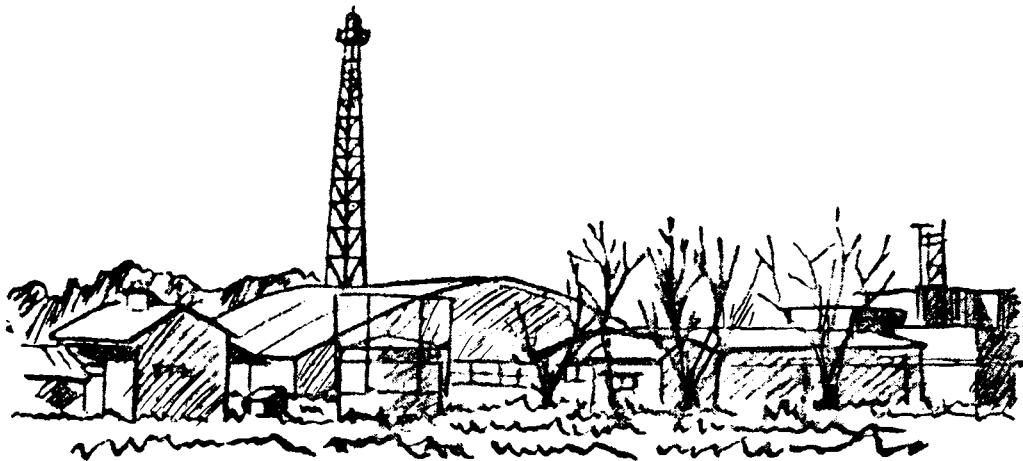


消研輯報

27



昭和49年11月

消研輯報

第27号 目 次

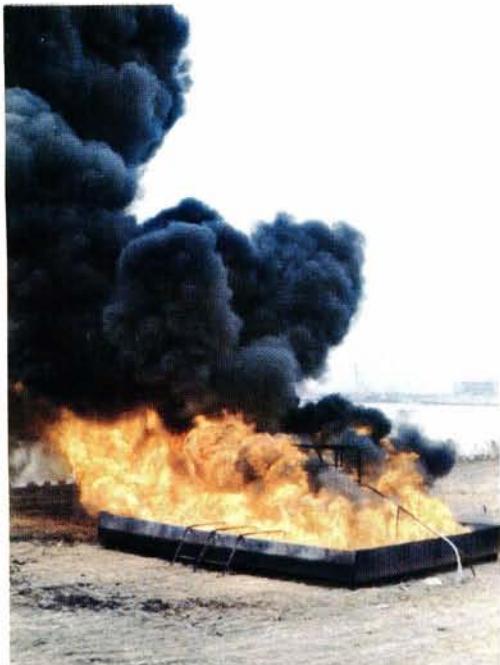
グラビア

- キャスク火災実験
- 山火事と気象
- 燃焼生成有毒ガスの分析装置
- 第22回全国消防技術者会議寸景

火災感知器の非火災報について	廣沢重男	5
でたらめ分布を用いた延焼の計算実験(3)	橋房夫	11
もえ移り確率に関する模型実験	橋房夫	14
使用済核燃料輸送容器(キャスク)について	島田裕久	20
関市で発生した竜巻による被害調査	山下邦博	26
職務発明の解釈	高橋哲	33
月例研究会・報告会		37

キヤスク火災実験

(於 江東区12号埋立地)



(写真 2)



(写真 1)



(写真 3)

写真1. 実験前

写真2. 点火15分後

写真3. 点火25分後

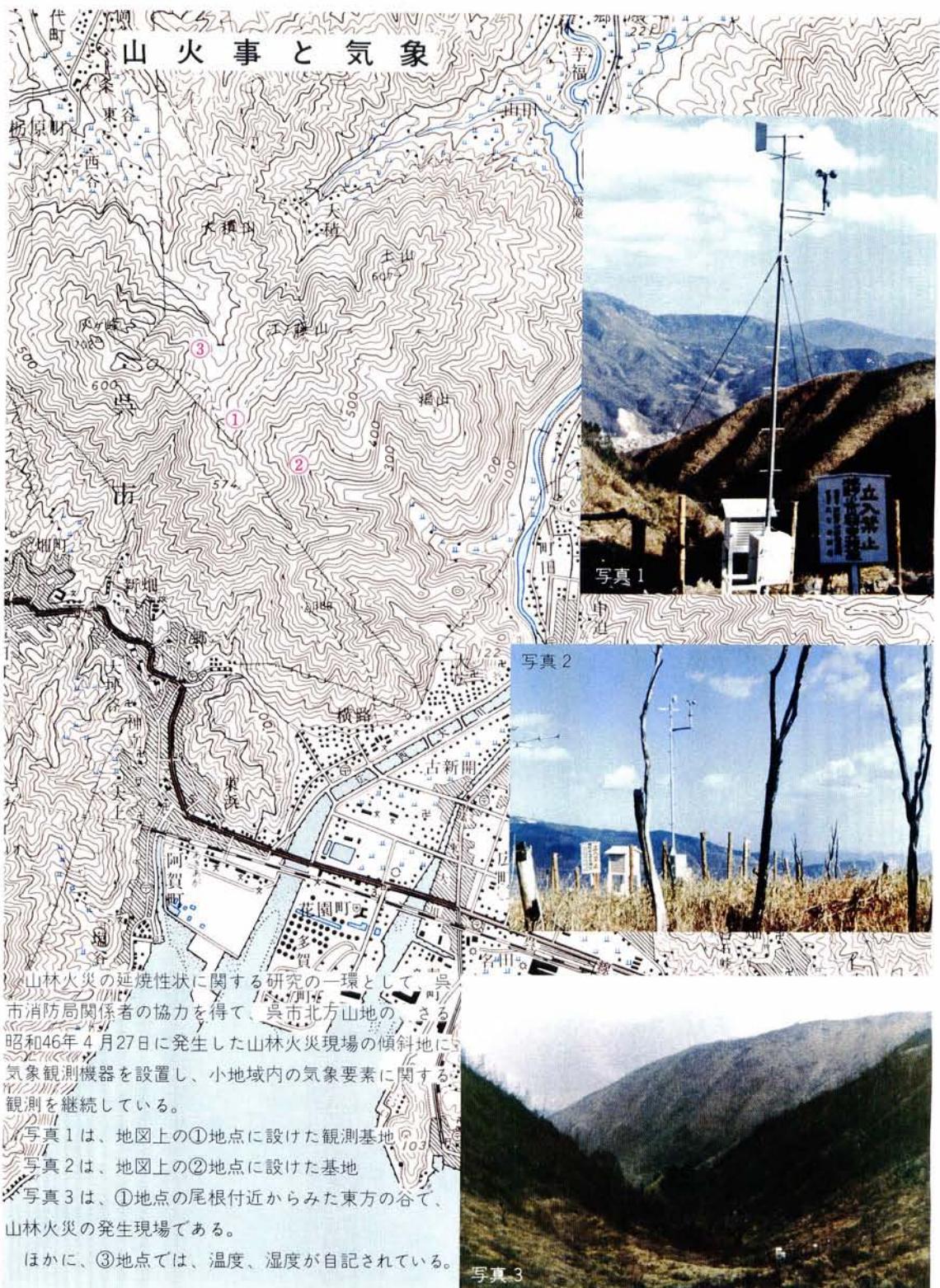
写真4. 実験後

(注) この実験は日本機械学会「核燃料キヤスク研究分科会」が行い、消防研究所が写真撮影等を行った。

(島田裕久)



(写真 4)



山林火災の延焼性状に関する研究の一環として、呉市消防局関係者の協力を得て呉市北方山地のさる昭和46年4月27日に発生した山林火災現場の傾斜地に

気象観測機器を設置し、小地域内の気象要素に関する観測を継続している。

写真1は、地図上の①地点に設けた観測基地

写真2は、地図上の②地点に設けた基地

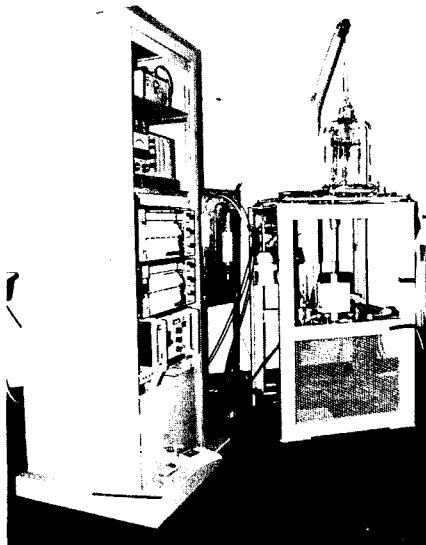
写真3は、①地点の尾根付近からみた東方の谷で、山林火災の発生現場である。

ほかに、③地点では、温度、湿度が自記されている。

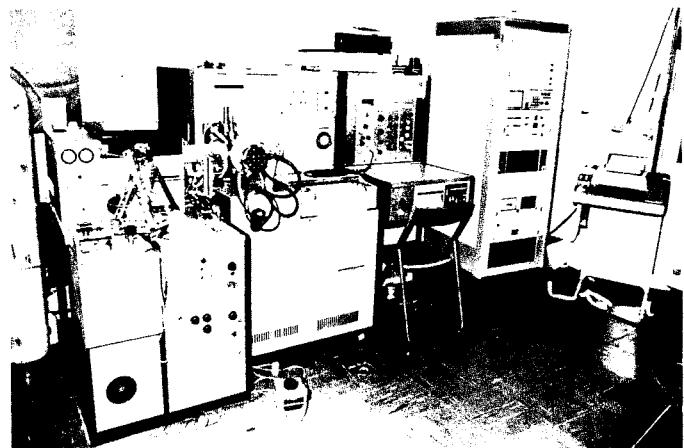
(佐々木弘明)

「本書に掲載した地図は、建設省国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図を複製したものである。(承認番号)昭49総後、第1493号」

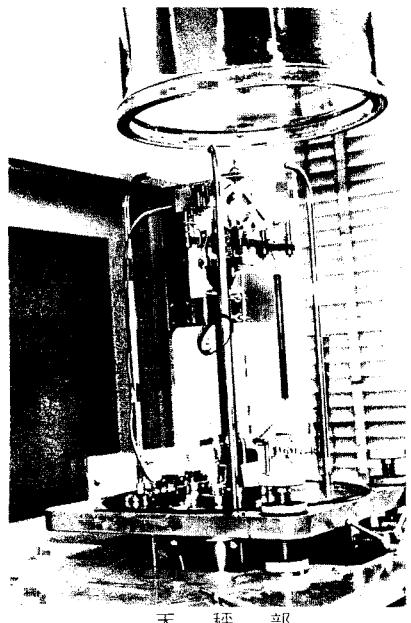
燃焼生成有毒ガス分析装置



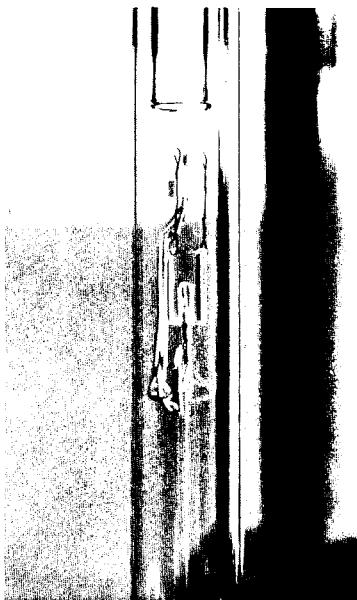
燃焼分解装置



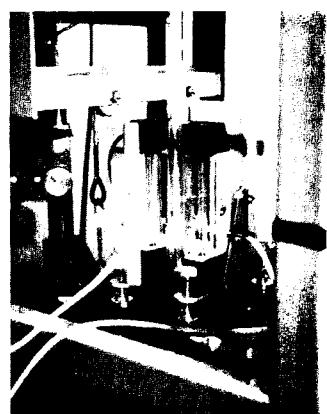
G C - M S 分析装置



天 秤 部



分解炉管と試料セル



瞬間 加熱炉

これらの装置は、高分子試料を燃焼分解させ、重量減少の測定と同時に発生気体を捕集し、分析できる様にしたものである。

図よりセルロースの重量減少速度が、ホリエチレン、ポリプロピレンに比較し、はるかに大きいことが判る。

(斎藤 直、箭内英治)

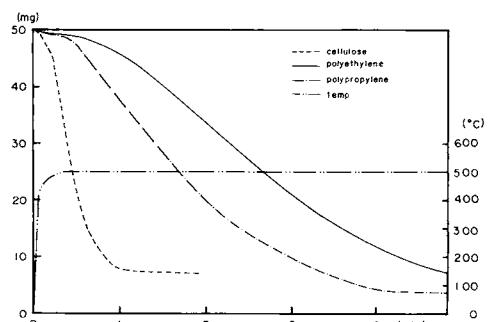


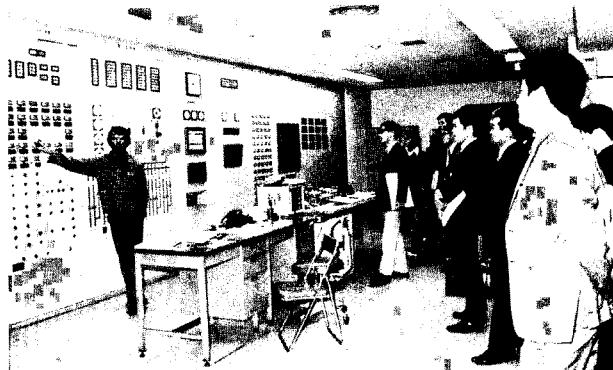
図 空気中 500 °Cでのセルロース、ホリエチレン、ホリプロピレンの重量減少

第22回全国消防技術者会議

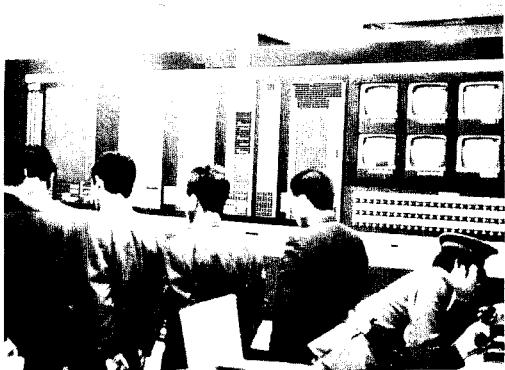


昭和49年10月24、25の両日、新宿、朝日生命ホールで、全国各地から600名をこす多数の参会者のもとに開催された。今回は、特別講演および各種の研究報告のほかに、超高層建物および地下街における防災設備の見学会が行われた。

上の写真は会場内外の寸景で、下の写真は見学会の場面である。



京王プラザホテル(地下3階)中央監視室での説明



住友ビル(1階)防災センターの見学



サブナード(地下街)地下駐車場、(上方に見えるのは漏洩同軸ケーブル)



サブナード(地下街)での説明

火災感知器の非火災報について

広沢 重男

1. はじめに

火災報知設備の技術上の規格は、昭和24年12月29日制定され、任意検定が同日から開始されて、これは昭和39年1月1日から義務検定制に移行し、現在に至っている。この間に生産された火災感知器（以下感知器という。）個数は、任意検定時代（14年間）において約170万個（受信機約4.8万台）、義務検定に移行してから昭和48年度末までの10年余において約2,490万個（受信機約46万台）である。また昭和36年3月25日消防法施行令が制定されて火災報知設備等の消防用設備の義務設置対象物が定められた。消防白書¹⁾によると10大都市の自動火災報知設備の設置を必要とする防火対象物数154,948件のうち未設置防火対象物数27,520件(17.8%)である。これらの数字から考えると義務設置対象物には、ほぼ設置されていて、約2,500万個を超える感知器が現在設置されているものと推定される。感知器の非火災報のうち機器不良による件数は、技術上の規格の3回の改正を経て大幅に減少しているが、喫煙、調理等の煙、暖房、調理器具等の熱、その他の原因によって生ずる非火災報件数は、なお相当多い。非火災報についての調査は、現在局所的規模にとどまっていて、感知器の奏効の実態は、ユーザからえにくく、また非火災報の実態もメーカからえにくい事情にある。今回多数の感知器が1つの受信所に直結されていて、かつ、過去の記録がよく保存されていると思われる明石市消防本部、元万国博消防署（吹田市北消防署）等を調査したので、以下これらについて述べる。

2. 明石市消防本部

明石市の市立28校（高校1校、中学校8校、小学校・幼稚園併設18校および幼稚園1校）は、宿日直廃止に伴い昭和44年4月から各学校の用務員室（用務員は、住込み）に設置された受信機を消防本部に直結するようにした。その移報装置は、受信機の主ベルと並列接続された発信装置、電々公社線および消防本部に設置された受信装置から構成され、生徒のいたずら等によ

る非火災報をさけるため平日の8時から16時までと土曜日の8時から12時までは、受信装置のスイッチを切っておき、その他の時間、休祭日などは、このスイッチを入れておくものであって、年間時間の約79%に相当する時間だけ消防本部に直結されていることになる。

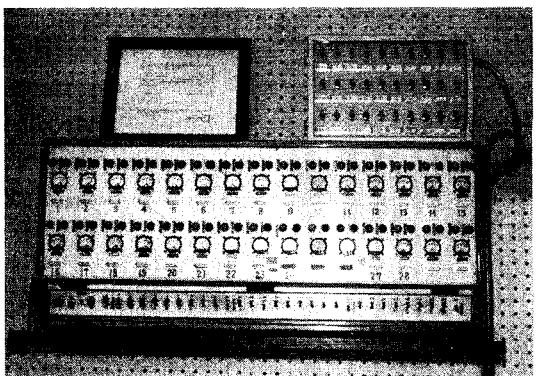


写真1 明石市消防本部の受信装置
(市立28学校に直結)

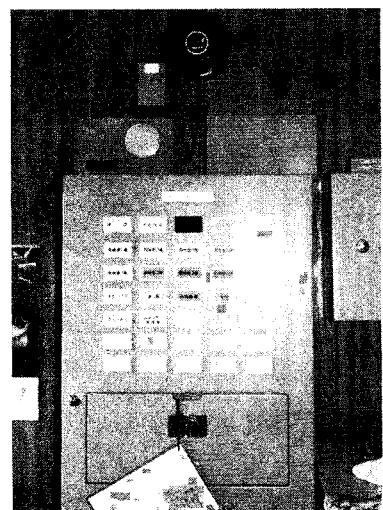


写真2 学校側の発信装置
(自動火災報知設備受信機の上部に置かれたもの)

附表1 明石市市立学校(28校)の非火災報・火災報 (昭和47年10月1日～昭和49年3月末)

A 非火災報……72件

機種別	原因別			件数	構成比[%]
	大分類	中分類	小分類		
火災感知器	環境条件	温度変化	ストーブ、給食施設等の発生熱	2	6
	機械的外部条件	衝撃	運動競技中ボール等を当てる誤行為	4	
発信機	電気的外部条件	押しボタン作動	いたずら	22	38.9
			生徒の身体が誤って衝突	5	
			他設備修理中の誤行為	1	
受信機	電気的外部条件	試験スイッチ作動	自動火災報知設備点検中の誤行為	1	1.4
配線	電気的外部条件	短絡	他設備工事中の誤行為	10	13.9
原因不明				27	37.5
合計				72	100

