

柿岡における地球磁気 *s. f. e.* の観測結果

横 内 幸 雄

Solar-Flare Effects in Geomagnetic Field at Kakioka, 1924—1951

by Yukio YOKOUCHI

Solar-flare effects (*s. f. e.*) in the geomagnetic field observed at Kakioka from February, 1924 to December, 1951 are tabulated. Times of beginning and ending (G. M. T.) on magnetograms, their maximum deviations of declination, horizontal intensity and vertical intensity denoted by ΔD , ΔH and ΔZ , respectively, and together with north-component ΔX , west-component ΔY and total force ΔF are given in the table 5.

Some statistical results are given in the tables 1~4, and are shown in the figures 1~7.

The present author expresses his hearty thanks to Dr. S. Imamiti who showed keen interest for this subject and gave him valuable guidance and criticism throughout the course of this work.

§ 1. 緒 言

短波消失現象に伴う地球磁場の変化 (*e. f. e.*) についての研究は今道博士がもつとも早くから注目せられ、1936年10月電波会議にてその成果を発表せられて以来、*s. f. e.* の諸性質が三回の研究論文⁽¹⁾により究明せられ、更に電離層との関係を考察された。以来、電波関係或いは宇宙線関係方面等からの同観測資料の提供要求が大であり、又国際的には1949年より *s. f. e.* の起時或いは変化状況の資料の要求がある。国際的には世界の各地磁気観測所より報告された起時及び特定な現象についてのみの詳しい資料が既に1949、1950、1951年に対して発表⁽²⁾されておる。*s. f. e.* 或いは磁気嵐による電波障碍のための電波警報の問題が重要視されて来て、地磁気の変化状況の即日発表が要求され、柿岡にても久保木忠夫技官によつて考案製作された直視磁力計により本所の地磁気課にて観測された資料を電波放送のための資料として毎日通報しておる。

s. f. e. の総合資料の発表は夙に今道博士の企図せられた処であるが、この度筆者が柿岡地磁気観測所の地磁気⁽³⁾の自記記録による1924~1951年間に起つた *s. f. e.* の観測結果をここに発表することとなつた。更にこれに統計調査の二三を附加したが、本資料が各方面の参考となれば幸である。

尚、本観測資料は今道博士が調査のため自ら観測された資料及び地磁気課にての観測資料を基本として、筆者が補足観測し、最後に *s. f. e.* としての決定は今道博士と筆者と協同でなされたものであることを附記する。

§ 2. *s. f. e.* 観測表の説明

柿岡にて観測した地球磁気⁽⁴⁾の連続自記記録により *s. f. e.* と推定されるものを選出し 第5表に表

示した。観測期間は1924年2月から1951年12月迄である。表には1926年8月から記載されておるが、これは1924年2月から1926年7月迄の期間には*s.f.e.*は選出されなかつたからである。*s.f.e.*の認定は今道博士が1935年から1942年迄の地球磁気記録による地球磁気の変化と電波障害(Dellinger現象)の観測結果との両資料により調査せられた結果を基本として行つた。(無線短波障害と地球磁場の変化, Variation of the earth magnetic field observed during so-called Dellinger effect of radio waves: S. Imamiti, Mem. of Kakioka Mag. Obs., Vol. 1, No. 1, 1938, p. 13; Dellinger 現象と地球磁場の変化(第一報), Dellinger effect and variation of the earth magnetic field (continued): S. Imamiti, Mem. of Kakioka Mag. Obs., Vol. 3, No. 1, 1940, p. 21; 短波消失現象と地球磁場の変化(第三報), Radio fade-out and variations of the earth magnetism: S. Imamiti, Mem. of Kakioka Mag. Obs., Vol. 5, No. 1, 1943, p. 45)

*s.f.e.*の認定は確実を期し難いが表中次の記号を附して観測結果の明瞭度を明かにすると共に、更に電波障害(*D*-現象)の有無を示した。

○印: 明瞭に*s.f.e.*と認定されるもの。

△印: 多少不明瞭なるも*s.f.e.*と認定されるもの。

?印: 変化は*s.f.e.*としては不明瞭なるも電波障害(*D*-現象)ありたるため*s.f.e.*と推定されはしないかと考慮されるもの。

+印: 電波障害(*D*-現象)ありたるもの。

-印: 電波障害なきもの。

第5表には*s.f.e.*の生起および終了時刻(T:G.M.T.), 並びに偏角(*D*), 水平分力(*H*), 及び鉛直分力(*Z*), の推定平常値(T時間中その前後の変化の傾向に従つて擾乱なく変化すると考えられる値)よりの最大偏差(各 ΔD , ΔH , ΔZ)を示した。この最大偏差の起時がT時間の中央より前に生ずることが殆んどであり、又、各要素にて時刻を異にする場合もあるが、この ΔD , ΔH , ΔZ の値より、南北成分(ΔX), 東西成分(ΔF), 及び全力(ΔF)を算出し同表に示した。

変化の方向及び単位は次の如くした。

ΔD : 西方向を正とす, 単位'

ΔH : 増加を正とす, 単位 γ

ΔZ : 下向きの力の増加を正とす, 単位 γ

ΔX : 北向きの力の増加を正とす, 単位 γ

ΔY : 西向きの力の増加を正とす, 単位 γ

ΔF : 単位 γ

又表中の ΔH , ΔZ の項に

? : 変化の状況判断不明のもの,

∴ 欠測のため読取れなかつたもの。

の記号を附した。

電波障害の資料としては1936~1941年間は連続的に国際無線電信株式会社によつて観測調整された資料を、又1949~1951年間は連続的に東京無線調整所にて調整された資料を用いた。1934~1935年間、1942~1948年間は連続的な電波障害資料はなく、不定に入手し得た資料を用いた。1926~1933年間及び同上期間中+又は-の記号なきものは電波障害資料がなきためで、電波障害の有無不明のものである。

