

消防水利としての都市河川水の利用可能性に関する検討 A Study on the Usage of Urban River Water for Fire Fighting

館 健一郎^{*}、末次 忠司^{**}、倪 广恒^{***}、河原 能久^{****}

by Kenichiro TACHI^{*}, Tadashi SUETSUGI^{**}, Guangheng NI^{***}, Yoshihisa KAWAHARA^{****}

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、消防水利の不足による消防活動困難が大きな問題となった。断水による消火栓の使用不能、学校プールや防火水槽の水が尽きた後、都市河川をはじめとする自然水利の水が利用された。災害時水利としての都市河川等の有効性が示されたといえる。しかし、同時に、河川から取水するにあたっての問題点もみられた¹⁾。

震災時に都市河川の水を消火用水として利用するにあたっての制約としては、河川の流況特性(流量、水深等、河川固有の水理特性に起因するもの)、河岸構造(河岸にアクセスし部署できるか等、河岸の状況に起因するもので、河川改修との関係が大きい)、周辺市街地の特性(道路状況による車両の河岸への到達阻害、ホース延長困難等の活動阻害)が考えられる。現在、多くの河川が指定水利(自然水利)とされているものの、取水の制約条件、とりわけ河川の流況特性については厳密に把握されておらず、有効な消防水利として防災計画に位置づける際のネックとなっている。したがって、これらの制約条件を把握し、河川の利用可能性、必要な対策等を明らかにする必要がある。

そこで、実際の都市河川を対象とした沿川調査を実施し、震災時における都市河川からの消火用水の取水可能性の現況について調べた。また、一般的な都市河川の消火用水の水源としての利用可能性を把握するため、都市河川の流況特性からみた河川水の利用可能性について検討した。

2. 沿川実態調査

(1)調査概要

都市河川の消火用水の取水阻害の実態を把握するため、東京都内にある4河川(表-1)を対象に調査を実施した。それぞれ約3km区間について、水量(流量)、水深、断面形状、付帯構造物、フェンス形状、側道(道路)の幅・通行阻害要因等について、資料収集及び現地調査により調べた。現地調査は当該区間に渡って基本的に100mピッチで実施したが、橋梁や特性の変化地点については全て調査した。

消防水利の基準²⁾等を参考にして、河川からの取水の可否を左右すると考えられる条件をいくつか設定し(表-2)、それらの充足状況について、調査区間(左右岸)について整理した。

(2)調査結果

図-1は、調査河川の全河岸の水深に関する条件の充足状況である。勾配が比較的急な神田川、石神井川において、8割以上の河岸が水深不足となっている。水量(流量)の条件に関しては、調査区間全てで満足されていた。

図-2は地盤高と水面との落差であるが、深い掘込河道である石神井川では7.0m以上の取水困難な河岸がほとんどである。新河岸川にも一部落差が大きい区間がある。図-3は、河岸に消防車が部署した場合に水面から取水するために必要な吸管の長さであるが、深い掘込みの石神井川、特殊堤のある新河岸川で比較的長い吸管が必要となるが、大部分が20m以下となっており、条件は概ね満足されている。

図-4は、河岸沿いの道路幅、図-5は河岸の各地点に到達するまでに通らなければならない(外部から川まで及び河岸沿いの)最も狭い道路の幅である。河川管理用通路等も含まれるため、幅が2.5mより

キーワード：防災計画、河川計画、消防水利

* 正員、建設省土木研究所都市河川研究室研究員
(茨城県つくば市旭1 Tel.0298-64-2211, Fax.0298-64-1168)

** 正員、工博、建設省土木研究所河川研究室長

*** 正員、工博、建設省土木研究所都市河川研究室交流研究員

**** 正員、工博、香川大学工学部安全システム建設工学科教授
前 建設省土木研究所都市河川研究室主任研究員

表-1 調査区間一覧

河川名(区間)	川幅	断面形状等	河床勾配 感潮・非感潮	計画高水流量 (m³/s)	備考
北十間川 (隅田川合流点から東)	約20m	大部分は直立の矢板護岸、所々に高水数状のテラス整備	勾配ほぼゼロ 感潮	—	周辺はゼロメートル地帯 「運河型」河川景観
神田川 (環七道路交差から上流)	約10m	掘込(護岸は直立に近い)	1/700~1/500 非感潮	90~100	「都市河川型」河川景観
石神井川 (京浜東北線交差から上流)	約20m	掘込(護岸は直立に近い)	1/550 非感潮	480(暫定290)	「都市河川型」河川景観
新河岸川 (埼京線交差から上流)	約80m	単断面、調査区間の大部分は高潮対策の整備済(特殊堤)	1/6,100 感潮	700~770(暫定470~530)	総合治水対策特定河川 「大川型」河川景観

