

# 航空機による林野火災の 消火技術の確立

## I 試験担当者

防災部防災科防災第2研究室 本木 茂

## II 試験目的

毎年全国各地で数多く発生して大損害をあたえ時に社会問題となっている林野火災に対する消防方法等近代化を計る手法の1つとして、航空機を活用した空中消火の研究開発が要望され一日も早い実用化の達成が求められている。

都市火災にくらべ山地での悪条件下で発生する林野火災は、焼失面積も大きく複雑な火災形態を持っているので、人力主体の消防作業では困難も多く、消防効果も悪く、加えて最近の農山村人口の流出は益々消防作業をむづかしくしている。このような現状から各種機械力の導入を試みて消防技術の省力効率化が進められているが、なかでも、3次元的機動性を誇る航空機の活用を基とした、消防技術の開発は最も期待される手法の1つとなり早期実用化が要望された。

急峻、複雑な地形を持ち、交通不便な各種の悪条件下に発生する、わが国の林野火災に対し効果的な消防活動が期待出来る身近かな航空機を検討すると、プロペラ機にくらべ小廻りがきき、停止飛行散布などの機能特性をもつ、ヘリコプター機の活用と実用化を第1の目標に研究が始められた。とくにわが国の、航空機保有の現情から全国的な使用を検討すると、当面防衛庁、海上自衛隊所属のヘリコプターの出動を軸に民間保有機の使用を併せ航空体制を整備し同時に消火剤、散布機など空中消火用機材の開発を完了して支援体制を整備して、航空機による林野火災の消防技術の確立を計った。

## II 試験経過

空中偵察・隔地連絡・災害救助などで出火事に航空機を利用した事例は多く、効果も確認され必要性がさけばれていた。加えて昨近における航空機の発達とともに林野火災時での積極的な活用が注目されていたが、ヘリコプターを使用した空中消火方法の研究が本格的に取り上げられたのは、昭和44年度からで、昭和44年3月岩手県山形村の大林野火災時の小型ヘリ機による消火剤散布の実績を契機として、空中消火技術の確立と1日も早い実用化を目的に科学技術庁特別研究促進調整費により消防庁・林野庁・消防研究所・林業試験場が共同し、防衛庁・海上自衛隊航空隊の支援協力により研究が開始された。

当初は、現有する大型(バートル型機)・小型(ベル型機)ヘリコプターによる山地での消防飛行技術の検討と、林野火災用消火剤の選定・散布機など使用諸機器の開発を目標に、室内実験

による基礎数値の解明および野外試験による技術の確認を同様に諸実験を行ない、当面必要な空中消火の技術的な諸問題を解明し実施えの見通しを得た。

引き続き45年からは、各府経費による共同計画で、使用航空機も全国的に使用密度の高い中型ヘリコプター(HU-1-B機)の活用を第1に、大型機を併用する方向で研究が進められ、使用散布機など資機材の完成と、散布飛行技術を決定し、消火効果を確認するための諸試験を実施した。したがって林野火災の空中消火の研究は、当面各研究場所に於ける研究解析を基に基礎的な課題を解決し山地散布試験・現地消火試験など48年まで十数回にも及ぶ野外実験を行ない、成果を検討し研究実績を重ねて早期実用化の達成を計った。

48年以降の航空機による林野火災の消火技術の確立の研究課題では、主題を新たに防衛庁より提示された大・中型ヘリコプターの山地消火剤散布飛行の最低安全基準である、機速120km/h(≈60ノット)散布高度30mの条件時に対応した、散布機の安定安全性を確認し増速による散布バターンの測定と消火効果を判定する、などの課題を解決するため昭和49年1月現地総合散布試験を実施した。

その結果、飛行安定性を基とした大・中型機用散布機の改修を完成し、安全も確認されリン酸アンモニウムを主剤とする林野火災用消火剤の選定と、効率的な消火剤混合攪拌機を開発してヘリコプターによる林野火災の空中消火方法、技術を確立し実用化の基礎を確定した。

以後各担当省庁協力して空中消火実施体制の整備を行ない、運用基準、支援要項など必要条項の策定を進め、昭和50年よりの出動実施を達成するため、49年9月空中消火集合訓練野外試験を実施して、航空機による林野火災の消火技術を確立し実用化を完成した。

試験完了と共に昭和46年より林野庁で全国国有林内に配備した各局管内34ヶ所の空中消火基地に対し現地検討会を行ない、整備資機材の点検整備を行ない空中消火方法と実務を現地で検討し、実施体制の徹底を計った。

#### IV 試験概要と得られた成果

航空機による林野火災の消火技術の確立の課題で昭和48～49年に実施した試験概要と成果を以下に記載するが、いずれの試験項目も昭和44年林野火災の消火に関する特別研究からの継続した関係課題で概要結果を年次別に取りまとめた報告書、「林野火災の消火に関する特別研究」昭和44年度特別研究促進調整費試験報告書(昭和47年3月・科学技術庁研究調整局)

「林野火災の空中消火法」特別会計技術開発試験成績報告書(昭和49年7月・林業試験場)。の試験成果を基に問題点の解決を計ったので、本課題実施までに得られた成果の概要を述べ参考

としよう。

#### (1) 使用航空機

林野火災の空中消火に使用する航空機としては、基本的には林野火災の広い火災面積に対する消火資材の大量投入が必要であり、交通不便な奥地の補給には高速往復性が重要な条件となるので、大型固定翼機(プロペラ機)の機動特性が有利となり、山地・森林形態・国情などからアメリカ・カナダなどで実際に活動使用されているが、わが国のように、急峻複雑な地形の多い山地での火災に対し航空機の性能と一番効果的な消火活動を検討すると、ヘリコプターの行動特性が断然有利となってくる。

表-1 空中消火に使用するヘリコプター  
陸上自衛隊ヘリコプターの能力基準

機種	性能							飛行制限		
	巡航速度 (時速)	航続距離 離	積載可能重量 (人員)	離着陸所要面積 (障害物がない場合)	燃料消費量 (1時間当たり)	上昇限度	離着陸時の正対最大風速 (m/sec)	最小視程	最低高度	
大型(A) V-107	240	450	2,800人 (25)	50×70	727	4,100	20	1.5	150	
中型(B) HU-1B	176	350	1,000人 (7)	50×50	318	4,400	20	1.5	150	
中型(B) H-19	120	420	500人 (5)	50×50	168	3,500	18	1.5	150	
小型(C) K H-4	140	400	300人 (2)	30×30	70	5,500	18	1.5	150	
小型(C) H-13	112	380	200人 (1)	30×30	70	3,500	18	1.5	150	

民間ヘリコプターの能力基準

機種	巡航速度 (時速)	航続距離 km	積載可能重量 kg	燃料消費量 (1時間当たり)	上昇限度	
					離着陸所要面積 (障害物がない場合)	離着陸時の正対最大風速 (m/sec)
ベル 47G-2	80	380	150～280人	57	4,100	
ベル 47G3B-KH4	120	398	200～280	68	6,100	
アルエトII	150	510	250～350	190	4,500	
シコルスキ-S-62A	157	435	600～850	265	4,800	
ベル 204B	180	450	800～1,500	265	6,600	

加えてわが国の航空機界と保有機の現状からこれが活用を計画すると、当面、消防専用機の保有とは別に、民間保有機に加え全国的使用ネットが期待出来る。自衛隊機の出動を要請した実施体制を確立し、使用する資機材を開発整備する方法で研究を進めねばならない。

使用航空機の性態、消火実務などを試験検討した結果、適用ヘリコプターの主力を大型バトル機と中型機の官民現有機とし、小型機による直接の消火活動には余り期待が持てないと判断し林野火災の空中消火使用機は大・中型機とし実用化の研究を進めた。各種ヘリコプターの所有性態を表-1に示した。

