

可搬式消火用具の性能検証結果 (第1報)

佐藤 衛寿*, 森 直樹*, 原 聡*

概 要

林野火災等に使用されている種々の可搬式消火用具は、ホース延長困難な狭隘部での消火や、小規模火災での水損防止に活用可能と考えられる。そこで現在製品化されている代表的なものについて、その消火能力等を検証したので報告する。

1 はじめに

林野火災用に配置されている背負子付き消火ポンプは携帯性に優れており、一般的な火災においても、狭隘でホース延長の困難な場所での消火や、比較的小規模な火災に対して有効と考えられる。

これらのことから本研究では、現在製品化されている代表的な可搬式消火用具の基本的な性能及び消火能力を検証し、併せて改善点を検討し、より効果的、実用的な用具の開発に反映させるものである。また災害活動時の使用についての参考とするものである。

2 検証実験項目

(1) 可搬式消火用具の市場調査

(2) 基本性能の検証

放水量、最大放水距離、操作性等について実地に検証した。

(3) 搬送時等の運動負荷の検証

各消火用具の搬送時、消火時の負荷を、条件を設定し心拍数、体感により比較した。

(4) 消火能力の検証

1単位クリブに対する消火能力を検証した。

3 可搬式消火用具の選定

市場調査をもとに、水のうを背負うタイプを主に7種類の消火用具を選定した。品名、型式は表1のとおり

4 基本性能の検証

(1) 検証項目

ア 総質量(満水時)

イ タンク容量

ウ 最大放水距離

エ 放水量(手動方式ポンプにあっては、1ストローク

での放水量)

オ 最大厚さ(背負い式のみ)

カ 放水までの操作数

(2) 実験日等

ア 実験日

平成13年1月9日(月)～平成13年3月2日(金)

イ 実験場所

東京消防庁消防科学研究所内敷地

(3) 結果及び考察

ア 各消火用具別の検証結果は表2のとおり

イ 構造

(ア) 自動方式ポンプ消火用具

製品Aは空気ポンペを、また、製品Bはガソリンエンジンを使用しているため、本体質量が他の用具よりかなり重くなっている。

また、製品Fは電池を動力源としているにもかかわらず質量は非常に軽い。しかし使用時間が制限されかつ電池交換(携帯の要あり)があり費用と手間を要する。

なお、製品Bはガソリンを使用していることから、火災現場での使用に難がある。

(イ) 手動方式ポンプ消火用具

手動操作により放水することから毎分の流量が少なく、不意の延焼拡大時に危険である。また、少ない水量を補うため全力で消火を行い、疲労が激しくなることが考えられる。しかし質量が軽いことからタンク容量を大きくすることができる。

(ウ) 背負い式消火器

粉末式消火器であり、使用後の薬剤充填等の問題や事後処理に難がある。

ウ 総質量とタンク容量

(ア) 総質量は製品Aの32.4kg、最小で製品Cの16.0kgで全体では20kg～24kg程度のものが多い。

* 第三研究室

なお、製品Aの32kgは体感上、消防活動で搬送できる質量の限界と思われる。

(イ) 消火水を背負うタイプのものは、各機種ともタンク容量がほぼ18~21リットルである。

(ウ) 総質量からタンクを除いた消火用具本体質量は製品Aが約14kg、製品Bが約8.4kg、その他は2~4kgである。自動方式の製品F及び手動方式のものは本体質量が小さくタンク容量をその分大きくすることが可能である。

