

7) - 2 常時微動の時空間変化が地震波速度構造推定に及ぼす影響に関する研究【安全・安心】

Study on the Effect of Spatiotemporal Changes in Microtremors on Seismic Velocity Structure Estimation

(研究開発期間 令和3年度)

国際地震工学センター 林田 拓己
International Institute of Seismology and Earthquake Engineering HAYASHIDA Takumi

In this study we investigated the relationship between microtremors ($> 1\text{ Hz}$ seismic ambient noise) and human activities. We downloaded continuous seismic data at 169 sites, and human flow data, traffic data, and environmental data around the stations in and around Tokyo between 2019 and 2021. We found that microtremors are larger than instrumental noise regardless of location or time of day in the metropolitan area in the frequency range related to engineering seismology ($1\text{--}20\text{ Hz}$), and the temporal variation of microtremors has little effect on the estimation of subsurface seismic velocity structure.

[研究開発の目的及び経過]

1 Hz 以上の常時微動（以下、微動と呼ぶ）は、交通や機械の振動など、地震計周囲の人間活動によってもたらされる。地震観測において、微動は地震波の測定を妨害する「ノイズ」として扱われる一方、地震工学分野においては、浅部地盤の地震波速度構造や地盤の卓越周波数の推定を行うための「シグナル」として長年活用されている。微動の振動源の分布やその強さ、周波数特性などの時空間変化を把握し、測定される微動への影響を理解することは、両分野の研究において重要な知見をもたらす。

本研究では既存の微動記録を用いることで以下の点を明らかにする。(1)多点で観測された微動の時空間変化と各種人間活動（人口流量、交通量、観測点周囲の環境）の関係を調べ、どの現象が微動のどの周期帯にどの程度影響を及ぼすのかを検討する。(2)(1)で収集した各種データを元に、任意地点での任意時間帯の微動レベルの予測を試みるためのデータベースを構築する。(3)これらの結果を踏まえ、微動の時空間変化が既往の微動探査にどの程度影響を及ぼしうるのか、検討を行う。

[研究開発の内容]

(1)微動記録の取得

研究では、防災科学技術研究所によって運用されている首都圏地震観測網（通称 MeSO-net：東京大学地震研究所により構築）で観測された微動記録に着目した。首都圏に 300 点以上展開されている MeSO-net 観測点の内、東

京都およびその近郊に設置されている観測点 169 地点に着目し（図 1）、2019 年 1 月-2021 年 12 月の微動記録を取得した。これらの記録を用いて、(1)フーリエ振幅スペクトル、および(2)地震データトラフィック（WIN32 形式ファイルのデータ容量）を指標とした微動の時空間変化を調べた。

(2)人間活動記録の取得

微動の時空間変化と人間活動との関係を調べるため、2019 年～2021 年の首都圏における人流データ(国土交通省政策統括官提供、(株)NTT ドコモ提供)、高速道路の断面交通量データ(国土交通省道路局、首都高速道路(株)提供)、一般道路の断面交通量データ(一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会提供)を取得した。また、観測点周囲の土地分類、地盤(V_s30)、周辺の土地利用、地震計設置施設種別(学校の場合は在学生数)、地震計から道路・線路までの最短距離などの情報を収集し、整理した。

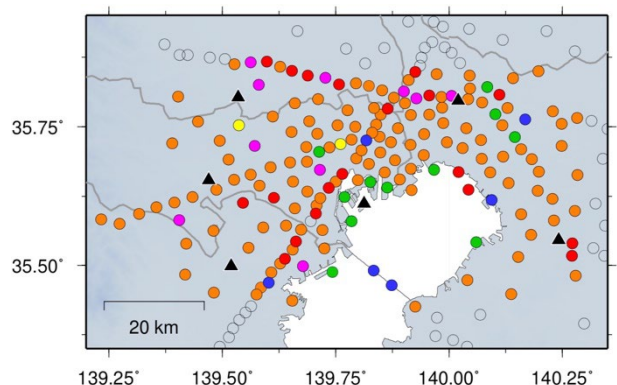


図1 対象とした MeSO-net 観測点

〔研究開発の結果〕

(1) 人流と微動の関係

既往研究では、都市部の人流と微動の振幅との相関関係が指摘されている。しかしながら、本研究で取得した169地点の微動データと観測点周囲の人流データを比較すると、微動のバックグラウンドレベルと人流には一定の相関が見られる一方で、地震計の設置環境によっては必ずしも明瞭な関係が見られないことを確認した。また、2020年のCOVID-19感染拡大に伴う人流の低下と微動の消長は、限られた地点のみでしか相関関係を確認することができなかった(図2)。

