

# 人工電流に基づく誘導磁場の測定

秋田大学鉱山学部 乗 富 一 雄

〃 高 橋 利 昌

## 1) ま え が き

人工電流に基づく誘導磁場の測定は、物理探査の分野では *Conductive Method* として、古くから実施されていた。<sup>1)</sup> しかし、1950年代までは、測定器械の精度が悪く、あまり適用されなかった。最近、計測器の進歩に伴ない、この方法による新たな試みがなされている。<sup>2)</sup> 著者らも、人工電流を流して、比抵抗探査を実施した場合、その電流分布を知るための一助として、この方法の適用を試みて来た。<sup>3)</sup>

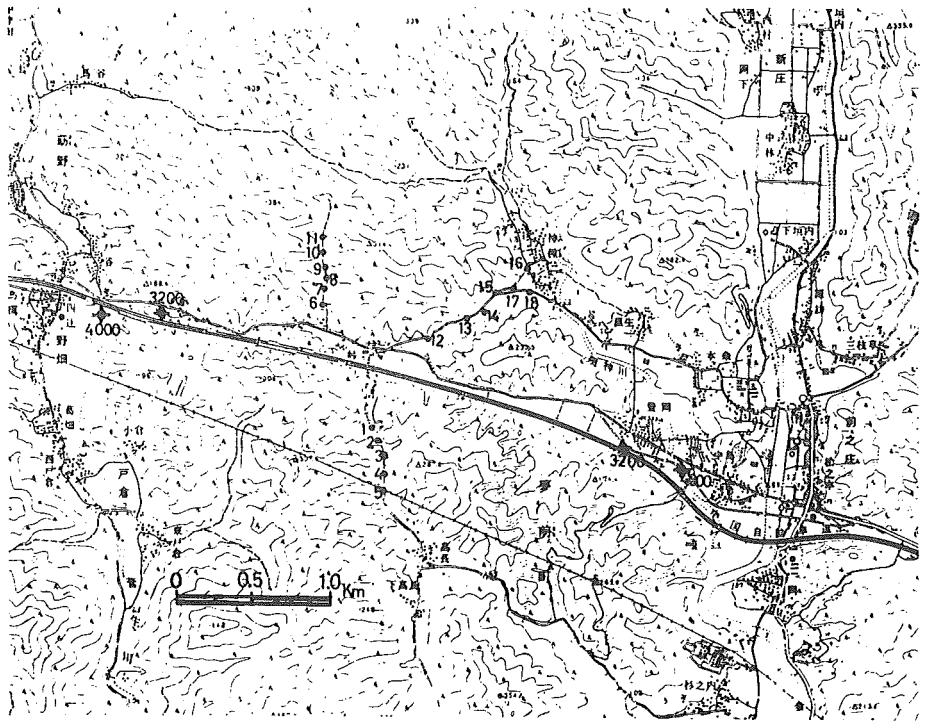
山崎断層における、昭和50年、及び昭和51年度の実験結果によれば、断層に沿って、異常な低比抵抗帯が存在することが明らかにされている。一様、均質な半無限媒質に、正負の電極から電流を流したとき、その表面における誘導磁場は理論的に求まる。以下、これを基準誘導磁場と呼ぶことにする。低比抵抗帯である断層沿いに電流を流した場合には、電流は断層に集束するために、この場合の誘導磁場は、基準誘導磁界とは異なるものとなる。

実測される誘導磁場と基準誘導磁場との差は、電流の異常分布に対する情報を提供する。

このような予測の下に、断層に沿った測線によるシュランベルジャー法の電気探査の際に、誘導磁場の測定を実施した。

## 2) 測定方法及び測点

測定器械は Shonstedt の MND-5C-25NB 型の Null Sensor を用いた。これは  $0.8 \text{ mV}/\gamma$  の感度がある。これをトランシット型の三軸回転台に取り付けて、X, Y, Z, 三成分の測定を行った。記録計は、東亜電波製の1ペンレコーダーを用いている。計器ノイズを考慮した総合感度は  $0.02\gamma$  程度である。