備考 機種別欄中の配線とは、自動火災報知設備の建物内配線をいう。

B 火災報……2件

No.	出火日時	覚知・消火の方法	焼損床面積(m ²)	損害額(円)	出火原因
1	昭和48年11月26日 19時34分ごろ	消防本部受信装置が作動、用務員が消火器2本を使用して消せなくて、屋内消火栓で消火	0 (教員室)	68,000 (机、書籍等焼失)	放火(書籍等を机上に置いて石油をかけて点火)
2	昭和49年1月20日 18時22分ごろ	消防本部受信装置が作動、用務員が水バケツで消火	0 (用務員室)	1,000 (毛布等焼失)	猫が積んである毛布にじやれて、これを石油ストーブに落下

(写真参照) このように防火対象物をまとめて消防機関において火災監視するシステムは、わが国では珍しいものである。

(注) このことについては、昭和46年3月12日照明学会火災報知機研究委員会の調査報告²⁾がある。

昭和47年10月1日から昭和49年3月31までの非火災報・火災報の調査結果は、附表1のとおりである。

なお、当該防火対象物(28校分)の概要は、次のとおりである。

- | | |
|-------------|-----------------------|
| (1) 延べ面積 | 167,510m ² |
| (2) 感知器 | 2,529個 |
| (3) 発信機(P型) | 364個 |
| (4) 受信機(P型) | 28台 |
| (5) 移報装置 | 28個 |

注1 この移報装置は、消防本部までの線路の単なる短絡または断線の故障を消防本部の受信装置に表示する。

注2 感知器は、差動式スポット型を主体としていて、給食室、理科室および家庭科室については定温式スポット型が、廊下および階段についてはイオン化式(全個数の約3%)が設置されている。

火災報件数(感知器の作動により消防機関が第1報として覚知された件数をいう。以下同じ。)対非火災報件数比は、2:72=1:36[感知器については、非火災報6件に原因不明27件中の9割を加えて、2:(6+27×0.9)=1:15.2]である。

非火災報は、感知器(8.3%)と発信機(38.9%)で全体の約47%を占めていて、学校に特有と思われるいたずら、生徒の身体が誤って衝突および運動競技中の誤行為の31件(全体の43%)が目立っている。

感知器1万個当たりの年間非火災報発生件数を略算するところとのおりである。

$$72\text{件} \times \frac{1}{0.2529(\text{万個})} \times \frac{1}{1.5(\text{年})} \times \frac{1}{0.79} \\ \approx 240\text{件}/\text{万個}/\text{年}$$

(注) 0.79は、消防本部に接続されている時間率

なお、消防本部への移報装置に係る線路故障警報件数は、同一調査期間において50件(電々公社工事等22件、原因不明26件、移報装置の故障2件)である。

附表2 日本万国博覧会(EXPO'70)の非火災報・火災報（会期中：昭和45年3月15日～同年9月13日）

A 非火災報……102件

機種別	原因別			件数		構成比(%)	
	大分類	中分類	小分類				
火災感知器	環境条件	温度変化	調理器具の発生熱	13	19	44.1	
			暖房器具の発生熱	2			
			その他の器具の発生熱	2			
			冷房の停止	2			
		煙の発生	喫煙	1	2		
			プロパンバーナ(工事中)	1			
	機械的外部条件	衝撃等による変形	ほこりの発生	清掃	2		
			雨水の浸入	感知器内	14		
			いたずら	2	8		
			他設備点検中の誤行為	4			
発信機	電気的外部条件	押しボタン作動	他設備工事中の誤行為	2			
			雨水の浸入	機内	1		
			いたずら	9	18	18.6	
			火災と誤認(仕掛け花火の煙)	1			
			他設備工事中の誤行為	3			
			清掃中の誤行為(ほうきの柄)	2			
受信機	電気的外部条件	試験スイッチ作動	試験前の消防機関への連絡欠	3			
			火災と誤認(試験中のベル音)	3	7	6.9	
			試験前の消防機関への連絡欠	4			
配線	環境条件	雨水の浸入	建物内配線	3		2.9	
原因不明				28		27.5	
合計				102		100	

B 火災報……4件

No.	出火日時	覚知・消火の方法	焼損床面積[m ²]	損害額[円]	出火原因
1	昭和45年4月4日 20時12分ごろ (水中レストラン)	火災ベルを聞いた店員が119番すると共に消火器2本で消火	0 (更衣室)	1,000 (作業衣等焼失)	たばこの吸がら
2	昭和45年5月22日 18時54分ごろ (アブダビ館)	火災ベルを聞いた警備員が119番、自衛消防隊が消火器3本で消火	0 (映写室)	7,000 (側壁面2m ² 、スクリーン等焼失)	不明火
3	昭和45年8月27日 22時48分ごろ (エキスポランド迷いの森)	自動火災報知設備と連動して非常通報機が119番、自衛消防隊が水バケツで消火	0	500 (装飾用花輪、カーペット焼失)	照明器具(写真用ライト)の過熱
4	昭和45年9月3日 5時55分ごろ (みどり館)	火災ベルを聞いた警備員が119番、自衛消防隊が消火器と屋内消火栓で消火すると共に、消防車1台が放水して消火	0 (清掃員控室)	3,000 (ふとん等焼失)	たばこの吸がら

備考 1 会期中の火災は、21件あり、このうちから車両火災(いずれも屋外)4件、保存緑地火災1件および屋外水銀灯火災1件を除くと、建物火災は15件であった。全火災損害額2,256,400円(1件平均107,500円)、焼損面積0m²(側壁面焼失7.15m²)、死傷者1人(高圧受電盤の短絡火災で火傷、42日後に死亡)である。

2 火災の覚知別件数は、119番12件、非常電話3件、携帯無線2件、警察移牒1件および事後聞知3件である。

3 火災のあった15件の建物中、14件の建物には自動火災報知設備が設置されていたが、この14件の火災のうち本表の4件を除いた10件の火災は、感知器の作動前において人が煙、炎等により火災を発見して119番等している。

4 火災、救急、迷い子などについて会期中万博通信司令室に緊急通報された全件数82,539件のうちいたずらによるものが68,132件(82.5%)である。

5 非常通報機の会期中の火災報件数対非火災報件数=1:8(いたずら5件、試験前消防署への連絡欠3件)である。

3. 日本万国博覧会（EXPO'70）

昭和45年吹田市で開催された日本万国博覧会は、参加国77国、入場者 6,420万余という史上最高の盛会であったが、火災報知設備の面においても非常通報機（発信内容をあらかじめテープに記録しておいて自動的に119番または110番するもの）と連動して万国博消防署に通報する方式が一部採用された。^{3), 4)}

会期（昭和45年3月15日から同年9月13日までの183日間）における非火災報・火災報の調査結果は、附表2のとおりである。

なお、当該防火対象物の概要は、次のとおりである。

(1) 自動火災報知設備が設置された物件	123件
（このうち非常通報機と連動していた物件	57件）
(2) 延べ面積	351,969m ²
(3) 感知器	10,283個
（差動式スポット型 8,232個、定温式スポット型 950個、イオン化式 838個および差動式分布型 263 個）	
(4) 発信機（P型）	680個
(5) 受信機（P型）	123台
（延回線数 1,838回線、延実装回線数 1,272回線、 地区ベル 722個）	

（注）消防に係る通報設備として、119番 4回線、非常電話機（警備本部通信指令室に直通のもの） 100個、非常通報機 79台、携帯無線 120局および車載無線 29局があった。

火災報件数対非火災報件数比は、4 : 102 = 1 : 25.5（感知器については、非火災報45件に原因不明28件中の9割を加えて、4 : (45+28×0.9) = 1 : 17.6）である。

非火災報は、感知器（44.1%）と発信機（18.6%）で全体の約63%を占めていて、博覧会特有と思われる仮設建築物による雨水の浸入（感知器 14件、配線3件）と工事遅れによる工事中、点検中などの誤行為（感知器 6件、発信機 6件、受信機 4件）の33件（32.3%）が目立っている。

感知器1万個当たりの年間非火災報発生件数は、略算すると次のとおりである。

$$102 \text{ 件} \times \frac{1}{1,0283(\text{万個})} \times \frac{1}{0.5(\text{年})} \times 1.1$$

≈ 220件／万個／年

（注）1.1は、消防署に通報されなかった非火災報が全体の10%あると推定したことによる倍率である。非火災報の消防署への通報は、早期通報が各自衛消防隊に徹底していて、非常通報機と連動していない防火対象物においても火災ベルが鳴ると119番することが良く行われていたので非火災報の実態はおおむねとらえられていたものと考えられたためである。

4. 東京火災報知設備保守協会

東京火災報知設備保守協会（設立：昭和39年5月15日）は、昭和49年3月末で約13,000件の防火対象物の自動火災報知設備の保守業務を受託しているが、非火災報についての調査報告（昭和45年度）⁵⁾によれば次のとおりである。

- (1) 契約物件約1万件（感知器 49.7万個）の年間386件の非火災報について分析が行われている。（感知器1万個当たりの年間非火災報発生件数 7.77件）
- (2) 非火災報は、感知器 238件（61.7%）、発信機 63件（16.3%）、受信機 10件（2.6%）、配線 61件（15.8%）および原因不明14件（3.6%）である。
- (3) 感知器の非火災報の原因別は、環境条件 140件（温度・気圧の変化 85件、強風・突風・煙の発生4件、雨水・湿気・水蒸気の浸入 51件）、機械的外部条件 39件（いたずら・他工事）および機器不良 59件である。
- (4) 発信機の非火災報の原因別は、環境条件 18件（雨水等の浸入）、機械的外部条件 17件（衝撃）および機械的外部条件 28件（いたずら）である。
- (5) 受信機の非火災報の原因別は、機器不良 10件（リレー接点接触）である。
- (6) 配線の非火災報の原因別は、環境条件 4件（雨水等の浸入）、電気的外部条件 30件（他設備工事中の誤行為）および配線工事不良 27件（接続不良、電線の絶縁不良等）である。

なお、当該防火対象物の機器数（昭和46年3月）の内訳は、感知器 497,423個（差動式スポット型 294,587個、差動式分布型 103,031個、定温式スポット型 96,005個、イオン化式 3,800個）、発信機 80,012個および受信機 10,366台である。

5. 警備保障会社

ある警備保障会社の調査（防火対象物 750件、昭和48年1月～12月）によれば、火災報件数対非火災報件数=4 : 88 = 1 : 22である。この場合、防火対象物で自動火災報知設備の受信機の主ベルが作動すると自動的に警報が電々公社線を通じて警備保障会社の受信センターに伝えられて、火災表示し、かつ、自動記録される。受信センターでは、会社パトカーに無線連絡して現地に急行させ、火災確認の報告を受けた後、119番する。1日24時間同センターで火災監視態勢にあり、電々公社線の単なる短絡または断線の故障は、受信センターに表示される。

なお、非火災報の原因別については、不明である。

6. 超高層ビル

東京都内超高層ビルの一部について調査したが、感知器は、消防法施行規則（第23条第5項）の規定により煙感知器を設けなければならないため、全設置個数の70%以上が煙感知器（イオン化式）で占められている。非火災報件数は、前述の2項～5項の防火対象物（全設置個数の90%以上が熱感知器で占められている。）に比べて、けたちがいに多い。

（注）光電式煙感知器の現在までの生産数量は、イオン式の約4%であって設置例も少ないが、その非火災報件数は、熱式感知器のみである。

非火災報の原因は、調理、喫煙等の煙の発生によるものが非火災報件数の75%以上を占めている。

7. 非火災報についての考察と防止対策

イオン化式感知器が全感知器個数の10%以下の場合は、1件の火災報当りの非火災報件数（発信機、受信機、配線および原因不明を含む。）は、22件～36件である。

（注）英国の統計（1968）⁹⁾によると、この数字は、熱式感知器については、11.1件、煙式感知器については、14.8件、発信機については、4.4件、スプリンクラーについては、10.4件である。

非火災報は、明石市学校の場合を除くと、全件数の60%以上が感知器において生じている。感知器の非火災報は、温度変化、煙の発生等の環境条件に基因するものが60%以上を占め、衝撃等の機械的外部条件に基因するものは16%以下であって、前記（注）の英国の統計による非火災報原因（環境条件 26%、機械・電気的外部条件 46%、通信線路 17%および原因不明 11%）に比べて、環境条件によるものが2倍をこえている。英國のものとは、感知器の感度、熱式と煙の設置割合等が異なるので直ちに比較はできないが、わが国の感知器は、環境条件によって非火災報を主として生じている。

以下非火災報の防止対策について、技術上の規格・検定などの項目に分けて述べる。

7・1 技術上の規格・検定

（1）感知器の作動感度を鈍感にすれば、一見非火災報は減少するようと考えられるが、鈍感にすれば失報を生ずるおそれがある。感知器の奏効例から見て消火器2～3本で消火できる程度の規模で感知できる現行感度は、適当であると考えられる。

（注）2項～6項の調査では、失報件数は0であったが、東京消防庁の調査（昭和45年11月～昭和46年10月防火対象物 33,000件）⁷⁾

によれば、火災報 36件に対して、失報 5件（ベル停止 2件、電源変圧器ヒューズ断 1件、配線断 1件、感知器機器不良 1件）である。

（2）湿気、ほこり等による非火災報を減少させるために湿度試験・ほこり試験を、誘導等による機器障害（失報につながるおそれが多い。）を減少させるために衝撃電圧試験を規格に追加する必要がある。

（3）雨水の浸入・昆虫の侵入による非火災報については、工事上の考慮のほか、機器においても対策を講ずる必要がある。

（4）原因不明による非火災報中に感知器が自復しているために発報箇所が不明のものが相当含まれていると考えられるので、感知器に作動表示灯（確認後復旧できるもの）を設けることが望ましい。

（5）機器不良による非火災報は、4項の東京火災報知設備保守協会の調査によると感知器について59件（感知器の全非火災報件数 238件の約25%、調査防火対象物の全感知器個数49.7万個の0.012%）であって、設置個数に対する不良率から考えて、検定方法には問題が少ないと考えられる。

（6）消防機関へ通報する火災報知設備としてM型以外のものは、将来検定対象とする必要がある。

7・2 工事の設計・施工

（1）イオン化式感知器は、非火災報が特に多いので次のようにすることが必要と考えられる。

ア 煙が滞留するおそれがある会議室、応接室等においては、蓄積型を設けること。

なお、そば屋などで厨房室から水蒸気等が客席に流出するおそれがある場合は、感知器取付位置は、流出箇所からできるだけ離すこと。

イ 廊下、階段等の感知器は、他の感知器と別の警戒区域とし、非火災報中の感知器を早期発見できるようにすること。

（2）博覧会等のような仮設建築物においては、雨水の浸入が多いので防水型感知器を設ける等の考慮を払う。

（3）消防機関または警備保障会社に連動する方式にあっては、新・増設工事中または点検・試験中に自動火災報知設備を作動させると非火災報になるので、関係機関に事前連絡する。

7・3 維持・管理

防火管理者は、非火災報（火災報・失報も同様。）について記録し、これを分析・統計するほか、非火災報を減少させる対策を講ずることが必要である。

（1）非火災報の原因中には、ユーザの責に帰せられるいたずら、作業中の誤行為等は別として、暖房、調理等により発生した熱、煙などによって設計された感度

に達して感知器として当然動作したものが過半数を占めているものと考えられる。

ア 同一感知器が非火災報を繰り返している場合には、放置しないで機種の交換、取付位置の変更等の措置を行い、失報につながるベル停止、電源しや断等をして放置しないこと。

イ 原因不明は、究明してできるだけ少なくすること。

ウ 暖房、調理等の設備の増設、模様替えなどの場合には、感知器について考慮すること。

(2) イオン化式感知器は、次に掲げる事例において非火災報を多く生じているので、これをできるだけ避けるよう従業員などを指導する。

ア ワゴンによるステーキ

イ パン、もち、するめ等を焼く。(事務室)

ウ 茶席の炭火使用

エ 犀虫剤の散布、消毒、薬品試験、薬品焼却等

オ 蒸気配管からのもれ

カ 小室での4人～5人の喫煙

キ 灰ざら内で紙などの燃焼

ク トーチランプ、バーナ、電気ドリル、熔接、はんだごて等の使用

ケ 停電中のローソクの裸火使用

コ 清掃中のほこりの発生

カ 自動車のエンジンアイドリング（地下駐車場）

(3) イオン化式感知器は、ほこり等が内部にたい積すると非火災報を生ずるおそれがあるので、1年に1回以上メーカ工場で清掃させる。

8. むすび

非火災報が多いと、メーカにとっては機器が悪いため、ユーザにとっては維持管理が不十分のためといわれるのではないかということで、具体的統計ということになると現状はなかなかつかみにくいし、また目の日常業務に追われていて統計・分析・対策まではいざこもなかなかできないところである。以下非火災報に関連して所感を述べる。

(1) 東京消防庁が行った査察結果（昭和48年3月～8月）⁸⁾によれば、4,620件の防火対象物中電源しや断44件・ベル停止123件があったと報告されているが、その理由が非火災報に基因しているものが相当あるものと考えられ、関係者の善処を切望したい。

(2) 「非火災報は、失報と比べれば安全側の失敗であって、当然の原因があつての正常動作であり、感知器の機能の確認ができ、火災の未然防止に効果がある。イオン化式感知器の感度は、適當である。」というユー

ーザもあったが、感知器の限界をよく認識していると思う。

(3) 失報との関連で現行感度は、限界であると考えられるので、現在の非火災報件数をかゝ期的に減少させることは困難である。したがつて自動火災報知設備と連動させて防災管理システムを組むことは、熱式、煙式等の異種作動原理の感知器を組み合わせるほかないであろう。

(4) 非火災報（火災報・失報を含む。）の実態は、保守を専門とする東京火災報知設備保守協会がよく把握しているが、このような組織を全国的に拡大すると共に消防機関においても各防火管理者から維持管理の報告（消防法施行規則第33条第3項）を受ける際その概要をあわせて報告させるなどして、全国統計を作ることが必要だと思う。

(5) メーカは、防食型・防水型の感知器、減光式煙感知器などの開発に努める必要がある。

今回の調査は、ごく一部について短期間に行ったものにすぎないので不十分のそしりを免れないと思うが皆様の参考になれば幸いである。

この調査に当つてご協力・ご指導を頂いた皆様、特に北畠秀夫氏（明石市消防本部警防課長）、魚井達夫氏・中井義昭氏（吹田市北消防署）、永井健一氏（東京火災報知設備保守協会）および渡辺彰夫氏・神忠久氏（消防研究所）に深く感謝します。

引用文献

- 1) 消防庁：消防白書 昭和48年版 139
- 2) 薄羽、紀井、小林：火災報知機 **48** (1971) 16
- 3) 日本万国博覧会消防対策本部：日本万国博覧会消防業務記録誌（1970） 35
- 4) 財團法人 日本万国博覧会協会：日本万国博覧会公式記録 資料集別冊 N（会場警備） 283
- 5) 照明学会火災報知機研究委員会 報資73-1 (1973)
- 6) Fry,J.F., and Eveleigh,C.: Automatic Fire Detection-False Alarms, F.P.A. Journal **88**, (1970) 146
- 7) 照明学会火災報知機研究委員会 報資71-10 (1971)
- 8) 小松：火災報知機 **56** (1973) 8

