

Propagation of distinctive Love-wave pulses in continental and oceanic environment

*Takashi Furumura¹, Brian LN Kennett²

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Research School of Earth Sciences, Australian National University

Abstract: The dispersion of Love waves traveling in low-velocity layer below the surface attenuates and elongates the wave shape with distances. However, in a typical continental structure, the group velocity of the Love wave becomes nearly constant in period 10-20 sec., leading to pulses of Love-waves over a distance of several hundred kilometers. A similar phenomenon in the much longer-period band (50-400 s) was called the G-wave by Gutenberg. In this study we examined the generation and propagation of Love-wave pulses observed from regional to teleseismic distances in continental and oceanic structure based on the analysis of observed broadband record and numerical simulation of wave propagation.

1. 大陸構造とLove波の伝播特性

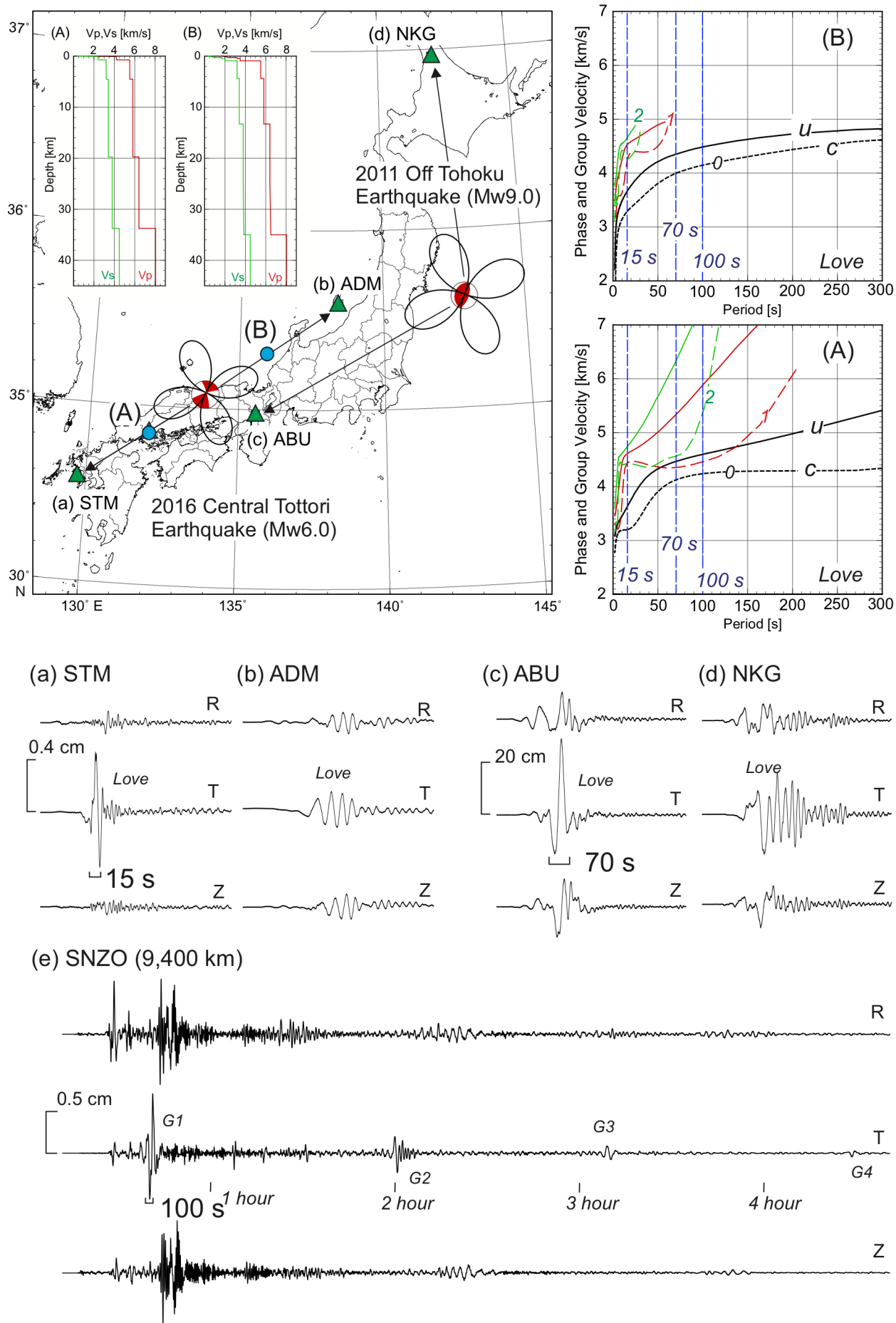
地表下の低速度層内を伝わるLove波は、伝播につれて分散により波群が長くそして振幅が小さくなる。ところが、一定の堆積層を有する大陸構造では、周期10-20秒にLove波の群速度が一定となる周期帯があり、パルス状のLove波が大きな振幅を保ちながら遠地まで伝播することができる（Furumura and Kennett, 2001；河本, 2017）が、海域経路では分散を起こして減衰する。同様の大幅Love波パルスは、より長周期帯（50秒～400秒）でも見られ、GutenbergによりG波と名付けられている。G波は、大陸構造より海域構造のほうが分散が少ない。本研究では、これらLove波パルスの大陸地殻ないし海域構造における伝播特性を、広帯域観測データ解析と地震波伝播シミュレーションにより評価する。

