

## 地震で励起された電磁波の地上への放射確認 Radiations of earthquake-excited electromagnetic waves from the ground

筒井 稔<sup>1\*</sup>  
TSUTSUI, Minoru<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都産業大学 コンピュータ理工学部  
<sup>1</sup> Kyoto Sangyo University

京都産業大学では以前から地中で電磁波が励起されるかどうかを確かめるための観測研究を行ってきたが、周波数が数 kHz については殆ど全てが雷放電によるもので、地中起源の電磁波は全く見つける事が出来なかった。しかし、2011年の12月から検出対象周波数を25 Hz以下にしたところ、電磁波観測点での震度が1以上であれば地震により励起された電磁波を検出できる事を確認した。そして2013年の3月以降、地震励起電磁波と地震波の波形同時観測を行ってきた結果、地震波が伝搬している近傍では常に電磁波も励起されている事を示した [1]。通常、地中媒質の電気伝導度が高いために、残念ながら励起された電磁波は遠距離まで伝搬出来ないが、この様な低い周波数 (20Hz程度) の電磁波は地中でもある程度伝搬出来る事が明らかとなってきた。

一方、本観測研究では、地中観測に加えて、電磁波センサーを地上にも設置して、観測を行ったところ、地震に伴って励起された電磁波が地上に容易に放射している事が明らかとなった。震源が電磁波観測点に近い場合は、地中を上昇してくる地震波とそれに伴って励起された電磁波が先ずボアホール内で検出され、その後僅かな時間遅れをもって地上でも検出される。2013年12月25日の03:57に電磁波観測点の北方5.4kmの深さ約10kmで地震が発生した。この時の震源は電磁波観測点から伏角が約60度の方向にあったため、地震波はほぼ上方に向かって伝搬してきた。この時、電磁波観測点では Fig. 1 に示すように、(a) 地震波の東西方向成分 ( $S_{ew}$ ) と、同時に励起された (b) 電磁波の磁界東西方向成分 ( $H_{ew}$ ) の波形が検出された。更にこの観測点から東南に約600m離れた標高差60m丘の上に設置した電磁波センサーは電磁波の磁界3軸方向成分を検出しており、その内の東西方向成分 ( $H_{ew}$ ) の波形を同図 (c) に示している。これは地中ボアホール内で検出されてから0.257秒後に検出された。この結果から、地中で励起された電磁波が容易に地上にも放射されている事が事実となった。これがMT法での測定でも co-seismic 信号として検出される理由である。ところが同図 (b) および (c) から判るように、地上での波形の変動周期が地中のそれに比べて長くなっている事など様々な違いがあるため、この様な状況を引き起こす電磁波の地中から地上への放出機構等については今後の調査が必要である。

一方、震源が電磁波観測点から遠方にある場合は、電磁波を放射しながら進む地震波が電磁波観測点に到達する前に、電磁波が地表から放出される場合もある。その場合電磁波は地上空間を光速で伝搬し、先に電磁波観測点の地上センサーで検出される。一方地中では、地震波 (S-波) が伝搬してきて電磁波観測点に達した時点で電磁波がボアホール内で検出される。2013年4月13日の03:33:17.7 JST に兵庫県淡路島の地下14.8kmで発生したM6.3の地震の場合はこの事例に当たる。この震源は電磁波観測点から115km離れており、ボアホール内での電磁波検出よりも13.063秒も早く、地上の電磁波センサーで検出されていた。

上記の例は地震発生以降の地震波 (P-およびS-波) により岩盤内での圧電効果の結果放射された電磁波と考えているが、これまで地震発生と同時に電磁波パルスが検出されていないのが大きな疑問である。次は地震発生と同時に励起される電磁波の有無を確認する事が必要である。そして最終目標である地震発生予測のための観測研究として、地震発生以前に発生する電磁波を見つける事である。地震発生前に電磁波が励起される可能性については、岩石への衝撃印加実験による電磁波励起の現象が良いヒントを与えてくれている。そのためには、電磁波センサーの感度を更に向上させ、更に地中深くに挿入する必要がある。

[1] M. Tsutsui, submitted to IEEE Geoscience, Letters, 2014.

キーワード: 地震波, 電磁波, 地中・地上観測, 電磁波地上放射

Keywords: seismic wave, electromagnetic wave, observations above and under ground, EM wave radiation from the ground

MIS29-01

会場:313

時間:4月29日 14:15-14:30

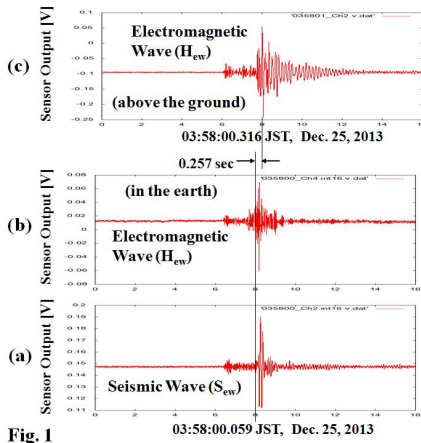


Fig. 1