

11 - 5 西日本における低周波微動・地震の発生位置と発生要因

Source locations and causes of the low-frequency tremors and earthquakes in the west Japan

勝間田 明男 (気象大学校)・鎌谷 紀子 (気象庁地震火山部)

Akio Katsumata (Meteorological College, Japan Meteorological Agency)

and Noriko Kamaya (Seismological and Volcanological Department, Japan Meteorological Agency)

気象庁において1997年10月から大学や関係機関の地震データを気象庁のデータと合わせて処理(一元化)するようになって以後、火山直下で見られるようなモホ面付近での低周波地震の発生が、一元化震源カタログにおいて火山から離れた地域でも認められるようになった。1999年9月からはそれら深部低周波地震に対して、一元化震源カタログにおいて特別なフラグ(「低周波地震」)付けをするようになった。その中で愛知県東部における深部低周波地震の発生が認められていた¹⁾。これは、Hi-net展開後にフィリピン海プレート沈み込み帯の帯状分布の低周波微動の一部として認められるようになっている。

第1図には、東日本及び西日本の低周波微動・地震の分布を示す。低周波地震は東日本においては、火山フロントの背弧側に分布している。西日本においては、帯状分布の低周波微動と孤立分布した低周波地震の活動が認められる。西日本における孤立分布した低周波地震は、東日本とは異なり中国地方北部の火山フロントよりも前弧側にも分布している。

低周波微動は、フィリピン海プレートの沈み込み帯に沿って発生が認められる。一元化震源カタログにおいては、低周波微動の振幅が大きくなる時の立ち上がり部分の時刻を用いて通常の震源計算を行い、地震として発生場所を推定している(第2図)。しかし、この現象は連続した微動であり、地震波の立ち上がりは不明瞭である。特に、P波の明瞭な立ち上がりが認められることは稀であり、正確な位置の推定は通常困難である。しかし、数は少ないがP波の立ち上がりが認められる部分があり、それを用いて震源位置の再検討を行った。得られた結果を第3図に、蔵下・他²⁾による四国東部の構造と重ねて示す。それによると、微動の発生位置は内陸地殻と沈み込んだ海洋性地殻の境界部のマントルウェッジに近い部分にあたりと考えられる。

連続的に震動が続くことから、微動の発生には流体が関与していると考えられる。その流体としては間隙水や含水鉱物からの水などが考えられるが、プレートが特定の深さ(およそ30km)に達した地域において活動が見られ始めることから、間隙水よりも特定の温度圧力条件に関する含水鉱物の脱水分解反応が主要因である可能性が高い。

Schmidt and Poli³⁾によると、深さ約35~45kmを超える際に海洋玄武岩中において非含水鉱物である単斜輝石が形成されるが、その際に総含水量の減少がある。また、Hyndman et al.⁴⁾によると、フィリピン海プレートの海洋性地殻はその上面が深さ40~50kmに達するところで約600度に達すると見られ、この温度では含水海洋玄武岩中の緑泥石が脱水分解する³⁾。これらの含水鉱物の脱水分解反応が、微動の原因となる水を供給していると考えられる。

また、マントルウェッジ中には含水鉱物である蛇紋石が含まれているが、蛇紋石は深さ30~50kmでは600~700で脱水分解反応を起こすとみられる³⁾。モホ面付近の上部マントルは500前後の低温とみられる⁴⁾ことから、マントルウェッジは、むしろスラブから供給される水の吸収帯となる

と考えられる。低周波微動の帯には北縁があり、北縁より背弧側で微動が見られないのは、北縁がマントルウェッジの端にあたり水がマントルウェッジ中での蛇紋石生成のために消費されてしまっているためと考えられる(第4図)。

西日本においては、フィリピン海プレート沈み込み帯の微動とは別に、火山から離れた場所で孤立して分布している深部低周波地震の活動域も見られる。京都府南部・兵庫県南東部・大阪府南部・大阪湾・鳥取県西部～島根県東部・広島県北部・熊本県播磨地方・鹿児島県薩摩地方などに活動が認められる(第1図)。これらの孤立した活動の震動波形には、帯状分布をしている微動とは異なり、明瞭なP波を持つものが多い。しかし、通常の地震とは異なりS波の後に長い後続波を伴うことが多く(第5図)、何らかの破壊現象の後に継続的な震動源が作用しているものと考えられ、やはり液体が関与していると思われる。

