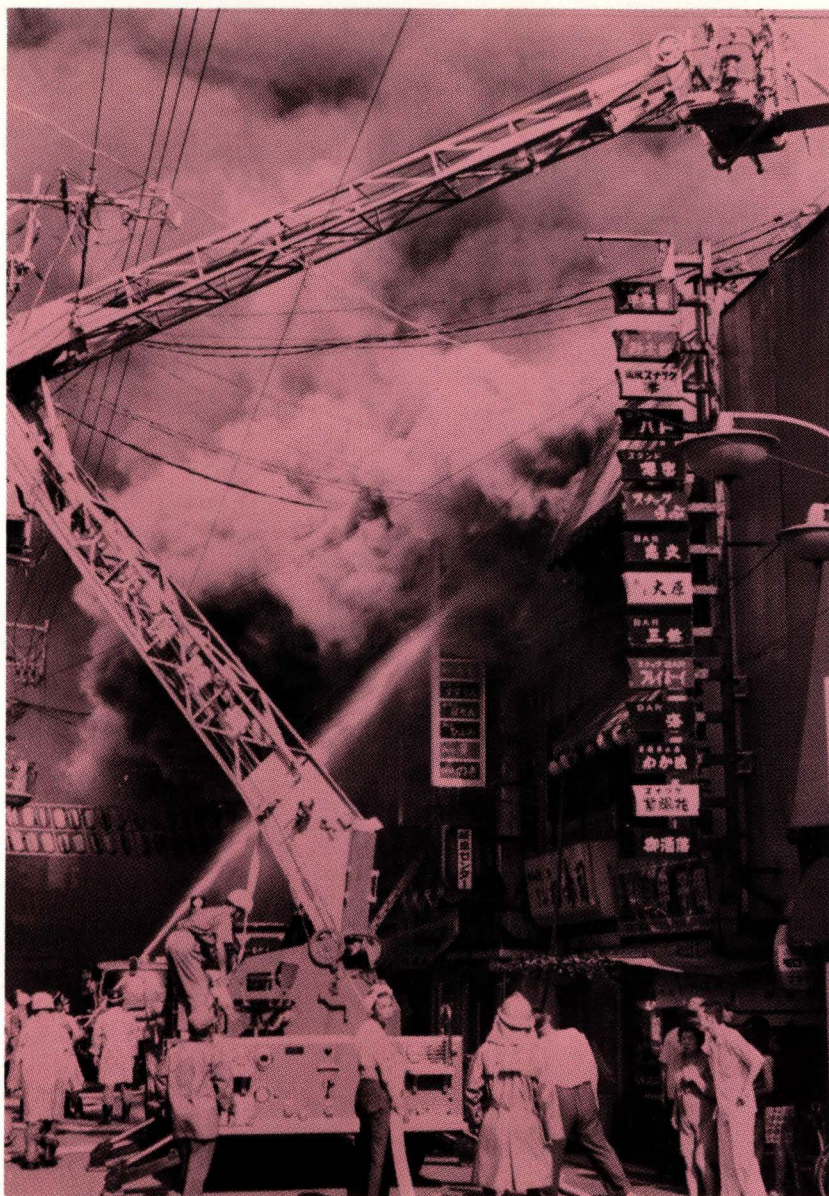


# 予防時報

1977 *autumn*



# 全国で活躍する「火災保険号」



日本損害保険協会では、毎年全国の地方自治体に、消防自動車を寄贈しています。写真はちょっと古いのですが、48年7月岐阜県柳ヶ瀬の大火で活躍する「火災保険号」です。

今年の寄贈先は本誌 110号でお知らせしましたが、第1次分で決定の消防車51台が贈呈されますと、延べ1,092台の「火災保険号」が全国で活躍すること

となります。このほか、各種消防機材・器具を寄贈したり、あるいは消防施設充実のために消防債を引き受けるなど、全国の消防力強化拡充に少しでもお役に立ちたいと願っております。なお、一般社会に対しては、防火講演会の開催、各種防災図書の発行、防災PR映画の製作・貸し出し、あるいは主婦向けの防災PRなど、幅広い防災活動を行っております。

## 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

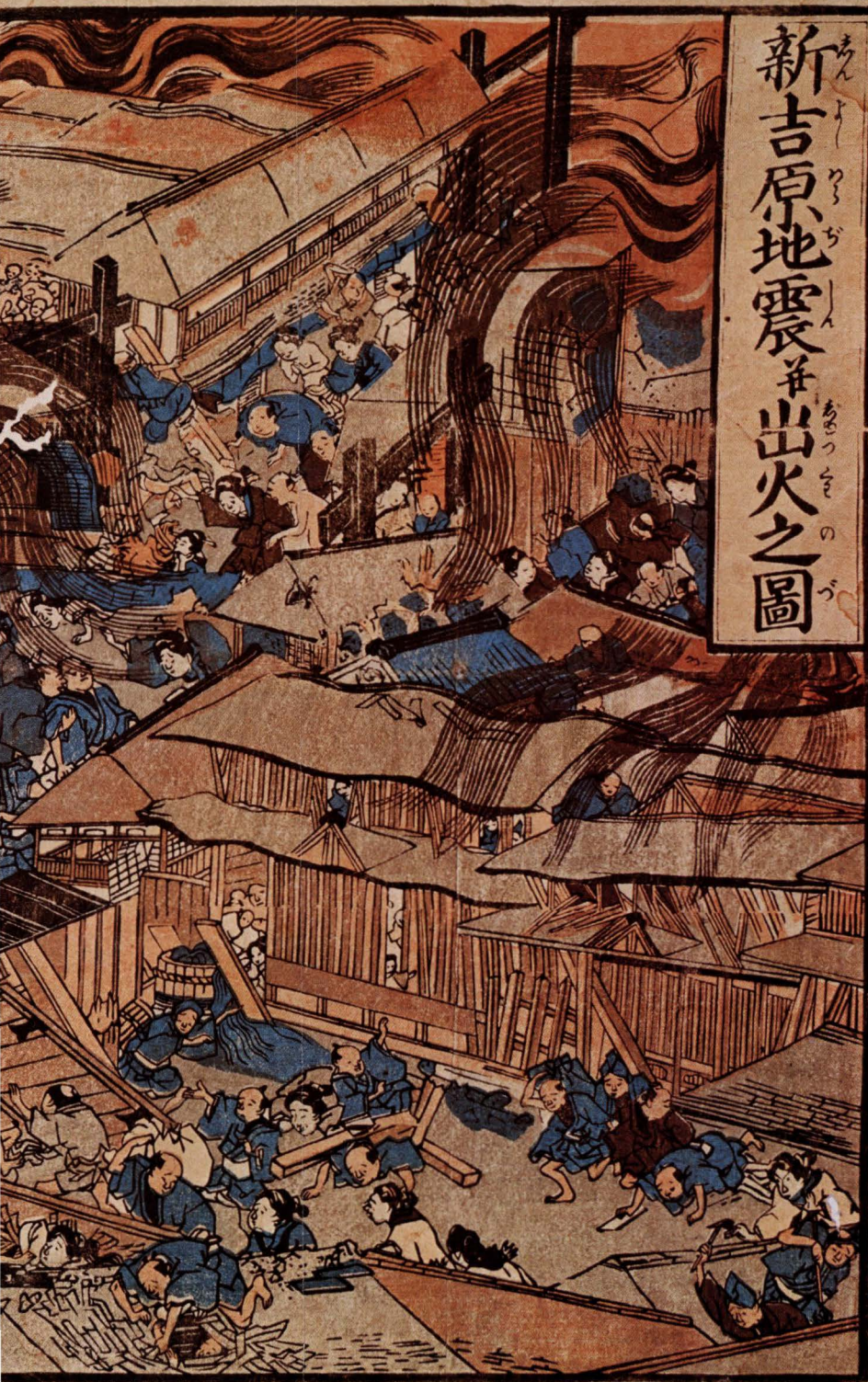
日本火災海上保険株式会社  
日本地震再保険株式会社  
富士火災海上保険株式会社  
安田火災海上保険株式会社

(会員会社50音順)



安政二卯年十月二日夜四時

新吉原地震并出火之圖



# 予防時報

## 1977・10



目次

ずいひつ	
英国における建築物の防音対策／鳥井康政	6
災害国といわれるが／鈴木秀夫	8
世界の雲／根本順吉	11
災害における統計利用の問題点／石田正次	30
米国における1980年以降の自動車の 目標とエネルギー問題について／後藤健一	41
ひょう害について／小元敬男	35
ライターの安全基準／黒岩 有	25
最悪事態を想定する思考／平井邦彦	22
ビバリーヒルズ火災現場をみて／風間亮一	48
座談会 査察マンの見る雑居ビル	50
上原重信／金子健治／佐藤捷雄／渡辺和男 ／塚本孝一	
脆性破壊について／長澤 準	59
工場のタンク・配管の安全性／井上威恭	14
防災言	
新手の牙／安倍北夫	5
災害メモ	69
表紙写真／三千院の紅葉／丹溪	
カット／仲條真行	

# 防災言

## 安倍北夫

東京外国語大学教授

### 新卒の牙

相変わらず火災による痛ましい死傷者が多い。これは日本だけでなく、外国でも同じように思われる。最近のアメリカのサウスゲートのキャバレー火災にしても、当初400余名の死者が報ぜられ、深刻な衝撃を内外に与えたが、実際は160余名にとどまったようである。それにしても、科学文明では世界に冠たるアメリカで、なおかつこうした事故が起こり、しかも最低レベルの「人命を守る」ということが、やはり十分に行い得ないという点では、ショックの大きさは決して減殺されるものではない。建築基準法や消防法の規定からいうと、スプリンクラー設置が義務づけられていない時代の建物であったようである。これまた他山の石どころの話ではない。病院や劇場について、我が国では法のそ及が施行されたにもかかわらず、一部猶予が認められ、その猶予が災いして死傷を生じた例がついこの数年に何件もあった。その一つが札幌の白石病院であり、岩国病院である。前者は赤ん坊が3名死亡、後者では老人たちが7名（その後もう1名が死亡したので8名というべきであろう）。法の問題を離れて、老朽の木造の大規模な建物火災で大事に至ったのが酒田の大火の火元のグリーンハウスであり、大阪大正区の労務者アパートでの12名死亡でもある。

社会環境——地理的、物理的、化学的、社会的などのさまざまな内容を複合的にもっている我々の生活環境が、大きくかつ急速に変わる時、私ど

もは、それまで身につけた生活行動や意識では対応しかねることがしばしばである。そこに戸惑いがあったり、時に不安になったり、イライラしてなんとか適応の方策を見出そうとする。都市環境からいえば、地下街や超高層がそれであろうし、建築からいえば耐火構造のビルであり、サッシであり、また、これまでの炭火やタドンやまきに代わって、石油ストーブやガスやLPが入りこんでくる。

対応が難しく、そのために改良がすすめられ、結果として火災予防や人命安全につながったもの——たとえば、石油ストーブの対震自動消火のようなものが一方にありながら、逆に対応が留保化されたために、かえって火災予防、ひいては人命安全に不測に作用したものもある。ガスやLPの使用や火の始末を粗略にしたり、火の用心の構えや態度を大幅に緩めてしまったり、サッシが酸素欠乏や、ガス中毒や、場合によるとガス爆発やフラッシュオーバーの基盤になったりというのがそれである。

経験的に、あるいは親代々いつの間にか身につけてこなかった火災習慣は、自分一代、これから学ばなければならないし、子供に無意識に身につくよう“しつけ”していく必要がある。岩国病院、大阪の労務者アパート、サウスゲートの悲惨なデータをまとめる時、筆者はあらためて、飼いや慣らされたかに見える火が、実は恐るべき新卒の牙を備えてきつつあることを痛感させられたのである。

## ずいひつ

# 英国における 建築物の防音対策

鳥居康政

日本道路公団柏工事事務所

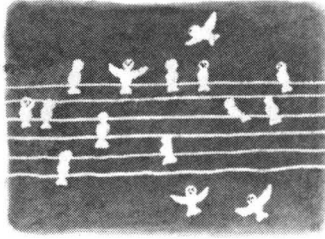
ということと、運転者の目から道路とその周囲の風景がどう見えるか、ということが大きな課題であった。これは、工学的な道路設計の分野に美学・心理学・生理学、さらに植栽造園等の知識・技術を応用して、景観工学と呼ばれる学問にまで発展して現在の道路計画、設計に反映されている。

このようにして造られてきている道路も、いったん環境問題、とくに騒音で沿道の人から苦情がでると、東名・名神の現況のように設計者の苦心は水泡に帰し、運転者の眼には延々と続く遮音壁が視野に入ってくることになる。確かに、環境問題が厳しくなる前の景観的配慮というのは、道路を利用する人の眼と、空を飛ぶ鳥の眼からみえる環境が主で、沿道に残る人家、あるいは人間からの見方についての配慮が少なかったといえる。ところが、現在ではいくら入念に計画され、設計された道路でも、道路利用者にみえる景観は二の次になり、供用前においても周囲に人家がある場合、将来の子測交通量を基に遮音壁の設置を前提にした協議を進めている。この場合の

ここ数年、高速道路を取り巻く種々の環境が大きく変わってきた。昭和48年のオイル・ショックを契機に、経済的あるいは予算的に抑制を受けたということだけでなく、いわゆる環境問題の原因者の一つとしてやり玉にあげられ、全国各地で地元市町村、住民からの反対運動に直面している。中には“環境権”をたてに、訴訟に持ち込まれているものもある。

高速道路が我が国に計画された当初より、ルートを選定、線形設計に際しては、道路自体が周囲の地形、地物にどうマッチするか、





判断基準は昭和46年5月に閣議決定された騒音にかかわる環境基準によっているわけであるが、これは本来行政の努力目標であり、道路だけでなく、そこを通る車両の改善、交通規制、取り締まり、さらにより根本的な沿道の土地利用と整合を図るなど、総合的な施策でもって達成するものとされている。とはいっても現段階で道路を新設する場合には、道路側で環境施設帯を取って音源と受音点を離したり、構造的に対処することもあるが、大部分遮音壁を設置して環境基準を守ることになる。

供用中の道路では、沿道からの苦情に基づき、道路側で遮音壁を設置することでずっと対処してきたが、昨年度より自動車交通騒音がとくに激しい高速道路の沿道家屋に対し、二重窓の設置や換気装置など必要な防音工事や、移転に伴う費用を助成する制度が確立された。この制度では、既供用の高速道路・対象家屋も道路完成前の居住が条件となっている。

前置きが非常に長くなったが、英国では1973年以来、新設の道路あるいは在来の道路に変

更を加えようとする場合、そこを通る交通に起因する騒音に対して、建築物に防音措置を施すことが制度化されている。これは騒音遮断法— Noise Insulation Regulations と呼ばれる規定にのっとってなされているもので、ここに至るまでには、1960年代の初めより騒音問題に対する英国の長い取り組みの歴史がある。

この規定の骨子は、道路の使用が、決められたある騒音レベル以上になった場合、あるいはなると予期される場合、道路管理者は一定の条件を満たす建築物に防音工事を実施するか、あるいはそれを行うのに必要な費用を出す義務と権限がある、というものである。ここでいう防音工事とは、建築物に対して騒音を遮断し、換気や採光のための施設を設置する工事をいい、二重窓・ドア・換気装置・ダクト・ファン・通風孔等仕様が細かに規定されている。規定された騒音レベルは、 $L_{10}$ (一定時間中の10%がそのレベルより超える騒音レベル。我が国では $L_{50}$ —中央値—が基準になっている)で68dB(A)、平日の6:00から

## ずいひつ

24：00までの各1時間の算術平均値とされている。

建築物でも、強制執行あるいは取り壊し命令の対象となっているような建築物は除外されており、また一般交通に供された日以降に初めて人が住みついた建築物は適格とみなされない。

補助金の額については、防音工事に実際申請者が負担した額と、道路管理者が決められた仕様を満足して実施した場合に想定される費用のうち安い方と規定されている。その他、防音工事の実施、あるいはそのための補助金交付についての手順、手続き、借家人の扱い、再審請求、地方自治体の代行等規定があるが、この制度が確立して以来、英国において騒音対策の幅が広がったのは確実である。ただし、実際の運用は主として財政的な理由から、この法律に基づく騒音対策事業を思うように推進できないでいるようである。

騒音対策を考える場合、沿道に家屋が散在するようなときには、遮音壁を設置するより、家屋に防音措置を施す方がはるかに経済的な

こともあるし、何よりも道路利用者にとって、好ましい景観が保証できる。英国と我が国を比較すると、家屋の構造・生活習慣の相違があり、また一般的に将来の交通量予測の困難さ、不確定さ等あるにしても、計画・設計の段階で防音工事の助成を検討するのも一考に値しよう。

## 災害国と いわれるが

鈴木秀夫

東京大学地理学教室

「災害国日本」というイメージがある。たしかに、地震・洪水・山崩れ・冷害・火災など多彩な災害が種類としてはある。だが、は



たして、量としてはどうであろうか。1920年から1921年にかけて、ロシアでは、冷害や干害などの自然災害によって、100万人が死んだという。バングラデシュの洪水では、毎年、何人の人が死んでいるであろうか。人命にかかわることではなかったとはいえ、去年の冬のオーストラリア南東部では、異常な干ばつに襲われ、おびただしい数の牛が射殺され、ブルドーザーで掘った穴に死体がほうり込まれ、うずめられた。

災害とは、自然現象そのものではなく、人間のかかわることであるから、人間のいない所には災害はない。だから、人口のちょう密な所ほど災害の回数も多いということであって、日本では、たしかに災害の数は多い。しかし、人口がちょう密であるということは、それだけ、その土地に人口の支持力があり、豊かであるということであって、災害の数は多いかも知れないが、量的にはむしろ少ないのではないかと考えることができる。

今年の夏、ナホトカからモスクワまで、往復2週間の汽車の旅を続けた。明けても暮れ

でも森林また森林、そして、鉄道の沿線には、森林を切り開いた緑の草原が展開していた。その景観はたしかに広大なるがゆえに圧倒的な迫力を持っていた。しかし、ここの人々はなんで生活をしているのだろうかと思って、あらためて携帯した地図で調べてみると、牧場ということであった。ところが、牛の姿がまったく見えない。不思議に思っていると、ようやく汽車の旅の2日目が過ぎたころ、一群れの牛を見ることができた。

一面の緑に幻惑されていたのだが、考えてみると、当然のことながら、牧場で重要なのは草の量であって、広さではなかった。短い夏のため、草の背丈が低く、たくさんの牛は成育できないこと、しかも、主として人力で草を刈っているために、1日のうちに取り入れる量が決まってしまうために、飼う牛の数も限定されてしまう。一定数の牛がいなければ生活も成り立たないから、たとえ広大な草地があっても、入植が行われない所が多くなってしまふのであろう。このことは、今年の夏、帰国した時、北海道北部が低温のため、草の

## ずいひつ

丈が例年の半分で、南部へ草の買い付けをする必要があったという報道を聞いて、ふたたび実感をしたのであった。

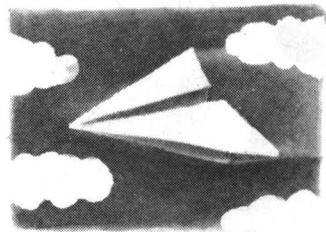
このように、寒冷にしる乾燥にしる、あるいはまた、極度の高温や湿潤にしる、人間の居住限界に近い所では、種類は少なくとも、圧倒的な力をもって災害が人間の生活を圧迫しているのである。こういうような所から比べると、日本の災害は問題にならないだけでなく、地理学者としての私の知識の及ぶ限りでは、日本は地球上でもっとも恵まれた所にあると考えざるを得ない。

たしかに、日本と比べて災害らしい災害のほとんどない国がある。地震のない所は、もちろん多いし、嵐や洪水のない所も少なくない。面白いことに、私が3年滞在したエチオピアでは、2,500m前後という高度のために、酸素が平地より $\frac{2}{3}$ ぐらいしかなく、そのため火災が少ないといわれており、その程度の酸素の量の違いが、ほんとうに関係しているのかどうかかわからないが、実際、たしかに火災の少ない国であった。

しかし、これら、災害の少ない国は、上に述べたように、人口密度が小さく、自然の恵みも日本より少ない国であるといわざるを得ない。あるいはまた、災害がまったくないという所も、人間に対する刺激が少なすぎていけないという状況があるのかも知れない。「天災は忘れたころに来る」ということを忘れていない人がいるぐらいの頻度で災害が起こることは、一つのプラス要因なのであろう。

いずれにしても、日本という所は、一国単位で見ると世界でもっとも恵まれた所にあると考えられるのであるが、それにもかかわらず、「災害国日本」のイメージがあるのはどうしてであろうか。

それには、仏教思想の影響があるようである。中国において末法思想が生まれたが、さらに日本へ伝来すると、西方浄土からもっとも遠い所にあると考える辺土思想も形成され、明るかった古代の国土観に代わって、苦の娑婆と我が自然を観ずるようになったためである。災害を一層少なくする努力が必要なことは、いうまでもないが、「災害国日本」という



イメージをあまり強く持ちすぎるのは考えものではないだろうか。

## 世界の雲

根本順吉

気象研究家

たとえばヨーロッパに顕著な気圧の谷が現れると、それは1日、経度10度ぐらいの速度で東進し、10日ないし15日後には日本付近を通り、天気崩れることが多い。だから気圧の谷を追跡することが、週間予報の一つの原理となる。上海付近で降り出した雨は翌日は九州方面にまで広がり、雨域はさらに東進して翌々日は東日本も雨になるといったぐあい

である。

毎日、天気図を見、天気や気圧系の移動を見ていると、大気現象には国境のないことを実感するが、そのような大気現象を観測したり表現したりするためには、各国共通の尺度と規格が必要である。それぞれの国が勝手な方法で観測し、観測した値を勝手な単位で表現していたのでは、お互いの比較が大変面倒になってしまうからである。

ところで、規格の統一ということは、現象の普遍性を前提とすることはいうまでもないであろう。たとえば雲の形だが、空に現れる雲が世界の国々で全く違うものなら、国際的な雲形分類をしても、あまり意味がないであろう。雲の形は世界のどこでも同じであるという——これが現象の普遍性である——前提があってはじめて国際的な意味をもつことになるのである。

これは当然すぎるような話だが、やはり調べておかねばならぬことである。この仕事が行われたのは、今から90年前の1887年のことである。最初にイギリスのアーバーク

## ずいひつ

ロンビーが「世界中の雲形の同一なること」という論文を書いたが、その後、この問題は国際的な気象機関でも取り上げられることになり、その結果、現在広く使われている国際的な十種雲級に定着していくのである。

ところで、ここで間違えてならぬことは、雲形が世界的に普遍性をもつことは、かならずしも世界各地で雲の現れ方が同じということではない。雲形には共通性があっても、緯度によってその出現する高度は違うし、また気流と地形の干渉によって、ある地域にはとくに現れやすい雲形とか、雲系(cloud system)の構造があるのである。つまり雲の現れるたずまいに地域的な個性がある。飛行機による私の海外体験から、そのような幾つかの例を挙げてみよう。

第一に私が注目したいのは、雲として形をとらぬが、何か、うすぼんやりした雲気というような現象が確かにあることで、これが比較的low latitude地方で顕著に見られるということである。飛行機で上方を見ると紺碧に澄んでいても、地平の方向に目を移すと、層状に広

がっているのが見えるので、これが日の出や日没の時はとくにはっきり観察されることが多い。作家の富士正晴氏のいう“白晴”というのは、やはりこのよううすぼんやりした雲気に包まれた時のことをいうのであろう。それはまた天然の煙霧(natural haze)といってもよいかもしれない。

1964年の私の初めての海外体験は北極地方であったが、この時、私は何重にも重なった地平線を見、どれが本当の地平線かわからぬという経験をしたが、同じようなことは先年、来日した西ドイツのフロン教授も北極飛行の体験から注目しているのである。

低緯度地方の大気に何かうすぼんやりしたものがかかっていることは、たとえば夜間の星を見ればわかることである。昭和17年(1942年)ごろ、私はマーシャル群島中の孤島で気象観測をしていたが、その時見た南の空の星の美しさはいまだに忘れることができない。同じ期待をもって、1974年にアフリカに行ったが、ケニアやエチオピアのようなハイランドでも、見られる星の数は少ないのである。



ケニア大使の公邸で開かれたパーティーで夜見た南天の空は、東京で見る星空とあまりかわらなかった。これはおそらく季節的な風じんのほかに、焼畑農耕、山火事などの影響がかなり持続的に現れていることの証拠と見られよう。

ベンガル湾に朝方、できはじめる積雲系の雲は大変面白い。小さな積雲の並び方が実にさまざまで、積雲系の展覧会といってもよいくらいである。不規則散乱型、十字型、渦型、割目型、シワ型、前線型、S字型、矢型などなどさまざまな分布を示す。私は同様な雲の分布を南半球のタスマン海や地中海の東部で観察することができた。

壮大な地形性の雲で忘れられぬのは、昨年(1976年)の10月ニュージーランドの南島クィーンズタウンで見たものだ。何よりも驚いたのは、巨大なクラゲのような雲が、ほとんど動かず、形を変えずに山岳地帯の上に停滞していたことで、私は早朝から正午近く、予定の飛行機でクィーンズタウンをたつまで観測を続けた。

地形による笠雲や吊し雲は、日本の山岳地帯にも現れることが多いが、ニュージーランドで見たものほど巨大で安定した地形性の雲はない。これはおそらく南半球の偏西風が、北半球のそれに比べて安定していること、偏西風に相対的な地形が、地球の自転の影響を考慮した場合に、日本列島の走行と比べ直角だけその向きが違っていることなどによるのであろう。

アイスランドでは、北西部のフィヨルド地方を飛行した時の厚い層雲が印象深かったが、レイキャビックのホテルの裏側の山にかかる雲の滝も見事であった。日本では前かけ雲とか枕雲と呼ばれる雲で、“おろし”の吹き出す時、山にかかる雲である。

私は1963年1月の異常気象の時、セスナ機で背稜山脈付近の雲を観察したことがあるが、この時も山脈を流れ越しては消えゆく雲の滝は見事なものであった。世界を旅する人が非常に多くなったが、自然の見所は、空にもあることを、どうか忘れぬようにしてもらいたいと思う。

# 工場のタンク 配管の安全性

井上威恭

## 1 はじめに

昭和48年には石油化学工場において爆発火災事故がひん発して、化学的プロセスの産業は危険であるとの印象が与えられたが、昭和49年12月に発生した水島における大量油流出事故以来、石油タンクにかかわる事故がひん発して、エネルギーの貯蔵もまた危険であるとの印象を国民に与えている。

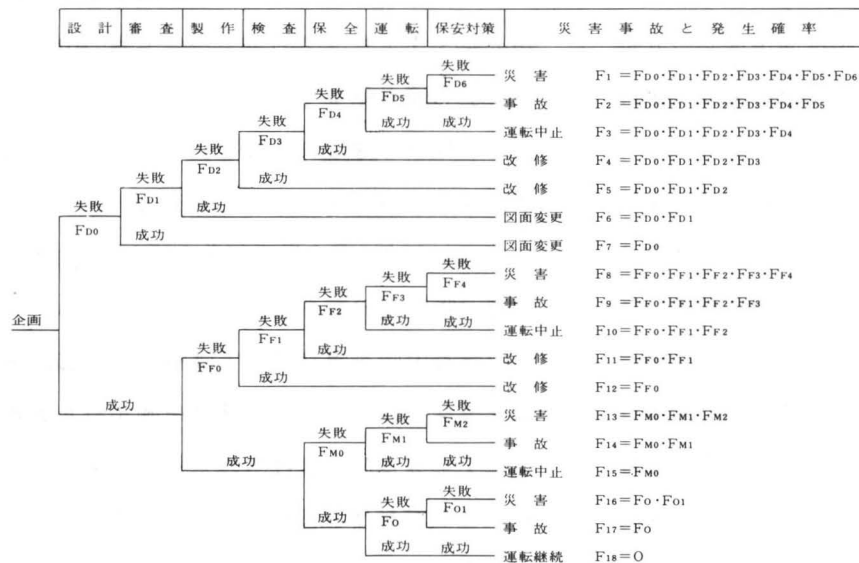
工場内に林立しているタンク、タンクに連結されている配管がはたして安全かどうかという問題は、被害だけは受けるかも知れないが、タンクからの恩恵にはまったくかわりがない一般市民に

とっては重大な関心事である。

1) 1974年のアメリカ原子力委員会の報告によると、年間死亡確率 $10^{-6}$ のような職場は天災による死亡確率と同等であって、その中に生活する者にとっては、災害を受けるのは他人であって自分には災害は起こるまいと思っておるし、たとえ自分が災害に遭ったとしても、不運としてあきらめるであろうと述べている。しかしながら、利益の恩恵にまったくあずからない一般市民にとっては、 $10^{-7}$ や $10^{-8}$ でも満足してくれないかも知れない。

このような観点から、現在のタンク・配管の安全性を検討してみると、一般市民の期待している安全性からは程遠いものが感じられる。

図1 災害・事故発生経過とその要因



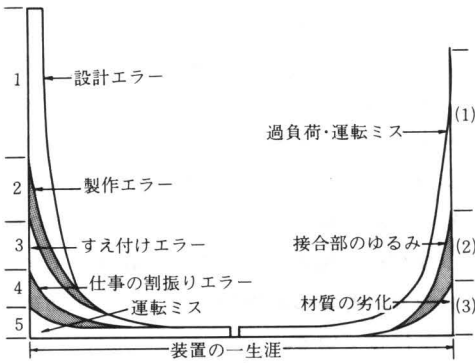
## 2 災害事故の原因とその問題点

タンクならびにその配管にかかわる災害事故は一般の産業施設と同様、設計・製作・運転に人間エラーがまったくなく、設備の経年劣化に対する予知技術が発達して、保全が十分に行われているならば、災害事故は起きないはずである。

ところが残念なことに、人間は過失を犯す動物で



図2 Bath Tub 曲線の分析<sup>2)</sup>



あって、設計・製作・保全・運転の各段階において、大小さまざまなエラーをして災害事故を起こしている。

人間エラーの入ってくる過程をイベント・トリー (Event Tree) の形式で図解してみると図1となる。R.A.Collacott は、信頼性工学でいう Bath Tub 曲線を図2のように分析しているが、図1とまったく同じ見解である。

