

感温性素材を利用した新規消火剤

真 隆志 菅原鉄治（三生技研株式会社） 塩盛弘一郎（宮崎大学工学部）

Nobel Fire Extinguishing Agent Prepared of the Thermosensitive Materials
Takashi Sana, Tetsuji Sugahara and Koichiro Shiomori

1. 研究背景

著者らは、これまで建築部材に耐火性を付与するため、感温性素材を用いた研究開発を行ってきた。

ISO834の標準加熱温度曲線に準じた加熱環境にて、シート状に加工した感温性素材が、温度を感知して発泡積層することで、建築部材に1時間の耐火性能を付与できることを確認している。これは、高温環境下を重合反応場として利用することで、遮熱材として優れる空気を取り囲む泡の形状および粒径を制御し、なお且つ高温に耐える泡壁の熱強度を増加させたことによって、建築部材に耐火性能を付与させることが可能となった。しかしながら、その良好な遮熱性能の付与は、シート状の対象物だけに限られている。シート状素材でなくても、オンタイム及びオンサイトで遮熱性能と同時に消火能力を有する物質を、燃焼しそうな或いは燃焼している物体に供給し、延焼阻止または消火する事が出来れば、大きな社会貢献ができると考えられる。

そこで本研究では、感温性素材の知見を利活用し、燃焼物に対する消火剤および、熾火状態の切株に対する再燃阻止剤への適用性を以下の項目にて検討し、新規の消火剤を開発することを目的とした。

- 1) 消火液に適する粘度特性調査
- 2) 規格熱源に対する消火能力の検討
- 3) 熾火状態の切株の再燃阻止に向けた応用
- 4) 消火液の環境影響調査

2. 実験装置及び方法

2.1 粘度測定とサンプル濃度測定

調製した消火液は、振動型粘度測定器(A&D Co. Ltd., Vibro Viscometer SV-10)を用いて粘度測定した。加熱変化は、消火液をスライドガラスに噴霧し、予め700℃に保温した電気炉に投入し、熱源に供した消火液の状態変化を撮影した。各消火液の固形分率は、絶乾前後の重量差を採取量で除した。

2.2 消火実験

消火対象物として図1に示す飛び火クリブを使用した。クリブ単木寸法は縦19mm x 横19mm x 幅180mmであり、組み立て寸法は、縦60mm x 横80mm x 幅80mmである。予め含水率を10%以下に調節したクリブを

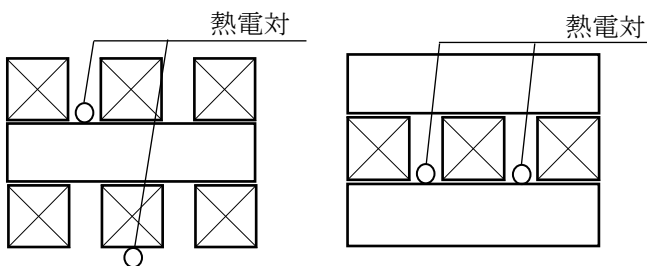


図1 飛び火クリブと熱電対設置位置

所定時間燃焼させ、K型熱電対(φ0.65mm)を燃焼中のクリブに設置した。熱電対が熱を感知したことを確認した後、調製した消火液を燃焼クリブに噴霧した。消火実験は動画記録し、この時の消火状況、温度変化および使用した消火液使用量を記録した。

2.3 再燃阻止実験

再燃阻止対象物として、クヌギの切株を使用した。図2の様に切断面の上面を深さ13cmまで抉り、点で示す位置に熱電対を設置した。ここで、図2中のaは切株の縁(破線で示す)から20mm、bは110mm、c

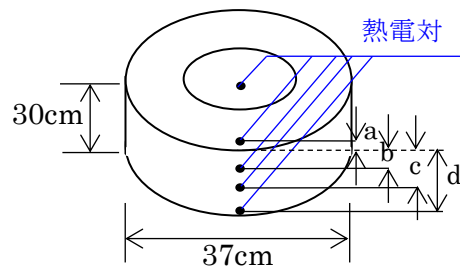


図2 切株の寸法と熱電対位置

は180mmおよびdは270mmである。

抉った箇所には可燃物やベンジンを入れて点火した。切株内の抉った箇所が赤変するように風を送り、グロー燃焼を促進させた。約1時間燃焼させた後、消火液を噴霧し消火した。動画および温度変化と消火液使用量を記録した。

2.4 環境影響調査

閉鎖土壌に調製した消火液を噴霧した。消火液の投入量は、林野火災でヘリから投下する水の有効投下量³⁾(2.0L/m²)となるように設定した。消火液を土壌に噴霧後、定位置で写真撮影をすることで草本の経過観察を行い、回復時間を見積もった。

