

越後平野に分布する沖積層の研究 (第5報)* - 越後平野南部地域 (予報) -

The Alluvium of the Echigo Plain, Central Japan (Part.5) -Southern Area (Preliminary Report)-

新潟応用地質研究会・平野地盤研究グループ**

1 はじめに

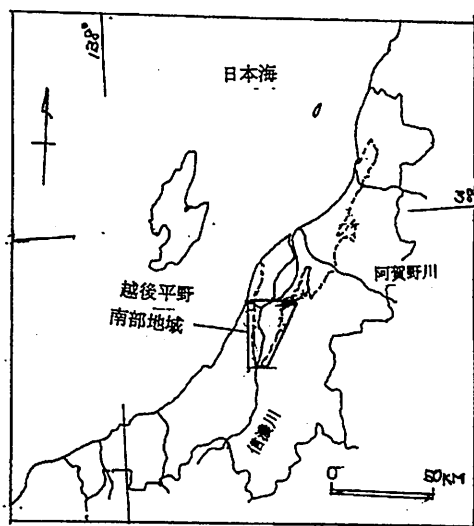
近年の急速な都市化の進展につれ、平野部に人口や産業の集中、立地など著しいものがある。日々の暮らしや産業の基盤である平野地下の情報は、これまで必要の都度調査されてきたものの、その成果を社会的に活用する仕組みづくりはおろそかにされてきた。

しかし、近年の自然災害等に対する多角的な調査結果から、その被害の多くは地盤の特性によることが次第に明らかにされ、地盤情報への社会的関心が高まりつつあると言える。

わが国の平野地域は最も新しい地質時代に形成された軟弱な堆積物である、いわゆる「沖積層」が主として分布する。特に、沖積層は形成の場が多様であり層相変化が激しいため、精度良く地盤の特性を把握するには、それら情報を集積して解析することが大切である。それらにより、1点の地盤情報(1次元)は高次元の情報へと変換され、情報の質と価値を高めるとともに多面的な利用が可能となるのである。

本研究は地盤情報の高度利用に向け、平成16年から既往の資料とあわせ新潟県地質図2000年版、平成14年の新潟県地盤図編集委員会編の「新潟県地盤図および説明書」(以下「新潟県地盤図」という)発行の際に蓄積された地盤情報、さらにそれ以降の地盤情報を関係機関から収集し、(財)環境地質科学研究所との共同研究により、継続的に平野地盤の解明を行うこと、また、それらの成果を広く一般の方々に公開し、地盤への興味、地盤災害への関心を高めることを目的としている。なお、研究活動は3年をⅠ期としてⅢ期で越後平野全域を網羅する予定である。

本年度は第Ⅱ期の初年度として、越後平野の大河津分水から長岡市街に至る南部地域を研究対象とし、様々な視点から解析を行った。(位置図参照)



越後平野南部地域位置図

*第5報は財団法人環境地質科学研究所 研究年報第20号に再掲したもの。

** (代表) 川島隆義 グループ研究員の氏名・所属は後掲を参照されたい。

2 これまでの研究の経過

当研究グループは、平成16年に新潟応用地質研究会の会員に呼びかけ、会員を主な構成メンバーとして立ち上げた。しかし、平成16年は7月の7・13水害、10月の中越大震災により参加者の活動が難しくなったため、実質的な活動は平成17年度から始まった。

2.1 第Ⅰ期研究のあらまし

平成17年度から18年度は、(独)産業技術総合研究所の新津地域地質図幅作成に協力し、五泉・村松地域を研究対象とし、おおむね阿賀野川左岸地域の沖積層を明らかにすることが出来た。

平成18年度から19年度は、五泉市地域のほか越後平野の大河津分水以北、燕・三条市、西蒲原地域を研究対象とし、沖積層の浅層部を明らかにした。しかし、地盤調査資料の偏在などから、深部を含め全体像の解明は今後の課題となっている。

なお、平成20年3月末に五泉市において市、市教育委員会、村松郷土史研究会のご協力をいただき、市民のための地盤講演会を開催した。市民多数のご参加を得て好評を博した。

2.2 第Ⅱ期研究のあらまし

平成20年度から第Ⅱ期研究に着手、平成20年度は大河津分水以南から長岡市街地南端付近までを研究対象地域として実施した。面積的にも広いため、収集資料解析が一部にとどまったため、このたびの報告は予報として次年度以降に細部検討を行うこととした。次の平成21年度、22年度の2ヵ年で越後平野南部地域を含め、燕市、三条市、阿賀野川左岸以南の新潟市地域について研究を継続、おおむね3ヵ年で阿賀野川以南の越後平野沖積層の解明を行うこととしている。その後の第Ⅲ期の3年間は、阿賀野川以北の越後平野を研究対象に予定している。

(川島 隆義)

2.3 これまでの越後平野地盤研究の歴史

当研究グループのこれまでの研究は、下記の既報告を参照されたい。

広く新潟県の平野に分布する沖積層の研究や地盤図作成は、様々な公的機関、学術団体等で行われてきた。しかし、多くは土木工学的な側面からの地盤情報利用を主としたもので、土質特性の解析も採取深度や地域分布等との相関に重点がおかれてきた。それらに地盤の形成史、形成(堆積)環境などの理学的(地質学)情報を加えた総合的な地盤図は、平成12年3月に刊行された「新潟県地質図2000年」版がある。しかし、それは20万分の1スケールであるところから、掲載情報は限られたものであったが、既刊の地盤図に無い理学的な情報をベースに纏められている点で歴史的な意味がある。平成14年にはその後の地盤調査資料を加え、一層精度を高めた多数の地質断面図と説明書からなる新潟県地盤図が(株)新潟県地質調査業協会創立40周年記念事業として発刊された。同地盤図は全県の沖積平野を網羅しており、現在、地盤調査の解析を行う際の指標として活用されている。

なお、2006年には日本地質学会から地質学論集 第59号「沖積層研究の新展開」が刊行され、越後平野の沖積層に関する学術研究論文が数編掲載されているので、参考にされたい。

(参考) 最近の地盤情報データベース化の動き

当研究グループ発足とあいまって、全国的に地盤情報の活用に関する諸機関の活発な動きがあり、北陸地方では地盤情報データベース化を目的に、国土交通省北陸地方整備局主導の北陸地方地盤情報活用協議会が平成17年度末に発足、平成19年度末から会員制の「ほくりく地盤情報システム」が運用を開始した。このほか、全国的には(株)地盤工学会の各支部等が主体、或いは参画した地域的な地盤情報データベース化と運営組織構築が進められている。さらに、平成18年度から始まった文部科学省の「統合化地下構造データベースの構築」研究に参画した(株)地盤工学会は、「表層地盤情報データベース連携に関する研究」の中で「全国電子地盤図」作成を計画、今後、同学会北陸支部でも取り組むこととしている。

(石橋 輝樹)

(これまでの当研究グループによる研究報告)

新潟応用地質研究グループ (2006) : 越後平野東部、五泉・村松地域における沖積層について (第1報), 財環境地質科学研究所 研究年報第17号

新潟応用地質研究グループ (2006) : 越後平野東部、五泉・村松地域における沖積層について

(第2報), 新潟応用地質研究会誌 第66号

新潟応用地質研究グループ (2007) : 越後平野に分布する沖積層の研究 (第3報) - 東部地域 (五泉市) および西部地域 (西蒲原) -, 財環境地質科学研究所 研究年報第18号

新潟応用地質研究グループ (2008) : 越後平野に分布する沖積層の研究 (第4報) - 西部地域 (西蒲原その2) -, 財環境地質科学研究所 研究年報第19号

3 越後平野南部の自然災害と地盤災害について

3.1 長岡における信濃川の変遷と災害の歴史

3.1.1 信濃川の流れ仏

昔から、長岡市を流れる信濃川では漂着物が数多く見られると言う。上流の信州で大雨が降ると千曲川が氾濫して洪水を起こし、材木や家財道具が流され時に溺死者までもが流れてくるのである。

小千谷市の三仏生、五辺、越路町の釜ヶ島の約20kmにかけて漂流物が多かったと言われる。信濃川が魚野川の合流点を過ぎて妙見付近に至ると河床勾配が緩くなり川幅も広くなる。流れは緩やかになり漂流物が河岸に打ち上げられた。漂着物の中には仏像もありこれが三仏生から釜ヶ島付近の砂州の発達した左岸に流れ着き、地元の人が拾い上げて水難除けのために持ち帰り、集落の中にあるいは個人的に安置した。

大河津分水の資料館で頂いた旧建設省北陸地方建設局の資料の中に次のような岩野（小千谷市）の大日如来の謂れが記されている。時代は明らかでないが享禄年間（1528～31）または延宝年間（1673～80）に伝説に言う白鬚水（しらひげみず）といわれる洪水の時『岩野の住人石黒津右衛門はある夜夢枕に大日如来が立ち声をかけられた。津右衛門は不思議に思い夜明けを待って岩野の岸（大日ヶ窪）に行くと夢に違わずそこには一体の仏像が打ち上げられていた。右衛門が手を合わせると朝日と共に一線の後光がさした。右衛門をはじめ村人たちはこの仏像をこのまま放置しておくことは出来ないと思い、衆議一決し、早々に寄進、喜捨を集めて岩野に草庵を建て安置したという。後日、信州小河原（須坂市小河原）からこの仏像を探すため河岸を歩き訪ねた人たちがいた。そしてこの地でやっと「流れ仏」を探し当てた。喜んで持ち帰ろうとしたが仏像が重くて微動だにしない。“これは如来様が助けられたこの地が好きになりこの庵を安住の地と決めたのであろう”と納得しそのまま故郷へ帰ったと言う』これは「岩野の大日如来」の由来であり快慶の作といわれる三尺あまりの仏像である。

同じような流れ仏に関する逸話が沢山あり「三仏生薬師寺の薬師如来」も同じような由来を持っている。この仏像は大きさ一寸八分（5 cm強）であるが素材はインドで採掘された閻浮伏金（えんぶときん＝閻浮樹（えんぶとじゅ）という桃科の大森林を流れる川に産する砂金。最も高価な金とされる）で出来ているという。信濃川上流白岩の川原で発見された。おそらく仏壇と共に流されて来たのであろう。白岩は今、急流で淵を作るが、以前は白岩集落があったところである。

以上、いずれも住民の願いである水難からの加護、神頼みとして長岡を流れる信濃川河畔に伝承として多く残されている。

3. 1. 2 新田開発と村の流亡

江戸時代後期（天保－1830～）から明治にかけて新田開発が盛んに行われた。新村の数は7,550になった。新村は新田開発に伴って分村（本村から分離した村）したものであるが、その多くは立地条件が悪く17%にあたる1,286村が姿を消した。その大半は水害という自然災害によって自立できなくなったからである。

「長岡の歴史」に、『明暦三年（1657）八月五日、水量一丈三尺（3.9m）此時、三島郡前島村・青島村・水梨村・大島村・青山村等の村立一変す』とある。現在の地形図で見ると青島、前島、水梨、青山村（いずれも越路橋から長生橋間）は信濃川右岸にあり大島村は左岸にある。このうち元禄時代に一村を成していた長岡領中島村新田は元々右岸にあった村であるが洪水によって滅亡し天保の初期に現在の場所に移り中島となったとされる。左岸にある飯島、善兵衛新田も同じような経緯で右岸から左岸へ移ったものである。なぜ江戸時代に現在の越路橋から長生橋に至る右岸に被害が集中したのであろうか、それは堤外地を開発して得たもので当然起こりうるべくして起きた災害でもある。土地利用を地形的に見ると明治期の（今もそうだが）信濃川は三仏生～白岩を出て直進し、大河原から流路

は西に向う。これは高島町を中心とする右岸には比較的広い河成堆積物で形成された平地（長さ3km幅1.5km）がありこれに行く手を遮られるため西へ（左岸へ）迂回するのである。河成低平地は上流側の大河原で標高35m、次いで高島が32.5m（中州は30m）、越路橋上流で30mである。勾配は1.7/1,000である。河道と低平地の高さの差は2.5m以内と小さい。また、流路を変える直前の三俵野（昭和47年地形図では福島江の取り入れ口がある）は標高35.7mで大河原の中州の標高は40mを示しここでは天井川の様相を呈している。

洪水は直進する。このため河道高と小差の低平地では、平時は迂回するも洪水時は容易にこれを超えて低平地の村落を流亡せしめたものと思われる。明暦三年の水量3.9m（低平地の水浸）の洪水は右岸下流の村落に大きなダメージを与え、家や田畑を押し流して地形を一変させたことは容易に想像される。明治期の地形図で過去の河流の痕跡を見ることが出来る。流亡した村落はこの痕跡の中に含まれている。

洪水は江戸時代、信濃川の出水の量によって表現が異なったという。信濃川の川幅が百間位（180m）の時は出水、百間から二百間位（360m）が増水、二百間から三百五十間位（640m）は洪水、さらにそれを越えて川幅が四百間（730m）～五百間以上（900m以上）となった時は満水と呼んだ。信州から越後まで同じ呼び方でないにしても古文書に川幅で記されているものもある。現在、洪水（出水）は水位（高さ）で示されるが、江戸時代信濃川河岸の低平地では水浸を計るよりも水面の広がりの方が分かりやすかったのであろう。

3. 1. 3 信濃川河床の変化

明治44年測図の5万分の1地形図〈長岡〉で見ると信濃川の河床には沢山の中洲が見られる。これは信濃川が網状流路であることを示している。同じように平成6年現在の5万分の1地形図でみると中洲はそれより少なくなっている。長岡市を流れる信濃川はもともと網状流の河川であったと見られるが、地形図判読でも中洲の減少からこのことが判別できるので、明治44年（1911年）から平成6年（1994）の83年間で何が影響し変化を与えたのか考察することもできる。

ちなみに明治期の5万分の1地形図幅1枚〈長岡〉で信濃川の中洲の数を数え、これを流路長で割って中州網状度（Nb）を求めるとNb=3.08/kmである。一方83年後の平成6年の地形図でみるとNb=2.27/kmとなった。網状度はマイナス0.81/kmである。網状度は、河川の流量、送流土砂量、河床勾配など自然条件で変化するので、網状度が大きいことは河川の流量、勾配、土砂量が卓越していて、送流荷重も大となり河床に残される堆積物は礫質なものが主体となろう。また中洲の数も多くなる。逆に網状度が低くなれば蛇行流路となって細粒の土砂である砂質や泥質を主な送流荷重とする河川となる。このように網状度の値が低くなったことは河川が穏かになったことを客観的に示すことになる。

明治期の地形図（図3-1）を見ると信濃川が小千谷を出て白岩から長岡市街下流の蔵王町付近までの16.5km間には中洲が多い。蔵王町を過ぎると河道は細くなり蛇行河川に変

