

大震時同時多発型火災を想定した消防力低下地域の評価と 消防水利計画に関する研究 ～金沢市を事例に～*

An Estimation Method of Non-fire-fighting District and A Study of Water Supply Planning
in Multiple Fire at Great Earthquake ～A Case Study in Kanazawa urban area～*

高山 純一**・飯坂 貴宏***

By Jun-ichi TAKAYAMA** and Takahiro IISAKA***

1. 本研究の背景と目的

1995年の阪神・淡路大震災は、広範囲にわたり震度Ⅶを記録する都市直下型の大地震となった。建物の倒壊や交通渋滞によって、幹線道路のネットワークがいたるところで遮断され、道路交通がほとんど麻痺状態になった。その結果、緊急車両の到着が不可能な地域が発生し、消防活動や救急活動等に多大な支障をきたす結果となってしまった。また、数箇所で一斉に火の手が上がる同時多発型火災が発生し、飛び火火災や再燃火災だけでなく、消防水利の不足による火災の延焼被害も多くみられた。しかも、上水道などのライフラインも壊滅的な被害を受けたため、消火栓が使用できず、消火活動がほとんど行えなかったことが被害を拡大させた要因の一つとなった^{1),2),3)}。

しかし神戸市は、このような状態においても、海やプールから取水し、消防ポンプ車を中継送水することによって、火災現場まで約2kmの距離を中継して消火活動を行った。実際に、神戸市のように、海に沿った帯状の地形の都市では、こういった消防水利の利用法が有効な活用方法の一つだったと言えよう。

このような背景から、本研究では、大震時に不足すると思われる消防水利対策として、特に自然水利を活用することを提案する。自然水利としては、他都市ではその地域特性や地形に応じて様々なもの(たとえば、市街地を流れる河川や用水、あるいは流雪溝など)が挙げられると考

えられるが、本研究では、後述のような特徴を持ち、金沢市の市街地を網目状に流れる用水に着目した消火活動の可能性を検討することにより、消防力低下地域の評価を行うものである。

2. 大震時の消火活動に関する従来研究

大震時の消火対策に関する研究は、これまでに多くされてきたが、その中でも消防水利問題に関する研究には、次のようなものがある。

保野・難波らは、古くから平常時における現行の消防水利基準の比較・検討を行い、新しい消防水利基準の提案を行っている⁴⁾。災害時における消防計画に関しても、現状の消防力でいかに対応するかについて、目標とする焼損面積に対して、所要水利点数及び水利点間隔を求めると同時に、阪神・淡路大震災の神戸市の焼損面積に対応した所要消防力を求めている⁵⁾。

また、棚橋、中川らは、防災生活圏の整備方策を示す中で、都市型水害の原因である雨水の貯留を利用した消火用水の強化や、スーパーライフラインを整備し、広域避難所に立杭を設け、そこから対象地区内で大きく不足している消火用水を立ち上げることによって各防火水槽に直結することを提案している⁶⁾。

一方、野島、亀田は、地震時のライフライン系について、システム間相互連関構造を分析し、機能的被害波及を考慮したリスク分析手法を構築し、仙台市の配水管網を対象に上水道機能の地震リスク分析を行っている⁶⁾。

しかし、これまでの消防水利に関する研究は、主に火災の延焼に関するものや建築物の構造に関するものが多く、災害時の消防水利や消火活動に関する研究は、あまり行われていないのが現状といえる。

*キーワード：防災計画，消防水利計画

**正会員，工博，金沢大学教授 工学部土木建設工学科
住所 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20，
TEL 076-234-4650，FAX 076-234-4644，
E-mail takayama@t.kanazawa-u.ac.jp.