図3 压力容器設計製作のフローチャート

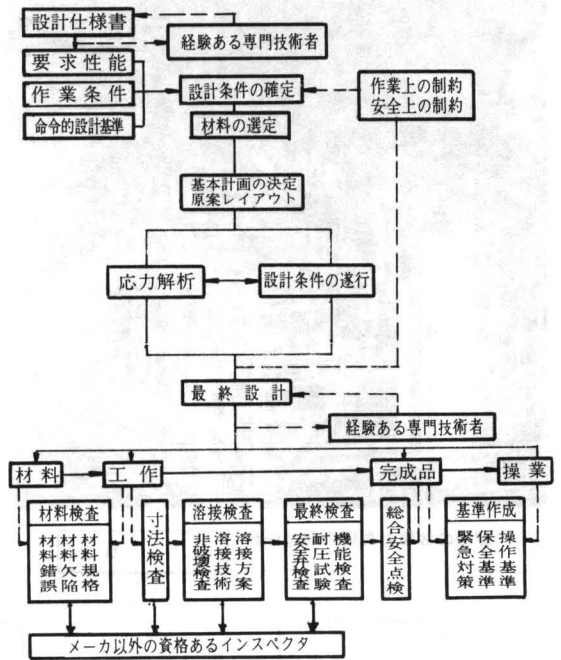
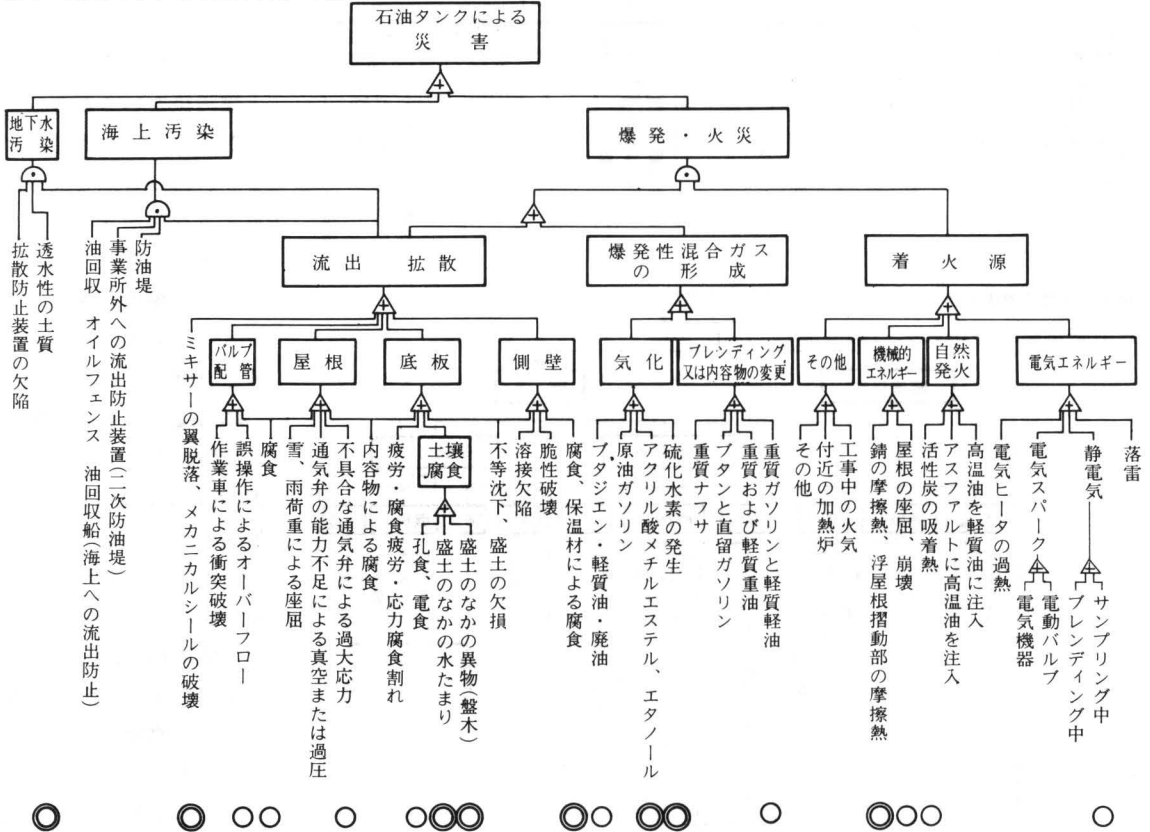


図4 石油タンクによる災害事例の分析



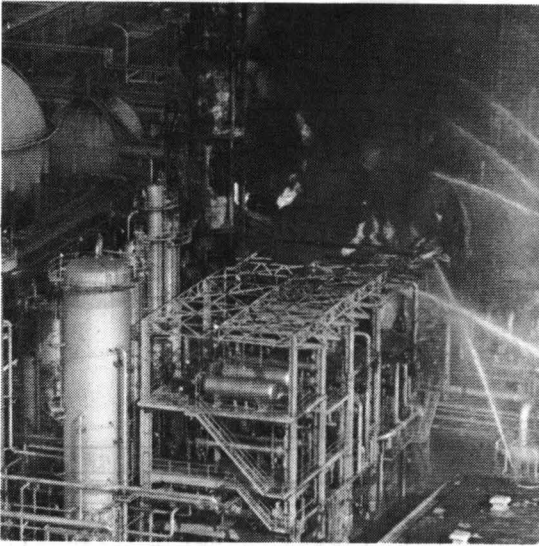


図5 配管の故障と欠陥の類型分類

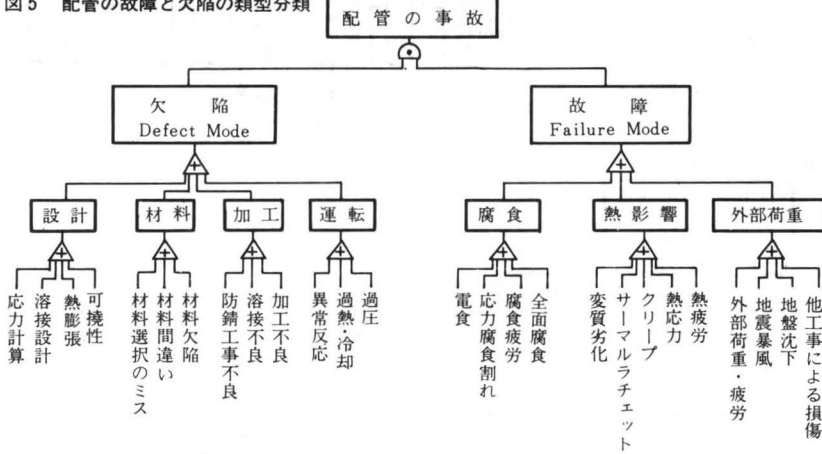


図6 故障の原因分析<sup>2)</sup>

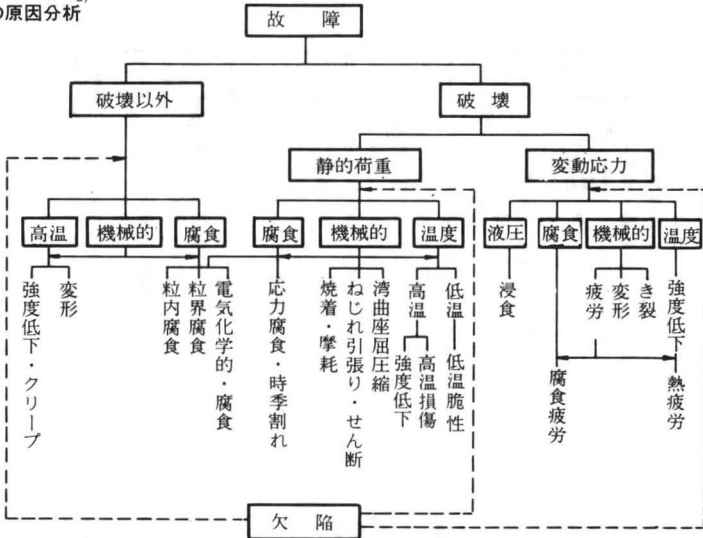


図1、図2から明らかなように、設計エラーや製作エラーはその装置の安全性を左右するものであるから、筆者らは設計審査も製作検査も図3のごとく压力容器なみのダブルチェックをすべきであると主張していたが、今年2月から危険物保安技術協会が営業開始して、石油タンクについては、ようやくその方向へと進んできているようである。しかしながら、現在のタンク・配管は古くからあったものでいろいろの事故を起こして新聞紙上をにぎやかにしている。

これまでに発生した石油タンクの事故例をフォルト・トリー(Fault Tree)の形式でまとめてみると図4となる。図4において○印は水島事故以後においても発生した事故であり、とくに◎印は

水島以後において初めて発生した新しい型の災害事故である。

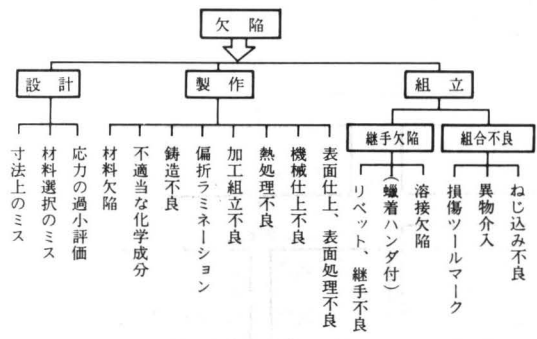
水島事故によって海上汚染という新しい災害が発生して世間を驚かしたが、今年は地下水汚染、土壌汚染という新しい災害が発生して社会問題となり、再び盲点をつかれたような気がする。

同様に配管についての災害事故例をフォルト・トリーの形式でまとめてみると図5となる。

George C.W.<sup>2)</sup>は機械の故障のモードを図6で表し、French C.C.J.<sup>2)</sup>は欠陥のモードを図7のように表しているが、図4、5と図6、7とは非常によく似ている。

図4の流出拡散の主要な原因は腐食であるが、図6においても、腐食が災害の主要な原因となつ

図7 故障の原因となる設計・製作・組立上の欠陥<sup>2)</sup>



ている。

今年4月、東京で開催された第3回圧力容器国際会議（ICPVT）に招待されたBASF社のHeinz Spaehnは講演会において、故障を起こした工場の機器について、進歩した故障分析法に基づいて長年調査を継続してきた結果、おおざっぱにいて全故障の半数は腐食に起因しており、そのうちの3/4が均一腐食であり、19%が応力腐食割れであって、11%が腐食疲労であるという注目すべき発表を行ったが、Wilson R.W.も表1のように発表しており、H.Spaehnの発表の正しいことを裏書している。

表1 故障モード<sup>2)</sup>

モード	計数	%
常温腐食 (331)	622	45.1
高温腐食 (120)		
孔食・割れ(106)		
浸食 (50)		
摩擦腐食 (15)		
沈澱物	222	16.1
摩耗、衰損	187	13.5
疲労	107	7.7
焼着	71	5.1
破壊	66	4.8
キャビテーション	33	2.4
溶損	21	1.5
その他	49	3.6
計	1,378	100

ところで、最近石油精製工場で発生した、配管にかかわる災害事故のほとんどすべては、腐食の影響を受けている。

筆者も工場タンク・配管の安全性は、腐食に影響されるところが多いので、タンク・配管の腐食対策は今後の問題点であると思っている。

### 3 災害事故例の分析

図8は昭和49年12月水島において発生した瀬戸内海の広域汚染事故を、政府事故原因調査報告書、岡山県ならびに倉敷市消防本部の事故報告書を基にして、災害分析した結果をフォルト・トリーにまとめてみたものである。

図8から次に述べるように非常に多くの教訓が得られたが、そのうちの大部分は改善対策が立案され実施の段階に入っている。

- (1) アニユラープレートは厚くなり、側板との溶接方法は改善された。
- (2) 完成検査は中立的機関である危険物保安技術協会において行われるようになった。
- (3) 盛土の重要性が初めて認識された。水島事件以前の施工であって、盛土の中に不等沈下修正の際、使用した栗の盤木を埋め込んだため底板が異常腐食されて、防油堤内に油が漏洩流出した事件、底板の裏面を検査するため反射鏡をいれる孔を盛土の中に掘り、その埋め戻しを不完全にしておいたため、水たまりができて腐食孔が貫通した事件などが水島事件以後になって発生している。
- (4) タンクの元弁ならびに電動バルブは、緊急時を考え堤外から操作できるように自主的な改造が行われている。
- (5) 盛土付近には独立はしごのような構築物は作らないようになった。
- (6) 防油堤の構造について、土手式あるいは地下タンク式のもの研究されるようになった。
- (7) 事業所外への流出防止装置（第2防油堤）が設けられるようになった。
- (8) 火災の場合をも含め、大量に油流出があった場合の放水に対し、慎重さが要求されるようになった。
- (9) 海上流出時の緊急防御体制が、全国的に整備された。
- (10) オイルフェンス、油回収装置が全国的に整備されるようになった。

図8 水島事故における瀬戸内海汚染のFTA

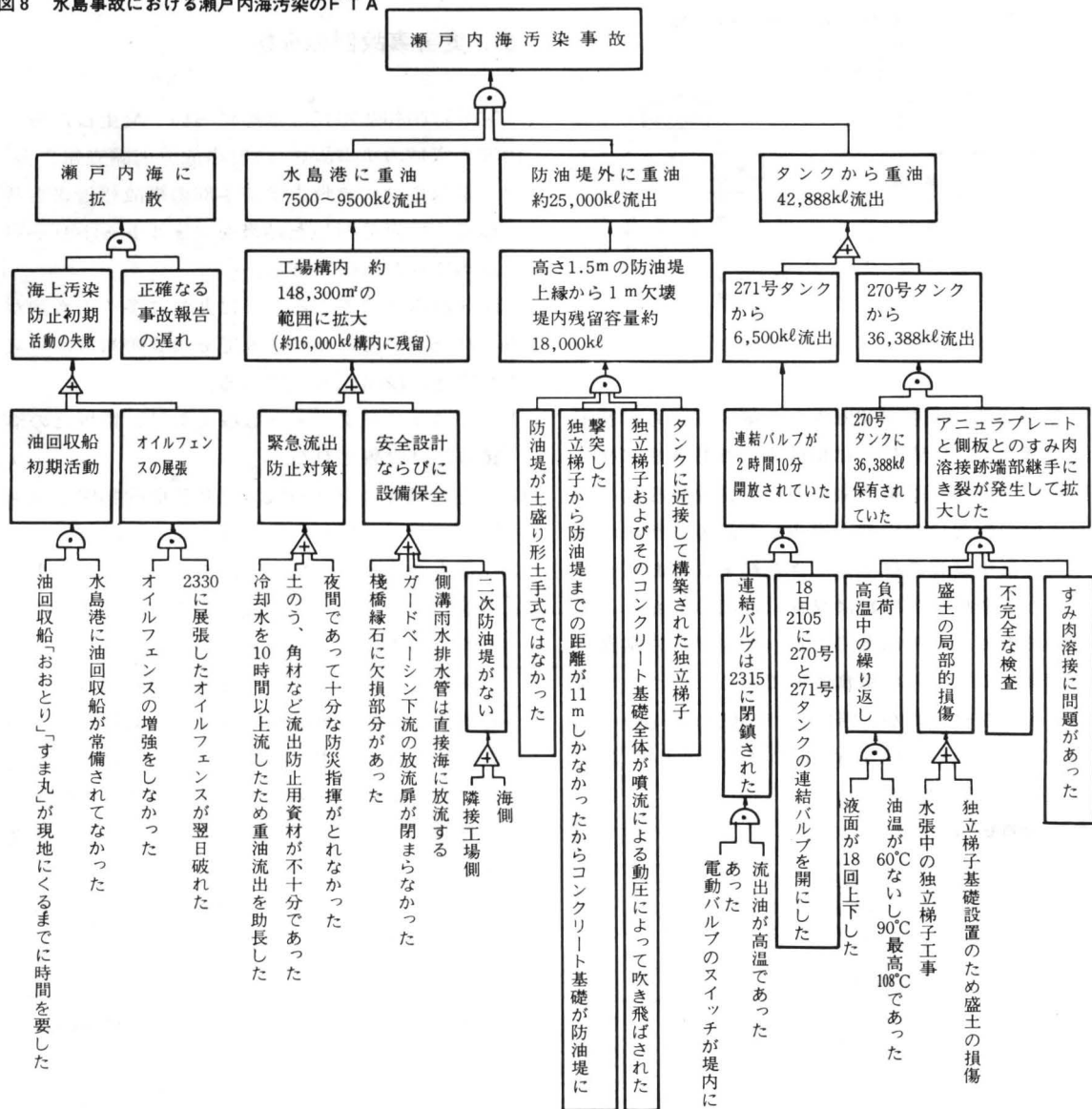


図9は公害対策として工場排水から硫化水素を取り除くため、製品の原料となるべき半灯油に硫化水素を吸収させ、最終工程で脱硫するという臭水装置を開発し、その中間の半灯油を一時保管中に爆発火災を起こした事件をフォルト・トリー分析したものである。この事故の原因調査に当たった二つの調査団の意見が一致していなかったようなので、図9では両者の意見を論理和 (or Gateともいう) で結び参考にした。

図10も公害対策としてアクリル酸メチルエステ

ルのタンクの出口側に脱臭塔を取り付けたところ、運転開始後、間もなく爆発火災を起こした事件をフォルト・トリー分析したものである。

図9、10から新装置を開発する場合には、セーフティ・アセスメントがきわめて重要であることを教えている。

図11は廃油処理工場において爆発火災事故が発生し、付近の住民を含めて死亡7名、重傷1名を出した事件をフォルト・トリー分析したものであるが、この図から次のように多くの教訓が得られる。

図9 半灯油タンクの火災事故発生の経緯

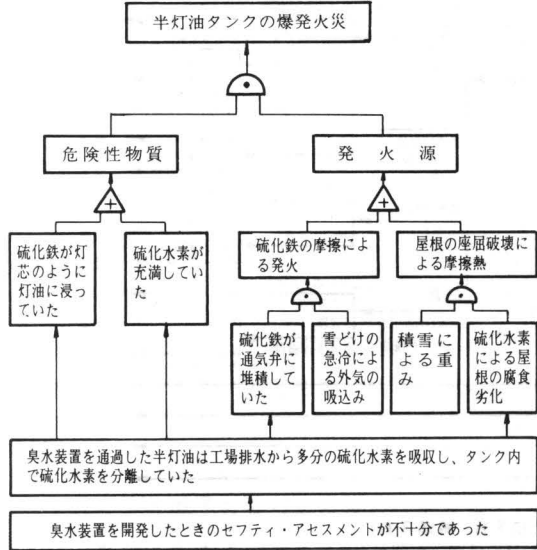
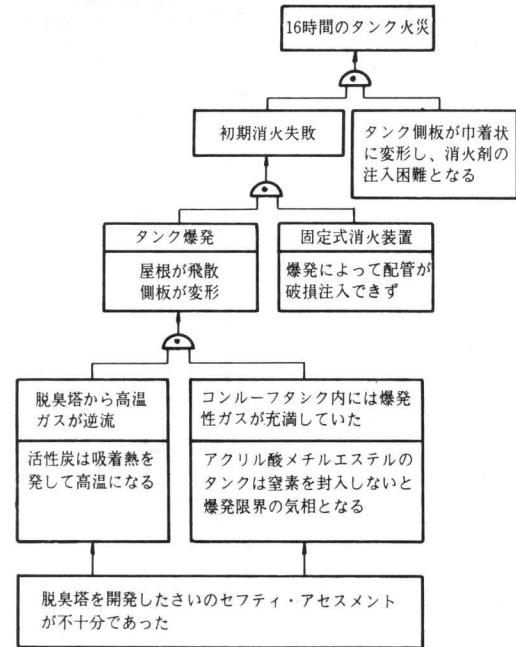


図10 アクリル酸メチルエステルタンクの爆発火災事故発生の経緯



- (1) 廃油を蒸留する場合、タンクは気密にして、蒸発ガスの回収装置を設けねばならない。
- (2) 蒸留タンクからの漏洩を予知できるような検知器を設備しなければならない。
- (3) 蒸留タンクから万一漏洩した場合を予想して、室内の電気機器は防爆構造にしておかねばならない。

(4) 蒸留タンク、回収タンク、受入タンクは、たとえタンク火災になったとしても初期消火のできるような防消火設備を備えていなければならない。

(5) 蒸留タンク、回収タンク、受入タンクのいずれかタンク火災になっても、隣接タンクに延焼しないようにタンク間距離を保有しておかねばならない。

図12はクロルスルホン酸タンクの緊急しゃ断弁の作動が不良になったことが引き金となって、爆発火災となった事故をイベント・トリーで分析したものである。イベント・トリーはある引き金の事象から、事後措置を失敗か成功かに分けて分析していく手法である。

図11 廃油処理工場(400t/月)の爆発事故

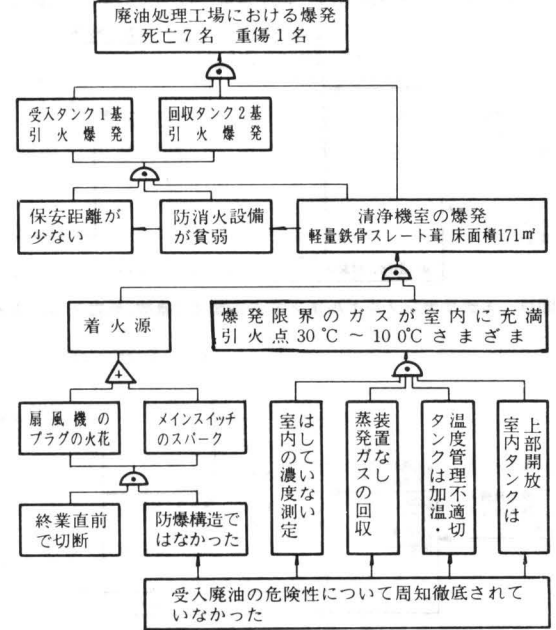


図12において、A B C Dまでの段階は成功であったが、E F Gの段階で失敗して死亡事故となっている。しかしながら、途中の操作の在り方によっては16種類の結果が予測され、この事件はそのうちの12番目の種類に相当する。

図12によれば、重大事故になるような機会が7回あって、中毒のようなひやり事故で終わる機会が7回もあることが分かる。ひやり事故と重大事故とは紙一重であり、工場内のひやり事故に注目

図12 クロルスルホン酸タンク(容量110t)の爆発による3名死亡事故

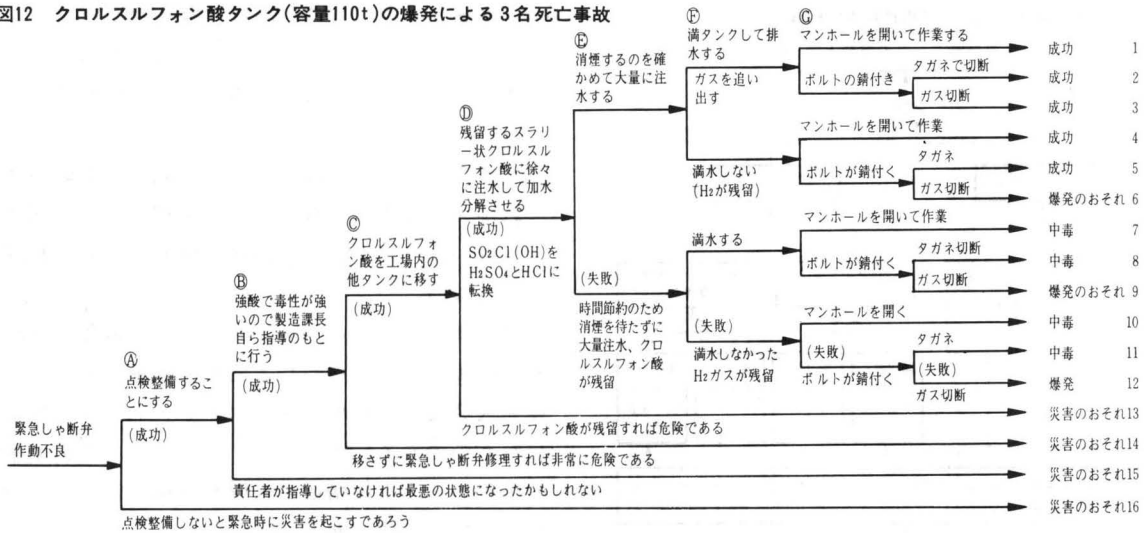


図13 CMA (4-クロル-2-メチルアニリン)製造装置の爆発事故(死亡3名、負傷3名)

注：矢印は実際の経過を示す。減圧蒸留を行っているが、留出液が黒ずんだのは空気が漏れたからである。

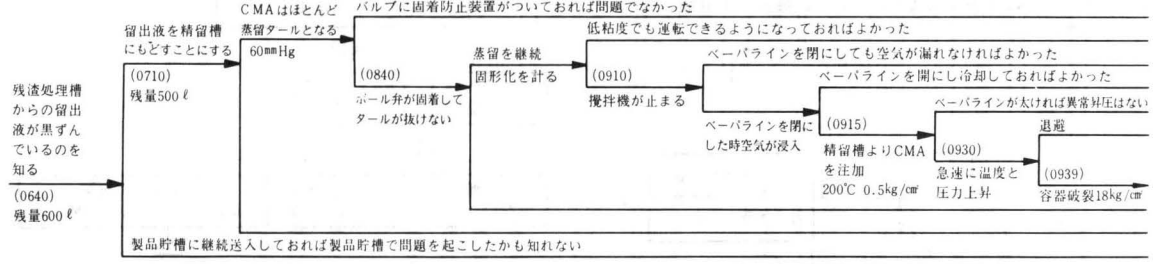
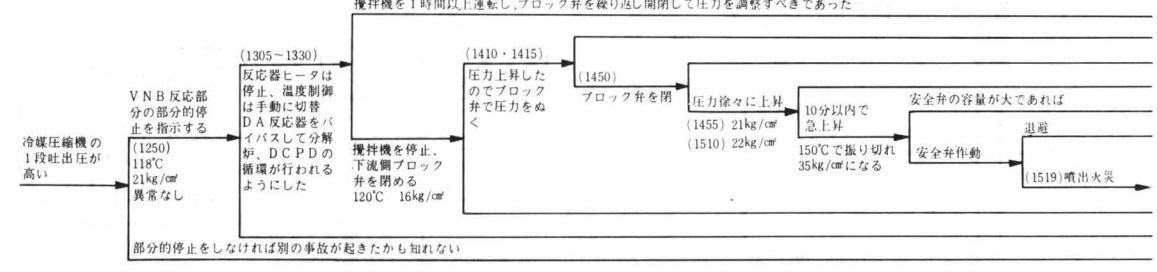


図14 エチリデンノルボルネン製造装置火災事故(死亡2名、負傷2名)

注：矢印は実際の経過を示す。VNBはビニルノルボルネン、DAはディールスアルダー、DCPDはジシクロペンタジエン。



しなければならないことがわかる。 ならなくてもひやり事故があれば、災害発生の前兆と見なさなければならぬことが示されている。

図13は4-クロル、2-メチルアニリン製造装置の爆発事故発生の経過をイベント・トリーで表したものであるが、災害事故は数回の失敗の操作が積み重ねられた結果であることが示されている。

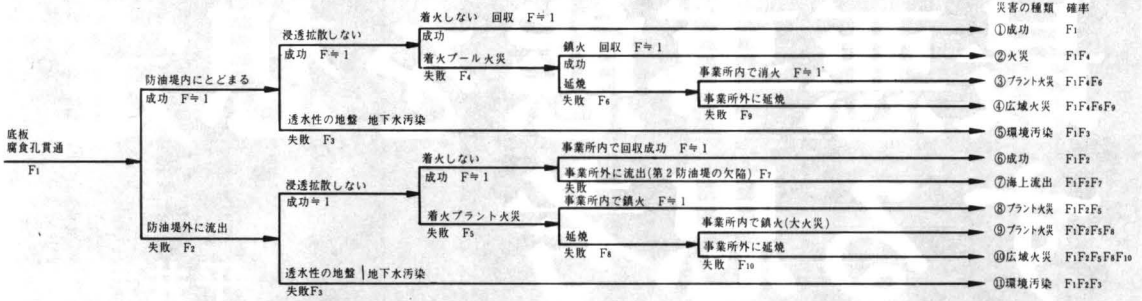
図14はエチリデンノルボルネン製造装置の火災事故発生の経過をイベント・トリーで表したものであるが、図13と同様死亡災害は数回の失敗の連続があって発生していること、たとえ災害事故に

### 4 安全性の評価

災害事故が発生して初めて気がつくことが多く、いつも災害事故に教えられ、新しい災害が発生するたびに賢くなって、安全性は向上する。

しかし、過去の災害事故の後追いばかりしてい

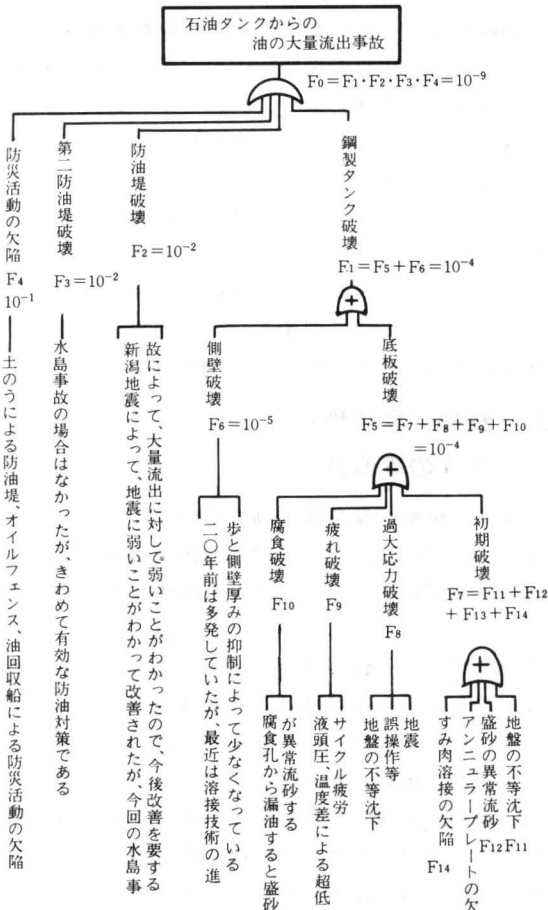
図15 腐食孔からの油漏洩事故に対するE T A



では、いつまでたっても災害を絶無にすることはできない。そこで、災害を先取りするためにフォルト・ツリーとイベント・ツリーの手法が用いられるようになった。

アメリカの原子力委員会の報告によると、次の手順でセーフティ・アセスメントをすることが提

図16 石油タンクからの油の大量海上流出事故のFTA



案されている。

- (1) イベント・ツリーを構成する
- (2) フォルト・ツリーを構成する
- (3) フォルト・ツリーを定量化する
- (4) イベント・ツリーを定量化する
- (5) これらの結果を総合して技術判断をする

