

消火薬剤の開発に関する研究

川 茂 隆*
 伏 見 英*
 山 本 健 児*

はじめに

本研究は震災対策の一環として着手したものであり、震災時の同時多発火災における消火活動は現有消防隊による排除能力を越えるものについては、地域住民の手による初期消火が必要となってくる。

そこで今回は、水を基底とし、添加物を溶解した、いわゆる消火水溶液の開発を主眼に、各種の塩類水溶液を用いて、消火液としての適否条件を実験的に究明したので報告する。

実験要領

実験は燃焼抑制効果および防災性、消火性能試験のほか、低温時における性状、腐食性試験をも併せ実施した。

1. 燃焼抑制効果の測定

ア 試料

試験材料は厚さ2.7mmのラワン合板(3枚張合せ)を20×10cmに切断し、計量して使用する。

この合板を消火効果があると予想される薬剤(JIS試薬1級)の1~20wt%の水溶液に5分間浸漬し、取り出した後1分間水切りをして溶液の吸着量を測定し、直ちに燃焼試験を実施した。

イ 燃焼試験

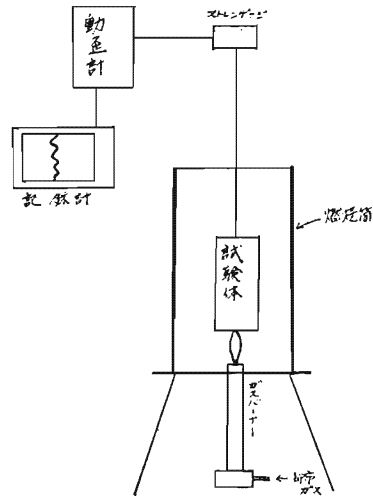
測定に使用した装置の概略は第1図に示すとおりであり、薬液に浸漬した試験体を荷重変換器に吊り下げ、下端より口径1mmのガスバーナーにて都市ガスを5cmの炎長にて1分間接炎、以後ガス炎を取り去り、自由燃焼にまかせる。

合板の燃焼量は、時間経過とともに減量して荷重変換器より動歪計を経て記録計にて記録される。燃焼は上部迄もえぬけた時点で終了としたが、上部迄燃焼しなかった場合にはその時点で終了した。

2. 消火性能試験

燃焼抑制効果試験の実施から効果があると認められ

第1図 燃焼抑制効果実験装置



た薬剤から18種類をえらび出し、これの単品および等量混合による20、30wt%水溶液と水および市販強化液との比較を実施した。なお試験は小規模燃焼による直上噴射方式と実際の消火器に充填したものと2種実施した。

消火性能試験一(1)

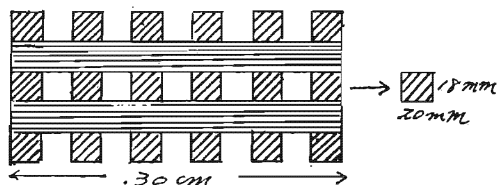
ア 試料

長さ30cm、幅18×20mm(45×40mmの杉角材を四つに切断)の杉材を6本並びに5段積とし、木材の含有水分を約10%前後に乾燥させたものを使用した。

イ 消火試験

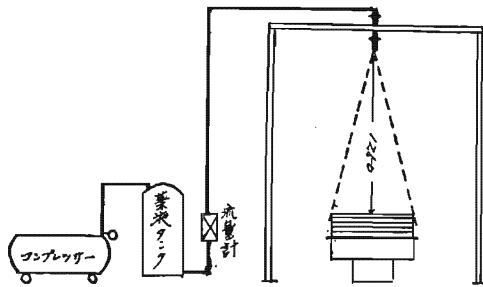
試験は前記試料を用いて第3図に示す方法にて実施

第2図 模型クリブ



* 第二研究室

第3図 消火性能試験装置



した。

まず水槽タンクに調整した水溶液 2.5 l を入れ、コンプレッサーより 3kg/cm² の圧力にて究気を圧送し、流量計を経て耐圧ゴムホースに接続した噴霧ノズルより毎分約 1 l 位の流量にて燃焼木材クリブに放水する。

