

北陸の平野地盤と地盤情報 —データベースの利活用に向けて—

The Alluvial Plain Deposits and the Geological Information Database in Hokuriku Region

鴨 井 幸 彦 (かもい ゆきひこ)

頼興和 技師長

1. はじめに

近年、実務者や研究者の間で平野地盤に対する関心が高まっている。その背景には、沖積層の研究が堆積相解析や年代測定を導入をきっかけに質的に変化してきたことや、最近相次いだ地震により地盤と被害の関係の重要性が改めて認識されたことなどがあると考えられる。

一方、地質柱状図などの既存地質調査資料の散逸を防ぎ、国民共有の財産として広く活用するべきであるという考えがとくに阪神大震災以降急速に広まり、データベース化の必要性和重要性が認識されるようになってきた¹⁾。こうした情勢のもと、コンピューター技術の発達と相まって各地でつぎつぎとデータベースが作られるようになり、その利活用例も大幅に増えている。本稿では、これまでの研究によって明らかにされた北陸地方における平野地盤の概要と、地盤情報のデータベース化の現状および利活用例、今後の展望や課題について紹介する。

2. 北陸の平野地盤概観

古代ヤマト王権時代、北陸地方は越と呼ばれ、現在の福井県から山形県の一部にまたがる、いちじるしく細長い範囲を指していた。律令時代になって越前、越中、越後の3国に分けられたものの、やがて能登が越前から分離され（越中に編入された後、再分離）、続いて加賀が独立し、今日にいたっている。このうち能登と加賀が現在の石川県、越中が富山県、越後に佐渡を加えた地域が新潟県にそれぞれ該当している。

北陸地方では、沖積平野は沿岸部に集中し、大小の低平地が海岸線沿いに連続あるいは点在している。個々の平野は、日本海にはほぼ直交して流れる多数の河川沿いに、それぞれ異なった地形条件下で独自に発達してきたものでひとくくりにすることはできないが、各県ごとの平野地盤の特徴をあえて述べるとすれば、新潟、石川が「砂丘によって閉じられた潟の埋積タイプ」、富山が「扇状地タイプ」となろう。地盤の特徴は地形条件に強く依存している。そこで、ここでは平野地盤の特徴を地形的背景や地盤形成史と関連づけながら、平野ごとに概観する。

2.1 新潟県の平野地盤

新潟県には越後、柏崎、高田、国中の四つの主要な平野がある（図-1）。それぞれの地盤の内容・特徴は『新潟県地盤図』²⁾にくわしい。

越後平野は面積2 070 km²を有する日本海側最大の平

野で、縄文海進によって生じた入江がその前面に形成された砂州・砂堆によってふさがれて潟となり、そこが埋め立てられて形成されたものである。縄文海進高頂期（約6 000年前）以降の海水準安定期において、この砂州・砂堆の海側に砂堆列・砂丘列がつぎつぎに付加して浜堤列平野が形成された。新潟市中心部はこの浜堤列上に位置し、地下には厚さ約40 mの砂層が広く分布する。

越後平野の内陸部は、デルタの前進により潟が埋められたもので、砂シルト互層を主体とし、*N*値の低い粘性土からなる軟弱地盤は意外に少ない。厚い軟弱地盤の分布は、地形的なひそみをなし、水深が比較的深かった岩船潟、紫雲寺潟、福島潟、古白根潟など、特定の地域に限られている。

また、越後平野の沖積層で特筆すべき点は、中央部において層厚が150 mを超えていることである。これは、当該地域が鮮新世以降約300万年にわたってつづく沈降帯に位置していることと関連している。

