

札幌付近で発見された多数の液状化跡と 表層地質の関連性

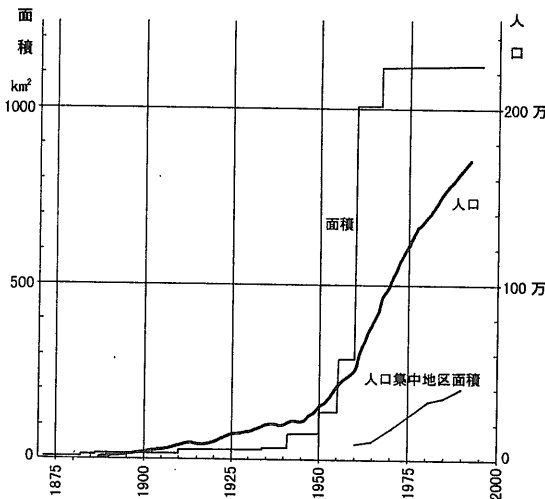
羽坂俊一¹⁾・磯部一洋¹⁾・下川浩一²⁾・七山 太²⁾

1. はじめに

北の都札幌の地名は、先住民の言葉で“乾いた大きい”という意味のサッポロに由来する(萱野, 1996)。札幌市は更新世末期から完新世に形成された新旧の扇状地, すなわち乾いた大きな土地に, 明治以降に建設された新しい都市である。

本市は今や全国5位の人口180万人を擁する政令指定都市にまで発展している(第1図)が, 明治15(1882)年頃の旧(札幌本府)市街地は伏流水の得やすい沖積扇状地の末端に建設された(第18図参照)。しかしその後, 人口の急増につれて, 地盤条件の良好な扇状地や緩斜面の大部分は新しい建物によって埋め尽され, その条件が相対的に劣ると思われる地域にまで市街地が拡大しているのが現状である。

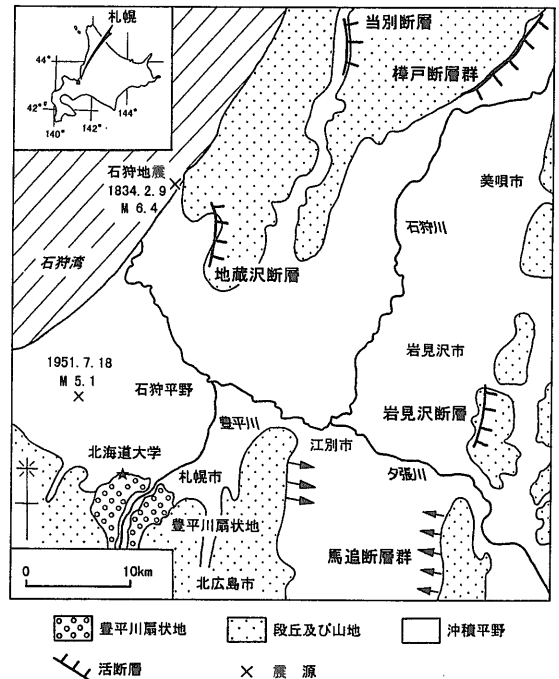
土木工事に関連して遺跡発掘調査が1990年代



第1図 札幌の人口と市域面積等の推移(日本地図センター, 1994)。

に入り活発に行われ, その際に大規模古地震に関連した液状化跡が注目されるようになってきた(岡・大津, 1997a)。また, 札幌市では, 市埋蔵文化財センターによる調査が旧市街地の北方に広がる石狩平野(第2図)で行われ, その内容が順次報告されている。そして, 発掘断面や自然露頭における液状化跡の発見地点が急増し, それらの分布図が岡・大津(1997a)や岡(1997b)によって公表されている。

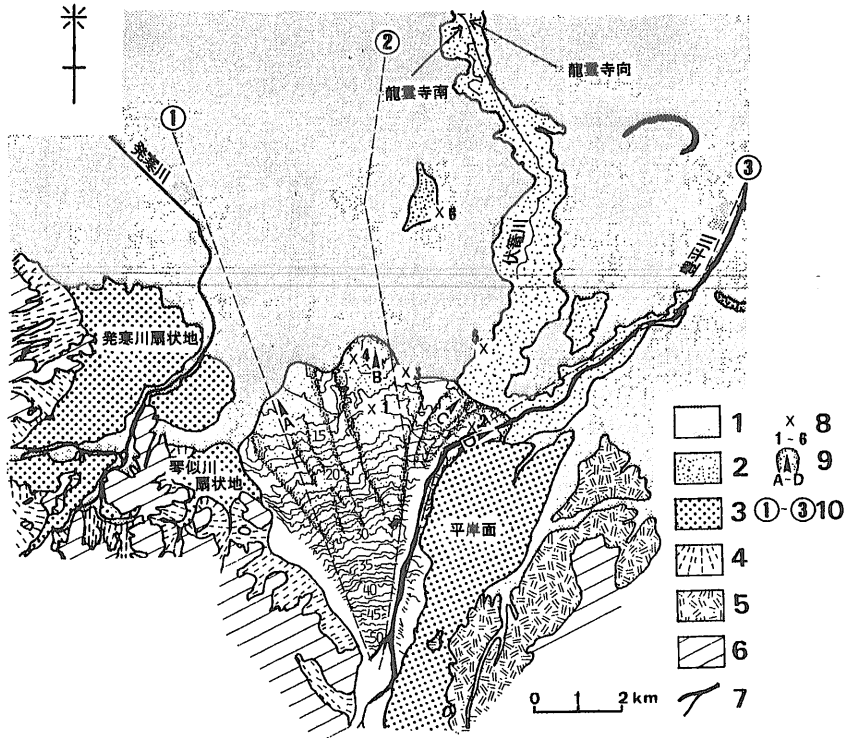
ところで, 液状化の発生範囲を特定するには, 液状化跡の確認の点数が不足しているとされる(岡・大津, 1997a)。そこで著者らは, 液状化の発



第2図 札幌市と周辺地域における活断層・活傾動及び主な地震の震源, 伏島・平川(1996)と岡・大津(1997)の編集。

1) 地質調査所 北海道支所
2) 地質調査所 地震地質部

キーワード: 液状化跡, 砂脈, 噴砂, 石狩地震, 表層地質, 札幌



第3図 豊平川扇状地と下流氾濫原の地形分類図(大丸, 1989)。1. 後背湿地, 2. 自然堤防, 3. 更新世末期の扇状地, 4. 崖錐及び緩斜面, 5. 更新世後期の台地, 6. 山地・丘陵, 7. 河道及び旧河道, 8. 露頭観察地点, 9. 舌状地形, 10. 地質断面(第5図)の位置。完新世扇状地(札幌面)の地形は1m間隔の等高線で表し, 凡例の一部は加筆修正してある。さらに, 遺跡発掘2地点(龍雲寺向い・同南)の位置を記入。

生範囲を特定するのに有効な地質資料を抽出するために, 液状化跡発見地点における表層地質を既存文献により検討することにした。その結果, 各地点に共通した表層地質条件の認められることが判明したので, 札幌付近における液状化現象の紹介と併せて以下に報告する。

