

# 消火活動における消火剤の有効性に関する研究

## (その5.各種消火剤の物性及び安全性)

渡邊 茂男\*, 根本 昌平\*, 飯田 明彦\*, 飯田 稔\*\*, 石川 潤\*\*\*,  
 塩川 芳徳\*\*\*, 小室 修\*\*\*, 加藤 和夫\*\*\*, 篠塚 孝夫\*\*\*,  
 荻野 恭久\*\*\*, 赤坂 浩\*\*\*\*, 坂本 利行\*\*\*\*\*

### 概要

本研究では、消火剤が普通(建物)火災に一般的に広く使用されることを念頭に、使い易さの目安となる諸性質、人や環境に関する影響(安全性)について調査・実験を行った。各種試験・調査を通じ確認された事項は次の通りである。

- (1) 使用濃度ではpH値、粘度ともほぼ水と同様に取り扱うことができる。
- (2) 消火剤の使用濃度範囲では、生活空間で使用されている代表的物品等(木材、プラスチック、金属、皮革、繊維等)に対して特に悪い影響(変色・変質)はないと思われる。
- (3) 主に文献及び製品安全データシートの確認結果から、毒性及び刺激性は一般的な界面活性剤(洗剤等)とほぼ同等である。小松菜による発芽試験、外部に委託したヒメダカによる魚毒性試験からもこれが確認された。消火時の熱分解による有害物質についても、特に問題となる濃度のガスの発生は認められなかった。
- (4) 界面活性剤系消火剤の消火に消泡に要する時間や建材の浸透時間の測定から水損や火災原因調査に障害は確認されなかった。

### 1 はじめに

消火剤と水を混合させ使用濃度に調整した消火水の状態で物性と安全性についてどのような性質を持つのか把握する必要があるため、消火剤の化学的、物理的な性質に関する試験、生活環境で使用されている材料に対する変色・腐食性の確認、消火剤の散布による種子の生育試験等を行うとともに、製品安全データシート(MSDS)による調査、検討を行った。

### 2 消火剤の成分・物性

#### 2.1 消火剤の成分

消火剤メーカーが提供する製品安全データシート(MSDS)により明らかになっている成分は、表 2-1 のとおりであり、また、リン及び硫黄分とアンモニウムイオンについての分析結果及び界面活性剤の分析結果から、次のことが明らかとなった。

- (1) ハイパーウェットAの主成分のリン酸塩類は、リン酸アンモニウム類である。
- (2) フォスチェックに含まれる界面活性剤は、アニオン系(陰イオン系)界面活性剤だけである。
- (3) ジェットフォーム3は、アニオン系界面活性剤とノニオン系(非イオン系)界面活性剤の2種類の界面活性剤を含んでいる。

表 2-1 消火剤の成分等(20℃)

消火剤	含有成分	含有率
ハイパーウェットA	リン酸塩類及びPH調整剤	65%
	水	35%
ジェットフォーム3	エーテル系アニオン合成界面活性剤	記載なし
	ノニオン合成界面活性剤	
	ブチルジグリコール	
	無機塩、水	
フォスチェック	αオレフィンスルホン酸塩(アニオン系界面活性剤)	60~100%
	2メチル 2,4ペンタジオール	10~30%
	1ドデカノール	1~5%
	ポリモネン	1~5%

#### 2.2 消火剤の物性

消火剤の物性等について測定した結果は、表 2-2 のとおりである。また、その結果は、次のとおりである。

- (1) 消火剤の原液及び水溶液の水素イオン濃度(pH)は、6.8~7.5 でほぼ中性である。
- (2) 消火剤の水溶液の密度及び動粘度は、水とほぼ同じ値であり、水と同様に取り扱うことができる。
- (3) 表面張力について、ハイパーウェットAは水とほぼ同じ値であるが、合成界面活性剤系消火剤であるフォスチェック及びジェットフォーム3の0.5%溶液は、水の約30%程度に低下しており、水の湿潤・浸透性を著しく高めている。