フィリピン海プレートは中国地方の火山フロントまで達している可能性が指摘されている。含水海洋底玄武岩は深さ70～80kmでソリダス(約700)を横切ると見られる⁴⁾。これらのことから、孤立分布している低周波地震の震動源としては、鉱物から脱水した水に加え、部分熔融で生成したマグマ及び高温流体も考えられる。

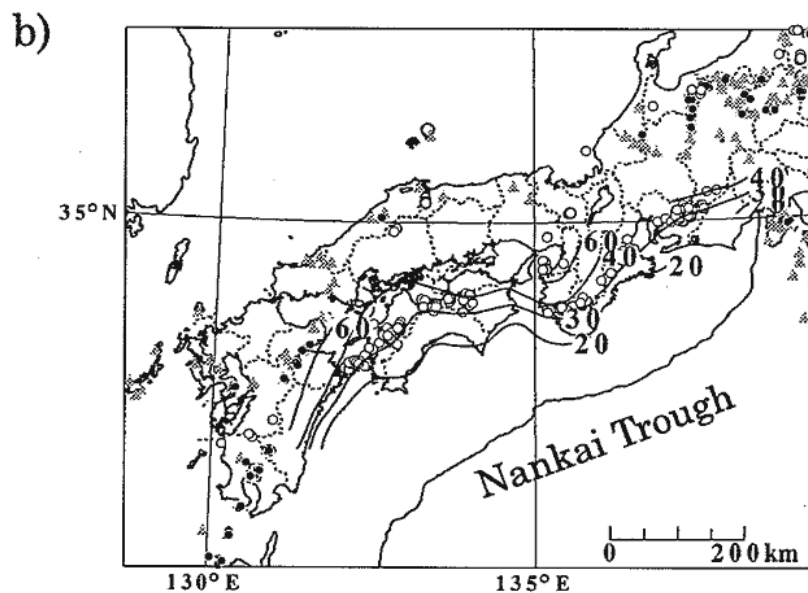
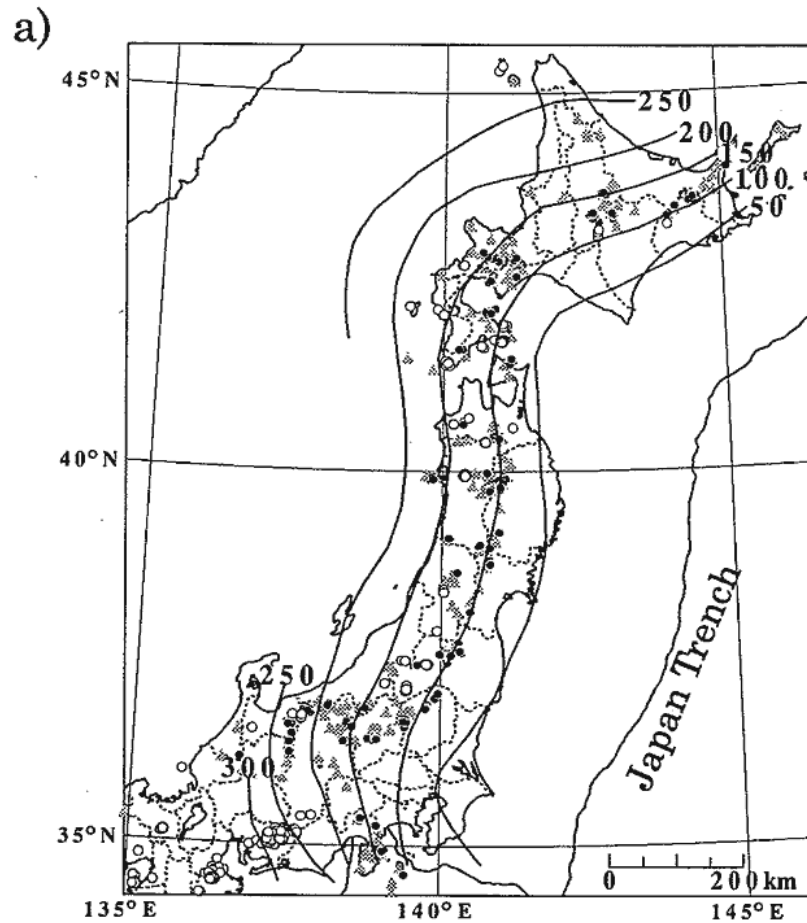
しかし、帯状分布の低周波微動と孤立分布の低周波地震の地震波形には始まりの明瞭・不明瞭の差はあるものの、それらのスペクトルには明瞭な差は必ずしも認められない(第5図)。