エ 最大放水距離

最大放水距離は、角度を変えてもっとも遠くまで飛ん

だ距離で測定した。カタログ値と実測値との違いは風等の条件が異なることによるが、自動方式、手動方式ともほぼ10~13m程度のものが多い。

また、製品Cは粉末薬剤のため飛散することから放射距離は短い。

オ 流量

(ア) 手動方式のものは1ストローク当りの放水量を測定した。

(イ) 自動方式のものは、毎分8リットル程度の流量があり手動方式に比べてその分使用時間が短くなっている。

表1 検証した可搬式消火用具

	品名・型式	諸元・性能	写真	備考
1	製品A	寸法 52.1×38.9 cm 質量 27kg (薬剤含む) 薬剤量 消火剤 19L ノズル 直状、噴霧 射程 10m以上		本来は発泡器具
2	製品B	寸法 58×37×35 cm 質量 7 kg (乾燥時) 容量 22L ノズル 直状、噴霧 射程 7 m		ガソリンエンジン (22.5cc) 使用
3	製品C	寸法 82.1×26.4 cm 質量 15.5kg (薬剤含む) 薬剤量 粉末 9.0kg ノズル 直状 射程 最長 8 m		消火能力：A-7 B-16、C 放射時間 26 秒 国家検定合格品
4	製品D	寸法 58×43 cm 質量 2.8kg (乾燥時) 容量 18L ノズル 直状 射程 10m		放水操作が手動
5	製品E	寸法 65×48 cm 質量 1.8kg (乾燥時) 容量 18L ノズル 直状、噴霧 射程 最長 16m		放水操作が手動 国庫補助適合品
6	製品F	寸法 58×48×15 cm 質量 3.7kg (乾燥時、単2アルカリ乾電池 12 本含む) 容量 18L ノズル 直状、噴霧 射程 8.3m		アルカリ乾電池使用 連続使用時間： 40~50 分 国庫補助適合品
7	製品G	寸法 59×34×18 cm 質量 3.9kg (乾燥時) 容量 17.5L ノズル 直状、噴霧 射程 最長 9.5m		放水操作が手動 当庁使用 実用新案登録 (H6.6.6)

表2 各消火用具の基本性能（上段が実測値、下段がカタログ値）

品名	総質量 (kg)	タンク容量 (リットル)	最大放水距離 (m)	流量 (リットル/分) 1ストローク 当りの放水量	放水機能等	放水までの操作数	最大幅 (cm)
製品A	32.4	※1 18.6	6.0	7.36	自動式	3	24
	27.0	19.0	10.0	記載なし			
製品B	29.4	※1 21.0	13.0	8.40	自動式	7	36
	29.0	22.0	記載なし	4.00			
製品C	16.0	なし	5.0	(薬剤 粉末 9 kg)	自動式	4	18
	15.5		8.0				
製品D	23.0	20.2	11.0	※2 71ml	手動式	4	13
	20.8	18.0	10.0	記載なし			
製品E	20.0	18.0	13.0	※2 52ml	手動式	2	14
	19.8	18.0	13.0	100ml			
製品F	22.1	18.0	8.3	1.60	自動式	3	11
	21.7	18.0	7.0	1.80			
製品G	23.6	20.5	11.6	※2 64ml	手動式	3	20
	21.4	17.5	9.5	記載なし			

※1 タンク容量で実測値の方がカタログ値より小さくなった2機種のうち、製品Aはアメリカのサイズ（ガロン）を直しているの誤差の範囲内と考えられるが、製品Bはカタログ値が1リットル多く表示されている可能性がある。

※2 手動方式ポンプの流量は、1ストロークあたりの放水量を表す。

5 搬送時の運動負荷及び手動方式ポンプ操作上の評価

(1) 実験概要

各消火用具を満水の状態にし、建物の1階から6階まで搬送し、直後の心拍数を測定した。これにより300型空気呼吸器を背負った場合よりどの程度運動強度が増加するかを検証した。