\* 第一研究室 \*\* 第四研究室 \*\*\* 第二研究室 \*\*\*\* 東村山消防署 \*\*\*\*\* 第三消防方面本部

表 2-2 消火剤の物性等

消火剤名		PH	密度(g/ml)	動粘度 (cs)	表面張力(mN/m)
水		7.0	0.998	1.004	72.8
ハイパーウェットA	原液	6.8	1.314	38.191	70.0
	3%溶液	6.9	1.009	1.140	69.9
ジェットフォーム3	原液	7.1	1.018	13.599	27.6
	0.5%溶液	7.4	0.994	1.172	21.9
フォスチェック	原液	7.5	1.016	15.367	28.1
	0.5%溶液	7.5	0.996	1.115	21.9

2.3 燃焼性等

消火剤自体が有する燃焼抑制効果等について、消火剤を含浸・乾燥させたろ紙を試料として、45度法燃焼性試験及び示差熱熱重量分析を行った結果(表 2-3、表 2-4)は、次のとおりであった。

(1) 45度法燃焼性試験の結果

ア ハイパーウェットAについては、3%溶液を含浸・乾燥させたろ紙の燃焼性は「有り」となったが、原液の燃焼性は「無し」であったことから、3%溶液ではろ紙の燃焼を止めることはできないものの、消火剤自体に燃焼抑制効果が有ることは認められた。

イ フォスチェック及びジェットフォーム3については、原液及び0.5%溶液のろ紙の燃焼性は、いずれも「有り」となり、消火剤自体の燃焼抑制効果は認められなかった。

表 2-3 45度法燃焼性試験結果

消火剤	原液	3%溶液	0.5%溶液	着火(秒)	残炎(秒)	残じん(秒)	炭化面積(cm)	燃焼性
ハイパーウェットA100%	原液	-	-	-	-	-	21.9	無し
	3%溶液	2.3	∞	確認されない	-	-	-	有り
ジェットフォーム3	原液	2.9	∞	確認されない	-	-	-	有り
	0.5%溶液	2.5	∞	確認されない	-	-	-	有り
フォスチェック100%	原液	4.2	∞	確認されない	-	-	-	有り
	0.5%溶液	2.6	∞	確認されない	-	-	-	有り

(2) 示差熱熱重量分析の結果

示差熱熱重量同時測定装置により、消火剤を含浸・乾燥させたろ紙の熱重量変化開始温度と発熱開始温度の測定結果と、水を含浸・乾燥させたろ紙の測定結果を比較した結果は、次のとおりであった。

ア ハイパーウェットA(3%)は、水を試料としたものと比較して、熱重量変化開始温度が約60℃低下し、発熱開始温度も45℃低下している。

表 2-4 示差熱熱重量測定結果

消火剤名	熱重量変化開始温度(℃)	発熱開始温度(℃)
水	333.6	349.5
ハイパーウェットA 3%	275.9	303.9
ジェットフォーム3 0.5%	333.7	354.3
フォスチェック 0.5%	337.1	353.5

これは低い温度で分解を開始し、ろ紙(セルロース)の成分である水素を固相内で水に変化させるとともに、炭化物に変えて気体の可燃性成分の発生を抑制することに

よる難燃効果を有することを示している。

イ フォスチェック及びジェットフォーム3については、熱重量変化開始温度及び発熱開始温度のいずれも、水と比較してほぼ同じ温度であり、難燃効果が無いことを示している。

以上の結果から、燃焼抑制効果については、リン酸塩類系消火剤のハイパーウェットAには有るが、界面活性系消火剤のフォスチェック及びジェットフォーム3には燃焼物を化学的に変質させる燃焼抑制効果が無いことが明らかとなった。

2.4 消火剤の熱分解による発生ガスの分析

(1) 概要

450℃に加熱されたステンレス製ビーカーにフォスチェック及びジェットフォーム3の原液10ミリリットルを投入し、この時発生したガスをイオンクロマトグラフ及びガスクロマトグラフを用いて分析した。

