防災研究会
第Ｖ期研究報告書

都市型災害に備えて

ーいま、都市が危ないー

平成 17 年 4 月

（社）日本技術士会北海道支部　北海道技術士センター

防災研究会

防災研究会 第Ｖ期研究報告書
都市型災害に備えて　－いま、都市が危ない－

目　次

巻頭言（高宮） …… i

第１章　いま、都市が危ない

１．都市災害の多様性・教訓（冨澤） …… 1
1.1　都市災害の多様化・拡大化
1.2　災害の備えた協働
1.3　防災関連機関
２．防災意識の現状と課題（情報系部会） …… 5
2.1　いま問い直される、北海道民の防災意識
2.2　冬期間に発生する災害への備え
2.3　高齢化の進展と防災～災害弱者対策の視点から～
３．都市部地盤の災害要因（地盤系部会） …… 12
3.1　都市の自然立地環境と自然災害要因
3.2　札幌市の地震災害環境
3.3　札幌市の土砂災害環境
3.4　人的生産活動と災害要因
４．豪雨・豪雪と交通被害（交通系部会） …… 20
4.1　豪雪と都市交通～平成 8 年豪雪を検証する～
4.2　平成 16 年道東豪雪の（交通）被害状況
4.3　札幌都心における豪雨被害
4.4　豪雪・豪雨に対する都市交通の課題
５．都市防災の取り組み（都市系部会） …… 29
5.1　現状
5.2　課題
６．災害と都市河川の現状と課題（水工系部会） …… 32
6.1　はじめに
6.2　都市河川の現状と課題

第２章　都市型防災とは

１．防災情報システムの現状と課題（情報系部会）…… 35
1.1　防災情報の収集方法の変化
1.2　情報ネットワーク依存社会の落とし穴
1.3　北海道の災害特性と情報システムに求められるもの
２．都市の拡大と地盤防災－現状と課題（地盤系部会）…… 42
2.1　札幌市の地震防災とその課題
2.2　札幌市の土砂災害
2.3　人的生産活動と災害
2.4　地盤災害における情報技術の役割
３．交通ネットワークと防災対策（交通系部会）…… 50
3.1　道路の防災対策
3.2　鉄道の雪害対策
3.3　空港の雪害対策
3.4　地下街・地下鉄の豪雨対策
3.5　交通ネットワークに必要となる防災対策（対策を進める上での問題）
４．防災体制と救援、拠点配置（都市系部会）…… 59
4.1　札幌市における防災体制
4.2　札幌市における救援活動
4.3　札幌市の防災拠点配置
５．都市型防災とは－環境防災都市河川と地域との協働－（水工系部会）・ 69
5.1　環境防災都市河川とは
5.2　環境防災都市河川の役割
5.3　実現に向けての課題

第３章　これからの都市型防災

１．情報の活用と防災対策（情報系部会）…… 71
1.1　防災対策での情報活用の位置づけ
1.2　防災対策での情報の課題
1.3　集中から分散、防災から減災に向けて
２．今後の都市地盤防災対策（地盤系部会）…… 75
2.1　都市地盤災害対策の基本的考え方
2.2　ハード対策
2.3　ソフト対策
３．施設整備と都市防災（交通系部会）…… 80
3.1　防災対策の課題
3.2　交通施設の防災と情報共有化（情報連携）
3.3　防災から減災に向けて
４．都市計画と防災対策（都市系部会）…… 83
4.1　都市の構成（提言の枠組み）
4.2　地域中心核エリアの都市計画と防災対策
4.3　地域中心核周辺エリアの都市計画と防災対策
4.4　被災時のエリア間等の連携
５．水網都市と防災対策（水工系部会）…… 87
5.1　環境防災都市河川の活用法
5.2　ケーススタディ
5.3　河川空間確保の可能性
5.4　地域住民との協働（合意形成に向けて）
5.5　オピニオンリーダーの発掘
5.6　プロジェクトの実行と継続性
5.7　まとめ

第４章　技術士からの提言－第 31 回技術士全国大会第 4 分科会より－（城戸）

１．はじめに …… 101
２．分科会開催主旨 …… 101
３．分科会プログラム …… 101
４．これからの都市震災対策－市民一人ひとりの立場から－ …… 102
５．都市防災－明日の防災戦略を考える－ …… 103
６．都市型防災のリスクマネジメントに向けて …… 104
７．おわりに …… 105

あとがき（松井） …… 107

組織図 …… 109

巻末に本報告書の PDF ファイルが入った CD-R を添付しました。文中の図表および写真などをフルカラーでご覧頂けます。こちらもご活用頂ければ幸いです。

「第Ｖ期研究報告書」の発刊にあたって

防災研究会　会長　髙宮　則夫

防災研究会の皆様には、日頃より研究会活動並びに講演会や防災セミナーなどに積極的なご参加をいただき厚く御礼申し上げます。

このたび、「都市型災害」をテーマとして各部会の研究成果を取りまとめた「都市型災害に備えて」を発刊することとなり、これまでの各部会におけるご努力とご協力に深く感謝いたします。

また、昨年の第 31 回技術士全国大会におきましては、防災研究会が主催した「第Ⅳ分科会：都市防災」への会員の皆様からのご協力とご支援により大変な盛況の中で開催されましたとともに、大変有意義な分科会となりました。参加された多くの技術士から防災研究会に対する高い評価をいただきましたことに、重ねて御礼申し上げます。

平成 16 年は、6 月の台風 6 号を皮切りに、観測史上最多の年間 10 個の台風上陸などによる豪雨の発生や、10 月 3 日には、阪神淡路大震災以来となる震度 7 を記録した「新潟中越地震」により、全国各地に大きな被害が発生しました。さらに、12 月 26 日には、スマトラ島沖でのＭ９級の超巨大地震及びこれに伴う津波が発生し、インド洋沿岸国に甚大な被害をもたらしました。

我々は、常に災害に対する備えを行ってきたはずでありますが、自然の力は、我々の社会の隙間をつき様々な災害を発生させている現状にあります。

技術が進み、防災対策が充実している一方で、社会がいっそう脆弱になっていることを我々は再認識すべきでないでしょうか。それは、我々の社会を構成する全ての要素、人間、社会構造、都市・自然空間、それを支える仕組み等、いずれも災害に対して脆弱になっているのではないでしょうか。昨年の水害における犠牲者のほとんどが高齢者であったことは、高齢社会の災害に対する脆弱さを端的に示しているものです。

一方、昨年は水害、中越地震と立て続けに全国的に災害が発生したにも関わらず、ボランティアが各地から集結し、その活躍には目覚ましいものがありました。まさに、私たちの国にも防災ボランティアが根付いたものといえます。

災害を振り返ってみれば、いつもながら事前になすべきことは有ったはずであり、反省すべき点は多々あるのでないだろうかと考えます。

防災研究会の役割は、こうした災害から常に新しい教訓を引き出し、そして新たな課題に挑戦し対応していくことであると考えます。

防災研究会は、平成 7 年に阪神淡路大震災を契機として設立され、本年で 10 周年を迎えます。我々はこの節目の年を迎えるに際し、全国の技術士会支部と防災における全国ネットワークを構築するべく、本年の 9 月 16 日に札幌において（仮称）全国防災連絡会議札幌大会を開催することとなりました。

今後、この会議を通して全国の支部と防災や減災対策に関する情報交換を図り、防災・減災技術の向上と技術士会としての社会貢献を果たしていきたいと考えます。

会員の皆様には札幌大会の開催にあたりご協力や支援を頂くこととなりますがよろしくお願い致します。

平成 17 年 4 月

第１章

いま、都市が危ない

１．都市災害の多様性・教訓

1.1　都市災害の多様化・拡大化

日本列島では、地震・水災害（洪水・津波）・地盤変状（火山噴火・地すべり・地盤沈下、液状化）・異常気象（台風・豪雨・豪雪）などの様々な自然災害が絶えず発生している。大規模な自然災害が、一度、都市に発生した場合、火災やライフライン寸断など被害が 2 次的・3 次的に拡大していく懸念がある。近年、都市を壊滅させる巨大災害が数多く発生している。そのため、各機関ではこれまでに都市防災として、事前の対策、災害時の緊急対応、事後の復旧方策に多大な努力を積み重ねてきた。しかし、今なお多くの課題が残されており、今後さらなる防災対応が必要となる。以下に多様化・拡大化する都市型災害をいくつか想定する。

(1)　地震

人口・建設物が密集した都市に、大規模地震が発生したらどうなるか。1995 年 1 月に起きた阪神・淡路大震災では多くの建設物が倒壊し、6,433 人もの犠牲者がでた。2004 年 10 月の新潟県中越地震でもライフラインが寸断された。大規模地震では、建設物が倒壊による人災さらに発生する火災など甚大な 2 次災害となるケースが多い。今後、都市部で巨大地震が発生した場合、未曾有の人的被害が予想される。

阪神・淡路大震災を契機に、大規模地震に対する構造物の耐震設計法は広く見直されてきた。そのため、新しく建設される構造物は一定の耐震性が確保されている。しかし、古い既設の構造物は巨大地震が発生した場合、ことごとく損傷することが容易に想像できる。今後既設構造物の耐震補強も重要となる。

北海道でも、釧路沖地震（1993 年）、北海道南西沖地震（1993 年）、北海道東方沖地震（1994 年）、さらには十勝沖地震（2003 年）と大規模地震が相次いで発生した。北海道でも、都市部にいつ大規模地震が発生しても不思議はない。札幌市の地盤にも活断層があると言われており、直下型地震が発生する可能性が十分にある。

日本は環太平洋ベルトに位置する地震国である。政府が 2004 年 8 月に発表した地震調査委員会の報告では、今後 30 年以内に首都圏などの大都市でマグニチュード 7 クラスの巨大地震が発生する確率は 70%と発表している。地震でもっとも怖いのは、2 次的・3 次的に拡大する人的被害である。地震予測手法の研究や防災・減災の対応などが強く望まれている。

(2)　水災害

水に関する自然災害として、洪水や津波などがある。洪水は、主に梅雨前線の影響で降った大雨が河川で氾濫し下流域に流れ出し生じる。洪水は雨などの影響から概ね予測が可能であるが、人災やライフラインの麻痺につながるケースが数多い。特に、都市ではあふれ出した水が地下鉄や地下街などの地下施設、道路に浸水し交通網を遮断する懸念がある。

津波は、2004 年 12 月 26 日に発生したスマトラ島沖地震津波が強く記憶に新しい。この津波では、死者 150800 人・行方不明者 146300 人の未曾有の大災害となった。津波により、海に近い建物はことごとく破壊し、都市にあるような鉄筋コンクリート造の建物も倒壊している。3 階部分が浸水した例も見られている。津波は、海底地震や海底火山噴火などにより、海底が跳ね上がったり、陥没したりして発生する。津波のスピードは水深によって異なり、水深が深いほど陸に押し寄せるスピードが早いと言われている。津波の高さは、陸の形状や海底の地形などによりことなるが、湾の奥ほど津波は高くなる傾向にある。世界史上最大の津波高さは、500m(1958 年 7 月アラスカ)と言われているが、津波は大きなエネルギーを内包しており、たとえ 1～2m 程度の高さの津波であっても建設物を十分に倒壊させるエネルギーを持っている。

日本は繰り返し大津波に襲われる世界有数の津波被災国である。そのため、津波は tsunami と表される世界共通語である。北海道でも、平成 5 年 7 月 12 日に発生した南西沖地震での奥尻島津波で甚大は被害を受けた。津波は、シミュレーションによりメカニズムの研究が種々なされてきており、

地震の規模により気象庁では地震計をオンラインリアルタイムの 24 時間体制で監視し津波予報を出す。ただし、今後は津波に対する都市型被災予測の想定が必要であり、地域に合った津波早期警報システムの構築が望まれる。津波は、近海で発生した場合には極めて短時間で来襲するなどの特殊性を有していることから、施設などのハード対策だけでなく、情報提供・避難場所確保などのソフト対策が重要となる。

(3) 地盤変状

地すべり・地盤沈下・液状化の地盤変状は、主に地震・降雨・火山噴火などが要因で発生する。

地すべり、土砂流、崖くずれといった土砂災害は、その原因となる土砂の移動が強大なエネルギーを持つとともに突発的に発生することから、人的被害につながりやすく、家屋などに壊滅的な被害を及ぼす。統計では、自然災害による犠牲者のうち、土砂災害による犠牲者は非常に大きな割合を占めている。平成 16 年新潟県中越地震では大規模な土砂災害が発生したのが記憶に新しい。近年、都市部への人口集中に伴い、札幌などの都市圏でも山麓部の建設物が増加傾向にあるが、都市山麓部における斜面での土砂災害が増加している。

地盤沈下は、他の地盤変状（地すべり・液状化など）に比べて動きが緩慢であるが、人々の生活環境に悪影響を及ぼす。地盤沈下は、主に地下水の過剰揚水により生じる。都市の多くは沖積平野にあることから古くから地盤沈下は課題であり、特に札幌市では軟弱な泥炭地盤が広く分布することから全国的にも現象が著しいといえる。

液状化は水で飽和した主に緩い砂質土地盤が地震動により急激に流動化し、地盤支持力の低下や沈下を起こす現象である。北海道に発生した地震でも、特に都市部において液状化現象で多くの被害が生じたが、埋立て地に建設された家屋や軟弱な低地に埋設された地下構造物が変状を起こした。液状化の予測法は、事前の地盤調査により概ね発生の有無が分かり、必要に応じて地盤改良などの対策工を講じることが可能である。ただし、近年の研究成果では緩い砂地盤以外でも液状化現象が起こるという報告もあり、今後都市部において液状化マップを作成するなど防災対応が必要と考えられる。

(4) 異常気象

都市型防災として、台風・豪雨・豪雪などの異常気象に対する対応が不可欠である。都市部において異常気象が発生した場合に大きく問題となるのは、交通網の寸断などライフラインへの被害が拡大化することである。

風雨を生み出す代表的な異常気象には台風がある。台風(typhoon)は、日付変更線（東経 180 度）より西の太平洋、南シナ海で生まれた熱帯低気圧のうち、中心付近の最大風速 17.2m/s 以上のものをいう。台風は上空の風により移動するため、偏西風により日本には毎年 7～9 月に来襲するケースが多い。日本では、過去に室戸台風(1934 年)・枕崎台風(1945 年)・洞爺丸台風(1954 年)・狩野川台風（1958 年）・伊勢湾台風（1958 年）などと相次いで大型台風に見舞われた。現在では台風を号数で呼ぶが、平成に入ってからも毎年日本に大きな被害をもたらしてきた。台風は気象衛星により監視されているが、近年の台風は大型化の傾向にあり、都市部では家屋破損や時に人災へと甚大な被害をもたらしている。

また、異常気象により短期間に集中した大量な降雪を及ぼす豪雪は、時に都市機能を麻痺させ、さらには産業へも影響を与える。仮に、まれに関東首都圏内でいくらかの降雪があった場合でも、交通網が混乱することが必死である。北海道は、豪雪の寒冷地である。特に一冬に 5m 程度の積雪を記録する札幌市では、行政と市民が連携した雪害への対応が不可欠である。豪雪は雪崩災害をまねく要因であることにも留意が必要となる。

これらの異常気象の要因の一つとして、地球温暖化などが上げられている。今後、世界規模の環境を意識した防災・減災への対応も必要と考えられる。

日本には多様な自然災害が多発しており、一度、人口・建設物が密集した都市にこのような災害が発生した場合、被害が著しく拡大することが明らかである。今後、これまでに被災した都市災害

の教訓から、行政・市民は一体となった災害対応・情報伝達システムなどの構築、そしてそのための共通した防災認識が重要と考えられる。

1.2　災害に備えた協働

これまでに発生した都市災害は、防災の教訓として十分に生かされているだろうか。災害への対応を怠った結果の被災は、人災と換言されてもしかたがない。防災への認識を含めた、いくつかの対応について示す。

(1)　防災用品

災害時には、人は特殊な状況に置かれる。その際、活動が可能な状況であればスムーズに適切に行動する必要がある。

災害が起きてから必要なものを準備するのはなかなか難しいものである。そのため、日頃から防災用品を用意しておくことは重要である。以下に、一般的な防災用品を参考として示す。

・貴重品（現金・通帳・印鑑・権利証など）
・飲料水（1 日 1 人 3 リットル）3 日分程度
・食料（缶詰・乾パン類など）
・救急セット（包帯・三角巾・脱脂綿・消毒液など）
・携帯電話・携帯ラジオ・懐中電灯
・防災ずきん・防災ヘルメット・防塵マスク・軍手・タオル

これらは背負い式バック入れ、持ち出しやすいように用意しておく必要がある。また、災害伝言ダイヤル「１７１」についても知っておくと便利である。大災害時ではこんなものは役立たないと切り捨てはならない。防災に対する対応・認識そのものが重要なのである。

(2)　地域連携－避難場所

災害時には安全な場所への避難が必要である。そのため、予め避難計画を立て、周知することが重要である。避難場所は、火災などからの危険性のないオープンスペースが求められる。

避難場所は 2 段階が考えられ、発災後一時的に集合する居住地の近くの場所である一時避難場所と次に警察官や市民リーダーの誘導で避難する広域避難場所がある。このうち、一時避難場所は住居地の近くの公園、寺社の境内、団地の広場などは指定され、面積的には 1 ㎡当たり 2 人程度である。第二段階の広域避難場所は、最終的な避難場所であり大規模な公園などの大きなスペースが該当し、面積要件は 1 人当たり 1 ㎡程度である。

避難路の配置は、2 ㎞の格子状配置が理想型である。それは避難場所相互、中継基地および避難場所に準じる安全な箇所を結びネットワークを構成するよう配置する。また、避難路は、災害時の混乱した状況下でも迅速にかつ安全に避難場所に到達できるような、十分な幅員とルートが必要となる。

地震などの大規模災害が発生した際に、自宅からの避難場所を確実に知っている人は少ない場合が多い。特に避難場所は分かっても避難経路まで知っている人は以外と少ない。その際、高齢者や障害者など自力での避難が困難な人に対する、地域での救援体制づくりも重要となる。防災の教訓として、日頃からの行政・市民の協働の防災認識が必要である。都市部においては、ハザードマップなどの有効活用も今後の課題である。

(3)　人的連携－自主防災組織・防災ボランティア

大きな災害が発生した際は、行政の救助活動がすぐに行き渡らない可能性がある。そのため、時には自発的に地域、隣人を守り合うための自主防災組織や防災ボランティア活動が重要となる。

自主防災の位置付けは、「私」と「公」の隙間を埋める「共」の原点であり、「協働」の中心となるべき組織である。自主防災組織は、だれかに強制されて加入するものではなく、自分の自由意志で参加する組織である。その際のリーダーは、年功序列や単なる有力者だけでなく、情熱を持って活動に取り組むことができ危機に臨んで行動力・決断力を持った人が望ましい。

防災への自主参加に防災ボランティアがある。阪神・淡路大震災以降、ボランティア活動は益々大きな役割を果たしている。このような状況から、各機関では、防災の様々な局面（救急援助、避難、復旧・復興、災害予防）を考慮し、市民がボランティア活動に参加しやすい環境整備がなされてきている。特に、今後特定の技術・技能を有するボランティア（医師、看護師、ヘルパー、建築士など）の活動が有効となる。一般市民も、たとえ小さなことからでもできることを取り組んでいくという、防災への認識が今後重要と考える。

1.3　防災関連機関

政府中央防災会議は、大災害に備えた防災関係組織の被災状況の把握能力や応急活動などの対応として、国の防災関係機関である 24 の指定行政機関と 60 の指定公共機関が行う災害対策の統合性の図る防災体制強化を提言している。

また、地方公共団体の防災体制・危機管理体制は、兵庫県など震災を経験したところでは、被災の教訓の基づき防災対策の強化が図られ、実践的な防災訓練の実施、防災関係機関の情報共有を進めている。だだし、全国の多くの地方公共団体では、防災体制強化の必要性は感じているが、応急体制に移行する頻度が少ないため、危機管理体制整備の優先順位が低い現状にある。

さらに、学会などの防災専門家の対応として、土木学会では将来の巨大地震による災害の軽減に向けて「巨大地震災害への対応特別委員会」を 2003 年 11 月に設置している。また、（社）日本技術士会の災害対応では、2002 年 7 月に大規模災害発生に際し組織的に災害対応活動を行い、社会貢献に寄与することを目的とする防災特別委員会の設置を決め、同年 12 月から活動を開始している。

各機関でどのような防災の取り組みをしているかやその活用法など、我々は知識として知っておくことは重要である。その結果、防災を考慮した住民参加のまちづくりにつても検討を進めていくことになる。都市の地域防災力は、被災直後に素早く対応して被害の拡大を防災し、被災地域の多くの命を守りくらしやまちを守る力であり、新たな復興のための地域の力である。この防災力はハード・ソフト両面から強化される必要がある。ハード面は災害に対応できる街区構造や建設物の耐震設計、ソフト面は災害に対し柔軟に対応できる仕組みや体制と考えることができる。

代表的な防災関連機関のホームページを参考に示す。

■内閣府・防災情報　http://www.bousai.go.jp/
■（財）日本気象協会（防災気象情報サービス）　http://tenki.jp/
■国土交通省・防災情報　http://www.mlit.go.jp/bousai/disaster/bosai.htm
■国土交通省・川の防災情報　http://www.river.go.jp
■地震予知連絡会　http://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/ccephome.html
■（独）消防研究所　http://www.fri.go.jp/
■文部科学省・地震調査研究推進本部　http://www.jishin.go.jp
■（独）防災科学技術研究所　http://wwwbosai.go.jp/jindex.html/
■強震ネット　http://www.k-net.bosai.go.jp/
■（財）鉄道総合技術研究所　http://www.rtri.or.jp/index
■日本地震学会　http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/

防災は、あらゆる思想、イデオロギーを越えた、コミュニティの核となり求心力となりうる共通理念である。そのため、防災を人々の共通認識と考える必要がある。今後は、直接的に防災の仕事に携わっていなくても、技術士を含めて専門知識を生かした防災提案をしていく必要があり、それがあるべき方向と考える。

２．防災意識の現状と課題（情報系部会）

2.1　いま問い直される、北海道民の防災意識

北海道では近年、釧路沖地震（1993 年）、北海道南西沖地震（1993 年）、北海道東方沖地震（1994 年）、さらには十勝沖地震（2003 年）と度重なる地震災害を経験してきた。全国的にも 2004 年に入ってから、記録的な防風雨をもたらす幾度とない大型台風の上陸、および北陸地方を突如襲った新潟県中越地震など自然災害の猛威は後を絶たない。

この間、1995 年 1 月の阪神・淡路大震災を契機に、全国各地で防災体制の見直しが行われるとともに、地域の実情に適応した防災対策のあり方等に関する研究活動も活発化している。

しかし、行政主導の防災体制づくりに盲点はないのか、被災時の防災活動は市民レベルで円滑に機能するのか、きめ細かな避難・救助活動は可能か、などの不安は解消されているのか疑問である。行政側からの一方的な取り組みにとどまり、市民の側に防災意識の低下が発生していたり、システムの活用に関する知識に乏しいなどの理由で、うまく使いこなすことができなかったりという油断がないのか。

ここでは、2002 年 12 月と 2003 年十勝沖地震直後に、道民を対象に行った 2 回のアンケート結果をもとに、北海道民の防災意識を把握することとする（表-1.2.1）。

なお、アンケートその２の結果については、回答者全体（544 名）、および、道東（震度 5～6 を記録し過去にも地震災害が多く発生している地域（269 名））と道央（震度 3～4 を記録し過去に地震災害が少ない地域（240 名））の比較を行っている。

（今回の報告は、これらのアンケート結果をもとに行うものであり、その後発生した平成 16 年の各台風災害および新潟県中越地震の影響は反映されていないことをご了承いただきたい。）

表-1.2.1　北海道民を対象とした防災アンケート

アンケート名称	アンケートその１ 防災意識調査	H15(2003)年 十勝沖地震 2003年9月26日	アンケートその２ 地震後意識調査
実施時期	2002年12月		2003年10月
回答者数(人)	647		544

(1) 6 割が「地震災害」を心配（アンケートその１より）

日頃心配している自然災害は何かを聞いたところ、「地震」と答えた人が 57%と最も多く、次いで多いのは「豪雪・吹雪」の 19%、「河川氾濫・浸水」の 12%である(図-1.2.1)。

平成 14 年 9 月に国が全国で実施した「防災に関する世論調査」では、身近に危険を感じた災害としては「台風」が 23.0%と最も多く、次いで「地震」（16.6%）、豪雨（9.0%）、河川の氾濫（8.0%）の順であった。

今回、「豪雪・吹雪」を心配する人が多かったのは、北海道という積雪寒冷地の地域特性が反映した結果と言える。

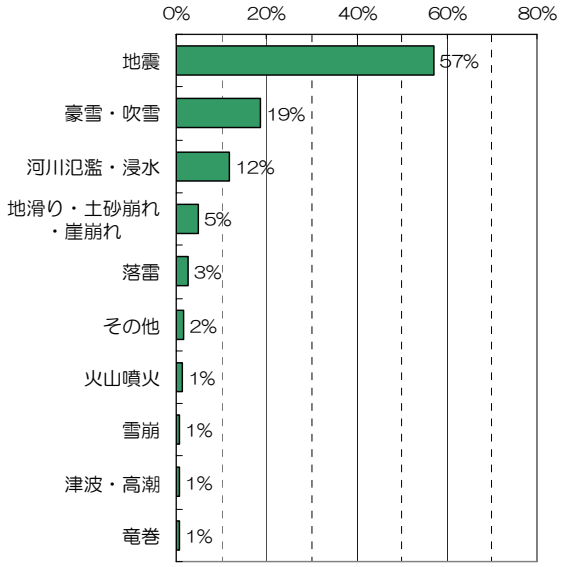


図-1.2.1　今住んでいる地域で一番心配している自然災害の種類

(2) 6 割が事前準備なし（アンケートその 2 より）

今回の地震（H15 十勝沖地震）で事前に準備していた物品についての設問では、「何も準備していなかった」が 58%と多く、これより「何らかの準備をしていた」が 42%といえる。「ある程度一式のものは用意していた」は、1 割程度であった（図-1.2.2）。

なお道央と道東の地域別で比較した場合、両地域に顕著な差は見られなかった。

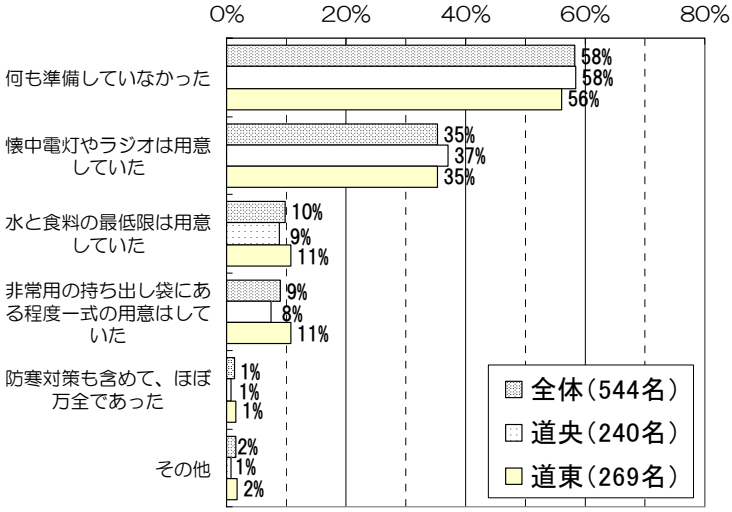


図-1.2.2　事前の準備について（複数回答）

(3) 避難場所への経路を熟知しているのは 2 割（アンケートその 1 より）

災害が発生した場合、自宅および勤務先（または学校）から最寄りの避難場所への道順を知っているかについて聞いたところ、「自宅、勤務先（学校）の両方とも知らない」と答えた人が 37%と最も多く、「自宅および勤務先（学校）の両方とも知っている」人は、22%に過ぎない（図-1.2.3）。

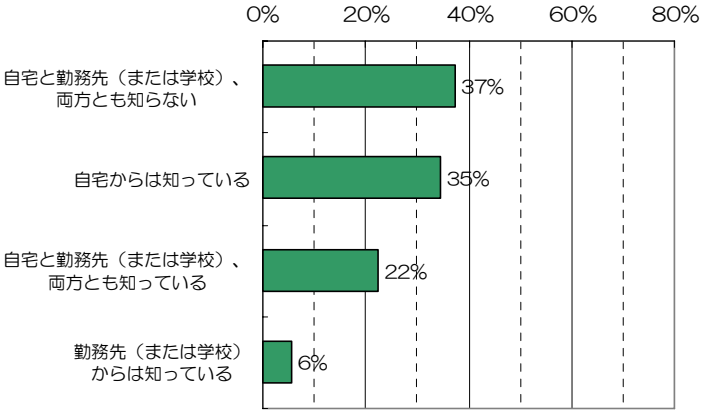


図-1.2.3　避難場所への経路把握（最寄りの避難場所への道順を知っているか）

(4) 地震経験後、6 割以上が避難等に関する話し合いが大切だと実感（アンケートその 2 より）

避難行動に関する家族との話し合いについて、「十分に話し合っていた」が 6%、「以前に少し話し合っていた」が 20%と少なかったが、「これまでは話し合っていなかったが、今後は大切と実感した」が 63%と多数を占めた。「今後も必要無し」との回答は 1 割程度であった（図-1.2.4）。

地域の比較で「十分に話し合っていた」割合を見ると、道東は道央の２倍以上多い。

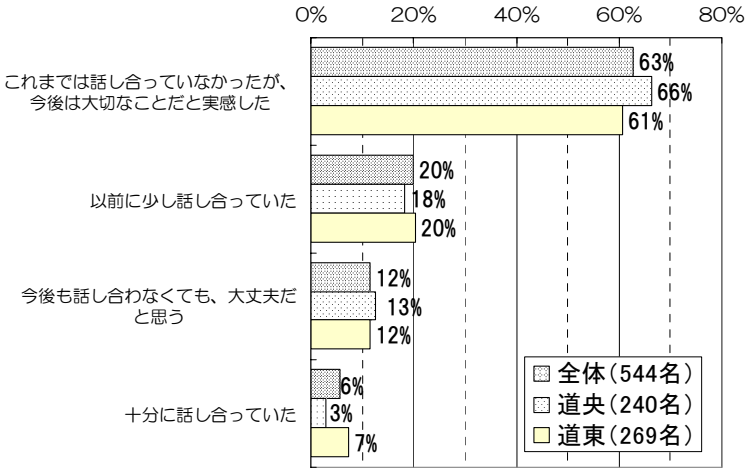


図-1.2.4　避難等に関する家族との話し合い

(5) 防災意識が既に低下しつつあると 4 人に 1 人が回答（アンケートその 2 より）

H15 十勝沖地震を経験して、「今後は防災意識を向上したい」が 35%、「今回の地震で具体的に対策すべき点が分かった」が 16%、「これまで以上に防災意識を向上したい」が 15%と続くとともに、道東でその傾向が高い。反面「地震前後で意識の違いはない」、「既に防災意識の低下を感じる」が共に 25%と 4 人に 1 人が既に危機意識が低下しつつあると回答している。(図-1.2.5)。

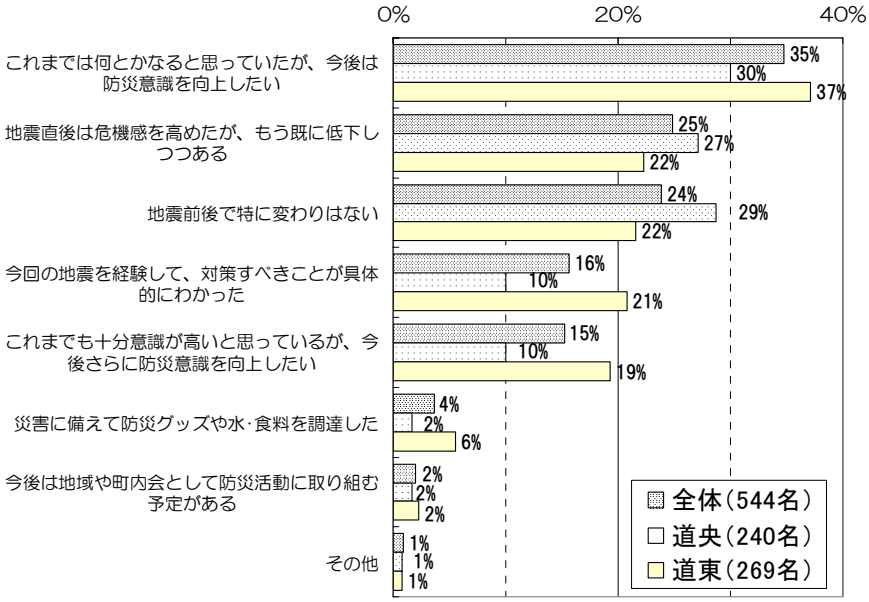


図-1.2.5　災害に対する意識の変化（複数回答）

(6) 地震直後で防災意識の向上あり（アンケートその 1 および その 2 より）

避難場所や連絡手段などについての家族間の事前話し合いについての質問であり、アンケートその 1 とアンケートその 2(H15 十勝沖地震直後)での両結果の比較を行った。

「今後は大切だ」とする比率が 39%→63%へ向上するとともに、「今後も必要ない」とする比率が 29%→12%へ減少するなど、事前話し合いに対する意識の向上が見られる (図-1.2.6)。

しかし、「事前に十分話し合っていた」がいずれも 1 割以下であり、事前準備の意識が低いことを示している。

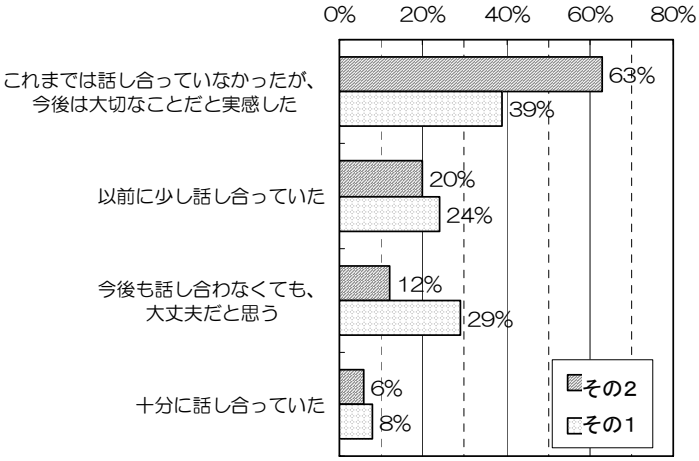


図-1.2.6　防災意識の変化

以上のアンケート結果から、平常時(アンケートその 1)では「地震災害」を心配してはいるものの、物品の事前準備や非難場所への経路認知、および家族との事前話し合いなどが十分行われているとは言えず、危機感や防災意識が非常に低いことを表わしている。また、アンケートその 2 では地震直後ということもあり、家族との事前話し合いの大切さの向上は見られたが、結果として事前準備が行われておらず、地震後 2～3 週間後に既に危機感が低下しつつあることなど、防災意識が低いとともに、危機感が冷めやすい点が明確となった。

地震災害を幾たびも経験してきた北海道においても、道民の防災意識は決して高いものとはいえず、減災へ向けて日常的な防災意識をいかに維持向上させるかに努力が求められる。

2.2　冬期間に発生する災害への備え

北海道においては、広範囲な避難生活を伴う冬期間の大規模地震はまだ経験がなく、今後の大きな課題といえ、早い段階での対応策の充実が望まれる。

(1) 冬は「暖房が心配」が 8 割以上（アンケートその 2 より）

冬期災害での不安は、「暖房の停止」が 83%と最も多く、次いで「電気の停止」66%、「火事」53%、「水道・ガスの停止」51%であり、地域別で見ると道東は「電気の停止」「水道・ガスの停止」を挙げる割合が高い(図-1.2.7)。また、冬期災害時の避難場所に関して不安に思うことを聞いたところ、「暖房への不安」を挙げる人が 82%と最も多く、次いで「食料への不安」の 58%、「路面状態や積雪など避難所までの道のりへの不安」の 35%と続く(図-1.2.8)。なお、同設問に対して年齢層別の回答傾向を検証したところ、有意な差はなかった。

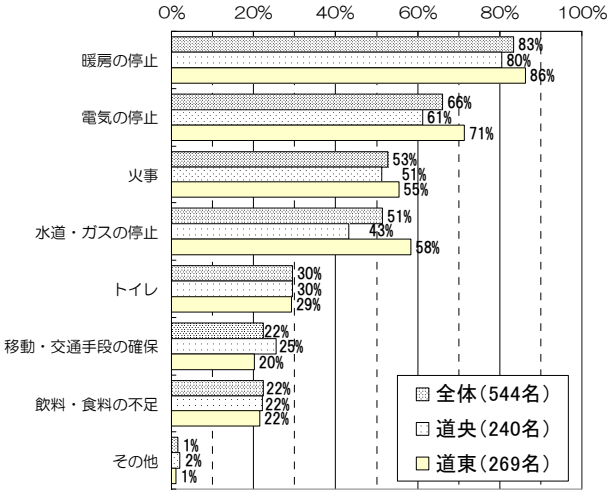


図-1.2.7　冬期災害時の不安（複数回答）

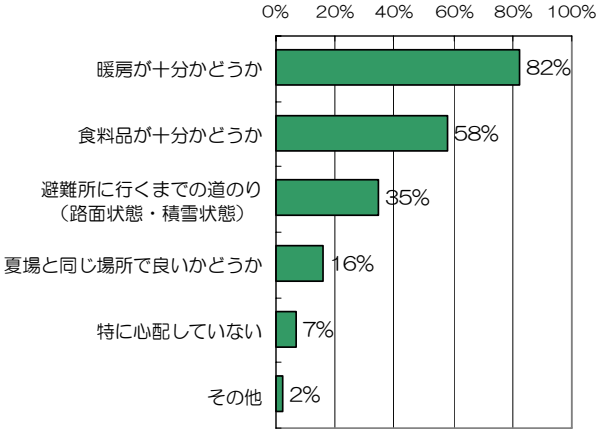


図-1.2.8　冬期災害時の避難場所に関して不安に思うこと（複数回答）

(2) 暖房用品の事前準備なしは 4 割以上（アンケートその 1 より）

冬期災害時の暖房に関する不安を抱えている一方、冬期の災害を想定して用意しているもの（食料品以外）があるかと言う設問に関しては、「特に用意していない」と答えた人が 44%と最も多く、電気の供給が停止した場合に有効な「AC 電源の必要のない灯油ストーブ」を用意している人は 1 割強に留まっている(図-1.2.9)。

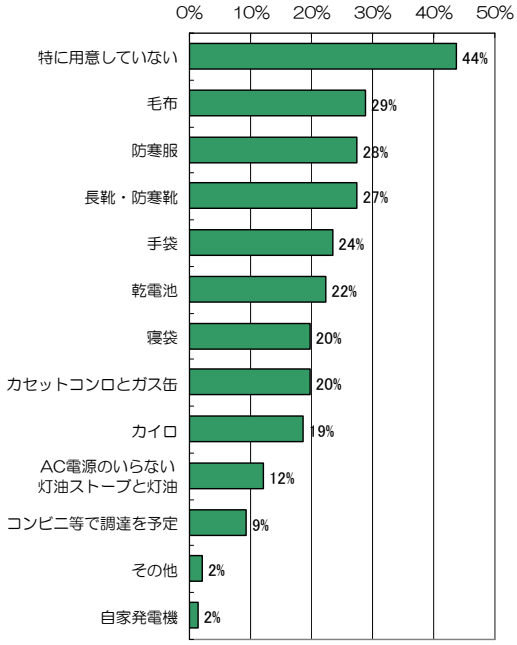


図-1.2.9　冬期災害を想定して食料品の他に用意しているもの（複数回答）

(3) 地震と大雪の同時発生について 6 割が心配（アンケートその 2 より）

冬期間の地震時において、社会活動上、不安に思う事では、「地震と大雪が重なるのでは」が最も多く 57%、次いで「避難所の暖房、食料」を心配される方が 53%であった(図-1.2.10)。

これらの回答について、前者は道東で多く、後者は道央で多い傾向を示した。また、実際に大きな揺れを経験した道東では、情報収集に関する不安が 3 番目に多い回答であった。

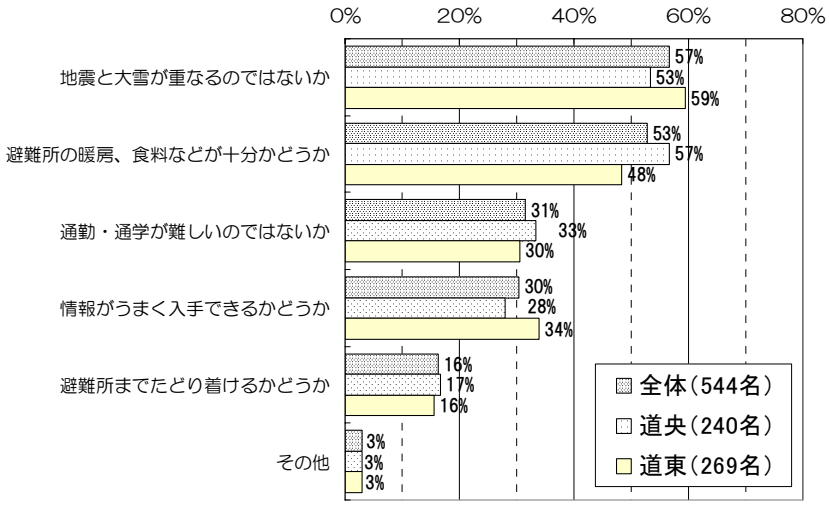


図-1.2.10　冬期間の社会活動上の不安（複数回答）

冬期の災害に関しては、寒さ（暖房の確保）や積雪（避難所までの道のり）に対する漠然とした不安感があるものの、それに対して具体的に準備をするまでに至ってはいないのが現状である。

冬期間は道路や空き地などの都市空間が積雪のため利用できなくなり、災害時の救急活動や災害復旧活動に大きな障害が発生する。また、豪雪や吹雪と地震等の災害が重なる可能性もあり、被害が拡大することも十分予想される。

特に、厳冬期に被災した場合は、健康障害や凍死に至ることも考えられることから、特に迅速な救急･復旧活動と避難所を含めた十分な寒さ対策が求められる。

2.3　高齢化の進展と防災～災害弱者対策の視点から

老年人口（65 歳以上）が占める割合の将来推計値を見ると、北海道は全国平均を上回っており、2030 年で全国平均値 29.6%に対し 33.6%になると推計されている。

今後は災害時に支援することができる立場の市民が減って、逆に支援される側になる市民が急速に増えることが予想され、高齢者や災害弱者に配慮した災害対策が急務である。

(1) 「災害弱者の事前把握・登録」を 8 割が望む（アンケートその 1 より）

高齢者や障害者のための災害対策として行政に何を求めるかについては、最も多いのが「登録など事前把握による適切なサポート」(78%)で、「災害弱者用の避難場所（病院等）の確保」(65%)、「避難場所での医療」(63%)、「避難時の移動の補助」(54%)などの声が挙がっている(図-1.2.11)。

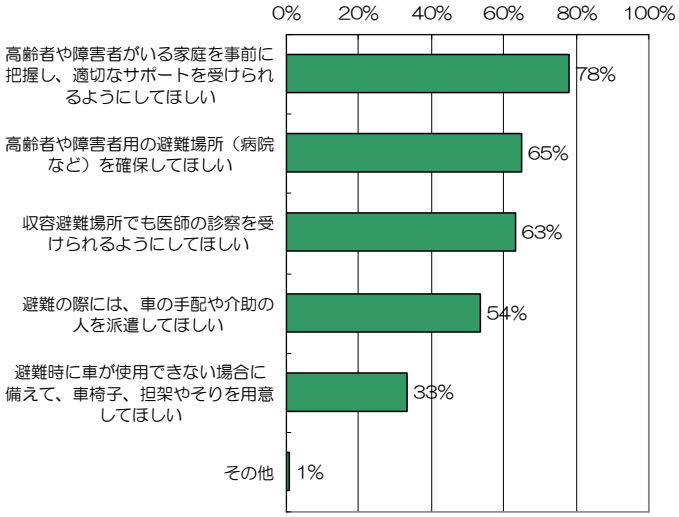


図-1.2.11　高齢者や障害者のための災害対策として行政に何を求めるか（上位 3 つまで回答）

(2) 災害弱者への対応について半数以上の町内会が未検討（アンケートその１より）

次に身近な町内会等での災害弱者への対応を聞いたところ､｢災害弱者について話しをしたことがない｣人が 51%と最も多い。「話しをしてはいないが、近所の災害弱者を助けるつもりである」という回答が 36%見られる。

