

消防科学研究所報

REPORT OF FIRE SCIENCE LABORATORY



2004 No.11

SAPPORO FIRE SCIENCE LABORATORY

札幌市消防科学研究所

所 報 目 次

【消防科学研究所の業務について】

○業務実績表・本文	1
-----------	---

【研究・実験】

○一般住宅等の収容物資材が燃焼する時に発生する粉塵やガスについて	4
○建物火災鎮圧後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定（中間報告）	10
○危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉍物油洗浄剤及び危険物流出時に使用する 油処理剤について	16
○誤給油による灯油ストーブの異常燃焼実験	26

【情報提供】

○クレゾールの性質について	37
○塩素系洗剤の誤使用等による塩素ガス漏洩事故への対策について	38
○硫酸ピッチと不正軽油について	40

【研究実績】

○研究実績表（平成5年～平成15年）	41
--------------------	----

消防科学研究所の業務について

業 務 実 績 表 (平成15年度)

(単位：件)

研 究		依 頼 試 験			研究結果 発 表 (学会等)	報道取材	そ の 他				
身体負荷	鑑定鑑識 及び燃焼	燃焼実験	成分鑑定	危険物確 認 試 験			職員提案 審 査 数	消防学校 初 任 ・ 専教育等	道 消 防 学校専科 教 育 等	施設見学 行政視察 対 応 等	研究所外 出向講義 ・実験等
3 ※1	2 ※2	12 ※3	160 ※4	12 ※5	12	4	33 ※6	5 (144)	2 (64)	18 (357)	5 (300)

() 内は、対象者の人数である。

※1・※2の内訳は表1のとおり

※3の内訳は表2のとおり

※1～※5の測定機器の内訳は表3のとおり

※6の内訳は表4のとおり

1 はじめに

消防科学研究所では、各種研究業務を始め、燃焼実験、成分鑑定及び危険物確認試験等の業務を行っている。

2 研究業務

数年に渡るテーマと年度ごとに定めたテーマについて、研究を行っている。

3 燃焼実験

火災原因を究明するための再現実験や特異な燃焼現象解明のための実験、また市民が安心・安全に暮らせるために必要な燃焼実験を実施している。

4 成分鑑定

災害現場や事業所等から収去した物品の化学分析を行い、火災原因や事故原因の究明などに役立てている。

5 危険物確認試験

「危険物の規制に関する政令」(昭和34年政令第306号)及び「危険物の試験及び性状に関する省令」(平成元年自治省令第1号)で定められている試験方法にしたがっ

て、物品が消防法に定められている危険物の性状を有しているか否かの確認試験を行っている。

6 職員提案支援

「札幌市消防職員の提案に関する規程」(昭和45年1月13日(消)訓令第1号)に基づく職員提案について事前に技術的な支援や協力等を行っている。

表1 研究一覧表

※1	消防隊の勤務時の自律活動の変化
	火災現場での温湿度調査
	新型防火衣の熱環境下における身体への影響
※2	火災現場における燃焼生成ガスの測定
	ガソリン誤給油による燃焼実験

表2 燃焼実験一覧表

回数	月	実 験 内 容
1	5	バックドラフト再現実験
2～4	5・6・10	ガソリン誤給油実験
5	6	自動販売機燃焼実験
6～9	8・9	灯油ストーブ火災再現実験
10	9	電気配線火災再現実験
11	11	壁材の燃焼実験
12	12	炭燃焼時に発生する一酸化炭素量測定実験

表3 測定機器等延べ使用回数

平成15年度

	使用機器	成分鑑定・鑑識		分析関係実験等		燃焼関係実験等		その他		合計	
		件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数
1	ガククロマトグラフ	147	294	41	82					188	376
2	質量分析装置	40	80	30	60					70	140
3	液体クロマトグラフ	6	12	45	90					51	102
4	熱分析装置	28	56	20	40					48	96
5	蛍光X線分析装置	5	5	65	65					70	70
6	分光蛍光光度計	0	0	5	10					5	10
7	恒温槽	5	5	47	47					52	52
8	低温実験ユニット	20	20	365	365					385	385
9	フーリエ変換赤外分光分析装置	0	0	5	10					5	10
10	タグ密閉式引火点測定試験器	11	32	15	15					26	47
11	セタ密閉式引火点測定試験器	0	0	10	10					10	10
12	クリーブランド開放式引火点測定試験器	6	48	58	58					64	106
13	発火点測定試験器	0	0	5	10					5	10
14	高速度ビデオカメラ					5	10			5	10
15	サーマルカメラ					15	30			15	30
16	X線透過装置					5	5			5	5
17	ファイバースコープ					1	1			1	1
18	心拍数計					120	240			120	240
19	粉塵粒径分布別採取器					12	24			12	24
20	粉塵粒子数測定器					12	24			12	24
21	酸素測定器							2	2	2	2
22	天ぷら油加熱発火実験装置							5	5	5	5
23	過負荷電流実験装置							1	1	1	1
24	トラッキング火災実験装置							5	5	5	5
25	エアゾールガス加熱実験装置							5	5	5	5
26	エアゾール缶加熱実験装置							5	5	5	5
27	ガソリン引火実験装置							5	5	5	5
28	騒音計							2	2	2	2
29	高温高湿ユニット							36	72	36	72
30	心拍周波数解析器							120	240	120	240

表4 職員提案一覧表 等級区分順

平成15年度

提案番号	提 案 内 容
5 級 ～ 4 件	
327	自主防災ソフトの作成について
	自主防災活動の推進と組織の結成を促すためのソフトを作成した
346	多数傷病者発生時等において使用する活動隊員の識別表示（ベスト）の作製について
	多数傷病者発生時に活動隊員の役割分担を表示したベストを作製した
347	水中検索時の細索の改良について
	水中検索時に基点の移動を防止するため細索にゴムバンドを取付けた
350	伸縮式レスキューバーの考案について
	救助現場で使用する三連梯子にかわるコンパクトな器具を考案した
努 力 賞～8 件	
328	携帯無線器の簡易レシーバーの考案について
329	消防団出動報告書のソフト化について
348	空中消火用水のう散布装置の改良について
349	攪拌機の改良について
352	防火帽内のフィットベルト（可動式ハンモックベルト）の作製について
354	小型ホースカートリッジの考案について
355	衝撃吸収ボンベ用マットの考案について
357	排水補助器具の考案について
奨 励 賞～19件	
選 外～2 件	

研究・実験



一般住宅等の収容物資材が燃焼する時に発生する粉塵やガスについて

川瀬 信
澤田 勝美
早坂 洋史※

要 旨

建物火災によって発生する粉塵やガスの多くは、収容物や壁・床材などの燃焼により発生するもので、原材料は木材や布、紙、プラスチックといったものがその多くを占める。そこで、これら収容物資材を燃焼させ、その時に発生する粉塵やガスの解析を実施した。

結果、どの収容物資材から発生する粉塵は、全体（総粉塵量）の約8割以上が肺部へと到達するような小さな粒径であることがわかった。これらのことから、本実験条件における粉塵濃度の慢性毒性は高く、特に発生量の多いポリ塩化ビニルは、急性毒性の危険性もあると考えられる。また、今回、ガスの成分分析により定性した物質の中には、濃度の高い物質はなく、急性毒性の危険性は低いと思われるが、慢性毒性については検討の必要がある。

1 はじめに

火災によって生ずる燃焼生成物は多種多様であり、粉塵やガス等が多く発生している。その中でも、鼻や口から吸入する粉塵 inhalable dust（以下「総粉塵」という）は、毒性の高い物質と同等の危険性を有するものとされており、その粒径により人体に与える影響も異なることから、これらを把握する必要がある。

そこで、実際の火災現場における粉塵等の検証を行う前段階として、一般住宅における収容物資材（以下、「燃焼材」という）を燃焼することで発生する粉塵の粒径分布傾向、重量及び燃焼生成ガスについて燃焼実験を行い検証することとした。

2 実験概要

(1) 実験方法

ア 区画模型

図1のような、高さ1,000mm、幅700mm、

奥行700mm（内寸）の区画模型（開口部なし）を作成し、電气管状炉（アサヒ理科製作所（株）・ARF-80KC、炉心管外径80mm、内径68mm）を中央部に配置し、内部の空気や煙等を均一にするためのファンを天井部に設置した。



図1 区画模型

イ 粉塵

粉塵捕集には、3つの粒径別サンプリングが可能なパーソナル粉塵サンプラ〔日本

※北海道大学

カノマックス(株)・MODEL8522] (以下「レスピコン」という) を使用し、設置箇所は模型床部とした。捕集開始時間は発煙を確認してから10分後とし、流量300ml/分、採取時間60分間で、計18,000mlを採取した。また、粉塵の重量測定は、上皿電子天秤[A&D ER-180A、標準偏差0.1mg]を使用した。

ウ CO、CO₂、O₂計測器

図2に示す計測器(理研計器(株)・RI-550A、OX-631A)により、模型床部からの高さ600mm、奥行350mmの側面部分にナイロンチューブを通し、CO、CO₂、O₂計測器に接続した。



図2 CO、CO₂、O₂計測器

エ 有機ガス

模型床部からの高さ300mm、奥行350mmの側面部分にナイロンチューブを通し、図3・図4のように、ガス分析サンプリングバック(容量5,000ml)(通称:テドラーバック)にガス採取用ポンプを接続して採取

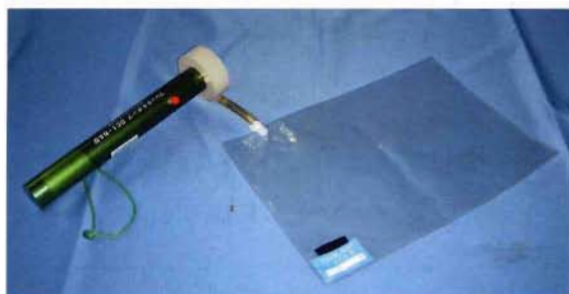


図3 テドラーバックとポンプ

した。

これを積算流量計付きポンプにより吸着剤[主成分2、6-ジフェニルオキサイドの重合体樹脂18gを充填させたガラス管](以下「テナックスTA」という)に吸着させ、加熱脱着導入システム内(ゲステル社製)に挿入した。



図4 ガスをテナックスTAに吸着させる様子

加熱脱着導入システムとは、図5に示す「加熱脱着部」と「冷却凝縮部」から成っており、加熱脱着部で280℃に加熱し、吸着していたガスを放出させ、冷却凝縮部で-150℃に冷却・濃縮し、280℃に昇温、ガスクロマトグラフ(アジレントテクノロジー製6890型)及び質量分析装置(アジレントテクノロジー製5973型)へと送った。

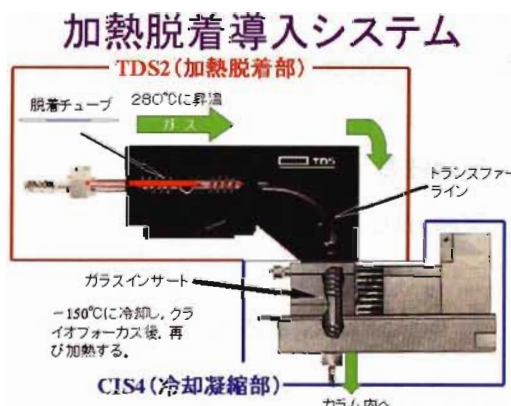


図5 加熱脱着導入システム

(2) 実験条件

燃焼材は、図6に示した5種類〔右から、木材（とど松）、布（綿100%）、壁紙クロス（表面ポリ塩化ビニル加工紙）、クッションフロア（発泡ポリ塩化ビニル）、ポリ塩化ビニル（塊状）〕を使用し、60℃の乾燥室内で24時間乾燥させ水分量の調整を図ったもの各100gとした。



図6 燃焼材

また、電气管状炉の昇温速度は、約30℃/分とし、室温（約27℃）から800℃まで昇温、燃焼させた。

(3) 有機ガス分析条件

有機ガス分析には、ガスクロマトグラフー質量分析装置（以下「GC-MS」という）を使用した。分析条件は、次のとおりである。

- ア カラム HP-5MS
- イ キャリヤーガス He1.5ml
- ウ 昇温速度 15℃/分
- エ 昇温範囲 70℃～300℃
- オ 注入口温度 250℃
- カ 注入口圧力 14.0psi
- キ 検出器 EMD

(4) 陰イオン分析条件

サンプリングバック（容量5,000ml）に採取したガスに、0.1N水酸化ナトリウム水溶液を50ml注入し、3分間攪拌してバック内のガスを吸収させた¹⁾。その後、イオンクロマトグラム（日本ダイオネクス(株)・Dxi-500）で、アニオン及びシアン用カラムを使用して測定を実施した。

3 分析結果及び考察

(1) 粉塵

ア 各燃焼材から発生した総粉塵量

図7に示すとおり、総粉塵の量は、ポリ塩化ビニルが最も多く、次いでクッションフロアとなり、プラスチック系素材から発生する粉塵は、他に比べて多かった。

クッションフロア（発泡ポリ塩化ビニル）とポリ塩化ビニル（塊状）とでは、材質が同じでも形状が異なると、総粉塵量には約2倍の差が生じた。

燃焼材の違いによる最大格差は、ポリ塩化ビニルと壁紙クロスで約20倍近くもあった。木材の総粉塵量が大きかった原因は、発生するタール分が比較的多く、煙草を喫煙する場合と同様に、レスピコン内にも一緒に捕集されている等の影響が考えられた。

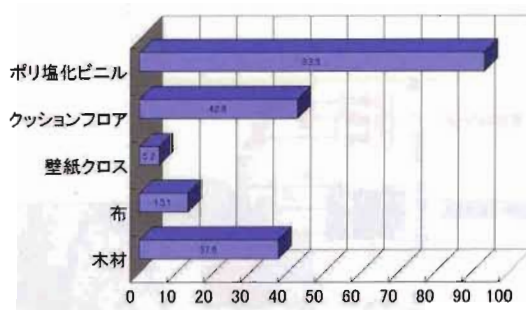


図7 各燃焼材から発生した総粉塵量(mg)

