

3 松本市の地盤と揺れやすさの特徴

3-1 ボーリングデータ解析による松本市の表層地盤

(図 3-1a : 建築支持基盤深度図が示す表層地盤の特徴)

建築支持基盤深度とは、ここでは構造物（建物や橋脚など）の基礎となる丈夫な地盤が地下のどの深さにあるかを示した値のことだとしてご理解ください。建築支持基盤深度が深い（大きい）ということは、その上に比較的軟弱な地盤が厚くたまっていることを意味しますので、建築支持基盤の深さは、地震の際の揺れやすさの目安になります。

- ・松本駅の東から南東にかけて、建築支持基盤深度が 20m より深いところは何ヵ所かあることが分かります。その周辺には建築支持基盤の深さが 10m を超える地区が広がっており、河川の合流域とよく一致しています。
- ・松本城や市役所が位置する大門沢川と女鳥羽川に挟まれた地域（白板、中央、東部地区）には、建築支持基盤の深さが 10～20m の地域が東西に広がっています。
- ・その南の松本駅が位置する女鳥羽川、田川、薄川に囲まれた地域（田川、第 1、第 2、第 3 地区）は、建築支持基盤深度が若干浅い（5～10m）ところもありますが、大半が 10m より深く、20～25m のところもあるなど、松本市全体の中で最も建築支持基盤が深い地域です。
- ・さらに南の薄川と田川が合流する三角形の地帯（鎌田、庄内地区）でも、一部に建築支持基盤の深さが 20m を超すところがあるなど、建築支持基盤が 10m より深い地域が広がっています。
- ・奈良井川と田川に挟まれた田川、鎌田地区でも松南病院より北の地域では所々に建築支持基盤の深さが 10m を超すところがあります。
- ・これらの南東に位置する田川、牛伏川、和泉川に囲まれた地域（庄内地区）と各川沿いの周辺にも建築支持基盤の深さが 10m を超すところが広がっており、15m 以上のところもあります。
- ・河川の合流域以外では本郷地区（浅間温泉付近）や里山辺地区（美ヶ原温泉付近）で建築支持基盤の深さが 15m を超えています。

(図 3-1b : 軟弱地盤の厚さ分布図が示す表層地盤の特徴)

一般的には、建築支持基盤が深い所ほどその上には比較的軟弱な地層が厚くたまっているという傾向がみられます。しかし、建築支持基盤より上の浅い部分の地盤は、比較的軟らかいとは言っても固いものから軟らかいものまでさまざまな地盤（地層）で構成されています。

地盤の評価は「軟弱」・「中間」・「硬い」と 3 つにランク分けできます。図 3-1b は、建築支持基盤より上の比較的軟らかいとされる地盤の中で、とりわけ軟弱な地盤の厚さを合計するとどれくらいになるかを示した図です。このような軟弱地盤が、地震の揺れを

より大きなものにしますし、この中には液状化しやすい性質をもった地盤も多く含まれますので要注意です。

建築支持基盤がそれほど深くなくても軟弱地盤が厚い場合もあるので、そのことにも注意が必要です（例：藤井沢～湯川沿い）。詳しくは図（3－3章の一連の各地の地盤図20ページ～39ページ）をご覧ください。

3－2 松本市の地盤図をもとに作成した揺れやすさマップ

地盤を構成する地層の粒度・硬さや厚さなどのさまざまな物理的性質が分かると、地震の際にその地盤がどの程度の震度で揺れるかが計算で求められます。「揺れやすさマップ」は、多数のボーリング柱状図が示す地層データを元にして作った松本市のそれぞれの範囲（方形の区画；マス目）ごとの地盤モデルに対して、ある一定の地震の揺れを一様に与えた場合に、それぞれの地域（各マス目）がどれくらいの震度で揺れるかを計算で求めた結果から作られた図です。

図 3-2a（揺れやすさマップ-広域版）は、今回作成した広域の揺れやすさマップです。地図には道路と河川と鉄道が示してあり、その上を色付けされた長方形のマス目で埋めています。このマス目の色のちがいが**揺れやすさの相対的なちがい**を表していて、“**色が濃いマス目ほど地震の際に揺れやすい**”ことを意味しています。色の薄いマス目よりも色の濃いマス目の方が、“**相対的に揺れやすい**”ということです。3－1節で述べた建築支持基盤の深さが深い地域が、揺れやすい地域とおおよそ一致していることが分かります。周辺より色が濃い、すなわち周辺より揺れやすい地域が市内の何ヵ所かにあることがわかります。このような地域では、地震に対する備えがとりわけ大切でしょう。

図 3-2b（揺れやすさマップ-拡大版）は揺れやすい地域の広がり大きい、松本駅周辺から南松本駅の東部にかけての地域を拡大した図です。この地域は“周辺よりも揺れやすい”地域なのですが、揺れやすい地域の中でもマス目の色の濃さには違いがあることがわかります。揺れやすさマップの色は、薄い色から濃い色までコントラストをかなり強くつけています。各色付けは、震源を特定せず、松本市地盤全域を M7.3（兵庫県南部地震相当）で一様に揺らしたと仮定した場合の計測震度（計測震度 6.04（震度 6 強）～計測震度 6.55（震度 7））の違いを色の濃さで表現したものです。色の濃淡の少しの差は地震時の地盤の揺れ方の少しの差だと見てください。したがって、色の濃淡の差はイコール実際の地震時の**安全の差ではない**ということにご注意ください。このマップを見て、自分の家のマス目の色が隣の家のマス目よりも薄いからと言って、即うちは「安全だ」ということにはならないのです。地震に対して「安全」か「危険」かは、地盤のほか建物の構造など多くの要素にも関係しているのです。

補足説明

- ・ マス目の大きさには 2 種類あって、大きなマス目は 1 辺が 250mほど、小さなマス目は 1 辺が 125mほどの長さになっています。このマス目ごとに地盤モデルが割り当てられてい

ます。マス目の大きさは、地盤モデルを作る基となるボーリングデータの1マス当たりの数や、地形などを基準に決めたものです。例えばボーリングデータが少なかったり、地形が単調だったりする場合大きなマス目を採用しています。

- 軟弱地盤が厚く分布している松本駅付近の中心市街地は、実は狭い範囲で非常に変化に富む地層(地盤)の構成になっています。小さな1つのマス目の範囲でも、実際の地盤は複雑なのです。その複雑な地盤を1つの地盤モデルで代表させて「揺れやすさ」を求めているので、1つ1つのマス目は同じ濃さの色で塗られています。しかし、実際には同じマス目の中でも揺れやすさには差があるはずなので、1つのマス目の色は、あくまでもその地域の代表的な揺れやすさの程度を表していると考えてください。

3-3 地域別にみた松本市の地盤と揺れやすさ

図 3-3-A~J（揺れやすさマップと各地の地盤）に地域ごとの 3 種類の地盤図と揺れやすさマップの拡大図を示します。 [\[各図へのリンク；A・B・C・D・E・F・G・H・I・J\]](#)

図 3-3 は各地域の図の索引図です。点線は断面図の位置、長方形の枠が拡大した揺れやすさマップと、それと同範囲の 2 種類の地盤図の範囲を示しています。下図は後で述べる地盤特性図 I です。

10 地域について、地域ごとに見開きで 4 種類の図を並べました。各図の読み方について説明します。

① [左ページ上]；揺れやすさマップの拡大図

揺れやすさマップを地域ごとに拡大した図です。道路と建物と河川の詳しい位置の入った地図（松本市基本図）を下図にしています。

② [左ページ下]；ボーリング柱状断面図と断面位置図

地図（上半）部分の丸印は、ボーリングの位置を示し、赤い丸が下の断面図に採用したボーリングの位置です（緑の丸はその他のボーリングの位置）。赤丸に沿った黒の実線の位置を他の 3 図では点線で示し、断面図の位置を参照できるようにしてあります。縦横の青線は約 250m 四方のマス目の境界線です。

下半の図が断面図で、赤丸位置のボーリングデータが、長方形の柱の図（柱状図）として示されています。色と模様は地盤の種類を表していて、凡例は各図に示してある通りです。柱状図の右側の折れ線グラフは地盤の硬さを表す、N 値という値を層ごとに示したものです。左端（柱状図に近い方）が N 値 0 で右端が 50、数字が大きいほど硬い地盤を意味します。

左側の目盛りと数字は標高を表し、赤い曲線は断面線上の地表の凹凸（地形面）です。

柱状図を横切るように書かれた青色の曲線はおおよその建築支持基盤の位置（深さ）を示しています。

一番下には各地域の地盤、地質の簡単な解説をつけました。

③ [右ページ上]；地盤特性図 I（地盤の種類）

建築支持基盤までの地盤がどのような土質から構成されているかを示した図です。

各色の曲線は図 3-1a（建築支持基盤深度図）と同一のデータですが、範囲を塗りつぶさずに境界線だけにしたもので、建築支持基盤の深さを表しています。

円グラフは土質の構成を示しています。ボーリング柱状図のデータをモデル化し、「粘土」「シルト質土」「砂質土」「礫質土」の 4 種類に再区分したデータを割合として示しています。円グラフの大きさは建築支持基盤の深さを示し、円が大きいほど建築支持基盤が深いことを意味します。赤い小さい丸の地点は建築支持基盤が地表ですので、円グラフを作成することはできません（つまり、地盤がよい地点）。

なお、円グラフと赤丸の位置は、250m ないし 125m のマス目の中心位置であり、もともとのボーリングデータの位置ではありません。また、円グラフも赤丸もない地点は、対応するマス目の範囲にボーリングデータがなかった所です。このような

空白のマス目は、揺れやすさマップの計算の際には、地形、地質状況を考慮し、周辺のデータからふさわしいものを割り当てています。

④ [右ページ下]；地盤特性図Ⅱ（地盤の硬軟）

円グラフは建築支持基盤までの地盤のうち軟弱な層、硬い層がどの程度の割合で含まれているか示す図です。このグラフでの「軟弱」は図 3-1b（軟弱地盤の厚さ分布図）と同じ基準で区分したものです。「硬い」としたものは十分な厚さがあれば建築支持基盤になりうるものです（厳密には、建築支持基盤は作られる建造物などの種類によってその評価基準が多少異なります）。「軟弱」と「硬い」のあいだを「中間」として示してあります。他の凡例などの意味は上図の「地盤特性図Ⅰ（地盤の種類）」と同じです。

補足説明

地域別にみた松本市の地盤と揺れやすさマップの理解を深めるために、以下の説明も参考にしてください。

各図を見比べることによって様々なことが読み取れます。

例えば、図 3-3-A の右下図を見ると、信州大学附属図書館付近にある大きな円グラフの位置では建築支持基盤が 15～20mとかなり深いのですが、揺れやすさマップ(左上図)のこれと同じマス目を見ると、建築支持基盤が深い割には揺れやすくはない、ということがわかります。なぜでしょう？

まえに「建築支持基盤の深さは、地震の際の揺れやすさの目安になります。」と書きましたが、建築支持基盤の深さだけで、揺れやすさが決まるわけではありません。実は、建築支持基盤までの地盤の硬さや種類なども大切な要素となるのです。そこで、この地点の円グラフの構成をよく見ると、4分の3近くが硬い礫質土だということがわかります。このような場合は建築支持基盤が深くても、思ったほど揺れやすくはならないわけです(とは言っても建築支持基盤の上位にはより軟弱な層が厚くたまっていることが多いので、ある程度の広がりをもって見ると、建築支持基盤の深さと揺れやすさはよく対応しています)。お住まいや、学校、会社がある地域が含まれている方は、詳しくご覧ください。

こうして細かく見ていくと、「揺れやすい」とされているマス目にボーリングデータがない、ことが確認できることもあります。このようなマス目は、やむを得ず近隣のデータで補完して表示したものであり、他のマス目に比較し、原位置でのデータによる裏付けが不足しています。その意味では、この「揺れやすさマップ」はこれで完成したものではありません。今後も新たなデータを加えながら改訂していく必要があると考えます。

なお、図 3-3-k は松本市の中心市街地をおよそ北北東-南南西方向に切った断面図です。各地の地盤図と揺れやすさマップ 3～4(図 3-3-C,D)の範囲に含まれる地域の断面図で、松本城や松本駅付近の地下の様子を解説しました。

地域を示すアルファベットをクリックすると、各地域の揺れやすさマップと地盤図のページへ移動します。

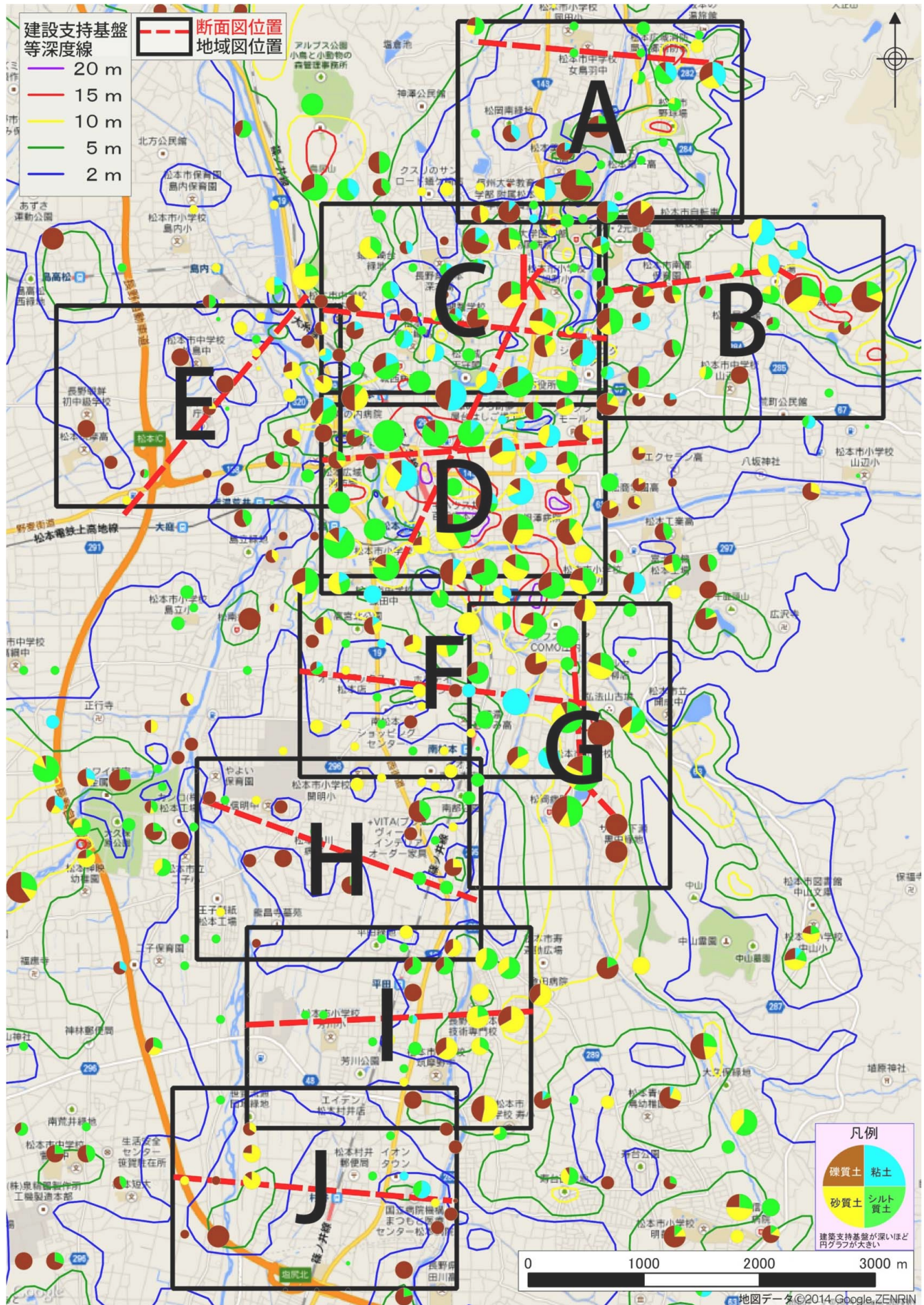
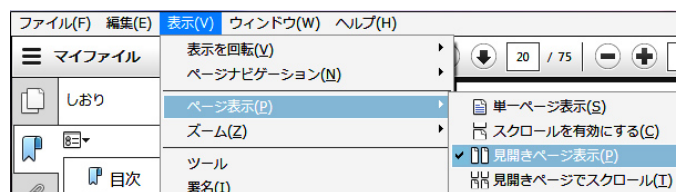


