

林野火災用消火薬剤の消火実験結果について

令和7年12月8日
消防庁予防課

消火・延焼防止の効果に関する評価方法の検討

<第1回意見聴取会 資料4 検討の進め方等について P.1 >

- 林野火災において、消火薬剤が広く活用され、基準等の整備が進んでいる米国の例等を踏まえつつ、国内の林野火災の特性や消火戦術等に即したものとなるよう検討する。
- これに当たり、国内外の消火薬剤を用いて、試験室規模の消火実験等を実施する。



<第1回意見聴取会 資料5 林野火災用消火薬剤の消火・延焼抑制の効果に関する評価方法について P.1 >

- ① 直接消火について有効性の評価方法を検討する。具体的には、消防法令上の消火器等に係る試験方法の例により実験を行い、林野火災用消火薬剤に適した試験方法を検討する。
- ② 間接消火の有効性の評価方法については、米国の試験方法を基に、国内の林野火災に適した試験方法を検討する。

<参考> 米国農務省の林野火災用消火薬剤の火災に対する有効性の評価方法

	試験方法
延焼抑制剤 (Long-term retardants)	延焼抑制試験
泡・浸潤剤 (Class A foams)	熱暴露保護試験
ゲル剤 (Water enhancers)	熱暴露保護試験

直接消火の実験

実験条件

- 消火模型は、消火器の試験に用いるA-1 模型（木材の表面積 8 m^2 ）
- 燃焼なべに1.5 L のn-ヘプタンを投入
- 消火模型に点火した後 3 分後に、消火薬剤（延焼抑制剤、泡・浸潤剤、ゲル剤）と水の混合物を消火器を用いて散布（2 リットル又は3 リットル）
- 水の場合と消火薬剤入りの場合の結果を比較する。

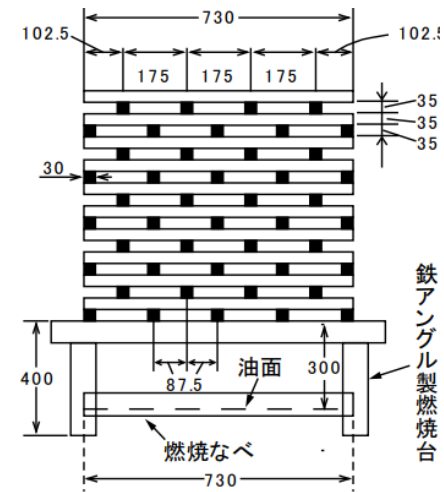
<効果の判定>

- ①または②により消火効果を判定する
- ①消火に必要な散布量：消火薬剤 \leq 水
- ②同量の散布量とした場合の消火後における再燃までの時間：消火薬剤 \geq 水

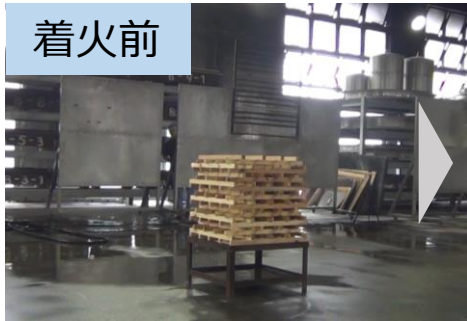
消火模型（A-1 模型）

（正面）

【単位：ミリメートル】



着火前



散布



消炎



完全消火



※散布終了後2分以上有炎が見られない場合

再燃



<実験の結果>

- ・ **延焼抑制剤**は、各社製品により差はあるものの、散布後に再燃せず、水よりも高い消火効果を有すると考えられる。
- ・ **泡・浸潤剤**は、各社製品により差はあるものの、今回の実験条件においては、水と比較して消火効果に有意な差は見られなかった。
- ・ **ゲル剤**については、散布後に再燃しなかった場合と再燃した場合があった。

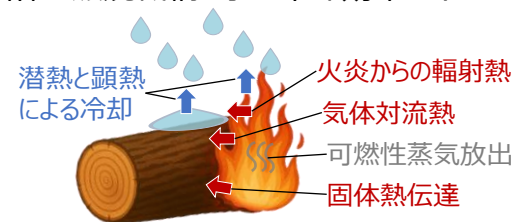
直接消火の実験結果の考察

- 今回の実験結果からは、泡・浸潤剤を使用した場合に、水と比較して消火効果に有意な差が見られなかった。その理由として、今回の実験は、消火模型の燃焼に伴い発生する熱量に対し、過去の知見から想定される必要最小限の量の水や泡・浸潤剤を散布する条件で行ったことがあるのではないかと考えられる。すなわち、散布した水等は、可燃物表面に到達すると直ちに蒸発してしまい、泡・浸潤剤の可燃物への浸透性・付着性向上による効果が現れなかったのではないかと考えられる。