2. 札幌付近の地形・地質

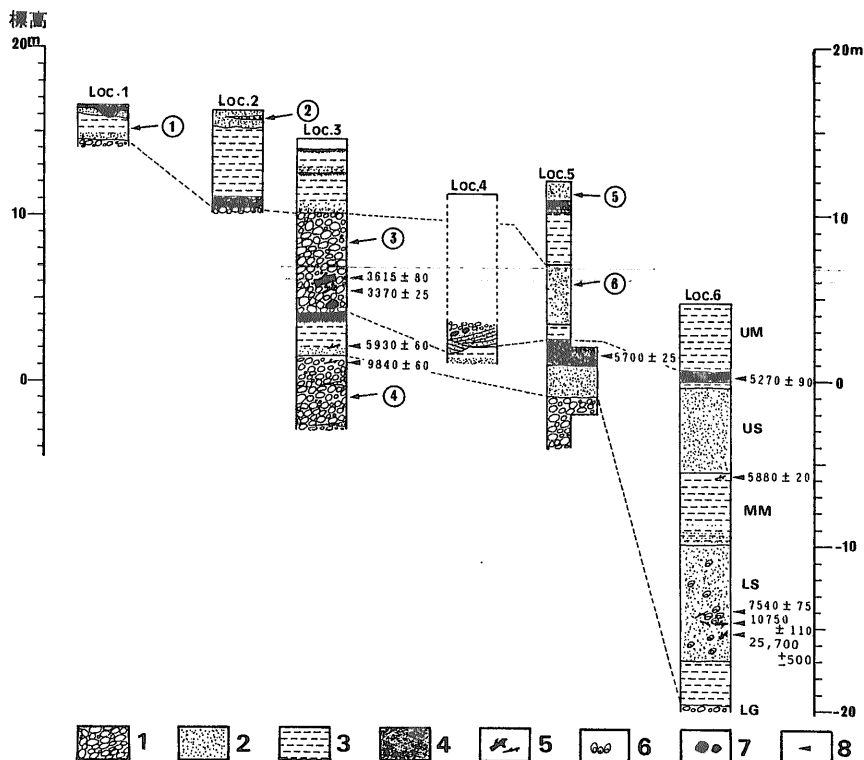
2.1 地形

ネオテクトニクス区分では西北北海道の東縁部に当たり, “札幌-苫小牧低地帯”の北端に位置する札幌付近の地形は, 第3図に示すとおり変化に富んでいる。すなわち, 南西部の山地, 南東部に広がる台地, 豊平川, 琴似川及び荒寒川によって形成された扇状地, これらに接して北方に広がる後背湿地からなる低地, 伏籠川や豊平川の流路沿いに分布する自然堤防, 第3図の北方に広がる砂丘・堤列平地がそれぞれ発達している。

本地域の地形発達についてはこれまでに多くの研究が行われ, その形成史が明らかにされている。札幌の南西部にある山地は, 第三紀中新世と鮮新世中頃から第四紀の初めに噴出した火山岩類等(小山内ほか, 1956)が侵食に抗して残った地形である。月寒台地と呼ばれ火山灰を載せる台地は, 約4万年前の支笏軽石流堆積物によって形成された(大内, 1996)。

さらに, 南西部山地の山麓には, 最終氷期の周水河作用によって形成された崖錐及び緩斜面が分布する(下川, 1996)。また, 琴似川等による扇状地も最終氷期に形成されたといわれる。

札幌の旧市街地のある低い扇状地(札幌面)とそれより一段高い扇状地(平岸面)の形成過程は, 大丸(1989)により明らかにされている。すなわち, 第3図のLoc.1-6(露頭観察地点)における柱状図は第4図に示すとおりであり, Loc.3の柱状図から上下2枚のやや厚い扇状地礫層が確認できる。大丸(1989)は, 約1万年以前の年代を示す下位の礫



第4図 露頭柱状図一覧(大丸, 1989). 1. 礫, 2. 砂, 3. シルト・粘土, 4. 泥炭・腐植土, 5. 木片, 6. 貝殻, 7. 泥のブロック, 8. ¹⁴C年代 (year.B.P.) 試料の採取位置. ①統縄文時代の遺跡 ②完新世の火山灰 ③舌状地形Bの堆積物 ④埋没平岸面の堆積物. LG: 下部砂礫層, LS: 下部砂層, MM: 中部泥層, US: 上部砂層, UM: 上部泥層. 露頭の位置は第3図に示す. 幅の広い柱状図は露頭観察, 幅の狭いそれは札幌市のボーリング資料による.

層が平岸面, 上位のそれが沖積扇状地である札幌面をそれぞれ構成する礫層に対応すると考えた. 第5図は豊平川扇状地の平岸面と札幌面の斜交関係と完新統の厚さと層相の縦断方向への変化を示したものである. 更新世末期の古い豊平川による平岸面の勾配が, 後氷期の新しい豊平川による札幌面のそれに比べてより大きいのは, 前者が海水準の大幅に低下した最終氷期(後期), 後者が現海水準まで急上昇した後氷期にそれぞれ形成されたためである.

約6,000年前の縄文海進最盛期には海が内陸深くまで入り込み, 現在の紅葉山砂丘(第8図参照)の位置に砂州が形成された(大嶋ほか, 1978). 約4,000年前に砂州の上位に砂丘が形成され, 砂丘の内陸側は閉塞され, 潟湖が広がった. 大丸(1989)は, 豊平川が流路を西から東へ移動しながら4,000-2,000年前の時期には潟湖となっていた地域を急速に埋めて行き, 2,000年前頃には現在

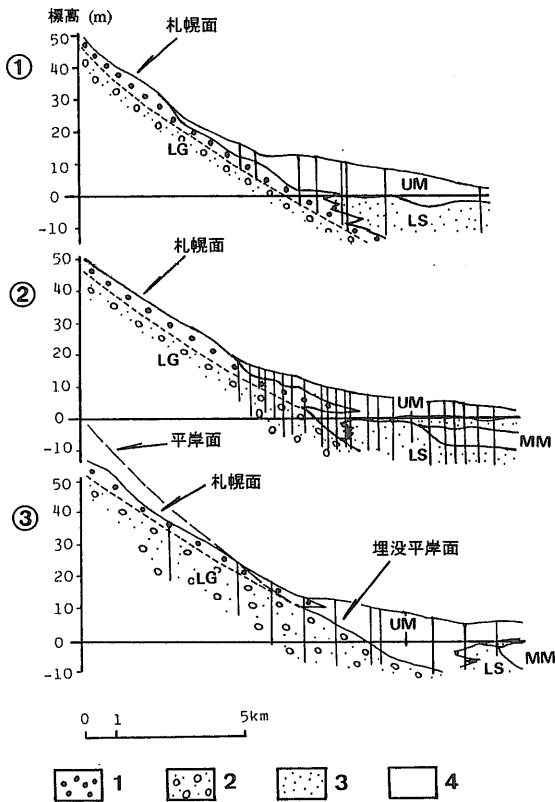
の伏竜川に流路を転じ自然堤防を形成したと述べている. そして, 豊平川は200年前頃現在の流路になったものである.

2.2 表層地質

本地域における第四紀の地質は, 前節において地形発達史と関連づけて紹介した. 以下では, 低地を構成する沖積層について述べる.

本地域に分布する沖積層は, 扇状地堆積物, 三角州性堆積物, 自然堤防堆積物, 泥炭堆積物, 砂丘堆積物及び堤列平地堆積物にそれぞれ分けられる(村瀬ほか, 1991). まず, 扇状地堆積物は豊平川, 琴似川, 発寒川の各流域に発達し, 主として砂礫層からなり, 第5図に示したとおり扇端に近づくとき細粒のシルトや粘土が卓越するようになる.

