

# 予防時報

# 125

1981

*spring*

# 安政地震の噴砂現象

この絵は、安政3年（1856）に出版された安政見聞録中巻に載っているさし絵である。○地震の前後地脈狂ふの條という章に、著者服部保徳の知人中山某が地震の折にたまたま駿府にあって噴砂現象を目のあたりに見た話が、下記のように書かれている。

昭和39年の新潟地震では、軟弱な地盤では地震動により砂層が流動状態になる、いわゆる流砂現象が起こって問題になった。新潟市でも、この流砂現象に伴って、信濃川流域のかなり広範な地域で噴砂現象が起こった。

流砂現象や噴砂現象を新潟地震の時にはじめて知って驚いた人も多かったのだが、安政地震のときすでに静岡県では体験していたのである。

……この地震（嘉永7年11月5日＝1854ⅩⅡ24）のとき余が知己なる中山何某といへる人遊歴して駿河に居れりこの国は海道にても別地震の巖しと聞りその日巳刻ごろ中山氏外の方にたち出て人と物語なし居けるが破驚地震よといふ間もあらず両足痿て礮と倒れ起あがらんとなしけれどもかの小

児が戯れにすなる俵転びといふに齊天で転々として立を難し。當下泥中より烟のごとく沙のごときも吹出て満面を打るゝほどに目口だに開き得ず心昏暝して前後もしらず暫くして揺静まり漸く心地われに返り起上りて四辺を見るに家みな齊しく崩れ倒れて在し容には似もつかず四方に人の泣声聞えてこは生ながら叫喚地獄へ墮しものかとあやまたれ心を静めて篤と見るにわが家も崩るゝのみか三尺ばかり地中へ陥り衣類調度も何方にあるか屋根壁崩れて覆ひぬれば頓に出さんやうもなく只管に呆れ惑ふ一圓斯のごとくなれば一夕の米もなくこれを炊かん器さへみな地中に埋もれていかにとも詮方なし殊にこの辺の井僉崩れたり任意崩れざるも泥吹き入て更に飲べきやうもあらねば人々飲食を断にけり（思ふに江都の地震烈しけれどもかくばかりの事はあらず但し怪我人の他方より夥しきは土地に人の多きがゆえのこと）かくてその翌日に至り邑の莊屋諸方を募り漸くにして米を得つ粥に煮て施したれば始めて喉を潤せりこの中山氏もその翌日粥を啜りしは未刻なりとぞ……

（絵は東京大学地震研究所提供）

甲寅の十一月  
 駿河の國大地  
 震により泥水  
 をふた出も圖



二六  
 十一月  
 景

二六  
 十一月  
 景



—— 巻末付録、期間全受う巻末付録  
資料の整理と本文の関係—— 読者文庫版  
—— 巻末付録 ——

# 予防時報 1981・4

【巻末付録】予防時報の巻末付録の整理と本文の関係

予防時報の巻末付録の整理と本文の関係

予防時報の巻末付録の整理と本文の関係

予防時報の巻末付録の整理と本文の関係

予防時報の巻末付録の整理と本文の関係

予防時報の巻末付録の整理と本文の関係

予防時報の巻末付録の整理と本文の関係

目次

石油備蓄と安全問題／奥村敏恵	66
交通死亡事故 10年間の変遷と最近の特徴 ／松本治男	57
車社会における強風災害／相馬清二	38
ずいひつ	
バイク事故の原因／長山泰久	6
まちづくりに川を／波多江健郎	8
霞ヶ浦の蒸発量の算定／武田要	10
ガス爆発現象と対策／平野敏右	26
ヒューマンファクターの解析／長野英磨 ——民間航空輸送オペレーション	31
失火行為の必理的背景について／山下富美代 ——主婦の防火意識・態度に関する調査から——	51
防災基礎講座 PLP入門／遠間修平	45
防火戸を考える／高野公男／米村敦子	18
防災文献学／服部一敏 ——過去の災害文献と現在の防災データ記録 へのアプローチ——	12
防災言 イタリア地震と日本／安倍北夫	5
災害メモ	77
表紙写真／レンゲ畑と開聞岳(指宿)／丹溪 カット／国井英和	

# 防災言

## 安倍北夫

東京外国語大学教授  
本誌編集委員

### イタリア地震と日本

新年あけて早々、南イタリアの地震調査に現地を訪れてきた。報道を通じて、日本にもすっかりなじみになったラビアーノとかバルバリーノといった山間の諸部落は、直下型の強烈な地震に瞬時にして倒壊したときそのままの姿で、厳しい雪景色の中に無惨に静まりかえっていた。かろうじて生命を全うした村人たちは、その廃きよから少し山を下がった辺りにキャンピングカーや天幕を連ねてひっそりと生活をしていた。だれ一人生活しているはずのない廃きよなのに、なんんかの若者たちが手に手に綱を持ったり、長い棒を持って辻々を探しまわっている。それはまことに異様な風景であった。案内してくれた村長さんに聞くと野犬がりだという。地震からすでに一か月以上たっているのに、依然としてがれきの中にうずもれた行方不明者がいるという。地震で主を失った野犬が飢えて野性化し、また、衛生的にも好ましくないのだという。

土石づくりのイタリアの家々は、直下型の強震であえなくくずれてしまった。歩くことはもちろん、立っていることさえ難しい恐ろしい揺れにいきなり襲われては、とっさにどうやって生命を守るといったことさえむだであったろう。生死を分けたものは、その時、家の中のどこにいたかでほとんど決まってしまった。インタビューしたある

娘さんは、戸口の近くにおいて本能的に飛び出した。奥にいた父も母も即死である。そして、2階にいた兄は右手をはさみつけられたが、がれきの中で3日間埋もれたままであった。救助隊は彼を発見したが発掘に手間どった。それでも彼は生命をかくもつなぎとめただけ幸運であった。

日本は建築様式が違う、だからこんなことはまったくあり得ない、とはいえないのではなかるうか。それに、24時間以内に撮影されたという写真を見せてもらった。まったくの廃きよと化したのがれきの山のここかしこに、うっすらと、時に盛大に煙が立ち上っているではないか。火は土石に埋もれて、そこだけですんではいる。しかし、日本であったらどうであろう。りつ然たる思いにかられたものであった。

ところで、その土石づくりであるが、調査から帰ってなん人もの人に聞かれたものである。「イタリアは有数の地震国である。土石づくりが地震に弱いのは周知のことだ。ついなん年前にも同じイタリアのフリウリで、まったく同じ悲劇があった。なのに、なぜそのままにしておいたのか」と。しかし、その言葉と問いは、実は日本と日本人にも、そのまま向けられなければならないはずである。災害の様相は火事であっても、川治のホテル火災は、いつも言い古されている欠陥ゆえではなかったらうか。

## ずいひつ

# バイク事故の原因

長山 泰久

大阪大学人間科学部

「バイクが事故を起こすとしたらどのような事故が多いでしょう？」という問いに皆さんならどのようにお答えになるだろうか。自分で転倒してけがをする事故や、左折する四輪車にひっつけられる事故が多いという答えが返ってくるように思われる。

我々は、これまでにバイクの事故統計や事故事例を分析してきたが、実はバイクにはもっとひんぱんに起こる事故の形態があることを知った。それは右折時の側面衝突事故なのである。我々の分析では、バイク事故の29%はこの形態であり、二番目に多い出会い頭衝突の17%を大きく引き離している。ちなみに、普通乗用車で多い事故は、追突事故39%、出会い頭衝突16%であって、バイクに多い右折時側面衝突は12%と、バイクの半分に過ぎない。

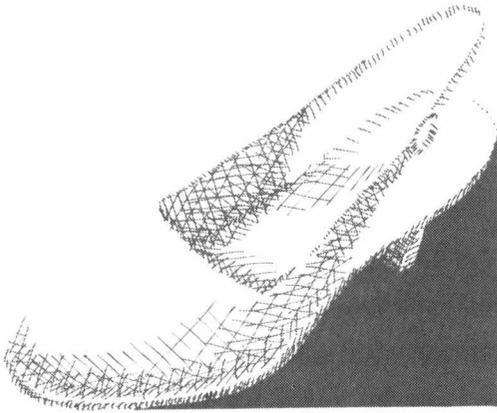
この統計は、死亡事故、重傷、軽傷事故すべてを含んだものであり、また、加害者の立場、被害者の立場両方を合わせて分析したものである。死亡事故だけを取り出して分析し

たり、加害者の立場だけを取り出して分析した事故統計もあるが、それらは我々の結果と少し違った傾向を示している。我々は程度の違いや加害・被害の違いはあっても、いずれにしても、事故を起こしたり事故にあったりすることが問題であるので、事故防止の立場から事故全体を分析して、バイク事故の特徴をつかまえ問題解決のための情報を得ようと試みたのである。

右折時側面衝突が多いといったが、それは交差点で右折する車や、右横断してガソリンスタンドやドライブインなどの施設に入ろうとする車と、直進する車が衝突するケースである。バイクが起こしている事故の場合には、バイクが右折するケースに比べると、バイクが直進していて相手車（四輪車）が右折しているケースが圧倒的に多いのである（バイク直進・相手車右折22%、バイク右折・相手車直進7%）。バイクが等速で直進していて、右折してくる相手車と衝突してしまうという事故が多いわけである。

なぜそのようなことが起こるのか？ 事例を詳細に分析してみると、次の四つの原因が浮かび上がってきた。

- (1) 右折する四輪車が、直進してくるバイクの存在に気付かないで右折を開始し、衝突する。四輪車がバイクの存在を見落とす。
- (2) 存在には気付いているが、自分が先に行けると思って右折開始すると、「思わぬスピ



ードでバイクが近付いてきて衝突する。四輪車がバイクのスピードを誤判断。

- (3) 右折四輪車が物理的に強力なので、右折開始すればバイクが「止まってくれる」「進路を譲ってくれる」と思って進んだところ、バイクは止まらないで突っ込んできた。右折車の強者意識。

ここまでは、いずれにしても右折四輪車側に事故の主原因があるが、次に挙げるのはバイク側の問題である。

- (4) 直進するバイク運転車が右折車の存在に衝突寸前までまったく気付かないで右折車に衝突する。バイク運転時の視覚特性。

そのようなことはあり得ないという反論をする人がいるかも知れないが、現実はこのケースは多い。我々も不思議に思って、バイク運転時の視野構成と注視点の動きをアイカメラ法で解析してみたが、バイク運転時には目線は近い所に行きがちであり、左右を幅広くスキャンニングしていないことがわかった。ということは、前方右方向から自分の前に切れ込んでくる四輪車の存在に気付かないで、

そのまま直進してしまう可能性がバイクにはあるということなのである。

現実の事故は(1)、(2)、(3)の四輪車側の原因のいずれかと、(4)のバイク側の原因が複合した時に起こってくるのは事実であろう。本来なら右折車が直進車に進路を譲るのが当然であって、右折車側に責任が求められる性質のものであるが、バイク側も自分が運転しているときの視野の狭さ、目線の動きの特性などを十分に心得ておかなければ事故は防げないところである。

左折車と接触する場合でも、バイクが直進する横から左折車がかぶせてくるケースよりも、むしろ左折車が左折のサインをして左折を始めたところへ、直進するバイクが突っ込んでくるケースが案外多いのである。この場合も、バイクは自分の右前方にいる四輪車の挙動を見ていないのである。交差点の出合い頭事故でも、左右からくる車を見落としてしまっている。

このような事実は、徹底的にバイク運転者に教育し、たたき込んでおかなければならない。ある場合には目配りの仕方などを訓練しておく必要すらもある。それとともに、四輪車の運転者に対しても、バイクのもっている視覚特性をのみ込ませておく必要がある。直進してくるバイク運転者がこちらを向いているからといって、彼らが自分を認めているかどうかは保証の限りではないからである。

## ずいひつ

## まちづくりに川を

波多江健郎

工学院大学工学部建築学科

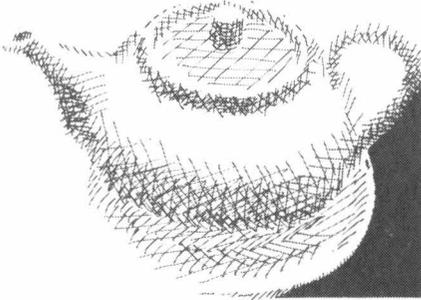
このごろ、私のところには川に関心を持つ方々からの相談が多いが、どれ一つとってみても悲観的なものばかりである。

かつて、川は人々の生活を支え、人々の生活の歴史とともにあったはずである。しかし、利用されなくなった川はそのまま放置され、中小河川の多くは下水・排水の端末となり、汚れと悪臭は川に蓋をさせる方向に進むようである。川を埋め立てることは容易であるが、再び川をつくるにはそのなん十倍もの費用を要する。私は、ここに利水の面から、利用価値が薄れ都市機能から無視されている川を生かして、人々の日常生活のなかに川の存在を意識できるようにしたいと思っている者の一人である。人々が水に親しむことによって、やがてはコミュニティ意識にまで高めることができなであろうか。このような発想に立って、都市の運河・河川を見つめるとき、私は北米における200年祭を期しての国をあげての試みを思い出す。1976年、建国200年祭ということで、人々がわき立っていたときであった。

私を驚かせたのは、人々が国のレベルからコミュニティのレベルに至るまで、自分たち自身の足元を見つめようとしていることであった。かつて、ルイス・マンフォードに“一杯のポタージュを得るために自分たちの貴重な個有環境を失ってしまった”といわしめたことに対する反省の上に、改めて自分たちの個有環境を見つめ直そうという発想である。これは、すべての人々の発想の転換といえよう。今までのように破壊の上に築いてきた都市環境ではなく、地域を持つ個有性を大切にし、育てながら環境を削り上げていこうとすることの表れである。

次に示すテキサス州オースチン市の例は、特に顕著なものとしてご紹介しよう。

オースチン市は人口30万の州都であり、学園都市でもある。テキサス大学教授ブラック氏は、市にある川のすべてを洗い出し、それぞれの河川を検証し、そのなかから市の東部を南北に流れるワーラークリークを取り上げた。その理由は、都市センターに近いこの川を整備することによって、市中心部に近い所に市民のための帯状のレクリエーション地域をつくり、市の公共文化施設と州庁舎を囲む公園と大学のキャンパスの線を鎖状に結ぶグリーンベルトとしての意味が非常に大きいことと、また、水辺の遊歩道が都市のなかでの重要な骨格として将来の成長発展の背骨となり得ることが大きな理由であった。特に街の真ん中にある川をはさんでのステージと聴衆席のあるオープンシアターはすばらしい。秋の



夕暮れともなると、ここではクワルテットなどが演奏される。このようなアイディアの基になったのがサンアントニオ市の例である。

テキサス州西南、メキシコ国境に近い都市サンアントニオ市の中心部に馬てい型をした運河（長さ3.4 km）がある。この運河のレベルは基盤目の街のレベルより1段下がった所にあつて、ほこりっぽい街のレベルから運河沿いの散歩道に容易におりられるようになっている。忙しい都市センター地域と緑と水の豊かなレクリエーション空間とが、立体的に結びついている珍しい例である。水辺の遊歩道に沿って、カフェ、レストラン、バーなどが多く、その上、川をはさんでのステージと聴衆席のあるオープンシアターもあつて、多くの人々を吸収している。特に都市レベルと水辺レベルとの著しい環境の違いは人々に忘れがたい印象を与えているようである。そのために、ここの街の人々にとっては、この運河はなくてはならないものになった。

このような運河・河川を見るにつけても、私たちの研究テーマにしている江東区の運河・河川の復活は可能なのかどうか考えてみよう。

外からみれば江東区はゼロメートル地帯、

ゴミ集積のまち、生活環境に必要な緑や公園が少ない、台風等による風水害を受けやすいなどと、生活環境評価からいえばマイナス面が多い。しかし、住民の意識調査では住み良いまちと答えがかえってくる。これは、人々の生活に対する連帯感が過去から受け継がれて、いわゆる下町情緒がいまだに存在していることの表れであろうか。したがって、新しい江東区の都市像として、人間の住むまちであり住みよいまちということである。住み良いということは、人間にとって安全であり、健康的で、気力があふれ、人情豊かな環境ができることである。もし、緑、公園、遊び場の少ない住環境に運河・河川を核として地域のなかにうるおいのある緑のネットワークがつくられ、それらが貴重な文化遺産としての史跡などを結ぶとすれば、従来からいわれているマイナス面は解消され、むしろ新しい環境として個性のある地域を創造することも可能ではないだろうか。

私は調査の一環として、江東区の運河・河川をボートで回ってみた。日ごろ、まちの通りから眺めるかぎり、高い堤防に阻まれて、まちとは関係のないようにみえる運河・河川が、実は人々の生活とかかわりがあることがわかった。また、運河・河川の川べりには活用を待っている貴重な土地が意外に多いことにも気がついた。もし、前述の例のような親水機能を、それらの河川に持たせることができれば、都市はどのように楽しい環境になるだろうか。

## ずいひつ

## 霞ヶ浦の蒸発量の算定

武田 要

科学技術庁資源調査所

霞ヶ浦は首都圏の将来の水ガメとして注目を浴びているが、近年、水質が悪化し、富栄養化が進んでいるという。そのため、種々の調査が行われているが、そのなかの一つにリモートセンシングという新しい手法を用いての調査が、ここ数年来公害資源研究所を中心に活発に行われている。

リモートセンシング (Remote Sensing) とは、人工衛星や航空機に、地上からの電磁波 (地上の物体は太陽エネルギーを受けて物体固有の電磁波一波長により光、マイクロ波等と呼ばれる一を反射し、あるいは放射する) をとらえるセンサーをとう載して地表の情報を収集し、事物の判別、現象の解析を行う方法のことである。

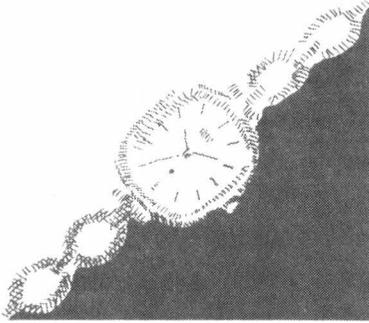
我が国では隔測・遠隔探査などの訳があり、中国では遙感というが、現在リモートセンシングという言葉は世界的科学用語として定着している。これまで霞ヶ浦全域の水質汚染状況を Landsat (米国の人工衛星 Land Satellite

の略で、一度にほぼ関東平野の広さの185km×185kmの情報(18日おきに得られる)でとらえ、さらに、航空機リモートセンシングにより詳細なデータを得るといった調査が進められてきた。

ここでは若干視点を変えて、リモートセンシングデータを利用して霞ヶ浦全域からの蒸発量を算定しようとする調査研究を行おうとするものである。

蒸発量は水収支のなかの重要な一要素であるが、その評価は、これら要素のなかでもっとも困難なものとしてされている。従来、蒸発量の算定は、蒸発計による直接測定と気温や湿度等の気象データを基にした経験式や理論式を用いて間接的に測定する方法がとられてきた。だが、従来の方法では、いずれの方法によるにしろ限られた地点の測定結果を基に広い地域の蒸発量を算定せざるを得ないため、正確な評価が難しいのは当然であろう。

しかし、広い範囲全域にわたって長期的に観測を実施したり、多くの測定点を設けてデータを収集することは、実際問題としてほとんど不可能に近いといっていいただろう。ここにリモートセンシングデータのもつ広域性、同時性、周期性の特徴を利用する可能性が考えられる。もちろん、現在のリモートセンシングによって得られる情報は精度的にも限度があり、気象条件によるデータ収集にも制約があるが、少なくとも、広い水域の表面水温



の分布状況が同時に、しかも周期的に得られることは、この分野における新しい手法としてその有効性が期待できるものである。湖沼の水質が清浄な場合、表面水温分布はそれほど変化はないが、水中に種々の物質が溶存したり混濁した場合、これらによる熱の吸収率が大きくなるため表面水温の上昇が考えられる。そのため、水質汚染の度合いにより、同じ湖沼でも表面水温分布はかなり違った様相を呈するものと考えられる。一般に、天然の水面からの蒸発速度は、風や日射などの気象条件が同じ場合、理論的にはこの温度における飽和水蒸気圧と水蒸気圧との差に比例するといわれている。したがって、水温の上昇は蒸発速度の上昇を促し、蒸発量の増大をもたらすことになる。この表面水温分布状況を把握し、それぞれの温度分布ごとに蒸発量を算定することにより、湖沼全域からの蒸発量が面的により正確に算定できる可能性が考えられる。霞ヶ浦の蒸発量の測定調査は、このような観点から進められた。

実験は、高度5,000mからの航空機リモート

センシングによる霞ヶ浦全域の表面水温分布の把握、これと同時にを行うモーターボートによる表面水温などを調べる湖上移動調査、気温・湿度・風向・風速等の定点観測、湖上・湖辺に設置した蒸発計による実測を行い、現在これらのデータを総合して解析・研究が行われている。

蒸発量の水収支のなかに占める役割は地域によって異なる。アフリカのような乾燥地帯では、降った雨の大部分が蒸発して空中に消えてしまうので、地上からの最大の水損失として古くから関心がもたれていた。我が国は湿潤地帯に属するので、蒸発量は降雨の $\frac{1}{2}$ 程度といわれているが、水資源という立場から見ると大きな水損失である。

また、湖沼や河川の水質汚染がすすんだ場合、先に述べた水温の上昇の外に、ゴミや油によって湖や海のような広い水面が覆われた場合、蒸発速度は著しく低下する。そして、このことは、将来海面などが油の流出で広く覆われた場合、さまざまな気候的変動をもたらす可能性を示唆するものであるといわれている(1972、安部嘉也)。このことから、広い湖沼からの総蒸発量の算定方式の開発は、水資源としての蒸発量の正確な把握だけでなく、水質汚染度の判定に関する資料をも提供し得ることになる。この意味で、専門家の方々の御協力を得てこの研究を実りあるものにした

# 防災文献学 過去の災害文献と現在の防災 データ記録へのアプローチ

服部一敏

## 1 はじめに

災害を防ぐための文献とひとことでいっても、その包括するものは学問領域から記録対象まできわめて広範にわたっているといえよう。

この一例を雑誌論文についてみた場合、防災についての論文が他の領域との重出度は、他の学問分野に比して、数倍の重出頻度があるという調査結果を得ているほどである。このことは防災文献が、その対象として人間、生活、環境を包含する一方、文献形態が文字で書かれた文献情報から数値情報、画像情報、さらに情報源情報といった多岐にわたっていることから判断できよう。

では、これらの情報を利用者へどのようにまとめて提供しているのだろうか。また、提供しているかと試みられているのだろうか。一方、文献の発生量と災害とはどう結び付きがあったのだろうか。こうした特異な文献記録と、その提供上のアプローチから、「防災文献学」といった立場で、過去の災害記録から現在の防災のための環境データまでを眺めて、その問題点を求めていきたい。

ところで、災害を記した記録や文献が、次の災害を防ぐための重要なかぎとなるのは言うをまたない。しかし、災害をもたらす状態、または災害をもたらさないための状態が現在どのように進行しているのかといった現状事実を記した文献データも貴重であり大切である。さらに、この環境事実

であるファクトを記した文献や数値情報は、場合によっては瞬時の遅滞も許さず求められる。となれば、最近の目覚ましい進歩を遂げている電算機の働きによる支援を求めなくてはならない。これらのことから、ここではまず災害と文献・データとのかかわりあい過去の記録から探ってみよう。次に災害につながる環境データの提供システムとして触れてみたい。

## 2 過去の災害記録と文献

いまから10年前に、日本の科学史を集大成する作業を日本科学史学会で行った。この全巻25巻に及ぶ資料集には、幕末ペリー来航以来の日本の科学技術の発展を、文献資料によって説明を加えようというものである。この最後に、全巻の索引編<sup>1)</sup>さんを著者らが引き受けて電算機による処理を試みた。

この作業の一つに、科学史大系の執筆に携わった多くの専門家たちが選定した科学史的記録に対してかぎになる言葉、つまりキーワード語を付すことにした。外国編など4巻を除いた全部の巻について記述引用された文献記録に、数個のキーワード語を付して、その統計を時系列的に1800年から1960年代まで並べて、その頻度を電算機でプロットしたものが図1-Aである。

次に、この記録文献に記載されている人たちの

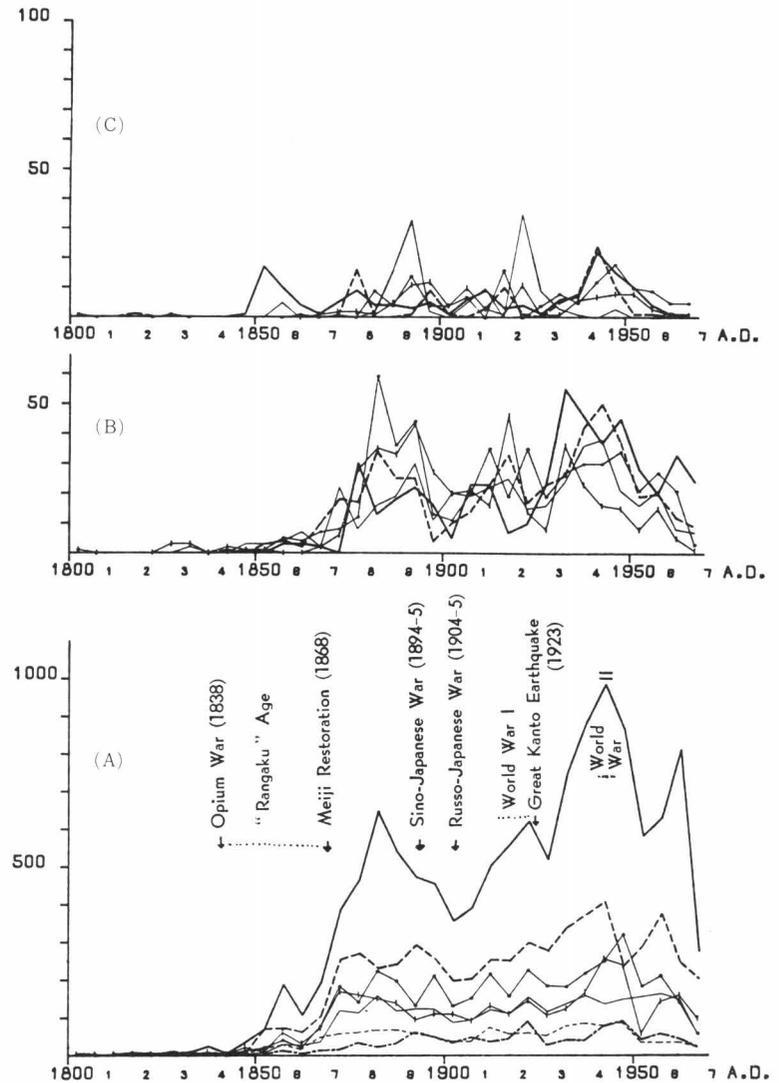
名前の多くは科学者であり、または科学に関与した政治家・官僚および企業家たちである。その人名の出る頻度を、まったく同じ時系列で並べたものを重ねてみる。さらに、こうした人名と前記の記録に付されたかぎとなるキーワード語から戦争および自然災害ならびに人的災害に関与した記録とを掛け合わせ、これを人名の頻度で並べたものを重ねて比較した図が図1-BおよびCである。さらにC図について細部を示すならば、この図1-Cは、自然災害および人的災害について (1)軍事技術・兵器 (2)戦役・戦争 (3)地震災害 (4)気象災害 (5)人的災害について実線・点線などで製図したものである。

これらのことから、災害と記録文献量の頻度との間にある対応関係がみられる。その第一は、科学技術の進展とともに記録文献は増大するが、そこには上下の波動がある。第二に、科学に関与した人名は、むしろ明治初期にピークがあり、次に昭和初期から10年代にピークがある。第三は、このような傾向にもかかわらず、災害での頻度はむしろ災害、たとえば、濃尾地震とか関東大震災といった災害の大きさに対応する結果を得ている。

こうした過去の記録から災害を知ること

と、その反面、災害があつて初めて記録が発生するとも言換えることもできよう。このような手法を計測文献学 (Bibliometrics) といい、災害が与えた科学上の事象の大きさの計量的な比較になる。と同時に、この過去の文献記録に含まれた多くの結果事実が、次の災害の予防に役立つための記録として利用され提供されなくてはならない。

図1 科学史文献の記録出現頻度



- (A) 日本の科学技術史についての文献資料頻度 (資料に付したキーワード語の頻度で示す)
- (B) 日本の科学史資料に出現する人名の出現頻度
- (C) 自然災害および人的災害 (含む戦争、戦役) 記録資料に出現する人名頻度

### 3 防災関連の雑誌論文と文献情報

#### 1) 防災論文の広域性と複出性

では、防災についてのどのような文献が現在研究者に提供され、また利用できるものであろうか。この一例を防災に強い関連がある環境情報でみてみよう。

まず、(1)数値情報 (2)文献情報 (3)情報源情報 (4)画像情報の四つの情報タイプがある(図2参照)。このうち文献情報とは文字で書かれた論文情報である。この情報は図書、雑誌、技術リポートおよび新聞に区分できよう。現在、紙による印刷媒体では雑誌論文が文献情報の主流といえる。ところが、防災関連の情報は雑誌から画像情報まで広域にわたっている。そこで、まず雑誌論文としての性格からみてみよう。

いま一例を、国立国会図書館で昭和25年以来刊行している雑誌記事索引——科学技術編<sup>2)</sup>からの実例で示そう。この索引は、日本国内で刊行される雑誌論文のうち科学技術関係のものを集めて分類し、著者名と論文名に所載雑誌名を記述したものを並べてある。昭和50年での実績は科学技術関係誌 1,284タイトルで、年間論文数は76,810論文に

及んでいる。

この雑誌記事索引の排列は、分類別に排列してある。このため、自然災害または防災科学といった分類では、ある一つの論文を一つの分類に位置付けることが難しい。つまり、二つ以上の分類項目にわたって重出する必要がある。この頻度を調査したのが表1である。この表によれば、分類別の記事論文数とその重出件数および重出箇所を例示してある。これによっても、水質汚濁といった分類項目にいった10個の論文が、水質試験という他の分類に2論文、廃水処理には1論文、水産病理・水産保護に3論文、環境衛生に1論文といっ

図2 環境情報の構成

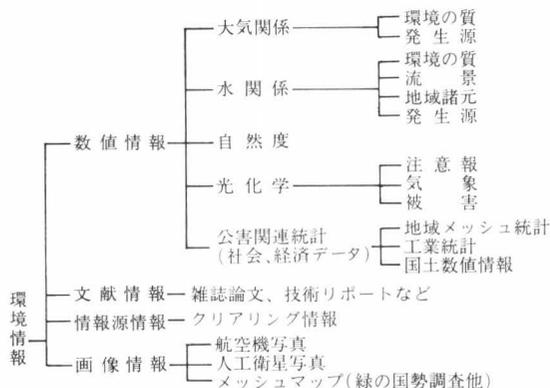


表1 分類別の記事数とその重出件数および重出箇所

分類項目		記事数	重出件数	重出箇所	重出率
S C 医 学	衛生学・公衆衛生 — 食品衛生・栄養問題	36	32		88.8%
	中 毒—有機物性	29	0		0%
	衛生学・公衆衛生 — 環 境 衛 生	16	2		12.5%
M 科 学 技 術	環境科学・自然災害・防災科学	11	11	③用水・廃水(1)、⑧有機化学・有機化学工業—環状化合物<芳香族化合物>(2)、⑨高分子化学・高分子化学工業—プラスチック(1)、⑫農産—土壌・肥料(2)、⑬衛生学・公衆衛生—環境衛生(4)、⑳中毒—有機物性(1)	100%
	— 水 質 汚 濁	10	7	④用水・廃水—水質試験(2)、⑤用水・廃水—廃水処理(1) ⑮水産—水産病理・水産保護(3) ⑰衛生学・公衆衛生—環境衛生(1)	70%
P A 化学・化 学工業	有機化学・有機化学工業 — 環 状 化 合 物 <芳香族化合物>	7	2		28.6%

た具合である。つまり、10個の論文のうち7個の論文が重出することは重出率が70%となり、多くの論文が一つの分類項目に位置付けられることからすれば、防災論文の多岐性を示している。

## 2) 防災文献の検索法

一例として、上記に述べたように防災関連論文の特徴を挙げれば、まず、①防災情報文献量はその増加が著しい ②防災技術の領域が細分化されると同時に、学問・技術分野間で複雑に関連している ③文献が記述される刊行が雑誌論文だけでなくレポート類、国際会議、技術セミナー資料と多岐にわたっている ④防災情報は文献という図書形態にとどまらずマイクロフィルム形態、電算機可読の数値データベース、ビデオテープや8mm映画のような画像情報といった多様な媒体にわたる傾向にある。

このような防災文献を、求める利用者はどのように選び出すことができるだろうか。その第一に常に最新の情報に接するための方法、これをカレントアウェアネスといい次の三通りがある。①雑誌など全体から流し読み(browsing)する ②雑誌の目次とか抄録文があればそれによる ③雑誌などの論文をカード化しておき、キーワード語の付したファイルを作成して、雑誌資料とは別に検索ツールを作る。次に、ある主題をテーマに新しい情報から古い記録までをそ及して検索する方法、これをリトロスペクティブサーチという。この方法は、①主題テーマでそ及する ②同一著者の論文でそ及する ③ある雑誌でそ及する ④キーワード語でそ及するなどの幾つかの方法がある。この場合は、すでに雑誌本体では困難であり、別に作ったカードファイルを準備することが不可欠である。

このファイル作業は、それ自体に意味があり、個人的なパーソナルファイルから研究室なり機関で独立した文献ファイルを準備している。その排列は、個人志向、または目的にあった共通性のある分類表なり検索キーワードリストを自由に選択

できる。その反面、きわめて人手を要する。このことから、防災文献を含めた広い領域での科学技術文献を、上記のような目的に合致するように編さんして刊行している機関が日本に幾つかある。また、この検索のために電算機を駆使して、利用者の要求に答えるためのデータベース提供を試みている。では、どのような方法によって防災文献のサービス提供が電算機支援の形で行われているのだろうか。

## 3) 電算機による検索提供

ところで、初めにも触れたように、防災文献にあつては、研究者は絶えず多くの雑誌論文等に目を配っていないてはならないことになる。一方、こうした雑誌論文索引を編さんする立場にある刊行機関も、他領域への重出度の多さに加えて論文数の増大は、すでに人間の手作業では極限にきている。こうしたことから電算機による機械編さん作業ということになる。