イ 総粉塵中の各粒径範囲別粉塵分布

図8より、全ての燃焼材で4μm未満の粉塵 respirable dust（以下「吸入性粉塵」という）が総粉塵量の80%以上を占めていることがわかった。

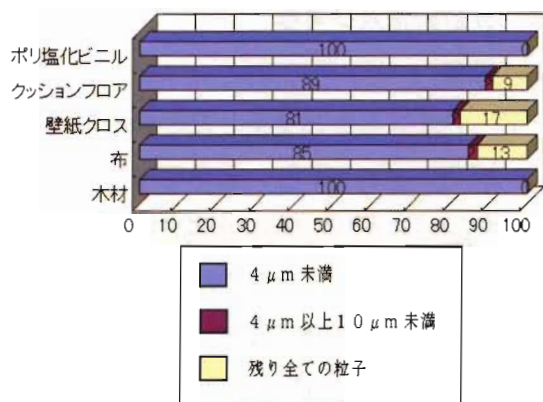


図8 総粉塵中の各粒径範囲別粉塵分布(%)

特に、ポリ塩化ビニルと木材は吸入性粉塵が100%であった。この原因としては、レスピコンがタール分の粒径を4 μm 未満として捕集している等の影響が考えられる。

図9は、呼吸器系の基本構成を3つステージに大別したものを示し、図10には、総粉塵が体内で沈着する比率をグラフに示した。2)

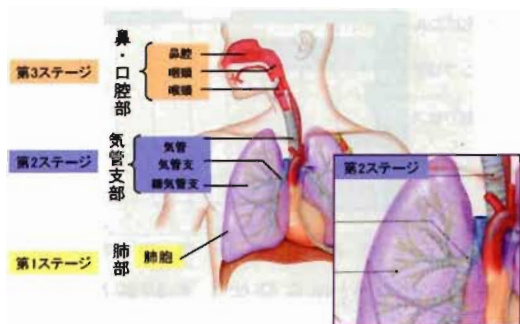


図9 呼吸器系の基本構成

ここからもわかるとおり、浮遊している粉塵のすべてが体内に沈着する訳ではなく、大きな粒子でも鼻腔部や口腔部に衝突、沈着し、呼気とともに排出される他、痰などにより除去されるものがある。しかし、粒径が中程度のものになると多くが気管・気管支部に沈着し、さらに粒子径の小さい吸入性粉塵では、肺（肺胞）部にまで

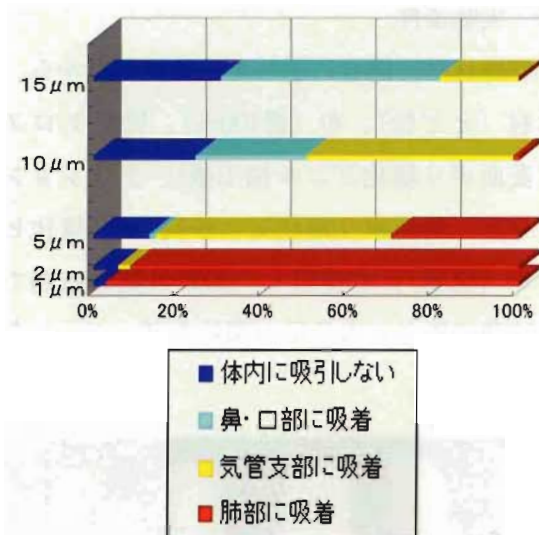


図10 粒子直径と沈着部位

到達する。このことから、過剰な粉塵負荷（粉塵吸入）がかかると肺マクロファージ（大食細胞）等による粉塵排出も十分に作用しなくなる。3)4)5)

したがって、火災現場のように短時間に過剰な粉塵負荷を受ける場合は、線維症や肺がんなど、慢性毒性への注意の他、急性毒性についても検討する必要がある。

今回、使用したレスピコン（写真1、図11）は、空気力学（空気中を移動する物体に作用する力）を利用した粒径選択式サンプリングによるパーソナル粉塵サンプラで、3つのステージ（粒径範囲）に50%以上の分離捕集が可能である。



写真1 レスピコン

レスピコンによる有効な分離捕集を行うには、流量を300ml/分以下にする必要が

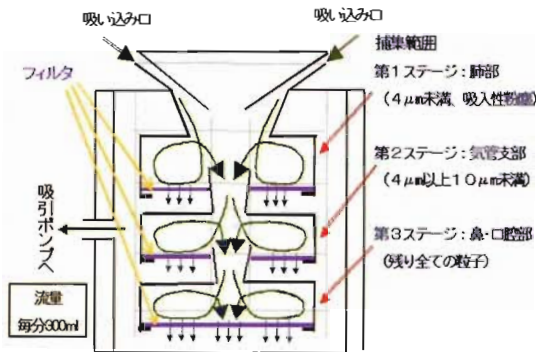


図11 レスピコン パーソナル粉塵サンプラ

あり、短時間の捕集では、微量の粉塵しか採取できず、粒径分布傾向を見るのが難しくなる。

そこで、本実験では、捕集時間を燃焼の初期から後期までの60分間と長くし、燃焼全体において発生する粉塵の粒径分布について調べることにした。

粉塵の許容濃度については、労働環境や状態により様々なものがあるが、火災現場における作業環境や急性毒性といった観点から、30分以内に脱出しないと生命または健康に危険を及ぼす濃度として米国のNIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health: 国立労働安全衛生研究所の略称) が提唱するIDLH値 (Immediately dangerous to life or health の略) の中、カーボンブラック (以下「煤」という) の許容濃度 $1750\text{mg}/\text{m}^3$ を使用し、総粉塵毒性指数の考え方を導入して評価することとした。

本実験では、捕集時間をIDLH値の基準よりも長い60分間としており、時間的條件は異なるが、この値をそのまま使用することとした。各燃焼材の総粉塵毒性指数は、

(1) 式によって求め、図12に示す。

$$\text{総粉塵毒性指数} = \frac{\text{各燃焼材の総粉塵量}(\text{mg})}{\text{煤の許容濃度}(\text{mg})} \dots (1)$$

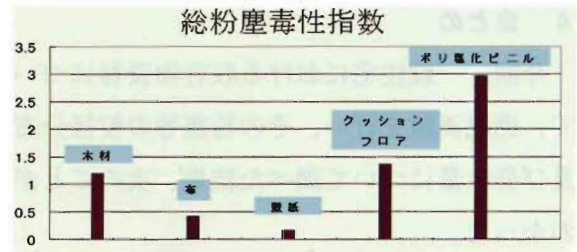


図12 各燃焼材の総粉塵毒性指数

図12からもわかるように、許容濃度である総粉塵毒性指数1を越えた燃焼材は、木材、クッションフロア、ポリ塩化ビニルの3種類である。

その中でも、ポリ塩化ビニルは、約3倍と特に高い結果となった。

(2) 有機ガス

定性を行った物質の中、濃度が高く、全ての燃焼材に共通して発生した物質は、4つあり、ベンゼン、トルエン、スチレン、エチルメチルベンゼンとどれも芳香族系炭化水素であった。尚、定量結果は表1に示した。

(3) 陰イオン

シアン化水素 (CN^-)、塩化水素 (Cl^-)、硝酸 (NO_2^-)、硝酸 (NO_3^-)、硫酸 (SO_4^{2-}) の5種類のイオンについて、定量分析した結果を表1に示した。

表1 燃焼生成ガス中の成分表

(単位: ppm)

	木材	布	畳紙 クロス	クッション フロア	ポリ塩化 ビニル	産業衛生 学会 許容濃度
ベンゼン	0.336	0.138	0.131	0.315	0.258	1.0
トルエン	0.153	0.066	0.058	0.130	0.110	50.0
スチレン	0.029	0.011	0.104	0.224	0.072	20.0
エチルメチルベンゼン	0.037	0.015	0.028	0.028	0.015	25.0*
シアン化水素(CN^-)	-	-	0.002	-	-	5.0
塩化水素(Cl^-)	-	-	3.3	84.27	3.094	5.0
硝酸(NO_2^-)	0.075	0.118	0.047	-	0.324	2.0
硝酸(NO_3^-)	0.014	0.025	0.012	-	-	2.0
硫酸(SO_4^{2-})	0.008	0.025	0.007	-	-	1.0
一酸化炭素	1.2%	0.6%	0.25%	0.4%	1.3%	50.0

*ACGIH: 米国労働衛生専門家会議報告値

4 まとめ

今回、一般住宅における収容物資材について、燃焼実験を行い、その粉塵等の粒径分布及び発生量について調べた結果、次のことがわかった。

(1) 実験で使用した5つの燃焼材の結果より、総粉塵量の少なくとも約8割以上が肺部へと到達することがわかり、人体に与える影響は大きいと考えられる。また、粉塵に加えタールも肺部へ到達していると考えられ、タールへの検討も必要である。

(2) 総粉塵毒性指数を導入し検討した結果、3種類の燃焼材で指数1を越えることがわかった。特にポリ塩化ビニルの指数は3に迫る値となり、急性毒性としての危険性が高い物質であると言える。

(3) GC-MSにより定性した物質から急性毒性をもつ、濃度の高い物質は見られないが、慢性毒性については検討の必要がある。

5 おわりに

今回の実験結果は、全国消防技術者会議にて、発表してきた内容で、平成14年度から平成17年度までの4年間で実施している研究テーマ「火災現場における燃焼生成ガス及び粉塵の測定と検証」の一部である。

今後は、引き続き「ポリ塩化ビニル等から発生するダイオキシンの濃度測定と検証」の部材燃焼実験を行い、浮遊粉塵や燃焼生成ガスと同様に、火災現場のダイオキシンの採取・分析も実施していく。

また、これら火災現場における燃焼生成ガス及び粉塵の測定と検証の結果は、その後、予定している呼吸保護具研究・開発のためのデータとして活用する予定である。

【参考文献】

- 1) 東京消防庁消防科学研究所報 No26
- 2) (社)日本芳香族工業会刊行誌 アロマティックス 2000年5/6月号
- 3) 西川洋三著 化学品安全業務マニュアル 増補第3版
- 4) 小川道雄編著 知っておきたい侵襲キーワード
- 5) 牛木辰男, 小林弘祐著 人体の正常構造と機能

建物火災鎮圧後に残存する燃烧生成ガスと粉塵等の測定（中間報告）

川瀬 信、澤田 勝美、橋上 勉

立野 英嗣※

1 はじめに

建物火災により生ずる燃烧生成物は、ガスや粉塵など様々であり、その種類や濃度によって、人体に悪影響を与える可能性が考えられる。

しかし、実際の火災現場では、火勢が収束し、排煙措置も講じられると、まだ、煙が残存しているも、空気呼吸器の面体を離脱し、活動する傾向がある。

そこで、面体を離脱し活動を開始する時期（以後、鎮圧時という）から最終引揚までの間において、残存するガスや粉塵等を採取・分析し、その危険性の有無について検証することとした。

2 採取方法

(1) 燃烧生成ガス

大気中の有機化合物測定のための試料採取方法には、捕集バック（テドラーバッグ、アルミバッグ）やキャニスタによる捕集とテナックスや活性炭などの吸着剤による吸着捕集などがあるが、火災現場における有効な採取方法を選定するには、温度や湿度（消火水）など、火災現場特有の環境下であることを十分に考慮する必要がある、鎮圧後、建物内に目視可能な煙が滞留している時間も限られていることから、迅速さと簡便さが求められる。そこで、これらに適した採取方法として、捕集バックを使用することとした。

捕集開始は、鎮圧時（または現着が遅れた場合は現着時）とし、図1に示す捕集バック及びポンプを用い、図2のように煙の滞留しやすい火点室又は火点室隣室の天井付近から

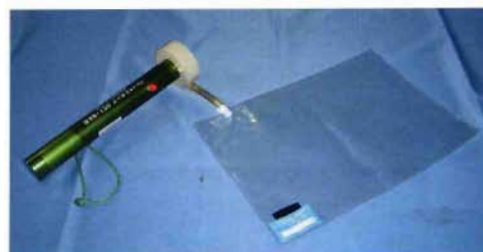


図1 捕集バックとポンプ



図2 ガス採取時の様子

採取した。

(2) 粉塵

浮遊粉塵を採取するため、図3に示した粉塵採取装置（流量：毎分20ℓ）を使用した。

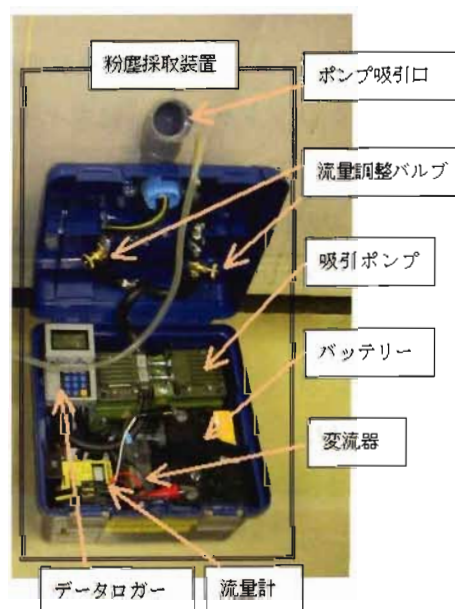


図3 粉塵採取装置

また、図4に示す3つ粒径範囲（ $4\mu\text{m}$ 未満をステージ1、 $4\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 未満をステージ2、残り全てをステージ3）にステージ別でサンプリング捕集が可能なパーソナル粉塵サンプラ[日本カノマックス(株)・MODEL 8522]（流量：毎分 300ml ／分）も同時に使用した。



図4 パーソナル粉塵サンプラ装着時の様子

これら粉塵サンプリングの開始時期は、鎮圧時とし、採取時間は60分間とした。

3 測定・分析方法

(1) 燃焼生成ガス

ア 陰イオン分析

0.1N 水酸化ナトリウム水溶液に吸収させ、イオンクロマトグラム（日本ダイオネクス(株)・Dxi-500）で分析した。*

イ 有機ガス分析

捕集したガスは、濃度や水分の含有量の違いから試料調整が必要であり、捕集バックから直接、ガスクロマトグラフ質量分析装置（GC-MS）へと注入することができないため、2種類の試料調製方法及び分析条件を用い、分析を行った。

