

林野火災用消火薬剤について

令和7年10月7日
消防庁予防課

<使用用途>

- 直接消火: 燃焼物に直接散布して消火、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
延焼抑制剤 (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(延焼抑制剤とゲル剤など)の特性を合わせ持っているものもある

国内での林野火災における消火薬剤の活用状況

- 昭和50年頃には、林野火災の消火活動において、ヘリコプターからの消火薬剤の散布が推奨されており、当時、林野火災においては頻繁に消火薬剤が使用されていたと考えられる。

※参照(8ページ):林野火災対策に係る調査研究報告書(平成15年3月 消防庁・林野庁)

昭和58年4月に岩手県内の各地で発生した林野火災においては、自衛隊ヘリにより3日間で約300回の散布を行い、消火薬剤計約6トン(薬剤と水の混合水約240トン)が散布されたと報告がある。

※参照:昭和58年4月27日の強風、異常乾燥下における岩手県の火災と強風災害報告書(岩手県)

- 近年の林野火災での消火活動としては、水源が比較的近くにあり頻繁に繰り返し散水できるため、消火薬剤ではなく水のみを散布することが一般的となっている。
- これは、消防防災ヘリコプターの整備が進んだことにより多数のヘリコプターによる短い間隔で繰り返し散水が可能となったこと、従来のリン酸系の延焼抑制剤は混合作業など地上作業の負担が大きかったことから、次第に使用される機会が減っていったものと考えられる。
- 一方、国内においても、林野火災用の消火薬剤として製造販売されているものがある。・・・ 参考資料1参照
- 大船渡市林野火災においては、広範囲に延焼拡大したことを踏まえ、消火活動の後期の残火処理において、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。
・・・ 資料3-2参照

林野火災用消火薬剤の基準等の現状

- 国内においては、林野火災を想定した消火薬剤の基準や評価方法、認証制度は存在しない。
(※消防法令上、基準が設けられている消火剤:消火器用消火薬剤(粉末、強化液)、泡消火薬剤)
- 林野火災時において山林等に消火薬剤を散布することについて、健康・環境影響のための基準や規制(ガイドラインや法令等)は設けられていない。

米国での林野火災における消火薬剤の活用方法

- 米国では、林野火災時に消火薬剤を散布している。
また、固定翼機を用いる場合、延焼抑制の観点から、延焼抑制剤を大量かつ広範囲に散布することが特徴的である。
- 米国農務省においては、林野火災用の消火薬剤について、延焼抑制剤、泡・浸潤剤、ゲル剤の3つの種類に区分して、延焼抑制性能や健康・環境影響の評価等に関する基準が設けられている。また、当該基準に基づき、個々の製品の認証制度が整備されている。

また、環境影響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))が示されている。

※人命や財産危険がある場合等は除くこととされている

延焼抑制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

延焼抑制剤を地上から散布



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

延焼抑制剤の保管・混合装置



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

消火薬剤の米国での活用状況

- 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。

- 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。

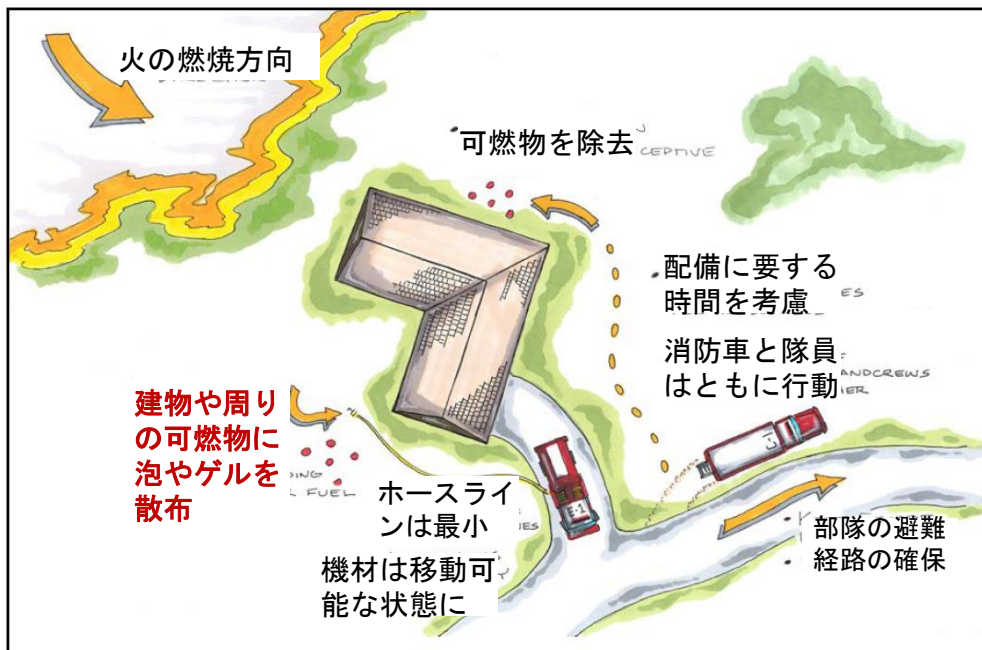


Figure 5.41. Illustration of Prep and Go.