クリブの燃焼はオイルパンに水を入れ、ガソリン 100cc を助燃剤とし、点火 5 分後、燃焼の最盛期に放射した。

また放射ノズルの高さは最長火炎の到達点とし、放射角度は積上げクリブ全体により有効な散布状態とした。

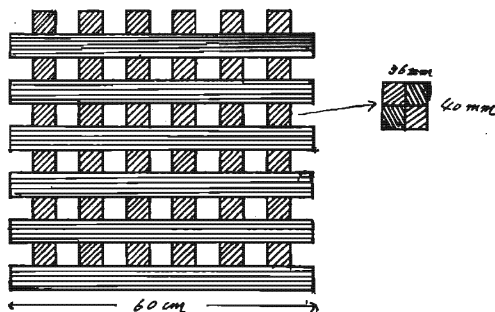
消火性能試験—(2)

引き続き 18 種の塩類について 20wt% を市販強化液消火器の 4 l 用に水溶液 4 l を充填し、消火用燃料を多く（熱量を増大）した場合の消火効力を測定した。

ア 試料

長さ 30cm、幅 20×18mm の杉材を 4 本 1 組 36×40mm を 3 段並び 12 段積みとし、これを横方向に 2 組並べた。クリブの積上げは第 4 図に示す。

第 4 図 模型クリブ



イ 消火試験

前記クリブをオイルパン上にのせ、ガソリン 500cc を助燃剤として点火、点火後 6 分にて圧力 10kg/cm² の空気圧にて薬液 4 l を充填した消火器により 5 m の地

点より消火を開始した。消火は実験条件を一定とするため定点消火とし、消火時間を測定した。

3. 防炎性試験

防炎性試験は東京消防庁が定める防炎合板検査規格（甲例規）、昭和 35 年 12 月 15 日、予査察発第 361 号にもとづいて実施した。

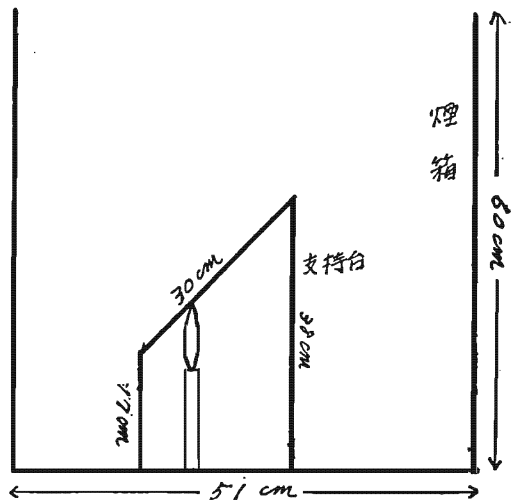
ア 試料

厚さ 2, 7mm, 30×30cm の大きさの合板を各薬剤（単品）20wt% に一時間浸漬し、後室温にて 2 日間放置乾燥させ、さらにシリカゲル入のデシケーター中に 1 昼夜乾燥後のものを使用した。

イ 防炎試験

試験装置の概略については第 5 図に示すとおりであり、表面（接炎部）変色、着炎、裏面変色、消炎、残炎、残じん（おきの消火）の時間的経過および炭化面積を測定した。

第 5 図 防炎性試験装置



実験結果

1. 燃焼抑制効果試験

実験は合板自体の燃焼性と、水に合板を浸漬したものの薬剤の各濃度別水溶液に浸漬したものの燃焼性を比較する方法でおこなった。この結果を第 1 表に示す。この表中 1 分までは接炎のガス炎があり、その後は自由燃焼である。

この結果、無機化合物ではリン酸、フッ素、沃素、臭素、炭酸、有機化合物ではギ酸、酢酸、酒石酸、修酸のアンモニウム、ナトリウム、カリウムの各塩類については、一応燃焼抑制効果が認められた。

2. 消火性能試験—(1)

上部より噴霧放射開始より消炎した時分を測定し

第1表 燃 焼 抑 制 効 果 試 験 結 果

塩類水溶液による試料の燃焼減量 (%)