一方、「現在も今後も町内会、近所と関わりを持つつもりはない」という回答も 14%見られ、都市化の進展により、住民レベルでの災害に対する連携の難しさの一端が現れている(図-1.2.12)。

(3) 高齢になった場合、7 割以上が迅速な避難行動について心配（アンケートその１より）

図-1.2.13 は、将来自分自身が高齢になった場合の災害に対する不安を聞いた結果である。「避難行動がすばやくできるか」(73%)､「寒さに耐えられるか」(64%)､「避難所生活に体力が持つか」(51%)など、体力低下への懸念が現れている。

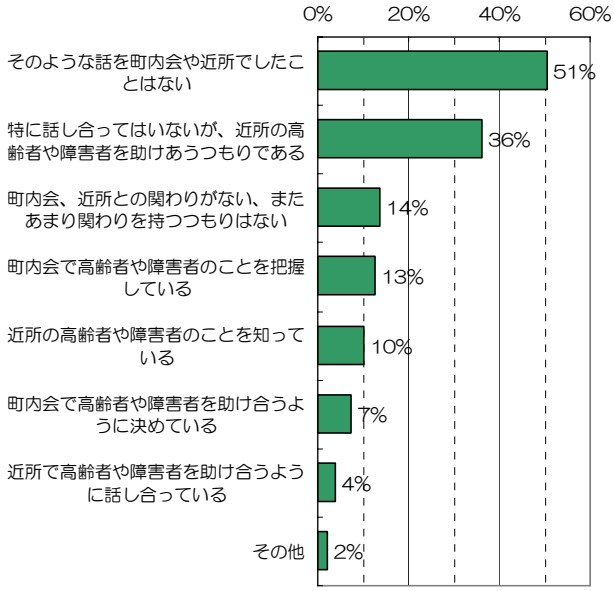


図-1.2.12　町内会や近所での災害弱者に対する対応（複数回答）

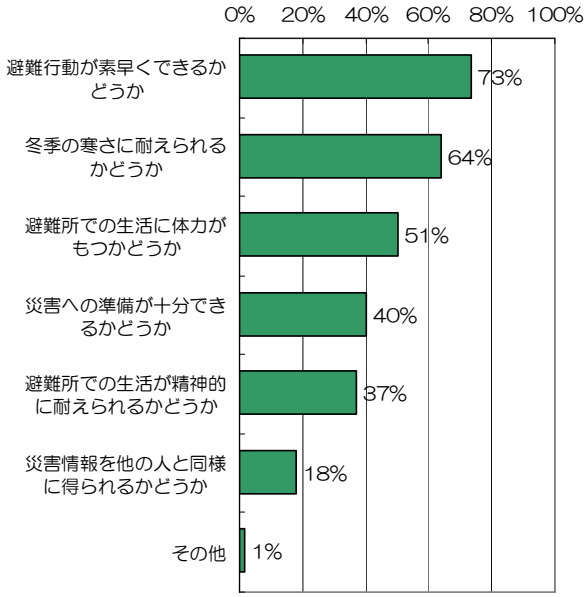


図-1.2.13　将来、高齢になった場合の災害に対する不安（上位 3 つまで）

自身が高齢になった場合、素早い行動や寒さに対する体力低下を懸念することから、行政に対しては事前の現状把握や医療機関との連携強化を求める声が多い。

しかし、現状では町内会単位でも大部分においてこれら災害弱者への取り組みが十分とはいえないなど、個人情報保護に配慮しつつも、地域レベルでのきめ細かな現状把握と日常的なコミュニティーが求められる。

本節をまとめると､防災意識については､地震災害を最も心配している災害にあげているものの、緊急持ち出し品などの準備や避難経路、および家族との話し合いなどは十分とは言えず、防災意識は低い。また、地震直後には防災意識の向上が見られるものの、危機感の低下は早い。今後は、減災へ向けて日常的な防災意識をいかに維持向上させるかに努力が求められる。

冬期間の災害については、寒さや積雪、地震と大雪が重なることに対する不安感は強いものの、具体的な事前準備には至っていない。冬期災害においては地域特性を踏まえた避難行動計画や迅速な救急・復旧活動体制の検討が必要である。

災害弱者については、高齢時の体力低下が心配であり、高齢者の現状把握や医療機関との連携強化について行政の対応が求められる。

最後に、当研究会の活動にご理解をいただいた皆様、特に地震直後で被災された方も多くいる中

でアンケート（アンケートその２）にご協力いただいた皆様に感謝の意を表する次第である。

（参考資料）

1) 内閣府大臣官房政府広報室：「防災に関する世論調査」2002 年 9 月調査、
http://www8.cao.go.jp/survey/h14/bousai-h14/index.html
2) 国立社会保障・人口問題研究所：「都道府県の将来推計人口（平成 14 年 3 月推計）の概要」、
http://www.ipss.go.jp/
3) 内閣府：「防災情報のページ」、http://www.bousai.go.jp/index.htm
4) 国土交通省北海道開発局パンフレット：「平成 15 年（2003 年）十勝沖地震被災状況とその対応」
5) 北海道技術士センター防災研究会情報系部会：「寒地都市における市民の防災意識と災害対応に関するアンケート調査」2003 年 11 月　第 19 回寒地技術シンポジウム

３．都市部地盤の災害要因（地盤系部会）

3.1　都市の自然立地環境と自然災害要因

海に囲まれた日本では都市域は臨海沖積低地に立地し、発展を遂げてきた。臨海沖積低地はその規模が大きいほど、新しい地質時代（第四紀）における沈降や断層などの活構造的な変動を受ける例が多く、これと氷河性海水準変動の影響により、軟弱な地層が堆積した場である。

日本の沖積低地は一般に臨海部に海岸砂州とその後背湿地が発達し、更に背後には扇状地、丘陵地、低山地へと連続する例が多い。砂礫質である海岸砂州、扇状地は地盤の安定性が良く、且つ良質の生活水が得られることから居住の中心的場となり､後背湿地は居住区域として回避されてきた。このような沖積低地とその周辺域を表層地質、微地形や水理的条件に加え、水害等の災害履歴を教訓に巧みに土地利用する知恵は、現代から縄文時代にさかのぼって、いずれの時代でも検証できる自然地理的生活圏成立の基本的条件である。

災害は時代と共に進歩するといわれるが、その謂われは社会構造の変化とそれに伴う土地利用の場と方法の変遷が基本的に大きく関与する。札幌市は大都市の中でも過去に自然災害の少ない都市といわれるが、後者に関して、身近に札幌市の地震災害の例をあげることができる。札幌市を襲った地震の内、現在 50～60 歳以上の市民であれば、最大震度４の地震を４回経験している方も多いと思う。即ち、1952 年十勝沖地震、1968 年十勝沖地震、1982 年浦河沖地震および 2003 年十勝沖地震である。2003 年９月 26 日早朝の地震では、札幌市内で１０４件の被害（市消防局）が発生し、その内容はガス漏れ、漏水、地盤の陥没、落石などである。被害の発生地域別にみると東区２２件、白石区１７件、北区１５件で札幌市の北東部に集中し、この三区だけで全体の５２％をしめる。一方、豊平区、南区、中央区などは５、６件にとどまっている。この被害数は地盤条件と良く対応する。即ち、北東部の三区は泥炭地が分布する扇状地末端から後背湿地にかけての地盤の軟弱な地域であり、後者は扇状地から丘陵地、低山地麓部にかけた地域である。このような札幌市の地盤特性と地震被害を受けやすい地域の関係は、被災歴を通じた研究によってほぼ明らかにされつつある。しかし、都市型災害の典型例とされる人工地盤（造成盛土）の崩壊は、1952 年十勝沖地震に際しても見られたが、丁度５０年を経過した 2003 年十勝沖地震でも同様に発生し、被災は繰り返されている。詳細に見ると 2003 年発生した清田区の新興住宅地の“液状化“は、沢部を盛土した箇所で発生しているが、この土地は 1952 年当時、郊外の未開発地であった箇所である。1952 年地震では現在の清田区から厚別区にかけての丘陵地縁辺の造成盛土が崩壊した。これは都市域への人口集中により、これまで居住区域として回避してきた低湿地や丘陵地・低山地麓部の宅地開発による居住区域の拡大が進行し、その結果、脆弱な地盤を都市域に包含することになった結果が､”都市型地盤災害“を繰り返し発生させる原因となっている。また、都市域の低湿地への拡大は、舗装・排水施設等による雨水涵養機能の低下、地下水利用と地盤沈下のような利害相反する要素を抱える都市域にとって脆弱な被災体質を生み出す要因ともなる。札幌市の東北三区の今回の被災例は、改めて札幌市域の地盤特性を再認識する契機といえる。特に低湿地は、地震時の地盤災害のみならず、洪水氾濫と複合し、自然災害による被災状況を左右するもっとも重要な自然的条件である。札幌市が 2004 年から 2005 年にかけて洪水ハザードマップを作成、各区住民に配布する対応は、札幌市域の自然災害への予防的対応として非常に重要である。

札幌市は地域防災計画で、マグニチュード 6.5、震度６強の直下型地震を想定している。石狩平野は、手稲山地と平野部を境する北西－南東方向の伏在断層の可能性や当別断層、石狩平野東縁断層帯、石狩川の蛇行から推定される潜在活褶曲構造等、複雑な活構造系に規制され形成されていると推定されるが、なお調査段階にある。近代都市札幌が歴史時代に経験のない被害を更に精度良く想定する研究が必要である。また、都市の活発な産業活動がもたらす水質・地盤等の環境汚染も都市に内在するリスクとして、都市環境整備を合理的な防災・環境型対応の観点から検討が望まれる。

3.2　札幌市の地震災害環境

(1) 札幌では 1876 年（明治 9 年）より震度観測が行われているが、これまで（2004 年 11 月まで）の約 130 年間、震度 5 以上を一度も経験していない。また、震度 4 も 10 回程度しかなく、それらの内、震源位置が判明しているもののほとんどが北海道南部～南東部における太平洋プレートと北米プレートとの境界又は太平洋プレート内部の大地震によるもので、過去半世紀では、1952 十勝沖・1968 十勝沖・1982 浦河沖・2003 十勝沖の 4 回のみである。

これらは震源域周辺地域に多大な被害をもたらしたが、札幌では一部地区で「谷埋め盛土地盤の液状化」による住宅の沈下被害や負傷者等が発生したものの、大災害には至らなかった。

一方、札幌（圏）における内陸直下型地震で唯一、歴史記録として残っているのが 1834 年石狩地震（推定 M=6.5）である。当時は、現在の市街地に人がほとんど住んでいなかったため、石狩湾岸にあった松前藩の建物等を除き被害はなかったとされている。しかし、北区・東区で行われた遺跡調査に伴い、多くの「噴砂跡」や「液状化跡」が発見されており、現在の石狩市・厚田村・当別町の一部及び札幌の北東部の広範囲にわたって震度 5 以上の強震動に見舞われた可能性がある。

次ページ以降に、北海道地質図作成プログラム Gmap（羽坂俊一氏開発）を使用し、石狩低地帯周辺の（活）断層・主要地震の震源位置等・石狩地震による推定震度分布（河角による震央距離 100km 以下の経験式で M=6.5、深さ 13km として計算。震央は図の×印より 6km 程南西であった可能性がある）を示す。また、参考のため、2004 新潟中越地震の本震による推計震度分布（気象庁 HP より引用）を同一縮尺で併記した。

なお、札幌圏直下型については局所的有感地震や微小地震が散発的に発生するものの被害記録はなく、石狩地震以降 170 年間にわたり、静穏状態が続いている。

(2) 札幌市内を対象とする物理探査手法を主体とした深部地下構造調査の結果は、平成 16 年度中にまとまる予定であるが、周辺山地部における地質調査・過去に市内で実施された深さ 1,000m 以上の温泉や石油探査のための試掘井・500～750m の微小地震観測井等から推定される地質構造も含め、Vs=3,000m/s 程度以上の地震基盤（地質的には定山渓層群相当）の形状とそれ以浅の構造がほぼ推定把握された。（札幌の地下構造－中間結果パンフレット・平成 16 年 3 月札幌市発行）。この調査結果により「強震動を伴う地震が発生した場合の震動性状・分布」の大局的シミュレーションが可能となるであろう。

一方、札幌市直下における地殻応力の状態はほとんど未解明である。また、北大等の地震観測により北西～南東方向に推定された「市内直下有感及び微小地震の震源分布帯」に対応するような地下構造の不連続は確認されていない。札幌市を含む石狩低地帯には、南北方向の地層の褶曲構造（凸部が背斜と呼ばれる）が伏在している。例えば、茨戸地域に伏在する茨戸背斜は、石狩川がこの付近で異常蛇行することや背斜構造の東側に東側隆起の逆断層が伏在することなど、第四紀の東西圧縮性のテクトニクスに関連する構造が存在する。また、1834 年石狩地震やそれ以前の液状化跡が多数確認され、札幌圏全域が繰り返し強震動を受けてきたことも明らかになりつつある。札幌市内の内陸直下型地震を考える上で、伏在断層（ブラインドスラスト）の存否やその構造、及び活動性の解明は、今後、重要な課題になっていくと考えられる。

(3) 北海道（調査機関：北海道立地質研究所）による活断層調査において、札幌市近郊の石狩低地東縁断層帯や当別断層帯の活動性が解明されつつある。活断層の長さや変位量から地震の規模を経験的な手法で推定することができるが、強震動予測に必要な震源の位置やアスペリティ（地震時に主たる波源となる岩盤固着域）分布等、今後解決すべき課題も多い。発生時期に関する確率評価は、設定条件により大幅に変動するといった問題点も指摘されている。なお、政府の地震調査研究推進本部の石狩低地東縁断層帯（札幌の東側約 40km・南北方向に分布）の評価は、全長約 66km にわたって活動する場合、30 年確率で 0.05～6%以下、推定 M=7.8、札幌市域における震度は 5 弱～6 強（東

区・白石区・厚別区）程度としている。

(4) (1)で述べたように太平洋側で発生するプレート境界（又は内部）型大地震により、震度 4 を経験している。最近の津波堆積物の研究（北大環境科学研究科・産業技術総合研究所・明治コンサルタント（株）等による）により、M=8 を大きく上回る巨大地震が概ね 500 年前後の周期で発生してきた可能性が示された。発生周期から、近い将来に巨大地震が発生する可能性も指摘されている。その場合、太平洋に面する地域では強震動や津波による大災害となることが予想され、札幌でも震度 5 程度が予想されている。

なお､北海道西方沖の日本海でユーラシアプレートと北米プレートとの相互作用による地震(1993 北海道南西沖地震がその典型）が石狩沖で発生する可能性もある。地震調査研究推進本部は 1940 年に同海域で M=7.5 の神威岬沖（積丹半島沖）地震（死者 10 名）があったことから、30 年確率はほぼ 0%としている。

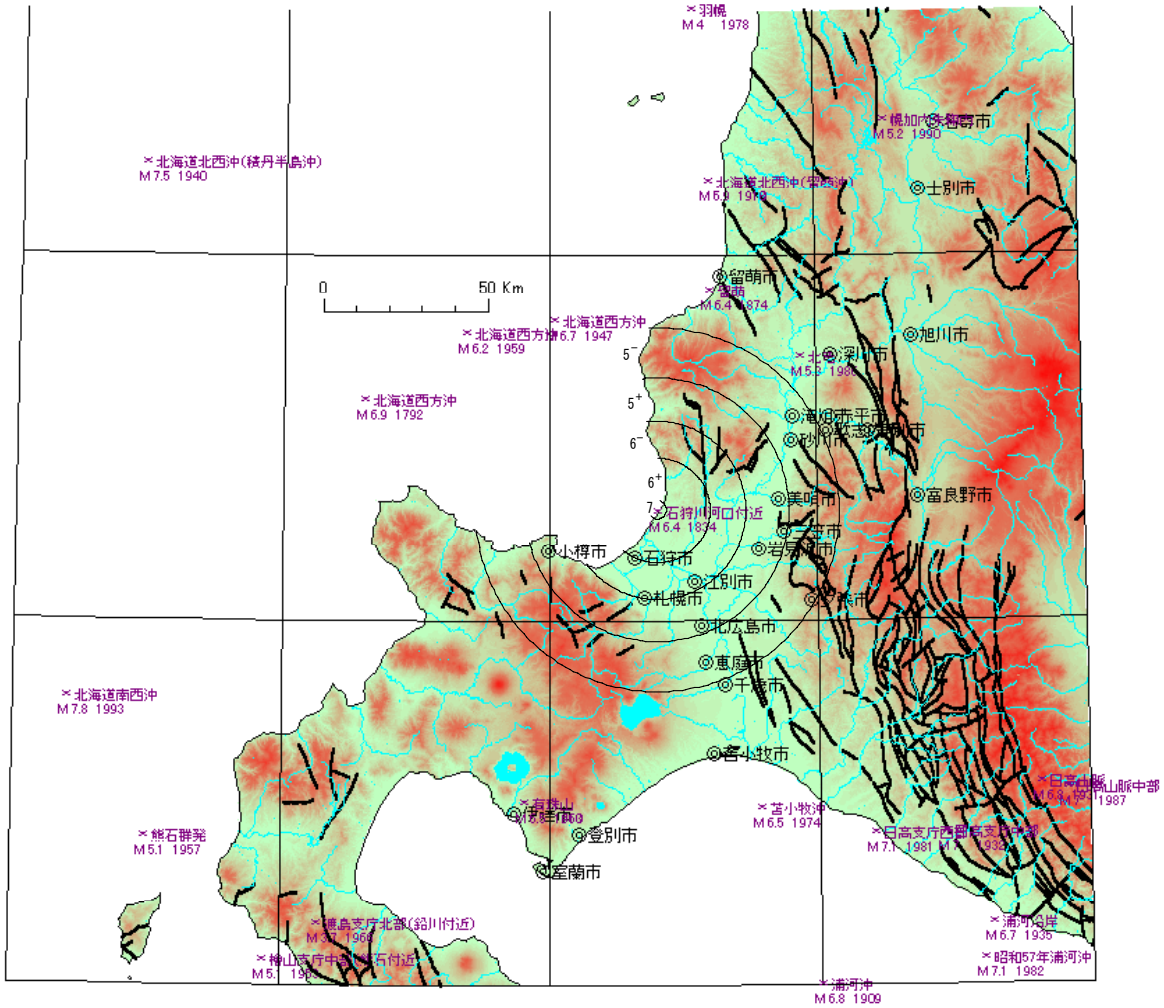
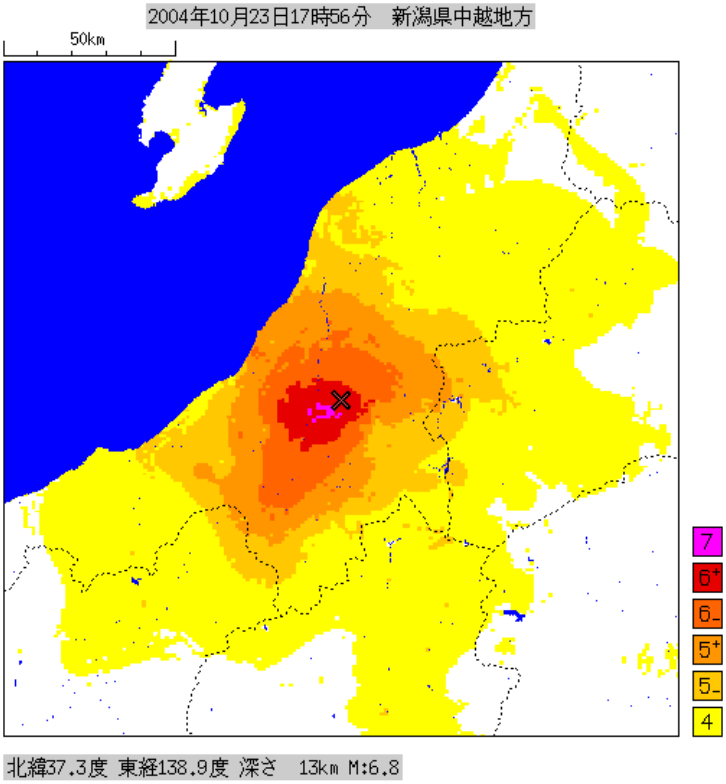


図-1.3.1　石狩低地帯周辺の（活）断層分布・主要地震の震源位置（規模・発生年）・1834 石狩地震（M=6.5、深さ 13km と仮定し、河角の経験式を適用）による推定震度分布等を一括表示。

図-1.3.2　2004 新潟中越地震（本震）の推計震度分布。

気象庁によれば、「推計震度分布」とは、震度観測地点での実測値や地盤増幅度を考慮しつつ約 1km メッシュ毎に推定した震度を面的に図化したもの。



3.3　札幌市の土砂災害環境

札幌の地名は「サッポロ＝乾いた大きい」という意味があるとされる（萱野、1996）。現在の札幌市の大部分はこの比較的乾いた土地である豊平川扇状地上に位置することから、これまで斜面災害等は比較的少ない傾向にあった。しかし、近年の都市周辺部への市街地の拡大や谷地形部への盛土造成等によって、周辺山麓部の自然斜面や市街地内部の人工斜面における斜面災害（表-1.3.1）に対する危険度も増してきている。

表-1.3.1　都市山麓部の斜面災害（リスク）

誘　因		斜面災害形態
自然的誘因	豪雨・融雪	落石・がけ崩れ
		地すべり
		泥流・土石流
	地　　震	落石・がけ崩れ
		地すべり
	豪　　雪	雪　　崩
人為的誘因	地形改変 森林伐採等	落石・がけ崩れ
		地すべり
		泥流・土石流

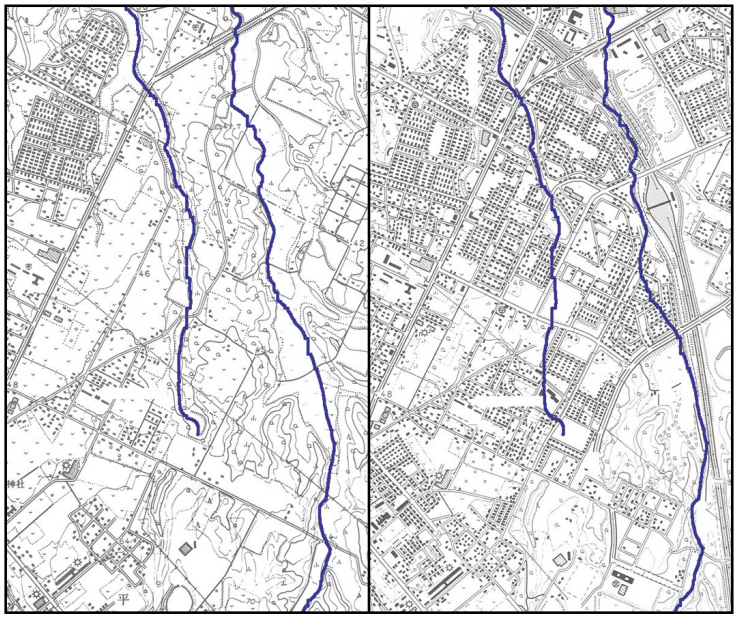
都市山麓部は、本来、自然と居住地の間の緩衝域としてあることが望ましい区域であるが、近年の都市部への人口集中に伴って、札幌市でも山麓部に新興住宅地や災害弱者施設（全国 139,000 の災害弱者関連施設の内、約 19,000 施設が危険箇所に立地）が広がりつつある。それにより防止対策等のハード対策をいくら進めても危険箇所が増えていく状況にあり、近年では、これらの都市山麓部における斜面災害が全国的にも増加しているとされている。

札幌の市街地と隣接した山麓斜面としては、手稲山の北東側斜面や藻岩山、円山、三角山、硬石山などの独立峰の周辺斜面、真駒内南方の軽石流堆積物から構成される台地縁辺部などがあげられる。これらの斜面では、専門家や学識経験者による調査により、「土石流危険区域」や「がけ地（急傾斜地崩壊危険区域）」などの危険区域の指定が行われているが、原則として調査時点で保全対象数等が基準（表-1.3.2）を満たしていない箇所については指定が行われていないのが現状である。また、市街地の内部にも扇状地や段丘の間を人工的に埋め立てた谷埋め盛土斜面が各地に散在している（図-1.3.3）。「地すべり」については、一般に「地すべり等防止法」にもとづいて「地すべり防止区

域」の指定がなされるが、現時点で札幌市の人口集中地域に隣接した指定地は存在しない。その一方で、地すべり学会北海道支部では、空中写真判読により北海道全域の「地すべり地形」の抽出を行っており、札幌市の人口集中地域の近郊にも「地すべり地形」が分布することを示している（図-1.3.4）。ただし、これらの「地すべり地形」は同書の解説にもあるように過去に活動したものが停止して残った地形も含めていることから、現時点での危険地帯等を抽出したものではないが、開発にあたっては十分な注意が必要である。

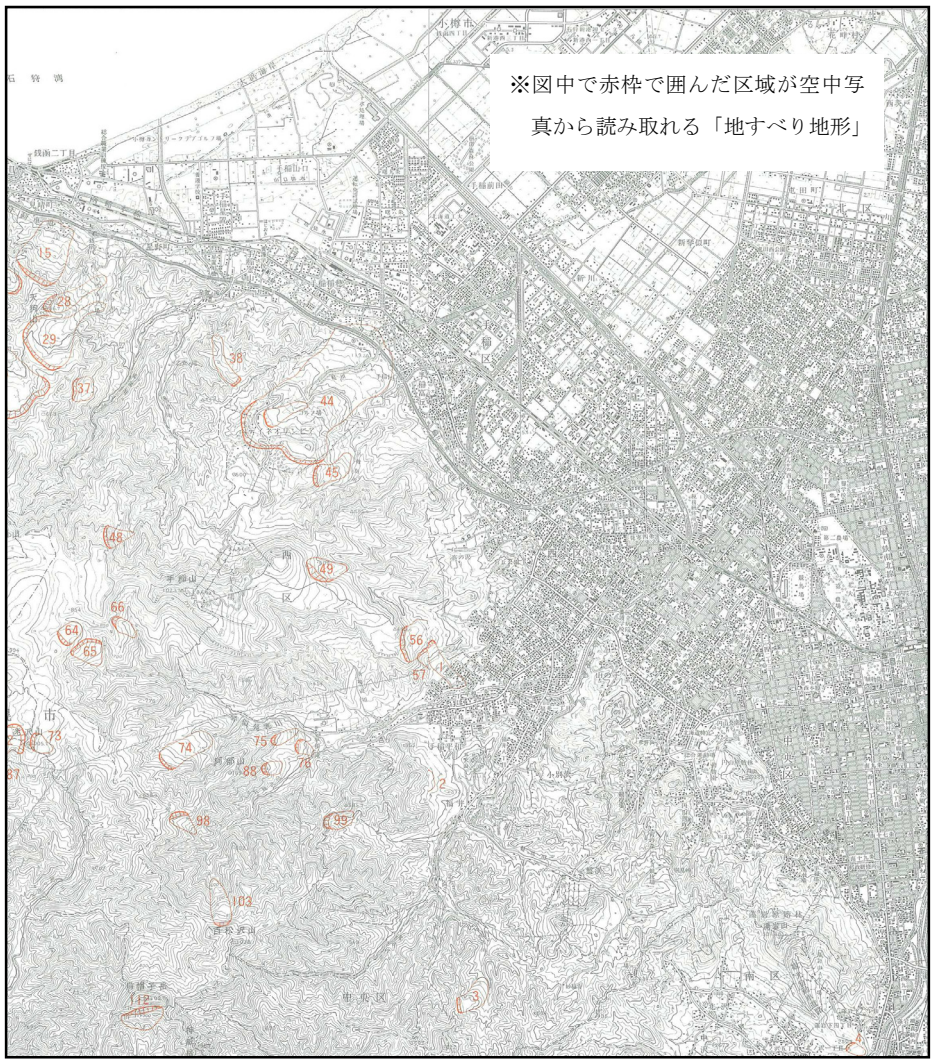
表-1.3.2　危険区域の指定基準

土石流危険区域	土石流の発生の危険性があり、5 戸以上の人家（5 戸未満でも官公署、学校、病院、旅館等のある場合を含む）に被害が生じるおそれがある渓流の下流区域
が　け　地	傾斜度 30 度以上、高さ 5m以上の急傾斜地で被害想定区域内に人家がある区域



（（財）日本地図ｾﾝﾀｰ「地図で見る札幌の変遷」より引用、青色で沢筋を加筆）

図-1.3.3　古い地形図（左）と宅地造成後の地形図（右）



（地すべり学会北海道支部監修「北海道の地すべり地形」より引用）

図-1.3.4　札幌市近郊の地すべり地形分布

3.4　人的生産活動と災害要因

(1) 都市部の地盤沈下

地盤沈下は、斜面崩壊や液状化など他の地盤災害と比べて、動きが緩慢であり対象地域も広いため、災害としての印象は薄いが、市民の生活・生産活動に悪影響を与えていることには変わりはない。地盤沈下は、主に地下水の過剰揚水よって、沖積平野の地盤上部にある軟らかい土（沖積層）が圧密沈下を起こす事によって生じる。札幌など北海道の都市部の地盤沈下は、一部更新統も含めた厚い沖積層全体の沈下と、表層の軟弱な泥炭層の沈下に分けられる。

沖積層全体の沈下は、深部の被圧地下水の揚水過剰が原因であり、1970 年代の高度経済成長期には揚水も激しく沈下も進行したが、その後揚水規制などによる沈下対策が効果を発揮している。しかし表層の泥炭の沈下は、被圧地下水の揚水の影響よりも、表層の自由面地下水の水位変動、積雪荷重の影響、泥炭の不可逆的な変形挙動などが複合して生じており、揚水規制後も沈下が継続しているのが特徴である。

ここでは地盤工学会の「北海道の泥炭地盤の沈下と対策」[1)] を参考に、泥炭地盤の沈下特性をまとめ、都市地盤の新たな災害要因について考察する。

①泥炭地盤の沈下は続く

図-1.3.5 は、都市化されつつある札幌市東部の泥炭地盤で、自記記録計により８年間の沈下を連続記録した結果である。沈下計の基礎は完全に更新統に固定してあり、沖積層内にも層別沈下計を設置して軟弱粘土の沈下も分離できるようにしているが、図の沈下のほとんどが表層５～８ｍに分布する泥炭層で生じている。特徴を見やすくするため、沈下量は 15 日間移動平均で示した。冬の積雪期は平常時より２cm 程度多く沈下し、春の融雪期や秋の多雨期になるとリバウンドして戻る。しかしリバウンドを繰り返すたびに残留沈下量が残り、最大値は№２で 13cm／８y(1.6cm/y) に達している。

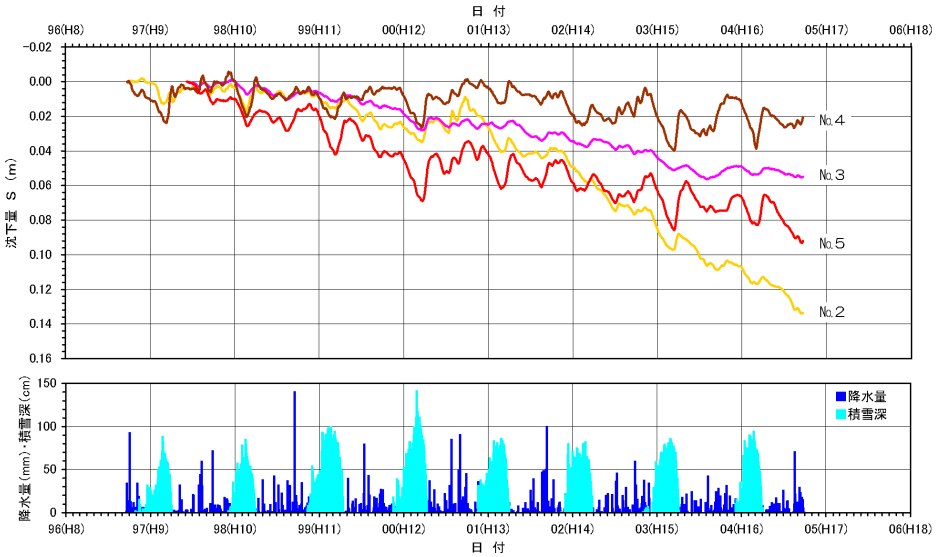


図-1.3.5　地盤沈下量変動図(15 日移動平均)

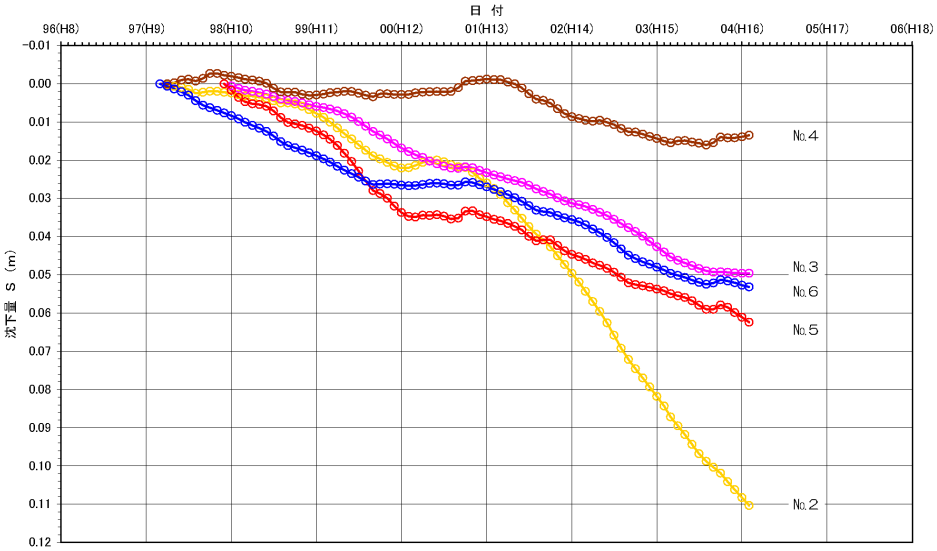


図-1.3.6　地盤沈下量変動図(13 ヶ月移動平均)

図-1.3.6 は沈下傾向を知るために 13 か月間移動平均で表示した。５地点ともきれいな沈下傾向を示している。

このように都市化されつつある泥炭地盤では、今も着実に沈下が進行しているのである。

図 1.3.7 は国土地理院の水準点観測結果から、札幌北部泥炭地にある観測点を 20 年間にわたって抜き出したものである。1970 年代には西区の水準点が、1980 年代には白石区と厚別区の水準点が大きく沈下している。4 地点とも数年で沈下が大きく進行し、その後は穏やかな沈下が続く傾向がある。最大沈下量を示す厚別区のデータでは 56cm／20y（2.8cm/y）となっている。この主な原因を生活環境整備に伴う公共事業の影響とする見解もある。

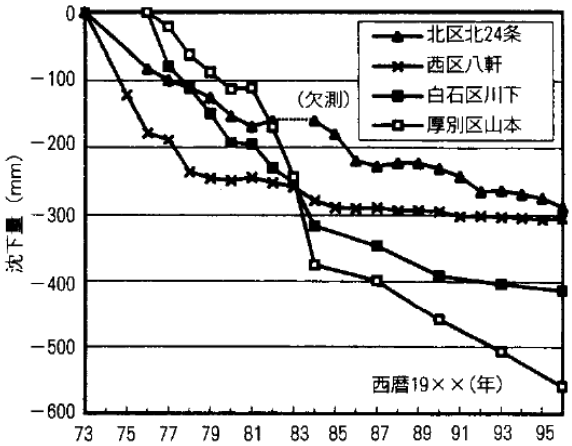


図-1.3.7　泥炭地水準点の経年変化

②札幌市周辺の沈下区域

1996 年札幌市は、札幌市近郊の測量水準点 203 点を改測し、各水準点の年間沈下量を求めた。図-1.3.8 は札幌市近郊で年間 1 cm 以上の沈下がある区域を示したものである。沈下区域は北部の低地帯に集中して生じていることがわかる。また同じデータを札幌市の地形区分ごとに分析した結果、南部の台地や扇状地では２～３cm/10y の沈下にとどまるが、北部低地は 10～20cm/10y、泥炭地では 30～40cm/10y に達することを示している[2)]。また、図-1.3.9 は「札幌表層地盤図」[3)] から厚さが２m以上の泥炭分布域を示したものである。年間 1 cm 以上の沈下区域と、厚さ２m以上の泥炭分布域がきれいに一致することがわかる。

このようなデータから、年間数 cm に及ぶ大きな地盤沈下が生じている区域は、泥炭地盤であることがわかる。

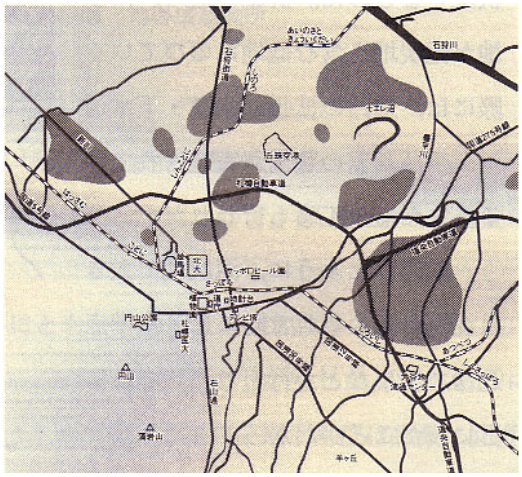


図-1.3.8　札幌市と近郊の地盤沈下域
（年間 1cm 以上の所を図示）

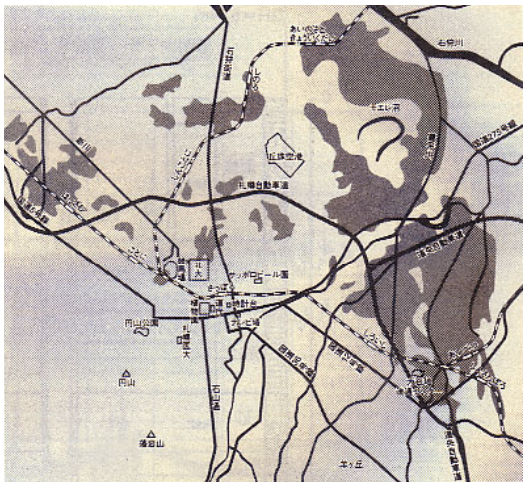


図-1.3.9　札幌市と近郊の泥炭地
（泥炭の厚さが 2m 以上のところを図示）

参考文献

1) 地盤工学会北海道支部、泥炭地盤の広域沈下に関する研究委員会：2002 年、北海道の泥炭地盤の沈下と対策
2) 松下勝秀ほか：1985 年、石狩泥炭地の生成とその変貌、地下資源調査所報告第 57 号
3) 二ツ川健二ほか：1994 年、札幌表層地盤図（２m深図）および同解説書

(2) 土壌環境汚染

日本全域における潜在的土壌汚染箇所は膨大である。

（社）土壌環境センターの推定では製造業、非製造業の事業所数合わせて、約 88 万箇所、面積では約 14 万 ha とされている。

一方、環境省が公表した土壌汚染箇所は平成 14 年 3 月までの累積で約 800 箇所にすぎない。

土壌汚染物質として土壌汚染対策法では鉛等 24 項目としており、この中には重金属、揮発性有機化合物（VOC）、農薬等が含まれている。

事例として多い物質は重金属では鉛、ヒ素、六価クロムであり、VOC ではトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロエチレン等である。

このうち北海道の事例としては重金属等で 5 箇所、VOC で 15 箇所の計 20 箇所と少ない。

北海道における土壌や地下水の汚染について、この他に公開されている資料に北海道の環境白書があるが、この白書では大枠が記載されているのみで、その詳細はほとんど公開されていない。

地下水の分析結果は「地下水の測定結果」に記載されているが、場所については私有地ということで詳細は明らかにされていない。

ただし、ダイオキシンについてのみは北海道のホームページで公開されている。

４．豪雪・豪雨による交通被害（交通系部会）

4.1　豪雪と都市交通～平成 8 年豪雪を検証する～

(1) 気象状況の推移

1 月 8 日未明から台風なみに発達した低気圧は、11 日午前にかけて札幌、小樽など道央を中心として道内各地に猛烈な吹雪をもたらした。陸・海・空の交通機関は道央各地でまひ状態となり、朝の通勤の足は大きく混乱した。

その猛威の状況をみると、低気圧は猛烈に発達しながらオホーツク海南部に達し、北海道上空 5,000m 付近には氷点下 40℃前後の強い寒気が入ってきた。8 日午前 9 時から 9 日午前 9 時までの降雪量は、小樽で 1 日として観測史上最高の 84cm、札幌で 54cm、倶知安で 64cm を記録し、札幌、小樽の午前 9 時の積雪は 1m を突破した。風速も海岸部を中心に 20m/s を超え、浦河では午前 7 時過ぎに最大瞬間風速 33.3m/s を観測した。図-4.1.1 から図-4.1.3 に、札幌管区気象台による小樽地方の 1 月 8 日から 10 日までの降雪深、気温、風速の推移の状況を示した。

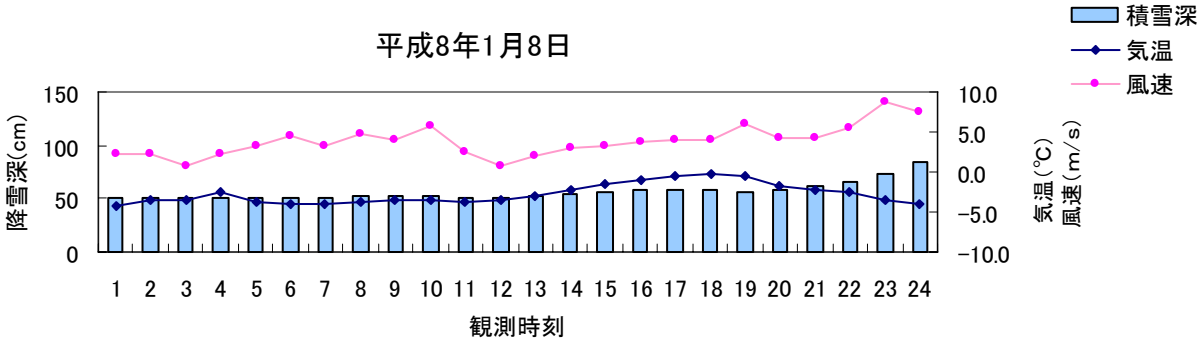


図-4.1.1　1 月 8 日の降雪深、気温、風速（小樽地方）

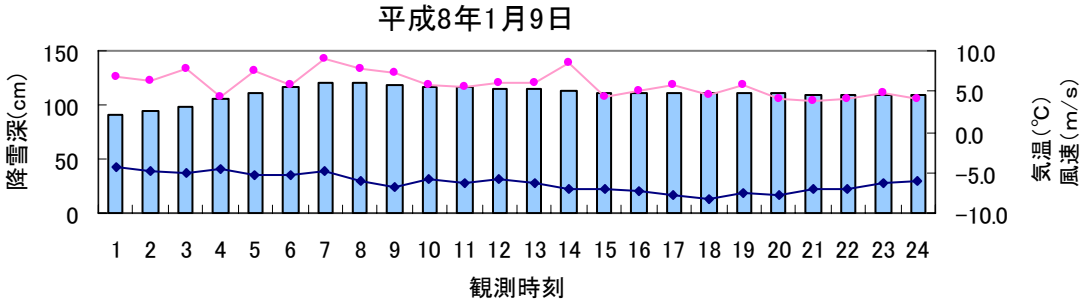


図-4.1.2　1 月 9 日の降雪深、気温、風速（小樽地方）

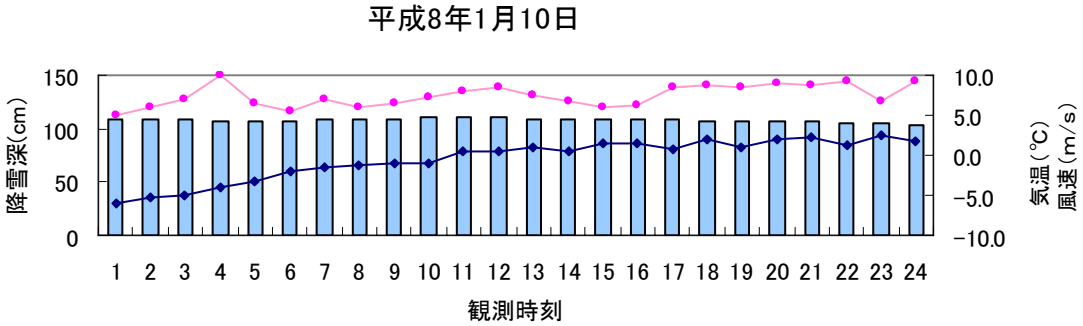


図-4.1.3　1 月 10 日までの降雪深、気温、風速（小樽地方）

(2) 道路の被害状況と管理者の対応

豪雪によって都市内交通および関連交通機関が大きな影響を受けた事例として、平成 8 年 1 月 9 日の国道 5 号張碓地区の通行止めを振り返るとともに、管理者の対応の実態について整理する（表-4.1.1 を参照）。

