３－４　関東地方における電気伝導度異常の経年変化

Secular Variation of the Electrical Conductivity Anomaly in the Kanto District

気象庁地磁気観測所　柳　原　一　夫

Kazuo Yanagihara,
Kakioka Magnetic Observatory,
Japan Meteorological Agency

ある一つの観測点における地磁気短周期変化のベクトルは通常一つの平面にのっていて，地下電気伝導度分布の異常を表わすと考えられている。(力武常次著“地球電磁気学”1972 参照。以下参考文献をいちいちあげないが同書に詳しいので参照されたい)。この“平面”の地域分布あるいは変化周期依存性などについては詳しく調べられているが，時間的変化についてはあまり研究されていない。ここでは東京 (1897 － 1912) と柿岡 (1913 －) の観測資料を使って長い期間の経年変化を求めた。

地磁気短周期変化ベクトルが一つの平面にのるということは，その 3 成分 ⊿Z (vertical)，⊿H (horizontal)，⊿D (declination) の間に一次式，

$$\Delta Z = a \cdot \Delta H + b \cdot \Delta D, \qquad (1)$$

で表わされる関係があるということである。面の上向き法線の方向を第 1 図のように角 θ，φ で表わすと，

$$\tan(\varphi - D) = b / a, \qquad (2)$$

$$\tan\theta = \sqrt{a^2 + b^2}, \qquad (3)$$

となり $\sqrt{a^2 + b^2}$ は面の傾斜を意味する。ここに D はその観測点の平均偏角を示す。日本では一般に D<0 (西偏) であるが図は一般の場合に従って D>0 (東偏) の場合を示してある。

係数 a，b が電気伝導度異常を表わすのでこの変化を 1897 年から 1970 年までの地磁気観測資料から求めるが，全期間を 1897 － 1912，1913 － 1923 と 1924 年以後の 3 つに区分して考える。1924 年以前の生記録は関東大震災の折東京で焼失し残存する記録写ししか利用できないので，詳しい解析は 1924 年以降の資料についてのみ行なうことができる。また 1912 年末に観測地が東京 (35°41′ N，139°45′ E) から柿岡 (36°14′ N，140°11′ E) に移ったので，求めた a，b の値のつながりに検討が必要である。

1924 年以降の資料には磁気嵐急始部 ssc および急変化 si のみを使った。係数 a，b は変化の種類によって違うおそれがあり，とくに太陽フレア効果 sfe などの特殊な変化に対しては⑴式

が成り立たない場合もある。この意味でなるべく一様単純な変化のみを使うことが望ましい。ssc，si はもともと同一の単純一様な外部磁場をもつと考えられるので大変工合がよい。しかし周期 (継続時間) は比較的短いので，変化周期依存性からみて，その僅かな違いが時間的変化に影響するおそれがある。そこで継続時間を 1 − 3，4，5 および ≥ 6 分の 4 段階に分けて a，b を求めた。⊿ E, ⊿ D，⊿ Z の大きさおよび継続時間は地磁気観測所から既に発表されている ssc，si の表からとったものを手を加えずに使った。ただし統計的検定によって著しくとびはなれているものは除外した。1924 年から 1970 年までの 47 年間を，1924 − 28，29 − 33，……，64 − 68 の各 5 年間と 1969 − 70 の 2 年間の 10 期間に分け，各継続時間区分に対して a，b を最小二乗法により求め第 2 図に示した。

第 2 図から a，b の値が著しい経年変化を示していることがわかる。1920 年代と 1930 年代後半以降とでは明らかに相違が認められる。とくに a の変化が明瞭である。b の値はそれ自身小さい上に，求める過程から考えて a よりも誤差が大きいかもしれない。それは ssc，si のベクトルは大体北を向いていてあまりずれないからである。幸いに面は北に近い方向を向いていて b の値は小さく (φ も小さい) a を求める場合の誤差は小さい。また面の傾斜 $\sqrt{a^2+b^2}$ の変化を考える際も b の誤差の影響は小さい。各継続時間区分に対する変化の違いは詳しくみればもちろんあるが，大きな経年変化の全体の傾向ではあまり違っていない。