※ () 内数字消炎時

薬 剤 名	濃 度 (wt%)	付着量 (g)	減 量 (%)			薬 剤 名	濃 度 (wt%)	付着量 (g)	減 量 (%)		
			1 min	2 min	3 min				1 min	2 min	3 min
塩基性炭酸マグネシウム	20	4.7	2.8	6.6	(8.3)	メ タ リ ン 酸	20	2.5	2.6	12.3	27.3
	5	4.7	5.6	7.5	9.1		15	2.5	3.2	14.5	27.4
酸性フッ化アンモニウム	20	1.7	6.2	13.9	29.9	10	3.0	4.1	15.9	29.8	
中性フッ化アンモニウム	20	1.7	3.0	3.1	9.2	5	—	7.0	22.6	30.8	
						20	—	(1.9)	—	—	
フッ化カリウム	20	3.3	(3.4)	—	—	15	2.0	(1.9)	—	—	
	5	2.7	(4.5)	—	—	10	—	(3.5)	—	—	
	1	5.0	7.5	9.5	11.8	5	—	3.9	(10.2)	—	
チオンアン酸カリウム	20	1.6	(4.6)	—	—	20	—	(1.5)	—	—	
	5	3.0	(3.6)	—	—	15	3.0	4.0	(9.9)	—	
	1	1.9	5.1	7.4	9.0	5	3.0	4.0	(9.9)	—	
ケイ酸ナトリウム	20	5.0	1.3	2.5	3.3	リン酸水素アンモニウムナトリウム	15	2.7	5.0	18.1	26.3
	5	4.4	(2.0)	—	—	5	1.6	4.7	19.4	30.8	
	1	4.4	6.7	12.0	17.3	第2リン酸カリウム	10	2.0	1.8	14.2	26.2
ホウ酸カリウム	20	4.9	(1.3)	—	—	5	2.0	2.0	16.6	25.7	
	5	2.8	4.3	8.6	14.9	第3リン酸ナトリウム	15	3.5	(1.4)	—	—
	1	—	—	—	—	10	3.5	1.4	7.5	18.2	
硫酸アンモニウム	20	2.1	2.3	6.5	13.5	5	3.5	2.5	9.3	18.7	
						20	2.5	2.3	4.9	7.2	
						5	2.0	3.7	8.1	14.8	
硫酸カリウム	20	2.2	4.0	11.9	18.9	塩基性酢酸第2鉄	20	2.5	2.3	4.9	7.2
硫酸ナトリウム	20	2.3	1.3	6.8	13.4	5	2.0	3.7	8.1	14.8	
炭酸アンモニウム	20	2.2	3.1	8.4	15.6	酢酸アンモニウム	20	2.3	4.4	17.1	23.2
						5	2.3	3.3	15.5	31.3	
						20	—	(1.9)	—	—	
炭酸カリウム	10	2.3	(1.8)	—	—	10	1.8	(4.2)	—	—	
	5	3.2	(2.2)	—	—	5	2.4	3.4	5.9	7.8	
	1	2.6	(1.8)	—	—	20	2.0	(1.8)	—	—	
炭酸ナトリウム	5	3.3	(4.1)	—	—	5	2.3	(3.4)	—	—	
	1	3.7	(4.5)	—	—	1	3.0	5.9	(7.2)	—	
	1	3.0	(2.8)	—	—	20	2.0	(1.8)	—	—	
炭酸ナトリウム	5	3.7	(4.5)	—	—	5	2.3	(3.4)	—	—	
	1	3.0	(2.8)	—	—	1	3.0	5.9	(7.2)	—	
	20	3.3	(2.0)	—	—	酒石酸アンチモルカリウム	20	3.2	(4.6)	—	—
炭酸ナトリウム	5	5.4	(2.8)	—	—	5	2.7	(3.6)	—	—	
	1	4.0	5.1	10.3	15.4	1	2.8	5.2	10.7	19.3	
	20	2.7	4.7	19.7	32.2	酒石酸カリウム	20	1.8	3.1	4.7	6.2
炭酸水素アンモニウム	5	2.4	4.9	19.1	31.2	5	2.7	(4.6)	—	—	
	1	2.1	4.5	(9.3)	—	1	2.7	(5.0)	—	—	
	20	—	(3.0)	—	—	20	2.5	5.2	(6.4)	—	
炭酸水素カリウム	10	2.4	(6.8)	—	—	5	4.5	(4.2)	—	—	
	5	2.4	(4.4)	—	—	1	3.0	5.6	(8.2)	—	
	20	1.6	6.7	23.3	33.3	酒石酸ナトリウム	20	23	5.8	11.2	20.1
塩化マグネシウム	5	1.5	8.3	26.8	38.9	尿 素	20	2.7	5.6	11.6	19.1
	10	2.1	5.6	32.6	∞	修 酸 カ リ ウ ム	10	1.5	(1.9)	—	—
	5	—	5.3	18.6	33.6	5	1.4	3.8	16.7	(21.8)	
塩化バリウム	20	2.0	2.4	13.6	30.7	修 酸 ナ ト リ ウ ム	5	2.3	7.4	23.6	35.9
	10	1.9	3.0	14.9	29.8	酒石酸水素ナトリウム	20	3.1	(5.2)	—	—
	5	1.9	(2.0)	—	—	5	2.0	5.3	11.8	20.6	
塩化カリウム	10	1.9	(5.5)	—	—	酢 酸 カ ル シ ウ ム	20	2.5	4.8	11.7	20.6
	5	—	2.7	11.0	22.0	酢 酸 ア ル ミ ニ ウ ム	20	3.7	5.0	9.9	14.0
	20	1.9	3.8	13.8	(22.0)	酢 酸 カ リ ウ ム	1	3.0	(6.8)	—	—
塩化ナトリウム	15	2.1	5.4	21.4	27.5	スルファミン酸アンモニウム	20	1.2	1.7	8.6	19.5
	10	2.0	3.8	13.8	22.0	合 板	—	—	9.0	—	∞
	5	2.1	6.0	20.1	26.5	水	—	—	3.3	18.5	35.3
	20	3.8	(3.2)	—	—						
沃化カリウム	10	3.5	(3.0)	—	—						
	20	3.4	(2.9)	—	—						
沃化ナトリウム	10	3.4	(2.9)	—	—						
	20	3.3	(1.6)	—	—						
臭化カリウム	15	3.2	(2.2)	—	—						
	5	3.2	(2.9)	—	—						
	20	3.6	(1.4)	—	—						
臭化ナトリウム	15	3.5	(2.2)	—	—						
	5	3.3	(3.0)	—	—						