## (2) 消火剂散布装置

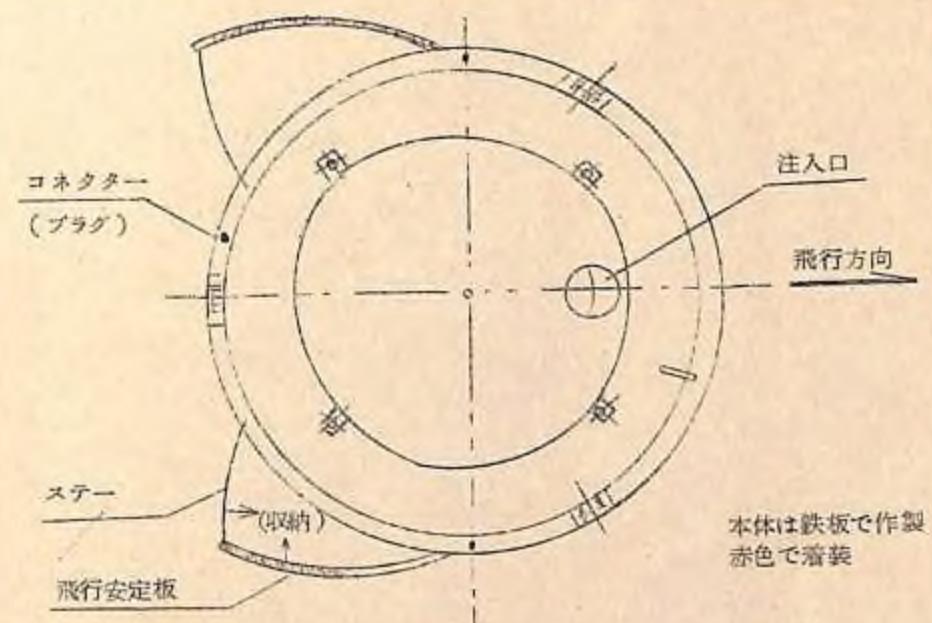
現有の各種ヘリコプターを使用し、消火剤を空中より散布して林野火災を鎮圧する場合、消火専用機としての航空機の保有は、現在東京消防庁など一部官署を除き不可能で、当面官民所有のヘリコプターに災害時の出動を求め、所要の消火剤散布装置を着装して、現地に搬送し消火剤を投下する方法が実用化の目標となる。したがって、使用ヘリコプターの機能に適合した散布装置の開発と散布飛行技術の完成は、空中消火を実施する場合の重要課題で問題解決のため、散布機の型状抵抗・機材強度など基礎数値の実験解明と、成果確認の野外試験を行ない結果を検討し使用散布機の決定を計った。とくに、火災時の気象状態や山地の悪条件下での大・中型ヘリコプターの飛行安全性と、重量散布機懸吊時の安定性を確保するため十数回に及ぶ改修を行なった。

昭和48～49年度の研究主題も従来林野火災の空中消火時の基準散布飛行条件として示されていた、機速90km/h(=50ノット)高度30m(=100フート)の数値が、火災時の現地条件を再検討し、かつ重荷重懸吊時の散布飛行の安定性を試験した結果、機速を120km/h(=60ノット)に増速した条件で散布機性能の確認が必要となった。このため散布機本体に対する対応数値の基礎実験を行なって安定板などの改修を完了し、野外試験により、結果を確認し新条件による散布パターンを決定し、消火効果を判定して林野火災の空中消火に使用する大・中型ヘリコプター用散布機を完成了。図-1・2に各種散布機の仕様を示した。

なお、散布機内の消火剤の放出は図-3に示す開放装置を使用し、ヘリ機内での過電操作により所要地点への散布を行なった。

図-1 中型機用バケット型散布機

## 平面圖



天蓋  
側面圖

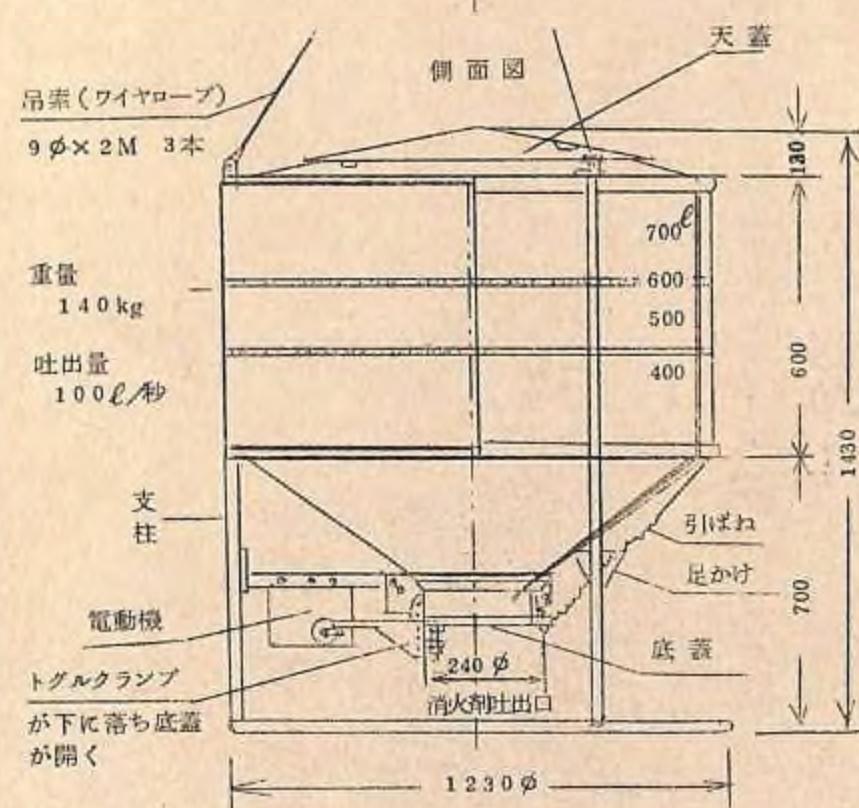


図-2 中型機用のう型散布機

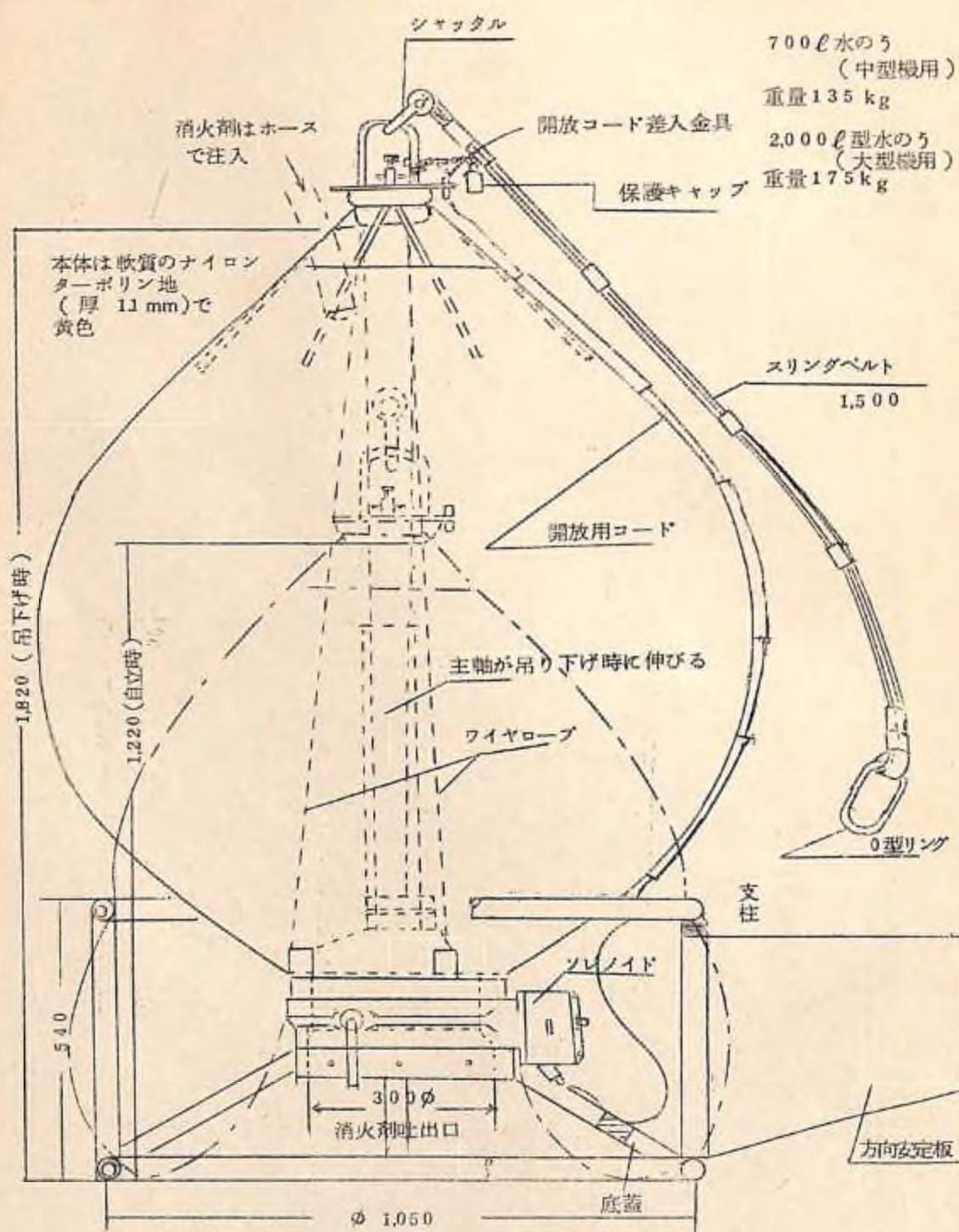
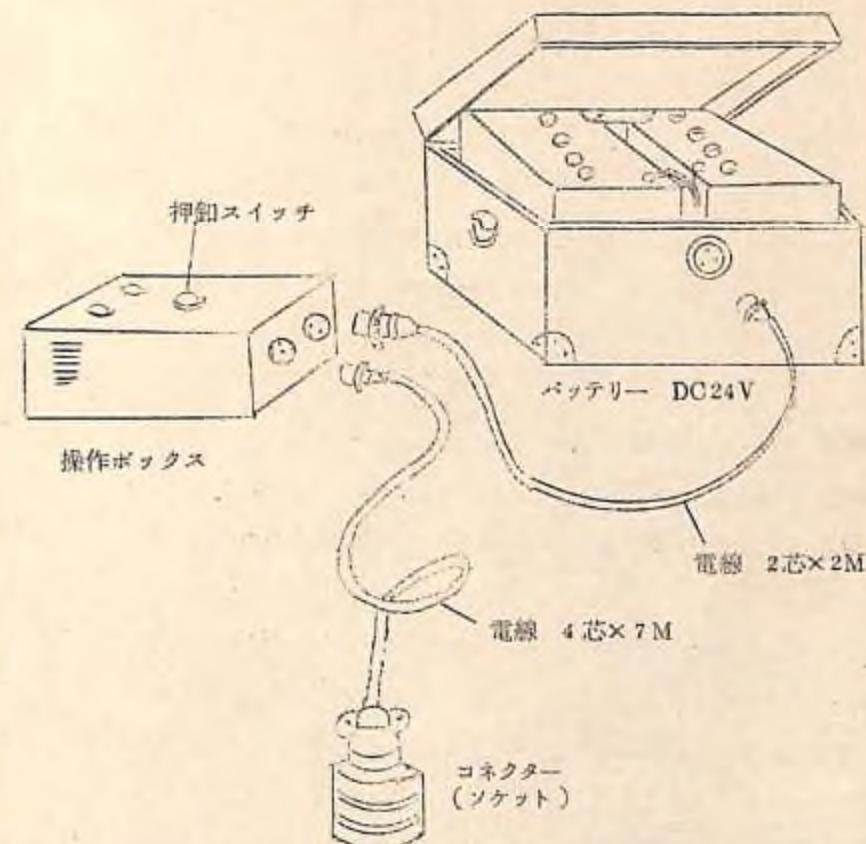