§ 3. 統計調査の二三の結果

第5表の観測結果中○印及び△印のもののみについて、本観測表に基き統計した結果を第1表~第4表及び第1図~第6図に示した。これらは s.f.e. の年変化、季節変化及び各要素毎の平均偏差の日変化の状況を示す。これらについての諸性質は今道博士⁽¹⁾によつて発表せられたところであるが、更に追加された資料との総合資料の結果としてここに報告することとし、更に注意された二三を以下に述べる。

s.f.e. の起時は割合判然としておるが終時は多少判定に苦しむところがあり、不確実はまぬがれぬが一応参考として第3表に継続時間の頻度及び平均値を示した。これは平均にて約30分で、10~20分のは全体の69%を占め、短時間のは3分が2回、5分が5回、6分が7回観測され又長時間のは99分、100分、126分、135分、200分等各一回観測された。

第1図に s.f.e. の各年の回数と太陽黒点ウォルフ指数を示した。これを見ると両者の盛衰が相応じておることが判然とするが、1939年を含む極大期の回数が1928年を含む又1948年を含む極大期の回数に比して著しく多いことが、ウォルフ指数の変化と対照して奇異の感を覚える。試みに1927~

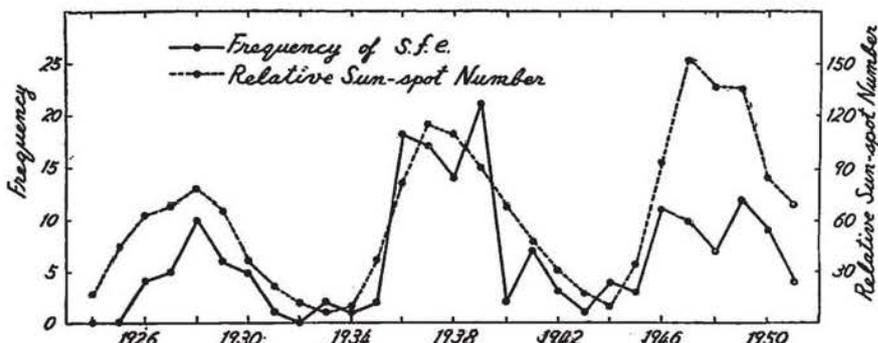


Fig. 1. Annual variation of s.f.e. and relative sunspot numbers.

1929年 (A群), 1937~1939年 (B群), 1947~1949年 (C群), の三つに分けて s.f.e. の生起回数 の比をとると $B/A_{s.f.e.} = 2.5$, $B/C_{s.f.e.} = 1.8$ となり、又仮りにウォルフ指数が s.f.e. の回数に比例するとの仮定のもとに上記の比を補正すると補正值 $B/A_{s.f.e.} = 1.8$, $B/C_{s.f.e.} = 2.5$ となり、反

対の値を示す。この方式を磁気嵐（急始：SC，緩始：G）及び嵐を伴はない急始変化（I）に入れて、これ等の生起回数について A, B, C 群間の比をとると（ウォルフ指数により回数を補正して）

	補正值 B/A	補正值 B/C
SC	1.4	1.1
SC+G	1.3	1.1
I	1.6	1.5

となり A, B, C 群間の変化は I において B 群が少しく大であるように感ぜられるが、他は s.f.e. のように B 群の大きな値を示さない。s.f.e. の認定は多少不確かさがあり、又自記記録の感度によつて左右されることの誤差がはいつて来るおそれはあるけれども変化の認定は全期間を通じて同一人が連続的に行い又自記記録の感度は少なくとも1934年以降は大なる変更はなく、平均的には殆んど同じ程度の値であるから、これらからの誤差混入は大分減殺される。1939年を含む極大期における s.f.e. の回数が他の極大期に比して大なることはこの現象を生ぜしめる原因に太陽黒点の活動状況を示すウォルフ指数以外、例へば太陽面における爆発現象のような項が存在しはしないかとの感を深め、この事に関して更に詳細な究明を期待したい。

次に季節変化を第2図に示す。これより冬期に比して夏期に多く生ずることがわかる。これらは太陽高度が高く、地球磁力の日変化の振幅が夏期に増大することからうなづける。

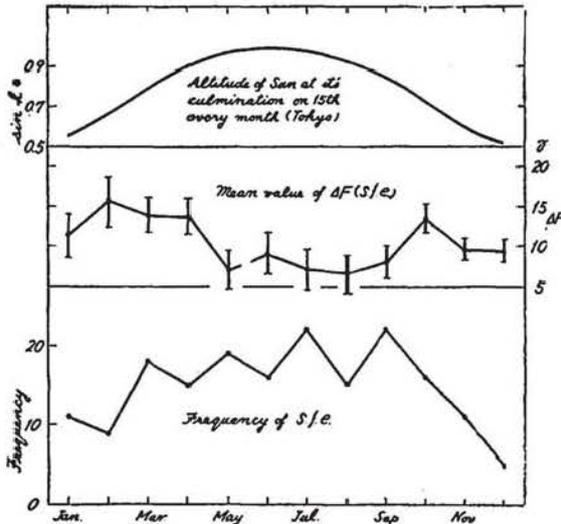


Fig. 2. Seasonal variation of s.f.e., ΔF of s.f.e. and other.

