

# Central Japan Anomaly

東大地震研究所 笹井洋一

## 1. はじめに

日本列島中央部における地磁気短周期変化の異常は1950年頃に見出され(1)、いわゆるC.A. 研究のはしりをなしたと共に、現在までに最もよく調べられた異常のひとつである(2)。1955年頃までには力武、横山等(3)によってこの異常が地球内部を流れる誘導電流によるもので、しかもその電流分布は少なくとも地球全体で平均的に得られている電気伝導度分布によっては説明できないことが明らかにされた。その後C.A.グループが結成されて、観測も飛躍的に強化されたが(4)、日本列島地下の電氣的構造は今もって明らかにされていない。ここでは先ず現在までに調べられた結果をまとめ、最近の話題をつけ加えることにする。

## 2. 異常領域のひろがりと周期特性

第1図は地磁気湾型変化 (Bay) の日本各地における同時観測記録である。水平成分 (H, D) にはほとんど差はないが、鉛直成分 (Z) が図中の観測点 6, 7, 8, 9 において非常に大きく、しかもその形が H とよく似ているのが見られる。Z の最大振幅  $\Delta Z$  の分布を示したのが第2図である。Z と H の最大振幅の比  $\Delta Z / \Delta H$  は、多くの Bay 型変化について各観測点で一定の値を持っており、下里 (6, 9) や下田 (伊豆半島) では  $\Delta Z / \Delta H \sim 1.0$  にも達する。同時観測は10点だけであるが、従来までの他の地点での観測も考慮してこのコンターは引かれている。(但し東北日本異常は考慮していない)

同じような傾向は、更に周期の短い SC についても見られる。Bay や SC についてはその等価電流系がよく知られており、日本のような中緯度地帯では水平成分が卓越し、Z 成分は更に内部誘導磁場で打消されるので振幅はごく小さいはずである。力武等は世界各地での SC や極磁気嵐のデータをポテンシャル解析した結果、柿岡附近では地球内部誘導磁場の Z 成分は外部磁場を打消す向きであるが、外部磁場の Z 成分よりずっと大きいためにこのような  $\Delta Z$  分布が見られることを示した(3)。

所が第3図に見るように、 $\Delta Z$  の異常は外部磁場が東西に変化した場合にはあらわれない(2)。図中の6, 9で  $\Delta Z$  が大きい、ここでは  $\Delta Z / \Delta H \sim 1.0$  であることを考えあわせると、この  $\Delta Z$  は  $\Delta H$  に伴う変化とみなせる。この  $\Delta Z$  の異方性は Parkinson Vector

による表示でよく表わされる。(森による「オーストラリアの異常」の項を参照)即ち沢山の Bay や SC の最大振幅 ( $\Delta H$ ,  $\Delta D$ ,  $\Delta Z$ ) を読みとると、相互の間に

$$\Delta Z = A \cdot \Delta H + B \cdot \Delta D$$

で与えられる一次関係があり、短周期変化ベクトルは A と B からきめられる平面にのる。Central Japan Anomaly の異常域では、この平面がほぼ北向きに下へ傾き、しかもその傾斜が非常に大きいことになる。最近久保木と大島(5), (6)によってこの変化ベクトル面が統計的にくわしく調べられたが、その傾きや方位角は同じ観測点でも周期によってかなりちがうようである。

Bay の継続時間はせいぜい数時間までであるが、更に周期の長い日変化に着目してみると、短周期とは全く異なった様相があらわれる。第4図に観測点 No. 1, 6, 8, 11 における平均的な  $S_q$  を示す。No. 6 と 8 において Z 成分の最小になる時刻が、No. 1 と 11 に比べて 1~2 時間進んでいるのがはっきり見てとれる。力武等(7)はポテンシャル解析から柿岡あたりでは内部磁場が極東の他の観測点に比べて小さいという結果を得た。そしてもし日本列島中央部で深さ 400 Km 附近の導体層の電気伝導度(以後  $\sigma$  と略記)が悪いか、又はこの導体層の深さが 700 Km にまで下がっていれば、この少ない内部磁場を説明しうるとしている。

