

# 東北日本海岸域における地磁気 地電流の短周期変動と電気伝導構造

鍋谷 祐夫 乗富 一雄

(秋田大学鉱山学部)

陶山 淳治 小川 克郎 花岡 尚之

(地質調査所物理探査部)

奥田 直光

(弘前大学教育学部)

加藤、有賀(1969)の推定した東北日本電気伝導度異常は、秋田県八幡平を中心に、NE-SWの構造をもって東側は急激に、西側は緩やかに海域に張り出しているモデルによって説明されている。この異常の日本海岸域を調査することを目的として、筆者らは、1968年と1969年に、秋田を基点として、弘前、能代、本荘、大瀧村等において、地磁気と地電流の観測を実施し、一部の解析(乗富、鍋谷、1969)により、浅部から上部マントルにかけて、ほぼ三個の高電気伝導層が互層していると推定されたので、今回は、各測定点における全磁力および地電流の変動データを総合解析し、マグネトテルック法によって地下電気伝導度構造を求めてみた。もちろん、かかる地域(すなわち、海岸域、海峽域の他、複雑な堆積および火成活動地域)において、単純な方法を用いることは、後述の通り、正確を期すことはできないという欠点があるが、かえって、今後、考慮すべき問題点を明らかにすることが、1つの目的でもあった。

ここに利用した観測データは、次に示す日時のものである。

弘前(Hirosaki) : 1969年9月 4日23時00分より

能代(Noshiro) : 1968年8月15日20時00分より

本荘(Honjo) : 1969年3月 5日05時00分より

各測点においては、秋田の基準点と同時に、Rb又はCs磁力計による全磁力観測と、東西、南北の硫酸銅電極による地電流ポテンシャル観測を行っている。

全磁力の変動スペクトルは、Fig. 1と2に示したが、これらは、それぞれの観測点の秋田に対する振巾スペクトル比、および、秋田からの位相遅延である。各点におけるスペクトルは一部の地点又は周期を除き、きわめて類似した傾向を示していると考える。原因を、地下の誘

導電磁場に収約して見た場合、60秒附近においては、秋田が最も Conductor に近く 120秒近くでは逆といった場合も考えられる。700から1000秒を中心に、その両周期帯においては、傾向は、ほぼ類似しているとはいえ、振巾、位相共に、乱れが甚だしい。データにおいては、長周期に至るにしたがいスペクトルが増大し、この周期近傍においては、それは数ガンマである。短周期においては、40秒以下は、0.03ガンマすなわち、データの読み取り精度を下まわる場合が多いので、積極的な資料とはなしえない。

一方、地電流は、各観測点において、ほぼ2時間の Orbit を Fig. 4 a, b, c, d に示したが、秋田と本荘においては、ほとんど、東西方向、他の地点においては、幾分、章動している。秋田、本荘、大瀧村においては、他の日時においても、ほとんど、同様の結果が観測されている。Fig. 1 に、その主軸方向を、 $\Delta F$  の変化に対して矢印をもって示した。開明鉱山 (Kaimei) での方向は、長谷川 (1962) が、マグネトテルリク測定の際に観測しているもので、浅虫に至るまで、その山地においては、同じ方向の地電流が卓越している。

Fig. 1 には、free-air anomaly のコンターを記入したが、上記の地電流方向が、その高異常地帯に向いていることに注目すれば、次の様な説明が可能である。すなわち、測定点はいずれも第三紀堆積盆の中心近くに位置し、地電流は、基盤岩の隆起部を示す重力異常域に向っていることから、当該波長に相当する conductor の分布方向を示している。特に、加藤、有賀 (1969) の云う八幡平を中心とする conductor に向い、それは、東西に折れて白神山地から日本海にのびているのではないかと推定される。第二の説明は、上記の地点では、海域から内陸に向うことから、その原因が、いわゆるマグネトテルリクでない、すなわち、表面における conductor の海から、insulator の陸中心部に向ってのポテンシャルの急増加にすぎないという面である。これらの説明には、観測が内陸および東海岸域において必要であろう。

序に述べた様に、一応、模式的な構造の誘導電磁場として、マグネトテルリク解析を適用してみた。この際、測定全磁力値は、加藤 (1968) のこの地域において得た  $\Delta Z / \Delta H$  の値 (弘前-0.35, 能代-0.33, 秋田-0.30, 本荘-0.1) によって便宜的に水平磁場に換算し、水平電場の値に対して解析された。なお、誘導源の大きさ ( $\mu$ ) は、鍋谷 (1969) の方法により、 $2 \times 10^{-7}$  前後と推定された。

