

# 富山県内液状化しやすいマップ



国土交通省北陸地方整備局  
公益社団法人 地盤工学会 北陸支部

地盤の液状化現象は、平成 23 年 3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震」でも広範囲にわたって各種施設に多大な被害をもたらし、マスコミ等を通じて広く報道されるなど、大きな関心事になりました。

北陸地方においても新潟地震(昭和 39 年)、新潟県中越地震(平成 16 年)、能登半島地震(平成 19 年)、新潟県中越沖地震(平成 19 年)では、家屋、堤防、道路等に多くの液状化被害が発生しました。

そのため、北陸地方整備局では、公益社団法人地盤工学会北陸支部との共同により、過去の液状化発生状況や地形地質等に関する情報等を加えて検討し「液状化しやすさマップ」を作成しました。

富山県内は、隣接する新潟県と比べ過去の液状化履歴は少ないものの、近傍には地震発生源となる活断層が分布しており、今後も地震が発生して地盤の液状化被害が起こる可能性があります。

「液状化しやすさマップ」は液状化しやすいかどうかを示したものです。住んでいる土地(地盤)の性質を知っていただき、土地利用をする際や防災に役立ててもらいたいと考えています。

## ご利用にあたって

- ①このマップは、地盤の液状化という点にのみ注目し、「液状化しやすさの傾向」を示したものであり、地震被害想定マップではありません。なお、液状化しにくい地盤でも地震による揺れが大きくなる場合があるので留意ください。
- ②液状化しやすいとされる地形条件と既存の地盤(ボーリング)データを参照しており、多くの推定を含んでいます。したがって、大まかな傾向を示したものととらえてください。
- ③液状化対策が実施された建物など、地盤が液状化しても被害が現れない場合があります。本マップは液状化による被害の有無にかかわらずあくまでも地盤の性質として、液状化しやすい傾向を示したものです。

表紙の写真 写真上：富山県立図書館所蔵「地水見聞録」挿入絵に描かれている 1858 年安政飛越地震の液状化により地割れから地下水が噴出する様子 文献 1) より

写真中：新潟地震の液状化により倒壊したアパート(新潟市川西町) 写真提供：渡邊馨一郎氏

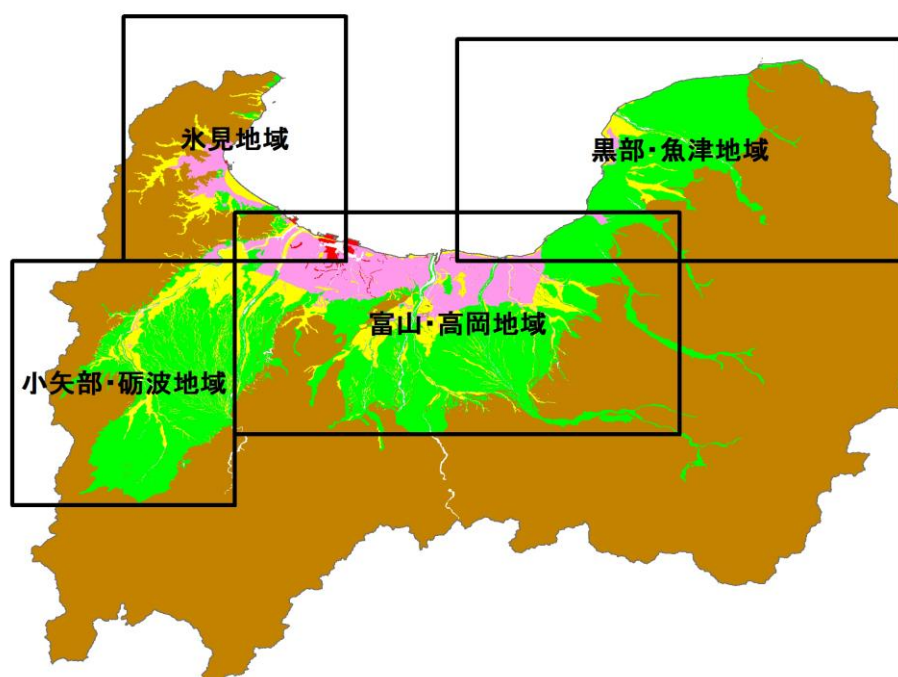
写真下：新潟地震の液状化による被害写真(新潟市陸上競技場) 写真提供：渡邊馨一郎氏

# 索引図及び目次

## 目 次

### 索引図及び目次

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 1 章                 | 1   |
| 液状化しやすさマップ作成フロー     |     |
| 2 章                 | 3   |
| 液状化しやすさマップ          |     |
| 3 章                 | 9   |
| 液状化Q & A            |     |
| 4 章                 | 1 2 |
| 富山県を襲った地震ー過去の液状化被害ー |     |
| 5 章                 | 1 3 |
| 富山県の地形・地質           |     |
| 一口知識                | 1 5 |
| 引用・参考文献             | 1 9 |

