

12. 淺間火山に於ける地球磁氣 偏角の變化

地震研究所 水 上 武

(昭和18年1月21日發表—昭和19年6月9日受理)

1. 緒 言

地震活動並に火山活動の發生に關聯して地球磁場の變動測定が行はれた事は今迄に極めて多數に登つて居る。然し常に問題となるのは、野外に於ける絶對値の再測定より地球磁場の變動を求めようとする場合には、個々の測定が個々の測定時に於ける値が如何に誤差少く測られたとしても、地震、火山活動に直接隨伴して發生した磁場の變化以外に再測定による變動量中には、(I)永久磁場の永年變化、(II)日變化、年變化等の周期的變化、(III)磁氣嵐、(IV)人工磁場による影響及び(V)測定點附近の土石の移動等に依る地形變化に因る影響、(VI)前後測定位置の相異等に依る磁場の變動が常にその中に含まれる。これ等種々の原因による變動の中に於いてかなり廣い地域に互つて同様な變動を示す(I)(II)(III)に原因するものは或る程度迄磁氣變化計を用ひて連續觀測する事により或る程度補正を行ふ事が出来る。然しながらこれ以外に原因するものは大體の量の程度を知る事の出来る場合もあるが全く除去する事の出来ぬものもある。従つて、絶對測定の再測によつて決定された變動量を解釋する上に屢々種々の困難の生ずる事はこの種の研究に従事したものの常に經驗する事である。従つて或る程度以下の變動量は論議の對稱とはせず、或る程度以上大きい變動に就いてのみ問題とするのであるが、どの程度の量迄上述の意味に於いて誤差と見るかは、使用器械、補正の有無、測定點位置の精度、測定點附近の磁氣傾度の大小等によつて大いに異なり、決して簡単な事柄ではない。

之等の種々の困難を考慮する時、今迄に地震及び火山活動に際して行はれた測定結果から直ちに地下の状態に原因するものと斷定を下す事が出来ないものがある。然しながら昭和15年7月の三宅島の著しい活動に伴つた磁氣變動¹⁾は一ヶ月と言ふ比較的短い期間に於いて伏角に於いて26'以上に及ぶ大きい變動が見出された事、並にこの短い期間に數十點に及ぶ多數の同一點で數回の測定が行はれた事、而も多數の獨立

1) 永田武 震研彙報 19 (1941), 363. 19 (1941) 612. 高橋龍太郎・平野金太郎 震研彙報 19, (1941), 82. 加藤愛雄 學士院記事 16 (1940), 440. 水上武 震研彙報 19 (1941), 363, 19 (1941), 612.

した測定者が同一の結果を得た事等の種々の好条件のために過去に於けるこの種の測定結果中最も注目されるものであつて、火山活動に伴つて火山體の内部の熔岩の帯磁の變化及び地殻變動特に傾斜變動に關係して三宅島全島に亘つて現はれた事は疑を入れないのであるが、この大變動に就いては、火山活動に伴つた傾斜變動を以つてしても同島地下の溫度變化による帯磁變化²⁾を以つてしても、磁氣變動量が著しく大きいために現在の知識を以てしては量的關係迄も立入つては説明する事は出来ない。

三宅島、大島等の玄武岩質火山の帯磁は、浅間山、櫻島等の酸性安山岩質の火山の帯磁に較べて數倍乃至十數倍に達して居るので、その變動の原因は何れにあらうとも後者に較べて著しく大きい變化が発生するであらう事は推定される所である。

筆者は浅間火山に於いて昭和 13 年に 20 點餘りに於いて三成分の絶對測定³⁾を行ひ、更に一年後に再測を行つたが、その結果は既に報告した。然しながら既述した様にその變動量の決定に種々の原因によるものが含まれるので、昭和 12 年以來變化計による連続觀測を行つて、火山活動に伴ふ地球磁場の變動の狀況を研究した。その中昭和 12 年 5 月より 13 年 5 月迄火口の北 4 軒の鬼押出と東方 4 軒の中之澤に於いて行つた偏角の變動結果によると約 1 ヶ月間に約 4 分の局部的變動が現はれた。

其の後この兩ヶ所に於ける觀測を中止して火口の西南 14 軒の小諸町の郊外の地下觀測室に於いて昭和 13 年 10 月より水平分力、偏角の兩變化計を据へて觀測を繼續した。本文は偏角の變化の觀測結果に就いて報告し、水平分力の變化に就いては更に改めて報告する豫定である。

2. 偏角の變化の觀測

偏角の變化計は直径 1 釐、長さ 6 釐の三島鋼を燐銅線を用ひて水平につらし、その變化を 1 米の光挺を以つて記録せしめたのである。燐銅線の剛性の影響、磁氣能率、剛性の氣温の變化等による常數の變化に伴ふ影響は次の様なものとなる。

(I) 燐銅線の剛性の影響

磁氣偏角の變化を δ とし燐銅線の剛性のために實際に示す磁石の方位角變化を δ' とすると

$$\frac{\delta'}{\delta} = 1 - \frac{\frac{n\pi r^4}{2l} / MH}{1 + \frac{n\pi r^4}{2l} / MH}$$

$$M = 1.7 \times 10^6 \text{ C.G.S} \quad ; \quad \text{磁石の磁氣能率}$$

2) 永田武 震研彙報 21 (1943), 1.

3) 水上武 震研彙報 18 (1940), 178.

$H = 0.3$ C.G.S.	;	磁場の水平分力
$n = 4 \times 10^{11}$ ダイン/糶 ²	;	燐銅線の剛性
$r = 0.0025$ 糶	;	燐銅線の半径
$l = 30$ 糶	;	燐銅線の長さ

上の常数を入ると

$$\frac{\delta'}{\delta} = 1 - 10^{-6} \quad \text{となつて}$$

この目的には充分燐銅線の剛性を無視する事が出来る。

(II) 變化計の常数の變化に因る影響

$$\frac{n\pi r^4}{2l} / MH = K \quad \text{とすると}$$

$$\frac{\delta K}{K} = \frac{\delta n}{n} + 4 \frac{\delta r}{r} - \frac{\delta l}{l} - \frac{\delta M}{M} - \frac{\delta H}{H}$$

總べての常数の變化が互にその影響を消し合ふ事なく而も都合悪く今各常数が1割變化したとすると

$$\frac{\delta K}{K} \leq 0.8$$

$$\delta K \leq 0.8 \times 10^{-6} \quad \text{となる。}$$

これも何等目的に差支へる影響とはならないので、観測中器械の感度は一定であつたものと考へて差支へない。

1米の光挺のみで擴大して居るから記録紙上1糶の偏角の變化は1'.7に相當する。又數日又は數十日に互つて現はれる緩漫な變化を知る事が主要な目的であるので、特別な日を除いては1日の記録速度を4糶にしてある。

先づ之等の観測結果の日平均値を求めるのであるが、柿岡、豊原の観測結果とを比較する都合上グリツチ日の日平均値を取る事にした。毎時の讀みを取つて平均する事が希しいのであるが、1日4糶の遅い記録速度であり且つ手数を省くために、1日20回の値を讀み取つて平均値を算出した。