図3-3 「揺れやすさマップと各地の地盤」の索引図

地域ごとの図は見開き表示で見ると、各図の比較がしやすいようになっています。Adobe Readerでは右図のように、表示-ページ表示-見開き表示で設定できます。



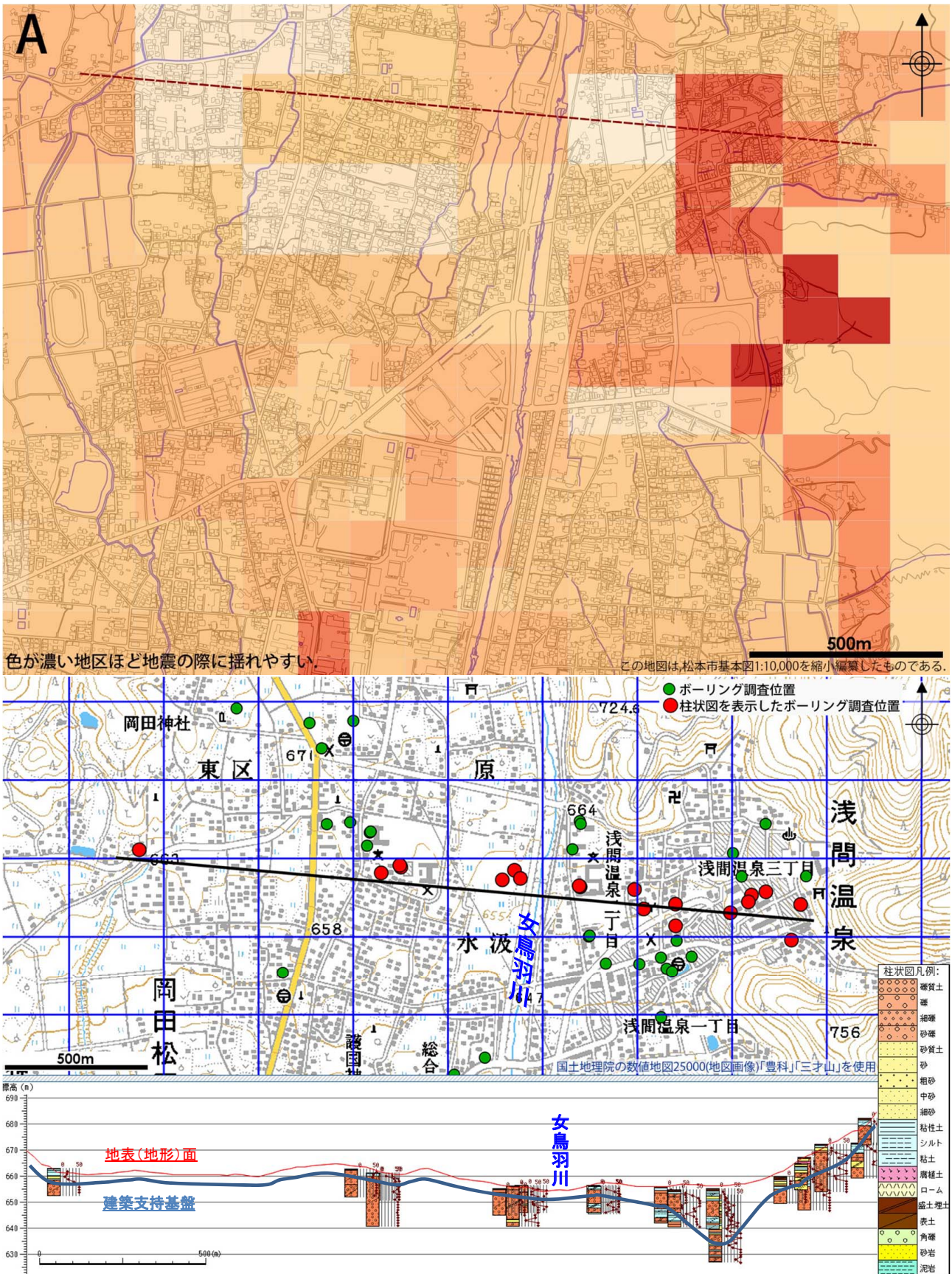
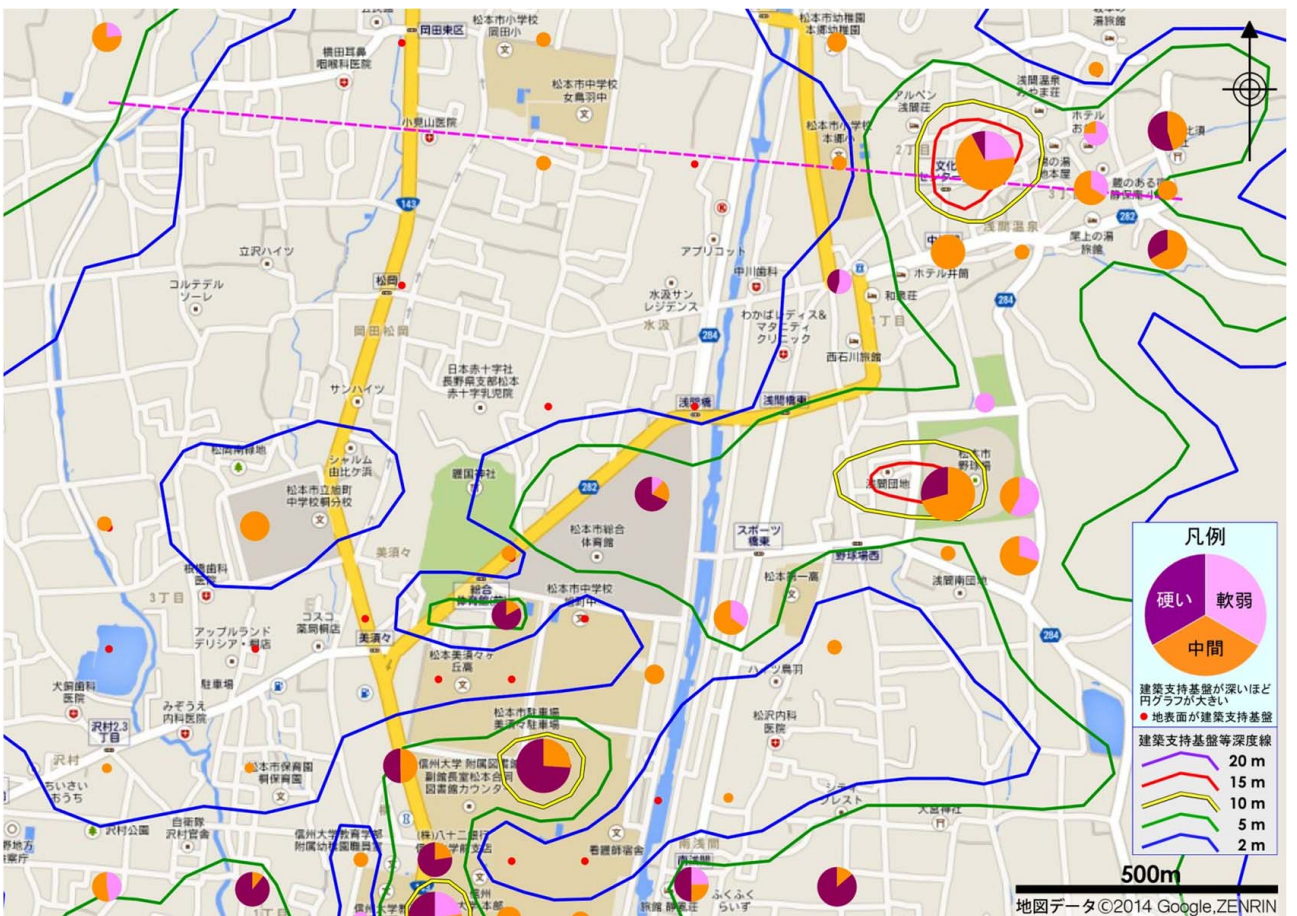
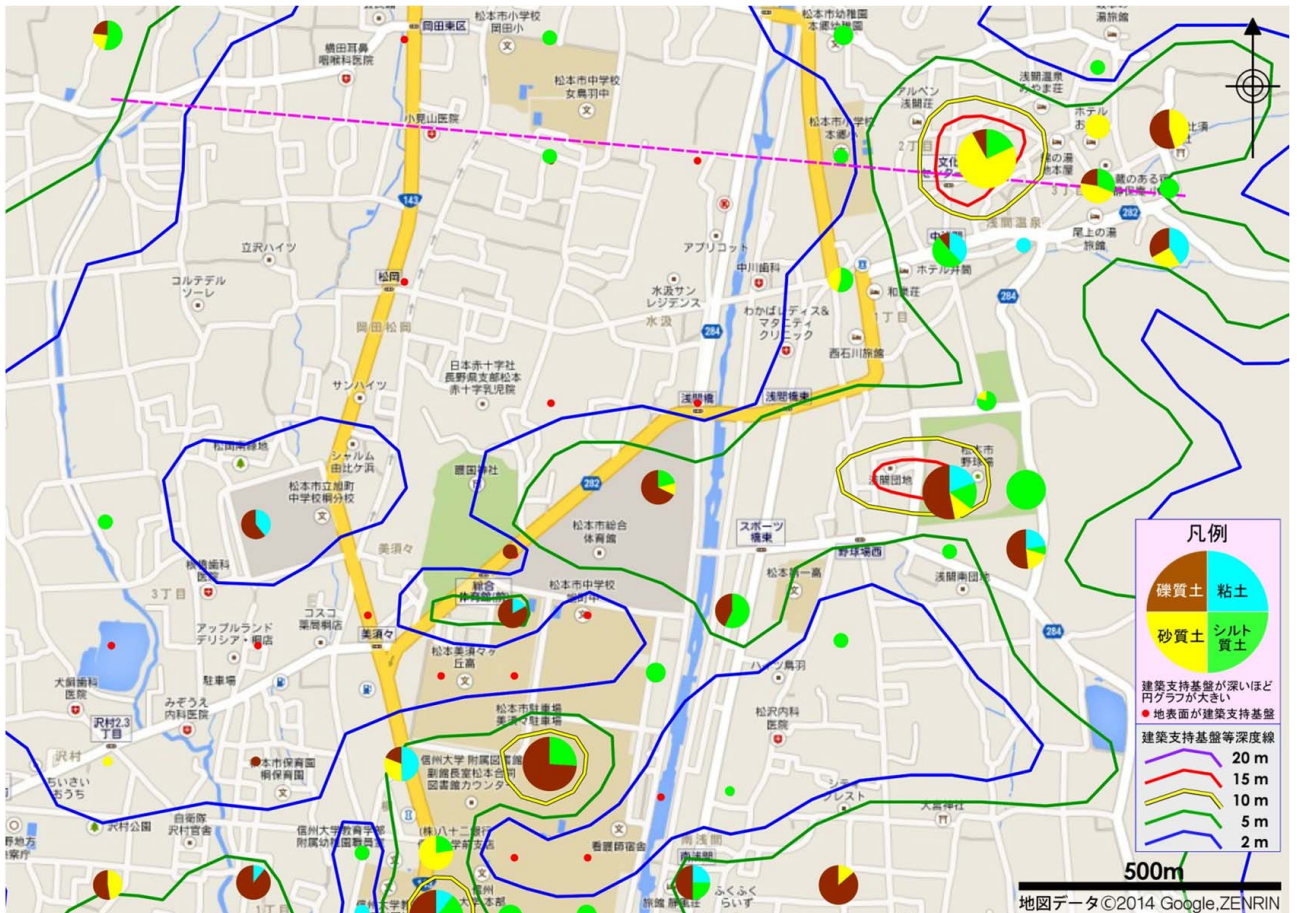
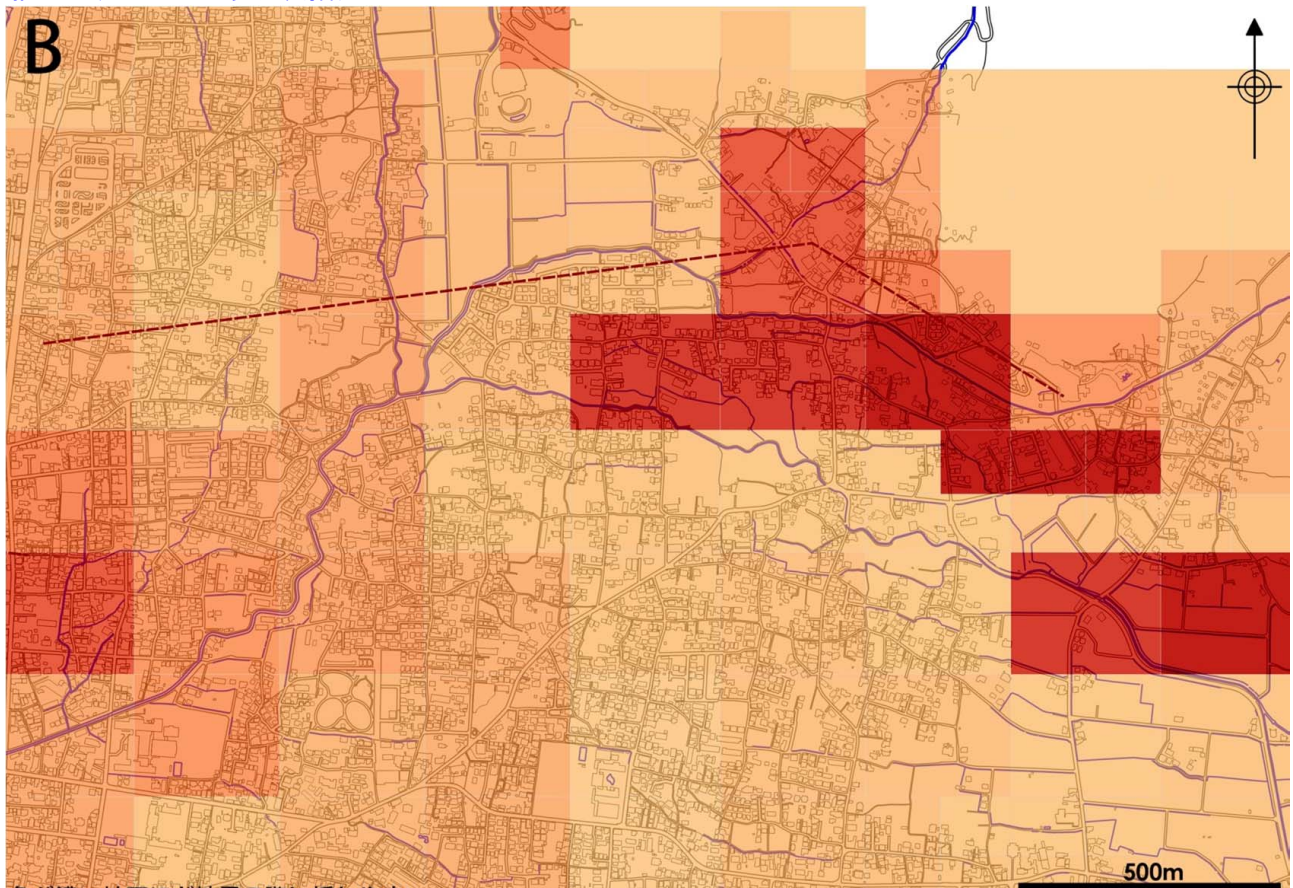


図3-3-A 揺れやすさマップと各地の地盤1 [岡田—浅間温泉] 断面

断面図のほぼ中央に女鳥羽川が北から南に向かって流れ、女鳥羽川の西側部分には礫質土がみられます。これは、大きな流域をもつ女鳥羽川が、上流から多くの礫を運び、これが長い年月をかけて堆積したものです。縮まり具合は良好で、ほとんど地表付近に「建築支持基盤」が存在しています。

現在の女鳥羽川は、自身がつくった堆積物を浸食し、河床を下げ(西側にやや明瞭な段丘を形成しながら)流れています。一方、浅間温泉付近には、シルトなどの軟らかい地層が堆積しています。ここは女鳥羽川が上流から多くの礫を運んで堆積するような場所ではなく、川と背後の山に挟まれて、多くの湧水やそれによる小さな湖沼や沼地が存在していたところなのではないでしょうか。