2. 近地で見られる15秒Love波パルス

2016年鳥取県中部地震（Mw6.2；深さ8 km）では、横ずれ断層の走行とその直交方向に周期15秒のLove波パルスが強く生成・伝播した（図a-STM）。九州のF-net STM観測点への中間地点（図A）の1次元速度構造（JIVSM；Koketsu, 2012）を用いてLove波の分散曲線を計算すると、周期15秒前後でLove波の基本モードの群速度が一定（ $u=3.2$ km/s）となり、パルス状のLove波が生成することがわかる。こうした特徴はRayleigh波の分散曲線には見られない。また、Love波パルスの位相速度（ $c=3.6$ km/s）は群速度よりずっと大きいために、パルス形状（位相）をサイクリックに変化させながら伝播することが、近地波動場のレコードセクションや地震波伝播シミュレーションから確認できる。一方、地殻が薄く（ <20 km）、堆積層が厚い日本海沿岸を伝播経路とする佐渡（ADM）観測点ではLove波パルスは見られず、振幅の小さな分散波形を示している（図b）。

3. 遠地で見られる40～300秒Love波パルス（G波）

より地震規模の大きな（Mw9.0）2011年東北地方太平洋沖地震（深さ24 km）の震源からは、Love波の放射の強い西南西方向の本州～九州～南西諸島にかけて、長周期（50～100秒）のLove波パルス（G波）の伝播が認められる（図c-ABU）。しかし、北海道（図d-NKG）では伝播経路の海域構造や石狩低地帯の厚い堆積層により長周期Love波パルスは分散を起こして崩れ、振幅が小さい。さらに遠地のIRIS 広帯域観測記録を調べると、震源距離とともにG波の卓越周期は長くなり、たとえばニュージーランド（図e-SNZO; 9,400 km）では周期100秒のG波が0.8 cmの振幅で記録されている。地殻が薄い海洋構造では、大陸構造よりも広い周期帯域（40～300秒）でG波が生成され、また群速度が位相速度に近い値を持つために、パルス形状（位相）を保ったまま、遠地まで伝播することができる。そして、対蹠点あるいは震央を通過する毎にPolar phase shiftにより位相が90度進む。



Observed Love wave pulses at regional distances; (a) (b) from the 2016 Central Tottori (Mw6.6) earthquake, and (c)(d) from the 2011 Off Tohoku (Mw9.0) earthquake. (e) shows a teleseismic record with long-period Love wave pulses (G1, G2,...). Focal mechanism and radiation pattern of Love wave is also shown. Right panels demonstrate the phase (c) and group (u) velocities of the fundamental (0) and 1st and 2nd higher-modes of Love wave