柏崎平野はおぼれ谷地形を反映したアレーバ状の不定形で複雑な外形を持つ。このため、沖積層基底面の形は凹凸に富み、沖積層の厚さは場所により大きく変わる。

また、沖積層は軟らかい粘性土を主体とし、砂の介在は少ない。これは海岸線に沿って更新統（安田層、番神

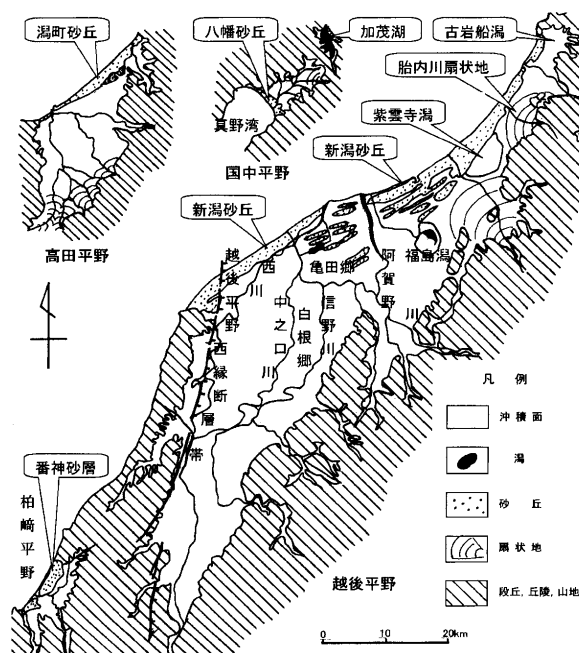


図-1 新潟県における各平野の地形的配置
(文献2)を参考に作成)

砂層)が張り出していたことで日本海への出入り口が狭まり、内陸に穏やかな水域が形成されたためと考えられる。

高田平野も柏崎平野と同様日本海への出入り口が狭く(潟町砂丘^{かたまち})、堆積の場(おぼれ谷)は穏やかで粘性土を主体とした堆積物によって埋められた。沖積層の基盤は最終氷河時代の扇状地性堆積物から構成されているため、基底面は比較的平坦で深さは60 m 付近にそろっている。

国中平野の沖積層は、台地に刻まれた谷地形を埋めて堆積したものである。谷地形が樹枝状に発達するため基底面は複雑である。谷が浅いため沖積層の厚さは20 m 程度と比較的薄い、海成粘土を主体とする。また、表層約5 m は氾濫原性の堆積物からなるが、これは、八幡砂丘の形成による内湾から潟への堆積環境の変化を示す。

2.2 富山県の平野地盤

富山平野は中央の呉羽山丘陵を境に呉東地域(狭義の富山平野)と呉西地域(砺波平野と射水平野)に分けられる³⁾(図-2)。それぞれの西縁には石動断層、法林寺断層、呉羽山断層といった北東-南西(跡津川方向)に伸びる活断層があることから断層角盆地と見られる。

呉東地域には、激しく隆起する立山連峰から供給される大量の土石によって形成された見事な扇状地群があり、北部の黒部川扇状地・片貝川扇状地の先端は直接日本海に達し、波浪による侵食を受けている。常願寺川扇状地・神通川扇状地は、富山市街地付近の手前で氾濫原性低地に移行する。富山平野(狭義)の氾濫原性低地の地下は砂層が優勢で、沖積層の層厚は20 m 程度である⁵⁾。

呉西地域は、内陸の砺波平野と海側の射水平野からなる。砺波平野はほぼ庄川扇状地に重なり、主に礫層から構成される。射水平野は、東西にある海に向かって突き出た半島状の出っ張り(呉羽山丘陵と二上山)に挟まれた入江が埋め立てられたもので、埋め残りが放生津潟である。表層地質は、内陸部が粘性土主体で軟弱地盤を形成し、海岸部は砂勝ちの砂シルト互層からなる⁵⁾。

さらに氷見平野は、おぼれ谷の前面が砂丘にふさがれて埋積したもので、ところにより粘性土が厚く堆積する。

2.3 石川県の平野地盤

金沢平野は北東-南西方向に伸びる海岸線に沿って形成された長さ約60 km、最大幅10 kmの海岸平野で、中央の手取川扇状地によって北部の河北平野と南部の小松平野とに分けられる⁶⁾(図-3)。二つの平野はともに、内灘砂丘、小松砂丘によってそれぞれ前面をふさがれてできた潟が埋積されて形成されたものである。