***学生会員，金沢大学大学院 自然科学研究科
環境基盤工学専攻

そこで、本研究では、消防水利対策として、自然水利である用水を活用することを提案し、消防力低下地域の評価を行うものとする。本来、消防力低下地域の評価を行う際には、まず、災害時において、緊急車両がアプローチできるかどうかという道路網からみた消防力低下地域の評価(点線枠内)^{1),2),11)}を行い、次に、緊急車両が到着できたとしたら、そこで消防水利を使えるかどうかという水利用面からみた消防力低下地域の評価(破線枠内)を行えばよい。つまり、道路網の信頼性から見たアクセス性評価と水利用面の両面から評価すべきであるが(図-1)、ここでは水利用面からの評価について述べることにする。

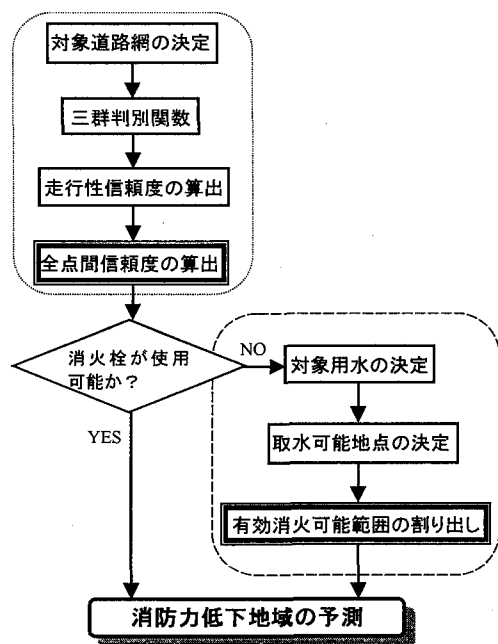


図-1 地震時における消防力低下地域の予測システムを示すフローチャート

具体的には、木造家屋が密集し、狭さく道路が民家の間をぬうように走る金沢市の旧市街地を対象として、消防水利の具体的な活用方法を考察する。特に、ここでは消火栓が使用不可能になった場合の消火対策として、金沢市内を網目状に広がって流れる用水(歴史的な遺産の一つでもある)を利用した消火活動を提案し、防災都市計画指針の策定に役立てることを目的とする。

3. 金沢市を流れる用水とその変遷

用水を消防水利として利用するにあたって、まず、市街地を流れる用水と市民生活との関わりの変遷を簡単に述べる⁹⁾。

非戦災地で城下町の面影を色濃く残す金沢市は、迷路のように入り組んだ狭さく道路が広がり、「用水の街」としても知られている。市街地を流れる用水は、城下町形成の際、お城並びに武家屋敷の防備を目的として配置されたため、意図的に網目状に分布している。当時、用水は、町中では戦略、防火、雪捨て、汚物処理等の機能を持ち市民生活には欠かすことのできない重要な役割を果たしていた。これらの用水は本来、防衛を目的に造られたが、水が満たされるようになる、防火の役目も担うようになった。金沢城を中心に設けられたこれらの用水は、水を汲み上げ消火するためのものというよりはむしろ、外部で起きた火災を、用水を境に止める防火帯としての機能を有していたようである。その結果、その防火帯の中心である金沢城が、外部で起こった火災により、焼け落ちることはほとんどなくなったようである。

しかし、明治から大正にかけて消防器具が発達するに従い、消火器具を使用した放水による消火活動が主流を占めるようになり、それまで防火帯であった用水や河川は消防水利として、重要な消火施設の役割を担っていたものと思われる。当時、近隣を流れる用水に何らかの理由で水が一滴も流れていなかったために大火となり、城下町を火の手が襲ったという記録がいくつか残されている。

昭和初期に入ると、消防組織・装備ともようやく近代化の兆しが見え始め、市の上水道も完成し、市内に 971 基の消火栓が設置された。その後、消火栓の数は年を追うごとに増えていき、現在では、公設・私設を含め 9,000 基以上の消火栓が設置されている。消防水利としての用水や河川のデータは、昭和 30 年前後を境に激減している。これは消防署が意図的に主要なものだけを数えようとしたためと考えられるが、実際にこの昭和 30 年前後で消失、暗渠化されたりするものが多くなった。

このように、現代では水田の灌漑が主な目的として機能している用水であるが、金沢市では

今、町づくりの柱の一つとして、用水が注目されている。「こまちなみ保存条例」と題し、歴史のかおる町並みを保存し、風格ある町づくりを目指すもので、暗渠化されていた市街地の用水を開渠にし、年間を通じて美しいせせらぎを確保しようというものである。用水路の開渠化、安全柵の設置、石積護岸の修復等が行われており、今後消防ポンプ車が取水するのに有利な状態になるものと考えられる。