観測器械は水平分力變化計と共に地下室に設置し、室内の氣温の日變化は0.1°C以下、又年變化は凡そ2°Cである。

斯くして昭和13年10月より11月に至る1ヶ月間の日平均値の平均値を求め、それを規準値としてそれとの各日平均値との差を採つた。

規準値を δ_0 とし、

各日平均値を δ_n とする。

$$\Delta \delta_n = \delta_n - \delta_0$$

更に偏角の日平均値の規標値よりの差即ち變化量 ($\Delta \delta_n$) を連続5日づつの平均を取る。

即ち
$$\frac{1}{5}(\Delta \delta_1 + \Delta \delta_2 + \Delta \delta_3 + \Delta \delta_4 + \Delta \delta_5) = \Delta \delta_1'$$

.....

$$\frac{1}{5}(\Delta \delta_{5n+1} + \Delta \delta_{5n+2} + \Delta \delta_{5n+3} + \Delta \delta_{5n+4} + \Delta \delta_{5n+5}) = \Delta \delta_n'$$

更にこの5日間の平均値3個を一つづつづらした重複平均を取る。

$$\frac{1}{3}(\Delta \delta_1' + \Delta \delta_2' + \Delta \delta_3') = \Delta \delta_1''$$

$$\frac{1}{3}(\Delta \delta_2' + \Delta \delta_3' + \Delta \delta_4') = \Delta \delta_2''$$

.....

$$\frac{1}{3}(\Delta \delta'_n + \Delta \delta'_{n+1} + \Delta \delta'_{n+2}) = \Delta \delta_n''$$

浅間、柿岡、豊原の日平均値に就いて夫々以上の重複平均を採り、次の記號で現はす事にする。

観測場所	日平均値の變化	$\Delta \delta$ の5日平均値	$\Delta \delta'$ 重複平均値
浅間	$\Delta \delta_A$	$\Delta \delta_A'$	$\Delta \delta_A''$
柿岡	$\Delta \delta_K$	$\Delta \delta_K'$	$\Delta \delta_K''$
豊原	$\Delta \delta_T$	$\Delta \delta_T'$	$\Delta \delta_T''$

$\Delta \delta_A', \Delta \delta_K', \Delta \delta_T'$ は第II表に、 $\Delta \delta_A'', \Delta \delta_K'', \Delta \delta_T'', \Delta \delta_A'' - \Delta \delta_K'', \Delta \delta_T'' - \Delta \delta_K''$ は第III表に示してある。

上の表に於いて豊原は昭和15年9月より昭和16年1月迄5ヶ月間缺測になつて居り、且つ昭和16年2月以降の測定とは前観測場所を異にするので、新観測所に於ける偏角の變化は新観測所に於ける始めの一ヶ月(昭和16年2月)の平均を新に標準として、それよりの差に、前測定結果の月平均値を一次式を以つて表はしそれによつて永年變化を加へた値と、昭和13年11月の平均偏角との差即ち $\Delta \delta_T', \Delta \delta_T''$ 等を定めてある。

3. 浅間山の偏角變化と柿岡、豊原のそれとの比較

以上の様に毎時の読み取りではなくて1日20回の読み取りに因つて生ずる日平均値への影響及び石造家屋の地下室を使用した事による影響等を吟味する意味に於いて主な磁気嵐發生日の偏角の日平均値と夫々の磁気嵐發生日を含む月の月平均値との差を浅間及び柿岡とに就いて直交軸に採つて見ると第一圖に示す様に兩者の關係は原點

第 I 表

$\bar{\delta}$; 磁気擾亂日の日平均値

$\bar{\delta}$; 磁気擾亂日を含む月の月平均値

	浅 間	柿 岡	
Mar 1939	$\bar{\delta}_A - \bar{\delta}_A$	$\bar{\delta}_K - \bar{\delta}_K$	$\frac{\bar{\delta}_A - \bar{\delta}_A}{\bar{\delta}_K - \bar{\delta}_K}$
4	+1'.08	+0'.92	1.17
22	+0.77	+0.62	1.24
28	+1.14	+1.12	1.01
Apr 1940			
8	-1.53	-1.05	1.45
16	-1.25	-0.95	1.32
17	+1.90	+2.45	1.78
18	+1.40	+1.25	1.12
25	+2.75	+2.35	1.17

となり、浅間の値が柿岡に較べて 15% だけ大きい結果となつて居るが、前述の如く日平均値の作り方が兩者異にする事並に浅間火山附近の局部的の變動が含まれる事に原因するものと考へられる。従つて大範圍の地域に亘つて發

生する地球磁場の變化は柿岡と浅間とに於いて量的にも、以下に議論する範圍内に於いて相等しく、浅間の観測結果と柿岡の結果との差は浅間火山活動に伴つて發生せる局部的の變化に原因するものと觀て差支へない。

4. 浅間、柿岡、豊原の偏角の永年變化

第 1 圖に示した柿岡、豊原の偏角の時間的變化を見ると何れも略直線的に西偏への變化を示して居るので毎月平均値を用ひて最小自乗法によつて永年變化を一次式で現はした。又浅間山の偏角の變動結果を見ると著しく局部的の變化と考へられるものが現はれて居るが、前の兩結果と同様な傾向の永年變化も現はれて居るので、これも一次式を以つて偏角の永年變化を現はす事にした。

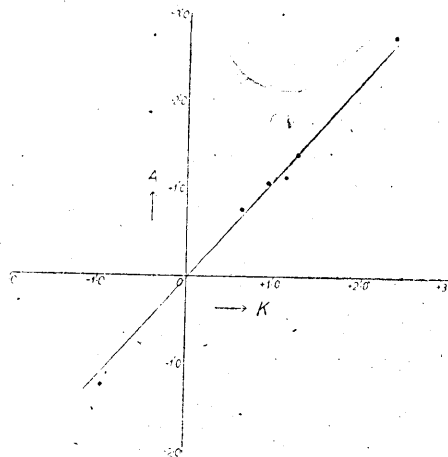
即ち柿岡の永年變化は $[\Delta\delta_s]_K = 0'.141M \pm 0'.45$

豊原の永年變化は $[\Delta\delta_s]_T = 0'.237M \pm 0'.42$

浅間の永年變化は $[\Delta\delta_s]_A = 0'.211M \pm 1'.56$

を通り兩軸と略 45 度に近い直線を以つて現はす事が出来る。第 I 表に示す 8 個の磁気嵐發生日の日平均値と月平均値との差 ($\bar{\delta}$) に就いて、柿岡と浅間の比の平均は

$$\frac{\bar{\delta} - \bar{\delta}_A}{\bar{\delta}_K - \bar{\delta}_K} = 1.15 \pm 0.18$$