色が濃い地区ほど地震の際に揺れやすい。

この地図は、松本市基本図1:10,000を縮小編集したものである。

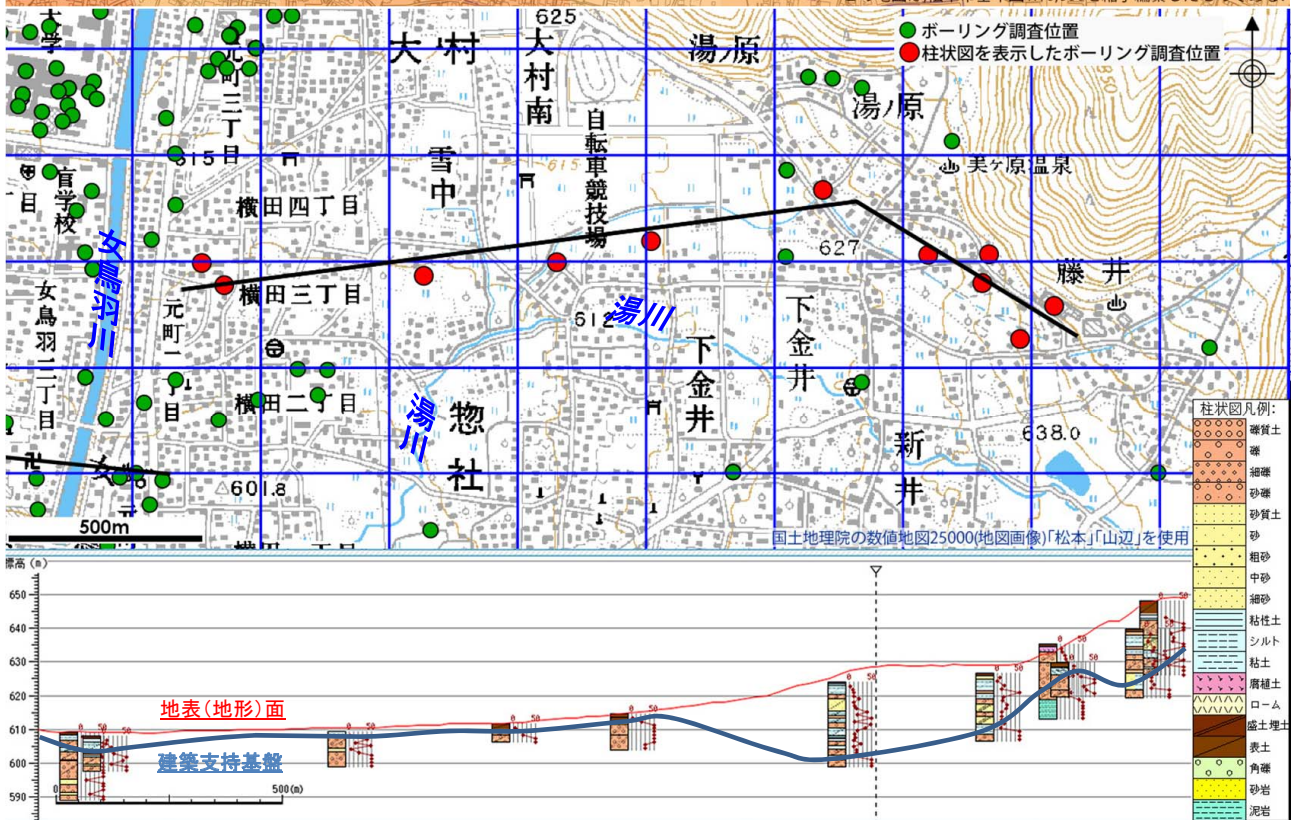
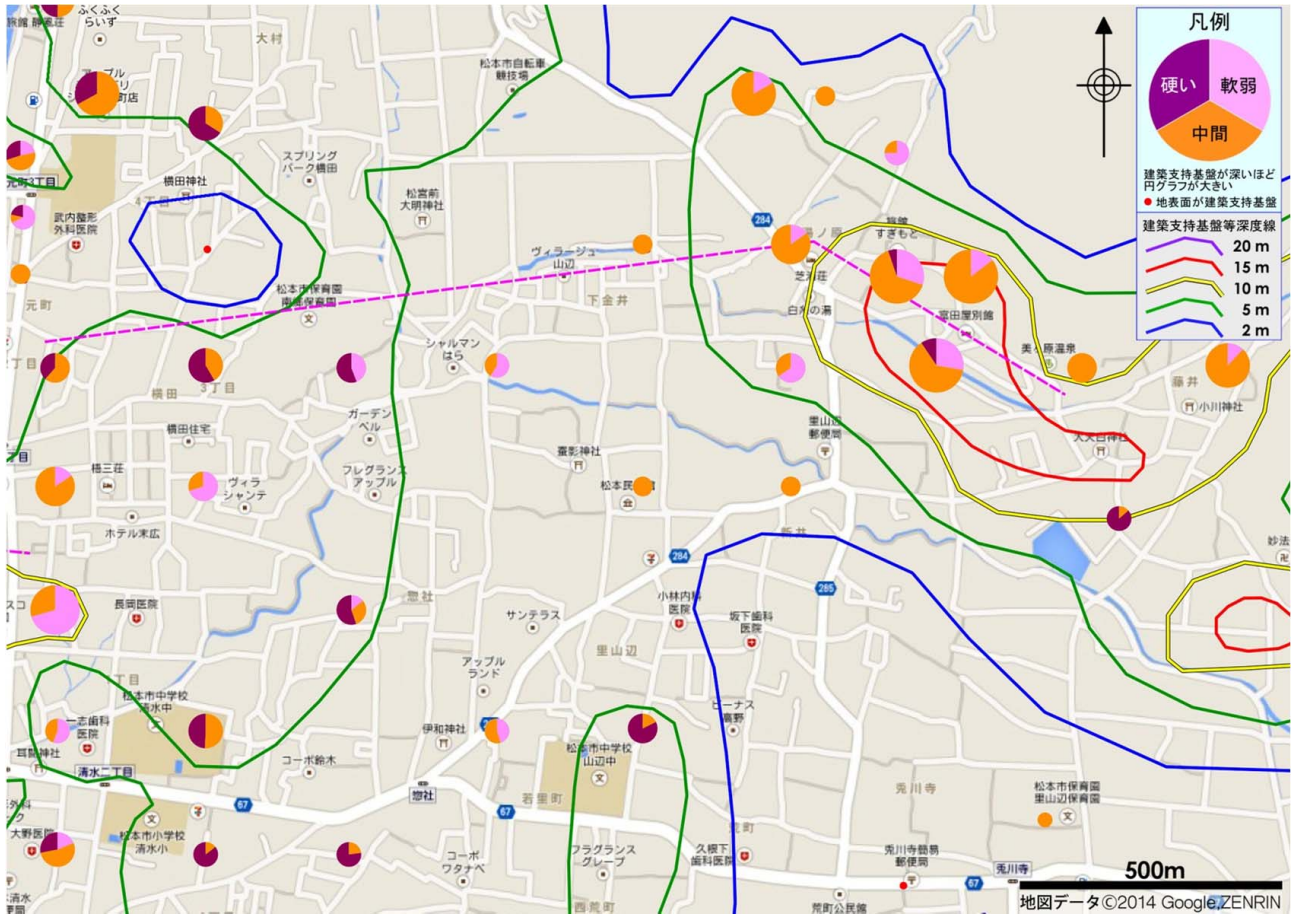
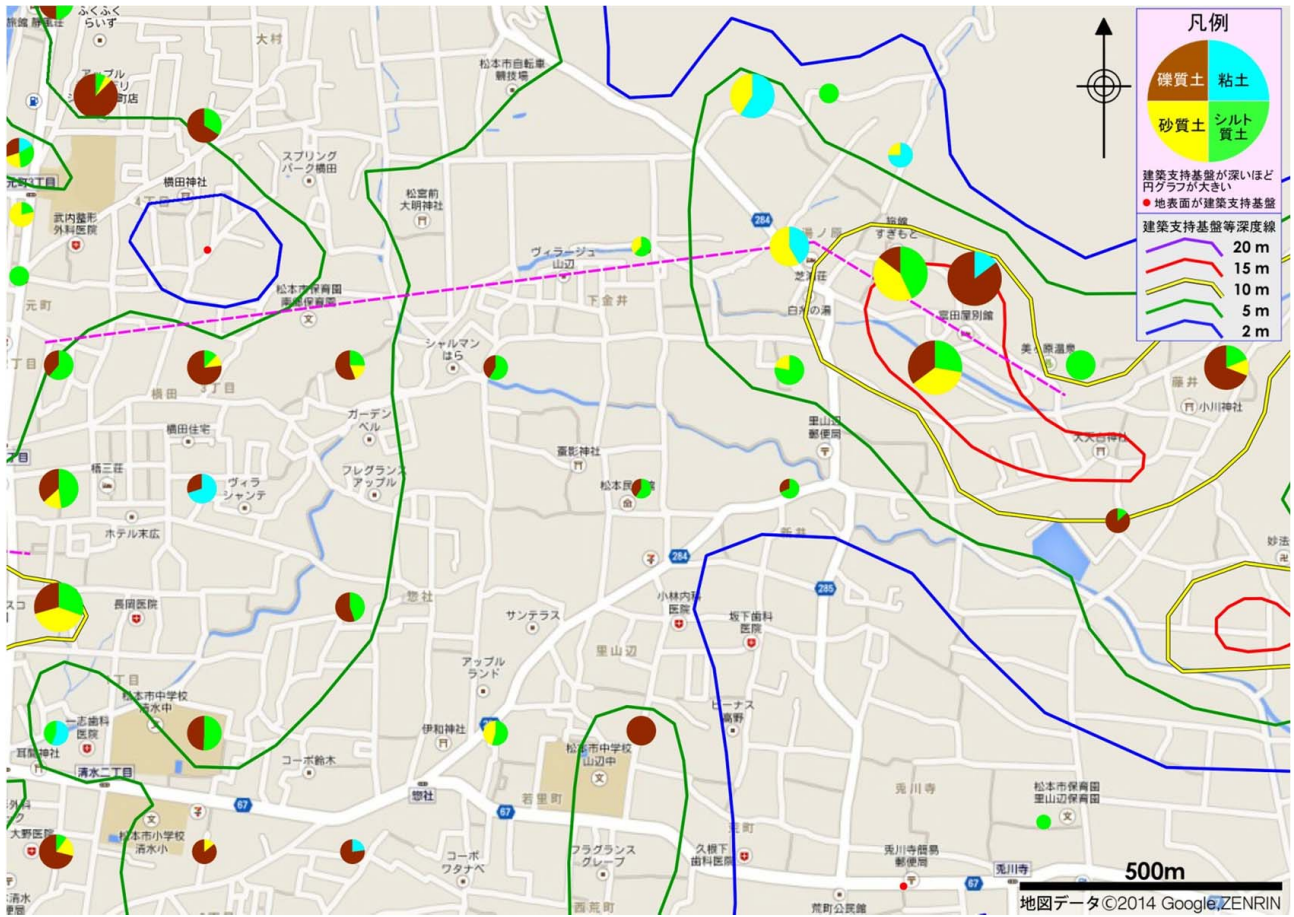


図3-3-B 揺れやすさマップと各地の地盤2 [元町—美ヶ原温泉] 断面

この付近は、北から流れる女鳥羽川と東から流れる薄川によって形成された扇状地が重なっている場所です。2つの扇状地がせめぎ合う境界を流れているのが湯川ですが、その上流部の美ヶ原温泉や山側に沿うところには締まりのよくないシルトや砂などが厚く堆積しています。2つの扇状地に挟まれて地形的に低い場所を流れる湯川沿いに軟らかな堆積物が厚く堆積したことを示しています。



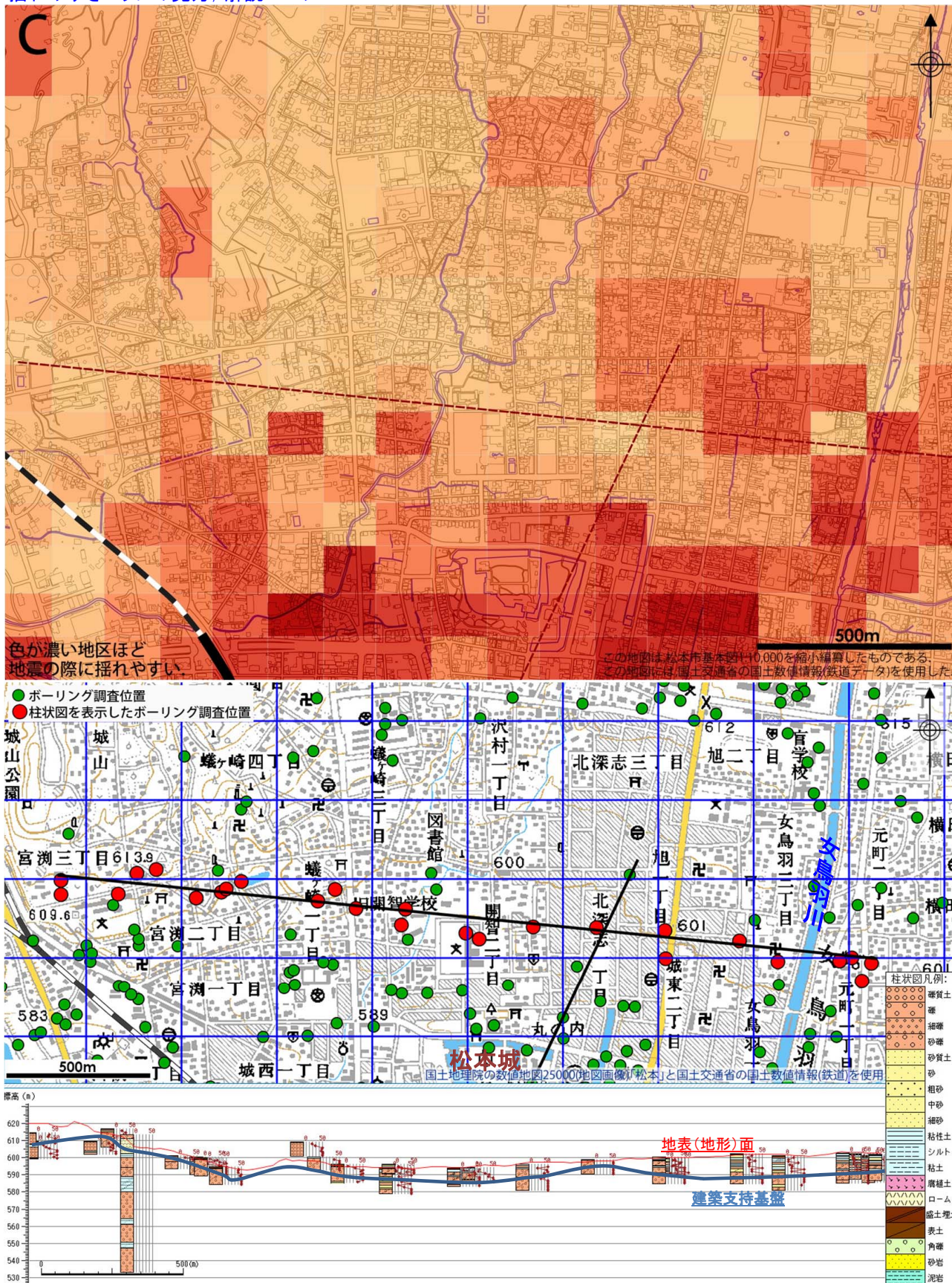
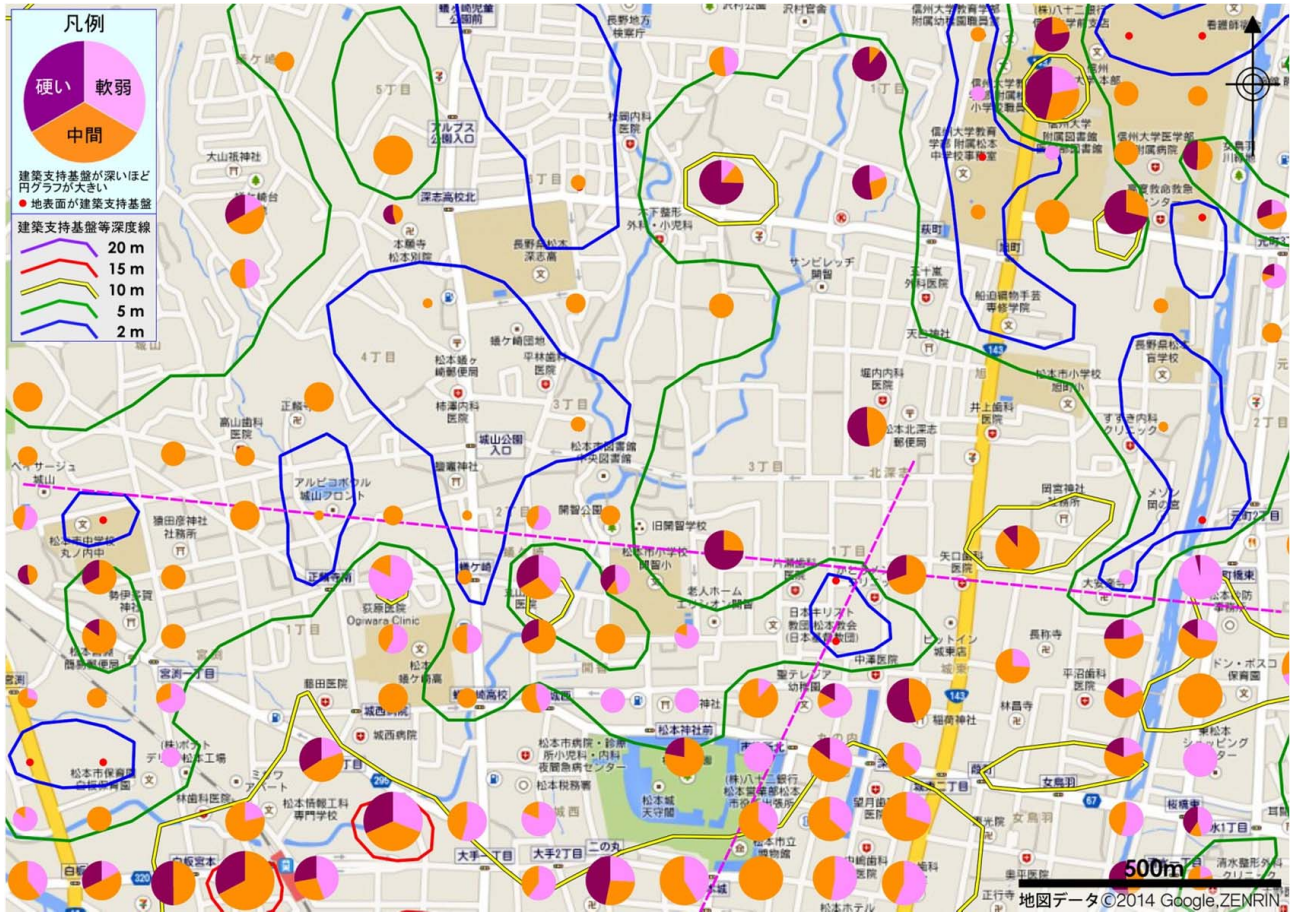
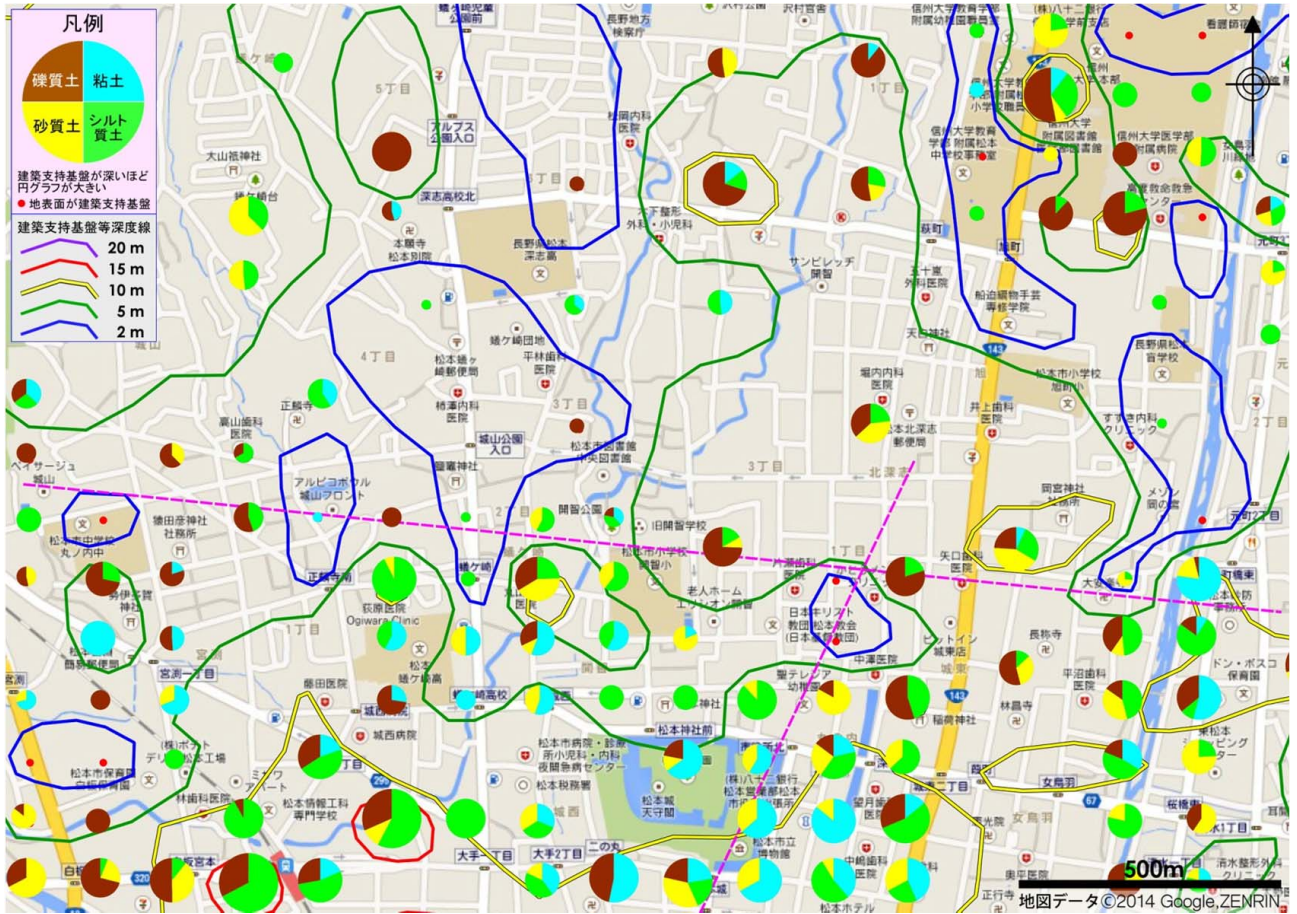