上記の「雑誌記事索引」も、昭和50年以降は電算機によって処理するようになってきている。

このような電算機によって雑誌論文を入力して編さんしている速報として、日本でもっとも高い利用度をもっているものが「科学技術文献速報<sup>3)</sup>」(日本科学技術情報センター刊)で、この速報は日本のみならず海外の科学技術雑誌の主要論文を包括的に網らしている。しかも、論文・著者だけでなく論文内容の抄録文が日本語で付与されている。さらに、この速報の書誌項目が電子計算機による文献データベースとして検索がオンラインで可能である。

このオンライン化は、防災上で必要とあれば求める種類の論文を直ちに検索する。また、オフラインで詳細を郵送するといった提供サービスが可能であり、端末機を設置すれば、図書館・情報センターに出向かなくても、研究室にいたまま求める防災論文にアクセスすることができる。このためには、通信回線を含めて全国的なネットワーク網が設けられることにも結び付いていこう。特に

防災については、すでに述べたように文字で書かれた記録情報より数値データとか画像情報のほうに、これからは重みがかかってくるものと考えられる。

## 4 防災関連データベースとシステム化

### 1) 数値および画像情報

災害的な汚染対策から環境の管理へと行政の重点が移りつつある現在、防災も災害を生じてから防ぐのではなく、生ずる前に予防する方向へと移行しているという。とすれば、絶えず現状を把握するための事実、つまりファクト<sup>4)</sup>を調査していく要があるろう。

こうした事実を示すためのデータおよび自然観測のデータは、世界の各国でも、また政府の各省によっても行われている(表2、表3参照)。このデータは直ちに電算機に可読なデータベースとして提供されている。たとえば日本についていえば、土地関連で8種、地震関係では3種、気象については42種など計89種の数値によるファクトデータがある。また作成機関も気象庁、環境庁、農林省など8省庁に及んでいる。こうしたデータの特徴としては、

- 1 対象が広い三次元領域にわたっている
- 2 状態再現が不可能なため時々刻々のデータを蓄積する必要がある
- 3 数値のオーダーがppmなど微量の単位になる対象が多い
- 4 多成分とか混合物が多く、単純比較が難しい
- 5 生物、生命に関する量も重要な要素となる
- 6 単に物理量とか化学量で計測できない、人間感覚——たとえば騒音、悪臭も対象となる
- 7 異なる評価単位から総合的に判断する要があるといった、純粹科学ときわめて異なったデータを防災情報として取り扱うといわれている。

次に、防災情報では画像データが求められてこよう。この画像情報は二つに大別できる。その一

つは静止画像であり、他が動画像である。

- 1 静止画像：図形、航空写真、マルチスペクトル写真、X線写真など
- 2 動画像：ディスプレイ画像、レーダー画像、テレビ画像など

このうち防災に深くかかわる画像情報としては

- 1 地図：地域危険度図の作成、延焼火災のシミュレーション、洪水氾らん地域調査による災害地図の作成、都市防災施設計画調査など
- 2 航空写真：土地改変状況、地形・地質構造調査による地震・洪水予報
- 3 マルチスペクトル写真：津波・高潮・台風等の監視による防災情報、地形・地殻変動調査、土地改変状況、地震・洪水などの予測

この外、防災に間接的な農林、土地利用、環境、水資源、地形・地質、海洋および気象についての画像情報が防災文献学上では大きな比重を占めて

表2 政府機関の所有する自然観測データベース

	土地	天文	地震	海洋	気象	計
環境庁	2種					2
農林省	2					2
郵政省	1					1
建設省	3					3
海上保安庁		21		11		32
気象庁			3	4	33	40
防衛庁					7	7
北海道開発庁					2	2
計	8	21	3	15	42	89

表3 米国における主な環境データベースのカテゴリー別一覧

	数値データ	情報源情報	作図・作表、シミュレーション・モデル
大気汚染	SAROAD, NEDS, CDS		PRMS, RAPS, IPP
水質汚濁	STORET, PCS, WATSTORE	NAWDDEX	GLWQM
自然環境、資源 エネルギー等	CNI, SLPA, EROS	ROSCOP	SEAS, SOS
騒音			
廃棄物			
化学物質	PARCS, ESPS, TAD		Predictive Model for Freshwater Eco system
法律、予算、その他	SRIS, GICS, FFF		

くことと思われる。

2) 防災文献ネットワーク

このように、防災についての多岐にわたる文献と観測によって発生する多量の数値および画像データは、一つの機関ではすでに処理できないであろう。また、この貴重な文献データは日本のみならず国際的な協力によって提供を受け、また提供する。こうしたネットワーク構築が防災文献に必要となつてこよう。そこで、このシステムでは、

①データおよび文献収集——ここでは自然環境、生物環境、社会環境が起因している地震災害、気象災害といった自然現象によつてもたらす災害から、公害、火災、戦争といった社会環境がじゃつ起する災害まで、対象より発生する観測データから災害記録までを収集する。これらを一次情報文献といい、一定の書誌的記述、たとえば主題とか報告名とか情報量などをカード化し、一方、文献記録を保管したり蓄積するための書庫内の位置を指定する。

②データおよび文献加工——収集された情報について分類したりキーワード語を付与し、さらに内容を抄録して索引化する。これをまとめて索引編さんする。これを二次情報といい、さらに二次情報は即時・大量の検索可能のために電算機処理ができるよう入力する。これがデータベースとなり

表4 将来の防災文献ネットワーク

	項 目		
	自然環境	生物環境	社会環境
データおよび文献収集 (一次情報) 整 理 保 管 蓄 積	地震災害 気象災害 海洋災害  etc	森林災害 農業災害 生態圏災 害  etc	火 災 公 害 環境災害 戦 争  etc
文 献 加 工 (二次情報) 索引・抄録 データベース	文献の二次的処理 抄録および濃縮情報 文献の電算処理のための加工		
文 献 利 用 シ ス テ ム 総 合 化 子 測 計 画 ・ 制 御	防災文献センター機能とオンライン・ネットワークの構築 情報検索選択提供 一次情報の複製電送など		

濃縮情報での電算機検索を利用者に提供できるようにする。

③ データおよび文献利用システム：こうした一次情報および二次情報を、多くの地域と機関で利用できるためのシステム網をつくるとともに、中心になるセンターでは電算機を駆使してデータおよび文献の総合化を図る。場合によっては、予測のための計画および制御のための意志決定情報までを提供できるようにする。こうしたことを表にまとめたのが表4である。

5 むすび

昭和54年度の科学技術情報活動推進検討会の中間報告にも、その推進すべき情報として、気象・災害データ、環境汚染データ、事故データおよび毒物の性質データが挙げられている。このように防災につながる文献データは自然・環境から科学技術、産業・社会および物質自体の性質にまでおよぶ広範かつ微細にわたっている。これを処理することは、現在では一個人はもちろん一機関とか地域では解決は困難と考えられてきている。このためにも防災文献はシステムに組み込まれ、組織的に整備されて多くの利用者たちに求める文献を適確に検索し、迅速に求める利用者までに低コストで提供できるネットワークが構築されて、はじめて防災文献学の基盤が作りあげられるものと言ひ換えることができるであろう。

(はっとり かずとし/国立国会図書館)

参考文献

- (1) K. HATTORI et al: Some Considerations of Quasi-Quantitative Analysis of the History of Science in Japan by key-words: Japanese Studies in the History of Science. NO.14 1975
- (2) 石田 智：雑誌記事索引(科学技術編)の使い方 科学技術文献サービス No.38 1977
- (3) 科学技術文献速報・環境公害編：日本科学技術情報センター 1981年1月20日号 1981
- (4) 旭リサーチセンター：昭和54年度科学技術庁委託ファクト・データベースの整備に関する調査研究報告書 1980

# 防火戸を考える

高野公男  
米村敦子

## 1 はしがき

防火戸で一般の人たちが想起するのは、鋼鉄製の玄関扉やビルのシャッター、あるいは階段室に設置された大きな鉄扉であろう。また、ある人は古い家の土蔵造りや海外の石造建築の重厚な扉から防火戸を連想するかもしれない。

過去の歴史的建造物に防火機能を持たせた窓や扉が見られるが、これらの防火戸は、時代や地域の切実な必要性から自衛的に発生し、長い時間をかけて発達してきたものである。現代では、防火戸は制度化され、その設置が法的に義務付けられている。したがって、現代の建築・都市空間のなかには、都心の超高層建築から町場の中小ビルに至るまで膨大な数・種類の防火戸がセットされていることになる。

防火戸は防火壁と一体となって防火区画を構成し、開口部を防護するところのものである。このように、防火戸が建築物を火災から守る重要な装備であることはだれしもが認めるところのものであるが、しかし、防火戸が実際にどのような性能を有し機能を発揮するのか、その安全上の役割についてはよくわかっていない面も少なくない。実際に火災が生ずる都度、防火戸や防火扉が問題となるし、いろいろなビルを観察しても、飾り物化して有事に一体役に立つのかといった防火戸も見られる。

デザインという側面からみると、優れた防火戸のデザインというものはそう多くないように思え

る。戸や窓というものは、設計者が最も関心を払い重視するデザインエレメントであるが、こと防火戸に関しては軽視されているのが現状である。平時に用をなさない防火戸は、むしろ通行上の障害物として邪魔者扱いにされ、なるべく目立たないように処理されるし、また、維持管理の面でも充分な手入れが行き届いているとはいえない。したがって、火災時に機能しない防火戸が生まれてくるのは当然で、こうしたことが建築防災上の大きな問題要素の一つとなっているのである。

ここ十数年来、我が国の建築・都市空間の変革は著しく、従来の伝統的な木造家屋・接地性の高い開放的な生活空間から、ビル様式の立体的・閉鎖的な生活空間へと変容をみせてきている。こうしたなかで、煙火災をはじめとする新しいタイプの火災現象、災害形態の発生をみとめ、建築物の防災機構・安全性の在り方が煙対策を中心として追求されている。防火戸は建築防火上のかなめの機構である。ビル様式がこのように普及・大衆化し、また今後も都市の立体化や生活空間の変容が予想されるとき、ここで建築防災上の中心である防火戸について、その在り方を見直してみることは、今後の環境づくりに大切なことではないかと考える。

## 2 防火戸の発達

### 1) 引き戸文化と防火戸

戸とは元来出入りに通じる「口」のことで、家

の出入り口や門などを示す言葉だったが、次第に出入り口に取り付けて開閉する建具を意味するようになってきた。また、窓は「間戸」の意だといわれる。外界との境の戸、柱間の戸、部屋の戸を意味するのだろうが、日本では中国から仏教建築の窓が入ってくるまで戸の一種とみなされていたようだ。もともと日本建築では戸と窓との区別があいまいで、寝殿造りの蓐戸（しとみど）や書院造りの明り障子に代表的なように、戸が窓であったり窓が戸であったりしている。ところで、戸にはその開閉方式により大別して開き戸と引き戸の二形式があり、よく日本の建築様式は引き戸の文化だといわれている。しかし、古くからそうであったわけではなく、むしろ古代から中世にかけては日本も開き戸文化だったといえる。寝殿造りのような古代の建築では中国の影響も大きく、分厚い一枚板の妻戸（開き戸）と上下に開閉する蓐戸が中心であった。それが大工技術の発達に伴って角柱の製造、板戸の軽量化が進むにつれ、次第に遣戸（引き戸）の形式に変化し、また紙の生産の向上で明り障子も多く使われるようになり、室内設備の固定化とともに引き戸の間仕切が増加していったのである。このような開き戸から引き戸への移行は急速に行われたのではなく、ごく時間をかけて日本人の生活に適合するよう工夫され使いこなされて変化したもので、ここに近世の書院造り（舞良戸と明り障子が建具の中心）が完成し、引き戸文化といわれる建築生活様式も定着したのである。

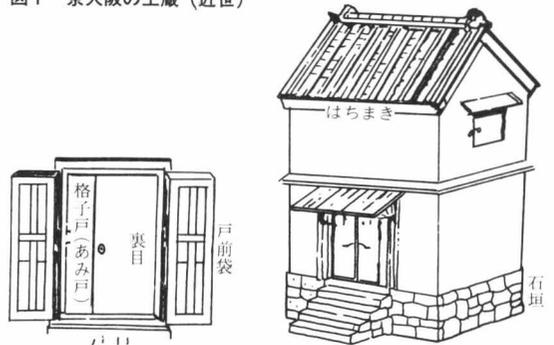
さて、防火戸ということでみると、それは倉の戸から発達してきている。古代の貴族住宅では倉が全建築物の半数を占めるほど重要だったが、すでに養老律令（718年）にその防火対策が示され、さらに奈良時代後期（783年）には、屋根まで土を塗った塗屋造りの「土倉」が奨励されている。このような土倉は荘園の倉庫の外、後には商業の発達に伴って問屋・高利貸などの倉として、また学者の書庫として用いられた。それはかわらをふいて壁には上石灰を塗り、その戸にかき殻を塗った例や、壁が5～6寸の厚さに塗られた例など相当に防火に意を用いたものだったようである。

しかし、本格的に防火建築や防火戸が考案され

写真1



図1 京大阪の土蔵（近世）



るようになるのは都市の発達した近世に入ってからで、やはり町家の土蔵がその中心であった。図1は近世の京大阪の土蔵の図だが、その戸前口は一番手前に黒塗りの戸袋を持った両開きの扉、その奥に塗り込めになった引き戸、その奥に銅網を張った格子戸がはめられ三重構造になっていた。土蔵の戸の構造には地方によって種々な形式があったが、その戸の前には万一に備えて水と土が常備され、火災の際にはすべて戸を閉ざしてそのすきまに目塗りをしたという。味噌を塗り込めたという話もよく聞かれる。

京大阪は他の都市に比べて防火建築の成立も早く、延焼防止のため卯建（うだつ）をあげ、「火返し」などとも呼ばれる袖壁を施し、特に二階の垂木や窓は塗り込めた（むしこ窓）かわらぶき二階家の防火的な様式が、その町並みの特徴となっていた。これに対して、江戸では封建的格式上、町

家のかかわらぶきや塗屋・土蔵造りは禁止されたため、大火災が頻発したにもかかわらずなかなか防火対策は進まなかった。吉宗の享保年間（18世紀初期）に入ると、火除地や広小路の整備、町火消の制度化とともに防火建築が奨励されて、次第にかかわらぶき、かきぶき、土蔵造りの町家も増えていった。特に関東の防火建築は、火災も多く、江戸も後期に発達したことから嚴重をきわめていた。写真1は川越市の町家で、二階建ての店舗だけが黒塗りの分厚い土蔵造り（二階の塗り込められた重厚な両開き戸は特徴的である）となっている。このような造りを店倉というが、火災の時には、店倉とその後方にある居住部分との境にある分厚い土塗りの扉（防火戸）を閉じて、店倉だけを延焼から防いだのである。関西では町家の外壁全体が土蔵造りになっていたが、内部はすべて木造仕上げのため住宅内部の防火戸などはあり得ず、一度延焼すれば全焼する可能性も大きかった。ところで、近世までにはすでに引き戸の生活様式が定着していたのだが、防火用の戸だけは開き戸も主要な位置を占めていた。それは厳密性と重量のある塗り込め扉の可動性の問題からだと考えられる。

この時期までの防火は、まず第一に家財や商品を重点的に延焼から保護する目的のもので、破壊消防が中心の弱体な消防力では居住部分は見捨てざるを得なかった。そのため人々はなによりも火の用心に気を配り、火気取り締まりは日常の安全を守る最大の重要事で、ゆえに、その防火対策も日常生活の中に根ざした身近かなものであったといえよう。

## 2) 西欧様式の導入と防火戸（明治以降）

明治以降の近代住宅の歴史は、和洋折衷化の歴史ともいえるものであるが、それに対して公共建築をはじめとする大型建築では、西欧の様式が導入されてそのまま今日まで定着してきたと考えていいだろう。こうしたなかで近代的な防火戸が発達してきた。ここではシャッターを中心に近代防火戸の歴史を追ってみよう。

日本で最初にシャッターが用いられたのは、明治29年、辰野金吾設計の日本銀行本店においてであった。（これは1880年ごろより流通しはじめたイギリスのクラーク・バーネット社のスチールシ

ャッターだと考えられるが、日本では『……全館畳込防火鉄戸の設備……』と紹介されている）。

国産のシャッターは明治36年ごろから考案され、製造され始めたが、当時はそれを必要とする洋式建築の絶対数もまだ少なく、また、需要も輸入品の比ではなかった。1906年（明治39）のサンフランシスコの大地震に伴う火災に対するその防火性能から、シャッターは世界的に注目を浴びるようになったが、日本では大正9年の市街地建築物法で初めて防火戸が法的に位置付けられ、それまで自主的に設置されていたものが社会制度のなかに組み込まれていくようになった。このときの甲種防火戸・乙種防火戸の区分は現在の建築物法のなかにも受け継がれている（表1）。

さらに周知のように、関東大震災を契機に都市防火・建築防火の重要性が認識され、また、火災科学や防火工学が発達し、防火機構として防火戸自身も脚光を浴びた。大震災後大正15年に、尾崎久助と吉田貢が日本で初めてシャッターおよび鉄扉の耐火試験を行って、防火戸の本来の防火性能を問直し、その後に貴重な示唆を与えることになった。昭和10年代に入ると浜田稔・内田祥三により防火試験の基準が定められて、各材料の防火性能が明らかにされた（これは現在の建築基準法の防火構造規定の元ともなっている）。その他、内務省防空研究所においても木造建築の開口部の防火戸について実験研究が行われた。このような状況の下で国産シャッターは製造面・性能面で改善され、輸入シャッターとの位置を逆転していった。

昭和7年に発生した日本橋白木屋の火災は我が国最初の高層建築火災であるが、防火戸の歴史からもその意味は大きい。従来建築物一単位で考えられていた防火に、建築内部における防火対策の必要性を喚起し、それを機に建築物法をも一部改正されたのである。すなわち、これにより建築内部の間仕切防火壁、間仕切防火戸が法的に位置付けられ、防火戸は建築内部に発展していくことになるのである。しかも、それが本格的に設置されるようになったのは戦後昭和25年の建築基準法制定以後のことであった。

## 3) 現代の防火戸（法的防火戸と保険防火戸）

現在建築基準法では、防火地域または準防火地

域にある建築物では、延焼の恐れのある外壁の開開口部には、防火戸その他の防火設備を施さねばならないことを規定している。また、その防火戸については甲種・乙種の2種に区分して以下のように細かくその構造を規定している(表1)。

防火戸といえ、建築技術者や消防関係者などはすぐこの甲種防火戸・乙種防火戸を想起する。甲乙の区別は建築物法時代からのものであるから、それだけ防火戸の概念としては身近かなものなの

だろう。火災保険規則でも、料率割引適用の防火戸として甲乙の2種に区分しており、建築基準法と比較するとほとんどその差がみられない。しかし、建築基準法では、前述のとおり延焼のおそれのある外壁の開開口部にのみ防火戸設置を要求しているのに対し、火災保険規則では、料率割引を適用するためには外壁および屋根の開開口部すべてに防火戸を設置するよう規定している。

#### 4) 防火戸の性能

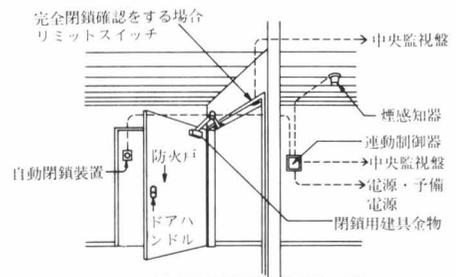
防火戸の性能については、それを定める防火試験方法がJISで規定されており、その加熱試験に対し、一定の耐火性能(変形・破壊・脱落などの変化やたわみを生じない等)と防火性能を有したものが防火戸として認められている。そこに示されるのが防火戸の火災遮断性の要件であるが、これを充足してもなお防火壁としてみれば、やはり防火戸の部分は弱体部分であり、コンクリート造の壁などと同等の火災遮断力はない。消防関係では、たとえば一般的な防火戸の場合、放水によって完ぺきな遮断性が発揮し得るものとしている。戦前には、防火戸にドレンチャー方式で水を流して、その遮断性を完全化する「流水シャッター」の考案もされていたと聞いている。

一般に、防火戸で延焼を食い止めた成功例とい

表1 法的防火戸の変せん 市街地建築物法(大正9年)および建築基準法(昭和47年改正)による防火戸の構造比較

市街地建築物法			建築基準法		
種別	構造の種類	厚さ	種別	構造の種類	厚さ
甲種防火戸	鉄製	鉄板の厚さ5厘以上	甲種防火戸	骨組を鉄製にして、両面に鉄板を張ったもの	鉄板の厚さ0.5mm以上
		鉄骨「コンクリート」造または鉄筋「コンクリート」造		鉄製	鉄板の厚さ1.5mm以上
	土蔵扉	厚さ1寸2分以上		鉄骨コンクリート製または鉄筋コンクリート製	厚さ3.5cm以上
		厚さ5寸以上		土蔵造の戸	厚さ15cm以上
乙種防火戸	鉄製	鉄板の厚さ5厘未満	乙種防火戸	鉄製	鉄板の厚さ0.8mm以上1.5mm未満
		鉄骨「コンクリート」造および鉄筋「コンクリート」造		厚さ1寸2分未満	鉄骨コンクリート製または鉄筋コンクリート製
	「モルタル」、漆喰、または石綿壁	モルタル1寸以上石綿壁適当なる厚さ		土蔵造の戸	厚さ15cm未満
		その他、地方長官により、防火戸として適当と認められたもの。		この他、建設大臣が消防庁長官の意見を聞いて、これらと同等以上の性能を有すると認めて指定するもの。	鉄および網入ガラス造
			木毛セメント板鉄板張 石こうボード鉄板張	木毛セメント板1.2cm以上 石こうボード0.9cm以上	

図2 現代の防火戸



うものは、社会的に報道されることが少ないのでよく知られていないが、実際には通常のビル火災において、防火戸が的確に火災を遮断して建物や防火区画を守ったという例も多い。たとえばあるデパート火災で、シャッターの完全閉鎖により計算機センターへの延焼を防止した例がある。また、1978年の400億円の損害を出し西独戦後最大の火災となった西ドイツフォード社大規模火災で、最終的に防火戸が延焼を防いだ例なども知られている。ことに西欧では、防火設計の原則は防火区画の遮断性の徹底化であり、防火戸はその重要なかなめとして位置付けられ、入念なデザインが施されている。NFPAの規定でも、開口部の性質や防火戸の性能特性・設置基準までかなり精密に規定

表2 NFPAによる防火戸の場所別使用区分

防火戸の型式	A級 防火壁 (2重防火戸を 有するもの)	B級 エレベータ シャフト	B級 階段室	C級 廊下および 室の間仕切	D級 延焼危険の 大きい個所	E級 延焼危険の 中位の個所	F級 延焼危険の 小さい個所
鉄板戸							
引き戸	C	C	N	C	X	X	X
開き戸	C	C	C	C	C	C	C
自動閉鎖装置付	N	C	N	N	N	N	N
重ね板両面鉄板閉じよう戸 (芯板3枚)							
引き戸	C	S	N	S	X	X	X
開き戸	C	S	S	S	S	S	S
重ね板両面鉄板閉じよう戸 (芯板2枚)							
引き戸	N	C	N	C	X	X	X
開き戸	N	C	C	C	C	C	C
自動閉鎖装置付	N	C	N	N	N	N	N
鋼製巻上戸	C	C	N	C	X	X	X
鉄板戸							
引き戸	S	S	N	S	X	X	X
開き戸	S	S	S	C	S	S	S
自動閉鎖装置付	N	C	N	N	N	N	N
ホローメタルドア							
引き戸	S	C	N	S	X	X	X
開き戸	C	C	C	C	C	C	C
木骨両面鉄板閉じよう戸							
開き戸	N	C	C	C	N	N	C
自動閉鎖装置付	N	C	N	N	N	N	N
窓わく							
中空鋼製	N	N	N	N	N	C	C
密実断面	N	N	N	N	N	C	C
ガラスブロック	N	N	N	N	N	N	C

(注) C: 一般に使用して実用的なもの S: 満足すべきもの(ただし必ずしも実用的ではない) N: 不適当なもの  
X: 外部に面しない開口部に使用し得るもの(引き戸、巻上戸および自動閉鎖装置付のものは外部に面する非常口の防護に適しない)

されているが、それはこのような設計思想の表れとみることができよう(表2)。

### 3 防火戸の問題点

#### 1) 無用の防火戸

防火戸は防火工学上の理論を背景に建築物の防災機構として法的にセットされているのだから、現代の建築は火災に対して相当程度の防御力を持っているはずである。ところが、その実態となると決して万全とはいえない。むしろ問題だらけといった方が当を得ているだろう。防火戸に関して、筆者らの火災事例調査をとおして指摘される問題点は次の四つのタイプである。

- イ) 設置問題…………… { しり抜け防火戸
- ロ) 閉鎖問題…………… { 閉まらない防火戸
- ハ) 避難問題…………… { 逃げられない防火戸
- ニ) 煙問題…………… 煙と防火戸

結論から先に述べると、防火戸をめぐる諸問題は、煙問題を除けば、防火戸そのものの物理的防火性能の問題というより、設置のされ方や維持管理、開閉にかかわる使い方、デザインに関する側面の問題にあるといえよう。さらにその問題の根底には、基準や法令、防火研究の在り方、生活様式・風土文化にかかわる多側面の問題が内包されているのである。現代の防火戸の大半は「死んだ防火戸」となっている。戸が戸として生きて機能するものでなければ、もはやそれは戸ではない。膨大な数の防火戸が設置されていながら、もしそれが無用の「死んだ戸」になっているのだとすれば、実にゆゆしき問題で、大変な危険性が放置されているということにもなる。それと同時に、我々の社会はまた大変な無駄を「安全」という名を借りて投資していることになるのではあるまいか。

#### 2) 閉鎖問題

NFPAが1975年～1977年の3年間に収集した大

写真2 某ストア火災で、ブランコがつかえて閉まらなかったシャッター



火災・特異火災837件のなかには、防火戸の管理や設置の不備が大きくなった火災が23件あり、このうちの約半数が防火戸が開いたままになっていたことに原因しているとされている。このなかには、防火戸の開放を維持するためにくさびをかませたもの（あなたのビルの防火戸をよく観察してみるといい）や、窓や開口部の防護が不完全であったり、火災時にヒューズや火災感知器と連動している自動閉鎖式の防火戸が、その周辺に物品が置かれていたために完全に閉鎖できなかつたりして延焼したケースなどが多く含まれている。これらは「しり抜け防火戸」や「閉まらない防火戸」の典型例というべきもので、このように、火災の防護装置の設置や操作に致命的な欠陥や不全があれば拡大するのは当たり前で、この当然の原理が火災を生じて初めて露呈されるのである。

我が国の場合はどうかというと、防火戸の火災拡大要因に含まれる割合は、おそらく欧米データを大幅に上回るものだろう。東京消防庁では、現在先のNFPAと同種の調査を進めており、管内の火災事例から拡大要因に関する傾向分析を行っているそうだが、聞くところによると、火災拡大の諸要因のなかで最も高い比率を占めているのが防火戸関係なのだそうである。筆者の調べた事例だけでも防火戸の閉鎖問題に関連するものが多い。

たとえば、先年の釧路オリエンタルホテル火災

（昭和48年）の場合は、出火現場に居合わせたホテル従業員が、防火戸を閉めることをせずに煙を階段室に侵入させ拡大させた火災例であったし、昨55年11月20日の川治温泉ホテル火災の場合も、木造棟と耐火棟との接続部分—その防護の最もかなめとなるべき連絡通路の部分から煙や火を早期に侵入させている。シャフトやダクト内の防火隔壁も防火戸の範ちゅうに加えれば、最近の著名火災のほとんどは防火戸の不備や機能不全と関連しているのである。手元にある事例から避難問題や閉鎖問題に関連するケースをさらに幾つか挙げておこう。

- ① 白浜椿温泉椿グランドホテル火災……防火戸本体は法規どおりのものが設置されていたが、大半の防火戸の防火壁が、天井裏の見えない部分で筒抜けになっていた（しり抜け防火戸）。
  - ② 磐梯熱海温泉磐光ホテル火災……玄関ホール左手南西角の非常口が開かず、避難してきた約30人のうち10人が死亡、逃げられない非常口・防火戸となった（逃げられない防火戸）。
  - ③ 水上温泉菊富士ホテル火災……モノロクタイプキーのついた非常口が廊下の両サイドに付いていたが、開け方をよく知らなかったために逃げられない防火戸となった。
  - ④ 大洋デパート火災……防火シャッターの直前で大量死があった（火災遮断と避難の競合性）。
  - ⑤ 千日デパート……避難に有効な屋外階段があったが、そこに通ずる扉の位置がわからず、従業員1人しか使わなかった（逃げられない防火戸）。
- 個々の事例を挙げようとすれば際限ないが、いずれも初期対応や避難と絡み、非常時に利用者や従業員がうまく扱えないで失敗しているケースが多いのである。そこには「防火戸を正しく設置し、正しく使用しなさい」という教唆・啓蒙の側面と、「一体現在の防火戸が非常の際に正しく操作・利用できるのか」というデザインの側面の問題が二つ同時に含まれているのである。それでは利用者の方が悪いのか、扉の方が悪いのか。この事柄に関連して、川越邦雄教授が『防火設計の新時代に向けて』（「建築知識」1981年2月号）という小論で傾聴すべき一文を書いておられるので、ここで採用しておこう。

「壁とも引き戸ともつかない襖、障子で育ってきた日本人には、開きドアは馴染めない。欧米人に見せたくない防火戸設計の稚拙さの因は正にここにある。『扉とは開くためにあるのか、閉じるためにあるのか』国際標準機構（ISO）では久しく論議されたと聞く。馬鹿げた議論に見えるが、これは建築計画、ことに防火設計の上では大変重大な問題である。もちろん結論は閉めるためであるとされた。防火戸が明けっぱなしの弊害を無くすためには、うまい引戸式の常時閉鎖の防火戸の開発が急務である。

### 3) 煙との対応

最近の火災の特徴として、建物はそう燃えなくても発生する多量の煙の拡散により多数犠牲者を排出する火災機構に遷移してきていることは周知のとおりであるが、こうした「煙火災」という新様相のなかで、防火戸自体も「煙との対応」という新しい課題を負わされてきている。工場・倉庫のような製品やプラントなどの物的資産の防護が主目的となる生産施設の場合と違って、ビルなどの都市の生活空間の防災課題は、火災（炎や熱）の遮断性以前に在館者の人命保護、煙からの防護が最優先されるべきものである。したがって、建築構造自体、煙に対する防護構造の在り方が求められるのであるが、当然建築内部の各種隔壁、窓、扉の類にも防煙上の役割が期待されるところのものであろう。現在、法的にも排煙口、防煙垂れ壁などの設置が義務付けられてきている（昭和46年建築基準法改正）。しかし、これは筆者の私見であるが、このような防煙機構はまだ便宜的なもので、必ずしも合理的な解決策ではないと考える。それはここ数十年の間に煙の研究が進んだとはいえ、多様な建築形態に対応する設計法がまだ確立された段階とはいえないからで、今後この分野の研究がさらに展開されていかねばならないものである。超高層ビルのように、いわば建築自体が高度な工学機械、宇宙船化した環境の場合とはともかく、一般のビルでは煙の挙動は建築空間の複雑性、使用状態の多様性と関連して、不定・不確実な様相を示す。これに避難時の人間行動、生理学・心理学的要因が複雑に絡むから、防煙設計は一層難解な問題となる。

しかし、この防煙問題も見方を変えれば意外に単純なところに解決策があるのかもしれない。防煙設計の要諦は区画の徹底にあるといわれている。この単純な原則が実行できるように工夫されていけばいいのである。

## 4 これからの防火デザインと防火戸

これまで防火戸の発達や諸問題について触れてきたが、ここで要約すれば、現在の防火戸問題はとりわけ戦後のビル様式の大衆化に伴って発生し、それは火災遮断性など物理的な性能面の問題というより、防火戸が建築空間や生活となじんでうまく機能するかどうかの、むしろデザインの問題として提示されているといえるものである。

大きな火災が生ずるごとに防火戸が問題になり、「防火戸を正しく設置しなさい。維持管理や操作を規範どおり正しく行いなさい。……」ということがその都度いわれている。確かに知識や意識の面で遅れていることは否めないことであるが、はたして現在の防火戸が日本人の生活や生活様式になじむように工夫されているのかどうかということにも問題がある。防火デザインというものは机上の合理性だけではなく、生活や居住様式に見合い、密着し、慣習として溶け込んでいるのでなければその実効性は期待できない。このような努力をこれまでの防火研究や建築デザインが怠ってきたのではあるまいか。

一口に建築や生活空間といっても、そこには地域や施設形態によってさまざまな特質や態様がある。たとえば、テクノポリス化する大都市都心部の官庁街・業務街のような、いわば「ドア文化」が定着した環境と、地方都市や温泉街などの伝統的な居住様式や生活文化——「引き戸文化」を温存させている環境とでは、戸や間仕切など生活空間に関するかかわり方に差異があるのは当然といえるだろう。こうしたところに「ドア文化」の基準が画一的に一網打尽にかかっているのだとすれば、矛盾や問題を生じない方がむしろ不思議である。ここ数十年間温泉街に大火災が多く、その度に防火区画や防火戸が問題になっている。このことは、これまでの防火戸の技術思想がこうした伝

統的な空間にはなじみにくい側面を多く残している事を如実に物語っているのではあるまいか。

戸や扉はその国・地域の文化を表す象徴といわれる。はたしてこれまでの防火デザインの考え方や在り方がそのままでよいものかどうか。豊かな生活空間を築き、その安全性を保証するかなめとして、防火戸の在り方を大きく見直していく必要がある。最後に今後の取り組み方として筆者の若干の提案を挙げておこう。

## ○ 防火戸、防火デザインの提案

### (1) 防火構造に関する啓蒙

防火区画など防火デザインの大前提である防火構造の基礎知識を学校教育・社会教育レベルで普及・啓蒙していくこと。

### (2) わかりやすい防火戸の呼称

甲種・乙種など現在の防火戸の呼称は、技術・行政用の言語である。概念が難解化し、技術者や行政官のバズル解き、知的ゲームの道具と化している。このような法的概念とは別に、生活者が防火戸の機能や役割をわかりやすく理解し得るような呼称（生活言語）を与えるべきである。過去の伝統的な建築様式は住み手の生活に根ざした優れた用語を多く生み出している。

### (3) 煙防火戸（丙種防火戸）

なんとといっても、火災初期における煙防護、避難が防火デザイン上の課題である。これまでの火・熱遮断用の防火戸とは別に、避難や煙制御を重視した軽い丙種防火戸というようなものを新たに設定する。このためには、火災発生の周辺区画におよそ20分～30分程度の防煙性が発揮できる程度のもを考えればいだろう。したがって、遮断性よりもある程度の防煙性を持った扱いやすい使いやすい戸を考察していくことが重要である。既往の防火戸（甲・乙）も必要に応じてこの扱いやすい丙種に切り替える（スイング式ガラス戸、引き戸、防煙アコーディオン扉など）。