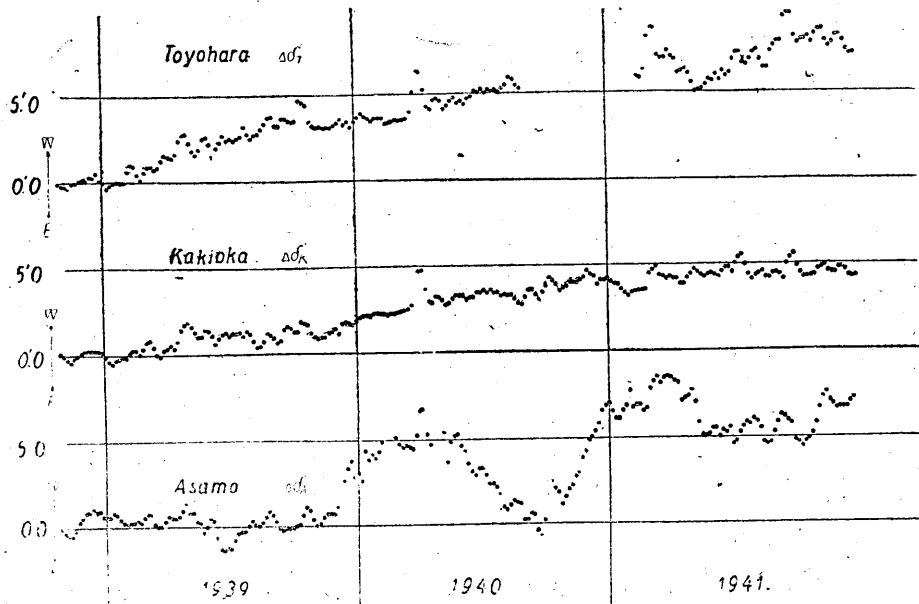


第 1 圖 磁気擾亂日の偏角日平均値の月平均値よりの偏差を柿岡 (K) と浅間山 (A) に於ける比較

M の單位は1ヶ月、その原點は何れも昭和13年11月である。即ち以上の様に一次式を以つて表はすと永年變化は柿岡、豊原、浅間では毎月夫々 $0'.141$, $0'.237$ 及び $0'.211$ 西への變化即ち偏角の増加を示して居る。斯くして定めた浅間に於ける永年變化は著しい局部的的變動を考慮して論外に置くとすると、豊原の變化は柿岡の1.7倍に達してゐる。

5. 浅間火山附近に現はれた偏角の局部的變化

浅間火山山麓小諸町に於ける約三ヶ年の偏角變化の結果を觀察すると柿岡、豊原の結果とは大いに異なる變化を示すものが現はれて居る。即ち昭和13年11月より昭和14年11月迄は著しい變化が發生しなかつたが、昭和14年末より偏角が著しく増加し初め、昭和15年3月迄に約5分の増加を示し、以後減少し始め同年9月に約

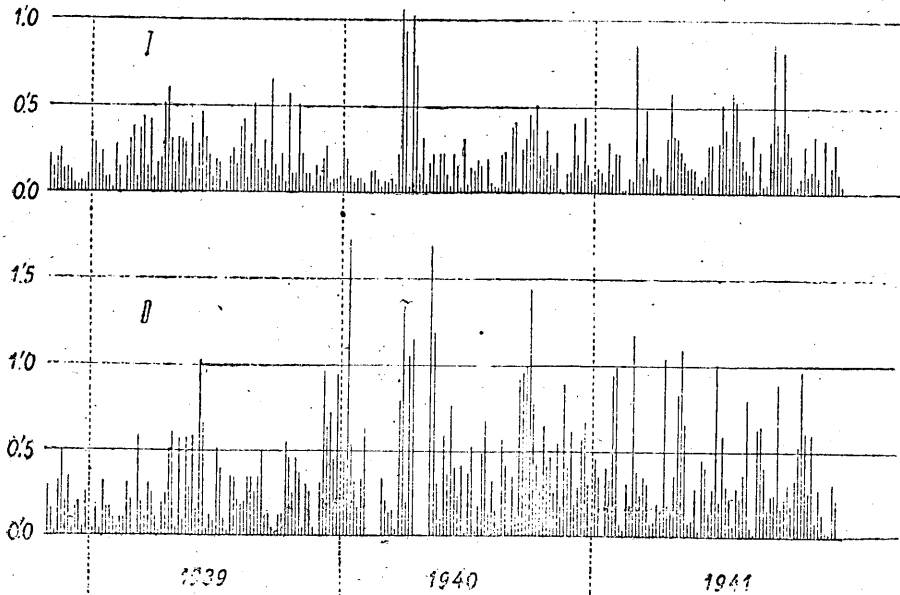


第2圖 豊原、柿岡、浅間の偏角變化
 $\Delta\delta_T''$ $\Delta\delta_K''$ $\Delta\delta_A''$

6分の減少を示して最少に達し再び増加して昭和16年1月迄に約7分の増加を示し、多少減少して昭和16年12月に到つてゐる。結局昭和13年11月に較べ約6分の偏角の増加を示す結果となつたが、地球磁場の永年變化を考慮する時は、局部的に發生した數回の變化は略元に戻してゐると見る事が出来る。

次に浅間山と柿岡との偏角變化に就いて夫々時間的に偏角の差を採つて見た。即ち偏角の日平均値の5日間の平均値の重複平均値 ($\Delta\delta''$) を連続的に差を採つて、その

絶対値を第3圖に示した。



第3圖 浅間, 柿岡偏角變化の大きさの比較

$$\text{I ; } \left| \Delta \Delta \delta_{K,n}'' \right| = \left| \Delta \delta''_{K,n+1} - \Delta \delta''_{K,n} \right|$$

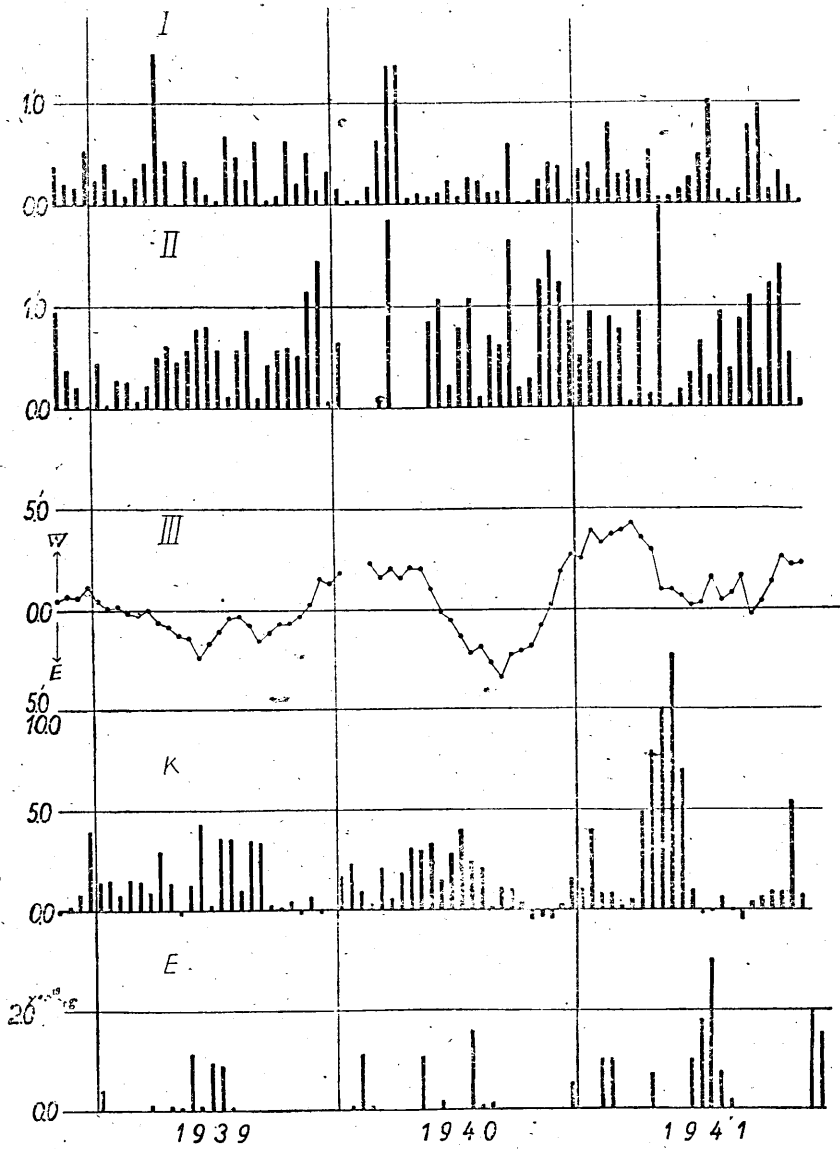
$$\text{II ; } \left| \Delta \Delta \delta''_{A,n} \right| = \left| \Delta \delta''_{A,n+1} - \Delta \delta''_{A,n} \right|$$

