

火災周辺温度分布の研究(第4報)

辻 英 機*
小 方 義 信**

1. はじめに

大震災時の火災は、広域にわたり一挙に各地で発生することが予想され、かつ密集市街地においては、これらの火災が合流して大火災となる例が多い。

合流火災は、関東大震災時の例をみてもわかるとおり、大火災から放射される輻射熱、及び熱気流によって通常の火災と比較して延焼速度が一段と速くなるため、逃げ遅れによる犠牲者を出す場合が多い。

このことから、広域にわたる合流火災にあっては、まず避難者をより安全な場所へ速やかに誘導することが最も必要であるが、これにはまず、合流火災の方向、延焼速度、性状等を把握しなければならない。

このためには、住民、あるいは消防隊等からの部分的な情報を分析することは勿論重要であるが、一方、一定地域を全般的に俯かんして、可視的に状況を把握することにより、信頼性の高い総合的な情報を提供することも必要であり、そのためには航空機を使用し、上空から科学的な観測を試みることも一方法である。

本研究はこのような趣旨から、従来運食用とか、熱管理面から発展してきた赤外線映像技術を、消防的に応用することが可能か否かを把握するため、昭和49年から4か年にわたり行ったものである。

今回は本研究の最終年度として、赤外線撮像装置のヘリコプター搭載実験結果と、全般の考察について報告する。

2. 研究の経過

本研究は赤外線映像技術を応用し、合流火災等の周辺温度分布を測定することによって、住民の避難誘導のための有効な情報源となり得るか否か、について実施してきたものであり、実施経過は次のとおりである。

昭和49年度(所報第12号参照)

各種物質の放射率の測定

旧松尾鉱山住宅跡火災撮像実験

昭和50年度(所報第13号参照)

煙の放射率の測定

煙による赤外線の減衰量測定

昭和51年度(所報第14号参照)

大気による赤外線の減衰量測定

煙濃度と煙層距離の相異による赤外線の減衰量測定

昭和52年度

赤外線撮像装置のヘリコプター搭載実験

3. 赤外線撮像装置のヘリコプター搭載実験

(1) 実験の必要性

赤外線撮像装置は、対象とする波長が赤外領域であるという点を除けば、普通の写真やTVと本質的に同じものである。ただ、普通の写真やTVは、化学作用又は、電気信号により、瞬時に映像を形成できるが、赤外線撮像装置は、一つの映像を形成するためには5秒の走査時間が必要である。この走査時間をフレーム・タイムというが、ヘリコプターに搭載した場合、このフレーム・タイム中に、振動によって、映像にぶれや、歪が生じるのではないかという疑問が走る。このため、ヘリコプターのホバリング時、又は進行中に、振動が映像に与える影響を調べる必要がある。

(2) 実験方法

実験日時 昭和52年8月29日、8月30日

実験場所

江東区白鬚地区上空 300m 500m

千代田区大手町上空 300m 500m

搭載機 当庁ヘリコプター

S A330 ゆりかもめ(写真1)

(7) 下向きミラーと防振装置

撮像部前面に45°の傾きをもつ下向きミラーを取り付け、ヘリコプター中央の開口部から受光した。

(写真2) また、撮像部の振動を防ぐため、撮像部と床の間に振動吸収材(ゴムスポンジ)を挿入した。

(イ) 電源

12V、120AHの蓄電池3個を並列につなぎインバーターに入れ、そこからAC100Vの電流を赤外線撮像装置に入力した。(写真3)

