

ERRATA

Page	Line	Read	For
49	9	is a remarkable	is remarkable
	13	3	4
	18	Fig.4	Fig.3
53	7	指摘 ^{2), 4)}	指摘 ^{2), 4)}
	31	考えると都	考える。と都

柿岡における地電流の擾乱日変化

柳 原 一 夫

Disturbance Daily Variation of the Earth-Currents at Kakioka

By KAZUO YANAGIHARA

The daily variation on quiet days, S_q , of the earth-currents at Kakioka for a 11-year period, 1934-1944, were formerly summarized in the Report of the Kakioka Magnetic Observatory⁽¹⁾. In the present paper, some characteristics of the disturbance daily variation, S_D , of the earth-currents for the same period are given, as follows:—

i) In the mean values S_D and $S_A = S - S_q$ computed for the whole period, there is remarkable secondary minimum at 10^h (Fig.1). The two values are coincident each other in phase, but the amplitude of the latter is about 40% of the former.

ii) The change of the amplitude of S_A (or S_D) with seasons and years is remarkable in the diurnal component, but not clear in the semi-diurnal component (Figs. 2 and 4). The appearance of a secondary minimum at 10^h may be uncertain at equinox and sunspot-maximum year, because of the predominant diurnal component in the same period.

iii) Our result in (i) differs from the well-known conclusion^{(2), (4)} that the S_D in earth-currents is materially a single wave (diurnal one) as in earth-magnetism. Then, the mean S_A at Tucson for the period 1932-1942 is computed (Fig. 3). As it is seen in the figure, especially in the vector diagram, departures from the diurnal variation in the hours 12^h-18^h and 3^h-7^h are remarkable. Again, the result at watheroo⁽³⁾ (after Rooney) shows some departures from diurnal variation.

Generally speaking, the appearance of the secondary minimum is not a local phenomenon at Kakioka, but seems to be of world-wide character. It may be related to the disturbances of short period or duration.

§ 1. 緒 言

柿岡における地電流の観測結果は 1945 年まで年報として刊行され、11年間（黒点数の一周期）の静穏日変化はとりまとめて報告されているが¹⁾、ここでは擾乱日変化について述べることにする。

地電流における静穏日とは electrogram より撰定された日であつて、地球磁場についての international calm day, 又は同じ観測所の magnetogram より撰定された静穏日とは多少異なることも

ありうる。それは次の二つの原因によることが多い。i) 雷雨——一般的にいつて電荷をもつた雲の接近——の際には特に地電流に局地的な擾乱を与え易い。従つてこれ等を含む日は静穏日撰択の対象から除外される。ii) 地球磁場は静穏であつても短周期の変化が卓越していると地電流においては可なりの変化を示すことがある。柿岡では毎時値として毎正時の瞬時値を採用しているので特に顕著である。しかしながら electrogram より撰定された日と magnetogram より撰定された日とはさほどの喰い違いを示さず、又それぞれの日の平均日変化はほぼ一致している³⁾。例えば 1941年~1945年に柿岡の地電流において、毎月5日静穏日として撰定された日、計300日のうち地球磁場の international 10 calm days に含まれるもの260日、international 5 calm days に含まれるもの179日である。

擾乱日についてもほぼ同様である。

§ 2. 柿岡における擾乱日変化

1934年から1944年の11年間の柿岡において観測された地電流の全日日変化 (S と表す) から静穏日変化 (S_q) を引き去つたもの (S_A と表す) を第1図に示す。南北成分は東西成分に比して較差が極めて小さいことは S_q と同様であるので、以下主として東西成分について述べることにする。