$\Delta \delta_n''$; 5日間の偏角平均値の重複平均

この結果は第2, 3圖に明な様に浅間の變化の大きさは柿岡に較べてかなり著しいのである。勿論、磁氣嵐等の擾亂による影響は共通して現はれて居るが、柿岡の静穩を示す所に浅間には著しい變化を示して居る所が注目される。

浅間火山は以上の期間中に數回に群をなして爆發が発生したのであるが、特に昭和15年6, 7月には著しい爆發が多數発生した。之等の火山活動に夫々對應して地表傾斜の著しい變動が発生したのであるがその傾斜變動の發現と火山活動との時間的關係並に兩者の量的關係に就いては前論文⁵⁾に報告した。今火山活動と地球磁氣偏角の變化との發生關係を調べ、更に火山活動に關係して發生せる地形變動と地球磁氣の變化とを比較するために之等の諸量を時間に関して圖示して見たのが第4圖である。第4圖の第一行は柿岡の偏角の日平均の5日間の平均値を取りその較差を更に三個づゝの平均した値の絶対値を示してある。即ち先に示した $\Delta \Delta \delta_n''$ の絶対値を示してある。

5) 水上武 震研彙報 20(1942), 431.



第4圖 I ; $\Delta\delta''_{K,n} - \Delta\delta_{K''_{n-1}}$ の絶対値
 II ; $\Delta\delta''_{n,n} - \Delta\delta_{n''_{n-1}}$ " "
 III ; 浅間と柿岡との偏角差, $\Delta\delta_{n''_n}$
 K ; 傾斜變動特性數
 E ; 火山活動エネルギーの半月毎の和

第2行は淺間の偏角値に就いて同様に處理した値を示してある。

第3行は偏角の5日平均値の3個づつの平均値を取り淺間のそれより柿岡のそれを差引いた値、即ち淺間火山附近の局部的の偏角の變化を示すものである。

第4行は淺間火山中腹の中之澤の地表傾斜變動の程度を示す傾斜變動特性數(K)である。傾斜變動の觀測は偏角の觀測位置とは相異し火山の東方火口より4軒の位置である。

第5行は火山爆發のエネルギーの15日間の和(E)を示してある。傾斜變動の特性數と火山爆發のエネルギーに就いては前論文⁶⁾に詳細に述べてある。

第4圖を觀ると次の諸點が注目される。第1行と2行とに於ける柿岡と淺間の偏角の變化の程度を比較すると、例へば昭和15年3月に發生せる著しい磁氣嵐の影響は兩者共に現はれて居るが柿岡の變化勾配の小さい時に於いても淺間の偏角の變化勾配が大なる所がある。第3行の淺間の局部的偏角變化曲線と共に直ちに火山活動の發生或は傾斜變動特性數の消長とを個々に對應させて發生關係を論ずる程には明瞭な關係が現はれて居ない。又偏角の局部的變動曲線に年變化がかなり著しく現はれて居るのであるが、その變化の量から考へて一般地球磁場の偏角の年變化ではなく局部的の變化と解釋されねばならないものと考へる。然しながら傾斜變化特性數に於いても多少年變化の傾向を示してゐる。傾斜變化特性數は前論文中に述べた如く、氣温、氣壓、雨量等の火山活動に無關係な原因による年變化、日變化等を消去してあるのである。然るに尙年變化の傾向が見えるのである。一方火山活動の消長に於いても多少年變化を示して居る様に見えるので、之等地球磁氣、傾斜變動共に火山活動の年變化に伴つて現はれてゐるのかも知れないが、年變化を詳細に論ずるには材料が尙不足である。

傾斜變動特性數と火山活動とは10ケ年の連續觀測によりその期間中に一年以上に互つて全然爆發の發生をしなかつた期間も含まれてゐるので、兩者の統計的研究に於いて傾斜變化の異常の特性數の發生と火山活動とは個々に夫々對應關係を明にする事が出來たのであるが、地球磁氣の變化に就いては僅か三ケ年の結果であるので對應關係を調べる上に尙數ケ年の觀測を必要とする。従つて昭和15年に現れた著しい偏角の變化は昭和16年に發生せる著しい傾斜變動更にそれに對應して發生した大規模の火山活動と直接に對應關係を有するや否やは現在の所斷定を下す事は出來ないのであるが、現在迄の所では火山活動と傾斜變化に於ける如き顯著な發生關係が表はれてはゐない。然しながら淺間火山が活動を示した以上の時期に火山附近に局部的な地球磁氣の變動が發生し、西南山麓小諸町に於いて最大約8分の偏角の變化を示した事が認