図3-3-C 揺れやすさマップと各地の地盤3 [宮瀨3丁目一元町1丁目] 断面

女鳥羽川を中心として東西幅500m程にわたって、厚さ10m以下の軟らかい地層(比較的新しい地層)が分布しているのが特徴です。

松本城の北側では、軟らかい地層が若干厚くなる傾向があり、西側の城山付近には火山灰が分布しています。

火山灰自体は「建築支持基盤」になる場合がありますが、この地域の調査資料では、城山公園付近の表層地盤は、軟らかい数値を示しています。



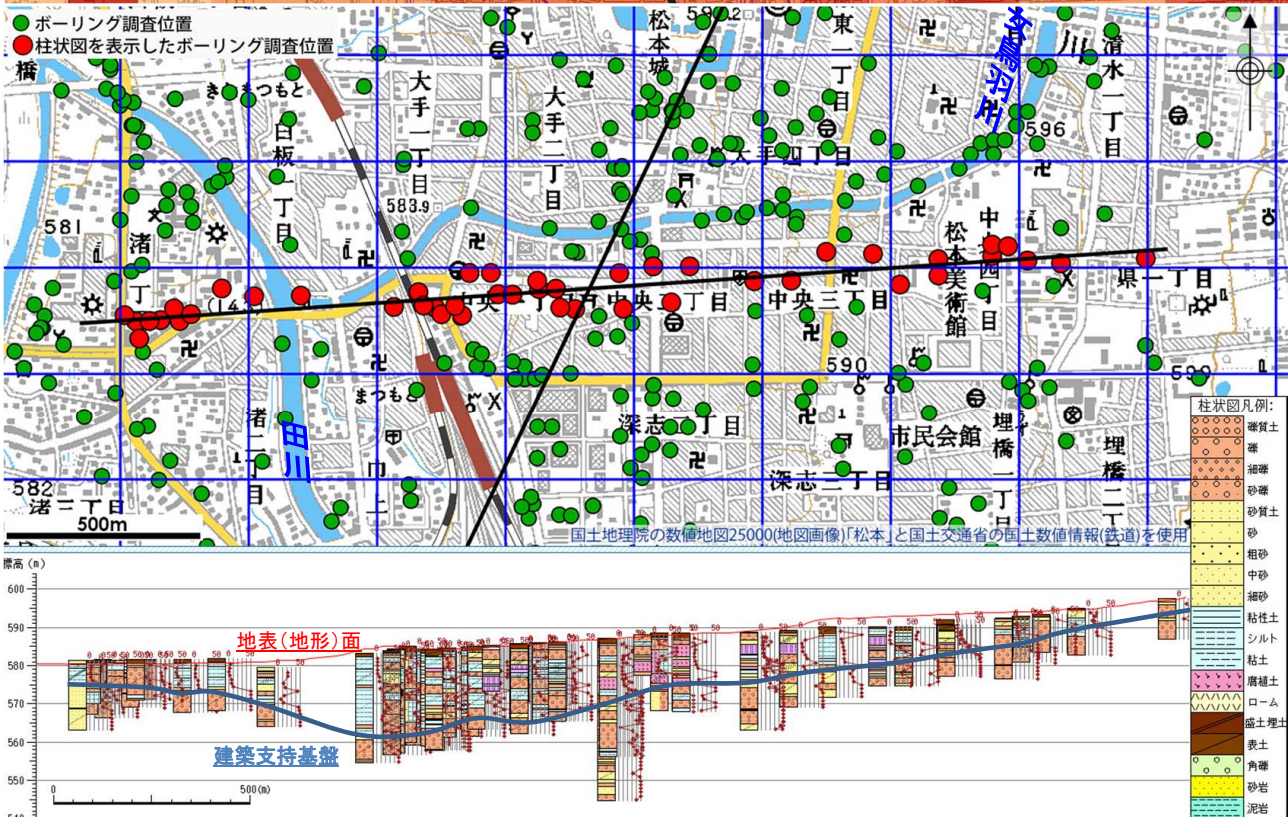
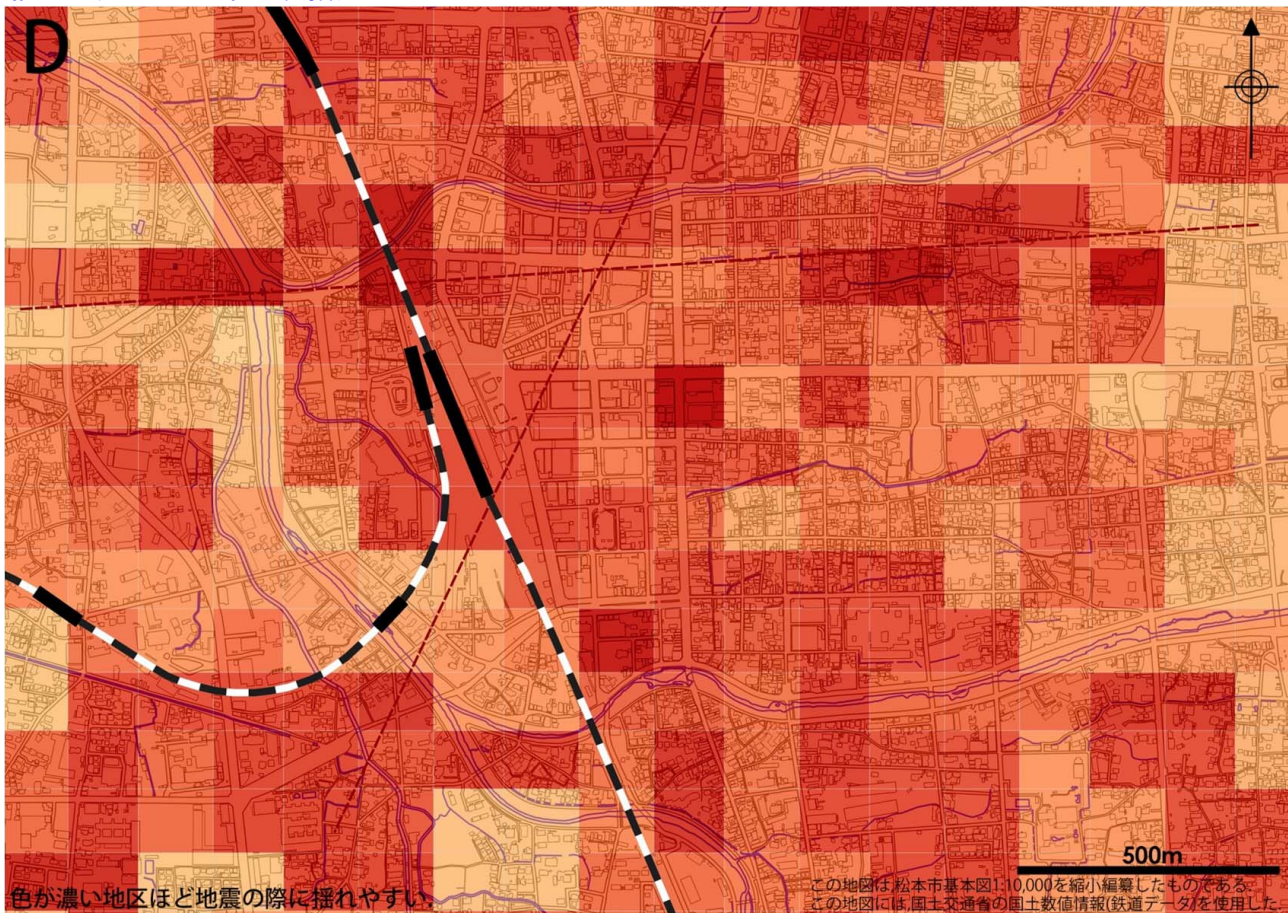
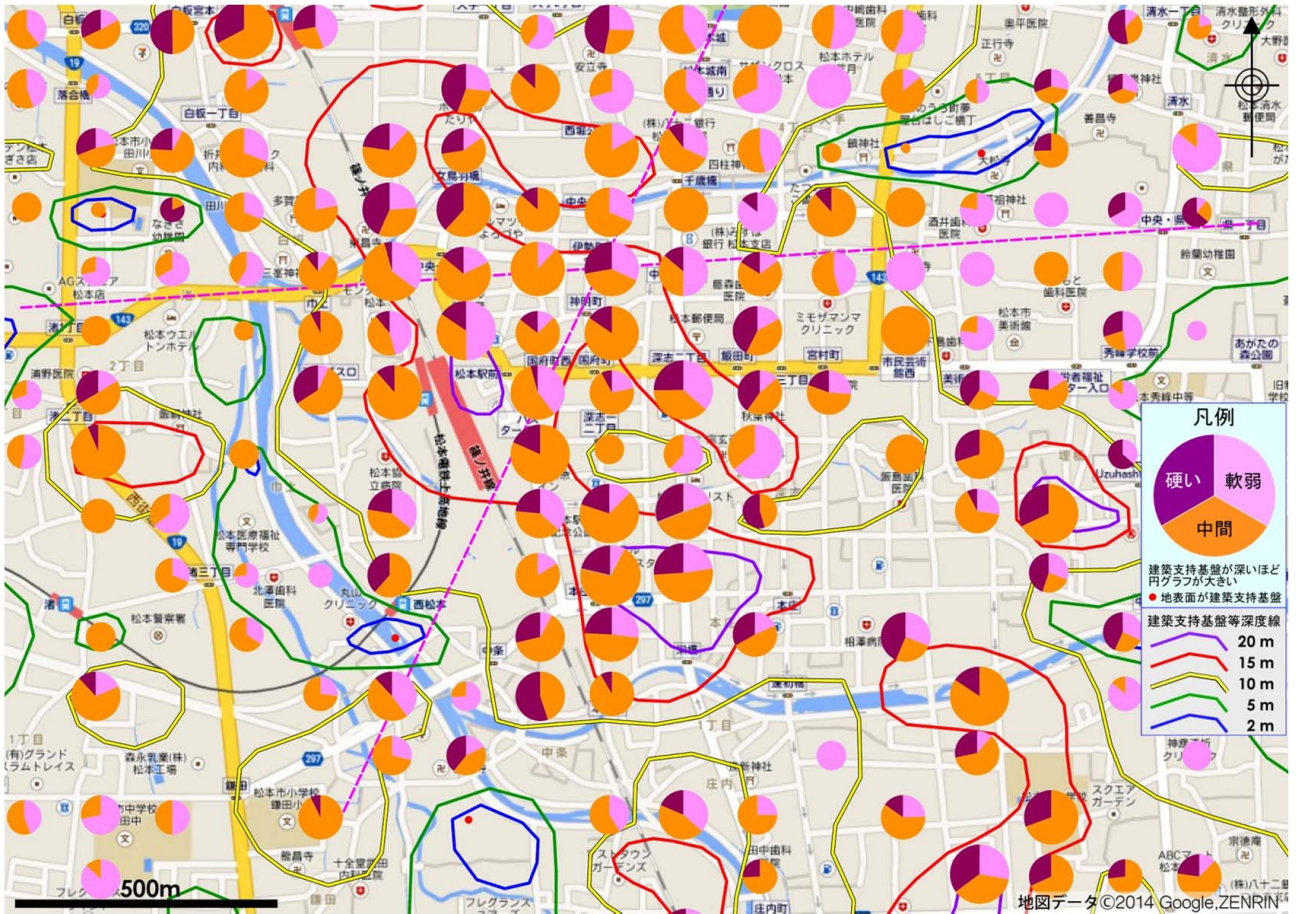
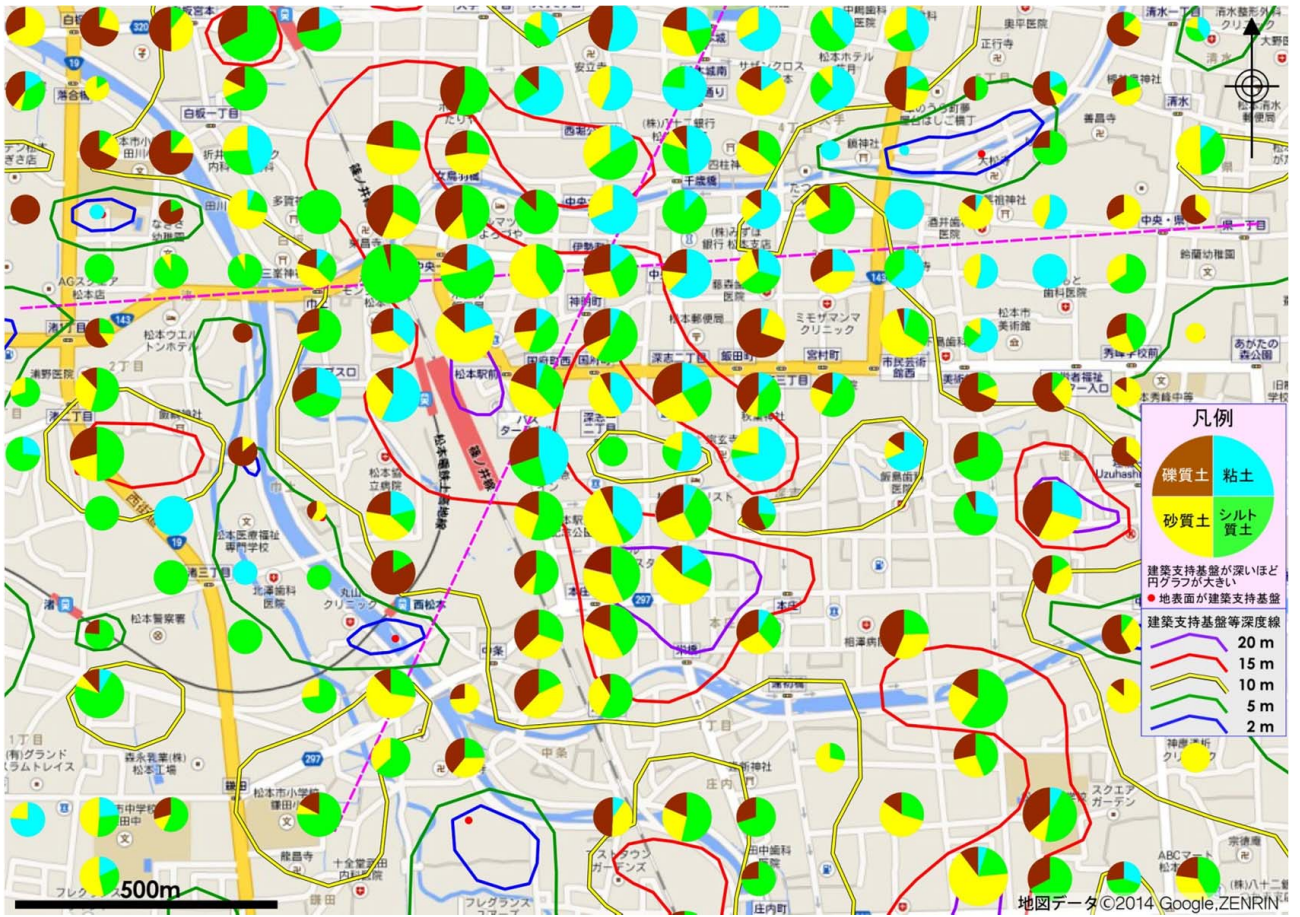


図3-3-D 揺れやすさマップと各地の地盤4 [渚1丁目-中央-県1丁目] 断面

松本市内では軟らかい地層(新しい)が最も厚く分布する地域です。断面図の薄いブルーで塗られた地層が、泥を主体とした細粒な堆積物です。なぜ、そのような地層ができるかですが、北から女鳥羽川、東から薄川、南から田川が流れ込んで合流する付近であること、西側からは大きな流域を有する梓川がたくさんの土砂を運んできており、流れ出る出口をふさぐような効果をもたらしていたと考えられます。

松本地域に人々が定住しはじめるごく直前まで、松本城の周辺は、小さな湖沼、または湿地となっていた可能性が考えられ、北松本駅の工事で地下を掘った際には、厚くて軟らかい泥の堆積物が観察されました。