表-2 設定した条件

水深	0.5m以上あるかどうか(消防水利の基準を参考)
水量(流量)	流量1m³/min(0.0167m³/sec)以上もしくは十分な貯留量があるかどうか(消防水利の基準を参考)
地盤高と水面との落差	4.5m以下(消防水利の基準を参考)もしくは7.0m以下(東京都の運用基準を参考)かどうか
河岸への消防車の部署	必要吸管長さ 川岸に消防車が部署した場合、水面まで吸管延長10m(吸管1本)もしくは20m(吸管2本)で届くかどうか 河岸へのアクセス道路幅 側道(道路)の幅が2.5m以上、6.0m以上、8.0m以上あるかどうか、さらには、外部から、2.5m以上、6.0m以上、8.0m以上の道路のみを通してアクセス出来るかどうか ※道路幅の区分は、震災時の道路閉塞による通行不可を考慮するために設定した。
水面への人員のアクセス	川岸から水面まで人員のアクセスが可能かどうか(緩傾斜護岸、護岸への梯子等の設置など)

狭くて消防車の到達が困難な地点も多い。また、多くの河川管理用道路に施錠された車止めがある。神田川、石神井川、新河岸川では大部分が2.5m~6.0mとなっているが、震災時の道路閉塞を考えると、河岸の多くの部分が到達困難となる可能性がある。また、北十間川には、川沿いに家屋が建てられており河岸に測道が無い区間がある。

図-6は、河岸から水面までのアクセスが可能な区間を示している。掘込河道である神田川、石神井川の護岸は急であり、梯子等が設置されているところ以外では水面に近づくのは困難である。新河岸川は、高い特殊堤により、一部親水整備区間(緩傾斜護岸)を除いて水面へのアクセスは非常に困難で、吸管の投入にも困難が生じることが予想される。

以上を総合して、河岸からの取水の可否をまとめたのが図-7である。水深、水量、地盤と水面の落差、必要吸管長さ、アクセス道路幅の条件のいずれかが満足されていない場合を取水不可能(評価E)とし、取水可能な場合は

アクセス道路幅及び水面への人員のアクセス可能性でランク付けした(評価A~D)。神田川及び石神井川は水深が制約となり、石神井川は地盤と水面の落差も難点となり、現状ではほとんどの河岸で取水不可能である。感潮域である北十間川、新河岸川では、それらの制約は小さく取水可能な河岸が多いが、河岸へアクセスするための道路が狭い区間も多い。

3. 流況特性からみた取水可能性の検討

(1) 検討概要

次に、東京都内の河川を対象として流量、水深の測定データを収集・整理することで、主に河川の流

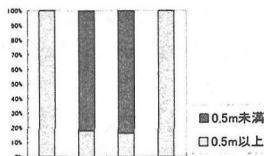


図-1 水深 (全河岸に占める割合、以下同じ)

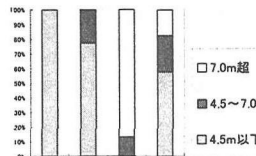


図-2 地盤高と水面との落差

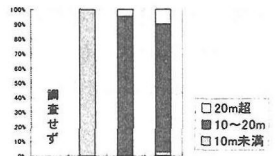


図-3 必要吸管長さ

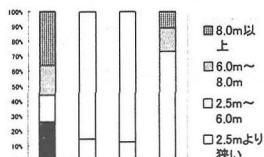


図-4 河岸沿い道路(側道)幅

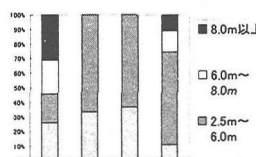


図-5 河岸へのアクセス道路幅 (外部からのアクセス経路で最も狭い道路幅)

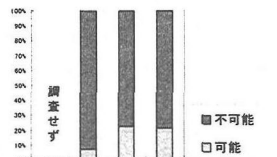


図-6 水面への人員のアクセス (梯子は上下流30mをアクセス可能区間とした)

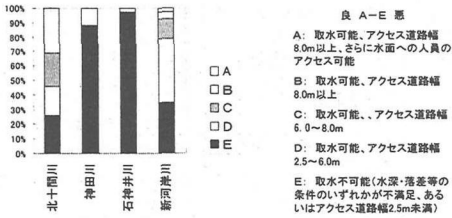


図-7 取水の可否 (総合評価)