s.f.e. の各時刻毎の生起回数を第6図に示す。8^h~16^h (L.M.T.) に多く、時刻毎20回程度或いはそれ以上の値を示すが、この内13^h~15^h間は特に時刻毎約30回を示し、他の1.5倍の回数を示す。

ΔX , ΔY , ΔZ 及び ΔF の値を各時刻毎に平均したものを ΔX , ΔY , ΔZ 及び ΔF の日変化として第3図~第6図に示す。又比較のため静穏日の日変化 (1925~1945) の偏差 (Δx , Δy , Δz) 及びこれらから得られた

$\Delta f = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$ を図示した。第3図~第5図より s.f.e. は磁力日変化の振幅を増大せしむる方向に起ることを示す。 ΔX , ΔY , ΔZ と Δx , Δy , Δz に位相のづれがあるのは次のことを考慮に入れなため統計から来る誤差と考えられる。それは両者の採用日が異なること（殊

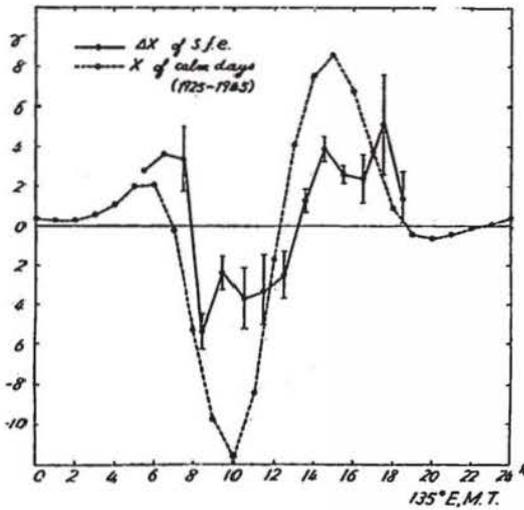


Fig. 3. Diurnal variation of ΔX of s.f.e. and inequalities X of calm days.

を目標とし各両変化の絶対値がもつとも大きい時刻を選んで、午前と午後に分けて計算すると下記ようになる。

	時刻	比
$\Delta X/\Delta x$	8 ^h ~ 11 ^h	0.4
	14 ~ 16	0.4
$\Delta Y/\Delta y$	8 ~ 10	0.4
	12 ~ 15	0.4
$\Delta Z/\Delta z$	9 ~ 11	0.3
	15 ~ 17	2.0
$\Delta F/\Delta f$	9 ~ 16	0.5

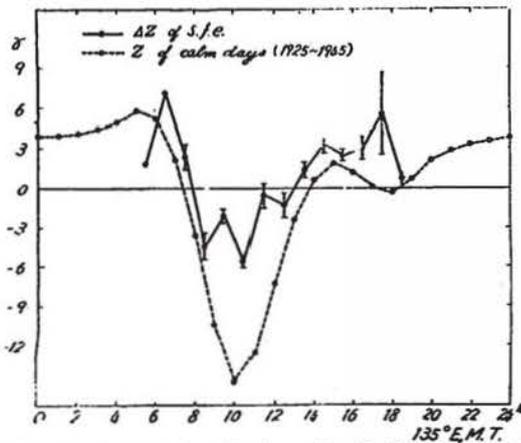


Fig. 5. Diurnal variation of ΔZ of s.f.e. and inequalities Z of calm days.

に柿岡のように日変化の型が大きく変動する所では大きく誤差はいる可能性がある)又 ΔX , ΔY , ΔZ の生起時刻として、現象生起時と終時との中間をとつたのであるが s.f.e. の形状は鉤形変化をなし、最大偏差は前半中或いは生起直後に起ることが殆どであることから継続時間の長いものではこの影響が大きいはいつて来ること等であろう。事実我々が採用した s.f.e. の記録は殆んど全部がその日の平均値からの偏り、即ち偏差の方向に変化していた。

$\Delta X/\Delta x$, $\Delta Y/\Delta y$, $\Delta Z/\Delta z$, $\Delta F/\Delta f$ の比をとるため、誤差の混入の少ないところ

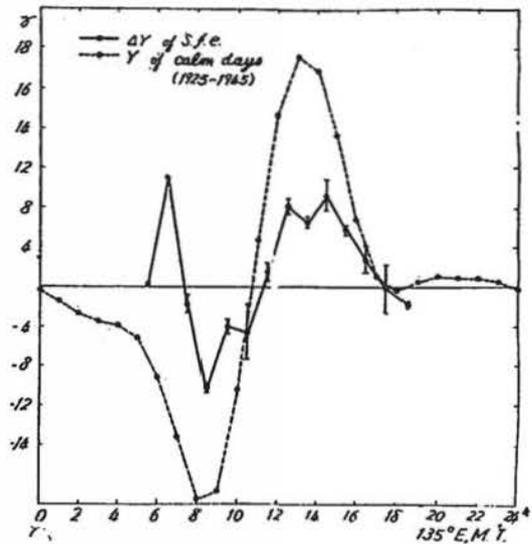


Fig. 4. Diurnal variation of ΔY of s.f.e. and inequalities Y of calm days.