三角州性堆積物は, 河川によって運ばれた土砂が浅海底に沈積した堆積物で, 細粒砂・シルト・粘土からなっている. 本地域では潟湖となっていた北



第5図 豊平川扇状地礫層と周縁の沖積層との関係(大丸, 1989)。1. 完新世の扇状地礫層, 2. 更新世末期の扇状地礫層, 3. 砂層, 4. 泥層, 断面の位置は第3図に示す。(LG, LS, MM, UMは第4図と同じ)

部の低地帯全域に分布している。この堆積物はさらに陸成の泥質な氾濫原堆積物によって覆われる。

自然堤防堆積物は河道とその周辺を構成する砂や礫、または洪水で河川が氾濫した際に本流の周辺に堆積した砂等からなるもので、伏竜川、豊平川の流路沿いに分布している。特に旧豊平川である伏竜川沿いのものは規模が大きく、流路が一定期間安定していたと思われる。泥炭堆積物は低地帯の北部に2-9mの厚さで分布している。

次に、砂丘堆積物は内陸部の紅葉山砂丘や海岸に平行な石狩砂丘を形成している。紅葉山砂丘付近では開発が進み、現在は北部にその形態をわずかに留めているに過ぎない。堤列平地堆積物は、細-中-粗粒の砂からなり、紅葉山砂丘から海岸に向けて分布している。

3. 札幌付近における液状化跡

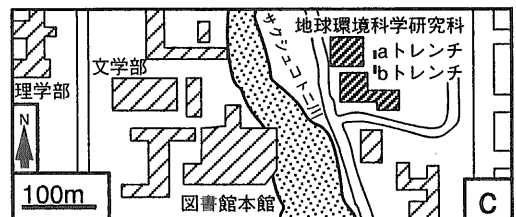
最近、札幌市を中心に液状化跡に関する調査報告が急増していることは既に述べたとおりである。豊平川の扇状地扇端部に位置する札幌駅付近と伏竜川の自然堤防帯に位置する札幌市北部篠路地域のトレンチ壁の観察結果を代表例に選び、以下に紹介する。

3.1 扇端部における液状化

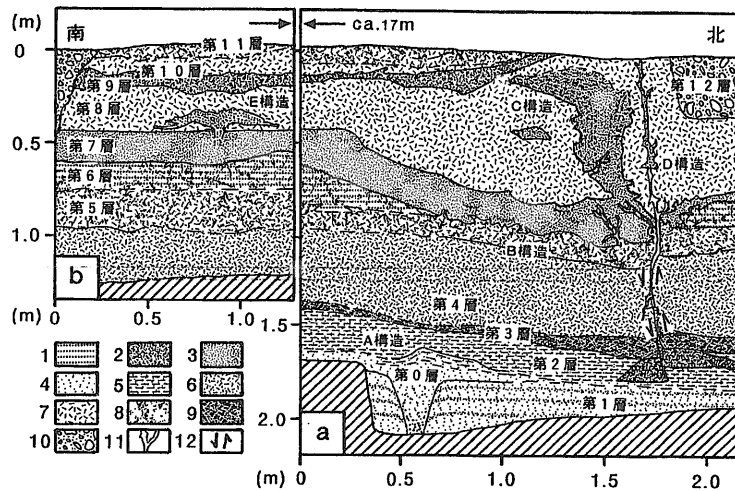
JR札幌駅は、豊平川の沖積扇状地(札幌面)の傾斜が急に緩くなり、伏流水が湧出し始める扇端部(第3図のLoc.1付近)に位置する。札幌駅の北北西約0.5kmで同じく扇端部にある北海道大学地球環境科学研究科棟横のa・bトレンチ(第6図)で、同大学埋蔵文化財調査室によって1995年6月に遺跡の発掘調査が行われた。その際、トレンチの西壁面に液状化跡が現れ、詳細なスケッチが伏島・平川(1996)によってなされている(第7図)。

aトレンチ壁では第0層から第12層までの13の堆積層とA-D構造、bトレンチ壁では第4層以上の堆積層とE構造がそれぞれ識別され、各堆積層の特徴は第1表のように要約されている。深さ2mまでの地層は、炭質物を挟在するシルトと砂の互層からなり、シルト層が砂層より厚く、扇状地堆積物の層相とは著しく異なる。トレンチの位置が扇状地から流れ出す小河川のサクシュコトニ川に近く(第6図参照)、札幌表層地盤図の2m深図(第8図)の地盤が後背湿地堆積物のシルトの分布域に当たるので、同河川に関連した後背湿地堆積物とみなされる。厚さ20cm前後の砂層は、噴砂丘・砂脈の構成物の供給源になり得る。

A・E構造は類似し、砂のレンズとその下方に連続する砂脈で、地震時の液状化現象によって形成



第6図 北海道大学構内におけるトレンチの位置(伏島・平川, 1996)。



第7図 トレンチ壁のスケッチ(伏島・平川, 1996)。a:トレンチ壁a, b:トレンチ壁b, ともに東面し, 各堆積層の特徴は第1表に記載。1. シルトと細礫の互層, 2. 粗砂, 3. 中粒砂, 4. 細砂, 5. シルト混じり砂, 6. 砂質シルト, 7. シルト, 8. 炭質物, 9. 炭質物を多量に含む粘土, 10. 人工埋積土, 11. 地割れの中の空隙, 12. 断層変位。B構造:第5層基底層から第7層上面にかけて見られる波状構造等の複雑な構造, A・C-E構造の特徴は本文参照。

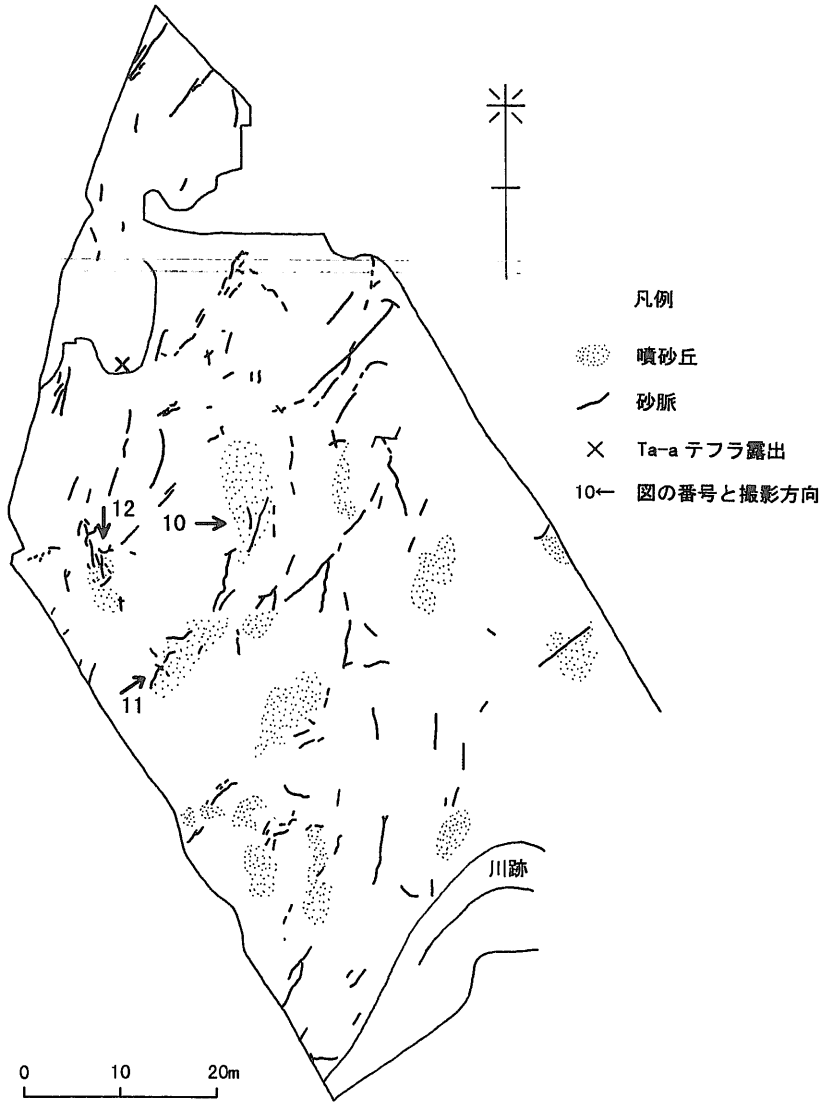
された噴砂丘と, その構成物の供給路となった砂脈とされる。C構造は砂のレンズとその下方に連続する砂脈で, 砂のレンズを噴砂丘であるとは断定できないとしている。さらに, D構造はほぼ垂直方向の脈状構造で, 地震時の液状化現象によって形成