況特性に起因する都市河川水の利用可能性を検討した。流量、水深のデータは、水質汚濁防止法に基づき実施されている公共用水域の水質測定時の計測値を用いた。計測は原則として月1回、比較的晴天が続いた後に行われており、降雨による流量増が少ない時のデータ群である。今回の検討には、運河を除く都内105地点のデータ(1980年～)を用いた。

なお、河川からの取水可否を判断する目安として、「消防水利の基準²⁾」を元に、流量で $0.0167\text{m}^3/\text{s}$ (毎分 1m^3)を用いた。この値は消防ポンプ車により継続的に2口放水できる量である。また、水深については、 0.5m を目安とした。

(2) 検討結果

対象地点の川幅は、20%弱の地点が 25m より小さく、50%強が 50m より小さい。 400m 以上の大きな地点も含まれている(最大は荒川の新荒川大橋地点の 697m)。なお、川幅は東京都市計画局の都市計画地理情報システム(GISデータ)の河川幅を計測して求めている。

標高(数値地図の 50m メッシュ標高を用いて求めた)は、半数以上の地点が 10m 以下となっている。対象地点の半数近くが感潮域にあり、標高が 6m 、 7m 以上の場合には非感潮域、それより小さい場合は感潮域となっている(図-8)。

感潮域にある地点の6割弱では、流れの方向に逆流(潮汐による下流から上流への流れ)が生じており、流量値自体が意味をもたない(上げ潮時には逆流、下げ潮時には順流となり、その途中は流量 0 となる)。したがって、流量については非感潮域である地点のみを検討対象とする。

流量の最小値 Q を河川水取水に必要な流量の基準値 q (消防水利の基準より $q=0.0167\text{m}^3/\text{s}$)で割った値(Q/q)と川幅の関係を示したのが図-9である。流量の測定値には変動がみられるが、ここでは、安

全側でみるために最小値を用いた。 Q/q は非常に大雑把ではあるが、河川の地点から取水できる消防ポンプ車の台数に相当する(当然のことながら、 Q/q が 0 であったとしても滞留している水があるので取水は可能である)。いずれの川幅でも、 Q/q が 0 の地点が存在する。川幅が非常に小さい地点では滞流量も少ないため、 Q/q が 0 の場合は取水が困難になる可能性がある。しかし、多くの地点で Q/q が 1 以上となっており、大容量の水源としての利用可能性は高い。川幅が 200m 以上の地点では、 80% 以上の地点で Q/q が 20 以上である。以上から、流量については、大容量の水源としての利用可能性が高い地点が多いことが分かる。

水深(安全側でみるため、データの最小値)毎の地点数を、感潮域・非感潮域に区分して示したのが、図-10である。非感潮域では、数地点を除くほとんどの地点で水深が 0.5m よりも小さく、そのままでは取水が困難な状況となっている。したがって、吸管による取水を可能とするためには、堰上げ・ピット等の設置が必要となる。感潮域については、数地点を除くほとんどの地点で水深が 0.5m 以上となっており、吸管による取水は可能である。感潮域の地点は河川の下流部に位置するため勾配が緩く、水深が深く保たれることによるものと考えられる。

等流状態での水深と単位幅流量・勾配の関係を計算すると、勾配が $1/1,000$ の場合、水深が 0.5m 以上になるためには単位幅流量で 0.7t/s/m 程度必要となる。本検討の対象地点全てをみても、単位幅流量の最小値がこれ以上となっている地点はなく、勾配が非常に緩い場所を除いた通常の河川では、自然状態で水深 0.5m 以上が保たれることはほとんどない。

4. 河川からの取水地点整備

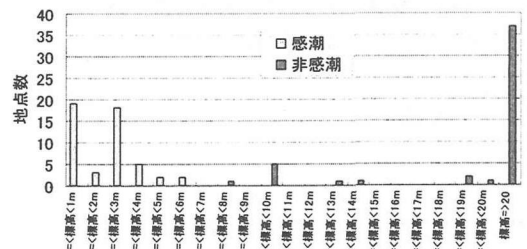


図-8 標高毎の感潮・非感潮域の地点数

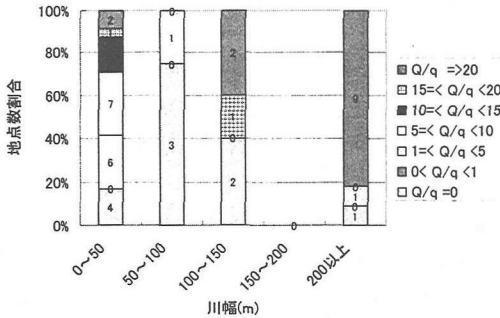


図-9 川幅と Q/q の関係 (非感潮域の地点)

