2018 年大阪府北部の地震における茨木市内の震度と地盤卓越振動数の関係

森　伸一郎[1]・小林　巧[2]

[1]フェロー　愛媛大学准教授　大学院理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3）
E-mail: mori@ehime-u.ac.jp

[2]正会員　（国研）土木研究所　構造物メンテナンスセンター（元・愛媛大学大学院生）
（〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6）
E-mail: kobayashi-t573ck@pwri.go.jp

2018 年 6 月 18 日に大阪府北部の地震（Mj 6.1）が発生した．発災直後に気象庁などから面的推定震度分布が公開され，それによると茨木市と高槻市の広範囲で震度 6 弱が推定された．一方，墓石により推定された震度では茨木市内で震度 5 弱－6 強とばらつき，高槻市は震度 5 弱以下であった．また，これら地域では全半壊はほぼ無く，屋根被害などの一部損壊が多く報告された．そこで本論文では，茨木市内の墓石による震度がばらついた地域を中心に，その地域の地盤振動特性を明らかにする目的で，詳細な単点微動測定を実施した結果を報告する．その結果，墓石震度 6 強相当の地域では約 0.2－0.3 秒，6 弱相当の地域では 0.1－0.2 秒，5 強相当の地域では約 0.3 秒が卓越する地盤であった．

Key Words: *2018 Northern Osaka earthquake, Microtremor, Tombstone, seismic intensity*

1.　はじめに

2018 年 6 月 18 日に大阪府北部の地震（Mj 6.1）が発生した．この地震では発災直後に気象庁（以下，JMA）や防災科学技術研究所（以下，NIED）から面的推定震度分布[1),2)]が公開され，それらによると茨木市と高槻市の平野部を中心に広範囲で震度 6 弱が推定された．

一方，震度 6 弱が広範囲に推定されたにもかかわらず，茨木市や高槻市では住宅の全半壊はほとんどなく，屋根被害や軽微なクラックといった一部損壊が多かった[3),4)]．

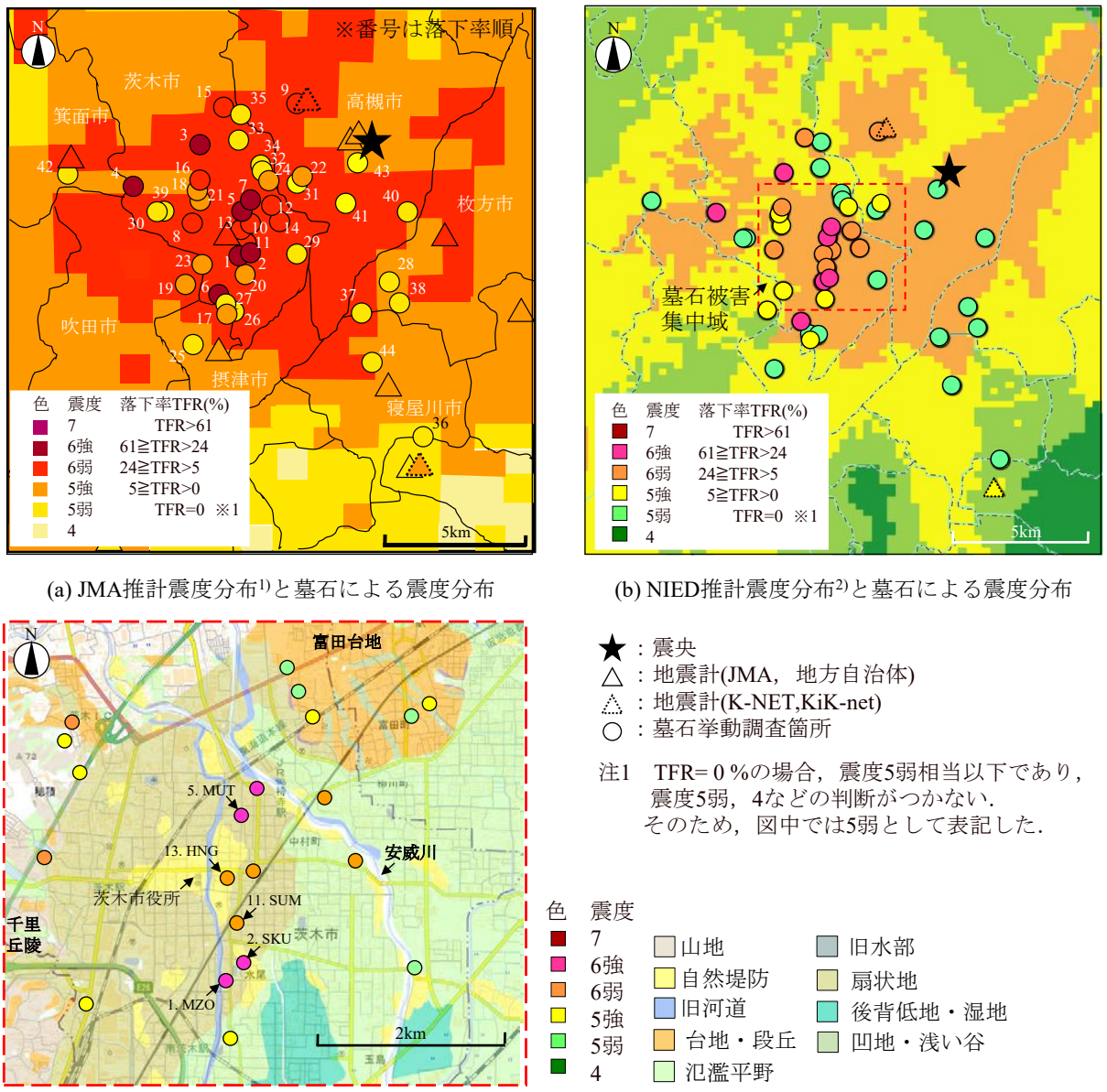
以上の背景から，推定震度の大きかった地域で実際の揺れ分布を知る目的の墓石の被害調査が，森・小林[5)]により実施されている．それによると，最大 57.8 %の高い墓石落下率（以下，TFR）は茨木市に集中し，高槻市中南部や淀川以南の枚方市，寝屋川市では落下が確認されなかった．また，JMA や NIED の推定震度分布で震度 6 弱が推定されていた茨木市や高槻市では，TFR より推定された震度（以下，墓石震度）によると，茨木市内で 5 弱～6 強と墓石震度が大きくばらつき，高槻市南部では墓石落下がなく墓石震度 5 弱以下相当であったことが示された．

