

地域消防力の向上に関する実験的研究

- 消火用 D 級可搬ポンプの操作性 -

辻本研究室 5105012 内山 彬光
5105074 松浦 朋裕

1. 研究背景・目的

地震による同時多発火災では公設消防機関の消火活動が期待できない地域がある。そこでは住民による消火器等の初期消火が重要となる。しかし、住民が使用できるもので最高の消火能力をもつ消火用 D 級可搬ポンプ^{注1)}(以下、可搬ポンプ)は東京都区内に約 3 千台あるにも関わらず、操作が難しいうえ、操作手順書(以下、手順書)の作成もされていないため、扱える人はほとんどいない。

本研究では、一般住民を被験者として可搬ポンプによる放水までの行動実験を行う。これらから、可搬ポンプの操作性向上のための改善策及び問題点を抽出し、地域消防力の向上を図る基礎資料とすることを目的とする。

2. 研究方法

既往実験^{注2)}では手順書の作成による放水成功率の向上が確認されており、昨年度は手順書を配布したチームの 70%が放水に成功している。本実験では、さらに改善した手順書と、試作型可搬ポンプ^{注3)}(以下、ポンプ A)の使用による放水成功率や操作時間の変化を調べる。また、アンケートから手順書の問題点を把握し、今後どのような対策でより多くの人々が放水できるかを検討する。

3. 実験内容

3.1 実験概要

本実験では、地震による同時多発火災を想定して、住民の行動を、可搬ポンプを火災建物近くの消防水利に移動する。可搬ポンプのエンジンを起動する。ホースを可搬ポンプに連結し、火災建物付近まで引き延ばす。火災建物に向かって放水する、と設定した。

実験概要を表-1 に示す。東京消防庁奥戸訓練場で 2 日間にわたり実験を行った。総被験者数は 69 人(1 チーム 3 人で 23 チーム)で、全チームがポンプ A を 2 回、旧来型可搬ポンプ(以下、ポンプ B)を 1 回操作した。実験種別は、可搬ポンプの実験順番と手順書の相違^{注4)}により 4 種に分けた。また、ポンプ A の 2 回目のみ水利からの作業開始とした。図-1 は実験の様子を撮影したものである。

表-1 実験概要

実験種別	1-1	1-2	2-1	2-2
実験年月日	2008.11.8			
実施場所	東京消防庁奥戸訓練場			
被験者数(チーム数)	18(6)	18(6)	21(7)	12(4)
可搬ポンプ	A(試作型)、B(旧来型)		A(試作型)、B(旧来型)	
操作手順書	A、B		A'、B	
実験順番	B A A	A B A	B A A	A B A



図-1 実験の様子

3.2 可搬ポンプ・操作手順書の概要

本研究では、既往実験¹⁾で使用した手順書の課題を整理した。その結果、写真をより見やすくし、文中に専門用語を使用せず最低限の言葉で説明する等の改善をした。図-2 は手順書 B であり、手順数(表-2)は 12 である。一方、ポンプ A は音声ガイダンス機能により半自動化された試作型である。この簡略化により放水成功率のさらなる向上を図ったもので、手順数は大きく減じている。

表-2 手順書 A、A'、B の手順数

ポンプ	手順書	手順数		手順書の枚数
		エンジン起動	ホース接続・延伸	
A	A	1	1	1
	A'	2	3	1
B	B	8	4	2

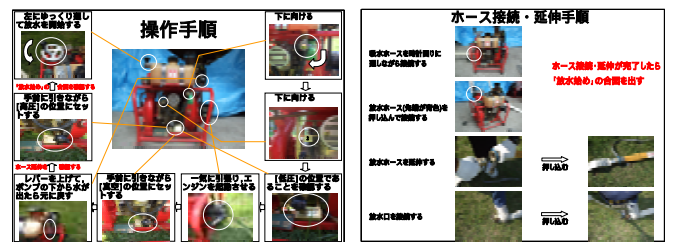


図-2 手順書 B

3.3 アンケートの概要

アンケートの概要を表-3 に示す。事前アンケートと事後アンケートの 2 種類のアンケート用紙を用意する。各アンケートは実験前と実験後に実験場の隣にある被験者の控え室で記入してもらう。

表-3 アンケートの概要

	事前アンケート	事後アンケート
質問項目	11	10
アンケート数	69	69
アンケート回収率	100%	100%
回収方法	直接回収	直接回収
アンケート方式	直接記入方式	直接記入方式
主な質問内容	可搬ポンプ経験の有無 可搬ポンプ経験の知識	可搬ポンプの難易度 可搬ポンプ手順書の見やすさ