(2) 測定機器

ア イオンクロマトグラフ測定装置

= ダイオネックス社製 DX-500 シリーズ

陰イオン; 溶離液 = 1mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / 4mM NaHCO<sub>3</sub>

+ 5%アセトン

カラム=DIONEX IONPac AS4A-SC

陽イオン; 溶離液= 18mMメタンサルフォン酸

カラム=DIONEX IONPac CS12A

イ ガスクロマトグラフFID分析装置

= HP 6890Series GC System Plus

(ヒューレット・パッカード社)

カラム=HP-1 (15m×0.25mmφ)

キャリアーガス=ヘリウム

(3) 測定結果

ア イオンクロマトグラフの結果

フォスチェック及びジェットフォーム3ともに、陽イオンについては、ナトリウムイオン、アンモニウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン及びカルシウムイオンが含まれていることが判明した。

陰イオンについては、試料にはSO<sub>4</sub>イオンが含まれており、更に8分30秒のピークは今回完全には同定できなかったものの、SO<sub>3</sub>イオンの可能性が最も高かった。

イ ガスクロマトグラフの結果

フォスチェック及びジェットフォーム3ともに、本ガスクロマトグラフの検出器に感度のある何らかの4物質の存在は認められるが、量的にこれ以上の分析を行うことができなかった。

2.5 消泡試験

(1) 目的

特に界面活性剤系の消火剤にあっては水損に加えて泡が種々の障害となる可能性があるが、放水によって生じた各消火剤の泡が消失するまでの時間を調べる。

(2) 方法

フォスチェック 0.3%をフオグガン(放水圧力 1.5MPa フォグ角度 40 度、放水量毎分約 210リットル)で放水し、発泡した泡を試験容器 2 個に入れ、静置した場所で容器中の泡の消失時間を測定した。

(3) 結果

実験の結果(表 2-5 に示すとおり)は、フォスチェックは約 4 時間で発泡した泡は完全に消失した。なお、他の B 火災用消火剤について実験したところ、20 時間以上泡が残っていたものもあり、40 時間以上泡が試験容器内に持続していたものもあった。

表 2-5 消火剤における泡の消失時間

消火剤	濃度	No.	泡の消失時間
フォスチェック	0.3%	1	4時間
	0.3%	2	4時間
ジェットフォーム 3	0.3%	1	20時間
	0.3%	2	25時間

2.6 生活環境で使用される材料等に対する変色、腐食性等の確認

消火剤を使用した場合に、木材、プラスチック、金属、皮革及び繊維等に及ぼす影響を把握するため、消火剤の原液及び使用濃度水溶液を滴下又は浸漬させた時の変化を確認した。

(1) 木材に対する変色試験

試験体として、杉及び檜の平板、塗装仕上げされたピアノの部材(以下「ピアノ部材」)、化粧板(ポリウレタン塗装及びクリアラッカー塗装)を使用し、常温(20℃)と高温(80℃)の環境下で、原液及び使用濃度水溶液を 5 マイクロリットル滴下し、48 時間後に拭き取り変色状況を確認した。その結果は、次のとおりであった。

ア フォスチェック

0.5%水溶液については、杉及び檜の平板では浸透して痕跡も残らず、他の素材では浸透せずに乾燥し、滴下した形跡も殆ど見られず変化は認められなかった。原液では、クリアラッカー塗膜の凹みと、高温下での杉、檜の平板のシミ痕の残り、ポリウレタン塗膜及びピアノの部材の塗膜に微かに凹みが認められた。

イ ハイパーウェット A

3%水溶液については、塗装していない杉及び檜の平板では浸透したシミ痕を水拭きしてもシミが残ったが、ピアノの部材、化粧板では浸透せず拭き取った後の変化は認められなかった。原液では、高温下でのクリアラッカー塗装の化粧板に滴下痕が残ったこと以外は、3%水溶液とほぼ同様であった。

