

REPORT OF FIRE RESEARCH INSTITUTE OF JAPAN

Serial No. 25      October 1964

# 消防研究所報告

---

通 卷 25 号

1964年10月

---

## 目 次

### 研 究

小規模消火実験用

    空気泡発生機器試作研究……………新居六郎…(1)

消火空気泡原液の老化に

    影響する因子についての研究(第一報)……………新居六郎, 星野 誠…(10)

---

消 防 研 究 所

東 京 都 三 鷹 市

**REPORT OF FIRE RESEARCH INSTITUTE OF JAPAN**

serial No. 25

October 1964

— Contents —

**MEMOIR**

An Experimental Study for Constructing A Foam  
Generator for Small Scale Extinguishing Test  
.....R. Nii.....(9)

Studies on Factors Influencing the Deterioration  
of Foam Compounds for Fire-Fighting

I. Changes of pH, Precipitation and Viscosity  
of Foam Compounds with Storing Time by  
Addition of Hydrogen Peroxide and at Some  
Storing Temperatures.  
.....R. Nii, M. Hoshino.....(18)

---

Published by  
Fire Research Institute of Japan.  
700 Shinkawa, Mitaka, Tokyo, Japan.

# 小規模消火実験用空気泡発生機器試作研究

新 居 六 郎

(昭和39年5月30日受理)

## 1 緒 言

消火空気泡の消火性能をその耐熱性、流動性を含めて総合的に判断するのに最も確実な方法は、一定の試験槽中で消火実験を行うことである。現在、消火空気泡に対する米軍規格 (JAN-C-266<sup>(1)</sup>) と防衛庁規格<sup>(2)</sup> の消火実験では、放水圧力  $7 \text{ kg/cm}^2$ 、液温  $20^\circ\text{C}$  で、 $6 \text{ g.p.m.}$  ( $22.7 \text{ l.p.m.}$ ) の放水量の特定の米軍規格ノズルを使用し、 $10 \text{ feet} \times 10 \text{ feet}$  の鉄製の試験槽中に、先ず水 200ガロン (約  $757 \text{ l}$ )、その上にガソリン 150ガロン (約  $568 \text{ l}$ ) 以上を入れて実験を行うことになっている。この方法により一回の実験を行うにもかなりの労力、経費および時間を要する。したがってこの方法に代ってもっと安易で経済的な方法を確立することはわが国の実情からのぞましい。最近の石油類のモデル火災実験結果<sup>(3)</sup>を参照するとき、石油タンクの直径が  $0.6 \text{ m}$  以上のタンク内の石油類燃焼時の炎は乱流拡散炎で、燃焼速度はタンクの直径に無関係に一定

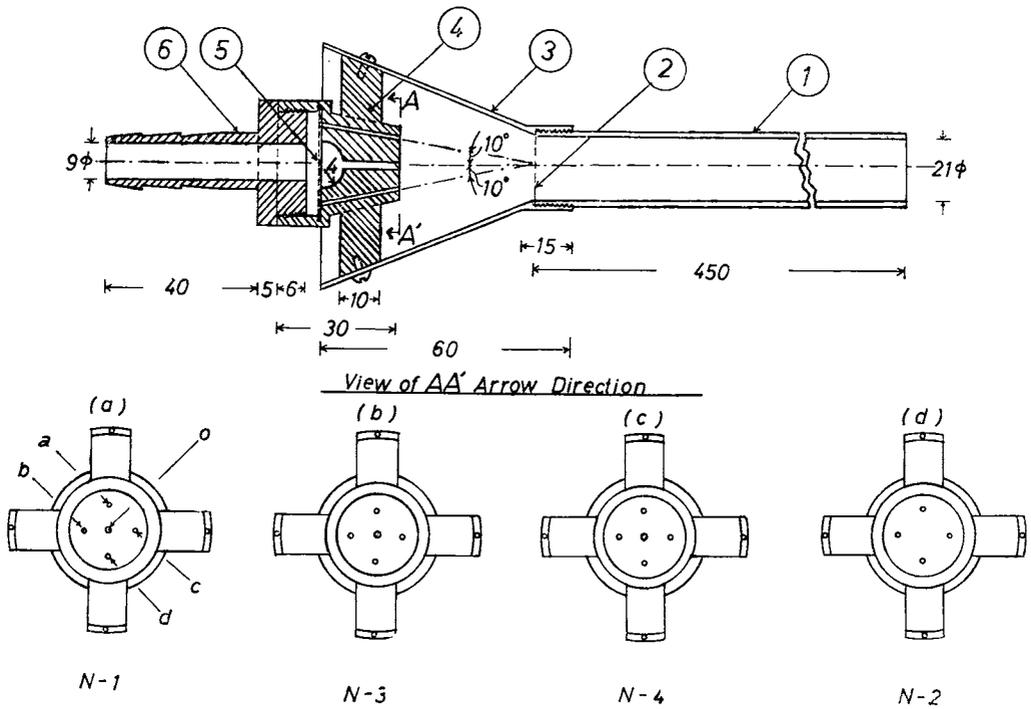
でしかもその炎の高さとタンク直径に対する割合が一定の関係にあり、近い将来かなり精密な相似法則の発見も十分期待できる。

したがって米軍規格消火実験において使用する  $10 \text{ feet} \times 10 \text{ feet}$  の面積の試験槽よりも小さな面積で乱流拡散炎になる最小限度の面積のもので空気泡の消火性能を判定しても、かなり大規模の実大火災に対して十分な適応性があると予想される。そこで筆者は米軍規格で規定されている試験槽の十数分の一程度の小規模の消火実験が可能なプレミックス型小規模消火実験用空気泡ノズルとこのノズルに連結し、消火作業にあたっての個人差をなくして放出泡を有効に適用できる泡注入用曲管ならびに泡量分配装置につき、それらの最適構造、寸法を決定するための実験的研究を進めてきたが、ほぼ所期の目的に合致する発泡機器を試作できたので報告する。

## 2 試作発泡機器について

試作発泡機器中、圧力源として圧縮空気を使用するため、エアコンプレッサー (3 IPモーター、最高圧力  $10 \text{ kg/cm}^2$ 、自動昇圧継電装置、圧力調整器、空気清浄器、圧縮空気貯蔵用ポンペ容量 約  $120 \text{ l}$  付) を使用した。あらかじめ規定濃度の泡液 約  $20 \text{ l}$  を貯蔵でき、この実験に支障のない耐圧力をもつよう  $3.2 \text{ mm}$  厚の鉄板を溶接製作した泡液貯蔵用耐圧容器を Fig. 1 に示す。この容器の上部には圧縮空気流入口 (図中 c) とコック、泡液圧送口、そのコックとさらにそれに圧力計が連結されている。泡液供給口 (図中 a) は試験中気密になるようにゴムパッキングを介して六角形ナットを片手だけでしめつけて十分に気密が得られるようになっている。容器附属のコックはすべてボールコックである。エアコンプレッサーからこの

