

## 論文の内容の要旨

論文題目: **Tomographic inversion of ground motion amplitudes for the 3-D attenuation structure beneath the Japanese islands**

(地動振幅トモグラフィーによる日本列島下の三次元減衰構造)

氏名: 関根 秀太郎

### 1. 研究の目的

地震動の振幅分布や震度分布が同心円状に広がらず異常な形状を示す例などから日本列島下の減衰構造は速度構造と同程度に三次元的に複雑であることが予想される。そこでこの減衰構造を地震動の振幅データに対して $Q$ 値を指標としたトモグラフィー解析を行うことによって求める。その結果から火山フロントや海洋性プレートなどに代表される日本列島下の地殻や上部マントルの構造を三次元的に捉える。また、得られた $Q$ 値構造に対して地震動シミュレーションを行った。

### 2. データ

気象庁の地震月報(1994年1月~2000年12月)の上下動最大速度振幅データのうちP波あるいはS波の到着時刻から2秒以内に読み取られたものをP波あるいはS波の最大振幅とし、さらに周期の情報から5Hz(周期0.1~0.3s)と2Hz(周期0.4~0.6s)中心の振幅データとして選択した。5Hzの場合、P波では2328個の地震から得られた合計19260個の振幅データを、S波では3236個の地震から得られた合計31004個の振幅データを解析に用いた。また観測点の総数は947点である。

### 3. 解析手法

ある周期での地動振幅  $A_{ij}$  は、震源の効果  $S_i$ 、観測点近傍での増幅率  $G_j$ 、幾何減衰  $1/R_{ij}$  と値の効果のコンボリューションで書き表されるとし、その式の対数をとった

$$\log A_{ij} = \log S_i + \log G_j - \log R_{ij} - \pi f \sum_k T_k Q_k^{-1}$$

を観測方程式とした。ただし振幅データは大きな観測誤差を含んでいる事が予想されるため、初期値として地殻およびマントル内の  $Q$  は 500、太平洋スラブ内の  $Q$  には 1500 を与えて逐次的な最小二乗法で解いた。

また震源での振幅は方位依存性のない  $\omega^2$  モデルを仮定し、その値は全データの平均値を用いて計算することとした。また震源距離  $R_{ij}$ 、および走時  $T_k$  を計算する際に必要な三次元 P 波および S 波速度構造に関しては吉位・他(2001)のモデルを用い、Koketsu and Sekine (1998) の方法により三次元の波線追跡を行った。

### 4. 解析結果

図 1 の上段に S 波の  $Q$  値 ( $Q_s$ ) の深さ 10, 25, 40km での分布を、下段に P 波の  $Q$  値 ( $Q_p$ ) の分布を示した。東北地方の火山フロントに沿った地域では  $Q$  値が低く、その東側では非常に高い  $Q$  値を示していることが特に  $Q_s$  で明瞭に見える。この傾向は九州地方の火山フロントにも若干見られる。また関東地方におけるフィリピン海スラブ上面の深さ 40km 付近には低  $Q_s$  領域が現れた。この地域は Kamiya and Kobayashi (2000) がポアソン比から蛇紋岩分布の可能性が指摘した地域である。

一方、西南日本におけるフィリピン海スラブの沈み込みに伴う高  $Q$  値は、特に  $Q_p$  で明瞭であり微小地震活動から得られているスラブ上面とよく似た形状を示している。また瀬戸内海ではフィリピン海プレートが深さ 65km 付近まで確認できる。

