

# 預防時報

1978 *winter*

112

# 消防自動車から絵本まで

## 広範な損保業界の防災事業



損保業界では、つぎのようにいろいろな防災活動を行っております。

**消防自動車の寄贈** 各地方自治体へ昭和27年から寄贈して、今年度で延べ1,098台になります。

**防火講演会** 防災の専門家(大学教授)が各地に出張して行く講演会で440回を数えます。

**映画・スライドの制作貸出** 毎年新企画で制作し全国13の地方委員会に備えつけて、常時貸出しに応じております。

**各種防災図書の発行** 本誌をはじめ、表3に記載してあるような図書を発行し、各方面の需要にこたえております。

**地域キャンペーン** 防災展を中心とする地域キャンペーンを毎年行っております。

**奥さま防災博士の選出・育成** 家庭防災の柱である主婦の防災意識を高めるために、防災博士を選出して、彼女たちの地域活動を支援して、家庭防火の実を挙げるよう努力しています。

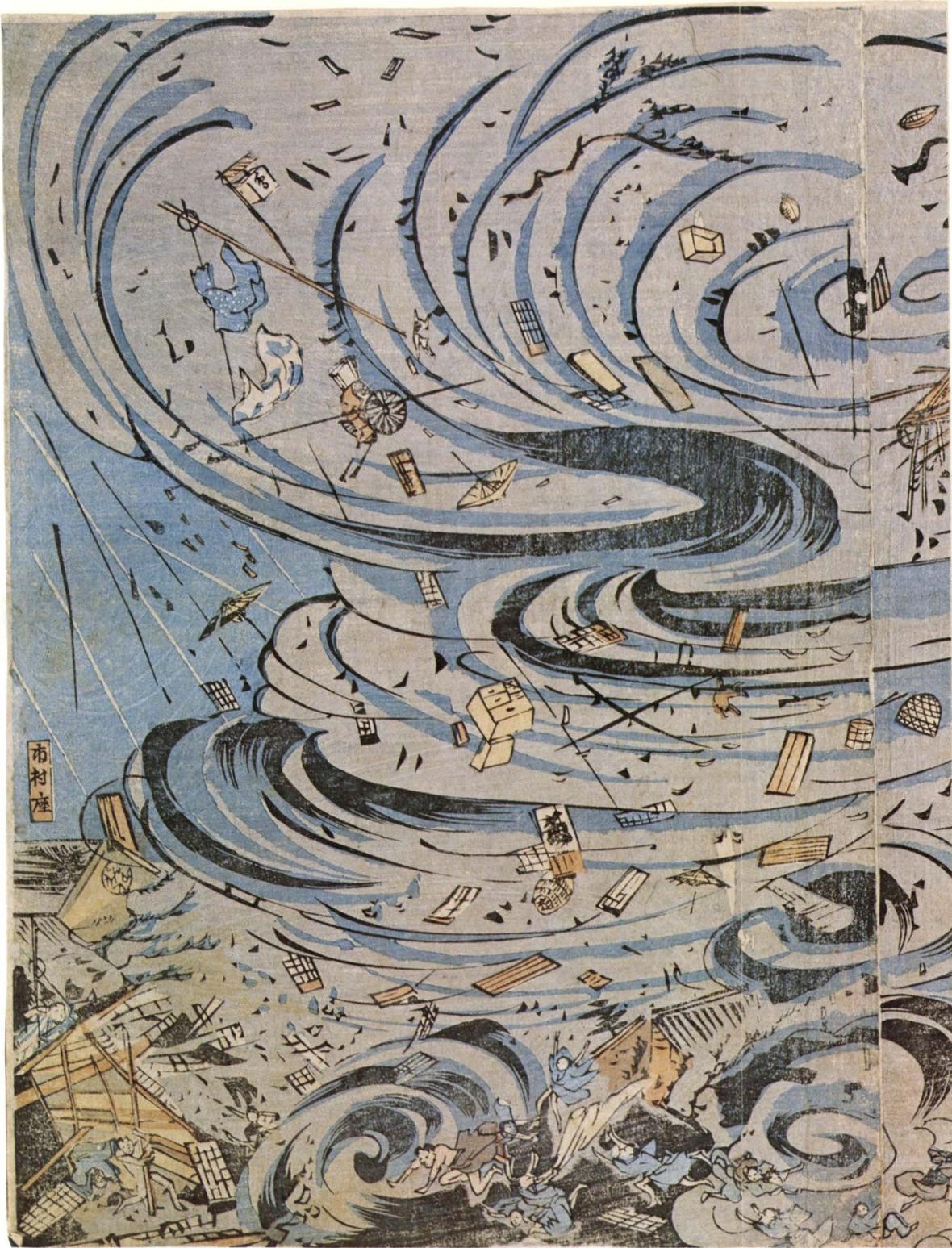
写真は11月3～8日に釧路市長崎屋で開催された防災展です。

### 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)



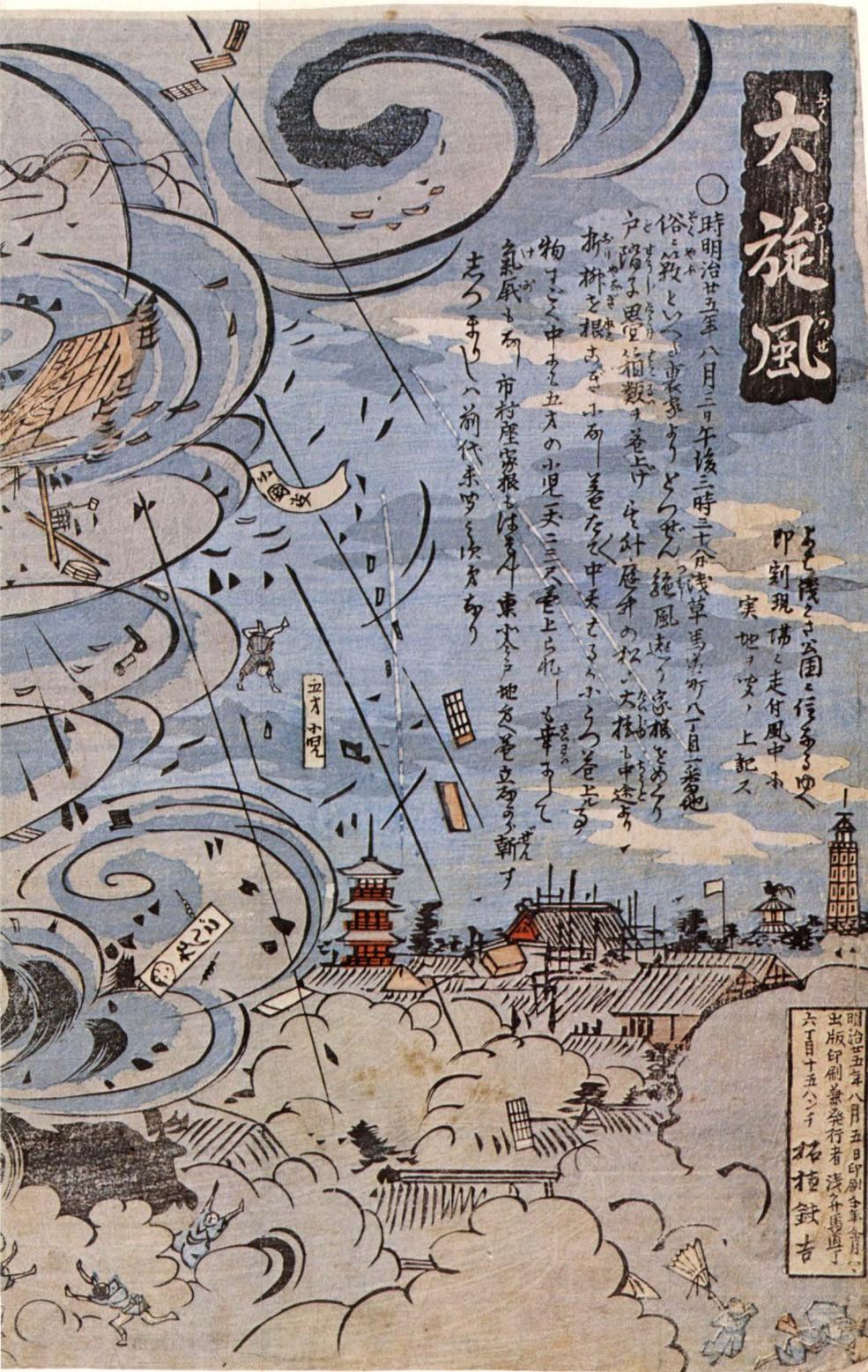
市村座

# 大旋風

○時明治廿五年八月三日午後三時三十分浅草馬場所八丁目一着地

俗に殺といふ重なるりどらん旋風起る家根をぬき  
 戸踏子思置箱敷を巻上げ針履舟の松の大柱も中途より  
 折柳を根をさし下り善なる中更さる小ふらつ巻上る  
 物より中より五月の小見二天三三巻上られも華あつて  
 けがれも市村屋敷根もはきり東北多地方へ巻立ぬる斬す  
 走らまじり八前代未だり次あり

この後之公園に信あり  
 即刻現佛と走付風中へ  
 実地を望み上記ス



明治廿五年八月五日印刷全半全月  
 出版印刷兼発行者浅井馬場丁  
 六丁目十五号 招栢録吉

東京大学地震研究所提供

予防時報  
1978・1

112

目次

異常天候の調査研究／山元龍三郎	19
一酸化炭素中毒死の概況と問題点 押田茂実／平岩幸一／赤石 英	40
東京湾の危険物流動実態と問題点／西山安武	48
ずいひつ	
油汚染と生物／新崎盛敏	6
海の油分解能力／新田忠雄	8
世界の海洋汚染／奈須敬二	10
ドライバー各自の生活管理と事故／大島正光	55
工場の安全管理—火災・爆発／炭谷不二男	34
防災基礎講座	
日本の風土と火災／畠山久尚	26
歴史地震から学ぶ①	
山崩れによる河川の閉塞—善光寺地震と飛越地震 宇佐美龍夫	71
鋼構造部材に対する火災時の 熱の影響／斎藤 光	62
地震予知の現況と 予知連絡会の役割／萩原尊禮	13
防災言	
曲がり角にきた交通事故防止対策／岡本博之	5
工場火災統計	60
災害メモ	77
表紙写真／兼六園の霞ヶ池と雪つり／丹溪 カット／仲條真行	

# 防災言

## 岡本博之

科学警察研究所交通部長

### 曲がり角にきた交通事故防止対策

昭和51年は、交通事故による死者数が1万人を割った（警察統計）年で、交通事故防止上まさに画期的な年であった。52年も、11月現在で8月・10月が前年同期に比べて微増し、やや不安はあるものの、全体としては着実な減少傾向を続けており、交通事故減少傾向の定着化も、いよいよ本物になりつつあるという感じが強く、まことに喜ばしい次第である。

しかしながら、減少したとはいえ、年間9,000人という死者の数、数十万人に及ぶ負傷者の数（51年約61万人）を考えると、今なお大きな災害であり、今後ともねばり強い防止対策の続行の必要性が痛感される。とくに、自動車の走行台キロ当たりの死者の数は、米国などに比べてなお高く、死者の中に占める歩行者の割合も依然として高い方に属しており、我が国の中でも地域による格差があることなどを考え合わせると、まだまだ施策の浸透を図っていかねばならない部分が多く残されていることが感じられる。

ともあれ、交通事故が相当の程度まで減少してきたことは事実であり、これをさらに減少させていくためには、従来にも増して、強力かつ知恵をしぼった対策が必要となってくるであろう。交通事故防止対策は、まさに、一つの曲がり角にきているということができる。

最近の海外レポートによると、米国の交通安全関係者の間においても、こうした情勢認識が非常に強いという。そして、彼らは、現状分析とそれから得られる今後の施策の在り方について、いち早く連邦政府道路庁の報告書の形で取りまとめ、発表している。このことについては、交通工学研究会発行の「交通工学」第12巻、第3号において、竹内義人氏が詳しく紹介しておられるが、我々の今後の対策を考える上においても、大いに参考になると思われるので、とくに注目し値する点を取り上げて、ここに御紹介しておきたいと思う。

その第1点は、37項目にわたる交通安全対策を取り上げ、その各項目について、1977年から1986年までの10年間における死者数の減少効果を推計し、その数字を挙げている。参考のため該数字の高い上位の5対策を挙げると、①セーフティベルトの着用、②55マイル速度規制、③飲酒運転対策、④救急対策の充実、⑤事故多発地点の特別対策、となっている。

第2点として、今後の施策の進め方について、次の5項目の勧告をしている。1.セーフティベルト着用の推進、2.55マイル速度規制の強化、3.交通安全対策の分析手法の充実、4.交通安全評価手法の充実と実施、5.すでに実施された対策の定期的点検。

ずいひつ

## 油汚染と生物

新崎盛敏

日本大学農獣医学部教授

英国海岸でのトレイキャニオン号の座礁事故、米国サンタバーバラ沖海底油田の事故、また、我々の記憶にまだ新しい岡山県水島での貯油タンク事故など、海中だけでなく陸上臨海地の施設から流出した大量の油のために、海は汚染され、生物に多大の被害があったことは広く知られている。たまに起こるこういう油流出事故は、悲惨な結末を起こし、目立ち、騒がれがちだが、それ以上に海の油汚染源となるのは、大型タンカーや船舶が、日常の航行中に投棄する油性物によるものとされる。船舶が起こす海洋汚染の防止策と海洋環境保全対策が、国際的合意の下に確立されようとしているから、それらが実行に移されれば、数年内には海の油濁度合いも薄まることだろう。

ところで、油といっても千差万別であり、海の生物にもいろいろのものがある。それで説明をしやすいするために、油を、それらの状態から原油・燃料油・廃油に仮に3大別して考えてみよう。元来、原油には種々の油性物質が含有されており、これに諸段階の温度をかけて蒸留して分別精製し、燃料油や化学製品原料を取り出して行くと、ついには分解不能の、ネトネトしたピッチ状の残渣が残る、と大まかにいうことができる。その間には化学的成分組成、また物理的性状も大きく変化する（実際には複雑な変化をするので、とても一概にいえるものではないが）。

原油、燃料油が海中に流出した場合にも、蒸発しやすい成分から蒸発していき、空気や日光により風化し、海中の微生物により分解されるなどと大きく変化していった、ついには分解不能のピッチ状物になるが、その変化に応じて海の汚し方、生物への影響の態様も違ってくる。

油は海面に油層・油膜をなして浮き、薄くなってはいくにしても、とにかく広域に拡散して永く留まるものと考えられがちだが、実



際は、当初は海面を一様に油膜が覆うが、変性していくと粘度を増して膜面が裂け切れ大小のパッチをつくって、散在するようになり、その間に漂流物を取り込んで重くなって沈んでしまう部分が多くなる、等々、海面に浮きっぱなしということにはならない。

原油・燃料油の状態では、海表面を一面に覆って漂流し、その間に水溶性成分が海水に溶出して、周辺の生物に急性毒物的悪影響を及ぼすが、粘性の強い燃料油・廃油の状態のものでは、パッチをつくって漂流し、その間隙にはキレイな海面もあるという具合だし、また急性毒性の溶出分もほとんどないので毒性は弱くなるが、二次的あるいは慢性的にくる悪影響を生物に与える。日本は沿岸漁業が他の諸外国に比べてはるかに発達し、多種多様な海産動植物を多量に食用に供しているから、油臭・異臭を呈させる、奇形を起こさせるというような影響があれば、食品価値のない魚貝類が産することになるから、二次的、慢性的にくる影響に対しても、これを見逃すことはできない。ところで、油汚染のある同じ海域に住みながら、ある魚種は油臭を呈す

るのに他の魚種は油臭がない、ということが往々起こるので、問題は複雑になってくる。油の成分中のどれどれが発臭の主原因になるか？ある程度までは突き止められているが、いろいろな物が複雑に組み合わさって起こるせいか、確定的なことは未だわかっていない。

なお、かつてキレイな外洋の海水中にも微小な廃油粒が一杯ある、島々のキレイな砂浜が大小の廃油塊で汚されている、などと騒がれたことがあった。前者の廃油粒については、プランクトン類の生育に有害に働く、魚の幼稚児がこれらを食べて死んでしまうだろう、などと心配されたが、廃油粒表面には微小な動植物の着生がみられるぐらいで、毒性物質の溶出は考えられず、また、廃油粒の大きさに大小あって、魚の稚児の口の大きさよりも大きい物が多いから、食べられるにしても全部ではないことがわかってきた。

問題を残すのは、海浜に打ち上げられる廃油塊で、岩礁海岸だったら、岩面に密着したものは、当初ネバネバした状態で岩面を覆い、生物を殺してしまうが、数か月内には乾燥し

## ずいひつ

てしまい、生物もその上に着生するようになるが、砂浜海岸・干潟になるような所では、やがて、表面下1メートル以浅のところに埋め込まれて、長年月の間そのまま残留し、生物を死に致らしめるような影響は起こさぬが、油臭を起すような影響は考えられる。なお、このような廃油状物は海底に沈降すると、海水の流れに乗って底表を漂流し、集まってゆるくたい積し、永い年月残留するから、生物に対する影響はこのような状態の大きいように考えられる。

### 海の 油分解能力

新田忠雄

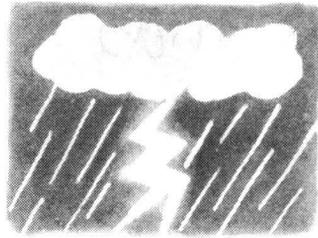
日本エス、ユー、エス株式会社

海洋にはかなり多くの油が流されている。まず問題になるのは工場排水や下水などで流される鉱油であろう。工場排水の水質規制は厳密に行われており、鉱油の排水基準は5PPm（つまり1リットルの排水中に5ミリグラム

の油を含んでいていいということ）である。計算してみると、1日に1万トンの排水を流す工場は、毎日50リットルの鉱油を流してよいことになる。船も油を流しつつ走っている。船上から流してもいいことになっている油の量は、工場排水よりよほど多く、その20倍の100PPmが基準であり、同時に1マイル走る間に60リットル以下の鉱油であることが条件になっている。それだけではない。沿岸から50マイル沖合いに離れると、バラスト水を流せることになり、その量は、1マイル60リットルという条件と、航海中に排出される油が積載容積の1万5千分の1以下であるという条件である。

それだけではない。事故によって流される油は、何千トン、何万トンという量になるかもしれない。そして、今かりに年間10億トンの石油が海上輸送されるとして、0.1パーセントはロスになるといわれている係数を使えば、年間に100万トンの油が海に流されている計算になる。

そのようなことが起こっているというのに、なぜ海はきれいなのだろうか。なるほど、東



京湾や、港の奥などに、時として油膜の浮くのを見掛けることがある。かつて、大洋を葦船で横断したラー号の船長が、油塊の海に驚かされたということではあるが、我々の目に映る沖合いの海は紺碧の海なのである。多くの鉱油が流されているにもかかわらず、海はきれいであってくれるのは海のもつ自浄能力、細菌の働きによるものと考えられる。

細菌による炭化水素の分解については80年ほど昔から知られており、またその研究に多くの努力が積み重ねられているようである。すべての細菌が鉱油を分解する能力をもつというわけではなく、種類からいうなら $\frac{1}{4}$ ぐらいの菌種に鉱油の分解力があるということである。瀬戸内海西部の海水で調査された結果をみると、一般の細菌数の $\frac{1}{10}$ ～ $\frac{1}{100}$ ぐらいの数の炭化水素分解細菌があるとされている。また非油濁海域の細菌数に比べて、油濁海域には10～100倍の細菌数が数えられている。

そのような細菌が、一体どのような働きをしてくれるかが、一番問題になることであるが、Zobellによると、 $15^{\circ}\text{C}$ ～ $35^{\circ}\text{C}$ の温度で分解がよく行われて、1年間に1トンの海水が

30～350グラムの鉱油(あるいは100～960ミリグラム/立方メートル/日)を分解するといっている。これらの幅は、前述の油濁域や非油濁域の差であるとか、水温の差などの問題もあると思われるが、早ければ1日に約1ppmの油分の分解ができることになる。水温が低くなると分解作用が鈍くなるのはもちろんであるが、 $0^{\circ}\text{C}$ でも分解がまったく行われないわけではない。

分解される鉱油の種類については、パラフィン類を主にした研究が多く行われて、それらの分解が知られているが、オレフィン類や芳香族についても、もちろん分解が行われる。それらの分解によって炭化水素の成分の $\frac{2}{3}$ ぐらいは細菌が炭素源として利用し、残りの $\frac{1}{3}$ は酸化分解されて、炭酸ガスと水に変わっていくということである。

細菌の分解について考えるときに、最も必要なことは、細菌と基質との接触である。いうまでもなく、油に細菌がよく接触することが必要であって、そのため実験的に分解を行わせようとするれば、震盪培養などによって、菌と油との接触をはかれる方法がとられる。

## ずいひつ

しかし自然界で細菌による鉱油の分解を期待するためには、どんな条件が必要かを考えねばならない。もし1リットルの水の中に細菌が $10^6$ 個あったとしても、1ミリグラムの油が塊になって浮かんでいたのでは、その油に接触できる細菌は数個にしか過ぎず、いくら水温が適温であっても1日で分解するどころか1年たっても分解できないことであろう。

海面で拡散できる油は、海面に広がり、虹色から銀白色の薄膜に広がり、さらに広がり続けてちりぢりに分かれ海面に目視できぬ程度になっていく。そのようになった油は、容易に海水とも混合し細菌との接触が行われることが期待できる。油の中には、流動点の高い油といわれ、一般の水温では固まったまま広がらない油がある。廃油ボールといわれる、水面あるいは水中に塊となり流されている油が黒潮海域で見られている。変性して粘度の高くなった油やマイナス原油など、通常の水溫で固まっているような油について、同じ鉱油という取り扱いで海洋に投棄するならば、その油塊は海洋を漂って、海底に沈着し、あるいは沿岸に付着する以外には水中から姿を消