容器に圧縮空気を注入しかつ空気泡ノズルに泡液を圧送するため耐圧ゴムホースが使用されている。貯蔵容器から圧送された泡液は Fig. 2 に示す空気泡ノズルの流入口よりジェット部 (図中の 4、噴流衝突型、衝突角度  $10^\circ$ ) から噴出し、直管部 (図中の 1) から泡噴流として放出できるようになっている。この空気泡ノズルの直管部の一部は、泡注入用曲管 R-1 (Fig. 3 参照) または R-2 (Fig. 4 参照) 中の一定位置まで挿入後、固定用ボルトで固定し、滴噴流はその直管部から曲管部を通して、曲管開口部 (内法  $20 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ ) より放出流下する。この放出泡を一定の容器に受けたものを試料として空気泡の諸性能を試験する。

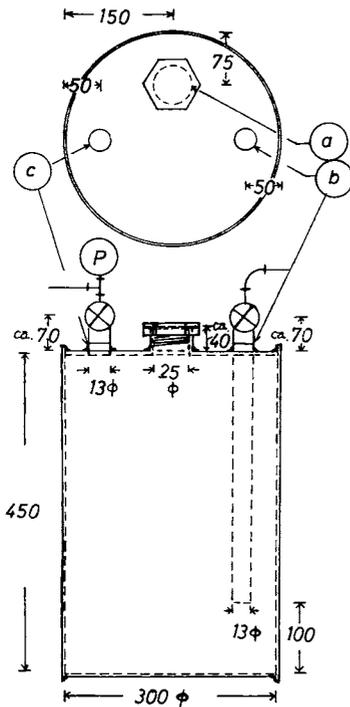


**Fig. 2** The premixing type of foam generator for small scale extinguishing test

- 1 ; straight pipe,
- 2 ; 25 mesh metal sieve,
- 3 ; conical pipe,
- 4 ; impinging type of jet,
- 5 ; 60 mesh metal sieve for filtering,
- and 6 ; Inlet of foam solution.

Views of AA' arrow direction of several jets tested

Mark in the Figure	Jets	diameters of small discharge holes				
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	
(a)	N-1	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
(d)	N-2	—	1.0	1.0	1.0	1.0
(b)	N-3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
(c)	N-4	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5



**Fig. 1** The pressure-proof vessel of foam solution

(storing volume=ca. 30 l, discharge volume =ca. 23 l)

- a* ; supply inlet of foam solution,
- b* ; discharge outlet of foam solution,
- c* ; supply inlet of compressed air,
- and *P* ; pressure gauge

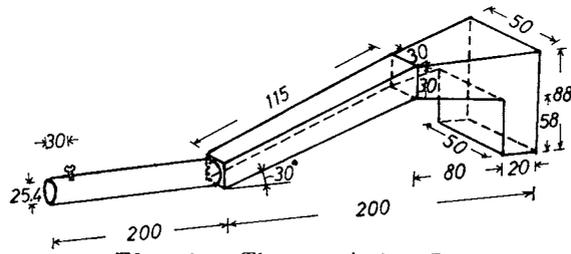


Fig. 3 The curved pipe R-1

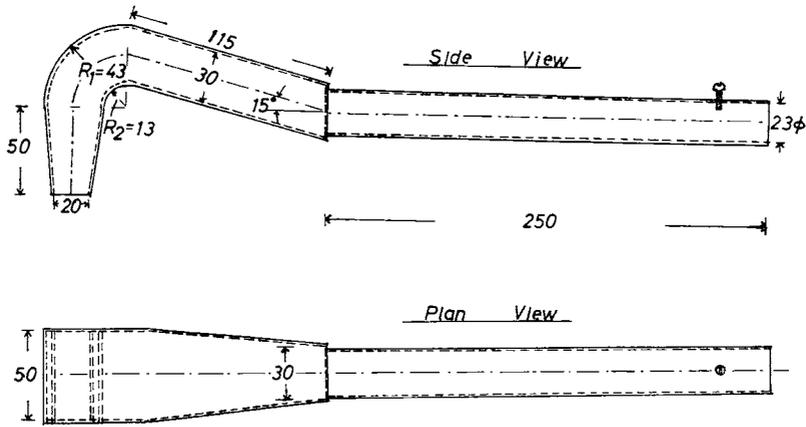


Fig. 4 The curved pipe R-2

### 3 試 験 方 法

泡液貯蔵容器附属の圧力計のよみがほぼ一定し、放出直前の圧力  $7.4 \cdot 5.4 \cdot 3.8 \text{ kg/cm}^2$  になったとき、貯蔵容器の泡液放出用コックを開いて泡液注入用曲管より発生泡を流下せしめる。この泡を 200 l ドラム缶、20 l ドラム缶、1 l メスシリンダー、特に目盛をつけた 1 l ビーカー等を使用して所定量の泡を収集した。泡試料収集法の相異による泡性能の差異を検

討する目的で、米海軍研究所で開発され、広く使用されているいわゆる Foam collector<sup>(4)</sup> と筆者の方法との比較実験を行った。試作発泡機器より得た泡試料は、泡放出時の平均圧力、放出時間、その時間の放出泡量、泡液量、膨脹率、25%ドレネジ時間、気泡(径)の均一性等について測定と肉眼観察を行った。

### 4 実 験 経 過 と 結 果

#### 4.1 試作ジェット N-1 と曲管 R-1 との組合せによる実験

当研究室で入手できた市販原液につき、最初に試作したジェット部 N-1 (Fig. 2 参照) と曲管 R-1 を用いて実験した。その結果は Table 1 に示すとおりである。この結果から N-1 と R-1 の組合せによる場合は、膨脹率については満足すべきものが得られたが、水溶液濃度 3% 型では放出圧力  $= 7 \text{ kg/cm}^2$  のときドレネジ量最小、6% 型では放出圧力  $= 3.5 \text{ kg/}$

