前に基準點で觀測し、何箇所かの觀測を終つた後再び基準點に歸つて觀測するのである。

今回の岩手縣に於ける觀測では、毎日基準點に歸る事が出来なかつた爲に、3 日或は 4 日毎に基準點に歸つて觀測した。基準點としては岩手縣全體に 3ヶ所置いた。即ち第一の基準點を盛岡支臺の東方 200 米許りの畑中に置き、第二の基準點は宮古測候所臨時地磁氣絕對觀測室内の一隅に選び、第三の基準點として一ノ關高等女學校の西北約 500 米の畑路上に置いた。

第一、第三の基準點は異常地域外にあつたが、第二の基準點は異常地域内にあり、丁度異常の中心に位置してゐた。

各觀測點に於ける觀測は先づ三脚の上にコンパスを置き磁氣子午面の方向を決定し、この上に器械を置くのであるが鉛直分力用器械は磁氣子午面から東の方向に $\pi/2$ だけ廻轉してその上に器械を置き、水平分力用器械ではそのまま器械を置くのである。水準調整前に一度望遠鏡を見て止め金を弛め目盛が視野外に出るかどうかを確かめ、若し視野外に出る時には補助磁石を用ひて反射像が視野内に入る様にする。この操作を行つた後水準調整を爲すのである。

読み取りは鉛直分力測定では 2 セット行ひ、1 セットに於いて最初磁針の N -極を西に、次に東に向け各々に就いて 3 回宛読み取つた。

水平分力測定では 3 回の読み取りを爲した。

補助磁石は觀測全部に用ひ殆んど全部の觀測點で No.3096 (磁氣能率は $161 \text{ } \Gamma^\circ/\text{C}$) を磁針の中心から 25 cm の距離に N -極を上に向け (鉛直分力測定の時)、又南に向け (水平分力測定の時) て

觀測した。中には異常の甚しい所もあつて No. 2096 (磁氣能率は $965.5 \Gamma(0^\circ\text{C})$) を用ひた所もあつた。北部の一部では No.2096 を $r=34 \text{ cm}$ として用ひた。

この他唯一ヶ所日詰附近の異常地帯で、No. 2096 を $r=30 \text{ cm}$ で用ひた所もある。

§ 5. 觀測値の修正

上述の様にして得られた觀測値は、各觀測點毎に異つた状態の下で得られたものであるから多くの觀測點の値を比較する爲には、これ等の觀測値を同じ状態のものに引き直す必要がある。その爲に色々の修正を加へなければならない。

觀測値が左右される状態の主なものは

- 1 温度
2. 地磁氣日變化
3. 補助磁石

であつて、この三つに對する修正は鉛直、水平兩分力共に必要である。

水平分力では上記三つの補正の外に鉛直分力による補正を加へなければならない。

次にこれ等の補正について略記する。

(i) 温度補正

磁針の磁氣能率は温度上昇によつて減少する。故に磁力が同じでも温度が異れば読み取りが異つて来る。温度1度の上昇に就いての読み取りの減少を p とすれば標準温度 t_0 の時の読み取りは

$$s_0 = s + p(t_0 - t)$$

で與へられる。但し s は温度 t の時の読み取りである。

(ii) 地磁氣日變化の補正

温度補正を行つて標準温度に於ける読み取りに寸法値を掛けたものは未だ地磁氣日變化の影響を含んで居る爲に、これを日變化のない状態に於ける一定の日の一定の時刻に於ける値に引き直さなければならない。然し結局は日變化のない状態に於ける各觀測點と基準點との相異を知ればよいのであるから觀測全部を一定の日の一定の時刻に引き直さなくても、任意の連續した基準點の觀測の間にある觀測値のみについて各々日變化の補正を行へばよい事になる。そして最後に基準點に於ける一定の日の一定の時刻の絶對値を加へれば、此れに相當する日及び時刻に於ける各觀測點の絶對値が得られるわけである。

日變化は柿岡と岩手縣では餘り變らないから同一なものとして見做して、柿岡に於ける日變化の記録を用ひて補正した。

今基準點に於ける觀測出發前の t_s なる時刻に於ける値を f_s , ある觀測點 p の t_p (ある觀測點 p に於ける觀測時刻) なる時刻に於ける基準點の値を f_p' とすれば $(f_s - f_p')$ は p なる觀測點の觀測値に施さるべき日變化の補正である。

器械が全く正しく其の他の誤差もないとすれば, 上述の補正でよいわけであるが, 實際には種々の影響を受ける爲に觀測前後に於ける基準點の觀測値は上述の補正を加へても尙異つて來るのである。即ち t_s, t_s' なる時刻の基準點の觀測値を夫々 F_s, F_s' とすれば

$$\{F_s' + (f_s - f_p')\} - F_s = d$$

となる。測定器が全く正しく誤差が入らないならば $d=0$ になるべきである。この d は色々の條件の下に入つて來るものであるから各觀測點について完全に取り除く事は不可能である。故に基準點に於ける二つの觀測の間にある各觀測點の觀測値に d をふり當て、觀測前後に於ける基準點の値を等しくなる様にした。

(iii) 補助磁石の補正

ある觀測點の磁力の大きさが大きすぎたり小さすぎたりして目盛が視野外に出る時に補助磁石を用ひて目盛を視野内に持ち來るのである。故に實際觀測した読み取りはその點の磁力に比例して居ない。

補助磁石も亦溫度に依り能率が變るから、先づ補助磁石の磁氣能率を任意の溫度に於ける能率に引き直すのである。

$$M_{t_0} = M_t \{1 + \alpha(t - t_0)\} \dots\dots\dots (12)$$

茲に

t は任意の溫度

t_0 はある定つた溫度

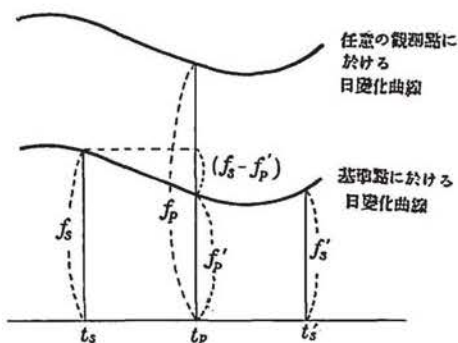
α は磁氣能率の溫度係數

である。

M_{t_0} は t_0 なる標準溫度に於ける磁氣能率で、今度の觀測の前後に數回觀測した結果 0°C に於ける M_{t_0} は No. 3096 の補助磁石では 161Γ , No. 2096 では 965.5Γ を得た。

α は磁氣能率の溫度係數で $\frac{1}{M_0} \cdot \frac{dM}{dt}$ である。今度の觀測では兩磁石共に $\alpha \div 0.04$ なる値を用ひた。

第 4 圖



(12) 式を變形すれば

$$M_t = M_{t_0} \{1 - \alpha(t - t_0)\}$$

であるから、この M_t を用ひて補正を行ふのである。

鉛直分力では §3 の (9) 式を用ひて補助磁石が磁針に及ぼす力を求める事が出来る。

水平分力では

$$F \div \frac{M}{r^3}$$

で求められる。

磁石の N -極を上に向けた時又は北に向けた時には、磁石が磁針に及ぼす力は負、即ち目盛の読みが實際よりも小さく、 N -極を下に向けた時又は南に向けた時には力は正即ち目盛の読みは實際より大きく読まれるわけである。故に補正值は夫々正、負にしなければならない。

(iv) 水平分力測定値に於ける鉛直分力の影響

§2 で少し述べた様に水平分力測定器の寸法値の式 (8) の中には鉛直分力 Z が入つて來てゐる。故に水平分力が同一でも Z が變つて居れば目盛の読みが異つて來る。即ち寸法値が Z によつて變るのであるから (8) 式より

$$\Delta \varepsilon_H = \frac{\Delta Z}{2f}$$

となる。而して水平分力用器械では $2f = 1333$ であるから

$$\Delta \varepsilon_H = \frac{\Delta Z}{1333}$$

次に第5圖を見れば判る様に Z の増加は $|\varphi|$ を減少させる様に働く。故に目盛の読みが 20 ($\varphi = 0$ なる時の目盛の読み)

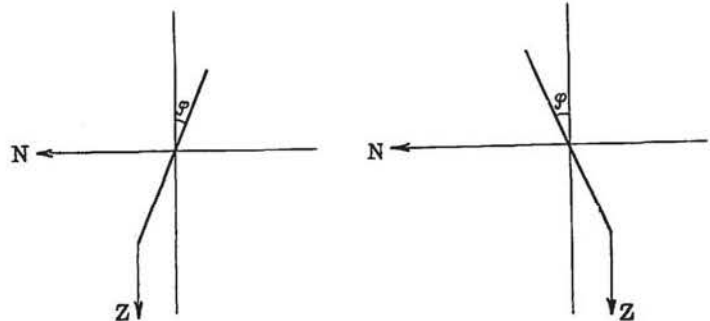
第 5 圖

より大きい時には Z の増加は目盛を少くし、20 より小さい時には読みを大きくする様に作用する。故にこの補正は夫々正、負の符號をもつ値で行はねばならない。

故に鉛直分力が $Z + \Delta Z$ な

る地點に於ける水平分力用器械の読み取りを s , Z なる値の下に定めた寸法値を ε_H とすれば

$$H = (s - 20) \varepsilon_H'$$



$$\begin{aligned}
 &= (s-20)(\varepsilon_H + \Delta\varepsilon_H) \\
 &= (s-20)\left(\varepsilon_H + \frac{\Delta Z}{1333}\right)
 \end{aligned}$$

で與へられる。

以上で觀測値に與へるべき補正は終つたのであるが、この様にして得られた値がどの程度に正しいものであるかといふ事は一つの問題である。

基準點では何回も重複して觀測してゐるから、これに依つて1回の觀測の確率誤差を算出する事が出来る。

d を基準點に於ける前後二回の觀測の補正された値の間の差とすると、最小自乗法の理論によつて、 n 個の斯様な觀測値の差から1回の觀測の確率誤差を求める式は

$$p = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{[dd]}{2n}}$$

である。この式を用ひて計算した結果、鉛直分力では

$$p = \pm 25.2^\gamma$$

水平分力では

$$p = \pm 15.8^\gamma$$

を得た。

§ 6. 局地的異常の概念

觀測結果を述べる前に局地的異常は如何なる原因によるかに就いて概略述べて見よう。

元來地球磁氣の局地的擾亂——正規な値に對する地方的異常——の原因物質は地殻の深い所にある事は殆んどなく表面にあるか又は表面近くにある。然らばこの擾亂は何に原因するかを考へて見るにその可能な説明として次の事が考へられる。

- (1) 外部の地殻物質に於ける地球磁氣の誘導作用
- (2) 地中内部に於ける複雑な岩石の固有磁氣
- (3) 局地的地電流による電磁作用
- (1) 地球磁場の誘導の結果として地中の物質に磁氣が誘發せられる。その強さは
 - (a) 該物質の透磁率とこれを囲む周囲の物質の透磁率との關係
 - (b) 該物質の形
 - (c) 地球磁場の大いさと方向

に依つて決定される。

地下の物質が周囲の物質よりも、より大きな透磁率を持つて居る場合には磁力線はその物質に

吸収される様な形になる。それはその物質に磁力線が入る方の側に負極を生じ、出る方の側に正の極を生じた様な磁力線の配置となる。(第6圖(a)参照)

逆に地下物質が周囲の物質より小さい透磁率を持つて居る場合には該物質を貫く磁力線の密度は小さくなる。即ち磁力線は、此の物質に依つて反撥された様な形になる。此れはその物質に於いて磁力線の入る側に正極、出る方の側に負極を生じる様な作用である。(第6圖(b)参照)

(2) 大きな透磁率を持つて居る岩石、例へば多量の Magnetite を含有する鑛床の様な岩石は永久的に固有磁氣を有する事がある。此の永久的磁氣を有する様になる起源に對する尤もらしい説明として次の現象を考へる事が出来る。即ち流動性物質が地球磁場内でその感應作用を受け乍ら冷却され

るならばその物質はその時代の地球磁場の方向と同一な磁化方向を持つて永久的となる。所がその物質の磁化方向が現在の地球磁場の方向と異つてゐるといふ事が考へられる。それは先づ第一に地質上の變形、物質の變位、回轉に依り、第二に地球磁場はその方向、大いさに於いて時と共に變化するといふ二つの現象に依るものと考へられる。

(3) 極く局地的なものとして落雷等による強烈な電流に依つて磁化される場合がある。この際は特に強い永久磁氣として残る場合もあるが、一般に極く稀で殆んどないと云つてよい位のものである。

又近來電車の發達に伴つてその附近が電磁作用によつて磁化して居る場合がある。

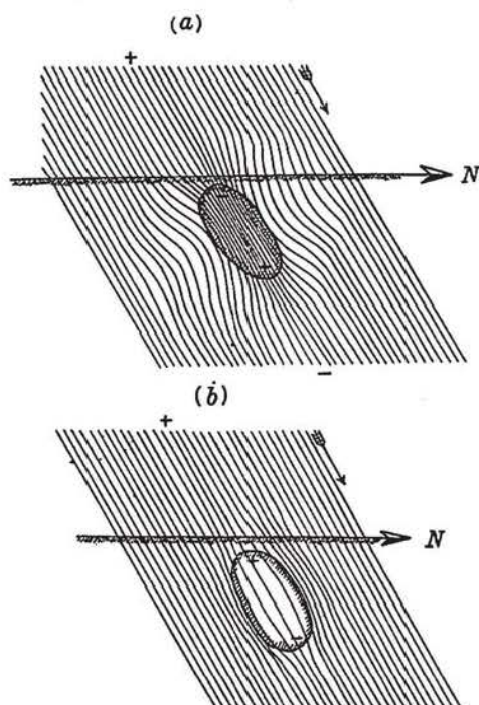
然しこれは永久的なものとは思はれない。

以上三つの局地的異常の原因の中、普遍的なものは(1)、(2)の場合で(3)の場合は殆んどなく、あつても極めて少數である。

§7. 觀測結果

岩手縣に於ける三つの基準點盛岡、宮古、一ノ關に於ける磁力の値と柿岡に於ける磁力の相異は §5 で述べた方法によつて求められる。柿岡に於ける觀測は柿岡出發の前日 7 月 23 日に觀測し、

第 6 圖



又 9 月 8 日, 9 月 10 日及び 11 月 22 日の觀測完了歸柿後に觀測したのみである。これ等の觀測値と岩手縣の三つの基準點の觀測値とを比較し, これを 1938.0 年の値に引き直した結果各基準點の磁力の値は次の様になつた。

第 1 表		
基準點	鉛直分力 (1938.0)	水平分力 (1938.0)
柿 岡	3:850 ^γ	29750 ^γ
盛 岡	38060	28647
宮 古	37374	28251
一ノ關	37335	28858

各觀測點の觀測値, 正規磁力, 異常値を第 2 表に列擧した。

正規磁力は觀測點の緯度, 經度に依つて計算して求めたものである。

最近の全國磁氣測量は 1932 年から 1933 年に水路部によつて行はれたものがある。その報告によると 1933.0 年に於ける伏角と水平分力は次の式で與へられる。

$$\theta_{1933.0} = 34^{\circ}04'.9 + 88.61\Delta\varphi - 3.08\Delta\lambda - 0.768\Delta\varphi^2 - 0.2356\Delta\varphi\cdot\Delta\lambda + 0.1330\Delta\lambda^2$$

$$H_{1933.0} = 32147^{\gamma} - 173.770\Delta\varphi - 190.774\Delta\lambda - 6.7755\Delta\varphi^2 + 7.7921\Delta\varphi\cdot\Delta\lambda - 1.7656\Delta\lambda^2$$

茲に φ, λ は夫々緯度, 經度にして

$$\Delta\varphi = \varphi - 25^{\circ} \quad \Delta\lambda = \lambda - 145^{\circ}$$

で共に度で表はしたものである。

此の式を用ひて各觀測點の緯度, 經度に相當する伏角, 水平分力を求め, この二つの値から 1933.0 年に於ける鉛直分力の値を出したのである。この正規磁力と各分力との差が異常値である。

各觀測點に夫々の觀測値を記入して等磁力線を畫いたのが第 7 圖及び第 8 圖である。

又觀測點に異常値を記入して等異常磁力線を畫いたものが第 9 圖, 第 10 圖である。

鉛直分力の等異常磁力線は大體海岸に平行で海岸から内陸に入るに従つて負の異常値が大きくなつてゐる。そしてこの中に正の異常が數個所存在してゐる。

北部の方は觀測點の數が少い爲に目立つた異常は認められないが中央部から南部にかけては相當多くの異常地域が見られる。

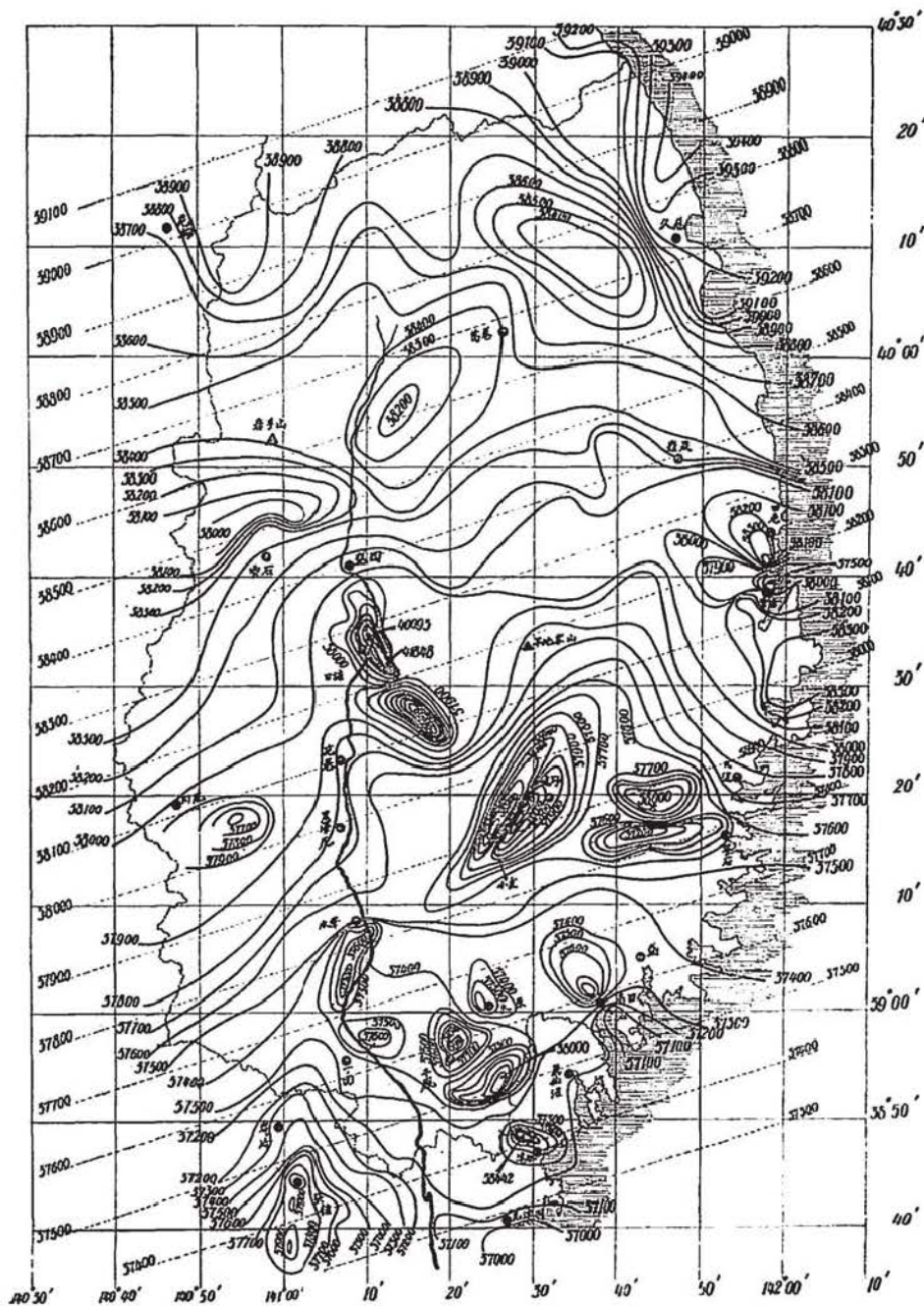
特殊な異常地域としては次の様なものが掲げられる。

(1) 久慈附近の異常

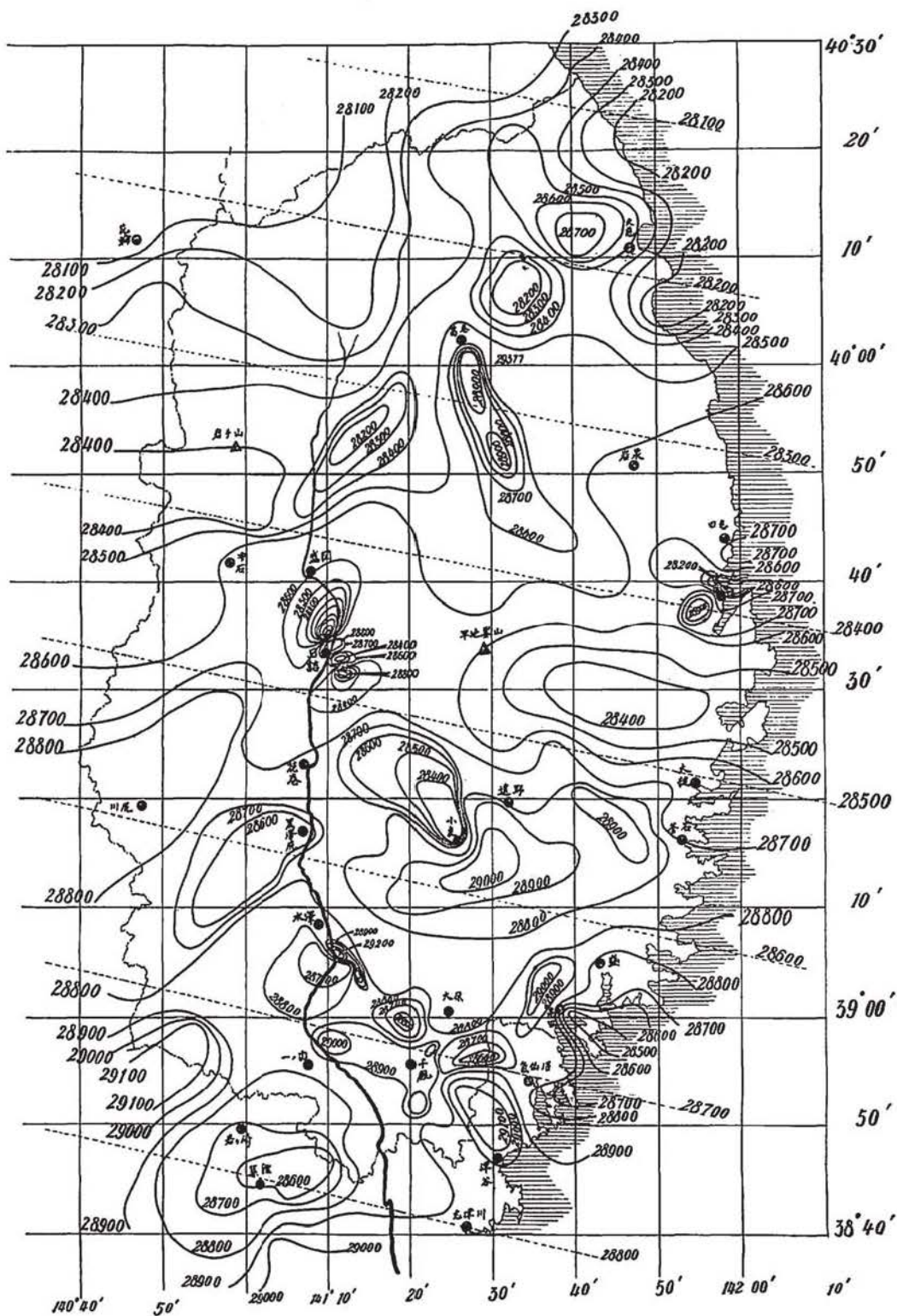
北部に於ける異常の最大のもので等磁力線は殆んど正規磁場の等磁力線に直交してゐる。大體海岸に平行で海岸の方が大きな値をとつてゐる。