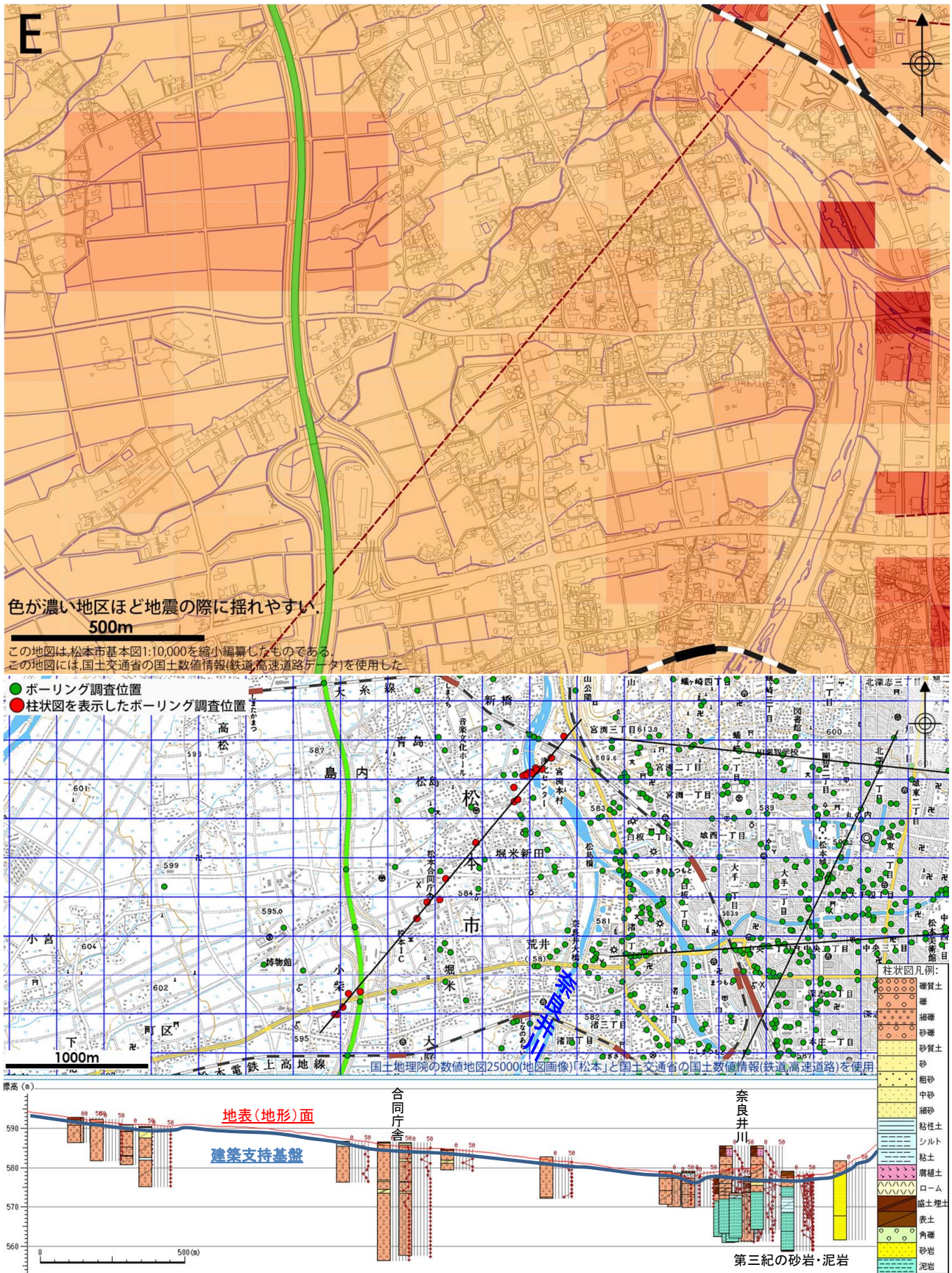
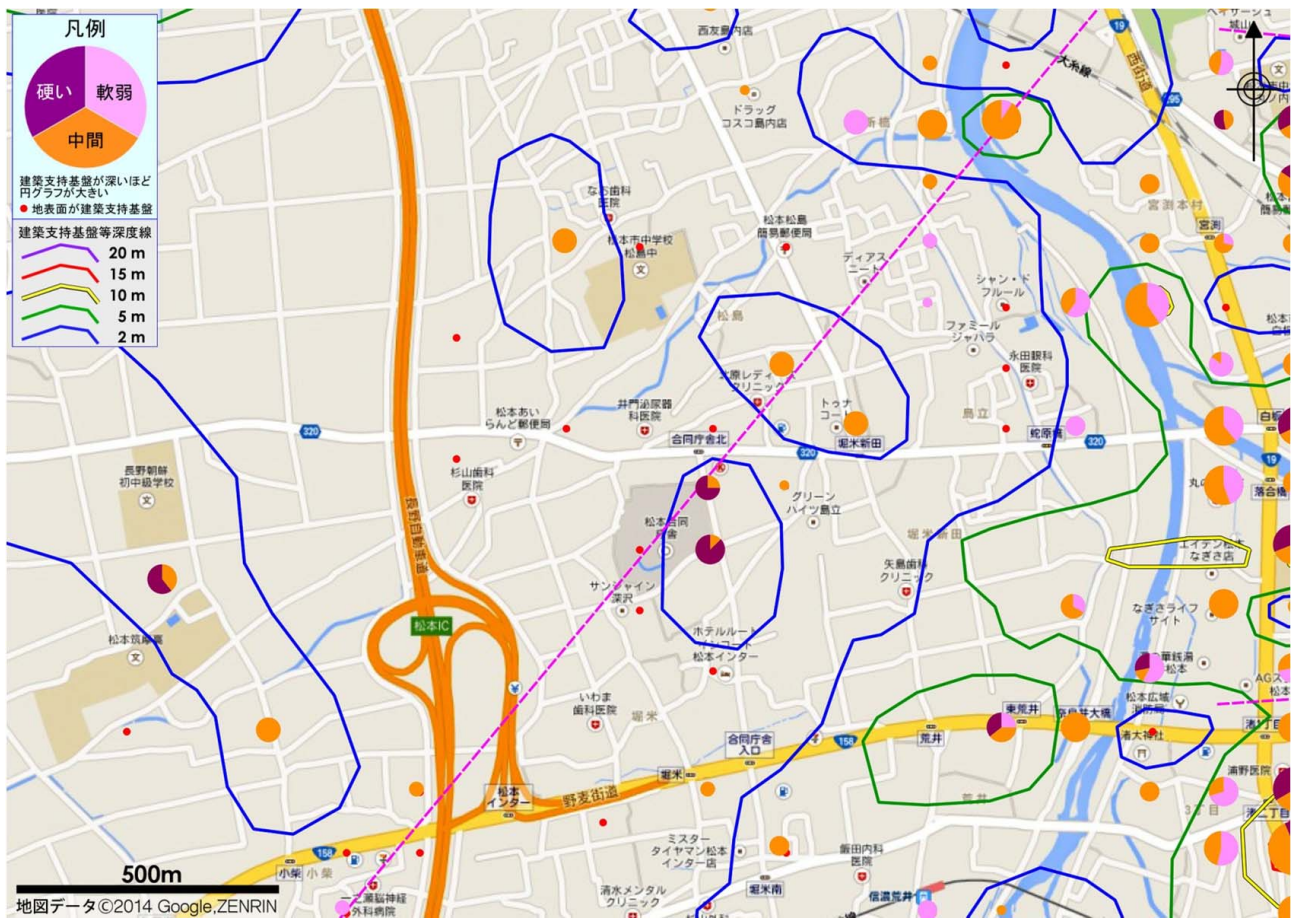
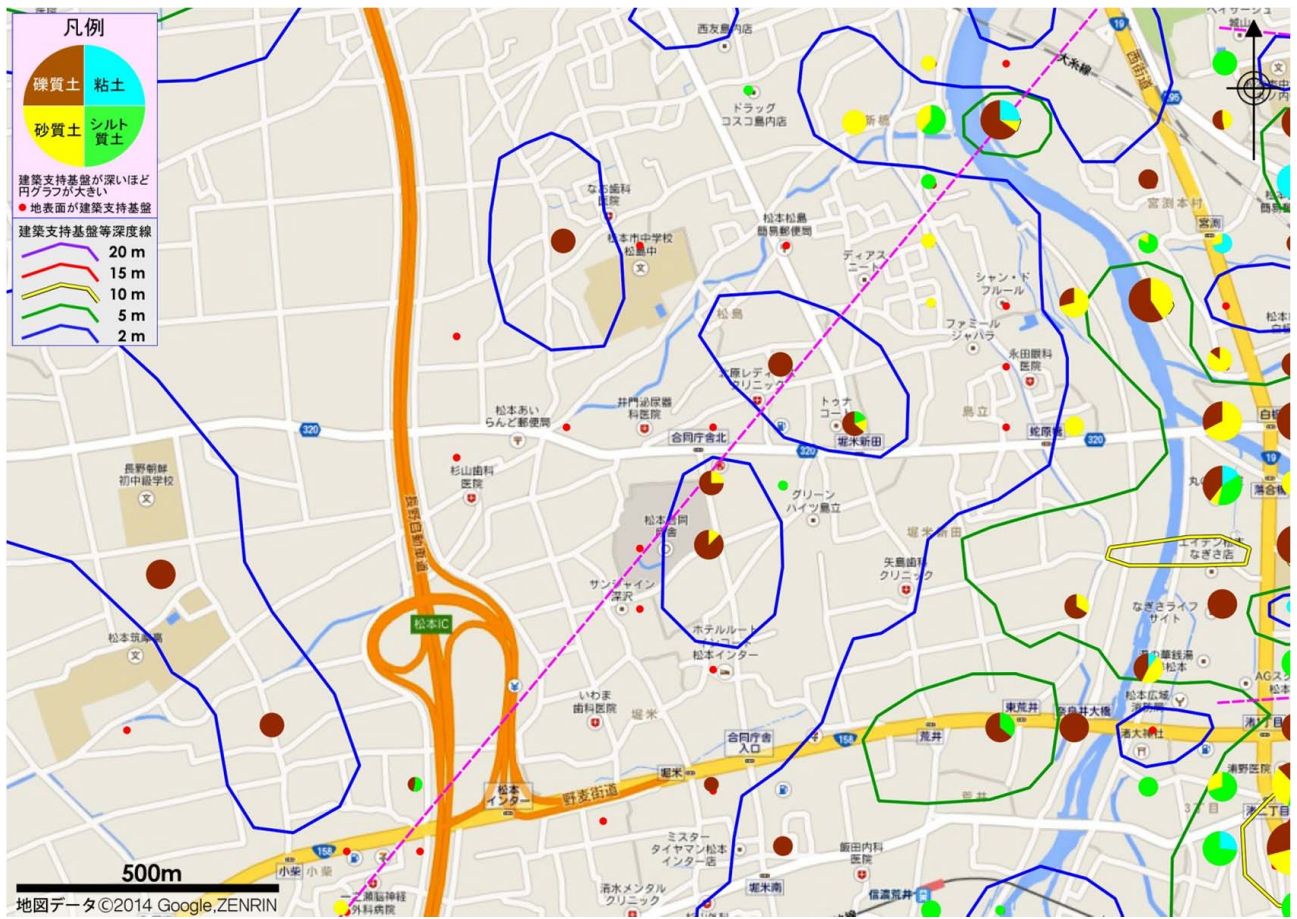


図3-3-E 揺れやすさマップと各地の地盤5 [宮淵—合同庁舎—松本IC] 断面

この断面では、「建築支持基盤」が比較的均一に浅く分布しており、やや強い地盤と言えます。しかし、奈良井川付近の深部のボーリングで調べた地層が重要です。アルプス公園を形成している新第三紀という古い時代の岩石(基盤岩)が、平野部の地下深いところに存在することが確認されています。

これまで、アルプス公園の西縁部からその北方にかけては「松本盆地東縁断層」が走っているとされ、松本市の市街地地下にもその延長の断層が通るだろうと考えられてきました。今回の微動アレー探査の結果、アルプス公園西側の松本盆地東縁断層の位置は従来考えられていたところ(探査地点MMB-2)ではなく、それよりも少し東側であることが分かってきました。



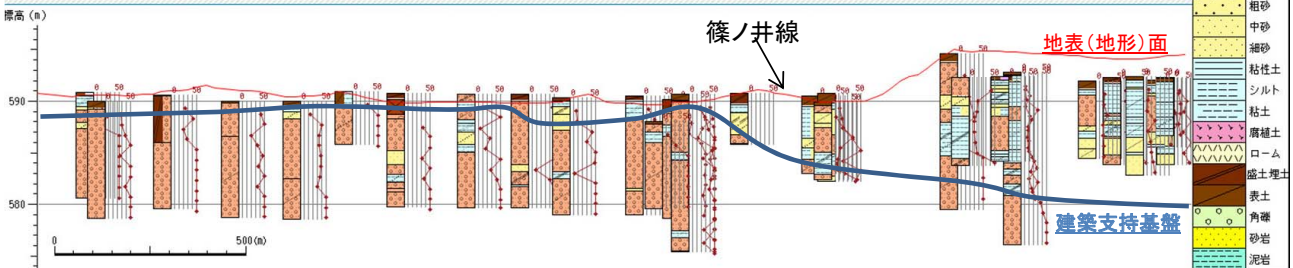
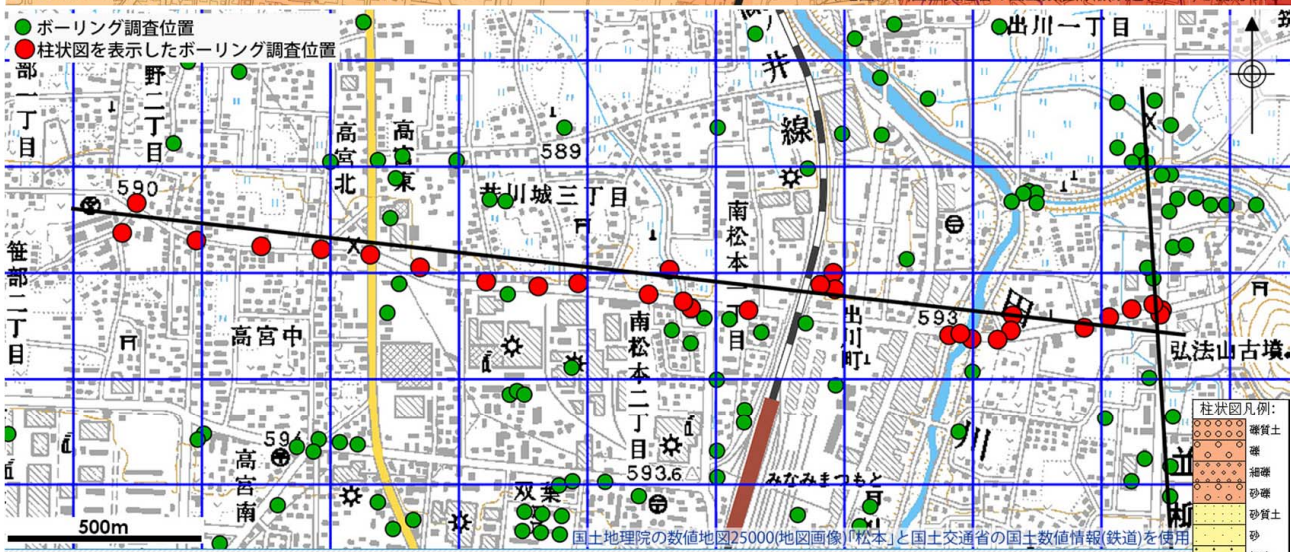
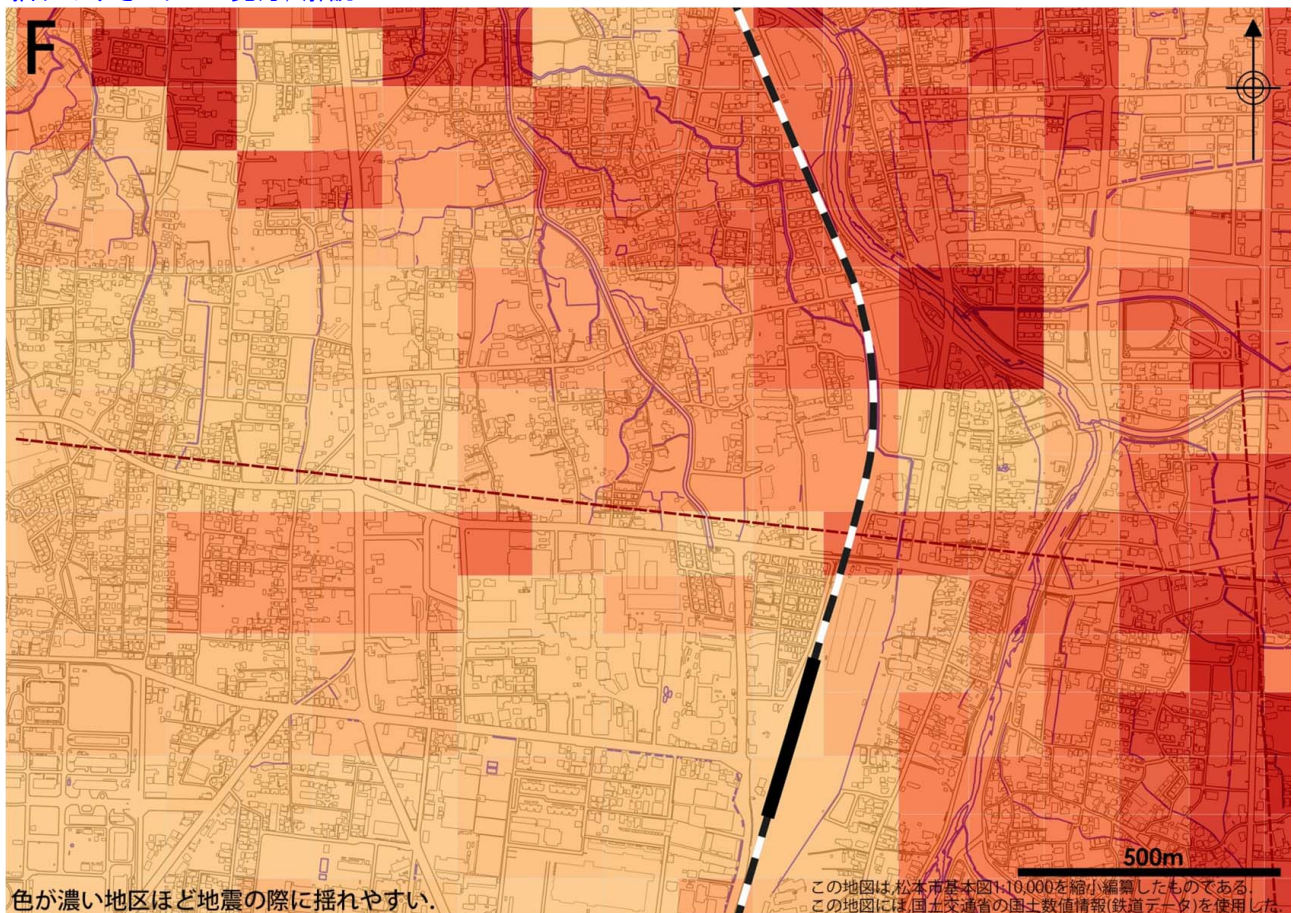