$\text{cm}^2$  のときドレネジ量最小となった。しかしドレネジ値および発生泡の気泡径の均一性はいづれも不満足であった。

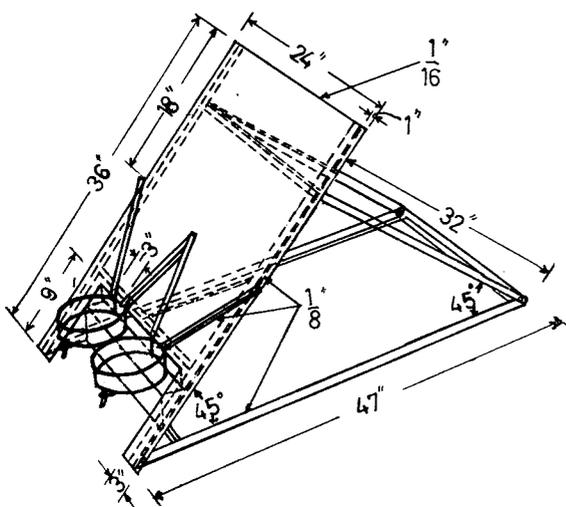
#### 4.2 曲管およびジェット部の相異による発生泡性能の相異

4.1 の実験結果から、発生泡の気泡径を均一にするために N-1 と R-1 の改善が必要であることがわかった。このため、ノズルについては、そのジェット部

**Table 3.** 試作ジェット部 N-1, N-4 と曲管 R-2 の中間に金あみ挿入の場合の発泡実験結果 (T-3)

供原記 (a)	試液号 (b)	液濃度 (%) (b)	液温 (°C) (c)	供試 ジェット 部記号 (k)	供曲 記号 (l)	泡液放出 時の平均 圧力 (d) kg/cm <sup>2</sup>	発 生 泡 (j)			摘 要 (i)
							膨張率 (f)	25(50)%ドレ ネジ時間 (g)	気泡の 均一性 (h)	
A-2	//	//	20.8	N-1'	R-2	7.0	6.4	1' 30" (5' 以上)	均 一	20 l ドラ ム 罐 に 收 集
						5.0	6.1	1' 以内 (5' 以上)	//	
						3.5	5.6	1' 0" (3' 0")	//	
B-1	//	//	21.8	N-1'	R-2	7.4	8.7	7' 以上	均 一	
						5.0	6.7	1' 以内	//	
						3.6	5.6	1' 以内	//	
B-3	//	//	18.7	N-1'	R-2	7.0	7.0	5' 0"	均 一	
						5.2	5.7	5' 0"	//	
						3.6	5.1	1' 以内	//	
C-1	//	//	20.5	N-1'	R-2	7.0	8.3	7' 以上	均 一	
						5.0	6.0	5' 0"	//	
C-2	//	//	20.4	N-1'	R-2	6.9	6.0	5' 以上	均 一	
						4.9	5.0	1' 以内	//	
E-1	//	//	20.0	N-1'	R-2	7.0	7.0	5' 0"	均 一	
						5.2	5.7	5' 0"	//	
						3.6	5.1	1' 以内	//	
B-1	//	//	20.4	N-4'	R-2	7.3	3.2	2' 15" (4' 36")	極めて細 かい均一	
						4.9	2.9	1' 40" (3' 17")	//	
						3.8	2.3	1' 0" (2' 10")	//	

(T-3) ; Foaming characteristics in combinations of the jet N-1 or N-4, the curved pipe R-2 and a metal sieve inserted between the jet and the curved pipe.  
N-1' means that a metal sieve is inserted at front of the jet N-1.



**Fig. 5** Foam collector developed by US Nav. Res. Lab.

は、放水圧力 = 7 kg/cm<sup>2</sup> では 4 ~ 5 m, 放水圧力 = 5 kg/cm<sup>2</sup> では 3 ~ 4 m であった。

#### 4. 5 泡量分配装置の性能実験

この研究で最初意図したのは米軍規格ノズルの毎分の泡液放水量の数分の一のものを製作することであったが、試作できたものは 7 kg/cm<sup>2</sup> の圧力で 12.0 ~ 8.0 l. p. m. で、米軍規格ノズルの約半分位のものになった。空気泡の消火性能について定量的な研究を進めるためには、さらに放水量を小さくする必要があり、このため発生泡の性能を変化させることなく、泡量の調節を可能にする泡量分配器を試作した。それは **Fig. 6** に示すように、泡の通る管路の横断面の形状が矩形の管路中に特別な形の仕切り板をおき、不要な泡を側路より取り除くための仕切り板の巾を任意に変更できるよう工夫した。これによって 図中 g 部の泡はそのまま流下し、図中 h 部の泡は 30° 傾斜樋を通して流下するようになっている。この結果は **Table 5** に示すとおりである。g 部、h 部を流下した泡の性能上なんらは相異もなかった。

Table 4. Foam collector 法による発泡実験結果 (T-4)

供原記 試液号 (a)	泡濃 度 (b) %	液温 (c) °C	供試ジ エット 部記号 (k)	泡液放出 時の平均 圧力 (d) kg/cm <sup>2</sup>	発 生 泡 (i)			摘 要 (j)
					膨脹率 (f)	25(50)%ド レネジ時間 (g)	気泡の 均一性 (h)	
B-1	3.0	21.4	N-1'	7.1	7.3	2' 0"	均 一	187mmφ×50.8mm の収集 容器 2 ケに収集
"	"	"	"	4.9	6.8	1' 50"	"	

(T-4) ; Foaming characteristics in the method of foam collector developed by US Nav. Res. Lab.

Table 5. 泡量分配装置の分配性能実験結果 (T-5)

供試原液 ; B-1, 泡液放出時の平均圧力=7.0 kg/cm<sup>2</sup>

供試ジ エット 部記号 (k)	供曲 記号 (l)	分配路 g の巾 (m) cm	分配用仕切り板の両側の分配路 g, h を通る泡量の分配比 (n)		摘 要 (j)
			g	h	
N-1	R-2	1.0	1	2	小泡量の収集には 1 l ビーカー または 1 l メスシリンダー 大泡量の収集には目盛つき 20 l ポリエチレンバケツ等を使用
		2.0	1	1	
		3.0	3	2	
		4.0	9	1	
		5.0	1	0	
N-1'		1.0	1	60	
		2.0	1	12	
		3.0	1	3	
		4.0	--	--	
		5.0	1	0	

(T-5) ; Relationship between breadth of the g-pass and ratio of foam volumes divided into the two passes by the foam distributor,

(m) ; breadth of the g-pass (See Fig. 6);

(n) ; divided ratio of foam volumes through two passes.

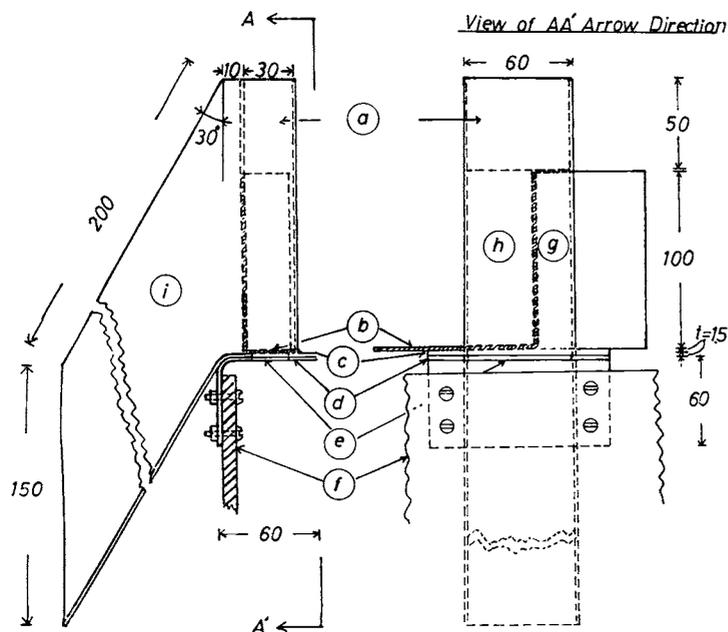


Fig. 6 The foam distributor

a ; inlet-part in which a curved pipe is inserted,

b ; hand-movable separating plate for dividing a foam-flow into two passes,

c ; bottom plate with an opening, 50 mm × 28 mm

d ; L-shaped plate for fixing,

e ; a opening for flowing down of foam,

f ; a side wall of a testing reservoir,

g ; a pass to the testing reservoir (g-pass),

h ; a by-pass to an inclining gutter (h-by-pass),

and i ; the inclining gutter.