この附近は相當多量の砂鐵を含んでゐる爲に, 圖の様な等磁力線となつたのであらう。

第 7 圖 鉛直分力等磁力線圖



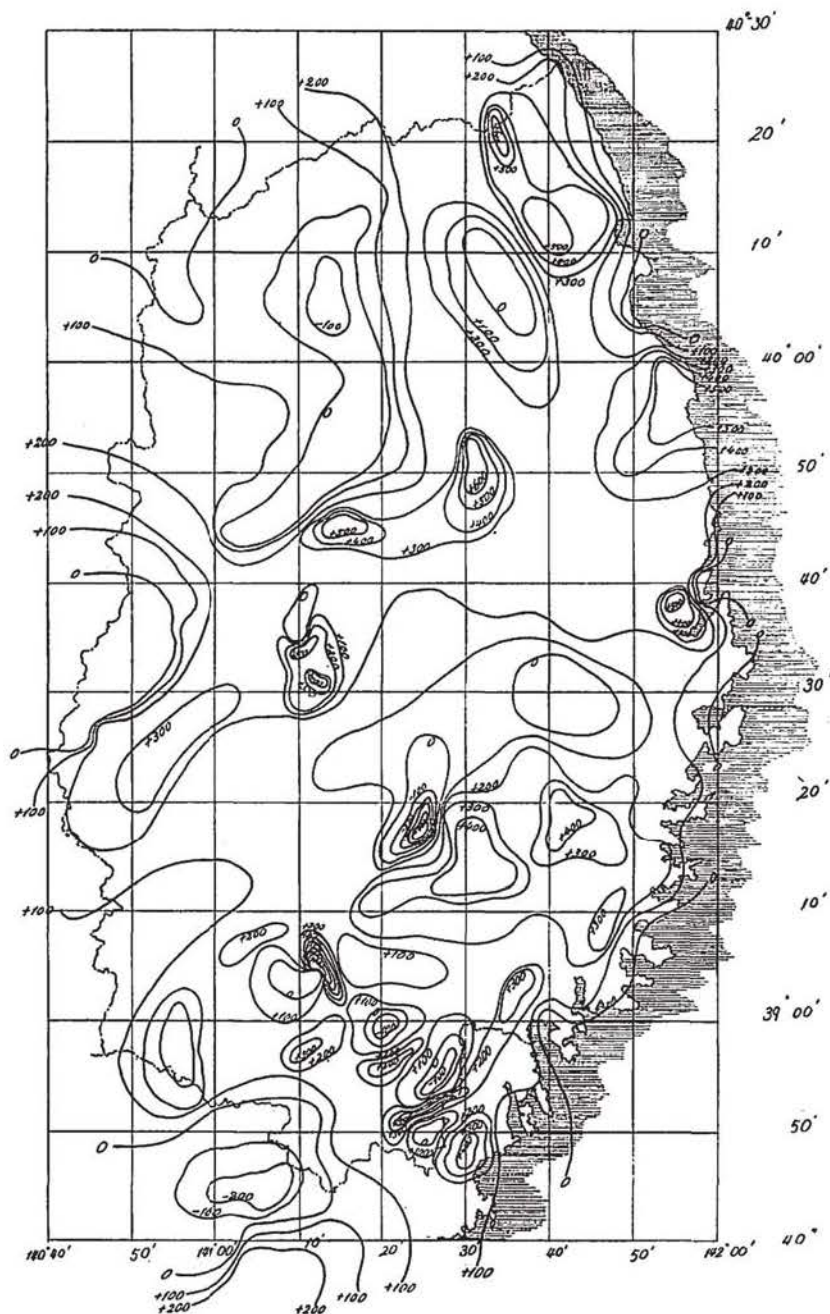
第 8 圖 水平分力等磁力線圖



This is a detailed contour map of the Bohai Sea and its surrounding land areas. The map uses a grid system with latitude coordinates on the right (38°40' to 40°30' N) and longitude coordinates at the bottom (118°30' to 120°30' E). Contour lines represent depth in meters, with values ranging from -400 to +600. Key geographical features and locations labeled include:

- Locations:** 天津 (Tianjin), 秦皇岛 (Qinhuangdao), 唐山 (Tangshan), 曹妃甸 (Caofeidian), 黄骅 (Huanghua), 盐山 (Yanshan), 肃宁 (Suning), 献县 (Xianxian), 泊头 (Botou), 沧县 (Cangxian), 南皮 (Nanpi), 盐山 (Yanshan), 肃宁 (Suning), 献县 (Xianxian), 泊头 (Botou), 沧县 (Cangxian), 南皮 (Nanpi).
- Topography:** 唐山 (Tangshan), 曹妃甸 (Caofeidian), 黄骅 (Huanghua), 盐山 (Yanshan), 肃宁 (Suning), 献县 (Xianxian), 泊头 (Botou), 沧县 (Cangxian), 南皮 (Nanpi).
- Depth Contours:** -400, -300, -200, -100, 0, +100, +200, +300, +400, +500, +600.

第 10 圖 水平分力擾亂磁場等磁力線圖



(2) 宮古附近の異常

1893 年に田中館先生達の爲された観測で宮古に於ける観測値は負の異常甚しとある。この附

近の異常は正の異常が負の異常を中にはさんで南北に並んでゐる。負の異常は宮古町が中心となつてゐる。宮古の北に田老鑛山があるが鑛山附近の觀測は出来なかつた。鑛山附近を觀測すれば尙異つた等磁力線が得られるであらうが兎に角この附近が正の異常地帯であるといふ事は明かである。

宮古町の南方磯雞村附近も正の異常である。この二つの正の異常の間に負の異常が存在し、田中館先生達の爲された觀測地點は負の異常の中心附近にある。

宮古測候所の臨時磁力絶對觀測室にとつた第二の基準點は、この負の異常の中心であつて、鉛直分力の異常値は -773γ 、水平分力の異常値は -135γ である。この基準點から西に行くに従つて鉛直分力は急激に増加し、北の方も急激に増加してゐるが、東の方向の増加は緩やかである。田老鑛山は No. 102 の觀測點の北方 4 杆許りの所にあるから宮古の負異常の北方にある正異常の中心は鑛山には無關係である。むしろこの異常の中心と思はれる所から北に行くに従つて鉛直分力の値は減少する傾向がある。故に鑛脈の延長がこの附近まで來てゐるか、或ひは鑛山とは獨立したものである様に思はれる。

(3) 岩手山附近の異常

一般に火山附近の磁力の値は不定であつて僅かの距離の差でも相當大きな値の差を生ずる事が屢々あるから、數個の觀測點の値で異常を決定する事は困難であるが、岩手山南麓の數個所の觀測値から見るとこの附近が負の異常であると云ふ事が出来る。

然しこれは南麓に於いて云はれる事で、更に細く山地も觀測すれば、正負の異常が不定になるであらう。

(4) 釜石附近の異常

釜石鑛山を中心とする約 4 杆の半径を有する圓周上で數個所の觀測を行つて見た。鑛山内には電車を使用してゐるから觀測點としては不適當な爲、觀測する事が出来なかつたのは遺憾であるが、山内で數ヶ所觀測しても、その値は不定の様に思はれる。それ故周囲の觀測値で等磁力線を引くと第 7 圖、第 9 圖に示した様に正負の異常が南北に列つてゐる。正の異常の中心附近が現在採掘してゐる附近である。

(5) 遠野附近の異常

遠野の西方小友附近を中心として東北から南西にのびる異常がある。鉛直分力は異常の北側で正に、南側で負の異常となつてゐる。この正負の異常配列も釜石附近と同様である。

この異常の中心附近では現在金鑛を採掘してゐる。

(6) 千厩附近の異常

この附近一帯の異常の中、千厩附近の異常を最初に發見した爲に纏めて千厩附近の異常とした。この異常地域は西北から南東の方向に連つてをり宮城縣まで延びてゐる。異常の中心は四つあり、この中二つは現在金鑛を採掘してゐる。

即ち中央の異常の東側にある異常の中心附近及び南の宮城縣界にある異常では金鑛を採掘してをり、他の二つは未だ採掘されてゐない。

この附近を鉛直分力に就いて異常の形から見ると、釜石、遠野附近の異常とその形を異にしてゐる。即ち前二者で正の異常と負の異常が大體南北に列つて配列してゐるのに反し、この附近の異常は正の異常のみで目立つた負の異常がない。

又水平分力の異常を見ると鉛直分力の極大附近を中にはさんで北に負、南に正の異常がある。

この事に関しては後節に論ずる事とする。

(7) 築館附近の異常

宮城縣の築館附近に非常に廣範圍な異常が見られる。異常域は築館より南方に延びてゐる爲に南の限界を定める事は出来なかつたが中心を定める事は出来た。然し南方の限界も距離は餘り遠くないであらう。これは後節に述べる所の地下の物質を假定してその上の擾亂磁場を定める時に想像せられる。

(8) 日詰附近の異常

日詰附近の異常は、今回の岩手縣觀測に於いて最大の異常地域であつて、これを鉛直分力に就いて見るにその形は釜石、遠野附近の異常と同様に北々西から南々東に延びる異常で、異常の北部は正、南は負である。正の異常地域では中心が2ヶ所あり、北の中心は No. 305 の 40093γ 、南の中心は No. 307 (a) の 41848γ である。その異常値は夫々 $+1812\gamma$ 、 $+3624\gamma$ である。No. 307 (a) は今度の觀測中最大の値を有するものである。この正の異常に隣接する負の異常も亦岩手縣最大の負異常地域でその中心では異常値 -1417γ である。此の附近の正、負の異常は地下物質が地球磁氣の感應のみによつて磁化してゐると考へると全く別の地下物質によるらしく思はれる。又地下物質が固有磁氣を持つてゐるとして説明する事も出来る。

以上列舉した異常地域は Granite, Diorite 等の如き火成岩の露出してゐる附近に多く、その他の附近には餘り目立つた異常は認められない。

(4), (5) 及び (6) の異常地域の一部では既に鐵鑛、金鑛等を採掘してゐるが (6) の一部及び (7), (8) では未だ採掘されてゐない。(8) の異常附近の東方で現在金鑛を採掘してゐるが、この異常は採掘してゐる附近とは無關係に獨立したものである。

第 2 表

観測點番號	緯 度	經 度	鉛 直 分 力			水 平 分 力		
			正規磁力	観測値	異常値	正規磁力	観測値	異常値
1	39° 46' 26.4"	141° 07' 51.8"	38494	38212	- 282	28387	28361	- 26
2	48 08.2	05 18.5	534	170	- 364	378	741	363
3	51 07.4	06 47.6	577	483	- 94	356	405	49
4	54 12.9	08 06.5	633	761	- 128	336	479	143
5	56 56.4	05 30.2	677	482	- 195	319	456	137
6	59 21.5	00 51.9	741	474	- 267	306	372	66
7	10 33.3	47 33.3	990	702	- 288	243	076	- 167
8	07 18.0	51 00.8	921	852	- 69	262	332	70
9	06 33.6	53 24.2	897	931	- 34	265	033	- 232
10	08 19.7	57 47.9	907	895	- 12	248	291	43
11	06 46.5	141° 03 48.0	856	771	- 85	253	286	33
12	11 11.1	10 02.6	901	550	- 351	217	194	- 23
13	14 04.5	14 15.4	932	728	- 204	193	633	440
14	20 38.6	16 37.8	39032	774	- 258	146	198	52
15	15 03.0	17 35.6	38933	744	- 189	183	190	7
16	09 44.4	20 08.6	482	721	- 239	217	347	130
17	04 07.2	13 56.6	407	509	- 102	261	159	- 102
18	58 19.2	14 27.0	311	212	- 99	300	388	88
19	53 19.0	11 55.2	592	194	- 398	336	172	- 164
20	58 31.9	19 54.2	645	329	- 316	293	260	- 33
21 (v)	58 41.8	19 51.2	648	241	- 407	292	—	—
22	58 35.8	22 14.9	637	369	- 268	290	481	191
23	00 21.2	24 35.0	656	297	- 359	276	530	254
24	04 37.8	30 40.0	700	963	- 263	241	275	34
25	08 58.1	34 41.0	756	050	- 706	208	130	- 78
26	13 23.1	47 01.6	778	39050	- 272	166	596	430
27	14 45.0	43 27.2	816	313	- 497	160	624	464
28	16 21.0	39 27.2	861	38994	- 133	153	496	343
29	21 32.0	33 34.4	974	40128	- 1154	124	731	607
30	16 39.6	33 45.5	890	38802	- 88	157	573	416
31	18 59.4	28 55.2	950	725	- 225	145	429	284
32	19 03.3	23 07.4	978	715	- 263	151	410	259
33	14 22.5	25 06.4	890	504	- 386	180	390	210
34	11 09.7	25 51.9	832	479	- 353	202	360	158
35	07 31.8	26 19.1	770	543	- 227	226	424	198
36	05 00.9	24 54.2	733	414	- 319	244	478	234
37	38 06.3	08 11.9	351	160	- 191	442	520	78
38	32 42.5	07 40.4	261	37990	- 271	479	556	77
39 (a)	33 22.8	10 51.4	258	38965	- 707	471	473	2
(b)	33 25.5	10 56.0	260	39140	- 880	471	—	—
(c)	33 45.2	11 00.5	264	953	- 1689	468	—	—
(d)	34 05.1	11 20.4	269	38675	- 406	466	—	—
40	36 48.1	11 48.7	312	109	- 203	447	28555	108
41	44 52.6	01 08.5	496	37872	- 624	404	393	- 11
42	44 25.2	140° 58 04.7	501	38383	- 118	410	520	110
43	42 06.8	52 35.6	486	37963	- 523	431	523	92
44	41 18.1	57 06.4	451	38244	- 207	432	616	184
45	41 24.3	141° 01 03.0	438	218	- 220	428	669	261
46	29 26.6	09 35.6	199	37864	- 335	409	736	237
47	24 29.4	07 46.4	121	778	- 343	534	696	162
48	26 21.0	04 43.7	166	909	- 257	525	690	165
49	23 13.2	02 42.2	121	942	- 179	548	693	145
50	26 00.0	01 01.2	176	38047	- 129	531	489	- 42
51	28 04.8	140° 59 22.7	219	090	- 129	519	894	375
52	23 11.0	141° 13 03.4	076	37659	- 417	537	590	53
53	21 26.8	19 43.7	017	371	- 646	541	30905	2364
54	17 29.2	24 23.9	37929	36512	- 1417	562	27989	- 573

第 2 表 (續き)

観測點番號	緯 度			經 度			鉛 直 分 力			水 平 分 力		
							正規磁力	観測値	異常値	正規磁力	観測値	異常値
55	39	19	25.4	141	29	36.5	37942	37487	- 455	28343	28910	367
56		21	57.0		25	22.1	38000	618	- 382	531	498	- 33
57		25	30.0		18	33.2	092	010	-1082	516	560	44
58		29	17.1		19	25.7	152	38159	7	489	664	175
59		28	37.0		15	10.4	159	37056	-1103	498	694	196
60		19	53.2		08	55.4	036	533	- 503	563	819	256
61		17	45.0		02	50.5	028	900	- 128	584	527	- 57
62		18	06.2	140	56	56.0	059	684	- 375	588	693	105
63		17	43.6		53	05.9	069	651	- 418	595	826	231
64		18	18.1		50	51.5	089	847	- 242	593	879	286
65		38	31.7		57	13.4	403	38191	- 212	451	496	45
66		34	50.4		54	53.6	352	117	- 235	478	472	- 6
67		32	47.2		50	45.5	343	278	- 55	496	460	- 36
68		28	67.8		47	05.1	272	338	63	531	509	- 22
69		24	52.2		45	04.1	227	355	128	555	803	248
70		18	40.0		45	33.0	117	001	- 116	596	838	242
71		21	31.8		45	52.7	164	093	- 71	576	842	266
72		26	01.1		45	16.7	245	047	- 198	547	463	- 84
73		27	03.8		46	14.7	257	287	30	539	716	177
74		35	53.1		55	53.9	366	210	- 156	470	575	105
75		37	58.0		57	00.5	397	243	- 154	455	512	57
76		38	51.7		57	31.5	410	224	- 186	448	616	168
77		40	13.4	141	13	58.8	361	37630	- 731	422	379	- 43
78		39	43.1		19	49.1	329	38239	- 90	420	646	226
79		38	19.9		25	29.0	280	37937	- 343	423	577	154
80		31	33.8		40	01.1	103	524	- 579	452	404	- 48
81		27	56.4		41	30.2	034	661	- 373	474	353	- 121
82		24	51.6		37	23.6	001	749	- 252	500	712	212
83		21	23.6		34	10.4	37959	908	39	528	730	202
84		24	32.4		31	58.4	38017	38053	36	508	588	80
85		15	33.0		26	09.0	37890	37736	- 154	573	718	145
86		12	44.2		27	27.9	836	519	- 317	590	29024	434
87		37	39.3		52	43.7	38151	891	- 260	393	28643	245
88		36	57.6		48	03.8	160	38012	- 148	408	694	286
89		40	02.1		41	12.2	242	37722	- 520	395	526	131
90		42	49.2		41	42.0	287	38024	- 263	376	585	209
91		46	10.2		41	03.2	346	041	- 305	354	596	242
92		49	31.6		44	01.0	389	169	- 220	329	604	275
93		50	05.0		48	32.0	380	324	- 56	320	733	413
94		50	01.7		53	35.6	356	110	- 246	315	671	356
95		50	04.1		58	35.3	335	598	263	310	647	337
96		52	12.8		39	38.0	454	135	- 319	316	531	215
97		55	13.8		34	37.4	527	387	- 140	300	565	265
98		57	18.6		30	57.7	577	436	- 141	290	549	259
99 (a)	40	00	38.8		28	07.6	645	37809	- 836	270	29377	1107
(b)		00	34.5		28	14.6	644	38601	- 43	271	-	-
100	39	40	26.6		57	47.4	177	37733	- 444	375	27415	- 960
101		42	18.3		57	41.5	208	33391	183	362	28694	332
102		43	34.8		57	51.6	229	317	88	354	640	286
103		34	46.8		56	49.9	085	267	182	413	698	285
104		32	08.5		55	27.5	047	081	34	432	563	131
105		29	21.1		57	55.4	37990	337	347	448	483	35
106		25	06.8		58	28.3	914	37935	71	474	500	26
107		21	44.5		56	47.0	806	38223	357	499	668	169
108		19	12.1		53	07.4	837	37659	- 178	519	677	158
109		17	18.6		51	55.4	811	477	- 334	533	689	156
110		15	45.3		50	51.2	783	533	- 255	544	817	273

第 2 表 (續き)

