HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	深発地震を用いた東京湾岸地域の長周期地震動特性評価
Author(s)	植竹, 富一
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 73, 49-55
Issue Date	2010-03-19
DOI	10.14943/gbhu.73.49
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/44456
Type	bulletin (article)
File Information	73_06_p49-55.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学地球物理学研究報告
Geophysical Bulletin of Hokkaido University, Sapporo, Japan
No. 73, March 2010, pp. 49－55

深発地震を用いた東京湾岸地域の長周期地震動特性評価

植竹　富一
東京電力株式会社技術開発研究所

（2009 年 12 月 25 日受理）

Evaluation of the long-period ground motion characteristics in Tokyo Bay area using the deep earthquake data

Tomiichi UETAKE
R&D Center, Tokyo Electric Power Company

（Received December 25, 2009）

A deep（H＝374 km）earthquake of Mj＝6.7 occurred in Kyoto-Oki region on July 16, 2007. Broad-band velocity ground motions during this event were observed at many thermal power stations in the Tokyo bay area. Waveforms observed at the stations of the east side of the Tokyo bay show longer duration than those at the west side of the bay. The apparent frequencies of later arrivals are lower than those of S-wave parts. Velocity waveforms observed in the mountain area and in the bed-rock of the basin have short duration and no significant later arrivals. This suggests that the later arrivals were excited by the Kanto basin.

Ⅰ．は　じ　め　に

東京電力では，2003 年十勝沖地震を契機に，長周期地震動の基礎データ蓄積を目的とした速度型強震計（東京測振製 VSE-355 G 3）による地震観測を開始した（土方・他，2006）．観測はトリガー方式であるが，速度計を用いているため，加速度計による観測に比べ遠方の地震を長時間にわたり記録している．

2007 年 7 月 16 日の京都府沖の地震（マグニチュード 6.7）は，震源深さ 374 km の深発地震である．この地震では，本州太平洋岸で震度が大きくなる異常震域現象が見られ，関東地方の多くの強震観測点で記録が得られた．震源が深い地震の記録は，入射波が実体波のみと考えられ，サイト直下の影響と盆地端部からの表面波を分離しやすいこと，盆地構造全体へほぼ同じ入射波が期待できることから，盆地内の観測点のサイト特性評価に有効と考えられる．（Sasatani et al., 1992；Uetake and Kudo, 2005）

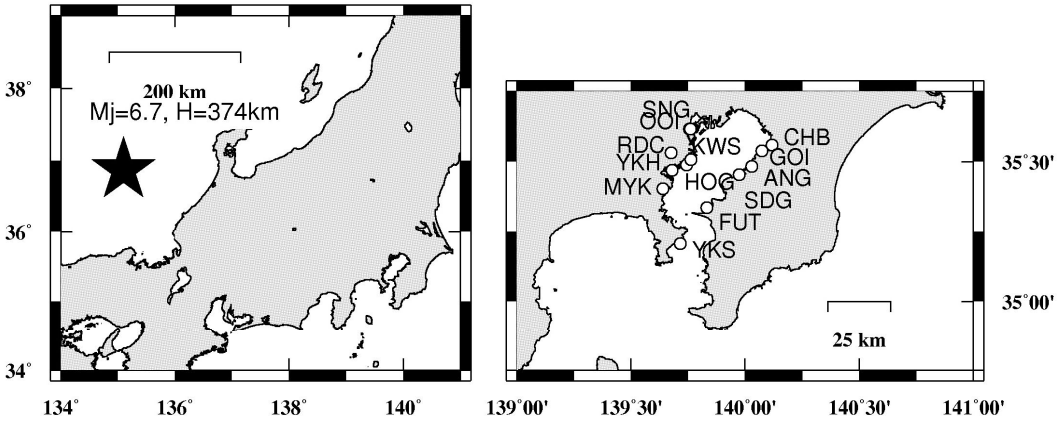

Fig. 1. Epicenter of Kyoto-oki earthquake and observation stations of Tokyo Electric Power Company in Tokyo bay area.

