

地理情報システム（GIS）を活用した消火活動困難性の評価・表現方法

Examining the method for measuring the difficulty of firefighting against post earthquake fire with GIS

○井手寛貴¹, 江原信之¹, 白石博也¹
 Hiroki IDE¹, Nobuyuki EHARA¹ and Hironari SHIRAISHI¹

¹ 東京消防庁 防災部
 Disaster Division, Tokyo Fire Department

In case of earthquake, such as Great Hanshin Awaji Earthquake in 1995, it is expected that a lot of collapsed buildings will blockade roads and fire cisterns. It is important to expect where such a case will occur. So, we examined the method for measuring the difficulty of the using each road and fire cistern for firefighting with GIS.

Keywords: GIS, fire cistern, post earthquake fire

1. 背景・目的

阪神淡路大震災での事例にもあるように、震災時には道路への建物の倒壊等によって消防車両の通行や消防水利の活用に支障が出る事態が想定される。こうした道路や水利の閉塞が震災時にどこでどの程度発生するか事前に推察しておくことができれば、消防活動を効率的に展開するための参考資料等として活用できると考えられる。

道路や水利の閉塞といった消火活動の困難性の表現としてはこれまで「東京都の地震時における地域別延焼危険度測定」¹⁾の中で実施されてきた250mメッシュ単位（消防水利の有効性、消防隊等の到達性、震災時の消火活動困難度）や町丁目単位（震災時の消火活動困難度）による表現を実施してきたが、建物形状や街区単位での詳細な危険性や消火活動の困難度を把握することはできず、「消防活動を効率的に展開するための参考資料等」として活用するには具体性に欠けることは否めない。

そこで、地理情報システム（GIS）を活用して、事前に幅員、沿道建物の倒壊危険等に基づく個別の道路の通行可能性や個々の水利までの到達確率等、消火活動の困

難性を予測しておく手法づくりと建物形状や街区が判別できる程度の、より詳細な地図上で視覚的にそれらの情報を判断できるように表現することを試みる。

2. 方法

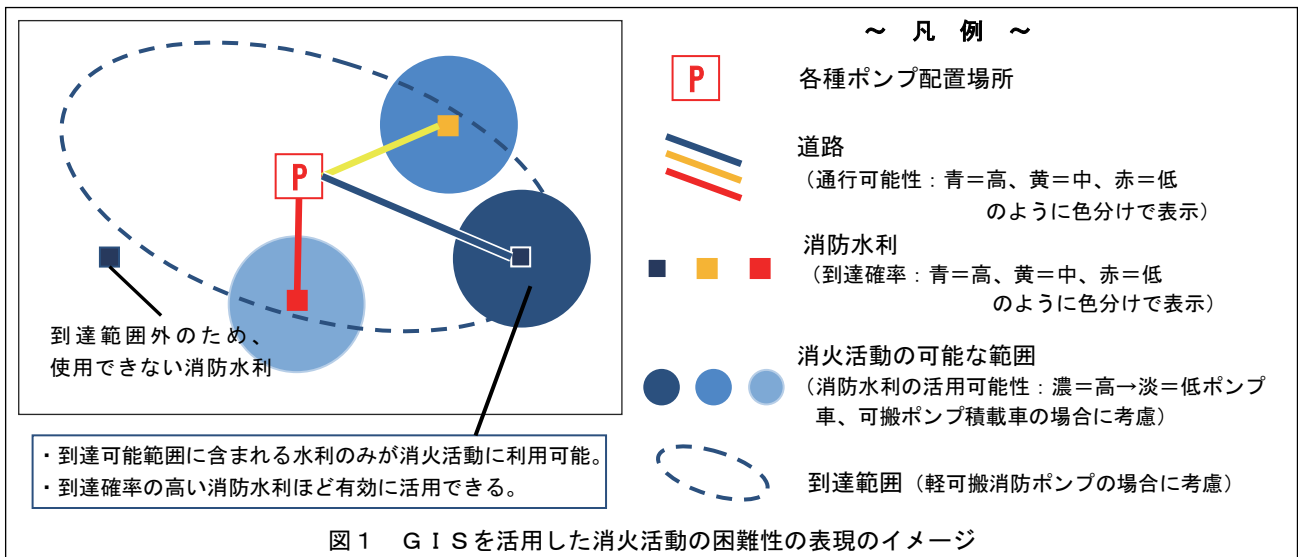
地域における消火活動の困難性を建物形状や街区が判別できる程度の縮尺の地図上（GIS上、以下同じ）で具体的に表現・提示する方法を検討する。