観測點番號	緯 度			經 度			鉛 直 分 力			水 平 分 力		
	°	′	″	°	′	″	正規磁力	観測値	異常値	正規磁力	観測値	異常値
111	39	15	01.2	141	47	20.1	37791	37480	- 311	28553	28911	358
112		14	59.4		44	28.5	801	639	- 162	556	850	294
113		16	35.7		43	08.6	836	171	- 665	547	861	314
114		14	34.2		53	24.2	758	535	- 223	549	754	205
115		12	34.8		53	56.6	721	450	- 271	561	757	196
116		10	44.5		52	55.4	694	275	- 419	574	681	107
117		09	00.5		50	30.5	675	599	- 76	589	632	43
118		07	12.6		46	33.4	662	407	- 255	605	996	391
119		07	01.8		44	02.8	668	005	- 663	609	871	262
120		05	26.4		42	14.8	649	378	- 276	621	819	198
121		07	10.8		40	25.1	688	363	- 325	612	735	123
122		03	09.9		44	26.2	600	325	- 275	633	768	135
123		01	46.3		47	16.9	566	372	- 194	639	653	14
124		01	25.2		42	41.6	579	279	- 300	646	786	140
125		00	30.8		39	47.0	576	056	- 520	656	484	- 172
126		01	39.8		37	18.2	605	848	243	651	901	250
127		03	35.6		35	33.5	647	677	30	641	29017	376
128		06	52.8		35	16.1	708	508	- 195	619	28786	167
129		08	32.2		37	19.4	723	263	- 460	607	747	140
130		10	31.7		33	00.0	773	422	- 351	598	864	266
131		10	54.0		37	10.4	764	338	- 426	591	846	255
132		13	32.7		35	58.9	814	565	- 249	575	984	469
133		15	17.4		39	17.3	829	268	- 561	560	920	360
134		16	08.1		36	47.9	854	539	- 315	557	804	247
135		17	42.6		34	42.5	890	824	- 66	549	838	289
136		19	25.7		33	55.4	923	935	12	539	649	110
137		19	06.0		36	19.7	907	772	- 135	539	808	269
138		19	07.3		27	49.4	944	38379	435	547	889	342
139		18	25.0		26	14.3	938	051	113	554	089	- 465
140		16	26.1		25	04.4	910	419	509	568	019	- 549
141		19	20.2		31	02.3	933	37793	- 140	543	926	383
142		23	04.8		33	30.8	987	911	- 76	515	648	133
143		20	21.3		38	27.8	920	481	- 439	528	814	286
144		20	49.8		41	05.3	917	935	18	522	958	436
145		21	27.7		45	12.3	910	753	- 157	513	647	134
146		21	15.7		48	07.8	894	957	63	512	759	247
147		20	22.3		51	12.5	866	507	- 359	513	702	189
148	38	58	42.4		07	13.4	683	531	- 152	705	872	167
149	39	02	03.3		07	15.8	740	734	- 6	683	739	56
150		05	28.2		07	59.3	795	642	- 153	659	655	- 4
151		07	02.0	140	55	21.2	877	864	- 13	663	696	33
152		07	05.1		53	08.0	835	739	- 126	659	819	160
153		07	20.7	141	00	47.6	859	540	- 319	655	831	176
154		07	37.9		03	32.1	852	675	- 177	650	855	205
155		08	26.2		06	43.4	852	633	- 219	641	846	205
156		05	26.4		11	32.9	779	171	- 608	655	392	737
157		04	01.5		13	30.1	748	310	- 438	663	289	626
158		04	46.8		12	40.0	763	306	- 457	658	657	- 1
159		07	52.8		10	26.6	826	600	- 226	641	846	205
160		08	42.1		13	09.2	828	521	- 307	632	755	123
161		06	54.9		15	26.0	789	380	- 409	642	725	83
162		10	39.1		08	11.6	884	582	- 302	625	800	175
163		11	55.4		03	28.4	928	696	- 230	622	691	69
164		13	40.8		05	45.2	946	38011	65	608	787	179
165		16	30.6		08	15.8	982	37772	- 210	586	584	- 2
166		17	29.9		11	38.4	986	628	- 358	576	701	125
167		16	10.7		15	25.6	947	558	- 389	580	732	152
168		17	35.7		18	30.2	958	332	- 626	568	847	279
169		13	25.6		14	15.7	906	454	- 452	600	862	262

第 2 表 (續き)

観測點番號	緯 度			經 度			鉛 直 分 力			水 平 分 力		
	°	'	"	°	'	"	正規磁力	観測値	異常値	正規磁力	観測値	異常値
170	39	11	52.7	141	11	26.4	37890	37042	- 248	28613	28764	151
171		10	47.0		15	07.5	866	479	- 377	616	766	150
172		10	45.8		18	09.8	841	631	- 210	613	978	365
173		13	45.3		17	42.0	895	439	- 456	594	776	182
174		12	09.4		21	07.4	855	748	- 107	601	982	381
175		10	38.9		23	33.5	816	579	- 237	608	902	294
176		08	53.3		27	22.0	770	527	- 263	615	838	223
177		09	35.0		30	26.9	770	240	- 530	607	823	216
178		08	33.5		33	59.9	737	373	- 364	610	931	321
179	38	58	49.8		37	29.6	557	174	- 383	669	824	155
180		55	55.2		38	33.2	497	296	- 201	683	888	205
181		55	27.6		35	11.6	508	227	- 281	694	812	118
182		58	30.0		33	43.4	567	334	- 233	676	903	227
183	39	01	13.3		33	49.7	611	325	- 286	658	851	193
184		01	19.5		30	18.3	629	320	- 309	661	774	113
185		00	42.9		26	31.6	636	480	- 156	670	783	113
186		00	45.7		23	45.2	648	640	- 8	672	703	31
187	38	59	06.0		19	31.5	637	612	- 25	688	559	129
188	39	04	26.4		23	32.6	712	410	- 302	649	718	69
189		02	16.6		21	20.3	683	302	- 381	665	878	213
190 (a)	38	57	04.8		20	17.4	599	38070	471	701	900	199
(b)		57	04.8		20	23.6	598	159	561	700	—	—
(c)		57	09.3		20	21.2	601	137	536	700	—	—
(d)		57	00.4		20	21.2	598	190	592	701	—	—
(e)		57	29.2		20	19.4	606	37844	238	698	—	—
191	39	02	23.3		17	45.9	701	730	29	669	28767	98
192		04	12.8		17	04.7	735	360	- 375	658	716	58
193	38	59	38.5		16	50.0	658	334	- 324	688	777	89
194		58	43.7		13	52.4	655	572	- 83	697	950	253
195		57	11.3		10	15.2	644	657	13	711	29032	321
196		56	03.0		13	14.1	611	535	- 76	715	28902	187
197		54	07.5		15	34.0	569	403	- 166	725	843	118
198		53	38.4		18	59.3	546	458	- 88	724	869	145
199		55	22.8		21	50.6	564	648	84	710	935	225
200		56	08.4		24	59.6	563	478	- 85	701	716	15
201		55	53.7		28	12.4	546	701	155	699	575	124
202		54	39.0		30	58.1	512	240	- 272	704	907	203
203		52	18.8		34	59.0	456	148	- 308	715	799	84
204		49	45.4		34	51.5	411	203	- 208	731	812	81
205		47	34.8		32	14.0	386	376	- 10	748	29090	342
206 (a)		48	28.3		29	10.4	414	38442	1028	746	141	395
(b)		47	43.8		29	48.1	399	—	—	750	—	—
(c)		47	00.0		29	39.0	386	37284	- 102	755	—	—
207		46	19.2		26	48.4	387	187	- 200	763	28921	158
208		47	39.7		24	28.7	420	282	- 138	757	921	164
209		49	36.5		21	35.3	466	327	- 139	747	981	234
210 (a)		51	56.4		21	05.6	509	936	427	733	29022	289
(b)		52	15.2		21	16.4	513	577	64	731	—	—
(c)		52	42.6		21	19.4	521	—	—	728	—	—
211		59	08.6	140	54	45.8	746	333	- 413	717	29112	395
212 (a)		58	06.2		58	45.9	707	672	- 35	718	28837	119
(b)		58	17.6		59	26.4	710	413	- 297	716	—	—
213		57	00.0	141	03	28.1	669	267	- 402	720	28864	144
214		52	46.4		13	21.1	554	315	- 239	736	833	97
215		50	13.0		11	06.2	522	218	- 304	756	720	36
216		47	31.0		12	48.0	466	225	- 241	771	822	51
217		50	06.5		14	29.0	505	288	- 217	753	861	108
218 (a)		50	45.5		16	38.9	507	291	- 216	746	897	151
(b)		51	31.7		19	30.2	508	423	- 85	737	—	—

第 2 表 (續き)

観測點番號	緯 度			經 度			鉛 直 分 力			水 平 分 力		
							正規磁力	観測値	異常値	正規磁力	観測値	異常値
219 (v)	38	50	49.1	141	22	20.6	37484	37374	- 110	28739	—	—
220 (v)		46	54.3		25	48.2	403	230	- 172	760	—	—
221 (v)		46	47.4		28	11.5	390	270	- 120	758	—	—
222		44	53.1		30	50.2	344	237	- 107	767	28923	156
223		42	36.0		31	01.4	305	118	- 187	782	926	144
224		40	49.6		27	36.5	289	041	- 248	798	941	143
225		42	03.0		24	15.8	325	279	- 46	793	895	102
226		42	12.9		20	02.0	346	138	- 2 8	797	883	86
227		48	15.5		18	53.3	454	204	- 251	760	880	120
228		46	27.5		20	05.3	418	247	- 171	770	884	114
229		44	07.4		18	08.0	386	231	- 155	787	842	55
230		45	29.1		15	41.0	419	139	- 280	781	820	39
231 (a)		44	28.5		12	10.1	417	362	- 55	792	766	- 26
(b)		45	26.0		10	47.3	440	187	- 253	787	—	—
232		46	19.0		08	45.5	464	218	- 246	784	28511	- 273
233		45	18.6		04	43.4	404	458	- 6	795	547	- 248
234 (v)		44	09.9		02	20.3	454	931	477	805	—	—
235		44	30.8		01	06.3	465	934	469	804	28571	- 233
236 (a)		47	04.2	140	51	06.5	554	36567	- 989	799	445	- 354
(b)		46	19.8		51	56.0	535	37244	- 291	803	792	- 11
237		45	46.4		54	06.5	516	190	- 326	804	754	- 50
238 (a)		44	32.7		57	12.1	483	464	- 19	809	662	- 147
(b)		43	36.3		59	14.3	457	660	203	812	—	—
239		43	42.6	141	03	43.2	441	757	316	806	28617	- 189
240		43	24.6		05	06.8	420	668	238	807	557	- 250
241		43	50.8		06	23.0	431	451	20	802	591	- 211
242 (v)		44	27.6		09	14.3	430	373	- 57	795	—	—
243		42	16.7		06	22.7	405	713	308	813	28784	- 29
244 (v)		42	39.3		10	56.8	392	385	- 7	805	—	—
245		41	06.1		11	16.8	364	446	82	815	28938	123
246		41	18.4		08	44.0	376	567	191	816	863	47
247 (v)		40	15.6		06	41.0	368	566	198	825	—	—
248		41	26.2		03	43.2	401	885	484	821	28826	5
249 (v)		42	20.1		02	43.5	421	868	447	816	—	—
250 (v)		43	24.6		01	18.2	446	858	412	811	—	—
251 (v)		45	18.6		02	00.4	475	847	372	798	—	—
252 (v)		46	14.4		00	05.6	499	413	- 86	794	—	—
253		47	23.4	140	59	02.0	524	337	- 187	788	28635	- 153
254 (a)		48	17.8		55	51.2	552	487	- 65	785	715	- 70
(b)		47	45.8		54	18.8	551	206	- 345	791	—	—
(c)		48	25.4		57	21.7	548	—	—	783	—	—
255		50	43.2		54	35.6	599	202	- 397	771	28827	56
256		53	13.2		57	08.7	632	373	- 259	752	961	209
257		50	22.2		58	17.4	579	292	- 287	769	727	- 42
258		49	27.5	141	01	17.8	549	435	- 114	772	685	- 87
259		47	56.6		04	26.6	510	334	- 176	778	632	- 146
260		50	22.7		05	51.8	546	222	- 324	760	728	- 32
261		52	39.0		07	19.4	579	322	- 257	744	731	- 13
262	39	45	06.9		11	33.8	38456	38288	- 168	392	693	301
263		46	20.9		14	49.3	461	442	- 19	380	910	530
264		46	40.5		18	55.7	450	276	- 174	374	600	226
265		49	35.9		22	09.2	485	310	- 175	351	466	115
266		50	34.7		27	37.1	479	225	- 254	339	543	204
267		50	38.6		30	52.6	465	639	174	335	952	617
268		52	05.4		35	38.0	468	383	- 85	320	578	258
269		54	39.6		45	38.6	443	476	33	293	574	281
270		58	54.9		44	24.2	547	506	- 41	266	514	248

第 2 表 (續き)

観測點番號	緯 度			經 度			鉛 直 分 力			水 平 分 力		
							正規磁力	観測値	異常値	正規磁力	観測値	異常値
271	40	03	15.6	141	43	29.9	38623	38599	- 24	28238	28498	260
272		07	11.9		42	23.6	693	420	- 273	212	459	247
273		17	31.5		45	53.0	852	39458	606	139	230	91
274		22	49.3		44	21.4	947	350	403	105	205	100
275		26	35.9		40	27.2	39166	055	- 111	183	462	279
276		28	23.9		34	39.0	082	242	160	076	095	19
277		10	52.1		43	58.5	38740	150	401	186	628	442
278		10	20.6		40	12.2	755	38422	- 333	193	743	550
279		07	55.6		46	46.0	688	39006	318	203	350	147
280		04	16.8		50	04.4	611	170	559	224	127	- 97
281	39	59	58.7		53	03.8	527	33724	197	250	807	557
282		56	33.6		50	12.2	481	446	- 35	275	588	313
283		47	39.5		37	33.2	385	319	- 66	348	503	155
284		47	04.8		33	03.8	395	096	- 299	356	669	313
285		36	50.1		30	15.7	235	37850	- 385	428	605	177
286		38	26.4		34	23.6	244	38035	- 209	413	676	263
287		36	24.4		38	48.5	190	37857	- 333	421	608	187
288		35	47.1		43	54.3	157	816	- 341	420	650	230
289		37	26.3		57	39.2	127	38044	- 83	335	695	300
290		35	52.8		56	08.0	106	050	- 56	406	746	340
291 (a)		38	19.8		55	51.6	150	725	575	391	949	558
(b)		38	11.7		55	54.8	148	199	51	391	-	-
292		37	39.3		54	24.5	144	240	96	396	28970	574
293		36	11.2		54	03.5	121	150	29	407	986	579
294		35	18.3		52	26.3	113	098	- 15	414	565	151
295		39	33.2		56	04.1	109	37865	- 304	382	607	225
296		40	50.4		55	57.8	190	861	- 326	374	570	196
297		41	12.4		57	47.4	190	38410	220	369	650	281
293 (a)		38	34.5		57	56.2	145	365	220	387	614	227
(b)		38	34.5		53	01.5	145	067	- 78	387	-	-
(c)		38	46.0		58	00.0	147	37480	- 667	385	-	-
(d)		38	39.5		58	25.2	144	-	-	386	-	-
299		39	05.0		11	10.8	355	38534	179	433	28411	- 23
300 (a)		38	11.4		11	27.1	338	004	- 334	438	326	- 112
(b)		38	25.3		12	47.9	331	37925	- 406	436	-	-
301 (v)		35	05.3		12	24.0	281	930	- 351	458	-	-
302 (v)(a)		33	58.8		12	34.0	282	38143	- 119	466	-	-
(b)		33	05.1		12	47.2	245	195	- 50	471	-	-
303 (a)		32	40.8		12	04.6	242	454	212	474	28496	22
(b)		33	06.7		11	30.8	251	39089	838	472	-	-
(c)		32	52.9		10	53.9	249	38735	486	474	-	-
304 (a)		33	31.2		10	24.8	264	592	328	471	28769	298
(b)		33	58.8		10	05.3	272	714	442	468	-	-
305		34	31.8		10	24.8	281	40093	1812	464	28813	349
306 (a)		32	29.2		11	23.2	241	38765	524	477	898	421
(b)		31	55.8		11	27.3	231	281	50	480	-	-
(c)		31	22.1		12	29.3	218	572	354	483	-	-
307 (a)		31	48.8		12	50.4	234	41848	3624	480	28759	279
(b)		32	15.4		13	18.2	229	37711	- 518	476	-	-
(c)		31	35.8		13	43.3	217	38035	- 182	480	-	-
(d)		31	06.8		13	54.7	208	-	-	483	-	-
(e)		30	05.5		13	38.9	192	-	-	490	-	-
308		35	00.0		10	21.8	287	38897	610	461	27413	- 1048
309	38	42	14.4		00	58.8	37427	37900	473	819	28741	- 78
310 (v)		41	06.1		06	27.8	409	861	452	827	-	-
311		39	49.3		00	54.5	386	966	580	835	28774	- 61
312 (v)		38	17.3		00	45.0	359	38029	670	845	-	-
313 (v)		36	21.7		01	28.3	323	37849	526	857	-	-
314 (v)		35	12.9		02	06.7	300	780	480	863	-	-

第 2 表 (續き)

観測點番號	緯 度	經 度	鉛 直 分 力			水 平 分 力		
			正規磁力	観測値	異常値	正規磁力	観測値	異常値
315 (v)	38° 35' 40.0"	140° 58' 52.9"	37321	37714	393	28884	—	—
316 (v)	37° 41.1	59° 13.7	356	886	530	851	—	—
317	39° 01.5	141° 03' 35.5	310	365	493	837	29054	217
318 (v)	46° 27.6	02° 52.7	491	738	247	790	—	—
319	39° 05' 34.6	09° 24.2	792	619	— 173	657	28675	18
320	07° 28.8	09° 56.6	822	550	— 272	644	831	187
321	08° 32.0	08° 26.6	846	37598	— 248	639	825	186
322	08° 20.3	08° 09.8	844	535	— 309	640	846	206
323	08° 32.0	07° 26.3	850	572	— 278	640	814	174
324	08° 10.2	05° 32.3	852	872	20	644	924	260
325	06° 52.5	07° 16.1	824	36915	— 909	651	730	79
326	07° 50.2	07° 35.9	838	37593	— 245	644	793	149
327	09° 38.6	07° 54.2	868	447	— 421	632	774	142
328	11° 33.3	07° 11.9	904	638	— 266	620	883	263
329	53° 48.1	20° 43.4	541	417	— 124	721	901	180
330 (v)(a)	52° 04.7	20° 44.6	510	973	463	732	—	—
(b)	52° 29.5	20° 25.4	520	714	194	730	—	—
331 (v)(a)	53° 24.8	19° 54.5	538	555	17	725	—	—
(b)	52° 49.8	19° 24.8	531	509	— 22	729	—	—
(c)	51° 37.5	20° 25.4	514	447	— 57	736	—	—
332 (v)	52° 05.2	22° 42.8	503	839	— 336	730	—	—
333 (a)	52° 51.2	23° 22.4	513	357	— 156	724	28805	79
(b)	53° 48.1	21° 45.8	537	578	41	720	—	—
(c)	54° 42.6	20° 44.6	557	587	30	715	—	—
334 (v)(a)	55° 13.8	19° 46.0	571	712	141	713	—	—
(b)	55° 47.1	18° 56.4	583	599	16	710	—	—
(c)	56° 31.1	19° 21.2	594	618	24	705	—	—
(d)	57° 03.1	19° 17.8	604	875	271	702	—	—
335 (a)	58° 25.7	20° 03.2	624	834	210	692	28660	— 32
(b)	57° 49.0	21° 02.3	609	922	313	695	—	—
(c)	57° 03.7	21° 33.2	593	917	324	699	—	—
(d)	56° 05.5	20° 52.4	579	730	151	706	—	—
336	56° 18.0	23° 15.8	573	620	47	702	28873	171
337 (a)	57° 15.9	23° 09.2	590	600	10	696	29055	359
(b)	57° 48.4	24° 39.2	592	646	54	691	—	—
338 (a)	59° 13.1	22° 57.2	633	361	— 262	633	28740	57
(b)	59° 45.4	21° 37.4	639	481	— 158	631	—	—
339	50° 01.4	24° 47.0	460	291	— 169	741	28667	— 74
340 (v)	50° 27.6	25° 56.0	462	355	— 107	737	—	—
341	51° 37.2	25° 46.1	482	391	— 91	730	29000	270
342 (a)	53° 01.6	25° 43.4	508	38339	831	721	124	403
(b)	52° 58.8	25° 45.2	506	435	929	721	—	—
(c)	52° 46.6	25° 49.7	513	208	705	722	—	—
(d)	53° 39.1	25° 48.2	518	—	—	717	—	—
(e)	54° 45.3	25° 29.6	538	37874	336	709	—	—
343 (v)	39° 36' 56.4	08° 36.8	38330	38038	— 292	450	—	—
344 (v)	36° 04.8	07° 56.0	316	953	— 363	456	—	—
345 (q)	35° 20.4	07° 27.8	308	37070	— 238	462	—	—
346 (q)	33° 46.5	06° 45.2	284	38013	— 271	473	—	—

