

# コーダ振幅異常による野島断層および阪神淡路地域の

## 微細不均質構造の検出

鶴我佳代子<sup>1</sup>・蓬田清<sup>2</sup>・伊藤久男<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東濃地科学センター, <sup>2</sup>北海道大学, <sup>3</sup>地質調査所

### 1. はじめに

観測される短周期地震波の性質は、震源や観測点近傍の不均質構造や地球内部の不均質性により非常に複雑である。その性質を定量的に捉える為には理論構築と共に高精度・高密度観測の記録が不可欠である。本研究では、S波コーダを用いて阪神・淡路及び周辺地域における減衰特性および観測点増幅特性を評価し、その上で同地域での微細不均質構造の特徴を調査した。

### 2. データ

解析には1995年1~5月の広帯域地震観測記録および緊急地殻活動調査観測網・京都大学防災研究所・東京大学地震研究所の定常観測点(計67点)のマグニチュードM2.7~5.4の141個の地震記録を用いた[Fujita et al., 1996; Hirata et al., 1996; Tsuruga et al., 1997]。

### 3. 解析方法

はじめに断層領域外の地震よりSpectral Ratio法[Phillips and Aki, 1986]を用い、各観測点の増幅特性(SAF)を求めた。解析時間窓はS波走時の2倍から10秒ずつシフトする20秒間とし、ノイズレベルの2倍までの記録を解析対象とした。さらに、コーダ振幅の減衰率 $Q_c^{-1}$ はMaximum Likelihood法[Takahara and Yomogida, 1992]により求め、 $Q_c^{-1}$ 値が誤差内で共通と認められる解析窓において、1, 2, 4, 8, 16, 32 Hzを中心とする帯域でSAFを求めた。ここで、周波数 $\omega$ 、lapse time  $t$ のコーダ波のスペクトル $A(\omega, t)$ は、震源効果 $S(\omega)$ 、観測点効果 $R(\omega, t)$ 、伝播効果 $C(\omega, t)$ とし

$$A_{ij}(\omega, t_k) = S_{ij}(\omega) \cdot R_i(\omega) \cdot C(\omega, t_k) \quad (1)$$

$$C(\omega, t_k) = t^{-m/2} \cdot \exp\left(-\frac{\omega \cdot t_k}{2Q_c(\omega)}\right) \quad (2)$$

と表す。レファレンス点( $A_0$ )に対する $i$ 番目の観測点の $SAF_i$ は、伝播効果が共通であれば、

$$\frac{A_{ij}(\omega, t_k)}{A_{0j}(\omega, t_k)} = \frac{R_i(\omega)}{R_0(\omega)} \cdot \frac{S_{ij}(\omega)}{S_{0j}(\omega)} = \frac{R_i(\omega)}{R_0(\omega)} \equiv SAF_i(\omega) \quad (3)$$

と表すことが出来る。次に、断層領域に震源をもつ $j$ 番目の地震に対してSAFを補正しコーダ増幅率(CAF)を求める。

$$SAF_i^{-1}(\omega) \times \frac{A_{ij}(\omega, t_k)}{A_{0j}(\omega, t_k)} = \frac{S_{0ij}(\omega)}{S_{00j}(\omega)} \cdot \frac{S_{c0j}(\omega)}{S_{cij}(\omega)} \\ = \frac{S_{c0j}(\omega)}{S_{c0j}(\omega)} \equiv CAF_j(\omega) \quad (4)$$

もし地殻が一樣なランダム媒質とすると、 $CAF \sim 1$ となるであろう。逆に $CAF > 1$ の場合は、解析誤差の他、震源領域もしくは特定の震源-観測点組空間に関してコーダ振幅の増幅が生じる何らかの機構がある可能性も考えられる。

### 4. 観測点特性

本地域における $Q_c^{-1}$ 値は、2~16 Hzでは成分・観測点・震源の深さによる差異はなく、各々の帯域でほぼ一定値をとる。よって減衰特性は阪神淡路地域では共通と仮定でき、断層領域外の26この地震記録から各観測点のSAFを求めた。レファレンスは、8つの定常観測点の記録の平均を用いた。SAF値の大きさは地質年代と相関があり、古い時代の観測点ではSAFは小さく、データのばらつきは小さくなる傾向がある。

### 5. コーダ増幅特性

断層沿いで起こった115個の地震について、観測点特性の補正を行った後、各観測点でのCAFを求めた。Fig.1が示すようにCAFはイベント-観測点及び周波数の組合せに依存する値を示し、敏感性を有すると考えられる。更に単純な幾何学減衰項( $R^{-1}$ )だけでは表せない距離依存の減衰項( $R^{-0.5 \sim 1.3}$ )を持ち、波の伝播中の複雑な経路を示すものと思われる(Fig.2)。この距離依存性を補正した結果、CAFは、主に断層沿いの観測点では、野島断層や神戸の一部地域下深部数~10数kmに震源をもつ地震の特定の周波数帯では、 $CAF > 1$ の傾向があることが分かった。野

島断層に震源を持つ地震では、1~4 Hz 帯域の CAF が、神戸側のそれよりも 2~10 倍大きくなっている (Fig.3)。これは、一様に分布したランダム媒質では説明できず、Yomogida et al. (1997) のモデルを用いると、この震源の深さに散乱強度 (周波数からみて 0.25~1 km 程度の大きさ) が集中的に存在していることを示唆している。

## 6. まとめ

S波コーダを用いて阪神・淡路及び周辺地域における減衰特性および観測点増幅特性を評価し、その上で同地域での微細不均質構造の特徴を調査した結果、野島断層深部数~10 数 km には 0.25~1 km 程度の大きさの散乱強度の大きな領域が存在することが分かった。