ここではポンプ車、可搬ポンプ積載車、可搬消防ポンプ、軽可搬消防ポンプとそれらを消火活動に活用する消防隊、消防団、防災市民組織を対象に、それぞれの特性を考慮した上で次の4つの項目についての表現を試みる。図1に各表現のイメージを示す。

また、検討した手法について、墨田区東向島周辺でのケーススタディを実施した。

(1) 道路の通行可能性

道路閉塞が車両の移動に影響することから、消防隊（ポンプ車）と消防団（可搬ポンプ積載車）について、道路幅員、沿道建物の倒壊建物棟数に基づく道路閉塞率から個々の道路リンクにおける車両の通行可能性を算定



し、表示する。

(2) 消防水利までの到達確率

(1)をもとに、消防隊のポンプ車と消防団の可搬ポンプ積載車について、それぞれの配置場所から個々の消防水利（消防水利の直近道路）まで到達できる最大確率を表示する。

(3) 到達範囲

防災市民組織の軽可搬消防ポンプを対象に軽可搬消防ポンプ配置場所からの移動可能時間、移動速度を設定し、軽可搬消防ポンプを移動できる範囲を表示する。

(4) 消防水利の活用可能性

ポンプ車、可搬ポンプ積載車、可搬消防ポンプ、軽可搬消防ポンプが個々の消防水利を中心として消火活動が可能な範囲と消防水利の活用可能性を表示する。表示に際してはポンプ車、可搬ポンプ積載車は(2)の消防水利までの到達確率を考慮した上での表示を、軽可搬消防ポンプについては(3)の到達範囲を加味した上での活用可能性の表示を行う。

これらの表現は個々の情報として地域の消火活動の困難性の現状把握に活用できるほか、複数の情報を重ね合わせて複合的に検討することで、地域の防災上の弱点を抽出して捉えることができると考える。

3. 道路の通行可能性の表現方法

震災時における道路の通行可能性を道路1本ごと（車両が通行することを考え、幅員 2.5m以上のもの）に表現することで、震災時でも使用できる可能性が高い道路がどれであるのか具体的に把握することを試みる。

道路の通行可能性は町丁目ごとの全壊建物率⁽²⁾を基に道路沿い（道路端から2m以内）にある建物のうち、地

震で圧壊⁽³⁾するものの棟数を計上、道路幅員ごとの倒壊建物1棟あたりの道路閉塞率⁽⁴⁾を活用して道路リンクごとに算定する。

なお、消防隊のポンプ車（全幅 2.3m）と消防団の可搬ポンプ積載車（全幅 1.5 m）では、車両サイズが異なるため、可搬ポンプ積載車の方がポンプ車よりも倒壊建物1棟あたりの道路の通行可能性は高くなる。そのため、図2のように車幅の違いを考慮した上で倒壊建物1棟あたりの道路の通行可能性を割り当てる。

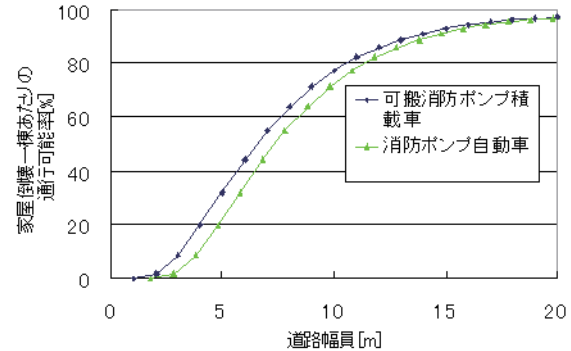


図2 幅員別道路通行可能率

通行可能性の表現により、

- ・ 消防隊、消防団による震災時でも通行可能性の高い道路の把握
- ・ ポンプ車よりも通行可能性の高い可搬ポンプ積載車、可搬消防ポンプを優先して出場させるべき地域の選定等を行う際の判断要素として活用することが考えられる。