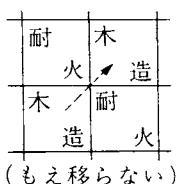
でたらめ分布を用いた延焼の計算実験

(3) 木造家屋、耐火家屋、空地の3者 が混在している場合

橋 房 夫

前々回には、^{*}木造家屋と空地が混在している場合、および木造家屋と耐火家屋が混在している場合のそれについて、どこか1軒から出火したと考えたときに、延焼した後自然に焼け止まるまでの焼失棟数、そのときの焼失率を算出した。今回は木造、耐火、空地の3者が混在している場合について同じ様式の計算実験を行い、実際の市街地との対応をよりよいものにする試みた。すなわち、求めたのは木造：耐火：空地の3者の混在比率に対応する焼失棟数、焼失率であり、前々回に述べた2種類の状態が組み合わさった場合に相当する。

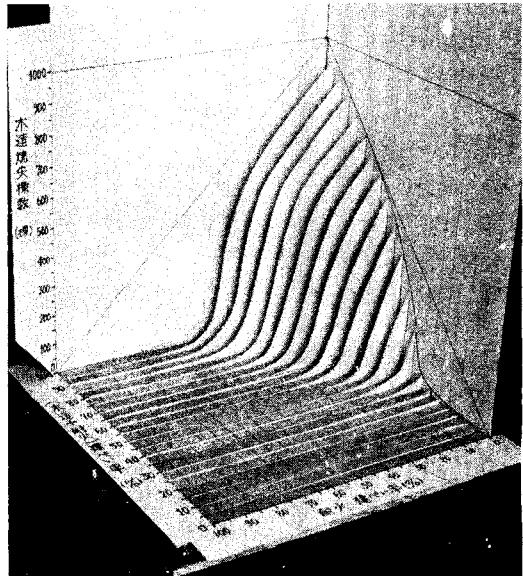
計算に用いた仮定は、木造と空地、木造と耐火にそれぞれ用いた仮定の組み合わせである。すなわち、(1) ほぼ正方形の街区を考え、家屋はそのなかに正方格子状に、すなわち碁盤目状に、でたらめに（ランダムに）分布して居り、家屋は碁盤目のひとつの格目に相当し、格目の数（家屋の最大数）は1000個とする。(2) 燃えるのは木造家屋のみであり、しかもその燃焼的性質はすべて全く同一である。(3) 木造家屋の前後左右に隣接する木造家屋には必ず燃え移る。



第1図 延焼の仮定のひとつ

- (4) 木造家屋と耐火家屋が第1図の如くタスキ状に配置しているときは木造から木造へは燃え移らず、それ以外の配置のときは斜向い方向にも燃え移る。
(5) 家屋1軒分（格目1個分）の空地があるときは燃え移らない。

* 消研報 25号 P.28(1973)



第2図 木造焼失棟数、(木造+耐火)建ぺい率、耐火建ぺい率の間の関係を示す3次元曲面

木造、耐火、空地の3者の混在比率と焼失棟数の関係は第2図の写真で示されるような曲面で表わされる。附表に計算結果の数値を示した。表中の上欄の数字は焼失棟数、下欄は焼失率%である。ここで建ぺい率とは

$$\frac{(\text{木造} + \text{耐火})\text{面積}}{\text{全面積}} \times 100(\%)$$

であり、従って

$$\text{空地}\% = 100\% - \text{建ぺい率}\%$$

である。

この表において、(木造+耐火)建ぺい率（或は空地率）、木造建ぺい率、耐火建ぺい率の内のいずれか2つが既知であればそのときの焼失棟数或は焼失率を知ることができる。ここで若干注意すべきことは、これらの数値は、上述のごとく、1000棟分の街区（建ぺい率が100%のときは家屋が1000棟存在する）に於ける

附表 木造、耐火、空地 3 者混在のときの木造燃失棟数と焼失率 (1000棟分の領域に於いて)

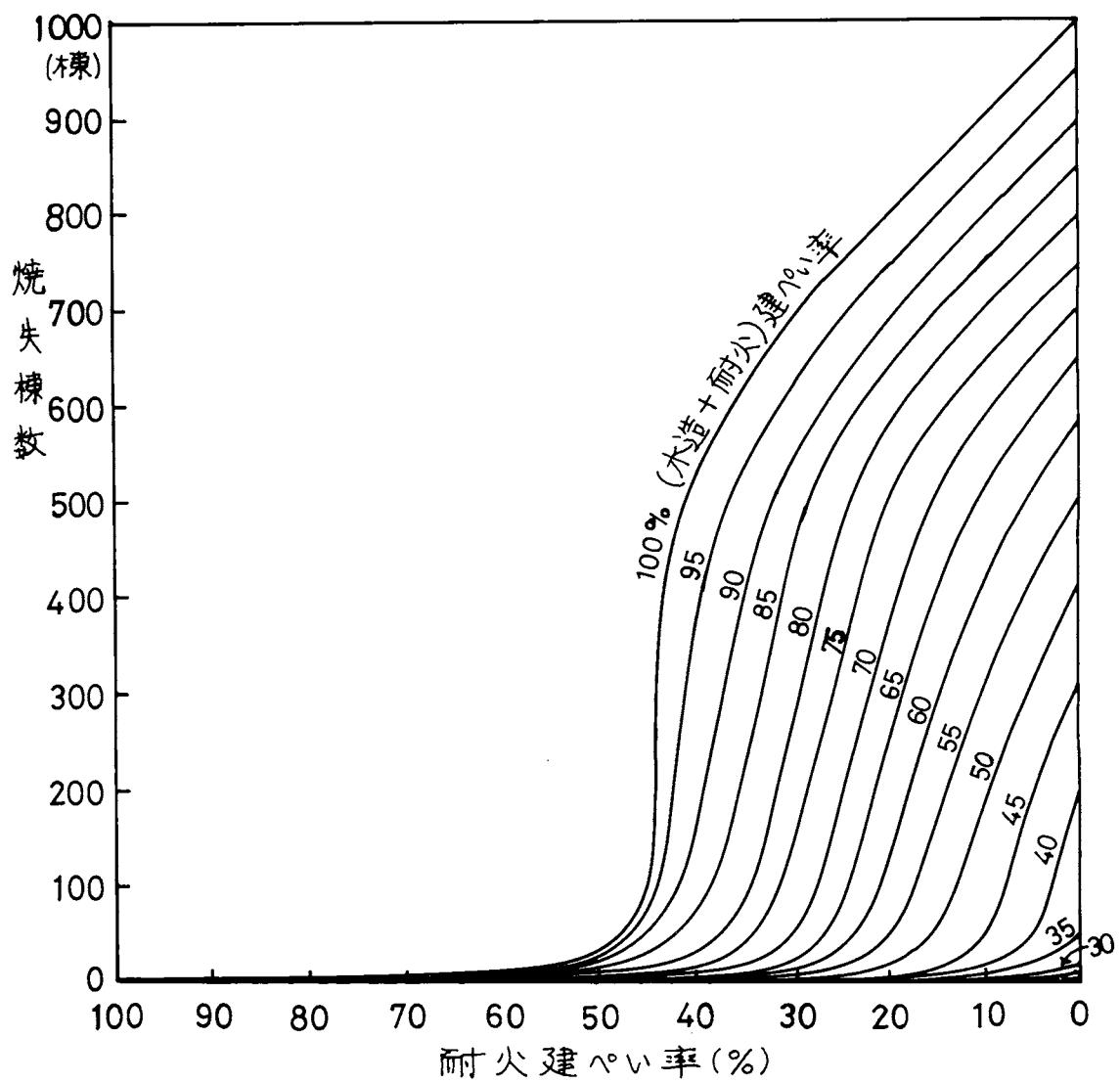
(木造+耐火)建ぺい率(%)

	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
0	1000 100	950 100	900 100	850 100	800 100	749 99.9	698 99.7	644 99.1	588 98.0	505 91.9	414 82.7	311 69.8	200 50.0	48.0 13.7	20.9 7.0	9.5 3.8	5.4 2.7	3.8 2.5	2.4 2.4	1.6 3.3
5	950 100	900 100	850 100	800 100	748 99.7	697 99.4	644 99.1	586 97.7	505 91.9	414 82.7	311 69.1	200 50.0	48.0 13.7	20.6 6.9	9.5 3.8	5.4 2.7	3.8 2.5	2.4 2.4	1.6 3.3	
10	900 100	850 100	800 100	748 99.7	696 99.4	644 99.1	586 97.7	505 91.9	414 82.7	311 69.1	187 46.8	44.1 12.6	20.3 6.8	9.5 3.8	5.4 2.7	3.8 2.5	2.1 2.1	1.6 3.3		
15	850 100	800 100	746 99.5	692 98.9	644 99.1	586 97.7	505 91.9	406 81.3	305 67.7	186 46.5	40.2 11.5	18.3 6.1	9.5 3.8	5.4 2.7	3.8 2.5	2.1 2.1	1.6 3.3			
20	798 99.8	746 99.5	684 97.7	638 98.2	584 97.4	503 91.5	374 74.7	264 58.6	182 45.6	40.2 11.5	17.8 5.9	8.3 3.3	5.4 2.7	3.8 2.5	2.1 2.1	1.6 3.3				
25	742 98.9	684 97.7	630 96.9	576 96.1	467 84.9	327 65.3	191 42.6	74.8 18.7	39.9 11.4	16.3 5.4	8.2 3.3	4.7 2.4	3.7 2.4	2.1 2.1	1.6 3.3					
30	678 96.9	628 96.6	558 93.1	426 77.5	274 54.8	159 35.5	44.6 11.1	25.4 7.3	15.2 5.1	6.9 2.8	4.7 2.4	3.4 2.3	2.1 2.1	1.6 3.3						
35	607 93.4	531 88.4	393 71.5	226 45.2	82.8 18.5	32.9 8.2	17.1 5.0	11.4 3.8	6.1 2.5	4.1 2.1	3.4 2.3	2.1 2.1	1.6 3.3							
耐 火 建 ぺ い 率 (%)	40	523 87.2	388 70.6	118 23.5	78.7 17.5	28.9 7.3	13.0 3.7	10.0 3.3	5.9 2.4	3.9 2.0	3.2 2.1	2.1 2.1	1.6 3.3							
45	97.9 17.8	85.4 17.1	72.2 16.1	27.5 6.9	11.1 3.2	9.1 3.0	5.2 2.1	3.7 1.9	2.9 2.0	2.1 2.1	1.6 3.2									
50	34.5 6.9	31.7 7.1	20.2 5.0	10.4 3.0	8.1 2.7	4.6 1.9	3.5 1.8	2.9 2.0	2.0 2.0	1.6 3.2										
55	16.1 3.6	13.2 3.3	9.5 2.7	8.1 2.7	4.2 1.7	3.2 1.6	2.6 1.7	2.0 2.0	1.6 3.2											
60	9.7 2.4	7.4 2.1	7.6 2.6	4.1 1.7	3.0 1.5	2.4 1.6	1.9 1.9	1.6 1.9	1.6 3.2											
65	6.8 1.9	5.8 1.9	4.1 1.6	3.0 1.5	2.3 1.6	1.8 1.6	1.6 1.8	1.6 3.2												
70	4.8 1.6	3.8 1.5	2.9 1.5	2.2 1.4	1.8 1.8	1.8 3.2														
75	3.3 1.3	2.8 1.4	2.1 1.4	1.8 1.8	1.5 3.0															
80	2.4 1.2	2.0 1.4	1.6 1.6	1.4 2.8																
85	1.9 1.3	1.6 1.6	1.4 2.8																	
90	1.5 1.5	1.2 2.4																		
95	1.2 2.3																			

値であり、焼失率とは木造家屋の棟数に対する値であるということである。従って、混在比率が同じであっても、面積の異なる街区にこの表の値をそのままあてはめるときには注意が必要である。この表を利用する際には、焼失棟数の値を使用する方が一般には誤差が少ないと考えているが厳密に確かめたわけではない。

この表からわかるように、焼失棟数について云えば、木造家屋の建ぺい率が全面積に対して60%以上の範囲では、木造以外の部分が空地であるか或は耐火家屋であるかの差は非常に小さい。その影響が比較的に顕著にあらわれているのは、木造建ぺい率が40内至55%のあたりである。木造家屋を耐火家屋に置き換えれば焼

失棟数は当然減少するが、その減少効果の傾向は第3図の曲線によって示される。第3図の曲線は附表の数值から(木造+耐火)建ぺい率を一定として描いたものであるが、この建ぺい率の値が大きい程減少効果が大きいという傾向が見られる。



第3図 (木造+耐火) 建ぺい率が一定のときの耐火建ぺい率と木造焼失棟数の関係

もえ移り確率に関する模型実験

橋 房 夫

1. まえがき

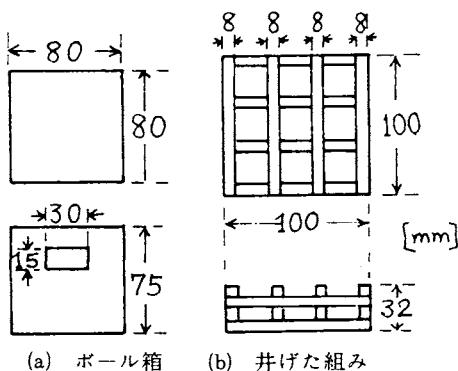
家屋密集地域において火事が発生したとき、それが次々にとなりに延焼していく現象を確率現象とみなすことが出来れば、適当な2次元格子を用いた確率モデルによってシミュレートできる。正方格子の場合を考えると、まず問題となるのは、(イ)となりへもえ移る現象が果して確率現象的であるか、(ロ)確率的であるとして、例えは横となりへもえ移る確率はその間隔に対してどのような関係にあるか、(ハ)斜向いの方向へのもえ移りと、横となりへのそれとは確率の値においてどのような関係にあるか等である。

この実験では以上の問題点を模型実験によって求め或は確かめ、計算実験の際のパラメータ決定の根拠にしようとした。

さらに、大火の場合のもえ移り確率を求める実験的手法についても一つの試みを行った。

2. 実験に用いた模型

家屋の模型として、厚さ約3mmのダンボール紙で作った、底面80mm×80mm、高さ75mmの箱の側面に、15mm×30mmの窓をそれぞれ1コづつ計4コあけたもの、及び太さ8mm×8mm長さ100mmの檜の角棒4本を4段に井げた状に組み重ねたもの2種類（第1図）を用いた。なお、ダンボール箱の中には半頁分の新聞紙をまるめ

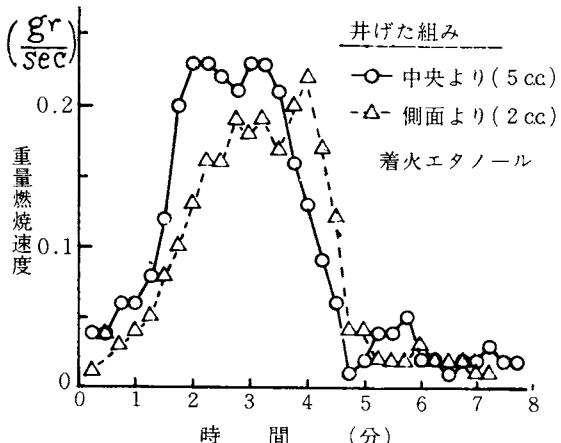
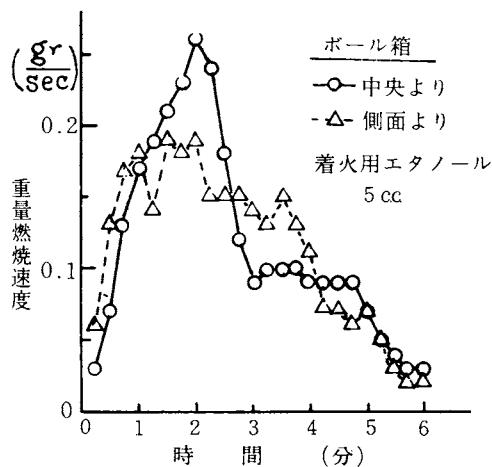


第1図 模型の概略図

て入れ、井げた組みの方は上部全面にアルミシート（クッキングフォイル）を屋根状にはった。

ポール箱の重量は平均39gr、井げた組みは平均45grであり、含水率はそれぞれ約6%、8%である。（相対湿度約30%の空気中に長時間放置したもの）

着火にはエタノール5ccを用い、ポール箱の場合は



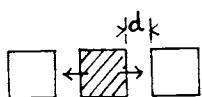
第2図 重量燃焼速度の時間変化

中に入れた新聞紙にしみこませて着火し、井げた組みの場合は中央下部に鉄製小皿をおいて着火した。

それぞれの重量燃焼速度を第2図に示す。模型の側面から着火した場合も示してあるが、これはとなりからもえ移る場合の燃焼状況を類推するためである。中央着火と側面着火とでは燃焼速度に若干の差が認められる。

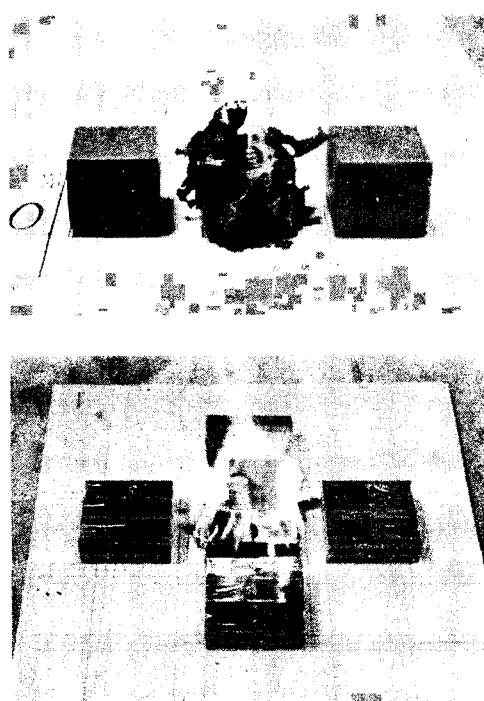
3. 横どなりへのもえ移り

最も単純に、第3図に示すように模型を平行にならべ、その1個に人為的に着火したとき、となりにもえ移るか否かの試行実験を、間隔を種々変えて繰返した。



第3図 模型配置（横どなり）

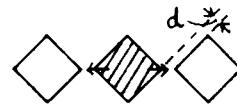
実験回数を減らすための手法として、人為着火の模型の左右、或は前後左右に模型を置き、一回の実験で2つ或は4つの結果が同時に求まる方法を採用した。この場合、もえ移った模型が、他のまだもえ移らない模型のもえ移る確率に影響を与えないように、もえ移りが確認された直後にその模型を取り除き、身代りに不燃物できた同型の模型を置く等の注意を払った。第4図の写真は実験の状況を示す。