§ 8. 地下の物質と擾亂磁場との理論的關係

地下の物質による表面の擾亂磁場を理論的に求める爲には、その物質の形を單一化し、且つその物質が地球磁場の感應のみによつて磁化してゐると假定した方が便宜である。

一般に地下物質が地球磁場の感應のみによつて磁化してゐる場合の磁氣ポテンシャル P は Poisson の定理に依つて

$$P = I \frac{dQ}{dx} = I \sum \frac{d(1/r)}{dx} dv$$

で與へられる。但しこゝで磁化物體は均一なものとする。

上式で

I : 磁化の強さ

Q : 重力のポテンシャル

x : 磁化の方向

r : 個々の微小體積 dv とポテンシャルを求める點 P との距離

即ち均一磁化物體の磁氣ポテンシャルはその物體自身による重力ポテンシャルの微分商に比例するのである。

上式を方向 s について微分すると s 方向の磁力が出る。

$$\frac{\partial P}{\partial s} = I \frac{\partial^2 Q}{\partial x \partial s}$$

即ち s 方向に於ける磁力は磁化方向に平行な重力分力の s 方向に投射した成分に比例するのである。

今、一つの坐標系 (xyz) を考へる。 xy 平面を水平面とし、 x 軸の正の方向を磁北の方向にとる。
 z は鉛直下方を正の方向とする。

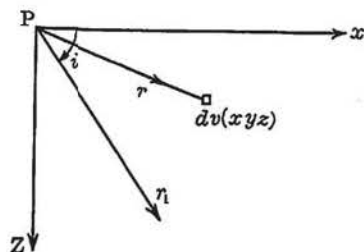
微小體積 dv の座標を (xyz) としポテンシャルを求める點 P を原點にとり、磁化の方向を r_1 、 P から dv までの距離を r とすれば Poisson の定理は次の様に變形せられる。

r の正の方向を P から dv に向ふ方向とすれば

$$\begin{aligned} P &= -I \sum \frac{d(1/r)}{dr_1} dv \\ &= -I \sum \frac{d(1/r)}{dr} \cdot \frac{dr}{dr_1} dv \\ &= I \sum \left[\frac{1}{r^2} \left(\frac{\partial r}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial r_1} + \frac{\partial r}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial r_1} + \frac{\partial r}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial r_1} \right) \right] dv \end{aligned}$$

y 軸は r_1 方向に直角であるから $\frac{\partial y}{\partial r_1} = 0$ である。故に

第 11 圖



$$P = I \Sigma \left[\frac{1}{r^2} \left(\frac{x}{r} \cos i + \frac{z}{r} \sin i \right) \right] dv$$

$$= C \Sigma \frac{xH_0 + zV_0}{r^3} dv \dots\dots\dots (13)$$

こゝに

$$C = \frac{I}{\sqrt{H_0^2 + V_0^2}}$$

i : 伏角

H_0 : 地磁氣水平分力 (正規のもの)

V_0 : 地磁氣鉛直分力 (正規のもの)

以上は一般の式を誘導したのであるが、次に地下物質の形を特殊なものに假定して、その上の磁場を計算して見よう。

(i) 斜に落ち込んだ層による磁場

今地下層は下方及び紙面に直角な方向に無限に延びてゐるものと假定する。又層の厚さは岩脈頭までの深さ z_0 に比して小さいものと假定する。

断面 AB 上の擾亂磁力を求めて見よう。

AB は磁氣子午面と角 ε をなすとす (北から西に測つた角を正にとる)。

直角座標 ($x'y'z'$) を考へ、その原点を岩脈頭の垂直上方の地表面にとる。

$x'y'$ 平面を水平にとり x' 軸の正の方向を層の傾斜してゐる方向にとる (B の方向)。 z' 軸の正の方向を下向きにとり、 y' は $x'z'$ 平面に垂直な方向とする。

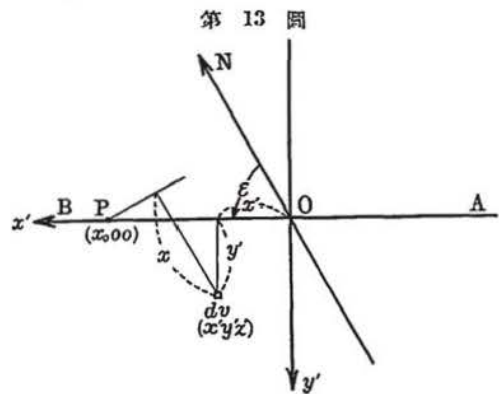
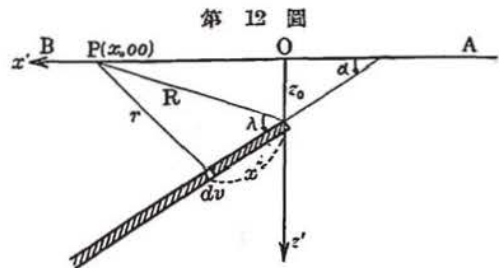
層の微小體積 $dv(x'y'z')$ による断面 AB 上の點 P の磁氣ポテンシャルは (13) 式によつて、

$$dP = C \frac{xH_0 + zV_0}{r^3} dv$$

である。こゝで x は P から dv までの距離の地平面上の投影を更に磁氣子午面の方向に投影した成分である。 z はその水準差であるから

$$z = z'$$

$$x = (x' - x_0) \cos \varepsilon - y' \sin \varepsilon$$



である。故に全物質による P 點の磁氣ポテンシャル P は

$$P = C \int \int \int_M \frac{(x' - x_0)H_0 \cos \varepsilon + s'V_0 + y'H_0 \sin \varepsilon}{r^3} dx' dy' dz'$$

次に座標の同轉變位を行ひ、原點を岩脈頭に移動し、更に y' 軸のまわりに α だけ同轉する。この新座標を $(x''y''s'')$ とすれば、 x'' は層の延びてゐる方向、 s'' は層の厚さの方向、 y'' は断面 AB に直角な方向となる。故に

$$x' = x'' \cos \alpha + s'' \sin \alpha$$

$$y' = y''$$

$$s' = s'' \cos \alpha + x'' \sin \alpha$$

層の厚さはうすく且つ一樣と假定してゐるから、 s'' は近似的に零と見做す事が出来、且つ $dx'ds' = \text{const.} dx''$ とする事が出来る。又此の常數は厚さ d に相當するから、 R を新原點と P 點との距離とすればポテンシャルの式は次の様になる。

$$P = 2Cd \int_0^\infty \int_0^\infty \frac{V_0(s_0 + x'' \sin \alpha) + H_0 \cos \varepsilon (x'' \cos \alpha - x_0) - y'' H_0 \sin \varepsilon}{(R^2 + x''^2 - 2x''R \cos \lambda + y''^2)^{3/2}} dx'' dy''^*$$

* Dr. Haus Haalck: Die magnetischen Verfahren des angewandten Geophysik. S. 57 に於ける磁氣ポテンシャルの式

$$P = C \int_0^\infty \frac{V(z_0 + x'' \sin \alpha) - H \cos \varepsilon (x_0 - x'' \cos \alpha)}{(R^2 + x''^2 - 2x''R \cos \alpha)^{3/2}} dx''$$

に對しては疑問がある。この式では

$$r = \sqrt{R^2 + x''^2 - 2x''R \cos \alpha}$$

としてゐるが、これは第 12 圖で判る様に磁氣ポテンシャルを求める點 P が原點から相當遠い所で近似的に成立するものであつて原點附近では成立しない。然るに必要な部分は原點附近である。故に r は筆者が本文中に書いた様に

$$r = \sqrt{R^2 + x''^2 - 2x''R \cos \lambda + y''^2}$$

としなければならない。

又、Haalck は y'' 方向を考へる必要なしとして計算には入れてゐないが、擾亂磁力の絶對値を考へる時は矢張り y'' 方向も考慮しなければならない。 y'' 方向を考へない二次面では計算で出した擾亂磁力の形は變らないが、その絶對値が變つて来る。絶對値が變つて来れば實際觀測から出した擾亂力をその式に入れて磁化の強さ I を求める様な時不便であるから、 y'' 方向も考慮に入れて實用價值のある式を出した方がよいと思ふ。

序に Haalck の求めた擾亂磁力の式を掲載しておかう。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} = F &= \frac{C \cdot V}{R^3(x \sin \alpha + z \cos \alpha)^2} \left\{ \begin{aligned} &z^2 \cos \alpha - x^2 \sin \alpha - R^2 \cos \alpha \sin \alpha \\ &- \frac{H}{V} \cos \varepsilon [(z - R \sin \alpha)R^2 \sin \alpha + xz(x \sin \alpha + z \cos \alpha)] \end{aligned} \right\} \\ \frac{\partial P}{\partial z} = Z &= \frac{C \cdot V}{R^3(x \sin \alpha + z \cos \alpha)^2} \left\{ \begin{aligned} &R^2 \cos \alpha (x + R \cos \alpha) + xz(x \sin \alpha + z \cos \alpha) \\ &- \frac{H}{V} \cos \varepsilon [x^2 \sin \alpha + R^2 \cos \alpha \sin \alpha - z^2 \cos \alpha] \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\}$$

これを先づ y'' について積分し次に x'' について積分すれば

$$P = 2Cd \left[-\{ (z_0 V_0 - x_0 H_0 \cos \varepsilon) + R \cos \lambda (V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \varepsilon \cos \alpha) \} \frac{\lambda}{R \sin \lambda} \right. \\ \left. - \frac{1}{2} (V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \varepsilon \cos \alpha) \log R^2 + H_0 \sin \varepsilon \log \{ R(1 - \cos \lambda) \} \right. \\ \left. + [\infty \text{ になる項}] \right]$$

今の場合上式で無限大になる項は考へに入れなくてもよい。

x_0, z_0 を夫々 x, z と書き夫々の項について V_0 及び $H_0 \cos \varepsilon$ について纏めると

$$P = -2Cd \left[\{ V_0(z + R \cos \lambda \sin \alpha) - H_0 \cos \varepsilon (x - R \cos \lambda \cos \alpha) \} \frac{\lambda}{R \sin \lambda} \right. \\ \left. + \frac{1}{2} (V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \varepsilon \cos \alpha) \log R^2 \right. \\ \left. - H_0 \sin \varepsilon \log \{ R(1 - \cos \lambda) \} \right]$$

P を x , 或ひは z で微分すると夫々擾亂力の水平, 及び垂直分力が得られる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} \equiv F &= -\frac{2CV_0 d}{R^2} \left[(x \sin \alpha - z \cos \alpha) \right. \\ &\quad \left. + \frac{H_0}{V_0} \cos \varepsilon (x \cos \alpha + z \sin \alpha) - \frac{H_0}{V_0} \sin \varepsilon \frac{R(x - R \cos \alpha)}{R - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right] \\ -\frac{\partial P}{\partial z} \equiv Z &= \frac{2CV_0 d}{R^2} \left[(x \cos \alpha + z \sin \alpha) \right. \\ &\quad \left. - \frac{H_0}{V_0} \cos \varepsilon (x \sin \alpha - z \cos \alpha) - \frac{H_0}{V_0} \sin \varepsilon \frac{R(z + R \sin \alpha)}{R - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right] \end{aligned} \right\} \dots (14)$$

AB が磁氣子午線の方角にあるとすれば

$$\varepsilon = 0^\circ \text{ 又は } 180^\circ$$

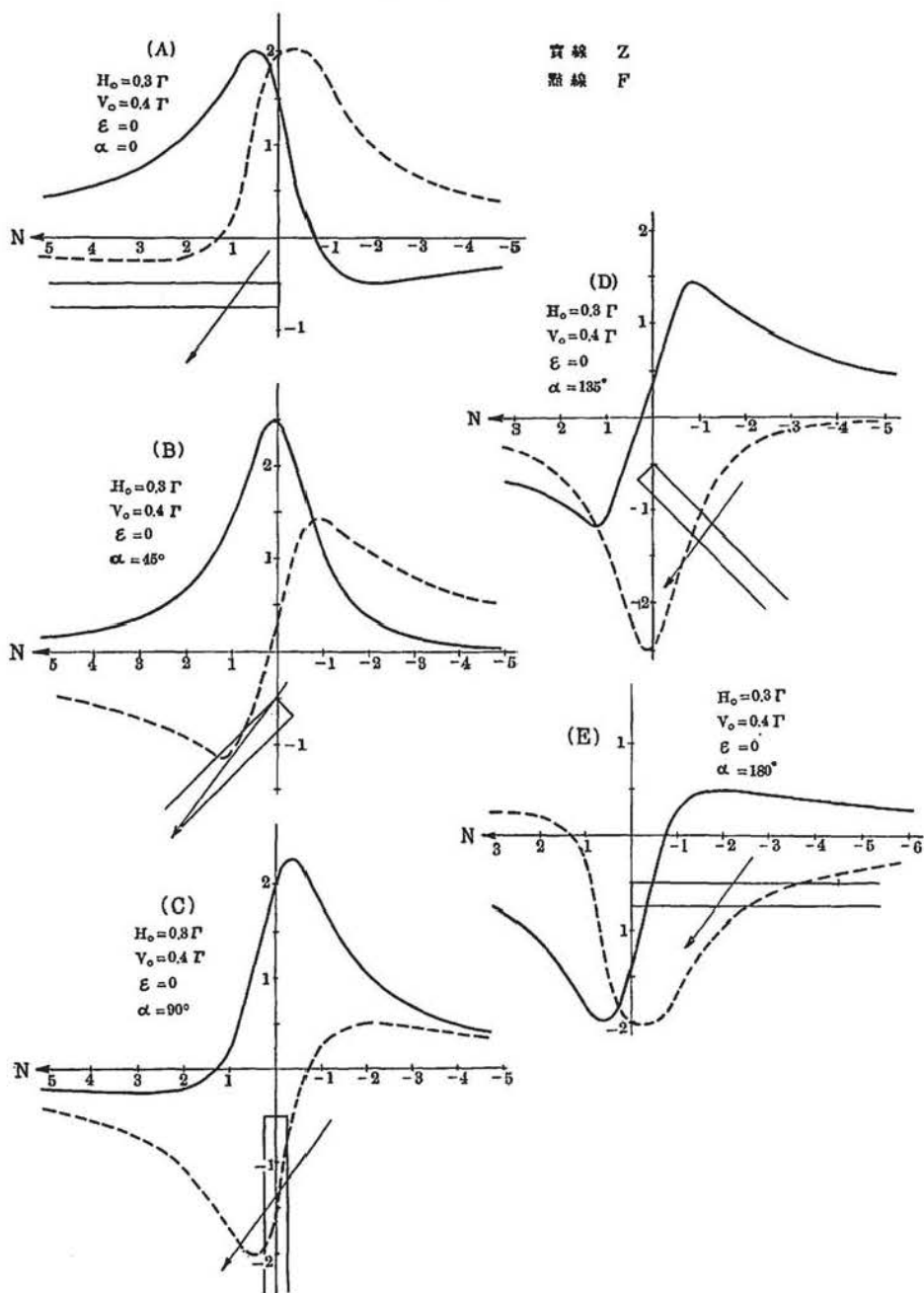
である。今 $\varepsilon = 0$ なる場合を考へれば

$$\left. \begin{aligned} F &= -\frac{2CV_0 d}{R^2} \left[(x \sin \alpha - z \cos \alpha) + \frac{H_0}{V_0} (x \cos \alpha + z \sin \alpha) \right] \\ Z &= \frac{2CV_0 d}{R^2} \left[(x \cos \alpha + z \sin \alpha) - \frac{H_0}{V_0} (x \sin \alpha - z \cos \alpha) \right] \end{aligned} \right\} \dots (15)$$

今縦軸の單位を $CV_0 d$, 横軸の單位を z として断面 AB 上の擾亂磁力を書いて見ると第 14 圖のようになる。

次に $\varepsilon = 90^\circ$ なる場合には

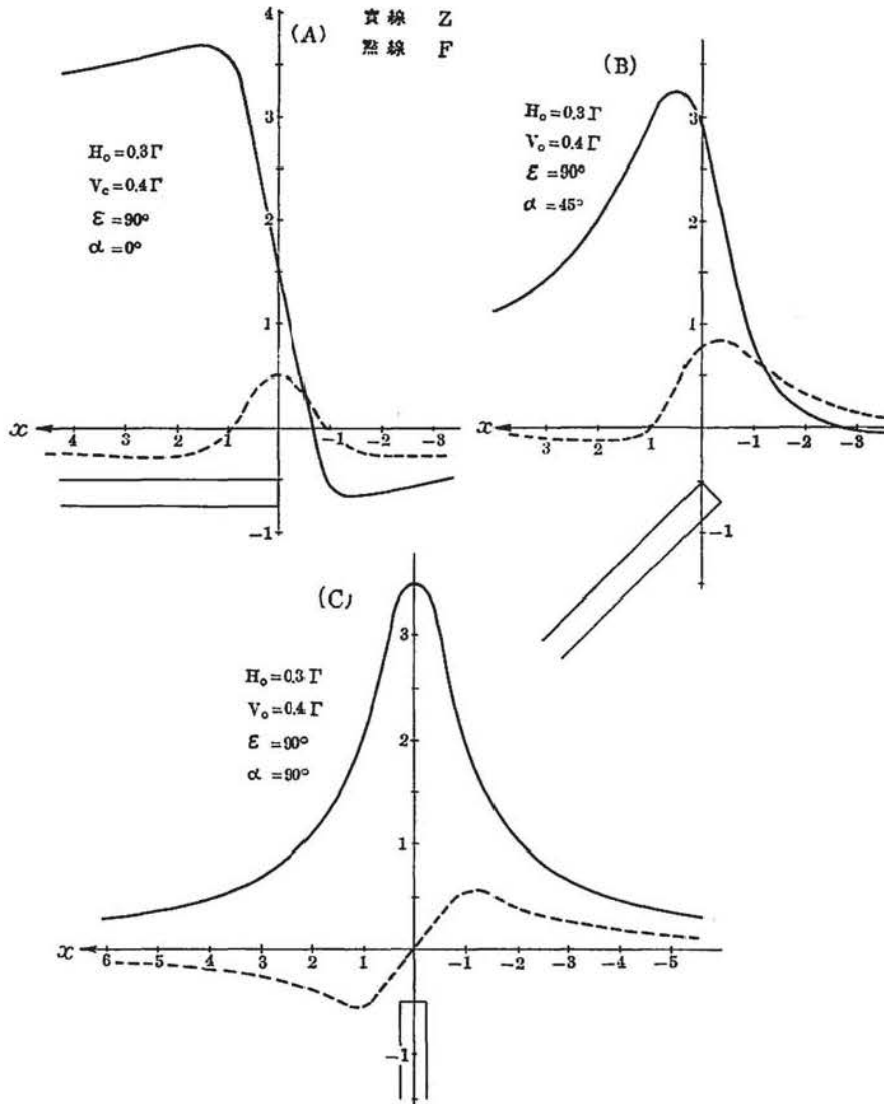
第 14 圖



$$\left. \begin{aligned} F &= -\frac{2CV_0d}{R^2} \left[(x \sin \alpha - z \cos \alpha) - \frac{H_0}{V_0} \frac{R(x - R \cos \alpha)}{R - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right] \\ Z &= \frac{2CV_0d}{R^2} \left[(x \cos \alpha + z \sin \alpha) - \frac{H_0}{V_0} \frac{R(z + R \sin \alpha)}{R - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(16)$$

前と同様の単位を用ひて圖に畫けば、第 15 圖の様になる。

第 15 圖



次に地下に上記の如き層のある時、表面磁場から深さ z 、及び地平線との傾き α を求める一方法を述べよう。

今層が東西に延びてゐる場合即ち (15) 式で表はされる場合のみを考へる。

(15) 式に於いて F, Z の極大, 極小の位置を求めて見ると

$$F : \max. \quad x = \frac{V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha - T_0}{V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha} \cdot z$$

$$F : \min. \quad x = \frac{V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha + T_0}{V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha} \cdot z$$

$$Z : \max. \quad x = -\frac{V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha - T_0}{V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha} \cdot z$$

$$Z : \min. \quad x = -\frac{V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha + T_0}{V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha} \cdot z$$

である。

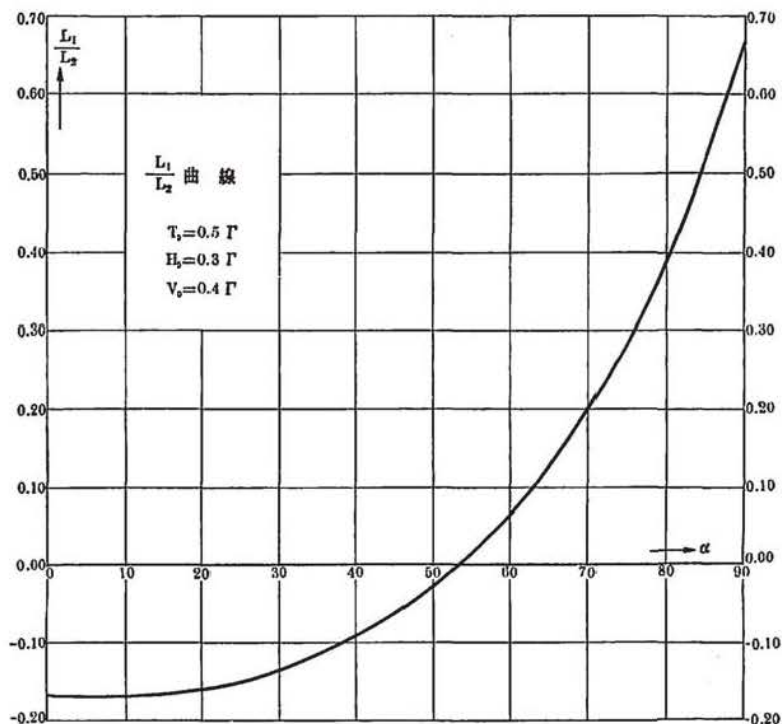
今 L_1 なる量を考へ

$$L_1 \equiv x_{Z \max} - x_{F \max}$$

とすれば

$$= -\frac{T_0 - V_0(\sin \alpha + \cos \alpha) - H_0(\cos \alpha - \sin \alpha)}{(V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha)(V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha)} \cdot z T_0 \dots \dots \dots (17)$$

