

平成26・27年度大町市委託事業

大町市の  
地震動と地盤の相関に  
関する調査報告書  
(平成26・27年度)

平成28年3月25日  
信州大学震動調査グループ  
信州大学・大町市



## 目 次

1	はじめに .....	1
2	平成26・27年度事業の概要 .....	1
3	地震のゆれと地盤 .....	2
3-1	地盤を伝わる地震の波 .....	2
3-2	地盤の性質（固さ・軟らかさ）は揺れ方にどう関係するのか？ .....	3
3-3	地盤図と揺れやすさマップの果たす役割 .....	3
第4章	図集 .....	5
4	大町市の地盤と揺れやすさの特徴 .....	31
4-0	地盤と揺れやすさの解析の準備 .....	31
4-1	大町市の地形と地盤の概観と活断層の位置 .....	38
4-2	ボーリングデータ解析による大町市の表層地盤の全体的特徴 .....	38
4-3	地盤図をもとに作成した揺れやすさマップ .....	40
4-3-1	揺れやすさマップの概要と見方 .....	40
4-3-2	大町市の盆地部の地盤と揺れやすさ .....	41
4-3-3	大町市山地部の地盤と揺れやすさ .....	43
4-4	アンケート調査による2014・11・22長野県北西部の地震 （長野県神城断層地震）の震度と揺れやすさマップ .....	44
4-5	微動アレー探査による大町市の地下構造の特徴 .....	46
4-5-1	微動アレー探査の目的 .....	46
4-5-2	平成27年度探査の概要 .....	46
4-5-3	探査結果 .....	54
4-5-4	解析結果 .....	68
	地震計設置観測状況写真 .....	86
5	大町北安曇地域の歴史地震 .....	92
5-1	歴史地震の概要 .....	92
5-2	1714年信濃小谷地震 .....	93
5-3	1847年善光寺地震 .....	95
5-4	1858年安政大町地震 .....	100
5-5	1918年大正大町地震 .....	102
5-6	1986年長野県北部の地震 .....	106
5-7	まとめ .....	107
6	大町市の市街地とそれを取りまく大地のしくみ .....	110
6-1	フォッサマグナと糸魚川 - 静岡構造線、大峰帯 .....	110
6-2	後立山連峰誕生のドラマ .....	111

7	用語解説	114
8	むすび	120
	謝辞	120
	ボーリングデータ提供元機関一覧	121
	参考文献	122
	地図データ諸元	126
	信州大学震動調査グループメンバー	127
	著作権等について（お願い）	128

（巻末資料）

1	平成26年度微動アレー探査の結果（報告書抜粋）	129
2	信州大学震動調査グループの平成26年度各種広報・学術活動 （平成26年4月～平成28年3月まで）	180
3	信州大学震動調査グループの打ち合わせ会議開催経過	184
4	アンケート用紙（大町市民向けに配布したもの）	185

注；非公開部分

## 1 はじめに

本事業は、大町市からの委託を受けて信州大学の支援のもと、信州大学震動調査グループが平成 26～27 年度の 2 ヶ年にわたって実施されたものです。言うまでもなく、事業の目的は大町市地域の地盤調査を実施してその結果を今後の大町市地震防災計画の強化に活用していただくことにあります。

事業の実施期間中である平成 26 年(2014 年)11 月 22 日には、白馬村付近を震源地とする M6.7 という大きな地震（2014 年長野県北西部の地震：長野県はこれを長野県神城断層地震と命名しました）が発生しました。白馬村・小谷村では住宅、道路、田畑などに甚大な被害が生じたばかりでなく、大町市地域でも住宅や道路等に大きな被害がありました。さらにこの地震による被害は、震源の東部にあたる長野市鬼無里・戸隠地域、小川村、さらには遠く離れた長野市長野盆地、飯縄町、信濃町地域などでも発生しました。

神城断層は、糸魚川－静岡構造線系の活断層の一つですが、過去の記録からみても大北地域ではこの活断層に関係したとみられる地震が度々発生しており、そのことに鑑みれば、本事業のもつ地震防災上の意義には大きいものがあります。

また、この地震の発生に伴ってグループでは大町市も含め大北地域はもとより長野市に至る広範囲なエリアを対象にしたアンケート形式による地震動調査を実施しました。もちろん、これは当初計画には含まれていない調査ではありましたが、地盤と揺れの関係を知る上ではきわめて重要な調査ですので、その実施結果についても一部報告することに致しました。

本事業の結果が、大町市の今後の地震防災計画の強化にいささかでも役に立つことを祈念いたします。

本事業を進めるにあたっては、大町市長をはじめ大町市役所消防防災課など多くの庁内関係者、大町市民の方々に大変お世話になりました。心から御礼申し上げます。

## 2 平成 26・27 年度の事業の概要

2 年間にわたり実施した本事業の経過概要は以下の通りです。

### 1) 微動アレー探査

平成 26 年 7 月～9 月

地表踏査と既存資料による平成 26 年度探査測線の選定作業

平成 26 年 8 月～9 月

探査依頼先企業の選定・決定作業

平成 26 年 10 月～12 月

探査実施

平成 27 年 1 月～2 月

探査結果の解析・整理

平成 27 年 3 月

探査結果報告書の作成・確認作業

平成 27 年 6 月～8 月  
 平成 27 年度探査測線の選定作業  
 平成 27 年 10～12 月  
 探査実施  
 平成 28 年 1 月～2 月  
 探査結果の解析・整理  
 平成 28 年 3 月  
 探査結果報告書の作成・確認作業

2) ボーリングデータの収集・整理

平成 26 年 6 月～12 月  
 既存ボーリングデータの収集作業  
 平成 27 年 1 月～12 月  
 データの整理作業

3) 平成 26 年 6 月～平成 27 年 8 月 地形・地質にかかわる地表踏査と結果の整理

4) 平成 27 年 3 月～11 月 長野県北西部の地震（長野県神城断層地震）にかかわるアンケート調査の実施とその結果の整理作業

5) 平成 26・27 年度調査結果概要報告書の作成

6) その他

打ち合わせ会議の開催（1 回／月）、  
 信州大学震動調査グループ活動実績の広報活動等の実施

### 3 地震のゆれと地盤

#### 3-1 地盤を伝える地震の波

地震の波は、地下の深いところ（地下深度、数 km～100km 程度）にある震源断層で発生し、地下の地盤を伝わって地表に届きます。

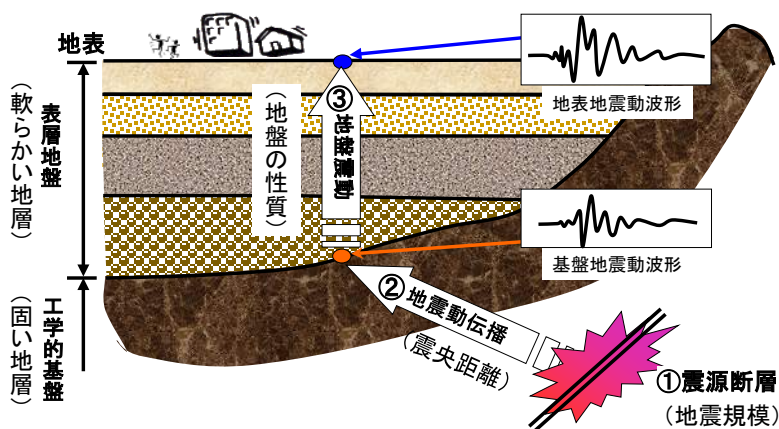


図 3-1 は、地震波が地下の地盤を伝わって地表に伝わる様子を模式的に表しています。①震源断層で発生した地震波は、②硬い地層（工学的基盤、あるいは後述の建築支持基盤と考えられる地層）まで伝播し、③表層のやや軟らかい堆積地盤の中を、反射と屈折を繰り返しながら、地表へと到達します。この地表の地震波が、

図 3-1 地盤を伝える地震の波（岐阜県, 2002 に修正・加筆）

いわゆる地震による地盤の揺れとなるのです。一般に、震源断層が長くて大きいほど、地震の規模（マグニチュード）は大きくなります。また、震源から工学的基盤までの距離（震央距離）が近いほど、地盤の揺れ（地震波の振幅）が大きくなります。地表の揺れの大きさの目安は、気象庁が発表する震度階級により知ることができ、地震発生直後に震度速報が発表されるシステムが現在構築されています。

### 3-2 地盤の性質（硬さ・軟らかさ）は揺れ方にどう関係するのでしょうか？

地盤の揺れは、物理学では逆さ振り子（図 3-2）に例えられます。逆さ振り子は、オモリの下に垂直にバネが付いていて、バネはその下の硬い板に固定されています。そして、この板をゆするとオモリが揺れる仕組みです。さて、強さの違うバネを持つ二つの逆さ振り子を同時に揺ると、揺れ方にどのような違いが生じるのでしょうか？

固い板をゆっくり揺ると、短くて硬いバネを持つ逆さ振り子は小さく揺れ、長くて柔らかいバネを持つ逆さ振り子は大きく揺れるはずですが、ここで用いられる固い板を工学的

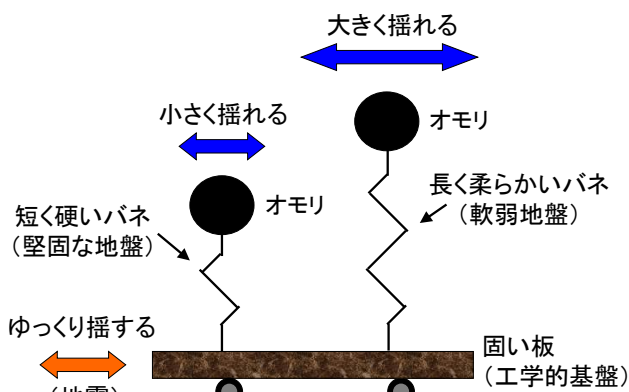


図 3-2 バネの強さが違う二つの逆さ振り子

基盤、長い逆さ振り子を軟らかい（軟弱）地盤、短い逆さ振り子を硬い（堅固な）地盤とみなすことができます。

要するに、軟らかい（軟弱）地盤では、地震による揺れが大きくなる場合が多いのです。一般に、地盤は深度が深くなるほど固く締まっていますので、地表のごく浅いところの地盤の性質が揺れの大きさに効いてくることになります。

### 3-3 地盤図と揺れやすさマップの果たす役割

3-1 や 3-2 で述べたように、地震の際の地盤の揺れ方は、その場所の地盤の性質に左右されますが、特に表層近くの地盤が軟らかいか、硬いか、が大きく関係しています。そこで私たちは、2011 年 6 月 30 日の松本市街地直下で起こった地震（M5.4）や 2014 年長野県北西部の地震（長野県神城断層地震）の教訓を生かし、地震に強い街づくりに役立ててもらうために、大町市内でこれまでに掘削されたボーリングのデータをできるだけ集め、それをもとに地表近くの地盤の状況を、ボーリング柱状断面図・建築支持基盤深度図・軟弱地盤の厚さ分布図などからなる「大町市の地盤図」を作成しました。これらの図の作成に使用したボーリング本数は約 1000 本にも達します。

これらの地盤データをもとに、「揺れやすさマップ」を作成しました。地震の際の揺れ方が地盤の性質（硬い地盤か軟らかい地盤か？ 軟らかい地盤がどれくらいの厚さで堆積しているか？）などに強く関係していますので、「揺れやすさマップ」は、地盤の特徴の別の表現でもあるのです。

また、松本から大町にかけての盆地がフォッサマグナ西縁の糸魚川-静岡構造線に沿う

盆地であることから、この断層に係る伏在断層についての微動アレー探査も実施し、盆地地下の構造について新たなデータを得ました。

現在、橋や道路、ビルなど、構造物の基礎設計に関しては耐震基準が厳しく定められています。そしてそれに関して正確な地盤のデータが必要とされています。また、地震による都市災害をできるだけ軽減するために、地盤データにもとづいた震度予測図（揺れやすさマップ）を作成し、それを基に防災対策を策定する行政機関も次第に増えてきました。今回作成した地盤図や揺れやすさマップが、大町市民すべてにとっての「地震に強い街づくり」に生かされることを願っています。



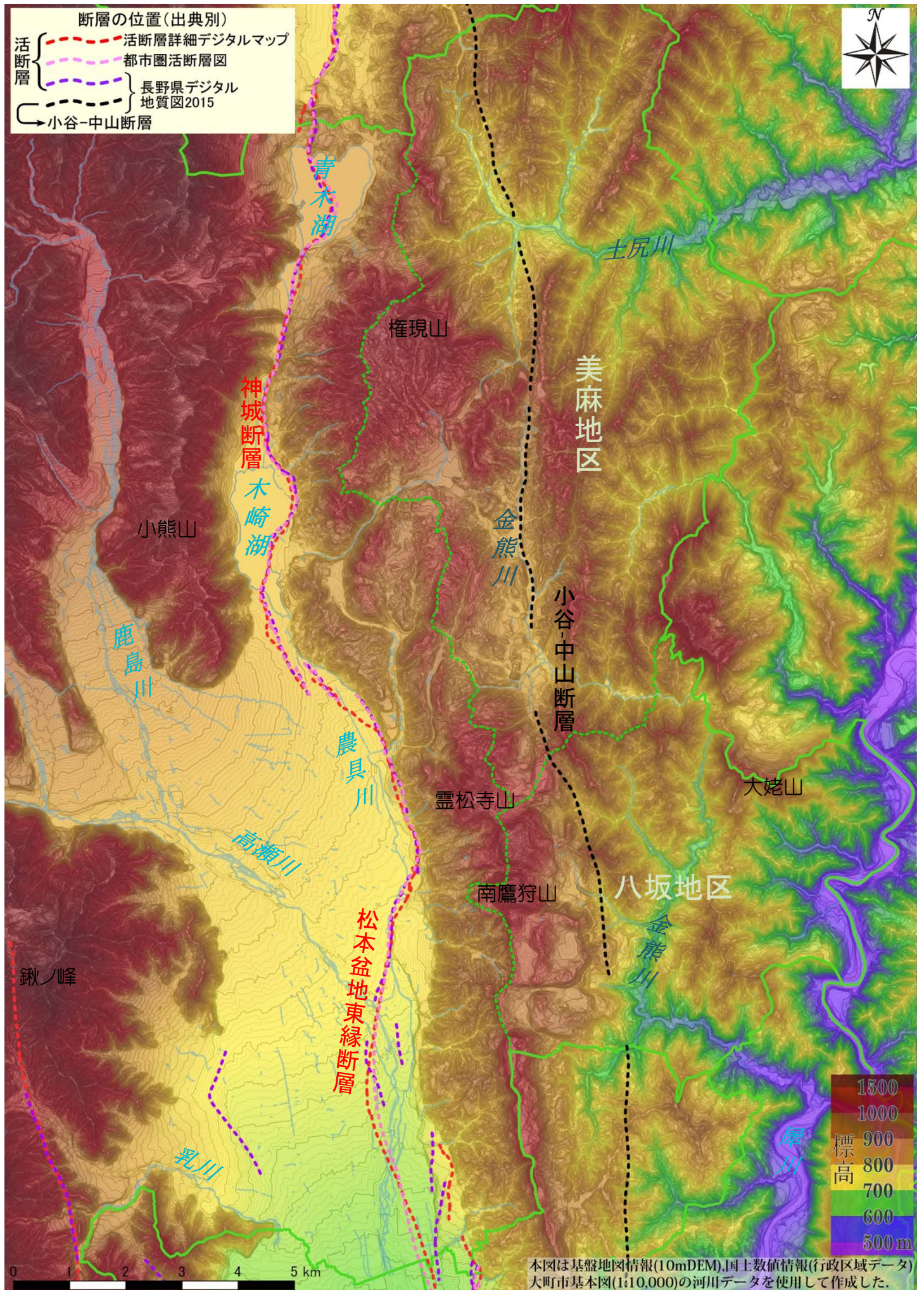


図4-1-1 大町市の地形と断層の位置

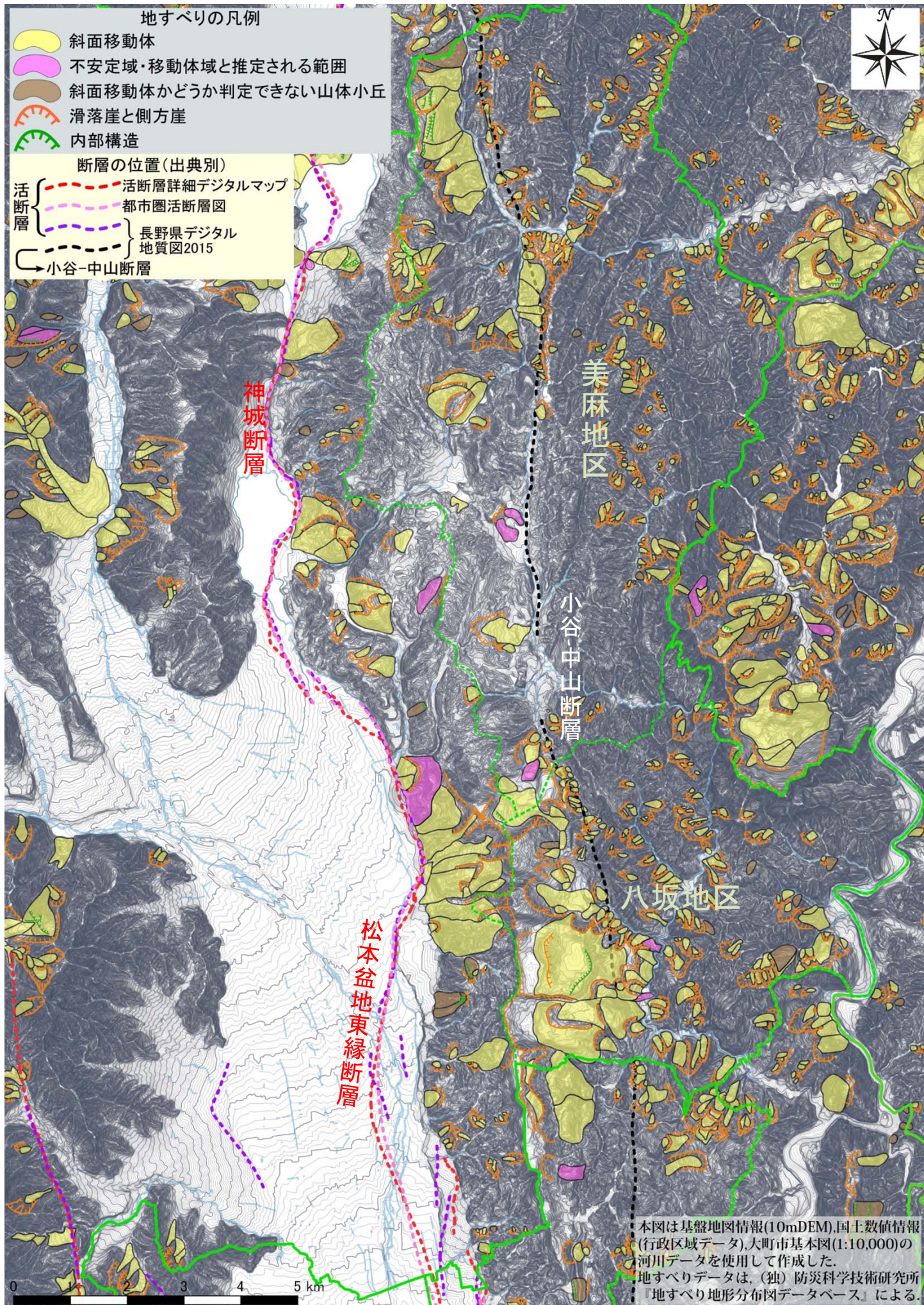
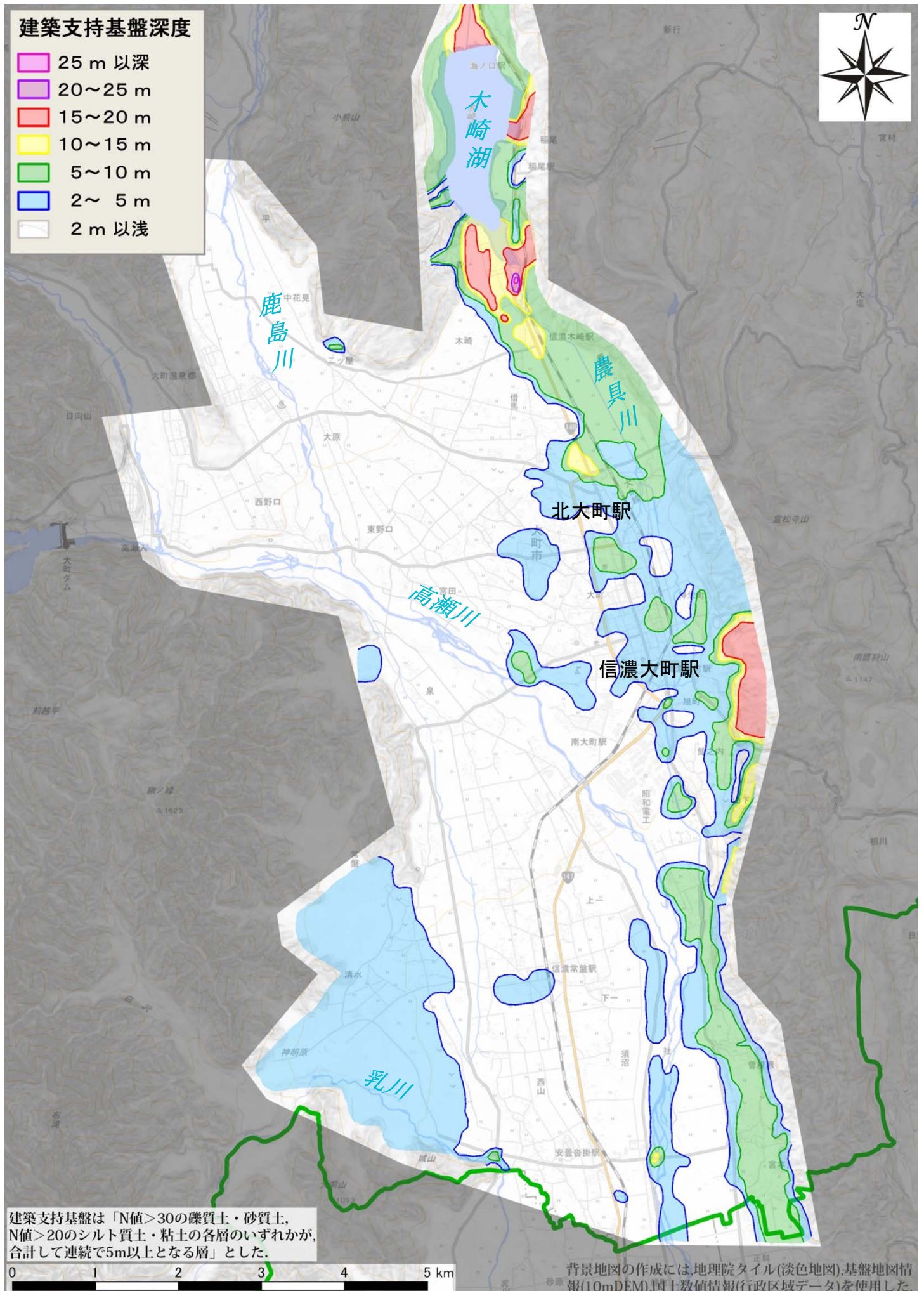