された砂脈と推定されている。

A構造を形成させた地震は, 第2層を覆う第3層の加速器質量分析法による¹⁴C年代(2,070 ± 60yr.B.P.)から, 2,000年前をやや遡る時代に発生したと考えてよいとした。C構造の形成時代は, 第

第1表 トレンチ壁で観察した堆積層の記載。伏島・平川(1996)の一部を簡略化。

名称	層厚 (cm)	粒径	淘汰	構造	上位層との関係	炭質物	¹⁴ C・考古年代
第12層	0-110	シルト~巨礫	悪	古い建築物の基礎跡	-	多量に含む	現代
第11層	10-30	シルト	やや不良	層理あり	人工削剥 (黒土層に漸移)	含む	-
第10層	0-10	シルト	やや良	壁状	漸移	わずかに含む	-
第9層	3-15	粗砂	良	無層理	侵食	わずかに含む	-
第8層	15-75	シルト	不良	わずかに層理認める	境界明瞭	-	-
第7層	3-30	中粒砂	やや不良	凹地を埋積	境界明瞭	わずかに含む	-
第6層	0-30	シルト~細礫	やや良	互層	侵食	挟在	後期擦文時代?
第5層	10-55	シルト	やや不良	上位にわずかに層理認める	漸移	含む	後期擦文時代?
第4層	50	砂質シルト	やや不良 ・上方へ 細粒化	わずかに層理認める	漸移	挟在	-
第3層	5-0	粘土	良	壁状	境界明瞭	多量に含む	2070 ± 60
第2層	30	シルト混じり砂	不良	層理あり	境界明瞭・波状	-	-
第1層	30+	細砂~中粒砂	良	層理明瞭	漸移	-	-
第0層	?	細砂~シルト	やや不良 ・上方へ 細粒化	A構造	境界やや不明瞭	-	-



第9図
篠路地域龍雲寺向
いの遺跡発掘現場の
見取り図.岡・大津
(1997a)を簡略化し、
一部に加筆した。

堆積層が人為的にはぎ取られ欠層するために、石狩地震の痕跡を本トレンチ壁の観察から確実に読み取ることができない。

伏島・平川(1996)は上述のトレンチ壁の観察結果に基づいて、札幌付近を襲った大規模地震の解読を試みている。彼らによれば、過去2千数百年間に3回の大規模地震が発生した。そのうち最新の大規模地震は、1834年石狩地震の可能性がある。ほかの二つの地震は2,000年前よりやや古い時代と、900-257年前の間に限定される可能性があると考えられている。

3.2 自然堤防帯篠路付近における液状化

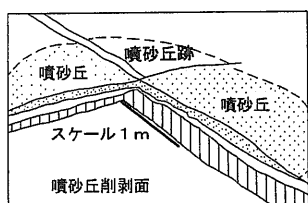
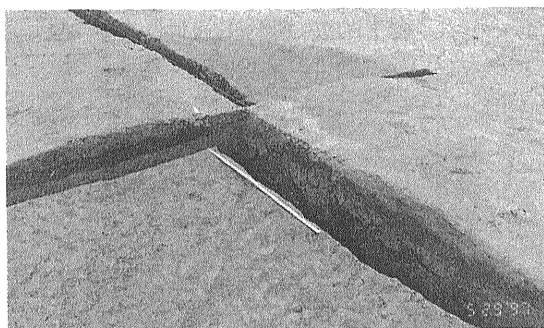
3.2.1 龍雲寺向い

札幌市北部の篠路付近伏籠川^{しのろ}両岸では、1997年5-10月に札幌市埋蔵文化財センターによって龍雲寺向いと同南の2地点(第3図参照)で遺跡発掘調査が実施され、その現場において多数の液状化跡が認められた。1997年実施分の報告書が札幌市教育委員会によってこれから作成される予定であるが、既に岡・大津(1997a)は龍雲寺向いの地点について、液状化跡の見取り平面図を公表している。

第9図はそれを簡略化したものである。南北と北東-南西の方向をもつ多数の砂脈と厚さ10-30cm、直径2-10mの噴砂丘が(約15個)確認され



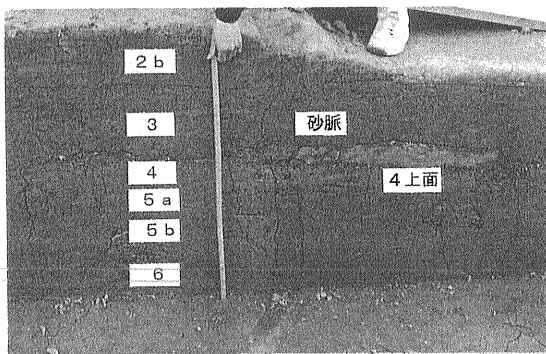
第10図 発掘現場に現れた砂脈と砂のレンズ(1997年6月24日撮影)。第10・11図のスケールは1m。第10-12図は龍雲寺向いの同一現場。



第11図 噴砂丘の表面と掘削断面及び説明図。断面で白く見えるのが噴砂、黒っぽいのがシルト層。第11・12図は1997年5月29日撮影。

た。第10図は、後述の第6層下部の層準まで掘り下げられた遺跡発掘現場底面に見られる2本の砂脈と壁面に現れた凸レンズ状砂層(以下では単にレンズと呼ぶ)を示したものである。砂脈は、直径約1mのレンズの層準で止まっており、より上位の地層へは達していない。このレンズの砂はほぼ垂直に近い砂脈から供給され、噴砂であると考えられる。また、第11図は噴砂丘の表面及び断面を斜めから、第12図は掘削断面をそれぞれ示したものである。第10-12図で示された噴砂丘(レンズ)は、いずれも後述の第4層上面に広がっていた。