そこで本論文では，茨木市中心部の墓石震度が空間的に大きく変動した地域を対象に詳細な単点微動測定を実施し，その地盤の振動特性を調査した結果を報告する．また，本地震では住宅の一部損壊（特に屋根被害）が多く報告されたが，屋根被害の応急処置として配布されたブルーシート配布状況のデータが入手できたので，屋根被害分布の特徴も併せて検討した．

2.　茨木市内の墓石被害・墓石震度分布と微地形

推定震度分布[1),2)]より詳細な揺れ分布を知るために墓石被害調査が森・小林[5)]により実施されている．

図-1 に推定震度分布と墓石による推定震度分布および地形との比較を示す．同図は森・小林[5)]の**図-9** を引用したものである．ここで墓石震度は，計測震度（以下，I）と最大地動速度（以下，PGV）の経験式および，PGV に対する TFR のフラジリティー曲線を利用して，TFR から I が求められている．**図-1** は，そのように TFR から I を求め，JMA と NIED の推定震度分布と比較したものである．本地震では JMA と NIED の推定震度分布で，茨木市と高槻市の広範囲に震度 6 弱が推定されたが，墓石震度では，茨木市で震度 5 弱-6 強相当とばらつきが大きいことがわかる．



(a) JMA推計震度分布[1]と墓石による震度分布

(b) NIED推計震度分布[2]と墓石による震度分布

(c) 墓石被害集中域における微地形[6]

図-1 推定震度分布と墓石による推定震度分布および地形との比較
（森・小林[5]より引用，注1を追記した．）

また，JMA[7,8]やNIED[9]の推定震度分布は，地形区分で設定された地盤増幅率を用いて推定されている．この増幅率は，メッシュ（NIEDは250 mメッシュ[9]，JMAは筆者が調べた限りでは非公開）ごとに地形区分からAVS30を求め，そのAVS30から地盤の増幅率が決定されている．また，地震発生時には，各地震計で観測された地震波から計測震度Iを求め，それを地表PGVに変換し，それを増幅率ampで除し，工学的基盤上（JMAは$Vs = 600$ m/s[8]，NIEDは$Vs = 400$ m/s[9]としている）の基盤PGVを求め，観測点間での任意位置での基盤PGVを距離で補完し，基盤PGVの分布を求める．その分布に対しそれぞれの地点の地形区分から求められた増幅率を乗じ，震度の面的分布が算出される．

そのような背景から，**図-1**(c)では，墓石震度分布と微地形区分を比較している．この図によるとTFRの高い地域は主に扇状地であり，増幅率設定上での軟弱地盤である氾濫平野や後背低地・湿地ではTFRが0であることがわかる．また，富田台地や千里丘陵でTFRが小さく，墓石震度5強相当である．一方，千里丘陵のすそで6弱相当である．

3. 茨木市内での屋根被害の分布

(1) 屋根被害とブルーシートの配布

市内中心部の大半で震度6弱と推定された茨木市の住宅被害は，全壊が3棟，半壊が95棟，一部損壊が13,510棟であった[3]．平成30年度大阪府統計年鑑[10]によると，茨木市の住宅棟数は，67,054棟である．これらのデータ

より，本地震における茨木市の住宅被害率は，全壊率が 0.0 %，全半壊率が 0.1 %，一部損壊以上率が 20.3 %である．

一方，文献[11),12),13)]によれば，震度 6 弱時の建物被害率は，気象庁[11)]で全壊率 0－7 %，全半壊率 0－10 %，中央防災会議[12)]の想定で，全壊率を 0－18 %とされている．また，翠川・藤本[13)]は，兵庫県南部地震で全壊率 4－8%，全半壊率 30－35 %，一部損壊以上率 1－70 %，兵庫県南部地震以外の 4 地震（1997 年 3 月 26 日および 5 月 13 日の鹿児島県北西部の地震(Mj 6.3 および 6.2)、2000 年鳥取県西部地震(Mj 7.3)、2001 年芸予地震(Mj 6.7)）では，全壊率 0－2%，全半壊率 0－10%，一部損壊以上率 1－70%としている．

本地震は広範囲に震度 6 弱が推定されたにもかかわらず，これらと比べて全半壊率が低い．一部損壊以上率は過去の地震と比べて特に高くはないが，都市部であることからその被害件数は多い．

著者らが直後に現地調査した際には，地震で屋根被害が生じた住宅の多くでは，応急処置として屋根にブルーシートが被せられていたのを確認した．また，調査中に観察した屋根被害のほとんどは瓦屋根であった。本論文では，茨木市内の屋根被害の分布を知る目的で，発災直後から市内でブルーシートの配布を行っていた社会福祉協議会の理解と協力を得て，地震が発生した 6 月 18 日から 11 月 19 日までのブルーシート配布数のデータの提供を受け，そのデータを分析した．

しかし，2018 年は，6 月 18 日に大阪府北部の地震が発生し，6 月 28 日に平成 30 年 7 月豪雨（以下，7 月豪雨）が大阪府に到来し[14)]，続けて 9 月 4 日に平成 30 年台風 21 号（以下，台風 21 号）が日本に上陸した．このうち大阪府北部地域で多くの屋根被害がもたらされたものは大阪府北部の地震と台風 21 号といわれている[15)]．

そこで，**図-2** でブルーシート配布の依頼日と災害発生時系列を検討した．同図の横軸は，被災した個人からボランティア団体へのブルーシートの配布依頼日であり，縦軸は一日あたりの依頼件数である．依頼件数は計 696 件であり，そのうち 96 件が再依頼，13 件が配布位置不明である．**図-2** には再依頼や配布位置不明のデータが含まれているが，後述する**図-3** と**図-4** ではそれらのデータは含まれていない．**図-2** では，地震発生後と台風上陸後に多くの依頼があったことがわかる．一方で，7 月豪雨は地震と期間が近く，それの影響がわかりにくいため，災害が発生した時期ごとに，屋根被害箇所の比較も行った．