図4-1-2 大町市の地形と地すべりの分布



建築支持基盤は「N値>30の礫質土・砂質土、N値>20のシルト質土・粘土の各層のいずれかが、合計して連続で5m以上となる層」とした。

図4-2-1 建築支持基盤深度図

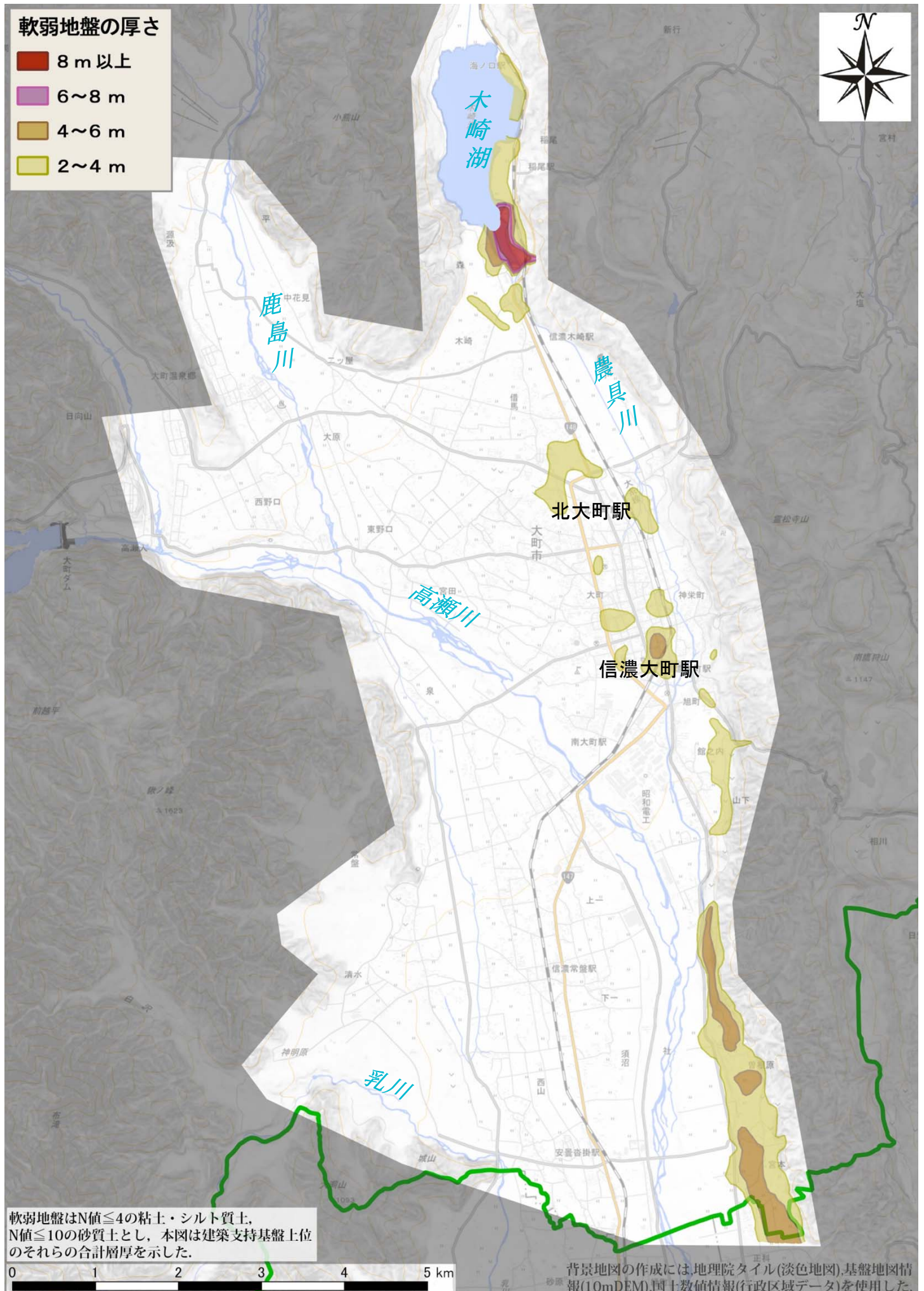


図4-2-2 軟弱地盤の厚さ分布図

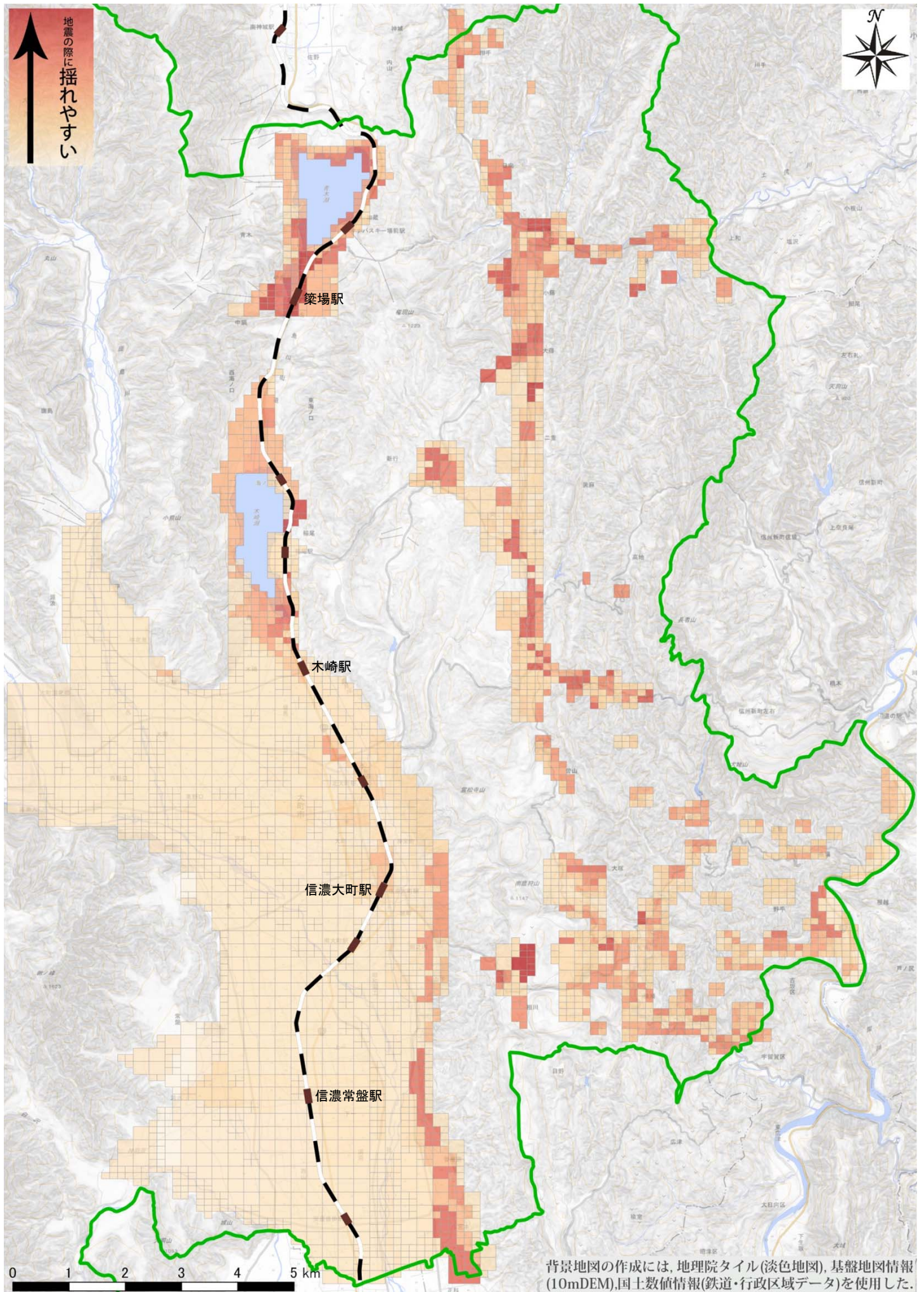


図4-3-1 大町市の揺れやすさマップ

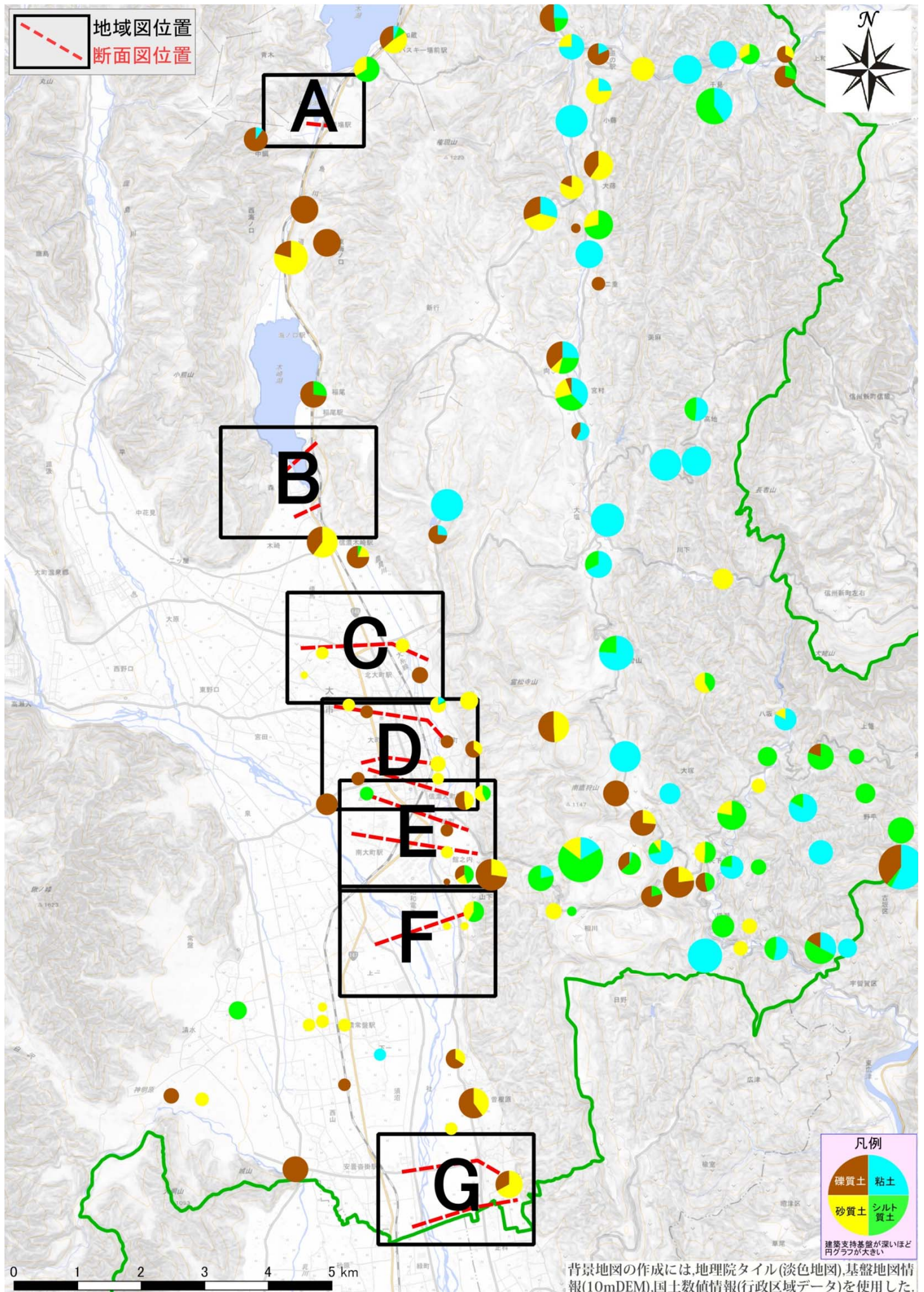


図4-3-2 揺れやすさマップと各地の地盤の索引図

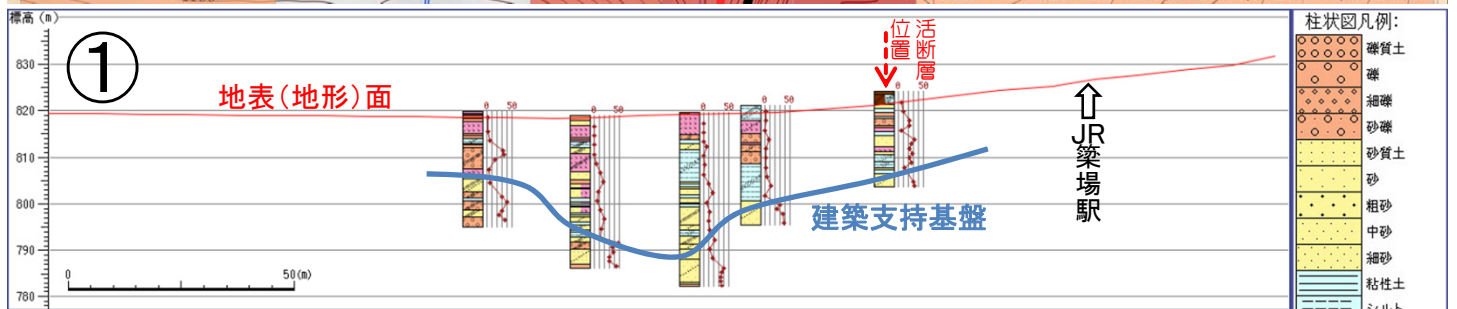
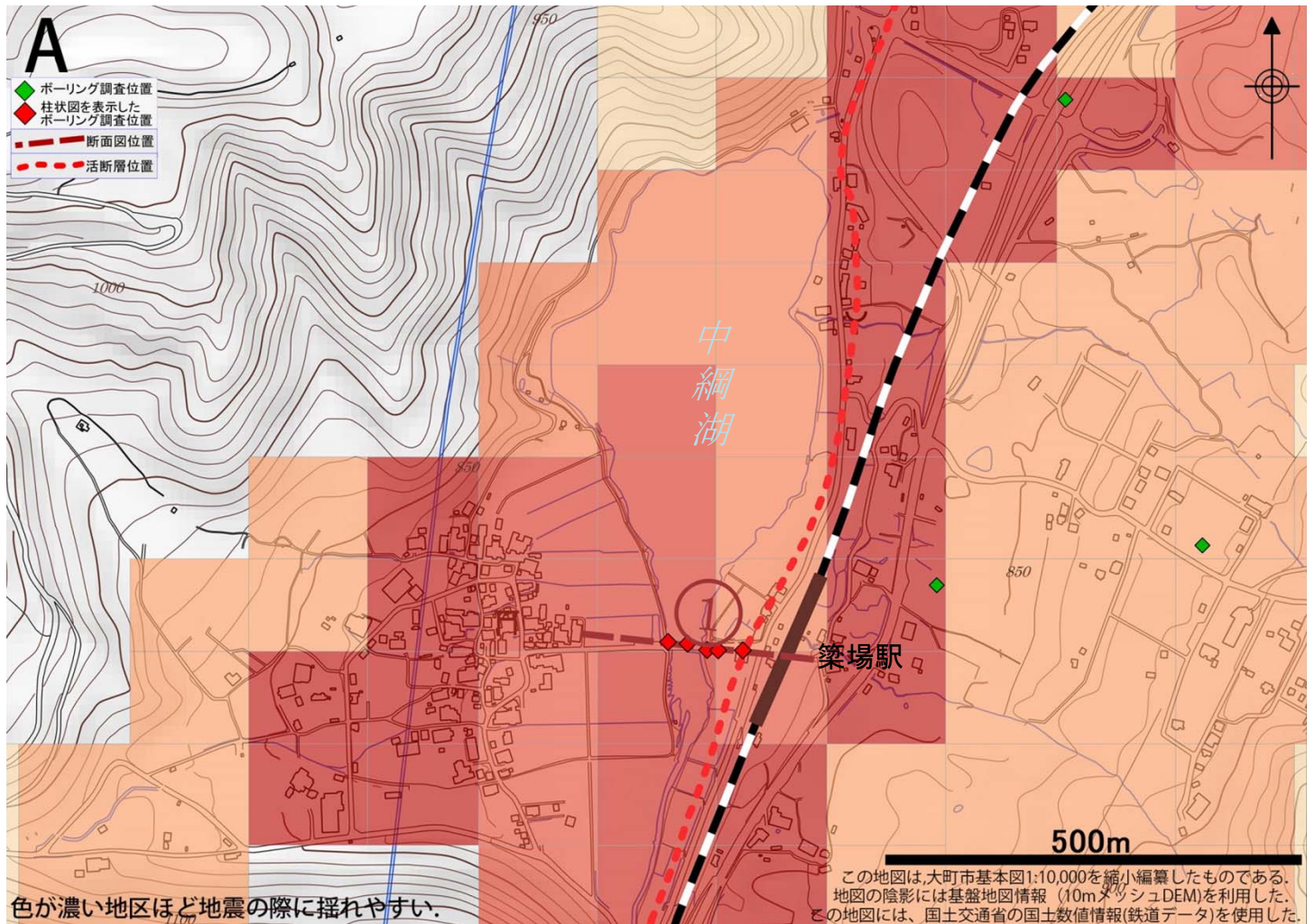
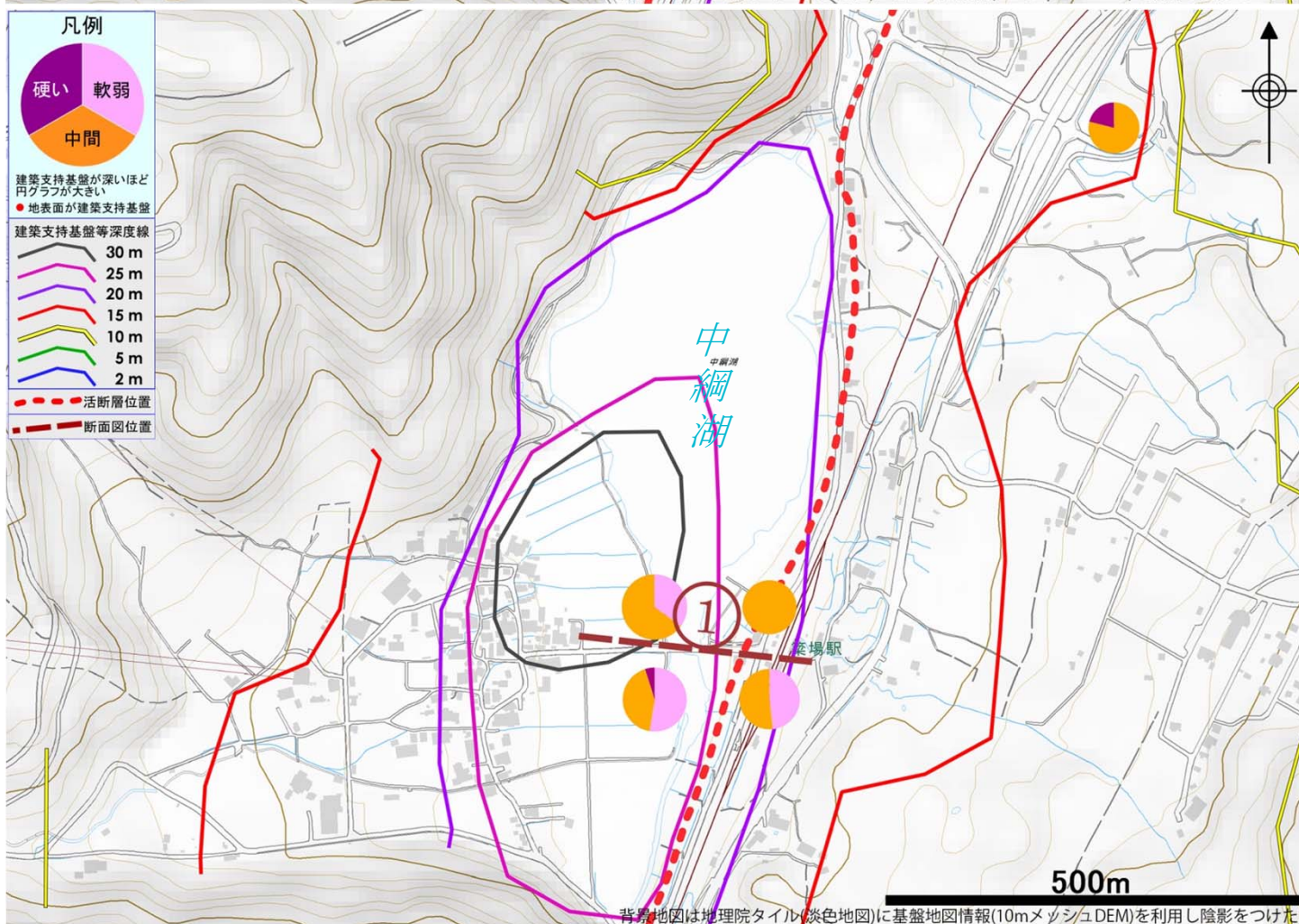
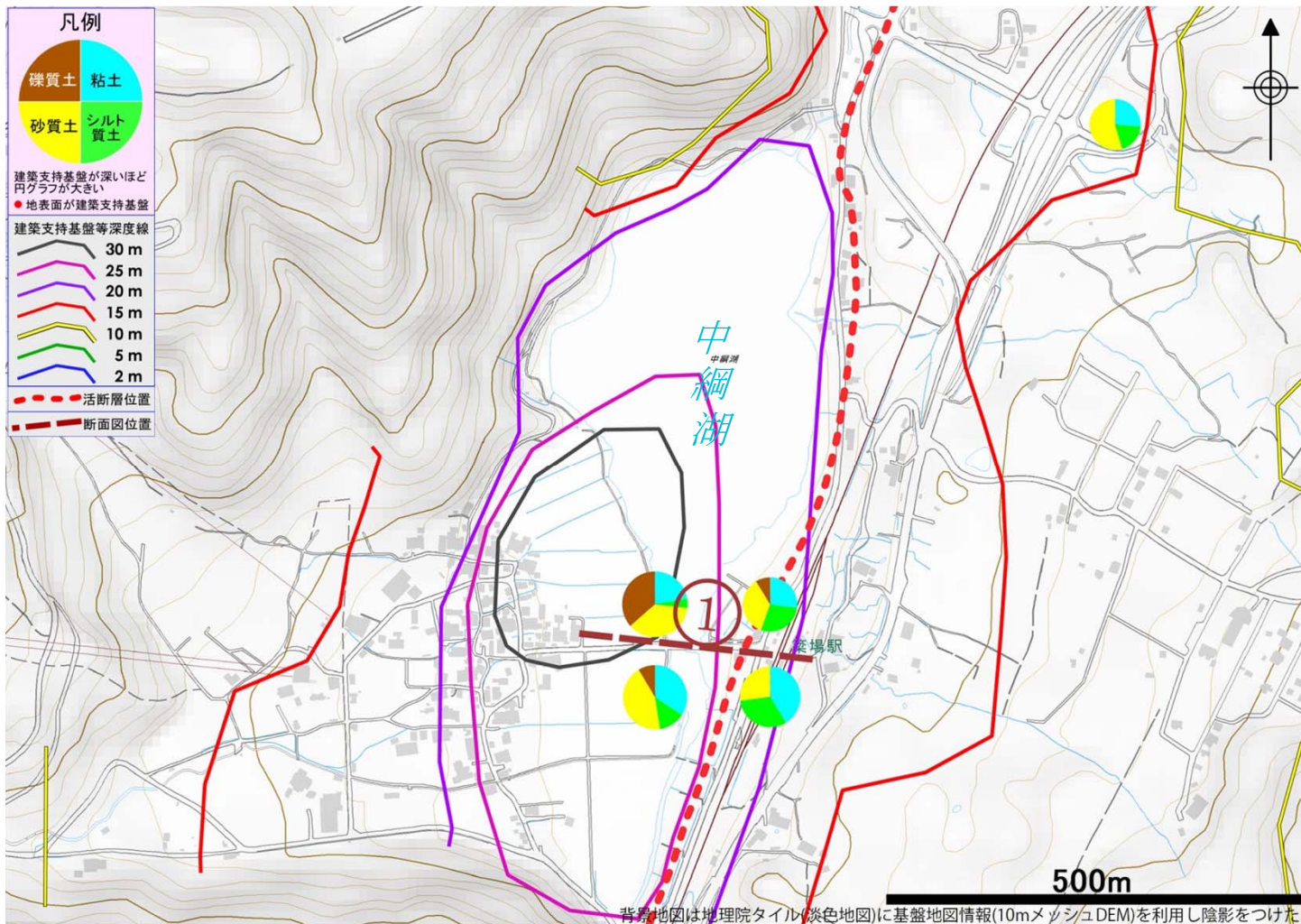


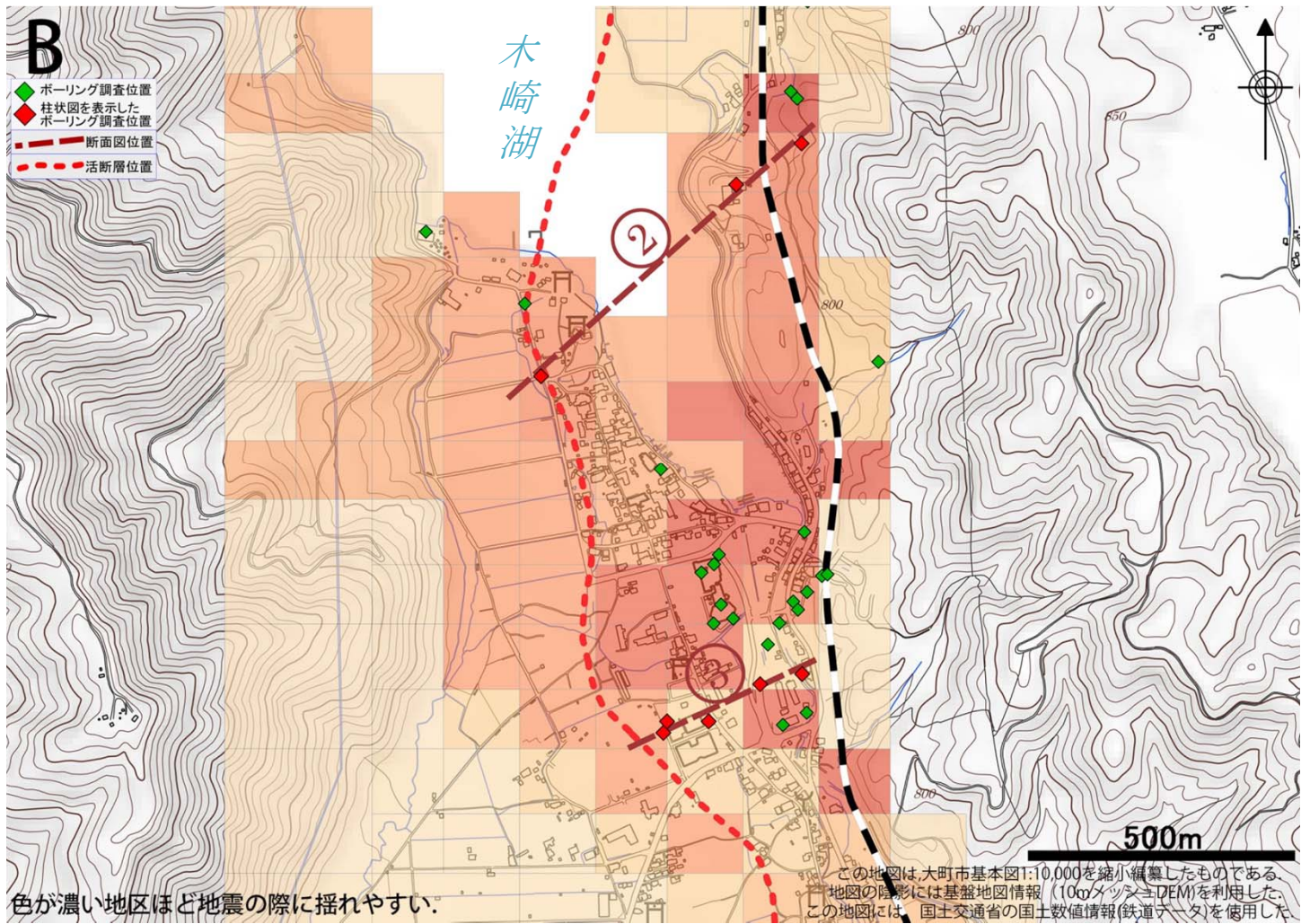
図4-3-2-A 揺れやすさマップと各地の地盤1 [中綱湖南岸]断面

中綱湖はその東岸付近を神城断層が通過していますが、詳しい位置は確かではありません。湖岸や湖南西岸の平地はもともと湖だったところにたまった砂やシルト、腐植土といった堆積物によって埋め立てられて陸となった所です。山地がそばまで迫っていることもあり、礫などの粒の粗い堆積物もはさまってきますが、地下の浅い部分ではこれらの堆積物は緩くたまっており、軟らかい地盤になっています。地下深くなるほど堆積してから時間もたち、上にたまった堆積物の重さで押しつぶされ、同じ砂やシルトでも硬い地盤になっていきます。断面図の中央付近は湖を埋めた堆積物が厚く比較的軟らかい部分も多いため、建築支持基盤深度が30mに達するところもあります。また、周辺の山地からの地滑りや土石流による緩い堆積物がたまっている所も多そうなので、揺れやすい地域が広がります。

神城断層は、図の上では一番東(右)側の柱状図のすぐ東を通過しています。ところが、中央の3本の柱状図に比べると一番東(右)側の柱状図では、N値の特に小さい、とりわけ軟弱な地盤がほとんどありませんので、神城断層は東側2本の柱状図の位置の間を通過しているのかもしれませんが。







色が濃い地区ほど地震の際に揺れやすい。

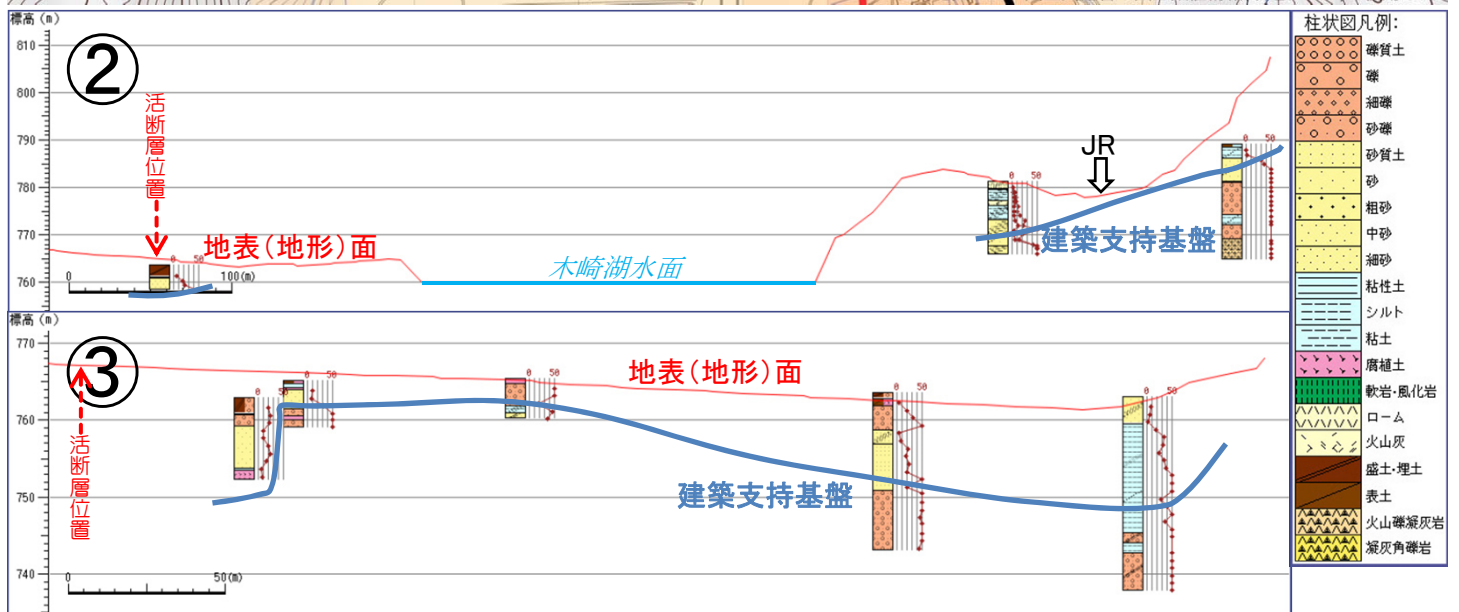
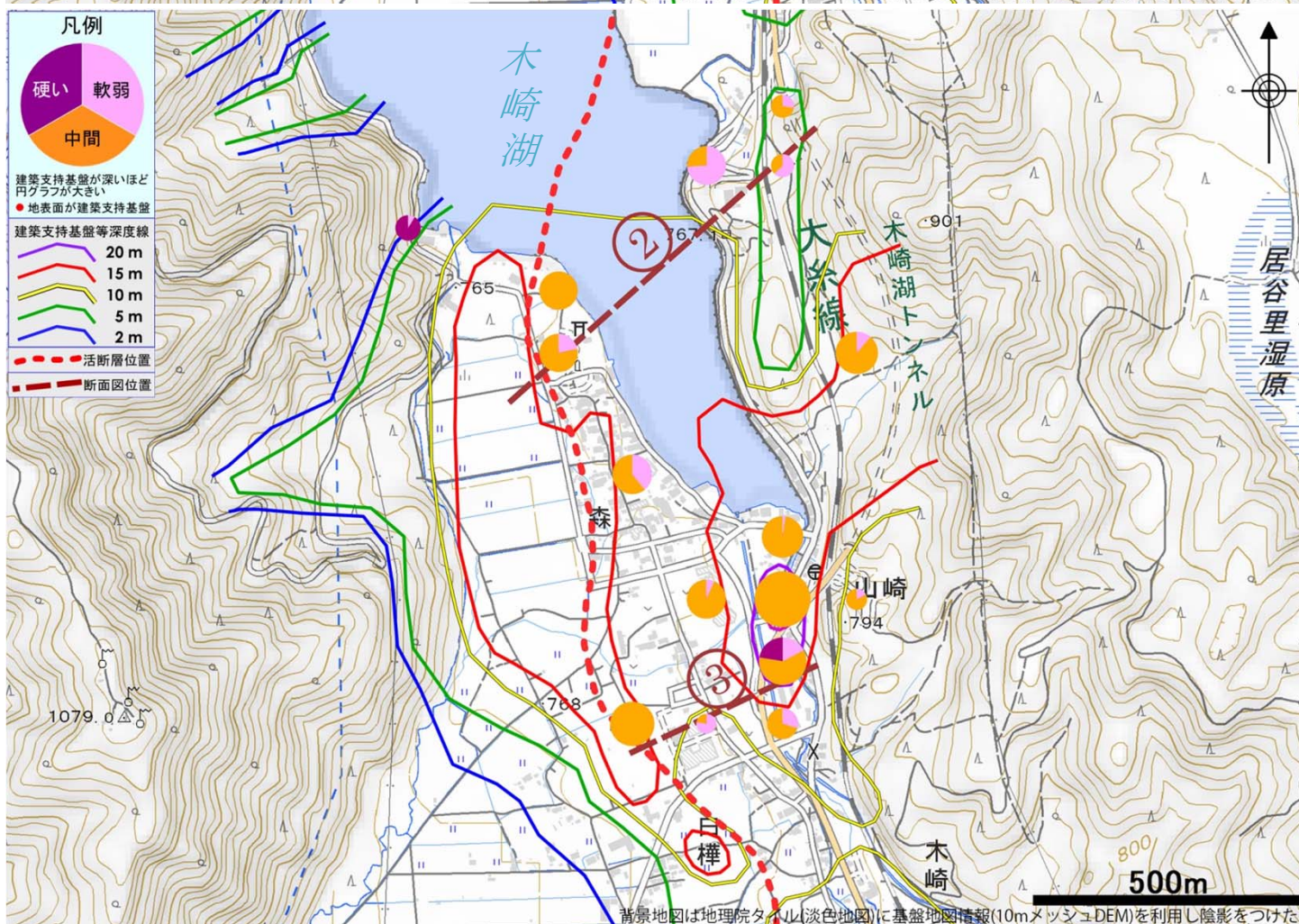
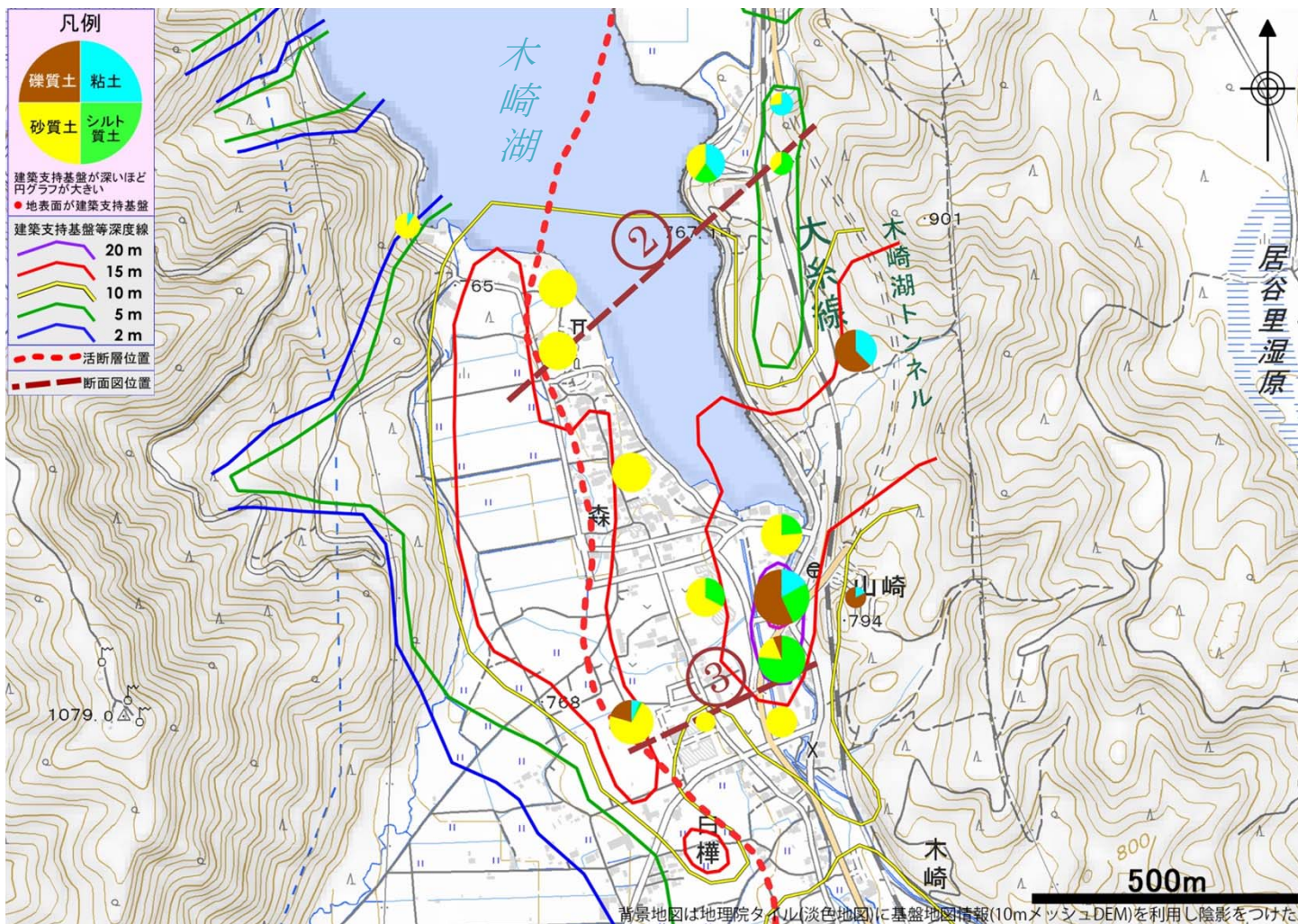


図4-3-2-B 揺れやすさマップと各地の地盤2

この地域の平坦地の大半には木崎湖を埋め立てた軟弱な地盤が比較的厚く分布しています。神城断層は稲尾の湖岸から湖を渡り、森地区の集落と田圃の間を通っています。これは森の集落（東）側が断層によって隆起した土地であることを意味しています。さらに断層は③断面の西端を通っていますが、西端の2本の柱状図で建築支持基盤の深さが10m以上も急激に変わるところから、神城断層はこの2本の柱状図の間を通過しており東側が隆起していることがわかります。ただし、断層の東側も元は湖が深かったようで、比較的軟弱なシルトや砂が厚くたまっている所があり、建築支持基盤が10~20mの深さに達するところもあります。



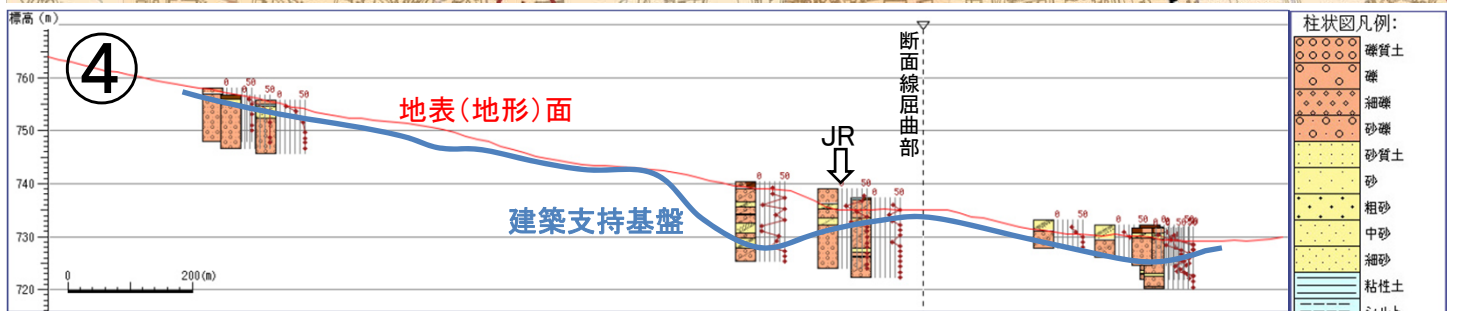
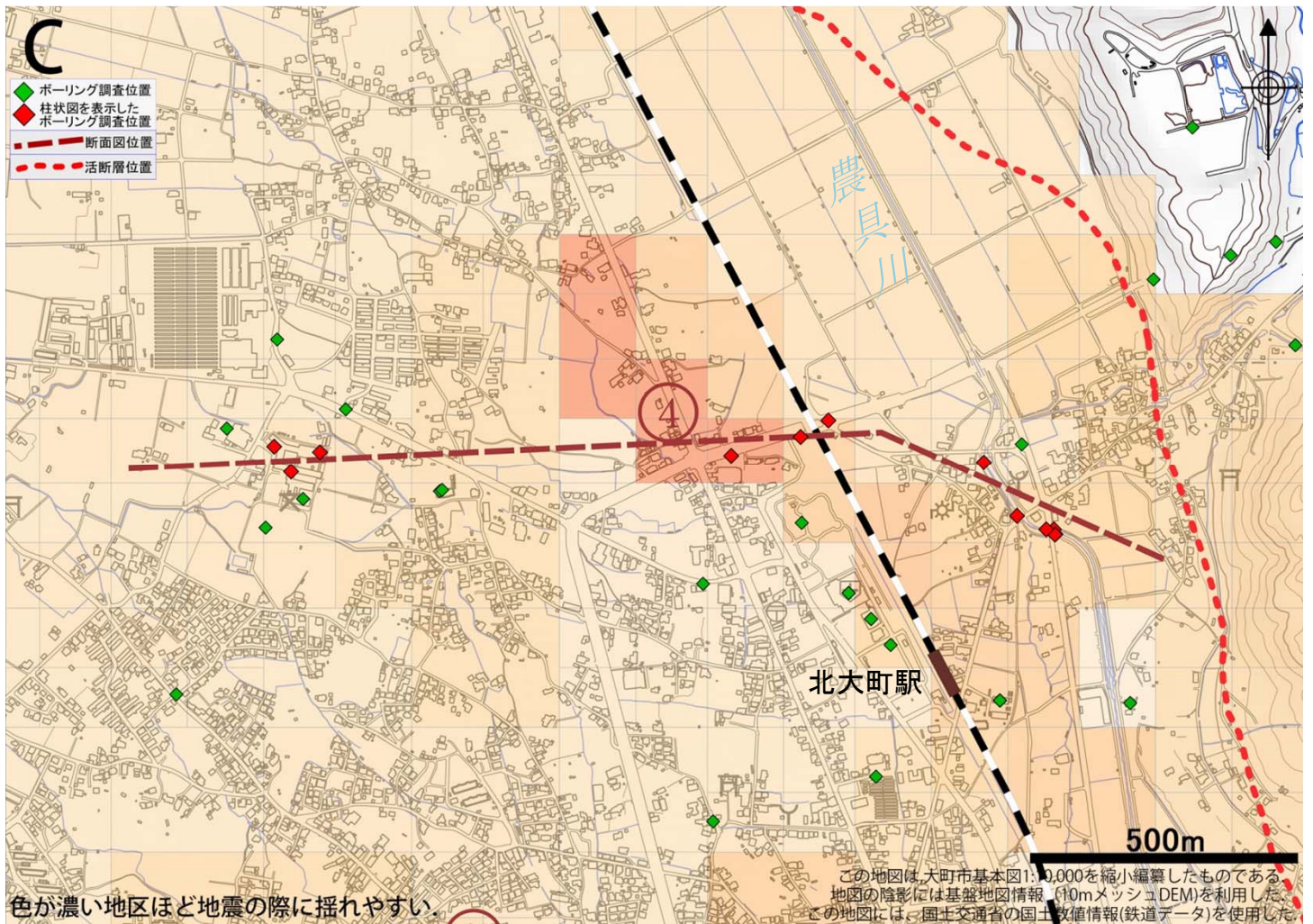
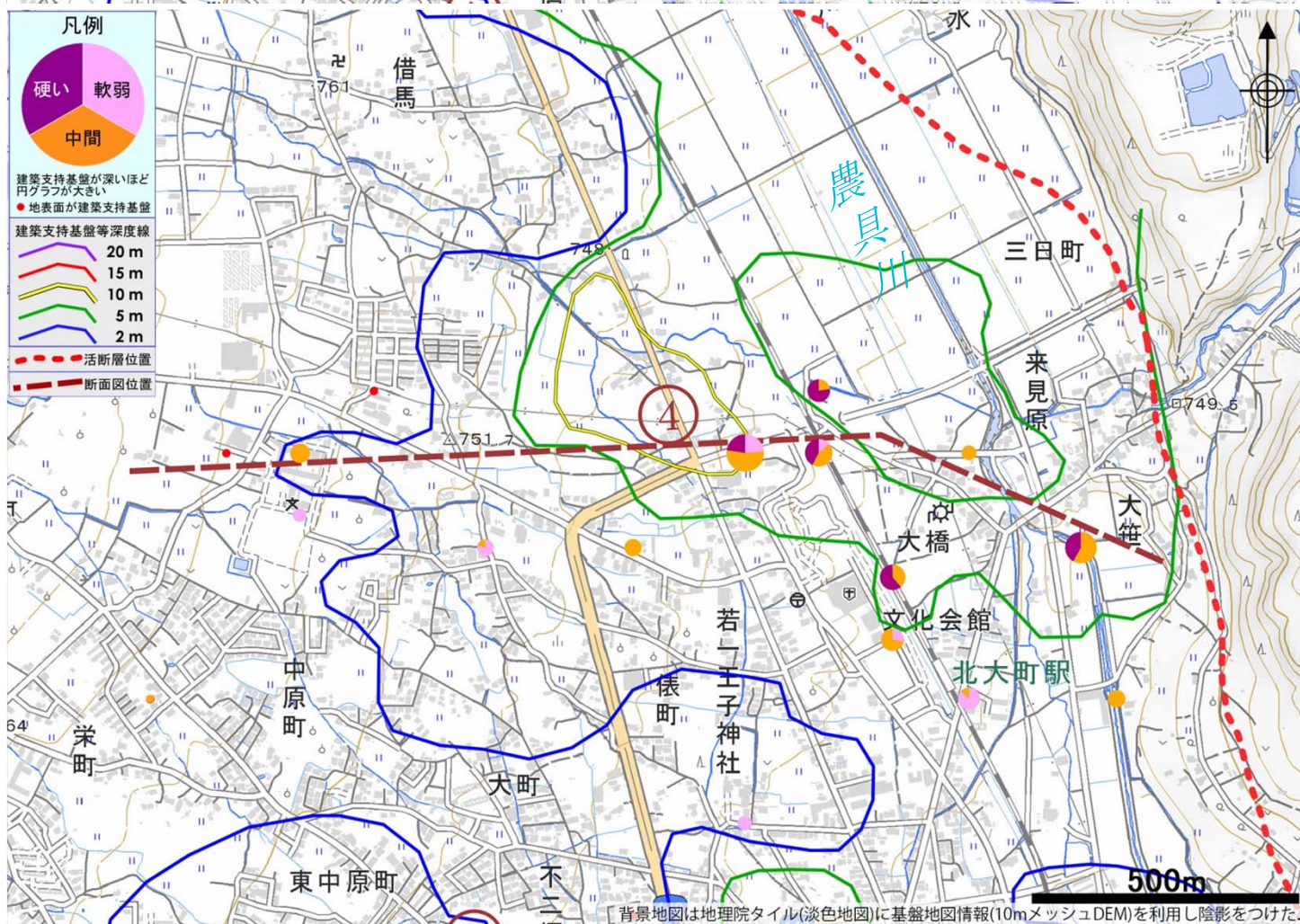
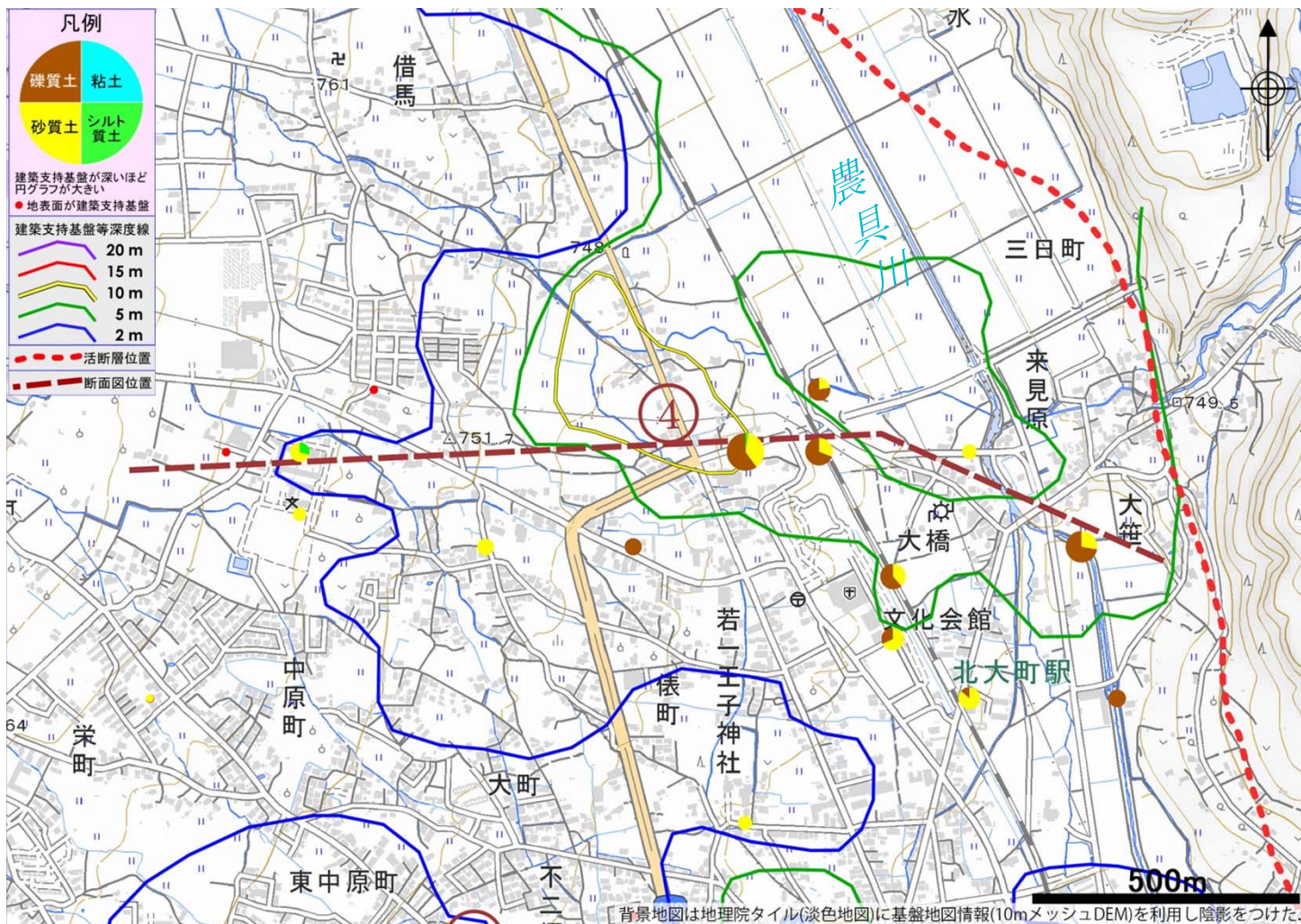


図4-3-2-C 揺れやすさマップと各地の地盤3

地形的にはこの範囲のおよそ西半分が鹿島川の扇状地で、東半分が農具川の氾濫原になります。扇状地側は、2m前後の厚さの砂層に覆われることがあるなど、わずかにやや軟弱な地盤の部分がありますが、概ね硬い砂礫層が地表まで分布する良好な地盤です。

氾濫原側はJRの西川の柱状図で硬い砂礫層の中に軟弱な薄い砂層を複数枚挟むところがあるなど、建築基盤深度が10mをこえる地区もあり、このような地域では周辺よりはやや揺れやすくなります。