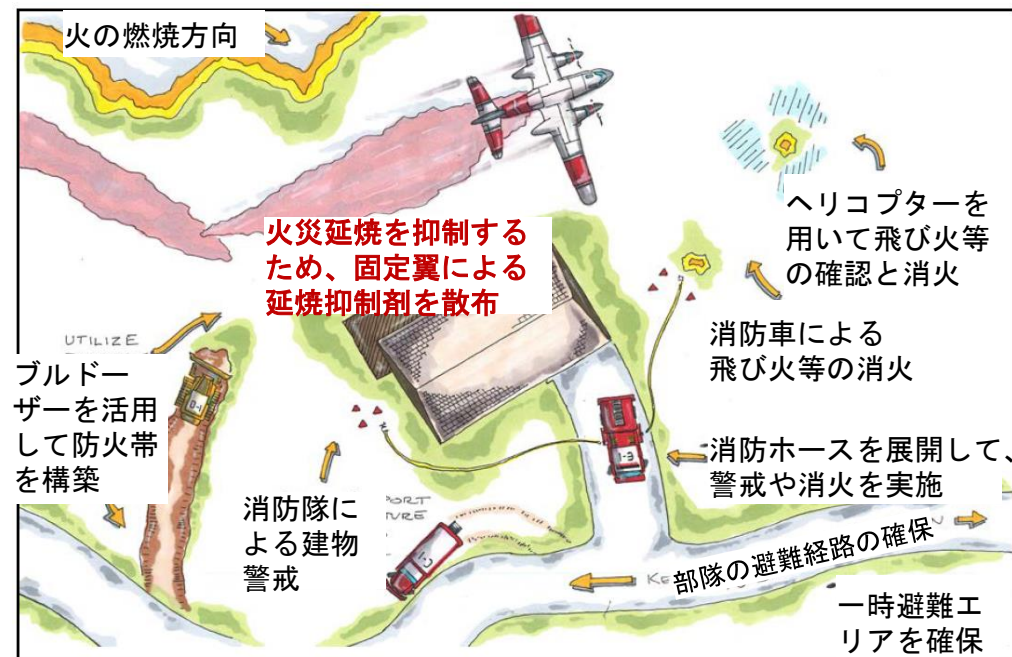


Figure 5.44. Illustration of Prep and Defend.

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

米国での林野火災用消火薬剤の認証制度



*泡・浸潤剤及びゲル剤についても基準あり

製品情報

- ① 成分組成の開示
- ② 安全データシートSDSの提出
- ③ 特許情報の提出

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

試験等の基準

- ① 延焼抑制性能試験（試験方法の概要は右のとおり）
- ② 物性試験
濃度、密度、pH、粒度
腐食性、摩耗性、安定性、色
- ③ 健康・環境影響試験
使用禁止物質が含まれていないこと（フェロシアン化カリウム、ニクロム酸塩、チオ尿素、ホウ酸、PCB、PBDE、NPE、硫酸アンモニウム、PFAS）
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



燃焼試験



燃焼ベット
(縦2.4m、横0.5m)

散布後

米国の消火薬剤の基準(3種の比較)

		延焼抑制剤 (Long-term retardants)	泡・浸潤剤 (Class A foams)	ゲル剤 (Water enhancers)
製品情報		成分組成の開示 安全データシートSDSの提出 特許情報の提出	同左	同左
延焼抑制試験		延焼抑制試験	熱暴露保護試験	熱暴露保護試験
物性試験		密度、pH、粒度 腐食性、安定性、 摩耗性、濃度、色	密度、pH、粒度 腐食性、安定性、 <u>引火点、表面張力、発泡性、混和性、濡れ試験</u>	引火点、密度、pH、粒度 腐食性、安定性、 色
健康・環境 影響試験等	成分	使用禁止物質が含まれていないこと(フェロシアン化カリウム、ニクロム酸塩、チオ尿素、ホウ酸、PCB、PBDE、NPE、PFAS、 <u>硫酸アンモニウム</u>)	使用禁止物質が含まれていないこと(フェロシアン化カリウム、ニクロム酸塩、チオ尿素、ホウ酸、PCB、PBDE、NPE、PFAS)	使用禁止物質が含まれていないこと(フェロシアン化カリウム、ニクロム酸塩、チオ尿素、ホウ酸、PCB、PBDE、NPE、PFAS)
	試験	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)	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) <u>生分解性試験</u>	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) <u>生分解性試験</u>

4.4 空中消火の方法

(1) 消火薬剤の使用

ア 薬剤使用の現状

昭和50年の消防庁通知「林野火災空中消火の運用について」は自衛隊ヘリコプター要請による消火薬剤の散布を前提としたものであり「ヘリコプターが現地に到着するまでの間に補給基地に空中消火用資機材及び薬剤を搬入するとともに、補給作業に従事する人員を配属して補給作業を円滑に実施できる体制を整えておくものとする」としている。従来、薬剤は燐酸アンモニウム系の粉末消火剤が多く用いられ、使用時には補給基地で溶解して増粘剤や着色剤を添加したうえで散布装置に充填する必要があり、これら作業には多くの労力と時間を必要とし、消防機関にとって負担となっていた。