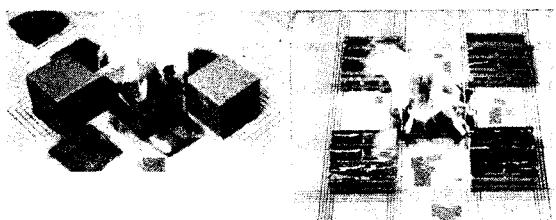
第4図 (上)ポール箱、(下)井げた組み

4. 斜向いへのもえ移り

模型の棱と棱とを向かい合わせ第5図のように正方形配置になるように置き、上記の横どなりの場合と同様の試行実験を繰返した。第6図は実験の状況である



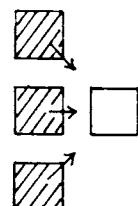
第5図 模型配置（斜向かい）



第6図 (左)ポール箱、(右)井げた組み

5. 3個の模型が同時にもえている場合

第7図に示すように、模型4個を正方格子状に配置し、その内の3個に同時に人為着火し、横に置いた1個の模型に対するもえ移り確率を求める実験を行った。このような配置のときには横どなりと斜向いからの火の効果が同時に作用したときの確率が求められるわけであり、従って上記のそれぞれ単独に求めた確率との関係が得られる。



第7図 模型配置（3個同時着火）

6. 実験結果

確率 p の値と模型間の間隔 d との関係を、第1表及び第8図に示した。1つの確率の値を求めるための試行の回数は、最低10回とした。（表及び図に於ける斜向いの場合の d の値は、正方格子状に配置したときの模型の面間隔の数値で示してある。棱と棱との直距離は、従って $\sqrt{2} \cdot d$ である。）

確率と間隔の関係は、横どなりと斜向いの場合はほ

ダンボール箱 8 cm × 8 cm × 7.5 cm(高さ), 重量: 平均39gr, $h = 7.5$ cm, $\ell = 8.0$ cm

	間隔 d (cm)	3	4	5	6	
	d/\sqrt{hl}	0.387	0.516	0.645	0.774	
	もえ移.ト=回数	12/12	8/14	3/12	0/12	
	試行回数					
	確率 p	1.0	0.57	0.25	0	

	間隔 d (cm)	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5
	d/\sqrt{hl}	0.065	0.097	0.129	0.161	0.194
	もえ移.ト=回数	10/10	11/13	4/12	1/8	0/10
	試行回数					
	確率 p	1.0	0.85	0.33	0.13	0

	間隔 d (cm)	3	4	5	6	7
	もえ移.ト=回数	3/3	14/14	3/14	1/14	0/6
	試行回数					
	確率 p	1.0	1.0	0.21	0.07	0

井げた組み 8 mm × 8 mm × 10 cm の檜棒 4 本 4 段

高さ 3.2 cm, 重量: 平均45gr, $h = 3.2$ cm, $\ell = 10.0$ cm

	間隔 d (cm)	1	2	3	4	
	d/\sqrt{hl}	0.177	0.353	0.530	0.707	
	もえ移.ト=回数	11/11	7/11	4/11	0/11	
	試行回数					
	確率 p	1.0	0.64	0.37	0	

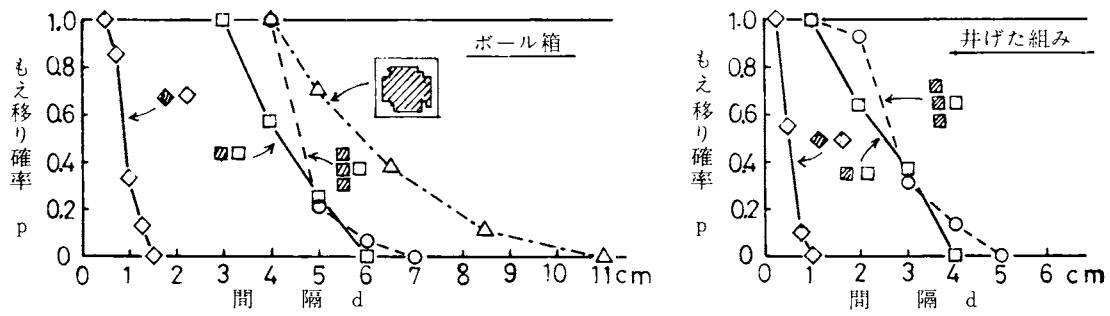
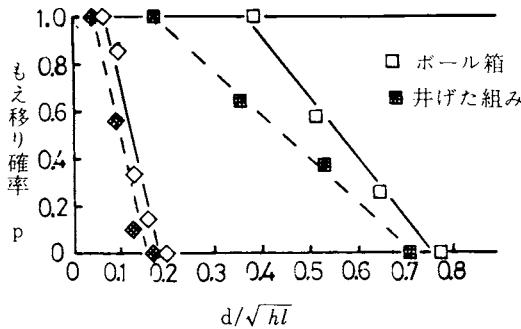
	間隔 d (cm)	0.25	0.5	0.75	1.0	
	d/\sqrt{hl}	0.044	0.088	0.133	0.177	
	もえ移.ト=回数	10/10	6/11	1/10	0/10	
	試行回数					
	確率 p	1.0	0.55	0.1	0	

	間隔 d (cm)	1	2	3	4	5
	もえ移.ト=回数	12/12	13/14	4/13	2/14	
	試行回数					
	確率 p	1.0	0.93	0.31	0.14	0

第1表 もえ移り確率と間隔 d との関係

ば直線的である。また斜向いは横どなりと比べて、或る間隔における確率値は非常に小さく無視して差支えない程度である。しかるに3個同時にやした場合の確率の値は、横どなりの場合の確率の値よりも概して大きく、(図に破線で示す)かつ途中で折れ目のある線となっている。この傾向はボール箱と井げた組みの両方の模型の場合に共通であり、測定誤差とも考えにくい。とにかくこの結果は斜向いの確率が横どなりの確率に対して無視できないことを示しており、横どなり、斜向いそれぞれ単独の場合の実験結果と、確率的に予盾していることになる。すなわち、3個もえてい

るときのもえ移り確率を、1個がもえているときのもえ移り確率の単純な組合せでは表わせないことを示している。第9図は確率 p を無次元量 d/\sqrt{hl} の関数として図示してみたものである。 h は向い合う面の高さ、 l は横幅である。面からの輻射の量と模型の形状が支配的であると考え、かつ、形状を表わす因子を 1 と置いた場合に相当する。横どなりの場合を示す右側の直線において、井げた組みの方が傾斜がゆるやかなのは、アルミシートを付けた影響とも考えられるが、この点は更に実験的に検討する必要があろう。

第8図 もえ移り確率 p と間隔 d との関係 (a)ボール箱, (b)井げた組み第9図 もえ移り確率 p と d/\sqrt{hl} との関係, h : 向い合う面の高さ, l : 横巾

7. 大火の場合のもえ移り確率

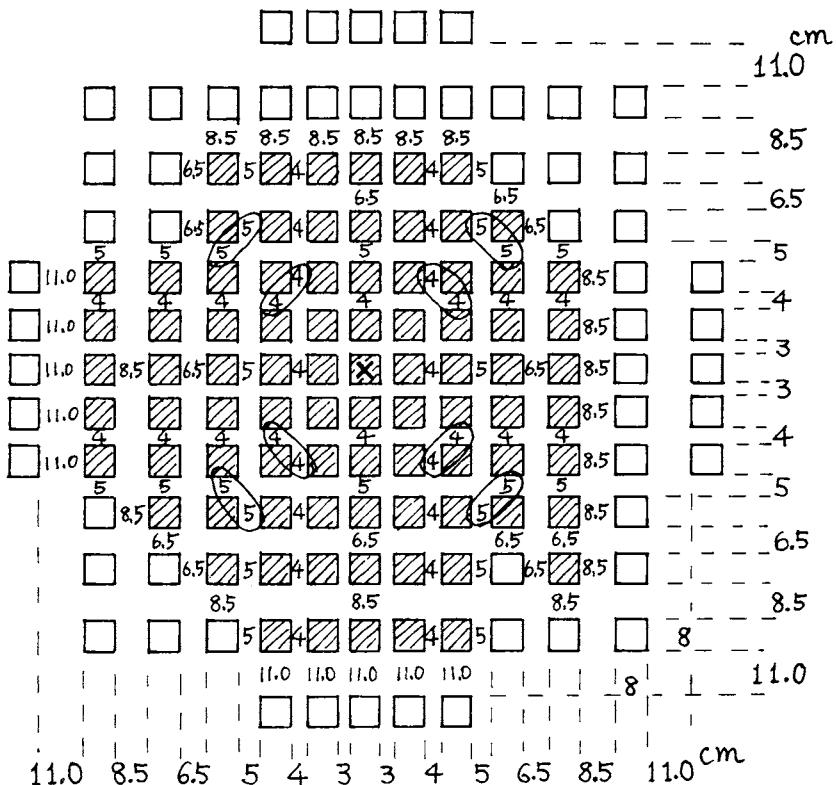
大火の場合には、もえ移り確率の値の増加が予想される。どの程度増加するか、1個の火事の場合の確率の値からどのように増加して行くか、いつ飽和するか等、これらの問題を一つ一つ実験していく事はかなりの実験量となるので、今回これらを効果的に求めようとするひとつの実験的手法を試みてみた。第10図に示すように、中央部は間隔が狭く、周辺に行くに従って間隔が少しづつ広くなるような模型の配置を考える。いま中央部に着火すれば、火は延焼して周辺に拡がり、或る間隔のところで焼け止る筈である。焼け止ったところの間隔の数（試行回数）と間隔 d の値、また、もえ移った間隔の数（試行回数）と間隔 d の値とを調べていけば、或る間隔 d に対するもえ移り確率を求める事ができる。すなわち、1回の実験の中に多数回の試行が含まれている形式である。この場合、模型配置のときの間隔の値の選び方、間隔の値の変化の割合を適当に決めることにより、焼け止るときの火事全体の大きさを適当に変化させることができるので、望みの大きさの火事におけるもえ移り確率を決定することができる。実験の結果を第10図の下欄と第8図(a)中の鎖線で示したが、これは84個の模型が焼けたときのもえ

移り確率である。第10図で模型の間に数字が書き込んである場所は、もえ移ったか否かの試行として採用した場所であり、数字は間隔 d の値である。何も書き込んでない間隔の部分は、試行として採用しなかったことを示す。

この方法が利用できるとすれば、実際の大火の焼け止りの調査から確率値を求めることが原理的には可能なわけであり、実はこの実験的手法を試みたもうひとつのねらいはそこにあるわけである。

8. 検証実験

模型を或る一定間隔で正方格子状に配置し、中央附近に着火する。このときの延焼パターン、或は焼け止りパターンを、その間隔に対応する確率値を用いた計算実験の結果と比較することにより検証することができる。計算実験の方は時間と無関係であるが、一応各ステップと比較する意味で、実験の方の2分おきのパターンを掲げた。二つの代表的な例を第11図に示した、すでに述べたように、火事の大きさによりもえ移り確率が変るために、確率値一定と置いた計算実験との間に、火事の進行につれてずれが見られる。すなわち、間隔一定に配置した実験においては、火事が小さいときは確率値を小さく設定した計算実験に対応し、延焼が進んで火が大きくなると、確率値を大きくとったときの計算実験のパターンに近くなる。従って第11図(a)のように、模型の間隔が比較的広く、もえ移り確率が小さい場合は、はげしい延焼が起らず火事が少数個で焼け止るので、計算実験の場合との相似が、かなりよいことがわかる。第12図は不燃物混在の場合であり、参考のために示した。



間 隔 d (cm)	4	5	6.5	8.5	11
もえ移った回数	28	14	5	2	0
試 行 回 数	28	20	13	18	10
確 率 p	1.0	0.7	0.4	0.1	0

第10図 大火の場合のもえ移り確率を求める模型的手法

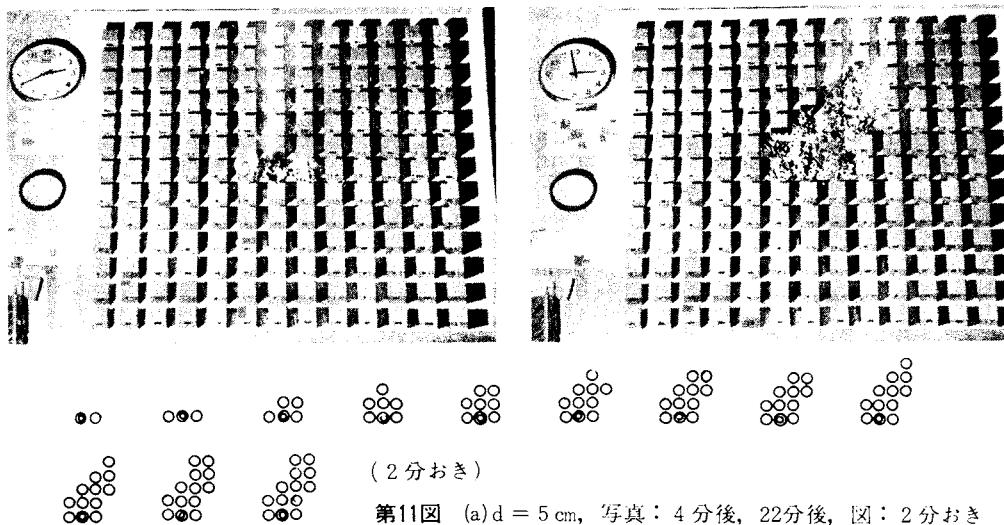
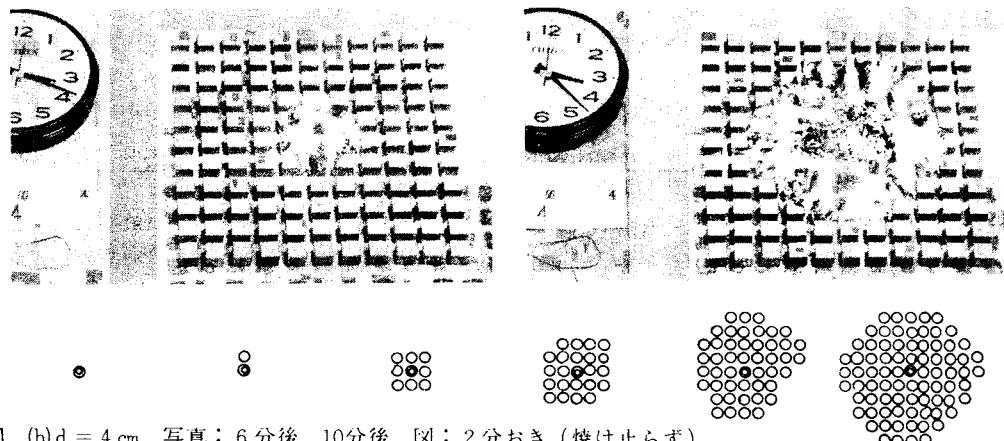
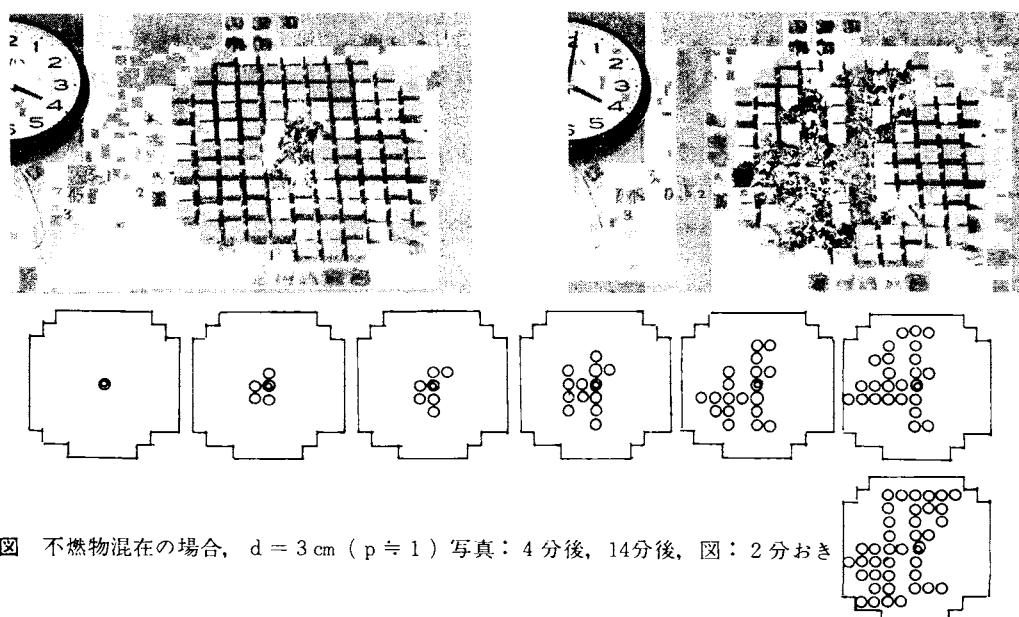
9. あとがき

簡単な模型を用いた実験ではあるが、一応一つの模型から他の模型へもえ移る現象が確率的であることが示された。しかし、すべての延焼現象を一律に個々のもえ移り確率のみで説明することには無理があり、火災の規模の影響を考慮すべきであるという事もわかつた。今回の実験においても、この点に関して若干のデータは求められているが不充分であるので、今後引続いて模型実験的に調べて行きたいと考えている。

なお、この研究は文部省統計数理研究所樋口伊佐夫

氏を代表者とする「災害の伝播に関する統計的研究」（文部省持研費）*の一分担項目として行ったものであり、グループの方々の特に確率論的観点からの御教示に対して感謝の意を表します。

*この研究の全般については、「研究集会資料（シミュレーションとモデル実験）」を参照のこと。請求は下記宛：東京都三鷹市中原3-14-1 消防研究所内橋房夫

第11図 (a) $d = 5\text{ cm}$, 写真: 4分後, 22分後, 図: 2分おき第11図 (b) $d = 4\text{ cm}$, 写真: 6分後, 10分後, 図: 2分おき (焼け止らず)第12図 不燃物混在の場合, $d = 3\text{ cm}$ ($p \approx 1$) 写真: 4分後, 14分後, 図: 2分おき

使用済核燃料輸送容器(キャスク)について

島 田 裕 久

1. キャスクとは

現在、世界の原子力発電の主力は軽水炉であり、日本においても第1表¹⁾に示すように、すでに稼動中のもの、建設および計画中のものを含めて、沸とう水型(BWR)、および加圧水型(PWR)のいわゆる軽水炉が、そのほとんどを占めている(将来は軽水炉よりさらに効率のよい新型転換炉、高速増殖炉が開発され、実用化されると思われる)。したがって、このような原子力発電所の増加とともに、原子炉から排出される使用済核燃料の再処理工場への輸送は急速に増加することが当然予想される。

昭和48年3月、わが国最初の発電用軽水炉の使用済核燃料(BWR用の長尺燃料)が、敦賀原子力発電所(日本原子力発電会社)から、英國核燃料会社(BNFL)のウインズケール再処理工場へ積出され、国際間の輸送が開始された。もちろん、東海発電所から英國への輸送は、すでに行なわれていたが、燃料の長さの短いガス冷却炉用のものであった。今後問題になってくるのは、敦賀のようなBWR型、およびPWR型の発電用軽水炉からの長尺燃料の輸送である。

