

高密度微動観測による鳥取市街地の地盤震動特性の把握及び地盤構造推定

鳥取大学大学院	学生会員	○朝日	秀伍
鳥取大学	非会員	唐住	裕太
鳥取大学大学院	正会員	野口	竜也
鳥取大学大学院	正会員	香川	敬生
鳥取大学	非会員	向井	泰平

1. はじめに

鳥取市は人口密集地であるとともに山陰地方の経済、社会活動の中心地である。鳥取市における地震防災は重要な課題であり、詳細な地盤震動特性や地盤構造を評価することは今後の地震防災に資料になると思われる。本研究は、鳥取市街地において高密度に3成分単点観測を行うことで地盤震動特性を把握し、より詳細な地盤構造の推定を行うことを目的とする。

2. 観測

観測点位置を図1に示す。水平2成分(NS, EW), 上下1成分(UD)の計3成分の加速度計で2011年度は226点(黒丸), 2012年度は唐住ら²⁾によって126点(赤丸)の観測が行われた。加速度計は、2011年度にGPL6A-3P(アカシ社製), 2012年度にJU210(白山工業社製)を用いている。観測時間は各点約10分程度で行っている。

3. 解析

3-1. H/Vの算出

3成分単点観測によって得た観測波形からノイズの少ない区間を20.48秒の間隔で5区間以上抽出した。次にFFT(高速フーリエ変換)を用いてフーリエ変換を行い、バンド幅0.3HzのParzenウィンドウで平滑化した。そして、水平2成分のフーリエスペクトルを相乗平均し、上下成分のフーリエスペクトルで除してH/Vを算出した。H/Vの例は図2に示す。また、算出したH/Vから卓越周期の読み取りを行った。

3-2. 層厚の推定

本研究の対象地域では、過去にアレイ観測²⁾(図1)が行われており、地盤構造モデルが求められている。それらの地盤構造モデルの上部2層で平均をとり、表1に示す仮想の2層地盤モデルを作成した。本研究で得られたH/Vスペクトルと仮想地盤モデルから算出した理論H/Vを重ね合わせ、卓越周期が不一致ならば層厚の値を変更して理論H/Vを算出し直し、再度両者を重ね合わせる。この手順を両者が一致するまで逐次実施し、層厚の推定を行った。

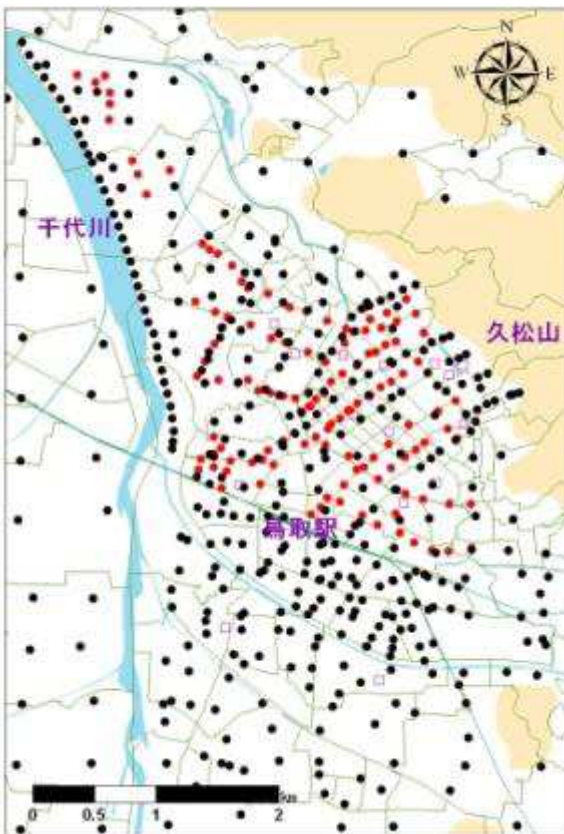


図1 観測点 (鳥取市街地)