河北平野の東縁は森本断層によって境され、沖積層はここから急に厚くなり、下半部は主に砂シルト互層、上半部は軟弱な粘性土からなる。層厚は河北潟の海岸部でもっとも厚く約70 mに達する。金沢市街地は丘陵・段丘面と沖積面にまたがり、丘陵と沖積面の境界は断層で接し、平野側の地下には最終氷期の扇状地性礫層が分布する。沖積層はこの礫層にアバットするように堆積し、金沢市街地では礫・砂・シルトの互層からなり層厚約

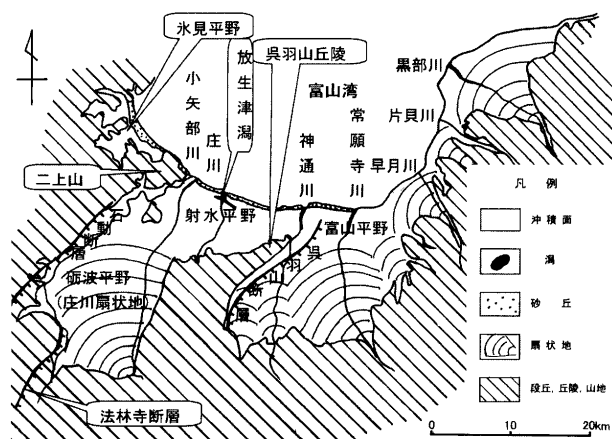


図-2 富山平野の地形略図(文献4)を参考に作成)

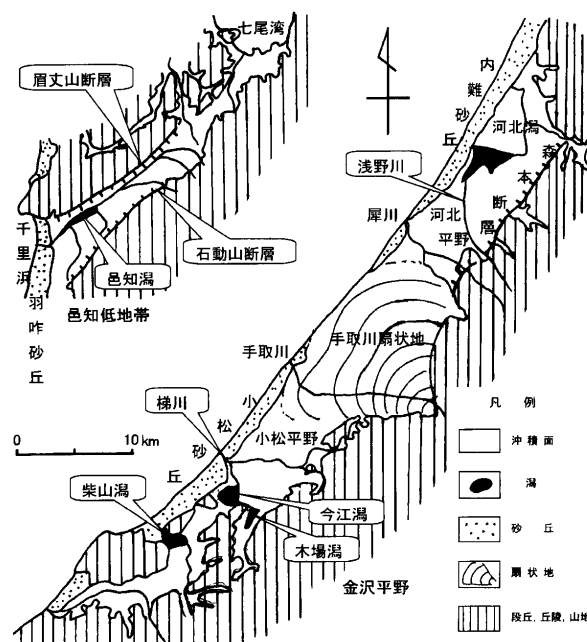


図-3 金沢平野の地形略図(文献6)を参考に作成)

20 m で、海岸に向かって厚くなる。

手取川扇状地は主に最終氷期に形成された礫層からなり、厚さ約50 m で、先端は沖積面下にもぐって海底へとつづいている⁶⁾。

小松平野の南西部は樹枝状のおぼれ谷が埋積されたもので、谷奥の埋め残しが加賀三潟(柴山潟、木場潟、今江潟)である。沖積層の層厚は約20 m と比較的薄くN値の低い粘性土を主体とする。

なお、能登半島の付け根には邑知低地帯と呼ばれる特徴的な地溝状の凹地がある。この凹地は、両端を眉丈山断層(北側)、石動山断層(南側)という二つの逆断層によって画されている³⁾。沖積層の厚さは10~20 m と比較的薄い、千里浜側で急に深くなり50 m を超える⁷⁾。