このような輸送に際して、使用済核燃料を収納する容器を使用済核燃料輸送容器といい、一般に略してキャスクという。このキャスクの内容物である使用済核燃料は、多数の核分裂生成物をもつ大放射線源であり、かつその中の放射性同位元素の崩壊により、多量の崩壊熱を発生するため、輸送中に万一キャスクの破損事故などを起し、多量の放射能を逸散した場合、一般公衆の生命および財産に与える損傷はきわめて大きいと考えられる。したがって、輸送中の安全を確保するために、キャスクは通常時はもちろん、あらゆる事故に対して十分安全でなければならない。

2. キャスクの安全基準

使用済核燃料の国際間の輸送を円滑化するために、国際原子力機関(IAEA)で、国際的に統一した「放射性物質の安全輸送規則」が作製されているが、この改

訂が1973年に行われ、現在、各国の国内規則を、これにもとづいて整備することが勧告されており、日本においても、後で述べる国内輸送の増大等を考慮して、従来の「核燃料物質輸送容器の安全性審査基準」の改訂を目的とし、現在、原子力委員会の専門部会において、放射性物質安全輸送規則の検討が行なわれている。これにより放射性物質の輸送に関する安全基準、輸送容器の設計基準および評価方法がより明確になるものと思われるが、キャスクは、他の危険物輸送容器と比較して、つぎのような安全上の配慮が、これらの規則、基準の根本となっている。

- i) 放射線のしゃへい、および放射性物質の密封性。
作業員、公衆および環境に対する放射線防護を行なう。
- ii) 熱除去。
崩壊熱を放散し、使用済燃料の破損、溶融を防止する。
- iii) 核的安全性

使用済燃料の臨界を防止する。

これらは通常の輸送時および輸送過程における保管中はもちろん、事故時にも確保されなければならない。この事故条件として、IAEA規則によると、

- i) 落下
キャスクが9mの高さから落下する。
- ii) 火災
800°Cの熱放射環境に30分間さらされる。
- iii) 水漬

15mの深さの水中に沈められる。

などがあり、このような事故に対しても、十分安全性の保証できるキャスクでなければならないとされている。

3. 再処理工場の輸送状態

わが国における最初の再処理工場の建設は、動力炉・核燃料事業団によって進められ、昭和50年4月に操業を開始される予定であるが、これにともない使用済

第1表 発電用原子炉

番号	名称	所在地	始動	形式：燃料減速材 冷却材、備考	熱出力 正味電気出力 (MW)	設計者 (建設者)
1	JPDR	東海村	1963/8/22	低濃縮直接サイクル BWR	90 12	米 GE (米 GE)
2	Tokai	東海村	1965/5/4	天然U黒鉛減速CO ₂ 冷却	587 159	英 GEC
3	Tsuruga	敦賀市	1969/10/3	BWR	968.4 341	米 GE
4	Mihama-1	美浜町	1970/7/29	PWR	1,031 320	WH
5	Fukushima-1	大熊町 双葉町	1970/7/15	BWR	1,400 439.3	GE
6	Fukushima-2	"	(1973)	BWR	23,800 760	GE
7	Mihama-2	美浜町	1972/7/25	PWR	1,456 470	三菱原子力
8	Fukushima-3	大熊町 双葉町	(1974)	BWR	23,800 760	東芝
9	Shimane-1	鹿島町	1973/3/29	BWR	1,380 440	日立
10	Hamaoka-1	浜岡町	(1974)	BWR	1,593 515	東芝
11	Takahama-1	高浜町	1974/11/14	PWR	— 780	WH／三菱重
12	Onagawa-1	女川町	(1975)	BWR	1,593 497	東芝
13	Genkai-1	玄海町	(1975)	PWR	1,650 529	三菱重
14	Takahama-2	高浜町	(1975)	PWR	— 780	三菱
15	Fugen	敦賀市	(1975)	ATR	— 115	5 グループ
16	Fukushima-5	双葉町	(1975)	BWR	2,381 760	東芝
17	Oi-1	大飯町	(1976)	PWR	— 1120	WH
18	Oi-2	大飯町	(1976)	PWR	3,423 1120	WH
19	Tokai-2	東海村	(1976)	BWR	— 1056	GE
20	Fukushima-4	大熊町	(1976)	BWR	2,381 760	日立
21	Fukushima-6	双葉町	(1976)	BWR	— 1056	GE
22	Mihama-3	美浜町	(1976)	PWR	2,440 793	三菱重
23	Ikata	伊方町	(1977)	PWR	— 543	—
24	Hamaoka-2	浜岡町	(1976)	BWR	— 810	—
25	Fukushima Daini	柄葉町	(1977)	BWR	— 1067	—

核燃料の国内輸送が開始され、その輸送量も第2表²⁾の再処理需要に比例して、増大するものと思われる。

また、使用済核燃料の再処理工場への輸送の増大とともに、第1図³⁾に示されるように、再処理生産物と廃棄物の再処理工場外への輸送も必要となる。すなわち、使用済核燃料の輸送のほかに、硝酸塩あるいは酸化物のプルトニウム生成物、ウラン硝酸塩、ウラン弗化物、ネプツニウム硝酸塩、そして高放射性固体廃棄物やアルファ線放射性廃棄物などの輸送が必要になる。輸送は、普通トラック、重量物運搬用トラック、鉄道および船舶によって行なわれ、これまで、普通トラックは約38トン以下で、キャスクは24トン程度、特別な重量物運搬用トラックを用いれば、45トン車輌で、キャスクは約30トン。第2図⁴⁾には45トントラックの輸送形

第2表 わが国の再処理需要見通し

昭和年度	原子力発電開発規模	年間需要トン-U	累積需要トン-U
50	944万kWe	100	300
55	3,200万kWe	700	2,600
60	6,000万kWe	1,600	8,600
65	10,000万kWe	2,600	19,000

(注) ① ATRは昭和50年代後半から導入され、昭和65年度には1,000万kWeになるものとする。

② 軽水炉燃料および新型転換炉燃料の合計である。

態の例を示す。また55トン程度の特殊トラックでは、キャスク重量は40トン程度といわれていたが、現状では20トンから100トンが考えられている。日本では発

所 有 者 (運 営 者)	燃 料	被 覆 (厚mm)	減 速 材 (量)	冷 却 材
	濃縮度：量、材質、形状			
原子力研究所	26%U : 4770kg(UO ₂) UO ₂ ペレット	Zry-2 (0.76)	軽水: 62.5トン	軽水
日本原子力発電	天然U : 186.14トン 金属U中空丸棒フィン付	Magnox (1.78)	黒鉛 870トン	黒鉛 CO ₂
日本原子力発電	2.17% : 2.49%UO ₂ : 60.7トン ロッド	Zr-2 (0.9)	軽水	軽水
関西電力	2.1%UO ₂ : 40トン		軽水	軽水
東京電力	2.50%UO ₂ : 78トン		軽水	軽水
東京電力	2.58%UO ₂ : 107トン		軽水	軽水
関西電力	2.4, 2.8, 3.5%UO ₂ : 48トン	Zr-4 (0.6)	軽水	軽水
東京電力	2.58%UO ₂ : 107トン		軽水	軽水
九州電力	2.09%UO ₂ : 78トン	Zr-2 (0.9)	軽水	軽水
中部電力	2.2%U : 81.3トン	Zr-2 (0.81)	軽水: 150トン	軽水
関西電力	3.3%UO ₂ : 71トン	Zr-4 (0.62)	軽水	軽水
東北電力	2.2%U : 81トン	Zr- (0.81)	軽水: 150トン	軽水
九州電力	3.4%U : 48トン	Zr-4 (0.617)	軽水	軽水
関西電力	3.3%U : 70トン	Zr-4 (0.62)	軽水	軽水
動燃			重水	軽水
東京電力	2.2%U : 121トン	Zr-2 (0.81)	軽水: 200トン	軽水
関西電力	2.6, 3.2%U : 87トン	Zr-4 (0.62)	軽水	軽水
関西電力	"	"	"	"
日本原子力発電			"	"
東京電力	2.2%U : 121トン	Zr-2 (0.81)	軽水: 200トン	軽水
東京電力			"	"
関西電力	2.7, 3.33%U : 70トン	Zr-4 (0.62)	軽水	軽水
四国電力			"	"
中部電力				
東京電力				

電所から船積みし、再処理工場付近の港からトラックに積み替えて輸送するとして、港から再処理工場までに重量制限がなければ、キャスクはより大型化されるであろう。現在関係者は75トンから100トン程度を考えているようである。

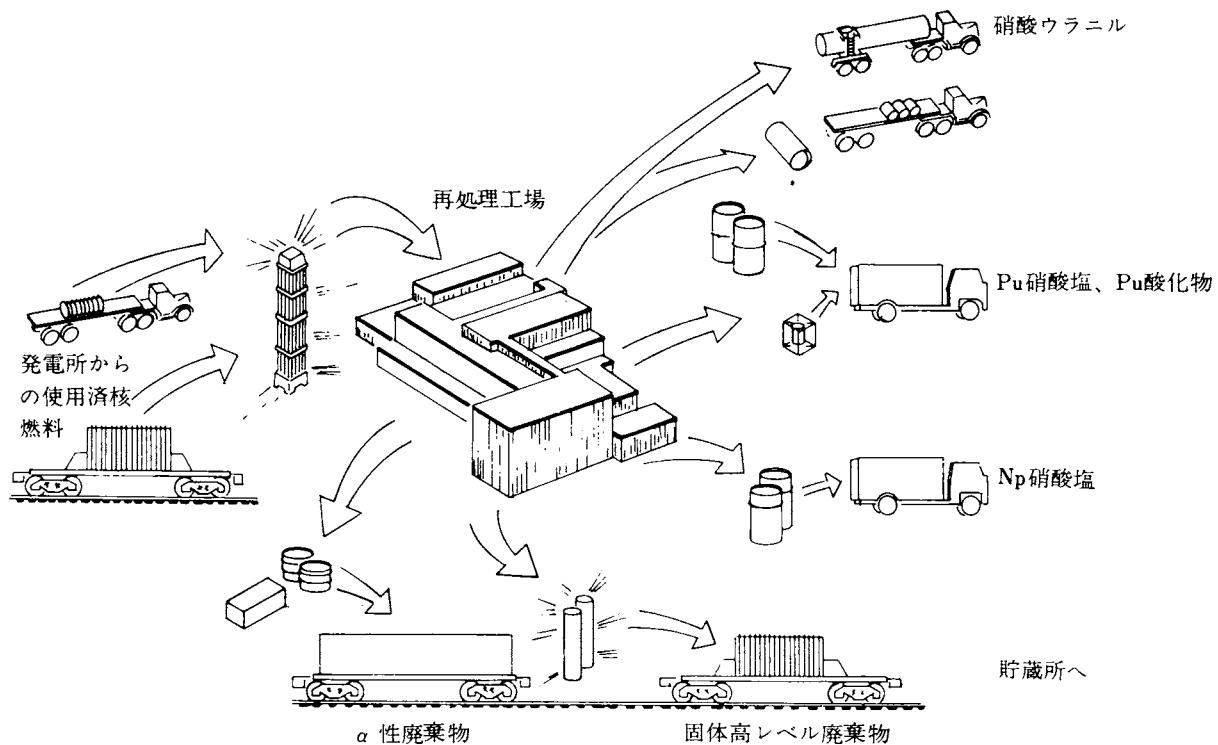
4. キャスクの標準的構造と実例

第3図⁵⁾Battelle Memorial Instituteによって示されたキャスクの標準形式で、軽水炉用燃料集合体18本を輸送するように設計されたものである。各燃料集合体は燃料バスケットと呼ばれる棒の中に挿入される。このバスケットは棒としてばかりでなく、壞変熱の除去にも重要な役割を果している。燃料の収納される空間をキャビティとよんでいる、キャビティは普通ステンレス

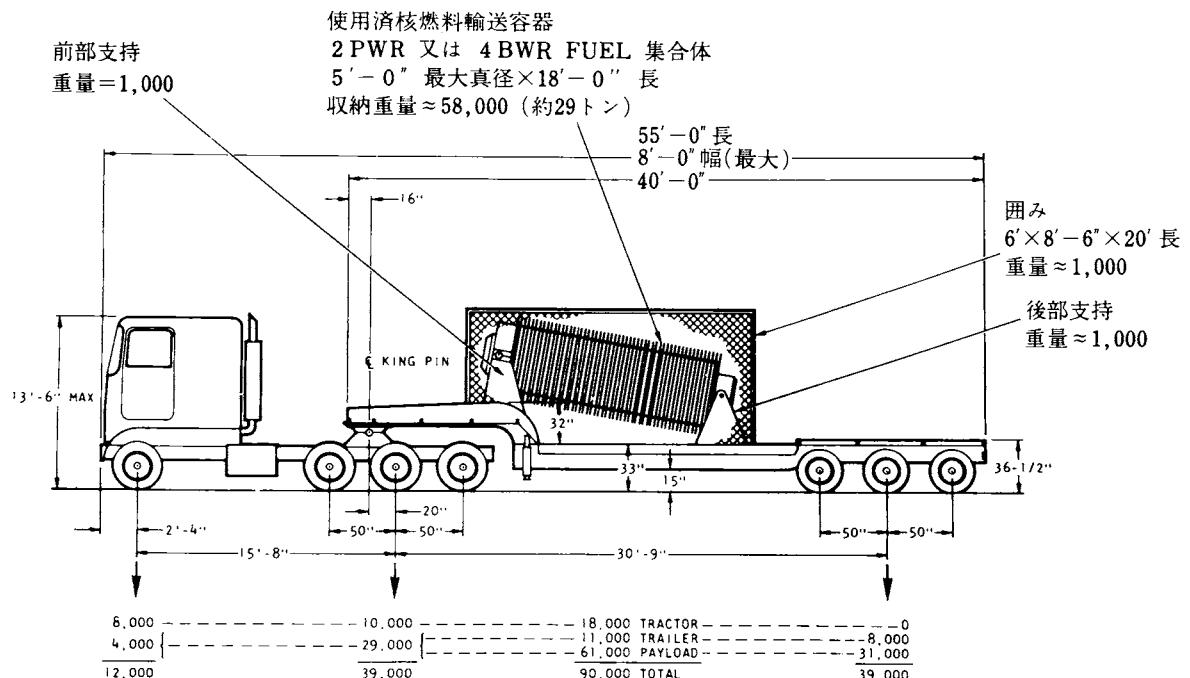
ス鋼でつくられて、それはさらに放射線しゃへい用の鉛で包まれ、その外側はまた炭素鋼またはステンレス鋼でおおわれている。第3図は外側のフィンによってすべての発生熱を除去する方法をとっているが、このフィンのないキャスクもある。また大型容器では内部冷却材（普通は水）を二次冷却材でさらに冷却する方式、すなわち外部冷却装置を設ける場合もある。

最近の鉛キャスクの1例として、NFS-M100を第4図⁶⁾に示す。このキャスクは鉄道輸送用キャスクで、スキッドを含めて60トン、長さ130インチ外径はフィンまで含めて70インチ、しゃへい鉛で40トン、厚みは8.75インチ、キャビティは内径40インチ、深さ103インチ、である。除熱能力は約28kWである。

最近の新しいキャスクには、しゃへい材として劣化

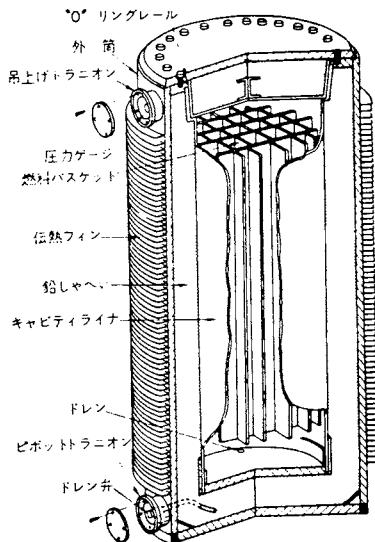


第1図 核燃料再処理工場における放射性物質の輸送



第2図 特別重量物輸送トラック

使用済核燃料輸送容器（キャスク）について（島田）

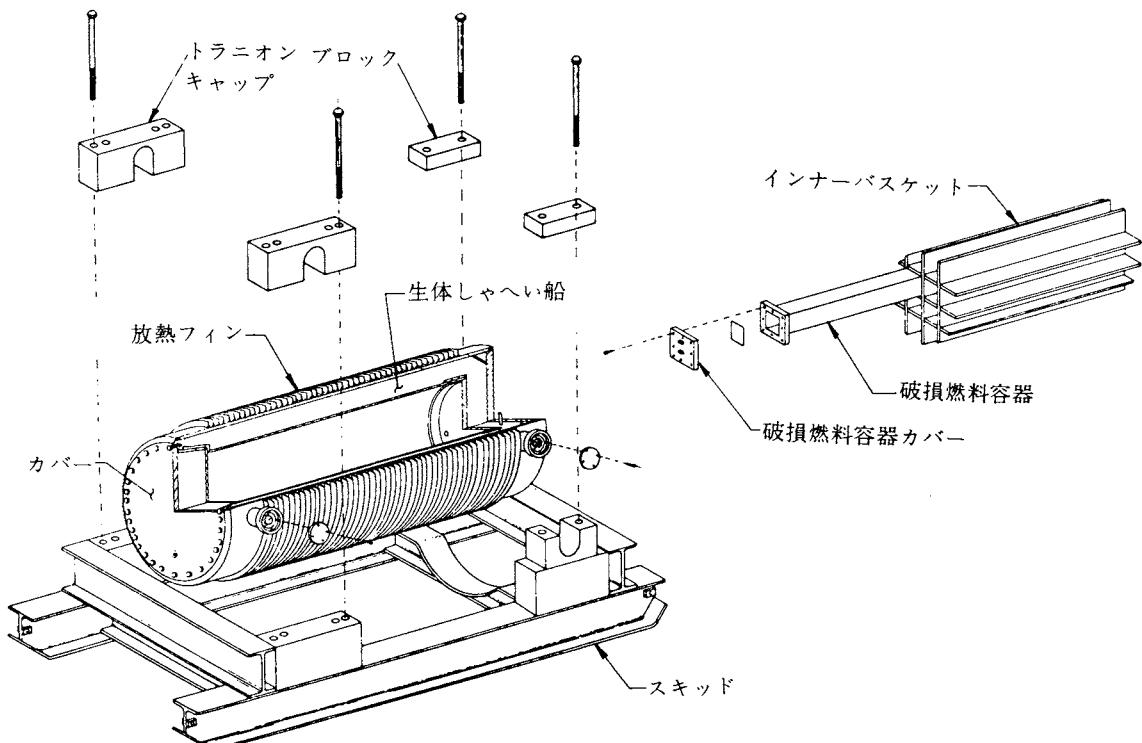


第3図 キャスクの標準形式

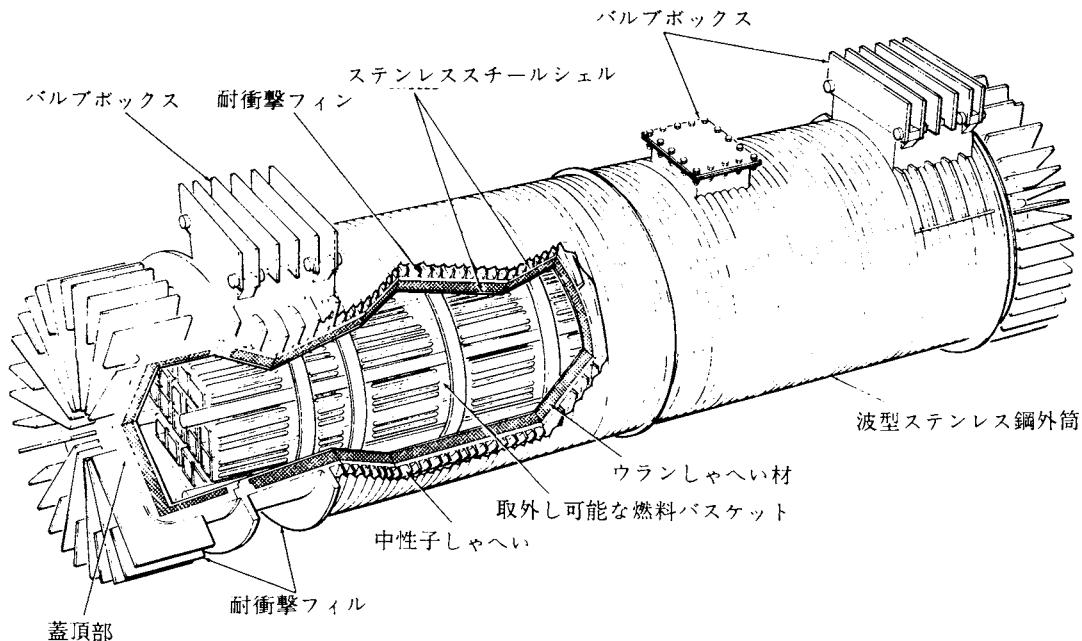
ウランを用いているものがある。その一例として G E 社（米国）の IF 300 を第 5 図⁷⁾に示す。このキャスク重量は 65 トン、付属物を含めて 85 トン、BWR 型の燃料集合体なら 18 体、燃料集合体固定用のバスケットとヘッドを交換することにより、PWR 型燃料なら 7 体（鉛しゃへいの場合、BWR 用 9、PWR 用 4）を輸送することができる。また周囲のフィン付シェルと波形ステンレス鋼板外筒との間に水を入れて中性子しゃへいと熱除去の促進をはかっている。