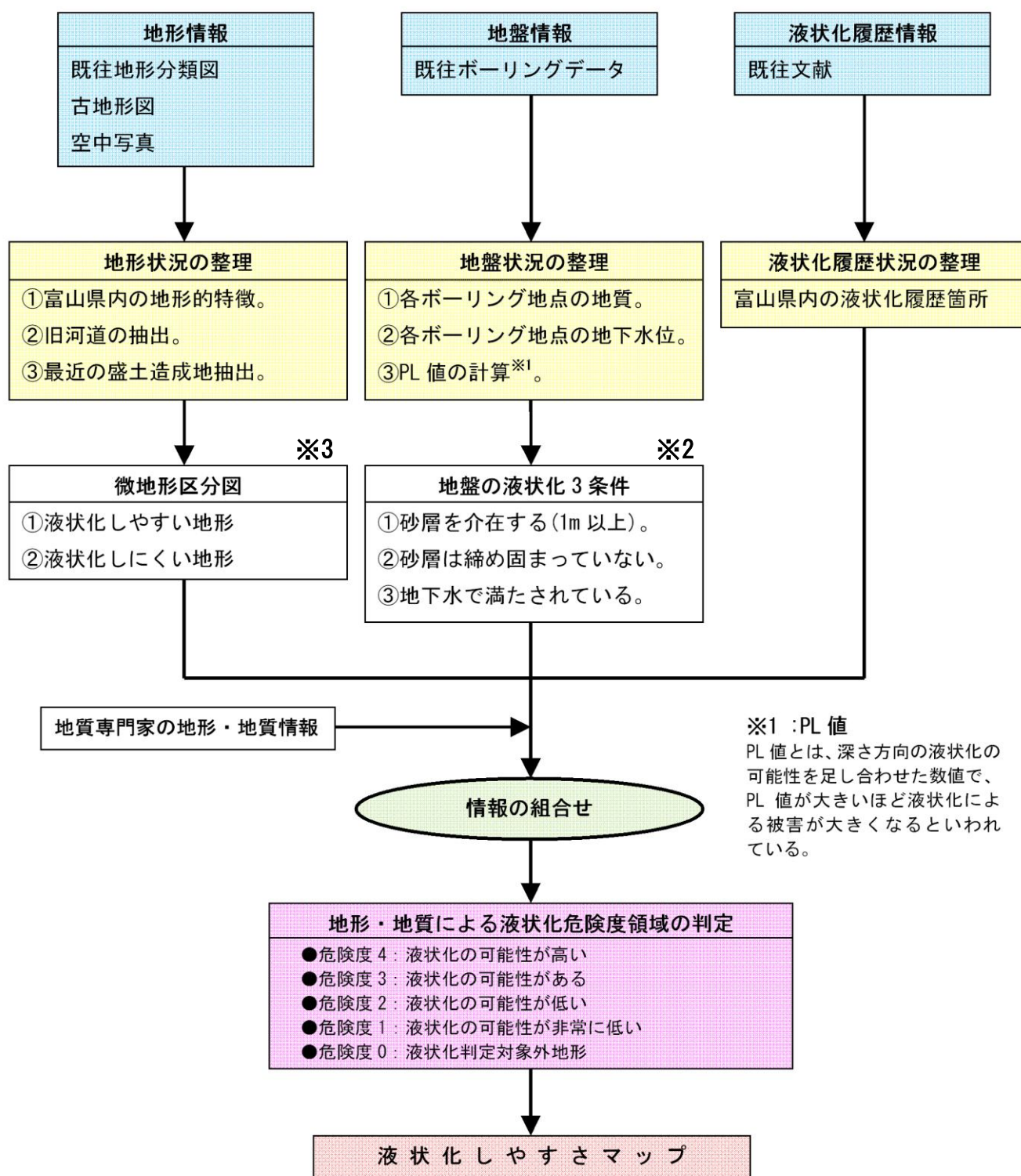




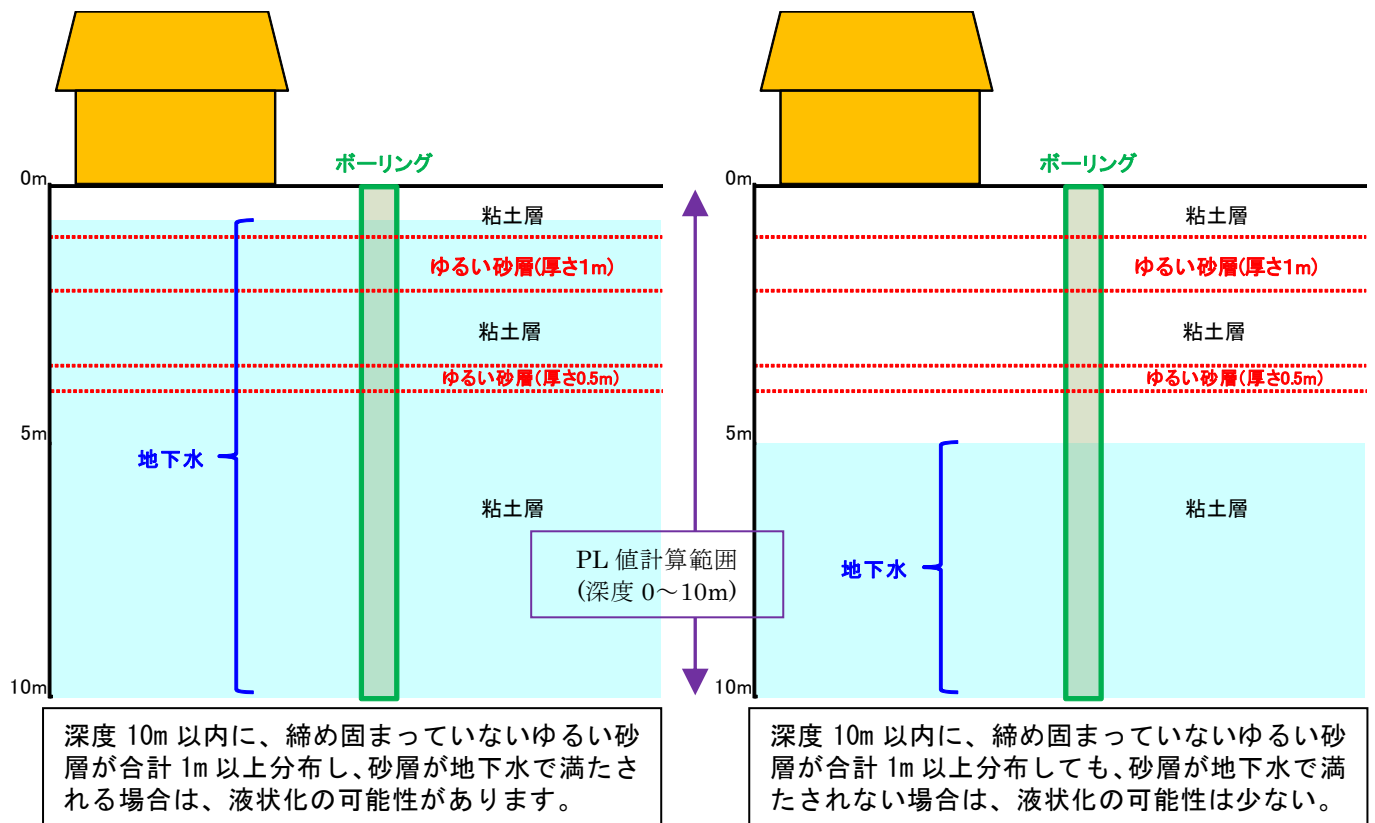
# 1章. 液状化しやすさマップ作成フロー

## 【概要】

- 地盤の液状化に関連する地形、地質及び液状化履歴についての資料を収集・整理してそれらの情報を組合せて液状化危険度を評価し、各危険度領域をマップとして表現しています。なお本マップでは、特定の震源による地震を想定せず、富山県内一律のゆれ（震度5強程度）を想定しています。
- 地形情報では、各種既往地形分類図を重ね合わせて微地形区分図を作成し、液状化しやすい地形と液状化しにくい地形の分布を確認しました。また旧河道、最近の盛土造成地を古い地形図と空中写真を用いて抽出し、微地形区分図を補完しました。
- 地盤情報では、既往のボーリングデータを収集・整理して各ボーリング地点の地質と地下水位を整理し、液状化しやすい状況か否か（地盤の液状化3条件）を確認しました。

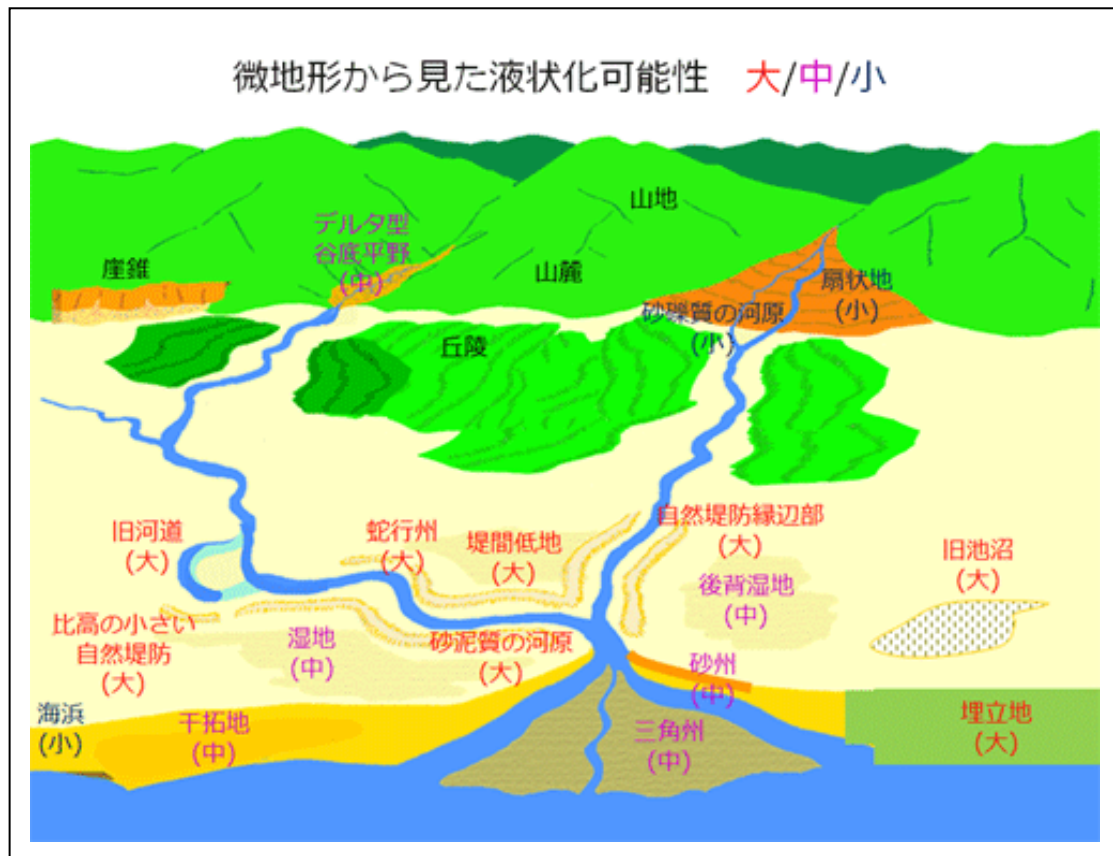


※2【既存ボーリングデータの地質状況による液状化の可能性参考図】



※文献 2)を参考に作成

※3【微地形による液状化の可能性参考図】



※文献 3)より転載

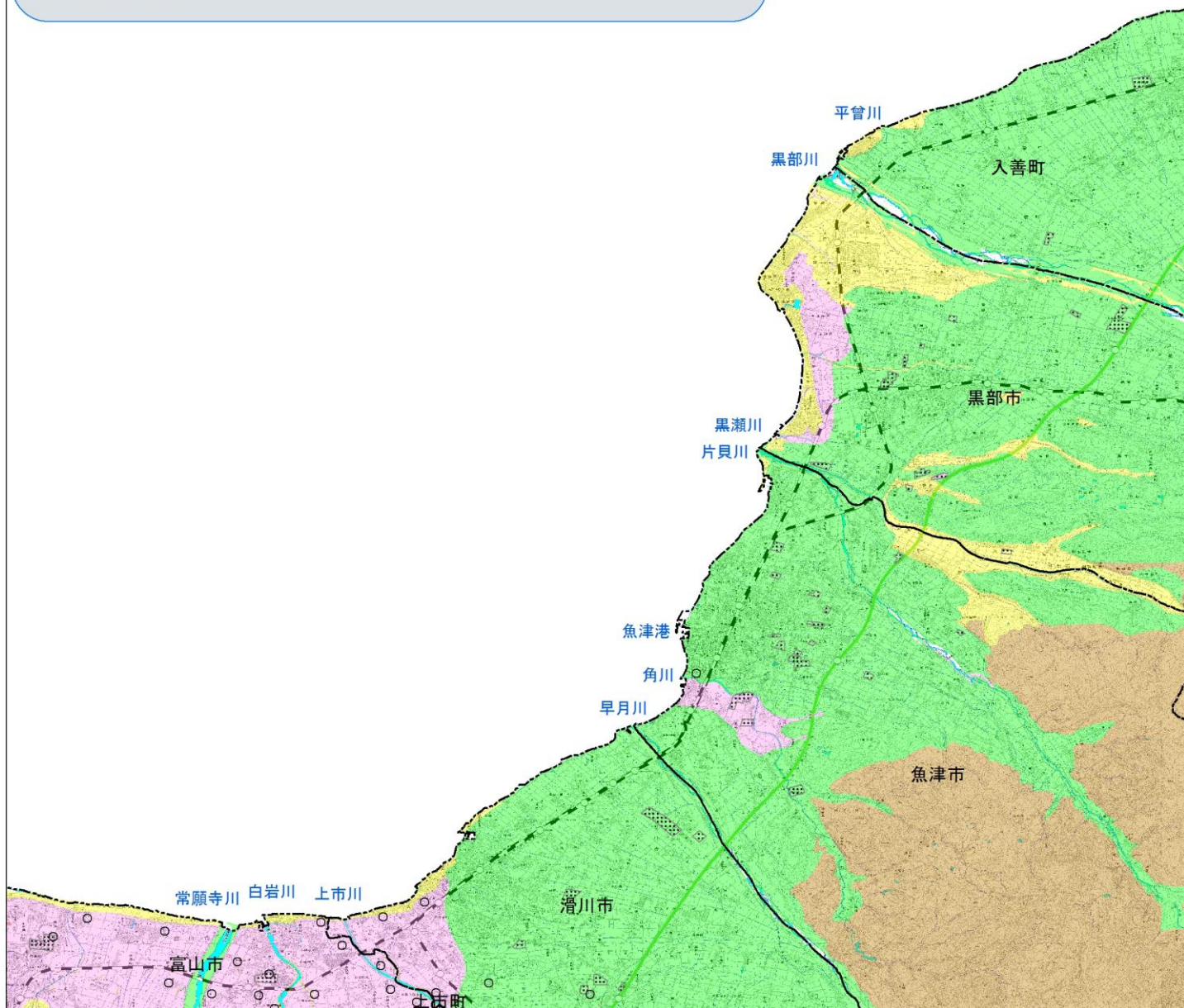


## 2章. 液状化しやすさマップ

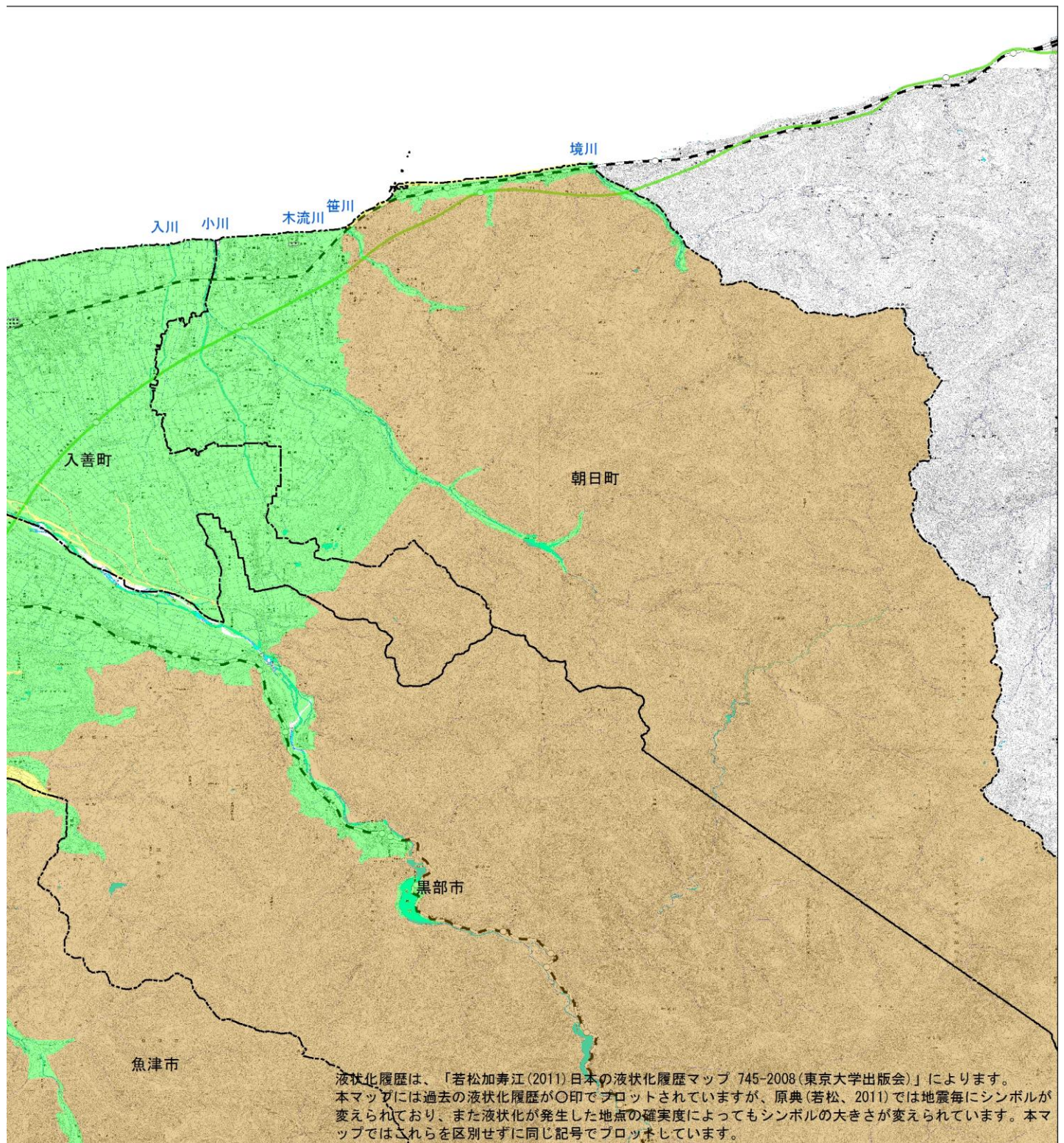
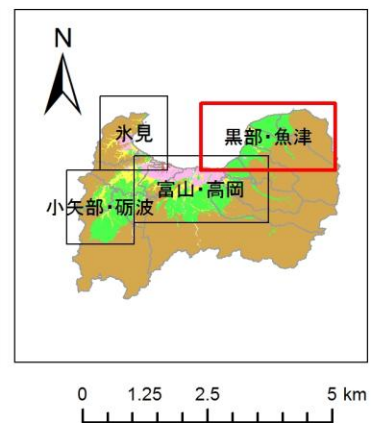
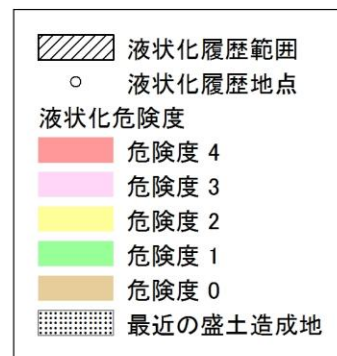
### 黒部・魚津地域