更に周期が長い Dst について示したものが第5図である(3)。各観測点の間にはっきりした差は見られない。しかし Dst が  $P_1^0(\cos \theta)$  なるポテンシャルで近似できるとして、図中の各成分の振幅からポテンシャルを外部と内部に起因する部分に分けると、その振幅比  $i/e \sim 0.24$  となり従来の世界的な平均  $i/e \sim 0.3$  に比べると小さい。この場合にも内部磁場が小さいという結果が得られて、 $S_q$  の場合と一致する。

以上を要約すると、本州中央部太平洋岸に見られる Central Japan Anomaly は

- (1) 第2図に見る如く、異常域は特殊な形で分布しており、
- (2) 周期数分から数時間までの  $\Delta Z$  の異常に大きな振幅、
- (3) 主として南北方向の変化に伴ってあらわれるという短周期  $\Delta Z$  の異方性
- (4)  $S_q$  における Z 成分の位相のずれ

を特徴としている。我々が日本列島地下の電氣的構造を考える際には、少なくとも以上にあげた諸点を矛盾なく説明し得るものでなくてはならない。

### 3. Central Japan Anomaly

それではこのような Central Japan Anomaly をひきおこす原因としてどのよ

うな $\sigma$ 分布が考えられるであろうか。力武、横山等(3)、(8)は先ず海の影響がどの位効くかについて吟味した。彼等は半球状のうすい良導体や平面薄層などで海陸分布を理想化したモデルについて電磁感応の計算を行ない、海陸の境界で外部磁場を強めるような内部磁場の $Z$ 成分を得た。前節にのべた如く、ポテンシャル解析によると日本ではこの逆の現象が起っている。このことから彼等は Central Japan Anomaly は海の影響によるものではないと結論した。しかしこの結果は2つのモデルについていずれも海陸の境界では $Z$ 成分しか持たないような外部磁場を仮定したために得られたものであって、現在我々が Coast Effect を考える場合の、海岸線に直交した方向に水平な外部磁場による電磁感応とは大分事情がことなっている。

Cox(9)は海を完全導体とし、地下のある深さに完全導体層を置いたモデルに後者のタイプの外部磁場をかけた場合を計算した。その結果から彼は日本の異常は海の影響ではないかと論じた。この点に関しては、最近の観測結果も含めて後でもう一度考えることにする。

力武(3)は可能なモデルとして Wedge and Branch circuit model を提案した。(第6図) 異常域の分布から推して円環状の導体を考えてみると、適当な大きさや $\sigma$ を仮定しても、それによる内部磁場は全然小さい。(図6-①) そこで②図のような Branch circuit で400kmの深さにある良導層から電流をもらうことを考えたが、それでもまだ足りない。そこで $S_Q$ の解析から推定されたように、日本の地下で良導層が深い所まで下がっているとして、Branchの間にくさびを切つてやると(③図)、この回路には十分強い電流が流れるであろう。又このBranchの"足"がほぼ東西の向きにあれば、南北方向の外部磁場変化に対してのみ大きな $\Delta Z$ が生まれるだろう。このモデルは前節にあげた(1)~(4)の観測事実を定性的に矛盾なく説明できるようである。ただ、あまりに人工的すぎて、地球物理的な他の情報と対応がつかない。

ここで海の影響についてもう一度検討してみよう。第7図に今(10)によってまとめられた Bay についての Parkinson Vector をかかげる。Vectorは全体として海の方を向いているが、東日本を見ると必ずしも海岸線に直交していない。中部~西南日本については大体直交していると見てよい。しかしこの部分での問題はベクトルの大きさである。従来報告された Coast Effect では $\Delta Z$ は水平成分のせいぜい60%位であって $\Delta Z/\Delta H \sim 1.0$ という大きな $\Delta Z$ は知られていない。(力武のモデルでもこの大きな $\Delta Z$ をどう説明するかに重点が置かれている。)

ところが最近このような大きな $\Delta Z$ の少なくとも一部は2次的な海の影響として説明でき

るかも知れないという観測事実があらわれた。伊豆大島で筆者等が短周期変化の観測を行なった所、島の南北で $\Delta Z$ が逆転する。これは島の周囲に流れる誘導電流によるものであるが、(Island Effect) 注目すべきことに、島の南端では $\Delta Z/\Delta H \sim 1.0$ となる。勿論海電流だけではこの $\Delta Z$ の量を説明できず、大島ではもともと $\Delta Z$ が大きい所へ、更にIsland Effectが加わって、大きな $\Delta Z$ が観測されるのだと考えられる。今までの観測によると、 $\Delta Z$ が特に大きいのは、油壺、下里、下田など南へつき出した半島の先端に限られている。このような半島部分では海洋誘導電流がねじ曲げられ、大島の南端と同じような現象—半島効果とも云うべき海の影響が見られないだろう。