# 消火空気泡原液の老化に影響する因子についての研究 (第1報)

—過酸化水素添加および貯ぞう温度による  $pH$ 、沈でん量、粘度の経時変化—

新居 六郎・星野 誠

(昭和39年5月30日受理)

## 1 緒

## 言

消火空気泡原液(以下単に原液と呼ぶ)の性能が貯ぞう期間中に劣化するのは、原液中の加水分解たんばく組成に基因する変質および貯ぞう条件の影響が主なものと考えられてきた。現場消防隊において一度原液缶を開封使用後の缶中の残存原液を再使用の際ならびに運搬時等に振とうされた原液の劣化が著しいといわれている。一般に国産原液の耐用年数は3—5年といわれている。一方外国産原液のあるものは正常な貯ぞう条件(貯ぞう温度50°C以下)のもとでは15年間保証できるともいつている。

国産原液が耐久性の点で外国製品に劣る原因は何か、原液老化の程度の判定は、発泡実験または消火実験を行った後でなければ不可能なのか、それとも原液の状態を簡便に判定できる物理量または化学量として何に注目すればよいか、明確な貯ぞう条件のも

とで原液の物理的および化学的性質が時間的にいかに変化するか等について上原の研究<sup>(1)</sup>以外に手がかりになる文献は皆無の状態である。なお同氏の報告内容にも疑問の点が多い。

それ故筆者らは当研究室で入手できた二三の国産原液メーカーの市販製品、中間製品ならびに一二の外国産原液について、明確な貯ぞう条件および人為的な老化促進条件のもとで  $pH$  値、沈でん率(量)、粘度値の経時変化とそれらの発泡特性、発生泡の耐熱性等について観察および測定を行ってきた。実用原液の主成分は加水分解たんばくであり、この問題の完全な解明のためには引続き行なわねばならない困難な課題が山積しているが、とりあえげ現在までの研究結果をまとめて報告することにする。

## 2 供試原液の入手時の状態の詳細

供試原液のメーカー別、製法、鉄塩添加の有無、入手および製造年月等の詳細を Table 1 (次頁) に示す。

## 3 実験室内保管の場合の供試原液の $pH$ 値、沈でん率の変化

原液は大規模な泡消火設備中の大容量の原液貯ぞうタンクのほかに一般市販の場合、鉄製容器の5ガロン(原液約20 l入)缶が通常使用されている。したがって、試薬瓶中で原液が鉄製容器壁と接触しつつ存在する状態を再現するため、透明ガラス製 1 l 試薬瓶中に、1 l 原液の接触面積に相当する鉄片(全表面積 146  $cm^2$ )を試薬瓶に入れた原液中に埋没したもの

埋没しない原液のままのもの2種につき、実験室内に直射日光をさけて貯ぞう中の試薬瓶中の原液の  $pH$  値および沈でん量変化をしらべた。原液中に浸漬する鉄片は、容器に使用されているものと同じ板厚の軟鋼板を用い、あらかじめ酸洗いにより錆を除去したものを使用した。

$pH$  の測定は JISZ 8802 にしたがひ、東亜電波工業

Table 1. 供試原液一覽表 (T-1)

供試原液 番号 (a)	原液製造業 者記号 (b)	泡液濃度 型 (c)	基剤加水 分解たん 白の製法 (d)	添加 鉄塩 (e)	市販の 有無 (f)	製造 年月 (g)	入手時の状況 (h)		適用液 体燃料 火災 (i)	備 考 (j)
							年月日	貯 容 器		
1	A	3%	Ca(OH) <sub>2</sub> 法	FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	有	不明	26. 9.62	鉄製20リ ットル 缶入	石油類	西独製
1'	A	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
2	A	〃	〃	〃	〃	1.62	〃	〃	〃	〃
3	B	〃	NaOH 法	FeCl <sub>3</sub> · 4H <sub>2</sub> O	〃	12.62	24. 4.63	〃	〃	国産, 損保規格合格
4	C	〃	不明	不明	〃	4.63	18. 6.63	〃	〃	〃
5	B	〃	NaOH 法	FeCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	〃	3.63	24. 4.63	〃	アルコ ール類	〃
6	B	〃	〃	なし	無 中間製品	不明	〃	〃	〃	〃
7	B	6%	Ca(OH) <sub>2</sub> 法	FeCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	有	4.62	12. 7.62	〃	石油類	〃, 損保規格合格
7'	B	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
8	B	〃	NaOH 法	〃	〃	4.63	24. 4.63	〃	〃	〃
9	C	〃	不明	不明	〃	5.63	18. 6.63	〃	〃	〃
10	E	〃	〃	〃	〃	3.57	30.11.63	〃	〃	米国製, 1960年輸入 JAN-C 266合格
11	D	〃	Ca(OH) <sub>2</sub> 法	FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	〃	6.62	5. 7.62	〃	〃	国産, 損保規格合格
11'	D	〃	〃	なし	無 中間製品	〃	〃	〃	〃	〃
11''	D	〃	〃	FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	有	〃	〃	〃	石油類	〃

(T-1); Details of foam compounds tested,

(a); mark of foam compound,

(b); mark of manufacturer of foam compound,

(c); used concentration of foam solution,

(d); manufacturing method of hydrolyzed protein base,

(e); ferrous salt added to hydrolyzed protein base,

(f); appeared in the Japanese market or not,

(g); datum manufactured,

(h); datum and package received,

(i); kinds of fuels to be applied and

(j); remarks.