(2) 災害別の屋根被害

図-3 に茨木市内における屋根被害箇所および，淀川からの距離を示す．同図では，地震発生後から 7 月豪雨

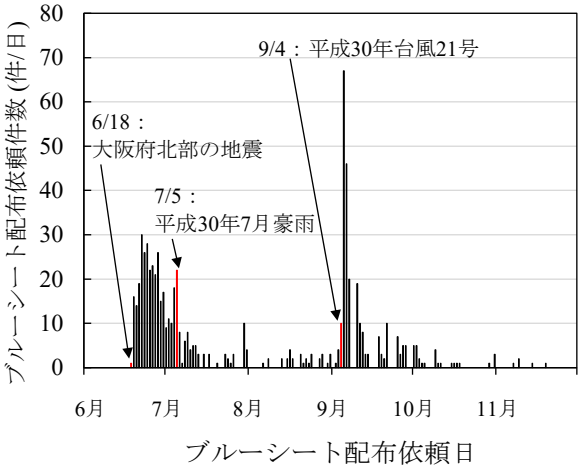


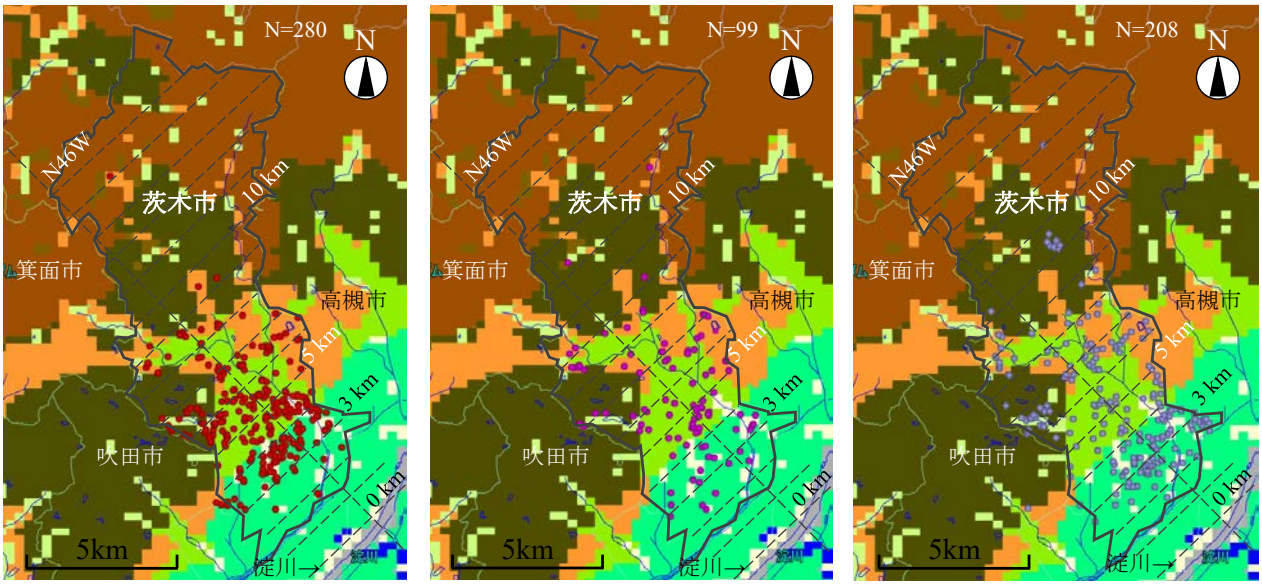
図-2 ブルーシート配布の依頼日と災害発生時系列

到来前（6/18－7/4），7 月豪雨到来後から台風 21 号上陸前（7/5－9/3），台風 21 号上陸後（9/4－11/19）の 3 つの期間に分けて，屋根被害箇所をプロットしている．また，目安として淀川から 1 km ごとに，淀川に平行な線を引いている．

図-3(a)の期間（6/18－7/4）では，淀川から 3 km 以上離れた地域で，主に屋根被害が生じている．地震による屋根被害は，扇状地と後背湿地，砂礫質台地，谷底低地の地形区分に多い．一方，淀川から 3 km 以内の地域と，丘陵や山地ではほとんど被害がない．**図-3**(b)の期間（7/5－9/3）では，期間内の配布依頼件数が 99 件と他と比べ少ない．**図-3**(a)と比べ，2－3 km の地域で屋根被害が散在する．それに対して，**図-3**(c)の期間（9/4－11/19）では，淀川から 2－3 km の地域で多くの屋根被害が確認された．また，丘陵地の一部（淀川から 10－11 km）では集中的に屋根被害が生じている．この地域は，四方を山に囲まれた住宅街が存在する．ただし，平野部と比べ，茨木市北部の丘陵地や山地では，住家の絶対数が少ない．

図-4 に 3 つの期間における淀川からの距離に沿う屋根被害割合の分布を示す．この図は，淀川から 1 km で区切られた範囲の屋根被害数を期間ごとの全数で除し，割合を計算している．つまり，被害分布を正規化しているため，各災害による被害分布として捉えることができる．これによると，9/4－11/19（台風 21 号上陸後）の分布が大きく異なっている．特に地震で揺れにくいとされている丘陵で屋根被害が生じている．また，4－6 km 区間で屋根被害が少ない．

それに対して，6/8－7/4（地震発生後から 7 月豪雨到来前）と 7/5－9/3（7 月豪雨到来後から台風 21 号上陸前）の分布はおおよそ重なる．しかし，6/8－7/4 の期間では 3－7 km で屋根被害が多いが，それと比べ 7/5－9/3 の期間では 2－9 km で漸増する．



(a) 地震発生後から7月豪雨到来前（6/18－7/4，N=280）　(b) 7月豪雨到来後から台風21号上陸前（7/5－9/3，N=99）　(c) 台風21号上陸後（9/4－11/19，N=208）