現代生活においては利用度が低くなった用水も、最近では「親水空間」、「都市景観」等といった観点から、今までになかった役割を担って再び注目を浴びている。本研究でも、「都市防災」といった観点から用水に注目し、これを利用した防災計画を提案するものである。

4. 用水を利用した消火活動

前述のように、阪神・淡路大震災では、ライフラインの壊滅的な被害によって、消火栓の使用が不可能となり、消火活動がほとんど行えなかったことが被害を拡大させ、消防水利の不足が大きな問題となった。その結果、水道水以外の水源を確保することの重要性が改めて浮き彫りになったといえる。

一方、地震発生時にうまく消火活動ができなかった神戸市に比べて、西宮市においては、3,800基以上ある消火栓がほとんど使用不可能となったにもかかわらず、消火活動がうまく機能した。これは、1994年に通知された「異常渇水に伴う特別消防体制」のマニュアルが各消防署に通知されていたためであり、各消防署が河川や溝水において、土嚢や倒壊家屋の瓦礫を利用することにより、流れを塞ぎ止め、水を確保して、消火活動を行った結果である⁷⁾。

こうした教訓から、各自治体においても様々な対策が計画されている。横浜市では、新たな水源確保のために、市内11箇所の全下水処理場の処理水を利用し、最終沈殿池の上澄みを消防ポンプで取水する計画を発表した。その結果、190,000 m³が確保されることになる。また、遊水池、河川の水も利用するため、遊水池の掘削、河川・水路の階段状の護岸整備等、消火活動が行

えるように、市内100箇所で取水施設を整備する方針である。

また、船橋市でも、下水道等を活用した消火システムが予算化された。これは、木造住宅が密集している約1,200ha、人口約69,000人の地域を対象に、下水道の雨水管などに海水を逆流させてマンホールから取水し、消火を行うというもので、給水管に亀裂が入り消火用水が使えない非常時だけに活用するものである。

このように、全国の各自治体でも消火栓以外の水源対策が行われているが、本研究では、消火栓が機能しない状態でも、うまく消火活動が行えるように、ここでは用水などの自然水利を利用した消火活動を提案する。つまり、金沢市の特殊性を考慮し、新たな水源を河川や用水に求め、これを消防水利として活用することを提案する。

前述のように、用水は、現代生活においては農地灌漑が主な目的として機能している。このため、消防水利として利用するためには以下の点を考慮しなければならない。たとえば、(1)道路の下や地下トンネル等流れている地域では取水できないので、何らかの対策が必要である。また(2)季節によっては、水量等に差があるため、全用水から取水できるとは限らない。さらに、(3)消火活動を行うにあたっては、消防用ホースの屈曲や道路の曲がり、消防ポンプ車の中継スペース等を考慮しなければならない。そこで、ここでは、これらの要因を考慮して、取水地点(取水可能範囲)の決定と、有効消火可能範囲の割り出しを以下に示す3段階で行うことにより、消防力低下地域の評価につなげることとする。

この評価アプローチでは、段階①～③に分けて評価を行っているが、消防力低下地域を段階別に評価することによって、今後防災対策を進める上での緊急(必要)度を明らかにすることができる。逆にいえば、その地域の危険度をはかることができるものとする。したがって、評価された地域の危険度が高ければ、その評価過程における段階に応じた適切な防災対策へとつなげていくことができる(例えば段階②なら年間を通じて豊富な水量を保つ等の対策を行う)ので、非常に効果的な防災計画の策定が可能となる。