Ⅱ．観測記録の特徴

京都府沖の地震の震央と東京湾岸の速度観測点の関係を Fig. 1 に示す．また，東京湾岸の速度記録（EW 成分）を Fig. 2 に示す．各観測点とも 400～600 秒間の記録が得られている．K-NET 及び KiK-net で公開されている加速度記録が 120 秒～180 秒程度の記録長であるのに対し 2～3 倍の記録時間である．東京湾東側の SDG，ANG，GOI，CHB では，後続波が長周期で継続時間も長くなっている．西側の観測点は東側に比べ継続時間が短いが，HOG と KWS ではやや継続時間が長い．記録を微分して作成した加速度波形を Fig. 3 に示す．観測点により振幅の大小はあるが，S 波以降の震動継続時間も短くなり，東京湾東西の波形の差も小さくなる．速度波形に周波数 0.1～0.2 Hz のバンドパスフィルターをかけて描いた地動速度の軌跡を Fig. 4 に示す．東京湾東側奥の地点（SDG～CHB）が遅れて大きく揺れており，長周期の後続波が発達していることがわかる．

Ⅲ．解析区間長とスペクトル特性

解析区間長がスペクトル特性に与える影響を検討するために，S 波初動の 1 秒程度前から 60 秒，120 秒，240 秒間の波形を切り出し，フーリエスペクトルを作成した（Fig. 5）．スペクトルを比較すると次のような特徴がある．

⑴周波数 0.25 Hz より高周波数側では，解析区間長を変えてもほとんど変わらず 60 秒で十分な評価ができている．

⑵低周波数側では，解析時間長が長いほどスペクトルレベルが大きくなる傾向が見られる．

⑶特に東岸の姉ヶ崎，五井，千葉の周波数 0.1～0.2 Hz のスペクトルは，解析時間 240 秒では西側の観測点に比べ 4 倍程度の値を示すが，解析時間 60 秒の場合は，他の地点より小さく，

スペクトルの計算に長い解析時間が必要であることがわかる．なお，解析時間 60 秒と 240 秒では 10 倍程度異なっており，長周期の後続波が遅れて出現している影響と考えられる．

Ⅳ．平野への入射波について

平野への入射波形を確認するために，関東平野の周辺山地の岩盤やボーリング孔底部が基盤岩

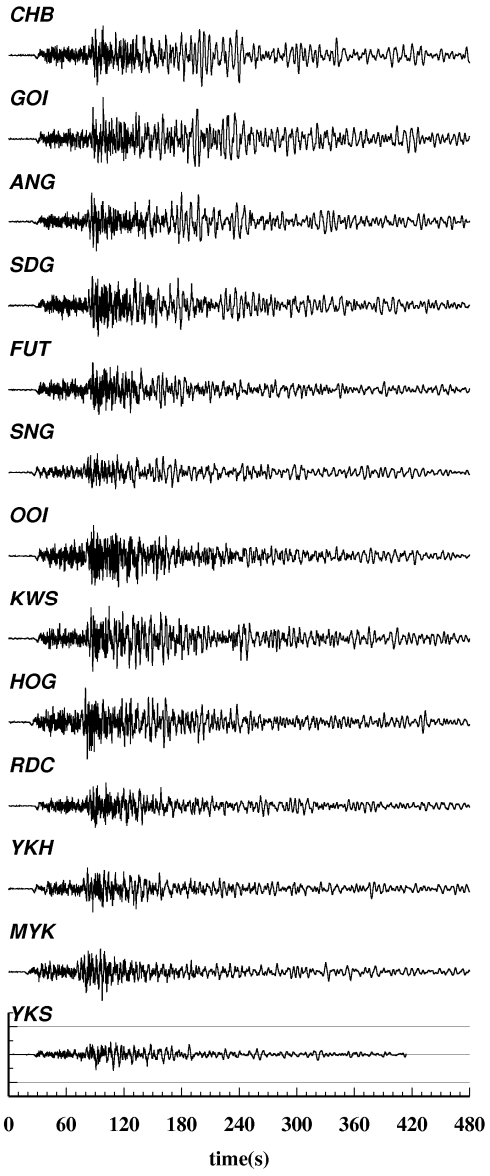

Fig. 2. The East-West component of velocity waveforms observed from the Kyoto-oki earthquake.