また、手動方式のポンプについてはポンプの放水動作のしやすさについて体感による検証を行った。

(2) 実験日等

ア 実験日

平成13年1月22日（月）

イ 実験場所

東京消防庁消防科学研究所屋外階段

(3) 被験者

被験者は、男性、年齢29歳、当庁新体力等級5級の職員で、平常時の心拍数は75回/分、座位で30kgのバーベルを胸の位置から頭上へ連続して22回押し上げられる。

(4) 実験方法

ア 搬送時の負荷

(ア) 被験者は防火衣を着装し、各種可搬式消火用具を満水にした状態で背負う。

(イ) 段差19cm、奥行き27.5cmの階段を1段、1歩1秒のペースで1階から6階まで（総階段数116段、高さ22m）登り、直後に1分間の心拍数を測定する。

イ 手動方式ポンプの操作評価

手動方式ポンプの製品D、E、Gの放水動作時の操作

性について体感で実施する。

(5) 実験結果及び考察

ア 搬送時の負荷

結果は表3のとおり

消火用具の質量が重いほど搬送直後の心拍数は多くなっている。

表3を最小自乗法により直線近似した実験式のグラフであらわすと図1のようになる。この実験式により運動強度を心拍数で比較してみると質量30kgで300型空気呼吸器を背負っているときに比べて約20%、同様に20kgで10%の運動強度の増加となり、その分活動余力がなくなることになる。

心拍数から推定した各種スポーツ活動時の運動強度は、厚生省健康増進栄養課課長補佐、小田清一著の「健康づくりのための運動ハンドブック」によれば、ゴルフ、キャッチボールが心拍数110~130で、推定される最大酸素摂取量に対する割合は40~55%、卓球が同130~140で55~60%、テニスが同140~160で65~75%となっている。

実験時の体感としては、最も重い製品A(32.4kg)を、防火衣を着た状態で地面から一人で持ち上げて背負うことは相当困難であり、階段登坂はかなりきついという状況であった。このようなことから30kgを超える背負い式の消火用具は実用的ではなく、消防活動で搬送できる質量は概ね30kgが限界と考えられる。また、過去の当庁の実験結果によると、個人装備重量は体重の30%前後が望ましいとある¹⁾。

表3 可搬式消火用具の運動負荷の結果

消火用具の名称	消火用具質量 (kg)	心拍数 (回/分)
製品A	32.4	135
製品B	29.4	144
製品G	23.6	145
製品D	23.0	123
製品F	22.1	134
製品E	20.0	122
製品C	16.0	114
東消 300 型空気呼吸器(※)	10.2	125
防火衣のみ(※)	0.0	107

※ 比較のため参考として測定した。

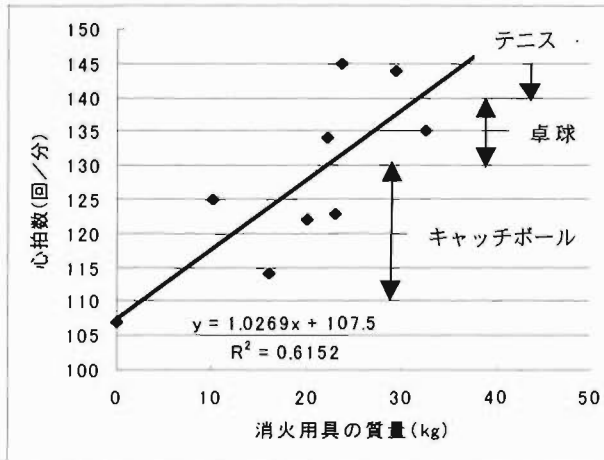


図1 消火用具の質量と心拍数の関係

イ 手動方式ポンプ操作時の評価結果及び考察

(ア) ポンプを掴むグリップと滑り留めがあると力を入れることができる。

(イ) 手動方式は的が絞りにくい。特に押す、引く両方で放水可能なものは目標が捉えにくい。

(ウ) 手動方式ポンプは、水がなくなるまで5～6分全力で操作していると後半はペースが落ち腕に力が入らなくなる状況であるが、消防活動中は全力を出すので差異を感じなかったものと考えられる。動力化の工夫が必要である。

6 消火性能の比較検証

(1) 実験概要

1 単位クリブに対する消火実験を行い各可搬式消火用具消火性能を比較、検証した。

併せて、水と消火薬剤を使用した場合の消火効果等の

比較検証を行った。

(2) 実験日時等

ア 実験日

平成 13 年 3 月 5 日 (月)、6 日 (火)、7 日 (水)

イ 実験場所

東京消防庁消防科学研究所燃焼実験室

(3) 実験内容

消火器の技術上の規格を定める省令(昭和 39 年 9 月 17 日、自治省令第 27 号)第 3 条「能力単位の測定」に基づき、1 単位クリブで各可搬式消火用具の消火実験を実施する。