①一般国道 5 号張碓地区の事例

1 日で 84cm という降雪と猛吹雪により、吹き溜まりや視界不良が生じた。ワイパーも効かない状況の中、のろのろ運転により車そのものが吹き溜まりの原因にもなった。通行止めの直接の原因は大型車両の立ち往生であったが、除雪が追いつかず復旧には 8 時間を要した。立ち往生した車内にいるドライバーには情報が十分に行き渡らなかったことも事実である。

これを教訓とし、現在では車線拡幅と ITV の増強により、気象状況に応じた適切な運搬排雪が実施されている。

②管理者の対応

小樽市は 9 日午前 9 時 30 分、総務部に「緊急対策室」を設置して情報の収集や管内のパトロールを行いながら、道路の確保や通常の市民生活の復旧を急いだ。

札幌市は 9 日夕刻、1978 年 2 月以来 18 年ぶりに「緊急対策本部」を設置し、10 日午前 7 時 30 分、北海道を通じて陸上自衛隊に、大雪に伴う災害派遣要請を行った。陸自はその要請を受け、同日午前 10 時から、人員 190 人、車両 90 台の災害派遣部隊を出動させた。

一方、北海道では 10 日午後 2 時 30 分、1964 年に地域防災計画が策定されて以来初めて、道、開発局、札幌管区気象台、道警、陸上自衛隊北部方面総監部等、関係 14 機関による「雪害対策連絡部会議」を開き、対策などを協議した。

表-4.1.1　1 月 8 日から 10 日までの被害状況と管理者の対応

	被害状況	管理者対応
8日		23:00　札幌市除雪車を投入
9日	0:00　札樽道通行止め 1:30　国道 5 号約 100 台の立ち往生 3:30　国道 5 号（朝里～銭函）通行止 4:50　吹雪にて視界不良による死亡事故：石狩生振 5:00　国道393、229通行止 中央バス始発より小樽市内＆札樽高速バス全便運休。 国道 5 号最大 16 時間通行不能 9:00　札幌交通局地下鉄を除き全面運休 14:00　国道229解除 16:30　国道5号解除	00:10　除雪出動指示，午前 00:20　警報発令 1:00　札幌市除雪車900台フル稼働体制 2:20　雪上車出動，国道5号救出作業開始 3:00　3:00 より小樽市は 30 時間以上の除雪を続行， 夕刻までにバス33路線のうち23路線 札幌市 900 台，札幌土現 850 台，道路公団 190 台の除雪車を投入 9:30　小樽市雪害対策室設置 道警本部、旭川方面本部に災害連絡室設置 14:00　国道5号の100台を救出 16:30　札幌市「緊急雪害対策本部」1 回目会合実施 陸自へ応援出動要請の打診→陸自派遣準備開始
10日	7:30　国道393解除 除雪作業の最大障害は放置車両、路上駐車 排雪場の不足	3:00　3:00 より小樽市は 30 時間以上の除雪を続行， 夕刻までにバス33路線のうち23路線 7:00　札幌市バス路線を含む幹線道路約 1200 kmの除雪完了 7:30　札幌市陸上自衛隊に災害派遣要請 11:00　陸上自衛隊トラック 90 台，190 名出動 札幌市消防局：「雪害による火災・落雪特別警戒」発令 14:30　道「雪害対策連絡部会議」（14 機関：道，道警，気象台，開発局，食料事務所，陸地総監部，JR，NTT）開催

(3) タクシーＧＰＳを用いた札幌市内の豪雪時の交通実態

①調査概要

積雪寒冷地域では、豪雪などの際には著しく交通モビリティが低下する。GPS によって運行管理を行っているタクシー会社 2 社のタクシー走行データと札幌市内を運行する路線バス会社 4 社の運行状況を用いて、札幌市の幹線道路を対象に、記録的な豪雪が発生した日と除排雪作業が終了した後の交通状況を調査した。

タクシー台数は 2 社あわせて 115 台であり、1 データファイル当たり運転交代毎の約 400km の走行状況が電子ファイル化されている。また、路線バスの旅行速度については、札幌市内を運行している路線バス 4 社（札幌市営バス、北海道中央バス、ＪＲ北海道バス、じょうてつバス）を対象に、バス運行状況を聞き取り調査し、その結果からバス停毎の旅行速度を算出した。

豪雪のため道路交通が麻痺状態になった平成 13 年 12 月 10 日～平成 13 年 12 月 14 日と、除排雪作業が完了した平成 14 年 1 月 7 日～平成 14 年 1 月 11 日の交通状況を把握した。平成 13 年 12 月 9 日から 12 月 14 日までの降雪は、6 日間で合計約 100cm、とくに 12 月 1 日の 24 時間では約 40cm の降雪があった。一方、平成 14 年 1 月 6 日から平成 14 年 1 月 11 日は、6 日間で合計約 15cm、1 日平均約 3cm である。国道 8 路線（5 号、12 号、36 号、230 号、231 号、274 号、453 号）と環状道路 2 路線（道道札幌環状線、道道西野真駒内清田線）を解析対象とした。

②調査結果

今回の調査によって得られた各路線別の平均旅行速度は次のようである。豪雪時には路線全体で旅行速度の低下が見られ、札幌市内全体ではタクシーでは 23.8km/h から 17.6km/h に、路線バスでは 21.0km/h から 11.3km/h にそれぞれ旅行速度が低下している。速度比では、タクシーで約 73.9%、路線バスで約 53.8%に低下しており、路線全体としてはタクシーよりも路線バスが豪雪による影響をより大きく受けたことになると考えられる。

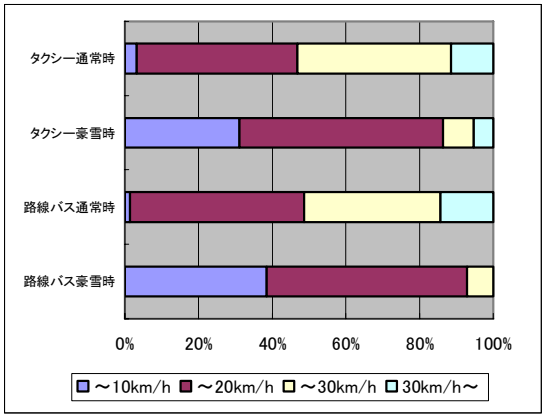


図-4.1.4　旅行速度の出現頻度

次に今回の調査結果をセンサス区間毎に集計し、旅行速度の出現頻度を図-4.1.4 に示した。この図よりタクシー、路線バスとも豪雪時には旅行速度 10km／h 未満の発生割合が 30%以上で、通常時の約 10 倍の発生割合となっている。さらに旅行速度 20km/h 未満が 90%以上となっており、市内のほぼ全体が渋滞状態であったことが推測される。

③今後の豪雪対応のあり方

豪雪時に交通特性が悪化することは至極当然のことと考えられるが、工学的原因は積雪による幅員減少と路面の問題である。豪雪時は、連続した降雪に対し除雪能力が物理的に不足することと、交通量の多くなった道路上で除雪作業が不可能であること、吹雪等で視程が極めて短く除雪車が走れないことが決定的な問題である。また、高速道路、一般国道、道道、市道といった道路の性格によって除雪水準が異なることと、それらの除雪作業が連動しにくいことも課題である。加えて、路面の問題が交通特性に大きく影響する。1990 年以来スパイクタイヤが法律により規制されてきているが、それにより運転者がより慎重に運転するため、冬期の追従運転挙動が著しく変化し、都市内の交通容量を大幅に低下させている。スパイクタイヤが使えない状況においてはこの問題から脱出することは不可能であり、道路利用者側の受容も必要と考えられる。

今後、公共事業費の削減、とりわけ維持管理費の削減を避けて通れない時代に、どう対応していくかは大きな課題である。少子高齢化、人口減、緊縮財政の時代に、どのように豪雪という危機への対応を考えていくのか、除雪に関するサービス内容、効用および限界についてサービスを提供する側からの説明責任を果たし、道路の維持管理全般も含め市民とともに今後にあり方について合意形成を図っていくことが重要であると考えられる。

(4) 鉄道の被害状況と管理者の対応

8 日から北海道南部に近づいた低気圧は、9 日未明に、一旦千島方面に通り過ぎたが、進路を曲げてオホーツク海西部に停滞した。このため道央圏に北風とともに寒気が入り込み、後志北部と石狩中部・南部地方に局地的な豪雪と猛烈な吹雪をもたらした。10 日には、各地で強風に見舞われ根室線広内信号場の風速計は、最大 38.6mを記録し、25m以上の強風が 9 時間以上続いた。さらに 11 日にも、根室線、学園都市線で強風による運転規制が発令となった。

この低気圧の影響により、①各構内ポイント不転、②函館線張碓～銭函間では、高波による下り線陥没による単線運転、③根室線広内～西新得間と学園都市線あいの里公園～石狩太美間では、強風による運転規制が発令となったため、大幅な遅延と運休が生じるなど大きな輸送障害が発生した。

函館線張碓～銭函間では、9 日午前 9 時 15 分頃、函館線の張碓～銭函間で強風による高波のため、下り線護岸擁壁背面が延長約 5m、幅 1.5m、深さ 4mにわたって陥没しているのを、保線係員が発見した。直ちに手稲～小樽間の運転を中止して復旧作業を開始したが、波浪による護岸基礎部の洗掘を受け、10 日早朝には再び不通になった。このため、被災していない上り線を使用して、午前 10 時過ぎから 1 時間に上下各 1 本程度の運転を再開した。

また、11 日には、手稲～小樽間の輸送は朝夕のラッシュ時間帯上下線とも 1 時間に 1～3 本の運転とする暫定ダイヤを決定し、列車は全て各駅停車とした。合わせて手稲～小樽間には列車の定期券で利用できる札樽自動車道経由の臨時直通バスを運転した。

根室線では、広内～西新得間（十勝管内新得町）の強風のため、札幌～釧路間を運行していた特急列車上下 5 本が運転を取りやめた。これに伴い 10 日未明までに、新得駅等で強風の収まるのを待っていた列車は最大 4 時間 20 分立ち往生した。

結局、断続的に 9 時間以上継続した強風のため運転再開の目処が立たず、各列車は 10 日午後 11 時過ぎから札幌駅や帯広、釧路駅に引き返した。乗客約 1,100 人のうち約 880 人が車内で 1 泊を過ごした。

その他にも、学園都市線が全面運休、函館線の札幌～岩見沢や千歳線の札幌～苫小牧間などは 1 時間に 1～2 本の間引き運転とするなど、9 日だけで特急は 66 本が運休した。

1 月 8 日から 1 月 12 日までの 5 日間における人力除雪体制は延べ 4,146 人。その他、函館線の路盤復旧には延べ 330 人を要した。この間、運休は 865 本、影響人員は約 286,000 人に及んだ（図-4.1.5 を参照）。

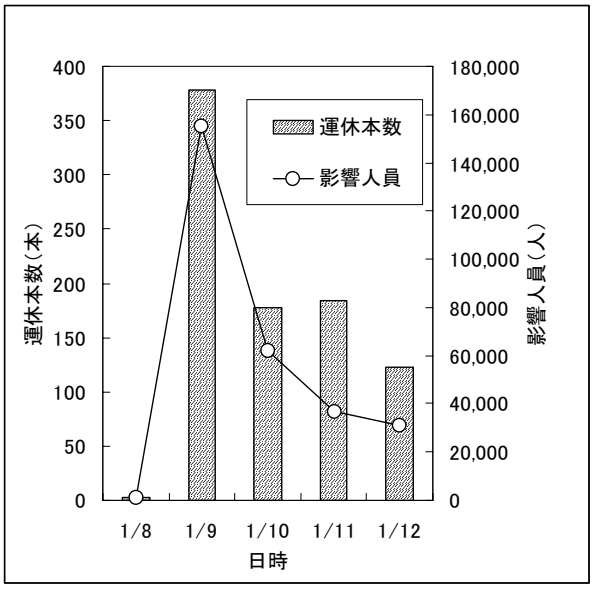


図-4.1.5　列車運休本数と影響人員

(5) 空港の被害状況と管理者の対応

航空機の安全運航には気象条件が大きく左右する。とくに空港近辺の上空や空港内では、離着陸時の霧や降雪による視界、横風、積雪、凍結等が安全基準の要因として上げられる。これらの要因は冬季間に重複して発生しやすく、暴風雪や大雪などによる視界不良、滑走路・誘導路などの除雪作業、滑走路の凍結が起因し、運航の安全条件が損なわれることによって、終日空港が運航できない状態となったこともある。

例えば新千歳空港では、平成 13 年 12 月 10 日から 12 月 12 日の間に観測史上初の 110cm の降雪があり 3 日間に 675 便中 365 便が欠航し、とくに 12 月 11 日は一日 222 便のうち 205 便が欠航している。ちなみに 3 日間に費やした除雪時間は、ほぼ連続の 62 時間にも及んだ。

これと同じような状況は必ずと言っていいほど、冬季間道内各空港で発生している。ただし新千歳空港は札幌圏や国際線を抱えているため、その影響の度合いは非常に大きく、ある意味「豪雪による都市型交通災害」と見ることも可能と思われる。

空港管理者は空港の種別によって異なる。道内にある旅客を対象とした空港は、新千歳、稚内、釧路、函館が第二種空港で国土交通省、旭川、帯広は第二種空港(設置者国土交通省)であるが、旭川市、帯広市、利尻、礼文、奥尻、中標津、女満別、紋別は第三種空港で北海道(設置者北海道)、札幌(丘珠)はその他飛行場で防衛庁となっている。これらの空港管理者は空港運用時間内の定時運航を確保するため、常時滑走路、誘導路、駐機場の除排雪が行えるように体制を整えているほか、滑走路の摩擦係数も随時計測している（参考、図-4.1.6)。

空港内の除雪状況や滑走路の摩擦係数等はノータムという航空情報でリアルタイムに管制塔や航空会社の運航関係者に伝達される。その他有視界距離や横風情報などが航空機などにも無線によって伝達され、機長や各航空会社の判断などで安全運航の確保がなされている。

このように、空港内の施設管理は空港管理者が、航空機の運航管理は各航空会社が機長のグレード、機材繰りを含めた使用機材、自社の基準などから対応しているため、同じ時間帯でも運航した会社とそうでないところの差が生じており、空港内での混乱原因となっているところである。また航空機の運航は、出発地のほか到着地の天候にも左右されるため、このことも原因のひとつとして掲げることができる。

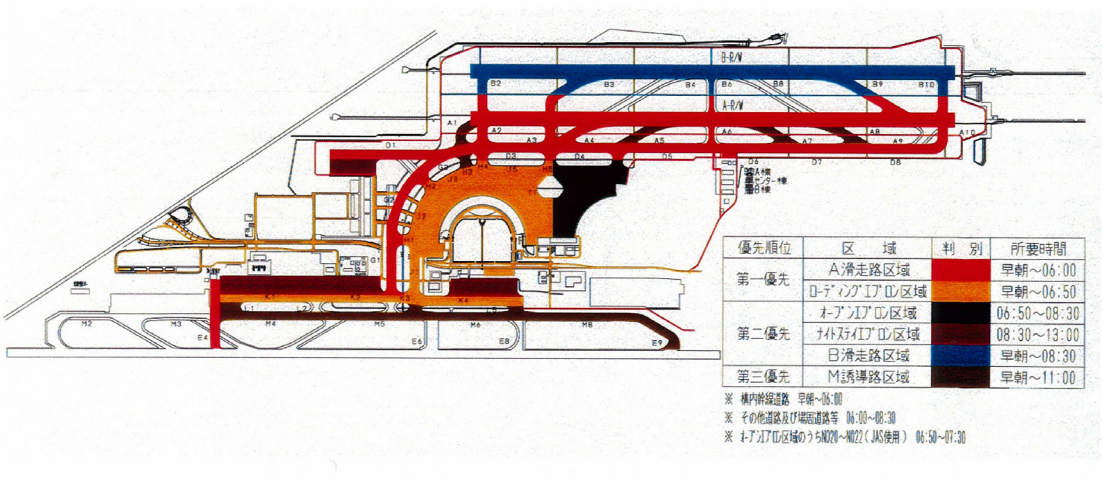


図-4.1.6　新千歳空港の除雪優先順序（空港ターミナルビル側の滑走路等が第 1 優先）

4.2 平成 16 年道東豪雪の（交通）被害状況

(1) 平成 16 年 1 月

①豪雪の概要

平成 16 年 1 月 13 日夜から 16 日早朝にかけて、全道的に暴風雪や大雪となり、とくにオホーツク海側の北見地方では記録的な大雪となった。

北見市では、積雪 171cm を記録し、観測以来最高の記録となった（過去の記録 117cm）。

最大風速は網走で 18.0m/s、湧別 16.0m/s、最大瞬間風速は網走で 32.8m/s と 1 月としての極値を更新した。

②豪雪による交通機関への影響

北海道各地で、JR の運休や航空機・船舶の欠航など交通機関が麻痺状態となった。相次ぐ交通機関の寸断により、北見地方では、14 日～16 日にかけて、旭川・紋別自動車道（浮島 IC～白滝 IC）が、札幌や旭川を結ぶ唯一の連絡路となった。

このため、オホーツク海側では周辺市町村への通行ができずに孤立した「まち」もあり、物流や住民生活に多大な影響を与えたため、網走支庁長（北海道知事）は、自衛隊へ孤立者（遠軽町）の救助、および排雪支援に掛かる災害派遣要請を行った（表-4.2.1 を参照）。

表-4.2.1　平成 16 年 1 月豪雪における各交通機関への影響

交通機関	運休・欠航・通行止め概要	期　　間
鉄　　道	JR が約 2,000 本運休（ふるさと銀河線含む）	1/14～1/18
飛 行 機	664 便が欠航	1/14～1/16
フェリー	24 便が欠航	1/13～1/15
高速道路	3 路線 6 区間（L=354km）	1/13～1/15
国　　道	20 路線 37 区間（L=842km	1/13～1/21
道　　道	142 路線 172 区間(2,004km)	1/13～

（平成 16 年 1 月 30 日現在）

(2) 平成 16 年 2 月

①豪雪の概要

平成 16 年 2 月 22 日朝から 23 にかけて、全道的に暴風雪や大雪となり、特に道北地方から釧路地方北部にいたる広範囲におよび記録的な大雪となった。

22 日と 23 日の降雪量は、紋別 87cm、名寄 85cm、網走 84cm を観測した。特に、網走市では、最深積雪が観測史上最高の 143cm に達した。

また、風も強く 23 日の最大瞬間風速は網走で 30.0m/s、苫小牧で 31.6m/s、函館で 31.4m/s を観測するなど各地で観測開始以来の記録を更新した。

②豪雪による交通機関への影響

相次ぐ JR の運休、航空機・船舶の欠航、道路の通行止めなど交通の乱れが生活、産業、観光など各方面に多大な影響を及ぼした（表-4.2.2 を参照）。

表-4.2.2　平成 16 年 2 月豪雪における各交通機関への影響

交通機関	運休・欠航・通行止め概要	期　　間
鉄　　道	JR が 749 本運休（ふるさと銀河線含む）	2/23
飛 行 機	375 便が欠航	2/23
フェリー	15 便が欠航	2/23
高速道路	5 路線 7 区間（L=453km）	2/22～2/23
国　　道	32 路線 62 区間（L=1,570km	2/22～
道　　道	197 路線 39 区間(2,865km)	2/22～

（平成 16 年 2 月 25 日現在）

4.3　札幌都心における豪雨被害

(1) ハザードマップと豊平川

①豊平川の現状と歴史

札幌の市街地を流れる豊平川は日本でも有数の急流河川であり、大雨が降ると川の水量が急激に増加する特徴がある（図-4.3.1）。また、市街地は豊平川が作った扇状地の上に形成されており、扇状に広がった地形の要にあたる場所からは、扇の骨のように旧河道がのびている。この旧河道は現在でも周囲より低い土地であるため、洪水時には水の通り道となりやすい場所となっている。このように札幌は急流河川が街の中心にあり、しかも堤防が決壊（以下、破提と表現する）すると都心に向けて洪水が広がりやすい地形の上に成り立っている。

図-4.3.2 は、豊平川が破提した場合の浸水想定図（ハザードマップ）である。この浸水想定図は、総雨量 310mm（150 年に一回程度起こる大雨）を想定し、破提位置を幌平橋付近として作成されたものである。想定破提位置は、旧河道が北に向かって 2 方向に分かれていく箇所となっている。現在、この付近には鴨々川樋門があり、鴨々川の河道形状は旧河道のひとつとほぼ一致している。

過去の洪水災害記録の中には、明治初期の洪水の多くは鴨々川水門付近と南 6 条付近から氾濫することが多かったことや、鴨々川樋門（水門）に関するもの（明治 7 年：鴨々川に大水門を築造。明治 14 年：鴨々川大水門上下流 1200 間にわたり堤防を築く。明治 15 年：豊平川大洪水で鴨々川大水門・築堤破壊。）が残っており、鴨々川樋門付近（幌平橋付近）は洪水災害の発生しやすい箇所であったと推測できる。過去 100 年余の間に、記録に残る大洪水が 10 回ほど発生していることからわかるように、豊平川は都市河川のなかでは洪水災害の危険を含んだ河川といえる。

②洪水シミュレーション

石狩川開発建設部が浸水想定図をもとに製作した洪水被害想定ビデオでは、豊平川の増水状況から破提、浸水による被害状況が以下のように描かれている。

降雨開始から 39 時間後に豊平川の水位はピークに達し、幌平橋から約 70m 下流の左岸が破提する。川から流れ出た水は中島公園周辺を通過し、破提から約 30 分でススキノ方面へ向い、約 40 分でススキノ交差点（南 3 西 3）に達する。この時点で、創成川アンダーパス（南 5 条）は水没しており、約 1 時間後には大通り公園、1.2 時間後には札幌駅へ達する。

このような洪水が発生した場合、ススキノから札幌駅までには多くの地下施設（地下鉄や地下街）があるので、大規模な地下浸水被害が予想される。地下施設の管理者は、このような水害に対して対策を講じなければならないが、安全が確保できる有効な対策は、ほとんどとられていないのが現状のようである。また、札幌市民の中でこのような災害が起こり得ることを知っているのは、決して多くないと考える。

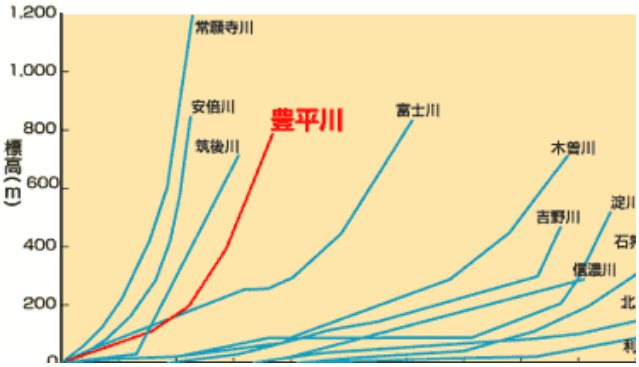


図-4.3.1　日本の主要河川縦断図

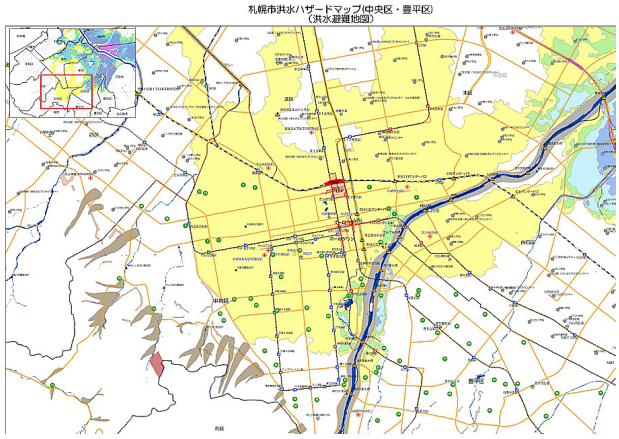


図-4.3.2　浸水想定図（ハザードマップ）

地下施設への浸水は、都市型水害のなかでも大きな被害をもたらす要因であり、ハード・ソフト両面からの対応が必要である。

(2) 都心水害における地下街および地下鉄の被害

人口や資産及び各種の中枢機能が集中する都市においては、高度な土地利用が図られる中で、都市機能の強化を図るため地下空間の有効利用が進められている。

しかし、都市化の進展により地表がアスファルトとコンクリートで覆われるため、市街地の貯留・浸透能力が低下しており、降雨が短時間で下水道や河川に流れ込む。その処理能力を超えた場合、雨水は都市の低地部に集まり、そこにある地下空間に流入して地下街や地下鉄への被害を発生させる。

近年、このような都市型水害による地下空間の浸水が都市防災上のリスクのひとつとして注目され、関係機関による取組が進められている。

①近年の都市水害の事例

近年、発生した被害事例とそこから明らかになった問題点や課題を以下に示す。

1) 平成 11 年 6 月の福岡市の事例

下水計画降雨 52mm／h を超える 77mm／h の豪雨。地表は河川への排水規制による内水氾濫と御笠川の外水氾濫により最大１m程度の浸水深。

天神地下街周辺デパート地下売場や駐車場に浸水。地下街の通路や天井から雨漏り。地下店舗・駐車場とも排水や清掃のため一時営業を停止。

氾濫水の流入によりビル地下の飲食店で従業員 1 名が水死。

博多駅周辺（博多駅周辺は凹地形、以前は低湿地で浸水しやすい箇所）の地下鉄や地下街は御笠川の氾濫水が地下鉄入り口から浸入し、地下鉄線路が冠水したため運休。

階段やエスカレータ等からの流入により地下街が浸水。5～25cm 程度の浸水深で地表のそれよりは浅かった。

建物の地下室への浸水により電気設備や電話回線が故障。

2) 平成 12 年 9 月の名古屋市の事例

下水計画降雨 50mm／h を超える 93mm／h の豪雨。

新川の堤防が決壊、庄内川が溢水。最大２m程度の浸水深。地下鉄は、出入り口から止水板や土嚢を超えて雨水が流入する等により、地下鉄 4 駅で線路が冠水し、3 路線が運休となった。最大浸水深は 2m。9 月 11 日午後から 13 日午後まで運休。帰宅できない乗客のために、一部の駅で駅構内や車両を開放。約 1,300 人が車両内の座席やホームのベンチで一夜を明かした。

3) 地下空間の浸水に対する問題点や課題

a)出入り口から雨水が流入しているにもかかわらず、地下街へ降りていくケースが見られるなど、地下空間利用者の浸水災害に対する防災意識が低い。

b)河川の破提等による外水氾濫が発生した。都道府県管理の河川では、河川情報の的確な伝達が行われなかった。

c)地下空間では地上の状況を把握しにくいにもかかわらず、地下空間管理者の災害情報の入手手段が脆弱である。特に地下街の場合、情報入手手段が TV 等マスコミで、一般市民と変わらないレベルのところも見られ、河川情報が現場に確実に伝わる体制が整備されていなかった。

d)地下空間は火災や地震を想定した法的規制は行われているが、水害に対しては明確な規定はないため、地下空間管理者の防災体制に水害が想定されていなかった。

e)建物の電源施設が地下に設置され、浸水対策が施されていなかったため、水没による停電により、照明や放送などの設備機能が停止する可能性が高い。また、大口需要者が高圧ケーブルのネットワークで接続されている場合は、ひとつの施設の電源設備被害が他の施設に波及し、停電範囲の拡大や復旧の遅延を招く。

f)地下空間に多数のビルが接続しており、浸水対策施設の整備状況や緊急時の対応にばらつきがあった。

②札幌市における地下街および地下鉄の浸水被害想定

札幌市には、3 路線 48km の地下鉄と 3 箇所の地下街（大通地区と札幌駅前地区）がある。

過去の浸水事例として、昭和 56 年 8 月の豪雨の際に、札幌の地下鉄では内水氾濫により一部の駅で浸水した。しかし、土嚢によって対応し地下鉄の運行には影響が無かった。

破提等による大規模な被害想定としては、北海道開発局石狩川開発建設部が設けた「豊平川洪水危機管理委員会作業部会」による石狩川流域で堤防が決壊した場合のシミュレーションが行われている。これによると地下鉄は 3 路線とも浸水する危険性のある駅があり、特に東豊線「豊水すすきの」以北の浸水箇所が多いとの結果が得られている。

地下街については、3 箇所とも浸水深が 0.5m未満と想定されている地区内であるが、浸水する危険性のある地下鉄駅と接続している。これらの情報は、2004 年度に公表された「札幌市洪水ハザードマップ」に反映されている。

なお、浸水による交通機関への影響については、破堤による外水氾濫にいたる以前の内水氾濫の段階で一部の道路の不通や地下鉄の運休が発生し、その後に道路への影響が拡大する。しかし、JR の高架部分は浸水の影響を免れ、特に北部方面の交通機能の確保に大きな役割を果たすものと思われる。

4.4　豪雪・豪雨に対する都市交通の課題

札幌の冬は日最高気温が氷点下となるばかりではなく、積雪深の平年値は約 5m にも達する。米国で積雪深が 5m を越えるのはロッキー山脈の山中である。このような多雪地域に約 200 万人を擁する札幌のような都市があるのは我が国だけである。仮に、冬に阪神淡路大地震のような震災に見舞われたとすると、札幌凍死者が出ることは間違いないことであろう。そのような危機に対応するためには、危機管理、リスクマネジメント等の検討が重要であり、技術者としてのボランティア活動も技術士として大変意義深いものであろう。都市内交通に関しても、雪になれているはずの札幌でも、時に強い降雪により麻痺することがある。豪雪に対する都市交通の課題は解決されないままでいる。

軌道系の陸上交通としての鉄道における豪雪対策としては、豪雪パターンダイヤがある。最小限の列車を動かしながら構内の除雪を行うもので、普通列車は必要最小限動かし（1 時間に 1 本）、特急は構外で折り返し運転をするというもので、この間にポイントの融雪および路線の除雪を同時に行うというものである。これにより、一定のダイヤが確保されるというものである。

一方、陸上交通の最もベーシックな道路における豪雪時の交通障害は、吹きだまり、視界不良、大型車両の立ち往生などによって除雪が不可能になることによって助長される。その対策の一つとしては、気象情報の迅速な収集とによる初動体制の基準づくりや沿線住民との信頼関係、協力体制の構築、である。

災害を大きくするのは一般市民の行動でもある。市民の防災意識を高めることや、災害時の行動に協力を呼びかけることは防災において非常に効果的である。米国の例では、積雪 35cm 以上で外出を自粛していただく地域もあるという。北米の都市の場合、降雪量は圧倒的に少ないために除雪能力も低いが、緊急マニュアルは完備し車両の規制も守られている。雪は「災害」であるという社会認識ができあがっている。北海道の冬に夏場並みの生活を求める市民のライフスタイルは、雪の降る地域に住んでいるという自覚が薄いと言っても良い。行政側のサービスレベルをどう設定するのかということも課題となる。豪雪時のリスク低減に向けては、行政と市民の社会的役割分担と「協働」、「パートナーシップ」が重要であり、行政側の指導だけではなく、市民の理解と協力が必要である。

これは、何も道路の豪雪対策ばかりのことではなく、災害全般に言えることであり、豪雨においても同様である。

５．都市防災の取り組み（都市系部会）

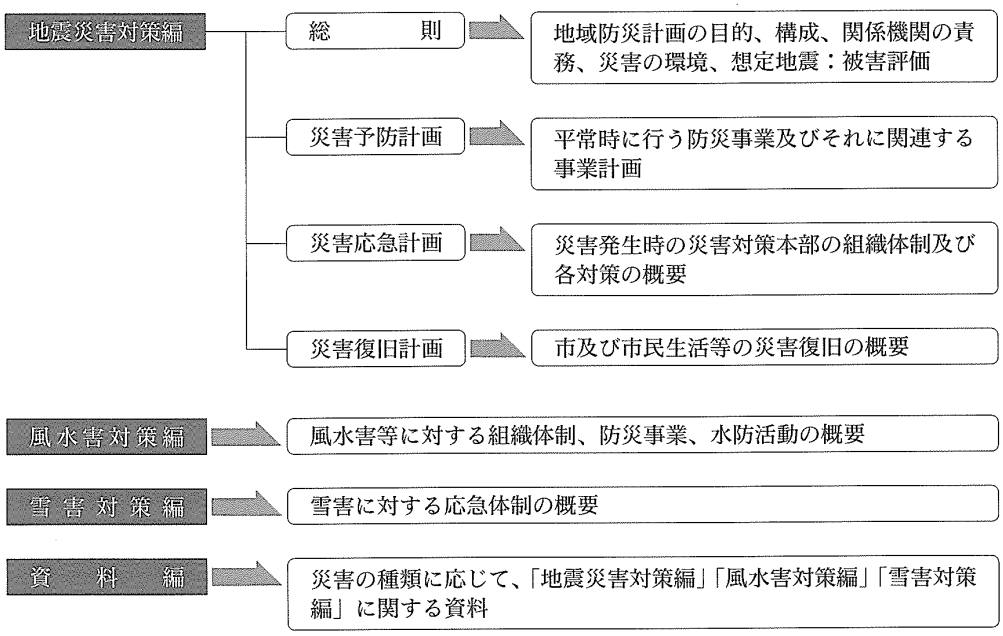
5.1　現状

札幌市地域防災計画は、災害基本法第 42 条の規定に基づき札幌市における災害に対する業務および今後の方向性を、札幌市防災会議が平成 10 年 6 月に改定したものである。

その目的は「市民の生命・財産を守るため災害に強いまちづくりを進め、大災害にも対応する防災体制の確立をめざす」ものである。その内容は地震災害対策編・風水害対策編・雪害対策編・資料編となっているが、その大部分を地震災害対策編が占めている。

以下にその内容を示す。

表-1.5.1　札幌市地域防災計画の概要



(1) 震災害対策編

大きくは災害予防計画と災害応急計画に関してまとめられている。災害予防計画では災害に強いまちづくりをめざすとし、土地利用の規制誘導や道路・公園等の都市施設整備、面的整備事業を計画的に推進する中で、ゆとりや豊かさなど市街地の質的向上を重視していく必要があること、すなわち、オープンスペースの確保（延焼防止、避難場所）やネットワークを形成し、市街地の更なる安全性の向上に配慮していくとある。

また、市街地再開発事業や土地区画整理事業の中で、老朽木造密集地の解消、建築物の建替更新、耐震不燃化、更に適正な道路配置や幅員の確保に努める、となっている。

災害対策として、道路は緊急輸送路（高速道路、一般国道、主要幹線道路）を指定し、構造物や法面などの点検強化などに努めていく。

河川は液状化による堤防被害を防ぐため、耐震性に配慮した緩傾斜堤防を進めていく。

ライフラインでは上水道の給水区域のブロック化、下水道施設の耐震化とバックアップシステムの構築、電力は送電系統の多重化やループ化、設備の耐震化、移動発電機車（13,840kw）の導入などに取り組むとしている。更に、ガスは即時供給停止ブロックの整備（二次災害の防止）、電話はふくそう緩和対策、市営交通は地下鉄施設の耐震化を目指している。

一方、応急対策の環境づくりとしては緊急貯水槽の整備（災害後 3 日間の飲料水を 1 人 1 日 3ℓとして確保）、透析医療患者の受け入れ体制や搬送体制の確立、建物の二次災害の防止や仮設住宅の建設、火葬のための広域的な協力体制、災害時の大気汚染や水質汚染の危険防止の体制づくりを推進している。

災害応急計画については、以下の基本方針に基づき行動することとしている。
・人命救助を最優先
・迅速な情報収集
・災害の経過に伴う対策の実施
・冬季の対策（北国の条件に応じた対策）
・広域応援・支援体制
・市民の相互協力
地震災害の特徴は広域的かつ突発的なので、事前準備や警戒が困難である。特に直下型の地震が発生した場合は、建物倒壊による救出、負傷者の医療救護、火災の消火など一度に多くの災害対策を必要とする。また、時間的経過や状況の変化によって必要とされる災害対策も変わってくるので、それに合わせた対応が必要となる。
災害が発生した場合には高所監視カメラシステムやヘリコプターTV 映像により被害状況を把握したり、同時火災が発生した場合は生活に直接影響がある施設、重大危険が迫っている地区等を優先して消火することが重要となる。

(2) 風水害対策編

風水害対策は、時々刻々と変化する状況に合わせた警戒活動や応急対策活動が可能であり、突発的に発生し甚大な被害をもたらす地震災害とは異なる。
札幌市では風水害自体の発生は非常に少ないが、その原因となるものは夏季の集中豪雨、台風や春季の融雪による出水等である。
風水害の予防対策としては、洪水防止のための河川改修や河川情報システムの充実、雪処理河川等の整備をあげており、風水害応急活動としては、気象情報の伝達方法、避難活動のあり方について言及している。
また、札幌市では内水氾濫や融雪出水に対して適用する水防計画や、土石流・がけ崩れ災害について適用する土砂災害対策計画についても別途策定している。

(3) 雪害対策編

冬季における異常降雪の恐れがある場合、注意体制・警戒体制・緊急除雪体制をとり、情報連絡や除雪作業を実施する。
除雪作業は市民生活に影響のある重要路線から実施する。
・第 1 次緊急輸送路および第 2 次緊急輸送路
・すべてのバス路線
・交通量が多く重要な路線
また平成 12 年 8 月には、時代の要請に的確に対応し適正な市民負担のあり方も考慮しながら、総合的な視点に立った雪対策の実現に向けて雪対策基本計画を策定している。
その計画目標と重点施策は、
・効率的な幹線道路ネットワーク除排雪の実現
・冬季路面管理規準の確立
・パートナーシップによる除排雪の実現
・環境にやさしい雪対策システムの追求
・情報共有体制の構築
を挙げている。
更に近年では上記に述べた地震災害対策・風水害対策・雪害対策の他に、国の防災基本計画に基づき放射能や航空機事故災害等の対応について定めた事故災害対策編も整備しその充実を図っている。

5.2　課題

以上、札幌市の防災計画についてまとめてみた。
しかし、立派な防災計画を立案し防災対策事業を進め資料を作成しても、その町に住む人々が理解し運用しなくては意味をなさない。

以下に、この防災計画を有効に活用するための課題を 2、3 あげてみる。

(1) 住民の意識

自らの身の安全は自らが守るのが防災の基本であり、市民はその自覚を持ち平常時より災害に対する備えを心がける。また、万一災害が発生した場合には自らの身の安全を守るよう行動することが重要である。

そのためには、行政側は防災週間や防災関連行事等を通じ、災害時のシュミレーション結果などを示しながら市民にわかりやすくその危険性を周知させるとともに、災害発生時や避難場所での行動等防災知識の普及・啓蒙を継続的に図る必要がある。

“災害は、必ずやってくる”との意識を持ち、いざという時に備えて市民が常に防災を意識した生活を送ることができるか、市民自らが主体となって進めていくことができるかが肝要である。その時に備えて地域全体に浸透させるためには、

・まちづくりセンターや町内会・自主防災組織の活用
・若い人の積極的なまちづくりへの参加
・次世代を担う子供セミナー
・冬期における防災訓練
・発災型防災訓練等を含めた防災研修

などが必要である。
市民が自分の住む街の危険性を正しく理解し、積極的にまちづくりに参加する。このことによって防災意識も高まるのである。
また、行政間の連携を図る研修を継続的に行うとともに、防災工法活動とアンケート調査などで市民の防災意識の現状を的確に把握し、防災計画の見直しに役立てる事が必要である。

(2) 冬季の災害対策

地震災害対策の基本方針の中にも挙げられているが、積雪寒冷時において被災した場合の対策方法が札幌市特有の大きな課題と言える。

もし、冬季に直下型の大規模な地震災害が発生したとすると、暖房機器からの火災発生のリスクが大きくなり、広域的散発的に火災が発生し、延焼する可能性が高くなる。路面凍結や積雪により、消火活動・救助活動を行うための車両の到着に遅れも出て、二次災害の拡大につながる可能性も容易に想像できる。

防災計画の中では、第 1 次及び第 2 次緊急輸送路の優先除雪を唱っているが、数少ない避難路になり、一般車両が大量に流入してくる可能性も否定できないと考えられる。実際、神戸の震災においても、建物の倒壊や路面不陸により通過不能な道路が至る場所にできたため、通過可能な幹線道路に車両が集中し、大規模な渋滞が発生しため緊急車両の通行に支障が発生し、二次災害拡大につながった例もある。冬季の札幌においてはそれ以上の交通渋滞も予想される。また、災害時の人命救助の基本として、72 時間以内に救助できなければ生存率が極端に低下すると言う定説があるが、冬季の場合はさらにこの生存可能時間が極端に少なくなる可能性がある。

従って、人命救助と二次災害拡大の防止を最優先課題とした具体的な交通規制対策と輸送計画を立案するとともに、避難場所における燃料備蓄や非常電源対策が必要となるであろう。

６．災害と都市河川の現状と課題（水工系部会）

6.1　はじめに

1995 年 1 月の阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）を契機に、北海道技術士センター防災研究会が発刊した「地震災害に備えて、技術士からの２７の提言」の中で水工系部会が、－巨大地震と河川総合防災－をテーマに、防災拠点と河川の役割、水網都市のあり方などに関する提言を行ってから、早くも７年有余の歳月が流れた。

我が国では、その歳月の間も毎年、巨大地震や大型台風などによる大災害が頻発し、正に災害列島の極めを成している。また、都市域においては、土地利用や都市構造の多様化や高度化を要因とし、大地震、集中豪雨、或いは、暴風などに起因する新たなケースの都市災害が多数発生している。

本文は、これらの事象を踏まえ、「提言」を更に進展させ、新たな災害対策として河畔林復活と河川環境機能の有機的活用による防災機能及びコミュニティのレベルアップを図るために、河川のコンクリート水路化や暗渠化の著しい都市中小河川をモデルに、

(1)　河川空間の有する環境機能の有機的活用による防災機能のレベルアップ。
(2)　復活河畔林と周辺緑地などの連続化による地域自然環境と生態系保全への貢献。
(3)　復活河川空間などによる集中豪雨や異常災害に対する余裕のある防災機能の確保。
(4)　水網と緑地帯を基盤とした市民情報交流ネットワーク及び地域防災への支援。
(5)　景観、親水性、散策周遊空間の創出による健康や福祉への支援。

などを理念とする「環境防災都市河川」の構築方策を報告する。

6.2　今都市が危ない

－都市河川の現状と課題－

わが国の都市は、古から江戸の大火、関東大震災、戦災等多くの都市災害を経験し、来るべき震災等に備え、公園のネットワーク化や防火・消火用水の確保など、水とみどりを都市づくりに活かす工夫がなされてきた。

しかし、高度成長期以降は、都市づくりの知恵、水とみどりの存在価値などが、経済・機能重視の中でいつしか忘れられ、住宅の密集化、アスファルトやコンクリートなど不透水面積の拡大、小河川の三面張り化、暗渠化などにより、自然地空間が減少することによる生態系への影響、水循環の悪化、ヒートアイランド化、防災機能の低下などが都市における課題となった。

(1) 阪神・淡路大震災の教訓

1995 年 1 月の阪神・淡路大震災は、現在の都市が抱えている災害対策の課題を明らかにした。

防災の視点からは、地震による建物の崩壊被害に加え、火災が被害を拡大させており、木造密集市街地、同時多発火災の発生、消防水利の破損と不足、ライフラインの破損と復旧など都市おけるハードの脆弱性が問われている。

地震後、水道が断水し、消火栓が使用できない状況の中で同時多発的に発生する火災では、防火用水はすぐに不足し、十分な消火活動ができないのである。一方、河川等の自然用水が豊かであったところは、バケツリレーなど地域住民の初期消火活動により、市街地の大火を免れている。

その後の避難生活においては、洗濯、トイレなどの生活用水、防塵用水の不足など、水に関して様々な問題が発生したが、水質が比較的良好で親水性の高いところでは、自然用水が有効利用された。

また、身近な河川などのオープンスペースは、避難場所・復旧支援場所として利用され、疲労困憊した人々と将来への不安をもつ心を和ませ、子供の一時的な遊び場などとして役立った。

(2) 河川空間・自然用水と防災

大震災は、平常時では気づきにくかった河川の防災的役割や重要性を我々に再認識させた。

それは、延焼遮断、避難場所、復旧支援場所としての河川空間の防災機能であり、応急対策での消防用水や医療用水、避難生活や復旧復興対策での生活用水、防塵用水としての自然用水の重要性であり、多様な水源を用意し、みどり豊かな空間を確保することが、危機管理の備えとして必要である。

