

7 - 10 西南日本で発見された地殻底部低周波微動 - Hi-net における観測結果 -

Deep crustal low-frequency tremor discovered in southwestern Japan; -A result from Hi-net-

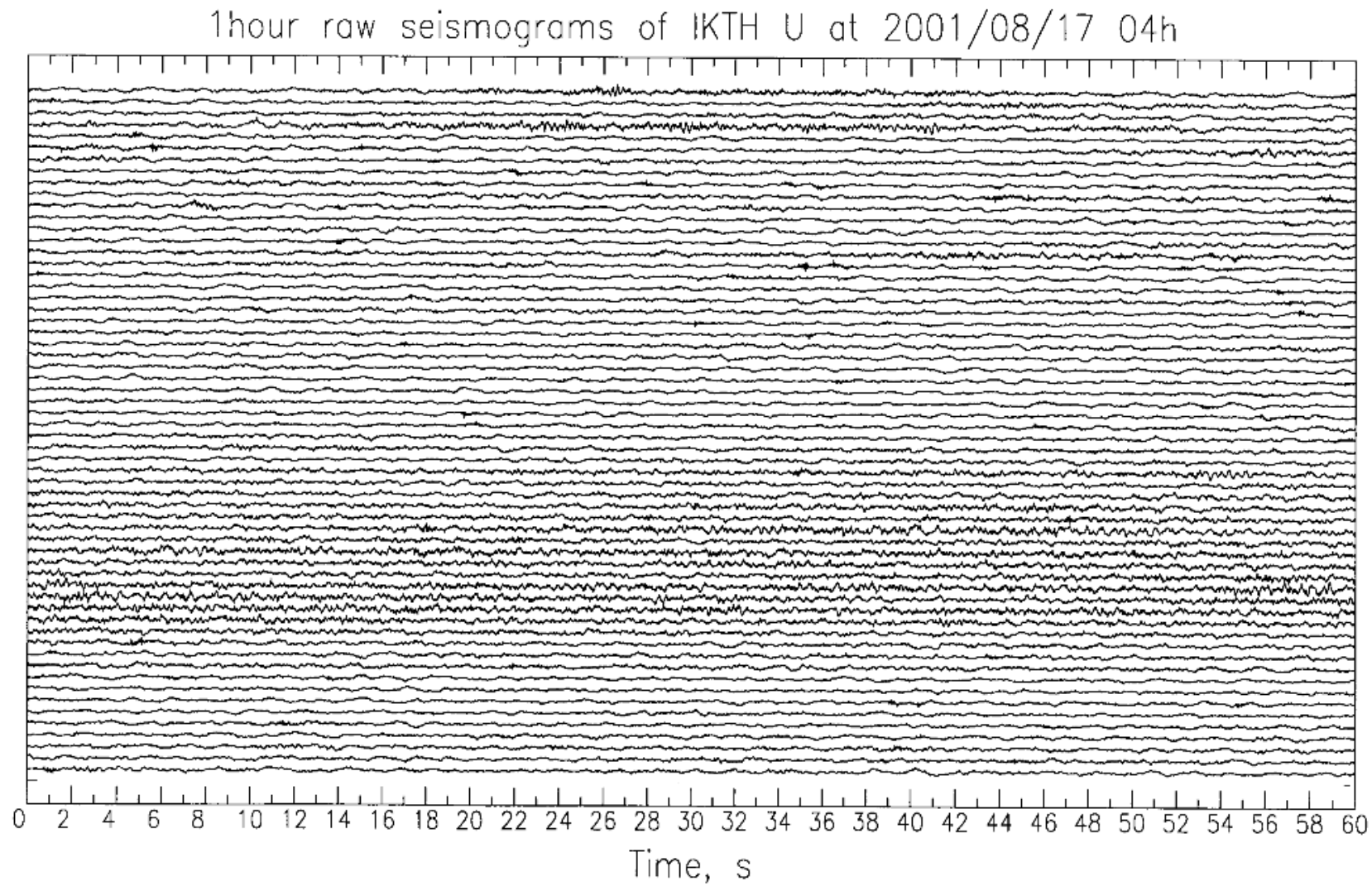
防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