なお、これらは金沢市消防本部へのヒアリング調査などから得られた見解をもとに、基準を決定したものである。

今回提案する消防力低下地域の評価(用水を水源とした場合)のためのフローチャートを図-2に示す。

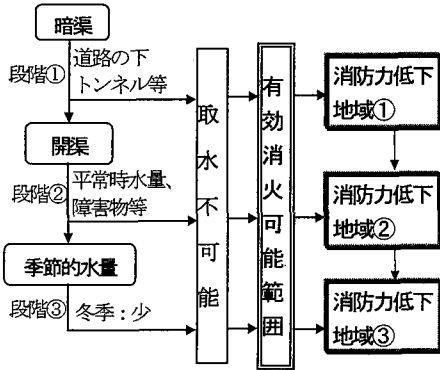


図-2 水利用面からみた消防力低下地域の
評価のためのフローチャート

(1)取水地点の決定法

～段階①～

まず、用水には開渠と暗渠の部分がある。暗渠の部分は、道路の下や地下トンネルを流れている部分があり、この場合取水するのは不可能と判断する。ただし、ポンプ車が取水する場合、基本的には、ホースの入るスペースさえ確保できれば取水可能なので、部分的に障害物がある部分でも鉄板等の蓋がかぶせられていたり、小さな橋が架けられている場合、また、民家等の私有地を流れている部分は、金沢市消防本部へのヒアリング調査から得られた見解から、取水可能であると判断する。したがって、ここではホースの延長等によって、できるだけ取水可能となるように考える。

～段階②～

次に、開渠の部分についても、柵や塀が長い範囲にわたってあるものや民家の隣棟間隔が狭小な部分を流れているものは取水不可能と判断する。また、ほとんど側溝や排水路としてしか機能していないものや季節的な水量の変化に関係なく、常時水量が少ない範囲についても取水不可能と判断する。また、道路との接触状況については、高低差最大 7m以内とし、消防ポンプ車の中継可能台数については、基本的には、水

量と消防ポンプ車さえ確保できればどれだけでも中継可能であるが、同時多発型火災を想定した場合、一つの火災に多数の消防ポンプ車をまわすことは不可能に近い。こういった同時多発型火災に対応する場合には、一つの火災に対して、2～3台(最大5台)で対応することとし、この場合有効消火可能範囲は、中継距離にして420m(最大700m)強の範囲となる。

放水口数に関しては、用水の場合、水量に応じて決定するが、水量が少ない範囲では1つ、水量の多い範囲では2つ、河川に関しては、水量が豊富なため4つとする。

また、消防ポンプ車がうまく取水できたとしても、ポンプ車が複数のホースを中継して、ある程度の消火範囲が得られるようにしなければならない。そのための中継スペースは、通常理論的には、15m幅員の道路が必要とされているが、阪神・淡路大震災で得られたデータによれば、最低8m幅員の道路があれば消火活動を充分に行えるとされている。ただし、金沢市の旧市街地に多い4m未満の狭小道路では中継するのが不可能であると判断する。

～段階③～

ここでは、季節的な水量変化について考慮する。用水は、先に述べたように、現代生活においては農地灌漑が主な目的であるため、季節的な水量に大きな差がある場合が多い。一般的に、春から秋にかけては豊富な水量が流れているが、冬季は少ない水量しか流れていないのが現状である。したがって、年間を通じて豊富な水量が流れているものと、冬季は少ない水量しか流れていないものがあるため、それらについて考慮する。また、一つの用水が分岐して水量が減少していたり、流量が豊富でも適当な水位が得られない場所も存在する。ただし、そのような場合でも、土嚢などによって塞き止めることができれば、ポンプ車1台につき500l/分×ホースの本数の水量が確保できる場合も存在する。したがって、ここではこれらを取り可能かどうかの判断基準とすることにする。

(2)用水以外の消防水利について

ここでは、用水以外の河川と防火水槽の消防

水利について考える。

河川を消防水利として用いることはよくあるが、大震時に、限られた消防ポンプ車で同時多発型火災に対応するには、ポンプ車が河川から有効に取水しなければならない。基本的には、河川敷きや橋梁のある場所ならどこでも取水可能とされるが、落差による水圧の低下などを考慮すると、高低差最大7mが給水可能限界となる。したがって、落差の高い河岸や大型の橋梁からは取水できないものと判断する。阪神・淡路大震災以降、消防ポンプ車が進入しやすいように、全国的にもこういった河川敷きの整備は進められている例も見られるが、まだまだ整備の整っていない範囲や、整備そのものが不可能な範囲もあるので、これらを考慮に入れるものとする。

また、中継可能台数については、河川という無限大といってもよい水量と、河川敷きという広い中継スペースから、多くの消防ポンプ車に対応する価値はあると判断し、図-3 に示したように、ここでは5台の消防ポンプ車をもって消火にあたるものとする。