してくれそうにはない。今の法的な取り扱いでは、油の種類を分けてはいないけれども、もし我々が、拡散しにくい油は処理に回して海洋に投棄しない努力を払うなら、海はもっと清浄な海であってくれるだろう。

## 世界の海洋汚染

奈須敬二

海洋水産資源開発センター

日本の海に面するほとんどの都道府県には水産高等学校があり、将来の水産日本を担う若者たちが、勉学や実習に励んでいる。その実習には、練習船でマグロ獲りに何か月もかけて、遠くハワイやインド洋まで遠洋航海に出掛けることもある。そして、マグロ漁法や未来の船長を目指して、航海の実習が続けられているが、同時に海の様子を探る海洋観測や採集網でカツオやマグロの子供が、どこに分布しているかということも調べている。そ



のような練習船は40隻以上にも及び、これほど多くの船に高校生が乗り組み、世界の海へ乗り出している国は、恐らく日本以外にならう。

それらの練習船が魚の子供と一緒に採集した油塊を、私は水産庁遠洋水産研究所上柳昭治博士とともに調べ、インド洋と太平洋に広い範囲にわたり浮遊していることがわかった。また、ノルウェーの人類学者トール・ハイエルダールが、パピルスいかだでアメリカからアフリカへ2回の航海を行った際、大西洋の真ん中で何百マイルにもわたり、油塊が浮遊していたことを報告している。これらの諸現象から、油塊は世界至る所の海に浮遊していることを知った。

さらに、油塊は潮目や渦流域に多く浮遊していることも明らかとなった。その潮目とか渦流域は、プランクトン、さらに魚の卵や子供などのように、その分布がほとんど海の流に支配されている生物のかつこうなたまり場となっている。したがって、それらの小さい生物をえさとする魚類も集まるために、油塊の多い所は漁場となる可能性の大きいこと

もわかる。

その油による海の汚染が、主にタンカーから出される廃油に起因していることは、すでによく知られているが、タンカー自身の沈没・座礁などの事故はとくに大きい汚染源となっている。さらに、海底油田による事故も忘れてはいけない。

このような事故が増大している中で、石油の消費量は年々増加し1980年の原油生産量は40億トン、そのうち約29億トンは海上で輸送され、その約0.1パーセント、すなわち300万トンが海への流出量と推定されている。

油による海洋汚染は、タンカーなどによる直接海への流入のみならず、大気からの経路も忘れてはならない。すなわち、陸上におけるガソリン等の運搬時に蒸発する油は大気により遠くへ運ばれる。気流にも海流と同様に収束現象がある。したがって、大気に運ばれる蒸発した油も、収束現象により下降気流の発達する部分に濃縮されて海上へ降下することが考えられよう。

このような大気循環経路により、陸上の汚染物質が、考えられないような外洋域にまで

## ずいひつ

達することは、当然予測しておかなければならないであろう。

ところで、海洋に油が流出すると、まず、植物プランクトンが被害を受け、その被害は捕食者である動物プランクトン、さらに小魚から大型魚へと移行し、海の生物社会に異変をきたし、生態系の破壊を招くことになる。さらに、油の弊害は魚のみならず、一般市民の海水浴場にまで及び、イギリス南部やアメリカ東岸の行楽地では、洗浄用ステーションまで出現しているということである。

とくに危険なことは、油に含まれているベンゼン系発がん物質のような毒物が、微小生物に一度取り込まれると、生物が大型になるに従い、その濃度が次々と大きくなり、魚の段階でもっとも濃縮されることである。時折り“あまり恐れているは何も食べられなくなる”と発言する人々を見掛けることがあるが、人類は我々の世代が終わりではなく、今後幾世代にもわたり存続することを、常に認識しておかなければならない。したがって、微量の汚染物質といえども、蓄積されることを考慮するとき、おろそかにできない。

海の魚は、我々日本人にとり不可欠な動物たんぱく源であり、その需要は将来ますます増大することになるだろうが、その傾向は何も日本に限られたことではない。たとえば、オーストラリアでは「美容と健康のために魚を食べよう」というポスターのもとに、魚食運動が盛んであり、ヨーロッパでは「デビルフィッシュ悪魔の魚」として敬遠されてきたイカが、積極的に食用となりつつある。

このように、海の魚を食用とする傾向は世界的に拡大しつつある一方、油の海への流入は、空と海からますます進行し、その汚染は地球全域に広がろうとしている。

たしかに、石油は我々の生活を便利なものにし、石油への依存度がきわめて大きいことは否定できない。しかし、豊かさや便利さのために、我々の健全な生活環境を犠牲にすることがいかに危険なことであるか、1人1人が自覚する必要がある。そこで思い出すのがバリー・コモナー教授の言葉「海洋は世界のごみためになっており、海洋の死滅は我々全部の死滅を意味する（清水誠訳“海は死にかけている”より）」である。

# 地震予知の現況と 予知連絡会の役割

萩原尊禮

## 各国の地震予知の現況

日本で地震予知の研究が計画的に行われるようになったのは1965年のことで、それから今日まで約12か年が経過している。この計画は、国立大学、気象庁、国土地理院、水路部、国立防災科学技術センター、地質調査所など国の機関が互いに協力して、日本全域にわたって地震予知に必要と思われる観測、測定、調査を行い、大きい地震の発生に先立って現れる前兆現象を捕らえることを目的とした。第一次、第二次の計画を経て、現在は第三次計画が進められつつあり、来る1979年には新たに第四次計画に入ろうとしている。この間、いろいろの観測が整備されるにつれて、研究面でも大きな進歩がみられるようになったし、予知の実用化に対する意欲も高まってきた。

一方、アメリカ、ソ連、中国でも地震予知の研究が急速に進められており、とくに中国では1966年の河北省邢台の地震以来、地震予報を目標とした「地震事業」を発足させ、日本をはじめ他の国々が地震予知を研究として扱っているのに対し、一足飛びに実践に踏み切り、例の1975年の遼寧省海城の地震警報をはじめとして、多くの予知成功例を示している。

いま各国で行われている地震予知の現況をみると、研究者間の情報交換はよく行われているから、観測の種目など技術的な面からみれば、どの国も

とくに変わったことをやっているわけではなく、共通したものが多い。しかし、国情、国民性の違いによって予知への取り組み方というか、研究態度にはかなりの違いがあるように思う。極端なのは中国であって、まず必要と思われる観測を行い、経験に基づいて予報を行い、一つ一つの具体的事実から一般的な法則をつかみ取ろうとする帰納的な方法を採用している。したがって、予報の失敗はとがめられることはなく、幾つもの失敗の中から成功を勝ち取ればよいのである。これは、中国のような国情ではじめてできることである。中国では国民の約80%が農民であり、まだ工業都市は少ない。農民は崩れやすい石積みまたは泥レンガ造りの家に住んでいて、一度大地震が襲えば家はたやすく崩れ、その下敷きになれば助かる率はきわめて少ない。都市といえども非耐震的な石積み、またはレンガ造りが多い。膨大な人口をかかえた中国政府は、今すぐ全土を耐震建築に改めていくことは望むべくもないから、まず地震予報によって地震の直前に住民を屋外に退避させて人命を救うことが先決になる。そして地震によって破壊された農村や都市を順次耐震的なものに変えていくという方針である。農村が主体であるから、予報の空振り、つまり地震の予報を出して実際に地震が起こらなかったという失敗はそれほど苦にならない。また、国民は井戸水の異常や動物の挙動の異常などを奉仕的に専門家に報告することによって

国の予知事業に参画し、官民一体になっているので、予報が外れても、いわば連帯責任で文句をいうものも出ない。これに反して、アメリカや日本のように工業が発達し高度な文明生活が行われている国では、予報の空振りは大きな社会的混乱と損失を招くので、気やすく予報を出すわけにはいかない。

アメリカの地震予知研究は、日本の地震予知研究計画の発足よりやや遅れてスタートしたが、さすがはアメリカで急速に研究は進み、今日では研究者の層も厚い。はじめは、大学の研究者が全米科学財団からの資金で研究を行っていたが、1974年に震災軽減計画と称するナショナル・プログラムが発足し、国立地質調査所が主体となって計画を進めている。この計画は日本の予知計画とは違って、耐震構造の研究など地震工学の分野も含んでいる。

アメリカの研究者の地震予知への取り組み方は中国とは対照的である。これは地震予知に限ったことではないのだが、アメリカの研究者は、観測を重視することには変わりはないが、まずある理論を打ち立て、それを証明するのに必要な観測を行い、その中から新しい事実を推論していこうとする、いわゆる演繹的な方法を好んでとっていることである。先年日本でも騒がれたショルツ理論などこのよい例である。

ソ連の地震予知は、どちらかという中国流の行き方に近いように思われる。ソ連で地震予知を必要とする地域は、主として中央アジアとカムチャッカ地方で、この二つの地域で地震予知の研究が進められており、それぞれソ連科学アカデミー直轄の立派な研究所がある。1949年中央アジアのダジク共和国のカイト付近で大地震が起こり、大規模な山崩れのため多数の村落が厚い土石流の下敷きとなり、数千の人命が失われた。この地域は岩石ばかりで、わき水もなく草木が乏しい所が多いが、昔の山崩れが造った扇状地は肥よくであり地下水もわき、綿や果物の重要な産地となり農村が発達している。しかし、このような地域は将来再び大地震による土石流に襲われる宿命をもって

いるから、これから逃れる方策としては、地震を予報し地震の起こる前に住民をすべて安全地帯へ退避させる以外にはない。ソ連政府がこの地域で大規模な地震予知研究所を設けたのは、このためである。この地域で公の地震予報が出された話はまだ聞かないが、このような農村地域では、かりに予報が空振りに終わっても、さほど大きな社会的影響がないという点では、中国と共通したところがある。

それでは、日本の地震予知計画はどうであるかという、この計画が発足したころの暗中模索時代には、必要と思われる観測をできるだけ多く行っていくという方針がとられたが、観測施設の整備に一応のメドがついた今日では、予知の理論的背景を求めるための基礎的研究にも重きが置かれるようになってきた。いわば、中国方式とアメリカ方式の間であるが、どちらかといえば中国式の経験主義に近いといえよう。

このように、地震予知を進めるに当たって二つの行き方があるとしたが、実はどちらの方法も必要で欠くことのできないものである。理論に片寄せれば机上の空論に終わる恐れがあるし、観測に基づく経験だけから予知の法則を作り上げようとするならば、これから先何百年もの年月を必要としてしまうであろう。大地震はそう頻繁にはないからである。

打ち立てられた理論を実証するためにも、経験的法則を作り上げるためにも、実地に観測網を張り巡らすことは大切であり、その網の面積が広いほど大地震に巡り合い、その前兆現象を捕らえるチャンスは多くなる。そこで、現在地震予知の研究を盛んに行っているアメリカ、日本、ソ連、中国などが協力して、まだこの研究に手がつけられていない開発途上国で大地震がしばしば起こる所に観測網を広げたら、それだけ地震前兆を捕らえるチャンスが増し、地震予知の実用化が早まるのではないか。これが、今度カーター大統領の技術顧問になったマサチューセッツ工科大学の地震学教授プレスの以前からの主張であり、このために関係国政府間の協定を提案している。

## 日本の地震予知の現況

現在日本の地震予知計画で進められている観測は次のとおりである。

### I. 日本全域にわたる観測

#### (a) 測量の繰り返し

日本全域にわたって地殻の変形を知る目的で、国土地理院が行っているが、測量の繰り返しの間隔は次のとおりである。

水準測量 全国延べ20,000km 5年ごと

一、二等三角測量 全国6,000点 5年ごと

#### (b) 検潮器による海岸昇降の検知

日本の海岸約100kmごとに置かれた82か所の検潮所(気象庁、国土地理院などに所属)の観測結果がセンターに送られ平均海水面が求められ、海岸地域の土地の昇降が検知される。

#### (c) 気象庁の地震観測網

日本およびその周辺で起こるマグニチュード(以後Mと記号する)3以上の地震の検測を気象庁が業務として行うことになっている。日本では海岸から少し離れた太平洋中で大規模な地震が起こることが多いので、ケーブル方式による海底地震観測の計画を進めている。

### II. 特定の地域での観測

#### (a) 測量

地殻の変形と地震発生との関係をさらに詳しく知るためには、測量の繰り返しの間隔をさらに縮めることが望ましいので、特定の地域を選んで水準・三角測量の繰り返しの間隔を2年あるいはそれ以下に縮めている。

#### (b) 地殻変動の連続観測

測量は広い面積にわたって地殻の変形を検知できるが、時間的には間欠的なデータしか得られない。この欠点を補うものが、傾斜計、伸縮計、体積歪計などによる地殻変動の連続観測である。現在、横坑内で土地の傾斜変化や伸縮を記録している観測所は19あり、主に大学に属している。このほかに、井戸の底に置く傾斜計や井戸の底に埋め込む体積歪計の数が増しつつある。

#### (c) 微小地震の観測

Mが3より小さい地震を微小地震と称している。微小地震の観測所は大学に属しているものが全国で18ある。各観測所はそれぞれ数個の衛星観測点をもっているため、観測点の数は全国で100を超える。しかし、微小地震の探知距離は短いので、この観測点の数ではまだ日本全域の微小地震を検知するには至っていない。将来日本の内陸で起こる微小地震の全部を捕らえることになると、その数はおそらく1年間に100万個を超えることになろう。このような数の地震を処理することは大変な仕事である。現在は観測のテレメタリング化と記録解析の自動化が急速に進められている。

微小地震の発生回数は多いから、ある地域の定常的な地震活動を短い期間でつかむことができる。従来の地震観測では何十年もかかって得られる震源分布のパターンを、わずか半年か1年でつかむことができる。微小地震の観測が進むにつれて、これまでではっきりしなかった地震活動と活断層との関係も次第にめいりようになってきた。

#### (d) 爆破による地震波速度の測定

地殻内を伝わる地震波の速度は、人工地震を使えば震源位置や発震時刻が既知であるから、非常に高い精度で求めることができる。岩石の破壊実験によれば、岩石は破壊が近づくと、無数の微小クラックの発生によって体積膨脹(ダイラタンシー)を起こすが、これに伴い、岩石中を伝わる地震波、とくにP波の速度が減少することが知られている。現在は、地質調査所が試験的に毎年1回伊豆大島の地中で爆破を行い、P波の到着時刻を本州側の多数の場所で観測している。もし相模湾底の地殻に異常があれば検知できるものと期待される。

#### (e) 地磁気の観測

精度の高いプロトン磁力計による観測が全国8か所で行われている。

#### (f) 活断層の調査

活断層は現世を含めた新しい地質時代、およそ100万年このかたに活動し、今後も活動が予想される断層のことである。活断層の調査は大学、地質調査所、国立防災科学技術センターの協力で精力的に進められ、その分布や活動の度合いなどにつ

き次第に詳しい資料が得られつつある。しかし、内陸では同一の断層が活動するのは数百年あるいは千年に1回と考えられている。実用的見地からすれば、それが近い将来、たとえば10年とか20年以内に活動する可能性があるか否かの識別方法が欲しいところである。これは今後の大きな研究課題である。

(g) 地下水の地球化学的調査

(h) 首都圏の観測

このほか、特殊な観測として首都圏の観測がある。首都東京は日本にとって重要な地域であるから、とくに重点を置いて各種の観測を行うべきであるが、軟弱な地層が厚くたい積し、交通機関や工場の振動に妨げられ、地表では精密な器械観測は行えない。そこで、防災科学技術センターでは、埼玉県岩槻市に3,500mの深さの井戸を掘り、その底に微小地震計と傾斜計を設置した。ここでは3,200mの深さで、やっと先第三紀の硬い岩盤に到達している。この井戸での微小地震観測は、グラウンド・ノイズがきわめて小さく地震計の感度を高く上げることに成功した。同センターでは、さらに下総および東京西部に3,000m級の井戸を掘り、3点観測が行えるように作業を進めている。これが完成すると首都圏の微小地震活動（これは驚くほど活発である）の状況を詳しくつかむことができよう。

## 地震予知連絡会

前に述べたような観測が整備されるにつれて、研究面でも大きな進歩がみられるようになったし、予知の実用化に対する意欲も研究者の間に高まってきた。1968年の十勝沖地震を契機として、予知の実用化を目的とした研究をさらに進めるための体制作りが行われ、地震予知連絡会が作られた。この連絡会の委員30名は、前に述べた諸観測を担当している各機関の職員と学識経験者から成り、定期的に観測資料を持ち寄り、これを検討して学問的な判断を加えている。最近では資料の数も膨大になったので、関東部会、東海部会など必要に

応じて部会を設け、部会のメンバーがあらかじめ詳しい資料の検討を行い、その結果を連絡会に報告するという方法をとっている。

連絡会は一つの戦略として次のような方法をとっている。全国的規模で行う観測のほかに、「特定地域」を指定して、さらに詳しい観測を行う。そして、ある観測から、ある地域で地震の前兆ではないかと疑われるような異常な現象が発見された場合は、この地域を「観測強化地域」として他の種類の観測を幾つか付け加え、その異常が果たして地震と関係あるかどうかを確かめる。そしてもし異常が大地震の発生と結び付くらしいと判断される場合は、その地域を「観測集中地域」として、必要とする観測をすべてこの地域に投入し、地震予知の実用化に努める。

地震予知連絡会は、開設以来このような役割を果たしてきており、新聞、テレビを通して一般の人にもなじみ深いものになったが、厳密にいうと、この会は法令に基づくものではなく、連絡会委員も連絡会事務局のある国土地理院の院長の委嘱であって、予算や人員配置を必要とする事柄を決める権限もないし、ましてや地震予報を発表する権限はまったくない。連絡会がこのように行政的にまったく無力なことは早くから問題となっていたが、研究から実用化に進みつつある段階ではこのような矛盾を一気に解決することは難しいことであった。しかし、東海地震の問題が契機となって、1976年10月内閣に地震予知推進本部が設けられ、地震予知連絡会の見解はここに報告され行政面への反映が図られるようになった。推進本部長は科学技術庁長官が当たり、部員は関係省庁の事務次官である。

## 長期予知と短期予知

将来どの程度の地震が、どの地域に起こる可能性があるかについて、かなりはっきりした見当がついた場合に、残る問題は、その地震がいつ起こるかである。この「いつ起こるか」については、実用的見地から考えて、まず数年先というような

年単位のものが考えられる。同様に月単位の予知も考えられよう。かりにこれらを長期予知と呼ぶことにする。さらにもっと差し迫った日単位、時間単位の予知が考えられるが、かりにこれを短期予知と呼ぶことにする。予知が実際に役立つためには、長期と短期の両方が望まれる。長期予知は、時間をかけて十分な防災対策を講じるために必要である。また、ある地域にいろいろの観測を集中して短期予知を成功させるためには、長期予知に成功することが先決問題となる。しかし、長期予知がかなりの確実性をもっている、それだけでは社会的不安を起こす恐れがあるし、長期間にわたって列車や自動車を徐行させ、危険性のある機械の操業を停止させ、貯蔵タンクから危険物を抜き取ることは實際上不可能である。そこで短期予知がどうしても必要になる。また、長期予報が出された場合、さらに地震の発生が差し迫ったとき短期予報が出されるであろうことが約束されれば社会的不安や混乱は起こらないで済む。

日本の地震予知計画では、水準測量、三角測量の繰り返しによる地殻の変形の検出に重点が置かれている。とくに三角測量の反復によれば、水平ひずみの変化を知ることができる。過去に起こった幾つかの大地震の前後に行われた測量の結果によると、地殻は最大水平せん断ひずみが $10^{-4}$ の程度に達すると破壊すると考えられているから、水平ひずみの検出は長期予知に役立つはずである。また、岩石の破壊実験が示すように、岩石の変形が弾性限界を超えて破壊に近づくと、見掛けの弾性率が低下し変形しやすくなり、変形が急速に進行するようになる。つまり、地殻の変形速度が加速されてきたら地震の発生が近づいたと考えてよいであろう。実際に、大地震が起こる数年前から震央付近の土地の隆起速度が10倍も加速されるという事実を、1964年の新潟地震がはっきり示してくれた。これは水準測量の反復も長期予知に有効だという一つの例になる。

このほか、長期予知に有望なものに地震活動、とくに微小地震活動の監視がある。大地震発生が近づいたとき、その地域またはその周辺で微小地

震活動の様相が変わることが期待される。また平素発生している微小地震を利用して、地震波の伝わる速度に変化が起こっているかどうかを監視していくことも長期予知に役立つと考えられている。

このように地震の長期予知については、かなり明るい見通しがあるが、問題は短期予知である。大地震が起こる数日前から人体に感じるほどの地震が頻繁に起こった例はかなりある。中国の海城地震の短期予知の成功の決め手となったのも、3日前から起こったきわめて顕著な前震活動である。また、大地震が起こる数十分前に、海岸で海水が著しく引くのが目撃された例もある。また、1943年の鳥取地震のときのように、地震が起こる6時間前から著しい土地の傾斜が、震央から60km離れた場所で記録された例もある。

ソ連の中央アジアの研究所の報告によると、比較的大きい地震が起こる1か月ぐらい前から地震のP波とS波の速度比( $V_p/V_s$ )が減り、地震の直前にその値が平常値に戻るという例が20回ほど経験されたという。ただし、これはいずれもM5程度の地震についてであり、それより大きい地震についての経験はない。この報告は、アメリカや日本で大きな反響を呼び、例のショルツ理論もこの現象を説明するために生まれたのであるが、その後、アメリカや日本の多くの研究者が観測によって確かめたところによると、どうもどの地震にも当てはまるというわけにはいかぬようである。

同じく中央アジアのタシケントで、1966年に起こった地震(M5.5のきわめて浅い地震)の前に、深井戸からわき出る地下水の中に含まれるラドンの量が、著しく増加したことは世界的に有名である。このラドンの量の増加は地震の数年前から徐々に始まり、地震の直前に急激に進んでいる。これに刺激されて、最近日本ではラドン含有量をはじめとして地下水の地球化学的方法による調査が盛んになっている。

このように、地震の短期予知については、幾つかの有望と思われる方法を挙げることができるが、どれも万能というのではなく、ケース・バイ・ケースといったところである。したがって、現在と