4. 実験結果

4.1 被験者

表-4 は被験者の属性を示している。年齢は 10 代~20 代が最も多い。操作経験がある人は 17 人で、全体の約 25%だった。

表-4 被験者の属性

年齢				性別		操作経験	
10代-20代	30代-40代	50代-60代	70代-80代	男性	女性	あり	なし
29	25	11	4	43	26	17	52

単位: 人

4.2.1 旧来型可搬ポンプ

表-5 にポンプ B の放水成功率、表-6 に平均操作時間を示す。平均操作時間は計測開始後、水利到着、ホース延伸開始、ホース延伸完了、エンジン起動、ポンプ充電、放水開始それぞれの時点での時間を表している。放水成功率は約 70%であり実験順番の影響はあまりない。放水開始時間は実験順番 A B A の方が早くなっている。

表-5 ポンプBの放水成功率

ポンプ	手順書	実験順番	成功	失敗	成功率(%)
B	あり	B A A	9	4	69
		A B A	7	3	70

表-6 ポンプBの平均操作時間

ポンプ	手順書	実験順番	水利到着 [s]	ホース延伸開始 [s]	ホース延伸完了 [s]	エンジン起動 [s]	ポンプ充水 [s]	放水開始 [s]
B	あり	B A A	46	154	365	215	388	439
		A B A	44	84	225	225	286	337

4.2.2 旧来型可搬ポンプにおける既往実験との比較

表-7 にポンプ B の放水成功率及びエンジン起動時間・放水開始時間を、手順書と操作経験の有無に分けて示す。手順書ありの場合では、放水成功率は平均で約 70%であり既往実験とあまり変化はない。手順書あり・経験ありの場合では、既往実験より放水成功率が上がり、エンジン起動時間も早くなっているが、放水開始時間は遅くなっている。

表-7 ポンプBの放水成功率及びエンジン起動・放水開始時間

実験年度	ポンプ	実験順番	手順書	経験	成功	失敗	成功率	エンジン起動 [s]	放水開始 [s]
2007	B	A A A	あり	あり	2	1	67%	264	303
				なし	5	2	71%	280	371
		なし	あり	4	3	58%	271	357	
			なし	1	3	25%	268	569	
2008	B A A	あり	あり	5	1	83%	182	385	
			なし	4	3	57%	268	493	

4.3 試作型可搬ポンプ

表-8 にポンプ A の放水成功率、表-9 に平均操作時間を示す。放水成功率は1回目が74%で、2回目は100%である。なお、手順書 A' を用いたチームは1回目から100%である。平均操作時間は計測開始後、水利到着、ホース延伸開始、ホース延伸完了、エンジン起動、放水開始の時点でそれぞれ45秒、86秒、124秒、152秒、216秒である。

表-8 ポンプAの放水成功率

ポンプ	手順書	成功	失敗	成功率(%)
A(1回目)	あり	17	6	74
A(2回目)		23	0	100

表-9 ポンプAの平均操作時間

ポンプ	手順書	水利到着 [s]	ホース延伸開始 [s]	ホース延伸完了 [s]	エンジン起動 [s]	ポンプ充水 [s]	放水開始 [s]
A(1回目)	あり	45	86	124	152		216

4.4 アンケート

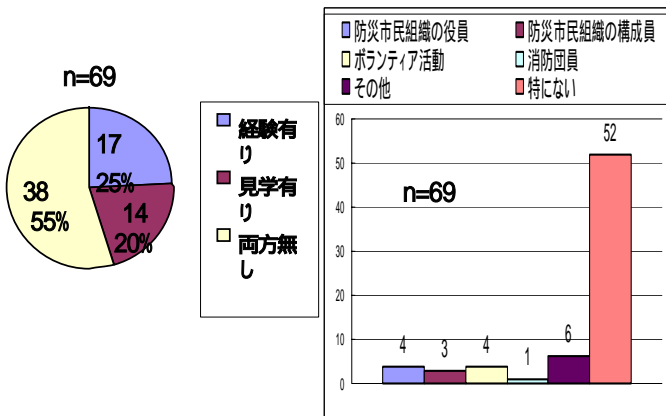


図-3 操作経験の有無

図-4 防災組織への参加状況

可搬ポンプの操作経験者は69人中17人(25%)で、その中で経験が1回のは10人である。指導経験がある人は3人だった(図-3)。被験者の52人(75%)が防災組織へ参加していない。可搬ポンプの操作経験者は全員なんらかの防災組織に参加していた(図-4)。