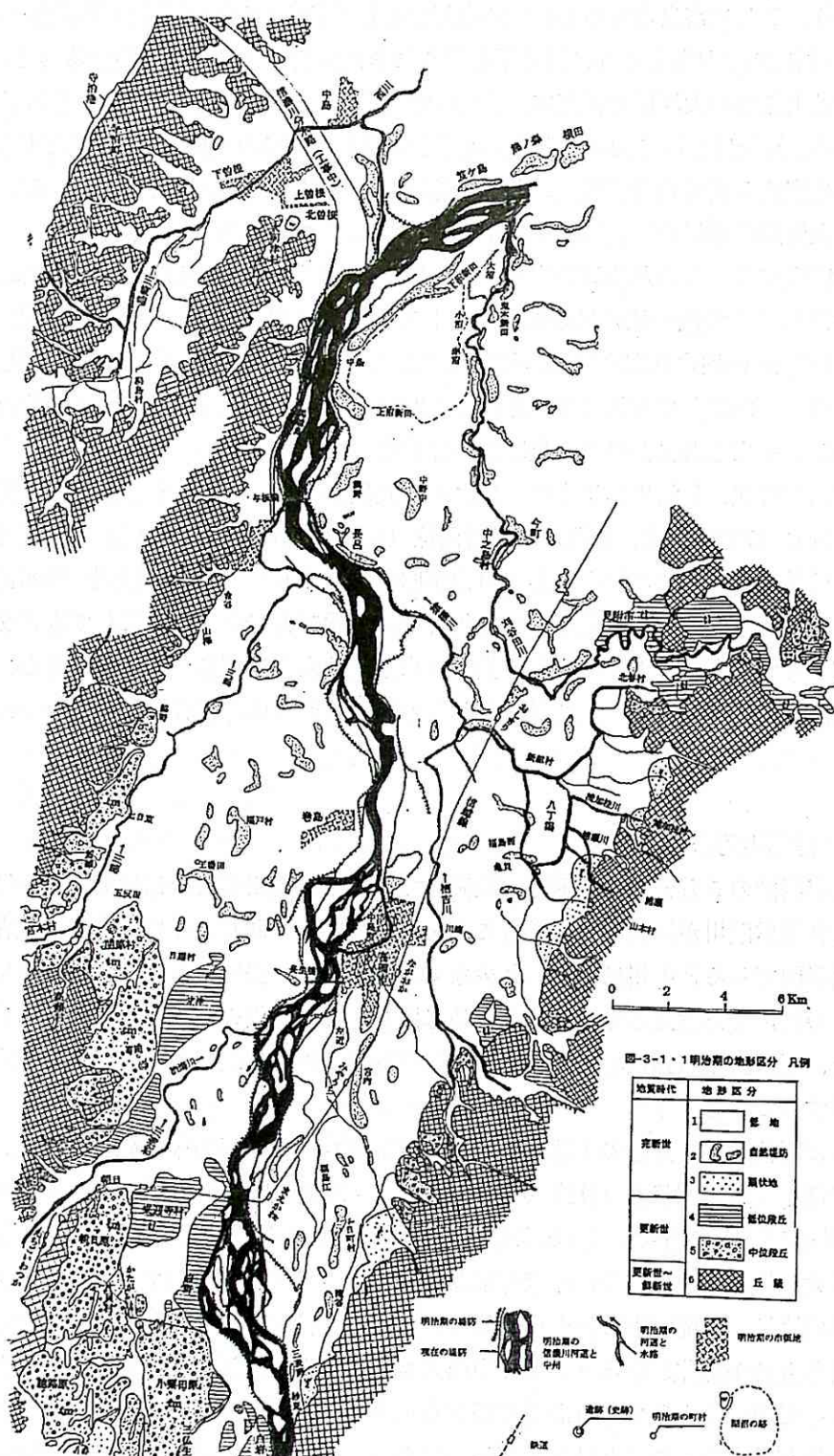


図3. 1-1 明治期における長岡周辺の地形
大日本帝国陸地測量部による明治44年測図の5万部の1地形図をトレースし、これに加筆して示した。

わる。さらに栖吉川が合流する付近から信濃川は大きく西へ湾曲しゆく。湾曲点から大河津分水の分岐点より再度中州が増えている。同じ河川でも場所により勾配や川幅が異なり、支流の特性や供給される物質で形態が変化している。

3. 1. 4 信濃川の西偏屈曲

信濃川が中之島村の西にある長呂付近から北西へ $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 大きく流れを変える。河流の向きの変換は一般的には地すべりなど河岸からの土砂による河道の埋没、砂堆などの発達、そして地殻変動などの要因が考えられる。

図3. 1-1でも判るように西山丘陵（三島丘陵）東端、脇野から与板に至る沖積面と接する山裾が南南東から北北西に直線で連なる。直線は第四紀後期に出来たとされる逆断層（脇野断層）によるものである。信濃川はこの断層に伴う沖積面の陥没（凹地）あるいはその脆弱部を流れた可能性もある。黒川の流末も信濃川の屈曲と並んで西に急角度で流路を変えている。

一方、地形的に読み取することは出来ないが、東山から出る河川の供給土砂が信濃川に堆積し、信濃川が流路を遮られ河道を西へ少しずつ変更していった可能性もある。これには信濃川の左右岸の支川の数や流れ出る丘陵の地質が関係している。左岸はシルト岩、砂岩、泥岩、砂岩互層など細粒な地質が優勢に分布するのに対し、右岸は礫、砂、泥及び凝灰岩、火山碎屑岩など風化しても礫化する地質が分布する。左岸の西山丘陵は黒川と渋海川の二本の支川が主であるのに対し、東山丘陵の支川は丘陵谷口で扇状地を伴う多くの溪流がある。この小河川を集めて刈谷田川、栖吉川、さらに栖吉川を合流して猿橋川が信濃川の下流部で合流する。猿橋川は現在大河津分水の分岐点对岸に合流点を持つが、明治期（図3-1）では長呂で排水されていた。これらの河川は北～北西に向かって流れ、信濃川に土砂を供給している。その最大の供給地である与板橋のやや上流、長呂付近が信濃川の屈曲点になった。以上のように信濃川の西偏屈曲は断層か、あるいは東山からの供給土砂によるもの、またはその両者による相乗的な作用が考えられる。

また上流の三俣野付近にも西へ折れる小さな屈曲点がある。ここにも右岸に東山丘陵谷口に扇状地を有する小河川が流れ出ており、土砂の供給で信濃川は左岸に寄せられたと思われる。ただし、左岸には小栗田原の段丘が存在しこれが壁となって屈曲は止まっている。

図3. 1-1を見ると左右岸の東西の丘陵は地質構造によって南南西～北北東に伸張している。したがって長岡平野を形成する低平地も丘陵の配置にしたがって南南西～北北東に長軸を有している。一方、前述のように信濃川は岩野から長岡市街までは丘陵や平地の長軸と同様北北東に流路を取るが長岡市街を過ぎてから西へ流路を変えるが、大局的に見て信濃川は北に向かって流れ結果的に平地を斜めに横断している。仮に、断層や供給土砂がなければ信濃川は丘陵や平野の方向と同じように北北東に長岡平野の中央を流れていたであろう。

3. 1. 5 信濃川の堤防

明治期の人口堤防と現在の人口堤防を比較すると、図3. 1-1に示すように明治期の堤防は霞堤のように所々途切れている。このため水涯線（岸辺）はかなり凹凸がある。さらに堤防は現在の堤内地側にあって川幅が大きい。現在の堤防は明治期の堤防と重なる箇所があるが支流の流入箇所を除いて直線的に連続しており水涯線は滑らかである。また、明治期の堤防より堤外地に建設されていて河道は川幅が狭くなっている。なお、明治期の地形図では堤防高さは判読できないが、現在の堤防の高さを見ると上流右岸が高島町で6.0m、青島町6.0m、青山町6.0m。左岸上流の高梨町五辺5.0m、越路橋手前6.0m、渋海川合流部北山町で5.5m、下流楨下町3.0mである。全体に右岸側堤防は高く左岸が低い。左右岸の堤頂高は同じに作られているから堤防高さの違いは左右岸堤内地の高低差によるものと思われる。

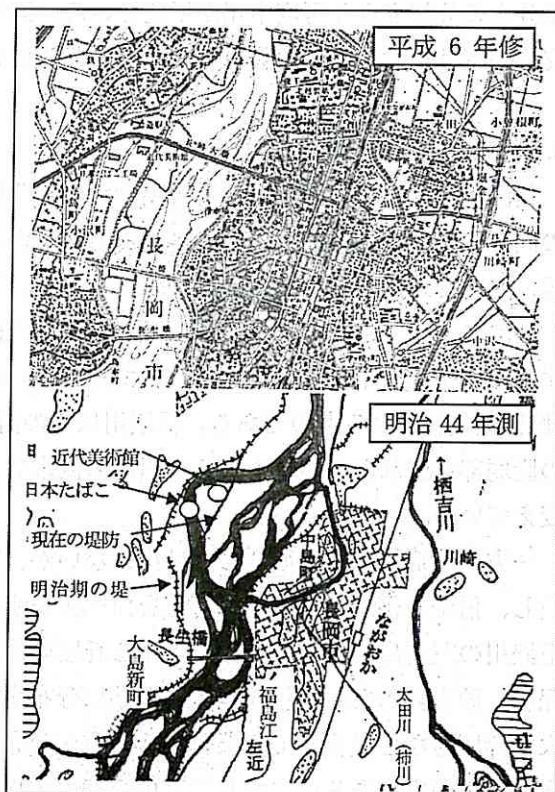


図3. 1-2 現在の堤防と明治期の堤防

図3. 1-2は明治期と現在の地形図を並べてしめたものである。これを見て分かるように明治期の堤防は途切れていて連続していない。現在の堤防は明治期の堤防より川側に作られていて旧堤内地は土地利用されている。明治期の堤防は残されていないが、近代美術館や日本たばこの建物、あるいは造形大などはいずれも旧堤外地にある。

明治期の堤防が連続しないのは江戸時代に長岡藩や新発田藩など藩別に河川を管理していたこと。財力が乏しく今のように機械力もなく人力での大規模工事は限度があったからであろう。しかし堤防が連続していない理由は他にもある。図-3. 1-2の明治期の左岸堤防で上流に向いて開いている箇所がある。これは意識して霞堤の機能を持たせているのではないだろうか。

昭和56年6月25日～28日にかけて新潟県を襲った梅雨前線で県内各地は堤防の切れる被害が続出した(6. 17水害)。信濃川左岸の渋海川でも信濃川合流点から上流3kmと4.5kmの二箇所ですべて破堤した。濁流は破堤箇所から流入し急激な湛水を始めるが、下流の破堤箇所は上流からの流れがなくなったため水位が下がり、半分近い洪水が渋海川に戻った。これによって長期湛水や氾濫面積の拡大が阻止されたとされる。いわゆる霞堤の役目を果たしたことになる。昔から洪水時に湛水を排除するため下流の堤防を意識的に切ることが行

われている。この6. 17水害でも渋海川下流堤防を2箇所切り開いている。その場所は過去に霞堤があったと場所であると地元住民が証言したという。明治期の堤防が不連続なのは霞堤の機能を持つてとして構築したものであるといえよう。事実、図3-1を見ると渋海川下流に近い信濃川の堤防は霞堤の構造を持っている。

3. 1. 6 島と言う地名

図3-2を見ると明治の中島地区は中州（島）にあった。現在の地形図で中島の地名は見られない。しかし柿川で長岡駅側と画されているので島であったことは容易に判読される。柿川は上流の河道が埋め立てられて（詳細は不明）現在のようになった。柿川は東山丘陵から流れくるが、夏は水量が減り旧中島地内で淀みが出来る。昭和30年代後半には下水も流れ込んで悪臭を放つドブ川となった。近年は下水道も完備され正常な状態に戻っている。

この中島もそうであるが、信濃川河岸に「島」が付く村落や市街地が多い。信濃川の中州や寄州を開発して集落や耕地が作られた。大島、釜ヶ島などもその一つである。「新田」も「興野」も開発に伴って名付けられた名称である。このように河川敷に耕地が作られているため、ひとたび洪水が発生すればすべてが水泡と化した。この対応として江戸時代、大きな中州には堤防が作られ、その名残りのように明治期の地形図にも中州や寄州に堤防が築かれているところがある。

信濃川は信州に源を有し千曲川が県境で信濃川となる。流路が長く、晴天でも上流で洪水が起これば長岡も被害をこうむることになる。現在のように通信手段もなく川面を観測するのがせいぜいである。冒頭の建設省の資料に「長岡藩次席家老山本帯刃（やまもとたてわき）が幕末のある年の初夏、一隊を引き連れ、信濃川の川原（寄州）で洋式訓練を行っていたところ急に水量が増してきた。土手に逃れて見ていると水はやがて濁流と化し、溺死した人や馬、崩れた家屋や家財道具が無残におしながされて行った。その凄しい洪水を目の当たりにした帯刃は自失呆然、なすすべもなかったと」とある。千曲川の洪水と信濃川の洪水が同時に押し寄せて来る長岡はその度に甚大な被害を被った。

3. 1. 7 自然堤防

上流から長岡市街手前までの兩岸低平地に見られる自然堤防はほぼ信濃川の流向に同じ南北に軸を有するものが多く直線的な網状流の痕跡を残す。また、長岡市街を過ぎる頃から自然堤防の向きはその軸が不規則となり氾濫原の痕跡を残す。これは過去の信濃川の流れを示しており、明治になっても大きな違いはないと考えられる。

3. 1. 8 幻の湖・八丁潟

旧中蒲原郡の亀田地域に「地図にない湖」という話がある。収穫が済んだ湿田は自然排水が出来ず水没して広大な湖のようになってしまうのである。

現在の地形図にはないが、明治期の地形図に信越線押切り駅の近くに「八丁潟」という地名が記されている。長岡市通史編（下）に次のような記載がある。

『八丁潟ハ本郷ノ東北部ニ位置シ、猿橋川ニ沿ヒタル本村ヲ初メトシテ、富曾亀、新組、黒条、北谷ノ諸村ニ亘リ、其湛水面積実ニ二百町歩ノ多キニ達セルノミナラズ、其境域ニ長岡、新発田両藩領ニ跨レルヲ以テ、維新前迄ハ地方治水ノ重要問題タリシト共ニ、両藩間ニ於ケル交渉折衝モ尠カザリシモノトス、斯ノ如クシテ当時長岡藩ハ藩ノ経営ヲ以テ信濃川トノ合流点ナル新組福島ニ多少ノ水防工事ヲ施シタリシモ、如何セン降雨ニ際シテハ、山間ノ出水測知スベカラザルモノアリテ其効果ヲ見ズ、明治元年ノ大洪水ニ方リ破壊シ、爾後各藩瓦解ト共ニ復旧ノ工事施ス者モ無ク、自然ニ委棄シテ顧ミラレズ年々ノ水害ニテ二百町ニ対シ満足ナル収穫ヲ見ル事殆ド無キニ至リ、只其罹災各村ニ於テ、自己ノ一時的防禦ノミニ努メ絶テ系統アリ秩序アリ連絡アルノ設計ヲ見ルコト無キト共ニ、各村若クハ各部落自ラ其ノ利害ヲ異ニシテ、一朝水害ニ遭遇セカ、其ノ堤防ノ高低ニ依リテ、災厄ヲ増減シテ喧嘩口論絶エル事無シ（以下略）』（原文ママ）

