

柿岡にて観測せる地表傾斜變化に就て

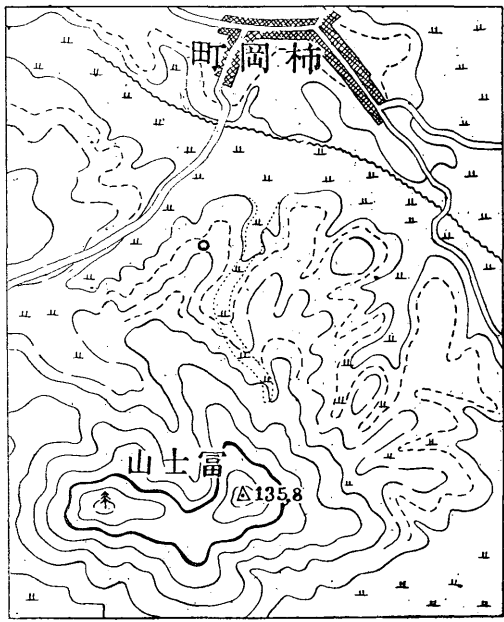
畠 山 久 尙

一、緒 言 茨城縣新治郡柿岡町にある中央氣象臺附屬柿岡地磁氣觀測所では昭和四年四月から其の構内にシリカ傾斜計を据付けて、地表の傾斜變化を觀測して居る。筆者は其の記録の整理を命ぜられたから、取敢えず昭和五年六月分までを取纏めて左に之を報告する次第である。

二、觀測器械及び其の設置個所 シリカ傾斜計に就いては既に地震研究所彙報其の他に詳しく記載されてあるから、之に就いての記述は一切省略する。

柿岡地磁氣觀測所に於ては、其の構内にある空中電氣室(鐵筋コンクリート平家建)内の一暗室を傾斜計室に充てた。空中電氣室は第一圖の地圖によつて明かな通り富士山(ふじやま)(海拔一三五・八米)の北側で北東に向つて突き出て居る海鼠形の一小丘地の北西斜面寄りにある。此の小丘地は草地又は木立、兩側の低地は多く水田となつて居る。空中電氣室は略正方形のプランをもつて居るが、此の中北西寄りの一室を傾斜計室として用ひた。此の室の機械臺上にシリカ傾斜計を置いたのであるが、此の機械臺は建物の床とは絶縁されてゐる。

室内温度の變化は傾斜計に並べて自記寒暖計を置いて觀測した。其の日變化の較差は可なり小さく普通一度位で、極く大きい時に二度位になる事もある程度だが、年變化の方は最低二度から最高三十三度まで、較差は三十度を越えた。



第一圖 觀測地點を示す

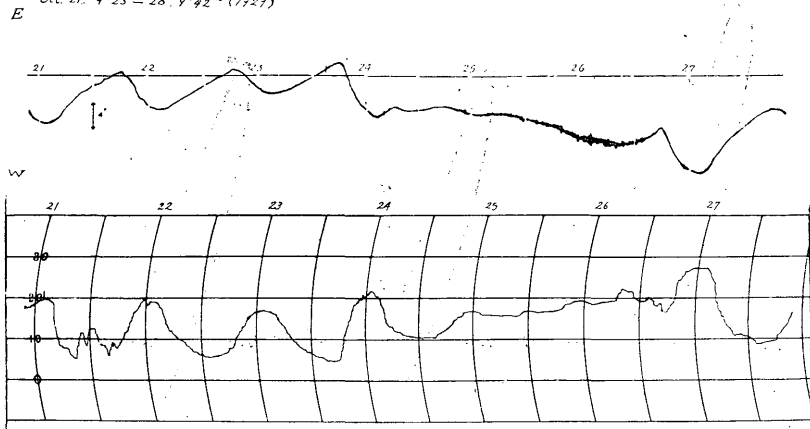
傾斜計の感度は角度で一秒の傾斜が、光點のズレの二・五耗、即ち記象紙上で光點のズレ一種が、角度で四秒の傾斜となる様に保つて觀測を行つた。