西南日本の広い範囲で、地殻底部を震源とする低周波微動が発生していることが、高感度地震観測網 (Hi-net) による観測で初めて明らかになった。第 1 図は、四国西部の観測点 (IKTH) における 2001 年 8 月 17 日 4 時台の 1 時間の連続波形生記録である。脈動に比べてやや高周波数成分に卓越した、一見ノイズと思えるような振動が後半の約 15 分間に継続して観測されている。同じ時間帯における、周囲の観測点を含めた地震波エンベロープ記録を第 2 図に示す。第 1 図で観測された振動は、同時に周囲の観測点でも確認されることから、人為的なノイズではなく、自然現象、つまり微動であることを示している。微動の卓越周波数は 2 Hz 以上であるが、通常地震に較べると低周波である。微動のエンベロープ振幅変化パターンは異なる観測点でも相似であり、見かけ速度を推定すると約 4 km/s であることから、地下深部を震源とし、S波速度で伝播すると考えられる。第 2 図の後半では連続的に微動が発生しているが、前半にはパルス的なエンベロープが見られ、やや孤立的な波動が含まれていることを示す。連続的に発生する微動の中には孤立的な波動が時折含まれており、気象庁では低周波地震というラベルを付与して震源決定を行っている。第 2 図の時間帯では、4:05 に 2 つの低周波地震が気象庁のカタログに記載されている。微動は、連続的に発生すると位相同定が困難で、通常の方法による震源決定は難しい。そこで、連続波形記録をエンベロープに変換し、各観測点間で最も相関が良くなる時間差を測定し、その時間差の網平均から求められる走時差分布を S 波伝播によるものとして震源決定を連続的に行った。微動源は毎分求められるが、ばらつきが大きいので、1 時間毎に求められた微動源の中心位置をその時間帯における微動源とし、震央位置を第 3 図に示す。微動源は長野県南部から豊後水道に至る、長さ約 600km の範囲に存在する。しかも、フィリピン海プレートの幾何学的形状と非常に良い関係を示し、プレート内に発生する深さ 35 ~ 40km の地震の震央位置とほぼ一致する。現時点では、紀伊水道から徳島県東部の領域では、微動は発見されていない。微動源の深さは、震源決定精度はあまりよくないものの、比較的精度良く求めたものについては約 30km 程度である。微動は、一旦発生し始めると数日間、あるいは 2 ~ 3 週間継続する場合がある。しかも、微動源は一ヶ所に留まらず、移動する場合が多い。第 4 図は、横軸に経度、縦軸に時間をとった時空間分布図である。2001 年 1 月前半では、四国西部で微動が活発であったが、時間とともに西方に移動していることがわかる。移動速度は約 13km / 日であった。また、同地域では微動が 8 月にも活発化した。このときには 1 月とは逆方向、つまり豊後水道から東方にむけて、1 月の場合と同じ速度で移動した。微動活動の時系列を四国、紀伊半島、東海地方の 3 地域に分けて示したのが第 5 図である。ここでは、1 時間のエンベロープ記録の中で、少しでも微動波形が確認できれば微動が発生しているとし、1 回としている。従って、1 日中微動が継続した場合には 24 回となる。微動は活動期と静穏期に分けられ、活動期は数日から 2 ~ 3 週間、静穏期は 2 ~ 3 ヶ月継続することが多い。さらに、微動はその周辺で発生した主な地震

によって誘発あるいは励起される場合がある。3月24日の芸予地震 ($M_{JMA}6.4$) の直後、四国での微動が活発化した。また、東海地方の微動は4月10日及び6月2日から活発化した。その直前には静岡県中部地震 (4月3日, $M_{JMA}5.3$; 6月1日, $M_{JMA}4.8$) が発生している。第6図は、2000年12月31日23時の四国西部におけるエンベロープ記録である。23時37分に、深さ10kmの上部地殻内で $M3.6$ の地震が発生した第7図。その直後から、図に示すような微動が断続的に発生しており、明らかに地震によって誘発されたことを示している。これらの微動は、 $M3.6$ の地震の震源から南東方向約15kmの位置で発生している。一方、周辺で発生した地震によって微動活動が停止した場合もある。東海地方では、2001年9月に微動が活発化した。9月22日の愛知県西部の地震 ($M_{JMA}4.4$) を機に微動活動は沈静化した。このように、微動は周囲の地震活動の影響を受けやすい。微動の継続時間が非常に長いこと、また微動源が移動することは、微動発生メカニズムに流体が大きく関与していることを示している。沈み込むスラブからは脱水反応によって水が供給されていると考えられていることから、微動発生に關与する流体はスラブからの脱水反応に起因するものと思われる。