### (4) 木の防火戸

団地マンション等の玄関扉は必ずしも鋼鉄製である必要はない。厚手の燃えにくい木の扉の方がよりベターだろう。地震、防犯、視界快適などの諸点からも望ましい。

### (5) 引き戸防火戸

旅館・料亭など伝統様式を持つ空間では、すべてというわけではないが要所を軽量の引き戸防火戸とする。

### (6) 防煙区画

ことに旅館・ホテルなどの防煙区画を徹底する。防災投資が多重にならないような措置、たとえば巨大な「非常灯」などの設置を適宜緩和する。

### (7) 煙防火戸のディテール

完全密閉式にしようとするとう実的でなくなる。重要なポイントを押さえ、なるべく簡便なデザインとする。ドア上部の召し合わせ部分の気密性に重点を置けばいだろう。

### (8) パニックドア

緊急時に簡単な操作で開錠開放できるような扱いやすい錠・取っ手の開発。

### (9) 創意の啓発と吸収

優れた防火戸が生まれる基盤をつくるのが大切である。このためには建築家やデザイナーに諸提案を呼びかけ、優れた防火戸の開発を試みる。ことに「日本の生活空間と戸」、「火災現象と戸」の両面からの検討が必要となろう。

\*

（付記）本稿作成にあたって、東京消防庁勝野仁氏、日本シャッター工業会小坂芳治氏、安田火災海上保険（株）安達弥八郎氏より資料提供をいただいた。

（たかの きみお/manu都市建築研究所・よねむら あつこ／  
千葉大学工学部建築学科）

#### 参考文献

- 1) 太田博太郎；「図説日本住宅史」 彰国社（1975）
- 2) 白木小三郎；「住まいの歴史」 （1978）
- 3) 大河直躬；「日本の民家」 山と溪谷社（1979）
- 4) 加倉井昭夫；「日本の室内の空間」主婦与生活社（1975）
- 5) 小泉和子；「家具と室内意匠の文化史」（1979）
- 6) 魚谷増男；「消防の歴史四百年」（1965）
- 7) 浜田稔共著；「建築学大系 建築防火論」彰国社（1975）
- 8) 日本シャッター工業会；「シャッター100年の歩み」（1978）  
「防災（防煙）シャッターの性能基準」（1976）
- 9) 高野公男；『建築知識』1981,2月号 42—53  
川越邦雄； 同 92—93  
若松孝旺； 同 93—94
- 10) 広瀬ほか；「建築の防災設計」日本サムシング（1978）
- 11) 安田火災海上安全技術部「工場の火災保険料けい減対策」1980,7月

# ガス爆発現象と対策

平野敏右

## 1 はじめに

なんらかの原因で、ある空間に発生した可燃性気体（都市ガス、プロパン、ガソリン蒸気など）と支燃性気体（酸素、空気など）の可燃範囲にある混合気、すなわち可燃性混合気に着火し、そこで圧力の急上昇が起こり、それに起因する被害が生じる場合、その現象を一般にガス爆発と呼んでいる。このように、可燃性混合気の燃焼（またはデトネーション〔爆轟〕）による圧力上昇によって被害が生じる場合をすべてガス爆発という範ちゅうに入れると、ガス爆発現象は、それが起こる空間やそこでの混合気の状態によるので非常に多様である。

ガス爆発対策を考えるにあたって、これらの多様なガス爆発現象を詳細に知る必要があることはいままでもない。しかし、現象が多様であるということは、必要な知識が多岐にわたっていることを意味しており、短期間にそれらの多くを得ることは容易ではない。ガス爆発の発生を阻止し、発生した場合に被害を最小にすることを目的とするガス爆発対策には、ガス爆発現象とこれに影響する種々の条件との関係についての知識を得ることが当面の課題であり、特定の条件の下での現象の詳細な知識を得ることは次の課題であると考えていだろう。

ここでは、ガス爆発の過程およびその被害と、

それらに影響する主な条件との関係について述べ、続いて、それらの関係に基づいてガス爆発対策を考えてみた結果について述べる。

## 2 ガス爆発の過程とその被害

ガス爆発の起こる空間の状態により現象は異なる。その空間が外部と区切られておらず開放している場合、可燃性混合気が半径数m程度の範囲に広がったとしても、周囲の空気との間の渦拡散などを考えると、比較的短時間で可燃性気体の濃度が可燃下限界以下になってしまうと推定されるし、それに着火したとしても、発生する圧力波の強度はそれほど強くなるとは思われない。したがって、可燃性混合気が半径数十m以上にわたって広がった場合、それによる被害が問題になるとしてよいと思われる。このような場合、爆発による被害を考えるうえで重要な点は、発生するファイヤボール（火炎球）からの熱放射強度、圧力波の強度、あるいはデトネーションの発生の有無などであり、これらは可燃性混合気の種類および量、着火源のエネルギー量などによって異なる。

ガス爆発が起こる空間が壁面などで囲まれている場合には、その空間の形状およびそれを構成している壁面の強度などによっても現象が異なる。居住空間、乾燥器、反応容器のような空間でのガス爆発を考える場合、空間内での可燃性混合気の

濃度分布、空間を構成している壁面のうち破壊しやすい部分の強度および面積などが重要である。

また、管路やダクト内でのガス爆発の場合には、混合気の種類や濃度によってはデトネーションに容易に転移するので、その混合気の濃度、管路やダクトの形状や内面の状態などがそれを検討するうえで重要である。

このような多様なガス爆発のすべてを系統的に論ずるには膨大な時間と紙数を要するので、ここでは、これらのうち主として居住空間やある種の装置などのように、その縦、横、高さのうち任意の2方向の寸法の比が1と極端に違わないような閉固空間でのガス爆発の概略について述べる。この場合、可燃性混合気の形成、着火、火炎伝ばと圧力上昇、圧力波の発生、火災への遷移などが検討すべき主な過程であると考えられる。

1) 可燃性混合気の形成

閉固空間内の可燃性混合気の様子は、空間の容積、換気率、可燃性気体の種類、その流入、漏えいまたは発生の状況によって異なる(図1)。

後述のように、通常の規模の閉固空間内の可燃性混合気濃度は、一般に不均一であると考えられるが、それについての検討に先立ち、空間内の混合気平均濃度がどのように変化するかについて考えてみる。

換気のある閉固空間内において、一定の速度で可燃性気体が漏えいまたは発生している場合の、空間内の混合気平均濃度の変化は、おおよそ図2のようになる。初期の濃度の増加率は、可燃性気体の発生速度に比例し、空間の容積に反比例する。また、最終到達濃度は、可燃性気体の発生速度に比例し、空間の容積と換気率の積に反比例する。言い換えると、閉固空間の容積の割に漏えい率または発生率が低い、あるいは、換気率が大きければ平均濃度は高くなりにくい。

可燃性混合気の発生に気づき、換気扇を回したり窓を開放するなどして換気率を突然大きくすると、急激に閉固空間内の混合気の濃度が低下する。その様子を図2中に重ねて示した。

閉固空間内の濃度の均一性を論ずるに当たって、

図1 閉固空間内の可燃性混合気の形成状況

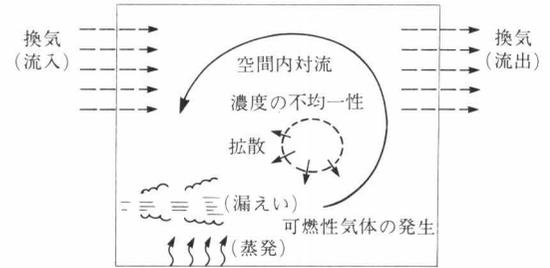
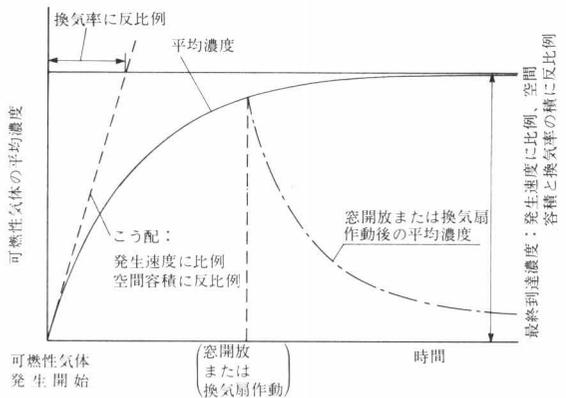


図2 可燃性気体の平均濃度の時間変化



空間全体に対する拡散の特性時間(分子拡散のみによって空間全体の濃度がほぼ均一になるのに要する時間)、局所的な拡散の特性時間(分子拡散によって局所的な濃度がほぼ均一になるのに要する時間)、対流の特性時間(対流により気体が空間を横断するのに要する時間)および換気特性時間(1回の換気に要する時間)の4つの特性時間を考えると便利である。

かなり狭い空間でなければ、空間全体に対する拡散の特性時間が対流の特性時間より短くなることはなく、濃度は均一にならない。密閉度が高く換気特性時間が対流の特性時間より充分長ければ、全体的に濃度は一様になるが、換気率が高く、これらの特性時間の相対関係が逆になると、濃度は一様にならず高くなりにくい。局所的な拡散の特性時間が対流の特性時間より充分短ければ、局所的な濃度は一様になり、逆の場合にはそれは一様になりにくいと考えられる。可燃性気体が空間内に流入する際に、その噴流により強い乱れが発

生すれば、局所的な拡散の特性時間は対流の特性時間より充分短くなる。このような場合、噴流の下流では濃度が局所的に一様になると考えられる。

2) 着火

可燃性混合気への着火は、その混合気の組成が可燃範囲内にあり、それに化学反応（燃焼反応）を開始し、持続するに十分なエネルギーが与えられたときに起こる。可燃範囲は、混合気の温度や圧力、混合気中の可燃性物質、酸化剤、不燃性気体の濃度などに依存する。表1には空気と可燃性物質の混合気の室温、大気圧における可燃範囲の幾つかの例を示した。

表1 可燃範囲

可燃性物質	対空気	
	下限界(vol%)	上限界(vol%)
水素	4.0	75.0
一酸化炭素	12.5	74.0
メタン	5.3	14.0
プロパン	2.2	9.5
エタノール	3.3	19.0
オクタン	1.0	6.5
アセチレン	2.5	81.0

ガス爆発を考える場合、その性質上、下限界が重要である。可燃範囲は一般に温度や圧力が上昇すると広がるが、下限界のみについていえば、圧力の影響は比較的小さい。混合気中の不燃性気体または燃焼抑制気体の割合が大きくなれば可燃範囲が狭くなることはいうまでもない。

着火に要する最小エネルギー、すなわち最小着火（発火）エネルギーは、混合気の温度や圧力、混合気中の各成分の濃度などに依存する<sup>2)</sup>。混合気の組成が可燃範囲内にあっても、それに与えるエネルギーが最小着火エネルギー以下であれば着火しないことはいうまでもないが、エネルギーが大きくても火源の温度が低いなどの理由で混合気の温度を十分に高くできない場合には着火しない。着火するためには、混合気の温度は、化学反応を開始し、持続するに十分な温度以上になっている必要がある。この温度は、混合気の圧力や組成に依存する。

着火には、火源の温度やエネルギーばかりでな

く、混合気にエネルギーを与えた付近の冷却などの効果も考慮しなければならない。混合気に十分なエネルギーを与えても、冷却により混合気の温度が上昇しないか、いったんそれに着火しても直ちに火炎が冷却されて火炎伝ばが中断してしまうこともある。このような消炎による火炎伝ばの中断は、結果的には着火しなかったのと同じである。

3) 火炎伝ばと圧力上昇

混合気に着火し、着火位置付近の固体壁などへの熱損失により消炎しなければ、火炎が伝ばし閉囲空間内の圧力は上昇する。この際の圧力上昇速度は燃焼反応によるもので、そこでの発熱速度に依存する。発熱速度は、火炎面積、その火炎単位面積あたり単位時間に通過する可燃性混合気の数、すなわち燃焼速度の積に比例する。このことから、着火直後において火炎面の乱れが少なく、火炎面積が着火してからの時間の2乗に比例する場合には、空間内の圧力の初期の上昇割合は、燃焼速度と着火してからの時間の積の3乗に比例し、容積に反比例する、という関係が導かれる。

閉囲空間内の気体がすべて可燃範囲内の混合気であり、これが完全に燃焼するまで空間を構成する壁面が破壊されなければ、空間内の圧力は少なくとも数気圧に達する。したがって、閉囲空間の壁面の強度によっては、空間内の圧力が数気圧に達するはずであり、その場合の圧力挙動は、前出<sup>1) 2)</sup>の関係とは異なる。しかし、居住空間のように、通常0.1気圧に達しないうちに窓や扉の破壊が起こる場合には、破壊するまでの圧力挙動は、ほぼ前述の関係で表せる。火炎の伝ば中に火炎面に乱れが生ずると、火炎面積の増大速度が大きくなるので圧力上昇速度が大きくなる。

空間を構成する壁面の一部が圧力上昇中に破壊し開口ができると、空間内の圧力挙動が変わる。このような場合の圧力挙動の例を図3に示す。図3(a)は、発生する開口の面積が異なる場合の圧力挙動の変化を示したものであり、図3(b)は、可燃性混合気の性質が異なる場合の圧力挙動の変化を示したものである。圧力の極大は、開口の発生時と燃焼完了時付近のどちらか一方、または双

方に見られる。破壊し開口となる部分が同一材料であったとすると、いずれの極大値も開口径の増大とともに小さくなり、燃焼速度の増大とともに大きくなる。開口径の増大とともに圧力の極大値が小さくなるのは、材料強度学的考察から容易に理解できる。燃焼速度の増大とともに圧力の極大値が大きくなるのは、破壊時の圧力が圧力の上昇速度に依存することを示している。

可燃性混合気の濃度が不均一の場合にも、圧力挙動は対象とする空間内での発熱速度に依存すると考えられる。火炎の挙動が濃度分布に依存するので、発熱速度に依存する圧力挙動は濃度の不均一性に依存する。可燃性混合気の形成について考えた際、空間の寸法が大きくなると濃度は均一になりにくいことを指摘した。したがって、ガス爆発の規模が大きいほど濃度不均一の効果が大きくなっていくと考えていい。

デフラグレーション(燃焼)からデトネーション(爆轟)への転移は、可燃性混合気の性質、火炎伝ば中の火炎の加速、着火状況などに依存する。したがって、アセチレン-酸素混合気などのデトネーションを起こしやすい可燃性混合気を除いて、可燃性混合気が比較的デトネーションを起こしやすい濃度範囲にあり、かつ細長い管路のように壁と伝ば火炎の相互作用により火炎の加速が起こる場合、あるいは高エネルギーの火源により着火する場合のほかにはデトネーションは起こりにくい。

#### 4) 圧力波の発生と火災への遷移

ガス爆発時に閉固空間の一部が破壊した際、圧力波が発生する。圧力波の伝ばにおいては、通常の波の伝ばと同様、物体表面でその反射・吸収があり、密度こう配のある場所では屈折がある。思い掛けない場所に圧力波が伝わるのは、この反射や気体中を伝わる時気温の不均一な場所で起こ

る屈折によるものと思われる。

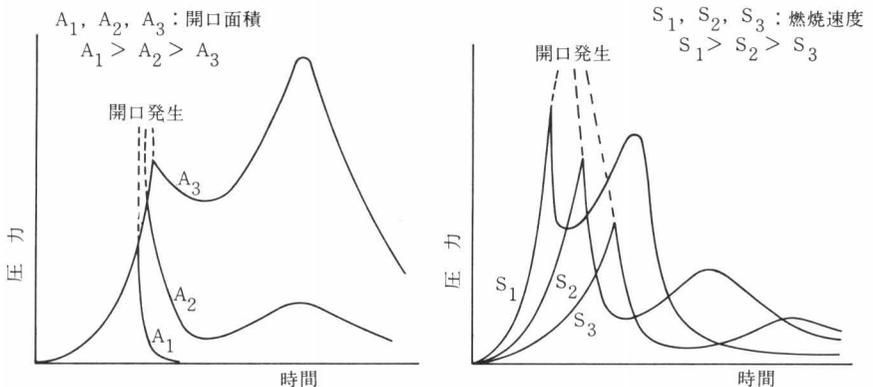
閉固空間内の圧力が大気圧より  $0.1\text{kg/cm}^2$  だけ高くなったとき開口ができ、発生した圧力波が伝ば中に次第に弱くなり、それを受けた面に対して  $0.01\text{kg/cm}^2$  の圧力を生じさせたとする。これは、 $100\text{kg/m}^2$  に等しく、これが衝撃力となって面に加わることになるので、それに耐えられない部分は破壊する。

ガス爆発に続いて火災が発生するためには、ガス爆発中に可燃性固体、または可燃性液体に着火する必要がある。火災が発生するとして、固体への熱移動によりそれが熱分解温度に達して着火する可能性を考える。伝ば中の火炎からの伝導、または対流による熱移動では、熱の移動量が少なく、かなり薄い固体を想定しなければ着火しそうにない。閉固空間内に可燃性混合気が残留し、ガス爆発後その燃焼が起こるとすると、その火炎からの熱放射などにより可燃性固体の着火も起こり得ると思われる。閉固空間内に高温の燃焼ガスが残留するとして、それからの放射による熱移動を考えると、この場合も可燃性固体の着火の可能性があると考えてもよさそうである。いずれにせよ、これらのことはまだ詳細に調べられているわけではなく不明である。

### 3 ガス爆発対策と問題点

着火してから破壊が起こるまでの時間は、火炎

図3 ガス爆発時の圧力挙動



(a) 開口面積の異なる場合

(b) 可燃性混合気の性質が異なる場合

が火源から閉囲空間を横切ってその壁に達するのに要する時間程度と考えられる。火炎の伝ば速度を2 m/s、空間の大きさを10m程度と考えると、すべての現象は5秒程度で終了することになる。

この時間は、人が期待していない事象に反応して、その対策の動作を完了するまでに要する時間に比べて充分短いと考えられる。したがって、ガス爆発対策として考え得るのは、爆発の発生を阻止すること、および爆発の起こる可能性のある閉囲空間の構造を、あらかじめ爆発しても被害が少なくなるようにしておくことなどである。また、応答性の良い特殊な装置の組み合わせにより、自動的に火炎伝ばを中断させることは可能かもしれないが、着火以後に人の動作を介在させるような対策は考えられない。

可燃性混合気が存在しなければガス爆発は起こらない。可燃性気体の漏えいを阻止する目的で配管系を強化すること、および揮発性液体を密封すること、可燃性気体の漏えいまたは発生をいち早く検出して弁により遮断、または発生源を除去すること、換気により可燃性気体の濃度の上昇を防ぐ、または燃焼抑止剤を加えて混合気が可燃範囲内の組成にならないようにすること、揮発性液体を不燃性気体で空気から遮断することなどにより可燃性混合気の形成が防止できる。

可燃性気体の漏えいや発生の可能性が少しでもあれば、それを検出して次の対策をする準備をしておかねばならないが、気体の流動や拡散を考慮すると、その検出位置を的確に定めることの重要性がわかる。また、漏えいまたは発生の速度を知り適切な対策を行うには、検出濃度を多段階とする方がいいことはいうまでもない。

可燃性混合気が存在しても着火しなければガス爆発は起こらないし、着火しても火炎の伝ばが中断すれば被害をわずかにすることができる。可燃性混合気が形成される可能性のある場所に着火源を置かないこと、防爆機器を用いること、火炎が伝ばすると思われる経路にフレームアRESTAを置くこと、火炎を検知し燃焼抑止剤を散布すること、などがそのような対策として用いられる。

これらの対策のうちで、着火源の除去が最も有効であることはいうまでもないが、スイッチ類などの完全撤去が不可能な場合も多く、また静電気による放電が突然思いもかけない場所で起こることもある。このようなわけで、他の対策も時と場合に応じて考慮しておく必要がある。

ガス爆発が起こってしまった場合に被害をなるべく少なくするには、爆発の圧力に耐えるような構造とするか、爆発しても圧力が上昇しないような構造とする必要がある。閉囲空間の容積が大きくなるほど耐圧構造に費用がかかるようになるので、しばしば閉囲空間の壁の一部の強度を小さくしておき、ガス爆発時には圧力がそれほど高くないうちにその部分を破壊させて、他の部分が損傷しないようにする。破裂板などは、この破壊を予定した部分として設計されたものである。

破壊する部分の面積が小さいと、図3(a)に示したように破壊後の圧力がかなり増大するので、その部分を設けた意味が薄くなる。また、居住空間などにおけるガス爆発においては、窓や扉が破壊し、圧力がそれほど高くなるとは思えないにもかかわらず、しばしば壁や天井が損傷を受けることにも留意すべきである。

#### 4 むすび

ガス爆発においては、発生した可燃性混合気への着火から被害の発生まで比較的短時間で経過する。したがって、その対策は、可燃性混合気への着火以前に行っておかねば意味がない。またガス爆発の発生の可能性を少なくするには、対策の段階を増す必要があること、さらには、各対策を的確に行うためには、ガス爆発現象の一層の究明が役立つことはいうまでもない。

(ひらの としすけ/東京大学工学部総合試験所)

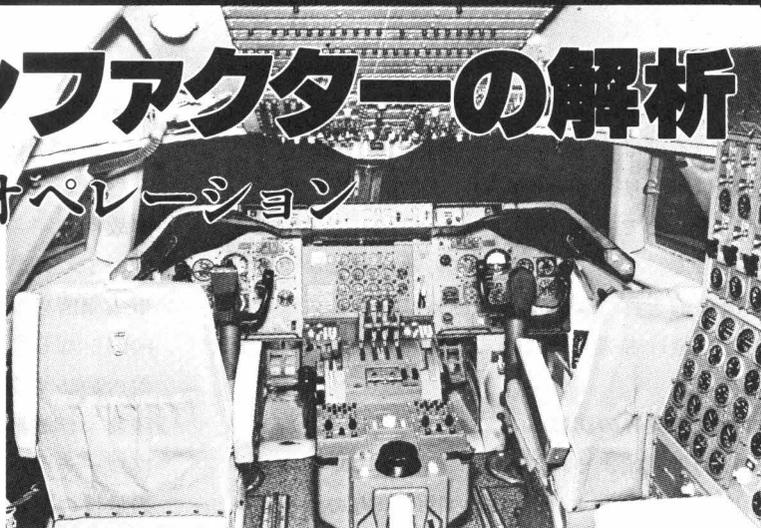
#### 参考文献

- 1) 平野敏石、ガス爆発について—その理論的な考え方の基礎—、火災、28(3)、3(1978)。
- 2) 平野敏石、現象面からみたガス爆発、安全工学、19(6)、312(1980)。

# ヒューマンファクターの解析

## 民間航空輸送オペレーション

長野英麿



### 1 はじめに

羽田空港のターミナルは、年末や天候不順による欠航後などは大変な混みようである。人々の顔には、座席がうまくとれるかという焦りは見られるが、飛行そのものに対する不安の表情はない。無関心とも思える程、人々の航空輸送に対する信頼感は浸透してきている。

ここ二、三年、国内の定期航空事故のニュースを聞かないが、もう安全性は完全に確保されたのだろうか。

航空輸送のトータルシステムの、あらゆる角度からの質の向上への努力が、その安全性レベルを高めてきていることは間違いない。しかし、人間のエラーや機材の故障がなくなったわけではなく、ましてや“絶対の安全”などこの世に在り得ようがないことは、冷静に考えれば皆知っていることである。

高度の文明から受ける恩恵が大きければ大きい程、反面のリスクも大きい場合があり、そのリスクを押さえて社会にとって利益を引き出すのが人間に求められる英知であり、無限の距離にある“絶体の安全”への絶えざる努力は、そのことに携わるものの義務であり責任でもあるわけだ。

ここに述べることも学術的な論文ではなく、航空輸送の現場に立脚した経済効率を前提とする安全性への追求のほんの一面である。

### 2 航空輸送運航におけるヒューマンファクター

30年程前までは、我が国における重病の主因であった結核が、抗生物質の発見・開発によって見事に制圧されると、今まであまり目立たなかったガンが急に顕在化してきたように、航空機事故の多くの原因であった機械故障が、材質の改良、重要システムの重複による安全設計などにより、その機能の信頼性は大幅に向上した。が、人的要因（ヒューマンファクター、以後HF）の事故原因に占める比率が顕在化してきた。

#### 1) 見えざる敵

航空機事故の原因としてのHF、特にパイロットに関する問題は昨今に始まったことではなく、航空の歴史とともに起きているのであるが、適性、訓練あるいはチェック方式などかなり研究もされ、対策もそれなりに採られてきたが、今一步の感は免れなかった。

また、現場における一般の思考としては、人間

のエラーは防ぎようがなく“注意する”以外方法がない。事故が起こるのは、エラーを犯した者が悪い、あるいは運が悪いのだ、ということで一件落着となるケースが多い。さらに、事態を複雑にしているのは、“悪い”ということが社会的責任の追求に連なり、事故の真の原因の把握を困難にしていることである。

そして、事故予防対策は真の敵を見ないまま、大海に網を打つようなおおざっぱなものになるか凶運を避け吉運を神に祈る以外に方法がないことになる。

## 2) 航空業界の認識

1960年に始まったジェット輸送機の時代では、一度事故が発生すれば、その物的損害の大きさもさることながら、多くの人命が失われ、単に航空会社のみではなく社会の問題としても影響はきわめて大きい（1977年3月に、カナリア諸島のテネリフェ空港で発生したジャンボ機同士の衝突事故では、583人が死亡したことは記憶されている方も多いと思う）。

また、大量輸送とジェット機の高速度は経済効率（生産性）の大幅な増加となり、機材の多重構造によるフェイルセーフの安全設計を可能にするとともに、事故原因の大半を占めるHFの解析・研究の必要性が認識されはじめた。

1970年代に入って、航空輸送の運航のトータルシステムのなかにおけるHF、特にパイロットや管制官等の問題がクローズアップされ、ヨーロッパや米国の航空界では、エアラインと政府や大学の研究機関との提携による検討・研究が進められた。

1975年には国際民間航空協会（IATA）主催による大規模なシンポジウムが、HFに関連する航空輸送の安全をテーマとして開かれ、以後世界の航空界の認識は急速に高まり、さらに種々の角度から科学的な、またはシステムティックな解析・研究が始まった。これらの研究の成果は、新しいオペレーションのなかや、1980年代に登場する新しい輸送機の計器類をはじめとするアドヴァンスドコックピットの設計のなかに取り入れられつつあり、この傾向は、さらにリファインされ進めら

れていくことによって、将来の航空輸送オペレーションの安全レベル向上の大きな一因となるであろう。

## 3 HFの解析

### 事故

IATAの過去数年の統計では、定期航空輸送の事故原因のなかでHFの占める比率は大体75%～80%となっており、さらにパイロットは、そのなかの約65%前後の比率となっている。事故は、離陸およびそれに続く初期の上昇への約3分間、アプローチから着陸に至る8分間程、この計11分間の飛行のフェーズに集中しており、最も多くの要素が複雑に関連し、いわゆるクリティカル・イレブン・ミニッツといわれている。

現在の定期航空輸送企業の機材、人員の技術レベルでは、気象条件がよく機材の故障もない時に、空中衝突以外にパイロットのエラーのみが原因で事故が発生することは稀有のことといえる。

事故原因との関連では、通常離陸フェーズ……第一原因としては、機材の故障か、または外界の気象条件、空港の施設などの環境条件によるものがほとんどを占め、乗員が関与する場合は第1次原因への対応の措置とか、タイミングの問題で第2次原因となる場合が多い。着陸フェーズ……外的環境条件が関与しているがHFが主因である場合がほとんどである。

### ヒューマンファクター

運航のトータルシステムに関与するすべてのHFは事故の原因となり得る可能性があるわけだが、ここでは一応焦点をパイロットに当てて述べる。

事故原因を“パイロットエラー”という結論では満足できずに、HFの解析に力を入れはじめた世界の航空界では、その結果を次の項目に大きく分けて反映し、運航の質の向上を図ることとした。

- エアラインの運航面……日常のオペレーション、教育、訓練およびマネジメントへの適用。
- 航空機材……諸システム、特に操縦室内システムの設計前および設計中への適用。

## 1) 基本的な人間機能およびその限界

まず我々としては、基本となる感覚器の機能や限界を知ることから始めねばならない。飛行に関係のあるものとして、視覚、聴覚、触覚、平衡感覚、自己刺激受感覚などがある。最も重要なものとしては視覚であるが、通常“見える”、あるいは“見る”といているが、大変に多くの情報がひとみを通じて受感されており、それが脳に送られ、過去の経験による短期または長期の記憶と照合して、なにが見えているかという認識が形造られる。このプロセスはきわめて短時間であるが、シングルチャンネルなので同時に複数の情報を処理することができない。

視覚は他の感覚に比較して信頼性が高いが、視認のプロセスは考え過ぎや不注意などによって誤ることがあるし、通常得られる主な情報の欠落によって信頼性の低いものにもなり得る。

たとえば、昼間天気の良い状況でアプローチをしているパイロットは、滑走路だけを見ているのではなく、その間の地勢とか機の動きにつれて見える多くのものを読みとっているし、近付いてくる地面の動きの変化をも感じとっている。

すべてのこれらの情報は、その頭脳のコンピュータの記憶（装置）のなかに止められて、高い精度をもってグライドパスおよび滑走路に関しての航空機の三次元の関係位置を判定する。

その反面、非常に悪い視程で、空港周辺に灯火のないような場所では、パイロットは操縦席の窓を通して見える滑走路、小さく、時には部分的に滑走路灯でかろうじて見えている滑走路で、機の関係位置を判断せざるを得ない。彼の記憶のなかの種々の情報との比較すべき主な情報が欠落しているこのような状態では、誤ったイメージを抱く可能性が高くなる。

また、この情報処理機能は直列で、複数の情報を処理していくので、ある一つのことに集中している時は、他の情報をバイパスしたり誤って受け取る場合がある。

多くの例として、機長がグライドスロープから低く逸脱し、副操縦士から“低い”ことについて



アドバイスをされているにもかかわらず事故に至ったケースが、ヴォイスレコーダーの解析からみられる。これは機長が無視しているのではなく、他のこと、たとえば、速度とか姿勢制御などに集中してるとか、雨や霧で見えにくい滑走路を一生懸命に見ようとしているとかで聞こえない場合が多いのである。

これは、音や明かりによる警報装置などについても考えねばならないことで、コンピュータ合成の声音警報(GPWS)でも万全とはいえないし、また、離陸着陸の非常に神経の集中を必要とする時に、突然大きな火災警報音のために飛行制御を誤った例もある。

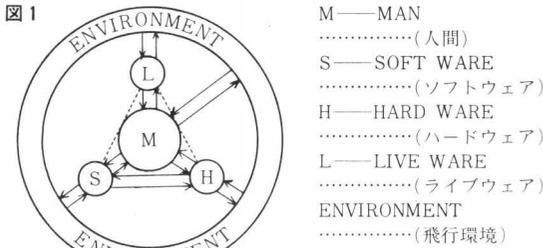
これらはほんの一、二の例であるが、“見えていないはず”とか“注意を無視した”という簡単なことだけではなく、基本的な機能やその限界、あるいは内外の種々の影響で、どのように変化したりゆがめられたりするのかなどということもきわめて重要で、多くの角度からの検討・研究がなされている。

## 2) 操縦室の機能

飛行全般にわたって判断し制御する操縦室のトータル機能を最大限にするために、また、介入する種々の問題を検討するためにも、個々の機能とその相関関係および操縦室の環境、さらに室外の環境との関連で考えられねばならない。

操縦室の要素

- 航空機と装備——制御装置や計器等多くのハードウェア(H)
- 機長および他の運航乗員——人間、ライブウェアであるが、最も重要な判断機能を持つ機長を(M)、他の乗員を(L)とする
- ソフトウェア(S)——機の操縦および取り扱い方式、機上コンピュータのプログラム、機上の種々の書類、言葉等を含む
- 通常の機内環境(E)



輸送機の場合乗員は複数なので、特に機長を中心とするそれぞれのファクターとの相関関係は単一機能およびトータル機能に大きく影響する。最大限の機能が発揮される時は人間のエラー、機械の故障などが可能な限りバックアップされ、フェイルセーフとなるようプログラム、または設計される。

3) プロフェッショナリズム

一口にプロという言葉は、我が国ではいろいろに使われているが、IATAでは、一応このように定義付けている。

第1に……高い水準の、必要な技術的知識と熟練した技術を持ち、

第2に……高い信頼度で、この知識や技術を適用するために必要な自己規律と誠実な性格、スタンダード・オペレーション・プロセデュア

(SOPs)……航空輸送企業のような大きな組織の多勢の人間が、複雑な仕事を、変化する組み合わせのチームで遂行していくためには、作業の手順や方式が規準化されていることが必須であり、プロフェッショナリズムの概念の中核はSOPsを遂行することである。

SOPsの設計、すなわち、どのように設定していくかはきわめて重要なことであり、現代の航空輸

送運航の安全の基礎となる。それは現場のラインのパイロットたちに容易に理解され実行し得るものでなければならず、当然現実的でなければならない。内容的に充分乗組員の仕事を理解し、個々のメンバーまたは全員がオーバーロードにならぬように注意深く配分・設定されていることが重要である。飛行機の動き、タイミングを考えない、ただなすべき作業項目のそれだけでは、現場の乗員たちはこのSOPsを守ることが困難となり、勝手に自分の容易な方法を選ぶことになり、乗員相互の協調に齟齬をきたし、エラーを誘発することにもなる。現場に合わないSOPsの設定は往々にしてマネジメントに対する不信感に連なる場合さえある。

4) モチベーション

仕事の目的を理解し、種々の条件が満足すべきものであれば、意欲が高まるのが当然と考えられるが、必ずしもそうとは限らない。動機が人間行動の源であり、高揚する場合、それしてしまうとき、内向する場合など、皆これに関連する。

専門家の調査結果(IATA)によれば、非常にモチベーションが高い時、やさしい仕事の場合は、性能が良くなるが、難しい仕事の場合はかえって性能が落ちるといわれている。