●2011年度以前 ●2012年度 □アレイ観測

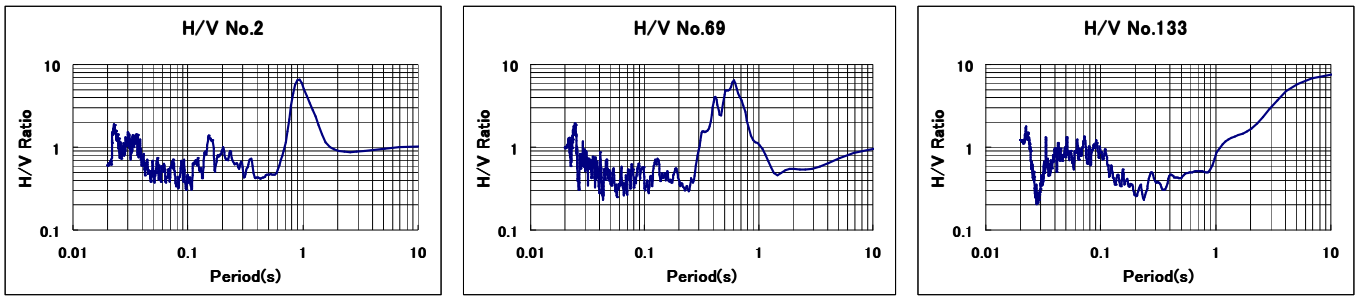


図2 H/V スペクトルの例

表1 仮定の2層地盤モデル

ρ (t/m ³)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	層厚 (m)
1.6	1460	140	
1.9	1850	500	∞

4. 結果及び考察

4-1. H/V の卓越周期

図3は、読み取った卓越周期を面的に表したものである。図3-1と図3-2を比較すると、観測点数が増えたことから対象地域中央部を中心に、より詳細な周期分布を得ることができた。

この分布から、対象地域北部域は0.8秒～1.2秒の比較的長周期の領域が広がっており、南部域は0.4～0.8秒の比較的短周期の領域が広がっていることが分かる。また、久松山近辺では周期の急激な変化が見られた。

4-2. 層厚分布

図4は、推定した層厚を面的に表したものである。図4-1と図4-2を比較すると、層厚に関しても対象地域中央部を中心により詳細な分布が得られた。

この分布から、層厚は市街地の北部域で35m～49mと比較的大きく、南部域は10～25mと比較的小さくなっていた。また、久松山近辺では急激な層厚の変化が見られた。

4-3. 鳥取地震時の学校建物被害との比較

1943年に発生した鳥取地震の際の学校建物16棟の被害記録(表2)が野口ら³⁾によって調べられている。各学校の情報については、設計図面等の詳細な記録は存在しないが、全て木造2階建てであったこ

とが分かっている⁴⁾。

図5に鳥取市街地における学校建物の被害分布を示している。被害の程度は被害記録を参考に、全壊、半壊、大破、中破、被害なしの5段階で表している。ただし、当時の被害程度の判断基準では全壊と半壊の区別が不明瞭であるため、ここでは全壊と半壊を同等の被害程度として扱う。また、図5には本研究の微動観測によるH/Vの卓越周期分布を重ねて示している。

図5から、全半壊建物は卓越周期が約0.5～0.7秒の領域に存在していることが分かる。図6から、木造建物の固有周期は約0.1～0.5秒であることが分かる⁵⁾。建物の被害が大きくなった原因として、建物が持つ固有周期と、その地点の地盤の卓越周期が近い値となったために強震現象が発生したことが考えられる。また、大破・中破の建物については、卓越周期の急変に集中しており、これらは平野と山地の境界に立地している。一方、卓越周期が0.7秒以上の領域では被害なしの建物(遷喬小学校)を含め被害程度が小さくなる傾向がある。

5. まとめ

本研究では、鳥取市街地において高密度に3成分単点観測を行い、地盤震動特性の把握や層厚の推定

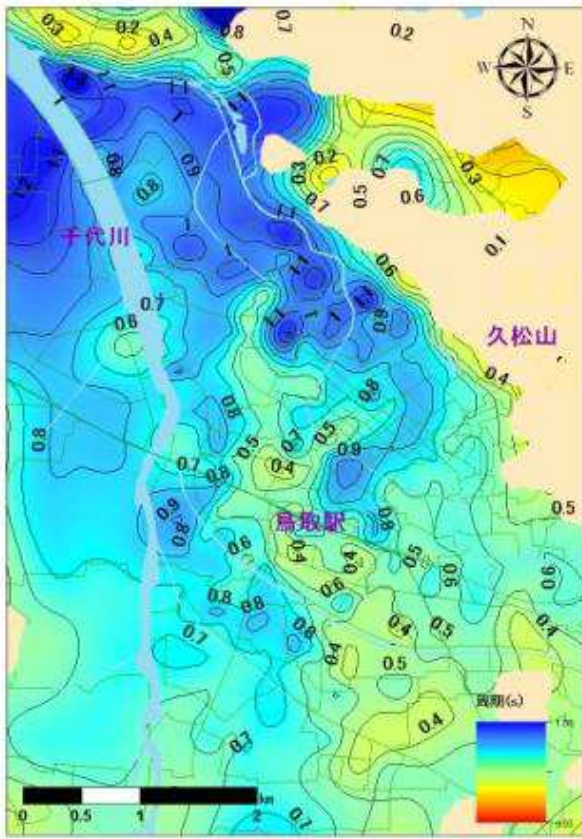


图 3-1 卓越周期分布 (2011 年度以前)