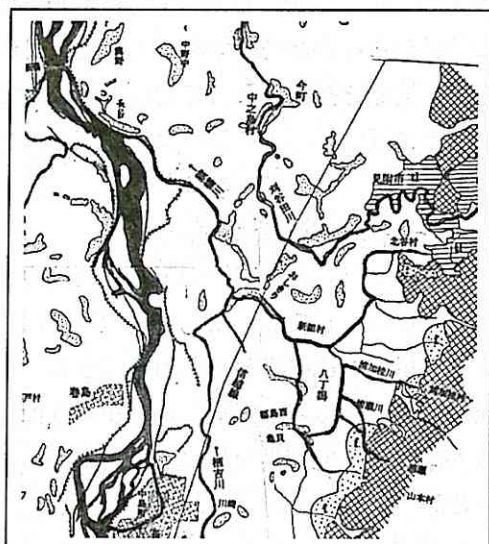


図3. 1-3 八丁潟と排水路（明治44年）

以上は山本村村史の八丁潟干拓に関する一文である。湛水・悪水を排除するための工事を明治30年代初めの1,500間（2.7km）あまりの堤防工事完成までの苦労を掲げた一文である。「古来著名ノ大腐水地」が「堅牢ノ一大長城ノ如キ堤防」になったということである。

猿橋川の堤防工事は東山諸溪流の出水を集めて信濃川に排水する目的で施工されたものである。工事が完成する以前は信越線押切り駅の東側一帯、新組村、大黒村、福井村の水田は大雨が降るたびに湛水して収穫が出来なかった。地形が凹地で自然排水が出来ず、標高も信濃川より低いとされた。このため猿橋川が氾濫して田畑は水没した。猿橋川の堤防を嵩上げ改修して排水を確保することが必要であった。これには関係各村が協力して工事を行う必要があった。排水は信濃川へ流すが、地盤が低いため堤防を高くし、長呂で信濃川に排水していた。しかしこれも不十分で大正7年に流末を延長して大河津分水取り入れ口対岸付近まで堤防を築いていった。

「八丁潟」は湿地であったと思われるが、名前は潟であるものの常に湛水している訳ではなく、大雨の後に出来る湖である。

幕末の頃、戊辰戦争で長岡城を奪還するため河合継之助の軍隊はこの八丁潟を歩いて渡り長岡城へ向かう作戦を立てた。継之助は事前にこの幻の湖は渡れることを自分で確かめていたのである。隊は一行になって八丁潟を渡り長岡城の奪還に成功している。兵隊は

「八丁潟の底は硬かった」と言っている。おそらく東山丘陵からの土砂の関係で礫か砂の地盤ではないかと想像される。明治以降干拓が進み、堤防の完成もあって美田となっているが、平成16年の7.13水害で押切近くの合流点で堤防が破堤して再び八丁潟が姿を表している。

八丁潟は標高約15m、最低田面高は14.8mで皿状の窪地である。7.13水害で1週間以上湛水した地域は元来潟であつた所や排水路の未整備地域である。福島潟周辺(1,700ha)やこの猿橋川上流の八丁潟周辺(730ha)とされている。猿橋川は信濃川の平水位より0.9m低く排水不良地である。しかし、7.13水害の後、稲の収穫は平年作であつたという。これは気温が低く、穂ばらみの前で、湛水に濁りが無く泥に埋まることが無かったからである。

3. 1. 9 おわりに

長岡平野は信濃川によって生まれた所である。この平野はこれからも信濃川と深い関わりを持ち続けることになる。信濃川は時に災害をもたらすが、農業を初めとして多く恩恵ももたらしている。しかし、大河津分水を初めとして本川支川を問わず流域にはダム建設や護岸工事など人間によって数え切れないほどの改変が成されてきた。自然にあるべき姿を無理やり押さえ込んで来た感がある。本稿で堤防について延べたが、改修の一方で霞堤のように先人の知恵が失われようとしている。改修や改革は安全で便利な生活を与えてくれるがこれは自然な姿を変えて行くことに他ならない。改修工事は長い目で見ると、果たして人間にとってその収支はプラスになるのであろうか、懸念されるところである。江戸時代から昭和の時代にかけて生活のために改修を行ってきた。これは止む終えないことと思うが、巨大な機械力による改変はどこかに歪が残される気がする。現実には海岸侵食や信濃川河口の土砂堆積、天井川の出現などで工事が必要である。改修のツケを払う必要がある。八丁潟についても八丁潟の生まれた意味を考え、八丁潟に畏敬の念を持ってあたることが出来れば今後は干拓以外の別の選択肢が出てくるかもしれない。(川島 隆義)

〈参考資料〉

1. 長岡市史通史編(上巻)

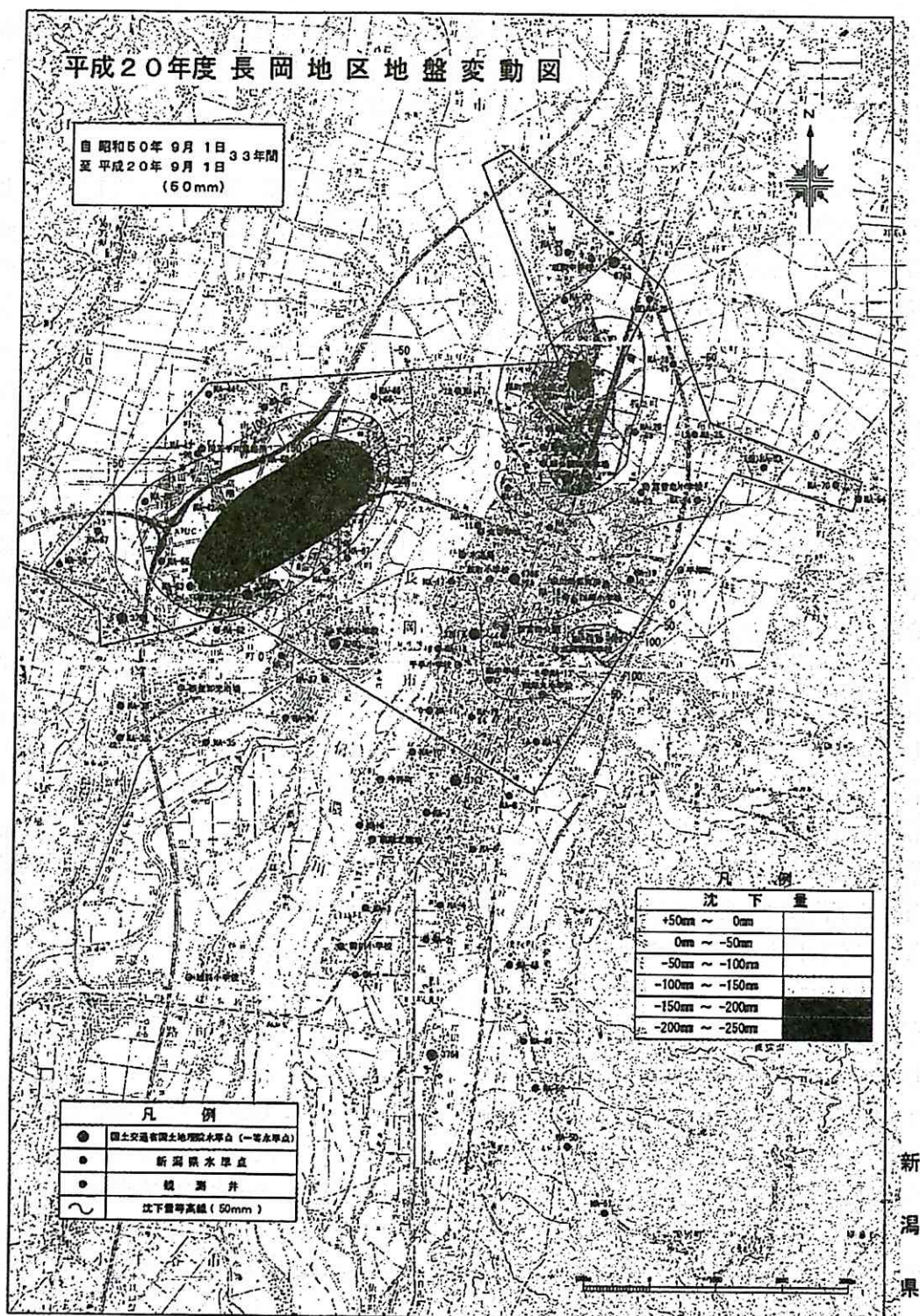
- ・長岡の大地 p3～14 ・日本列島の狩人 p37～142 山と川 p563 ・災害を防ぐ p405～410
- ・長岡船道と渡し p464～492 ・農業に生きる p495～538 ・山と川のめぐみ 563～579

2. 長岡市史通史編(下巻)・災害と飢饉 p538～565 ・八丁潟の干拓 P547～551 ・集中する災害、公害 p821～830

3. 長岡市史資料編(2)・古代、中世、近世 P823～826

4. 長岡市史資料編(3)・災害と飢饉 p538～565 ・災害 p824～827

5. 信濃川の氾濫—江戸時代— 建設省北陸地方建設局 信濃川工事事務所



この地図は、国土交通省国土地理院長の承認を得て、同院発行の 変動量、背は故障なし、赤故障有り又は後年度よりの値
 5万分の1地形図を複製したものである。
 (承認番号) 平11本第 第36号

図3. 2-1 長岡地域の地盤変動図 (1975~2009) (新潟県県民生活・環境部, 2009)
 新潟県中越地震 (2004年10月23日) による変動の影響を受けたと思われる
 2004年9月1日~2005年9月1日の変動量を除いて作成。

6. 大熊孝 「信濃川治水の歴史」 URBAN KUBOTA
8. 中野敏郎、稲葉一成 「7・13水害の農地災害」
9. 新潟県長岡地域振興局地域整備部・同災害復旧部 「7・13新潟豪雨災害と災害復旧について」
10. 小林巖雄、立石雅昭、小松原琢 「三条地域の地質」

3. 2 長岡地域の地盤沈下

長岡市は、消雪パイプの発祥の地といわれている。1961年に市道に敷設されたのが始まりで、県内及び県外の降雪地域に普及した。

消雪パイプは、道路に埋設した穴の開いた管から、くみ上げた地下水を散水することによって雪を消す方式である。地下水は、年間を通して12～14℃の温度を持つことから、容易に雪を消すことが出来る。その手軽さから、散水用ホースなどを利用して事業所や一般家庭でも利用された。

その結果、地下水の過剰揚水をまねき、地下水位の低下とそれに伴う地層の収縮（地盤沈下）が発生した。地盤沈下は、地下水のくみ上げにより圧力が低下した礫層（帯水層）に、上下の粘土層から地下水が絞り出され、粘土層が収縮することによって生じる現象である。

新潟県及び長岡市は、地盤沈下観測井を設置し、地下水位と地層の収縮量を観測するとともに、1975年からは水準測量を実施し、地盤沈下を監視している。

1975～2008年までの長岡地域の地盤変動図を図3. 2-1に示した¹⁾。

沈下量は、粘土層が分布する信濃川左岸地区や市街地北部で多い。

市街地中心部から南部にかけては、地質が礫層を主体としていることから地下水位の低下は生じるものの大きな沈下は発生していない。

最も沈下しているのは長岡市蓮湯町であり、1975～2008年までの33年間の累積沈下量は21cmであった。なお、累積沈下量については、新潟県中越地震（2004年10月23日）による変動の影響を受けたと思われる2004～2005年の変動量を除いた値である。

信濃川左岸地区の長岡市宝地町に県が設置した日越小学校地盤沈下観測井における地下水位と地層収縮量の推移及び降雪量を図3. 2-2に示した。

地下水位は降雪とともに低下し、地層は水位の低下と同様に収縮する。地下水位の低下量は、降雪量に対応しており、消雪用地下水の揚水が地下水位低下の原因であることを表している。平成18年豪雪時の地下水位の低下は、降雪前に比較して最大値で33mに達した。

信濃川左岸地区では、1988～1992年にかけて、降雪量が少ないにもかかわらず、年間3cmを超える沈下が継続的に観測された。

新潟県及び長岡市の調査によると、その原因は水溶性天然ガスの採取と考えられた。1992年12月に事業者がすべてのガス坑井を廃坑し、水溶性天然ガスの採取をとりやめた結果、それまで沈下していた地区では、その後数年間隆起傾向を示した^{2),3)}。

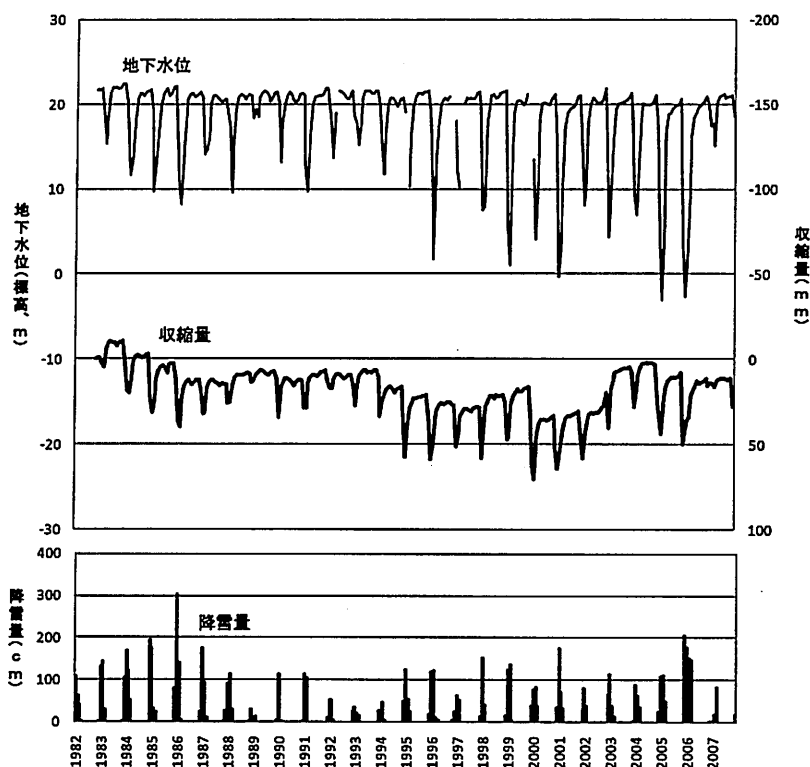


図3. 2-2 日越小学校観測井（長岡氏宝地町）における地下水と地層収縮量の推移
 日越小学校観測井：坑底深度97m、ストレーナー深度82m～96m、二重管方式
 位置は図3. 2-1 参照。観測データは、新潟県県民生活・環境部，2009による。

長岡市では、地盤沈下対策として、1986年に「長岡市地下水保全条例」を制定し、ストレーナーの位置が20m以深でかつ吐出口の断面積が4 cm²以上の揚水設備には届出義務を、消雪面積150m²以上の揚水設備には自動降雪感知器の設置義務を課している。また、2004年3月に、一定規模以上の井戸における管理責任者の設置及び採取量報告の義務、地下水位低下時における緊急時対策の実施などの改正を行い、消雪用地下水の適正利用に努めている。

近年、降雪が少ないこともあり、長岡地域の地盤沈下は、沈静化している。

(関谷 一義)

(引用文献)

- 1) 新潟県県民生活・環境部 (2009)：長岡地区の地盤沈下 (33)。
- 2) 関谷一義・川村鉦次 (1993)：長岡市信濃川左岸地域の地盤沈下の発生状況の特徴。新潟県衛生公害研究所年報、vol. 9、pp. 110-115
- 3) 関谷一義・川村鉦次 (1994)：長岡市信濃川左岸地域における地盤沈下の増加とその原因。新潟県衛生公害研究所年報、vol. 10、pp. 91-95