三、地表傾斜の日變化 傾斜計用のドラム

は普通の自記氣象器械に使ふものと同一一週間の用のもので、之に臭素紙を巻き附けて光點の運動を燒附ける様になつて居る。此の傾斜計記象の東西成分の一例と、同じく構内にある百葉箱内に置いた自記寒暖計の自記紙の一例とを並べ

て第二圖に示す。共に昭和四年十月二十一日から二十八日に至るものである。傾斜計記象の方は上が東下の傾斜、下が西下りの傾斜を表はす。両者は丁度裏返しの関係になつて居るが、其の曲線の大勢の酷

Oct. 21. $4^{\circ}23'$ - 28. $9^{\circ}42'$ (1729)

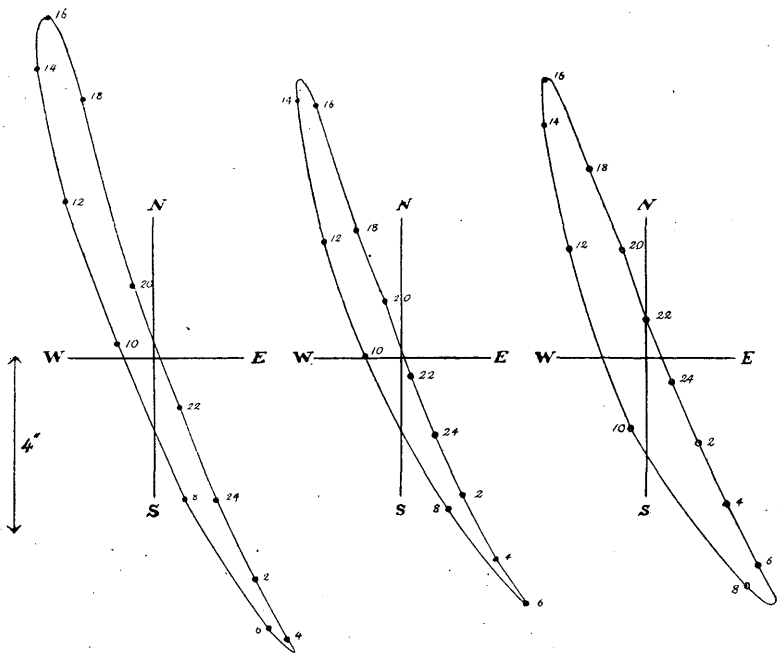


第 二 圖

似せる事は誠に驚嘆に値するものがある。併し十月二十一日の二十一時から二十二日の六時頃まで及び二十六日十九時から二十七日六時頃までの様に、氣温に不連続的の變調を來した際には傾斜の方には少しも影響して居ない様な場合もある。

先づ此の傾斜日變化が季節によつてどんなに變るかを調べて見る。この爲め昭和四年七月、十月、昭和五年一月を各季節を代表するものとしてとつた。日變化の有様を見るのが目的であるから、其の中晴天の日だけに就いて二時間毎の傾斜の値を記象紙から讀取つて、平均日變化を出した。此の平均に適する晴天日として七月、一月から各二十日、十月から十日を選んだ。東西及南北成分から傾斜日變化のベクトル圖を作ると第三圖の様になる。此の圖に於ても北は北下り、東は東下りの傾斜を意味する。

之を見てわかる事は次の様である。(一)各季節を通じて傾斜日變化の主な方向は南南東——北北西で不變である。(二)傾斜



第 三 圖

變化の形式即ちベクトル圖の形及び動徑廻轉の方向は各季節を通じて一定である。(三)南南東へ偏つた極の時は七月が五時頃、十月が六時頃、一月が七時頃である。(四)北北西へ偏つた極は冬季を通じて略一定で十五時頃である。(五)傾斜變化の振幅は七月が一五・六秒、十月が一三・一秒、一月が二・八秒である。