第 16 圖



こゝに $T_0 = \sqrt{H_0^2 + V_0^2}$ である。

同様に

$$L_2 \equiv x_{Z \min} - x_{F \min} \\ = - \frac{T_0 + V_0(\sin \alpha + \cos \alpha) + H_0(\cos \alpha - \sin \alpha)}{(V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha)(V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha)} \cdot z T_0 \dots \dots \dots (18)$$

なる量を考へる。

今 $L_1 = n_1 z T_0 \dots \dots \dots (17)'$

$$L_2 = n_2 z T_0$$

とすれば、 n_1, n_2 は何れも α のみの函数となる。然る時は

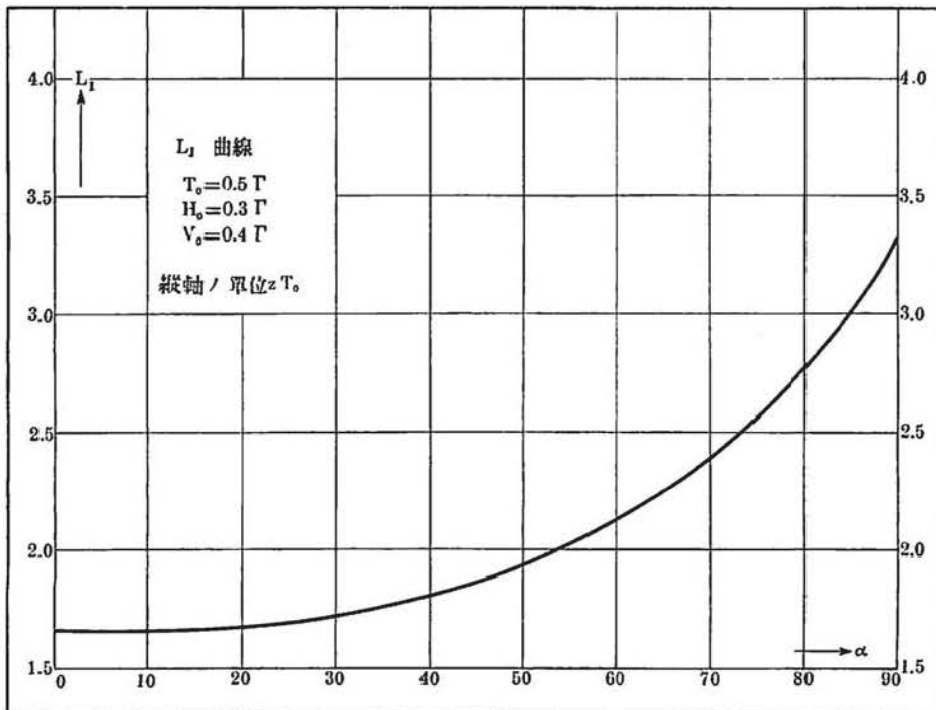
$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{T_0 - V_0(\sin \alpha + \cos \alpha) - H_0(\cos \alpha - \sin \alpha)}{T_0 + V_0(\sin \alpha + \cos \alpha) + H_0(\cos \alpha - \sin \alpha)} \dots \dots \dots (19)$$

L_1/L_2 は α のみの函数であるから、今 $V_0 = 0.4 \Gamma$, $H_0 = 0.3 \Gamma$ としてグラフに書いて見ると第 16 圖のようになる。

又 L_1 を $z T_0$ を單位として、 α に就いてグラフに畫けば第 17 圖のようになる。

L_1/L_2 の正負の定め方は Z の極大、極小の位置から夫々 F の極大、極小の位置に向けて引いた

第 17 圖



矢が同方向を向けば L_1/L_2 は正、反對方向を向けば負である。

第 16 圖及び第 17 圖と (17)' 式を用ひて α 及び z を定める事が出来る。即ち實測から L_1, L_2 が判るから第 16 圖から實測の L_1/L_2 に相當する α を求めることが出来る。

次に第 17 圖を用ひて上に求めた α に相當する L_1 の値 (sT_0 を單位とした値) を求める事が出来る。即ち n_1 の値が判るから (17)' 式を用ひて z を定める事が出来る。

z と α が定まれば (15) 式から C が求められる。即ち磁化の強さ I が求められる。

然し乍ら實際の場合に於いて Z の極小の位置を表はす事は困難であるから、この方法は理論的範圍を出る事が出来ない。

Z の極小の位置を用ひるかわりに次の様にすれば實際的價值がある。

實際の例に就いて最もわかり易い點は Z の極大の位置、 F の極大及び零の位置、並びに極小の位置である。この中前三者を用ひて α 及び z を定める方法を述べて見よう。

$F=0$ なる點は (15) 式に於いて

$$(x \sin \alpha - z \cos \alpha) + \frac{H_0}{V_0}(x \cos \alpha + z \sin \alpha) = 0$$

を満足するの位置である。即ち

$$x_{F_0} = \frac{V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha}{V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha} \cdot z$$

L_3 なる量を考へ

$$L_3 \equiv x_{Z \max} - x_{F_0}$$

とすれば

$$L_3 = - \frac{T_0 - V_0 \sin \alpha - H_0 \cos \alpha}{(V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha)(V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha)} \cdot z T_0 \dots \dots \dots (20)$$

となる。次に

$$\frac{L_1}{L_3} = \frac{T_0 - V_0(\sin \alpha + \cos \alpha) - H_0(\cos \alpha - \sin \alpha)}{T_0 - V_0 \sin \alpha - H_0 \cos \alpha} \dots \dots \dots (21)$$

L_1/L_3 を α についてグラフに畫けば $V_0=0.4 I'$, $H_0=0.3 I'$ として第 18 圖の様になる。

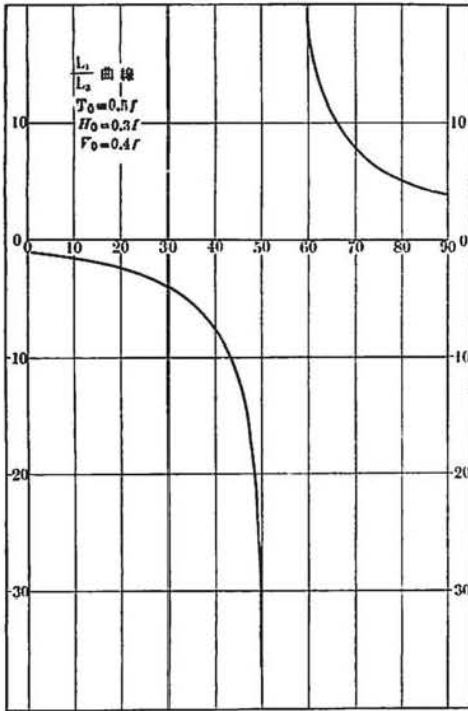
又 L_3 を α について畫けば第 19 圖の様になる。但し縦軸の單位は sT_0 である。

L_1/L_3 の正負の定め方は、 Z の極大の位置から見て F の極大及び零になる點が同じ向きにあれば正、然らざれば負である。

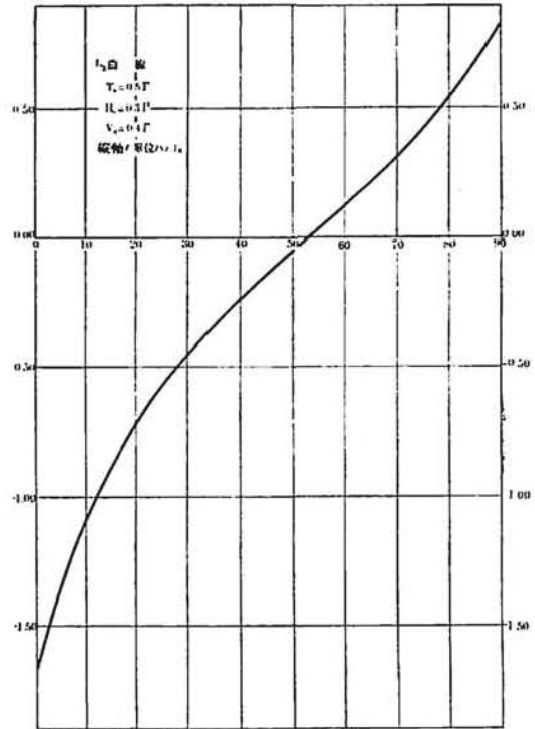
L_3 の正負は $F=0$ なる點が $Z=\max$ の點より南にある時に正、北にある時を負とする。

實例に於いて α, z を求める時には先づ L_1/L_3 の値を求め、この値に對する α を第 18 圖より求める。 α が求められると第 19 圖より L_3 の値を sT_0 を單位として得られる。

第 18 圖



第 19 圖



實測から出した L_3 の値を lm とし、第 19 圖から求めた L_3 の値を n_3 とすれば

$$L_3 = n_3 z T_0 = l$$

$$\therefore z = \frac{l}{n_3 T_0}$$

上式を用ひて岩脈頭までの深さ z を決定する事が出来る。

此の方法は $F=0$ の位置をどこにとるか、即ち正規の磁場のとり方によつて變るものである。周囲の岩石による磁場がわかつてをれば、それを基準にとつてその値からの差を以て其の岩脈による擾亂力としなければならない。故に周囲の岩石の磁氣的性質の未知のものについては適用出来ないのである。

次に一般の場合に適用し得る方法が上と同様な方法で得られる。

これには Z 極大の位置、 F の極大及び極小の位置を用ひるのである。これ等は何れも正規の磁場には無関係であるから曲線が得られると直に求められるものである。

今 L_4 なる量を

$$L_4 = x_{F \min} - x_{F \max}$$

とすれば

$$L_4 = \frac{2}{V_0 \sin \alpha + H_0 \cos \alpha} \cdot z T_0 \dots\dots\dots (22)$$

故に
$$\frac{L_1}{L_4} = - \frac{T_0 - V_0(\sin \alpha + \cos \alpha) + H_0(\sin \alpha - \cos \alpha)}{2(V_0 \cos \alpha - H_0 \sin \alpha)} \dots\dots\dots (23)$$

L_1/L_4 及び L_4 を α についてグラフに書いて見ると第 20 圖のようになる。

實測から L_1, L_4 を求

第 20 圖

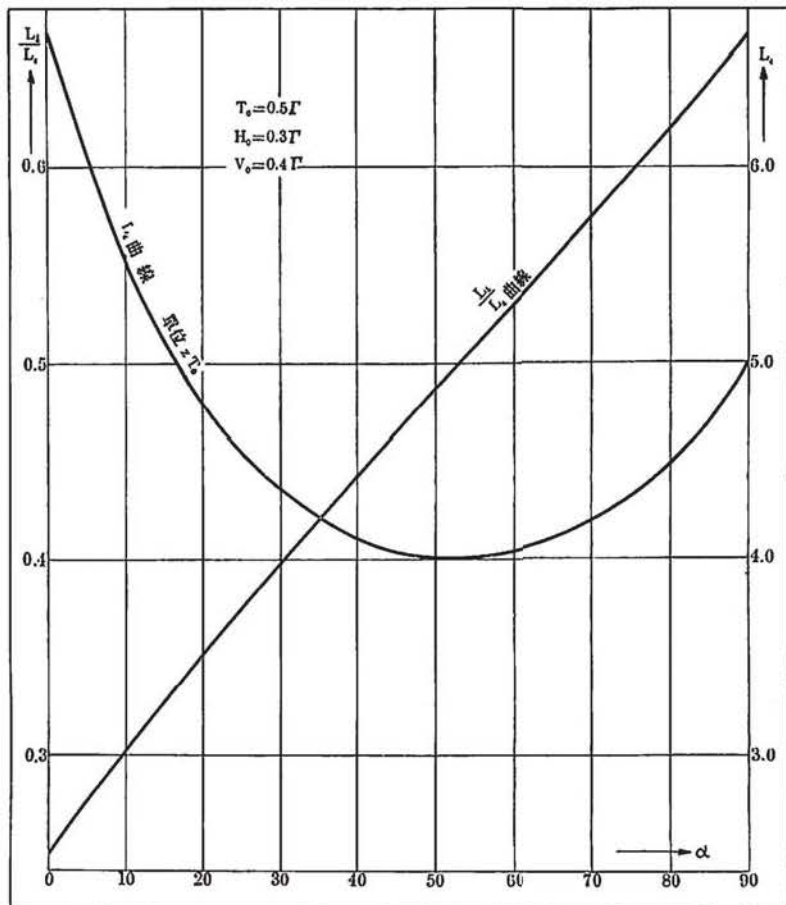
め、その比 L_1/L_4 の値に相當する L_4 の値を見れば zT_0 を單位とした L_4 の値 n_4 が得られる。一方實測による L_4 の値を lm とすれば

$$L_4 = n_4 z T_0 = l$$

$$\therefore Z = \frac{l}{n_4 z T_0}$$

この第三の方法は一般の場合に適用し得る方法である。

以上述べた三つの方法は何れも非常に精密な測定結果について適用し得るものであるが、これとても相當大きな誤差の入る事を覺悟しなければならぬ。



磁氣子午面に直角な断面に對しては $\varepsilon = 90^\circ$ であるから (16) 式を用ひればよい。然しこの場合の F は断面の方向の擾亂分力であるから實測のものとは異り、次の式で求めなければならない。

$$F = H \cos(\varepsilon - dD) - H_0 \cos \varepsilon$$

上式で $\varepsilon = 90^\circ$ であるから

$$F = H \sin dD$$

である。

第 15 圖の點線はこの値を畫いたものである。

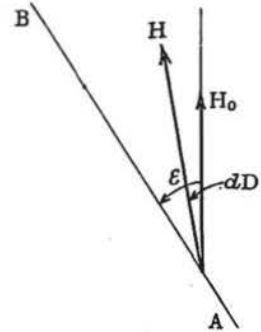
(ii) 鉛直下方に落ち込んだ薄い層による磁場

第 22 圖, 第 23 圖に示した様に地下層は下方及び水平方向の一方に無限に延びてゐるものとし, 層の厚さは深さ z_0 に比して省略し得るものとする。

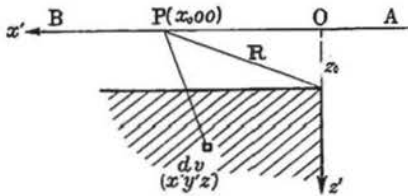
今この層の端の直上に原點をとり, 水平方向の層の延びてゐる方向に x' 軸をとる。 z' 軸は鉛直下方とする。

断面 AB (x' 軸と一致す) に於ける其の物質による磁場を求めて見よう。

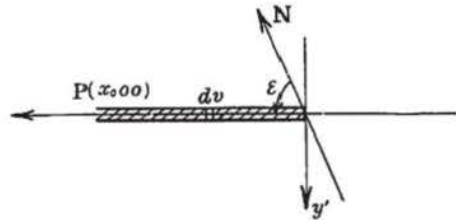
第 21 圖



第 22 圖



第 23 圖



素體積 $dv(x', y', z')$ による $P(x_0, 0, \epsilon)$ 點の磁氣ポテンシャルは (13) 式より

$$dP = C \frac{xH_0 + zV_0}{r^3} dv$$

而して

$$x = (x' - x_0) \cos \epsilon - y' \sin \epsilon$$

$$z = z'$$

であるが厚さが薄いものとすれば y' は近似的に零と見做し得る。

故に層の厚さを d とすれば, 全物質による P 點の磁氣ポテンシャル P は

$$P = Cd \int_0^\infty \int_{z_0}^\infty \frac{(x' - x_0) H_0 \cos \epsilon + z' V_0}{\{(x' - x_0)^2 + z'^2\}^{3/2}} dx' dz'$$

x', z' について積分を行ひ夫々の限界を入れると

$$P = -Cd [V_0 \log (R - x) + H_0 \cos \epsilon \log (R + z)] \dots \dots \dots (24)$$

但し上式で x, z は夫々 x_0, z_0 であり, R は

$$R = \sqrt{x^2 + z^2}$$

である。

擾亂力の AB 方向の分力及び鉛直方向の分力は

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} = F &= \frac{Cd}{R} \left[V_0 - H_0 \cos \varepsilon \cdot \frac{x}{z+R} \right] \\ -\frac{\partial P}{\partial z} = Z &= \frac{Cd}{R} \left[V_0 \cdot \frac{z}{R-x} + H_0 \cos \varepsilon \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (25)$$

(iii) 有限な幅を持つた薄い層による磁場

(i) の場合と同様な形を有するものであるが、只 y' 方向の幅を有限とした場合に對しての表面の擾亂磁力を求めて見る。

この場合は (i) の

第 24 圖

場合の y'' の限界を

$0 \rightarrow \infty$ の 2 倍とする

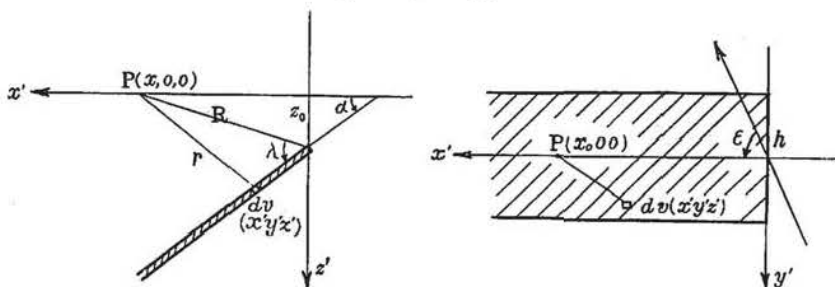
かわりに $-h \rightarrow h$ と

すればよい。但し $2h$

を水平方向の層の幅

とする。然る時はポ

テンシャル P は



$$P = Cd \int_0^\infty \int_{-h}^h \frac{V_0(z_0 + x'' \sin \alpha) + H_0 \cos \varepsilon (x'' \cos \alpha - x_0) - y'' H_0 \sin \varepsilon}{(R^2 + x''^2 - 2x''R \cos \lambda + y''^2)^{3/2}} dx'' dy''$$

これから

$$\begin{aligned} P = Cd \left[V_0 \left\{ \sin \alpha \cdot \log \frac{\sqrt{R^2 + h^2} + h}{\sqrt{R^2 + h^2} - h} + \frac{2(z + R \cos \lambda \sin \alpha)}{R \sin \lambda} \tan^{-1} \frac{h \sin \lambda}{R - \sqrt{R^2 + h^2} \cos \lambda} \right\} \right. \\ \left. + H_0 \cos \varepsilon \left\{ \cos \alpha \cdot \log \frac{\sqrt{R^2 + h^2} + h}{\sqrt{R^2 + h^2} - h} + \frac{2(R \cos \lambda \cos \alpha - x)}{R \sin \lambda} \cdot \tan^{-1} \frac{h \sin \lambda}{R - \sqrt{R^2 + h^2} \cos \lambda} \right\} \right] \end{aligned} \dots\dots\dots (26)$$

x 方向及び z 方向の分力を求めると次の様になる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} = F &= \frac{C \cdot V_0 \cdot d \cdot h}{R^2 \sqrt{R^2 + h^2}} \left[-2x \sin \alpha + \frac{2(z \sqrt{R^2 + h^2} - Rx \sin \lambda) \cos \alpha}{\sqrt{R^2 + h^2} - R \cos \lambda} \right. \\ &\quad \left. - \frac{H_0}{V_0} \cos \varepsilon \left\{ 2x \cos \alpha + \frac{2(z \sqrt{R^2 + h^2} - Rx \sin \lambda) \sin \alpha}{\sqrt{R^2 + h^2} - R \cos \lambda} \right\} \right] \\ -\frac{\partial P}{\partial z} = Z &= \frac{C \cdot V_0 \cdot d \cdot h}{R^2 \sqrt{R^2 + h^2}} \left[2z \sin \alpha + \frac{2(x \sqrt{R^2 + h^2} + Rz \sin \lambda) \cos \alpha}{\sqrt{R^2 + h^2} - R \cos \lambda} \right. \\ &\quad \left. + \frac{H_0}{V_0} \cos \varepsilon \left\{ 2z \cos \alpha - \frac{2(x \sqrt{R^2 + h^2} + Rz \sin \lambda) \sin \alpha}{\sqrt{R^2 + h^2} - R \cos \lambda} \right\} \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (27)$$