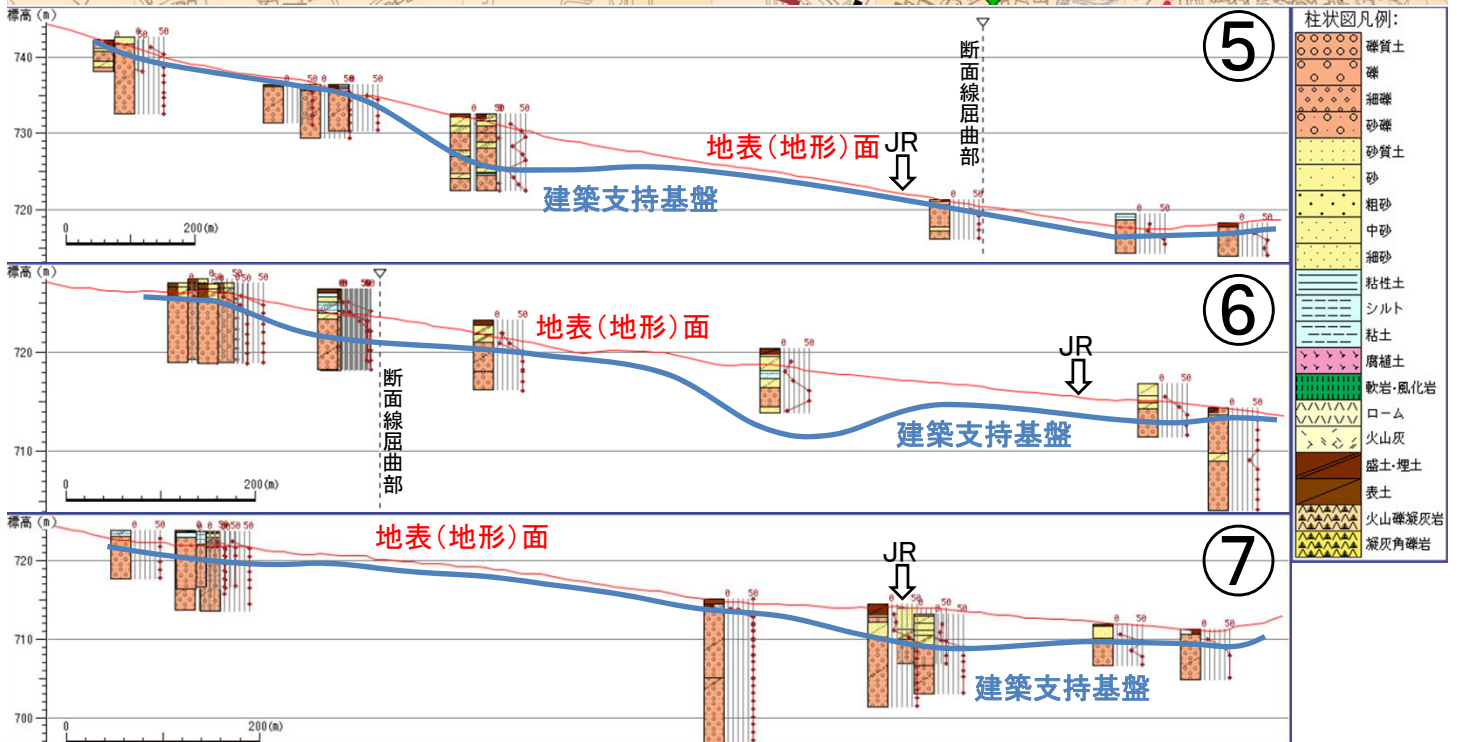
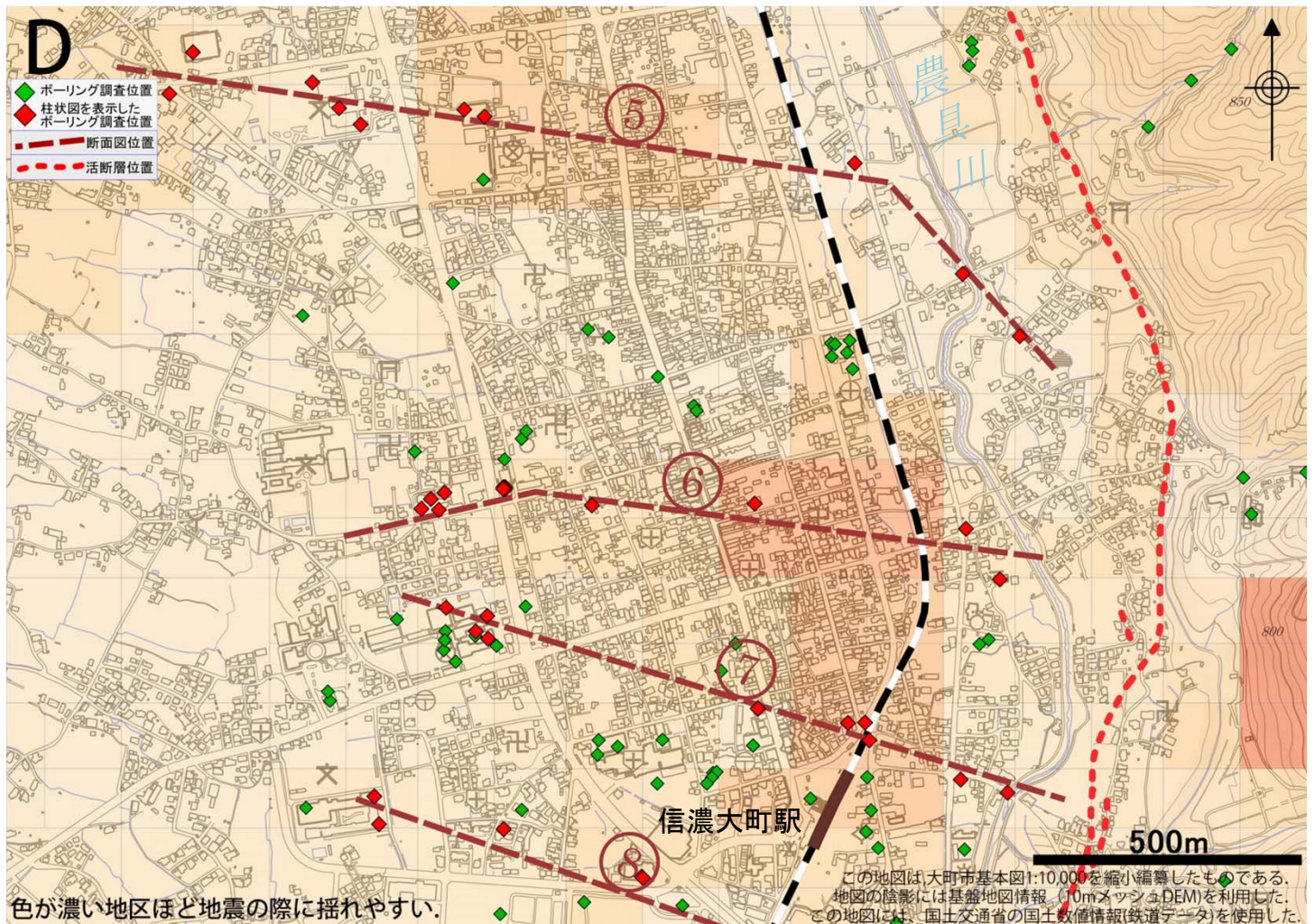
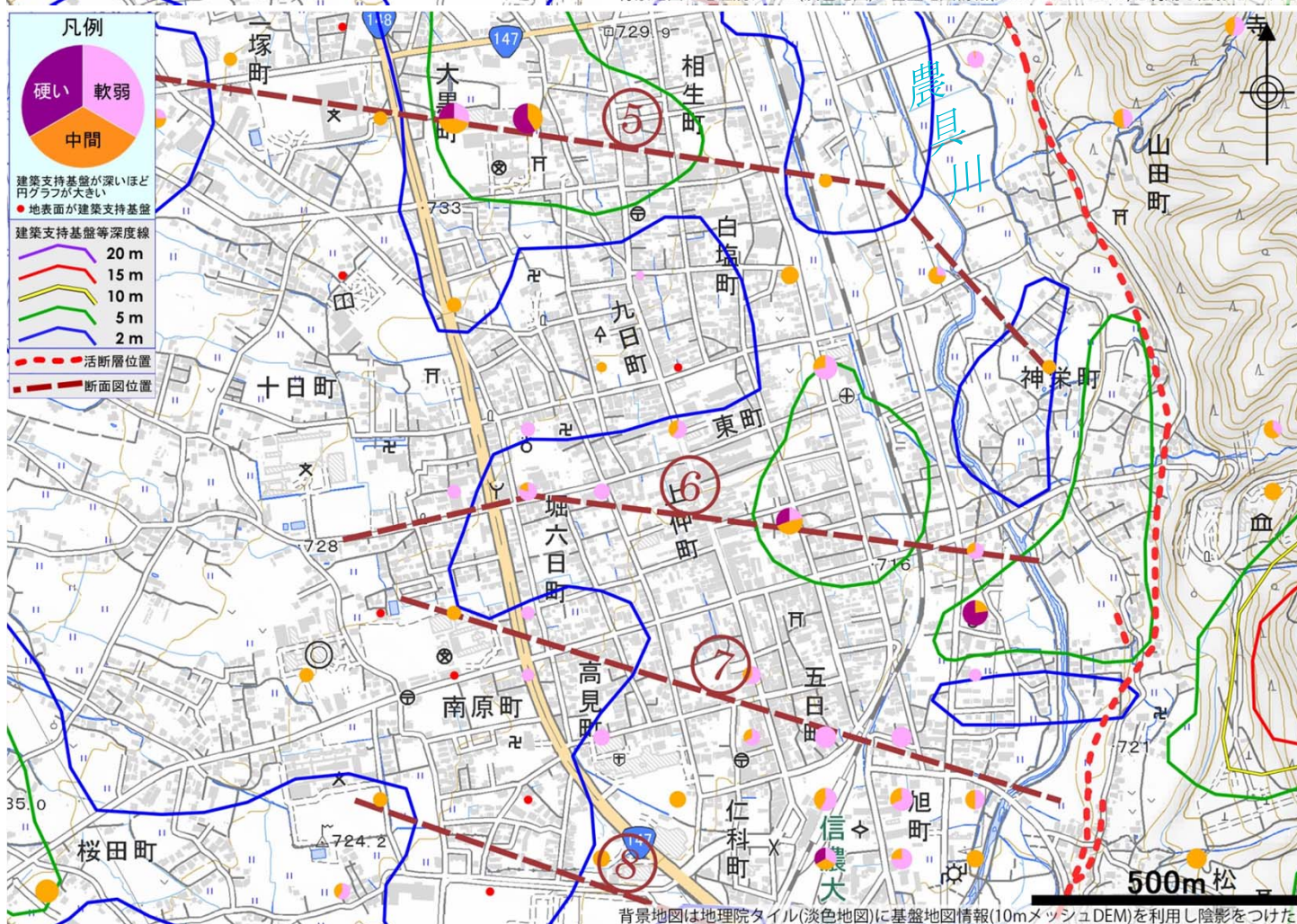
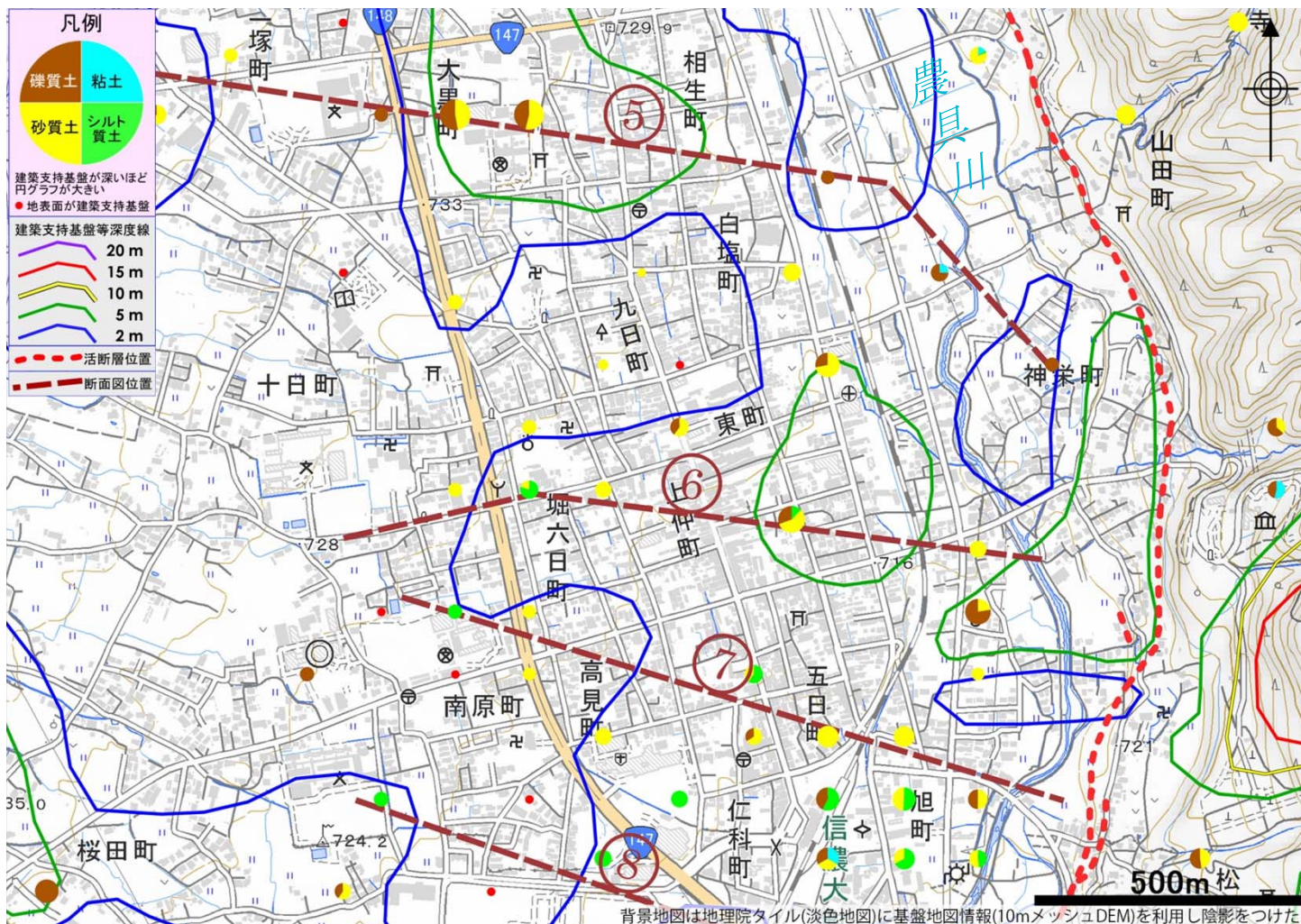
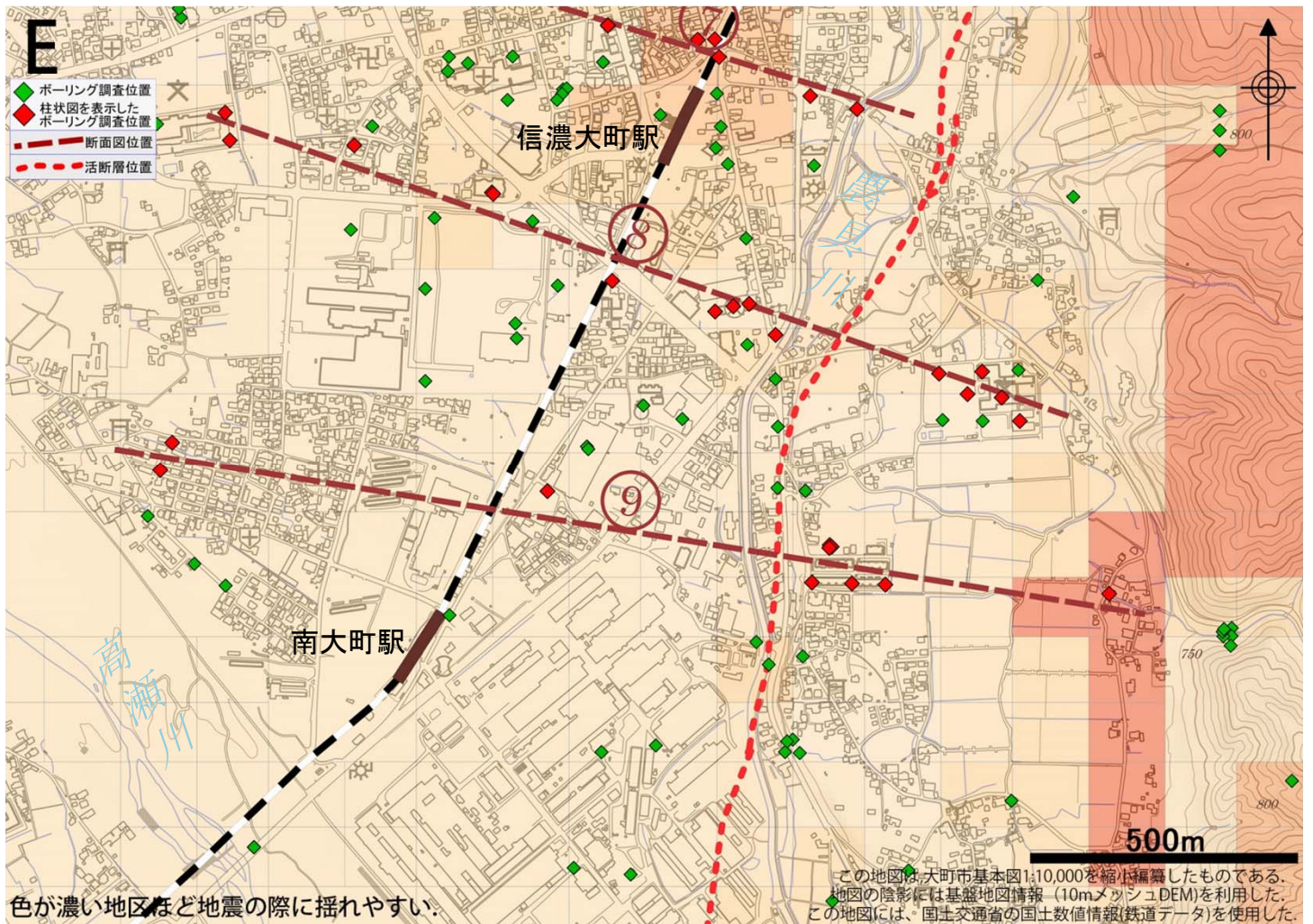


図4-3-2-D 揺れやすさマップと各地の地盤4

現在の地形はおおよそJRの線路の西地域は鹿島川-高瀬川の扇状地、東側が農具川の氾濫原と区分できます。ところが、扇状地域でも地下10m位の深さにまで層の厚さは薄いですが比較的軟らかい砂層が何枚か分布するところもあり、この付近の地盤を構成する地層の堆積過程は複雑そうです。建築基盤深度は0~10m近くまでありそうなところが入り組んで分布している様子が見えます。特に信濃大町駅周辺には軟弱な砂やシルトが浅い所にたまっているため、建築基盤深度が浅くても周辺に比べやや揺れやすい地盤となっています。





色が濃い地区ほど地震の際に揺れやすい。

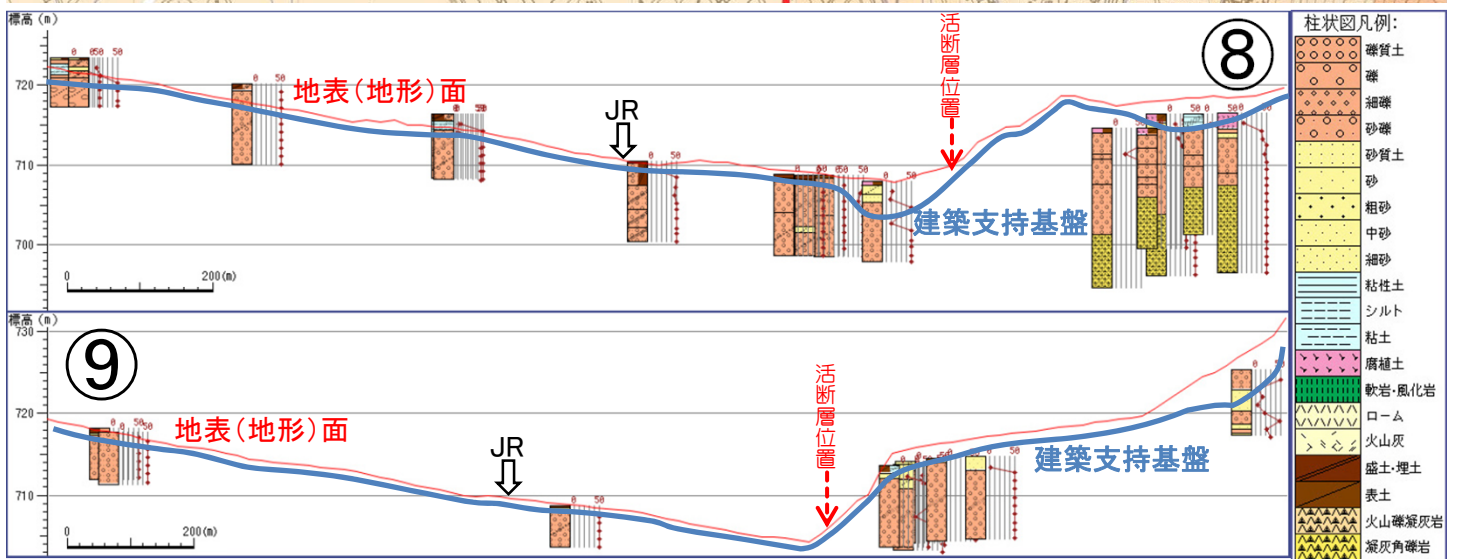
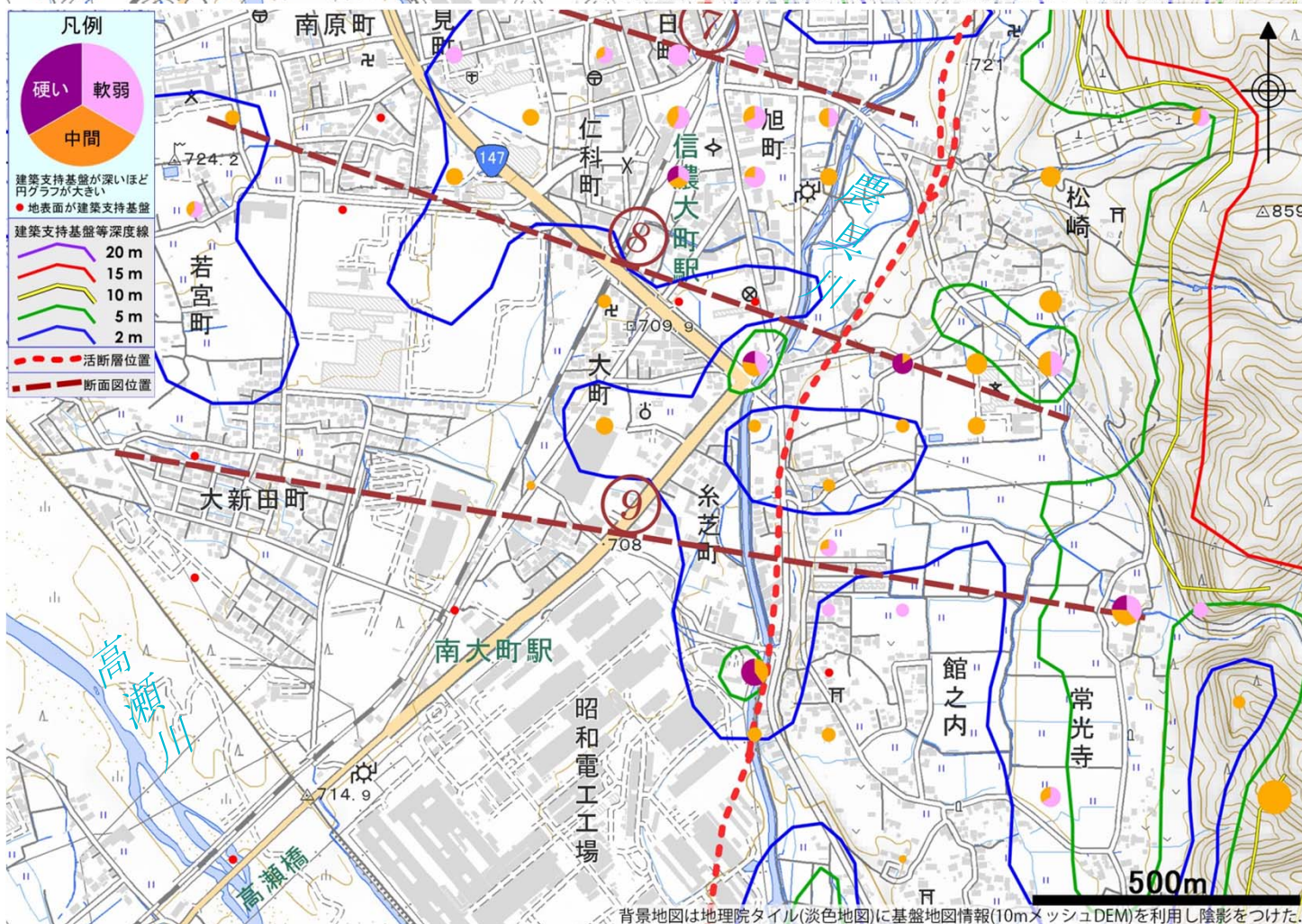
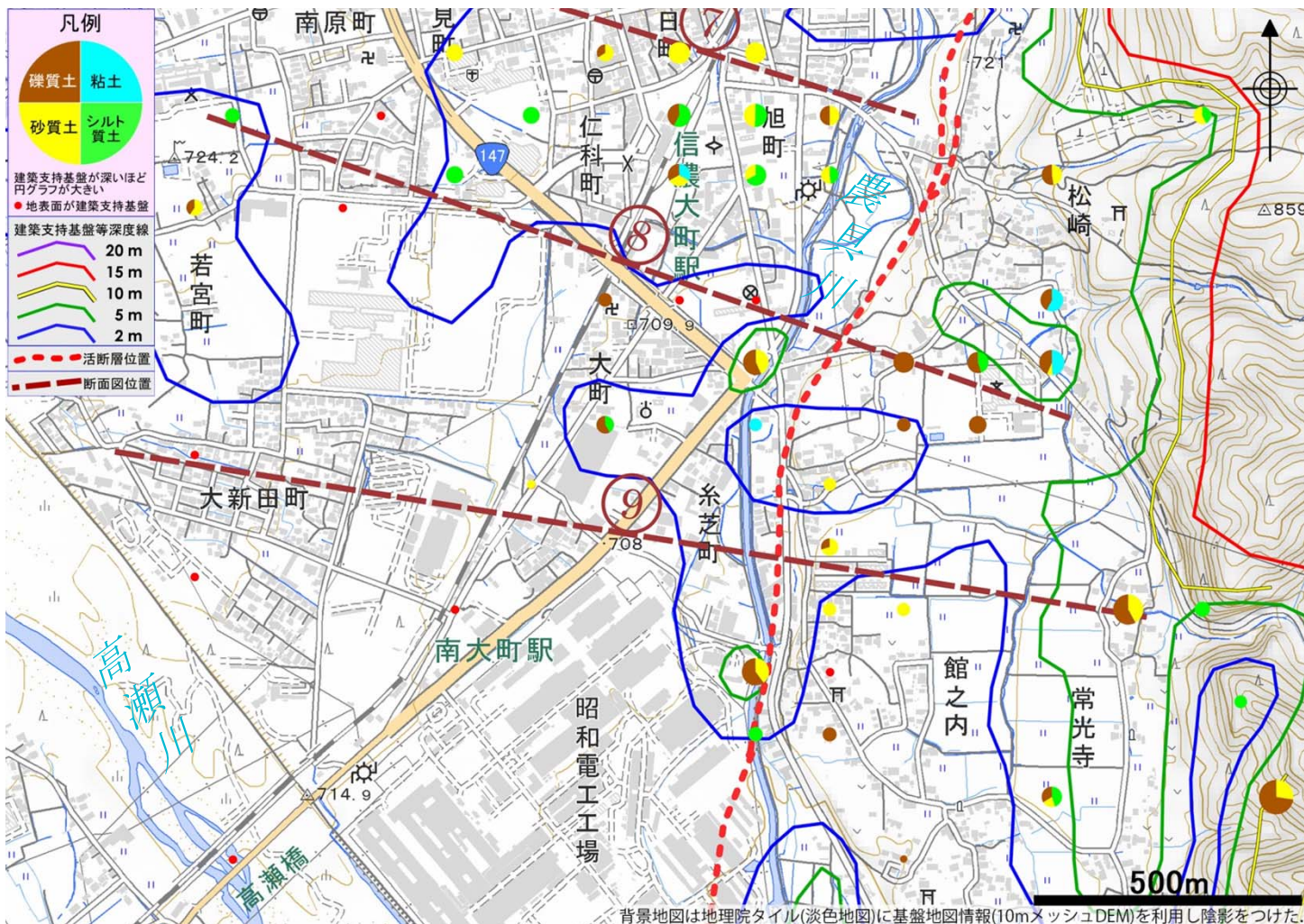


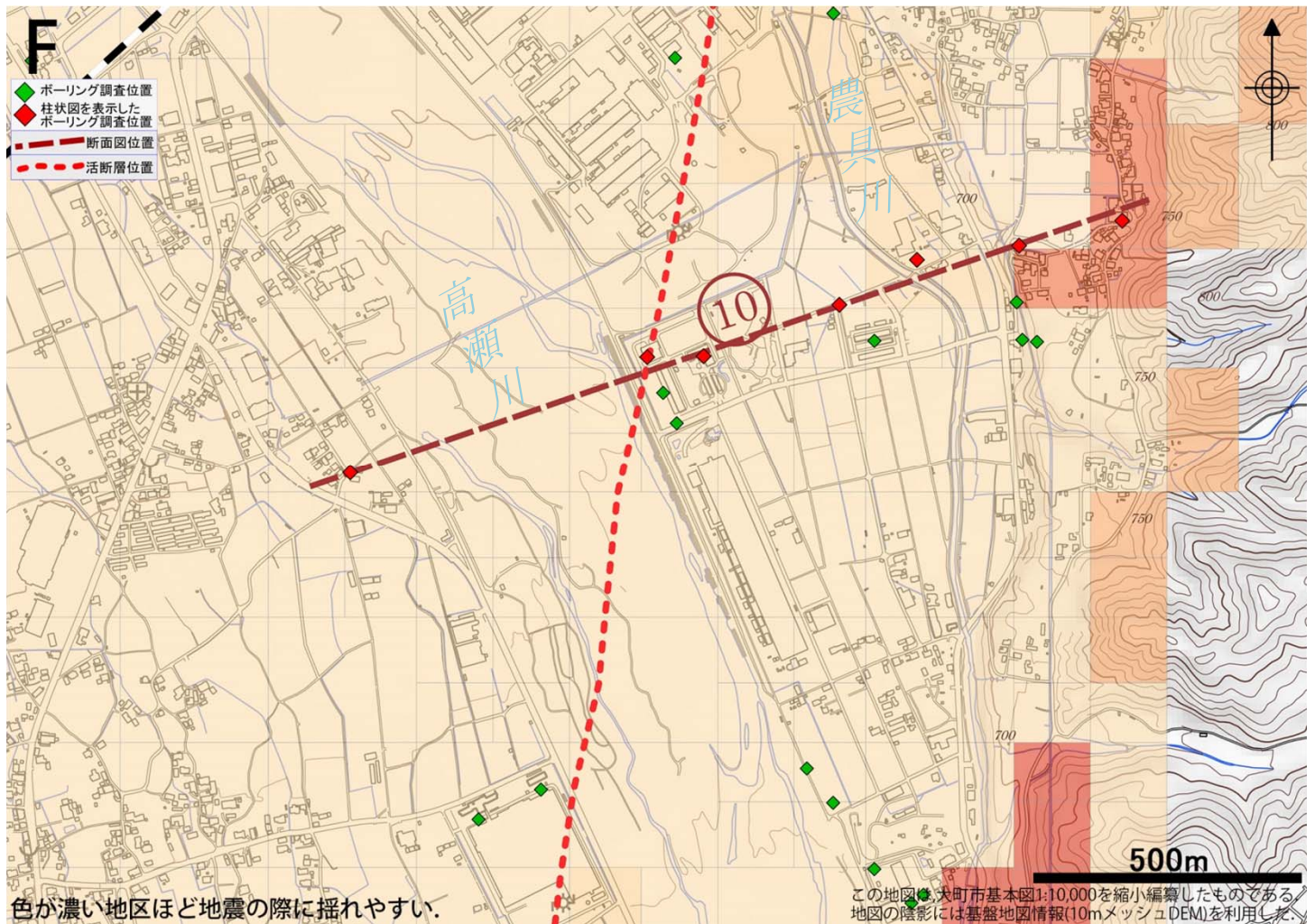
図4-3-2-E 揺れやすさマップと各地の地盤5 [信濃大町～南大町断面]

この付近では松本盆地東縁断層の断層崖が段丘崖と一致していて、断層位置を境に東側の地形面が10mほど高まっています。⑧断面の段丘面の地下には、盆地を埋め立てた砂礫層の下位に凝灰角礫岩層があらわれます。この地層は砂礫などで埋め立てられる前の盆地の底の地層で、断層より西側ではもっとずっと深い所にあるもので、断層の東側が隆起していることが分かります。

農具川より西の地域の地盤は良いですが、農具川沿いには比較的軟らかい砂やシルトがたまっているところもあり、建築支持基盤が5mより深いとこともあります。断層の東の段丘上には、軟弱な砂やシルトがたまっている部分が目立つのが特徴で、段丘の上にもかかわらず揺れやすい地域があります。平面図の北東の端の山地部は建築支持基盤が15mより深く揺れやすい地域となっていますが、これは地すべりによってつくられた軟弱な地盤によるものです。







色が濃い地区ほど地震の際に揺れやすい。

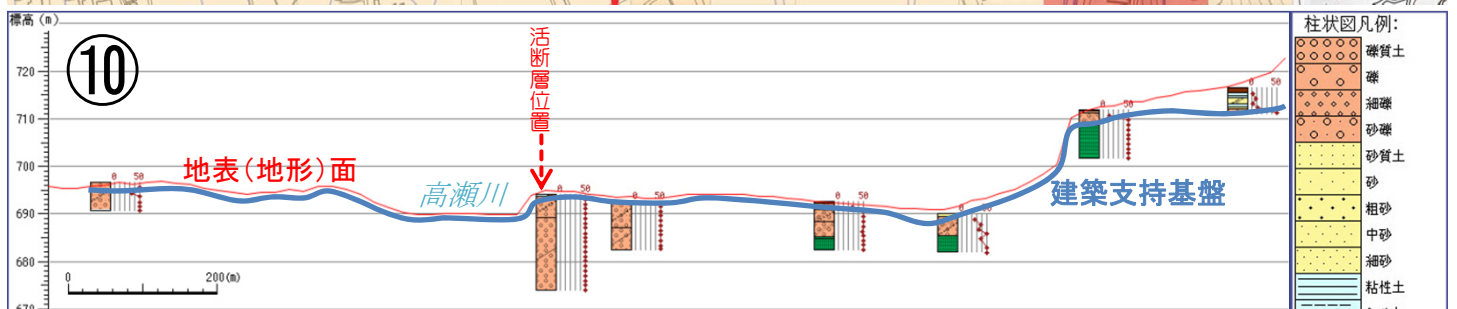
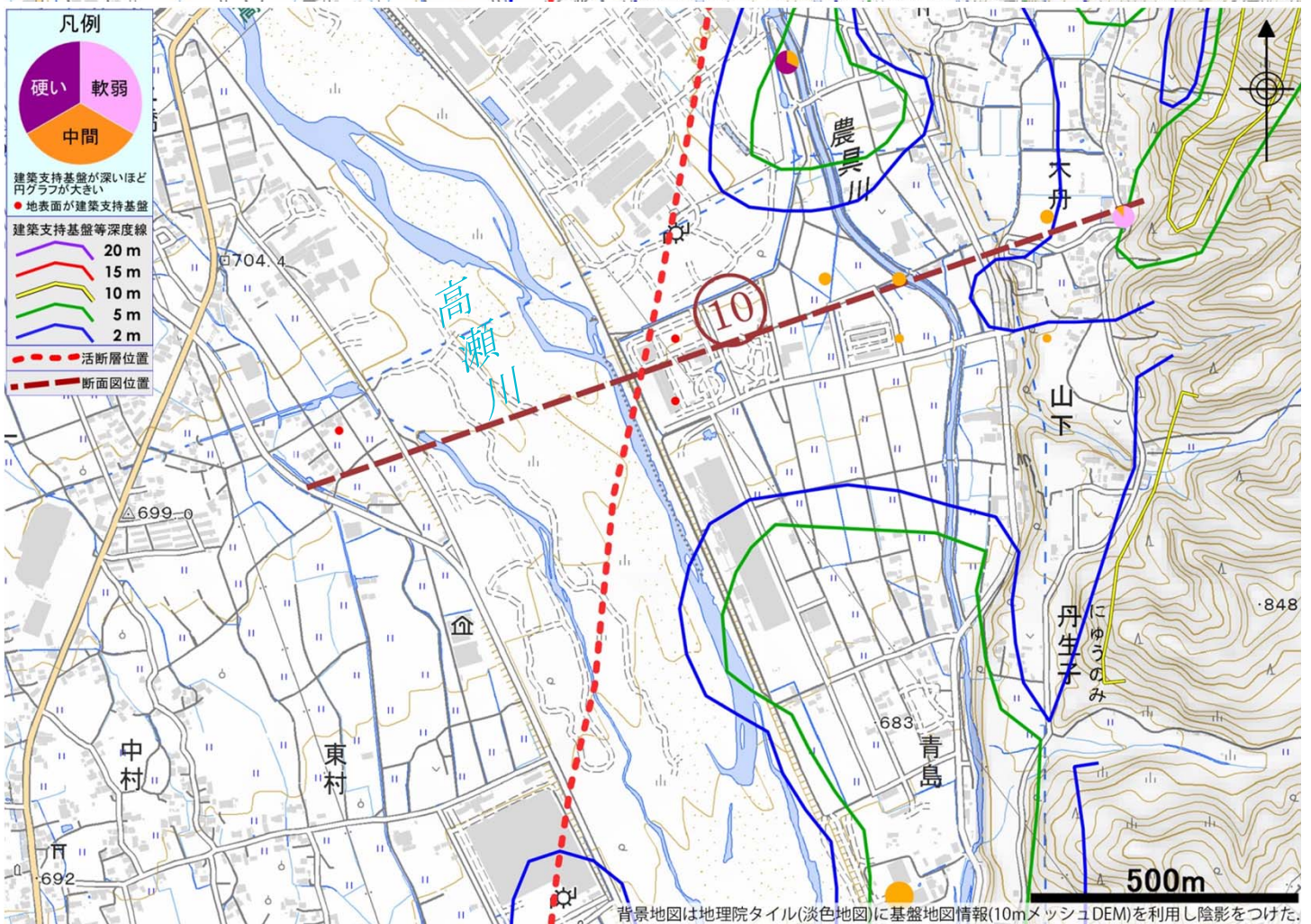
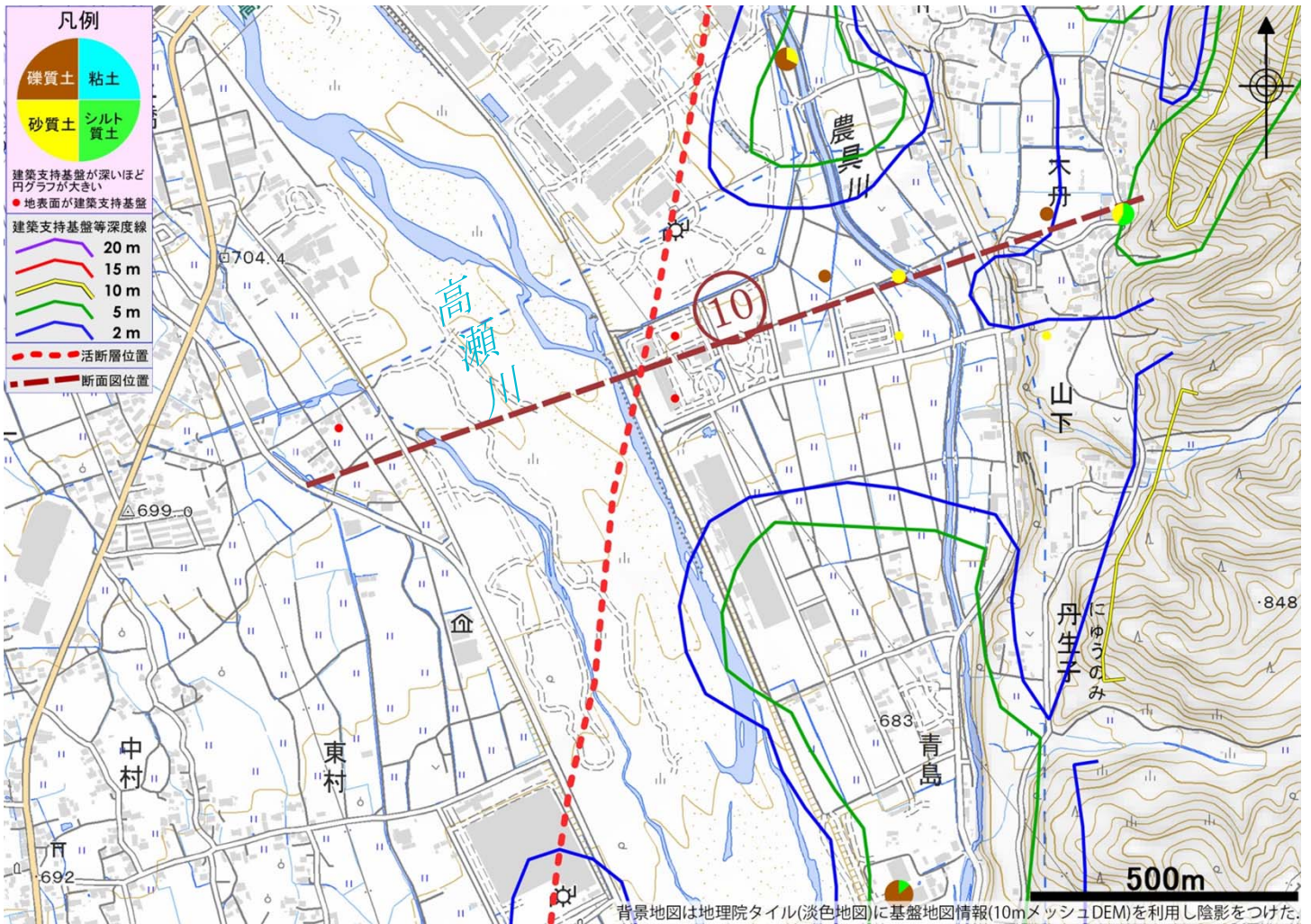
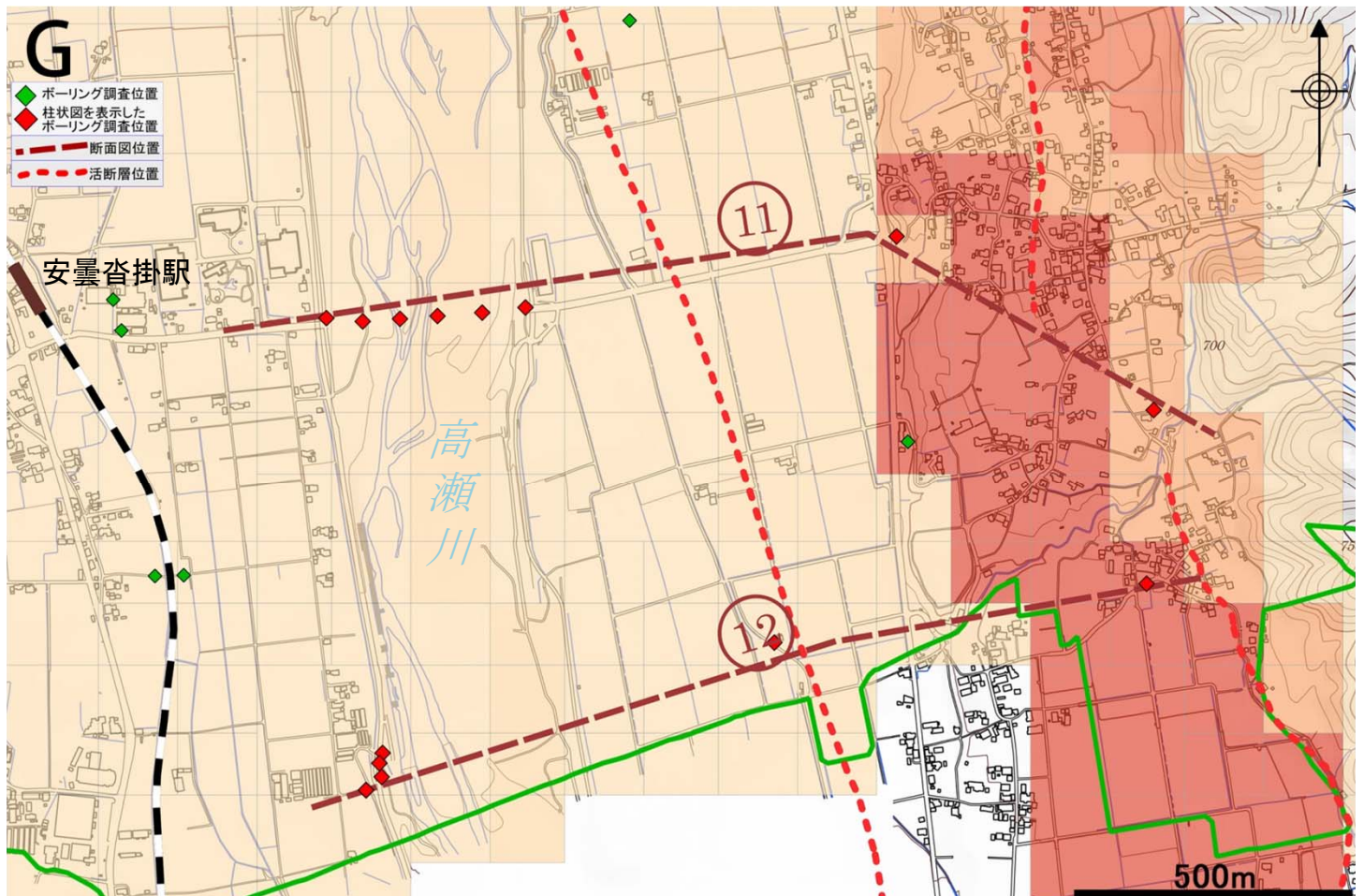