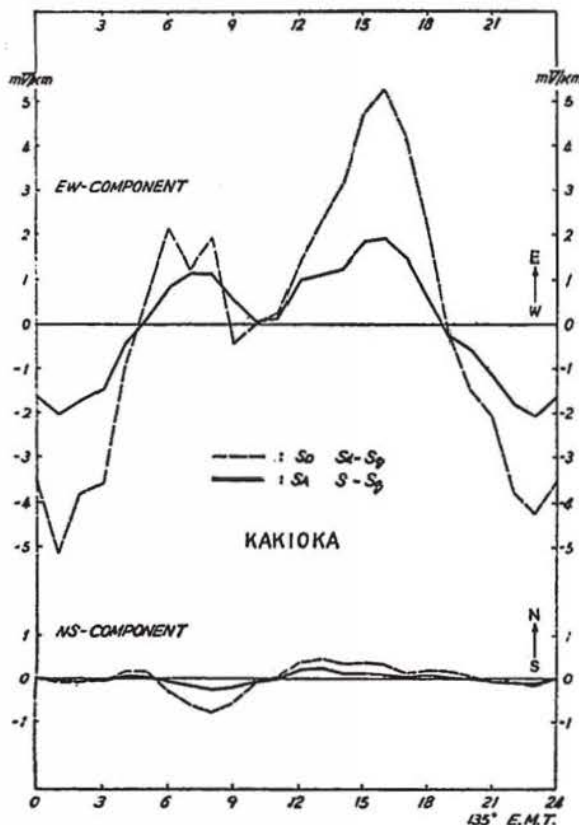


Fig. 1 Disturbance daily variation of earth-current at Kakioka, mean values for 1934-1944, $S_A = S - S_q$ (full line) and $S_D = S_A - S_q$ (broken line)

にみる通り、地方時で 10^h前後に顕著な第2の極小が現れて、全体として2つの極大をもつ形となつている。地球磁場の $S_D = S_A - S_q$ は1日周期の変化と考えられ³⁾、 $S_A = S - S_q$ が S_D の何%かを示すものとする限り、この結果は地球磁場と一致しない結果を与える。そこで地電流の S_D を求めてみると第1図の如くなつて、やはり同じ時刻に極小が現れている。又それのみならず全体として振巾が2.5倍となるだけで非常によく一致した形となつている。従つて S_A で S_D の代用をしても差支えないものと思はれる。尚、 S_A と S_D との対応性は毎年についてもほぼ同様であるが、11年平均に比してやゝ“滑らか”でなくなるのは止むをえない。季節又は年毎によつて細分すると S_D は S_A よりも滑らかでなくなるので以下 S_D の代りに S_A を用いることとする。

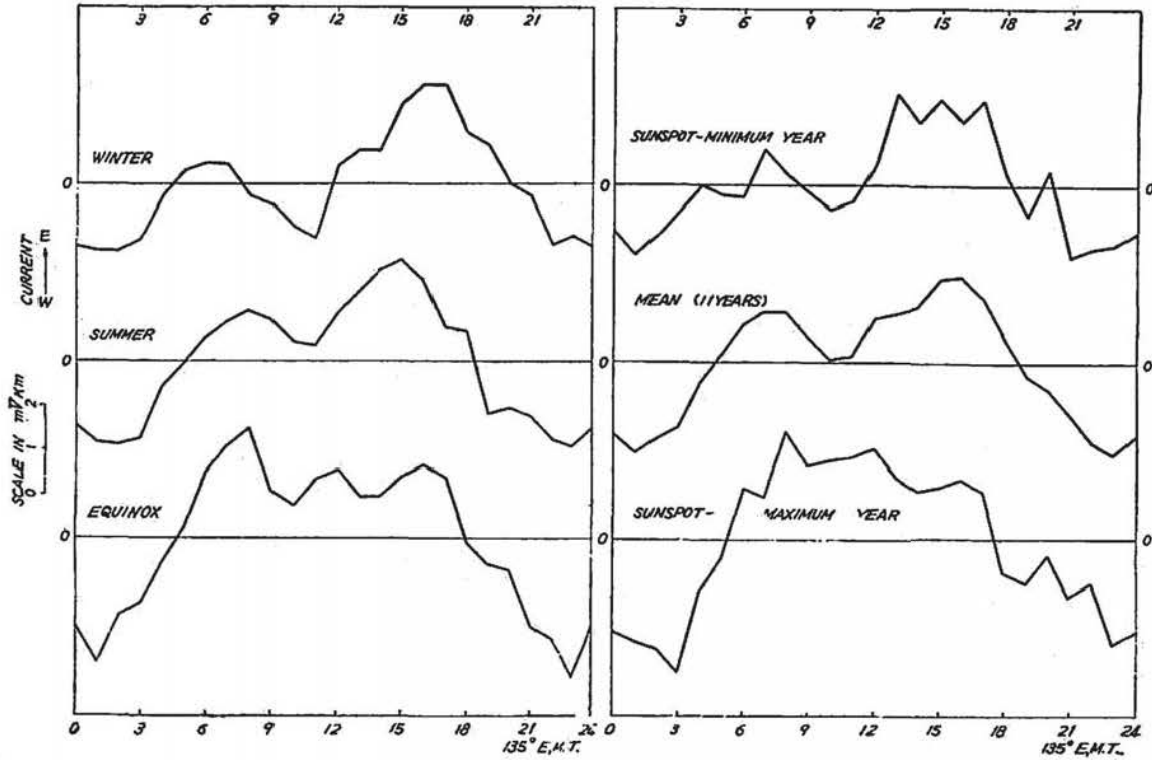


Fig. 2 Changes of disturbance daily variation of earth-current at Kakioka, eastward component, 1934-1944. Winter, Summer and Equinox (left) and Sunspot-minimum years, 11 years and Sunspot-maximum years (right).