但し

$$R \sin \lambda = x \cos \alpha$$

$$R \cos \lambda = x \cos \alpha - z \sin \alpha$$

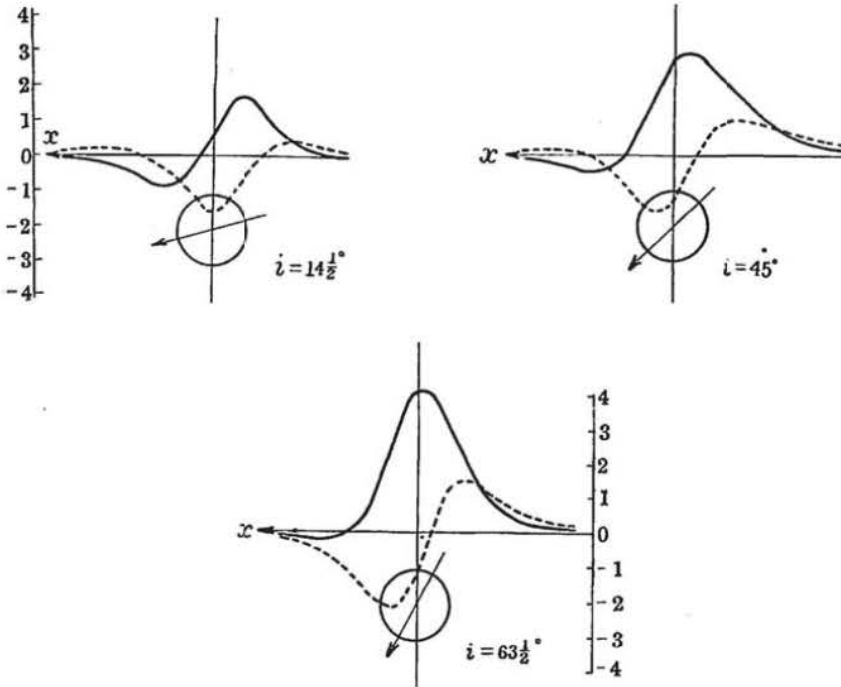
である。

(iv) 球の場合

地下物質が球である場合の表面に於ける磁場の式は色々の著書に出てゐるから省略し、こゝには球の中心の深さを決定する理論的一方法を述べて見よう。

地下物質が球である場合に實測した地表面の磁場から球の中心の深さを定める事が出来る。

第 25 圖

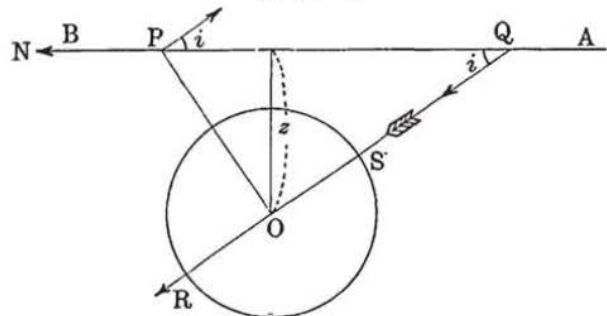


先づ球が地下にある場合子午線の方に切つた断面の磁場を畫いて見ると第 25 圖のようになる。

今球が地球磁場の感應のみによつて磁化してゐる場合を考へる。この様な場合には作圖的に表面磁場から球の中心の深さを決定する事が出来る。

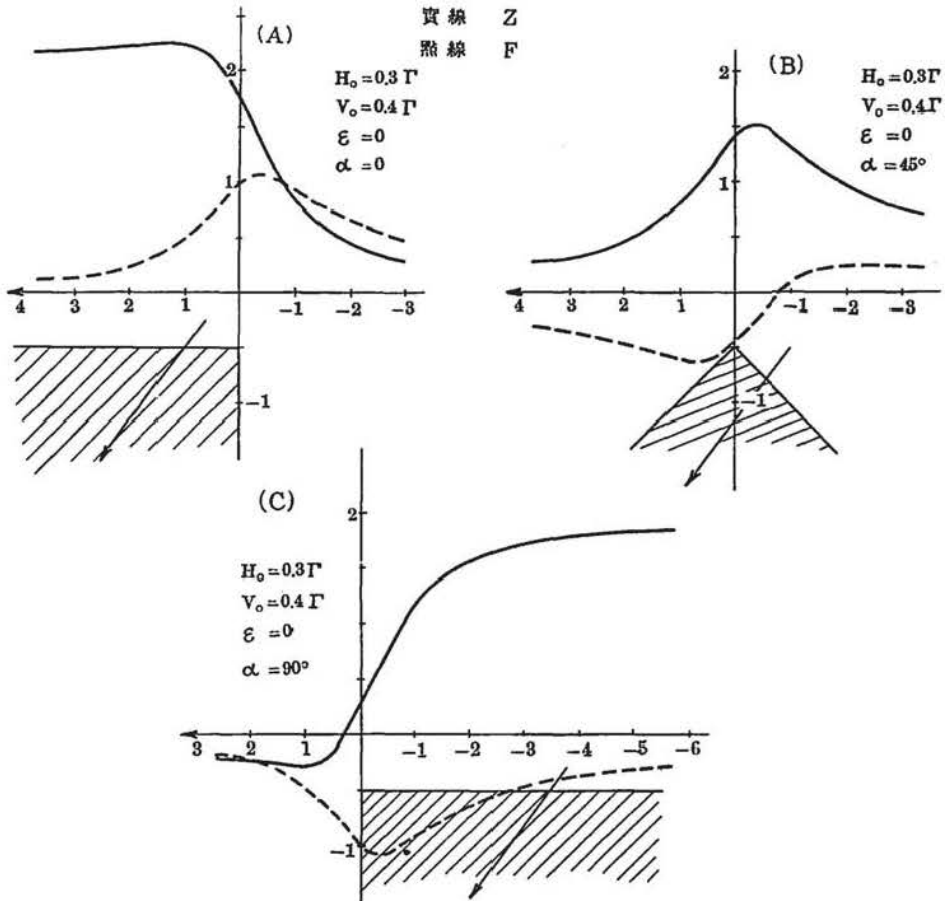
即ち球の中心 O を通る地球磁場の方

第 26 圖



$$-\frac{\partial P}{\partial s} \equiv Z = \frac{CV_0}{R} \left[\frac{(z+R \cos \alpha) \sin \alpha}{R+x \sin \alpha+z \cos \alpha} + \frac{(z+R \sin \alpha) \cos \alpha}{R-x \cos \alpha+z \sin \alpha} \right] + \frac{H_0}{V_0} \cos \varepsilon \left[\frac{(z+R \cos \alpha) \cos \alpha}{R+x \sin \alpha+z \cos \alpha} - \frac{(z+R \sin \alpha) \sin \alpha}{R-x \cos \alpha+z \sin \alpha} \right]$$

第 28 圖

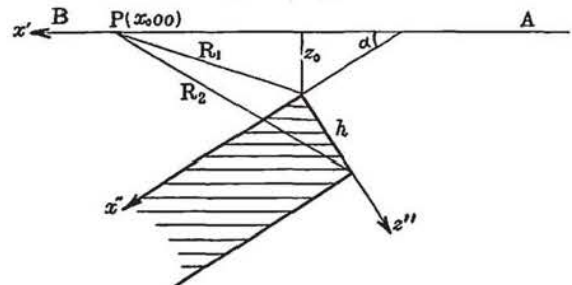


第 29 圖

(29) 式に於いて $\alpha=0$ とおけば (25) 式となる。

磁氣子午線方向の断面に就いて擾亂磁力を書いて見ると第 28 圖のようになる。

(v') 次に z'' 方向の限界を $0 \rightarrow h$ とすればポテンシャルの式は次のようになる。



$$P = Cd \left[(H_0 \cos \varepsilon \cos \alpha + V_0 \sin \alpha) \log \frac{R_2 + h + x \sin \alpha + z \cos \alpha}{R_1 + x \sin \alpha + z \cos \alpha} \right. \\ \left. + (V_0 \cos \alpha - H_0 \cos \varepsilon \sin \alpha) \log \frac{R_2 - x \cos \alpha + z \sin \alpha}{R_1 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right] \dots \dots \dots (30)$$

こゝで

$$R_1 = \sqrt{x^2 + z^2}$$

$$R_2 = \sqrt{R_1^2 + h^2 + 2h(x \sin \alpha + z \cos \alpha)}$$

(30) 式を x, z で夫々微分すると

$$\frac{\partial P}{\partial x} \equiv F = \frac{CV_0}{R_1 R_2} d \left\{ \begin{aligned} & R_1 \left\{ \frac{(x+h \sin \alpha + R_2 \sin \alpha) \sin \alpha}{R_2 + h + x \sin \alpha + z \cos \alpha} + \frac{(x+h \sin \alpha - R_2 \cos \alpha) \cos \alpha}{R_2 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \\ & - R_2 \left\{ \frac{(x+R_1 \sin \alpha) \sin \alpha}{R_1 + x \sin \alpha + z \cos \alpha} + \frac{(x-R_1 \cos \alpha) \cos \alpha}{R_1 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \\ & + \frac{H_0}{V_0} \cos \varepsilon \left\{ \begin{aligned} & R_1 \left\{ \frac{(x+h \sin \alpha + R_2 \sin \alpha) \cos \alpha}{R_2 + h + x \sin \alpha + z \cos \alpha} - \frac{(x+h \sin \alpha - R_2 \cos \alpha) \sin \alpha}{R_2 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \\ & - R_2 \left\{ \frac{(x+R_1 \sin \alpha) \cos \alpha}{R_1 + x \sin \alpha + z \cos \alpha} - \frac{(x-R_1 \cos \alpha) \sin \alpha}{R_1 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\} \\ - \frac{\partial P}{\partial z} \equiv Z = - \frac{CV_0}{R_1 R_2} d \left\{ \begin{aligned} & R_1 \left\{ \frac{(z+h \cos \alpha + R_2 \cos \alpha) \sin \alpha}{R_2 + h + x \sin \alpha + z \cos \alpha} + \frac{(z+h \cos \alpha + R_2 \sin \alpha) \cos \alpha}{R_2 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \\ & - R_2 \left\{ \frac{(z+R_1 \cos \alpha) \sin \alpha}{R_1 + x \sin \alpha + z \cos \alpha} + \frac{(z+R_1 \sin \alpha) \cos \alpha}{R_1 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \\ & + \frac{H_0}{V_0} \cos \varepsilon \left\{ \begin{aligned} & R_1 \left\{ \frac{(z+h \cos \alpha + R_2 \cos \alpha) \cos \alpha}{R_2 + h + x \sin \alpha + z \cos \alpha} - \frac{(z+h \cos \alpha + R_2 \sin \alpha) \sin \alpha}{R_2 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \\ & - R_2 \left\{ \frac{(z+R_1 \cos \alpha) \cos \alpha}{R_1 + x \sin \alpha + z \cos \alpha} - \frac{(z+R_1 \sin \alpha) \sin \alpha}{R_1 - x \cos \alpha + z \sin \alpha} \right\} \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\} \\ \dots \dots \dots (30)$$

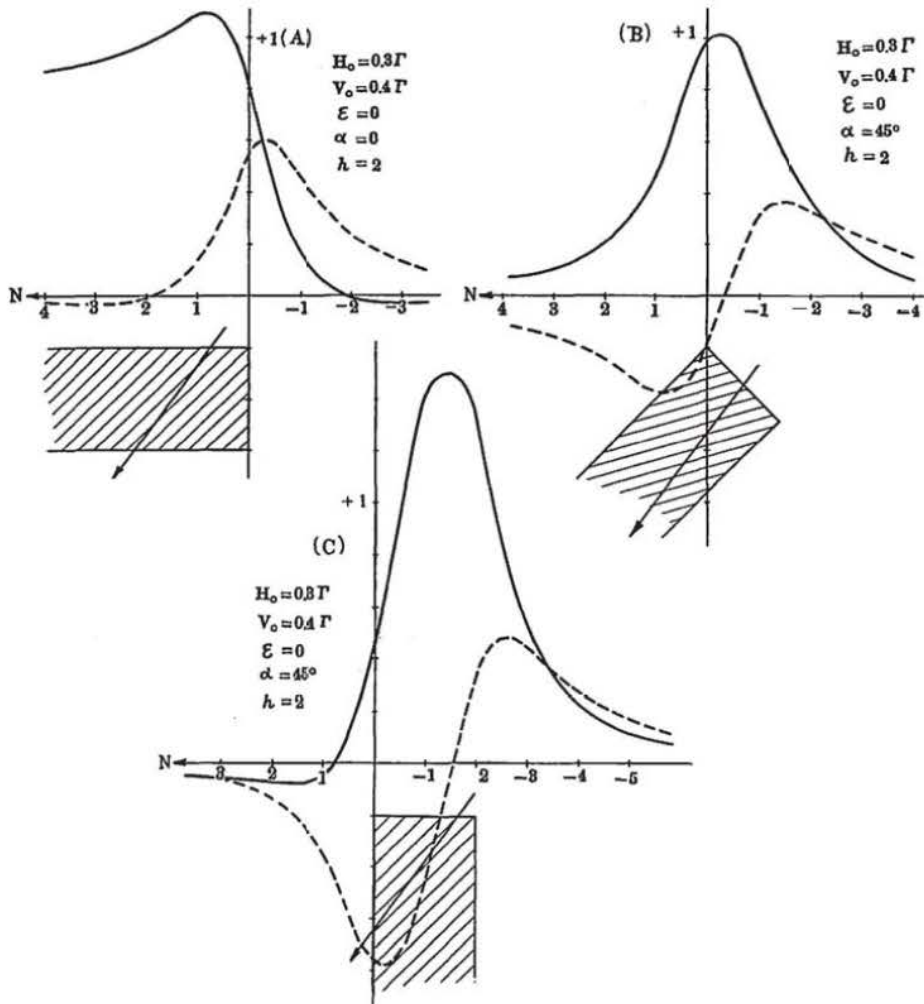
磁氣子午線の方角の断面について擾亂磁力を畫いて見ると第 30 圖の様になる。

第 28 圖 (B) と第 30 圖 (B) とを用ひれば、第 31 圖の様な地下構造に對する擾亂磁場の磁氣子午面内の断面が得られる。

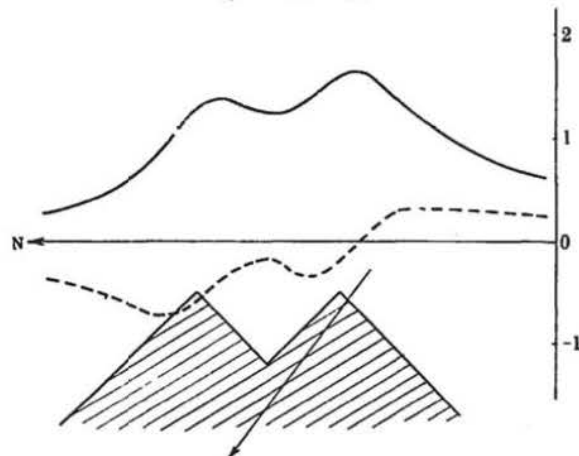
同圖から推察すれば鉛直分力の擾亂力の形は大體地下物質の表面の形に類似してゐるといふ事が云はれる。

又第 28 圖の (A) と (C) を用ひれば、深さに比較して水平方向の長さが大きい地下物質に對する表面磁場が得られる。(第 32 圖參照)

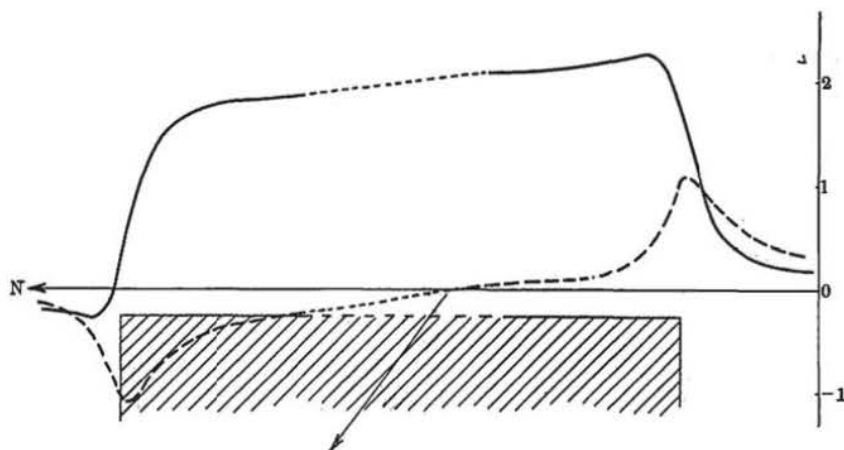
第 30 圖



第 31 圖



第 32 圖



(vi) 地下物質が (v) の様な場合の α, z の求め方

地下物質が (v) で述べた様な場合、磁気子午面内の断面に現はれた擾乱磁場から水平面と層との傾き α , 及び岩脈頭の深さ z をグラフを用ひて求める事が出来る。

この方法は (i) で述べたものと略々同様であるが、只この場合には F, Z の極大、極小の位置を式の上から求める事が困難な爲、任意の α に対する F, Z の曲線を畫き、この曲線から各々の極大、極小の位置を求めたのである。

$$L_1 \equiv x_{Z \max} - x_{F \max}$$

$$L_4 \equiv x_{Z \max} - x_{F \min}$$

$$L_5 \equiv x_{F \max} - x_{F \min}$$

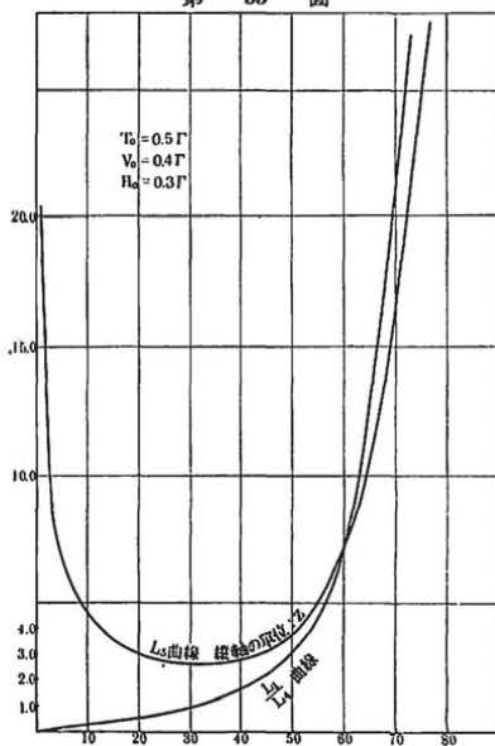
とすれば、 L_1/L_4 及び L_5 は第 33 圖の様になる。

これを用ひれば Z の極大、 F の極大及び極小の位置から α 及び z を見當づける事が出来る。即ち L_1/L_4 に相當する値を實際觀測圖から求め、その値に相當する (L_5 -曲線 上の値) をとれば

$$l = nz$$

なる式で z を計算する事が出来る。 l は實測圖から出した L_5 の値である。 n は第 33 圖によつて

第 33 圖



求めた L_0 の値である。

§9. 異常の考察

今回の磁氣測量の結果中考慮すべき主な異常は日詰、遠野、釜石、千厩、宮古及び築館附近の異常である。これ等の異常地では地下の構造は全く未知であるから表面磁場の形から地下物質の形を想像し、更に擾亂磁場から物質の深さ、水平面との傾斜、地下物質の帶磁率等を求めて見よう。

これ等の異常を一つ宛論する前に全體の傾向を見ると第 9 圖、第 10 圖に示した様に鉛直分力の擾亂力は大體海岸に並行し、海岸に近い部分は正の値を持ち、内陸に入るに随つて負の値をとる様になる。水平分力は逆に内陸から海岸に出るに随つて値を減少する様な傾向がある。

この中に散在する上記異常は殆んど全部鑛山或はその近傍に存在してゐる。殊に日詰、遠野、釜石は同一直線上に排列し、如何にも同一鑛脈の起伏によつて生じた様に見える。

又、千厩附近を見ても此の附近の異常が大體同一直線上にある事から推察すると同一地質によるらしく思はれる。

岩手縣の異常地域は大體して 3 つに區別する事が出来る。

- (a) 岩手山地方の異常
- (b) 中央部以南の異常
- (c) 北部海岸地方の異常

(a) 岩手山地方の異常

この地方の異常は岩手山の裾野の影響で一般に鉛直分力は負の異常を有するものである。觀測點の数が少い爲に詳細な考察をなす事は出来なかつた。

(b) 中央部以南の異常

この地域内に入る異常は前述の異常の殆んど全部を含むもので鑛山多く、異常の程度も他の二者に比して相當大きい地方である。

この中にある異常は後で述べる事とする。

(c) 北部海岸地方の異常

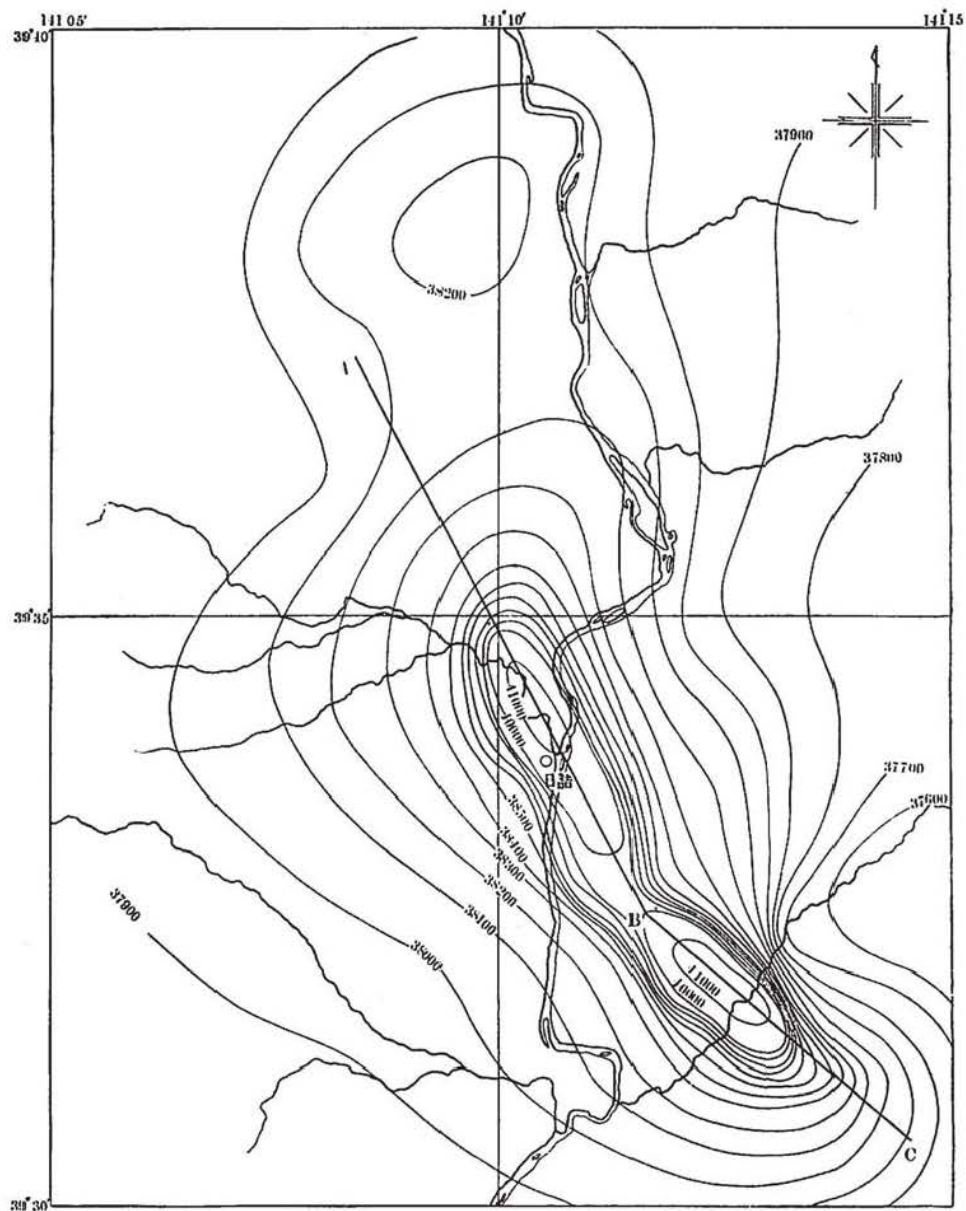
北部海岸久慈附近の異常地域で正の異常が相當大である。この附近では砂鐵を多量に含んでゐるらしく、此の爲に斯ゝる大きな異常地を構成したものではないかと思はれる。

