

効果的な消火薬剤の活用について

総務省消防庁

消火薬剤についての取組の方向性

取組の方向性における記載（第3回検討会資料）

<①空中消火>

航空機による空中消火は、複雑な地形や狭隘な山間部における林野火災において効果的な消火手段であることから、安全に十分留意したうえで活動空域に見合う十分な機数を確保し、連続的な散水に努めるなど消火効率を高める運用が重要である。

他方で、今回の林野火災では火勢が強く延焼拡大が続いたことを踏まえ、現在の火災付近への消火活動に加えて諸外国で行われている延焼抑止に重点を置いた消火法を組み合わせることや、散水量及び散水効果を高めるための機材面・運用面の改善など、様々な方策を検討していく必要がある。あわせて、消防防災ヘリの増強などによる航空消防防災体制の充実強化を図っていく必要がある。

【具体的に取り組むべき方策(例)】

- ・消防防災ヘリコプターの増強等を通じた航空消防防災体制の充実強化
- ・散水量を高めるために有効な機体・資機材の検討
- ・**消火薬剤の活用**など散水効果を高める方策の関係機関と連携した検討 など

<②消火薬剤（延焼抑制剤を含む。）の効果的な活用>

国内においては、消火活動に水が主に用いられており、ヘリコプターによる空中消火も水を繰り返し散布することが多い。一方、米国においては、林野火災において消火薬剤が従来活用され、火災に対する効果だけでなく健康や環境への影響に関する確認も行われている。こうしたことを踏まえ、我が国の実情に即した林野火災用消火薬剤の効果的な活用方法、消火薬剤の評価方法を検討する必要がある。

【具体的に取り組むべき方策(例)】

- ・**海外の消火戦術も参考に、消火薬剤の種別や散布機材に応じた効果的な使用方法の検討**
- ・**消火薬剤を活用した空中消火戦術の研究**
- ・**個別の消火薬剤の火災に対する有効性や健康・環境への影響に関する評価方法の検討** など

林野火災での使用状況

- 国内の林野火災対応としては、水源が比較的近くにあり頻繁に繰り返し散水できる場合は、消火薬剤ではなく水のみを散布することが多い。
- 大船渡市林野火災においては、残火処理において、背負い式水囊や消防車、ヘリ用バケット内で消火薬剤(泡・浸潤剤等)を混合し、スポット的に熱源等に散布された。
活用した地上部隊からは少量の水で消火効果が得られるため、隊員の負担軽減につながったとの意見があった。
一方、散水効率の低下、環境への影響、機体・資機材の洗浄の必要性についても意見があった。(アンケート結果より)



タンク車からの背負い式水囊への給水



水囊内で消火薬剤を混合させて放水



ヘリ用バケット内で消火薬剤の混合



消防防災ヘリによる散水状況

消火薬剤の特性と主な用途

＜使用用途＞

- 直接消火：燃焼物に直接散布して消炎、残火処理
- 間接消火：未燃焼物（林床可燃物や建物）に散布して延焼を防止

種別	物性	消火・延焼抑制効果	用途
延焼防止剤 (Long-term retardants)	・ 主成分は、リン酸塩類で、水と混合して使用。	・ 水の冷却効果に加え、リン酸塩類による燃焼を抑制する効果がある。 ・ リン酸塩類は 水が蒸発しても効果が持続するため数日前から散布可能。	・ 主に間接消火に使用される、直接消火にも使用可能。
泡・浸潤剤 (Class A foams)	・ 主成分は、界面活性剤で、水と混合して使用。	・ 界面活性剤により 水の表面張力を低下させ燃焼物へ浸透させやすくし、水の冷却効果を高める。 ・ 発泡させると可燃物の表面を覆うことで、窒息や遮熱効果もある（持続時間は短時間）。	・ 主に直接消火に使用される、発泡させた場合は、可燃物表面を覆うことで間接消火にも使用可能。
ゲル剤 (Water enhancers)	・ 主成分は、増粘剤で、水と混合して使用。	・ 粘性の高いゲルが燃焼物に付着しやすく水の冷却効果を高める。 ・ 可燃物表面を覆うことで窒息や遮熱効果もある（持続時間は短時間）。	・ 主に直接消火に使用される、粘度の高いゲルは、可燃物表面を覆うことで間接消火にも使用可能。

製品によっては、複数の種別（延焼防止剤とゲルなど）を合わせ持っているものもある

消火薬剤の米国での活用方法

- 米国では、林野火災時に消火薬剤を散布している。特に固定翼機を用いて延焼防止の観点から大量かつ広範囲に散布することが特徴的である。
- 環境影響への軽減のため消火薬剤の散布場所の制限があり、水域から一定(300ft(約90m))の離隔距離を取ることや絶滅危惧種の生息エリアを避けるよう米国農務省のガイドライン (Interagency Wildland Fire Chemicals Policy and Guidance (U. S. Department of Agriculture Forest Service)) が設けられている。
※人命や財産危険がある場合等は除くこととされている
- 米国農務省においては、延焼防止剤、泡・浸潤剤、ゲル剤の主に3つの種類があり、消火薬剤について延焼抑制性能、健康・環境影響評価に関する基準があり、個々の製品の認証制度が整備されている。(→P. 6)