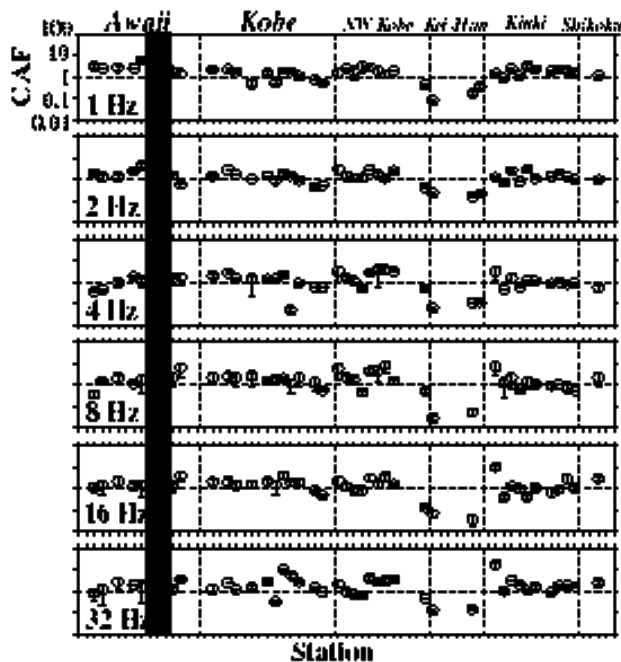


Fig.1 A plot of relative coda amplification factor (CAF) versus stations in each frequency band for an event (M3.4) occurring on February 19, 1995, inside the coseismic fault area. Shaded area represents anomalous CAF values at G3ET.

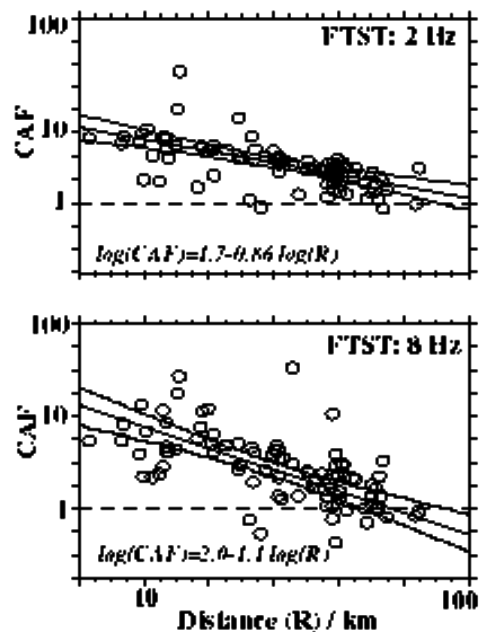


Fig.2 Relationship between CAF values versus hypocentral distance at the frequency band of 2 and 8 Hz with the least-square lines estimated at FTST.

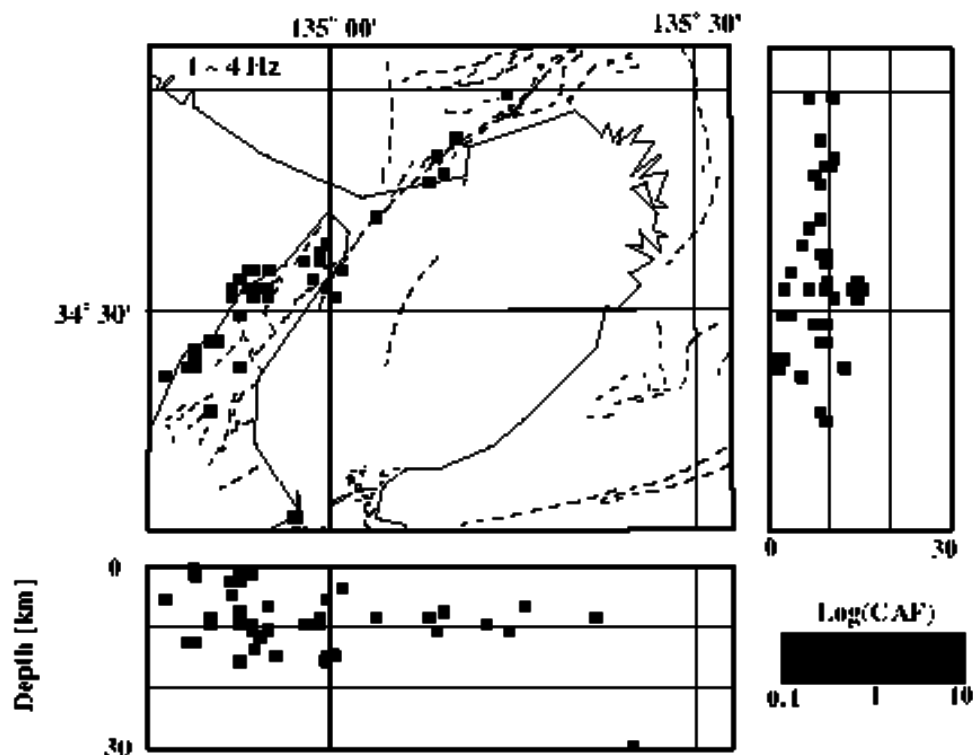


Fig.3 Distribution of the normalized CAF values averaged in a 1 x 1 km-nested area in the horizontal and vertical cross sections in the frequency range of 1 to 4 Hz. CAF values are relatively larger around the depth of 10 km beneath the Nojima fault in the Awaji Island.