たとえば、石油タンクとは腐食との戦いである、いつかは腐食によって耐久寿命が尽きるものといわれている。したがって腐食による油漏洩の確率は非常に高い。そこで油漏洩を引き金とする災害をイベント・ツリー分析すると図15となる。図15において、④⑤⑦⑩⑪の場合は地域住民に被害を与えることになるので、発生確率は $10^{-7}$ 以下に抑えねばならない。しかるに⑤の確率は地盤によっては樂觀できない数値である。地域によっては浸透拡散防止の措置を至急とる必要があるように思われる。

図16は石油タンクからの油の大量海上流出事故を頂上災害としたフォルト・ツリー分析であるが、このような災害の発生確率を $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 以下にするためには、タンクの信頼性を高めることも必要であるが、防油堤、第二防油堤、防災体制のような冗長方式に依存しなければならないことがわかる。

(いのうえ たけやす/横浜国立大学工学部)

引用文献

- 1) Atomic Energy Commission: Reactor Safety Study, WASH-1400-D National Technical Information Service, U. S. Dept. of Commerce (1974-8)
- 2) R. A. Collacott: Mechanical Fault Diagnosis and Condition Monitoring, Chapman and Hall, London (1977)

# 最悪事態を想定 する思考

平井邦彦

## 1 スイスの民間防衛を見学して

一昨年夏、スイスのジュネーブに国際民間自衛機構 (International Civil Defence Organization) を訪れ、郊外にあるスイスの民間防衛組織の研修所に案内されたことがある。ちょうど夏休みに当たっていたために実際の研修状況は見学できなかったが、私たちが驚かされたのは、戦争、とくに核戦争を想定した地下室を主体とする守りの体制であった。研修所の地下室は、細菌化学兵器、放射能や熱にも耐えられるように完全しゃへいし、爆風圧や震動にも耐えられるよう強固なものとし、いざという時のために脱出口を用意し、避難所内で2週間程度は生活できるように換気装置、十分な食糧と水を備蓄し、というように、核戦争を主体とする全面戦争に巻き込まれるという最悪事態に対して用意されたものである。この地下室には、食料、医薬品、衣料、寝具、食器等、およそ生活に必要なものはすべて整えられており、便器なども持ち歩き可能な簡易便器が用意されていた。

スイスでは、人口、1,000名以上の自治体については、国の法律により避難所を建設する義務が課せられており、公共・個人を問わず地下室建設には大きな力を入れている。避難所の建設費用については、連邦、州、市町村がその75%を負担し、一般家屋の地下室も年々増加しているという説明を受けた。

スイスには民間防衛組織法が制定されており、国防軍に召集されない20才から60才までの男子は民間防衛組織に参加する義務があり、これは強制的に行われる。60才以上の男子、16才から60才ま

での女子、16才から19才までの青少年については民間防衛組織に志願することができ、任意的なものとなっている。民間防衛組織に編入された者は一般の人は3日間、幹部は12日間、研修所において、非常時の情報伝達、消防、衛生、被災者救助、核・化学兵器対策、補給というような点にわたって訓練を受ける。これらからもうかがえるように、スイスがこのような民間防衛を組織している最大の主眼は国土防衛であり、一方では、武装し訓練された正規軍としての国防軍が外敵に当たり、他方では、徴兵義務のない男子と女性が自己防衛に当たるといふ、2本立ての挙国一致体制を生み出している。

スイスのこうした民間防衛組織を見学し、いろいろな説明を受けての驚きは、精神の緊張性の高さと思の率直性ということであった。

## 2 精神の緊張性と 思考の率直性

まず、精神の緊張性の高さということからいえば、スイス国民にとっては、祖国・自由・民主主義は、全国民のすべてが各自の肉体と知恵を注ぎ込んで守るべきものであるという点についてのコンセンサスの一致がある。祖国・自由・民主主義は、何としても守り続けなければならないものである。しかしながら、それを守り続けることは、またいかに困難であるかということの認識の強さは、私には想像のつかぬ強さであった。私は昭和19年の生まれであるが、正直に告白すれば、私自身にとっては、祖国・自由・民主主義という言葉は、別に引き締まるような精神の緊張を覚えさせ



のような言葉ではない。私など「祖国」という言葉を使うには一種の気恥ずかしさを感じ、人の目を見つめ胸をはっていえる言葉としては持っていないし、自由にせよ、民主主義にせよ、私自身の日常生活にまでかかわり合ってくるほどの内実を持った言葉として受け止めているわけではない。

だが、スイスには、祖国・自由・民主主義が個人の人間の日常生活にまで及び、確かな基盤がある。それが、しかし、なぜなのかということは、私にはどうもわからないことであり、ただただ驚嘆するばかりであった。

次に、思考の率直性ということからいえば、政府が、祖国と自由と民主主義を脅かすものには、こういうものがある、それに対してはこういうことをしなければならぬ、そのためには政府にはいろいろ用意があるということの表明の率直さは、日本では考えられないことであった。祖国と自由と民主主義を脅かすものにはどのようなことが考えられるのか、この問題は考え出せばきりがないことであり、突き詰めていけば、最悪事態を想定するということは論理的必然となる。そしてまた、スイスの民間防衛の基本は、この最悪事態の想定の上に成り立っている。

祖国と自由と民主主義を脅かす最悪事態とは何か。それは全面核戦争であり、細菌戦争であり、雨あられと降ってくる爆弾の雨であり、ダム破壊であり、装甲車の蹂躪であり、軍靴による占領であり、洗脳工作であり、みせしめのための無差別大量虐殺である。スイス政府は、こうした起こり得る事態に対して、なに一つ包み隠しはしていない。それは 最悪事態としては当然起こり得る事態なのであり、起こらないとか、起こらないように努力するといってもなんの意味もないことである。まさか起こらないだろうとか、そこまで考えたら対策のうちようがないから考えるのをよそうというような思考はそこにはない。

最悪の事態まで考えてみる。次に、ではその時にすべきかを考えてみる。そして、では、その時にすべきことができるためには、今なにを用意すべきかを考えてみる。というように、非常に率直な思考の基に、スイスの民間防衛は成り立っていると感じられた。

### 3 日本の問題として

祖国・自由・民主主義をいかに守るかという国土防衛をめぐる論議はさておき、ここでは日本の問題として、防災問題について考えてみたい。

現在の日本で、防災問題ははたして人々の間に精神の緊張をもたらし、率直な思考が社会化していくような基盤をもっているだろうか。

まず指摘されなければならないことは、現在の日本では、防災はあまりにも目的化されすぎてはいないかということである。防災はあくまで手段であり、それによって何をを目指しているのかということが実は最も大きな問題であるはずである。地震問題を始めとして、防災問題は大きく取り上げられてはいるが、しかし常に明らかにならないのは、それによってなにを目指そうとしているかということである。

現在の日本では、防災＝人命の確保であり、それは一点の疑問もさしはさむ余地はないように見える。だが、なぜ人命の確保が重要なのかということの問い詰めはない。

私自身、生命の尊さということを知ってはいる。しかし、それはただ知っているだけのことである。

生命の確保の問題は、ただ単に物理的な意味での生死の問題だけではない。ある場所に生活する場合、私たちは見知らぬ人々も含めて、他人とある関係を築きたいと願っている。事故災害を憎むべきなのは、物理的な意味での生命が奪われるということと同時に、それによって私たちが築き上げたいと願っている他人との関係がぶち壊されるからなのではないだろうか。

このように考えると、スイスの人々が大切にしているのは、実は、そこにおける人間同士の関係に対してであろう。自由、民主主義という人間同士の関係を守るために民間防衛も組織されているのであって、決して一人一人の人間の物理的な意味での生命を守るためのものではない。物理的な意味での生死についていえば、祖国・自由・民主主義を守るためには、犠牲もやむなしということとは、はっきり表明されているのである。

日本で防災が真に社会的に実体化していくためには、現在の生命の尊さ一本やりの問題提起から

さらに一步進んで、人間同士の関係のあり方を問うものにならなくてはならないだろう。その時初めて、防災は人々の間に精神の緊張感を与えることができるものとなろう。

次に、思考の率直性ということについていえば、最悪事態を想定するというスイスのやり方は見習うべき点が多いと思われる。

日本の場合、対策との関係でいえば、最悪事態を想定すればすべての対策がむなしく見えるというような構造となっている。したがって、手持ちの対策でできる程度の被害想定、状況想定程度でやめておこうとする傾向がないとはいえない。しかしながらスイスの場合、全面核戦争に巻き込まれるという最悪事態を想定しつつ、なおかつ日常的な訓練、地下室づくり、備蓄というような行為がむなしくないという形になっている。これは非常に大きな驚きであった。たとえば、東京での大地震問題はすでに十数年も前から指摘され、大地震が発生すれば東京全面が火の海となるような最悪事態の可能性は、スイスが全面核戦争に巻き込まれることよりは、はるかに高い確度でいえることであると思われるが、こうした最悪事態を考えた時、消火訓練、食料・水等の備蓄、家具の点検というような行為をなんとなくむなしく感じるのは私だけではあるまい。

一方では最悪事態を想定しつつ、他方ではそれに備えての日常の活動がむなしいものであるどころか生き生きとして楽しいというような状況を生み出すためには、どうすればいいのかということは、私自身はまだわからないことである。しかしながら、これは防災問題にとっては最も根本的な問題であり、こうした状況が生み出されない限り、安全な町はつくり出せないだろう。

日本の場合、公的機関が最悪事態を想定して公表したとすると、最悪事態になること自体がけしからん事だという議論に偏り勝ちであり、なるほど、もっともだと冷静に受け止める土壌はない。スイスの場合、全面核戦争という最悪事態は可能性として冷静に受け止めているわけであり、核戦争はけしからんとわめくことは何の役にも立たないことを、人々はよく理解しているのであろう。戦争の例で考えれば最もよく説明できようが、日

本の場合、戦争はけしからんという声は国々に満ちているが、では、実際に戦争が起こって日本が巻き込まれた場合はどうするのかということは、実はだれもあまり真剣には考えてはいない。

最悪事態にさせないために最大限の努力を行うことと、最悪事態に備えて最大限の努力を行うということは、別のものとして考えられなければならないと思われる。スイスは永世中立国として積極的な国際友好外交を展開して、自国が戦争に巻き込まれないための努力を最大限行う一方、国内では国防軍を整備し、民間防衛を組織し、戦争に巻き込まれた時のための努力も最大限に行っている。しかしながら、日本の場合、起こさないための努力を行うことと、起こった時のために努力を行うことを分けて考える2本立ての思考形態は社会的になじんでいないように思われる。というよりも、現実には、起こさないためにこういう対策がうってあります、だから起こった時のことは考えなくてもよいですという形で、防災対策が進められているように見える。しかしながら、こうした理屈の展開は、思考停止をもたらすという意味で非常に危険なことであると思われる。

たしかに、一方では災害を起こさないための対策を行い、他方で災害が起こった場合の対策を行うということは、費用効果を考えれば非常に非効率なことのように見える。そして、経済効率を考えれば、起こさないように起こさないようにという論理展開が主流となるのは当然であるし、その流れでつくられてきたのが日本の都市である。しかしながら、大地震というような超異常事態を考えると、これまでの都市づくりが破たんをきたしていることは明らかであるし、経済的にいっても、本当に効率的な都市づくりかということは疑問のあるところであろう。

経済効率を問い直し、安全な町づくりを進めていくためには、災害を起こさないための対策と起こった場合の対策を分けて考える思考形式、とりわけ、最悪事態を想定しながらも、なおかつ、それに備えての日常的な行為がむなしく感じられないような思考形式を身につけていくことが必要であると思われる。

(ひらい くにひこ/防災都市計画研究所)

# ライターの安全基準

黒 岩 有

## はじめに

平賀源内が「刻みたばこ用点火器」を発明したのが、今から200年程前の1772年だという。

ゼンマイ式バネの力で鉄片により火打石に衝撃を与え、その火花でもぐさに着火させる方式のものであり、そのメカニズムも精巧で、外観体裁も大変優美なものである。発火石が火打石から鉄とセリウムの合金になり、もぐさが火縄からアルコール、ベンジンに改良されたオイルライターが欧米で初めて売られたのが1910年ごろで、このオイルライターが産業として、緒についたのが1927年ごろである。

現在、日本の市場ではあまりお目にかかれないが、オイルライターは素材や機構の改良がなされ、世界的にはいまだ根強い需要がある。燃料に液化石油ガス(ブタン)を使用したガスライターが1960年ごろから商品化され、その後は圧電式・バッテリー式・IC式というように、シガレットライターの着火機構は高級化されつつ多様化して現在に至っている。

ライターの機構が複雑になり、高い技術手法による商品開発が進む過程で、1970年ごろから登場した使い捨てライター(Disposable Lighter)はその趣を変えている。

ガスライターとして燃料であるブタンガスが充てんされた燃料タンクとガス放出弁、およびこのガスに点火する発火ヤスリ機構の必要最少限の機能により構成したのが使い捨てライターである。

ライターを機構的に考察したとき、オイルライターと使い捨てライターは、その機構がシンプルであり、かつコストが安いという共通の面がある。

冒頭にライターの発祥から述べたのは、ただその発展の沿革をご紹介するためでなく、ライターの安全性について考える時、これらの過程が非常に重要な意味をもっているからである。

ライターの使用上における事故は、オイルライターと使い捨てライターに主として発生してきた。

表1は、米国消費者製品安全委員会(Consumer Products Safety Commission=CPSC)が発表

表1 NEISS 傷害データ(型別・原因別)

1975年8月から1976年7月

事故の区分 ライターの型	子供の遊び	大人の使用	子供の再充	大人の再充	てん時の再充	高すぎる炎	噴き出す炎	消火不能に	なる	う落に着火 イタリしたへ の時の	炎の接触	不 明	計
オイルライ	2	1	2	8			1			2	1		17
スライ 充てん式ガ				2		1	1						4
イ 捨 ラ	11					5	3	1					20
エ レ ク ト リ							1						1
そ の 他 (Auto)											2		2
不 明	2											1	3
計	15	1	2	10	6	6	6	1	2	3	1		47

したタイプ別の事故統計である。

この表は、1975年8月から1976年7月までにC P S Cに報告された47件のライターに関する事故をライターのタイプ別と原因別に統計されたものである。

ライターのタイプのうち、オイルライターが36%、使い捨てライターが43%、両者合わせて約80%を占めている。

ライターの安全基準は、このように事故の多いオイルライターと使い捨てライターの事故を減少させることを一つのねらいとしているのが現状である。

### ライターの安全基準

シガレットライターの消費者安全基準は、世界の主要国で進められているが、第一に触れておかなければならないことは、ライターが国際流通商品である点である。

日本で製造されたライターは、国内はもちろん世界各国に輸出され、また外国製ライターも世界各国から輸入されているし、世界各国相互間において輸出入が行われている。

当初は、各国それぞれ独自の観点にたつて安全基準の作成作業が開始されたが、その審議の過程で、各国安全基準の内容に大幅な差異が生じたときは、流通上の障害になるのではないかという懸念が生じ、このため安全レベルの調整が必要となったが、実際には米国の安全基準作成会議がこの調整の場として機能してきた。

なぜならば、米国の安全基準は民間の自主的機関である米国材料試験組合 (American Society for Testing & Materials=A S T M)において作成作業が進められており、この会議に世界各国のライター製造会社、販売会社、ライター組合が参画し、1973年から12回にわたって開催され、国際会議の性格をもつに至っているからで、この会議を利用して、各国の代表は、自国の安全基準の進ちょく状況等を各国メンバーに報告し、かつ自国の規制水準を米国基準に盛り込む努力がなされたため、結果的には調整の役割を果たすことになった。

現在ライターの安全基準は、日本・米国・カナ

ダ・E Cにおいて進められているが、上記したような理由により、以下に米国より順次紹介することとする。

### 米国安全基準

C P S Cは、1973年8月安全基準候補品目にライターを取り上げると表明し、さらに同年11月からN E I S Sによる事故調査を開始した。

C P S Cの意向を受けて、米国のライターメーカー、ディストリビューターが一堂に会して、ライターの安全基準を作るべく、フィラデルフィアのA S T Mで第1回会議を同年12月13日に開催した。

この第1回A S T M安全会議において、米国に輸入販売されているライターの外国メーカーも会議に参画すべきである旨の決定により、第2回以降は日本、E Cからも代表団が参加した。

これによって、A S T M会議は全世界のライターメーカーと消費者が参加したライター安全基準作成の国際会議となったわけである。

ライター安全基準作成の発端が、使い捨てライターの事故によるところから、対象範囲を、使い捨てライターに限るべきだとする意見と、全ライターに拡大するのが相当だとする深刻な論争が行われたが、結果的には全ライターに適用する安全基準を作成する方向に決着し、対象ライターの範囲を以下のように定めた。

### ASTMF-400-75

#### 米国ライター消費者安全基準の対象の範囲

本消費者安全規程は、炎を作るすべての消費者製品をカバーするものであり、それらは、一般にはシガレットライター、パイプライター、シガーライター(葉巻ライター)として知られるもの、および2、4において規定されるごとき装置である(2、4:ライターとは、石油化学誘導物を燃料として用い、手によって操作されるところの炎の製造装置であり、通常はシガレット、パイプ、葉巻の意図の点火に用いられるものであり、紙、しん、ろうそく、およびランタンのごときものに点火するため使用することも予測される)。

マッチおよびシガレット、パイプ、葉巻用でなく単に点火器具としてのみの製品は、とくに本安

全規程からは除かれている。

1. 本規程はライターの通常的使用に対して理屈にかなった程度の安全保証するための条件、またこのようなライターについて通常の理屈からみて予見し得るような消費者による誤用を明確にするためのものである。
2. ライターというのは炎を作り出す装置であるから、それはほかのすべての炎源と同じように、消費者にとって潜在的危険をもたらす可能性を有するものである。  
本規程はすべての危険を除去し得るものではなく、むしろ消費者が使用した場合におけるライターの潜在的危険を最小限にするよう意図されたものである。

ライターの消費者安全基準で最大の問題点は、ライター使用者のノーマルユーズ（通常の使用状態）とミスユーズ（誤使用）をどのように区分するかという点であり、このことの背景には、安全上の基準がライターの商品性を損なうという制約をどのように克服するかという問題である。

点火具としてのライターを考えると、使用者は、ライターに点火する時、便利性、使いやすさを要求するが、反面このことは、危険性につながるからである。

ライターは炎を作り出す装置であるから、すべての炎源と同じように消費者にとって潜在的危険をもたらす可能性がある。

便利性、使いやすさの追求は、ライターの潜在的危険性に伴う制約を当然受けなくてはならないという宿命を持っているといえよう。

これらノーマルユーズとミスユーズの区分、潜在的危険の可能性をどのようにして最小限にするかという問題は、ライターの製品責任 (Products Liability) において、安全基準の果たす役割にもつながる基本的な課題である。

これらの点について、米国のライター安全基準では、対象の範囲を可能な限り明確にすべく努力がはらわれた。

このようにして米国安全基準の作成作業は1975年末まで9回におよぶ会議を経て進められ、1975年12月31日に「ASTM規程 F-400-75 Standard Consumer Safety Specification for Lighters

(ライターの消費者安全基準)」が制定されて同時にこれが発効し、現在自主規制として運用されている。

米国においては、すべてのライターがこの基準に合致したものとして販売されており、日本から輸出されるものも、この安全基準に沿ったものであることはいうまでもない。

しかしASTMF-400-75は、CPSCの最終的な同意を得るに至らなかったため、現在、さらに厳しく改正するための作業が続けられており、最終的な基準は、本年12月に開催される第13回ASTM会議において決定される予定である。この安全基準の内容は、一般的必要事項（炎の長さを規制）、構造上の堅ろう性に関する必要条件（耐圧、落下、耐熱性等）、そのほか説明書および注意書等が規定されている。

とくに説明書および注意書では、ライターに表示または添付すべき事項を細かく行き届いた方法で規定し、とくにすべてのライターには「Keep out of reach of children (子供の手の届かない所に置いてください)」という文言を、とくに目立つようにカラー、ゴジック等で表示することが義務づけられたことは、消費者教育上特筆されるものである。

次に、ASTM安全基準とCPSCの関係について説明する。

ASTMのライター安全基準会議には、米国内のメーカーやディストリビューターはもちろん、日本、EC諸国からも進んで参加していることは前述のとおりであるが、どの会議においても、CPSCの担当官が必ずオブザーバーとして出席し必要な助言や注意を与えている。

このことは、ASTM基準は制度上からみれば民間の自主的基準ではあっても、CPSCがこのASTM基準を消費者安全に関する国の施策のガイドラインとして採用するという意思の表れとみてもよい。

さらに、CPSCが行使用することのできる市場からの危険な製品の排除権とASTM基準との関連において、CPSCは審議の過程において、このASTM基準を高く評価するとともに、排除権の行使にあたってはガイドラインとして採用する

ことを明言している。

またC P S Cは、1977 Volumes No.5 のN E I S S Newsで、シガレットライター-消費者安全についてC P S C基本方針を発表しているが、このなかで、A S T M安全基準の果たしている役割について高い評価を与えている。

## カナダの安全基準

カナダ消費者安全委員会(Consumer and Corporate Affairs = C C A)は各国の安全基準の審議の推移を見定めながら長期間にわたる調査検討の結果、1976年5月シガレットライター安全基準案を公示した。

この安全基準案に対して各方向から異議申し立てがなされたため、安全基準会議が本年5月から開催され本年末までには成案を得るべく審議が進んでいる。

カナダのシガレットライター安全基準は、危険製品法(Hazardous Products Act)に基づいて制定されるものである。この基準は、米国のA S T M安全基準とほぼ同等な水準であり、米国、カナダ間の商品流通の障害になることを避けるようC C Aの配慮がうかがえる内容である。

最近に至って公開の審議が開始されたことにより、安全基準の施行方法等が流動的であることがわかったので、現時点においては本年12月のA S T Mのライター安全基準会議の結果を待っている段階である。

## ヨーロッパの安全基準

ヨーロッパにおけるライター安全基準の作成作業が開始されたのは、1974年12月西ドイツ工業規格協会(Deutsches Institut Für Normung e.V.=D I N)が、シガレットライター安全基準第1次案を発表したことに始まる。

このD I N基準の発表を受けたヨーロッパ各国は、各自、独自のライター安全基準作成の作業を開始する動きをみせたため、ヨーロッパ各国のライター製造会社で構成する西欧ライターメーカー協会が、1975年12月ヨーロッパ統一の安全基準が設定されるべきであるとする決議を行うとともに1976年4月、ヨーロッパ規格委員会(Centre Euro-

peen de Normalisation=C E N)に対し、ヨーロッパ基準(C E N基準)作成の申し入れを行った。

C E N当局は、C E N安全基準作成の可否について加盟国にはかったところ、1976年9月に加盟15か国一致の賛成を得て、統一基準の作成を決定した。この決定によって、西独D I Nの基準作成作業は中断された。

本年4月に第1回C E N安全基準会議が開催され、その後数次にわたる会議を経て、現在最終案の策定を行っている段階にある。

C E N安全基準の、現在までに発表されている内容は、米国のA S T M基準とほぼ同等であり、運用方法として、当初のうちは自主規制を目標としている。

## 日本の安全基準

最後に、日本におけるシガレットライター-安全基準について、触れることとする。

日本における安全基準作成の作業は、昭和48年(1973年)6月6日施行された「消費生活用製品安全法」に基づき、同年10月使い捨てライター(携帯用簡易ガスライター)が対象品目として指定され、製品安全協会に安全基準調査研究委員会が設置されたことに始まる。

使い捨てライターは昭和45年(1970年)ごろより製造販売が開始されたことは冒頭で記述したとおりであるが、当初は製造経験も浅く、技術的に未知な点があったため、一時期に事故が発生したことから安全基準の対象品目になったものである。

しかし最近では、製造技術・品質管理も飛躍的に向上し、事故もきわめて少なくなっているが、消費者安全に対し万全を期し安心して使用されるように、S G製品として近く運用が開始される予定である。

日本は外国市場とは異なり、オイルライターはほとんど販売されていないことと併せて、一般の金属製ライターでは事故が皆無に近いことから、消費生活用製品安全法の対象には使い捨てライターのみが指定されたのである。

基準の内容は、米国A S T M安全基準とほぼ同等の水準で決定される予定である。

このことは、ライターが国際流通商品であることの商品性を考慮されたものである。

昭和51年の日本における使い捨てライターの生産は約2億個であり、そのうち50%が国内において販売され、また外国より輸入されたものが約14万個程である。

このような国際流通性を考慮し、米国ASTM安全基準の作成作業が国際的なスケールで進められており、日本からも第2回ASTM会議以降、第12回にわたってこの会議に出席しており、また、EC、米国よりも日本の安全基準に対する規制水準の統一化の要請がなされていることにより、ASTM安全基準とほぼ同等の水準となったものである。もちろん外国の安全基準が変更された時は、当然日本の安全基準もこれに同調して改正されるべきものであることはいままでもない。

なお、米国安全基準ASTMF-400-75が制定された昭和50年より国内において販売されている使い捨てライターは、ライター製造メーカーの申し合わせにより同基準に準拠して製造されている。

## むすび

シガレットライター安全基準に関する世界の動向は以上のとおりである。

総括すると、日本・米国・ヨーロッパにおいて1973年ごろから安全基準作成作業が開始され、約4年余の審議期間を経て、本年末から来年にかけて最終基準を決定する段階にあるが、この間、各ライターメーカーおよび各国のライター協会は、安全基準会議参加のための費用はもちろん、調査・研究・試験のために膨大な費用と時間を費やして、消費者安全に真剣に取り組んでいることもご理解いただけたことと思う。

喫煙者にとって、ライターはポケットの中またはテーブルの上と、常時身近にあり使用される外的条件も広範囲なものである。したがって、潜在的危険をもたらす可能性をいかに最小限度にするかということが、安全基準作成のテーマでもある。この技術的課題を克服すべく、各製造メーカーは膨大な設備・研究投資を行い、安全に対する技術のレベルは飛躍的な向上を遂げた。

しかし、シガレットライターの商品性としての

宿命、いわゆるライターの便利性、使いやすさと安全性との因果関係を、いかに調整し解決を図るかということ、この商品安全工学上の追求はこれからたゆむことなく継続されるべき課題である。

「火」は人類文化に大きな役割を占めてきたが、反面、人間には本能的ない怖感がある。

ライターの事故に対し、とかく新聞・雑誌等の報道機関が興味本位に、それも誇大に取り上げる傾向があり、事故の原因等を専門的立場から調査してみると、間違った報道がなされている場合があることは非常に残念なことである。

消費者に誤った認識を与えることを避けるために、安全基準の審議においては、消費者にライターの安全性をどのような手段で周知させるかということが必ず問題となり、たとえば米国では、Safety Letterが事故原因について、その内容を詳細に取り上げるようになったことは、消費者に対する有効な周知手段の一つといえよう。

最後に、最近米国において、生産物賠償責任保険が重大な局面を迎えているが、この問題はシガレットライターにも波及している。

本年3月に東京で開催された「米国消費者製品安全法国際会議」において、CPSCのJ・バイントン委員長が保険問題に触れて「保険パニックを鎮静化するために、CPSCのNEISS情報は有力な手助けとなるだろう。それは、保険会社が取り扱う商品の安全性についての情報が不足していることにも起因しているからである。不足している情報はNEISS情報で補完することが可能かもしれない。」と発言したことは注目に値することであろう。

シガレットライターの米国安全基準を審議する過程で、NEISSデータを分析する特別の作業班と小委員会をASTMに設置し、事故情報について追跡調査まで行って安全基準に反映させる努力がなされた。

以上のように、シガレットライターの安全性に関して払われた努力は必ずや完結し、ライターに対する保険パニックの波及を回避し、事故が根絶することを確信するものである。

(くろいわ たもつ/日本喫煙具協会)

# 災害における統計利用の問題点

石田正次

## 1 まえがき

災害の問題を統計的手法によって解析するといった事例は、これまでも出火危険度、類焼モデル、交通事故分析など数多くのものがあるが、東海地震をはじめとする大災害の話題がクローズ・アップされるに及んで、災害研究における統計的手法の需要が最近急激に増加してきているように思われる。ここでは災害の研究に統計学を応用するうえでの身近な問題点を幾つか拾い出して、それに関する私見を述べてみることにする。

## 2 比例式

統計学は現象解析のための一つの手段であり、いろいろの分野に応用されているのであるが、これが常に正しく適用されているかという点、残念ながらかならずしもそうではない。数字を使ってものをいうことは一見科学的のように見えるので、これを悪用してとんでもないことを言い触らし、世の人を惑わすなどは、もっての外のことである。それほど悪意はなくても、苦し紛れに怪しげな数字をひねくり回してもっともらしい顔をするのは行政機関の常であり、少ない実験データを無反省に計算機の中に放り込み複雑怪奇な処理を行って無理やりに都合のいいような結論を求めようとするのは、若い研究者の通弊である。災害の分析となるとデータが乏しいだけに、この傾向はいよいよ激しくなる。

「大正12年の関東大震災の時には、東京で131件の出火があった。現在の東京は、当時に比較して人口や建築物の伸びで約3倍から6倍となっている。ゆえに、現在同じような大地震が東京に起きたとすると、出火件数は400件ないし800件程度となるであろう」。こんな意見があると思うと、また一方では次のような意見もある。「十勝沖地震の際には石油ストーブによる出火が7件あった。石油ストーブの使用個数からみると、東京ならば2万件以上の出火があったに違いない」。この二つの推定出火件数の間には30倍ほどの開きがあるが、推論の方法はまったく同一である。つまり、Aという時点または場所で起こったただ1回の事実を基にして、Bという時点または場所で同じような事が起こった場合の結果を比例式を用いて類推している。この方法は計算が簡単なために日常我々がよく用いる手であるので、少々その内容を吟味してみよう。

家屋の戸数、または石油ストーブの数など、ある特性に関するAの値を $N(A)$ 、Bの値を $N(B)$ とし、大地震の際、 $N(A)$ のうち $K(A)$ の火災が発生したとすると、Aでの火災発生率 $P$ は、

$$P = \frac{K(A)}{N(A)}$$

で表される。この値がBでも同じであると仮定して、Bの出火件数 $K(B)$ を

$$K(B) = P \cdot N(B)$$

によって推定するのが上記の方法であった。

この方法によって、正しい推定値が得られるた



めには、次の二つの仮定が満足されなければならない。

1. AとBとの違いは大きさだけであって、家屋構造・生活用式などその他の特性はまったく同一である。
2. 火災発生率は時間が経過してもまた場所が変わっても常に一定である。

この二つのうち第1の条件を満たすと仮定することが非常に無理であることは、だれしも気がつくことであろう。50年以上前の東京と今の東京では、家屋の構造も、火の使い方も、火災危険物の数や処理方法も、また自動車の数も大幅に変わっているであろうし、青森と東京においても、生活様式などの点でかなりの差があることは明らかである。