傾斜日變化は氣温に直接影響されるものでない事は第二圖の一例でも明かであつて、其の直接の原因は地面並びに地中の温度配布にあると云ふべきであらう。柿岡地磁氣觀測所に於ては當時遺憾ながら地中温度の觀測は施行して居なかつたが、氣温の觀測は一日三回定時に行はれて居り、又百葉箱中には自記寒

暖計を定置して氣温の變化を自記させて居た。よつて是等の材料によつて、傾斜の平均日變化を出したと同じ日に就いて二時間毎の氣温の値を読み取り、氣温の平均日變化を出して見る。其の較差、最高、最低の起時、其れに參考として傾斜日變化の振幅を表示すると上表の様になる。此處で注意すべきは氣温

第一表

月	傾斜の 振 幅	氣 温		
		較 差	最 低	最 高
七 月 月 十 一 月	15'1.6	10.3	4h30m	14h
	13.1	12.2	6h	〃
	12.8	12.4	7h	〃

日變化の較差は冬の方が大きいに反し、傾斜日變化の振幅は夏の方が大きい。傾斜の偏つた極の時刻は、氣温最高最低の起時より、各季節共一樣に三十分か一時間位遅れて居る様である。

以上の様な譯で傾斜の日變化の機巧を論ずるにはどうしても地表温度及び地中温度の同時觀測の材料を欲しいのであるが、今は其れが得られないのだから、次の様にして地表温度の較差の大體の見當を附ける事とする。即ち東京の或る月の平均氣温の較差で平均地表温度の較差を割つて得る係數を、柿岡の其の月の平均氣温の較差に乗じたものを以つて地表温度の較差と考へるのである。

斯うして得た結果を表示すれば上の第二表の様である。此の柿岡に於ける推定地表温度較差は傾斜日變化の振幅と大體平行して居る。

此處に傾斜の日變化の振幅と地表温度の較差とが大體平行して居ると云ふ事は、兩者の各平均値からの偏差が平行して居る意味であつて、兩者の絶對値に於て相比例する關係にある意味ではない。此の點は

傾斜の年變比に就いて後述する際に明かとなるであらう。而して、地中溫度日變化の較差は〇・一米で漸く二度、〇・三米では〇・二度の程度であるから、結局傾斜の日變化は、地表溫度と〇・二米なり〇・三米

なりの地中溫度の差に最も密接な關係を持つものと云ふ事が出來よう。

第二表

月	東京の較差			柿岡の較差		
	氣温	地表溫度	比	氣温	地表溫度	比
七月	5.30	8.89	1.674	10.3	17.2	
十月	6.27	7.81	1.243	12.2	15.2	
十一月	6.27	5.67	0.905	12.4	11.2	

要するに此の傾斜計室を載せた海鼠狀小丘地は日出以後日射によつて地面の暖められるに伴つて膨脹して、北西向きの斜面では北西への傾斜を惹き起し、夕方日射の弱まると共に海鼠狀小丘地一帯は收縮し、傾斜は南東に恢復して來るものと考へられる。傾斜ベクトル圖が細長い橢圓形となつて居るのは南北成分が東西成分に對して幾分ラッグのある事を意味するので、是は此の邊の地形の特性が然らしむる所であらう。前述した様に、地表溫度と〇・二米なり〇・三米なりの地中溫度との差が傾斜と密接な關係を持つのは、實際は地表から或る深さ迄の溫度の配布によつて傾斜が定まると云ふ事の表面的な現はれと解釋すればよいであらう。