以上による $\Delta X/\Delta x$, $\Delta Y/\Delta y$, $\Delta F/\Delta f$ の値は 0.4~0.5程度であるが、 Z では午前と午後とで大きな差を生じ、これは注目すべきことと考えられる。

次に ΔF の季節変化及び日変化を第2図及び第6図に示したが、日変化では生起回

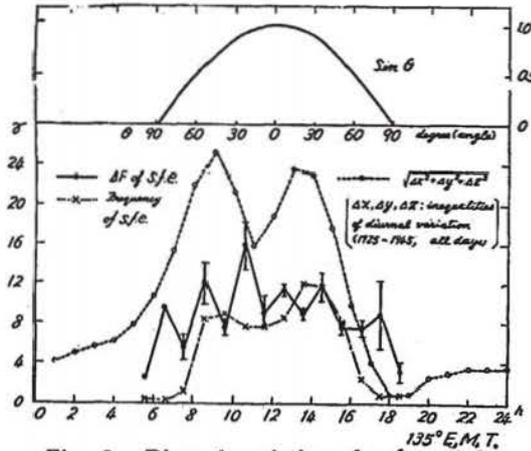


Fig. 6. Diurnal variation of s.f.e. and ΔF of s.f.e. and others.

§ 4. 結 尾

柿岡にて観測された地球磁気 s.f.e. の観測結果を表示し統計調査の二三の結果を報告した。本観測表調整の参考資料として大変役立つ電波障害観測資料を提供して下さった国際無線電信電話株式会社及び東京無線電信調整所に対し厚く御礼申上げる。

終りに、本報告の観測調整を許可して下さい、終始御懇篤なる御鞭撻と御助力を下しました前地磁気観測所長今道周一博士並びに本観測報告の発表を許可して下さい、又統計調査に臨み御助言を惜まなかつた地磁気観測所長吉松隆三郎氏、又報告調整に当つて御助力下さいました地磁気観測所調査課の方々に衷心から御礼申上げます。

参 考 文 献

- (1) S. Imamiti : Mem. of Kakioka Mag. obs., Vol. 1, No. 1, 1938
S. Imamiti : Mem. of Kakioka Mag. obs., Vol. 3, No. 1, 1940
S. Imamiti : Mem. of Kakioka Mag. obs., Vol. 5, No. 1, 1943
- (2) IATME, IUGG : Bulletin Nos. 12c, e, f, Geomagnetic Indices K and C, 1949, 1950 and 1951.

数に応じ大体日中大きくなつておるも、季節変化の方は2月~4月に大で5月~9月に小なる値を示してあり、生起回数の季節変化と異つておる。

最後に s.f.e. の考察の参考材料として磁力変化の各項の季節変化を第7図に示した。この外にベクトル図或いは K-index 等があるが、我々は磁力変化の活動度或いは日変化の大きさの総合目安として何をとるべきか考慮しなければならない。

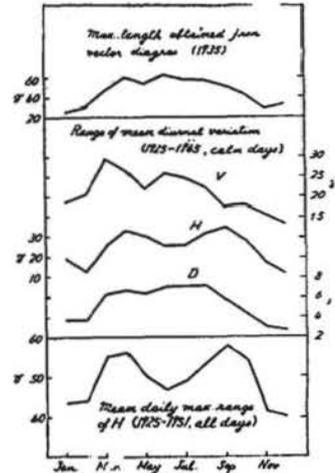


Fig. 7. Seasonal variation of various factors of geomagnetism.

Table 5. Solar-flare effects.

(G.M.T.)