本地域東部～南東部には、高山性の山地(立山連峰)とその縁辺山地が広く分布します。山地と海岸の間には、上流から下流に向かって、小川、黒部川、片貝川、早月川等の急流河川による段丘と扇状地が広がっており、一部河川沿いと扇状地末端部に氾濫平野が分布します。また海岸沿いには幅の狭い砂丘、浜が分布します。

段丘と扇状地は主に締め具合の良い砂礫で構成されているため、液状化の可能性は低いといえます。また氾濫平野の一部は地下水位が高く、締め固まっていない砂層から構成されているため、液状化の可能性のある範囲と想定されます。

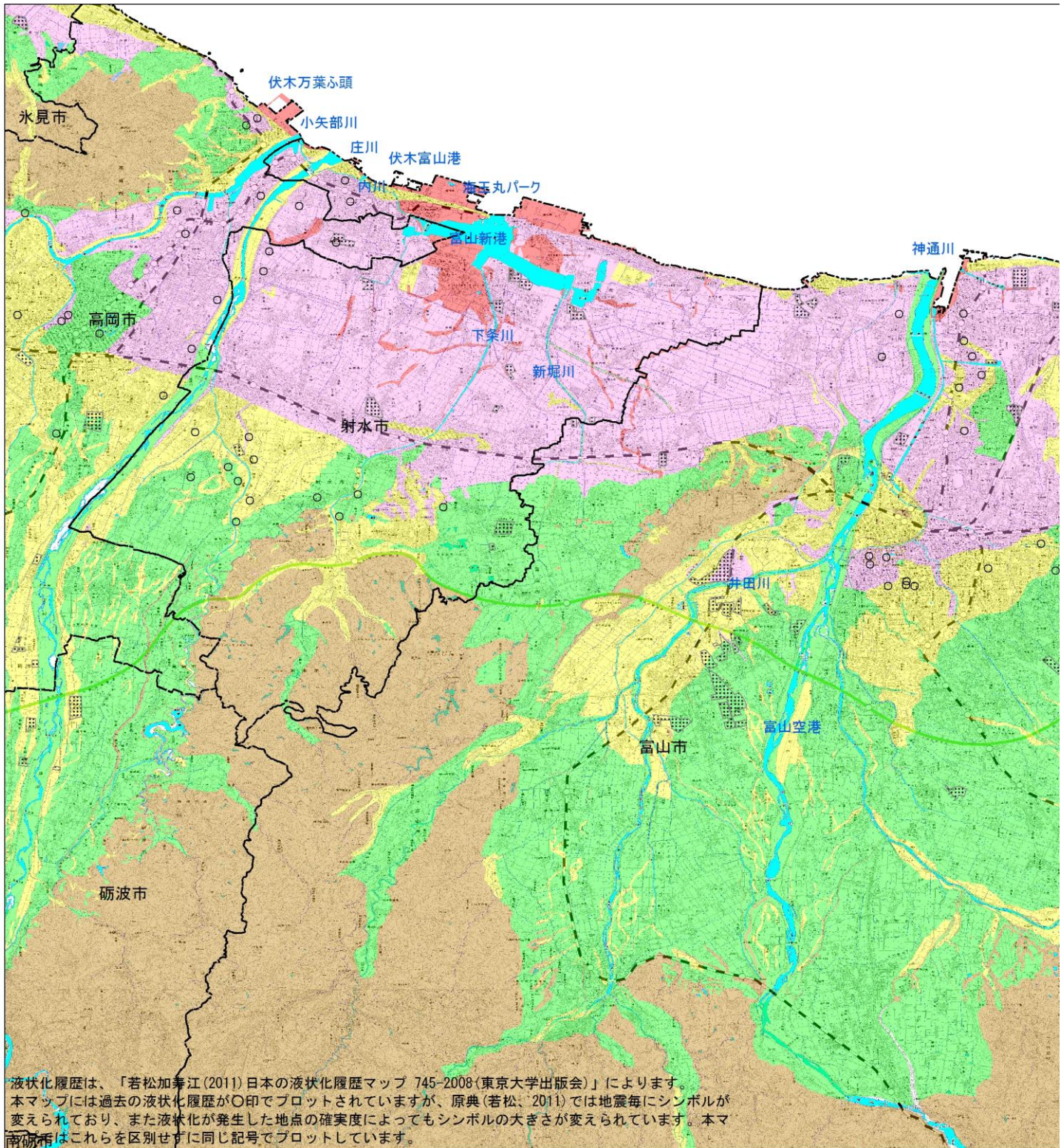




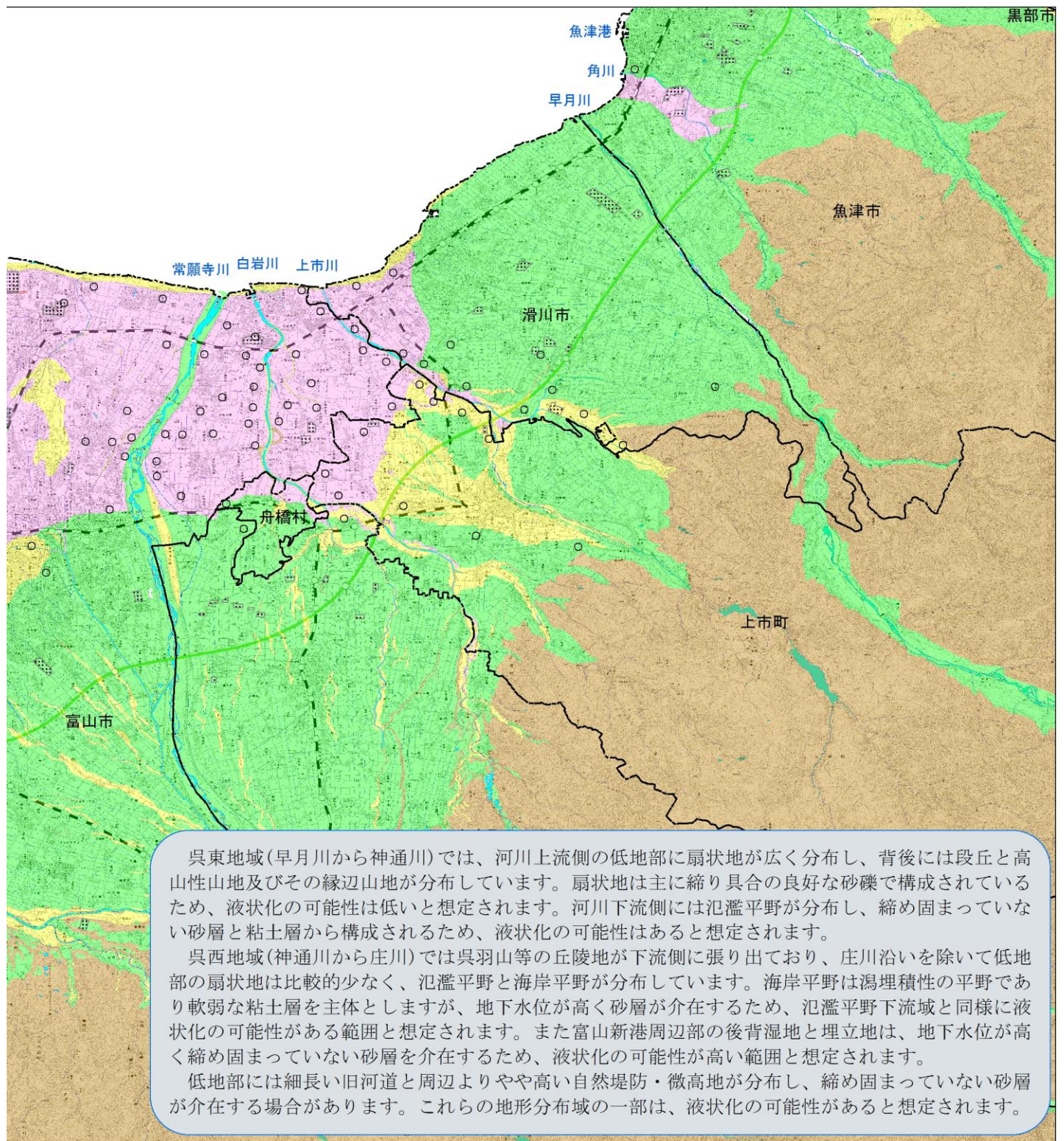
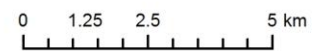
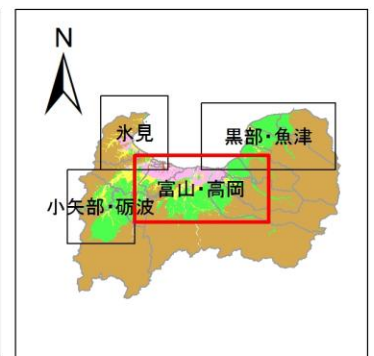
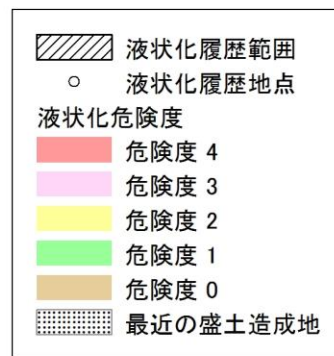