図-3 消火剤開放装置



### (3) 消火剤

林野火災の空中消火に使用する消火剤の特性、効果を検討して適用薬剤を選定する研究は、先に地上消火技術の近代化を目的とする課題で昭和42年から実施した、「新消火剤の現地適応試験」（昭和42年度国有林野事業特別会計試験成績報告書）で実用化が試みられた林野火災に使用する効果的な消火剤の試験実績を基に、進められ空中消火の研究と共に大きく前進した。以下項目別に結果の概要を述べよう。

#### 1 空中消火用消火剤の選定

空中消火に使用する消火剤として、水は最も多く使用され効果をあげている最良の消火剤と考えられ活用されているが、水の使用が極端に制限される林野火災の場合は、小量の水を最大限に活用する方法とか、水に変るより大きい効果を期待する手法として、化学消火薬剤を利用した消火方法の研究開発が行なわれているが、とくに林野火災の特徴、規模、可燃物な

どを対象に使用可能な消火剤を選定すると、次の諸条件が必要となる。

性能上の特性として、散布と同時に効力を表わす速効性であること、可燃物えの付着・渗透性が強いこと、効力が長時間持続するなどの性能が必要である。

使用上の条件としては、直接、間接消火と再燃を防止する残火処理にも使用出来るほか、処理方法が簡単で、何處でも容易に入手出来て、人畜無害で多量に使用するので安価であることの条件が要求される。このほか貯蔵方法、輸送が簡易で長期間変質しないなど多くの要望が有るが、現在各国で研究され各種の木材火災に使用の実績をもつ消火剤も検討し、条件別効力の比較実験、野外消火試験を行ない成果を検討して空中消火用消火剤として次の薦種を選定した。

リン酸第1アンモニウム=MAP ( $\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$ ) を主剤とする15%濃度の水溶液に、接着剤=CMC (Sodium. Carboxyl. Methyl. Cellulose) 1%を加え、散布位置確認のため少量の赤色顔料を入れた水溶薬剤を林野火災用空中消火剤の基準液と規定した。

なお、消火主剤MAPは比較的低温の166°Cで分解し ( $\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4 \rightarrow \text{HPO}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2 \text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2 \text{O} + \text{H}_2 \text{O}$ ) 吸熱反応による冷却作用と、熱分解による不燃性アンモニアガス ( $\text{H}_2 \text{O} + \text{NH}_3$ ) の隔離作用のほか、メタリン酸の溶解は燃焼を抑止するなどの作用で大きい消火効力を現わしている。

接着剤のCMCは、繊維素ブリコール酸ナトリウムの有機重合体で、白色微粒の合成糊料で草木枝葉など可燃物に消火剤の付着性を増大するほか、空中散布時の霧散を防ぎ、水分の蒸発を制約し消火効果を持続させるなどの特性を持ち、散布時の気象条件により2%に增量し使用する。

## II 散布パターンと有効散布量

林野火災を空中より消火剤を散布して消火・鎮圧するには、地上可燃物の燃焼エネルギーに優る消火剤の制圧エネルギーの搬入が必要である。

消火方法も、燃焼面が大きく山地の地形・気象などの影響で火線の移動も複雑で早い林野火災に対し、初期火災とか地点火災・残火処理など限られた小規模の林野火災を攻撃する直接消火のはかは、火線の延焼前面に消火剤の散布帯を作り火災を阻止する間接消火方法が実施される。

したがって、消火に有効な散布量の決定は、ホバリング(停止飛行)で一点に集中散布の出発する場合は、投入される薬量も多く効果も充分期待出来問題はないが、定められた散布飛

行条件(機速・高度)で火災の規模、現地の情況に対し、消火剤を空中散布する場合の消火有効量(散布密度・分布範囲)の決定はむづかしく、各種の室内および野外試験により以下の基準値を定めた。

空中より散布された消火剤の地上分布範囲と散布密度、消火効果の判定は、使用する散布機と航空機の機速、高度の飛行条件を第1に、散布時の気象の影響、操縦技術などで確度が決定されるが、各種の試験結果によると次の数値が確認された。

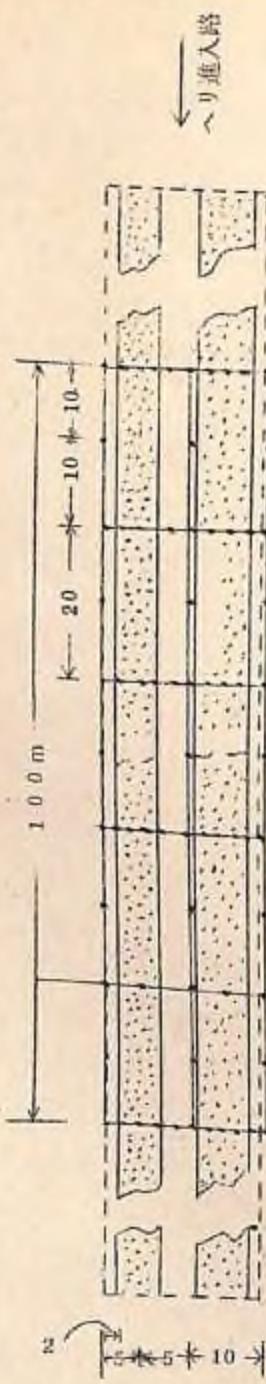
I 消火有効散布量としては地上可燃物が比較的少ない0.5~2kg/m<sup>2</sup>程度の地表火の場合、0.5~1ℓ/m<sup>2</sup>の密度で5~10mほどの散布幅があれば、火線は散布帯えの浸入も少なく阻止効果は充分であった。地上可燃物が雜木などの混入で2~6km/m<sup>2</sup>と多くなると1~3ℓ/m<sup>2</sup>と多量の散布量が必要となり、10mほどの散布帯を稜線など地形を利用した散布位置を選定すれば、火勢が相当に強くなつても充分な延焼阻止効果が期待出来た。なお風速が12m/s以上の強風になると散布値の変動が大きく効果が判定出来ず、そのほか樹冠火など猛烈火災に対する散布効果など空中消火限界数値の解明は、実施不可能時の制定とともに今後の検討課題として重要である。

