

水ゲルについて(第1報)

根 村 栄**
高 本 清 紀*
鳥 海 洋*

1. ま え が き

火災の大部分は水を使って消火するのが最も経済的であつ効果的である。東京における火災統計から算出すると延焼防止までに要する水量は1㎡につき平均すると1,000~1,200ℓである。しかし水はその流動性のために消火に役立つものはその一部である場合が多い。例えば燃焼物が天井、壁体等の場合、これに放水するとその殆んどが即座に落下または流れ去り、消火作用を十分に果さないで、水損をひきおこすことになるが、もし水に粘着性をもたせることができるならば、下向水平面や、垂直面に付着し、また平面の床等の燃焼面にも集中して放水すれば水の厚い層ができ、消火に有効な作用をすると考えられる。

水ゲルは、シロップ状、ゼリー状、半固体状、固体状まで希望する状態のものが得られるので火災の態様によりこれに適するものを簡単に選択することができる。水ゲルの散布は、低粘度の場合水を散布するのと同じで、ポンプ車または水消火器等を利用できる。粘度の大きなものは、適当な外装材(例えば難燃性フィルム)でくるんだ消火ボール(写真1参照)等を対象物にぶつけ、その力で破裂させ散布する。

延焼防止法としては、建築物等を水ゲルで包む、水ゲルを浸漬させた繊維類(ゲル毛布)で覆う、または林野等において水ゲルの壁(防火帯)をあらかじめ構成しておくことにより阻止できる。

林野火災時においては、いち早く水ゲルによる防火帯をもうけて、附近にある葉、木屑、樹皮、草等に水ゲルを粘着しておけば、拡大防止に役立ち、消火剤、防炎剤等を混入すればさらにその効果は増加されると思われるのでこの研究を進めることとした。

2. 水ゲル化剤

従来から水の粘着性を増すものとしては、水ガラ

ス、ケイ酸ゲル、ペントナイト、アラビアゴム、アルギン酸ゲル、カルボキシメチルセルロース、非イオン性の界面活性剤、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコール等があげられているが、今回使用したゲル化剤は、アクリル酸の重合体混合物であり、外観は白色微粉末で水溶性である。

3. 水ゲルの組成

水：99.7~99.8wt%
ゲル化剤：0.15~0.3wt%
添加剤：微量

4. 水ゲル化剤の性状

外観：白色微粉末
純分(乾固分)：97%以上
みかけ比重：0.2
PH(1%水溶液)：3~3.5
アルカリ中和によって透明なゲル状粘性液が得られ、水、メタノール、グリコール類に可溶である。毒性に関してはアクリル酸重合体としてFDA(米国食品医薬局)に認可されている。

5. 水ゲルの粘度

ゲル化剤添加量と種々の温度における粘度。
第1表ではゲル化剤量を0.1~0.5wt%に増加させていくに従い、粘性も急激に増してくる。粘度は同じゲル化剤量でも温度が高くなるに伴ない粘度は低下する。

6. 水ゲルの安定性

保管日数による粘度変化。
ゲル化剤0.1~0.3wt%の水ゲルの、保管日数による粘度変化について測定を行なつた。55日間の短期間のためにはつきりしたことは言えないが、日数が経過すれば若干粘度は低下する。

** 第一研究室長
* 第一研究室

第1表 温度及びゲル化剤量と粘度の関係

ゲル化剤 wt% \ 温度°C	2	5	10	25	40	60	80
0.1	5,700	5,000	4,000	2,800	2,300	1,700	1,200
0.13	9,900	9,100	7,900	5,800	4,500	4,000	3,400
0.15	13,200	12,500	11,700	8,600	6,200	5,500	5,100
0.18	18,600	17,800	16,700	14,900	13,000	10,300	7,400
0.2	23,800	22,500	21,700	19,200	15,900	12,700	8,500
0.3	44,200	42,500	41,200	34,900	28,500	18,600	12,500
0.4				53,000			
0.5				71,000			

- * 粘度の単位はセンチポイズ (C. P.)
- * 粘度測定はB型粘度計ローター No. 4 12 r.p.m.による
- * 添加剤は10%NaOH 水溶液をゲル化剤の4倍量とした。
- * 水 (20°C) 1C. P.
- A 重油 (25°C) 4,700C. P.
- マヨネーズ (25°C) 38,300C. P.

第2表 保管日数による粘度変化

ゲル化剤 wt% \ 日数	調製直後	10日後	20日後	30日後	55日後
0.1	2,800	2,600	2,400	2,200	2,200
0.2	19,200	18,400	17,500	15,500	14,400
0.3	34,900	34,000	33,000	31,200	28,700

- * 測定温度は25°C
- * 添加剤 (10%NaOH 水溶液) はゲル化剤の4倍量とした。
- * 粘度の単位はセンチポイズ (C. P.)