また、モチベーションが高すぎるパイロットのエラーの例としては、

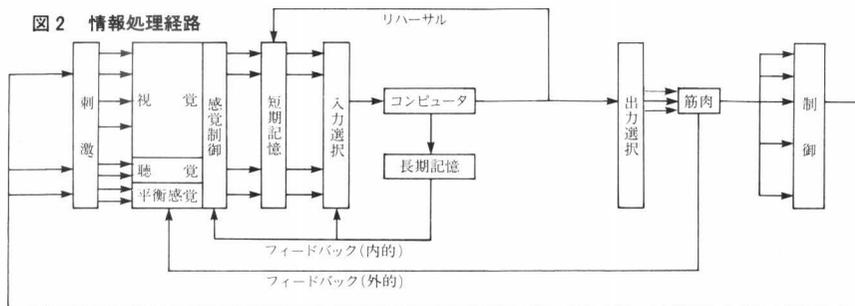
- スケジュール(時間)を守ろうとして、ある部分を省略したり近回りをする
- 旅客を楽しませようとして、コースから外れて景色や眺めの良い所に行く
- 制限規定以下の悪天候でも、繰り返し着陸を試みる
- 機長として他のクルーや管制官から“抜け”や間違いを指摘されることをきらう

モチベーションが人間の行動に及ぼす影響は単純ではないし、生理的条件なども通常我々が考える以上にモチベーションに影響する。

5) 習練記憶と中央情報処理

離陸や着陸時の時のように、きわめて短時間のうちに多くの情報を処理し、判断・行動へと移り、

さらに機の動きが別の情報として回ってくる。さらに、環境の諸情報が入ってくる。ヒューマンエラーがどのような形態をとるにせよ、その源である情報処理の流れは一応理解しておく必要がある(図2)。



- 短期記憶……8～10項目ぐらいが限度で、特に注意を継続しなければすぐに忘れてしまう。
- 入力選択……選択の能力としては、熟練したこととそうでないものとの間に重要な違いがある。  
人間の情報処理容量の限られたなかで、入ってきた情報を長期の記憶でふりいにかき、重要なものを選択し優先順位をつける。
- コンピュータ……現今のデジタルコンピュータに比較すると大変にスローで、1秒間に、故に2～3決定しかできない。そして、情報や仕事の内容が複雑な時にはかなりの時間を要する。間をおくので継続して次から次へというわけにはいかない。急速な行動が必要な時に往々にして決断が遅れがちとなる。しかしながら、習熟した事柄についてはきわめて早い反応(反答)が出てくるし、予期していたことに対しても同様である。
- 長期記憶……ちょうどコンピュータの実行上のプログラムをするのに似ているが、繰り返し習い熟練したことは別の特定の部分でつかさどっており、情報処理のプロセスを省略した形でほとんど自動的に近く動くことができる。単なる記憶と習熟したこととは、我々の能力には大変に差がある。一度熟練したことで訓練を続けていないと性能は低下するが、まったく忘れられてしまうことはない。
- フィードバック……習練の初期の段階では、視覚、聴覚的にフィードバックを必要とするが、習練を積むうちに内的のフィードバック回路を通ずる部分が多くなる。フィードバックの重要性は時として忘れられがちであるが、習練の枢

要なものであるばかりでなく、モチベーションを高める強力な要素でもある。

一度熟練した基本動作から新しい別のものに発展していく時に問題が多い。たとえば、航空機の出力調整レバーは前方に押すと出力を増加するのが普通であるが、手前に引くと出力増加になる機に乗ると(昔日本の陸軍機と海軍機は逆になっていた)、とっさの場合大変危険である。エラーを防ぐために機材の規準化は基本的なものである。

### 経験

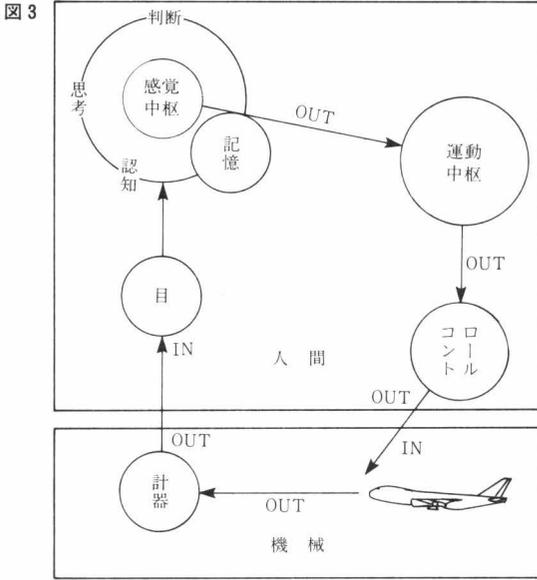
熟練を要する技術は多かれ少なかれ経験を必要とするが、特に運航環境の変化が激しく、機材の複雑性などからパイロットに経験が貴重であり、飛行時間がそのパイロットの力量のある尺度とみられていることに間違いはない。ただし、熟練度が高ければ高い程、普段に扱い馴れてる機材が一番御しやすいのが通常である。技術革新の激しい航空界にあっては、技術者の保守的な傾向との摩擦が起こる可能性が多い。良いからといって飛躍的な革新を行ったり、種々の機材を始終変えて飛行することは、エラーを起こしやすい。

### 意志決定

情報処理の最終は決定であるが、一般に人間は、保守的で新しい多くの情報に対しても情報のように早く新しい決定には至らない傾向がある。その時点における疲労やストレス、作業のワークロードなどによっても、個々に異なった影響を受ける。

### 6) 人間(パイロット)と機械(飛行機)の接点

パイロットは機内の多くの機械システムをも操作するが、三次元の特異な動きをする飛行機との接点が一番問題となる。接点は大きく分けて二つあり、飛行の状態を知らせる計器システムおよび



機を動かす操縦装置である。

この二つの接点にはきわめて多くの問題点があり、数多くの角度から検討研究が続けられている。

●計器システム……機の状態を伝えるための情報が大変多いために、大型輸送機の計器がたくさんあるのはよく知られているが、高速で三次元に移動する状態を正確に把握するためには必ずしも充分でなく、特に悪天候下のアプローチなどでパイロットのエラーを招きやすかった。HFのこの問題の研究が続けられ、その一つの解答としてCRT（陰極管）表示法が開発され、近い将来製造される輸送機に装備される。

視覚を通じての情報伝達が、いかに正確に間違いないとされるかということで、表示法、サイズ、色彩、シンボル、目盛り、文字、数字等が検討されている。また、従来多くの計器からの情報を読みとって機の状態を考えていたのを、コンピュータで情報を合成してパイロットの思考を助けることも考えられている。

●操縦装置……巨大な輸送機は動翼の数だけでも40～50と数多くあり、複雑な動きをとっている。それぞれはパワーコントロールであるが、特に人間の感覚に合うように、わざわざ力を必要とするように作られている。

この機械システムと人間とのループが切れたり食い違おうと問題を生ずるので、これは特に重要な課題となっている。このなかには、さらに重要な警報装置の問題があり、これは、緊急の場合の人間行動とも密接な関連があり、B-747機のように100種以上の警報灯や10種以上の警報音が装備され、その判別にも熟練を要し、今後の航空機にはもっと人間の性能を考えたものができつつある。

航空機オペレーションにおけるHFについては基本的な問題が実に幅広くあり、影響を及ぼす種類のストレス、睡眠、疲労など、さらにバイオリズム時差などを含め学習研究が続けられている。

#### 4 HFのある解析(ライン運航)

基礎的なHFの研究と同時に、実際面においても種々の観点からの解析が行われている。

70年代を通じて、米国の航空局とNASAが共同で大規模な事故の解析を続けているなかの一つとして、ワークロードの高い時にかなり熟練したパイロットでも事故を起こしていることから、18組の、いわゆるベテランといわれる50歳以上の機長を中心とするクルー編成でシミュレーターによる実験を行った結果、いろいろな問題がでてきたのである。

##### コックピット・リソース・マネージメント

実際に、ラインを運航するパイロット、特に機長の業務の内容は、その機材の複雑化ばかりでなく、航空交通管制システム、気象、通信、空港施設、その他各国の規則・法規等、対応しなければならないものが多く、機を操縦することは基本としてももちろんだが、最近では、運航システムのなかでいかにマネージしていくかということに変わりつつある。

この実験は、長距離飛行に夜間や悪天候のなかを出発し、さらに、機材の故障のために積載して燃料を捨てて悪天候下の出発空港に引き返す、というシナリオで、さらに種々の条件が重なるのだが、いわゆるベテランといわれた機長および他のクルーが意外な程多くのミスおよびエラーをし

た結果がでた。

一つの考察として、機長が、もしもっと他のクルー、あるいは機材、地上からの援助などを有効に活用したならば、事態をより良く処理し得たはずだと考えられるケースが多かった。

緊急下の限られた時間とスペースのなかで、なを優先し、配慮し、指令し、行動することは実際問題として大変難しいことである。

高度の知識と熟練を要するパイロットの教育訓練は、航空輸送安全のカギとして企業の大きな課題であり、多くの努力と費用を払っている。新しい教育手法や高性能のシミュレーターを駆使して、その効果を上げているし、また、機長は資格試験に合格した後も、その習得した技両が維持されているかということをも6か月ごとのチェック、および路線については年ごとにチェックを受けている。それにもかかわらず、事故は少ないとはいえ毎年IATA関連の定期航空会社で約20件前後発生している。

以上のことから、かなり配慮され洗練されてきたにもかかわらず、現行のクルー教育になにかが不足しているのではないかと。特に緊急訓練については、その対処のプロセデュアに習熟しても、実際の場ではなかなかそのとおりにできないということはわかっている、訓練と実際の環境の相違はいかんともしがたい。また、訓練では緊急事態の複数ケースの組み合わせとか悪い環境設定などはされていない。パイロットは、それらを経験の積み重ねのなかで体得するものとされていた。

LOFT(ライン・オリエンテッド・フライト・トレーニング)

コンピュータと電子工学の発達で、操縦席シミュレーターの前面に実際の飛行環境に模して情景を描きだすことが可能になってきた。たとえば、ソフトのプログラミング次第で、成田空港でもサンフランシスコ空港でも現れ、視界の良い時・悪い時の状態なども、実際に近い表現が可能となってきた。そこで、夜間雨のなかを離陸し目的地に向かって飛行中種々のトラブルに遭遇するというような、日常のラインの運航状況そのままの環境



で緊急訓練を行うことが考案され、LOFTといわれている。

シナリオ中にどの条件を組み込むかで、ワークロードを重くも軽くもすることができ、この訓練方式によれば、管制の指示なども入ったライン環境に近い状態で、種々の悪条件や緊急事態に他のクルーや機材装備などをいかにマネージして機長が対処するかという従来の訓練の不足を補うのが主眼で、特に他のクルーとの関連では、エラーやミスのバックアップ、緊急時の心理、行動、部下のマネージメントに関する新しい機長教育が考えられている。

## 5 おわりに

航空輸送の運航システムのなかでも高度のオートメーション化が進められているが、人間を中心としており、人間の性能を生かし弱点を補う方向で開発されており、基本的または現場に即した種類の角度からのHFの研究は、今後の運航の安全、機材の設計、さらに運航のトータルシステムのなかでますます重要となるであろう。

(ながの ひでまる/日本航空(株)オペレーションセンター顧問)

### 参考

SAFETY IN FLIGHT OPERATION (IATA)  
RESOURCE MANAGEMENT ON THE FLIGHT DECK  
(NASA)

# 車社会における強風災害

相馬清二

## 1 最近の風害の特徴

最近、台風等が来襲するごとに、家屋被害に加えて、陸上輸送機関である自動車あるいは電車の風害が増えつつあるように見える。これらの風害事故は、たんに交通渋滞を作り出すだけでなく、まかり間違えば大量の人身被害を伴う惨事に発展しかねない。それだけに、このような風害増加の傾向は警戒を要する問題であるように思われる。

それにしても、これらの強風事故は一体どのようにして起こっていたのか。その実態を確かめるべく現地に赴いて関係者に事情を聞き、また当時の風の状況を詳しく調べてみた。それによると、それぞれの事故はその対策について考えさせられるいろいろな問題を含んでいた。

## 2 自動車の強風事故

### 1) 強風中の走行

昭和54年10月19日、台風20号が新潟県南部を通過したため、関東地方でも強い南風が吹き荒れた。都心にある気象庁でも、最大瞬間風速38.2%という強い風が観測された。

この風で、新聞報道されたものだけでも首都圏の3か所で自動車の横転事故が生じている。そのうちの2か所では、4台ないし5台のまとまった事故となっていた。首都高速道路の湾岸線荒川河口橋上の強風事故もその一つである。ここでは5台のトラックが横倒しになっていた(写真1)。

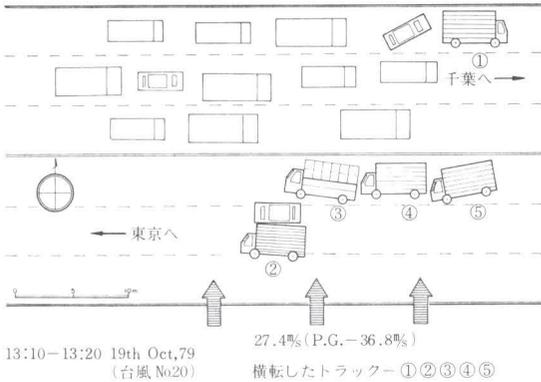
この地域は東京湾の北辺に当たっており、海からの風をまともに受ける所である。したがって、ここでの最大瞬間風速は、気象庁の観測値よりはるかに強く46.6%であった。もっとも、事故が起きたのはこの最大値が観測される約2時間前の午後1時ごろであった。記録紙をたどると、その時の風速は37.0%であった。

この自動車事故の全体の状況は図1に示される。これによれば、風上側車線で4台、反対車線では

写真1 首都高速道路荒川河口橋上での自動車強風事故 (朝日新聞社提供)



図1 荒川河口橋上で強風事故を起こした自動車の配置図



1台横転している。図から判断すると、風上側での連鎖事故のきっかけを作ったのは、②で示される保冷車のようである。しかし、この車の運転手の談話によれば『自分の車のすぐ前を大型リムジンバスが走っていた。それが強い風で左右にぐらぐら揺れていた。倒れかかってくるのではないかと思い、ブレーキをかけてスピードを落とした。とたんに自分の車が横倒しになった……。交通規制はなにも出ていなかった』というのである。

上述の談話からすれば、その時なん人の乗客があったか不明であるが、大量輸送用のリムジンバスも強風の中で危険な走行状態にあったのである。

2) 規制風速値

それにしてもこの事故は、高速道路の交通規制の重要性について、あるいは規制風速の決め方の

問題等に対して多くの示唆を与えている。

高速道路上では耐風性の異なるいろいろな車が走っている。このような道路で真っ先に強風事故を起こすのは、上述のごとき横風に対して受風面積の大きい車である。これとても横転事故を起こせば、やはり連鎖事故あるいは交通まひの元になる。車種別の交通規制という手段もあるが、これ

はいうべくしてそう簡単な問題ではないという。とすれば、交通規制のための風速限界値は、耐風性のもっとも低い車種に合わせざるを得ないことになる。

3) 強風事故の責任所在

この事故では、幸いにして人身被害や損害補償の問題は起きなかった。しかし、もし大事故になってその責任が問われるような事態になったら、一体誰がその責めを負うことになるのであろうか。風にその責任を負わせて済む問題ではない。

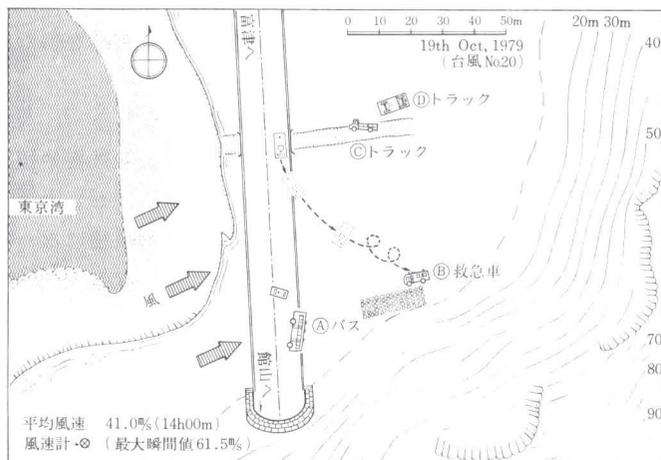
かつて、同じ自然現象である濃霧の中で、8台の自動車が玉突き衝突し、1人死亡するという事故が起きたことがあった。昭和42年1月21日、茨木-吹田間の名神高速道路上での出来事である。この事故の責任問題が法廷で争われることになったが、大阪高裁での第二審判決は次のごときものであった。

『(道路)公団においては、霧による事故防止に留意し、当時の気象状況を的確に把握したならば、少なくとも通行者に対し警告を発し、あるいは徐行を促す等の適切な措置を講ずべき時間的ゆとりがあったものと確認でき、道路閉鎖も不可能ではなかった。道路を一般交通の用に供するためには、その安全性が確保されねばならない。通行の安全性は、それを取り巻く自然現象を含めて考えなければならない』というのであった。

写真2 明鐘岬北側で強風によって横転したバス (毎日新聞社千葉支局提供)



図2 明鐘岬北側での転倒自動車の配置図



この判決は、濃霧事故に対する道路管理責任を明らかにしたものであるが、同じ自然現象による強風事故に対しても、同様な判断が下されるように思えてならない。

4) 明鐘岬付近での強風事故

台風20号の来襲時に、千葉県富津一館山間にある明鐘岬付近でも、集団的な自動車強風事故が発生していた。事故のてんまつは次のようであった。

明鐘隧道付近でバスが強風で転倒し(写真2)、けが人が出たという通報で、管轄消防署の救急車が事故現場へ急行した。ところが、現場付近は猛烈な風で、転倒バスを目の前にして救急車自体があっという間に50mも吹き飛ばされてしまった。

付近にはこれらの外にトラック2台も転倒していた(図2)。

調べてみたが、この日千葉県内で自動車の強風事故があったのはここだけである。なぜここだけに限って4台もの自動車が転倒したのか。この疑問は、事故の2～3日あと現場へ赴いて、周辺地形を見回した時点で氷解した。事柄は意外に単純で、原因は事故地点周辺の地形にあったのである。

つまり、ここは地形に起因するきわめて強い収束風が吹き込む所であった。事故地点の西方300mの岬に設置された館山測候所管理の風速計が、強風で支柱をやや傾けながらもこれを証明する猛烈な風を記録していた。それによると、事故地点ではなんと61.5%の風が吹いていた。10分間平均で

も41.0%という強い風であった。この強風には、バスはもちろんのこと、救急車・トラック等も耐えられなかったのである。

5) ビル強風との共通性

異常な強風を生ぜしめたこの地形を簡単に説明しよう。この地域で最も高い山は鋸山(330m)であり、これに連なりよう線は西へ伸び、断がいの明鐘岬となって東京湾に突き出ている。富津から館山に向かうには、断がいをくりぬいて造られた明鐘隧道を通る以外に道がない。隧道の北側、つまり事故現場は採石場跡らしい平たん地となっていた。

台風に伴われた強い南風は、びょうぶのごとき

鋸山連山にさえぎられ、岬を回ってこの平坦な部へ進入した。この進入風は、コーナー(角)を回る気流が、その肩の辺りで増速されるという流体力学の原理にしたがって、台風の風が一層加速され、60%を越す猛烈な風となったのである。

ちなみに、気流増速のコーナーエフェクトがもっとも顕著に現れる所は超高層ビルの周辺である。ここに生じる、いわゆるビル強風現象については一般によく知れわたっており、ここであえて詳しく説明の必要はないであろう。しかし、この現象は単に歩行者の問題だけではない。ときには自動車を倒すようなこともある。事実、台風20号来襲のこの日、新宿超高層ビル街の一角で自動車が強風にあおられて横転していた。

#### 6) 北西季節風時の強風事故

毎年晩秋と早春において、日本海の低気圧が急速に発達しながら北海道方面に向かう際、北陸沿岸では台風なみの北西の強風が吹く。この強風でも自動車の横転事故が起きている。

事故のあったのは新潟県米山大橋付近で、昭和51年10月末のことである。小型トラック1台の横転事故であったが、1日1万台という自動車来往の激しい国道8号線だけに交通渋滞への影響は大きかった。

調べてみると、トラックを横転させた風は単なる強風ではなく、やはり地形性のものであった。

しかし、明鐘岬の風とは異なり、一口でいえば、収束気流に渦巻き作用が加わった、きわめて複雑な構造の強風であった。国道8号線は、日本海岸に迫る急峻な山肌を削って作られた道路である。その一区間の海側が断がいで、内陸側は切土というわずか200 m足らずの所で、この異常な風が吹いていた。

### 3 電車の強風事故

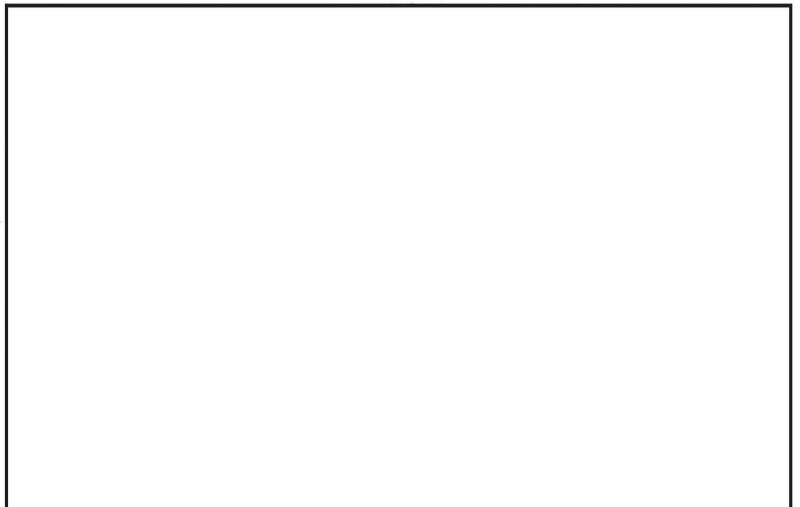
過密とはいわないまでも、運行頻度が急速に高まってきた陸上輸送機関に大都市周辺の電車がある。往時とは異なり、まさに分刻みという運行回数である。このような状況になってくると、発生頻度がそんなに高くないたつ巻き現象も、電車の強風災害要因となり得る。たつ巻きが線路を横断する回数は従前どおりであるとしても、その線路上を来往する電車の数が増えれば、たつ巻きに遭遇する確率も高くなるからである。まだ記憶に新たな東西線電車のたつ巻き被害は、ちょうどこのようなパターンで生じたものであろう。

#### 1) 東西線電車の強風事故

この事故の起きたのは去る53年2月28日のことであった。東京都の荒川鉄橋上に差し掛かった東西線電車が、猛烈な突風を受け一瞬の間に後部2両が横転、3両目が脱線した(写真3)。最後部の車両にいた車掌の証言によると“鉄橋に差し掛かったころ、車内に砂ぼこりが立ち込め、同時に車体が左右上下に揺さぶられた。それらはほとんど瞬時に起きた。その直後意識はなくなったが、乗客の声で気がついた”という。短い表現のなかにも横転時の状況がうかがえる。

この事故の調査研究委員会の報告書によると『路線施設・車両あるいは運転操作に欠陥・ミス等は

写真3 たつ巻きによって横転した東西線電車 (東京新聞社提供)



見当たらなかった。列車妨害の証拠等はなにもなかった。それでいて、きわめて短時間にこつ然として事故が起きた。……このようなわずか数秒の間で、27.5～36.0tもの車両を横転させる原因となったものは、この夜東京湾を通過したたつ巻きであった』となっている。この報告書のなかで、もう一つ興味深い記述は『今回の事故の特徴の一つは、10両編成の車両中、後部2両が横転したにもかかわらず、レール路面に残された車輪フランジのこん跡が、わずか一か所だけだったことである。従来事故では、このようなこん跡が数か所に見られるのが普通であった』。この条こんの記述は、電車の横転の際に揚力が働いていたことを思わせる。古くからいわれているたつ巻き中心部におけるSuction（吸い上げ）作用が、この場合にもあったのであろうか。

## 2) 電車横転の風速限界

28tもある電車が、一体どの程度の風速で横転したのか。今後の交通安全対策のためにも、できるだけ確からしいその限界値を知っておきたいところである。この値を理論的に求めることは不可能ではない。しかし、これは信頼度の点で問題がある。また、実験的にこれを求めようとしても、やうたいが大き過ぎて実験のやりようがない。やはり、電車を横転させた現場での風速がわかれば、それを利用するに越したことはない。

その意味では、この電車事故はまことにこういう場所で生じていた。というのは、たつ巻きが通過した東京湾沿岸は、他に例を見ないほど風観測施設の多い所であった。ゴミ焼却場の公害対策、台風時の防潮対策、あるいは船舶出入りの安全対策等のため、数多くの風向風速計がこの地域に設置されていた。いわば風観測網を張っていた野外

実験場にたつ巻きがやってきたようなものであった。しかも、これらの中にたつ巻きの最大風速を確実にとらえた風速計が一つあった。つまり、この風速計はたつ巻きのほぼ中心部に位置していたのである。その自記器には最大瞬間風速52.0%が記録されていた。東西線電車は、この風速値で横転したのである。

ちなみに、この程度の風速を伴うたつ巻きは、たつ巻き強度分類表によると、下の部類に属する弱いものである。これよりはるかに強いたつ巻きが我が国で数多く発生している。

## 3) トルネードによる列車被害

強烈なたつ巻きに直撃されたら、列車あるいは電車は一体どのようなことになるのか。被害想定の常識を得るため、米国のトルネードによる列車被害の文献写真等をあさってみた。ここにその一例を紹介しよう。

1971年、米国カンザス州に発生したトルネードが走行中の列車を直撃した。その時の列車被害状況は写真4に示される。このトルネードに伴われた風速は120～130%と推定されているが、25の車両は文字どおり四散した。被害列車が比較的軽量の貨物列車だったこともあるが、それにしてもすさまじいばかりの強風災害である。

我が国のたつ巻きは、トルネードと同類現象であるとはいえ、これほどの強度はない。しかし、

写真4 トルネードによる列車の被害（藤田哲也氏の論文より）



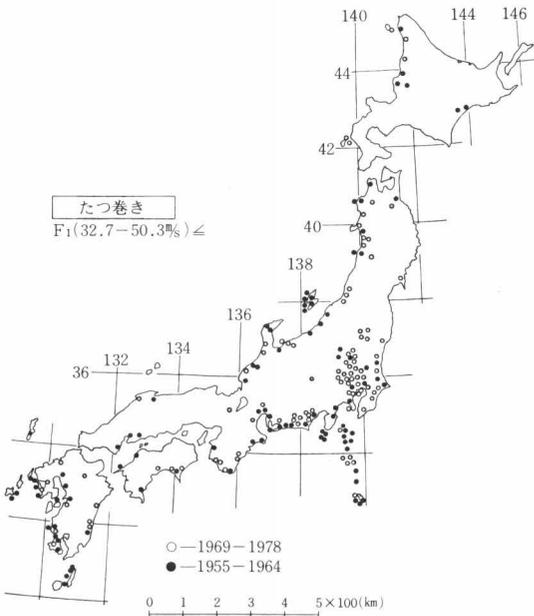
100%の強風を伴うたつ卷きは時々発生している。豊橋市を襲ったたつ卷きがその一つである。

#### 4) たつ卷きと新幹線列車

昭和44年12月7日の夕刻、豊橋市を襲ったたつ卷きは、一般家屋だけでなく郊外のドライブインを通過したため、多くの自動車に被害を与えた。横転し破壊されたものが20台にも達した。30mも吹き飛ばされたもの、また道路に吹き飛ばされて通行中のトラックに衝突した車もあったという。京都大学防災研究所の石崎教授等は、このたつ卷きによる家屋・構造物の被害状況からそれぞれの破壊風速を丹念に割り出した。このデータから推定すると、このたつ卷きに伴われた最大風速は100%であることがわかった。

東西線電車を横転せしめたたつ卷きの最大風速が52.0%であったことからすれば、これはきわめて強いたつ卷きである。前述の東西線電車事故対策研究委員会の報告を参照すると、広軌レールで、しかも重量40~50tもある新幹線列車でも、100%の強風には耐えられないようである。新幹線列車といにども、たつ卷きからの回避方法を考えておく必要がある。

図3 我が国におけるたつ卷き発生分布 (強度1以上のもの)  
 関東南部・東海道太平洋沿岸で特に発生が多い



#### 5) たつ卷きの集中発生域

たつ卷きというのは確かに恐ろしい現象であるが、そうめったに発生するものではないというのが一般の感覚であろう。確かに全国の年間発生数は14個で、そんなに多いものではない。しかし問題なのは、たつ卷きがある特定の地域に集中して発生していることである。

その集中発生域というのは、電車あるいは自動車などの陸上輸送機関がもっともふくそうしている関東南部および東海道太平洋沿岸である。たつ卷き発生分布を調べた図3によればそれが明らかである。おおざっぱな算定では、我が国のたつ卷き発生総数の約半分は、これら両地域において発生しているのである。

### 4 帆走する凶器

#### 1) 二次的風害

大事故には至らなかったが、新幹線列車を脅かす二次的風害が、昭和54年10月1日台風16号通過の際に生じていた。高さ13m、重量50tもある大型クレーン車が強風で帆走し、新幹線線路上にもたれかかっていたのである。その際、直径27cmの架線鉄柱が根元付近から折れ曲がってしまった。幸いにして、新幹線列車がこれに衝突することはなかったが、関係者にとってはぞっとするような風害事故であった。

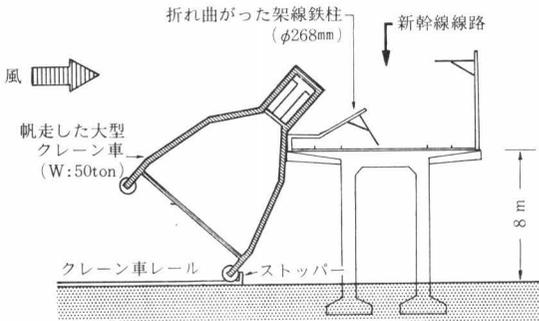
事故地点は京都府長岡京市付近である。この辺りは平坦地であって、局地的強風の吹く所ではない。もちろん、たつ卷きが通過したという証拠はなにもなかった。大阪管区気象台の観測によると、事故時の平均風速は14.5%、最大瞬間風速でも22.4%にすぎなかった。この程度の風速は、新幹線列車になんら脅威を与えるものではない。しかし、レール上を移動する構造の大型クレーン車は、この程度の風で帆走し得るのである。そして、それが新幹線列車の安全を脅かしていた。

現場の状況を詳しく調べてみると、クレーン車のレールは新幹線線路に直交するように、しかもすぐそばまで敷設されていた。このクレーン車は、

写真5 たつ巻きに伴う強風で帆走した大型クレーン車



図4 新幹線線路上にもたれかかった大型クレーン車(側面図)



0 : 10, 10Oct, 1979

新幹線線路から200m離れた所に置かれていたが、強風に対する措置はなにもされていなかったであろう、この区間を一挙に走り出した。加速されたクレーン車は、レール末端のストッパーにつまずいて、新幹線線路上にもたれかかったのである(図4)。

## 2) クレーン車帆走 その2

大型クレーン車が強風で帆走するという事故は、この前年に東京でも起こっていた。東西線電車を横転せしめたたつ巻きが来襲した時のことである。このたつ巻きは、電車に被害を与える約10分前に大井外貿ふ頭のコンテナヤードを通過した。その際、たつ巻きは整然と積まれていた18tもあるコンテナ100個を次々と押し倒した。ところが調べて

みると、コンテナに被害を与えたのは風だけではなかった。このヤードに配置されていた88tもある大型クレーンの暴走も、それに一役買っていた(写真5)。

このクレーン車は、レール上を移動する方式ではなく、大人の背丈もあるような車輪を四個備え、モーター駆動で移動する構造になっていた。車輪は駆動モーターにチェーンを通して連結されてお

り、モーターが駆動しないかぎり車輪は回らない仕組みになっていた。しかし、大きな風圧が加わって無理に動かされたためかチェーンは切断され、車輪の回転は自由になった。そして、クレーン車の帆走が始まったのである。

高さ8m、幅24mおよび重量90tにちかい巨大なクレーン車は、強風にいざなわれた鋼鉄の怪物のごとくヤード内を走り回った。このヤード内で暴走したクレーン車は3基であった。

## 5 むすび

一口に強風といっても、その与える影響は種々さまざまである。空では乱気流となって航空機を脅かし、また海上では激しい風波を起こして船舶に脅威を与えている。自動車あるいは電車などの陸上輸送機関に対しても、強風は油断のならない加害要因となっており、時には意表をつくような二次的風害をもたらすことさえある。

家屋あるいは一般構造物の場合とは異なり、輸送機関の風害は人身事故につながる可能性が高い。目をみはるような車社会の発展のなかで、この種の事故が次第に増えつつあることに注目すべきであるように思われる。

(そうま せいじ/成蹊大学講師工学部)

# PLP入門

遠間修平

## 1 はじめに

製造物責任 (Product Liability: PL) 問題は、その被害規模や社会的影響の大きさからいって、我が国における代表的な例であるスモン事件やカネミ油症事件により、広く一般に知られるようになっていく。

しかし、現代社会においては、こういった代表的な例とは別に、もっと小さな身近かな問題としてのPL問題が非常に数多く現実に存在しており、行政、法曹、企業(事業者)、消費者の各方面からPL問題解明とPL問題を防止するための各種の対策が講じられている。

たとえば、洗たく機による指切り事故、テレビの爆発事故、自動車や自転車による事故、ゴルフボールの破裂による事故、ベビーカートや乳母車による事故、食品や飲料の中の異物混入、医薬品による副作用、欠陥住宅、不当な表示や誇大な広告、各種の労働災害や職業病等々、多様なPL事故が存在しており、我々の日常生活は常に潜在的PL環境の中で営まれているといっても過言ではない。

そして行政面では、消費者被害の救済のための各種の対策や事業者の責任を明確にしようとする試み等が進められており、法曹界でも法律面からのPL問題の研究や裁判面での具体的な解明が進められている。企業(事業者)においてはさまざまな製造物責任予防対策 (Product Liability Prevention: PLP) が講じられつつあり、消費者

サイドでも、被害者の救済や事業者に対する安全性の確保の要求ならびに各種の安全テスト等が活発化している。

つまり、PL問題とは「製品の欠陥によって、その製品の使用者が被る損害についての事業者の責任問題」ということである。ただしこの場合、「製品の欠陥」とは、サービスを含めた欠陥、あるいは使用者の通常の期待に反する製品の機能および不当な表示や取扱説明書の内容等を含む概念であり、「使用者の被る損害」とは、単に使用者のみならず、その人と当該製品を通じて物理的に関係する第三者を含めた生命・身体、財産上の損害」という概念である。

本稿では、以下主として事業者の対策であるPLPについて論述する。

## 2 PLとPLP

一般にPL問題というと、顕在化した事故に対する事業者と被害者間の係争を思い浮かべるが、事業者におけるPLPを考える場合は、潜在化しているPL問題の方がむしろ大切である。メーカーの場合であれば、製品の企画・設計段階からこの問題を真剣に検討しなければならない。Preventionという言葉は「予防」「あらかじめ防止する」という意味だからである。