Year	Date	Time		ΔD	ΔH	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔF	Remarks
		h m	h m							
1926	VIII 8	6 00	6 21	+ 0.6	+ 1.5	0.0	+ 1.0	+ 5.6	5.7	○
	IX 3-4	23 30	0 10	- 1.1	- 6.2	- 8.8	- 5.2	-10.3	14.5	○
	X 12	0 03	0 35	- 1.1	-11.4	..	-10.4	-10.8	..	○
	13	5 03	5 13	+ 0.5	+ 2.8	0.0	+ 2.3	+ 4.8	5.3	○
1927	I 20	0 24	0 35	- 0.1	- 6.4	- 2.0	- 6.3	- 1.5	6.8	○
	III 14	3 30	3 40	+ 1.3	+ 5.9	0.0	+ 4.8	+11.7	12.7	△
	VI 28	3 02	3 08	+ 0.5	+ 4.7	+ 1.9	+ 4.3	+ 4.5	6.5	△
	VIII 4	5 47	5 57	+ 0.5	+ 3.1	+ 1.9	+ 2.7	+ 4.6	5.7	△
	X 2	3 15	3 22	+ 0.3	+ 3.1	+ 1.3	+ 2.8	+ 2.9	4.2	△
1928	II 20	5 52	6 15	+ 0.5	+ 1.9	+ 0.9	+ 1.5	+ 4.5	4.8	○
	IV 3-4	23 50	0 15	- 1.2	- 2.7	- 1.6	- 1.6	-10.8	11.0	△
	4 4	6 20	6 45	+ 0.2	+11.1	+ 5.0	+10.9	+ 2.8	12.3	△
	12	4 20	4 23	+ 1.0	+ 5.0	+ 1.3	+ 4.1	+ 9.1	10.1	△
	VI 9	5 45	6 15	+ 0.7	+ 6.5	+ 2.5	+ 5.9	+ 6.4	9.1	△
	VII 14	4 14	4 25	+ 0.3	+ 3.2	+ 0.9	+ 2.9	+ 2.9	4.2	○
	VIII 14	5 04	5 24	+ 0.3	+ 3.2	+ 2.4	+ 2.9	+ 3.1	4.9	△
	IX 18	5 00	5 30	+ 0.8	+ 8.3	+ 5.7	+ 7.6	+ 7.4	12.0	○
	X 10	5 37	6 10	+ 0.5	+ 9.2	+ 5.2	+ 8.7	+ 5.4	11.5	○
	11	3 42	4 10	+ 0.8	+ 4.7	+ 4.0	+ 4.0	+ 7.6	8.6	○
1929	III 13	5 30	5 37	+ 1.9	+ 8.4	+ 2.3	+ 6.7	+17.3	18.7	○
	31	5 38	6 00	+ 1.4	+ 6.3	+ 3.3	+ 5.1	+12.6	14.0	○
	IV 20	0 39	0 42	- 0.2	- 3.1	- 2.0	- 2.9	- 2.3	4.2	△
	V 29	4 35	5 10	+ 0.6	+10.5	+ 5.5	+10.0	+ 6.2	13.0	△
	X 6	3 47	4 00	+ 0.8	+ 5.7	+ 1.2	+ 5.0	+ 7.7	9.3	○
	XI 10	4 10	4 30	+ 0.5	0.0	0.0	- 0.4	+ 4.3	4.3	△
1930	I 13	2 05	2 20	- 0.5	+ 4.2	+ 1.7	+ 4.6	- 3.6	6.1	○
	II 2	4 00	4 15	+ 0.4	+ 3.8	+ 0.8	+ 3.5	+ 3.8	5.2	△
	IV 5	1 57	2 03	+ 0.3	- 5.4	- 0.7	- 5.3	+ 2.1	5.7	△
	X 10	4 55	5 15	+ 2.2	+ 8.4	+ 2.4	+ 6.5	+19.9	21.1	○
13	4 04	4 18	+ 0.3	+ 1.2	0.0	+ 0.9	+ 2.7	2.8	○	
1931	IV 21	4 55	5 03	+ 0.5	+ 6.1	+ 1.8	+ 5.7	+ 4.6	7.5	○
1933	I 20	22 45	23 12	- 0.4	+ 7.5	+ 4.7	+ 7.8	- 2.3	9.4	○
	IX 7	2 06	2 35	+ 0.2	- 4.7	- 2.0	- 4.8	+ 0.8	5.3	○
1934	IV 16	0 55	1 05	- 0.5	- 0.8	- 0.5	- 0.4	- 4.4	4.4	△
1935	III 20	1 45	2 00	- 0.4	- 6.4	- 5.3	- 6.0	- 3.7	8.8	○
	VIII 30	23 10	23 30	- 0.3	- 2.6	- 2.6	- 2.4	- 2.5	4.3	?
	XI 28	2 35	2 45	+ 0.1	- 0.8	0.0	- 0.9	+ 0.6	1.1	○

○ : Distinct s.f.e.

△ : Change looks like s.f.e., but without certainly.

? : There is some change but difficult to take as s.f.e. and ionospheric disturbance (*D*-effect) was observed in this period.

+ : Ionospheric disturbance (*D*-effect) was observed.

- : Ionospheric disturbance (*D*-effect) was not observed.

ΔD : Reckoned positive if towards the west.

ΔZ : Reckoned positive if vertically downwards.

ΔX : Reckoned positive if towards the north.

ΔY : Reckoned positive if towards the west.

Table 5. Solar-flare effects

(G. M. T.)