また、防火水槽については、阪神・淡路大震災のデータによれば、耐震防火水槽については有効に機能したが、比較的小型の防火水槽については、ひび割れによる水漏れにより、全く機能しなかった場合が多かったようである。本研究では、金沢市消防本部へのヒアリングの結果、金沢市内のほとんどの防火水槽が耐震化されているという結果である。市街地のビルの地下や公園、学校のグラウンドの下等に設置されており、40m³以上のものは公設220基、私設525基(平成7年3月現在)が設置されているが、ここでは比較的大型(60m³以上)のものについて取水可能と判断し、その場合の中継台数は3台(中継距離にして420m)とする。

(3)有効消火可能範囲の割り出し

平常時の火災において、一般に用いられている消防ポンプ車1台の延長ホースは、最大限可能なもので10本(1本20m×10本=200m)以内と言われている。この場合、平面的な道路の曲りや水圧による屈曲等を考慮にいれると、約7割の半径140mの中継距離(図-3)に留まるのが現状

で、その範囲の中でしか有効に消火活動を行うことはできないと考えられる⁸⁾。本研究においても、この考え方を参考にして、先に3段階で求めた取水地点から、用水・防火水槽については、ポンプ車2~3台分の半径約420m(最大700m)の円の範囲を、また、河川については、ポンプ車5台分の半径約700mの円の範囲を有効消火可能範囲として割り出すものとする(図-4)。

このようにして割り出された有効消火可能範囲から外れる範囲を、大震時同時多発型火災における消防力低下地域と判定する。

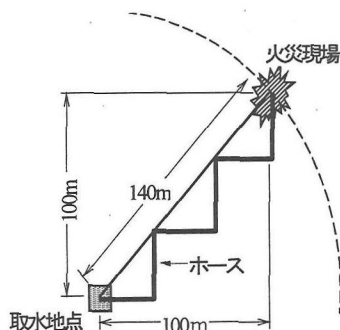


図-3 ホース延長と到達距離(ポンプ車1台の場合)

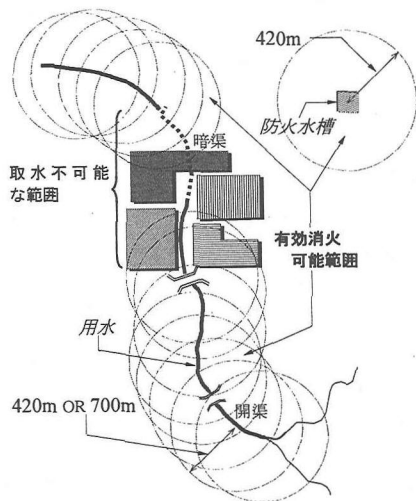


図-4 有効消火可能範囲の考え方

5. 金沢市旧市街地を対象としたケース・スタディー

ここでは、実際に金沢市の市街地中心部を流れる用水を対象として、まず、用水周辺の現場調査に基づいた周辺状況から、それぞれの用水

の取水可能地点を決定する。次に、先に述べた手法を用いて、有効消火可能範囲を割り出すことにより、逆にその範囲に含まれない地域を消防水利の水利利用面からみた消防力低下地域として評価する。

なお、ここで対象とする用水並びに河川は、金沢市中心部を流れる主要な用水で、鞍月用水、大野庄用水、辰巳用水、泉用水、小橋用水、中村・高島用水、およびこれらの分流とする。また、河川については、犀川、浅野川の市内を横切る二つの河川と、源太郎川の小河川とする。なお、評価対象地域の選定にあたっては、旧市街地と呼ばれる地域の中でも、木造住宅密集地が散在し、火災が発生すると危険とされる地域を選定した(図-5)。



図-5 金沢市旧市街地を流れる用水・河川と防火水槽(●印)

まず、用水・河川によって得られる有効消火可能範囲を図-6(ただし、ここでの評価は図-2における段階①および②までの評価を行ったものであり、段階③については今後水量の季節的変動量を調査し再評価する必要がある)に示す。これを見ると、いずれも旧金沢城跡の丸の内一体の地域を囲う地域が有効消火可能範囲として判定