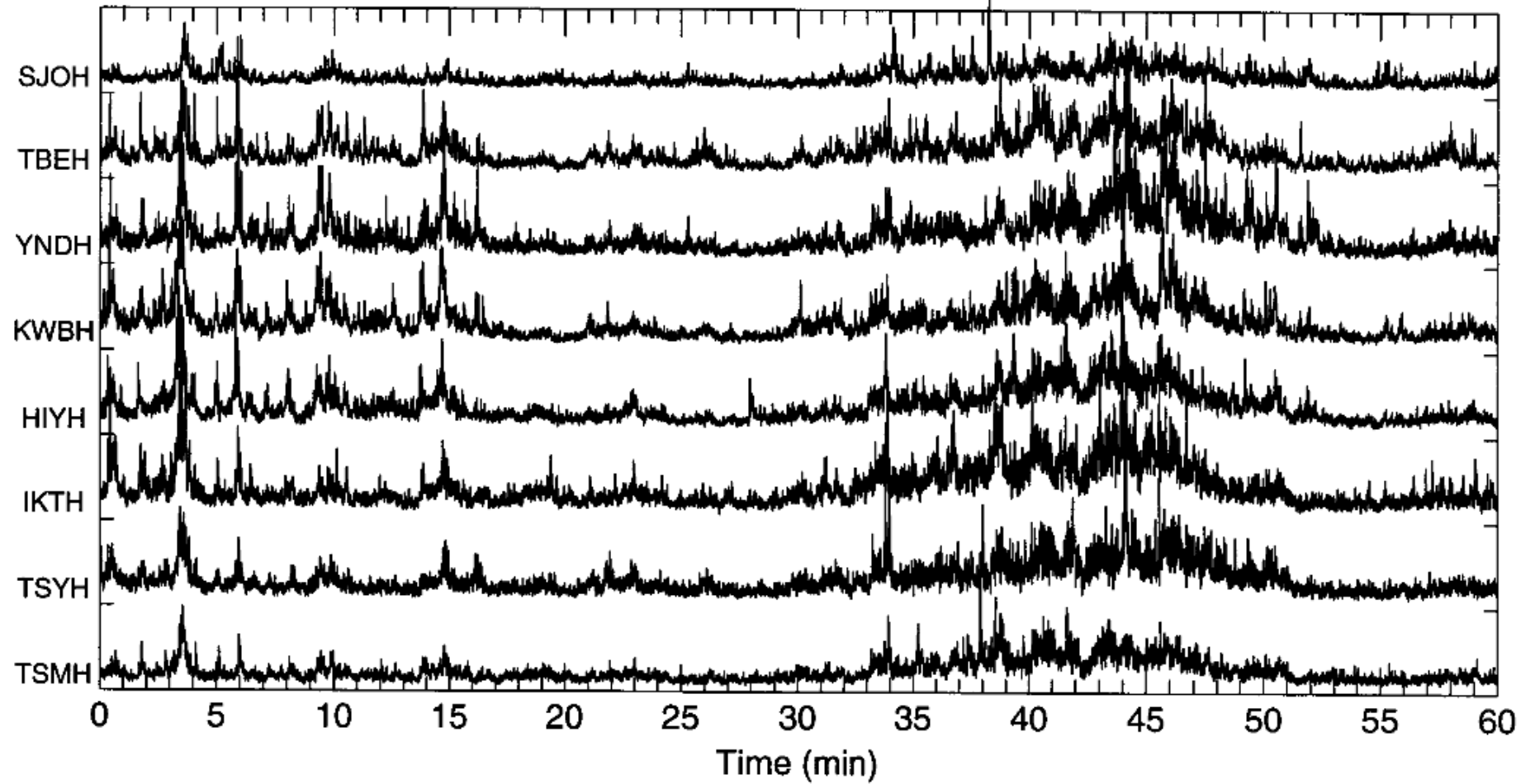
(小原一成)



第1図 伊方における1時間の連続波形生記録(2001年8月17日4時)。

Fig. 1 One hour continuous waveform data observed at IKTH, Shikoku area, at 4 o'clock on 2001/8/17.