# 富山・高岡地域

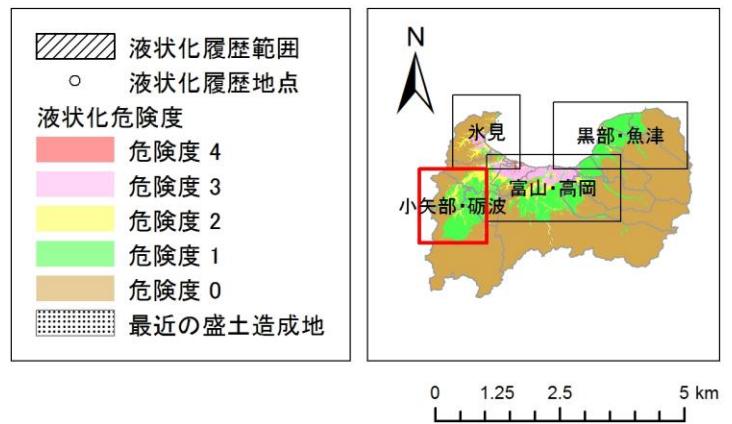








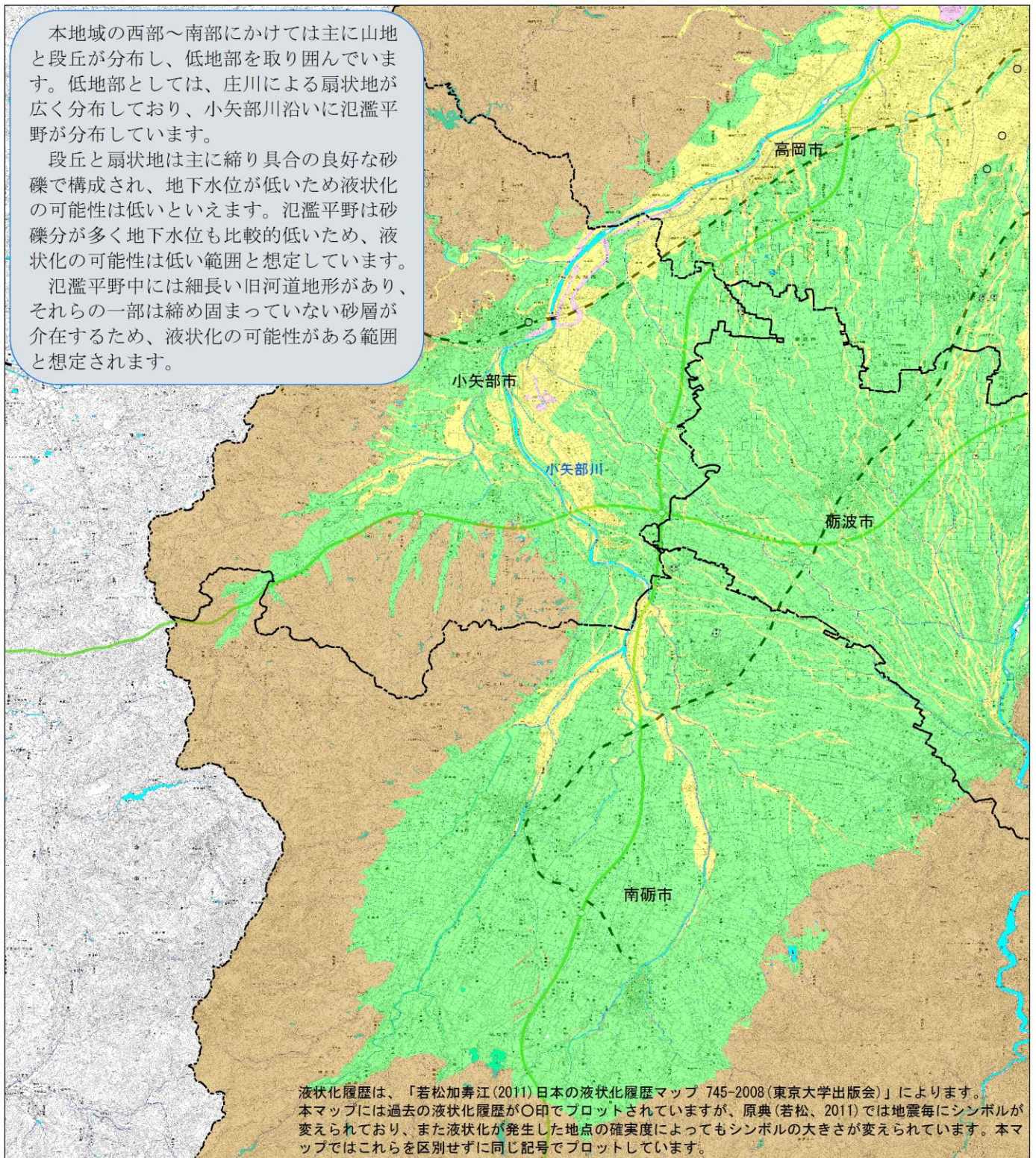
## 小矢部・砺波地域



本地域の西部～南部にかけては主に山地と段丘が分布し、低地部を取り囲んでいます。低地部としては、庄川による扇状地が広く分布しており、小矢部川沿いに氾濫平野が分布しています。

段丘と扇状地は主に締め具合の良好な砂礫で構成され、地下水位が低いため液状化の可能性は低いといえます。氾濫平野は砂礫が多く地下水位も比較的低いため、液状化の可能性は低い範囲と想定しています。

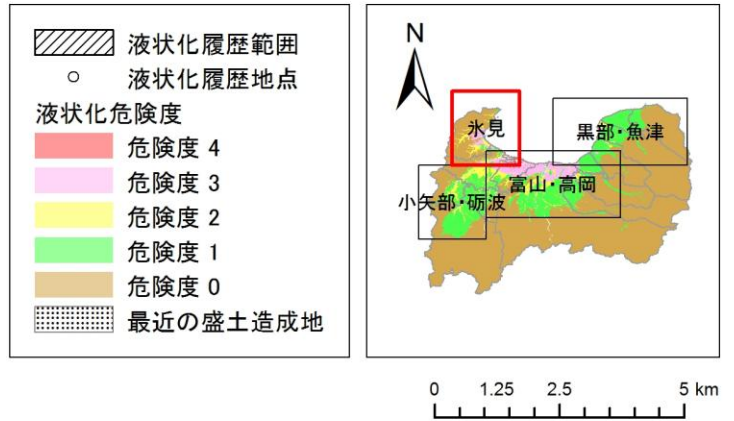
氾濫平野中には細長い旧河道地形があり、それらの一部は締め固まっていない砂層が介在するため、液状化の可能性のある範囲と想定されます。



液状化履歴は、「若松加寿江(2011)日本の液状化履歴マップ 745-2008(東京大学出版会)」によります。本マップには過去の液状化履歴が○印でプロットされていますが、原典(若松、2011)では地震毎にシンボルが変更されており、また液状化が発生した地点の確実度によってもシンボルの大きさが変更されています。本マップではこれらを区別せずに同じ記号でプロットしています。



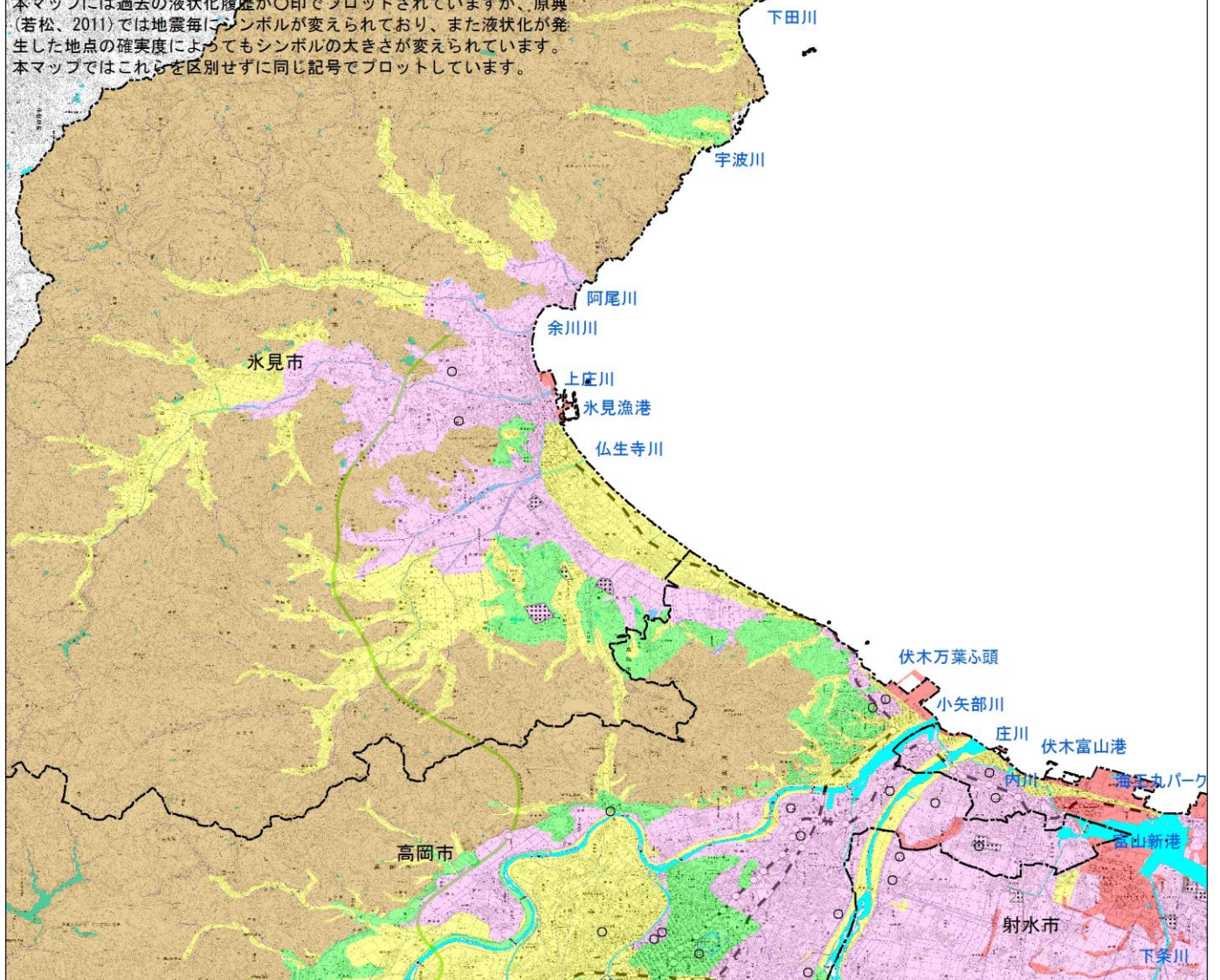
## 氷見地域



本地域は主に標高500m以下の丘陵地性山地からなり、低地部は氷見市街地方向に集中するように流れる河川沿いの氾濫平野と、その下流の海岸平野で構成されています。また海岸平野の海側には砂丘が分布しています。

各河川上流の氾濫平野は、締め固まっていない砂層と粘土層からなり、液状化の可能性がある範囲と想定されます。また海岸平野は、砂丘の発達により日本海から切り離されて生じた水域(十二町潟)に河川からの堆積物が逐次埋積して形成された潟埋積性平野であり、軟弱な泥・泥炭を主体としていますが、締め固まっていない砂層を介在しているため液状化の可能性があるかと想定されます。