ここで、第12図に見られる層序について発掘担当者の出穂雅実氏からの聞き取り結果を基に以下に紹介する。第5a層は、遺跡の出土品から7-8世



第12図 砂のレンズ(噴砂丘)を垂直方向に貫く砂脈。レンズへ通じる砂脈は本壁面では未確認、番号札は堆積層の名称、砂脈の方向はN17°E、発掘底面の標高は約2m。

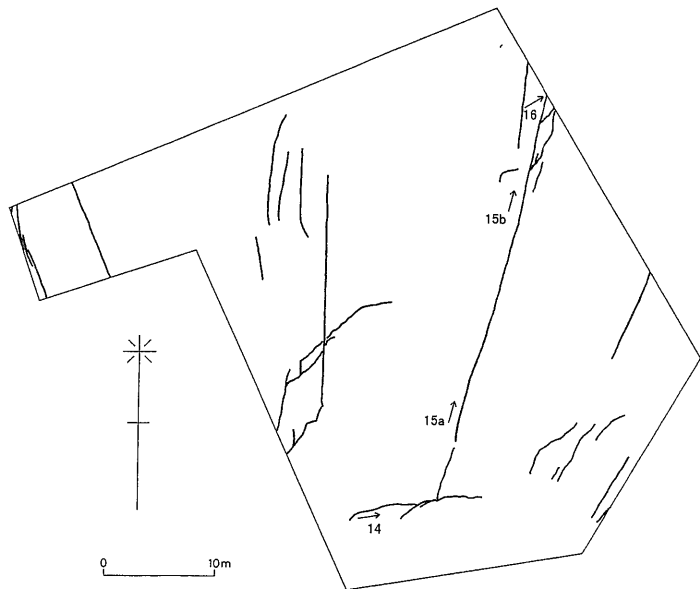
紀頃の堆積と予想される。その直上の第4層中からは墓墳が検出され、第4層は13-18世紀頃の堆積物であると推定される。第4層上面には厚さ最大10cmの砂のレンズが発達する。噴砂の粒径は、粗砂(円磨された軽砂)から細砂まで変化する。

第12図の幅9cm前後の垂直方向に伸びる砂脈は、上述した砂のレンズを切っていることから、13世紀以降に2度の液状化が発生したことが推定される。しかし、第12図の第2b層においてもTa-aテフラを発見することができず、1834年石狩地震による液状化現象かどうか、龍雲寺向いの発掘現場だけの情報では断定できない。なお、第9図の×印で示す位置の壁面でTa-aテフラを発見したが、ここでは液状化跡は認められなかった。

3.2.2 龍雲寺南

龍雲寺南の発掘現場は、上述した龍雲寺向いの現場の川向こう(西側)にある。この発掘現場では第13図に示すとおり、南北方向に直線的に伸びる砂脈が特によく発達する。さらに、時計回りに緩く弧を描きつつ北東-南西や東西(第14図)へ伸びる砂脈も顕著である。

第15図a,bの中央を上下(南北)に長く伸びる幅4-10cmの砂脈は、東側の壁面まで達している。そして第16図に見られるとおり、その砂脈は幅を6-14cmと変化させつつ1739年に降灰した厚さ3cm前後のTa-a火山灰層を切り、さらに斜め上方に約14cmの所で、耕作土によって切断されているのが確認される。このことから、液状化現象の発生は1834年石狩地震によるものと考えられる。一方、



第13図
龍雲寺南の遺跡発掘現場の見取り図。
数字と矢印は図の番号と写真の撮影
方向。

北東-南西や東西へ伸びる砂脈が、Ta-aテフラを貫く砂脈と平行して南北へ長く伸びる砂脈によって切られていることから、石狩地震以前の大規模地震、すなわち2度の大地震によって形成された可能性もある。

既に龍雲寺向いの遺跡発掘現場において、13世紀以降に2度の液状化の可能性のあることを述べた。龍雲寺向いで13-18世紀形成と考えられる第4層を垂直方向に貫く砂脈(第12図)と龍雲寺南でTa-aを高角度で貫く砂脈(第16図)が1834年石狩地震によって形成されたとすれば、札幌付近において1200年代から石狩地震の発生した1834年までの間に、大規模地震が別に発生していたことを想起させる。ただし、発生の可能性は第4層の正確な形成年代の報告いかにかかっている。

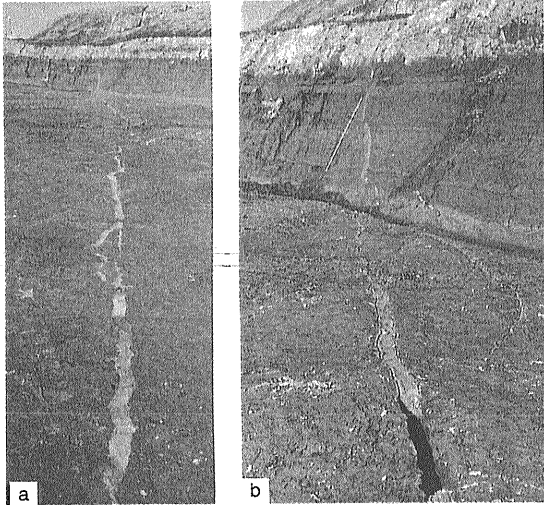
その地震は、伏島・平川(1996)の述べた三つの大規模地震のうちで、900-257年前の地震に相当する可能性が高いが、石狩地震との発生間隔が100年短いことになる。文字文化の歴史が浅い北海道では、石狩地震以前の大規模地震を史実資料から特定することは極めて難しく、その点からも龍雲寺付近における液状化跡の発見の持つ意味は大きい。

今回、液状化跡が見つかった龍雲寺南及び同向いの二つの遺跡発掘現場は、いずれも地形的には自然堤防の分布地域(第3図参照)にありながら、

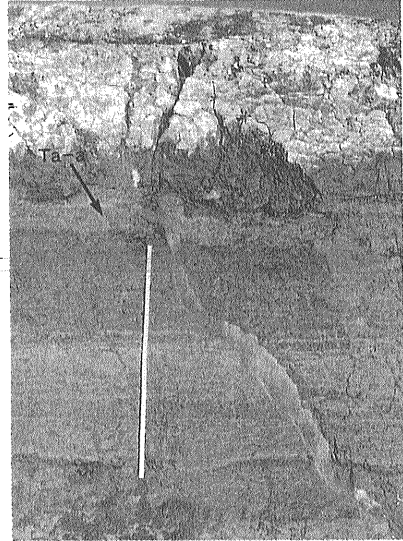


第14図 現場南部における屈曲し東西方向へ伸びる砂脈と北へ伸びる砂脈。底面は材化石・植物の茎を多量に含むシルト層からなり、スケールは1m。第14-16図は1997年10月16日撮影。

掘削断面は一部を除いてシルト層及び粘土層からなっていた。噴砂の供給源となる砂層の深度をさぐるために、ハンドオーガーによる調査を1997年6月24日に第12図の西1mの位置で実施した。その結果、細-粗砂層が砂のレンズ下限(第4層上面)の1.45m下方(標高1.2m)から1.2m以上の厚さで分布し、また調査時の地下水位が標高0.35m付近にあることがそれぞれ確認された。さらに、村瀬ほか(1991)の断面図(第17図)からもほぼ同じ標高に砂層が分布していることから、砂脈の砂はこの標高1.2m以下に横たわる厚い砂層から噴き出したものと思われる。



第15図 北方向へ伸び壁面に達した砂脈。地表付近の白っぽい部分は耕作土及び搬入砂礫土、背後の高まりは掘削土砂による盛土。



第16図 龍雲寺南の発掘現場の壁面におけるTa-aテフラとそれを貫く砂脈。テフラは6cm南(右)側に断層変位し、その14cm上は耕作土で切断される。スケールは1m、Ta-aテフラの標高は約3.4mで発掘底面より1.4m上。