第2の条件は、第1の条件に比較してもっと始末が悪い。その理由は、災害というものにはかならず偶然的な要素が相当程度含まれているので、ただ1回のデータから求めた事故発生率 $p$ が、どうぶらつくかわからないからである。すなわち、大正13年の東京とまったく同じ都市が無数にあり、そこで同じ地震が同じ日時に発生したと仮定したときの出火件数は、全部が同じ131とはならないというのである。それならば出火件数の変動幅は、いったいどの程度になるであろうか？ 出火というものがまったくの偶然だけに左右される、つまり出火件数が単純な確率変数であると考えられるならば、その変動幅のおおよその値を求めることができる。大正13年当時の東京の家屋数（出火の可能性のある源の数と考えてもよい）は、おそらく131万程度であったろう。そしてそのうちの131から出火したのであるから、火災発生率 $p$ はおおよそ1万分の1ぐらいの値である。そこで1万分の1の当たりのある「くじ」を131万回引いたとき、何本ぐらい当たりがあるかをもって、その時の出火件数

とみなそうというのである。このように、当たりの非常に少ない「くじ」を多数回引いたとき、何本の当たりがあるかという確率は、ポアソン分布から簡単に求めることができる。すなわち、「当たり」の比率が $p$ であるようなくじを $n$ 本引いてそのうちの $k$ 本が当たる確率は

$$\Pr(k) = e^{-np} \cdot (np)^k / k!$$

で与えられる。この式で、 $p=0.0001$ 、 $n=1310000$ つまり、 $np=131$ とにおいて、当たりの本数（我々の場合は出火件数）の変動幅を求めてみると、信頼度99%で $131 \pm 35$ 、96件から166件となる。

これとまったく同じ考え方で、十勝沖地震で起きた石油ストーブによる7件の出火件数の変動幅を求めてみると、 $np=7$ とにおいて、信頼度をやはり99%とすれば、 $7 \pm 7$ 、0件から14件となる。この値を使って東京の場合に引き伸ばせば、0件から4万件と大変な幅になってしまう。つまりは十勝沖のデータから東京の出火件数を類推するのはまったく無理な話ということになる。それならば関東大震災の出火件数の推定値を基にして、

$$\text{最小} \quad 96 \text{件} \times 3 = 288 \text{件}$$

$$\text{最大} \quad 166 \text{件} \times 6 = 996 \text{件}$$

とやってみたととしても、第1の仮定の方がどの程度満足されているかがわからない以上、これらはあまり意味のある数字ではない。

いずれにせよ、ある方法を使って推論をする場合には、その方法が適用できるかどうかを吟味し、さらに推論の精度を合わせて検討しておくことが大切である。

### 3 回帰式

比例式よりやや進んだ方法に回帰式がある。これは震度から倒壊家屋数を求めるとか、また倒壊

家屋数から出火件数を求めるといった具合に、ある二つの変量XとYの間の関数式（これを回帰式という）を実験や過去のデータを基にした最小二乗法によって求めておき、新たなXの値をこの式に代入することによってYの値を推定するものである。この方法で最も簡単な形はYをXの一次式、つまり、

$$Y = aX + b$$

の形で表現するものである。このとき式の当てはまりの良さ、言い換えるとXとYの一次的関係の深さを表わす量として、相関係数  $r$  が用いられる。よく知られているように、 $r$  には  $-1 \leq r \leq 1$  の関係があり、 $r$  が1または-1に近いほど一次の関係が強いということになる。バネ計りの実験でXを重さ、Yをバネの長さとし、Xの値をいろいろと変えてYを測定すれば、相関係数  $r$  はほとんど1に近い値が得られるであろうが、Xを倒壊家屋数、Yを出火件数とすると、点の数(データ数)もたかだか10か20で、そのときの相関係数  $r$  の値はおそらく0.5程度までいけば上々であろう。

さてここで、相関係数がどれぐらいの値になれば、回帰式によるXからYの推定が意味を持つかを心得ておかなければならない。それにはYの標準偏差と回帰式のまわりのYの標準偏差の比を調べてみるのが早道である。この比の値  $k$  は相関係数  $r$  の関数として、簡単に

$$k = \sqrt{1 - r^2}$$

で求めることができ、その値は次のようになる。

r	k
0.5	0.866
0.6	0.800
0.7	0.714
0.8	0.600

0.9      0.436

1.0      0.000

いま、かりに相関係数の値を0.8とすれば、上の表から  $k$  の値は0.6となることがわかる。これは、回帰直線による推定値の変動幅（推定誤差と考えてよい）がYの変動幅の60%であることを示している。こんなに推定誤差があったのでは、この回帰式はとても使いものにはならない。回帰式が使いものになるためには、相関係数は少なくとも0.95（このときの推定誤差はYの変動幅の約30%）以上欲しいところである。相関係数が0.5程度では回帰式を用いても変動幅は約85%になるだけであるから、ほとんどその効果はない。

変量XとYとの間の一次的な関係の深さを知る一つの標識として相関係数は有用ではあるが、この相関係数だけで一次的な関係をすべて表し得るかということ、残念ながらそうはいかない。相関係数が低ければ回帰式を使っても意味がないことは確かであるが、これが高いからといって回帰式で精度のよい推定ができるとは限らないのである。その理由は変量Xに関するデータの特性に関係する。前に述べたバネ計りの実験のように、重りの大きさを1g、2g、3g……と変えていけば、Xの値はある範囲内で満遍なく均等に（等間隔に）ばらまかれることになり、高い精度の回帰式を作ることができる。しかし実際のデータ、とくに災害データでは、Xの値があるところに（通常は小さい方に）かたまってしまう、二、三の点だけがそこから飛び離れた所にチョンチョンと落ちるようなケースが多いので、回帰式のパラメータはこの飛び離れたチョンチョンだけで決まってしまうことになる。つまりは、一見多数のデータを用いたように見えても、その実は三つか四つの点で直線を決めたのと同じ信頼度しかないわけである。手回

し計算機時代では、計算が面倒であったので何枚もグラフを描き、ここぞというときだけ回帰式を求めてきたために、データ解析の常識を外れたようなものはごく少なかった。ところが最近ではコンピュータが普及してきたので、データの内容を吟味することもなく機械的に計算をし、その結果を無反省に使いまくることが多く危険このうえない。

直線の当てはめ（一次の回帰式）をより複雑化して曲線の当てはめを行ったり、また変数の数を増した回帰平面を求めたりすることもたびたびである。しかもこれらの計算のほとんどが、プログラム・パッケージとかプログラム・ライブラリと呼ばれる既製品によって処理されるので、先に述べた危険度はますます大きくなる。パラメータの数を増せばそれだけ見掛けの精度はよくなる（相関係数が大きくなる）が、その内容がどうなっているかよく調べてみなければならない。曲線の当てはめはグラフによって、また回帰平面は共分散行列の特性根などによって、処理法の吟味ができよう。パラメータの数とそれに見合うデータ（量質ともに）のバランスを、統計的推定論に基づいて考えてみることも大切である。データの数が10か20程度なのに、パラメータが五つも六つもあるような実験式を災害の論文の中で見掛けることがあるが、こんなことは科学者の良識から厳に慎まなければならないことである。

## 4 災害のデータと 多次元解析

災害という現象は、非常に多くの因子が偶然性というのりの中でかき混ぜられて固められたようなものであるために、災害の構造を究明することは非常に難しいことである。しかし、今後の被害

を少しでも軽減するためには、災害のたびに手落ちのない調査を行って、その現象の解析を積み重ねていかなければならない。

これまでも幾度か災害に見舞われ、そのつど調査報告書が作成されてきた。ところが、これらの調査は救済対策とか損害保険などの問題に重点が置かれるためか、現象そのものの解析にはほとんど役に立たない。たとえば、地震による倒壊家屋数のデータはあっても、その家屋の特性はほとんどない。さらに、倒壊しなかった家屋のデータとなると皆無である。これでは地震による家屋の倒壊現象を解析することは不可能である。また、これまでの災害調査では、建築とか土木の専門家がそれぞれの立場から独自の作業を行うだけであるために、それぞれの調査のデータの突き合わせができず、災害現象を総合して解析することが困難であった。今後は、行政のための調査のほかに調査企画の専門家による科学目的の総合調査が必要である。もし被害地全域の精密調査が不可能であるならば、標本調査法によって効率のよい測定も可能であろう。また災害発生の高危険性の高い地域があれば、事前に低縮尺の航空写真を撮り、これを基にした基礎調査を定期的実施できればさらに望ましい。

いずれにせよ、現在のところでは災害の現象解析を行うための十分な情報がないことは確かなことではあるが、情報収集の手段と同時にその解析法を合わせて考えておく必要がある。今後集積されていくであろう災害データおよびこれに関する実験データの数は、おそらく大変なものになるであろう。これらの大量データを多くの研究者が自由に利用できるためには、かなり大規模のコンピュータを用意しなければなるまい。そしてデータの統計処理法としては、多次元解析がその中心に

なると思われる。

多次元解析というのは、ある現象を左右する因子間の関係や現象の構造の記述を目的として研究されてきたもので、コンピュータの発達とともにさまざまな手法が開発されている。データさえ完備すれば、災害の研究のために多次元解析は有力な武器の一つとなるであろう。

## 5 統計的モデルとシミュレーション

多次元解析などの手段によって現象の構造が解明されてくれば、その現象の本質的な部分をより単純な形にモデル化することができる。これは現象の見通しをよくするうえで非常に大切なことである。力学や電磁気学などの現象をある原理を前提として、微分方程式で記述することも一種のモデルであるが、偶然的な要素を含む現象のモデルを、とくに統計的モデルと呼んでいる。都市交通の流れ、洪水、類焼など、災害に関係の深いような問題の多くは統計的モデルの研究対象となる。力学などの微分方程式モデル（統計的モデルに対してこのようなものを決定論的モデルという）は、解析学的に非常にきれいな姿にまとめ上がっているが、統計的モデルは不連続な部分や偶然的な要素を含んでいるために、解析的な（微積分で取り扱えるような）解を求めることが一般に難しい。そこで現象を統計的にモデル化して、これをコンピュータの中で再現させる、いわゆるシミュレーションがよく用いられる。この方法は、船舶や航空機などを設計するために水槽や風洞による模型実験が行われるのとまったく同一である。

コンピュータ・シミュレーションではモデルが複雑であればあるほど、つまりモデルが現実

づくほど、急激に計算量や記憶容量が増加する。これをできるだけ上手に処理するためのプログラム技術が開発されており、計算機の機能も年々上昇してはいるが、それでも現実味のあるシミュレーションはなかなか難しい。データの不足とコンピュータの能力に制約されて、災害のシミュレーションは、現在のところごく局所的な問題をごく単純なモデルによって取り扱っているにすぎないのであるが、災害の大規模実験が不可能である以上、我々の災害の研究の大きな部分はこのコンピュータ・シミュレーションに頼らざるを得ないのも事実である。

## 6 結び

少ないデータを上手に処理して正しい結果を導くのが統計学である、というような意味のことをけん伝した統計学者がいた。これがさらに曲解されて、どんなに少ないデータでも、またどんなに質の悪いデータでも、統計的に処理すれば正しい結果が得られると信ずる人々までが現れた。そこで、良質のデータを数多く得ることが難しいような研究分野の人々から統計学が大変にもてはやされたことがある。しかし統計学はそれほど立派で都合のよいものではない。乏しい情報からは乏しい結論しか生まれないという警告を出すのが統計学である。災害もまたデータの取りにくい分野であり、政治的な、また社会的な要請から無理な結論をせまられる人々の気持ちもわからぬではないが、最近また統計学の錬金術的な超能力が頭をもたげてきたように思うので、あえて愚痴にも近い私見を長々と述べた次第である。

(いしだ まさつぐ/統計数理研究所第4研究部長)

# ひょう害 について

小元敬男

## 1 はじめに

数年前に「ひょう害と対策」と題して、そのころ世界的なブームになっていた降ひょう抑制の問題を中心に、本誌に解説を書いたことがある。当時非常に期待されていたひょう雲の人工制御の実用化は、案外に進まず、今日も情勢はあまり変わっていない。今回はこの問題については最後に触れるにとどめ、主に、日本の降ひょうとひょう害の実態について述べる。

## 2 ひょうの季節

ひょうの季節は場所によって非常に異なっている。ケニアのビクトリア湖西岸の茶園地帯は、世界でひょうが最も頻繁に降る所で、佐渡ヶ島の半分にも満たないケリチョ地区では年に100日もひょうが降る。ここは赤道直下にあたり、季節変化はほとんど見られない。

この狭い日本国内でも、地域によってひょうの降り方は驚くほど違う。図1は前橋と秋田の月別降ひょう日数のグラフである。前橋のは、暖候期、とくに5月と6月によく降り、本州、北海道、四国、九州の内陸部で見られるタイプ（内陸型）の典型である。一方、秋田のひょうは主に寒候期に降る。このタイプは、日本海、太平洋の沿岸部に観測されるので、沿岸型と呼んでもよい。なお、本州の太平洋岸、四国、九州では降ひょうは非常に珍しい現象である。

図2は全国気象旬報（現在廃刊）掲載の全国約1,400か所の気象官署（气象台、区内観測所）のデータから作成した降ひょう日数の分布図で、暖候期と寒候期に分けて示した。北日本の日本海沿岸地域の降ひょう日数は意外に多いのだが、寒候期のひょうは粒が小さく、時期的に農作物に被害がないので、あまり注目されていなかったのである。

降ひょうは俗に「馬の背と分ける」といわれる。少々オーバーな表現と聞こえるが、降ひょうが局所的な現象であることは間違いない。一例を挙げると、1963年から1967年までの5年間、熊谷地方

気象台では一度も降ひょうを観測していないのに、ここを中心に10km以内の地域で、同期間に、8回はひょうが降っている。

科学技術庁国立防災科学技術センター（以下は単に防災センターと記す）は、正確な降ひょうデータを得る目的で、6年前から群馬県南部で、降ひょう指示器(写真1)による観測を実施している。これは、発泡スチロールの台上に、厚さ0.12mm程度の硬いアルミ箔を置き、ふたで押さえる簡単な装置である。ひょうが降るとアルミ箔に凹みができ、この凹みからひょうの大きさ、単位面積当たりの数わかる。群馬県農業共済組合連合会の協力のお陰で、当初100か所にすぎなかった観測地点も、昨年は350か所以上で観測された。1974年からは観測網の一部を埼玉県北部に広げ、利根川兩岸の、ひょう害常習地帯といわれる地域の観測を充

実させた。確実な記録が得られるうえに、観測網の密度も高いので、局所的な降ひょうも捕らえられる。群馬県の観測は今年で7年目を迎え、この地域の降ひょうの実態についていろいろなことが判明した。たとえば、盛夏にはあまりひょうが降らないものとされているが、実は意外に頻繁に降っている。このころのひょうは粒が小さく、降る範囲もごく狭い場合が多いので、統計には表れないのである。

### 3 ひょう道

北関東の農業関係者の話に「ひょう道」という言葉がよく出てくる。「なぜかそこにはよくひょうが降る」といわれる場所である。ひょう道の分布図があるとひょう害対策に役に立つことは疑いな

図1  
前橋(1917~1966)  
と秋田(1937~1966)  
の月別降ひょう頻度

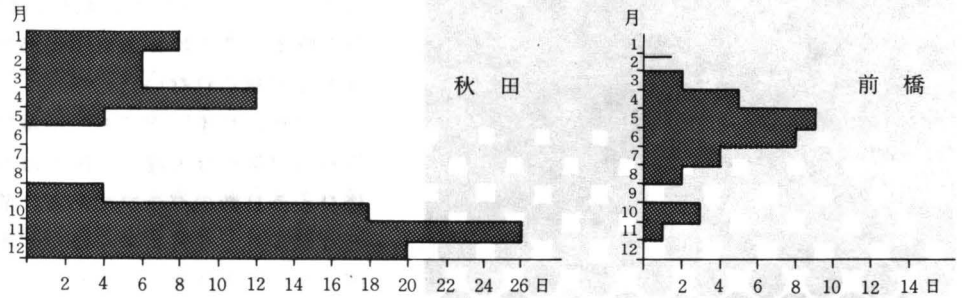


図2  
寒候期(上)と暖候期  
(下)の降ひょう日数  
分布(1954~1964)



写真1 降ひょう指示器



いのであるが、これが簡単にできない。聞き取り調査を試みると、聞く相手によって問題の地域が違ったり、よく聞いてみると、前回の降ひょうが10年前だった、というようなことが起こる。やはり、ちゃんとした観測網のデータが必要である。

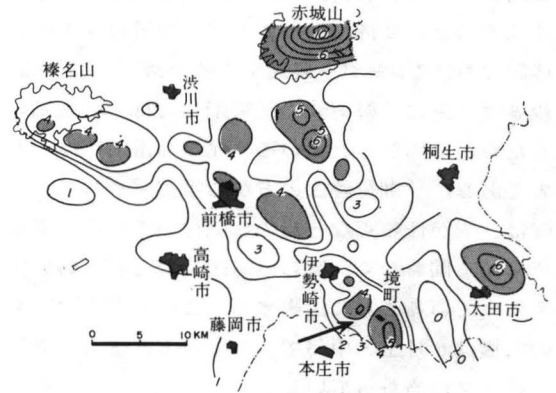
一方、降ひょうは年による変動が非常に大きく、ひょう道の実態を知るには、観測を少なくとも10年ぐらい続ける必要がある。そのわけを例を挙げて説明しよう。赤城山頂はもともと降ひょうの多い所で、ここに在った気象庁区内観測所は、暖候期の降ひょう日数が全国一であった。防災センターの観測地点としても、1971年-1976年（1973年は欠測）の夏期の降ひょう日数は10日で、観測網内で最多である。しかし、その半分の5日は1974年に起こっており、降ひょうをまったく観測しなかった年が2回もある。

赤城山頂の場合は、それでも、予想どおり、たびたびひょうが降ったのであるが、埼玉県北部ではこれとまったく逆なことが起こった。ここは以前から、よくひょう害の起こる場所として知られていた。筆者がかつて気象庁の資料からひょう害発生頻度分布図を作った際にも、これを裏付ける結果が得られた。ところが、1974年に観測を始めてからはさっぱりひょうが降らない。一方、観測網の周辺では、頻繁にひょう害が起こり出した。

写真2 コムギのひょう害



図3 群馬県南部の暖候期(ただし5月～8月、1971年～1975年)の降ひょう日数分布



地元の人たちからは「気候が変わったせいではないか」と聞かれたり、「降ひょう計は魔（ひょう）除けになる」と冗談をいわれたりしている。

短期間（1971年-1975年）の観測値といううらみはあるが、防災センターの観測網のデータから作成した、群馬県南部の降ひょう頻度分布を、参考までに図3に掲げた。被害の発生しないような弱い降ひょうも含まれているので注意していただきたい。ひょう道というのが実際に存在するらしいことが、わずか数kmしか離れていないのに、5回も6回も降っている所と、まったく降っていない所があることからわかる。

なお、境町付近(矢印)に降ひょうをもたらず積

写真3 ナスのひょう害



乱雲には、榛名山方面から南東進してくるのと、藤岡市の西方、御荷鉾山の方から東～東北東進してくるのと、2種類あることが、防災センターの藤岡におけるレーダー観測から確かめられている。後者は、俗に「御荷鉾の三束雨」と称して地元の人たちから怖がられているタイプの雷雨に伴うものである。「御荷鉾山の方から雷雲がやってくる時は、空が怪しくなったのに気付いてから、麦を三束作る間もなく、激しい雷雨になる」といい伝えられていることに由来する。この地方のコムギの収穫は6月上・中旬で、ちょうどひょうの季節のピークに当たっている。

#### 4 ひょう害の実態

降ひょうによって最も大きな被害を受けるのは農作物、ついで農業施設である。窓ガラスが割れることもよくあるが、被害金額は問題にならない。ひょう害は農業気象災害であると称して差し支えない。本誌87号(1972年)に、茨城県上空でひょう害に入ってしまった、無事帰着したのが奇跡に思えるほど、機首を破損した日航ジェット機の写真が掲載されている。今年も、6月14日にひょうのためフロントガラスにひびが入ったため、全日空機が羽田に引き返すということがあった。積乱雲中

写真4 サトイモのひょう害



のひょうは航空機にとって大変危険である。外国では、降ひょうのため牛が何十頭も死んだ、といった類の話がある。しかし、以下では農作物の被害についてだけ述べる。

写真2と写真3は、昭和50年6月9日のひょう害の翌日、群馬県の粕川村で撮ったものである。左はコムギで右がナスである。ナスはひょう害には非常に強い作物で、このように丸坊主になっても、夏の終わりには実を結ぶ。コムギが一定の高さで、ほぼ同じ角度で折れている点が目をひく。この場所よりも激しくひょうが降った所では、ほとんど根元から折れ地面に伏していた。刈り入れ直前にこのような状態になったのではどうしようもない。

次の2枚(写真4、5)は、昨年7月19日のひょう害のもので、岡部町の激じん地区のサトイモと水稻の写真である。降ひょうの翌日写したもので、見たところまったくひどい状態になっているが、この後好天が続いたので意外と回復が早かった。水稻はほとんど減収がなかったと聞いている。一方、写真の水田と隣り合わせにあったキュウリ畑は、降ひょうの翌日、葉も茎も実もみな支柱から外れて地面に落とされていたが、畑はまだ一面に緑であった。しかし10日もたつと緑はほとんど消失せ、一面かっ色になった畑に、まっ黄色な腐りか

写真5 ひょうに打たれた水稻





表1 東京管区気象台管内における年別被害金額

年	被害金額	年	被害金額
1965	75億円	1971	7億円
1966	38	1972	8
1967	86	1973	22
1968	31	1974	75
1969	5	1975	76
1970	13	1976	74

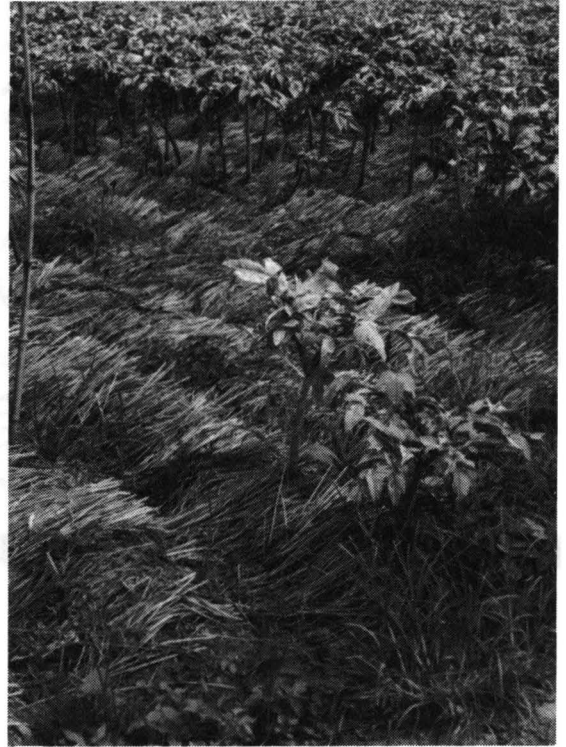
けたキュウリが転がっている状態になっていた。コンニャクはそもそも再生力のない植物であるが、それにも増して、ひょうに弱いのは傷口から腐敗病にかかりやすいためである。写真6は同じ日にひょう害に遭った藤岡市のコンニャク畑の、ちょうど1ヵ月後の写真である。手前の、何も植わっていないように見える所も、実はびっしりとコンニャクが生えていたのであるが、ひょう害が原因で発生した腐敗病のために葉も葉柄もすっかり溶けてしまい、このようになってしまったのである。

ここに掲げたのは、いずれも激じん被災地域における作物の写真であるが、もっとひどい状態になることも、まれにはある。去る7月7日、群馬県西部の松井田町増田地区は午後3時過ぎ、地元の話によると直径3cm以上のひょうが20分間も降り続いた。7月10日朝、筆者がここを訪れた時、最激じん地一帯はまさに晩秋か早春の景色のようであった。ここはコンニャクの栽培地であるが、畝の間に砕けた葉が散らばってあるだけで、あぜの上は土だけ、何も残っていない。サトイモ畑も同様であった。キリは実も葉も完全に落ちて、枯木同様であった。あまりひどいと、被災作物の例として、他人に見せられる写真すら撮れなくなることを知った。

さて、日本では毎年どのぐらいのひょう害が起こっているのだろうか。よく聞かれて困る質問である。自信を持っていえる数値が出てこないのである。年によって非常に違うし、正確な資料がない。

さいわい、農林省関東農政局が、いまひょう害の統計を整理しているとの事で、結果が待たれる。今回は、単なる参考資料として、東京管区気象台発行の報告類から求めた、関東・中部両地方の年別ひょう害金額の表を掲げるとどめる(表1)。

写真6 降ひょう1ヵ月後のコンニャク畑



偶然かも知れないが、被害の多い期間と少ない期間が、5年ぐらいの周期で現れているように見える。

全国的となるとよくわからないが、ある資料によれば、日本の農業気象災害の中でひょう害の占める率は、平均すると2%ぐらいである。一昨年は全国的にも大きなひょう害が発生し、被害総額が258億円に達した。これはまったく異常であって、被害金額が100億円を超える年はめったにない。全国的に見れば大したことはなくとも、北関東四県(群馬・栃木・茨城・埼玉)とその隣接三県(福島・長野・山梨)では、ひょう害は主な気象災害の一つに数えられている。

降ひょうによって被害を受ける主な作物は、発生地域や時期によってかなり異なるが、代表的なものを挙げるとするならば、次のようになる。コムギ、クワ、野菜(トマト、キュウリ、キャベツ、スイカ、ゴボウ)、果樹(ナシ、ウメ、ブドウ)。変わったところでは、群馬県西部にひょう害が起こった時はコンニャク、栃木県や茨城県では葉タバコの被害が、各県全体の被害額の50%以上、と

きには70%以上を占めることがある。

## 5 ひょう害対策

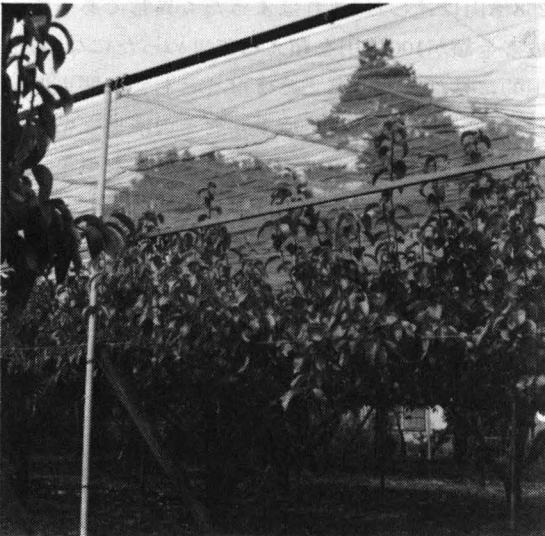
### 1 降ひょう抑制

降ひょうを未然に防ぐ目的で、ひょう雲の人工制御を行うことを、降ひょう抑制あるいは降ひょう防止と称する。これについては以前に詳しく述べたが、現在も各国で採用されている方法は、ロケットを使ってひょう雲の中でヨウ化銀を燃焼するやり方である。ソビエトや東欧諸国ではこの方法で、本格的なひょう害防止活動を10年前後続けており、多大の成果を上げていと公表している。しかし、初め比較的すんなりと受け入れられたこの方法の原理に、西欧諸国のひょう専門家たちはしだいに疑いを深め、種まき効果に関して満足できる観測データがないこともあって、アメリカではまだ研究に力を入れている。6年前に比べると、降ひょうに関して学問的な進歩は見られたが、降ひょう抑制の実用化となると、当時とあまり変わっていないようだ。

### 2 被覆法

降ってくるひょうが直接当たらぬよう、作物の上を覆うやり方を、ここでは被覆法と呼ぶ。北関東では果樹園に防ひょう網を使用する農家が増え

写真7 防ひょう網が張られたナシ畑



てきた。写真7は埼玉県蓮田市のナシ畑で使用されている例である。ここの防ひょう網はモーターで開閉できるようになっている、かなり大掛かりのものである。網目は4.5mmで非常に細かい。どんなひょうも下に落ちることはない。昨年7月19日には、この地域にもピンポン玉大のひょうが降り、付近のナシは2割減収となったが、ここだけは被害を受けなかった。ただ、ここにある防ひょう網は目が細かすぎて張りっぱなしというわけにはいかない。ひょう粒がまったくくぐり抜けることのないことも、網上にたまるひょうの重さを考えると、長所とはいいい切れない。

ひょう粒は強風にあおられて、相当斜めに降ってくるものであり、かなり目が粗くとも糸にひっかかる可能性がある。ひょう粒の落下速度は大豆大で毎秒10mぐらい、ピンポン玉大になると毎秒30mを超える。糸に当たることによってどれだけ速度が落ちるかわからないが、衝突のエネルギーがかなり減ることは間違いない。このようなことから、張りっぱなしでも差し支えなく、防鳥ネットとしても役立つような、目の粗い防ひょう網を提案する人もいる。

### 3 事後対策

植物の再生力は驚くほど強い。収穫直前に被害を受けた場合はどうにもしようがないが、7月上旬までのひょう害であると、かなりの作物は相当傷めつけられても立ち直る力をもっている。だからといって放置しておいてよいはずはない。ひょう害発生後、薬剤を散布するなど、手をかけた畑と、放置した所では歴然と差がつく。ひょう害が発生すると、府県の農業改良普及所は、直ちにそれぞれが担当する地区の農家に対して応急対策を指導する。被害の状況や作物の種類に応じて、散布すべき薬剤の種類や量、摘果、摘葉、剪定など被害を最小限にとどめるために必要な措置を詳しく書いた速報というものが配布される。一般にあまり知られていない活動ではあるが、こういった陰の力、地道な努力が、今の日本では最も成果を上げている、ひょう害軽減対策であろう。

(おもと ゆきお/国立防災科学技術センター)