大きさは、外径 75 インチ、長さ 209 インチ、キャビティは内径 63 1/4 インチ、深さ 183 インチで劣化ウランのしゃへい厚は 4 インチである。

この IF 300 の開発は、1968 年に開始して、1971 年に完成したものである。このように本格的な大型キャスクの実用化はこれからであって、さらに開発の努力が続けられている事実を思うとき、わが国が大型化国産化を果すためには、その安全性確保のため、多くの開発費と日時を注がねばならないことは当然であり、たかが鉛の箱をというのではなく、各分野の協力が必要と思われる。



第4図 NFS-M100キャスク



第5図 IF 300 使用済核燃料輸送容器

文 献

- 1)、2) 原子力年鑑、1973年版、日本原子力産業会議編。
- 3)、4) 青木成文：使用済核燃料の輸送とその問題点、原子力工業、第18巻第12号（1972）P.5
- 5) 青木成文：使用済核燃料輸送容器の現状と問題点、原子力工業、第15巻第7号（1969）P.28
- 6) E.C.Lusk : Lead Remelt Experience With 60 ton cask, Proceedings of the Third International Symposium on Packaging and Transportation of Radioactive Materials, 1971, Richland Washington, U.S.A.
- 7) R.H.Jones and C.W.Smith : IF300 Spent Fuel Shipping Cask Design Experience, 文献6)BNWL-SA-3906(1971) P.288

関市で発生した竜巻による被害調査

山 下 邦 博

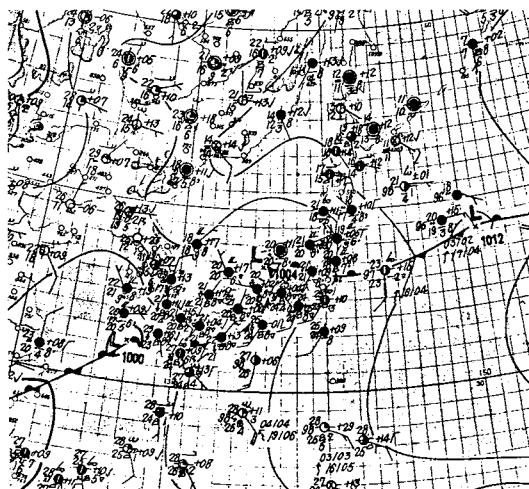
1. 調査目的

大震火災時の大旋風対策の資料の拡充のため、1972年7月12日の15時15分頃岐阜県の関市で発生した竜巻の発生状況および被害状況の調査を行なった。火災に伴って生ずる大旋風の例は関東大震災(1923年)の場合およびOil Tank Fire(1926年、カリフォルニア)の例以外には少ないが、小規模の旋風は大火災に伴って発生するのは消防関係者がしばしば経験することである。大旋風が発生すれば強風によって局地的に危険な環境が形成されて生命の危険性および建物の倒壊および延焼の危険性が急増する。関東大震災の場合に発生した旋風による被害については寺田博士と藤原博士の詳細は報告書があり^{1,2)}、それらの中に被災者の体験談が詳細な記録として残されている。また、油火災の場合に発生した旋風による被害についてはJ.E.Hissongの報告があり³⁾、この場合にも数百個の旋風が発生して被害を与えていた。これらの報告書から火災時の旋風による災害の状況はかなり把握できるが、それでも大旋風の発生状況は不明な点が多く、また旋風による被害の程度は旋風の強さ、進行距離、発生場所、建物の分布、人の活動場所の分布等により大きく変化するので大旋風による被害予測の資料はこれで十分であるとは言えない。対象を火災時の旋風のみに限定すれば、その対象例が近来においてはないので、対象を拡大して気象学的な竜巻による被害状況を調査して、将来は竜巻と火災時の旋風との相違点を明確にすることにした。

竜巻による災害の研究は、米国においては竜巻の発生例が多くかつ被害地域が広範囲に及んでいるために飛行機を使った調査が活発に行なわれているが、日本においてもシカゴ大学の藤田博士等が中心になって行なった浦和・大宮地区で発生した竜巻(46.7.7)による被害調査の例⁴⁾および藤本等による浦和・大宮の竜巻および千葉の竜巻(46.8.31)による軽量鉄骨構造物の被害調査の例⁵⁾があるが、その他には少い。

2. 竜巻の発生の状況

竜巻は昭和47年7月12日の15時15分頃、岐阜県の関市の赤尾付近の山中で発生したものと考えられるが山中であるために発生場所の詳細は不明である。この竜巻は高さ100m前後の山を越えて移動し関市の市街地の西部を南から北へ通過して市街地の北端で弱まった。竜巻の移動距離は少くとも3.5kmで被害幅は30~60mでところによっては400mにも及んでいる。竜巻が発



第1図 竜巻が発生した日の天気図
本州上に梅雨前線が停滞している。
(昭和47年7月12日09時)

生した日の朝の9時の天気図(気象庁編)を第1図に示す。梅雨前線が本州上に停滞して各地に豪雨を降らせており、岐阜地方も7月12日の23時05分に大雨、洪水警報が出されており、長良川の上流、中流、支流とも増水していた。また、南方には台風6、7、8、9号が発生しており前線を刺激するような気象状況であった。写真1は竜巻が発生した前後における名古屋地方気象台のレーダーによる雨雲の観測の結果である。関市は名古屋地方気象台の北約30kmの位置にある。この写真において雨雲の移動の解析により関市の上空において大気が高気圧性の回転をしていたことが推定さ

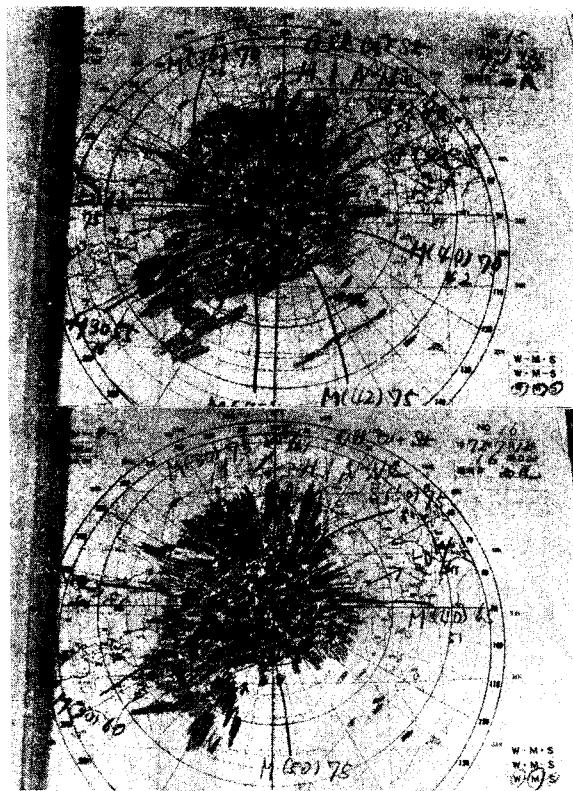
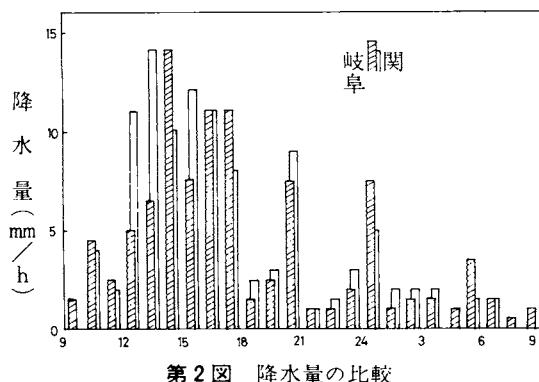


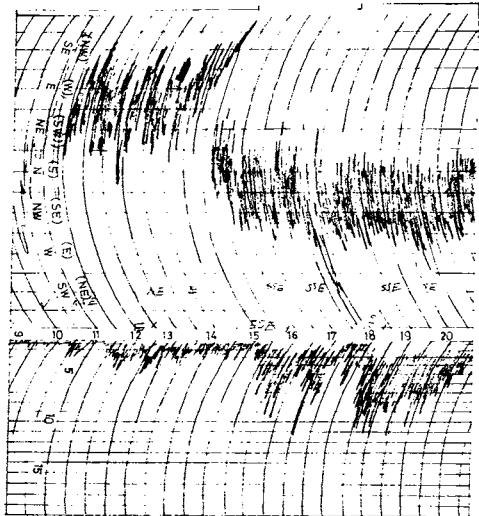
写真1 関市地方気象台でのレーダーによる雨雲の観測

れる。第2図は関市にある中濃消防組合本部と関市から約15km離れている岐阜地方気象台における降水量の時間変化を図示したものである。この図のように降水量の時間変化は関市において竜巻の発生した時刻後ではほぼ同じ変化を示しており、竜巻の発生し



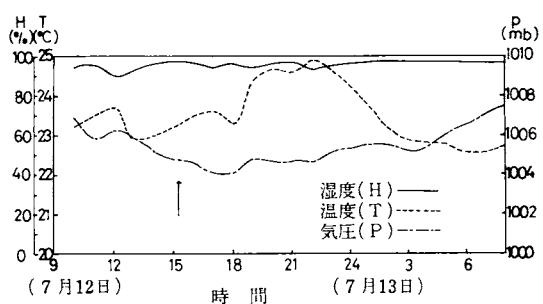
第2図 降水量の比較

た時刻においては関市と岐阜市の上空を同じ塊りの雨雲が通過したものと考えられる。岐阜地方気象台における風向・風速の記録を第3図に示す。竜巻が発生した時刻においては風向が東よりも南よりも急変し、



第3図 岐阜地方気象台における風向風速計の記録。竜巻の発生した頃に風向が急変した。

風速は徐々に増加している。竜巻の進行方向は南から北であるから、変化した後の一般風の風向と一致している。竜巻の回転方向は風向の変化（東風から南風）とレーダーによる雨雲の秒動の観測の結果から高気圧性の回転（時計の針の回転方向）と考えられる。岐阜における温度、湿度、気圧の変化を図にしたもののが第4図である。竜巻が発生した頃には気圧は下降の途上



第4図 岐阜地方気象台における温度、湿度、気圧の時間変化

であり、温度はやや増加しているが、湿度は15時頃をピークにして減少している。このような風向、温度、気圧、湿度の変化は暖温前線が通過する場合の変化と一致しているが、この理由は梅雨前線が北上することによって暖温前線の通過と同じような変化が地上に生じたものと考えられる。梅雨前線が北上したり南下したりして変動している事は竜巒の発生した前後の日の天気図を比較して確認された。以上のように竜巒は梅雨前線の北上に伴って発生したものと考えられる。竜巒の被害を受けた人の話によると、竜巒が通過する直

前には雨が断続的に降っていて徐々に無気味な程暗くなつてごう音を伴つて風雨が強くなり、竜巻の芯のあたりは白くみえ、角材やトタン板が空中に旋回したそうである。この調査においては漏斗雲の有無については明確な結果を得ることが出来なかつた。

3. 竜巻による被害調査

竜巻による被害の調査において、調査方法が確立されていない上に、調査期間が短くて著者の不慣れのために十分な調査が出来なかつた。調査日は竜巻の発生した日から約8ヶ月後の昭和48年3月14日～16日に行つた。調査方法は中濃消防組合本部の協力を得て被災地の各家庭を訪問して行い、被害の程度や竜巻に対する対策等について調べた。この調査の結果と消防組合本部の被災調査書をもとにして各項目について以下に触れる。

A. 人的被害

竜巻による負傷者は4名であるが、どの場合にも竜巻による建物の被害の大であった所において負傷している（第5図参照）。4名のうちの2名はスレート瓦が頭上に衝突したものであり、1名はスレート瓦が手に当つて負傷したものである。他の1名は建物の柱が倒れて頭を打つものであるが、いずれも全治7～10日間の負傷であった。記録には残っていないが、手足に軽い怪我をした人が何人かいた。竜巻の通過時にはスレート瓦の破片とかトタン板などが空中に飛交つていて、これらの飛散物のために屋外で作業していた人の負傷が目立つた。この竜巻の場合には前日から豪雨が断続的に降つていて建物の屋外で作業していた人が少なかつたために人的被害が最小限にとどめられたようと思われた。家の中にいた人の負傷者はなかつたようであるが、これは竜巻が余り強くなかったので家屋の倒壊が少なくてかつ損壊した家屋の大部分は屋根瓦に集中しているが、この屋根瓦は竜巻の強い上昇流に流されて周囲に飛散されるため、損壊家屋の中にいた人は安全であったように思われる。

B. 建物の被害

建物の被害の大部分は屋根瓦と窓ガラスに集中しており屋根瓦は飛ばされて紛失したり破損したりし、窓ガラスは屋根瓦の破片等によって破損した。壁の上に張られていたトタン板とか看板が飛ばされたり、塀が倒れたり、家が傾いて戸の開閉が不能になったものもある。消防組合本部の報告によると家屋の屋根の全壊14棟、半壊3棟、一部損壊60棟となっている。住家の倒壊はないが、物置等の非住家の倒壊がいくつかあつた。建物の被害の程度を第1表に示し、家屋の被害の

第1表 被害の程度

被 害 の 程 度	
A	屋根全壊
B	① 事務所 全壊 ② 倉庫 半壊 ③ フロ場 "
	④ 変電所 "
	⑤ 食堂 "
	⑥ 住宅 "
C	屋根ガワラ 全部
D	屋根ガワラ 全部
E	" "
F	" "
G	" "
H	" "
I	" "
J	" "
K	" "
L	屋根 半壊
M	" "
N	" "

代表的なものの写真2、3に示す。また、家屋の被害分布図を第5図に示す。この図において被害幅は30～60m位であるが、所によって400m位のところもあり、竜巻が収束して強まつたり、拡大して被害幅が広くなりながら移動したものと考えられる。被害が敵空山の周辺で大きいのは地形による風の乱れの増幅によるものと推定される。竜巻の強さを示すものに第2表に示すような藤田・ピアソンスケールがあるが⁶⁾、この関市で発生した竜巻をFPPスケールで表わすと1、1、1か1、1、2になり竜巻にしては弱い部類に入る。

C. 建物以外の被害

竜巻が発生する以前においては関市においては豪雨があつて長良川が氾濫しており、川の周辺において道路の不通箇所が生じて孤立した世帯が生じていた。竜巻による被害は豪雨によって生じた長良川周辺の被害を更に広げ、強風によって市街地にまで及ぶ結果となつた。竜巻のために街路樹が折れて道路の不通箇所が生じたり、ビニールハウスが破損させられた。また電話線と送電線が数時間不通になつた所もあった。その他にはテレビアンテナが倒れたり、植木鉢が消失した

第1表 被害の程度（続き）

被 告 の 程 度		被 告 の 程 度	
1	カワラ30枚位 倉庫半壊	35	カワラ30枚
2	" ガラス戸2枚、倉庫	36	カワラ100枚 ガラス戸
3	" "	37	カワラ20~30枚
4	" ガラス2枚	38	" "
5	" "	39	" "
6	カワラ20枚 ガラス戸3枚	40	ガラス
7	カワラ40~50枚 ガラス30~40枚	41	玄関ガラス戸1枚
8	カワラ50枚	42	カワラ20枚 ガラス戸1枚
9	カワラ100~150枚 ガラス1枚	43	カワラ10枚 ガラス戸1枚
10	物置の屋根が飛んだ	44	ガラス戸1枚
11	カワラ50枚	45	トタン板
12	倉庫 トタン板	46	カワラ15枚
13	フロ場、スレートカワラ20~30枚	47	トタン屋根(30坪)
14	変電所、" "	48	カワラ20~30枚
15	住宅(非)、スレートカワラ10~15枚	49	ハウスの天井が抜ける
16	住宅へい	50	屋根の一部損壊
17	事務所、スレートカワラ	51	カワラ25枚
18	カワラ5~10枚	52	" 30
19	カワラ10~15枚	53	屋根のみね 小屋損壊
20	" "	54	カワラ10~20枚 ガラス戸
21	" "	55	" " "
22	" "	56	" " "
23	" "	57	" 20~30枚 ガラス
24	" "	58	" " "
25	" "	59	" " "
26	" "	60	" " "
27	" "	61	" " "
28	" "	62	" " "
29	" "	63	カワラ20枚 トタン
30	" "	64	カワラ10~15枚
31	カワラ40枚 ガラス戸1枚	65	カワラ15枚 ガラス戸2枚
32	" 30	66	カワラ100枚 ガラス戸10枚
33	" 30 トタン1部	67	カワラ10~15枚
34	" 50		