3. 北陸における地盤情報データベース

3.1 紙媒体によるデータベース

(1) 新潟県

地盤情報データベースとして新潟県で最初に公表され

報 告

表—1 北陸地域における既存の地盤図・地盤図集一覧表

番号	名 称	発行年	編 集 者	発 行 者
1	富山県射水地区の地盤	1963	建設省計画局・富山県	大蔵省印刷局
2	新潟県建築地盤図集	1964	(社)新潟県建築士会	(社)日本建築学会北陸支部
3	新潟地区の地盤	1967	建設省計画局・新潟県	大蔵省印刷局
4	金沢地盤図	1968	(社)石川県建築士会	(社)石川県建築士会
5	金沢地盤図 第2集	1975	(社)石川県建築士会	(社)石川県建築士会
6	富山県平野部の地盤図集	1979	建設省北陸地方建設局・北陸技術事務所	(社)北陸建設弘済会
7	上越新幹線(水上・新潟間)地質図	1980	日本鉄道建設公団新潟新幹線建設局	日本鉄道建設公団
8	新潟県平野部の地盤図集(新潟平野編)	1981	建設省北陸地方建設局・北陸技術事務所	(社)北陸建設弘済会
9	新潟県平野部の地盤図集(柏崎・高田平野編)	1981	建設省北陸地方建設局・北陸技術事務所	(社)北陸建設弘済会
10	石川県平野部の地盤図集	1982	建設省北陸地方建設局・北陸技術事務所	(社)北陸建設弘済会
11	石川県地盤図	1982	石川県地盤図編集委員会	北陸経済調査会
12	金沢地盤図 第3集	1985	(社)石川県建築士会	(社)石川県建築士会
13	新潟県地質図(2000年版)	2000	新潟県地質図改訂委員会	新潟県
14	小松・能美地区地盤図	2000	(社)石川県建築士会小松・能美支部	(社)石川県建築士会小松・能美支部
15	新潟県地盤図	2002	新潟県地盤図編集委員会	(社)新潟県地質調査業協会

たものは、1964年発行の「新潟県建築地盤図集」である(表—1)。これは(後期)高度成長期に急増した建築基礎調査データを集成したもので、県内各地の主に市街地の表層地盤について N 値と土質構成を示したものである。

その後、1967年に新潟市街地およびその周辺部の地質データをまとめた「新潟地区の地盤」が出版された。これには土質試験データが多数示されるとともに、表層地盤の特徴について地形や基盤地質とあわせて詳しい解説がなされている。

一方、高度成長期に相次いだ上越新幹線や高速道路の建設に伴う多数の地質調査データが集積されたことなどを受け、1981年に、それまでのボーリングデータを集大成した「新潟県平野部の地盤図集(新潟平野編)」、同(柏崎・高田平野編)」が出版された。これは、2万5千分の1地形図にプロットされたボーリング位置に対応する形で多数の地質柱状図を収録したものである。

1990年代に入って、年代学的データが蓄積されてくるにしたがい、沖積層の層序の見直しが行われ、同時に堆積環境を考慮したより精度の高い地質断面図の作成が求められるようになってきた。2002年に出版された『新潟県地盤図』は、こうした要請をいち早くキャッチして作成されたもので、最新の研究成果を取り入れた新しい解釈による地質断面図が特徴である。本書は、現在では、新潟県内における平野地盤調査の指標となっている。

(2) 富山県

富山県では、1963年にいち早く「富山県射水地区の地盤」(表—1)がまとめられている。その後、1979年に、高度成長期に集積されたボーリングをもとに、県全

体を対象にした「富山県平野部の地盤図集」が出版された。これは地質柱状図とその位置、および地区を代表する地質断面図から構成されており、現在も富山県内における平野地盤に関する基本文献として広く活用されている。

(3) 石川県

石川県では、石川県建築士会によって、金沢市周辺の地質柱状図がとりまとめられ、1968年に「金沢地盤図」(表—1)として公表された。その後、1975年と1985年にデータが追加され、2000年に「小松・能美地区」が加えられた。1982年には、系統的に集められた地質柱状図をもとにして「石川県平野部の地盤図集」が出版された。また、これと同時期に「石川県地盤図」が作成されたが、これは地質断面線を格子状に配置し、地質断面図の数を大幅に増やしたものであり、「石川県平野部の地盤図集」を補完する内容となっている。