延焼防止剤を固定翼機から空中散布



出典: 米国農務省森林局ホームページ

延焼防止剤を地上から散布



出典: カリフォルニア州森林保護防火局資料 (Wildland Urban Interface operating principles)

延焼防止剤の保管・混合装置



出典: 米国消火薬剤製造メーカ (perimeter solutions) ホームページ

消火薬剤の米国での活用方法

- 住宅周りの可燃物をできるだけ除去。
- 建物や周囲の可燃物に**消火薬剤**を事前散布。

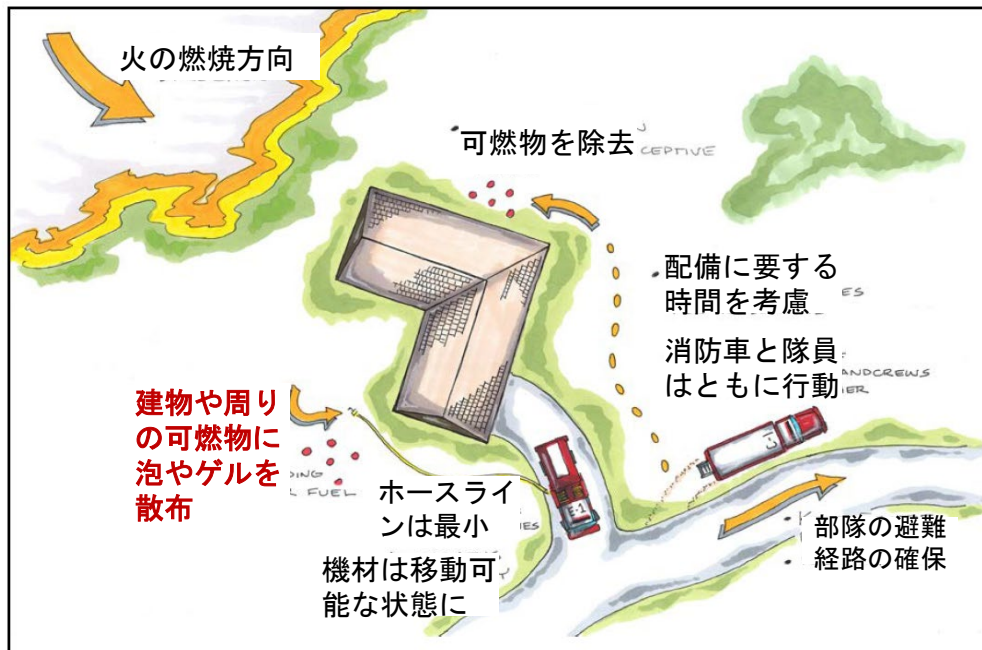


Figure 5.41. Illustration of Prep and Go.