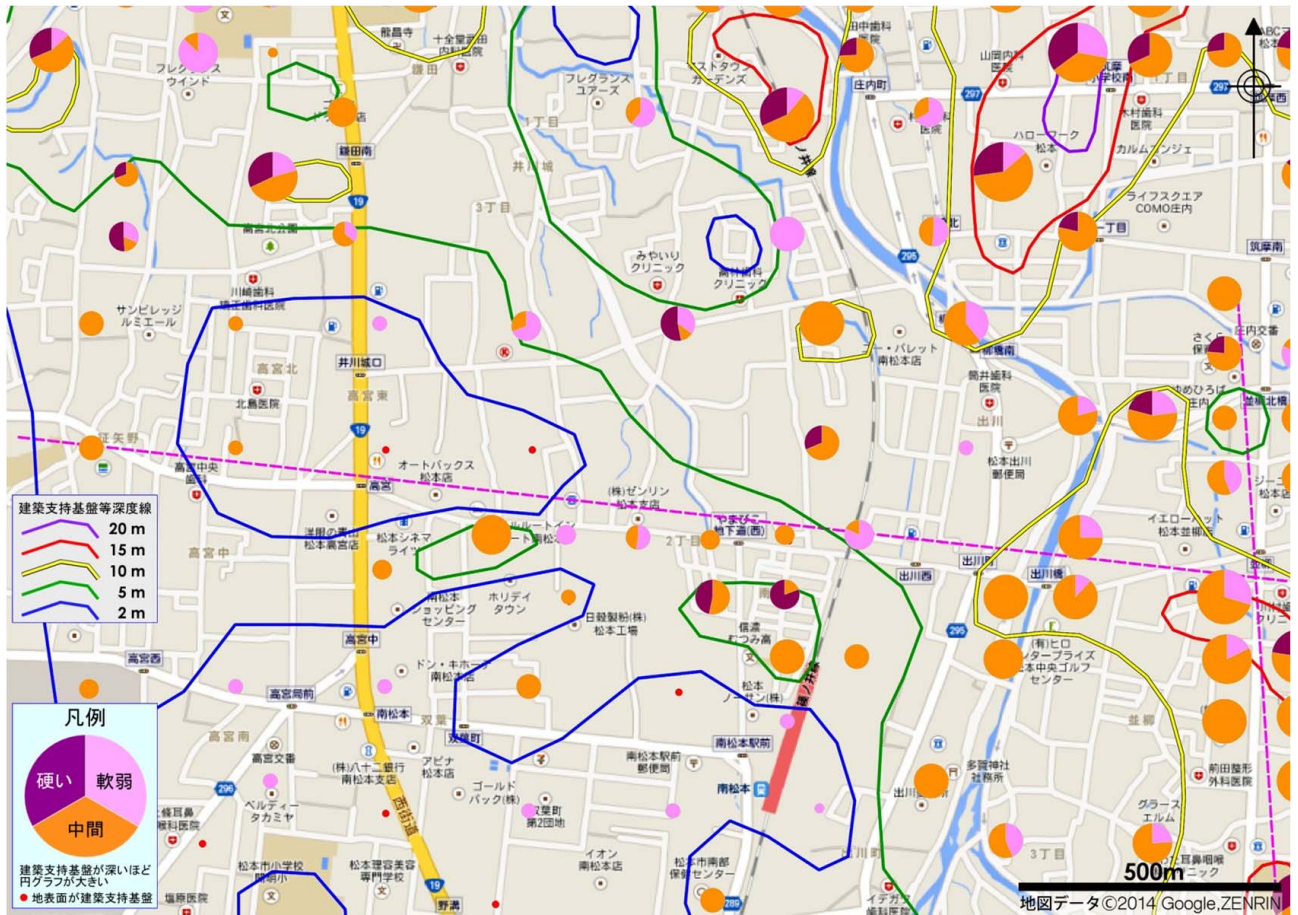
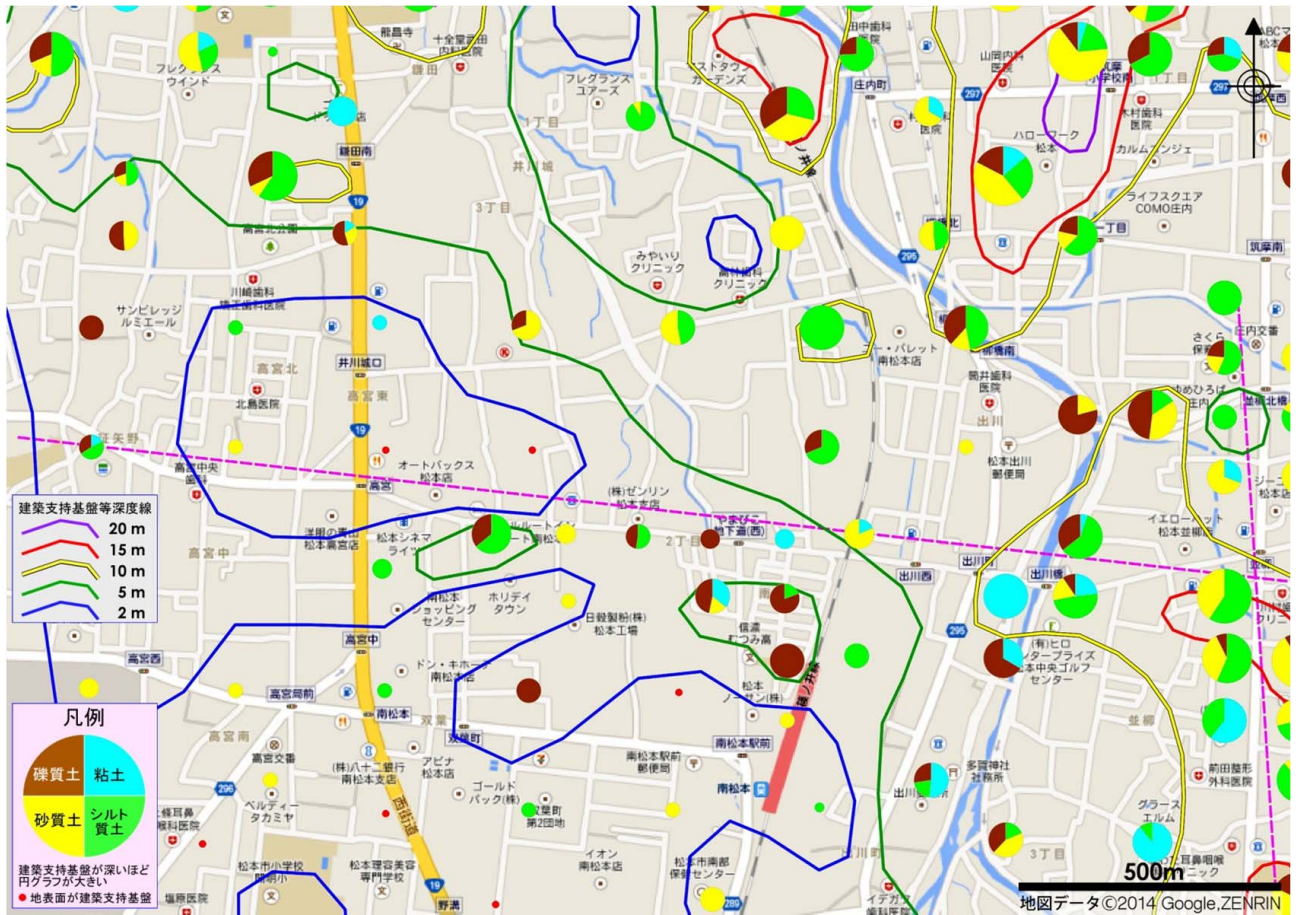
図3-3-F 揺れやすさマップと各地の地盤6 [笹部2丁目-南松本-並柳] 断面

篠ノ井線よりも東側で軟弱地盤が非常に厚く分布していることが特徴です。

南松本の東側には弘法山古墳がある山塊が北北西-南南東方向に存在します。これは牛伏寺断層が存在している影響があるとも言われています。

この山塊と南側から流れ下った牛伏川と田川との間が、松本駅付近と同様な湖沼・湿地をつくっていたと考えられます。

このため、泥を主体とした地層が厚く堆積し、この傾向は、牛伏川沿いにさらに南側まで続いていることが、図3-3-Iでわかります。



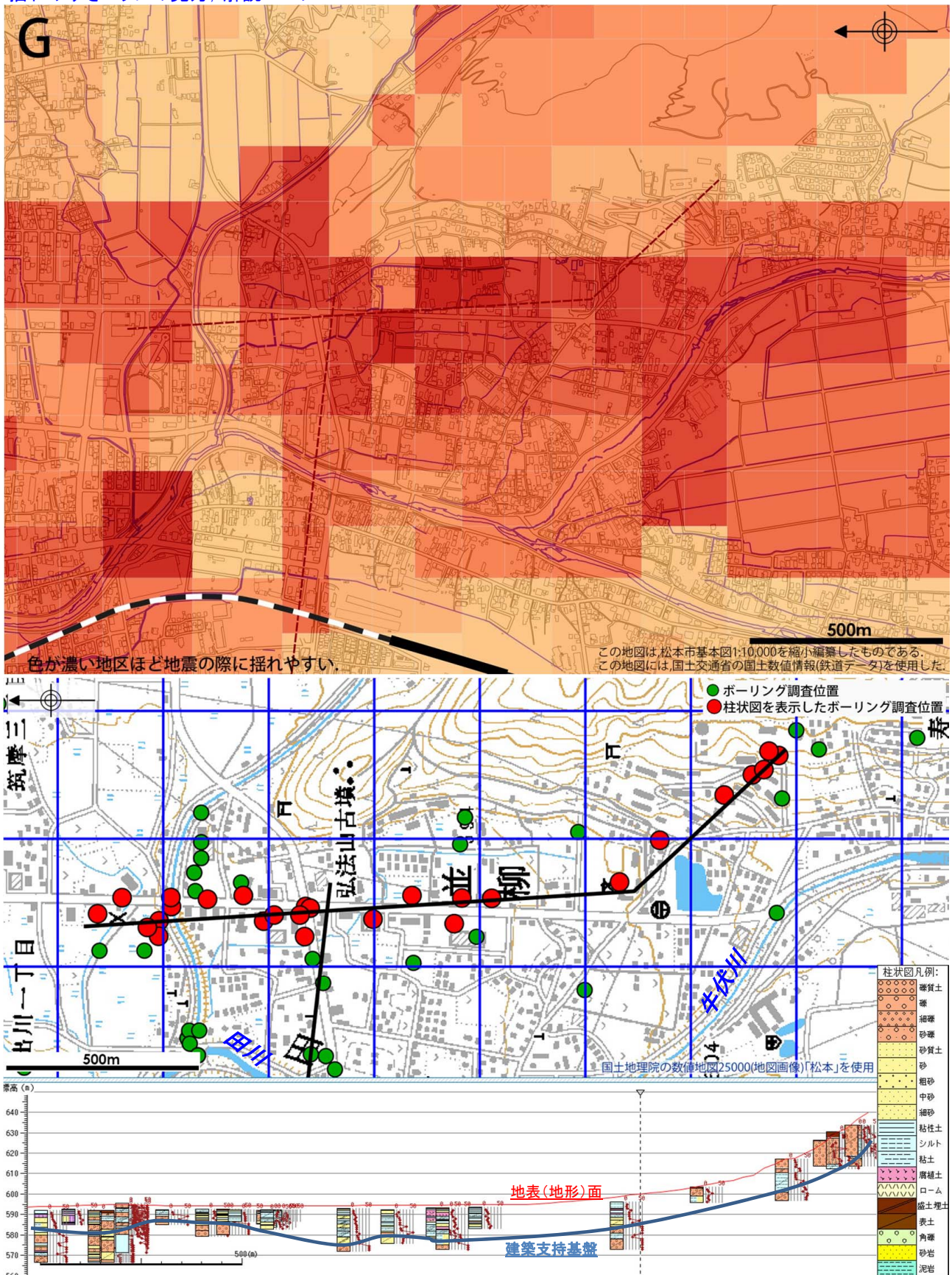
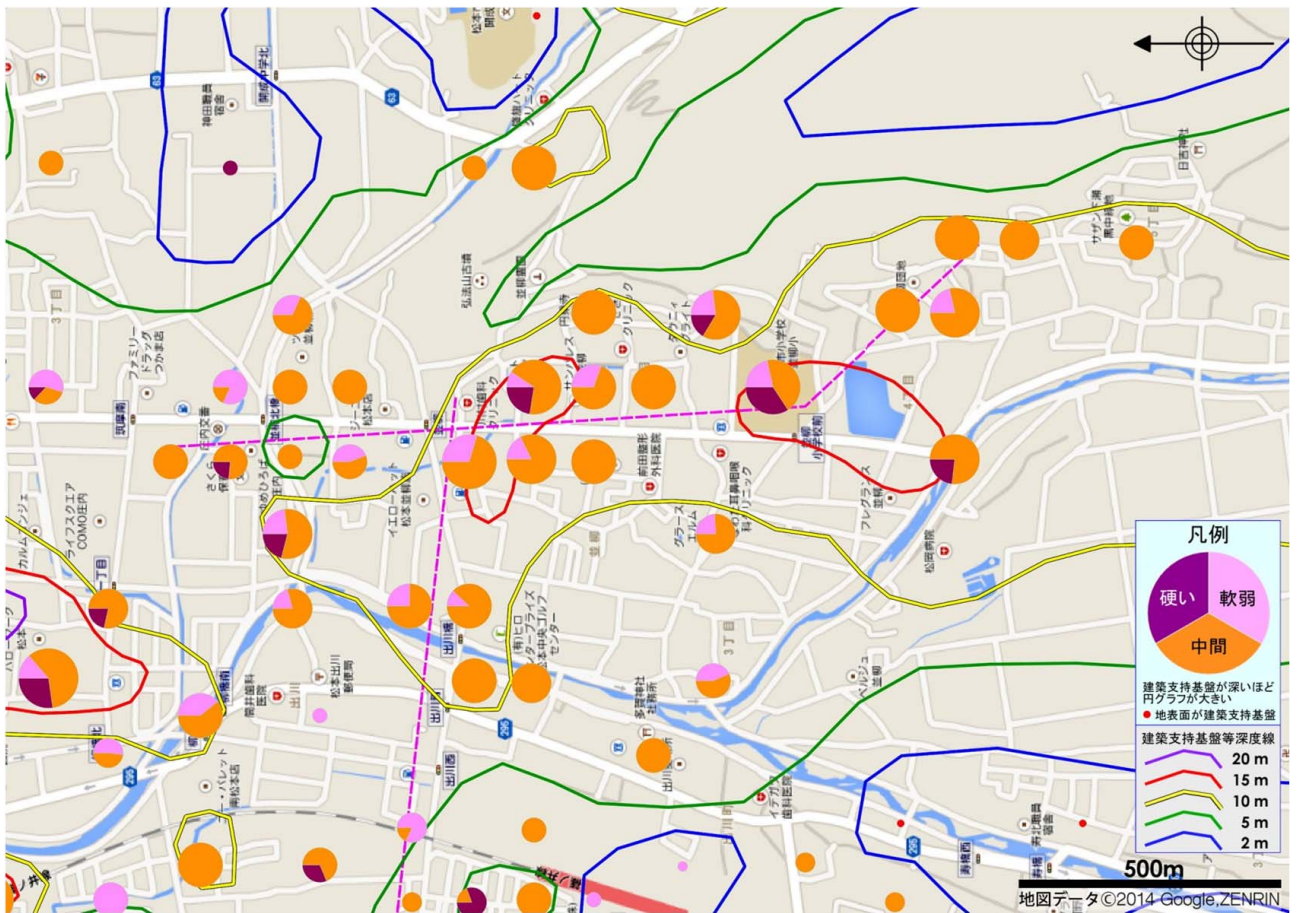
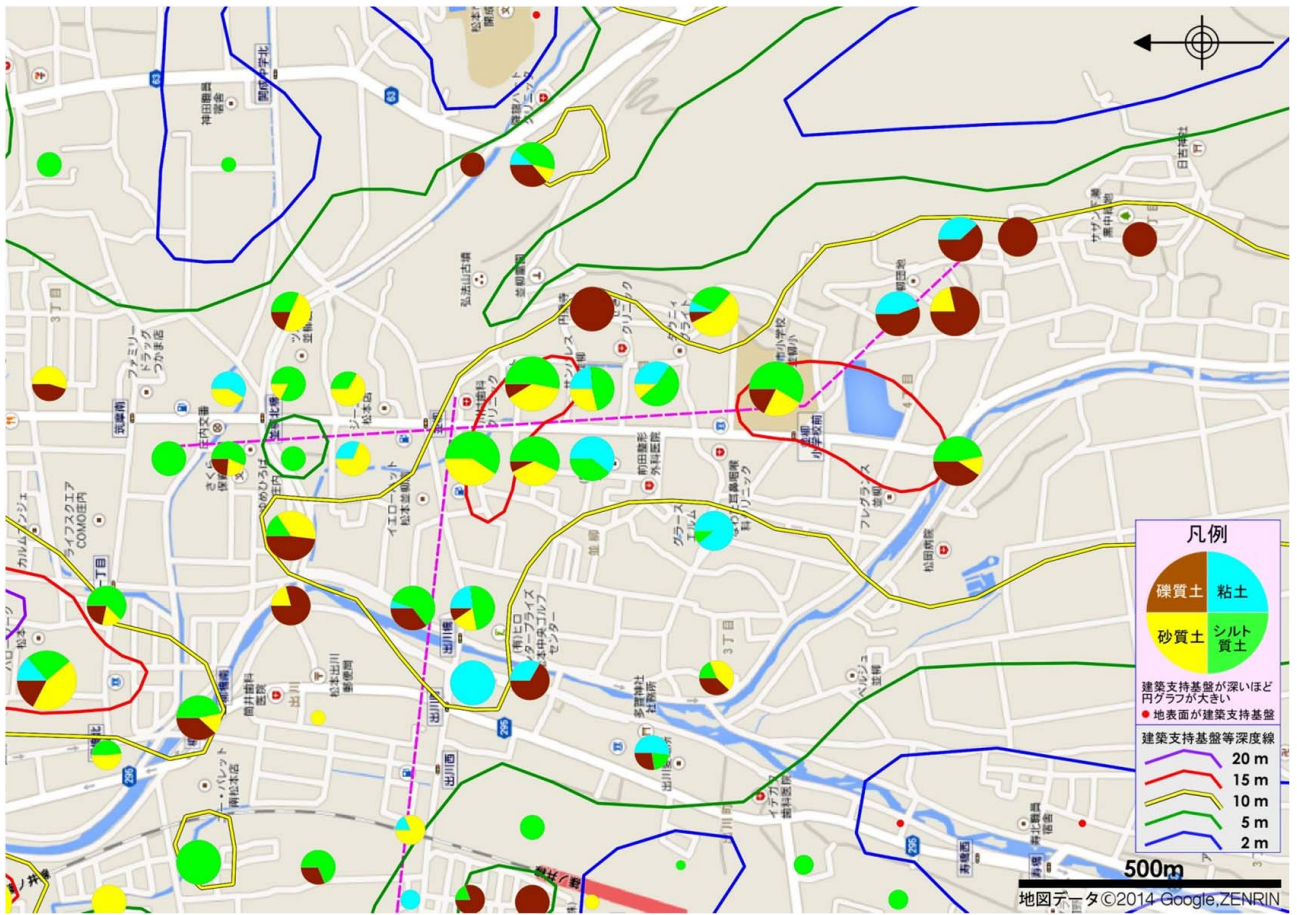


図3-3-G 揺れやすさマップと各地の地盤7 [並柳地区南北] 断面

並柳付近は、弘法山と田川、牛伏川に囲まれた低い土地だったとみられます。明治時代の図面には数個の池が書かれており、水田が多くみられます。

このような低地に泥などの細粒な堆積物が厚くたまっているため、「建築支持基盤」は深くなっていますが、北側にむかってやや浅くなっています。この原因ですが、付近工事の際に北北西に伸びている弘法山の山塊が平地にも続いていることがわかり、そのために支持基盤が浅くなっているとみられます。