第2表 消火性能試験-(1)

薬 剂 名	消 火 時 間		薬 剂 名	消 火 時 間	
	20wt%	30wt%		20wt%	30wt%
水	120秒		臭 化 ナ ト リ ウ ム	6 秒	5 秒
強 化 液	20秒		臭 化 カ リ ウ ム	9 秒	5 秒
第1リン酸アンモニウム	60秒	40秒	ギ 酸 カ リ ウ ム	4 秒	3 秒
第2リン酸アンモニウム	35秒	19秒	ギ 酸 ナ ト リ ウ ム	15秒	11秒
第1リン酸カリウム	60秒以上	60秒以上	酢 酸 カ リ ウ ム	24秒	6 秒
第2リン酸カリウム	60秒以上	60秒以上	酢 酸 ナ ト リ ウ ム	24秒	25秒
炭 酸 カ リ ウ ム	29秒	19秒	酒 石 酸 ナ ト リ ウ ム	30秒	24秒
炭酸ナトリウム, カリウム	10秒	8 秒	酒 石 酸 カ リ ウ ム	8 秒	3 秒
炭 酸 ナ ト リ ウ ム	6 秒	9 秒	酒石酸カリウムナトリウム	5 秒	16秒
修 酸 カ リ ウ ム	16秒	14秒	重 炭 酸 ナ ト リ ウ ム	60秒上	不 溶

第3表 2種混合による消火性能試験-(1)