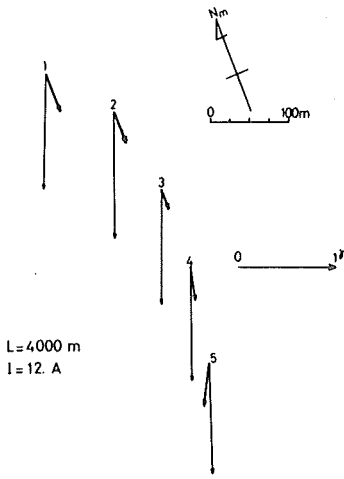
第1図 測点位置図

測定は、峠地区で実施されたシュランベルジャー電極配置による電気探査の際に実施した。測点は、測線とほぼ直交する方向に選びたかったが、地形の関係で、第1図に示すように、峠地区の、南北両側に11点、神種に至る道路沿いに7点(測点No.12~18)が選ばれた。

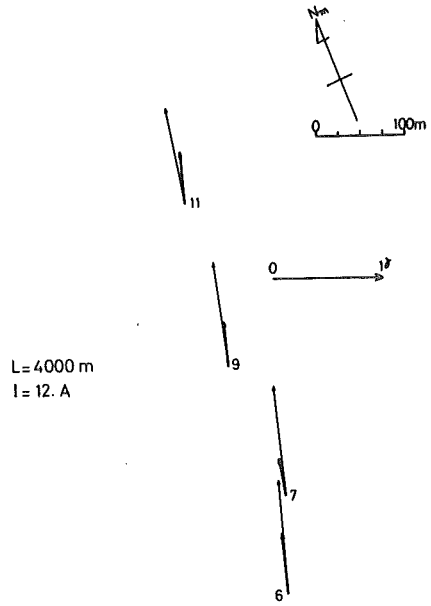
### 3) 測定結果

#### 3-1. 水平成分

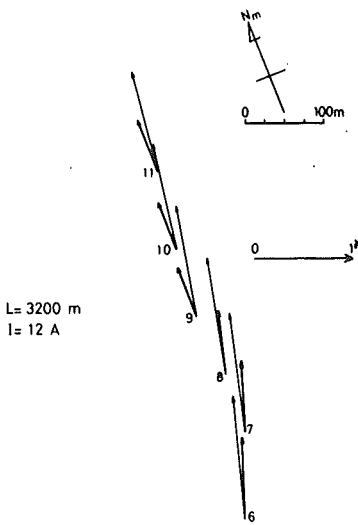
シュランベルジャー法による電気探査において採用された電極間隔は、 $L = 4000m$  及び  $L = 3200m$  の2種類であり、何れの場合も、地中に流された電流は約  $1.2A$  である。この2種類の電極配置の際に測定された誘導磁場の水平成分 ( $H = \sqrt{X^2 + Y^2}$  より算出されたもの) を第2図~第6図に示す。これらの図に於て、太線の矢印は実測された水平成分であり、細線の矢印は基準誘導磁場の水平成分を示す。(第2図においては、西側電極が正の場合に対応し、第3図~第6図は東側電極が正の場合に対応させてベクトルが描かれている。)



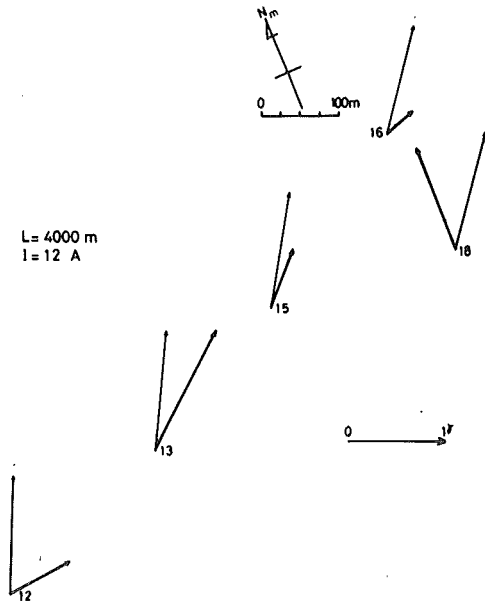
第2図 断層南部測点における誘導磁気水平成分  
太線は実測されたもの、細線は基準  
誘導磁場を示す。  
L = 4000 m の場合



