

京都市付近で得られた脈動が示す性質

谷口 慶祐¹⁾

Profile of Microseism at Kyoto and its Surrounding Area

Keisuke TANIGUCHI

抄 録：京都付近で、海の波浪によって励起したと考えられている脈動が得られた。その振幅は、場所によって変化せず、その場所の地下構造などにはあまり関係なく、原因が遠方にあることを示唆している。その伝播方向は北西－南東方向である可能性があり、地形から伊勢湾が発生源の候補として挙げられる。

キーワード：脈動, 京都

1. はじめに

我々は普段地面が振動していることを意識することはほとんどなく、有感地震の際や、自動車や電車が通過したとき、また工事現場近くなどで、たまに振動を感じる程度である。しかし実際には地面はいろいろな原因によって常に揺れ動いているのである。

Peterson (1993) は、自然現象を原因とした常に存在する低周波の地震動を New Low Noise Model としてまとめた (図 1)。図の横軸は周波数、縦軸は地震動の加速度の Power spectral density で、振動の大きさを示す指標である。先に述べた自動車や工事による振動は常時微動と呼ばれ、その周期は 1 秒以下の短周期振動で、風などの自然現象もその原因となるが、ほとんどは人工的なものであるため、この図では小さな振幅となっている。

一方この中でひととき目立つピークは脈動 (Microseism) で、その周期は数秒である。脈動は、海における波浪によって生じ、海の状態に応じて広い地域にわたって盛んになったり衰えたりすると考えられている。

ここでは、京都市付近で観測した脈動について、どのような性質を示すか調べることにする。

2. 観測および解析

今回解析に用いたデータを観測した地点を図 2 に示す。観測点は 3 点で、京都市内中心部の梅小路、京都から大津に抜ける峠の大谷、琵琶湖南西岸の大津港である。観測には、京都大学防災研究所からお借りした観測システムを用いた。観測を実施したのは、梅小路が 2007 年 12 月 18 日、大谷と大津港は 2008 年 11 月 18 日、いずれも午後 2 時から 4 時の間である。

1) 京都教育大学

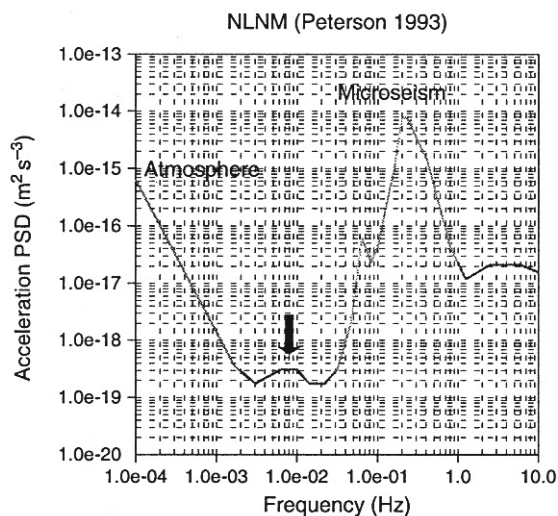


図 1 : Peterson (1993) による New Low Noise Model.

縦軸は加速度で単位は Power spectral density である。周波数の範囲は 1/10000 から 10Hz (周期約 2 時間 45 分～ 0.1 秒) である。

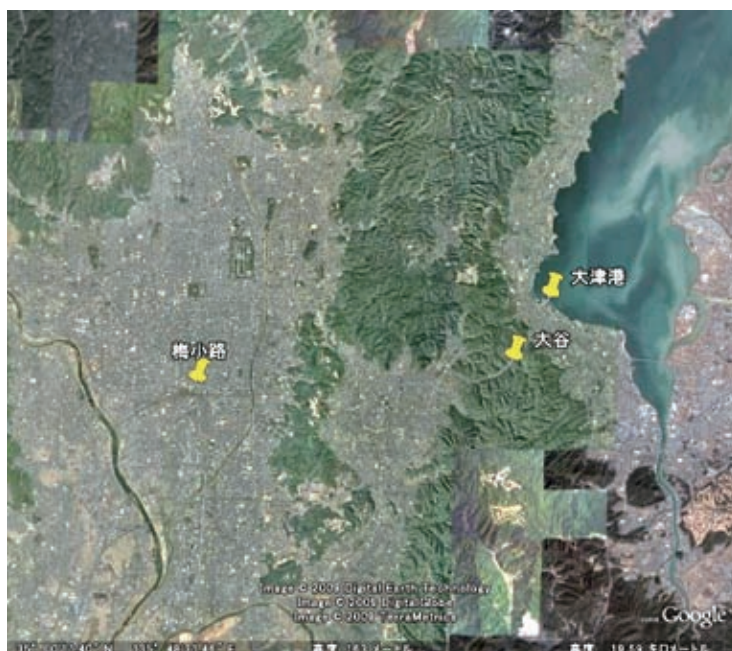


図 2 : 観測点 (梅小路, 大谷, 大津港)