謝辞

本報告には、防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、産業技術総合研究所地質調査総合センター、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所、横浜市、海洋科学技術センター及び気象庁のデータを、気象庁・文部科学省が協力して処理した結果を使用している。

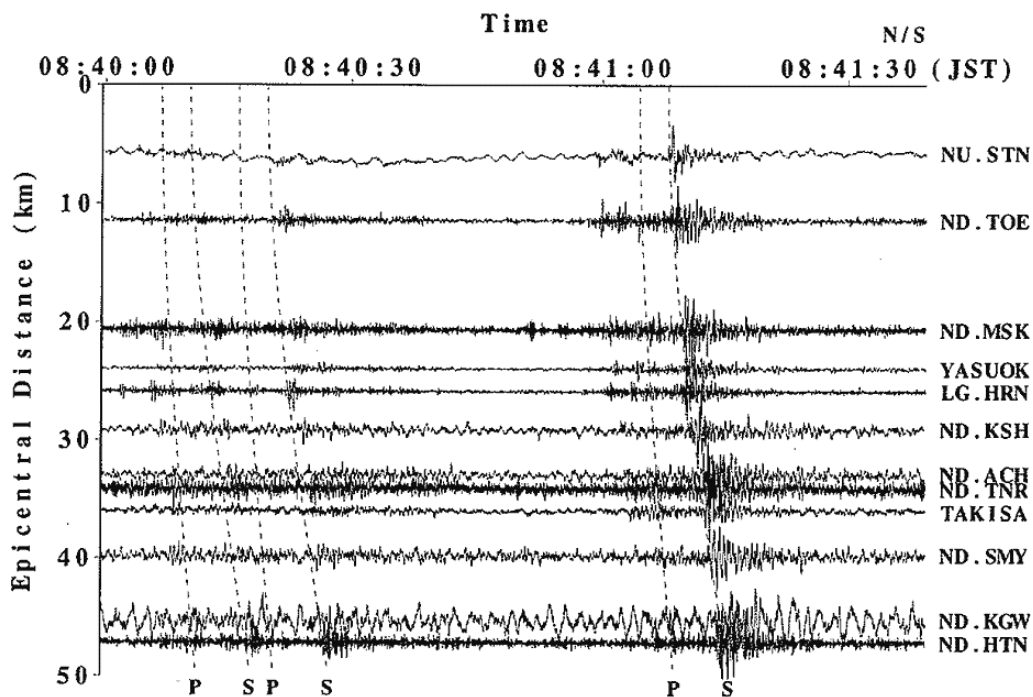
参 考 文 献

- 1) 西出 則武・橋本 徹夫・舟崎 淳・中沢 博志・岡 正善・上野 寛・山田 尚幸・笹川 巖・前田 憲二・杉本 和信・高嶋 鉄也, 2000, 地震データの一元的処理により把握された地殻下部の低周波地震活動, 地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会予稿集, Sk-P002.
- 2) 蔵下英司・徳永雅子・平田 直・岩崎貴哉・小平秀一・金田義行・伊藤 潔・西田良平・木村昌三・井川 猛, 2002, 四国東部地域における地殻及び最上部マントルの地震波速度構造と沈み込むフィリピン海プレートの形状, 地震 2, 54, 489-505.
- 3) Schmidt, M. W. and S. Poli, 1998, Experimentally based water budgets for dehydration slabs and consequences for arc magma generation, Earth Planet. Sci. Lett., 163, 361-379.
- 4) Hyndman, R.D., K. Wang, and M. Yamano, 1995, Thermal constraints on the seismogenic portion of the southwestern Japan subduction thrust, J. Geophys. Res., 100, 15373-15392.



