

地球起源の電磁波パルスの地中伝搬状況の検証

Identification of wave-guide mode propagation of earth-origin electromagnetic pulses in the earth

筒井 稔[1], 小長谷 重雄[2], 香川 忠與[1]

Minoru Tsutsui[1], Shigeo Konagaya[2], Tadayoshi Kagawa[3]

[1] 京産大・工, [2] 京産大・理

[1] Info. and Commu. Sci. Kyoto Sangyo Univ., [2] Computer Sci., Kyoto Sangyo Univ, [3] Info. and Commu. Sci., Kyoto Sangyo Univ

著者らは京都産業大学構内に構築した直径 10 cm、深さ 100 m の非導電性（塩化ビニルパイプ）防水型のセンサー挿入用の坑井内に、開発した「同軸直線型ダイポールセンサー」を挿入して、波動電界の正確な値の連続測定を行ってきた。この装置は地上での電磁波雑音と地中での電磁波を分離できる極めて有効な装置である。これによる連続観測を続けていたところ、2000 年の 6 月頃から強い電界パルス群を検出し始めた。そのパルス群には数時間から十数時間持続しているものもあったが、検出されない日もあった。その現象のうちあるものは地上でも明瞭に現れ、その雑音スペクトルの時間変化は地中でのそれと同じ形で検出された。そしてその強度は地中のそれよりも 15 dB 程度弱い事が確認された。地中と地上では電磁波伝搬に関係する媒質の電気的特性が異なっているため、（また地表面が水分による良導電性の境界となっているため）地中からの地上へ漏れ出すときには地表境界で電磁波の一部は反射を起こし、残りの成分が地上に現れたものと思われる。このため地上での検出強度が地中よりも 15 dB 弱くなって現れたと考えられる。これらの結果から、検出された電界パルス群は地中に起源を持ち、それが地上へ漏れている証拠であると結論できる[1]。この電界パルスの発生原因の解明研究については E の別のセッションで発表しているのので、ここでは省略するが、このように地中の信号が地表境界で反射される事、これらのパルス群の周波数スペクトルは 200 ~ 300 Hz 付近に下限カットオフが見られたことから、これらパルス群は地中に形成されている一種の導波管内を伝搬してきた結果であると考えられる。この類似現象としては、地表と電離層との間で伝搬するトウイク空電がある[2]。そこでは地表と電離層に挟まれた空間が一種の導波管としての役割を演じており、電離層反射高度の 2 倍の以上の波長を持っている空電は伝搬できないことが知られている。今回の現象に関しては、電気的には比較的良導体である地表面から深くなるとそれは減少するが、更に地下深くなると地中媒質の電気伝導度は上昇に転ずると考えられている[3]。今回検出された地中電界パルスの下限カットオフ周波数からも、地中深いところの良導電媒質の現れは深さ 200 km 付近に存在している事が予想されるので、その電界パルス群も、それと地表面に挟まれた空間内を導波管モード波として伝搬してきた事が考えられる。

著者らはパルス性電磁波の地中導波管伝搬の状況を確かめるために、波動の磁界のパルス信号の検出とそのデータ解析に着手した。そのために、まず高感度サーチコイルによる波動磁界パルスの検出に力を入れた。また、このようなパルス性の電磁波が導波管内を伝搬している事の証拠として、そのスペクトルに現れる分散性を見つけ出すことに力を入れた。即ち、導波管の壁が不完全導体であるならば電磁波がその壁で反射された時、カットオフに近い周波数成分は群遅延を大きく引き起こし、解析表示されたスペクトルの時間変化に群遅延による分散性が現れる事になる。本研究室ではこの現象を見つけることを目指して、更に新たなデータ解析法を開発してきた。開発したこの装置と解析法の検証のために、まず地上のトウイク空電を受信し、そのデータの解析から分散性を確認し、これを受けてサーチコイルをボアホール内に挿入して観測を続けた。最近では地殻変動が少ないこともあり、地中における電磁波の発生頻度は極めて少ないため、その検証となるデータ数は少ないが、群遅延による分散性を示した地中波動磁界パルスを検出することが出来た。その時のスペクトルのカットオフ周波数はやはり約 200Hz であったことから、地下約 200 km 付近に導波管の下側の壁が存在し、検出されたパルス性雑音は導波管モード波として伝搬してきた事を間接的に証明する事ができた。

[1] M. Tsutsui, Detection of earth-origin electric pulses, GRL, Vol.29, No.8 35/1-4, 2002.

[2] M.Yamashita, Propagation of tweek atmospherics, J. Atmos. Terr. Phys., Vol.40, 151-156, 1978.

[3] T. Rikitake, Global electrical conductivity of the earth, Phys. Earth Planet Inter., Vol. 7, 245-250, 1973.