(3) 河川環境と防災

水とみどりの豊かさは、防災機能の付加価値を高めると考えられるが、環境という視点においても、その重要性は欠かせず、都市における河川は、動植物が生息・生育する場、人々が潤いや憩いを求める場、気候調整など多様な環境機能を有している。

水とみどりの環境づくりと防災は、災害に強いまちづくりの観点からも合致するものであり、先人の都市づくりの知恵を学び、環境と防災の持続性や次世代に継承すべき未来像を地域住民と共に考え、整備していく必要がある。

また、震災の教訓として、身近に水があると共に地域住民が日常的に川に関わることや川を通じてのコミュニティづくりが重要であり、河川でのイベント開催、清掃など地域住民による活動があって、はじめて、応急、復旧・復興時の効果的な連携対策が期待され、災害に強い都市づくりとなる。

環境・防災づくりにおいては、行政、専門家だけによる計画づくりではなく、地域住民が計画段階から積極的に参加していくことが必要であり、住民と行政が協働して「水の回廊」を実現していくための仕組みづくり、及び災害に強い都市づくりを目指して、住民の防災意識の醸成・啓発や情報提供、災害弱者・情報弱者に対する支援体制づくりが重要となる。

第２章

都市型防災とは

１．防災情報システムの現状と課題（情報系部会）

1.1　防災情報の収集方法の変化

～インターネットや携帯電話の普及がもたらしたもの～

従来、気象情報を中心とする防災に関する情報は、そのほとんどがテレビ、ラジオ、新聞などのマスメディアを通じて入手されていたし、災害発生後の安否確認などの事後情報収集には主に固定電話が用いられていた。

しかし、近年のインターネットや携帯電話の普及に伴い、それらの収集方法には変化が生じてきている。また、平成１５年の宮城沖地震の直後に生じた携帯電話の輻輳による通話障害など、今まで考えていなかった問題も生じてきている。

第 1 章第２節でも示した 2002 年 12 月と 2003 年十勝沖地震直後に､道民を対象に行った 2 回のアンケート結果からは、下記に示すような情報収集手段や安否確認方法の変化が確認できる。

(1) 災害発生時の情報入手手段

防災に関する情報収集手段としては、パソコン及び携帯電話が第４、５位であるが（図-2.1.1)､災害直後の情報入手では携帯電話を利用する人が 16%から 28%に急増している（図-2.1.2)。

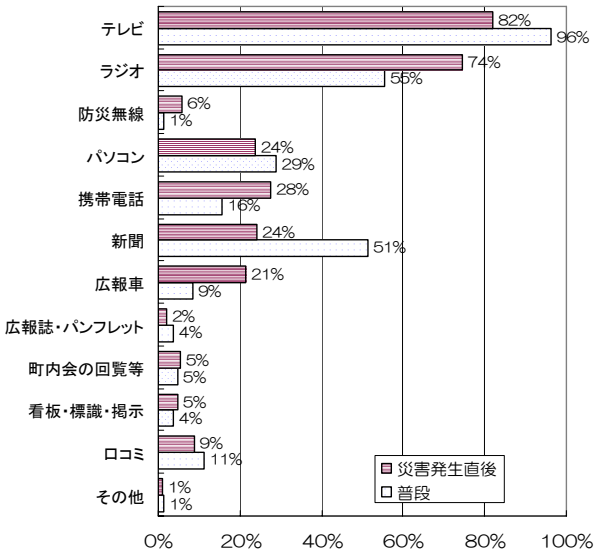


図-2.1.1　災害関連情報の入手手段（複数回答）

また H15 十勝沖地震の際には、地震情報の入手は「テレビ、ラジオから」が圧倒的に多かったが、「パソコンから」が第３位（15%）となっている（図-2.1.2)。

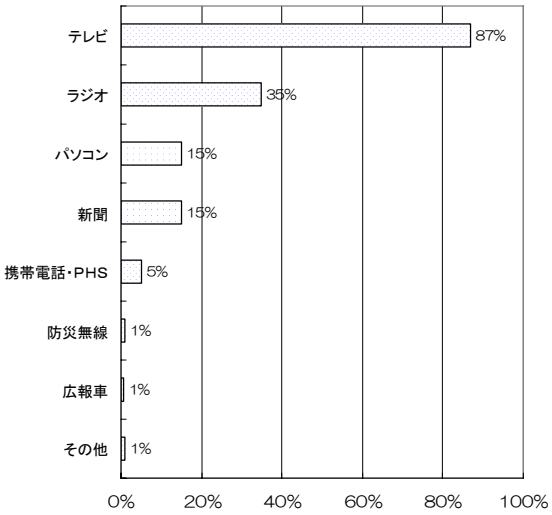


図-2.1.2　地震情報の入手手段（複数回答）

(2) 安否確認情報の入手手段

アンケートその１（H14 実施）では、72%が安否確認に携帯電話で直接通話するという回答であり、災害直後の携帯電話の輻輳・通話不能状態が容易に推測される（図-2.1.3）。

また、アンケートその２（H15 実施）では、安否確認情報を 44%が携帯電話で、36%が固定電話でという回答が得られ（図-2.1.4）、実際に発生直後（４～５時台）では連絡が取れない状況が生じていた（図-2.1.5）。

なお、災害発生後の確実な情報伝達手段として「伝言ダイヤル」が推奨されているが、利用状況や認知度は依然低く、十勝沖地震後のアンケートその２では1%しか利用していないという現状である（図-2.1.4）。

これからわかる通り、災害時の情報収集や伝達手段が、新たな情報ツールの普及により変化してきており、新たな問題点も浮かび上がってきている。Ｈ１６年の北陸・福井豪雨水害では避難勧告の伝達方法にも新たな課題が生じている。

これらを踏まえ、情報ツールの特性を十分把握した上で、災害用伝言ダイヤルの認知度アップなども含めた災害時の確実な情報入手・伝達方法を提案していく必要がある。

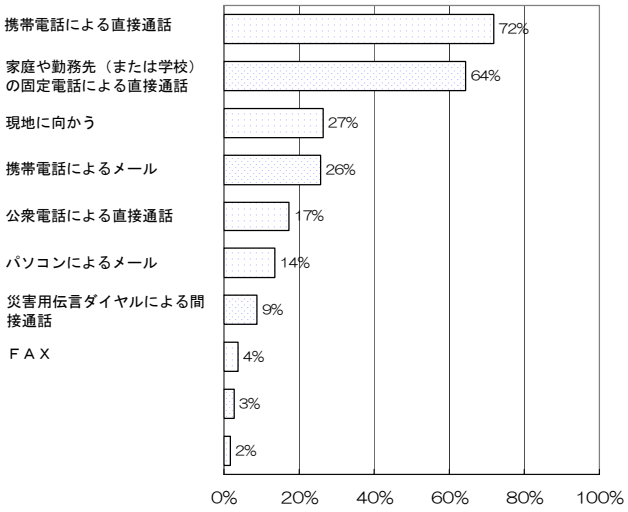


図-2.1.3　身内の安否確認の手段（複数回答）

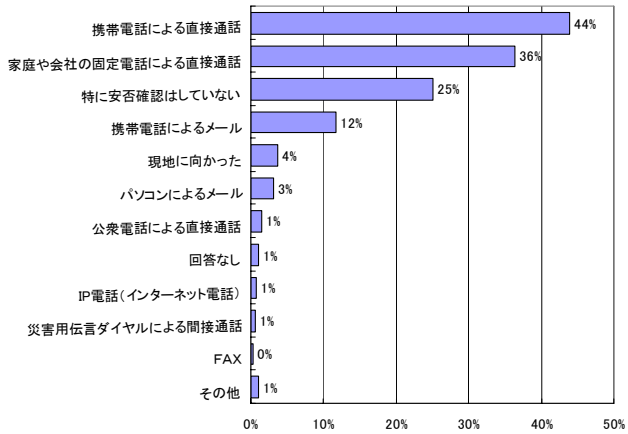


図-2.1.4　安否確認の情報手段（複数回答）

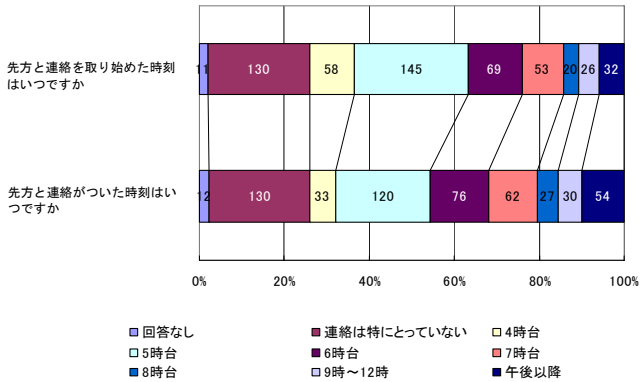


図-2.1.5　安否確認の時間帯

1.2　情報ネットワーク依存社会の落とし穴

1995 年（平成 7 年）の阪神淡路大震災発生当時に比べインターネット網はその後整備が進み、21 世紀に入ってからの ADSL 等のブロードバンドの急速な普及によるネットワーク社会の形成は、さまざまな面で社会生活に恩恵を与えている。ＰＣはもちろん、近年は携帯電話の情報端末化が進み、携帯電話はメール機能やインターネットブラウザとしての機能を併せ持つ個人情報端末となった。またＩＰ電話などの普及も急速に進んでいる。このように阪神淡路大震災当時に比べ、災害時の情報手段は多彩になったと見られていたが、ここに思わぬ落とし穴が待ちかまえていた。つまり、ネットワークに依存する度合いが増加するほど災害時のデータ消失などの大きなリスクも増加することになる。そこで、ここでは今や社会インフラとなっている情報ネットワークに依存する状況に死角がないのか整理してみた。

(1) 集中がおこす情報システムの問題点（輻輳とサーバーダウン）

①安否確認電話の集中による輻輳

記憶に新しい平成 15 年 5 月の宮城県沖地震、そして平成 15 年 9 月の十勝沖地震（以下 H15 十勝沖地震と表す）においては、「輻輳」という問題がクローズアップされた。輻輳は一時的に被災地への電話が集中し、交換機の能力を上回る通信が集中することによりおきる。現に、H15 十勝沖地震などでは基地局などの破損等のハード的な被害はほとんど無く電話の集中による輻輳が通信障害の原因であった。（北海道総合通信局「災害時における電気通信の利活用に関する検討報告書」より）

・通信障害は災害が起こすハード的な被害によるものだけではない。
・通信障害は災害が起こす心理的な側面による通信の集中（安否確認など）による輻輳によってもたらされることが多い。

②アクセス集中によるサーバーダウン

携帯電話における災害時の輻輳問題と同様にネットワーク社会におけるインターネットでのアクセス集中によるサーバーダウンの問題もある。

(2) 災害時の重要通信の確保

災害時には大量の情報があふれるが、それによって重要通信が埋もれてしまう危険性がある。

①固定電話における重要通信

固定電話においては、電話機において優先度が設けられており、公衆電話（ピンク電話を除く）は優先電話となっており、輻輳の影響を受けづらく、重要通信（119 番、110 番など）に用いるのが効果的であるが、被害状況や輻輳の度合いによっては 100%確保できるものではない。

②携帯電話における重要通信

携帯電話の旧機種には、輻輳時には一斉に呼発信規制がかけられ、重要通信（119 番、110 番など）も規制される機種が存在する。また、「災害伝言ダイヤル（１７１）」を利用できない事業者も存在する。

③インターネット、IP 電話

現状のＩＰ電話システムでは重要通信（110 番、119 番の優先）は利用できない。

(3) 複雑系のシステムの脆弱性

①東京への一極集中問題

重要なＩＰ網の拠点が関東地区に集中しており、インターネット通信の大半が関東地区を経由しているインターネット通信網の現状では、関東地区での大規模災害発生時には広域的に通信回線がダウンしてしまう危険性を有している。地域による通信網の拠点分散などが求められる。

②ファシリィティリスク（設備障害）への対応と管理

システムが単純な電話に比べ、インターネットおよびＩＰ電話などは、家庭のＰＣ、プロバイダー

など複雑なシステムの上に成り立っており、特にＩＰ電話などは固定電話に比べ経済性を売り物にしている反面、防災という面では極めて脆弱である。ＩＰ電話などは、新潟県中越地震のようなインフラ自体が物理的に破壊されるレベルの災害では、復旧までに数週間もかかることが報告されている。

ややもするとコスト第一で防災対策が後回しになりがちであるが、ＩＴ社会の基盤となるファシリィティの万一の事故や災害は重要データの消失など行政や企業活動に大きな影響を与えるため、ファシリィティに対する高いレベルのリスク管理が求められる。停電対策、発熱対策、耐震対策、耐雷対策、EMC 対策、コンピュータ･通信システムと電源システムとのインタフェース、運用・保守方法など、システムを横断的・体系的に考えることが重要である。重要行政情報や企業情報の消失を防ぐためにデータセンターなどを利用しバックアップ体制を確立するなどの対策が求められる。

1.3　北海道の災害特性と情報システムに求められるもの

(1) 北海道の地域特性と災害特性

①土地が広大

広域分散型社会であることから被災地までの交通網が遮断された場合、陸の孤島になりやすく、また、復旧までに多くの時間を要する。

インフラ投資が莫大であり､利益回収を優先したインフラ投資の場合には支障が生じる｡例えば、ブロードバンドなどのＩＰ網が未整備の地域があり、固定電話についてはほとんど全道をカバーしているものの、携帯電話においては国道周辺でも不感地帯があり、携帯電話が繋がらない地域がある。最もカバー率が高いのは放送の分野である。

②過疎の地域がある

過疎地域では住民間の距離が物理的に離れている場合があり、災害発生後の現状把握に時間がかかる。新潟県中越地震でも起きたように、最も被害が甚大な場所が最後まで情報が出てこないケースがある。

③冬期間の災害はより深刻

冬期における地震などの災害の場合、停電・燃料切れなどにより暖が取れず、凍死などの二次災害が懸念される。また、地震などによる災害に加えて、雪害による交通障害、停電などの複合要因が加わるため、救急活動への障害や社会インフラへの被害が甚大なものとなる恐れがある。

(2) 情報システムに求められるもの

昨年度の H15 十勝沖地震はインフラの一部が機能不全になるレベルの災害であり、携帯電話や固定電話などの情報システム障害も安否確認通話の集中による輻輳によるものであった。このときはインターネットのメールやＩＰ電話はニッチな通信手段として活躍した。しかし、今回の新潟県中越地震など基本インフラがほとんど破壊されるレベルにおいては、従来の固定電話がすぐに復旧したのに比べて、民間プロバイダサービスのＩＰ電話、ブロードバンドサービスは発生後数週間経っても復旧していないものもあった。現在は多様化した情報システムがあるが、インターネット、ＩＰ電話などは全ての機器が稼働している状態を想定したシステムであり、コストパーフォーマンスを第一義に考えられたシステムである。新潟県中越地震は、複数の条件が揃って初めて稼働するシステムは災害にもろいことを露呈した。

①情報の流れによる分類

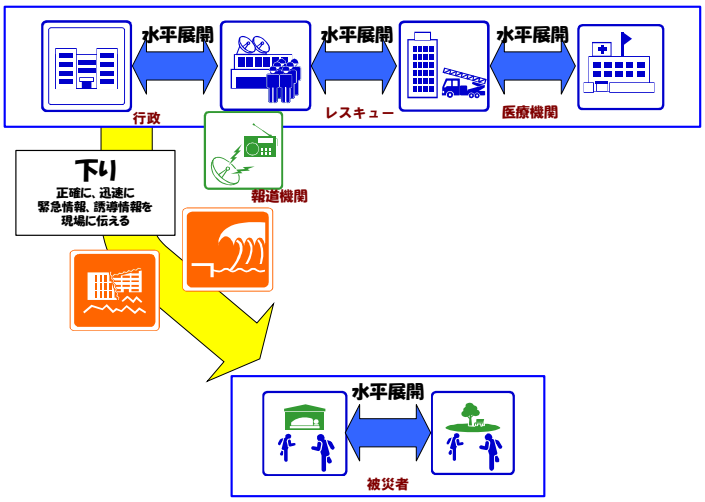


図-2.1.6　災害発生時の情報の流れ

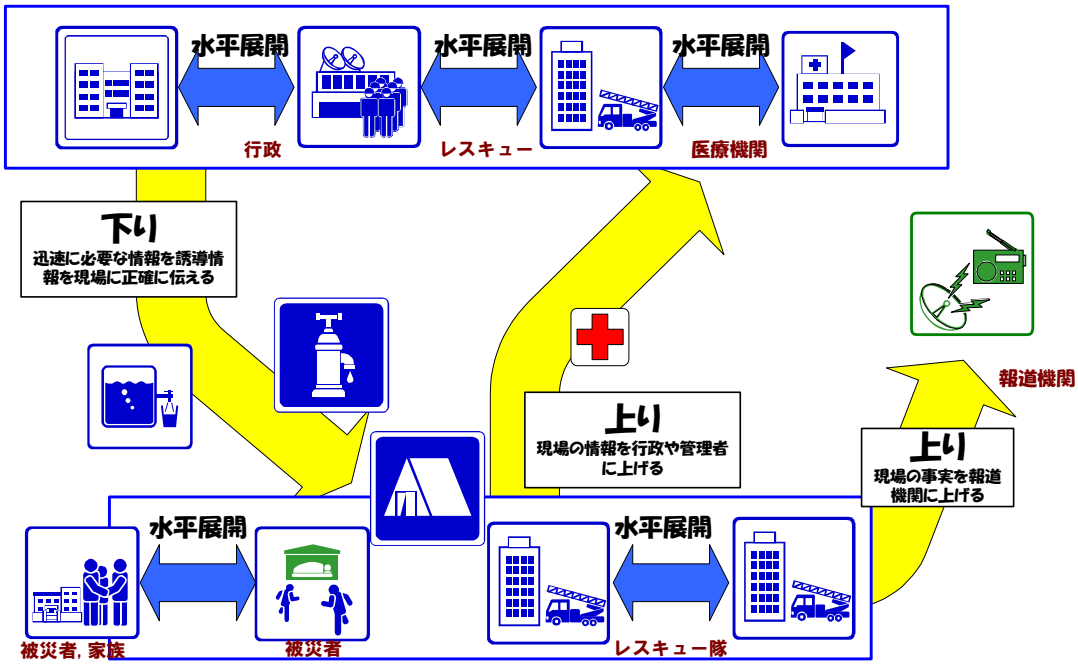


図-2.1.7　災害発生後の情報の流れ

①上り	現場の情報を行政や管理者に上げる
	事実を報道機関に上げる
②下り	緊急情報、誘導情報を現場に正確に伝える
	周辺にリスクを伝える
③水平展開	被災者間、レスキュー間のコミュニケーション
	特定コミュニティ間（親族間，NPO，NGO 間）の情報交換

特に予兆無しに発生する地震などで問題になるのは上記①上りの部分であり、前述の基本インフラがほとんど破壊された場合では、情報が正確に伝わらず、最も被害の甚大な場所が最も遅れて伝わる結果となる。特に広大な北海道ではこの面が顕著になる。また、②下りの部分は例えば台風などの避難指示をいかに確実に住民に伝えるかが行政の責務となる。

②「個人対個人」の情報伝達（安否確認など）

①求められる特性	・確実に特定個人といつでもどこでも連絡がとれること	匿名性はいらない（むしろ邪魔である）
②災害時の課題	・集中による輻輳	------
	・インフラ側の課題	インフラの基地局が破壊されないこと
		インフラの非常時電源が確保されること
		ラインが切断されないこと、電波が届くこと
	・個人の電源の問題	個が受信する手段の電源が確保できるか？

災害発生後、安否確認、捜索などで求められるのは、特定個人に確実に連絡がとれるという面である。最も有効な手段は携帯電話、固定電話である。特に固定電話は、停電時でも使えるという特性は大きい。一方、携帯電話に関しては、北海道では地域特性的に携帯電話の不感地帯がまだ多く存在しているという問題点がある。また、新潟県中越地震などでも使われた「災害伝言サービス」などは、輻輳防止の対策としては有効と考えられる。個人で最も留意すべき点は、携帯電話の電源確保という点である。

インターネットに関しては、新潟県中越地震レベルになると被災地域内では無力であり、正確な情報が求められる災害時には、匿名性のあるインターネット掲示板などはジャンク情報の温床となり、混乱をもたらす恐れもある。

③「行政対個人」の情報伝達（避難勧告、避難所での情報）

求められる特性	・同報性、浸透性
	・情報の正確性
	・迅速性

災害が発生する前の警報、避難指示などについては、正確な情報を迅速に地域住民に伝える必要がある。この点では、一般のテレビ放送、ラジオ放送が有効である。

しかし、発生後数日経っての避難所生活などでは、避難住民が望む情報は放送ではほとんど流れないのが現実である。有珠山被災の際には、アナログ地上波を利用したデータ放送サービスが行政と地域住民のパイプとして有効に機能した。札幌地域では２００６年以降、地上波デジタルテレビ放送が始まる。地上波デジタルテレビ放送はテレビのみならず、移動体系（携帯電話、カーナビ）なども対象となる。これらの新メディアを利用したデータ放送サービスなどを避難住民に提供・活用するシステムに期待がもたれる。

④今後の情報システムに求められるもの

携帯電話は、北海道地域においては地方における基地局の不感地帯があることから万能ではないが、水平展開の情報交換には最も重要な位置を占める。その際、電源確保が重要なポイントである。

「行政対個人」の情報伝達では、今後の地上波デジタルテレビ放送などでは、携帯電話や車のカーナビも対象になることから、有珠山被災の際のアナログ地上波で認められた効果と同様に、データ放送の端末として携帯電話やカーナビが機能することが期待できる。今後の行政の積極的な利用が期待される。

本節をまとめると、情報化社会の進展と共に様々な情報システムが高度化･複雑化してきており、関係機関の防災情報システムも大きく進歩している。また、マスメディアだけでなく、インターネットや携帯電話によって、市民の日常生活における情報受発信に関する利便性は各段に向上してきており、今後も進展が期待される。しかし、これらの複雑系のシステムは一方で災害時にはもろいという弱点をさらけ出したのも忘れてはならない。この先、携帯電話の進化と活用については後戻り

ができないとするならば、これを災害時にも最大限活用できるものにしていくことも選択肢の一つとして重要である。なぜなら、人々が災害時に会った時に普段から身につけている可能性が今や最も高い情報ツール（道具）となっているからである。

いずれにしても、それぞれのメディアやツールの有する特性を理解した上で、ハイテク機器・ローテク機器を含めて相互補完的な使い方をしていくことが現実的であり肝要と考える。

（参考資料）

1) 北海道総合通信局（災害時における電気通信の利活用に関する検討会）:「災害時における電気通信の利活用に関する検討報告書」2003 年 12 月

２．都市の拡大と地盤防災－現状と課題

2.1　札幌市の地震防災とその課題

(1) 札幌市は、1876 年（明治 9 年）以降、震度 5 以上は未経験であること、それ以前では 1834 年に札幌市北東部を含む石狩平野北部の広範囲が強震動に見舞われたことが歴史記録と遺跡調査に伴い明らかになりつつあることは既に述べた。

内陸直下型地震による、想定をはるかに上回る被害・都市機能のマヒは 1995 兵庫県南部地震及び 2004 新潟中越地震で現実のものとなった。札幌圏においても同規模の内陸直下地震が発生した場合、壊滅的状況となることは疑いないものと考えられる。

新潟中越地震では、膨大な山地災害となった素因に、発生前にたびたび襲った台風による豪雨・洪水災害との関連が指摘されている。札幌圏でも豪雨・洪水のみならず、豪雪災害（交通マヒ・積雪荷重による木造住宅倒壊等）もあり得ることから、こうした複合する要因についても対策を講じておく必要がある。

軟弱地盤地帯においては、住宅に相当程度の被害発生が予想されるが、個人住宅でも杭基礎や地盤補強等の対策が望ましい。

(2) 2003 十勝沖地震（M=8）では、清田区の一部住宅地の地盤が液状化し、数軒の家屋が 居住不能となる程傾斜・沈下した。非公式だが、清田消防署に設置された計測震度計は「震度 5 弱」を記録しており、液状化を引き起こす程度の強震動があったことを示唆している。同地域では、1968 十勝沖地震(M=7.8)の際にも近隣で類似の被害が発生している。これらに共通する点は「谷地形を火山灰等で埋めることで造成した宅地」である。液状化のメカニズムは、埋土の排水が不十分なために、降雨等による水位上昇があった直後に強震動を受けたためと推定される。埋土の液状化については、同様の事例報告が多数あり、専門家の間では周知の事実となっていた。谷埋め盛土による宅地造成を避けることが基本であるが、同様条件での新規造成に際しては、地下水処理・盛土材・基礎工法等の面で液状化対策を講ずるべきである。

(3) 2003 十勝沖地震の後、苫小牧において石油タンク火災が発生した。その誘因としてクローズアップしたのが長周期地震動である。長周期の振動で構造物が共振し破壊する危険性については、過去の地震災害のケースから可能性の指摘があった。ところで、札幌（圏）には同様な大規模石油タンクは存在しないので、同様な災害は起こり得ない。しかし、長周期地震動による被害の対象として、近年急増している高層ビルが注目される。高層ビルはそれ自身が固有の長周期を有しており、そのために共振によって破壊する可能性がある。高層ビルは、敷地地盤調査・設計・建設等の各段階では、耐震や免震に対する配慮がなされている。しかし、全国的にみて、高層ビルは、いまだ長周期地震動による被害を経験していないために、設計に際し長周期地震動に対する万全の対策がとられているとは言い難い。早急に、地震波・地下構造・構造物モデルに基づく動的シミュレーションによる耐震性の再検証を行うべきである。

(4) 以上の他に札幌市の地震防災に関し、今後取り組むべき事項を列挙する。

・内陸直下型地震に対応した具体的な防災対策を計画するため、市内直下に推定されている伏在断層の存否、その構造や活動性を明らかにするための調査を推進すること。そして、内陸直下型地震による被害を市民に対しより具体的に認識してもらうよう、伏在断層によると考えられる 1834 石狩地震等を想定地震として推定震度分布図・地震ハザードマップの作成を行うこと。
・市内直下の地殻応力状態を把握するため、地震基盤に到達する大深度観測孔を掘削し、高感度の微小地震観測や孔内応力測定等、地震活動のモニタリング調査を推進すること。
・現在、札幌市が実施している深部地下構造調査は、行政区域に規制された範囲で行われている。

強震動予測のための地盤モデルは、堆積盆全体を対象として把握すべきであり、同様な探査を石狩市・当別町・江別市等の周辺域まで拡大して行うよう関係省庁に働きかけること。

・従来の地域防災計画で想定している推定震度分布は、深部地下構造調査の結果を反映した詳細な地盤モデルを考慮したものに改良される必要があり、早急に見直すこと。

・平成 16 年 10 月下旬～11 月上旬に、市の危機管理対策室が市民向けの「地震防災セミナー」を 3 回開催したが、参加者は各回 10～20 名程度であった。これは、地震防災に関する市民の関心の低さを示すともに広報不足の側面も大きいと考える。今後、市民の防災意識を高めるためには、マスコミやインターネットを積極的に利用した広報の推進体制及びセミナーや「出前講座」を積極的に企画する体制を整備し、普段からの防災意識向上・啓蒙に努めること。これらには、当研究会の技術士も協力する必要がある。

2.2　札幌市の土砂災害

札幌市地域防災計画書にまとめられている札幌市近郊における主な土砂災害の履歴（表-2.2.1）を見ると、豊水期である 8 月～9 月に土石流やがけ崩れの災害に見舞われる事例が多いことがわかる。その一方で、事例数は少ないものの積雪地域の土砂災害の特徴でもある融雪期に発生したがけ崩れの事例もあることから、これらの時期の土砂災害にも注意が必要である。

表-2.2.1　主な土砂災害の履歴

年月日	災害種別	発生箇所	被害の状況
昭和 24 年 9 月 24 日	がけ崩れ	小金湯、石山、藤野	死者 7、全壊 6、半壊 1、一部破損 15、浸水 22
昭和 34 年 4 月 23 日	がけ崩れ	定山渓	全壊 1、半壊 1
昭和 40 年 9 月 10 日	土 石 流	白川	半壊 1
昭和 48 年 8 月 17 日	土 石 流	定山渓	負傷者 2、全壊 1、半壊 1
	がけ崩れ	定山渓	
昭和 56 年 8 月 5 日	土 石 流	板割沢	取水堰破壊
	がけ崩れ	川沿、北の沢、硬石山	全壊 1、半壊 3、一部破損 5、浸水 120
昭和 56 年 8 月 23 日	土 石 流	南の沢、白川、野々沢、オカバルシ、砥山、定山渓、定山渓薄別	死者 1、全壊 6、半壊 8、一部破損 4、浸水 437、小学校被害、水田・畑被害

（「札幌市地域防災計画書」より引用）

札幌市の土砂災害に関する指定区域数（表-2.2.2）を見ると、区別では南区が 130 箇所で最も多く、次いで中央区や西区で多い傾向にある。この傾向は前述の土砂災害履歴の発生箇所の分布ともおおむね調和しており、特に注意が必要な地域であるといえる。その他の区では、自然斜面における土砂災害の危険性はやや少ない傾向にあるが、その一方で、近年の宅地開発等により造成された人工斜面が増加していることも事実である。人工斜面は自然斜面と比較しても一般に強度が低いことから、地震や豪雨、融雪といった環境変化によって斜面災害が発生しやすいことが指摘さ

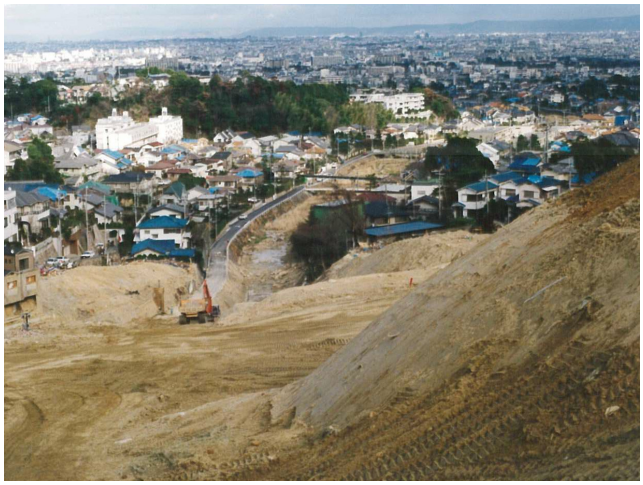


写真 2.2.1　兵庫県南部地震における西宮市仁川の谷埋め盛土の崩壊現場

れている（写真-2.2.1）。兵庫県南部地震では傾斜の緩い薄い盛土でもすべり崩壊を生じた事例が報告されており、盛土によっては低盛土であっても拘束条件や地下水位条件次第で不安定化する場合もあることに留意する必要がある。既に宅地造成されている平坦な場所が人工的に盛られた盛土地盤（人工斜面）であるのか、山を切り崩した自然地盤（自然斜面）であるのかを見分けることは難しく、専門家でもわからない場合もある。また、札幌市では、昭和 56 年の豪雨災害以降、それを上回るような記録的な集中豪雨に見舞われた経験はなく、その中で人口の増加に伴う宅地造成が進んできた。これらの人工盛土斜面は未だに厳しい環境を経験していないことからも、今後、記録的な豪雨や地震に見舞われた場合への準備（危険箇所の抽出、ハード対策や周知などのソフト対策）を進めておくことも重要と思われる。

表-2.2.2　札幌市における区別指定区域数

区	土石流危険渓流	がけ地	合　計
中　央　区	38 箇所	19 箇所	57 箇所
厚　別　区	－	3 箇所	3 箇所
豊　平　区	－	15 箇所	15 箇所
清　田　区	1 箇所	17 箇所	18 箇所
南　　区	72 箇所	58 箇所	130 箇所
西　　区	17 箇所	13 箇所	30 箇所
手　稲　区	10 ヶ所	4 箇所	14 箇所
合　　計	138 箇所	129 箇所	267 箇所

（「札幌市地域防災計画書（資料編）」より引用）

人口盛土斜面の崩壊現象には様々な要因が複雑に絡み合っている場合が多く、そのメカニズムについても完全には解明されていないが、現時点で指摘されている不安定要因としては以下のものがある。

① 自然の谷を埋め立てた盛土
② 盛土材が新しくて軟らかい箇所
③ 長さの割りに幅が広い形状
④ 地下水が豊富（地下水位が高い）な場所
⑤ 液状化を生じやすい土、もしくはスレーキングしやすい岩を材料とした盛土
⑥ 盛土底面の旧地表面の傾斜が急な場所
⑦ 旧谷底に泥炭等の軟弱地盤が分布する場所

ただし、これらの条件は比較的規模の大きな崩壊を生じた箇所の調査結果から導き出されたものであり、それ以外の盛土斜面でも規模の小さな崩壊等が発生する可能性は十分にあることも認識しておく必要がある。

2.3　人的生産活動と災害

(1) 地盤沈下と災害予測

1970 年代の高度経済成長期以後、新たな生活空間を求めて、都市は市街地近郊の泥炭地まで拡大・発展が進んだ結果、泥炭地にもたくさんの市民が住むようになり、以前とは異なる問題が生じている。近年、泥炭地で地盤沈下が生ずることは市民の共通の認識となり、官庁も道路や排水路、

上下水道など生活基盤を整備するに当たって、泥炭地盤の載荷重工法、地盤改良工法、杭基礎工法など沈下対策を採用している。また札幌市の場合は、1990 年に泥炭地を念頭に置いた「沈下防止対策行政指針」を策定し、街路植樹桝・透水性舗装・雨水浸透桝・下水道工事での止水対策等も積極的に取り入れている。

生活基盤整備の分だけ泥炭地の地価も一般宅地並みに高騰しているが、市民はさらに自宅を建設するにあたり、杭基礎など基礎地盤の処理に高額の費用を要することとなる。

最近の地盤沈下問題の特徴は、官民ともに、泥炭地盤の沈下対策が一応行われ構造物基礎の強化も行われていながら、依然としてトラブルが絶えないことである。ここでは泥炭地盤の沈下を新たな都市型災害の要因ととらえ、防災の方向について考察する。

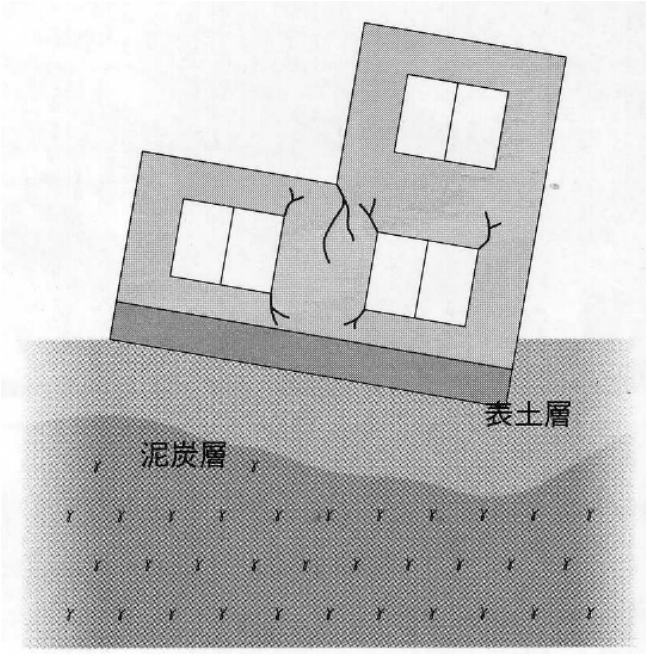


図-2.2.1　不同沈下による住宅被害

①泥炭地の住宅に発生する問題

生活基盤の整備が進み、いわゆる「都市化」が進行すると、工事中の水位変動や載荷重の繰り返し、排水が完備することによる地表水の浸透障害などによって浅層地下水が低下し、広域的な地盤沈下が生ずる。この沈下は一般的な揚水規制では止まらない泥炭地特有の沈下である。

図-2.2.1 は泥炭の上に直接基礎（ベタ基礎）で住宅を建てた場合の被害である。住宅自身の編荷重で大きな不同沈下を起こし、住宅に亀裂も入るようになる。ただし最近は直接基礎の例は少なく、図-2.2.2 に示すように住宅に基礎杭を打つ例が多い。杭基礎の住宅は沈下しないが、広域的な地盤沈下で周辺地盤が低下し、結果的に杭ごと住宅が持ち上がってしまう。沈下量が数１０ｃｍに達すると、玄関階段や車庫のアプローチが困難になり、杭頭や床下が露出したり、水道管やガス管の取り付け部が破断したりする。図-2.2.3 は最近目立っている杭基礎の沈下例である。泥炭地盤では木杭や細いＲＣ杭を使ってきた歴史があるので、今でも杭頭をフーチングに埋め込まず直接載せたままにした施工例が多い。広域沈下により空隙ができていれば、大雨や地震の場合、基礎は大きく沈下する。

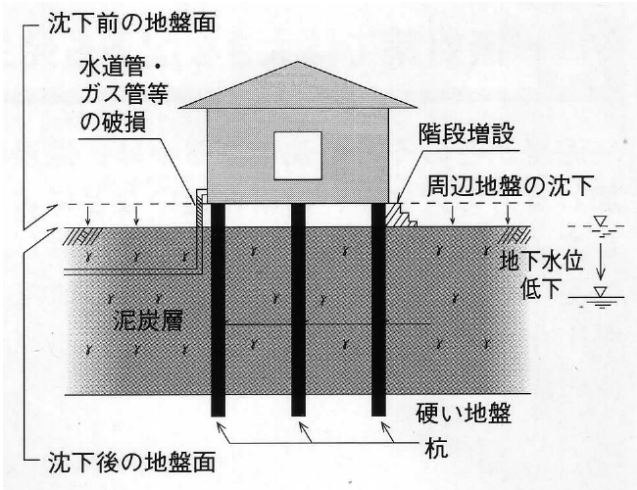


図-2.2.2　家屋抜上がりによる住宅被害

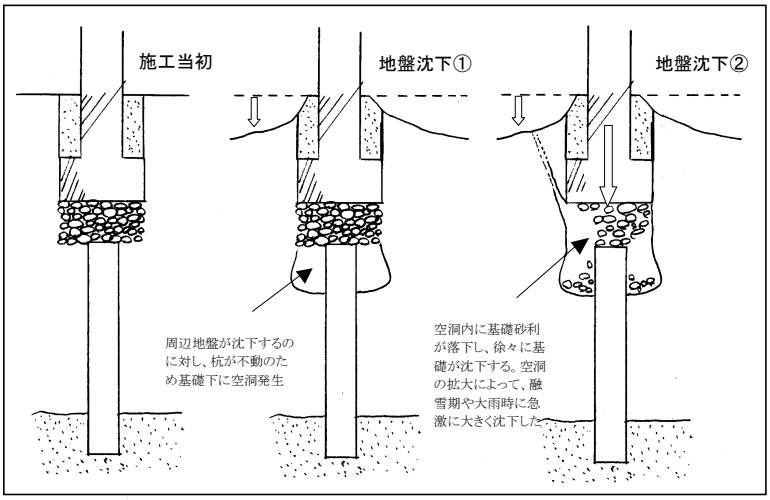


図-2.2.3　杭基礎の沈下例（札幌市白石区の住宅）

泥炭地は沈下することを官庁も市民もわかっていて、それなりに対策を立てるのであるが、都市化に伴う広域沈下が発生すると思わぬ被害をもたらす例である。地震が発生するとその被害はこういう弱点に集中するはずである。新たな都市型の災害要因と言わねばならない。

②札幌市洪水ハザードマップと泥炭地

札幌市は2004年に市内の洪水ハザードマップを発表し2005年度までに関係する全戸に配布を予定している[1)]。このマップは昭和56(1981)年の大洪水の実績に基づいて検討されたものである。マップ中に札幌市洪水実績図があるので、図-2.2.4 として引用した。図の黒く塗りつぶされている部分が洪水の冠水域である。図-1.3.9 と比較すると、洪水冠水域が泥炭分布域と良く一致していることがわかる。とくに茨戸川（旧石狩川）と伏古川が合流する篠路地域、モエレ沼周辺、東部米里地域など泥炭分布域が大きな冠水域となっている。

札幌市の泥炭分布域はもともと標高が低い（４～６ｍ）上に、広域の地盤沈下で周囲よりいっそう地盤が低下しているため、洪水になると一番冠水しやすいのである。泥炭地盤は洪水被害においても、災害要因が大きい区域として今後新たに注目する必要がある。

一方、泥炭地は日常的には土地利用に適さない土地として、防災拠点・災害時の避難空間に活用することも考えられる。しかし逆に都市化された現状では、地震時や洪水時に沈下区域が災害要因となることを考えると、慎重な都市計画が必要である。

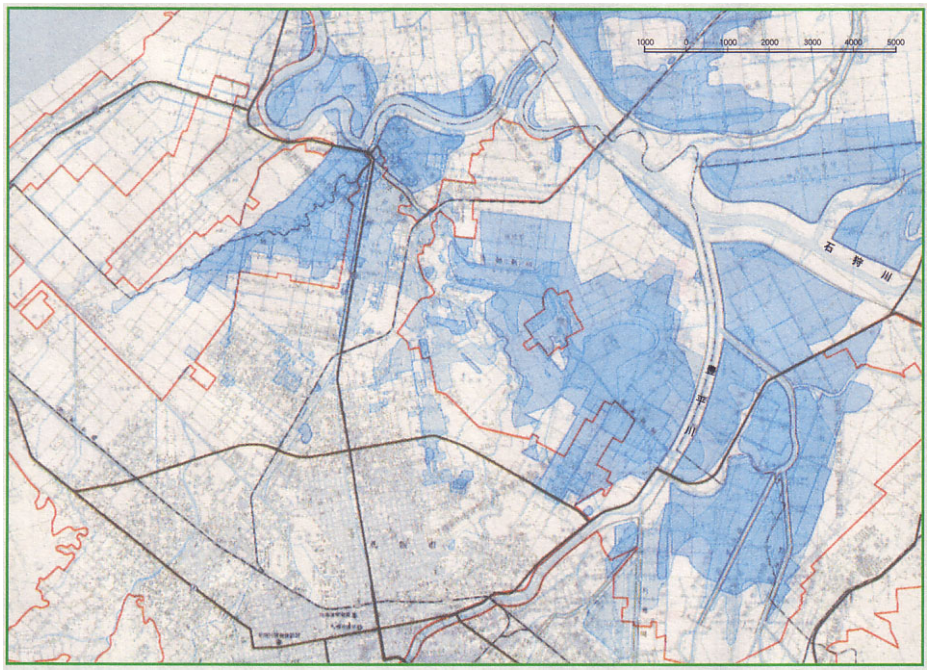


図-2.2.4　札幌市水害実績図　昭和56(1981)年８月

③泥炭の沈下を原因とする築堤被害

泥炭地盤における災害として、地震時の地盤災害にも触れておきたい。泥炭地盤が非常に軟弱な地盤であり、それ故に地震の揺れを増幅することは、従前から指摘されていることである。泥炭地盤において、地震被害が多く発生することからもそのことが理解できる。ここでは、それ以外に近年の地震被害から顕在化してきた、泥炭地盤ならではの被害形態について述べる。

写真-2.2.2　釧路沖地震における十勝川築堤の被災状況[2)]

写真-2.2.2 は、1993年釧路沖地震における十勝川統内地区築堤の被害状況である。築堤が原形をとど

めないほどに破壊してしまっているのがわかる。築堤盛土天端部の亀裂からは噴砂の跡が見られた。当地点の地盤構成は、地表面から泥炭層（厚さ約 6.3m）、砂層（厚さ約 6m）、以下砂層、粘土・シルトの互層が続く。築堤盛土の被害断面を図-2.2.5 [2] に示す。泥炭地盤が大きく圧密沈下し、その結果地下水位以下に盛土材料がめり込むように存在しているのがわかる。泥炭そのものは液状化しないことから、基礎地盤ではなく、地下水位以下に存在した盛土材料が液状化を起こしたものと考えられる。泥炭の圧密沈下量が、粘土などと比べ桁外れに大きいことから生じる現象である。このような被害は、1994 年北海道東方沖地震 [3] や 2003 年十勝沖地震 [4] など、近年の地震被害において泥炭地盤特有の破壊形態として指摘されている。また、北海道開発局が建設を進めている一般国道 337 号道央圏連絡道路においては、地下水位以下にまで沈下することが見込まれる盛土材については液状化し難い材料を用いる対策が取り入れられている。

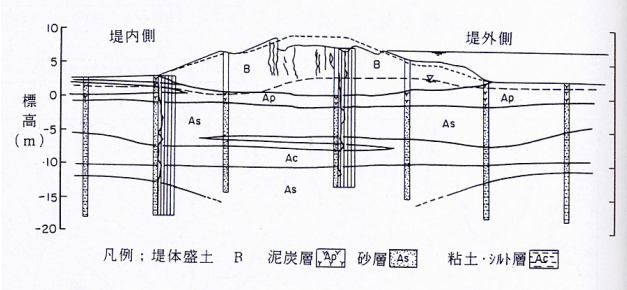


図-2.2.5　釧路沖地震における十勝川築堤の断面 [2]