4. 液状化跡発見地点における表層地質

4.1 分布

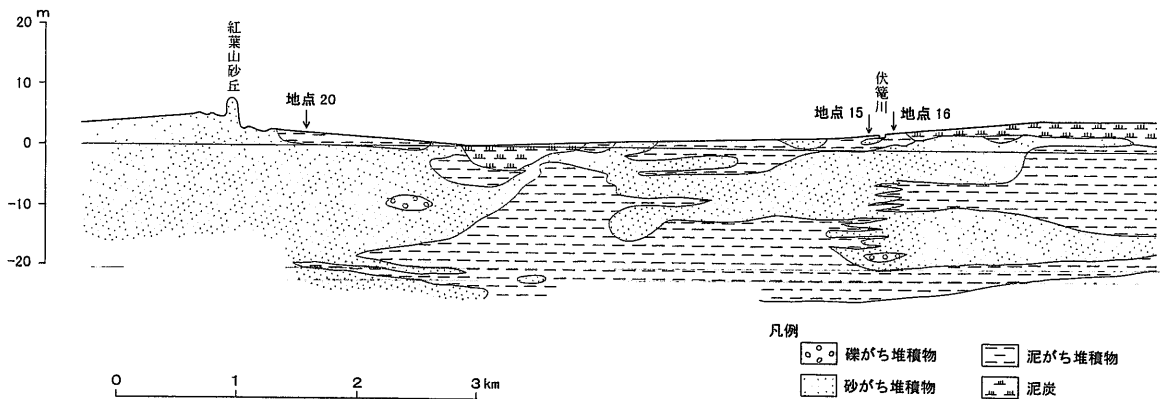
前章では、札幌駅付近の北大構内、篠路龍雲寺付近の2地点における液状化跡を紹介した。1997年11月時点ではこれらの3地点を含む21地点において、液状化跡がトレンチ壁・自然露頭で確認されている。21地点を7地域に分け、札幌駅を起点(番号1)に、北方へ地点番号を増すように配列したのが第2表の地点一覧であり、発見地点の分布図を第18図に示す。また、第2表には各地点について調査・文献、液状化発生地震・年代、液状化現象と規模が示されている。北大構内のトレンチは地点2、龍雲寺付近の遺跡発掘現場のうち龍雲寺南が地点15、龍雲寺向いが地点16である。

4.2 表層地質タイプ

液状化跡の発見された21地点について、液状化現象の発生と密接に関係すると考えられる地形・表層地質との関連性を調べるために、第3図の地形分類(大丸, 1989)、第8図の2m深の表層地盤区分及び地質調査所刊行の地盤地質図付図の1m・2m・3m・5m深の地盤地質区分と地耐力をそれぞれ比較した(第3表)。以下では二ツ川ほか(1994)による表層地盤区分を地盤区分、村瀬ほか(1991)による地盤地質区分を地質区分と略す。

地形分類(第3図)によれば、地点17-19を除き、後背湿地が13地点と多く、扇状地が3地点、自然堤防が2地点と続いている。扇状地の3地点のうち、地点2は前章で述べたとおり後背湿地に当たり、地点1・3も地盤区分・地質区分及び地耐力の小さいことから後背湿地堆積物とみなせる。さらに自然堤防帯の2地点(地点15・16)も1-3m深の地盤地質は泥に区分され、かつ発掘現場の液状化発生部分はいずれもシルト層であった。これらのことから札幌付近の液状化跡発見地点は、後背湿地に堆積した泥質層が深度2m付近に伏在する地域に一致することが明らかになった。ただし、地点5(琴似駅付近)は地質区分では砂礫、地耐力も大きくなっているが、近隣の地盤調査用ボーリング地質柱状図を検討した結果、地盤区分と同様に泥層が卓越していることが確認された。

地質区分結果を参考にし、泥・砂・砂礫の組み合わせから表層地質を5種類にタイプ分けしたのが第19図である。Ⅰは厚い泥層からなり、中間部分に砂の供給源となる砂層を挟み、上下にある厚い泥層によって地下水は被圧されている、Ⅱは上部が薄い砂層をレンズ状に挟む泥層と下部が礫を混じえる砂層からなり、薄い砂層と下部の砂層中の



第17図 札幌北部石狩平野における東西地下断面図。村瀬ほか(1991)の断面図の一部を示す。垂直は水平の30倍。

地下水は被圧状態にある，Ⅲは上部がⅡ同様の泥層，下部が砂礫層からなり，Ⅳは厚い砂層からなるが，最上部のみ薄い泥層が載る．Ⅴは全て砂礫層からなっているタイプである。

液状化跡の全発見地点について，さらにこれら5種類のタイプに分類した結果を第3表右端欄に示す．Ⅰ・Ⅱタイプが圧倒的に多く，Ⅲタイプがそれに続く．Ⅳタイプは紅葉山砂丘に近い地点19，さらに地点5は地盤地質区分に従えばⅤタイプとなるが，本地点は更新世末期の扇状地扇端部の微妙な