3.2 デジタルデータによるデータベース—「ほくりく地盤情報システム」—

1980年前後に相次いで刊行された、「平野部の地盤図集」がすでに出版から20年以上が経過していることや、デジタルデータが一般化しつつある最近の趨勢を受けて、2005年に「北陸地盤情報活用協議会」(以下「協議会」)が設立され、北陸3県を対象とした、インターネットで閲覧が可能なシステムの検討が始まった。そして、2008年1月に会員制の「ほくりく地盤情報システム」の運用が始まった⁸⁾。2010年9月現在の登録データ数は約25 000本で、会費はシステムの維持管理と登録更新費用に充てられている。

3.3 北陸におけるデータベース化の課題

現在、本格運用を開始し3年目を迎えた「ほくりく地盤情報システム」であるが課題も多い。主なものを挙げる。

① 利用者が会員に限定されていること。

……「地質データは、後世に伝えるべき国民共有の財産である」という視点に立てば、国が一元的に管理・公開するのが望ましい姿と考えられる。「協議会」でも、将来の一般公開を目指しているが、運営費用をどうするかなど難題が山積している。

② 新規収集データの対象が土木系(国土交通省、各県土木部)に片寄っていること。

……地質調査を実施する事業主体は国から個人レベルまでさまざまで、公共機関でも一般土木から、学校、病院、図書館・公民館、行政事務所などの建築、農地整備関連など多岐にわたっている。また、一般の商用・住宅用ビルなどの建築確認申請時の地質データも膨大な量に達するはずであるが、ほとんどは非公開である。実際、これらのデータ全体を網羅することはかなりの困難が伴うと考えられるため、「協議会」でも、議論の途中で結論はまだ出ていない。国や大学などの研究機関と地質調査業協会などの関係機関とが連携する形でうまく進められることが望ましい。

- ③ 1979～1982年に「平野部の地盤図集」が刊行されて以降、新規に収集が開始されるまでの20数年間分の多くのデータがほとんど電子化・登録されていないこと。

……この点は国による一元的な管理がなされるようになれば自ずと解決する可能性もあるが、過去にさかのぼって作業する点に難がある。いずれにせよ、この空白期間は官民ともに事業量が大きく伸びた時期であるので、データ量が多く魅力的である。

4. データベースの活用例と将来展望

地盤データベースの利活用の目的としては、一般に、①業務の発・受注時の参考資料とする（既存資料閲覧）、②研究者が学術研究の基礎資料とする（研究利用）、③行政が防災計画や対策を立案する際の参考資料とする（地震時の液状化被害予測などの防災利用）、④学校や社会での防災教育の基礎資料とする（防災教育）、⑤市民が住宅地を選定したり建築する際の参考資料とする（広域利用）などが挙げられる。

しかし、「ほくりく地盤情報システム」の利用が一般にはまだ普及しておらず一部の利用にとどまっている点や、登録データが十分でなく、しかも偏在する傾向があることなどから、本格的な利用の実績はなく、将来のデータの充実と合わせ、これからの利活用に期待されるという状況である。こうした中、平成21年度において「表層地盤情報データベース連携に関する研究委員会」により、新潟市中心部を対象に「電子地盤図⁹⁾」が作成された。

4.1 「新潟地区電子地盤図¹⁰⁾」の作成

作成にあたり使用したデータベースは「ほくりく地盤情報システム」であるが、同じ時期に産業界技術総合研究所によって収集された新潟県、新潟市のデータ、および北陸地方整備局が所有する未登録データを、関係機関の許可を得て使用した。作業は、長岡技術科学大学（大塚研究室）と新潟大学（保坂研究室）の共同で行われた。

「電子地盤図」は、対象範囲に250 m メッシュの網をかぶせ、250 m 四方の1マスごとに、枠内にあるボーリングデータを平均化するなどして柱状の地盤モデルを作成していくものである。本事例では、①新潟市中心部では沖積層が非常に厚く沖積層基底まで達するボーリングがきわめて少ないことと、②砂地盤が平均40 m と非常に厚いことから、砂地盤中に N 値30以上に変化する変わり目＝疑似基盤面を設定して検討を行った。