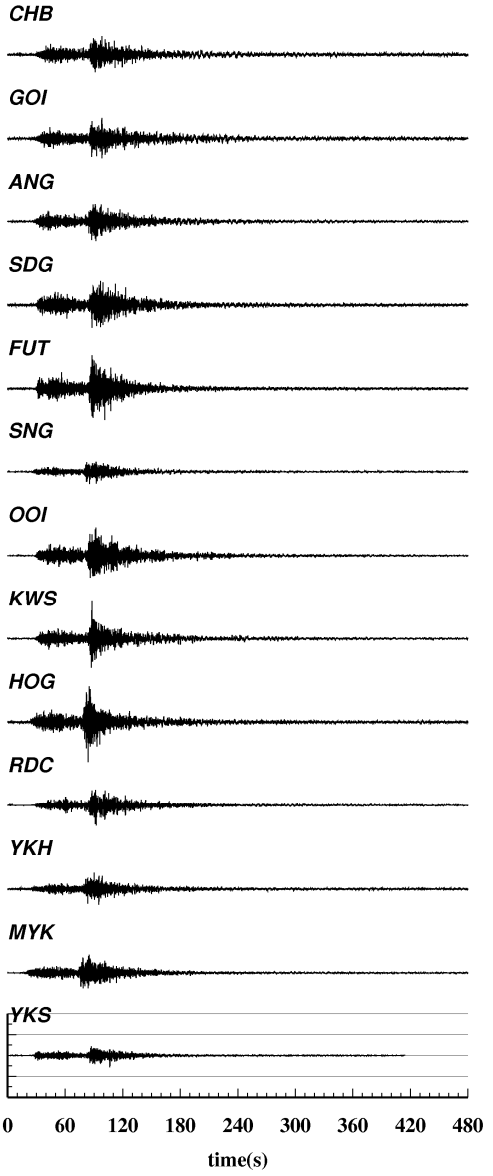

Fig. 3. The East-West component of acceleration waveforms observed from the Kyoto-oki earthquake.

に達していると考えられる KiK-net や F-net の記録を調べた．なお，F-net は，速度型強震計（VSE-355 G 3）による記録を用い，KiK-net は，加速度波形を周波数 0.05 Hz のローカットフィルターをかけて積分し速度波形とした．

西側山地に位置する SGN と TKYH 13，関東平野内の CHBH 04 及び筑波山の TSK の波形を Fig. 6 に示す．西側山地の波形では短周期成分が少ない単純な波形（見かけ周期 7 ～ 8 秒）である．一方，TSK や CHBH 04 の基盤内波形は，西側山地に比べ短周期が多いが，後続波群が短い