山地　山麓地　丘陵　砂礫質台地　谷底低地　○：ブルーシート配布位置

扇状地　自然堤防　後背湿地　旧河道　注 地形区分の色はJ-SHIS[16]による．

図-3 茨木市内における屋根被害箇所および，淀川からの距離（J-SHIS[16]の地形分類に追加）

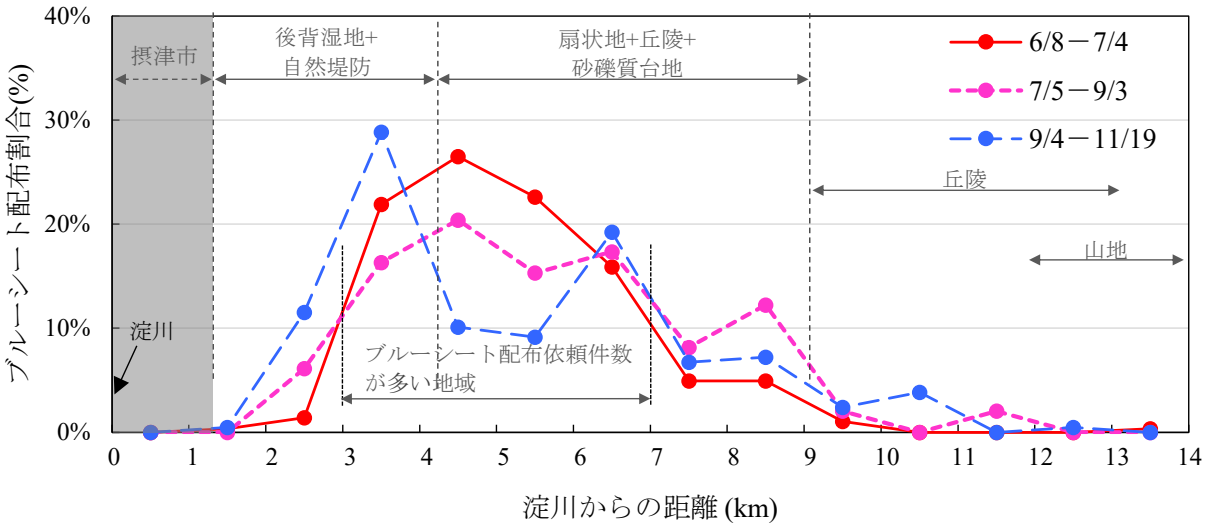


図-4 淀川からの距離に沿う屋根被害割合の分布

すなわち，6/8－7/4 の期間のブルーシート配布依頼はこの地震による屋根被害であると考えれば，台風 21 号による屋根被害が淀川より 3km以内にも多くあるのに対して，地震による屋根被害は3km以内の後背湿地区分にはほとんどないことがわかった．

4. 茨木市内での被害と微地形

図-5 に単点微動測定箇所と微地形区分を示す．図中で北東－南西方向の破線は，淀川に平行な直線を表しており，1 km 間隔で引いたものである（**図-3** と同じ）．墓石震度の分布は，森・小林[5]から引用した**図-1**(b), (c)と同じである．微地形は主に扇状地と氾濫平野，後背低地・湿地，自然堤防であり，安威川および埋め立てられた旧河道が南北に通り，旧水部が点在している．

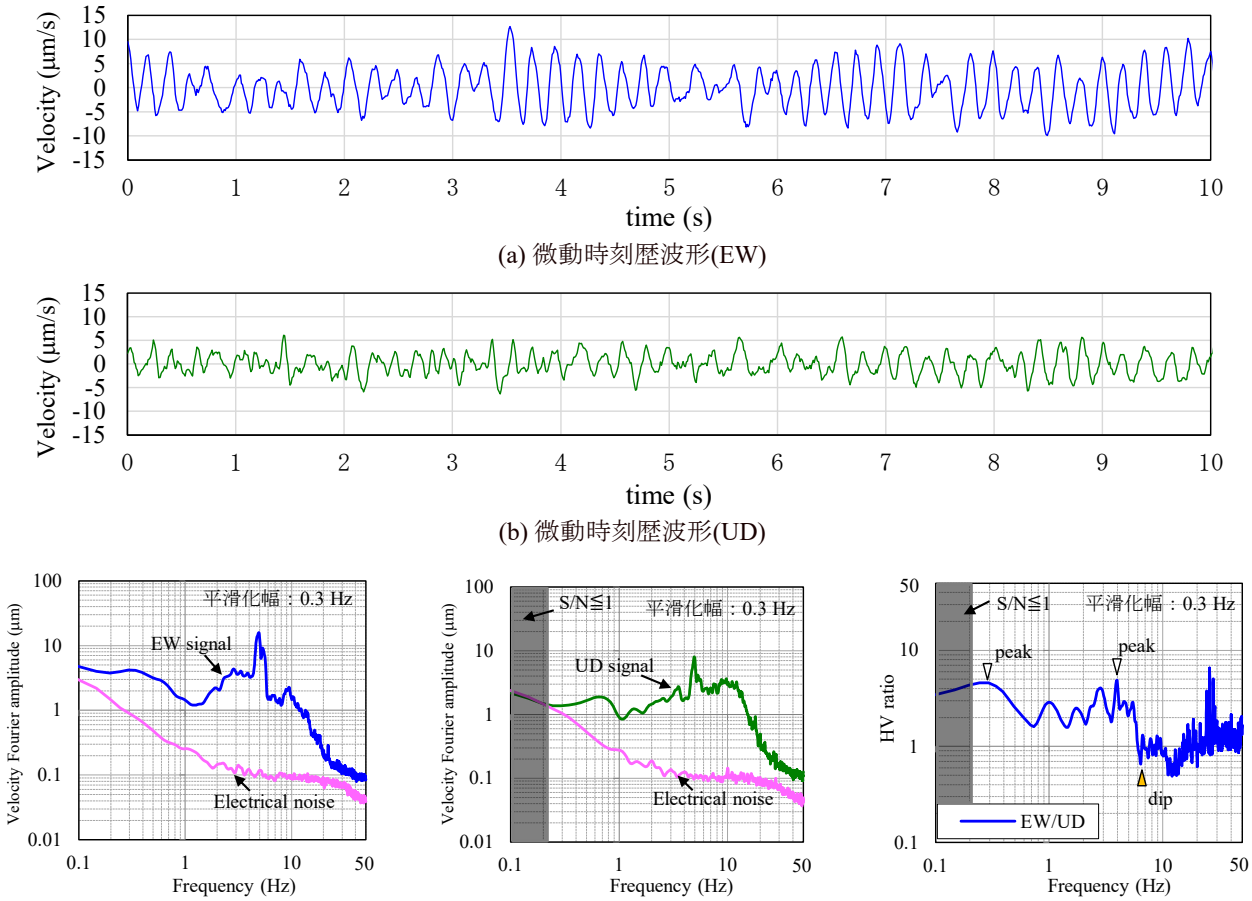
微地形と墓石震度を比較すると，扇状地では墓石震度が 6 弱－6 強と比較的大きく，それ以外の地域で 5 弱以下－6 弱となっている．**図-1** の JMA と NIED の推定震度