杉、檜の平板のシミ痕の残り、ポリウレタン塗膜及びピアノの部材の塗膜に微かな凹みが認められた。

ウ ジェットフォーム 3

0.5%水溶液については、前(1)のフォスチェックの

表 2-6 木材に対する変色試験結果

木材の種類 消火剤の種類	杉、檜		ピアノ		化粧板				
					ポリウレタン塗装		クリアラッカー塗装		
	常温20℃	高温80℃	常温20℃	高温80℃	常温20℃	高温80℃	常温20℃	高温80℃	
ハイパーウェット A	原液	×	×	○	○	○	○	○	×
	3.0%	×	×	○	○	○	○	○	○
ジェットフォーム 3	原液	×	×	○	○	○	○	×	×
	0.5%	○	○	○	○	○	○	○	○
フォスチェック	原液	○	×	○	×	○	×	×	×
	0.5%	○	○	○	○	○	○	○	○

◎ 拭取りの要なし

○ 拭けば落ちる

× 表面形状が変化したり、拭いてもしみあるいは形跡が残る

0.5%濃度水溶液と同様に、いずれの場合も変化は認められなかった。

一方、原液では、杉、檜の平板のシミ痕の残り及びクリアラッカー塗膜に微な凹みが認められた。

以上の結果から、消火剤の木材等に及ぼす影響については、使用濃度水溶液では、ハイパーウェット A だけが塗装していない木材の地肌に残すシミ痕を残すが、それ以外については、特に影響は認められなかった。

(2) プラスチック類に及ぼす影響

試験体として、ポリエチレン、アクリル樹脂、ポリ塩化ビニル及び ABS 樹脂を使用し、プラスチックの耐薬品性試験(JIS K7144)に準じて、23℃の消火剤の原液及び使用濃度水溶液に 7 日間浸漬した後、質量、厚さ及び外観の変化等を確認した。

その結果、ハイパーウェット A(原液、3%水溶液)、フォスチェック(原液、0.5%水溶液)及びジェットフォーム 3(原液、0.5%水溶液)については、いずれの場合も水と比較して、著しい変化は見られず、特に影響は認められなかった。

(3) 金属に対する腐食性試験

試験体として、黄銅、鋼、ステンレス及びアルミニウムを使用し、泡消火薬剤に係る技術上の規格を定める省令(昭和 50 年 12 月 9 日 自治省令第 26 号)に定める日本消防検定協会の「泡消火薬剤の検定細則」の鋼等の腐食による重量損失に準じて、38℃の消火剤の原液及び使用濃度水溶液に 21 日間浸漬した後、質量及び外観の変化等を確認した。

その結果は、次のとおりであった。

ア フォスチェック

原液及び 0.5%水溶液についてはいずれの場合も、水に浸漬したものと比較して、特に異常は認められなかった。

イ ジェットフォーム 3

原液及び 0.5%水溶液についてはいずれの場合も、前アと同様に、特に異常は認められなかった。

ウ ハイパーウェット A

3%水溶液では、水に浸漬したものと比較して、質量変化や変色等について特に異常は認められなかったが、原液では、アルミニウムの質量を約 12%減少させ、腐

食させた。

以上の結果から、ハイパーウェットAの原液のみがアルミニウムに対する腐食性を有するが、ハイパーウェットAの3%水溶液、フォスチェック及びジェットフォーム3については、4種類の金属に対する腐食性が認められなかった。

表 2-7 金属に対する腐食性試験結果

消火剤の種類		金属の種類			
		黄銅	鋼	ステンレス	アルミニウム
ハイパーウェットA	原液	○	○	○	×
	3.0%	○	○	○	○
ジェットフォーム3	原液	○	○	○	○
	0.5%	○	○	○	○
フォスチェック	原液	○	○	○	○
	0.5%	○	○	○	○