図4-3-2-F 揺れやすさマップと各地の地盤6 [若松-木舟断面]

この地域では松本盆地東縁断層は北の地域の段丘崖から離れた盆地内部を通ります。⑩断面の中央を通過し南側では高瀬川を横断します。断層の東側では軟岩・風化岩という地盤が下位に出てきますが、これは溶結凝灰岩という岩石が風化したもので図4-3-2-Eの凝灰角礫岩層と同種の地層で、盆地の底を成す岩石です。この岩石が断層の西側では相当深いボーリングでも出てこない事からこの付近に断層が通ると推定されています。ところで、この岩石が東側の段丘の上ではより浅い所に出てくることから、段丘崖がかつては断層崖だったと考えられます。活断層（地表地震断層）というものが、いつでも同じ場所に出現するわけではないことを示す一例でしょう。

建築支持基盤は断層西側ではほぼ地表で良好な地盤、断層東側の農具川沿いではやや軟弱な砂やシルトがたまっている部分がありますが、特に揺れやすいわけではなく、概ね地盤は良好です。しかし、段丘の上ではこの地域でもやはり、[信濃大町～南大町断面]と同様に軟弱な砂やシルトがたまっており、段丘の下よりも揺れやすい地盤の地域があります。





色が濃い地区ほど地震の際に揺れやすい。

この地図は、大町市基本図1:10,000を縮小編集したものである。  
地図の陰影には基礎地図情報(10mメッシュDEM)を利用した。  
この地図には、国土交通省の国土数値情報(鉄道・行政区データ)を使用した。

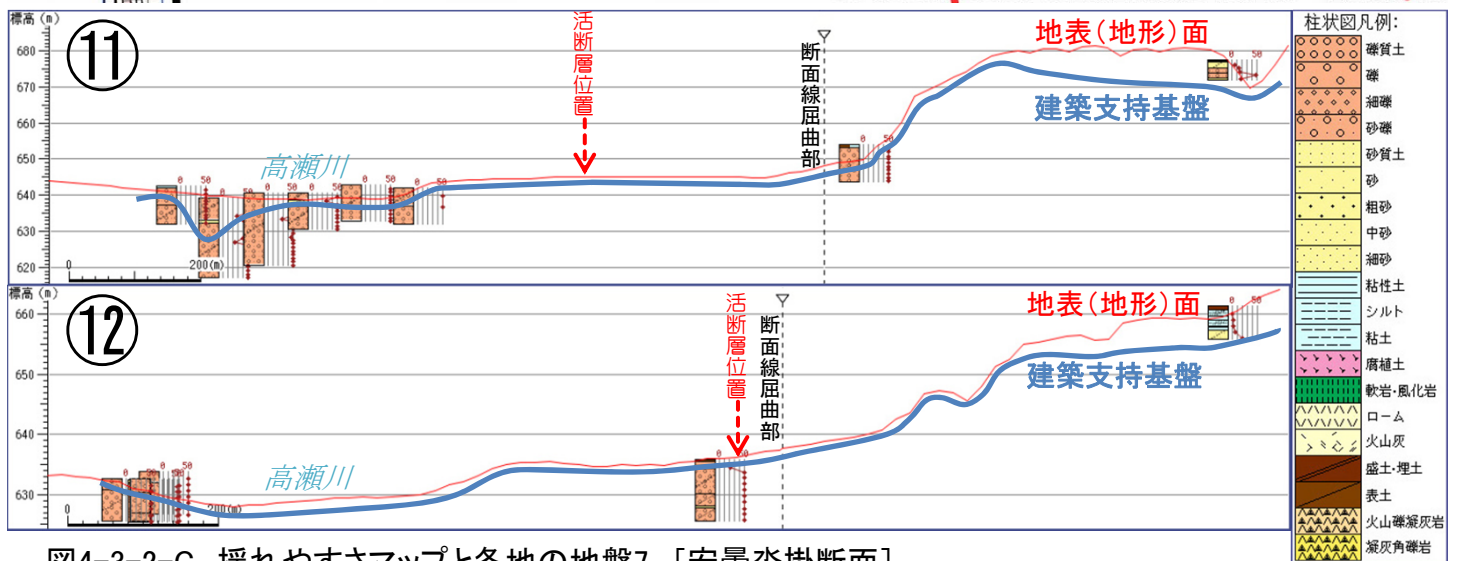
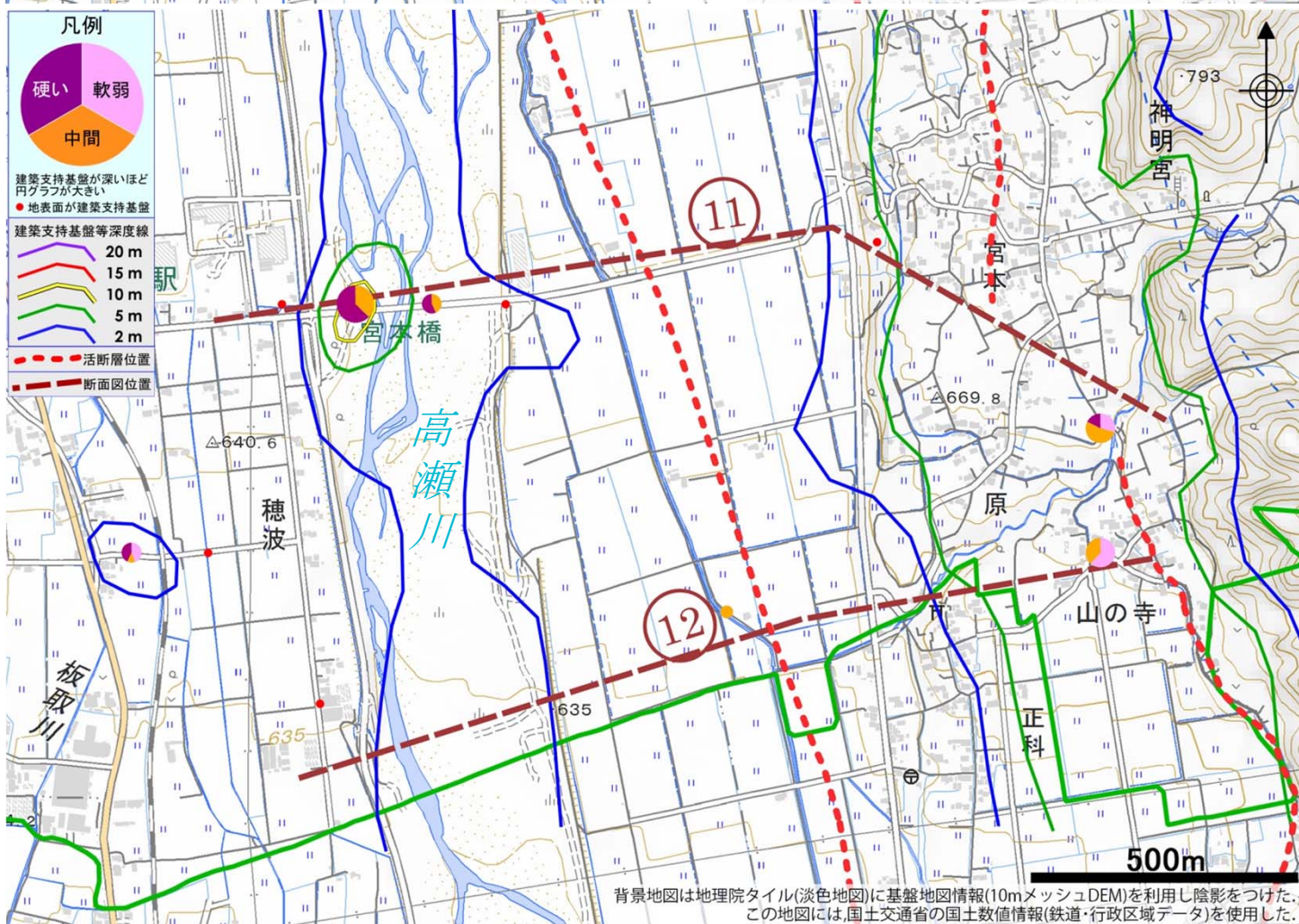
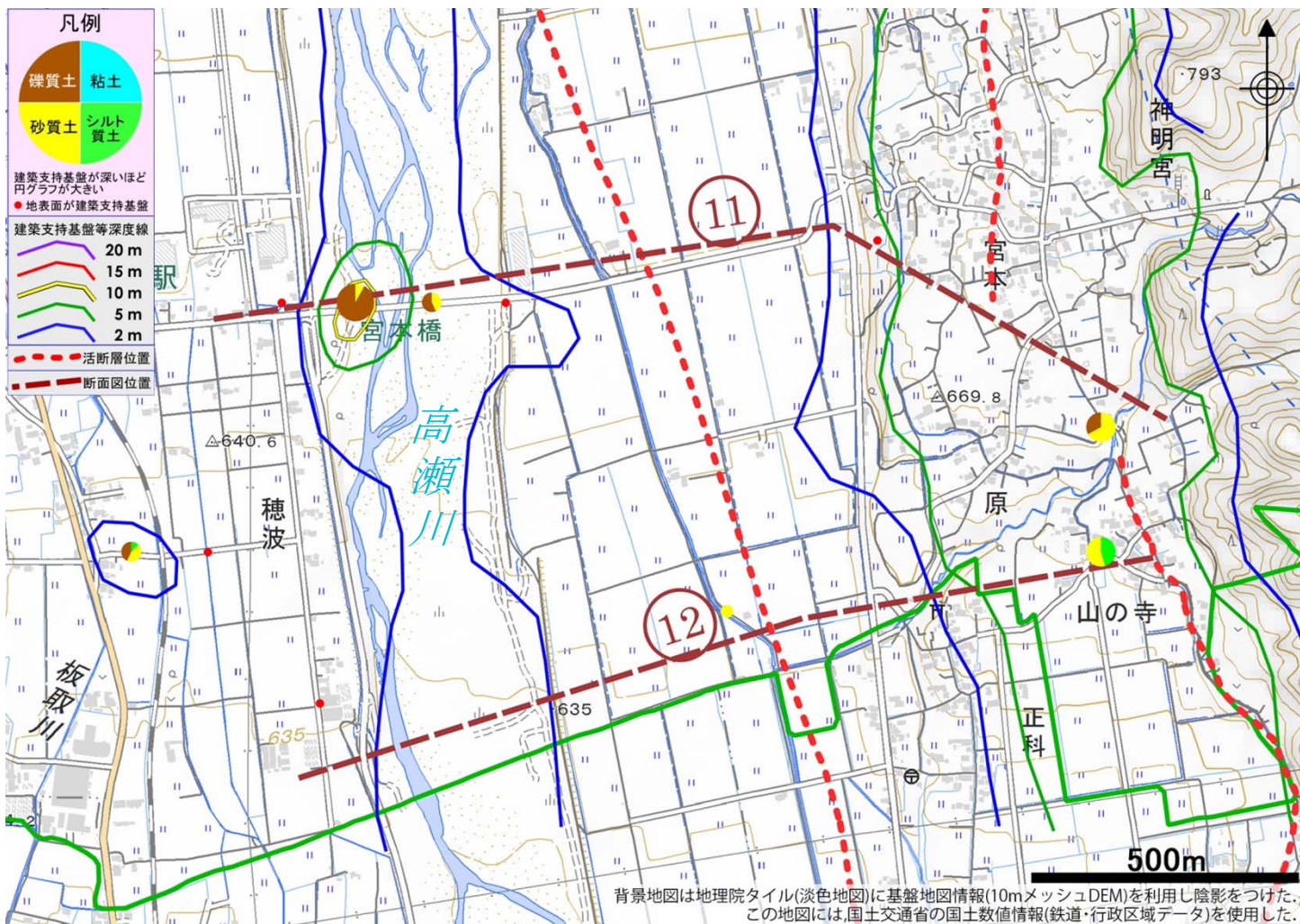


図4-3-2-G 揺れやすさマップと各地の地盤7 [安曇沓掛断面]

松本盆地東縁断層はこの地域では高瀬川と段丘の間を南北に通っている他、東の段丘上から山地との際付近まで蛇行するように引かれています。ボーリングデータから断層の位置を推定できるものではありません。

段丘下では高瀬川の両岸ともほとんどが硬い砂礫層からなり、建築支持基盤2m以浅で良好な地盤です。①断面西側の高瀬川河道内の一部で建築支持基盤が深い所がありますが、これは所々にやや軟弱な砂礫層を挟み、硬い砂礫層が5m以上連続するという建築支持基盤の定義を満たさないため、特に揺れやすい地盤というわけではありません。しかし、段丘の上では5mを超える軟弱な砂やシルトが堆積している地点が複数みられるほか、南の池田町へ連続する同じ段丘上では軟弱なシルトが15mもたまっている所があるので、このデータもふまえると、段丘上では軟弱な地盤が比較的厚く、広い範囲に分布していると考えられます。そのため、この範囲の段丘の上は地震の際には段丘の下より有意に揺れやすくなることが予想されます。



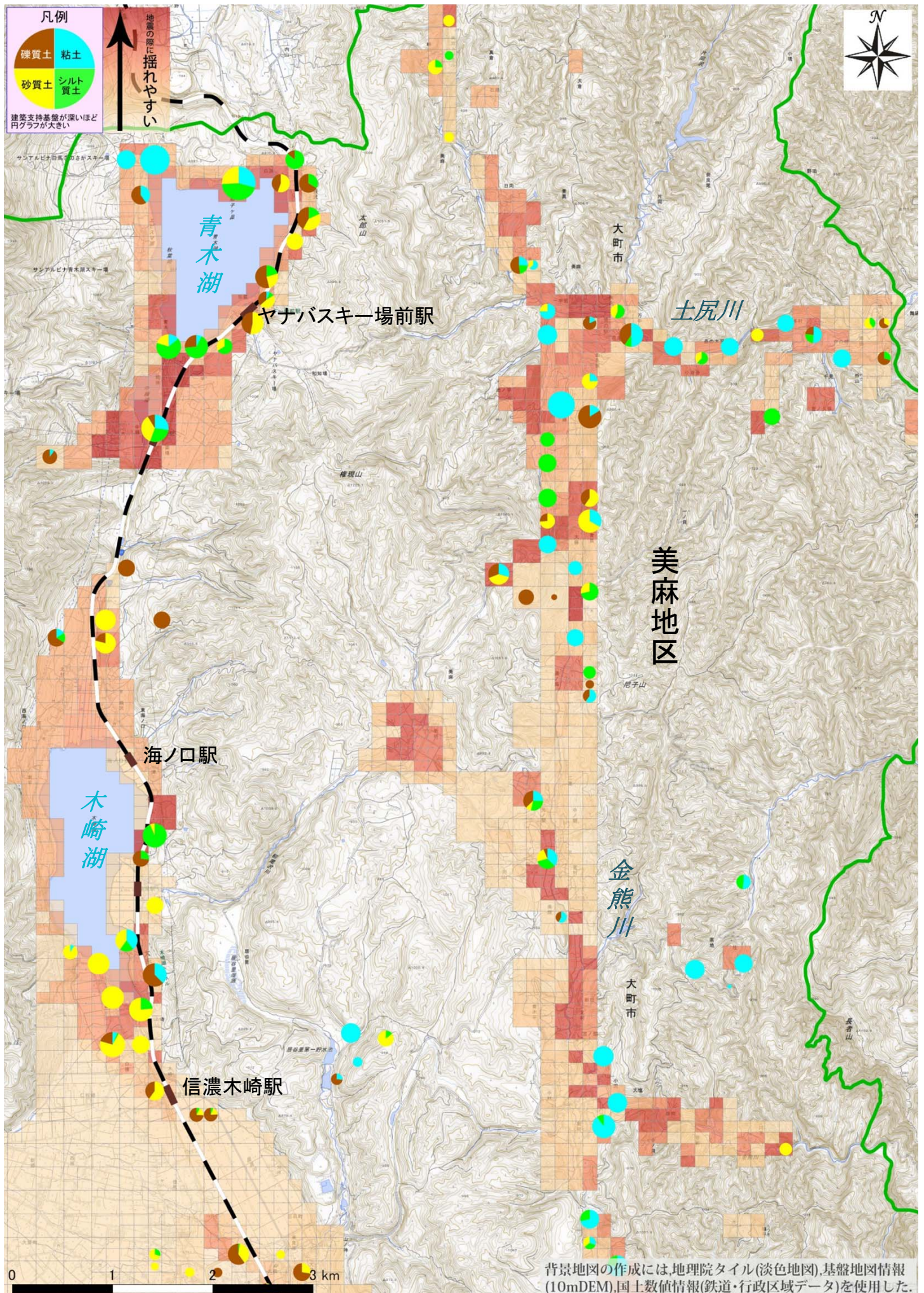


図4-3-3N I 大町市の揺れやすさマップと地盤の種類

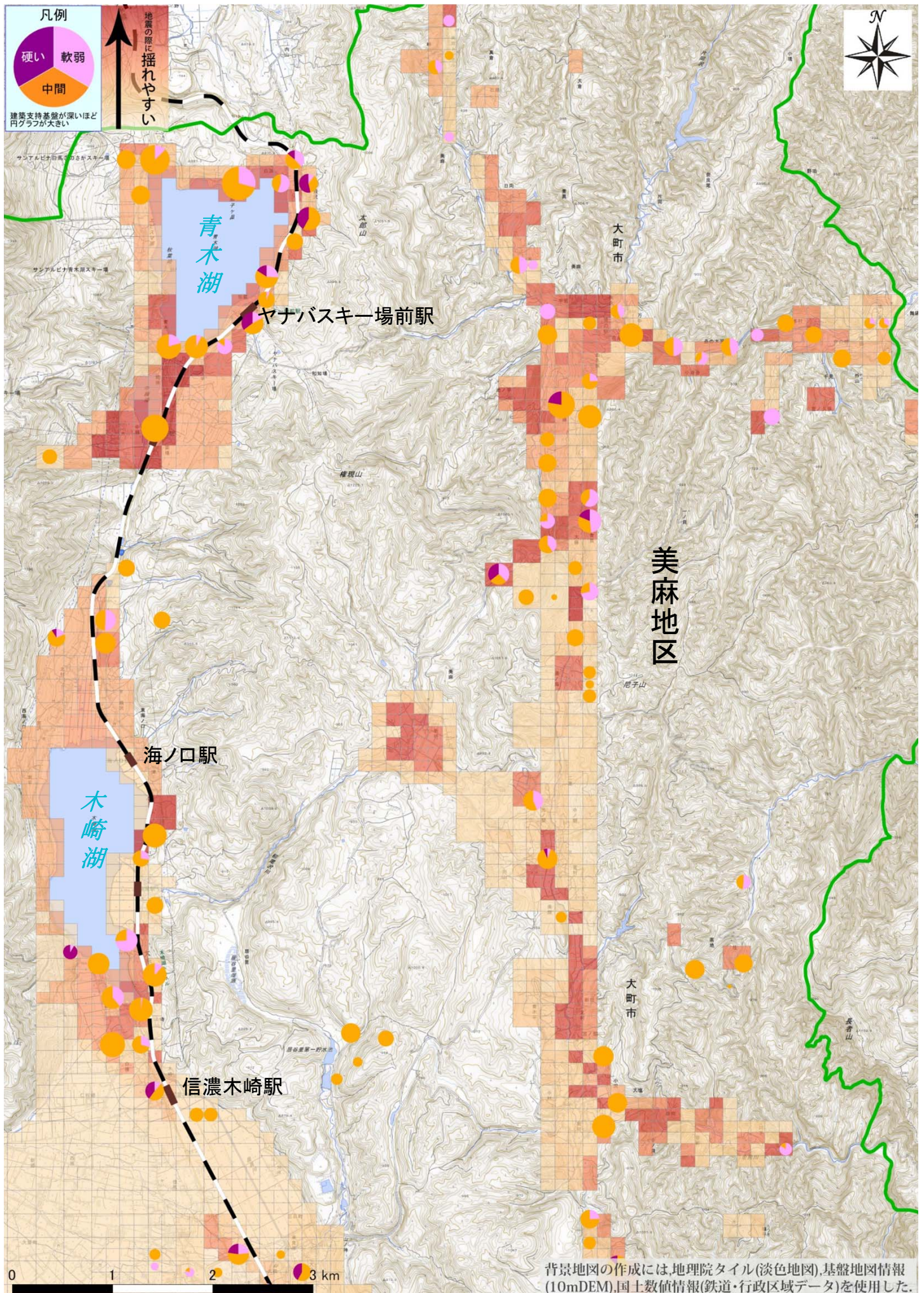


図4-3-3N II 大町市の揺れやすさマップ地盤の硬軟

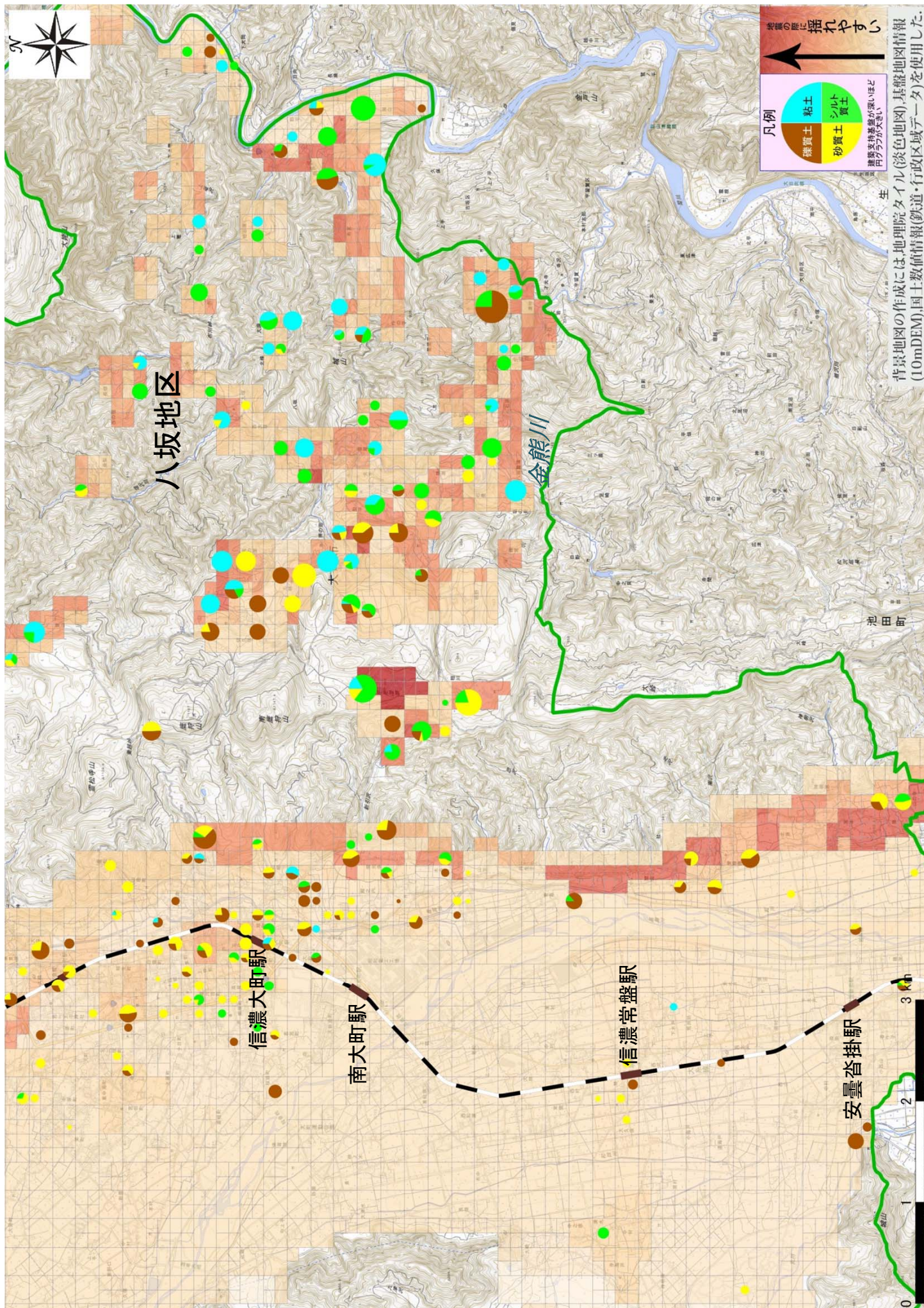


図4-3-3S I 大町市の揺れやすさマップと地盤の種類

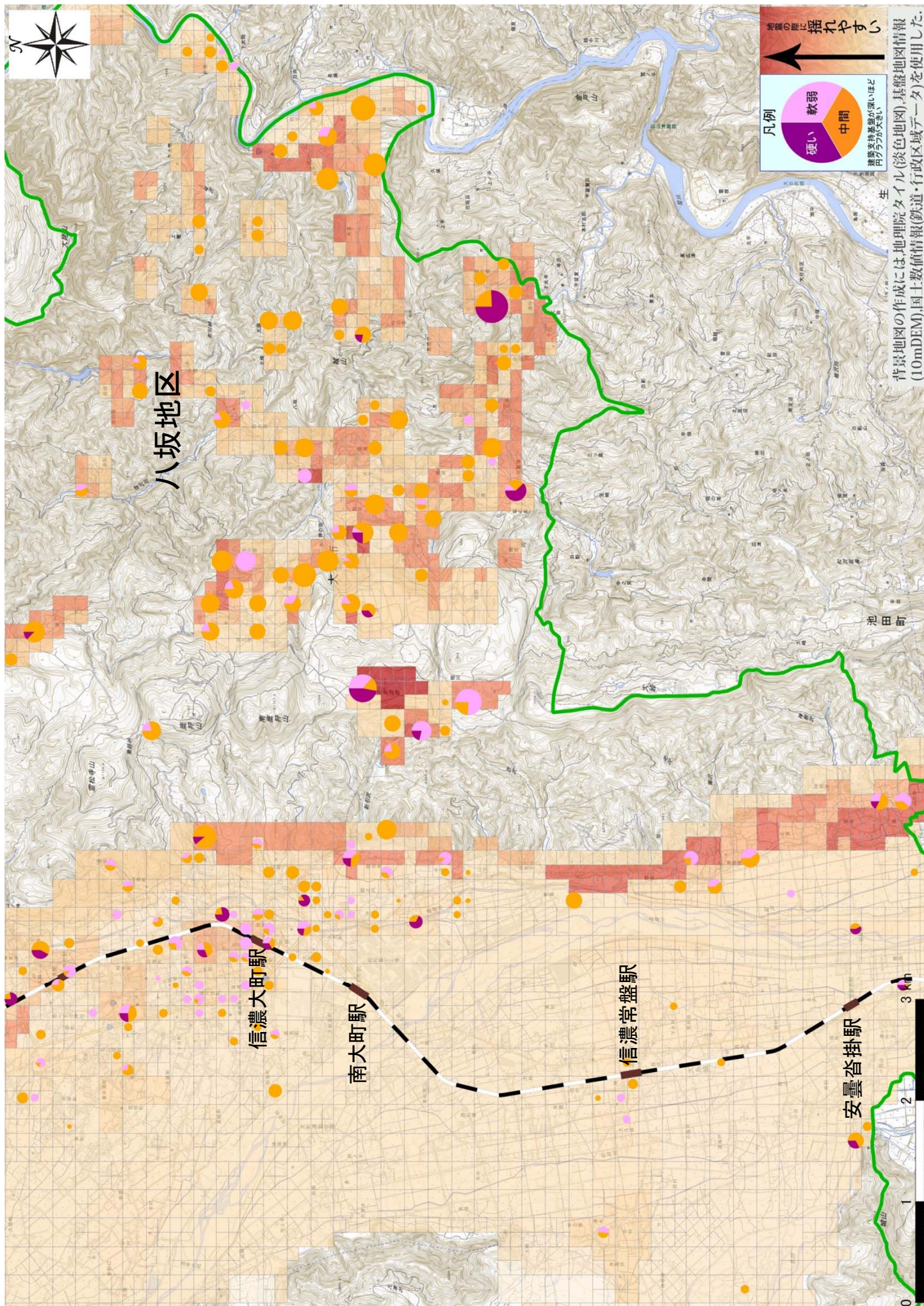


図4-3-3S II 大町市の揺れやすさマップと地盤の硬軟



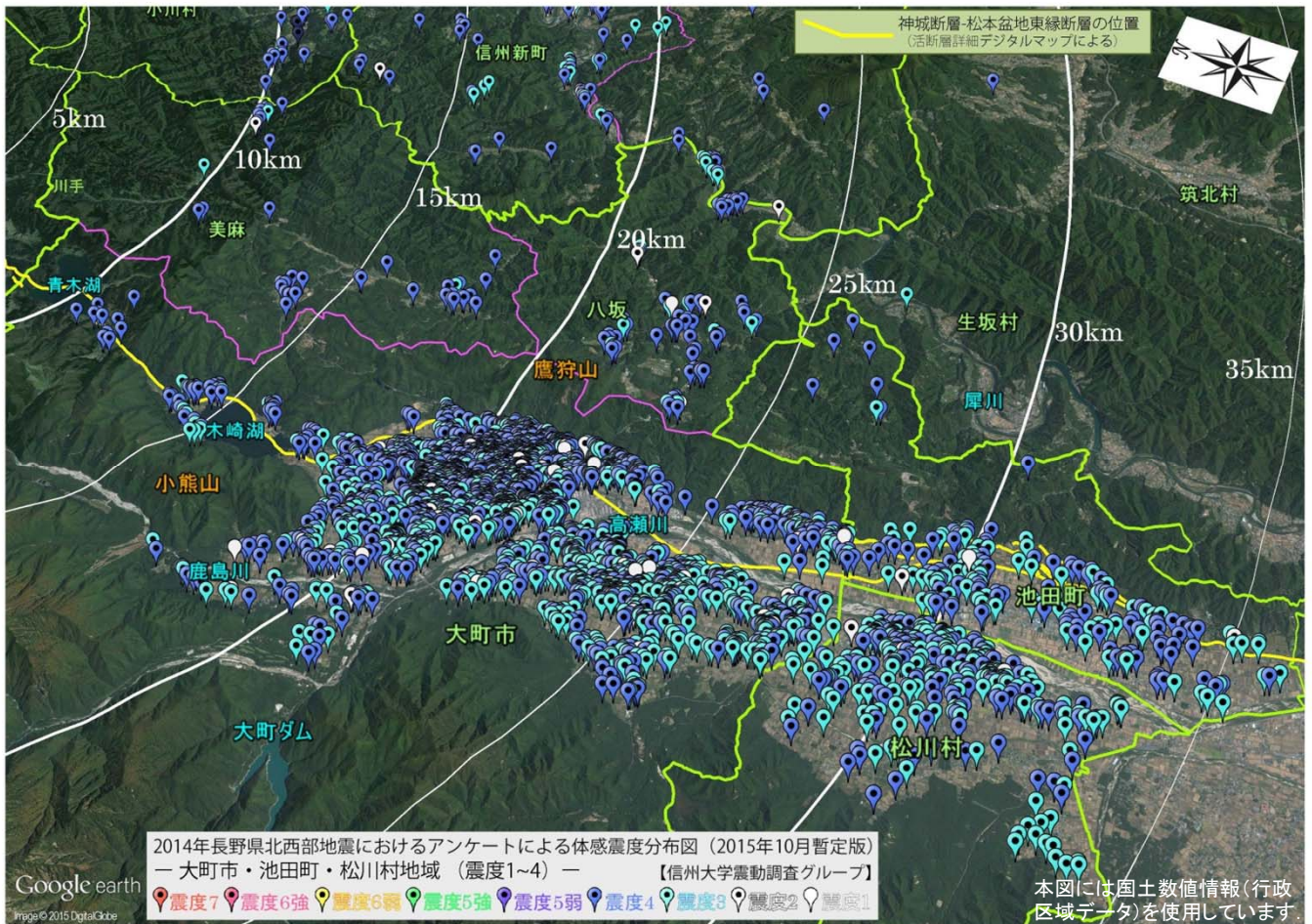


図4-4-1 2014年長野県北西部地震のアンケートによる体感震度(震度1-4)

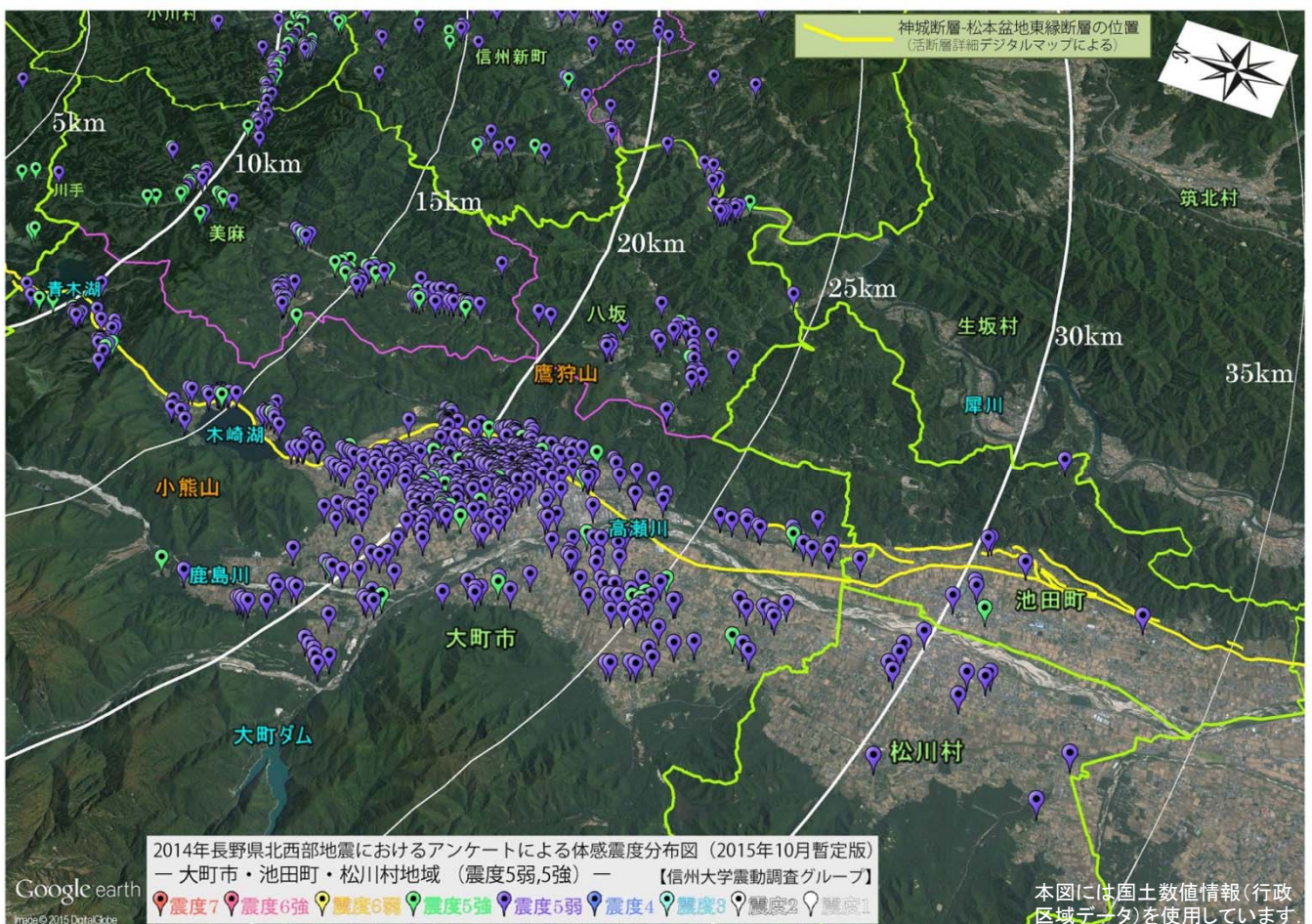


図4-4-2 2014年長野県北西部地震のアンケートによる体感震度(震度5弱, 5強)