(2) 断面交通量と微動の関係

断面交通量が計測されている首都高速道路の区間に隣接している MeSO-net 観測点の微動と交通量との関係を調査した。その結果、10Hz以下の微動の振幅と交通量の間一定の関係を見出した。

(3) 地震データトラフィックによる微動モニタリング

MeSO-netの地震記録(WIN32形式)のデータ量と微動の振幅に明瞭な相関関係があることを検証した。これに基づき、一切の波形解析を行わず、ファイル容量を追跡するだけでも微動の時空間変化を容易に実施することが可能であることを示した。また、同様の考え方で、波形画像(PNG形式)の容量を用いた微動のモニタリング手法も提案した(図3)。

(4) 2020年の首都圏の微動低下

複数の研究によって、2020年のCOVID-19感染拡大による外出自粛等の影響で2020年に首都圏で微動が低下したことが報告されている。本研究では、MeSO-net全169地点および防災科研Hi-net6地点のスペクトル振幅を調査し、以下を明らかにした。

- ・2020年3月以降、学校に地震計が設置されている観測点で20Hz以上の微動が低下する
 - ・2020年4～5月にはさらに低下幅が増加する
 - ・地震計が設置されている観測点における微動の低下幅と在学生数に相関が見られる
 - ・学校以外の観測点では目立った微動低下が見られない
- これらの結果は、首都圏の微動の消長は観測点周囲のごくローカルな現象の影響を受けたものであり、限られた微動記録のみで都市域全体の人間活動を評価することは不可能であることを示唆している(図4)。

(5) 微動の消長が地震波速度構造の推定に及ぼす影響

上記検討により、対象とした地域で調べた微動レベルはいずれも1日の時間帯や緊急事態宣言等の政策に関わ

らず機器ノイズを上回ることを確認した。また、微動H/Vスペクトル比の形状もわずかなばらつきしか示さないことを確認した。

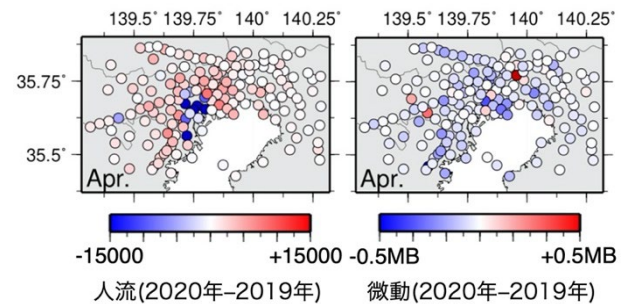


図2 微動スペクトルと人流の増減(2020年4月:平日11～15時平均量)

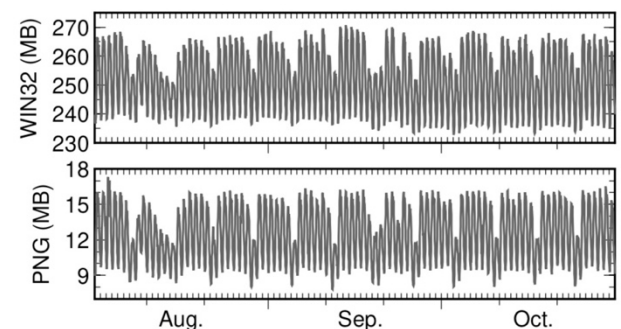


図3 地震記録のデータ量(上段)および波形画像のファイル容量による微動のモニタリング事例

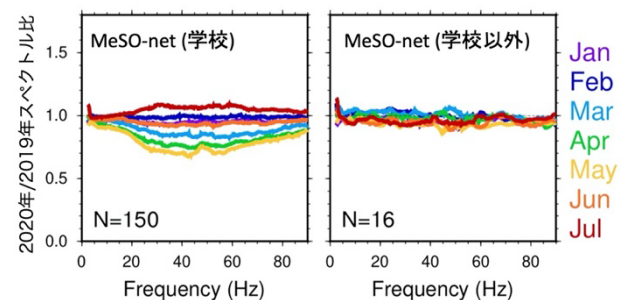


図4 MeSO-net 観測点の2020年/2019年スペクトル比(1月～7月、平日10時台)

〔参考文献〕

- 1) 林田他: MeSO-net 観測記録に見られる2020年の微動振幅の低下とその要因、土木学会論文集A1(印刷中)

令和4年度以前の研究開発課題名:

自然地震および微動観測記録に含まれる上部地殻～深部地盤構造の影響の検討