参考文献

1) 札幌市：2004 年札幌市洪水ハザードマップ、洪水危機管理シンポジウム資料
2) 土質工学会：1993 年釧路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告書
3) 地盤工学会：1994 年北海道東方沖地震災害調査報告書
4) 地盤工学会：2003 年十勝沖地震地盤災害調査報告書

(2) 北海道における土壌環境汚染の特徴

北海道における土壌汚染は本州に比べて工場跡地の汚染事例等の都市型汚染は少ないとされてきた中で、北海道内の汚染の実態把握や埋もれた資料の発掘等を目的として 2000 年に環境地質勉強会（現在は北海道環境地質研究会に改組）が発足した。この会ではこれまで栗山町のクロム汚染、鉱山公害、土木工事における酸性岩盤等の北海道の土壌汚染や環境地質について勉強会を開催してきている。

この中で会員へのアンケートにより入手した廃棄物や VOC の実態調査を取りまとめたものの一部が下表である。

表-2.2.3　VOC に関するアンケート結果（2001 年集計）

	箇　　所	地 区 名	対象化合物
1	住宅建材事業所	岩見沢市	重油・軽油
2	産廃施設	道南某河川	四塩化炭素
3	クリーニング工場	当麻町	テトラクロロエチレン
4	稼働中の事業所	匿　名	テトラクロロエチレン
5	地下鉄工事	札幌市	テトラクロロエチレン
6	クリーニング店	札幌市	テトラクロロエチレン トリクロロエタン

VOC はドライクリーニングや金属の洗浄剤として、数年前までは比較的自由に使用されてきた。

大規模な製造工場だけでなく、金属を取り扱う町工場や個人の錆落としにも用いられ、使用後これらの廃液は敷地内の土壌や地下水等に廃棄されてきたと考えられる。

つまり、規模の大小は別にして、VOC の廃棄箇所は北海道の都市部でも相当な数になると考えら

れるが、地域住民はこれらの汚染箇所が自分の住む場所からどれほど離れているか知りようがないのが現状である。

2004 年の 1 月に土壌汚染対策法施行後 1 年を記念して北海道の土壌・地下水汚染の現状と課題についてのフォーラムのなかで道立地質研究所の広田氏が道内の事例をいくつか紹介している。

それによれば、'97～'02 年の全道地下水概況調査 1048 井のうち有害物質検出は 696 井、環境基準を超えているのは 53 井で主な物質としては PCE、TCE、硝酸性窒素、ヒ素 としている。また休廃止鉱山の汚染は 18 鉱山で発生しており、廃棄物処分場では鉛汚染（テレビの鉛ガラスや不法投棄の鉛蓄電池による）が発生していることが紹介された。

産廃処分場については2004年4月に新たに厚田村と釧路市で鉛による地下水汚染があきらかとなり、2004 年 6 月の新聞記事によれば道内の産廃処分場 22 箇所において鉛や水銀の汚染の疑いがあるとされている。また、不法投棄による硫酸ピッチは浦河や静内の郊外部にみではなく伊達市の都市部でも見つかっており、都市部の汚染の拡大が懸念される。

また、農用地の地下水では硝酸イオンが広範に増大しており、下流部にある都市部の地下水も汚染が懸念される。

2.4　地盤災害における情報技術の役割

(1) 地盤災害における情報技術の役割

土砂災害に関しては、地盤の情報を蓄積し、それを公開していくことも重要である。特に民間による小規模な宅地造成の記録は保存されている場合が少ないが、これらの記録のストックは危険箇所の予測や住民に対する避難等の心構えを与える意味でも重要となる。

いくら地震予知をしても地震を止めることはできないように天気を予測しても降雨を止めることはできない。ただし、天気は別の場所で発生している状況が変化しながら移動してくる場合が多いことから、突然発生する地震の予知よりは高い精度で場所ごとの今後の状況を予測することができる。我々が地盤災害から身を守るためには、これらの気象情報の有用性を認識することも重要である。

(2) まとめ

かつて柳田邦男は「災害情報を考える」（ＮＨＫブックス、1978）の中で、以下の様な趣旨を述べている。

「台風災害を例として、気象予報技術の進歩とテレビ・ラジオによる情報の改善によって、死者数を指標にした被害規模が、昭和３０年代中頃を境に、それ以前と以後では一桁小さくなったことが、統計的に明らかにされている。しかし、このことによって災害問題における情報処理の課題が全て解決したわけではなく、むしろ新たな課題を抱えているのが現実である。それは災害の発生状況が急激に変わったためである。この状況の最大の要因は日本列島全体の急速な都市化現象であり、社会構造の変化である。社会構造と生活様式が変われば、防災対策や防災意識が変わらなければならないが、実態はそうなっていない。激変する社会構造と変わらない防災意識、この基本的なギャップの克服に明確な展望を持つことこそ、防災のための情報が取り組まなければならない今日の課題なのであって、災害あるいは災害予測に直面しての情報処理がますます重要になってきている。」

上記は 20 数年前に考察された内容であるが、現在に通じる様々な課題を提起している。

昭和 30 年代中頃から 40 年代初期にかけては、戦後の国土の荒廃と情報ネットワークの立ち後れのために大災害が続出した時期から、次第に情報ネットワークの態勢が編成され、情報伝達が“被害報道から防災報道へ”と転換した時期である。それは被害規模を一桁小さくすることに成功した時期に対応し、防災への情報技術の有効性を示した。しかし、この時期以降、高度経済成長期を迎えた社会構造の急激な変化と共に、防災に対する情報技術の役割も変化せざるを得ない必然を述べている。この点で特に、1990 年に入って一般に普及し始めたインターネットは、平成 7 年阪神淡路大震災を契機に、行政のみならず市民レベルに、より密着した情報伝達手段として防災分野に急速

に活用され始めたことは、非常に大きな変化であり、発災前から発災時、復旧、復興、平時にわたるあらゆる段階で活用されるソフト対策の重要な手段として期待される。

大規模な自然災害の猛威に対し、ハードな対策は必要であるが限界があり、そのため被害の軽減に果たす事前の予防対策、ソフト対策の重要性がますます強く認識されつつある。特に、地盤災害予知に必要な地盤に関する基礎的情報はまだ少なく、地震観測体制の整備や強震動予測のための活断層調査・地下深部探査等の基礎的成果が、災害予知に有効に活用されるためには、まだ時間を要する段階にあることから、事前の予防対策の重要性を明確に認識する必要がある。

インターネットを活用した災害の基礎知識やハザードマップの公表など、自治体による市民向けの災害情報の伝達が既に全国的に行われつつある。北海道では、災害時の情報システムに関して開発局の「防災情報共有システム」、道のインターネットを活用した被害情報収集システムなどが開発、整備中であるほか、民間でも地域 FM 局による防災情報の放送システムの研究への取り組みが始められ、災害に関する情報システムの整備が進められつつある。一方、近年各所で相次ぐ大規模自然災害の報道や災害シンポジウムの開催、ハザードマップの住民説明会など、様々な媒体・場を活用した災害情報伝達の機会が開かれている。何よりも予防対策としての“社会構造と防災意識のギャップ”を克服する手段として、災害情報の役割を認識し、伝達の手法に関する工夫も必要である。

3. 交通ネットワークと防災対策（交通系部会）

3.1　道路の防災対策

(1) 災害時の機能確保のための対策（地震に対して）

①緊急輸送路としての機能確保

震災時における被災者の救助活動や救援物資の輸送等を円滑に行うためには、緊急輸送路の整備と道路構造物(橋梁、擁壁等)、ライフライン(電気、ガス、水道等)、さらには沿道建造物も含めた耐震性強化が緊急課題である。

また、道路の被災により拠点施設の停止を防ぐ観点から、防災拠点や交通拠点を複数のルートで連結する多重ネットワークの整備が必要である。

②情報伝達手段の整備

被災直後の情報不足や物理的に行動が制約される条件下においては、心理的な混乱や２次災害の拡大が懸念される。救援活動を円滑に進めるには、迅速で確実な情報提供が必要不可欠であり、交通機関の被害状況・運行状況等を的確に知らせることが重要である。

現在、交通機関には道路、JR、空港、港湾等があり、管理者も多岐に渡っており、非常時には情報の錯綜による混乱も予想される。そこで、各関係機関の情報を一元管理し、被災地の住民から周辺市町村に至るまで、広く情報配信を行えるような組織およびシステムの構築が必要である。

③行政と住民との連携

災害時に緊急輸送路の管理を行うのは行政であるが、道路利用者である住民の理解と協力がなければ機能確保は困難である。

そのためには、緊急輸送路の通行制限に伴う迂回道路の利用・自家用車の自粛等の広報活動を徹底するとともに、地域住民の防災意識の向上を図る必要がある。さらに、救援活動や物資輸送の妨げとなる路上の放置自転車や違法駐車車両については、官民相互の日常的な協力により取り組んでいかなければならない。

また、災害時の交通・流通のマヒによるリスクを平常時に身をもって行政と地域社会が学習するなど、住民参加型の防災訓練等により地域住民全体の防災意識向上が必要である。

④住民の対応

防災の主役はあくまでも市民であり、震災時のモラルとして、普段から地域の防災に関心を持ち救災活動や物資活動の妨げになるような行動を避けることが必要である。

したがって、震災時の無秩序な車両使用や外出は控える必要があり、そのためには、数日間身の安全が保たれること、安心情報の得られる状況を整えておくことが必要である一方、自家用車に変わる移動手段として公共交通はもちろんのこと、自転車や２輪車の活用も有効であると考えられる。

⑤冬期の交通確保

北海道において震災時の交通確保を考える上では、積雪寒冷という大きな影響要素を考慮しなければならない。冬期道路において安定した交通を確保するために求められるものは、車線数の確保と路面状態の整備といえることから、雪状現象を区分（豪雪時、吹雪時、堆雪時）してとらえ、シミュレーションし、対策手段のプライオリティーを決定することが重要である。

また、緊急輸送路として利用される幹線道路においては、堆雪スペースや消融雪施設、流雪溝等の整備が必要である。

(2) 災害時の機能確保のための対策（豪雪に対して）

①各機関が連携した情報の一元化

情報の収集としては、気象協会や開発局など、複数の機関の気象レーダーを活用した気象情報の迅速な収集やリアルタイムに路面状況を把握するためのパトロール、ITV の設置、さらには位置情報・作業状況を迅速に提供し得る除雪機械の高度化等が挙げられる。

これらの情報一元化を図るためには、関連機関との連携強化（常日頃から担当者同士の会議）が重要であり、さらに無理無駄のない対応を行うために、情報の収集･伝達に関する役割分担を明確にするなどの体制を整えることが必要である。

そのためには、一定の時間間隔で発信受信できるしくみや情報の正確さと効率化のために伝達事項の書式の統一などが挙げられる。

②国、道、市町村が連携した除雪体制の整備

物流輸送、緊急車両、ライフライン確保に向けた車両や孤立地域への経路確保を優先した除雪対象路線のプライオリティーを決定し、それに基づく組織的な除雪体制を構築する必要がある。

そのためには、降雪･積雪量に対応した人員や機材の準備態勢と出動基準（注意報と警報の中間あたりに的を絞り、早めの除雪体制を整えるための統一した基準）を明確に設定する必要がある。

③国、道、市町村が連携した交通ネットワークの確保

各機関が個別に除雪体制をとるのではなく、豪雪時には国、道、市町村が連携した除雪体制による交通ネットワークの確保が必要である。

また、迅速な除雪を行うためには、重点路線全体での通行規制区間の設置や、日中でも交通規制を敷いて除雪するなど英断的な措置も必要である。特に、緊急除雪路線等については、地域住民への広報を徹底するとともにマイカーの自粛や放置車両、違法駐車の排除を事前に促す必要がある。一方、道路利用者や地域住民も豪雪に対する防災意識を高め、官民連携による防災に努める必要がある。さらに、日頃から道路沿線の住民との信頼関係を築いておくことが、いざというときに協力体制が整いやすく、住民やドライバーにも安心感を与える。

④地域住民への情報提供

災害情報を得るメディアとしては、TV・ラジオ・新聞等が多いが、これらの場合、情報が古いといった問題がある。

このため、リアルタイム性の高い情報への要望が高く、またこれらの情報伝達形態としてはインターネットや携帯電話などが挙げられる。

したがって、今後の災害時の情報利用端末形態としては、「携帯電話」「カーナビ」など移動中に情報が得られる端末形態の方策が望まれる。

今後、北海道内の主要な道路管理者（北海道開発局、北海道、札幌市、日本道路公団北海道支社）で構成する「北海道道路情報化研究会」が運営している「北の道ナビ」の有効活用等が望まれる。

⑤交通ネットワークの拠点としての「道の駅」の有効利用

道の駅（現在 86 箇所）は、施設としての認知度も高く、休憩施設としての役割を十分に果たしている反面、情報入手拠点としては活用されていないのが現状である。

そこで、今後は幹線道路をほぼ網羅してある道の駅を防災対策の面からも交通ネットワークの拠点（地域の情報拠点、避難場所等）として利用していくことが望まれる。

そのためには、情報通信機器の導入や、情報を一定の時間間隔で受信できるシステムを関係機関と協議し構築する必要がある。

3.2　鉄道の雪害対策

(1) 雪害の種類

鉄道における雪害の種類は、降雪、積雪、凍結等の現象に応じて応範囲にわたる。雪害は、直接的・間接的な原因から、①長期及び広域的な降雪による線路や分岐器の不通のため列車が走行できなくなったり、高強度の降雪が原因で視程不良となり信号機の確認ができないために定時走行できなくなるもの、②雪崩や吹き溜まり、つららなどの自然現象が特定地点で発生することに起因するもの、③雪による車両機器の損傷や制動力喪失など車両の故障に起因するもの、④高速走行時に車体から着雪が落下することにより発生するもの、⑤建物やその他構造物がその上部や周辺に積もった雪荷重のために破損するもの、⑥停電、交通機関の不通、人手不足など地域の機能が低下することに起因するもの、⑦踏切事故、沿線樹木の冠雪による倒伏など、部外が原因となるもの等、多岐にわたる。

(2) 鉄道における雪害対策

雪害に対する対策は、列車運行計画等の実務上のノウハウに関するソフト対策と設備・車両・機械等に関するハード対策に分類できる。

①ソフト対策

ソフト対策の代表として冬期ダイヤや運転規制がある。また、冬期の関係部署間の打合せ、除雪車両等の試運転や豪雪時を想定した除雪体制の徹底、気象情報等の情報収集等とその活用もソフト対策といえる。

冬期ダイヤは線路の除雪のために排雪列車を予め組み込んだ冬期の列車ダイヤをいう。運転規制は排雪列車や雪捨て列車の確保と旅客あるいは貨物列車等の混乱を避けるため、線路の除雪状況に応じて通常の 70%、50%等段階的に列車本数を制限する考え方である。

利用者にとって最大の不利益は不通状態となった場合であり、最悪でもこれを回避する目的から、最低限の普通列車を確保し、同時に駅構内の除雪を行うもので、可動する分岐器の数は最小限としている。具体的に札幌駅を例に取って説明する。札幌駅は、図-3.2.1 のようにホーム 5 面、線路 11 線、分岐器数 70 基を有する一大ターミナル駅である。道内の鉄道輸送は札幌圏を中心とした輸送体系をとっているため、ターミナル駅である札幌駅および近郊駅の輸送障害は他の列車に波及しやすく、ダイヤの乱れは道内全体に甚大な影響を及ぼすおそれがある。これらの分岐器に一旦不転が生じると、信号が切変わらず列車を動かすことができなくなる。そこで、可動する分岐器を図の 3 箇所（連動して可動する分岐器があるので実際には 4 箇所）に限定し、残りの分岐器は転換しないで小樽～千歳、小樽～岩見沢、および札幌～石狩当別の 3 方面の輸送を確保するものである。一方、特急列車群は近郊駅で折返し運転をして札幌圏の普通列車と接続を確保する。この場合、ダイヤは不定ダイヤとならざるを得ないが、列車情報は各駅に掲示して情報開示する仕組みをとっている。

しかし、降雪に応じて運転規制を 100%→70%等、段階的に規制することは、既に運転している列車の車両運用をその都度検討しなければならず、実際にはそこまで細やかな対応ができない状況にあった。そこで、昨年より早朝から豪雪が予想される場合には、予め 40%の列車本数を確保することを基本とした列車運行計画を策定し、1

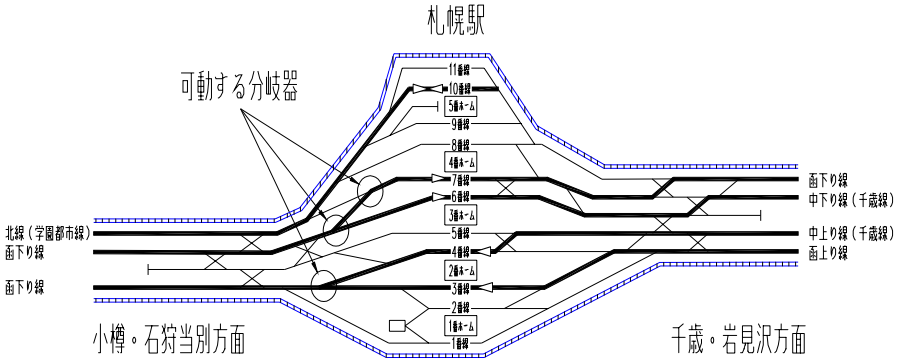


図 3.2.1　札幌駅の構内略図

時間に2、3本の列車を運行しながら、人力による分岐器の除雪時間を確保することとした。この方法によれば、天候の回復状況によっては通常ダイヤに戻すことが可能となる。この運行計画への移行は、前日に雪害対策本部を設置し、未明からの会議で最終判断している。問題は利用者に列車の運行状況を如何に早く提供することができるかであるが、最近ではウェブや携帯電話のウェブサイトで情報を提供する方法も利用している。

②ハード対策

ハード対策は、線路側と車両側の対策に分けられる。線路の除雪対策には、ロータリ車・ラッセル車・モータカーロータリ車・モータカーラッセル車などの除雪車両、除雪機械のほか、側雪処理機、砕氷機、電気融雪（分岐器用）、融雪溝等がある。

雪崩・吹雪・吹き溜まり対策には、雪覆、固定防雪柵、仮設防雪柵等の各種施設、及び防風林がある。固定防雪柵は林木の生育困難な箇所及び林用地の取得困難な箇所あるいは駅構内付近等で防雪林の造成が不得策と認められる箇所に、防雪林は林用地の取得及び林木育成が可能な箇所に設置される。

雪崩に対しては、特にその発生源となる箇所に、柵・林等の予防施設を設けて発生を抑止するが、これらの設置が困難な場合には、覆・擁壁・誘導工等の防護設備を設置している。

トンネルのつらら対策は、覆工表面に断熱工を設置して発生防止対策を実施している。

踏切の除雪対策は、冬型の交通事故防止対策からも重要であり、融雪によるロードヒーティング化、路面の圧雪を防止できる踏切舗装のゴム化、踏切内のトリコ防止対策である支障物検知装置の設置や啓蒙活動を実施している。

以上のハード対策は気象条件や地形、列車の運行形態等に応じて各所に設置しているが、降雪時に列車運行を阻害する最大の要因は分岐器の不転換である。道内の本線分岐器には、従来より全てヒーターを装備したものを採用しているが、列車が分岐器を通過する時の衝撃で走行中に車両下部に付着した氷雪が分岐器の可動部に落雪する等、一時的な堆雪には対処しづらい側面があった。

近年、分岐器部分の雪を溶かすという従来の発想を止めて、分岐器部分に雪を堆雪させないという発想によって開発されたものに「分岐器融雪ピット」がある。 「分岐器融雪ピット」は、分岐器の可動部分を開床式としたピット構造とし、直下に融雪部を設けた構造としている。これにより車両から落下した氷塊を軌道上に留めることなくピットへ落し込むことができる。ピットの深さは25～30cm程度で、その底部に遠赤外線面状ヒーターとサーモスタットの組み合わせにより常時20～40℃程度に保ち、融雪層の雪を融解するものである。溶けた水は浸透升に一旦蓄えたあと、地中へ浸透させる。その他の分岐器対策として、最近開発されたものに「圧縮空気式分岐器除雪装置」がある。これは、レールに取り付けたノズルから圧縮した空気をポイント転換時などに吹付け、氷塊などを吹き飛ばす装置で、最近利用が拡大されつつある。

その他にも特異な装置として排雪搬送装置がある。高架駅である札幌駅構内では、除雪のため大勢の人員が駅構内で作業にあたるが、構内中間部の雪を効率的かつ安全に運搬・搬出することは、輻輳する列車間合いから非常に困難である。このため、高架下に排雪搬送装置を設置している。人手で集められた雪は、4箇所の投雪口に投げ入れられ、設置された幅1.6m×長さ28mのベルトコンベアで高架下の堆雪場所まで搬送される。

騒音等が問題のない一般の高架区間では、開床式高架構造も採用されており、北海道では津軽海峡線の高架橋がこれに該当する。

車両側の対策として、最近製作された789系車両（特急スーパー白鳥）では、床下に枠を組み、従来、床下に吊下げていた機器をこの枠に載せ、枠の下部を全体的に覆うボディマウント構造などの対策が採られている。従来の車両についても、構造上改造が可能なものについては、一部セミボディマウント構造として車体からの飛雪・落雪防止対策を講じている。今後、製造される車両は冬期の安定輸送を確保する観点からもフルボディマウント方式が望まれる。

◆ 参考文献：村上、野口ら：鉄道土木構造物の維持管理、（社）日本鉄道施設協会、平成10年9月

3.3　空港の雪害対策

空港及びその周辺における降雪(風雪を含む)は、それがもたらす視界不良、横風、除排雪作業、凍結などが航空機に対し安全定時運航を妨げる要因となることから、公共交通機関に対する災害事象と言うことができる。しかしながら誘導路を屋根で覆たり、滑走路にロードヒーティングを設置するなどの手段は、この事象に対応する防災対策として現実味がなく存在しない。

このため降雪時の視界、横風、除排雪作業、凍結などの減災対応については空港毎に定められたルールに従い空港管理者などによって実行される。ここでは新千歳空港における各要因への対応などを記述する。

(1) 視界について

空港には、地上から電波を発し進入コースを知らせる計器着陸装置(ILS)が設置されており、滑走路が視認できなくても航空機を滑走路へ誘導してくれるが、空港ごとにグレードの差がある。

新千歳空港は CAT－Ⅰとなっており、最低降下可能高度(雲高)200ft の位置で必要視認距離 550m 以上あり、滑走路の灯火が視認できるか否かが着陸か進入復行の選択となる。道内空港では釧路空港が CAT－Ⅲで必要視認距離が 200m以上となっている（図-3.3.1)。ただし ILS のグレードが高くても、そのグレードに対する習熟訓練がない機長は対応できない。また進入復行の場合のコースや上空待機の手順は航空路誌(AIP)に記載されている。

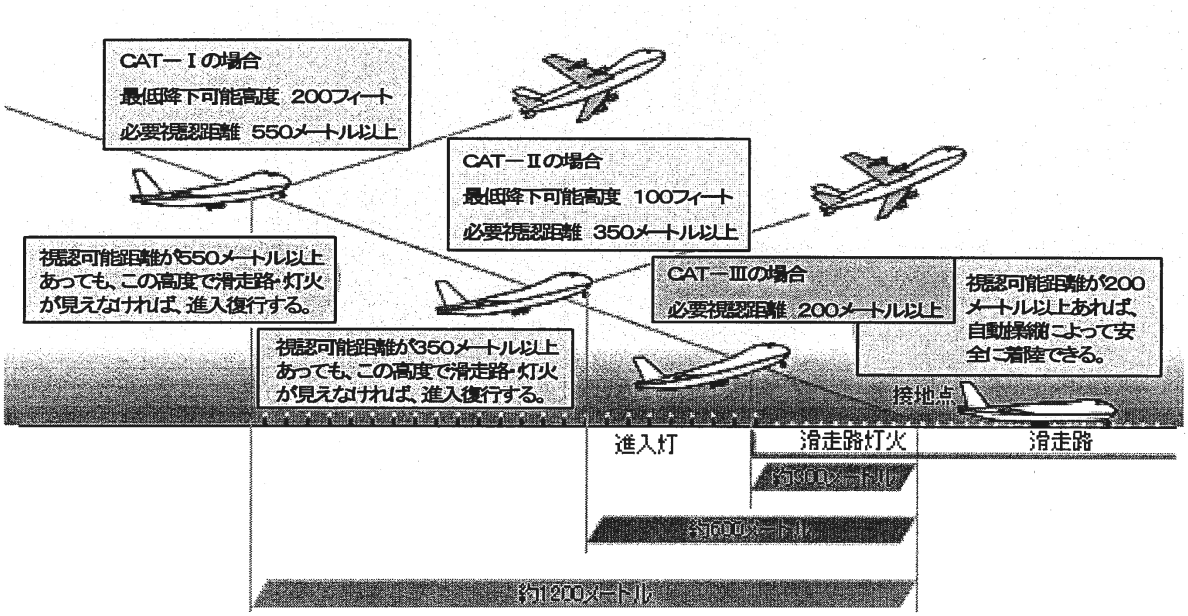


図-3.3.1　計器着陸装置(ILS)のグレードと着陸時の必要視認距離

(2) 横風について

航空機は向かい風方向への離着陸が原則で、横風に対してはある風速以上になると離着陸禁止となる。このため地形などによる障害がない限り、横風の発生が少なくなる方向に滑走路は配置してある。新千歳空港はほぼ南北方向になっている。機種によっても異なるが、横風制限 25kt(12.9m/s)以上で離着陸禁止となる。ちなみに風速が 50kt(25m/s)以上になると風向に関係なく離着陸禁止になる。

(3) 除排雪作業について

航空機の安全運航に大きな影響を及ぼす除排雪作業は、滑走路、誘導路、航空灯火、駐機場が空港管理者の対応で、機体に関しては各航空会社が個別に実施している。機種ごとの離着陸時に障害

となる滑走路積雪深は表-3.3.1 のとおりであるが、積雪 1cm になると除雪作業が開始される。滑走路や誘導路は路面状況が鍵となるので牽引式スノースイーパーが除雪の主力となっている。

また機体に関しては、付着した雪氷が空中で凍結し操縦に重大な支障を来たすため、駐機中に各航空会社が高圧空気や除氷液或は温水を気温雪質に合わせて機体に高圧スプレーヤーで散布する。

国内線の航空機は搭載燃料の関係で比較的短い距離で離陸できるが、国際線は搭載燃料のため機体重量が重くなり、離陸に必要な滑走路延長が長くなる。

とくに冬季は滑走路上での離陸回避となった場合の必要制動距離を考えると除排雪の仕上がり程度は安全運航に対し大きな要因となる。

(4) 凍結について

滑走路が積雪などで凍結すると摩擦係数が小さくなり、航空機の離着陸時に車輪と滑走路面でスリップを引き起こし重大事故が発生する恐れがある。

表-3.3.1　航空機の機種別離着陸禁止積雪深（新千歳空港）

使用航空機		B74D B744 B763 B773 B734		DC10 A30B MD90 B772	MD80	B74R B763 A320
離着陸禁止積雪深（mm）	Dry Snow	離陸 61mm	着陸 152mm	61mm	離陸 31mm 着陸 61mm	71mm
	Wet Snow	41mm		41mm	離陸 21mm 着陸 41mm	51mm
	Slsh	13mm		13mm	離陸 7mm 着陸 13mm	13mm

図-3.3.2　スノースイーパーによる滑走路雁行除雪状況

滑走路面の横断方向にはグルービングといって溝幅 6mm、深さ 6mm、中心間隔 32mm の溝が切ってあり路面排水（凍結防止にも一部効果あり）対策が施されているが、除雪後の滑走路は 1 本当たり往復 10 分以内で連続摩擦測定車(通称サーブ車)の高速走行による摩擦係数測定を行い、摩擦係数で除雪の仕上がり具合を判定する。

摩擦係数ごとの評価は、Good（ 0.4～）、Medium Good（0.36～0.4）、Medium（0.3～0.36）、Medium Poor（0.26～0.2）、Poor（0.2～0.26）、Very Poor（ ～0.2）の 6 段階であり、摩擦係数が 0.2 未満の VP になると離着陸禁止となる。除雪終了後の滑走路コンディションは Poor 以上を確保することが除雪水準として求められている。

(5) まとめ

航空機利用の最大のメリットは、移動時間の短縮である。しかし前述のように、冬季間においては気象条件、特に降雪時には安全運航を阻害する要因が多く定時確保が困難に陥ることがある。

また、滑走路などの空港施設は空港管理者に、航空機に関しては各航空会社にその運用が委ねられているため、航空機の離着陸に付いての正確な情報は、空港において自らが確認し判断しなければならないということが航空機利用の欠点と言えるかもしれない。

時間短縮が大きなメリットである以上、わざわざ空港まで出向くことなく最寄のターミナル等でリアルタイムの情報が入手できれば、移動手段の変更などが可能となり、今まで以上に便益性が向上するものと思われる。

交通機関どうしのリアルタイムな情報の共有化と情報提供を今後促進させることが重要であると思われる。例えば丘珠空港から新千歳空港へ JR を使用して乗り継ぐ場合など、JR が不通であることなどが出発地で分かれば、より早い対応が可能となるであろう。

3.4 地下街・地下鉄の豪雨対策

(1) 地下鉄および地下街の水害対策

（対策の考え方）

近年の都市型水害に伴い、福岡ではビルの地下室の水没による犠牲者が出たり、名古屋では浸水による地下鉄の運休で交通が麻痺するなどの事態が発生し、地下空間の浸水対策は重要な課題となった。

河川や下水道の整備を進めて流域の流下能力を強化し洪水を防止することが対策の基本であるが、整備水準を超える洪水が発生する可能性を全く無くすることは不可能であるため、洪水が発生した場合の被害を軽減する減災対策も必要であり、関係機関で検討が進められている。

地下空間の利用者の安全確保は各地下空間管理者の責務であり、行政は各管理者に対して情報提供や啓発活動などを実施して、安全確保にむけた支援を行うという役割分担が基本的な考え方である。

また、水防法により基本的に市町村が地域の水防の責任を負うこととなっていることから、国が整備した枠組みや技術基準に基づいて、市町村が具体的な対策を策定・推進している。

① 国の取組み状況

a) 水防法の改正

2001 年 7 月に以下の改正が行われた。

- 洪水予報河川制度の拡充

  国土交通大臣に加え、新たに都道府県知事も洪水被害が生じる恐れのある河川を指定し洪水予報を行うことができることとなり、都道府県管理河川においても、洪水情報が提供される。

- 浸水想定区域制度の創設

  洪水予報河川について河川管理者が浸水想定区域を指定するとともに、区域と浸水深を公表し、市町村に通知する。

- 円滑かつ迅速な避難を確保するための措置

  浸水想定区域における円滑で迅速な避難を確保するための必要事項を市町村地域防災計画に定め、洪水ハザードマップの作成等により住民に周知させる。不特定多数が利用する地下施設への洪水予報の伝達方法を定める。

b) 「地下空間における浸水対策ガイドライン・同解説」の作成

2002 年に国土交通省が地下空間の設計または管理を行う者に向けた留意点を記載した指針を作成した。

c) 特定河川浸水被害対策法の制定

2004 年 5 月に施行。地下街等の所有者又は管理者に対し阻止都市洪水や都市浸水が生じた場合の利用者の避難の確保を図るための計画策定と公表を努力義務として規定した。それに基づき国土交通省が「地下街等浸水時避難計画策定の手引き」を作成した。「避難誘導・防災体制」、「非難安全対策施設の整備」、「防災教育・訓練」、「避難計画の公表」について記述されている。

② 札幌市における取組状況

a) 札幌市洪水ハザードマップの作成

札幌市危機管理対策室では、石狩川流域で堤防が決壊した場合を想定した浸水想定区域の通知に基づいて洪水ハザードマップを作成し、2004 年度に公表した。水害時避難場所、浸水する危険性のある駅などの水害時危険箇所のほか、地下空間・地下施設の危険性などについての情報が記載されており、住民への情報提供や意識啓発を図っている。

b) 札幌市洪水危機管理計画の策定

札幌市域における破提氾濫等の水災害による被害を最低限に抑えることを目的に、行政関係者、ライフライン、地下空間管理者等の実務者で構成する札幌市（豊平川・新川）洪水危機管理協議会を 2003 年度に設立し、地下空間の浸水対策も包含した「札幌市洪水危機管理計画」を策定した。

このなかで、地下空間管理者の役割が次のように定められている。①水害特性を考慮した施設整備の推進②水防管理団体及び防災関係機関との協力・連携③気象情報及び水害情報の収集と施設利用者等への伝達④施設利用者等の安全の確保⑤水防訓練の実施⑥緊急のための水防活動の従事。

「札幌市洪水危機管理計画」では各関係機関の避難・情報対策、地下空間対策についての各種実施事項を定めており、それらを各構成機関それぞれの水防対策に反映して実現していく仕組みとなっている。また、札幌市（豊平川・新川）洪水危機管理協議会は今後も定期的に開催し、対策の継続的推進を図ることとしている。

c) 地下空間浸水対策マニュアルの作成

地下空間管理者による水害対策マニュアルの作成を支援するための手引き書が福岡市で作成された。平常時や災害発生時における組織や体制等について具体的に記述されている。札幌市危機管理対策室でもこのような地下空間管理者向けの手引書の作成について検討を進めている。

今後これらに基づいて、各管理者が浸水対策マニュアルの整備を進めていくこととなるが、地下街と地下鉄は構造や設備の面で密接な関係があることから、情報共有や避難誘導などにおける連携が重要となる。

(2) 地下鉄の災害時の有効活用

地下鉄は地下空間に軌道を確保することから、豪雨時の浸水災害の際は、他の交通機関と比較して、早期に運行の維持が困難になる可能性が高い。

しかし、他の災害時には優位性を持つ。例えば、平成 8 年 1 月の豪雪時には、吹雪や吹きだまりにより道路や鉄道が不通となり、都市の交通機能が大幅に低下した。このため社会的混乱が発生し、復旧にかなりの時間を要した。しかし、地下空間を走行する地下鉄は、地上の気象状況や道路状況などの制約を受けずに、安定した輸送能力を維持した。

定時性が高い地下鉄は、道路交通機能が低下する冬期間に利用者が増加する傾向があるが、特に豪雪が発生した平成 7 年度は、冬期間の輸送人員が大幅に増加した。地下鉄は物流機能を持たないが、人流の面においては、道路の不通や渋滞等による地上交通の機能低下を補完したことを示すものと考えられる(図-3.4.1 参照)。

地震時においても一般的に地下構造物は地上の構造物よりも影響が少ないといわれており、東京都では地下鉄駅に、地下備蓄倉庫を建設し、食料品、医薬品、救助活動用意機材を収めている例がある。

また、震災後には、道路網の機能が大幅に低下することから、緊急車両の活動を担保するため、一般車両の規制が必要となる。車両規制を担保するための手段として、地下鉄による自動車交通の機能の代替も考えられる。

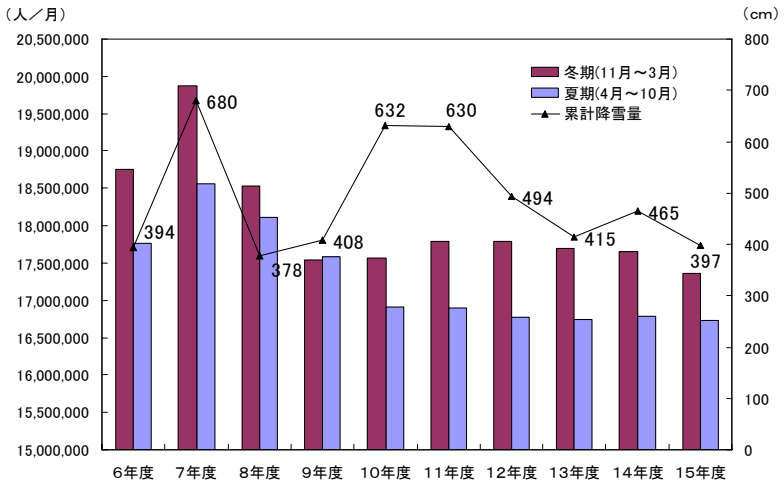


図-3.4.1　降雪量と地下鉄利用者数の推移

3.5　交通ネットワークに必要となる防災対策（対策を進める上での問題）

都市は狭い範囲に日常活動や生産活動が凝縮されていることから、地震、水害、雪害など自然災害が発生した際には、市民の避難行動や消化・救急活動、生活物資や医薬品などの緊急物資の搬送活動などが錯綜し都市内交通が混乱することが想定される。しかし、都市交通ネットワークは歩行者交通、道路交通、路面電車、地下鉄、鉄道など各交通手段が相互連携し成立しているため、日常的な交通サービス水準の確保迄は難しいものの、交通手段の相互補完を行うことで有る程度のリスクは回避可能なものと想定される。

過去の北海道における都市の被災実態を平成8年1月に発生した豪雪災害及び平成16年9月に発生した台風18号の風害に関する新聞記事より見ると豪雪災害においては『札樽道、国道が不通。札幌市内は市電とバス運休。JR 運休 536 本。』と記載されており、鉄道、道路の交通寸断が市民生活に多大な影響を及ぼしていたことが想定される。実際には回避不可能な鉄道の寸断を除けば『札樽間の国道の寸断は、一部の2車線区間で大型車両が対向車線側へとはみ出し、通行不可能となった』のが主な原因であり、『札幌市内の交通マヒは路上の放置車両が除雪作業の妨げになっこと。このため平常時と変わらず機能していた地下鉄と道路交通とがスムーズに連結できなかったこと』が、一つの要因としてあげられる。

一方、最大風速 50m/s と戦後観測記録を上回った台風 18 号の風害では、鉄道や路面電車は通行止めとなったものの都市内での道路交通の通行止めは回避された。しかし、街路樹の倒木による車線の一部占有化や電柱の倒壊による停電及び信号機の機能停止などにより、走行の安全性が低下したのはいうまでもない。

このように過去の被災事例をみると『積雪寒冷地を意識した十分な道路幅の確保』や『違法路上駐車に関する市民の啓蒙』、『交通機関相互の連携を意識した除雪体制』、『都市内における電線類の地中化』といった、ほんのわずかな工夫や対応がとられていれば災害のリスクは大幅に軽減していたものと想定される。

地球温暖化の影響も受け、平成 16 年度には全国各地で台風の大雨による河川氾濫が発生しており、比較的安全といわれている都市においても洪水により都市機能が麻痺した事例が多数みられる。

豊平川という一級河川を抱え地下街を有する札幌市においては、なお一層の事態の悪化が想定され、現状の環境下で発生した際には道路交通のみならず地下鉄の水没による機能停止などから、地上部では市民の避難交通や緊急車両の通行、無秩序な違法駐車車両により錯綜とした交通環境下になるものと懸念される。

今後、これら災害に伴う交通ネットワークへのリスクを軽減してゆく上では各都市の実情に応じて交通体系を補完するバイパス・環状道路などの整備といった新たなハード対策も必要と考えられが、逼迫している国・地方の財政状況を踏まえると『既存の交通基盤の有効活用』や『交通手段間相互の連携』及び『減災を図る危機管理』といった視点からの対応も必要不可欠と考えられる。

◆既存交通基盤の有効活用

緊急輸送路に指定された主要幹線道路の広幅員化（堆雪幅の防災帯としての機能確保）
橋梁及びＪＲ線立体交差施設などの耐震性強化
電線類の地中化　　など

◆交通手段相互間の連携

災害パートナーシップの確立（交通機関相互の情報伝達体制の確立、緊急時マルチモーダル確保路線の指定）　など

◆減災を図る危機管理（常日頃から）

交通規制・誘導も記載した洪水や雪害ハザードマップの戸別配布と交通モラルの啓蒙
災害を意識したロールプレーイング実施の定常化（市民、事業者）
道路パトロールの充実やモニター制度の確立
緊急輸送路における除雪水準の確保　など

４．防災体制と救援、拠点配置（都市系部会）

4.1　札幌市における防災体制

(1) 災害対策本部の設置・運営

震度５弱以上の地震が発生した場合、ただちに市庁舎に災害対策本部を設置する。

平成８年４月に、本部機能を強化するために、本部スペースを大幅に拡大した。

さらに、早急に情報活動ができるように各種通信情報機器を常時スタンバイした「防災ワークステーションＳＷＡＴ」を開設した。

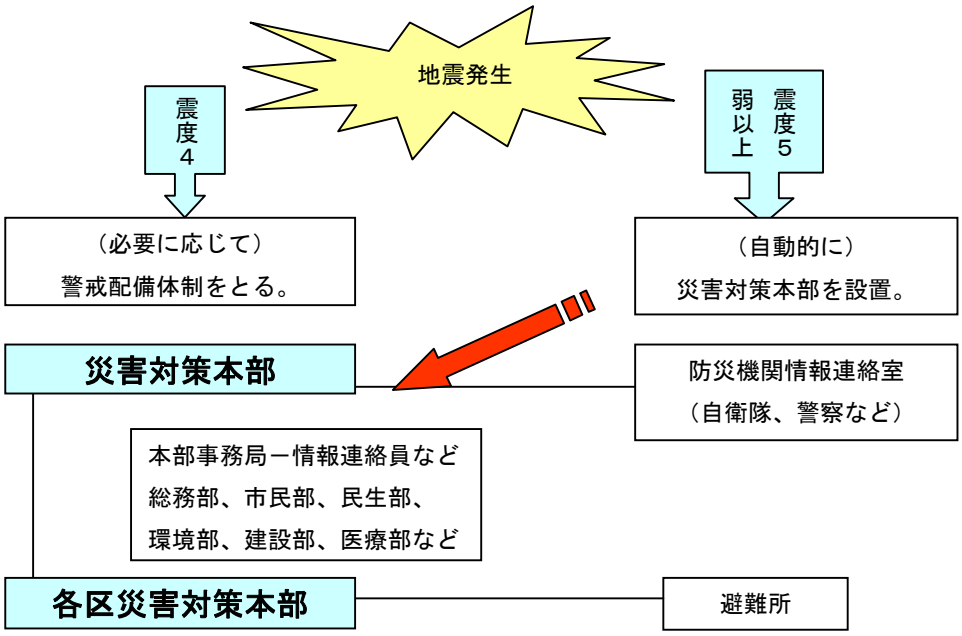


図-2.4.1　札幌市の防災体制

(2) 市職員の動員と配置

冬の早朝参集など、市職員の防災訓練を実施してる。

全市職員の災害時の具体的な活動個所などを明らかにするために、「個人動員票」を作成し、万一の場合に職員が直ちに参集できるように配布している。

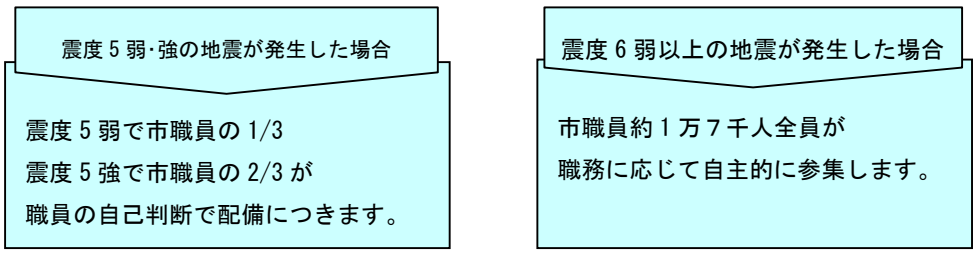


図-2.4.2　札幌市の職員動員体制

(3) 情報伝達と広報活動

平成７年３月に完成した高所監視カメラは、夜間も見える高感度カメラ２台で市街地の大半を見渡し、140 倍のズームアップなどの高機能を活用して、24 時間市民の安全を見守っている。

