

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～

高山 純一**・飯坂 貴宏***

By Junichi TAKAYAMA** and Takahiro HISAKA***

1. 本研究の背景と目的

1995年の阪神・淡路大震災では、広範囲にわたり震度Ⅶを記録し、幹線道路のネットワークがいたるところで遮断され、道路交通が麻痺状態となった。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、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)}。

しかし神戸市は、このような状態においても、海から取水し、消防ポンプ車を中継することによって、火災現場まで2kmの距離を中継して消火活動を行った。実際、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活用方法が有効だったと言える。

本研究では、木造家屋が密集する金沢市の旧市街地を対象に、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。

2. 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³⁾。

*キーワード：防災計画、消防水利計画

**正会員、工博、金沢大学助教授 工学部土木建設
工学科 住所 〒920 金沢市小立野 2-40-20、
TEL 076-234-4650、FAX 076-234-4644、
E-mail takayama@klns1.ce.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

非戦災地で城下町の面影を色濃く残す金沢市は、用水の町としても知られており、市街地を流れる用水は、城下町形成の際、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と、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、防火帯であった用水や河川は水利を求められ、重要な消火施設となったと思われる。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もいくつか残されている。

昭和初期に入ると、消防組織・装備とも近代化の兆しが見え始め、上水道も完成し、市内に971個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、昭和30年前後を境に消失、暗渠化されたりする用水が多くなった。

現代では水田の灌漑が目的として機能している用水だが、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、橋の整備等が行われており、消防車が取水するのに有利な状態となると考えられる。

現代生活においては利用度が低くなった用水も今、「親水空間」、「都市の景観」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、これを利用した消火活動を提案するものである。

3. 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、消防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。

こうした教訓から、各自治体においても様々な地震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、 $190,000\text{m}^3$ 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、消防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 $1,200\text{ha}$ 、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、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、金沢市の特殊性を考慮し、新たな水源を用水に求め、これを消防水利として活用することを提案する。用水は、本来、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もので、消防水利として利用するにあたっては、暗渠として道路の下を流れているものや障害物、水量等に差

があり、全用水から取水できるとは限らない。また、消防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などを考慮しなければならない。ここでは、それらを考慮して、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 段階で行い、消防力低下地域の評価につなげることとする。なお、これら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をもとに、基準値を決めたものである。なお、消防力低下地域のフローチャートを図-1に示す。

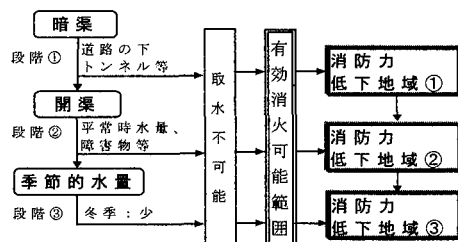


図-1 水利利用面からみた消防力低下地域のためのフローチャート

(1) 取水地点の決定

段階①：まず、用水には開渠と暗渠の部分がある。暗渠の部分には、道路の下や地下トンネルを流れていたりする部分があり、この場合取水するのは不可能とするが、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、すなわち、暗渠の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もの、また、民家等の私有地を流れていたりする部分は、取水可能とする。ここでは、ホースの延長等によって、できるだけ取水できるように考えて進めるものとする。

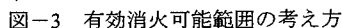
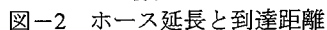
段階②：次に、開渠の部分についても、柵や塀が長い範囲にわたってあるものや、民家の隣棟間隔が狭小な部分を流れているものは取水不可能とする。また、ほとんど側溝や排水路としてしか機能していないものや、季節的な水量の変化に関係なく、常時水量が少ない範囲について考慮する。また、道路との接触状況については、落差も含め 10m 以内とする。消防ポンプ車の中継可能台数については、基本的には、水量とポンプ車さえ確保できればどれだけでも中継

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として機能しているため、季節的な水量に差がある。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部分も考慮して、これらを判断基準とする。

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。河川を消防水利に使うことはよくあることだが、災害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ているが、落差を考慮に入れると、7mが給水可能限界となる。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、全国的にこういった河川敷きの整備は進められているが、まだまだ整備の整っていない範囲や、整備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、河川という無限大の水量と、河川敷きという広い中継スペースから、図-2に

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ものもある。本研究では比較的大型の、 80m^3 以上のものについて取水可能なものとする。

こう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する。



4. ケース・スタディー

ここでは、先に述べた手法を用いて、実際に金沢市市街地中心部を流れる用水を対象として、まず、それぞれについて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地点を決定し、有効消火可能範囲を割り出すことにより、そこに入らない地域を消防力低下地域とする。詳しい結果については講演時に発表したい。

5. 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等の防災対策が必要である。具体的には、中高層ビルが林立する市街地中心部においては、大型防火水槽が設置されているものの、道路幅員が狭い上、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を進め、消防車が取水しやすいようにするべきであろう。

また、工業地域においては、出火危険物も多く、一度火災が発生すると延焼しやすく、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。そのためには、用水河床に一定容積の水が溜まって、常時確保されている部分を各用水に点在させることも有効と考えられる。また、防火水槽の耐震化や沿道危険物の整備のほか、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、延焼阻止要因を多く設けることも重要である。

木造住宅密集地域においても、建築物自体の防災性向上はもちろん、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整備や、防火水槽の設置とその耐震化等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、各地域特性に応じた対策が必要とされる。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。

●用水の水量が、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を果せるようにすること。

●用水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水が流れるようにすること。

●用水や河川の有無にかかわらず、消防力が低下する地域には、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。

6. 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、消防力低下地域の予測を試みたが、実際には、住宅の密集度や気象条件、あるいは火災出火場所の予測等も考慮に入れるべきであろう。また、水利利用面からだけでなく、道路網の連結性から見た消防力低下地域の評価ともうまく組み合わせた解析が必要である。

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)の研究助成により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、消防本部に対してもここに記して感謝したい。

[参考文献]

- 1) 高山純一、飯坂貴宏：「大規模における水利・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) 北浦勝、宮島昌克、他1：「『雨』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
- 4) 保野健徳ほか：「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
- 5) 高山純一、木俣 昇、他1：「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要集、pp. 14～15、1990年