るべき方法としては、まず長期予知に成功し、予知された地域に、前に述べたような有望と思われるあらゆる種類の観測を投入して、短期予知を試みる以外にはない。

## 東海地域判定会

最後に、最近のトピックスである東海地震につき、その予知に対しどのような手段がとられているかについて述べてみよう。

遠州灘では、巨大地震が1096年、1498年、1707年、1854年に発生しているが、その後の120年間は発生していない。古文書によれば、1707年（宝永4年）と1854年（安政1年）の地震では、三島から浜松付近に至る街道沿いに非常に多くのつぶれ家を生じ、海岸には高さ数mの津波が来襲している。もし今日、この海域にこれと同じような地震が発生したならば、災害はばく大なものになるだろう。

地震予知連絡会は、発足して間もなく、東海地域の社会的重要性にかんがみ、同地域を特定地域に指定し調査を続けてきたが、同地域の地殻の変動の進行状況が明らかになるに及んで、1974年にこの地域を観測強化地域に指定し、さらに詳しい観測調査を続けることにした。ところが、1976年になって偶然のことから安政の東海地震に関する古文書が新たに発見され、駿河湾沿岸の土地隆起の状況が明らかになり、安政地震のときの震源域は駿河湾の奥深くまで及んでいたことが明らかになった。この年の秋、ある研究者によりこのことが地震学会で報告されてから、東海地震はマスコミに大きく取り上げられ、国会でも問題になった。しかもこの地震は明日にも起こるかもしれないというように流布されたので、現地の住民は不安になり、大きな社会問題になった。

このような状況下で1976年11月地震予知連絡会が発表した統一見解の要約は次のとおりであった。現在までに確認されたことは次のとおりである。

1. 安政東海地震の震源域は遠州灘から駿河湾内部に及んでいた。
2. 1944年の東南海地震の震源域は、余震分布

と地殻変動等からみて、遠州灘の西部に及んでいたと推定されるが、御前崎沖には達していなかった。

3. 御前崎南方沖から駿河湾内にかけての地域には、安政東海地震以後、大地震が起っていない。

4. 御前崎から駿河湾西岸にかけて、明治以来、顕著に沈降が認められ、また、駿河湾を中心に西北西—東南東の水平圧縮が観測されている。

現在までの観測結果によれば、発生時期を推定できる前兆現象と思われるものは見いだされていない。しかし、現在の観測体制は十分とはいえないので、駿河湾を含む東海地方の観測をさらに強化し監視を続けていく必要がある。（以上）

このような経緯で、東海地方の観測は一段と強化されるようになったが、特記すべきことは短期予知に必要な観測が強化され、常時監視の体制がとられるようになったことである。つまり、現状では、まだ長期的前兆に相当する現象が観測されているわけではないが、いつ短期的前兆が現れてもよいように観測体制だけは整えておくというわけである。短期予知に必要な観測のうち、東海地方6か所、伊豆2か所の体積歪計（気象庁）、犬山および三河地殻変動観測所（名大）および富士川地殻変動観測所（東大地震研）の傾斜・伸縮計は、直接テレメタリングで気象庁地震課に記録が送られ、地震課員が常時監視している。この常時監視の対象になる観測種目は今後次第に増えていくであろう。ところで、もしこれらの観測にある規準を超えた異常らしきものが発見された場合に備えて、臨時的の処置として東海地域判定会なるものが地震予知連絡会の下部組織として作られた。判定会の委員は連絡会委員の中から数名が選ばれている。もし、地震課員がなんらかの異常を発見した場合は、判定会長に報告し、会長の判断によって急きょ判定会が召集され、地震の前兆かどうかの判定が行われる。この判定に基づく予知情報の一般への発表、関係機関への通報は気象庁が行うことになっている。

（はぎわら たかひろ／地震予知連絡会々長）

# 異常天候の 調査研究

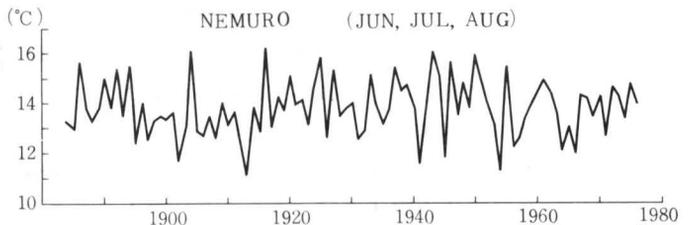
山元龍三郎

## 1 緒言

台風や前線活動による集中豪雨など短時間に起きる気象災害に比べると、1か月以上にわたる夏の異常低温や干ばつなど異常天候は、現象そのものは激しいものではないが、農業生産など社会活動に及ぼす被害はばく大なものである。1967年夏から秋にかけての九州地方の干ばつや1976年夏の我が国各地の異常低温などがその例である。世界各地でも、異常天候がたびたび起こっていて、1970年-1972年のアフリカのサハラ砂漠の南辺の大干ばつや昨年末から今年にかけての米国中・南部の異常低温などは衆知のことである。このような世界の各地の異常天候発現の報道によって、地球の気候が異常になりつつあるのではないかと、また、氷河期が近づきつつあるのではないかと懸念されているかに見受けられる。

このような時に、気象庁が52年3月、気象審議会に「気象災害にかかわる気候調査研究体制整備の方針について」諮問した

図1  
根室の夏(6月、7月、  
8月)の平均気温の  
年々の推移



ことは、時宜にかなったものである。気象審議会は、気候調査部会を設けて作業を進め、同8月、気象庁長官に諮問事項に関して答申した。筆者は、その気候調査部会の一員として答申案作製に参画したので、その答申に関連して異常天候の調査研究について述べることにする。

## 2 異常天候

我が国にしばしば大被害を与える異常天候は、北日本の夏の異常低温である。根室における夏季(6、7、8月)の平均気温の年々の変化を、1884年から1976年までの93年間について示したのが、図1である。年々の変化はかなり大きいのが、93年間の平均値は13.8°Cある。過去93年間で、最も低温であったのは、1913年の11.3°Cであり、次は1954年の11.4°Cであった。

図2 1954年7月の月平均気温の平年偏差(°C)

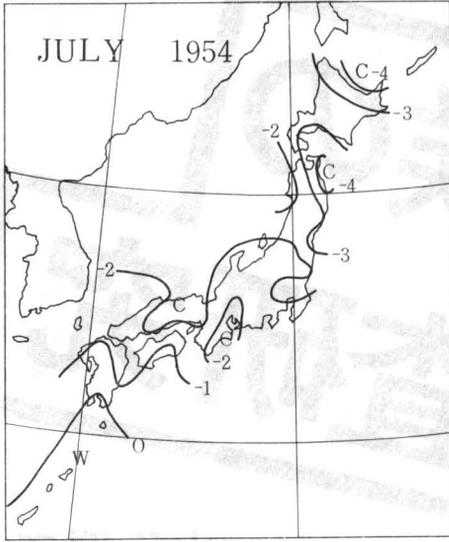
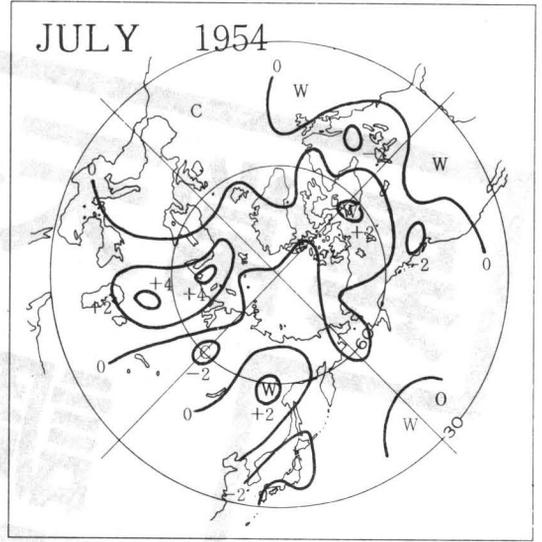
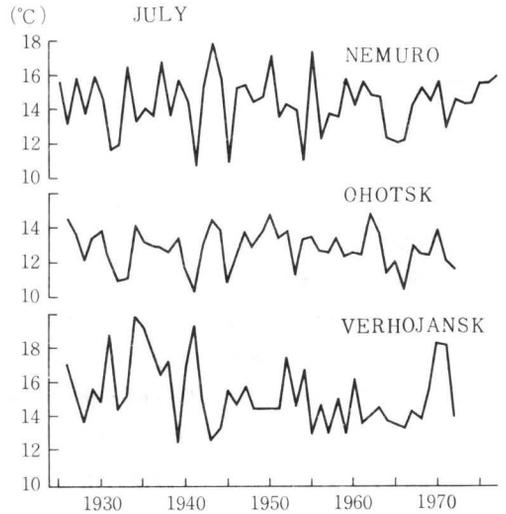


図3 1954年7月の月平均気温の平年偏差



1954年の異常低温を、少し詳細に述べることにする。1954年7月の月平均気温の平年偏差を、我が国の各地について示したのが、図2である。九州南部と南西諸島を除くと、全地域で月平均気温は平年より低く、北海道および東北地方の一部では4°Cも低温になっている。これからも明らかのように、異常天候は局地的なものではなく、かなり広い範囲で発生するものである。それでは、世界各地の気温はどのようであったかを見るために、同じ月の北半球の中緯度・高緯度について示したのが図3である。我が国と同様に、平年より2°C以上低温であった地域が、カナダの東岸および西岸やシベリア西部に認められる。一方、平年よりも高温の地域が、シベリア東部、ヨーロッパ東部およびカナダ北部に存在していて、4°C以上も高温であった地域も認められる。このように、ある地域での異常低温は、他の地域での異常高温を伴うのが普通である。

図4 根室、オホーツクおよびベルフォヤンスクの7月の月平均気温の推移



このような対応関係が時によって変わらないかどうかを見るために、7月の平均気温の推移を示したのが図4である。1924年以降の根室の7月の平均気温について見ると、1941年、1945年および1954年の異常低温が著しい。これに対して、シベリアの気温がどのようであったかを見るために、オホーツク海の北岸の町オホーツクとシベリア中

部のベルフォヤンスク（南極を除くと、世界最寒地として有名）の7月の平均気温を同じ図に示してある。オホーツクでは、1941年と1945年には根室と同様に著しい低温が起こったが、1954年はむしろ平年よりも高温であった。ベルフォヤンスクでは、1941年には、根室とは逆に平年に比べて著しく高温であり、1954年も比較的高温であった。しかし、1945年は平年並みであった。このように遠隔地の異常天候の対応関係は、時と場合によって一定していない。

図5 カスピ海の水位の変化 ( $\Delta H$ ) と米国の小麦生産額の相対変化 ( $\Delta W$ )

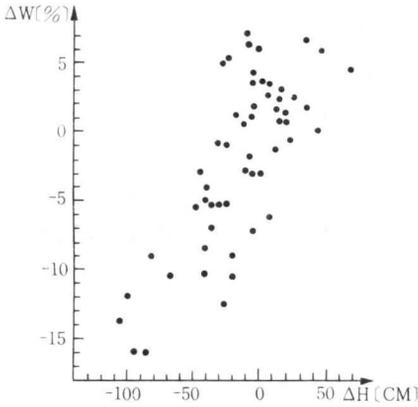


図5は、カスピ海の水位の変化 ( $\Delta H$ ) と、米国の小麦生産額の相対変化 ( $\Delta W$ ) の関係を示したものである(1977年のBudykoの論文より転載)。干ばつのために、米国の小麦の生産額の少ない年には、カスピ海の水位が低下している。水位の低下はボルガ河の水のカスピ海への流入が減少したためであり、これはボルガ河流域の降水量が平年より少なかったためである。すなわち、米国とヨーロッパ東部という10,000 km以上も離れた2つの地域の降水量の間に、統計的に見ると密接な関連性があることになる。しかし、カスピ海の水位が平年値である場合、米国の小麦生産額は、平年値に対して $-7\%$ から $+7\%$ の間の値になっていることが図5からわかる。すなわち、カスピ海の水位は米国の小麦生産額、したがって米国の降水量と統計的な対応関係をもっているが、他の要素も関与しているために、個々の場合には、正確に対応していない。

ブラジル北東部の1月～3月の雨量は、赤道大西洋の12月の表面海水温度と0.8の相関係数をもって変化していることがごく最近、米国の学者によって報告された。低緯度の広域の海水温度の異

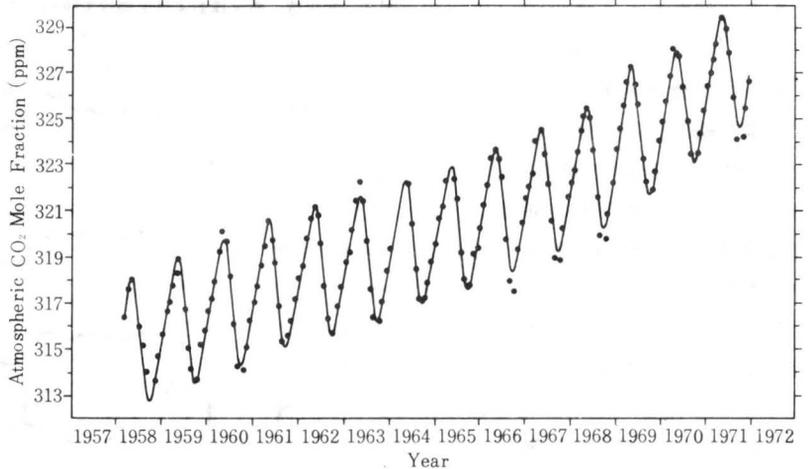
常が、大気に著しい影響を与えることについて多くの研究がなされ、とくに南米のペルー沖の海水温度が $2^{\circ}\text{C}$ 以上高温となる現象(El Niñoと呼ばれる)に伴う異常天候が1960年代半ばから注目されてきた。しかし、1972年から1973年にかけての著しいEl Niñoの場合には、顕著な対応は認められないとの報告がある。

上に述べた異常低温や干ばつ等異常天候は、他の地域の天候や海面水温温度と統計的対応関係をもっているが、異常天候の発現には他の要素も関係しているので、上記の統計的関係のみでは、正確な予測は困難である。

### 3 グローバル気候

我々の地球が、過去に6回の大氷河期を経験したことが知られている。現在は、約75,000年前から7,000年前まで続いたウルム氷期が終わって、比較的温暖な間氷期である。地球全体の気候すなわちグローバル気候は、太陽から熱を与えられて、大気・海洋・雪氷・生物・地表面が相互に作用しながら成立している。地球の気候変化を引き起こす外的要因として、太陽活動・地球の回転軌道の変化・火山活動・人為的原因による環境汚染などが挙げられる。太陽黒点の増減で示されるような太陽活動に伴って、地球へやってくる日射の強さが変化すれば、グローバル気候が変わることが考えられ

図6 ハワイ島のマウナロア観測所で測定された大気中の二酸化炭素の濃度



る。地球の回転軌道が変わると、太陽からの日射の受け方が変わるので、やはり気候が変化する可能性がある。火山の大噴火によって火山灰やガスが成層圏にまで吹き上げられると、日射が地表に達するのを妨げるので、地球の受ける日射が少なくなることで同様な効果が生じて、グローバル気候が低温化すると考えられる。人為的な大気汚染は大気下層に集中しているが、火山噴火と同様な影響をもつと考えられる。一方、大気中の二酸化炭素は水蒸気とともに、地表面から宇宙空間への赤外放射としての熱損失を軽減する効果をもっているが(大気の温室効果)、人為的原因による二酸化炭素の増加が確認されている(図6)。この増加は、地球の熱損失を少なくするので、グローバル気候の温暖化をもたらす可能性がある。この温暖化の結果、海水温度が高くなると、海水が溶かし得る二酸化炭素の量が少なくなるので、今まで海水に溶けていた二酸化炭素が大気中へ放出されて気候の温暖化をさらに促進するかも知れない。

上述のような外的要因の影響を受けて、大気・海洋・雪氷・生物・地表面から成る複合体が、互いに作用を及ぼし合って、結局、グローバル気候のある状態をもたらすのである。すなわち、気候は、幾つかの物理的素過程の複雑な絡み合いの結果として成立するものである。したがって、氷河期・間氷期の出現の機構に関する多くの研究がなされてきたが、多くの人に受け入れられるような説は、まだ確立されていない。

上述の外的要因の影響

が気候の年々変化にも認められるはずだとの見地で、今まで多くの研究がなされてきた。太陽活動、とくに黒点数が11年周期をもって変化しているので、気候要素の11年周期を見いだす努力がなされてきた。ナイル河の上流のビクトリア湖の水位が黒点数の変化と対応して昇降していたことが見いだされたが、近年になって、この対応関係がなくなってしまった(図7)。また、熱帯の気温が、黒点の多い時には、相対的に低くなるという対応関係が、今世紀初めまでの観測データにより認められたという報告があったが、その後のデータを加味すると、むしろ対応関係は逆であり、黒点数の多い時には高温が対応する傾向だとの結果も出されている。また、火山大噴火による冷却効果は、理論的には当然期待できることであり、それを裏付けようとする努力がなされてきた。たしかに、噴

図7 太陽黒点数(上)とビクトリア湖の水位(下)の年々の変化

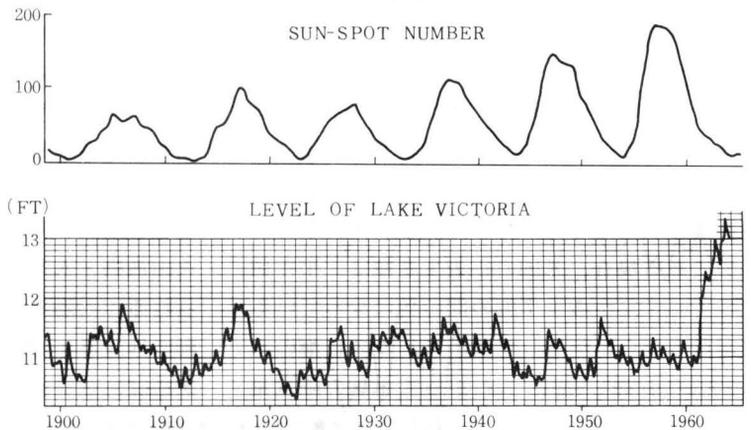
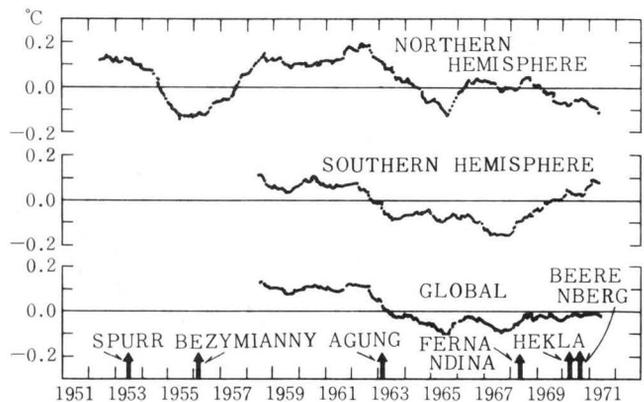


図8 北半球、南半球および全世界で平均した地上気温の年平均偏差(3年の移動平均) 矢印は、多量の火山灰を成層圏にまで吹き上げた火山の大噴火を示す。

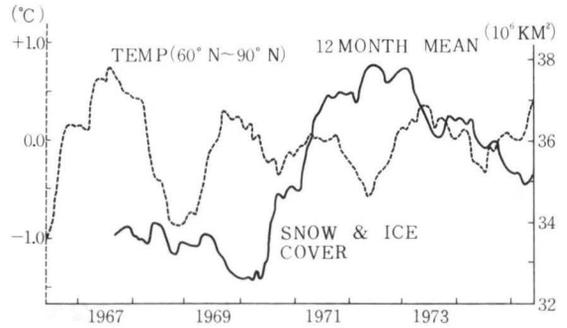


火の影響だと思われる異常低温が世界各地で認められたが、一方では平年よりも高温な地域が存在していて、大噴火の冷却効果は必ずしも全面的に学者の受け入れるものではなかった。

筆者らは、最近22年間の全地球上の約450か所の観測資料を収集し、それらを最近の客観解析法によって電計処理して、北半球、南半球および全地球の平均気温の推移を求めた(図8)。観測点の数の少ない海洋上の値を、客観的内挿法で推定して、現在の段階では最も信頼できる半球ないしは全球平均気温の推移を得ることができた。多量の火山灰が成層圏にまで吹き上げられた火山大噴火を矢印で示してある。そのような大噴火のための低温化が北半球で認められる。しかし、1年ないし2年程度にわたって大気中を浮遊する火山灰などの影響は、南北両半球に認められると思われるが、南北両半球の気温の推移は必ずしも同じ傾向ではなく、噴火の影響だけでは説明しきれない。とくに、1968年以降北半球の気温は低下の傾向を示しているが、南半球では上昇の傾向をもっている。人為的原因によるグローバル大気汚染は北半球で著しく、二酸化炭素の増加による昇温効果以上に、大気汚染の冷却作用が北半球の低温化をもたらしたのであろう。そして、南半球では、二酸化炭素の昇温作用が卓越して昇温傾向を示しているのだとの説明を試みる人もいる。しかし、ごく最近の半球平均気温の推移は、この図では示されていないが、北半球では昇温、南半球では低温化の傾向に転じているので、上記の説明は再検討を必要とする。一方、全球平均気温は、1965年ごろの極小出現以後、緩やかな昇温傾向を示しているが、1963年のバリ島アグン火山の大噴火の前に比べると、約0.1°C低温のままである。これが、4回の火山大噴火の影響の積分効果であるとの保証はない。

極地方の気温が平年より低い時には、極地方の氷や雪が夏に溶けないで残る割合が多くなって、氷や雪で覆われる面積が広くなる。雪氷は日射をよく反射するので、雪氷面積が広がると、地球が吸収する日射が少なくなって、低温になる可能