PLPという概念は、「PL事故が起きないように事前に防止すること」であるが、たとえば、風邪をひいた時、我々は医者に行くなり風邪薬を飲

## 防災基礎講座

むなりの対策をとる。これは事前の防止ではない。PL問題の場合で考えれば、事故が起きてしまった後の対策であるので、通常はPLD（DはDefense：防衛）とされており、PLPとは区別している。次に、では風邪をひかないようにということで、寒いときには気をつけるとか、うがいをするとかの対策をとる。これは直接に風邪というものを念頭においた対策であり、PLPを考える場合もこれに相当する考え方がある。つまり、事故を起こさないためになにをなすべきかといった考え方である。さらに、健康な体力・気力づくりに普段から気をつけていれば、風邪を含めてあらゆる疾病に打ち勝てるわけで、PLPの場合も安全な製品、無害な製品をどう提供するか、つまり、事故を起こさないというレベルより一歩進んだ対策が必要となる。すなわち、企業の健全な行動を前提に、製品の安全性の確保がPLPにつながるわけで、PLPの本質はまさにここにあるといってもいい。

こういったPLPの概念を前提に、事業者、特に製造業者におけるPLPについて、以下論を進めたい。

### 3 運営、管理上の問題

PLPを進める場合、企業の一設計者、一セールスマンがいくら努力しても無理がある。一つの組織体である以上、また、PLPの本質を理解するならなおさらのこと、企業経営のトップポリシーとしてPLPが明確にならなければならない。

確かに、世間に流通している全製品のなかで、PL問題につながる製品の割合はごくわずかであるが、だからといってこれを見逃すことはできないし、製品に用いられる技術の高度化と製品自体の複雑化によって、事業者と消費者との間のギャ

ップが拡大されてきている今日、また、絶対数としてのPL事故が増加している今日、事業者、特に製造業者は、その企業の社会的使命としてこの問題について真剣に取り組む必要がある。

現にPL事故を起こしてしまった企業の経営者のなかには、反省するどころか「あれは運が悪かったのだ。たまたま起きたのだ」といっている人がいると伝え聞いたことがあるが、これは誤りである。また、PL保険（生産物賠償責任保険）さえかけておけば安心だとして、PLP＝PL保険の付保と考えている企業もあるが、これはなんら本質的な問題解決にはつながらない皮相的な考え方である。

PLPを真剣に取り入れ、企業の体質強化を図るためには、経営者自らが経営ポリシーとしてPLPを明確に打ち出し、その実施方法を具体的に展開し、現存する各種の体制・組織とともに運動しながら運営していかなければならない。

企業の社はなどに「安全な製品」ということがうたわれているケースが多いが、単なるお題目だけではだめで、具体的な方針の展開が不可欠である。

PLPの方針は、企業としての社会的責任を全うすることを前提に、安全な製品と正直な情報を正しい行動によって提供するために打ち出されるべきものであり、そのためには的確なPL情報の収集がまず必要である。そしてこの方針は、具体的にはPLP計画によって明確にされるべきである。PLP計画の策定に当たっては、大メーカーであれば技術部門、法律部門および営業部門の専門家を含めた各事業所(工場)の責任者でもって、PLP委員会、PL委員会なるものを組織し、専門のスタッフ部門（たとえば、PLP室とか品質保証部門など）と協力しながら行うのが望ましい。

PLPの組織・体制については、既存の組織や体制を活用することも可能で、むしろ現実的かも

しれないが、この場合、片手間に行うということは多くの弊害をよぶので避けたいものである。また、PL委員会はフォーマルな活動として位置づけ、各事業所にもその下部組織をもつことが必要である。また、PLP活動は品質管理(Quality Control:QC)や品質保証(Quality Assurance:QA)活動とのかかわりが実際面においては割合に多いので、QCやQA組織・体制と共動することが現実的であろう。

PLP計画の具体的内容については、業種や製品の差異等によって異なる点が多く、しかも誌面の都合で詳しい説明はできないが、少なくとも次のような内容を含んだものでなければならない。

- ① PLPの基本は製品の安全性の確保であるという基本理念をもつこと
- ② 製品安全性確保のための全従業員の教育計画をもつこと
- ③ 製品安全性確保のためのチェックリストを整備すること
- ④ 製品安全性に対する専門家を育成すること
- ⑤ PLPの組織、機能、役割を明確にし、制度化すること
- ⑥ 各部門ごとのPLP業務を明確に設定すること
- ⑦ 製品安全評価システムを確立すること
- ⑧ 記録、文書類の管理システムを確立すること
- ⑨ 万一の事故発生に備えて製品回収システムをもつこと
- ⑩ PL保険の活用を十分に検討すること
- ⑪ 製品の安全保証システムを整備すること

前述のように、PLPの基本は製品の安全性確保にあり、PLP計画も製品の安全性確保の計画が中心でなければならない。そこで、実際の運営ならびに管理に当たっては、既存の技術や組織・体制ならびに企業のすべての活動について、製品の安全性の確保という面から新たな見直しを実施

することがまず必要である。

## 4 安全性と技術の問題

製品の安全性を確保するために、既存の技術や組織・体制の見直しが必要だと記したが、技術に関して実際にこれを実施することは非常に難しい。なぜなら、見直しをするためのチェックポイントというものがなかなか設定できないからである。安全性という概念は、時代とともに消費者の意識の変化や技術の進歩によって常に流動しており、しかも絶対的安全性というものも存在し得ない。また、現実には安全性は常にコストと有用性とのバランスが問題になるわけで、ここには企業の戦略的な判断が働いており、一概に結論を出すことが困難である。

たとえば、安全性というものに相当の重点をおいた製品を技術的に製造することが可能であったとしても、そのためにコストが高かついたり、製品としての有用性や便益性が損われるような場合、はたして消費者がそれを実際に購入してくれるかという現実的な問題がある。

また、PL問題というのは、製品が世の中に存在する間は常にその潜在的可能性があるわけで、たとえば、20年前に発売・購入された製品でも、今日事故が起きることもあり得るわけで、製造時の技術と今日の技術との差異、あるいは当時の安全に対する意識と今日の意識との差異等が現実の問題になるわけである。

技術上の問題としてもう一つの重要な点は、製品安全技術(Product Safety Technology: PST)というものが確立しておらず、現実には試行錯誤の繰り返しによって、より高い安全性を求めるといってしか実施されていないことである。そして、PSTの体系化がなされておらず、また、

防災基礎講座

本格的な研究もやっと緒についたばかりの状態といえることである。

さらに、製品の安全性という問題は、消費者サイドの問題を数多く含んでいる。つまり、使用方法、使用場面、使用環境、使用者自体等の組み合わせによって、それぞれ安全性の程度がその都度異なるわけで、物を製造しなければならないメーカーは、どうしてもあるレベルを設定して設計・製造をしなければならない。しかも、そのレベルを満足させる技術というものを確保しなければならないわけで、技術上の問題は非常に複雑な要素を含んでいるわけである。つまり、製品の安全性という問題は、ごく一般的にはその業界（もっと現実的にはその企業）の技術レベルによって現実の基本線が引かれてしまうものであり、消費者サイドの安全意識はほとんどの場合、その技術レベルよりも遅れているのであるが、一度事故が起きると飛躍的に先行するものである。こういったギャップをいかに埋めるかが企業における安全性確保の努力になるわけであるが、これをすべて事業者の責任にしたり任せてしまうのではなく、消費者サイドにも多くの負担すべき内容が含まれているのである。

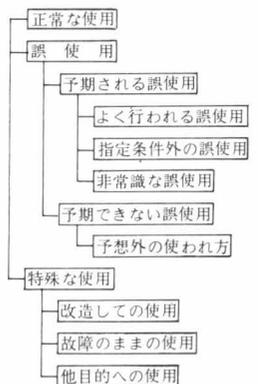
このようなことから、PLPを技術との関係で考えると、①製品の不安全要素が技術的に除去できる場合 ②現在の技術レベルではこれを除去することができない場合の二つに分類することができる。前者については、基本的にはPL上の大きな問題はないが、技術的に不安全要素を除去してしまうと製品としての機能が著しく損われるような場合（たとえば刃物の切れ味など）には、PLPを検討しておかなければならない。後者については、さらに幾つかの対策を講じなければならない。その第一は、通常フルブーフ、バカヨケといわれるもので、一定の方式でなければ、つま

り誤った操作や使い方では機能しないように設計することである。第二は、通常フェールセーフといわれているもので、故障した場合、安全サイドにしかダウンしないように設計することであり、第三は、保護装置を取り付けること、第四は、設計にゆとり（冗長度）をもたせること等が不可欠であり、それぞれの段階に応じて警告、注意、取扱説明書などで十分な消費者対策をとらなければならないわけである。

## 5 製品安全技術

物を製造し販売する事業者（メーカー）は、消費者にいかなる製品に起因する損害も与えてはならない。そこで製品安全技術が必要となる。製品、特に消費者製品については、その使われ方を事業者は認識しておかなければならない。製品の使われ方については、図1に示すようなものが一般的であり、事業者としてはこういった使用に対して技術的な安全対策を検討しなければならない。このためには、人間の習性、生理、心理に左右される行動パターンについても研究すべきで、さらに製品と人間とのかかわりをマン・マシンシステムとして究明する必要がある。さらにマン・マシンシステムの一環として、製品の不安全要素や危険要素を、物理的運動エネルギー、ポテンシャルエネルギー、電気的エネルギー、熱エネルギー、化学的エネルギーなどから分析し、人間行動パターンとともに相互の関係をみるような研究も必要と

図1 製品の使われ方の分類



なる。

また、工場安全 (Industrial Safety)などで用いられている技術を製品安全の分野に導入すること、原子力関係事業や特殊な製品 (たとえばジェット戦闘機) に用いられている各種の安全技術などを製品安全技術に取り込むことも必要であろう。同時に、消費者に対する正しい使用法の徹底と、製品安全に対する消費者の啓蒙も、大切な要素である。

製品というものは、人との関係においてその有用性や便益性が存在し、製品そのものの価値があるわけで、その製品の安全性というものは、とりもなおさず人間行動とのかかわりにおいて把握されなければならない。そこに製品安全技術の複雑さと困難さがあるわけである。つまり、完全な製品安全技術の確立が不可能に近く、その研究も非常に難しい問題を抱えている今日、事業者にとっては、まず既存の技術を消費者の安全確保という観点から見直すことが必要である。

たとえば、品質管理という管理技術は、基本的には使用者・消費者の要求するニーズを製品設計に反映させる設計品質と、その設計された品質にバラツキがないように製造する製造品質との二つを管理する技術を指すが、そこに用いられている各種の技法を製品の安全性という角度から見直す必要がより重要であるということである。特に、設計品質については消費者のニーズを具現化するものだが、そのニーズが製品の機能中心に把握されており、品質の展開も機能中心になされる傾向が強く、安全性への配慮が欠けることが多いと指摘されるケースが、実際のPL判例などからうかがえる。つまり、製品品質に対する認識が、パフォーマンス (機能)、ユティリティ (有用性)、コスト (原価) という概念を中心に把握されており、セイフティ (安全性) という側面、さらにはその

製品が使用される場合のP.T.O. 場面展開に対する配慮が不足していたように思われる。

また、設計審査 (Design Review : DR) 故障解析 (Hazard Analysis : HA)、故障モード影響解析 (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA)、故障の木解析 (Fault Tree Analysis : FTA)、価値分析 (Value Analysis : VA) なども、製品安全面へ活用するために見直すことが不可欠で、さらに製品製造に関する多くの固有技術をもこの観点からチェックする必要がある。

また、市場調査の技術や商品試験方法、モニターテスト、寿命テスト等の方法についても、製品安全性という角度から再検討する必要がある。市場調査技術などでは、生活者調査というような概念が割合に普及してきているが、こういった考え方は製品安全性の面にも貢献する要素が多いと思われる。

## 6 階層別・段階別のPLP

製品の誕生には一連の流れがあり、それに添って各段階のPLPが実施されなければならない。その内容と関係部門について概説する。

●企画段階：製品の企画段階においては、当該製品の安全目標を設定することが最初に必要で、次いでその製品の機能、便益性、有用性について安全面からの検討内容を付与することを設定しなければならない。この段階では、一般的に技術部と営業部が関与する。

●仕様設定段階：この段階では設計の仕様等を設定する段階で、PLP上きわめて重要である。ここでは製品の使用環境の設定、事故時の対策、誤使用や誤操作に対する理論的検討、法規上の問題点の検討、他社類似製品の調査、個別安全規格の設定等が必要な事項で、技術部、試験所、営業部、

## 防災基礎講座

品質保証部等が参加する。

●設計段階：上記の仕様が承認されると、具体的な製品の設計に移されるが、類似品の不具合例の調査とその危険防止のおりこみ、製品安全技術のおりこみ、製品・包装・在庫・流通時点における安全性の考慮、取扱説明書や注意・警告についての検討等が含まれ、この最終段階として設計審査（DR）が実施される。このDRについては、単なる操作性や製品機能に対するものだけではなく、製品の安全性というより広い観点によるものでなければならない。この段階では設計部が中心で、DRは工場長、専門技術者、品質保証部門長等が参加する。

●試作段階：ここでは安全性のチェック、信頼性の試験の実施、誤使用・誤操作の確認、取扱説明書や警告・注意ラベルの確認、競合品との比較等が行われ、最終段階として安全性の総合認定が行われる。また、設計段階ではわからなかった製造上の問題も是正される。ここでは主として品質保証部が中心となり、技術部、設計部、製造部などが関与する。

●製造段階：ここでは技術と製造上の変更や異常についての管理、作業員のミスの防止、安全性の重点管理項目の維持ならびにその記録の保管等が行われ、製造部と品質保証部が中心となる。

●販売段階：広告、カタログ、品質保証書、表示等についてのPL事項の検討ならびにユーザーへのPL啓蒙の実施等が必要で、一般には営業部やサービス部、販売促進部などが中心となる。

●使用段階：点検、保全、アフターサービスの内容、事故処理、情報の収集、サービス技術教育、消費者機関との対応、廃棄時点の処理等を設定し、一般的にはサービス部、品質保証部、技術部などが参画する。

以上のような段階別のPLPについては、本来

であればPLP担当部門、あるいはPS部門が関与するのが望ましい。ここで再三用いている品質保証部は、現実にはPLP担当部門、PS部門の肩代わりの役割を果たすものとして使用したものである。

## 7 おわりに

PLPに関するごく基本的なことの概要を紹介したが、事業者におけるPLP活動は一朝一夕には進まない。PLP活動は企業の社会的責任という大きな使命のなかにあつて、より安全な、より無害な製品の提供ということ、製品のもつ有用性と便益性、機能性、さらには市場性をもち、しかも技術とコストという企業内側面および消費者の意識と社会の動向という企業外側面をみながら正しい倫理に基づく行動として実施されるべきものであり、この正しい実施は、企業にとっては一大事業である。しかしその反面、製品に限らず安全性を確保するということが、それなりのコストがかかり、決してタダで得られるものではないことを我々は認識すべきである。また、生産者も消費者も、個人個人の製品安全に対する自覚が必要である。

事業者と消費者との間のさまざまなギャップは現代社会の宿命ともいえるべきものであるが、そのギャップを埋めるためには、双方の歩み寄りの努力が不可欠で、互いに自分の権利のみを主張することのないようにしたいものである。事業者における真のPLP活動は、そういうときに健全に作用するものであると考えるが、本来的には、こういった活動をしなくてもよい社会の到来を願うものである。

（とおま しゅうへい／(財)日本科学技術連盟）

# 失火行為の心理的背景について

## 主婦の防火意識・態度に関する調査から

山下富美代

### 1 はじめに

火災原因のなかでも失火に基づくものはかなりのウェイトを占めている。ここでは、失火行為に結びつきやすいと考えられる諸要因を、特に家庭防火の責任者である主婦の日常の生活意識・態度のなかに求め、失火原因の心理的背景について主として考察したい。

今回の報告に当たって使用したデータは、昭和55年10月、日本損害保険協会が全国の主婦約2,000名を対象として行った「主婦の防火意識・防火態度の診断に関する調査」結果を分析・検討したものである。この調査は、主婦の防火意識・防火態度のレベルの測定と、失火行為に結びつきやすいパーソナリティの特性診断を中心に設計されている。以下、この調査の主要な結果を紹介しつつ、本題について検討していきたいと思う。

### 2 失火行為の主要因について

失火行為に関連すると想定される、特に心理的背景要因の主なものとしては、次のような理論的仮説が考えられる。

① 無意識的行為による注意のズレ、もしくは注意の欠如等によるもの——たとえば、日常的な習慣化した行為のなかでも、特に火にかかわる諸行動（調理中に使用するガスこんろなどの火

器の取り扱い、暖房器具の取り扱い等）にみられる傾向

② 火災・防火に対する興味・関心度、知識・理解度等の個人の認識のレベル——たとえば、加熱調理に際しての関心の向け方や火災事故の対処行動、子供の火遊びについての考え方等を通してみられる防火意識・態度・行動

③ 個人を取り巻く物的・人的状況の実態とその度合い。個人の生活の系（状況）が、いわゆる開かれた系か閉じられた系か、規則的か不規則か——たとえば、住まいや暮らしの状況、日ごろの部屋の整理・整頓、家族の状況、役割分担、家事処理等にみられる傾向

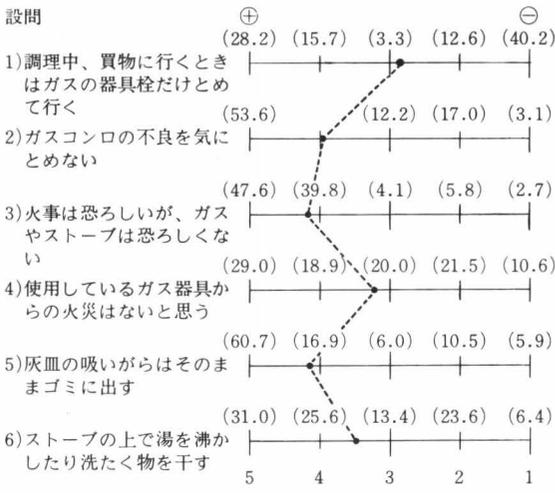
④ 背景的・基礎的要因としての個人のパーソナリティ特性。特に情緒的特性ならびに価値観——たとえば、生来緊張しやすいか否か、熱中しやすいか否か、情緒的に安定しているか否か。防火・防災に関連した価値意識・態度の方向

以上の諸要因をとおして、要因別に主要な調査結果を検討していくことにする。

#### 1) 火にかかわる習慣的行為と傾向

図1は、日常の主な火にかかわる習慣的行為にみられる傾向を示したものである。設問に関しては、すべて5段階方式で答えるようになっており、3のどちらともいえないを中点として、4および5はプラス傾向、1および2はマイナス傾向をそれぞれ示す（以下同様）。

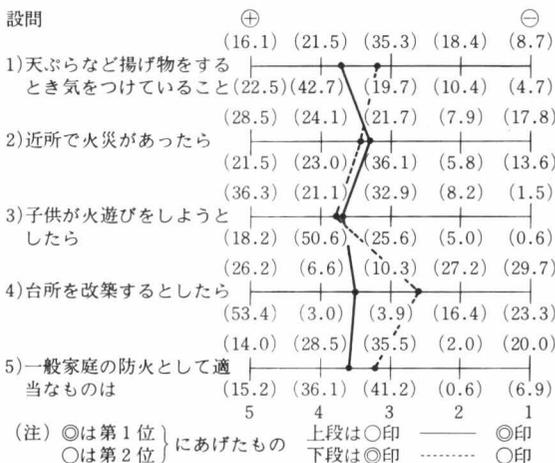
図1 火にかかわる習慣的行為と傾向の全体的プロフィール



(注) ( ) 内数字は各段階別の反応比率 (以下同様)

結果をみるかぎり、全体的なプロフィールは極端にマイナス方向に偏してはいない。また、対象者の半数以上はおおむね合格点を示しているといえる。しかし、個別的に結果をみていくと、たとえば、毎日扱っているガスこんろなどの慣れ親しんだ火器に関しては不安意識が希薄となり、あまり注意を払っていない様子が認められる。また、器具栓だけしか締めない者が約53%も占めており、毎日扱い慣れているガス器具・電気器具にはかなりの信頼をおき、火災事故などはめったに起きないと考えている傾向がうかがわれる。特に、この

図2 火災・防火に対する認識の全体的プロフィール



ような傾向は20代を中心とした若年主婦層に比較的確著である。

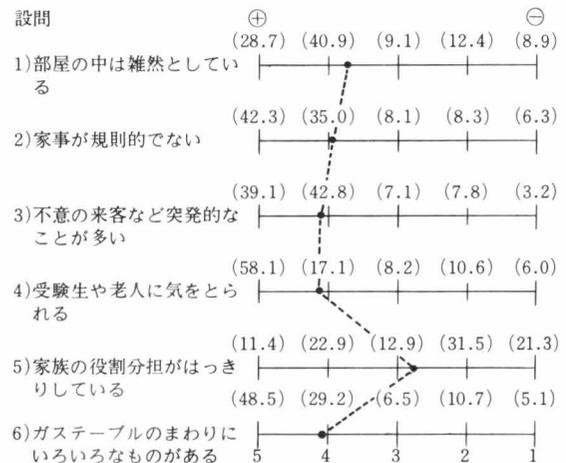
このように、一度習慣化した行為は、かなり注意力を散漫にしたり心にスキをもたらすことが明白に示されている。

2) 火災・防火に対する認識

図2は、火に対する関心や防火に対する認識を示したものであるが、全般的にみて、平均的なレベルにあるといえる。特に子供の火遊びに関しては、乳幼児を有する20代・30代の若年主婦層において、もっとも注意・関心度の強いことが示されている。しかし、この領域の設問に対しては、やや意識的により回答を寄せようという意向が認められ、若干建て前的な回答となっている面がみられると思う。たとえば、天ぶらなどの揚げ物をするときにも、火災の心配や消火準備を心掛けるよりも、火傷やガステーブルの汚れの方を心配する傾向の方が強くでている。また、台所の改築などの際にも、防火性や換気性を重視するよりも、明るく、広く、きれいで、働きやすいシステムキッチン志向の傾向が強い。このような結果は、建て前的な意見や態度の裏に潜む本音の表れとみなされよう。

また、火災に対する考え方でも、消火器が一般家庭のもっともよい防火方法であるとしており、防火よりは消火の認識の方が現時点では優先して

図3 生活状況と事態の全体的プロフィール



いると考えられる。

### 3) 生活状況と生活事態

図3にみられるように、一般的にみて対象者の生活は概して規則的であり、状況そのものについても変則的パターンを示す者はごく少数であった。雑事や突発の事態に煩わされることなく、生活行動を一定のやり方で運営できる能力は、やはり主婦年齢が高くなるにつれて強化される傾向が認められる。したがって、キャリアの乏しい20代の主婦においては、状況や事態そのものに影響される危険性があるし、生活が不規則になる傾向がある。たとえば、家族の役割分担は総体的に不明確であるが、20代の主婦においては、子供の年齢が低いこともあって一層不明確であり、こうした状況そのものが、失火などの遠因になることも充分考えられる。

### 4) パーソナリティ特性にみられる傾向

図4にみられるように、緊張度・不安度・注意度・安定度といった情緒的側面については、全体的な傾向としてはマイナス方向への大きな偏りは認められない。しかし、いざ火事という時にはなんとかなると楽観的に考える者が約46%もいるのに対し、いざというときには体がすくんで思うように動けなくなる、いわゆる過緊張型も、また56%近く認められる。また、めったに取り乱したりはしない自信をもっている(約40%)わりには、天ぷらなべなどに火が燃え移ったりするとすっかり冷静さを失い、興奮してしまう者も少なからず認められる(約33%)。

このような結果から、日ごろの火の元の始末や火の用心に慎重な主婦のいる反面、突発的な事態に出会うとすっかりうろたえてしまう過緊張型や放心型、あるいはうっかり型の主婦が少なくないことが見出され、失火行為と個人のパーソナリティタイプとの関連性が問題となる。

防火に関する価値観の設問についても、図5にみられるように、かなり建て前的な回答を意識していることがうかがえる。

全般的に、対象者の価値意識・態度はプラス方向に向いているが、特に、明らかに望ましいと判

断されるような設問(2、6、7の設問)に対しては、肯定的な反応を示している。たとえば、暖房器具の購入に際しても、「外見的条件や機能性よりは防火・耐震性を重視して選ぶ」、あるいは「価格

図4 情動時特性の全体的プロフィール

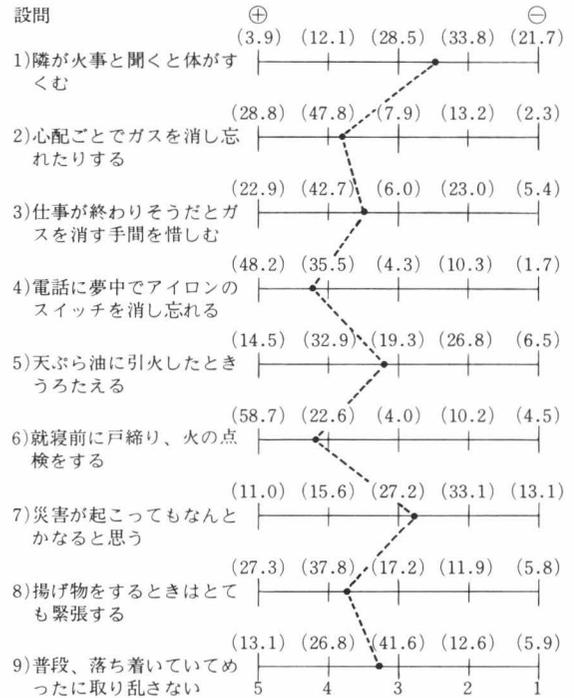
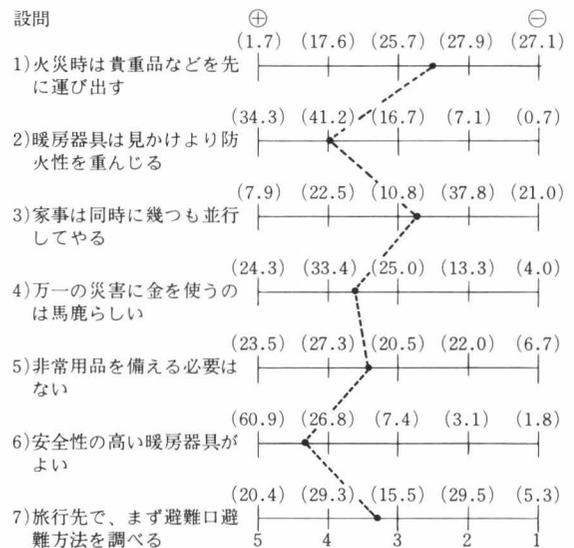


図5 価値意識・態度の全体的プロフィール



が高くても安全性を優先する」と答えた者はそれぞれ約76%、約88%もいる。「旅行先でも真っ先に避難口・避難方法を調べる」と答えた者も約50%に達している。しかし一方では、「火災時には真っ先に貴重品とか重要書類を運び出す」という者は55%。「同時に幾つかの家事を平行してやる」という者は59%もいる。また、「特別に非常用品を備える必要はない」という者は29%、「いつ起こるか知れない災害や事故に気を使ったり、お金を使うのはバカらしい」と考える者も20%近くいる。このような結果を考えると、日ごろの備えを口にしたたり、防火性を重視したり、物の搬出よりはまず危険回避といったことを口にするのは、ほんの建て前にかすかす、実態は人命より物への執着が強いこと、合理的家事処理を志向する反面、火に対する注意力が希薄になるといった傾向が認められるといえよう。

### 3 失火行為とパーソナリティとの関連

以上の調査結果を通じ、一般の主婦においては、防火意識や関心と、防火態度や行動との間にはかなりズレのあることが明らかとなった。なかでも

特に、火や火器と日常慣れ親しんでいるうちに、無意識に危険な失火に結び付きやすい行為が習慣化されていることが指摘できる。

これらの傾向は、必ずしも生活経験や価値観の程度と密接なつながりを持つとは言い難いが、多分にパーソナリティ特性のある側面とは関連性が深いと考えられる。したがって、次に、失火行為潜在的・背景的要因としてのパーソナリティ特性に焦点を当てて考察していきたい。

失火行為に結び付くパーソナリティの諸特性としては、上記の結果にみられたような、本音の部分であると考えられる。したがって、こうした特性において、マイナス方向に傾いている者が各領域=1)~3)における設問に対して、どのような反応を示したかを検討してみる必要がある。

図6は、パーソナリティ特性の情動的側面に關する設問について示した各人の反応を、5段階に分け、段階別にそれぞれが1)~3)の各領域の設問において示した反応を得点化し、その総合得点を示したものである。

また図7は、同様に火災・防災に関する価値意識について、段階別に1)~3)の各領域の反応の総合得点を示したものである。

図6 情動的的特性と1)~3)の各領域との関係

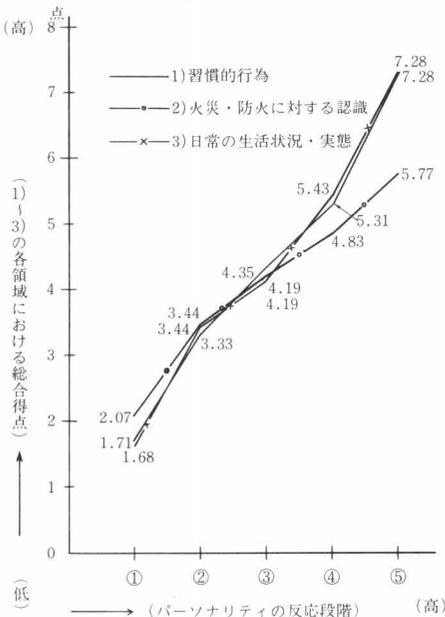


図7 価値観と1)~3)の各領域との関係

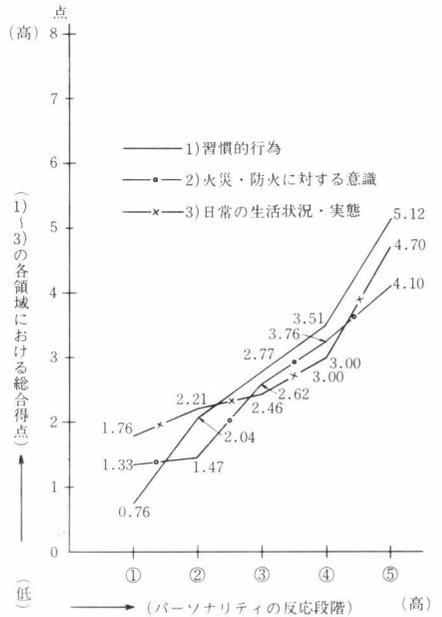


表1 情動特性と1)~3)の領域に対する反応との関係 (%)

情動特性	領域 得点段階 設問番号	火にかかわる 1) 習慣的行為と 傾向		火災・防災に 2) 対する認識		生活状況・事 3) 態	
		-2	-1	-2	-1	-2	-1
		緊張度	1	19.2	36.5	23.9	32.7
	6	5.3	15.2	6.4	12.6	4.8	14.3
	7	19.7	38.9	20.2	38.0	15.8	34.2
	8	9.9	17.1	9.8	16.3	7.4	14.3
集中度	2	4.0	22.4	2.1	18.7	5.6	21.9
	3	8.3	36.3	7.1	29.4	11.7	33.4
	4	3.2	21.3	4.3	16.3	4.8	18.6
安定度	5	9.9	33.1	9.2	32.2	10.2	31.4
	9	6.9	10.9	8.9	13.8	8.9	15.3

これらの結果をみると明らかなように、パーソナリティ特性の2側面（情動性と価値観）において、低い段階にあるものは、各領域における得点数も低く、逆に高い段階にあるものは各領域における得点数も高くなっている。このように、パーソナリティ特性における方向性と失火行為に結び付くと考えられる諸要因との間には、非常に整合性が高いことが証明された。これはある意味では、パーソナリティ診断を通じ、失火行為を起こしやすい主婦を発見することの可能性を示唆するものともいえよう。

情動的側面にかかわる設問は、その性格上三つの測度（緊張度・熱中度・安定度）に分類できる。表1は、1)~3)の各領域においてもっとも低い段階反応を示した者たちの、各測度におけるマイナス反応の比率を示したものである。

これをみると明らかなように、各領域において低得点を示す者は、概して過緊張型が多く、行動の阻害や混乱（ブロッキング現象）を起こしやすいタイプであったり、逆に緊張が欠如して行動の遂行に必要な構えや促進力に乏しい、楽天的なタイプが多いことがうかがえる。

表2は、火災・防火にかかわる価値意識・態度と1)~3)の各領域との関係を、前記と同様の手続きで示したものである。これをみると、各領域における低得点者は、比較的“物”への執着が強い合理型や現実型の価値観を有するタイプが多く、安全志向型のタイプは比較的少ないことが認められよう。

表2 価値観と1)~3)の領域に対する反応との関係 (%)

価値観	領域 得点段階 設問番号	火にかかわる 1) 習慣的行為と 傾向		火災・防災に 2) 対する認識		生活状況・事 3) 態	
		-2	-1	-2	-1	-2	-1
		合理型	1	28.8	28.5	21.8	25.2
	3	26.9	36.0	22.1	42.3	24.7	38.5
現実型	2	0.5	12.8	0.6	9.8	0.3	10.7
	6	1.9	5.3	1.2	7.1	1.8	4.6
安全型	4	8.5	23.5	7.1	21.5	6.4	15.3
	5	11.7	27.2	9.8	24.2	8.4	21.9
	7	11.2	36.5	11.0	31.0	8.4	32.9

今回の調査は、直接的にパーソナリティの診断をするために設計されたものではないし、使用したパーソナリティに関する設問数（合計16問）のなかには、失火行為とは比較的關係の薄いものも含まれてはいる。しかし、以上のような結果から、今後さらに質問構成度を密にすることにより、失火を起こしやすいパーソナリティのパターン化を可能とする簡易診断尺度の作成が考えられる。

#### 4 むすび

本論は、失火行為に関連する心理的背景要因を主婦の日常の習慣的行為、火災や防火に対する日ごろの興味や関心・知識のレベル、主婦のおかれている物的・人的状況、さらに個人的なパーソナリティの情動特性および価値等に求め、調査結果に基づいて考察を行った。

