

ホース延長が可能な改良型市民消火栓の配置計画に関する基礎研究 ～模擬初期消火活動の実証実験と京都市清水周辺地域での 改善配置計画を目指して～

A Study of Citizen Hydrants Planning with the User Experimental Result of Extra Connectable Type Citizen Hydrants on Kiyomizu District in Kyoto

金度源¹・大和田智彦²・大窪健之³・林倫子⁴

Dowon Kim, Tomohiko Owada, Takeyuki Okubo and Michiko Hayashi

¹立命館大学准教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Associate Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

²東日本電信電話株式会社 (〒163-8019 東京都新宿区西新宿3-19-2)

Nippon Telegraph and Telephone East Corporation

³立命館大学教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

⁴関西大学准教授 環境都市工学部都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)

Associate Professor, Kansai University, Dept. of Civil, Environmental and Applied Systems Engineering

The Important Preservation District of Historic Buildings in Japan, are difficult to stop the spread of fire on continued wooden structures, so initial fire extinguishing by residents is indispensable on the emergency situation. Kiyomizu area in Kyoto which is the representative historical city in Japan has the Citizen-hydrant which is easy to be operated by local community. This research improved the current Citizen-hydrant for available to extend the reachable range with the extra hoses' connection. It defined the maximum extent range of Citizen-hydrant with the result of experimental testing by quantify research. This research clarifies effective time of Citizen-hydrant extinguishing and proposes a plan with the expanded range of Citizen-hydrant to Kiyomizu area.

Keywords: Citizen-hydrant, important preservation district of historic buildings, plan to expand fire hydrant

1. はじめに

(1) 研究の背景

阪神・淡路大震災や東日本大震災では、初期消火活動の遅れや同時多発火災の発生等が要因となり、木造密集市街地を中心に大規模な延焼火災が発生した。初期消火活動を成功させるためには震災時にも使える消防水利へのアクセス性が大事になるが、そのアクセス性に対する課題については村上ら¹⁾の研究の中で指摘されている。保野ら²⁾は現行の消防水利基準³⁾に基づき消防水利の配置計画の基準となる消火栓の配置を決める簡便法の提案を行っており、中野ら⁴⁾は地震動による建物倒壊を加味した上で、震災時の市街地火災に対する消防ポンプ自動車消防水利まで到達できる可能性を指標とした消防水利の評価を行っている。初期消火に関連する研究としては、中村ら⁵⁾による一般市民の屋外消火活動を支援するための市民消火栓（易操作性1

号消火栓)を対象として、地域住民への社会実験を通じた市民消火栓の開発と改良に関するものがある。このように市民消火栓は機能改良が続けられていることから、その改良された機能を加味し市民消火栓の配置計画やその手法を見直す必要がある。

(2) 研究の方法と目的

本研究では新しく開発した市民消火栓(以降、「改良型市民消火栓」とする)を用いて模擬初期消火用放水の実証実験を行う。改良型市民消火栓と現在京都市清水弥栄地区(以降、「清水地区」とする)に設置されている既存の市民消火栓⁶⁾を用いて火災覚知から放水までの一連の動作を試して、比較分析を行う。

また、実証実験の結果をもとに改良型市民消火栓のホース到達範囲と最適配置基準を求めることで、既に市民消火栓が配備されている清水地区を対象として改善配置を提案することを目的とする。

2. 改良型市民消火栓を用いた模擬初期消火活動の実証実験とその結果

(1) 改良型市民消火栓の仕様

改良型市民消火栓にはホース延長用ノズル(図1)を搭載した。既存の市民消火栓ノズルとは違いこのノズルはホースを連結することが可能となり、1本のホースでは届かない地点であったとしても、周辺の市民消火栓よりホースのみを取り外して延長が可能となる(図2)。延長できる



図1 ホース延長用ノズル

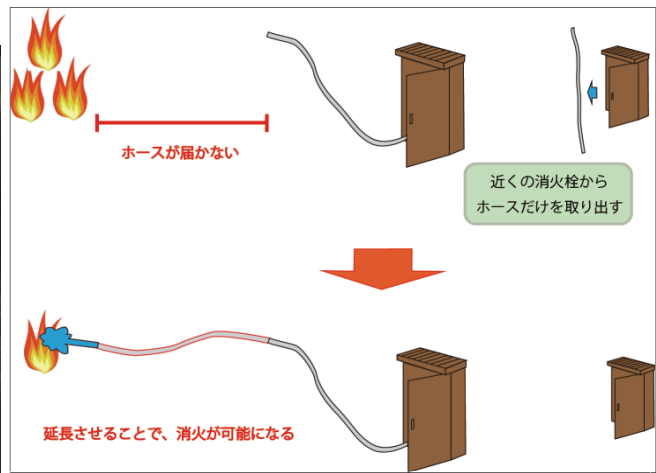


図2 ホース延長のイメージ

ホースの数に決まりはなく、ホースの取り付けはバルブとホースの接合部と同様に押し込むことで可能となる。改良されたホース延長の機能はホースの到達範囲を伸ばせることから消火可能範囲の拡大が可能となる。

