

簡易にできる油分検出及び数値化による分析方法について

京都市消防局（京都） 重藤 保

1 はじめに

火災原因調査において、焼き残存物から灯油等の油分を検出することは、火災原因を決定するうえで重要な要素となるケースがある。

現在、焼き残存物に含まれる油分の最も正確な検出方法としては、ガスクロマトグラフによる分析がある。しかし、ガスクロマトグラフは装置が高価であり、分析操作に技術が必要であることから普及に限度がある。

これらのことから、火災現場で早急に油分検出を行う必要がある場合は、水を張った容器に焼き残存物を入れ、水面上の油膜形成の有無による簡易な検出方法を用いることがある。しかし、この方法は科学的客観性に欠ける。

以上のことから、本研究は火災現場調査時に焼き残存物から容易に油分を検出し分析する新たな方法を開発することを目的とした。

2 開発した油分検出及び分析手法の特徴について

開発した油分検出及び分析手法は、電子レンジ及び建材用防水シート（水は通さずに蒸気や気体のみを透す機能がある）等の機材を使用したガス検知管とヨウ素による二通りの油分検出方法である。

これらは次のとおりである。

ア 使用機材は、入手が容易で身近にある安価な機材である。

イ 誰もが容易に操作できる。

ウ 油分の検出及び分析に要する時間は約5分程度である。

エ 火災現場で検出・分析ができる。

オ 焼き残存物に含まれる微量な油分であっても検出及び分析が可能である。

3 開発した検出及び分析手法について

(1) ガス検知管による手法について

ガス検知管は、北川式鑑識用石油を使用するもので、従来から火災原因調査に用いられてきた。しかし、残存物に含まれる水分を吸引したり、使用

温度が低い場合は精度が低下する。

このため、焼き残存物から油分を含んだ蒸気のみ効率良く取出す必要がある。今回開発した方法はこの点を解決し、ガス検知管の検出精度を安定・向上させたものである。

ア 使用機材

検出及び分析に必要な機材は次のとおりである。

●電子レンジ（出力750W）1台 ●ガス検知管（北川式鑑識用石油及びガソリン用）数本 ●蓋付き容器（市販の電子レンジ使用可能 ポリプロピレン製）1個 ●漏斗（市販の電子レンジ使用可能 ポリプロピレン製）1個 ●建材用防水シート（20cm×20cm）数枚 ●注射器 容量50cc 1本（北川式真空法ガス採集器の代用） ●シリコンチューブ 15cm 1本 ●ラップ及びゴム輪 少々

- ・使用機材の事前準備として、蓋付き容器の蓋は中央部分を切り取り、漏斗を接着する。（別添写真NO1参照）
- ・注射器及び漏斗の先端部にシリコンチューブを取り付ける。