地震研究所では昨年からこのような見通しの下に、紀伊半島の各地で地磁気変化の観測を行ってきた。目下データの整理中だが紀伊半島の南端部に大きな $\Delta Z$ が見られ、内陸部分で急激に減少している点を見ると、半島効果の存在は十分に考えられる。もしこのような影響をのぞいて考えると、中部日本の太平洋岸では、単純なCoast Effectか、あるいは太平洋側の上部マントルで良導層が盛り上っているような、比較的考え易い $\sigma$ の分布で説明が可能かも知れない。現在までに御前崎と野辺山での観測しか行なわれていないが、御前崎では $\Delta Z/\Delta H \sim 0.5$ 、そして約150 Km内陸の野辺山では、 $\Delta Z$ がごく小さい。このあたりで本州を大体南北に横切るプロファイルについて考えると、 $\Delta Z/\Delta H$ の値などから推してカリフォルニア州太平洋岸のような2次元的な $\sigma$ 分布でもそう無理ではない。しかし御前崎における $S_q$ のZ成分の位相は明らかに進んでおり(11)、単純な類推は許されそうにない。  
(「北米大陸太平洋岸の異常」「海の影響」の項参照)

更に東日本に目を転じると、事はそう簡単に行かない。東北日本異常という新たな難題は別としても、女川、浪江、平磯、柿岡のParkinson Vectorは海の影響だとすれば、東を向くと思われるのに、第6図に見る通り、むしろ南の方に引張られている。伊豆大島においてはIsland Effectをのぞいても、南北方向の磁場変化に対して大きな $\Delta Z$ が観測されることは既にのべた。これ等の地域における $\Delta Z$ の異常は単純に海の影響とかがつづけることは出来そうにない。

最後に今までZ成分に主として着目してきたが、水平成分の異常についてのべる。水平成分はH、Dとも全ての周期にわたって日本中ほぼ同様であるが、くわしく調べるといくらか差がある。第8図に力武(12)が多くのBayの $\Delta H$ を調べ柿岡の同じBayの $\Delta H$ との比をとったものを示す。まず注目すべきは九州の観測点で $\Delta H$ が大きいことである。Bayでは一般にAuroral Zoneに近づくにつれ $\Delta H$ も増すはずであって女満別の $\Delta H$ が大きいのは

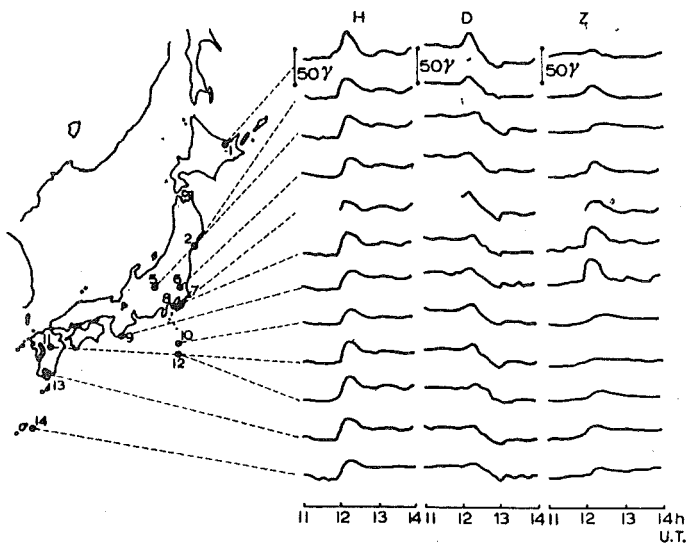
うなづける。従って女川で  $\Delta H$  が小さく、九州から日本海側にかけて  $\Delta H$  が大きいのは、地下の  $\sigma$  分布と何か関係がありそうである。特に日本海側は  $\Delta H$  が非常に小さいことを考えあわせると良導層が浅い所に存在する可能性もあり、地殻熱流量分布と対応がつくかも知れないが、現在の所何とも云えない。