また、延長の際に元栓のバルブを閉める必要がないことからノズルを延長する際の時間短縮や手間を減らす工夫がされている。その他にもホースの長さは30m(既存のホース長は35m)として短くすることで重量も減らし、持ち運びの際の負担を減らす工夫と、ドラム式の収納庫はホースの取り出しやすさを工夫している。

(2) 実証実験を通して求めるデータ

初期消火活動をモジュール化するために覚知時間 T 、参集速度 V_{12} 、一本目のホース移動速度 V_{23} 、二本目のホース連結と移動速度 V_{34} を求める。覚知時間や参集速度は既往研究⁷⁾の値を参考にする。一方で、本研究においては消火活動に参加する人数を一人として設定し基礎的な研究と位置づけする。

図3における②参集時間は総延長距離を道路形状が屈曲していることを考慮し、従事者が市民消火栓まで駆けつけられる範囲の半径 r に係数 $\sqrt{2}$ を掛けることで求め計算する。本実証実験では一本目の市民消火栓を従事者が手に取ってから消火対象建物までのアクセスは、最初の移動距離 D_{23} 、二本目のホースを取りに行く往復距離 $2D_{34}$ と、延長してからの移動距離 D_{45} を求める。

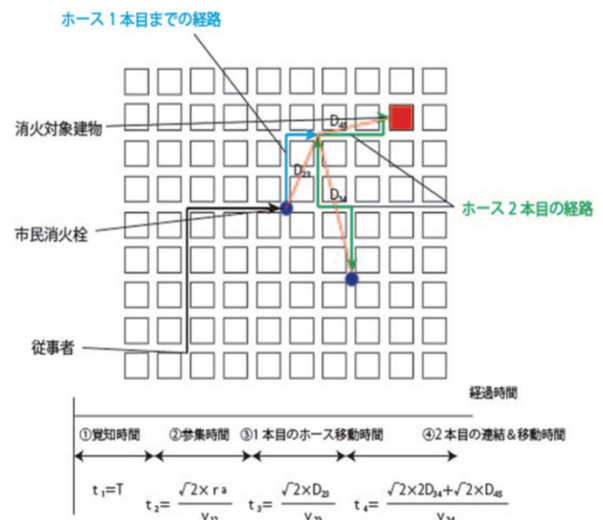


図3 初期消火のプロセス

(3) 実証実験の設計

被験者の市民を対象として二つの市民消火栓を用いた模擬初期消火活動を実証実験し、初期消火にかかる時間を測る。被験者は改良型消火栓での模擬初期消火活動と、既存（現在清水周辺に設置）の市民消火栓を操作し、その結果を比較する。実験のシナリオは以下の通りである。

a) 改良型市民消火栓のシナリオ

- ①住民または住民と設定した人が火災の発生後、火災の発生を覚知する。
 - ②設定した改良型消火栓の位置まで移動する。
 - ③消防ホースを設定した火災建物付近まで引き延ばす。
 - ④ホースが設定した火災建物付近に届かないと判断した場合他の消火栓から延長用ホースを取り出しホースの延長を行う。
- ※③で火災建物にホースが届く場合④の工程はとばす。また2本目が届かないと判断した場合④の工程を繰り返す。
- ⑤送水準備が完了した後、火災建物に向かって放水を開始する。

b) 既存の市民消火栓のシナリオ

- ①住民または住民と設定した人が火災の発生後、火災の発生を覚知する。
 - ②設定した市民消火栓の位置まで移動する。
 - ③消防ホースを火災建物付近まで引き延ばす。
 - ④（Ⅰ）ホースが設定した火災建物付近に届かないと判断した場合バルブを一旦閉めに行く。
（Ⅱ）他の消火栓から延長用ホースを取り出しホースの延長を行う。
（Ⅲ）バルブを開けに行く。
 - ⑤送水準備が完了した後、火災建物に向かって放水を開始する。
- ※③で火災建物にホースが届く場合④の工程はとばす。また2本目が届かないと判断した場合④の工程を繰り返す。

