

南関東地域で観測されたS波から推定される震源特性・伝搬経路特性および観測点近傍の増幅特性

Source, path, and site effects estimated from S waves observed in southern Kanto, Japan

干場 充之 [1], 吉田 康宏 [1], 勝間田 明男 [2], 前田 憲二 [1], 石川 有三 [1]

Mitsuyuki Hoshiba [1], Yasuhiro Yoshida [2], Akio Katsumata [3], Kenji Maeda [2], Yuzo Ishikawa [1]

[1] 気象研, [2] 気象大学校

[1] Meteorological Res. Inst., [2] MRI, [3] Meteorological College, JMA

南関東の4観測点にて得られたS波のスペクトルから震源特性、伝播経路特性、観測点近傍の増幅特性を分離して求めることを試みた。観測されるS波のスペクトルは、震源スペクトル、S波の減衰特性（ Q_s^{-1} 値）、測点の増幅特性の積で表されると仮定し、S波加速度スペクトルを対数で表現した後、線形インバージョンを行なった。関東平野の縁部に設置された観測点では高周波において大きな増幅特性が得られた。また、 s^{-1} 値は、3 - 2.0 Hzで、-0.5乗に比例する結果となった。高周波や低周波が卓越する地震を震源スペクトルから定義して、その深さ依存性と地域依存性を調べた。深い地震の方が高周波が卓越するようである。

南関東の4観測点（東松山（HIG）、柏（KAS）、鹿野山（KAN）、銚子（CHO））にて得られたS波のスペクトルから岩田・入倉（1986）やKato(1994)などで試みられた方法、すなわち観測された多数の地震波形から震源特性、伝搬経路の減衰特性、観測点近傍の特性をインバージョンによって分離する方法を用いて、これら3つの特性の評価を行なった。Far-Fieldでの観測記録のスペクトルは、震源特性を表す震源スペクトル、伝搬経路の減衰特性を表すスペクトルおよび観測点近傍の増幅特性を表すスペクトル（以後、観測点スペクトルと呼ぶ）の積で表されると仮定すると、j番目の観測点で観測されるi番目の地震のS波のスペクトル O_{ij} は、

$$O_{ij}(f) = R_{\theta\phi} \cdot 1 / r_{ij} \cdot S_i(f) \cdot P_j(f) \cdot \exp(-\pi f r_{ij} / (V_s \cdot Q_s))$$

によって表現される。ここで、 $R_{\theta\phi}$ はラディエーションパターンの項、 r_{ij} は震源距離、 S_i はi番目の地震の震源スペクトル、 P_j はj番目の観測点の観測点スペクトル、また、 V_s 、 Q_s はそれぞれ伝搬経路の平均的なS波速度とQ値を表す。この表現では Q_s 値の地域依存性は少ないものと仮定している。また、以後、 $R_{\theta\phi}=1$ と仮定する。上記の式に常用対数を取った後、線形インバージョンにより、 $S_i(f)$ 、 $P_j(f)$ および Q_s を求めた。この際、今回用いた4観測点のうち、CHOのみが岩盤上（白亜系）の観測点であるので、また、以下の解析で示すように、CHOがすべての周波数で4観測点中最小または最小に近い値を示すことから、観測波形数が少ないもののこの点をレファランスポイントとし、2倍の増幅があると仮定した。インバージョンの結果、観測点スペクトル $P_j(f)$ に関しては、KASはすべての周波数帯でCHOとほぼ同程度でと求まった。HIGやKANは1 Hz付近の低周波数ではCHOとほぼ同程度の増幅率であるが、1.0 Hz付近の高周波数ではKANで10倍程度、HIGでは数10倍程度の増幅率と求まった。 Q_s 値に関しては、3 Hz以上に関しては周波数の0.5乗程度に比例する結果が得られたが、3 Hzよりも低周波側では激しく変化している結果となった。これは、 $R_{\theta\phi}=1$ と仮定したこと、Geometrical Spreading Factorを $1 / r_{ij}$ と仮定したことが、不適切だったせいかもしれない。震源スペクトル $S_i(f)$ に関しては、特に高周波の輻射の強さに注目し、 $S_i(f) / S_0(f)$ という量を考えた。この量は、コーナー周波数以上で周波数に依存しない常数になる事が予想される。ここで、 $S_0(f)$ は基準とした地震（最大の地震）の震源スペクトルであり、比を取るのには、 $S_i(f)$ は見かけの震源スペクトルなので、仮定した観測点スペクトルの影響を打ち消すためである。今回は特に高周波の輻射に注目するので、震源スペクトルの比で、5から20 Hzまでを平均したものをその地震の高周波の輻射量として代表させ、 $\langle S_i(f) / S_0(f) \rangle$ で表すことにする。また、地震の規模を表す指標としては低周波数の極限から求めることに相当するモーメントマグニチュード、 M_w を用いるのが理想的であるが、今回解析した地震のうち精度の良い M_w が求まっているのは少数なので、ここでは気象庁マグニチュード M_j を用いることにする。 ω^2 乗モデルでは、 $\log \langle S_i(f) / S_0(f) \rangle$ は、 $0.5M_j$ に比例する事が予想される。そこで、 $H = \log \langle S_i(f) / S_0(f) \rangle - (0.5M_j + C_2)$ を考え（ C_2 は M_j によらない定数）、 $H > 0.0$ の場合を高周波の卓越する地震、 $H < 0.0$ の場合を低周波の卓越する地震とし、以後、それぞれを高周波地震、低周波地震と呼ぶことにする。 H の深さ依存性に関しては、データが少なくははっきりしないものの深さが50 kmから120 kmの範囲で深さと共に H が大きくなり高周波が卓越するような傾向が見える。これは、加藤ら（1998）らの結果と同じ傾向である。ただし、 Q_s 値が深さとともに大きくなる構造で、今回の解析法を適用した場合、 H が深さとともに見かけ上大きくなるように見える可能性がある。また、 H の地域依存性に関しては、今回解析した地震からでは、明瞭な地域性はわからなかった。