S_d を冬 (11月, 12月, 1月, 2月), 夏 (5月, 6月, 7月, 8月), 春秋 (3月, 4月, 9月, 10月) の3季に分けて第2図の左半分に示す。この季節別の S_d について 10^h 前後の第2の極小についてみると、冬・夏・春秋の順に小さく(値としては大きく)なり、2つの極大が接近して来る。春秋においては昼間における極大、極小がやゝ不明瞭となり、平坦な極大部といった方が良い位になつている。

又黒点数によつて分けて、極小期 (1934年, 1944年) 平均, 11年平均, 極大期 (1937年, 1938年) 平均の各 S_d (第2図右半分) については、この順が丁度季節別の場合における冬, 夏, 春秋の順に相当する。冬, 夏, 春秋又は黒点極小期, 11年平均, 極大期の順は丁度擾乱の大小の順に相当し、擾乱の程度を毎日の較差の平均値をもつて示せば第1表の如くである。又更に月平均の S_d の 10^h

Table 1.

	Winter	Summer	Equinox	Sunspot-min. years	means for 11 years	Sunspot-max. years
Daily maximum range, mV/km (EW-Component)	68.2	75.2	87.5	63.3	77.0	84.4

における値を、毎日の較差の月平均の大きさの各段階について平均して第2表に示す。(毎日の較差

Table 2.

Monthly mean values of daily maximum range, mV/km	50-60	60-70	70-80	80-90
Mean values of S-Sq at 10h, mV/km	-4	+1	+3	+7
Numbers of month	18	34	31	22

の月平均値が 50mV/km以下及び 90mV/km以上の場合、例数が少いから省略する)。

以上の様に考えて来ると、擾乱の程度が進むにつれて、

10^h 前後における極小が埋められてゆくように思われるが、擾乱の程度のもつとも甚しい日より計算された筈の S_D にも明瞭な極小が現れている (第1図) ことは、これと全く相反する結果を与えている。

一方 S_A を季節別及び黒点数極小期、極大期、11年平均の別に調和分析して、1日周期項及び半日周期項を第3図に示す。1日周期項は冬、夏、春秋又は黒点数極小期、11年平均、極大期の順に

比較的規則的に変化し、特にその振巾の変化が著しい。半日周期項にも変化がある様にも思われるが振巾においては1日周期項程明瞭でない。上述の冬、夏、春秋又は黒点数極小期、11年平均、極大期の順に 10^h 前後の極小が埋められてゆく様に見えるのは1日周期項が同じ順で振巾が著しく増大するために見掛上そうなつて現れるものゝ様に思はれる。