(4) 有効な初期消火活動時間の設定について

一般住民による初期消火活動は、火災規模が大きくなる前に実施される必要があるため、その限界時間を設定した。

- ①出火時間：既往研究^{7) 9)}を参考に地震発生直後に出火するものとした。
- ②出火室内火災：既往研究^{7) 9)}参考に「出火室内火災に至る段階を天井着火する時間と定義していることから本研究でもそのように定義し、出火後5分後とする。
- ③一棟程度火災：既往研究^{7) 9)}を参考に「出火室全体に火が回る規模から火元建物全体に火が回る規模と定義されていることから本研究もそのように定義し、出火から10分とする。

これらのことから「活動限界時間」は、本研究の市民消火栓での初期消火活動に関する既往研究^{7) 9)}をもとに、市民消火栓が屋内消火栓を改良して作られていることを考慮し一棟程度火災から隣棟火災に至る中間値の値である出火後14分を初期消火の活動限界時間とした。配置計画をするにあたってホース延長に要する時間は14分以内を目安として考える。

- ④火災覚知時間：既往研究¹⁰⁾では住民の約75%が直接に炎や煙を見て火災を覚知していたことから、活動する者は煙や臭気により火災に気づくものとして、出火建物からの煙等の噴出時間を火災認知に要する時間としている。

火災発生場所付近の住民が火災として認知するのに要する時間は過去の実験より2分としているため本研究での実験でも2分と設定して消火活動を開始するものとする。阪神・淡路大震災時の事例では、火災を覚知できた住民の約55%が出火地点から100m以内であったことがアンケート調査から確認されていることから100mを最大参集可能距離とした。市民消火栓のホースは1本30mなので、3本分を連結し火災現場まで駆けつ

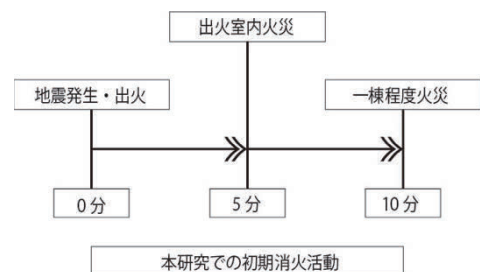


図4 火災の進展と所要時間

けられる最大距離は最大参集可能距離を足して $(100+90) \times \sqrt{2} = 266\text{m}$ とした。参集速度は既往研究⁴⁾より時速9kmなので参集時間は考慮して2分と定義した。

(5) 実験場所

実験は株式会社横井製作所柘植工場の敷地で行った。日時は2017年1月12日、18日の2日間に分けて実施した。実験場所の概要を図5に示す。スタート地点の消火栓から延長用ホースが収納されている消火栓は2つあるが距離は53mである。放水点は3か所設置してあるが、消火栓から放水点1は30m離れで屈曲点は2つ、放水点2は49m離れで屈曲点は3つ、放水点3は69m離れで屈曲点は4つである。

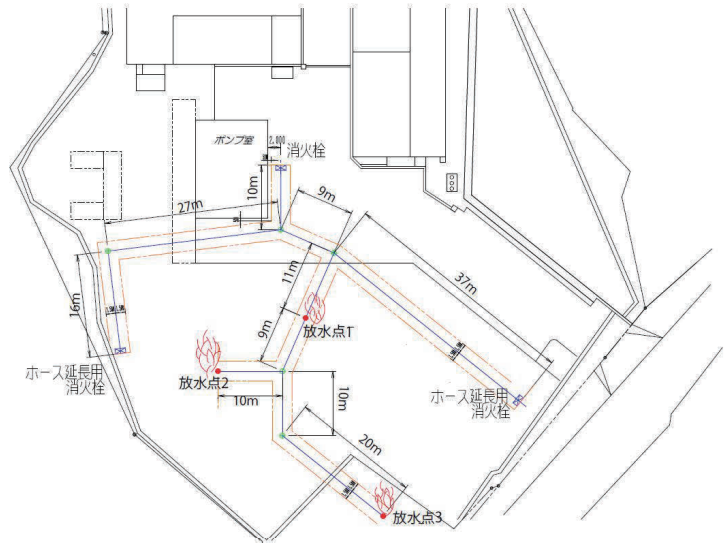


図5 実験場所 (作成：横井製作所)

