

# 地震警報システムのための瞬時ノイズ除去手法の開発

## 堀内茂木・中村洋光・功刀 卓(防災科学技術研究所)

**1. はじめに** 内陸部の活断層で被害地震が発生した場合、できるだけ早く緊急地震速報を配信することが重要である。防災科学技術研究所は、三浦半島の活断層の直上に地震観測点を設置し、この断層で発生する地震について、瞬時警報を配信するためのシステム開発を行っている。瞬時警報システムの開発では、単独観測点のデータのみで、信頼性の高い警報を配信するためのシステム開発を行うことが重要である。気象庁による緊急地震速報では、単独観測点のデータが100ガルを越えると、高度利用者向けに緊急地震速報が配信されているが、雷等によるノイズで誤警報を配信する場合もある。Horiuchi et al.(2009)は、ホームサイズモーメントの開発を行った。これは、高サンプリングを行うことにより、ノイズの周波数成分を正確に観測し、卓越周波数の違い等を利用して地震波とノイズとを正確に区別するものである。現在、多くの観測点では、100Hzサンプリングの観測が行われていることから、本報告では、100Hzサンプリングデータを用いた地震とノイズとの識別方法について報告する。

**2. データと開発目標** 対象とする地震は震度5弱以上で、地震とノイズとを識別するタイミングはリアルタイム震度が5弱以上を越えた瞬間であるものとした。震度の定義が、0.3秒間以上、ある値以上であること、となっていくことから、ノイズと地震との識別には、0.3秒間以上のデータを使用できることになる。手法開発に利用したデータは、K-NET観測点で観測された震度5弱以上の地震430個と、K-NET観測点で、震度5弱以上となるノイズデータ191個である。開発目標は、両者に同じフィルターを適用した場合に、地震データについては、全てで、地震波であると判定し、ノイズについては、全てノイズであると判定するフィルターを作成することである。

**3. 1 パルスノイズの除去** 地震波形は、滑らかである。パルスのノイズの振幅は、瞬間的に大きくなるが、それ以外の区間では小さい。そこで、3成分の振幅が、震度5弱に相当する振幅レベルを超えた瞬間( $T_1$ )から、0.3秒間を考慮して、震度5弱以上が確定した瞬間( $T_2$ )の区間について、最大振幅値でノーマライズした振幅値の頻度分布を作成した。430個の地震について、最大振幅の1/10~1/3の範囲に5個の閾値を設定し、振幅が閾値以上となる割合を調べた。5区間について、最低値の98%以下であれば、ノイズであると判定するようにした。この判定で、191個中の50個を除き、地震波とノイズとの区別ができるようになった。パルスのノイズの部分だけを見ると、その卓越周波数は大きい。そこで、加速度振幅の微分の最大値に比べ、1/3以上大きいデータについて、微分値と、2回微分値の、それぞれの絶対値の和を求め、その比から、パルスの部分の卓越周波数を求めた。全ての地震について、この比から求められた卓越周波数の最大値は28Hzであった。そこで、卓越周波数が28Hz以上となるイベントはノイズであると判定するようにした。この判定を加えることにより、31個を除き、地震波とノイズとが区別できるようになった。

**3. 2 パルスのノイズに伴って、ゼロレベルが変化するノイズの除去** 全ての地震について、3.1で示した $T_1$ と $T_2$ の区間について、加速度の和を、加速度振幅の最大値で規格化して求めた。その結果、この値は9%以下であることが示された。ゼロレベルが9%以上変化するものは、ノイズであると判定するようにした。この判定を加えることにより、3個を除き、区別できるようになった。更に、ゼロクロス回数を判定に加えると2個となった。