○ 水と同程度の質量変化 × 金属板の質量減少が著しいもの

(4) 皮革に及ぼす影響

試験体として、応接ソファー用牛革を使用し、20℃で消火剤の原液及び使用濃度水溶液を5マイクロリットル滴下し、48時間後に拭き取り変色状況を確認した。

その結果、フォスチェックの原液は革の塗膜をわずかに溶かしたが、フォスチェックの0.5%水溶液や、ハイパーウェットA及びジェットフォーム3の原液や水溶液では痕跡は残らず、使用濃度では皮革に及ぼす影響は特に認められなかった。

表 3-7 皮に対する影響

消火剤の種類		皮
ハイパーウェットA	原液	○
	3%	○
ジェットフォーム3	原液	○
	0.5%	◎
フォスチェック	原液	×
	0.5%	◎

- ◎ 拭取りの要なし
- 拭けば落ちる
- × 表面形状の変化あり

(5) 繊維類に及ぼす影響

試験体として、綿、絹、毛、ナイロン、ポリエステル及びレーヨンを使用し、消火剤の原液及び使用濃度水溶液を5マイクロリットル滴下し、48時間後に洗濯して変色状況を確認した滴下実験と、原液及び使用濃度水溶液に48時間浸漬した後に水洗いし、変色や伸縮状況の確認と引っ張り強度を測定した浸漬実験を行った。

その結果は、次のとおりで、特に影響は認められなかった。

ア 滴下実験

3種類の消火剤の原液及び水溶液の全てについて、シミが見えなかったり、シミがあったとしても洗濯後にはシミが残らず、変色等は認められなかった。

イ 浸漬実験

繊維の縮みについては、綿、毛、ナイロン及びレーヨ

ンに縮みが見られ、各消火剤とも原液より水溶液の方が縮みの度合いが大きかったが、水と比較してほぼ同程度の縮みであり、消火剤による影響は認められなかった。また、繊維の強度について引っ張り試験機で測定した結果は、水と消火剤の原液及び水溶液を比較して明らかな差は認められなかった。

2.7 コンクリート系建築材料に対する浸透作用

(1) 目的

建物火災において水損を考える場合、消火水の違いによって、下階に浸透する時間に差がでるのか確認する必要がある。この実験では、コンクリート等の建築材料を使用し水道水に消火剤フォスチェックを(0.1%, 0.3%)を水溶させた消火水に浸透の差がでるかを確認する。なお、比較のためにそれぞれの建築材料に対する水道水の浸透時間も測定した。

(2) 測定方法

試験体に直径10cm程度のアクリル製円柱を縦に接着し、このアクリル製円柱に10cmの深さまで消火水(フォスチェック0.3%, 0.1%)を入れる。水道水と比較して浸透の深さを確認するため 通称:食紅を混入する。

ア コンクリート板及び軽量気泡コンクリート板

浸透に時間を要するため、測定時間を最大24時間とし、その後、試料を切断し、食紅の浸透した深さを測定する。(写真2-1)

イ 重量ブロック及び軽量ブロック

短時間で浸透するため、両端にテスターの端子を設定し、その導通する時間を測定する。(写真2-2)

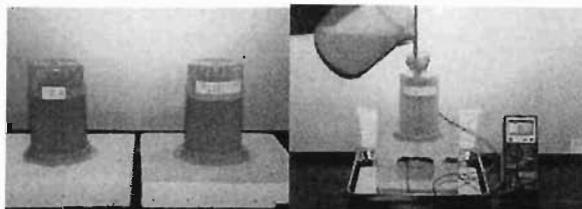


写真 2-1 長時間浸透実験方法 写真 2-2 短時間浸透実験方法

表 2-9 コンクリート系建築材料の浸透試験結果

建築資材	消火水	厚さ(mm)	浸透深度(mm)	浸透時間(平均)		裏面までの浸透の有無
				時間	時間	
コンクリート	水道水	50	0	-	時間	浸透しない
	フォスチェック0.3%	50	0	-	時間	浸透しない
軽量気泡コンクリート	水道水	35	15	24	時間	浸透しない
	フォスチェック0.3%	35	2	24	時間	浸透しない
重量ブロック	水道水	25	25	40.845	秒	浸透した
	フォスチェック0.3%	25	25	54.165	秒	浸透した
軽量ブロック	水道水	25	25	5.28	秒	浸透した
	フォスチェック0.3%	25	25	5.085	秒	浸透した