以上 Central Japan Anomaly をめぐる問題点をいくつか挙げてきたが、この異常の原因を含め、他の地球科学的情報から推定される地下構造との対応を考えたり、岩石実験の成果のチェックを受けるに足るような日本列島地下の  $\sigma$  の分布はまだ得られていない。当面、既設の観測点の周期特性をなるべく広い周期にわたって調べたり、Island Effect, Peninsula Effect 等の二次的な海の影響を理論と観測の面から調べる作業が必要であろう。又、集中的な Survey を行なう場合には、陸上だけでなく海での観測が不可欠であると思われる。

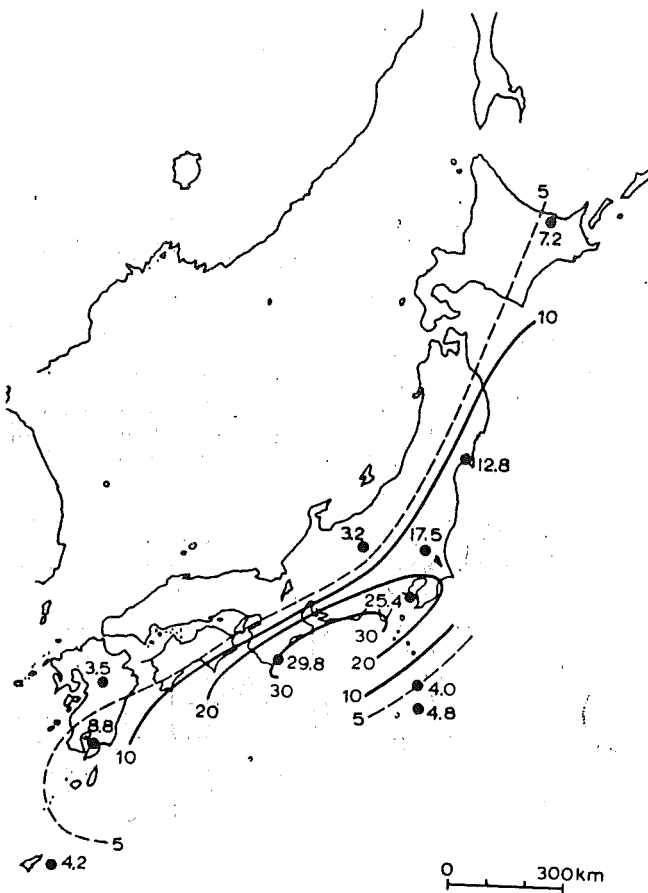
#### 文 献

- (1) Nagata, T. (1951)  
Rep. Ionos. Res. Japan, 5, p.134
- (2) Rikitake, T. (1959) Anomaly of Geomagnetic Variation  
in Japan, Geophys. J., 2, p.276
- (3) Rikitake, T., Yokoyama, I. et al, The Anomalous Behaviour of Geomagnetic Variations of short period in Japan and its Relation to the Subterranean Structure, 1-11 report; E.E.R.I., 30, p.207 (1952); 31, p.19, p.89, p.101, p.119, (1953); 33, p.297 (1955); 36, p.1 (1958); 37, p.1, p.545 (1959); 40, p.693 (1962); 44, p.169 (1966).
- (4) Rikitake, T. (1965) Mantle Conductivity Anomaly, J.G.G., 17, p.473.
- (5) 久保木忠夫, 大島汎海 (1965) 日本における地磁気変化ベクトルの異常について (第一報) - 日本の観測所の特性  
気象庁研究時報 17巻2号 p.1
- (6) 久保木忠夫, 大島汎海 (1966) 日本における地磁気変化ベクトルの異常について (第三報) - 日本の固定観測所の特性