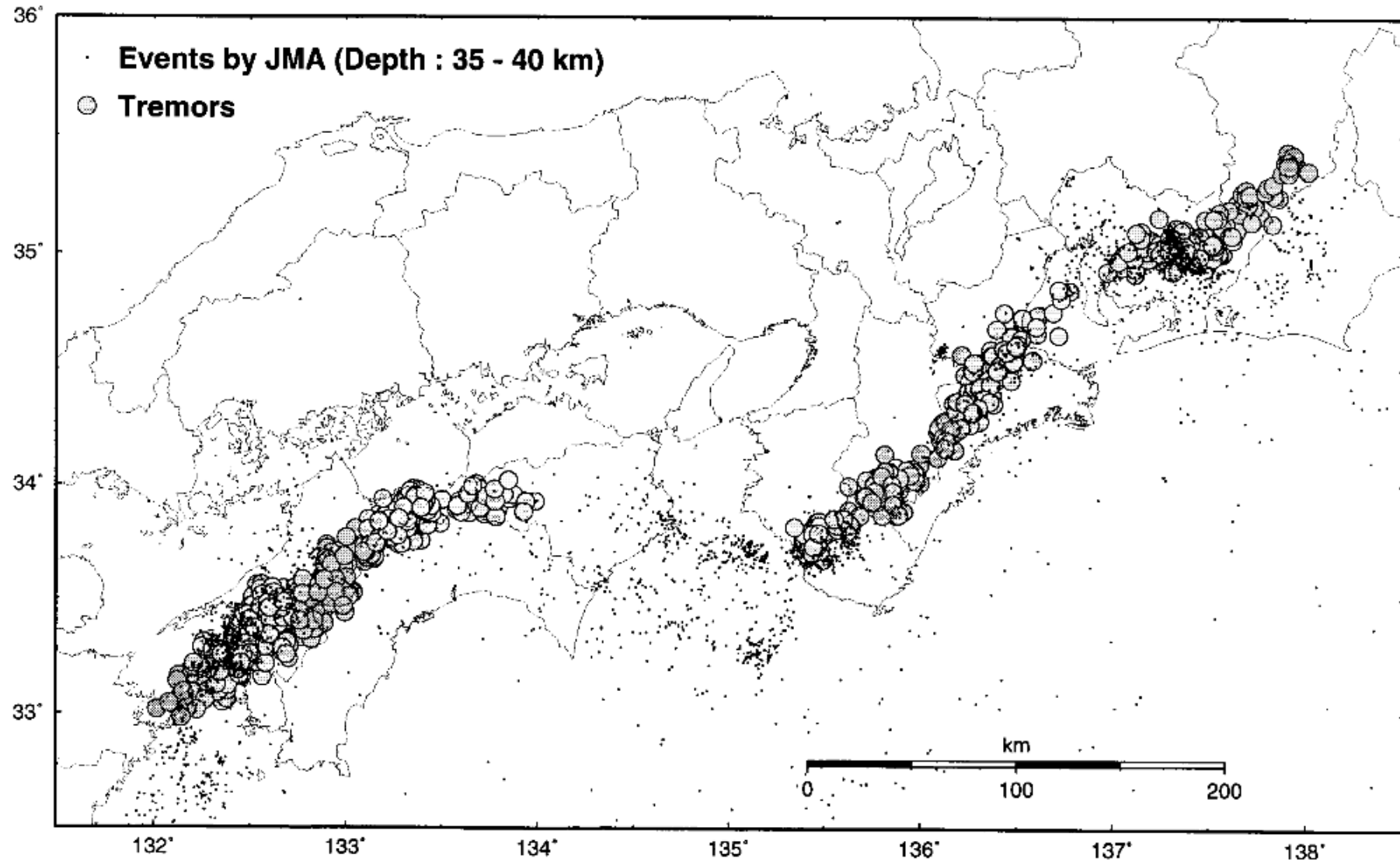
Envelopes of tremor at 2001/08/17_04h (BPF:2-16Hz)



第2図 四国西部の観測点における1時間のエンベロープ波形記録(図1と同じ時間帯).

