

東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

■ 研究成果概要報告書

研究課題		建物火災における泡消火剤による消火活動の作業環境衛生評価	実施年度
			平成23年度
研究代表者	所属	北九州市立大学国際環境工学部	
	氏名	上江洲 一也	
1. 研究の背景および目的			
<p>これまでに北九州市立大学、北九州市消防局、シャボン玉石けん(株)、(株)モリタホールディングスなどの産学官連携研究により石けんを主成分とする国産泡消火剤の開発が行われてきた。泡消火剤の主成分は界面活性剤であり、林野火災において大量に環境中に散布される場合を想定し、環境への負荷の低い消火剤の開発には、界面活性剤をはじめとする成分の生態毒性を把握する必要がある。水生微生物やヒメダカを用いた生態毒性評価により、石けん成分および石けん系の界面活性剤が合成系の界面活性剤と比較して、著しく毒性が低いというデータが得られている。</p> <p>石けんを主成分とした泡消火剤は、生態環境中に流出してもその毒性が極めて低いことは、実験データで示されてきたが、消火活動を行う消防士に対する環境衛生評価は未だ行われていない。建物火災における消火活動の現場で有害物質が放出されているならば、閉鎖空間での作業になるため、相当な高濃度の有害物質に消防士が曝されることになる。したがって、消火活動の現場における有害物質の暴露の危険性を正確に把握しておく必要がある。本研究では、建物火災の消火活動に伴って放出される様々な物質を実験的に把握し、それらの物質の暴露危険性を適切に評価し、消防士の健康を維持するための方策を提言することを目的とする。</p>			

2. 研究成果および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

※継続課題の場合は、前年度との関係性、進展度合いについても記載すること。

建物内部空間における様々な消火活動に伴って放出される様々な物質（揮発性物質および煙中の微小顆粒）を実験的に捕捉し、それらの物質群の暴露危険性を人体への影響評価の第一段階としてモデル生物の培養細胞に対する細胞毒性の有無により評価する。本年度は、東京理科大学野田キャンパス火災科学研究センターにおいて、発煙性試験装置と FT-IR ガス分析装置（ISO19702）を使用して、代表的な木材試料片（マツ、スギ、ベイツガの3材）から発生する燃焼ガスの組成および泡消火剤（石けん系と合成系の2剤）を添加時に発生する燃焼ガス組成を解析し、合わせて上記の条件下で発生する燃焼ガスが植物細胞（タバコ Bel-W3 系統の懸濁培養細胞）に与える細胞毒性（細胞死の誘導）を評価した。

50%濃度に希釈した消火剤水溶液を泡立てて、木材（ベイツガ）とともに加熱し、放出されるガス組成を調査した。結果を図1、図2に示した。石けん系泡消火剤を用いた場合には、 NO_2 が検出された。これは、アミノ酸系のキレート剤を用いているためであると考えられる。合成系泡消火剤を用いた場合では、 SO_2 が放出された。これは、主成分の界面活性剤に硫黄(S)が含まれているためであると考えられる。