図9 12か月平均の北半球の雪氷面積(実線)と60°CN以北の平均気温(破線)の推移



性がある。このように、雪氷面積と気候との関連性が考えられるので、雪氷の推移を常に監視する必要がある。図9は、筆者らが米国のコロンビア大学の Kuklaらと共同で発表した論文から転載した、極地方の平均気温と雪氷面積の最近の変化である。雪氷面積は、気象衛星のデータから求めたものである。1970年から1971年にかけて雪氷面積が急増していることが明らかである。しかし、それに対応する気温の急変は認められない。

上に述べたように、太陽活動や火山大噴火などの外的要因に対応して、半球ないし全地球的な気候は、必ずしも単純に予期されるようには変化していない。このような事実は、前節で述べた異常天候に関する問題とともに、今後一層の調査研究の必要性を表している。

#### 4 気候調査研究体制の整備

異常天候やグローバル気候の変化に関して、古くから多くの学者によって研究されてきたけれども、上述のように、多くの未解決の問題が残されている。近年世界各地で、著しい異常天候がしばしば発現し、多くの被害を与えたのに対して、世界気象機関(WMO)をはじめ国際学術連合(ICSU——日本学術会議に対応する国際組織)等の国際組織は、気候変動の組織的研究に取り組む方向で活動を始めてきた。気象庁長官は、気象審議会に対し、気候調査研究体制の整備について52年3月に諮問した。それについて、同審議会は気

候調査部会を設けて作業を進め、8月に気象庁長官あてに答申した。その答申をこの小文の末尾に再録したが、その骨子を以下に概説することとする。

気象庁では、すでに異常天候監視業務を行ったり、また世界の異常気象の実態を調査して、その結果を発表したりして努力を重ねてきたが、現状では必ずしも十分でない。それゆえ、次のような項目に重点を置いた調査研究体制の整備が必要かつ緊急を要することが、答申で述べられている。

#### (1) 異常天候検知機能とデータ・バンクの整備・強化

世界各地の気象観測所の気温・降水量やラジオゾンデなどによる高層気象データの月平均値は、WMOの事業として、米国のアッシュビルにある気候データセンターに集められ、印刷物として数か月遅れて配布されている。この月平均データによって、世界各地の異常天候の発現を確認しようとすると、数か月遅れてしまうこととなる。一方日々の地上気象観測およびラジオゾンデ観測データは、北半球だけでも1,000か所程度の観測所で毎日得られており、日々の天気予報のために即時に通報されている。その1日分のデータの数は100,000以上である。これらの日々の世界中のデータを集積して、たとえば10日平均値を絶えず計算して、その動向を監視できるシステムがあれば、世界各地での異常天候の発現を即時に検知できることとなる。しかし、上述のような膨大なデータ処理を気象資料伝送網と直結して行う必要があるので、この目的のための専用のデータ処理が整備されるべきである。

前の節で述べたごとく、異常天候は、世界の他の地域の異常性と関連して、特定の地域で発現するものであり、その実態を十分に把握するためには、世界中の観測データを解析する必要がある。また、長期にわたるデータを解析して、長期的変化傾向を認め得るようにしておく必要がある。そのためには、100年以上前からの世界中のデータを集積して、各分野からの利用要求に即応して、その特別の解析に供し得るように、データ・バンクを整備すべきである。

#### (2) 長期予報体制の強化

短期予報（1週間以内）が、いわゆる数値予報と呼ばれる力学的方法の導入によって、客観的に出し得るようになってきた。1か月、3か月等の長期予報は、主として統計的手法によって行われているのが現状であるが、その精度を向上させるためには、力学的方法など新しい手法の導入が不可欠である。しかし、多くの技術的障害を包蔵しているため、それらを克服するための研究体制の整備が望まれる。

#### (3) 気候変動に関する調査・研究の推進

#### (4) 気候の変化と人間活動の関係についての調査・研究の推進

我々人類が生存している地球のグローバル気候の動向を常に監視して、人類の生存にかかわるような変動が起こる徴候があれば、それをいち早く検知する事は、気象事業・研究に携わる者の責任である。そのために、グローバル気候に重大な影響を及ぼす太陽活動・火山大噴火などの外的要因の変化に注視するとともに、それらの影響を、いっそう適確に把握し得るように気候の数値シミュレーションなどの研究を進める必要がある。また、二酸化炭素の年々の増加や成層圏オゾン量の変化など、人間活動による大気の変質が起こりつつあるが、これらが気候にどのような効果を及ぼすかを早急に知る必要がある。もし、人類の生存を脅かすような変化が起こる懸念を生ずる可能性があるれば、世界に対して警告を発する必要がある。

#### (5) 国際協力および関係分野との協力の推進

異常天候・気候変動の問題の重要性に対して、また気候が下層大気内の閉じた現象ではなく、海洋・雪氷・上層大気とも密接な相互作用をもっているため、WMOをはじめ地球物理学の各分野の国際組織が長期研究計画を推進しようとしている。このような国際研究計画に、気象庁はじめ、我が国の関連研究機関が積極的に参加することが望まれる。その場合、大学等の研究者と十分密接に連携して、異常天候・気候変動の問題の解明に努めることは、国民の要望するところであろう。

(やまもと りょうぎぶろう／京都市立大学理学部教授)

気象審議会答申第11号  
昭和52年8月16日

気象庁長官

有住直介殿

気象審議会会長  
朝田静夫

「気象災害にかかわる気候調査研究体制整備の方針について」に対する答申

昭和52年3月19日付諮問第11号をもって諮問のありました「気象災害にかかわる気候調査研究体制整備の方針について」に対して、本審議会は、気候調査部会を設け、慎重審議しました結果、結論を得ましたので、別紙のとおり答申します。

#### 気象災害にかかわる気候調査研究体制整備の方針について

わが国は、年々台風や活発な前線活動などによる暴風雨・集中豪雨等におびやかされている。さらに異常低温・長雨・日照不足・少雨等によって、冷害・干ばつの被害をこうむることが多い。歴史的にみても江戸時代に天明・天保・慶応の三大ききんがあり、明治以降にもたびかさなる冷害・干ばつが日本の農業生産に大きく影響してきた。また、近年における社会活動の多様化にともない、これらの異常気象は農業に限らず、エネルギー需給、水資源確保など広く社会の各分野に影響するようになってきた。とくに1976年暖候期には国内各地の異常低温と西ヨーロッパ各地の猛暑・干ばつ、1977年寒候期には極東と北アメリカの異常低温・豪雪があるなど、近年異常気象があいついで発生したことにより、世界的に気候が変化しつつあるのではないかという問題が提起され、社会的関心が急速に強まってきた。

このような世界各地における異常気象の続発にかんがみ、世界気象機関(WMO)は、専門家パネルを組織し、1976年6月気候変動に関するWMO声明を発表、1979年には世界気候変動会議の開催を企画する等積極的な姿勢でとりくんでおり、さらに地球大気開発計画(GARP:国際学術連合との協同事業)の第2目標として気候の物理的基礎をよりよく理解することをとりあげ、気候力学サブ・プログラム(1980年代実施予定)の準備作業をとり進めている。気象庁は、1973年及び1974年に「近年における世界の異常気象の実態調査とその見通しについて」の見解を発表し、また世界の異常気象監視業務を開始するなどしているが、現状は必ずしも十分とはいえない。よって下記の各項に重点指向して、気象庁の異常気象検知機能及びデータ・バンク機能を早急に整備・強化するとともに、気候の推移に関する予測能力を高めることを目標とし、関連する調査・研究体制を逐次整備すべきである。

#### 記

- 1 異常気象検知機能とデータ・バンクの整備・強化  
(1) 気象資料伝送網の整備強化に併行して、これに直結するデータ処理装置を整備し、国内はもとより広く世界の主要地域における異常高温・異常低温、大雨・長雨・日

照不足、異常少雨等の異常気象をいち早く検知して、これを情報として適時に発表すること。

- (2) 広範囲かつ長期間にわたる各種気象資料を組織的に収集し、それらを有効適切に利用できるようデータ・バンクを整備し、さらに世界の主要地点における特殊気象資料もこれを入力して、気候調査・研究の要求に即応して迅速に提供できる体制を整備強化すること。

なお、一般の利用者の便宜を図るため、気象庁が所管する各種資料について利用の相談に応じることができるような体制及び窓口の一本化を検討すること。

- (3) 異常気象を含む気候変動に関連する文献・資料を収集し、また必要に応じて古文書のうち関連部分を抽出して、これらを系統的に分類・整理し、索引を作成する等により調査・研究の効率化を図ること。

#### 2 長期予報体制の強化

現行の長期予報の精度を力学的手法の導入等によりさらに向上させるとともに、当面1年程度の動向が予測できるよう技術開発に指向して、必要な体制を整備すること。

#### 3 気候変動に関する調査・研究の推進

- (1) 炭酸ガス、オゾン、エアロゾルとくに火山爆発による成層圏エアロゾルの挙動ならびに太陽活動、放射収支、海洋大循環に注目し、気候を支配する物理的メカニズムの理解を深め、気候変動の実態解明につとめること。

- (2) 気候モデル・シミュレーションの重要性にかんがみ、研究施設を整備して気候変動の力学的モデル、統計的モデルを開発すること。

- (3) GARP気候力学サブ・プログラムに備えて、気象庁における体制を早急に整備強化すること。

- (4) 上記に関連する基礎的気候要素について、気象衛星を含む観測手法の技術開発及び観測網の充実強化を推進すること。

#### 4 気候の変化と人間活動の関係について調査・研究の推進

急速に増大しつつある人間活動が気候に重大な影響を与えることが予想され、また気候の変化が生活環境や経済活動等に与える影響が増大していることにかんがみ、気候と人間活動の相互関係について調査・研究すること。

#### 5 国際協力及び関係分野との協力の推進

上記各項の達成にあたっては国際的協力ならびに国内における関係各分野との協力が不可欠であり、「気候と人間に関する国際研究計画」(WMO提唱)、GARPの気候力学サブ・プログラム、全地球海洋観測組織(IGOS)等国際的海洋研究計画及びMAP国際研究計画等の国際的研究活動に注目し、これらの計画に積極的に参加するとともに、国内の関係省庁・大学・研究機関と気候変動に関するパネルを組織するなどして連携強化を図ること。

- 注 1 International Programme for Study of Climate and Man  
2 Integrated Global Ocean Station System  
3 Middle Atmosphere Program

(備考) この答申案で「気候変動」という場合、それは climatic change and variabilityに相当し、気候の長期傾向、周期的変化その他のこまかい変化を総称した気候の移り変わりを意味している。

# 日本の 風土と火災

畠山久尚

## 2 月別、日別火災発生状況

### 1 出火の原因

昭和51年版の「消防白書」によって、出火原因の全国的な調査結果をみると、次の表1のようである。

ここでみてもらいたいことは、天災、地変による出火、および自然発火が非常に少ないことである。これら二つの区分を合わせても、全体の2.3%にしかならない。こういうものにこそ自然の状態が関係すると思われるのに、そういう出火原因はごく少なくて、ほとんど大部分が、失火とか放火とかいう人為的な原因である。ところが後にも記すように、火災の起こり方は自然の気象状態に大きく影響されている。これは一見不思議ではないか。本文では、この点を詳しく調べてみたいのである。

表1 昭和50年原因別出火件数

出火原因区分	出火件数(件)	割合(%)
失火	49,100	78.9
放火、放火の疑い	3,872	6.2
自然発火、再燃	1,050	1.7
天災、地変	372	0.6
不明	7,818	12.6
計	62,212	100.0

ここで、次には出火件数あるいは火災件数と気象要素との関係を調べてみる。年々出版されている火災統計書で、このことを扱っているものがある。それは東京消防庁統計書である。ある年に対応する統計書は翌年11月に出版されている。

これには「月別火災発生状況」「時間別火災状況」「日別火災発生状況」等という表があり、別にまた「気象と火災との相関」という表もある。

月別という表をみると、火災の発生数は3月に最大になり、4、5月と進むにしたがってだんだん少なくなり、梅雨期の6月に最小になるが、盛夏の8月に少し多くなって第2の極大となる。9月は秋の長雨の時期で、この時にまた少なくなり、この後はだんだんに増して3月の最大に向かっていく。これはどの年の表を見ても同じ傾向である。

次に日別の表をみると、火災発生数が少ない日には10件を割って5件、6件という日が6月や9月のころにはあるが、冬から早春へかけての火災の多い時、たとえば3月には、1日の発生数が70件台、80件台という日が幾日もある。そして、そういう日は火災警報発令日とおおむね一致している。この日別の表などは、火災と気象の関係を調査する時に役に立つものである。

火災の発生は人為と自然状態の絡み合いであるから、これを調べるには統計的な手法によるほか

に手段はない。そうすることによって、人為的な偶然さからくるものを消し去って、自然の気象状態との関係を見ることができるのである。

### 3 木材および繊維質の燃焼

木材および繊維質のもの（以下簡単のために木材と記す）は、一般に水分を含んでいるが、その量はその時々でかなり変化する。ごく乾燥した木材だと、水分の量は数%に過ぎないが、生木では大変に大きい。木材を燃焼させるためには、熱を加えてその温度を発火点まで高めなければならない。発火点は樹種によって違うが、400°Cないし470°Cである。

木材を、その時の温度から発火点に達するまで熱するには、外から熱を与えねばならない。これに必要な熱が少なくすめば、燃焼は容易なわけであり、多量の熱を要する場合は、燃焼は容易には進行しない。ところで、木材は常に水分を含んでおり、それが気象状態によって変化しているので、燃焼も気象状態によって著しく影響されるのである。

木材の含水量が約15%（品物全体の重さを100とし、水分がその15%を占めていること）以下であると、マッチのような小さな火の元からでも火がつくが、含水量が15%以上だと、小さい火の元か

表2 落葉の含水量と燃えやすさとの関係

含水量	燃えやすさ
2～7%	著しく大（あらゆる火気が危険）
8～10	大（マッチの火は常に危険）
11～13	中（マッチの火も危険）
14～18	小（たき火は危険）
19～25	わずか
26%以上	ない

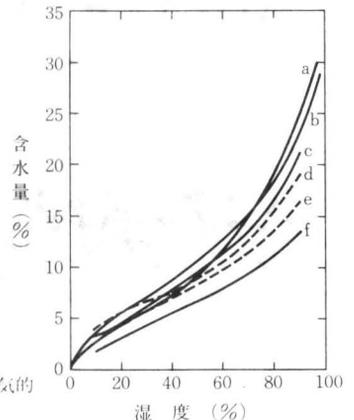
らでは火がつきにくい。しかし、一度大きな火になると、含水量はその重要さが減り、50%あるいはそれ以上の水分があってもよく燃える。山火事の場合には、林の中の落葉の含水量が大きな関係を持って来る。表2にそれを示しておいた。

### 4 木材の含水量と空気の湿度

木材の燃焼の速さが、その含水量の多少によって左右されることは、上に記したとおりであるがその木材の乾燥の程度は主に空気の湿度に支配されるものである。長期間日陰の空気中に放置された木材は、空気の湿度の高低に応じて、空気中の水蒸気を吸ったり吐いたりし、その重さがわずかではあるが重くなったり軽くなったりしている。こういう状態を**気乾状態**という。

気乾状態にある材料の吸湿特性は、恒湿槽を使って測定できるが、その結果の1例を示すと図1のようなものである。これは宮部宏の論文から引用したものであるが、湿度0%に近い領域で含水量は急に増し、中間の湿度では、それに正比例して緩く含水量が増し、飽和に近い湿度のところではまた

図1 材料の吸湿特性



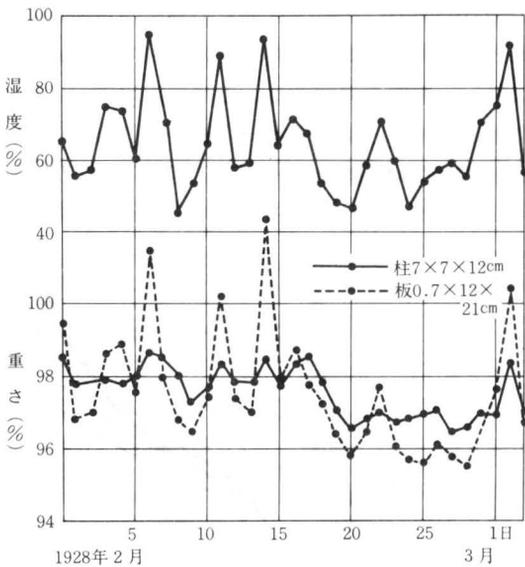
含水量は急に増す。図1でみるように、含水量の大きさは材料の種類によって違うが、この曲線の特性は変わらない。

## 5 木材の含水量の変化

現在の空気の湿度によって木材の表面の含水量が決まり、その状態が次第に木材の内部に伝わる。だから、木材が芯まで乾くには、何日も何日も乾燥した日が続くことが必要である。同じように、木材が芯まで湿るには、永く湿った日が続かねばならぬ。

戸外の日陰の空気にさらした杉の板(厚さ7mm)と柱(各辺7cm)の重さの変化を毎日1回ずつ測った結果の1例は、図2の下のようにある。図2の上には毎日の平均湿度の値も書き込んである。薄い板では、空気の湿度と含水量とはほとんど平行

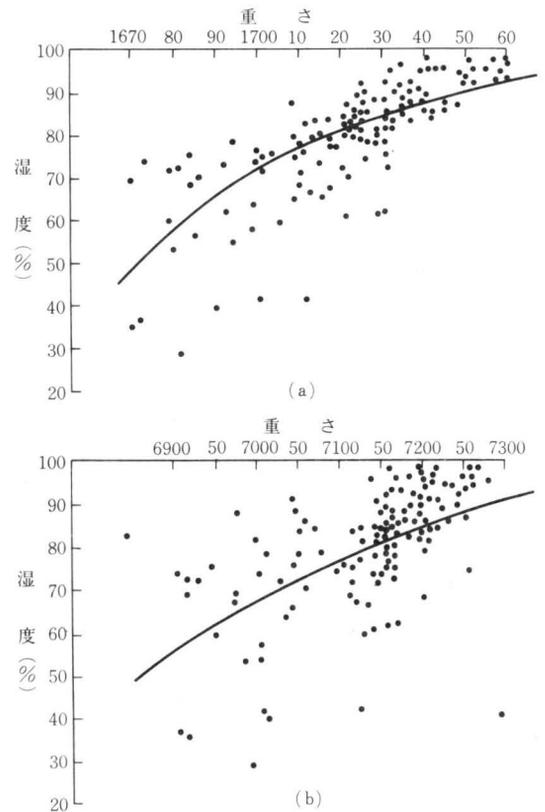
図2 板と柱の重さの変化



した変化をするが、太い柱だとその模様がだいぶ変わって、湿度よりもずっと遅れて変化していることが明らかである。

かなり長い間の測定結果から、毎日の平均湿度に対して、板と柱の重さをプロットすると、図3(a)、(b)のようになる。これは図1に対応するもので、図1で縦軸に湿度、横軸に含水量をとれば、図3と同じ特性になる。ただし、自然の空気中では、極端に低い日平均湿度は現れないから、図1の特性曲線の上半分だけが得られているとみてよい。

図3 板(a)と柱(b)、湿度に対する重さの関係



## 6 実効湿度

木材の含水量は火災には大切な要素であるが、常時測定している所はどこにもない。これに反して、湿度はどこ气象台や測候所でも測っている。それで湿度から簡単な計算で含水量に対応する実効湿度を算出することが行われている。

実効湿度というのは、今日および今日より前の、それぞれの日の湿度に、重みをつけて作った平均湿度である。今日の湿度には1、昨日の湿度には $\gamma$ (1よりも小さい)、一昨日の湿度には $\gamma^2$ 、一昨日の湿度には $\gamma^3$ 、……というような重みをつけて平均したものである。Hmを当日の平均湿度、Heを実効湿度、H(n)はn日目の日の平均湿度とすると、

$$\begin{aligned} He &= \frac{[Hm + \gamma H(1) + \gamma^2 H(2) + \gamma^3 H(3) + \dots]}{1 + \gamma + \gamma^2 + \gamma^3 + \dots} \\ &= (1 - \gamma) [Hm + \gamma H(1) + \gamma^2 H(2) + \gamma^3 H(3) + \dots] \\ &= (1 - \gamma) Hm + \gamma He(1) \end{aligned}$$

$\gamma = 0$  の場合の実効湿度は、その日の平均湿度と同じである。 $\gamma$  の値が大きいくほど、前の影響が大きくなることになる。

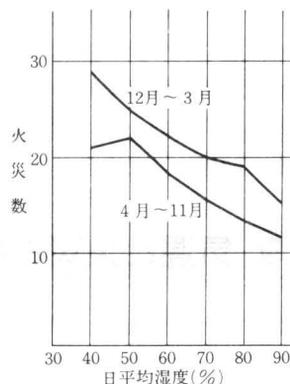
## 7 湿度と火災数との関係

「東京消防庁統計書」(昭和27~34年)により、月別にして毎日の火災数(小火、半焼、全焼の合計)と、それぞれの日の平均湿度との関係を調べてみた。どの月をとってみても、湿度の大きい日に火災数が少なく、湿度の小さい日に火災数が多いという関係は、はっきりみられる。月別にして調べてみると、同じ湿度でも1日ごとの火災数は

12、1、2、3月の寒い月に多く、5月から10月の暖かい月に少なく、4月と11月はその中間で、5~10月よりいくらか多い程度である。よって、1年を12月から3月までの火災の多い時期と、4月から11月までの火災の少ない時期の2期に分けて、それぞれの平均をとって図示すると、図4のようになる。

寒い時期に火災数が多いのは、暖房等のため火の元が多くなるからである。同じ湿度に対する火災期(12~3月)と非火災期(4~11月)の火災数の比をとってみると、平均して1.3となる。昭和初期には、この比が1.7であったことを思うと、社会環境が進むほど、夏冬共通な原因による火災の割合が多くなって、冬に特有な原因による火災の割合はだんだん減るものと考えられる。