写真-1



写真-2

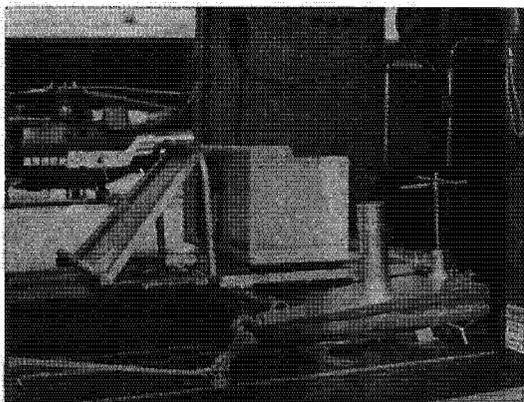


写真-3



(3) 実験結果

(ア) 振動の影響

ヘリコプターのホバリング時(空中停止)は、メインローターによるダウンウォッシュや、テールローターによる側方風圧の合成によって行われるため、機体周辺の気流擾乱や、ローターブレードによる空気叩き現象が生じ、これに起因する機体の固有振動を避けることができない。この影響のためか、ヘリコプターの

写真-4

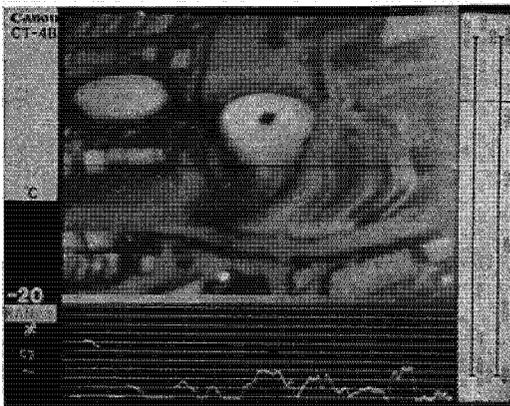
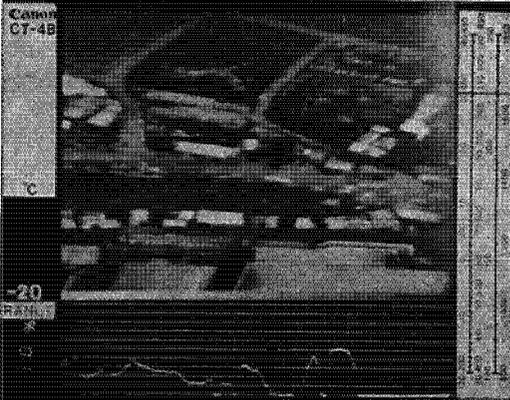


写真-5

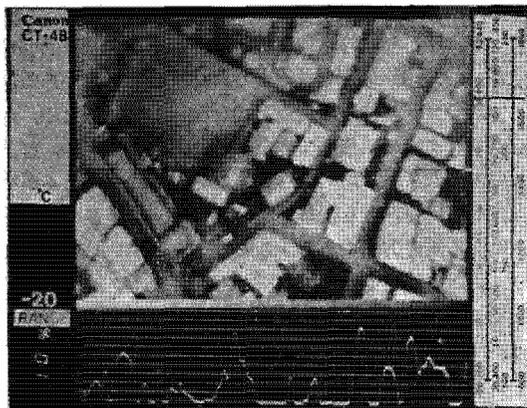


写真-6



ホバリング時における映像は、写真-4、写真-5のようになりにぶれている。しかし、写真-6、写真-7のように、あまりぶれの感じられないものもあるので、映像に与える影響がヘリコプターの固有振動のみではなく、風による影響もみのがすことができないことがわかる。

写真-7



当初、ヘリコプターの進行中の撮像は不可能と思われたが、実験から写真-8、写真-9のように、ホバ

写真-8

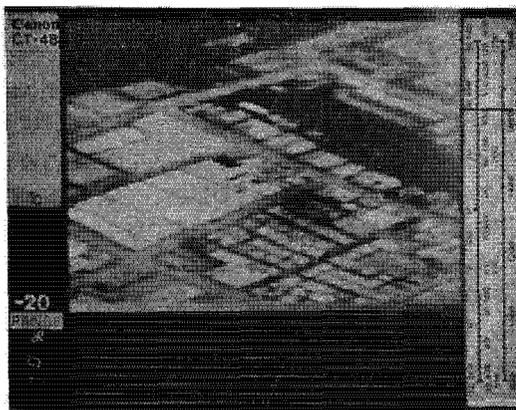
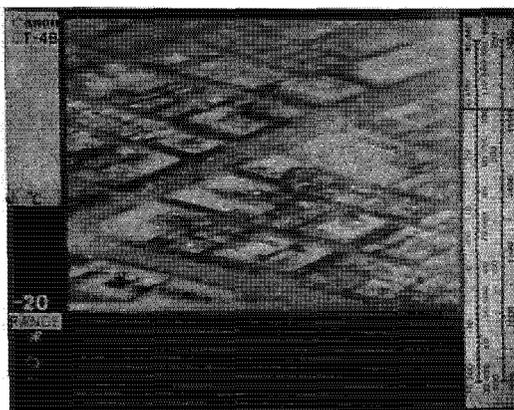


