

地球磁場の中での地震動が生成する電磁場変動を記述する方程式
 Revised Set of Equations Describing the Seismo-Electromagnetic Coupled Wavefield in an Ambient
 Geomagnetic Field

○山崎健一

○Ken'ichi Yamazaki

Temporal variations in the electromagnetic (EM) field generated by seismic waves are accounted for mainly by electrokinetic (EK) and motional induction (MI) effects. Currently, these effects are considered in terms of different sets of equations. In principle, however, they should be described by a single set of equations, possibly including a new type of coupling effect. Here, a new set of equations describing both EK and MI effects is derived, based on conventional EK coupling equations. The solution includes a new term implying a resonance effect between the EM and the seismic wavefields. However, the time required for resonance to reach significant magnitude is far longer than the duration of seismic waves, so resonance may be ignored in practice. In summary, we confirm that the conventional set of equations and most outcomes of earlier studies yield sufficiently precise results, with the newly derived equations being unnecessary in most cases.

1. はじめに

地震発生・地震波伝搬と関係した電磁場変動は多数報告されている。その中で最も興味深いのは、地震に先行する電磁場変動であろう。しかし、地震に先行する電磁場変動は、その存在自体が現時点では不確かであり、学術誌上でも報告の信頼性についての議論がしばしば行われている。一方で、地震波伝搬に伴う電磁場変動も報告されている。こちらは時系列上で対応させることが容易であり、多くの観測例により存在自体は明白であるが、成因が完全に解明されているわけではない。

地震波伝搬に伴う地磁気変動研究は地震に先行する電磁場変動と比べると地味な現象ではあるが、その生成機構を解明することは、地殻における力学的な作用と電磁気物性の関連を解明すること、ひいては地震に先行する電磁場変動を調べる手がかりを得ることにもつながる可能性がある。

2. 現象を記述する従来の方程式と修正の必要性

地震波の伝搬に伴う電磁場変動の生成機構は主に二つが考えられている。地震波の発生・伝搬に伴う電磁場の変動は多数観測されている。その生成メカニズムは主に二つと考えられている。ひとつは、地殻の間隙流体と岩石との境界に生じる電

荷の偏りが運動することに起因する界面導電効果 (EK: Electro-Kinetic effect) であり、もうひとつは、導体である地殻が地球磁場の中を運動することに起因する電磁誘導効果 (MI: Motional-Induction effect) である。それぞれの支配方程式の解を足し合わせることで、地震波伝搬時に観測される電磁場変動の特徴のいくつかは再現できる。しかし再現できない特徴もあり、未解明の機構が内在している可能性が示唆される。

これまで、EK 効果、MI 効果に起因する変動は別々の方程式系で記述されてきた。だが本来は、両者は単一の方程式系で記述できるはずである。その解には、EK と MI を個別に考えた場合に現れない結合効果が含まれている可能性がある。

3. 修正された支配方程式の解の特徴

EK の支配方程式の導出過程を再考することで統一した方程式系を導き、解の特徴を調べた。

修正された方程式を解いた結果、従来の方程式には含まれなかった電磁場と間隙流体の共振が存在することがわかった。しかし共振効果が顕著になるのに必要な時間は極めて長いこともわかった。

結果として、従来の方程式を解いて得られた結果が十分正確であることが再確認された。