	酢酸カリウム	酢 酸 ナトリウム	ギ酸カリウム	ギ 酸 ナトリウム	酒石酸 カリウム	酒石酸 ナトリウム
第1リン酸アンモニウム	25秒	40秒	60秒以上	30秒	白 濁	白 濁
	30秒	20秒	60秒以上	30秒	白 濁	白 濁
第2リン酸アンモニウム	15秒	60秒	60秒以上	不 溶	60秒	60秒以上
	13秒	50秒	60秒以上	不 溶	50秒	60秒
第1リン酸カリウム	9 秒	35秒	20秒	30秒	白 濁	白 濁
	6 秒	20秒	17秒	不 溶	白 濁	白 濁
第2リン酸カリウム	18秒	25秒	20秒	35秒	白 濁	白 濁
	15秒	20秒	20秒	不 溶	白 濁	白 濁
炭 酸 カ リ ウ ム	12秒	5 秒	15秒	15秒	20秒	21秒
	6 秒	4 秒	12秒	13秒	25秒	20秒
炭 酸 ナ ト リ ウ ム	6 秒	5 秒	9 秒	5 秒	6 秒	7 秒
	6 秒	4 秒	9 秒	不 溶	6 秒	5 秒
臭 化 ナ ト リ ウ ム	3 秒	20秒	6 秒	7 秒	20秒	17秒
	3 秒	8 秒	4 秒	4 秒	12秒	9 秒
臭 化 カ リ ウ ム	4 秒	7 秒	4 秒	5 秒	6 秒	7 秒
	4 秒	5 秒	4 秒	5 秒	5 秒	7 秒

等量混合 { 上 段 30wt%
 { 下 段 20wt%

た。結果は第2表に単品の、第3表に等量混合の値を示す。

抽出した薬剤水溶液はすべて良好な結果を得、水と比較してかなりの消火効果があることが判明した。しかし現在水溶液としてのリン酸アンモニウム系の薬剤については森林火災用として実用段階に入り消火効果がすぐれているといわれる割には期待した程の効果が認められなかった。

3. 消火性能試験—(2)

消火は前面のみから消火器を固定して消火した。結果は(1)と同様消炎時間のみを測定した。結果は第4、5表に示す。

結果からみるとだいたい(1)と同傾向を示した。このうち特に注目されたのは、リン酸アンモニウム水溶液を注水した場合、熱分解によるアンモニアの発生が覚知され実験担当者に不快感を与えた。

なお抑制効果試験にて効果のあった、フッ化カリウム、沃化カリウム、ナトリウムは高価格であり、チオン酸カリウム、修酸カリウム、ナトリウムは毒劇物取締法による対象薬物であることから除外した。

4. 防災性試験

結果は第6表に示すとおりである。

供試薬剤はすべて防災効果はあるが、おきの消火作用はリン酸アンモニウム系および炭酸ナトリウムを除いてはあまり期待できなかった。

考 察

一般に消火とは、燃焼の継続を中断することであり、具体的には燃焼の3要素および連鎖反応の一部またはすべてを取り除くことである。その方法としては冷却、窒息、抑制、除去の四方法が考えられる。

特にこのうち冷却の効果については、燃焼現象が一

第4表 消火性能試験—(2)

薬 剤 名	消火時間	薬 剤 名	消火時間
水	21秒不可	臭化カリウム	2秒
強 化 液	14秒	臭化ナトリウム	4秒
第1リン酸アンモニウム	21秒不可	ギ酸カリウム	4秒
第1リン酸アンモニウム	21秒不可	ギ酸ナトリウム	7秒
第1リン酸カリウム	14秒	酢酸カリウム	5秒
第2リン酸カリウム	14秒	酢酸ナトリウム	10秒
炭酸ナトリウム	5秒	酒石酸カリウム	5秒
炭酸カリウム	5秒	酒石酸カリウムナトリウム	5秒

連の化学反応であることから、燃焼に不必要な吸熱操作を加えることにより化学反応の阻止、すなわち未燃化という燃焼に必要なエネルギー条件のバランスがくずれ消火に導くものである。

したがってこの放熱速度が化学反応を促進する以前に放熱原の消滅をはかることになる。そこで、今回水に冷却効果としての熱容量低下とさらに薬剤の添加による継続燃焼低下と、分解生成ガスによる窒息効果および原子やラジカルによる抑制効果の三者共合による消火方策を目的に実験を実施したものである。

従来、消火剤関係には無機の塩類の使用が大勢をしめ、有機塩類は一部防災剤として有機リンおよび尿素系統のものが若干使用されている程度でほとんど返り見られなかったが、種々検討の結果、次の理由から取り上げて見た。

すなわち、ギ酸、酢酸、酒石酸、修酸のアンモニウム、カリウム、ナトリウム各塩は比較的低融点であり、かつ比較的低温にて分解し、発生するH₂O、

第5表 2種混合による消火性能試験—(2)