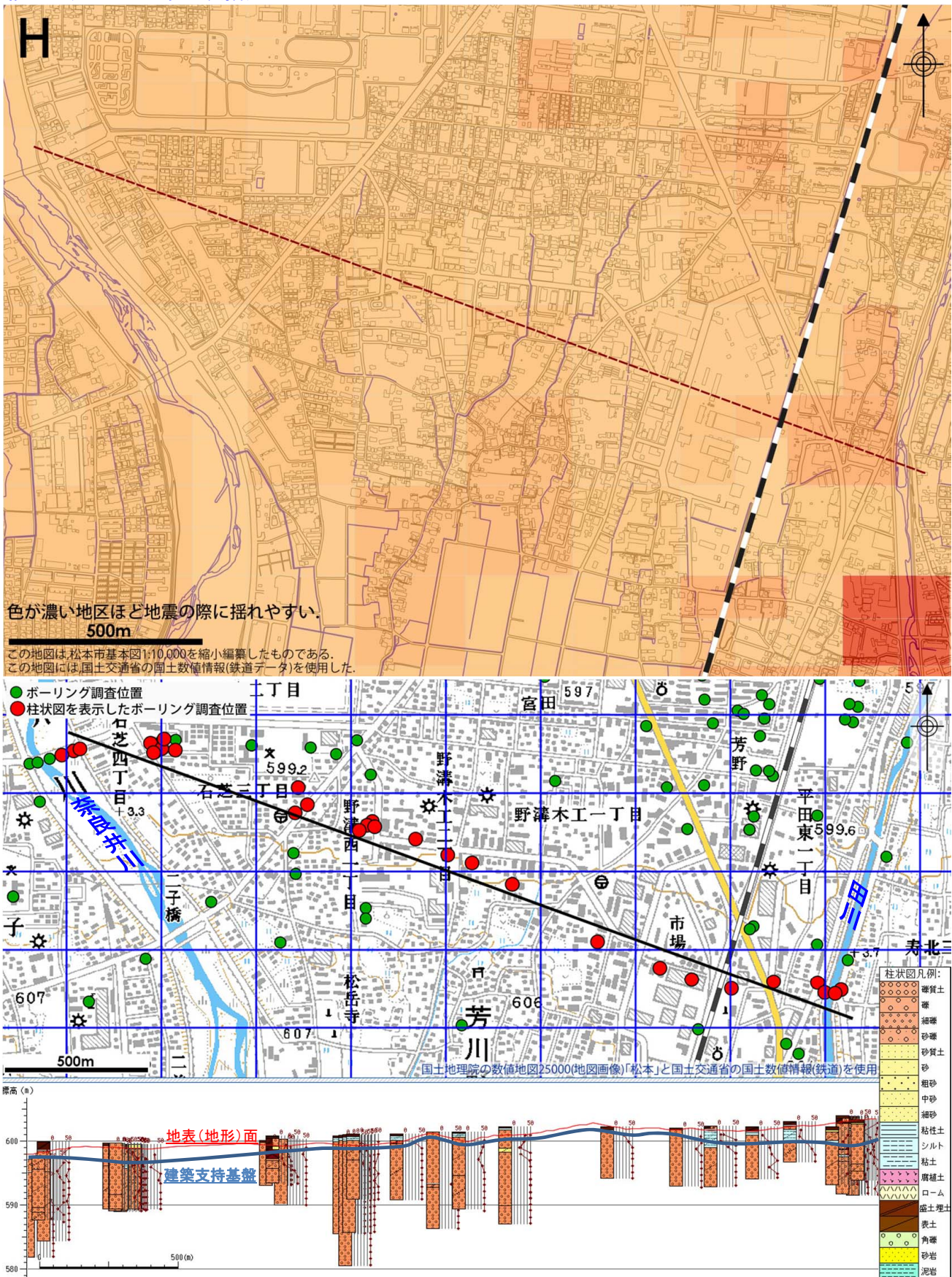
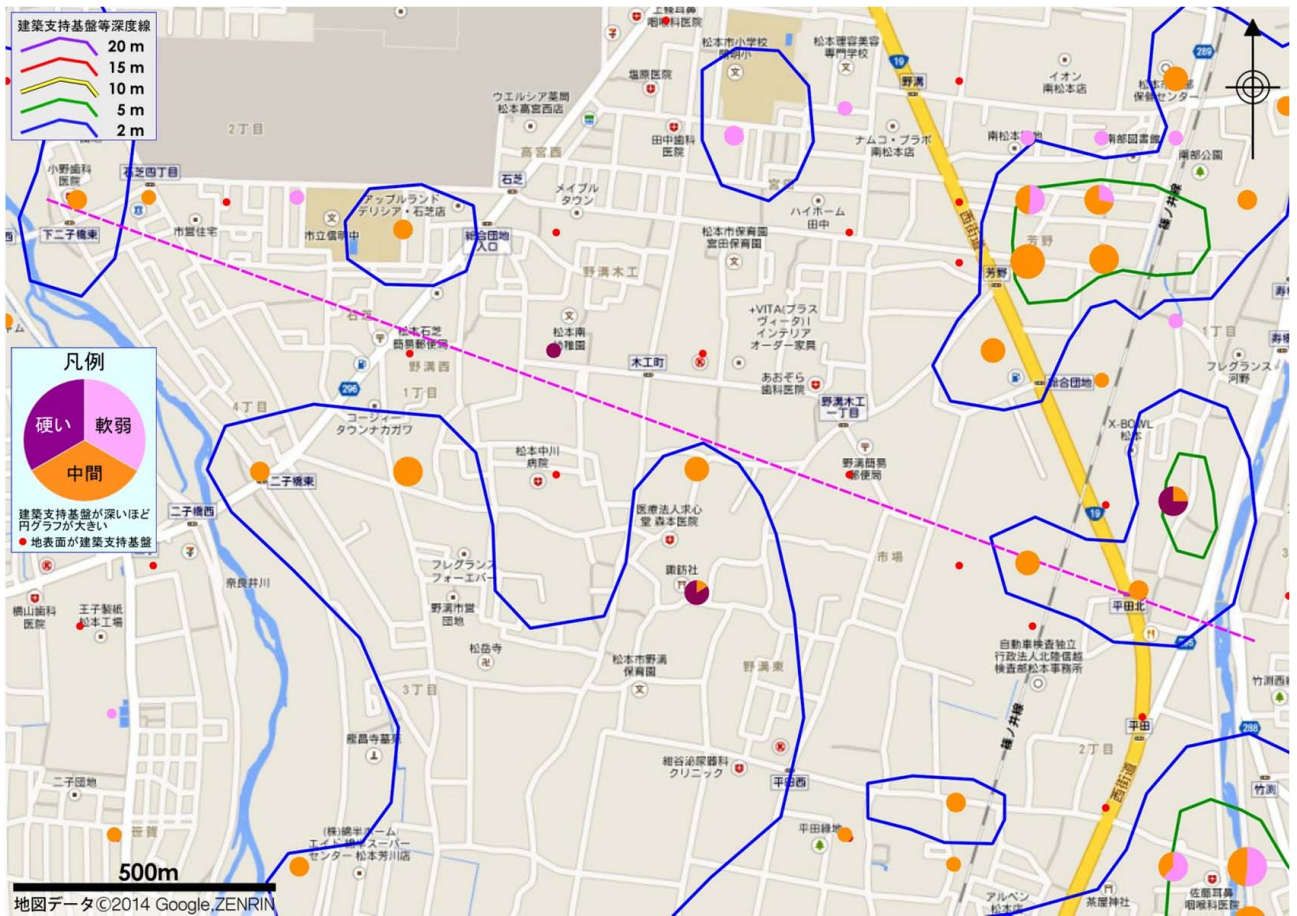
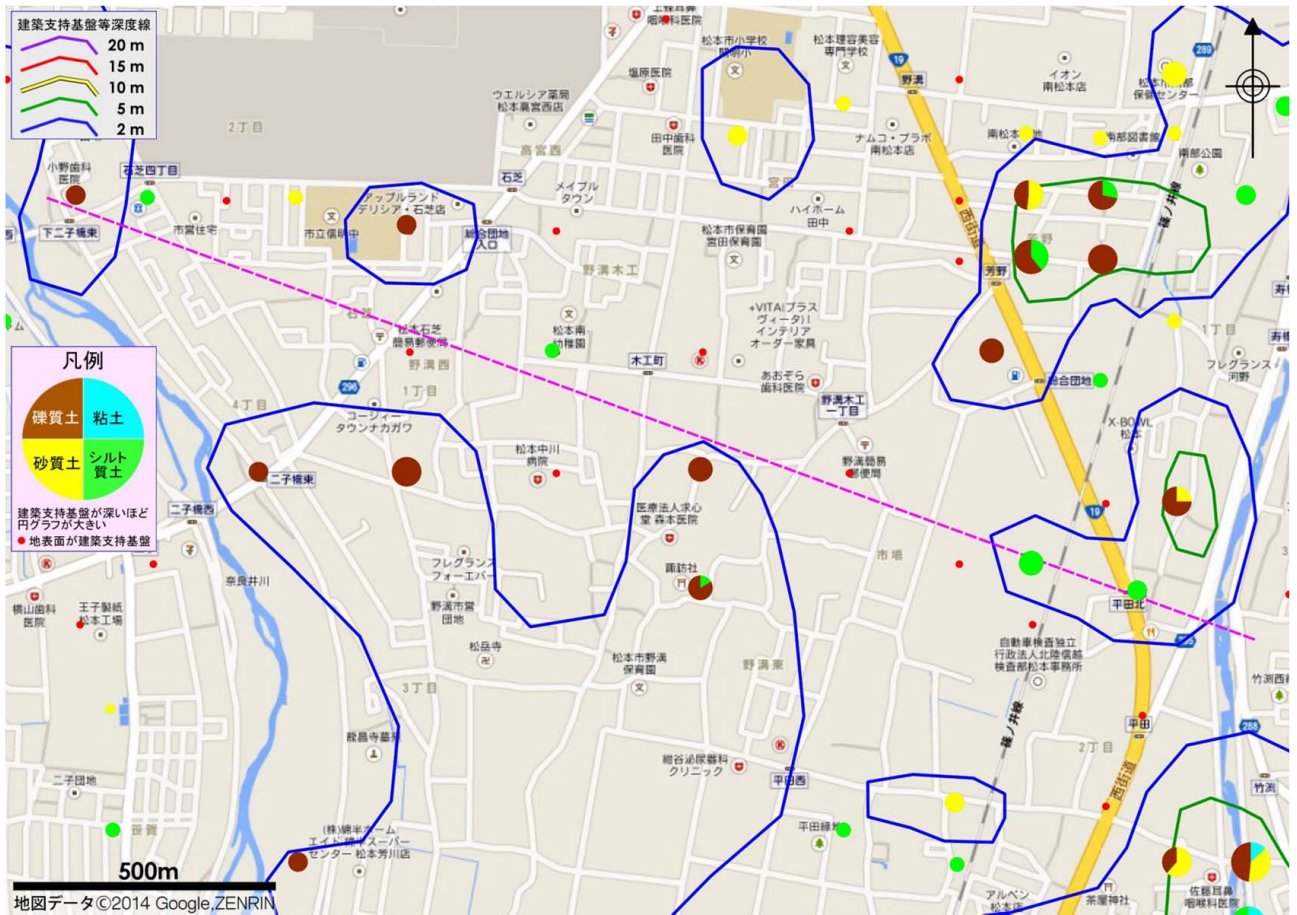


図3-3-H 揺れやすさマップと各地の地盤8 [石芝—野溝木工—市場] 断面

奈良井川と田川に近いところでは、浅い所に軟弱な地層が見られますが、川から離れた地域では比較的強い地盤が地表近くまで分布しています。



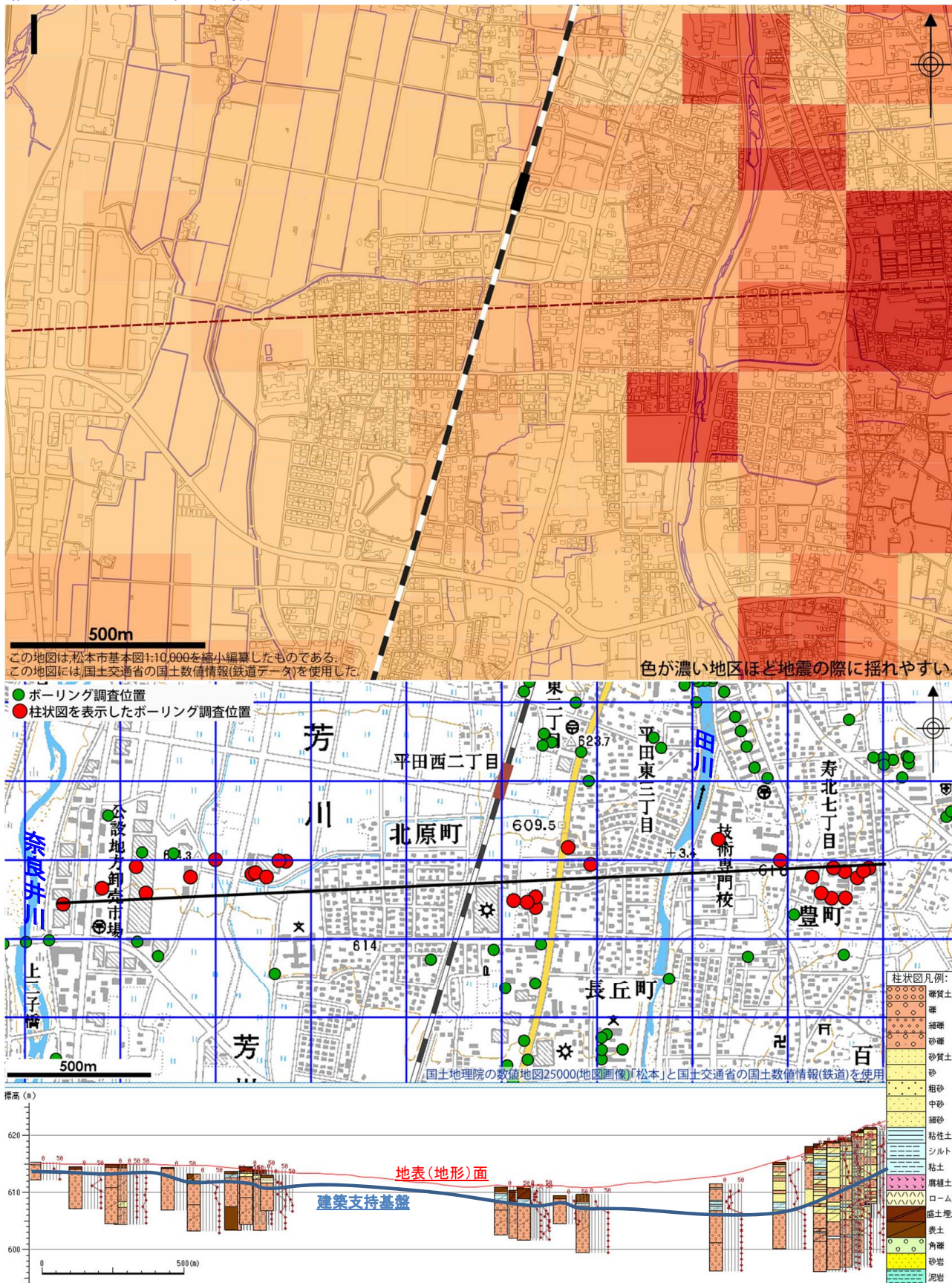
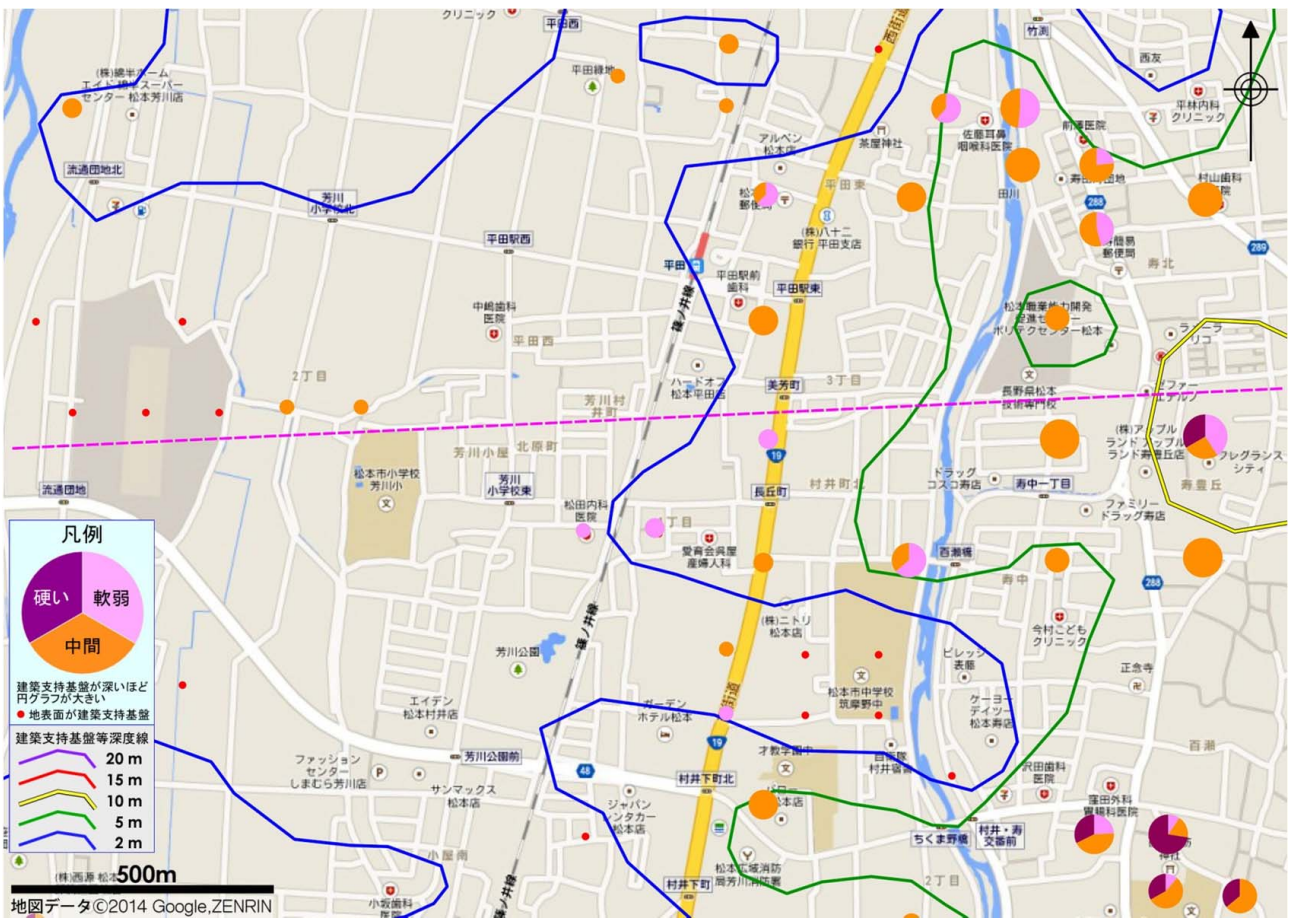
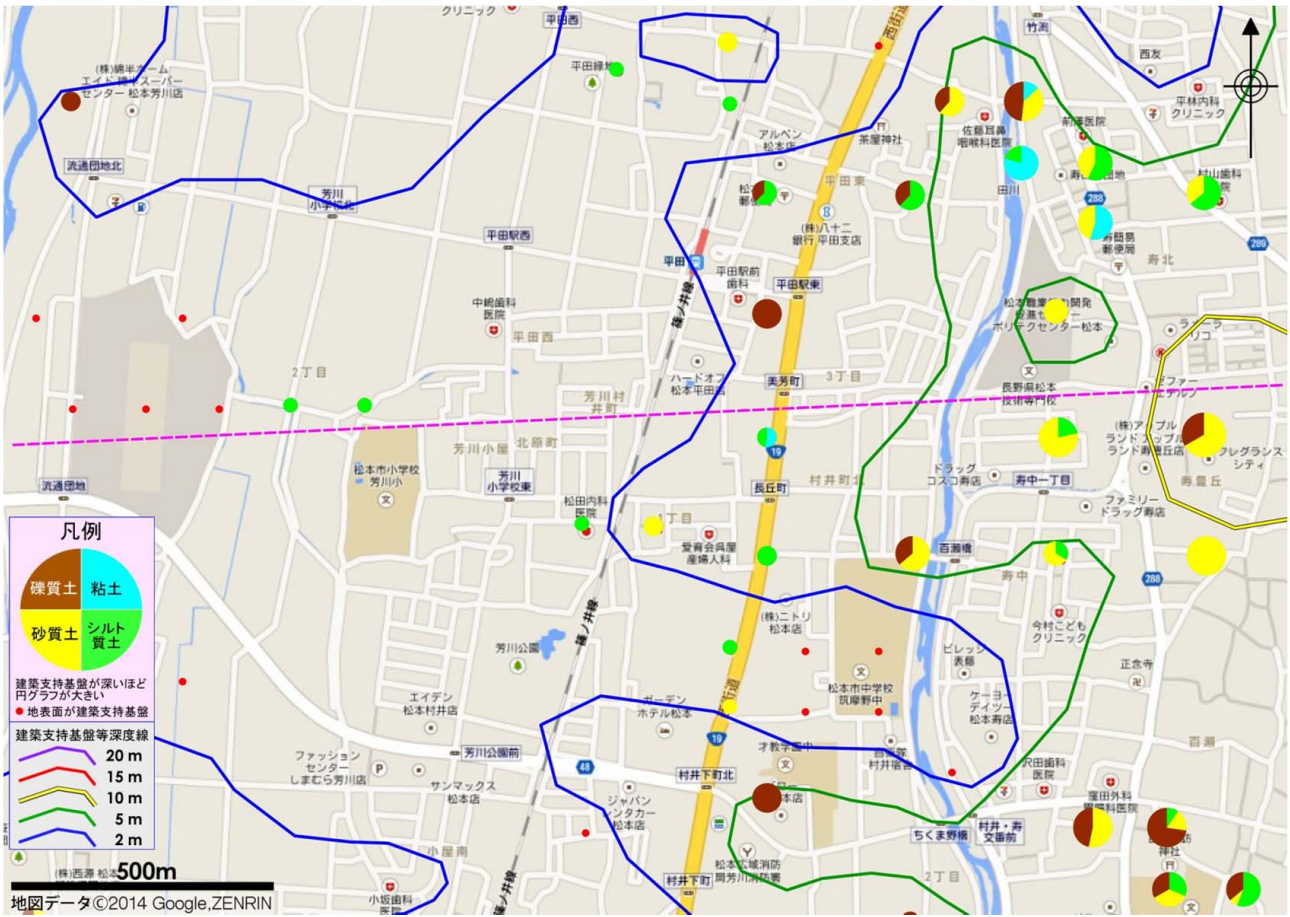