その1つ目は、捕集バック中の試料をキャニスタ中で希釈する方法で、希釈手順は、捕集バックからあらかじめ洗浄した（メ

タノールを使用）ガラス製シリンジ（内容積 100ml ）で試料を抜き取る。

図5に示すように、あらかじめ洗浄し、内部を真空にしたキャニスタとシリンジを接続し、キャニスタのバルブを開き、内圧を利用し、シリンジ内の試料をキャニスタ内に流入させる。



図5 上部から見たシリンジとキャニスタ

この操作を3回、繰り返し、試料 300ml をキャニスタに流入させ、純窒素を用いて2気圧まで加圧した。

キャニスタの内容積が $6,000\text{ml}$ で、内圧2気圧、試料量が 300ml であることから、試料は40倍に希釈されたことになる。

試料濃縮には、ENTECH7000試料濃縮導入装置を使用し、分析機器には、HP5973を使用した。これらの条件は、おおむね、環境省大気規制課「有害大気汚染物質測定法マニュアル」に基づいた条件とした。

ア) モジュール1：ガラスビーズ

− 155°C (Trap 150ml /分) → 20°C (Desorb)

イ) モジュール2：テナックス TA

− 15°C (Trap 20ml /分) → 180°C (Desorb)

ウ) モジュール3：熔融シリカキャピラリーカラム

− 160°C (Trap キャリヤーガス流量 25ml /分) → 100°C (Desorb)

エ) カラム：HP-1 (長さ 60m ×内径 0.32mm ×膜厚 $1\mu\text{m}$)

オ) カラム温度：[35°C (10分) → (5°C /分) → 100°C → (15°C /分) → 220°C]

- カ) 注入方法：パルスドスプリットレス
- キ) 注入口温度：220℃
- ク) トランスファーライン温度：260℃
- ケ) キャリヤーガス：ヘリウム

2つ目は、図6のようにテナックスTA(吸着管)に吸着させ、試料濃縮には、GESTEL加熱脱着導入装置を使用し、分析した。*



図6 ガスをテナックスTAに吸着させる様子

(2) 粉塵

重量測定は、乾燥室内で24時間乾燥後、上皿電子天秤[A&D ER-180A、標準偏差0.1mg]により測定した。

(3) CO計測器

図7に示す高濃度一酸化炭素濃度計(ホダカ株式会社HT-1210+)により、火点室又は火点室隣室の天井付近で測定した。



図7 CO計測器

4 採取現場とその状況

表1に示した、4件の火災現場においてサンプルを採取した。

表1 燃焼生成ガス及び粉塵の採取状況

サンプルNo.	建物種別	採取場所	煙の残存状況	鼻や咽喉への刺激※
1	一般住宅	1階台所	無し	無し
2	一般住宅	2階寝室	薄い (写真1)	有り(弱)
3	旧病院施設	2階洗面所	濃い (写真2)	有り(強)
4	共同住宅	7階洗面所	薄い (写真3)	有り(強)

※鼻や咽喉への刺激には、個人差があるため、あくまでも採取した研究所員の受けた刺激について、参考として記載したものである。

写真1



写真2



写真3



5 分析結果及び考察

(1) 燃焼生成ガス

ア 陰イオン

塩化水素(Cl⁻)、硝酸(NO_x)、臭化水素(Br⁻)、硫酸(SO_x)の4種類の定量分析結果について図8示した。ここからもわかるとおり、最も高い濃度を示した塩化水素(Cl⁻)であっても、ACGIHのTWA許容濃度の2ppmを大きく下回っており、慢性毒性の危険性も低いと思われる。

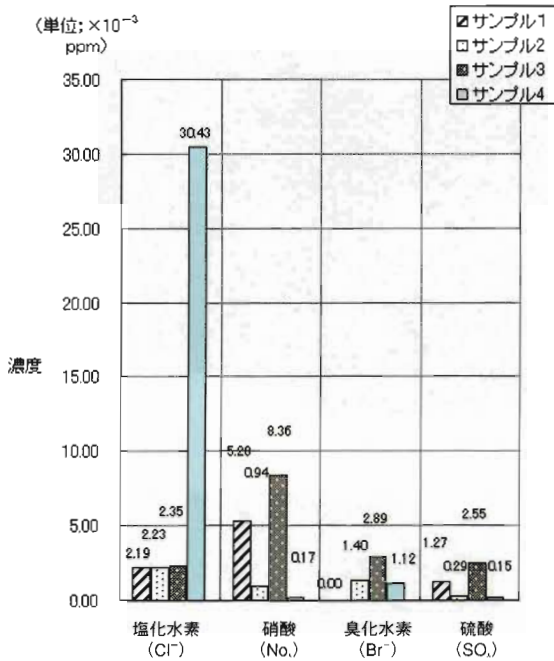


図8 各サンプルの陰イオン濃度

イ 有機ガス

定性を行った123物質中、ACGIH 勧告値リストに該当する物質が30種類、NIOSH、日本産業衛生学会勧告値リストに該当する物質がそれぞれ20種類であった。

これらの結果について、表2に示した。ここからもわかるように、3つ以上の火災現場から共通して確認された物質は、16種類と半数を越えており、今後、サンプル採取を継続することで、発生物質の種類や濃度等の傾向を把握していけるものと期待している。

また、冷蔵庫が焼損したサンプル1の火災からは、フロンが検出されており、燃焼ガス以外の発生原因も含め、検証をしていく必要があると考える。

表2 火災現場に残存する有機ガス成分

物質名	サンプル1	サンプル2	サンプル3	サンプル4	ACGIH(米国労働衛生専門家会議)		NIOSH	日本産業衛生学会
					勧告値		(米国労働安全衛生研究所)	勧告値 ※4
					TWA ※1	STEL ※2	IDLH値 ※3	
1 アセトン					500ppm	700ppm	2,500 ppm [LEL]	200ppm
2 インデン					10ppm			
3 エチルベンゼン					100ppm	125ppm	800 ppm [LEL]	50ppm
4 オクタン					300ppm		1,000 ppm [LEL]	300ppm
5 キシレン					100ppm	150ppm	900 ppm	50ppm
6 クロロベンゼン					10ppm		1,000 ppm	10ppm
7 クロロホルム					10ppm		500 ppm	10ppm
8 クロロメタン					50ppm	100ppm		50ppm
9 シクロペンタジエン					75ppm		750 ppm	
10 シクロジフルオロメタン					1000ppm		15,000 ppm	500ppm
11 シクロロベンゼン(P-, O-)					10ppm, 25ppm	50ppm	150 ppm, 200 ppm	10ppm, 25ppm
12 ジメチルアセトアミド					10ppm		300 ppm	
13 スチレン					20ppm	40ppm	700 ppm	20ppm
14 テトラクロロエチレン					25ppm	100ppm	150 ppm	
15 トリクロロフルオロメタン					1000ppm	1250ppm		1000ppm
16 トリメチルベンゼン(異性体混合物)					25ppm			25ppm
17 トルエン					50ppm		500 ppm	50ppm
18 ナフタレン					10ppm	15ppm	250 ppm	
19 ノナン					200 ppm			200ppm
20 ビフェニル					0.2ppm			
21 フェニルエチレン					20ppm	40ppm		
22 フェノール					5ppm		250 ppm [Unch]	5ppm
23 フルフラール					2ppm		100 ppm	2.5ppm
24 プロピン					1000ppm			
25 ヘキサン(他の異性体)					50ppm(500ppm)	(1000ppm)	1,100 ppm [LEL]	40ppm
26 ベンゼン					0.5ppm	2.5ppm	500 ppm	1ppm
27 メチルシクロヘキサン					400 ppm		1,200 ppm [LEL]	400ppm
28 メチルドラジジ					0.01ppm			
29 メチレンクロリド					50ppm		2,300 ppm	
30 四塩化炭素					5ppm	10ppm		5ppm

※1 ACGIHが示す、1日8時間、週40時間、暴露した時の許容限界濃度。

※2 ACGIHが示す、15分間暴露の許容限界濃度。

※3 NIOSHが示す、30分間暴露の許容限界濃度。

※4 日本産業衛生学会が示す、1日8時間、週40時間程度、肉体的に激しくない労働時に暴露した場合の許容濃度限界濃度。

ウ CO計測

最も高い濃度を示したサンプル3の火災では、測定開始時に100ppmであったが、すぐに20ppm以下となり、危険性は低いと考えられる。尚、測定については、継続実施する。

(2) 粉塵

ア 粉塵採取装置 (1,200ℓ 捕集)

フィルタに付着した粉塵について、写真を図9に示し、粉塵採取量 (mg) のグラフを図10に示し、粉塵採取量 (mg) のグラフを図10に示した。

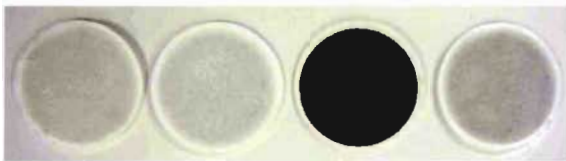


図9 粉塵採取装置のフィルタ粉塵写真

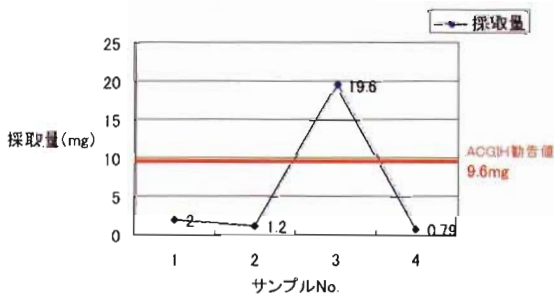


図10 粉塵採取量 (mg)

ここからもわかるように、フィルタの色が濃かったサンプル3は、粉塵量が最も多く、ACGIH 勧告値9.6mg(1,200ℓ換算値)の約2倍に相当する19.6gであった。

要因として、焼損物の多くがプラスチック素材であったことや排煙しにくい建物構造などが考えられる。

イ パーソナル粉塵サンプラ (18ℓ 捕集)

これらと同時に実施したフィルタ写真を図11に示し、付着した粉塵重量の測定結果を各ステージの相加量として図12のグラフ

に示した。

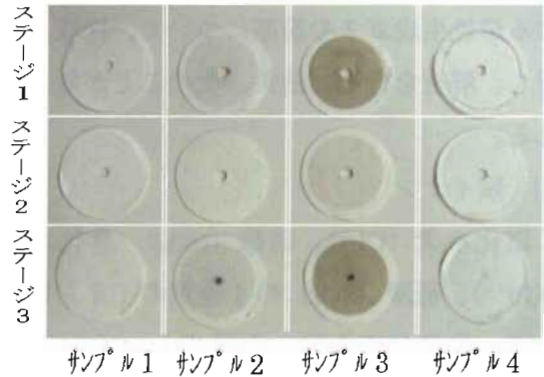


図11 パーソナル粉塵サンプラのフィルタ写真

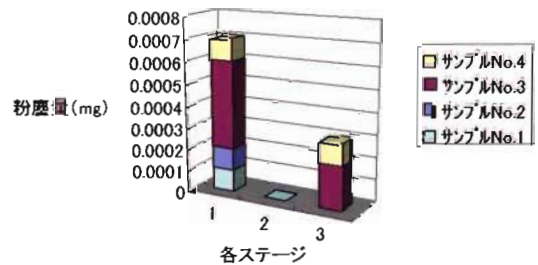


図12 各ステージ別に見た粉塵の相加量 (mg)

この写真から、ステージ1と3のフィルタがステージ2に比べ、黒ずんでいることが確認でき、重量では、ステージ1がステージ3を大きく上回っていることがわかる。

これは、一般住宅等の取容物資材燃焼実験の結果 (本所報前テーマ) と同じような傾向であったことを示しており、今後の継続的な測定の実施により、確認していく予定である。

また、ステージ1のフィルタには、肺部に到達する粒径粉塵が吸着し、ステージ3のフィルタには、鼻や咽喉に付着する粒径粉塵が吸着することから、火災現場等での活動により、鼻や咽喉部分 (鼻水や痰等) にステージ3程度の煤が付着していた場合、肺部にも、ステージ1程度の煤が混入していることが予想される。

6 まとめ

今回、建物火災4件において鎮圧時に残存する燃焼生成ガスや粉塵について、採取・分析し、解析を行った結果、次のことが考えられる。

(1) 陰イオン

塩化水素 (Cl⁻)、硝酸 (NO_x)、臭化水素 (Br⁻)、硫酸 (SO_x) の4種類のイオンについて、定量分析を行った結果、ACGIH及びIDLH、日本産業衛生学会の許容濃度を大きく下回っており、危険性は低いものと予想される。測定は今後も、引き続き実施していく予定である。

(2) 有機ガス

ACGIH及びIDLH、日本産業衛生学会毒性物質リストのいずれかに該当した物質は30物質ある。これらの危険性については、現在、検証中である。

(3) 粉塵

最も多かった粒径の粉塵は、ステージ1の粉塵で、肺部まで侵入する可能性の高いものであった。

また、各ステージの総粉塵量や各サンプルの相加重量は、急性毒性としての危険性が低いと思われるが、慢性毒性については、許容濃度を越える火災現場もあったことから、今後も継続的に測定を実施していく予定である。

7 おわりに

この中間結果は、約2ヶ月間の間に採取した4件の火災についてまとめたもので、傾向について検証していくには、まだ、データ不足と言える。

そのため、今後、約7ヶ月間を第2期の採取期間とし、より多くの燃焼生成ガス等の収集を実施する予定である。

また、第2期についても、引き続き、札幌市衛生研究所との共同研究のもと、燃焼生成ガス等の測定を行い、新たにダイオキシンの採取測定及び検証も行う予定である。

【参考文献】

※ 川瀬信ら『鎮火後に残存している燃焼生成ガス』札幌市消防局 消防科学研究所報 No.10

危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉱物油洗浄剤及び危険物流出時に使用する油処理剤について