されている。よって、このことより金沢市の用水が城を大火から防ぐ機能を持ち合わせていたこともわかる。したがって、この結果から逆に消防力低下地域として判定された地域は、金沢駅から市街地中心部の武蔵町、南町にかけての地域と、野町の一部、増泉等の工業地域であると同時に、特別消防隊策区域に指定されており消防車通行不能率がそれぞれ 38.7%、100%といった狭小道路が存在する地域である⁹⁾。また、寺町の寺院群と住宅街の木造住宅密集地(木造建築物が占める割合がいずれも 90%以上という高い値の上、木造大型建築物の数も多く道路幅員も狭い地域)が、消防力低下地域(火災が発生すると延焼する危険性が高い地域)として割り出されている。



図-6 用水・河川による有効消火可能範囲

また、防火水槽による有効消火可能範囲を図-7に示す。これを見ると、金沢市中心部に存在する大型防火水槽の数が少ないのがわかる。しかも、これらは大型百貨店や学校、あるいは高層ビル用などの私設防火水槽がほとんどであり、公設のものは数少なく、これらによる有効消火可能範囲もそれ程広く得られないことがわかる。また、寺町周辺や武蔵町より北の地域では、小型の防火水槽しか存在しないため、木造家屋や

ビルが林立する地域では、消防水利の不足が特に懸念される。



図-7 防火水槽による有効消火可能範囲

今回の分析対象地域全体について、用水と防火水槽のカバー率を示すと、全体の有効消火可能範囲で、用水については約 71%、防火水槽については約 29%というカバー率となった。ただし、有効消火可能範囲の中には重複範囲も含まれるので、これについては、確実性の点から、防火水槽を優先して評価した。

なお、これら用水・河川と防火水槽によって得られる有効消火可能範囲を図-8に示す。

したがって、これらの有効消火可能範囲に含まれない地域(消防水利の面からみた消防力低下地域)については、以下に述べるような対策が必要であると考えられる。

6. 消防力低下地域の評価

ここでは、ケース・スタディーで割り出された消防力低下地域について、地震災害時のための対策を提案する。これらの地域については、道路等の基盤整備と、より一層の消防水利の充実が必要である。



図-8 用水・河川と防火水槽による有効消火可能範囲

具体的には、金沢駅から市街地中心部の武蔵町、片町にかけて中高層ビルが林立する市街地中心部では、大型防火水槽が設置され、比較的消防水利が整備されてはいるものの、幹線道路付近の地域以外では、藩政期から残る幅員が狭い道路が入り組んでいる上、建物倒壊の危険性も考えられ、十分な消火活動を行うことが困難になると考えられる。したがって、消防水利を増やし、火災発生現場それぞれで消火活動が行えるようにすべきである。そのためには、用水から取水する場合は、用水の開渠化や障害物の撤去などの整備を進め、消防車が取水し、有効に消火活動が行えるようにするべきであろう。

また、野町の一部や増泉などの工業地域周辺においては、工場が多いため出火危険物も多く、一度火災が発生すると延焼しやすい上、鎮火も困難で、市街地大火になる危険が高いため、用水からの取水量も豊富でなければならない。防火水槽が十分に設置されているのは、比較的大手の工場だけであり、さらに公園の地下や道路下などに、今後大型の耐震防火水槽を設置すべきであろう。また、延焼阻止要因の一つであるオープンスペースも少ないため、建築物自体

の外壁、開口部、内部の防火性能向上のように、構造的な延焼阻止要因を多く設けることも重要である。

また、寺町一帯の寺院群や、東山などの木造住宅密集地域においては、建築物自体の防災性向上が必要とされる。特に、用水のない地域では、ほかに消防水利を求めなければならないため、消防車が取水できるような河岸の整備や 80t 以上の大型防火水槽を設置することなどの対策が必要とされる。

これらのように、消防力低下地域においては、それぞれその地域特性に応じた早急な対策に加え、消防隊による迅速かつ有効な消火活動が必要とされる。用水を利用した消防活動を提案する本研究においては、現時点では困難と思われることも含まれるが、以上をまとめて、次の点に重点を置きたい。

(1)用水の水量…季節を問わず年間を通じて豊富な水量が流れるようにすると同時に、一つの親水空間としての機能も果せるようにすることが重要である。ホース 1 本につき 500～600l/分の水量が確保されていれば理想的である。