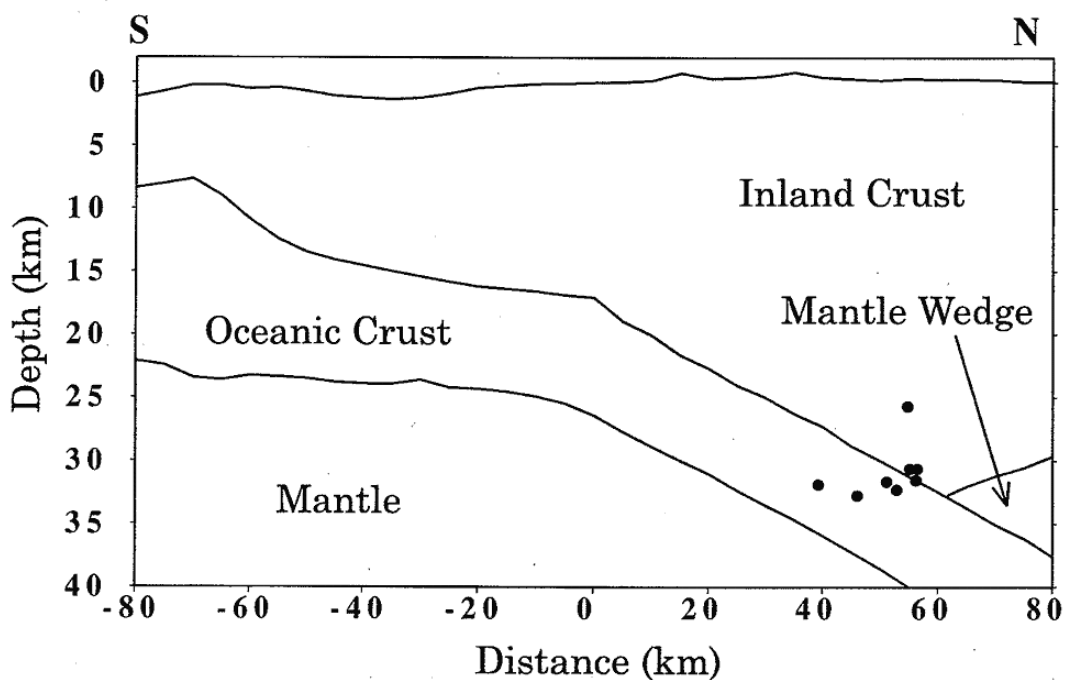
第1図 一元化震源カタログに基づく深部低周波地震・微動の震央分布(1999/09/01 -- 2003/02/20). 灰色の三角は第四紀以後の火山の火口の位置を示す. 黒丸は火山直下(火口から震央距離10km以内)において発生した低周波地震を, 白丸はそれ以外の低周波地震を表す. 白丸は, フィリピン海プレート沈み込み帯の微動の震央も含む.

Fig.1 Epicenter map of low-frequency tremors and earthquakes. Gray triangles, solids circles, and open circles show volcanos in the Quaternary, low-frequency earthquakes within 10 km (epicenter distance) from volcanos, and other low-frequency tremors and earthquakes.



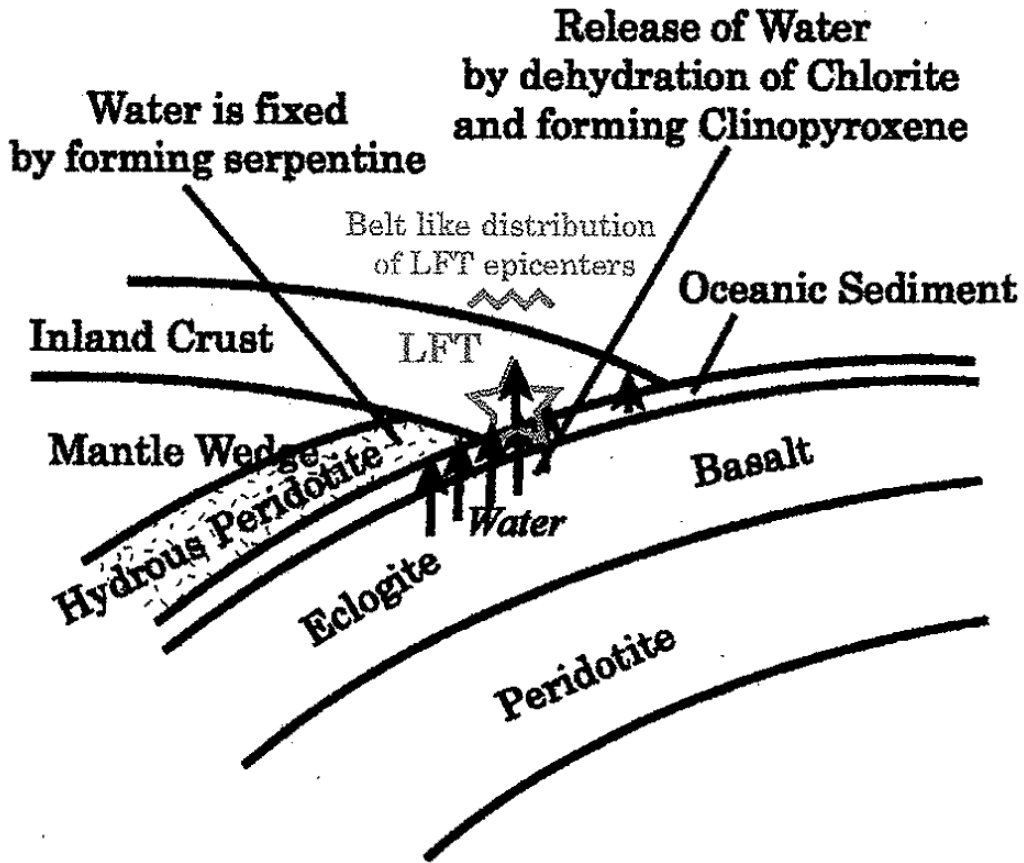
第2図 フィリピン海プレート沈み込み帯における微動の波形の例.