観測システム (写真 1) は, 強震計を用いたコンパクトに設計されたシステムで, 1つの筐体内に 3 成分の地震計と収録装置が内蔵されており, 水平と南北に注意して硬い地盤上に設置



写真 1：観測システム

すれば、簡単に地震動が収録できる仕組みになっている。なお強震計とは加速度計で、測定対象は地震動の加速度である。

例として、梅小路で 2007 年 12 月 18 日 14 時 0 分から 5 分間収録したデータを示す（図 3）。このデータはサンプリング周波数 50Hz で収録した 3 成分（上下、東西、南北）のうち上下動のもので、地震動の加速度変化（単位： $\text{gal}=\text{cm}/\text{sec}^2$ ）である。解析には、全データの内 2048 個、40.96 秒間の記録を用い、観測システムの特性で補正した後、物理量に変換してある。

3 地点の上下動加速度地震動の振幅スペクトル（図 4）を見ると、まず目につくのは周波数 1Hz と 10Hz の間にある大きなピークであるが、これは常時微動で、先に述べたように人間の活動による人工的なもので、おそらく自動車によるものだろう。この振幅は 3 地点で大きく異

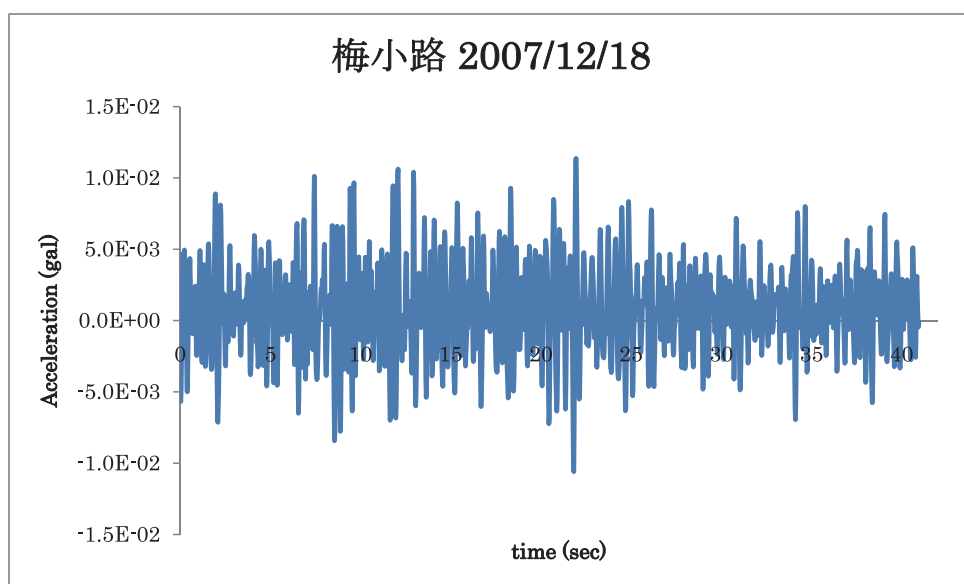


図 3：梅小路で収録した常時微動および脈動

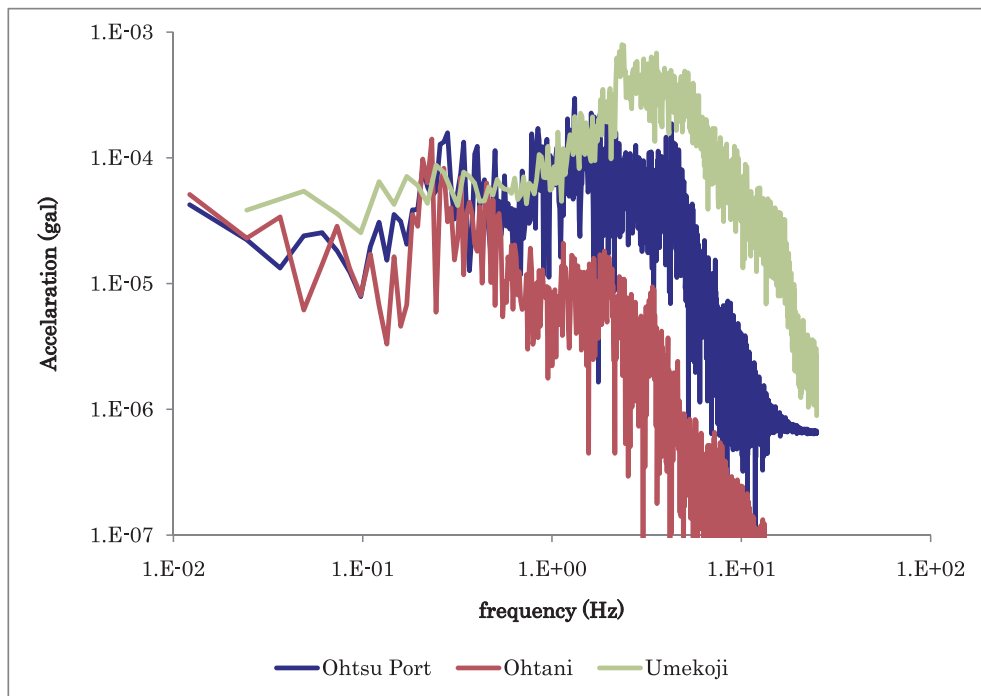


図 4：梅小路，大谷，大津港の上下動成分の加速度振幅スペクトル

なっており，最も大きいのは梅小路で，自動車の通行が激しい場所に加え，京都盆地の厚い堆積層の影響を受けた結果と考えられる。次に大きいのは大津港で，にぎやかな場所で道路から近いこともあり，人や自動車の通行による常時微動と考えられる。最も小さいのは大谷で，国道 1 号線からそれほど離れていないが峠でしっかりした岩盤上に位置すると考えられるので小さいのだろう。つまり常時微動は自動車の通行量や道路からの距離，地盤の硬軟と関係している。

0.1Hz と 1Hz の間に見られるピークは脈動で，3 地点で大きさがあまり変わらない。このことは，脈動が局所的な原因によるのではなく，観測地点が比較的近いために，自然現象の振動源の影響が同じように表れた可能性がある。

従来から，脈動は海の波を原因とする振動で，その振動様式はレイリー波のようであると推定され理論的な研究も進みつつある。レイリー波とは表面波で，伝播方向と鉛直方向の成分を持つ波であるから，脈動がレイリー波と同様ならば，水平面内の振動方向は伝播方向を示す可能性が高いと考えられる。

次に示す 3 枚の図（図 5a, b, c）は，3 地点の水平の動きを示したものである。脈動のみを見るため，0.1Hz - 1Hz のバンドパスフィルターを施してある。この図から，北西 - 南東方向の動きが卓越しているように見え，3 地点ともに共通している。この結果は，脈動が北西方向（日本海側）もしくは，南東方向（太平洋の特に伊勢湾）から伝播した可能性を示しているのかもしれない。

