

環境に配慮した林野火災用消火剤の開発

Eco-Friendly Fire-Fighting Agent for Wild land Fire

岩本真司^{*1}
Shinji Iwamoto

大庭啓彦^{*1}
Yoshihiko Ohba

三木栄治^{*2}
Eiji Miki

用瀬英順^{*2}
Hidenobu Mochigase

鈴木裕^{*2}
Yutaka Suzuki

奥崎秀典^{*3}
Hidenori Okuzaki

概要 これまで建築物を主として、木材・繊維・紙・プラスチック・タイヤなどのクラスA火災用泡消火剤の開発と実用化を手掛けてきたが、世界的には林野における火災が国際問題となっていることから、林野火災用消火剤の開発を行うこととした。林野火災において様々な消火剤が使われているが、主戦術となる航空機などを使用した消火用水の空中散布の際に、航空機の気流や落下時の空気抵抗によって消火用水が拡散・消失し、想定した延焼防止性能を得られないことが課題として挙げられている。本開発ではこの課題をクリアするとともに、林野に散布された消火用水が環境中へ滞留しないゲル系の消火剤の組成を見出した。

1. はじめに

世界の林野火災の発生件数・焼損面積は、日本と比較して限りなく大きい。日本では2010～2011年に平均1,413 haの林野が焼失しているが¹⁾、米国では2004年～2013年で平均168万 ha/年が焼失しており²⁾、日本の約1,200倍の規模である。

図1は2009年4月の火災マップ³⁾で、赤い部分が火災の発生している領域である。高温になる赤道付近のみならず熱帯雨林や緑地部分の火災が多いことから林野火災が多いことを示している。

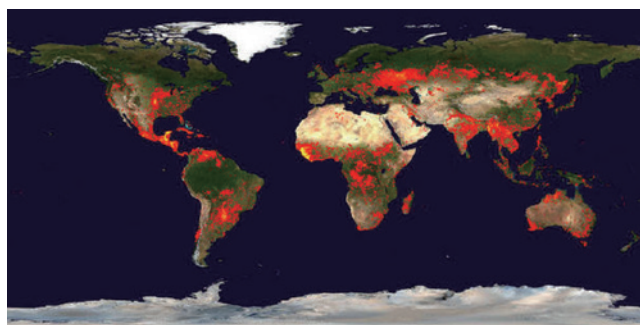


図1 米航空宇宙局が提供する世界火災マップ(2009.4)
Global Fire Map in April, 2009 Provided by NASA.

米国における火災も世界的に見ればその一端にすぎず、地球温暖化により年々火災リスクは高まっている。近年では、林野のみならず東南アジアを中心とした泥炭火災も大きな国際問題として取り上げられている。泥炭火災は数万年もかけて枯葉、枝および倒木などが堆積した土壌で、ここに火が点くと火災が発生するとともに土壌に吸収されていたCO₂が一気に排出され、その排出量は世界の年間CO₂排出量の1～3割に匹敵すると言われている。

以上より、これら火災に対して効果を持つ消火剤を開発し、地球温暖化への国際貢献を図ることを目的とした。

2. コンセプト

林野火災は広範囲に及ぶため、消火活動にはヘリコプターや飛行艇などの航空機による消火用水の散布が行われる(図2)。

その際、山間部での水利の確保が困難、道が狭く消防車両の進入が困難、消火用水の輸送に時間を要する、ヘリコプターの放水量に限界があるなどの理由から、水量の限られた状況下で消火剤を用いた消火活動は大変有効であると言われ⁴⁾、水に消火剤を混合した消火効率の良い消火用水が用いられる。しかし、航空機からこの消火用水を空中から散布する際、航空機の気流や落下時の空気抵抗によって消火用水が拡散・消失し、想定した延焼防止性能を得られないと言われており、これを解消するため、航空機は低空および低速飛行などの危険を伴う戦術を取るところもあるという。

以上より、消火用水の拡散・消失を解消する手段として水を増粘させ、かつ、散布された消火用水が分解されて環境中に滞留しない消火剤を開発することとした。

^{*1} (株)古河テクノマテリアル 防災事業部

^{*2} 古河電気工業(株) 研究開発本部 高分子技術研究所

^{*3} 国立大学法人山梨大学

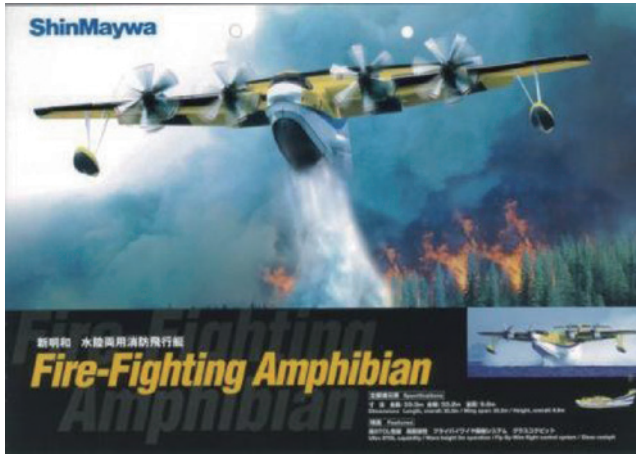


図2 航空機による消火用水の散布イメージ
(提供：新明和工業(株)殿)
Image of the dispersing water by the aircraft.
(Photo credit : ShinMaywa Industries, Ltd.)