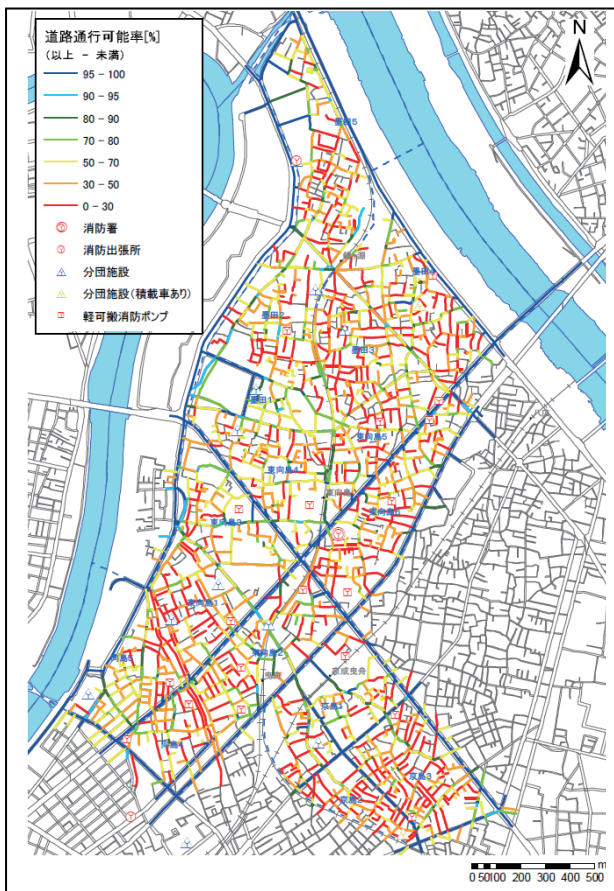


図3 通行可能性の表現（ポンプ車）

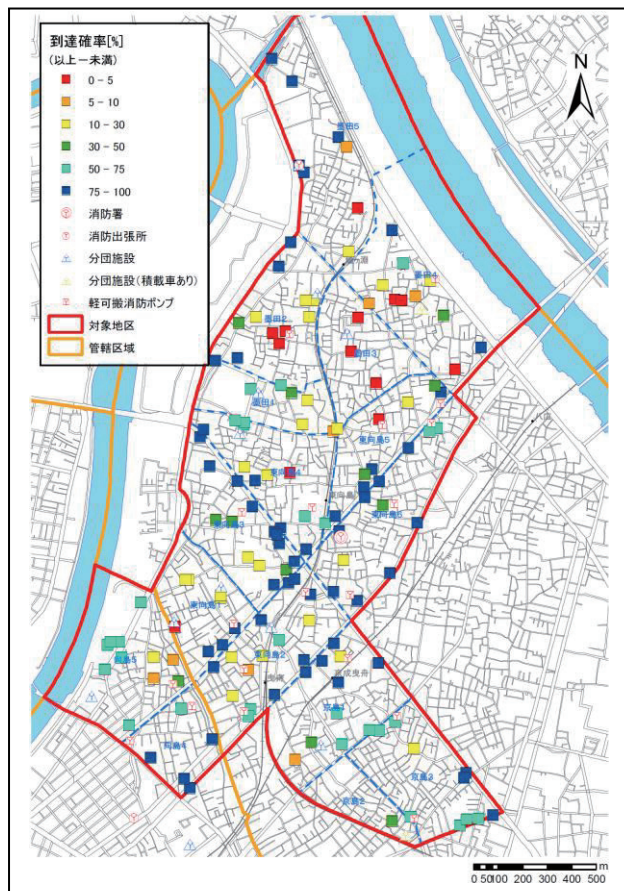


図4 消防水利までの到達確率（ポンプ車）

図3にケーススタディ地域におけるポンプ車の通行可能性を示す。対象とした地域は全般的に狭隘な道路が多いため、外周部等の広幅員道路以外では通行可能性に影響が生じる可能性があることが分かる。

4. 消防隊等の到達確率

道路1本ごとの通行可能性を基に、消防隊のポンプ車等が個々の消防水利（防火水槽等の震災時でも活用できるもの、以下同じ。）まで到達できる確率を求め、その数値に基づいて色分けして表現する。