Fig. 5 は、その結果である。全磁力スペクトル比でみられた様に、100.0秒附近での比抵抗の乱れは異常である。しかし、各観測点に共通するのは、約60秒、300秒と1000秒以上での比抵抗の高まりと、150秒と800秒附近での低下である。その起因は、磁場に

もあることが、先の解析から明らかであるが、一般に、各地点共、各周期においての電場の変動が甚だしいという結果が解析されている。一般に、この様な急峻な見掛け比抵抗の増減は、成層 conductor 群によっては期待できるものではない。したがって、これを電場の局所性等によって説明して次のことが云える。すなわち、見掛け比抵抗の急激な増加を示す周期においては、非誘導地電流系が、日本海岸域をおく。特に、弘前においては、200秒以上の周期全体にわたって顕著である。それに対して、比抵抗の低い周期においては、全磁力解析からも見て誘導的と判断される。100秒附近において、本荘——秋田と能代——弘前の順に電気伝導度が増加しているのは、東北日本異常の分布と構造に対比できる。このことは、800秒附近において更に明瞭になる。この周期において、電離層による磁力線の圧縮という証拠はない。この解析にとりあげなかった秋田でのある記録では、全磁力は静穏なスペクトルを示すにも拘らず、1000秒以下の周期全般にわたる水平磁場成分のいちどるしい増大がみられる例があり、この増加と共に、電離層の影響かと考えられている。

以上のべた様に、地電流増大は、マグネトテルリクの意味で、non-consistent noise (SP) と考える事は、continental モデルによる Fig. 7 の見掛け比抵抗曲線よりも、いちどるしく大きく比抵抗値がシフトすることから明らかである。この様なことから、Fig. 7 のハッチした部分にまとめ、特に、その低比抵抗部の傾向を説明しうる様な電気伝導構造のモデルをいくつか計算により探してみた。

Fig. 7 の CONTINENT 曲線は、SRIVASTAVA & JACOBS (1964) がカナダのアルバータ平原部で求めたもので、標準的な大陸下構造と考えてよい。したがって、island arc、特に東北日本の高熱流地域においては、上記曲線より、かなり低く現われることが期待されるものであり、ハッチ部分の下限がより現実的と考えられるので、その様なモデルが求められよう。その意味において、Fig. 6 の中で、112、122又は133等は、Fig. 7 に示した様に、かなり近いものと考えられる。これらは、25km前後の深さに3、10、30 ohm-m の conductor を入れたもので、この様な構造は、かなり期待できる。表層が1 ohm-m というモデルは、この地域の新第三紀層浅部の代表値として現実的であり、3や5 ohm-m はとりえない。詳細なデータはないが、本荘山地と弘前においては、場合によっては、3 ohm-m 近くあるかもしれない。164、266等は、上記 conductive layer が存在しない場合で、この地域の見掛け比抵抗曲線の平均的な傾向と一致する。

マグネトテルリク解析の限界はあるが、少なくとも数枚の高電気伝導層の存在が推定され、特に25km前後の層が顕著である。それを東北日本異常又はその上層部とみなすならば、それは、

加藤，有賀の推定した深度よりもかなり浅く，且つ partially melted slab の形をなし，八幡平を中心とするのみではなく，白神から日本海の高熱流地域に連続していると推定される。

上記の推定に影響する諸因子，すなわち，外部磁場，海水，堆積層等は，解析に際して定量していないが，例えば，津軽海峡の効果は，秋田においては， $0.4 \text{ r/kamp (X)}$ とみている。