1924 年以前については生記録を焼失し，ssc，si の表も残っていないが，幸いにして擾乱日の記録写しが多少残っている。ssc，si だけでは例が少ないので bay などの他の種類の変化も補助的に使って記録写しから振巾，継続時間を読みとった。

1913 − 23 年の柿岡の資料については継続時間を 1 − 5，≥ 6 分の 2 つに区分して，1913 − 17 年および 1920 年の 2 期間について a，b を最小二乗法で求め第 2 図に示した。継続時間 6 分以上のものについては bay なども入っているが，変化種類の違いはあまり影響ないもののようである。1913 − 70 年全体を通じて経年変化の大勢は, 少なくとも a または傾斜 $\sqrt{a^2+b^2}$ については，継続時間区分によらず大体同様と考えられる。なお 1918 − 19 年，1921 − 23 年については記録写しがえられなかった。

1897 年から 1912 年までの東京観測期間については 6 分以下の現象は記録写しの質から考えて誤差が大きいと思われるので 6 分以上の現象のみを取り扱った。bay なども含まれることは同様である。1897 − 1901，1902 − 07，1908 − 12 の 3 期間に分け a，b を同様にして求めた。1897 − 1970 年の全期間について継続時間 6 分以上の変化に対する a および傾斜 $\sqrt{a^2+b^2}$ を第 3 図に示した。b については前述のように誤差が大きいかもしれないので省略した。全期間中 1912 年までは東京における観測，1913 年以降は柿岡における観測であるので，そのままではつながらない。そこで関東地方堆積層を流れる電流による分を補正して東京観測値を柿岡観測値に引

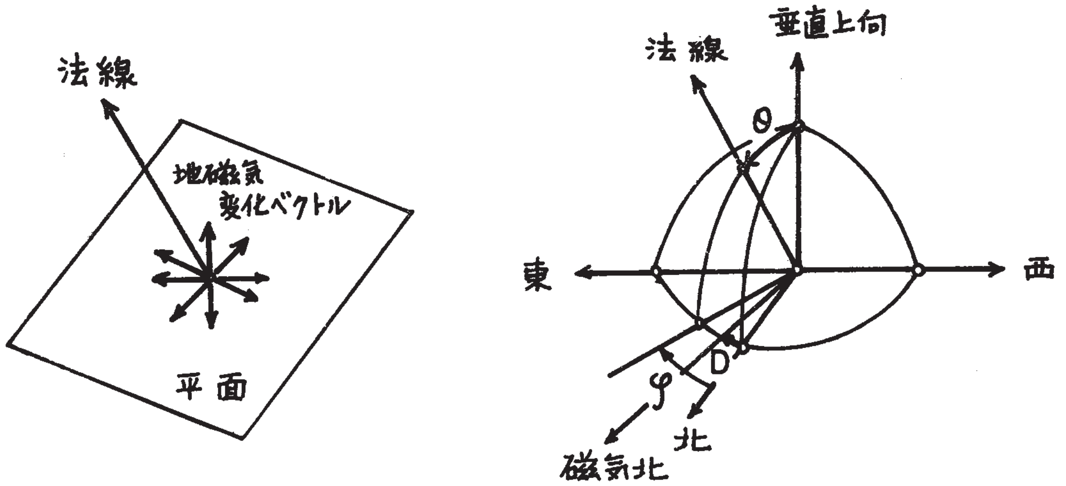
き直したものを実線で示した。東京と柿岡におけるａ，ｂの違いが堆積層内電流のみによるとはいいきれないが,筆者の解析によれば少くとも⊿Ｚ／⊿Ｈの関東地方における分布は堆積層内電流の影響と考えられるような形をとっている。なお補正前の東京の値を破線で示してある。補正量はおよそ10％ぐらいである。

第３図のａの値または面の傾斜$\sqrt{a^2+b^2}$は1923年の関東大地震の頃最小となっている。1897年以来減少し，減少率は次第にゆるやかになって関東大地震後比較的急激に増大し，1940年頃の極大を経て除々に減少しつづけている。関東大地震の直前頃は記録がないので詳しい変化はわからないが多分点線のようなものであろうと想像される。