澤田 勝美

川瀬 信

要 約

危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉱物油洗浄剤と危険物流出時に使用する油処理剤について、ガソリンに対して使用する際の危険性を確認した。

1 はじめに

給油取扱所の廃止に伴い、業者がガソリンを貯蔵していた地下タンク内のガソリンを抜き取った後、鉱物油洗浄剤と水を混ぜてタンク内に噴霧し、その後、タンク内の洗浄を行っていたところ、爆発する火災が起きた。

爆発した状況から推測できることは、出火時、タンク内には、ガソリンや揮発したベーパーが残留していたことと、ガソリンに鉱物油洗浄剤や水を混ぜ合わせてもガソリンの性質が変わらないことである。今回、ガソリンに対して使用していたこの鉱物油洗浄剤の危険性を実験、鑑定を通して確認する。

また、火災事例はないが、消防隊が災害現場で使用している流出油処理剤についても、鉱物油洗浄剤同様に確認する。

2 実験内容

(1) ガソリンと鉱物油洗浄剤について

ア ガソリンと鉱物油洗浄剤の混合液体は、双方の濃度が5%から95%の範囲で、それぞれ5%ごと増減して19のサンプルを作り、それぞれ口火を近づけることによる引火の有無を確認する。

イ 鉱物油洗浄剤を水で50%に希釈して、上記アと同様の実験を行う

ウ 混合液体の引火点測定を行う。

(測定範囲はガソリンの濃度が5%から、第4類第1石油類に該当する-20℃以下に達するまで)

エ 混合液体を攪拌し、乳化分散後、目視で分離が確認できるまでの時間を計測する。

(2) ガソリンと流出油処理剤について
上記(1)と同様の実験を行う。

3 実験結果

(1) ガソリンと鉱物油洗浄剤について

ア ガソリン濃度5%から15%までは口火により引火せず、20%から95%までが口火により引火した。



写真1 ガソリンと鉱物油洗浄剤の混合液体(5%~50%まで)



写真2 ガソリンと鉍物油洗浄剤の混合液体
(55%~95%まで)

(※ 試験管表面の数値は混合液体における
鉍物油洗浄剤の濃度 (%) を表示)

(※ 鉍物油洗浄剤は非イオン界面活性剤と
石油系溶剤を主成分とする)

各混合割合での燃焼状況は別紙1 参照

イ 鉍物油洗浄剤を水で50%に希釈しても
上記アと同様、ガソリン濃度5%から
15%までは口火により引火せず、20%か
ら95%までが口火により引火した。



写真3 ガソリンと水で希釈した鉍物油洗浄
剤の混合液体 (5%~50%まで)



写真4 ガソリンと水で希釈した鉍物油洗浄
剤の混合液体 (55%~95%まで)

(※ 試験管表面の数値は混合液体における
ガソリンの濃度 (%) を表示)

(※ 鉍物油洗浄剤と水は1 : 1の割合)

各混合割合での燃焼状況は別紙2 参照

ウ タグ密閉式引火点測定器での引火点測
定は、ガソリンと鉍物油洗浄剤の混合液
体とガソリンと水で希釈した鉍物油洗浄
剤の混合液体の口火による引火の結果が
同じであったことから、ガソリンと鉍物
油洗浄剤の混合液体についてのみ行っ
た。

その結果、ガソリン濃度5%で引火点
が8.5℃、10%で-7.75℃、15%で-
18.5℃、20%で-22.25℃となり、ガソ
リン濃度20%で、第4類第1石油類に該
当する-20℃以下に達した。

上記の結果を図1に示す。

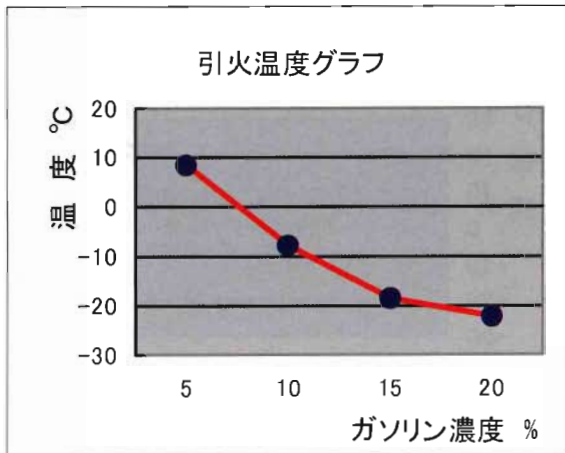


図1 ガソリンの含有率に対する引火温度の変化

エ 乳化白濁現象はガソリンと水で稀釈した鉍物油洗浄剤の混合液体のみ起きた。

その結果、乳化白濁した後、5分後、試験管上部にガソリン色、下部に白い沈殿物の二層に分離した。

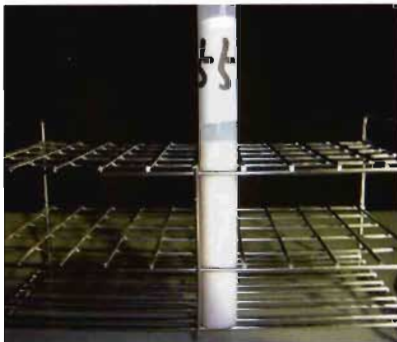


写真5 乳化白濁した状態

試験管上部の数值はガソリン濃度を示す

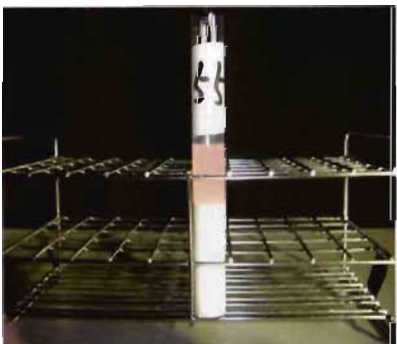


写真6 5分後二層に分離した状態

試験管上部の数值はガソリン濃度を示す

(2) ガソリンと流出油処理剤

ア ガソリン濃度5%から15%までは口火により引火せず、20%から95%までは口火により引火した。



写真7 ガソリンと油処理剤の混合液体 (5%~50%まで)



写真8 ガソリンと油処理剤の混合液体 (55%~95%まで)

(※ 試験管表面の数值は混合液体における油処理剤の濃度 (%) を表示)

(※ 油処理剤はアルキル系特殊非イオン界面活性剤を主成分とする)

各混合割合での燃焼状況は別紙3参照

イ 油処理剤を水で50%に稀釈しても上記アと同様、ガソリン濃度5%から15%までは口火により引火せず、20%から95%までは口火により引火した。



写真9 ガソリンと水で希釈した油処理剤の混合液体（5%～50%まで）



写真10 ガソリンと水で希釈した油処理剤の混合液体（55%～95%まで）

（※ 試験管表面の数値は混合液体におけるガソリンの濃度（%）を表示）

（※ 油処理剤と水は1：1の割合）
各混合割合での燃焼状況は別紙4参照

ウ タグ密閉式引火点測定器での引火点測定は、ガソリンと油処理剤の混合液体とガソリンと水で希釈した油処理剤の混合液体の口火による引火の結果が同じであったことから、ガソリンと油処理剤の混合液体についてのみ行った。

その結果、ガソリン濃度5%で引火点が19.75℃、10%で-9.0℃、15%で-18.5℃、20%で-20.5℃となり、ガソリン濃度20%で、第4類第1石油類に該当する-20℃以下に達した。

上記の結果を図2に示す。

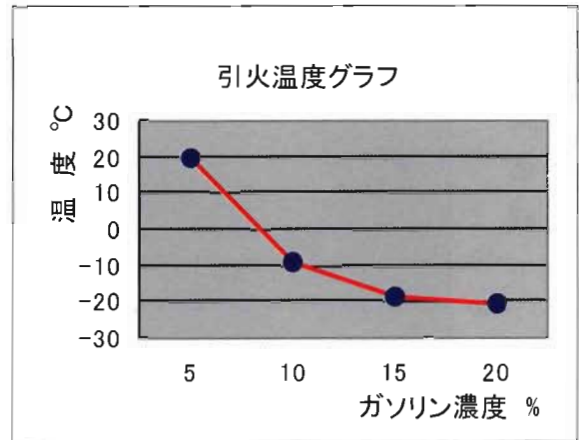


図2 ガソリンの含有率に対する引火温度の変化

エ 乳化白濁現象はガソリンと水で希釈した油処理剤の混合液体のみ起きた。

その結果、乳化白濁した後、2時間20分後、試験管上部にガソリン色、下部に白い沈殿物の二層に分離した。



写真11 乳化白濁した状態

試験管上部の数値はガソリン濃度を示す

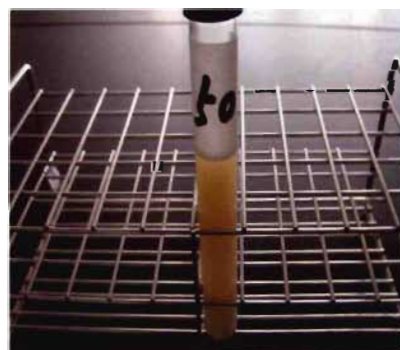


写真12 二層に分離した状態

試験管上部の数値はガソリン濃度を示す

4 まとめ

今回の口火による引火実験は開放された空間内で行った。その結果、ガソリンに鉱物油洗浄剤や油処理剤を混ぜ合わせても、ガソリン濃度が20%以上で口火により引火した。

また、ガソリンに水で50%に希釈した鉱物油洗浄剤や油処理剤を混ぜ合わせた場合も、乳化白濁はするが、引火濃度に違いはなくガソリン濃度が、20%以上で口火により引火した。

これらの混合液体の引火点は、何れも、ガソリン濃度が10%で、±0℃以下、20%で第4類第1石油類に分類される-20℃以下となった。このことは、開放された空間では口火により引火しなかった濃度でも、密閉された空間では揮発したガソリンのベーパーが拡散されずに充満し、口火があれば容易に引火する可能性があると判断される。

また、水を混ぜたことにより起きた乳化白濁現象であるが、これは分子間力が弱く、非常に不安定である。実際、乳化白濁後、静止させておくと鉱物油洗浄剤との混合液体が5分、油処理剤との混合液体が2時間20分でそれぞれ二層に分離した。このことは乳化白濁の状態では引火しなかった20%未満のガソリン濃度でも、二層に分離してしまうと、液面付近に滞留するのはガソリンであることから、口火があれば容易に引火する可能性があるとして判断される。

この実験や鑑定で、ガソリンの性質がほとんど変化していないことが確認でき、ガソリンに鉱物油洗浄剤や油処理剤を混ぜ合わせても決して中和されたわけではなく、ガソリンが持つ危険性は除去されていない。

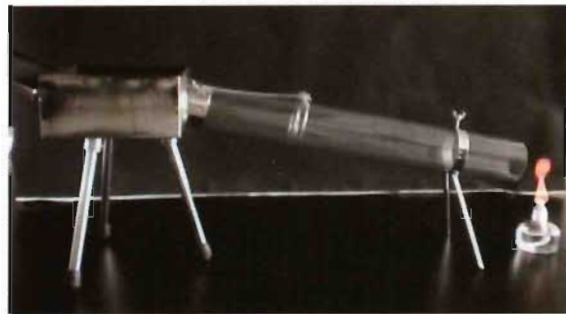
従ってガソリンに対してこれらの物質を取り扱う際は、ガソリンそのものを取り扱うのと同様、細心の注意が必要である。