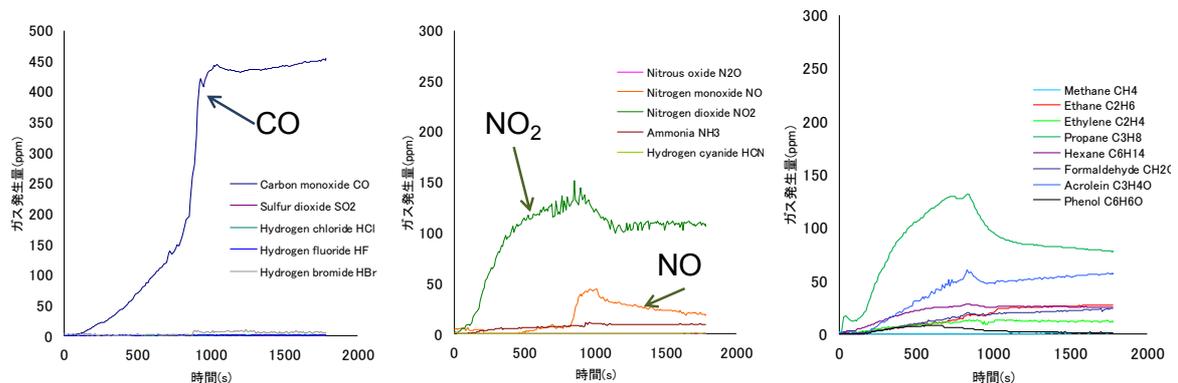


図1 石けん系泡消火剤を用いた場合のガス組成

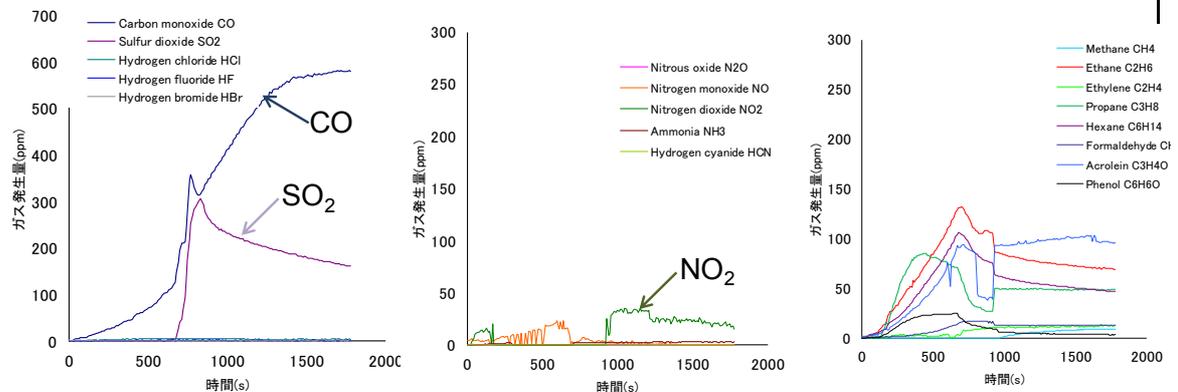


図2 合成系泡消火剤を用いた場合のガス組成

タバコ培養細胞を用いて、煙暴露時における毒性評価を行った。タバコ培養細胞煙暴露装置を図3に示した。50%濃度に希釈したそれぞれの泡消火剤水溶液の泡を上から添加したベイツガを有炎燃焼して、発煙性試験装置内部に設置したタバコ培養細胞煙暴露装置により、30分間暴露後した。50 mlチューブ内のタバコ培養細胞にエバンスブルー溶液を添加した後、実体顕微鏡にてタバコ培養細胞の致死数をカウントすることによって細胞毒性を評価した。結果を図4に示した。石けん系泡消火剤を用いた場合には、致死率がほぼ0%であり、タバコ培養細胞への影響はほとんどないことがわかった。これに対し、合成系泡消火剤を用いた場合には、ガス暴露後30分後には致死率が100%であった。これは合成系泡消火剤より放出されるSO₂の影響であると考えられる。石けん系泡消火剤と合成系泡消火剤が直接タバコ培養細胞に与える影響とSO₂が細胞に与える影響を調査する予定である。



図3. タバコ培養細胞煙暴露装置（左） 発煙性試験装置内部に設置後（右）

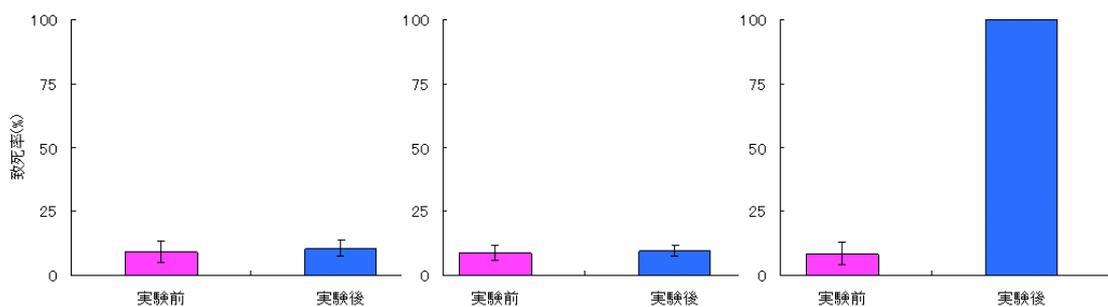


図4 毒性評価結果（左：コントロール，中央：石けん系泡消火剤，右：合成系泡消火剤）

3. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅 費		人 件 費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
イエローチップ	10,363 円	交通費	168,610 円		
ダイヤモンドチップ、チューブ他	43,344 円				
ポータブルデータロガー、熱電対他	226,167 円				
メチルアルコール	10,710 円				
運搬費	12,460 円				
角材、ウッドチップ、イノシトール	38,986 円				
計	342,030 円	計	168,610 円	計	0 円

4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

23年度の実験では、泡消火剤泡沫を攪拌により泡立てたため、実際の使用時とは泡の性状が異なると考えられる。そこで、24年度においては、泡消火器により噴射して発生する泡を使用して、使用時に近い状態での燃焼状態で評価を行う。それらの物質群の曝露危険性を人体への影響評価として、ヒト肺細胞を用いた毒性を評価する。

5. 成果の公表状況（学会への発表，学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

Otsuka et al., Prevention of plant toxic gas emission from combustion of plant materials by spraying of fire-fighting foam. Fire Ecology（投稿予定）

第 53 回大気環境学会年会（平成 24 年 9 月 12 日～14 日、神奈川大学）

日本農芸化学会第 299 回支部合同大会（平成 24 年 9 月 28 日～29 日、鹿児島大学）

化学工学会 第 78 回年会（平成 25 年 3 月 17 日～19 日、大阪大学）

※上記 5 に記載された成果公表については，別刷 1 部を研究事務課まで提出願います。PDF ファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は，本拠点の成果報告として Web 等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて，研究報告書を提出頂いても構いません。（フォーマットは問いません。）

※後日開催予定の成果講評会で使用されるプレゼンテーション用の電子ファイルについても提出願います。（学内での報告に使用）