電気伝導度の中部日本異常は西南日本の上部マントル構造に関係するものといわれる。西南日本太平洋側におこったＭが7.5以上の地震を第３図に矢印で示した。ただしあまり遠いものは省略してある。経年変化の大勢は近くて比較的Ｍの大きな関東大地震（1923）に強く関連しているようにみえる。後半の減少期中にある小変化が各地震に対応しているようにもみえるがここでは問題にしない。減少の傾向をそのまま将来に延長すると，1923年の極小からおよそ100年経つと再び同じ極小値に達することになる。また現在の値が既に1897年頃の初期と同じ値になっているので，今後もし過去と同様の経過をたどるとすると，1923年から数えて約70年後に同じ状態になるといえる。

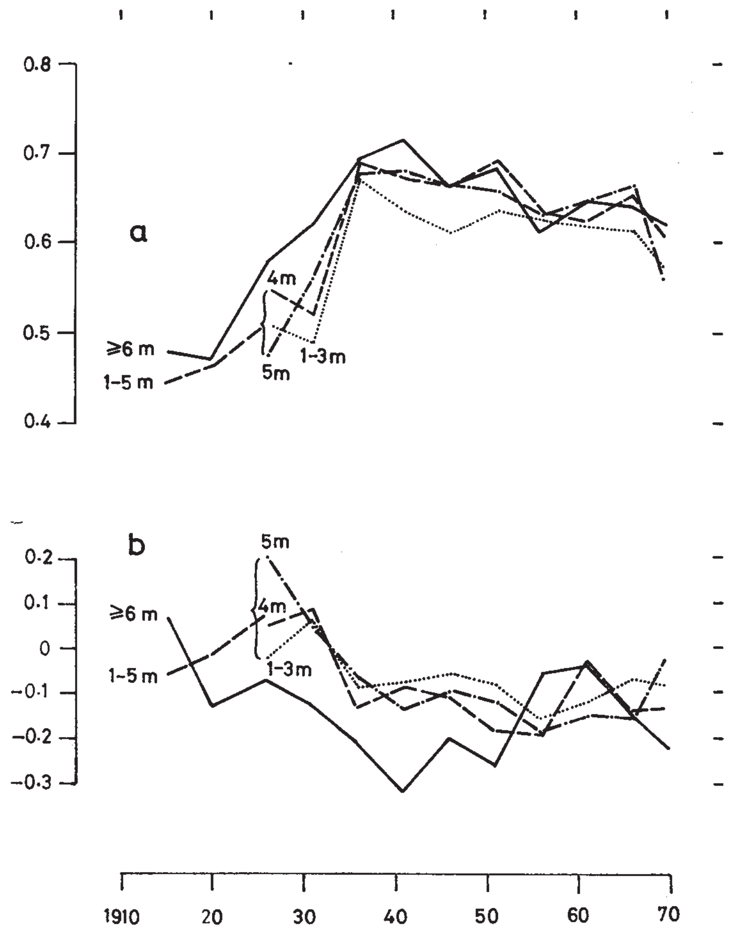
東京から柿岡への移り変りの所に問題は残るが，始め減少していた面の傾斜がある所（それが関東大地震と時を同じくする1923年頃だが）から急激に増大し，極大後除々に減少を続けているという全体の傾向は間違いないものと思われる。今後も減少を続けるかあるいは減少の速度を早めるようなことがあれば何等かの異変をあらわすと考えられるかもしれない。

平面の傾斜変化較差は30％以上もあり，観測あるいは解析上の誤差とは考えられない。また外部磁場変化にもこのような経年変化をおこす原因は見当らないので，地下の電気伝導度の変化と考えざるをえない。電気伝導度中部日本異常の力武モデルにおいて不伝導層の一部が導体となって導体上面間落差が減少すれば，問題の面傾斜も減少するが（第４図），残念ながらこのような電気伝導度増加の機構はまだ知られていない。