# 米国における1980年以降の自動車の目標とエネルギー問題について

後藤健一

通産省はこのほど、日本のエネルギー節減政策についての要綱を発表し、エネルギー問題に本格的に取り組み始めた。一方米国においても、石油ナショナリズムの台頭以来、国防上の理由も絡んで、エネルギー自給に向かって真剣に検討が行われてきた。本年4月には、カーター大統領がエネルギー計画を発表し、現在議会で論議・検討中であるが、米国では政府の主導で目標に向かって着実に努力している。このようなエネルギー節約のための長期努力の一環として、1975年に、米国の石油消費量の $\frac{1}{3}$ 近くを占めている自動車に焦点を当てて、1980年以降の自動車の燃費基準を設定するために米国連邦特別調査委員会が設置された。

この特別調査委員会は、1980年以降のエネルギー政策を策定する上で、自動車にかかわる諸問題(排気、安全、騒音、燃費等)をそれらの相互の調和を保ちながら解決することを目標として、1975年3月、エネルギー資源委員会のモートン議長 の提案により設置されたものである。多数の省庁が参

加し、エネルギー、環境、経済、国民生活と自動車とのかかわり合いについて大規模な調査・研究を進め、昨年9月、“1980年以降の自動車の目標”と題する報告書(ドラフト)にまとめた。以下この報告書を中心に、特別調査委員会の組織、調査・研究のやり方、そこから得られた結論等を紹介したい。

## 1 特別調査委員会の組織と役割

特別調査委員会は運輸省(DOT)、環境保護庁(EPA)、エネルギー研究開発庁(ERDA)、連邦エネルギー庁(FEA)、米国科学財団(NSF)の代表メンバー5名で構成され、商務省、国防省、労働省、米国航空宇宙局の協力も得ている。これら省庁が主担当となつて以下の8つのパネルが設置されている。

- 空質、騒音、および健康(EPA)
- 安全(NHTSA)

- 燃料と材料 (ERDA)
- 自動車の設計 (DOT)
- 自動車の製造とメンテナンス (DOT)
- マーケティングと移動性 (FEA)
- 米国の産業経済と消費者経済 (DOT)
- 実施対策代案 (DOT)

そしてスタートに当たって、委員会は、燃費改善の可能性とそれに伴うマイナス面、コスト上昇等、今後政策決定、推進を行う上で必要となるバランスのとれた情報を提供することを活動の目的として、以下のような具体的役割を掲げている。

- 自動車の排気ガス、騒音、安全、非破損性、燃費、性能、およびコストの現状を見直す。
- 空質、騒音、高速道路での安全性、自動車の非破損性、省エネルギーに関する国家目標と、自動車の現在・将来の特性、国民経済、人々の健康、移動との関連性を把握する。
- 自動車の排出ガス、騒音、安全、非破損性、燃費に関する規制について、1980年以降の適切なレベル、その実施時期、そしてそれらが調和を保って達成できる方法を決定する。
- 国家目標達成のための他の政策について、その利点、コスト、適切な導入計画を検討する。
- 公聴会を開き、民間の意見も反映させる。

## 2 調査研究のベースとなる 自動車を取り巻く環境

調査研究に当たって、米国社会における自動車の役割を認識し、それを将来も存続させることを前提とした上で、今後の石油供給の厳しい状況を理解し、将来の自動車にかかってくる諸要件を考慮している。

### 1 自動車への依存

もっとも融通のきく確実な輸送手段として、個人移動の90%は自動車を利用している。国民の自動車関連支出が個人総支出に占める割合は、食費、住居費、その他のサービス費に次いで4番目(13%)である。また自動車関連産業従事者は約470万人と、全労働力の15%を占め、その内訳は、メイ

ンテナンス、サービス、修理に250万人、車両・部品の製造に130万人、販売に60万人、石油の精製と配達に30万人となっている。

### 2 石油消費と石油資源について

自動車は米国の石油消費量の約31%を占めているが、今後の石油供給は図1が示すように、長期的にも短期的にも不安定な状況にある。

図1 米国の石油消費量および石油資源

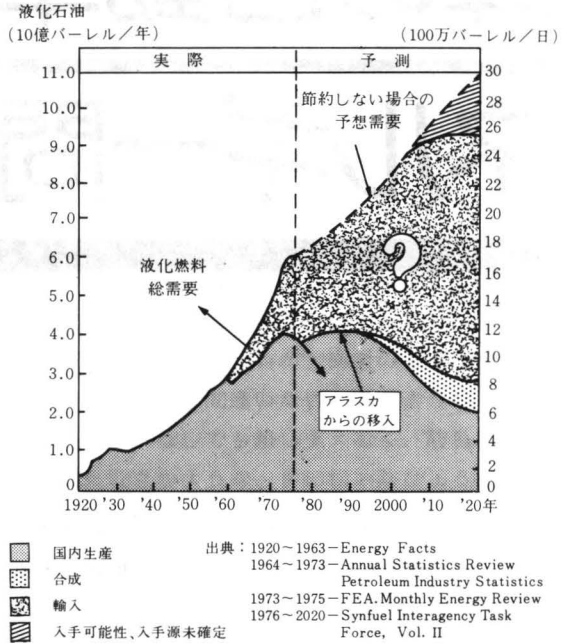
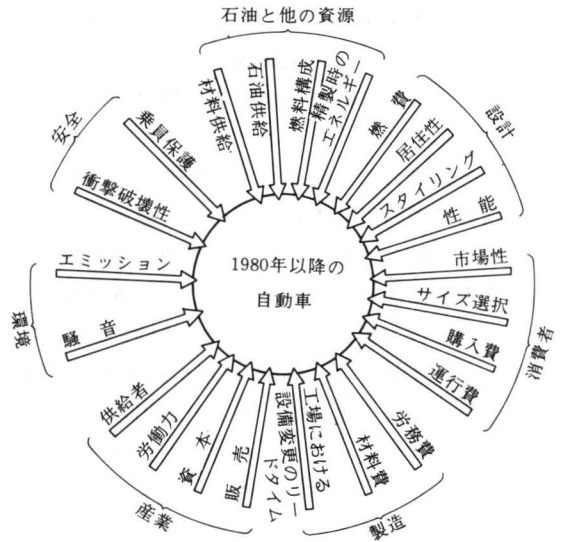


図2 自動車を取り巻く諸要件



### 3 1980年以降の自動車

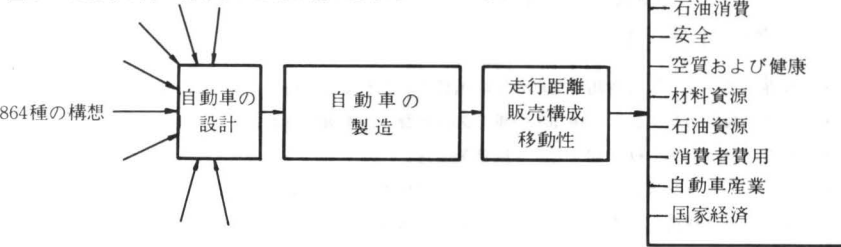
1980年以降の自動車を決定する際には、消費者のしこうから政府の規制、製造、財政面からの要件まで、時には相矛盾する種々の要素のバランスを考慮しなければならない。

### 3 分析調査のアプローチ

石油の節約は、自動車の走行距離の削減や燃費の改善によって達成可能であるが、この委員会ではこのうち燃費に焦点を当てている。以下のようなアプローチで、将来の自動車の燃費改善可能性を推定、評価している。

- 864種の設計構想を選択採用
- これらの設計構想を生産から市場に至るまで段

図3 1980年以降の自動車の目標分析の基本的アプローチ



段階的に導入するシミュレーションモデルを作成

- それらが以下の項目に与える影響を推定

全燃料消費量	自動車産業
死傷者	消費者費用
空質および健康	国家経済
国内の資源供給	

これらの評価は将来の予測ではなく、現在入手できる情報を基に、将来可能な技術開発の道程を探索したものである。

### 4 特別調査委員会の結論

1975年型車の特性をベースとし、総車両走行距離の増加を見込んで出した結論によると、米国の自動車業界、政府が適正なアプローチを行い相当努力すれば、以下のような目標が達成できるとしている。

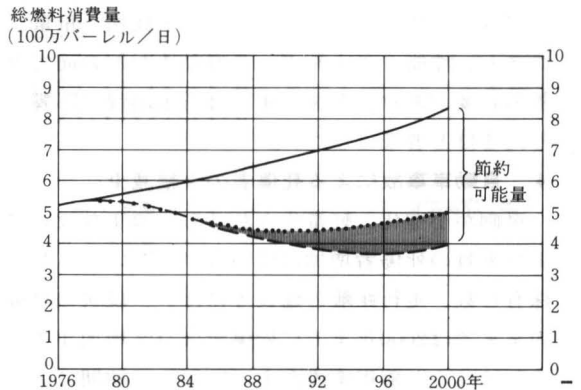
### 1 燃費改善と燃料消費の削減

- 1995年までに自動車が消費する燃料は1日当たり400万バレルの節約が可能である。
- 1995年までに乗用車の燃料消費は40~50%減少する。1975年型車の平均燃費を15マイル/ガロン、総車両走行距離の年増加率を2%とすれば、車両の軽量化、エンジン、駆動系の効率化により1990年代半ばで総燃料消費量は約133万バレルの減少となる。
- 個々の乗用車の燃費は80~100%向上する。
- 現在の乗用車のサイズ別構成(6人乗り-50%、5人、4人乗り-各25%)が変わらないものとして、新車全体の平均燃費は1980年代後半には80~100%向上する。

- 実際の燃料節約量は、以下のシナリオに示されているように新しい低燃費車の普及率にかかってくる。

- 自動車の燃料節約可能量は、その達成に要する資本投下額(50~100億ドル)に比べはるかに国家的価値が高く、

図4 燃料消費予測



- 1975年型新車の平均燃費15.6mpgをベースに年増加率を2%とした場合
- ..... 1985年までに重量軽減を考慮したレシプロエンジン車への転換が完了した場合
- 1990年までに重量軽減を考慮したディーゼルエンジン車への転換が完了するか、または1995年までに新型エンジン車への転換が完了した場合
- ※ 現在の安全・排気基準をベースとする

投資収益率は3～6倍となる。

## 2 新型エンジン

1980年代に、燃料効率のよい、革新的なエンジン技術が開発される見込みはまずない。燃費は、車体とフレーム構造、ガソリンおよびディーゼルエンジン、そして、その動力系の改善によってよくなる。しかし、1980年代後半には、ガスタービン、スターリングエンジンが市場に登場し、1990年代には、低燃費、低エミッション、複合燃料使用可能なエンジンも出現する。

## 3 電気自動車の出現

今後10年間は、効率の高い電気自動車の登場の見込みは少ない。現在のガソリン車、ディーゼル車に取って代わるには、バッテリー技術、重量、コスト、性能、エネルギーの有効性などの面で改善の必要があり、今後15年間は石油消費に影響を与えるほど普及はしない。

## 4 自動車事故による死傷者の大幅減少

車両が小型化、軽量化されても、適正な設計により乗員の死傷者増加にはつながらない。しかし保有台数、走行距離の延長等に伴い、現状の対策のままでは2000年までに死傷者は71%増加する。これはベルト着用率の向上(70%)で初期にはかなり減らすことができる。しかし安全対策レベルをレベルI(正面30マイル衝突保護要件を含む現行の連邦安全基準)からレベルII(正面40マイル衝突保護要件、受動式拘束装置、アンチロックブレーキの採用等を加える)に移行しなければ、死傷者数を現状以下に保つことは困難である。

図5 自動車構想別燃費(4、5、6人乗り乗用車)

組み合わせ*	構 想	車 体 構 造	エ ン ジ ン	駆 動 系
No.1	現 状	現 状	現 状	現 状
No.2	重 量 軽 減	"	"	"
No.3	"	"	75年の最高値	"
No.4	"	"	"	改良型
No.5	革新的なもの	"	"	"
No.6	重 量 軽 減	"	ディーゼル	現 状
No.7	"	"	"	改良型
No.8	革新的なもの	"	"	"
No.9	重 量 軽 減	"	新しいもの**	現 状
No.10	革新的なもの	"	"	改良型

\* 現行のエミッション、安全レベル、0～60MPHの加速時間15秒、特別なオプションのつかない基本車種  
 \*\* 将来の革新的な構想を代表しているスターリングエンジンのデータを使った。プレイトンエンジンも含む

- ・“現在のエンジン”：1975年型車の平均燃費性能を有するもの
- ・“75年の最高エンジン”：1975年型車の最良燃費性能を有するもの
- ・“現在のトランスミッション”：3段自動変速
- ・“改良型”トランスミッション：ロックアップ付きトルコンの4段変速
- ・“現在の車体構造”：標準的な1975年型車の車体構造
- ・“重量軽減を考慮”した構造：室内空間を犠牲にしないで車体重量を大幅に削減する第一段階
- ・“革新的な”構造：重量削減の第二段階で10～15%はプラスチック、アルミニウムを利用

## 5 安全要件の燃費への跳ね返り

安全レベルIIを実施すれば、それを実施しない場合に比べ、新車コストは約300ドル増加、重量は150～200ポンド増加し、また石油消費量は2000年で7.5億バーレル(約80億ドル)増となる。

## 6 空質は継続して向上

大気中の汚染物質は、古い汚染車から排気性能のよい車への転換、国家規模での車検、メンテナンスプログラムの実施でさらに減少するが、その程度は排出ガス浄化技術の開発状況、および排気規制強化の程度とその実施時期に左右される。主要汚染物質の大気中の平均濃度が、1970年代前半の平均値と比べて2000年にはどうなるか、排気規制との関係で予測してみると、

HC：現行規制値1.5グラム/マイル継続で40%減となり、法定規制値0.41グラム/マイルの場

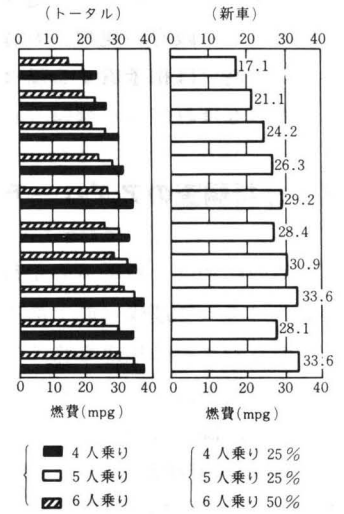


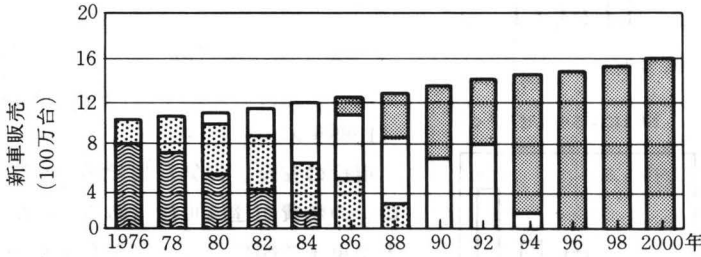
図6 図解オートエンジンシナリオ

導入開始

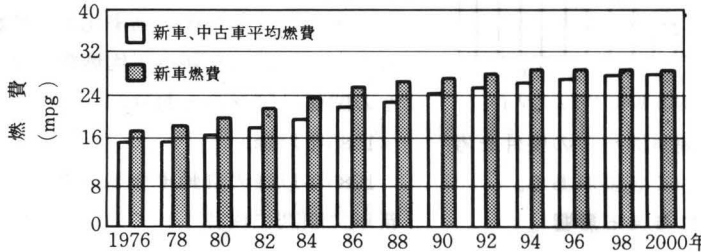
- 構想No. 3 — 1975年
- 構想No. 4 — 1980年
- 構想No. 5 — 1985年

構 想 No.	1	3	4	5
車体構造	現状	重量軽減	重量軽減	革新的
エンジン	#	75年最高レベル	75年最高レベル	75年最高レベル
トランスミッション	#	現状	改良型	改良型
登場年度	—	1975	1980	1985
複合燃費	17.1	24.2	26.3	29.2

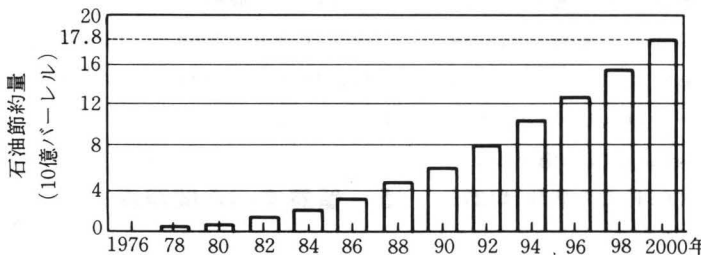
新車フリート  
構成



フリート  
平均燃費



石油節約量  
累計



合50%減となる。

**CO**: 現行の15グラム/マイル継続で約75%減、法定規制値3.4グラム/マイルでは、さらに10%下がる。

**NOx**: 自動車からのNOxが減少しても固定発生源、その他の移動発生源からの増加でかなり相殺される。1.0グラム/マイル以上の規制値の場合1970年代前半レベルより悪化する。しかし1977年に3.1グラム/マイルから2.0グラム/マイルに強化されたので、2000年では約20%減少可能である。また法定規制値の0.4グラム/マイルなら、さらに約20%減少する。

以下のグラフは、固定発生源と移動発生源対策を同時に、かなり積極的に実施すると仮定した場合、種々の規制値が、米国民の健康に与える影響が、2000年にどう現れてくるかを予測したものである。

7 NOx低減のための代替策についてはさらに調査研究が必要

現在、1997年からNOx規制値2.0グラム/マイルが採用され、NOx濃度は2000年までに12%低下するが、規制値が1グラム/マイル以上では空質は悪化していく。しかし、自動車に対するNOx規制値を2.0から1.0に下げるとに要するコストは、それと同等効果を固定発生源対策強化でもたらすコストの3倍であり、これを1.0以下にするにはさらに5倍のコストを要するといわれている。

したがってNOx強化を何を対象にどの程度まで行

図7 前方、側面、後方衝突時の乗員の死亡者、重傷者数予測

死亡者・重傷者数  
(千人/年)

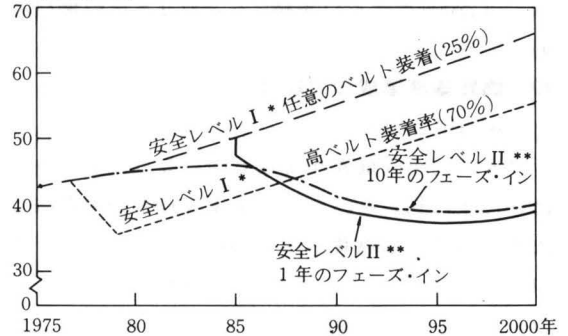
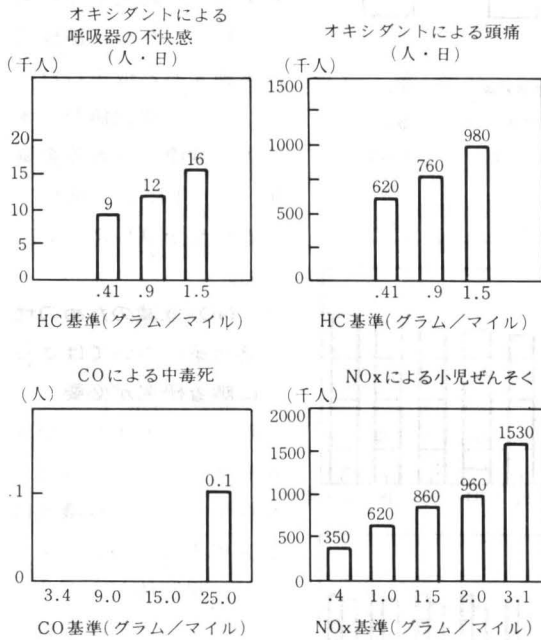


図8 エミッション規制値の健康面への  
ベネフィット予測 2000年



うか、今後の技術の進歩と健康面からの要件を考慮しながら基準を設定していく必要がある。

8 排気ガス清浄化が燃費に与える影響

排気ガス清浄化に伴い、燃費がどう悪化していくかについては、委員会内での統一見解が出ていないが、おおざっぱな見積もりでは2000年までにレベルIIの規制 (HC 0.41/C O 3.4/NOx 2.0)での燃費悪化は6%(15億バーレル、165億ドル)、さらにレベルIII (0.41/3.4/0.4)での悪化は12%(30億バーレル、330億ドル)となる。

9 材料の節減

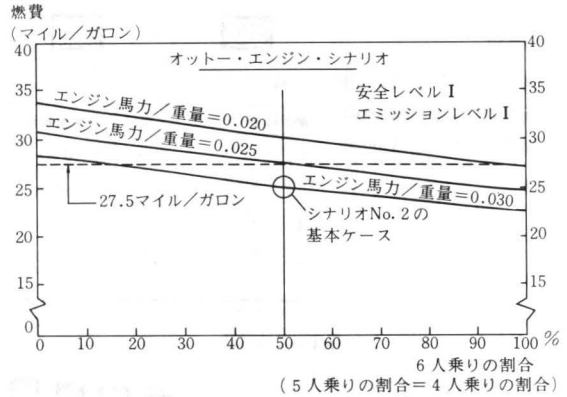
自動車の製造に使用される材料は、自動車の軽量化に伴い大幅に節減される。図6のシナリオの例では、2000年までに累積で5,900万トンの鋼材が節約できる。

10 燃費基準達成の可能性

<短期(1977~1980)>

サイズ別車両構成が現在と同じなら、メーカーは1975年に制定されたエネルギー政策・保存法で決められている燃費基準 (1978年—18マイル/ガロン、79年—19マイル/ガロン、80年—20マイル/ガロン) を達成できる。

図9 1985年新車平均燃費と車両構成、加速性能



<1985年>

現行の安全、排気規制で26.0~27.5マイル/ガロンの燃費が達成可能である。ただし小型車から大型車まで幅広いラインを有するメーカーは軽量化、小型化、駆動系の効率化等、特別な努力を要求される。1985年新車平均燃費と車両構成、性能との関係は図9のとおり。

<1985年以降>

1985年以降の自動車全体の平均燃費は、後続の新車に順調に代替されていけば、1995年までは向上し続ける。最終的燃費(30マイル/ガロン程度)の達成は、市場動向、今後の安全、環境に関する法規、現在進められている研究開発計画の成果いかんによる。

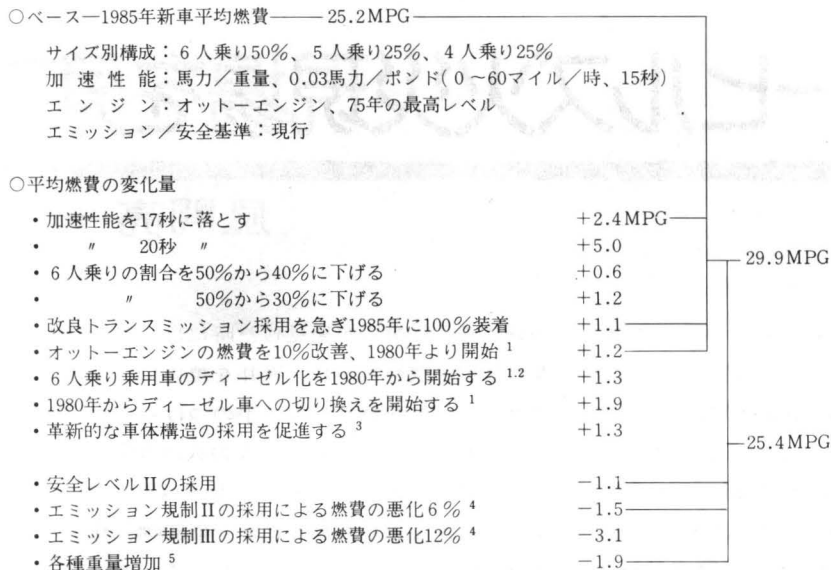
5 留意すべき問題点

以上の研究調査の結論を基にして、今後の問題点を挙げている。

- 消費者の行動パターンの変動、安全、排気、燃費等に関する諸規制の変化、現在予測しにくい技術上の変化等、不安定要因にどう対処するか。
- 低燃費車生産に伴う自動車メーカーの資本投下の増加 (15~25%) に関し、とくに小規模メーカーのリスクをいかに軽減するか。
- 公共の利益を目指し、自動車メーカーに技術開発を奨励させるために、また米国民に低燃費車への移行の必要性を認識させるためにはどうすべきか。



図10 個々の車と車全体の特性の新車平均燃費への影響度



1. 改良オットーエンジンの段階的導入と6人乗り乗用車のディーゼル化は年率10%の割合で段階的に実施されるものと仮定する
2. ディーゼル車の燃費はガソリン等量で表示、ディーゼル油への換算(体積ベース)は、1.1倍すればよい
3. 1980年より年率10%で段階的導入
4. 燃費の悪化の見積もりはほとんど0から上記の数値まで幅がある
5. ユーザーのオプション採用、その他で重量増加(6人乗り—500ポンド 5人乗り—200ポンド)

- 相対立する目標をいかに効果的に調整するか。
- 安全・排出ガス対策をどの程度法で規制するか。コスト効果をどこまで考えるか。

以上、特別調査委員会報告書ドラフトの内容を紹介した。これは51年9月にまとめたものであるが、その後10月にこれについて公聴会が開かれ、メーカー等関係者の意見が求められた。また本年7月ボストンで開催された国際安全会議でも、“1980年以降の自動車の目標”をテーマとして意見交換が行われた。今後これらの意見を総合し、再検討され、最終報告としてまとめられることになっている。

資源大国アメリカが、大胆な省エネルギー政策を打ち出すべく、その可能性について大掛かりな調査、技術アセスメントを行ったことは注目すべきである。しかしこの報告書ドラフトの中味については、技術的には達成可能でも諸要因を考えると事実上不可能、省エネルギー技術の企画・開発、

“市場の安定化”のためには十分なリードタイムが必要、排出ガス、軽量化等の評価の仕方が甘すぎるなど、自動車メーカーからの批判もある。技術的に達成可能ということと、市場がそれを受け入れるということは別問題であり、国民、企業と十分なコンセンサスを得ながら長期的に推進していくには、かなり難しい面もあるようだ。

エネルギー問題について日本の現状を見てみると、今春より通産省の主導で省エネルギー政策を推進する中で、最近、省エネルギー技術開発の4か年計画に取り組む方針が出された。これは通産

省工業技術院の「大型プロジェクト」(41年度より)、「サンシャイン計画」(49年度より)に続く3番目のナショナルプロジェクトとして、来年度より本格的な省エネルギー技術開発の長期計画に取り組もうというものである。石油を中心としてほとんどのエネルギーを海外からの供給に依存している日本としては、二度とあのオイルショックの二の舞を踏むことのないようにしたいものであるが、省エネルギー政策はまわりの種々の環境条件の調和の上に立ったものでなければならない。また、2000年以降には新しいエネルギーの開発により、必要エネルギーを賄えるであろうとの予測もあるが、一方この新エネルギー実用化までの過渡期のエネルギー不足が心配されている。省エネルギー技術の開発とバランスのとれた効果的な政策によって、なんとかこの過渡期を混乱なく乗り切りたいものである。

(ごとう けんいち/日産自動車開発業務部長)

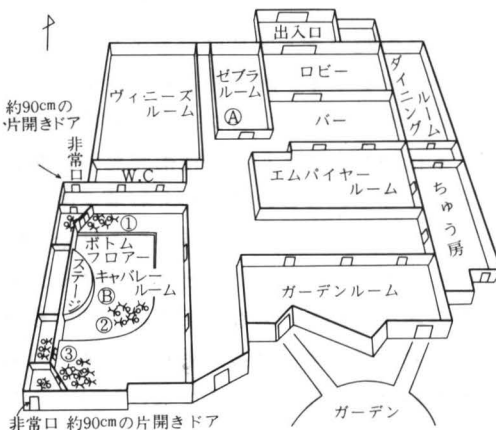
# ビバリーヒルズ火災現場を見て

風間亮一

それは、1977年5月28日土曜日の夜のことであった。火は幾つかあるダイニングルームの一つで、宴会・会議用に使われる50名ぐらい収容のゼブラルームからであった。初め火元はゼブラルームの真下の地下室にすえてあった補助用発電機の過熱によるとされていたが、壁の内側および屋根裏に配線してあった、噴水の水を送り出すポンプへのコードがショートして、壁の内側を焦がしたとする説が有力である。その部屋では、結婚披露が行われようとしていた。人々は皆チャペルの方へ行っており、だれもそこには居なかった。8時

50分ごろ、従業員が発見した時には、火は無人の部屋の壁を焦がし、天井を焼いて、家具やカーペットを燃やして、手のつけられない状況であった。50分近く、この火は発見されずに成長していたのである。カーペットやいすのラバーなどから出る煙が、縦60cm、横1mぐらいのエアーダクトを伝わって、他の部屋に侵入し始めたのはこれよりだいぶ前であったと推定される。

サパークラブ「ビバリーヒルズ」は、ケンタッキー州の北の端、サウスゲートという小さな町にある。ここは、オハイオ州シンシナティーから約5～6kmぐらい南に寄った所に位置し、シンシナティーのベッドタウンといった所である。有名タレントのショーが目当ての客は、100km以上もの道を車を飛ばしてやってくる。三つの主なレストランと、四つの主な宴会・会議場は客を2,000名以上収容できショーが行われるキャバレールームと合わせると、収容人員3,000名とも4,000名ともいわれる（パンフレットによると、大小合わせて18のダイニングルームがあり、5,000名収容可能とある）。建物は、1階と一部2階からなるかなり大きな建物であるが、2階部分は、一般の客の入らない事務室とプライベートルームがあっただけである。入口とちゅう房を除けば、すべて鉄骨木造建築であった。客はいずれかのダイニングルームで1～2時間ぐらいかけて食事をとり、予約しておいたショーを見にキャバレールームへ移るといふ行動を



- ① 火元となったゼブラルーム  
 ② 死者159名を出したキャバレールーム  
 ③ 死者30名 ②死者32名 ③死者97名\*

\* ドアが二つある。一方は非常口に出られるが、一方は飲物を用意する所で、非常口には出られない。

\* この図のアウトラインは、シンシナティーの新聞より得た。各部屋の位置については生存者の意見によって作成した。死者の位置については、セントルークス病院の検死官による。



とる。火が発見された9時すこし前という時間は、1回目のショーが終わりに近く、キャバレールームの入口付近は、2回目のショーを見ようとする人々で長い列ができていた。

死者163名（7月1日現在）中、159名が死んだキャバレールームは、その時ショーのラストを締めくくるコメディアンジョークに対する笑いに包まれていた。他の従業員に火事を知らされたボーイは、ステージに走りコメディアンに耳打ちした。コメディアンはすぐにジョークをやめ、火が発生したことを聴衆に告げた。しかし、聴衆はジョークの続きと思って信じなかった。そこで、ボーイがマイクをとって「火事です。ここから右の人は北の非常口へ……」と、二つある非常口と二つある出入口を指示した。それから室内は騒然となったわけである。当夜は、補助のテーブルといすがステージの周りに置かれていて、隣の人とひじをぶつけ合うほどの混み方であったため、普段より500名ほど多い1,500～1,600名の入場者であったと推定されている。生存者数に比べて約1/6の死者で済んだのは、むしろ少ない方であったといえよう。北の非常口付近の97名の死、南の非常口付近の30名の死、そして、ステージに向かって左寄りの底部（1階より2～3段低くなっている）に折り重なるようにして焼死した32名は、煙による一酸化炭素中毒死であり、特にその32名は火による損傷がひどかった。また男女別にみると、