## 文 献

長谷川淳(1962): 地表電位の時間的変動の研究(I, II, III)。物理探鉱, 15, 146-159, 207-222。

加藤愛雄，有賀規(1969): 東北日本異常(続報)。

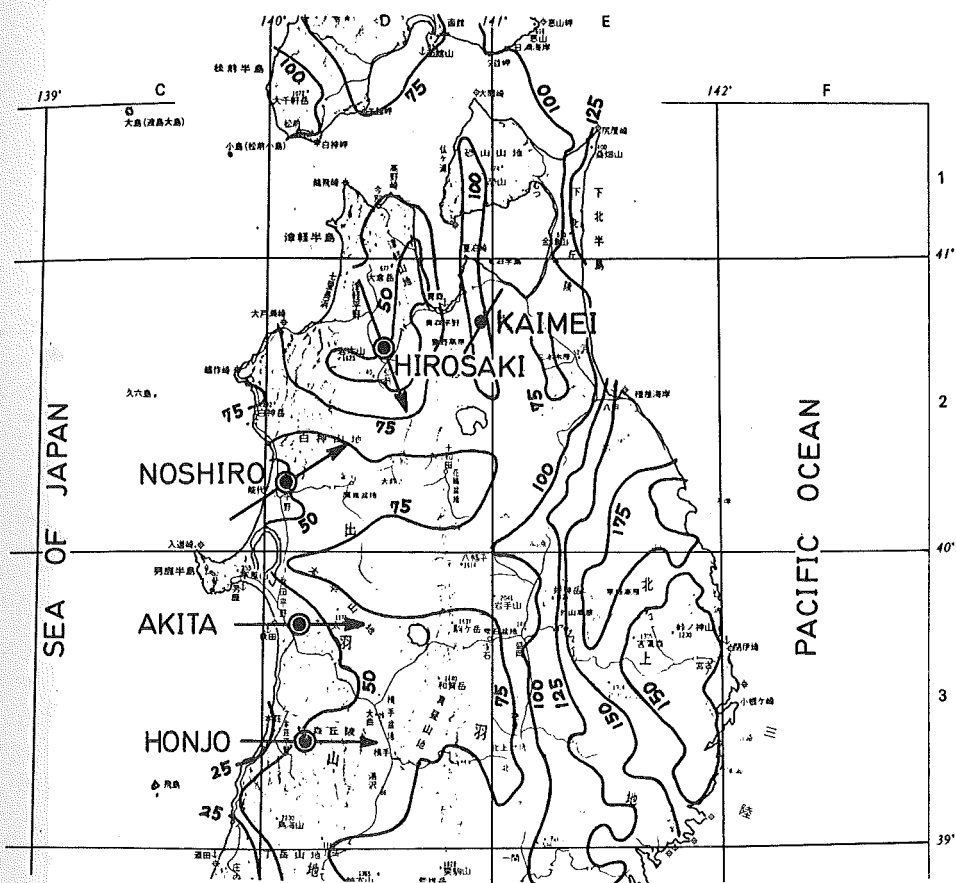
日本における Conductivity Anomaly 研究, CA研究グループ, 19-33。

鍋谷祐夫(1969): Magnetotelluric Analysis で問題となる Source Dimension を決める一方法・日本における Conductivity Anomaly 研究, CA研究グループ, 219-223。

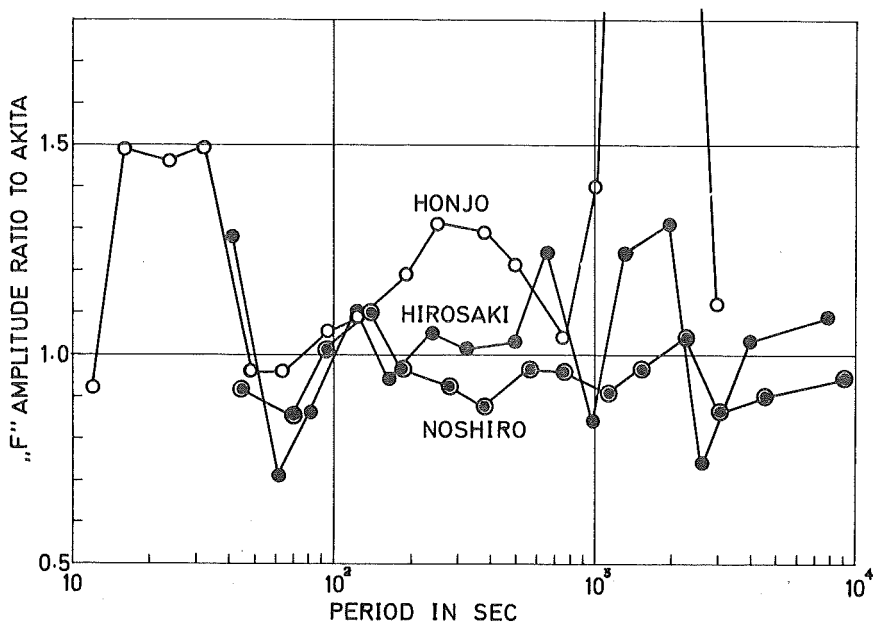
乗富一雄，鍋谷祐夫(1969): 秋田平野における地磁気地電流の短周期変動と伝導度構造。