図4 火災数と日平均湿度



## 8 実効湿度と出火件数、火災件数との関係

1年を各月に分けて、毎日の平均湿度、実効湿度と、出火件数(小火を含んだ件数)、火災件数(小火を除いたもの)との関係を調べた結果は次のようであった。

出火件数をとった場合には、その日その日の湿度と一番関係が深く、過去の影響を考えに入れた実効湿度では、かえって関係が薄くなる。この事の物理的の意味は、その時その時の湿度で決まるのは、薄い紙や布片などの乾燥の程度で、厚いものや太いものの場合なら、そのごく表面のところの乾燥の程度であるから、湿度によって火のつきやすさが決まるということである。

火災件数の場合は、 $\gamma=0.5\sim 0.7$ の実効湿度が一番関係が深い。係数 $\gamma$ が $0.5\sim 0.7$ の場合の実効湿度は、調べてみると、やや厚い板または細い棒の乾燥の程度を表しているものと考えてよい。

さらに、1件の焼失建坪50坪以上のやや大規模のものは、どういう係数の実効湿度と一番関係が深いかを調べてみると、 $\gamma=0.7$ よりさらに大きい方が密接な関係をもつことがわかった。それは太さでいうと7cm角、またはもっと太い柱の全体としての乾燥の程度と最も密に関係し合うということである。ついた火の燃え広がりやすさが、実効湿度に関係することがこれでわかる。

## 9 気温と火災との関係

湿度と出火件数との間の関係を調べたときと同じように、東京の資料によって、毎日の平均気温と、その日その日の出火件数との関係を調べてみると、年間を通じての一定の傾向はない。5～9月の暖候期には気温の高い日に火災件数が多く、気温の低い日に火災件数が少なくなっている。それに反し10～3月の寒候期には逆の関係になっている。火災件数について調べてみても同様である。

このように、1年中の季節によって反対になるような関係は、物理学的な根拠のある因果関係を

示すものではなく、きわめて表面的な関係にすぎない。これは、毎日の湿度と気温とが相関関係をもっていて、暖候期には気温の高い日が乾燥しているが、寒候期には逆に気温の低い日が乾燥していることによるのである。しかし、こういう表面的な関係でも、火災を警戒する目安としては十分役に立つのである。

## 10 風と火災との関係

### 10-1 毎日の出火件数と風速

前節の湿度を気温の場合と同じようにして、出火件数とその日の風速との関係を調べてみると、1日の出火件数は大風速の日に多く、小風速の日に少ない。しかし現実の天気状態では、乾燥した日に強い風が吹くというように、低湿度と大風速、高湿度と小風速が相関関係をもつ。だから毎日の出火件数の、その日の湿度に対する標準値からの偏差を求め、件数偏差と平均風速との関係を求めたところ、その関係は割合小さいものであることがわかった。

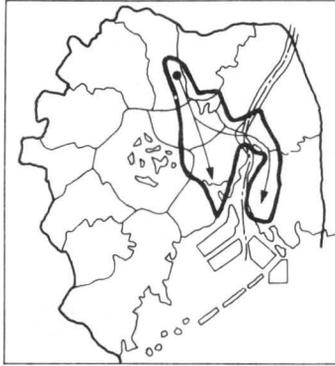
### 10-2 原因別にみた出火件数と風速との関係

横井鎮男は出火原因をA、B、C、D、Eに分類し、各区分ごとに火災件数と風速との関係を調べた。A、B、C、Eでは、すべて風速が大きくなると火災件数も大きくなるが、区分Dでは風速が大きくなると火災件数はかえって小さくなる。Dの区分は、セルロイド、薬品、鉄くず、油ボロなどで、こういうものは風の強い時の方が通気がよくて、化学反応で発生した熱が放散しやすく、また戸外の乾いた空気が入って、化学反応を起りにくくするのであろう。

### 10-3 規模別火災件数と風速

横井鎮男は焼失面積によって火災を規模別に分けて、規模別火災数と風速との関係を調べた。その結果によると、火災の規模が大きくなるほど、風の強い日に偏って件数が多くなっている。小火まで含めた全出火件数では、当日の風速の大小とさほど密接な関係はないが、大きな火災になるほど風の強い日に起こる可能性が大きいのである。これは風が強いと火災の延焼の危険が増すためにほかならない。

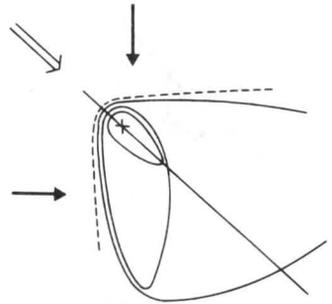
図5 江戸大火の焼け跡  
天和2年12月28日の「お七」火事



文化3年3月4日の「丙寅」火事



図6 扇形になることの説明図



10-4 風と焼け跡の形

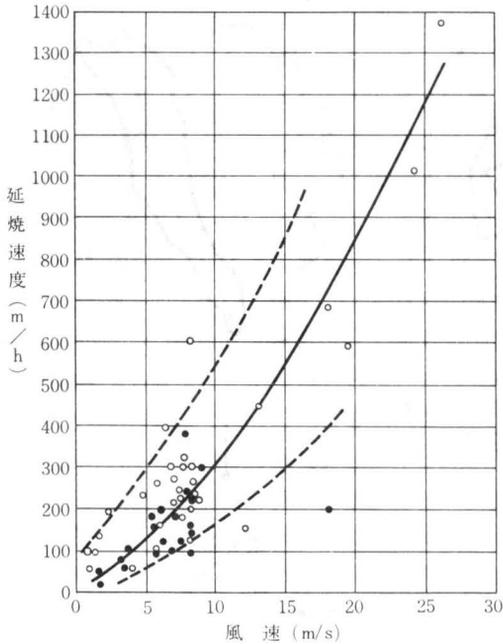
延焼の速さは風下側に一番速い。風上側や横風側の延焼速度は、風下へのそれに比べるとずっと小さい。風洞の中の燃焼実験でも、その大体の模様はわかるが、焼け跡の形は、風上に太い方を向けたほぼ卵形に近いものになる。

ところが、大火の焼け跡の形は卵形ではない。江戸の大火の焼け跡の区域を古い記録と地図によって調べたものは多くの例があるが、その中の2例だけを図5に出しておいた。大火の焼け跡の形は、この図のように先のあまり広がらない扇形になることが多く、卵形になることはめったにない。それは自然の風には息があって、風速が大きくなったり小さくなったりすると同時に、風向も変わっているからである。平均風向が北西でも、時によって北から吹くことも西から吹くこともある。図6は、平均風向が北西で、それが北になったり西になったりする時に、焼け跡が全体として南東にのびた扇形になることを示したものである。

10-5 火災の延焼速度と風速

延焼速度は、燃料の含水量、風速などの自然的条件によって違うだけでなく、建物の構造、建ぺい率など市街地構成要素によっても違い、また消防や水利などの社会的要素によっても違う。過去の大火記録によって、延焼速度と風速との関係の概略のものは得られている。各風速に対する風下側延焼速度の関係を図7に出した。風上側、横風側の延焼速度は図示を省略したが、風上側はとくに小さく、風速15m/sの時に100m/hの程度である。またいずれの場合にも風速に正比例するよりも早く、延焼速度が増していることに注意する必要がある。

図7 風下側延焼速度



## 11 大火と天気

江戸の大火の焼け跡の図を見ると、北北西から南南東に燃え進む場合と、南南西から北北東に燃え進む場合とが主で、そのほかの場合はほとんどない。明治以後今日に至る大火を調べてみても同様である。

北北西の風の方は真冬に多い冬の季節風で、気圧配置は西高東低の場合である。こういう時には日本全国北西の風が吹きまくり、日本海側の各地では曇か雪であるが、太平洋側の各地は晴天で非常に乾燥している。強風と乾燥という、火災が起こりやすく、また燃え広がりがやすい条件が重なっているのである。

南南西の風の方は、晩冬から春にかけて、高気圧の中心が日本の南の海上にあり、沿海州から日本海に低気圧か前線があるような、いわゆる南高北低の気圧配置の時である。こういう時には日本全国にわたって南西の風が強く吹き、また全国的に晴れている。この場合もまた強風と乾燥とが伴い、そういう天気が継続する傾向があり、日本各地で大火や山火事がある。

## 12 大火の季節

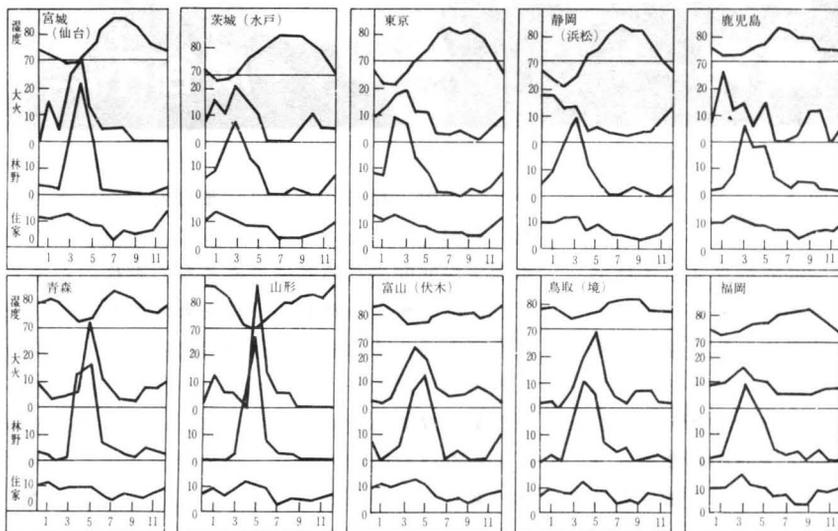
次に、日本の国内での火災の季節の違いを調べてみよう。日本の各地における湿度、大火、山火事、住家火災の数の1年中の変化を図8に示しておいた。

日本国内の各地で気候状態の違うことは、湿度の年変化にもよく現れている。太平洋側の代表として東京を見ると、1、2月に一番低く、6～9月に高い。これに対し日本海側の山形では、冬に湿度が高く、春の4、5月に最も乾燥し、6、7月は梅雨の季節で再び高くなる。

大火と山火事の年変化の形は、どこも大体似ている。太平洋側の各地では、季節風の吹きすさぶ冬に多いが、日本海側の各地では春に多い。冬には山にも町にも雪が積もってしまうから大火は起こらない。雪が溶けてから、青草が山野に茂るまでの間に、日本海を低気圧や前線が通って行く時が、この地方の大火や山火事の起こりやすい季節である。

今は地点ごとに、湿度や火災の数の年変化をみたが、次に各月ごとに大火や山火事の数の国内の分布をみる。2月には関東地方から九州まで、月平均値の2倍から3倍の数が起こっている。これ

図8 湿度と火災の年変比



に反し、日本海側の各地は平均値以下である。4月には火災に対し危険と安全の地帯が入れ替わる時期で、5月になると、関東地方南部、東海道、九州南部は平均値以下で安全な時期になる。しかし、東北地方から北海道へかけては、平均値の2倍から3倍、場所によっては5倍以上の所もあって、非常に危険な時期である。

### 13 気象注意報、火災警報

全国各地の気象台が発表する気象注意報の中に「強風注意報」「異常乾燥注意報」があるが、これは火災との関係が非常に深いものである。火災は、その原因が大部分人為的なものであることはこの講座の最初に記したが、それにもかかわらず、全般的な気象状態によって、火災が多く起こりそうだという注意を促すことができるのは、以上に記してきたような根拠に基づくのである。

「火災警報」は市町村長が発令するもので、気象台からは、それを出すのに必要な気象資料が提供されている。

★ ★ ★

最後にこの方面の参考書を挙げておこう。

- (1) 畠山久尚：日本の火災、全国加除法令出版株（近刊）
- (2) 鈴木清太郎：火災学地球出版株（昭24）
- (3) 金原寿郎：火災の科学、力書房（昭24）

- (4) 肥沼寛一：火災の日本、地人書館（昭32）

(2)、(3)、(4)はすでに絶版になっているから、古書店で入手するか、所蔵している図書館で披見するしかない。資料類はいろいろあるが、最も一般的でまた入手しやすいのは、本文中にも引用した次のものである。

- (5) 消防庁編：消防白書、大蔵省印刷局（毎年12月に主として前年のものをまとめたものが当該年版として発行される）

日本の気象、気候を理解するための参考書はたくさんあるが、その中の2、3を挙げると次のようである。

- (6) 大野義輝：新版日本のお天気、大蔵省印刷局（昭43）
- (7) 高橋浩一郎：日本の天気、岩波新書（昭38）
- (8) 和達清夫監修：日本の気候、東京堂出版（昭33）

（はたけやま ひさなお／二松学舎大学教授・元気象庁長官）

# 工場の安全管理

火災・爆発

炭谷不二男

## 1 安全的な物の見方

企業の目的は、生産もしくは活動を通じて経済性を向上するところにある。そのためには安全性が必要なのである。能率的経済的な物の見方・考え方については、いろいろな機会で教えられ、また実践もしてきた。しかし、安全的な物の見方については十分なれてない。火災予防の必要性・重要性と物の見方があってはじめて実行に踏み切ることができる。

企業の経済活動とその厳しい方向づけは時に冷酷であり、時に個人の意志に反する。そのためには、組織・機構・規則・教育によって集団活動に集約するわけである。安全性は見落とされやすい。

人間そのものは本能的に自己防衛はするが、将来に向かって自己防衛のため意識的に判断し意志を働かせることは面倒なのである。たとえば、熱い物に触れると反射的に手を引くが、将来熱くなるであろうものを予想して、これに触れないように意識することは面倒なのである。

人間の側では、個人として内面的なものの克服と組織集団への帰属と、その上企業活動に安全性を組み込むことが安全管理第一歩の眼目である。

火災予防は企業のみならず個人生活にも通ずる最も共通普遍的な災害である。人類の歴史と共に始まったものであろう。しかし、防災観念はそれほど進んでいないように思われる。

安全性危険性は人間との相対関係においていわれることで、絶対的なものではない。また、その相対的立場において度合いが異なる。たとえば、同じドラム缶が1本爆発しても、山の中で起こる

のと街の中で起こるのは、その安全性において大きな相違がある。このようなことから、いろいろな論議が展開されるわけであるが、実務の立場では、これに相応した対応手段を考えておかなければならない。すなわち、火災現象そのものを欠陥とみるのである。

企業の存立と従業員の生活は、自らの経済活動によらなければならない。私企業のすべては親方日の丸でない。事故災害を含めて企業活動を考える場合、この根本の立場を忘れてはならない。親方目の丸とは根本的に立場が異なる。そこに生かされる安全のアイデアこそ本当の価値があろう。

## 2 火災と爆発

現象としては基本的には同一であるが、その表れ方は異なっている。安全管理を進める上では区別すべきである。対応の仕方が異なるからである。すなわち、現象そのものに対しては、次の表のように考えられる。

対応 \ 現象	火災	爆発
予防		○
抑制	○	×
鎮圧	○	×

○ 可能  
× 不可能

爆発に対しては、予防策を施すか自らを退避することであり、火災に対しては、予防はもちろんその現象を積極的に制圧することが可能である。

爆発にはその起こす物質によってガス・水蒸気・蒸気・粉じんに分けられるが、ガス爆発が多い。

本稿では管理を中心として記述し、技術的な具体的事項は省略した。安全管理は労働傷害を防ぐことに主として用いられるが、ここでは広い意味

に解釈することと致したい。

火災予防には古くから生活に密着した「火の用心」という言葉がある。「夜回り」が町内を見回った。「用心バケツ」を家の勝手口においた。まだ記憶にあるこれらの事が、新しい時代の進展と共に形も中味も消えたのであろうか。古いものは不備であり新しいものが安全であるとは言い切れない。形は進歩するが心構えは受け継いでいきたいものである。優れた考え方や機械があっても、これを運用する人間の意識と意欲がなければ効果は現れない。合理化が進むと、この人間を省略し仕事を省略する結果となって、この省略されたものの中に安全への意識や仕事があれば、合理化は危険性への接近である。合理化に反対するものではないが、危険性への接近は反対である。

古いものが老朽化し、このため安全な機能が劣化し強度が落ちることがあれば危険である。しかし、念を入れて余裕を持ったものであれば、むしろ新しいもので限度一杯のものよりも安全である。安全性とは、そのような時日時間隔よりも、むしろ限界の在り方が問題なのである。

### 3 組織

火災の防止は一貫した管理を推進することによって、効果をあげることができる。火災は一人の不始末によって大火をみることが多いので、一人一人の徹底した自覚を持たせることが大切である。一般には次のような管理が必要である。

- (1) 防火管理機構の整備
- (2) 防火管理規定の制定
- (3) 予防規程の整備と実施
- (4) 防火教育訓練
- (5) 防火隊編成
- (6) 科学教育

臨時作業・協力業者を含めて整備されるべきである。企業組織はそれらの推進に役立つもので、逆に組織に固定されて、適確な活動が妨げられるようなことがあってはならない。分担が細くなるほど複雑で、その境界面に問題が起こりやすい。

現実の現場の火気管理は、ラインの系列で行うべきであろう。各種法定の資格者が選任されるが、職制に合うことが望ましい。勧告・指示の系統が

分かれることは、混乱をきたすばかりである。防火管理の体系を整えることはよいことであるが、この体系のみを固守すると、企業の組織体系と離れたものになる。すなわち、このことは上から押し付けるか側面から付け加える形になる。余計なものを付け加えるような形になって、本来の機能を発揮しない。職制の機能性・機動性とマッチすることが望ましい。さもなければ、現在の企業組織を防火管理組織にすり代えてしまわなければならない。

科学教育については、作業に身近な基本的なことを平易に行うことが主眼である。特に第一線作業員については、作業行動に結び付く実践的な在り方が必要なので、いたずらに書類を多くすることは得策でなく、実感として体得することが第一要件である。

### 4 予防

自然的要因による災害、たとえば地震・洪水・台風のようなものは、今の技術では予防できない。これを天災という。そのほかの災害はすべて人為的要因によるもので、人災として天災と区別する。火災・爆発はもとより人災である。人間によるものは、理論上人間によって予防が可能である。

予防とは発生以前に防ぐことであって、発生後に拡大を阻止することは抑制である。広くいえば、発生後の抑制策を考えるよりも、事前の予防策を考えることが先決である。発生の原因をそのままにしておいて、起こった後の対策を考えることは、その場限りの一時しのぎとしか考えられない。ただ、発生原因について予想し得なかった場合に起こる後の抑制策として考えるべきである。残念な事には、すべてを予想し得ないので、多面的な対策を講ずる意味において、抑制策を立てなければならないのであって、火災の防止が抑制を重点にするようなことではならない。前者を発生危険とし、後者を拡大危険とすることがある。火災の場合は発生と拡大に時間の経過があるが、爆発はこの差がない。また、労働傷害も差がない。いずれにしても、予防に全力を投入すべきである。このことは、設備上からいえば、本来の設備の中に安全策が組み込まれなければならないことを意味す

る。また、予防策は経済的にも事後策よりはるかに低廉であることは、過去の事例が証明している。

ただ予防策を立てる前提としては、災害の発生する可能性・場所・規模などを想定する必要がある。難しきはあろうが、努力を重ねて予防の基本原則を貫かなければ、災害は減少するよりも増加するであろう。

## 5 科学的管理

火災・爆発現象そのものは、物理・化学的な現象であるので、これに対処するためには科学的な在り方が必要である。しかし、その原因になってくると人間の行動が絡んでくる。これは科学のみでは解決できない。物の面だけの解決を考えたり人の面だけの対策を考えるのみでは、一部分しか捕らえていないので、人と物との同時に対応する面をも考えなければならない。設備管理・人間管理・人間工学的管理が併せて必要なのである。

科学的な在り方の一つとして、数学的に評価することが提唱されている。危険性の評価などもこの一つである。計数管理社会の一端として今更遅きに失するが、前進したことを考える。今後具体的に企業の実体に適用して対策措置に結び付け、防災の効果があがるようにしたいものである。

定性的な評価が定量化されることはよいことである。この場合、評価の尺度が非常に重要なので、危険を判断するときの基準ともいい得るものであろうか、これが適正でなければ評価は意味の薄いものになる。十分な検討を加えたものでなければ、単に比較的な尺度の基準であるとしても、科学的とはいえない。さびたばかりで重さを計るようであってはならない。

数字を結果としてみるときは、厳密な意味を持つ。7は7であって6でも8でもない。また6ないし8でもない。測定理論はここでは省略することとするが、この場合7以外は間違いになる。一方、定性的な表現として次の表現がよく使われる。弱い・なみ・非常に、大・中・小などがある。したがって定量化は単に概念の数字への直訳でなく数字の内容と幅を持たなければならない。

災害の予測の尺度として確率がとられる。これも数字で表現されるわけであるが、実証的な根拠

がなければならない。この意味では、過去の統計も必要である。予測は過去の実績の外に現在の事実の中に起こり得る要因を探究することになるが単なる推定では定性への逆戻りであり、概念の直訳にすぎなくなる。

定量化に向かうことはよいことであるが、数字の意味を十分に理解しなければならない。数字をよく知るのは技術者であるが、数字を過信するのも技術者である。

## 6 表示・標識

表示・標識の中で火災予防に関する「火気厳禁」は共通的なものである。この種のものは、簡潔に表現するため説明は省略されるのが常である。その結果、意味が理解できなくて行動と結びつかない。たとえば、火気とは何であるか、厳禁の場所はどこであるかはつきりしない。出した側ではつきりしていることであろうが、惰性的になるとただの型式に終わってしまう。またこれを見せて注意を起こさせる対象者はだれなのか、その職場の人は十分知っているはずであろう。その職場からみての第三者を示すのであろうか、あるいは、純然たる外来の第三者に示すものか、意識高揚の一般手段であるか。注意標識は、この内容を吟味しておかなければならない。併せて注意の過剰は意味がない。

「室内禁煙」など種類と場所が明らかである。

標識としての文字のほかに絵・人形・色彩・光音など各種併用する場合がある。統一して使用することが望ましい。とくに色彩標識に望まれる。

交通整理の警察官の形をした人形を立ててある所がある。ドライバーはこれを見て警戒心を呼びさますのか、出した方は取り締まりの注意を与えるのかいずれかであろうが、取締官がいなければルールが守れないようでは情けないことである。この思想を延長すれば、火災予防を行う場所には消防官の人形を立てておかなければならない。自主性のない端的な表現である。