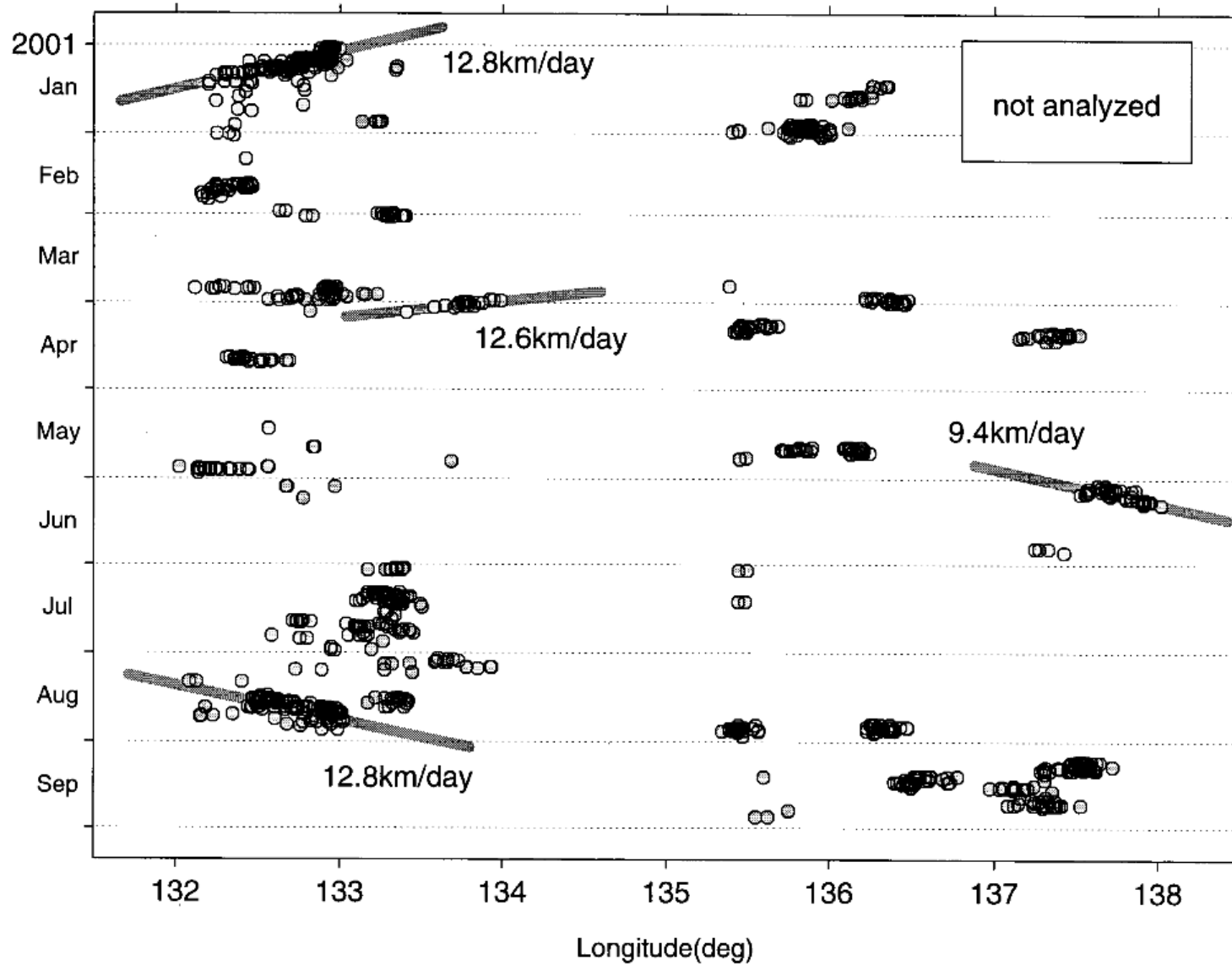
Fig.2 Envelope seismograms of one hour of 2001/8/17 4 o'clock in the western Shikoku area.