(6) 模擬放水実験結果・分析

改良型消火栓 (以降、「改良型」とする) と既存型消火栓 (以降、「既存型」とする) の模擬放水実験結果を以下に示す。20代女性は既存型消火栓の実験には参加しておらず、改良型のみデータである。今回の実験では20代の男性には改良型と既存型の消火栓でホースを3本目までつなげてもらったが、70代の男性、女性と20代女性は2本目までしか放水実験を行っていない。このため2本目の放水開始までの結果までを分析するものとする。

表1 各作業にかかった秒数 (改良型)

	ホース1本分の連結動作と所要時間			ホース2本分の連結動作と所要時間						合計
	バルブを開ける時間	ホースを放水地点まで引き延ばす時間	到着してから放水までの時間	放水地点から延長用ホースまでの移動時間	延長用ホース取り出し時間	延長用ホースを持つての移動時間	延長用ホース取り付け時間	取り付け完了から放水地点までの移動時間	放水地点到着後、放水開始までの時間	
20代男性A	10秒	15秒	2秒	12秒	54秒	12秒	12秒	12秒	22秒	137秒
20代男性B	13秒	8秒	2秒	9秒	24秒	16秒	5秒	15秒	10秒	112秒
20代男性C	16秒	10秒	3秒	24秒	22秒	16秒	5秒	13秒	16秒	149秒
70代男性A	4秒	17秒	8秒	22秒	54秒	34秒	10秒	17秒	10秒	179秒
70代男性B	4秒	14秒	8秒	17秒	30秒	25秒	13秒	12秒	25秒	148秒
20代女性	15秒	15秒	9秒	20秒	45秒	33秒	27秒	20秒	5秒	189秒
70代女性	8秒	19秒	11秒	21秒	35秒	33秒	28秒	19秒	6秒	180秒

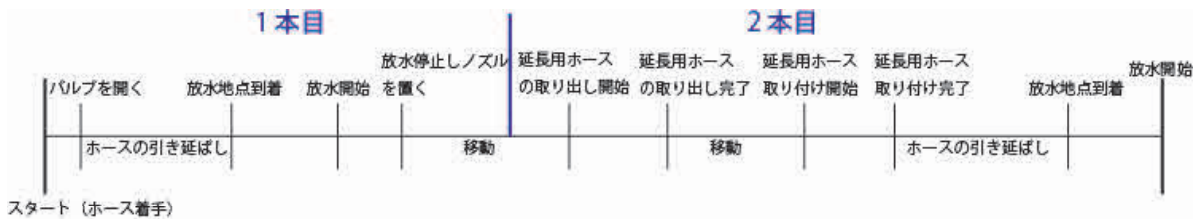


図6 改良型を用いた放水までの工程表

表2 各作業にかかった秒数 (既存型)

	ホース1本分の連結動作と所要時間			ホース2本分の連結動作と所要時間								合計		
	バルブを開ける時間	ホースを放水地点まで引き延ばす時間	到着してから放水までの時間	バルブを閉めに戻る移動時間	バルブを閉める時間	延長用ホースまでの移動時間	延長用ホースの取り出し時間	延長用ホースを持つての移動時間	延長用ホース取り付け時間	バルブを開けに返る時間	バルブを開ける時間		バルブを開けてから放水地点までホースを引き延ばす時間	放水地点到着後、放水開始までの時間
20代男性A	15秒	9秒	2秒	8秒	12秒	12秒	49秒	16秒	40秒	13秒	10秒	14秒	4秒	202秒
20代男性B	19秒	5秒	2秒	8秒	8秒	10秒	38秒	20秒	11秒	10秒	10秒	26秒	7秒	174秒
20代男性C	16秒	6秒	3秒	6秒	8秒	15秒	38秒	20秒	25秒	15秒	15秒	21秒	7秒	197秒
70代男性A	14秒	6秒	6秒	14秒	11秒	26秒	57秒	37秒	34秒	15秒	7秒	28秒	7秒	274秒
70代男性B	8秒	10秒	10秒	17秒	7秒	35秒	60秒	40秒	40秒	20秒	5秒	22秒	6秒	285秒
70代女性	17秒	7秒	7秒	15秒	6秒	27秒	65秒	37秒	41秒	12秒	9秒	51秒	8秒	313秒