また、大災害時には、通信衛星を使って画像が自治省消防庁などに送られ、早期の支援に役立てる。

(4) 消防活動

大災害時の消防職員の非常召集体制を見直し、震災時の消防活動マニュアル「震災警防活動要領」を作成した。

また、消防団が組織的に消火・救出等の活動を効果的に行えるよう、「札幌市消防団災害活動要綱」の策定を進めている。

そのほか、消火栓以外に次のような消防水利の確保に努めている。

・平成 7 年度から、「消防水利開発補助金交付制度」を導入し、民間ビルの地下などに防火水槽 6 か所を整備している。

・河川、プールなどからの取水施設・採水管 9 か所、老朽木造家屋密集地域への耐震性貯水槽(100m3)19 ヵ所を緊急に整備している。

(5) ライフラインと公共施設

札幌新のライフライン及び公共施設等の災害に備えた対応状況は下記のとおりです。

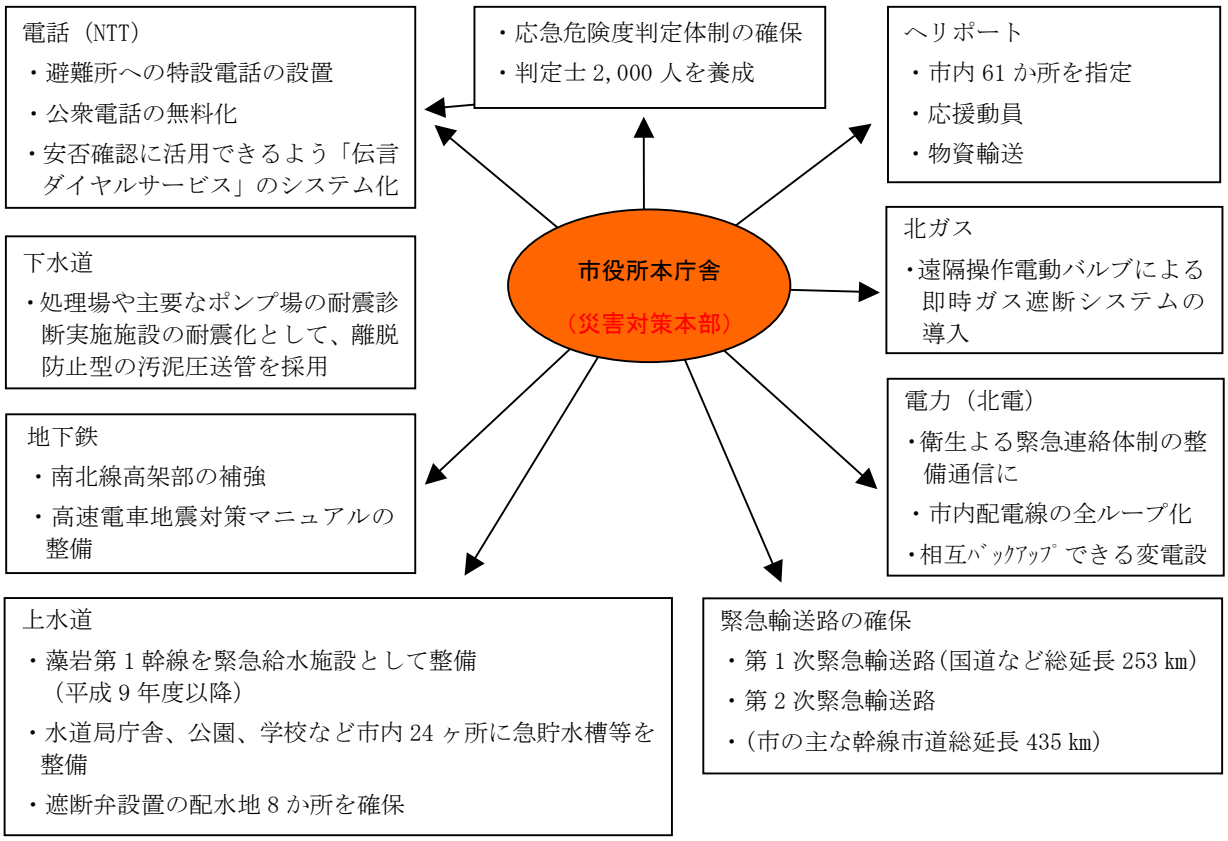


図-2.4.3　ライフラインと公共施設の災害への備え

4.2　札幌市における救援活動

(1) 応援体制

従来から、消防や水道など各種災害業務に関する応援協定を他の制令指定都市や近隣自治体などと結んでいましたが、さらに災害応急業務の体制を強化するため、民間の機関・団体とも次のような協定を結んでいる。

・社団法人北海道警備業協会→緊急輸送路の確保や避難所などの警備に関する応援協定（平成 7 年 11 月）

・株式会社定鉄商事(札幌東急ストア)及び市民生活協同組合コープさっぽろ→

・災害時の食料・物資の緊急供給の支援協定(平成 7 年 12 月)

・小型運送事業協同組合赤帽北海道→災害時の食糧･物資の運送支援協定

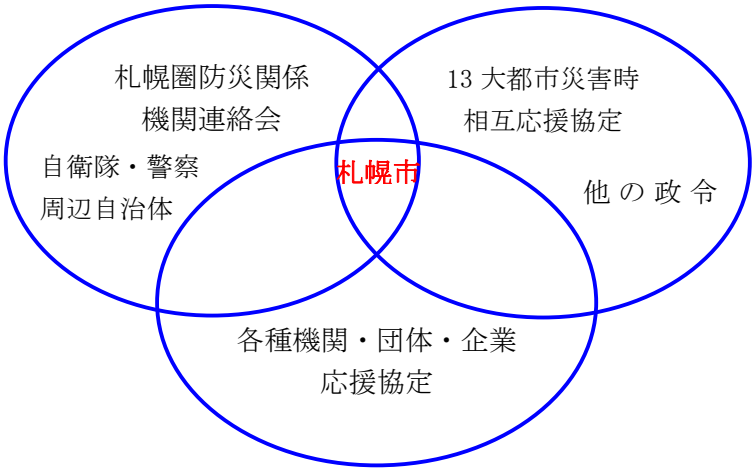


図-2.4.4　災害時の連携体制（平成 7 年 12 月）

(2) ボランティア体制

・平成 8 年 3 月から緊急医療の「災害ボランティア登録制度」をスタート。すでに約 700 名の医師・看護師の方々が登録している。
・市内で 2,000 名の建築物の「応急危険度判定士」を養成することを目指して、平成 8 年末までに建築士約 1,400 人が登録しており、講習会の実施や、判定備品の整備を進めている。
・市社会福祉協議会やボランティア団体などで構成する「札幌市防災ボランティア等連絡会議」では、学生ボランティアなどでの受け入れ態勢や活動拠点などについて、検討を進めている。

(3) 防災活動

大災害が発生した場合は、たくさんのケガ人や火災が同時発生するため、通常の消防能力では対応しきれない状態になる。また、ライフラインや道路の損壊が消防活動の大きな妨げともなる。このような状況では、住民自らが出火を防ぎ、初期消火、被災者の救出救護活動などの応急活動を行い、少しでも被害をくい止めることが必要である。

「自主防災活動」とは、地域住民が自分たちの地域を自分たちで守ろうという連帯感に基づき自発的に行う活動で、日ごろから、様ざまな活動を通して、防災意識を高めていくことが大切である。

・町内会単位で活動

表-2.4.1　活動の基本例

災　害　時	平　常　時
①被害情報の収集、防災関係機関との連携 ②地区住民の安否の確認 ③出火防止の呼びかけ、初期消火 ④負傷者の救出・救護、避難の誘導 ⑤非常食等の救援物資の配布・炊き出し	①防災知識の普及(研修会等の開催) ②地域の安全点検 (危険個所の把握、防災マップの作成等) ③地域住民の把握 (避難先の把握、要介護者の把握等) ④防災資機付の整備・点検 ⑤防災訓練の実施

表-2.4.2　活動組織編成例

既存組織	災害時の役割			平常時の役割
町内会長	本部	本部長	○災害活動等の指揮・調整など	●防災関係機関との連絡調整 ●任務分担、連絡網の作成 ●研修会等の開催 ●防災訓練の実施 （各部共通） ●その他防災に関すること
副 会 長		副本部長	○本部長の補佐	
総務部長		総括部長	○各種情報の集約など	
防　災リーダー		防災部長	○活動班との調整、防災機関への連絡などの連絡など	
防犯部長	活動班	情報連絡	○災害・被害状況の把握、安否確認など	●危険個所の把握、避難先の把握
青年部長		消火班	○出火防止の呼びかけ、初期消火	●安全点検の指導、水利の点検
体育部長		救出救護	○救出・救助、負傷者の応急手当など	●防災資機材の点検、救急講習の受講

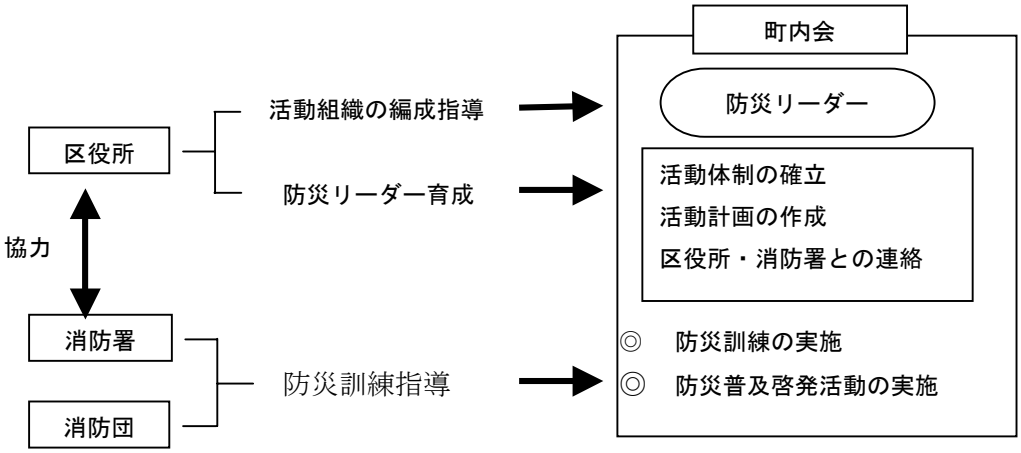


図-2.4.5　市の積極的支援

主防災活動の推進のため、市は次のような支援策をうち出している。

①防災リーダーの育成
②活動資機材（ﾉｺｷﾞﾘ、ﾊﾝﾏｰなど）の配布（助成）
③訓練実施への支援

(4) 医療、避難所

①緊急医療施設

大災害時の中心的な役割を果たす「災害時基幹病院」として次の 15 病院を指定している。

表-2.4.3　災害時基幹病院（平成 8 年 9 月）

医療機関	住　所	医療機関	住　所
市立札幌病院	中央区北 11 西 13	北海道立札幌北野病院	清田区北野 4-5
北海道大学医学部付属病院	中央区北 14 西 5	北海道社会保険中央病院	豊平区中の島 1-8
札幌医科大学医学部付属病院	中央区南 1 西 16	札幌社会保険総合病院	厚別区厚別中央 2-6
手稲渓仁会病院	手稲区前田 1-2	札幌厚生病院	中央区北 3 東 8
国立療養所西札幌病院	西区山の手 5-7	勤医協中央病院	東区伏古 10-2
ＮＴＴ札幌病院	中央区南 1 西 15	札幌東徳州会病院	東区北 33 東 13
国立療養所札幌南病院	南区白川	国立札幌病院	白石区菊水 4-2
札幌逓信病院	南区川沿 14-1		

②避難所

冬の災害に備えて、小中学校を中心に 609 ヵ所の屋内型の収容避難場所を指定し、約 22 万人の収容能力を確保している。

また、いち早く避難所を開設、運営するために、全収容避難場所に市職員チーム（3～5 名程度）を派遣する体制づくりを進めるとともに、市職員の参集訓練を実施している。

③災害弱者支援

収容避難場所に指定していない住民コミュニティー施設などを、お年寄りや身体の不自由な方の 2 次的な避難所として活用することを検討している。

1 人暮らしのお年寄りや身体の不自由な方の氏名・住所・緊急連絡先などを記入した地図「安全マップ」を作成した（南区）。

④非常食や飲料

パン、アルファ米など 162,300 食の非常食、2 万枚の毛布などを各区に分散し備蓄している。平成 9 年 3 月には、新たに寝袋 1 万個備蓄している。

飲料水 5,300 ㎥、およそ 60 万人の 3 日分（1 人 1 日 3 ﾘｯﾄﾙ）を水道局本局庁舎などに貯水している。

大手スーパー、生協及び小型運送事業者と災害時の食料・物資の緊急供給, 輸送に関する協定を結んで、大勢の被災者が発生する事態に備えている。

表-2.4.4　応急救援備蓄物資の種類及び数量（平成 15 年 4 月 1 日現在）

(1)食糧対策		(2)トイレ対策		(3)防寒対策		(4)照明対策	
乾パン	50,000 食	簡易便座	11,000 基	寝　袋	28,000 個	ﾛｳｿｸﾗﾝﾀﾝ	6,100 個
ﾋﾞｽｹｯﾄ	5,000 食	排便収納袋	616,000 組	毛　布	20,000 枚		
ｸﾗｯｶｰ	25,000 食	紙おむつ	39,000 枚				
ｱﾙﾌｧ米	61,000 食						
パ　ン	21,300 食						
合　計	162,300 食						
哺乳瓶	2,600 本						
粉ミルク	1,500 箱						

※本市被害評価の罹災者数 127,100 人を対象とし, 災害発生から 24 時間内に緊急に必要なる物質を備蓄する。

※札幌市防災会議「さっぽろの地震対策」改訂版を引用

4.3　札幌市の防災拠点配置

(1) 二つの大震災の記憶から

吉村昭の小説「関東大震災」から被災地周辺の現象を当時の社会情勢や防災上の問題点との関係でまとめると次表のようである。(○：関連あり＝柴田作表)

表-2.4.5　関東大震災発生時に見る当時の社会情勢と防災上の問題点

	防災に関わる社会環境や問題の層別 関東大震災直後から 応急復旧期にかけての被災地周辺での現象	公共施設	交通機関	情報	人種問題	思想	治安	医療衛生	流通	避難場所	収容施設
1	6 万人もの焼死者										
	原因／避難者の群れによる交通の混乱		○								
	水道破損による消防力の低下	○									
	避難方法の問題（大八車･荷物･場所･経路）		○	○						○	
2	流言蜚語による集団パニック										
	結果／津波・大余震情報による混乱			○							
	朝鮮人・社会主義者に対する集団殺傷			○	○	○	○				
	食料・日用品の集団略奪			○			○		○		
3	被災地への地方からの人々の流入		○				○				
4	被災者の地方移動に対する輸送力不足		○								
5	誤った被災地の情報			○							
6	被災地における情報不足			○							
7	被災地における窃盗・略奪						○		○		
8	犠牲者の捜索と遺体処理の長期化	○						○			
9	糞尿処理・塵芥処理・瓦礫処理の長期化	○						○		○	○
10	伝染病の発生							○			○
11	収容所における様様な問題の発生 （規模･設備･疾病･犯罪）	○				○		○			○
12	食料品・日用品の大量買い占め・売り惜しみ			○					○		
13	社会主義国ソ連からの救済活動に対する拒否			○	○	○					

時代背景は違うが阪神大震災後でもこれらに酷似した現象が発生している。

当時の現象が 72 年の時と東西の域を超えて神戸の街に投影されたかの様である。

ほぼ一生涯に近い時の経過で歴史的な災害に対する人々の記憶や教訓が劣化してしまったのか、人間は忘れることを繰り返す動物であることを思い返し、災害に対する市民の備えを防災拠点の面から考える。

(2) 防災拠点の役割

平成 7 年（1995 年）1 月 17 日の阪神・淡路大震災以降、各行政機関は同規模の地震災害を想定した防災計画を作成し、市民の安全を確保するため防災拠点の整備を進めてきている。神戸市復興計画では防災拠点の役割を下表のように定義している。

表-2.4.6　防災拠点の区分

名　　称	必要機能･規模
防災中枢拠点	災害対策本部として自立機能を確保(市レベル)
防災総合拠点	情報システムと自律機能の確保(区レベル)
防災支援拠点	救援物資集積配送施設と情報システム(区に数ヶ所)
地域防災拠点	広場と施設（シェルター､備蓄､自家発電）

被災の状況によっては安全面・効率面から、中枢拠点や総合拠点を他の拠点施設や周辺自治体へ移す代替性を全体のシステムとして持たせることが考慮されている。

(3) 積雪寒冷地における防災拠点

札幌市のような積雪寒冷地における防災拠点のありかたを検討するにあたって、季節毎に想定される災害の発生形態と被害程度予測を時間帯別に整理すると下表のようになる。

表-2.4.7　災害発生時期・時間と被災規模

	季節別の自然災害リスク	地震との相互関係	発生時間帯別の被害程度予測		防災拠点先 避難先･収容能力･プライバシー･市民の協力体制
春	・融雪災害 ・異常乾燥と強風（火災）	・融雪時期の災害復旧の困難性 ・第三被害の防止	朝～昼		大火災⇒広域避難場所 様子見⇒一時避難場所 長期化⇒収容避難場所
			夜	大	
夏	・大雨（集中豪雨）	・一過性の緊急対策 ・第三被害の防止	朝～昼		
			夜	大	
秋	・台風	・一過性の緊急対策 ・第三被害の防止	朝～昼		収容避難場所 屋内型 非常食の備蓄 防寒対策
			夜	大	
冬	・降雪による障害	・復旧の長期化→防寒対策 （凍結，積雪，交通障害等） ・防災拠点施設等の孤立化	朝	甚大	
			昼		
			夜	甚大	

冬に発生が予想される災害には春から秋に比較して、被害が甚大となる可能性と多様性のある問題点が多い。

冬場における問題の重要性を考えた時、最小単位の防災拠点となる収容避難場所の備えるべき条件について、札幌市を対象にまとめられた「技術士からの提言－地震災害に備えて」（以下「提言」）では備蓄量などを中心に次の様に提案している。

表-2.4.8　避難所の要件

防災拠点の最小単位：収容避難場所	付近の学校や公共施設	市内施設平均で６４０人収容 （備蓄量試算根拠）
最小単位の防災拠点が具備すべき条件 （阪神大震災の例から最低３日間程度の自給自足が必要）	飲み水の確保	貯蔵容量５,７６０Ｌ
	暖房及びそのエネルギー源の確保	燃料貯蔵又は公共供給設備
	食料の確保	貯蔵容量 米６４０升＝１,１５２Ｌ
	医薬品の確保	一般的な市販薬と応急手当用品
	排水・衛生設備の確保	排泄物収納容器９,６００Ｌ （１０日分）
最小単位の防災拠点に対しライフラインが具備すべき条件 （上水道･下水道･電気･ガス･情報通信）	・システムの耐震化と設備の液状化対策 ・２系統供給及び排水システム ・自家用非常用代替設備の設置 ・防災拠点とライフラインの幹線は、近接的な位置関係にあること	

このことから「提言」では積雪寒冷地における防災機能に考慮したまちづくりを考える上では、コミュニティの基本空間単位を「学校区」から食料品等の物資支給、医療、福祉等のサービスを含めた「生活機能圏」として再構築する概念に加え、「自立」し得るコミュニティを維持するために「拠点」・「ネットワーク」・「アクセスビリティ」の３要素を主軸としたハードとソフトの両面を持つまちづくりの実践としての「自律的コミュニティ構造圏」を提唱している。

当然、災害時に最小単位の防災拠点である収容避難場所を支える防災中枢拠点、防災総合拠点、防災支援拠点のあり方についても、拠点性と共にこの「自律的コミュニティ構造圏」の中に日常的な繋がりを強く持つ存在感が必要と考えられる。

その拠点性と機動性の確保に当たっては、拠点施設の耐震化、万が一の施設の損壊に備えた近隣自治体との災害支援協定に基づく施設の代替性、防災マップや防災訓練などによる拠点施設の市民への周知、拠点間の交通及び通信施設の耐震化と代替性、地域や学校での防災学習における防災施設の周知などが重要になってくる。

(4) 札幌市の「防災拠点」の整備状況

札幌市の地域防災計画では、防災拠点という用語は使われていないが、神戸市復興計画における分類及び、札幌市の地域防災拠点（避難所）の指定状況は下記の様である。

表-2.4.9　避難所の要件

分類	名称	場所	機能
防災中枢拠点	市災害対策本部	市役所本庁舎	災害応急対策の総括
防災総合拠点	区災害対策本部	各区役所庁舎	災害応急対策の実施
		消防署	消火・救助・救急活動
		保健センター	応急医療活動
防災支援拠点	備蓄保管施設	応急給水施設	飲料水の供給
		物資保管場所	食料・生活必需品の供給

表-2.4.10　札幌市の防災拠点の指定状況

分　類	主な非難場所	指定数	避難可能人数	機能
広域避難場所	大規模公園･ﾄﾞｰﾑ施設	50	約 560 万人	大規模火災からの避難
一時避難場所	公園･空き地	1,020	約 850 万人	一時的な避難参集
収容非難場所	私立小中学校	609	約 22 万人	被災者の収容
二次避難場所	収容非難場所では十分な介護を受けられない高齢者や障害者の健康を守る場所で、社会福祉施設を想定			

災害対策本部の運営から地域の防災活動や保管施設の備蓄量などについては【札幌市における防災体制】に記したところであるが、神戸市の例や「提言」の試算に比較しても規模的には納得できる計画と言うことが出来ると思われる。

(5) 収容避難場所をサポートするネットワーク

防災研究会第Ⅳ期活動報告書「都市型防災」では、市民、企業、行政それぞれが都市防災という目的に対して責任・役割を分かち合ってまちを築き育てていく「協働」という概念が重要になることを訴えている。

北海道では平成 12 年（2000 年）3 月 31 日には有珠山が 23 年振りに噴火し、虻田町など麓の市町村では 232 億円という大きな被害を受けた。しかし火山性地震発生時点からの自治体や住民の迅速

な対応で人的な被害は無かった。

これは過去の噴火や国内の自然災害の経験から、科学者（専門家）、自治体、住民、報道機関がそれぞれの役割を良く認識し、連携した活動につながったことが大きかったと言われている。（土木学会誌 Vol.89－7）

札幌市では平成 16 年 4 月に、多様化する都市型防災への対応力の強化を図るため、防災対策を統括する部署として危機管理対策室を新設した。

その際の基本方針として「災害につよいまちづくりの推進」を掲げ、防災施設の整備とともに、地域に根付いた防災活動の充実を重要課題ととらえ、行政・住民・企業・NPO などが防災対策に参加する「防災協働社会」の形成を目指すこととしている。

そこで、札幌市の地域防災計画をもとに防災拠点における協働について、次表のとおり行政・住民・企業・NPO の役割分担を想定し、整理した。

防災拠点における協働を効果的に行うためには、行政・住民・企業・NPO が平常時から連携を取りながら災害に備えることが重要である。

行政は防災研修・防災訓練などの実施によって、防災意識の普及啓発と発災時の対応力の向上を図る。

住民は「自分たちの地域は自分たちで守る」との意識に立ち、町内会単位で自主防災組織をつくり行政と連携しながら「発災対応型」防災訓練を実施する。

医療・通信・運送・燃料・小売などの民間事業者は行政と協定して防災体制を整える。NPO は行政と連携しながら「防災リーダー」としての人材育成を進めることが求められる。

表-2.4.11　防災拠点における役割分担の例

防災拠点	行　政	住　民	企　業	NPO
災害対策本部	応急活動の総括 情報収集・発信 避難勧告・命令	安否の確認・伝達	通信手段の確保	
消防局・消防署	消火活動 救助・救急活動	救助活動の支援		
保健センター	応急医療措置		医療チームの派遣 医薬品の提供	
応急給水施設	応急給水活動 水の運搬	応急給水の手助け	給水タンクの提供 給水車の提供	応急給水の手助け
物資保管場所	物資配送の手配	配布の手助け	運搬車両の確保 物資の配送	配布の手助け
広域・ 一時避難場所	避難誘導・指示 冬季の除排雪	集団的避難 避難誘導	冬季の除排雪	避難誘導 冬季の除排雪
収容避難場所	避難所の開設 避難者の受入れ	避難所の運営 災害弱者のケア	物資の供給 燃料の供給 避難所の環境整備	運営の手助け 災害弱者のケア

(6) 地域の防災力の向上に向けて

防災は「自助・共助・公助」の組合せだが、その比率は７：２：１で自助の比重がかなりの部分を占めると言われている。（第 31 回技術士全国大会第４分科会：河田惠昭氏基調講演「これからの都市震災対策－市民一人ひとりの立場から－」）

防災拠点が対策本部から避難場所まで行政的・体系的に整備されることは勿論だが、少子高齢社

会を迎えた今日、専門家の知識や行政の支援を頼みにするだけでなく、防災の主体は市民一人ひとりであることを再認識し、防災への備えが家庭と地域の日常習慣として位置付けられることが重要である。

そのために地域（町内会などの単位で）に必要なことは、情報力（地域の実情把握）、コミュニケーション力（ご近所同士のふれあい）、福祉力（思いやりと実践）、そしてそれらを束ねるリーダーシップ（組織運営）である。

その中にあって私たち技術士は、専門家の防災アドバイザーとして、地域のリーダーたちに協力し、防災力向上に向けた学習機会の創出など、日頃から行政と市民の仲立ちを積極的に果たす役割を担うことが必要と考えられる。

５．都市型防災とは（水工系部会）

－環境防災都市河川と地域との協働－

5.1　環境防災都市河川とは

写真-2.5.1　河川の復活・再生イメージ

河川は、災害時における防災機能と共に環境保全機能を有していることから､沿川の住民にとっては大切な財産である。

一方、現在の都市域小河川では、経済成長期に高度土地利用を求め、暗渠化や三面張りにより、生物は棲めない状況を作り、小河川の豊かな機能を低下させてきた。

札幌の古地図を見ると市内は、湧水や池沼などが小川で結ばれ、“水網都市”の様相を示していたことがわかる。

また旧地形図や郷土資料を収集して、藻岩山や円山山麓から流出していた小河川の状況を調査してみると、春には、円山川を初めとする各河川で数多くのスナヤツメが産卵に上がってきたこと、夏には、トンボやホタルが多かったこと、秋には、サケの遡上など、豊かな自然環境に溢れていたことが記されている。

このような都市化した市街地に、身近な小河川が復活し、水辺を通じて地域住民のコミュニティの復活や子供達の豊かな環境体験が実現すれば、その効用は計り知れず､「環境防災都市河川」の災害時における防災機能、及び非災害時における環境機能の向上・地域コミュニティへの大きな貢献は、今後の新しい河川空間の理想となるものである。

5.2　環境防災都市河川の役割

水に満ちあふれた都市は、必然的に豊かな緑に包まれる。このような河川空間は、市民の憩いの場となり、豊かな市民生活と地域コミュニティに寄与する。

一方、災害時には、用水の供給源及び防災空間を提供する緩衝帯として機能すると共に、強化された地域連携による相互扶助がなされ､「自然と一体化｣､「地域コミュニティの活性」の基盤が形成できれば、真に「災害に強い都市」づくりにつながるものである。

(1) 防災空間としての河川

防災機能としては、用水・河川空間の提供によって減災が可能となる。

緊急時は、水源を複数の系統で準備しておく必要があるため、用水の補助水源として河川水（表流水、地下水、湧水）の利用が期待され、また、災害発生後の河川空間は、第１に避難場所や避難経路として利用されると共に延焼遮断などの機能を有する。

(2) 地域コミュニティとしての河川

もともと小川は、分流したりしながら地域が共同で引用水や洗い水として利用するなど生活に密着し、子供達にとっては、格好の遊び場であり、その頃は、下流で利用する人のために水を清潔に保つことに心がけ、地域住民がそろって清掃などを行い、良好な水環境を維持しており、川を軸とした親密な地域社会や情操を育んでいた。

従って、小河川を復活・再生することにより、希薄になりつつある地域コミュニティの復興に寄与することができる。

(3) 自然環境としての河川

河川は、都市域において唯一のビオトープやエコトーンが形成できる場であり、良好な生態系の維持に不可欠な空間である。

5.3　実現に向けての課題

河川の復活・再生には、いろいろな課題や問題点が予想される。治水上の問題、利水上の問題、そして最大の問題である土地（用地）の問題などのほか、次のような課題が考えられる。

①河川の復元・再生にあたっての地域住民の理解と協力が必要である。

②復元・再生・維持管理の実行主体は、行政または地域ＮＰＯなどである。

③実施する適用河川は、河川規模、用地の確保状況、周辺社会環境などを勘案して選定する。

これらの問題点や課題をクリアしていくためには、地域住民と実行主体の協働が不可欠であり、今後、さらに現地調査を継続して、これらの解決方法を議論し、実現の可能性を高めていくことが重要である。

第３章

これからの都市型防災

１．情報の活用と防災対策（情報系部会）

1.1　防災対策での情報活用の位置づけ

防災や減災を考える上で、「情報」の占めるウェートはますます大きくなっている。これは、インターネットや光ファイバーなど、情報伝達手段の進歩を始めとする高度情報化社会の進展が背景にあるが、もう一つは、情報の活用によって被害規模が大きく左右されるという近年の災害実態に因るところも大きい。防災情報の活用が災害への意識を高めることと、防災情報システムを構築することにより、防災対策が大きく向上するという期待があるのである。

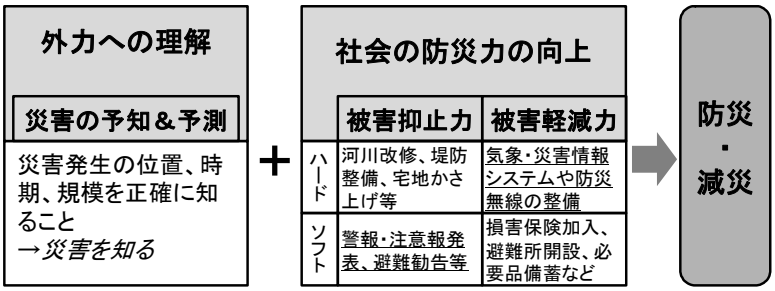


図-3.1.1　防災の 2 つのアプローチ（文献 1 を基に作成）

防災には、以下の 2 つのアプローチがある（図-3.1.1）[1)]。

①外力（災害の誘因）への理解

②社会の防災力向上

外力への理解は災害を予知･予測することであるが､例えばハザードマップは日常の備えとして、台風などの気象予測は災害直前での、それぞれ異なる時間軸上での実践である。外力（災害）はハザード（Hazard）であるが、例えば同じ規模の震災でも雪国の真冬に発生した場合、雪や寒さが拡大要因となり被害規模を大きくするため、地域の特徴を踏まえたリスク（Risk）を正確に知ることが、外力の理解では重要である。

社会の防災力を向上させるためは大きく次の 2 つの方法があり、それぞれにハード対策とソフト対策がある。

①被害抑止力：被害を出さないための備えを高めること

②被害軽減力：被害を防ぎきれなかった場合に被害を可能な限り最小限にとどめ、できる限り早期に回復させること

被害抑止でのソフト対策には、災害に関わる注意報・警報の発表や避難勧告などが含まれる。被害軽減では、気象等の災害情報システムや防災無線の整備など、防災情報を活用するためのハード整備が重要な位置を占める。地域の災害体験を次世代に伝えたり、正しい災害の知識を啓蒙普及させるような防災教育も、社会の防災力を向上させる大事な取り組みと言える。

災害防止の観点から情報は、日常の事前情報、災害発生時の情報、災害発生後の復旧時の情報に分けられる。また、行政や研究者が収集・分析する情報、災害時に住民に提供する情報、行政間や住民間の情報共有など、防災における情報活用場面は様々である。

1.2　防災対策での情報の課題

防災における情報の重要性は今後ますます大きくなると考えられるが、その一方で、災害時に情報システムが機能しなかったり、情報の伝達が避難行動などにつながらなかったりするなど、問題点もいくつか指摘されている。

平成 16 年は近年希に見る災害多発年であった。1 月の北海道道東地域での豪雪に始まり、7 月の新潟や福島での豪雨、10 月の 90 名を越える死者を出した台風 23 号災害、新潟中越地震など大型災害が相次いだ。これらの災害に関して各方面で実状が分析され、問題点が検討されているが、一つの大きな教訓は高齢者対策である｡台風 23 号による災害では､死者の半数以上が 60 歳以上であり、高齢者に被害が集中した。台風などの気象災害は、地震などの他の自然災害と違ってある程度予測可能な災害であり、マスコミ等を通して台風情報は順次発表されていたものと思われる。それにも

関わらずこれほどの犠牲者を出したということは、高齢者などには出したはずの情報がうまく伝わらなかったり、仮に伝わったとしても迅速な行動が困難な高齢者にとってはタイミングとして遅すぎた等の問題はなかったろうか。高齢者や身障者、あるいは外国人といった「情報弱者」に対する防災情報の提供の仕方は、今後に大きな課題を残したものと言える。

新潟中越地震では、被災直後、電力供給も電話もつながらないという情報孤立の状況に置かれた。阪神淡路大震災以降、各地域で情報通信技術を活用した防災情報システムの構築が進んでいるが、どれほど優秀なシステムであれ、電力が絶たれた状態では無力である。被災直後や避難所生活では、カーラジオや携帯ラジオなどが情報手段として威力を発揮した。もちろん、防災情報通信システムの二重化や耐震性強化は今後も進めるべきではあるが、一つの通信手段にたよるのではなく、ラジオなどのローテク機器も重要な情報伝達手段として今後も位置づけていくべきであることが、新潟中越地震であらためて示されたと言える。

災害時のラジオの活用の一つとして、あるコミュニティＦＭを紹介しておきたい。神戸に「ＦＭわぃわぃ」というコミュニティＦＭがあるが、被災した新潟県の十日町や長岡市を対象として、災害用ＦＭ放送局向けに英語、韓国語、中国語などの多言語用音声素材を提供している。同局のＨＰ上（http://www.tcc117.org/fmyy/）から地震の最新情報や避難上の注意などを、多言語の音声データとしてダウンロード可能で、これを放送することにより被災地の外国人を支援するものである。

防災対策での情報の活用においては、例えば以下のような課題がある。

①防災情報システムの二重化などの耐災害性の強化

②災害時にも柔軟に機能する情報伝達・共有の仕組み作り

③高齢者や身障者、外国人など情報弱者への防災情報の提供方法

④日常における住民レベルの草の根的な情報ネットワークを含む様々な情報ネットワークの連携

⑤情報ネットワークによる住民と行政、専門家の間のコミュニケーション形成

災害時には予期せぬ事態が発生し、その対応によっては被災規模を拡大する。災害時の対応強化はもちろんであるが、日常から防災に関するコミュニケーションを強くすることで、災害に対する住民意識も高まり、地域としての防災力を強化することができる。

1.3　集中から分散、防災から減災に向けて

平成 9 年 5 月に防災研究会が「技術士からの提言～地震災害に備えて」を刊行した際、情報系部会では「災害情報の共有化に向けて」と題して、ハザードマップ等の防災情報の提供を通じて行政と住民が信頼関係を構築し、住民自らが行動できるようにすることの重要性や、災害時の情報共有体制や緊急対応体制の早期確立等を提言した。特に、当時普及し始めたインターネット（電子メールやホームページ等）の有効性に着目し、技術士自らが果たすべき役割も認識して、日常的な情報共有のため北海道技術士センターがメーリングリストを運用することを提案した。これは、のちのメーリングリストＥＰＯ（北海道技術士センター会員 450 名余りが参加して現在稼働中のメーリングリスト）の実現につながることとなった（図-3.1.2）。

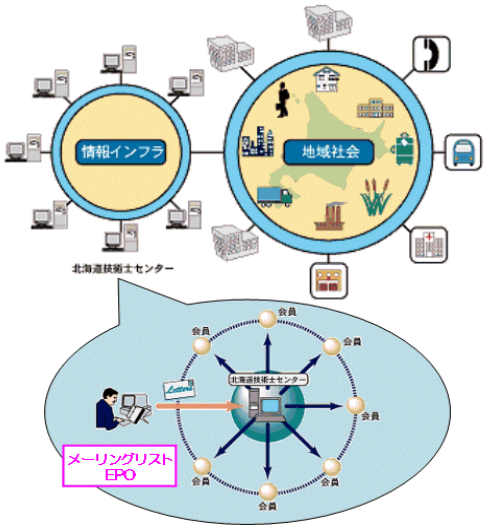


図-3.1.2　インターネットを介してつながる地域社会と北海道技術士センター

その後、i-mode に代表されるインターネット対応型携帯電話の爆発的普及もあり、インターネットは社会の隅々まで浸透し、実用的な情報提供システムが数多く見られるようになった。例えば北海道では、平成 11 年 7 月に道内の道路情報総合案内サイト「北の道ナビ」が開設されたり、札幌圏

で雪情報を携帯電話に提供して冬の都市交通問題解決を目指す「スマート札幌ゆき情報実験」が平成 12～14 年度に実施されたりした。さらに国土交通省では、平成 15 年 6 月にホームページ「防災情報提供センター」を開設して省内の防災関連情報を一元的に提供し始めた。

一方、平成 15 年度は台風 10 号や十勝沖地震、道東豪雪等の大規模災害が北海道を襲い、北海道開発局・札幌管区気象台・北海道庁は今後の地域防災情報の共有化のあり方、道民・利用者への分かりやすい情報提供、ならびに地域防災情報共有化システムなどを連携協力して検討することとなった。

さらに、北海道庁では平成 16 年 6 月から登録ユーザーの携帯電話に道内のきめ細かな防災情報を電子メールで配信するサービスを開始した。情報系部会ではこれらのシステムの担当者等からお話を伺い、住民への防災情報提供が果たす役割や将来に向けた可能性について議論した。これらのシステムによる情報提供は、行政と住民の情報共有や信頼関係の醸成を促し、草の根レベルの防災意識高揚に高い効果を発揮するものと思われた。

また最近インターネットの世界では、個人でも簡単にホームページの更新が行える“Weblog”というシステムが普及しつつある。情報系部会では、本報告のとりまとめにこのシステムを試験的に活用してみたが、今後防災情報システムへの広範な活用を予感させるものであった。

これからの都市型防災として、防災と減災に関する情報活用の位置づけを考えると、行政が行うきめ細かな情報提供と、前述のメーリングリスト EPO に代表される草の根レベルの市民活動が結び付くことで、分散的で柔軟な災害に強い社会構造を作ることができるものと思われる。こうした社会では、従来のような既存組織による一方的な情報提供ばかりでなく、様々な組織と情報源による情報伝達が行われ、相互にバックアップ可能な体制構築が可能になる。そして、被害の発生も想定した減災指向の考え方が災害対応の中心になっていくものと思われる。

今後の防災体制としては、以下の事項が重要になってくる（図-3.1.3）。

①ネットワーク的・分散的な構造を導入すること
②様々な組織が入り柔な構造へと変化していくこと
③様々な情報源とグループによる情報伝達が実現すること
④能動的・相互的な情報収集と共有が図れること
⑤相互バックアップの情報経路が確保されること
⑥減災指向の考え方～被害発生もある程度想定すること

北海道技術士センターとしても、システムの脆弱性に配慮しながら平常時を中心に前述の EPO や“Weblog”などの新しい技術も活用して、住民と行政、専門家の間のネットワーク構築と適切なコミュニケーションの形成に一定の役割を果たし、地域防災力の向上に貢献していくことが必要である。

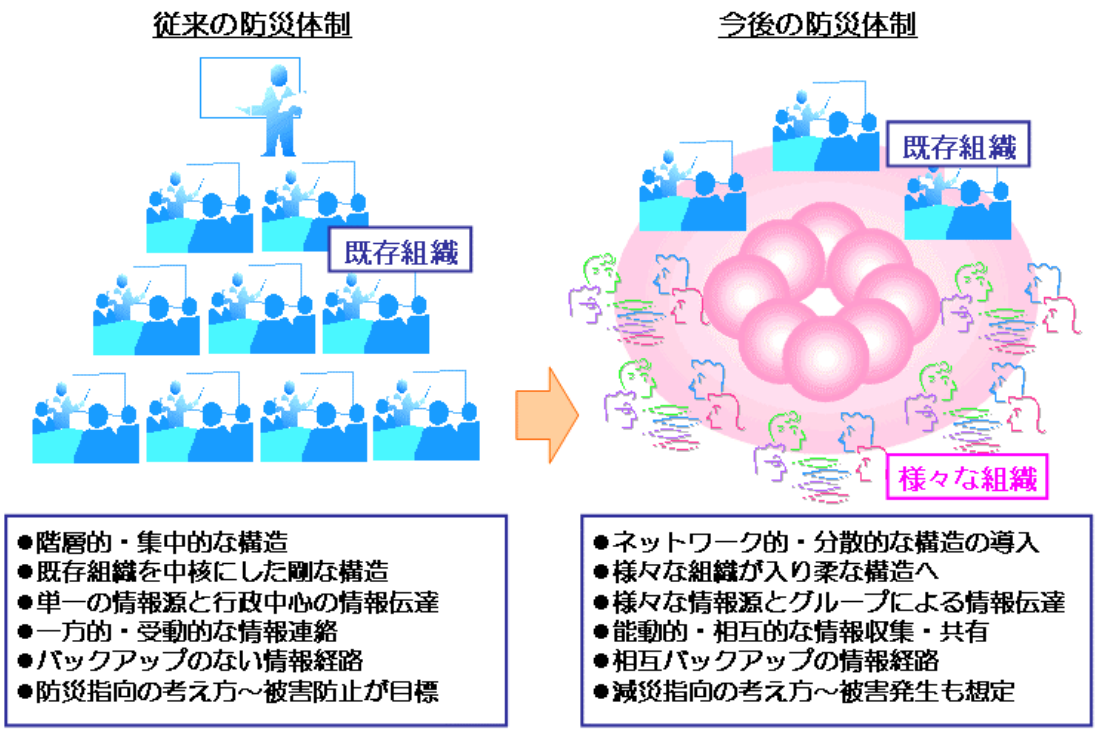


図-3.1.3　集中から分散、防災から減災に向けて

（参考資料）

1)国際協力事業団（2003）：防災と開発．～社会の防災力の向上を目指して～．94pp.