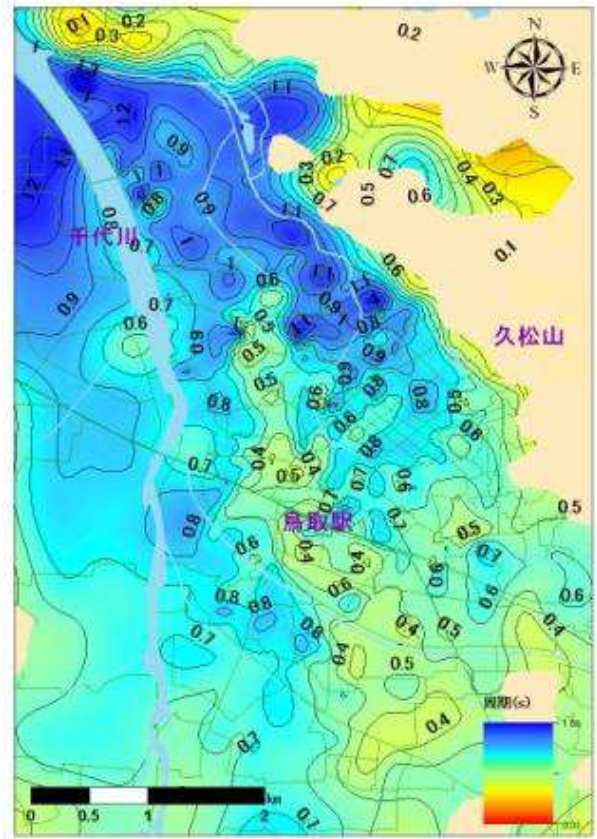


图 3-2 卓越周期分布 (2012 年度)

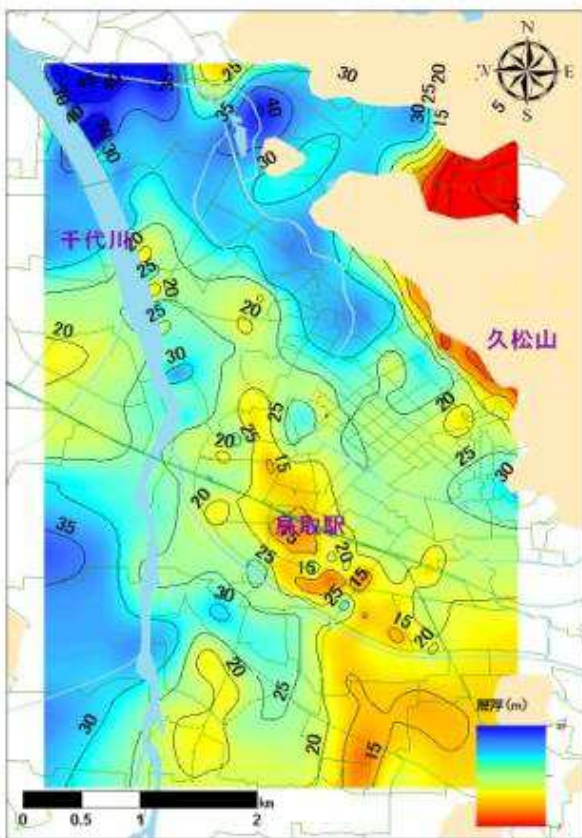


图 4-1 層厚分布 (2011 年度以前)

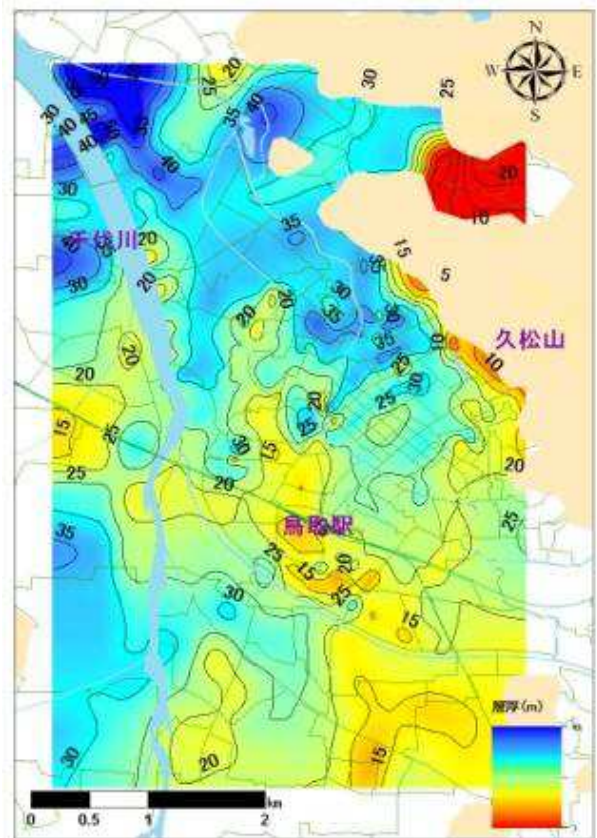


图 4-2 層厚分布 (2012 年度)