液状化履歴は、「若松加寿江(2011)日本の液状化履歴マップ 745・2008(東京大学出版会)」によります。本マップには過去の液状化履歴が○印でプロットされていますが、原典(若松、2011)では地震毎にシンボルが変えられており、また液状化が発生した地点の確実度によってもシンボルの大きさが変えられています。本マップではこれらを区別せずに同じ記号でプロットしています。





# 3 章. 液状化 Q&A

## 1. “地盤の液状化現象”とは？

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、液状化被害のことが大きく報道されましたので、映像等によりご覧になった方も多いと思いますが、地盤の液状化現象とは、地震の際に地下水位の高い砂地盤が、振動により液体状になる現象をいいます。国内では、1964 年 6 月 16 日に発生した新潟地震の際に、信濃川河畔や新潟空港などでこのような現象が確認されたことから、知られるようになりました。



東北地方太平洋沖地震による液状化現象(浦安市ディズニールランド駐車場)写真提供: 東京電機大学安田教授



新潟地震による液状化で倒壊した県営アパート(新潟市川岸町)写真提供: 渡邊馨一郎氏

液状化による被害状況については、報道等で見られることがありますが、液状化現象自体を目にする機会は少ないと思います。液状化の典型的な現象として噴砂があります。この現象は地盤中の砂層が液状化すると、砂層に含まれる地下水の圧力が高まるため、地下水とともに砂が地表に噴出する現象です。

## 2. 液状化現象は昔からあったのか？

液状化という現象が初めて世界から注目されたのは、1964 年 6 月 16 日に発生した新潟地震です。実は、同じ年の 3 月 28 日にアラスカで M9.2 というすさまじく大きな地震が発生し、液状化現象が報告されていました。

液状化現象そのものは当然昔からあり、新潟地震が初めてというわけではありません。考古学、地質学における発掘・試掘現場から、有史時代の液状化現象を示す噴砂跡が続々と報告されています。例えば、富山県内では福岡町の開酵大滝遺跡で 1858 年飛越地震による液状化現象と考えられる噴砂跡が確認され、石川県内では白山市部入道遺跡において、弥生時代後期(約 1800 年前)の震度 6 クラスの地震により形成したと考えられる噴砂跡が確認されています。また有史以前では、形成時代の古い(何百年～何千年前)固結した地層からも、当時の地震による噴砂現象跡と推察される砂の脈(砂岩脈と呼ぶ)が数多く確認されています。



液状化による噴砂の例

写真提供: 新潟大学保坂助教



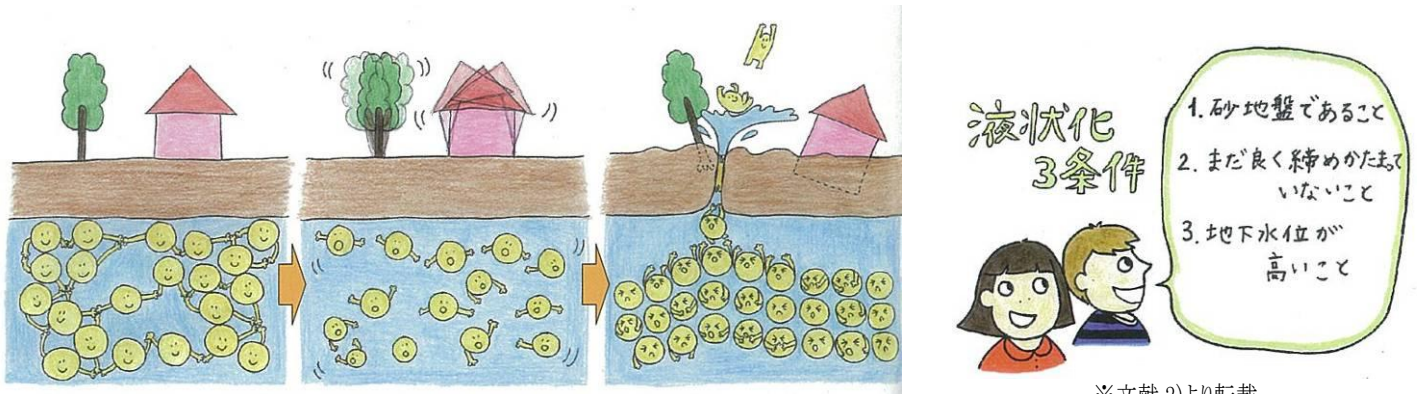
大沢谷内遺跡に現れた噴砂痕

写真提供: 新潟市文化財センター



### 3. どうして液状化するか？

液状化現象の研究により、液状化しやすい条件として3つあることがわかりました。一つは、砂地盤であること(少なくとも地下2～3mの浅い位置に砂層が存在すること)、二つ目は、砂がふんわりとたまっていて締めかたまっていないこと(N値が低いこと)、3つ目はこうした緩い砂の層が地下水に満たされていることです。これを、仮に「液状化3条件」と呼びましょう。



※文献2)より転載

この3条件がそろった場所で、大きな地震が発生し地盤が激しく揺されると、砂粒どうしのかみあわせ(スクラム)がはずれ、砂粒が地下水の中に浮いた状態になります。これが、地盤が液状化した状態です(上図の中央)。これまで砂粒がかみあうことで支えていた建物や液状化した砂層より上部の土の重みを地下水が支えることになり、圧迫されて水圧が急上昇し、弱いところ(裂け目)を見つけて地上に噴き上がります(上図の右)。この時、水といっしょに砂も上がってくるのです。

### 4. 液状化はどこでもおこるの？

液状化しやすい場所・地域は、先に述べた「液状化3条件」がそろっているところです。地形で見ると、山地・丘陵地を構成する岩石が、降雨・河川により浸食・運搬されて堆積した土砂が分布する低地・平野部が液状化判定の対象となります。また土砂は粒子の大きさによって大きく礫・砂・粘土に区分されますが、川の流れの速い場所で堆積した礫と、川の流れの遅い場所で堆積した粘土が分布する低地・平野部の微地形では、基本的に液状化は起こりにくいといえます。

#### 【低地・平野】

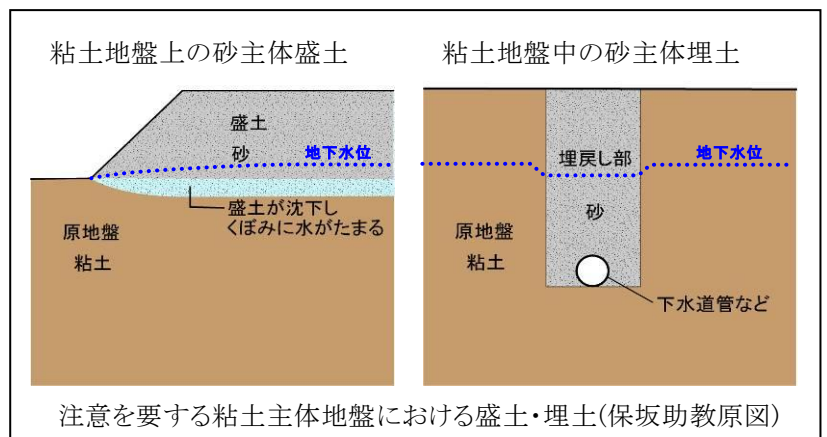
一般に低地・平野部で地震による液状化の発生しやすい微地形は、海岸沿いの埋立地、干拓地、旧河道、旧湖沼、比較的最近の盛土造成地、地下水位の高い砂丘縁辺部、比高が小さく地下水位の高い自然堤防です。ただし、埋立地・干拓地・盛土造成地等の人工地形と旧河道・旧湖沼では、締め固まっていない砂が介在するかどうか、液状化対策がなされているかどうかにより、液状化しやすさが異なってきます。また粘土主体の地盤であっても、盛土や埋め戻し土が砂である場合には、液状化が起こる可能性があるため注意する必要があります。

このほか、砂と粘土が混じった海岸平野、氾濫平野、谷底平野、後背湿地は、砂の割合と締め具合、地下水位によっては液状化がしやすくなります。

なお、扇状地は一般的に礫を多く含む地盤であるため、液状化の可能性は少ない地形です。

#### 【山地・丘陵地】

山地・丘陵地は岩石で構成されていますので、基本的に液状化は発生しません。ただし、東北地方太平洋沖地震では丘陵地でも盛土箇所において液状化による被害が発生しているため、注意する必要があります。山地・丘陵部で起こる災害は、地震・豪雨による岩盤崩壊、崖崩れ、地すべり、土石流、雪崩等で、液状化による被害と異なります。また山地・丘陵地間を流れる河川沿いの高い所(現在の河川より)には、昔の河川の流れで堆積した砂礫からなる段丘地形が分布しますが、砂礫の形成時代が古く(2万年～200万年前)、締め具合は良好で液状化が起こりにくい地盤です。





## 5. 液状化すると何が困るのか？

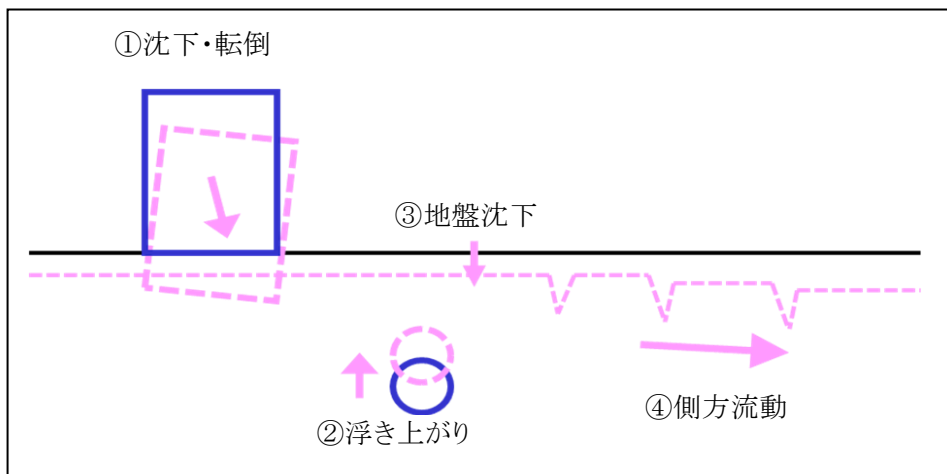
液状化による被害の特徴には、大きく次の4つがあります。

**【①沈下・転倒】**：構造物（建物など）を支えていた砂地盤が、液体状になることによって支える力を失ってしまう建物が沈下または転倒します。

**【②浮き上がり】**：重いものが沈下する一方、中空のマンホールなどは浮力によって浮き上がります。

**【③地盤沈下】**：地盤中の砂が地表に噴き出したことによって、地盤中が空洞化して地表面が沈下します。

**【④側方流動】**：側方流動には2つのタイプがあります。1つは緩傾斜の地表面下で液状化が起こったときに、平になろうとして側方に流動する場合、もう1つは護岸などで見られるもので液状化による地盤からの力で護岸が移動するものです。



液状化による4つの被害パターン概要図(保坂助教原図)



①建物の沈下・転倒



②マンホールの浮き上がり



③歩道部の地盤沈下



④側方流動による護岸の変状

以上写真提供：新潟大学保坂助教

## 6. 地震が起きると必ず液状化するのか？

「液状化3条件」がそろっていても、ある程度強く揺れなければ液状化は発生しません。ただし、東北地方太平洋沖地震による液状化被害から、震度が小さくても地震動の継続時間が長い場合には、液状化に至る可能性があります。