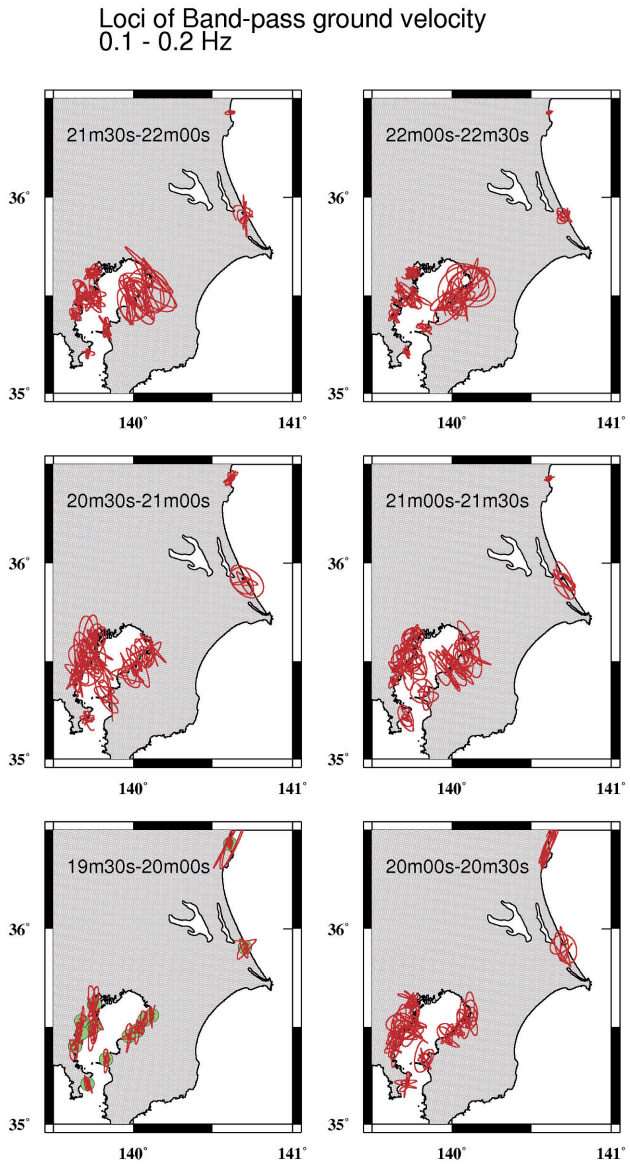

Fig. 4. Loci of band-pass filtered velocity waveforms in horizontal plane. Band-pass frequency is from 0.1 to 0.2 Hz. Loci were drawn for every 30 seconds.

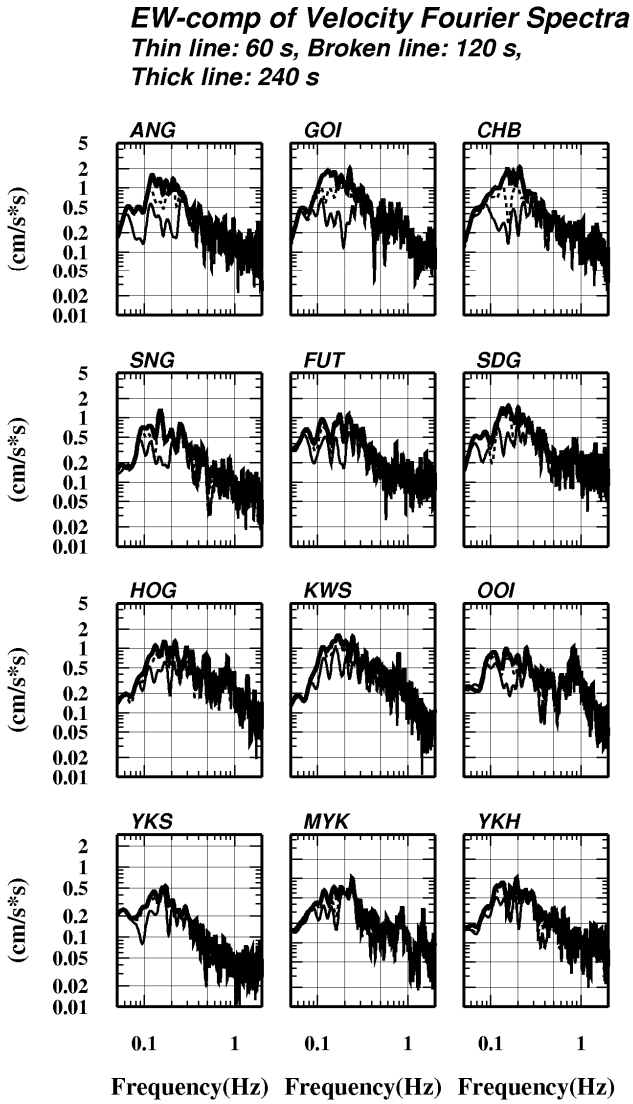

Fig. 5. Fourier spectra of the East-West components of velocity waveforms.

点は同様である．山地部の TKYH 13 では地表と地中で波形に大きな違いはないが，平野部の CHBH 04 の地表波形は，基盤に比べ後続波が発達し，形状が大きく異なっており，平野内で観測される後続波群は関東平野の影響で励起されたものと推定される．

なお，西側山地の観測点を基準に関東平野の観測点のサイトファクターの評価が考えられるが，Fig. 6 に示す波形では西側山地で NS 成分が卓越するのに対し，TSK や CHBH 04 では水平 2 成分の振幅に差がなく，震源の放射特性の影響とも考えられる．平野規模が大きい場合，サイトファクターの基準点の選び方には注意を要する．

V. 終 わ り に

京都府沖で発生した深発地震の記録を用いて，東京湾岸の地震動特性を検討した．東京湾東側の地点の方が，西側に比べ後続波が長周期で継続時間も長い．フィルター波形や解析時間長によるスペクトルの変化を観測点毎に比較すると，関東平野で励起された長周期の後続波（表面波）は，東京湾の湾口部や西側に比べ東側で長時間影響を与えていることがわかる．