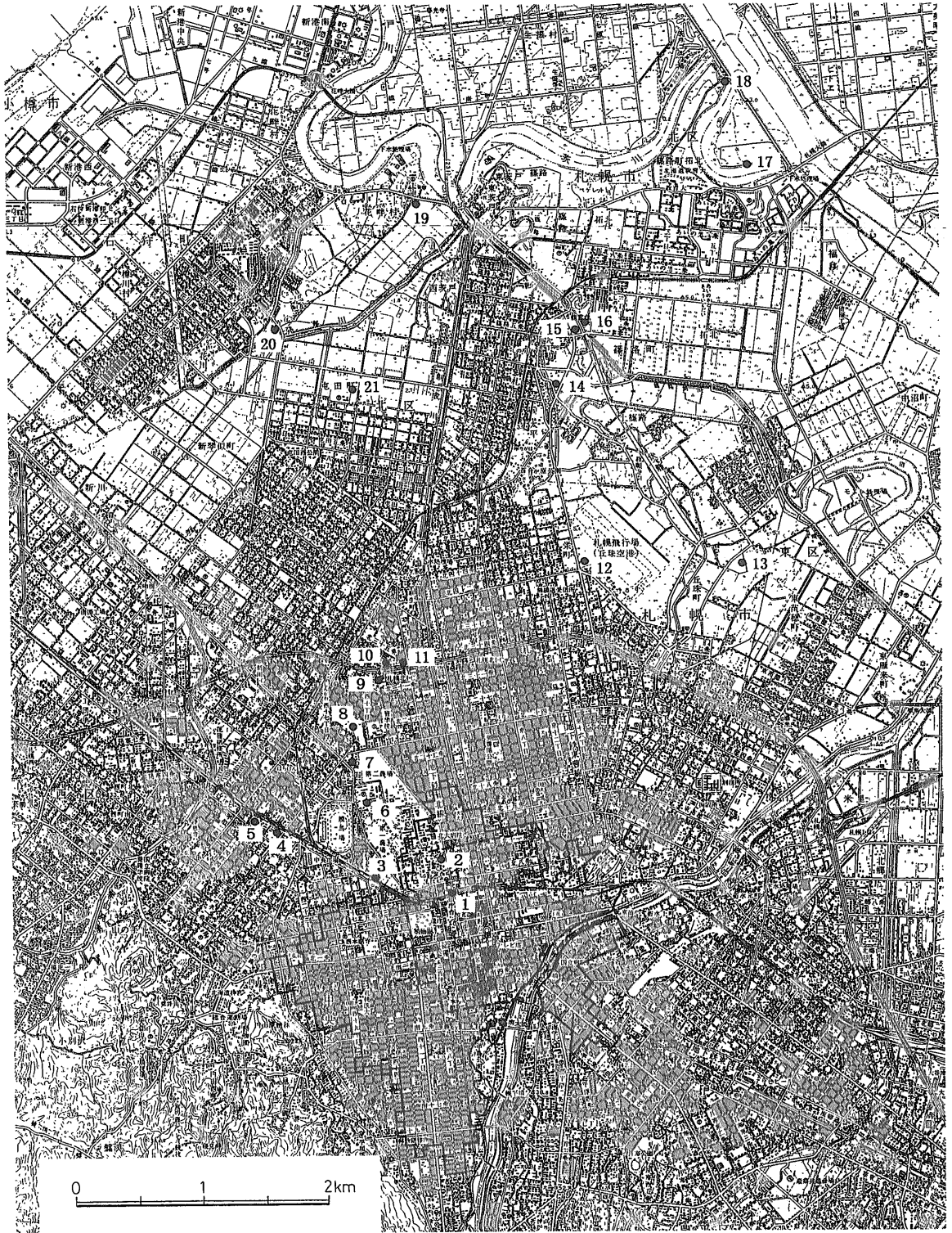
位置関係にあり，総合的に判断するとⅢタイプとみなせる。

以上のことから，液状化跡発見地点に共通する表層地質条件は，深度約5m付近までの地層の上部に泥層（薄い砂層を挟む），その下部に砂層ないし砂礫層の発達する氾濫原地域ということになる．Ⅴタイプのように砂・砂礫からなり地下水位の低い扇状地の扇央部と自然堤防の中心部では，液状化現象がいずれも発生しないといえる．また，厚い泥炭層からなる湿原中心部でも砂層を欠く場合，液

第2表 札幌付近の液状化跡発見地点一覧。岡・大津（1997a）に追加修正。

地域	番号	地点名	調査・文献等	液状化発生地震・年代	液状化現象と規模
札幌 駅 付近	1	4丁目地点 (K135遺跡)	札市教(1987), 渡辺ほか(1993)		砂脈(地割れの記載)
	2	北大地球環境科学研究所棟	北大, 伏島・平川(1996)	1834年石狩地震, 900-257年前, 2000年+α前	砂脈・噴砂丘
	3	北11条地点 (K39遺跡)	札市教(1995b), 渡辺ほか(1993)		砂脈少い
琴似 付近	4	(N426遺跡)	札市教(1992), 渡辺ほか(1993), 笠原(1996)	1834年石狩地震	砂脈多い
	5	琴似駅付近	札市教		
北大 農場 第二 付近	6	道研究団地横	札市教, 岡・大津(1997b)	900-257年前(B-Tmを貫く砂脈あり)	砂脈・噴砂丘
	7	武蔵女子短大付近 (K36遺跡隣接地)	札市教		
	8	札幌雙学校北西 (K435遺跡)	札市教, 渡辺ほか(1993)		砂脈(直線多い)
北31 34 条	9	(K460遺跡)	札市教(1980)		
	10	北34条地点(K441遺跡)	札市教(1989), 渡辺ほか(1993)		砂脈多い
	11	北34条地点(K113遺跡)	札市教(1995c)		砂脈多い
丘	12	丘陵空港内(H37遺跡)	札市教(1996)		砂脈多い
	13	(H317遺跡)	札市教(1995a)		砂脈多い
篠 路	14	上篠路	札市教		
	15	龍雲寺南 (K502遺跡)	札市教, 地調	1834年石狩地震	砂脈(直線多い)
	16	龍雲寺向い (K503遺跡)	札市教, 岡・大津(1997a), 地調	1834年石狩地震, より古い地震(800-257年前)	砂脈・噴砂丘多い
	17	旧石狩川三日月湖北岸	道地下資源, 自然露頭, 岡(1997a)	1834年石狩地震	砂脈少い
	18	旧石狩川三日月湖北端部	道地下資源, 自然露頭, 岡(1997a)	1834年石狩地震	砂脈少い
花 畔 ・ 屯 田	19	上花畔1遺跡	北海道石狩町教育委員会(1992), 岡・大津(1997a)		砂脈わずか
	20	紅葉山49号遺跡	石狩市教育委員会, 岡・大津(1997a)		砂脈わずか
	21	北陵高校付近 (K496遺跡)	札市教, 岡・大津(1997a)		砂脈1本

道地下資源：北海道地下資源調査所，地調：工業技術院地質調査所，札市教：札幌市教育委員会の各簡略。札幌市教育委員会は，札幌市埋蔵文化財センターの編集により札幌市文化財調査報告書を順次刊行。



第18図 札幌付近における液状化跡の発見地点分布図(1997年11月現在). 国土地理院発行の5万分の1地形図「札幌」[石狩]を基図に使用した. 岡・大津(1997a)・岡(1997b)を基に, 発見2地点を追加. 太い破線は明治15(1882)年当時の旧(札幌本府)市街地の境界, 太い実線は昭和10(1935)年当時の拡大した市街地を示す.

第3表 液状化跡発見地点の地形・表層地質の特徴。

地域	番号	標高 (m)	地形分類 (大丸, 1989)	2 m深の表層 地盤区分 (二ツ川ほか, 1994)	地盤地質区分 (村瀬ほか, 1991)								表層地質 タイプ
					- 1 m		- 2 m		- 3 m		- 5 m		
					地質	地耐力	地質	地耐力	地質	地耐力	地質	地耐力	
札幌 駅 付近	1	16.5	扇状地	シルト	泥	B	泥	C	礫	D	礫	F	III
	2	15	扇状地	シルト	泥	C	泥	A	泥	D	砂	C	II
	3	15	扇状地	粘土	泥	B	泥	A	泥	A	礫	E	III
琴似 付近	4	15	後背湿地	粘土	泥	C	泥	B	泥	A	泥	B	I
	5	15	後背湿地	粘土	砂	B	礫	F	礫	F	礫・泥	C・B	V
北大第二 農場 付近	6	15	後背湿地	粘土	泥	C	泥	C	泥	A・B	礫	D	III
	7	12	後背湿地	砂*	泥	A・B	泥	A	泥	B	泥・砂	A・E	I
	8	9	後背湿地	粘土	泥	A	泥	A	泥	B	泥	B	I
北31 34条	9	8	後背湿地	粘土	泥	B	泥	A	砂	B	泥	C	I
	10	8	後背湿地	シルト	泥	A	砂	B	砂	C	泥	C	I
	11	8	後背湿地	シルト	泥炭	A	泥	A	砂	C	砂	C	II
丘 珠	12	5	後背湿地	粘土	泥	A	泥	B	泥	C	泥	C	I
	13	5	後背湿地	泥炭	泥	B	泥	A	泥	A	泥炭	A・E	I
篠 路	14	3	後背湿地	粘土	泥	A	泥	B	泥	B	砂	C	II
	15	4	自然堤防	粘土	砂・泥	C・B	泥	C	砂	D	砂	C	II
	16	4	自然堤防	シルト*	砂・泥	C・B	泥	C	砂	D	砂	C	II
	17	5		砂*	泥	B	泥	C	泥	B	砂	C	II
	18	4		シルト*	泥	B	泥	C	砂	C	砂	C	II
花 畔 ・ 屯 田	19	2		粘土	砂	C	砂	D	砂	D	砂	E	IV
	20	2	後背湿地	粘土**	泥	A	泥	B	砂	C	砂	E	II
	21	2	後背湿地	粘土	泥	A	泥	A	泥	B	砂	B	II