II 小型ヘリコプター・ベル型機に装着されたスプレーキット方式の散布機で、機速30km/h・高度20mの飛行条件で、空中散布すると幅20m長さ150mほどの地上散布区ができる、一部に最大0.1ℓ/m<sup>2</sup>の密度区も有つたがバラッキの大きい筋状の散布では、一回100~200ℓの散布量を考えると、ごく小規模の火災以外には消火効果は期待出来ない。(図-4参照)

III 中型機・HU<sub>1</sub>-B機で「水のう型」および「パケット型」の散布機を使用し、機速120km/h・高度30mの飛行条件で700ℓの消火剤を空中散布すると、図-5に示すような幅25~30m長さ130~150mの地上散布区が得られた。密度分布も普通規模の地表火に對して消火効果が充分期待出来る0.5ℓ/m<sup>2</sup>以上の密度区も幅8~15m長さ100~120m内と大きく、かつ区内一様に散布されており、0.8ℓ/m<sup>2</sup>以上の密度区も充分なので散布位置の選定とあわせ中型機による散布は充分な消火効果が求められる。なお、火災の状況により多量の散布薬量を必要とする場合の同一区域に対する「重複散布」を行なうとか、長い散布帯を作る場合「撒き散き散布」を行ない高い効果を求める方法も検討され、実用化が達成された。(図-5)

IV 大型ヘリコプター・バートル107型機を使用し大型「水のう型」散布機で、機速120km/h・散布高度地上30mの条件で2000ℓと多量の消火剤を投下すると、散布区も

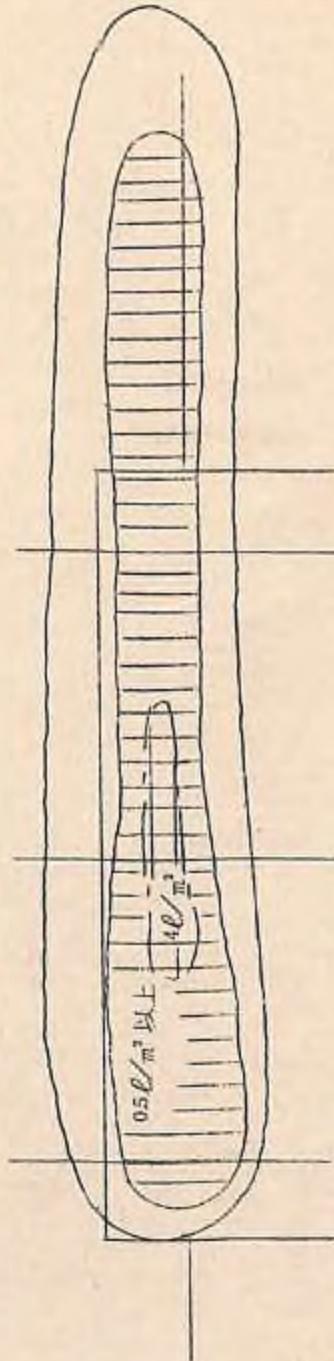
図-4 小型機の散布バターン



機種	ヘリ 47G
機速 (km/h)	30
散布高度 (m)	17
消防液	MAP (15%)
散布量 (ℓ)	1.00
風向	N
風速	2.9
散布幅 (m)	20
散布長 (m)	170 ~ 200

図-5 中型ヘリコプター HU1-B 機による散布バターン

機種	60ノット ( $\div 120$ km/h)
高度	100 フット ( $\div 30$ m)
散布巾	2.5 ~ 3.0 m
散布長	130 ~ 150 m
有効散布巾	8 ~ 15 m
ノット長	110 m
最高飛	4 ℓ/m <sup>2</sup>
最低飛	0.5 ℓ/m <sup>2</sup> 以上
飛行高度	3.0 m



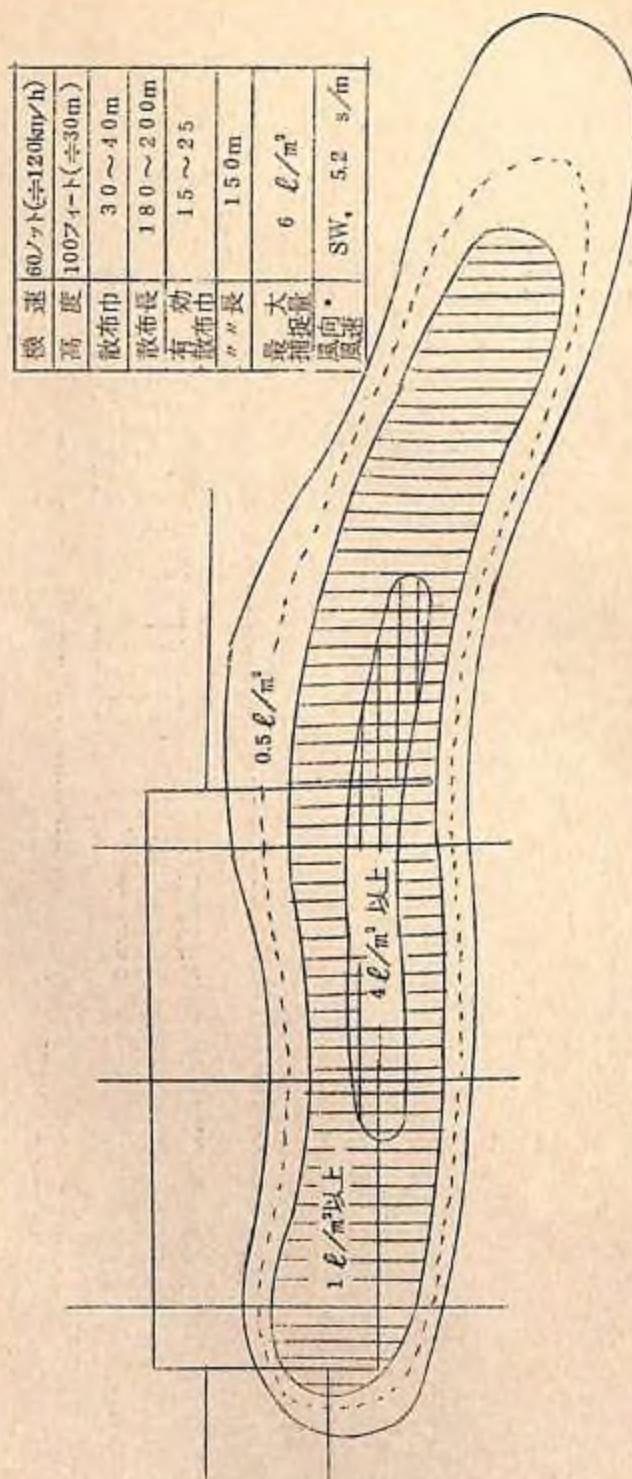
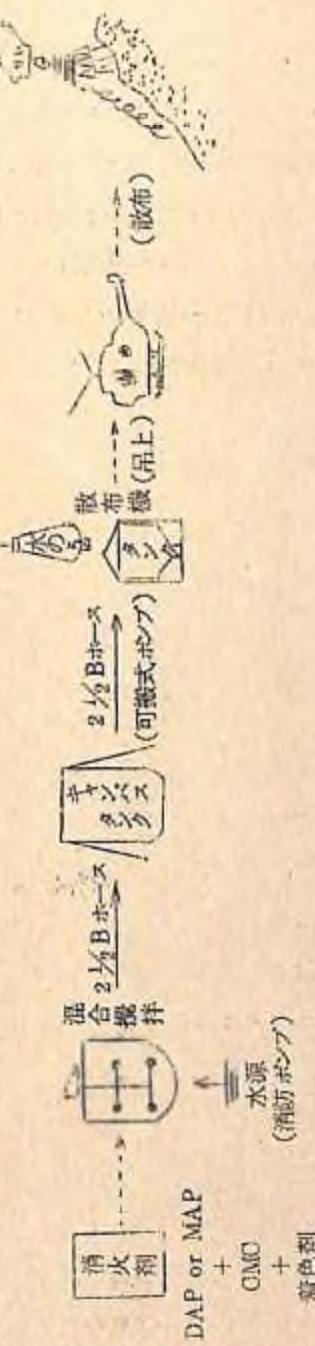