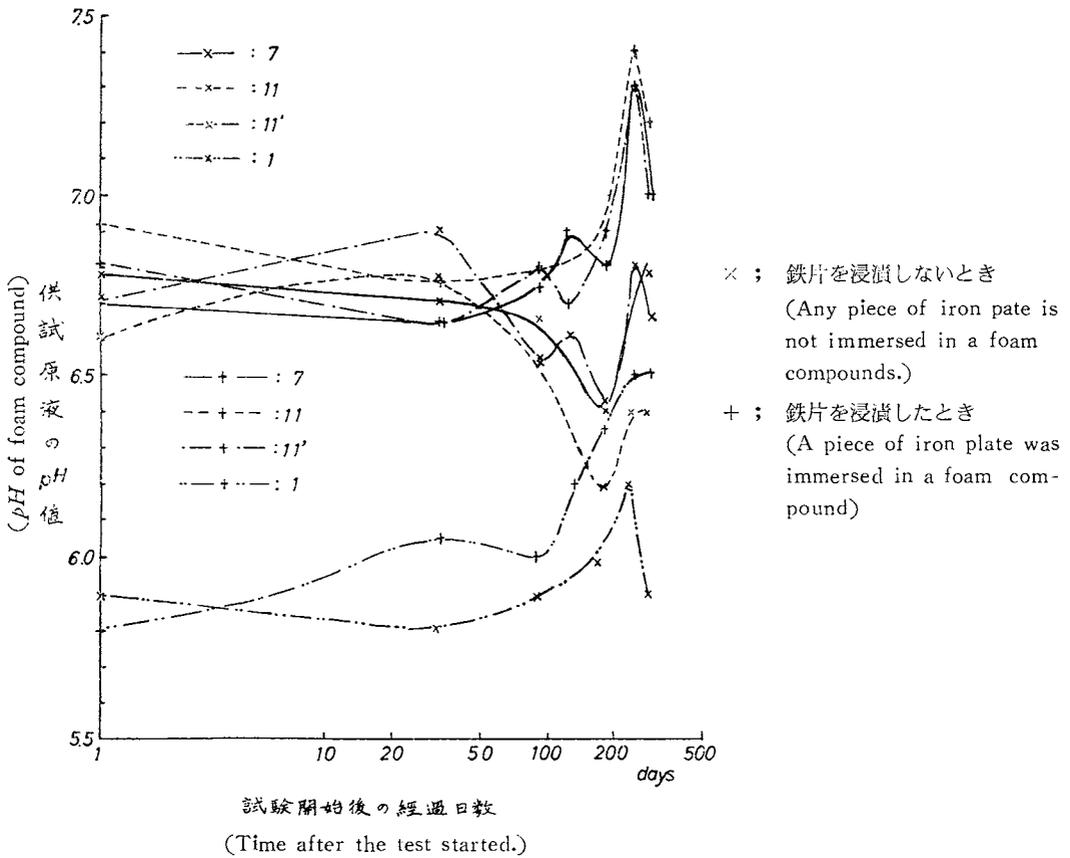
K. K. 製, HM-5A 型ガラス電極 pH メーターを使用した。ただし測定時の液温は 20 ± 5 °C であった。沈でん量の測定法は JISK 2504 (石油製品沈でん価試験法) に準じて行った。原液試料に純水 (栗田式純水器を用い, 5 × 10<sup>5</sup> Ω · cm 以上のもの) を加えて所定の泡液溶液濃度 (3% または 6%) とし, その 20 °C, 100 c. c. について国産遠心機 K. K. 製遠心分離機を使用, 15 分間, 一定回転数 1500 rpm に保った後, 沈でん量を測定した。

各測定に際し, 原液試料は試薬瓶中の全原液をマグネチックスターラーを用いて発泡させることなく, 全体が一様になるまで約 3 分間かくはん後一定量を採取

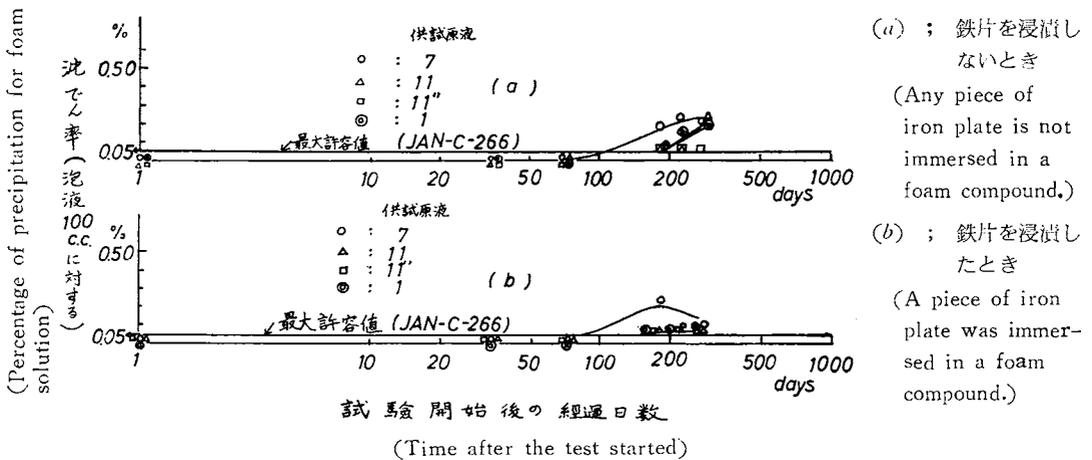
した。

試薬瓶中に鉄片を浸漬したものと浸漬しない試料の実験室内保管時の pH の経時変化は Fig. 1 に示すとおりである。またその沈でん率の時間的変化は Fig. 2 の (a) および (b) に示すとおりである。

試験期間中の実験室内の気温変化は +5 ~ +35 °C であって, 測定開始後約 8 箇月までの期間では, 鉄片を浸漬した試料の pH 値は測定開始直後の値に対しある程度の変動はあるが, 顕著な変化傾向は少ない (JAN 規格の pH の許容変動範囲は ±0.4)。これに対して, 鉄片を浸漬した試料では測定開始直後の pH 値にくらべ, 約 3 箇月後からは上昇する傾向がある。



**Fig. 1** 室内保管時の供試原液の pH 値の経時変化  
 (Change with storing time of pH of foam compounds under an usual indoor storing condition)



**Fig. 2** 室内保管時の供試原液の沈でん率の経時変化  
 (Change with storing time of precipitation of foam compounds under an usual indoor storing condition)

すなわち最初中性に近いものはアルカリ側に、最初やや酸性側の中性側に移行する傾向が認められる。沈でん量については、測定開始後約3箇月で0.05% (JAN規格の沈でん量許容最大値) をこえる。鉄片を浸漬したものは鉄片を浸漬しないものよりも沈で

ん量はやや少ぬい、その差は僅少である。室内保管 (+5 ~ +35 °C) の場合、沈でん量と pH の変化との相関関係は鉄片を浸漬しない場合はあまり明瞭でなかった。

#### 4 過酸化水素添加による原液老化促進の場合の pH、粘度、沈でん量の変化

原液の老化原因の一つであるといわれている空気中の酸素の影響をしらべる目的で酸素のかわりに市販30%過酸化水素水(試薬)を使用した。原液試料1/中に上記試薬 1, 2, 5, 10 c.c. を添加混合したものを実験室内に放置して添加後の pH、粘度、沈でん量の経時変化をしらべた。この中 pH 値の変化は3種の試新につき Fig. 3, (a), (b), (c) に示すとおりである。

すなわち添加後20~50日の間 pH 値は最も大きく低下し、その後は約6箇月間は上昇し最大値に達して後再び測定開始時の値にほぼもどるようになる。沈でん量と過酸化水素水添加後の経過日数との関係は Fig.