第5図 岐阜県関市の竜巻による家屋の被害分布図および負傷場所（×）



写真2 元重町フェーザ研究所の被害状況

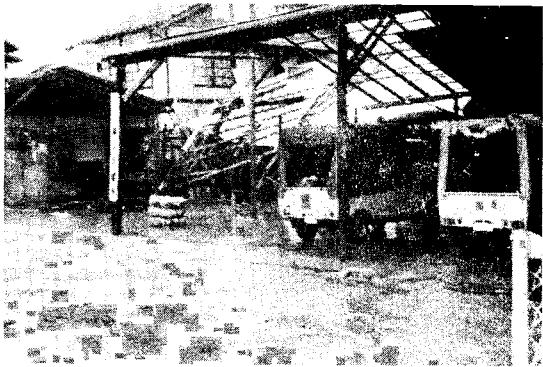


写真3 車庫の被害状況

り、洗濯器が倒されたり、ネオンサインが破損したり、自転車に乗っていた人が転倒したりする等の種々の小さな被害も生じた。代表例を写真4・5に示す。(写真はすべて中濃消防組合本部の提供によるものである)



写真4 道路周辺の被害状況



写真5 桜木町関川沼の桜の損傷状況

第2表 竜巻のFPPスケール

スケール	名 称	木造住家の被害
F 0	微弱な竜巻	ちょっとした被害
F 1	弱い竜巻	瓦が飛ぶ
F 2	強い竜巻	屋根をはぎとる
F 3	強烈な竜巻	倒壊する
F 4	激烈な竜巻	分解してバラバラになる
F 5	想像を絶する竜巻	跡形もなく吹飛ぶ

スケール	長 さ	被 害 幅
P 0	1.6km以下	16m以下
P 1	1.6 - 5.0km	16 - 50m
P 2	5.1 - 15.0km	51 - 160m
P 3	16 - 49km	161 - 499m
P 4	50 - 160km	500 - 1500m
P 5	161 - 508km	1600 - 4900m

4. 竜巻に対する対策

竜巻による被害調査において、調査件数は76件になったが、そのうちで竜巻による被害を経験したことのある人は一名でその他のは人は今回が初めてという結果になった。竜巻の通過時の人の挙動も様々であり、茫然としていたり、風のためにはずれそうになったガラス戸を押えたり、窓の外を覗いたり、建物の外に出たり、机とか箱に身を寄せたり、子供が外に出るのを制止したり、雨戸を閉めたりすることなどであったが、一番多いものは雨戸を閉めたり、ガラス戸を押えたりすることで台風に対する防禦法と同じであった。日本では竜巻の発生数は年間で5~20件程度で少なく、米国の場合と比較して竜巻の強さが弱いので竜巻に対する対策は特に取られていない。竜巻による被害調査に

おいて、種々の人から得られた竜巻に対する護身法を下に列挙するが、台風とか地震に対する対策と似ているものもある。

- a 竜巻の発生時には無気味な程暗くなつて轟音を伴なつて竜巻が接近する場合が多いので、このような場合には早めに竜巻に対する避難を開始する。
- b 屋外への避難はさける。屋外にいる人は堅固な建物の中に避難する。倒れやすい構造物の近くへの避難はさける。
- c 家の中にいる人は火氣がないのを確認したうえで雨戸を閉めて机とかテーブルに身をよせる。
- d 子供の避難を撒底させて行う。
- e やむを得ず外に出る人は頭にヘルメットをかぶり、手には手袋をして露出部分を少なくして飛散物から身を守るようにする。

以上のように突然襲つて来る竜巻に対しては十分な対策は取れないでの普段から注意して竜巻に弱い部分（家屋の尾根、窓ガラス戸、看板、トタン板等）の補強をしたり、屋根が破損させられた場合に備えて防水用の布とかビニールシートを用意するのが望ましい。

6. まとめ

- a 閑市で発生した竜巻の発生の原因の一つは梅雨前線が北上したためと考えられ、竜巻が発生した時刻の岐阜地方気象台における風向、気圧、湿度、温度の変化が温暖前線の通過の場合の変化と一致していることがわかった。
- b 名古屋地方気象台におけるレーダーによる雨雲の観察および岐阜地方気象台における風向の変化から竜巻の回転方向は高気圧性の回転（時計の針の方向の回転）と考えられる。
- c 竜巻による被害幅は30m～60mであり、所によつて200m～400mにも及んだ。進行距離は3.5km以上で発生場所は高さ200m前後の山中である。
- b 竜巻の通過時の人の動作は種々であるが、台風の通過時のように雨戸を閉めて外へ出ないというような反応が多いことがわかった。
- e 竜巻による建物の被害は屋根と窓ガラスに集中することがわかった。このことは、モルタル塗の難燃家屋においても破壊された屋根と窓ガラスから火災が容易に侵入することにつながり、旋風によって破壊され易い建物の防火対策の一つの問題点と考えられる。

謝辞

竜巻による被害調査において協力して頂いた中濃消防組合本部の方々、および気象データを提供して頂いた岐阜地方気象台と名古屋地方気象台の方々に感謝します。この調査は特調費（大震火災の延焼性状に関する研究）の一部を使用して実施し、また、被害調査は山本室長の勧めによるもので終始有益な助言を頂いた。

参考文献

- 1) “大正12年9月1日の旋風について”寺田寅彦、震災予防調査会 (1925)
- 2) 関東大震災調査報告（気象編）藤原咲平
- 3) “Fire Whirlwind in the Oil Tank Fire,” J.E Hissong Monthly Weather Reviews (1928)
- 4) “Typhoon—Associated Tornadoes in Japan and New Evidence of Suction Vortices in a Tornado near Tokyo,” T.T.Fujita et al. Journal of Meteorological Society of Japan vol. 50 NO. 5 (1972)
- 5) “竜巻による建築物の被害調査,” 藤本他 JSSC vol. 8 NO. 76 (1972)
- 6) たつきまき 藤田哲也 共立出版

職務発明の解釈

高橋 哲

1. はじめに

職務発明なる字義に対し、その具体的に意味する内容や取扱い方法について、正確に理解されている場合は甚だ少ないよう見受けられる。

研究員が、学会、会合等で公表した技術内容が、後日他人によって具体化されたあげく権利として取得されたことを知り、あるいは外部の者と共同で研究を行なながら、特許権の取得方法について知らなかつたり無関心であったために、自から権利の行使を放棄する結果となり後悔している例をよくみかける。

このような失策が公然と許されるならば、これは官として怠慢の誇りをうけるばかりでなく、研究者自身についても研究成果の評価の範囲を著しく狭めることになり、わずかばかりの注意と努力を怠たって手中の宝を失うこととは惜しまれてならない。

一方、官側の発明の取扱い方法についても、問題点をあいまいに放置して改善に努めないことが多く、時流のすう勢にのっとった機敏な行動が必要とされ、その際には、再度、発明の思想を原点に立返って理解し、職員の発明意欲の喪失を招かぬよう充分な配慮が望まれる。

本稿には、職務発明の考え方について種々紹介すると共に、これに残された取扱い上の諸問題を発掘検討してみたい。

2. 発明の意味

一般には発明は広く解釈され、技術的なもの、芸術、遊戯方法等異質な創造種を指すことができるであろうが、ここでは通常意味されている技術的なものにとどめて述べる。

発明（考案も含め）については、学問的には特許権等（広義には工業所有権といわれる）を取得できるものと定義する説が大部分であり、法手続的発明要件を除外すると、特許法第2条（実用新案法第2条および第3条）に次の要件を備うべきとされている。

- | | |
|------------|--|
| 発明
(考案) | 1. 自然法則を利用したもの。
2. 技術思想であること。
3. 創作であること。
4. 高度のものであること（高度でなくて
もよく、物品の形状、構造、組合せに
係るもの）。
5. 産業上利用できること。 |
|------------|--|

これを逆に、発明と見做されない欠格要件として具体例をあげて記述すれば下記のようになる。

発明としての欠格要件

1. 自然法則を利用していないもの。
例. 経営方法、計算方法、遊戯方法、文字、暗号、作戦方法
2. 自然法則に反するもの。
例. 光速をしのぐ乗物、永久運動を利用した機械
3. 法則そのもの。
例. ニュートンの法則、ファラディの法則、改良された動植物種
4. 発見そのもの。
例. 新規化合物、諸現象
5. 産業上利用できないもの。
例. 人体の病気診断方法

「改良された動植物種」の特許性については、これが単なる発見そのものであるか、あるいは技術思想の創作であるかについては諸説があり議論の分かれるところであるが、一般には現在未だに、生物種の創作について反復可能性が少ないと、および理論化ができない等の理由で発明性がないとするのが各国の立場であるが、外国では部分的に認める国もあり、また特許法とは別の規約で、国家間の園芸家の保護を計っている例もある。

一方、自然法則および発見そのものは、技術思想の創作ではなく、その利用性（法29-①）、公序良俗への適格性（法32-5）も未確認であるから、発明とはみなされない。さらに、これ等のものについては、人類が意識するしないにかかわらず、共通に天賦のものと

して利用し、恩恵に浴してきたものであるから、今更独占権を与えると、我々の日常生活に重大な支障をきたしかねず、したがってこれを与えることはできないとされている。

しかし発見そのものでも、それが産業上利用できるならば、発見に対してではなく、その特定利用方法の認知に対して発明と見做され特許を受けることもできる。

独占権は自然法則を利用した技術思想の創作にのみ与えられるのであって、真理そのものに与えられるのではないのである。

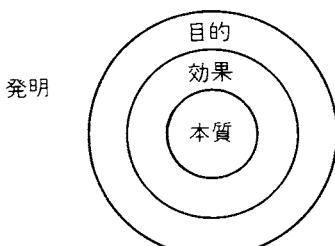
なお発明と研究（学問）との相違につき説明を加えれば、発明はその技術経済的価値が最重要視されるものであり、発明された時点において必ずしも学術的根拠や理由付を必要とはしない。既述のように自然法則を利用した（再現性のある）諸要件を備えていればよいとされる。経済的価値（目的、効果）が重視されるため、成果は今日的かつ意図的である。

一方研究は、その構想、実験の手段、解析の手法のいずれかにおいて創作性（オリジナリティ）を求められ、科学的真理の探究を目標とするので論理によって一步一步連続的に導出しうべきものであり、学述的説明が不明ないし不充分のものは信頼性が低く価値がないとされる。

それゆえ、両者とも独創性、創作性においては共通するが、研究は真理の探究に限られるから、ほんとうの真理が発見されればこれを更新する必要がなく、この点発明は真理を有機的に結合させ、人間生活に利用できるものとして常に創作を重ねてゆくので、その終点がないことを特徴とする。

科学文明の恩恵がよくいわれるが、現実生活についてよくみてみると、自然法則そのものが直ちに利用できるようなことはほとんどなく、大部分はそれ等の結合による創作のもたらしたものといえるであろう。

研究成果を発明とみるか学問とみるかは、これをみる人の主体的受取り方の問題であって、客体としての内容の相違ではない。



本質は発明に包含される

3. 被用者発明の基本理念

被用者のなした発明を雇傭関係でみる理念には次のものがある。

1) 使用者主義

使用者と被用者は雇傭契約によって総て関係付けられるとする。

民法第623条に「雇傭契約の原則」として「雇傭ハ当事者ノ一方カ相手方ニ対シテ労務ニ服スルコトヲ約シ相手方カ之ニ其報酬ヲ与フルコトヲ約スルニ因リテ其効力ヲ生ス」と規定されているが、この思想をそのまま発明についても適用しようとするのが「使用者主義」の基本態度であって発明をも労務の提供そのものとみる思想である。

この理念によれば、被用者のなした発明は総てかつ当然に使用者に帰属することとなり、被用者発明規定では、発明に関する権利の帰属や方法、褒賞金の支給、表彰など、発明の取扱いに関する一切の方法について、使用者は被用者に一切協議あるいは同意をうることなく、予め一方的に制定する権限を有すると考える所以である。

2) 出願者主義

譲渡を受ければ、特許出願権や特許権は当然に総て使用者に帰属するという理念から出発する点で使用者中心主義的である。

特許出願やそれ以後の一切の手続きにおいて、発明者たる被用者の存在は忘却無視されることになる。

発明が使用者に帰属した後は、発明の技術実施を含めすべて出願者である使用者の判断と能力によって処理されるが、この考え方をとるものをお願い者主義という。

3) 権利主義

歐米先進諸国に始まり、フランス革命の思想、独立宣言の思想にもとづき、自己の精神労働の成果たる発明または観念は、原始的にその本人に帰属し、自から保護権を占有する権利を有するというのが基本理念である。

特許権の設定は発明者の権利であって、その保護申立ての申請が正当なときは必ず保護を与えなければならず、国家の任意的恩恵ではないと考える。

契約その他により使用者に保護権を提供した場合であっても、当然に対価を請求する権利を有する（法35-③）こととされ、この対価は通常の労務の提供に対する報酬（給与、賃金）とは別のもの（法35-④）で、また恩恵的褒賞金とも異なるとされている。この対価は被用者との協議に立って、使用者の貢献した程度を考慮して決定されるべきとされ、収益に対する分配請

求権的性格を有する。

4) 発明者主義

発明者主義でも、発明者の脳裏に生じた発明は、原則的に発明者自身に属するとされる。したがって生まれ出された発明は、既述の使用者主義、出願者主義に対し、当然には使用者に帰属しないと考える。

しかしこのままでは、使用者が提供した研究費等の便益に対し報いることがなく公正を欠くので、一定の要件のもとに職務発明なる概念を認め、使用者は被用者に権利の譲渡を請求することができ（法35-①）、この要請があつて譲渡という手続行為を経て初めて使用者が権利を継承することができる所以である。

この点民法第623条の雇傭契約の原則とは別途に、例外的に考えるべきであるというのが各国の考え方である。

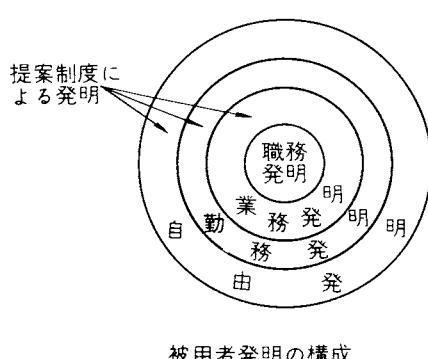
以上に被用者発明の諸理念を述べてきたが、欧米の発明家保護の歴史は古く、我国においても、明治18年の專売特許条例制定以後、先進諸国に習つて一慣して権利主義、発明者主義の立場をとつてきている。

しかし、古来発明家保護の意識の強い先進国に対し、我国ではなお官庁においてさえ、その具体的な取扱いに当つては使用者主義的色彩が濃いのが現状であるが、これは発明についても労使間の適切な協約を行なう場が設けられていないことに負っているとみられ、使用者側の理解はもとより、被用者側にあっても権利意識の高揚がのぞまれる。

4. 職務発明

さてここで、発明者主義、権利主義の立場をとつた職務発明とは何を意味するか明確にしておく必要がある。

被用者発明は、雇傭者の業務、被用者の職務との関係で次の図のように分類されている。



即ち、被用者の成した発明は、元來は自身の発明の才能に負うのであって自由発明と考えられるが、その中で職場で勤務中になされたものを勤務発明といつてはいる。勤務発明はさらに、それが達成されるに至った動機によって細分することができ、雇傭者の業務範囲に入るものを業務発明といい、その中でも被用者に与えられた職務に係わる発明を特に職務発明といつてはいる。

職場で使用者の提供した便益との調和を計るために、特に法律（法35-①）で両者の権利関係について規定しているのは、この職務発明についてである。

ここには、職務発明の定義として「使用者、…、国…は、従業者、…國家公務員…がその性質上当該使用者等の業務範囲に属し、かつ、その発明をするに至った行為がその使用者等における従業者等の現在又は過去の職務に属する発明（職務発明といふ）について特許を受けたとき、…」と記載されているので、使用者の業務範囲が広いからといって、これに比例して職務発明が広く解釈されるものでは決してない。

ただ、この点についても種々の事情がありえるので、例えば職場に於ける被用者の職責によつても職務の範囲解釈が違ひ得るし、また業務に属していないにもかかわらず、たまたまある種の仕事を命ぜられる事もあり、その遂行の過程で生まれた発明について職務発明と見做すべきか否か問題である。さらに詳細に考慮を加えれば、この職務を命ぜられた被用者に、発明を成す事が期待されていたか否かも重要な判断の岐路となる。基本的には、被用者に何が期待されていたかが問題になるようであるが、職務発明規定にも柔軟性を持って事に當る姿勢が必要のようである。

さて職務発明については明文化された法律（法35）があったが、業務発明の取扱いについては、これは原則的には発明者のものである（法35-①と表裏の関係にある）ので、企業等で発明者の自由にされた時支障があると考えられる場合には、「提案制度」のような規定を設けておき、発明者の届出を待つて、希望する時には譲渡を申込み実施権を得ているようである。

しかし提案制度を設けているのは良い方であつて、多くの企業および国においても、職務発明と同等に取扱われる事が多いようである。

この点使用者側としても大いに反省すべきであり、あくまで職務発明ではないので、承認が行なわれた時には、対価の支払いについては職務発明と同一であつてはならず、それを上回って支払うべきであり、また国の規定では支払い額に上限が設けられているが、これは廃止すべきではなかろうか。この支払い額に上限

を設けることは、国の支払要項に規定されているものであるが、しかし特許法第35条第4項に述べられてゐる分配請求権的性格に照らし合せてみても、職務発明についてさえ不合理な規定であるといわざるをえない。

業務発明はもとより職務発明についても、合理的な運用がなされない場合には、被用者としても、わざわざ創作に頭を悩ますような苦労を潔しとしなくなるであろう。

職務発明以外の発明の取扱いについて、国で一括した規定がないのは恥すべき事態であり、早急に整えるべき切実な問題である。

さらに補償金及び実施の対価についてみると、後者については前に説明を加えたとおりであるが、出願及び登録補償金にあっては到底発明者の労務に報いる額ではない。

発明者は権利化の手続き、及び発明実施の途上において多大の労務を提供し、また使用者としても求めざるを得ないのが実情であり、さらに即座に実施できる型の発明ならばよいが、複雑であるものは実用化に時間がかかり、その価値、優秀性とは係りなく収益は少なく、または実用化されぬ場合もある。このような場合、発明者は何等報われる機会がない事実をみても、補償金を再考することは必要であると思われる。

この補償金および対価については、日本原子力研究所の規定は良い参考になり、国の規定を格段に上回る合理的なものである。

以上に職務発明に関する招致と検討を加えてきたが、本稿が研究者諸氏の発明意欲に対する励ましとなれば幸いである。

月例研究会・報告会

昭和48年11月～昭和49年5月

燃焼生成物粒子の粒径測定について

渡辺彰夫・竹元昭夫（第3研究部通報設備研究室）

48年11月15日

紙、綿、木材、アクリル等の煙について、 0.3μ 以上の粒子は煙を数千倍以上稀釈して光散乱計器により、又 0.1μ 以下の粒子はRIで帶電させその易動度別に電離電流を測ることにより、粒径分布を求めた。