7. 水ゲルの調整方法

ゲル化剤の所定量を水に加えて、かきまぜながら溶解する。溶け終わったら添加剤を加えるが所定量の添加剤を注入すると瞬時にゲル化する。

なお、添加剤を加えない水溶液 (ゲル化剤と水) においては長期間保存しても特性の変化はない。

8. 容器の材質による水ゲルの粘度変化

水ゲルの貯蔵安定性に及ぼす容器の影響を検討したところ、第3表の結果が得られた。すなわち、鉄容器は水によつて直ちにサビが発生し、粘度低下も著しく、不適当と認められる。ポリエチレン、塩化ビニール等のプラスチック容器およびステンレス容器は支障なく使用できるもの考えられる。

第3表 材質による水ゲルの粘度変化

材質 \ 日数	調製直後	7日後	14日後	28日後
プラスチック (水ゲルのみ)	8,500	8,500	8,300	8,200
ポリエチレン	"	"	8,200	8,100
合成ゴム (パッキング用)	"	7,900	7,000	6,200
塩化ビニール	"	8,500	8,000	8,000
ステンレス	"	"	"	"
鉄	"	1,200	500	8

- * 実験はガラス容器の水ゲルの中にテストピースを入れて行なつた。
- * 粘度はゴムと鉄においては日数とともに大きく低下している。
- * 水ゲルの量は1ℓとした。
- * 粘度の単位はセンチポイズ (C. P.)

テストピースの大きさ
(水ゲルにつかっている部分)

材質 \ テストピース	縦 (cm)	横 (cm)	厚さ (cm)
ポリエチレン	7.0	5.0	0.08
ゴム	"	3.0	0.3
塩化ビニール	"	5.0	0.08
ステンレス	"	"	0.1
鉄	"	6.0	0.1

- * 測定温度は25°C
- * 水ゲルはゲル化剤0.15%、10% NaOH 水溶液4倍量とした。

9. 添加剤の量と水ゲルの粘度

第4表 添加剤変化による水ゲルの粘度

ゲル化剤 wt%	10%NaOH水溶液重量比 (ゲル化剤に対する)				
	2倍	3倍	4倍	5倍	6倍
0.15	5,000 (0.03)	7,500 (0.045)	8,600 (0.06)	6,200 (0.075)	—
0.2	15,000 (0.04)	18,000 (0.06)	19,200 (0.08)	17,300 (0.10)	3,800 (0.12)
0.3	26,400 (0.06)	32,300 (0.09)	34,900 (0.12)	31,900 (0.15)	10,300 (0.18)

* 測定温度は25℃

* () は水ゲル100g中に含まれるNaOHのgr数

* 粘度の単位はセンチポイズ (C. P.)

第4表に示すとおり、10%NaOH水溶液はゲル化剤量の4倍が一番粘度が高いということがわかる。

写真1 水ゲルボール600ml

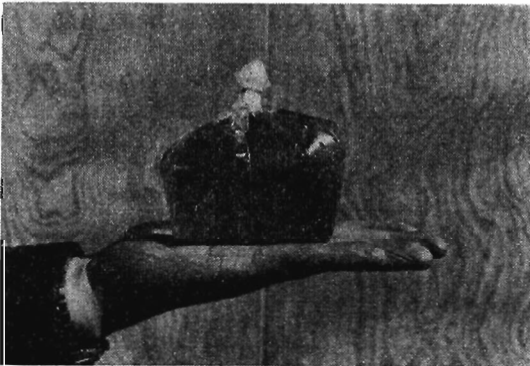


写真2 水ボールを投げた後、水は付着せず

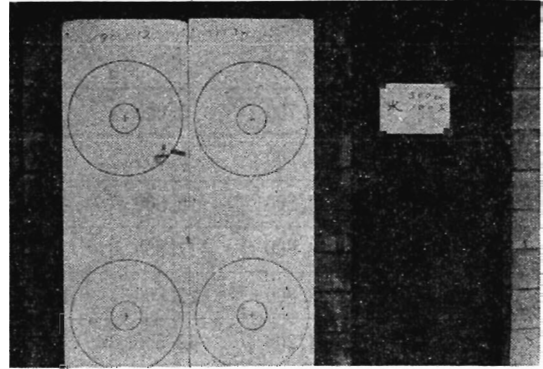
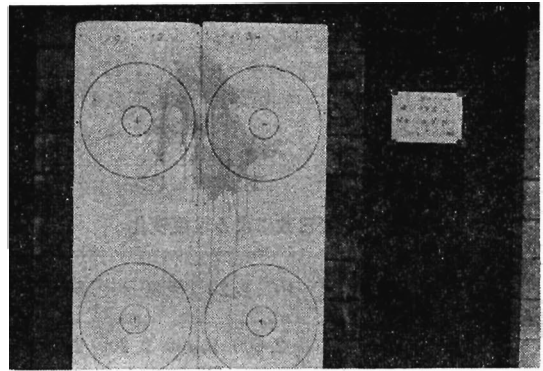


写真3 水ゲルボールを投げた後、壁に水ゲルが付着しているところ。



10. おわりに

本実験では、基礎実験を行なったのみで、まだ水ゲルの消火機構が未解明であるのでこの点を重点に研究を進めたい。また消火剤、防炎剤等が添加できるか、消火機構にどう影響するかについて研究を進める。