4 に示すとおりである。沈でん量は pH 値が最小になる頃より急激に増大しはじめ、それから約1箇月後には JAN 規格の沈でん量の上限值 (0.05%) を遙かにオーバーするようになる。過酸化水素水添加後約10箇月におけるそれら試料の粘度および沈でん量と過酸化水素水添加量との関係は Fig. 5 に示すとおりであって、一試料をのぞき、添加量 5 c.c. 以上では沈でん量は一定値になることがわかる。沈でん量、粘度の測定の際、試料をマグネチックスターラーでじゅう分混合し一様にしたので、沈でん量と粘度との相関関係は密接であることがわかる。なお粘度測定には東京計器製造所 K. K. 製、BM 型回転粘度計 (精度 ± 2%)

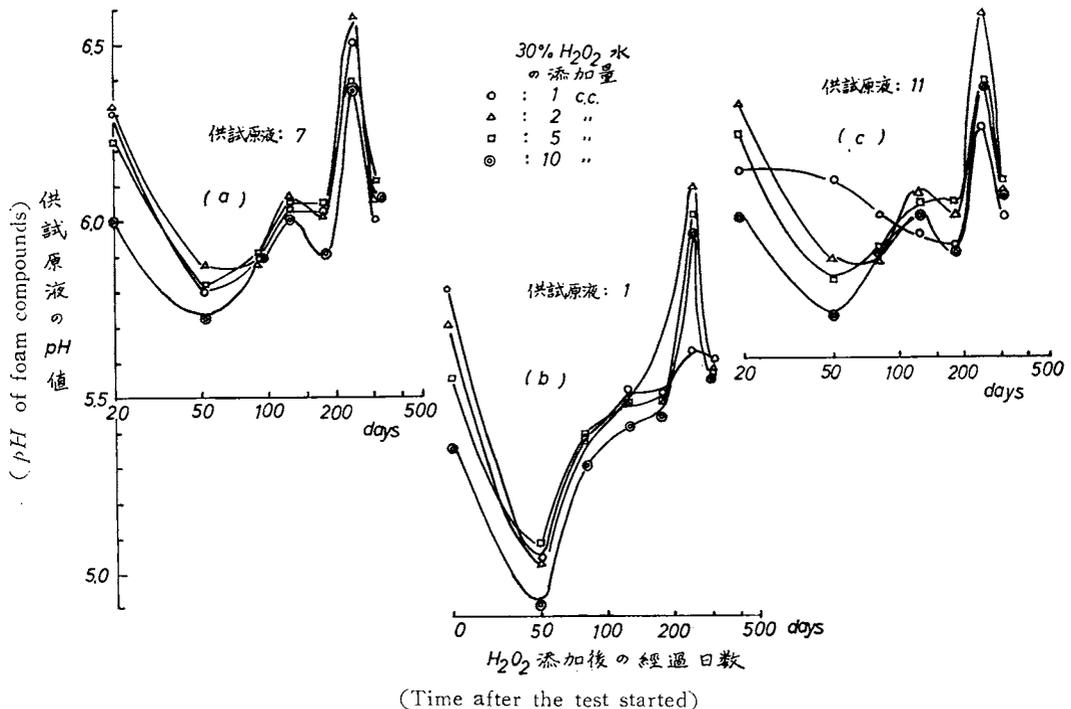
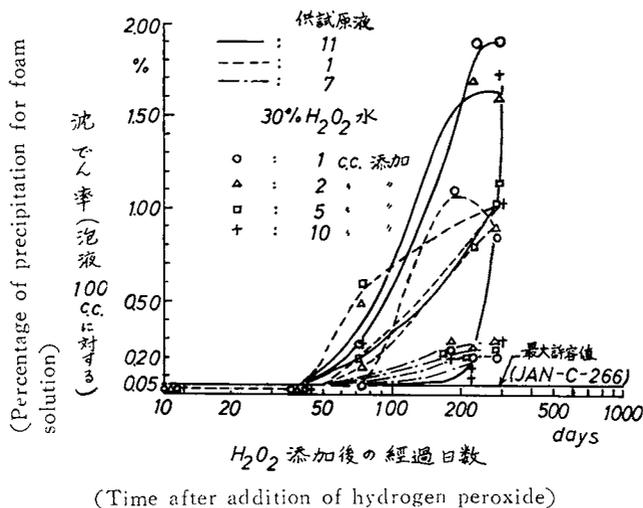


Fig. 3 過酸化水素添加による老化促進の場合の供試原液の pH 値の経時変化  
 (Change with storing time of pH of foam compounds by addition of hydrogen peroxide)

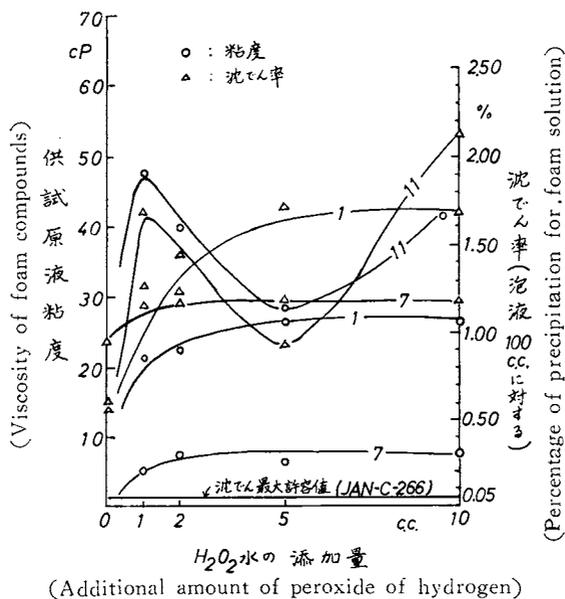
を使用，附属ローター No. 1，ローター速度 60 rpm，液温 =  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  において測定した。

以上の結果から，酸化作用により原液の老化が著し

く促進され，そのことにより pH，沈でん量および粘度に大きな影響を与えていることがわかる。



**Fig. 4** 過酸化水素添加による老化促進の場合の供試原液の沈でん率の経時変化  
(Change with storing time of precipitation of foam compounds by addition of hydrogen peroxide)



**Fig. 5** 過酸化水素添加後10箇月における供試原液の粘度および沈でん率と添加量との関係

(Relationship between the additional amount and the viscosity, and between the former and the percentage of precipitation by addition of hydrogen peroxide)