	酢酸カリウム	酢 酸 ナトリウム	ギ酸カリウム	ギ 酸 ナトリウム	酒 石 酸 カリウム	酒 石 酸 ナトリウム
第1リン酸アンモニウム	16秒	14秒	17秒	13秒	白 濁	白 濁
第2リン酸アンモニウム	11秒	不 溶	13秒	不 溶	10秒	14秒
第1リン酸カリウム	8秒	12秒	10秒	14秒	白 濁	白 濁
第2リン酸カリウム	7秒	13秒	12秒	10秒	8秒	13秒
炭 酸 カ リ ウ ム	6秒	13秒	9秒		4秒	7秒
炭 酸 ナ ト リ ウ ム	4秒	5秒	5秒	不 溶	4秒	6秒
臭 化 カ リ ウ ム	4秒	6秒	5秒	5秒	6秒	6秒
臭 化 ナ ト リ ウ ム	7秒	4秒	9秒	8秒	7秒	7秒

CO₂ による燃焼抑制作用およびアンモニウムおよびアルカリ金属が木材繊維質に作用して酸化燃焼にたいして負触媒作用を呈し、抑制効果を発揮するものと考えられたからである。

また実験の結果、燃焼抑制効果、消火性能の試験からも、アンモニウム塩については見るべき成果は認められなかったが、カリウム、ナトリウム塩については非常にすぐれた効果が認められた。また無機塩類の消火作用は比較的低温にて分解される炭酸水素塩類、リン酸アンモニウム等については、その分解物が原子ラジカルとの反応による一連の抑制効果があると推定されるが、比較的高温にて未分解物質については、これ自体が木材繊維質に浸透することにより防燃化するとも考えられる。

しかし炭酸カリウム、炭酸ナトリウム、臭化カリウム、臭化ナトリウムは消火性能試験において、わずか数秒と水と比較してより有効な消火効率を示していることから、繊維質に浸透する以前に火災および発生ガスとの間に何らかの未燃触媒作用があるのではないかと考えられるが、燃焼、不燃の理論的解明については今後の研究にまたなければならぬ。

また防炎性試験結果からは従来の代表的な防炎剤であるリン酸アンモニウムと比較して見ると着炎時間はとり上げたすべての薬剤については若干上まわっており、消炎時間はほとんど変化はなかったが、燃焼後のおきの消火（残じん）効果は炭酸ナトリウム以外は期待できなかった。

以上、燃焼抑制試験等から水溶液消火剤として適当であると考えられる薬剤名を連記するとつぎのとおりである。

1. 消炎、防炎効果のある薬剤

- (1) 炭酸カリウム
- (2) 炭酸ナトリウム
- (3) 炭酸ナトリウム、カリウム
- (4) 臭化カリウム
- (5) 臭化ナトリウム
- (6) ギ酸カリウム
- (7) ギ酸ナトリウム
- (8) 酢酸カリウム
- (9) 酢酸ナトリウム
- (10) 酒石酸カリウム
- (11) 酒石酸ナトリウム、カリウム

2. 防じん（おきの消火）効果のある薬剤

- (1) リン酸水素 2 アンモニウム
- (2) リン酸 2 水素アンモニウム

さらにこれらの混合についても有効である。

1. 0℃の水100gに溶解するグラム数

その他消火剤としての必要条件

有効消火薬剤としては前述した薬剤を混入することにより木材火災に対しての消火効率を高めることが可能である。しかし水溶液としての条件としては

低温時に凝結しないもの

腐食性のないこと

毒性のないこと

が挙げられる。

1. 塩類水溶液の低温時における性状

一般に揮発性の物質を液体に溶解するとその溶液の氷点は降下する。純粋な水は大気圧下では0℃であるが、これに塩類を溶解すれば、氷点は降下し0℃以下となる。

しかし塩類の溶解性は低温になるにしたがって悪くなる。よって氷点を下げる目的で多量の塩類を溶解すれば、溶解度の差により、今度は塩類自体の析出が始まる。したがって溶解度の比較的大きい塩類を水に溶解することによって水溶液の氷結および塩類の析出現象を低温化することができる。第6表に各塩類20wt%時における凝固点測定結果を示す。なお当結果は化学的意味の凝固点ではなく塩類析出点をも含めた数値である。