## 7 反応危険性

化学反応で暴走したり異常反応を起こして、発熱発火に至るものがある。一般の火災から見れば

全く特殊なものであるが、化学工場ではこのようなものも扱っているところがある。反応の細かいことは省略して、危険性の発見について述べたい。

研究・開発における思考の段階では、飛躍・冒険も必要である。このことがなければ新しいアイデアは生まれない。しかし、実際の実験・研究の段階では、これらの物質・反応について危険性に関する観察も必要である。過去の多くの例からは、この危険性に関すること、実験上所望の成果の上がらなかったマイナスの事項については省略されて、有効な最適の方法のみが採り上げられるのが常であった。無効な方法は採り上げることはないが、別の面からみればマイナスの方法を実証したことによる業績であろう。また重要なことは、省略されたマイナスの中に実は危険性のあることがある。実際の運転の場合に、正常状態からはずれて隠された異常が出れば爆発にもなる。

パイロットプラント・テストプラントなどでも同様であり、この場合は規模を大きくして危険性を発見する最もよいチャンスである。設計・機能のチェックにとどまらず、この点での見方が望まれる。設計技術者・研究実験者・テストオペレーターにこの着意がほしいものである。

暴走反応に類するものは、加速度をもって進行する。早期発見が必要で、併せて早期処置が必要である。

これを制止するには反応物質・量・反応方式などによって異なるが、一般に考えられるのは次の事項である。各個または併用する。

- (1) 原料の緊急送込停止
- (2) 冷却水の増量
- (3) 抑制剤の投入
- (4) 不活性ガスの送込
- (5) 緊急ブローアウト
- (6) 脱圧

実験式を利用する場合などに忘れてはならないのは、その前提条件である。単に結果のみを捕らえて実施に移すと事実とずれができる。このような扱い方が異常から事故に結びつきやすい。

物理的機械的な現象であるが、つまり（閉塞）現象がある。このような化学工場の普遍的な事故の防止とその解除方法を、経験を生かして研究し

ておくべきである。

## 8 修理作業

**質問1** 船底で溶接作業を行いたい、船の構造上から隅の方で燃料油が残っている。クリーニングしたがとれないので、このままで作業をしたいがよい方法はないだろうか。

**答** まずクリーニングのやり方について。

構造物の下で手の届かぬ所に付着しているものは、界面活性剤を加えてかくはんするか、高圧水を使用するか、スチーム噴射かいずれか可能な方法でクリーニングすること。この方法で油類はほとんど清掃できるはずである。どうしても残留した場合は、泡消火剤を表面にかけて船倉内は空気の循環を行いながら火気を使用するとよい。

**質問2** 混在作業で塗装を行うが、上の方で別の業者が溶接作業をして、火玉が落ちて危険であるのでどうすればよいか。

**答** (1)元請に相談をして、両方がかち合わないよう工程の調節をする。

(2)調節ができなければ、火玉の落下しないよう鉄板で天井仕切りをする。

**註** このような作業工程を計画すること自体がまずい。また、初めから次善・3善の案を出すと、やはり簡便な方法を採用勝ちになるので、指導方法としては、次善案を示し検討の結果3善策をとる方が望ましい。しかし、早期結論を出すためには併列して提案することがある。

印象に残った最近の事例であるが、実際にはこの例のように危険を感じ、または危険が予想されるような場所で安全な方法を求めることが多い。そしてこのような状態は、おのおの非常な差異がある。作業基準と照合したり諸基準とのチェックはむしろモデル的なものであって、現場の修理作業は常に応用ともいえる。

基本作業方法は承知していても、応用作業になると適用できないことがある。火災事故はこの点からも発生する。

点検者・監督者は常に応用し得る基本を心得ておく必要がある。自分の経験と知識があることのみが現れてくるとは限らない。

## 9 新技術の導入

工程・作業方法などの改善・変更などの場合、人の交代・新人など変化のある時、災害が起きやすい。石油工業で、公害防止のために燃料としての石油から脱硫を行うことになったころ、脱硫工程に関連する災害が続いて起こっている。それぞれ災害の性格が違っているが、違っていることは各種の部門に事故があることを示している。石油工業の本来の業務である蒸留部門でも、新工場が開設される時など事故の経験がある。

小さい単位の職場でも、作業方法の改善などの時期が重要点である。方法に変化がなくても作業者的の方に変化があれば同様である。

公害防止のために行ったことが、別の形の事故になるようなことがあってはならない。積極的に新しいことに取り組むことはよいが、繰り返すように、この場合安全的な見方によるチェックがほしいものである。不幸にして発生した事故は貴重な経験であるから、これを活用しなければならない。逆に、事故は経験してみないとわからないのでは、いつまでたっても事故は減らない。自然科学は実証を基本とするが、事故災害のない実証を得たいものである。

方法・人などの変更のほか、取り扱う原材料に変化のある時も同様である。変更がなくても、広い職場の中で管理の程度に相違があるような場所も多い。可燃物のない工場の一部で危険物を扱う場合などの例では、管理・取り扱いがおろそかになり勝ちである。

変化の相違・新旧の差、我々は進歩を求めつつ安全性の追求を続けなければならない。

## 10 自己本位

自己本位に考える。つまり自分に都合のよいように周りが動くことを指す。このことは、火災事例などを他人事として傍観することになる。しかし、毎日起る多くの事例を採り上げては際限がない。情報の整理が必要である。共通性のある事例であって、自らの企業なり職場に欠ける点があれば参考としなければならない。逆に共通性があっても、自らの立場の対策・考慮が備わってお

ば採り上げることはない。

自己本位の考えは災害を予想する時にもある。「自分の所には起こるはずがない」と。それなりの努力はしているわけである。努力をする側からみれば十分であると思っていなくても、別の立場から見れば、それは防止策の一部に十分な力を払っているにすぎない場合がある。自信が過信になってはならない。すなわち、技術と自信とが伴わない設備上の欠陥、人間の過誤、あるいは考えられなかった思い掛けない理由による事故災害がある。逆にいえば、事故があつて初めて新しい事実を知ることがある。安全管理には、防止へのあらゆる努力をすべての人の立場で進めなければならない。

消火訓練も行われているが、教育を重点とした場合と訓練を重点とする場合がある。訓練の場合の想定など、自分に都合のよいようなものは意味が薄い。火災は、都合のよいような場所と時間には発生しない。訓練こそは、都合の悪い状態を想定すべきである。もちろん、実施にあつての危険性・技術性などは、考慮しておかなければならない。

火災の後を振り返ってみると都合の悪い条件が重なっており、消火した後では都合のよい条件が重なっている。この事からは、事故は偶然の所産であるとはいえないので、よい条件を作るように日常の管理をすることが安全管理の方向である。幸運は日常の心掛けから生まれる。

状態は少し異なるが、よい条件がそろって延焼を止めた石油基地隣接地の火災の例がある。深夜の発生であった。経過は省略してよい条件であった事項を列記する。

- (1) 責任者は夜間の残業のため宿泊していた（即刻陣頭指揮）。
- (2) 隣は作業場であり、当方の発見が早かった（即時防火態勢）。
- (3) 構内に所在していたタンクローリーの運転手らは、早朝出発のため近くの宿所に宿泊していた（早々退避）。
- (4) 専用側線のタンク車も国鉄当直員が仮泊していた（即時退避）。
- (5) 風上であった（ガソリンタンク屋根は火の粉散乱）。

- (6) 従業員の呼び出しが予定のとおり実施できた。  
 (7) 消防火設備が訓練のとおり活用できた。日常隣接の仮想想定も効果があった(日常管理)。

## 11 流行

我々の生活の面では流行がある。服装・言葉・思想に至るまでその範囲は広い。いささか商業主義に踊らされている感もするが、熱しやすくさめやすく、模倣性があり、自主性に乏しい日本人には流行は適応性のものであるかも知れない。

防災研究の面でも流行があるかも知れない。乗り遅れてしまう焦りと後進性の心配がある。ただ現場の実務の面では流行にとらわれてはならない。日時をかけて徹底し訓練を重ねて充実することが主眼であって、むしろ地道な管理が必要なのであ

る。安全性の考え方・作業方法などを常に繰り返し標準化するのが本筋である。新奇のものが安全上役立つならば採り入れることはやぶさかではないが、変化が激しいと徹底はおろか管理の不信をきたす。たとえば、消火剤なども新しいものが出てくるので、効果のあるものは採用すべきであるが、職場ごとに違った型式内容のものがあっては運用に混乱を来す。むしろ旧式のものでも全職場のものが統一されて、いつでもだれでも使用可能な状態にあることが望ましい。現場における実務管理は概念の遊戯ではなくて、厳しい現実の事実である。

安全管理は実体が基本であり、災害防止は事実の因果関係の追及でなければならない。

(すみたに ふじお/菱油ターミナル株式会社)



¥1,200

同文書院 COSMOS LIBRARY

伊藤和明著

## 地震と火山の災害史

この本は、災害のうち地震と火山という、地球という自然界が持っている二大異変について書かれている。災害は、自然界の大きな異変と人間社会が、空間的・時間的に重なった時に発生する。この本を読みながら、我々に思い起こさせてくれるのは、地球は生きているということと、変化が激しいということでは、日本列島はとくに若い地帯だということである。であるにもかかわらず、そのことをまったく忘れて開発を行い、日々の生活を送っているのではないかという現実である。

もし、今日の日本列島に、この本に書かれている過去に起こったことと同じことが繰り返されたとしたら、どんな不幸な事態になるであろうか。被害は明らかに何倍、何十倍となるであろう。昔に比べて技術的には、何倍も、何十倍も進んでい

る今日の社会で、そんなことが起こってよいのだろうか。

人間社会に災害によってもたらされる不幸を少しでも軽減させるためには、過去に起こった災害に学ぶことが第一に必要であるが、一般には資料の発掘など困難が多く、偶然に教えられることはあっても、なかなか為し得ないことである。この本は伊藤さんの豊富な経験とねばり強い研究心によって集められた貴重な文献・写真によって、過去の災害像を鮮明に浮かび上がらせてくれており、非常に有り難いことである。

人間は目の前や身近に災害が起こると、初めて災害の本質に触れることができるが、それは不幸なことである。しかし災害の現場ほど多くのことを教え、語ってくれるものはない。災害に遭うことは確かに不幸なことであるが、その経験を生かして再発する不幸を防ぐことは不可能なのだろうか。災害の現場の生の声を聞き、災害に学び、災害を科学する心が社会に育つことが、その可能性をみつける英知につながるはずである。そのような意味で、本書は災害科学の礎となるのではなからうか。本書は災害対策の仕事に携わる人はもちろん、広く一般の方々にもぜひ読んでいただきたい大切な本である。それは、災害に無関係でいられる人はいないからである。

(村上直直)

# 一酸化炭素中毒死の概況と問題点

押田茂実・平岩幸一・赤石 英

## I CO中毒死の全国概況

我が国における昭和49年度の死亡者総数は710,510人であり、全年令死因順位は、第1～3位を脳血管疾患(25.1%)・悪性新生物(18.8%)・心疾患(13.8%)が占めているが、不慮の事故が第4位(5.1%)、自殺が第8位(2.7%)となっている<sup>1)</sup>。この二者にはCO中毒死が含まれている。

### (1) 不慮の事故によるCO中毒死

不慮の事故による死亡者36,085人の詳細をみると、交通事故による死亡者がほぼ半数近く(15,448人)を占めて第1位であり、第2位は不慮の墜落である。不慮の中毒による死者は981人であり、さらにその内容を見ると、ガスおよび蒸気による不慮の中毒は667人であり、このCO中毒死の主な原因として、家庭用燃料の不完全燃焼による不慮の中毒、配管式ガスによる不慮の中毒などが挙げられている(表1)。なお、不慮のCO中毒死は、不慮の中毒による死者の54.6%、ガスおよび蒸気による不慮の中毒死者の80.0%を占めている。

### (2) 自殺としてのCO中毒死

自殺者19,105人を自殺の手段により分類すると

表1 ガスおよび蒸気による不慮の中毒(昭49)

1. 家庭用燃料の不完全燃焼による一酸化炭素による不慮の中毒	256人
2. 配管式ガスによる不慮の中毒	236
3. ボンベ入り液化石油ガスによる不慮の中毒	43
4. 自動車排気ガスによる不慮の中毒	29
5. その他の一酸化炭素による不慮の中毒	13

表2 自殺の手段

	昭45	昭49
1. 縊首・絞首および窒息	7,542	9,759
2. ガス	1,693	2,777
3. 入水	1,762	1,815
4. 懸圧	1,142	1,192
5. 高所からの墜落	562	994
6. 農薬	1,068	773
7. 刃器および刺器	362	446
8. 鎮痛薬・催眠薬	506	215
9. 銃器および爆発物	65	72
10. その他	1,026	1,062
計	15,728	19,105

縊首・絞首および窒息による自殺者が9,759人で全自殺者の約半数を占め、次いで、ガスによる自殺者2,777人が第2位を占めている。すなわち、昭和47年より従来第2位の入水と順位が入れ替わり、最近急速な増加ぶりが目につく(表2)。なお、東京都監察医務院のデータなどを参照すると、このガスによる自殺者の大多数はCO中毒によるものと推察される<sup>2)</sup>。

## II 東北地方のCO中毒死

昭和44年～51年に至る8年間における東北地方のCO中毒死の概要を把握するため、東北管区警察庁を通じて、東北各県警察本部の刑事調査官よりCO中毒死の詳細について報告を受け、疑問点

については各県警に照会した。その結果、この期間における東北六県のCO中毒死者総数は、1,051人であった(表3)。なお、大部分がCO中毒と考えられる火災死亡は、焼死として扱い(この期間1,091人)、この表から除外している。これを東北

表3 東北地方におけるCO中毒死者数(年次別、除焼死)

昭和县	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年※	51年※	計	人口比※※
青森	6	8	7	5	14	13	34(24)	26(19)	113(10.8%)	16.3%
秋田	18	9	16	19	27	15	29(23)	42(34)	175(16.6%)	13.6%
岩手	5	6	11	17	22	23	17(13)	40(28)	141(13.4%)	15.2%
山形	6	3	9	5	8	16	29(17)	26(24)	102(9.7%)	13.3%
宮城	18	26	29	25	26	38	53(39)	38(28)	253(24.1%)	20.3%
福島	19	23	24	41	21	32	48(29)	59(34)	267(25.4%)	21.3%
計	72	75	96	112	118	137	210(145)	231(167)	1,051(100%)	9,191.512人

※( )は自殺者数 ※※昭和48年3月31日現在 全国 108,202,038人

表4 東北地方における原因別CO中毒死者数(昭44~51、除焼死)

原因	自動車	都市ガス(生)	コタツ	風呂	ストーブ	コンロ	火鉢(屋内)	瞬間湯沸器	その他	計
青森	55	21	9	4	10	7	2		10	113
秋田	58	71	11	6	21	6	1		1	175
岩手	65	21	33	5	3	4	7		3	141
山形	45	23	12	2	1	3	1		15	102
宮城	69	110	39	17	2	5	6	3	2	253
福島	99	61	53	16	10	21	3	1	3	267
計	386 (37%)	307 (29%)	157 (15%)	50 (5%)	47 (4%)	46 (4%)	20 (2%)	4 (0.4%)	34 (3%)	1051

各県の人口と比べると、福島県・宮城県・秋田県ではCO中毒死の比率は各県の人口比率よりも高い傾向を示し、逆に、青森県・山形県・岩手県のそれは低い傾向にある。次いで、年次ごとに比較すると、各県に多少の増減が認められるものの、東北六県を合計すると、年次ごとに漸増を示していたが、最近では急増し、昭和44年の死者72人と比較し、昭和51年の死者は231人と約3倍以上に増加している。

次に、昭和44年から昭和51年までのCO中毒死者1,051人を原因別に集計してみた(表4)。すなわち、自動車によるCO中毒死者は386人で、全体の37%を占め、都市ガス(生)によるCO中毒死者307人(29%)を抜き首位が逆転した。次いで、暖房用としてはコタツによるCO中毒死者、さらにストーブ・屋内火鉢によるCO中毒がみられ、風呂によるCO中毒もかなりみられており、さらに、まれではあるが瞬間湯沸器によるCO中毒死の発生もみられている。発生件数をさらに各県別・原因別にみると、宮城県の都市ガス(生)110人が最も多く、次いで、福島県の自動車99人、秋田県の都市ガス(生)71人、宮城県の自動車69人、岩手県の自動車65人、福島県の都市ガス(生)61人、秋田県の自動車58人と続いており、コタツでは福島県が53人と多く、次いで宮城県39人であ

り、風呂も同様に宮城県・福島県が多い。ストーブでは秋田県21人、コンロでは福島県21人が目につく。

以上、原因別に東北地方のCO中毒の概況について述べたが、原因別に発生数の違いはあるが、“火のあるところ必ずCO中毒の危険あり”ということが痛感される<sup>3</sup>。

次に、各原因別に、さらに詳細に検討を加えてみよう。

(1) 自動車に関するCO中毒死

自動車に関するCO中毒死(386人)の内容は、自動車内への火鉢持ち込み、排気導入、排気侵入

表5 自動車に関するCO中毒死者数

方法	県	青森	秋田	岩手	山形	宮城	福島	計
火鉢		2	2	9	2	21	11	47
排気導入		42	43	52	42	41	84	304
排気侵入	車庫	3	13	4	1	1	4	26
	モーター					4		4
	屋外	3				2		5
計		50	58	65	45	69	99	386

に大別される(表5)。車内への火鉢持ち込みは、暖房に利用しようとしたもので、気積がたかだか2~3m<sup>2</sup>内外の車内に不完全燃焼によってCOが充満し、中毒死したものである。屋内においても火鉢によるCO中毒死が発生しているが、まして狭い車内においてCO中毒死するのは当然のことといえよう。これに類似したものとしては、石油カン内で稲ワラを燃やし、残り火を車内に入れてCO中毒死した事例もみられた。現在ほとんどの自動車には暖房装置が装備されているが、車種によってはそれだけでは不十分であるため、あるいは、燃料の節約のため、練炭火鉢を持ち込んでCO中毒死している場合が少なくない。

次に、排気導入とは、排ガスを自殺手段として使用したものであり、排ガスをビニールホース等により窓の細隙や水抜き穴などから車内に引き込んで中毒死したものである。排気導入により自殺できることが、新聞・テレビ等マスコミの報道により広く一般の人に知られてくるにつれて、自殺手段として頻用され、急増を示している。我々の実験によると、COを4~9%含有している排ガスを普通乗用車内にビニールホースで引き込んだ場合、うさぎ・ラットは約11~16分ぐらいで死亡することが観察されており、その際のCO-Hb濃度は70~80%ぐらいであった。

一方、排気の侵入には、自宅の車庫内で自動車のエンジンをかけたままにしていたために、排ガスが充満して死亡したもの、モータルの車庫内に車のエンジンをかけたまま放置していたため、排ガスが室内に侵入し、そのため男女が浴槽内で死亡したもの等がみられている。まれには、屋外の例として、エンジンをかけたまま中古車内で寝ているうちに、マフラーとトランク底部に穴が空いていたため、排ガスが車内に侵入し、死亡したとして、中古車業者および陸運局を相手として、数千万円の損害賠償請求の民事訴訟に発展しているケースも含まれている。

このように、自動車に関するCO中毒死では、不注意、自殺、不慮の事故など種々の原因から多様な事件が発生している。いずれにしても、自動

表6 自動車に関するCO中毒死者数(年次別)

県	昭和									計
	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年	51年		
青森			3	1	5	5	18	18	50	
秋田		1	6	2	3	6	14	26	58	
岩手	2	2		2	9	9	12	29	65	
山形			2	1	2	9	11	20	45	
宮城	1	8	5	5	5	7	20	18	69	
福島	1	5	9	10	3	6	27	38	99	
計	4	16	25	21	27	42	102	149	386	

車排ガス中には少なくとも数%という高濃度COが含まれていることの危険性は、一般人には案外知られていないことを示している。

これらの自動車に関するCO中毒死を年次別に検討してみると、次第に増加の傾向がみられる。すなわち、昭和44年の4人から昭和49年には約10倍の42人となり、それ以後は昭和50年102人、51年149人と激増しており、ことに、排気導入による自殺者の急増が目につく(表6)。

## (2) 都市ガス(生)によるCO中毒死

都市ガス(生)によるCO中毒死(307人)は、燃焼により発生したCOによる中毒死とはやや趣を異にするが、その内容を見ると、事故死43人に対して自殺者264人と圧倒的に自殺が多く、都市ガス(生)によるCO中毒が手近な自殺手段として頻用されていることがうかがわれる。自殺ではとくに宮城県(97人)・福島県(56人)・秋田県(51人)が多く、とくに福島県で昭和47年の1年間に24人の自殺者が見られたのは、連鎖反応によるものであろうが、驚かざるを得ない。なお、事故死は秋田県(20人)・宮城県(13人)に多くの発生をみている(表7)。

表7 都市ガス(生)によるCO中毒死者数

方法	県						計
	青森	秋田	岩手	山形	宮城	福島	
自殺	19	51	20	21	97	56*	264
事故	2	20	1	2	13	5	43
計	21	71	21	23	110	61	307

\*昭47 24人

## (3) コタツによるCO中毒死

コタツによるCO中毒死(157人)は、木炭および練炭のいずれでも発生している。ただし、暖房

表8 コタツによるCO中毒死者数

燃料	県	青森	秋田	岩手	山形	宮城	福島	計
木炭		2	9	4		2	5	22
練炭		7	2	29	12	37	48	135
計		9	11	33	12	39	53	157

表9 風呂によるCO中毒死者数

燃料	県	青森	秋田	岩手	山形	宮城	福島	計
木炭・練炭			1	1				2
LPガス		2		3	2	3	5	15
都市ガス		1	5	1		14	11	32
石油		1						1
計		4	6	5	2	17	16	50