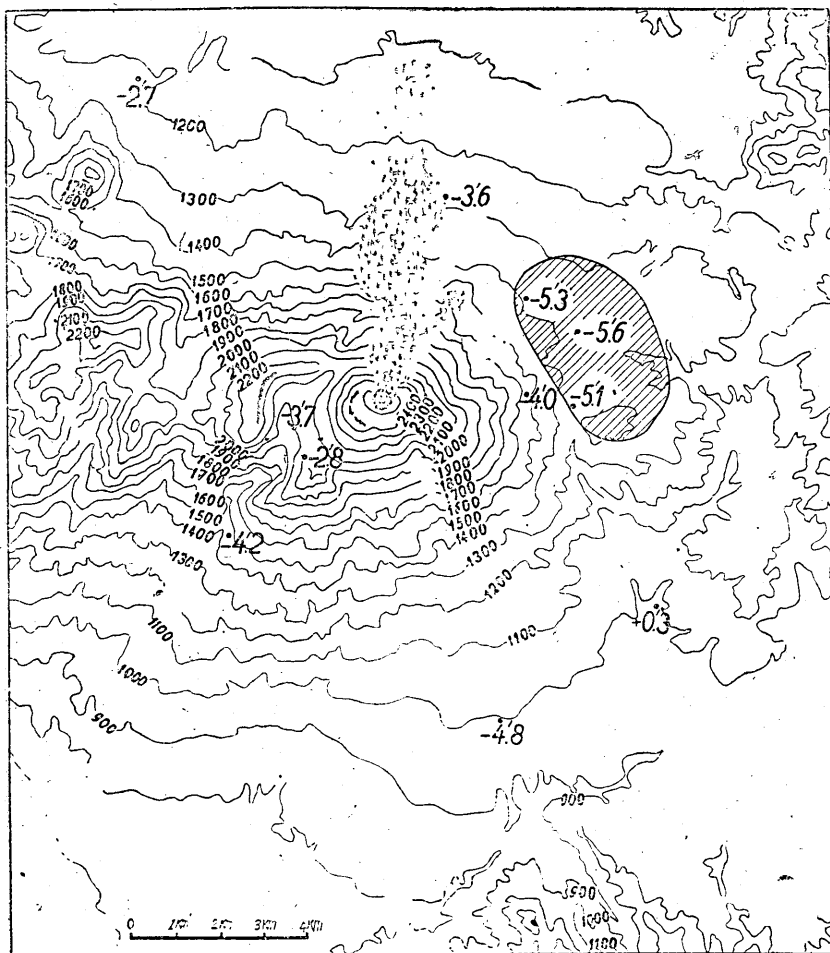
6) 水上武 震研彙報 20 (1942), 431.

められるのである。

而して偏角の局部的の變動の發生原因に就いては昭和 15 年 7 月の三宅島の活動の際に發生した地球磁場の變動に對すると同様に地殻變動，地表傾斜變動を以つてしても，又地下岩石の熱及び壓力變化に伴ふ帯磁の強度變化とするも現在の既知の知識を以つてしては，量的關係の説明に於いてかなり困難である。

6. 浅間火山附近の偏角變化の地理的分布

以上は浅間火山西南山麓の一ヶ所に於ける偏角變化計を用ひて三ヶ年餘に互つて觀測した結果であつて，これによつて最大約 8 分の變化があつた事が判つたのであるが同火山の全地域に互る地理的分布に關して一言述べる事にする。



第 5 圖 浅間山に於ける偏角變化の地理的分布

昭和 13 年 9 月及び 10 月に互つて火山の附近に於いて第一回の地球磁氣の絶對測定を、昭和 14 年 8 月より 10 月に互つて第二回の測定を行つた。その中同一地點に於ける觀測が 11 點あるので約一ケ年の期間に於ける變動を知る事が出来る。但しこの期間は前述の小諸に於ける偏角變化の觀測とは同一時期ではないが、兩回の絶對測定は共に火山の東方四軒の位置に當時設置されて居た偏角變化の觀測を用ひて、日變化、磁氣嵐等を補正し、更に柿岡に於ける觀測結果を用ひて長期に亙る變化を補正してこの間に於ける局部的の變化を定めたのである。その結果は第 5 圖に示してある。

變動量は 6' 乃至 3' を示して居るが、その中に含まれる誤差は $\pm 1.0'$ 内外である。この圖で判る様に火山の東南山麓の一部を除けば總べて偏角の減少を示して居る。又偏角の増加を示した部分は前報告に記述した如く磁氣の局部的異常が他の地點とは異なる異常を示す所である。

以上の變動分布の充分な解釋は前述と同様の意味に於いて困難であつて、火山體を構成せる火山岩全體が平均約 1 割に相當する帶磁の強さの變化を要求されるのである。然しながら變動の源は何處にあるかは別の問題としてこの程度の局部的の磁氣の變化が発生した事は間違ひないものと考へられる。この期間に於いて測定中をも通じて火山は屢々活動し、噴出物を火山の周圍に撒布した事も上述の變動分布を了解する上に考慮されねばならないのであるが、變動分布から觀て、これのみに歸する事は出来ない。

第 II 表

	$\Delta\delta_{\alpha}'$	$\Delta\delta_{\kappa}'$	$\Delta\delta_{\tau}'$		$\Delta\delta_{\alpha}'$	$\Delta\delta_{\kappa}'$	$\Delta\delta_{\tau}'$	
1938 Oct	+0'.03	-0'.12	-0'.16	1939	+0'.16	-0'.70	-0'.20	
	-0.05	+0.20	+0.03		Jan.	+1.13	-0.42	-0.24
	-0.18	+0.30	+0.16			+0.66	-0.52	-0.35
Nov.	-0.76	-0.78	-0.76			+0.52	+0.04	+0.34
	-0.50	-0.22	+0.12			+0.17	-0.20	-0.02
	-0.23	-0.26	-0.32			+0.17	-0.28	-0.42
	+0.18	+0.02	+0.10		Feb.	+0.04	+0.00	+0.54
	+0.98	+0.15	+0.45			+0.49	+0.66	+1.75
Dec.	+0.37	+0.18	-0.02			+0.30	+0.12	+1.00
	+1.19	+0.36	+0.34			+0.35	+0.02	+0.10
	+1.10	+0.8	+0.24		+0.18	+0.04	+0.24	
	+0.86	+0.16	+0.50		+1.23	+1.02	+0.23	
	+0.62	+0.18	+0.25	Mar.	+0.95	+1.18	+1.34	
	+1.26	+0.42	+0.90		+0.19	+0.28	+1.02	
+0.10	-0.05	-0.60		-0.33	-0.06	+0.60		

	$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$		$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$
	+0'.09	-0'.16	+0'.76	Oct.	-0'.29	+0'.74	+2'.60
	+0.47	-0.16	+1.26		+0.51	+1.74	+4.16
	+0.45	+1.20	+1.65		+0.14	+1.38	+3.72
Apr.	+0.93	+0.04	+1.68		+1.38	+2.46	+6.00
	+0.19	+0.34	+1.10		+0.86	+1.46	+3.86
	+0.38	+0.62	+1.54		+0.42	+1.08	+3.30
	+1.48	+1.56	+2.26		+0.05	+0.96	+3.25
	+0.89	+2.20	+3.42	Nov.	-0.22	+0.80	+2.98
	+1.92	+1.52	+2.58		+0.52	+0.76	+2.96
May	-0.39	+2.06	+2.28		+1.24	+1.28	+3.42
	+1.04	+1.24	+1.90		+0.53	+0.84	+2.70
	+0.25	+0.60	+1.24		+0.39	+1.24	+3.18
	-0.62	+1.24	+1.65		+1.24	+1.56	+3.30
	-0.70	+1.42	+2.65	Dec.	+1.44	+1.42	+2.94
	+1.12	+1.78	+3.14		+3.26	+2.06	+3.70
June	+1.14	+0.86	+1.78		+3.13	+1.72	+3.10
	-1.14	+0.60	+1.60		+3.58	+1.64	+3.00
	-1.97	+0.40	+0.94		+4.56	+1.84	+3.28
	-0.84	+1.80	+3.20		+0.34	+1.44	+2.94
	-1.23	+1.24	+2.72	1940			
	-1.62	+0.64	+2.02	Jan.	+4.31	+2.40	+4.12
July	-1.03	+1.24	+2.44		+3.21	+2.42	+3.78
	+0.31	+1.74	+2.94		+4.54	+1.70	+3.64
	-0.45	+0.62	+1.62		+3.71	+2.50	+3.64
	-0.81	+1.40	+2.92		+4.15	+2.16	+3.40
	+0.36	+1.14	+3.18		+4.05	+1.92	+3.42
	+0.59	+1.40	+3.40	Feb.	+4.70	+2.40	+3.92
Aug.	+0.22	+0.96	+1.62		+6.08	+2.18	+3.34
	-0.23	+0.02	+2.40		—	+2.34	+3.34
	+0.08	+0.12	+3.98		+5.28	+2.02	+3.00
	+0.77	+1.15	+1.90		+5.17	+2.40	+3.57
	+0.79	+0.84	+3.14		+4.82	+2.40	+3.50
	+1.14	+1.68	+4.94	Mar.	+4.19	+2.20	+5.24
Sept.	+0.01	+0.62	+2.96		+4.58	+2.56	+3.62
	-0.22	+0.44	+3.24		+5.22	+2.62	+3.62
	-0.33	+0.78	+3.27		+3.76	+2.32	+3.33
	-0.32	+0.98	+3.06		+4.50	+3.22	+4.90
	+0.15	+2.44	+4.22		+7.47	+5.82	+6.97
	-0.22	+1.24	+3.48	Apr.	+7.99	+5.08	+6.88
					+4.81	+3.28	+4.78
					+4.46	+2.76	+3.92