ガソリンと鉱物油洗浄剤の混合液体

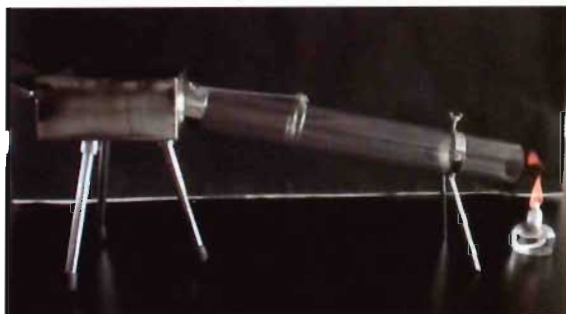
ガソリン 5%・鉱物油洗浄剤95%



ガソリン10%・鉱物油洗浄剤90%



ガソリン15%・鉱物油洗浄剤85%



ガソリン20%・鉱物油洗浄剤80%



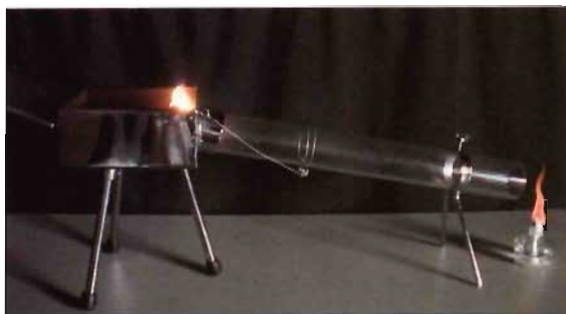
ガソリン25%・鉱物油洗浄剤75%



ガソリン30%・鉱物油洗浄剤70%



ガソリン35%・鉱物油洗浄剤65%



ガソリン40%・鉱物油洗浄剤60%



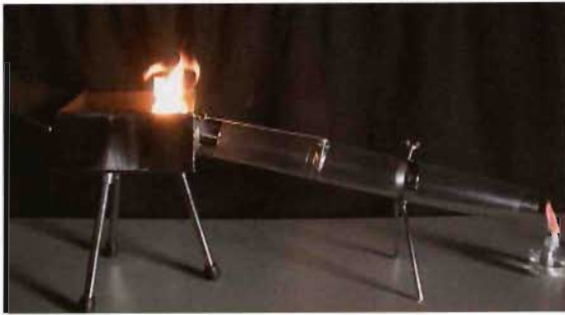
ガソリン45%・鉱物油洗浄剤55%



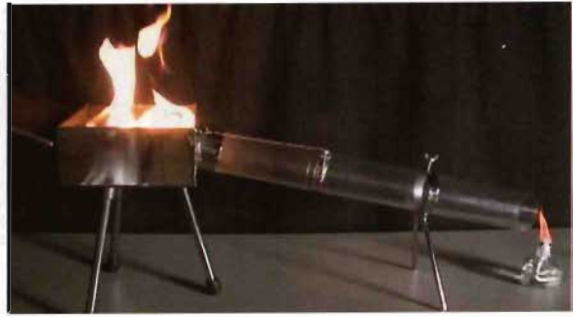
ガソリン50%・鉱物油洗浄剤50%



ガソリン55%・鉱物油洗浄剤45%



ガソリン60%・鉱物油洗浄剤40%



ガソリン65%・鉱物油洗浄剤35%



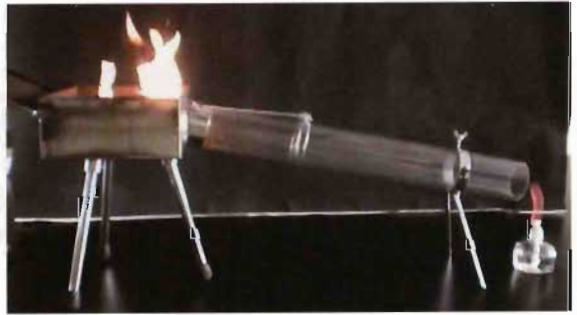
ガソリン70%・鉱物油洗浄剤30%



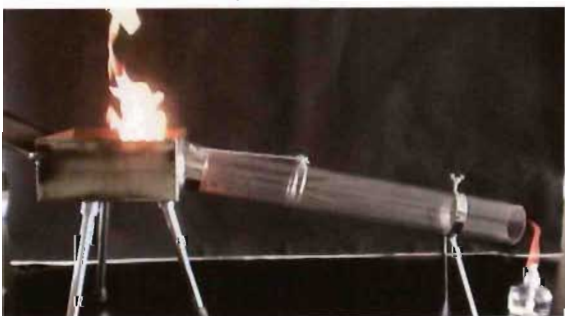
ガソリン75%・鉱物油洗浄剤25%



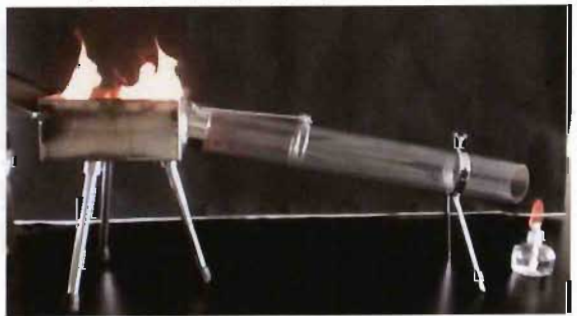
ガソリン80%・鉱物油洗浄剤20%



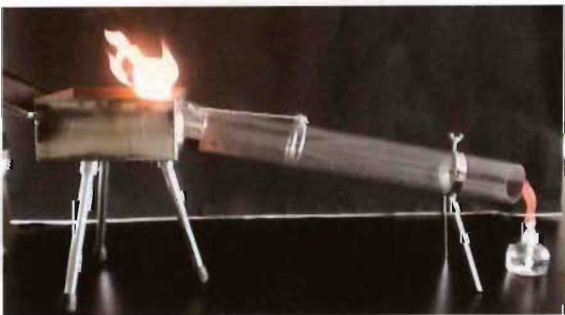
ガソリン85%・鉱物油洗浄剤15%



ガソリン90%・鉱物油洗浄剤10%



ガソリン95%・鉱物油洗浄剤5%



ガソリンと水で希釈した鉱物油洗浄剤の混合液体

5 %



10 %



15 %



20 %



25 %



30 %



35 %



40 %



45 %



50 %



55 %



60 %



65 %



70 %



75 %



80 %



85 %



90 %

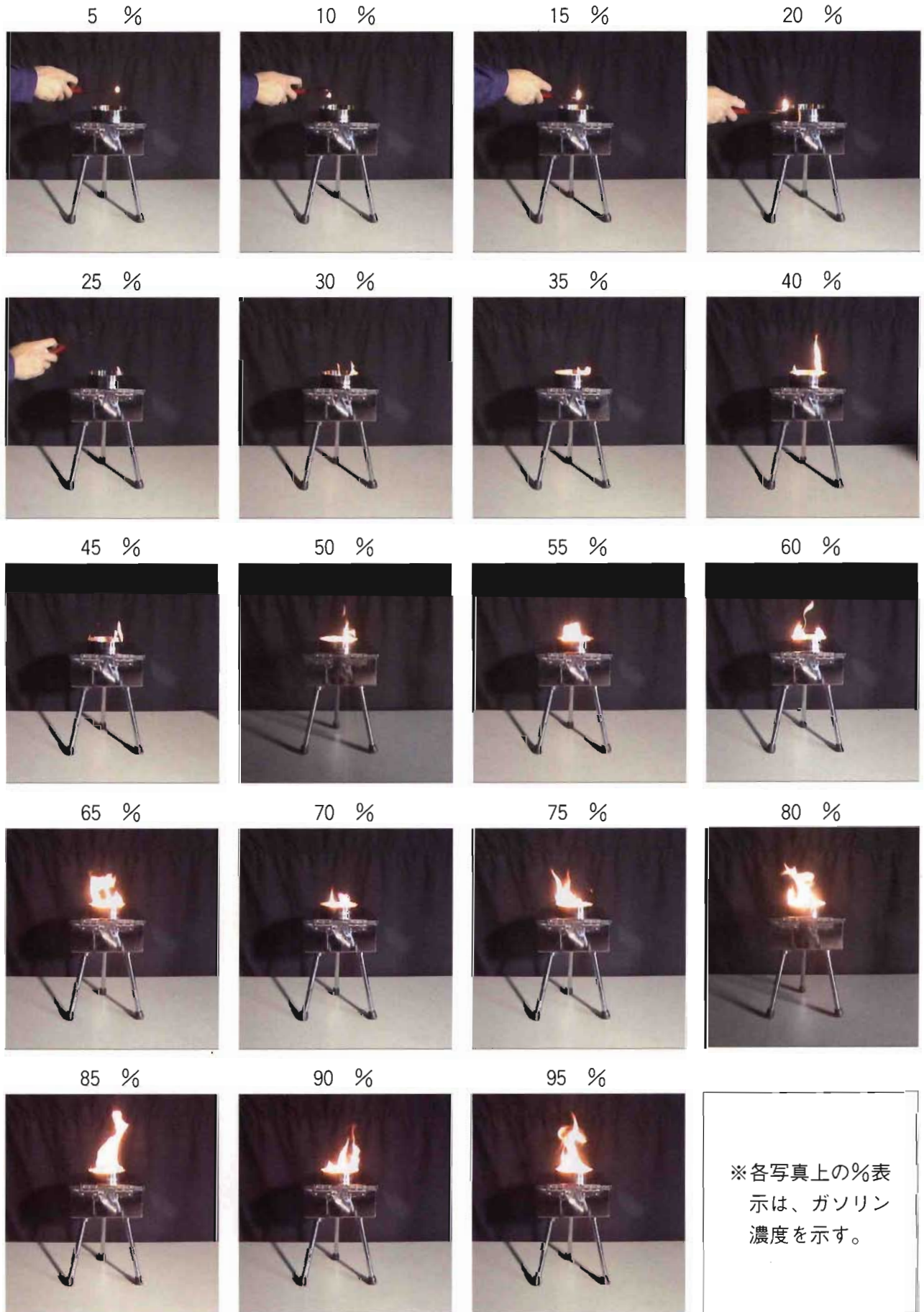


95 %

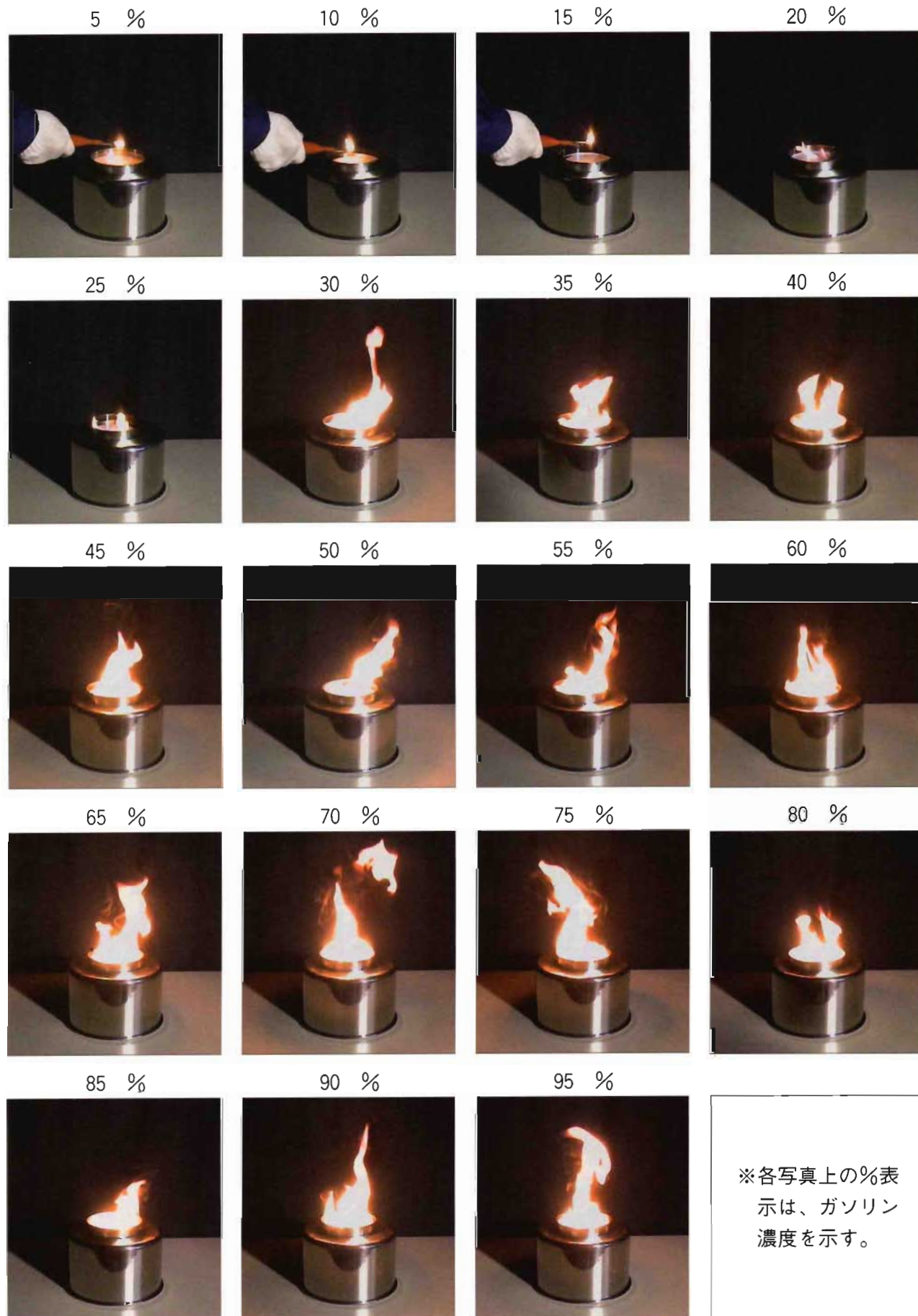


※各写真上の%表示は、ガソリン濃度を示す。

ガソリンと油処理剤の混合液体



ガソリンと水で希釈した油処理剤の混合液体



誤給油による灯油ストーブの異常燃焼実験

澤田 勝美
子出藤 省住(※)
斎藤 斉 (※)

要 旨

本実験は、灯油ストーブの燃料としてガソリンを誤って使用した場合における火災危険について、灯油とガソリンの混合割合を替えて検証した。

1 はじめに

この実験は、平成15年1月に市内の給油取扱所で、移動タンク貯蔵所から、給油取扱所の灯油専用タンクに灯油を荷卸した際、移動タンク貯蔵所のタンク内別室のガソリンの底弁が完全に閉止されていなかったために灯油にガソリンが混ざって注油され、さらに、注油中にもかかわらず、給油取扱所側が油種の確認をせずに固定給油設備を使用してガソリンの混ざった灯油を小分け、詰替、市民に販売してしまう事故が発生したことから、灯油にどの程度のガソリンが混入された場合、ストーブの燃料として使用すると火災危険があるものかを検証したもので、その結果を報告する。

2 実験用ストーブ

燃焼・排気方式の違う4種類8台の灯油ストーブを使用する。

各機種の仕様は別紙1参照。

3 実験方法

(1) 芯上下式灯油ストーブ及びファンヒーター

ア 各機種とも、カートリッジタンク内部の温度、圧力、混合油（ガソリンと灯油を混合したもの）の減少状態を測定する

ためにタンク上部を加工してセンサー等を取り付ける。

イ 各機種とも、1時間灯油だけの燃焼を行った後、ガソリンと灯油の混合の割合（以下、「混合割合」と呼ぶ。）を5：5、6：4、7：3、8：2、9：1、10：0の6種類とし、順に燃焼させる。

なお、カートリッジタンク内の圧力が均衡又は減少した時点、或いはカートリッジタンク内の混合油が無くなった時点で一実験を終了。出火或いは混合油が置台に漏洩した時点でこの機種の実験を終了する。

ウ カートリッジタンクに給油する油量は、芯上下式灯油ストーブがタンク容量の70%、ファンヒーターがタンク容量の50%の量とする。

(2) 半密閉式灯油ストーブ及び密閉式灯油ストーブ

ア 各機種とも、燃焼筒及びポット外周部の温度を測定するためにセンサーを取り付ける。また、消費量は燃料タンクの重量を測定し、算出する。

※ 予防課調査係

イ 各機種とも、1時間灯油だけの燃焼を行った後、ガソリンと灯油の混合割合を3：7、5：5、7：3、10：0の4種類とし、順に各1時間程燃焼を行う。

4 実験結果

(1) 芯上下式ストーブ各機種の結果

ア A社製ストーブ

灯油だけの燃焼では、燃焼開始時、カートリッジタンク内部の温度（以下、「温度」と呼ぶ。）が16.9℃。燃焼開始後1時間で、温度は6.2℃の上昇、カートリッジタンク内部の圧力（以下、「圧力」と呼ぶ。）は0.26KPaの上昇であった。