93名が女性で、66名が男性。約3：2の割で女性客の死が多かった。女性はロングドレスを着ていたことによって、すそを人に踏まれたりして、思うように歩けなかったことが考えられる。他の2名の死者は、ヴィニーズルームに焼け落ちた2階部分に見つかった。しかし、どうしてそこで死んだか定かでない。死者は合わせて161名、病院で死んだ男性1名と合わせて162名となる（7月1日までの間に病院で女性1名が死亡。計163名となった）。

筆者は6月29日に現地に行ったのだが、火災現場は、保険会社が雇ったガードマンがショットガンを持って厳重に警備し、何人たりとも近づけない。日本では警察が固く守っているのに、こちらでは保険会社が現場を保持している。多くの死者を出し、かならず行われる裁判で、損失を少なくしようとする保険会社は、必死になって現場を守っている。

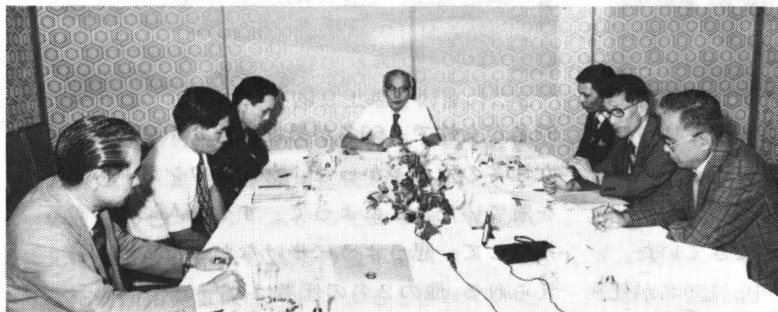
日本で得た報道では、このクラブが丘の上にあつて、そこへ通ずる道が一本しかなく、しかも狭かったので、消火活動にひどく困難を極めたとあつた。写真に見られるように、小高い丘ではあるが、道路がなくて近づけない所ではなく、前の緩やかなスロープは、どこからでも接近が可能だったといえよう。応援も含めて60台ぐらいの消防車が現場に急行している。

（かざま りょういち／東京外国語大学心理学研究室  
災害行動科学研究会幹事）

# 査察マンの見る

# 雑居ビル

座談会



出席者

**上原重信** 横浜市消防局  
**金子健治** 東京消防庁新宿消防署  
**佐藤捷雄** 東京消防庁渋谷消防署  
**竹内 定** 東京消防庁豊島消防署  
**渡辺和男** 沼津市消防本部  
**塚本孝一** (司会) 日本大学教授

## 雑居ビルの問題点

**塚本 (司会)** 1 昨年から雑居ビルの火災が続いています。実は雑居ビルというのは、日本の社会のなんか縮図みたいに考えられまして、外からはきれいに見えるように思っても、なかなかその内容は、外から見るほど簡単なものではないと思います。そんなことで、そういう所を対象に現場を見て歩いている査察の第一線の方々にお集まりいただいたわけです。

まずひとつ、雑居ビルについてどんな印象をお持ちか、おおざっぱなご意見を一言いただければと思います。横浜の上原さんから、どうでしょう。

**上原** 今日、ここへ出席するために、2、3 雑居ビルを回ってきました。雑居ビルといたしましてもいろいろありますが、いわゆる風俗営業の混じっている雑居ビルの状態というものは、夜しか見ていなかった私の目には、こんな所かというふうな、危険ということを痛切に感じられるんですね。危険ということを考えてあの中に入ったら、とても酒など飲んでいられるような状態ではない。

設備としても、古い設備が非常に悪いです。いわゆるそ及対象に挙がっているような対象物で、

6、7 階というような耐火構造の上に、いつごろ建てられたのか、さらに木造で1 階分が追加されているというような、明らかに違反なんですけど、そんなビルが現実に今あるわけなんです。そして屋外階段を通りまして、6 階から3 階ぐらいまでは、避難階段、避難器具、というふうなチェックをやってくる。ところが1 階にきますと、その階段が、実は1 階に抜けられないような状態になっているわけです。シャッターがさびついて、何年開けたことがないかわからない、通路は物置代わりで、ほこりがオーバーに表現すれば5 寸もたまっているといった状態で、現実にはそこは通路として使われていない。上の方からは、避難場所だ、避難階段だという標示や誘導灯があって、そこに誘導しているわけです。

こんなビルを見て、雑居ビルの危険ということを痛切に感じております。

**渡辺** 私は雑居ビルを外人部隊のような感じがしているんです。人ではなくて建物ですけれども、なんか異なった、だから雑居ビルというんだろけれども、その中に入っていくと、場所場所によって全然変わったイメージが出てきて、こんなのが雑居ビルじゃないかと。そのために、非常に共同防火管理というのは難しいんじゃないか。

**塚本** いや、いまおっしゃったように、それぞれ

イメージが違って、はじめて商売になるんですね。それがくせ者ですね、あれは。

**渡辺** ですから、消防の訓練をやるにしても何をやるにしても、時間帯も違ってしまふし、なかなかやりにくい点じゃないかなと、そんな風に考えるんですがね。

**金子** 私の所は新宿の繁華街、日本でも1、2を争うような繁華街を呈している所ですが、非常にぎっくばらんな雑居態勢を示している繁華街であるということです。消防の防火管理体制の面からも、あるいは行政上の問題からも、立ち入り検査、あるいは消防防衛行動をやる場合、非常にやりにくい場所だ、ということの一語に尽きます。

共同防火管理体制についても、まず従業員の定着性がないんだということ、もう一つは店のほうがしょっちゅう変わってしまう。用途変更してしまう、というようなことから、共同防火体制ができていく立場になっている、というのが現実の姿だと思います。

それから、消防設備のそ及、あるいは維持管理・設置などについても、消防のほうからいっても、おいそれと相手方が反応を示してくれないというのが実情です。

**佐藤** 私は雑居ビルそのものについて、一応いろいろパターン、態様といいますか、分類・ランク付け、こういったものがあると思うんです。共同住宅で、下の方に幾つかの物品販売店舗などがあるというような、非常にシンプルなスタイルの雑居ビルといわれるものもあるし、たとえば、キャバレーなどが入っていて、いろんな階層にまたがって、いろんな用途が入っているというものもあるし、非常にランクがあると思うんですね。その中で、やはり風俗営業施設の入っているビルが、非常に雑居性が高くて危険だ、という感じがとくにするわけです。

特徴としては、やっぱり消防関係・避難関係設備はもちろんですが、管理がとくに難しいですね。それに、風俗営業をやっている人たちには申し訳ないんですけど、風俗営業関係については、なりふりかまわずといたしますか、とくに営業本位でや

っている。そういうところが強く感じられますね。

**竹内** 大体皆さんがおっしゃったような内容ですが、まず一つの棟に何軒も家が入っているんだというような考え方ができると思うんです。それで、雑居ビルについては管理権限という煩わしいものがありまして、ビルを統一して管理するというようなことが非常に難しい面があるんじゃないかと思います。防火管理体制も、権利関係や複雑な営業形態のために、統一して計画しにくい面がある。水商売とっていいかわかりませんが、こういう業種が多いわけで、今日入って明日はもう辞めていくというような事も考えられるわけで、その辺が消防行政をする上で問題が大きいんだということです。

## 改装のたびに穴が

**塚本** 東京消防庁まとめの51年の建物火災をみると、複合用途防火対象物の建物火災に占める割合は28.2%、やっぱり大きいですね。

**上原** 私のところでは、49年が8件、50年が6件そして51年が11件、今年は1月から6月まで5件です。横浜は少ないんです。

**金子** 私ども新宿消防署管内の火災をみますと、2番目に多いのが雑居ビルの火災ですね。管内の51年の火災データでは、火災件数が175件、焼失面積は555㎡と非常に少なかったんですが、用途別の火災原因は、まず第1位に上がったのが共同住宅で33件。内訳は放火が5、たばこ10、ガスコンロ6というような形、それから2番目に多かったのが俗にいう複合用途全般です。それで雑居ビルのほうが26件、共同住宅・事務所の入った複合のものが6件、合計32件あります。次に多かったのが一般住宅の9件、4番目に飲食店の火災が6件。それから併用住宅の4件。そんな状況からいきまして、複合用途対象物の出火原因の度合いが非常に多いんだということがわかるわけなんですね。

**塚本** 皆さんから雑居ビルの問題点をご指摘いただきましたが、査察上の具体的な例などからうかがいたいと思います。まず渡辺さん、らくらく酒

場の火災の話をちょっと。

**渡辺** これは皆さんもご存知のように51年12月26日起こった火災で、死者15名、負傷者8名の被害が出ました。火災原因はダンボール箱を持ってきて階段室に火をつけたんですが、その階段室が、ベニヤにクロスをはって内装していなければ、その運んだダンボールだけが燃えただけでそう大きな事故にならなかったんですが、内装してあったために、瞬時にそれに燃え移ってああいう事故を起こしてしまったということです。それから1か月ほどたちまして、すぐ隣の駿河レジャーセンターの地下にキャバレーがあるんですが、その入口に火をつけたんですが、燃えるものがつけたものだけだったので何の被害もなく終わったんです。

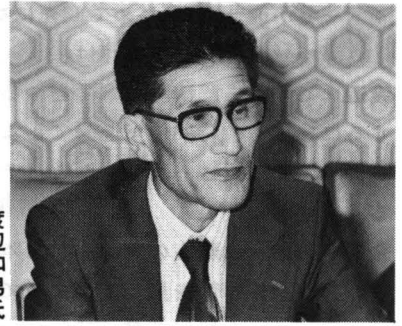
**塚本** らくらく酒場の場合は、階段の所の内装の問題、これが一番大きく響いているわけですね。

**渡辺** ですから、通路とか階段など避難に必要な所は、できるだけ燃えにくいものにしなければならない、ということになると思います。

ところで、沼津市には飲食店が約3,000軒、風俗営業が584件あります。今年の1月から2月にかけて668件の実態調査と査察を行いました。立入り検査の時、人命安全・出火防止・消防法令違反の3面から指導するんですが、注意事項としては、防火管理者関係が53件、警報設備関係56件、誘導灯7件、カーテン等の防災処理112件、消火器の設置210件がありました。それで、たとえば二方向避難させようと思っても、できない問題が出てきますね。地下などは、階段をもう一つつけたいと思っても、土地の関係でどうしてもできない。中に造るとなると、部屋が半分ぐらいになってしまって営業ができないわけですね。

**金子** そうですね。階段が1か所しかないペンシルビルなど、避難器具をつけようにもつける場所がないんだ、という場合がある。この辺が非常に行政上やりにくいですね。

**渡辺** それに、建物そのものは建築基準法によって強度がそれぞれ決まっていますから、やたらに穴を開けるわけにはいかない。建築との相談がどうしても必要になってくる。そうしたことで、既



渡辺和男氏

存のものは非常に大変だろうと思うんです。根気のいる仕事ですね。

**金子** 査察の行政上からみまして縦穴区画の問題も苦勞します。もちろん、耐火構造の壁等で囲まれて点検口もあるわけです。しかしテナントの工事によって横引きの配管というのがかならず何かあるわけです。ガス管の埋設や水道管の増設をしたいということになると、まずブロックを壊して、天井部分あるいは床面の部分に横引きの配管をするわけなんです。この埋めもどしがまず100%やってないんですね。それですきまができてくる。いざ火災になった場合に、そこから他のテナントの部分に延焼するという問題がたくさんありますね。

**渡辺** 雑居ビルの場合は建物の切り売りですからね。建物を全部使うには店が広すぎる。だからこれだけ貸してくれればいい。それじゃあ切りましょうと。工事やるたび埋めもどしがきちんとできていない。どこかで一つの火災が起きれば全館燃えてしまう。

**金子** 建築をしたときの設備業者が後々まで面倒を見てくれれば一番いいんですが、テナントさんが変わる、その段階でテナントさんの好みの内装屋さんがやるわけで、その人が全然わからずにやってしまう。そんなところにも一つの盲点があるような気がします。

**塚本** 一つのいい例ですが、大洋デパートはシャッター屋さんが4つから5つ入っているんですよ。みんな違うんですね。あるシャッター屋さんの言によれば“シャッターの展覧会ですよ。”というんです。自分のところも一遍やったが、また違う業



金子健治氏

者に頼んでしまう。そんなこともあって、どこに問題のポイントがあるかわからなくなっちゃう。その辺をあらかじめ承知の上で現場を見なきゃならない。

**渡辺** そのシャッターもかなりくせ者なんです。あれはシャッターを取り替えるたびにモーターを取り替えるわけです。モーターをすえ付けますと、それを埋めもどしてない。ですから、取り替えた場合にはモーターの取り付け位置を十分調べておかないと。

**金子** それに一番問題なのはダクトですね。ダクトは非常にわからない。

**渡辺** ひどいのがありますよ。中へアンコのように紙を詰めまして、それで上から床材でふたをしているんです。外から見たって全然わからない。それを査察上見つけ出すというのは非常に難しいことですね。

**上原** 私の方でも、複合ビルの1階で火事があったんです。鉄筋コンクリートの工事の建物の1階の店舗から出て、2階の店舗まで延焼させて、その上は共同住宅になるんです。共同住宅の方は区画がありますので大丈夫だろうと思っていたところが、ある一室に寝ていた若夫婦が煙に巻かれて命からがら逃げ出したという話があった。火が消えて調べたところが、皆さんから出たお話のように大きな穴が開いていて、全然埋めていなくて、その上に畳が敷かれていたというようなずさんな工事があるわけですからね。

**塚本** 一流の建物でも、火事が起きて焼け跡を見ますと、幾つかの穴が見つかる所があるんですね。

**上原** これは専門じゃないので間違いがあるかも

しませんが、新しく建築する大きなビルは、計画申請を出して消防署でそれを一応チェックして検査するんですが、この所はダメだ、区画がダメだ、ああしろ、こうしろ、これでいいか、あれでいいかと何回も往復するわけです。その往復するのは建築主ではなく業者なんですね。だから業者は相当たたき込まれて、それで書き直しやチェックのし直しをして、これでいいということになって始まるんですが、建ててしまって建築主に渡すと、今まで設備なり何なりにタッチしたその業者はもうそれまで。これから先は、そのオーナーがやっていくんですが、設備とかそういったものの知識があまりない人たちに今度は一遍に切り変わってしまう。だから、ボタンタッチする少し手前のところまでは建築主と業者と一緒にこい、ということやる。それから、渡してから何年間はこの業者が面倒を見るということができないものかどうか。

**塚本** この前シカゴへ行って、一流の建物を建てた設計者に会って聞いたんですが、こういうことをいっていました。設計の段階で防火のノウハウは全部我々がやる。施行段階になったら施工に当たる専門業者を全部集めてプロジェクトを組んで進める。そしてチェックは我々が責任を持ってやるんだ、と。その辺、日本は多くが設備は設備設計に任せてやる。できあがった設計をチェックするかということあまりしてないらしい。

**竹内** そういう問題になると、建築の原点にもどらないといけないわけですね。

## 本当の火の怖さを 知らない住人

**塚本** 設備面ではどうですか。

**金子** たとえば、消防設備等の違反のものがありまして、早急に改修してほしいということで、消防の方で強く立ち入り検査結果通知書だとか改善警告書・命令書などを出すわけなんです。たまたまそれを受領する者が経営者ではなくて支配人

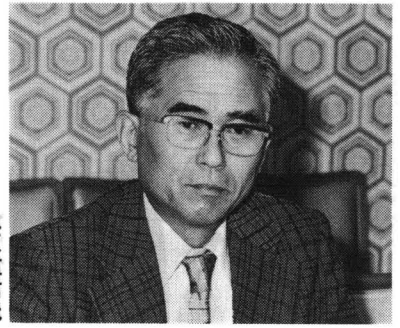
だとか店長である。経営者はたまに月に1回ぐらいしかこないんだ、というようなことで、はたしてその改善計画書が経営者のところまでいっているのかどうか、ちょっと疑問にも思いますし、そうかといって、経営者の住所・氏名を教えてくださいといっても、いや私どもは知りませんというような言葉が跳ね返ってくるんですね。

**塚本** 知らないというのは、どういうことですか。

**金子** 本来、大家さんと契約したものがいるわけなんですけど、又貸しをやってしまって2代・3代・4代と代わって、だれが経営しているか、働いている従業員自身がだれに使われているのかわからないというのが、往々にしてあるわけです。本来の姿として、経営者であるべき社長の方にその内容のものを渡して、やはり消防設備はつけなければ怖いものだ、ということをお納めさせていかなきゃいけないんですけども、なかなか、それが現時点ではできないところが隘路になっているんじゃないかと思います。

**竹内** 私の体験上の話なんですけれども、雑居ビルに対する大家とテナントの関係では、金を出して建物を借りている、貸しているという関係で、そこで権利問題が出てきますね。テナントは、私はこの部屋なりこの階を借りているんだから、という意識があるわけですね。大家の方は、お金をもらって貸したんだから、まあ強いことはいえないんだという意識がある。たとえば、我々が消防設備をつけなさい、と行く。その場合も、当初は大家さんの所へ行くわけです。大家さんは、たくさん金がかかるし、自分があまりそれにタッチできないという面があるわけですね。それが段々高じてくると、消防設備についてはテナントでやりなさい、と契約書の中に入れちゃうんですね。たとえば違反処理するんだという内容が出てきますと、どちらにやっていいのかという問題が出てきて、その辺の権利義務の問題で、非常に複雑な面が出てきますね。

**渡辺** テナントの問題が今出ましたが、沼津のあるビルで、消防がうるさくいていたものですから、テナントのほうで消防設備をしろ、というこ



上原重信氏

とになっていたらしいんです。それをしたんじや会社がつぶれてしまうからやめちゃおうと、テナントが引き上げちゃったんです。そうするともう入ってきませんから、大家さんは困るわけです。次に大家さんはどうするかというと、今度は消防設備のいらぬような方法をとるわけです。今まで百貨店だったものが事務所になったり、雑居ビルに変わってしまう。大きな資本を持っている所はいいんですが、小資本の所がどうしてもそういう例が出てきてしまう。

**竹内** 豊島管内でも、たとえばスプリンクラーの立ち上がり管はどうするということになると、大家が立ち上がりの主管はやる。それから各階に伸びている枝管については、テナントが責任をもって改修するんだ、火災報知器もしかりで、そういう了解事項をとってやっている所があるんですよ。

**金子** 現在、うちの管内にもそれがあつたんですよ。自動火災報知設備をつける場合、大家さんは受信器と共用する部分の配線は全部やる、その代わりテナントの方に、自分の所の感知器は負担させている所があるんですが、全部が全部まとまってつけられればいいんですが、7店舗のうち4店舗しかついていないんです。そういう形で、今運営しているんですが、今度は、やってくれない店子さんにお説教してくれ、と消防の方に申し込んできているんです。

**塚本** それがまた日本の風土ですね。困ると消防へくる。

**佐藤** 私が現場を回ってみてつくづく感じたのは、火災の本当の怖さを知らないということがあると思うんです。直接の火災危険というものは、オー





佐藤捷雄氏

ナーじゃなくてそこの現場にいる人たちだ。その人たちが火災の危険を本当に知っているのかというと、あまりにも知らない。話をしてみると、この家は鉄筋コンクリートできていて、だから燃えないんだ、ということを盛んにいうわけです。本来、火災の危険を直接被る人たちが、火災という事故の恐ろしさ、怖さを知らないんじゃないかな、というのが実感ですね。

ごく最近あった火災事例なんですけど、かなり大きな雑居ビルで、物品販売店舗もあるし映画館もある。ないものはないという雑居ビルなんですけれど、5階のちゅう房から出火したんです。ほんのわずか燃えたボヤだったんですけど、管理室の火災報知器でその火災をキャッチしたんですけど、5、6人の人たちがいて、実際そこで何がなされたか、結果としては何もしていないんですね。放送設備とか、必要な設備はありとあらゆるものがそろっているんです。それでいて消防隊が行っても、なんの誘導もできない。いったいどうなっているのかもわからないというのがあった。1回でも2回でも訓練がされていればなあ、と痛感しました。

**竹内** 私も感じるんですけど、やっぱり入っている人の防火管理意識が全般的に低いんじゃないでしょうか。

**佐藤** それに、ガードマンを夕方から使っている所がありますね。直接そこの管理者の直轄の従業員じゃなくて。今は分業化していて、何も事情のわかっていないガードマンの人たちが、カッコいい制服を着て、その人たちに聞いても何もわかっていないんですね。使い方などは一応知っているんですけど、真にその建物について内容をよ

く知っていて、事故があった際、必要なとるべき措置がとれるような人たちがいない。

**塚本** やはり一般の人々は、経営者側も現場の人たちも、いわゆる火の怖さを知らない。火災は怖いものだとは知っていても、怖さを体で判断できるようにになっていない。無理な注文だが。

## よく知って、よく教える

**金子** 私ども新宿消防署では、52年2月から5月の末日まで、風俗営業施設を対象にした立ち入り検査をやったんです。これは昼間の査察だけではなくなかなか取り締まりが徹底しないことから、夜間の査察を考えまして、俗にいうパトロール査察なんですけど、4月半ばごろから現在までこれは続いております。毎週といえますか隔週といえますか、金曜日を予定しまして、大小のキャバレーを含めて現在約60対象ばかり実施しているんです。普段見られない営業中をつぶさに見られるし、その時間なら経営者も支配人もホステスさんもいるから、その関係者、従業員に対しても“火災があった場合どういような対処をするか”と質問をすることも含めて、パトロール隊を編成しているんです。今までに、約5件ばかりの勧告書をその現場で作りまして、関係者のほうへ出しました。警告書は3件発行して、即日是正してもらったというようなことで、これはこれからも続けていきたいわけなんですけど、メリットがあるんじゃないか、というふうに考えているわけです。

**上原** 私ども横浜では、消防特別査察隊——特察隊というのが52年4月1日からできました。これは不特定多数の者が出入りする対象物で、延べ面積が1,000㎡以上のものや、寄宿舍、共同住宅等で11階以上のものなど、特別査察対象物が指定されておりまして、その対象物の査察と追跡査察を行い、防火管理上の不備、欠陥を発見、改善をすることを業務とする消防局直轄の特察隊です。日本人は本部とか局とかいうと、一目おくとということがあるんですね。個々のオーナーと折衝した時、案外積極的な姿勢を示すわけです。だから消防の

方でも、教育ママ的ではなくて、き然とした態度をもって臨むと、なんか今年から急に厳しくなったんだそうだ……。やらなければ……ということになるのだと感じているんです。

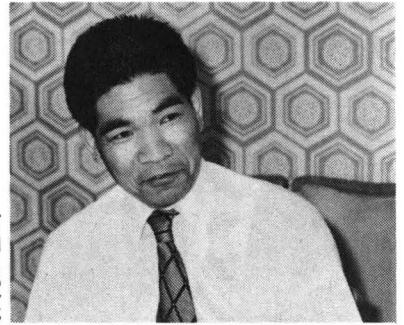
**塚本** わかりきった危険な状態をそのままにしておいて、もし事故が起きたら、そっちが責任を持つんだぞと。一人死んだら賠償金は今、最低2,700万円ぐらいですよ。これをどう考えるんだ、って放り出した方がいいのではないか。ああしろ、こうしろとこまごまいうから、かえって過保護になり、いわなければ何も考えないことになってしまう。

**上原** こんな言葉も返ってきたんです。スプリンクラー設備をしなければどうなりますか。ちょっと黙ってますと、これは営業停止、告発までするんですか。こんな言葉が査察をしている段階で向こうから出てくるわけなんですね。この査察を行ったその結果に対する措置はまだ今後の問題で、今度は違反処理という段階で、追跡査察をどういうふうな形ですかまだ未知数ですが、やった感じでは、なにかそこに一つ、

しっかりした線を持って臨むと、今までと変わった感じで相手も受けてくれるんじゃないか、そんな気がします。

ところで、さつき沼津さんから、避難の通路とかそういう所に燃えるものがあるからいかんのだというお話がありました。内装材ですか、安全な、燃えない、そういう資材の開発というのはどの辺まで……。

**塚本** かなり進んでいますね。その問題の出発点というのは、33年の宝塚劇場の火災からの話です。こんな大きな所でこんな火事だしちゃしょうがな



竹内定氏

いんだ。やはり燃えにくい材料を開発して使うようにすべきだというのが、難燃材の規定ができるきっかけです。難燃材というのは、可熱温度が高くなると燃えてしまう。だから、一つしかない避難路には可燃材を使わないことです。

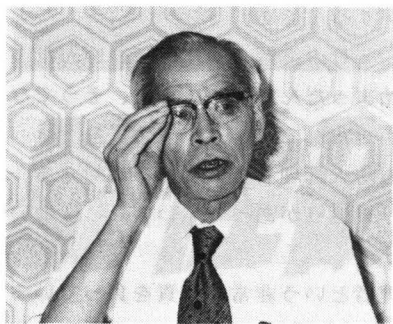
**金子** 一番いいのは、耐火構造の壁に直接クロスバリすることですね。

**塚本** そうなんです。やっぱり我々がよく理解して、アドバイスしてやる必要があるでしょうね。

そこでもし、個室から出火して燃え出した場合、

主な雑居ビル火災の被害状況

年月日	場所	ビル名	焼失面積	死傷者数	原因
41. 1. 9	川崎市	金井ビル	691.5㎡	死12 傷14	タバコの不始末
43. 1. 8	東京中央区	松竹会館	110	0 0	マッチの燃えかす
43. 3. 13	" 千代田区	有楽ビル	31	3 0	サウナヒーターの取り付け不備
43. 3. 14	" 豊島区	ブロンズ会館	1,233	0 13	石油ストーブの不始末
44. 1. 9	" 新宿区	日本青年会館	440	3 9	タバコの不始末
44. 5. 1	" 大田区	蒲田文化会館	1,782	0 13	"
44.12. 5	" 渋谷区	東急百貨店東横店	189	0 3	"
45.11.25	" 台東区	新世界	137	0 0	"
45.12.26	水戸市	中央ビル	13,306	2 18	不明
46. 3. 20	東京江戸川区	桐沢ビル	137	0 0	タバコの不始末
47. 5. 13	大阪市南区	千日デパート	8,800	118 69	工事人のマッチの投げすて
48. 5. 28	東京新宿区	第6ポールスタービル	446	1 0	不明
48.12. 3	富山市	丸満会館	165	2 0	調理中の油なべ
48.12.19	津市	大門ビル	2,400	0 0	不明
49. 2. 2	東京新宿区	モナミビル	250	0 0	調理場の火の不始末
50. 3. 1	" 豊島区	朝日会館	68	5 17	電気ストーブ
51. 1. 10	" 新宿区	貴悦ビル	100	1 12	不明
51.11.27	" 豊島区	関根ビル	504	1 0	不明
51.11.30	" 新宿区	モナミビル	70	0 0	調理中の油なべ
51.12. 4	" 江東区	国松ビル	75	6 3	放火
51.12.16	旭川市	今井ビル	210	3 0	
51.12.26	沼津市	三沢ビル	269	15 8	放火



塚本孝一氏

その出入口の扉を必ず閉めてしまうことを十分に頭に入れてやるのが大切です。閉め切ってしまうと、内部は酸素不足の状態になって激しく燃え盛らないと同時に、煙を避難路などの共用場所の方に充満させないですみます。

**佐藤** 先程も申し上げましたが、直接の出火の元となるものを潜在的にもっているのは現場の人たちです。その人たちの火災危険意識は本当に低すぎるんだと思うんです。ましてや、その設備が一体となったもの、あるいは避難施設について、建物全体として考えてつくり上げられたものに対して、本当に理解していないんだと思うんです。それに対して、消防機関がその知らないことを理解して、それを本当に相手にわからすだけの知識の普及をしているのかというと、ズバリいって、あんまりしていないんじゃないか、ということだと思います。

**上原** そういうことですね。我々がよく理解する必要があるわけですね。

## ほしい防火管理思想

**塚本** それでは、今後これだけはなんとか考えてほしいというものがあつたら、おっしゃってください。

**渡辺** 沼津の場合を考えると、もし横の窓をベニヤでふさいでなければ、2階から隣の屋根に逃げられたのです。どうしても階段がつけられないというならば、隣の屋根でもどこでもいい、逃げられる方法をつくってあげればいいじゃないか。逃げる方法さえつくっておけば、犠牲者は出なく

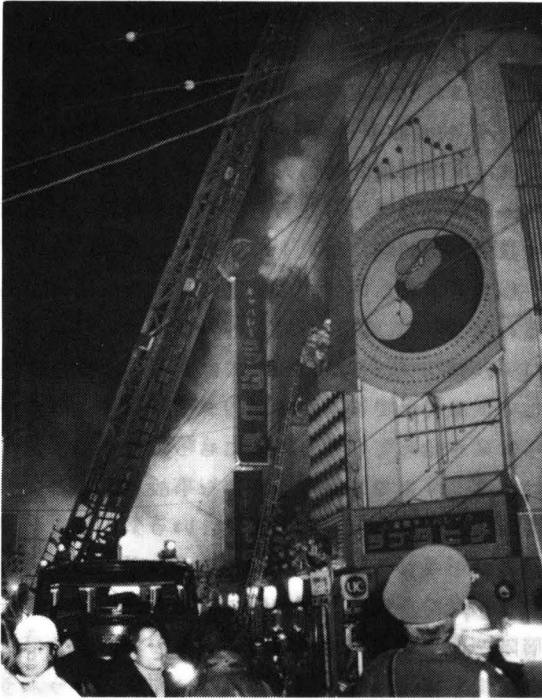
なる。人命に危険がなければ、火災があつたにしてもそれほど問題はないと思うんです。

**金子** これは法規上の問題に絡むんですが、旅館、ホテル、映画館等の興行場、それからサウナ、トルコこれには俗に消防署の方で意見書を公布し、それで保健所と警察の方でもその内容を検討して、消防設備上の問題、防火上の問題がよければオープンしてもよろしいですよ、というような法律があるわけですが、風俗営業施設、とくにキャバレー、バー、クラブだとかについては、その法律を適用して、あくまでも消防機関のチェックを受けてから営業を始めてもらう方法にもっていただければ、今までのような悲惨な事故も割合と少なくなるんじゃないだろうか、という気がします。