- ヘリコプターや消防車は、直接消火を実施する。
- 固定翼やブルドーザーは、**消火薬剤の散布**や防火帯の構築により、間接的に火災を抑制する。

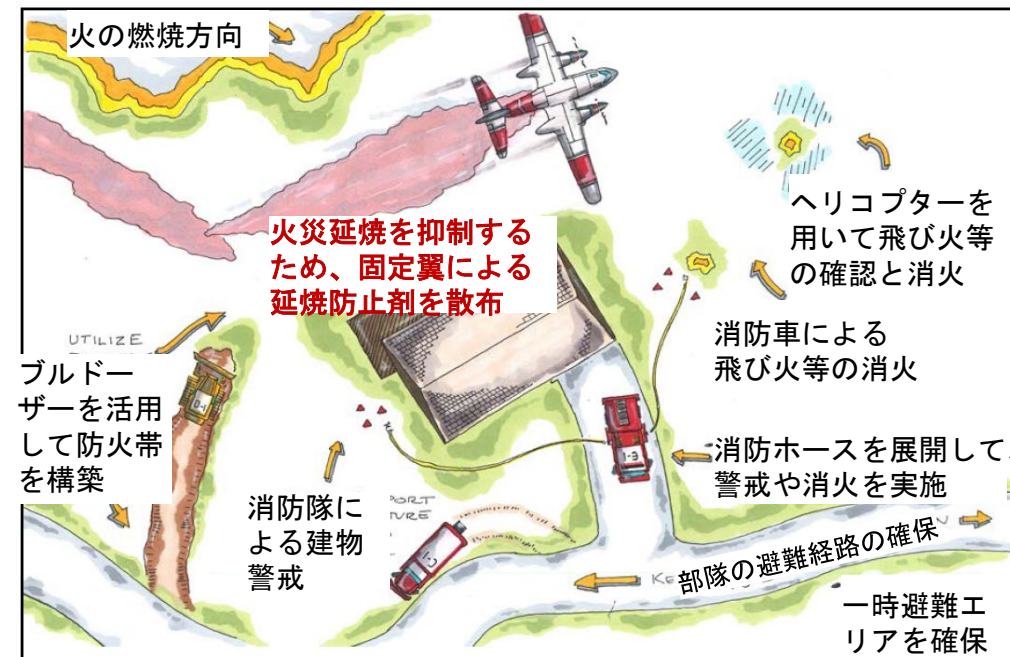


Figure 5.4A. Illustration of Drop and Defend

出典:カリフォルニア州森林保護防火局「WILDLAND URBAN INTERFACE OPERATING PRINCIPLES」を消防庁において日本語訳

留意点

- 米国等での広域な林野火災においては、空域を分けて固定翼も含めた複数の航空機による消火活動が行われている。
- 国内には、河川、湖、海の自然水利が多く存在しており、
 - ・ 水を繰り返し散水できる条件にある場合には、直接消火における消火薬剤の優位性は低下する(消火薬剤を使用する場合には運搬、混合作業が必要)。
 - ・ 米国のように水域周辺のエリアを避けようとした場合、消火薬剤を散水する場所が限られたものとなる可能性がある。

米国での消火薬剤の評価方法

延焼防止剤の基準（抜粋）

出典：Specification 5100-304d Jan 7, 2020
Long-Term Retardant, Wildland Firefighting
(U.S. Department of Agriculture Forest Service)

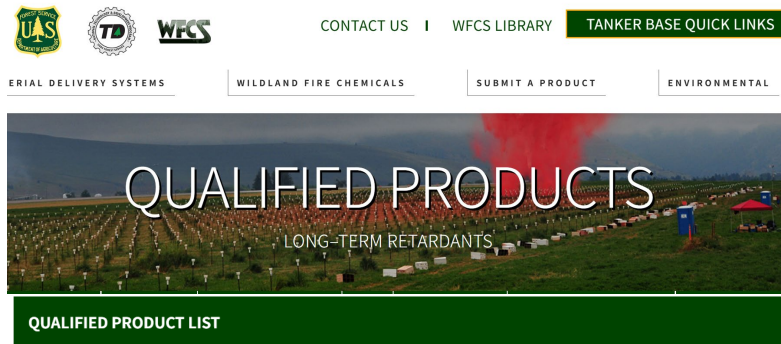
- ① 物性試験
粘度、密度、pH、粒度
安定性、腐食性試験
- ② 延焼抑制性能試験（試験方法の概要は右のとおり）
- ③ 健康・環境影響試験
使用禁止物質（PFOS等の有毒物質を含まない）
哺乳類毒性（経口・経皮毒性試験）
水生毒性（微生物・魚毒性試験）

- 木くず等を架台に入れ燃焼ベットを製作
- 薬剤と水の混合物(0.4L/m²)、10%リン酸アンモニウムをそれぞれのベットに散布、燃焼ベットに点火
- 燃焼ベット0.9～2.1mの間の燃焼速度と質量減少率を測定。

延焼速度及び質量減少率：

テスト薬剤散布＜10%リン酸アンモニウム散布⇒効果あり

認証済製品リストとして公表



The following links outline information about currently approved long-term retardants, and contact information for the companies that produce them:

[Long-Term Retardant Qualified Products List - U.S.D.A Forest Service](#)



燃焼試験



燃焼ベット
(縦2.4m、横0.5m)



散布後

* 泡・浸潤剤及びゲル剤についても基準あり

消火薬剤の効果的な活用に関する検討

消火薬剤の種別や散布機材に応じた効果的な使用方法の検討

- ・米国や大船渡市林野火災での活用状況等を踏まえると、水が限られる場合においては、消火薬剤の使用が消防活動上有効な場合もあると考えられる。
- ・一方、林野火災における消火薬剤の使用に当たっては、健康・環境への影響も考慮する必要があると考えられる。



- 林野火災における消火薬剤の使用について、我が国の実情に即して、散水効率や機材への影響、水源等への影響を考慮の上、効果的な活用方法(薬剤種別、機材、散水量、散水場所等)を具体化する必要があるのではないかな。
- その一環として、環境等への影響に関する評価方法等(下段)が定まるまでの間、まずは残火処理など散水場所が限定され、少ない散水量での消火効果が期待でき、消火薬剤の運搬・混合作業等現場の運用への影響も少ないと考えられる場合における消火薬剤の活用方法に関する要領を、次年の林野火災シーズンに向けて明確化してはどうか。
- 上記以外の一般的な活用については、環境等への影響に関する評価方法等とともに具体的な活用方法を示すこととしてはどうか。特に空中消火での活用については、直接消火と間接消火を組み合わせた場合の空域設定のあり方や、水源付近への散布の回避等、航空機特有の検討も必要になるのではないかな。

個別の消火薬剤の火災に対する有効性や健康・環境への影響に関する評価方法等の検討

- 米国等の試験基準を踏まえ、国内外の消火薬剤を用いた試験室規模の消火実験等を実施することとしてはどうか。
- 当該実験結果も踏まえ、火災や健康・環境に関する有識者からの意見聴取を行いつつ、令和8年中を目途に、個別の消火薬剤の消火・延焼抑制の効果や健康・環境影響に関する評価方法等について、関係省庁と連携して検討を進めてはどうか。