なお、消火水として水と消火薬剤について比較、検証する。

(4) 実験方法

ア 実験は、各消火用具について、水及び消火薬剤(フオスチェック 0.3% 溶液)でそれぞれ 1 回実施する。(ただし、製品 C については、消火薬剤の 1 回のみ実施する)

イ オイルパン(縦 73×横 73 cm)の真上に鉄製アングル(高 40 cm)を置き、その上に 1 単位クリブ(縦 73×横 73×高 71 cm)を置く。(図 2 参照)

ウ オイルパンに助燃材として 0.5 リットルの自動車ガソリンを入れ点火する。

エ 点火後 3 分で消火を開始する。消火位置にあつては消火ハウス(図 2 参照)の開口部の位置からとしクリブから 3 m、一方向から放水する。放水は直状で実施し、消火水等を使い切るまで実施する。

(5) 測定項目内容

ア クリブの温度変化(中心、上端、上方の 3 点)

イ 室内の温度変化(壁面、天井、出入口周辺等 13 点)

ウ 室内の酸素濃度

エ 室内の二酸化炭素濃度

オ 室内の一酸化炭素濃度

カ 隊員の受ける放射熱量

キ 放水終了までの時間

ク 放水開始から消炎までの時間(目視)

ケ 再燃までの時間(再燃した場合)

コ 実験状況の記録

(6) 実験結果及び考察

ア 各消火用具によるクリブ消火能力実験

(ア) 実験結果は表 7 のとおりで、製品 C のみ 1 単位クリブを完全に消火した。(図 3 参照)これは粉末のためクリブの裏面に万遍なく薬剤が散布されることによるものと考えられるが、粉末の飛散、環境への影響、事後処理に難があると考えられる。

(イ) 自動方式ポンプの製品 A、B では完全消火はできなかったが消炎はできた。特に製品 B は、流量があり水を使用するものなかでは 1 単位クリブに対する消火能力が最も高い。温度曲線も放水開始後急激に低下しその後の温度上昇までの時間も長い。(図 5 参照)しかし、

動力がガソリンエンジンのため火災での使用には危険が伴う恐れがある。

(ウ) 製品A、B及びC以外のものは消炎できなかった。

クリブの温度曲線を見ると、放水開始直後に温度は一端低下するが、その後再上昇している。(図4参照)