Distribution of tremors



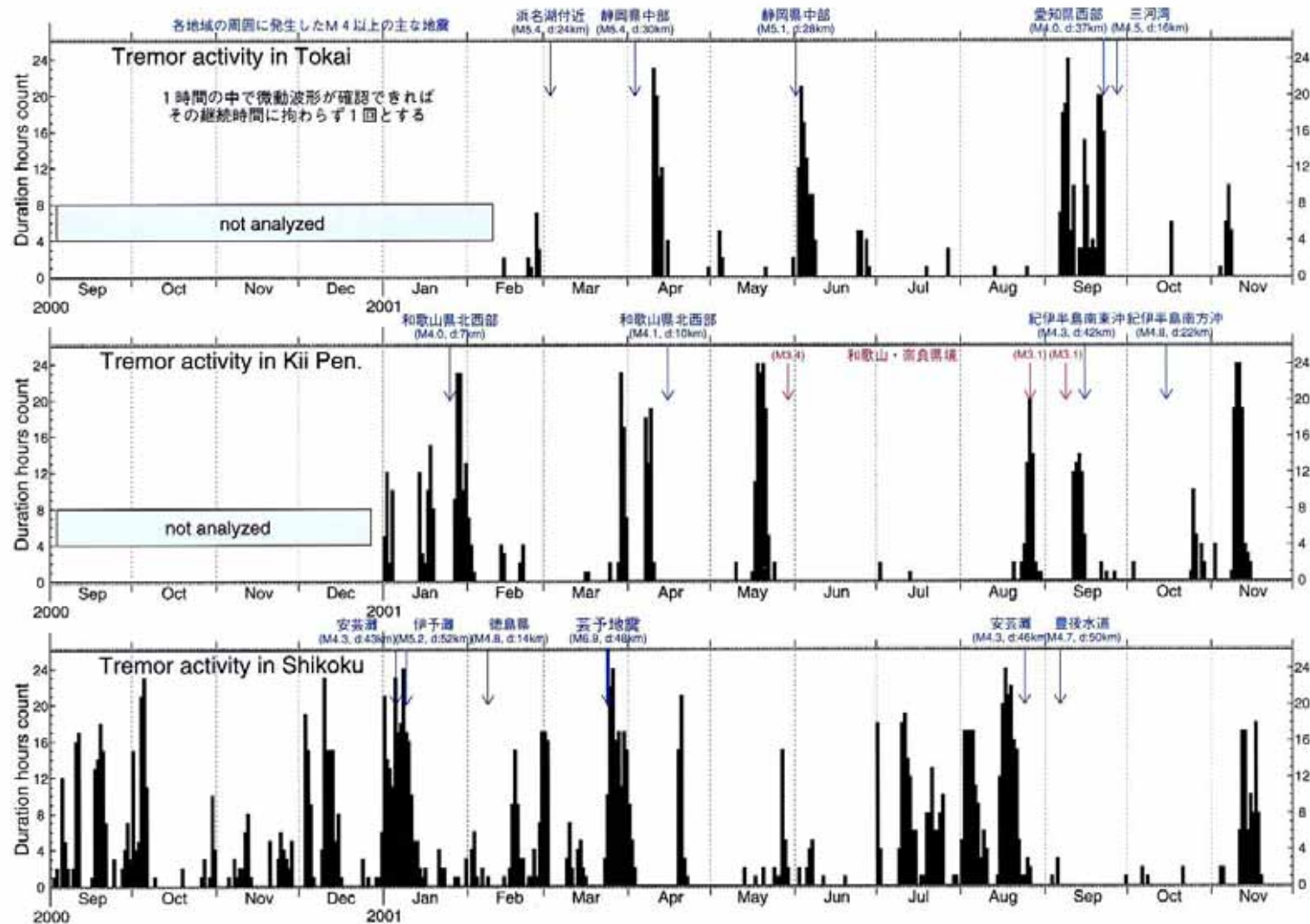
第3図 微動源の震央分布 (2001年1月1日~9月30日)。

Fig.3 Epicentral distribution of the tremor (2001/1/1-2001/9/30).