算出方法としては各資器材の配置場所（ポンプ車：消防署所、可搬ポンプ積載車：分団施設）から対象とする水利の直近のノードに至るまでのすべての経路の中から、最も到達確率の高い経路を選定し、到達確率とする。

図4にポンプ車による消防水利までの到達確率を示す。個々の消防水利までの到達確率は車両のサイズや配置場所によって異なるため、より到達確率の高い車両を当該消防水利に部署させる等の対応をとることが震災時における消火活動の円滑化に有効であると考えられる。このように、通行可能性の表現は

- ・ 消防隊、消防団による震災時でも通行可能性の高い道路の把握
- ・ ポンプ車よりも通行可能性の高い可搬ポンプ積載車、可搬消防ポンプを優先して出場させるべき地域の選定等を行う際の判断要素として活用することが考えられる。

5. 軽可搬消防ポンプ等の到達範囲

軽可搬消防ポンプ配置場所から火点までの距離が遠い地域については、移動に時間を要するため、消火活動を行う前に延焼拡大し、消火活動が困難になるケースも考

えられる。

そこで、防災市民組織が軽可搬消防ポンプ配置場所からの軽可搬消防ポンプの移動に割くことのできる時間と移動速度を設定し、移動できる範囲（以降、到達範囲とする。）を地図上に表現する。

移動時間の例として、出火から10分以内の火災（第17期火災予防審議会答申¹⁾を参照）を軽可搬消防ポンプによって消火活動を行える火災の限界とし、火災を認知してから消火活動開始に至るまでの一連の行動から次の条件式を作成し、軽可搬消防ポンプの移動時間を設定する。

軽可搬消防ポンプの移動時間

$$\leq \text{消火可能限界時間 (10分)} - \text{火災認知にかかる時間} - \text{活動要員の集結にかかる時間} - \text{放水準備にかかる時間}$$

ここから移動速度を2.1 km/h、移動時間を2.5分とし、軽可搬消防ポンプ配置場所をスタート地点とした道路ネットワークに基づく到達範囲をケーススタディ地域の地図上に示したのが図5である。この設定の下では到達範囲がきわめて限定されており、軽可搬消防ポンプ配置場所直近の消防水利しか活用できていないことが分かる。また、到達範囲の中に消防水利がないために消火活動が行えない軽可搬消防ポンプも存在している。