Year	Date	Time	ΔD	ΔH	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔF	Remarks	
1936	II	8	1 50—3 00	0.0	-12.3	-9.6	-12.2	-1.2	15.6	? +
	III	10	5 35—5 55	+0.5	+3.2	+2.6	+2.8	+4.2	5.7	○ +
	IV	2	3 50—4 20	+0.6	-4.7	-7.0	-5.3	+4.9	10.1	○ +
		7	1 05—1 15	-0.2	-4.0	-2.1	-3.8	-2.0	4.8	○ +
	V	7	2 30—4 00	+0.5	+3.2	-3.3	+2.7	+4.8	6.4	○ ? +
		11	0 50—1 20	+0.9	-8.8	-3.3	-9.5	+6.9	12.2	○ ? +
		15	5 30—6 30	-0.6	-3.9	-2.8	-3.4	-5.3	6.9	○ ? +
		27	3 45—4 15	+0.4	+2.8	+2.7	+2.5	+3.4	5.0	○ +
		28	3 40—4 30	+0.1	+5.8	+4.8	+5.6	+1.3	7.5	○ +
	VI	28	7 25—7 45	+0.6	+6.7	+7.9	+6.0	+6.1	11.6	○ +
		3	0 40—1 40	+0.3	-5.3	-3.1	-5.4	+1.7	6.5	○ ? +
		4	4 37—5 00	+0.9	+2.9	+2.7	+2.1	+7.9	8.6	○ +
		5	2 40—2 55	+0.2	-1.8	-0.2	-2.0	+1.4	2.4	○ ? +
		11	6 18—7 00	+0.6	+4.9	+5.1	+4.4	+5.7	8.8	○ ? +
	VII	17	7 20—7 45	+0.1	+3.0	+1.8	+2.9	+1.0	3.6	○ ? +
		15	4 50—5 35	+0.9	+7.2	+4.1	+6.3	+8.5	11.3	○ ? +
	IX	4	1 40—2 50	+0.1	-6.4	-7.1	-6.4	+0.1	9.6	○ ? +
	X	13	3 40—4 00	+0.5	+0.4	0.0	0.0	+4.1	4.1	○ ? +
	XI	7	3 40—4 20	+0.8	-6.0	-3.2	-6.6	+6.5	9.8	○ ? +
		25	4 33—5 10	+1.0	+7.2	+7.9	+6.8	+9.3	14.0	○ ? +
		27	4 08—5 10	+1.0	-3.8	-0.9	-4.6	+7.7	9.0	○ ? +
		30	3 20—3 30	+1.0	-5.9	-2.4	-6.7	+8.1	10.8	○ ? +
		XII	24-25	23 46—0 15	-0.8	+11.9	+4.3	+12.5	-5.6	14.4
	27	3 08—3 25	+1.4	-5.9	-1.8	-7.0	+11.0	13.2	○ ? +	
	28	4 20—4 40	+1.0	+5.9	+6.4	+5.0	+8.7	11.9	○ ? +	
1937	I	24	4 00—5 15	+1.1	-3.7	-3.7	-4.7	+9.4	11.1	○ ? +
		27	2 27—3 50	+0.4	-3.1	-1.1	-3.4	+3.0	4.7	○ ? +
	III	30	1 25—1 50	+0.2	-2.9	-2.0	-3.1	+1.7	4.1	○ ? +
	V	19	5 02—5 25	+0.6	+2.2	+2.5	+1.7	+5.4	6.2	○ ? +
		23	23 10—23 45	+0.4	-1.5	-1.1	-1.8	+3.1	3.7	○ ? +
	VI	25	1 50—2 40	+1.1	..	+3.8	..	..	..	○ ? +
		3	6 08—7 00	+1.5	+4.8	+4.3	+3.5	+13.2	14.3	○ ? +
		4	4 30—5 30	+0.1	+3.8	+3.4	+3.7	+1.1	5.1	○ ? +
		13	4 15—4 33	+2.1	+7.7	+5.0	+5.7	+19.1	20.5	○ ? +
		15	4 27—4 42	+0.4	+2.8	+3.0	+2.4	+4.0	5.5	○ ? +
		15	5 45—7 10	+0.8	+10.1	+9.8	+9.3	+7.5	15.5	○ ? +
		17	0 45—1 45	-0.8	-5.6	-8.5	-4.8	-7.1	12.1	○ ? +
		20	0 39—2 06	-1.7	+11.6	+8.1	+13.0	-13.7	20.5	○ ? +
		21-22	23 39—0 30	-0.1	-3.2	-1.7	-3.1	-1.0	3.7	○ ? +
		VII	7	0 30—1 00	+0.5	+10.0	+4.3	+9.4	+5.5	11.7
	9		3 44—4 35	+0.6	+4.1	+3.2	+3.6	+5.6	7.4	○ ? +
	17		1 10—1 45	-0.2	-2.9	-2.8	-2.7	-2.3	4.5	○ ? +
	22		0 54—1 20	-1.6	+6.5	+2.6	+7.8	-13.5	15.8	○ ? +
	23		5 00—6 00	+0.5	+19.1	+14.9	+18.4	+6.4	24.5	○ ? +
	IX	27	6 03—6 25	+1.0	+4.8	+3.0	+3.9	+9.2	10.4	○ ? +
		8	4 32—4 50	+0.3	+1.6	+1.7	+1.3	+2.8	3.6	○ ? +
	X	29	5 27—6 25	+0.6	+1.0	+0.7	+0.5	+4.8	4.9	○ ? +
		1	3 50—5 30	+3.6	+15.1	+9.6	+11.7	+32.6	35.9	○ ? +
5		22 53—23 10	-1.6	-11.2	-10.1	-9.7	-14.6	20.2	○ ? +	
6		0 20—0 40	-0.5	-5.6	-4.3	-5.0	-5.1	8.3	○ ? +	
6		5 25—5 50	+1.9	+3.4	+2.2	+1.8	+16.3	16.5	○ ? +	
XII	6	23 07—23 20	-0.2	-1.9	-0.9	-1.7	-2.2	2.9	○ ? +	
	7	7 21—4 00	+2.8	-29.0	-23.6	-31.2	+21.4	44.6	○ ? +	
	13	2 27—3 45	+0.6	-7.2	-4.5	-7.7	+4.7	10.1	○ ? +	
	27	4 35—5 40	+0.4	-5.4	+2.9	-5.7	+3.2	7.1	○ ? +	
	1938	I	16	0 45—3 00	-5.8	-3.9	-16.3	+1.4	-50.0	○ +

Table 5. Solar-flare effects.

(G.M.T.)