4 越後平野南部の地形・地質概説

越後平野の最南端は、小千谷市街地にみられるように十日町盆地を経て魚野川と合流し

た信濃川が、丘陵地を抜けて、流路を南東から北へ大きく変える付近を平野への出口としておく。ここには低位段丘が両岸にせまり、さらにその下流には、信濃川に沿って中位段丘を含む数段の段丘が、とりわけ左岸側に広がる（図4-1）。表4-1に地質層序の説明を略記した。

小千谷市から燕市大川津・三条市南部に至る地域を越後平野南部とすると、この地域の平野は南北約30km、幅は北部で約10km、南部で約6kmに達する。小千谷市街地での信濃川水面の標高は約40m、大河津分水路と信濃川の分岐点での標高は約10mである。この値からこれらの間における地形面の平均勾配は約2,300分の1となる。国土地理院発行の数値地図を使用して、1m間隔の等高線を描いた平野部の地形図を図4-2に示した。

4.1 山地・丘陵について

平野の東西と南側には丘陵、あるいは丘陵の中に区別される山地、そしてかなりの部分を山地とする地形が取り巻いている（高野・歌代，1976；鈴木，2000）。丘陵の主稜は東側で標高約200～300m、西側で約100～300mを保つ。それぞれ東山丘陵、西山丘陵と呼ばれてきた。東山丘陵のうち764mの山頂をもつ鋸山一帯は、起伏に富み山地に区分されている。

西山丘陵は海岸側で大河津分水路を越えて弥彦山地の南側に達している。この丘陵は東頸城から広がり、広域的には東頸城丘陵と呼ばれてきた。一方、東山丘陵は魚野川を越えて魚沼地域に広がる魚沼丘陵へと続く。西山丘陵を含む東頸城丘陵、および東山丘陵・魚沼丘陵は形成のメカニズムを一つにする丘陵地形を構成している。これらはさらに周辺の丘陵とともに新潟地域を特徴付ける重要な地形といえる。

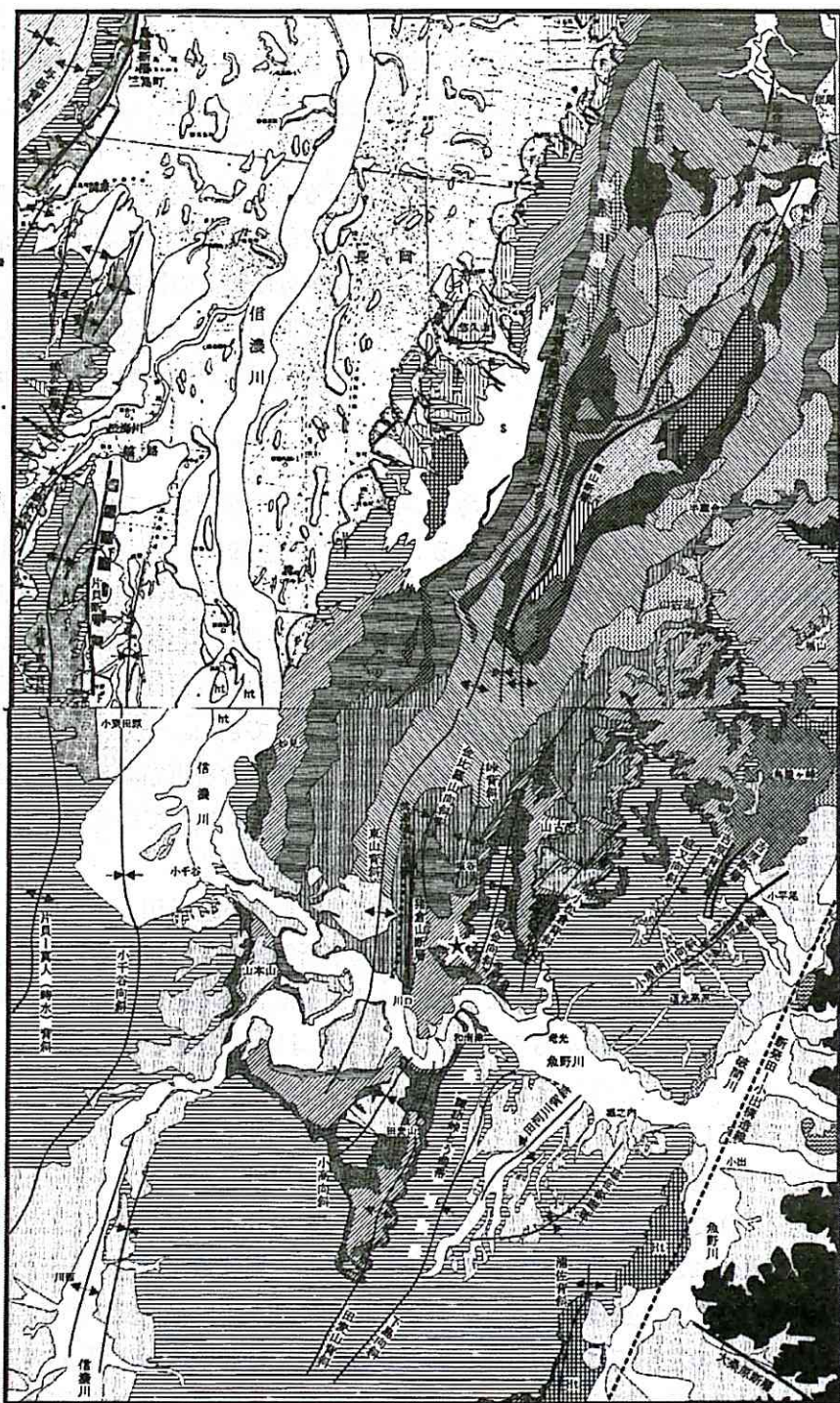
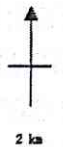
丘陵地は破間川と魚野川の流れる構造谷に位置する新発田－小出構造線の西側に広がる。西山・東山の丘陵には北北東－南南西方向（新潟方向と呼ばれる）の主稜がいくつも併走している。主稜の長さは一様ではなく、約30km～10kmである。丘陵は地層や地質構造についてみると密接な関係がある（図4-1）（表4-1）。

4.2 段丘について

丘陵の周辺や大・中規模河川に沿っては、河岸段丘が、また平野周辺にも小規模な段丘が形成されている。越後平野においては、段丘の分布地が面積的には10分の1以下ではないかと思われるが、河岸段丘、海岸段丘のほか、扇状地・山麓埋積地などが段丘化した地形が識別できる。越後平野南部においては、段丘が平野最南部の小千谷から長岡付近にかけて信濃川の左岸側に広がる。長岡よりも北側では丘陵の縁に沿って幅も狭く認められるにすぎない。段丘地形は山地・丘陵の隆起地域と平野・盆地の沈降地域の境界周辺で緩やかに、ときに急激に平坦地などが上昇する際や、海水面変動にかかわって形成されることがあると考えられる。

長岡平野周辺の段丘地形は地形・地質研究者によって調査・研究が進められており、多くは10段ほどに区分された。高位の段丘から、高位段丘（2段程度）、中位段丘（2段）、

油價暴漲，煤價



(地質図は地質調査所発行地質図幅「小千谷」(柳沢ほか, 1985), 「長岡」(小林ほか, 1991) および地質調査総合センター発行地質図幅「三条」(小林ほか, 2002) を使用)

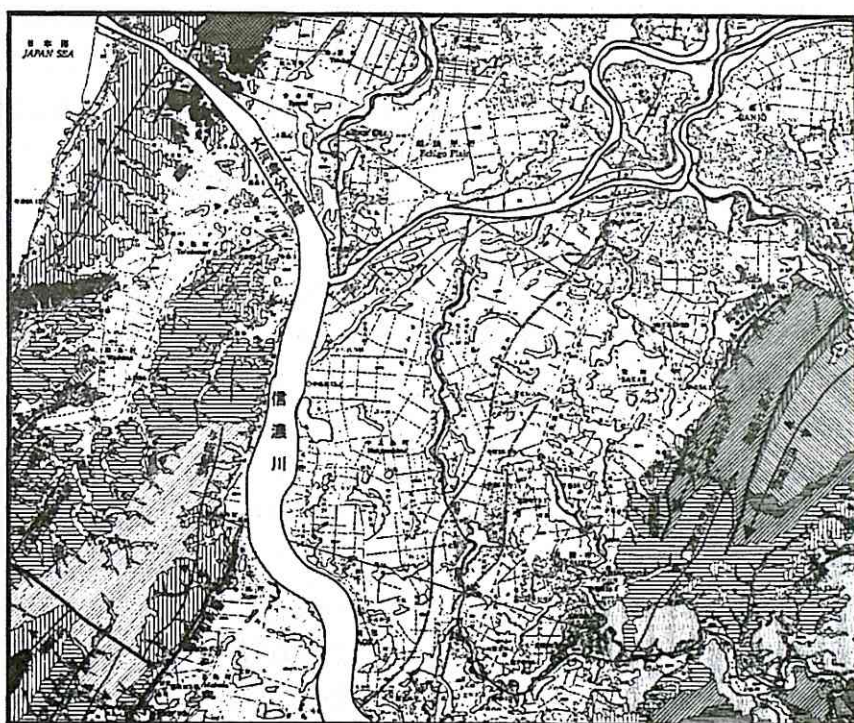


表 4-1 小千谷・長岡・三条地域の地質層序 (小林ほか (2005) を引用)

層 序		三 条・長 岡・小千谷 地域	
地質時代			
第四紀	更新世	沖 積 層 (礫、砂、泥、未固結; 河川・氾濫原・扇状地・自然堤防)	
	後期	段 丘 堆 積 物 層 (砂礫、泥、火山灰、未固結; 河川・氾濫原)	
	中期	田 沢 層 (砂礫、泥)	御 山 層 (砂礫、泥、未固結; 河川・氾濫原・扇状地・山麓)
	前期	魚 沼 層 (泥、砂、礫の互層、細砂～粗砂、未固結; 河川・氾濫原・干潟・入江・湾・浅海)	灰 爪 層 (砂、砂質シルト; 浅海)
新生代	鮮新世	西山層 (青緑色塊状泥岩; 深海上部～中部)	白 岩 層 (砂質シルト、砂岩泥岩互層、半固結; 浅海下部)
	新世	牛ヶ首層 (灰色塊状泥岩; 安山岩質火山砕屑岩; 深海上部)	川 口 層 (砂岩泥岩互層: タービダイト; 深海上部)
	中新世	椎 谷 層 (砂岩泥岩互層: タービダイト; 深海上～下部)	荒 谷 層 (暗灰色泥岩、厚層砂岩、安山岩質火砕岩; 深海上部)
	中中新世	寺 泊 層 (砂岩泥岩互層: タービダイト; 深海)	猿 倉 岳 層 (硬質黒色頁岩; 深海)
第三紀	中新世		安山岩質・デイサイト質火砕岩層
	中新世		半 蔵 金 層 (塊状泥岩; 深海)
	中新世		一 村 尾 層
	中新世		鳥 居 が 峰 層
中生代	白垩紀		奥 木 層 (珪藻質泥岩; 深海)
	白垩紀		西 名 層 (デイサイト質火砕岩)
	白垩紀		清 水 層 (砂礫岩)
	白垩紀		城 内 層 群 (砂礫岩、火砕岩)
中生代		上権現堂山層群 (足尾帯)	

低位段丘（数段）、完新世段丘に識別された。研究者による区分・命名の相違が窺われる。最近の研究によると、ローム層（火山灰層起源）の区分とともに、広域火山灰層・古土壤調査、年代測定が加わり、本地域の段丘の解明が進展した（柳沢ほか，1985；飯川，1991；吉岡，1991；新潟県地質図改訂委員会編，2000；小松原，2002；渡辺，2007）。ここでは、最近の研究報告、地質図幅での区分を比較し、また広域火山灰層の産出層準を示す（表4-2）。

本地域においては、中位段丘面の変形・変位が信濃川左岸で広く確認され、片貝断層や小千谷向斜の運動との関連が指摘されてきた（飯川，1991；渡辺，2007）。段丘堆積物の形成の始まりは火山灰層の絶対年代を加味して、35～30万年前以降と推定される。

4. 3 丘陵の地質について

新潟の油田地域における標準層序は新第三系の七谷層（下部？～中部中新統）、寺泊層（中部・上部中新統）、椎谷層（上部中新統・下部鮮新統）、西山層（鮮新統～下部更新統）および灰爪層（下部更新統）の順でほとんど整合に、一部不整合で重なる。魚沼層（上部鮮新統～中部更新統）下部は西山層の上部に、また魚沼層の下部から上部は灰爪層に側方変化している。岩相などが異なると、標準層序以外にも新しい名称を付けた地層が設けられる。七谷層から西山層の大半は古日本海の深海堆積物に由来している。また灰爪層は浅海堆積物に、魚沼層は外浜から河川成堆積物である。

丘陵地では、北北東－南南西方向の褶曲構造がこれらの地層によって造られ、並列している。背斜軸は丘陵の主稜線にほぼ一致し、多くの向斜軸は谷にほぼ一致して走る。このことから、丘陵地形は上昇する地殻運動によって形成されたといえる。これは現在の丘陵地形を形成している構造運動である。この地殻運動の活動時代は魚沼層堆積後（50万年以

表4-2 報告地域における最近の段丘・段丘面の対比表
（主な参考文献（吉岡，1991；新潟県，2000；小松原，2002；渡辺，2007））

報告書 地質時代	土地条件図 国土地理院	三条西幅 小松原，2001	長岡西幅 吉岡，1991	小千谷西幅 柳沢ほか，1986
完新世／更新世	低位面	低位Ⅲ段丘t13 (STI-3)	完新世段丘t	T10段丘t10 T9段丘t9 T8段丘t8
更新世後期	下位面	低位Ⅱ段丘t12 (As-k) 低位Ⅰ段丘t11 (AT)	低位Ⅱ段丘T12 低位Ⅰ段丘T11	T7段丘t7 T6段丘t6 T5段丘t5 T4段丘t4
	中位面	中位Ⅲ段丘t13 (IKP) 中位Ⅱ段丘t12 (Aso-4)	中位Ⅲ段丘T13 中位Ⅱ段丘T12	T3段丘t3 T2段丘t2
更新世後期／中期	上位面	中位Ⅰ段丘t11	中位Ⅰ段丘T11	T1段丘t1
更新世中期		高位Ⅳ段丘t14 高位Ⅲ段丘t13 高位Ⅱ段丘t12 高位Ⅰ段丘t11		

括弧内は、広域火山灰層。

後) であると考えられる。

段丘の形成が始まる以前に、御山層と命名された陸成堆積物の地層が丘陵縁辺において断続的に分布している。この地層は中部更新統である。

活断層はこの丘陵を形成する地殻運動で生じた歪み現象の一つの現れといえる。片貝、親沢、鳥越、岡野町、悠久山の各断層(図4-1)が知られている(活断層研究会, 1991; 堤, 2001; 渡辺, 2001)。これらの断層群と地震活動との関連については、最近震探記録などの結果を含めて議論され、さらに最新の測地学的な観測データ(国土地理院)によって、地震時における地殻変位量が測定された。

断層は個々の断層として、あるいは断層群としてとらえることができるし、断層群が一つの幅を持って走るものであれば、断層帯として認めてみた。越後平野中央部に存在する「越後平野西縁断層帯」(小林, 1996)はその規模、形態、歴史が解明されてきた最も大きく、地質学・地形学、地震学的・災害科学からして重要な断層といえる。この動きの始まりは後期中新世に遡るものであろう。