図3-3-1 揺れやすさマップと各地の地盤9 [公設市場—(平田駅)—寿北7丁目] 断面

この付近は、現在の田川周辺から東側に向かって、「建築支持基盤」が深くなるのが分かります。

これは、牛伏川が運んできた堆積物の影響とみられます。図3-3-Fと比較してみると、同じ軟らかい地層でも泥よりも粒径が大きな砂が多いことが色分けで見取れます。これは堆積する場所に若干勾配が付くことで(運ぶ水の流れが少し速くなる)、砂分は堆積するが、泥はさらに下流に流されるためです。



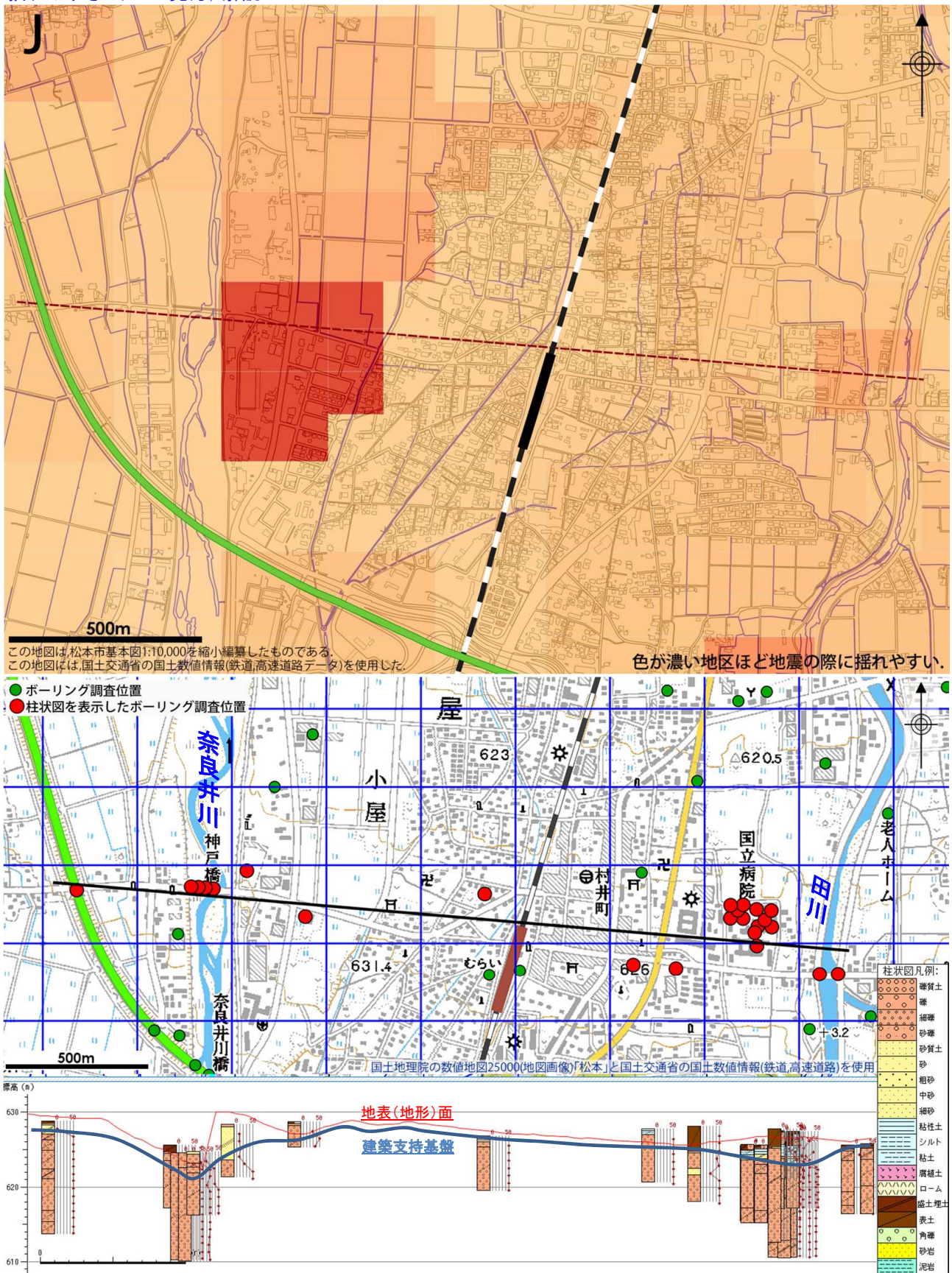
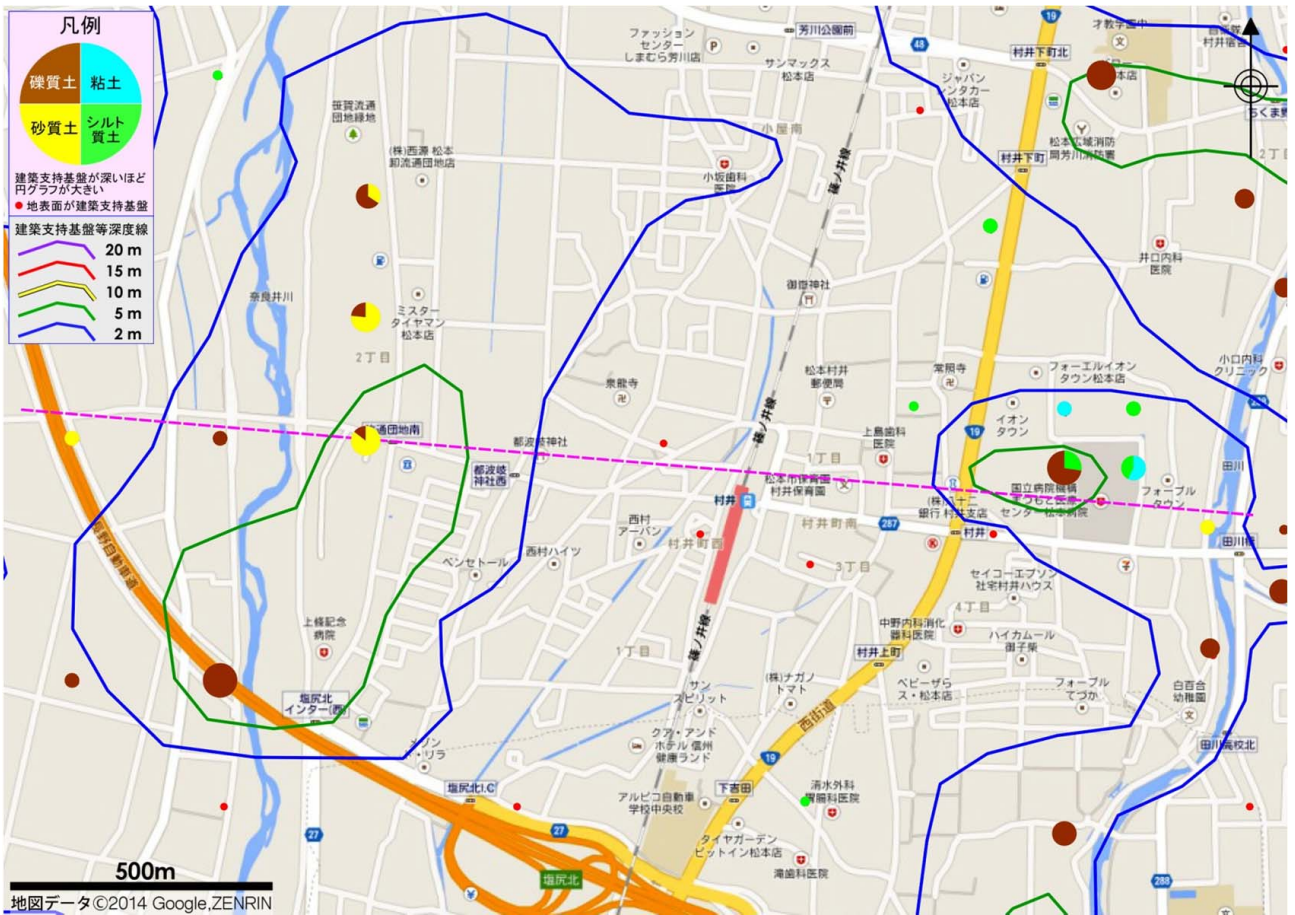


図3-3-J 揺れやすさマップと各地の地盤10 [神戸橋—村井駅—寿南1丁目] 断面

現在の奈良井川・田川の周辺にやや厚く軟弱な地層が厚く分布していることが分かります。

奈良井川や田川は現在のように堤防によって流路が固定されるまでに、氾濫のたびに川が流路を変えていたとみられ、現在の流路以外にも軟弱な地盤を形成しています。



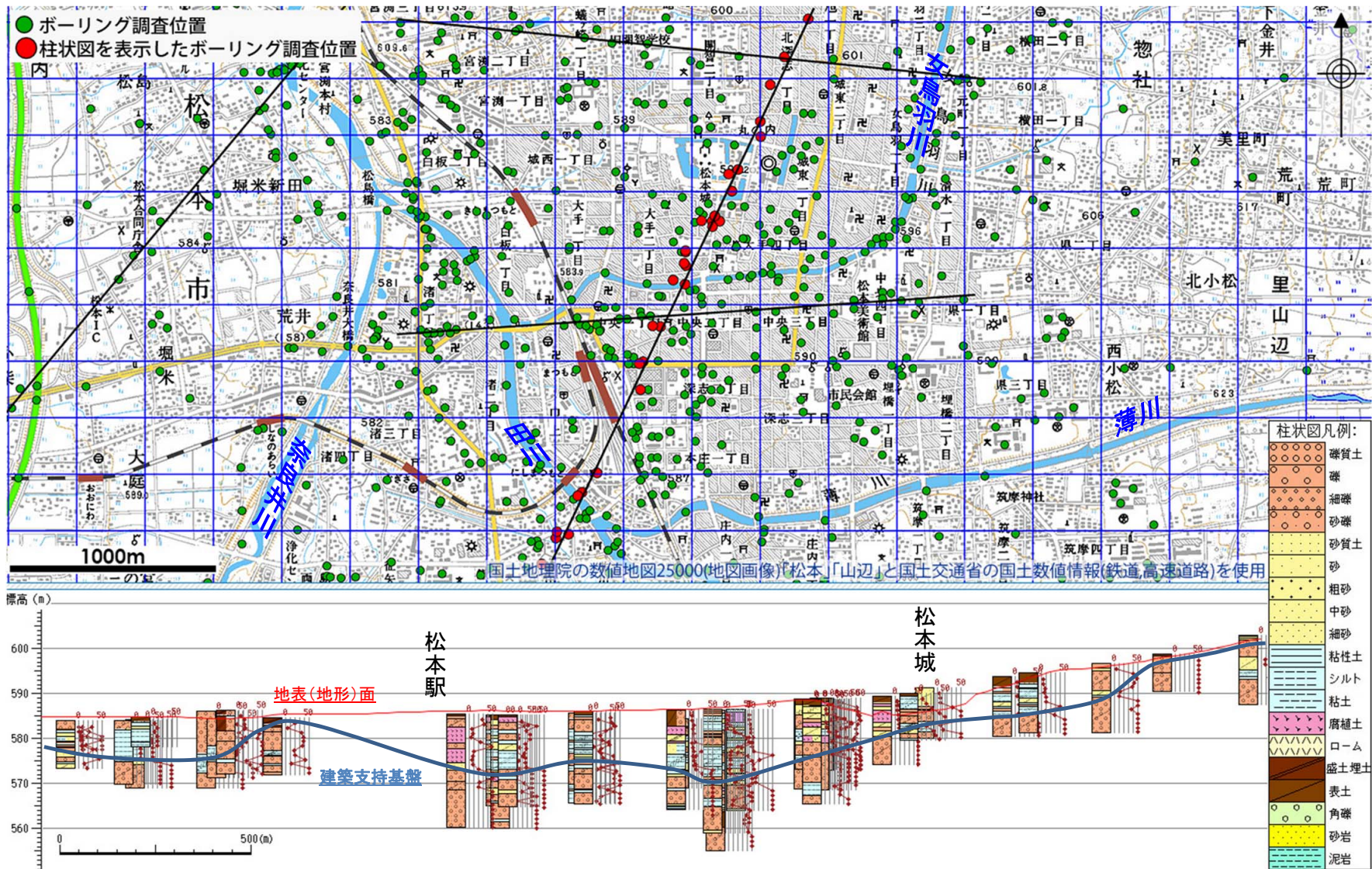


図3-3-k ボーリング柱状断面図（鎌田—中央—北深志）

この図は、図3-3-Dと一緒に見ていただきたい図です。松本城から松本駅周辺には、シルト層などの細粒な地層が厚く堆積しています。この付近には、かつて沼地や湖のようなものが広がっていた可能性が高いのですが、その下の基盤も窪地状に周辺より深くなっています。この窪地（低地）にむけて、古くから女鳥羽川や薄川・田川などから多量の砂礫が運搬され、厚く堆積してきたのでしょう。山地から流れ出す水は盆地に出ると表流水としてだけでなく、地下水としても流れます。松本城から松本駅周辺には、源智の井戸や女鳥羽の泉などの古くから利用されてきた湧水井戸がたくさんありますが、それらはいずれも地形や地層の変化する場所などで地表に湧き出しているものです。

信州大学震動調査グループメンバー

小坂共栄（グループ代表・信州大学山岳科学研究所特任教授）

原山 智（信州大学理学部教授）

大塚 勉（信州大学全学教育機構教授）

津金達郎（信州大学山岳科学研究所）

古本吉倫（長野工業高等専門学校教授）

山浦直人（株式会社千代田コンサルタント）

井関芳郎（株式会社サクセン）

小野和行（日本総合建設株式会社）

塩野敏昭（株式会社北信ボーリング）

富樫 均（長野県環境保全研究所）

田邊政貴（長野県）

小松宏昭（長野県諏訪実業高校）

遠藤正孝（長野県松本深志高校）

田中俊廣（長野県岡谷南高校）

著作権等について（お願い）

1. 著作権について

本報告書や松本市ホームページ掲載の松本市の地盤情報は、信州大学震動調査グループによって調査・解析されたもので、その著作権は松本市に帰属します。その内容は日本国の著作権法および国際条約による著作権保護の対象となっていますので、著作権法上認められた「内容についての私的使用又は引用等」の行為を除き、それらを松本市に無断で転載等を行うことはできません。また、引用を行う際は適宜の方法により、必ず出所を明示してください。その内容の全部または一部について、松本市に無断で改変を行うことはできません。

2. 免責事項

松本市は、利用者が報告書や松本市ホームページに掲載された地盤情報等を用いて行う一切の行為について何ら責任を負うものではありません。

3. その他

報告書や松本市ホームページの地盤情報は、予告なしに内容を変更又は削除する場合がありますので、あらかじめご了承ください。