到達範囲の表現により、軽可搬消防ポンプや消防水利の効果的な配置場所の検討等への活用が考えられる。

6. 消防水利の活用可能性

震災時における消防水利の活用可能性（積載ホースの延長を基準として各消防水利を中心に消火活動が実施で

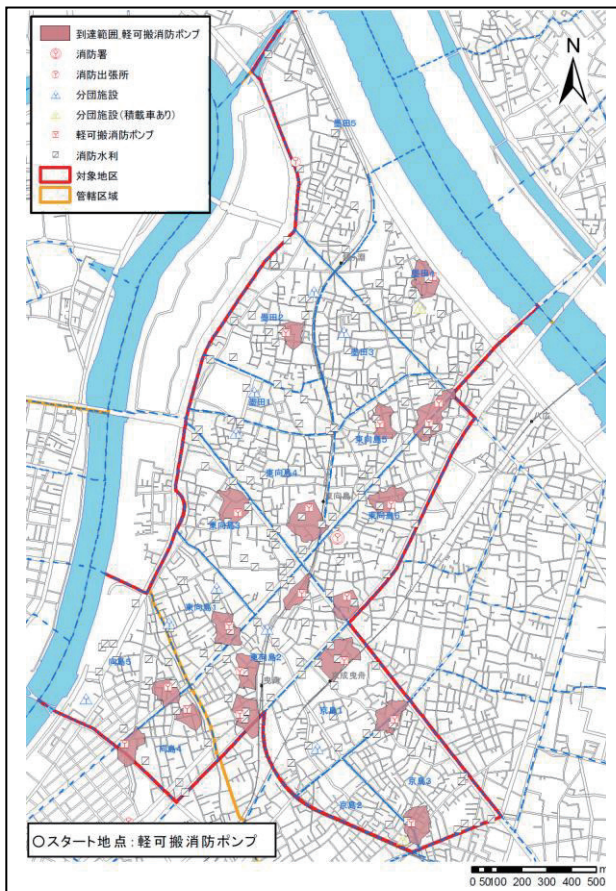


図5 軽可搬消防ポンプの到達範囲

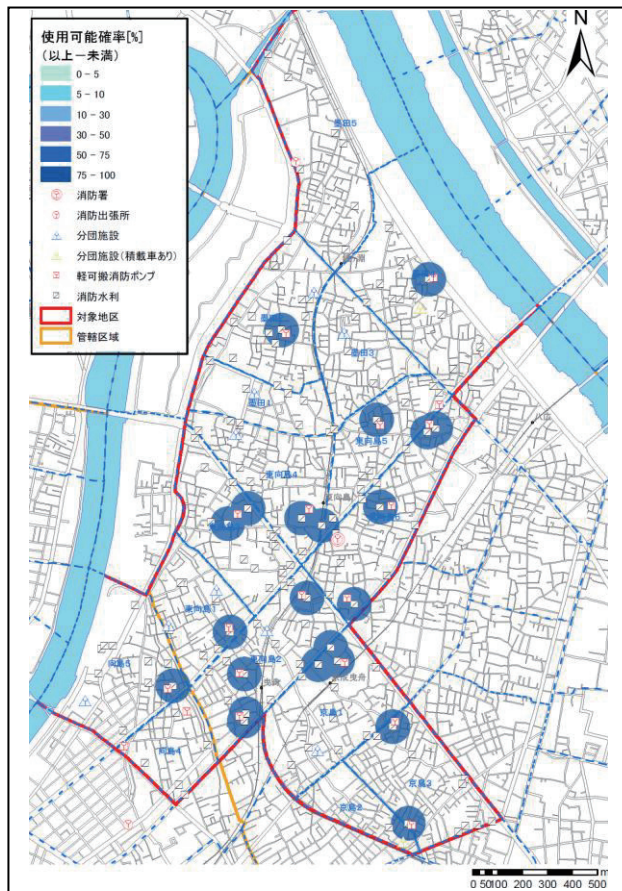


図6 消防水利の活用可能性（軽可搬消防ポンプ）

きる範囲)を地図上に表現することで、消防水利によってカバーされていない地域や、ポンプ車による消火活動を行うことが困難であり、地域の防災力によってカバーしなければならない地域等を具体的に把握することができる。

ここでは各消防水利からカバーできる範囲を示すとともに、前4の各消防水利までの到達確率を消防水利の使用可能確率と見なして、色の濃淡で表現する。消防水利を中心に消火活動を行える範囲は活用する資器材に応じて表1のように設定する。

表1 消火活動を行える範囲

資器材	範囲	備考
消防ポンプ車	210m	ホース1本 20m×15本×0.7 [*]
可搬消防ポンプ	140m	ホース1本 20m×10本×0.7 [*]
軽可搬消防ポンプ	70m	・ホース1本 20m×5本×0.7 [*] ・到達範囲内の消防水利のみが対象

^{*}0.7は道路の屈曲を加味するための係数

図6に軽可搬消防ポンプ、図7に消防隊のポンプ車、図8に消防団の可搬ポンプ積載車によるケーススタディ地域における消防水利の活用可能性を示す。なお、軽可搬消防ポンプについては到達範囲内に含まれる水利のみを対象として活用可能性を表示している。配置場所や到達確率の関係で各資器材によってカバーできていない地域や活用可能性が低い(=色が薄く表示されている)地域が

存在していることが分かる。

7. まとめ

消火活動の困難性を詳細な地図上で表現することにより、地域の危険性を視覚的に理解し、それに対する対策を地図上で具体的に検討できる可能性のあることが分かる。

また、これらの表現をGIS上で各種危険度等、他の情報と重ね合わせることにより、防災に対する地域の取り組みを総合的に捉え、防災力や防災意識の向上、防災まちづくりへの働きかけ等に活用できる可能性がある。

