

堀内茂木 (株) ホームサイスマメータ

1. はじめに オンサイト警報システムでは、P波とS波とを正しく区別して、震度予測を行うようにすることが重要である。P波とS波との平均振幅は約5倍違うことから、P波とS波とを区別できなく、S波をP波であると間違えると、最大振幅や震度の予測に大きな誤差が生ずる。海溝型地震を除くと、大きな被害を及ぼす地震は10-20km以内の地震であり、(S-P)時間は2-3秒である。大きい地震のライズタイムは長いため、P波到着からの時間のみで、S波到着の前か後かを判断することは難しい。また、大地震直後の、多数の地震が頻発する場合の自動震源決定システムの開発では、P波とS波とを間違える場合もある。そこで、P波とS波とを識別するためのフィルター開発を行ったので報告する。

2. P波、S波識別フィルター 1) P波は上下動成分の振幅がより大きく、S波は水平動成分がより大きいこと、2) S波の卓越周波数は、P波に比べ長いことが知られている。水平動成分と、上下動成分の振幅比(H/V)をプロットすると、P波到来時にこの値が減少し、S波到来時に増加する。しかし、微弱な遠地震が含まれていると、P波到来時にH/Vは大きくなる。また、P波コーダーの中に、H/Vが大きい位相が含まれている場合が多く、H/Vの値のみからS波到来を判断することは困難である。卓越周波数についても同様である。そこで、P波とS波とを識別するための以下のフィルターを提案する。

$$F(t) = \{b Z(t) - NS(t) - EW(t)\} - c \{V(t) - rA(t)\} \quad (1)$$

ここで Z(t), NS(t), EW(t) : 上下,南北,東西成分の絶対値の移動平均、V(t) ; 3成分速度波形の絶対値の移動平均、A(t) ; 3成分加速度波形の絶対値の移動平均、r : P波コーダ部分の V(t) と A(t) の平均値との比 (r=V/A)、b: 上下動と水平動の振幅比 (= 2)、c : H/V 変化と周波数変化との重み (0.3)

式(1)の第1項は、上下動と水平動の振幅変化に対応し、上下動成分が卓越する(P波)と、正となる。第2項は周波数変化に対応しており、卓越周波数が低く(S波)になると負となる。

3. 結果 図1は、震度5弱以上の地震の上下動成分とP波S波識別フィルターの出力を表示したものであり、S波到来時に符号が負になっている。図2は、このアルゴリズムを地震の自動震源決定システムに応用した場合の例で、トルコとギリシアの中間の海域で発生したM6.9の地震発生直後の地震の自動処理、オペレータ、SeiScomp3による震源決定時刻の分布である。P波とS波との区別が容易になったことから、大地震発生直後でも、自動での高精度震源決定が行えるようになった。

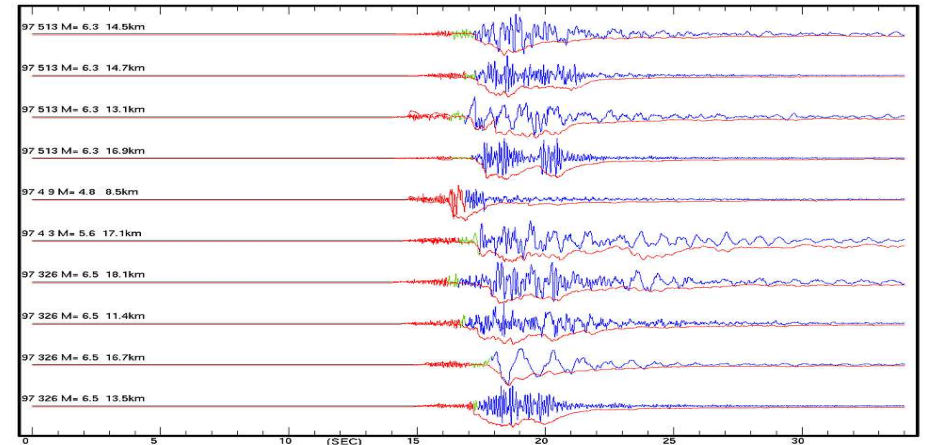


図1. 震度5弱以上の地震のK-N E Tによる上下動成分とP波S波識別フィルター出力。

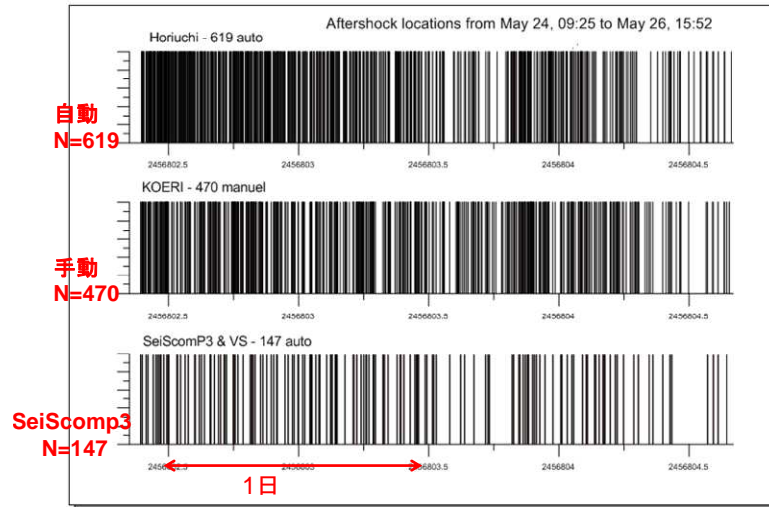


図2. 本自動処理(上),Koeri手動(中)、SeiScomp3による自動処理による地震発生2日と6時間の震源決定時刻の分布