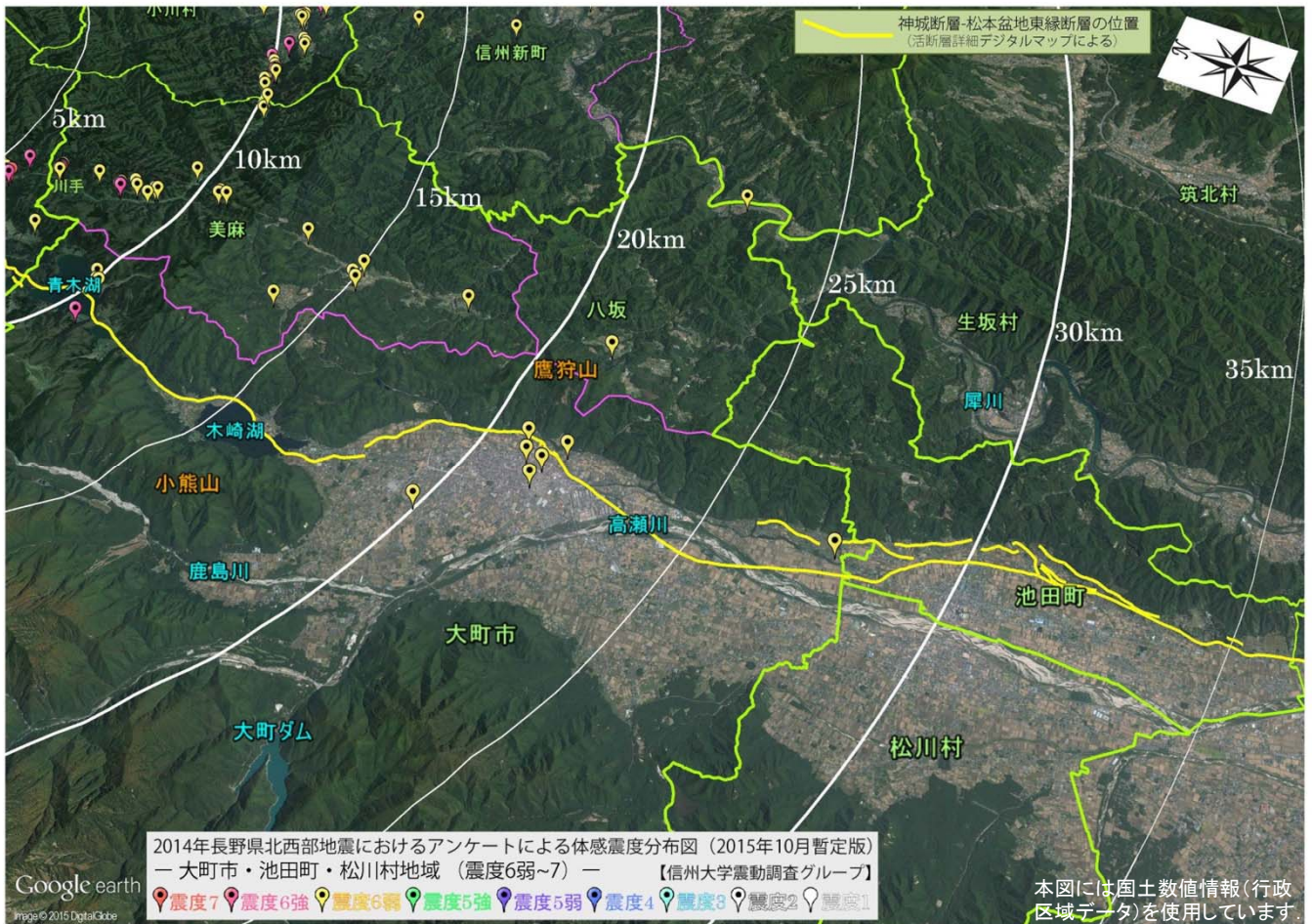


図4-4-3 2014年長野県北西部地震のアンケートによる体感震度(震度6弱-7)

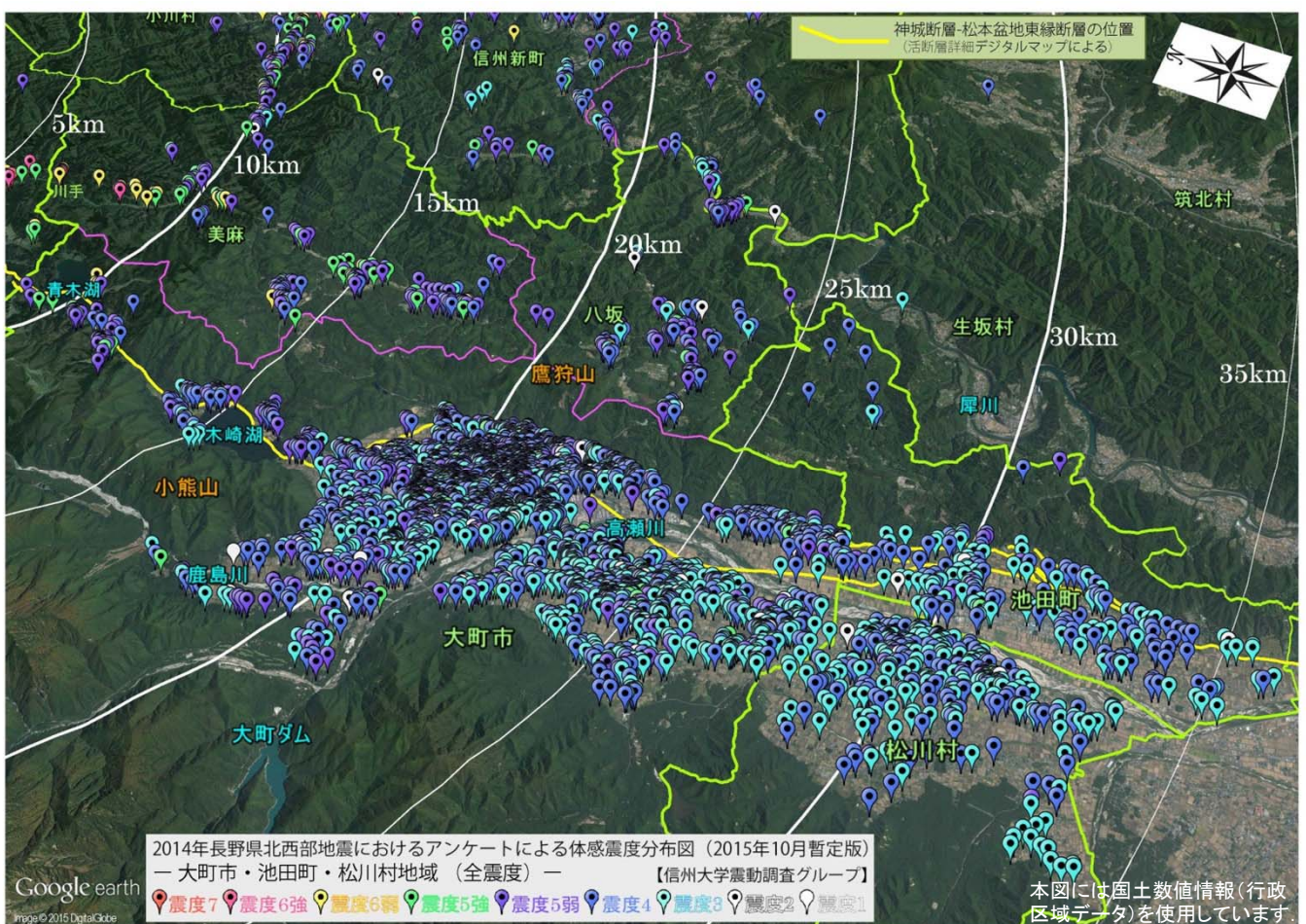


図4-4-4 2014年長野県北西部地震のアンケートによる体感震度(全震度)

## 4 大町市の地盤と揺れやすさの特徴

### 4-0 地盤と揺れやすさの解析の準備

地盤と揺れやすさを述べるに当たり、その元となるデータの収集と各種図面の作成方法について説明します。

#### 4-0-1 ボーリングデータの収集・整理

大町市の地盤について調べ、揺れやすさマップを作成するためには、数多くのボーリングデータが必要です。我々、信州大学震動調査グループは、平成 24・25 年度に行った松本市との共同事業「松本市地震動と地盤の相関に関する調査業務」の際に松本市域での約 2,000 本を含む、松本盆地地域でおよそ 3,700 本のボーリングデータを収集しました。平成 26・27 年は本調査業務の為に大町市周辺でさらに 1,000 本ほどのボーリングデータを集めました。複数の行政機関、民間から集めたデータは重複するものも数 10 以上ありましたが、個々のデータを精査し、重複のないデータを選び出したもののうち、大町市内に位置するデータは合計で 1,134 本ありました。参考として利用した周辺のデータも含め、図 4-0-1 に位置図を示します。これら利用したデータを、データ提供元別に表したのが表 4-0-1 です。さらに、平成 18 年の合併前の地区別データ数は表 4-0-2 のようになります。

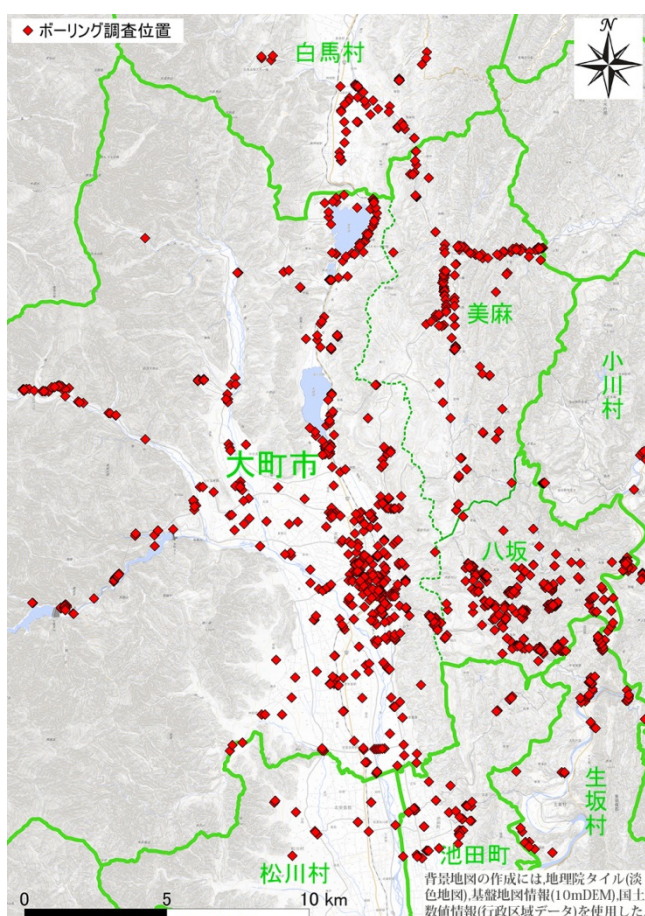


図 4-0-1 ボーリングデータ分布図

表 4-0-1 ボーリングデータの提供元

ボーリングデータ提供元	収集したデータ本数
国	11
長野県	493
大町市	82
民間	540
web 公開データ (KuniJiban など)	19
合計	1,145

表 4-0-2 地区別ボーリングデータ数

旧大町市	992
旧美麻村	175
旧八坂村	328
合計	1,145

#### 4-0-2 調査データとりまとめの手順

本調査においては、収集したボーリングデータをもとに、5種類の地盤図（ボーリング柱状断面図、建築支持基盤深度図、軟弱地盤厚さ分布図、地盤特性図Ⅰ・Ⅱ）と揺れやすさマップを作製しました。これら6種類の図のうち、ボーリング柱状断面図のみ、元のボーリングデータから作成しています。その他の図（地盤平面図）は元のボーリングデータをメッシュ地盤モデル（方形の区画；マス目地盤モデル）として加工したデータから作成しました。

##### 1) 地盤図と揺れやすさマップ作製の準備

###### 1) -1 個々のボーリングデータのデジタル化

収集したボーリングデータは、標題情報と位置情報から QGIS 上で重複データのチェックを行い、その後デジタル化作業を実施しました。デジタル化は、国土交通省により「地質・土質調査成果電子納品要領(案)」で定められたボーリング交換用データの形式 (xml ファイル形式) で作成しました。なお、ボーリングデータに関する処理作業には独立行政法人 産業技術総合研究所で開発されたボーリング柱状図入力システム (AIST-Borehole Log Editor)、「ボーリングデータバージョン変換システム (AIST/NIED- Borehole XMLversion Conversion)」、「ボーリングデータ XML 変換システム (AIST-Borehole XML-CSV Conversion)を使用しています。

###### 1) -2 ボーリングデータのマッピングと断面図化

デジタル化したデータを登録、整理した「地盤情報活用システム Pro」(GSI 株式会社) は、ボーリングデータを一元的に管理できる web システムで、登録されたデータは地図上に表示され、柱状図の閲覧や、断面図表示が行えます。このソフトを利用しボーリング柱状断面図を作成しました。断面図で現れる地形面の描画には、国土地理院から提供されている 10m メッシュの基盤地図情報数値標高モデルを用いています。

##### 2) 揺れやすさマップの作製

平成 14 年に公表された長野県地震対策基礎調査報告書では、糸魚川-静岡構造線(中部)を震源とする地震など 6 つの想定地震について、全県での計測震度、液化化危険性、建物被害の 3 種類のマップを公表しています。これらのマップは 500m メッシュ (方形の区画；マス目) のサイズで作成されています。平成 27 年に公表された第 3 次長野県地震被害想定調査報告書では内陸型地震 6 断層帯で 19 ケース、海溝型地震 3 ケースの想定地震について、県内各地の震度分布や被害想定などが求められています。震度については 250m メッシュと、平成 14 年次の調査よりはメッシュが細分され、元となるボーリングデータも大町市内で 194 本(H14)から約 350 本(H27)と増えてはいますが、細分された震度分布図の詳細は公開されていません。またこれら長野県の調査では市町村が実施したボーリングデータは既存の資料 (松本平地盤図など各地の地盤図) によるもの以外は基本的には集められていないこと、平成 14 年の調査の際のボーリングデータは位置

精度が非常に悪いものが多数含まれていることなどの難点があることが、松本での調査の過程から分かっていました。これら県の調査データを我々の集めたデータから可能なものは修正し、1,145 本と県の使用したデータの 3 倍以上のボーリングデータを収集、整理することにより、250m メッシュ（分割地域メッシュ，JIS X 0410:2012）を基本とし、ボーリングデータの分布密度、地形などを考慮し可能な限り 125m メッシュまで細分したメッシュで揺れやすさマップを作成することにしました。

新しい揺れやすさマップは当グループの古本らが作成した「地盤の地震応答解析プログラム FDEL」による計算値から作成したものです。計算にはそれぞれのメッシュの代表となる地盤情報（メッシュデータ：構成される複数の土層の層厚、土質、N 値などを数値・記号化したもの）を用いました。

## 2) -1 メッシュ地盤モデルの作成法

### I. メッシュを代表するボーリングデータの選択

対象メッシュに複数本ボーリングデータがある場合、基本的には危険度の高い方（軟弱地盤が厚いなど）のデータを選択します。その際メッシュ内、および隣接地域のボーリングデータとも比較し、地形や地質、宅地の分布などにも配慮します。なお、仮に N 値 10 以下の砂質土層を含むボーリングデータと、同じくらいの厚さで N 値が 4 以下の粘性土層を含むボーリングデータがあった場合には、液状化しやすい N 値 10 以下の砂質土層があるデータを採用しています。

### II. 採用する土層

まず N 値が測られている層について土質を区分します。土質区分した平均 N 値から S 波速度を求めることになるため、液状化しやすい層、軟弱な層（粘土、シルトでは N 値 4 以下）はできる限り区分しました（区分の詳細は次項）。例えば、砂・粘性土互層（もともとの区分名でも、薄層を一括りにした場合でも）で、N 値が粘性土に関してしか求められていなければ、その互層は「粘性土」として扱うこととしました。

### III. 土質区分

a：ボーリングデータの土質区分名を次の 5 種に区分しました（大区分）。

- 1) 粘土（粘土、有機質粘土、有機物混じり粘土、有機質粘性土、有機物混じり粘性土、腐植土など）
- 2) シルト質土（砂質粘土、砂質粘性土、砂混じり粘土、砂混じり粘性土、粘性土、ロームなど）
- 3) 砂質土（砂、粘土他粘性土混じり砂、粘土他粘性土混じり砂質土、シルト質砂 中砂、粗砂、有機質砂など）
- 4) 礫質土（砂礫、○○混じり砂礫、○○質砂礫、\*\*質礫など）  
ただし、砂礫等礫系に区分していても、N 値 < 10 の層については、砂質土 とする。
- 5) 岩盤などの堅い層（風化岩、地質名、但し泥系（泥岩・シルト岩・凝灰岩）は N 値 > 25、砂・礫系（砂岩・礫岩・凝灰角礫岩は N 値 50 以上）  
○○質 AA、○○混じり BB という表現は、それぞれ AA、BB に区分しています。

b : 大区分した土質の N 値からそれぞれの区分を細分（中区分）しました。（岩盤は除く）

1)粘土

- a) N値 $\leq$ 4 : 粘土4
- b)  $4 < \text{N値} \leq 8$  : 粘土3
- c)  $8 < \text{N値} \leq 20$  : 粘土2
- d) N値 $>20$  : 粘土1

3)砂質土

- a) N値 $\leq 10$  : 砂質土3
- b)  $10 < \text{N値} \leq 30$  : 砂質土2
- c) N値 $>30$  : 砂質土1

2)シルト質土

- a) N値 $\leq 4$  : シルト質土4
- b)  $4 < \text{N値} \leq 8$  : シルト質土3
- c)  $8 < \text{N値} \leq 20$  : シルト質土2
- d) N値 $>20$  : シルト質土1

4)礫質土

- a) N値 $\leq 10$  : 礫質土3
- b)  $10 < \text{N値} \leq 30$  : 礫質土2
- c) N値 $>30$  : 礫質土1

#### IV. 土質の統合・分割と平均 N 値計算

細分した土質区分をメッシュ地盤モデル用に再編します。基本的には中区分名ごとに平均 N 値を求め、細分した際につけた中区分名の数字を取り去りメッシュデータ用の土質名としました。但し、揺れやすさの計算に効かない薄層（層厚 1m 未満を目安；N 値がある場合もある）や N 値のない層（表土や埋土など）もありますので、これらについては元のボーリングデータに記載された土質名と N 値、近くの別のボーリングデータを参考に上下のどちらかの層、あるいは両方の層に統合し、一括りにしたメッシュ地盤モデルの土質名としました。

また、例えばもとのデータが 1 層の砂礫層とされていた場合でも、N 値が下位から上位に向かって 50 から 5 まで漸減する時、中区分に相当する N 値の変化する深度で土質の細分を行っています。

これら新たに統合、分割した土質名ごとに、平均 N 値を算出し、メッシュ地盤モデルが作成されることとなります。

#### V. メッシュ地盤モデルの数値データ化作業

xml 化したデータは、「ボーリングデータ XML 変換システム (AIST-Borehole XML-CSV Conversion)」を用いることで、標題情報、土質区分、標準貫入試験などの項目ごとの csv ファイルとして書き出せます。メッシュデータ化を効率よく行うために、まずこれらのデータを独自に編集したデータセットを作成しました。このデータを利用し、土質区分を自動で行い、土質の統合・分割を補助し、平均 N 値を自動計算しデータ化するエクセルファイルは、一昨年に独自に開発したものです。

これらを用い、メッシュ地盤モデルデータを作成しました。

## 2) -2 空白メッシュへのデータ割当て

ボーリングデータは、解析範囲内の全てのメッシュに存在はしていませんので、データのないメッシュへは、近隣のメッシュからデータを割り当てました。データの割り当てに際しては、当該メッシュと地盤条件の近いメッシュにあるボーリングデータを選択するために、地質図（長野県デジタル地質図 2015）や地すべり地形分布図（防災科学技術研究所）、微地形や過去の土地利用を参考にしました。この作業のため、独自に作成した 1m 間隔等高線図、ELSAMAP（基盤地図情報 5m および 10m メッシュを使用したものの 2 種類）と過去の水田分布を表す地図（明治 43 年測図の旧版地形図）を利用しました。また、一部は土壌図（長野県）も参考にしながら割り当てを行っています。これらのデータは QGIS 上で解析、検討したほか、地形地質に関しては Google Earth Pro で 3D 観察における検討も行いました。

基本的には、人の住んでいる範囲の地盤図、揺れやすさマップの作成を企図しましたが、計画図では便宜上、大町市域全域に 250m メッシュを設定し、盆地部以外では地形図上で建物が認められる地域に 125m メッシュを設定するよう心がけました（図 4-0-2）。なお、人家等のない山地部はボーリングデータもほとんどなく、實際上揺れやすさマップは不要なので、解析対象外としました。

結果として、市境からわずかに外れた地域も含め 3,813 メッシュ（125m,250m メッシュの合計）を設定し、ボーリングデータから 453 メッシュにオリジナルな地盤モデルを作成しました。そして $(3,813 - 453 =)$  3,360 メッシュについて上記のような方法で、ふさわしいと判断される地盤モデルを割振り、大町市全体の地盤モデルとしました。

## 2) -3 揺れやすさマップの計算条件

上記の方法でメッシュデータを作成し FDEL で計算を行いました。

計算は、震源を特定せず、大町市全域をレベル 2 直下地震（M7.3 兵庫県南部地震相当）で、一様にゆする条件です。この時算出される計測震度はあくまで、地盤の相対的な強弱を知るために行った計算結果で、実際に想定される地震による震度予測とは異なります。

つまり、「揺れやすさマップ」はすべての地盤を同じ条件でゆすった場合の震度分布図なのですが、地盤の強弱が地表の震度と関係することから、地盤の相対的な強弱を表した図となります。

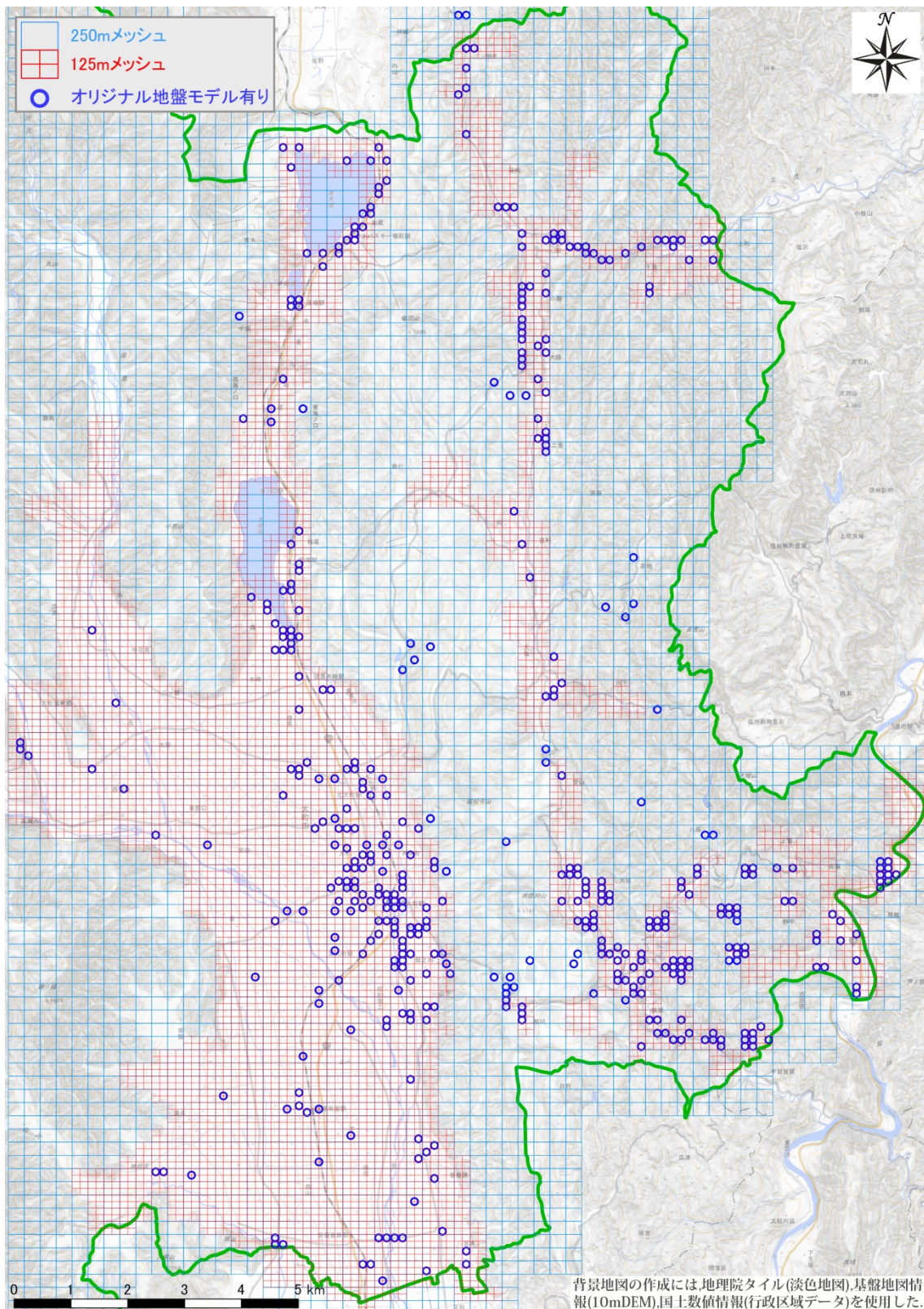


図 4-0-2 計画メッシュと地盤モデル設定メッシュ



### 3) 地盤平面図の作成

メッシュ地盤モデルから平面図として、以下の4種類の地盤図を作成しました。

- 建築支持基盤深度図 (図 4-2-1)
- 軟弱地盤の厚さ分布図 (図 4-2-2)
- 地盤特性図 I - 表層地盤の種類 (図 4-3-2-A~G 右上図)
- 地盤特性図 II - 表層地盤の硬軟 (図 4-3-2-A~G 右下図)

これらの作図に用いたデータは、メッシュ地盤モデル用に加工したボーリング柱状図のデータで、データの位置は代表させたメッシュの中心としています。ボーリングデータのないメッシュは、揺れやすさマップと同じ、割り当てを行ったデータを用いて作図しています。

各図の作成条件は以下のとおりです。

#### a 建築支持基盤深度図 (図 4-2-1)

図化の条件；建築支持基盤深度とは、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です。建築支持基盤は、建築物のちがいが（大きなビルと個人住宅などのちがいがいなど）により異なりますが、ここでは、礫質土、砂質土で N 値 > 30 以上（礫質土 1、砂質土 1）、シルト質土と粘土で N 値 > 20（シルト質土 1、粘土 1）の各層の何れかが合計して連続で 5m 以上に達したものとしました。なお、ボーリング調査の最下位層が礫質土 1 であった場合、5m 未満でもここで言う、建築支持基盤と判定しています。

#### b 軟弱地盤の厚さ分布図 (図 4-2-2)

図化の条件；軟弱地盤は粘土、シルト質土で N 値 4 以下（粘土 4、シルト質土 4）、砂質土で N 値 10 以下のもの（砂質土 3）とし、上で定義した建築支持基盤の上位にあるそれらの合計層厚を等層厚線図として表しました。

#### c 地盤特性図 I - 表層地盤の種類 (図 4-3-2-A~G 右上図)

#### d 地盤特性図 II - 表層地盤の硬軟 (図 4-3-2-A~G 右下図)

これら 2 つの図は、表層の地盤の構成土質とその硬軟を平面的に捉えることを目的にして作成した図で、a 図の深度境界（等深度線）を下じきとしています。

c 図は建築支持基盤の上位に堆積している、粘土、シルト質土、砂質土、礫質土の割合をメッシュ毎に示した図です。d 図は b 図で定義した軟弱土を「軟弱」、礫質土・砂質土で N 値 30 以上（礫質土 1、砂質土 1）、シルト質土・粘土で N 値 20 以上（シルト質土 1、粘土 1）を「硬い」、その間の各層（礫質土 2、砂質土 2、シルト質土 2・3、粘土 2・3）を「中間」と分類し、それらの割合を示した図です。

両図にはメッシュを代表するボーリングを選定したメッシュのみ、円グラフを表示しました。円の大きさは建築支持基盤の深度に対応しています（深いほどグラフの円が大きい）。

#### 4-1 大町市の地形と地盤の概観と活断層の位置 (図 4-1-1, 図 4-1-2)

大町市の人口の多くは盆地部(松本盆地北部)に集中していますが、盆地部の表層は主に砂礫層を主体とする鹿島川および高瀬川が作った扇状地です。盆地の東の端には活断層が走っています。一昨年の2014年長野県北西部の地震を起こした神城断層は白馬村から続き、大町市内では青木湖の中央を貫き、木崎湖東岸から木崎湖南部まで続きます。それより南は松本盆地東縁断層と呼び名が変わり、農具川の東、山地との境界付近を南へと続きます。市の中心街の東を通過したあと、断層はやや西へと向きを変え山際をはなれ盆地の中を通るようになります。この山地と断層の間にある館之内や常光寺のある平坦な土地は段丘地形の上にあります。この段丘は東西の幅は変わりますが、池田町境を越えて続きます。向きを変えた松本盆地東縁断層は段丘崖沿いには続かず、さらに盆地の内部へと入り、一旦、高瀬川を越えた後やや東へ向きを変え、再び高瀬川を横断し、松川村境へと続いていきます。

この活断層(神城-松本盆地東縁断層)が地震を繰り返して断層の東側の土地が少しずつ上昇し、美麻-八坂地区のある山地を作りました。この山地を構成する砂岩や泥岩、凝灰岩といった岩石は風化しやすいため、山地の隆起もあいまって多くの地すべり・土砂崩れが発生してきました。人家のある様な山地の中の平坦面や緩斜面はこの様な土砂災害に関係したものが多く、その影響が地名にも色濃く残っています(八坂地区;切久保・士林・押の田・梨平・西の窪・長畑・布川・上籠・小菅・<sup>うつぎ</sup>檜平・栗尾平・作の平・土袋・大洞・地志原・桑梨、美麻地区;由久保・花尾・小藤・矢久・菅ノ久保・大藤・中ノ貝)。硬い岩石の部分は風化にも強いので崩れにくく険しい地形として残りますが、風化に弱い岩石は脆くなり、地すべりなどで崩れ、緩やかな地形を生み出すのです。そしてそのような土地の地盤は一般に軟らかい部分が多くなります。

先述した地名の数にもあらわれていますが、美麻地区より八坂地区で地すべりが多いことは図4-1-2からもわかります。美麻地区は八坂地区に比べると地すべり地形は少ないですが、人口の多くは土尻川の上流、金熊川の上流といった川沿いに集中しています。特に土尻川の南側の上流から金熊川の上流へと続くほぼ南北の直線的な狭い緩斜面や平坦な地形部分は、地すべりや崩壊による軟弱な土砂などが堆積しているだけでなく、大峰帯東縁の「小谷-中山断層」という断層に沿っている地域でもあります。2014年長野県北西部の地震の余震分布や地表変位の特徴を詳しく検討したところ、小谷-中山断層は今も活動している可能性があるようなので注視すべきでしょう(津金・信大震動調査G,2015)。

#### 4-2 ボーリングデータ解析による大町市の表層地盤の全体的特徴

(図4-2-1: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。なお、美麻-八坂地区では集落が山間部の狭い範囲で飛び飛びにあることもあり、建築支持基盤および次項の軟弱堆積物の厚さを連続して追跡、推定することが困難なので本節(4-2)では、松本盆地域のみについて述べることをご容赦ください。

図示した範囲では、木崎湖岸から松本盆地の東縁に近い領域で南北に細長く建築支持基盤が2m以深であることが特徴的です。木崎湖周辺では、建築支持基盤深度が25mを超える部分があるなど、10mを超える地域がかなりあります。

木崎湖以南では北大町駅付近まで、農具川に沿った平坦地に5mを超える地域が広がります。北大町駅から信濃大町駅にかけての中心市街地では、建築支持基盤深度は概ね2m以深ですが、2m以浅の所、5m以深の所がまだらに分布しているようです。

信濃大町駅東の山地部には建築支持基盤深度15m以深の地域があり、その南部に10m以深の地域が連続していますが、これは地すべりの地盤によるものです。

館之内のある段丘面上には建築支持基盤深度5m以深の部分があり、それより南の池田町境に至るまで(曾根原、宮本などの集落がある)、段丘上には5~10mの建築支持基盤深度の地域が多いようです。

盆地西部の乳川がつくる小さな扇状地(神明原)では建築支持基盤深度2m程度で、扇端の寺海戸付近では建築支持基盤深度3mを超える地域があります。

その他の盆地部の建築支持基盤深度は概ね2m以浅で建築支持基盤が地表面という所も多いですが、高瀬川沿いなどで所々に建築支持基盤深度が2mを超えるところがあります。

#### (図4-2-2：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硬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つにランク分けでています。図4-2-2は、建築支持基盤より上の比較的軟らかい地盤が多い中で、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。

普通、段丘上は硬い砂礫層が厚くたまっている所が多く、良好な地盤と考えられがちですが、大町市の松本盆地東部の段丘上には軟弱な砂層などが5m以上たまっているところもあり、必ずしも良好な地盤とは言えません。

木崎湖周辺は、建築支持基盤深度が深いところが比較的広い地域ですが、木崎湖を埋積した軟弱な砂やシルトが厚くたまっている地域も一部ではありますが存在します。

## 4-3 地盤図をもとに作成した揺れやすさマップ

### 4-3-1 揺れやすさマップの概要と見方

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大町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 4-3-1 (大町市の揺れやすさマップ) は、今回作成した広域の揺れやすさマップです。国土地理院の地図の上を色付けされた長方形のマス目で埋めています（位置をわかりやすくするために鉄道の位置を加えました）。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。4-2 節で述べた建築支持基盤が深い地域が、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。具体的には、木崎湖周辺や、信濃大町駅近辺、松本盆地東縁の段丘上などがそれにあたります。また、建築支持基盤深度図の範囲外ですが、青木湖～中綱湖の周辺は揺れやすい地域であることが分かります。また、美麻・八坂地区では、松本盆地域に比べ周辺より色が濃い、すなわち周辺より揺れやすい地域が点々とですが、多く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。

ところで、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、大町市の地盤全域を 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 6.05 (震度 6 強) ~ 計測震度 6.54 (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。自分の家のある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ほかの多くの要素も関係してきます。

### 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、地形が単調だったり、人家が無い場合は 250m を採用しています

が、それ以外では基本的に 125m としました。

- ・ 軟弱地盤が厚く分布している地域でも、実は狭い範囲で非常に変化に富む地層（地盤）の構成になっていることがあります。小さな一つのマス目の範囲でも、実際の地盤は複雑かもしれません。複雑な地盤であっても 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、一つ一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、その地域の代表的な揺れやすさ、を表していると考えてください。

#### 4-3-2 大町市の盆地部の地盤と揺れやすさ

図 4-3-2-A~G（各地の地盤図と揺れやすさマップ）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。

図 4-3-2 は各地域の図の索引図です。点線は断面図の位置、丸囲み数字は断面図番号、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（円グラフは後で述べる地盤特性図 I のデータです）。

7 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。地域や断面図の位置の選定は、周辺より揺れやすい地域があり、特徴的な断面図が描けるところ、という基準で行っています。

以下、各図の読み方について説明しますので、各地域の揺れやすさと地盤についての理解を深めるために役立ててください。

##### 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（大町市基本図）を下図にし、鉄道の位置と活断層の位置（「活断層デジタル詳細マップ」による）を明示しました。

菱形は、ボーリングの位置を示し、赤い菱形が下の断面図に採用したボーリングの位置です（緑の菱形はその他のボーリングの位置）。

##### ② 【左ページ下】；ボーリング柱状断面図

上図の各断面線に沿った赤菱形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堅さを表す、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。標高を示す赤い線に柱状図の上端がそろわないことがありますが、これはボーリング位置が断面線と一致しているわけではない事、ボーリング位置の水準測量の不正確性（標高自体は正確に求められていない）などによるものです。

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。柱状図が地表面にそろっていない場合は、地表面に合わせて補正してあります。

柱状図の下には各地域の地盤や揺れやすさについて、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 4-2-1（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。

### 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 4-2-2（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。

各地域の説明は各図に示した通りです。それ以外の盆地部は概ね良好な地盤と判断されますが、埋め土、盛土など人工改変が行われた部分は把握できていませんので、それらの影響による揺れやすさの変化については検討していません。

## 補足説明

地域別にみた大町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 4-3-2-G の解説でも触れましたが、右下図を見ると、高瀬川の宮本橋のところにあるやや大きな円グラフの位置では建築支持基盤が 10～15m と周囲と比べ深いのですが、揺れやすさマップ(左上図)のこれと同じ領域のマス目を見ると、建築支持基盤が深いのに揺れやすくはない、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、8割以上が礫質土で、その大半が軟弱な部分のない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、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、会社が揺れやすさマップで確認できる地域にある方は、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。

#### 4-3-3 大町市山地部の地盤と揺れやすさ

本項では前項の範囲外であった大町市の山地部(美麻-八坂地区、仁科三湖周辺)について、地盤と揺れやすさについて説明します。

図4-3-3N I・IIは美麻および仁科三湖周辺地区の図4-3-3S I・IIは八坂地区と松本盆地地域の揺れやすさマップに、地盤特性図I・IIの円グラフを組み合わせたものです。

まず、両地区の円グラフの大きさを見て下さい。図4-3-3Sの松本盆地地域のみ円が小さくて、他の地域では全体的に大きい傾向があります。円の大きさは建築支持基盤の深さを表していますので、松本盆地地域以外では、建築支持基盤が深い傾向があるということの意味します。次に円グラフの構成を見てみると、盆地地域で周辺より揺れやすい地盤である信濃大町駅周辺では、軟弱な砂やシルトが揺れやすさの原因となっていることがわかります。それと比べると美麻-八坂地区では中間くらいの硬さの粘土やシルトが目立つことが分かります。地盤自体は軟弱とまではいかない中間くらいの硬さですが、そのような地盤が厚いために揺れやすい地盤となっているということです。この揺れやすい地盤が先にも触れた、地すべりによる地盤です(地すべりについては用語集の解説も参照してください)。地すべり地帯にはこのようなシルトや粘土を主体とする中間くらいの硬さの地盤が5mから10m、時にはそれ以上の厚さ続いています。規模のある程度大きな地すべりの分布については図4-1-2に示しましたが、この図にすべての地すべりが描かれているわけではなく、規模の小さなものも含めると実際にはもっと多くの地すべりが存在しています。

地すべり地盤以外にも、金熊川沿いの低湿地や唐花見などの湿原には軟弱な堆積物が厚いために揺れやすい所もあります。河川沿いの狭い平坦面では硬い砂礫からなる部分もありますが、軟弱な砂やシルトからなる部分もあります。

仁科三湖地域周辺地域については一部先項で述べましたが、平坦部の多くは（木崎湖南岸、北岸、中綱湖南東岸、青木湖南岸など）、砂やシルトなどで湖が埋め立てられて出来た土地ですが、木崎湖東岸の JR 稲尾駅以西の平坦部は稲尾沢川の扇状地ですので砂礫などやや粗い堆積物の割合が多い地盤でしょう。青木湖は大規模な地すべりによるせき止めで出来たと考えられている（多ほか,2000）など、仁科三湖の湖周辺地域にはその他にも地すべり地形や、それと疑われる地形が多くあります。このため建築支持基盤が深く、揺れやすい地域も広がります。

以上のように山間部では細かな複雑地形の中、地盤の来歴もいろいろあります。そのなかでボーリングデータは限られており、地盤のモデル化は難しい部分も多々ありますので、地域を拡大した揺れやすさマップの公開は控えます。

### 補足説明

地すべり地域では、揺れやすさをもたらすのは「中間くらいの硬さの粘土やシルト」という事を述べましたが、ここで言う粘土やシルトは、盆地地域の粘土やシルトとは由来が異なります。

地すべりの地盤はもともと硬い岩石が、風化や変質といった化学的な作用で軟らかくなったものが、すべった（移動した）ものが主体です。また、繰り返し地すべりが起こることによって地盤はさらに軟らかくなります。この部分がボーリング柱状図では“礫混り粘性土”とか“礫混り砂質粘土”などと記載されており、これを単純化して“シルト”や“粘土”という呼び名で区分しています。一方で、盆地地域や湖にたまっている粘土やシルト（砂や礫も）は水の流れによって運ばれてたまった物（運ばれてきたものの大きさによって、細かい方から粘土、シルト、砂、礫と呼ぶ）で、こちらの方が一般的な低平地をつくる地盤の構成物である粘土やシルトです。

#### 4-4 アンケート調査による 2014 年長野県北西部の地震（長野県神城断層地震）の震度と揺れやすさマップ

2014 年 11 月 22 日に発生した白馬村を震源とする M6.7 の長野県北西部の地震（長野県神城断層地震）が発生しました。

我々、信州大学震動調査グループは、発災直後から被害状況や地盤変状の状況などについて調査を続けてきましたが、この地震による強い揺れが震源に近い白馬村、小谷村にとどまらず、東方の長野盆地周辺にかけての広範囲にわたっていたことから、揺れと地盤との相関等を明らかにすることも視野に入れ、住民の皆様のご協力を得て大規模なアンケート調査を実施しました。アンケート用紙の配布や回収などでは、住民の皆様はもとより、各市町村の行政・住民自治協議会関係者、教育関係者等に大変お世話になりました。心から御礼申し上げます。