その結果、多くの主婦は、火災や防火に関しては意識的・観念的レベルでは望ましい態度と行為を有していることが示された。しかし、これらの多くは建て前のものであることも同時に示された。たとえば、主婦の日常の習慣化した行為のなかで示される一定の手順には、慣れによる規則性と同時に、万一の火災事故につながりはしないかという不安感や配慮も存在しない。また、ガス器具や電気器具などの火器一般に対する信頼感というよりは、火災などはめったに起きないという楽観的な考え方も散見できた。

一方、表面的には防火に細心の注意を払い、万全の備えをしているようであっても、いざ出火となれば落ち着きを失い、うろたえたり、体がすく

んで動けなくなるようなタイプの主婦も少なからず認められた。また、万一の災害に備えて非常用品をそろえる必要はないと考える主婦も結構あり、現代主婦気質の一端がうかがえた。

特に、失火行為の潜在的要因と考えられるパーソナリティ特性については、過緊張型や緊張欠如型、熱中型や合理型といった幾つかの代表的なパ

ターンが想定できた。

以上の諸結果から、ついうっかりといった、いわばケアレスミスによると単純に考えられる失火行為の背景には、さまざまな心理的要因と個人のパーソナリティ特性との複合的な作用が働いていることが指摘されると考える。

(やました ふみよ/立正大学教養部)

## 協会だよりつづき

### 奥さま防災博士の表彰式が行われました

第9期奥さま防災博士として、下記の方が選ばれ、去る1月17日(土)、東京・新宿の京王プラザホテルで表彰式が行われました。

- 北海道 三上悦子・秀千鶴子
- 青森県 松本志のぶ
- 岩手県 佐々木千賀子
- 宮城県 原田佳子
- 山形県 黒坂幸子
- 福島県 澤田幸子・高橋悦子・清野裕子
- 埼玉県 厚川よし子・岩田美智子
- 千葉県 河野浩美・小倉英子
- 東京都 吉田保子・滝田由美子・諸岡英子  
近藤真理子・井崎桂子
- 神奈川県 今井ひろみ
- 静岡県 矢島智子・和田悦子
- 新潟県 田村陽子
- 富山県 上野久代
- 福井県 三田武子
- 岐阜県 大里和子・中林洋子・高橋希久枝
- 愛知県 梅村弘子・佐久間禎子・川原薫
- 三重県 中原恭子・中島康子
- 京都府 村田妙子
- 大阪府 西山里子
- 兵庫県 太期美恵子
- 奈良県 坂田順子
- 島根県 竹下陽子



- 岡山県 桑原俊子・野口本子・神崎乙恵  
寺内貞子・中山祥子
- 広島県 富士原長子・山本由美子・横松明子
- 愛媛県 荒川知子
- 福岡県 高松綾子
- 大分県 首藤洋子
- 鹿児島県 吉村道子・市来喜代子

# 交通死亡事故 10年間の変遷と 最近の特徴

松本治男

## 1 概況

我が国の交通事故は昭和45年をピークに年々減少した。すなわち、昭和45年には交通事故発生件数718,080件、死者数16,765人、負傷者数981,096人であったが、昭和54年には交通事故発生件数471,573件、死者数8,466人、負傷者数596,282人となった。この10年間の推移をみると、交通事故発生件数246,507件(34.3%)、死者数8,299人(49.5%)、負傷者数384,814人(39.2%)と、大幅な減少をみるに至った。とりわけ、死者数については、昭和46年以降9年連続して減少を続け、昭和45年の交通事故死者数を半減しようとする第2次交通安全基本計画の目標は、ほぼ達成されたといえる(図1)。

しかしながら、昭和54年度に兆しのあった交通事故発生件数の増加傾向は、昭和55年度に入って顕著となり、昭和55年には交通事故発生件数476,581件、対前年比5,008件(1.1%)増、死者数8,760人、対前年比294人(3.5%)増、負傷者数598,190人、対前年比1,908人(0.3%)増といずれも増加した。とりわけ昭和46年以降54年まで対前年比で連続9年減少していた死者数は、10年目に増加に転じた。

本稿は、昭和45年から昭和55年までの交通死亡

事故の推移を種々の観点から分類するとともに、昭和55年における交通死亡事故の特徴を分析するものである。

## 2 昭和45年から昭和54年までの 交通死亡事故の推移

### 1) 都道府県別交通事故死者の推移

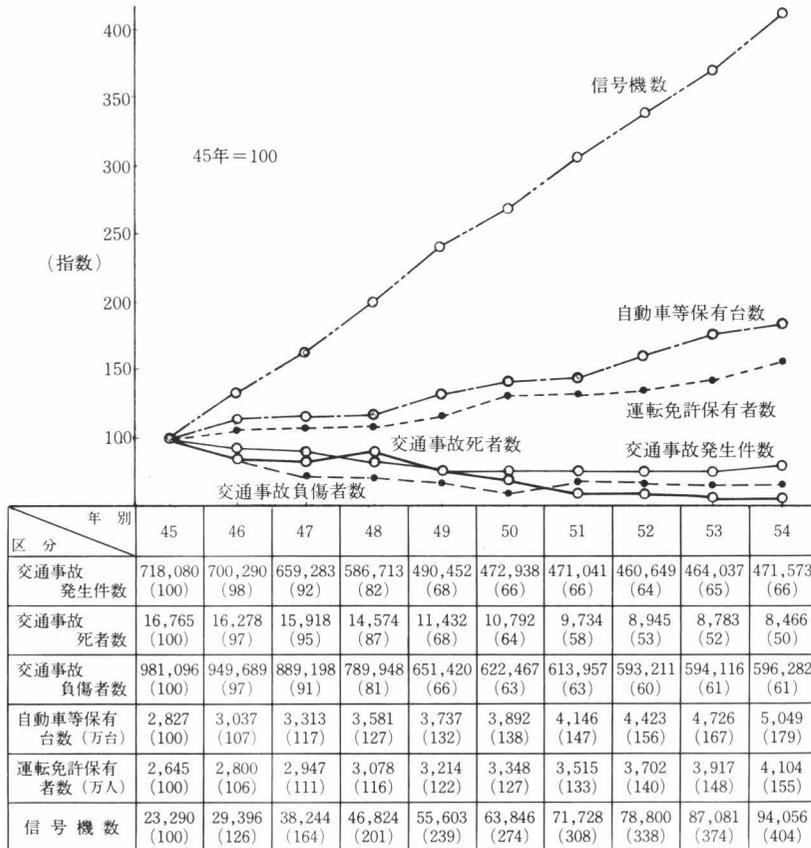
—30都府県がピーク時の半減を達成—

(1) 全国的にみると、昭和45年の交通事故による死者は16,765人で、交通事故死者数のピーク年であった。当時の死亡事故は、交通量が多く安全施設の整備が不十分な大都市を有する地域に多発し、死者が800人を超えていたところは東京(824人)、神奈川(803人)、愛知(851人)、大阪(848人)、北海道(882人)および埼玉(845人)の6都道府県であった。一方、死者が少なく100人台のところは秋田(183人)、山形(165人)、石川(144人)、福井(155人)、奈良(156人)、鳥取(117人)、島根(108人)、徳島(152人)、高知(186人)、佐賀(177人)、長崎(160人)、宮崎(151人)の12県であった。昭和45年以降、信号機・道路標識等の交通安全施設の整備充実をはじめ、交通指導取り締まり、交通安全教育等各種の交通安全施策の推進

に伴い、各都道府県とも年々交通事故死者数が減少し、昭和54年末までに30都府県がそれぞれのピーク時の交通事故死者数の半減を達成することができた。しかし、昭和54年に引き続きピーク時の死者数の半減を維持しているところは、東京（277人）、大阪（321人）、山形（92人）、福島（189人）、栃木（180人）、神奈川県（329人）、埼玉（346人）、山梨（96人）、静岡（333人）、富山（94人）、福井（76人）、愛知（346人）、和歌山（94人）、鳥取（52人）、島根（64人）、岡山（156人）、広島（234人）、山口（151人）、福岡（264人）、熊本（109人）、茨城（316人）、新潟（215人）、三重（164人）、大分（101人）の24都府県となっている。

(2) 人口10万人当たりの事故率（死者数）の推移は表1のとおりである。昭和45年の全国平均の事故率は16.2人であり、事故率の高いところは栃木（28.0人）、茨城（27.1人）、山梨（27.0人）等

図1 交通事故等の推移（昭和45年～54年）



(注) 昭和45年、46年は沖縄県は含まれていない。

表1 人口10万人当たりの事故率（死者数）の推移

区分 年別	全国平均	事故率の低いところ			事故率の高いところ			A B
		1(A)	2	3	1(B)	2	3	
45年	16.2	東京 7.2	大阪 11.1	鹿児島 12.1	栃木 28.0	茨城 27.1	山梨 27.0	3.9
46年	15.5	東京 5.8	長崎 8.8	大阪 8.9	栃木 30.2	山梨 29.1	茨城 29.0	5.2
47年	14.8	東京 4.8	大阪 8.9	長崎 9.9	栃木 27.1	茨城 26.5	滋賀 25.8	5.6
48年	11.4	東京 4.7	大阪 8.4	神奈川 9.1	栃木 25.5	茨城 25.5	滋賀 25.0	5.4
49年	10.3	東京 3.8	大阪 6.3	長崎 7.6	茨城 21.0	山梨 18.1	香川 18.0	5.5
50年	9.6	東京 3.3	大阪 5.2	長崎 6.7	茨城 18.6	山梨 17.0	高知 16.2	5.6
51年	8.6	東京 3.0	大阪 4.8	長崎 6.0	茨城 15.7	山梨 14.8	三重 14.8	5.2
52年	7.8	東京 2.9	大阪 4.3	福岡 6.0	茨城 14.0	滋賀 13.0	山梨 12.7	4.8
53年	7.6	東京 2.5	大阪 4.9	神奈川 5.6	香川 14.8	滋賀 14.4	茨城 13.5	5.9
54年	7.3	東京 2.4	大阪 3.8	福岡 5.8	高知 13.0	滋賀 12.8	茨城 12.6	5.4

である。一方事故率の低いところは東京（7.2人）、大阪（11.1人）、鹿児島（12.1人）等であり、最も高い栃木と最も低い東京では3.9倍の差があった。しかし、昭和46年以降、比較的大都市を中心に安全施設が整備されたことをはじめ、各種交通事故防止対策の推進により、全国的に事故率は低くなったが、大都市と地方都市との格差が拡大し、昭和54年末には、全国平均の事故率は7.3人であるが、最も高い高知（13.0人）と最も低い東京（2.4人）では5.4倍の格差が生ずることとなった。今後、事故率の高い県においてそれを引き下げること等により、この地域間格差をなくすことが交通施策の大きな課題とされている。

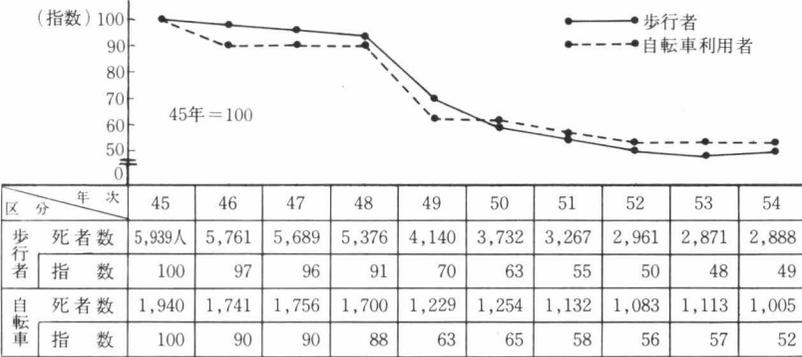
2) 月別・曜日別・昼夜別死亡事故の推移

表2 状態別交通事故死者数

状態別 年別	自動車乗用中	二輪車乗用中	自転車乗用中	歩行中	その他	合計
45年	5,612(33.5)	2,941(17.5)	1,940(11.6)	5,939(35.4)	333(2.0)	16,765(100.0)
46年	5,538(34.0)	2,933(18.0)	1,741(10.7)	5,761(35.4)	305(1.9)	16,278(100.0)
47年	5,657(35.5)	2,586(16.3)	1,756(11.0)	5,689(36.8)	230(1.4)	15,918(100.0)
48年	5,079(34.9)	2,330(16.0)	1,700(11.7)	5,376(36.8)	89(0.6)	14,574(100.0)
49年	4,010(35.1)	1,909(16.7)	1,229(11.4)	4,140(36.2)	74(0.6)	11,432(100.0)
50年	4,013(37.2)	1,696(15.7)	1,254(11.6)	3,732(34.6)	97(0.9)	10,792(100.0)
51年	3,707(38.1)	1,514(15.6)	1,132(11.6)	3,267(33.6)	114(1.1)	9,734(100.0)
52年	3,371(37.7)	1,467(16.4)	1,083(12.1)	2,961(33.1)	63(0.7)	8,945(100.0)
53年	3,242(36.9)	1,502(17.1)	1,113(12.7)	2,871(32.7)	55(0.6)	8,783(100.0)
54年	2,998(35.4)	1,538(18.1)	1,005(11.9)	2,888(34.1)	37(0.5)	8,466(100.0)

注1 昭和47年以降は沖縄県を含む。 2 ( ) 内の数は、構成率を表す。

図2 歩行者および自転車利用者の死者数の推移(昭和45年~54年)



—死亡事故は週末および下半期(7月~12月)に多発—

(1) 過去10年間(昭和45年~54年)の月別平均死者数をみると、1月935.3人、2月832.4人、3月1,016.9人、4月977.1人、5月1,012.7人、6月924.0人、7月1,042.6人、8月1,121.3人、9月1,015.7人、10月1,105.3人、11月1,101.2人、12月1,084.2人であり、最も少ないのは2月であるが、とりわけ8月および12月は過去10年間に3回死者数の最多月となっている。月別死者数の推移をみると、各年とも1月から6月までの上半期は比較的平穏に推移しているが、夏休み、秋の行楽期および年の瀬を迎える下半期(7月~12月)に移ると死者数が増加する傾向にある。

(2) 次に、昭和48年以降の曜日別平均死亡事故発生件数をみると、月曜日 1,357.9件、火曜日 1,362.4件、水曜日1,307.9件、木曜日1,327.0件、金曜日1,394.7件、土曜日1,592.7件、日曜日1,492.0件であり、土曜日が最も多く、日曜日がそれに次いでおり、この傾向は7年間を通じて変化がみら

れない。死亡事故はレジャー交通が多く、また、気のゆるみの生ずる週末の土・日曜日に多発しているといえることができるだろう。

また、昼夜別にみると、昭和51年を除き、交通死亡事故はいずれもわずかながら昼間に多発しているものの、負傷事故を含めた交通事故発生件数は夜間の方が圧倒的に高く、今後夜間における監視体制の強化等重点的な事故防止対策が必要とされるところである。

3) 状態別死者数の推移 —大幅に減少した歩行者・自転車事故—

過去10年間の状態別死者数の推移は表2のとおりである。昭和45年当時は歩行中の死者は5,939人で最も多く、全死者の35.4%を占めていた。次いで自動車乗用中が5,612人(構成率33.5%)、二輪車乗用中が2,941人(同17.5%)、自転車乗用中が1,040人(同11.6%)等の順であったが、死亡事故の減少傾向が続くなかで、昭和54年には自動車乗用中が2,998人と最も多くなり、全死者の35.4%を占めるようになり、次いで歩行中が2,888人(構成率34.1%)、二輪乗用中が1,538人(同18.1%)、自転車乗用中が1,005人(同11.9%)等の順となった。これを昭和45年と比較すると、自動車乗用中は2,614人(46.6%)、歩行中は3,051人(51.4%)、二輪乗用中は1,403人(47.7%)、自転車乗用中は935人(48.2%)の減少をみたことになるが、とりわけ、交通弱者である歩行者・自転車乗用者の死者数が著しく減少しており、交通規制の推進、交通安全施設の整備充実、道路交通法改正による歩行者自転車保護の徹底等各種安全対策の効果を物語っているといえよう(図2)。

図3 人口比でみた交通事故死者数の推移（昭和45年～54年）

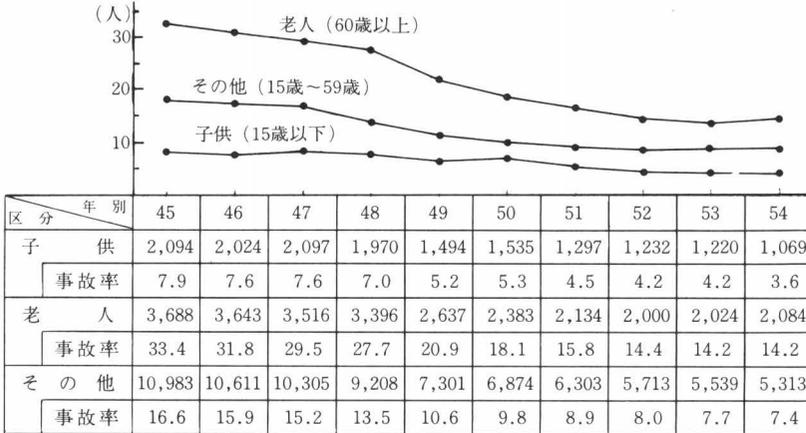


表3 事故類型別死亡事故件数の推移

事故類型別	区 分	昭 和 4 5 年		昭 和 5 4 年			
		件 数	構 成 率	件 数	構 成 率	比 較	
						増 減 数	増 減 率
人対車両	横断歩道横断中	683	4.3	375	4.7	-308	-45.1
	” 外横断下	3,068	19.4	1,486	18.5	-1,582	-51.6
	そ の 他	2,107	13.3	884	11.0	-1,223	-58.0
	小 計	5,858	37.1	2,745	34.1	-3,113	-53.1
車両相互	正面衝突	2,119	13.4	1,066	13.2	-1,053	-49.7
	追 突	565	3.6	444	5.5	-121	-21.4
	出合いがしら側面衝突	1,456	9.2	1,304	16.2	-152	-10.4
	そ の 他	2,135	13.5	465	5.8	-1,670	-78.2
	小 計	6,275	39.7	3,279	40.7	-2,996	-47.7
車両単独	転倒・路外逸脱	1,568	9.9	681	8.5	-887	-56.6
	駐車車両衝突	382	2.4	116	1.4	-266	-69.6
	その他物件衝突	925	5.9	1,037	12.9	+112	+12.1
	小 計	2,875	18.2	1,834	22.8	-1,041	-36.2
踏 切	687	4.3	190	2.4	-497	-72.3	
そ の 他	106	0.7	—	—	—	—	
合 計	15,801	100.0	8,048	100.0	-7,753	-49.1	

しかし、昭和54年中の全死者数のうち歩行者および自転車乗用者の死者数を合わせると、依然として約5割弱（3,893人）を占めていることから、引き続き、これら交通弱者である歩行者・自転車乗用者の安全、保護対策の強化が必要とされることである。

4) 年齢層別死者の推移

—高い老人の事故率—

年齢層別人口10万人当たりの事故率の推移は図3のとおりである。各年齢層とも昭和45年以降減少を続けてきたが、昭和52年からほぼ横ばい状態となっている。昭和45年当時の年齢層別の事故率は、60歳以上の老人が33.4人と最も高く、次いで16歳～59歳までの成人層が16.6人および15歳以下

の子供が7.9人の順であり、最も高い老人と最も低い子供では4.2倍の差があった。昭和46年以降死亡事故の減少に伴い、昭和54年には老人は14.2人、成人層は7.4人、子供は3.2人となり、子供と老人の差は3.9倍となり格差は縮まった。しかし、10年間を通じて老人の事故率が最も高いことから、交通安全教育の推進等老人に対する安全対策を一層強化する必要があるだろう（図3）。

5) 事故類型別死亡事故の推移

—増えた「車両単独」の物件衝突—

事故類型別死亡事故の推移は表3のとおりである。昭和54年のそれぞれの種類の事故の発生件数を昭和45年と比較すると、「車両相互」、「人対車両」、

「車両単独」全体は大幅な減少を示したが、「車両単独」の「物件衝突」の事故類型のみ112件（12.1%）の増加をみたのが注目される。

6) 道路種類別死亡事故の推移

—一半減した一般国道、主要地方道、都道府県道における死亡事故—

昭和46年以降、一般国道、市町村道、主要地方道、一般都道府県道における死亡事故は年々減少したが、高速自動車国道は道路の延長に伴い、死亡事故発生件数は年々増加し、昭和54年7月には東名日本坂トンネル大規模車両火災事故といった特異な事故が発生した。今後さらにこの種の死亡事故の多発を防止するために、高速自動車国道における警察体制の強化、各種装備資器材の充実、

安全施設の拡充整備等の対策が急務である。

## 7) 第1当事者別死亡事故の推移

—高い構成率を占める自家用乗用車の死亡事故—

昭和45年と昭和54年を比較して、自家用乗用自動車は1,772件(33.0%)、自家用貨物自動車は3,107件(62.3%)、二輪自動車は1,115件(64.4%)、事業用貨物自動車は414件(38.8%)、歩行者は404件(55.5%)、原動機付自転車は207件(30.2%)、自転車は163件(41.7%)、事業用普通乗用自動車は197件(63.5%)、事業用大型乗用自動車は139件

(74.3%)の大幅な減少をみた。他方、死亡事故に占める構成率をみると、自家用乗用自動車、事業用貨物自動車、原動機付自転車、自転車が昭和45年当時の構成率を上回っている。この中では自家用乗用車の構成率の上昇が著しいが、これは、自動車保有台数の中に占める自家用乗用車の割合が、昭和45年度に34.7%であったものが昭和54年度には54.4%になるなど大幅に増加していることも一因であろう。

## 8) 第1当事者違反別死亡事故の推移

—死亡事故原因は主にスピードとわき見運転—

第1当事者の違反別死亡事故の発生件数は表4のとおりである。昭和45年当時の第1当事者の死亡事故原因をみると、車両の運転者ではわき見運転が最も多く、1,843件発生し全死亡事故の11.7%を占めていた。次いで最高速度違反、酒酔い運転、追い越し違反等であり、歩行者では路上への飛び出し、車の直前直後の横断が主なものであった。昭和46年以降死亡事故の減少傾向が続き、昭和54年には、車両の運転者では最高速度違反によるも

表4 第1当事者違反別死亡事故件数の推移

違反別	区分	昭和45年		昭和54年				
		件数	構成率	件数	構成率	比較		
						増減数	増減率	
車両の運転者	酒酔い運転	1,261	8.0	686	8.5	- 575	- 45.6	
	無免許運転	404	2.6	(306)	(3.8)	(- 98)	(- 24.3)	
	最高速度違反	1,381	8.7	1,752	21.8	+ 371	+ 27.5	
	歩行者保護違反	405	2.6	291	3.6	- 114	- 28.1	
	通行区分違反	316	2.0	179	2.2	- 137	- 43.4	
	追い越し違反	1,101	7.0	290	3.6	- 811	- 73.7	
	信号違反	182	1.1	163	2.0	- 19	- 10.4	
	徐行	交差点(含一時停止) # 以外の法定場所	560	3.5	163	2.0	- 397	- 70.9
	右折違反		189	1.2	152	1.9	- 37	- 19.6
	左折違反	310	2.0	182	2.3	- 264	- 59.2	
	踏切安全確認、一時停止	136	0.9					
	踏切安全確認、一時停止	420	2.7	123	1.5	- 297	- 70.7	
	整備不良車両運転	31	0.2	8	0.1	- 23	- 74.2	
	車間距離不保持	97	0.6	17	0.2	- 80	- 82.5	
	わき見運転	1,843	11.7	1,555	19.3	- 288	- 15.6	
	運転操作不相当	118	0.7	324	4.0	+ 206	+ 174.6	
後退不相当	264	1.7	32	0.4	- 232	- 87.9		
その他の	5,730	36.3	1,735	21.6	- 3,995	- 69.7		
歩行者	路上への飛び出し	260	1.6	91	1.1	- 169	- 65.0	
	幼児のひとり歩き	36	0.2	2	0.0	- 34	- 94.4	
	車の直前直後の横断	244	1.5	45	0.6	- 199	- 81.6	
	めいてい、はいかい	48	0.3	25	0.3	- 23	- 47.9	
	その他の	140	0.9	161	2.0	+ 21	+ 15.0	
不明	325	2.0	72	0.9	- 253	- 77.8		
合計	15,801	100.0	8,048	100.0	- 7,753	- 49.1		

昭和54年の無免許は、車両等の運転者の違反件数の内数である。

のが最も多く、1,752件発生し全死亡事故の21.8%を占めた。次いでわき見運転、運転操作不相当、歩行者保護違反、追い越し違反等であり、歩行者では路上への飛び出し、車の直前直後の横断となっている。主な死亡事故原因は、昭和45年と同じく、車両の運転者では最高速度違反とわき見運転、歩行者では路上への飛び出しおよび車の直前直後の横断となっている。これら第1当事者の違反別死亡事故発生件数を昭和45年と比較すると、いずれも大幅に減少したのに反し、最高速度違反が371件(27.5%)増、運転操作不相当が206件(174.6%)増と、両違反原因によるもののみがそれぞれ増加した。なお、酒酔い、無免許、最高速度違反の、いわゆる交通三悪が原因となった死亡事故の昭和45年当時全死亡事故に占める構成率は約2割(3,046件)であったが、昭和54年には、これらが原因となった死亡事故発生件数は大幅に減少したものの、死亡事故に占める構成率は約3割(2,744件)になり増加した。交通三悪に対する指導・取り締まりは今後も引き続き強力に行う必要がある。

表5 都道府県別交通事故発生状況

(55年中)

管区	区分 都道府県	発 生 件 数			死 者 数			負 傷 者 数		
		件 数	増 減 数	増 減 率	人 数	増 減 数	増 減 率	人 数	増 減 数	増 減 率
北海道	道本部	9,540	114	1.2	243	△ 15	△ 5.8	13,328	△ 116	△ 0.9
	函館方面	1,655	△ 48	△ 2.8	52	△ 2	△ 3.7	2,292	△ 8	△ 0.3
	旭川方面	2,174	△ 7	△ 0.3	76	△ 27	△ 26.2	2,939	△ 3	△ 0.1
	釧路方面	2,236	△ 119	△ 5.1	100	2	2.0	3,146	△ 166	△ 5.0
	北見方面	1,132	50	4.6	39	3	8.3	1,670	153	10.1
	計	16,737	△ 10	△ 0.1	510	△ 39	△ 7.1	23,375	△ 140	△ 0.6
東北	青森県	7,430	△ 240	△ 3.1	135	7	5.5	9,157	△ 415	△ 4.3
	岩手県	3,930	△ 148	△ 3.6	144	1	0.7	4,952	△ 121	△ 2.4
	宮城県	8,122	△ 394	△ 4.6	143	△ 5	△ 3.4	9,515	△ 412	△ 4.2
	秋田県	3,338	147	4.6	78	△ 17	△ 17.9	4,210	201	5.0
	山形県	3,844	△ 213	△ 5.3	94	2	2.2	4,507	△ 404	△ 8.2
	福島県	8,643	87	1.0	152	△ 37	△ 19.6	10,997	△ 11	△ 0.1
		計	35,307	△ 761	△ 2.1	746	△ 49	△ 6.2	43,338	△ 1,162
関東	警視庁	32,046	1,263	4.1	343	66	23.8	38,505	1,054	2.8
	茨城県	10,262	△ 266	△ 2.5	317	1	0.3	13,380	△ 487	△ 3.5
	栃木県	9,292	625	7.2	212	32	17.8	11,761	756	6.9
	群馬県	7,014	△ 457	△ 6.1	166	△ 11	△ 6.2	8,702	△ 535	△ 5.8
	埼玉県	22,841	486	2.2	330	△ 16	△ 4.6	28,430	354	1.3
	千葉県	16,562	955	6.1	432	60	16.1	21,540	1,178	5.8
	神奈川県	22,124	974	4.6	355	26	7.9	26,385	773	3.0
	新潟県	7,664	△ 378	△ 4.7	221	6	2.8	9,300	△ 453	△ 4.6
	山梨県	3,837	67	1.8	125	29	30.2	4,951	△ 42	△ 0.8
	長野県	8,180	△ 125	△ 1.5	156	△ 13	△ 7.7	10,688	△ 40	△ 0.4
東	静岡県	21,916	508	2.4	337	4	1.2	27,007	226	0.8
		計	129,692	2,389	1.9	2,651	118	4.7	162,144	1,730
中部	富山県	3,105	△ 238	△ 7.1	93	△ 1	△ 1.1	3,729	△ 275	△ 6.9
	石川県	4,982	△ 409	△ 7.6	79	△ 23	△ 22.5	6,307	△ 623	△ 9.0
	福井県	3,125	△ 129	△ 4.0	88	12	15.8	4,209	△ 217	△ 4.9
	岐阜県	5,863	△ 26	△ 0.4	195	33	20.4	7,777	△ 59	△ 0.8
	愛知県	24,167	△ 597	△ 2.4	450	104	30.1	30,077	△ 1,442	△ 4.6
	三重県	6,771	△ 35	△ 0.5	180	16	9.8	8,761	△ 157	△ 1.8
	計	48,013	△ 1,434	△ 2.9	1,085	141	14.9	60,860	△ 2,773	△ 4.4
近畿	滋賀県	4,417	39	0.9	135	△ 1	△ 0.7	5,830	15	0.3
	京都府	15,890	△ 168	△ 1.0	203	△ 7	△ 3.3	20,448	△ 16	△ 0.1
	大阪府	35,908	2,069	6.1	364	43	13.4	44,185	2,238	5.3
	兵庫県	24,822	△ 301	△ 1.2	424	53	14.3	31,116	△ 418	△ 1.3
	奈良県	3,830	22	0.6	94	△ 18	△ 16.1	4,802	△ 216	△ 4.3
	和歌山県	6,128	286	4.9	98	4	4.3	7,811	453	6.2
	計	90,995	1,947	2.2	1,318	74	5.9	114,192	2,056	1.8
中国	鳥取県	3,286	288	9.6	61	9	17.3	4,172	302	7.8
	島根県	2,620	△ 45	△ 1.7	81	17	26.6	3,187	△ 84	△ 2.6
	岡山県	6,665	△ 119	△ 1.8	163	7	4.5	8,062	△ 263	△ 3.2
	広島県	15,668	△ 53	△ 0.3	216	△ 18	△ 7.7	20,511	△ 166	△ 0.8
	山口県	6,881	61	0.9	156	5	3.3	8,219	25	0.3
	計	35,120	132	0.4	677	20	3.0	44,151	△ 186	△ 0.4
四国	徳島県	5,704	△ 39	△ 0.7	103	0	0.0	6,738	△ 144	△ 2.1
	香川県	5,428	△ 105	△ 1.9	113	△ 12	△ 9.6	6,403	△ 337	△ 5.0
	愛媛県	7,582	△ 337	△ 4.3	125	△ 27	△ 17.8	9,370	△ 332	△ 3.4
	高知県	4,990	181	3.8	94	△ 14	△ 13.0	6,088	138	2.3
		計	23,704	△ 300	△ 1.2	435	△ 53	△ 10.9	28,599	△ 675
九州	福岡県	28,125	918	3.4	269	5	1.9	36,145	1,023	2.9
	佐賀県	5,054	124	2.5	82	△ 18	△ 18.0	6,390	50	0.8
	長崎県	4,950	△ 413	△ 7.7	82	△ 25	△ 23.4	6,384	△ 528	△ 7.6
	熊本県	7,296	△ 79	△ 1.1	142	33	30.3	9,099	△ 180	△ 1.9
	大分県	6,274	424	7.2	116	15	14.9	8,277	610	8.0
	宮崎県	3,383	△ 25	△ 0.7	96	3	3.2	4,298	△ 30	△ 0.7
	鹿児島県	8,237	761	10.2	126	△ 13	△ 9.4	10,476	962	10.1
	計	64,967	1,782	2.8	995	16	1.6	83,026	2,004	2.5
合	計	476,581	5,008	1.1	8,760	294	3.5	598,190	1,908	0.3

### 3 昭和55年度における 交通死亡事故の特長

#### 1) 月別発生状況

— 最多月10月(877人)、最少月2月(569人) —  
月別にみると、対前年比で2月、3月、7月および12月が減少したものの、その他の月はいずれも増加した。死者数の最多月は10月の877人、最少月は2月の569人であった。

なお、1日死者数の最多月は8月15日(金)の46人、最少日は1月9日(水)、1月24日(木)、5月21日(水)の各9人であった。

#### 2) 都道府県別発生状況

— 増加27都府県、減少19道府県、増減なし1県 —  
都道府県別にみると、死者数の増加したところは27都府県、減少したのは19道府県、増減なし1県であった(表5)。

死者数の多いところは北海道(510人)、愛知(450人)、千葉(432人)、兵庫(424人)、大阪(364人)であり、一方、死者数の少ないところは鳥取(61人)、秋田(78人)、石川(79人)、島根(81人)、沖縄(82人)、長崎(82人)、佐賀(82人)等であった。

死者の増加数の多いところは愛知(+104人)、東京(+66人)、千葉(+60人)、兵庫(+53人)、大阪(+43人)等であり、一方、減少数の多いところは北海道(-39人)、福島(-37人)、愛媛(-27人)、長崎(-25人)、石川(-23人)等であった。

死者の増加率の高い県は、熊本(+30.3%)、山梨(+30.2%)、愛知(+30.1%)、島根(+26.6%)、沖縄(+24.4%)等であり、一方、減少率の高い県は長崎(-23.4%)、石川(-22.5%)、福島(-19.6%)、佐賀(-18.0%)、秋田(-17.9%)等であった。

死者数が2年以上連続して減少している県は、連続5年が長野のみ1県、連続2年が秋田、埼玉、滋賀、香川、佐賀、鹿児島 の6県であった。

なお、55年末初めて自県のピーク時の半減を達成したところは秋田、長野、香川、高知、鹿児島 の5県であった。

人口10万人当たりの事故率をみると、全国平均7.48人に対し、高いところは山梨(15.54人)、滋賀(12.50人)、徳島(12.48人)、茨城(12.39人)等であり、一方、低いところは東京(2.95人)、大阪(4.30人)、神奈川(5.13人)、長崎(5.16人)、福岡(5.91人)等であり、最も高い山梨と最も低い東京では約5.3倍の差があり、依然都道府県間に著しい格差があった。

#### 3) 人口10万人以上都市の発生状況

— 東京23区、横浜、名古屋、大阪、神戸等大都市で多発した —

人口10万人以上の187都市の死者数は3,527人であり、全死者数の40.2%を占めており、対前年比では316人(9.8%)と増加した。

死者の増加したところは100市、減少したところは70市、増減なしは17市である。とりわけ増加したところをみると、東京23区、横浜、名古屋、大阪、神戸等大都市に多発した。