写真-9



リング時に比較してかなり鮮明な映像が得られた。この原因は、高度500mでは進行中でも映像の対地移動量が小さくなるためと、風による機体の動揺が、ホバリング時に比べて少なくなるためと思われる。

(イ) 鮮明度

市街地の映像については、道路、建築物、車両の区別が可能であるが、一般的に鮮明さが欠けている。その原因として次のようなことが考えられる。

A. 太陽光線による影響

物体の表面で反射された太陽光が、赤外線撮像装置に入り、被写体の真の温度よりも高く表示される。このため、太陽光の直射部分と非直射部分の明暗の差が大きくなり、映像がよく解像されない。

B. 赤外線の吸収と散乱による影響

当研究所の赤外線撮像装置は、検出器として Sb In (インジウム・アンチモン) を使用しているが、この検出器の検出範囲には、多くの水蒸気および炭酸ガスによる共鳴吸収帯があり、遠距離測定の場合、これらによる吸収、又は大気中に浮遊している微粒子による散乱のため、鮮明度が低下したものである。

C. 被写体の温度変化による影響

常温付近の映像は、0.6°Cの温度差で被写体を検出している。このため、被写体の微妙な温度変化で映像は変わるので、鮮明な映像を得ることは困難である。

(4) 今後の対策

この実験によって、今後考慮すべき点は次のとおりである。

(ア) 太陽反射光をカットするフィルターが必要であること。

(イ) 水蒸気、および炭酸ガスの共鳴吸収帯を含まない赤外領域(大気の窓)、を対象とする検出器が望ましいこと。

(ウ) 被写体の温度変化に対応する自動微調整装置が必要であること。

4. 本研究に対する全般的な考察

今までの基礎的な研究、および文献調査等から、本研究がどこまで技術的に達成可能であるかを考察する。

(1) 上空からの温度測定による避難の判断の可否

赤外線撮像装置を使用し、上空から合流火災等の周辺温度を測定することによって、避難の可否を判断できるであろうか。

火災周辺温度とは、火災の煙の温度と、その外側の輻射線によって照射されている空間、および建築物等の温度であると思われる。建築物等固体の温度は、放射率の相異、大気による減衰を考慮に入れなければ、測定可能である。しかし、建築物等の温度によって避

難の可否を判断することは困難である。避難にとって重要なものは、空気の温度であるが、建築物等の温度を測定することによって、空気の温度を推定することは困難だからである。次に放射線によって照射されている空間の温度が検出できるか否かを検討する。

赤外線発生機構から、空気が放射線に照射されると、空気自体からも赤外線を放射するが、空気の分子密度は非常に小さいので、放射される赤外線エネルギーは微小である。したがって、その背後にある固体、液体から放射されている赤外線の中に含まれてしまい、空気からの赤外線のみを取り出すことはできない。つまり、上空からは、放射線によって照射された空気の温度は測定できず、背景の市街地温度が測定されることになる。

最後に、火災周辺の煙の温度測定について検討する。各種の実験から、煙の温度を、赤外線撮像装置で測定することが可能であることは明らかであるが、時々刻々と変化する煙の温度を、リアルタイムで知ることができるかどうか疑わしい。煙は、風によって瞬時に50℃位の温度差で激しく変化するが、1枚の映像をつくるために5秒もかかる赤外線映像では、この温度変化に追従できない。

