

Some aspects of further theoretical studies on  
tectonomagnetic modelling, in Proceedings of  
a Symposium on Geomagnetism Changes Associated with

## 今後の理論的研究の方向

Earthquakes and volcanic activities (Editor: T. Nagata)

Fac. Sci., Univ. (105-106.  
of Tokyo.)

東大震研力武常次 (1968)

岩石の帯磁率および帯磁の強さが歪力によって変化することの実験は主として単軸圧縮の場合について行われている。したがって、歪力による帯磁の強さ( $\vec{J}$ )の変化 $\Delta\vec{J}$ は $\text{emu/Kg cm}^{-2}$ というような単位によって与えられている。

このような実験結果を歪力をうけている地殻に応用しようとする場合には、下記のような難点がある。今地殻を半無限弾性体とし、地表は $y=0$ で表わされるとしよう、簡単のために二次元の場合を取扱い、歪力を $\widehat{xx}$ ,  $\widehat{xy}$  および  $\widehat{yy}$ 、歪を $e_{xx}$ ,  $e_{xy}$  および  $e_{yy}$  とすれば、つぎの関係がある。

$$\widehat{xx} = \lambda(e_{xx} + e_{yy}) + 2\mu e_{xx}, \quad \widehat{xy} = \mu e_{xy}, \quad \widehat{yy} = \lambda(e_{xx} + e_{yy}) + 2\mu e_{yy}. \quad (1)$$

地殻内の力源による変形を考えると、地表では $\widehat{xy} = \widehat{yy} = 0$  という境界条件があるから、

$$\begin{aligned} e_{xy} &= 0 \\ \lambda e_{xx} + (\lambda + 2\mu) e_{yy} &= 0 \quad (y=0) \end{aligned} \quad (2)$$

となる。(2)は $e_{xx}$ がゼロでない場合には、 $e_{yy}$ が有限であることを示している。

このような地殻の変形による地表面での磁場変化をみつめるためには、地殻内のあらゆる点に於て $\Delta\vec{J}$ を求めて積分することになるが、少くとも地表近傍では $\widehat{yy} = 0$ であるにもかかわらず $e_{yy} \neq 0$ であるから、単に $|\Delta\vec{J}|$ が歪力若くは歪に比例するという計算法では、歪力をもととする場合と歪をもととする場合とは結果が異なるという不都合なことが起こる。但し shear だけの場合は、 $\widehat{xy} = 0$  かつ  $e_{xy} = 0$  だから、この不都合をさけることができる。

このような難点が発生することは、単軸圧縮実験を基礎としていることによる。単軸圧縮の場合は、その軸方向の歪力および歪成分だけを有限とし(例えば $\widehat{xx}$ と $e_{xx}$ )、他の成分を無視する。この場合帯磁の変化もx方向だけを考えるので

$$\Delta J_x = a_{xx} \widehat{xx} \quad (3)$$

または

$$\Delta J_x = a_{xx} e_{xx} \quad (4)$$

と書くことになり、歪力をもととしても、歪をもととしても全く同等になってしまうことは明らかである。

しかしながら、地殻変形に伴う磁場変化を一義的に求めるためには、実験によって(4)の一般式

$$\begin{aligned}\Delta J_x &= a_{xx} e_{xx} + a_{yy} e_{yy} + a_{zz} e_{zz} + a_{yz} e_{yz} + a_{zx} e_{zx} + a_{xy} e_{xy}, \\ \Delta J_y &= b_{xx} e_{xx} + b_{yy} e_{yy} + b_{zz} e_{zz} + b_{yz} e_{yz} + b_{zx} e_{zx} + b_{xy} e_{xy}, \\ \Delta J_z &= c_{xx} e_{xx} + c_{yy} e_{yy} + c_{zz} e_{zz} + c_{yz} e_{yz} + c_{zx} e_{zx} + c_{xy} e_{xy},\end{aligned}\tag{5}$$

の係数を決定しなければならない。この式を歪力成分で表わしてもよいが、地殻変形の場合には歪力を求めるより、歪を求めるほうが容易であるから、(5)の形が望ましい。(5)の係数を求める実験はなかなか難かしいと考えられるが、近似式でよいから早急に求めることが必要であろう。

このような一般式が得られるまでの暫定措置として、単軸圧縮実験にもとづいて地殻変形に伴う地磁気変化をともかくもみつもつてみることは有意義であろう。現状ではとりあえずつぎの二つが考えられる。

1. 比較的簡単なモデル(例えば地下に球形または円筒形の圧力源を考える)によって生じる帯磁の強さの変化を求め、これを積分することによって地表の磁場変化を求める。
2. 過去の大地震に伴った既知の地殻変動にもとづいて、その際に発生すると予想される地表での磁場変化を求める。

上記のような研究は、地震に伴う地磁気変化の大きさ及び分布が明らかでない現状に於て、その見当をつける意味で有効であろう。1.については、地震研究所に於て簡単な場合のプログラミングがほぼ完成している。この場合歪力または歪を主軸方向に分解して、単軸実験の結果を適用することになるが、前述のあいまいさをまぬがれることはできない。また地下に高温の圧力源を想定するとすれば、(a)温度変化、(b)熱歪力および(c)直接歪力の全部について議論することもできよう。

2.については、地殻変動の深さに対する変化が知られていない困難があるが、地下20 Km ぐらいより下はnon-magneticとしてよいであろうから、一応深さによる変化はないとして計算しても、第一近似として意味があると思われる。帯磁率と帯磁の強さは、航空磁気測量などの結果を利用して、実際に近いものを使用することが必要となるであろう。