それからもう一つは、階段が1か所しかないようなペンシルビルですが、これらに対しては、上層階とか、地下の深層階について、この部分には風俗営業施設を置いちゃいけないんだというような、ある程度、規制してもらった方がいいんじゃないか、という気がするんです。

**塚本** ただ営業させないっていうことは、なかなか難しいですね。それに住民意識が強くなりましたから、へたに強圧的に出ると、今度は逆効果で反発してくるんじゃないか。前に話があつたように、関係者と消防とが危険について共々検討するというようなやり方で話をする。消防の方で責任持つならここまで持つ。あとはお前の方で責任持つんだ、というような、その辺がうまくいくようになってほしいと思いますね。最近消防に反発する声が多く聞かれるようになってきました。

**佐藤** 今までの話の中で、出てきた問題がいろいろあつたわけですが、私は避難施設について、建物をつくる段階からゆとりをもって単純化できないかなあ、ということハードな面としては、そんなことを強く感じるんです。しかし、そのハードな面が仮に満足したとしても、問題はそれだけでは解決しないんだと思うんです。やっぱり広い意味の管理体制だろうと思うんです。ズバリいってそれがどうしてもうまくいっていないんですね。一つには集約化しすぎているんですね。1坪の所



でも有効に生かそうとしすぎて、ゆとりがない。もう一つは、賃貸あるいは分譲といういわゆる区分所有、こういった形態が複雑になっていて、火災という災害との対応が、どうにもうまく結びつかないんですね。そこにもう少し有機的なつながりがあってほしいな、と思うんです。

**塚本** 近ごろ赤坂あたりに建てられた雑居ビルをみると、なかなか工夫がされているようです。

**竹内** 私が考えますことは、防火管理が大事じゃないかということです。火災事例など見ましても人為的な原因による火災が非常に多い。とくにそういう面で、もう少し防火管理者というものの制度を重視して欲しいと思います。防火管理者自体の質の問題にしても、我々は、一方ではとっつきやすい問題で、早く講習を受けて専任してください、ということではいきますが、また一方では、もっと高度なもの、あるいは高いランクの防火管理能力を必要とするような内容を要求しているわけですよ。その辺で多分にギャップが出てくるわけですね。それぞれ管理者を要するようなテナントについても、ただ防火管理者をつくれればいいという安直の考えでなく徹底してやっていただけない

か、という気がするんです。

**塚本** これは、2日の講習を受ければいいんだ、ということで始まったんですね。また、そうでなければできなかったんです。

**竹内** ですから防火管理者というものに対する一つの裏づけなり見返りがあってもいいんじゃないかとも思います。

**金子** 防火管理者という非常に重責を負っているわけですからね。この面に対するある程度の地位づけとか、役職みたいな形でつければ、防火管理者としてやりがいがあるんじゃないかという気がしますね。

**上原** 共同防火管理の問題も大きな対象ですね。私たち特察隊が手をつけるような対象は、案外うまくいっているんです。しかも一つのビルだけではなくて、防火連絡会というのが作ってありまして、お互いに交流をしあって、これはうまくいっているんです。ですから、こういったうまくいっている例をもっと広めていって、小規模のものにも波及させていくということが必要だと思うんです。逃げろとか火を出すな、ということをして、これは何が原動力になるかということ、スプリンクラーや消火栓じゃなくて、その人の心だと思うんですよ。いわゆる防火管理という思想がそうするんであって、だからその意識を高める意味がまず優先しなきゃいかんと思う。危険だから逃げろと、逃げることを第一に、ということも当然推進していかなければいけないけれど、逃げる時はゆっくり逃げるような体制をつくり上げていくのは、やっぱりそのオーナーなり、テナントの長なり責任のある人たちの意識だと思うんです。だから、金のかかる消防設備を勧告しながら、なおそういう意識を高めていくということが、本来我々の任務であり、一般の社会に、そういう思想が広まってほしいと思うんです。

**塚本** 防火管理者に明確な立場ができるほど、火災事故が起きたときに責任を問われることになる。どうも、そういう傾向が見られるようになりましたね。それではこの辺で……。どうもありがとうございました。

# 脆性破壊について

長澤 準

## はじめに

船舶、橋梁、圧力容器および貯油タンクのような鋼材を溶接して製作した溶接構造物にあっては、構造物が強度上十分安全であると考えられる荷重よりかなり小さい力で破壊が起こることがある。

構造物の強さは、使用中その構造物が受けるであろうと予測される荷重に対して、一定の安全率を持つように設計されている。たとえば船舶であれば、その船舶が就航中に積載する貨物による荷重と、航海中に波浪によって受ける荷重などに対して、船体の各部材が十分安全性を有するように設計されている。しかしこれらの設計基準においては、一般に鋼材は延性破壊、すなわち破壊までに十分に延びることが前提となっている。もしなにかのきっかけで、これらの材料の一部が十分な延性を失うと、構造物は脆性破壊の危険にさらされるわけである。

この脆性破壊は、延性破壊の引張強さの数分の1の低い応力でも発生し、一秒間に1,000m前後という超高速でき裂が進むので、一瞬のうちに構造物を崩壊してしまう。船舶がなぞの沈没をしたり、貯油タンクに破壊事故が起きると、真っ先に脆性破壊説が新聞などに載るのも、脆性破壊が大破壊につながるからである。事実、種々の構造物の破壊の事故調査の結果、脆性破壊が原因であった例もかなり多く発表されている。

鋼材の脆性破壊は、低温と切欠の存在が第1の

要因である。それぞれの鋼材は種々の試験によってろさの程度を示す“靱性値”が求められ、これが脆性破壊に対する判断の一つとなっている。靱性値の一つに遷移温度というのが用いられているが、この温度より低い温度では脆性破壊が生じ、あるいはき裂は停止しないで伝播し、この温度より高ければ脆性破壊が生じる心配はない。

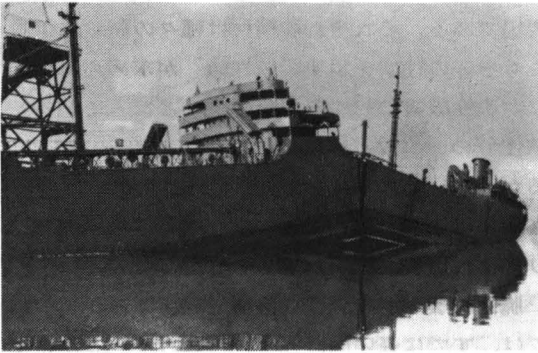
脆性破壊がどのような機構で発生するかについては、すでに長い間研究が続けられているが、その理論的解明には破壊力学が大きな役割を果たしてきた。切欠の存在を仮定して、荷重を受けた場合の切欠近傍の応力、歪解析を行い、応力集中度、歪エネルギーあるいは切欠先端の変位量を求めて脆性破壊の尺度とするもので、これらの大きさが個々の鋼材の持つ靱性値よりも大きくなれば脆性破壊を起こす。構造物の脆性破壊を防止するために必要な靱性値は、実際の構造物の破壊事故調査の結果が参考にされている。しかし構造物が多様化あるいは大型化し、また新材料が使用されるようになると、特定の構造物や鋼種で得られた破壊靱性値をそのまま他の構造物に应用することが問題となってきた。したがって今日では、船舶、橋梁、原子炉圧力容器など個々の構造物に適合した基準が破壊力学的立場から検討される傾向にある。

## 破壊の要因

第二次世界大戦中において、米国で約5,000隻の

輸送船が建造されたが、このうち1,000隻以上の船に大きなき裂が生じ、とくに200隻あまりの船は致命的な損傷を生じた。また9隻以上のT-2タンカーと7隻のリバティ船が船体中央部で完全に二つに割れるという惨たんたる事態を生じた(写真1)。これらの破壊はいずれも脆性破壊によるもので、T-2タンカーの破壊の大部分は船底外板の溶接継手の欠陥からき裂が発生し、リバティ船の破壊は甲板上の倉口隅部あるいは船側外板が直角に切れ込んだ部分が発生点になったことが報告されている。

写真1 T-2タンカーの脆性破壊(1943年)



1950年代半ばに、飛行中上空で崩壊する事故を起こしたコメット旅客機は、機体の開口部近くのリベットホールから進展した非常に小さい疲労き裂が脆性破壊を起こす原因となった。1967年には米国で大きなつり橋が崩壊し46名が死亡する事故があった。つり綱を支えている金具の部分に脆性破壊が発生したのが直接の原因であるが、遠因としては応力腐食によるき裂がかなり成長していたことが挙げられている。

このように、鋼構造物の破壊は切欠にその端を発している場合がほとんどである。脆性破壊の原因となる切欠の種類には、溶接部の各種の欠陥、開口部などの構造上の不連続部、疲労や腐食などによるき裂などがある。最初は脆性破壊を起こさない程度の欠陥であっても、疲労や腐食の進行によりき裂が成長して破壊の原因となり得る。しかし構造物に切欠が存在しても、それだけでは脆性破壊は起こらない。構造物の温度が鋼材の遷移温度より低くなる必要がある。すなわち、使

用鋼材がその温度で十分な靱性を持っていれば切欠があっても脆性破壊を起こすことはない。

靱性値が切欠があるとの程度低下するかについては、後述する破壊力学によって求めることができる。前述の事故例で挙げた船舶の場合、対策として溶接技術の改良、倉口隅部に曲率を付けたり板を二重にするなどの改良を行って脆性破壊の原因となる切欠をなくすようにした。また鋼材そのものの靱性値も向上させるよう、船級協会はその化学成分の規定を設けるようになった。

これらの対策によって、その後事故の件数は少なくなったが、しかしなお1972年にはブッシャーバージ型(押船方式)のタンカーが穏やかな海象の港の中で脆性破壊によって真っ二つになるという事故が米国で生じている。この場合、鋼材は必要な破壊靱性値を持っていたのであるが、原油の積載方法に問題があったため、船体に異常な応力が働いたことが破壊の原因となった。

一方、日本の近海において数年前大型船のなぞの遭難が相次いで、造船界にショックを与えたことがあった。事故の当初は脆性破壊説が新聞などで報じられたが、その後の事故調査の結果では、一応脆性破壊の可能性は否定された。事故の真因は船が沈没してしまったため究めることができなかったが、いずれの船も野島崎沖という海の難所で事故に遭遇していることから異常な波による外力が原因という見方が支配的となった。また、昨年の秋台風17号の最中、豊後水道で船体が真っ二つに折れた菱洋丸の事故はいまだ記憶に残るところであるが、この時も当初は、まず脆性破壊の可能性が検討された。しかし事故後間もなく行われた損傷状況調査によって、船体にき裂はほとんど見られず、甲板が圧縮によって座屈したことが船が二つに折れた原因であることがわかり、脆性破壊の可能性はまったくなくなった。

さて、このような脆性破壊に関する実験室での研究は、一般に鋼材に細いスリットや疲労き裂を設けて低温で引っ張る方法で行われる。図1は軟鋼の切欠付広幅試験片を種々の温度で引っ張った時の破壊応力と温度との関係を示したものである。

T<sub>1</sub>より低い温度では降伏点より小さい応力で脆性破壊を発生し、温度が低いほど破壊までの伸びおよび切欠先端部の断面収縮は小さく、破壊応力も小さくなり、破面は平滑の粒状をなす。これは鋼材の結晶粒内のへき開面に沿ってのへき開破壊であって、巨視的には破面は引っ張り方向に直角である。また、試験片の切欠が長く、切欠先端が鋭くそして板厚が厚いほど小さい応力で脆性破壊が起こる。試験片の破面の1例を写真2に示した。

図1 軟鋼の切欠付広幅引張試験の破壊応力と温度

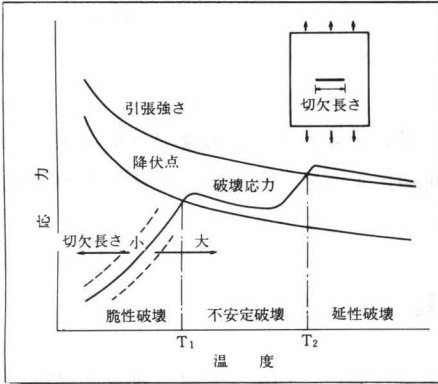
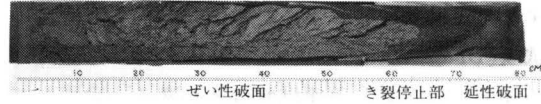


写真2 脆性破面と延性破面

302BQT CRACK ARREST TEST  
GRADIENT STRESS:30KG/MM<sup>2</sup> TEMP: +49°C



T<sub>1</sub>より高くT<sub>2</sub>より低い温度では、破壊応力は降伏点よりやや高くなる。破面は切欠先端にまず剪断破壊が生じ、それからへき開破壊に移行する。T<sub>1</sub>以下での破壊に比べて、破壊までの変形量が大きいが、短時間で破壊してしまう不安定破壊となる。注意を要するのは、この温度で設計応力が降伏点より低くても、脆性破壊に対して安全とはいえないことである。それは溶接あるいは加工などによって切欠先端に引っ張りの残留応力が存在していれば容易にこの種の破壊が発生する危険がある。

温度がT<sub>2</sub>より高い場合は完全な延性破壊となり、破面は板の面と45°をなす剪断破面をなす。

靱性値の良い材料では曲線が左へ移り、T<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>が低くなる。溶接による残留応力や、溶接継手に切欠などの欠陥があれば、曲線は反対に右側

へ移る傾向となる。このほか衝撃的な荷重の下では温度が低下したと同じ影響を受けることがわかっている。冶金的要因としては、鋼材中に含まれる合金元素の含有量、焼き入れ焼きなましなどの熱処理および結晶粒の大きさが脆性破壊に関係する。含有量が多いほど鋼材がもろくなる元素は、炭素、燐、硫黄などで、逆に靱性値を向上させる元素はニッケル、マンガン、シリコン、アルミニウム、ニューブなどである。

## 破壊の力学

脆性破壊の原因として、切欠が大きき要素となることを述べてきたが、破壊の現象を力学的に考える場合、あるいは材料試験によって靱性値を求める場合には、まず鋭い切欠の存在を仮定する。そして荷重を加えた場合のき裂近傍の応力-歪解析により歪エネルギー解放率、応力拡大係数およびき裂開口変位などを求め、これらを破壊のパラメータとする。たとえば、Griffithは図2に示すような長さ2aのき裂を有する無限板が、引張応力σを受けた時に、き裂が微量δa拡大する時の歪エネルギーの変化に着目した。もし、き裂が伸長するならば、き裂を伸長しようとする歪エネルギーが新しい破面を作り出すに必要な表面エネルギーより大きくなければならぬという条件から、脆性破壊を論じたものである。ここでWは解放歪エネルギー、Gはき裂伸長力、γ<sub>s</sub>は単位面積当たりの表面エネルギーである。

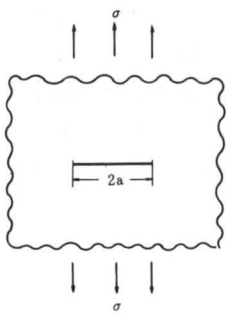
次に、図2のき裂先端部は応力集中によって他の部分より応力が大きくなり、き裂断面でのき裂に直角方向の応力分布は図3のようになる。同図に示すKは応力拡大係数と呼ばれ、荷重と試験片の形が決まれば一義的に決めることができる。同図には無限板の場合を示したが、一般的には

$$K=f(\alpha)\sigma\sqrt{\pi a}$$

で与えられ、f(α)はき裂長さαと試験片寸法から数学的にあるいは数値解析によって求めることができる。

以上は、き裂を有する弾性体内のエネルギー条件、あるいは応力場を対象にした破壊力学であっ

図2 Griffithのき裂と  
き裂伸長力



$$\frac{\delta W}{\delta a} \geq 2\gamma_s$$

$$G = \frac{\delta W}{\delta a} = \frac{\pi \sigma^2 a}{E}$$

図3 き裂先端の弾性応力場  
と応力拡大係数

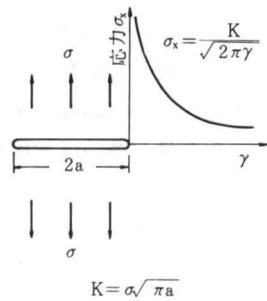
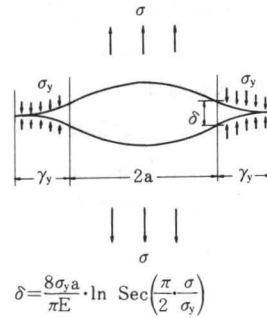
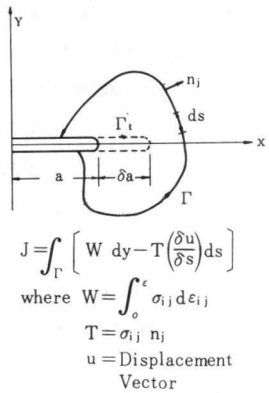


図4 Dugdaleの降伏モデル



$$\delta = \frac{8\sigma_y a}{\pi E} \cdot \ln \text{Sec} \left( \frac{\pi \sigma}{2\sigma_y} \right)$$

図5 J積分の定義



$$J = \int_{\Gamma} \left[ W dy - T \left( \frac{\delta u}{\delta s} \right) ds \right]$$

where  $W = \int_0^{\epsilon} \sigma_{ij} d\epsilon_{ij}$   
 $T = \sigma_{ij} n_j$   
 $u = \text{Displacement Vector}$

$$J = G = K^2 / E = \delta \sigma_y \tag{2}$$

て弾性破壊力学と呼ばれる。しかし実際の鋼材は弾塑性体であるので、応力が集中するき裂の先端は容易に弾性域を超えて塑性域に達する。このようにき裂先端に生じる塑性域を考慮した破壊力学を弾塑性破壊力学という。

弾塑性破壊力学では、図4に示すようにき裂長さ2aの両外側に $\gamma_y$ の塑性変形域が広がり、また、き裂の拡大を妨げるように材料の降伏点 $\sigma_y$ に等しい応力がこの部分に作用しているという仮定がなされている。このように考えると、き裂長さ2aでの開口変位 $\delta$ が同図に示したような式で求まる。この式は引張応力が降伏点に比べて小さい時は、近似的に(1)式のようになり弾性破壊力学の場合のパラメータG、Kとの関連がわかる。

$$\delta = \frac{\pi \sigma^2 a}{E \sigma_y} = \frac{G}{\sigma_y} = \frac{K^2}{E \sigma_y} \tag{1}$$

また別の破壊力学的な考えとして、図5に示したように、き裂先端部での応力、歪を、き裂先端を取り囲む任意の線に沿った積分の形で示したのがRiceのJ積分といわれる。ここで長さ2aのき裂が $\delta a$ だけ伸長した時、き裂面 $\Gamma_t$ に沿ってのJ積分は歪エネルギーをW、板厚をBとして次式で与えられ、

$$J = - \frac{1}{B} \frac{\delta W}{\delta a}$$

弾性変形の場合は次のようになる。

以上示してきたような破壊力学から求まる種々の解析値によって、構造物の脆性破壊の可能性を判断することができる。

### 破壊靱性と試験方法

破壊靱性値は、切欠を付けた種々の試験片による破壊試験から求めることができる。大別して2つのグループに分けることができ、第1のグループに属する試験法は、シャルピー衝撃試験、DWT T試験(Drop Weight Tear Test)および米国海軍が開発したNRL落重試験などがある。いずれも脆性破壊が最も発生しやすいように、切欠のある試験片を衝撃荷重によって破壊させる方法である。試験片の温度を少しずつ変えて試験を行い、それ以下の温度では脆性破壊が発生するという限界の温度として“遷移温度”を求め、これを破壊靱性値とするものである。したがって、遷移温度が低いほど低温でも脆性破壊が起こらないので、良い材料ということになる。

第2のグループに属する試験法は、通常材料試験機で試験片を引っ張り、試験温度での破壊応力あるいは切欠部の開口量を測定する。この結果から、前節で述べた破壊力学的パラメータ、き裂伸長力G、応力拡大係数あるいはき裂開口変位を計算して破壊靱性値とするものである。この場合も材料の良いか悪いかは、これらの靱性値の大き



さで判断される。

これらのグループの代表的試験法として、切欠付広幅引張試験 (Deep Notch Test)、三点曲げ試験あるいはWOL試験(Wedge Opening Loading)などがある。

以上に示した試験法は脆性破壊が発生するか否かを調べる試験法であるが、破壊が発生後、き裂が停止するかどうかを調べる試験法も研究されている。き裂の伝播停止に関する試験といわれるもので、二重引張試験およびESSO試験などがある。この試験法は試験片に温度勾配を付けることによって伝播してきたき裂をより高温の部分で停止させ、停止までのき裂長さで試験片に加えた荷重から前述のKの値を計算する。この数値がき裂が停止した位置の温度における脆性き裂停止に必要な靱性値となる。

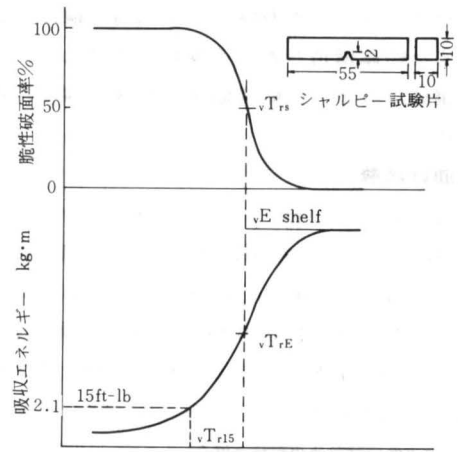
以下に、現在行われている代表的な脆性破壊に関する個々の試験法について、もう少し詳しく述べてみる。

#### Vノッチシャルピー衝撃試験

破壊靱性試験として最も広く使用されている試験法である。種々の規格値および他の試験法との相関関係が与えられている。この試験は図6に示すような10mm角で長さ55mmの小型の試験片を用いる。試験片には深さ2mmのV切欠を付け、切欠と反対側から衝撃荷重を加えて試験片を破断する。試験結果から、試験片の吸収エネルギーおよび破面観察によって脆性破面率を求める。図6に示したように、低温では破断に要する吸収エネルギーは小さく破面は脆性破面を呈するが、高温になると吸収エネルギーは大きく、破面は延性破面を呈する。この中間の温度では脆性破面と延性破面が混在し、それぞれの破面がちょうど50%ずつになる温度を破面遷移温度  $vT_{rs}$  と呼んでいる。また、吸収エネルギーの最大値はUpper Shelf Energy  $vE_{shelf}$ 、吸収エネルギーが最大値の $\frac{1}{2}$ になる温度をエネルギー遷移温度  $vT_{rE}$  とよび、 $vT_{rE}$  は  $vT_{rs}$  とほぼ等しい温度となることが知られている。

このほか、吸収エネルギーが15ft-lbあるいは、35ft-lbという一定の値になるときの温度なども、

図6 Vノッチシャルピー衝撃試験の遷移温度



15ft-lb遷移温度  $vT_{r15}$ 、あるいは35ft-lb遷移温度  $vT_{r35}$ として一つの基準として用いられている。

破面遷移温度  $vT_{rs}$ あるいはエネルギー遷移温度  $vT_{rE}$ は、大型の広幅引張試験の脆性破壊発生温度あるいはき裂伝播停止特性ともよい相関が得られている。大型の材料試験の結果とよい相関があるということは、実際の構造にもよく適合することを証明するものであって、日本溶接協会の低温構造用鋼板判定規準 (WES) の規格試験には  $vT_{rE}$  が採用されている。

15ft-lb遷移温度  $vT_{r15}$ は前述した第二次世界大戦中に多数の脆性破壊事故を起こした米国の戦時標準船の事故調査報告、およびその関連報告において初めて用いられた。この調査は破壊を発生した鋼板、き裂が通過した鋼板および破壊が停止した鋼板と分類し、それぞれについてシャルピー衝撃試験が実施された。試験結果は統計的に処理され、船体用鋼板の脆性破壊は10ft-lbの吸収エネルギーを境にして発生していることが明らかとなった。しかしこれより若干の安全側をとって吸収エネルギーが15ft-lbのときの遷移温度  $vT_{r15}$ が、船体構造用鋼板に必要な破壊靱性値として採用されることになった。

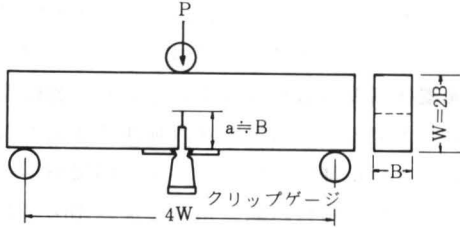
英国のロイド船級協会においては、同様な船体調査結果から、切欠靱性が十分な鋼板の限界値として35ft-lb遷移温度  $vT_{r35}$ を採用した。このような実際の構造物の破壊事故を基にして得られた資

料はきわめて貴重であり、今日では船体用鋼板は軟鋼だけでなく高張力鋼、低温用鋼と鋼種が広がり、また船体構造も著しく変化を遂げたが、上述の規格値はなお各国船級協会の船体用鋼板の重要な根拠になっている。

**三点曲げ試験**

米国のASTM(American Society for Testing and Materials)の平面歪破壊靱性試験(K<sub>IC</sub> Test)、英国のBritish Standards InstitutionのCOD試験、あるいは我が国において標準化される傾向にある工業的COD試験などが、この試験方法で実施される。

図7 三点曲げ試験片の形状寸法



標準試験片の形状、寸法は図7に示すもので、深さは板厚の2倍、長さは板厚の8倍以上とし、長さの中央にほぼ板厚に等しい深さの切欠を有する。さらに、できるだけ鋭い切欠からの靱性値を求めるため、ASTM規格およびBritish Standard Institution規格では、切欠の先端に疲労き裂と呼ぶきわめて鋭いき裂を入れることが条件として決められている。

必要な試験温度において荷重を加え、破断までの切欠の開口変位量を記録する。K<sub>IC</sub> Testでは、破壊発生荷重と試験片寸法からK<sub>IC</sub>値を計算によって求める。COD試験では切欠の開いた部分で計測した開口変位量を切欠の先端の値に換算する。これらの実験結果を基にして、前節で述べた破壊力学を応用して、き裂長さと破壊応力の関係を求める。実際の設計に応用する場合は、これらの試験結果に適当な安全率を見込んで使用温度に対して設計応力を求め、あるいは材料の選択を行うわけである。

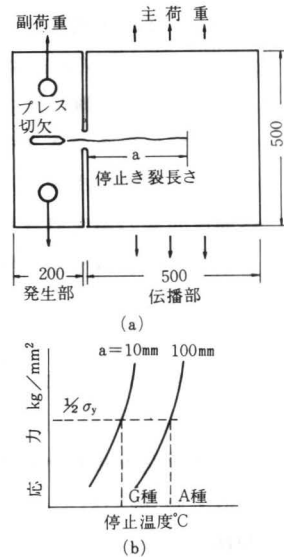
**伝播停止試験**

この試験には温度勾配を付けた二重引張試験、

あるいはESSO試験が主として用いられている。二重引張試験の形状、寸法を図8に示したが、試験片はき裂を発生する部分と、発生したき裂が伝播する部分からなり、発生部はできるだけ低温にして、副荷重による脆性き裂の発生を容易にする。

一方ESSO試験は二重引張試験に似ているが、発生部がなく、伝播部に付けたVノッチにくさびを打ち込んで脆性き裂を発生させる方法である。これらの試験では、伝播部は発生部に近い部分を低温にし、反対側が高温になるように温度勾配を付けておく。発生部から進行してきたき裂は伝播部内のある温度のところで停止する。この時のき裂長さおよび主荷重の大きさから、停止温度における靱性値を求めることができる。

図8 二重引張試験片と停止特性



これらの実験結果によって、き裂が伝播した場合に、それがある長さで停止するための応力および温度の限界が求められる。日本溶接協会のWE S規格は10mmと100mmの長さのき裂で停止する温度を基礎にして決められている。前者はG種と呼ばれて、脆性破壊に対してはごく一般的な構造物に対して適用され、後者はA種と呼ばれて、脆性破壊がとくに問題となる溶接構造物に対して適用される。

**破壊の防止**

一般に構造物の各部材の寸法は、強度計算によってまず十分な安全率を有するように決められるが、それと同時に材料設計として、構造物の使用温度において脆性破壊を起こさないような靱性値を持つ鋼材の選択が必要である。

船舶、橋梁、圧力容器等個々の構造物の使用条

件に適応した靱性値がそれぞれ規格に示されている。これまでも述べてきたように、これらの規格値は長い間の構造物の実績に基づいた部分が多い。しかし新しい構造物が出現したり、新しい材料が使用される場合は、最近の破壊力学による研究成果を用いてその安全性が検討されている。船級協会の高張力鋼、低温用鋼の使用に関する規則、日本溶接協会の厚板使用に関するW E S規格などが新しい規格である。

また新しく破壊力学に基づいて靱性値を規定したのも現れている。橋梁設計において American Association of State Highway and Transportation Officialsは、橋梁の実荷重を計測し、その荷重速度に対応して破壊力学から求まる靱性値を要求している。American Society of Mechanical Engineeringsは原子炉用压力容器について、種々の脆性破壊試験法で得られる $K_{IC}$ 値の最低値を規格に採用している。したがって、高速荷重に対する破壊靱性値や、超厚板のき裂停止試験の破壊靱性値も満足することになるので、きわめて安全性の高いものとなっている。

最近の新しい構造物の一つに、クリーンエネルギーとして需要が拡大しているL N Gの運搬船がある。しかしこのL N G（液化天然ガス）の温度は約 $-162^{\circ}\text{C}$ という超低温であり、脆性破壊に対して十分な検討が要求されている。船級協会では、これまで $-50^{\circ}\text{C}$ 以上の温度のみを対象にしていたので、L N Gの出現に対処して国際船級協会連合(I A C S)は国際的に統一規則を制定している。L N Gタンク用材料には低温で靱性が優れている9%Ni鋼、アルミニウム合金あるいはステンレス鋼などが使用されている。L N G船の船体構造は幾つかの方式が採られているが、船体に対しても各部の温度分布を考えて鋼板の規格が決められている。

## むすび

脆性破壊の研究は第二次世界大戦後、溶接構造の発展と共に急速に進歩してきたもので、現在に

においても鉄鋼、造船、土木、建築など関係する産業分野において広く研究が続けられている。最近においては、とくに弾塑性域での破壊力学、高速荷重の下での破壊靱性など次々と未知の分野へと研究が進められている。