4. 4 平野の地形について

ここでは、すでに述べた段丘を除く、微地形を記述する。平野における堆積運動によって地形が刻々造られては、失われてきた。その一部が地下に埋積されている地層に残るものと考え、古地形・古地理を復元する試みが可能になる。

平野の地形としては、海岸部から、海浜、三角州、浜堤、砂丘、潟、湖沼、河道、旧河道、自然堤防、後背湿地、扇状地、緩扇状地、土石流による地形などが識別されてきた。また、海岸平野、河川・氾濫平野、谷底平野という区分もある。

段丘を除く越後平野南部の低地には、湖沼、河道、自然堤防、後背湿地、扇状地、緩扇状地などが識別され、河川・氾濫平野で占められている。平野を表した地形図の中で、一般に5万、2万5千分の1地形図では平野部での等高線がわかりにくい。2万5千分の1土地条件図「三条」・「長岡」には地盤高図(国土地理院, 1990, 1991)が描かれている。各市町村発行の管内地形図では等高線は引かれていないが、水準測量の地点が多く載せられ、等高線を引くことも可能である。

4. 4. 1 1 m間隔の等高線を引いた地形図

筆者は数値地図を使って、平野部において1 m間隔の等高線を引いた地形図を描いてみた(図4-2)。この地形図がどのような微地形を表しているのか、空中写真・実視などによる実地形との比較を試みながら検討している。その結果、50mメッシュ(標高)(国土地理院)を使用して、異なるソフト(ArcGIS 9.2、カシミール3D、サーファー)を使って描いた1 m間隔の等高線は、厳密には同じ地形を表現していないが、大局的には似通っていることも多い。

しかし、作成した1 m間隔の等高線図は自然堤防の輪郭を表わしているものは得られな

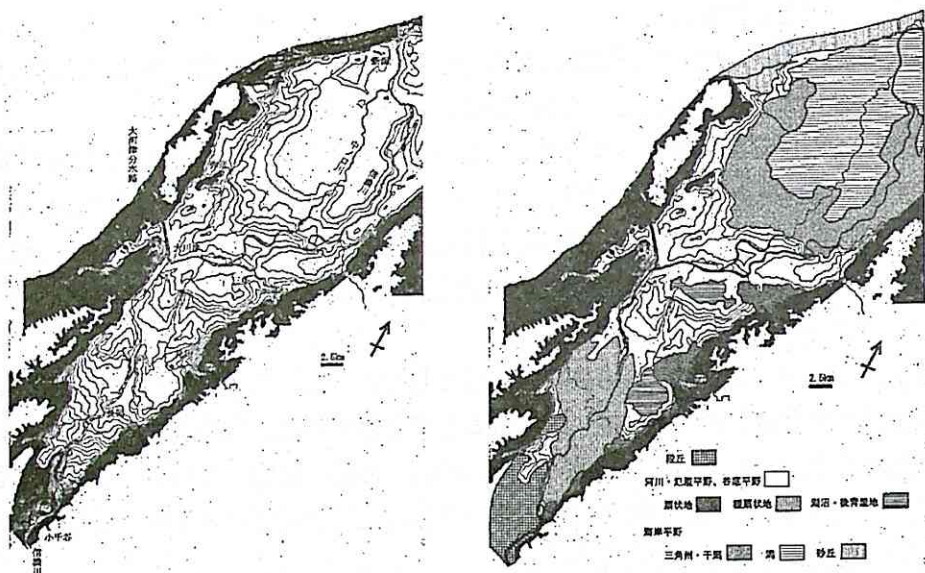


図4-2 越後平野南部の地形図(左図)および地形区分(右図)
(地形情報は国土地理院発行の50mメッシュの数値地図を、コンピュータソフトはArcGIS 9.2を使用した)

かった。自然堤防は沖積低地との比高が1 m以下しかないとよるのか、50mメッシュでは把握できないことによるのか、検討を要する。しかしながら、扇状地はもとより、デルタ地形と考えられるものが見事に表れている。

4. 4. 2 越後平野の信濃川下流域の地形

越後平野南半部は南側から扇状地地帯、氾濫原地帯、三角州地帯に区分(平松, 2007)されている。筆者は図4-2の地形図に見られる地形を区分してみた。海側から内陸側にかけて区分した地形の特徴を概述する。

砂丘地域 弥彦-加茂を結ぶ線の北側に当たる越後平野の中央部(西蒲原地域)の砂丘地においては、第3砂丘列が明瞭に表現された。第2・第1砂丘列は形を読み取りにくいがある程度はわかる。さらに新潟市の東部から北蒲原に行くと砂丘列は明瞭に表れている。

潟(ラグーン)地域 砂丘地の内陸側には標高0 mから2 mの所に、一見広くかつ平坦に広がる地形が表れている。砂丘を外して眺めてみると、これは大きな湾入のようにみえるし、広がるラグーンの底を示唆するようにも見受けられる。これは8, 000~6, 000年前の様子を思い起こさせるのではないか。この潟を広く覆って、5千年前以降に河道、潟沼、後背湿地、自然堤防の形成を続けた地層が重なる地域である。

デルタ・干潟地域 標高2~5 m等高線が表す地形を見ると、あたかもラグーンに突き出



図4-3 昭和20年代における干拓前の鎧潟
(南側から流入した大通川が潟内に突出したデルタ地形を形成している。北側に流出河川の早出川(現在新川)が見られる(西蒲原土地改良史資料編参照)。米軍撮影による空中写真(国土地理院))

たデルタ先端の地形と言える形が表われる。これらは西側から、西川、中ノ口川、信濃川の流れによるそれぞれ河口が突出したデルタの先端である。干拓された鎧潟に流入した川の先端に同じ地形が形成されていた(図4-3)。標高約2~4mの範囲をデルタ地域と区分して置く。平松(2007投稿中)(国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所編, 2007)が越後平野の地形を区分した図では「三角州地帯」とされている。筆者は国土地理院発行の50mメッシュ(標高)を用いて作図した地形図をみて、ほぼ同じ地域をデルタ地形として区分してみた(小林, 2007)。阿賀野川のデルタ地域につながる地形である。

河川・氾濫平野(低地)地域(西蒲原) 西蒲原地域では東西の山地・丘陵に隣接する所に、幅の狭い平坦な地形が地形図にみられる。平野の縁辺域に幅狭く延びるこの地域の沖積層の層厚は、平野の中心寄りで大きくなる沖積層の層厚に比べて3分の1以下にすぎない。平野の西寄りでは層厚が変化する境界が南北方向で直線状に表れることは、越後平野西縁断層帯(小林, 1996)の東端を示唆していると考えている。

河川・氾濫平野(低地)地域(越後平野南部) 越後平野南部の微地形をみると、分水-三条を結ぶ線の南側には、地形の傾斜がやや急な部分と4~5km幅のかなり平坦な地形がステップ状に2回繰り返している。図4-2の地形図には表現されないが、この地域の東寄り(三条・見附間)では細かく蛇行した小規模河川によると見られる自然堤防が多

数、複雑に発達している（図4-1）。西寄りには川幅数百m以上の信濃川が北、北北西、北へと流れの方向を変えながら流れ下る。自然堤防の分布はやや悪い。図4-2の等高線を見ると、この東西では東側で北向きの傾斜地となり、一方西側で幅の広い一つの谷地形が表われている。幅広く平坦な所、あるいは幅のある谷状の地形は洪水時に冠水する場所に一致するようである。長岡の北側の平坦地は八丁潟跡に一致する。

扇状地（緩扇状地）地域 長岡市街地の北側で、北へ突きだした高まりからなる地域が見いだされる。これは信濃川の緩扇状地地形と考えられる。平松（2007投稿中）（国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所編，2007）が越後平野の地形を区分した図でも「扇状地地帯」とされている。

関原－悠久山を結ぶ線より南側では、信濃川の左岸に段丘が分布し、右岸では沖積地が緩く傾斜した緩扇状地からなると考えられる。北へ延びる自然堤防が多く併走している所である。これらは緩扇状地の上を流下した網状河川によるのであろう。このほか、小規模の扇状地が右岸の丘陵縁に沿って形成されている。

越後平野における沖積地の地形的な始まりは信濃川の右岸では長岡市妙見付近にある。

（小林巖雄・平野吉彦・Ould Elemine Cheibany）

（引用文献）

- 平松由紀子（2007）：越後平野の地形分類図（図6. 3. 1）。国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所編「信濃川・越後平野の地形・地質」，p.28，北陸建設弘済会。
- 飯川健勝（1991）：本州中央部の測地学的変動の研究。地団研専報，39号，74p.
- 活断層研究会（1991）：新編日本の活断層－分布図と資料－。東京大学出版会，東京，437p.
- 小林巖雄（1996）：越後平野地下の第四系。第四紀研究，35巻，191－205。
- 小林巖雄（2007）：越後平野の地質について－最近の話題－。新潟応用地質研究会誌，69号，11－24。
- 小林巖雄・飯川健勝・渡辺秀男・寺崎紘一（2005）：3章 新潟県中越地域の地形と地質。地学団体研究会新潟支部新潟県中越地震調査団編著「2004年新潟県中越地震－中越地震の被害と地盤－，地団研専報，54号，12－23。
- 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫（1991）：長岡地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），産総研地質調査総合センター，132p.
- 小林巖雄・立石雅昭・小松原琢（2002）：三条地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），産総研地質調査総合センター，98p.
- 国土地理院編（1990）：1：25，000土地条件図「三条」。国土地理院、
- 国土地理院編（1991）：1：25，000土地条件図「長岡」。国土地理院、
- 新潟県地質図改訂委員会編（2000）：新潟県地質図および同説明書（2000年版）。新潟県，200p.

鈴木郁夫 (2000) : 地形概説, 新潟県地質図改訂委員会編「新潟県地質図説明書 (2000年版)」, 新潟県, 1-2.

高野武男・歌代 勉 (1976) : 新潟県下の丘陵について. 新潟大地鉦研究報告, 4号, 11-16.

堤 浩之・東郷正美・渡辺満久・金 幸隆・佐藤尚登 (2001) : 1 : 25, 000都市圏活断層図「長岡」国土地理院技術資料D-1-No. 388.

渡辺秀男 (2007) : 新潟県越後平野南西部の河岸段丘の編年と構造運動. 地球科学, 61巻, 129-142.

渡辺満久・堤 浩之・鈴木康広・金 幸隆・佐藤尚登 (2001) : 1 : 25, 000都市圏活断層図「小千谷」国土地理院技術資料D-1-No. 388.

柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一 (1985) : 小千谷の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 177p.

吉岡敏和 (1991) : 長岡地域の地質, VI. 第四紀地殻運動. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 63-70.

5 地下地質

5.1 越後平野南部地域沖積層の標準層序

越後平野の地盤図については新潟県地盤図 (2002) が発刊されている。しかし、地盤図を作成する材料であるボーリング調査資料はその後も追加され新しい知見はどんどん増えている。

当研究グループは、県地盤図の精度向上も目的の一つに加え、建設事業等が終わると散逸・廃棄されやすいボーリング調査資料を研究対象地域毎に計画的に収集、保管、整理している。

これらの資料を利用して、平成16年から五泉・村松平野、同18年から越後平野の地盤について研究を継続してきた。

本稿は越後平野南部 (信濃川が新潟平野に流れ込む部分) をほぼ縦横断する形で断面図を作成し、既往の県地盤図等も参考に解析を行ったものである。

この地域は日本一の大河である信濃川が運搬した厚い砂礫層からなる長岡市街地から日本有数の軟弱地盤地帯に移行する地域にあっており、良質地盤からどのように軟弱地盤に移り変わるのか興味深いところである。

地質断面の位置は図5.1-1、図5.1-2を、地質断面図は、図5.1-3、5.1-4を参照されたい。

5.1.1 地質構成

表5.1-1で示す地層名は詳細な検討を行う前であり、県地盤図の地層名を準用する。今後、詳細検討により地層名は変更する可能性がある。

以上の条件はあるが、本稿での地質構成は概ね以下のとおりである。ただし、完新世の

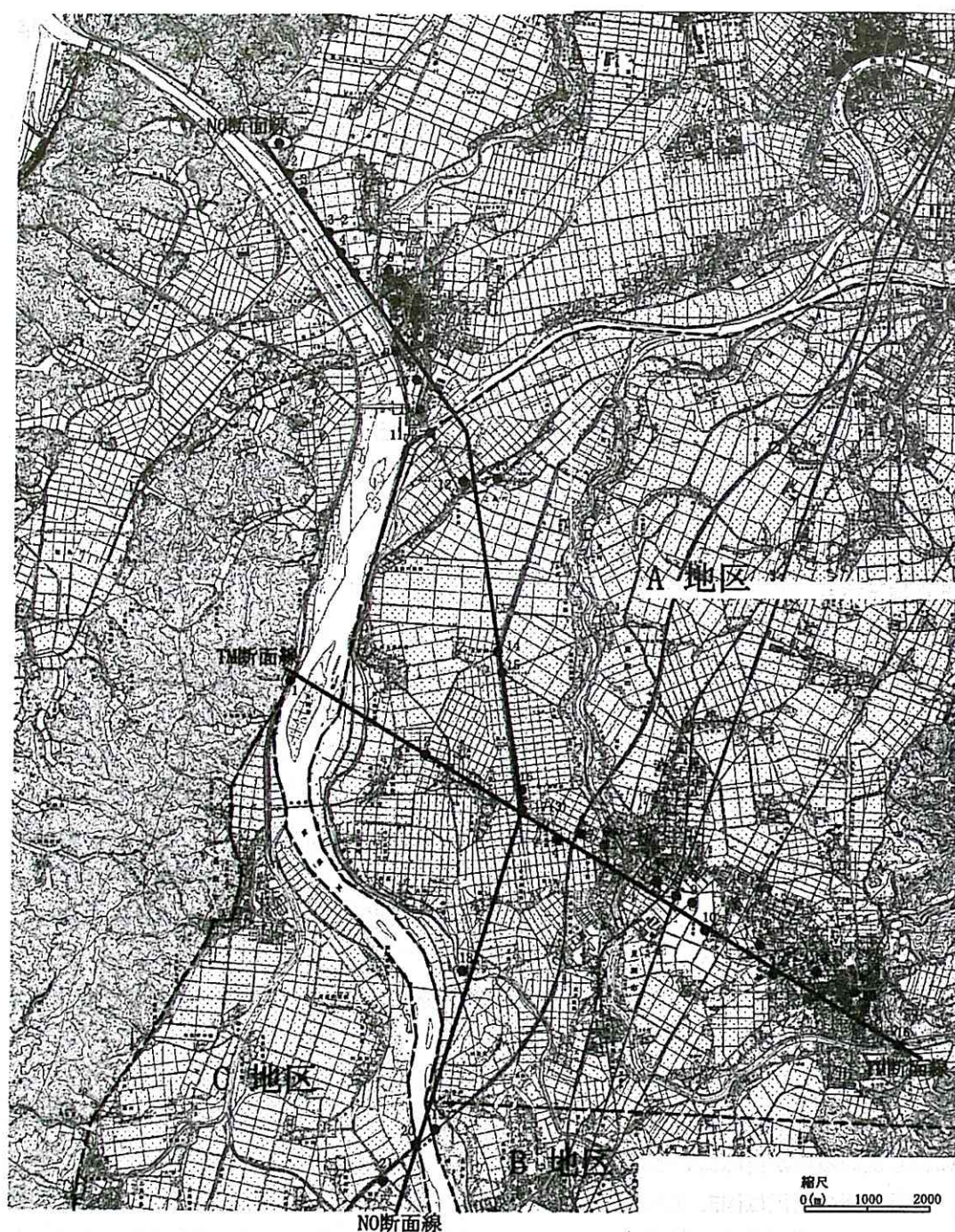


図5. 1-1 位置図

上・中・下部層は堆積環境の変化が激しく同時異層が多いため、各層に含まれる地層名はそれぞれ上位・下位の関係を示すものではない。

また、地層区分に使用した沖積層の上部層（A1）、中部層（A2）については、A1層は現在から5,000年前までの堆積物、A2層は現在から5,000年～10,000年前までの堆積物