## 7. 同じところで何回も液状化するのか？

土砂災害の一つである地すべりは、一度発生するとしばらくは安定するといわれますが、液状化については、一度地震により液状化した地域において、再度液状化したという報告が国内及びアメリカ、ニュージーランドであります。東北地方太平洋沖地震では、関東地方各地で再液状化が発生しました。また石川県では、1993年の能登半島沖地震で液状化した珠洲市の鵜飼漁港で、2007年の能登半島地震により再度液状化が発生しています。



## 4 章. 富山県を襲った地震-過去の液状化被害-

富山県は他府県と比べると、比較的地震被害の少ない県です。過去に顕著な被害をおよぼした主な地震は 8 回あり、そのうち 2 回の地震で液状化と考えられる現象の履歴が確認されています。

富山県に被害を及ぼした主な地震一覧表

| 発生西暦             | 発生和歴    | 地震の名称(地域)         | 主な被害                                                               | 液状化履歴 | 最大震度 |
|------------------|---------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|------|
| 863 年 7 月 10 日   | 貞観 5 年  | (越中・越後)           | 山崩れ、住家損壊、圧死者多数                                                     | 記録なし  | 不明   |
| 1586 年 1 月 18 日  | 天正 13 年 | 天正地震(畿内・東海・東山・北陸) | 高岡市南西部の木船城が崩壊、圧死者多数                                                | 記録なし  | 5    |
| 1858 年 4 月 9 日   | 安政 5 年  | 飛越地震(飛騨・越中・加賀・越前) | 常願寺川の上流が堰き止められ、後に決壊して、死者 140 名、家屋倒壊及び流出 1,612 棟、大山町で山崩れにより死者 36 名。 | 履歴あり  | 6    |
| 1891 年 10 月 28 日 | 明治 24 年 | 濃尾地震              | 越中で家屋全壊 2 棟                                                        | 記録なし  | 4    |
| 1930 年 10 月 17 日 | 昭和 5 年  | (大聖寺付近)           | 高岡市で死者 1 名                                                         | 記録なし  | 5    |
| 1933 年 9 月 21 日  | 昭和 8 年  | (能登半島)            | 負傷者 2 名                                                            | 記録なし  | 4    |
| 2007 年 3 月 25 日  | 平成 19 年 | 平成 19 年能登半島地震     | 負傷者 13 名                                                           | 履歴あり  | 5 弱  |
| 2007 年 7 月 16 日  | 平成 19 年 | 平成 19 年新潟県中越沖地震   | 負傷者 1 名                                                            | 記録なし  | 3    |

※文献 5)をもとに作成

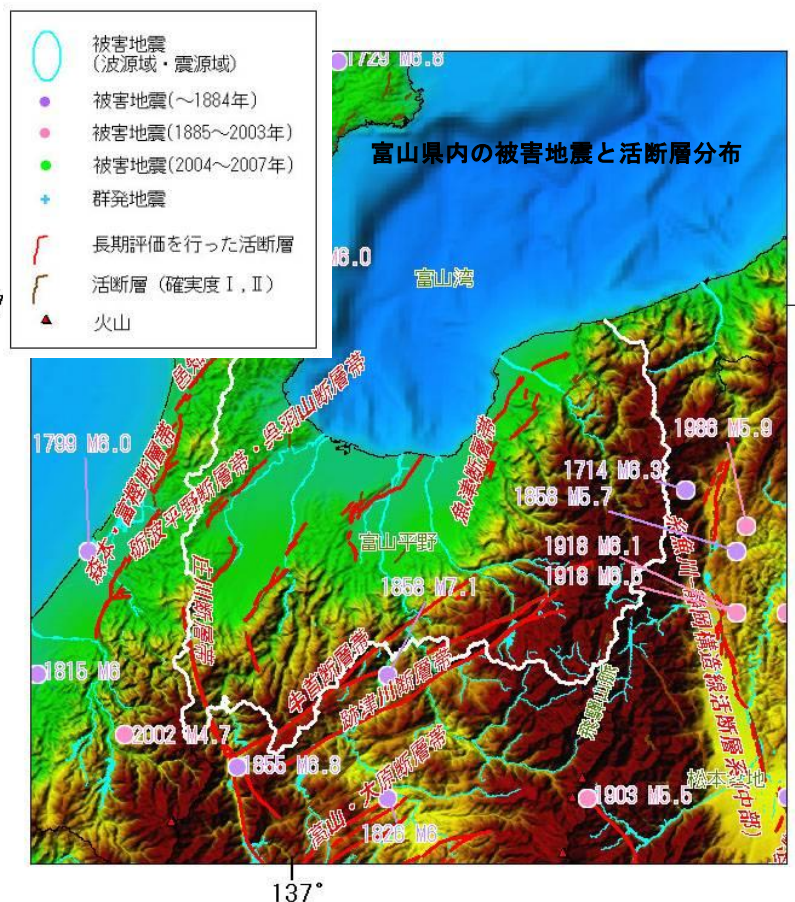
飛越地震は 1858 年 4 月 9 日(安政 5 年 2 月 26 日)に、越中・飛騨国境(現在の富山・岐阜県境)の跡津川断層を震源に発生した M7.0-7.1 と推定される地震で、安政飛越地震とも呼ばれています。本地震は北陸地方や飛騨国を中心に大きな被害をもたらしました。特に立山連峰では、跡津川断層の東端部にあたる鳶山が大崩壊しました(鳶山崩れ)。この崩壊により立山カルデラ内に大量の土砂が流れ込んで常願寺川上流が堰き止められ、堰き止め湖が形成されました。この堰き止め湖は、余震等により二度(4 月 23 日、6 月 8 日)にわたって決壊し、下流の平野部に大きな被害をもたらしました。

液状化については富山藩士の体験記があり、「水や砂が噴出した」という被害状況が描かれています。また液状化した地域は、研究報告から氷見市沿岸部、小矢部川・庄川下流域、神通川常願寺川下流域等の広範囲にわたり推定されています。

平成 19 年能登半島地震は、2007 年 3 月 25 日に石川県輪島市西南西沖 40km の日本海で発生しました。富山県の氷見市、小矢部市、射水市、富山市、舟橋村及び滑川市で震度 5 弱を記録しており、富山県内で震度 5 以上を観測したのは、1930 年の大聖寺地震以来 77 年ぶり、観測史上 2 回目の地震でした。

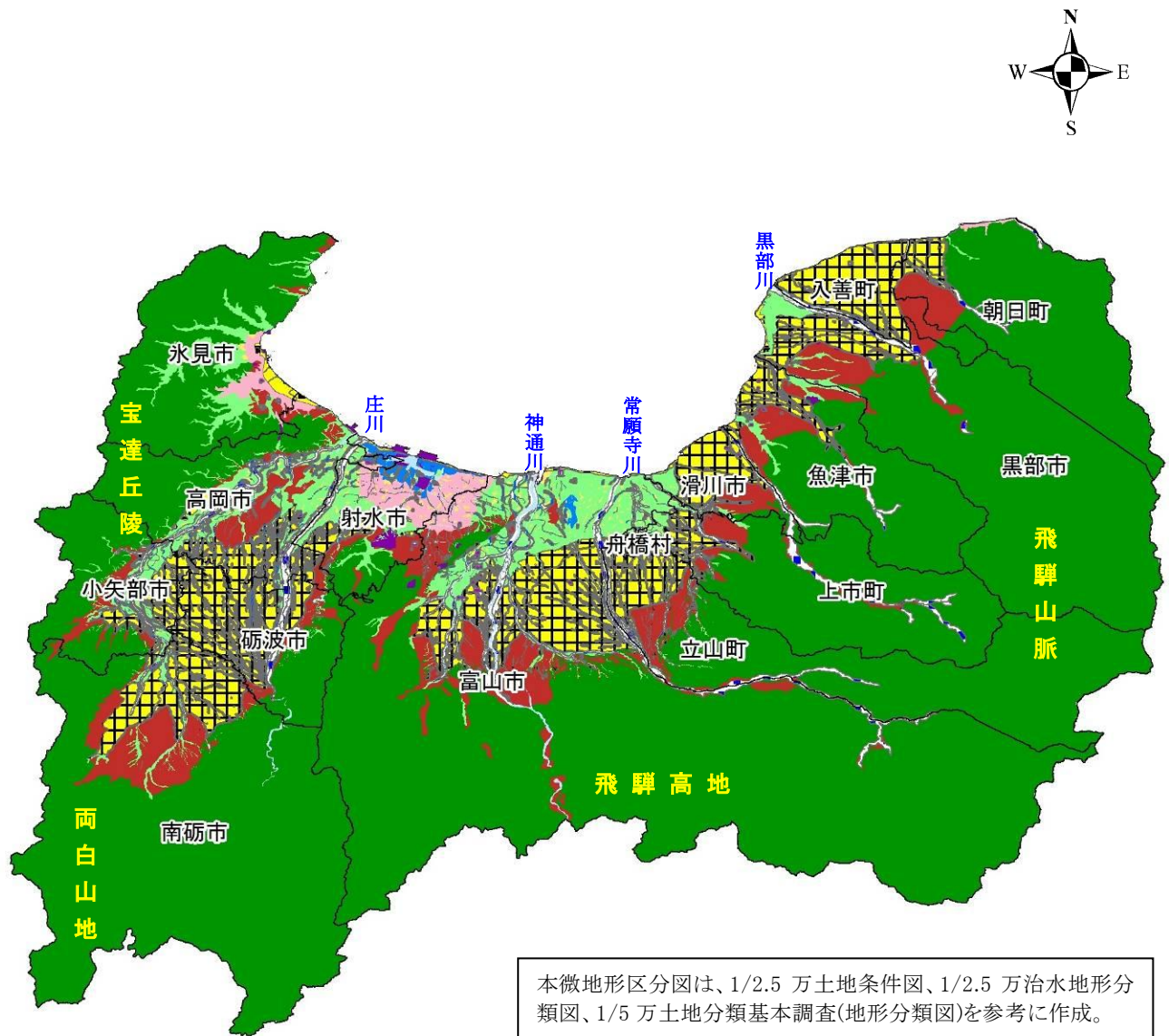
この地震により液状化現象が認められたのは、氷見市比見町氷見漁港付近の道路と伏木富山港で、いずれも噴砂現象が確認されました。

37





## 5 章. 富山県の地形・地質



### 微地形区分

- 山地斜面・丘陵地・崖等
- 段丘
- 扇状地
- 自然堤防・微高地
- 砂州・砂堆・砂丘縁辺部
- 砂丘本体



凹地・浅い谷



谷底平野・氾濫平野



海岸平野・三角州



後背湿地



旧河道



高水敷・低水敷・浜



河川・水涯線及び水面



旧水部



人工改変地・盛土地・埋立地



干拓地



高い盛土地



最近の盛土造成地

富山県の微地形区分図

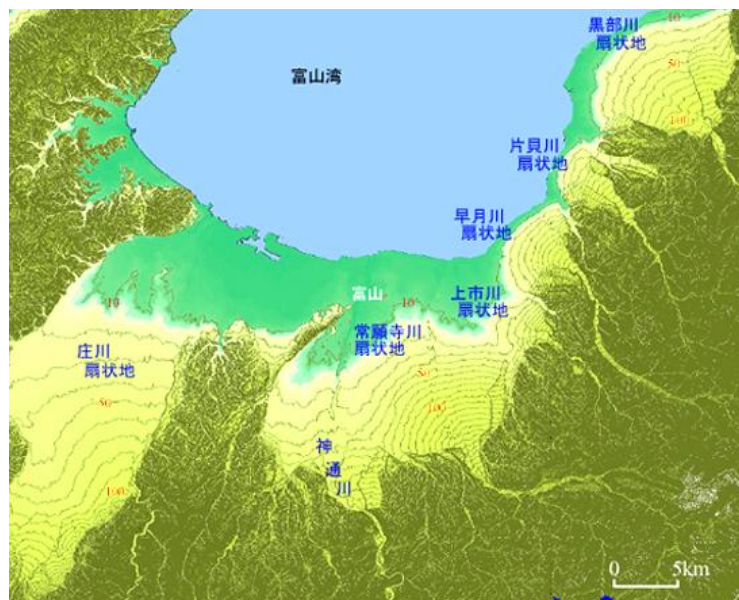


富山県は本州中部の日本海側に位置しており、概ね南から北の日本海に向って、山地、丘陵地、台地、低地、砂丘が分布します。山地は東部に飛騨山脈(北アルプス)、南部に飛騨高地、西部に両白山地が位置します。山地を構成する地質は、約 2,300 万年以上前に形成された火成岩、変成岩、堆積岩の硬質な岩石ですが、立山火山の火山岩類は比較的新しい時代(約 13 万年～5 万年前)に形成されています。