混合割合が5：5では、異常燃焼等は起きず正常に燃焼した。

混合割合が6：4では、燃焼開始時、温度は12.9℃。燃焼開始後30分を経過した頃から炎が徐々に大きくなり、37分後ストーブの置台に混合油が漏洩、同時に引火した。この時、温度は3.5℃の上昇、圧力は0.84KPaの上昇であった。

出火時の状況を写真1、各混合割合の燃焼時における圧力の変化を図1に示す。



写真1 出火時の状況

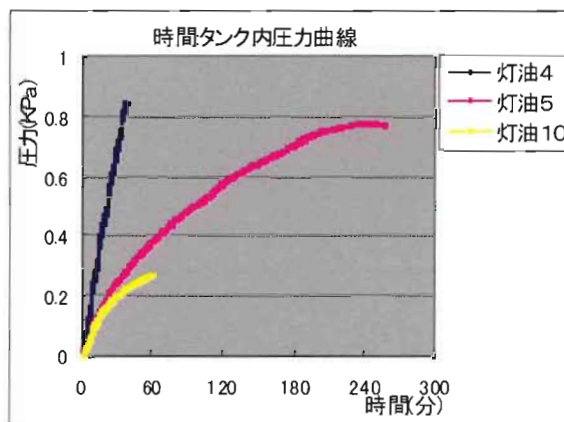


図1 各混合割合の燃焼時におけるカートリッジタンク内の圧力の変化

イ B社製ストーブ

灯油だけの燃焼では、燃焼開始時、温度は18.3℃。燃焼開始後1時間で、温度は13.2℃の上昇、圧力は0.28KPaの上昇であった。

混合割合が5：5では、異常燃焼等は起きず正常に燃焼した。

混合割合が6：4では、燃焼開始時、温度は16.2℃。燃焼開始後1時間で、温度は5.8℃の上昇、圧力は0.42KPaの上昇であった。以後、時より炎が大きくなる等の異常燃焼が起きた。しかし、出火等に至らず圧力が減少したため燃焼開始から5時間56分後、燃焼を終了した。この時、温度は20.1℃の上昇、圧力は1.09KPaの上昇であった。また、固定タンク内には通常容量の150ccを超え約500ccの混合油が供給されていた。

混合割合が7：3では、燃焼開始時、温度は18.9℃。燃焼開始後1時間で、温度は8.7℃の上昇、圧力は0.71KPaの上昇であった。以後、時より炎が大きくなる等の異常燃焼が起き、さらに燃焼開始後2時間を経過した頃から、炎が常時大きくなり、2時間32分後ストーブの置台

に混合油が漏洩した。この時、温度は12.7℃の上昇、圧力は1.24KPaの上昇であった。

漏洩時の状況を写真2、3各混合割合の燃焼時における圧力の変化を図2に示す。



写真2 漏洩時の状況



写真3 漏洩時の状況

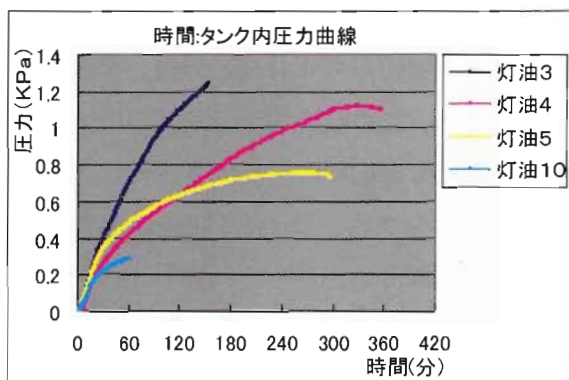


図2 各混合割合の燃焼時におけるカートリッジタンク内の圧力の変化

ウ C社製ストーブ

灯油だけの燃焼では、燃焼開始時、温度は15.5℃。燃焼開始後1時間で、温度は6.7℃の上昇、圧力は0.11KPaの上昇であった。

混合割合が5：5では、異常燃焼等は起きず正常に燃焼した。

混合割合が6：4では、燃焼開始時、温度は16.4℃。燃焼開始後1時間で、温度は4.9℃の上昇、圧力は0.52KPaの上昇であった。燃焼中、常時燃焼筒から2cm程炎が立ち上がる異常燃焼が起きていた。しかし、出火等に至らず圧力が減少したため燃焼開始から3時間33分後、燃焼を終了した。この時、温度は13.4℃の上昇、圧力は0.82KPaの上昇であった。また、固定タンク内には通常容量である240ccを超え約300ccの混合油が供給されていた。

混合割合が7：3では、燃焼開始時、温度は13.8℃。燃焼開始後1時間で、温度は3.3℃、圧力は0.70KPaの上昇であった。燃焼中、6：4の燃焼と同様に常時燃焼筒から2cm程炎が立ち上がる異常燃焼が起きていた。しかし、出火等に至らずカートリッジタンク内の混合油がほぼ無くなり燃焼開始から4時間7分後、燃焼を終了した。この時、温度は17.7℃の上昇、圧力は1.46KPaの上昇であった。また、固定タンク内には約1,300ccの混合油が供給されていた。

混合割合が8：2では、燃焼開始時、温度は19.3℃。燃焼開始後1時間で、温度は5.8℃の上昇、圧力は0.89KPaの上昇であった。燃焼開始から2時間を経過した頃から、天板に接する程炎が大きく

なり、最小火力に切り替えたが、炎の大きさに変化はなく、燃焼開始から2時間22分後、ストーブの置台に混合油が漏洩し、同時に引火した。この時、温度は18.1℃の上昇、圧力は1.82KPaの上昇であった。

出火時の状況を写真4、各混合割合の燃焼時における圧力の変化を図3に示す。

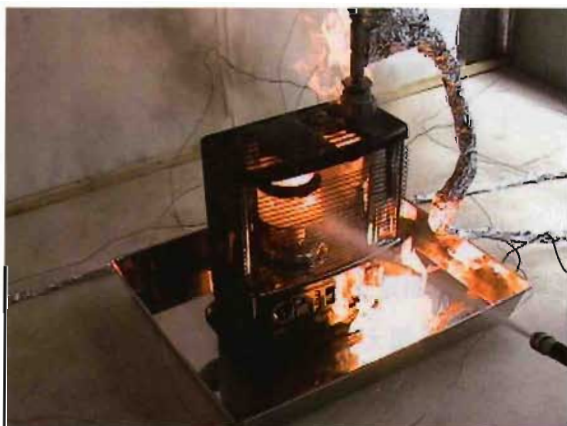


写真4 出火時の状況

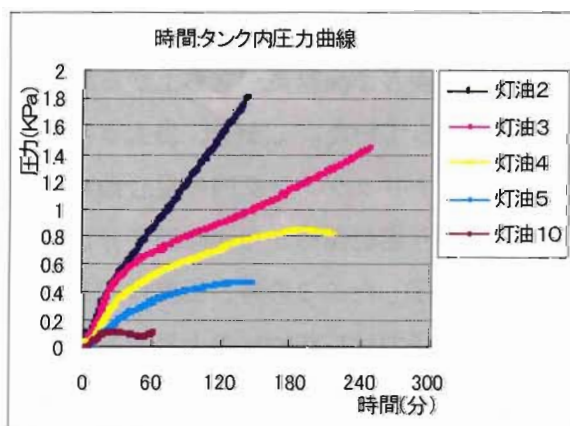


図3 各混合割合の燃焼時におけるカートリッジタンク内の圧力の変化

(2) ファンヒーター各機種の結果
ア A社製ストーブ

灯油だけの燃焼では、燃焼開始時、温度は19.6℃。燃焼開始後1時間で、温度は4.5℃の上昇、圧力は0.07KPaの上昇であった。

混合割合が5：5では、異常燃焼等は起きず正常に燃焼した。

混合割合が6：4では、燃焼開始時、温度は23.5℃。点火時に前面のガードから炎が噴出しながら着火、その後、正常燃焼に移行した。燃焼開始後1時間を経過した時点で、温度は1.9℃の上昇、圧力は0.33KPaの上昇であった。以後、時より炎が大きくなる等の異常燃焼が起きたが、出火等に至らずカートリッジタンク内の混合油がほぼ無くなり燃焼開始から6時間9分後、燃焼を終了した。この時、温度は9℃の上昇、圧力は0.65KPaの上昇であった。また、固定タンク内には通常容量である380ccを超え約1,500ccの混合油が供給されていた。

混合割合が7：3では、燃焼開始時、温度は21.9℃。点火時に前面のガードから炎が噴出しながら着火、その後、正常燃焼に移行した。燃焼開始後1時間を経過した時点で、温度は8.6℃の上昇、圧力は0.35KPaの上昇であった。以後、時より炎が大きくなる等の異常燃焼が起きたが、出火等に至らず圧力が減少したため燃焼開始から4時間40分後、燃焼を終了した。この時、温度は11.6℃の上昇、圧力は0.74KPaの上昇であった。また、固定タンク内には約1,500ccの混合油が供給されていた。

混合割合が8：2では、燃焼開始時、温度は20.9℃。点火時に前面のガードから炎が噴出しながら着火、その後、

炎が大きい燃焼状態が継続し、燃焼開始から38分後、置台に混合油が漏洩した。

この時、温度は3.1℃の上昇、圧力は0.86KPaの上昇であった。

点火時の状況は写真5、漏洩時の状況は写真6、各混合割合の燃焼時における圧力の変化を図4に示す。



写真5 点火時の状況

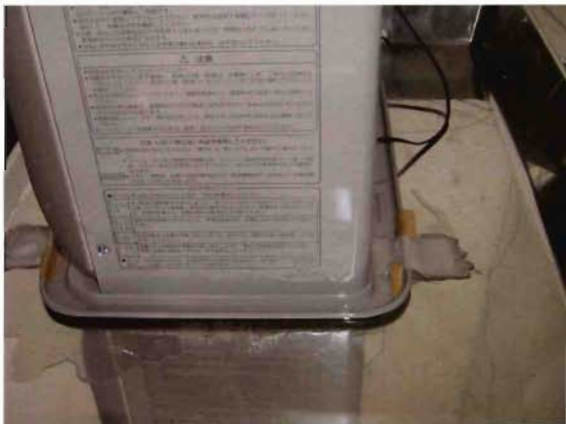


写真6 漏洩時の状況

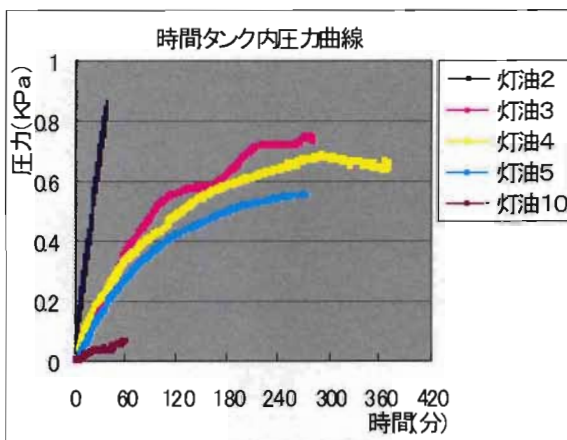


図4 各混合割合の燃焼時におけるカートリッジタンク内の圧力の変化

イ B社製ストーブ

灯油だけの燃焼では、燃焼開始時、温度は23.6℃。燃焼開始後1時間で、温度は10.7℃の上昇、圧力は0.13KPaの上昇であった。

混合割合が5：5では、異常燃焼等は起きず正常に燃焼した。

混合割合が6：4では、燃焼開始時、温度は24.3℃。燃焼開始後1時間で、温度は9.1℃の上昇、圧力は0.67KPaの上昇であった。炎は燃焼開始直後から時より大きくなり、燃焼開始から1時間8分後、置台に混合油が漏洩した。この時温度は9.8℃の上昇、圧力は0.75KPaの上昇であった。

漏洩時の状況は写真7、8、各混合割合の燃焼時における圧力の変化を図5に示す。



写真7 漏洩時の状況



写真8 漏洩時の状況

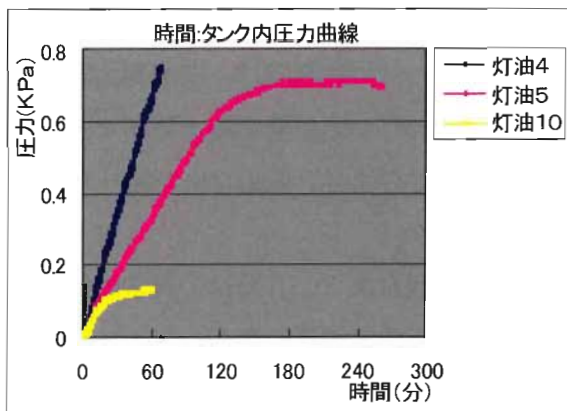


図5 各混合割合の燃焼時におけるカートリッジタンク内の圧力の変化

ウ C社製ストーブ

灯油だけの燃焼では、燃焼開始時、温度は16.0℃。燃焼開始後1時間で、温度は7.1℃の上昇、圧力は0.25KPaの上昇であった。

混合割合が5：5では、異常燃焼等は起きず正常に燃焼した。

混合割合が6：4では、燃焼開始時、温度は18.0℃。燃焼開始後1時間で、温度は5.8℃の上昇、圧力は0.46KPaの上昇であった。以後、炎が時より大きくなる等の異常燃焼が起きたが出火等に至らず、圧力が減少したため燃焼開始から4時間36分後、燃焼を終了した。この時、温度は10.5℃の上昇、圧力は0.97KPaの上昇であった。また、固定タンク内には通常容量である530ccを超え、約1,000ccの混合油が供給されていた。