大町市でも多くの皆さんに回答いただき、4,926 枚のアンケートを回収できました。ア



アンケート結果から作成した体感震度分布図は2015年11月に記者発表を行い、新聞テレビなどで報道されました。直後に協力いただいた各市町村にその結果を多くの図をつけてお知らせしました。その後の整理解析作業は時間の都合上まだできておりませんので、ここでは体感震度図(図4-4-1~4-4-4)とそれに基づく大町市での震度の特徴を再掲します。

大町市では、美麻地区では北部の震度6弱から南部で震度5弱と概ね震度が弱くなっていきます。震央に比較的近い青木湖周辺では震度6弱の地域も見られますが、木崎湖周辺まで震度5弱ほどが多い傾向にあります。震央から20~25kmの断層東側山地にあたる八坂地区では震度5弱~震度4ですが、等距離でも断層西側にあたる松本盆地北部では震度3が目立つようになり、断層東西での震度差は北部の白馬村地域から連続しているように見えます。盆地内部の震度に限ってみると、大町市~池田町・松川村にかけて震度階にすると震度4程度で一様な傾向にあり、震度5弱に近い震度4から震度3に近い震度4へと僅かな震度の変化が読み取れます。

以上の文章を揺れやすさマップとの比較でいうと、大町市の松本盆地地域より全体的に地盤の悪い八坂地区では、盆地地域よりもやや強い震度を感じた人が多かった、ことが1つ指摘できます。また、データ数は少ないのですが、松本盆地内では震度6弱の回答は信濃大町駅近くの周辺より揺れやすい地域(4回答)と、盆地東縁山際の段丘や微高地上(3回答)に分布するものがほとんどで、他には盆地内部で1回答あるのみ(図4-4-3:回答は1地点で位置がほぼ重なっています)ということも揺れやすさマップの信頼度を示すデータかもしれません。

松本市で作成した揺れやすさマップでは、2011年に発生した松本市南部を震源とする地震の際に行ったアンケートで得られた震度と、マップ上揺れやすいとされた地域がよい相関を示しました(信州大学震動調査グループ,2014)。大町市の揺れやすさマップと長野県北西部地震の体感震度ではそれほど明瞭な相関は見られませんが、これは松本では市街地の直下で起きた地震だったのに比べ、長野県北西部地震の震源は白馬村であり、比較対象となる大町市から少し遠かった点がまず一つあげられます。また、松本のケースでは、地域(マス目)ごとのアンケートの回答数も多く正確な震度を求めることができたのがもう一点。重ねて松本では地盤の悪い地域が市街地内で広く、地盤の良し悪しのコントラストもあり、こういった検証に向けたデータが得られた、という点も理由としてあげられます。

大町市の揺れやすさマップも松本市と同様な方法で作っていますので、平坦部においては同等の信頼度があるでしょう。ただし、松本では山間部の揺れやすさマップは作成できていませんので、大町市の山間部のマップの信頼度には今後の検証が必要かもしれません(例えば、我々がアンケートによる震度データを持っている2014年長野県北西部地震の震源に近い小川村や長野市山間部などの揺れやすさマップを作ってみる、など)。



## 5 大町北安曇地域の歴史地震

### 5-1 歴史地震の概要

歴史地震とは、近代的な観測機器の無かった時代で、古文書、災害記念碑などの記録に残された過去の地震をいいます。地震の規模や被害範囲、特徴などを調べ、震度などを評価することなどで、くりかえされる地域の地震災害への対策に寄与することが出来ます。

今回の調査では、改めて大町北安曇地域が過去、地震によりどのような被害をうけているかを整理し、その特徴をまとめることで、将来備えるべき被害地震について考察し、今後の研究につなげることができると思われます。

大町市やその周辺では、過去に被害を発生させている規模の地震が何度か発生していますが、その内容は、大町市史、隣接町村の町村誌などや所蔵されている古文書（多くは東京大学地震研究所編「新収日本地震史料」などに整理されている。）を参考に、その概要を表 5-1 にまとめました。

表 5-1 大町北安曇地域で被害が発生した地震の概要

時期	地震名称	震源区域	規模	被害の特徴
1714年 (正徳4年)	信濃小谷地震	白馬地域	震源 白馬村 深度 浅い M6.3(地震の事典)	堀之内村で人家 48 戸潰れ、死者 14 人(北安曇誌) 小谷村で死者 100 人(松代地震観測所 HP)、天然ダムの形成。 善光寺で本堂破損、石塔ほとんど倒れた (松代町史)。
1847年 (弘化4年)	善光寺地震	長野市山地	震源 長野市 深度 浅い M7.4(地震の事典)	長野と飯山を中心に死者 8 千~1 万 2 千人 倒壊家屋 2 万 9 千~3 万 4 千戸 (中央防災会議,2007) 白馬 堀之内村で全壊家屋 26 戸、半壊家屋 11 戸。
1858.4.23 (安政5年)	安政大町地震	大町市美麻、小川村境付近	M5.7(地震の事典)	大町付近を中心に被害。家屋全半壊 337 軒、損傷 900 戸以上。美麻地区で山崩れ多数。青木湖付近などで、沈下などの地表変位。松代藩で家屋被害、土砂災害。
1918.11.11 (大正7年)	大正大町地震	大町市	M6.1	2 回の地震があった。住居全壊 6 戸半壊 305 戸、破損 2547 戸、石垣破損 334 箇所、道路崩壊亀裂 1507 間、河川その他決壊亀裂 3344 間。
1986.12.30 (昭和61年)	1986年長野県北部の地震	大町市美麻、小川村境付近	M5.7	信州新町を中心に住家の一部破損 243、水道 3 ケ所、その他 27 ケ所の被害。
2014年 (平成26年)	2014年長野県北西部の地震	白馬村	震源 白馬村 深度 4.6km M6.7	白馬村堀之内で全壊家屋 33 戸、大規模半壊 5 戸、半壊 9 戸。 長野盆地の西縁部に家屋、屋根の被害が集中。 善光寺石灯籠 158 基中 139 基に転倒、回転などの被害。

また次節から、主な地震をとりあげ、それぞれの地震について整理します。

## 5-2 1714年信濃小谷地震

### 5-2-1 地震の概要

一昨年発生した2014年長野県北部地震（長野県は「神城断層地震」とよぶ）のちょうど300年前、1714年4月28日（正徳四年三月十五日）夜21時ころ（戌亥刻）小谷村を中心にする地震が発生しました。大町組（大町以北の北安曇郡五十四カ村）地震とも言われます。理科年表では「死者56、全潰194、半潰141、善光寺でも被害」とあり、M（マグニチュード）は6<sup>1</sup>/<sub>4</sub>と推定されています(宇佐美,2003)。

都司(1993)は古文書資料調査により、山間部も含めた家屋や人的被害から詳細な震度分布を再現しました(図5-2-1-1)。これによると、震度6以上は青木湖より北に糸魚川静岡構造線上に並び、最大震度7は小谷村坪ノ沢、震度6強は白馬村堀之内と小谷村中小谷で示し、長野善光寺でも震度5強を示しています。大町市では美麻青具で震度6弱を示し、大町市街での記載はされていませんが、被害がなかったとすると震度4程度と推定されます。上田や伊那などの県内のほか江戸でも揺れを感じました。余震も翌日の10時くらいまでに33回もあり(小谷村誌1993a)、松代でも1時間くらいに4度揺れたとのことです(大平,1986)。

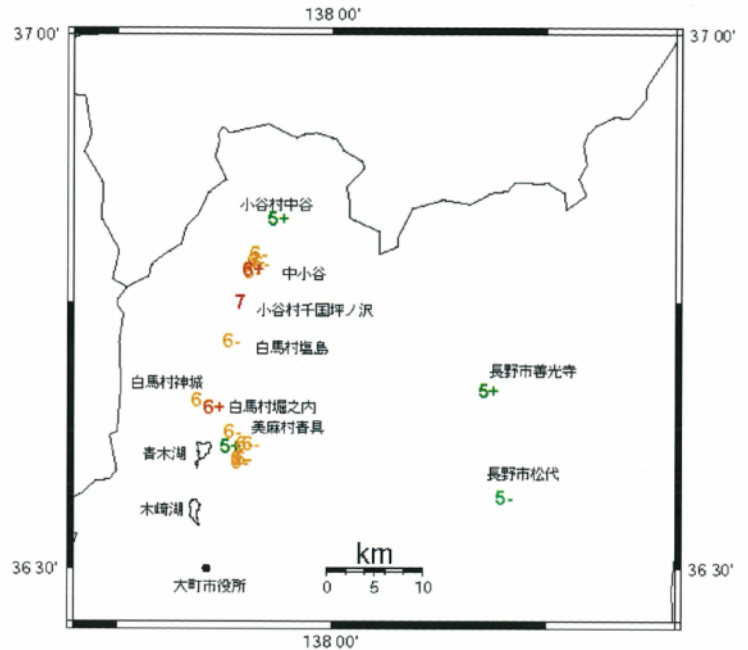


図5-2-1 正徳4年(1714)小谷地震の詳細震度分布  
(地震調査研究推進本部, 2005)

### 5-2-2 地震の被害

地震の被害については、庄屋からの報告として書かれた控えなどが古文書として残っています。これらによると、現在のJR大糸線の姫川に沿った谷に被害が集中しています。其中最も大きな出来事は岩戸山が崩壊し、姫川をせき止め天然ダムが形成されたことです。この様子は、白馬村大出で見つかった古文書(内川氏文書)に詳細に記録されていますので、文書が掲載されている小谷村誌(1993a)から転記します。また、この天然ダムの形成について、資料を詳細に検討した鈴木ほか(2009,2013)、井上・鈴木(2011)がダムの規模を推定しています。

まず内川氏文書の原文は次のとおりです。

#### 覚

正徳四年甲午三月十五日の夜の戌亥刻に 大地震い 明けて十六日昼四ツ時まで三三度震い申候 然して何と信州の内大いに震い申候 四ヶ条(庄)村 小谷村まで皆々震い崩れ候て 何と人数五四人死に申候 家数三五捨軒つぶれ申候 牛馬数は知れず 同所坪の沢にて大山抜け 此の山高さ四二拾間 横幅百間の山崩れ申候 河表 河原ともに二五五間の所堤み申候 然して何と大堤みに罷成り 此堤坪の沢より塩島新田迄二里堤み申候 同月十八日の晩に此の堤払い申候 一里が間皆押ぬけ申候 同じく下へくだり土路崎(泥崎)と申す所 又堤み申候 此の堤はわずかにて候て払い申候 山々皆々われくずれ申候

午の五月二十三日

御奉行所

(白馬村内川氏文書)

次にその天然ダム形成についての鈴木ほか(2009)などの現代文要約は次のとおりです。

- ① 崩落土砂が姫川の河床付近に、二百五十五間(約460m)の堤を形成した。
- ② 崩落土砂が姫川を閉塞し、バックウォーターが二里(8km)先の塩島新田地区(白馬村)まで達するような湖沼が出現した。
- ③ 崩落を生じた山は高さ四百二十拾間(約760m)、横幅が百間(約180m)だった。
- ④ 堤は3日(26万秒)後の三月十八日(5月1日)晩に決壊し、一里(約4km)下流の泥崎地点で、新たに小規模な河道閉塞を生じたが、直ちに決壊した。

さらにこれらの記述をもとに、現地調査や写真判読によって、岩戸山崩落と塞き止め湖の湛水範囲を検証し、作成された図を示します(図5-2-2)。湛水面標高を650mとすると、河床標高が570mであるので、天然ダムの湛水高(H)は80mとなります。湛水面積(S)を1/2.5万地形図から求めると142万 $m^2$ であるので、湛水量( $V=1/3 \times HS$ )は3800万 $m^3$ となります。3日間(26万秒)で満水したので、姫川上流からの平均流入量は146 $m^3/s$ となります(井上・鈴木2011)。

なお、四ヶ庄とは、神城・北城・小谷・中土(現在の白馬村・小谷村)付近をいうようです。

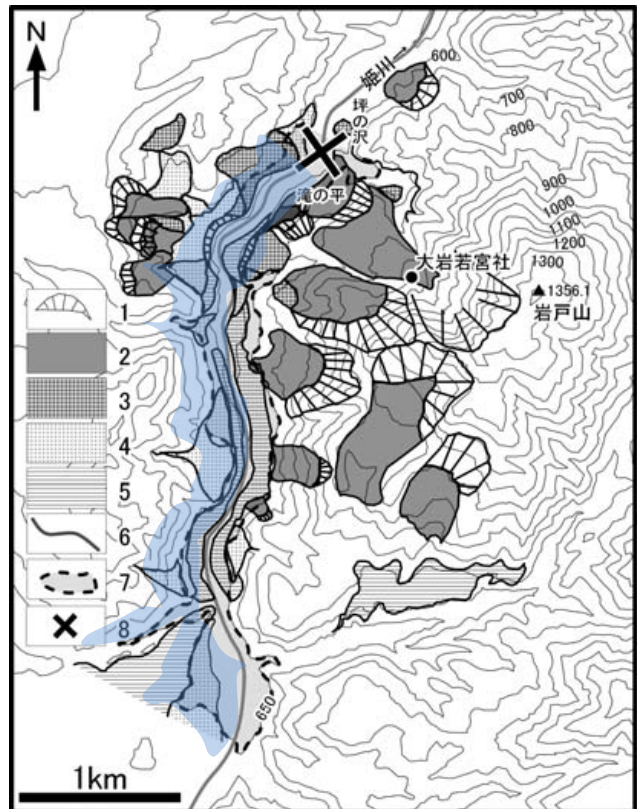
岩戸山の崩壊は対岸の川内集落から見ると大規模な地滑り地形があることがよくよくわかります。

岩戸山山麓の地質は、新第三紀鮮新統の砂岩、泥岩と安山岩質溶岩を主としています。下位の地層は砂岩および円磨度の良い礫岩を含んだ細貝層であり、一部に珪長質凝灰岩が挟まります。上位の地層は安山岩質の岩戸層であり、凝灰角礫岩と火山礫岩を含みます。

岩戸山の崩壊地形内部は巨大な転石が多く、山体巨大崩壊の跡であることがよくわかります。そしてJR大糸線白馬大池駅北側の姫川河床には写真(図5-2-3)のように巨大な転石がいくつか見られます。

中土村誌には「千国村で山崩れあり(岩戸山崩壊)、人家田畑没し、死者30人、牛馬8疋、家9戸潰れる。また堀之内では家48戸潰れ、死者14人、牛馬36疋死亡」とあります。

また、小谷村誌(1993a)には、庄屋より大庄屋へ報告した控えとして、「潰家が中谷村



1: 滑落崖 2: 崩壊堆積物 3: 山腹緩斜面 4: 扇状地  
5: 河成段丘面 6: 河川 7: 推定最大湖面高度である標高650mの面 8: 天然ダムの推定位置  
(使用空中写真: シロウマダケ山-657(キタアヅミ)1973.8.13ナガノケン、C6-12.13. 等高線は100mごと)

図5-2-2 岩戸山周辺の地すべり地形学図  
(井上・鈴木, 2011)



図5-2-3 現在も姫川河床に見られる巨石  
手前が上流、右側が岩戸山方向

雨中 2 軒、来馬村雨中 4 軒、来馬村宮本 4 軒、土谷村下り瀬 6 軒、土谷村吉(虫)尾 3 軒の合計 18 軒、ダム決壊により多くは流出」とあります。

江戸幕府日記および長野市史によると、松代領でも潰家 48 軒、半潰 127 軒、寺社潰 3、田畑損 420 石余、道路破損 38 ヶ所に上がり、被害の広がりが見えます。善光寺においても本堂が破損し、二天東西の石垣が悉く崩れ、石塔がほとんど転倒したとあります。

### 5-2-3 本地震の特性

正徳 4 年(1714 年)小谷地震の特徴として、先にも述べたように、次のように整理されます。

- ① 震度 6 以上の家屋倒壊が姫川の糸静線上に並んでいること
- ② 巨大山体崩壊が発生し、天然ダムが形成、湛水、決壊による被害
- ③ 中小谷、千国、堀之内で被害が大きいこと
- ④ 青木湖から南には被害記録がなく、東の美麻や松代領に被害が多いこと
- ⑤ 善光寺でやや大きな被害記録があること

以上は、2014 年長野県北西部の地震の被害と非常に類似しています。特に堀之内で被害が大きかったことと、善光寺まで被害が及んだことは全く共通であります。地震の震央は特定されていなくても、岩戸山付近とすると震源も非常に近いこととなります。

本地震のような M6.0~6.5 程度の地震においてもきわめて甚大な被害が生じ、場所によっては震度 7 を記録しています。しかもきわめて近い震源で 300 年後に繰り返して発生しています。その間に、ほかを震源とする地震でも被害を生じています。

大町市においても、長野県北部の地殻の歪集中地域であるため、短い周期で発生する M6.5 程度の地震にも注意を払う必要があることを物語っていると思われまます。

## 5-3 1847 年善光寺地震

### 5-3-1 善光寺地震とは

善光寺地震は弘化 4 年(1847 年)、現在の長野市浅川上流部を震源に発生しました。内陸直下型の大地震であり、広範な地域に被害を発生させましたが、特に 6 年に 1 度とされる善光寺ご開帳の時期と重なったため、全国からの参拝者などにも多大な被害が及び、地震名称の由来となりました。

この地震被害の特徴は、地震動による家屋の倒壊などの直接的な被害に加え、火災・土砂災害など二次災害の発生があげられます。特に地すべり・土砂崩れの多発と河川の塞き止めとその決壊による洪水や土石流の発生などの災害が顕著でした。

善光寺地震の概要は次の通りです。

- ・ 発生日時；弘化四丁未年三月二十四日夜四ツ時(旧暦)(新暦 1847 年 5 月 8 日午後 10 時頃)
- ・ 規模；推定 M7.4 最大推定震度は 7
- ・ 震央；長野市浅川付近
- ・ 震度分布は 図 5-3-1 参照
- ・ 被害；死者 8,000~12,000 人、家屋全半壊・全壊 18,000 軒、焼失 3,300 軒。

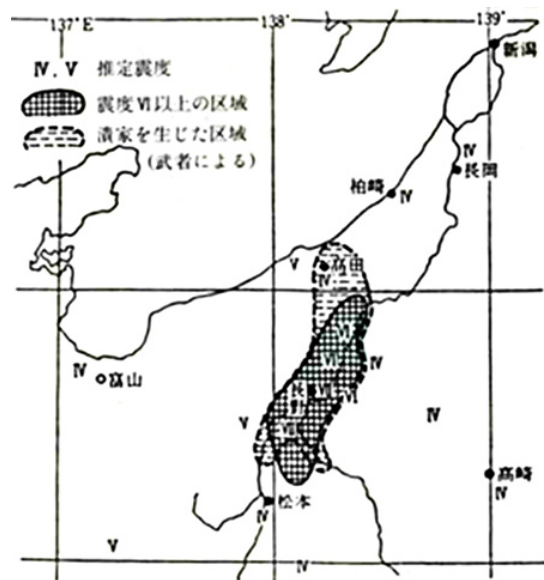


図 5-3-1 善光寺地震の震度分布(宇佐美, 1975)

- ・山崩れ；凡そ4万4千箇所。
- ・余震；4月24日までの1ヶ月で924回。回数のピークは3月27～29日。

地震史料のなかで、現在も地震研究に有効な資料が、地震被害などを描写した絵図です。

絵図は、藩から幕府への伝達に使用されたものや、地域の記録などまで多種多様に発刊されています。さらに、絵図や瓦版が全国に頒布されるなど、災害情報が広く伝わっており、善光寺地震は災害情報の伝達の面でも多くの教訓、課題を残している地震です。

### 5-3-2 地震による山崩れとせき止め

善光寺地震では長野市から松本市、大町市にかけての西山山地で地すべり、山崩れが多発しました。

松代藩などの資料では次のとおりです。

- ・山抜崩大小 41,051箇所  
内訳 地震之節 40,979箇所  
洪水之節 72箇所
- ・土砂崩壊による河川のせき止め箇所は次の記録が残されています。

松代領 51箇所

松本領 41箇所 計 92箇所

地すべり・崩壊の形態は様々で

すが、非常に多くの土砂崩壊が発生し、その一部では地すべり土塊が河川をせき止めました。そしてせき止めの決壊により下流では洪水、土石流などの災害が起きています。

図5-3-2は、松代藩絵師青木雪卿が地震3年後の嘉永3年と翌年にかけて描いた67点の彩色された写生図の一枚です。長野市中条の虫倉山の崩壊を北側の太田から描いた絵図ですが、今回(2014年)の地震においても虫倉山山頂が崩壊しています。



図 5-3-2 青木雪卿「伊折村大田組震災山崩跡之図」  
(真田宝物館所蔵) ※虫倉山の崩壊が描かれている

### 5-3-3 北安曇地方の被害（大町市以南地域）

善光寺地震では白馬村、大町市、安曇野市や松本市東部などでも多くの被害記録が残されています。

この地域は当時松本藩の領地であったため、被害は主に松本藩や各地の庄屋などによりまとめられました。

#### a) 池田町などの被害

松本藩の所領の「池田組」は、現在の池田町、明科、生坂村にわたり、隣接の旧八坂村(現大町市)などをふくめた地震による家屋被害は表5-3-1のとおりです。

表 5-3-1 善光寺地震による家屋被害  
(池田組、旧八坂村) 作成 山浦

所属	地域	主な村	全壊	半壊	合計	現在市町村	
池田組	山間部	上押野	7	5	12	安曇野市	明科
		嶺方	14	21	35	池田町	陸郷他
		宇留賀	20	22	42	池田町	広津
		大日向	12	15	27	池田町	広津
		北山	44	56	100	池田町	広津
大町組	平地部	渋田見他	18	42	60	池田町	会染
		舟場村他	75	140	215	大町市	八坂
麻績組		麻績村	4	7	11	麻績村他	
		計	194	308	502		

この地域は、犀川、高瀬川沿いの低平地で、松本盆地の一角を占める。またその西側に連なる山地の範囲も広いと、山地では長野市側の西部山地と同様に土砂崩壊が多発しました。

表 5-3-1 においても、池田組や大町組八坂に被害が多く発生していることがわかります。

この地域の地震災害の内容と場所などを特定するに有効な資料として、松代藩が作成した「信州地震大絵図」（真田宝物館所蔵）や「池田組地震大絵図」（池田町山崎家所蔵など）があげられます。

これらの絵図には次の土砂災害が描かれています。

- ・生坂村袖山地区の地すべり（この地すべりは袖沢川をせき止めている）
- ・袖山に隣接する「宮の平」や「大倉」などの地区の「抜崩地割」
- ・日岐大城（生坂村）などから落石災害
- ・旧八坂村の犀川沿いのなど山地での落石や表層崩壊の発生など

なお、旧八坂村から生坂村にかけては、長野市涌池の虚空蔵山が崩壊し、犀川をせき止めてできたせき止め湖による浸水の様子が描かれています。

#### b) 低平地での液状化災害等

池田町の「北郷では大地が割れた。人々の家屋敷のゆり割れより泥が吹き出て水は小堰きのように所々より流れる。・・・一番の割れは幅五、六寸(15~18cm)、深さを突き立てみたら、一、二尺(30~60cm)もあった。」（諸岡家文書 池田町誌）、「そのひび割れは金比羅様の下荻原道に大割れが二筋、城山の牛首に二筋。田の方には冷え水も震え出る。」（山崎（智）家文書 池田町誌）などの記録があります。

以上の記録をもって断定することはできませんが、北郷や中郷などはほとんど平坦地であり、記述が指す現象は液状化現象と推定されます。また、花見地区にも同様に記述があること、池田組地震大絵図には明科押野地域の高瀬川沿いの平地に亀裂が描かれており、広範囲に液状化現象が発生したことは間違いないでしょう。

明科上押野では、「おしき沢」で地震と同時に地すべりが発生した様子が池田組大絵図にあります。被害は、全壊 7 軒、半壊 4 軒など。

地すべりの箇所は、平地と僅かな比高をもつ小規模な崖の上が崩壊し、現在の県道付近まで押し出されたと考えられます。被害の記述には「泥に埋まった」、「泥土は膝を没する深さ」（続信濃池田町史話）「地割れ泥わき出なかれ場処通りかかり見るに」（丸山家文書）などの記録を考慮すると、地震動により地下水の影響で崖崩れ性の崩

表 5-3-2 善光寺地震による大町組（旧大町市以北）の被害（作成：山浦）

所領	旧村名	倒壊	半壊	現在市町村
大町組	宮本	11	7	大町市社
	山ノ寺	1	1	
	木舟		2	全壊
	館之内		2	14
	常光寺		5	半壊
	曾根原		3	24
	丹生子	2	3	
	開田		1	
	松崎			
大町組	大町		13	大町市
大町組	野口			大町市平
	借馬		9	
	青木		2	全壊
	森		4	18
	稲尾	6	2	半壊
	海之口			21
	加藤新田	10	3	
	中綱	2	1	
	大町組	大塩	16	23
新行新田		17	10	
青具		38	64	全壊
千見		32	33	149
切明新田			6	半壊
高地		16	15	181
二重		30	30	
大町組	佐野	3	3	白馬村
	飯田	1		
	沢渡	7	14	全壊
	堀之内	26	11	45
	大出新田	1		半壊
	塩島		23	61
	塩島新田	1	4	
	野平新田			
	峰方新田	5	6	
	蕨平	1		
深沢空峠				
大町組	石坂	12	2	小谷村
	千国	9	26	全壊
	土谷		15	23
	中谷	2	14	半壊
	来馬		9	66

現在町村は位置関係をわかりやすくするため旧村単位とした。（出典 大町市史）



壊が起きたとも考えられます。

#### 5-3-4 北安曇地方の被害（大町市以北）

小谷村、白馬村、旧美麻村を含む大町市などでも、多くの被害が発生しています。

##### a) 村ごとの被害の状況

松本藩の領地で「大町組」に属していた村ごとの家屋被害の状況は、表 5-3-2 のとおりです。このことから次の点がまとめられます。

- ・山地の多い旧美麻村の家屋被害は、旧八坂村を上回る。また東に隣接する小川村の家屋被害と同規模であり、この地域で被害が減少しているとの傾向は見られない。
- ・小谷村の被害は姫川沿いや東側の村に多い。土谷村では山崩れ 5 箇所、地割 16 箇所、田畑いたみなどの変状記録があり、被害は小さくない。
- ・白馬村では、東側に位置する堀之内、塩島など小谷村でも千国、土谷、中谷など東側の地域に家屋の被害が多く見られる。
- ・大町から白馬にむかっての稲尾、加蔵などの「神城断層」沿いの地域に被害が発生している。
- ・中綱湖の出口にあたる海ノ口村では山が崩れ、せき止めが起きている。これにより湖の水位が上昇し、浸水被害(4 軒)が発生している。
- ・大町では高瀬川を境に被害は東側に集中し、西側ではほとんどない（大町市史）。

以上のように善光寺地震により各地で家屋被害だけでなく、地盤災害がみられました。

##### b) 注目される現象

大町組庄屋の「栗林家文書」などには、善光寺地震の際の変状として、次のような注目される記述が残されています。

##### \* 栗林家文書

「此度地震ニ付南山中北山中四ヶ条山方小谷右村々田畑荒候義夥 敷変地之場所も有之様子 且又大町借馬木崎森稲尾海之口辺 田方地形等くるい候場所も有之様子

別而 借馬村田方多分くるいも有之候 由以先此段御届申上候 . . . . .

四月朔日

西沢九之丞  
栗林七郎兵衛

##### \* 下川家文書（白馬村）

「大町組飯田村地震ニ付潰家書帳

庄屋 下河新六

三月廿六日

与頭 六右衛門控へ

##### 一 地割 拾ヶ所

此間数 式百五拾間より百拾式間迄

但し幅 式尺より式寸迄

これら記述をもとに、この地域で起きた現象の説明を試みたのが図 5-3-3、図 5-3-4 です。あくまで推定図ですが、集落の分布の影響もありますが、南北に被害地域が連なっています。

また大町から白馬にかけての地形のくるいは、地表変位現象が連続的に起きたと推測され、「地表地震断層」の可能性を指摘できます。

弘化4年(1847年)善光寺地震における  
大町・白馬・小谷地域の村ごとの被害



図 5-3-3 大町・白馬方面の家屋被害推定分布図 (栗林家文書より作成 山浦)

弘化4年(1847年)善光寺地震における  
大町から白馬方面の地盤変状の発生位置



図 5-3-4 栗林家文書等に記述された地盤現象の位置等推定図 (作成 山浦)

### 5-3-5 まとめ

図-5-3-5(宇佐美,1975)は、古絵図などからまとめられた被害分析図ですが、大町北安曇地域の被害が描かれていません。しかし本論で整理したように大町北安曇地方では、旧美麻村や白馬村、小谷村の東部などに大きな被害が発生しています。

これらの地域での全壊半壊の割合は5、6割に及ぶとの指摘や旧美麻村などは、震央から30km近く離れているにも関わらず、震度6以上の揺れがあったとの指摘(1847善光寺地震報告書)があり、善光寺地震は大町北安曇地方にとっても大きな影響があった地震といえます。

すなわち、善光寺地震は長野盆地西縁断層帯沿いの活断層による地震とされていますが、地震による強い震動を起こしたとみられる地域の西縁が糸魚川静岡構造線沿いまで及んでいる事実をふまえると、地震断層の活動範囲、地震による揺れが強く起きる範囲などについて未解明な点があり、今後の研究により解明がされ、大町北安曇地域の防災対策に反映されることが重要だと考えます。

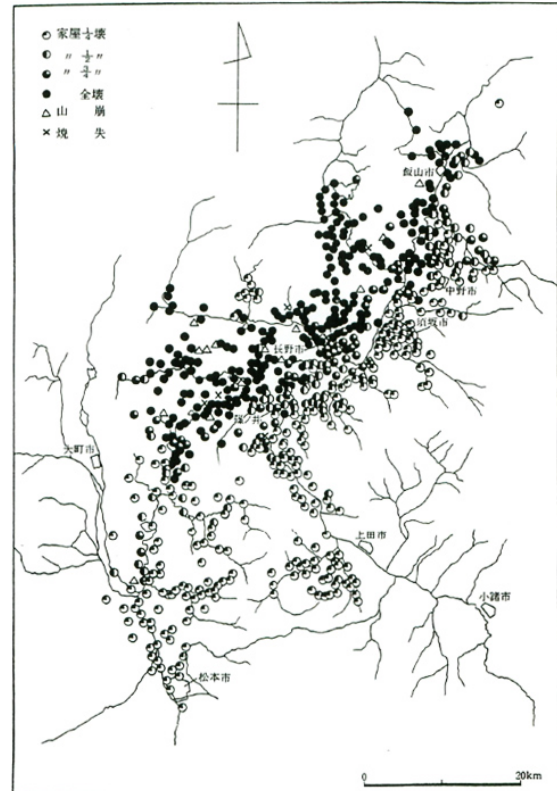


図 5-3-5 古絵図による被害分布図 (宇佐美, 1975)

## 5-4 1858年安政大町地震

### 5-4-1 地震の概要

西暦1858年4月23日(安政5年3月10日)午前10時頃、大町市美麻と小川村の境付近を震央とするM5.7の地震(理科年表)が発生しました。防災科学技術センター(1987)は、後述する松代藩の記録(震災予防調査会, 1913)を基に、震央を長野市松代付近としています。古文書の被害記録や研究資料は大町から白馬村、小谷村付近を対象としたものが圧倒的に多いようです。

大町市の栗林家文書など多数の被害資料を基に各地の震度を推定した研究(地震調査研究推進本部, 2005)によると、推定震度は、白馬村と美麻村で最大6強、大町で6弱、小谷村で5強、松代と上田で4、上諏訪で5強などとなっています(図5-4-1)。

また、大町市史(1986)によると、同日夕方と夜中から翌朝にかけて大きな余震があり、被害を大きくしたとの記録があります。

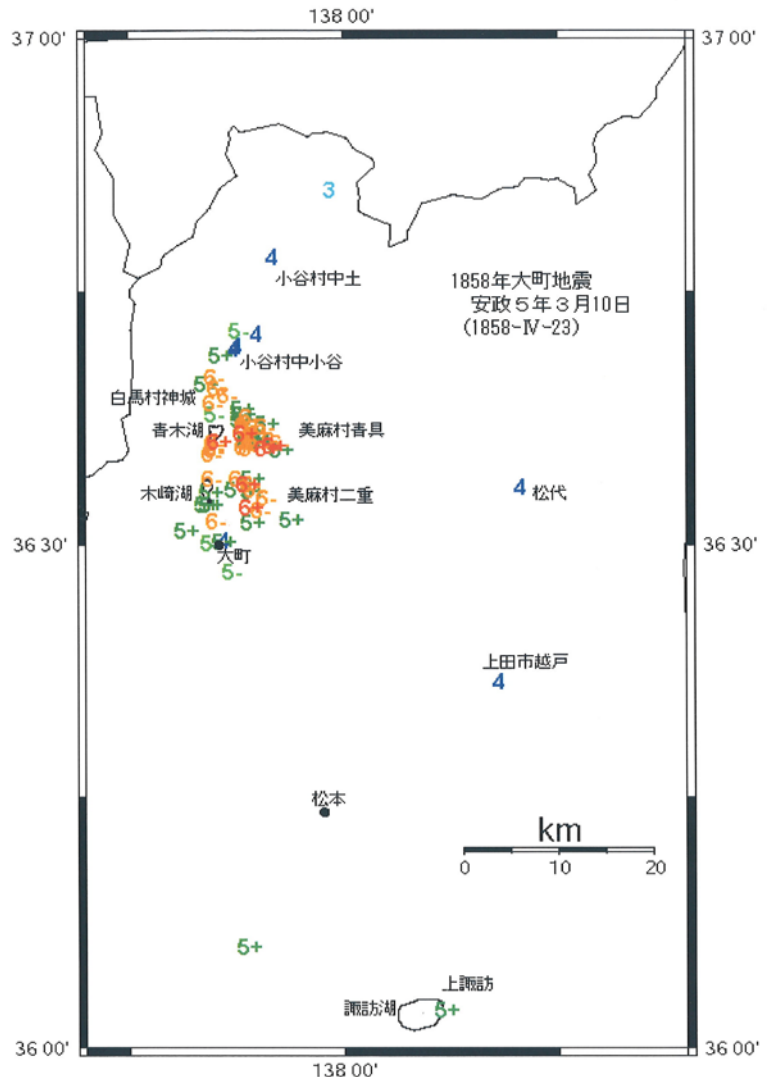


図5-4-1 安政5年大町の地震による各地の推定震度 (地震調査研究推進本部, 2005)

### 5-4-2 地震による被害

地震調査研究推進本部(2005)によると、被害箇所数は、古文書に記載されている地名から、大町市が18箇所、白馬村12箇所、小谷村1箇所、美麻村47箇所などとなっています。また大町組の(大町、白馬など)の被害状況は、全潰71軒、半壊266軒、痛損903軒、土蔵全半潰70、橋落14ヶ所、山崩れ160ヶ所、川突留14箇所などとまとめられており、大きな被害であったことがわかります。(大町市史)。

大町市の主な被害状況とその分布を図5-4-2に示しました。図5-4-2は、地震調査研究推進本部(2005)における栗林忠夫家文書に基づくものですが、小林静人文書には、二重村全体の被害について「本潰5・半潰28・宮半潰5・拝殿半潰2・堂半潰5・土蔵本潰3・土蔵半潰11・山崩56・道路損壊20カ所余・用水欠落18・地割倒木多数」、新行については「半潰5・宮半潰2・拝殿半壊1・土蔵半壊5・山崩17・道路損11カ所余・用水欠落7・地割倒木多数」の記載があり、この2村の被害が顕著です。また、稲尾村では、「往来道52間にわたり、15cm~30cm沈下・12cmの横ずれ」、青木村では「谷所築場往還30間、日影往還13間など 合計約120間ほどの地割れ」が記録されている点が注目されます。

白馬村では、堀之内で本潰3・かしぎ家8のもっとも甚大な被害を受けました。

さらに、長野市松代でも「午前8時頃、信濃国松代において地震あり。城内には別条無かりしが、城下半潰れもしくは大破となれる家あり。領内諸村落に家屋の全潰、半潰、負傷者あり、山中筋には山崩れを生じたり」(大森,1913)とあり、震央から東に30kmあまり離れた長野盆地まで被害が及んだことが判りました。

### 5-4-3 被害の分布と震源断層

この地震被害の分布には次のような特徴があります。

- ・地震被害は糸静線の東側に位置する白馬村堀之内地区など、大町市美麻青具や二重、千見などの山間地に集中している。
- ・大町から白馬方面にかけて神城断層沿いの被害も目立つ。
- ・木崎湖から青木湖にかけて、地表変位が連続的に発生している。
- ・長野盆地方面で平地被害や土砂崩れなどが発生している。

震源断層について、地震調査研究推進本部(2005)は、「糸静断層帯に沿って震度の大きな集落が配置していることから、糸静断層帯を構成する断層の一つが滑った事による地震であることは間違いない」としています。

安政大町地震は、2014年長野県北西部の地震の近くで発生しており、被害の形態や被害地域の多くが類似している点が注目されます。とりわけ堀之内や美麻などの山間部に甚大な被害が出たこと、長野盆地にも被害が発生していることなどから、糸静断層帯の活動だけでなく、小谷中山断層や長野盆地西縁断層帯などとの関わりについて再評価されるべき地震であると考えます。



図5-4-2 安政5年大町の地震による大町市などの被害  
地震調査研究推進本部(2005)を元に作成。

地図は、1/5万「池田」「大町」(大日本帝国陸地測量部、大正4年)を用いた。

## 5-5 1918年大正大町地震

大正大町地震は、大町市街地に隣接した震源の地震で、今から98年前の出来事であるため、資料や報告などの文献や写真記録も多く、さらに古老等の伝承も比較的新鮮であります。大正大町地震にはほかの地震とはやや異なった次のような大きな特徴があります。

- ①未明と夕方、同日に2回の大きな地震が発生した。2回目のほうが大きく、被害も2回目が多く発生した。余震が連続し、住民はもっと大きな地震が来るのではないかという懸念もあり、家に入ることができず、1週間もの間、屋外に簡単な小屋掛けをして避難を続けたとのこと。
- ②地震の揺れは激震とあるが、死者はなく、半壊家屋は多いが全壊家屋は少ない。倉庫や土蔵の土壁がほとんど落ち、「土蔵壁の地震」とも言われています。
- ③この地震は糸魚川静岡構造線沿いの地震において、我が国で初めて科学的データがそろっていたため、現在においても地震予知や防災対策の上で貴重な資料となり、多くの地震研究者にとって注目されている地震となっています。

### 5-5-1 地震の概要

大正7年(1918年)11月11日の2時58分と16時03分に大町市付近で1日に2回発生した双子地震を合わせて大正大町地震といいます。余震が多く、翌年の1月まで揺れが続きました。

1回目はM(マグニチュード)6.1(宇佐美,2003)で、大森(1919a, 1921)の報告によると、この時の震源は松崎の東南方1km付近で、激震域は大町を中心にその北東及び南東にかけて径約4kmの比較的狭い区域に限って強く、損害も多かったが、常盤地区では軽かったようです。

第2回目はM6.5(宇佐美, 2003)で1回目より大きく、大森(1919a)によると、震央は定まらず軸線上としたが、その主点は常盤村清水の大崎地区としています。

有感区域は第1回目のものは東北より南西方向に拡がり、新潟市から名古屋付近に達し、第2回目は四方に伝播して東は東京、西は琵琶湖まで達しています(図5-5-1)。

いずれの地震も「激震」と記載(大森,1919a)され、当時の震度階からは強震(現在の震度階で震度5)と考えられますが、被害状況から最大震度は6弱に達していたのではないかと思います。