図7 既存型を用いた放水までの工程表

表 3 実験時に確認された失敗要因（改良型）

大項目	小項目	回数	男性	女性	70代	20代
引き出し	ノズルの先端が閉まっているかの確認を忘れる	4	3	1	3	1
	バルブの解放を忘れる	1	1	0	0	1
	水圧でホースが暴れてノズルを手放す	1	0	1	1	0
ホースの引き延ばし	引き延ばす時にホースが絡まる	3	3	0	0	3
	ノズル部分を持って引き延ばしていたためノズルが空いて水が出る	1	1	0	0	1
	曲がり角で引き延ばしにくくなり手間取る	1	0	1	1	0
ホースの延長	延長用ホースのジョイントを1本目のホースのノズルに取り付ける際向きがわかっていない	2	1	1	0	2
	ホース同士を取り付けた後のダイヤルを回して通水する作業に手間取る	2	1	1	1	1
	ホース同士を繋げた後ダイヤルを回して通水することを忘れる	1	1	0	0	1
	格納箱のバルブからホースのジョイントを外すことに手間取る	1	0	1	0	1
	格納箱からホースのジョイントを外すことを忘れてホースを取り出す	1	1	0	1	0
	格納箱からホースのジョイントを外す際ジョイント部分が格納箱に引っかかる	1	0	1	1	0
	格納箱からホースを取り出す時にホースが絡まる	1	1	0	0	1
放水	放水作業に手間取る	2	0	2	0	2
	放水圧に押されて狙いが定まらない	1	0	1	1	0
	放水停止作業に手間取る	2	2	0	2	0

表 4 実験時に確認された失敗要因（既存型）

大項目	小項目	回数	男性	女性	70代	20代
引き出し	ノズルの先端が閉まっているかの確認を忘れる	1	1	0	0	1
	取り出す時に消火栓の収納箱の開け閉めに手間取る	1	1	0	0	1
	水圧でホースが暴れてノズルを手放す	1	0	1	1	0
ホースの引き延ばし	引き延ばす時にホースが絡まる	4	3	1	2	2
	引き延ばす時にコケる	1	1	0	0	1
	引き延ばす時に手間取る	3	2	1	3	0
ホースの延長	バルブを閉めに戻のを忘れる	3	3	0	3	0
	ホースを繋げる前に減圧するのを忘れる	3	2	1	2	1
	ホースを同士を繋げるときに手間取る（時間がかかる）	3	3	0	2	1
	ホースを繋げたあとバルブを開けに行くことを忘れる	3	3	0	0	2
	ホースを繋げる向きを分かっていない	2	2	0	0	2
	格納箱からホースを取り出すのに手間取る（時間がかかる）	3	3	0	1	2
	バルブを開けた後ホースが暴れて手間取る	1	0	1	1	0
放水	放水作業に手間取る	1	0	1	1	0
	放水圧に押されて狙いが定まらない	1	1	0	1	0
	放水停止作業に手間取る	1	1	0	1	0

a) 改良型市民消火栓と既存市民消火栓の比較

改良型の2本目までの放水開始までの平均（20代女性の値は含まれていない）は135.1秒で標準偏差は27.0秒、既存型の2本目までの放水開始までの平均は248秒で標準偏差は50.0秒である。平均値から両者を比較すると、その差は112.9秒であった。この差は既存型消火栓の特徴であるホース延長をする際はバルブを一旦閉めに戻らなければならないことが原因であるが、改良型のノズルの先端のホース延長機能により113秒の時間を短縮できるという結果となった。また、延長ホースの取り出し所要時間を比較すると改良型は平均36.5秒、既存型は平均51.2秒でありその差は14.7秒となった。この原因としては改良型のホース長は30mであり既存型のホース長は35mであることと、ホースの収納スペースが取り出しやすいように改善されていることが考えられる。ホース1本目の放水開始までの所要時間は改良型も既存型も表より変わらない数値となっている。

失敗要因としては、改良型では「引き出す時にノズルの先端が閉まっているかどうかの確認を忘れる」次に「ホースを引き延ばす時に絡まる」といった要因が上位を占めた。既存型では「引き延ばす時ホースが絡まる」が一番の要因であった。次に「引き延ばす時に手間取る」ホースを延長する際の「バルブを閉め忘れる」「バルブを開け忘れる」「ホース同士を繋げる際に手間取る」「減圧を忘れる」であった。既存型の失敗要因ではホースに関する項目が多いことが分かる。この原因としては長さが改良型に比べて長いことホースの重量が重くなり、ホースでの失敗要因が多いのではないかと考えられる。

b) 性別での比較

放水までかかった時間は改良型の男性の平均は150.6秒、女性の平均は196.5秒であった。既存型では男性は平均226.4秒、女性は313秒（既存型は女性1人なのでその値を参考とする）であった。この結果より男性に比べ女性の方が放水開始までの時間がより長くかかっていることが考えられる。その原因として、ホース