として同じ燃料を用いているストーブ・火鉢に比べ、とくにコタツによる発生件数が多いことは注目に値する。これはコタツの“密室性”に起因するものと考えられ、このことはコタツに乳幼児が入り込むことなどの危険性を示唆しているものといえよう。木炭によるCO中毒死では秋田県（9人）、練炭では福島県（48人）・宮城県（37人）・岩手県（29人）に多く発生している（表8）。なお、コタツ内で死亡している場合には、加熱のため皮膚に変色をきたし、自他殺の判定等に影響を与える場合があるので気をつけねばならない。<sup>4)</sup>

#### (4) 風呂によるCO中毒死

風呂によるCO中毒死（50人）では、木炭・練炭・LPガス・都市ガス・石油のいずれでも死者を出している。県別にみると、宮城県・福島県の発生がやや多かった（表9）。

煙突が屋外に出ない構造のガス風呂の危険性については、古くより指摘されているところである。<sup>5-7)</sup>しかしながら、ガス局あるいは建築指導課・消防署の巡回指導等により、煙突を付け替えるか、バランス型等のCO中毒の危険性の低い構造に変更する等の指導にもかかわらず改善されないで、アパート等でCO中毒事故死が発生した場合には、工作物責任として民事責任はもちろん、“未必の故意”による犯罪として、厳しくその刑事責任を追求するよう我々は捜査機関に要望しているが、現にそのような事例もみられてきている。

#### (5) ストーブによるCO中毒死

表10 ストーブによるCO中毒死者数

燃料	県	青森	秋田	岩手	山形	宮城	福島	計
木炭・練炭			4		1			5
LPガス		5						5
都市ガス		1	2			1	6	10
石油		4	15	3		1	4	27
計		10	21	3	1	2	10	47

表11 コンロ・火鉢(屋内)によるCO中毒死者数

燃料	県	青森	秋田	岩手	山形	宮城	福島	計
コンロ	木炭・練炭	5	6	4	2	5	6	28
	LPガス						1	1
	都市ガス	2					14	17
	小計	7	6	4	3	5	21	46
火鉢	木炭	1	1				1	3
	練炭	1		7	1	6	2	17
	小計	2	1	7	1	6	3	20

ストーブによるCO中毒死（47人）では、木炭・練炭・LPガス・都市ガス・石油が原因となっている（表10）。そのうち石油ストーブによるCO中毒死が多いことは、石油ストーブの使用頻度が高いためであろう。この石油ストーブによるCO中毒死は、秋田県の15人が多いが、衛生思想の普及のためか、近年このような事故死は減少してきている。

#### (6) コンロ・火鉢によるCO中毒死

コンロによるCO中毒死（46人）では、木炭・練炭のほかに都市ガス・LPガスによるものがあるが、木炭・練炭によるCO中毒死が多い（表11）。屋内の火鉢によるCO中毒死（20人）は木炭・練炭でみられ、練炭によるものが多い（表11）。

#### (7) 瞬間湯沸器によるCO中毒死

瞬間湯沸器によるCO中毒死（4人）は比較的良好であったが、大型湯沸器の普及につれて今後増加する可能性があると考えられる。たとえば、診療所で朝の掃除の際、大型湯沸器のお湯を出しっぱなしにしていたところ、診療室で1人、2階でも1人がCO中毒死した例がある（宮城県）。また、風呂場等の“密室”内での煙突のない湯沸器からの給湯は危険であり、女性が髪を洗う時間

内にCO中毒死をきたす可能性がある。

### (8) 住宅内・自動車以外のCO中毒死

住宅内や自動車内でのCO中毒死以外に、ビニールハウス・サイロ・工場・溶鉱炉・炭坑でのCO中毒死が若干あるが、この中には約半年後の捜査の結果、兼業農家の男が硫酸・硝酸・苛性ソーダを使って高濃度COを自製し、それを妻に吸入させ、約8,000万円の生命保険金を詐取した殺人例も含まれている。

このような事例が1例でもあるからには、CO中毒死のような有り触れた事故でも、検視・検屍の際、慎重でなければならない（COに関連する他殺例については、稿を改めて執筆の予定）。

### (9) LPガス(生)による死亡

CO中毒ではないが、LPガス(生)吸入による死亡、ならびにLPガス爆発事故による死亡を表12に示した。

LPガス(生)吸入による死亡者(128人)は、都市ガス(生)より少ないが、都市ガス(生)と同じく、年次ごとに漸増してきている(表12)。また、LPガス爆発事故による死亡者も10人みられている。

ところで、LPガスの組成は地域により若干異なっているが、東北地方ではプロパン・プロピレンの含有量が多く、仙台では約90%以上に及んでいる。プロパンは空気よりも重く(比重約1.56)、石炭ガスの約4.6倍の高発熱量を有し、燃焼範囲は約2.4~9.5%とされている(石炭ガスの燃焼範囲は約8~40%)。一般人は、“ガス自殺”は石炭ガスでもLPガスでも同様に死亡できるものと理解しているようであるが、LPガスの毒性として

表12 LPガス(生)吸入・爆発による死亡

県	昭和									計
	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年	51年		
吸	青森	3	1		2	3	4	4	7	24
	秋田					1	3	8	13	25
	岩手			4	5	8	3	4	3	27
	山形				5	3			2	10
	宮城		1	1	2	1	2	6	10	23
入	福島	2	1	2	5	2	3	1	3	19
小計	5	3	7	19	18	15	23	38	128	
爆	発		1	3	1	1	1	1	2	10

は、大村ら(1967)はマウスの実験により65~68%・30分間の吸入で致死的とし、永田ら(1973)もマウスの実験で55~60%・2時間で半数致死としており、炭酸ガスの毒性とほぼ近似している。したがって、都市ガスのごとくLPガスを室内にホースで放出したのみでは死亡し難く、爆発限界の数%で電気冷蔵庫のサーモスタットの火花等により、大爆発を起こす例が多い。プロパン(生)吸入による死亡例には、たとえば、ホースを口の中に固定したり、頭からかぶったビニール袋の中にLPガスを放出したりしているものが多い。したがって、このような場合の死亡原因は、単なるLPガス中毒のみならず、酸素欠乏による窒息も無視し得ないと思われる。なお、LPガスの関与した事例については、血中・組織内濃度含有量はガスクロマトグラフィーにより比較的簡単に測定され、また、その濃度勾配から得られる情報も多いので、必ず検査することが望まれる。

### (10) 東北地方におけるガス自殺者

前述の(1)~(9)において、ガスによる死亡者の詳細について述べたが、(1)~(9)の各項は自殺および事故死と合わせたものであるので、(1)~(9)項から自殺者のみを拾い、表13に示した。

まず、このガス自殺者を方法別に分けると、自動車排ガスによる方法が激増し、ついに都市ガス(生)吸入を追い越した。ことに、昭和50年・51年における福島県・宮城県はこの両者を合わせた自殺者数はそれぞれ63人・62人であるが、宮城県ではほぼ半数ずつであるのに、福島県では、自動車排ガスによる自殺者が58人と大多数を占めているのは一驚に値する。

表13 東北地方におけるガス自殺者数(方法別)

方法 県	方法別						計
	自動車	都市ガス(生)	LPガス(生)	コタツ	コンロ	風呂	
青森	42	19	23				84
秋田	40	51	22		1		114
岩手	48	20	23	2	1	1	95
山形	43	21	10	1			75
宮城	49	97	22				168
福島	88	56	14				158
計	310	264	114	3	2	1	694

表14 東北地方におけるガス自殺者数〔LPガス(生)吸入を含む〕

県	昭和								
	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年	51年	計
青森	3	1	4	2	10	12	28	24	84
秋田	1	1	5	4	13	15	30	45	114
岩手			7	12	17	11	17	31	95
山形	1	1	3	9	9	10	16	26	75
宮城	5	8	17	17	17	22	44	38	168
福島	5	8	15	38	9	20	29	34	158
計	15	19	51	82	75	90	164	199	694

表15 焼死者数

県	昭和								
	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年	51年	計
青森	19	25	16	25	30	35	27	36	213
秋田	30	47	24	39	48	22	19	19	248
岩手	28	23	22	20	26	11	23	19	172
山形	12	13	21	12	22	11	23	23	137
宮城	14	35	31	21	25	31	21	26	204
福島	8	17	12	15	20	27	11	7	117
計	111	160	126	132	171	137	124	130	1,091

一方、非常に興味ある自殺として、コタツおよびコンロでのCO中毒を利用した自殺が5件、LPガス風呂による自殺が1件あり、また、自動車内に火鉢を持ち込んで自殺したものが岩手県に1件、山形県に1件、宮城県に8件、福島県に6件、計16件みられた。これらは、遺書等により確実に自殺と認定されている。なお、東北地方におけるガス自殺者は急増の傾向にあることがはっきりとうかがえる(表14)。

### (1) 焼死者

ほとんどの例がCO中毒と考えられる焼死者は<sup>3, 12)</sup>1,091人であり、県別・年次別では、福島県(昭和44年)8人が最低であり、秋田県(昭和48年)48人が最高であった(表15)。これらのうち、自殺者は154人(14%)に見られている。なお、この中には独居寝たきり老人の豆炭アンのボヤによるCO中毒死例も含まれている。

## III 東北地方と全国のCO中毒死の比較

以上述べた東北地方における最近8年間のCO中毒の概況は、警察の捜査結果に基づく総合認定

後のデータ集計であるが、全国概況の資料は医師の死亡診断書(検案書)を根拠とした人口動態統計であるので、その対象と質の程度において差があるが、東北地方と全国のCO中毒死の概況について若干の比較を試みた。

東北地方における昭和49年度のCO中毒死者は137人であり、これよりCOによる自殺者75人(表14における昭和49年のLPガス(生)吸入による自殺者15人を差し引いたもの)を除けば、不慮の事故によるCO中毒死者数は62人である。これを昭和49年度の人口動態統計より得た全国の不慮の事故によるCO中毒死者624人と比較すれば、その割合は9.9%である。この比率は、東北地方の全国人口比約8.5%(昭和48年3月31日現在)を少しく上回っているにすぎない。したがって、東北地方において、不慮の事故によるCO中毒死が異常に多いというわけではないようである。

次に、東北地方における昭和49年度のガス自殺者90人を、全国のガス自殺者2,777人と比較すれば、その割合は3.2%であり、全国人口比約8.5%よりかなり低率である。ところで、全国の自殺者の総数は昭和25年より若干の増減は見られるものの、著しい増加は示していない。しかし、ガスによる自殺者の比率は、昭和25年には自殺者総数の0.2%であるのに比べ、各年代ごとに増加を示し、昭和49年には14.5%と急増している(表16)。

ところで、東北地方の都市ガスの普及率を調べると、全国平均は36.8%であるのに、東北地方のそれは約<sup>13, 14)</sup>に近い13.1%である(表17)。

このように、全国のガス自殺者の急増と比較し、東北地方においても同じように急増を示しているものの、全国の自殺者に対する割合はかなり低率

表16 自殺手段別にみた年次別死亡者数および百分率(全国)

	昭和					
	25年	30年	35年	40年	45年	49年
総数	16,313 100%	22,477 100%	20,143 100%	14,444 100%	15,728 100%	19,105 100%
縊首・絞首 および窒息	6,641 40.7%	6,491 28.9%	6,560 32.6%	6,517 45.1%	7,542 48.0%	9,759 51.1%
入水	2,619 16.1%	2,419 10.8%	2,029 10.1%	1,733 12.0%	1,762 11.2%	1,815 9.5%
ガス	39 0.2%	296 1.3%	834 4.1%	925 6.4%	1,693 10.8%	2,777 14.5%

表17 都市ガス普及率

	世帯数	調定数※	普及率
青 森	347,647	26,107	7.5%
秋 田	299,458	68,653	22.9%
岩 手	333,833	25,021	7.5%
山 形	286,253	33,759	11.8%
宮 城	452,205	79,191	17.5%
福 島	459,838	52,331	11.4%
東北六県(B)	2,179,229	(D) 285,062	13.1%
全 国(A)	27,852,743	(C)10,248,206	36.8%

B/A×100 7.8% D/C×100 2.8%

※ 調定数とは取り付けメーター数のうち現にガスが通過しているメーター数をいう。

であり、これは、東北地方の都市ガス普及率がまだ低いためであろうと考えられる。ガスが手近な自殺手段であることを考えると、今後の都市ガス普及に伴い、ガス自殺者も次第に“全国並み”になることが予想されるが、昭和50年・51年には自動車排ガスによる自殺が急増した。モータリゼーションだけは全国並みに近づいたためであろうか。

#### IV まとめ

人口動態統計に基づく全国のCO中毒死の概況と、警察資料に基づく最近8年間における東北地方のCO中毒死の現状について述べた。さらに、参考までに、LPガスによる死亡例および焼死についても言及した。

毎年“不慮の事故”としてのCO中毒死の発生を多数みているが、不慮の中毒死とはいっても、“火のあるところ、必ずCOあり”という簡単なことを理解していれば、避けることができるものである。したがって、“不慮の事故”とは言い難く、“不注意または無知による事故”といわなければならない。家屋の気密化と便利な燃料の普及につれて、このような愚かしい事故により多くの尊い人命が失われていくこと、しかも、それが毎年のごとく多数発生し、今後も増加の傾向がうかがわれることは誠に遺憾なことである。

ところで、このようなCO中毒事故は、前述のごとく、あらゆる燃焼器具・暖房器具によって発生しているが、燃料および器具は各自自治体の商工

関係が、また、燃焼そのものについては消防関係が指導監督している。しかし、燃焼によって必ず発生するCOによる中毒の予防については、行政上の指導監督はどこで行うのか定かではない。したがって、日ごろ、無知による哀れな事故を多数扱っている関係者としては、個々のケースの処理にとどまらず、燃焼器具業者や使用者の指導・監督・社会的啓蒙について、それぞれ各方面に働きかけることが望まれる。

#### 文献

- (1) 厚生省大臣官房統計調査部編：人口動態統計、上下巻、昭49。
- (2) 東京都監察医務院：監察医務院死因調査統計年報、昭47。
- (3) 赤石英：臨床医のための法医学、南江堂、東京、昭46、P.234。
- (4) 押田茂実ら：法医学の実際と研究、XIV、31、1970。
- (5) 高橋建吉：法医学の実際と研究V、21、1958、XIV、17、1970。
- (6) 権守邦夫ら：法医学の実際と研究、XVIII、52、1975。
- (7) 輪干 正：予防時報、No108、57、1977。
- (8) 大村得三：日法医誌、昭42、21、215。
- (9) 永田武明・福元孝三郎：日法医誌、昭48、27、55。
- (10) 押田茂実ら：法医学の実際と研究、XVIII、71、1975。
- (11) 平岩幸一ら：法医学の実際と研究、XX、投稿中。
- (12) 日本法医学会課題調査(I)：日法医誌、19、5、1965。
- (13) 通商産業省公益事業局ガス課監修：ガス事業便覧、昭47、14。
- (14) 朝日新聞社編：72民力、昭47、42。

#### (追加) 兵庫県におけるCO中毒死の概況

神戸大学医学部法医学教室溝井泰彦教授を通じ兵庫県警刑事調査官朝倉義晃警視にお願いして、兵庫県における昭和44～49年のCO中毒死を調査していただいたところ、表18・19のごとくであった。すなわち、兵庫県における昭和44～49年の6年間のCO中毒死者数は、1,347人であり、年度ごとに増加の傾向がうかがわれ、その増加の主因はCO中毒による自殺者の増加であり、6年間で1,103人となっているが(表18)、CO事故死者数はあまり変動がみられない。

これを、表19により原因別にみると、都市ガス(生)によるCO中毒死者が1,149人と圧倒的に多く、全CO中毒死者の85%にも達している。しかも、この1,149人のうち、1,047人(91%)は自殺

表18 兵庫県におけるCO中毒死者数(昭44~49)

	44年	45年	46年	47年	48年	49年	計
自殺	122	148	132	198	256	247	1,103
事故	49 (7)	41 (12)	32 (9)	46 (19)	34 (13)	41 (14)	243 (74)
他殺		1					1
計	171	190	164	244	290	288	1,347

兵庫県人口：昭44-4,606,000~昭49-4,965,000  
 ( )心中巻き添え数を示す。(刑事調査官 朝倉義晃警視調査)

である。なお、この1,149人の中には、心中の巻き添えによる子供等の死亡者72人、さらに、都市ガス(生)により自殺を企てたが、COは空気よりも軽いため2階の住居に侵入し、そのために巻き添えとなった死亡者2人、計74人を含んでいる。

次いで、自動車でのCO中毒死69人(5%)、ストープによるCO中毒死43人(3%)となっている。

自動車でのCO中毒死の中には、排気導入による自殺者55人が含まれ、また、車内に火鉢を持ち込んでの死者が5人含まれ、そのうちの1人は自殺である。

ストープによるCO中毒死者は43人であるが、この中には、就寝中に足に引っ掛けてガス管が外れたように見せかけた(他殺例)が1例含まれている。

その他、コタツ・風呂・コンロ・火鉢(屋内)・瞬間湯沸器などによるCO中毒死が、少数例ではあるが毎年のごとく発生している。

以上、兵庫県におけるCO中毒死の概況について述べたが、東北地方のそれと比較してみよう。

兵庫県における昭和48年の人口は約491万人であり、東北地方のそれは約919万人である。した

がって、兵庫県の人口は東北地方のおよそ1/2程度である。ところが、東北地方の6年間のCO中毒死者は610人であるのに比べ、兵庫県においては、1,347人と2倍以上の死者を出している。すなわち人口比でみるならば、兵庫県においては東北地方の約4倍のCO中毒死者の発生を見ている。

次に、各原因別に見ると、兵庫県における都市ガス(生)による死者は全体の85%であり、同年代の東北地方の35%に比べ著しく多い。これは、兵庫県が“都市型”であることを示している。その後、東北地方では都市ガス(生)吸入よりも自動車排ガスによる自殺者が急増していることは前述のとおりである。

次いで、各原因別での割合を比較すると、兵庫県においては都市ガス(生)による死者が大きな割合を示しているために、他の原因の占める割合は低くなっているが、これらの原因について人口比で比較してみると、兵庫県でとくに多いのは、都市ガス(生)(約10倍)・瞬間湯沸器(約4倍)であり、東北地方にとくに多いのはコタツ(約3倍)であった。これら以外の原因についての比較では、ほぼ同程度か2倍に満たない差異であった。なお、自動車でのCO中毒死については、兵庫県と東北地方において同程度の発生率といえるが、とくに異なる点は、東北地方でのCO中毒死の中に、火鉢を持ち込んでの死者が40人あるのに対し、兵庫県においては5人だけである。このことは、寒冷な東北地方の特徴であろう。

終わりに、今回の調査に快く協力してくださった東北管区警察局の各位、東北六県警察本部の各刑事調査官、ならびに、神戸大学溝井教授、兵庫県警刑事調査官朝倉警視に深甚なる感謝の意を表します。

(おしだ しげみ・ひらいわ こういち・あかいし すぐる / 東北大学医学部法医学教室)

表19 兵庫県におけるCO中毒死者数(原因別・除焼死・昭44~49)

原因 昭和	都市ガス (生)	自動車	こたつ	ストープ	風呂	こんろ	火鉢 (屋内)	瞬間 湯沸器	その他	計
44年	134(120)	4(2)	3	11	10	4	3	0	2	171(122)
45年	158(146)	2(2)	5	12((1))	3	2	1	4	3	190((148)) (1)
46年	139(124)	12(8)	4	1	2	0	2	1	3	164(132)
47年	211(187)	14(11)	3	5	0	2	3	0	6	244(198)
48年	264(245)	13(11)	2	3	1	0	2	1	4	290(256)
49年	243(225)	24(22)	3	11	0	4	2	1	0	288(247)
計	1149(1047) 85% ※	69(56) 5%	20	43((1)) 3%	16	12	13	7	18	1347((1103)) (1)

※心中巻き添え74を含む。(刑事調査官 朝倉義晃警視調査)  
 ( )自殺。(( ))他殺(就寝中に足に引っ掛けてガス管が外れたように見せかけたもの)

# 東京湾の危険物 流動実態と問題点

西山安武

## 1 はじめに

先般昭和49年11月9日午後1時37分ごろ、東京湾中央部の中の瀬航路において、大型LPGタンカー第10雄洋丸と貨物船パシフィック・アリス号が衝突し、LPGタンカーが積載していたナフサに引火し、一瞬のうちにパシフィック・アリス号は全船火災に包まれ、奇跡的に救助された機関員1名を除く全乗組員が焼死するとともに、第10雄洋丸においても、前部タンクに積載していたナフサおよびLPGに引火し、火災に包まれるとともに乗組員幾人かの死者を発生するという、海難史上まれにみる悲惨な大事故があったことは、未だ記憶に新しいものがある。

近年、我が国経済の高度成長とともに産業界の発達は目覚ましく、これらに基づく海上運送量ならびに港湾における貨物取り扱い量もまた、指数関数的な増大を示し、したがって、本邦各港における入出港船舶数の増加も年々著しく、各港およびこれらに通ずる水路等における海上交通のふくそうもまた著しいものがある。産業発達の一環である化学工業は、重工業とともにその発達はとく

に目覚ましく、エネルギー源である原油とともに、各種石油製品類その他の危険物の海上運送量の増大は大きい。とくに、重化学工業がその沿岸に集中している東京湾内においては、危険物ならびに危険物積載船の流動が激しく、したがって、船舶の衝突、座礁等の一次事故に起因する火災、爆発、海面汚染その他の二次、三次事故を誘発し、公害問題にまで拡大される危険性が強く、先に述べた雄洋丸海難はその典型的な事例ともいえよう。最近の東京湾内におけるタンカーの海難発生状況を海上保安庁の「要救助海難統計」によりみれば、表1および表2となる。これによれば、船舶の大小を問わず衝突、座礁その他各種海難が発生していることが判明する。

これらの危険発生に対処して、官民協力のもとに、災害発生の防止ならびに発生時の処理対策等

表2 東京湾におけるタンカートン数別海難

海域 海難種類	東京湾						
	港内				港外		
	衝突	乗り揚げ	その他	計	衝突	乗り揚げ	その他
総トン数							
5トン未満							
5~20							
20~50							
50~100		1		1			1
100~500	2	2		4			2
500~1,000	1			1	1		1
1,000~3,000					1		1
3,000~10,000							
10,000トン以上						1	1
計	3	3		6	2	1	4