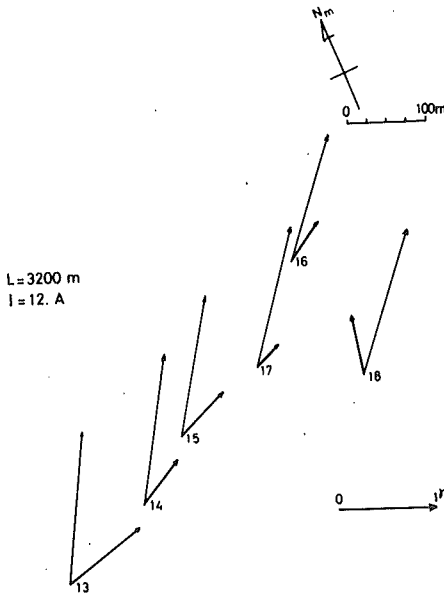
第3図 断層北部測点における誘導磁気水  
平成分  
L = 4000 m の場合



第4図 断層北部測点における誘導磁気  
水平成分  
L = 3200 m の場合



第5図 神種へ至る道路沿いの測点における  
誘導磁気水平成分  
L = 4000 m の場合



第6図 第5図と同じ測点における誘導磁気水平成分  
 $L = 3200m$ の場合

水平成分は、東西及び南北の両実測成分から合成されたものであるが、交番電流により誘導される両成分が同時測定ではないので、合成される水平成分の方向には4つの方向の任意性が生じる。ここで採用した方向は、基準誘導磁場の方向に最も近いものを採用することにした。なお、第2図～第6図においては、図の上下方向が、測線方向（両電流電極を結ぶ方向）と直交する方向と一致するように表示されている。

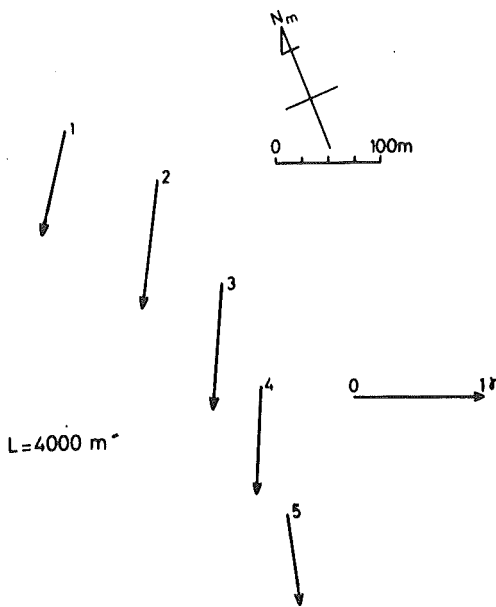
これらの図から明らかなのは、実測された水平成分は、どれも基準誘導磁場よりも小さいと云うことである。かつ、その方向にもずれがある。測線南部域の

測点（No.1～No.5）においては、 $L = 4000m$ 、 $L = 3200m$ の何れの場合も、実測される磁気ベクトルの方向は、あまり相違がない。これに対し、神種に至る道路沿いの測点（No.12～No.18）では、2つの電極配置によって、誘導磁気ベクトルの方向が著しく相違している箇所（例えばNo.18の点）がある。これは、主として、東側電流電極の位置の相違により、測定近傍の電流分布が著しく変化していることを示唆する。

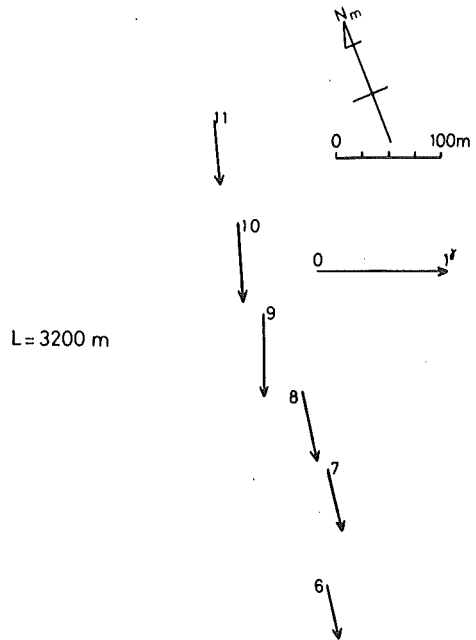
第2図及び第4図から求めた、基準誘導磁場と実測磁場との差（補償ベクトル）を描いたものが、第7図と第8図に示されている。