Year	Date	Time	ΔD	ΔH	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔF	Remarks		
		h m h m	γ	γ	γ	γ	γ	γ			
1938	I	21	1 38- 2 10	+ 0.2	- 5.6	- 2.2	- 5.7	+ 1.4	6.3	?	+
		24	2 50- 3 10	- 0.5	- 7.5	- 4.2	- 7.0	- 4.7	9.4	△?	+
	II	7	5 15- 6 00	+ 0.6	+ 8.5	+ 3.2	+ 7.8	+ 6.1	10.4	?	+
		11	4 28- 5 05	+ 0.4	- 4.1	- 1.3	- 4.5	+ 3.2	5.7	?	+
	III	6	2 00- 3 00	+ 1.6	-13.4	- 8.4	-14.7	+12.2	20.9	?	+
		16	21 30-22 30	+ 0.1	+ 2.6	+ 2.1	+ 2.5	+ 1.0	3.4	△?	+
		19	0 28- 0 33	- 0.2	- 1.5	- 1.7	- 1.4	- 1.5	2.7	○	-
	IV	27	1 05- 1 55	+ 0.4	- 6.9	- 3.7	- 7.1	+ 2.6	8.4	?	+
		2	1 20- 2 30	+ 0.1	- 2.0	- 1.5	- 2.1	+ 0.5	2.6	?	+
	V	9	5 10- 5 25	+ 0.2	+ 0.8	+ 0.2	+ 0.7	+ 1.4	1.6	△	+
		9	6 10- 6 20	+ 0.2	+ 1.6	+ 0.5	+ 1.5	+ 1.5	2.2	△	+
	VII	2	7 26- 7 35	+ 0.8	+ 2.1	+ 2.8	+ 1.4	+ 6.7	7.4	○	+
		12	1 18- 1 35	- 0.2	+ 3.8	+ 0.9	+ 4.0	- 0.8	4.2	△	-
		12	4 35- 4 55	+ 0.1	- 1.5	- 0.7	- 1.6	+ 0.5	1.8	?	+
	VIII	17	6 05- 6 25	+ 0.9	+ 6.0	+ 5.3	+ 5.1	+ 8.4	11.1	○	+
		26	8 05- 8 30	+ 0.4	+ 1.6	+ 0.9	+ 1.3	+ 3.5	3.8	○	+
		2	20 52-21 24	+ 1.2	+ 4.7	+ 7.1	+ 3.6	+10.9	13.5	△	-
	X	3	1 05- 1 35	- 0.5	- 2.9	- 3.1	- 2.4	- 4.8	6.2	○	+
		6	2 05- 2 25	- 0.2	+ 2.5	+ 1.1	+ 2.7	- 1.3	3.2	?	+
		26	0 25- 1 00	- 0.6	- 4.8	- 6.9	- 4.3	- 5.5	9.8	△	+
	8	3 45- 4 15	+ 0.6	+14.2	+ 9.3	+13.5	+ 6.6	17.7	△	+	
1939	I	12	2 24- 2 35	+ 0.4	- 3.8	- 2.1	- 4.2	+ 3.0	5.6	○	+
		20	6 25- 6 45	+ 0.4	+ 2.8	+ 1.8	+ 2.5	+ 3.6	4.7	?	+
	III	14	6 05- 6 40	+ 0.5	+ 2.6	+ 1.5	+ 2.2	+ 4.4	5.1	△?	+
		15	3 10- 4 00	+ 0.3	- 3.3	- 2.7	- 3.6	+ 2.3	5.1	?	+
	IV	18	6 40- 6 55	+ 0.2	+ 5.0	+ 3.5	+ 4.8	+ 2.1	6.3	?	+
		21	9 02- 9 25	- 0.5	- 1.1	- 1.3	- 0.7	- 4.3	4.6	?	+
		29	7 40- 8 20	- 0.5	+ 8.4	+10.1	+ 8.8	- 3.7	13.9	○	+
	V	5	3 40- 4 05	+ 0.1	+ 2.9	+ 1.1	+ 2.8	+ 1.2	3.2	?	+
		7	4 38- 5 00	+ 0.9	- 7.0	- 3.3	- 7.7	+ 6.9	10.9	△	+
		7	23 15-23 50	- 1.5	- 6.0	- 4.5	- 4.5	-13.5	14.9	△	+
	VII	29	3 05- 3 10	+ 0.2	+ 4.6	+ 2.9	+ 4.4	+ 2.1	5.7	△?	+
		8	0 55- 1 00	- 0.3	+ 1.9	0.0	+ 2.2	- 2.2	3.1	○	+
		11	5 11- 5 30	+ 0.3	+ 2.8	+ 1.5	+ 2.6	+ 2.4	3.8	△	+
	VIII	11	9 30- 9 35	- 0.2	- 0.8	0.0	- 0.6	- 2.1	2.2	△	+
		16	2 06- 2 30	+ 0.2	+ 5.4	+ 2.2	+ 5.1	+ 2.5	6.1	△	+
		17	7 53- 7 58	- 0.2	- 3.8	- 0.9	- 3.6	- 2.4	4.3	△	+
	IX	18	4 08- 4 30	+ 0.7	+ 2.1	+ 1.2	+ 1.5	+ 6.0	6.3	△	+
		29	5 20- 5 35	+ 0.4	+ 0.7	+ 0.9	+ 0.4	+ 3.4	3.5	△	+
		31	0 11- 0 50	- 0.1	- 2.2	- 1.0	- 2.1	- 0.9	2.5	△	+
	IX	4	4 57- 5 08	+ 0.3	- 3.0	- 1.3	- 3.2	+ 1.8	3.9	△?	+
6		3 45- 4 12	+ 1.0	0.0	+ 1.5	- 0.9	+ 8.7	8.9	○	+	
6		20 05-20 45	- 0.8	+ 1.5	+ 0.5	+ 2.3	- 6.9	7.3	?	+	
7		0 18- 1 30	- 1.2	-15.8	- 9.0	-14.5	-11.6	20.6	△	+	
14		0 25- 1 25	+ 0.5	- 4.7	- 1.5	- 5.1	+ 3.7	6.5	△	+	
14		6 25- 7 30	+ 0.7	+ 5.6	0.0	+ 4.8	+ 6.9	8.4	△	+	
15		0 55- 1 30	- 0.1	- 2.6	- 0.5	- 2.5	- 1.0	2.7	○	+	
15		3 00- 3 12	+ 0.6	- 0.8	- 0.5	- 1.4	+ 5.4	5.6	○	+	
15		5 25- 6 00	+ 0.2	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.6	+ 1.7	1.9	?	+	
29		0 20- 1 00	- 0.3	- 6.7	- 4.8	- 6.3	- 3.1	8.5	○	+	
IX	29	22 35-23 00	- 0.4	- 0.4	0.0	0.0	- 3.7	3.7	△	+	
	30	23 10-23 45	- 1.3	+ 3.4	- 1.0	+ 4.6	-11.2	12.1	?	+	
1940	III	21	3 12- 4 00	+ 2.7	- 4.2	- 1.0	- 6.7	+23.0	24.0	○	+
		24	4 27- 5 00	+ 0.6	- 6.1	- 3.1	- 6.5	+ 4.0	8.2	?	+
	VI	19	0 20- 2 00	+ 0.6	- 4.5	- 1.9	- 5.0	+ 4.4	6.9	?	+
		17	4 48- 5 00	+ 0.7	+ 1.9	+ 1.2	+ 1.2	+ 6.2	6.4	△	-

Table 5. Solar-flare effects.