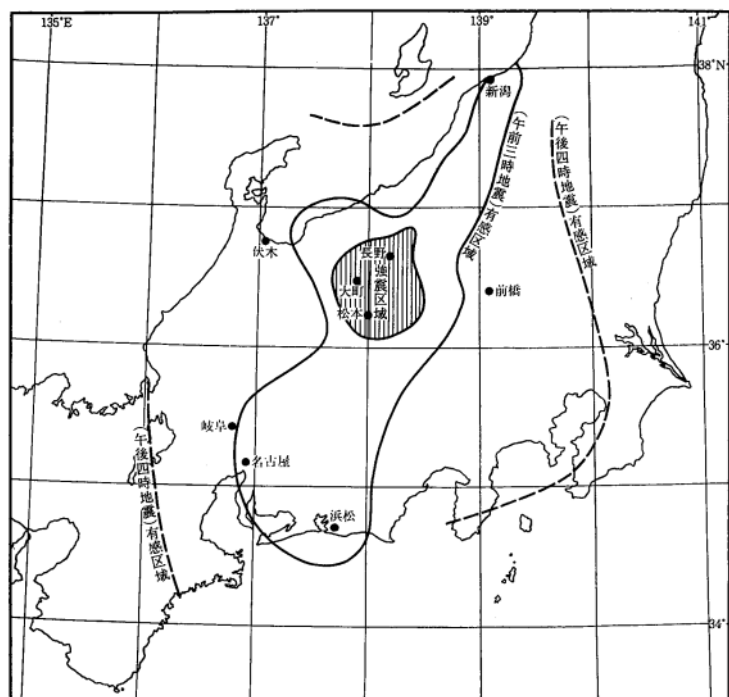


図 5-5-1 大正大町激震振動区域図 (大森, 1919b)

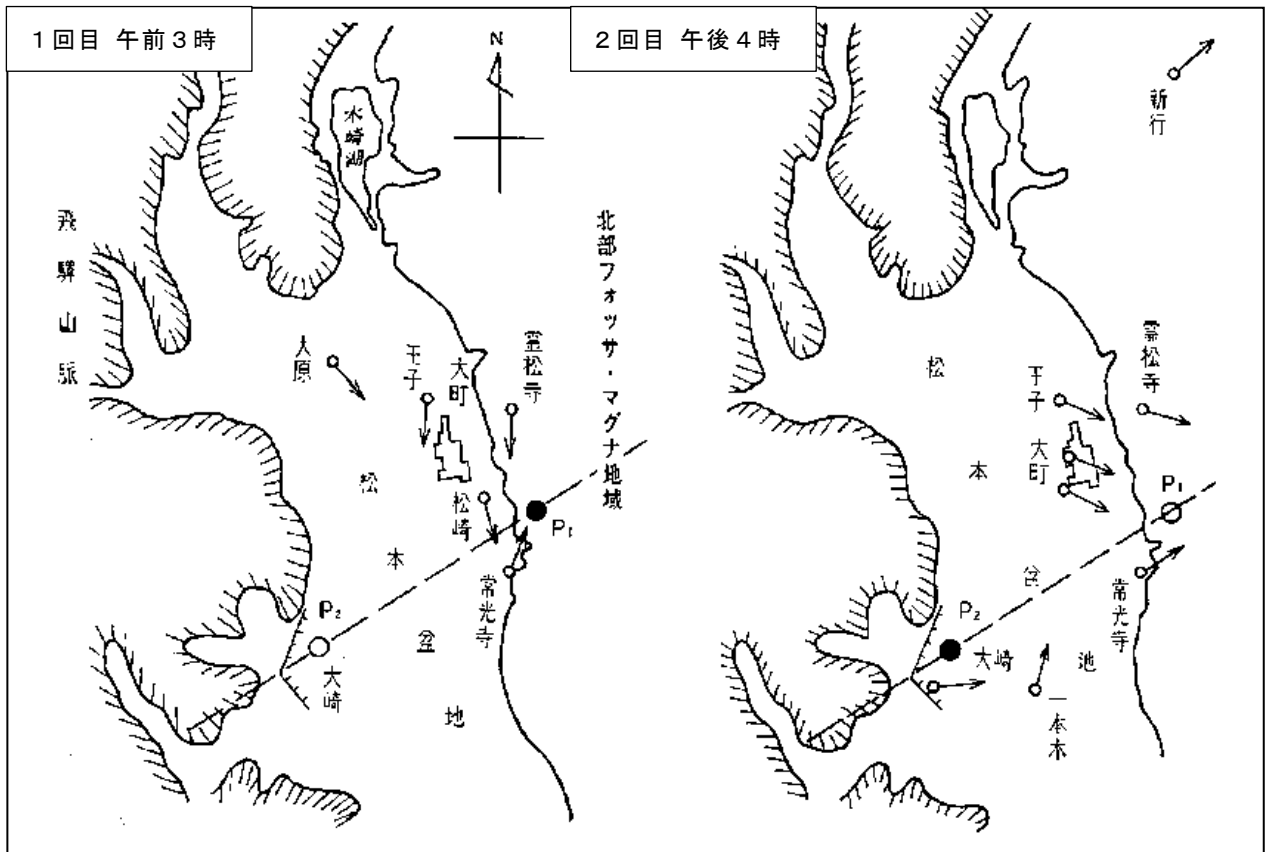


図 5-5-2 大町地震両回の震源と振動の方向 (大町市史, 1984, 大森, 1919a)  
 $P_1$ は1回目の激震の震源、破線は2回目の激震の震央軸(震源を線でとらえた)で、 $P_2$ はその中点、矢印は振動の方向を示す。ハッチ( $P_2$ の西)は地烈線とその低下方向。

### 5-5-2 地震の震央と振動の方向

大森(1919a)は図 5-5-2 のように1回目と2回目の震央と、振動の方向をそれぞれ示しています。震源は東京、長野での観測記録および現地の振動の方向や被害状況等から推定しています。振動の方向を決めるにあたっては、一回目は物体の転倒の方向、2回目は物体の移動および転倒の方向などに注目しています。例として、<sup>れいしょうじ</sup>霊松寺および<sup>じょうこうじ</sup>常光寺の山下神社などにおいての石燈籠等の転倒は1回目の地震によるが、台石、山門等の移動は2回目の地震による。また、常盤村における崩壊や転倒はすべて2回目の地震としています。

### 5-5-3 前震と余震

大森(1919a)によると常盤村では10日夕食後に微震を感じ、同夜10時ころにも微震を感じた者がいました。また、<sup>おうじ</sup>王子神社付近においても10日夜10時ころ、西西南方向に「雪降(ゆきおろし)」のような「ドーン」という音響が数回聞こえました。さらに、<sup>くるみはら</sup>来見原・<sup>いやり</sup>居谷里においても同日午後4時ころより西北方向に「ドーン」と雪降音響が聞こえました。坪井(1922)も10日午後8時ころ3回の弱震があったとしています。そして翌11日午前2時58分に第1回目の地震が発生し、13.1時間後にさらに大きな第2回目が発生しました。

余震については大森(1921)により長野測候所微動計と大町警察署有感記録が示されています。長野の微動計観測では11日には190回、12日に69回、13日50回と徐々に減少して、17日以降は10回以内と急激に少なくなっています。震源地の大町ではその数倍の余震回数を感じられ、翌年の1月まで続いたとのことでした。

#### 5-5-4 地震の被害

被害は主として大町およびその周辺の常盤、社、平、八坂、美麻の1町5カ村に集中し、中でも大町、常盤、平、社の被害が特に多くなっています。

大森(1919b)によると、建物に損害を与え、地面の亀裂や斜面崩壊等の発生した主な区域は、北は木崎湖中部から青具に至り、東は犀川、南は常盤村、池田町から東南方向の陸郷村に及んでいます。南北方向は最大25km、東西は犀川以西15km以上としています。しかし、振動区域図(図5-5-1)でもわかるように、強震区域は長野市方面まで広がっています。上水内郡水内村では屋根瓦、壁土が落ちてガラス戸が外れたり、小倉地籍においては原野に幅5cm、長さ5m余りの亀裂が生じています。日里村大字御山里においては間口2間奥行4間の2階建て土蔵が全壊し、更級郡大岡村では2回目の地震で、崖から岩石崩落がありました。建物に被害はありませんでした。被害の多かった北安曇郡役所の調査では、郡内2町10カ全体で負傷者5名、地震被害額は47万1848円に達しました(表5-5-1)。

表 5-5-1 震災被害調査表 北安曇郡役所 (大町市史, 1985 より一部修正)

被災項目	単位	地震被害のあった町村(当時)												損害合計	
		大町	社村	常盤村	平村	美麻村	八坂村	松川村	池田町	会染村	七貴村	陸郷村	広津村	件数等	金額(円)
居宅	全潰		4	1			1							6	2,750
	半潰	241	16	28	3	4	9			2	1	1	305	34,853	
	破損	867	270	585	309	68	67		7	3		370	2,547	85,494	
土蔵	全潰	3	1				2						6	5,500	
	半潰	320	11	9		1	8				4	1	358	111,484	
	破損	53	146	240	92	37	22	13	32	14		52	2	703	58,969
付属建物	全潰	3	6										10	929	
	半潰	176	23				14						213	14,027	
	破損	143	170	227	96		27		6			330	999	13,167	
石垣石積被害	ヶ所	228	57	3	2	2	36					2	334	7,924	
道路	崩壊	152	1,037	50		20	188						60	1,507	3,981
	亀裂	150	205	70	25		38							488	897
山野崩壊	坪数		1,762		5,400		4,500							11,662	3,836
田畑崩壊	坪数	600	90	11,400		4,500	600				1,650			18,840	3,902
家財道具の損害	円	11,191	2,470	18,921	185	160	726	120	150			100			34,023
河川其他決壊亀裂	間数	2,566	570		8		200							3,344	9,459
橋梁	墜落	7					2	2						11	357
	破損	13	7											20	611
官公署学校等	棟	57	3	5	3	2	3			1	1	5		80	28,770
神社仏閣堂宇	棟	27	15	6	4	4	3	2			1	3		65	18,017
商品の損害	円	9,660	280	1,200	120		50	500	50		105				11,965
その他の損害	円	11,683	4,600	1,900	160		2,200	390							20,933
負傷者	人			1		2	1			1				5	
損害額	円	253,631	57,482	80,007	42,739	6,117	18,559	1,728	4,630	160	925	3,580	2,290		471,848

#### 5-5-5 地震による地盤の亀裂低落(「床違い」)

大森(1919a)によると、断層に類した床違い現象が常盤村大崎において発生しました。床違いの亀裂は桑畑や宅地を横切って、北30°東～南30°西の方向に大崎から「ブタイ」まで約750mにも達しました。亀裂線は細微で幅6cm以下、4～5mの間に数本並行することもありました。全体としてほぼ一直線状になり、常に東南東側が低下し、最大落差は15cm(坪井(1922)は2寸とある)に達しました。北東の長畑に発生した崩れも同一とすれば、約110mの延長になります。また反対方向の南西側約2kmにある山之神付近において、2カ所で小崩壊(山腹と川岸)

が発生しているが、床違いの亀裂の続きか否かは不明であります。また坪井(1922)は、この亀裂を寺海戸(の)断層と呼び、第2回目の地震で地表に現れたとしています。

図 5-5-3 は亀裂の延長である長畑の崩れの山体から落下した巨石と言われ、山際にあったものが道路工事のために現在地へ移設されたとのことであります。

また、同村清水の清水寺から南にも水田を横切る亀裂が表れました。幅はわずか 3cm で北 73°西から南 73°東に向かい、延長約 450m、北北東側が 4~5cm の低下を示しています(位置は図 5-5-2 に記載)。



図 5-5-3 地震で落下した長畑の巨石  
(川上紀源氏宅)  
碑には 大正 7 年 11 月 11 日午後 4 時  
大町西部地震 下方山震源地  
平成 5 年 5 月吉日 菅沢恒雄建

### 5-5-6 地盤変動

地震の後、大森(1922a)は松本から糸魚川間 111.7km の 1 等水準点 56 点の高さを測量しています。この区間の最初的水準測量は、明治 24 年から明治 26 年に行われており、大森はこの値との変化を地震による地盤変化として、図 5-5-4 に示す測定点毎の地盤変位としてまとめています。

その結果によれば、松本を不動と仮定した水準点変化は、水準点 2890~2893 号間に大きな地盤上昇が認められ、最大 20cm に近い隆起があったこととなります。

大森は、地盤変動結果について、地震被害なども考慮して、図 5-5-4 に加筆したような隆起帯を想定していますが、国道沿いの水準点以外に具体的な隆起量は確認されていません。

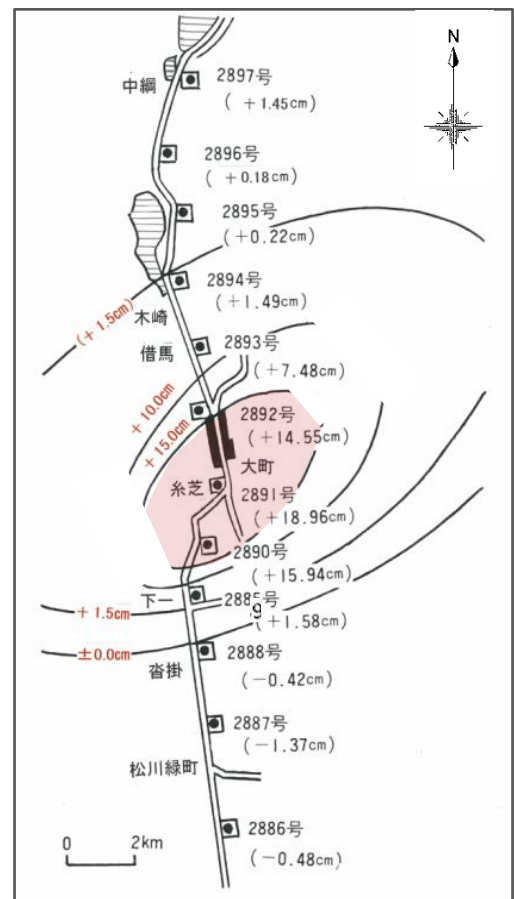


図 5-5-4 大町付近の地盤の上下変位  
(大森, 1921、大町市史, 1984 を修正)



## 5-6 1986年長野県北部の地震

### 5-6-1 地震の概要

1986年12月30日9時38分、長野市の西方を震央とするM5.9の地震が発生しました。震央は、長野県北西部の土尻川沿いで、北安曇郡美麻村(現大町市)と上水内郡小川村の村界付近とされています。

この地域では微少地震が頻発し、1986年6月ごろから同年12月にかけて群発地震が発生していた記録があります。

気象庁による各地の震度は、長野で震度4、松本・諏訪・軽井沢で震度3など、関東地方一帯でゆれが観測されています(図5-6-1)。

この地震による被害は長野県北西部一帯におよび住家の一部破損、水道関係、教育施設、その他の公共施設の被害など合わせて4700万円余(長野県務部消防防災課, 1987)とされていますが、当時の市町村毎には表5-6-1にまとめられます。

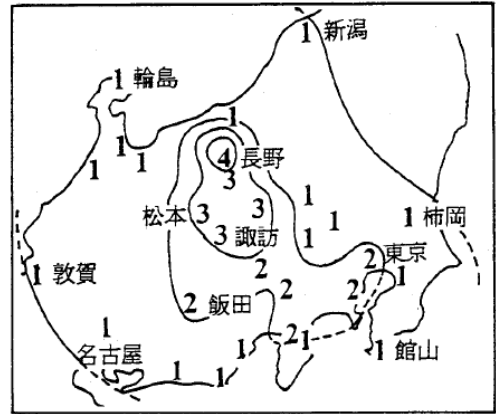


図 5-6-1 1986年長野県北部地震における震度分布(気象庁)

表 5-6-1 1986年長野県北部地震における市町村別・種類別被害(仁科, 1991)

	信州新町	長野市	中条村	小川村	美麻村	白馬村	大町市	八坂村
地割れ・ひび	21	3	3	2	3	1		2
埋設物破損	9	2	2	1	2			
石造物転倒	27	5	18	6	14	4		2
屋根瓦崩落	99	42	4	1			1	
壁・タイル破損	121	41	23	21	12	13	2	
塀・煙突等破損	16						1	
家具・商品落下	13	1	3	3	2	9		

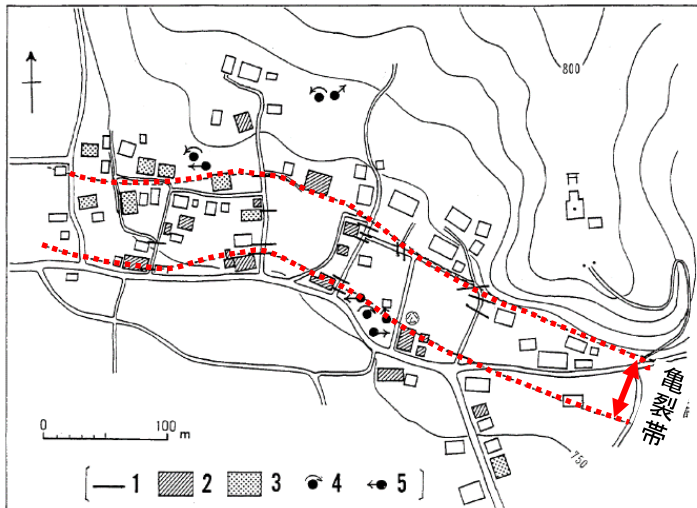
### 5-6-2 地震による被害発生地域

仁科(1991)によると、この地震による被害は、次のようにまとめられています。

- ・長野市の西方地域で、地質構造帯である大峰ブロックの南部に集中して分布する。
- ・被害は犀川、土尻川沿いなどの河川の河岸段丘面に、また、小川村、中条村など大峰面の浸食で形成された崩土の分布地域の家が被害を受けている。
- ・小谷村などでは中山断層ぞいにほとんど崩土の分布域の家屋に分布する。
- ・長野盆地では、長野市篠ノ井塩崎において屋根瓦の被害が集中した。

### 5-6-3 大町市、白馬村の被害

仁科(1991)によれば、地震による被害のうち、白馬村堀の内地区で、19本の路面の亀裂(幅5~12mm)、壁タイル・ガラスの破損、墓石の回転・転倒等の被害が集中して発生しています。特に土蔵壁の被害が多いと述べています。(図5-6-2)さらに注目すべき被害としては、亀裂帯をはさんだ両側で、墓石の回転方向が逆になっているという報告です。その要因について、堀内の地質構造は、糸静線と斜交するNW-SE方向の活断層(仁科ほか, 1985)の直上に位置する点を指摘しているのは興味深いことです。



第3図 白馬村堀之内における被害  
 1: 道路に生じた亀裂, 2: 壁・タイルの破損, 3: 家具の転倒落下等, 4: 墓石の回転とその方向,  
 5: 墓石の転倒とその方向。

図 5-6-2 白馬村堀之内地区の被害, 地盤変状  
 (仁科, 1991 に加筆)

いて、堀之内の地質構造は、糸静線と斜交するNW-SE方向の活断層(仁科ほか,1985)の直上に位置する点を指摘しているのは興味深いことです。

また、小谷-中山断層ぞいでは、

- ・大町市東方において断層の西側の地盤が強く揺れた
- ・八坂村三原、美麻村新行で道路亀裂の発生
- ・北方の美麻村北部、土尻川上流部と中山断層が交差する部分において、墓石の回転転倒、地割、壁の被害が集中
- ・中山断層と持京断層の分岐点の西方(美麻村池の平入り口)では、県道上に幅15cm、落差15cm以下の規模の亀裂群が発生

これらのうち、美麻村北部における震害は、現地を観察する限りNW-SE方向に配列する傾向が認められたと指摘しています。

この地震は最近発生した地震であり、歴史地震ではありませんが、地震の規模からあまり詳しく調査が行われていません。しかし、仁科等の調査研究によりまとめられた内容を見ると、2014年長野県北西部の地震の震源近くで発生しており、被害区域が重複し、堀之内など被害状況が類似しているため今後の歴史地震調査に際して注目すべき地震の1つといえます。

## 5-7 まとめ

### 5-7-1 大町北安曇地域の活断層について

糸魚川-静岡構造線は、本州の中央部を南北に縦断する大断層ですが、この構造線を境に東西で地質の年代や構造が大きく変化します。とくに、構造線より東側の地域は、2千万年前以降の大地溝帯とされる「フォッサマグナ」に堆積した新しい地層です。

- また、小谷-中山断層ぞいでは、
- ・大町市東方において断層の西側の地盤が強く揺れた
  - ・八坂村三原、美麻村新行で道路亀裂の発生
  - ・北方の美麻村北部、土尻川上流部と中山断層が交差する部分において、墓石の回転転倒、地割、壁の被害が集中
  - ・中山断層と持京断層の分岐点の西方(美麻村池の平入り口)では、県道上に幅15cm、落差15cm以下の規模の亀裂群が発生

さらに注目すべき被害としては、亀裂帯をはさんだ両側で、墓石の回転方向が逆になっているという報告です。その要因につ

この糸魚川－静岡構造線は沿いの活断層の活動については、兵庫県南部地震を機に組織された地震調査研究推進本部地震本部による調査により、神城盆地付近から甲府盆地西縁にいたる約 150km の区間について評価が行われ、通常糸魚川－静岡構造線活断層帯と呼ばれています。

またその区間を、松本から北側を「北部逆断層区間」、松本から山梨県境付近までを「左横ずれ区間」、それより南を「南部逆断層区間」として区分し、調査や研究が行われています。

大町市が位置する北部逆断層区間で推定される主要な活断層は、大町市を境に北側が「神城断層」、南側が「松本盆地東縁断層」と呼ばれています。

この断層帯では、各地で過去の地震活動を調査するトレンチ掘削調査などが実施され、地震活動歴の評価が行われてきました。その結果は、中心部にある「牛伏寺断層では平均約 1000 年間隔で活動してきたこと、最新活動が 1200 年前頃であることが明らかになり、それまで考えられていたよりもずっと近い将来に地震を発生させる可能性が高いことが指摘されました。

長さは 26km にわたる神城断層区間でも同様にトレンチ掘削調査が多地点で行われてきましたが、その研究成果としては、松多ほか(2006)により「活断層としての神城断層は、神城盆地を埋積する扇状地性の河成段丘面や神城地区に分布する湖成段丘面に、東側隆起の明瞭な変位を与えており、垂直方向の平均変位速度はおよそ 1000 年で 2m を越える地点もある。」と報告されています。

#### 5-7-2 2014 年長野県北西部の地震について

前述した活動を行っていると思われる神城断層沿いで発生した 2014 年長野県北西部の地震(Mj 6.7、長野県は長野県神城断層地震と命名)は、白馬村東部を震源として 11 月 22 日の 22 時 8 分頃発生しました。

この地震により確認された地表地震断層は、白馬村北部の塩島付近から神城南部にわたる少なくとも約 9km とされています(日本地震工学会報告書)。

一方で今回の地震が神城断層に活動(再活動)により、発生したとすれば、従来の予測と異なる結果になったとの指摘がされています。

遠田は「不幸中の幸いとはいえ、予測自体ははずれたわけです。したがって、何が間違っていたのかを検討しなければいけません。例えば、

- 1) そもそも 1 つの活断層に固有の地震規模を割り当てる「固有地震仮説」に本質的な問題があり、1 つの活断層から多様な大地震が発生するのか、
- 2) 今回の地震が典型的な「神城断層地震」であって、数百年間隔でもっと小刻みに地震を起こしてきたのか(1714 年 小谷地震が 1 つ前の地震 ? )、など。

問題点の本質を見出していくことによって、他の活断層の評価に反映させていく必要があるでしょう。」と述べています。

このような指摘から見ると、大町付近での過去の地震活動は、まだ未解明な点があると思われる、したがって当地域の歴史地震の調査研究は大切であるといえます。

そこで、本論は、大町市の地震とゆれやすさのまとめにあわせ、大町北安曇地方に被害を生じさせた歴史地震の概要をまとめてきましたが、この結果から今後の地震断層の活動評価など

に反映すべき点、考え方を整理してみました。

### 5-7-3 今回整理した歴史地震から考察される点

1714年以降、大町北安曇地域に被害を発生させてと思われる地震は、震央や被害の範囲などに特徴などが見られます。

1点目は、震源の位置や活動したと思われる断層が異なっているにもかかわらず、被害地域に共通性がみられることです。

例えば、1714年正徳小谷地震や2014年長野県北西部の地震は、概ね神城断層沿いで発生していますが、1986年長野県北部の地震はやや東より山地部、1847年善光寺地震は長野市が震央となっています。

つまり、これらの地震は、異なる活断層による地震と見られますが、かなりの強震動による地震被害が大町から小谷方面にかけて共通して発生していると指摘できます。

その典型的な被害地域は、どの場合にも被害が多大である白馬村堀之内地区の事例です。

2点目は、まだ地震のメカニズムがよく分かっていない大正大町地震についてです。この地震では、当時国道沿いの隆起現象が測量成果として残されています。

ただ、この隆起量は面的な調査でないことから、地震のメカニズムが確定しにくいこと、そもそも大町市中心部の地質構造が必ずしも十分に解明されていないこともあり、新しい歴史地震でありながら、その機構の解明がまだこれからという状況にあります。

3点目には、以上をふくめて、大町周辺ではここ300年くらいの間に、被害が大きな地震が数回発生しており、その頻度は決して小さいとはいえない点です。長野県でこのような地震被害の歴史を有する地域は他に見当たらないと思われまます。

特に、歴史地震の分析と評価がいままで活断層が広範囲にわたってうごく、巨大地震の活動に重きがおかれている傾向がありますが、地震の規模が巨大でなくても、大きな被害が発生する地震、2014年の長野県北部の地震のような地震の再発する可能性があることを指摘し、大町周辺域では、このようなやや頻度の高い被害地震への防災対策について、考慮されることを強く望むものです。

## 6 大町市の市街地とそれを取りまく大地のしくみ

### 6-1 糸魚川 - 静岡構造線とフォッサマグナ、大峰帯

“フォッサマグナ”という言葉は「大きな溝」あるいは「大きな裂け目」という意味のラテン語に由来する言葉ですが、それを最初に用いたのはドイツ人学者のエドムント・ナウマン博士でした。フォッサマグナは本州中央部を横断するようにして広がっています(図6-1-1)。図には、その西側と東側に境界線が引かれています。二本とも大きな断層で、西側は糸魚川 - 静岡構造線、東側は柏崎 - 千葉線と呼ばれているものです。糸魚川 - 静岡構造線は、中央構造線と並んで日本列島を代表する大きな断層としてよく知られていますから、「これは知っているぞ!」という方も多いでしょう。この断層は、新潟県糸魚川から静岡まで、総延長約 250km のフォッサ

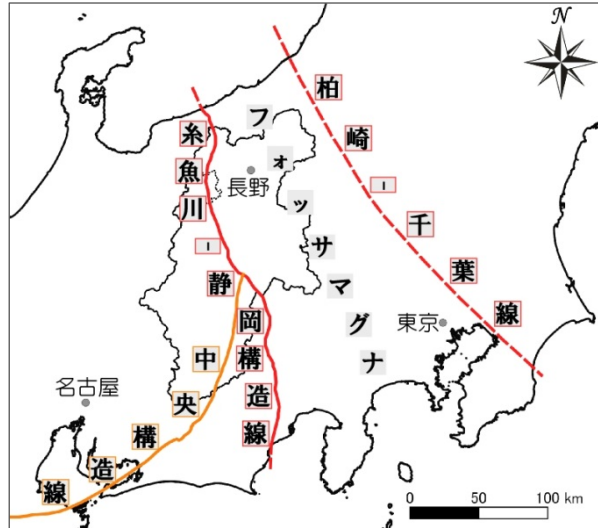


図6-1-1 フォッサマグナの位置



図6-1-2 大峰帯の位置

マグナ西縁の断層です。大町の市街地は、松本盆地（安曇平）から続く平地の北部にあたり、この大きな断層沿いにできた内陸盆地という性格を持っています。西側にアルプス山地をひかえ、糸魚川 - 静岡構造線が通過する大町という地域は、フォッサマグナを考える上ではとても重要な位置にあるのです。フォッサマグナの誕生とともに生まれた糸魚川 - 静岡構造線は、2000 万年以上経った今でも活動を続けています。この断層に沿ってたくさんの活断層が知られており、大町市にとっては「神城断層」や「松本盆地東縁断層」などは気を付けなければならないものでしょう(図6-1-2)。

大北地域の北端部、小谷から白馬、大町、池田、そして明科付近まで総延長 70km、幅が数キロという細長い地帯の

ことは「大峰帯」と呼ばれています（図 6-1-2）。帯の東縁は小谷 - 中山断層という断層で東側の西頸城帯や水内帯というフォッサマグナを代表する褶曲帯の地層と明瞭に境されています。2014 年 11 月 22 日の地震は、神城断層が動いたためだと一般に考えられています。地下深部では大峰帯東縁の小谷 - 中山断層の動きと関連している可能性がありますから、この断層についても目を向けておく必要があります。

## 6-2 後立山連峰誕生のドラマ

### 6-2-1 山の誕生

山は不動の象徴として受けとめられることが多い。しかし 46 億年前の地球の誕生以来、地球上には山脈や山地が形成されては消滅していく営みを繰り返してきた。山脈は、成長から消滅までのサイクルが数百万年から数億年の超長期に渡るために、私達の日常感覚ではとらえられないゆっくりとしたペースで進行していく。山脈が成長して標高を稼いでいく過程を隆起と呼ぶが、その速度は多くの場合数 mm/年のオーダーである。大町市の西に連なる北アルプス後立山連峰もそうした隆起を数十万年間続け、今日に至るまで侵食作用を受け続けた。その結果、今日の五竜岳、鹿島槍ヶ岳、爺ヶ岳、蓮華岳の山並みが形成されたのである。

北アルプス（飛騨山脈）の誕生は、地球史の中ではもっとも新しい第四紀（約 260 万年前～現在）に生じた。誕生のきっかけとなったのは地殻と呼ばれる地球表層を被う約 30km 厚の岩盤の深部に玄武岩質マグマが集積を始めたことによる。玄武岩マグマは地殻の下にあるマントルのかんらん岩が一部溶融して形成される。1,200°Cもの高温の玄武岩マグマが地殻下部に集積すると、その熱により地殻は部分的にとかされて安山岩質～流紋岩質マグマを生成する。密度の小さいこれらマグマが、地殻の深部から上昇して地下数 km に達し、そこでマグマ溜まりを形成する。こうして地殻の平均密度が低下し浮力が生ずる結果、マグマ溜まりが形成された地域一帯は広範囲にわたって隆起を開始することになる。

このマグマ溜まりから大量のマグマが地表に放出されると大規模な噴火となる。カルデラ火山の形成である。カルデラ火山のへこみは、地下のマグマ溜まりがマグマ放出により収縮したために地表部に陥没が生じることが原因で生じる。専門家はこうした陥没現象を伴うカルデラのことを陥没カルデラと呼ぶ。陥没カルデラのへこみにはしばしばカルデラ湖が形成され、水域では火山灰や周囲から供給された土砂が堆積し湖成層を形成される。

### 6-2-2 北アルプスで最も激しい隆起をおこなった後立山連峰

約 230 万年前、北アルプスは広範囲にわたって隆起が始まり、周囲に砂や礫などの土砂を供給し始めた。これは先に述べたマグマの地殻浅所への上昇による浮力効果によるものである。鹿島槍ヶ岳～蓮華岳一帯では巨大なカルデラ火山（爺ヶ岳・白沢天狗カ

ルデラ) が活動をはじめ、さらに陥没により地表部にはカルデラ湖が形成された。

カルデラ湖に堆積した湖成層は、スバリ岳北方から針ノ木雪渓を横断して蓮華岳北麓、籠川を横断して爺ヶ岳に達し、鹿島槍ヶ岳の南の北俣本谷まで追跡できる。この湖成層の総延長は 13km に達するので、日本最大のカルデラ火山、屈斜路カルデラに相当する巨大な火山であったことが推定できる。ただしこの爺ヶ岳-白沢天狗カルデラは活動時期が約 160 万年前と古く、火山活動が停止した後に激しい侵食作用を受けたために火山としての形態は全く残っていない。カルデラ内部に 3~4km の厚さで堆積した火山岩類が残存しているだけである。

北アルプスでは 160 万年前くらいから 60 万年前の間に傾動を伴う激しい隆起運動が生じたことが知られている(原山ほか,2003; 原山・山本,2014; 原山,2015)。とくに北アルプスの中軸部から東の東半部には槍穂高カルデラや爺ヶ岳-白沢天狗カルデラが分布し、カルデラ埋積火山岩層-特にカルデラ湖成層はもともと水平に堆積したことが保証されるので、その後の傾動運動を解析する上で重要な指標となる。

傾動とは、ほぼ水平な軸に沿って回転する運動により地盤が傾きながら上昇する隆起運動のことである。こうした回転は、マグマ溜まり上方のカルデラ火山岩層に日本列島に働いている

圧縮力が作用して逆断層を発生させ、その逆断層に沿って上盤側(カルデラ火山)が衝上することで生じる。槍穂高連峰では東に 20° 傾斜する火

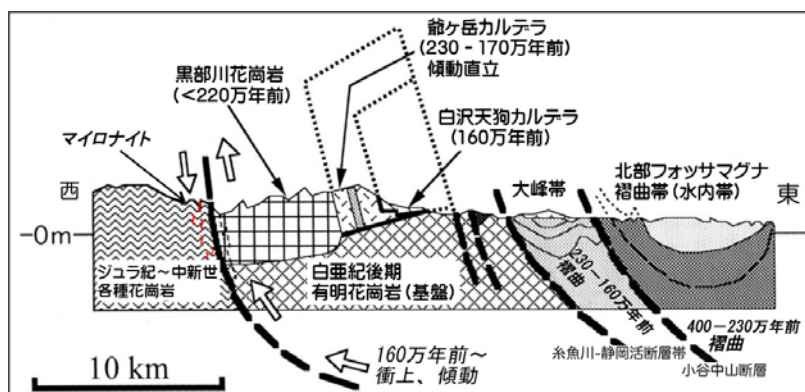


図 6-2-1 後立山連峰から北部フォッサマグマ地域の模式断面図

山岩層が露出しており、槍穂高カルデラ火山の活動停止後に傾動隆起が生じたことを示している。一方、爺ヶ岳-白沢天狗カルデラでは火山岩層が広範囲にわたって東に 80° の傾斜を示し、激しい隆起傾動運動が一带に生じたことを示している(図 6-2-1)。

図 6-2-2 に示したのは爺ヶ岳の南峰から白沢ノコルを経て爺ヶ岳中央峰に至る間の地質ルート図である。このルート図に示されるカルデラ湖成層(白沢ノコル砕屑岩層)は凝灰岩、凝灰質シルト-砂岩、礫岩から構成される地層で、層理面は南北走向で、平均 80° の東傾斜を示す。写真(図 6-2-3)は登山道沿いに露出するリズムカルな互層をなす凝灰岩層である。カルデラ湖の静水状態での堆積を示す地層であり、堆積当初は水平であったことは疑う余地がない。この地層が示す急傾斜構造こそ、北アルプスの最も激しい傾動隆起運動がこの地に生じたことを証明する重要な証拠といえよう。

爺ヶ岳-白沢天狗カルデラは巨大カルデラとして誕生し、その後の北アルプスの傾動

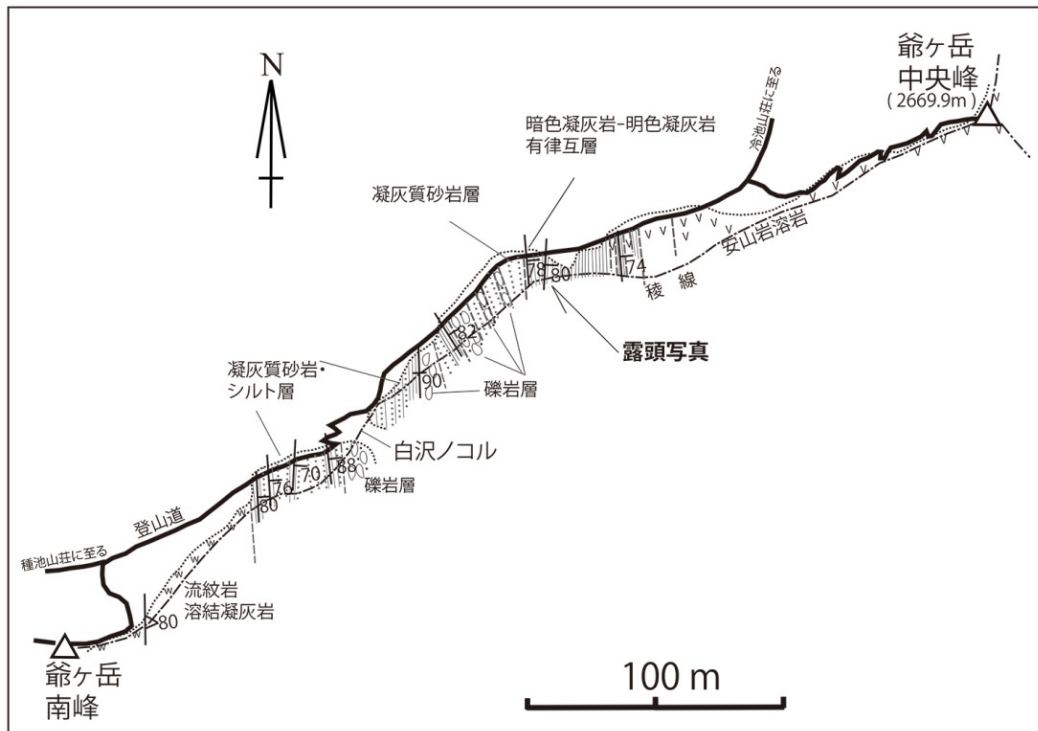


図 6-2-2 爺ヶ岳北峰-南峰間の直立したカルデラ湖成層を示すルート図

隆起運動によりほぼ横倒し状態となったために、巨大カルデラの断面が地表に露出している。こうした巨大カルデラの地下構造はいまだに論争の続くカルデラ形成論の重要な材料でもあり、この地のカルデラ断面の露出は学術的に貴重な存在である。

カルデラの直下にあったマグマ溜まりは火山活動の停止後に冷却固結し、黒部川花崗岩となった。黒部川花崗岩の西の端は黒部川に沿ってあり、周囲の母岩(ジュラ紀～中新世の様々な時期の花崗岩類)には高温で塑性変形したことを示すマイロナイト構造が発達している。こうした構造は黒部川花崗岩が冷却途上の熱い段階ですでに傾動隆起が始まっていたことを示している。黒部川花崗岩の厚さは 6km 程度、爺ヶ岳-白沢天



図 6-2-3 直立したカルデラ湖成層 (暗色-明色凝灰岩互層)

狗カルデラの厚さが約 4km なので、後立山連峰は約 10km の厚さの上部地殻がほぼ直立状態にまでめくり上がった、世界的にも希有な火山深成岩複合体(カルデラ火山-花崗岩コンプレックス)といえる。

こうした貴重な地質学的財産を活用して、ジオパークなどの人類の共有財産に発展させることは、地域の活性化にも重要であり、そのポテンシャルは充分にあると期待される。



## 7 用語解説

### ボーリング調査

中空の鉄管を専用の機械で回転させながら地中に押し込んで、地下の地層や岩石のようすを調べる調査です。試料を直接採取して岩石の種類や粒子の大きさ、重さ・硬さなどのさまざまな物理的な性質を解析したり、地下水のようすなどを調べることで地下の地盤の性質などを明らかにする調査です。地震の際の地表の揺れは、地盤の性質に強く関係しています。

### N値

ボーリング調査の際に実施される試験に、標準貫入試験というものがあります。63.5 kgの重りを75cmの高さから落として3.5cmの孔が開いた直径5.1cmの鉄管を30cm打貫入させる試験です。その貫入に必要とした打撃回数をN値と呼びます。地盤の硬さ(軟らかさ)を示す数値で、N値50を目安としてそれよりも低いN値であれば比較的軟らかい地盤とみなされます。

### 礫・砂・泥

松本平には、河川によって運ばれて河川敷や沼地などに堆積した礫・砂・泥などからなる地層が厚く堆積しています。ボーリングによる柱状断面図にそれが示されています。堆積物は粒子の大きさによって分けられます。礫は径2mm以上、砂は径0.063mm以上2mm未満、泥は0.063mm以下の粒子です。礫はバラス・砂利・玉石等、砂は砂場の砂、泥は田んぼの作り土や畑の土をイメージしてください。

### 埋土・盛土・表土

地盤の表層部は、田畑やさまざまな工事などで人為的に改変されている場合がよくあります。これらの言葉は、人為的に施工されたことが明らかな表層部の地層に対して用いられる表現です。もともと低かった土地を埋め立てたものは埋土、周囲よりも高く盛られたものは盛土、田畑や草地等に分布している土については、単に表土と表現されます。この3つの表現は、土粒子と関係ないことだけ理解をしてください。

### 土質区分

地盤を構成している地層を、含まれている礫・砂・泥などの割合によって区分することを土質区分と言います。「礫混じり砂」は礫を少し(5~15%)含む砂、「砂質土」は砂を15~50%含む土などという意味で用います。その他にもさまざまな表現が用いられますが、地震の際に地盤がどのように揺れるかは、この土質区分がとても重要な要素になっています。