3. 研究・開発体制

古河電気工業(株)研究開発本部高分子技術研究所および国立大学法人山梨大学との共同研究体制を整え、本開発をスタートさせた。

4. 消火剤の特性

本開発体制のもと、前述のコンセプトを実現するとともに、延焼防止性能に優れた消火剤を見出した。本組成には、消火用水の拡散・消失を解消する増粘剤として本質的に生分解する多糖類を使用し、延焼防止性と水への溶解性を付与するために少量の界面活性剤と糖類からなる分散助剤を加え、これをベースとした。表1に開発品および市販品の評価結果を示す。

表1 各消火剤の比較評価
Comparison of the fire extinguisher.

課 題	開発品	市販品 A	市販品 B
混合濃度	○ 0.8 ~ 3.0%	◎ 0.4 ~ 1.2%	× 1.0 ~ 3.0%
溶解性	○	◎	×
耐硬水性	◎	×	×
空中散布性	◎ 1.28 倍	×	— ※1
延焼防止性	◎ 2.3 倍	◎ 1.6 倍	◎ 1.6 倍
生分解性	◎ 易生分解※2	×	×
魚毒性 (LC ₅₀)	○ 32 mg/L ※4	◎ 280 mg/L ※5	◎ 1,400 mg/L ※5
金属腐食	◎	×	○
樹脂影響	◎	◎	◎

(記号の説明 ◎:優れる ○:標準 ×:劣る)

※1 粘性が高く、試験器具から消火用水を放出できず、試験を中止した

※2 OECD 301B, CO₂発生試験

※3 OECD 301D, Closed Boottle 法

※4 OECD 203, Oncorhynchus mykiss

※5 OPPTS 850.1075, Oncorhynchus mykiss

消火剤として重要と考えられる特性のうち、耐硬水性、空中散布性、生分解性、金属腐食性が市販品よりも良好で、延焼防止性も同等レベルであった。魚毒性については、市販品と比較して劣る結果となっているが、当該消火剤に求められる基準を上回る結果を示した。なお、混合濃度はこれらの重要な特性を満たすための適正濃度であり、コストと関係するのでより低濃度が好ましい。

開発品は林野火災用消火剤としての高い適性を示すことが確認された。以下に特に重要な特性である延焼防止性能と空中散布特性について詳述する。

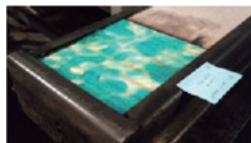
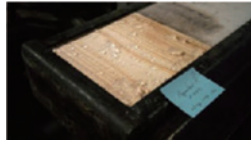
4.1 延焼防止性能

消火剤の延焼防止性能は、図3の火炎伝搬性試験機を用い、ASTM E 1321を参考にした実験および評価方法で、開発品と市販品の延焼防止性能の評価を行った。表2に点火パネルへの各消火用水の付着状態を、図4に水への消火剤の混合濃度と水に対する発火時間のグラフを示す。



図3 火炎伝搬性試験機、加熱装置(左)と点火パネル(右)
Flame propagation testing equipment, heating device (Left) and the ignition panel (Right).

表2 点火パネルへの各消火用水の付着状態
Adhesion state of the extinguisher to the ignition panel.

消火剤	付着物質とその状態(写真)
開発品	 増粘液またはゲル状物質
市販品 A	 水膨潤したポリマー
市販品 B	 高粘度の液状物質

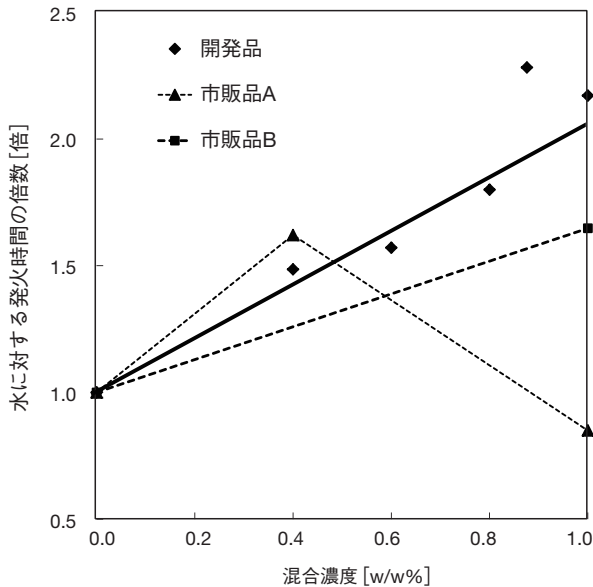


図4 各消火用水の延焼防止性能
Flame propagation prevention performance of the extinguisher.