を引き延ばす際の時間を表1、表2より比較してみると、女性の方が改良型（取り付け完了から放水地点までの移動時間）も既存型（バルブを開けてから放水地点までホースを引き延ばす時間）も男性よりは時間がかかることが分かる。実験では質問できてないが、ホースを引っ張る作業にある程度の力が必要であるということが原因の一つであると考察する。その他には、「放水作業に手間を取る」ことに女性だけの回答があった。

c) 年齢での比較

改良型の70代の平均は180.0秒、20代の平均は151.5秒であった。既存型の70代の平均は296.0秒、20代の平均は200.0秒であった。このことより20代よりも70代の方が放水開始までの時間が長いことがわかった。表1、表2より比較してみると各作業にかかる時間は70代、20代共に時間は大きく変わらないが、移動時間を見ると平均として70代は改良型：66.7秒、既存型：98秒で20代は改良型：50.5秒、既存型：51秒と差が出ていた。改良型、既存型とも「延長用ホースを収納箱から取り出す時間」で比較的に大きな差が出ている。改良型は70代平均39.6秒、20代平均33.3秒であり差は6.3秒である。既存型は70代平均60.7秒、20代平均は41.7秒であり差は19.0秒であった。失敗要因の比較において改良型の70代は「ノズルの先端が閉まっているかの確認を忘れる」、既存型では「ホースを引き延ばすことに手間取る」「バルブを閉めに戻るのを忘れる」という失敗が多いのが特徴であった。また、70代は「放水圧に押されて狙いが定まらない」「放水作業で手間取る」など放水の工程で失敗することが多いことがわかった。

d) 訓練経験での比較

全ての被験者は市民消火栓の操作や訓練が初めてであったので、市民消火栓を用いた訓練の経験がある者に改良型のみ追加実験を行なった。訓練経験なしの平均は135.1秒であり、訓練経験ありの平均は91.5秒であった。平均値から両者を比較するとその差は43.6秒であった。訓練経験なしの被験者の最高タイムは114秒である。移動時間のタイムはほとんど変わらないため、市民消火栓の放水作業の訓練によって市民消火栓の放水作業が早くなることが明らかとなった。

表5 改良型消火栓結果（訓練経験者）

	ホース1本目					ホース2本目				
	バルブを開き終わる	放水地点到着	放水開始	放水停止しノズルを置く	延長用ホース取り出し開始	延長用ホース取り出し完了	延長用ホース取り付け開始	延長用ホース取り付け完了	放水地点到着	放水開始
30代男性 (訓練経験有り)	4秒	13秒	16秒	20秒	31秒	50秒	1分10秒	1分13秒	1分18秒	1分19秒
40代男性 (訓練経験有り)	7秒	16秒	20秒	26秒	40秒	1分3秒	1分19秒	1分32秒	1分40秒	1分44秒

(7) 実験のまとめ

a) 実験結果についての考察

市民消火栓での初期消火活動において最大の失敗要因はホースの引き延ばし時にホースが絡まり一旦絡まったホースをならしてホースの引き延ばしを行うことでタイムのロスが生じることが明らかとなった。また、個人にばらつきはあるものの、ホース延長の工程で最も時間のかかる作業は、収納箱から延長用のホースを取り出す作業であることがタイムより確認できた。ホースを絡まないようにするには取り出すときにきれいに取り出すとホースが絡まずきれいに引き延ばすことができるであろう。このことより市民消火栓での初期消火活動では延長用のホースを取り出す作業が最も大事な工程であることが言える。

b) 清水周辺地域に設置してある市民消火栓のホース延長の有効本数について

実験結果では20代男性以外はホース2本分までの延長時間しか測っていなかったが各作業時間をつなぎ合

表6 ホース本数ごとの放水までの総合時間（改良型）

	ホース1本分	ホース2本分	ホース3本分
20代男性A	27秒	2分20秒	4分7秒
20代男性B	23秒	1分54秒	4分0秒
20代男性C	29秒	2分32秒	4分54秒
70代男性A	29秒	3分7秒	5分56秒
70代男性B	26秒	2分40秒	4分48秒
20代女性	39秒	3分20秒	6分23秒
70代女性	39秒	3分13秒	6分9秒

表7 ホース本数ごとの放水までの総合時間（既存型）

	ホース1本分	ホース2本分	ホース3本分
20代男性A	26秒	3分35秒	6分14秒
20代男性B	26秒	2分56秒	5分44秒
20代男性C	25秒	3分29秒	6分34秒
70代男性A	38秒	4分37秒	9分17秒
70代男性B	36秒	4分53秒	9分56秒
70代女性	52秒	5分18秒	10分34秒