四、地表傾斜の年變化 以上で傾斜日變化の意味は略ぼ明かとなつたか

ら、次には此の日變化を消した毎日の平均傾斜が日が經つにつれてどう變つてゆくか、一年を週期とする様な變化があるかどうか、又永年變化があるかどうかを調べて見る。

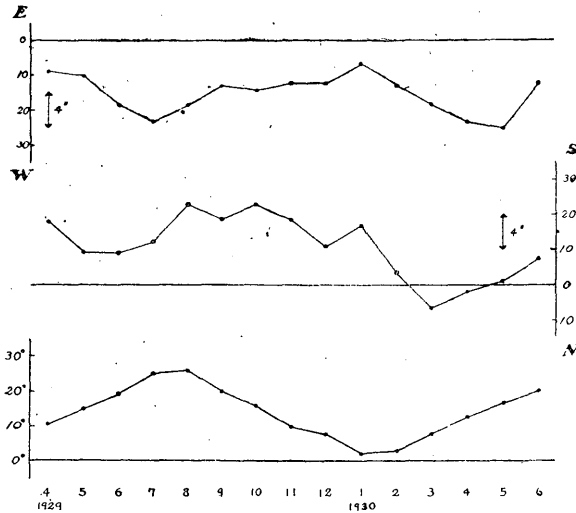
第三表 傾斜變化の東西成分 (+は西下り-は東下りの傾斜)
 單位は耗 1 耗=0.4 秒

日	四年 IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	五年 I	II	III	IV	V	VI
1	-	9.2	16.2	18.0	27.8	-	8.4	18.0	23.4	1.2	6.1	5.2	3.2	12.9	31.4
2	-	11.2	20.4	16.4	26.0	-	8.0	2.2	23.3	-0.8	5.5	14.0	5.9	11.7	24.2
3	-	0.2	23.6	14.2	-	23.0	8.0	2.7	15.0	6.8	9.0	20.0	5.0	24.2	22.4
4	-	-6.0	24.0	14.4	-	21.0	15.6	5.7	13.3	3.3	5.1	24.0	17.6	34.0	-9.1
5	-	-0.8	21.6	16.6	20.4	6.8	23.4	7.8	4.0	3.8	2.0	19.4	30.0	30.0	-6.3
6	-	1.8	15.8	12.0	18.6	4.0	24.8	11.8	-0.5	4.0	5.7	7.9	34.2	18.2	-2.2
7	9.4	4.2	8.6	9.0	19.8	3.6	26.0	23.1	-1.1	-1.4	14.0	3.0	38.0	19.9	13.2
8	1.4	7.8	8.4	19.6	25.4	-0.2	23.2	24.0	9.0	0.0	9.1	7.0	29.2	25.9	5.9
9	2.4	9.8	19.4	27.2	24.4	3.0	19.2	22.2	12.7	1.4	10.6	20.9	29.0	29.2	12.0
10	8.6	9.4	26.0	22.8	23.0	0.0	12.4	12.1	8.1	-1.0	20.0	21.0	31.0	33.7	9.2
11	6.8	10.2	25.8	26.6	19.4	-0.2	10.4	1.6	16.0	1.5	15.0	8.9	34.6	33.7	13.1
12	3.4	11.6	14.2	33.0	15.4	0.4	5.8	7.5	20.9	9.6	2.5	5.9	22.0	21.2	17.2
13	7.0	15.6	7.2	35.8	7.2	-4.1	6.6	13.0	25.0	12.5	5.7	20.0	12.1	17.1	19.0
14	6.4	9.4	9.8	35.6	13.0	6.6	14.0	12.4	24.6	7.5	12.9	30.7	17.0	19.4	11.5
15	8.6	10.0	15.4	35.6	13.6	22.0	20.4	22.6	26.1	16.1	15.0	23.6	20.5	25.7	0.7
16	13.8	10.0	19.6	33.8	12.2	22.4	24.2	20.9	28.0	17.9	17.0	21.1	19.5	32.6	
17	16.6	14.4	23.2	31.6	19.4	22.0	27.4	11.7	30.4	17.0	18.9	21.5	24.5	32.2	
18	8.4	17.0	16.8	30.0	23.4	16.0	27.4	9.2	31.5	12.5	7.2	24.0	38.0	32.2	
19	3.4	14.4	16.8	30.6	19.8	24.4	14.6	5.6	13.3	3.7	7.2	22.2	39.0	23.8	
20	2.6	16.6	20.8	22.8	18.0	25.4	-9.8	4.2	2.0	-1.5	21.0	15.4	33.0	26.4	
21	8.4	18.2	15.0	15.4	21.8	15.4	10.0	7.2	2.1	-0.9	24.4	7.6	24.4	28.4	
22	5.0	20.0	18.0	14.0	26.2	8.0	6.4	12.3	5.0	-3.0	26.0	9.0	23.9	28.4	
23	5.6	11.0	17.4	21.4	12.0	10.2	3.0	2.0	4.0	1.1	26.4	18.0	20.6	32.5	
24	7.4	0.6	10.0	25.6	7.6	14.2	7.8	-2.5	5.3	11.1	28.2	25.6	13.8	23.2	
25	15.0	7.8	18.0	21.6	10.0	21.2	13.6	6.0	2.8	10.4	30.9	24.5	30.0	20.0	
26	17.8	11.8	26.0	22.6	14.6	21.0	22.0	27.0	-0.5	6.6	15.5	26.1	32.9	20.2	
27	20.8	13.6	25.4	22.2	24.4	21.2	26.8	26.1	10.0	9.0	2.2	27.9	25.4	20.2	
28	1.4	14.2	25.4	22.2	25.2	25.4	13.0	18.9	15.7	8.0	1.0	29.0	20.5	14.0	
29	10.4	13.6	24.6	-	20.2	27.8	3.0	14.5	7.2	15.9		32.3	17.1	25.3	
30	10.6	18.2	23.6	24.2	-	16.4	5.6	20.2	3.5	19.0			12.3	34.4	
31		21.8		27.6			12.6		4.1	13.3				34.1	
平均	9.2	10.6	18.6	23.4	18.8	13.4	14.6	12.3	12.4	6.6	13.0	18.5	23.5	25.3	12.3