最近の林野火災においては薬剤を使用する例は少なくなっている。これらの火災の多くは、多数のヘリコプターで自己給水と散水を頻繁に繰り返すことにより、薬剤使用を上回る消火効果を上げているといえる。(以下略)

イ 薬剤の種類と特性

林野火災の空中消火に用いられる薬剤には、主に延焼を遅延させる働きをする延焼阻止剤(Retardant)と 水の消火能力を高める働きをする発泡・浸透剤(Foam) の2種類がある、その他、水の付着力を高める増粘剤、弾性剤などがあるが、単独で 사용되는ことはほとんどない。

延焼阻止剤は、延焼を遅延させる作用を有する化学物質を含む薬剤であり、燐酸アンモニウムなどを主成分とするものが多い。可燃物表面への付着力を付与するために増粘剤などが付与されることがある。また、主に間接消火に用いられるために、散布域が明らかになるように着色されているものもある。粉末で保存され、使用時に濃度10～20%程度 の水溶液を作成するものが多い。粉末は空気中の湿度を吸着して固化することがあり、また使用時の溶解濃度が高いため補給場所まで大量の原材料を持ち込む必要があるなど作業性に問題があるものの、燐酸アンモニウムそのものが延焼を遅延させる効果を有するために、散布して乾燥した後も消火効果が持続する。(途中略)

一方、発泡・浸透剤 は、発泡によって可 (Foam) 燃物表面を効果的に濡らすとともに可燃物への水の浸透力を高める作用を有する薬剤である。液体で供給され、使用時に1%以下の希釈液を作成して用いるものも多く、原材料を持ち込む量が少なくてすむうえに、液体で供給されるため希釈が簡単にできるなど作業性に優れている。ただし、乾燥してしまうと効力がないため、燃焼領域またはその周辺に散布しなければ消火効果が得られない。

4.4 空中消火の方法

(1)消火薬剤の使用

ウ 薬剤使用の課題

一般に薬剤は消火能力が高く、水量の限られた状況下で消防活動を行ううえで有効である。多くのものは、水だけを利用した場合よりおよそ2倍程度の消火力があるあるいは（水量が半分ですむといわれている。一方で薬剤利用に関しては、次のような問題点が指摘されている。

- ・ 主に延焼阻止剤では攪拌に人手がとられることがある
- ・ 建造物等にかかった場合に影響を与える可能性がある
- ・ 地上消防隊にかかった場合に人体に影響を与える可能性がある
- ・ 林野、河川、農・漁業への環境的インパクト

利用にあたっては、薬剤使用の利点とこれら問題点を勘案してその使用量、散布地域を判断する必要がある。環境へのインパクトについて、限られてはいるが現在までに得られている情報を以下に記しておく

延焼阻止剤の主成分は肥料に用いられるものであり、植物に対して重大な影響はないと考えられる。高濃度で肥料が付着した場合には、一時的にやけを起こす可能性がある程度である。ただし、主成分以外の物質については毒性が指摘されているものもあり、ある阻止剤製品に含まれるフェロシアン化ナトリウムの毒性の高さが指摘されている。発泡浸透剤については、使用濃度が低いこともあり現在のところ情報は少ないが、水に入った場合に魚類のえら呼吸を阻害し窒息させる可能性があることが知られている。

米国農務省森林局作成のガイドラインによれば、薬剤の溪流への流入を防ぐために、溪流から約300（92m）フィートの間への薬剤の投下を避けることとなっている。ただし他に（代替手段がない場合や放置出来ない場合には投下を行う。我が国の水系の状況や対応の実態から見てこのガイドラインをそのまま適用するのは適当でないが、水系への流入防止について考慮しておく必要はあるものと考えられる。

(2)空中消火法

昭和50年の消防庁通知「林野火災空中消火の運用について」では、空中消火法に関して間接消火法を主体に実施するとしている。しかしながら、近年の空中消火の実施状況をみると、ほとんどが直接消火法を主体として実施されている。この戦術の変化は、経験の蓄積と、消防・防災ヘリコプターの整備推進により多数のヘリコプターによる短い間隔での繰り返し散水が可能になったことが主な理由と考えられる。ただし、航空隊アンケートによると、常に直接消火法が間接消火法に比べて効果的とみているわけではなく、比較的火災が小規模、火勢が弱い、延焼が緩慢なところでは直接消火法が、火災が大規模、火勢が強い、延焼が速いところでは間接消火法が効果的と考えていることがうかがえる。このようなことから、直接消火法と間接消火法のどちらを主体として実施するかは一概に言えるものではなく、火災の規模、火勢、気象条件、延焼速度、人的危険、活動ヘリコプター機数、その他空中消火に関わる諸条件を総合的に考慮して、状況に合わせた最適な消火法を選定すべきであるといえる

出典：林野火災対策に係る調査研究報告書（平成15年3月 消防庁・林野庁）

https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-88/01/sankou1-3.pdf