参考 泡・浸潤剤の消火効果

- 泡・浸潤剤の主な成分は界面活性剤であり、水の表面張力を低下させ、燃焼物へ浸透しやすくすることにより、冷却効果を高める作用を有する。
- 未燃焼物に泡・浸潤剤が散布された場合には、水の表面張力の低下により浸透しやすく、未燃焼物の含水率が水と比較して高まるため、冷却効果の一定の向上効果は有していると考えられる。

【固体の燃焼機構と水の冷却効果のイメージ】



- 一方、延焼抑制剤については、化学的に木材の燃焼反応を抑制する（負触媒効果）成分が含まれており、水分が蒸発してもその効果を発揮することから、水と比較して消火効果に有意な差が見られたものと考えられる。
- また、今回使用したゲル剤には、硫酸アンモニウムが含まれており、硫酸アンモニウムの熱分解*による燃焼抑制効果が働いたこと等が、今回の実験において見られた一定の消火効果に繋がったのではないかと考えられる。* 日本化学会誌 1980年 No.5 硫酸アンモニウムの熱分解および酸化鉄(Ⅲ)との反応

今回の直接消火の実験方法では、延焼抑制剤については消火効果に係る水との差異を評価することができたが、泡・浸潤剤及びゲル剤については適切に評価することができていないのではないかと考えられる。

←実際の林野火災における消火活動では、燃焼している箇所の周囲の未燃焼物へも消火薬剤が散布されることにより、未燃焼物の着火を抑えつつ、既に燃焼している箇所の燃えつきを含め、全体として消火が達成されるものと考えられる。このため、今回の消火模型の熱量よりも小さい熱量を受ける状況において、消火薬剤が可燃物表面に（直ちに水分が蒸発せずに）浸透・付着することにより、水よりも消火効果が向上することが考えられる。

引き続き、米国農務省の熱暴露保護試験（消火薬剤を含浸させた木片に放射熱を当てて着火までの時間を測定）により、泡・浸潤剤及びゲル剤の実験を行い、試験方法の検討に供する。

- ① 延焼抑制剤について、米国の試験方法を基に延焼抑制試験を実施する。
- ② 泡・浸潤剤とゲル剤について、米国の試験方法である熱暴露保護試験を実施する。
- ③ 直接消火の実験及び上記①②の結果等を踏まえ、林野火災用消火薬剤に適した試験方法を検討していく。
- ④ このほか、密度、腐食性、安定性などの物性試験方法についても、米国基準を基に、国内での実施可能性を考慮しつつ、検討していく。

延焼抑制試験（案） 対象：延焼抑制剤

方針：米国農務省の試験方法に準じて実施

<試験条件>

- 木くず等（※）を架台（縦2.4m、横0.5m）に入れ燃焼ベットを製作
※米国基準では次のいずれか
Aspen Excelsior：アスペン（ポプラ）のくず
Ponderosa Pine Needles：松葉
- 薬剤と水の混合物(0.4L/m²)、10%リン酸アンモニウム水溶液をそれぞれ別の燃焼ベットに散布し、これを乾燥後、燃焼ベットに点火。
- 燃焼ベット（縦方向0.9～2.1m）の間の燃焼速度と質量減少率を測定。

<効果の判定>

燃焼速度及び質量減少率：

テスト薬剤<10%リン酸アンモニウム水溶液
⇒延焼抑制の効果ありと判定

参考イメージ図



杉
松
木くず



乾燥機



燃焼ベット



散布後



燃焼試験

熱暴露保護試験 対象：泡・浸潤剤、ゲル剤

方針：米国農務省の試験方法に準じて実施

<試験条件>

- 水250mlに、混合比どおりに泡消火薬剤又はゲル剤を規定時間（秒）混合する。
- 混合物又は水をそれぞれの基材の入ったサンプルボックスに注ぐ。
- サンプルボックス内の基材を取り出し、露光装置に取り付ける。
- 輻射熱（40kW/m²）をさらしたときの発火までの時間を測定する。

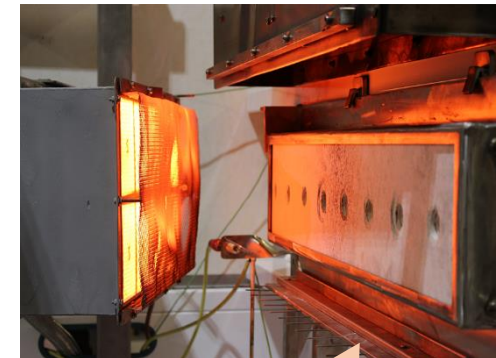
<効果の判定>

発火までの時間：水塗布×1.2<テスト薬剤塗布（泡消火薬剤）
水塗布<テスト薬剤塗布（ゲル剤）

⇒ 延焼抑制の効果ありと判定

横方向の火炎拡散装置

参考イメージ図



塗布有と塗布無で試験を実施