第4図 微動源の時空間分布 (2001年1月1日~9月30日)。

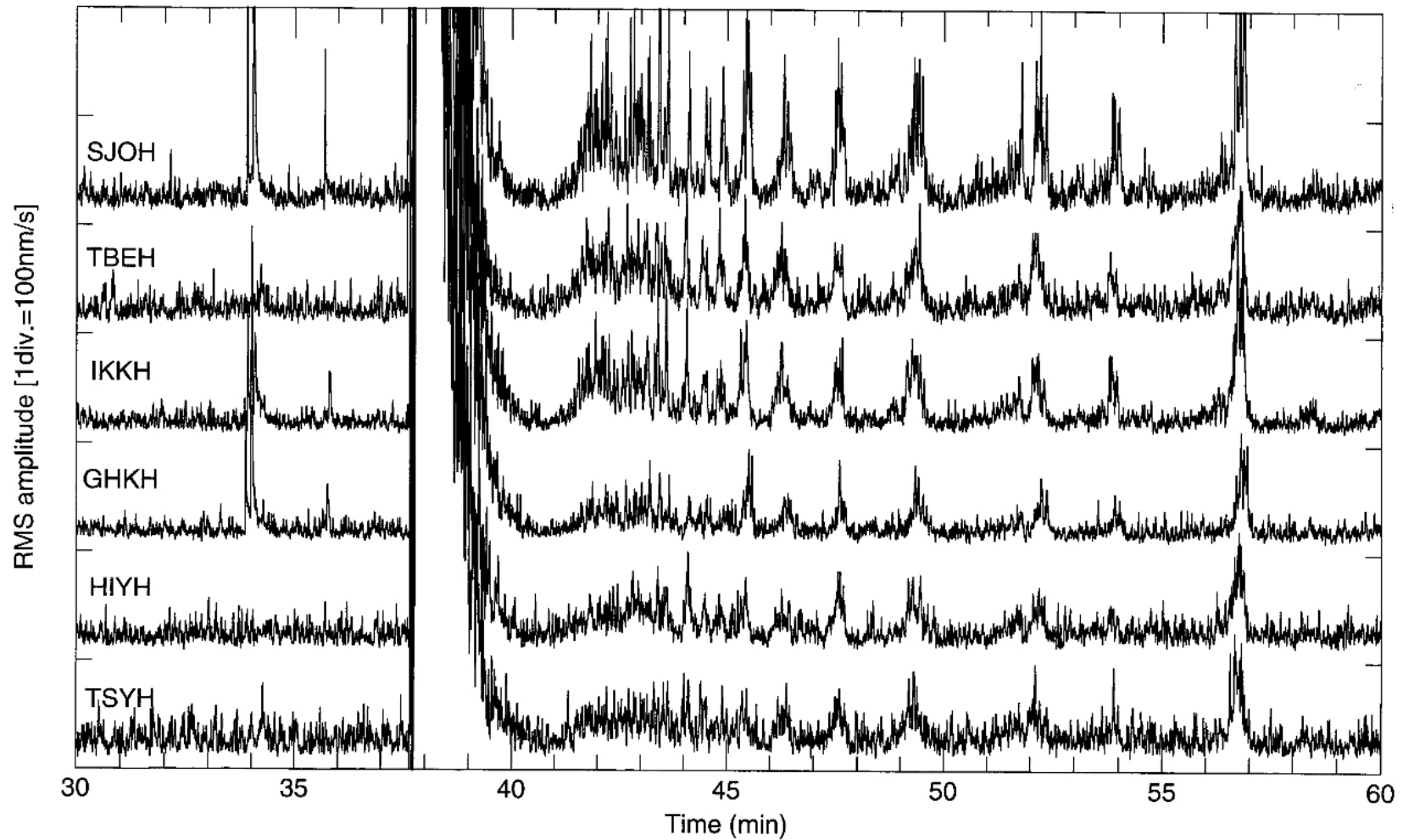
Fig.4 Space time plot of the tremor (2001/1/1-2001/9/30).



第5図 東海地方（長野県南部，愛知県），紀伊半島，四国における微動活動の時系列．
 周囲に発生したマグニチュード4以上(Hi-net 処理結果に基づく)の地震を矢印で示す．

Fig.5 Time sequence of the tremor activity in Tokai, Kii Peninsula, and Shikoku area
 Arrows indicate major earthquakes (M>4) which occurred near the area