図-7 消火基地作業



幅30~40m長さ200~180mと大きく、1ℓ/m<sup>2</sup>以上の密度区も広いので消火効力も大きく、大規模林野火災の空中消火でも充分な効果が期待される。（図-6参照）

#### (4) 空中消火用資機材と支援作業

所要のヘリコプターを活用し所定の散布機を使用して実施する林野火災の空中消火方法では、散布する消火剤の調整補給などを支援する各種の作業がありこれが工程実務を完成することにより、初めて充分な消火活動と効果的な運用が達成される。支援作業工程および使用資機材の現状を述べよう。

##### I 消火剤混合搅拌機

空中消火に必要な消火剤を調製し、散布機に注入してヘリコプターの消火活動を支持する一連の作業を補給基地作業といい、支援作業の第1である。作業工程の1例を図-7に示した。

所要の薬剤を定量水と混合し消火剤を作製する作業に使用するのが消火剤混合搅拌機で、粘性の高い接着剤を効率良く搅拌する条件で強力軽量な可搬式機械の開発が課題となつた。現在使用している大型搅拌機は、可搬式動力ポンプの水流圧により消火剤を吸い込み混合搅拌する装置で、容積2,500ℓの大型水槽の上に本体を設置して、10分間に1,000ℓの消火剤の調整能力を持っている。林野庁で各空中消火基地に整備した、容積500ℓの布製タンクと小型エンジン始動による強力混合搅拌機は、1回450ℓの消火剤を5分ほどの搅拌で調整するので、タンクを数個用意し連続作業により補給効率を確保している。このほか混合タンクへの給水・散布機への消火剤の注入作業には、夫々高能率の動力ポンプを使用して効率的な補給工程を組立てているが、大火災時出動航空機が増加し大量の補給が要求された場合に、充分な消火剤の搅拌・補

給能率を確保するためには、より高性能の作業機器の開発と、支援作業工程の高率化を計る一層の研究が必要である。

## ii 支援作業

空中消火実施時のヘリコプターの誘導・散布機の懸吊・発進・帰着など航空機に関する作業は航空機関係者が実施するが、ヘリポートの選定・補給基地の設置など消火活動に必要な受け入れ体制を整え、消火剤、散布機など空中消火用資機材の補給基地えの搬入とこれに必要な支援作業人員の適切な配置などの支援体制は航空機の到着までに完了しなければならない。このため関係部所では、平素から空中消防隊を編成し、出動時の配備計画を定め、所要の人員がそれぞれの分担で常時訓練を行ない、作業に習熟し、一旦有時の出動に対処しなければならない。空中消火隊（補給基地作業隊）の編成の1例を次表に示した。

表-2 空中消火消防隊

編成		資機材	備考
名称	人員	名称	
作業指揮者	1		
無線係	(1)		指揮者兼務可
給水係	2		
薬剤注入係	3	可搬式動力ポンプ 水そう 散布装置	B3級以上 必要に応じ貯水槽を設置する 3~6台（水のう型又はバケット型） MAP 15%, CMC 1~3%, 染料 0.001% 搅拌係兼務可
薬剤係	(1)	消火剤MAP 展着剤CMC 染料	消火剤貯蔵量 3~5トン 混合機 1~2台又は簡易搅拌機 2~3台 2500ℓ, 2~3台, 又は 500ℓ型 6~10台 混合機 1台に付 1台
搅拌係	6	混合装置 水そう 可搬式動力ポンプ	

## (5) 散布飛行技術

悪条件下の山地火災の現場で空中消火の大きい効果を求めるには、所定の位置に消火剤を的確に散布するヘリコプターの飛行操縦技術が重要なポイントとなる。重量散布機を吊り下げ複雑な地形と山地の熱気流を突破して限られた地点えの消火剤の散布は、高度な飛行技術の裏付

けとパイロットの的確な判断が要求されよう。そのうえ、投下位置の制定、開放スイッチの操作など機内作業も要求されるので、火災の情況、現地環境に合せた最高の散布飛行は大変むづかしい。これらは、すべて航空機部門担当者の平素の訓練熟度を基に、出動時の活用が計られているが、今後は実火災時の数値を加え検討し、林野火災時の効果的な空中散布技術を完成し最大の効果を求めるべきであるまい。表-3に大・中型ヘリコプター機の基準飛行諸元と散布飛行要領の1例を示した。

表-3 大・中型機の基準飛行諸元

### (1) HU-1の場合

状態区分		散 布 前	散 布 中	散 布 後	備 考
速度	水 平 飛 行		60 KT		速度 70ノットまでは左右の振れもなく安定しているが、散布前においては70 KTで操縦桿（かん）に微振動が出、また、散布後70 KTを超えると風圧により散布器材が大きく後方に流れる。
	上 升	45~60 KT		45~60 KT	
	降 下	60 KT		60 KT	
旋 回 角		25°以内		25°以内	旋回角 30°までは、おおむね安定した飛行可能
上昇・降下率				1000 FT/MIN 以下	
高 度			対地 100 FT		
全 備 重 量	HU-1B: 7,600 LBS 以内 HU-1H: 8,500 LBS 以内				消火薬剤とう載量 約 700 ℥

(2) V-107の場合

状態区分		散布前	散布中	散布後	備考
速度	水平飛行	80 KT		60 KT	1. 散布前においては 100 KT, 散布後においては 80 KT まで飛行可能であるが、散布器材の安定性からそれぞれ 80 KT, 60 KT が適当である。 2. 散布後 6.3 ~ 6.5 KT では、重量と抵抗のバランスが崩れ散布器材が動揺するので、この速度での連続飛行は避けなければならない。
	上昇	80 KT 以下		60 KT	
	下降	80 KT 以下		60 KT	
旋回角	20° 以内		20° 以内		旋回角 25° までは、おおむね安定した飛行が可能である。
上昇・下降率			1000 FT/MIN 以下		
高度		対地 130 FT			
全備重量		19,000 LBS 以内		消火薬剤とう載量 約 1,800 ℥	

(1) 散布飛行の基準諸元



(2) 散布飛行要領

ア 経路の選定

次の事項等を考慮して経路を選定する。

- (フ) 火災の状況 ..... 火焰、煙、延焼方向等
- (イ) 地形 ..... 高圧線等の障害物、標高、不時着適地等
- (ウ) 気象 ..... 風向、風速、乱流等

V 本課題(48~49年度)で実施した試験

昭和44年度から引き続き実施してきたヘリコプターによる林野火災の空中消火方法の研究も、昭和48年2月岡山県勝山高原における現地散布試験で、今までに得られた成果の確認を行ない、技術方法を確立して実用化の解決を求めたが、試験を終了し結果を検討し48年度新たに航空機サイドから提示された散布基準飛行条件(機速120 km/h・高度30 m)に関連する諸問題の解決を計り実用化を達成するため次の実験を追加実施した。

(1) 静岡県富士国有林に於ける現地総合試験

機速120 km/h(以前は90 km/h)散布高度30 m(同じ)の大・中型ヘリコプターの林野火災時の空中散布飛行条件に対応した、改良型散布機の安定性、安全性の確認と、增速による散布パターンを決定し、消火効果を検討するなどを主題に、次いで新消火剤混合搅拌機の開発テストと支援作業工程の完成などを目標に現地総合試験を実施した。