	$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$		$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$
	+4'.51	+2'.92	+4'.18	Nov.	+2'.54	+3'.98	—
	—	+2.98	+4.16		+2.08	+4.30	—
	+7.11	+3.70	+5.54		+4.02	+3.94	—
May	+5.19	+2.82	+4.42		+3.05	+3.98	—
	+3.89	+2.50	+3.62		+4.78	+4.62	—
	+4.96	+3.02	+4.22		+5.23	+4.32	—
	+5.74	+3.08	+5.07	Dec.	+4.88	+5.22	—
	+4.78	+3.16	+4.32		+5.35	+3.96	—
	+5.24	+3.66	+4.96		+6.07	+3.96	—
					+6.54	+3.92	—
June	+3.99	+2.82	+4.06		+7.36	+4.42	—
	+3.80	+3.26	+4.68		+6.97	+4.18	—
	+2.82	+2.96	+4.44	1941			
	+2.79	+3.26	+5.07	Jan.	+6.71	+4.06	—
	+3.12	+3.22	+4.76		+6.01	+4.02	—
	+4.09	+3.92	+5.74		+5.90	+3.80	—
July	+2.81	+3.12	+4.76		+6.73	+3.88	—
	+2.00	+3.64	+5.15		+7.19	+3.14	—
	+2.50	+3.58	+5.30		+6.89	+3.46	—
	+2.75	+3.68	+5.18	Feb.	+6.51	+3.20	—
	+1.51	+3.20	+4.84		+7.27	+3.82	+6.58
	+1.06	+3.58	+5.50		+6.93	+3.48	+5.13
	+0.65	+3.06	+4.73		+6.60	+3.24	+6.02
					+6.19	+4.06	+6.33
Aug.	+1.12	+3.30	+5.64		+8.18	+3.70	+6.75
	+2.02	+3.52	+6.02	Mar.	+9.55	+5.84	+11.57
	+1.05	+3.12	+6.66		+7.34	+4.60	+7.92
	+1.01	+2.65	+5.22		+8.92	+4.33	+6.68
	+0.28	+2.80	+5.08		+8.45	+4.40	+6.92
	-0.20	+2.92	+5.45		+8.24	+4.36	+7.40
Sept.	+1.05	+3.80	—		+8.16	+3.88	+6.68
	+1.33	+4.04	—	Apr.	+9.22	+4.74	+8.14
	-0.65	+2.86	—		+7.66	+4.01	+6.48
	-1.57	+3.04	—		+7.73	+3.92	+6.12
	+0.27	+3.10	—		+6.07	+3.78	+5.86
	+2.41	+4.22	—		+8.19	+4.08	+6.62
Oct.	+2.55	+4.16	—		+8.20	+4.90	+6.64
	+2.68	+4.66	—	May	+7.17	+4.70	+5.06
	+1.16	+3.54	—		+5.68	+4.82	+5.04
	+1.17	+3.56	—		+4.89	+4.34	+5.08
	+1.33	+3.54	—				
	+2.39	+4.00	—				

	$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$		$\Delta\delta'_A$	$\Delta\delta'_K$	$\Delta\delta'_T$
	+5'.19	+4'.30	+5'.38		+6'.31	+4'.16	+7'.90
	+5.49	+4.36	+5.33		+6.00	+4.04	+8.02
	+5.75	+4.72	+5.64		+5.69	+7.00	+12.13
June	+5.40	+4.42	+6.40		+5.60	+5.36	+8.42
	+5.48	+4.14	+4.96		+4.28	+4.70	+8.02
	+4.34	+4.40	+6.72	Oct.	+4.81	+4.50	+8.10
	+6.59	+5.26	+5.50		+4.37	+4.30	+7.48
	+5.07	+5.00	+6.55		+5.19	+4.04	+8.54
+4.50	+4.40	+5.80	+5.31		+4.56	+8.02	
			+5.35		+4.42	+7.90	
July	+4.22	+4.38	+6.00		+6.78	+4.32	+7.60
	+5.67	+6.52	+9.08	Nov.	+8.21	+5.40	+9.62
	+6.30	+5.52	+6.94		+7.05	+4.72	+8.44
	+5.06	+4.82	+5.82		+7.62	+4.70	+7.74
	+6.33	+4.70	+7.12		+6.43	+4.40	+7.56
+6.13	+3.92	+6.88	+6.81		+4.44	+7.68	
Aug.	+5.90	+3.90	+6.84		+6.79	+4.70	+8.32
	+5.69	+5.26	+8.32	Dec.	+6.77	+5.37	+8.76
	+5.06	+4.34	+7.08		+6.75	+4.46	+7.92
	+4.48	+4.24	+5.55		+6.74	+4.26	+7.12
	+4.53	+4.24	+6.85		+7.76	+4.46	+7.32
	+5.08	+4.30	+7.02		+7.38	+4.14	+7.16
+6.37	+4.96	+8.16	—		+4.38	+7.34	
Sept.	+6.47	+4.34	+7.78				

第 III 表

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T - \Delta\delta''_K$
1938					
Oct.	-0'.03	+0'.12	+0'.02	-0'.15	-0'.10
	-0.33	-0.09	-0.17	-0.24	-0.08
Nov.	-0.48	-0.23	-0.16	-0.25	+0.07
	-0.50	-0.42	-0.32	-0.08	+0.10
	-0.18	-0.15	-0.03	-0.03	+0.12
	+0.31	-0.03	+0.07	+0.34	+0.04
	+0.51	+0.11	+0.17	+0.40	+0.06
	+0.85	+0.23	+0.25	+0.62	+0.02
Dec.	+0.89	+0.27	+0.18	+0.62	-0.09
	+1.05	+0.30	+0.36	+0.75	+0.06
	+0.86	+0.24	+0.33	+0.62	+0.09
	+0.91	+0.28	+0.55	+0.63	+0.27