第 四 表 傾斜變化の南北成分 (+は南下り-は北下りの傾斜)
 單位は秒, 1 秒=0.4 秒

日	四年 IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	五年 I	II	III	IV	V	VI
1	-	12.8	7.6	17.4	13.6	-	37.6	-	-11.0	33.5	6.3	20.3	20.1	-	-6.7
2	-	6.4	1.2	16.2	14.0	-	34.2	-	-8.6	35.5	5.7	13.9	20.2	-	-10.0
3	-	27.6	-4.8	21.6	-	-	33.2	-	2.2	20.0	1.5	-0.5	26.9	-	-7.1
4	-	33.2	-3.2	15.4	-	-	25.0	-	2.2	24.0	9.8	-4.6	15.5	10.3	10.2
5	-	25.2	0.2	10.1	24.2	-	15.0	-	26.5	21.0	17.3	1.1	-8.3	4.9	-
6	-	17.2	5.8	21.4	21.0	-	6.6	-	38.4	24.0	12.3	13.3	-	17.9	-
7	20.0	16.8	21.6	27.4	16.0	-	5.4	-	35.0	35.4	8.0	20.0	-	17.8	14.0
8	30.8	11.8	20.0	7.4	17.4	-	9.4	-	19.7	32.1	11.0	12.4	-20.0	12.5	6.0
9	26.2	9.6	7.2	5.4	16.4	-	13.8	-	13.3	31.5	4.3	-1.8	-22.0	3.6	9.0
10	19.2	11.6	-2.8	11.4	20.0	-	22.0	-	14.8	34.6	-4.0	0.0	-27.0	-10.0	14.0
11	23.6	9.4	6.6	2.0	13.8	-	27.0	-	3.7	31.0	3.8	12.2	-32.2	-15.0	8.0
12	24.0	15.6	17.4	-6.0	29.0	40.2	41.0	30.0	-6.8	13.0	21.6	13.3	-9.0	6.0	0.0
13	18.8	4.2	24.8	-9.0	33.0	44.6	36.0	26.7	-16.5	8.8	19.4	-5.6	-	13.8	-5.1
14	21.0	13.8	20.4	-10.2	24.4	25.6	28.0	26.2	-13.1	11.4	16.0	-27.5	-	11.6	7.7
15	18.2	7.4	14.0	-6.6	27.8	8.6	17.8	8.9	-17.5	-1.0	13.1	-20.8	7.3	4.8	-
16	8.4	8.2	13.0	-1.4	27.4	7.8	9.0	10.5	-21.2	-7.3	6.9	-19.7	6.0	-9.8	-
17	3.4	-0.4	6.6	4.4	18.0	12.0	3.0	21.5	-24.5	-5.7	2.0	-21.0	1.0	-11.8	-
18	20.2	-2.4	16.4	4.4	20.0	16.0	4.6	22.5	-21.3	-1.0	13.4	-26.6	-25.8	-11.0	15.0
19	23.4	3.0	9.4	4.2	28.6	6.0	20.2	35.0	6.8	12.0	10.2	-25.2	-	-1.0	14.0