イ 検出方法

手順1 油分を含んだ焼き残存物を漏斗付き容器に入れ、蓋と容器の間に建材用防水シートを挟み蓋をする。漏斗の先端部にラップをかけ輪ゴムで止める。

手順2 手順1の容器を電子レンジに入れ80秒間加熱する。

手順3 容器を取り出し、漏斗の先端部にあるラップ部分からガス検知管を差し込む。

手順4 ガス検知管に注射器を取り付け、漏斗内のガスを吸引する。

手順5 ガス検知管を取り出し、マッチ等で2、3秒軽く検知層を過熱し、検知層部の変色を確認する。

検出方法の有効性を確認するため次の測定を行った。

○ 灯油と水の混合比0.01%、0.05%、0.1%の各混合液200ccを浸み込ませた各布を容器に入れ、油分検出を行った結果は次のとおりであった。

・0.01%混合液のとき

ガス検知管検知層の変色幅（最大） 3.0mm

・0.05%混合液のとき

ガス検知管検知層の変色幅（最大） 7.0mm

- ・0.1%混合液のとき

ガス検知管検知層の変色幅（最大） 19.0mm

○ ガソリンと水の混合比0.01%、0.1%の各混合液200ccを浸み込ませた各布を容器に入れ、油分検出を行った結果は次のとおりであった。

- ・0.01%混合液のとき

ガス検知管検知層の変色幅（最大） 2.0mm

- ・0.05%混合液のとき

ガス検知管検知層の変色幅（最大） 3.0mm

- ・0.1%混合液のとき

ガス検知管検知層の変色幅（最大） 5.0mm

以上の結果から、混合比（濃度）の割合が高いほどガス検知管検知層の変色幅（長さ）が大であった。（別添写真NO2参照）

ウ 分析方法

油分と水との混合比（濃度）とガス検知管検知層の変色幅（長さ）を数値化することで、焼き残存物に含まれる油分量（濃度）の分析を行うものである。

(2) ヨウ素による油分検出及び分析方法

ヨウ素と灯油及びガソリン等の鉱物油との反応を利用した方法である。

ア 使用機材

検出及び分析に必要な機材は次のとおりである。

- 電子レンジ（出力750W） 1台
- ヨウ素（市販のうがい薬イソジンを代用）
- 蓋付き容器（市販の電子レンジ使用可能 ポリプロピレン製） 1個
- 漏斗（市販の電子レンジ使用可能 ポリプロピレン製） 1個
- 吸水紙（紙製キッチンタオル） 数枚
- 建材用防水シート（20cm×20cm） 数枚
- 注射器 容量2cc 2本
- ラップ及びゴム輪 少々

- ・使用機材の事前準備として、蓋付き容器の蓋は中央部分を切り取り漏斗を接着する。（別添写真NO1参照）

イ 検出方法

手順1 油分を含んだ焼き残存物を容器に入れ、蓋と容器の間に防水幕を挟み、防水シートの中央部にヨウ素0.3ccを垂らし、蓋をする。
漏斗の先端部にラップをかけ輪ゴムで止める。

手順2 手順1の容器を電子レンジに入れ80秒間加熱する。

手順3 2分後に電子レンジから容器を取り出す。

手順4 容器の蓋を外し、防水シート上のヨウ素を注射器で吸い取る。

手順5 吸水紙2枚を用意し、吸水紙1枚に手順4のヨウ素を垂らした後、その上に水を0.2cc垂らす。

手順6 残り1枚の吸水紙に手順5と同量のヨウ素を垂らした後、その上に水0.2ccを垂らす。

手順7 手順5と6のヨウ素の色及び拡散面積を比較する。

検出方法の有効性を確認するため、次の測定を行った。

○ 灯油と水の混合比0.1%の混合液200ccを各々浸み込ませた布を容器に入れ、油分検出を行った結果は次のとおりであった。

・ヨウ素のみのとき

ヨウ素拡散範囲(最大縦・横) 52mm×60mm

・灯油を含んだヨウ素のとき

ヨウ素拡散範囲(最大縦・横) 72mm×60mm

○ ガソリンと水の混合比0.1%の混合液200ccを各々浸み込ませた布を容器に入れ、油分検出を行った結果は次のとおりであった。

・ヨウ素のみのとき

ヨウ素拡散範囲(最大縦・横) 44mm×32mm

・ガソリンとヨウ素の混合液のとき

ヨウ素拡散範囲(最大縦・横) 59mm×46mm

以上の各結果から、油分と反応したヨウ素はヨウ素のみのものとは比べ色は薄く拡散面積も広がった。(別添写真NO3参照)