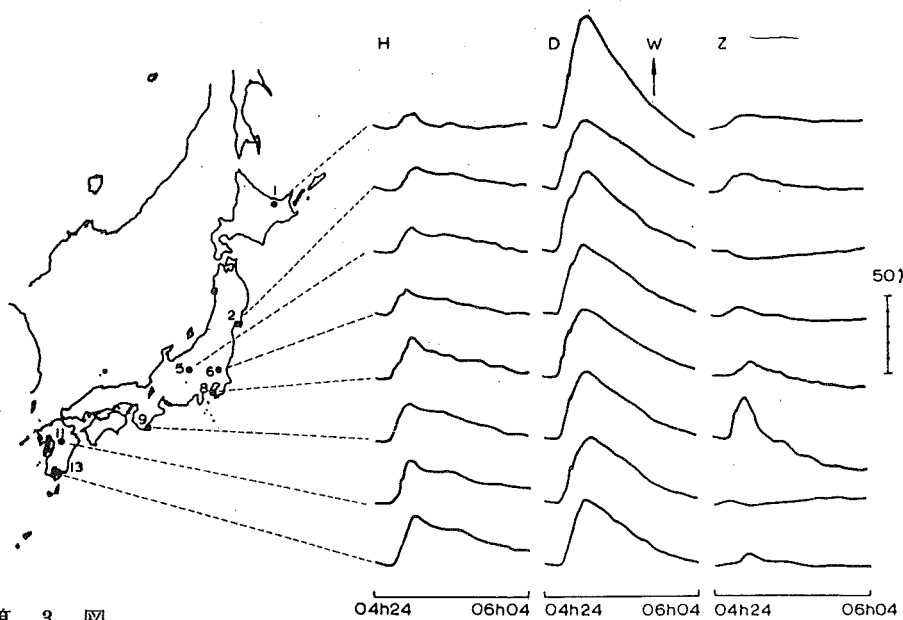
- (7) Rikitake, T., Yokoyama, I. and Sato, S. (1956)  
Anomaly of the Geomagnetic Sq Variation in Japan  
and its Relation to the Subterranean Structure,  
E.E.R.I., 35, p.197.
- (8) Rikitake, T. (1961) The Effect of the Ocean on Rapid  
Geomagnetic Changes, Geophys. J., 5, p.1.
- (9) Cox, C. S. (1960) Magnetic Induction at Oceanic Mar-  
gins, Unpublished.
- (10) 今実(1966) 日本における地磁気変化異常と関連した浪江その他2, 3点における地  
磁気観測およびその結果  
地磁気観測所要報 12巻2号 p117
- (11) 力武常次(1964) 1964年7月始めの日本各地における  $S_q$   
C.A. グループ回覧
- (12) Rikitake, T. (1965) Some Characteristics of Geomagn-  
etic Variation Anomaly in Japan, J.G.G., 17, p.95.