山地の内側には富山湾を取り囲むように、丘陵地または台地が分布します。丘陵地は約 250～2,300 万年前(新第三紀)に形成された砂岩・泥岩・礫岩と火山岩からなり、台地は主に約 1 万年～250 万年前(第四紀更新世)に形成された砂礫からなります。丘陵地及び台地は、岩石または締め固まった砂礫で構成されるため、新規の盛土造成地箇所以外では、液状化がしにくい地形です。

低地は丘陵地・台地と海岸の間に広がっており、約 1 万年前以降(第四紀完新世)に河川によって堆積した土砂からなります。低地の南側には、黒部川、常願寺川、庄川等の急流河川が供給した砂礫からなる扇状地が広く分布しており、低地地形の大部分を占めています。また扇状地にはかつての旧河道跡が網状に残っています。これらの扇状地及び扇状地内の旧河道は砂礫からなり、末端部の湧水箇所以外は地下水位が低いため、液状化しにくい地形です。

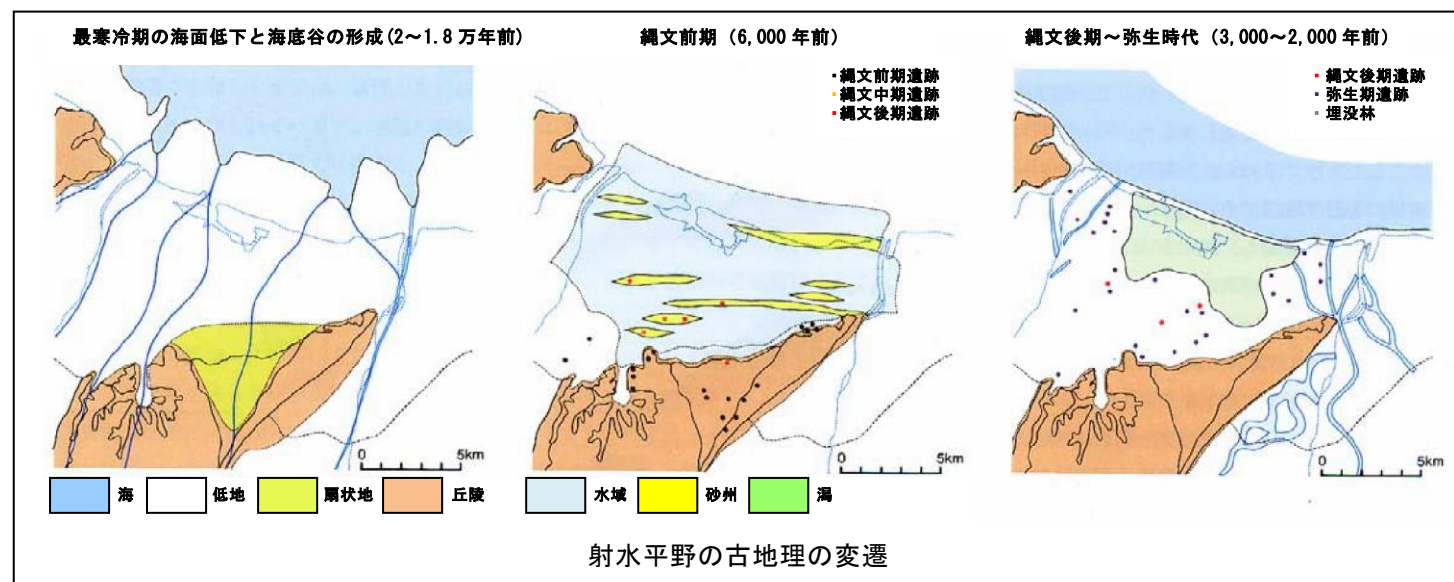
低地北側には礫・砂・粘土からなる谷底平野・氾濫平野と砂・粘土からなる三角州・海岸平野が分布します。谷底平野・氾濫平野の上流側は、砂礫を多く含み、地下水位が低いため液状化の可能性は低いですが、下流側では砂層を介在し地下水位が高いため、液状化の可能性あります。



富山県内の扇状地分布図

※文献 7)より転載

低地北側の海岸平野(富山県内では典型的な三角州はありません)は、射水市(射水平野)と氷見市(氷見平野)に分布し、砂層を介在して地下水位が高いため、液状化の可能性のある地形です。射水平野と氷見平野は特に潟埋積平野と呼ばれる低湿な平野で、かつては放生津潟、布施水海などの潟湖が存在していました。これらの潟湖は、約 6,000 年前の縄文海進時に海が現在の内陸部まで侵入し、その後砂丘の発達で塞がれてできたものであり、その後河川などが運搬した土砂により埋められました。放生津潟は 1967 年に富山新港となり、周辺は工業地帯となっていますが、氷見平野では十二町潟が潟湖の名残となっています。なお、これらの平野には軟弱な粘土層が厚く堆積していますが、浅部に砂層を介在する場合は、液状化の可能性あります(以上の説明文は、文献 8)・文献 9)を参考)。



※文献 10)より転載



## 《一口知識》

### ◆ボーリング調査

目で直接見ることができない地下の地質情報を得るために、もっとも普通に行われているのがボーリング調査です。みなさんは、道路端やビルなどの建設前の空き地で、三脚やぐらを建てて、カンカン音を立てている作業現場を見かけたことはないでしょうか。これは、先端に硬い突起やダイヤモンドの小さな粒を埋め込んだビットと呼ばれる刃先を付けた金属管を回転させながら押し込み、筒の中に土の試料を入れて引き上げ、地下の地質構成を知ろうとするものです。取り上げられた筒状の試料をボーリングコアといいます。平野地盤の調査では、ほとんどの場合、1m ごとに標準貫入試験が実施されますが、しばしばコアの採取が省略されることがあります。

### ◆標準貫入試験とN値

標準貫入試験は、地質調査においてももっとも基本的かつ重要な試験です。これによって得られるN値(えぬち)は、地盤の硬さを示す指標で、さまざまに利用される便利なものです。標準貫入試験は、重さ 63.5 kg のハンマー(ドライブハンマー)を 76 cm の高さから自由落下させて金属製の筒をたたき、30 cm 沈ませるのに必要な回数を求める簡単なもので、その回数をN値と言います。N値が高ければ地盤は硬く、低ければ軟らかいということになり、相対的な地盤の硬さ(荷重に対する地盤の抵抗力)を知ることができます。



標準貫入試験(上)とドライブハンマー(右)

※文献 2)より転載



### ◆地質(ボーリング)柱状図

ボーリング調査によって深さごとの地盤の種類がわかると、それらを柱状の模式図にします。その図の横にN値や観察記事、地下水位、掘削状況などの情報を書き入れたものを地質柱状図といいます。地質柱状図は、ボーリング情報の全体を 1 枚にまとめたもので、もっとも基本的な資料です。

### ◆地質断面図

地質柱状図を地盤高にしたがってボーリング地点間の距離に応じて並べ、同じ種類の地層同士を境界線で横につなげたものが地質断面図です。地質断面図は、地質調査結果の全体を一目で表したものであり、調査担当者の考え(結果に対する解釈)を示したものであり非常に重要です。良く作られた地質断面図からは、その地盤のできかた(形成史)を読み解くことができます。

### ◆盛土・埋土・干拓地

文字通り土を盛り上げて高くすることが盛土、凹みに土を入れて平にすることが埋め土ですが、丘陵地の造成地で谷を埋めて平にすることも盛土と呼ばれます。当然、堤防は盛土、平地の宅地造成地でもふつつ盛土がなされます。これに対し干拓地とは、浅い水域を締め切った上で排水し、干上がらせたところで、主に農地として利用されます。軟らかい地盤の上に盛土すると沈下などの現象を引き起こし、トラブルの原因となります。



## ◆人工地形と人工地盤

自然の地形を切り取ったり(切土)、盛ったり(盛土)して、改変された地形が人工地形、そのようにして作られた地盤が人工地盤です。丘陵部の造成では、切土と盛土が組み合わされて平坦地が作られます。人工地盤は災害に弱く、災害が起きるたびに人工地盤のもろさが指摘されます。雛壇状の造成地が地震により大規模な地すべりを引き起こしたことで一躍有名になったのが、1978年の宮城県沖地震(震度5、 $M=7.4$ )時の仙台市緑ヶ丘団地でした。新潟県中越地震でも盛土の災害が際立ち、「盛土は地震に弱い」ということを見せつけました。道路盛土が崩れ、多数の孤立集落が生じたのです。新潟地震でも、被害は信濃川の埋め立て盛土地に集中しました。

## ◆扇状地

山地では大雨が降るとしばしば土石流(鉄砲水)が発生します。土石流が山地から平野に出ると、河川勾配が急に小さくなるため流速が落ち、運搬力が弱まって抱えてきた土砂(砂礫)を置いていきます。また、左右が開けているため、低いところを探すようにして自由に流路を変えながら流れます。このため、土石流が何十回とくり返されると、やがて扇形に広がった緩やかな勾配をもった斜面が形成されます。これを扇状地と呼んでいます。扇の要にあたる位置(山地と平野の境目)を扇頂、末端部を扇端、中央部を扇央と呼んでいます。扇状地内は地下水位が低いのですが、扇端では湧水が見られることが多く、集落が発達しています。また、斜面の傾斜が $3^\circ$ 以下のきわめて緩いものを緩扇状地として区別する場合もありますが、富山県の扇状地斜面の勾配は比較的急であり、概ね緩扇状地に相当するものは認められません。なお、扇状地は砂礫からなり地盤としては一般に良好です。

## ◆自然堤防

河川の水量は、大雨のあと驚くほど増えます。大水が出ると、泥や砂を含んで茶色く濁った水がしばしば河道からあふれ出ます。その際、河道の近くでは粗粒の物質(砂など)が多くなり、遠ざかるにつれて細粒の物質(泥)に変わって量も少なくなります。洪水や氾濫がくり返されると、河道の縁に下流に向かって細長く伸びた高まりが形成されます。これを自然堤防といいます。

平野にあって、自然堤防は周辺よりも一段高く、水はけも良いので早くから集落が発達し、畑などに利用されてきました。



氾濫平野の微地形区分図(模式図)