## 5 温度老化促進による沈でん量および粘度の変化

大規模石油貯蔵タンク等に対する大規模泡消火設備中の原液貯蔵タンクは通常屋外に設置されることが多いし、屋内に貯蔵される場合も設置場所の位置、家屋構造等によって直射日光その他によって原液貯蔵タンク壁および原液の一部の温度がその周囲の気温よりも高くなることはありうると考えられる。したがって高温側の原液老化促進のため、我が国内地の夏季における平均並の最高気温の約2倍すなわち $73 \pm 2^\circ\text{C}$  (JAN規格では $65^\circ\text{C}$ )とそれより約 $20^\circ\text{C}$ 低い $50 \pm 4^\circ\text{C}$ の2種の温度をえらんで実施することにした。各原液試料約1 lおよび20-30 c. c.をそれぞれ三角フラスコおよび試験管に入れて密栓したものを空気恒温槽に入れて上述の温度に保ち所定時間放置した。低温側の原液老化促進には、内地の冬季における通常の最低気温 $-10^\circ\text{C}$ 前後の所を標準としてえらび、上述と同じ材質および容量の別の容器中に試料を入れ、空気低温槽内で実施した。損保規格等の試験項目中、変質(老化)試験として、はじめ試料原液を空気恒温槽内で温度 $65^\circ\text{C}$ で24時間、ひきつづいて $-18^\circ\text{C}$ で24時間たもって後 $20^\circ\text{C}$ にもどすことを一サイクルとして試験を行っているが、筆者らの場合においては、高温老化促進の場合、一日のうち昼間約6時間を高温側にし、その後加熱を中止し夕方から朝にかけてはそ

の時の室温にもどすのを一サイクルとし、このサイクルを繰り返して、試料原液の温度が所定の温度になっている時間の合計値を試験時の経過時間として採用した。低温老化促進の場合には、昼間原液試料が所定温度になってから2-4時間だけ冷凍機を運転し、夕方冷凍機の運転を止めて室温にもどすのを一サイクルとし、このサイクルを繰り返し、高温老化促進の場合と同様に原液が所定温度になっている時間の合計値を試験時の経過時間として採用した。

なお低温老化促進の場合の原液試料の温度は $-9 \pm 1^\circ\text{C}$ である。

4で既述した方法で沈でん量を、また前述の方法と同じ方法で粘度を液温 $50 \pm 4^\circ\text{C}$ および $73 \pm 2^\circ\text{C}$ の2種の場合にその経過時間、0, 70, 140, 280時間で測定した結果は Fig. 6 に示すとおりである。

### (1) 液温が $50 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合

沈でん量は約70時間後に増加しはじめ、70時間以後はほぼ一定になる。試料番号8は例外でそれ以前の時間でも急激に増加した。試料番号2, 3および4すなわち3%型のもは JAN規格の沈でん量の上限值0.05%以下であり、沈でん量も極めて僅かであったことは注目される。沈でん量は試料番号7', 1, 5,

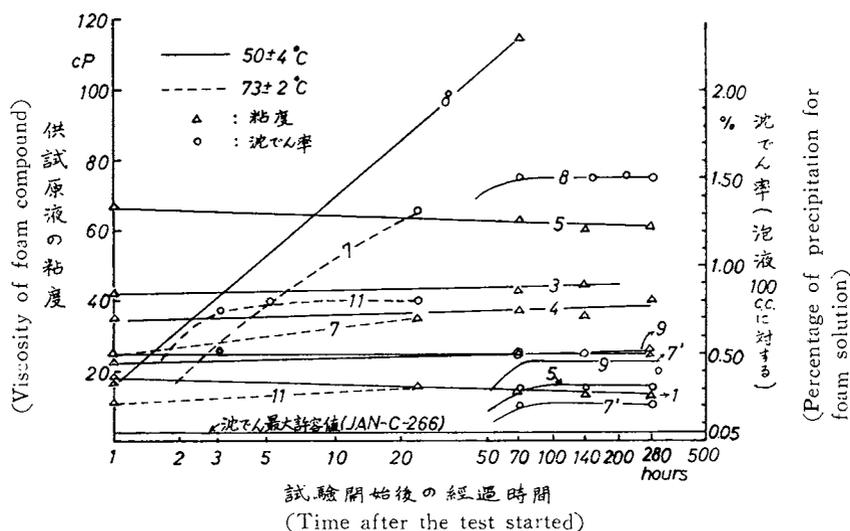


Fig. 6 高温老化促進の場合の供試原液の粘度値および沈でん率の経時変化  
(Change with storing time of the viscosity and the precipitation at higher temperature than room temperature)

9の順に増大している。特に試料番号5はアルコール火災用のもので、耐アルコール性をその泡に附与するため、わざとアルコールに不溶の沈でん物を燃焼アルコール表面上に浮かべる目的のもので、これはもちろん例外として考えなければならない。粘度については、この試験時間経過中、粘度は大きな変化を示さず、ほぼ一定であった。ただし試料番号8についてはその沈でん量の増大に比例して粘性も急激に増大した。しかし70時間後、試験中破びんのため140時間以後は測定できなかった。

### (2) 液温が $73 \pm 2^\circ\text{C}$ の場合

試料番号7, 11, 11'の3種の試料についてしか行なわなかったが、 $50 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合にくらべ極めて短時間に急激な沈でん量および粘度の増大がおこった。

ただし試料番号11'は鉄塩添加のない中間製品であった、24時間後もなんらの沈でんもなく、したがって粘度も試験実施前と同一であったことは注目すべき結果であった。

### (3) 液温が $-9 \pm 1^\circ\text{C}$ の場合

供試原液の液温が  $-9 \pm 1^\circ\text{C}$  に保った時間は24時間であった。沈でん量は試料番号2および5を除いて、0.01%以下または皆無であった。

以上の結果から低温側より高温側、特に  $70^\circ\text{C}$  前後の温度は原液に急激な老化をおこさせる温度と考えられる。しかも加水分解たんぱく分の多い3%型の方が6%型より老化しにくいと云える。また原液中の加水分解たんぱく分に対する鉄塩添加割合の大きい原液が老化しやすいことは明らかである。

## 6 原液の老化が発生泡の安定性、耐熱性等に与える影響およびその他

老化促進により沈でん量(または粘度)が増大して明らかに原液の性状が変化し、老化していると考えられる試料から、その濃度型によりそれぞれ3%または6%の泡水溶液を作り、小型同期電動機(約1000 rpm, 3分間かくはん)によるピーカ内の発泡実験、または当研究室にある小規模発泡装置による発泡実験を共に行ったが、膨脹率やドレネジ時間等の泡の特性を示す値が新鮮な原液からのものと比較して大きな変化はみとめられない。また筆者らの耐熱実験装置を用