(2)用水の整備…再整備事業で進められているように、暗渠部分の開渠化、また、排水路・側溝部分の拡幅を進め、これらの部分にも常時豊富な水が流れるようにすることが重要である。また、用水並びに河床に一定容積の水が溜まって、常時確保されている水槽のような部分を各用水に点在させることも重要である。ただし、そのまま放置しておくとも土砂等により埋まってしまうので、時々、埋まった土砂を取り除く必要がある。また、住民の初期消火により、延焼速度もかなり違ってくると思われるので、身近に水があるような環境づくりも進めるべきであろう。

(3)防災拠点の最適配置とその増強…用水や河川の有無にかかわらず、消防力の低下地域には、消防ポンプ車等の緊急車両が火災現場へアプローチしやすいような場所に防災拠点を配置し、消防ポンプ車を増強することが重要である。現在金沢市は、各消防分団を含めて 65 台の消防ポンプ車を保有している。同時多発型火災に対応するため 2～3 台ずつに各地域に分

配しても余裕ができるようにすべきであろう。具体的に何台必要という数字を述べるには、地震時における火災発生件数等の予測が必要であるので、ここでは別件とするが、人口、規模的にも金沢市より小さい福井市では、109 台の消防車両を配備している(福井市ヒアリング調査による)ようであるので、金沢市においても今後さらに増強が必要であろう。

(4)防火水槽の増設とその配置密度…用水のない場所で消火栓が使用不可能になった時のために、防火水槽やプールで対応できるようにこれらの増設を図ることが重要である。一つの水利用を中心に、半径 140m(ホース 10 本の中継距離)の円の範囲を考え、140m メッシュに最低 1 つの消防水利を配置しておくことが理想的である。特に、住宅密集地では、複数火災に対応し、長時間放水できるよう、80t 以上のものを設置するのが望ましいと思われる。プールを利用する際の具体的な対策については、無蓋防火水槽として利用することと同様の考え方で進めたい。ただし、有蓋防火水槽を利用する場合とでは、平常時のメンテナンス・安全管理上の点で異なる点もあるため、詳細については今後の課題としたい。

(5)河川からの取水が可能な河岸整備の促進…前述のように、全国的に進められている事業で、緊急車両が進出し、取水しやすいような河岸整備を進める必要がある。特に、大河川では有効と考えられ、緊急輸送道路や避難施設としての機能を持つといった効果も期待できる。

この一例として、現在福井県では、平成 7 年から、「足羽川ふるさとの川整備事業」として、市街地中心部を貫流する九頭竜川の支流足羽川に、震災時における避難路・施設、消火、陸・海・空の物資運搬、緊急消防援助隊応援路の確保などに利用される震災対策施設を整備するよう計画中である(福井市へのヒアリング調査による)。

7. まとめと今後の課題

本研究では、用水での取水可能地域を評価することにより、消防水利からみた消防力低下地

域の予測を試みた。簡単にそれらをまとめると次のようになる。

本研究で得られた成果としては、ヒアリング調査により金沢市の消防体制の現状を把握した結果、大地震に対応できる消防力は低いと思われる、より一層の消防水利計画の充実が必要であることがわかった。そういった観点から、本研究では、消防水利を“用水”に求めることを提案し、取水地点の検討方法と、それによる有効消火可能範囲の割り出し方の検討を行った。これらから、消防力低下地域の評価を行えることができ、新しい消防水利の設置や防災拠点の配置計画、道路網の整備といった今後の都市防災計画の基礎資料(基本的な判断材料)になると思われる。

今後の課題としては、次の点が挙げられる。

- (1)住宅の密集度や気象条件、あるいは火災の出火場所の予測、風向・風力によって同時多発型火災の形態も異なってくると考えられるので、これらを考慮に入れた火災延焼シミュレーション等も考慮に入れた解析が必要である。
- (2)地盤条件からのライフラインの被害・信頼性等を参考にして、地盤の液状化を想定した消火栓網の被害予測を行い、それに基づいた消防力低下地域の評価を行う必要がある。
- (3)水利用面からだけでなく、緊急車両のアクセス道路網の連結性から見た消防力低下地域の評価と組み合わせた解析を行う必要がある。

本研究では、用水の発達した金沢市を対象に消防水利からみた消防力低下地域の評価を行ったが、一般に、用水の発達していない地域についても、自然水利を有効に活用できる対策を練る必要がある。