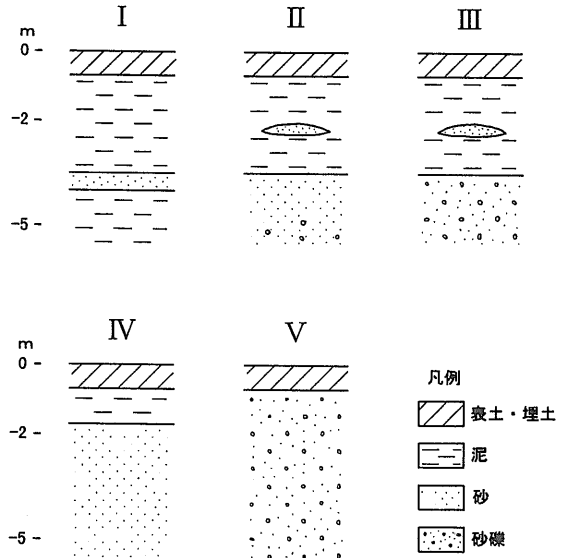
* 自然堤防堆積物, ** 砂丘砂と接する, 他は後背湿地堆積物。
地耐力 A. 2t/m²以下, B. 5t/m²以下, C. 10t/m²以下, D. 20t/m²以下, E. 30t/m²以下, F. 30t/m²以上。

状化現象は発生しないであろう。

北海道立地下資源調査所(1995)は, 60万分の1北海道地盤液状化予測地質図を公表し, 氾濫原堆積物の分布域では液状化の可能性が高く, 旧河道・扇状地周辺にある湿原堆積物の分布域でもその可能性が高いとした。札幌付近の液状化跡発見地点は全て氾濫原堆積物の分布域に入るという点では妥当であるが, その中でも液状化の発生していない地点, 例えば篠路地域で砂からなり液状化の発生していない自然堤防等の場所を抽出することは, 本地質図の縮尺から見て限界がある。

5. おわりに

札幌付近では最近遺跡発掘等に伴って液状化跡の発見件数が急増し, 1997年11月現在21地点に達している。そのうち, 扇状地扇端部にある地点2, 自然堤防帯にある地点15・16を代表例に選び, トレンチ壁や発掘底面における液状化跡を詳しく紹



第19図 表層地質タイプ。第3表を参考に作成。

介した。

伏島・平川(1996)は、地点2では液状化現象を発生させた大規模地震が、過去2千数百年間に3回発生したと推定している。すなわち、2,000年前よりやや古い時代と、900-257年前の間、そして1834年の石狩地震である。一方、著者らによる地点15・16における観察結果から、1834年の石狩地震に加えそれに先行した地震が1200年代から1834年の間に発生した可能性もあることが指摘された。

液状化跡の発見地点における深度5m付近までの表層地質は、その上半部が泥層、下半部が砂層ないし砂礫層からなるという共通した地質条件が確認された。さらに、砂・砂礫からなり地下水位の低い扇状地の扇央部と自然堤防の中心部、また厚い泥炭層からなる湿原中心部では液状化現象が発生しないと考えられる。

本稿著者の一人羽坂は、第17図と第3表に引用した3万分の1地盤地質図原著者の一人でもある。今後、本稿で紹介した液状化跡発見地点の表層地質の共通性に基づき、図示範囲内の石狩平野における液状化発生範囲を特定する作業を進める予定である。

謝辞：本稿の作成に当たり、札幌市埋蔵文化財センター 出穂雅実氏からは遺跡発掘現場における観察の便宜並びにご教示を頂いた。また、北海道開拓記念館 赤松守雄博士及び北海道立地下資源調査所環境地質部 岡 孝雄博士からは札幌市北部の液状化現象について情報の提供を受けた。さらに、北海道土質コンサルタント株式会社からは札幌表層地盤図の提供を受けた。以上の方々並びに関係機関に対し深く感謝する。

参 考 文 献

- 大丸裕次(1989)：完新世における豊平川扇状地とその下流氾濫原の形成過程。地理学評論。62A、589-603。
 北海道立地下資源調査所(1995)：60万分の1北海道地盤液状化予測地質図。
 伏島祐一郎・平川一臣(1996)：北海道大学構内で観察された液状化跡—先史地震と液状化構造形成過程の解説—。活断層研究。14、9-18。
 ニツ川健二・池田晃一・加藤 誠(1994)：2.5万分の1札幌表層地盤図(2m深図)。北海道土質コンサルタント株式会社。

- ニツ川健二(1996)：沖積平野の地盤と液状化について(札幌市の場合)。第7回北海道応用地学合同研究会シンポジウム資料、135-138。
 笠原 稔(1996)：札幌の地震。さっぽろ文庫77、地形と地質、北海道新聞社、253-266。
 菅野 茂(1996)：菅野茂のアイヌ語辞典。三省堂、597p。
 村瀬 正・羽坂俊一・池田国昭・山口昇一(1991)：3万分の1札幌及び周辺部地盤地質図、及び説明書。特殊地質図30、地質調査所、73p。
 日本地図センター(1994)：地図で見る札幌の変遷 解説。16p。
 岡 孝雄(1997a)：札幌付近の古地震と活断層に関する知見—札幌市篠路の液状化跡および当別町青山奥の活断層露頭—。日本第四紀学会講演要旨集、27、186-187。
 岡 孝雄(1997b)：北海道のネオテクトニクス区分と地震問題。日本応用地質学会平成9年度研究発表会 講演論文集、41-44。
 岡 孝雄・大津 直(1997a)：札幌付近の古地震と液状化現象。日本第四紀学会プレ巡検資料、5-8。
 岡 孝雄・大津 直(1997b)：道研究団地横遺跡発掘現場。日本第四紀学会プレ巡検資料、9。
 大嶋和雄・池田国昭・山屋政美(1978)：石狩湾の海底地形からみた低地帯の地形発達史。地調月報、29、461-476。
 大内 定(1996)：札幌の地形。さっぽろ文庫77、地形と地質、北海道新聞社、23-30。
 小山内 杉本良也・北川芳男(1956)：5万分の1地質図幅「札幌」及び説明書。北海道立地下資源調査所、64p。
 札幌市教育委員会(1987)：K135遺跡 4丁目地点 5丁目地点。札幌市文化財調査報告書、30、57p+7pls。
 札幌市教育委員会(1989)：K441遺跡 北34条地点。札幌市文化財調査報告書、37、143p。
 札幌市教育委員会(1992)：N426遺跡。札幌市文化財調査報告書、41、172p。
 札幌市教育委員会(1995a)：H317遺跡。札幌市文化財調査報告書、46、342p+98pls。
 札幌市教育委員会(1995b)：H39遺跡 北11条地点。札幌市文化財調査報告書、48、86p。
 札幌市教育委員会(1995c)：K113遺跡 北34条地点。札幌市文化財調査報告書、49、120p。
 札幌市教育委員会(1996)：H37遺跡 丘珠空港内。札幌市文化財調査報告書、50、266p。
 下川和夫(1996)：札幌の扇状地。さっぽろ文庫77、地形と地質、北海道新聞社、40-49。
 渡辺暉夫・森谷武雄・上野秀一・赤松守雄(1993)：札幌市北部で見つけられた液状化痕と地質。北海道応用地学合同研究会論文集、4、13-17。

HASAKA Toshikazu, ISOBE Ichiyo, SHIMOKAWA Koichi and NANAYAMA Futoshi (1998) : Fossil liquefactions due to earthquakes and surface geology in Sapporo and its surroundings, Hokkaido.

<受付：1997年11月14日>