(エ) 水とフォスチェックでの温度曲線(図5、6参照)をみると、クリブの形状により消火むらができるた

め誤差はあるが効果に差はない。これは少量放水では、フォスチェックによる可燃物への浸透効果が生じる前に水が蒸発してしまうためと考えられる。

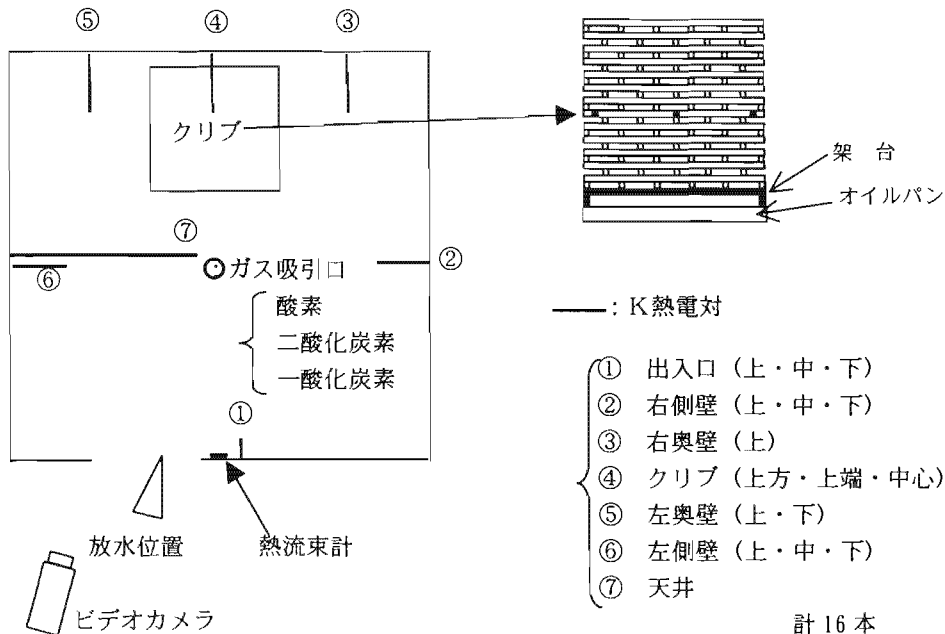


図2 実験配置図

表4 可搬式消火用具による1単位クリブ消火実験結果(上段:水、下段:フォスチェック0.3%)

品名	消火能力 [○ 消火 △ 消炎 × 消炎不可] (消炎から再出火までの時間)	流量 (kg/分)	放水時間 (分)	放水量 (リットル)
製品C	○	18.0 (kg/分)	30秒	9.0kg (粉末)
製品B	△ (12分54秒)	8.40	2分30秒	21.0
	△ (5分30秒)	7.64	2分45秒	21.0
製品A	△ (3分25秒)	7.36	2分35秒	19.0
	△ (3分00秒)	7.36	2分35秒	19.0
製品G	×	2.56	6分50秒	17.5
	×	2.76	6分20秒	17.5
製品E	×	2.60	6分55秒	18.0
	×	2.89	6分14秒	18.0
製品D	×	1.94	9分17秒	18.0
	×	1.86	9分40秒	18.0
製品F	×	1.14	7分00秒	8.0
	×	1.57	7分00秒	11.0

