

関東堆積盆地の長周期地震動の卓越周期等に関する考察

吉本和生・武村俊介（横浜市立大学）

1. はじめに

関東堆積盆地では、その周囲で発生する浅発の中・大地震ともない周期 7 秒程度の長周期地震動が励起されることが既往の研究で報告されている。本研究では、強震観測網（K-NET/KiK-net）および首都圏強震動総合ネットワーク（SK-net）の観測点で得られた波形記録を解析し、堆積盆地の局所的な構造（地震基盤深度など）と長周期地震動の卓越周期の関連性を明らかにするとともに、その特徴について波動論的な解釈を試みた。

2. 解析対象の地震・解析方法

関東堆積盆地の周囲で発生した浅発の地震のうち観測波形の目視によって長周期地震動の発生が確認できた7つのイベントを解析対象とした（図1(a)）。地震のマグニチュードは5.8～7.5、震源の深さは11km以浅である。地震はその方位角分布ができるだけ広くなるように選出した。関東堆積盆地内のK-NET/KiK-netおよびSK-netの観測点は長周期地震動の卓越周期の特徴を議論する上で十分な数がある（図1(b)）。長周期地震動の卓越周期は、S波を含む150秒間の水平動の速度波形のフーリエスペクトル解析によって求めた。

3. 長周期地震動の卓越周期

総数 2032 の波形記録より求めた長周期地震動の卓越周期と地震基盤深度（JIVSM (Koketsu et al. 2008) による）との関係を図2に示す。本研究で解析した地震についても、周期 7 秒程度の長周期地震動が関東堆積盆地内で強く発生していることが分かる。卓越周期について詳しく見ると、地震基盤深度が約 2 km 以深の地点では、ばらつきは見られるものの概ね 7 秒程度の値をとる。一方、地震基盤深度が約 2 km 以浅の地点では、異なる二つのトレンド、(1)地震基盤深度の増大とともに卓越周期が長くなる、(2)地震基盤深度に依らず概ね一定の卓越周期（7 秒程度）を示す、が図中に分岐状に見られる。前者は北方に位置する地震、後者は南方に位置する地震について強く確認される特徴である。後者の特徴は、海洋性堆積層で励起された表面波（例えば、Furumura et al., 2008）の到来による影響を反映しているものと考えられる。

4. 考察・まとめ

上述の解析結果は、本研究で解析した規模の浅発地震では、その長周期地震動の卓越周期がほぼ 7 秒で頭打ちになることを示している。本研究では、この観測現象の理解を目的として、関東堆積盆地の標準的な地震波速度構造モデルを用いて長周期地震動を引き起こす表面波の性質について考察した。考察においては、問題を単純化するために局所的な 1 次元地震波速度構造を仮定した。

関東堆積盆地の標準的な地震波速度構造モデルには、当該地の地震波速度の深さ変化と地震基盤深度が盆地中央部での特徴を近似している KiK-net 岩槻（SITH01）のモデル（図3(a)）

を選んだ(Yoshimoto and Takemura, 2014a). この地震波速度構造モデルについて、表面波の励起強度を評価するために Love 波と Rayleigh 波の amplitude response (= medium response / wavenumber とする) を求めた結果を図 3 (b)に示す. この結果は、関東堆積盆地内においては Love 波の基本モードによる長周期地震動が支配的になることを強く示唆するものであり、長周期地震動として大振幅の Love 波が観測されたとする既往の研究(例えば, Yamazaki et al., 1992) と調和的である.

図 4 に、標準的な地震波速度構造モデルにおいて地震基盤深度を変化させたときの Love 波 (基本モード) の amplitude response を示す. 地震基盤深度が約 2 km 以浅である場合には、特定の周期に amplitude response にピークが現れ、この周期にあたる Love 波が強く励起されることが予想される. このピークが発現する周期を図 2 の上に重ね書きすると、観測された長周期地震動の卓越周期と地震基盤深度 (< 2 km 以浅) との関係を概ね説明できることがわかる. ちなみに、図 4 において amplitude response が短周期帯で平坦になるのは、堆積層内における S 波の伝播方向が S 波速度の鉛直勾配によって上向きに曲げられるためである. また、地震基盤深度が約 2 km 以深では、amplitude response の形状がほぼ同一になることがわかる. このことは、励起される Love 波 (基本モード) が堆積盆地の浅部 (< 2 km 以浅) の構造によって特に強く特徴付けられていることを示している.

謝辞

本研究では、防災科学技術研究所の強震観測網 (K-NET/KiK-net) の強震記録ならびに F-net の CMT 解を使用させて頂きました. また、首都圏強震動総合ネットワーク (SK-net) の強震記録を使用しました. 表面波の 1 次元問題解析には、久田嘉章博士及び Dr. R. B. Herrmann が公開されているコンピュータプログラム (Herrmann, 2013 など) を使用させて頂きました. 図の作成には、Generic Mapping Tools (Wessel and Smith, 1998) を使用しました. 記して感謝いたします.

* 本研究の内容の詳細については、以下の資料からご確認いただけます.