次に (b) の地方に含まれる異常地の二三に就いて理論的考察を施して見よう。

(i) 日詰附近の異常

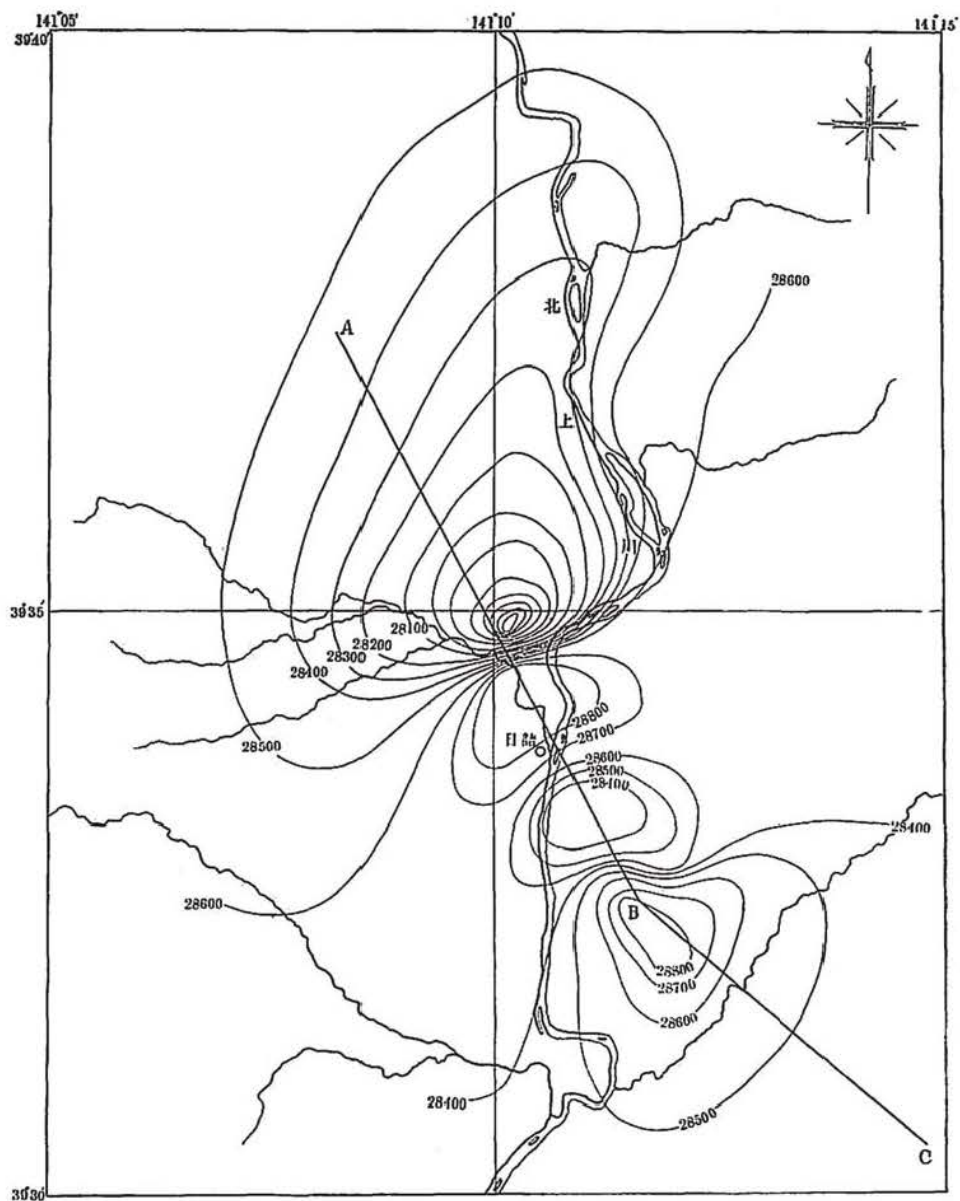
日詰附近の異常を擴大して畫けば第 34 圖、第 35 圖の様になる。前者は鉛直分力、後者は水平分力の等磁力線を畫いたもので共に實測のまゝのものである。

第 94 圖



日詰附近の鉛直分力等磁力線圖

第 35 圖



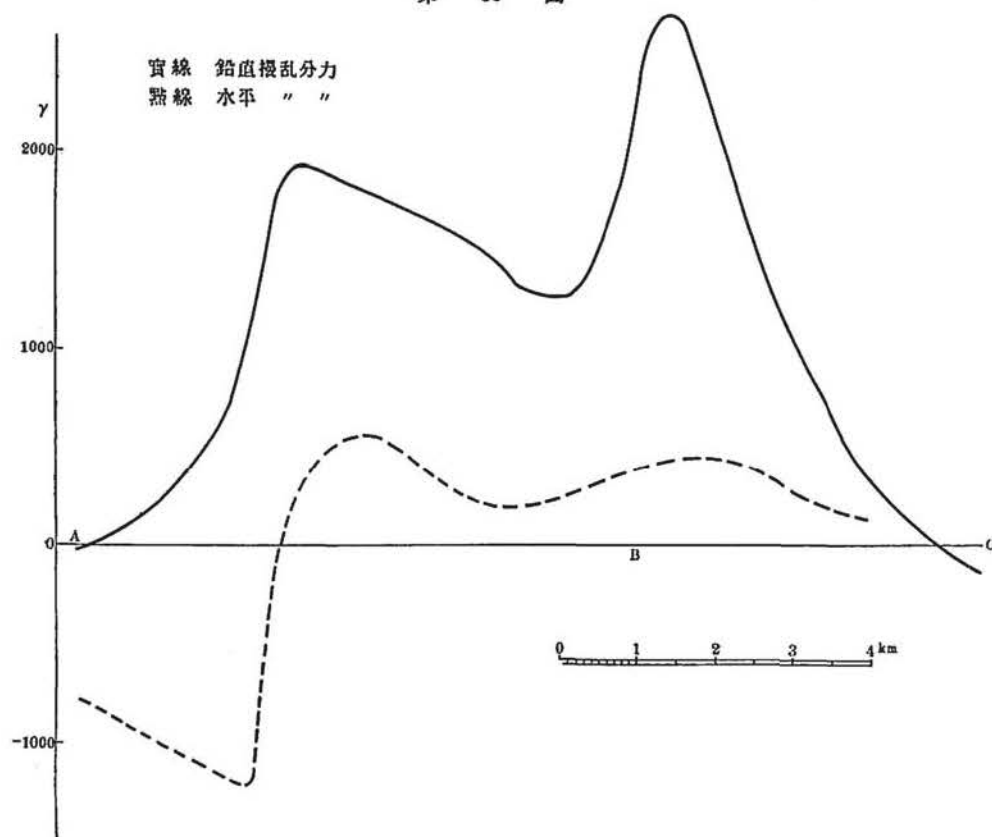
日詰附近の水平分力等磁力線圖

鉛直分力の圖を見ると、極大の位置は二ヶ所あり、これが大體磁南北方向に連り、北の方が南の方より小さい。この圖で見ると地下物質は § 8, (v) の場合に相當するものゝ様である。

水平分力は北の方に極小、南の方が極大となつてをり、極大の位置は南北に二つ連つて存在する。

今断面 ABC を考へる。 AB 及び BC は略々磁氣子午面内にあるから、便宜上 $\varepsilon=0$ とし、 AB と BC は同一直線と見做す。この断面に於ける擾亂磁力は第 36 圖に示してある。

第 36 圖



第 36 圖の鉛直分力の断面圖を以て地下物質の形を想像すると、先づ二つの岩脈がある事が想像せられる。そして北の方の岩脈による擾亂磁場の極大、極小の位置は南の岩脈には無關係の様に思はれる。而して北の方の岩脈は磁南北の方向に延びその長さは深さに比して大きい様である。

今東西方向の厚さ d を深さに比して小さいものとすれば第 33 圖を用ひてその概略の深さ及び水平面との傾きを求める事が出来る。

$$x_{Z\max} - x_{F\max} \div 800 \text{ m}$$

$$x_{Z\max} - x_{F\min} \div 500 \text{ m}$$

$$\therefore \frac{x_{Z \max} - x_{F \max}}{x_{Z \max} - x_{F \min}} = 1.6$$

故に第 33 圖より $\alpha \div 40^\circ$

$\alpha = 40^\circ$ に相當する $(x_{F \max} - x_{F \min})$ の値は深さを單位として約 3 である。

而して實測より

$$x_{F \max} - x_{F \min} = 1300 \text{ m}$$

$$\therefore s \div 400 \text{ m}$$

此等の値は測定距離がかなり大きい場合から得たもので、殆んど誤差の範圍であると云つてよい程度であるが観測點の數を更に多くして測點距離を小にして求めると相當正確な値が得られる。

實際には s は尙小さく、 α は更に大きい様に思はれる。

今 $\alpha = 45^\circ$, $s = 400 \text{ m}$, $d = 100 \text{ m}$ として岩脈の帶磁率 κ を求めて見よう。

Z の極大の位置を用ひて計算して見る。第 28 圖 (B) で判る様に $x_{Z \max} \div 0.3 s$ である。これ等の値を (29) 式の Z 式に代入し、更に實測から $Z_{\max}$ の値 $0.02 I'$ を入れて計算すれば

$$I \div 0.08$$

而して $\kappa = I/T$ であるから、(T は地磁氣の全磁力、こゝでは $0.5 I'$ とする)

$$\kappa = 0.16$$

となる。

然し岩石が固有磁氣を持つてゐるとすれば上に求めた 0.16 なる帶磁率の値は大きすぎる。實際日詰附近の岩石は岩石自身固有磁氣を持つてゐるらしく思はれる。

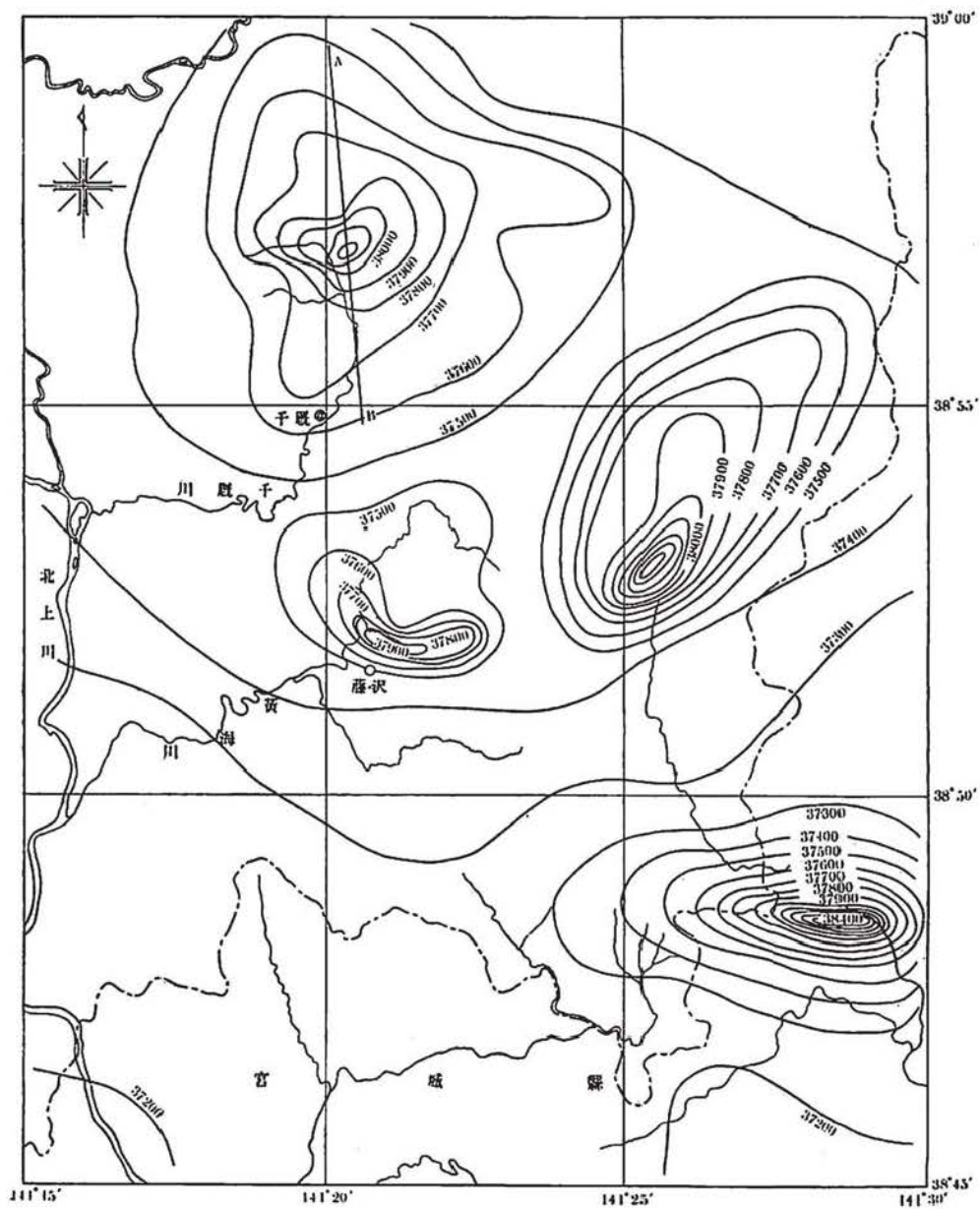
上に求めた帶磁率の値は岩石が地球磁場の感應のみによつて磁化してゐるといふ考の下に出した値であるからその岩石が固有磁氣を持つてゐる時は、その岩石の本當の帶磁率は計算で出したものより小さくならねばならない (正の異常について計算を適用した時)。

次に日詰附近の異常を形成する地下物質が固有磁氣を持つてゐるとし、異常値はその固有磁氣のみによつて起つてゐるとすれば、正の異常に隣接してある南側の負の異常も説明する事が出来る。

感應作用のみで磁化してゐると考へる時には負の異常を説明する事が出来ず、全然別の岩石による異常として説明しなければならないが、上述の様に固有磁氣を持つてゐると考へると極性を考へる事によつて解決せられる。即ち正の異常附近を S -極とし負の異常附近を N -極とする一つの磁石を考へればよいわけである。

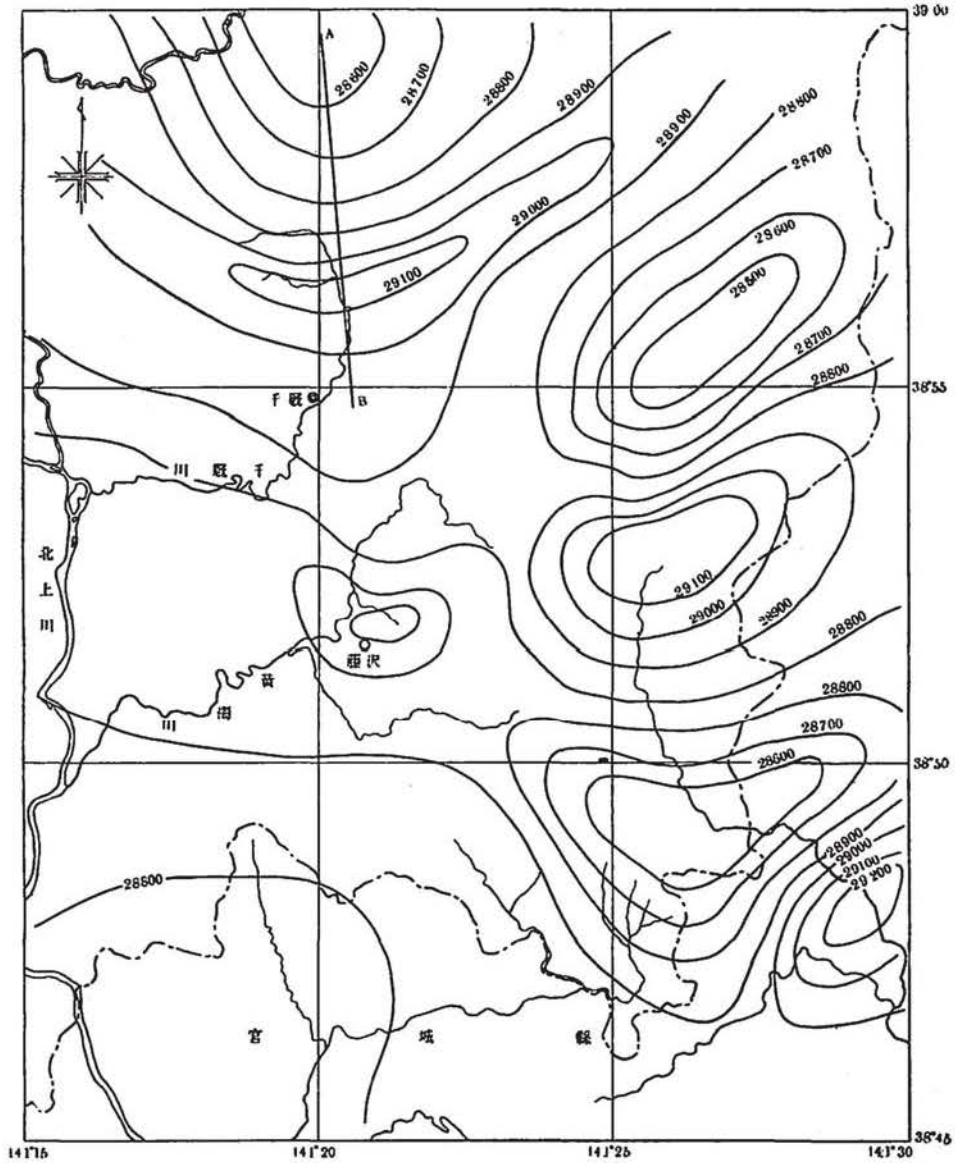
一般にはこの岩石の兩極の大きさ、固有磁氣の強さ等は異なるであらうが、今同一なものと假定すれば、正負擾亂力の絶對値の中で正の方が大きいといふ事から北の方が南の方より地表面に近くあるといふ事が出来る。

第 37 圖



千厩附近の鉛直分力等磁力線圖

第 38 圖



千厩附近の水平分力等磁力線圖

遠野、釜石に於ける正負兩擾亂力を有する異常も、上と同様の考へから説明する事が出来るであらう。即ちこの兩地方は磁石板を置いて考へればよい。

(ii) 千厩附近の異常

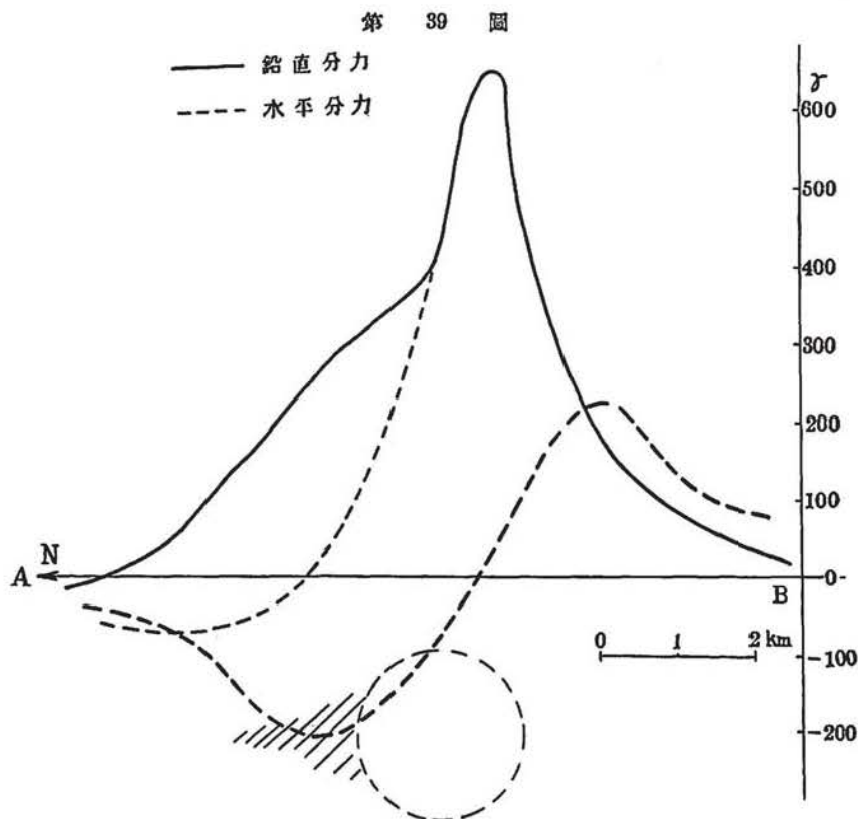
千厩附近の異常を擴大して畫いて見ると第 37 圖、第 38 圖のようになる。同圖で明かな様に異常の中心は 4 ケ所にあり、この中 $141^{\circ}25' E$, $38^{\circ}53' N$ 附近の異常及び $141^{\circ}29' E$, $38^{\circ}48' N$ 附近の