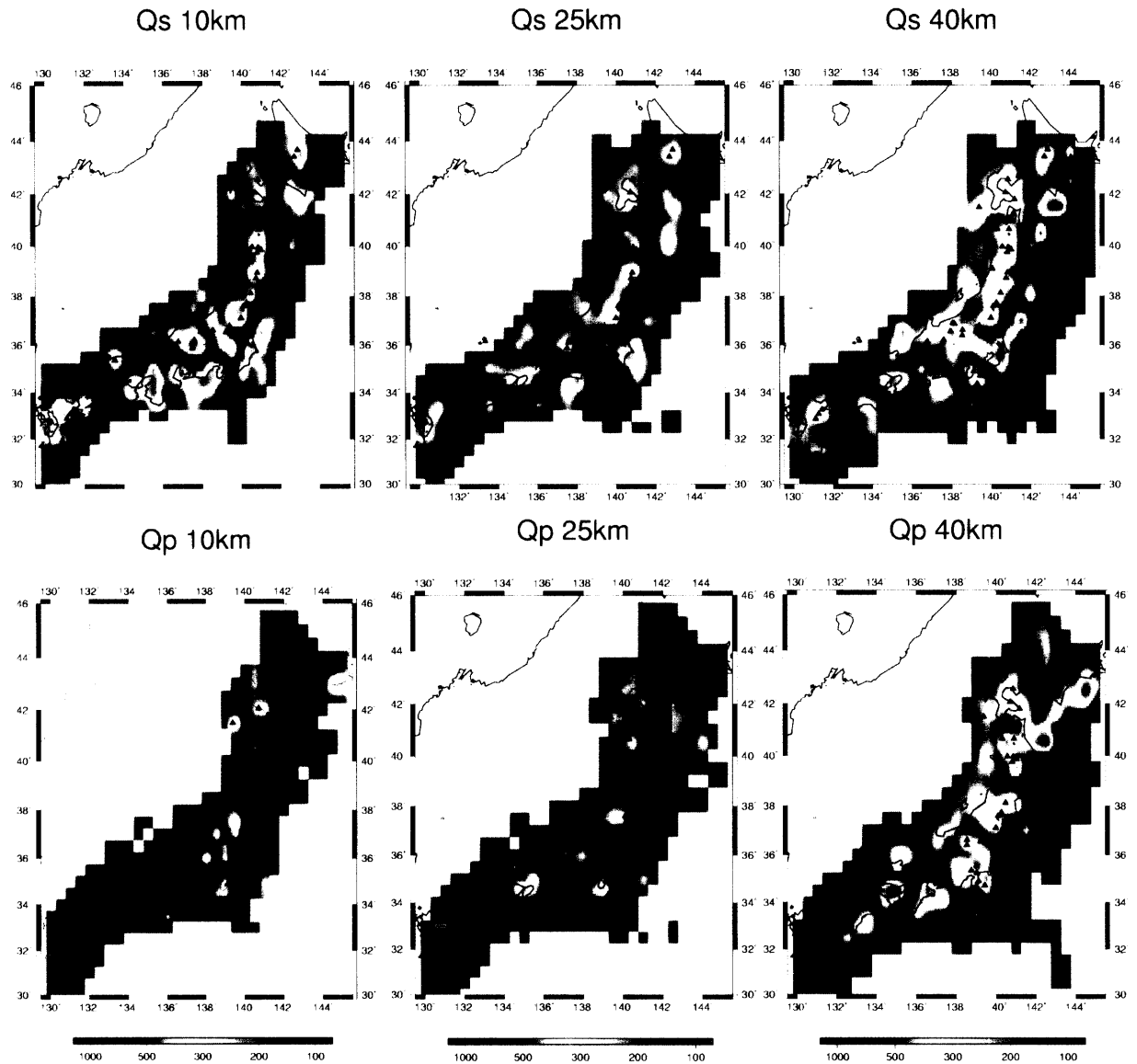


図1：(上段)左から10km, 25km, および40kmにおけるS波Q値の分布を,  
 (下段)左から10km, 25km, および40kmにおけるP波Q値の分布を示す。  
 どの図も寒色系の色が高Q値を示し, 暖色系の色が低Q値を示している。  
 また図中の三角は第4紀の活火山を示す。

## 5. 地震動シミュレーションへの応用

茨城県の海岸線付近、深さ約 100 km の地震を例に観測された振幅値をみると図 2(a)のように火山フロントの東側では大きな距離でも振幅があまり減衰しないのに対し、火山フロントの西側では同じ距離でも東側に比べて大きく減衰していることがわかる。求められた三次元 Q 構造に対する地震動シミュレーションを行いこのような現象の再現を試みた。図 2 (b) は Q 構造を考慮した場合であり、図 2 (c) は Q 構造を考慮しなかった場合の図であるが、Q 構造を考慮した場合、絶対振幅を含めてかなりの精度で観測振幅を再現できることが分かった。

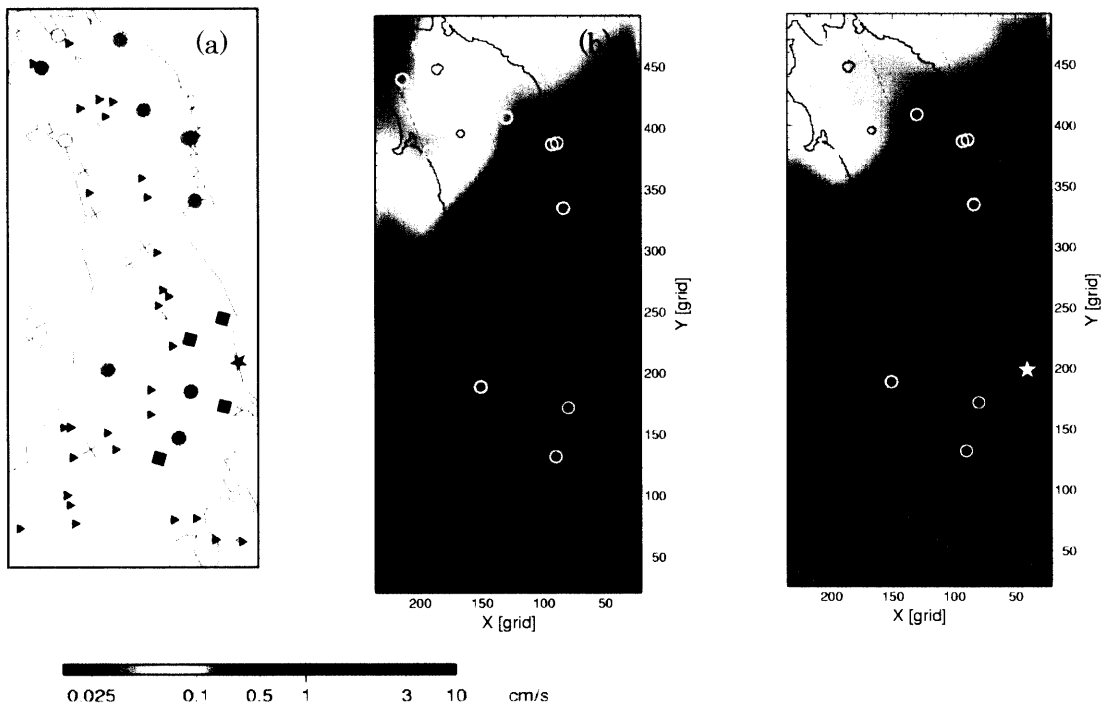


図2: 茨城県の深さ約100kmで起こった地震(星印)に対して  
(a) 実際に観測された上下動振幅 (四角は振り切れた観測点を示し、バツ印は初動のみで最大振幅が報告されていない点を示す).  
(b) Q値を考慮した場合に対する三次元波動シミュレーションの上下動成分の結果.  
(c) Q値を考慮しなかった場合に対する三次元波動シミュレーションの上下動成分の結果.