ウ 数値化による分析方法

油分と反応したヨウ素の色及び拡散面積を数値化することで、焼き残存物に含まれる油分量(濃度)を分析するものである。

4 まとめ

(1) ガス検知管による検出方法は、焼き残存物に含まれる油分が微量であっても検出することが可能である。

数値化による分析は、ガス検知管検知層の変色幅(長さ)を数値にすることで、焼き残存物に含まれる油分残存量(濃度)の分析が可能と考えられる。

(2) ヨウ素による検出方法は、ガス検知管に比べかなり精度が劣るうえ油種の

判別はできない。しかし、使用するヨウ素の量が微量であるため経済的なメリットがある。

数値化による分析は、吸水紙に含ませたヨウ素の色を比較すると、油分を含んだヨウ素はヨウ素のみのもものと比べわずか薄くなる現象が認められるが、微量なヨウ素を使用することから操作が難しく、わずかな量の違いにより分析結果に差が出るため一定しない。このため、数値化による比較はさらに検証が必要である。

- (3) 今回開発した検出・分析方法は、電子レンジを使用することで焼き残存物の温度を一定にできることから相対的な数値による比較ができるため、温度火災原因を決定する際の補助資料としては有効であると考えられる。

5 その他

- (1) 操作上の注意事項として、電子レンジを使用することから金属片は禁物である。このため焼き残存物内の金属片を事前に除去する必要がある。
- (2) 今後の課題として、ガスクロマトグラフによる分析データと比較し、さらに有効性を検証する必要がある。(別添写真NO 4 参照)

ガス検知管による油分検出使用機材



ヨウ素による油分検出使用機材

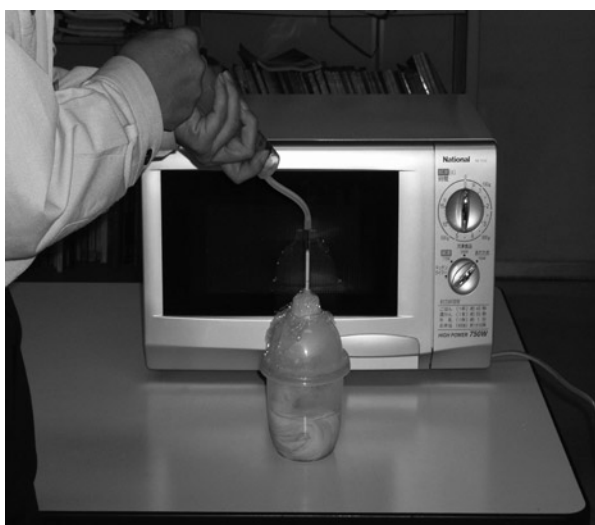


油分を含んだ焼き残存物を収容する専用容器
蓋の中央部分を切り取り漏斗を接着したもの





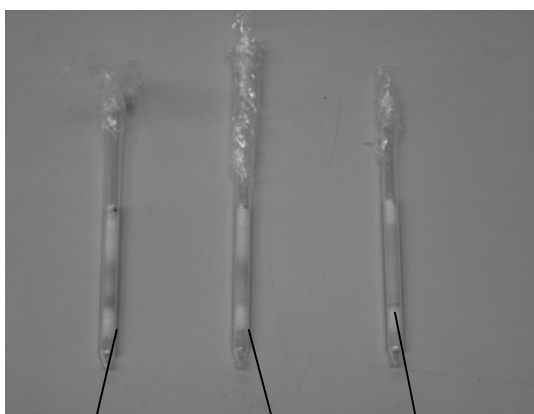
油分を含んだ焼き残存物を専用容器に入れ、電子レンジで80秒加熱(容器の表面温度約52℃)後、電子レンジから容器を取り出す。