第6表 凝固点測定結果 (20wt%)

品名	凝固点 (°C)	品名	凝固点 (°C)
第1リン酸アンモニウム	-7	臭化ナトリウム	-8.5
第2リン酸アンモニウム	-5	酢酸カリウム	-17.9
第1リン酸カリウム	-7	酢酸ナトリウム	-8.5
第2リン酸カリウム	-9	ギ酸カリウム	-11
炭酸カリウム	-11	ギ酸ナトリウム	-16.5
炭酸カリウムナトリウム	>0	酒石酸カリウム	-5.5
炭酸ナトリウム	>0	酒石酸カリウムナトリウム	-7
臭化カリウム	-9.5	酒石酸ナトリウム	-4

この結果から酢酸カリウム、ギ酸ナトリウム、ギ酸カリウムの有機塩の水溶液は該して、低温時の特性が良好であった。

特に酢酸カリウムは溶解度が非常に大きく(217°)¹、濃度を増加させることによって凝固点を大幅に降下させることができると思われる。また無機塩のうち臭化ナトリウム、臭化カリウム、炭酸カリウムの水溶液も凝固点は-8℃以下とかなりの低温を示した。

しかしながら消火、防炎効果のある塩類であっても、水を基底とした消火液である以上溶解度の小さいものは低温時に飽和状態となり、水の凝固点である

0℃より高い温度にて結晶が析出するため消火液の添加有効成分としては不適當である。

たとえば炭酸ナトリウムの消火効果はきわめて大きく評価されており、洗濯ソーダとして工業的にも多量に生産、使用されているところであり、安価でもあるが溶解度で非常に小さく(7.1⁰)¹20wt%では0℃以前に溶解塩が析出される。ところが同じ炭酸塩であるところの炭酸カリウムは前者に比較して溶解度が桁ちがいに大きく(105.5⁰)¹と40wt%程度にて凝固点は-20℃を越える低温にも耐え消火薬剤である強化液の主成分にもなっている。

つぎに2種等量混合による20wt%の凝固点測定結果を第7表に示す。

溶解度の大きい塩類の混合水溶液は該して単一塩類の低いものとの混合の方が良好な結果を得たが、溶解塩類のイオン解離およびイオン反応等による異種生成塩の影響によって等量混合ではあるが単一塩類の各凝固点の平均値であらわされるものではない。よって2種混合によりかえって単一塩類の凝固点より低く測定された物品もあった。

たとえば臭化ナトリウムと酢酸ナトリウムの混合を見ると各単一ではそれぞれの凝固点は-8.5℃と同じであるが、混合により-12℃とさらに低くなる。

2. 塩類水溶液の腐食性

塩類水溶液の腐食性が大きければ、これを消火薬剤とするときはその使用機器に何らかの腐食防止をほどこさねばならない。腐食の度合は径時変化および対材質によるものであるが、今回鉄錆の生成のみを取り上げてみた。

各薬剤の20wt%水溶液および蒸留水に鉄片(SPC)を吊り下げ約100日後の状態を観察した。この結果蒸留水につけたものは1日位で錆が発生し、徐々に

その度合が進行していく。そのほか臭化カリウム、臭化ナトリウムも同様な結果を得た。このことは水に含まれる酸素が鉄との反応により酸化鉄を生成するものである。

また臭化カリウム、臭化ナトリウムについても解離イオンと水による作用であると思われる。その他酢酸塩、ギ酸塩、酒石酸塩の有機酸はすべて腐食性を示した。

有機酸の場合は水によるものとは若干異なり、浸漬初期には鉄片の表面が緑色に変化してきた。このことは解離の有機イオンが鉄との反応により有機酸鉄が生成後さらに酸化鉄に移行していく。そのため初期段階においては水に比較してゆるやかではあるが経過日数が多くなれば水と全く同様な結果を生じた。