20	24.4	-0.4	8.4	18.2	25.4	5.4	28.4	35.0	31.1	22.4	-4.5	-12.6	-	-11.0	5.3
21	13.4	-4.2	17.0	27.0	17.6	-	32.2	30.2	33.0	28.0	-18.3	-1.0	-14.0	-10.5	-2.1
22	22.6	-4.4	6.4	26.0	23.8	-	27.0	25.4	24.6	31.6	-22.0	0.9	-1.0	-10.0	2.8
23	19.2	13.6	16.0	20.2	39.6	-	40.0	42.0	33.0	26.4	-23.0	-	15.0	-9.0	25.0
24	19.0	17.0	22.4	20.2	37.8	25.8	33.6	43.5	30.5	13.3	-25.2	-	8.0	1.2	26.4
25	4.6	11.0	7.0	24.0	33.6	18.2	26.6	24.0	34.5	12.3	-26.3	-27.9	2.0	-	21.5
26	-	6.2	-0.6	23.0	27.2	19.8	12.0	-14.2	40.0	14.5	-4.8	-27.9	-4.0	-	7.2
27	-	3.2	2.4	22.4	21.8	16.2	-	-11.8	16.6	10.6	19.1	-28.9	3.5	15.6	-
28	-	6.2	-0.6	22.0	24.2	13.4	-	-2.0	8.3	13.0	25.0	-	15.0	22.1	-
29	11.2	6.2	5.6	-	30.0	9.4	-	0.0	19.4	-0.6	-	-	-	5.1	-
30	5.0	6.6	11.0	12.2	-	25.8	-	-4.0	20.0	-3.9	-	-	-	-8.1	-
31	-	-4.8	-	15.0	-	-	-	-	21.5	1.0	-	-	-	-12.3	-
平均	18.0	9.2	9.0	12.2	22.6	18.4	22.6	18.4	10.8	16.8	3.5	-6.5	-2.0	1.1	7.4

毎日の平均傾斜の値を出すには、硝子板に方眼を目盛つた読取器を用ひた。其の値の東西成分を第三表に南北成分を第四表に示す。但し之は讀取つた値其の儘であるから傾斜の値を出すには尺度値として一耗〇・四秒を乗しなければならぬ。是等の表により日附を横軸に傾斜を縦軸にとつて日々の傾斜變化を見る圖を作り尙之に毎日の平均氣温をも書き込んで見ると、一週間から半月位の間では毎日の平均傾斜



第四圖
上及中は傾斜、下は氣温

の變化と、氣温の變化とが、殆ど平行になつて居る事が注目されると同時に、傾斜の毎月の平均の位置が段々に變つて居る事が目に附く。そこで缺測にかまはず毎月の平均をとつて、横軸に月、縦軸に傾斜をとつて圖示すると第四圖の様になる。第四圖には毎月の平均氣温をも圖示してある。之を見ると傾斜は氣温に直接比例して變る様にも見えない。大體の傾向は氣温の低い時には西へ南へと傾き、氣温の高い時に東へ北へと傾く様で、且つ南北成分の方が位相が遅れて居る様に見える。之は日變化の時の温度の影響とは東西成分に於て方向が反對となつて居る。併し之が實際温度の影響でさうなつて居るのか