容器の蓋に取り付けた漏斗の先端にガス検知管を差込み注射器で漏斗内のガスを抜き取り、ガス検知管検知層の変色範囲を調べる。

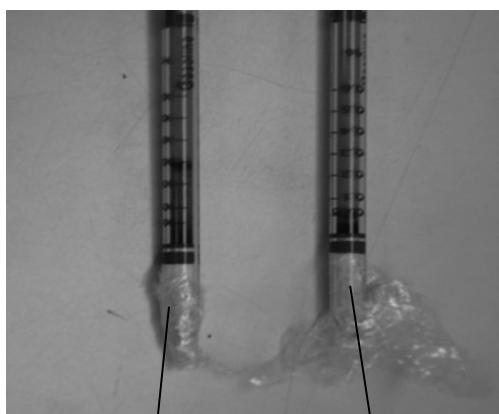
灯油用ガス検知管の変色状況

ガソリン用ガス検知管の変色状況



0.01
(単位%) 0.05 0.1

各数字は灯油と水の混合比を示す。



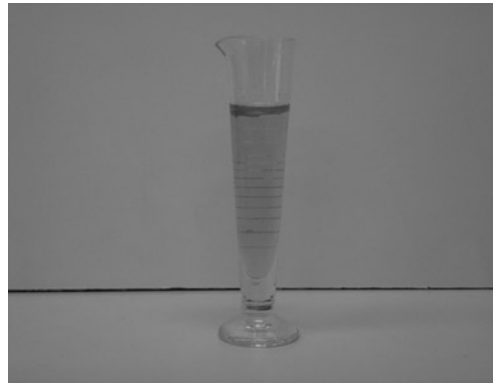
1 0.1

各数字はガソリンと水との混合比を示す。

鉱物油とヨウ素の反応状況

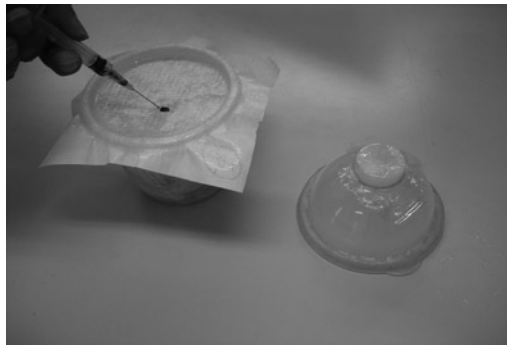
水にヨウ素を入れたもの
均一に混ざりあっている。

灯油を混ぜた水にヨウ素を入れたもの
灯油がヨウ素と反応し色が濃くなっている。



検出及び分析方法

ヨウ素を建材用防水幕の上に垂らす。



電子レンジで80秒間加熱する。

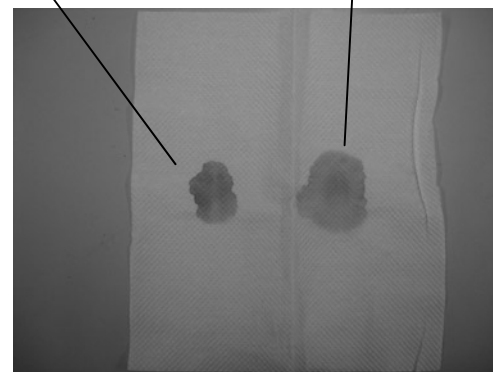


注射器で吸い取った油分と反応したヨウ素とヨウ素のみを吸水紙に同量垂らし水を加えた後、ヨウ素の色と拡散状況。

水とヨウ素の混合液
灯油と反応したヨウ素と水の混合液



水とヨウ素の混合液
ガソリンと反応したヨウ素と水の混合液



○ 結果は、鉱物油に反応したヨウ素は水のみものと比較すると、ヨウ素の色は薄く、拡散面積も広い。

火災現場から採取した焼き残存物に対する、ガス検知管による油分検出



資料1



鑑識用石油ガス検知管

ガソリン用ガス検知管

- ・鑑識用石油ガス検知管による検出結果、ガス入り口からこげ茶、茶色に変色したことから、焼き残存物内に灯油が含まれていることが判明。
- ・ガソリン用ガス検知管は検知層目盛0.2以上の範囲に変色が認められなかったことから、焼き残存物にガソリンが含まれていないことが判明。
- ・ガスクロマトグラフによる質量分析結果、焼き残存物から灯油のみを検出した。