S_A の季節変化又は黒点数の大小による変化に対する半日周期項の寄与はあるにしても1日周期項のそれに比して小さいとすると、 $S_D = S_A - S_0$

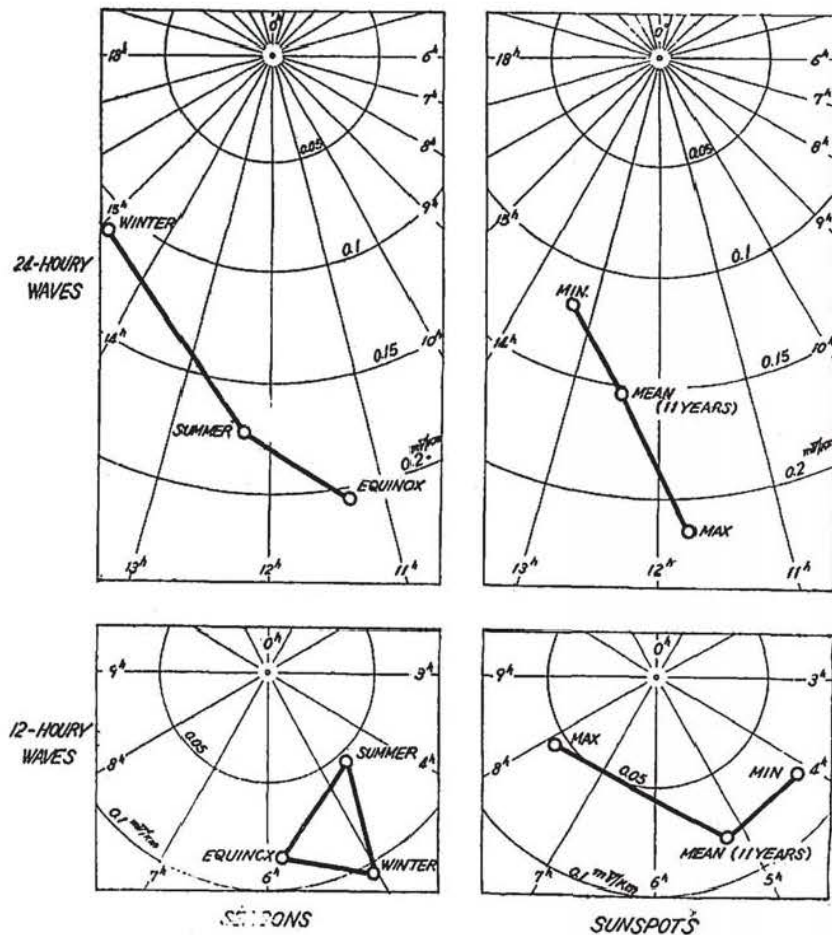


Fig. 3 Harmonic dials for diurnal (24-hourly) and semi-diurnal (12-hourly) sine-waves in the disturbance daily variation of eastward component of earth-current at Kakioka $S_A = S - S_0$, 1934-1944. Winter, Summer and Equinox (left) and Sunspot-minimum years, 11 years and Sunspot-maximum years (right).

の11年平均値が S_A と同様に 10^h 前後に第2の極小値をもつたとしても差支えないこととなる。或いは個々の擾乱の大小によつて半日周期項が現れたり消えたりするのでなく、1日周期項の季節変化等により見掛上その様にみえるのだと云えるかもしれない。(S_D の場合は1日、半日周期項共に S_A の何倍かになり、季節変化等も同様と考えて)

§ 3. 他の観測所における S_D と柿岡の S_D について

地電流の S_D が地球磁場のそれと同様に主として1日周期の変化であることは W. J. Rooney によつてしばしば指摘^{2), 4)} されて来た事柄であるが、今ここにえられた結果とは著しく異なるので、他の観測所の地電流の S_D を再吟味してみよう。Rooney は Watheroo (1924—1928) を主として Ebro Huancayo, Tucson 等について S_D を求めているが、その頃 (1933年) Tucson については使用出来る資料が短期間であつたので明確な結果をえていないので、筆者は11年の資料⁵⁾ について S_A を計算した(第4図)。この Tucson の S_A は東西・南北の各成分毎にみては平坦な極大・極小をも

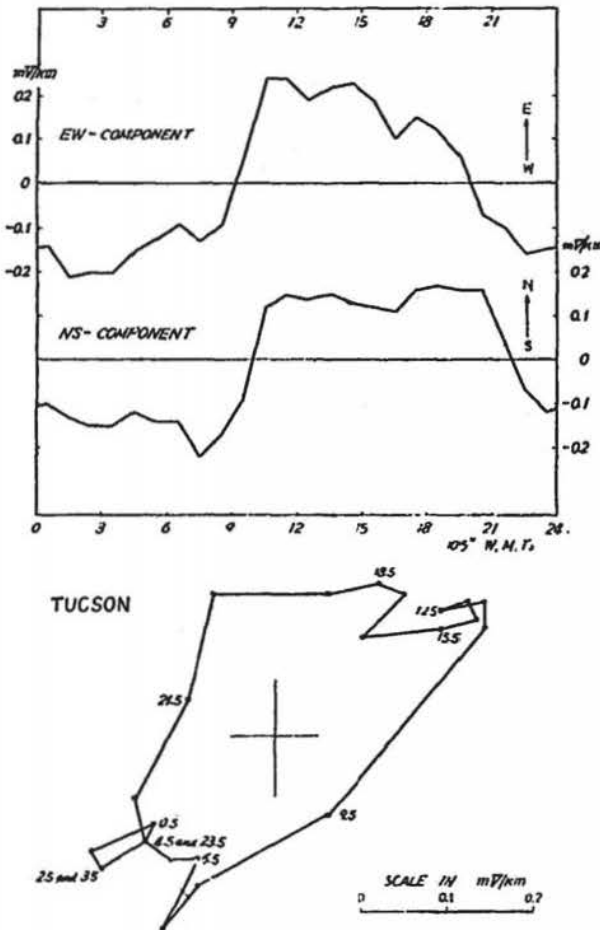


Fig. 4 Disturbance daily variation of earth-current at Tucson, $S_A = S - S_q$, mean values for 1932-1942.