Ⅰ 試験概要

試験地は静岡県富士宮市大字北山・東京営林局管内静岡営林署富士山国有林 291・297

林班で、ヘリ基地など試験地の配置を図-8に、試験日程・実施項目を表-4に示した。

表-4 日程・実験内容と実施要項

実用化試験（富士宮）		
項目 月日	9:00~12:00 (飛行開始10:30)	13:00~16:00 (飛行開始13:30)
11月／19日 (月)	実験打合 実験準備	○ HU-1B, 中型散布機による散 布バターン測定（第1回） ・ バケット型2回 機速: 60 KT ・ 水のう型2回 高度: 100 ft
20 (火)	HU-1B, 中型散布機による散布 バターン測定（追補）	○ HU-1B × 3機による実用化試 験（第1回） ・ 連続散布…バケット, 水のう交互 に使用 連続延6回散布 ・ 散布総長さ…300~400 m ・ 機速: 60 KT, 高度: 100 ft
21 (水) (見学日)	○ HU-1B × 3機による実用化 試験（追補）	○ V-107, 大型散布機による散 布バターン測定 散布試験2回, 機速: 60 KT, 高度: 100 ft ○ V-107による中型散布機吊上 試験
22 (木)	○ V-107による実用化試験 ・ 連続散布…3回 ・ 散布総長さ…300~400 m ・ 機速: 60 KT, 高度: 100 ft	予備日 撤收

## 大型散布機飛行安定性試験（木更津）

項目 月日	午前	午後
11月／19日 (月)	実験打合 準備	(1) 安定性試験（第1回） I) 懸吊散布機条件 $\begin{cases} a = \text{空袋 (消火薬剤なし)} \\ b = \text{消火薬剤として} \\ \text{液体 } 2000 \ell \end{cases}$ II) 飛行条件 $\begin{cases} \text{高度: 100 ft} \\ \text{機速: } 40 \text{ KT} \rightarrow 50 \rightarrow 60 \dots \end{cases}$ (2) 機能試験（第1回） I) ヘリコプターへの着脱動作試験 II) 投射口バルブ等の作動試験
20 (火)	(1) 安定性試験 (追補) (2) 機能試験 (追補)	

21日以後は実用化試験（富士宮）にて実施

項目	内 容
ヘリコプ ター	中型機HU-1B（搭載量約1ton）- 3機（陸上自衛隊東部方面ヘリコプター 隊所属） 大型機バートル107（搭載量約2.5ton）- 2機（陸上自衛隊第1ヘリコプタ ー團所属）
散 布 機	中型機用改良バケット型散布機（容量1,000（自重約140kg） 林野庁所有 中型機用改良水のう型散布機（容量700ℓ自重約140kg） 消防庁所有 大型機用改良水のう型散布機（容量2,000ℓ自重約160kg） 消防庁所有
散 布 飛 行 条 件	中型機とも高度100 ft (≈30 m), 機速60ノット (≈120 km/h) 大型機を基準飛行条件とする。
散 布 量	中型機は1回700ℓ 大型機は1回2,000ℓ
消 火 剂	消火用第1リン酸アンモニウム(MAP) 15% を基準濃度水溶薬剤とし顔料 林野火災用着色剤(CMC) 1% で赤に着色
攪拌・ 補給	消火剤の攪拌・調整は消研式攪拌機と大型水槽を使用し、散布機への補給、注水 作業は可搬式消防ポンプを利用する。
散 布 測 定	飛行条件毎の散布密度・分布範囲の測定を行なう試験区で巾50m長さ150m の区間の測点上の散布薬量を秤量しバターンを決定する。
散 布 実 験	巾30m, 長さ500mの実験区を決め連続散布試験毎のバターンを観測する。
散 布 条 件	散布実施時毎の風向、風速、気温、湿度などを観測し条件とする。

図-8 現地総合試験配置図



なお、本試験に使用したバケット型散布機の改修の要點を述べると、①本体上部の開放口にフタを付け飛行時の浮き上がりを止めた。②本体中央部に方向安定板を取り付け飛行中の安定性を確保した。③吊り索(ワイヤー)を200cmと長くし、吊り環(シャックル)を長円形にして吊り下げ作業を容易にした。④散布後の開放を水のう型と同一規格の通電方式とし操作は塔乗員のスイッチ操作で行ない手動直接方式は止めた。⑤本体の容積を満量800ℓ(従来は1,000ℓ)と小型にし、タンクを上部で支持し底蓋の開閉操作を容易にした。などが主な改修点で本実験での使用テストにより性能を確認し完成を求めた。

## II 試験結果

散布機の安定、安全性については中型機用の「バケット型」散布機および「水のう型」散布機とも、新条件数値に対する各種の基礎実験データをもととした所要個所の改修を行ない、木更津基地における飛行テストにより一応満足すべき結果を得ていたが、今回の散布試験に

より実用散布機としての精度と飛行時の安定性と取り扱いの安全性の最終確認を得たので当面使用する散布機に対する改修課題を完成した。大型機用「水のう」散布機についても、今回実施した平地基礎実験と現地経験の結果から当面実用散布機としての認定も得たので実施時の使用課題も解決された。

散布パターンの決定と消火効果の確認は、幅50m長さ150mの測定試験区域内に、10m間隔に配置した測点上の薬量を秤量して散布密度・分布範囲を算定した。幅50m長さ500mの散布実験区では大・中型機による連続散布(継ぎ散き)試験を行ない実火災時の散布方法の確認を行なった。

中型機による機速120km/h、高度30mの飛行条件による散布は、バケット型、水のう型とも大体幅2.5~3.0m長さ1.30~1.50mの区内に、平均0.2ℓ/m<sup>2</sup>の密度で0.5ℓ/m<sup>2</sup>以上の消火有効散布区も幅8~1.5m長さ1.00~1.30mとなった(図-5参照)。大型ヘリコプター・バートル107型機の散布では、散布が幅3.0~4.0mで散布長1.80~2.00mの区内に平均0.5ℓ/m<sup>2</sup>の密度の分布区も幅1.5~2.0、長さ1.50mと大きくなつた。(図-6参照)

散布実験区での大・中型ヘリコプターによる継ぎ散き連続散布試験も、2.0~3.0mの重複区を作り散布線を延し予期以上の結果を得たが、火災時求められた目標に対し適確な投射を行ない完全な消火帯を作るには、風の影響と地形を判断した散布飛行技術の習熟が効果良否のポイントとなろう。

これら散布パターンの数値をもとに各種の消火試験を行ない結果を検討すると新しい条件での空中散布での消火効果は、従来の数値と同様充分に期待出来るものと判定し、現地の火災状況、規模に応じて700ℓまたは2,000ℓ一回の散布薬量で不充分の場合は、重複または連続散布を実施することにより充分な効果が求められよう。

補給基地作業、所要の消火剤を調整して散布機に注入しヘリコプターの消火活動を支援する補給基地の作業は、多数の人力と機械力を必要とする連続した作業工程で、なかでも高能率で消火剤を混合攪拌する装置の開発は、空中消火活動のキーポイントでもあり研究が進められていたが、今回試作使用した大型混合機は中型動力ポンプの注水圧を利用した簡単な攪拌機構で、粘性のある接着剤CMCの混合も容易に出来たので今後実用上大きい活用が期待された。必要水量の揚水・消火剤の散布機注入などの作業には可搬式の消防ポンプ数台を使用し作業工程を効率化したが、作業指揮、人員、機械の配定を整理して作業の習熟を計れば補給基地作業は十分な任務をはたすものと自信を持った。

以上が本試験での結果の大要であるが、これにより大・中型ヘリコプターを使用した林野火災の空中消火に必要な技術的課題は一応解決されたものと判断し、これが完全な実施、実用化を達成するため行政、技術担当部門、関係諸機関が協力して、一日も早い林野火災の空中消火方法を確立する目的で最終段階の研究を進んだ。

## (2) 空中消火の実用化訓練試験

前記富士国有林に於ける現地試験で確立した空中消火技術、方法の研究成果を基に、昭和50年よりの実施を目的として防衛庁主催、消防庁、林野庁支援により空中消火訓練野外試験が昭和49年9月千葉県木更津基地で実施された。とくに、今回の試験は災害派遣による自衛隊機の出動を基盤に派遣体制の整備、関係実務の訓練を主としたもので、参加者も各都道府県及び国有林管林局署の実務担当職員で、空中消火資機材の取り扱い、散布、消火技術の確認を行ない、運用要項、支援実務を実習検討しヘリコプターによる林野火災の空中消火体制を整備し、実務を計画するための資とした。