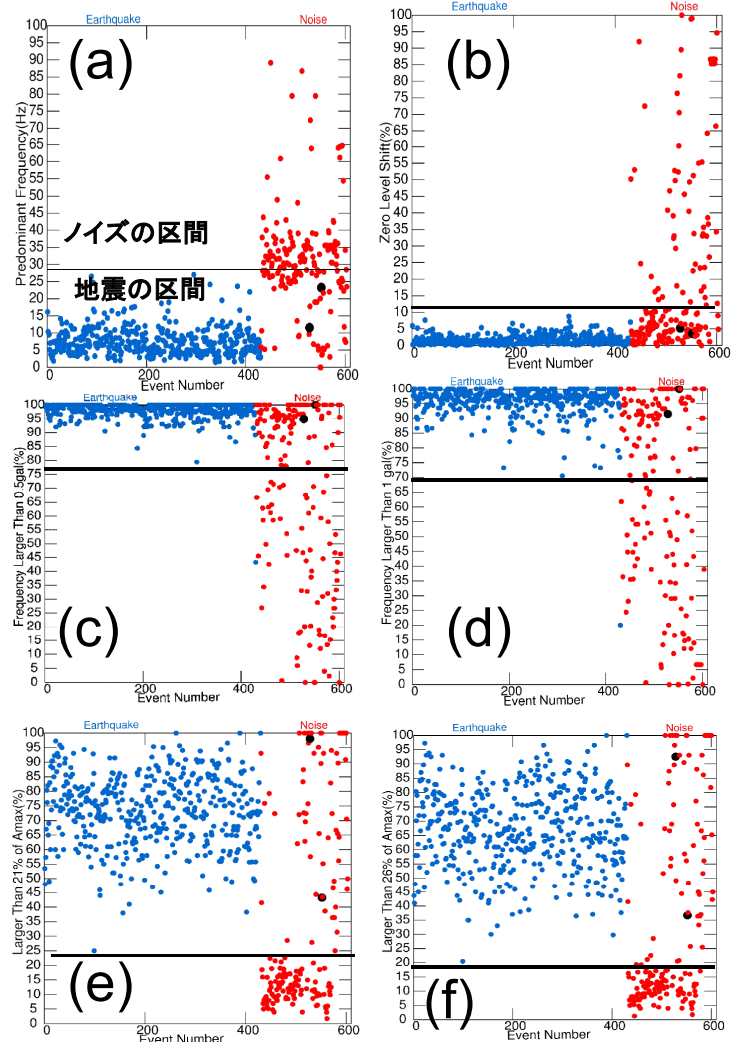


図2. リアルタイム震度が4.5以上となる時刻までのデータを用いて計算された地震(青)とノイズ(赤)の卓越周波数(a), ゼロレベルの変動量(b), 0.5ガル以上となる割合(c), 1.0ガル以上となる割合(d), 最大振幅の21%以上となる割合(e), 最大振幅の26%以上となる割合(f)の分布。計算に用いたデータ区間は、3成分フィルター(気象庁震度の定義)波形の合成振幅が60ガル(震度4.5)以上となってから( $T_1$ ), 0.3秒間を考慮したリアルタイム震度が4.5以上となる時刻( $T_2$ )までとした。●は、地震とノイズとの区別ができなかったイベント。卓越周波数は、振幅が最大振幅の1/3以上となる区間について、加速度と、その差分の絶対値の和の比を用いて計算。ゼロレベルは最大振幅で規格化されて表示されている。図(c)(d)の実線より下のそれぞれ一個の地震は、卓越周波数が1Hz以上という条件で区別。

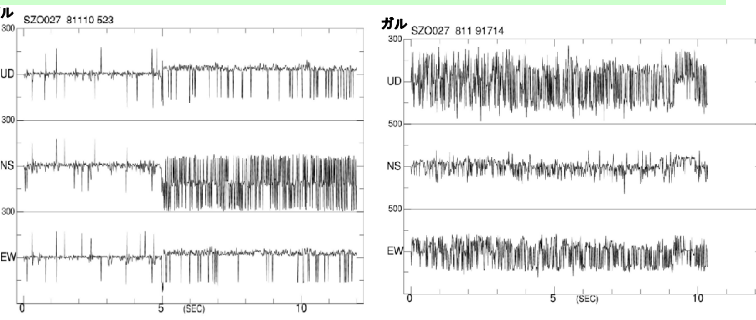


図1. K-NET観測点で記録された、計算震度が5弱以上となるノイズデータの一つ。

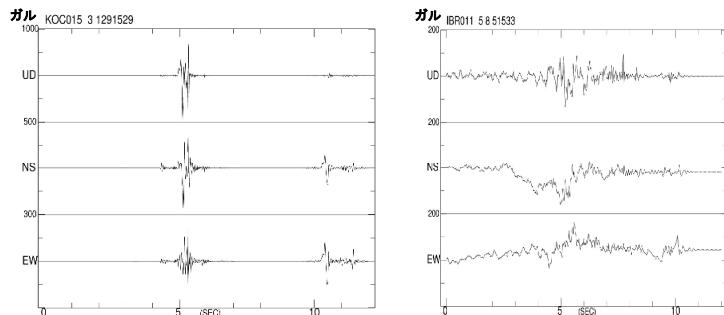


図3. リアルタイム震度が5弱以上となるまでのデータで、地震とノイズとの区別ができなかったイベント。

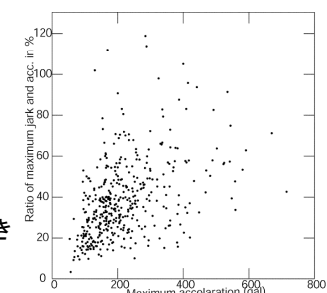


図4. 震度5弱以上となる観測点の最大振幅と、その差分の最大値との関係。微分値が最大振幅を越えるデータも含まれている。

表1. ノイズの識別方法と効果

ノイズの種類	パルスノイズ	パルスノイズとゼロシフト	近傍でのノイズ
対応方法と効果	振幅値の頻度分布 (191→50) 大きい振幅の卓越周波 (50→31)	ゼロシフトの割合 (31→3) ゼロクロスの回数 (3→2)	高サンプリング観測 (2→0?)

**4. 結論** 100Hzサンプリング強震観測データを用いる場合の、地震波とノイズとを区別するフィルターを作成した。その結果、表1に示すように、約99%(191個中の2個を除く)のノイズを識別するフィルターを作成できた。更に正確に区別するためには、より高サンプリングの観測を行う必要がある。図4は、加速度振幅の最大値と、その差分値の最大値との比を%で示したものである。比が80%以上となるものも含まれている。この結果は、最大加速度の測定精度を高めるには、高サンプリング化する必要があることを示していると思われる。