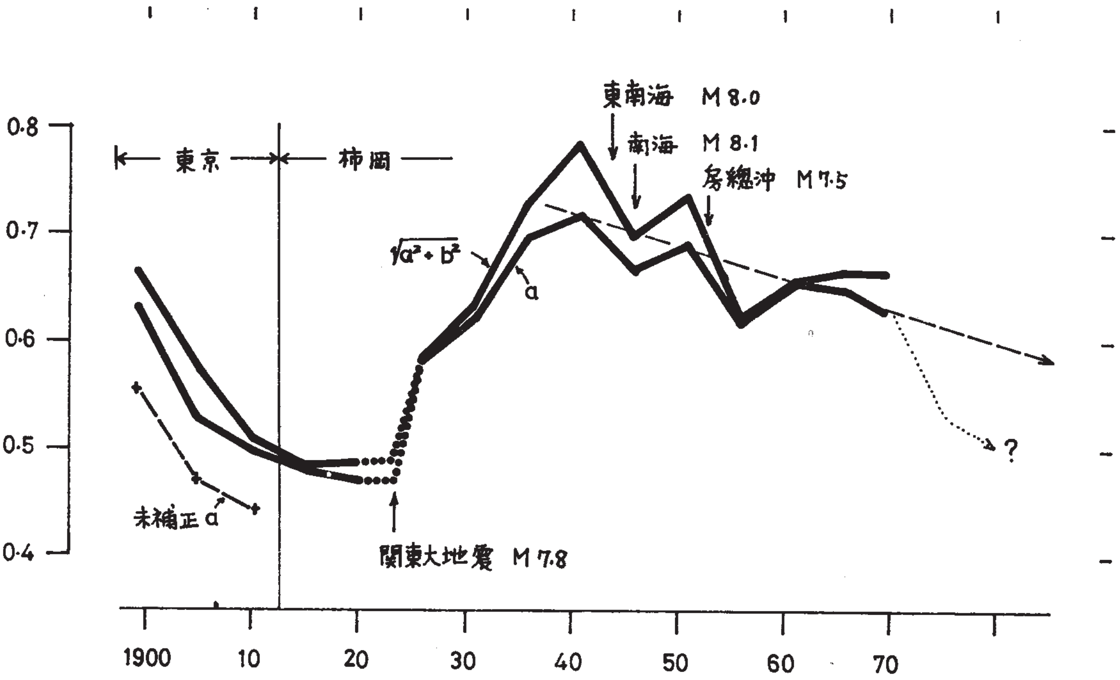
第１図　地磁気短周期変化ベクトルののる平面

Fig. 1　Plane in which vectors of geomagnetic short period variation are confined



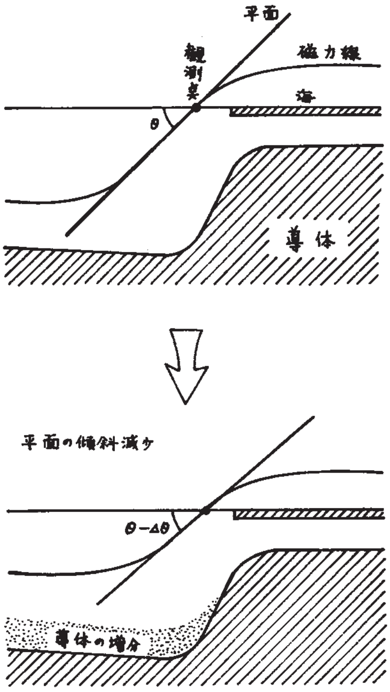
第２図　柿岡における a および b 値の変化

Fig. 2　Change of a－ and b－value at Kakioka



第３図　傾斜$\sqrt{a^2+b^2}$および a 値の経年変化

Fig. 3　Secular variation of inclination $\sqrt{a^2+b^2}$ and a − value



第４図　中部日本異常の力武モデルと平面傾斜の減少した場合の導体部分増加の想像図

Fig. 4　"Rikitake's model" of the central Japan anomaly and a supposed increase of conductor when the inclination of the plane is decreased