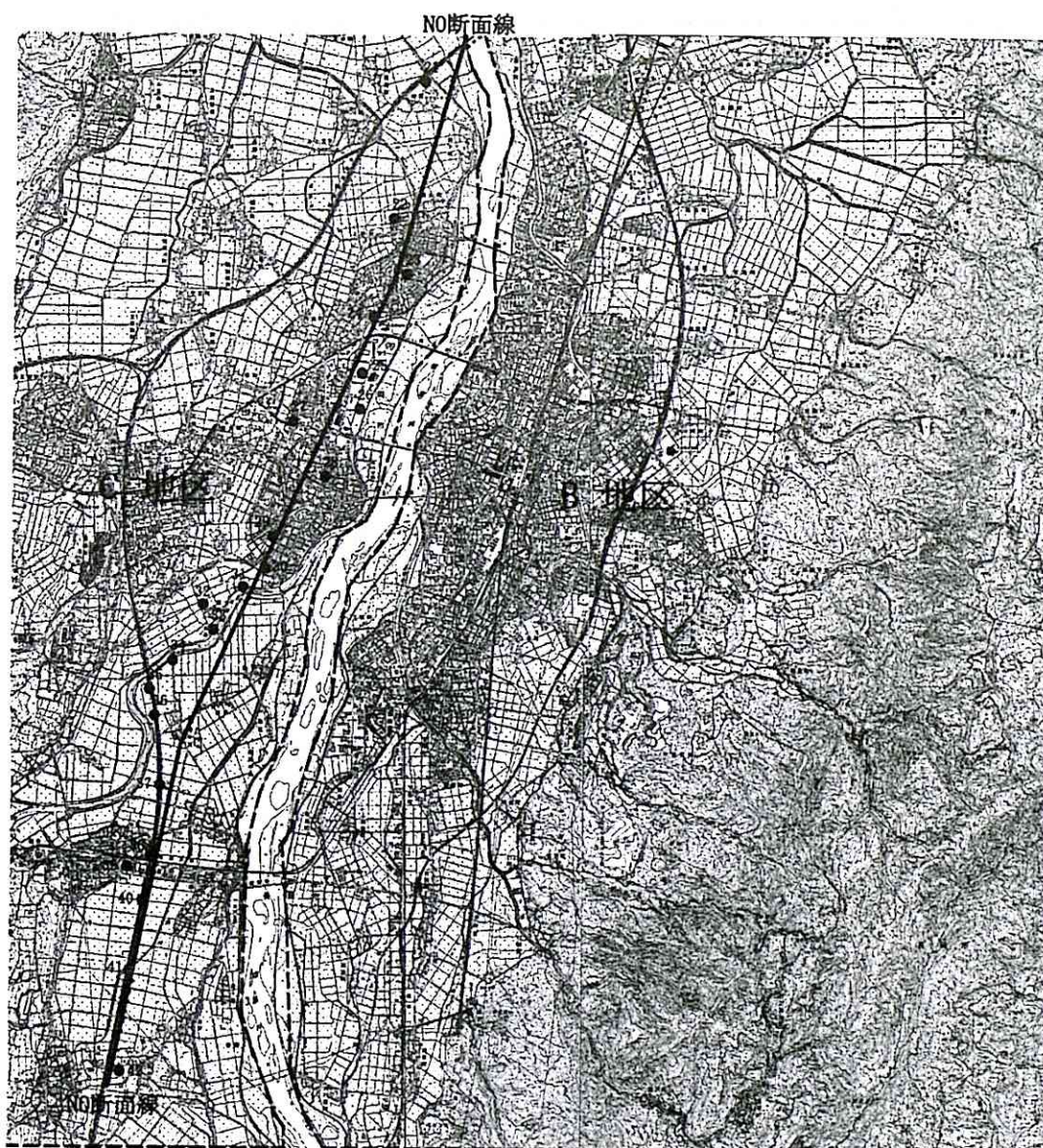
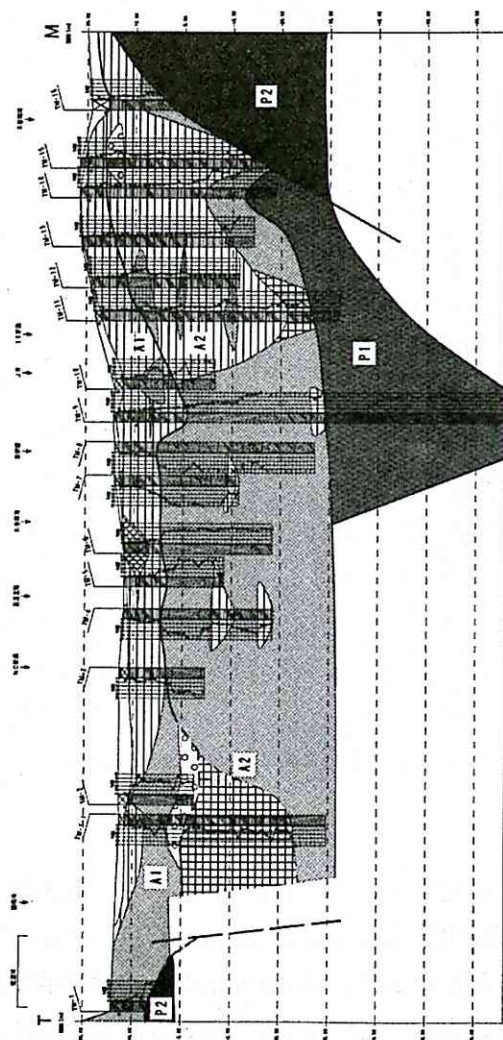


図5. 1-2 位置図

縮尺
0(m) 1000 2000

で、地質時代は最も新しい完新世の堆積物である。なお、県地盤図では最終氷期（18,000年前）の最大海面低下期に生じた侵食谷を埋積し、現在の平野を形成した一連の堆積物を沖積層と定義している。したがって、18,000年前から10,000年までの堆積物であるA3層は、地質時代では更新世に入る。当地域におけるA3層の分布は、年代測定資料が乏しく未詳である。

しかし、県地盤図の11-11'断面、11-2孔（与板市街地付近）の年代測定結果によれば、標高-20m付近で $10,440 \pm 80$ （科学技術庁，1997）の測定結果が示されている。したがって、今後年代測定資料が蓄積されると、これまでA2層とした一部はA3層になる可能性



地質時代	凡例	地層名
更新世		盛土層 (S)
		上部砂質土層 (A1)
		上部砂質土層 (A2)
		上部砂質土層 (A3)
		上部砂質土層 (A4)
		上部砂質土層 (A5)
		上部砂質土層 (A6)
更新世		中部砂質土層 (A7)
		中部砂質土層 (A8)
		中部砂質土層 (A9)
		中部砂質土層 (A10)
		中部砂質土層 (A11)
		中部砂質土層 (A12)
		中部砂質土層 (A13)
更新世		更新世 (砂層)
		更新世 (砂層)
更新世		更新世 (砂層)
		更新世 (砂層)

図5. 1-3 地質断面図 (TM断面)

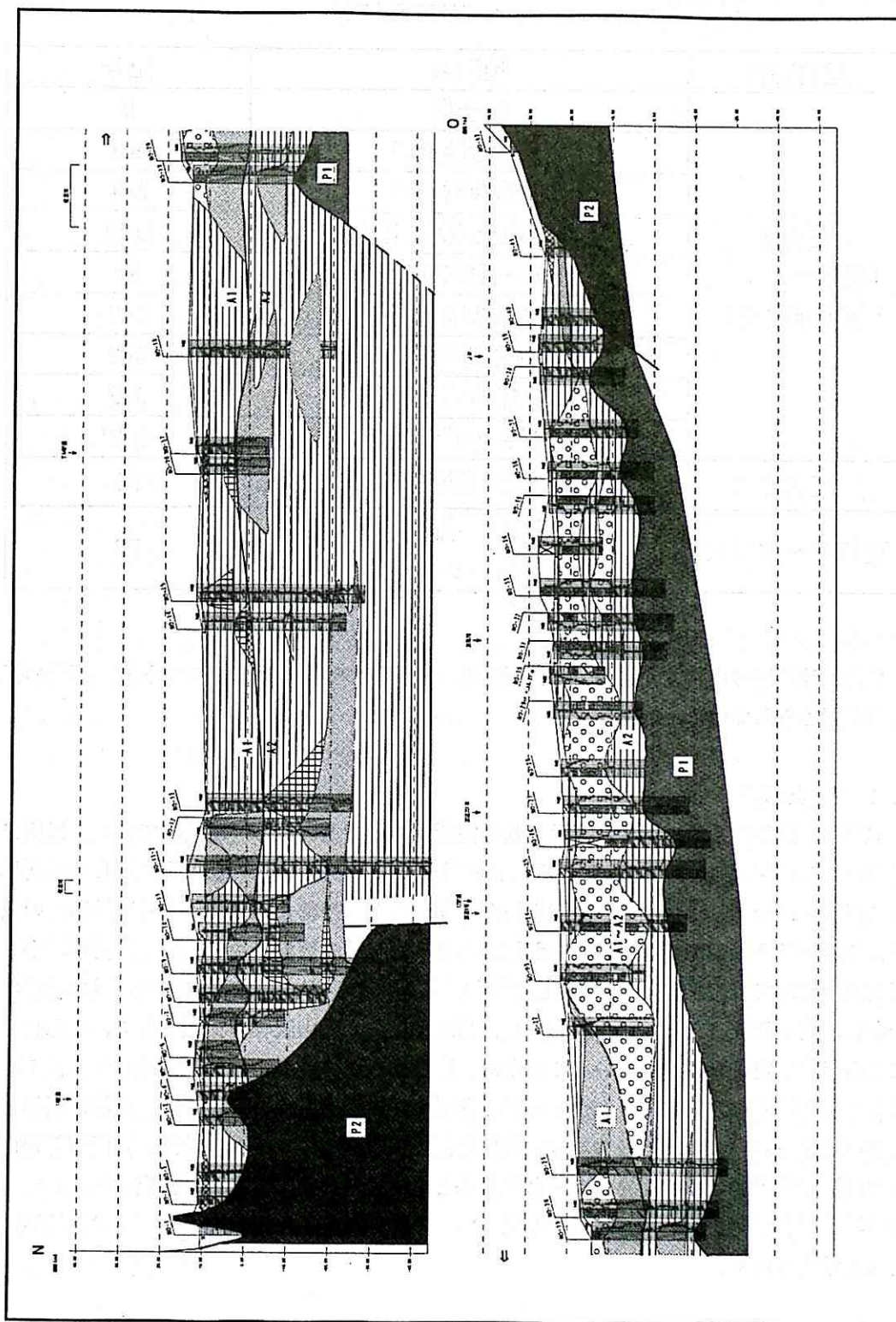


图5. 1—4 地質断面図 (NO断面)

表5. 1-1 地質構成一覧表

地質時代	地層名	記号
完新世 (現世～ 1万年前まで)	盛土層	B
	上部粘性土層	Ac1
	上部砂質土層	As1
	上部粘性土・砂質土互層	Aa11
	上部～中部砂礫層	Ag
	中部粘性土層	Ac2
	中部砂礫層	Ag2
	中部砂質土層	As2
	中部粘性土・砂質土互層	Aa12
更新世	更新統（砂礫層）	P1
更新世～鮮新世	更新統～鮮新統 (礫岩、砂岩、シルト岩、泥岩)	P2

がある。

また、沖積層の堆積基盤としては、更新世～鮮新世の礫岩、砂岩、シルト岩、同岩の互層等が認められている。

5. 1. 2 上部層

本層は、県地盤図ではA 1と表示される完新世の中で尤も新しい堆積物である。ほぼ、現在から5,000年前までの、いわゆる縄文海進により現在より高い海水準に達した時期以降に形成された。したがって、停滞水域が長期にわたり持続したことによる腐植物層の発達、あるいはそれらに富む層の介在が認められる。本層の境界については、新潟市域から阿賀野川以北では5,000年前に噴火した阿賀野川上流の沼沢火山噴出物がこの層の基底に分布し、良い指標となっている。しかし、当地域では、火山灰等の指標もなく、また¹⁴Cによる年代測定資料にも乏しい。このため、腐植物層の発達具合、混入率などからA 1層とA 2層の境界を推定した。したがって、砂質土層の発達するところでは、境界が判然としない点があるものの、その境界は本地域北部では標高ゼロメートル付近、長岡市街地南端では厚い砂礫層の中に境界があると考ええると標高10m以上に達すると推定される。一般に本層は層相変化が激しく連続性にも乏しい。本層の砂質土層は小規模なものは自然堤防由来と考えられる。

i) 盛土層（B）

本層は築堤盛土等で断面図上での分布は信濃川および支川の堤防に限られる。したがっ

て、ボーリング孔間の層厚は一般に薄い。土質はシルトを始めとする粘性土が多い。本層のN値は1程度である。

ii) 上部粘性土層 (Ac1)

本層は後述のAg、As1等と接して本断面図では最も広く分布する。

本層はN値1～2程度の粘性土を主体とする軟弱地盤を構成するが、一部は砂質土と互層したり、砂質土をレンズ状に挟在することもある。所々腐植土層を挟在する。層厚は3～10mとはほぼ一定であるが長岡市街地付近のAgが厚く分布する個所では3m程度以下と薄く、本層が欠如することも稀でない。

iii) 上部～中部砂礫層 (Ag)

本層は長岡市街地浅部に厚く分布する地層である。分布は越後平野南端の小千谷市から長岡市にかけて、6～10mの層厚で分布する。ただし断面図上では長岡市横山町付近から北に後述のAs1中に尖滅し、同層は前述のAc1に尖滅するように見える。

本層のN値は、一部で4～50以上とばらつくものの、一般にN値50以上のよく締まった砂礫からなる。

長岡市横山町、同寺島町、同古正寺町、同下山3丁目、旧越路町の一部などでは、本層の上部がAc1に覆われるなどの特徴が見られる。

本層はAg1、Ag2に分けられる可能性がある。しかし、層相が類似しており区分できる資料に乏しいことから、ここでは一括した。

iv) 上部砂質土層 (As1)

本層はTM断面では与板町から長岡市中之島にかけて、層厚5～10mとやや厚く分布する。NO断面では長岡市横山町で最大厚18mとなり、前述のように、Agが本層中で尖滅している。これ以外の分布は、レンズ状に小規模のものが点在する程度である。本層のN値は10～50程度の中程度に締まった砂質土からなる。

v) 上部粘性土・砂質土互層 (Aal1)