謝辞

本研究は第19期火災予防審議会地震対策部会において審議されたものの一部である。同審議会でご検討を頂いた委員の皆様に対し、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東京消防庁防災部防災課(2007):「東京都の地震時における地域別延焼危険度測定」
- 2) 東京都都市整備局市街地整備部企画課(2008):「地震に関する地域危険度測定調査報告書(第6回)」
- 3) 村尾修・山崎文雄(2002)「震災復興都市づくり特別委員会調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数」日本建築学会構造系論文集第555号
- 4) 東京消防庁防災部防災課(1996):「東京直下の地震が災害活動に及ぼす影響の解明に関する調査研究」

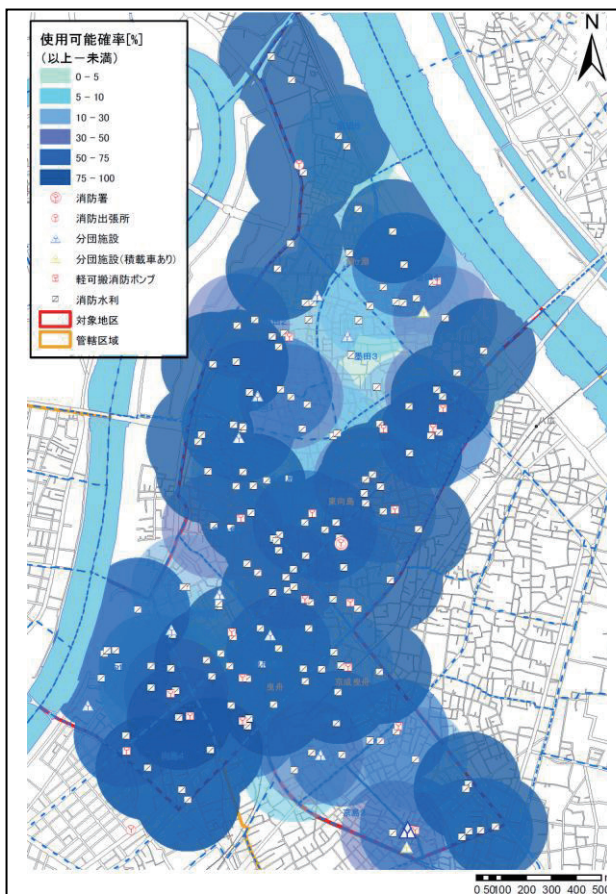


図7 消防水利の活用可能性(ポンプ車)

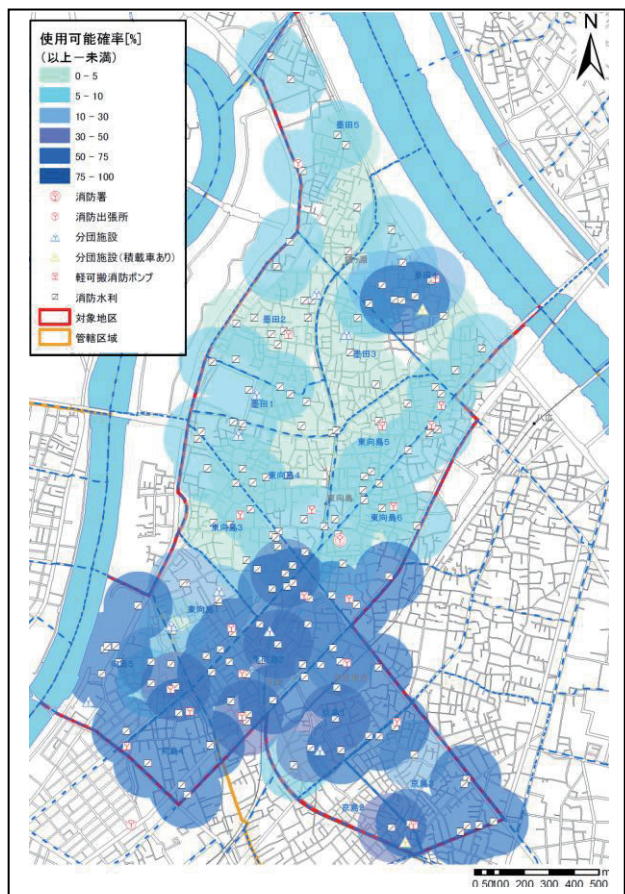


図8 消防水利の活用可能性(可搬ポンプ積載車)