この補償ベクトルは、どれも東側電極が正の場合に対応されて描かれている。これらの補償ベクトルを見ると、どれも断層線にほぼ直行し、断層方向に平行な逆電流に起因するような性格を示す。このことは、測点近傍には、均質媒質の場合に期待されるような電流が流れていないことを意味している。換言すれば、断層線に沿うごく限られた部分に電流が集束して、周辺部分の電流密度が基準値よりも小さくなっていることが予想される。

一方、第5図および第6図から求めた補償ベクトルは第9図及び第10図のようになる。これらの点では、必ずしも断層面に直交したものが卓越しているわけではない。なお、 $L = 4000m$ の場合と $L = 3200m$ の場合とでは、著しい差異が現れている。これは、前述したように、東側電極の位置の相違による電流分布の差異と、地形の影響が顕著に現れているも



第7図 断層南部測点における補償ベクトル（水平成分）

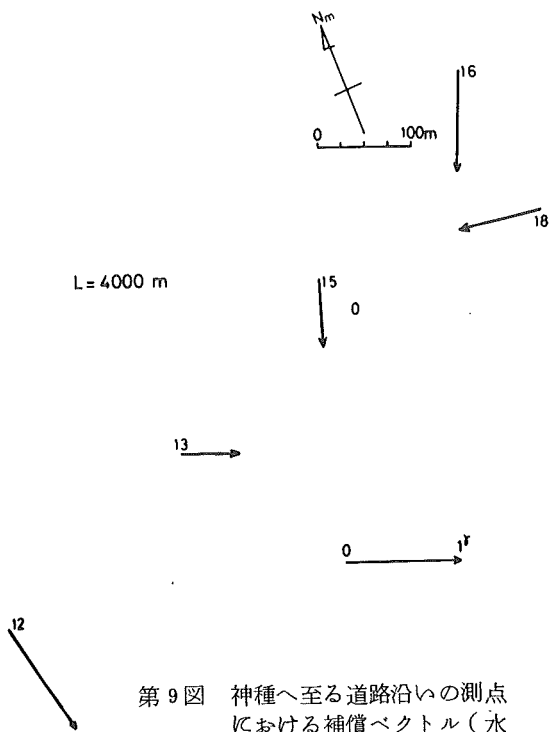


第8図 断層北部測点における補償ベクトル（水平成分）

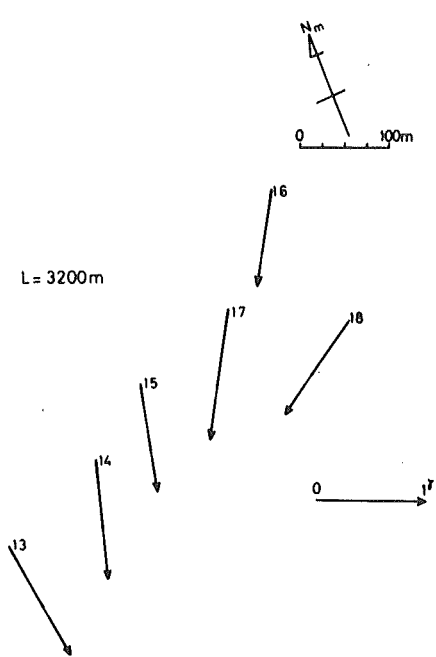
のと考えられる。測点位置図（第1図）からも分る通り、これらは神種へ至る道路沿いに測点が採られているが、この道路は、一部山沿いに設けられている。山の斜面から平地（田圃）の方向に引きずられたようなベクトルの方向を示すことから、山間の堆積層部に電流が集束しているのではなからうか。