Yoshimoto K, Takemura S (2014a) Surface wave excitation at the northern edge of the Kanto Basin, Japan. *Earth Planets Space* 66:16, doi:10.1186/1880-5981-66-16

Yoshimoto K, Takemura S (2014b) A study on the predominant period of long-period ground motions in the Kanto Basin, Japan. *Earth Planets Space* 66:100, doi:10.1186/1880-5981-66-100

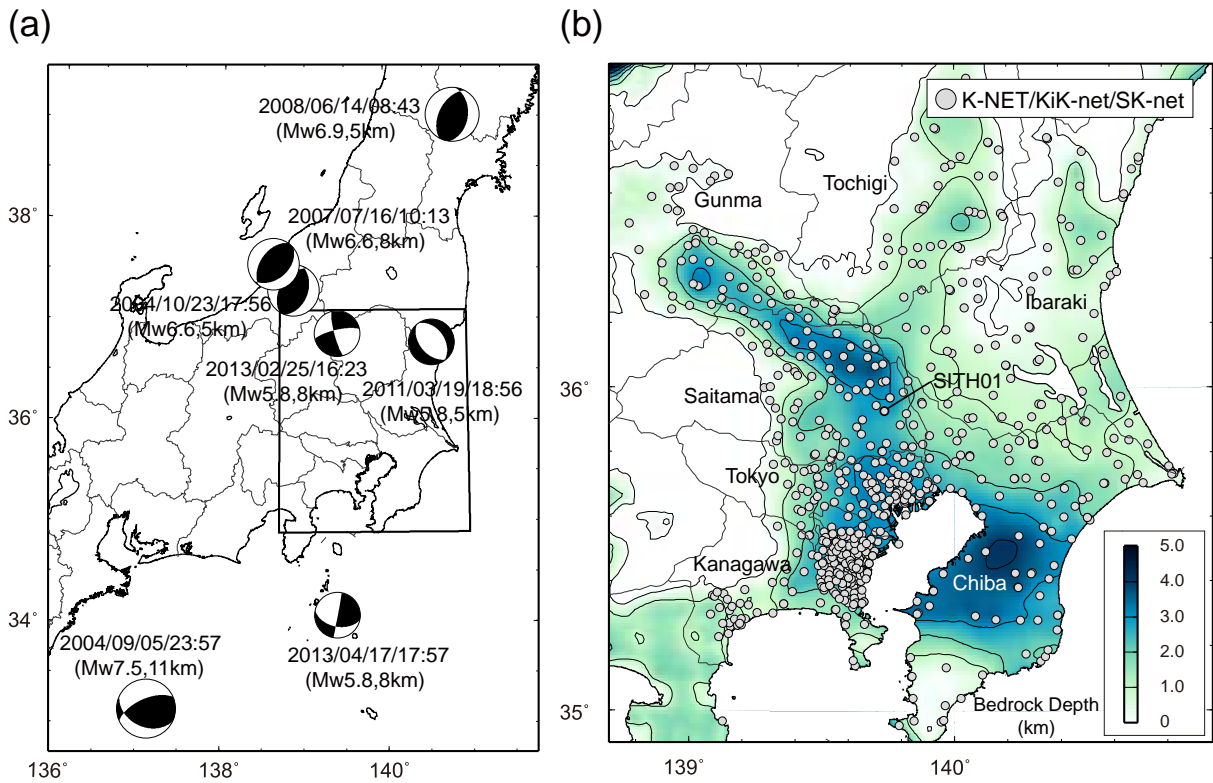


図1. (a) 解析した7つの地震の震央分布. 発生日時, モーメントマグニチュード, 震源の深さ, CMT解 (防災科学技術研究所のF-netによる) を示す. 図中の枠囲みは右図に表示した領域を示す. (b) K-NET/KiK-net および SK-net の観測点の分布. 地震基盤深度 (Koketsu et al. 2008) の地域変化を等深線で表示.

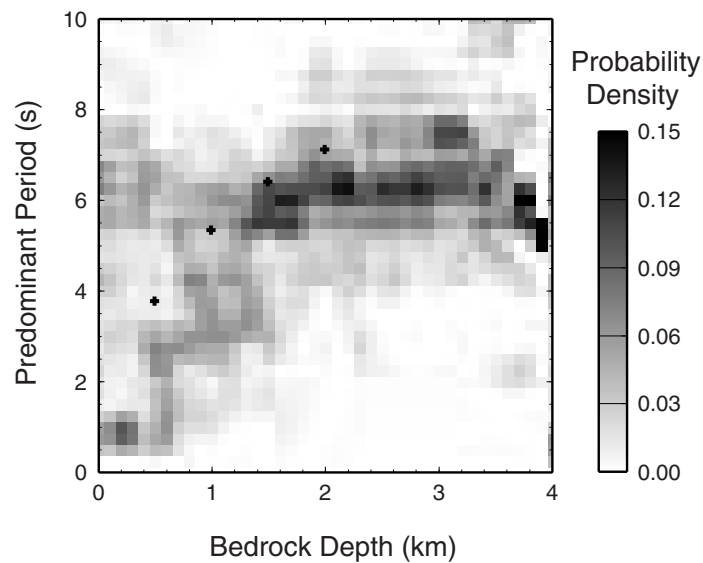


図2. 長周期地震動 (水平動合成) の卓越周期と地震基盤深度 (JIVSM による) の関係. 図中の十字印は, Love波の基本モードの amplitude response のピーク周期 (図4参照) の位置.

