

Hi-net データを用いた脈動実体波成分の解析

西田究(東大地震研)

Body-wave microseisms from a distant storm revealed by Hi-net

Kiwamu Nishida (ERI, Univ. of Tokyo)

地動の脈動の存在自体は1940年代の昔から知られているが [e.g. Gutenberg, 1947], その励起の問題は古くて新しい問題である。励起源が海洋波浪であることは既に確立されており, その励起の特徴から大きく2つに分類される。1つ目は, primary microseisms (以後 PM) と呼ばれる約 0.07 Hz の特徴的な周波数を持つ振動である。この周波数が海洋波浪の特徴的な周波数と対応している事と Love波の振幅が卓越している事から, 海岸線付近の斜面に打ち寄せる海洋波浪 が励起源だと考えられている[Darbyshire and Okeke, 1969]。2つ目は secondary microseisms (以後 SM) と呼ばれ, 海洋波浪のちょうど倍の卓越周期 (0.15 Hz) をもつ。海洋波浪の非線形効果が励起に寄与していると考えられている [LonguetHiggins, 1950]。ともに海洋波浪が励起源のため, 表面波が卓越していることがよく知られている。

しかし近年, 遠地の嵐が励起した脈動の実体波成分が報告され注目され始めている [e.g. Gerstoft *et al.* 2006, Landès *et al.* 2010]。先行研究では数1000km以上離れた嵐が励起したP波が観測可能なことが示されており, back-projection 法により励起源の空間分布が推定され議論されている。これらの研究では上下動成分の解析に主眼が置かれることが多いが, 水平動も励起に関して多くの情報を持っていると考えられるため, 水平動を含めアレー解析を行った。イベントとして特に 2014/12/9 に大西洋に発生した“weather bomb”を選んだ。

解析には, 防災科学技術研究所によって展開されているHi-net (速度計 3 成分 775 点)を解析した。機器応答は時間領域 で補正し[Maeda *et al.* 2011], 収録機器起源のコヒーレントなノイズは予め差し引いた[Takagi *et al.* 2015]。これら”広 帯域化”した速度計を用い0.15 Hz (SMの帯域)でアレー解析を行った(図1)。上下動・radial 成分ともに slowness 0.05 [s/km] 程度のP 波が北から到来している様子をはっきりと見て取れる。また微弱ながらも, radial, transverse 成分ともにパワーで数%程度のS波を検出した。

より詳細な励起メカニズムを探るために, back-projection法を用い励起源の重心移動の検出を試みた。P波の Station correctionの見積もりには, Iceland近傍で2012/8/30に起こったMw6.8(深さ25km)の地震を用いた。解析にはSN比の高い上下動成分のみを用い, P波の走時計算にはiasp91を用いた。1024秒ごとにデータを切り出し震源に戻し, 平均自乗振幅が最大の地点から震源位置を決定した。その結果12/9にグリーンランド南東で脈動実体波が励起され始め, 一日かけて東北東方向に1000km程度移動している様子が明らかとなった。12/10に入ると移動方向を変え, 一日かけて南へ200km程度移動していた。

励起源の重心の位置と, 観測された波高分布(NOAA WAVEWATCH III[®])を比較してみると, 明らかに1000km以上のずれがある。この違いは, 風波の定在波成分が波高分布とずれている事が原因だと考えられる。また, Kedar *et al.* [2008]が指摘しているように, 励起振幅には水深が強く影響している[e.g. Gualtieri *et al.* 2014]。SV波の自乗振幅がP波の数%程度であり, 第一次近似的には海面付近のsingle forceによる励起で観測値を説明できると考えられる。

またSVに比べると数分の一と小さいが, 有意な振幅のSH波もほぼ同じ場所で励起されている事を考え合わせると, 震源直下の急激な海底地形の変化・厚い堆積層も重要な役割を果たしていると考えられる。堆積層にS波が長い時間トラップされる事により, S波が偏光方向の情報を失っていると解釈することもできる。今後より定量的に励

起メカニズムを議論するためには、海底地形・堆積層の励起に対する効果を定量的に見積もることが不可欠であろう。

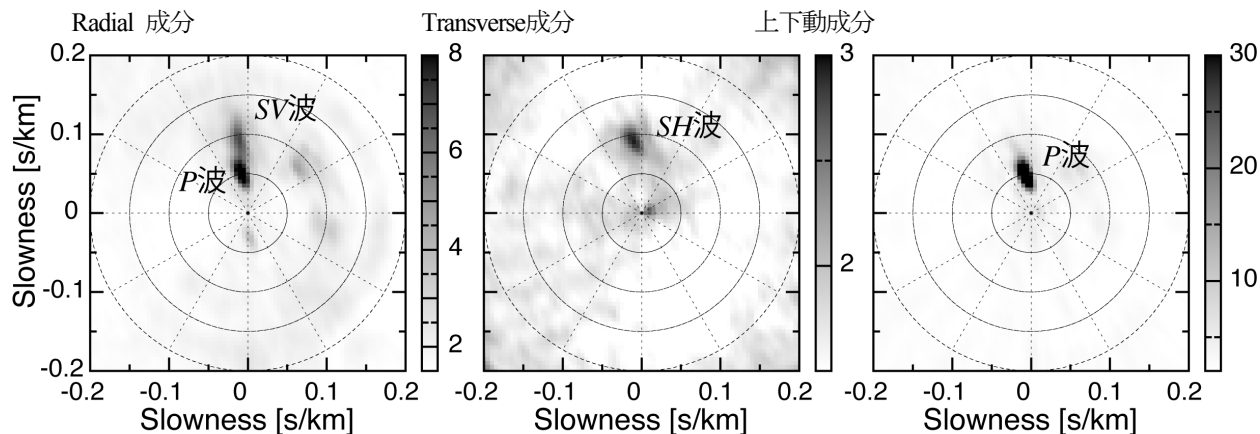


図1 四国の200観測点を使ってアレー解析をした結果。上下動、Radial成分に見られるP波が卓越している様子が見て取れる。振幅は小さいがTransverse成分にもS波をはっきりと見て取れる。

謝辞：防災科学技術研究所 Hi-net データを使用させていただきました。記して感謝いたします。

参考文献

1. Longuet-Higgins, M. (1950). A theory of the origin of microseisms. *Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London*, 243, 1–35.
2. Gerstoft, P., Fehler, M. C., & Sabra, K. G. (2006). When Katrina hit California. *Geophysical Research Letters*, 33(17), 2–7. doi:10.1029/2006GL027270
3. Landès, M., Hubans, F., Shapiro, N. M., Paul, A., & Campillo, M. (2010). Origin of deep ocean microseisms by using teleseismic body waves. *Journal of Geophysical Research*, 115(B5), B05302. doi:10.1029/2009JB006918
4. Kedar, S., Longuet-Higgins, M., Webb, F., Graham, N., Clayton, R., & Jones, C. (2008). The origin of deep ocean microseisms in the North Atlantic Ocean. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 464(2091), 777–793. doi:10.1098/rspa.2007.0277
5. Gualtieri, L., Stutzmann, E., Farra, V., Capdeville, Y., Schimmel, M., Arduin, F., & Morelli, A. (2014). Modelling the ocean site effect on seismic noise body waves. *Geophysical Journal International*, 197(2), 1096–1106. doi:10.1093/gji/ggu042