### (3) 実験結果

表 2-9 のとおり水と消火剤と比べると、浸透する速さに大きな差異は認められなかった。

### 3 安全性等

本項目では、消火剤の安全性、環境等への影響について把握するため、製品安全データシート(MSDS)による確認、検討を行うとともに小松菜に消火剤を散布した生育試験を実施した。

#### 3.1 消火剤の安全性

各消火剤の毒性や刺激性については、次のとおりであり、特に毒性の高いものは無く、また、使用する上で目に入ったり皮膚に着いた時の刺激性については、一般的な界面活性剤(洗剤等)とほぼ同程度であると考えられる。

##### (1) ハイパーウェットA

主成分は肥料等に使用されているリン酸アンモニウム類であり、有害性については、次のとおりである。

##### ア 経口毒性について

ラットによる経口毒性値(LD<sub>50</sub>)は 2,000 mg/kgである。

表 3-1 各毒性・刺激性等評価結果

試験項目 消火剤の種類	経口毒性	刺激性	BOD	魚毒性
	LD <sub>50</sub> [mg/kg]		[ppm]	LC <sub>50</sub> [mg/l]
[基準値]	1,000	-	-	10
ハイパーウェットA	2,000	(記述なし)	8,700	1,000
ジェットフォーム3	(記述なし)	低刺激	(記述なし)	36*
フォスチェック	5,000	ほとんどなし	(記述なし)	22

上記数値はすべて使用濃度 \*製品使用には記載がないが東京都環境研究所による数値  
\*\*本実験による数値

り、一般的に毒性があると言われている 1,000 mg/kgの半分の値である。

##### イ 刺激性について

蒸気は、目、喉等の粘膜を刺激する可能性がある。

##### (2) フォスチェック

主成分はαオレフィンスルホン酸塩で、他に2-メチル-2,4-ペンタジオールを10~30%と化粧品原料及び香料として使用される物質を各10~30%含んでいるものであり、有害性については、次のとおりである。

##### ア 経口毒性について

ラットによる経口毒性値(LD<sub>50</sub>)は 5,000 mg/kg以上であり、殆ど毒性がない。

##### イ 刺激性について

ラットによる刺激性試験結果から、原液は目に入ると強く刺激し、皮膚を刺激するが、1%溶液では目には殆ど刺激がない。

##### (3) ジェットフォーム3

成分として、アニオン系界面活性剤、ノニオン系界面活性剤及び無機塩などの物質名が不明なものと、ブチル

ジグリコール等を含み、また配合割合も不明であるが、有害性については、次のとおりである。

##### ア 経口毒性について

ジェットフォーム3としての経口毒性値は示されていないが、文献等によるとノニオン系やアニオン系界面活性剤は、一般的に、ラットによる経口毒性値(LD<sub>50</sub>)が1,000 mg/kg以上であり、毒性は少なく、またブチルジグリコールの経口毒性値は 6,560 mg/kgであり、無機塩の種類と量にもよるが特に毒性が大きなもの含まれていない。

##### イ 刺激性について

製品安全データシートには特に記述はないが、一般的に、界面活性剤は目に入ると強く刺激し、皮膚を刺激すると言われ、原液では刺激性があると考えられるが、使用濃度では低刺激性であるとされている。