(G. M. T.)

Year	Date	Time	ΔD	ΔH	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔF	Remarks		
		h m h m	'	γ	γ	γ	γ	γ			
1948	IV 21	1 00-2 50	+ 5.3	-23.6	-14.3	-28.2	+43.2	53.5	Δ	-	
	VII 10	2 12-2 45	+ 0.5	+ 5.2	+ 2.1	+ 4.8	+ 4.5	6.9	\circ	-	
	VIII 17	5 43-6 15	+ 1.4	+ 9.2	+ 5.1	+ 7.7	+13.4	16.3	\circ	-	
	IX 22	5 58-6 30	+ 1.1	+ 1.9	+ 3.5	+ 0.9	+ 9.4	9.6	Δ	-	
1949	I 15	4 27-4 45	+ 0.5	- 2.6	- 1.7	- 3.1	+ 4.3	5.6	?	+	
		21 43-22 20	+ 0.5	?	?	..	..	..	?	+
	II 10	2 30-3 00	- 2.5	+35.5	+16.2	+37.5	-17.8	44.6	\circ	+	
	IV 10	6 00-7 00	+ 0.7	?	?	..	..	..	?	+
	V 7	20 44-20 53	0.0	+ 2.8	+ 1.8	+ 2.8	+ 0.3	3.3	\circ	-	
		6 04-6 30	+ 0.5	0.0	0.0	- 0.4	+ 3.9	3.9	\circ	-	
	VI 21	1 20-1 38	+ 0.5	+ 1.8	+ 1.5	+ 1.3	+ 4.8	5.2	Δ	+	
		2 38-3 00	+ 0.3	+ 3.0	+ 2.3	+ 2.7	+ 2.9	4.6	\circ	-	
	VIII 17	6 37-7 00	+ 1.1	- 2.6	+ 3.1	- 3.7	+ 9.5	10.7	\circ	+	
	IX 5	2 09-3 30	+ 0.5	- 3.0	- 1.1	- 3.4	+ 3.6	5.1	\circ	-	
		13	3 52-4 25	+ 1.1	- 2.2	0.0	- 3.2	+ 9.0	9.6	\circ	+
	X 3	3 20-3 39	+ 1.5	- 4.3	- 1.2	- 5.8	+12.6	13.9	\circ	+	
	XI 6-7	23 35-0 30	- 0.8	- 2.9	- 5.0	- 2.2	- 6.9	8.8	Δ	+	
XII 8	3 12-3 30	+ 0.5	- 3.0	- 1.9	- 3.4	+ 3.6	5.3	\circ	+		
	24	3 06-3 45	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.8	- 0.1	+ 6.0	6.1	\circ	-	
1950	II 17	1 25-2 30	- 3.3	+15.2	-13.9	+18.1	-26.4	34.9	\circ	+	
	III 8	4 37-5 15	+ 0.3	- 1.6	- 0.8	- 1.9	+ 2.4	3.2	Δ	+	
	IV 25	4 53-5 30	+ 0.8	?	?	..	..	..	?	+
	V 8	0 48-1 00	0.0	- 0.9	- 0.8	- 0.9	- 0.1	1.2	\circ	+	
		3 31-3 35	+ 0.4	0.0	0.0	- 0.4	+ 3.3	3.3	?	-	
		5 22-5 45	+ 0.5	+ 1.2	+ 1.1	+ 0.7	+ 4.7	4.9	\circ	+	
		21 03-21 14	0.0	+ 1.2	+ 0.7	+ 1.2	+ 0.1	1.4	?	-	
		0 10-3 30	- 1.3	- 2.3	-10.5	- 1.1	-11.5	15.6	Δ	+	
	VII 15	4 50-5 30	+ 0.8	- 2.3	- 2.0	- 3.0	+ 6.3	7.3	\circ	+	
		0 30-1 10	- 0.4	+ 1.7	- 1.0	+ 2.1	- 3.1	3.9	Δ	+	
	VIII 4	5 50-6 00	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.7	- 0.1	+ 3.3	3.4	Δ	+	
	23 30-23 45	0.0	- 1.5	- 3.1	- 1.5	- 0.2	3.4	?	+		
IX 20	3 06-3 30	+ 1.1	+ 1.5	+ 2.0	+ 0.4	+10.0	10.2	Δ	+		
1951	I 19	0 18-0 30	- 0.4	+ 1.2	0.0	+ 1.6	- 3.1	3.5	Δ	-	
	II 26	2 00-2 30	- 0.2	- 4.3	-12.7	- 4.1	- 2.5	13.6	\circ	+	
	IV 20	0 50-1 20	- 1.5	-18.7	-16.6	-17.1	-15.1	28.2	\circ	+	
	V 21	1 51-2 00	+ 0.1	+ 2.8	- 1.2	+ 2.7	+ 1.0	3.1	\circ	+	