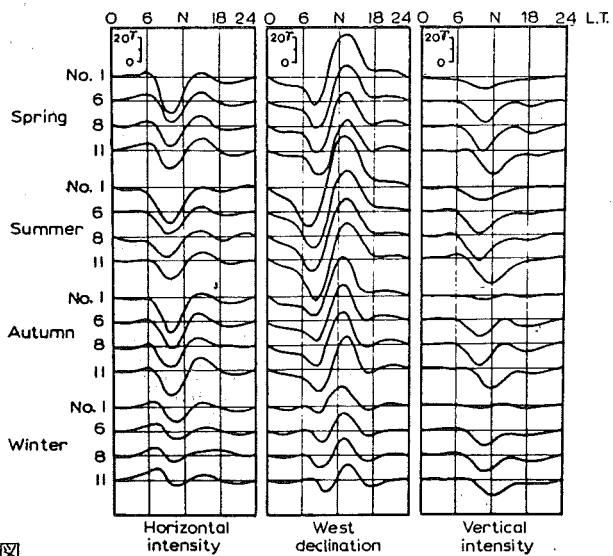
第 1 図



第 2 図

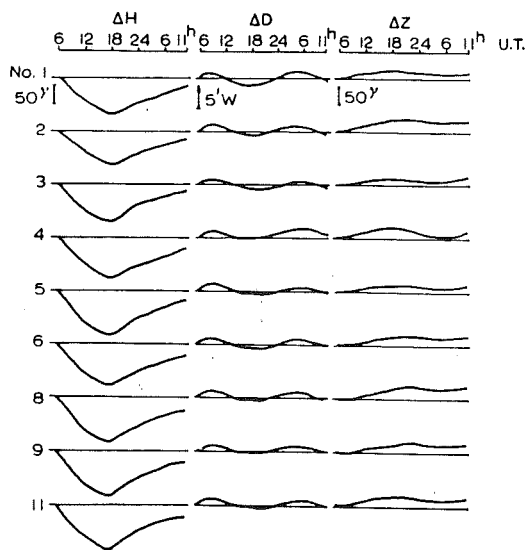


第 3 图

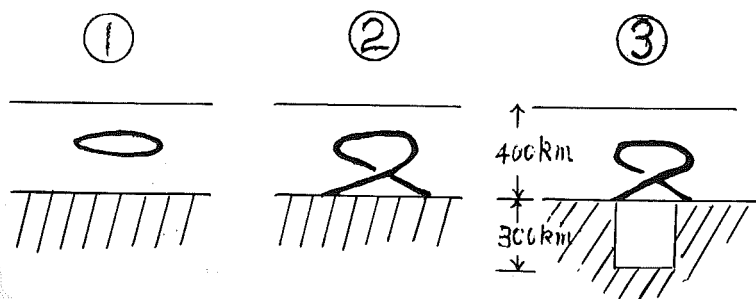


第 4 图

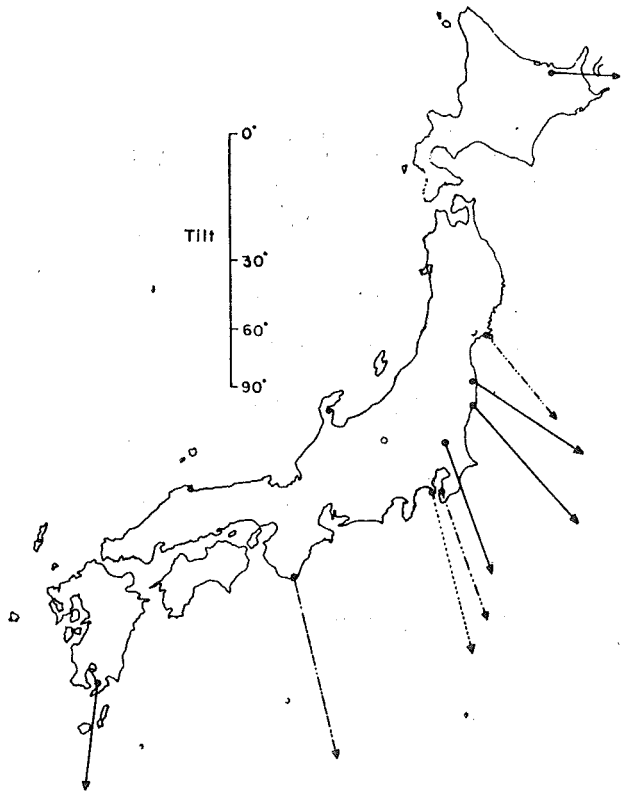




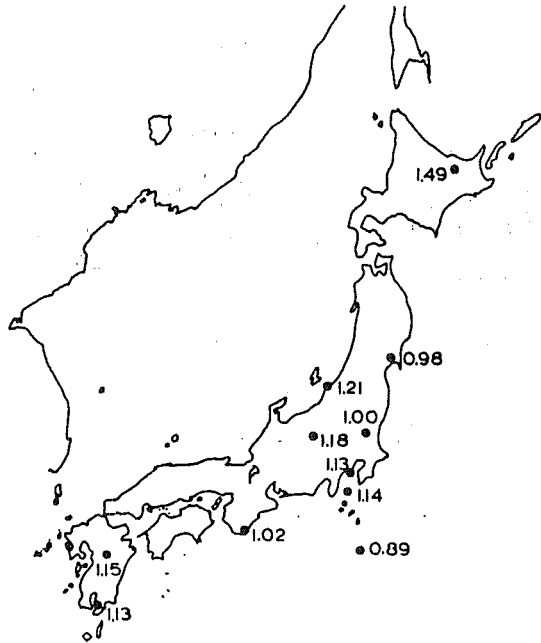
第 5 图



第 6 图



第 7 図      ←——; present analysis,  
                  ←·····; after T. Kuboki and H. Oshima,  
                  ←-·-·-; after T. Rikitake.



第 8 図