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T - \Delta\delta''_K$
	+0'.66 +0.66	+0'.18 -0.11	+0'.18 +0.03	+0'.48 +0.77	+0'.00 +0.14
1939 Jan.	+0.62 +0.80 +0.77 +0.45 +0.29 +0.13	-0.39 -0.54 -0.50 -0.22 -0.14 -0.16	-0.34 -0.16 +0.01 +0.09 -0.03 +0.03	+1.01 +1.34 +1.07 +0.67 +0.43 +0.29	+0.05 +0.38 +0.31 +0.31 +0.07 +0.19
Feb.	+0.23 +0.23 +0.38 +0.28 +0.59 +0.79	+0.12 +0.26 +0.26 +0.06 +0.36 +0.74	+0.62 +1.09 +0.95 +0.44 +0.19 +0.60	+0.11 +0.02 +0.12 +0.22 +0.23 +0.05	+0.50 +0.83 +0.69 +0.38 -0.17 -0.14
Mar.	+0.19 +0.17 -0.02 +0.03 +0.37 +0.62	+0.82 +0.46 +0.02 -0.12 +0.29 +0.36	+0.86 +0.98 +0.79 +0.87 +1.22 +1.53	-0.03 -0.29 -0.04 +0.20 +0.08 +0.26	+0.04 +0.52 +0.77 +0.99 +0.93 +1.17
Apr.	+0.52 +0.50 +0.68 +0.92 +1.43 +0.81	+0.52 +0.33 +0.84 +1.46 +1.76 +1.92	+1.47 +1.44 +1.63 +2.40 +2.75 +2.76	+0.00 +0.17 -0.16 -0.54 -0.33 -0.11	+0.95 +1.11 +0.79 +0.94 +0.94 +0.84
May	+0.86 +0.30 +0.22 -0.36 -0.07 +0.52	+1.60 +1.30 +1.02 +1.08 +1.48 +1.35	+2.25 +1.80 +1.59 +1.84 +2.48 +2.52	-0.74 -1.00 -0.80 -1.44 -1.55 -0.83	+0.65 +0.50 +0.57 +0.76 +1.00 +1.17
June	+0.37 -0.66 -1.32 -1.35 -1.23 -1.31	+1.03 +0.62 +0.93 +1.14 +1.22 +1.04	+2.17 +1.44 +1.91 +2.28 +2.64 +2.39	-0.71 -1.28 -2.25 -2.49 -2.45 -2.35	+1.09 +0.82 +0.98 +1.14 +1.42 +1.35
July	-0.80	+1.20	+2.46	-2.00	+1.26

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T - \Delta\delta''_K$
	-0'.41	+1'.20	+2'.33	-1'.61	+1'.13
	-0.32	+1.25	+2.49	-1.57	+1.24
	-0.30	+1.05	+2.57	-1.35	+1.52
	+0.05	+1.31	+3.16	-1.26	+1.85
	+0.39	+1.16	+2.73	-0.77	+1.57
Aug.	+0.19	+0.79	+2.47	-0.60	+1.68
	+0.02	+0.36	+2.66	-0.34	+2.30
	+0.21	+0.43	+2.76	-0.22	+2.33
	+0.55	+0.70	+3.00	-0.15	+2.30
	+0.90	+1.22	+3.32	-0.32	+2.62
	+0.65	+1.04	+3.68	-0.39	+2.64
Sept.	+0.31	+0.91	+3.71	-0.60	+2.80
	-0.18	+0.61	+3.15	-0.79	+2.54
	-0.29	+0.73	+3.19	-1.02	+2.46
	-0.17	+1.40	+3.51	-1.57	+2.11
	-0.13	+1.55	+3.58	-1.63	+2.03
	-0.12	+1.47	+3.43	-1.59	+1.96
Oct.	0.00	+1.24	+3.41	-1.24	+2.17
	+0.12	+1.28	+3.49	-1.16	+2.21
	+0.68	+1.86	+4.62	-1.18	+2.76
	+1.13	+1.76	+4.52	-0.68	+2.76
	+0.89	+1.66	+4.38	-0.77	+2.72
	+0.44	+1.16	+3.47	-0.72	+2.31
	+0.08	+0.94	+3.17	-0.86	+2.23
Nov.	+0.12	+0.84	+3.06	-0.72	+2.22
	+0.51	+0.94	+3.12	-0.43	+2.18
	+0.76	+0.96	+3.02	-0.20	+2.06
	+0.72	+1.12	+3.10	-0.40	+1.98
	+0.72	+1.21	+3.06	-0.49	+1.85
	+0.02	+1.40	+3.14	-0.38	+1.74
Dec.	+1.98	+1.68	+3.31	+0.30	+1.63
	+2.61	+1.73	+3.58	+0.88	+1.85
	+3.32	+1.80	+3.26	+1.52	+1.46
	+3.76	+1.73	+3.46	+2.03	+1.73
	+2.83	+1.64	+3.07	+2.19	+1.43
	+3.07	+1.89	+3.44	+1.18	+1.55
1940 Jan.	+2.62	+2.08	+3.61	+0.54	+1.53
	+4.35	+2.17	+3.84	+2.18	+1.67
	+3.82	+2.22	+3.68	+1.60	+1.46
	+4.13	+2.14	+3.56	+1.99	+1.42

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T - \Delta\delta''_T$
	+3'.97	+2'.21	+3'.48	+1'.76	+1'.27
	+4.30	+2.16	+3.58	+2.14	+1.42
Feb.	+4.94	+2.16	+3.56	+2.82	+1.40
	—	+2.30	+3.53	—	+1.23
	—	+2.18	+3.22	—	+1.04
	—	+2.25	+3.30	—	+1.05
	+5.09	+2.27	+3.35	+2.82	+1.08
	+4.73	+2.33	+4.10	+2.40	+1.77
Mar.	+4.53	+2.38	+4.12	+2.25	+1.74
	+4.66	+2.46	+4.16	+2.20	+1.70
	+4.52	+2.50	+3.52	+2.02	+1.02
	+4.49	+2.72	+3.95	+1.77	+1.23
	+5.28	+3.78	+5.06	+1.50	+1.28
	+6.65	+4.70	+6.25	+1.95	+1.55
Apr.	+6.79	+4.72	+6.21	+2.07	+1.49
	+5.75	+3.70	+5.19	+2.05	+1.49
	+4.59	+2.98	+4.29	+1.61	+1.31
	—	+2.88	+4.08	—	+1.20
	—	+3.20	+4.62	—	+1.42
	—	+3.16	+4.70	—	+1.54
May	+5.40	+3.00	+4.52	+2.40	+1.52
	+3.68	+2.78	+4.08	+0.90	+1.30
	+4.86	+2.86	+4.30	+2.00	+1.44
	+5.16	+3.08	+4.53	+2.08	+1.45
	+5.25	+3.30	+4.78	+1.95	+1.48
	+4.67	+3.21	+4.44	+1.46	+1.23
June	+4.31	+3.24	+4.56	+1.07	+1.32
	+3.54	+3.01	+4.39	+0.53	+1.38
	+3.14	+3.16	+4.73	-0.02	+1.57
	+2.91	+3.14	+4.75	-0.23	+1.61
	+3.33	+3.46	+5.19	-0.13	+1.73
	+3.30	+3.42	+5.08	-0.08	+1.66
July	+2.97	+3.56	+5.21	-0.59	+1.65
	+2.44	+3.44	+5.07	-1.00	+1.63
	+2.42	+3.63	+5.21	-1.21	+1.58
	+2.25	+3.48	+5.10	-1.23	+1.62
	+1.77	+3.48	+5.17	-1.71	+1.69
	+1.07	+3.28	+5.02	-2.21	+1.74
	+0.94	+3.31	+5.29	-2.37	+1.98