#### 4) 状態別死者数

— 大幅に増加した自動二輪運転中および自動車同乗中の死者数 —

状態別死者数をみると、歩行者のみ121人(4.2%)減少した外、自動車運転同乗中が218人(7.3%)、自動二輪車運転同乗中が94人(12.6%)、原付自転車運転同乗中が61人(7.7%)、自転車乗用中が46人(4.6%)といずれも増加した。このうち特に自動車同乗中が112人(11.3%)、自動二輪車運転中が85人(13.6%)と大幅に増加した(表6)。

#### 5) 歩行者および自転車乗用者の死者数

— 全死者数の4割強を占める歩行者、自転車乗用者の死者数 —

歩行者の死者数は2,767人で、全交通事故死者数の31.6%を占め、対前年比では121人(4.2%)減少している。このうち、交通弱者である子供と老人の死者数は合わせて1,759人で、歩行者の全死者数の63.6%を占めている。なお年齢層別にみると、70歳以上の老人層のみ27人(3.6%)増加している外いずれも減少した。

自転車乗用者の死者数は1,051人で、全交通事故死者数の12.0%を占めており、対前年比では46人

表6 状態別死者数

項目	状態別	自動車			自動二輪			原付自転車			自転車乗用中	歩行者					その他	合計
		運転中	同乗中	小計	運転中	同乗中	小計	運転中	同乗中	小計		横歩断中	歩行中	路遊上中	その他	小計		
12月中	死者数	166	79	245	54	12	66	58	0	58	84	180	62	1	43	286	3	742
	構成率	22.4	10.7	33.1	7.3	1.6	8.9	7.8	0.0	7.8	11.3	24.2	8.4	0.1	5.8	38.5	0.4	100.0
	前年増減率	△18	10	△8	4	5	9	△1	0	△1	△12	△13	6	△3	△4	△14	3	△23
1月～12月	死者数	2,113	1,103	3,216	711	130	841	833	19	852	1,051	1,766	495	62	444	2,767	33	8,760
	構成率	24.1	12.6	36.7	8.1	1.5	9.6	9.5	0.2	9.7	12.0	20.2	5.7	0.7	5.1	31.6	0.4	100.0
	前年増減率	106	112	218	85	9	94	55	6	61	46	△83	40	△4	△74	△121	△4	294
12月	同期比増減率	5.3	11.3	7.3	13.6	7.4	12.6	7.1	46.2	7.7	4.6	△4.5	8.8	△6.1	△14.3	△4.2	△10.8	3.5

表7 年齢層別死者数

項目	年齢層別	15歳以下				16歳～59歳						60歳以上				合計
		6歳以下	7歳	13歳	小計	16歳	20歳	30歳	40歳	50歳	小計	60歳	70歳	80歳以上	小計	
12月中	死者数	33	11	10	54	65	105	94	107	97	468	97	95	28	220	742
	構成率	4.5	1.5	1.3	7.3	8.8	14.2	12.7	14.4	13.1	63.2	13.1	12.7	3.8	29.6	100.0
	前年増減率	△8	△12	2	△18	△12	△12	20	3	△11	△12	△1	9	△1	7	△23
1月～12月	死者数	606	246	133	985	1,183	1,398	977	1,068	1,020	5,646	920	864	345	2,129	8,760
	構成率	6.9	2.8	1.5	11.2	13.5	16.0	11.2	12.2	11.6	64.5	10.5	9.9	3.9	24.3	100.0
	前年増減率	△91	△23	30	△84	76	139	111	△5	12	333	△24	△14	83	45	294
12月	同期比増減率	△13.1	△8.6	29.1	△7.9	6.9	11.0	12.8	△0.5	1.2	6.3	△2.5	△1.6	31.7	2.2	3.5

表8 事故類型別死亡事故件数

項目	事故類型別	人対車両				自転車対車両				車両相互						車両単独				踏切	合計			
		横断歩道横断中	その他横断中	その他	小計	出会い頭	左折時	その他	小計	正面衝突	追突	出会い頭	右・左折時	すれ違い時	その他	小計	工作物衝突	路外逸脱	駐車車両衝突			転倒	その他	小計
12月中	件数	61	119	96	276	25	10	43	78	85	21	34	23	2	22	187	88	47	8	7	3	153	16	710
	構成率	8.5	16.8	13.5	38.8	3.5	1.4	6.1	11.0	12.0	3.0	4.8	3.2	0.3	3.1	26.4	12.4	6.6	1.1	1.0	0.4	21.6	2.3	100.0
	前年増減率	9	△23	1	△13	△1	△10	0	△11	8	△4	△2	5	△19	5	△7	14	△9	△4	△2	2	1	△5	△35
1月～12月	件数	524	1,243	874	2,641	335	110	522	967	970	283	562	305	52	273	2,445	1,154	634	119	135	24	2,066	210	8,329
	構成率	6.3	14.9	10.5	31.7	4.0	1.3	6.3	11.6	11.6	3.4	6.7	3.7	0.6	3.3	29.4	13.9	7.6	1.4	1.6	0.3	24.8	2.5	100.0
	前年増減率	149	△243	△10	△104	49	△137	118	30	△20	△12	110	△14	△89	129	104	136	51	3	37	4	231	20	281
12月	同期比増減率	39.7	△16.4	△1.1	△3.9	17.1	△55.5	29.2	3.2	△2.0	4.1	24.3	△4.4	△63.1	89.6	4.4	13.4	8.7	2.6	37.8	20.0	12.6	10.5	3.5

(4.6%)増加し、とりわけ幼児、中学生および70歳以上の老人層が増加した。

なお、交通弱者である子供と老人を合わせると681人で、自転車乗用者の全死者数の64.8%と高い比率を占めている。

6) 年齢層別死者数

16歳～19歳の未成年者、20歳～39歳の成人層および80歳以上の老人層に死者が急増

年齢層別の死者数をみると、15歳以下のみ84人(7.9%)減少したが、16歳～59歳が333人(6.3%)、60歳以上が45人(2.2%)とそれぞれ増加した。このうち特に未成年者層では16歳～19歳が76人(6.9%)、成人層では20歳～29歳が139人(11.0%)、

30歳～39歳が111人(12.8%)、老人層では80歳以上が83人(31.7%)と目立って増加した(表7)。

7) 第1当事者別死亡事故発生件数

一特に自動二輪車および自家用普通乗用車による死亡事故が大幅に増加

第1当事者別死亡事故発生件数をみると、自家用普通乗用車によるものが最も多く、全死亡事故の44.0%を占めている。対前年比では事業用自動車、自家用大型乗用、自家用大型貨物、原付自転車はいずれも減少したものの、自家用普通乗用、自家用普通貨物、自動二輪、自転車、特殊等は増加した。このうち特に自動二輪が237件(52.2%)、自家用普通乗用が117件(3.3%)と大幅に増加した。

表9 第1当事者違反別死亡事故件数

違反別	項目	12月 中					1月～12月					
		合計		構成率	前年同月比		合計		構成率	前年同月比		
		件数	うち) 無免許		増減数	増減率	件数	うち) 無免許		増減数	増減率	
車 両 の 運 転 者	信号無視	14	0	2.0	0	0.0	226	24	2.7	63	38.7	
	通行区分	11	0	1.6	△ 5	△ 31.3	158	3	1.9	△ 21	△ 11.7	
	最高速度	125	10	17.6	△ 4	△ 3.1	1,766	189	21.2	△ 13	△ 0.7	
	後退禁止	3	0	0.4	2	200.0	20	0	0.2	△ 12	△ 37.5	
	車間路離	2	0	0.3	2	200.0	17	0	0.2	0	0.0	
	追越し	20	2	2.8	△ 12	△ 37.5	235	12	2.8	△ 55	△ 19.0	
	踏切不停止	8	0	1.1	△ 7	△ 46.7	132	9	1.6	9	7.3	
	左折	3	0	0.4	△ 5	△ 62.5	74	1	0.9	△ 24	△ 24.5	
	右折	11	0	1.6	3	37.5	77	0	0.9	△ 7	△ 8.3	
	歩行者保護	27	0	3.7	△ 17	△ 38.6	221	4	2.6	△ 70	△ 24.1	
	徐行	9	0	1.3	2	28.6	160	1	1.9	8	5.3	
	一時不停止	11	0	1.6	△ 2	△ 15.1	204	10	2.4	41	25.2	
	整備不良	0	0	0.0	0	0.0	5	0	0.1	△ 3	△ 37.5	
	酒酔い	90	7	12.7	15	20.0	789	76	9.5	103	15.0	
	安義 全務	運転操作	36	4	5.1	0	0.0	410	47	4.9	86	26.5
		わき見	51	0	7.2	△ 100	△ 68.1	764	14	9.2	△ 791	△ 50.9
	運違 転反	安全速度	27	3	3.8	89	107.2	337	22	4.0	981	130.6
		その他	145	4	20.5			1,395	33	16.8		
	その他	交差点安全通行	14	0	2.0	△ 8	△ 10.4	195	6	2.3	△ 72	△ 7.3
		その他	55	0	7.8			716	17	8.6		
不明	12	0	1.7	7	140.0	84	0	1.0	12	16.7		
該当なし	0	0	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.0		
小計	674	30	94.9	△ 49	△ 6.9	7,985	468	95.9	261	3.4		
歩 行 者	信号無視	2	0	0.3	△ 6	△ 75.0	67	0	0.8	△ 10	△ 13.0	
	通行区分	0	0	0.0	0	0.0	2	0	0.0	2	200.0	
	車の直前・直後の横断	8	0	1.0	5	166.7	56	0	0.7	11	24.4	
	幼児のひとり歩き	0	0	0.0	0	0.0	2	0	0.0	0	0.0	
	めいてい・はいかい	7	0	1.0	7	700.0	32	0	0.4	7	28.0	
	路上遊戯	0	0	0.0	0	0.0	3	0	0.0	0	0.0	
	飛び出し	5	0	0.7	△ 1	△ 16.7	79	0	0.9	△ 12	△ 13.2	
その他	その他横断	7	0	1.0	9	180.0	29	0	0.3	22	27.2	
	その他	7	0	1.0			74	0	0.9			
小計	36	0	5.1	14	63.6	344	0	4.1	20	6.2		
合計	710	30	100.0	△ 35	△ 4.7	8,329	468	100.0	281	3.5		

90 23.8

8) 事故類型別死亡事故発生件数

一横断歩道横断中、出会い頭、工作物衝突の死亡事故が増加一

事故類型別の死亡事故発生件数をみると「人対車両」が減少している外、「自転車対車両」「車両相互」「車両単独」および「踏切」は、いずれも増加した。このうち特に「人対車両」では、横断歩道横断中が149件(39.7%)、「車両相互」では出会い頭が110件(24.3%)、「車両単独」では、工作物衝突が136件(13.4%)と目立って増加した(表8)。

9) 第1当事者違反別死亡事故発生件数

一酒酔い、無免許、信号無視等悪質違反による死亡事故が増加一

第1当事者の違反別死亡事故発生件数をみると、主に最高速度、安全運転義務違反、酒酔い等が死亡事故原因となっているが、対前年比では、酒酔いが103件(15.0%)、無免許が90件(23.8%)、信号無視が63件(38.7%)等悪質違反が増加した(表9)。

(まつもと はるお/警察庁交通局交通企画課)

# 石油備蓄と安全問題

奥村敏恵

## 1 はじめに

石油の備蓄が、我が国の現在および将来にとつてきわめて重要なことであることは、ここで論ずるまでもない。昭和42年ごろだったかと記憶するが、日本工業新聞の「配管」という雑誌のパイプラインに関する座談会に出席し、我が国の石油需要の将来計画の話聞いた。このとき感じた印象が強かったのと、昭和42年5月ごろのスエズ運河閉鎖に伴った小さな石油ショックなどによる感慨より、たまたま岩波書店で発刊していた基礎工学のシリーズに絡んで依頼を受けたシオリ（月報）に「工学と技術開発」と題した一文を書いた。この一節に、石油備蓄と脱硫を取り上げて、以下のような文章を載せた。石油審議会の見通しでは、42年の石油処理量は約1億1,100万klに達し、45年の需要量は約1億5,600万klに達する見通しである。また、エネルギー調査会では長期の見通しを立てているが、これによると50年で2億3,700万kl、60年には4億6,000万klと、20年後には約4倍に達する見込みとされている。一方、国産原油は現在需要の1%にも満たない状態で、ほとんど全部の原油が海外から輸入されている。この輸送路の障害による影響を考えると、短期的な供給の変動に対処して原油の備蓄を考慮せねばならない。我が国の現在の石油の備蓄は原油で約20日分、製品で約25日分、合わせて45日分となっているが、通産省では近い将来60日まで上げることに目標を立てている。このような石油の需要の増大は、自動車交通量

の増加、火力発電所を高能率化するための石油火力への切り替えなどを含め、その消費が都会地に集中することは当然である。このことは、SO<sub>2</sub>ガスによる都会の空気の汚染が現在以上に進行することを意味し、我々の生活を脅かすことになる。このため重油の脱硫装置の完備が望まれ、政府もこれに対し手を打つことが新聞にも報じられている。しかし、石油供給業者が、自動車用ガソリンの例を見てもわかるように、多くの競争相手に分散されており、それぞれ独立にこの完全を期することは生産費用の高騰を意味し、これらが我々の生活に直結しているだけその問題の意義は大きい。備蓄と脱硫、これを合理的に処理するためには、大量の石油の貯蔵槽が問題となる。このため、従来の地上タンクによる方法よりも岩盤を利用した大きな地下タンクの建設、これが優秀な港湾設備と直結してつくられ、大量の原油の脱硫により、その生産費の高騰を防ぐことを国家的に考えねばならないと思う。このことは、技術の進歩が我々の生活を合理化すると同時に、我々の生活を脅かすものであることに注目したい。この意味において、常に総合的な立場に立って技術開発の多面にわたる影響を洞察し、将来を見通してその計画を立てることを忘れてはならない。以上の小文は13年ほど前に書いたもので、このような昔の筆者の一つの考え方をむしかえして書くのは、なにも先見を持ったことを強調するつもりではなく、偶然のことより、その関連の技術開発に深いかかわり合いを持った現在、現段階の状況にマッチした形

で総合的な判断をすべきであり、ここに安全の問題が大きく取り上げられてくることを強調しておきたいためである。しかしこの場合でも、その開発の意義を正しく理解した上に立って、総合的な立場より、しかも正しい学問的なよりどころに基づいて、その安全の体系化を図る必要がある。石油の備蓄についてのその形式より、地上タンク、地中タンク、岩盤タンク、洋上タンクなどいろいろな形式のものが提案され、実施に移され、また、移されようとしている。それぞれ特徴があると同時に、特有の安全に関するかかわり合いを持っている。いろいろな形式の貯蔵方式が存在することは決してむだなことでなく、それぞれの特徴が生かされることによって、その本来の目的を安全性、経済性、社会性が調和する形で適正に具現できることは、ここに述べておいていいであろう。

## 2 原油取扱施設の総合的配慮について

海外よりの輸入に頼らざるを得ない我が国の原油備蓄の立地的背景を考えると、海上輸送、荷役、内陸輸送、受け入れ、貯留、払い出しの一連の原油取り扱いの流れのなかで、一貫した防災システムを立てる必要がある。原油取扱施設は繋船施設、荷役施設、パイプライン施設、原油貯蔵施設からなっており、これら諸施設は、さらに多数のサブシステムから構成されている。すなわち、原油貯留施設でいえば貯油タンク、構内配管、ポンプ設備が主なるものであり、この機能を満足させるために、さらにユーティリティ施設や管理施設が有機的に組み合わせられる。したがって、これらの施設のいずれかに欠陥があっても、原油取扱施設としての機能は十分に果たし得ないことになる。防災システムを考える場合は、主システムであれサブシステムであれ、その個々の安全性を平均化した形で追求しても、あるレベルまでの防災は可能であっても全体としての防災につながるかどうかは疑問である。たとえば、貯油タンクの安全設計を地震や不等沈下等の諸外力に対し充分に行ったとしても、それにつながる配管系やポンプ設備等

のサブシステムはもとより繋船施設（繰り返し波力によるチェーンの疲労に対する考慮など）パイプライン施設などの他の主システムに弱点があれば、全体としての安全性は高められたとはいえない。

現在まで技術過信が犯した事故・失敗の例は数限りなく多く、科学技術の発達自体も過去の失敗により改善されていく場合が多いことに注目すべきである。さらに、現在の科学技術はその分野が多岐にわたり、各分野での限られた範囲では数多くの経験と学問的追求がなされているが、各分野間にまたがるような特殊な範囲では必ずしも満足すべき状態とはいえない場合のあることに注意する必要がある。しかも、このような特殊で両分野にまたがる部分に事故が発生し、防災上最も問題となる点を理解しなければならぬ。このため、従来の事故の経験を総合的な立場より分析し、常に新しい学問的な知識をもって対処する必要がある。この場合、局部に捕らわれて全体を見失わないように心掛けるべきである。と同時に、他分野の知識に充分耳を傾けるべきである。

原油取扱施設を考える場合も、システムの信頼性はすべての細分化された各種コンポーネントの信頼性を向上させることによって達成され、しかも、各コンポーネントのどの部分が弱点となって、システムとしての信頼性をあげないのかが研究の課題といえる。したがって、システム全体としてのバランスのとれた安全性の追求を行うことが、原油取扱施設における一次防災を考える上での基本的考え方であろう。さらに最近、システム自体が巨大となり、これらを構成するサブシステム、各コンポーネントのスケールアップも助長されている。しかし、スケールアップに伴う技術は、従来の経験のみでは不明の点が多いことも再考する必要がある。

元来、技術の進歩はすべての分野で並行して高められていくものでなく、ある分野が進歩すればそれが波及的に他の分野へ影響し、そのレベルを高める方向へ向かっていくものである。この意味で、アメリカ NASA で開発された学問・技術および計測手法は充分正しく取り入れていくことも

望まれる。

しかし、この事実は新しい技術のもつ不安定さとともに、これを支える他の技術分野との間の多くの工学・技術上のすきまを残したまま発展していくことを意味している。このような技術のこまぎれの応用の仕方が、巨大システムにとって重大な事故を起こす原因となる。

巨大システムにおける科学技術の盲点は、それを管理操作する人間との間の技術的・心理的すきまであろう。技術、すなわち安全性にいかにより優れていても、これを管理操作する人間の能力と判断にミスがあれば、単純に技術以前の問題として割りきることはできない。事故が生ずる大半は、これら人為的ミスに起因するケースが多いからである。しかも、今後は人為的な初歩的ミスが科学技術の進歩に反比例して多発するものと思われる。このためには、教育訓練の徹底とともに取扱マニュアルの整備が必要であり、このためOR手法、FTA手法などを用いて安全のシステム解析を行い、安全のプロセスを確立する必要がある。このような、システムについての総合的な知識を正しくつける

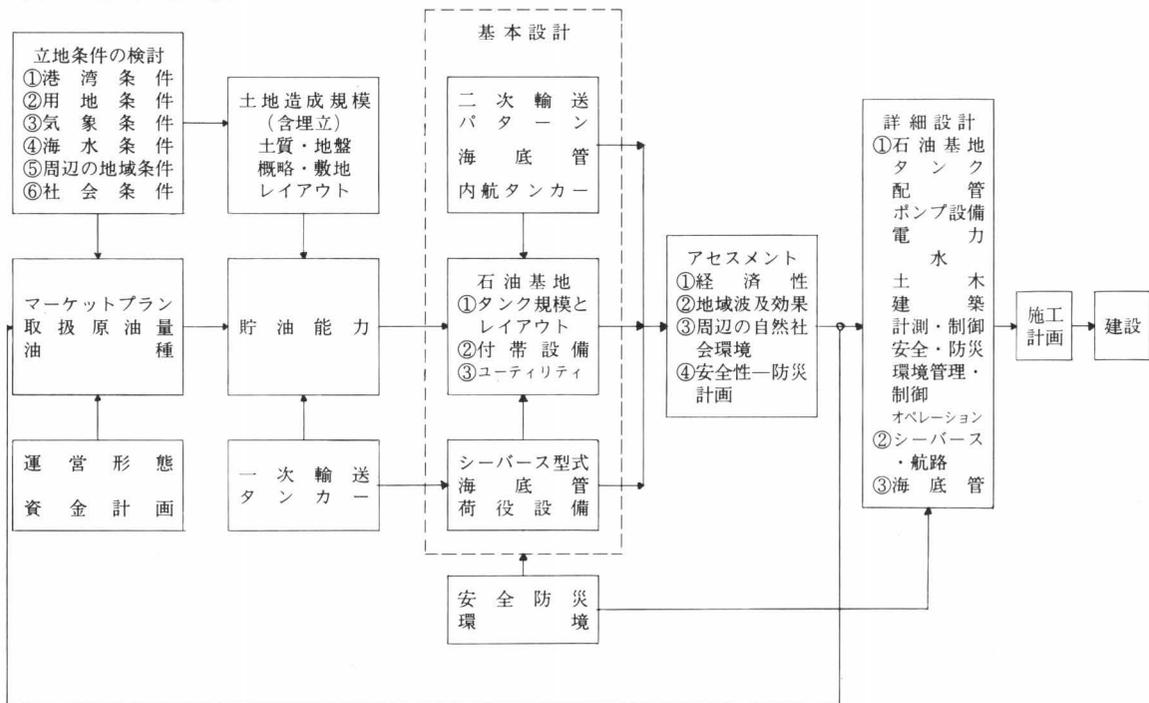
ことを前提として、管理操作に従事するそれぞれの職場の人々に自分の守るべき立場と、他職場との連携のきめの細かい配慮を身につけさせることが大切であろう。

以上述べたシステムの考え方が、今後一次防災システムを考える上での基本であり、原油取扱施設を考える場合、計画の初期から防災システムを念頭において、各サブシステムや各コンポーネントの信頼性——防災を個々に切り離すことなく、全体システムの防災の面より捕らえ判断し設計していくことが必要なことである。

表1に原油取扱施設の建設に至るまでの概略フローを示したが、基本設計の段階で充分な一次防災についての検討が行われ、その結果が、経済性や環境問題、安全性とともにアセスメントされることが必要である。したがって、その結果が防災上、あるいは周辺の環境上好ましくない場合は、さらに技術的に安全性を高めていくか、あるいは規模の変更、立地点の変更等を含めた総合的な評価を行う必要がある。

このような意味でシステムを防災上から捕らえ

表1 原油取扱施設建設の概略システムフロー



たテクノロジーアセスメントを行うことは効果があると思われる。

### 3 貯油タンクの事故要因

タンクの災害中、大きな被害を与える火災・爆発の主要原因は、誤操作によるろうえい事故に起因するものが最も多く、次いでタンク設備上の欠陥、たとえば腐食によるものが多い。また、保安管理の不備および安全対策の欠如によるものがこれに次いでいる。油タンクの火災、油流出による公害事故等については、次のように類型分類できる。

- 1) 取扱不良または安全設計不良に基づく事故
  - A 誤操作または保全不良
    - (1) 流出事故
    - (2) タンクの破壊事故
    - (3) 火災・爆発事故
  - B 静電気爆発
    - (1) サンプリング中の事故
    - (2) ブレンド中の事故
    - (3) その他
  - C 腐食による事故
    - (1) 屋根の腐食
    - (2) 底板の内面からの腐食
    - (3) 底板の外面からの腐食、土壌腐食
    - (4) その他
  - D 修理中の事故、その他
- 2) 基礎ならびに構造の欠陥に基づくタンク破壊事故
  - A ぜい性破壊または疲労破壊
    - (1) 材料欠陥による破壊事故
    - (2) 溶接欠陥による破壊事故
  - B 基礎地盤の破壊事故
  - C 材料不良、設計不良による損傷事故
- 3) 天災によるタンク破壊事故
  - A 落雷
  - B 暴風雨
  - C 地震
- 4) タンク火災とその原因
 

NFPA (全米防火協会、Fire Journal 6,

表 2

原 因	%	事 故 発 生 状 況
静 電 気	19	受け入れ、出荷時
落 雷	16	整形タンクの屋根部分
裸 火	13	漏れた液体蒸気が裸火と接触
ポンプの電動機	13	漏れた液体蒸気が電動機の火花で引火
トラックのエンジン	9	漏れた液体蒸気がエンジンの火花で引火
電 気 設 備	7	漏れた液体蒸気がスイッチの火花で引火
溶 接・溶 断	8	修理中、タンク内の残留蒸気に引火
高温の器物表面	4	低発火点の漏れ液体、蒸気
喫 煙	4	不注意
放 火	1.5	他の業種より少ない
焼 却 炉	1.5	強風下

1966) が、アメリカにおける油タンクの火災原因について、1945年から'64年までの20年間にわたったものをまとめたが、その概要を表2に示す。静電気、落雷、裸火、ポンプの電動機、トラックのエンジン、電気設備、溶接・溶断、高温の器物表面、喫煙、放火、焼却炉といった多面にわたっているが、広い意味での電気設備に関連するものが多いのが注目される。もちろん、これらの経験は現状の規準その他に充分生かされていることは述べるまでもないことであるが、原油施設の設計、建設、維持管理、補修工事にあたって油を取り扱ってきた経験者の意見を充分尊重することは忘れてはならない。

#### 5) タンク底板の腐食

前述の事故原因の中で取り上げてあるが、特に筆者の経験について簡単に述べて注意を促しておきたい。タンク底板の腐食は、加温タンクに多く見受けられていることが一つの特徴である。大変興味ある点は以下に述べる二つの例であるが、地盤とタンクの相互作用に配慮するあまり行った、その対策工事に伴って生じた腐食である点が注目される。その一つは、タンクの地盤は比較的強固な土丹であったが、底板の裏側の点検を目的として使用開始し一定期間を経た後盛土を4か所で掘り、底板の状況を肉眼検査した上埋め戻し、再び使用した。約4年ほどたったところ、底板よりの漏油を発見した。調査した結果、掘った箇所はタンク底面で生じたくぼみ——上載荷重で締め固められた土壌を掘り、その箇所を再び埋め戻しても、他の箇所と同様な状態に締め固めることは不

可能であるため生じたもの——に水がたまっていた。たまたま海からの風が一番よく当たる箇所のくぼみにたまった水は濃度の高い塩水であった。これは、海からの風によって側板の表面に生海塩粒子が雨によって流し落され、底板の外端と盛土の舗装面のすきま——加温タンクの加熱のために生じた——よりそのくぼみに流れ込み、土丹といった水のとおりにくい結果、水たまりが残り塩分の濃度を高くし、この繰り返しの雰囲気をつくり、これがその底板の貫通したピンホール生成の原因となったものと推定された。もう一つの例は、タンク完成後の水張り試験で、タンク底部の不等沈下——タンク底面下の埋立地盤が昔の川の流れた箇所に部分的にひっかかっており、支持力および圧密条件の相異によって引き起こされたものと判断された——を直すため、タンクをジャッキアップし、川砂を敷きならし、不等沈下を修正した。使用開始約4年4か月後6mmの鋼板の腐食による漏油を発見した。調査の結果、基礎修正工事に使用したスリーパー（栗材盤木）が残留していることが判明した。底板の腐食はこの盤木の位置に集中し、しかも、砂のかぶり代と腐食の激しさがよく一致していた。シミュレーション実験によると、栗材盤木の浸出液は酸性（ $\text{PH}3.2$ ）を示すこと、毛细管現象による地下水の上昇の時間が3年余かかり、盤木が水に浸された状態で生じた局部電極の発生により、約1年後6mmの鋼板が盤木直上（この場合約15cmのかぶり代）で完全に腐食することが解明された。この二つの例はきわめて特殊な例であるが、事故の発生原因を突き詰めてみると、この例でみられるように、ある一面のみに捕らわれて細かい配慮が欠けることが別の現象を生み、これが新しい事故の原因をつくり出すことを忘れてはならないことへの教訓であると思う。ここに総合的な配慮が必要であり、特に土をいじる基礎工事においては、自然状態をできる限り保持するような配慮をすることと、工事の作業環境をよくすることへの配慮が大切であり、このためには、管理者は工事全体を常に注意深く監視し、初期の設計および工事計画を柔軟な形でよりよい形に修

正することも必要であり、このために理にかなったものはなにかを突き詰め、場合によっては多くの人の意見を卒直に聞くことも大切である。そこに正しい工夫が新しい技術と経験を生み出すものである。これには計測制御技術の活用も一つの方向であると思う。

#### 4 地上タンクの耐震挙動

地上タンクの耐震挙動を評価する場合、その基礎地盤と、内部に液体を貯蔵した薄肉円筒断面のタンクの相互作用にその視点をおくべきである。

多くの設計指針では、このことを、タンクは強固な基礎地盤の上につくるべきこと、と規定することによって表している。これは文章としては簡単であるが、その内容は大変難しいものがあることは述べるまでもない。一方、タンクは、この地盤の地震による振動を受けて、タンク特有の内容物——タンク構造——基礎地盤の達成系としての動的特性を示し、その条件が厳しいときには、タンクの側板またはアニュラープレートおよびその接合部が破壊し、内容物の液体が流出することにより2次の災害が生じ、大きな社会的インパクトを与えることになる。このため、タンクの地震による動的挙動については、多くの研究者によって研究され、それが設計に反映しているのが現状である。しかし、実際の地震災害においての動的挙動はそれぞれ特徴ある状況を示し、これを包括的に眺めて正しい判断を下し、その結果を設計に生かすことが大切である。すなわち、新潟地震ではタンク内の液面自由表面の揺動、すなわち、いわゆるスロッシング現象が注目を浴びた。一方、アラスカ地震ではタンク側板の座屈が問題となり、宮城県沖地震による東北石油のタンク事故ではタンクのロッキング振動が問題となり、側板箇所ではタンクが上方に浮き上がるような現象が見受けられ、これが多くの人の注目を浴びた。

これらの現象を正しく眺めるため、たとえば、水を入れた模型タンクを振動台の上に乗せ、その振動挙動を観測してみよう。もちろんこの場合、

模型と実物との縮尺効果も問題があるので、定量的には例として述べることにする。まず、振動台に加える振動を水平方向の単純な正弦波とし、比較的長い周期の振動から始め、適当に加震しながら段階を経て次第にその振動周期のより短い、すなわち、振動数を徐々に増して加震しながら模型タンクの振動挙動を調べることにする。タンクの内径および水深にも関係があるが、長い周期（普通の10万kl級のタンクでは10秒に近い周期に相当する）の強制振動の下でタンク内の水の自由表面が、いわゆる1次の波形（水面の中央を静止点として左右に傾斜した振動）の揺動を始める。強制振動の周期を短くすると2次・3次の波形となる。これはスロッシング振動とよばれているものである。

この場合、タンクの側板は剛体壁とまったく同様と考えて、その理論解析をすることができる。すなわち、内容物の水の自由表面の振動が優先することを意味する。さらに、振動台の強制振動数を増加すると、ある状態で自由表面の揺動は止まり、内部の水と側板が共振する、いわゆるバルジング現象（前述の10万kl級の鋼製タンクでは0.3～1秒ぐらいの周期）が生ずる。ただこの場合、タンクと振動台の間に適当な弾性変形を持つ板を敷くと、二つの振動特性の中間でタンクのスロッシング振動が観測される。すなわち、バルジング振動の周期が長い方に移動する。スロッシング振動にはタンクの内径と高さ（内部の液体の深さ）の比が関係を持ち、一般に、この比が2.5以下になるとこの傾向が現れてくることが観測される。

この一例でわかるように、液体タンクでは液体の自由表面のみの単純な振動——スロッシング、タンク全体のスロッシング振動、内部の液体とタンクの側板との共振——バルジング、といった少なくとも三つの形式の振動が、それぞれの固有な周期を持っており、その現象も違うと同時にタンク構造に及ぼす影響、すなわち、内容物のタンク側板に及ぼす動的な内圧の分布も異なってくる。またこれはタンクを支持する地盤の特性にも深いかかわり合いを持っているというところに、陸上タンクは一見単純な構造でありながら、必ずしも単純

でない振動挙動特性が内蔵されていることは注目すべきであろう。一方、地震による地表面の振動波形も地震の規模、震源の位置（震源距離）によりその様相を異にし、地盤よりタンクに加わる作用として、加速度を主体にしてみるか変位を主体にしてみるかによって、タンクの振動挙動特性は異なってくるとみなければならない。これが前記の3地点における地震において観測されたタンクの動的挙動の違いに現されたものとみられる。したがって、設計に採用するインプットとして加速度応答スペクトルをとるか、速度応答スペクトルをとるか、変位応答スペクトルをとるかは慎重に見極めて決定する必要があり、過去の地震観測データを参考にし、動的設計を行うことにより、より合理的な判断を下そうと意図しても、その本質的な理解が不充分であると問題を残すことになる点に留意してほしい。

以上簡単に説明したように、地上タンクの地震時の応答挙動は大変複雑な要素を含んでおり、このような容器が地震により破損を生ずるときは、火災、爆発、有毒ガスの拡散、河川の汚染といった周辺地域に大災害を与える危険性の大きいものもある。しかし、一般には原子力プラントに課せられている条件とは、その経済性と安全性のバランスを考えて、幾分異なった立場をとっているのが実状である。すなわち、地震動の時刻歴を用い、それに対する応答解析を行う、いわゆる動的応答解析の代わりに簡易な動的応答解析法として修正震度法の適用を許すことにしている。

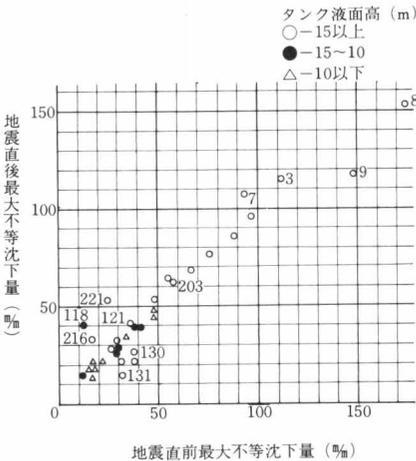
以上、基本的考え方を述べたものであるが、ここでも一つの事象のみに捕らわれて生じ得る現象の正しい理解が前提とならねば、完全な安全追求は不可能であることを忠告したい。

#### 基礎地盤について

基礎地盤を考えると、盛土およびその周辺とその下層の地盤にわけて考えるとわかりやすいと思う。自治省規定では、支持力、地盤の沈下およびすべり、圧密度について後述のような規定を設けており、定量的にはその規定に従うことが大切であるが、ここでは、過去の経験による地震時の