Fig.2 Waveforms of low-frequency continuous tremor along the subduction zone of the Philippine Sea plate.



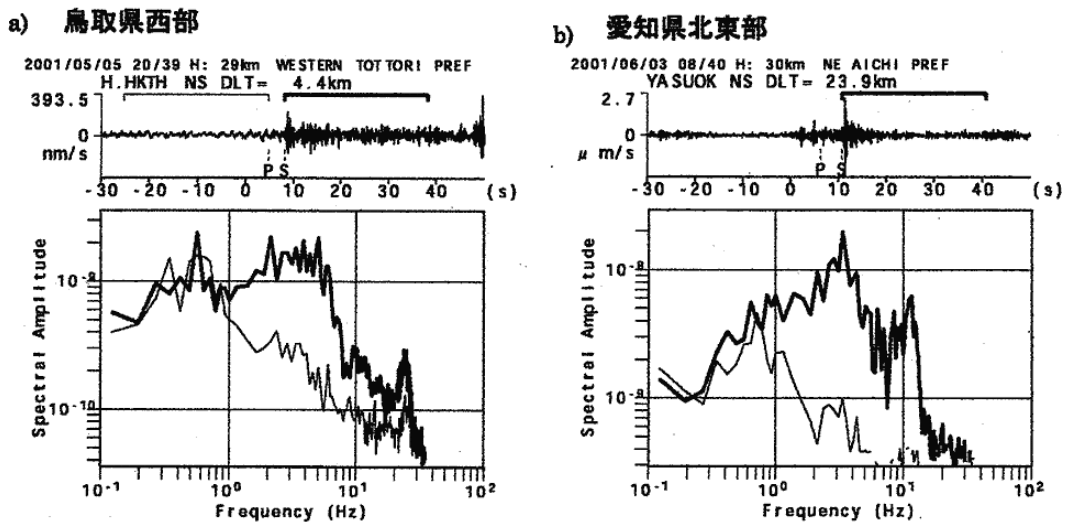
第3図 蔵下・他(2002)による四国東部の構造上へプロットした微動源の位置. 微動の発生位置は内陸地殻と沈み込んだ海洋性地殻の境界部の、マンタルウェッジに近い部分にあつたと考えられる.

Fig.3 Estimated source locations of low-frequency tremors projected on the velocity structure of the eastern Shikoku by Kurashimo et al.²⁾



第4図 西南日本における微動発生域のモデル。

Fig.4 Schematic model of the source region of the low-frequency tremor in the southwest Japan.



第5図 西日本背弧側の孤立分布している低周波地震(a)とフィリピン海プレート沈み込み帯の帯状分布をしている低周波微動(b)の地震波形(地動速度)とそのスペクトル。細い線はノイズレベルを表す。

Fig.5 Examples of waveforms and spectra of (a) a low-frequency tremor and (b) an low-frequency earthquake.