異常地域では金鑛を採掘してゐる。

この附近の地下物質は前述の日詰、遠野、釜石附近とは異り固有磁氣を有せず、單に地球磁氣の感應作用で磁化してゐる様である。

最北端の異常地域の擾亂磁場の形から推察すると地下構造は球狀物質の様である。

この異常の AB 線に沿ふ断面圖は第 39 圖の様になる。



この異常に對して §8 の (iv) の方法を適用して見よう。

先づ第 37 圖の鉛直分力等磁力線を見ると最北端の異常の原因物質は相當深所にある事が判る。何故ならば若し地下物質が既採掘附近のものと同一性質を有するとすれば、同じ深さにある時は磁力の値は大體同程度に出なければならない。然るにこの部分は磁力の値は小さく、又既採掘附近の異常の範圍に比較して異常範圍が非常に廣大である。以上の事を考慮すれば地下物質は相當深所にある様に想像せられる。

先づ第 39 圖で $Z/F = \tan i$ なる位置を求め、この様な二つの點から磁化方向及びこれに直角の方向に直線を引き、交はる所を求めるとその點が球の中心となる。

此の様にして求めた結果、球の中心の深さ $z \div 2 \text{ km}$ と出た。

今球の半径 $R=1 \text{ km}$ とし、地下物質の帯磁率を出して見よう。

地下物質が球の場合の擾亂分力の式は

$$\left. \begin{aligned} F &= \frac{\mu_0 - \mu}{2\mu_0 + \mu} \cdot \frac{R^3}{r^5} \{3V_0 xz - H_0(2x^2 - z^2)\} \\ Z &= \frac{\mu_0 - \mu}{2\mu_0 + \mu} \cdot \frac{R^3}{r^5} \{3H_0 xz - V_0(2z^2 - x^2)\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(32)$$

である。茲に

μ : 擾亂物質の透磁率

μ_0 : 周囲の物質の透磁率

R : 球の半径

r : $\sqrt{x^2 + z^2}$

である。

(32) 式に上述の数値を代入して概略計算を行へば

$$\mu \div \frac{1.4}{0.8} \mu_0$$

今周囲の物質の透磁率を 1 とすれば

$$\mu \div 1.8$$

帯磁率を κ とすれば

$$\mu = 1 + 4\pi\kappa$$

であるから

$$\kappa \div 0.06$$

となる。

尙第 39 圖に於いて鉛直分力断面圖の北側は地下物質を球と假定したものより大きな値をとつてゐる。これは同圖地下物質の斜線を引いた部分によるものであらう。

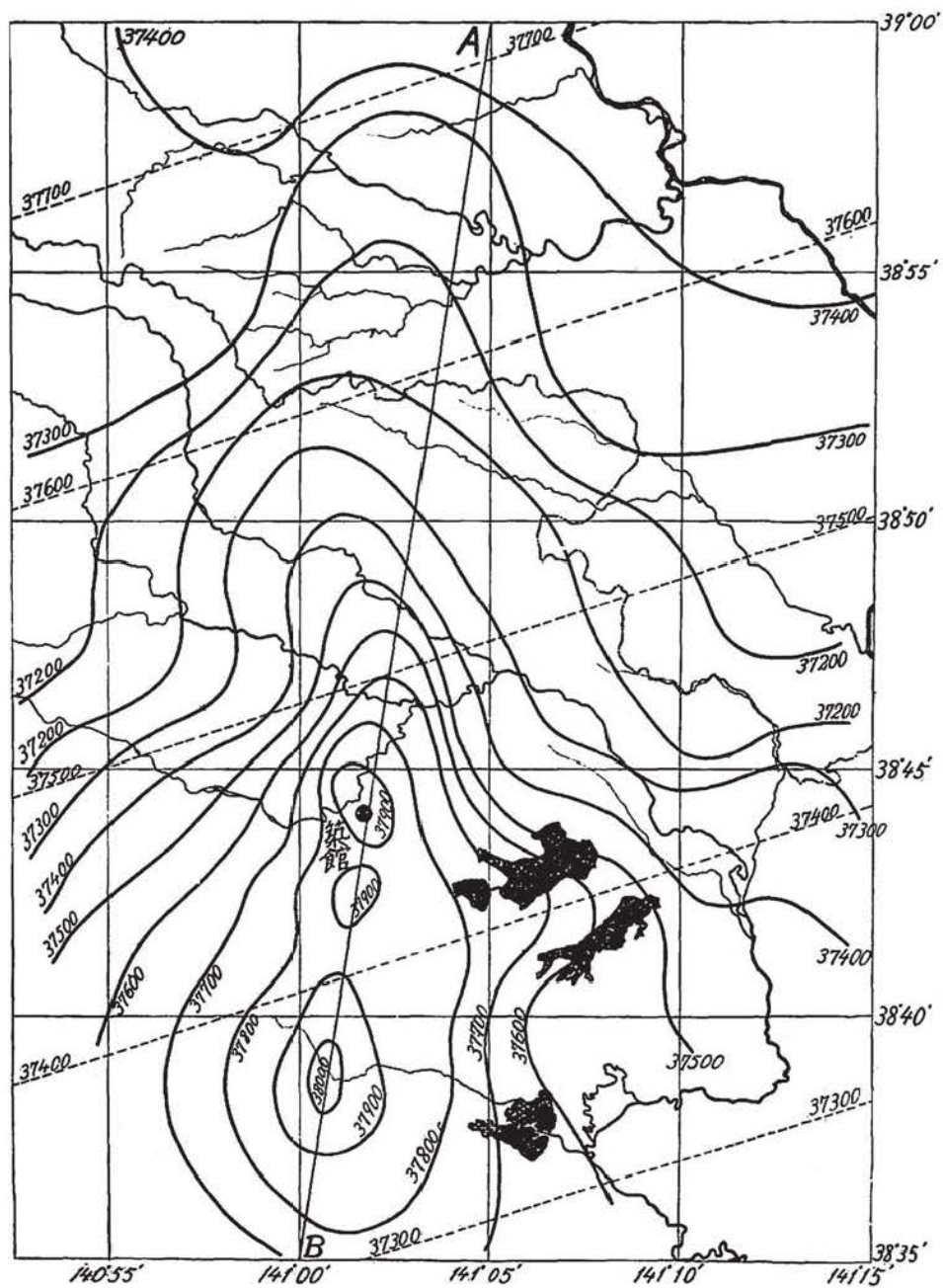
その他の附近の異常地域を構成する物質も恐らくこれと同程度の帯磁率の値をもつてあらうと思はれるが観測點の数が少く、正しい等磁力線を引く事が出来なかつたから考察を省略する事にする。

(iii) 築館附近の異常

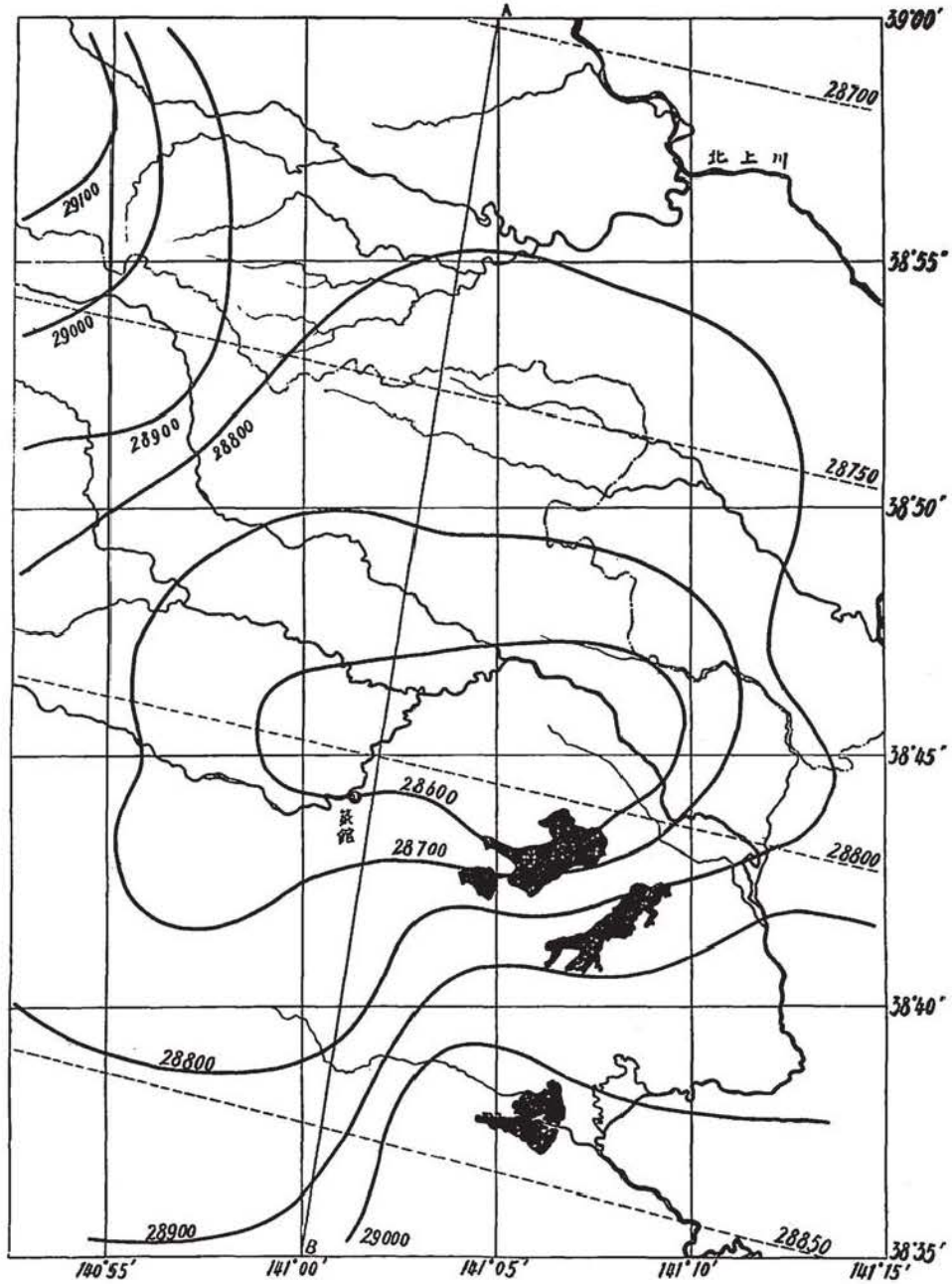
築館附近の異常は南方を除く三方の範圍は決定する事が出来たが南方の限界を判然と定める事が出来なかつた。然し、中心附近は判つてをり後で判る様に南方の限界も餘り遠くないであらうと思はれる。

この地方の異常を擴大して第 40 圖、第 41 圖に示す。

第 40 圖 築館附近鉛直分力等磁力線圖

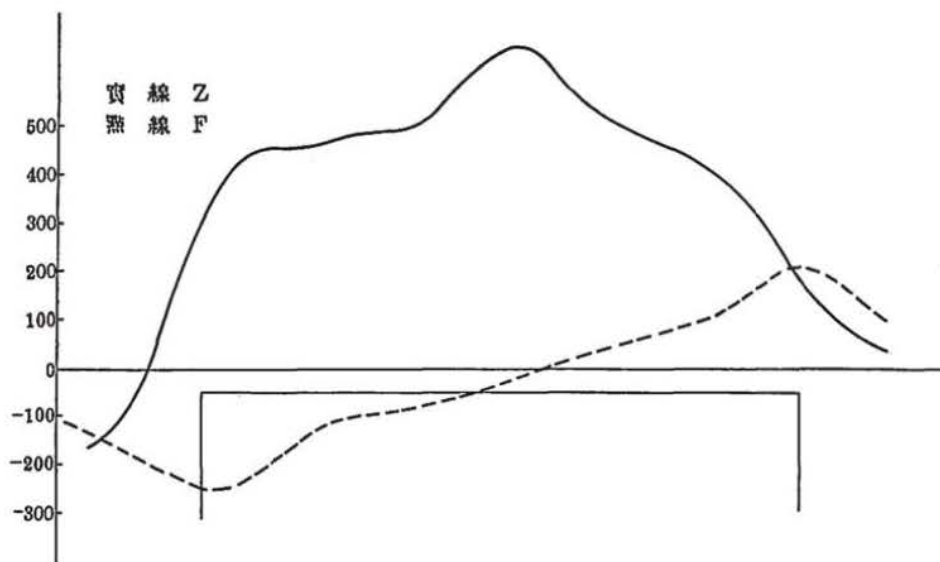


第 41 圖 築館附近水平分力等磁力線圖



等磁力線の圖で見ると地下物質は大體磁南北に走る鉛直下方に落ち込んだ層の様である。
同圖に於いて斷面 AB を取つて見ると第 42 圖の様になる。

第 42 圖



一方 § 8 の (31) 式を用ひて南北方向の斷面圖を畫いて見ると第 43 圖の様になる。

此の兩圖を比較して見ると誠

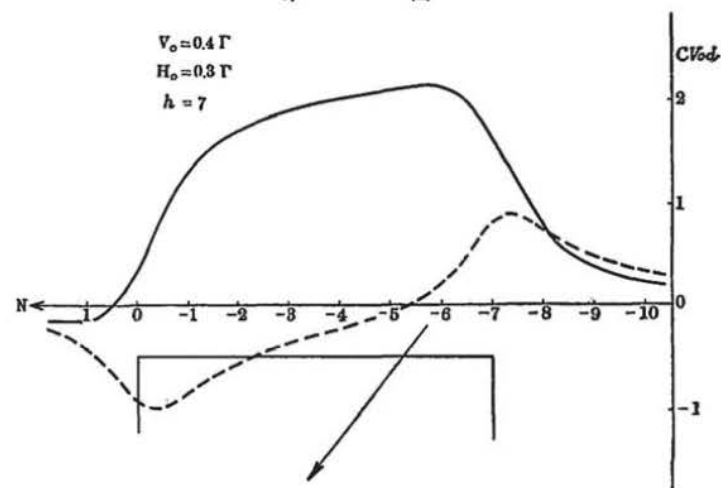
第 43 圖

によく一致してゐる。

故に圖の上から南北方向の層の長さ及び深さの程度を定めると次の様になる。

先づ層の長さは大體に於いて水平分力の極大、極小間の距離に等しいから第 42 圖から層の長さは 25 km としてよいと思ふ。

次に深さの決定であるが第 43 圖で P_1, P_2 なる二點を考へ



P_1 : $-F=Z$ なる位置

P_2 : $F=Z$ なる位置

とする。

然る時は第 43 圖から

$$P_2 - P_1 \div h + \frac{s}{2}$$

である。

一方第 42 圖で P_1, P_2 を定め $(P_2 - P_1)$ をとつて見ると

$$P_2 - P_1 \div 25.5 \text{ km}$$

である。而して $h \div 25 \text{ km}$ であるから

$$s \div 1000 \text{ m}$$

となる。

以上の數値を用ひて地下物質の磁化の強さ I 及び帶磁率 κ を求めて見ると

$$\text{鉛直分力より} \quad I = 0.0035$$

$$\text{水平分力より} \quad I = 0.0031$$

となる。これを平均して築館附近の異常を構成する地下物質の磁化の強さは

$$I = 0.0033$$

なる結果を得た。

次に帶磁率 κ を求めて見ると

$$\kappa = \frac{I}{T}$$

なる故に

$$\kappa = 0.0066$$

なる結果が得られた。

§ 10. 結 尾

昭和 13 年 7 月下旬より同年 11 月中旬に互つて岩手縣及びその隣縣の一部について磁氣測量を施行した。觀測に使用した器械は Adolf Schmidt の鉛直分力用並びに水平分力用 Local variometer で、觀測點の數は鉛直分力について 400 ケ所、水平分力について 269 ケ所で岩手縣全體に分布せしめ殊に異常附近は更に詳しく觀測した。

その結果多くの異常地域を發見する事が出來たがこれ等の異常を分類すると次の様になる。

(a) 北部海岸地方の異常

久慈附近の異常で北部の異常中最大の異常である。鉛直分力の等磁力線は正規磁場の等磁力線に殆んど垂直である。これは此の地方に多い砂鐵と何等かの關係がある様に思はれる。

(b) 岩手山附近の異常

岩手山を中心とする負の異常で、火山地帯特有の異常を示す。

(c) 中央部以南の異常

中央部以南の異常は今回の観測の主要部分をなすもので、この中に含まれてゐる異常は殆んど全部鍬山附近或は鍬山にある。

その主要な異常地を列挙すれば

- | | |
|------------|-----------|
| (i) 宮古附近 | (iv) 釜石附近 |
| (ii) 日詰附近 | (v) 千厩附近 |
| (iii) 遠野附近 | (vi) 築館附近 |

である。

これ等の異常を説明する爲に地下物質が地球磁場の感應のみによつて磁化してゐるとして地下物質とその物質による擾亂磁気力との關係を求めた。

此の場合地下物質の形を單一化しなければならない爲に次の四つの場合について關係式を求めた。即ち

- (i) 斜に落ち込んだ薄い層（水平方向は無限）の層に直角な斷面上の擾亂磁気力
- (ii) 有限な幅を持つた薄い層が斜に落ち込んでゐる場合層に直角な斷面の擾亂磁気力
- (iii) 鉛直下方に落ち込んだ薄い層による層の方向の斷面上の擾亂磁気力（兩邊共に無限）
- (iv) 鉛直下方に落ち込んだ薄い層による層の方向の斷面上の擾亂磁気力（一邊は無限、一邊は有限）

更に (i) の關係式より鉛直分力の極大、水平分力の極大、極小及び零になる點を利用して層が東西に延びてゐる場合に對して、層の深さ及び層が水平面となす角を求める方法を案出した。

又 (iii) の關係式を用ひて α の零から直角までの各角に相當する F, Z の曲線を畫き、これから F の極大、極小の位置、 Z の極大の位置を求めてその關係をグラフに表はし、層の深さ、及び水平面となす角 α を求める方法を案出した。

地下物質が球である場合に、地表面の擾亂磁場から球の中心を求める方法を作圖的に案出した。

以上の方法を用ひて前述の異常の二三に適用した所、次の様な結果になつた。

- (1) 日詰附近の岩脈は略、磁氣子午線の方向に延び、鉛直分力の極大を北に持つ岩脈について上記方法を適用した結果 $\alpha = 40^\circ$, $s = 400$ m, $\kappa = 0.16$ となつた。

尙、日詰附近の異常の南方にある負の異常を合せ考へると、この附近の岩石は固有磁氣を持つてゐるとして説明する事が出来る。即ち北に S -極、南に N -極を持つ磁石を考へればよい。

同様に遠野、釜石等の異常地域でも地下物質が固有磁氣を持つてゐるとして説明すれば磁石板を考へる事によつて説明する事が出来る。

異常の様子から見ると日詰、遠野、釜石は同型の異常を持つてゐるから地下物質も恐らく同じ様な性質を有するであらう事が推察せられる。

- (2) 千厩附近最北端の異常の形から推察すると地下物質は球狀を呈するといふ事が想像せられる。これに球の場合の理論を適用した結果、球の中心の深さ $s=2\text{ km}$ と出た。

球の半径を 1 km として計算した結果 $\kappa=0.06$ なる値を得た。

この附近の異常の中、最北端の異常を構成する地下物質の深さは他の異常に比して一番深所にある様に思はれる。

他の異常を構成する地下物質の磁氣的性質も恐らく上記のものと同様であらうと想像せられる。故に他の異常は地表面から餘り深くない所に原因物質があると考へられ、採掘してゐる 2ヶ所の異常値が最北端のものより大きい事からも、原因物質が地表面近くある事が想像せられる。

- (3) 築館附近の異常については上記 (iv) に相當する關係式を用ひて理論的に擾亂磁力を畫きこれと築館附近の異常とを比較して深さを求めた。

その結果は深さ $s=1\text{ km}$ である。南北の層の長さを 25 km として計算した結果 $\kappa=0.0066$ なる値が得られた。

- (4) 宮古附近の異常は負の異常を中にはさんで南北に正の異常がある。田中館先生達の爲された觀測は負の異常範圍内であつた。

此の磁氣測量は概知の磁氣異常地域又は鑛山附近を詳細に測量すると云ふのが目的でなく、此の測量に依つて磁氣異常を發見せんとする事が主眼である。上述の様に磁氣異常地域が例外なく鑛山地帯と一致してゐるのは當然の事ながら極めて興味が深い。尙磁氣異常地域を實用化せんとする爲めには其の地域一圓に亙つて更に詳細な觀測をなし、測點距離も 50 m 以下とする必要がある。

終りに臨み、此の磁氣測量に關する計畫と機會とを與へられた岡田中央氣象臺長及び終始御懇篤なる御指導を下さいました今道所長に對し厚く感謝申し上げます。又觀測に當つて種々御便宜を與へて下さいました中田盛岡支臺長並びに辻宮古測候所長に對し厚く御禮申し上げます。