図-5 単点微動測定箇所と微地形区分
（国土地理院　ベクトルタイル「地形分類」6)に追加）

分布と比較すると，この地域は全域で震度 6 弱と推定された地域である．

また，屋根被害は淀川からの距離が 3 km を超えた地域で急増する．特に，**図-5** 上での北側（墓地 MUT，ISS 付近）と，淀川から 3-4 km の氾濫平野，図-5 上での中央（墓地 MZO 付近）で屋根被害が多い．一方，旧河道の西側の茨木市役所付近と，南茨木駅付近，安威川の西側（墓地 ISZ 南側）では少ない．

淀川からの距離が 3 km 以上の地域で，地形区分と照らし合わせると，扇状地では**図-5** 上での北側に屋根被害が集中し，茨木市役所よりも南側では少ない．自然堤防では，墓地 SWN と ISZ 付近を除き，屋根被害が多い傾向がある．氾濫平野では，地域差があり，屋根被害が多い箇所と少ない箇所がある．一方，推定震度分布作成上で増幅率が大きいという意味での軟弱地盤である，後背低地・湿地では屋根被害が少なく，同じく軟弱地盤で



(a) 微動時刻歴波形(EW)

(b) 微動時刻歴波形(UD)

(c) フーリエスペクトル(EW)　(d) フーリエスペクトル(UD)　(e) フーリエスペクトル比

図-6 単点微動測定で観測された時刻歴波形とそのフーリエ解析の例（測定点：B10）

ある旧河道や旧水部ではなかった．また，淀川からの距離が 3 km 未満の地域では，自然堤防上の地域で屋根被害が確認されたが，それ以外ではなかった．

次に屋根被害箇所と墓石震度を比較する．**図-5** の北側から墓石震度 6 強（墓地 ISS，MUT），6 弱（IBT，HNG，SUM），6 強（SKU，MZO）と推移する地域では，屋根被害の密度も北側から，高い，中くらい，高いと変動する傾向がある．墓石震度 6 弱の ISZ の周辺では屋根被害が少ないが，その北側は多い．また，墓地 SUT と SWK，SWH では墓石落下がなく，その周辺での屋根被害もない．それに対して，SWN では墓石震度が 6 強であり，その周辺で屋根被害がない．また，MSG では墓石震度が 5 強であり，その周辺で屋根被害が多い傾向がある．

以上から，微地形と墓石被害（墓石震度）・屋根被害は対応がよく，淀川からの距離が 3 km 未満の地域，すなわち，地形的には後背低地・湿地や氾濫平野で被害が少なかった．また，墓石震度と屋根被害はおおむね対応する．

5. 被害地域での単点微動測定

(1) 単点微動測定方法

墓石震度のばらつきが大きく，屋根被害の多かった地域の地盤振動特性を知る目的で，被害の多い地域と少ない地域を南北に縦断する測線 A と，東西に横断する測線 B（**図-5**）に沿って，単点微動測定を実施した．

使用した微動計は、基本固有振動数 4.5 Hz の 3 成分動コイル式速度計 GEODAQS2-2SCF（ANET 社製）である．N 方位（X 成分）と E 方位（Y 成分）を正として微動計を設置し，NS 成分と EW 成分を測定した．また，測定時には風よけのカバーで速度計を囲い，おもしを設置した．サンプリング振動数は 100 Hz である．

図-6 に単点微動測定で観測された時刻歴波形とそのフーリエ解析の例（測定点：B10）を示す．解析では，8 セグメント（1 セグメントに 2048 個のデータを使用）の微動時刻歴波形をオーバーラップなしでフーリエ解析し，フーリエスペクトルとフーリエスペクトル比を独立して平均化した．卓越振動数認知と値読み取りのために 0.3 Hz の Parzen ウィンドウを用いた．