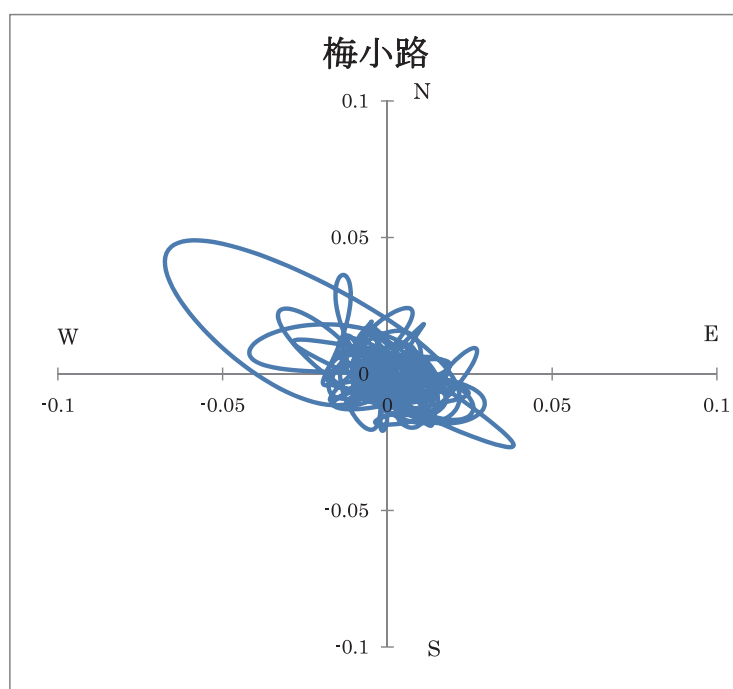


図 5 (a) : 梅小路における脈動による水平の動き

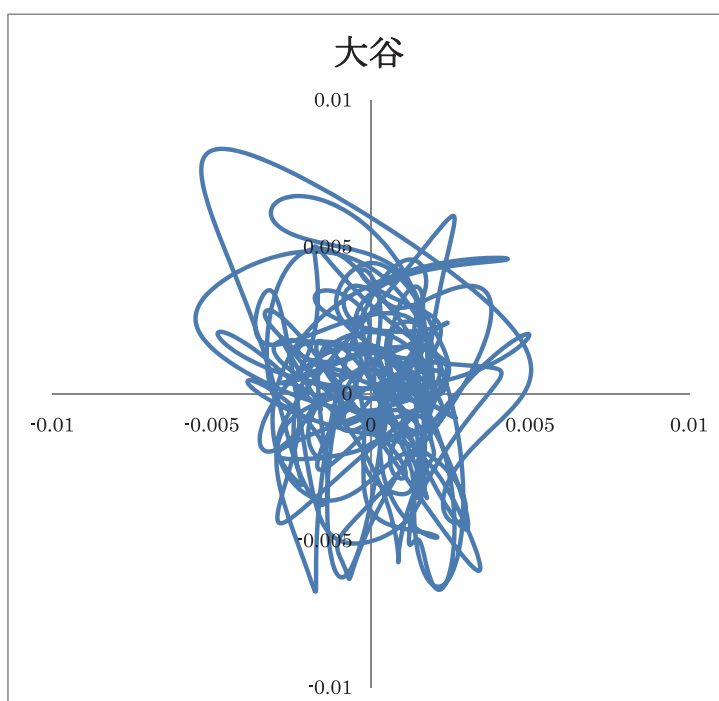


図 5 (b) : 大谷における脈動による水平の動き

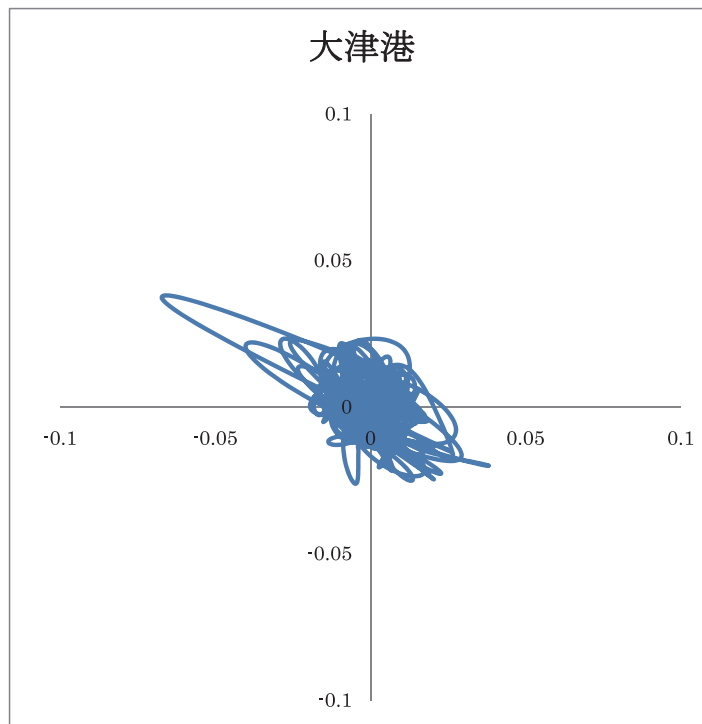


図 5 (c) : 大津港における脈動による水平の動き

3. 結果と考察

脈動は、海の波によって励起された表面波で、小さな振動ではあるがあまり減衰せず、内陸部まで伝播すると考えられている。そのことを踏まえ、京都市近郊で観測を行ったところ、3地点ではほぼ同じ振幅の脈動が見られた。大谷と大津港に関しては同日の午後、それほど時間の差はなかったので、海の状態すなわち振動源の状態があまり変化しておらず、また海からの距離があまり変わらず、距離による減衰効果が多くなかったために同じ振幅になったと考えられる。なお琵琶湖の影響の可能性は顕著には見られないことから、琵琶湖の波浪では振動源にはならないのかもしれない。梅小路は他の2点と季節が同じとは言え、約1年隔たっている。にもかかわらず振幅がほぼ等しいのは、海の状態がたまたま同じ程度だったためかもしれない。海岸付近では海が荒れていると、脈動が大きくなり、海が静かだと小さくなる。このことから、脈動の振幅が等しいときは海の状態も同じであるとも考えられるが、内陸部でもそのように振幅が海の状態と密接に関係しているという詳細な報告はまだないので、断定はできない。

伝播方向は北西－南東方向の可能性が大きい。このことから日本海もしくは太平洋特に伊勢湾が可能性として考えられる。地形的にみて伊勢湾が原因であるのかもしれない。ただし脈動が表面波で減衰が多くないのであれば、他の方向からの影響も受けてよいのではないかと考えられるので、もし海が原因だとした場合、その影響が振幅や振動方向とどのように関係するのかさらに検証を進めることが必要だろう。

参考文献

Peterson J (1993). Observation and modeling of background seismic noise. US Geological Survey Open-File Report 93-322. Albuquerque, New Mexico: US Geological Survey.