### 3-2 鉛直成分

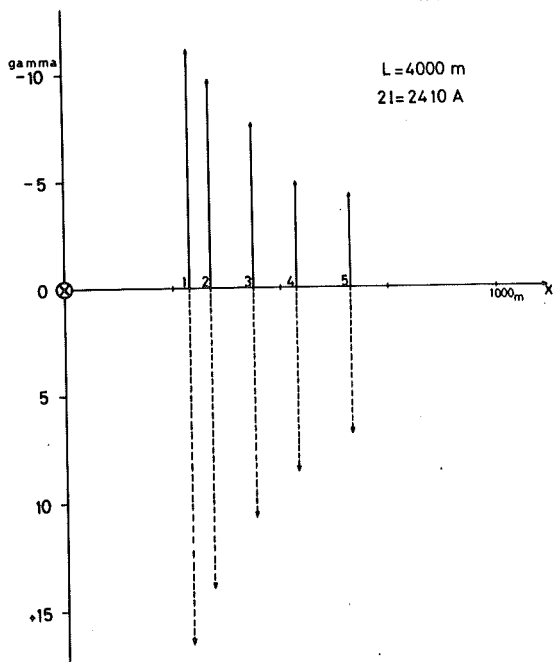
半無限均質の場合に、その表面の二極から電流を流す場合に、地下電流によっては誘導される鉛直成分の磁場は存在しない。実際の測定においては、卓越した鉛直成分が観測された。これは、1つには、地下へ電流を流すために、電源車から電極まで張られた電線によるものと、他の1つは地下構造の不均質性によるものである。電線に流れる電流によるものは理論的に求めることができる。従って、これを実測値から差し引けば、地中を流れる電流によるものが求められる。このようにして求めた各測点における鉛直成分を第11図～第14図に示してある。第11図、及び第12図は、電探測線のほぼ中央の南北両側に分布する測点に関するものである。これらの図において、点線で示したものは、電線に流れる電流によるもので、この影響を差し引いたものが上向きの実線で示してあり、これが地中を流れる電流によるものである。第11図および第12図で見られるように、鉛直成分は、断層線より遠ざかるに従って、減衰した傾向を示す。このような傾向は、断層線沿いに、ある幅と深さをもった部



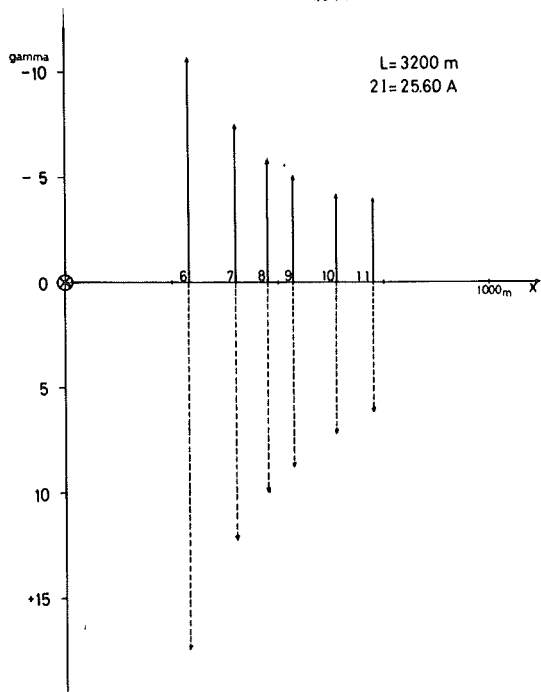
第 9 図 神種へ至る道路沿いの測点における補償ベクトル（水平成分）  
L = 4000 m の場合