スペクトルピークの読み取り方法として，多層地盤であることを想定した大町らの基準[17]を参考に読み取った．

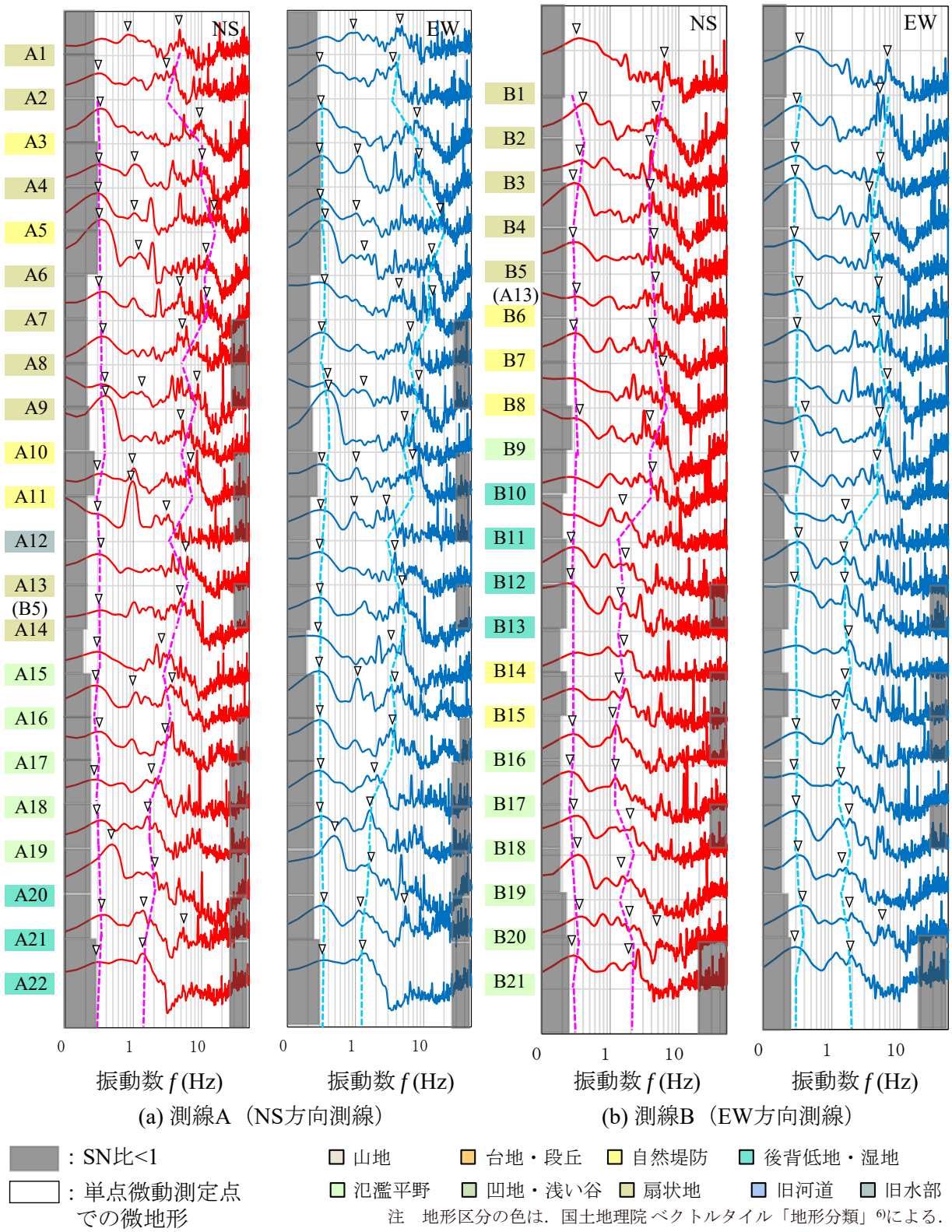


図-7 測線ごとのHVスペクトル比（平滑化幅：0.3 Hz）

具体的には，ピーク振動数の約 2 倍の振動数に明瞭なディップが確認できるもので，複数のピークが狭い振動数帯に存在するときには最大のピーク，明瞭なピークが存在しない場合は最大のピークかつその振動数の 2 倍の位置にディップが確認できるものを卓越振動数と定義し，読み取りを行った．また SN 比（有効な信号と電気ノイズの比）を考慮し，S/N≧1 の範囲でピークを読み取った．読み取り範囲は，低振動数側が SN 比 1 以上，高振動数側が SN 比 1 以上もしくは 30 Hz までの範囲とした．また，大阪平野の特徴として，深い地盤を反映した 2－