#### 3.2 環境への影響

消火剤が環境への影響については、次のとおりであり、河川等に流入した場合の汚染度は、一般的な界面活性剤(洗剤等)とほぼ同程度であると考えられる(表 3-1)。

##### (1) ハイパーウェットA

##### ア 生物化学的酸素要求量(BOD)

汚染の指標となる生物化学的酸素要求量(BOD)についてみると、3%溶液のBODは 8,700ppm であり、単純に原液換算すると 290,000ppm となり、この値は粉石鹼の 880,000ppm や台所洗剤の 200,000ppm と比較して特に問題となる値ではない。

##### イ 魚毒性

ヒメダカに対する魚毒性(LC<sub>50</sub>・96時間)は、1,000 mg/リットル以上であり、OECD化学物質毒性試験指針では無毒に該当する。

##### (2) フォスチェック

##### ア 生物化学的酸素要求量(BOD)

製品安全データシートには、生物化学的酸素要求量(BOD)についての記述はないが、主成分のαオレフィンスルホン酸塩は、台所洗剤にも使用されている界面活性剤である。

##### イ 魚毒性

ニジマスに対する魚毒性(LC<sub>50</sub>・96時間)は、22 mg/リットルであり、OECD化学物質毒性試験指針の規定値である10 mg/リットルをクリアしている。

##### (3) ジェットフォーム3

製品安全データシートには、魚毒性についてのみ「高濃度では魚類に対して毒性があると考えられる」と記載されているが、主成分がアニオン系界面活性剤であり、一般的な洗剤と同様に低濃度で使用する場合には、特に問題はないと考えられる。

#### 3.3 種子への消火剤の散布による生育試験

##### (1) 目的

消火剤を混合した消火水を種子に散布し、発芽した葉の生育状態を調査する。

(2) 方法

本実験は「植物に対する害に関する栽培試験の方法」(昭和 59 年 4 月 18 日付農第 1943 号農林水産省農蚕園芸芸局長通達)に準じて、小松菜の種を土壌の入った鉢(内径 11.5cm、高さ 8.5 cm、プラスチック製鉢)に蒔き、21 日後に葉数、最大横葉長(葉の短径方向の最大長さをいう)、奇形葉数及び枯葉数を測定した。

(3) 供試消火剤等

表 3-2 のとおり

(4) 供試消火剤等の散布

供試消火剤等は、一方の試験容器には 7 日後に 30 ミリットル、もう一方の試験容器には 7 日後と、14 日後に各々 30 ミリットルを散布した。なお、この日以外は、は種後、21 日間は水道水を 30 ミリットル(は種直後のみ 50 ミリットル)散布した。

(5) 結果

試験の結果は、表 3-2 に示すとおりである。葉数、発芽最大横葉長及び枯葉数は、水、消火剤、台所洗剤において特に差は生じなかった。奇形葉数は水の場合は無かったが、消火剤、台所洗剤には存在した。

ただし、ハイパーウェット A の場合は、白木の板等にシミ痕が残る。

(4) 消火剤の安全性については、主に文献及び製品安全データシートの確認結果から、特に毒性の高いものは認められず、また目や皮膚に対する刺激性については、一般的な界面活性剤(洗剤等)とほぼ同等であると思われる。

(5) 450℃に加熱した消火剤から発生したガスを純水、アセトンに吸収させたものをそれぞれイオンクロマトグラフ、ガスクロマトグラフで分析した結果、ジェットフォーム 3 とフォスチェックの発生ガスには、陽イオンとしてナトリウムイオン、アンモニウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン及びカルシウムイオンを含んでおり、陰イオンとして SO<sub>4</sub> イオン及び SO<sub>3</sub> イオンを含んでいたが、極めて微量であった。

(7) 消泡試験を行ったところ、フォスチェックは 4 時間で泡は消失したが、他の消火剤については 20 時間以上要した。

(8) 耐火建築に使用される 4 種のコンクリート系建築材料について水損を考慮した浸透試験を行ったところ、水道水と消火剤については、浸透作用にほとんど差は認められなかった。