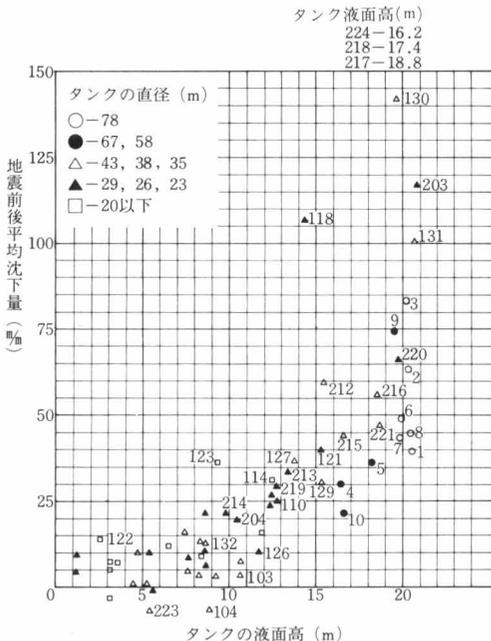
問題点のみに触れておくことにしたい。すなわち、側板直下の盛土の補強対策と地盤の地震時液状化現象についてである。

図1 地震前後のタンク側板部の不等沈下量



ただし、地震直前最大不等沈下量とは、昭和53年1月末または3月末に測定したタンクの測定点の値から求めた最大不等沈下量であり、地震直後の最大不等沈下量は、昭和53年6月末に測定したタンクの沈下測定点の値から求めた最大不等沈下量である。

図2 タンク液面高さや地震前後平均沈下量



地震前後平均沈下量とは、昭和53年1月末または3月末に測定したタンク沈下測定点の平均高さや、地震後昭和53年6月末に測定したタンク沈下測定点の高さの差である。またタンクの液面高さは、地震発生時の液面高さである。

図1は東北石油（宮城県沖地震による）<sup>1)</sup>における地震前後のタンク側板部の最大沈下量を、図2はタンク液面高さや地震前後平均沈下量を示したものである。前者は地震前後の最大沈下量が比例的関係を示すことを意味しており、地盤の地震時沈下特性は地盤固有のものであり、平常の運転時の沈下特性が地震の作用下でも同じ形で現れることを示すものである。一方、後者はその沈下量がタンクの液面高さに比例するが、液面高さが大きくなるとロッキング現象による効果が強く出ていることが示されている。

なお、ロッキング振動によるアニュラープレートの曲げ変形を低くし、鉛直荷重強さと限界入力加速度の特性曲線をより有利な条件に改良する方法として、法肩よりの距離リングコンクリートの存在、接地幅を広くすること（アニュラープレート直下にコンクリート板または鋼板を敷く）<sup>1)</sup>が挙げられる。

液状化について<sup>2)</sup>

土にせん断力が加わると、せん断変形に加えて体積変化も生ずる。間げきが水で飽和され、一般に、緩くたい積している地盤に地震時せん断波が作用すると、地盤を構成する土要素にせん断力が加わり、上述の体積変化を生ずるわけであるが、間げきが飽和されていると、体積変化をするためには間げき水が排水されねばならないが、そのため時間がかかる。このため、一時的に間げき水の中に土粒子が浮いたような状態になる。これが液状化のメカニズムである。このような見地より液状化に影響する要因を求めると、次のようになる。

- 1)拘束圧 2)密度 3)繰り返し回数 4)粒径および粒度 5)粒子のたい積構造の影響 6)地下水が挙げられる。

以上の要素として挙げた液状化の抵抗力は、すべて一様振幅の繰り返しせん断を加えた場合のものである。

しかし、実際の地震で引き起こされるせん断応力の経時変化は不規則である。

よって、地震の波形の型により、衝撃型の波形か振動型の波形力によって液状化の抵抗力が変わる。

以上の論点より液状化対策をまとめると、次のようになる。すなわち、液状化対策としては、液状化に影響する要因を液状化の起こりにくい方向に変えてやればよいことになる。また、液状化を考慮した構造物の設計を行うなどが考えられる。

以上、対策法を大別すると、地盤に対するもの

と構造物に対するものの二つに分類される。

①地盤に対するもの

- a 拘束圧の増加：盛土工法、矢板リング工法等
- b 密度の増加：締固め工法等
- c 応力履歴：ネジリ振動工法等
- d 粒径および粒度の変換：置換工法等

表3 災害対策システム（貯蔵船泊地内）

災害の種類	災害の発生場所		主な災害の発生原因	災害の規模	災害の発生防止および検知システム	災害の拡大防止および処理システム	その他安全防災システム
火災	貯蔵船	貯油タンク内	① 誤操作によるハッチの開放 ② 疲労、腐食による上甲板等の亀裂、孔食からの空気の流入 ③ 静電気火花、衝撃火花、落雷 上記①と③または②と③の原因が同時に起こった時 ※1	1 貯油タンク火災	1) 不活性ガス供給設備 2) 原油ガス処理設備 3) 貯蔵船強度の安全設計 4) 防食塗装 5) 貯蔵船アース（避雷設備） 6) 貯蔵船内圧力計、原油ガス濃度計、酸素濃度計 7) 不活性ガス供給設備、温度計、酸素濃度計 8) 火花の出ない工具の使用※2	イ) 二重殻構造 ロ) 水封タンク ハ) 上甲板散水張水設備 ニ) 防波堤、保有スペース ホ) 貯油タンク内固定式泡消火設備 ヘ) 上甲板上固定式泡消火設備 ※3	a) 検知機器に本質安全防爆型を採用 ※4
		上甲板上	① 誤操作によるハッチの開放または疲労、腐食による上甲板等の亀裂、孔食からの原油ガスの吹出し ② 誤操作による原油の上甲板上へのオーバーフロー ③ 静電気火花、衝撃火花、落雷 上記①と③または②と③の原因が同時に起こった時	1 貯油タンク火災	1) 貯蔵船強度の安全設計 2) 貯蔵船アース 3) 防食塗装 4) 貯油タンク内液面計 5) 上甲板上可燃性ガス濃度計 6) 火花の出ない工具の使用	イ) 上甲板上散水張水設備 ロ) 上甲板上にコーミング（ガッターウエー）、油受け皿の設置 ハ) 防波堤、保有スペース ニ) 上甲板上固定式泡消火設備 ホ) ポータブル式泡消火器	a) 照明装置等は上甲板上危険区域上に設置 b) 検知機器は本質安全防爆型または耐圧防爆型を採用
		ポンプ室内	① 疲労、腐食によるポンプ室内荷油パイプの亀裂、孔食からの漏油 ② 上甲板上にオーバーフローした原油または原油ガスのポンプ室内流入 ③ 静電気火花、衝撃火花、落雷 上記①と③または②と③の原因が同時に起こった時	1 ポンプ室内火災	1) 貯蔵船アース 2) 防食塗装 3) ポンプ室内換気設備 4) ポンプ室内可燃性ガス濃度計 5) 火花の出ない工具の使用	イ) 二重殻構造 ロ) 水封タンク ハ) 防波堤、保有スペース ニ) 貯蔵船ポンプ室内固定式泡消火設備 ホ) ポータブル式泡消火器	a) 照明装置等は耐圧防爆型を採用
	貯蔵船泊地	① 疲労、腐食による配管橋、荷役係船ドルフィン上原油パイプの亀裂、孔食からの漏油 ② 疲労による亀裂または誤操作による配管系からの漏油 ③ 静電気火花、衝撃火花、落雷 上記①と③または②と③の原因が同時に起こった時	1 次防油堤内全面火災	1) 二重殻構造 2) 水封タンク 3) 防食塗装 4) 貯蔵船上甲板または荷役係船ドルフィン上にコーミング、油受け皿の設置 5) 貯蔵船ヤード内漏油検知機 ※5	イ) 1次、2次防油堤 ロ) ポータブルオイルフェンス ハ) 油吸着材、処理剤 ニ) 油回収器、回収船 ホ) 消防艇、消防車 ヘ) 上甲板上固定式泡消火設備 ト) 荷役係船ドルフィン上消火設備及びウォーターカーテン チ) 陸上施設消火設備	a) 広域防災組織 b) 監視用テレビ	
爆発	貯蔵船	貯油タンク内	※1 と同じ	1 貯油タンク爆発	※2 と同じ	※3 と同じ ト) 上甲板に放爆構造	※4 と同じ
漏油		貯蔵船泊地	① 疲労、腐食による配管橋、荷役係船ドルフィン上原油パイプの亀裂、孔食からの漏油 ② 疲労による亀裂または誤操作による配管系からの漏油	1 次防油堤内漏油（最大1貯油タンク分）	※5 と同じ その他 6) 貯油タンク液位警報 7) 水封タンク充水検知及び漏油検知	イ) 1次、2次防油堤 ロ) ポータブルオイルフェンス ハ) 油吸着材、処理剤 ニ) 油回収器、回収船	a) 広域防災組織

- e 粘着力の増加：薬液注入工法等
- f 地下水位の低下：地下水位低下工法等
- g その他：地盤の透水性増加工法等

②構造物に対するもの

地盤改良のため工事費がばく大になり得策でない場合がある。このような場合には、構造物の設計法によって対処することができよう。たとえばクイ基礎を設ける、クイ基礎の剛性を高めるなどの対策がある。

1) 消防庁危険物技術基準委員会：1978年宮城県沖地震東北石油仙台製油所石油タンク破損原因調査報告書  
 2) 静岡県における危険物屋外タンク貯蔵所の安全性に関する調査検討委員会資料（危険物保安技術協会）、竜岡文夫：液化化対策簡易判定法運用上の留意点

表4 火災、爆発に対する FAULT TREE ANALYSIS



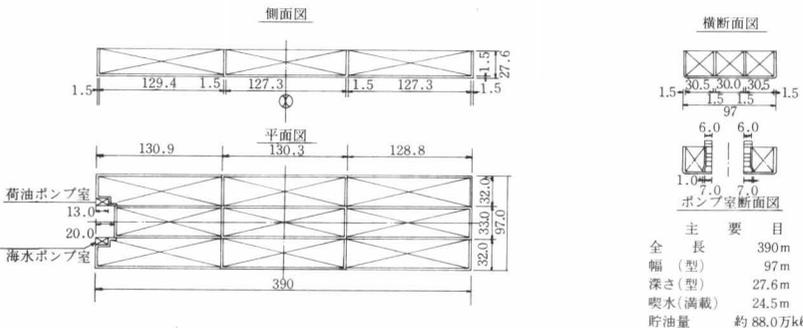
5 洋上設備について

洋上備蓄について詳細を記すことは紙数の関係で省略せざるを得ない。2重壁を側部・底部に設けた鋼製の箱でできたタンクで構成されており(図3)、側部・底部の間仕切りの部分に水を封入し、水封形式をとったものである。一方、上面は鋼板でふたをし、油面と上鋼板との空間は窒素ガスを封入し、油面より発生するガスを押さえる形式のものである。

表3は、このような設備の災害対策システム(表4は火災爆発のFTA)のFTAを示したものである。上述形式の安全確保に対する一つの思索を示したものと見えよう。

図3 貯蔵船一般配置図

昭和54年度  
 一洋上石油備蓄システム基本計画策定業務報告書—  
 (上五島地区)



## 6 地中および地下備蓄について

LNGの大型地中タンクについては、東京ガスおよび東京電力で、根岸および袖が浦でつくられ安全に運転されている。日本ガス協会では、筆者を委員長として3年にわたりこの種のタンクの技術基準をつくり、安全性についての議論を行った。一方、土木学会で石油の地中タンクについての技術基準について議論した。消防庁においても、昭和55年3月18日付でその規制に関する運用基準等を通達している。この場合、特に問題となったのは耐震挙動の解明であった。地中タンクに適した地盤を選ぶことによって、地上タンクにみられない安全性が附与され得ると考えられる。ただ重要なことは、たとえば、連続地中壁、鉄筋コンクリート側壁および底板、土の掘削等の施工に当たっての系統立った念入りな施工管理が大切である。

なお、地中タンクに関連し、油水置換方式の積極的活用が安全性確保に重要な意味を持つことを強調しておきたい。これは浮き屋根の作動に関する安全性のみでなく、側面底面よりの水圧のバランスに有効となる。単なる地下水の汚染（これは別のシステムで完全に防ぐべく配慮すべきであり、これは可能と思う）の心配のあまり、他の事故の危険性を誘発することになることに注意してほしい。いずれにしても、総合的立場よりその適正な方式を定め、それが故に生ずる安全性・社会性への新しい検討を行い、その上に立って正しい設計計画を立てることが大切である。これに関連し、常温で粘性の高い油（加温して貯える）を水で固めて貯える方式が開発されている。

岩盤タンクの形式は北欧で30年以上の実績を持つものである。多くの歴史を経て、現在では油の流出に対し地下水により防ぐ水封式とよばれる形式が採用されている。したがって、岩盤の特性と同時に地下水の性状の把握がその安全性確保の重要なかぎとなる。我が国では愛媛県の菊間において実証プラント（図4、図5）が施工され、安全性の追求が行われることになっている。タンクの安定、漏油対策、漏気対策、タンク内部の火災、

図4 実証プラント横断の予想模式図

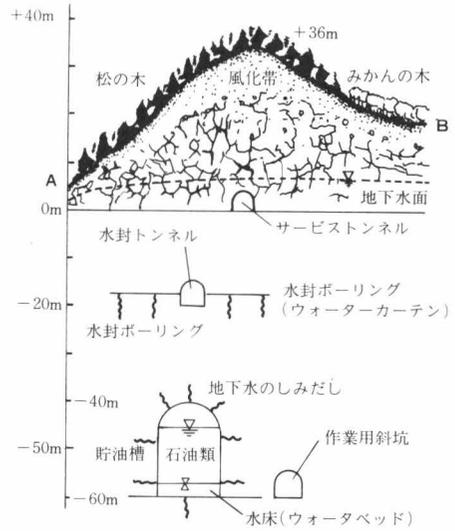
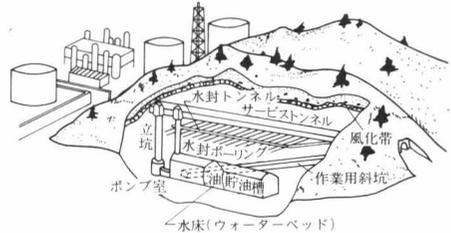


図5 実証プラントの概念図



爆発防止、災害の拡大防止については、消防庁で議論された岩盤タンク貯蔵所（菊間方式）の規制に関する基準で一つの方向が示されている。

いずれにしろ、総合的な運転監視装置と中央監視制御施設、加圧方式に対する安全システム、漏油漏気検知システム等と警報設備などの安全管理の適切な体系化が問題となるであろう。ともあれ、多くの石油備蓄形式が提案され、それが実現されようとしている。石油の備蓄が我が国の将来にとってきわめて重要な問題であるがため、安全性確保には十分な意を払う必要があることは、すでに繰り返し述べてきたところである。石油備蓄は工学のあらゆる分野にわたった技術の総合的所産であることを考えると、あらゆる側面から総合的な立場で安全性確保のシステムを確立することが大切であることを強調して、その成功を期待したい。

（おくむら としえ／東京電機大学理工学部）

# 協会だより

日本損害保険協会の活動、とくに防災活動を中心にお知らせするページです。協会の活動について、ご意見やご質問がございましたら、何なりとお気軽に編集部＝当協会予防広報部予防課あてにお寄せください。

## 56年度防火標語決まる

前号でご案内した防火標語募集には、全国から総数37,691点の作品が寄せられました。この中から厳正審査の結果、昭和56年度の全国統一防火標語となる入選作が選ばれました。

審査員＝秋山ちえ子氏（評論家）、高田敏子氏（詩人）、近藤隆之氏（消防庁長官）、平田秋夫（日本損害保険協会会長）

入選1点（賞金20万円）

●毎日が防火デーです ぼくの家

小寺多美（岡山県新見市）66歳・主婦

佳作10点（賞金各1万円）

畑田信弘（兵庫県伊丹市）、南英市（滋賀県近江八幡市）、熊谷幸平（岩手県藤沢町）、

織田亮（徳島県穴喰町）、宮武淳（香川県丸亀市）、小島英一（愛知県江南市）、辻田浩

伸（香川県高松市）、友永キクエ（大分県大分市）、野中常雄（静岡県沼津市）、中川薫

（三重県伊勢市） 一敬称略一

## アニメ映画に人気

当協会制作の防災映画は、各地方委員会で貸し出しを行っておりますが、このほど、55年中の貸出状況がまとまりました。これによると、貸出回数は1,954回、観客動員数は338,037人となっています。

各フィルムの貸出状況は次のようになっていますが、子供向けの、特にアニメ映画が強い観客動員力を示しています。

題名	貸出回数	観客人数
ある防火管理者の悩み	173	21,627
友情は燃えて	267	48,770
火事と子馬	441	60,268
火災のあとに残るもの	275	33,484
ふたりの私	110	14,173
ザ・ファイヤーGメン	184	49,650
煙の恐ろしさ	222	22,192
パニックをさけるために	69	11,086
動物村の消防士	205	44,118
危険はつくられている	55	12,399
ドライバーとモラル	92	11,875
損害保険のABC	17	1,267
その他のフィルム	37	7,128
合計	2,147	338,037

## 本誌郵送料をお送りください

56年度分(125号～128号)の郵送料を未納の方は郵便切手(800円分)を、下記あてにお送りくださるようお願いいたします。

〒101 東京都千代田区神田淡路町2-9

日本損害保険協会 予防時報係

55年11月・12月/56年1月

# 災害メモ

## ★火災

●11・1 東京都港区西新橋の繁華街にある芝塗装会社1階作業場から出火。10棟680㎡全半焼。2名死亡、4名重軽傷。

●11・12 兵庫県加古川市加古川町の加古川廉売市場で火災。4棟35店舗延べ4,000㎡全焼。13世帯37名り災。放火らしい。

●11・13 愛媛県周桑郡小松町石鎚の宮川旅館から出火。強風のため、隣接旅館、土産品店など10棟に延焼。さらに石鎚神社成就社本殿など4棟計14棟4,486㎡全焼。2名死亡。

●11・20 神奈川県横浜市中区伊勢佐木町の大衆酒場根岸家近くから出火。付近の商店に延焼。計10棟約980㎡全半焼。

●11・20 栃木県塩谷郡藤原町川治温泉郷の川治プリンスホテル雅苑で火災。3,046.84㎡全焼。45名死亡、22名重軽傷。

●11・27 千葉県船橋市習志野の東洋ソーダ工業社宅4階401号室から出火。95㎡全焼。4名死亡。

●12・14 北海道留萌市本町の生花商店舗兼住宅で火災。約330㎡全焼。3名死亡。

●12・26 山形県新庄市常葉町の住宅で火災。約100㎡全焼。3名死亡。石油ストーブに洗たく物が落ちたらしい。

●1・16 長崎県長崎市丸山町の旅館大津屋で火災。隣接旅館など計6棟約1,000㎡全半焼。

●1・27 山形県新庄市沖の町の新庄丸久デパートで火災。延べ2,700㎡を全焼。

●1・28 東京都世田谷区大蔵の民家物置付近から出火。物置3棟と隣

接の東宝撮影所に延焼。計7棟2,200㎡全焼。

## ★爆発

●11・1 東京都板橋区の高島スカイハイツ1階102号室でプロパンガス爆発。2室108㎡全壊。翌2日同室で再び小爆発。25世帯避難。9名重軽傷。隣接マンションのプロパンガス配管のき裂からガスが漏れ、地中を伝って現場床下にたまり爆発したもの。

●11・28 岩手県岩手郡岩手町、東北本線沼宮内駅前にあるビル1階のスナックコンチネンタルでプロパンガス爆発。約500m四方に被害。4名死亡、8名重軽傷。

●12・6 徳島県徳島市南昭和町の小出マンション2階202号室でプロパンガス爆発。11室513㎡全焼。2名死亡、7名重軽傷。自殺らしい。

●12・6 大阪府大阪市北区の自動車修理業中西モータース1階作業所で、ガソリンの気化ガスが爆発。工場兼事務所1、2階全壊。修理中の車6台焼失。隣接商店など10戸に被害。通行中の1名死亡、8名重軽傷。

●12・18 那覇市小祿の琉球団地内比嘉アパート4階402号室でプロパンガス爆発。3室を焼き、同アパート11世帯と周辺民家30戸に被害。2名死亡、1名負傷。

●12・29 東京都町田市原町の小料理店虎ノ門で宴会中のプロパンガス爆発。9名重軽傷。

●1・13 栃木県足利市借宿町の第2浅間台ハウス2階206号室で、プロパンガス爆発。7名重軽傷。

## ★交通

●11・1 千葉県市原市島野の県道で、乗用車がセンターラインを越えライトバンと正面衝突。双方の車が大破。4名死亡、3名重傷。

●11・19 青森県青森市飛鳥塩越の

国鉄津軽線夏井田踏切で、普通列車にダンプカーが衝突。ダンプと気動車1両大破。1名死亡、18名重軽傷。

●11・28 熊本県熊本市奄田町の九州自動車道植木一熊本間下り線で、乗用車、大型トラックなど計18台が玉突き衝突。26名重軽傷。

●1・22 滋賀県甲賀郡甲西町で、観光バスが1m下の田んぼに横転。39名負傷。

## ★海難

●12・24 宮城・福島両県沖で、暴風雪で漁船外5隻、計23名行方不明。底引き網漁船幸漁丸(8名)同海福丸(4.25t・3名)

小型漁船第1太平丸(14t・6名)漁船監視船第1小金丸(4t・1名)貨物船第8山優丸(1,100t・5名)

## ★自然

●1・7～8 新潟県北魚沼郡で雪崩被害(グラビアページへ)。

●1・27 長野県飯山市瑞穂柏尾の千曲川護岸工事現場で、作業小屋が雪の重みでつぶれ、作業員6名生き埋め。4名死亡。

●1・30 北海道札幌市東区の北海道航空格納庫が雪の重みでつぶれ、9機の飛行機のうち5機が大破、燃料のガソリン流出。壊れた飛行機だけで損害額11億円。

## ●冬山遭難続く(主な遭難)

谷川岳で栃木県南地区山岳協議会の6名パーティーが(12月21日下山予定)遭難。全員行方不明。

## 12月1日～2月20日の冬山遭難

(警察庁調べ)

	発生件数	死亡	行方不明	重軽傷	無事救出等	合計
55/12月	22	7	18	8	23	56
56/1月	26	3	8	20	21	52
2月	4	3	—	5	1	9
合計	52	13	26	33	45	117

唐松岳で逗子開成高校山岳部の6名が(12月27日下山予定)遭難。全員行方不明。

★その他

●11・1 東京都足立区の花畑団地2-403号室で、フロ場の煙突が外れ一酸化炭素が各室に充滿。3名死亡。

●11・14 北海道歌志内市東光の空知炭礦掘進現場で、ガス突出による崩落事故。3名死亡。

●12・10 北海道帯広市八千代町の国有林造材現場作業員宿舎で、4名死亡。ルンペンストーブの不完全燃焼による一酸化炭素中毒らしい。

●1・2 北海道幌泉郡えりも町笛舞国道236号で、車2台が約2mの雪に埋まり、排気ガスにより一酸化炭素中毒。4名死亡。

●1・12 神奈川県平塚市西八幡の石塚研究所塩化蒸留工場で、タンク修理のため、四塩化チタンを第1タンクから第2タンクへ移送中、ジョイント部分が外れ一気に漏れ、塩化水素ガスが発生。23名が呼吸困難。17名入院。

★海外

●11・8 アルジェリア・エルアスナムで、10月10日に続いてM5.6の地震。36名重軽傷。12月7日にも再びM5.6の地震があり、幾つかのビルが崩れ、十数名負傷。

●11・8 米・カリフォルニア州でM7.0の地震。ユレカ市を中心に太平洋岸約800kmにかなりの被害。高速道路の橋が落下し、9名負傷。

●11・6 タイ・バンコクの陸軍兵器工場で爆発事故。同日現在、周辺住民ら38名死亡、400名以上負傷。

●11・16 米・ロサンゼルス地域の4か所で山火事。強風でひろがり少なくとも100戸全半焼。1名死亡。数千名が避難。焼失面積約9,000ha。

●11・19 韓国・ソウルの金浦空港で、大韓航空B747型機が着陸に失敗、炎上。15名死亡、14名負傷。パイロットの操縦ミス。

●11・21 イタリア・カタンツァーロ付近で、急行列車2本と貨物列車の三重衝突事故。20名以上死亡、約100名負傷。

●11・21 米・ネバダ州ラスベガスのMGムランドホテルで火災。1、2階部分焼失。煙が上階に吹き上げ83名死亡、530名負傷。

●11・23 イタリア南部でM6.8の地震。ナポリ他97か町村で大被害。死者3,104名、行方不明1,575名、負傷7,671名(12月7日現在)。

●12・4 米・ホワイトプレインズのホテルスタウファーズ・インで火災(グラビアページへ)。

●12・10 米・ラスベガスのヒルトンホテルで火災(グラビアページへ)。

●12・19 イラン・テヘランなど中部北東部でM5.7の地震。26名死亡。

●12・24 トルコ・アンカラ北東90kmのダナチオバシ村で、パーティー中にLPGタンクが爆発。50人以上死亡。

●1・7 ブラジル北部のアマゾン川支流ジャリ川で、小型貨客船が転覆。270名死亡。

●1・9 米・ニュージャージー州キーンズバーグで、看護院が火災。13名死亡、22名行方不明。

●1・20 インドネシア・イリアンジャヤ州でM6.8の地震。山津波で67名死亡、行方不明215名。被害はさらに増える見込み。

●1・24 中国・四川省甘孜チベット族自治州道孚県でM6.9の地震。建物の2%が倒壊。通信も途絶。150余名死亡、300名余負傷確認。

●1・26 インドネシア・ジャワ海で、客船タンボマス二号(2,420t・乗員・乗客1,184名)が火災・沈没。死者・行方不明約500名。

編集委員

赤木昭夫 NHK解説委員

秋田一雄 東京大学教授

安達弥八郎 安田火災海上保険(株)

安倍北夫 東京外国語大学教授

岡本博之 科学警察研究所交通部長

窪庭達三 日産火災海上保険(株)

鎌田佐喜 東京消防庁予防部長

塚本孝一 日本大学教授

根本順吉 気象研究家

編集後記

◆1月の編集委員会で編集内容の見直しが行われ、“より親しみやすく、より読みやすく”という方針が確認された。具体的には、むずかしい数式などはなるべく避けて、文章表現をできるだけ平易にすること、編集部取材編集記事を取り入れること、もっとダイナミックなレイアウトにすることなどである。次号から、これに加えて表紙もイメージチェンジする予定。◆38年以来という豪雪ではあったが、12月1日～2月20日の冬山遭難が52件、117名を数えている。登山の装備は昔とは比べようもないほど進歩しているのにこの有様だ。防災の基本が、忘れられているように思えてならない。海外では、アルジェリアとイタリアの地震が気になる。これについては、直下型地震の様相を調査に行かれた方にレポートしていただく予定。乞ご期待。(小関)

予防時報 創刊1950年(昭和)25年

◎第125号 昭和56年4月1日発行  
編集人・発行人 守永 宗

発行所

社団法人 日本損害保険協会  
101 東京都千代田区神田淡路町2-9

☎(03) 255-1211(大代表)

本誌郵送をご希望の方は、送料として年800円(郵券で)を添えて、予防時報係あてお申し込みください。

制作=㈱阪本企画室

# 豪雪の新潟県下で 雪崩事故相次ぐ

● 1月7日午前0時すぎ、新潟県北魚沼郡守門村大倉の鳥屋ヶ峰(681m)東斜面で大規模な表層雪崩が起こった。このため民家4棟が巻き込まれ13名が生き埋めとなり、8名が死亡、3名が負傷した。

● 1月18日午前1時ごろ、同県北魚沼郡湯之谷村で、ナメトコ山(654m)北側尾根の稜線付近急斜面で全層雪崩が発生した。幅100m、長さ150m、厚さ4mにわたり一気に巨大な雪塊が走り、ふもとの民家と鉄筋コンクリート2階建て養護老人ホーム南山荘を襲った。この雪崩で民家の1名と老人ホーム入居者5名、計6名が圧死し、重軽傷者7名の惨事となった。

今冬の豪雪被害（19道府県）

死亡	92名
負傷	741名
建物 全壊流失	89棟
半壊	102棟
床上浸水	207棟
床下浸水	2,627棟
一部破損	3,974棟
被住家被害	3,448棟

り災世帯 456世帯

り災者数 2,317人

（2月12日9時30分現在国土庁調べ）

## 雪の名神高速で33台玉突き衝突

● 56年2月11日午前2時10分ごろ、岐阜県不破郡関ヶ原町今須の名神高速道路上り線で、路面の雪のためスリップし、横向きに止まった乗用車に後続のトラックや乗用車32台が次々と衝突。4名が死亡、16名が重軽傷を負った。現場付近は、同日午前0時すぎから吹雪となり、積雪1～2cmを記録した。このため午前2時すぎに、養老サービスエリア～彦根インター間でチェーン規制が行われたが、事故に関係した車両は、規制前に通過していたためチェーン未装着だった。

炎上するラスベガス・ヒルトンホテル。

# 海外でビル火災ひん発

●55年12月4日午前10時20分ごろ、米・ニューヨーク市近郊にあるホワイトプレインズの4階建てホテル「スタウファーズ・イン」廊下続きの別館で火災。この別館は、レストラン・会議場などがあり、当日、出火元の2階会議センター宴会場ではエレクトロニクスメーカーの展示会が開催され、人々で混雑していた。火事に気付かず逃げ遅れた会議出席者や従業員26名が死亡、約40名が負傷した。原因は電気系統からの出火らしい。

●55年12月10日午後8時すぎ、米・ラスベガスの「ラスベガス・ヒルトンホテル」で火災。8階エレベーターホールから出火。続いて2階、3階、9階からも次々と火災が発生した。このためホテルは、速い勢いで火と煙に包まれ、8名が死亡、240名以上が負傷した。ホテル従業員を1人逮捕。9階の火災は、マリファナタバコの火がカーテンに燃え移った事が判明したが、放火の疑いもあり、現在捜査中。

●56年2月14日未明、アイルランド共和国ダブリンのナイトクラブ「スターダスト」で、ディスコ大会開催中にいす置き場から出火。旧倉庫を改造した建物はたちまち火に包まれ、出火直後に電気が消えたため、約800名いた会場は大混乱となった。窓には鉄格子があり、非常口表示が消えていたため、人々は正面出口に殺到、被害を大きくした。死亡49名、126名が負傷。

●56年2月16日昼ごろ、ブラジル・サンパウロ市のビジネス街にある21階建てビル「グランド・アベニーダ」で火災が発生、ほぼ全焼。死者18名、50名が負傷。休日だったため、出火当時ビルにいたのはほとんどが管理会社の清掃人だった。

グランド・アベニーダ事務所のビルで火災。  
写真はビルに残った1人の男の人と2人の子供を救出するためロープをつたわって窓の方に近づく消防夫。

# 刊行物／映画ご案内

## 防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

## 防災指導書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

## 防災読本

やさしい火の科学(崎川範行著)

イザというときどう逃げるか—防災の行動科学(安倍北夫著)

そのとき!あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

安心できる暮らし(東孝光著)

わが家の防火対策—予防から避難まで

慣れすぎが怖い—ガスの知識

## 業態別工場防火シリーズ

- ① 金属機械器具工業の火災危険と対策
- ② 印刷および紙工業の火災危険と対策
- ③ 製材および木工業の火災危険と対策
- ④ 織布、裁断・裁縫、帽子製造工業の火災危険と対策
- ⑤ プラスチック加工、ゴム・ゴム材加工工業の火災危険と対策
- ⑥ 菓子製造、飲料製造および冷凍工業の火災危険と対策
- ⑦ 電気機械器具工業の火災危険と対策
- ⑧ 自動車整備工場の火災危険と対策
- ⑨ 染色整理および漂白工業の火災危険と対策

⑩ 皮革工業の火災危険と対策

⑪ パルプおよび製紙工業の火災危険と対策

⑫ 製粉・精米・精麦およびでんぷん製造工業の火災危険と対策

※既刊の下記防災図書は現在再版していません。

〔防災指導書〕

プラント運転の防火・防爆指針／危険物輸送の防火・防爆指針／ヘルスセンターの防火指針／自然発火の防火指針／スーパーマーケットの防火指針／LPガスの防火指針／プラスチック加工工場の防火指針／ガス溶接の防火指針／地下街の防火指針／駐車場の防火指針／高層ビルの防火指針／火災の実例から見た防火管理／都市の防火蓄積／ビルの防火について／危険物要覧／工場防火の基礎知識／防火管理必携／災害の研究／爆発

〔防災読本〕

M7.9そのとき—あなたの地震対策は?／現代版・火の用心の本／暮らしの防災知識／そのときあなたはどのように?—暮らしの防災ハンドブック

## 映画

動物村の消防士

パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの)

煙の恐ろしさ

ザ・ファイヤー・Gメン

ふたりの私

火災のあとに残るもの

火事と子馬

友情は燃えて

ある防火管理者の悩み

損害保険のABC

映画は、防火講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。当協会ならびに当協会各地方委員会〔札幌=(011)231-3816、仙台=(0222)21-6466、新潟=(0252)23-0039、横浜=(045)201-7096、静岡=(0542)52-1843、金沢=(0762)21-1149、名古屋=(052)971-1240、京都=(075)221-2670、大阪=(06)202-8761、神戸=(078)341-2771、広島=(0822)47-4529、四国=(0878)51-3344、福岡=(092)771-9766〕にて、無料貸し出ししております。

社団法人 **日本損害保険協会**

東京都千代田区神田淡路町2-9 〒101  
TEL 東京(03) 255-1211(大代表)

季刊

予防時報

第125号

昭和56年4月1日発行

発行所 社団法人日本損害保険協会

東京都千代田区神田淡路町2-9 千101

電話=(03)255-1211(大代表)

# 毎日が防火デーです ぼくの家

昭和56年度全国統一防火標語

## 損害保険業界の防災事業

損害保険業界では、本誌発行のほかに  
下記のような防災事業を行っております。

- 消防自動車の寄贈
- 防火ポスターの製作・寄贈
- 防火標語の募集
- 奥さま防災博士の募集
- 防火講演会の開催
- 防火PR映画の製作・貸出
- 奥さま防災ニュースの発行
- 各種防災図書の発行
- 防災展の開催  
など

### 社団法人日本損害保険協会

朝日火災海上保険株式会社  
共栄火災海上保険相互会社  
興亜火災海上保険株式会社  
住友海上火災保険株式会社  
大正海上火災保険株式会社  
大成火災海上保険株式会社

太陽火災海上保険株式会社  
第一火災海上保険相互会社  
大東京火災海上保険株式会社  
大同火災海上保険株式会社  
千代田火災海上保険株式会社  
東亜火災海上再保険株式会社

東京海上火災保険株式会社  
東洋火災海上保険株式会社  
同和火災海上保険株式会社  
日動火災海上保険株式会社  
日産火災海上保険株式会社  
日新火災海上保険株式会社

日本火災海上保険株式会社  
日本地震再保険株式会社  
富士火災海上保険株式会社  
安田火災海上保険株式会社

(社員会社50音順)