日本における Conductivity Anomaly 研究, CA研究グループ, 35-41。

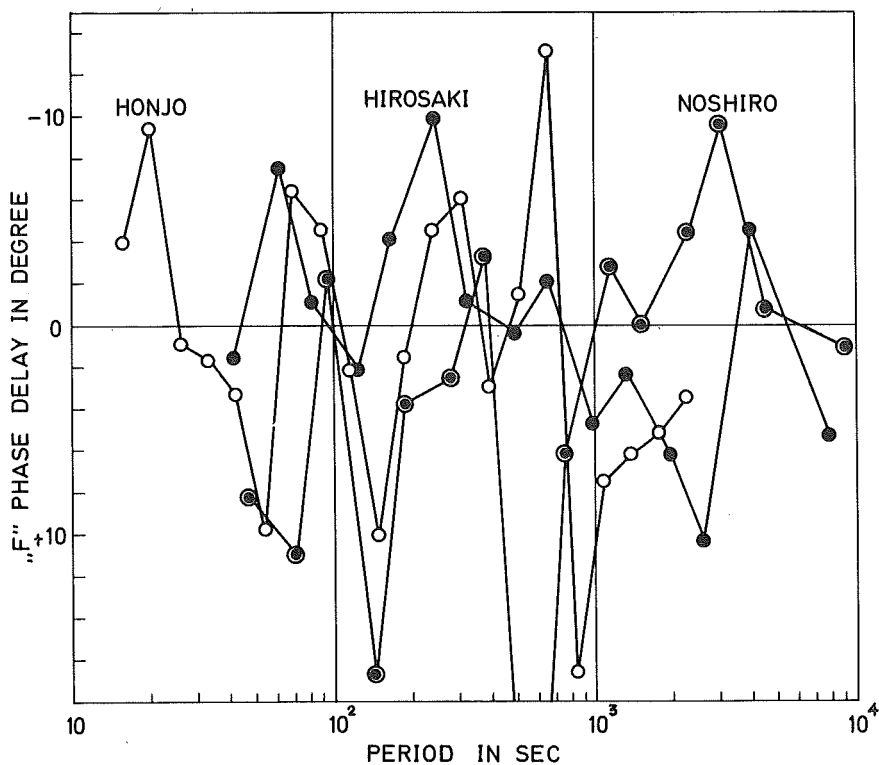
Srivastava, S. P., and Jacobs J. A. (1964): Determination of the resistivity distribution at Meanook, Alberta, Canada, by the magnetotelluric method. JGG, 15, 280-288。



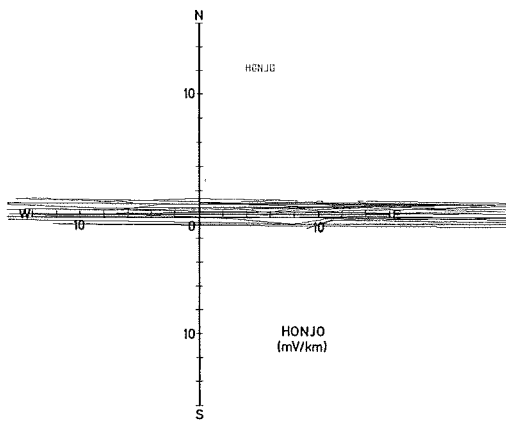
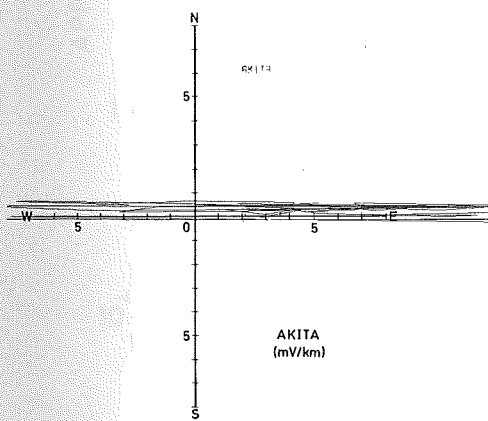
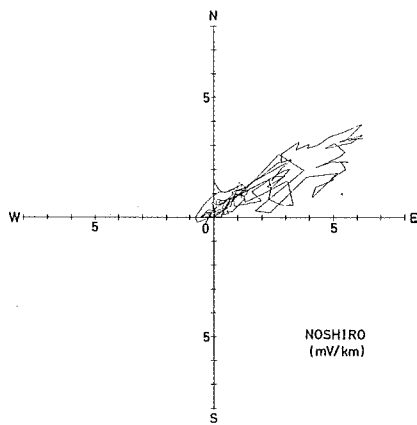
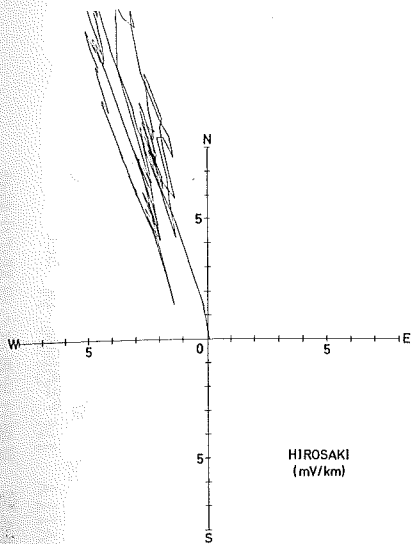
第1図 観測点における地電流方向(矢印)。  
 コンターはfree-air anomaly(mgal)。