混合割合が7：3では、燃焼開始時、温度は12.6℃。燃焼開始後1時間で、温度は6.5℃の上昇、圧力は0.39KPaの上昇であった。以後、炎が時より大きくなる等の異常燃焼が起きたが出火に至らず、圧力が減少したため燃焼開始から4時間57分後、燃焼を終了した。この時温

度は17.5℃の上昇、圧力は1.13KPaの上昇であった。また、固定タンク内には約1,500ccの混合油が供給され、混合油が固定タンクの受け口周囲に溢れていた。

混合割合が8：2では、燃焼開始時、温度は10.1℃。燃焼開始後1時間で、温度は12.2℃の上昇、圧力は0.77KPaの上昇であった。炎は燃焼開始直後から時より大きくなり、1時間35分後、置台に混合油が漏洩した。この時の温度は17.5℃の上昇、圧力は1.15KPaの上昇であった。

漏洩時の写真は9、10、各混合割合の燃焼時における圧力の変化を図6に示す。



写真9 漏洩時の状況



写真10 漏洩時の状況

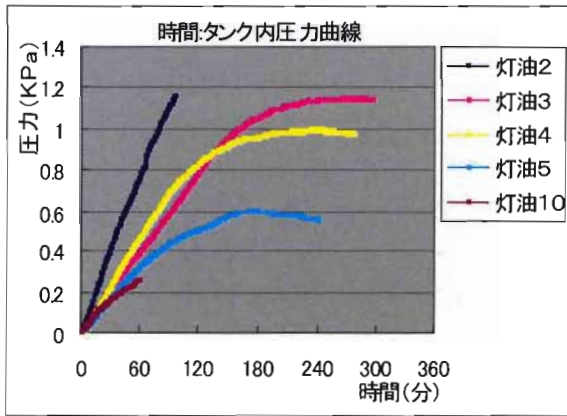


図6 各混合割合の燃焼時におけるカートリッジタンク内の圧力の変化

(3) 半密閉式灯油ストーブ

灯油だけの燃焼では、最大火力で点火後、正常燃焼に移行してから1時間で955ccの灯油が消費され、表面温度はポット外周部で92.9℃、燃焼室上部で499.3℃であった。

混合割合が3：7の燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で1,052ccの混合油が消費され、表面温度はポット外周部で93.4℃、燃焼室上部で490.5℃であった。また、燃焼中数秒から数十秒間隔でポットバーナーからスケルトンまで炎が立ち上がる異常燃焼が起きた。

混合割合が5：5の燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で1,028ccの混合油が消費され、表面温度はポット外周部で89.8℃、燃焼室上部で489.6℃であった。また、燃焼中ポットバーナーから2cm～3cm程の高さまで炎が上がる異常燃焼が継続して起きた。

混合割合が7：3の燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で1,044ccの混合油が消費され、表面温度はポット外周部で95.8℃、燃焼室上部で475.1℃であった。また、燃焼中ポットバーナーから2cm～3cm程の高さまで炎が上がる異常燃焼が継続し、その後、1分間隔でスケルトンまで炎が立ち上がる異常

燃焼が起きた。

ガソリンだけの燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で1,084ccのガソリンが消費され、表面温度はポット外周部で98.1℃、燃焼室上部で480.3℃であった。また、燃焼中、5cm程の高さまで炎が上がる異常燃焼が継続して起きた。しかし、スケルトンまで達するような炎の立ち上がりはなかった。

正常燃焼の状況は写真11、異常燃焼時の状況は写真12に示す。



写真11 正常燃焼時の状況



写真12 異常燃焼時の状況

(4) 密閉式灯油ストーブ

灯油だけの燃焼では、最大火力で点火後、正常燃焼に移行してから1時間で759ccの灯油が消費され、表面温度はポット外周部で

106.7℃、燃焼室上部で335.9℃であった。

混合割合が3：7の燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で786ccの混合油が消費され、ポット外周部で109.2℃、燃焼室上部で353.7℃であった。

混合割合が5：5の燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で797ccの混合油が消費され、ポット外周部で104.8℃、燃焼室上部で320.7℃であった。

混合割合が7：3の燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で804ccの混合油が消費され、ポット外周部で113.9℃、燃焼室上部で330.4℃であった。また、燃焼中数十秒から1分間隔でポットバーナーからスケルトンまで炎が立ち上がる異常燃焼が起きた。

ガソリンだけの燃焼では、正常燃焼に移行してから1時間で807ccのガソリンが消費され、表面温度はポット外周部で112.4℃、燃焼室上部で322.2℃であった。また、燃焼中数十秒間隔でポットバーナーからスケルトンまで炎が立ち上がる異常燃焼が起きた。

正常燃焼時の状況は写真13、異常燃焼時の状況は写真14に示す。



写真13 正常燃焼時の状況



写真14 異常燃焼時の状況

5 まとめ

(1) 芯上下式灯油ストーブ及びファンヒーター

芯上下式灯油ストーブについては、各機種とも混合割合が5：5の燃焼では、灯油だけを燃焼させた場合に比べて圧力が上昇しているものの異常燃焼等は起きず、正常に燃焼した。

次に、混合割合が6：4の燃焼から、各機種とも圧力の上昇に伴って、混合油が固定タンクへ過剰供給され、これに伴う異常燃焼が起きており、A社製ストーブが6：4、B社製ストーブが7：3、C社製ストーブが8：2の混合割合でそれぞれ出火或いは置台に混合油が漏洩した。

ファンヒーターについては、各機種とも混合割合が5：5の燃焼では、灯油だけを燃焼させた場合に比べて圧力が上昇しているものの異常燃焼等は起きず、正常に燃焼した。

次に、混合割合が6：4の燃焼から、各機種とも圧力の上昇に伴って、混合油が固定タンクへ過剰供給され、これに伴う異常燃焼が起きており、B社製ストーブが6：4、A社製ストーブとC社製ストーブが8：2でそれぞれ置台に混合油が漏洩した。

芯上下式灯油ストーブ、ファンヒーターの何れの機種も構造的な違いはなく、さらに、固定タンクやカートリッジタンクの容量についても、特段の違いはない。

従って、今回の実験結果から、芯上下式灯油ストーブ及びファンヒーターは、何れの機種についても過剰供給等の異常が発生していた6：4以上にガソリンを混入した場合、諸条件によって出火する危険性があると考察される。

(2) 半密閉式灯油ストーブ及び密閉式灯油ストーブ

半密閉式灯油ストーブについては、ガソリンを混合することによって異常燃焼が起きた。しかし、混合割合の違いによる異常燃焼の違いについては確認出来なかった。

燃料消費量については、灯油だけの燃焼に比べてガソリンだけの燃焼では、129cc消費量が増加した。しかし、ガソリンに次いで消費量の多かったのが3：7の燃焼である。また、この機種の仕様書上の燃料消費量は、最大火力時1時間で1,020ccと、今回の実験では5：5の燃焼時の消費量とほぼ同じである。さらに、これらの各混合割合での消費量は、何れも燃焼室に油を送り込む電磁ポンプの精度（±10%）の範囲内であることから、過剰供給とは言えない。

また、機器の表面温度については、ガソリンを混合したことに伴って異常燃焼が発生していたにも係わらず、ポット外周部や燃焼室上部の温度は、灯油の燃焼時と変わらなかった。

密閉式灯油ストーブについては、7：3の燃焼から、数分から数十秒間隔でスケルトンに達する異常燃焼が起こり、ガソリンだけを燃焼させた時は、異常燃焼が数十秒と間隔が短く、混合割合の違いによる異常燃焼の間隔

時間の違いが確認出来た。

燃料消費量については、灯油だけの燃焼に比べてガソリンだけの燃焼では、消費量が48ccの増加で、灯油だけの燃焼から、ガソリンの混合割合の増加に比例して僅かずつ消費量が増加した。しかし、この消費量は、何れも燃焼室に油を送り込む電磁ポンプの精度（±10%）の範囲内であることから、過剰供給とは言えない。

また、機器の表面温度については、ガソリンを混合したことに伴って異常燃焼が発生していたにも係わらず、ポット外周部や燃焼室上部の温度は灯油の燃焼時と変わらなかった。

以上、今回の実験では、半密閉式灯油ストーブ、密閉式灯油ストーブについては、燃料としてガソリンを使用しても、炎が時より大きくなる異常燃焼は起きたが出火へと移行せず、また、燃料の違いによる各部位の表面温度や燃料の違いによる消費量にも著しい変化は見られなかった。

6 あとがき

今回、芯上下式灯油ストーブとファンヒーターについては、給油後、数日、数時間使用した後に出火した火災事例が多かったことと、一実験にかける燃焼時間、ガソリンの危険性を考慮して、それぞれ、カートリッジタンク容量の70%と50%の混合油で実験を開始した。しかし、上記にあてはまらない条件での火災事例もあり、タンク内の油量、空気量等の微妙なバランスによっては、今回の実験で異常が起きなかった混合割合で異常が起きる可能性がある。

また、燃焼に伴う室内の寒暖の差によるカートリッジタンク内の空気の膨張、ガソリ

ンの蒸気圧、燃焼機器を継続燃焼させることによるカートリッジタンクへの輻射熱の増加等の諸条件や長年に渡って使用され、点検整備が行われていないストーブにガソリンを使用した場合についても、今回の実験で異常が起きなかった混合割合で、異常が起きる可能性がある。

従って、芯上下式灯油ストーブとファンヒーターについて、今回の実験で6：4以上となると火災危険があると言えるが、5：5以下については今回の実験だけでは安全であると結論づけることは出来ない。

次に、半密閉式灯油ストーブと密閉式灯油ストーブについては、札幌市内で一般家庭に多く普及されている。この中には、点検整備も長年に渡って行われず、定油面器等の腐食による油漏れや、空気取り入れ口へのごみの付着等による出火が現実に発生していることから、これらの点検整備が行われていないストーブにガソリンを使用した場合、異常燃焼が起きているだけに、灯油より早い時点で出火へと移行する可能性がある。

従って、半密閉、密閉式灯油ストーブについて、今回の実験だけでは、ガソリンが混入されていても安全であると結論づけることは出来ない。

最後に今回の実験は、内容的にも不十分なところが多々あるが、何れにしても、全ての灯油ストーブについて共通して言えることは、ガソリンの特性を考慮して製造されたストーブでない限り、灯油にガソリンが混入されて使用された場合、様々な危険性が增大することに間違いはなく、従来からの灯油ストーブにガソリンを誤給油した時点で火災危険がある旨の指導方針に変わりはない。

以 上

仕 様 一 覧

1 芯上下式灯油ストーブ

社名	規 格	燃料消費量	カートリッジ タンク容量	固定タンク (最大容量)	固定タンク (通常燃焼時の油量)
A社	SX-E26YB	0.267 ℓ / h	4.0 ℓ	1.000 ℓ	0.15 ℓ
B社	OVH-F26	0.267 ℓ / h	4.0 ℓ	0.875 ℓ	0.15 ℓ
C社	RC-261S	0.267 ℓ / h	3.6 ℓ	1.380 ℓ	0.24 ℓ

2 ファンヒーター

社名	規 格	燃料消費量 (最大火力)	カートリッジ タンク容量	固定タンク (最大容量)	固定タンク (通常燃焼時の油量)
A社	FH-iX322BY	0.334 ℓ / h	7.2 ℓ	1.730 ℓ	0.38 ℓ
B社	OVF-SK33D	0.344 ℓ / h	7.2 ℓ	1.730 ℓ	0.61 ℓ
C社	LC-L322E	0.334 ℓ / h	7.0 ℓ	1.830 ℓ	0.53 ℓ

3 半密閉式灯油ストーブ

社 名	規 格	燃料消費量 (最大火力時)
A 社	S V - 85 E R	1.02 ℓ / h

4 密閉式灯油ストーブ

社 名	規 格	燃料消費量 (最大火力時)
A 社	F F - 65 E R	0.78 ℓ / h

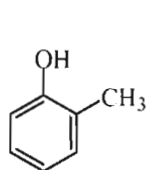
情報提供

クレゾールの性質について

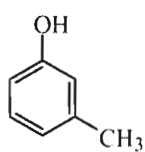
川瀬 信

1 危険有害性

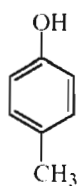
クレゾールは、下に示す3つの異性体に分けられますが、その毒性は刺激性と腐食性で、ほぼ同様の影響が見られ、市販のものは、これらの混合物がほとんどであります。



o-クレゾール



m-クレゾール



p-クレゾール

化学的性質は、強アルカリ性で眼や皮膚に対する刺激性を有し、液体や濃い蒸気（IDLH値※：250ppm以上）を経口または吸入、経皮吸収した場合、速やかに中毒症状が現れ、呼吸障害、心臓及び循環障害、肝機能障害を呈し、死に至ることがあります。

発ガン性については、報告がないため不明です。

2 物理・化学的データ

- (1) 外 観 白色固体
- (2) 融 点 約30℃
- (3) 沸 点 約190℃
- (4) 引火点 約80℃
- (5) 発火点 約560℃
- (6) L E L 1.4% (149℃)
- (7) 比 重 1.047
- (8) 蒸気密度 約3.78
- (9) 水溶性 26g/l (25℃)、31g/l (40℃)、56g/l (100℃)

3 応急措置

- (1) 眼に入った場合……清水で十分に洗い流し、医師の診断を受ける。
- (2) 皮膚に付着した場合……清水で十分に洗い流し、医師の診断を受ける。
- (3) 吸入した場合……新鮮な場所へ移し、安静、保温し、医師の診断を受ける。
- (4) 飲み込んだ場合……吐かせないで、医師に連絡する。

4 火災時の措置

- (1) 消火方法……初期消火は、二酸化炭素、粉末、消火設備。消火は、耐アルコール泡で一挙に消火。ドラム缶による火災時は、水噴霧して冷却消火。
- (2) 眼や呼吸の保護……空気呼吸器

