

地中波源による ELF/VLF 帯電磁波の FDTD 解析

FDTD analysis of ELF/VLF wave field induced by underground source

林 憲孝[1], 酒井 智弥[1], 島倉 信[1]

Noritaka Hayashi[1], Tomoya Sakai[2], Shin Shimakura[2]

[1] 千葉大・自然科学

[1] Graduate School of Sci. and Tec., Chiba Univ, [2] Graduate School of Sci. and Tech., Chiba Univ.

FDTD 法を用いて、地中の岩石破壊に起因する ELF/VLF 帯電磁波の伝搬メカニズムおよび地表面電磁界の解析を行った。その結果、地表面磁界の強度は深さ、周波数に大きく依存するが、偏波(磁界の垂直、水平成分比)の最大値は深さによらず、周波数にのみ依存する。垂直断層を想定したモデルでは、断層面直上の偏波が周囲に比べ増大することが確認された。ELF/VLF 帯で磁界の垂直成分を観測し偏波を考察することは、地殻変動に起因する地中の電磁放射を検出するために有力な手法であると考えられる。

近年、地震に関連した電磁気現象が数多く報告されている。ELF/VLF 帯(0.1~10kHz)では、地震に伴う岩石破壊によって放出されたと考えられるパルスが観測されている。また、地震前に磁界の垂直、水平成分比(偏波)が上昇するという報告もされている。

我々は FDTD 法(Finite Difference Time Domain method)を用いて、地中の岩石破壊に起因する ELF/VLF 帯電磁波の伝搬メカニズムおよび地表面の電磁界を解析した。FDTD 法では、地中に設定したダイポール放射だけでなくパルス等の過渡応答を計算でき、また断層を想定した複雑な媒質形状の設定が可能である利点がある。

大地のモデルとして均一媒質のものと、2種類の媒質定数(誘電率、導電率)により垂直な断層を想定したモデルを採用し、地中ダイポールによって生じる地表面磁界強度及び偏波について検討を行った。結果、電流源の周波数を 1kHz、電流密度を $25 \mu\text{A}/\text{m}^2$ と設定したとき、均一媒質のモデルでは、波源の深さが 4km の場合、地表面磁界の最大強度は 0.1pT であり、これは深さに大きく依存する。しかし、偏波の最大値は深さに依存せず、約 4 となる。また、電流源周波数が 100Hz の場合、地表面電磁界強度は 1kHz の場合に比べ約 100 倍になり、偏波の最大値も 7 と増大する。断層を想定したモデルでは、波源の深さや周波数に対する磁界強度や偏波の依存性は均一媒質の場合と同様の特性を示したが、断層面直上の偏波が周囲に比べ増大することが確認された。波源にガウス型の包絡線をもつ正弦パルスを用いた解析も行なったが、単一周波数の場合とほぼ同様の結果が得られている。

ELF/VLF 帯で磁界の垂直成分を観測し偏波を考察することは、地殻変動に起因する地中の電磁放射を検出するために有力な手法であると考えられる。