新潟市の場合、1964年の新潟地震で激しく液状化した実績のあることから、とくに「 N 値10未満で地下水位以下の層」を抽出し、層厚分布を表現させた（口絵写真—12）。その結果、1964年新潟地震時の液状化分布域とほぼ重なり、「電子地盤図」を利用した液状化ハザードマップの有効性を示唆する結果が得られた¹¹⁾。

4.2 地盤データベースの利活用の将来性

北陸における地盤データベースの利用状況は、本章の冒頭に掲げた5項目のうち①既存資料閲覧の段階にと

どまっており、次のステップとして、②研究利用がようやく始まったといったところである。③防災利用については、これから取り組むべき直近の課題である。さらに、④防災教育や⑤広域利用については、将来に残されたテーマと言えよう。これらを実現させるためには、より一層のデータの充実が欠かせない。

5. おわりに

以上、北陸地方の平野地盤の概要と地盤性状の解明に欠かせないデータベースの現状と問題点について紹介したが、多くの部分は他地域とも共通していると考えられる。北陸支部が抱えた課題に対して、先進地域からのアドバイスが得られれば幸いである。

最後に、本稿を作成するにあたり「協議会」や表層地盤情報データベース連携に関する研究委員会、北陸支部のNIT 地盤情報活用研究委員会の活動を通じた議論がたいへん参考になった。また、新潟大学の保坂吉則先生からは、口絵の作成にあたりご協力いただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 地盤情報の集積および利活用に関する検討会：地盤情報の高度な利活用に向けて 提言 ～集積と提供のあり方～、国土交通省報道発表資料（平成19年3月2日）、pp. 1～9, 2007.
- 2) 新潟県地盤図編集委員会編：新潟県地盤図及び同説明書、新潟県地質調査業協会、図面 A0 版 4 葉、64p., 2002.
- 3) 町田 洋・松田時彦・海津正倫・小泉武栄編：日本の地形 5 中部、東京大学出版会、392p., 2006.
- 4) 藤井昭二：4 富山平野、pp. 38～47、アーバンクボタ、No. 31、特集＝北陸の丘陵と平野、(株)クボタ、64p., 1992.
- 5) 北陸地方建設局北陸技術事務所編：富山県平野部の地盤図集、北陸建設弘済会、図面 A0 版 7 葉、81p., 1979.
- 6) 粕野義夫：5 加賀平野、pp. 48～55、アーバンクボタ、No. 31、特集＝北陸の丘陵と平野、(株)クボタ、64p., 1992.
- 7) 北陸地方建設局北陸技術事務所編：石川県平野部の地盤図集、北陸建設弘済会、図面 3 葉、126p., 1982.
- 8) 市村浩二・岩田英二：「ほくりく地盤情報システム」の取り組みについて、第44回地盤工学研究発表会（横浜）発表講演集、pp. 169～170, 2009.
- 9) 三村 衛・山本浩司・安田 進・藤堂博明：表層地盤の電子地盤図作成について、第2回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」データベースの連携で築く公共の地盤情報、(財)防災科学技術研究所、pp. 31～36, 2008.
- 10) 表層地盤のデータベース連携に関する研究委員会：平成21年度「統合化地下構造データベースの構築」サブテーマ2 データベース連携・統合化のための分散管理型システムの開発、表層地盤のデータベース連携に関する研究報告書、地盤工学会、107p., 2010.
- 11) 添田祐友・佐藤高央・大塚 悟・保坂吉則・鴨井幸彦・市村浩二：新潟地区における電子地盤図の作成—浅層地盤特性と新潟地震被害—、第45回地盤工学研究発表会（松山）発表講演集、pp. 127～128, 2010.
- 12) 鴨井幸彦：新潟県平野部の地盤特性—特に越後平野の生い立ちと液状化被害分布の特徴—、基礎工, Vol. 33, No. 3, pp. 19～23, 2005.

（原稿受理 2010.9.11.1）