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T - \Delta\delta''_K$
Aug.	+1'.26	+3'.29	+5'.46	-2'.03	+2'.17
	+1.40	+3.31	+5.90	-1.91	+2.59
	+1.36	+3.09	+5.76	-1.73	+2.67
	+0.78	+2.85	+5.45	-2.07	+2.60
	+0.36	+2.79	+5.25	-2.43	+2.46
	+0.38	+3.17	—	-2.79	—
Sept.	+0.73	+3.58	—	-2.85	—
	+0.61	+3.56	—	-2.95	—
	-0.30	+3.31	—	-3.61	—
	-0.65	+3.00	—	-3.65	—
	+0.34	+3.45	—	-3.11	—
	+1.78	+3.82	—	-2.04	—
Oct.	+2.55	+4.34	—	-1.79	—
	+2.13	+4.12	—	-1.99	—
	+1.87	+3.92	—	-2.05	—
	+1.22	+3.54	—	-2.32	—
	+1.63	+3.70	—	-2.07	—
	+2.09	+3.84	—	-1.75	—
Nov.	+2.34	+4.09	—	-1.75	—
	+2.88	+4.07	—	-1.19	—
	+3.05	+4.07	—	-1.02	—
	+3.95	+4.18	—	-0.23	—
	+4.35	+4.30	—	+0.05	—
	+4.96	+4.72	—	+0.24	—
Dec.	+5.15	+4.50	—	+0.65	—
	+5.43	+4.38	—	+1.05	—
	+5.99	+3.94	—	+2.05	—
	+6.66	+4.10	—	+2.56	—
	+6.96	+4.17	—	+2.79	—
	+7.01	+4.22	—	+2.79	—
1941 Jan.	+6.56	+4.08	—	+2.48	—
	+6.21	+3.96	—	+2.25	—
	+6.21	+3.90	—	+2.31	—
	+6.61	+3.60	—	+3.01	—
	+6.94	+3.49	—	+3.45	—
	+7.88	+3.26	—	+4.62	—
Feb.	+6.89	+3.49	—	+3.40	—
	+6.96	+3.50	—	+3.46	—
	+6.93	+3.51	+5.91	+3.42	+2.60

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_K - \Delta\delta''_T$
	+6'.61	+3'.59	+5'.82	+3'.02	+2'.23
	+6.79	+3.66	+6.36	+3.13	+2.70
	+7.98	+4.53	+8.21	+3.45	+3.67
Mar.	+8.36	+4.71	+8.74	+3.65	+4.03
	+8.60	+4.92	+8.72	+3.68	+3.80
	+8.24	+4.44	+7.17	+3.80	+2.73
	+8.54	+4.36	+7.00	+4.18	+2.64
	+8.62	+4.21	+7.00	+4.41	+2.79
	+8.54	+4.32	+7.40	+4.22	+3.08
Apr.	+8.35	+4.22	+7.10	+4.13	+2.88
	+8.20	+4.23	+6.91	+3.97	+2.68
	+7.15	+3.91	+6.15	+3.24	+2.24
	+7.33	+3.92	+6.20	+3.41	+2.28
	+7.49	+4.75	+6.37	+3.24	+2.12
	+7.85	+4.56	+6.10	+3.29	+1.54
May	+7.02	+4.80	+5.58	+2.22	+0.78
	+5.91	+4.62	+5.06	+1.29	+0.44
	+5.25	+4.48	+5.16	+0.77	+0.68
	+5.18	+4.33	+5.26	+0.85	+0.93
	+5.27	+4.46	+5.45	+0.81	+0.99
	+5.55	+4.50	+5.79	+1.05	+1.29
June	+5.52	+4.42	+5.66	+1.10	+1.24
	+5.07	+4.32	+6.02	+0.75	+1.70
	+5.47	+4.60	+5.72	+0.87	+1.12
	+5.33	+4.88	+6.25	+0.45	+1.37
	+5.60	+4.88	+5.95	+0.72	+1.07
	+4.60	+4.59	+6.11	+0.01	+1.52
July	+4.80	+5.10	+6.99	-0.30	+1.89
	+5.39	+5.47	+7.34	-0.08	+1.87
	+5.68	+5.62	+7.28	+0.06	+1.66
	+5.90	+5.01	+6.69	+0.89	+1.68
	+5.84	+4.48	+6.60	+1.36	+2.12
	+6.12	+4.17	+6.94	+1.95	+2.77
Aug.	+5.91	+4.36	+7.34	+1.55	+2.98
	+5.55	+4.50	+7.41	+1.05	+2.91
	+4.74	+4.61	+6.98	+0.13	+2.37
	+4.69	+4.27	+6.49	+0.42	+2.22
	+4.70	+4.26	+6.47	+0.44	+2.21
	+5.33	+4.50	+7.34	+0.83	+2.84
	+5.98	+4.53	+7.65	+1.45	+3.12

	$\Delta\delta''_A$	$\Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T$	$\Delta\delta''_A - \Delta\delta''_K$	$\Delta\delta''_T - \Delta\delta''_K$
Sept.	+6'.38	+4'.48	+7'.94	+1'.90	+3'.46
	+6.23	+4.18	+7.90	+2.05	+3.72
	+6.00	+5.06	+9.35	+0.94	+4.29
	+5.76	+5.46	+9.52	+0.30	+4.06
	+4.86	+5.68	+9.52	-0.82	+3.84
	+4.70	+4.85	+8.18	+0.15	+3.33
Oct.	+4.49	+4.50	+7.86	+0.01	+3.36
	+4.79	+4.28	+8.04	+0.51	+3.76
	+4.96	+4.30	+8.01	+0.66	+3.71
	+5.28	+4.34	+8.15	+0.94	+3.81
	+5.81	+4.43	+7.84	+1.38	+3.41
	+6.78	+4.71	+8.37	+2.07	+3.66
Nov.	+7.38	+4.81	+8.55	+2.57	+3.74
	+7.63	+4.94	+8.60	+2.69	+3.66
	+7.03	+4.60	+7.91	+2.43	+3.31
	+6.95	+4.51	+7.66	+2.44	+3.15
	+6.68	+4.51	+7.85	+2.17	+3.34
	+6.79	+4.83	+8.25	+1.96	+3.42
Dec.	+6.77	+4.84	+8.33	+1.93	+3.49
	+6.75	+4.69	+7.93	+2.06	+3.24
	+7.08	+4.39	+7.45	+2.69	+3.06
	+7.29	+4.28	+7.20	+3.01	+2.92
	—	+4.32	+7.27	—	+2.95
	—	—	—	—	—