又、大震災時には、煙が空を広範囲に覆うことが予想されるが、この様な場合、仮りに煙の真の温度を測定し得たとしても、避難の可否を判断することはできない。なぜならば、煙の下は避難可能な範囲の温度であるかもしれないからである。

以上のとおり、放射線によって照射された空気の温度測定が不可能であること、煙の真の温度を知ることが困難であること、及び煙の下の空間温度が測定できないなどから、赤外線撮像装置を避難のための情報源として使用するには、現時点では問題が多すぎると思われる。

一般に赤外線撮像装置による遠隔測定の目的は、単に被写体の中での温度差を見わけることと、目標物を探知することであって、正確な温度値を測定することではない。そこで、赤外線撮像装置の使用目的を延焼地域の探知とすれば、他の観測機器よりも有効な場合がある。それは、濃煙が空を覆い、ヘリテレビでは下界の様子が判明できない場合でも、煙を通して延焼地域を探知することができるからである。

(2) 赤外線撮像装置のヘリコプター搭載時における撮像の可否

赤外線撮像装置のヘリコプター搭載実験から、ホバリング時では、ヘリコプターの固有振動、風による機体の動揺、操縦要領等が映像の安定度に関係していることが確認された。実験は最高500mの高度で行われたものであるが、さらに高い位置から撮像すれば、上

記の映像に与える影響は漸減し、かつローリング・ピッチング補正装置を装備することによって、より安定した映像が得られると考えられる。

ヘリコプターの進行時では、当初撮像が不可能と思われたが、500mからの撮像ではやや安定した映像が得られた。進行時でも、高度がさらに高くなると、映像の対地移動量が少なくなるため、より安定した映像が得られると思われる。

以上は、当研究所の赤外線撮像装置について述べたが、他に遠隔測定を目的とした赤外線カメラがある。

このカメラは、線走査方式を採用しているため、ホバリング時の観測はできないが、映像の安定さ、鮮明度に優れており、映像解析装置等一連のシステムが完成している。最も新しい赤外線カメラは、多次元素子による走査方式である。このカメラは、フレーム・タイムが1秒以下なので、ほとんどリアルタイムで映像をつくる。このためヘリコプターの進行時、およびホバリング時でも使用でき、かつ、振動によるぶれや、歪を解消する有効な機種であると考えられる。

(3) 映像の電送

一般に、資源探査等を目的とする場合、上空で得られた映像は、地上に持ち帰り情報解析が行われる。これは情報に緊急性を必要としないからであるが、消防的使用の場合は、情報伝達に敏速さが要求されるため、ヘリコプターと地上の間に、何らかの電送システムが必要となる。現在、テレビ画像の電送システムは完成しているが、赤外線映像の電送システムは、需要がないためか、一般化しておらず、人工衛星からの電送写真があるのみである。この電送写真も、テレビ画像のような連続した動きのある映像でなく、静止画像を電送するのみで、しかも、1枚の写真を送送するため数分間を必要とする。映像のカラー変換装置や、可視画像と赤外線映像を合成する装置等、コンピューターを使用した一連の情報解析装置は、既に完成し、実用化されている。したがって、これら最新の技術を積重ねることによって、消防目的に合致した有効な情報システムを開発することは可能であると思われる。

5. おわりに

昭和49年から4ヶ年にわたり、赤外線撮像装置を利用した火災周辺温度分布の研究を行ってきたが、温度を測定し、避難情報とするという本研究の目的を達成することは、技術的に困難であるという結論となった。しかし、大震災火災時に延焼地域を大局的には把握することは大きなメリットがあり、このための赤外線撮像装置は有効であることもわかってきた。今後、本研究を発展し、実用化していくためには、消防的利用により適合した赤外線撮像装置、および電送システム等

情報解析機器の導入が必要であると思われる。

参 考 文 献

赤外線工学 Hacksfort
赤外線入門講座 藤井澄蔵

リモート・センシング 宇宙開発事業団 (1971)
航空機塔載用 I R カメラ 藤井澄蔵
Infrared Radiation Bramson
リモートセンシング技術 船舶技術振興会