先に述べたような、西宮市の緊急時消防体制のマニュアル作成や、すでに堺市に導入されているような、消防ポンプ車1台で1kmにわたって長距離中継できる装置の導入など消防装備の強化が、带状の都市では有効と考えられる。また、先に述べたような、福井市の震災対策施設整備事業を進めるのも有効な対策と思われる。今回対象とした金沢市においても、現在有効な対策が進められている。例えば、冬季にしか使

用されていない道路の融雪装置を活用するもので、市内の主要60ヶ所から、緊急時にはポンプ車が取水し、消火栓の機能を発揮できるようにするものである。用水のように網目状に発達し、また、水圧、水量も十分確保されると考えられ、生活用水としても使用可能である。したがって、金沢市だけでなく、他の積雪寒冷地でも有効な“地の利”を活かした対策といえよう。

最後に、本研究は文部省科学研究費重点領域研究(2)(代表者：高山純一ならびに木俣昇)の研究助成によって行われた研究成果の一部である。また、貴重な資料を提供していただいた金沢市、同消防本部、福井市、福井市防災対策センター、同消防本部に対しても、ここに記して深く感謝したい。

〔参考文献〕

- 1) 高山純一, 飯坂貴宏:「大震時における水利・道路網からみた消防力低下地域の予測に関する研究」, 平成8年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.619~620.
- 2) 高山純一:「地震時道路網の連結信頼性からみた消防力低下地域の予測」, 第1回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集, pp.173~176, 1996年11月.
- 3) 保野健治郎・難波義郎・大森豊裕:「市街地の建物火災に対応した消防水利計画に関する基礎的研究」, 土木学会論文集, 第425号/IV-14, pp.145~154, 1991年1月.
- 4) 難波義郎・保野健治郎・西谷忠彦・松岡秀男:「地震時火災を考慮した消防計画」, 土木学会第51回年次学術講演会, pp.106~107, 平成8年9月.
- 5) 古田真也, 中川義英, 棚橋一郎:「大都市における防災生活圏の整備法策に関する基礎的研究」, 土木学会第51回年次学術講演会, pp.110~111, 平成8年9月.
- 6) 能島 暢呂・亀田弘行:「地震時のシステム間相互連関を考慮したライフライン系のリスク評価法」, 土木学会論文集 No.507/I-30, pp.231-241, 1995年1月.
- 7) 北浦勝, 宮島昌克, 他1:「犀川に水源を有する用水の変遷と生活への影響に関する工学的考察」, 平成6年度金沢大学学位論文.
- 8) 野田茂, 能島 暢呂, 細井由彦, 上月康則:「水道を中心とした阪神・淡路大震災の被害連鎖」, 土木学会論文集, No.556/I-38, 209~225, 1997年1月.
- 9) 保野健治郎他:「建物火災の放水による延焼阻止効果に関する基礎的研究」, 日本火災学会論文報告集, Vol.32, No.2, pp.57~65, 1982.
- 10) 金沢市地域防災計画, 平成7年8月.
- 11) 高山純一, 木俣昇他:「消防アクセス道路の通行信頼性からみた消防力低下地域の予測システム」, 自然災害科学中部地区シンポジウム講演概要集, pp.14~15, 1990年.

大震時における同時多発型火災を想定した場合, 緊急車両のアクセス不能や消火栓が使用不可能になるといった消防水利の不足問題から見ると, 現状の消防力だけで対応するには決して十分といえない. 特に, 木造建築物が密集する地域においては, 延焼危険度が高く市街地大火になる可能性が高い. 都市防災計画においては, そういった地域における対策を早急に練る必要がある.

そこで本研究では, 消火栓が使用不可能になった場合の消防水利として, 金沢市を網目状に流れる用水を活用することに着目し, 有効消火可能範囲の割り出しから, 消防力低下地域の評価を行うことを提案する.

Thinking about multiple conflagrations in an earthquake, they can not extinguish the fires enough if the damage of accessible road for fire engines or the damage of pipeline of fireplug has happened. Especially, in the build-up area of wooden houses, the peril of extension fire and a great fires will be very highly. In the city disaster planning, it is necessary to take countermeasure in their districts.

Now in this study, imaging the water supply instead of the case fireplug were bad, we propose to estimate the method which non-fire-fighting's district use the water roads that flow around Kanazawa city.