

## 波形の不均整を利用した地震前兆微弱電磁界の検出と発生領域の同定

The detection of weak seismo-electromagnetic fields and the location of the source regions from the asymmetry of the wave form

# 高橋 耕三藤縄 幸雄[1], 手島 輝夫[2], 川合 栄治[3], 田中 正利[3], Igor Matveev[4]  
# Kozo Takahashi Yukio Fujinawa[1], Teruo Tejima[2], Eiji Kawai[3], Masatoshi Tanaka[3], Igor Matveev[4]

[1] 防災科技研, [2] テレコムエンジニアリングセンタ, [3] 通信総研, [4] ロシア科学アカデミ地物研  
[1] NIED, [2] TELEC, [3] CRL, [4] UIPE

巨大地震の前にはパルス性の異常電磁界が観測され、地震の直前予知に電磁界の観測が有効と考えられる。通常、この異常電磁界は、雷や人工雑音よりも弱く、検出が困難であるが、その検出と、発生領域の同定を、パルスの波形の不均整を利用して行った。

パルスは、波源から数波長以内では、波形が不均整となる。一方、遠雷や人工雑音の場合は、波形は均整なことが多い。このため、不均整の部分のみを累積すると、微弱な異常電磁界でも、明瞭に検出できる。また、不均整の程度から、波源と観測点間の距離を推定できるため、2箇所以上で観測して、発生領域を同定することもできる。

[概要] 巨大地震の前にはパルス性の異常電磁界が観測され、地震の直前予知に電磁界の観測が有効と考えられる。通常、この異常電磁界は、雷や人工雑音よりも弱く、検出が困難であるが、その検出と、発生領域の同定を、パルスの波形の不均整を利用して行った。パルスは、波源から数波長以内では、波形が不均整となる。一方、遠雷や人工雑音の場合は、波形は均整なことが多い。このため、不均整の部分のみを累積すると、微弱な異常電磁界でも、明瞭に検出できる。また、不均整の程度から、波源と観測点間の距離を推定出来るため、2箇所以上で観測して、発生領域を同定することもできる。

[はじめに] 地震前の異常電磁界は、パルス性と考えられているが、従来の観測法では、パルス性雑音と連続波雑音は加算されるため、マグニチュード(M) 6以下程度の小さい地震前の電磁界異常は、圧倒的に強い人工雑音や遠雷の連続波にマスクされ、検出は困難である。そこで、パルス性雑音の波形の不均整に着目し、振幅の正・負の差の時間累積値を求め、連続波を除去し、パルス性雑音のみを検出して、M 6以下程度の小さい地震でも、その電磁界異常の検出と発生領域の同定が可能であることを示した。電界を例に説明する。

[地震前の微弱電界の検出と発生領域の同定]

地震前の異常電界の発生は放電によるものとする。放線路に平行な電界の振幅は、位相項を省略すると、図1の式で表される。各項毎の波形を図2に示す。

(a) は、伝搬距離Dの3乗に反比例する静電界

(b) は、Dの2乗に反比例する誘導電界

(c) は、Dの1乗に反比例する放射電界

上記の電界の和である波形は、図3のようになる。単純和とならない主な理由は下記の通りである。

放電による電波は、単一周波数ではなく多数の異なる周波数と振幅の電波からなる波束(Wave Packet)である。即ち、図2の(b)、(c)と同じ波形で、異なった周波数と振幅を持つ多くの電波が発生する。周波数の異なる電波は互いに干渉しあって、約2波長以上の伝搬距離では、その波形は一サイクル以上の成分を持ち、図3のようになる。

人工雑音のうちの連続波は、その波形は均整で電界の振幅の時間積分は零となる。また、パルス性雑音も、図3のように、約5波長以上離れると、時間積分は零に近づく。近距離からのパルス性雑音の場合、個々の波形は図2の(a)、(b)のように不均整になっているが、独立した類似の多数の雑音からなる場合は、負に大きく振れる波形と、正に大きく振れる波形の数はほぼ等しいことが多い。それ故、近距離の家電機器等からの雑音も、ある時間、積分すれば、零に近づく。

一方、地震前のパルスは、時系列的に、同じ様なメカニズムで発生している可能性が大きい。即ち、震源域から約4波長以内、例えば、3 kHzで観測している場合、震源域からの距離が400 km以下ならば、波形は不均整となり、負または正にずれて、時間積分は零でなくなる可能性が大きい。

遠くの雷、波長の約5倍以上の距離にある遠雷の受信電界は、均整な交流の放射電界が支配的となり、積分値は零に近づく。波源が近く、波長の約4倍以下の距離にある近接雷の受信電界は、パルス状の誘導電界が支配的で、積分値は零とならない。しかし、雷の発生電力のピーク値は約百万キロワットあり、近接雷の電界は、地震前兆電界よりも桁違いに強く、強度差を利用して容易に弁別できる。

北海道東方沖地震(1994/10/4 M = 8.1)、兵庫県南部地震(1995/1/17 M = 7.2)等の巨大地震の前には、毎秒数回の頻度でパルスが観測された。通常、地震前の震源域では、毎秒数回の頻度で放電が起きているものと推定され

ている。

図1～3は、波形の不均整の程度から伝搬距離を推定出来ることも示している。2周波以上で観測すれば、その数に応じて推定精度が上がることになる。2点以上で観測し、各観測点を中心として距離を半径とする円を描き、その交点を発生源と推定することが出来る。ただし、観測点が2点の場合は、一意的には求まらない。

[終わりに] 従来の観測法では、前述の北海道東方沖地震、兵庫県南部地震等の巨大地震の際にしか異常電界を観測できなかった。それに対し、本観測法では、簡単な装置で、小さい地震の際でも、異常電界が検出できた。また、異常電界の発生領域も推定できるため、本観測法は地震予知に有用であろう。

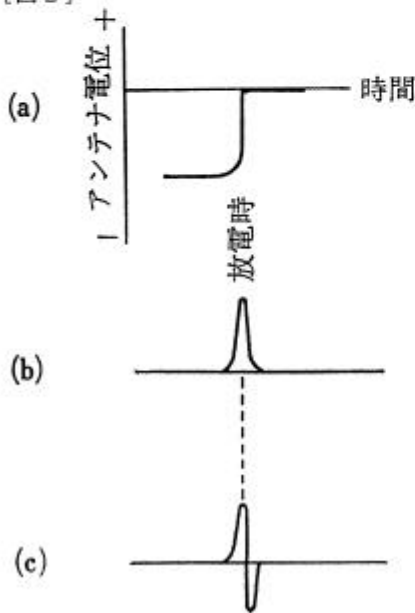
[参考文献] 佐尾和夫、空電、成山堂書店、1981年、pp.15-17

[図1] 放電路に平行な電界の振幅 (位相項は省略)

$$[式1] \quad E_r = \frac{\mu_0 ds}{2\pi D} \left( \frac{c^2}{D^2} Q + \frac{cdQ}{Ddt} + \frac{d^2Q}{dt^2} \right)$$

$\mu_0$ : 透磁率     $c$ : 光速    静電界    誘導電界    放射電界  
 $ds$ : 放電路長     $Q$ : 放電量  
 $D$ : 放電路から観測点までの距離 (放電路に垂直)

[図2]



[図3]

距離 ( $\lambda$ )	代表的な波形
0.1 - 0.2	
0.7 - 1	
2	
5 - 7	

伝搬距離による受信波形の変化