これとは逆に腐食性の全く示さなかったものには、炭酸カリウム、炭酸ナトリウムがあり、若干腐食が認められるが、その度合の少ないものはリン酸塩類が上げられる。

腐食性塩と非腐食性塩との混合物は腐食性塩のそれよりも度合が少くなる。

また腐食性塩溶液に若干の水酸化ナトリウム(カセイソーダ)を加えることにより腐食抑制効果があることが認められた。

このことから溶液のPHに関係するものと思われる。よって溶液を塩基性に保つことにより解決される。

3. 塩類水溶液の毒性

消火薬剤はその使途目的からして、居住地域にて使用するものあである以上、当然毒性が問題視される。したがって修酸塩、チオシアン酸塩のような毒劇物については適當でないが、本研究で取り上げた大部分の薬

第7表 2種等量混合(20wt%)の凝固点(℃)

	酢酸カリウム	酢酸ナトリウム	ギ酸カリウム	ギ酸ナトリウム	酒石酸カリウム	酒石酸ナトリウム
第1リン酸アンモニウム	-10	-10	-10	-11	白濁	-7
第2リン酸アンモニウム	-12	不溶	-11	不溶	-6.5	()
第1リン酸カルシウム	-11	-5	-10.5	-11.1	白濁	白濁
第2リン酸カリウム	-10	+8	-14.5	-12	-11.3	0
炭酸カリウム	-15	-12	-17	-13	-12	-6.5
炭酸ナトリウム	-4	-1	-2	+5	+2	8℃で不溶
臭化カリウム	-15	-12	-16	-15.5	-14.6	-12
臭化ナトリウム	-10.5	-9.6	-12.7	-12	-7.6	-9

剤についてはその使用が可能と思われる。

たとえば消火効果を有する臭化カリウム、臭化ナトリウムは医薬品として飲薬に使用されており、また酒石酸カリウムは天然果実中に含有される物質である。しかしこれらはむしろ例外であるが、塩類水溶液消火剤としての毒性で問題となるのは燃焼熱によって分解し、新しい毒性物質を放出することである。

リン酸アンモニウムのように熱により分解し、アンモニウムを遊離、刺激臭をとまなうものもあるが、消火効率の良い臭化カリウム、臭化ナトリウムは共に沸点1,400°C位であり、分解温度はさらに高温となる。

よって毒性の強い臭化水素等の発生は、木質燃焼による温度においては特に問題とする必要はない。また有機酸の分解は比較的低温で始まるが、分解物は一酸化炭素、二酸化炭素、水になる。もともと木質燃焼は一酸化炭素、二酸化炭素の発生をとまなうものであり、特に消火剤として使用されるものであることから、消火時点では一酸化炭素の発生量は一般燃焼に比較して量的に多くなることはやむを得ないと考えられる。

したがって消火薬剤としては劇物および毒物の指定以外のものであれば、その使用は許容されるものと考えられる。

考 察

以上塩類水溶液について各種の実験結果をのべてきたが、特に低温時の凝固点の問題は強化液については、すでに-20°C以下と規定されているが、本研究消火薬剤については一応-10°C以下のものであれば適当と考えられる。その理由としては、過去10年間の東京都内の最底温度が八王子市内にて-10°Cと記録されて

いるところからである。

また凝固点を下げることについては塩類の溶解度等について影響されることから濃度増加により解決されると思われる。

以上の事柄から各条件を満足する薬剤としては臭化ナトリウムと酢酸、ギ酸、酒石酸のナトリウムおよびカリウム塩の各混合物が最も適した性能を示す。

第8表に臭化ナトリウムの混合溶液の性状を示す。

第8表 臭化ナトリウムとの等量混合

	消火性能		凝固点 (°C)	腐食性 (鉄)	溶解性
	20% (1)	20% (2)			
酢酸カリウム	3秒	7秒	-15	有	良好
酢酸ナトリウム	10 "	4 "	-12	"	"
ギ酸カリウム	6 "	9 "	-16	"	"
ギ酸ナトリウム	7 "	8 "	-15.5	"	"
酒石酸カリウム	20 "	7 "	-14.6	"	"
酒石酸ナトリウム	17 "	7 "	-12	"	"
水	120 "	21 "	0	"	/
強化液	20 "	14 "	-20 以下	無	/

おわりに

本研究の目的とする有効消火薬剤の開発という点からは消火効果性塩類の選定および2種等量混合については一応の成果をみたが、今後はさらに大規模実験による効果および3, 4種の多種混合物に対する性状を究明し有効消火薬剤の開発を推進して行く所存である。