関東平野の周辺の岩盤観測点における波形には，顕著な後続波はなく，平野の基盤中で観測された波形にも顕著な後続波は見られない．したがって，平野内で観測された後続波群は関東平野で励起され，平野内を伝播する波と推定される．ただし，周辺山地の観測点と基盤中の波形には放射特性の影響と考えられる差異も見られる．関東平野のような大規模な平野のサイト特性を評価する際には注意が必要である．

謝辞　解析には，東京電力の速度記録，防災科学技術研究所の F-net，K-NET，KiK-net の記録を用いました．作図には GMT（Wessel and Smith, 1998）を用いました．記して感謝いたします．

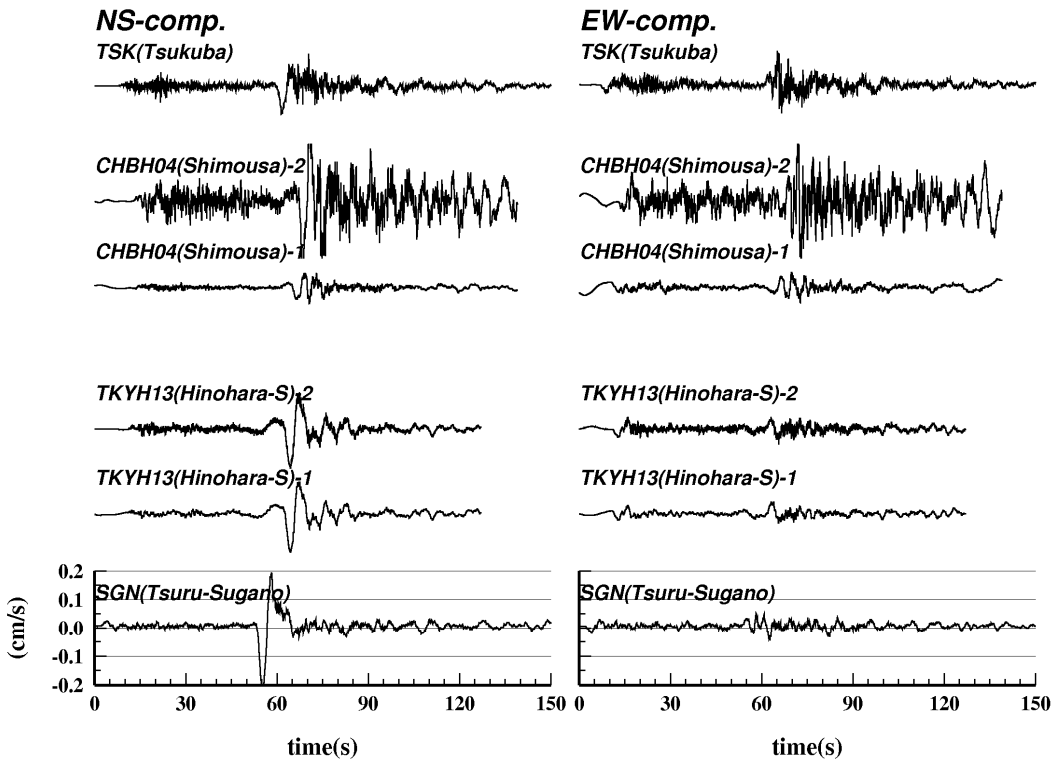

Fig. 6. Comparison of velocity waveforms observed by F-Net and KiK-net.
Stations TSK and SGN are rock site of F-net. CHBH 04 and TKYH 13 are Kik-net stations. Suffix −1 shows the waveform in the bedrock and suffix −2 shows the waveform at ground surface.

文　献

土方勝一郎・野口厚子・植竹富一，2006．東京湾岸における広帯域強震観測　その１　伊豆半島東方沖の地震による長周期後続波，日本地震学会講演予稿集 206 年度秋季大会，D 27．

Uetake, T. and K. Kudo, 2005. Assessment of site effects on seismic motion in Ashigara valley, Japan, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **95**, 2297-2317.

Sasatani, T., M. Ikeda and N. Sakajiri, 1992. A study of site effects by means of strong motion seismograms from near by, intermediate depth earthquake, *J. Phys. Earth*, **40**, 85-98.

Wessel, P. and W.H.F. Smith, 1998. New, improved version of the Genetic Mapping Tools released, *EOS Trans.*, AGU, **79**, 579.