5 漏洩時の措置

- (1) 大量の場合……土砂等による流出の拡大を防止、回収。
- (2) 少量の場合……油処理剤等で回収。

※ IDLH 値とは、NIOSH（米国労働安全研究所）が示す60分以上暴露により、死に至るか若しくは、後遺症を残してしまう濃度の値。

塩素系洗剤の誤使用等による塩素ガス漏洩事故への対策について

川瀬 信

1 はじめに

豊平区内にあるスポーツクラブのプール消毒用タンクで発生した塩素ガス漏洩事故などのように、塩素系洗剤（消毒剤）の誤使用による塩素ガスの漏洩事故は全国でもたびたび発生しております。

そこで、ここではこれらの災害に迅速かつ適切な対処をしていくための基礎知識を紹介していきたいと思います。

2 塩素系洗剤とは？

そもそも、塩素系洗剤って何？という方もいらっしゃると思いますので、これについて簡単にご説明致します。

みなさんがスーパーマーケットやホームセンターの洗剤コーナーで「まぜるな危険」などと明記された商品を見かけたことがあると思いますが、これらの多くが塩素系洗剤です。

主成分は次亜塩素酸ナトリウム（別名：次亜塩素酸ソーダ）と呼ばれる物質で、台所や浴場、プールなどの洗浄・消毒によく使用されています。

今回、発生した漏洩事故もこれを使用していたものでした。

3 次亜塩素酸ナトリウムの性質

次亜塩素酸ナトリウムは、正しく使用されていれば、さほど危険な物質ではありません。しかし、他の酸性液体（今回の事故では、ポリ塩化アルミニウム）と混合すると、有毒な塩素ガスを発生させるという性質があります。

みなさんが塩素系洗剤を使用するときに鼻

につくあの刺激臭はいったい何なのでしょう
か？

これは、塩素ガスというより、次亜塩素酸ナトリウムが気化した時に発生する塩化水素等の蒸気ガスと考えられます。

そこで、塩素ガスと塩化水素ガスの違いについて、簡単にご説明したいと思います。

塩素ガスとは、純粋に塩素のみのガスで、健康に影響を与えない下限界濃度は1ppmとされており、中毒症状が出るのが15ppm以上、430ppm以上の吸入で死亡（1000ppmで即死）に至るとされている猛毒であります。

一方、塩化水素ガスは、塩酸の蒸気で3000ppm以上の濃度を5分間吸入した場合、死亡に至るといった比較的毒性の高い物質ですが、塩素ガス似て非なるものと言えるでしょう。（資料や文献等により、多少、値の異なる場合があります。）

また、pH（水素イオン指数）の変化が塩素ガスの発生危険を左右することがわかっており、今回の事故現場で使用されていたポリ塩化アルミニウムはpHを低下させる物質であり、これが混入することで、pHを下げ（酸化力が上昇）、次亜塩素酸ナトリウムの分解が促進され塩素ガスがより発生し易い環境となってしまったものと考えられます。

4 対策

消防隊による有効な対処方法としては、やはり水による希釈と換気の併用であると考えますが、災害現場の状況により、対処方法も異なってきますので、十分に注意を払わなけ

ればなりません。

特に、今回のような場合では、空気よりも重い塩素ガスが、タンク内に滞留していたと考えられ、センターの係員がタンク内へ注水入したことで、塩素ガスが溢れ出し、被害をより大きくしたと推測されます。

消防隊の処置としては、タンクの蓋（またはバルブ）等を閉めるといった被害拡大の防止措置をとった上で、漏洩物を水により希釈するといった処理が適切であったと思われます。また、当然のことながら、活動中は、空気呼吸器による呼吸保護が必要不可欠であります。

その他、アルカリ性液体等による中和といった対処方法もありますが、薬品入手等が困難であることが多く、災害発生時における消防隊の処置としては難しいものと思われま

す。参考として、一般的に次亜塩素酸ナトリウムを中和する場合の手順をここに示しておきます。

- (1) 次亜塩素酸ナトリウムを濃度1%以下の水溶液に希釈します。
- (2) 次亜塩素酸ナトリウム水溶液1ℓに対してチオ硫酸ナトリウム（固体）0.3kgを添加します。
- (3) 硫酸ナトリウムが完全に溶解するまで混ぜ合わせます。

5 検知管を使用する時の注意点について

先に、ご説明したように、塩素ガスは空気よりも重いため、下の方に滞留します。検知を実施するときは、床付近から採取するか、又はタンク下部から採取する方が良いでしょう。

また、呈色結果については、他のガス（塩化水素ガス等）が呈色反応を妨げたり、塩素

系洗剤の保管状態や経年期間による影響もあるため、必ずしも次亜塩素酸ナトリウムの量と塩素ガス発生量に相関性があるとは言いきれません。また、高濃度の場合、漂白効果による影響も考えられ、あくまでも簡易的な目安測定としての一手段と考えるべきでありますのでご注意ください。

硫酸ピッチと不正軽油について

川瀬 信
橋上 勉

1 硫酸ピッチの不法投棄問題

平成7年頃から散発的に発生していた硫酸ピッチの不法投棄ですが、平成12年以降、急増しはじめ、地域的にも、関東地区から全国へと拡大しつつあり、北海道でも不法投棄が発覚しています。

2 硫酸ピッチとは

大きく2種類に大別されます。

(1) 不正軽油の副産物

灯油やA重油には、軽油と識別するためにクマリンという物質が添加されています。これを濃硫酸により除去し、いくつかの工程を経ることで、不正軽油が製造されます。この時、クマリンや硫酸の混合物が、副生成物として出てきます。これを硫酸ピッチと呼んでいます。

(2) 正規な副産物？

古くから存在するもので、原油から潤滑油を製造する過程あるいは廃油から潤滑油を再生する過程で生じます。

3 不正軽油について

不正軽油というのは軽油引取税を逃れるため、軽油に灯油やA重油を混合してそれを無許可で販売或いは使用している混合油のことです。

国は不正軽油防止のため、規制を強化し軽油と不正軽油を区別するため識別剤「クマリン」をA重油と灯油に入れることを義務付けました。

4 硫酸ピッチの性質について

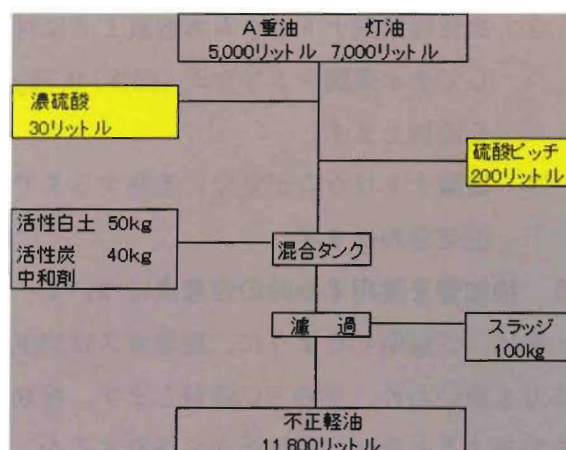
硫酸ピッチは強酸性の黒いタール状の液体であり、皮膚に触れるとただれ、目に入ると失明の恐れがあります。

また、水が混じると亜硫酸ガスが発生し、これを吸い込むと気管や肺に障害を及ぼします。

5 不正軽油の鑑定について

通常、灯油やA重油に添加されているクマリンの有無については、蛍光分光光度計により測定可能であり、ガスクロマトグラフを併用することで軽油、灯油、A重油の判別は可能であります。

しかし、不正軽油は、クマリンが除去されているため、当所では確定的な判定は困難であります。



研究実績



研究実績表

年度	所報 No	分野	研究テーマ	研究担当者	件数
平成5年度	No 1	燃 焼	耐火煉瓦の遮熱効果と低温加熱着火について	小島・上藤	3
		開 発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台の防振性能評価について	桜井 清明	
		鑑 定	燃焼による灯油成分の変化について	橋上 勉	
平成6年度	No 2	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その1）	小島 秀吉	6
			木炭の燃焼に伴う一酸化炭素の発生について	小島 秀吉	
		開 発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台のパネ選定について	桜井・伊藤	
		鑑 定	燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その1）	橋上 勉	
		情 報	サリン [(CH ₃) ₂ CHO ₂ PFCH ₃] の特性について	橋上 勉	
平成7年度	No 3	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その2）	小島 秀吉	5
			防火衣の保温性能に関する実験結果について	伊藤 潤	
		開 発	赤外線カメラの使用時に発生した特異現象について	伊藤 潤	
			低温下における空気呼吸器の特性について	伊藤 潤	
鑑 定	燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その2）	橋上 勉			
平成8年度	No 4	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その3）	小島 秀吉	9
			タオル・ハンカチの除煙効果に関する実験研究	小島 秀吉	
			粉じん爆発について	小島 秀吉	
		開 発	高規格救急車（トライハート）内における電子サイレン音等の騒音調査	伊藤 潤	
			アクリル樹脂について	伊藤 潤	
		鑑 定	車両火災における原因考察について	橋上 勉	
		情 報	酸素欠乏について	橋上 勉	
都市ガス等の性質について	伊藤 潤				
航空燃料と化学熱傷について	橋上 勉				
平成9年度	No 5	燃 焼	硬質発砲ウレタンとABS樹脂について	上田 孝志	7
			放水音・空気呼吸器警報音・レスクトーン警報音調査	菅原 法之	
			バックドラフトに関する研究（その4）	小島 秀吉	
			噴霧ノズルの角度について	菅原 法之	
		開 発	噴霧注水による排煙効果について	小島 秀吉	
			自動放水停止器具の開発について	橋上 勉	
鑑 定	過マンガン酸カリウムと酸及びアルコールについて	橋上 勉			
平成10年度	No 6	燃 焼	空中消火の延焼阻止効果に関する研究	上田 孝志	8
			バックドラフトに関する研究（その5）	橋本 好弘	
			市民等の消火体験訓練に使用する燃料の見直しについて	橋上 勉	
		開 発	無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その1）	橋本 好弘	
			無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その2）	橋本 好弘	
		鑑 定	灯油とガソリンの混合比の分析について	菅原 法之	
		安 全	静電気に関する調査・研究について	橋上 勉	
情 報	放射性物質等に関する基礎知識	上田 孝志			

年度	所報 No	分野	研究テーマ	研究担当者	件数
平成11年度	No.7	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その6）＜総括＞	橋本 好弘	8
			噴霧注水による排煙効果に関する研究	橋本 好弘	
		安 全	静電気に関する調査・研究（その2） －静電気帯電量－	溜 真紀子	
			静電気に関する調査・研究（その3） －静電気除去実験－	溜 真紀子	
			濃煙熱気下における消防隊員の安全管理に関する研究 －温度管理用示温材（サーモラベル）に着目して－	菅原 法之	
		鑑 定	電気配線の過負荷電流について	菅原 法之	
			有珠山噴火に伴う火山性ガスについて	花崗 一正	
情 報	熊撃退スプレーについて －カプサイシンに着目して－	菅原 法之			
平成12年度	No.8	燃 焼	バルコニー付近形状が噴出火炎性状に及ぼす影響 寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その1 和室の測定結果－	花崗 一正	10
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その2 洋室の温度、CO ₂ 、CO、O ₂ 結果	橋本 好弘	
			エアゾール缶・カセットボンベなどのについての調査・実験	橋本 好弘	
			高規格救急車のタイヤチェーン装着時などにおける振動・騒音の調査研究	橋本 好弘	
		鑑 定	災害現場における燃焼生成ガス等の危険性の把握とその対策に関する研究	溜 真紀子	
			空間容積の違いによる一酸化炭素とシアン化水素の致死燃焼量	橋本 好弘	
		安 全	居室内におけるLPG漏洩時の滞留状況及び有効な排出方法に関する研究	菅原 法之	
		情 報	火災原因の各種再現実験及びビデオ化	橋本 好弘	
			トリクロロシランについて	菅原 法之	
平成13年度	No.9	燃 焼	爆風から受ける消防被服内部の衝撃及び温度に関する実験的研究	橋本 好弘	10
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器（遠赤外線面状発熱体）に関する研究	菅原 法之	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	菅原 則之	
		鑑 定	寒冷地型建物燃焼時における燃焼生成ガス等の測定及び危険性の把握に関する研究	溜 真紀子	
			灯油及び軽油に含有しているガソリンの混合比による比較実験	溜 真紀子	
		安 全	冬道自己転倒の救急出動分析（その1 全体の傾向）	橋本 好弘	
			冬道自己転倒の救急出動分析（その2 すすきの地区・気象との関係）	橋本 好弘	
情 報	米国アラスカ州フェアバンクス周辺での森林火災現地報告 硫化水素について	橋本 好弘 菅原 法之			

年度	所報 No	分野	研究テーマ	研究担当者	件数
平成14年度	No10	燃 焼	有風下における建物内部の燃焼状況変化について	橋本 好弘	8
			節水型消火薬剤（界面活性剤）の実験的研究結果	花崗 一正	
			雷による森林の着火機構に関する実験	橋本 好弘	
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器（遠赤外線面状発熱体）に関する研究	花崗 一正	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	花崗 一正	
		鑑 定	鎮火後に残存している燃焼生成ガス	川瀬 信	
RDF（ごみ固形燃料）の性状について	川瀬 信				
平成15年度	No11	燃 焼	危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉍物油洗浄剤及び危険物流出時に使用する油処理剤について	澤田 勝美	7
			誤給油による灯油ストーブの異常燃焼実験	澤田 勝美	
		鑑 定	一般住宅等の収容物資材が燃焼する時に発生する粉塵やガスについて	川瀬 信	
			建物火災鎮火後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定（中間報告）	川瀬 信	
		情 報	クレゾールの性質について	川瀬 信	
			塩素系洗剤の誤使用等による塩素ガス漏洩事故への対策について	川瀬 信	
			硫酸ピッチと不正軽油について	川瀬 信	

消防科学研究所報

(2004 No. 11)

市政等資料番号	01-P00-04-855
---------	---------------

平成17年3月発行

編集・発行 札幌市消防科学研究所

〒063-0850

札幌市西区八軒10条西13丁目3番1号

電 話 (011) 616-2262

F A X (011) 271-0957

E-mail fire.labo@city.sapporo.jp

印 刷 岩橋印刷株式会社

