

## 震源・パス・サイトを Convolution 表現した時の振幅のバラツキ（その2）

## Fluctuation of wave amplitude when assuming convolution of source, path and site factors (2)

# 干場 充之[1]

# Mitsuyuki Hoshiba[1]

[1] 松代精密地震観

[1] Matsushiro Seis. Obs.

## 1. はじめに

観測される地震動のフーリエスペクトル  $O_{ij}(f)$  は、震源の項  $S_i(f)$ 、パスの項  $T_{ij}(f)$ 、およびサイトの増幅特性  $G_j(f)$  の積、 $O_{ij}(f) = R \cdot S_i(f) \cdot T_{ij}(f) \cdot G_j(f)$  で、また、時間軸上ではコンボリューションで表現される場合が多い。ここで、添え字の  $i$  は  $i$  番目の地震を、 $j$  は  $j$  番目の観測点を表し、 $R$  は 4 象限型の震源球解を表す。上記の表現を用いて、相対的な震源の強さや、パスの影響（たとえば  $Q$  値など）、サイトの増幅特性の定量的な見積もりが行なわれているが、この表現の定量的な限界を考慮して議論されることは少ない。そこで、2000 年秋の地震学会では、震源メカニズムの良く似た非常に近接したところで発生した 2 つの震源を考え、震源間の距離に比べてかなり遠方の各観測点でスペクトルの比、 $O_{1j}(f) / O_{2j}(f)$ 、を取ることで、この表現を用いた時にどの程度、スペクトルの振幅に不安定性（バラツキ）があるのか、についての考察を報告した。震源メカニズム、およびパスが似ていること（ $T_{1j}(f) = T_{2j}(f)$ ）、サイト特性は共通なことから、この比は、観測点に寄らず、震源項の比、 $S_1(f) / S_2(f)$ 、になることが予想される。しかしながら、防災科技研の K-NET のデータを用いた 1997 年の鹿児島県北西部の地震の余震を用いた場合の結果は、観測される震源スペクトルの比、 $S_1(f) / S_2(f)$ 、の最小と最大では、約 10 倍の違い（バラツキ）がある場合もあり、このことは、たとえ上記の表現を用いたとしても、これだけでは地震波の振幅の評価が桁で違う場合もありうることを示している。そこで、今回は、そのバラツキの原因について議論する。

## 2. 方位各依存性

震源スペクトルの比、 $S_1(f) / S_2(f)$ 、を方位角の関数としてプロットすると、はっきりとした方位角依存性が見られる場合がある。特に、大きなバラツキを示した場合には明瞭である。この方位角依存性の原因としては、(1) Site の増幅特性の方位角・入射角依存性、(2) 震源メカニズムの微妙な違い、(3) 震源付近の異常な構造、(4) 破壊伝播方向の相違、が考えられる。(1) に関しては、震源間の距離が 1.6km の地震のペアで 40 - 120km の震源距離の場合でも明瞭に見られる場合があり、この場合、方位角・入射角の差は極わずかなので、バラツキの原因である可能性は低い。(3) に関しては、方位角依存性が明瞭な震源では、どの方向にある震源とのペアを取っても同じような方位角依存性が出てくるので、異常な減衰域や低速度域が存在する可能性は低い。(2) に関しては、S 波部分ばかりでなく、放射特性の異なる P 波部分でも同じような方位角依存性の傾向が見られることから、この原因である可能性は低い。したがって、(4) の破壊伝播方向の相違である可能性が残る。破壊伝播速度として、S 波速度の 0.8 倍程度を与えてやれば説明可能である。

## 3. 破壊伝播方向の相違

破壊伝播方向が振幅に与える影響についての考察は、Ben-Menahem 1961 を始め広く行われてきており、最近では、三宅 2000 や中村 (2000) の報告がある。今回得られた震源スペクトルの比、 $S_1(f) / S_2(f)$ 、の方位角依存性は、コーナー周波数付近のある限られた周波数帯に限られており、Boor and Joyner (1978) や Joyner (1991) が述べるような、「コーナー周波数以上の全ての高周波数で方位角依存性が予測される」という結果にはなっていない。三宅 2000 も、遠方場でない場合を解析し、Boor and Joyner (1978) や Joyner (1991) が述べるようにはならなかった、と報告しているが、今回は、遠方場と考えられるような遠距離の場合 (M4.6 クラスの地震で震源距離が 40km 以上) でも彼等の予測とは異なる結果が得られた。

## 4. 課題

得られた方位角依存性が破壊伝播方向の相違に起因するものだとすると、南北方向で震源スペクトルの比、 $S_1(f) / S_2(f)$ 、の山谷がある場合もあり、これは東西に伸びる余震域で南北方向に破壊が進行したイベントの存在を示している。2. では、(4) の可能性が残ると述べたが、P 波と S 波部分を解析した結果を吟味すると、方位角依存性の傾向が同じであるばかりでなく、その振幅もほぼ等しい (P 波と S 波では破壊伝播速度との比が異なるため、方位依存性の振幅は異なることが予測される)。このことは、単純に破壊伝播方向の相違のみではなく、さらに別の要因を考察する必要性を示しているのかもしれない。