本層はNO断面で長岡市中条新田、同市上沼新田などにAc1層に挟在する形で分布する。層厚は2～8m程度であるが、水平方向の連続性に乏しくレンズ状に分布している。本層のN値は1～30前後とばらついた値を示す、粘土、シルト質粘土、砂質シルト、シルト質細砂、粗砂などからなり、粘性土勝ちのところではN値が小さく、砂質土勝ちのところではN値が大きい。

5. 1. 3 中部層

本層は県地盤図ではA2と表示される。現在から5,000年～10,000年前の間に形成された

地層である。各土層の分布は比較的纏まっている。信濃川が平野に流入する平野南端付近から長岡市街地北端までは厚い砂礫層、その先の見附市今町付近では厚い砂質土層など粗粒土層が発達する。しかし、その横方向の東山、西山丘陵方向には厚い細粒土層が分布する。それらは同時に堆積されたものと考えられる。さらにその下流には小規模な砂質土層を介する粘性土層、砂質土・粘性土互層など細粒土層が厚く発達する。

前述したように、本地域北部には本層下部にA 3層の分布の可能性はある。詳細は不明であり、A 2層に一括した。

i) 中部粘性土層 (Ac 2)

本層はNO断面では長岡市全域に分布する。その分布はやや特徴的で燕市泉新から長岡市中条新田ではAs 1層の下位に分布する事が多いが、同市中条新田から同市小沢町では、Ac 1と直接接することが多い。さらに南部の同市小沢町から同市中沢ではAgの下位に、後述のP 1層の砂礫層とを分けるように分布している。その南部の小千谷市片貝では再びAc 1あるいはAs 1と接している。

一方、TM断面では、本層の分布は長岡市福島町の東西では分布域も広がる。そこでは、東側は25m以上の厚さで本層が分布するのに対して、西側では後述のAs 2が厚く分布し、本層はレンズ状に点在するのみである。

本層のN値は5～10でやや硬い粘土、シルト質粘土などからなる。

ii) 中部砂質土層 (As 2)

本層は上述のAc 2と対照的に、Ac 2層が厚い個所では薄くあるいは欠如し、Ac 2層が薄い個所では本層が厚く分布する。この点は上述のようにTM断面で顕著であるほか、NO断面では長岡市中条新田より南側に本層が殆ど見られないことにも示される。本層のN値は40～50以上でよく締まっている。

iii) 中部粘性土砂質土互層 (Aal 2)

本層はNO断面、TM断面ともに分布が少なく、As 2の上面にレンズ状に分布するのみである。本層はN値5～10程度の粘性土、N値10～25程度の砂質土が互層するためN値の変動が著しいように見える。

iv) 中部砂礫層 (Ag 2)

本層は長岡市西野にAg層下位のAc 2層に挟在されて局所的に分布するのみである。

本層は、N値50以上の良く締まった砂礫からなる。

5. 1. 4 基盤層

本層は、平野下の沖積層の基盤である更新世と考えられる砂礫層と、平野と東西の丘陵

地近傍に浅く分布する段丘堆積物等をそれぞれP 1、P 2に区分した。P 2の中にはさらに時代の古い堆積岩類も含めている。ボーリング柱状図では「岩」と表示されていたり、茶褐色を呈するなどの特徴から区分している。NO断面の大河津分水付近では、比較的浅くP 2層と考えられる厚い砂質土層が分布する。信濃川左岸の西山丘陵先端部に当たる可能性もある。

i) 更新統 (P 1)

本層は本稿で述べる沖積層の基盤層である。長岡市浦から同市黒津町にかけて北に向かい埋没深度が深くなる傾向で分布している。県地盤図によれば更に北側にも分布しているが、本断面図内では埋没深度が深くなり確認されていない。

本層はN値50程度以上を示す良く締まった砂礫であり一般に暗青灰色を示している。

ii) 更新統～鮮新統 (P 2)

本層はNO断面、TM断面ともに前者は南端と北端、後者は西端と東端に確認される。これらの層はそれぞれ地質が異なるものの、本検討地域の第四系の基盤岩である。

NO断面の南端部は小栗田原面段丘を作り上げている魚沼層の礫岩と考えられる。本層の特徴は褐灰色の締まった砂礫である。同断面の北端部は弥彦丘陵を作っている新第三紀中新世の椎谷層に属する砂岩泥岩互層である可能性がある。この地層はN値が岩石にしては小さいことから、越後平野西縁断層に伴う破碎帯に相当する可能性がある。

TM断面の東端、西端はいずれも更新世～鮮新世に属する泥岩、砂岩等が確認されている。

5. 1. 5 研究結果のまとめと検討

本年度の研究対象地域は、日本一の大河である一級河川信濃川が越後平野に流れ込む長岡市街地周辺から大河津分水までである。研究にあたって、新潟砂丘によって日本海から分離した内湾が信濃川によって埋積されてゆく過程が浮き彫りにされるものと期待していた。

本年度の研究の結果からは、以下のことが言える。

i) 沖積層基盤 (P 1) の砂礫層は扇状地状にかなり厚く堆積しており、明らかに信濃川の堆積物であると推定される。この層は長岡市黒津町付近までは比較的緩い勾配で堆積しているが、この北部で急勾配に埋没深度が深くなる傾向がある。

ii) 上位のAg層は途中で欠如しながらも、長岡市横山町までしか追跡できず、P 1の砂礫層に比べていかにも堆積量が少ないように見える。

iii) NO断面、TM断面ともに砂質土層、砂礫層、粘性土層、粘性土・砂質土互層のいずれも、水平方向の連続性に乏しく、地層の変化が顕著である。

iv) NO断面、TM断面いずれも現信濃川の河道にはAs 1、Agなどの粗粒な堆積物が分布している。この粗粒堆積層に接してAc 1の細粒堆積層が分布している。

長岡市街地は、厚い砂礫層が分布しているにもかかわらず、市街地に接して西側には後背湿地と考えられる「八丁潟」と呼ばれる広大な湿地帯が最近まであったことが知られている。粗粒堆積物と細粒堆積物が同時に堆積するという現象がこの地域の堆積作用の特徴であると考えられる。

v) iv) の特徴からiii) で指摘した沖積層の細粒堆積層と接する粗粒堆積層の分布は、旧河道と旧後背湿地の関係を示している可能性がある。

vi) NO断面で長岡市浦付近にAgが欠如しているが、v) の考え方からすると、東西方向の断面では地表付近にAgが分布する可能性があると考えられる

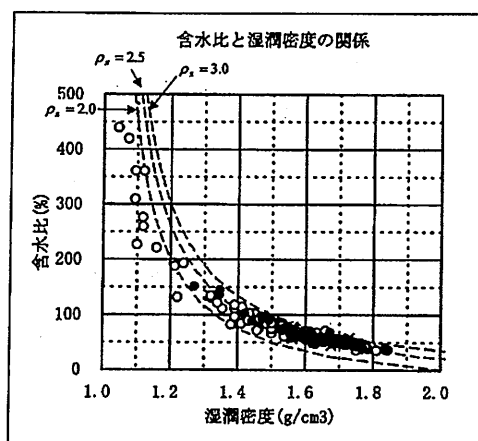


図5. 2-1

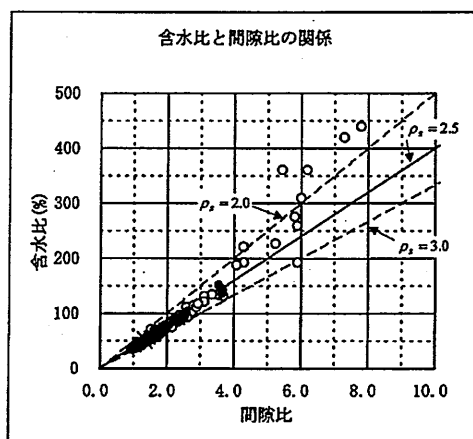


図5. 2-2

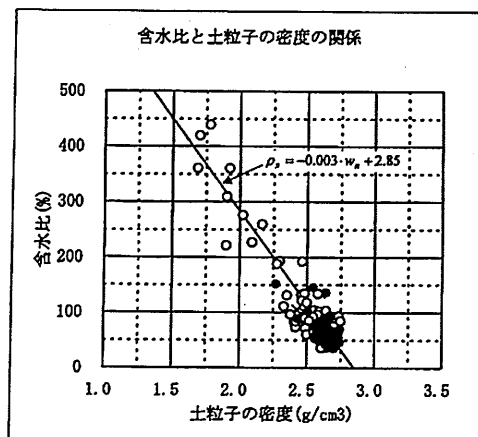


図5. 2-3

- × A地区：信濃川下流右岸（中ノ島～見附）
- B地区：信濃川上流右岸（長岡市）
- C地区：信濃川上流左岸（旧与板～長岡市）

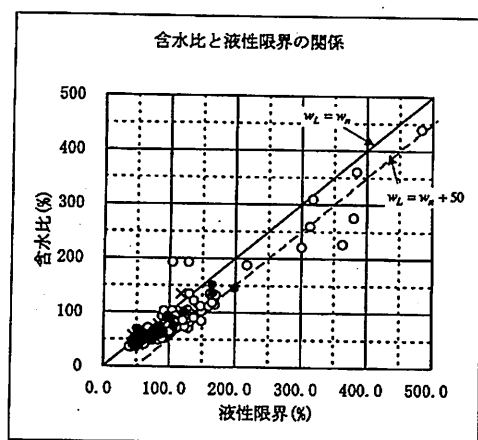


図5. 2-4

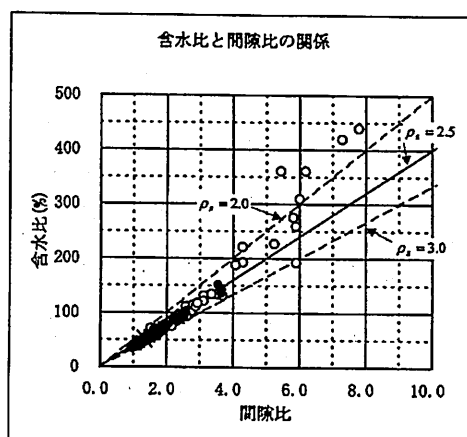


図5. 2-5

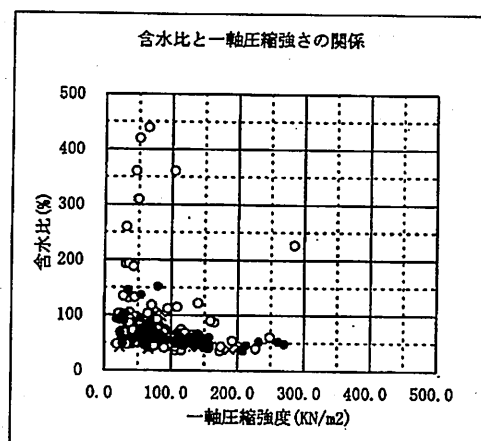


図5. 2-6

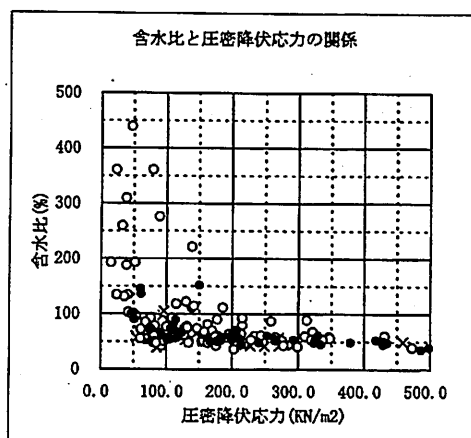


図5. 2-7

×A地区：信濃川下流右岸（中ノ島～見附）

○B地区：信濃川上流右岸（長岡市）

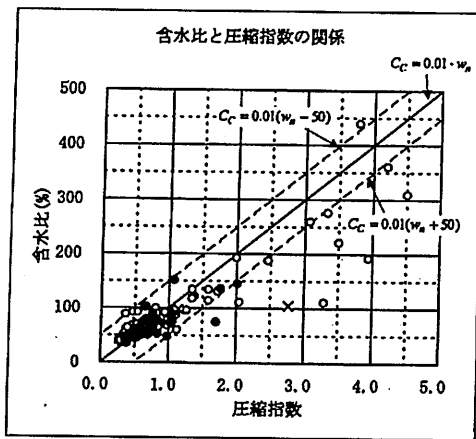
●C地区：信濃川上流左岸（旧与板～長岡市）

vii) P1の砂礫層とAg層では砂礫の土量が著しく異なっているように見える。これは両者の堆積環境に大きな違いがあったのではないだろうか。

viii) 信濃川の旧河道に砂層、砂礫層などの粗粒堆積物が分布する可能性があることから、東西方向の断面を数多く切ることによって、信濃川の河道の変遷を復元できる可能性がある。

5. 1. 5 今後の研究方針

前述したように、本研究結果から様々な事実が明らかになった。



- × A地区：信濃川下流右岸（中ノ島～見附）
- B地区：信濃川上流右岸（長岡市）
- C地区：信濃川上流左岸（旧与板～長岡市）

図5. 2- 8

長岡市街地に浅く分布する砂礫層（Ag層）は単純な扇状地性の堆積物でないことを窺うことが出来た。この堆積物の土量が思ったより少ないことは、沖積層堆積以前からの堆積環境について、越後平野だけではなくその上流部を含む信濃川全体の研究との関係が不可欠であることを示している。

一方、本地域には地盤調査の際に理学的資料や ^{14}C による年代測定資料が非常に乏しいことが判明した。本地域は、日本最大の河川、信濃川とその支川を抱え、中越地震の震源地も近く、活構造の構造運動が活発な地域でもあり、複雑な地質構成であることを考慮し、理学的資料を計画的に蓄積する必要がある。

また、本地域とはかなりの距離があるが、現在、新潟大学が新潟市西蒲区鰐沼地区で堆積構造の研究を進めている。これと連携し、さらに資料収集を進め、出来るだけ多くの地質断面図を作成し、越後平野の地史を含む地盤の特性を明らかにしてゆきたい。

（栢森宇一郎、川島隆義、小林 巖雄、須田公人、鈴木正喜、石橋輝樹）

5. 2 土質の特性

5. 2. 1 土質特性分析に利用した資料について

今回の土質特性分析は、信濃川を中心として長岡市～旧中ノ島町方面（大河津分水路より上流域）にかけて収集した土質試験資料をもとに考察したものである。

なお、試験データは収集した場所ごとにA地区：信濃川下流右岸（中ノ島～見附）、B地区：信濃川上流右岸（長岡市）、C地区：信濃川上流左岸（旧与板町～長岡市）の、3地区に分類した。これらA～C地区の範囲は図5. 1- 1～図5. 1- 2に示した。

5. 2. 2 土性値と自然含水比 (%)

i) 湿潤密度 ρ_i (g/cm^3)、間隙比、土粒子の密度 (g/cm^3)

B地区を除けば $\rho_i = 1.5 \sim 1.8$ 、 $e = 1.0 \sim 2.0$ 、 $\rho_s = 2.5 \sim 2.7$ の範囲に集中し、一般的な

沖積粘性土の範囲にあるといえる。B地区はバラツキが大きく、とくに $w_n \geq 100\%$ 、 $\rho_s \leq 1.5$ 、 $e \geq 2.0$ 、 $\rho_s \leq 2.0$ のデータが多くみられる。これらの土は有機質分を多く混入した土質と推察される。