つ1日周期の変化のようにしかみえないがベクトル図をみると $12^h \sim 18^h$, $3^h \sim 7^h$ (何れも地方時) 頃に顕著な凹みが現れている。又 Rooney による Watheroo の結果²⁾ をみても、主として1日周期の変化であると云われているが、 $1^h \sim 5^h$, $16^h \sim 20^h$ 頃 (何れも地方時) にかなり著しい凹みが認められる。これ等は何れも相当な半日周期の変化が含まれることを意味するものであつて、このこと——地電流の S_D に半日周期がかなりの大ききで含まれること——は柿岡のみの局地的なものとするよりも汎世界的な性質をもつものと考えた方がよいように思はれる。又柿岡では地電流の毎時値として毎正時の瞬間値を採用しているのに対し、Watheroo, Tucson 等では1時間の平均値を採用していることを考えると、Watheroo, Tucson よりも柿岡において上述の様な変化がより顕著に現れることは周期の短い変化の集積として考える。と都合が良い。

地電流の変化部分が主として地球磁場のそれに対応するものであることはしばしば証明されてきたことがらであり、又さらに上記の地電流の S_D 又は S_A は擾乱の程度によつて區別された日の平均日変化の差として定義されたものであるからこれ等に地球磁場の変化と無関係なものが含まれるとは考え難い。勿論擾乱の程度による区分—静穏日、擾乱日の撰択—はこの場合は electrogram によるものであるが § 1 に述べた様に magnetogram によるものと本質的な差異はない。地球磁場の S_D については 1 日周期項以外余り問題とされていないが、次の様なことは一応注意するに値しよう。即ち偏角に関しては Chapman による 5 つの緯度帯別の S_D ³⁾ についてみると、“平坦な極小部をもつ”⁴⁾とも云はれ、或いは、こゝにえられた結果と同様に 12^h 前後に第 2 の極大 (East declination) をもつ形と云つた方が良い位である。もしこの第 2 の極小又は半日周期項が短い周期の変化の集積として現れるものならば地球磁場においては地電流よりも不明瞭になるであろう。なほ、これ等は極光帯の一部が短時間電離して dipole 型の擾乱場を生ずることによるものと考えられるかも知れない。

§ 4. 結 語

柿岡における地電流の毎時値が 1945 年まで整理され 11 年間 (1934 年~1944 年) の S_D は年報に報告されたので、この機会に S_D 又は S_A を求めた。その結果は通常知られている 1 日周期項以外に 10^h 前後に第 2 の極小、又は半日周期項が顕著に現れた。又季節変化、黒点数の大小による変化も求められたが、1 日周期項では振巾の変化が明瞭に認められ半日周期項では明瞭でなかつた。

この第 2 の極小又は半日周期項が現れるのは柿岡のみの局地的現象ではなく、Tucson の 11 年間の平均 S_A にも相当顕著に認められ、又 Rooney による Watheroo の S_D にも同様な傾向が認められる。更に地球磁場については偏角の S_D に多少この傾向があるらしい。柿岡の地電流にもつとも顕著に認められることは、この半日周期項が周期の比較的短い変化の集積として考えると都合よく説明することが出来る。

この報文は資料をすべて年報作製の過程よりえたものであつて、特に 11 年の summary 作製に努力された仁井田一郎・横内恒雄両技官ならびに女子職員の方々に深謝致します。

引 用 文 献

- 1) Report of the Kakioka Magnetic Observatory, Geoelectricity 1941-1945 (in press)
- 2) W. J. Rooney: Union Géod. Géophys, Internat., Assoc. Magn. Electr. Terr., Bull. No. 9, Assemblée de Lisbonne, 1933, pp. 248-51.
- 3) Chapman & Bartels: "Geomagnetism", 1940.
- 4) W. J. Rooney: Carnegie Inst. Wash., Year Book, No. 31, pp. 270-71 (1932); No. 32, p. 259 (1933).
- 5) Res. of the Depart. of Terr. Mag. Vol. IX, Earth-Current Results at Tucson Magnetic Observatory, 1932-1942.
- 6) J. A. Fleming, "Terrestrial Magnetism and Electricity", Physics of the earth III, 1939, p. 366.