どうかは、更に観測の重ねられた後でなければ確かには判らない。

五、短週期の變化 半月とか一月とか比較的短い期間の傾斜變化に就いて調査しやうとする時、観

測された傾斜の値其の儘を使つたのでは、前にも述べた様に氣温に殆んど比例する（實際は地中の溫度配布による）傾斜が殊の外大きくて、他の原因による傾斜が殆どマスクされて了ふ事が多い。此う云ふ場合に溫度の影響を取り去る一つの試みとして次の様な事をやつて見た。傾斜の東西成分I、南北成分Jと氣温とTの間に次の様な關係があるものとし、

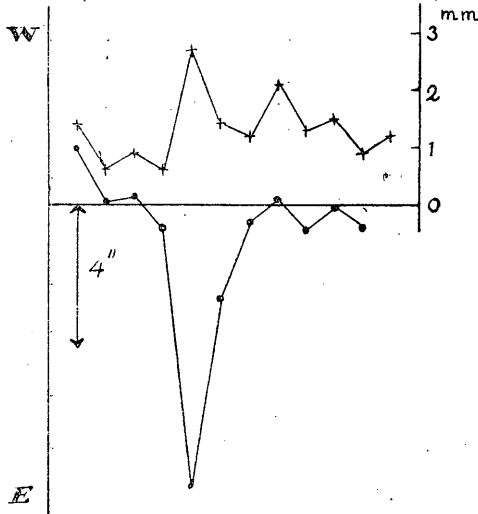
$$I = a + bT \qquad J = c + dT$$

一 個月分の材料から圖によつてa b c dの常數を定める。是等の常數と其の日の平均氣温Tの値とから、前の式によつて毎日の傾斜の計算値を出し、其れを傾斜の観測値から差引いた傾斜殘値に就いて、氣壓傾度との關係及び降水量との關係を調べて見た。

水戸と横濱、銚子と宇都宮の毎日午前六時の氣壓差を求めると、之が丁度北東—南西、南東—北西の傾度に相當するものになるから、之から其の東西成分及び南北成分を求めた。之を毎日の平均傾斜と比較して見たのに、両者が平行に變化する場合が可なり多く、傾度の東に向ふ時即ち氣壓が西に高く東に低い時は西に傾くと云ふ平行の關係が見られた。

降水量との關係は著しい事もあり、さうでない事もあり、確定的な事は云へない。殊に著しかつた一

第五圖
昭和四年五月二十三日より十一月三十一日
（傾斜は●、氣壓傾度は×、西高東低）



例は昭和四年五月二十三日の豪雨で、此の日柿岡に於ては降水量一七・二耗を觀測した。傾斜は翌二十四日南東に著しく偏り、其の後三日程の中に漸次平均の位置に戻つて居る。第五圖には横軸に日を、縦軸に傾斜殘値と氣壓傾度（任意尺度）をとつてある。此處には東西成分だけを掲げたが南北成分も略同様である。此の降水量に伴つて變る著しい傾斜變化が、河或は湖水の水量が増した爲めの地面の傾斜であるか、其れとも傾斜計室の近くだけのロ一カルな影響であるか、數多くの材料が集まつた上でよく吟味して見なければ斷定は出来ない。柿岡盆地の水を集める戀瀬川は柿岡の南東の方向から盆地外に流出して居るし、霞ヶ浦も亦柿岡の南東方にあるのだから、其れ等の影響だと考へる事も表面的には可能である。

尙前に述べた a b c d 等の常數を圖によつて求める時に一個月中で b d の値は其の儘であるのに a c の値が急に變つて、此處を境として一個月中の傾斜が判然二分される様な事が屢々あつた。此の事は既に辻光之助氏が三鷹に於ける傾斜變化に就いて不

連續點として記されて居る所である。地表傾斜變化と地震、地球磁氣等との關係に就いては更に資料の集積するのをまつて調査したい希望である。

本調査に當り柿岡地磁氣觀測所長今道技師には一方ならぬ御世話になりました。此處に厚く感謝の意を表する次第です。(昭和五年十一月二十一日大日本氣象學會月次會にて發表)

文 献

- (一) 地震、研究所彙報、第二號
地震、第一卷第一號
日本天文學及地球物理學輯報、第六卷
- (二) 日本天文學會要報、第一號