２．今後の都市地盤防災対策（地盤系部会）

2.1　都市地盤災害対策の基本的考え方

札幌市は地域防災計画で、マグニチュード6.5、震度６強の直下型地震を想定し、死者２４０人、負傷者約１万３千人、建物被害約５万棟の被害を想定している。また、政府の地震調査委員会では、平成16年11月29日、美唄市から早来町にかけ南北に走る石狩低地東縁断層帯を震源とするマグニチュード7.8の地震に対し、２５市町村で最大震度６強、札幌でも最大で震度６強との予測を発表している。このような地震動に対し、近代化した札幌市が受ける被害実態は過去に経験がなく、他の類例に学びつつそれぞれに個性をもった都市としてのリスクを詳細に自己分析することが重要である。特に、積雪寒冷地域の都市域では冬期間の災害時の対策には、暖房の確保できる広域避難空間の確保など、独自の地域的対応策が求められると同時に、都市の活発な産業活動がもたらす水質・地盤等の環境汚染も都市に内在するリスクとして、都市環境整備を合理的な防災・環境型対応の観点から検討することが望まれる。

2.2　ハード対策

ここでは、都市型災害への対応の方法として、地下空間の利用について考察する。

(1) 地下空間施設の特性

地下空間は物理的、工学的特性として、

①隔離性：岩盤や土砂層により周囲の環境から隔離され、断熱、遮光、遮音等の特徴もある。

②恒温・恒湿性：地盤内では、季節や昼夜の影響を受けず、温度･湿度の変化がほとんどない。

③耐震性：地震波の加速度は地表付近で大きくなるので、相対的に地震の影響が小さい。

を有することから、種々の処理施設、保管施設、備蓄施設、発電所、情報通信施設、共同溝などのインフラ・ライフライン施設が、安全性、信頼性向上の面から地下に建設されてきている。

また地下空間施設の優位性として、寒冷地域や都市部では気象や災害、耐震性、環境保全、景観保全に役立つ上、交通・物流施設では厳しい外部気象条件からの遮断性があることから、冬の交通障害緩和・阻害要因の解消にも有効である。

このように地下空間の利用は、地上部の過密・混雑の緩和や環境の保全（騒音、日照等）、周辺空間のアメニティ確保（オープンスペースの確保）等、環境も都市の景観も守りつつ、防災空間の構築が可能であり、利便性と快適性を両立させる有力な手段といえる。

一方、人間が行動するような地下施設では、近年の地下構造物の事故に鑑み、火災性状の特殊性や浸水に対する問題も含め、十分な配慮が必要である。

(2) 防災施設としての地下利用

上記特徴から防災施設としての利用方法としては、

①種々の新設･既設地下網を活用した緊急物資輸送ルートの構築

②公共空間地下部に非常用備蓄施設の構築

③民間建築物地下への非常物資の貯蔵

④地下空間そのものを災害時の避難場所（防災シェルター）

等が上げられる。

防災シェルターとしての活用では、地下駐車場との兼用、リクリエーション施設との兼用、多目的倉庫との兼用、地下鉄・地下街網の災害時の防災シェルター化等が考えられる。

海外では、既に都心部の地下鉄駅等に緊急時の防災シェルターとしての機能（鋼製扉、自家発電設備、食料、飲料水、トイレなどが備蓄）を持たせている例もある。

また、種々の都市型災害に起因した市街地での大規模火災時における火災旋風対策や合流火災に

よる輻射熱対策を考えると、通常の避難場所では回避が難しいが、地上の防災空間整備と同時に地下防災施設の整備により回避が可能となろう。

さらに、都市防災の観点から近年の豪雨災害を考慮すると、浸水被害対策を目的とした、

①大規模な地下貯留層や地下調整池の構築

②地下河川の構築

等の大規模施設整備が、通常対策（浸透性舗装、雨水管渠整備、局所貯留、排水施設等）と共に必要であろう。これらの大規模施設整備は、大都市圏では既に手掛けられてきている。

札幌のような積雪寒冷地では､汚水･雨水調整池兼用消融雪施設や流雪溝等が整備されつつあり、これらの雪対策施設と豪雨災害対策施設の兼用やネットワーク化も検討していく必要がある。

地下河川兼用消融雪･流雪溝のような構築を考えても、全体の完成をまたずに、完成した区間から順次、大雨時の一次貯留施設としての利用が可能で、早期に治水安全度の向上を図ることができ、有効な対策と考えられる。

以上のような地下利用による防災対策は、土地に余裕がなく、住宅が密集している都市部（市街地）では特に有効であり、環境保全と浸水対策を両立させる手法といえる。

(3) 地下化による防災空間の形成

過去の震災では、幹線道路や公園緑地等の空間が火災延焼防止や避難などに大きな役割を果たした例を踏まえ、市街地の防災対策のためには、次のような整備が必要となる。

①防災拠点の確保（救援活動拠点、避難拠点）

②避難地（一次、収容、広域）

③避難路や輸送路（都市内、地区内、骨格）

④火災延焼防止遮断スペース（延焼遮断帯緑地）

等である。

都市部においては、公園緑地や広場等、一定の広さのオープンスペースを活用した消火・救護活動､集結の拠点となる防災用空地の新たな確保は難しい｡この防災用空地を確保する一方法として、既存道路等の地上施設を地下化することにより都市内に新たな防災空間を創出し、防災対策をより強化する手法が考えられる。

国内外の例として、目的が環境保持・渋滞緩和ではあるが、既存道路部を地上部での公園緑地化と道路の地下化の２層化とした例や、市街地で上下線を上下二層構造トンネルとして構築した例があり、防災空間構築技術としては十分に活用可能となっている。

これらの手法により、新たに構築された公園緑地等は、駐在所、消防団、自衛団機能を持ったボランティア組織の付随した防災拠点とすると共に、第 1 次避難エリアとして、立体的移動の難しい災害弱者の優先避難エリアと位置付け、地上部とリンクした地下避難施設への誘導も考慮した防災空間構築が望まれる。

地下避難施設へは、多岐の地下通路からの誘導も考えられ、堅固な防災センターを地下道下や大深度地下に構築することができれば、より強固な防災空間の形成も考えられる。

(4) 地下空間の防災上の課題と展望

地下空間の防災上の課題としては、一般的に

・行動や情報が限定されるので、災害時の制御や避難が難しい。

・電力への依存度が大きく、補助電源設備などが必要になる。

・換気が制限されるので、汚染されやすい。

・心理被閉鎖感がパニックの誘発原因になる恐れがある。

・給排気坑を地上に確保する必要がある。

・最終避難場所は、通常地上に設定される。

・火災、爆発の影響を受けやすい。煙の排出が難しく、避難経路が失われる可能性がある。等の項目が挙げられる。しかし近年の事故を踏まえると、人災に繋がる課題としては、大きく火災と浸水があげられよう。

①火災問題対応

現状のトンネル、地下街等の設備では、火災事故が発生した際の避難路確保や消火・換気システムが完全とは言えない状況である。しかし近年では、

・物流システムの見直し
・実トンネルや模擬地下空間での火災実験による分析
・新設長大トンネルや地下街等での換気の二重構造化
・避難経路の多系統化
・避難経路の加圧や風速による制御法
・火災判断システムの研究開発
・高度排煙設備の研究開発

等、高いレベルでの火災事故への配慮がされつつある。

②浸水問題対応

市街地では地表の浸水被害低減対策として、前述したような浸透性舗装、雨水管渠整備、局所貯留、排水施設等の施設対策に加え、次のような対応も必要で、徐々に整備されつつある。

・避難体制の整備
・地域におけるコミュニティーの再構築
・情報の円滑化方策の検討
・避難路、避難所を示すハザードマップの整備
・地下空間の浸水可能性を示したハザードマップ整備

しかし近年の豪雨災害を考慮すると、札幌のように急流河川を都市内に持つような地域では、同様な降雨でも壊滅的な被害が予想されている。人口と資産が集中していることから被害が甚大で、かつ復旧･復興に期間を要し、経済的打撃も大きいことが予想される場合は、大規模なハード的対策も随時、整備していく必要があると考える。

それには前述したように、現在進められている消融雪施設や流雪溝と種々の調整池・貯留槽を兼用するような施設の充実を図ると共に、地下河川等の新設も含めた地下ネットワークを活用した洪水バッファシステムの構築も検討が必要であろう。

これらの整備により地下空間の浸水に対しても、大規模な地下構造物との結合により、地下施設への浸水は、地下構造物で処理することが可能となる。

以上のような火災や浸水に対する対策がなされていけば、地下空間利用の不安要素は解消されていくと考えられる。

地下構造物の充実による防災対応では、技術的課題の他に建設コスト面や法整備面での課題がある。建設コスト面での問題では、積雪寒冷地のように消融雪施設等との兼用や災害時に向けた貯水や備蓄を含めて考えると､地下構造物を多機能化する要素が十分にあり､費用便益面で有利となる。

さらに、リスクマネジメント的考えやライフサイクルコストの検討も含めることで、地下構造物の優位性が出てくると考える。

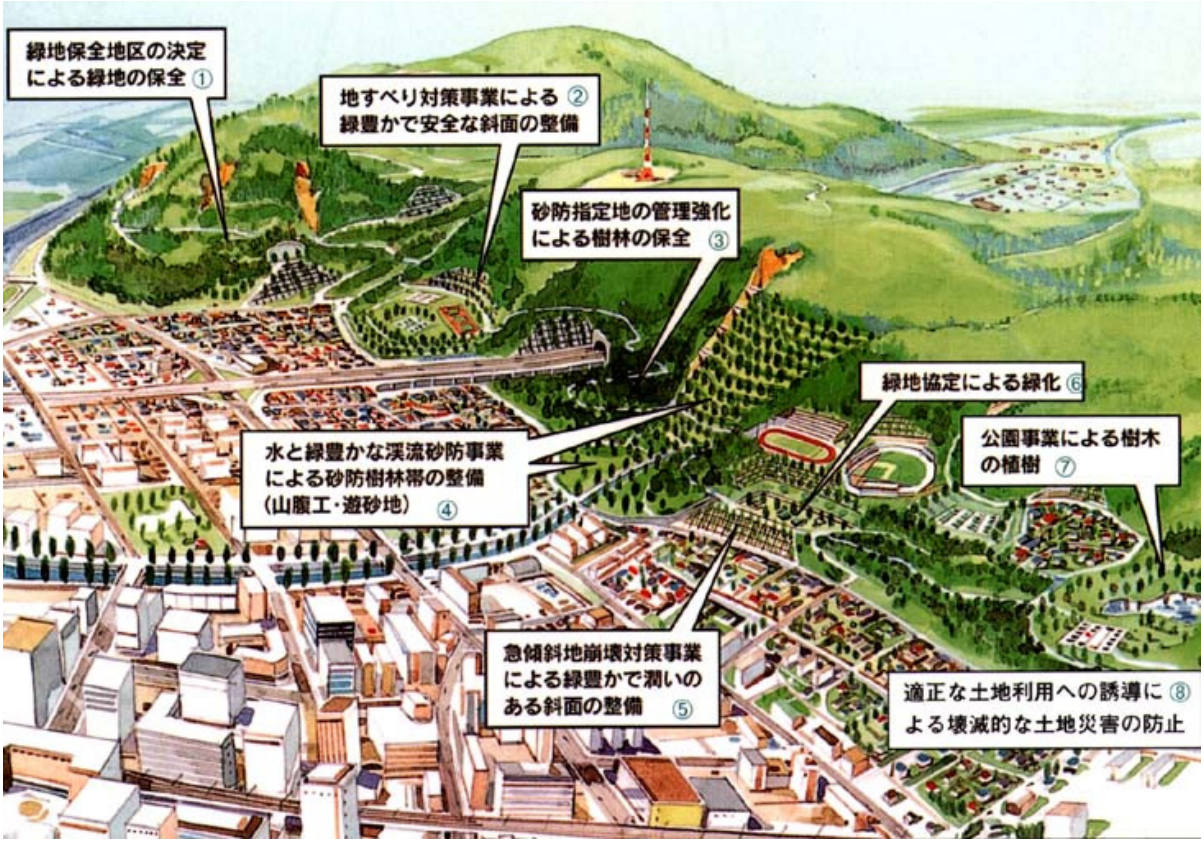
都市型災害では、被害がその場所だけに留まらず、地域社会に広く影響を及ぼすことから、今後減災対策としての防災地下空間の整備が望まれよう。

2.3　ソフト対策

(1) 土砂災害の観点から

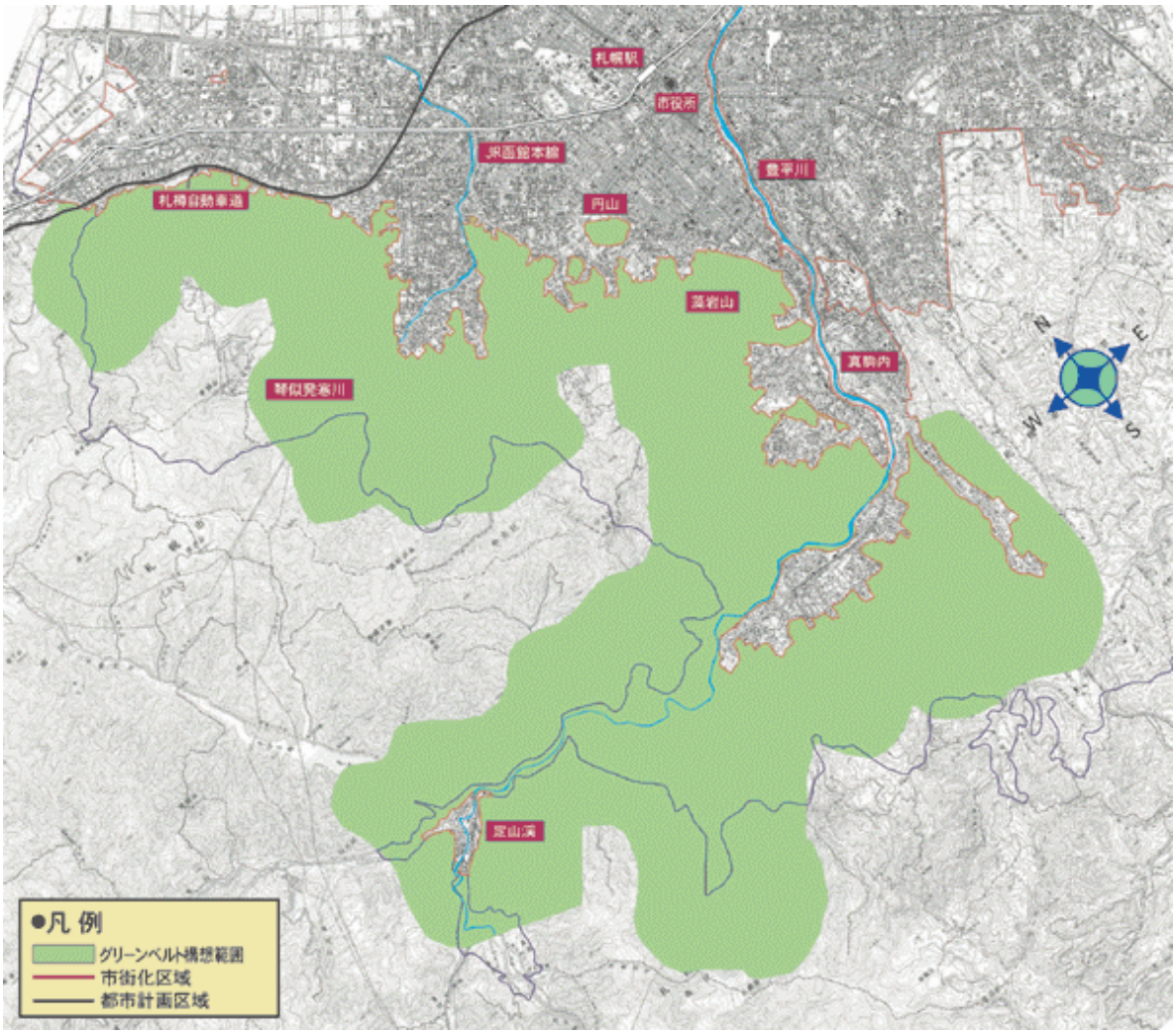
土砂災害が毎年のように全国各地で発生している一方で、新たな宅地開発等に伴って土砂災害の発生する危険性がある箇所も増加している。これらの危険箇所を安全な状態にする対策工事（ハード対策）を実施するには膨大な時間と費用を要することから、ハード対策だけでなく、ソフト面での対策（危険の周知、警戒避難体制の整備、住宅等の新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等）も充実させることを目的として「土砂災害防止法」が平成 13 年 4 月 1 日に施行された。

また、都市山麓部に対しては、各地で「市街地に隣接する山麓斜面にグリーンベルトとして一連の樹林帯を形成することにより、土地利用の誘導及び規制を行う」ことを目的とした「都市山麓グリーンベルト整備基本構想」が策定されている（図-3.2.1）。札幌市では、北海道開発局・北海道・札幌市の 3 者が互いに連携して「土砂災害に対して強く、安全で緑豊かな個性ある都市環境の創出」を目的として、平成 11 年 6 月にこの基本構想を策定している。本構想では、札幌市の市街地に面した南西部山地および南部丘陵のうち、土砂災害危険箇所が比較的多く分布する山麓部分約 180km^2 の範囲が対象となっている（図-3.2.2）。



（「国土交通省砂防部ホームページ(http://www.mlit.go.jp/river/sabo/index.html)」より引用）

図-3.2.1　グリーンベルト整備事業の概要図



（「北海道札幌土木現業所ホームページ（http://www.pref.hokkaido.jp/kensetu/kn-sapdg/sap-dogen/greenbls/greenbelt_top.html）」より引用）

図-3.2.2　札幌市山麓グリーンベルト構想の対象範囲図

参考文献（1～３章の斜面災害関連）

1)地すべり学会北海道支部監修「北海道の地すべり地形」、北海道大学図書刊行会、1993 年 3 月
2)札幌市「札幌市地域防災計画書（資料編）」
3)札幌市消防局防災部防災課「札幌市地域防災計画ダイジェスト（概要版）」
4)「地図で見る札幌の変遷」、(財)日本地図センター
5)国土交通省監修「土砂災害防止法」パンフレット
6)国土交通省監修「土砂災害防止法解説」、㈱大成出版社

(2) 土壌環境汚染の観点から

環境汚染にたいしてはこれまで水質汚濁防止法、廃棄物の処理法、ダイオキシン類対策特別措置法等があり、2003 年には土壌汚染対策法が施工された。この対策法に基づく調査命令は道内ではまだ発生していない。また現在対象外とされている油分も近い将来規制されると考えられる。

いずれにしても、環境汚染については情報公開によって汚染箇所を明らかにすることが住民に対する最良のサービスと考えられる。

３．施設整備と都市防災（交通系部会）

3.1　防災対策の課題

(1) 豪雪対策の課題

豪雪による交通被害の実態および防災対策の状況から以下のことが明らかとなった。

人口 200 万人以上の札幌圏が数年おきに豪雪災害に見舞われている。そして、このような大規模な人口集中地区が豪雪被害を受ける例は世界にない。つまり札幌圏は常に豪雪リスクを抱えている世界でも稀な大都市といえる。

ただ、近年の豪雪に対しては、各交通管理者の経験と努力により 1～2 日で各種交通機関の機能は回復している。中でも道路の機能回復は比較的早く、通勤、通学、物流など都市機能が長期にわたって損なわれる事態は発生しなくなっている。救急医療の交通ついても、課題はあるが死者がでるような状況は回避されている。

つまり、各交通機関ごとの豪雪対策は実際に経験した豪雪被害を踏まえ着実に進歩していると考えられる。

しかし、そこから幾つかの課題が見えてきている。

各交通機関ごとの豪雪対策は進んでいるが、交通機関相互の情報の共有化、情報の市民への伝達には課題がある。

また、平成 8 年 1 月 8 日の豪雪では、朝の通勤時間帯までに除雪が間に合わず、その情報が関係機関や市民に十分に伝わらなかったため、道路の通行止め、バスや電車の運休などによる混乱が生じた。市道の通行止めや交通機関の運休は帰宅時間までにほぼ回復したが、違法駐車や放置車両のため、救急車両の到着遅延、ごみ収集の遅れなど市民生活への影響が数日間続いた。

北米の都市における豪雪時の対応に関するアンケート調査では、回答を得た都市の半数以上が豪雪時の対応指針を整備しており、道路の重要度に応じた除雪の優先順位の設定などの行政側対応のみでなく、駐車禁止措置や立ち往生した場合の自己責任によるレッカー移動の義務付けなど市民の理解・協力が必要な事柄についても規定されているケースが多く見られたという報告もある。

つまり、交通機関、交通管理者相互の情報共有化、情報の市民への伝達、さらに豪雪災害に対する行政、交通管理者、市民の協働に課題が集約できる。

(2) 豪雨対策の課題

都市の中心部における「地下街」「地下鉄」等の豪雨対策については課題が多い。

国による水防法の改正、「地下空間における浸水対策ガイドライン」を受け、札幌市おいても「札幌市洪水危機管理計画」が行政、ライフライン管理者、地下空間管理者等の協力で策定されている。

しかし、都心部における豪雨被害の経験は少なく、被害の想定にしても、豊平川ハザードマップがようやく公開されたばかりである。

近年、全国各地で予想をはるかに上回る豪雨が発生し、都市の中心部においても予想外の被害が発生している。平成 11 年の福岡市、平成 12 年の名古屋市の事例は都心部の豪雨被害の危険性を顕在化させた。しかしながらハードな豪雨対策、市民や地下街の利用者への情報伝達の方法、避難・誘導方法など今後の課題としているところが多い。

札幌の都心における豪雨対策は現時点では充分とはいえない。対策はこれからである。現在検討されはじめている「地下空間浸水対策マニュアル」を早急に策定し、ハード面の対策と、施設管理者と市民との協働によるソフトな対策、さらに防災から減災に向けた取り組みの確立が求められる。

3.2 交通施設の防災と情報共有化（情報連携）

以上の議論から特に重要な情報共有について以下に論じる。

(1) 豪雪時の交通施設における情報共有

・情報の収集、連絡体制

国や地方公共団体など公共の持つ豪雪情報、さらに空港、鉄道など各事業者の持つ情報の収集体制の効率化がまず重要である。行政機関などの組織体制の関係から情報が重複して収集されたり、せっかく収集された情報が生かされない例は多い。

次に、豪雪情報の市民への伝達の徹底、効率化が重要である。交通機関の利用者は不特定多数であることから、伝達の徹底、効率化は特に重要である。特に高齢者などに対する誘導情報の伝達などきめの細かさが求められる。

・個別の交通機関で

道路交通については、豪雪時の利用可能道路と渋滞状況、迂回道路の状況などがリアルタイムに道路利用者に伝達される必要がある。また、状況によっては天候悪化に伴う避難情報の提供も求められる。

情報提供には道路の交通情報版、ラジオ、携帯電話、インターネットなど多様な通信手段の活用が考えられる。

鉄道やバスなど公共交通機関では運転状況、遅れ時間などの乗客に対する情報提供に加え、利用待ちの客に対して駅やバス停での案内、バス位置のリアルタイムな把握による情報提供、携帯電話などでの情報提供を進めるべきである。航空機に関する情報はかなり進んできている。

・交通機関相互で

個別の交通機関における豪雪情報等の提供はかなり進んできているといえる。しかし、交通機関相互の情報交換、情報提供は課題が多い。

例えば、豪雪時の空港へのアクセス方法など鉄道、バス個別の案内はあっても、地下鉄も含めどの様な交通機関を組み合わせると空港に到達できるのか、また、時間が比較的はっきりするのかなどの情報提供は今後の課題である。

また、空港アクセス途中での航空ダイアの状況を鉄道や、バスでリアルタイムに情報提供することなども検討されるべきである。

交通機関相互の情報提供は様々なケースが考えられ訓練や経験が重要である。首都圏の鉄道等で交通障害発生時の会社を超えた連携のあり方をみても、多くの経験をフィードバックしていることが明らかである。そのための交通機関相互の情報共有化と経験を生かした訓練の実践が重要と考える。

(2) 豪雨時の交通施設における情報共有

都心における住民、都心の不特定多数の市民に対する豪雨情報の伝達には難しいことが多い。豪雨の情報、堤防破堤の情報など急を要する情報の伝達方法、伝達範囲、さらに地下鉄、地下街、多くの商業ビルなど伝達単位の設定をどのようにするのか。さらに都心の不特定多数の市民に対する避難の指示や誘導方法など今後の検討に待ちたい。

そして、豪雨情報についても各交通機関、各施設の情報の共有化が非常に重要なテーマとなる。また、都心における豪雨災害の市民への啓蒙、施設管理者さらに市民を巻き込んだ訓練の実施など早急な対応が求められる。

3.3　防災から減災に向けて

以上、豪雪災害、都心水害と道路、鉄道、空港など交通機関との関係を検討してきた。その中で、施設整備などのハード施策はかなり進んできているもののまだ充分ではなく、今後さらにさまざまな施策を進めることの重要性が見えてきた。一方、ソフト的な施策に関しては、交通機関、交通管理者さらにその利用者を含めた市民の交互連携の重要性、特に情報共有化が残された重要な課題であることが分かった。

今後の都市防災は“防災”から“減災”へと進むと言われている。最近の様々な災害を見ても災害を防ぎきることは困難であることが見えてきた。災害に対して事前、事後の対応を組み立て、災害を減じることが求められている。

そのためには様々な災害の全体像できる限り把握し、その対応を地域防災計画に盛り込むことが求められる。そして、このことは各行政機関、各交通管理者等においてもかなり進んできている。以上の検討の中で、残された課題は行政機関や交通管理者間の連携であろう。

さらに残されている課題は市民との連携である。災害に対する対応は“自助”“共助”“公助”の割合が 7 : 2 : 1 であると言われる。各行政機関等による“公助”は進んでいるがその割合は 10%である。災害に対しては事前の知識を自らが獲得し、発生すれば情報を自分でつかみ、自らを助けるのはあくまで“自助”であり、隣近所や周辺住民の“共助”なのである。

そのためには住民自らが常日ごろから学習と訓練を繰り返していなくてはならないし、“共助”の対象となる近隣住民とコミュニケーションがなくてはならない。

一方、防災の専門家としての「技術士」は、自ら所属する組織においてはその専門性を日常から発揮しなくてはならないし、組織から離れた住民、市民としては周囲の人とのコミュニケーションを充分に取り、地域におけるリーダーを目指すべきである。そこに「技術士」としての今後の使命があるのではないだろうか。

“公助”におけるリスクマネジメントは行政機関や交通管理者が自ら実践しなくてはならない。ただ、“公助”のみでは到底カバーしきれない都市型災害の“自助”、“共助”は広く市民やその中のリーダーとなりうる「技術士」などの専門家が担わなくてはならないと考える。

４．都市計画と防災対策（都市系部会）

前回 Part1 では、「生活機能圏・積雪寒冷地」を想定し、安全・安心なまちづくりの基本構造を明らかにした。本項では「これからの都市防災」という観点から、Part1 を踏まえた上でさらに発展的に「都市計画と防災対策」についての提言を試みるものである。

4.1　都市の構成（提言の枠組み）

札幌市を例に都市の機能、役割からエリア分類を試みる。表 3.4.1 のとおり、一例として大きく 3 つのエリアに分類することができる。しかしながら、本項でこの 3 エリアについて、防災を視点としたまちづくりのあり方を述べるにはあまりにも空間要素が大きく適切でない。

ところで都市計画の一般的な手法に「多中心核都市構造（平成１５年版札幌市市政概要より引用）」の構築がある。札幌市厚別副都心に代表されるものであるが、被災時防災拠点となる区役所を含む各種公共施設の他、事務所・商業ゾーン、交通アクセス拠点等を集中配置（核都心）し、周辺に学校、マンション等の集合住宅街、一戸建て住宅街（核都心周辺及び衛星的住宅街）他を配置する「地区拠点エリア」を都市内に分散させることで、地域住民の利便性向上や都市全体としての機能性向上を図る手法である。

そこで本項では、Part1 で設定した「生活機能圏」の枠組みをさらに細分化し、この地区拠点エリアを俯瞰的に設定することで、災害に強いまちづくりについて必要条件等の整理を試みたいと考える。具体的には地区拠点エリアをさらに 2 つのエリアに分け（図 3.4.1 参照）、エリアごとのリスク因子並びにリスクの低減化等を検証し、また都市の宿命であるところの既成市街地の再開発を念頭に踏まえながら中長期的観点から災害に強いまちづくりに対する提言を試みることとする。次頁に本項の提言の骨子について、キーワード等として示したのでご参照いただきたい。

表-3.4.1　都市のエリア分け

エリア	機能・役割(施設他)
都心	都心から距離圏別に3km未満程度のエリア
	(大規模事務所・商業ビル、官公庁、鉄道等主要駅他)
都心周辺	都心から距離圏別に3km以上～6km未満程度のエリア
	(事務所・商業ビル、マンション、集合住宅、地下鉄駅他)
住宅街 (生活機能圏)	都心から距離圏別に6km以上～12km未満程度のエリア
	(郊外型大型商店、小売店、一戸建、集合住宅他)
	前回の提言ではここのエリアの検討を中心とした

4.2　地域中心核エリアの都市計画と防災対策

多中心核都市構造を構成する主要な拠点としては、図 3.4.1 の概念に示すとおり、都心やその周辺エリアとともに、それぞれの地域に分散する地区拠点エリアがある。

本市において、この地区拠点エリアに該当するものが広域交流拠点、地域中心核である。中でも「地域中心核」は、区やそれに準じた地域の生活の中心であり、多中心核都市構造の最も基本的な拠点である。

具体的には、北 24 条や澄川のように地下鉄の開業とともに古くから街として開発されてきたが、現時点では街の拡大が停滞し人口減少している地域と、篠路や清田、宮の沢といった地下鉄や JR、基幹国道沿いの新興住宅街

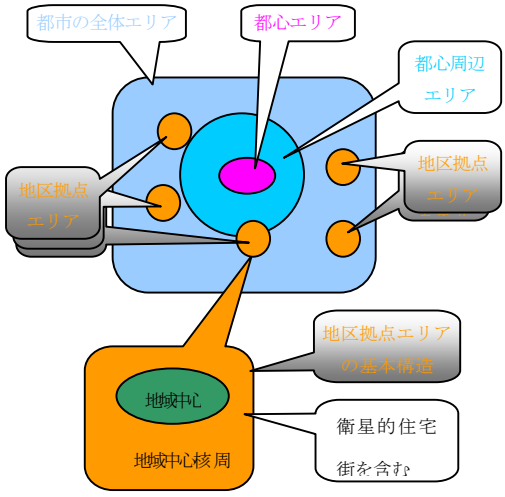


図-3.4.1　多中心核都市構造

でこれからますますの発展・人口増加が見込まれる地域とに分かれている。

本項における提言の骨子

「地区拠点エリア」の分割

1. 地域中心核（地区拠点の中心地）
2. 地域中心核周辺(衛星的住宅街を含む)

[キーワード]

・エリアのリスク因子の整理（延焼危険度、避難危険度）
・リスク因子の低減化、影響度の極小化から発信する都市（既成市街地の再開発）計画と防災対策のあり方
・被災時のエリア間等の連携

(1) エリアのリスク因子の整理

ここで、地域中心核における「防災を視点とした災害に強いまちづくり」に関して、リスク因子を整理する。

①延焼危険度、非難危険度

公園や緑地・学校などの公共施設は、災害時には避難場所や応急活動への支援機能を有している。また、道路は、消防活動の場や避難路、緊急輸送路としての機能を有する。

1) 公共用地の確保

古くから街が栄えている地域では、公共施設の不足や低層住宅の老朽化、耐火建築物の不足により，防災上危険である。

2) 道路空間の確保

地域を取り囲む幹線道路や補助幹線が存在せず、狭小道路や行き止り道路等によって緊急車両の通行が困難である。

②まちづくりへの協働

今後、少子高齢化がより一層進展していくことなどの社会背景の変化に対応するため、地域における街づくりの際には、高齢者も社会参加することが必要である。

(2) リスク因子の低減化、影響度の極小化から発信する都市（既成市街地の再開発）計画と防災対策のあり方

①延焼危険度、非難危険度

既成市街地内での老朽木造建築物の密集、公共施設不足など居住環境上の課題がある地域に対しては、再開発事業により建築物の不燃化、耐震構造化による災害の防止、また、道路・広場等の整備により、災害が発生した場合のオープンスペース（避難路・避難地）の確保を一体的に誘導・整備する必要があり、長期的な視点に立って、地域中心核としての機能を高めるための取組みが求められる。

②まちづくりへの協働

新興住宅街では、防災・防犯など安全に対する意識は高く、新しい街ならではの活発なコミュニティ活動など、地域住民による組織的かつ統一的な防災計画が重要な役割をもってくる。住民に対する防災意識の普及と合わせて自発的な防災活動を行うため、既存町内会等の組織を生かした防災組織作りを推進し、安心して暮らせる生活環境作や特性を生かした町並み形成が期待される。また、その際には高齢者が社会参加出来るような交流の場を作ることが必要である。

4.3 地域中心核周辺エリアの都市計画と防災対策

地域中心核周辺エリアは、地域中心核である区やそれに準じた地域の生活中心地に隣接した、新興住宅街や近隣市町が位置付けられ、都市計画で比較的計画的に整備されてきており、今後ますます発展し人口増加が見込まれる地域といえる。

(1) エリアのリスク因子の整理

地域中心核周辺エリアにおける「防災を視点とした災害に強いまちづくり」に関して、リスク因子を整理する。

①焼危険度、非難危険度

このエリアは、公園、緑地、学校などの公共施設が比較的計画的に配置され、災害時の避難場所

等は他のエリアより多く有している、又、道路は避難路、緊急輸送路としてや延焼対策として住宅地を碁盤の目の様に計画されているエリアであるが、より一層の防災対策の強化が必要である。

1) 公共用地の確保

公園、緑地などは各町内会ごとに設置されているが、一つ一つのスペースが比較的狭く、周辺住民が一同に非難できるだけのスペースの確保はできていない。

2) 道路空間の確保

地域中心核や都心からの幹線道路、補助道路の不足や、高層マンションへの対応可能な大型消防車の進入できる道路の確保。

3) 住宅の防災

住宅地が主体であり、低層の木造住宅が多くあり、耐震住宅、耐火住宅への対応は不十分であり、防災上危険である。

②まちづくりへの協働

このエリアは、住宅地が主体であり都心に働きに出ている人が多く、昼間は老人、主婦、子供中心で生活をしており、また、隣近所の付き合いが少なくコミュニティ活動や町内会活動が不足している。

(2) リスク因子の低減化、影響度の極小化から発信する都市（既成市街地の再開発）計画と防災対策のあり方

リスク因子の低減化対策を述べる。

①延焼危険度、非難危険度

このエリアは、新興住宅街であり、比較的公共用地、道路空間も確保されている地域であり、老朽化施設も少ないが、耐震住宅、耐火住宅化は少ないため改築などを奨励し、又、高層マンションなどへの対応可能な道路幅員の確保、公園、緑地の整備やオープンスペースを確保し延焼対策及び避難所の確保を計画的に行っていく必要がある。また、公共施設（公園、学校、病院、集会場、老人施設）等の集約化を図り防災時に被災住民が生活可能な場所とする必要がある。

②まちづくりへの協働

コミュニティ活動を積極的に行い地域住民に対する防災意識の啓蒙と、組織的かつ統一的な防災計画が重要な役割を持っている。防災活動を行うためには、既存町内会等の組織を生かし防災組織を作り推進し、また、高齢者や子供達も防災への意識をもって地域での防災活動に参加してもらうことが必要である。

4.4　被災時のエリア間等の連携

「防災研究会報告（第１期）: 1997 年 5 月」では、都市空間の基本単位として従来の「学校区」といった概念から、食品等の物資支給、医療、福祉等のサービスを含めた「生活機能圏」といったあらたなブロックの概念が提言されている。また本章では「生活機能圏」をさらに細分化した「地区拠点エリア」を提起し、防災に対する都市づくりのありかたを示した。本項では、さらにエリア間等の連携（支援）について考察する。

災害に強い都市づくりには、他の都市・県、もしくは国との広域連携が必要なことはいうまでもない。しかし、いざ被災した場合、「生命確保」までに許容される時間はごくわずかであり、短時間であるほどその確率は非常に大きくなることを考慮すると、近隣エリア間の連携が非常に重要になると考える。

具体に考えると、被災エリアにおいて必要とされる支援項目を、表-3.4.2 に示す第１段階～第 3 段階に分けて示してみるが、近隣エリア間の連携により最も期待されるのは、やはり被災直後の初期行動：第一段階（「緊急対応時」）の支援項目である。また、第２段階（応急対応時）に位置付けられるものの「食料、水等の生命維持に必要な物資の調達」も重要な役割と考える。

表-3.4.2　被災エリアに必要とされる支援項目

第１段階（緊急対応時） ○ 救助・救援活動、医療活動、医療活動の従事者、医薬品等、人命救助に要する人員および物資の調達 ○ 消防・水防活動等、災害の拡大防止のための人員および物資の調達 ○ 情報通信、ライフライン施設等の応急対策に必要な要員の調達 ○ 負傷者及び災害弱者の後方医療機関への搬送 ○ 輸送拠点の応急復旧、交通規制等に必要な人員および物資の調達
第２段階（応急対応時） ○ 第１段階の続行 ○ 食料、水等の生命維持に必要な物資の調達 ○ 輸送拠点の応急復旧に必要な人員および物資の調達
第３段階（復旧対応時） ○ 第２段階の継続 ○ 災害復旧に必要な人員および物資の調達 ○ 生活必需品の調達

上記のエリア間の連携（支援）を可能とするためには、通常時（予防時）から各項目の人員・物資を確保することが重要であり、特に人員に関しては、専門知識を有する者以外にもボランティア要員の申し入れ体制、育成、指導などに努める必要がある。また、実際に円滑な支援活動を行うために、必要とされる各種の許可手続きを簡素化・迅速化するなどの法令の弾力的な運用も必要とされる。

例えば・・・・・エリア内の米穀小売商組合と緊急用精米協定の締結 トラック協会、赤帽運送協会との緊急用運搬協定の締結 医師会、薬剤師会との協定の締結 大学生、専門学校生のボランティア活動の呼びかけ、育成 小中学校等の臨時救護所の指定

以上、エリア間等の連携において期待される緊急対応時の支援項目を示したが、もちろんどのような災害にも対応可能な体制（準備）を確保することは現実的に不可能である。そのため、エリア間等の連携によって対応可能なリスク領域をあらかじめ設定･認識し､領域を超える災害に対して、その対応方針を明確にしておくことは当然のことである。

５．これからの都市防災（水工系部会）

－水網都市と防災対策－

5.1　環境防災都市河川の活用法

5.1.1　非常時

(1) 代替水源として

環境防災都市河川は、地震に対して、直接的に防災機能を果たすものではないが、間接的あるいは想定外災害の緩和空間として、防災機能を発揮する他、地震発生後の二次災害を抑制する働きを有する。

河川の自然流下という特性を活かして、災害時に断水する可能性のある上水道に対する代替水源として利用することができる。

また、代替水源を必要とする用水には、以下のものがあげられる

①消火用水

地震後の火災発生において、消防車が駆けつけても、断水で消火栓が使えない、またはポンプ車の消火用水が無くなれば消火作業ができなくなるなどの場合の非常水源となる。

②飲料水

飲料水は 1 人当たり 3ℓ／日程度であり、当面はペットボトルや給水車の給水活動でしのぐことも可能であるが、浄水装置があれば河川水による大量の飲料水の確保ができる。

③生活用水

阪神・淡路大震災では、人々が何より困ったのはトイレ用水だったと言われている。風呂や洗濯用水は多少の我慢もできるが、生理現象を止めることはできないので、臨機に入手可能な水源になる。

④防塵・洗浄用水

復旧・復興活動には、防塵や洗浄用水などに大量の水が必要であるため、河川水が身近で最も有効な水源になる。

(2) 防災空間として

環境防災都市河川には､代替水源の提供の他､防災空間としての役割を果たすことが期待される。火災時の延焼を抑制する防火空間、あるいは退避・避難路としての空間は、広さと連続性の確保が必要であり、多少、小規模な空間であっても、被災時には、人身の安全に対する貢献度は高い。

5.1.2　常　時

(1) 自然環境の向上

環境防災都市河川は、水と緑のネットワークと生物生息空間を提供する。

地表が湿潤な土壌に覆われることや樹木による緑陰、蒸発散等により、ヒートアイランド化の防止に役立ち、自然環境保全と地域住民の生活環境向上に寄与できる。

(2) その他

洪水安全度を高める構造とすることで、現在以上に都市水害の減災に貢献できる。

溢水する分は、下水道へ流下させる他、地上部に開放空間である河道を設けることで、雨水の浸透や貯留機能が増大され、洪水に対する安全度向上にも寄与する。

5.2　ケーススタディ

5.2.1　札幌の河川の概要

「環境防災都市河川」が現実のフィールドで実現可能かどうか、札幌市内をケーススタディとして、現地調査で確認することとした。

明治時代の札幌（主に豊平川左岸～中心部）には、豊平川の川筋が幾筋にも分かれて変転しながら流下する他、いたる所に湧水が見られた。

池や沼等も数多く、これらを結ぶ河川によって“水網都市”の様相を示し、水網は、河畔林を伴い、水とみどりのネットワークを形成していた。

当時の札幌の小河川の流下状況は、図-3.5.1 の通りである。これらの河川は、大きく三つに分けられる。

①豊平川の派川

②扇状地のメム（湧水）を水源とする小河川

③藻岩山～円山の山麓を水源とする小河川

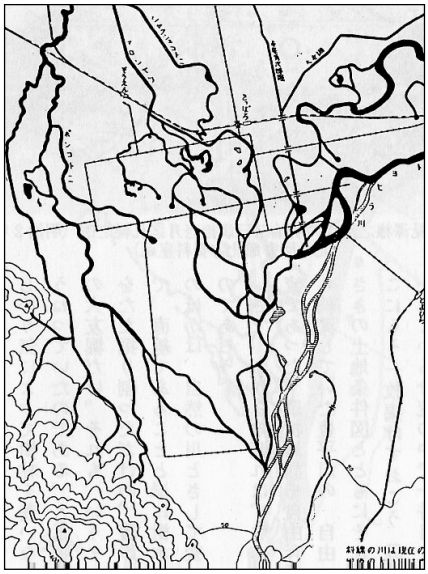


図-3.5.1　札幌市の小河川の流下状況

このうち①、②は既に水源を消失しており、現在では、市街地の発展により、大部分が埋め立てられた他、暗渠やコンクリート水路に変化している。

5.2.2　対象地区の選定

ケーススタディの対象地区としては、

・過去に小河川が流下していた地区

・旧市街地と新興市街地の特徴を兼ね備えている地区

などを考慮して札幌市の円山・界川地区を選定し（図-3.5.1）、ここを流下する小河川は、上述の「③藻岩山～円山の山麓を水源とする小河川」に相当する。

(1) 対象地区の概要等

この地区は、札幌市街の西端部に位置し、藻岩山～円山の山麓から発した小渓流が流下した歴史を持ち、数十年前までは、河川が人々の生活に多少なりとも関わってきた地区である。

昭和 36 年（1961 年）当時の小河川は、写真-3.5.1～3.5.4 のような状況であった。

なお、昭和 56 年の豪雨時（既に市街地部は暗渠化）には、流水が暗渠へ流入できず、山麓沿いの平坦地区に水深 30～50cm で溢水している。

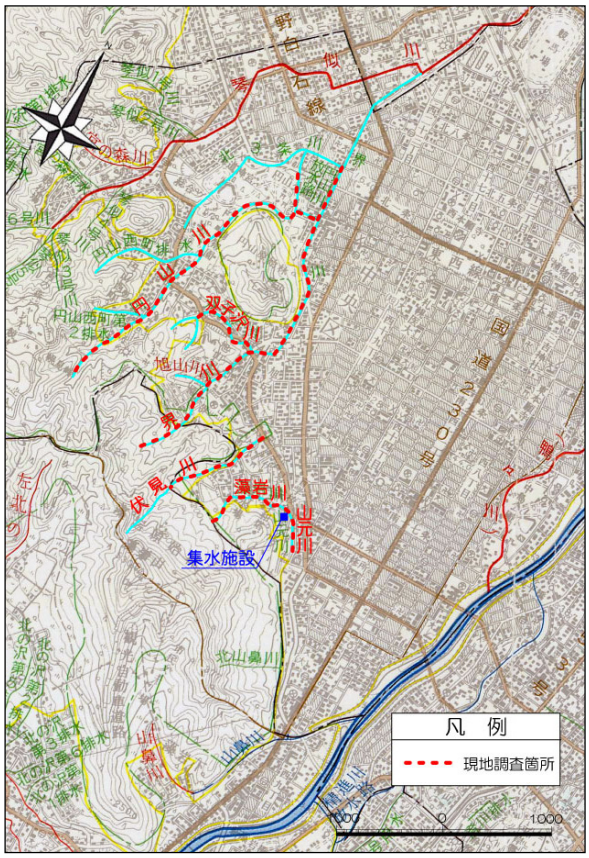


図-3.5.2　現地調査全体図
（「札幌市河川課　排水路網図」：札幌市建設部河川課）

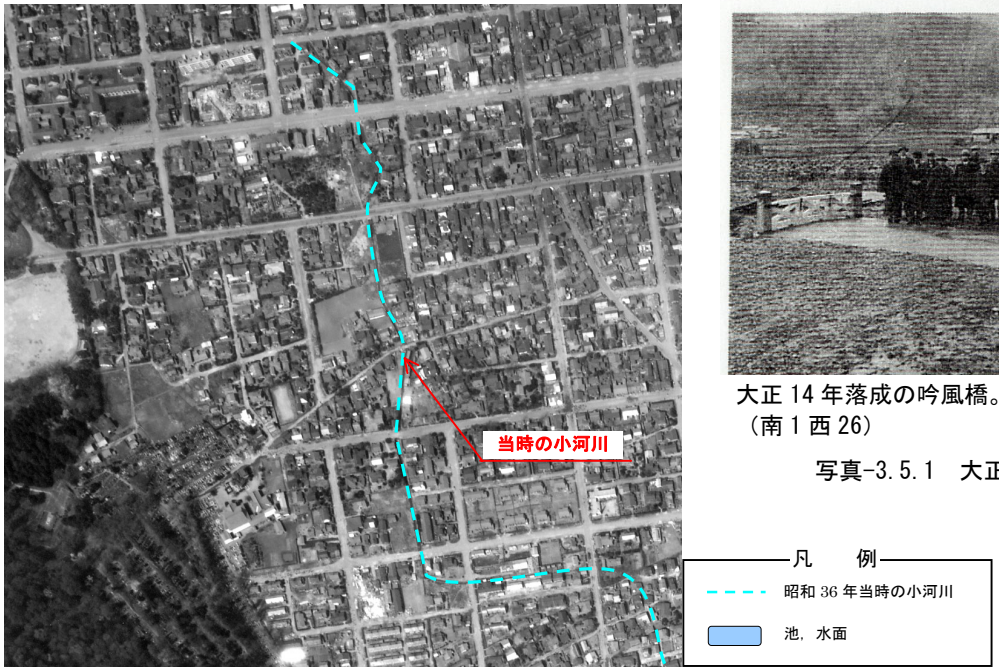
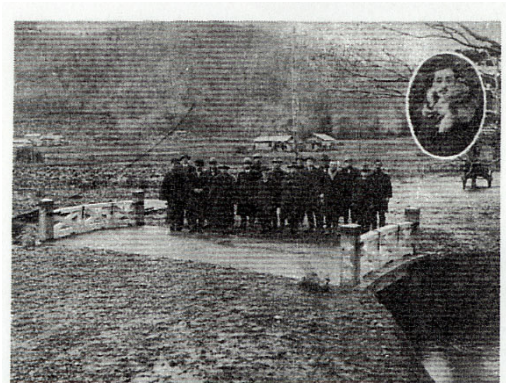