稀釈時における最頻散乱径はいずれも 0.35μ 又はそれ以下であった。粒径分布は線香・タバコ煙及び着炎燃焼煙では時間の経過により変らず、紙の燃焼煙等では急変した。また、着炎燃焼煙は大きい粒子を含まないが、それ以外の煙では通常細ひろがりの分布であった。

不可視粒子分布の山は発煙初期に1又は2ヶあり、急速に粒子が成長してのち複数の山谷が出現した。これら山谷は特定の粒径に発生しがちであった。次に、RIを付さない場合、正帯電粒子数は負粒子に比べ燃焼煙では約15%、着炎燃焼煙では約30%多く、後者ではしばしば着炎直後に多量の正帯電粒子が観測された。測定された最大個数濃度は $5 \sim 100m\mu$ で着炎時 $5 \times 10^6/cc$ 、燃焼時 $2 \times 10^6/cc$ で過渡的により多数あろう。

以上からイオン化式煙感知器が着炎燃焼に敏感な理由、過渡的な不可視粒子の急増に起因する誤報の防止策が説明された。

計器用変圧器事故調査結果

糸谷成章（第2研究部特殊火災研究室）

48年11月15日

当所の高圧受電盤の計器用変圧器（PT）のヒューズが、PTに異常が認められないにもかかわらず、二度続いて燃える事故が発生した。

事故後発火原因を究明するため、製造メーカーで当該PTの衝撃耐電圧試験などをおこなった。その結果

異常は発見できなかった。またヒューズの紙筒が吸湿しているときヒューズが切れると、紙筒に漏洩電流が流れて燃えだすことがわかった。当日PTのヒューズは良く乾燥していたので、更に別の事故原因を検討した。

この結果、次の三通りの事故経過が考えられる。

- (A) ヒューズが切れた原因は、ヒューズ自体にあり、消弧機構の欠陥で小電流のしや断ができる燃え出した。
- (B) PT本体におきた故障が原因でヒューズが切れ、更に消弧機構の欠陥で続流しや断が出きず燃え出した。なおPTの絶縁は自然に回復して衝撃電圧にも耐えた。
- (C) 外線故障の影響で高周波電圧が配電電圧に重畠したため、ヒューズが溶断し、更に異常電圧がヒューズに加わったため消弧が出来ず燃え出した。

事故後二ヶ月経過した時点で、同一故障が再発しないことから考えると、仮定(B)である確率が最も大きい。

タンク洗浄中の爆発火災と実船実験について

川崎正士（第2研究部特殊火災研究室）

48年12月13日

1969年12月12日～19日の間に21万tonタンカー3隻が航行中、あいついで爆発し多大の損害を出した。いづれも最新式のタンク洗浄装置を用いてタンク掃除をおこなっていた。爆発は大容積の中央タンクで発生した。

各国で原因究明にのりだしたが、調査の結果洗浄作業タンク内にできる水滴の霧が静電気帶電しており、その放電により雰囲気が爆発したのではないかと指摘する説が有力である。（わが国では日本海難防止協会が中心となり調査研究をおこなっている。）同様の洗浄方法は長年にわたり行われて来たが、これまで類似の事故が発生しなかった。これはタンクのスケール効果の影響ではないかといわれている。

昭和48年10月17日～20日日本海難防止協会では、森田豊教授（商船大）のもとに、実船小型タンカーを用いてスチーミングによるタンク内雰囲気の帶電状況把握実験を行った。その結果、かなりの帶電が観測された。

最近のコンビナート火災について

中川 登（第1研究部危険物研究室）

48年12月13日

最近になってコンビナート等の化学工場の火災・爆発事故の発生が極めて多くなっている。その主なものについて事故の概要及び原因を報告した。

これらの事故原因として異常反応等予想困難な事故は少く、大抵のものは単純なミスによるものであった。また事故が起ったとしても小事故で終る筈のものが対策の不手際、或は対策が十分考えられていなかったため大事故になったものも多い。これらは技術上の問題よりも、化学工場における保安管理、或は教育等人の問題が多くなっている。これが最近のコンビナート事故の特徴であった。

火災の風下の温度分布に関する模型

実験 ①火災が2個ある場合

②火災の位置を高くした場合

山下邦博（第1研究部火災物理研究室）

49年1月10日

有限幅の火災の風下のyz面（風向に直角な断面）の等温線は渦の発生に関連して特異な図形（馬蹄型）になる場合があることを以前の研究で報告したが、その続報として火災が2個ある場合および火災の位置を高々した場合の火災の風下のyz面の等温線を求めた。

火災が2個ある場合の火災の風下の温度分布は火災間の距離の大小によって大きく変化するが、ある条件下では火災の上昇気流が相互干渉のために地面の近くまで下る場合があるという事実を模型実験によって明らかにした。また、火災の位置（高さ）を変化させてyz面の等温線を求めたが、この結果、馬蹄型の等温線のくぼみが変化して高さが大きくなるとくぼみが小さくなり渦運動が不活発になることが推定された。この事実から上昇気流の渦の生成の種はB.R.Mortan等によって提出されている説（wind shearによる水平渦がが垂直渦に変化する）よりはむしろ風と床と火災の3者の共存によって床の近くに出来る渦が発達して拡散するという考え方方が適當と思われる。なお火災旋風は

この渦を種にして生成する場合が多いと思われる。

野外火災実験「第三実験」の延焼性状について

山本忠彦（第1研究部火災物理研究室）

49年1月10日

断面3.6cm×4.0cm、長さ100cmの米梅（べいつが）材を用いた7本×14段のクリップ（100cm×100cm×56cm、実体積0.14m³、質量80kg、火災荷重80kg/m²）225個を格子状、等比数列的間隔（22.5cm—300cm、公比3/4）に配列（全面積27.8m×27.8m）し、一点点火を行なうクリップから3方向（辺に沿って2方向、対角線に1方向）のクリップ33個に熱電対を設置して延焼実験を行なった。風下側の気温、湿度、水蒸気圧、火災周辺の風向風速、クリップの温度、地上および空中写真等の観測測定から、気象条件と延焼線速度、延焼面積速度、延焼限界距離等の関係を調べた。同大のクリップ1個から1個への延焼予備実験および小規模実験の結果等と比較したが、実験規模の程度の違いにより、実験結果に若干の開きが認められる場合がある。

シリコン系泡消火剤シロキサンSW-802の発泡および消火性能について

星野 誠・新居六郎（第2研究部消火第1研究室）

49年2月14日

この泡剤は西独のT.H.Goldschmidt社のG.Rossmannにより発明され、既に西独、英國および日本特許として公示され、その特許の実用化されたものであるが、昨年、標題の試料約10kg入り3缶を入手できたので、この入手量で可能な限りの発泡および消火性能についての試験を行ったので、その結果の概要を報告する。この泡剤原液は2~6%の水溶液にし、市販の通常の発泡機を用いて高、中および低膨脹率とすることができる。その泡は固体、液体火災に適用できるが、特に従来の泡剤では消火困難であったアルコール、ケトン類の火災にも優れているというメーカー仕様書の信ぴよ

う性を調べる目的で行った。試験の結果、次の結論をえた：高膨脹泡としては、泡の安定性が乏しく不良である。中膨脹泡のとき、少くともブタノールにはある程度期待できる消火性能をもつと思われたが、他のアルコール、ケトン類について 4 m^3 以上の規模のタンク火災の消火実験により検討を加える必要がある。低膨脹率泡については、泡液供給率 $3.55 \text{ l/min} \cdot \text{m}^3$ のとき、 1.5 m 角ガソリン火災は消火できたが、消火後の液面の封塞性、再燃試験は不良であった。最終的結論として、この泡剤はなお試作段階のものといえる。

使用済核燃料輸送容器の火災実験報告

島田裕久（第2研究部特殊火災研究室）

49年2月14日

原子力発電の実用化にともない、使用済核燃料の輸送が現実の問題となっているが、この輸送に用いられる使用済核燃料輸送容器（以下キャスクという）の火災事故時の安全性の評価および設計の基礎資料をうることを目的とし、実用キャスク（約80トンと想定）の $\frac{1}{4}$ 縮尺キャスグモデル（約1.25トン）を製作し、オープンファイヤーによる火災実験を行なった。

実験は、江東区12号埋立地に $5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ の燃焼皿を設置し、燃料は M I K（発熱量 $11,250 \text{ kcal/kg}$ ）を $3,600 \text{ l}$ 入れ、その油面上 1 m の高さにキャスクモデルを設定し、火災火炎およびキャスクモデル内各部の温度を測定するため、総数46本の熱電対を取り付け、実験中の温度経過および変動を測定した。また、火炎の形状、高さ等は、写真および $8\% \text{, } 16\%$ フィルムの撮影により記録した。

実験の結果、火災火炎の温度は約 $600^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ となり変動すること。キャスクモデルの温度は下部が上部より高温となり、内部の鉛が約 $5 \sim 7$ 分でとけ始めることがわかった。なおこの実験は日本機械学会の核燃料キャスク研究分科会が原子力委託研究費で行なったものであるが、実験小委員長として参加したので概要を報告した。

ハロゲン化物消火剤使用時に発生する分解ガス

山鹿修蔵・守川時生・細貝利美子（第2研究部
消火第2研究室） 49年3月14日

ハロゲン化物消火剤は有用であるが、一方炎に逢うと分解し有害なガスを発生する危険もある。ここではこのような有害ガスの発生量を調べ、一般に使用される条件下における濃度を推定することを試みた。

実験は容積 44 l の塩化ビニール製デシケータの中で火災を起し、この炎にハロンガスを含んだ空気を吸い込ませて生じた分解ガスを取り出し、種々の方法で定量分析した。

得られた結果を解析して、種々の使用される条件下における発生量を推定し、その値は諸文献の値と殆んど同じであることを示した。フッ素を含まないハロンからはホスゲンを生じ、フッ素を含むものからはフッ化水素を生じるが、この発生量は生じたガスの毒性係数を考慮にいれれば同等のものである点、使用時に発生量を減少させうるような使用法をよく考えて用いるべきである。

火災環境におけるエンジン特性(その

1 林野火災)

平賀俊哉（第3研究部特殊機械研究室）

49年3月14日

林野火災などに用いる動力機械の駆動源は、その取扱上から、ほとんど小型2サイクルエンジンであり、林野火災の際の高地における小型2サイクルエンジンの軸出力は、JISなどの修正式よりさらに低下することは前に述べたが、前回の実験は、単一形式のものであったので、前回とほぼ同じ実験装置を用いて、他形式について実験を行なった。

今回のエンジンの主要諸元は次の通りである。

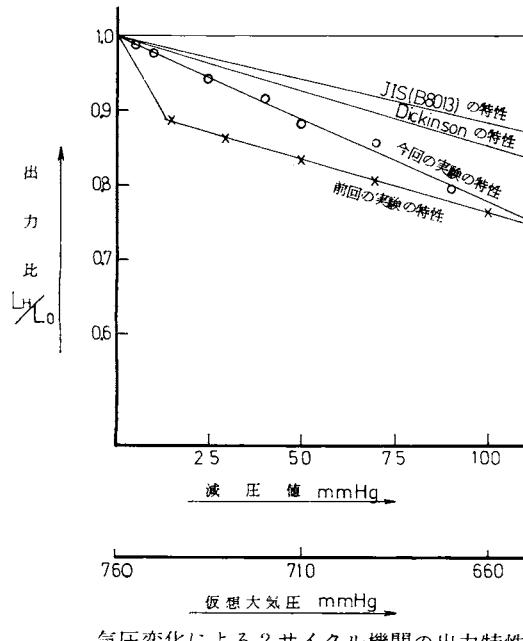
形式： 強制空冷2サイクル直立單気筒ガソリン
エンジン

筒径×行程： $62\text{mm} \times 58\text{mm}$

行程容積： 175cc

圧縮比(みかけ上)： 6.7

実験結果は図に示すように、主に4サイクル機関用であるJISなどの修正式と異った傾向を示している。又前回の結果と異った傾向を示しているのは、エンジン自身の違いにもよるが、今回は動力計の精度が良いものを使用したこともあると思われる。



模型による燃え移り確率の実験

橋 房夫(第1研究部) 49年3月14日

火災の延焼状況を類推する手法の一つとして、次のような確率モデルが考えられる。家の分布形態を規則正しい格子模様（今の場合は正方格子）に置き換え、家から家への燃え移りは確率的であるとみなし、適当な確率の値をきめて乱数を用いて燃え移るか否かを実現させて順次計算していくモデルである。

この場合、まづ必要となるのは燃え移る確率と家の間隔との関係、横隣りの家への燃え移り確率と斜向いの家への燃え移り確率との関係であるが、模型実験を試みた結果、大体の傾向をつかむことができた。

家の模型としては、8cm×8cm×7.5cm（高さ）重さ約36grの直方体のボール箱その他を用いた。

1個の火事からの燃え移り確率は、間隔に対してほぼ直線的な関係をもち、横隣りへの燃え移り確率0.5を与える間隔の値は上記ボール箱の場合約4.2cmである。

斜向いに燃え移る確率は相対的に非常に小さく、確率0.5を与える間隔はこの場合約1.2cmである。しかし3個が同時に燃えている場合の実験からは、斜向いの方向の燃え移り確率も無視出来ない大きさであることが示された。

赤外線偵察に関する野外実験報告

笛原邦夫*・神 忠久** (第3研究部 *特殊機材研究室、**通報設備研究室) 49年4月11日

航空機搭載の赤外線カメラで、燃焼実験現場を上空から撮影し、赤外偵察法の実験、研究を進めるための基礎資料を得ることを目的として実験を行なった。

実験は、消防研究所構内の燃焼実験場上空を赤外線カメラ、スチールカメラを搭載した航空機が風下側から進入し、燃焼前、燃焼中、燃焼後の赤外線写真、スチール写真の撮影を行なった。赤外線写真では、肉眼で見えない煙のかかった地域が十分確認でき、赤外偵察法が有効であることがわかった。しかし、今回実験に使用した赤外線カメラは、米国ディーラス社製の赤外線ライシスキャッパーという製品で、環境調査、資源探査などを主な目的に開発されたカメラであり、炎のような高温部に対する対策がなされてなく、高温部が画面にはいるとハレーションがおき、高温部周辺の状況がわからなくなる欠点があった。このため現製品を使用して火災延焼域を把握するのは無理と思われる。

今後この実験資料をもとに消防用赤外偵察カメラをつくるための研究を進めてゆく。

石油タンク火災に対する空気泡剤の性能評価について

星野 誠*・山下邦博**・林 幸司* (*第2研究部消火第1研究室 **第1研究部火災物理研究室) 48年4月11日

タンパク泡剤、ライトウォーター、フロロプロテインおよび合成界面活性剤系消火泡剤について、タテ×ヨコ×高さ各1.5mの2重壁方形タンクを用いて、ガソリン火災実験を行い、とくにガソリン量600ℓ、予燃時間30分、泡液供給率が2.36、4.40 ℓ/m²/minのと

きの、これら泡剤の消火性能をしらべたが、タンパク泡剤以外はいずれも十分満足すべき消火性能を示さなかつた。なお消火の際の熱的変化は、熱電対によるタンク壁温の測定によって行つた。

燃焼熱分解による刺激性低級脂肪酸とホルムアルデヒドの発生

守川時生・山鹿修蔵（第2研究部消防第2研究室） 49年5月9日

火災時に発生して、目や呼吸系の粘膜を刺激し、避難行動を阻害して、間接的な死の原因になり得る表記物質について、その発生を、電気炉に空気、窒素などを通しながら、各種合成高分子、木材などを燃焼、熱分解し、化学分析を用いて調べた。低級脂肪酸、ホルムアルデヒド（HCHO）共、空気中では、300~400°Cで、大体、発生のピークがあり、発炎温度以上では、メタクリル樹脂からのHCHOを除き、発生は著しく低下した。窒素中、低酸素濃度下、防炎剤処理、ハロゲン存在下などでも実験を行なつたが、発生が空気中のくん焼状態でのものを上回るものはほとんどなかつた。発生量は、低級脂肪酸では、杉、PE、PP、で最高、約10PPm(1 m³、1 g当り)、他のプラスチックではその1/4以下であった。その酸の内訳は主にギ酸と酢酸であった。HCHOでは最高で、PE、PP、セルロース、メタクリル樹脂、杉、でそれぞれ約60、40、20、20、12PPmであった。以上のことと、ACG HI許容濃度、ギ酸、酢酸、HCHO、でそれぞれ、5、10、2 PPmを考えると、くん焼状態ではかなり危険な場合もあり得ると思われる。

延焼限界距離に及ぼす風の影響（模型実験）

山本忠彦・山下邦博（第1研究部火災物理研究室） 49年5月9日

延焼限界距離は炎上家屋数、風向、風速その他によって異なるが、小型桧材クリップを用い、炎上クリップ数、風速を変えたときの風下側、風上側、風横側の延焼限

界距離の変化、および風向を変えたときの模型道路を越えての延焼状況の変化を街区模型実験により観察した。

クリップは1 cm角桧材を1段に5本用いた20cm×20cm×8 cmの大きさで、点火はクリップの中央底部にメタノール10cm³を入れた鉄ざらを置き、メタノールに点火した。

延焼限界距離は一般に大きい方から風下側、風上側、風横側の順となるが、(1)炎上クリップ数が1個で、風下側、風上側に9個並びのクリップ列がある場合は、風速3~6 m/sで下、上の順が逆となり、風上側の延焼限界距離の方が大きくなる。(2)炎上クリップ数と風下側列、風上側列のクリップ数が同数の場合に、5個のときと1個のときを比較すると、①無風時にその比は約3:2〔5個で6cm〕であるが、②風速3 m/sのときの比は、風下側については約3:1〔5個で39cm〕と大きいが、風上側については小さい〔11cm: 9cm〕、模型十字路に45°方向の風を与えるときは、炎上クリップ（5個）の中央対向クリップより幾分風下よりに燃え移る。

火災時における有毒ガス発生に関する研究（その1 予備的実験）

斎藤 直・箭内英治（第1研究部燃焼研究室） 49年5月9日

火災時に、高層建築物内の建材、インテリア等より、種々の有毒ガスが発生し、避難を妨げ、さらには死に至らしめる原因の一つになつてゐると思われている。

しかしながら、これら建材、インテリア材料等を作っている高分子材料（セルローズ、羊毛、塩ビ、ナイロンなど）が火災時に発生する有毒ガスの種類、発生量に関する系統的な研究が少ない。

火災時の各状況に対応する条件下で、各種材料相互の相対的危険性の評価のできる系統的データを得るために（1）同一装置、同一条件で（2）燃焼速度と有毒ガス発生量を同時に測定する事が必要であるので、これらの点を考慮した、燃焼分解炉、発生ガス捕集装置、分析装置を組立て、セルローズを用いて予備実験を行つた。

結果は、試料温度、重量減少速度にはよい再現性がみられたがガス捕集装置の改良が必要であることが判つた。

消研輯報 第27号
昭和49年11月印刷

編集者兼
発行者

消防研究所

東京都三鷹市中原3丁目14-1
電話武藏野(0422)44局8331