ρ_s は w_n の増加に伴い減少する傾向にあり、これに対して e は w_n の増加に伴い増加する傾向にある。 ρ_s と w_n は良い相関性を示し、 $\rho_s = -0.003 \cdot w_n + 2.85$ の関係にある。

また、 ρ_s は飽和条件下で、 w_n と ρ_s が既知であれば次式から求まる。

$$\rho_s = \frac{1 + \frac{w_n}{100}}{\frac{1}{\rho_s} + \frac{w_n}{S_r \cdot \rho_s}} \quad \dots\dots\dots (1) \text{ 式 (g/cm}^3\text{)}$$

$$e = \frac{w_n \cdot \rho_s}{100} \quad \dots\dots\dots (2) \text{ 式}$$

ρ_s : 湿潤密度 ρ_s : 土粒子の密度 S_r : 飽和度 ρ_w : 水の密度 e : 間隙比

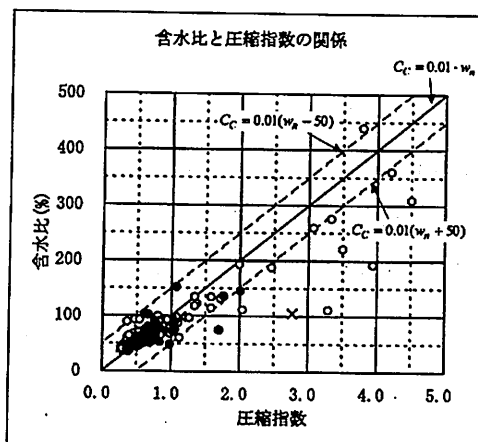
(1)、(2)式で求められる曲線および直線を図5. 2-1と図5. 2-2に示す。との試験結果は飽和条件下の上式の結果とおおむね一致する。

ii) 液性限界 w_L (%)、塑性限界 w_P (%) (図5. 2-4、図5. 2-5)

一部 $w_L < w_n$ である(液性)ものの、大部分は $w_L > w_n > w_P$ (塑性)を示し、多くの値が、 $w_L = w_n \sim w_n + 50$ 、 $w_P = w_n \sim w_n - 100$ の範囲にある。

iii) 一軸圧縮強度 qu (kN/m²) (図5. 2-6)

$w_n \leq 100\%$ において、 w_n の減少に伴い増加する傾向がうかがえるが、全体の試験値のばらつきが大きく、明瞭な関係性があるとまではいえない。



- × A地区: 信濃川下流右岸(中ノ島～見附)
- B地区: 信濃川上流右岸(長岡市)
- C地区: 信濃川上流左岸(旧与板～長岡市)

図5. 2-9

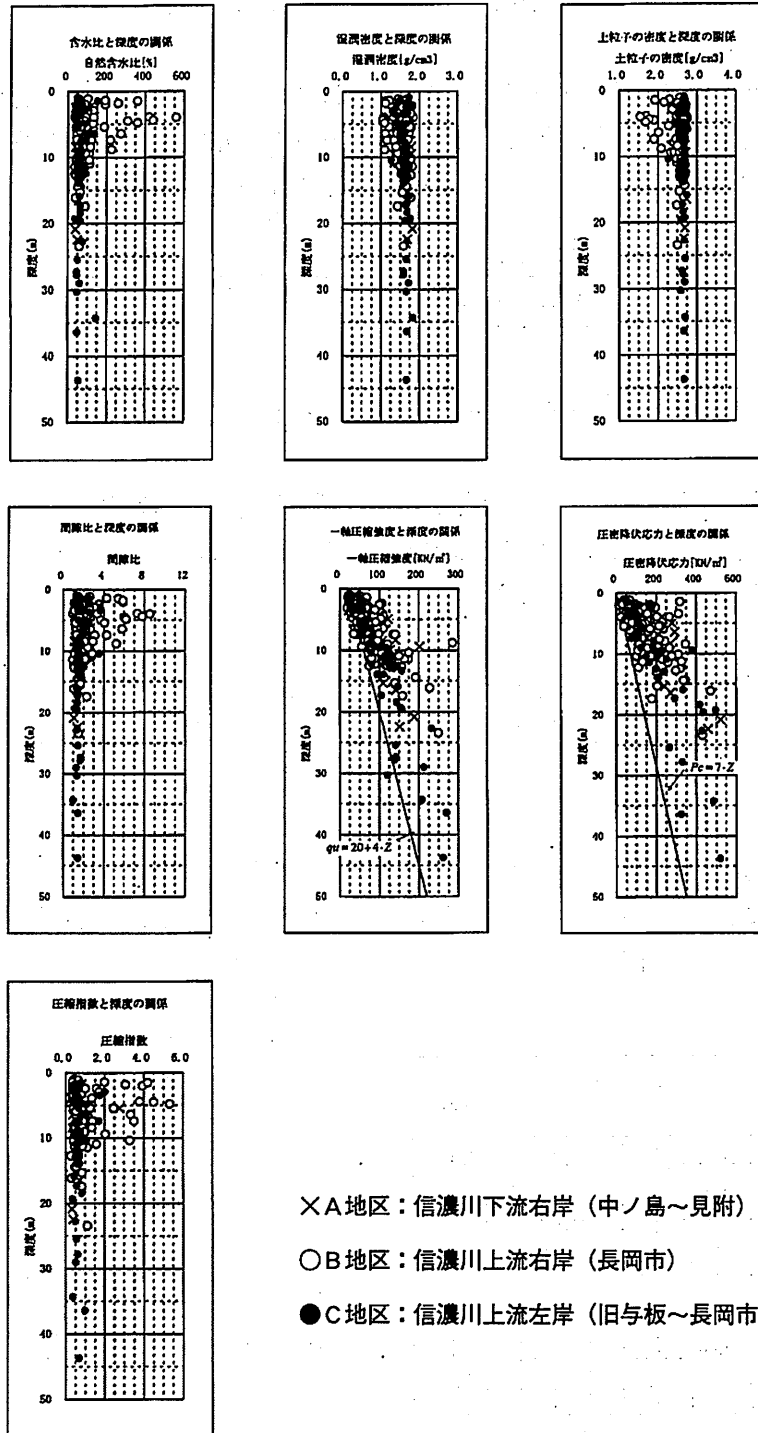


図5. 2-10 各種土性値の深度分布図

iv) 圧密降伏応力 P_c (kN/m²)、圧縮指数 C_c (図5. 2-7、図5. 2-8)

P_c と w_n の関係性は著しくばらつき、明瞭な相関性はみられない。これに対し、 C_c はややバラツキはあるものの w_n に比例して値が大きくなる傾向にある。その範囲としては一部を除き、 $C_c=0.01 (w_n-50) \sim 0.01 (w_n+50)$ にある。

5. 2. 3 液性限界と圧縮指数

w_L と C_c の関係性ではスケンプトンが $C_c=0.009 (w_L-10)$ の関係式を提唱している。図5. 2-9より、当地域のデータの多くはこの関係式に沿って分布しており、おおむね $C_c=0.009 (w_L-50) \sim 0.009 (w_L+40)$ の範囲にある。ただし、B地区ではこの範囲外のデータも多いため、A地区、C地区に比べて圧密沈下の挙動も変化が大きいと推定される。

5. 2. 4 土性値と深度

図5. 2-10より各土性値と深度との関係を述べる。

i) 自然含水比 w_n (%)

深度10m以浅ではバラツキが大きく、とくにB地区において200%を超えるデータが多くある。深度10m以深では、おおむね50%前後で一定になる。

ii) 湿潤密度 ρ_i (g/cm³)

深度10m以浅では1.0~2.0の範囲でバラツキが大きく、とくにB地区においては1.5以下のデータが多くみられる。深度10m以深では、おおむね1.5~1.8の範囲にあり、深度に比例してやや増大する傾向が窺われる。

iii) 土粒子の密度 ρ_s (g/cm³)

深度10m以浅では1.5~2.8の範囲でバラツキが大きく、とくにB地区においては2.0前後のデータが多くみられる。深度10m以深では、おおむね2.5~2.8の範囲にある。

iv) 間隙比 e

深度10m以浅では1.0~8.0の範囲でバラツキが大きく、とくにB地区においては3.0以上のデータが多くみられる。深度10m以深では、おおむね1.0~2.0の範囲にある。

v) 一軸圧縮強度 qu (kN/m²)

全体にバラツキが大きいが、深度に比例して増加する傾向がみられる。深度と一軸圧縮強度との相関一般式である $qu=20+4 \cdot Z$ と比較すると、深度10m以深では、この相関式よりも大きい値のデータが多いことが分かる。

vi) 圧密降伏応力 P_c (kN/m²)

同一深度において P_c は約 200kN/m^2 のバラツキを示すものの、当然であるが深度が増すにつれ増大する。水中単位体積重量を 7.0kN/m^3 ($P_c=7.0\cdot Z$) と仮定するほとんどが過圧密の状態にある。

vii) 圧縮指数 C_c

深度10m以浅では0.2~5.75の範囲でバラツキが大きく、とくにB地区においては同一深度で2.0以上のバラツキが多くみられる。深度10m以深では、おおむね0.2~1.0の範囲にある。

以上から、B地区の10m以浅は、有機質土特有の値 (w_n , e , C_c で大きく、 ρ_n , ρ_i で小さい) を示すものが多く、沼沢地が広がる堆積環境にあったことが窺えるが、これ以外は無機質粘性土の一般的な値を示している。
(山本 毅、栢森宇一郎、鈴木正喜)

6 おわりに

第Ⅱ期研究初年度の越後平野南部地域は広大である。最終氷期の谷を埋積し越後平野を形成した信濃川の最上流端地域を含んでいる。最上流部では沖積層の厚さも薄くなり基盤岩までの深さも浅くなるため、比較的解析は問題が少ないと予測していた。しかし、既往資料の中に理学的資料が乏しく、特に ^{14}C による年代測定資料は2002年の県地盤図作成以降も活断層調査による平野近傍の丘陵地帯以外行われていないことが判明した。

本地域のA1、A2層の境界区分は、県地盤図を指標に形成年代を基準としているため、結果的に土質の変化点を指標とせざるを得なかった。特に、A1層基底付近は、縄文海進時の最高潮位停滞期に特有な腐植物に富む層の分布、旧河川の蛇行痕跡などを指標とした。この結果、粘性土層分布地域では断片的ではあるが線引きが出来たものの、砂質土層、砂礫層では線引きが難しく精度が低くなる点をご理解いただきたい。それらの点から、土質特性もA1、A2層別というよりも、地域的な特性の差異に注目してまとめざるを得なかった。

一方、地形・地質の項で1mの等高線図により明らかになった微地形は興味深いものがある。それらの微地形は、比較的浅い地下の堆積物の堆積環境と相関性があると考えられるところから、今後、さらに沖積層の面的な解析を進めることにより、両者の相関を把握できる可能性もある。今後の課題である。

また、長岡地域の洪水等による自然災害、或いは地盤沈下、地震災害等も、現在の地形を形成した沖積層の形成の場と密接に関連していると考えられる。このたび割愛した中越地震による地表の被害分布その地盤の特性を強く反映している。

身近な足下の地盤についての知識は入手が難しく、また入手できてもそれら情報を読み解くためには専門的知識を必要とする。地盤について一般の人々の関心が低くなる所以であろう。沖積地盤に関する研究成果は一般市民に分かりやすい表現で公開し、市民の地盤

に対する興味・関心を高めることも大切である。

良質な地盤情報は非常に高価であるがゆえに、折角得られたそれら貴重な資料を死蔵・散逸することなく広く利用できる仕組みづくりは重要である。多様な情報との組み合わせにより地盤情報の価値はさらに増してくる。最近、各地で地盤情報のデータベース化への取り組みが行われつつあることは誠に喜ばしいことである。本研究においても掲載データを利用させて頂いているが、掲載情報がボーリング柱状図とN値であることから、解析の際、判読が難しい資料もあった。

このたびの研究で感じたことであるが、県地盤図作成以降、多くの地盤調査成果が蓄積されてきたが、それら調査に際して理学的な調査が併用されていない。今後、地盤調査関係者の方々にそれらの理学的調査併用を念頭においていただき、精度が高く利用価値の高い地盤情報を取得されることを願っている。

(謝 辞)

第Ⅱ期研究初年度の対象地域は、信濃川の大河津分水以南の越後平野南部地域としたことから、地盤調査資料収集は新潟県長岡地域振興局地域整備部、災害復旧部、農林振興部、長岡市、見附市にお願いした。

収集対象資料は、建設・建築工事に関連する地盤調査資料のほか、地下水調査、消雪井戸掘削資料等である。また、地盤災害の項では長岡地域の地盤沈下について、県生活環境部の資料を利用させていただいた。

資料収集に当たっては、各機関の方々とも多忙な業務の傍ら懇切丁寧な対応と、書庫の中から該当資料を抽出し纏めていただいたり、貸与リストを作成していただくなど多大なご苦勞をおかけした。ここに記して感謝の意を表したい。

本研究を進めるに当たり、研究員の所属企業、機関から多大なご支援、ご協力をいただきましたこと、また、本年度においても、研究継続に欠かせない当研究会のグループ研究助成、共同研究者である(財)環境地質科学研究所から研究費助成をいただくなどにより、スムーズに研究を進めることができました。心から厚く御礼申し上げます。

本報告に際し、ご支援、ご協力いただいた方々のお名前を挙げてご厚意にお応えすべきところですが、紙面の都合で割愛させていただきます。

第Ⅱ期初年度に当たり、研究員一同初心に帰り、これからも良い成果を挙げることで皆様のご厚意に報いたいと考え、引き続き努力する所存であります。

これからも、本研究にご支援、ご協力を賜りますことをお願いし、謝辞に代えさせていただきます。

(川島 隆義)

(追記)

※ 資料収集担当：川島隆義、栢森宇一郎、鈴木正喜、石橋輝樹

※ 収集資料の必要箇所抜粋担当：石黒直紀、鈴木正喜、山本 毅、栢森宇一郎、

土井賢一、石橋輝樹

※ 断面図作成担当：鈴木正喜、山本 毅

※ 各項検討・原稿執筆者：各項末尾に記載

平成20年度平野地盤研究グループ名簿

役 職	氏 名	所 属	役 職	氏 名	所 属
顧問	小林 敏雄	新潟大学名誉教授	研究員	高 豪	(株)新協地質
代 表	川島 隆義		研究員	田澤 朋博	(株)インフォース
副代表	石川 亨		研究員	田中 里志	京都教育大学
副代表	鈴木 正喜	(株)新研基礎コンサルタント	研究員	田辺 晋	(独)産業技術総合研究所
副代表	関谷 一義	新潟県民生活・環境部環境対策課	研究員	寺崎 紘一	
会 計	栢森宇一郎	旭調査設計(株)	研究員	土井 賢一	サンコーコンサルタント(株)
庶 務	石橋 輝樹		研究員	戸田 和也	(株)中央開発
研究員	石黒 直紀	(株)日さく	研究員	山本 毅	(株)新研基礎コンサルタント
研究員	伊豫田成子	(株)環境地質科学研究所	研究員	平野 吉彦	(財)環境地質科学研究所
研究員	岡野 靖	応用地質(株)	研究員	堀口 寿彦	(株)村尾技建
研究員	金子 敏哉	(株)キタック	研究員	三浦 謙二	(株)新研基礎コンサルタント
研究員	柴田 東	(株)興和	研究員	安田 幸弘	(株)中央開発
研究員	須田 公人	(株)アクアプラン			