わせ、また移動時間より移動速度を求めることによってホース3本分つなげた場合の初期消火活動時間を予測した。予測結果は表6、7の通りである。(4)の時間設定により初期消火限界活動時間は14分と定義している。そのうち火災覚知に2分消火栓に参集する時間を2分としていることから実際に活動できる時間はおよそ10分間である。なお現在清水周辺地域に設置してある消火栓は既存型の消火栓であり、既存型で消火活動を行った場合10分以内にホース延長を3本行えないという予測結果が出た。このことより現在設置してある消火栓で消火活動を行う場合は、ホース2本分の延長が限界であるということが言える。仮に改良型の消火栓が設置してある場合、3本はホース延長が有効であると考えられる。

3. 市民消火栓の配置計画

(1) 京都市清水周辺地域での改善配置計画

ホース到達範囲を色分けした全体図を示す。図中の凡例は以下の通りである。

- ①黒点：既存型市民消火栓
- ②赤点：改良型市民消火栓
- ③ホース1本の到達範囲：赤色
- ④ホース2本の到達範囲：青色
- ⑤ホース3本の到達範囲：緑色

現在設置してある市民消火栓（黒点）についてはホース延長が可能となった想定をしてその到達範囲を表した。さらに、現在は市民消火栓未設置地域については新たな市民消火栓を拡充配置した。基本的には第2章の実験結果をもとに配置計画を提案する。

(2) 市民消火栓間隔の検討

第2章の実験結果に基づいて各作業時間、ホースを持って走る速度と、移動速度より第2章で求めた活動限界時間から活動できる残り時間を求め、残り時間で消火栓同士の距離を求めた。各作業時間で1番時間のかかった人の時間を抽出するとその合計時間が123秒、それに「ホース引き伸ばし時間60秒」、「ホースを取りに行く移動時間13秒」、「ホースを持っての移動時間20秒」を足した合計時間が216秒になった。初期消火限界時間が6分から合計時間を差し引き、消火栓間を移動できる時間144秒を求めた。移動速度に基づいて消火栓間の直線距離は133mと算出したが、道路の屈曲を考慮し直線距離の半分を $\sqrt{2}$ 掛けた距離として、消火栓同士の距離は93mという値が出た。現在市民消火栓が設置されていない清水地区がほとんど網羅されるよう93mごとに改良型市民消火栓（赤点）を設置した。