いて、耐熱性について検討したが、 $73 \pm 2^\circ\text{C}$  で24時間の老化促進を行い相当沈でん物が存在する原液と新鮮な沈でん物のない原液とを比較してみると、老化したものの耐熱時間が新鮮なもののそれよりせいぜい20%位低下するかまたはほぼ同程度という結果であった。この理由として、沈でん物を含んだ原液に水を加えて所定濃度の泡水溶液とするとき、その沈でん物もある程度水に溶解するため、プレミックス型(あらかじめ所定濃度の一様な水溶液にする)の発泡方法では

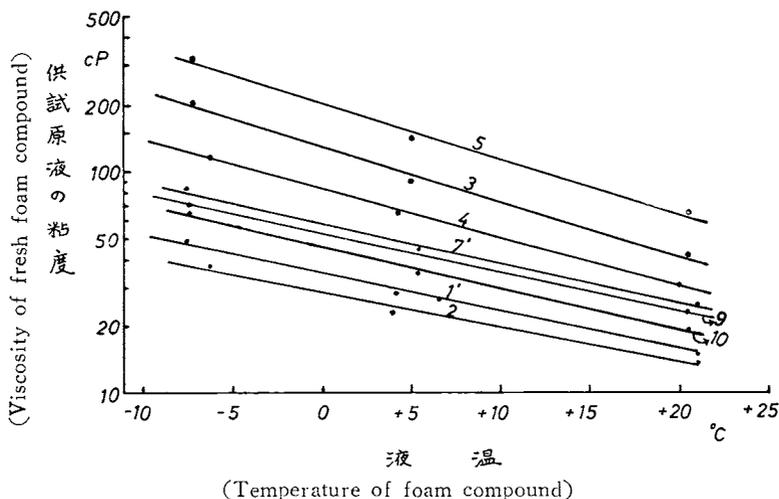


Fig. 7 新鮮な供試原液の粘度の温度依存性

(Dependence of viscosity of fresh foam compounds on temperature)

沈でん物の影響があまり顕著にあらわれないためと思われる。

新鮮な供試原液の粘度の温度特性につき、 $-8 \sim +21^{\circ}\text{C}$ の間の温度でしらべたがその結果は、Fig. 7に示すとおりである。温度の低下と共にその粘度はexponentialに増大することがわかる。

## 7 総 括

原液の老化により実用上支障のあるのは沈でん量の増大したがって粘度の増大によるプロポーショナー部（原液と水を一定の比率で混合する装置）におけるピックアップの不能または減少により所定濃度の泡水溶液を作らず、これによって発生泡の消火性能が著しく低下またはゼロになることである。したがって発泡実験または消火実験を行わないで原液の老化の程度を判定するにはその粘度値または沈でん量を測定することである。場合にはpH値の異常変化により判定できるであらう。

原液老化に影響する一つの因子としては、貯蔵時の液温が $50^{\circ}\text{C}$ 以上で長時間継続する場合であると云える。特に $70^{\circ}\text{C}$ 以上になると急激に老化が進む。

空気中の酸素による原液の老化は、開缶し再使用のものにはあてはまるかも知れないが、原液缶は未使用の状態では必密封されているし、その時の空気存在する空間部も容積的に大きくないので未使用の状態ではあまり考慮する必要はないだろう。一たん使用開

低温老化促進試験の際、供試原液の凝固点につきしらべたが、供試原液番号11'（6%型の鉄塩を含まぬ中間製品）は $-8.2^{\circ}\text{C}$ で凝固した以外他の供試原液はすべて $-10^{\circ}\text{C}$ でも凝固しなかった。もちろん3%型の鉄塩を含まぬ中間製品、すなわち供試原液番号6も凝固しなかった。

罐したものは使用しつづるのが得策である。やむを得ず再使用したいものはじゅう分密栓し、その空間部の容積を小さくする必要がある。

原液老化の原因は、貯蔵条件以外に添加鉄塩に負うていることが明らかになった。特に国産原液は耐熱性に重点をおくあまりに、原液中の加水分解たんぱく分の重量割合に対し鉄塩を過剰に添加している傾向がある。鉄塩の添加は泡の耐熱性にはプラスの要素であるが、原液の老化にはマイナスの要素であることを十分考慮する必要がある。

筆者らは耐久性のある良い品質の石油火災用原液の製法の確立のためばかりでなく、さらに石油およびアルコール、ケトン類にも併用可能な原液を開発するためにも、現在の加水分解たんぱくを基剤とする限り、加水分解たんぱくの有効成分の決定、その有効成分と鉄塩との結合状態等々多くの不明の諸点を将来明らかにしたいと思っている。

## 文 献

(1) 上原陽一、昭和38年 日化会 第16年会講演「大阪消防」(その一)から(その九)まで連載(大

阪市消防局発行)、昭和39年5月1日別刷、個人的に入手、掲載号数等不明。

## Studies on Factors Influencing the Deterioration of Foam Compounds for Fire-Fighting

### I. Changes of pH, Precipitation and Viscosity of Foam Compounds with Storing Time by Addition of Hydrogen Peroxide and at Some Storing Temperatures

(Abstracts)

by R. Nii and M. Hoshino

(Received May 30 th 1964)

It has generally been believed that the deterioration of fire-fighting foam compounds during storage is mainly dependent on the storing conditions and some properties of the compounds themselves.

Hitherto we have had very few technical informations concerning the following questions ; whether it is possible or not, to judge the degree of deterioration of a foam compound without conducting some foaming or extinguishing tests ; to what kinds of properties of the foam compound we have to pay special attention in order to judge the degree of deterioration clearly and then how much the physical or chemical quantities change with time under some definite storing conditions.

Therefore, the measurement of pH, precipitation and viscosity was carried out several times during the storage under an usual indoor storing condition without any room-heating, and some artificial experimental conditions about several products and a few semi-products which are on the market in Japan.

At present, foam compounds for fire-fighting mostly consist of hydrolyzed protein base. For the purpose of faultless elucidation about the mechanism of deterioration of those foam compounds some difficult and laborious studies should be done in the future. But some useful conclusion could be deduced as follows below.

In order to judge the degree of deterioration simply, we have to take the following quantities into account, i. e. viscosity and amount of precipitation, and in some case, a rapid change of *pH* value, too.

The principal cause of rapid deterioration of some foam compounds is owing to a storing temperature which is more than 50 °C or excessive addition of a ferrous salt. Especially at a storing temperature above 70 °C a more rapid deterioration takes place in those compounds.

Roughly speaking, the influence of oxidation in a storing vessel on the deterioration is not so vital, when the vessel is made air-tight.

---

消防研究所報告

通卷 第 25 号

昭和 40 年 1 月印刷

編 集  
發 行

自治省 消防庁 消防研究所

東京都三鷹市新川 7 0 0

電話(0422)-3-6188・5213・9823

印刷所

株式会社 温 故 堂

甲府市二十人町 44-45

---