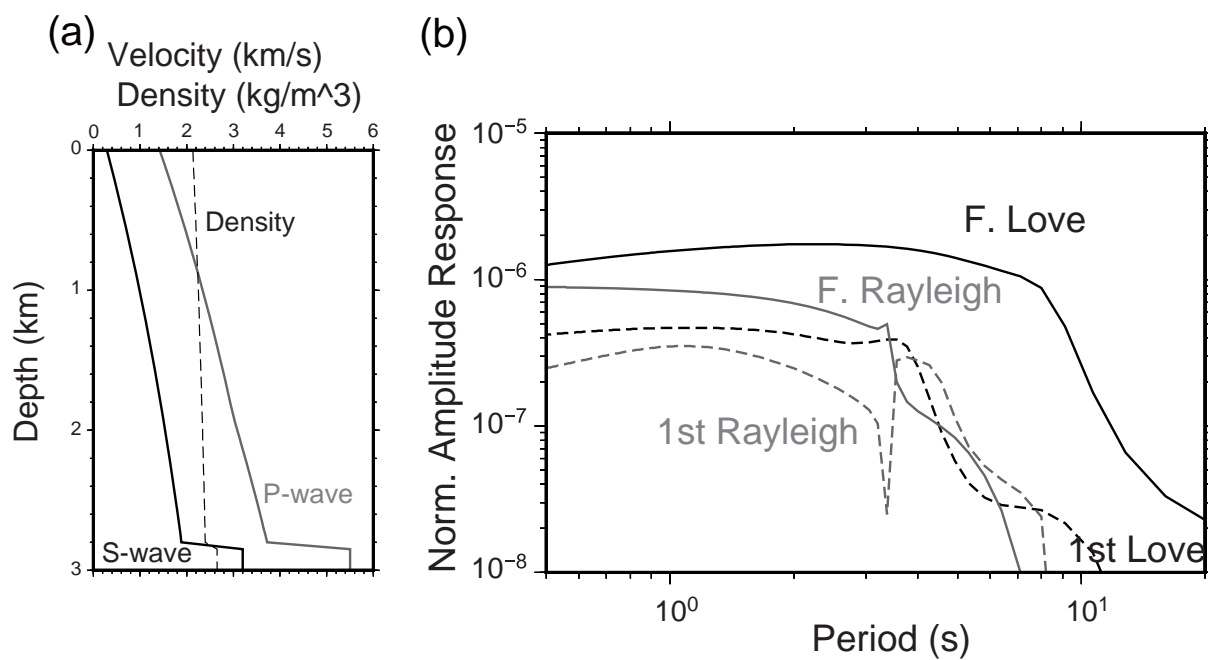


図 3. (a) KiK-net 岩槻 (SITH01) における堆積層の地震波速度構造モデル (Yoshimoto and Takemura, 2014a). (b) 左図の地震波速度構造モデルから求められる Love 波と Rayleigh 波の amplitude response の周期依存性.

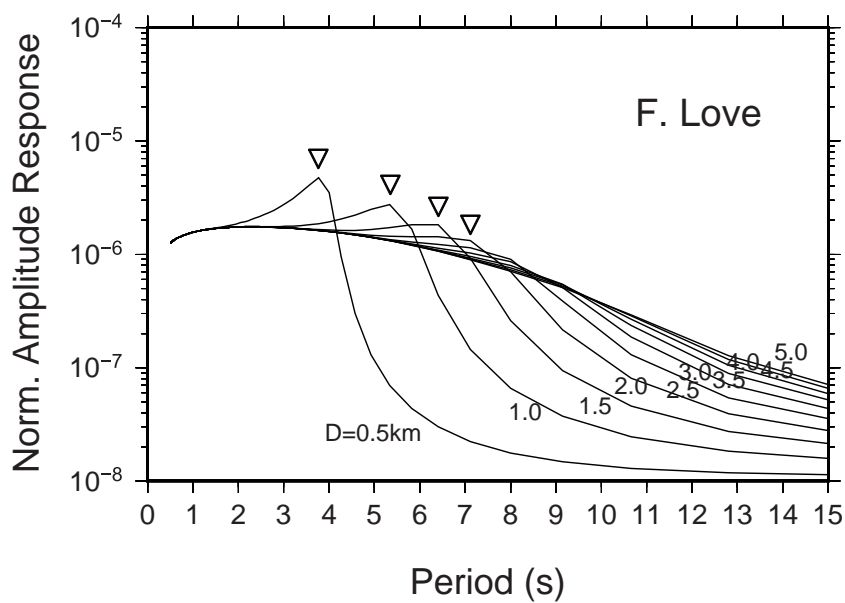


図 4. 図 3 (a) の地震波速度構造モデルの地震基底深度を変化させて求めた Love 波の基本モードの amplitude response の周期依存性.