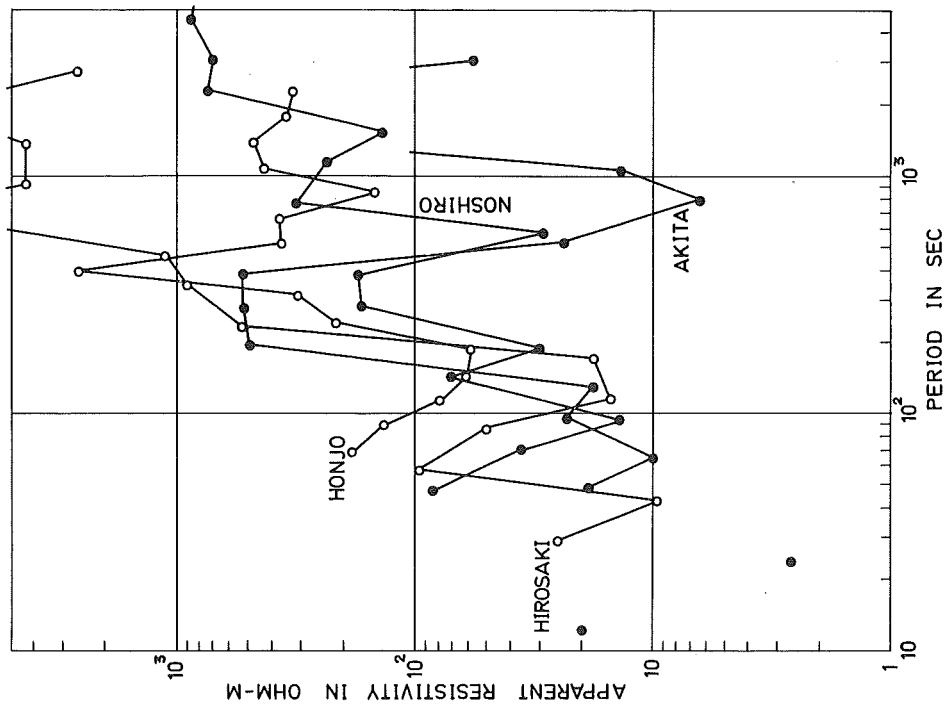
第 2 図 全磁力スペクトルの秋田に対する比。



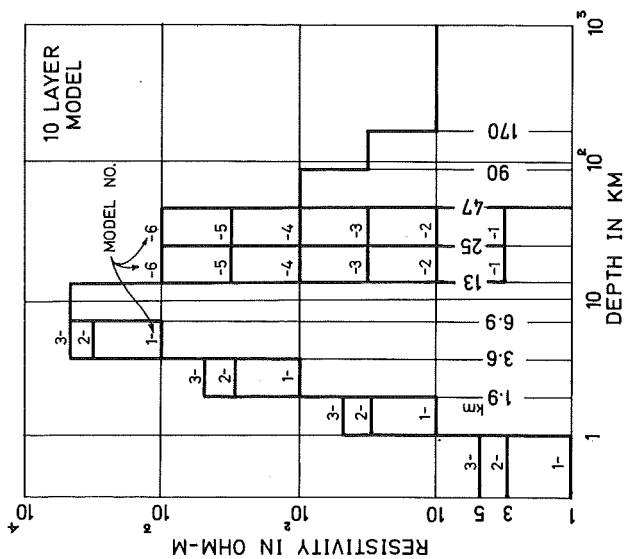
第 3 図 全磁力位相スペクトルの秋田からの遅れ。



第4図 a, b, c, d. 地電流の約2時間の変化。