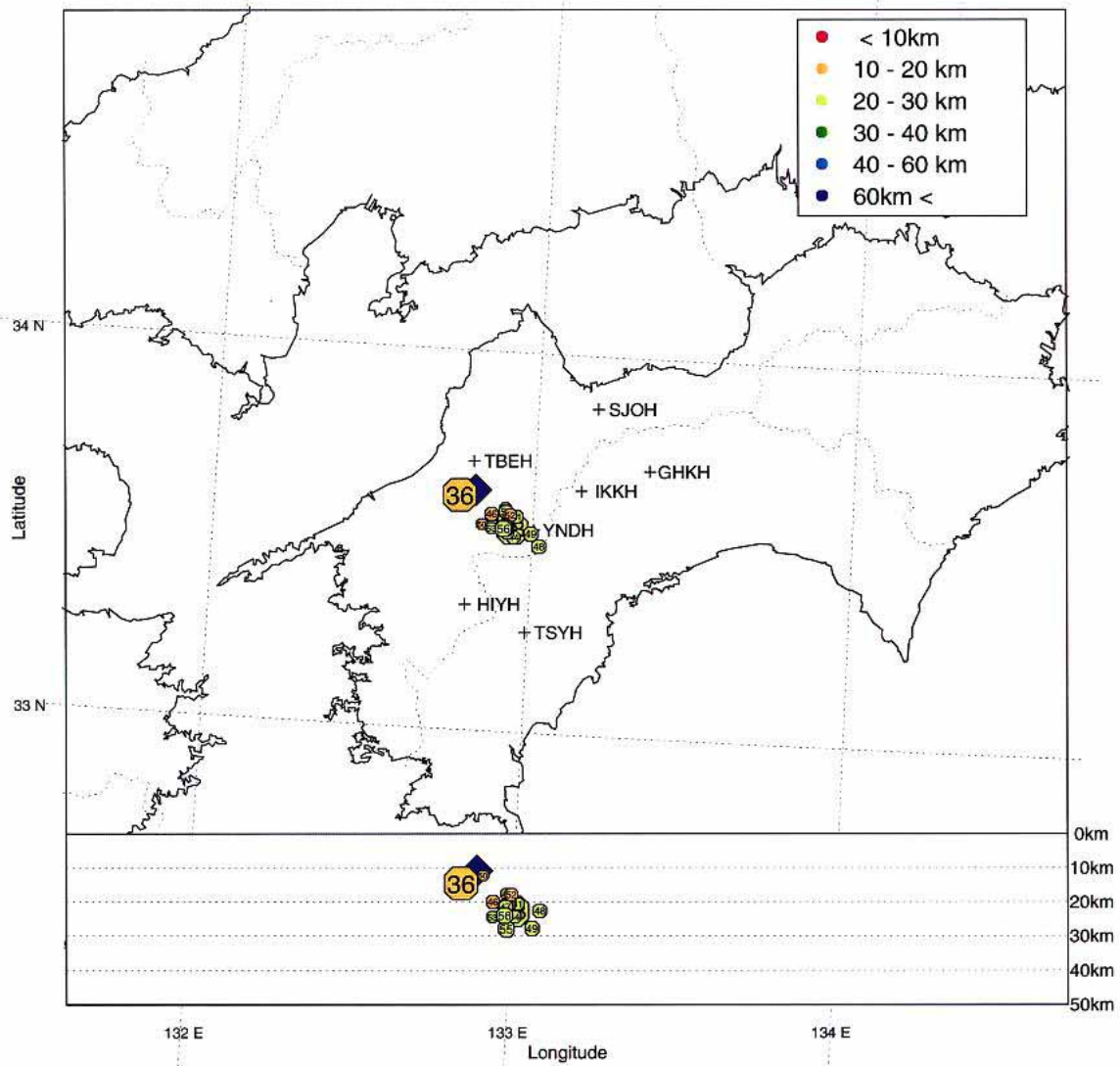
Envelopes of tremor at 2000/12/31_23h (BPF:2-16Hz)



第6図 2000年12月31日23時30分から30分間のエンベロープ波形記録。

Fig.6 Envelope seismograms with the time window of 30 minutes from 2001/12/31 23:30. The large amplitude signal indicates the shallow normal event. Just after the event, the tremor was excited.

Hypocentral distribution of tremors at 2000/12/31_23h



第7図 2000年12月31日23時における微動の震源分布。

は23時37分に発生した地震の通常の方法で求められた震源。

Fig.7 Hypocentral distribution of the tremors which occurred in one hour of 2001/12/31 23 o'clock.