

地震前兆パルスの弁別・検出

Detection of precursory seismic electrical pulses by discriminating the pulses from noise

高橋 耕三 [1]; Matveev Igor[2]; 矢崎 忍 [3]; 藤縄 幸雄 [4]

Kozo Takahashi[1]; Igor V. Matveev[2]; Shinobu Yazaki[3]; Yukio Fujinawa[4]

[1] なし; [2] I P E; [3] N I E D; [4] R E I C

[1] None; [2] IPE; [3] NIED; [4] REIC

<http://www.jpogu.org/meeting/>

[はじめに] 大地震の前に震源域近傍で電波雑音が観測されることは、50年以上前から良く知られているが、地震前兆電界(信号)と、人工雑音や雷等の自然雑音の電界(雑音)との弁別が困難なため、電界観測による地震予知は実用化されていない。しかし、2005年に、人工雑音及び主な自然雑音である雷のパルスと、その他のパルスとの弁別法が開発され、大地震前のパルスが検出されたため、電界観測に拠る地震の直前予知実用化への道が拓けた。

[弁別法] 連続した強い雑音は、周波数・発生源を知ることができるため、発生源から離れた地点で異なる周波数で観測すれば、この雑音を避けることができる。

雷の電界は、その周波数特性を利用して弁別する。雷の電界強度最大の周波数は、通常は3~10 kHz(波長30~100 km)の範囲内にある。一方、雷の電界強度が大きい100 Hz~1 MHzでは、電離層伝播(約1000 km以上)での減衰が1~3 kHzで大きい。この周波数特性と減衰特性のために、遠雷の強度は12 kHzのあたりで最大となる。

ところで、自然雑音の多くは、電界強度が周波数に反比例するPulse Burstであることが知られている。そのため、地震前兆電界の観測は、地電位の観測のことが多い。しかし、地電位は、降雨・地下水・電極の変化等の影響を受けるほか、発生源の同定が困難な欠点がある。一方、空中での観測では、これらの欠点は少ないが、50 Hz~1 kHzでは、商用電力の50/60 Hzとその高調波が強い。多くの高調波を除くことは困難なことから、遠雷の電界が1~3 kHzでは弱いこと等から、空中での前兆電界の観測には1~3 kHzが最適と考えられる。遠雷のパルスは、1~3 kHzが弱く、12 kHzのあたりで最大となっていることを利用して、遠雷の電界を弁別できる。即ち、受信したパルスの1~3 kHzの強度が12 kHz近傍の強度よりも大きい場合、その波源は遠雷では無いとする。

一方、近接雷の場合は、スペクトル強度が1.5 kHz近傍よりも3 kHz近傍の方が強いことを利用する。

上記をまとめて、受信したパルスの1.5 kHz近傍の強度が3 kHz近傍の強度よりも大きく、かつ、3 kHz近傍の強度が12 kHz近傍の強度よりも大きい場合、その波源は雷以外のものとする。

連続した強い雑音の少ない1~13 kHz帯では、これまでの10年以上の観測によれば、雷以外の一時的な雑音もパルス性であるが、あまり強くなく、100 km程度離れた地点では0.4 ms以内には観測されない。一時的なパルスが、100 km程度離れた地点で0.4 ms以上の時間差で観測された場合、発生源とそれぞれの観測点間の距離は100 km以上となるため、観測されたパルスの発生源は異なることになる。それ故、0.4 ms以上の時間差で観測されたパルスは雑音と見なす。

以上のことから、連続した強い雑音が無い観測点でパルスを観測し、その1.5 kHz、3 kHz、12 kHz近傍の電界強度を求め、1.5 kHzの強度が3 kHzのそれよりも大きく、かつ3 kHzの強度が12 kHzのそれよりも大きいパルスのみを抽出する。即ち、まず雷による雑音を除去し、次に、100 km程度離れた3箇所以上で、上記の雷を除いたパルスの中で0.4 ms以内に観測されたパルスのみを地震前兆の可能性のあるものとする。

[観測例] 紀伊半島沖地震(04/09/05, M: 7.4, Depth: 44km)の際、地震の1.8日前から0.4日前までの間、静岡県相良・千葉県勝浦・茨城県波崎で、上記の条件を満たすパルスが観測された。新潟県中越地震(04/10/23, M: 6.8, Depth: 13 km)の際、地震の3.3日前から0.3日前の間、相良・勝浦・波崎で、同条件のパルスが観測された。また、観測点近くの茨城県南部地震(04/10/06, M: 5.7, Depth: 66 km)の際も地震の3.0日前から0.1日前の間、パルスが観測された。

紀伊半島沖地震前後の勝浦での観測例を付図に示す。上段が弁別前の記録、中段が上述の方法で雷のパルスを除去した記録、下段が中段の内の3箇所でも同時(記録装置の性能から2分以内)に受信されたパルスのみを記録。

[おわりに] 2004年7月から1年間のデータが得られた期間(2006/01/10現在)内では、各観測点から1000 km以内のM: 6.2以上の地震は、上記の紀伊半島沖地震と中越地震のみであり、観測点近傍の茨城県南部地震と共に、これらの地震では前兆と思われるパルスが観測された。現在用いている記録装置は、前述の0.4 msの分解能は無く、2分値の記録しかできない。それにもかかわらず、人工雑音・空電を弁別し除去できることは明らかとなったのと、本手法で、0.01 msの精度でパルスの時間差を観測すれば、発生源を約10 kmの精度で同定、即ち、震源域の予知、も容易なことから、本方式に基づく地震の直前予知の試行開始が望まれる。