表 3-2 種子の生育試験結果

供試消火剤等種別	消火剤又は台所洗剤散布回数	葉数	枯葉数	最大横葉長	奇形葉数	発芽最大横葉長
	(回)	(枚数)	(枚数)	(cm)	(枚数)	(cm)
水	-	4	0	1.3	0	1.6
	-	4	0	1.6	0	2.2
ハイパーウェット (濃度3.0%)	1	0	4	0	0	0
	2	4	0	1.6	4	2
ジェットフォーム (濃度0.5%)	1	4	0	1.4	2	1.8
	2	4	0	1.2	2	1.4
フォスチェック (濃度0.5%)	1	4	0	2	2	1.4
	2	3	1	1.4	0	1.7
台所洗剤 (濃度0.5%)	1	4	0	1.9	2	1.3
	2	4	0	1.6	2	1.6

※1 葉数、奇形葉数及び枯葉数は試験容器ごとの合計数とした。

※2 最大横葉長は、試験容器ごとの平均値とした。

※3 奇形葉数は明らかに視認できる萎れ、縮れ等の奇形である葉の数とした。

※4 枯葉数は葉の半分以上が枯れている葉の数とした。

4 まとめ

(1) フォスチェック及びジェットフォーム 3 は、界面活性剤により水溶液の表面張力を水の約 30%に低下させて湿潤・浸透性を高めることにより、水の有効活用を図り消火効率を向上させる消火剤である。

(2) 3 種類の消火剤とも、使用濃度ではほぼ中性で、密度及び動粘度も水とほぼ同じ値であり、物理的に水と同様に取り扱うことができる。

(3) 消火剤の使用濃度範囲では、生活空間で使用されている代表的物品等(木材(5 種)、プラスチック(4 種)、金属(4 種)、皮革、繊維(6 種)等)に対して特に悪い影響を及ぼすことはないと思われる。

# STUDIES ON THE EFFECTIVENESS OF EXTINGUISHING AGENTS IN FIRE FIGHTING

(Series V, The Properties and Safety of Extinguishing Agents)

Shigeo WATANABE\*, Shohei NEMOTO\*, Akihiko IIDA\*, Minoru IIDA\*\*,

Jun ISHIKAWA\*\*\*, Yoshinori SHIOKAWA\*\*\*, Osamu KOMURO\*\*\*,

Kazuo KATO\*\*\*, Takao SHINOZUKA\*\*\*, Yasuhisa OGINO\*\*\*,

Hiroshi AKASAKA\*\*\*\*, Toshiyuki SAKAMOTO\*\*\*\*\*

## Abstract

The premise in this series of studies is that extinguishing agents are generally used in a wide range of ordinary building fires. Examinations and tests were conducted on the properties of such agents that would help indicate how easy these agents are to use, as well as to shed light on the influence of these agents on the safety of humans and the environment. The findings of this series of examinations and tests were as follows:

(1) When used at proper concentrations, diluted extinguishing agents can be treated almost the same way as water, in terms of their pH and viscosity.

(2) When used within the proper level of concentration, diluted agents do not seem to cause serious damage (i.e. discoloring or deformation) to the goods and materials typically found in living spaces (wood, plastic, metal, leather, textile, etc.).

(3) On the basis of records and the confirmed results of the Material Safety Data Sheet, the toxicity and stimulant effects of diluted extinguishing agents are almost equal to those of general surface-active agents (e.g. detergents). This was also verified by our germination test using a green vegetable (Komatsuna) and toxicity tests conducted with fish by a contracted testing institute. These tests checked whether toxic substances were produced or not by thermal decomposition while the fire was being extinguished. No serious levels of gas concentration were detected.

(4) We measured the time required for the foam of agents to disappear and water to penetrate into building materials. No factors contributing to water damage or preventing fire cause investigation were found after fire fighting with surface-active extinguishing agents.

---

\*First laboratory \*\* Fourth laboratory \*\*\* Second laboratory

\*\*\*\* Higashimurayama Fire Station \*\*\*\*\* Third district headquarter