今日まで各方面で行われた研究の数や種類はばく大なものであり、これらの成果によって、一般の構造物においては、まず脆性破壊に対する心配はいらないと考えられるようにまでなっている。

最近の造船関係での一つの研究として、日本造船研究協会は「破壊力学を実際の構造物に適用するための研究」を企画した。この研究は、構造物が一生の間に受ける荷重を考え、破壊力学によって内在する諸欠陥からき裂が発生し伝播していく過程を追跡し、ある大きさに成長したき裂が脆性破壊に結び付くか否かを定量的に判断する。その結果から構造物に内在する欠陥の評価を行い、材質、工作、検査補修などの問題の検討に役立たせようとするものである。このような研究は、今後における脆性破壊の研究の方向を示唆するものであり、破壊の原因となるき裂の発生を未然に防ぎ、またき裂が発生しても大破壊につながらないようにする構造設計、あるいは材料の選択が常に検討されているのである。

終わりに、本文を記すに当たっては、下記の文献を参考にして書かせていただいたことを付記する。

(ながさわ ひとし/運輸省船舶技術研究所)



- 1) S.T. ROLFE and J.M. BARSOM "Fracture and Fatigue Control in Structures, Application of Fracture Mechanics" Prentice-Hall, Inc, 1977
- 2) A.S. TETELMAN and A.J. Mc Evily, Jr "Fracture of Structural Materials" John Wiley & Sons, Inc, 1967
- 3) J.F. KNOTT "Fundamental of Fracture Mechanics" Bondon, Butterworths, 1973
- 4) 池田一夫 "切欠じん性の規格値とその根拠" 溶接学会誌、第45巻 第10号 1976. 10

また、各種規準については日本溶接協会、日本海事協会、研究成果については日本造船研究協会の諸報告が非常に参考になることを付記しておく。

# 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。

## 防火ポスターデザイン決まる

8月17日(木)、当協会理事会室において全国から寄せられた作品の審査会が行われました。その結果、本誌表4にご紹介した入選作をはじめ、次の入賞が決まりました。

入選(賞金70万円) 八神和敏/愛知県

佳作(賞金20万円) 玉木作重/千葉県、有阪博道・星野英樹/東京都、田島一夫・大友慶孝/東京都、大西英二/香川県、松村一友/福岡県

努力賞(賞金5万円) 三好健一/福岡県、広野司/福岡県、高橋雷太郎/神奈川県、梶村修二/東京都、荒木精一/大阪府、山川芳秋/愛知県、野中勝二/福岡県、飯島徹/東京都、大島一成/愛知県、赤治芳延/東京都、豊増秀男/福岡県、田中邦彦/神奈川県、田中早苗/福岡県、小野田昌輝/京都府、野中勉/福岡県

## 集中キャンペーン、山形市で

ことしの地域集中防災キャンペーンは、10月14日(金)～19日(水)の6日間、山形市で行われます。この防災キャンペーンは、地元のマスコミをはじめ、官公庁、諸団体の協力を得て、毎年1回都市を変えて行っております。山形県は、昨年酒田市の大火があったことから、山形新聞をはじめとする関係者が、ひとしお力を入れております。キャンペーンの主な内容は次のとおりです。

◆総合防災展＝丸久松坂屋14日～19日◆市中パレード＝歌懸稲荷いなり角一十日町一本町一七日町一市役所前(一斉放水)一旧県庁前広場14日11時30分◆消防自動車合同寄贈式＝旧県庁

前広場14日13時30分◆消防訓練とアトラクション＝丸久松坂屋前歩行者天国14時◆交通安全教室と救急講習会・消火訓練＝丸久松坂屋屋上15日午後◆人形劇、紙芝居、腹話術による安全活動＝丸久松坂屋屋上15日、16日◆防火講演会＝18日「防火管理について」日大教授塚本孝一氏◆防火ポスター展＝丸久松坂屋14日～19日

## 防火CF、秋にオンエア

このたび当協会では、一般家庭むけの火災予防PRとして、テレビCFを作り、下記のように放送することになりました。このCFは30秒で、内容は火元点検に重点を置いたものです。放送局は80局、全国どこでも見られます。ぜひご覧になって、ご意見をお寄せくださるよう、お願いします。

## テレビ放送スケジュール

放送期間は全局11月26日(土)から12月2日(金)の7日間「秋の全国火災予防運動」期間中です。

ただし、北海道と東北6県は約1か月前に「秋の火災予防運動」が実施されますので、期間外となります。

放送局	曜日と時刻
北海道HBC	月～土11:35、11:45 日11:45、11:55
札幌STV	月～水11:50、11:55 木11:30、11:50 金・土11:50、11:55 日10:30、11:00
北海道文化UHB	月～金11:00、11:55 土11:30、11:55 日11:40、11:55
北海道テレビHTB	月～土11:30、11:45 日11:30、11:50
青森テレビATB	月～金10:55、11:25 土11:00、11:15 日11:30、11:45
青森RAB	月～土11:30、11:45 日14:00、17:15
秋田ABS	月～土11:45、11:55 日10:30、12:00
秋田テレビAKT	月～金10:50、11:50 土・日11:00、11:30

岩手 IBC テレビ岩手TVI	月～土11:00、11:45 日11:45、11:55 月～金10:45、11:45 土11:30、11:45 日10:30、12:30	朝日 ABC	月～金11:20、11:45 土11:00、11:45 日11:15、11:45
山形 YBC 山形テレビYTS 東北 TBC	月～土11:40、11:54 日10:00、15:00 月～金11:30、11:50 土・日11:15、11:30 月～金11:40、11:45 土11:45、12:00 日11:55、12:00	山陽 RSK	月～金11:30、11:45 土11:00、11:45 日11:30、11:55
宮城テレビ MM34 仙台 OX	月～土11:00、11:45 日10:00、10:30 月～金11:30、11:50 土11:30、11:55 日11:24、11:55	テレビ岡山 OHK	月～木11:30、11:45 金11:40、11:45 土11:15、11:45 日11:45、11:50
東日本 KHB 福島テレビ FTV	月～土11:15、11:45 日11:45、11:50 月～金11:40、11:45 土11:30、11:45 日11:45、11:55	中国 RCC	月～土11:00、11:45 日11:30、11:55
福島中央テレビFCT	月～木10:50、11:45 金10:00、11:45 土10:45、11:30 日11:30、11:50	広島テレビ HTV	月・水・金・土11:40、11:55 火・木11:00、11:40 日10:30～11:00、11:00
東京 TBS 日本テレビ NTV	月～土10:00～12:00 日午後2本 月・水・金10:45、10:50 火・木10:45 10:55、土10:45、11:30 日10:00、11:00	テレビ新広島 TSS	月～金10:45、11:50 土10:45、11:55 日11:45、11:55
フジテレビ CX テレビ朝日 ANB	月～金11:35、11:50 土・日11:30、11:55 月・土11:15、11:45 火11:25、11:45 水・木11:30、11:45 金11:35、11:45 日11:30、11:50	広島ホーム テレビ UHT	月～金11:40、11:45 土11:15、11:45 日11:45、11:50
東京12チャンネル	月～金10:30、12:00 土11:00、11:30 日11:15、11:30	山陰 RSS	月～日11:00、11:45
新潟 BSN	月～金10:30、11:45 土11:15、11:45 日11:30、11:45	山陰中央 テレビ TSK	月～金11:37、11:50 土11:30、11:55 日11:00、11:55
新潟総合テレビ NST	月～金10:45、11:40 土10:45、11:45 日11:30、11:45	日本海テレビ NKT	月～金 9:30～10:45、11:30 土10:00、11:30 日 9:00、11:00
信越 SBC	月・水・木・土・日11:30、11:45 火・金11:40、11:45	テレビ山口 TYS	月～金11:40、11:45 土11:30、11:45 日11:45、11:55
長野 NBS 北日本 KNB	月～金11:05、11:50 土・日11:45、11:55 月～金11:15、11:40 土11:00、11:30 日10:00、15:25	山口 KRY	月～金11:30、11:55 土11:30、11:55 日10:00、10:30
富山 T34 北陸 MRO	月～金11:45、11:50 土・日11:45、11:55 月～金11:40、11:45 土11:30、11:45 日11:45、11:55	南海 RNB	月～金 9:45～10:40、11:40 土10:00、11:40 日 9:55、13:25
石川テレビ ITC 福井 FBC	月～金11:45、11:50 土・日11:45、11:55 月～金11:00、11:30 土10:30、11:00 日10:00、10:30	テレビ愛媛 EBC	月～金11:45、11:50 土11:45、11:55 日11:45、11:55
福井テレビ FTB	月～金11:50、11:55 土11:30、11:55 日11:30、11:45	四国 JRT	月～土11:30、11:55 日11:00、11:50
中部日本 CBC	月・金11:30、11:45 火・水・木11:40、11:45 土11:10、11:45 日11:55、23:45	西日本 RNC	月・水・金11:45、11:55 日10:30、11:00 火・木・土11:30、11:45
中京テレビ CTV 東海テレビ THK	月～土11:40、11:54 日12:15、13:15 月～金11:45、11:50 土11:15、11:55 日11:30、11:55	瀬戸内海 KSB	月～金11:40、11:45 土11:15、11:45 日10:30、11:45
名古屋 NBN	月・木11:30、11:45 金11:15、11:45 火・水10:45～11:15、11:45 土11:00、11:15 日11:30、11:50	テレビ高知 KUTV	月～金11:30、11:45 土10:45、11:30 日11:30、11:45
静岡 SBS	月～金11:30、11:40 土11:15、11:45 日11:45、11:55	高知 RKC	月～土11:30、11:55 日11:55、14:15
テレビ静岡 SUT	月～金11:40、11:50 土11:40、11:55 日11:30、11:55	RKB毎日 RKB	月～金10:30、11:00 土11:40、11:45 日11:45、11:55
テレビ山梨 YBS 山梨 UTY 毎日 MBS	月～日11:30、11:45 月～土11:30、11:55 日10:00、10:30 月～金11:30、11:45 土10:45、11:45 日11:00、11:55	福岡 FBS	月～金 9:00～10:45、11:40 土10:00、11:40 日10:00、11:55
読売テレビ YTV	月・水・金10:45、11:40 土10:30、11:45 火・木10:45、11:45 日10:00、10:30	テレビ西日本 TNC	月～金11:25、11:50 土11:45、11:55 日11:30、11:55
関西テレビ KTV	月・水・金11:00、11:50 土11:15、11:55 火・木11:00～11:40、12:00 日11:55、12:00～12:15	九州朝日 KBC	月～金11:40、11:45 土11:15、11:45 日11:30、11:45
		大分 OBS	月～金10:30、11:25 土10:30、11:30 日11:55、15:00～15:55
		テレビ大分 TOS サガテレビ STS	月～土10:45、11:45 日14:45、16:45 月～金11:45、11:50 土・日11:45、11:55
		長崎 NBC	月～土11:40、11:45 日11:45、11:55
		テレビ長崎 KTN	月～土11:00、11:45 日11:00、12:00
		熊本 RKK	月～金11:40、11:45 土11:30、11:45 日11:45、11:55
		テレビ熊本 TKU	月～土11:30、11:45 日10:00、11:00
		宮崎 MRT	月～金11:40、11:45 土11:30、11:45 日11:55、12:00
		テレビ宮崎 UMK	月～金10:30～11:25、11:45 土11:15、11:45 日10:00～10:55、10:55
		南日本 MBC	月～金10:30、11:45 土11:30、11:45 日11:45、12:00
		鹿児島テレビ KTS	月～金11:30、11:55 土・日11:45、11:55
		琉球 RBC	月～金11:30、11:45 土10:15、10:30 日15:00～16:55
		沖縄テレビ OTV	月～金11:40、11:45 土10:45、11:30 日11:00、11:30

# 事故を起こせば重大事故 —高令ドライバーの事故傾向—

表1は、51年版交通統計からとったものである。第1当事者（自動車・原動機付自転車）の年令別事故と、第1当事者（自動車・原動機付自転車）の年令別死亡・重傷事故の2表をまとめたもので、表中B/A×100は、編集部で付け加えた。

この表で注目したいのは高令ドライバーの事故である。従来、若年ドライバーの危険は広くいわれているが、年令とともに運転が慎重になり、事故の危険は少なくなると、一般には印象づけられている。ところが、高令ドライバーになると、再び危険が高まるのがこの表からわかる。

免許人口1万人当たりの事故率は、たしかに平均の122.7人より低いのだが、B/A×100すなわち、死亡・重傷事故の全事故に占める割合は、全ドライバー平均の12.61%よりはるかに大きく、65～69才で18.18、70才以上では54.81%と、19才以下の16.44%よりも大きい。

この傾向は表2に示すように、51年度だけのものではない。48、49年は表の注にもあるように、死亡事故のみの数だが、傾向としては変わらない。高令ドライバーは、重大事故を起こす危険性の高いことを示している。

事故率はそれほど高くないが、事故を起こせば重大事故になりやすいということは、トッサの事態に対応する能力が劣るということになるのだろう。それが、60才代で始まり、70才代になると、とくにきわ立ってくる。瞬間判断力、瞬間行動力が、この年代で急におとろえることを、この統計から読みとるべきだろう。

表1 第1当事者年令別事故

年令別	事故件数 (A)	運転免許取得者1万人当たり件数 (A')	死・重傷事故件数 (B)	B/A×100
19才以下	48,492	274.0	7,970	16.44
20～24才	93,342	194.1	11,596	12.42
25～29才	87,257	126.6	9,975	11.43
30～34才	54,210	106.5	6,099	11.25
35～39才	45,200	97.2	5,044	11.16
40～44才	38,702	95.1	4,373	11.30
45～49才	27,304	84.3	3,329	12.19
50～54才	16,804	29.3	2,245	13.36
55～59才	9,375	78.8	1,286	13.72
60～64才	6,104	79.3	899	14.73
65～69才	2,975	74.4	541	18.18
70才以上	1,456	85.6	798	54.81
合計	431,222	122.7	54,394	12.61

表2 48～51年の4年間の比較

	年令別	A	A'	B	B/A×100
昭和48年	19才以下	59,930	339.9	1,809	3.02
	60～64才	6,024	103.7	176	2.92
	65～69才	2,590	101.5	88	3.40
	70才以上	1,017	105.0	50	4.92
全ドライバー	536,849	174.4	12,651	2.36	
昭和49年	19才以下	51,545	289.8	1,587	3.08
	60～64才	6,098	95.2	142	2.33
	65～69才	2,333	79.1	67	2.87
	70才以上	1,030	89.1	59	5.73
全ドライバー	444,795	138.4	9,872	2.22	
昭和50年	19才以下	50,657	286.0	9,173	18.11
	60～64才	5,945	85.5	891	14.99
	65～69才	2,278	68.0	523	22.95
	70才以上	1,055	78.8	781	74.03
全ドライバー	435,440	130.0	59,957	13.76	
昭和51年	19才以下	48,492	274.0	7,970	16.44
	60～64才	6,104	79.3	899	14.73
	65～69才	2,975	74.4	541	18.18
	70才以上	1,456	85.6	798	54.81
全ドライバー	431,222	122.7	54,394	12.61	

注：48年、49年は、死亡事故のみしか年令別の数字がでていないので、Bは死亡事故件数になっている。50年、51年のBは死亡・重傷事故件数である。

5月・6月・7月

## 災害メモ

## ★火災

- 5・13 岩国市岩国の医療法人岩国病院内科病棟から出火。8名死亡、4名重軽傷。
- 5・31 横浜市港南区の中小工場・住宅密集地の併用住宅から出火。町工場・民家など7棟1,500㎡全半焼。12世帯35名被災。
- 6・10 八王子市石川町の三菱電機倉庫の中2階付近から出火。500㎡焼失。テレビ・ステレオ・クーラーなど約3億円の被害。
- 6・24 大阪市大正区の柳井建設従業員宿舎から出火。(グラビアページへ)
- 7・13 大宮市大成町の同市立大成小学校の中校舎1階付近から出火。校舎、倉庫など計5棟1,600㎡全焼、南校舎、管理棟の2棟1,400㎡半焼。
- 7・16 東京都墨田区の密集地帯にあるゴム加工業百花製練所から出火。作業所500㎡と住宅、町工場などまたたく間に燃え広がり、計5棟1,200㎡全焼。5世帯18名被災。電気系統の故障らしい。

## ★爆発

- 5・13 東京都江東区辰巳の新興海陸運輸会社米穀倉庫で、改装作業中出火し消火作業中爆発。345㎡焼失。19名重軽傷。溶接の火がウレタン系の断熱材に引火。このため可燃性ガスが大量に発生、充満したらしい。

● 5・11 大阪市住之江区東加賀屋の市営住宅5階510号室で、都市ガスが爆発、炎上。上下階など9戸の内部が壊れ、2名死亡、3名負傷。半径100mの民家など300戸被害。

● 6・7 姫路市飾磨区中島の日本砂鉄鋼業飾磨工場で、中型加熱炉の炉底部から高温ノロが地下の作業溝に流失し水に触れて爆発。ピット内で調査中再び爆発。6名重軽傷。

● 5・11 芦別市の三井石炭鉱業芦別鉱業所第二坑でガス爆発。25名死亡、8名重軽傷。道内の炭鉱事故としては42年11月の石狩炭鉱のガス爆発以来の大惨事。

## ★陸上交通

- 5・27 神奈川県足柄郡真鶴町の東海道線真鶴駅で、貨物列車(26両編成)の20両目が荷崩れ。16両脱線。うち13両が転覆。走行中の振動と強いカーブのため。
- 6・2 吹田市江阪の名神高速下り線で、貸し切りバスが追い越し車線で雨のためスリップ。ガードレールの支柱に激突。4名死亡、23名重軽傷。
- 7・25 上田市秋和の国鉄信越線上田、西上田駅間で、信州2号(12両編成)の6両目以降の車両が次々と脱線。8名負傷。異常な高温でレールが膨張、狂いが生じた所へ走ってきた列車の圧力でレールが外側へふくらみ脱線したもの。
- 6・30 岩手県岩手郡零石町の田沢湖線大地沢、志戸内駅間で、普通列車(5両編成)の3両客車床付近から出火。1両全焼。

## ★海難

- 6・3 北海道積丹半島神威岬北西170kmの日本海で、日本海マス漁船第25八坂丸(49t・13名乗組)が転覆。7名行方不明。
- 6・9 北洋から宮古港へ帰港中

のサケ・マス流し網漁船第32漁吉丸(60t・18名乗組)が遭難。9名行方不明。

● 6・22 松山市興居島沖の釣島灯台北2.7kmの釣島水道西入り口で、フェリー第24阪丸(6,936t・36名乗組)と、貨物船天孝丸(9,603t・30名乗組)が衝突。阪丸の12名負傷、車40台が大・小破。天孝丸からC重油59kl流失。

● 6・29 下関市唐戸棧橋沖の関門海峡で、貨物船モゲスエボニ号(3,992総t・28名乗組)と貨物船ジューダーシー号(8,638総t・35名乗組)が衝突。モ号は沈没。重油45tが流出。

● 7・2 三浦市剣崎灯台北東3kmの東京湾入り口付近で、貨物船第7栄福丸(498t・7名乗組)と貨物船アソマトス号(8,900t・23名乗組)が衝突。栄福丸は船首を大破。ア号より重油5~10kl流出。

● 7・13 沖縄県宮古島の南南東180kmの太平洋で、貨物船イースタンエクスプローラー(3,028t・29名乗組)が機関室から出火。5名死亡、2名行方不明。22名重軽傷。

## ★自然

- 5・15 岩手県全域に豪雨。陸前高田市米崎町で土砂崩れのため2名死亡、2名負傷。釜石市・大船渡市でも浸水続出。
- 6・13 黒磯市東那須野・鍋掛地区と塩原郡塩原町にかけてひょうが降り、葉たばこ、稲など約4億円の被害。茨城県でも常陸太田、高萩市などを中心に、葉たばこの80%が収穫不能。被害額20億円以上。
- 6・15 熊本県地方を中心に16日にかけて集中豪雨。各地で山崩れ、浸水が続出。1名死亡。家屋の全半壊2。山、崖崩れ61か所。
- 6・24 鹿児島市吉野町、日豊本線竜ヶ水駅から100m南で山崩れ。民

● 7・1 鹿児島県桜島南岳が爆発。家13戸全壊、1戸半壊。13名生き埋めとなり、9名死亡。

● 7・7 群馬県西部地方にひょうが降り、400haを越す農作物被害。妙義町などのコンニャクの産地では全滅状態。

● 7・20 熊本県阿蘇中岳(1,323m)の第1火口が爆発。3名負傷。

★その他

● 5・19 大阪市港区の大阪港第3突堤に接岸中の貨物船ユニオンオーストラリア号(15,417t・23名乗組)のボイラーが爆発。26室が粉々。蒸気が噴出し、11名重傷。

● 6・11 神戸市生田区新港町神戸港第1突堤に停泊中の江城号(7,885t・52名乗組)で、荷物の点検中、船倉で酸欠。2名死亡、10名重軽症。船倉内の合成ショウノウが空気をすったためらしい。

● 7・15 新潟県南魚沼郡塩沢町の上越新幹線湯沢トンネル建設工事現場の坑内掘削場で火災。鉄製堅わく補修作業の溶接火花が、ビニール性送風管に燃え移ったらしい。

★海外

● 5・9 オランダ、アムステルダム中心部のポーレンホテルで火災。6名死亡、18名行方不明、27名負傷。

● 5・9 シベリア中央南部のクズネック盆地工業地帯で、トミ川のダムが決壊。各都市が大被害。死傷者数不明。

● 5・11 サウジアラビアのアブカイク油田が爆発。大火災を起こし、13日夜鎮火。1名死亡、13名負傷。

● 5・22 ベルギー、ブリュッセル中心部のホテルデューク・ド・ブラバンで火災。10名死亡、約30名負傷。

● 5・27 キューバのハバナ空港でアエロフロート航空イリュシン62

M型旅客機が、着陸寸前に墜落、炎上。66名死亡、2名重傷。

● 5・28 米ケンタッキー州サウスゲートのビバリーヒルズサパークラブで火災。163名死亡。噴水用ポンプへの電線がショートし、その火花が壁に移ったもの。

● 6・1 ブラジル東北部のジャボアタンで、7階建て雑居ビルが倒壊。50名以上死亡、100名以上生き埋め。

● 6・26 米テネシー州の刑務所で火災。43名死亡、30名以上負傷。

● 6・30 パキスタン南部カラチ地方で豪雨。マリル川・リヤ川がはんらん。少なくとも200名死亡、多数行方不明。

● 7・8 韓国中・北部一帯に集中豪雨。ソウル市と京畿道などで河川のはんらんや山崩れが続出。209名死亡、70名行方不明、69,670名被災(13日現在)。

● 7・14 米コロンビア北部アマガの炭鉱で落盤事故。45名死亡、60名以上行方不明。

● 7・20 米東部で集中豪雨。ペンシルベニア州ジョンズタウン市では十数本の川がはんらん。37名死亡、70名以上行方不明。41,000名が避難、2,000名以上家を失う(21日現在)。推定被害総額1億ドル。

● 7・24 韓国京釜芝灘駅で、特急列車が構内に停車中の普通列車に追突。両方の各2両が脱線、転覆。18名死亡、130名以上重軽傷。

● 7・26 米カリフォルニア州サンタバーバラ市東方の国有林で山火事。20mの風にあおられ300ha焼失。22名負傷、焼失家屋385戸、3,000名避難。被害額7,600万ドル(約200億円)。タコ揚げの糸が高压線に絡みついたため。

● 7・26 台湾南部で台風4号による被害続出。50名死亡、15名行方不明、305名負傷。

編集委員

- 赤木昭夫 NHK解説委員
- 秋田一雄 東京大学教授
- 安倍北夫 東京外国語大学教授
- 大畑正和 住友海上火災保険(株)
- 岡本博之 科学警察研究所交通部長
- 小嶋 淳 千代田火災海上保険(株)
- 川島 巖 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

◆ 8月7日有珠山が突然噴火。本誌101号の「自然力のスケール」を読み直してみると、我が国最大の噴火は大正3年の桜島。このときの総噴出量は2Km<sup>3</sup>で、総エネルギー量は4.6×10<sup>25</sup>エルグ。新聞によると、有珠山の噴火で14日までに降った灰の量は0.2Km<sup>3</sup>。噴火エネルギーは分かりませんが、桜島より1ケタは小さいとみて間違いなideしう。それでも15日現在の農作物被害だけで207億円、自然力の大きさに改めて驚かされます。◆ 雑居ビルの座談会。法規制だけでは解決しない、いろいろな社会問題を包含しているのが雑居ビルだということが、よく分かりました。雑居ビルの災害は、まさに人災といえるでしょう。自然災害と人災、災害のスケールに違いはあっても、ともに本誌の重要な編集テーマなのです。(鈴木)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎第111号 昭和52年10月1日発行  
送料 年480円

編集人・発行人 高崎益男  
発行人所 社団法人 日本損害保険協会  
101 東京都千代田区神田錦町1-9-1 東京天理教館内  
☎(03) 294-4911 (大代表)  
制作=㈱阪本企画室



©共同通信

# 大阪柳井建設宿舎火災

●52・6・24

大阪市大正区三軒家東の柳井建設作業員宿舎1階食堂付近から出火。木造モルタル塗り2階建て同宿舎1棟延べ242㎡を全焼。さらに木造2階建て住宅1棟延べ100㎡をはじめ、隣接の住宅、アパート、店舗など次々に燃え移り、計9棟568㎡を焼失。建設作業員12名死亡、3名負傷。

この作業員宿舎は、木造老朽建物で火の回りも早く、出

入口が火元付近とみられる食堂わきにあり、2階屋外階段も出口付近に家財道具が積み上げてあったため使用不能。さらに、周囲は隣接建物が密着して建っており、窓からの避難もできない状態。避難設備の不備、火災発見・通報の遅れ、寝いりばなどで全員が熟睡していた等が重なって大惨事となったもの。

# 1977年 有珠山噴火

真っ黒な噴煙をあげる有珠山（7日午前9時40分撮影）©北海道新聞社

8月6日早朝以来、連続地震が発生した北海道洞爺湖畔にある活火山有珠山（標高727m）が、7日午前9時12分ごろ突然爆発。地鳴りと共に噴火。噴煙は上空12,000mに達し、火山灰、火山れきが周辺市町村に降り注いだ。昭和新山誕生以来34年ぶりに激しく火を噴いた有珠山は、前ぶれ地震が始まってからわずか30時間後の大爆発。これまでは、地震発生から噴火まで短かくて3日、長くは6か月間もかかったという。このため、8日、測地学審議会（文部省）の噴火予知特別委員会は、本格的な観測体制をとることを決定。火山噴火予知連絡会も臨時連絡会を開き「火山活動はやや長期化しそう」との見解をまとめ、この秋予定していた浅間、阿蘇山の集中観測を同山の集中観測に切り替えた。

13日、火山噴火予知連絡会は有珠山総合観測班を発足させ、観測体制を一本化。有珠山周辺の14か所に地震計を設置し、さらに地殻変動観測や空からの赤外線写真による観測など、国土地理院、科学技術庁の応援のもと、体制を整えた。20日、総合観測班は次のような統一見解を発表した。「有感地震を含む多くの地震活動が有珠山内深さ1～2kmで活発に続いており、17日以降最大震度3強のやや強い地震がひんぱんに観測されている。振幅や継続時間も長くなりつつあることや、小有珠と大有珠の中央に著しい隆起の兆候がみられること、軽石の成分が結晶を多く含むようになったことなどから、粘性の高いマグマが上昇しつつあり、火山活動が新段階に移ったと判断される」。

# 刊行物/映画/スライドご案内

## 総合防災誌

予防時報(季刊)

## 防火指針シリーズ

- ① 高層ビルの防火指針
- ② 駐車場の防火指針
- ③ 地下街の防火指針
- ④ プラスチック加工工場の防火指針
- ⑤ スーパーマーケットの防火指針
- ⑥ LPガスの防火指針
- ⑦ ガス溶接の防火指針
- ⑧ 高層ホテル・旅館の防火指針
- ⑨ 石油精製工業の防火・防爆指針
- ⑩ 自然発火の防火指針
- ⑪ 石油化学工業の防火・防爆指針
- ⑫ ヘルスセンターの防火指針
- ⑬ プラント運転の防火・防爆指針
- ⑭ 危険物施設等における火気使用工場の防火指針

## 防災指導書

ビルの防火について(浜田稔著)  
火災の実例からみた防火管理(増補版)  
ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)  
都市の防火蓄積(浜田稔著)  
危険物要覧・増補版(崎川範行著)  
工場防火の基礎知識(秋田一雄著)  
旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)  
防火管理必携  
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)

くらしの防火手帳(富樫三郎著)

イザというときどう逃げるかー防災の行動科学(安倍北夫著)  
あなたの城は安心か?ー高層アパートの防火(塚本孝一著)  
現代版火の用心の本  
いますぐ覚えておこうー暮らしの防災知識  
そのとき、あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

## 防火のしおり

住宅/料理店・飲食店/旅館/アパート/学校/商店/  
劇場・映画館/小事務所/公衆浴場/ガソリンスタンド/  
印刷工場/クリーニング/病院・診療所/理髪店・美容院/  
プロパンガスを安全に使うために/生活と危険物

## 映画

みんなで考える工場の防火  
危い、あなたの子が  
みんなで考える火災と避難  
あなたは火事の恐ろしさを知らない  
ドライバーとモラル  
危険はつくられる(くらしの防火)  
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

## オートスライド

防火管理  
火災・地震からいのちを守ろう  
ここに目をむけよう、(火災の陰の立て役者)  
事例にみる防災アイデア(家族みんなの火の用心)  
工場の防災(安全管理システムの活かしかた)

映画・スライドは、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(所在地:札幌・仙台・新潟・横浜・静岡・金沢・名古屋・京都・大阪・神戸・広島・高松・福岡)にて、無料で貸し出しいたしております。

## 社団法人日本損害保険協会

東京都千代田区神田錦町1-9-1 千101 TEL東京(03)294-4911 (大代表)

季刊

予防時報

第111号

昭和52年10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錦町1-9-1 東京天理教館内 ☎101

電話=(03)294-4911(大代表)



## このポスターが 全国秋の火災予防運動を 盛り上げます

ことしの防火ポスターが決まりました。

914点の公募デザインの中から、亀倉雄策氏、自治省消防庁長官、日本損害保険協会関係者によって厳正審査の結果、入選作は選ばれました。作者は愛知県海部郡甚目寺町の八神和敏さん、34才のグラフィックデザイナーです。この入選作は、B2判で50万枚印刷され、秋の全国火災予防運動用から全国市町村に掲示されます。