写真-3.5.2　地下鉄円山駅付近の旧川跡地



大正 14 年落成の吟風橋。裏参道松並木通り（南 1 西 26）

写真-3.5.1　大正 14 年の界川

写真-3.5.3　現電車事業所付近

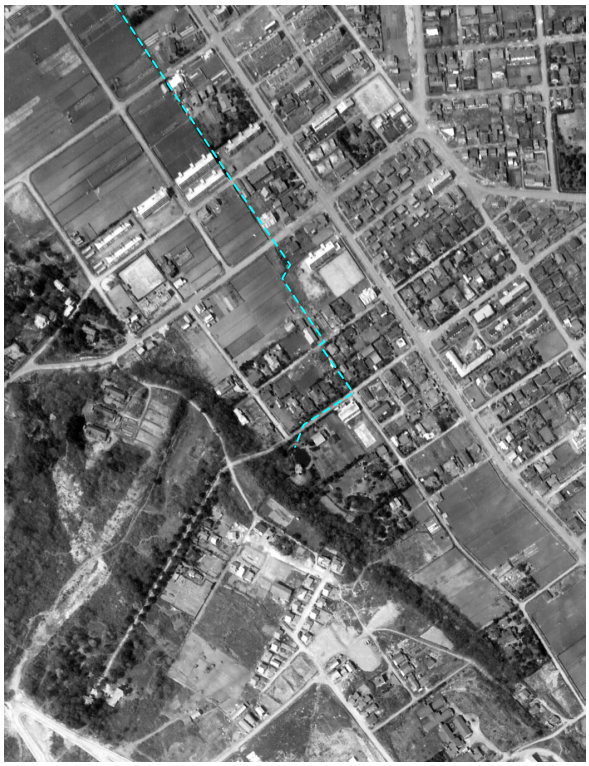
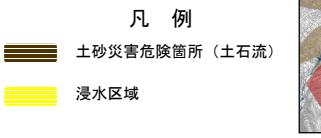


写真-3.5.4　16 条通り山麓付近

また、札幌市洪水ハザードマップ（図-3.5.3）では、藻岩山を源流部とする渓流からの土石流の発生が懸念されているが、環境防災都市河川の有する空間が緩衝帯となることで、土砂災害に対しても、直接的な被害を軽減することができる。



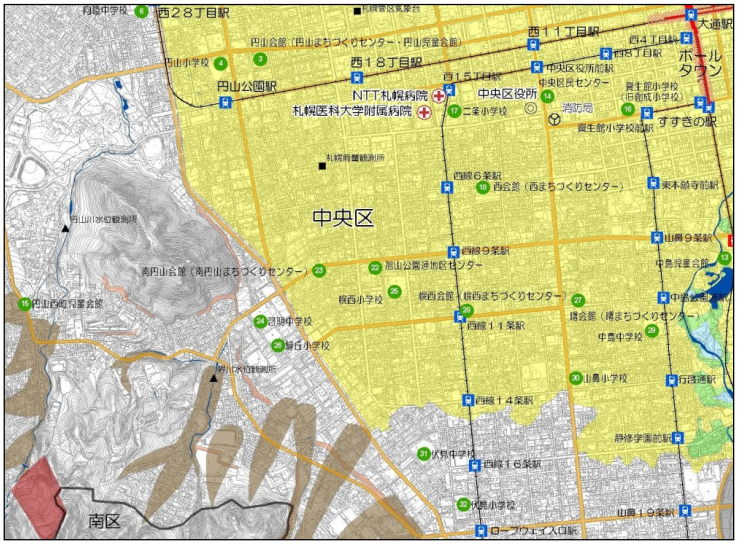


図-3.5.3　札幌市洪水ハザードマップ（中央区）

(2) 湧水のメカニズム

現地調査を実施した地区の地質構成は、以下のようである。

・火山岩類

幌見峠を中心とした周囲の山地に分布する。

・河岸段丘堆積物（藻岩段丘礫層）

藻岩山東北山麓から円山・三角山へかけての山麓部に分布し、安山岩質砂礫が主体であり、層厚は 40m 以内である。

・崖錐層

崖錐層は、旭ヶ丘付近一帯の緩斜面に分布する。背後の急斜面（藻岩山、三角山）から崩落した土砂が不安定に堆積したもので、層厚は、0～30m である。

当地区では、河岸段丘堆積物の後背山地（左岸の藻岩山～円山）に降った雨水が地中に浸透し、段丘端部の斜面や扇状地面から湧水するメカニズムとなっている（図-3.5.4）。

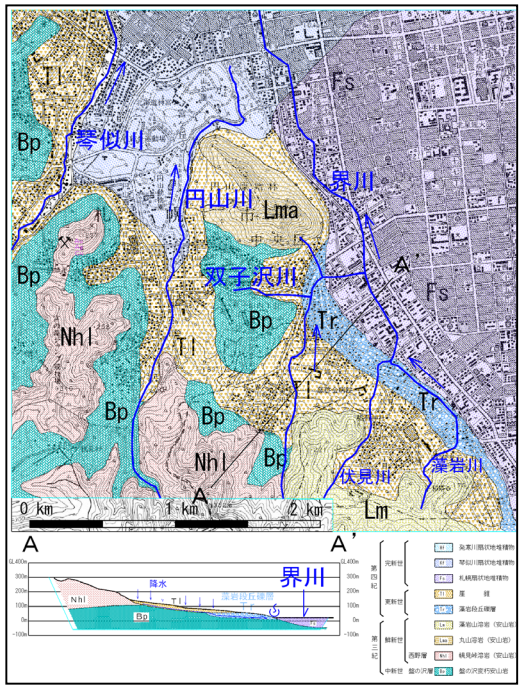


図-3.5.4　界川周辺地質平面図

5.2.3　調査結果

(1) 各河川の現況

対象地区を流下する小河川の現況は次のようであった（平成 14 年度、15 年度に実施）（写真-3.5.5）。

いずれも琴似川の支川である（写真-3.5.6）。

写真-3.5.5　現地踏査の様子

写真-3.5.6　藻岩山からの眺望

【円山川】

円山川は、円山公園内を流下し、公園から下流では暗渠化されている。「かつては、スナヤツメが産卵のために遡上したり、トンボやホタルも多い河川であった」とあるように、元々は自然環境の豊かな河川であった。アイヌ語では、ヨコシペッ：獲物を狙う川と呼ばれ、「鮭などを捕っていたか、そういう場所だったのであろう。」とされている（写真-3.5.7～写真-3.5.9）。

写真-3.5.7　円山公園内水路

写真-3.5.8　円山川分水施設

写真-3.5.9　円山公園内の池

【界川・双子沢川】

界川は、上流部の旭ヶ丘で暗渠化され、地下鉄円山公園駅付近では、旧川跡が遊歩道として利用されている。「・・・旭山公園からの流れが啓明中学校前を流れ、途中湧水を合流させながら・・」とあり、湧水による、水量豊かな河川であったようである。

双子沢川は、界川の右支川で開渠で住宅地を流下し、中流部の藻岩山山麓道路の横断部分では、2～3l/秒の流水がある。

水棲生物では、ヨコエビ、サカマキガイ、ヒルの生息が確認された（写真-3.5.10～写真-3.5.15）。

写真-3.5.10　界川 旧川跡地看板

写真-3.5.11　遊歩道（界川 旧川跡）

写真-3.5.12　界川上流部

写真-3.5.13　双子沢川上流

写真-3.5.14　双子沢川を活用した事例
（フレンチレストラン庭園）

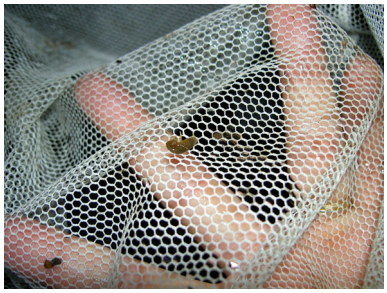


写真-3.5.15　双子沢川のヨコエビ

【伏見川】

伏見川は、藻岩山山麓道路の上流を除いて、大部分が暗渠化されている。

下流の支川では、数年前に清澄な湧水やヨコエビが確認されている（写真-3.5.16～写真3.5.17）。

写真-3.5.16　伏見川（藻岩山麓）の様子

写真-3.5.17　伏見川の湧水

【藻岩川】

ロープウェイ乗り場への道路を管渠で横断し、地上に出た後、20m ほどを開渠で流下して、再び管渠へ流入する比較的流量の多い渓流である（写真-3.5.18～写真-3.5.19）。

写真-3.5.18　ロープウェイ乗場付近

写真-3.5.19　水路化された藻岩川

【山元川】

界川～藻岩川の最上流に当たる小渓流であり、藻岩山麓を源として、藻岩川（南 19 条付近）に合流するまでの間は、道路側溝として、現在は、電車事業所の裏を流下している。

電車事業所の一帯では、その昔、山元川を水源としたサンゴ池という釣り堀があった。現在でも山腹からの湧水が多く、一部の家庭ではパイプ管に誘導し、飲用水・雑用水としている。流路の横に池（5m×5m×水深 0.3m程度）では、ヤゴ、ミズスマシなどの水生昆虫類が確認できた（写真-3.5.20～写真-3.5.22）。

写真-3.5.20　山元川の水生昆虫採取状況

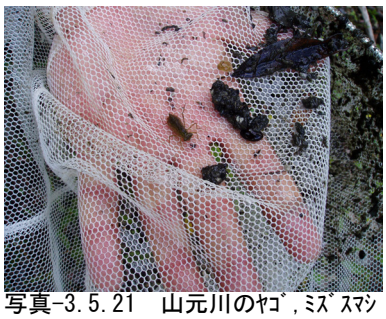


写真-3.5.21　山元川のﾔｺﾞ，ﾐｽﾞｽﾏｼ

写真-3.5.22　水路化した山元川

【その他】

電車事業所裏から、藻岩山の東本願寺別院への階段途中で、藻岩山体から水平ボーリングにて集水し、集水された水は、本願寺の雑用水として利用されている（写真-3.5.23）。

写真-3.5.23　藻岩山からの集水施設

(2) 水源

・表流水

上流山林部の表流水は、河道へ流入する。下流部は、市街化が進んで住宅地や道路となっており、それらからの表流水も水源となっている。

・湧水・地下水

地中へ浸透した雨水が、河岸段丘崖や崖錐層から湧水として滲出している。

地区内には、自然湧水の他に集水ボーリングによる取水の例があり、安定した水源として貴重である。

これらの水源となる山林は、国土交通省、林野庁、北海道、札幌市で進める「札幌都市山麓グリーンベルト構想」の対象範囲となっており、維持・保全が前提なので、将来的にも恒常的な水源として期待できるものである（図-3.5.5）。

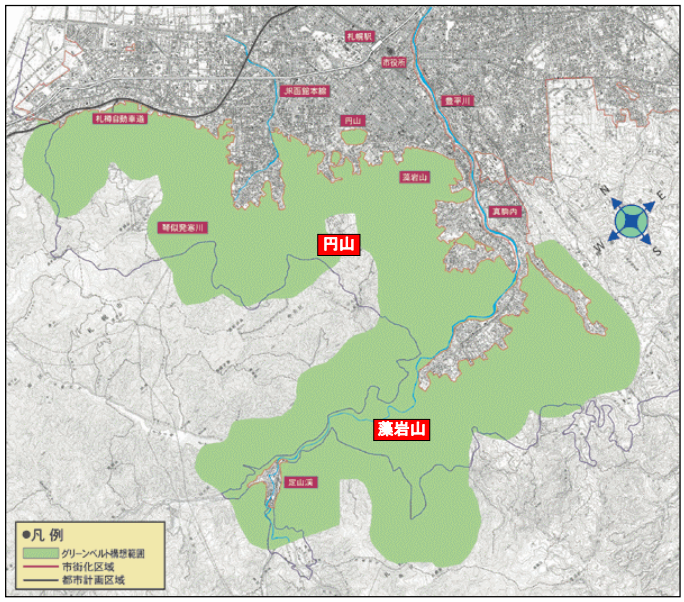


図-3.5.5　札幌都市山麓グリーンベルト構想図

・余剰水等

流域に札幌市水道局の藻岩浄水場があり、水源は、豊平川の表流水であるが、ここで生じた余剰水は、旧水道管と一部新設導水管を経由して、北大中央ローンのサクシュ琴似川（写真-3.5.24）の水源となっており、この一部を流用することも可能である。（図-3.5.6～図-3.5.7）

また、円山川下流でも余剰水が円山分水工により、下水暗渠に分水されているが、水源としての活用が可能である。

写真-3.5.24　再生後のサクシュ琴似川

今後の課題として、より水量を確保するための工夫が必要である。

災害時を想定した場合、動力に頼らず安定的に供給される水源としては、山体からの湧水が最も有効であり、自然湧水の他に、集水ボーリング等により、積極的に取水する方法も採用できる。

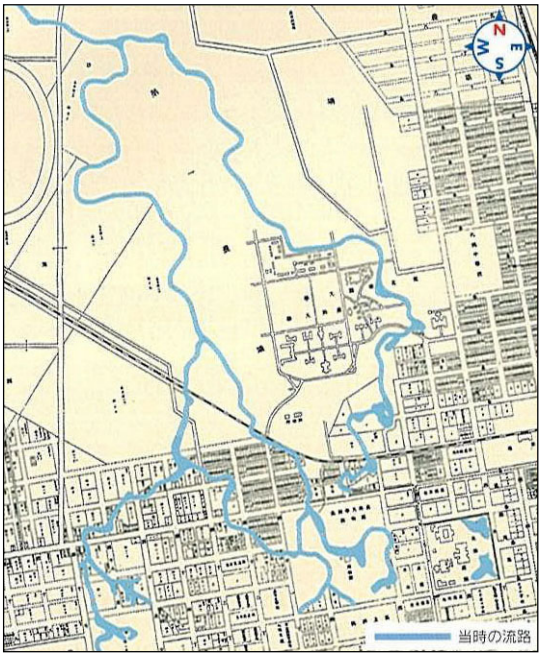


図-3.5.6　明治時代のサクシュ琴似川

図-3.5.7　現在のサクシュ琴似川

(3) 水質

各河川の現在の水質は、概ね良好であり、これは汚染された排水がほとんど皆無であることによる。

特に藻岩山の山体からの湧水は、飲用水として遠方から車で汲みに来る人もいる程である。(「保健所で検査。安全とされた。」: 所有者談)。

従って、直接、あるいは簡易な浄水を行ということにより、飲用可能な水質が保持され、消火用水、生活用水、水洗トイレなどの代替水源としての水質は十分に確保されている。

ただし、道路からの排水に関しては、化学物質や汚染物質の混入が考えられるため、直接流入させない工夫や分離施設が必要である（写真-3.5.25)。

写真-3.5.25　生活用水利用状況

(4) 結果のまとめ

円山・界川地区をケーススタディとした結果、都市域とは言え、かつての小河川を中心とした自然環境が存在しており、色々な工夫をこらすことにより、環境防災都市河川としての水源・水質を確保できることが確認された。

これらの地域環境をベースに、地区内に点在する公園や緑地にビオトープなどを設け、これらを結ぶことにより、水と緑のネットワーク（水網）の実現が可能と考えられる。

参考：「北海道河川一覧：旧版」による各河川の諸元は以下の通りである。

・界川・・・・・流域面積　山地 6.4km²　平地 3.1km²　計 9.5km² 流路延長 5.2km

・円山川・・・・流域面積　山地 2.4km²　平地 1.6km²　計 4.0km² 流路延長 4.2km

・藻岩川・・・・流域面積　山地 1.5km²　平地 0.7km²　計 2.2km² 流路延長 2.5km

5.3　河川空間確保の可能性

(1) 用地確保の工夫

小河川の復元・再生においては、プロジェクトの規模に見合った必要な空間、または用地を確保しなければならない。

一方、我々が現地調査した中では、写真-3.5.26 のように、暗渠の上部は遊歩道などに利用されており、これを失うことは､地域住民の利便性が低下することにもなる。

従って、用地確保では、物理的な用地の確保ばかりではなく、近隣住民の利便性や積極的な協力（事業への理解）体制の向上というソフト面にも配慮しなければならない。

写真-3.5.26　地下鉄円山公園駅付近道遊歩道

これらを検討するモデルでは、大河川の場合は、現在プロジェクトが進行している韓国（ソウル）における清渓川復元事業があり、今回の研究テーマとなっている小河川の場合は、スイスのチューリッヒにおけるバッハコンセプトの事例が参考になる。

写真-3.5.27　民地を借用しての整備

①用地

スイスのバッハコンセプトでは、用地不足を解消するため、

a.　住宅地の一部を長期的に借り受けている（写真-3.5.27）。

b.　道路用地の一部を利用、または歩道を削り、用地を確保している。

さらに近場に公園や遊休地、マンション用地などがあれば、そこまで小川を引き込み、公園内は、そのまま親水空間（写真-3.5.28）として、マンション用地では、せせらぎ水路として利用されている。

写真-3.5.28　公園と併せての整備

②ソフト面

スイスにおいては、計画段階で住民へアンケート調査を行ったところ､「虫の発生」「悪臭の発生」「ゴミの発生」「子供・老人が落ちる」「住宅へのアクセスが悪くなる」などの反対意見などが出されている。

このような場合は、プロジェクトを強行せず、水辺の価値や生態系の重要性などの視点から、プロジェクトの必要性について長い時間をかけて説明し、住民の理解を得たり、意識の変化を待ちながら進めている。

今では、このプロジェクトにより創出した水辺環境の付加価値により、周辺の資産価値が向上したことから、住民の意識も次第に変化してきている。

従って、早急なプロジェクトの推進ではなく、成功の基本的要素である地域住民の意識変化にむけての醸成・啓発活動が最も重要である。

5.4　地域住民との協働（合意形成に向けて）

環境防災都市河川の実現には、地域住民との協働が不可欠であり、地域住民のコンセンサスを得るには、プロジェクト実行により、地域住民が大きな利益を得ることを理解して貰う必要がある。

環境防災都市河川が、地域住民・コミュニティにもたらすメリットは、自然環境と環境利用機能の向上、防災機能の向上と、これらによるコミュニティの安定と生活ゆとり空間の確保及び資産価値の向上である。

行政にとっては、緑の計画や地域防災計画の進捗とレベルアップ、クオリティアップの実現であり、住民への行政サービスの向上となり、また、管理の枠組みが明確になる。

なお、資産価値の上昇は、税金の増加にもつながり、地域住民にとっては、多少のデメリットと受け止められるが、トータルではプラスの面が多い。

周辺を含めた地域が、新たな環境創出によって繁栄することが期待でき、行政側としては、税収の増加にもつながり、いわゆる市民自治の推進として促えるべきである。

(1) コミュニティの基本である近所

近所づきあいは、地域の最小単位のコミュニティであるが、近年、ますます希薄になっており、災害を受けた家屋の居住者を近所が把握していなかった事例も発生している。

これは、野外で遊ぶことが少なくなったための子供社会の崩壊、防犯やプライバシーを重視した住居形態、互助の必要性が低い社会環境など、生活様式の変化に起因している。

しかし、災害時に、最も迅速に相互支援が可能な集合体であり、近所づきあいの親密さが減災に与える影響は大きい。

また、高齢化が進展して災害弱者が増加すると、短時間で対応すべき必要性が高まり、増々近所のコミュニティ形成が重要になる。

(2) 地域コミュニティを醸成する水辺環境

災害時に、迅速に機能できる地域コミュニティを形成するためには、町内会などの自治組織が有機的に機能することが望ましい。

事例では、国民統制の色合いが強いが、昭和 15 年に制度化された隣組（5～10 軒）は、行政機構の最末端組織としての役割を果たし、戦時中の相互支援に効果を発揮している。近年は、近所づきあいを緊密にすることで犯罪防止に成功している事例もあるので､制度的な観点は他の議論に譲り、本稿では、地域コミュニティを醸成するための環境について述べたい。

上水道の普及が行き届かない時代には、地域には共同井戸があり、井戸端会議が開催される必然があった。

自動車が一般的に普及するまでは､道は地域の広場であり､子供たちが遊び､地域のコミュニケーションの場であったが、その機能は、社会環境、生活様式が変化した現代では、新たな環境に求めることが必要である。

道路の歩道に休憩､交流機能を付加することが取り組まれているが､我々は､水が流れる小河川､水路を復元することが、さらに多様な効果を発揮すると考えている。

水辺には、流水の魅力のみならず、動植物の生息生育環境があり、四季の風物詩を楽しめることから、人々にとって訪れる必然性を有している。

その特性を生かし、例えば、街区公園や学校、公共施設、公開緑地、協賛する個人の庭やガーデニングなどをネットワーク化する小川のある散策路が整備できれば、日常の散策などの活動、清掃などの維持管理活動などを介して、地域のコミュニティを醸成することが期待できる。

また、防災的な観点だけではなく、景観法の施行（2004 年 12 月）を受け、景観重要公共施設として整備することも考えられる（写真-3.5.29～写真-3.5.30，図-3.5.8)。

写真-3.5.29　道路空間での修景水路整備の事例
（埼玉県川越市）

写真-3.5.30　住宅地での遊水路整備の事例
（神奈川県相模原市）

図-3.5.8　環境防災都市河川のイメージ（緑地をつなぐ水のネットワーク）

以上を前提として、地域住民との連携及び協働を目指し、地域住民とのネットワークづくりを進めていくこととする。

次に、ネットワークの核となるオピニオンリーダー（世論形成者）について検討を加える。

5.5　オピニオンリーダーの発掘

(1) 減災のための組織

地域相互支援の最小単位である近所を束ねるのが町内会組織であり、この組織の実効性が高ければ、その地域は高い減災機能を有していると言える。

しかし、近所づきあいが希薄になっている現代においては、強固なピラミット型の組織を保っている例は少ないと考えられるため、新たなオピニオンリーダーを発掘し、地域コミュニティを再生する必要があり、オピニオンリーダーの発掘対象は、以下のとおりである。

有識者・教育機関（大学、研究所）・議員・行政機関（市役所区役所など）町内会・自治会・民間企業・商店街・古くからの住人・地域のキーパーソン・環境NPOなどその他

アナウンスの方法は、回覧・掲示・口コミ・マスコミなどが考えられ、当初のアナウンスは「防災研究会」が先導しなければならない。色々な個人や組織と接触することで、修正や補強をしながら活動を広げつつ、進めていくことになる。

(2) 啓発と人材発掘

新たな地域コミュニティを構築するためには、興味を抱く話題を提供しながら地域への愛着心を深め、地域コミュニティの必要性を認識してもらうことが必要である。

そのためには、地域を知ることが効果的であり、郷土史や身近な自然環境に詳しい方、地域の古老を囲んだ勉強会などを開催する方法がある。

このような活動を実行することにより、埋もれた川の情報が得られ、また、住民の主体的な活動が発生すれば、必然的にオピニオンリーダーが発掘され、地域のことを知り、様々なことを語り合う中で、地域コミュニティが芽生え、減災についての共通認識が高まることが期待される。

5.6　プロジェクトの実行と継続性

「環境防災都市河川」の実現へ向けての一連の活動を「プロジェクト」と位置づけて、その実行と継続について検討する。

(1) プロジェクトの実行

「環境防災都市河川」は、発想そのものが新しい概念である。

従ってプロジェクトの実行に当たっては、スタート部分を「防災研究会」が先駆的に活動して行く必要がある。

実際に防災研究会をスターターとして、プロジェクトをどのように実行していくか、一つの案を記載する。

①オピニオンリーダーの発掘

プロジェクトを進めていく上で、重要な要点であるオピニオンリーダーを発掘する。本プロジェクトにふさわしいリーダーを発掘し、協働を働きかける。一名に限ることはない。

②協働の要請

オピニオンリーダーと協働可能なメンバーを募る。交友関係、口コミなどを通じて、参加可能なメンバーを募集し、協働を要請する。

③プロジェクトチーム

オピニオンリーダーと賛同者がある程度の人員数になった段階で、活動の主体を「防災研究会」からプロジェクトチームへバトンタッチする。

プロジェクトチームには、「リーダー＋地域住民＋コミュニティ＋後援者＋行政」などの人々が加わることが望まれる。

広範囲な活動のためにNPO法人とする方法もあり、この段階になると、「防災研究会」は技術的な支援を担当することになる。

(2) プロジェクトの継続

継続的なプロジェクトとするためには、以下の視点が有効である。

①地域環境計画及び地域防災計画

「環境防災都市河川」は、地域の環境や防災力を向上させる基盤として、札幌市の環境計画や防災計画と連動し、環境防災都市河川をベルト状に伸長、拡大しながら、他地区との連携や連続性を達成させる活動は、市民ネットワークの構築と継続性が重要なプロジェクトである。

②学校教育の中で

「環境防災都市河川」のプロジェクトは、小中学校における環境教育、防災教育、郷土史教育の一環として、有効な教材となる可能性を有している。

ビオトープとしての側面や地域の河川の変遷史は、社会環境や郷土史の教育材料としても有効であり、毎年迎える新学年の生徒達に対して、一過性の教材ではなく、継続的な教材として、学校教育の中で取り上げられるべき課題と考える。

実行主体の継続性が安定した進展性のあるこの段階では、「防災研究会」は、支援体制を強化しつつ、行政やプロジェクトチームと地域住民とのメディエーター（介添人）としての役割を果たすことができる。

5.7　まとめ

阪神・淡路大震災時の体験を通じて、都市防災における河川は、

①　平常時に（非災害時）には、豊かな自然環境と憩いや癒しの場を提供する河川空間として

②　災害時には、防災空間や代替水源としての減災装置や避難生活支援空間として

有効に機能することが、明らかになった。

本稿では、こうした特性を踏まえて、都市部の中～大河川とは別の視点から、旧市街地を抱えて都市計画が難しい地域における、生活に密着した防災・減災に機能する都市小河川のあるべき姿を模索した。この構想は、「動脈ではなく、毛細血管の手術、葉脈の再生」に例えられる。

災害時には、防災、減災、避難支援機能を発揮し、平常時には、住民に豊かな自然と保養空間を提供する都市河川と言うことから、「環境防災都市河川」と命名し、過去に小河川が流下していた札幌市の円山・界川地区ケーススタディとして現地調査を実施し、復元の可能性を探った。

当地区のように過去に暗渠化された小河川の復活、復権、復元の可能性を海外の事例も加えて検討したが、海外事例では防災という観点はなく、環境面のみの観点であっても、小河川の復元が実現し、予想外の効果も含め地域社会に有効に機能している。

ケーススタディの対象とした地区は、札幌市の住宅過密地域であり、ここでの知見を他の都市河川にそのまま転換することは難しいが、都市部の小河川は至る所で暗渠化されており、地区の特性に応じて、これらの復活・復元の意義を再度確認する必要があると考える。

また、他の地区で小河川の暗渠化が計画されている場合には、「環境防災都市河川」という多様性のある観点から、暗渠化計画は将来の地域社会の資産保全について、広く問題などを発掘、研究し、再検討されることが望まれる。

都市再生・自然再生を踏まえて、「環境防災都市河川」が実現されるには、地元住民からの強い要望が必要である。本稿では「環境防災都市河川」の実現に向けての流れを検討したが、あくまでも（案）に留まっている。

今後は、住民や別フィールドの市民活動家達の意見を採り入れながら、「防災研究会」が果たすべき役割も含めて、修正や肉付け作業を行っていくことを考えている。

参考：

円山川を記載した HP に以下がある。

幌見峠付近では、周りを自然に囲まれながらも恐ろしいほどの数の堰堤に阻まれたその流れには、いまや希少となったモンカゲロウ、トビケラなどの水生昆虫が細々と暮らしている。

少しだけ手をかけてやりさえすれば、そこにはすばらしい自然、生態系が復活し、１８０万都市を流れる貴重な渓流となるだろう。」

協働とは、「異種・異質の組織」が、「共通の社会的な目的」を果たすために、「それぞれのリソース（資源や特性）」を持ち寄り、「対等の立場」で「協力して共に働く」こと。

地縁型住民組織等は、町内会、自治会、あるいはそれをベースにしたさまざまな組織で、行政上の区域や範囲内で住民の相互扶助や自治的な活動を行う組織を指す。コミュニティ組織と呼ぶこともある。

自治会、町内会の他、婦人会、青年団、消防団など、日本には多数存在している。商店会や農協・漁協などの地域産業組織、あるいは、まちづくり協議会などの全員参加を前提とする組織も、これに準ずるものと考えてよい。

第４章

技術士からの提言

ー第 31 回技術士全国大会 第 4 分科会よりー

第４章　技術士からの提言　－第 31 回技術士全国大会第 4 分科会より－

副幹事長　城戸　寛

１．はじめに

防災研究会は、1995 年の阪神・淡路大震災を契機として全国支部に先駆けて発足し、防災に関する諸問題の調査研究を進め、北海道の災害を最小限にくい止める防災体制や社会基盤のあり方等を提言してきた。1997 年には、「技術士からの提言 －地震災害に備えて－」を発表し、道内はもとより全国的にも高い評価を得てきた。

2001 年からは、新たに「都市型防災」をテーマに、今後の防災対策のあり方について研究を継続しており、2004 年 9 月 15 日、ロイトン札幌で開催された第 31 回技術士全国大会における「第 4 分科会」では、この間の取組みを総括するとともに、今後の活動の方向性を確認することができた。

本章は、この「第 4 分科会」の開催概要とその結果報告を通じて、「都市型防災」に関する技術士からの提言の方向性や社会貢献のあり方について概括する。

２．分科会開催主旨

わが国は、その自然条件から、地震、台風、豪雨、豪雪、火山噴火などによる災害が発生しやすい国土となっており、特に、1995 年の阪神・淡路大震災を契機として、地域特性に則した防災計画を整備し、行政主導による防災対策が講じられてきた。

しかし、2000 年の東海豪雨水害、本年 7 月の新潟・福島豪雨災害など、近年、数々の災害にみられるように、都市構造・社会システム全般の災害に対する脆弱性が露呈した状況にある。

このため、「第４分科会」では、災害に対する都市の危険性を明らかにし、明日の都市防災戦略や今後技術士として取り組むべき方向性を探るとともに、技術者による防災ネットワークが強固となり、充実する契機となることを目的として開催した。

その上で、全国大会のテーマである「社会貢献」のあるべき姿と具体的な方向性を導くこととした。

３．分科会プログラム

全国大会の基本テーマである「社会貢献－技術士は何ができるか、何をすべきか－」の観点から、今後の都市防災の方向性について、第一線で活動している専門家や技術者による基調講演とパネルディスカッションを開催した。

ディスカッションのテーマは、これからの防災戦略についてで、過去の災害事例の検証や現状における防災対策の課題整理などを行い、その上で、近年の各都市の取組み状況等を把握しつつ、技術士の役割をあらためて再認識することとした。

基調講演には自然災害研究の第一人者であり現在、京都大学防災研究所教授で巨大災害研究センター長の河田氏をお招きした。また、ＮＰＯ法人「東京いのちのポータルサイト」の副理事長をされている山口氏、昨年末に神戸市にてＮＰＯ法人「都市災害に備える技術者の会」を結成された山田氏、そして、本道を代表する地震防災の専門家、北海道大学助教授の岡田氏に参加をいただいた。

▸ 日　時　　平成 16 年 9 月 15 日（水）　9:30 ～ 13:00
▸ 場　所　　ロイトン札幌[3F ロイトンホール]
▸ テーマ
「都市防災　－明日の防災戦略を考える－」
▸ プログラム

9:30　開　会
主催者挨拶　防災研究会会長　高宮　則夫
9:40　基調講演「これからの都市震災対策」
京都大学防災研究所教授　河田　恵昭
10:45　パネルディスカッション「都市防災」
コーディネーター　防災研究会会長　高宮　則夫
パネリスト　北海道大学大学院助教授　岡田　成幸
本部防災特別委員会副委員長　山口　豊
近畿支部建設部会長　山田　俊満
アドバイザー　京都大学防災研究所教授　河田　恵昭
事務局（司会）　防災研究会副幹事長　城戸　寛
13:00　閉　会　（敬称略）

４．これからの都市震災対策 －市民一人ひとりの立場から－

「第４分科会」の第一部は、京都大学防災研究所巨大災害研究センター長の河田惠昭教授による「これからの都市震災対策～市民一人ひとりの立場から～」と題し、今後の防災対策の方向性について下記の論点により、基調講演をいただいた。

(1) 災害における社会性の増大

近年、災害の全過程に社会性の影響が顕著になっている。地震災害の予知・予測技術の未確立や地球温暖化に伴う風水害の多発など誘因となる外力、そして、都市化、一極集中など社会の防災・減災力の低下が、被害拡大の要因になっている。

(2) 都市震災対策の誤り

1923 年関東大震災を原点に、震災対策は火災対策であると誤解した。また、防災対策を震災が起こる前に実施する理工学的課題として誤解し、土木、建築が対策の中心となってきたが、この間の都市計画、土木計画の失敗の反省がない。

(3) 都市震災対策の再度の誤り

1995 年阪神・淡路大震災を原点に、情報の活用や精度良く地震予知・予測すれば被害が少なくなると誤解した。また、危機対応システムを整備すれば災害対応が円滑に進むと誤解した。

京都大学防災研究所　河田惠昭 教授

(4) 近年に発生が危惧される巨大地震災害

・首都直下地震災害

・東海・東南海、南海地震災害の発生

・大阪、京都、奈良市の地震災害

・宮城県沖地震災害

このため、被害抑止（ハードな対策）と被害軽減（ソフトな対策）による防災と被害の拡大を抑え、被災した社会を早く安定させる減災対策が必要である。「災害は起きる」ことを前提に総合防災・減災システムを構築することが求められている。

また、防災・減災の主役は誰か。従来は、エンジニアと考えられていたが、阪神・淡路大震災以降、それは「市民」であることがわかった。

５．都市防災 －明日の防災戦略を考える－

第２部のパネルディスカッションは、北海道大学の岡田成幸助教授、防災特別委員会の山口豊副委員長、近畿支部の山田俊満建設部会長ら３人のパネリストに加え、基調講演の河田惠昭京都大学教授にも参加をいただき、北海道技術士センター防災研究会からはコーディネーターとして高宮則夫会長、事務局を代表して私自身が参加して、以下の論点で開催した。

(1) いま都市が危ない

(2) 今後の都市防災に戦略はあるのか

(3) 今後の都市防災と技術士の社会貢献

岡田助教授から十勝沖地震を踏まえた北海道の現状と今後の課題、山口副委員長から米国の防災対策と東京いのちのポータルサイトの取組み、山田部会長から都市災害に備える技術者の会の立ち上げについてなどが紹介され、分科会テーマである「都市防災～明日の防災戦略を考える～」の方向性として、以下の３点について、まとめられた。

(1) ハード型に加えてソフト型減災のリスクマネジメントの構築が重要である。

(2) 災害時における自助・共助・公助のバランスが重要であり、自主防災とコミュニティの強化が求められる。

(3) 住民と行政、専門家のネットワーク構築と適切なコミュニケーションの形成が必要である。

右から　河田惠昭教授、高宮則夫会長と筆者

右から　山田俊満、山口　豊技術士、岡田成幸助

６．都市型防災のリスクマネジメントに向けて

基調講演、パネルディスカッションの結果を踏まえ、防災・減災に向けた技術士の社会貢献として、以下の「札幌宣言」を採択した。

日本技術士会は、阪神・淡路大震災を契機として防災特別委員会を設置し、官庁・学会との連携を図るとともに、様々な研究活動やシンポジウム等の広報活動を実施してきた。さらに各支部に防災研究会を立ち上げ、地域とのネットワーク形成にも力を注いできた。

特別委員会の設立の目的は「大規模災害発生に際して、日本技術士会として組織的災害対応活動を行い、社会貢献に寄与する。」ことにある。日本技術士会には、災害対応に必要な科学技術分野の専門家を数多く擁しており、全国規模で災害に対する社会貢献ができる組織である。

災害は今日、その様相を大きく変化させている。 1995 年阪神・淡路大震災、その後の 2000 年東海豪雨水害、2003 年福岡豪雨水害、そして本年 7 月の新潟・福島での豪雨災害に見られるように、都市は災害に対する脆弱性を増大させている。人口の集中による、市街地の拡大、高密化、交通網の拡大など、さらに高齢世帯や単身世帯の増大が都市のコミュニティ形成を阻害してきているなど、その被害を一層複雑なものにしている。

我々はこのような状況の中で、想定される東海、東南海地震や各地で頻発する集中豪雨災害に立ち向かわなくてはならない。

我々技術士の立場から、今後の防災対応の方向性を考えると、

１点目は、ハード型防災に加えてソフト型減災によるリスクマネジメントの構築が重要である。

２点目は、災害における自助・共助・公助のバランスである。これまでの災害の経験から公助は従で、自助・共助が重要な役割を果たしており、自主防災とコミュニティの強化が求められる。

３点目は、住民と行政、専門家の間のネットワーク構築と適切なコミュニケーションの形成が必要である。

我々技術士は、災害発生時には専門技術者としての各自の職務を遂行するのは当然のことであるが、今後は、地域社会・住民と、公共を繋ぐコーディネーター役として、日々の生活の中においては、防災研究の活動、ＮＰＯとの協働、防災を通じた地域との交流・情報発信活動を進めていく必要がある。

その具体的取組みとして、第４分科会から以下の２項目を提案する。

１．防災特別委員会を常設委員会とし、全国各支部との防災ネットワークを強化・構築する

２．2005 年、北海道技術士センター防災研究会の創立 10 周年を記念して、札幌で「仮称全国防災連絡会議」を開催する

ここに、技術士が災害に関する様々な技術の研鑽を進めると共に、日常活動を通じて市民と行政を繋ぐ存在となることを宣言し、そのことにより技術士としての社会貢献を果たすものである。

７．おわりに

全国大会の「第 4 分科会」以降、新潟県中越地震、スマトラ島沖地震、イラン南東部地震、そして、福岡県西方沖地震と大規模な地震災害が世界中で相次いでいる。

中央防災会議の専門調査会は、首都東京における直下型地震について具体的な被害想定を公表した。また、東海、東南海、南海地震に関する防災対策の見直しが始まっている。さらに、同調査会は石狩低地東縁断層帯を震源とする地震予測を公表しており、札幌市など道央圏で震度 6 強以上の可能性を想定している。

日本技術士会は、2005 年 1 月、『減災と技術 －災害の教訓を生かす－』を発刊した。第 4 分科会を契機に、私自身も「第 11 章地域防災のフレーム」を担当し、その中で地域災害のリスク管理について提案する機会を得た。以下は、その論旨である。

これまでの地域防災計画は、災害対策基本法に基づき各自治体が行政計画として着実に整備が図られてきた。しかし、実際の災害発生時に、目標通りに機能してきたかどうかについては厳しい評価を受けている。

その原因としては、１点目に、これまでの計画が被害防止を前提にしており、発災後の危機管理について十分な検証や準備が行われてこなかったことが挙げられる。２点目は、これまでは行政中心の計画となっており、災害発生時において主体となる住民の参加や官民協働が不十分であったこと、最後に地域計画であるにも関わらず、地域のコミュニティ形成、コミュニケーションがなおざりになってきたことが挙げられる。

このため、地域防災計画は、これまでの行政計画から「自助・共助・公助」をバランス良く取り入れた住民主体の「防災・減災」計画への転換を図る必要があり、ハード対策としての防災（被害防止）とソフト対策としての減災（被害管理）のバランスあるリスク管理を実現する総合技術監理手法の導入が期待されている。

いま、都市が危ない。防災・減災対策の見直しが迫られている。

あ　と　が　き

副会長　松井義孝(建設)

当防災研究会は、1995 年阪神・淡路大震災を契機に発足された。この大震災から、我々は何を学び、何を為すべきか、また何をもって社会に寄与しなければならないかとの思いから、1997 年に 2 ヶ年の論議と研鑽により「地震災害に備えて-技術士からの 27 の提言」を発刊した。それから 8 年、いまここに「都市型災害に備えて-いま都市が危ない」を発刊できることになった。まずもって、研究会メンバー各位のご苦労とご支援に感謝申し上げる。

昨今では都市に内在する災害は、多様化している。我々は、その主眼を「いま、都市が危ない」の観点に着目し、都市災害の課題をとらえたつもりである。

その要点を述べる。

都市と情報においては、防災意識とその備えを中心にアンケート調査を行い、提言を加えた。

都市と地盤災害においては、地盤沈下や土壌環境汚染などが都市災害として起因される。また、石狩低地の地盤環境における課題と提言を示している。

都市交通と災害においては、豪雨や北海道の冬季問題とされる豪雪を扱い都市交通であるタクシー、鉄道及び空港などに的を絞り、その課題と提言を示している。

都市の防災体制のあり方としては、札幌市をモデルにその概要と手法について述べている。

都市内中小河川を用いたフィールド実験では、札幌市内の中小河川を対象に町内会とも連携した防災提言を行っている。

昨今の地球を取り巻く災害は、身近なものから 23 号台風災害、新潟県中越地震、インドネシア・スマトラ地震、福岡沖西部地震など頻繁である。微小なものを数えるなら、毎日のように発生しているように感ずる。災害は、完全に防ぐことは難しい。また、災害が起きることを瞬時に予知することも難しい。しかし、平時からの災害に対する心構えと知識をより高め、また周辺環境ともより共有しておかなければならない。それは、地域防災力を高めるということにつながる。そして、防災技術は防災から減災へと移り変わってきている。国の防災会議は、「減災待ったなし」と東海地震と東南海・南海地震の被害を 10 年で半減する地震防災戦略を決めた。我々も、これらを絵に描いた餅にしないよう側面的に、かつ地域に溶け込んだ努力をしなければならない。

そのために我々は、本書のケーススタディーをもって次なる減災技術の提言へとさらに深めたいと思うところである。

そして、本書が研究会会員のみならず、読者の皆様に多少なりともお役に立てるならば誠に幸いである。

以　上

防災研究会・組織図

会長　高宮則夫（建設・総監）
副会長　松井義孝（建設）
幹事長　冨澤幸一（建設）
副幹事長　城戸　寛（建設）
副幹事長　林　宏親（建設・総監）

情報系部会

部会長
加治屋安彦（建設）
幹事
森　隆広（建設・総監）

岩倉敦雄（建設・総監）
岩村俊二（衛生）
大谷高志（建設）
金田安弘（建設・総監・応理）
熊谷健一（建設・総監）
小島誠一（電気電子）
宿田浩司（建設）
田中寿治（電気電子）
谷村昌史（建設・総監）
中村良則（建設・総監）
納谷　宏（応理）
古川武志（建設）
正岡久明（建設）
丸山　尚（建設）

地盤系部会

部会長
高橋輝明（応理）
幹事
北　健治（応理・総監）

榎本義一（応理）
大浦宏照（応理）
大津　直（応理）
河村　巧（建設）
日下部祐基（建設）
倉石謙司（建設）
小島尚三（応理・総監）
堺　幾久子（応理）
清水誠一（建設）
長瀬真央（建設・総監・応理）
林　宏親（建設・総監）
二ツ川健二（建設）
山田敏智（応理・建設）
横田　寛（応理）
宮下進治（林業）
渡部　靖（応理・総監）

交通系部会

部会長
桑田雄平（建設・総監）
幹事
木村和之（建設・総監）

浅野基樹（建設・総監）
伊藤　仁（建設・総監）
伊藤史弘（建設）
川村政良（建設）
城戸　寛（建設）
木村隆暢（建設）
小西康人（建設）
斉藤武範（建設・総監）
田中輝幸（建設・総監）
田辺慎太郎（補・建設）
中川泰孝（建設・総監）
中野泰宏（建設）
藤井　勝（建設・総監）
藤原　朗（建設）
堀口　寛（建設）
増田博昭（農業）
松井敏二（建設）
吉野伸一（建設）

都市系部会

部会長
川上忠義（水道）
幹事
椛澤勝則（建設）

小田直正（水道）
近藤昭男（電気電子）
小林正明（建設）
佐藤敏一（水道）
柴田　登（建設）
柴田　達（建設）
鈴木進太郎（水道）
高橋徹男（水道）
高宮則夫（建設・総監）
高屋敷将也（水道）
高柳　裕（水道）
立石　彰（水道）
布村重樹（水道・総監・建
服部唯之（建設）
濱塚康宏（建設・総監）
堀　義文（建設）
本多裕孝（水道）
宮川隆雄（建設）

水工系部会

部会長
瀬川明久（建設・総監）
幹事
渡辺敏也（建設・総監）

井出康郎（建設・総監）
井上涼子（建設）
今井淳一（建設）
大熊正信（建設・総監）
大塚英典（建設）
亀海泰子（応理・建設）
北越正生（建設・総監）
孫田　敏（建設）
塚田　環（建設・総監）
中林　一（建設・総監）
野々村清隆（建設・総監）
林　幸治（建設）
細川康司（建設・総監）
松岡直基（応理・総監・建設）
渡辺洋一（建設・総監）
渡部　靖（応理・総監）

合計：94名