3. 結果及び考察

3.1 消火液に適する粘度特性調査

電気炉に投入した消火液の状態を図3に示す。本実験は濡れた状態で700℃の熱源に投入していることから、消火液を燃焼物に噴霧した状態を模してい



高 ← 粘度 → 低
高 ← 嵩高さ → 低
狭 ← 単泡膜面積 → 広

図3 電気炉に投入した消火液の状態

ると考えられる。消火液の粘度の増加と共に発泡する嵩高が増し、単泡膜面積が狭くなっている。ここで、単泡膜は泡が積層する事無く、横に広がった状態を指す。消火剤の燃焼物に対する消火作用を考慮すれば、燃焼物の表面を効率的に泡が覆えば良く、無駄に嵩高くなる必要は無いと考えられる。一方、嵩高くなる現象は、120℃以上で発泡する特性を用いると、一定温度以上で遮熱性が発現する延焼阻止剤としての可能性を有している。

3. 2 規格熱源に対する消火能力の検討

消火剤の含水量を調節することで、粘度を変更したサンプルの消火実験結果を表1に示す。

表1 クリブ消火実験における粘度依存性

サンプル	粘度 [mPa・s]	使用量[g]	50℃到達時間 [sec.]
A-1	11.4	36	1490
A-2	6.24	32	768
A-3	2.08	18	592

消火液の粘度が低いと、消火に必要な液量が減少し、且つ温度下降も速くなる傾向が認められる。これは図3と同様に、同一体積では燃焼物を被覆する面積が広くなり、消火に必要な液量が減少した事と、単泡膜面積の増大による放熱作用と希釈水による気化熱の冷却効果により急激に燃焼物の温度を下げたためであると考えられる。

3. 3 熾火状態の切株の再燃阻止に向けた応用

切株を1時間燃焼させ、消火液を噴霧した結果を図4に示す。消火液は約3分間だけ噴霧した。使用量は136mlであった。噴霧停止後は切株内の温度が

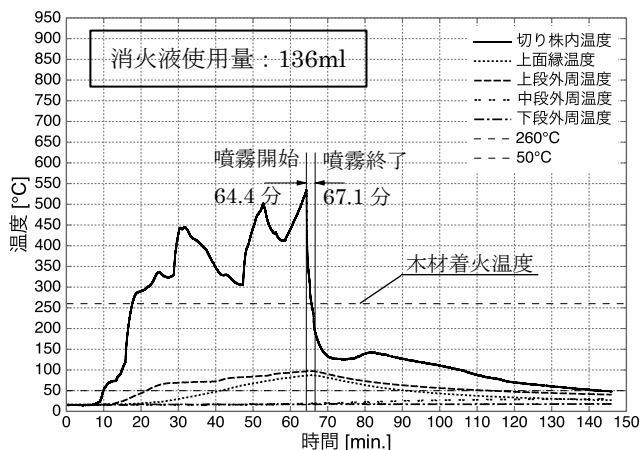


図4 切り株内温度と経過時間の関係

若干上昇したが、次第に温度が下がった。切株内の温度が50℃に下降する時間は、噴霧終了後約80分であった。本実験では、再燃防止の知見が得られ、林野火災の残火処理に適するものと考えられる。

3. 4 消火液の環境影響調査

宮崎消防学校内の閉鎖土壌に消火液を噴霧し、噴

霧箇所の草本の回復を調査した。土壌噴霧から3日経過までは枯死する草本を認めたが、その後、変化しない期間が続いた。18日目の降水をきっかけに好転し、草本の成長および幼草の芽吹きも確認できた。降水後に各段階で変化を生じていることから、自然環境が回復するためには、雨が必須条件である事が分かった。以上の結果から、本消火液を環境に噴霧した場合は、その噴霧量の15~45倍の降水量が必要であり、宮崎市の気象データと照らし合わせると、冬期での回復は約1ヶ月と見積もった。

表2 閉鎖土壌での環境回復の様子

各種条件	閉鎖土壌の様子
噴霧して3日経過 12/22 雨 積算降水量：17mm/m ²	
噴霧して23日経過 1/11 晴れ 積算降水量：89mm/m ²	

4. まとめ

新規の消火剤を開発するため、感温性素材をベースとする無機材料にて種々の可能性を探索した。

- 1) 含水量を調節することで、加熱変化する状態を任意に制御できることを明らかにした。
- 2) 高粘度よりも低粘度の方が消火剤に向き、本感温性素材の機能性を発揮できることが分かった。
- 3) 本材料の固体膜・泡による窒息効果により、再燃を防止でき、林野火災の残火処理へ適用可能である基礎的知見を得た。
- 4) 消火剤を土壌に噴霧した実証試験から、約1ヶ月で環境が回復すると見積もった。

感温性素材の知見を利活用し、消火剤及び再燃阻止剤としての可能性がある知見を得た。開発初期の知見として、十分な成果が得られた。

本研究は「平成28年度消防防災科学技術研究推進制度委託研究」（新手法開発型研究開発事業）による成果の一部である。

[参考文献]

- 1) 三生技研株式会社, 国立大学法人宮崎大学; “感温性無機組成物,”特許第5854422号(平27.12.18).
- 2) 宮崎大学 第22回技術・研究交流発表会要旨集(2015).
- 3) 岩本真司; “環境に配慮した林野火災用消火剤の開発,”古川電工時報, 132, pp.48-51(平成25年9月).