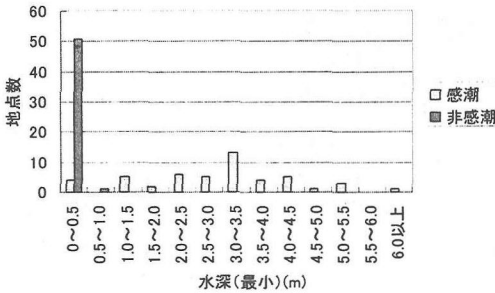


図-10 水深(最小値)毎の地点数

表-3に、河川からの取水の阻害要因に応じた対処方法を示す。流量不足については、新たな導水等の大規模な対策が必要となる。また、河岸への車両のアクセス不能については、道路や市街地整備が必要となり、早急な改良は困難である。したがって、これらの阻害要因が、河川からの取水の可否を最も大きく左右するものと考えられる。

図-11に河川取水地点の整備手順の概略を示す。水深や地盤と水面の落差、水面へのアクセス性等の取水阻害は、河川固有の特性や治水対策に必要な河川改修に起因しており、全区間に渡って解消するのは困難である。したがって、震災時に消防水利の供給が困難となる地区を特定し、その地区において、震災時通行可能道路を通じてアクセス可能で流量が十分な地点を選び出し、拠点整備(阻害要因に応じた対処)していくこととなる。

5. まとめ

東京都内の4河川を対象とした沿川調査を行った。その結果、勾配が比較的急な区間では水深不足が、川幅の割に高水流量が大きい掘込河道では地盤

表-3 取水阻害要因と対処方法

問題点	問題発生の原因等	対処方法
水深不足	急勾配や河道幅が広いこと(主に非感潮域)	河床への取水ビット掘削 堰板、堰柱の設置
	水量不足	流量の絶対的な不足 貯留能力が十分に利用されていない
河岸への車両のアクセス不能	広い高水敷、大きな堤防の存在などによる阻害	低水路へのアクセス道路(スロープ)の整備 堤内地や高水敷への導水路及び取水施設の設置
	河岸への家屋の立て込み、狭幅員道路	川沿いの車輛通行可能道路整備 アクセス可能な地点を拠点整備
水面へのアクセス不能(人員)	洪水疎通能力確保のための急勾配の護岸及び転落防止用フェンス	階段護岸、緩傾斜護岸、スロープなどの整備 アプローチ施設(梯子、フェンスへのドア設置など)
	高い特殊堤及びフェンス	導水管、導水ビット等の整備
	暗渠、地下河川	取水マンホールの整備
高すぎる落差	洪水疎通能力確保のための深い掘込河道	堰上げ、貯留による水位上昇 ポンプの設置、可搬ポンプ整備

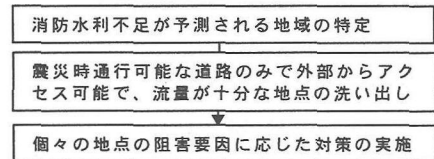


図-11 河川取水地点の整備手順

と水面の落差が大きいために取水阻害となっていた。また、一部を除いて川沿いの通行は可能であるが、震災時通行に十分な幅員がない区間が多かった。

また、東京都の水質観測地点の流量・水深データを用いて流況からみた都市河川からの取水可能性について調査した結果、流量は大容量の水源としての能力を有している場所が多いことが分かった。しかし、水深については、非感潮域では0.5m以上に保たれている場所はほとんど存在せず、水深を保つための何らかの対処が必要であることが示された。

震災時に消防水利の供給が困難となる地区を対象に、通行可能道路を通じてアクセス可能で流量が十分な地点を拠点整備していく必要がある。

謝辞

東京消防庁水利課には、ヒアリング調査等を通じて大変お世話になった。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 例えば、神戸市消防局編集(1995): 阪神・淡路大震災における消防活動の記録 神戸市域。
- 2) 消防庁消防課編集(1995): 第二次改訂版 逐条問答 消防力の基準・消防水利の基準, ぎょうせい。