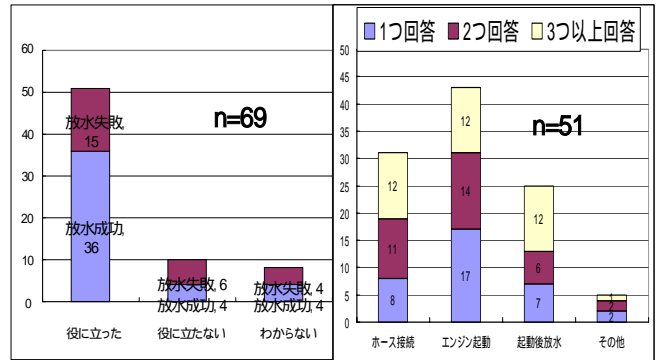


図-5 手順書Bの評価と放水の成否 図-6 手順書Bの利用箇所

図-5 は、アンケートで手順書 B が役に立った、役に立たなかったという回答と、実際に放水に成功したチーム、失敗したチームとの関係を示している。役に立ったと判断した人では放水に成功した人が多いことがわかる。しかし、役に立たなかった、わからないと判断した人では放水成功と失敗はほぼ同数であった。

図-6 は手順書の中で最も利用した項目を示している。3つの項目を全て選択した人は12人(24%)、ホース接続とエンジン起動の両方を選んだ人は7人(14%)だった。43人(84%)の人がエンジン起動について手順書を利用したことがわかった。

5. 考察

ポンプ B については、手順書の改善をしても放水成功率は上がらなかった。しかし、既往実験の結果も踏まえると、手順書を配布した方が放水成功率は高く、手順書 B の使用によって約 70%の一般住民は放水できることが確認できた。エンジン起動時間は既往実験より短縮した。手順書の改善に加え、被験者がエンジン起動で手順書を最も利用したというアンケート結果から、エンジン起動の部分は改善の効果があったと言える。しかし、放水開始時間が短縮しなかったのは、ホース接続・延伸等で時間がかかったためだと考えられる。操作間違いにおいても「放水ホースを吸水口に接続しようとする。またはその逆」が最も多く確認されたため、手順書 B は、特にホース接続・延伸の部分で写真や説明文の改善が今後の課題となる。アンケートで「線が多く手順書全体が見にくい」、「写真が見にくい」等の指摘があったことから、手順書 B 全体に改善の余地はあり、チーム内で自分の役割を決めて効率よく行動できるように、手順書を役割別に複数作成して配布することも今後の改善策の一つとして考えられる。

ポンプ A と手順書 A' を用いた実験では1回目の操作から放水成功率が100%だった。可搬ポンプの操作性は手順書の改善だけでなく、可搬ポンプの改善も加えることで大きく向上することがわかった。

【脚注】注1)動力消防ポンプは放水性能(放水圧力、放水量)と乾燥質量によりA級、B級、C級、D級に分けられており、A B C Dの順で放水性能と乾燥質量の値が小さくなる。通常、A級は消防官、B級は消防団、C級・D級は一般住民が扱うものとされている。C級はほとんど普及していない。D級の放水圧力は0.30[MPa]、放水量は0.13[m³/min]以上、乾燥質量は25[kg]以下と定められている。注2)一昨年度の実験は24人(1チーム3人で8チーム)が旧来型可搬ポンプを操作した。手順書ありチームは2チーム中2チーム、手順書なしチームは6チーム中3チームが放水に成功した。昨年度の実験は63人(1チーム3人で21チーム)が旧来型可搬ポンプを操作した。手順書ありチームは10チーム中7チーム、手順書なしチームは11チーム中5チームが放水に成功した。注3)放水性能はD級の基準を満たしているが、乾燥質量はD級より大きいため、基準を満たしていない。軽量化が今後の課題となる。注4)1日目の実験終了後に手順書 A を修正したため、2日目に使用した手順書を A' とした。

【参考文献】1)田中啓義(研究代表者) 地域消防力に着目した密集市街地の地震火災対策に関する研究 平成 18-20 年度 消防防災科学技術推進制度 受託研究 平成 19 年 3 月 平成 20 年 3 月