水に混合する消火剤の濃度は、使用する側のコストや管理の点から低濃度であることが望ましい。現実的に使用し得る濃度は0.5～1.0%であり、この混合濃度帯において実験および評価を行った結果、市販品と同等以上で、かつ、広範囲の混合濃度帯で安定した延焼防止効果が得られることがわかった。

市販品Aは消火用水に混合する消火剤の濃度によって、その延焼防止性能が大きく変化する。市販品Aは吸水性ポリマーを主成分としており、高濃度になると吸水力が過大になり、消火用水が一つの塊の状態になって対象物に付着せず、本来の延焼防止性能を発揮しない。市販品Bは、2%以上の混合濃度で良好な延焼防止性能を示すが、現実的に使用し得る0.5～1.0%の濃度では期待する効果を得ることができない。

市販品AおよびBともに、消火用水に使用する水の状態(水質)により消火用水の状態が大きく変わる。水質によって消火剤を適切な濃度で使うことが求められるが、火災現場でこれを行うのは困難である。これら市販品に対して、開発品は広い濃度帯で一定以上の延焼防止性能を発揮するため、使用者側からすると非常に使い勝手の良い消火剤である。

4.2 空中散布特性

航空機から消火用水を空中から散布する際、図5に示す1.6～2.4 L/m²の散布密度が良いとされている。すなわち、散布量が1.6 L/m²以上で、かつ、その面積が大きいほど効果的な延焼防止性能を示すことを表している。

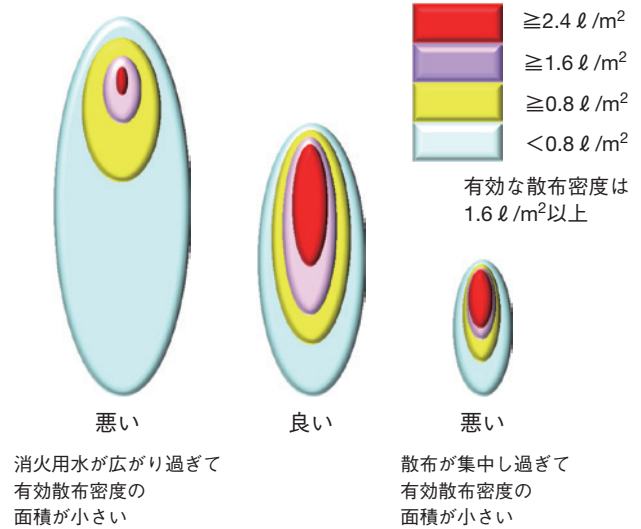


図5 散布密度の例
Example of the dispersion density.

当社では実験室レベルの空中散布特性の実験および評価方法で、開発品と市販品の散布密度の評価を行った。表3に各消火用水の有効消火面積比を示す。有効消火面積比とは、消火用水が水の場合に、1.6 L/m²以上の散布密度を確保する面積を1とし、消火剤を混合した消火用水の有効消火面積をその比で表したものである。すなわち、有効消火面積が1より大きいものが望ましい。

表3 各消火用水の有効消火面積
Effective fire extinguishing area of each fire-fighting agent.

消火剤	濃度 [w/w%]	有効消火面積比
無し		1.00
市販品A	0.500	0.56
開発品	0.495	1.28

市販品Aは消火用水が塊の状態を作りやすく、水の場合(消火剤無し)と比較して有効消火面積比が小さくなる。開発品は気流や空気抵抗を受けて拡散するが、0.5%以上の混合濃度とする時、消火剤に含まれる成分が消火用水中で分子のネットワークを形成しているため、過度に拡散しない適度な状態となり、有効消火面積比が大きくなることが分かった。

なお表1で適正濃度を0.8%以上とした理由は、粘度に関する要求事項を充たす必要性のためであることを付言する。

5. おわりに

本開発により、林野火災の空中消火戦術に適したゲル系消火剤の組成を見出し、組成特許を国内外に出願した⁵⁾。

米国内での販売に際しては第3者機関の認証が必要であり、USDA Forest ServiceのQPL (Qualified Products List)に記載されることが望ましい。今後米国以外のカナダ、オーストラリア、ヨーロッパなどの森林火災用、インドネシア近辺の泥炭火

災用の消火剤として必要な認証制度などを調査するとともに、製造・製法の検討と製品化準備を進め、本開発の消火剤の普及・促進および事業の拡大を目指す。

参考文献

- 1) 総務省消防庁 HP > 刊行物, 映像データ等 > 平成 24 年度版消防白書.
- 2) NIFC (National Interagency Fire Center) HP > Fire Information > National Fire News – Current Wildfires.
- 3) NASA, The Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS) HP > Data > Near Real – Time Data > FIRMS > Global Fire Maps.
- 4) 総務省消防庁, 農林水産省林野庁: 林野火災対策に係る調査研究報告書 (平成 15 年 3 月).
- 5) 古河テクノマテリアル, 古河電気工業, 山梨大学: PCT/JP2013/058316

<お問い合わせ先>

(株)古河テクノマテリアル 防災事業部

TEL : 0463-24-9341 FAX : 0463-24-9346

E-mail : bosai@ftm.fitec.co.jp