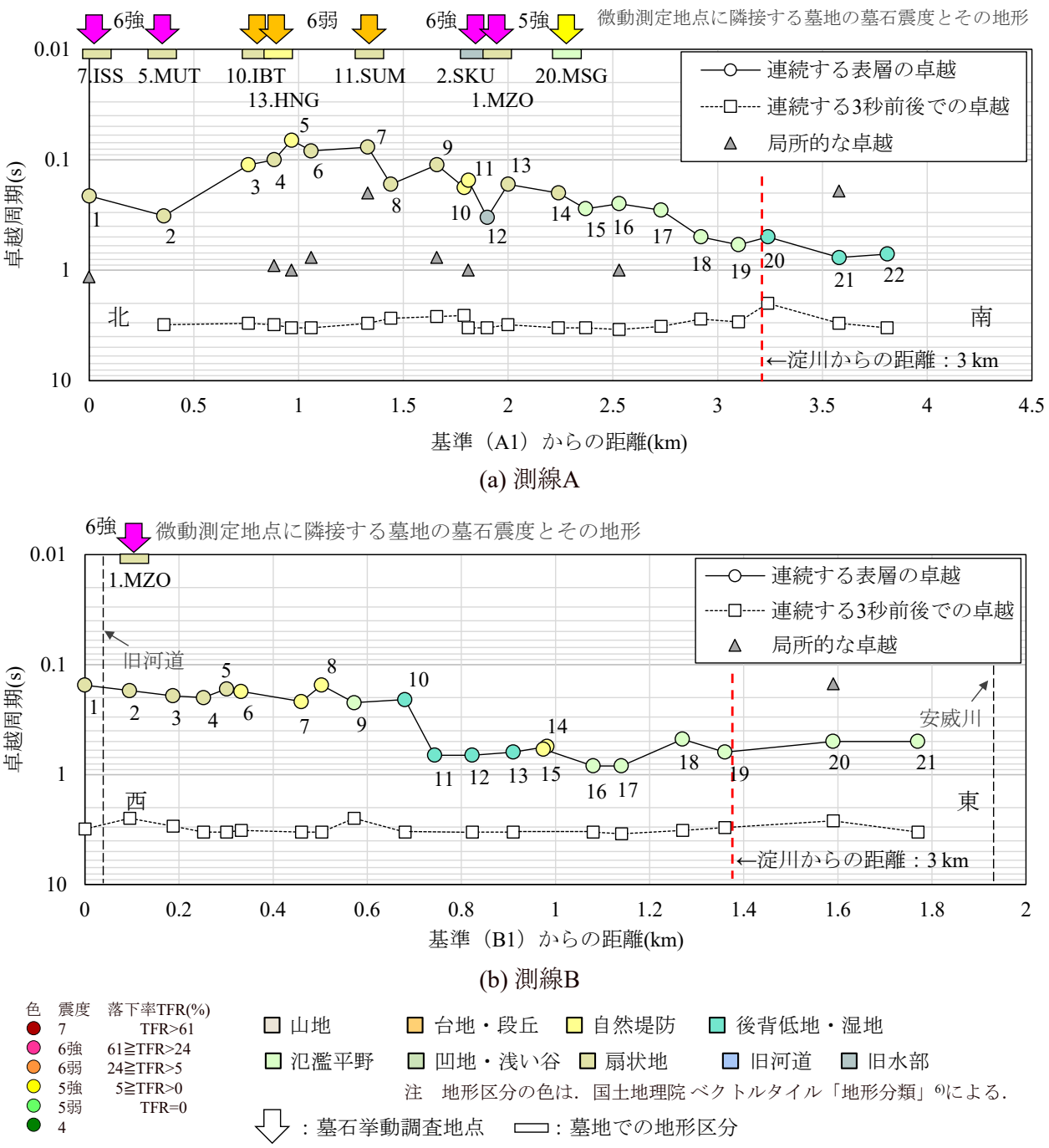


図-8 測線ごとの卓越周期分布

3 秒の周期に対応するスペクトルピークが現れることが浅野らの研究[18]で示されており，それも考慮した．

(2) 微動 HV スペクトル比と微地形

図-7 に測線ごとの HV スペクトル比を示す．A13 と B5 は同一地点である．測線 A, B ともに，0.3 Hz 付近にピークが現れており，浅野ら[18]と同様に，大阪平野特有の深い地盤を反映したスペクトルピークが現れている．またこの図では，その 0.3 Hz のピークと，最も明確なディップに対応するピークを線で結んでいる．明確なディップに対応するピークに注目すると，測線 A では北側で約 5-8 Hz（約 0.125−0.2 秒），A10−A16 で約 3 Hz（約 0.3 秒），A17 以南で約 1.2 Hz（約 0.8 秒）が卓越する．ディップに注目すると A17 以南で特に大きく低振動数側に移動している．測線 B では西側が約 8 Hz（約 0.125 秒）であるが B11 より東側では 1 次卓越振動数が約 1.2 Hz（約 0.8 秒）となっている．測線 A と同様にディップに注目すると，B11 以降の HV 比で明確に低振動数側に移動していることがわかる．また，測線 A, B ともに NS と EW 方向でほぼ同じスペクトルピークを有する．

併せて，各単点微動測定点の HV スペクトル比と微地形を比較する．測線 A, B ともに，0.3 Hz のピークは地形

によらず一定値をとる．ディップに対応する明確なピーク振動数は，おおよそ扇状地と自然堤防で5－13 Hzと高く，後背低地・湿地と氾濫平野，旧水部で 1－4 Hz と低い．ただし，厳密には自然堤防で振動数が低い地点（B14, B15）や，後背低地・湿地や氾濫平野で振動数が高い地点（B9, B10）が存在する．これは，堆積層の地形が連続していることと，微動が卓越する振動数は，地形よりも地中での速度コントラストが大きい層境界に対応するからである．また，ディップに対応する明確なピークの振幅は，氾濫平野や後背低地・湿地で大きく，扇状地や自然堤防で比較的小さい傾向がある．

(3) 卓越周期と被害の関係

4 分の 1 波長則によると，卓越周期は基盤深さと S 波速度の関数として理解でき，周期が長くなるほど，（表層の S 波速度が変化しないと仮定すると）地盤が相対的に深くなっていると解釈できる．**図-8** に測線ごとの卓越周期分布を示す．同図では，ディップに対応する連続する明確な卓越を，連続する表層の卓越とし，その丸の色を単点微動測定点における微地形区分の色と合わせている．図中ではそれと，連続する 3 秒前後での卓越，局所的な卓越で分類している．各測線で地点 A1，B1 を基準として，その地点からの距離を横軸に示している．また，単点微動測定地点に隣接する墓地の墓石震度と，その墓地の微地形も表記している．

同図より，測線 A, B ともに 3 秒前後の卓越周期がほぼ一定に推移している．これは 4 分の 1 波長測によると相対的に深い地盤を反映しているピークが現れていると解釈できる．連続する表層の卓越に注目すると，測線 A では，約 0.7－1.5 km 地点で周期が比較的短く，1.5 km を超えると徐々に周期が長くなり，A22 では約 0.7 秒まで周期が長くなっている．測線 B では，0.7 km まで約 0.2 秒の周期で推移するが，0.7 km を超えると約 0.6 秒まで周期が長くなる．

測線 A の微地形は，地点 A14 付近を境に扇状地から氾濫平野へ，地点 A19 付近で氾濫平野から後背湿地へと変化している．測線 B では地点 B4 から B14 まで，扇状地-自然堤防-氾濫平野-後背湿地-自然堤防-氾濫平野と大きく微地形が変化する．**図-5** と見比べると，自然堤防の近くで局所的な卓越が多い傾向がある．墓地 SKU では，寺院の西側に墓地が存在することから，旧水部に位置するとしている．同じく旧水部での単点微動測定点である A12 では，隣接する測定点よりも周期が長くなっている．

次に卓越周期と屋根被害箇所を比較する．**図-5** と**図-8** より，測線 A では，A15 より北側で単点微動測定点周辺で屋根被害が増え，その地域では卓越周期が約 0.2 秒より短い．測線 B では，B9 よりも西側で屋根被害が増加し，その地域でも卓越周期が 0.2 秒前後である．以上から，約 0.2 秒よりも卓越周期が短い地域で，特に屋根被害が多かったと理解できる．対して，卓越周期が 0.4 秒以上の地域では，それら被害が少ない．

まとめると，墓石震度 6 強相当の地域では約 0.2-0.3 秒，6 弱相当の地域では 0.1－0.2 秒，5 強相当の地域では約 0.3 秒の短周期成分が卓越する地盤であることがわかる．

以上から，震度想定での地表/基盤の増幅率は M 7－M 8 の大規模地震を想定して，完新統・更新統の卓越する場合の PGV 増幅率を用いているが，今回の地震では Mj ＝ 6.1 であり，高振動数成分が卓越した地震動が増幅したために震度推定での想定と異なる増幅特性が現れたために，広範囲で大きめに評価されたものと推察される．

6. 結論

2018 年大阪府北部の地震で，茨木市内の墓石落下率から推定された震度の空間的変化が大きかった地域で詳細な単点微動測定を行い，卓越振動数分布と墓石震度分布を比較検討した．併せて別途入手したデータの分析により得られた屋根被害分布とも比較した．それらの結果として得られた知見は，以下の通りである．