### I 実施要領

試験は次の表一5・6に示す日程と実施要項で千葉県木更津市陸上自衛隊第一ヘリコプターベース内で行なわれた。

表一5 訓練日程

月日	訓練科目	担当
9/9 (月)	午前 訓練要旨説明 午後 空中消火の概要	隊 消研
	午後 空中消火用器材の取扱法	"
9/10 (火)	午前 林野火災の実施 午後 空中消火操縦法	林試 隊
	" "	"
9/11 (水)	午前 空中消火に対する準備態勢 午後 空中消火操縦法	消防・林野 隊
	午後 空中散布飛行(直接消火演習) 9.3.0 現地集合(体育館) 9.4.0~10.0.0 日程等説明( " ) 10.1.0~11.5.0 空中消火操縦法現地見学(飛行場) 12.0.0~13.0.0 休憩 13.1.0~15.0.0 空中散布飛行(直接消火演習)見学 15.1.0~17.3.0 研究討議(体育館) 様見学者の行動は現地で各担当者が指示する。	" 消防・林野 隊
9/12 (木)	午前 空中消火演習 午後 空中消火操縦法	千葉県・隊
	9.3.0 現地集合(君津郡ダム) 11.3.0 解散	消防・林野
9/13 (金)	午前 空中消火災害派遣 午後 研究討議	隊 "
	午前 研究討議会 午後 解散	"

表一6 実施要項

項目	内容	
ヘリコプター	中型機HU-1B(搭載量約1ton)~2機(陸上自衛隊東部方面ヘリコプターベース所属) 大型機バートル107(搭載量約2.5ton)~1機(陸上自衛隊第1ヘリコプターベース所属)	
散布機	中型機用改良バケット型散布機(容量700ℓ自重約140kg) 中型機用改良水のう型散布機(容量700ℓ自重約140kg) 大型機用改良水のう散布機(容量2000ℓ自重約160kg)	林野庁所有 消防庁所有 消防庁所有
散布飛行条件	中型機とも高度100ft(=30m), 機速60ノット(=120km/h)を 大型機基準飛行条件とする。	
散布量	中型機は1回700ℓ 大型機は1回2000ℓ	
消火剤	消火用第1リン酸アンモニウム(MAP)15% (CMC)1%を基準濃度水溶薬剤とし顔料で 林野火災用着色剤	赤に着色
搅拌・補給	消火剤の搅拌・調製は大型搅拌機2000ℓの大型水槽と500ℓ水槽5個と小 型搅拌機を使用し、散布機への補給、注水作業は可搬式消防ポンプおよび自吸式 エンジンポンプを利用	
消火試験	間接消火実験区1・直接消火実験区1をとり、実験区(50×50m)内に乾燥 したスギの枝葉を多量(厚さ約50cm)集積し、着火燃焼後空中消火し効果を判 定する。	

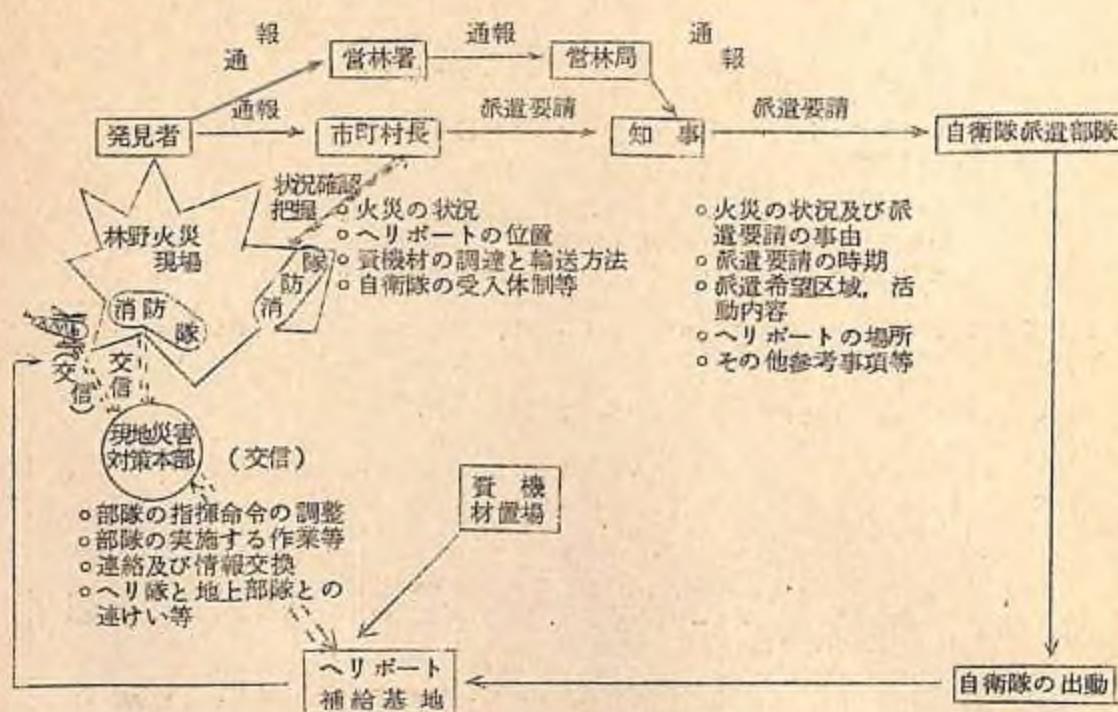
### II 試験の成果

試験はまず、ヘリコプターによる林野火災の空中消火に使用する資機材の機能、取り扱いの確認を行ない、次いで同方法の円滑なる実施を計るための運用方法、協力体制、受入体制の整備地上支援作業の充実など一連の空中消火活動の具体的指針の検討を行なった。

とくに今回は自衛隊所属航空機の出動を求めて空中消火を実施する場合の運用要項を基本に(民間機の場合もこれに準ずる)試験が実施され、関係諸問題が訓練された。試験に提示された運用基準(案)の概要を述べると、図一9に自衛隊ヘリコプターの派遣を求める場合の系統図に示すことく、派遣要請は通常現地市町村長が火災の状況を確認して、現地の消防隊による消火が困難となり次の状況を判断して都道府県知事に要請するものである。

- ① 立地条件とくに急斜地・道路・水利などの不便等、火災現場周辺の状況により地上からの消火が困難であるとき。
- ② 火災規模に対して地上からの消火能力が不足する場合。
- ③ 人家への延焼その他重大な結果が予想される場合等で、空中消火によらなければ消火が

図-9 林野火災における自衛隊のヘリコプター派遣系統図

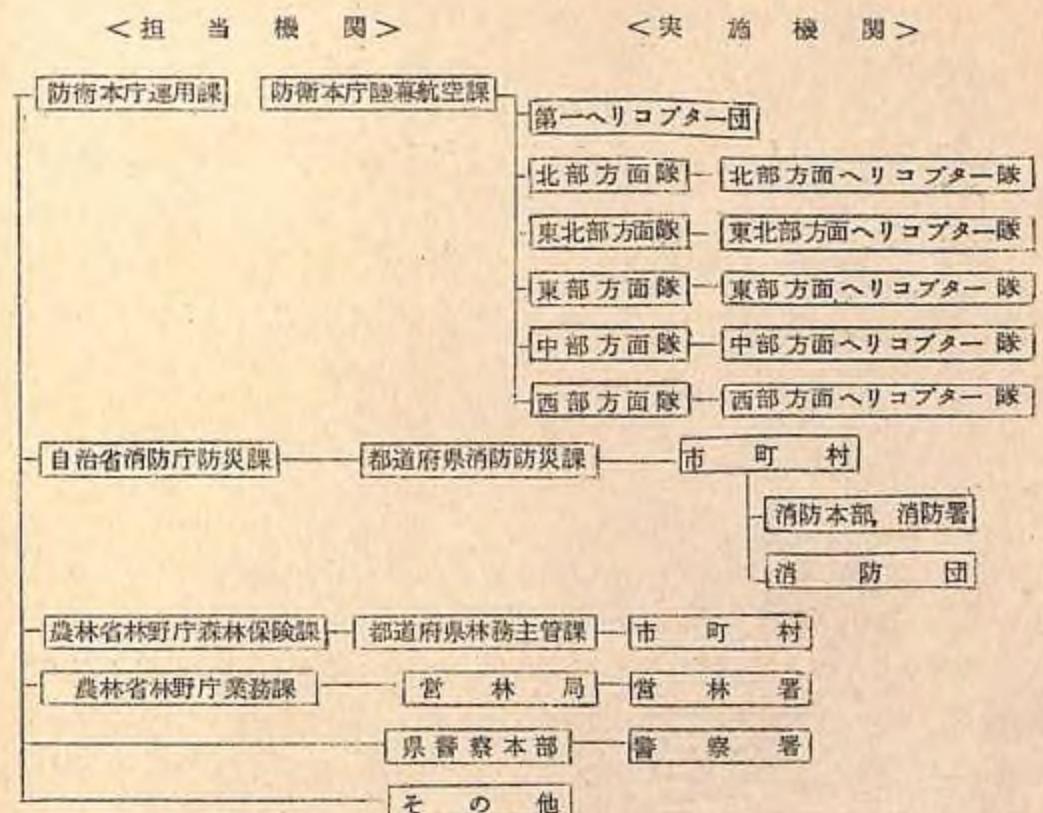


困難であるとき。の条件が示されているが空中消火を最大限に活用するため、これら条項の現場担当者の十分な活用と要請時期のタイミングが空中消火運用のポイントとなろう。

要請側の受入体制としては発令までに次の準備が必要である。① 現地災害対策本部の設置 ② 補給基地の選定 ③ ヘリポートの設定 ④ 必要資機材の輸送・配備 ⑤ 支援作業消防隊の編成・配置。のほか空中消火活動を安全かつよく実施するため安全基準を定める必要がある。