表 2 建物被害

Name	Damage
富桑小学校	全壊
修立国民学校	全壊
鳥取県立工業高校	全壊
鳥取市高等女学校	半壊
付属国民学校	半壊
鳥取家政学校	半壊
鳥取青年学校	半壊
日進国民学校	半壊
鳥取県盲学校	大破
鳥取県立商業高校	大破
久松国民学校	大破
鳥取県立第一中学校	大破
仁風国民学校	中破
鳥取県立高等女学校	中破
鳥取師範学校男子部	中破
遷僑小学校	被害なし

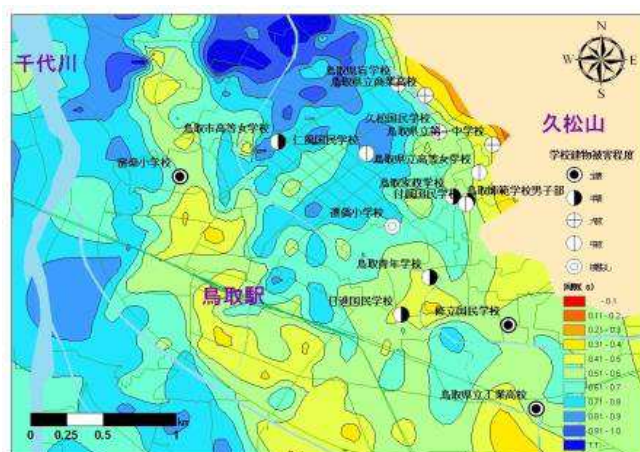


図 5 1943 年鳥取地震時の建物被害との比較

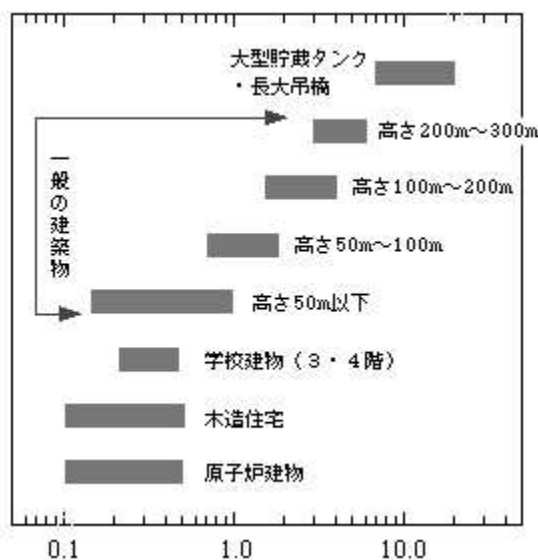


図 6 建物の固有周期

を行った。さらに、1943 年鳥取地震の際の学校建物被害と地盤震動特性との関係を検証した。その結果、以下のことが分かった。

- (1) 卓越周期は、市街地の北部で 0.8~1.2 秒の比較的長周期, 南部では 0.4~0.8 秒の比較的短周期の地域が多く見られた。さらに、久松山近辺では周期の急激な変化が見られた。
- (2) 層厚は、市街地の北部は 35m~49m と比較的大きく, 南部は, 10m~25m と比較的小さくなっていた。さらに、久松山近辺では層厚の急激な変化が見られた。
- (3) 鳥取地震時の建物被害と卓越周期分布を比較したところ, 全半壊建物は卓越周期が約 0.5~0.7 秒の領域にあった。また大破・中破の建物は, 卓越周期の急変地域に集中していた。被害なしの建物は, 周期 0.7 秒以上の領域にあった。

(参考文献)

- 1) 唐住裕太 (2012) : 高密度微動観測による鳥取市街地の地盤震動特性の把握 鳥取大学卒業論文
- 2) 平澤孝規 (2003) : 鳥取市街地における微動を用いた地下構造の推定 鳥取大学卒業論文
- 3) 野口竜也, 窪田郁夫, 西田良平 (2006) : 1943 年鳥取地震の被害状況と地盤震動特性の関係 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集 No.58
- 4) 鳥取県 : 鳥取県震災小誌 (1944)
- 5) 社団法人日本地震学会 : [http:// www.soc.nii.ac.jp/ssj/](http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/)