1) 地震による屋根被害は，淀川からの距離が 3 km 以内の主に後背低地・湿地や氾濫平野で構成された地域で少なく，3 km 以遠の扇状地や自然堤防の地域で多かった．
2) 墓石震度分布と屋根被害分布はおおむね調和的であり，どちらも扇状地や自然堤防の地域で多かった．
3) 茨木市中心部で詳細な単点微動測定による HV 比法による分析の結果，表層の卓越振動数は，おおよそ扇状地と自然堤防で 5－ 13 Hz と高く，後背低地・湿地と氾濫平野，旧水部で 1－4 Hz と低かった．
4) 墓石震度 6 強相当の地域では約 0.2－0.3 秒，6 弱相当の地域では 0.1－0.2 秒，5 強相当の地域では約 0.3 秒が卓越する地盤であった．

謝辞：茨木市の射場石利石材株式会社の射場一之社長と高槻市の有限会社河波忠兵衛の河波忠兵衛社長には，墓石調査でお世話になりました．社会福祉法人茨木市社会福祉協議会（会長：福井紀夫）からは，茨木市内におけるブルーシートの配布データの提供を受けました．記して謝意を示します．

参考文献

1) 気象庁：推計震度分布，https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/suikei/20180618 0758_520/201806180758_520_1.html(最終閲覧：2019 年 8 月 31 日).

2) 防災科学技術研究所：J-RiSQ 地震速報,http://www.j-risq.bosai.go.jp/report/R-20180618075843-0098(最終閲覧：2019 年 8 月 31 日).
3) 茨木市：平成 30 年大阪府北部を震源とする地震の記録及び災害対応の検証報告書（中間とりまとめ），p.12，2019，https://www.city.ibaraki.osaka.jp/material/files/group/3/jishintaioukiroku.pdf(最終閲覧：2020 年 3 月 12 日).
4) 高槻市：大阪北部地震における災害対応について（最終報告），p.3，2018，http://www.city.takatsuki.osaka.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/14/jisinsaisyuuhoukoku.pdf (最終閲覧：2019 年 8 月 31 日)
5) 森伸一郎，小林巧：墓石挙動調査に基づく 2018 年 6 月 18 日の大阪府北部の地震の揺れ評価，土木学会論文集，A1（構造・地震工学），Vol.76，No.4，[特]地震工学論文集，Vol.39，2020.(掲載決定)
6) 国土地理院：ベクトルタイル「地形分類」，https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lfc_index.html.
7) 気象庁地震火山部：配信資料に関する技術情報（地震火山編）第 172 号～推計震度分布図のオンライン提供開始について～，2004，http://www.data.jma.go.jp/add/suishin/catalogue/format/SvdEto_Suikeishindo.2_format.pdf (最終閲覧：2019 年 9 月 8 日)
8) 気象庁 総務部情報利用推進課 地震火山部：気象庁告示「計算方法を定める件」の改正について，PLUM 法を用いた地震動の予報業務許可に関する説明会，2018.6.8，https://www.jma.go.jp/jma/kishou/minkan/setsumei180608/setsumei180608_2.pdf
9) 防災科学技術研究所：J-RISQ 地震速報作成処理の詳細，http://www.j-risq.bosai.go.jp/report/instruction.html.
10) 大阪府：平成 30 年度大阪府統計年鑑，http://www.pref.osaka.lg.jp/toukei/nenkan/tn2018index.html(最終閲覧：2020 年 1 月 28 日)
11) 気象庁，消防庁： 計測震度と被害等の関係について，震度に関する検討会 報告書，第 1 章，2009，https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/study-panel/shindo-kentokai/kentokai-houkoku/report.pdf(最終閲覧：2020 年 3 月 12 日)
12) 内閣府：東海地震及び東南海・南海地震に係る被害想定手法について，http://www.bousai.go.jp/jishin/tonankai_nankai/pdf/sankou_siryou.pdf(最終閲覧：2020 年 1 月 28 日)
13) 翠川三郎，藤本一雄：計測震度と住家被害率の関係－罹災調査結果を用いた検討－，日本地震工学会論文集，第 2 巻，第 2 号，pp.15-22，2002.
14) 気象庁：平成 30 年 7 月豪雨（前線及び台風第 7 号による大雨等），p.10，2018.7.13，https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180713/jyun_sokuji20180628-0708.pdf(最終閲覧：2020 年 9 月 6 日)
15) 総務省消防庁：平成 30 年台風 21 号による被害及び消防機関等の対応状況（第 10 報），2019.8.20，https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/40fa100bdc7b7db0e896733faa88c208d8b032ee.pdf(最終閲覧：2020 年 9 月 6 日)
16) 防災科学技術研究所：J-SHIS ハザードステーション，http://www.j-shis.bosai.go.jp/.
17) 大町達夫，紺野克昭，遠藤達哉，年縄巧：常時微動の水平動と上下動のスペクトル比を用いる地盤周期推定方法の改良と適用，土木学会論文集，No.489，I-27，pp.251-260，1994.4.
18) 浅野公之，岩田知考，関口春子，宮腰研，西村利光：大阪堆積盆地における微動 HV スペクトル比の多点観測による盆地速度構造モデルの検証，京都大学防災研究所年報，第 56 号 B，2013. 6.

(Received September 7, 2020)
(Accepted xxxx 1, 20xx)

RELATION BETWEEN SISMIC INTENCITY AND PREDOMINANT FREQUENCY OF THE GROUND IN IBARAKI CITY DURING THE 2018 NORTHERN OSAKA EARTHQUAKE

Shinichiro MORI, Takumi KOBAYASHI

An earthquake (Mj 6.1) occurred in northern Osaka Prefecture on June 18, 2018. Immediately after the disaster, the Japan Meteorological Agency and other organizations released the distribution of estimated seismic intensity, and it was estimated to be lower than 6 on the Japanese intensity scale in a wide area of Ibaraki and Takatsuki cities. On the other hand, the intensity of the seismic intensity estimated by the gravestones varied from 5 to 6 on the seismic scale in Ibaraki City, but was less than 5 on the seismic scale in Takatsuki City. In these areas, there were almost no total collapses, but most of them reported partial damage such as roof damage. This paper reports the results of detailed single-point microtremor measurements in Ibaraki City, mainly in areas where the seismic intensity of the tombstones varied, in order to clarify the characteristics of ground vibration in the area. The results show that the ground is dominated by 0.2-0.3 seconds in the area with a tombstone seismic intensity of 6-plus, 0.1-0.2 seconds in the area with a tombstone seismic intensity of 6-plus, and 0.3 seconds in the area with a tombstone seismic intensity of 5-plus.