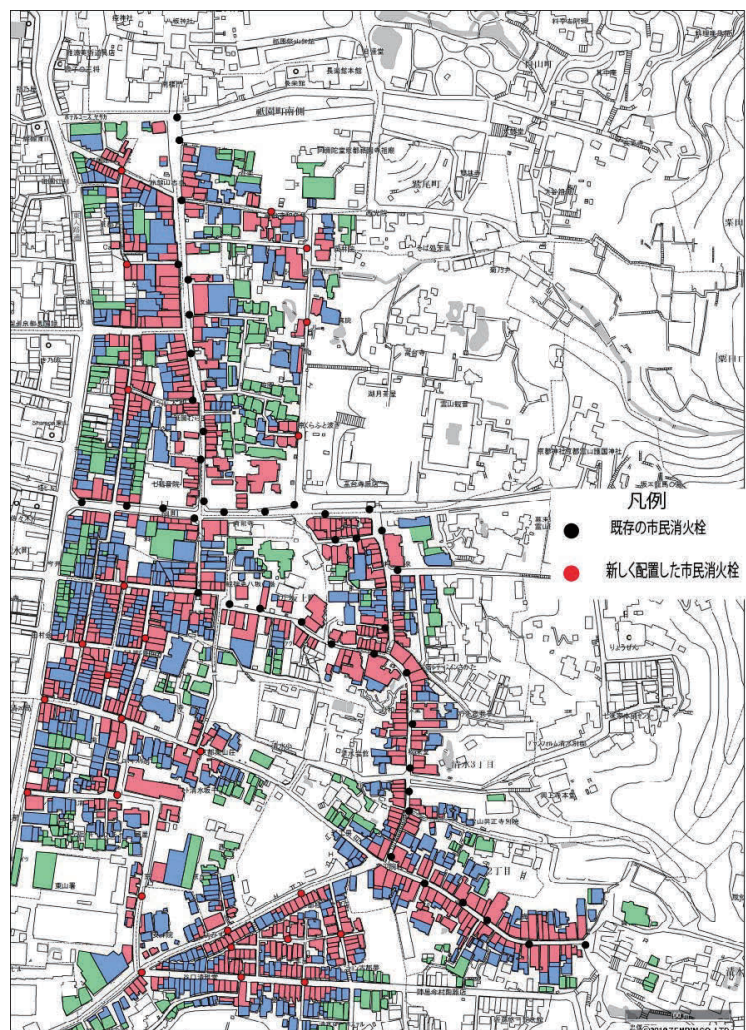


図8 清水地区の市民消火栓の改善配置計画

4. まとめ

本研究では、市民による初期消火活動を支援するためにノズルの延長が可能となる改良型市民消火栓を用いて模擬初期消火放水の実証実験を行なった。その実証実験の結果をもとに改良型市民消火栓のホース到

達範囲と最適配置基準を求めることで、既に市民消火栓が配備されている清水地区を対象として改善配置を提案した。

(1) 結論

改良型市民消火栓を用いた初期消火活動の計測タイムから消火栓間の移動距離や速度を求め最も有効な市民消火栓同士の設置間隔距離を算出した。安全面を考慮し、全ての操作や移動時間において最長の計測結果を用いることで、改良型市民消火栓の配置間隔は93mになることが明らかとなった。一方で、住民による初期消火を支援することが目的であるために、その有効な限界時間を6分と設定したことより3本までの延長が最大であることも明らかになった。

清水地区の市民消火栓の改善配置計画（図8）からホースの到達度を見ると1本目までが多く2本目から3本目までの割合が減少している。これは消火栓の距離同士が近く2本目のホース到達の範囲で既に多くの建物にホースを到達できる結果として考えられる。また、ホースの本数でどのくらいの消火時間がかかるのか求めたところ、70年代の被験者は既存の市民消火栓を用いた活動限界時間を3本目で超えていた。つまり使用者によっては既存の市民消火栓は2本目のホース延長までが有効であることが分かったため、図8で示している緑色の範囲は、市民消火栓を操作する年代に限られる（本研究では20代）。

(2) 今後の課題

本研究では実証実験を通して得られた市民消火栓のノズル延長動作にかかった時間に基づいて清水地区の市民消火栓改善配置を提案している一方で、第2章において一部明らかになった性別、年齢差などの使用者の属性による改良型市民消火栓の特性はこの提案に活かされていない。また本研究では消火活動に参加する人数を消火栓を扱う人数として安全側として見込んで一人と設定したが、複数人での消火活動についても継続実験を行うべきである。これらのことから本研究は基礎的研究に留まっている。

謝辞：本研究は株式会社横井製作所の共同研究実験に基づくものになります。本研究での実験場所の提供ならびにデータ等の作成に多大なご協力をいただきました。また本研究は、立命館大学歴史都市防災研究所研究施設運営支援費による補助を得て実施したものです。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 村上正浩・鳩心治・日高圭一郎：耐震性貯水槽の最適配置に基づいたアクセス経路の評価手法に関する研究-木造密集市街地におけるケーススタディを通じて-，都市計画論文集，Vol. 33，pp. 823-828，1998.
- 2) 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.
- 3) 総務省消防庁：消防水利の基準，昭和39年消防庁告示7，1964.
- 4) 中野孝雄・熊谷良雄：震災時における消防水利の到達可能性評価手法に関する研究，日本火災学会論文集，Vol. 54，No.2，pp. 25-37，2004.
- 5) 中村圭佑・大窪健之・金度源・林倫子：地域防災力を高める市民消火栓の継続的な日常利用促進に関する研究：高機能型消火栓の開発と設置環境に即した利用方法の提案に着目して，歴史都市防災論文集，Vol. 9，pp. 215-222，2015.
- 6) 京都市消防局：文化財とその周辺を守る防災水利整備事業，2006.
- 7) 吉澤亮・加藤孝明・小出治：震災時における地域消防力の初期消火可能性に関する評価，消防科学研究所報，第41号，pp. 197-202，2004.
- 8) 火災予防審議会：地震時における消防活動体制のあり方について，東京消防庁，2003.
- 9) 火災予防審議会：地震火災に関する地域の防災性能評価手法の開発と活用方策，東京消防庁，2001.
- 10) 中野孝雄・川村達彦・清水智乗・高須是樹：軽可搬ポンプによる消火活動能力評価手法の構築と消火活動能力向上方策，地域安全学会梗概集，第20号，pp. 9-12，2007.
- 11) 谷内幸久・川村達彦：地震時における地域の消火活動の可能性に関する評価手法の開発，総合都市研究，第75号，pp. 53-70，2001.