林野火災のヘリコプターによる空中消火に関する現行の相当組織を図-1.9に示した。

圖-1-9 空中消防組織圖



以上で今回の実用化訓練試験を終了し林野火災の空中消火方法と実施に必要な条項の確認を得、当面災害措置によるヘリコプターの活用体制も達成されたので、航空機による林野火災の消火技術の確立を標題とした研究は一応実用化の成果を完成して終了する事とするが、これが完全な実施・実用化のためには今後の検討課題も多く当面下記事項の早期解決を必要としている。

- I 空中消火体制の早期確立。（中央・地方を通じた関係機関による空中消火体制の整備と責務の分担を明確にし運営方法を決定する）
  - II 空中消火用資機材の整備拡充。（国・自治体を問わず全国的な散布機・消火剤などを保有する空中消火基地の配備とヘリポート・補給基地等の選定配置をする）
  - III 空中消火方法・地上支援操作業の完成。（空中消火作業の実務・支援操作業要領などを決定し常時訓練を行ない方法・作業の習熟を計る）

(3) 空中消火基地の整備

ヘリコプターによる林野火災の消火技術を確立し昭和50年よりの実施に対応する為、昭和46年度林野庁で所管国有林内の各営林局管内に重点配備した空中消火基地に対し、新しい体制下の空中消火方法の認識と、改良散布機を初め使用資機材の取り扱い方法、実用化の内容、支援作業の習熟を計って本年度は、大阪・高知・熊本・長野・秋田・青森局内の空中消火基地で現地検討会を行なった。

各基地とも担当者の熱心な研究心に敬服すると同時に、前項で求めた問題点のほか数々の改善点の指摘も多く、一日も早い問題の解決を計って、関係者が一体となって林野火災に活躍出来る空中消火基地の整備に萬全を期さねばなるまい。

表一7に国有林関係の現有消火基地と表一8に都道府県関係の整備状況を示した。

おわりに

林野火災の空中消火の研究は、昭和49年航空機による林野火災の消火技術の確立の課題で試験を終了し、消火方法、技術を完成するとともに昭和50年からの出動、実施を達成し実用化の研究も終了したが、より大きい効果を期待し、より高い成果を求めて今後一層の研究も必要である。当面、運用基準、支援要項など関係条項の決定と、担当業務分担など協力体制の確立を計るほか、消火用資機材の配備拡充に努め常備ヘリポート、作業基地を選定して地域別の空中消火作戦に備えねばなるまい。

研究部門に於ても林野火災の燃焼特性、環境因子との関係など基礎的数値の解明と、地上および空中を一体とした総合消火技術の確立を図らねばならない。とくに複雑な立地条件に対応した合理的な消火方法として消火剤の最大の効果を求めるため散布位置の判定技術などの基準を策定する研究を開始した。一方使用資機材の新らしい開発をもととした林野火災の近代消火技術の完成を目標とした研鑽も進めねばならない。

最後に本研究に参画し今日の成果を支えて下さった諸賢に心から御礼申し上げる。

表一7 林野庁の空中消火器材保有状況

営林局	基 地	基 地 所 在 地 住 所	概 要
旭 川	名 寄 羽 哥 旭 川	北海道名寄市西二条一丁目 " 苫前郡羽幌町南三条三丁目 " 旭川市神楽三条四の419	既 設 " " "
北 見	留 辺 葉	" 常呂郡留辺葉町栄町二区	"
帯 広	帯 広 標 茶	" 中川郡幕別町字千住 札内苗畑事業所 " 厚岸郡厚岸町字太田 太田造林事業所	49年度中に設置
札 哥	苦 小 牧	" 苦小牧市字丸山	既 設
函 館	八 雲	" 山越郡長万部町字富町 長万部苗畑事業所	"
青 森	青 森 盛 仙 岡 台	青森県青森市大字大矢沢字里見242 八甲田苗畑事業所 岩手県紫波郡矢巾町大字壁山 壁山苗畑事業所 宮城県宮城町上愛子字遠野原 原山苗畑事業所	" " " " 49年度中に設置
秋 田	大 館 大 村 曲 山	秋田県大館市上代野 大館苗畑事業所 " 仙北郡協和町境 製品事業所 山形県東根市大字若木番地外 若木種子貯蔵庫	既 設 " " " "
前 橋	草 富 津 岡	群馬県吾妻郡妻恋村大字田代字妻恋山国有林42林班内 福島県双葉郡広野町大字下北追字西平山3	49年度中に設置
東 京	静 水 戸 東 京	静岡県富士宮市豊町19-27 茨城県常陸太田市山下町1237-1 東京都八王子市長房町1996	既 設 49年度中に設置 "
長 野	上 田 上 松	長野県上田市下緑屋町3400の1 " 木曾郡上松町大字上松字沖田	既 設 49年度中に設置
名古屋	下 呂 崎	岐阜県益田郡下呂町小ヶ野 愛知県岡崎市明大寺町向山2-4	既 設 "
大 阪	神 戸 広 島 新 宮 岡 山	兵庫県三木市別所町三木山国有林34林班7小班三木苗畑事業所 広島県広島市己斐町 ハタ山国有林68班 ち小班 和歌山县新宮市新宮大浜宮有地 大浜貯木場 岡山県御津郡御津町伊田2751-1 五城苗畑事業所	" " " " 49年度中に設置 "
高 知	德 島 奈 半 利 松 山 窪 川	徳島県三好郡池田町 元池田貯木場 高知県安芸郡奈半利町 愛媛県上浮穴郡久万町 久万貯木場 高知県高岡郡窪川町 窪川貯木場	49年度中に設置 既 設 49年度中に設置 "
熊 本	直 方 熊 宮 崎	福岡県直方市永溝町ユリハラ 熊本県飽託郡北山村貢オハギ 宮崎県宮崎市鏡州丸町 丸野駐車場内	既 設 " "

注：基地に配備している資機材（標準的な基地で示す。）

- 空中散布装置パケット(700ℓ) 3台
- 簡易攪拌(かくはん)機 2台
- 水槽 8台
- 動力ポンプ 2台
- 消火剤(MAP) 3トン

表-8 地方自治体の空中消火器材保有状況

都道府県	管理連絡先	保有器材			
		散布器材	混合機	貯水槽	消火薬剤
秋田県	秋田県林政課	2 (パケット)	2	6 (500ℓ)	5トン
岩手県	岩手県消防防災課	17 (水のう 700ℓ)	4	4 (2.500ℓ)	5.1トン
栃木県	栃木県造林課	7 (パケット)	2 (スムーザー)	1 (2.500ℓ)	5.4トン
群馬県	群馬県治山造林課	3 (水のう 700ℓ)	1	1 (2.500ℓ)	2.5トン
千葉県	千葉県消防防災課	8 (水のう 2.000ℓ)	8	8 (2.500ℓ)	6トン
埼玉県	埼玉県消防防災課	4 (水のう 700ℓ)	1	1 (2.500ℓ)	4.2トン
山梨県	山梨県消防防災課	4 (水のう 700ℓ)	1	1 (2.500ℓ)	10トン
		3 (水のう 700ℓ)	1 (スムーザー)		3トン
静岡県	静岡県消防防災課	3 (水のう 700ℓ)	1 (スムーザー)		3トン
広島県	広島県消防防災課	12 (水のう 700ℓ)	4	5 (2.500ℓ)	3トン
愛知県	未		定		

注：1. スムーザー：混合機と貯水槽が一体となったもの。

2. 保有状況は、昭和49年度末であり、昭和50年度以降更に各県等に配備される予定。