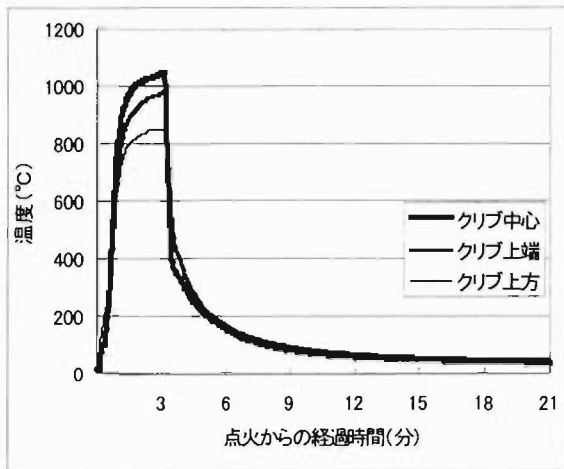


図3 製品Cでの消火時の温度曲線

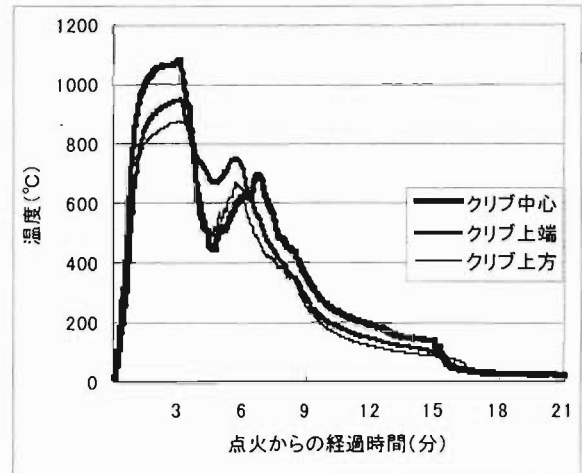


図4 製品G (水)での消火時の温度曲線

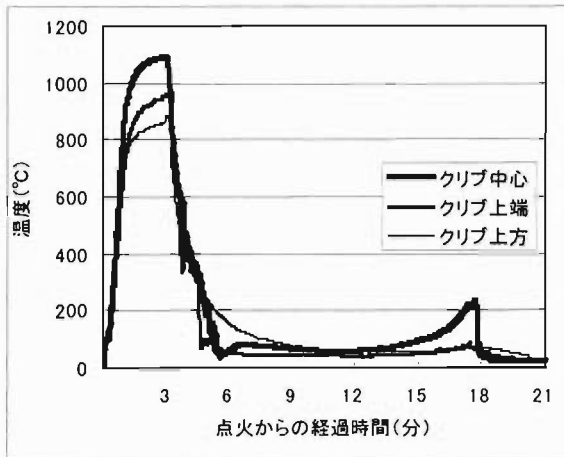


図5 製品B (水)での消火時の温度曲線

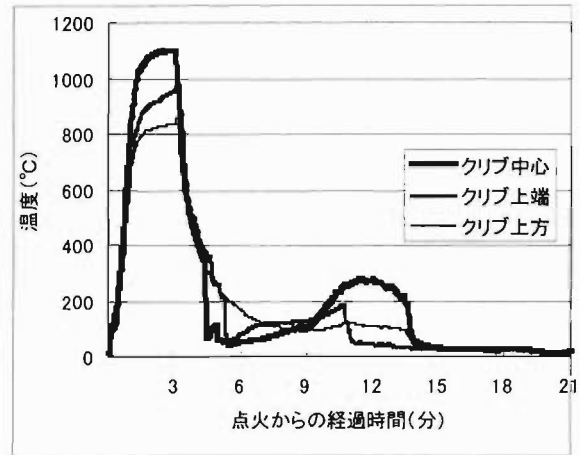


図6 製品B (フオスチェック0.3%)での消火時の温度曲線

7 まとめ

(1) 各消火用具を各検証実験の結果をもとに以下の項目で○、△、×で評価した。

ア 総質量

- (ア) 20kg未満 ○
- (イ) 20kg以上 △
- (ウ) 30kg以上 ×

イ 放水までの操作数

- (ア) 3動作以下 ○
- (イ) 5動作以下 △
- (ウ) 6動作以上 ×

ウ 1単位クリブに対する消火能力

- (ア) 消火可能 ○
- (イ) 消炎可能 △
- (ウ) 消炎不可 ×

エ 放水時の労務負担

- (ア) 自動式 ○
- (イ) 手動式 ×

オ 総合点数

- (ア) ○ 5点
 - (イ) △ 3点
 - (ウ) × 0点
- で合計する

(2) 評価

消火用具の評価結果は表5のとおり

表5 消火用具の評価

品名	総質量 (kg)	操作数	労務負担	消火能力	総合点数
製品C	○	△	○	○	18点
製品A	×	○	○	△	13点
製品F	△	○	○	×	13点
製品E	○	○	×	×	10点
製品G	△	○	×	×	8点
製品B	△	×	×	△	6点
製品D	△	△	×	×	6点

(3) 今後の課題

ア 本実験の結果から考察すると、仕様の目安は、質量としては30kg以下、また、水を使用する場合は流量として毎分7リットル程度が必要であり、放水時の労務負担を考えると手動よりなんらかの動力が必要である。動力源の質量を10kgとすると水量は20リットル(20kg)程度になり、必要な流量から放水時間を考えると3分程度になる。

イ 可搬式消火用具は大きく分けて手動式のもの自動式のものがあり、手動式のは山林火災や枯草火災の残火処理に使用されている。容量は多くとれるが流量が少なく疲労が大きい。また、自動式のは動力源としての質量が加わるが、その分目標への放水が的確で流量

もとれる。しかし、1回の活動時間が短い等の制約がある。

今後も動力源、容量、流量について更に工夫改善し、より効果的なものを製作していく必要があると考えられる。

[参考文献]

- 1) 野尻忠弘、丸山勝幸：熱環境下における個人装備重量と消防隊員の生理変化について、消防科学研究所報 第21号、pp132、1984年

THE RESULTS OF VERIFICATION TESTS ON THE PERFORMANCE OF PORTABLE FIRE EXTINGUISHING TOOLS (SERIES 1)

Eiju SATO*, Naoki MORI* Satoshi HARA*

Abstract

Various types of portable fire extinguishing tools are currently used for fighting forest fires. Such tools can be used for fire fighting in tight spaces where it is difficult to run a fire hose and for extinguishing small fires to prevent water damage. This report describes the verification tests we conducted on the extinguishing performance and other features of major portable fire extinguishing tools currently on the market.