※文献2)より転載

## ◆後背低地(湿地)

平野では自然堤防が細長い微高地を形成します。平野を幾筋にも分かれて流れる河川と河川の間、つまり隣り合う河川同士の自然堤防に挟まれた部分は相対的に低くなるため、水はけが悪くなります。洪水で自然堤防を超えた氾濫水はこの凹みにたまり、沼や湿地を形成します。これを後背低地(湿地)と呼んでいます。氾濫水は細粒の泥を多く含んでいるので、そこには泥や泥炭がたまることになります。地盤が悪いために水田などに利用されるのがふつうですが、市街地では盛土造成されてどんどん住宅地になってきています。

## ◆旧河道

かつて河道だったところという意味です。自然の川は直線状に流れることはまずありません。わずかな傾斜の違いなどによって生じた小さな揺らぎが増幅され、右に左に流路が動きます。一旦曲がり始めると水流が側部を攻撃し、さらに湾曲を大きくしてS字をくり返すように、くねくねとしたカーブが連続するようになります。これを蛇行といいます。カーブが大きくなりすぎると、やがて根元でつながってショートカットされてしまいます。すると湾曲部分には水が流れなくなり、取り残されてやがて三日月湖(河跡湖)になります。また、河道そのものが移動する場合があります。旧河道は泥がたまりやすいところですが、盛土造成されることも多いため、液状化に関してはもっとも可能性の高い地形といわれています。



## ◆古地図

古い地図全般のことをさし、とくに定義はされていないようです。江戸時代以前の見取り図的なものは古絵図とも呼ばれます。これに対して、等高線が入っている測量に基づいた地図を地形図といい、古い時代のものは、旧版地図・旧版地形図と呼ばれています。旧版地形図のリストは、国土地理院のホームページで公開されており、誰でも謄本(コピー)を購入することができます。現在では人工改変が著しく進んだために、都市部では自然のままの地形がほとんどわからなくなっています。したがって、自然の地形がまだ多く残っていた戦後の高度成長時代以前の地形図は、地盤の性状を推定する際の有力な手がかりになります。とりわけ明治 43 年以降に作られた緯度・経度の入った 2 万 5 千分の 1 と 5 万分の 1 の地形図は有用です。緯度・経度が入れていることで、GIS 上で地図を重ね合わせて比べることが可能になります。

## ◆谷底(こくてい)平野・氾濫(はんらん)平野

幅 1~2 km の細長い谷を埋めてできた谷間の平地のことを谷底平野といいます。しかし、臨海部の沖積平野の多くはおぼれ谷を埋めて形成されたものであるため、広い意味で谷底平野ということができます。台地に多数の谷が刻まれた形の関東平野は、谷底平野という表現がぴったりです。一方、氾濫平野は、洪水・氾濫が及ぶ範囲に形成された平野でやや広い意味を持ちます。両者はともに河川の氾濫堆積物(泥や砂)からなり、特徴は共通しています。

## ◆海岸平野と三角州

海面の低下によって陸地となったところを海岸平野といいます。三角州はその形がギリシャ文字の大文字の Δ に似ていることからデルタともいいますが、河口に形成された堆積地形です。ともに泥や砂から構成され、地盤は一般に軟弱です。なお、富山県では、典型的な三角州は見受けられないようです。

## ◆砂堆(さたい)・州(す)

水面上に表れた砂の高まりのことをいい、海岸に形成されたものを砂州といいます。河口から流出した砂が沿岸流によって集められて、海岸線に平行に細長く伸びます。砂州の上に風成の砂が堆積したものが砂丘です。

## ◆砂丘

風で運ばれた砂によって形成された丘をいい、海岸に形成されたものが海岸砂丘で、富山県の氷見砂丘が海岸砂丘に相当します。砂丘の発達は、しばしばその内側に潟をつくり、それが平野の形成につながってきます。なお砂丘本体は、標高が高く地下水位も低いので、液状化の可能性は小さいと言えます。

## ◆砂丘の縁辺部

砂丘は液状化しにくい条件を持っていますが、周縁部では水位が高く、表層部にゆるみが生じて液状化 3 条件を満たす部分があります。実際、新潟地震や新潟県中越沖地震では液状化現象が起きているので要注意です。なお、富山県内の砂丘標高は低いため、本マップでは、砂丘本体と縁辺部を切り離した液状化危険度判定は行っていません。

## ◆潟・潟湖(せきこ)

湾が砂州・砂丘によって海から隔てられ、湖沼化した地形を潟もしくは潟湖といいます。またその後、潟湖が河川等により運ばれてきた土砂により埋め立てられた平野を潟埋積平野と呼んでいます。富山県氷見市の十二町潟は、潟湖の名残です。

## ◆台地・段丘

沖積平野より高い位置に広がる平坦面を台地といい、段丘面とほぼ同じ意味です。東京で山手といわれるところが台地(段丘)です。階段状に発達することが多く、一般に形成年代が古いものほど高い位置にあります。全体的には低地・平野に比べて面積は広くはありません。水位は低く、砂礫が主体なので、液状化の心配はほとんどありません。なお、河川沿いに発達したものを河岸段丘、海岸に発達したものを海岸段丘として区別しています。



## ◆震度とマグニチュード

この二つは混同されがちです。震度は地震による揺れの強さの程度を示し、マグニチュードは地震そのものの大きさ（放出するエネルギー）を示すものです。震度は、震度計による計測値から求められ震度0から7まで10段階（気象庁震度階級）に区分されます。1996年までは、気象台の職員が、人の感じる揺れや被害などから判定していましたが、鉄筋コンクリートの建物が増えたり建築基準が改定されて家の強度が増してきたため、震度と被害程度が実態と合わなくなり、計測震度に切り替えられました。一方、マグニチュードは、震央（震源の真上）からの距離と地震波形の最大振幅から、計算式によって求められるもので、いくつかの計算式があります。日本では気象庁方式を採用しています。マグニチュードは1つ増えるとエネルギーは約32倍、2つ増えると約1,000倍になります。

## ◆地震と断層

地震が起きると断層が出現します。しかし、地下で断層が動いたことによって地震は発生するわけで、断層は地震の原因でもあり結果でもあり、いわば卵とニワトリのような関係にあります。地下の岩盤に力が加わって歪みがたまると耐えきれなくなって破壊しますが、このとき破壊面（割れ目）に沿って生じるずれを断層といいます。地下深くに発生した断層は、地表に現れることがあり、これを地震断層といいます。また、地震を引き起こし、地下深くに発生した断層を震源断層と呼んでいます。断層によるずれの量（断層の面積と移動量）が大きいほど大きな地震を引き起こします。過去に発生した地震の記録は断層地形という形で残されています。新しい地震は地形によく残っていますが、古い断層は侵食作用によって削られ、わかりにくくなります。断層のうち、最近の地質時代（過去数万年～数十万年）にくり返し発生し、将来も活動する可能性が高いと見られる断層を「活断層」といいます。

## ◆地震と防災

突然襲ってくる地震は恐ろしい存在です。ヨーロッパなど安定した大陸にすむ人は、地震を経験することなく一生を過ごす可能性があります。しかし、世界中で発生するマグニチュード6以上の地震のうち実に約20%が日本列島周辺でおきるといわれる日本で暮らす限り、一生のうちに何度か地震に遭遇するはずです。私たちは地震の発生を止めることはできませんが、起きた地震による被害を防いだり減らしたりすること（防災・減災）は可能です。防災というと、これまでは河川の堤防を高くしたり、大きなダムを造ったり、巨大な防潮堤を築いたり、力づくで押さえる方向に目が向いていました。しかし、最近では、一人ひとりの災害に対する備え（自助）、過去の災害事例に学んですみやかに避難すること、耐震補強によって建物の強度を増したり、土地条件に合わせた土地利用を行うなど、被害を受けても軽微なものにとどめるといった減災がクローズアップされてきました。

## ◆防災教育

「災害は忘れたころにやってくる」という、物理学者の寺田寅彦が語ったとされる有名な言葉があります。東日本大震災でも、津波の恐ろしさや命を守るための知恵といった体験の伝承が風化していたことが被害を大きくしたとの指摘もあります。また、関東地方で液状化被害が目立った地点は、昔は沼地であったところを埋め立てたり、干潟を海底の砂で埋め立てたような「人工地盤」が多かったのです。都市化が進むにつれて、土地利用が変化し、人工地盤がどんどん増えてきました。その結果、地震被害を受けやすい環境に変わってきました。自然が多く残っていた時代は、人々は地盤の安定した場所を選んで住んでいましたが、土地利用が進むにつれて元の地形がわかりにくくなり、そこが災害を受けやすい地盤であることに気がつかないですむことが多くなってしまったのです。地盤の特徴を知り、その特性に応じた土地利用をすれば、災害は大きく減らせるはずです。その意味で、昔の地名がどんどん失われ、新しい町名に置き換えられていくことは非常に残念なことです。

防災教育というと、多くの人はすぐに「避難・誘導」のことを思い浮かべるとと思いますが、過去の災害事例を学びその経験を生かすことや、その土地の成り立ちを学び地盤特性を知ることは、もう一つの防災教育としてとても大切なことです。



## 《引用・参考文献》

- 1)内閣府ホームページ:災害教訓の継承に関する専門調査会報告書「1859 飛越地震」、平成 20 年 3 月
  - 2)国土交通省北陸地方整備局企画部・地盤工学会北陸支部(2012):新潟県内液状化しやすさマップ
  - 3)金哲鎬・松下克也・岡野泰三・安達俊夫・藤井衛(2009):スウェーデン式サウンディング試験孔を利用した有孔パイプによる地下水位測定、日本建築学会大会(東北)学術講演会ポスターセッション、講演番号 20318
  - 4)若松加寿江(2011):日本の液状化履歴マップ-745-2008、東京大学出版会
  - 5)宇佐美龍夫(2003):最新版日本被害地震総覧[416]-2001、東京大学出版会
  - 6)地震調査研究推進本部ホームページ:全国地震動予測地図「富山県」
  - 7)防災科学技術研究所自然災害情報室ホームページ:防災基礎講座「災害はどこでどのようにおこるのか」
  - 8)藤井昭二他(1992):10 万分の 1 富山県地質図説明書、富山県
  - 9)経済企画庁総合開発局(1973):縮尺 20 万分の 1 土地分類図付属資料(富山県)
  - 10)アーバンクボタ(1992):北陸の丘陵と平野、アーバンクボタ No.31、株式会社クボタ
- ※本パンフレットの第 3 章は、文献 2)の第 3 章を参考に改稿したものあり、また《一口知識》は、文献 2)の《一口知識》から項目を選び、一部加筆して転載したものです。

このパンフレットの内容についてご質問やご意見等がおありの場合は、下記あてメールでお送りください。なお、個人のお宅のことなど、個別の内容には応じかねますので、あらかじめご了承ください。

北陸地方整備局 企画部 企画課 e-mail : kikaku@hrr.mlit.go.jp

公益社団法人 地盤工学会 北陸支部 e-mail : jibanhokuriku@piano.ocn.ne.jp

この冊子で使用している地図の一部は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 25000(地図画像)及び数値地図 25000(土地条件)を使用しています(承認番号 平 25 情使 第 80 号)。また、地図の一部は富山県発行の 5 万分の 1 土地分類基本調査(地形分類図)、三日市・泊、魚津、黒部・白馬岳、槍ヶ岳、富山、五百石、立山・大町、有峰湖、八尾、氷見・虻ガ島、石動、城端、白木峰・飛騨古川、下梨・白川村、昭和 45 年～平成 7 年を参考しています。