## 建築支持基盤（工学的基盤）

建築支持基盤とは、ビルや橋梁などの構造物を支える強さをもった良好な地盤を表すこととしました。

その指標は、砂質土・砂礫地盤ではN値が 30 以上、粘性土地盤ではN値が 20 以上とし、ある程度の厚さを有し、連続している地盤です。

同様な呼び方として、土木建築分野では「工学的基盤」が使われます。これは地震の横波が伝わる速度（S波速度）が  $V_s=300\sim 700\text{m/秒}$  となる良好な地盤とされています。また、一般の住宅建築物の支持地盤は、建物の重さによって異なりますが、戸建て住宅は荷重が小さいため、N値 3 以上で支持地盤としており、いずれも今回の建築支持基盤とは異なる定義です。

## 軟弱地盤

雨によってけずられた砂や粘土が川から海へ流れ出る中でゆっくりと堆積する環境の所<sup>(注1)</sup>でつくられる軟らかい粘土やゆるい砂からなる地盤。地震時の液状化や建物の基礎地盤とした盛土した場合には沈下や側方移動をおこすおそれがあるほか、震度 5 以上の地震に見舞われたときに変形や液状化が発生する怖れがあるので、事前の地質調査が必要なところです。

本書では、N値 4 以下の粘土、シルトおよびN値 10 以下の砂質土を軟弱地盤としています<sup>(注2)</sup>。

### (注 1) 堆積環境

- ①主川の自然堤防や海岸砂州等でとざされた谷に堆積(おぼれ谷)
- ②自然堤防背後の低地に堆積(後背湿地)
- ③河口付近の三角州に堆積(三角州低地)
- ④旧河道や砂丘間の低地に堆積
- ⑤溜池や海岸地帯の埋立地

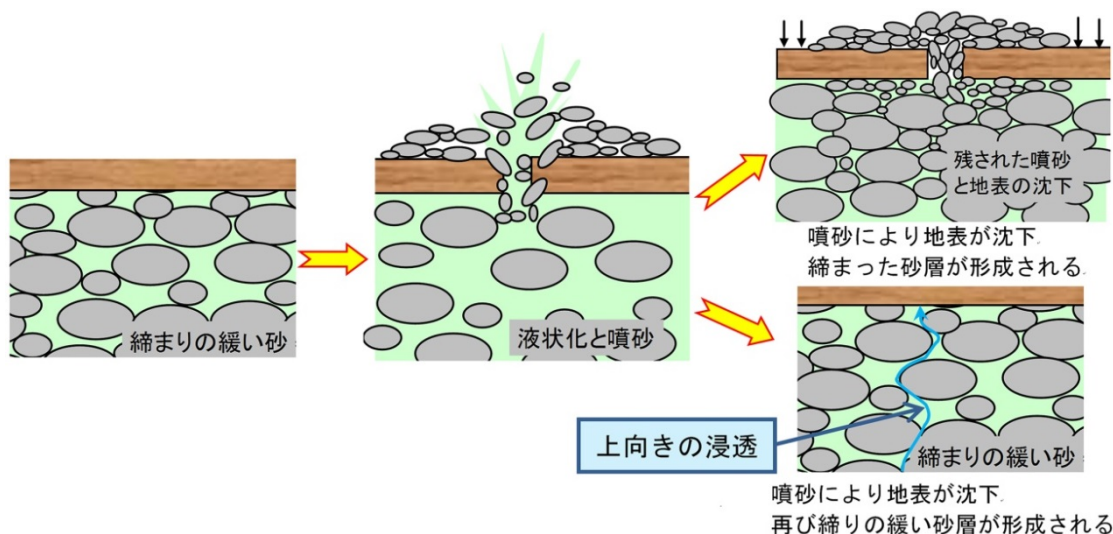
松本地域での軟弱地盤地帯は、後背湿地(奈良井川沿い,女鳥羽川沿い,田川沿い)、旧河道(蟻ヶ崎,奈良井川沿い)、松本駅周辺(旧河道もしくは、構造運動による沈下帯)が該当します。

### (注 2) 各指針の軟弱地盤の定義

- ①軟弱地盤技術指針(案)住宅都市整備公団,昭和 59 年 1 月  
粘土地盤=N値 2 以下  
砂質地盤=N値 10 以下
- ②道路土工「軟弱地盤対策工指針」,日本道路協会,平成 24 年 8 月  
粘性土=N値 4 以下  
砂質地盤=N値 10~15 以下
- ③設計要領「土工編」,高速道路総合技術研究所,平成 25 年 7 月  
粘性土=全層厚 10m 未満:N値 4 以下,全層厚 10m以上:N値 6 以下  
砂質地盤=N値 10 以下

## 液状化

液状化は、地下水に満たされた締りの緩い砂層が地震などの揺れによって水の様に変化する現象です。締りの緩い砂層は粒子と粒子の間の隙間が広く、地下水位が高いとその隙間は水で満たされた状態になっています。地震などで揺すられると粒子は急速に間隔を詰めてより安定した粒子配置になろうとしますが、隙間にある水は粒子が邪魔して瞬時には移動できません。隙間を詰めようとする砂に抵抗して水の圧力(間隙水圧)が高まり、ついには砂が水に浮いた状態となります。



### 液状化現象が起きると

液状化した砂は支持力を失い、比重が 1.0 以上の液体となるので浮力が増してマンホールなどを浮上させます。また、表土やアスファルトを破って地表に噴砂を生じます。重要な点は、一度、液状化を被った地盤が、次の地震で再び液状化を起こす事例が多いという点です。液状化現象の経歴などを調べることは大きな意味があります(写真は東日本大震災時の千葉県での被害)。



液状化による電柱の倒壊



マンホールの浮上

### 松本市でも記録がある液状化現象

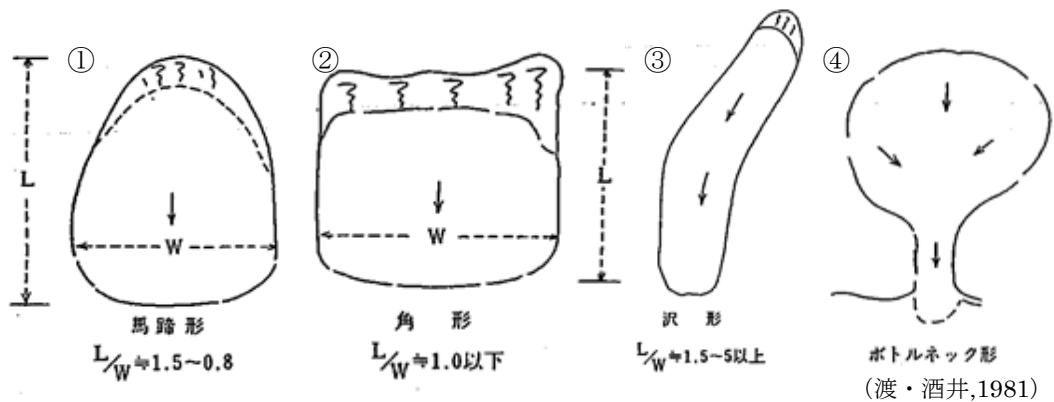
1847年(弘化4年)長野市を震源とした善光寺地震では、「出川町渚村小嶋村其外道筋 丈け5,6尺幅5,6寸 地割、泥押し候処所々に有候出川町は格別にもゆれ強く、土蔵屋根瓦ゆり落とし、…」(「信濃大地震記」とあり、遠く離れた松本市でも液状化現象が発生していたことがわかります。

## 地すべり

地すべりは、様々な方に定義されてきました。地すべり等防止法（昭和 33 年）では「土塊の一部が地下水等に起因してすべる現象、又はこれにともなって移動する現象」としています。そのほか地すべり研究者からは次のような定義がされています。

- 1) 比較的緩やかな斜面で運動が緩慢で、かつ継続的に移動する現象（藤原,1970）。
- 2) 規模が大きく、おもに粘性土のすべり面上をゆっくり原形を保ちつつ移動する（山田ほか,1971）。
- 3) 斜面構成物質が団塊をなして斜面の摩擦抵抗を排して比較的ゆっくりと断続的に移動する現象（藤田,1990）。

この様な定義がなされる中、1984 年長野県西部地震による伝上川の岩屑なだれ（御嶽山）や 1995 年の兵庫県南部地震の際の盛土地すべり等の災害を踏まえ、地すべり学会（2004）は、「斜面を構成する物質が斜面下方へ塊の状態で運動する現象」と定義しました。また、地すべりの平面的な形を見ると大きく分けて 4 つの形があります。



これら地すべりの形には、次のような傾向があります。

- ① 馬蹄形：地すべり長さが、幅と同じか 1.5 倍程度のすべりが多く、礫混じり粘土等の土砂で構成されており、日本の地すべりの 40%をしめると言われている。
- ② 角形：地すべり長さと同じないし幅の方が長い地すべりで、風化岩すべりや岩盤すべりで多く、豪雨や地震を引き金に大規模な地すべりが多い。例；地附山地すべり（長野市）、
- ③ 沢型：地すべり長さ 1.5 倍以上と細長い地すべりで粘土やシルトという細粒土で構成され、地すべりはゆるい移動で継続的に変動する特徴がある。例；茶臼山地すべり（長野市）
- ④ ボトルネック形：斜面下部に岩盤等堅硬な層が分布することが多く、末端部で閉塞されることが多いので、浅いすべりだけが活性化する傾向にある。例：小塩地すべり（大鹿村）

大町市における地すべり地は、東部地域（旧八坂村、美麻村）に集中し、大規模な地すべり地形も認められますが、馬蹄形や沢形の地すべりが多い傾向にあります。

馬蹄形や沢形地すべりは、地すべり変動がくり返し発生したところが多いため、地すべり土塊は軟質になっている傾向があり、揺れやすさマップで山間地でゆれやすいと表現されるところは地すべり地帯であることが多いです。2014年長野県北西部の地震では元来地すべり多発地帯として知られていた小谷村で、多くの地すべり変動が生じたように、大町市東部地域のような地すべり地帯では地震による地すべり変動の活性化も注意すべき事象なのです。

さらに、近年の局地的な豪雨により、大規模な馬蹄形すべりや角形地すべりが発生する傾向があり、これらが河川を閉塞して天然ダムを形成したのちに、決壊し土石流となって下流地域に多大な被害をもたらす恐れもあり、豪雨が去った後も周辺の斜面や河川等を注意深く監視することが必要となっています。

### 微動アレー探査

微動アレー探査は地表面に沿って伝播する表面波（レイリー波）を使った地震波探査方法の一つで、人工的な震源を使わず、常時発生している自然微動を観測することで地下探査を行う手法です。表面波（レイリー波）の最大の特徴は、伝播速度（位相速度）が周波数によって変化する点であり、低周波ほど位相速度が大きいことです。位相速度が周波数によって変化する現象を分散現象と呼び、これは地中を進む実体波（P波やS波）にはみられない性質です。微動アレー探査は表面波のこうした性質を利用した探査法であり、深部の情報を反映した低周波（長波長）と地下浅所の情報のみを反映した高周波（短波長）の位相速度を分離していくことで位相速度と周波数との関係を示す分散曲線を描くことができます。分散曲線は地下の深部から浅所までのS波速度構造[地層深度・地層の厚さ・地層を伝わるS波速度]を反映しているため、初期モデルS波速度構造から出発して最も観測した分散曲線に近い曲線を描くように[ ]内の3種類の数値を変えながら解析を行うことで、探査地のS波速度構造を求めることができます。

#### 地震波の種類

地震波にはいくつかの種類があり、P波やS波と呼ばれる波動がよく知られています。これらは震源から地中を伝わってくる波動（実体波）です。一方、地面に沿って伝わっていくのが「表面波」で、実体波もいったん地表まで到達すると波の性質の異なる表面波として伝わります。

#### 微動

震源を特定できない微小な震動で、自動車などによる人為的な震動や、風や波浪などの自然現象によるものがあります。微動アレー探査では自然現象による微動を観測します。地表面で観測される微動は表面波の性質が強いため、微動アレー探査に使うことができます。

#### S波速度構造

地層はその性質の違いにより、様々なS波速度( $V_s$ ;単位はメートル/秒)をもっています。それぞれS波速度の異なる地層が、どれくらいの厚さで、どのような順序で積み重なっているか、をS波速度構造といいます。S波速度構造が分かると実際の地層の積み重なりを推定することができます。

### **フォッサマグナ**

「大きな溝」という意味のラテン語が語源のフォッサマグナは、本州中央部を太平洋から日本海にかけて広がるエリアです。松本盆地は、その西縁を走る糸魚川 - 静岡構造線という大断層沿いの盆地です。その周辺に活断層が多数見られるのは、この断層が現在も活動的だということを示しています。

## 8 むすび

私たち信州大学震動調査グループは、5年前の平成23年6月30日発生の松本地方を襲った地震直後から活動を開始し、この松本平が地震に対してどのような性格を持っているのかを地質学的、地震工学的な立場から明らかにしようと調査・研究を続けてきました。

今回まとめられた内容は大町市地域に限定されたものですが、松本市地域での調査結果では、地震時の揺れ方には地盤の違いを反映して地域差が非常に大きいことが明らかとなりました。大町市地域での調査結果でも同じような傾向が明らかになりつつあります。地震に強い大町市の街づくりを考える上で、この結果は大いに役に立つだろうと考えています。また、このような調査が松本平全域にわたって実施されることも必要だろうと考えています。

ところで、今回私たちが取り組んだ大町市との共同事業には次のような特徴があります。

第一は、通常このような事業は、自治体が民間の専門会社に委託して実施されるのですが、今回は松本市と信州大学（震動調査グループ）の共同事業として計画・実施された点です。専門的な調査・研究は震動調査グループが担当し、それにかかわる費用等を市と大学が負担したのです。

第二は、今回の調査・研究が、信州大学、長野高専、県立研究機関・高校等に勤務する地質や工学の研究者、県内の民間等の専門技術者などが自発的に参加した専門家チーム（震動調査グループ）によって組織的に実施されたことです。また、この事業が多くの関係機関、各町会をはじめとする市民の協力を得て実施された点も大きな特徴でしょう。

地震などに対する地域防災を進めてゆくには、大学の研究者や民間の専門技術者らが、地域に研究成果をわかりやすく提示していくことが必要であることは言うまでもありませんが、それと同時に大学、関係行政機関、企業、市民等が連携した防災への取り組みをすすめることが大切だろうと思います。

今回の成果はまだその一歩にすぎませんが、県内の他都市での今後の地震防災への取り組みに参考となれば幸いです。

## 謝辞

・本事業に関しては、大町市の消防防災課をはじめとする多くの職員の方々にお世話になりました。事業実施期間中である平成26年11月22日に発生した長野県北西部の地震（神城断層地震）にかかわるアンケート調査では、大町市・白馬村・小谷村などはもちろん、小川村・長野市など多くの市町村の住民の方々、義務教育関係者、各学校の児童・保護者の方々にご協力頂きました。

・微動アレー探査の実施に際しては、探査地点周辺の大町市民の方々・町会の皆様、学校関係者にご理解を頂くとともに、地権者の方々には測量・観測時の立ち入り、地震計の設

置等にご理解、ご協力を頂きました。

・ボーリングデータの収集に関しては、下記したように国・県など多くの関係機関にご理解とご協力を頂きました。また、民間を含め多くの方々にデータ利用の許可をいただきました。

・ボーリングデータの整理・解析では、長野工業高等専門学校環境都市工学科古本研究室の学生さん（折井愛美、澤山光樹、寺島涼哉、渡辺空美、和田彩花の各氏）、信州大学理学部地質科学科の学生さん（小野塚寧々、増田麻子の各氏）たちに作業を支援して頂きました。

・微動アレー探査や探査データの整理・解析に関しては（株）地圏総合コンサルタントの棚瀬充史氏をはじめ関係企業の多くの技術者の方々にご教示頂きました。

以上を記して、皆様のご協力に心から感謝し厚く御礼申し上げます。

## ボーリングデータ提供元機関一覧

国関係 Web KuniJiban（国土交通省）  
Geo-Station（防災科学技術研究所）  
国土交通省関東地方整備局長野営繕事務所

長野県関係 建設部技術管理室  
建設部施設課  
大町建設事務所  
安曇野建設事務所  
危機管理部  
環境保全研究所

大町市役所  
総務部および同消防防災課  
民生部 市民課、生活環境課  
建設水道部 建設課、上下水道課  
教育委員会  
市立大町総合病院

長野県地質ボーリング業協会

株式会社サクセン

株式会社北信ボーリング

日本総合建設株式会社

北陽建設株式会社

その他大町市を通じてご協力を頂いた団体等



## 参考文献

### 第3章

岐阜県(2002) 岐阜県東海地震等被害想定調査報告書, 岐阜県.

### 第4章

#### 4-0~4-4

(独) 防災科学技術研究所; 地すべり地形分布図データベース(web)

岐阜県・地盤工学会中部支部・岐阜大学(2004) 活断層により想定される地震の地震動及び液状化指数の予測と評価報告書, 解説資料-1(EMPR)および解説資料-2(FDEL)

国土交通省(2008) 地質・土質調査成果電子納品要領(案), 国土交通省.

長野県(2002) 長野県地震対策基礎調査報告書

長野県(2008) 土地分類基本調査「信濃池田」

長野県(2010) 土地分類基本調査「大町」

長野県(2015) 第3次長野県地震被害想定調査報告書

長野県地質図活用普及事業研究会編著(2015) 長野県デジタル地質図 2015

中田高・今泉俊文 編(2002) 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会. (製品シリアル番号: DAFM3226)

小河史枝・杉浦綾子・杉戸真太・古本吉倫・久世益充(2006) 岐阜市域を対象とした地盤データベースの構築と詳細な地震被害想定, 土木学会中部支部平成17年度研究発表会講演概要集, 79-80.

小川豊(2012) あぶない地名 - 災害地名ハンドブック, 三一書房.

多里英・公文富士夫・小林舞子・酒井潤一(2000) 長野県北西部, 青木湖の成因と周辺の最上部第四紀層, 第四紀研究, 39(1), 1-13.

酒井潤一・松本平地盤図作成委員会 編 (2000) 松本平地盤図 2000, 長野県建築士事務所協会松筑支部・長野県建築士会松筑支部・長野県建築物防災協会松本支部・信州建築構造協会・松本市建設業協会.

信州大学震動調査グループ (2012) 「あっ、地震だ！」その時、どう揺れた？—アンケートによる震動調査結果(概要編), 信州大学.

信州大学震動調査グループ (2013) 「あっ、地震だ！」その時、どう揺れた？—アンケート形式による震動調査の結果・ボーリングデータによる松本平の地盤解析・微動アレー探査による深部構造解析, 信州大学.

信州大学震動調査グループ(2014) 「揺れやすさマップ」を活かして地震に備える.

Sugito, M., Furumoto, Y., and Sugiyama, T. (2000) Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12th World Conference on Earthquake Engineering, CD-ROM, Auckland, New Zealand.

杉戸真太・合田尚義・増田民夫(1994) 周波数依存性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察, 土木学会論文集, 493/III-27, 49-58.

津金達郎・信州大学震動調査グループ(2015) 2014年長野県北西部地震における地殻変動の要因—神城断層と小谷-中山断層がつくるポップアップ構造—, 地質学会講演要旨, 126.

#### 4-5

防災科学技術研究所 高感度地震観測井 NGNH34 (KiK-net 大町中) 柱状図 (防災科研 HP)

林 久夫・松岡達郎・水落幸広・小野雅弘(2010) 微動アレー探査法の拡張の試み—チェーンアレー探査法の適用について—. 地盤工学会誌, 58(8): 10-13.

- 池田安隆・岡田真介(2015) 糸魚川ー静岡構造線とその周辺地域の浅部地殻構造と鮮新世ー第四紀テクトニクス. 地球科学, 69, 9-29.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(1996) 糸魚川ー静岡構造線活断層系のトレンチ調査結果について. 1-6. (地震調査推本 HP)
- 加藤碩一・佐藤岱生(1983) 信濃池田地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 93p.
- 加藤碩一・佐藤岱生・三村弘二・滝沢文教(1989) 大町地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 111p.
- 勝部亜矢(2015) 糸魚川ー静岡構造線活断層系・松本盆地東縁断層北部における最新活動の変位量ー長野県大町市平借馬トレンチ調査, 活断層・地震研究セミナー, 産業技術総合研究所 HP.
- 小坂共栄(1999) 北部フォッサマグナ西縁部, 大峰帯の地質とそのテクトニクス. 月刊地球, 21, 589-595.
- 松多信尚・池田安隆・佐藤比呂志・今泉俊文・田力正好・蕨下英司・河村知徳・加藤直子・戸田茂・谷美由紀・加藤一・東郷正美・中村洋介・越後智雄・田中淳彦・井川猛・大町反射法地震探査グループ(2007) 糸魚川ー静岡構造線活断層系北部大町地域の浅層反射法地震探査. 東大地震研彙報, 82, 37-44.
- 長野県地質情報活用普及事業研究会編著(2015) 長野県デジタル地質図 2015.
- 大久保修平・長沢工・村田一郎・許華妃(1990) 糸魚川ー静岡構造線の重力調査 (Ⅲ)ー松本盆地東縁断層北部延長部の追跡ー. 東大地震研彙報, 65, 649-663.
- 岡田 広(2001) 微動アレー観測のための空間自己相関法における効率的な観測点個数に関する考察. 物理探査学会第 104 回学術講演会論文集, 172-175.
- 岡田 広(2003) 微動アレー探査のための空間自己相関法: 半円形アレーの適用について. 物理探査学会第 109 回学術講演会論文集, 183-186.
- 横倉隆伸・山口和雄・加野直巳・渡辺史郎(1987) 松本盆地北部における反射法地震探査結果. 地震, 第 2 輯, 第 40 巻, 89-97.

## 第 5 章

### 5-1

- 中央防災会議(2007) 1847 善光寺地震報告書.
- 気象庁 松代地震観測所(2015/5/27) 長野県の地震(web) 2016 年 3 月 5 日閲覧.
- 北安曇誌編纂委員会編(1980) 北安曇誌 第 1 巻 (自然), 北安曇誌編纂委員会.
- 大平喜間多(1986) 松代町史(長野県郷土誌叢刊), 臨川書店.
- 東京大学地震研究所編「新収日本地震史料」
- 宇津徳治・嶋悦三・吉井敏尅・山科健一郎 編(2010) 地震の事典 第 2 版(普及版), 朝倉書店.

### 5-2

- 平成 26 年 11 月長野県北部を震源とする地震合同調査団(2015) 災害調査報告書, 地盤工学会・土木学会地盤工学委員会.
- 井上公夫・鈴木比奈子(2011) 2-4 信州小谷地震(1714)による姫川・岩戸山の天然ダム, 水山高久監修: 日本の天然ダムと対応策, 古今書院, 52-57.
- 大平喜間多(1986) 松代町史 (下巻) (長野県郷土誌叢刊), 臨川書店.
- 小谷村誌編纂委員会(1993a) 小谷村誌, 歴史編, 335-337.
- 小谷村誌編纂委員会(1993b) 小谷村誌, 自然編, 121-122, 194-197.
- 鈴木比奈子・荻谷愛彦・井上公夫(2009) 正徳四年(1714)信州小谷地震における岩戸山崩壊とそれによる塞き止

め湖の浸水範囲, 第48回日本地すべり学会予稿集, 63-64.

鈴木比奈子・荻谷愛彦・井上公夫(2013) 1714年信濃国小谷地震による岩戸山地すべりと姫川天然ダム, 2013年日本地球惑星科学連合大会, H-DS27-05.

都司嘉宣(1993) 糸静線付近に起きた正徳4年(1714)信州小谷地震と安政5年(1858)大町地震の詳細震度分布, 日本地震学会講演予稿集, 1993年(2)PO35.

宇佐美龍夫(2003) 新編日本被害地震総覧[増補改訂版], 東京大学出版会.

#### 5-3

中央防災会議災害教訓の継承に関する専門調査会(2007) 『1847善光寺地震報告書』

「白馬の歩み」編纂委員会編(1994-2003) 「白馬のあゆみ」白馬村誌各巻, 白馬村.

池田町誌編纂委員会編(1992) 池田町誌 歴史編I (原始～近世), 池田町.

国立防災科学技術センター(1987) 長野県における被害地震史料集.

望月巧一・山浦直人ほか(2008) 善光地震で発生した土砂災害に関する諸研究と問題点, 日本総合建設「地歩」.

仁科宗一郎(1976) 続信濃池田町史話, 柳沢書苑.

大町市史編纂委員会編(1986) 大町市史各巻, 大町市.

小谷村誌編纂委員会編(1993) 小谷村誌 歴史編, 小谷村.

東京大学地震研究所(1988) 新収日本地震史料, 第5巻別巻6-1,6-2.

宇佐美龍夫(1975) 日本地震被害総覧, 東京大学出版会.

山浦直人(2014) 善光寺地震で発生した虚空蔵山の崩壊による犀川のせき止めと決壊、洪水, 第59回地盤工学会シンポジウム予稿集.

山浦直人・久保田周一・宮澤洋介(2007) 善光寺地震による犀川砂防事務所管内の土砂災害, 斜面防災技術, 34(2), 39-47, 巻頭2p.

善光寺地震災害研究グループ(望月巧一・赤羽貞幸・斉藤豊・中村三郎・長尾勲・山浦直人)(1994) 善光寺地震と山崩れ, 長野県地質ボーリング業協会.

#### 5-4

防災科学技術センター(1987) 長野県における被害地震史料集, 243p.

地震調査研究推進本部(2005) 糸魚川-静岡構造線断層帯および宮城県沖地震に関するパイロット的な重点的調査観測(平成14-16年度)成果報告書, 298p.

大町市史編纂委員会(1986) 大町市史, 第3巻 近世.

大森房吉(1913) 「本邦大地震概説」第6章 信濃川流域及び其ノ附近, 震災豫防調査會報告, 第68号乙, 90-109.

#### 5-5

宇佐美龍夫(2003) 新編日本被害地震総覧[増補改訂版], 東京大学出版会.

中村左衛門太郎(1919) 大町付近の地震に就きて, 気象集誌, 38(5), 147-151.

大町市史編纂委員会(1984) 大町市史 第1巻 自然環境, 277-294.

大町市史編纂委員会(1985) 大町市史 第4巻 近代・現代, 871-878.

大森房吉(1921) 大正7年信州大町地方激震調査報告, 震災予防調査会報告第94号, 16-69.

大森房吉(1919a) 信州大町地方の地震に就きて, 地学雑誌, 31(1), 1-16.

大森房吉(1919b) 信州大町地方の地震に就きて(承前), 地学雑誌, 31(2), 89-97.

坪井誠太郎(1922) 信州大町地震翻査概報, 震災予防調査会報告第98号 13-21.

#### 5-6

長野県総務部消防防災課(1987) 長野県北部地震の概況. 昭和62年1月8日, 報道資料.

仁科良夫(1991)「1986年長野県北部地震の震央付近における震害分布」地球科学, 45(4), 233-244.

仁科 良夫・松島 信幸・赤羽 貞幸・小坂 共栄(1985) 長野県の活断層：活断層分布図と資料, 信大理学部紀要, 20, 171-198.

#### 5-7

松多信尚・澤 祥・安藤俊人・廣内大助・田力正好・谷口薫・佐藤善輝・石黒聡士・内田主税・佐野滋樹・野澤 竜二郎・坂上寛之・隈元崇・渡辺満久・鈴木康弘(2006) 写真測量技術を導入した糸魚川-静岡構造線断層帯北部(梅池-木崎湖)の詳細変位地形・鉛直平均変位速度解析. 活断層研究, 26, 105-120.

文部科学省地震調査研究推進本部(1996) 糸魚川-静岡構造線活断層系の調査結果と評価について.

2014年長野県北部の地震に関する調査団(2015) 日本地震工学会2014年長野県北部の地震に関する調査団報告, 日本地震工学会.

遠田晋次・岡田真介(2015) 糸魚川-静岡構造線と地震活動—長野県北部の地震をうけて—, 日本地震学会広報誌 なみふる, 101号, 6-7.

#### 第6章

原山智(2015) 北アルプス鹿島槍ヶ岳-爺ヶ岳に露出する, 直立した第四紀陥没カルデラ-黒部川花崗岩コンプレックス: 短縮テクトニクスによる傾動山脈隆起の典型例. 地質雑, 121(8), 293-308.

原山 智・大藪圭一郎・深山裕永・足立英彦・宿輪隆太(2003) 飛騨山脈東半部における前期更新世後半からの傾動・隆起運動. 第四紀研究, 42, 1-14.

原山 智・山本明(2014)「槍・穂高」名峰誕生のミステリー. ヤマケイ文庫, 350p.

中田高・今泉俊文 編(2002) 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会. (製品シリアル番号: DAFM3226)

産業技術総合研究所地質調査総合センター 編 (2012) 20万分の1日本シームレス地質図データベース(2012年7月3日版), 産業技術総合研究所研究情報公開データベース DB084, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

#### 第7章

土木学会(2002) 2002年制定コンクリート標準示方書[耐震性能照査編], 土木学会.

藤原明敏(1970) 地すべり調査と解析—実例に基づく調査・解析法, 理工図書.

藤田 崇(1990) 地すべり—山地災害の地質学, 共立出版.

東日本高速道路株式会社・中日本高速道路株式会社・西日本高速道路株式会社(2013) 設計要領第一集 土工編, 高速道路総合技術研究所.

住宅都市整備公団(1984) 軟弱地盤技術指針(案), 住宅都市整備公団.

日本道路協会(2012) 道路土工—軟弱地盤対策工指針〈平成24年度版〉, 日本道路協会.

日本地すべり学会(2004) 地すべり-地形地質的認識と用語, (公社)日本地すべり学会.

渡正亮・酒井淳行(1981) 地すべり・急傾斜地の調査と対策講座XII 地すべり対策のための調査法, 全国地すべりがけ崩れ対策協議会.

山田剛二・渡 正亮・小橋澄治(1971) 地すべり斜面崩壊の実態と対策, 山海堂.

## 地図データ諸元

各図の背景地図はそれぞれ下記のデータを使用し、信州大学震動調査グループが加工、作成したものである。

図 4-0-1,4-0-2,4-2-1,4-2-2,4-3-2 ; 国土地理院の地理院タイル (淡色地図)、基盤地図情報 (10m メッシュ数値標高モデル)、国土交通省の国土数値情報 (行政区域)

図 4-1-1,4-1-2 ; 国土地理院の基盤地図情報 (10m メッシュ数値標高モデル)、国土交通省の国土数値情報 (行政区域)、大町市基本図 (河川)

図 4-3-1,4-3-2-G,4-3-3 ; 国土地理院の地理院タイル (淡色地図)、基盤地図情報 (10m メッシュ数値標高モデル)、国土交通省の国土数値情報 (行政区域、鉄道)

図 4-3-2-A・B・C・D・E・F ; 国土地理院の地理院タイル (淡色地図)、基盤地図情報 (10m メッシュ数値標高モデル)、国土交通省の国土数値情報 (鉄道)

図 4-4-1~4, 6-1-2 ; Google Earth、国土交通省の国土数値情報 (行政区域)

図 6-1-1 ; 国土交通省の国土数値情報 (行政区域)

なお、大町市の揺れやすさマップは、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 25,000(空間データ基盤)、数値地図(国土基本情報)、電子国土基本図(地図情報)、基盤地図情報及び電子地形図(タイル)を使用し作成しているもので、刊行および web 上での公開も承認されています。  
(承認番号 平 28 情使,第 287 号)

## 信州大学震動調査グループメンバー

代表 小坂共栄 (信州大学山岳科学研究所特任教授)

グループ構成者 (所属)

- ・小坂共栄 (信州大学山岳科学研究所)
- ・原山 智 (信州大学学術研究院・信州大学山岳科学研究所)
- ・古本吉倫 (国立長野工業高等専門学校)
- ・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)
- ・富樫 均 (長野県環境保全研究所)
- ・小松宏昭 (東京都市大学塩尻高等学校)
- ・遠藤正孝 (長野県松本美須ヶ丘高等学校)
- ・田中俊廣 (長野県富士見高等学校)
- ・津金達郎 (信州大学山岳科学研究所)
- ・塩野敏昭 (株式会社北信ボーリング)
- ・宮澤洋介 (北陽建設株式会社)
- ・太田勝一 (株式会社長野技研)
- ・田辺政貴 (株式会社山梨ボーリング)
- ・田辺智隆 (戸隠地質化石博物館)
- ・高橋 康 (信州大学理学部)
- ・竹下欣宏 (信州大学学術研究院)

## 著作権等について（お願い）

### 1. 著作権について

本報告書や大町市ホームページ掲載の大町市の地盤情報は、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、その著作権は大町市に帰属します。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、それらが大町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、大町市に無断で改変を行うことはできません。

### 2. 免責事項

大町市は、利用者が報告書や大町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

報告書や大町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、あらかじめご了承下さい。





4 アンケート用紙 (大町市民向けに配布したもの)

平成 27 年 2 月

平成 26 年 (2014 年) 長野県北西部地震アンケート調査表

このたびは信州大学震動調査グループは、昨年 11 月 22 日午後 10 時 8 分に発生した長野県北西部地震 (神城断層の地震) の揺れ方についてしらべています。今後の地域防災をすすめるための大切な資料になりますので、ご協力をお願いします。質問は 8 つありますが、わからないところは無記入でかまいません。(夜 10 時 8 分に起きた最初の地震について回答してください)。一軒につきお一人の方の回答でけっこうです。  
信州大学山岳科学研究所  
信州大学山岳研究所 地形地質・防災研究部門長 教授 原山 智  
特任教授 小坂 共栄

質問 1 揺れを感じた時にいた場所についてお聞きします。  
(建物の中か外か) 1 屋内にいた 2 屋外にいた 3 その他 ( )  
(どこにいたか) 大町市 番地

(住所が大切ですので特に、屋内にいた方は番地や建物の名前まで、できるだけ詳しく記入してください。)  
質問 2 あなたや家族が体験した震度をお聞きします。下のイラストを参考にすると、あなたが感じた今回の地震の震度はどの程度でしたか。当てはまる震度を丸で囲んでください。  
( 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 弱 , 5 強 , 6 弱 , 6 強 , 7 )

<p><b>【震度 0】</b> 人は揺れを感じない。</p>	<p><b>【震度 1】</b> 室内で静かとしている人の中には、人が揺れる感じがする人がいる。</p>	<p><b>【震度 2】</b> 室内で静かとしている人の中には、人の大半が揺れを感じる。</p>	<p><b>【震度 3】</b> 戸外にいる人の中には、人が揺れを感じる。</p>
<p><b>【震度 4】</b> ほとんどの人が驚く。電灯などのつり下げた物が揺れ、重りの重い置物が、倒れることがある。</p>	<p><b>【震度 5 弱】</b> 大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる。棚にある食器類や本が落ちることがある。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。</p>	<p><b>【震度 6 弱】</b> はびこりと動くことができない。固定されていない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる。耐震性の低い木造建物は、壊れるものや、倒れるものが多い。大規模な崩れが生じたり、大規模な崖すべりや山体の崩壊が発生することがある。</p>	<p><b>【震度 7】</b> 耐震性の低い木造建物は、壊れるものや、倒れるものがさらに多くなる。耐震性の高い木造建物でも、おりに倒れることがある。耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多くなる。</p>

質問 3 屋内で揺れを感じた方にお聞きします。揺れを感じた時にいた、家や建物の構造にあてはまる数字を丸で囲んでください。また、その建物のおよその築年数と、その時何階にいたかをお答えください。( ) には数字を入れてください。

- (構造) 1 木造 2 木造モルタル 3 ツーバイフォー・ツーバイシックス 4 鉄骨・軽量鉄骨 5 鉄筋コンクリート 6 プレハブ 7 その他  
(建てた、あるいは耐震改修をしたのは) おおよそ今から ( ) 年前  
( ) 階建ての建物の ( ) 階で揺れを感じた

質問 4 屋内で揺れを感じた方にお聞きします。ガスは自動的に止まりましたでしょうか、またご使用のガスの種類もお教えください。(あてはまる数字を丸で囲んでください)

- 1 自動停止した 2 自動停止しなかった 3 装置がいていない 4 わからない  
( 1 都市ガス 2 プロパンガス ) を ( 1 使用中 2 未使用時 ) に地震が起こった

質問 5 自宅や家財などになんらかの被害がありましたか (丸で囲んでください)

質問 6 被害があった方にお聞きします。どのような被害があったか、あてはまる被害の数字を丸で囲んでください。(当てはまるものはいくつでも可)

- 1 食器などが落ちて割れた 2 石垣やブロック塀がくずれした 3 壁にひびが入った 4 土壁がくずれした 5 建物の一部がこわれた 6 灯籠や門柱が倒れた 7 建物のガラスが割れて落ちた 8 建物が倒壊した 9 その他 ( )

質問 7 揺れの向きがどちらの方向だったか、もしわかる方はお教えください。(家財が移動したり倒れたりした方向、電灯などが揺れた方向でもけっこうです。)

- 1 東西方向 2 北東-南西方向 3 北西-南東方向 4 南北方向 5 途中で向きが変わった (回転した) 6 わからない

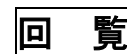
質問 8 今回の地震に関連する現象について、ほかに何か気がついたことがありましたら自由にお書きください。

ご協力ありがとうございました。記入されたアンケート用紙は別添の回収用封筒に入れ順次回収してください。隣組長さんは、記入済のアンケート用紙を **3月10日までに自治会長さん** にお届けください。本件に関するお問い合わせは下記までお願いいたします。

信州大学震動調査グループ担当	大町市担当
小坂共栄 (信州大学山岳科学研究所特任教授)	大町市総務部消防防災課 消防防災係
電話	担当: 飯沢 山崎
	電話

\* 用紙表面のイラストは気象庁の「震度と揺れ等の状況 (概要)」を使用しています

## 大町市民へのお願い文書



平成 27 年 2 月 24 日

大町市在住の皆さま

信州大学震動調査グループ 代表 小坂 共栄

(信州大学山岳科学研究所特任教授)

大町市長 牛越 徹

### 平成 26 年 11 月 22 日発生 of 長野県北西部（神城断層）地震に関する 震動調査アンケートについてのご理解、ご協力をお願い

昨年 11 月 22 日に発生した長野県北西部（神城断層）地震では、大町市を含む長野県北部の広い範囲に大きな被害をもたらしました。被災された方々には心からお見舞い申し上げます。

信州大学震動調査グループは、被害状況や地盤変状の調査に合わせて、各地域の住民の方々を対象とした広域的なアンケート調査を企画し、現在白馬村・小谷村をはじめ長野市に至るまでの広範な地域でアンケートを実施中です。それによってこの地震時の地盤の揺れ方を詳しく把握し、公開した上で各地の今後の地震防災対策強化の一助にしていきたいと考えております。震災復興のために大変お忙しいところ恐縮ではありますが、以下のような本調査の趣旨や目的をご理解いただき、ご協力をお願いする次第です。

#### この調査の趣旨・目的

地震時の揺れは、地震そのものの規模や震源からの距離などに大きく左右されますが、一方ではその場の表層部の地盤状況によっても大きく異なることが知られています。気象庁発表の震度は限られた地点での震度計による数値で表されるために、必ずしもその地域の地盤状況の細かな違いまでを反映したものになっていません。アンケート調査で得られる体感震度（その場で人が感じる震度）は、回答数が多くなればなるほど有意な結果が得られ、地盤情報との相関も良いことが確かめられています。

今回の調査の目的は、この地震による強い揺れによって被害が発生した地域にお住まいの方々を対象としてアンケートを実施することにより、地震時の震度が地域によってどの程度の差があったのかを細かく把握し、地盤との相関を広域にわたり検討するための基礎データとすることにあります。

#### アンケートへの回答について

アンケート用紙は、各ご家庭に1部ずつ配布されますのでご記入をお願いいたします。質問は計8項目ですが、不明なところはそのまま無記入で結構です。

#### 回答結果の取り扱いについて

住所情報は、その地点の揺れを判断する際に東経〇〇度・北緯〇〇度などの位置情報へ変換するために用います。その他の回答も合わせて、ご提供いただいた情報はすべて地盤の揺れ方情報としてデジタルデータ化し、アンケート震度分布図作成など各地の揺れの特徴を整理しまとめるための基礎データとして用いる以外には一切利用しません。