第 10 図 神種へ至る道路沿いの測点における補償ベクトル（水平成分）  
L = 3200 m の場合



第 11 図 断層南部測点における誘導磁気鉛直成分（実線），点線は電線を通る電流に基づくものを示す。

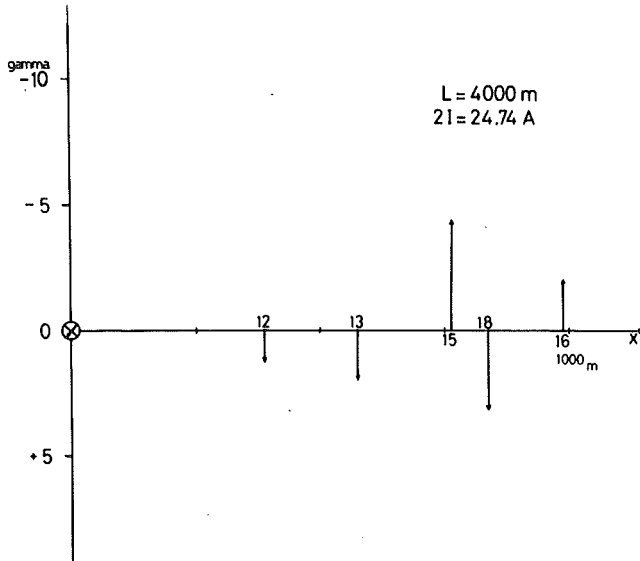


第 12 図 断層北部測点における誘導磁気鉛直成分（実線）。点線は第 11 図の場合と同じ。

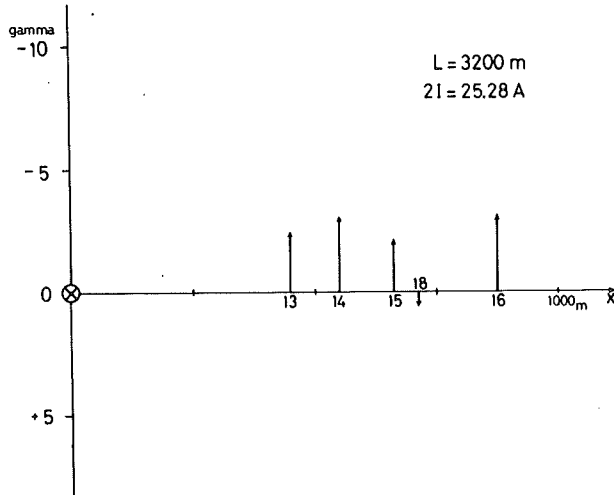
分に電流が集束していることを物語っている。

南側の測点(No.1~No.5)(第11図)と、北側の測点(No.6~No.11)(第12図)とにおいて、ほぼ対称的な減衰を示していることから、電流集束部分は極めて狭い幅の部分ではないかと思われる。

第13、第14の図においては、地中を流れる電流に基づく鉛直磁場のみを示してある。この2つの図は、電極配置が変わるにつれて、著しく異なったものとなっている。この測点(No.12~No.18)においては、前述したように水平成分においても不規則性が著しかった。鉛直成分においては、この不規則性がさらに著しくなった。この測点付近における電流分布については、定性的に把握することは困難である。



第13図 神種へ至る道路沿いにおける誘導磁気鉛直成分  
 $L = 4000 \text{ m}$  の場合



第 1 4 図 神種へ至る道路沿いにおける誘導磁気鉛直成分  
 $L = 3200 \text{ m}$  の場合

#### 4) あとがき

断層構造を比抵抗分布から把握しようとする場合に、断層およびその周辺に流れる電流分布は重要な意味をもっている。それを知るための一助として、誘導磁場の測定を試みた。

その検知範囲の検定もかねた実験であったため、例えば同一点における電場分布の測定は省略された。このために、磁気ベクトルの方向決定は、前述したような仮定の下に行わねばならなかった。しかし、これは将来的に解決出来る問題である。ただ、感知可能な範囲は、このような実験条件の下では、第 1 図に示された測点分布の範囲がぎりぎりであった。誘導磁力計を用いれば、この範囲はさらに広くなることが予想される。

ともかく、この実験においても、断層に沿って電流が集束している事実が確かめられ、これまでの研究から得られた断層沿いに低比抵抗帯となっているとの知見の傍証が得られたものと思う。この報告では、実測された磁気ベクトルから推定される定性的なものについて述べたが、さらに、得られたデータを定量的に説明するようなモデル構造が推定出来るはずである。このことに関しては、比抵抗探査の整理結果と対照して、今後解析を進める予定である。



参 考 文 献

- 1) J. J. Jakosky (1949): Exploration Geophysics  
Chapter VI. pp. 580~592., TRIJA. Publ. Co.  
Los Angeles.
- 2) R. N. Edwards. and E. C. Howell (1976)  
Field Test of Magnetometric Resistivity  
(MMR) Method. Geophysics. 41, 1170-1183
- 3) 乗富一雄, 鍋谷祐夫, 平林 修 (1977)  
八幡平地熱地区における電気及び誘導磁気探査  
地磁気観測所, 技術報告 17巻特別号 205-215