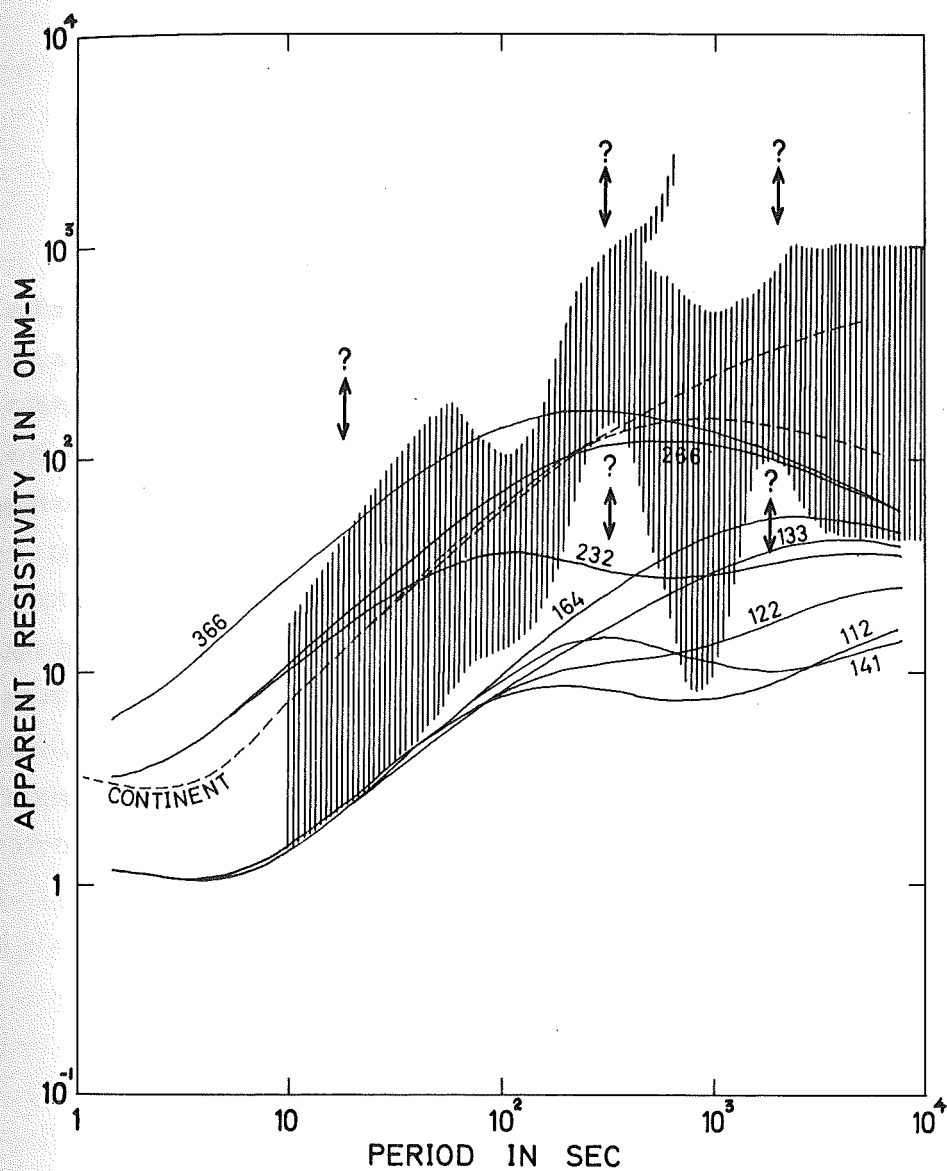


第5図 見掛け比抵抗の周期変化特性。



第6図 比抵抗層モデル。1～4層は同じモデル番号の組合せによって変化させる。





第7図 Fig.6のモデルによる比抵抗曲線。  
矢印部分の比抵抗増大は疑問である。