(昭和50年)

表1 東京湾におけるタンカー海難の推移 (単位:隻)(要救助)

海域	海難種類 年	衝突	乗り揚げ	機関故障	火災	浸水	転覆	推進器障害	かじ故障	行方不明	その他	計
		東京湾	46	1	8	2	3	2		2	1	
	47	6	5	1	1			1				14
	48	4	7	5		1	1	3				21
	49	2	5	4	2	1						14
	50	5	4	3				1				13

に、大きな努力が重ねられていることは衆知のとおりである。その一環として、先般運輸省第二港湾建設局では、東京湾内における危険物輸送の安全対策を検討する資料整備を目的として、日本海難防止協会に委員会を設置して調査を行った（昭和51年度、東京湾安全対策調査報告書(II)——危険物流動実態調査）。筆者はその調査作業に参加したので、当該報告書の概要、とくにここでは、東京湾水面上の各種危険物とそれらを積載する船舶の流動の実態を紹介するとともに、それらに関する問題点につき検討を試みたい。

なお、当該委員会が採用した調査方法は、原油および各種石油製品、化学製品、動植物油その他を積載したタンカーを対象とし、データを収集した期間は、昭和50年10月の1か月間とした。これは、昭和48年港湾統計によれば、東京湾内の月平均入港隻数が、10月の総入港隻数と、ほぼ同等であったことによるものである。

## 2 東京湾に出入する危険物

湾内に流出入する各種危険物の状況を図示する

図1 東京湾に流出入する危険物

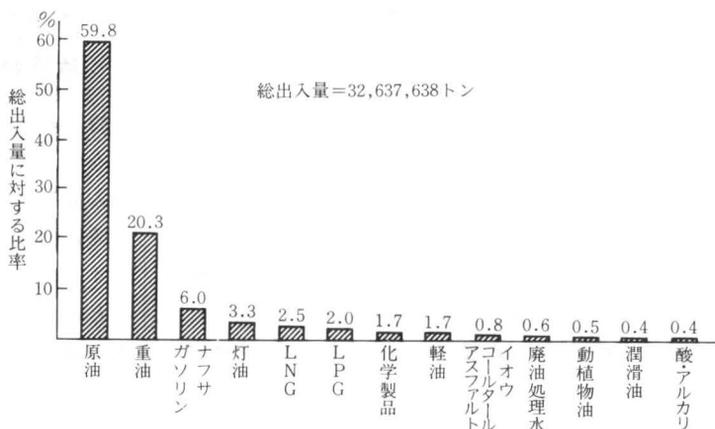


図2 東京湾各港の危険物の流出入量

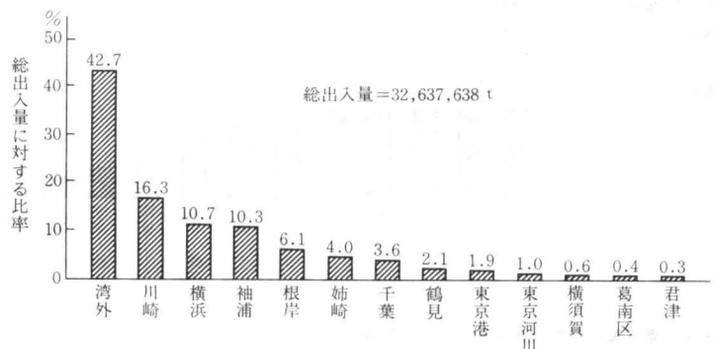


表3 各種危険物の流出入する主たる港

品目	出入トン数	主たる出入港名
原油	19,523,682(59.8)	湾外(48.3)、川崎(14.9)、袖浦(13.6)、横浜(13.5)
重油	6,624,214(20.3)	湾外(31.6)、川崎(19.6)、姉崎(9.4)、横浜(9.0)、千葉(8.2)、根岸(8.1)
ガソリン	1,942,970(6.0)	湾外(34.8)、川崎(24.4)、千葉(11.0)、姉崎(6.8)、根岸(6.5)
灯油	1,055,798(3.3)	湾外(26.3)、東京(14.1)、川崎(13.7)、鶴見(10.2)
L N G	822,000(2.5)	湾外(50.0)、袖浦(35.5)、根岸(14.5)
L P G	652,278(2.0)	湾外(42.0)、川崎(19.5)、袖浦(16.9)、千葉(11.1)、姉崎(6.9)
化学製品	565,254(1.7)	湾外(38.9)、川崎(17.5)、横浜(11.6)、鶴見(9.7)、千葉(8.7)
軽油	553,896(1.7)	湾外(29.9)、川崎(16.4)、姉崎(15.9)、東京河川(9.0)
アスファルト	271,776(0.8)	湾外(44.1)、川崎(16.2)、千葉(11.1)、鶴見(10.3)、袖浦(5.6)
廃油処理水	211,598(0.6)	川崎(52.9)、湾外(44.0)
動植物油	166,780(0.5)	湾外(33.7)、横浜(27.4)、千葉(16.8)、東京(9.3)
潤滑油	134,052(0.4)	湾外(33.3)、川崎(14.9)、鶴見(12.7)、姉崎(11.9)、葛南区(9.9)
酸・アルカリ類	113,360(0.4)	湾外(45.8)、千葉(22.7)、川崎(14.6)

注 ①出入トン数欄の( )内数字は、湾内流出入の全危険物トン数に対するパーセント  
 ②主たる出入港名欄の( )内数字は、港内流出入の当該危険物総トン数に対するパーセント

と図1となる。また、各種危険物が流出入する主たる港名およびその出入量の占める比率を表3に示す。

これらによれば、湾内流動の危険物の実態は圧倒的に石油類が多く、全危険物流動量の95.6%に達し、とくに引火爆発性の強い原油、ガソリン・ナフサ、LNGおよびLPGにつきみれば70.3%を示している。もちろん他の危険物に基づく各種危険性もあるが、東京湾内においては、石油類による引火爆発、海面汚染等の事故発生の危険性が強いものとみられる。

図3 東京湾内各港の危険物積載タンカーの出入港隻数

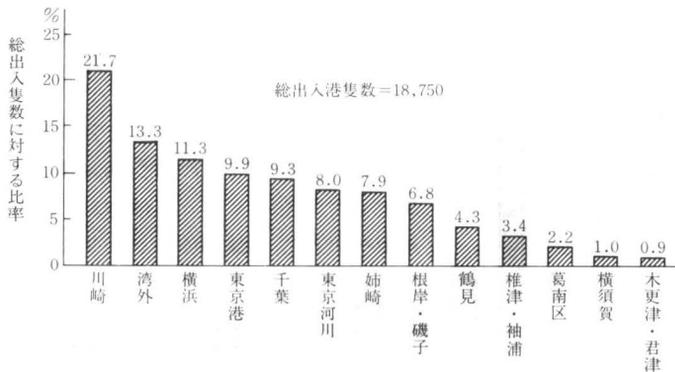


表4 東京湾内各港に流入する主たる危険物

港名	出入トン数	主たる危険物
湾外	13,913,551(42.7)	原油(67.8)、重油(15.0)、ガソリン・ナフサ(4.9)、LNG(3.0)、灯油(2.0)、LPG(2.0)
川崎	5,332,997(16.3)	原油(54.4)、重油(24.3)、ガソリン・ナフサ(8.9)、灯油(2.7)、LPG(2.4)
横浜	3,486,365(10.7)	原油(75.6)、重油(17.2)、化学製品(1.9)、ガソリン・ナフサ(1.6)、動植物油(1.3)
椎津・袖浦	3,374,065(10.3)	原油(78.6)、LNG(8.7)、重油(5.5)、LPG(3.3)
根岸・磯子	2,003,610(6.1)	原油(53.9)、重油(26.7)、ガソリン・ナフサ(6.3)、LNG(5.9)、灯油(4.3)
姉崎	1,318,505(4.0)	重油(47.0)、原油(22.6)、ガソリン・ナフサ(10.1)、軽油(8.8)、灯油(6.3)
千葉	1,178,224(3.6)	重油(46.1)、ガソリン・ナフサ(18.2)、原油(7.3)、灯油(6.3)、LPG(6.1)、化学製品(4.2)、軽油(4.1)
鶴見	676,257(2.1)	重油(38.0)、原油(23.1)、灯油(15.9)、化学製品(11.6)、ガソリン・ナフサ(5.0)、アスファルト等(4.1)
東京港	622,383(1.9)	重油(34.3)、原油(25.3)、灯油(23.9)、ガソリン・ナフサ(10.8)
東京河川	294,368(1.0)	ガソリン・ナフサ(32.9)、重油(32.2)、軽油(16.9)、灯油(15.5)
横須賀	203,441(0.6)	原油(54.4)、重油(35.3)、軽油(6.1)
葛南区	125,821(0.4)	重油(28.4)、化学製品(13.0)、ガソリン・ナフサ(11.9)、灯油(11.8)、潤滑油(10.5)
木更津・君津	108,051(0.3)	重油(70.8)、原油(8.7)、アスファルト等(8.4)、LPG(6.9)

注 ①出入トン数欄の( )内数字は、湾内流入の全危険物トン数に対するパーセント

②主たる危険物欄の( )内数字は、当該港に流出入する危険物全トン数に対するパーセント

### 3 東京湾内各港の危険物出入状況

湾内各港の危険物流出入量分布を図2に、また、各港に流出入する危険物の主たるものおよびその出入量の占める比率等を表4に示す。

湾外における出入量、すなわち、東京湾口を通過する危険物量がとくに多いが、これは当然のことといえよう。湾内では、川崎、横浜、椎津・袖浦等の諸港の流出入が多く、危険物の内容としては原油、重油等の占める比率が高い。また、各港

の出入荷状況(表5)をみれば、川崎、椎津・袖浦、横浜の諸港の入荷量がとくに多いが、これは原油の入荷量が多いためである。同一の港内での流動も認められるが、川崎、千葉、横浜の諸港で多い。

危険物品目別の港内流動状況を表6に示すが、流出量に比べて流入量が圧倒的に多いのは、原油、LNG、LPGであり、当然のことであるが重油も相当量に及んでいる。重油の流出量は、湾内流動量とともに他品目に比べて著しく大きい。重油、ガソリン類、灯油類、軽油等が湾外流出、湾内流動ともに比較的多く、しかも、両者の流動量はほぼ等しい状態にある。また、原油の湾内流動が比較的多く認められるのも特徴といえよう。

一隻当たりの運送量の大小は船の大きさを決定し、したがって、船舶の交通量、船舶の操縦性そ

の他に基づく運航の安全性、衝突その他の事故発生時の災害の度合い等に大きく影響する。湾外からの流入における一隻当たりの平均運送量は16,844tとなり、船舶が大型化するとともに航行隻数も681隻で比較的少ないが、湾内流動においては、船型は小さく隻数は6,872隻と著しく増大している。東京湾内においては、危険物積載タンカーだけでも一日当たり300隻以上が航行していることになる。

#### 4 東京湾各港の危険物積載タンカーの出入状況

東京湾内各港の危険物積載タンカーの出入状況を示せば、図3および表7となる。

川崎港の出入港隻数は、湾外すなわち東京湾口の通過隻数をはるかに超えて圧倒的に多い。また、東京湾および東京河川を合わせた東京水域への出入港隻数も、他港のそれに比べて多い。水深や可航水域の制限、ふくそうする他船の運航、その他安全航行をそ害する要素の多い港内に、多数の危険物積載船が集中することは、事故発生の危険性が高いので注意を要する。しかし、湾内の各港間を航行する船舶は、荷口の大きさ、積み揚げ荷役をするバースの条件、航行水域の水深や障害物その他の関係で、いきおい船舶の小型化、したがって、出入港隻数の増大化は不可避となろう。ちなみに、東京湾内を流動する危険物積載タンカーの、トン数別流動状況を示せば表8となる。先に述べたとお

表5 各港の出入荷状況

港名	出荷トン数	入荷トン数	港内流動トン数
根岸・磯子	878,710	1,117,614	3,643
横浜	459,629	2,970,738	27,999
鶴見	182,661	470,648	11,474
川崎	1,332,189	3,846,094	77,357
東京港	7,291	606,060	4,516
葛南区	12,454	109,755	1,806
千葉	558,526	541,080	39,309
姉崎	919,966	395,099	1,720
椎津・袖浦	287,536	3,076,189	5,170
木更津・君津	11,310	96,741	—
横須賀	13,866	187,171	1,202
東京河川	8,591	283,877	950
湾外	11,470,944	2,442,607	—
合計	16,143,673	16,143,673	175,146

表6 危険物品別の湾内流動状況

品目	湾外からの流入量 (千トン)	湾外への流出量 (千トン)	湾内(含港内)流動量 (千トン)	合計流動量 (千トン)
原油	9,356	74	332	9,762
ガソリン・ナフサ	391	286	294	971
灯油・ジェット燃料	83	194	251	528
軽油	30	136	111	277
重油	631	1,462	1,219	3,312
LPG	211	63	52	326
LNG	411	0	0	411
化学製品	102	118	63	283
酸・アルカリ類	27	25	5	57
潤滑油	32	13	22	67
エマルジョン	61	58	17	136
動植物油	46	11	26	83
廃油処理水	90	3	13	106
合計(千トン)	11,471	2,443	2,405	16,319
運航隻数(隻)	681	1,822	6,872	9,375
平均運搬量(トン)	16,844	1,341	350	1,741

表7 東京湾内各港の危険物積載タンカーの出入港状況

港名	出入港隻数	出港隻数	入港隻数	
川崎	4,061(21.7)	2,935	1,126	△
湾外	2,503(13.3)	681	1,822	○
横浜	2,121(11.3)	980	1,141	
東京港	1,849(9.9)	77	1,772	○
千葉	1,749(9.3)	927	822	
東京河川	1,492(8.0)	46	1,446	○
姉崎	1,488(7.9)	1,382	106	△
根岸・磯子	1,280(6.8)	1,188	92	△
鶴見	815(4.3)	479	336	
椎津・袖浦	635(3.4)	557	78	△
葛南区	416(2.2)	82	334	○
横須賀	184(1.0)	29	155	○
木更津・君津	157(0.9)	12	145	○

注△：出の隻数が入の隻数に比べて圧倒的に多い港

○：入の隻数が出の隻数に比べて圧倒的に多い港

出入港隻数欄の( )内数字は、当該港出入港隻数の総出入港隻数に対するパーセント

表8 東京湾内流動の危険物積載タンカーの大きさ

タンカーのトン階(総トン数)	流動回数
20トン以下	3回
21トン～100トン	1,669回
101トン～500トン	5,802回
501トン～1,000トン	1,146回
1,001トン～3,000トン	565回
3,001トン～5,000トン	22回
5,001トン～10,000トン	3回
10,001トン～20,000トン	30回
20,001トン～50,000トン	73回
50,001トン以上	62回
合計	9,375回

り、1,000 t以下のタンカーが大部分で、とくに100 t～500 tの小型タンカーの占める比率が圧倒的に高く、それら船舶が運送する危険物も1,600万t以上に達していることが判明する。

## 5 東京湾内における危険物ならびに危険物積載タンカーの動態

### 5-1 東京湾内東西方向の流動(京浜↔千葉)

#### i) 千葉県各港より京浜各港への流動

危険物ならびに積載船舶の流動状況を表9に示す。

総流動隻数=1,636隻

表9 千葉県各港より京浜各港への流動

出発港	到着港 流動回数 貨物量(トン)	根 磯	横 濱	鶴 見	川 崎	東 京 港	東 京 河 川	計	
		岸 子	浜	見	崎	港	川		(%)
千 葉		7	142	14	101	112	109	485	29.6
		2,963	50,644	19,945	66,559	26,039	19,714	185,864	32.2
姉 崎		8	185	34	174	228	215	844	51.6
		3,804	64,339	16,345	82,893	76,759	57,721	301,861	52.3
稚 津・袖 浦		2	40	22	48	108	86	306	18.7
		1,111	12,263	8,378	22,680	28,901	16,139	89,472	15.5
木更津・君津					1			1	0.1
					140			140	0.0
計		17	367	70	324	448	410	1,636	
		7,878	127,246	44,668	172,272	131,699	93,574	577,337	
流動回数%		1.0	22.4	4.3	19.8	27.4	25.1	100%	
貨物量%		1.4	22.1	7.7	29.8	22.8	16.2	100%	

表10 京浜各港より千葉県各港への流動

出発港	到着港 流動回数 貨物量(トン)	千 葉	姉 崎	稚 津 袖 浦	木 更 津 君 津	計	
							(%)
根岸・磯子		122	5	7	21	155	25.1
		44,732	5,961	8,370	18,426	77,489	25.3
横 濱		85	2	6	30	123	19.9
		21,408	1,500	5,274	5,384	33,566	11.0
鶴 見		33	4	1		38	6.1
		14,103	3,600	180		17,883	5.9
川 崎		209	35	10	37	291	47.1
		118,215	18,639	5,540	31,494	173,888	56.9
東 京 港		5	1			6	1.0
		1,150	180			1,330	0.4
東 京 河 川		4	1			5	0.8
		670	946			1,616	0.5
計		458	48	24	88	618	
		200,278	30,826	19,364	55,304	305,772	
流動回数%		74.1	7.8	3.9	14.2	100%	
貨物量%		65.5	10.1	6.3	18.1	100%	

総流動貨物量=577,337t

京浜各港へ向かう船舶の大部分(1,329隻,81%)は、姉崎および千葉の両港より出港し、とくに姉崎よりのものが多い(51.6%)。千葉県各港より東京水域に向かう船舶数は52.5%であるが、貨物量においては39%と低い。一方、横浜、川崎港へ向かうものについては、船舶数が42.2%、貨物量において51.9%となり、東京水域に向かうタンカーは川崎、鶴見、横浜、根岸に向かうものより小型であることが判明する。

#### ii) 京浜各港より千葉県各港への流動

流動状況を表10に示す。

総流動隻数=618隻

総流動貨物量=

305,772 t

京浜各港より千葉県各港に向かうものは、千葉県各港よりのものに比べて、隻数、貨物量ともに著しく低減しているが、船舶(92.2%)、貨物(93.2%)ともにその大部分が川崎、根岸および横浜より出港しており、とくに川崎より出港する船舶、貨物の量は、他と比べて著しく多い。また前記3港から出港する船舶ならびに貨物の大部分は、千葉に向かっている。流動する船舶数と貨物量からみて、横浜、東京水域からの出港船、千葉港への入港船は、他港のものに比べて比較的小型船が多い。

### 5-2 東京港内南北方向の流動

#### i) 湾内東岸(千葉県側)各港間の流動

流動状況を表11に示す。

総流動隻数=1,390隻

総流動貨物量=4,914,241 t

総流動貨物量=10,390,800 t

東岸における南北方向の流動は、湾外に向かうものが多く、それらの大部分は姉崎、千葉、および袖浦の諸港より出港している。

東岸に比べ西岸の流動量は、船舶、貨物ともに著しく多く、またその流動状況も複雑である。

湾内に向かう船舶数は18.2%と少ないが、貨物量は75%を占め、一隻当たりの積載量は大きい。これは京葉シーバース等へ向かう原油積載の大型船によるものである。とくに袖浦への入荷について著しい。湾内各港間の流動量は、湾外との流動に比べて著しく少ないが、姉崎、千葉間が多い。

ii) 湾内（京浜側）各港の流動

流動状況を表12に示す。

総流動隻数=5,171隻

表11 湾内東岸における南北方向の流動

出港港	到着港 船舶流動数 貨物量(トン)	葛南区	千葉	姉崎	椎袖 津浦	木君 更津	横須賀	湾外	計 (%)
葛南区			2	3	1			12	18 1.3
			195	443	23			3,590	4,251 0.1
千葉	16			7		25	14	278	340 24.4
	4,835			1,720		12,543	25,596	329,245	378,939 7.7
姉崎	5		131		1	19	29	346	531 38.2
	2,340		85,568		480	18,594	36,168	474,965	618,105 12.5
椎袖 津浦	44		19			5	4	164	236 17.0
	10,530		8,982			6,100	2,787	168,003	196,402 4.0
木更津 君津			1					10	11 0.8
			18					11,152	11,170 0.2
横須賀			1						1 0.1
			420						420 0.0
湾外	56	104	41	44	8				253 18.2
	41,644	245,624	362,168	3,056,318	4,200				3,709,954 75.5
計	121	258	51	46	57	47	810	1,390	
	59,349	340,802	364,331	3,056,821	41,437	64,546	986,955	4,914,241	
	流動数%	8.7	18.5	3.7	3.3	4.1	3.4	58.3	100%
	貨物量%	1.21	6.93	7.41	62.2	0.84	1.31	20.1	100%

表12 湾内西岸における南北方向の流動

出港港	到着港 船舶流動数 貨物量(トン)	根岸 磯子	横 浜	鶴 見	川 崎	東京 港	東河 京川	葛南 区	横 須賀	湾 外	計 (%)
根岸・磯子			74	19	151	270	246	1	41	216	1,018 19.7
			22,392	1,904	85,762	227,870	51,702	180	62,219	349,192	801,221 7.7
横 浜	20			34	94	181	172	36	23	164	724 14.0
	7,278			9,971	42,588	36,333	32,995	8,892	22,648	265,358	426,063 4.1
鶴 見	1	103			42	161	33	10	9	67	426 8.2
	296	12,118			8,300	48,304	5,961	1,549	14,818	73,432	164,778 1.6
川 崎	6	347		84		628	572	138	25	564	2,364 45.7
	2,022	73,488		34,502		132,847	98,556	37,937	15,475	763,470	1,158,297 11.1
東京 港		9		1	5			14		1	30 0.6
		2,308		135	776			1,712		400	5,331 0.1
東京 河川		3		1	3	26		1	2		36 0.7
		899		136	455	5,060		136	289		6,975 0.1
葛南 区		8		10	26	6	3			12	65 1.3
		1,855		1,262	4,230	840	279			3,590	12,056 0.1
横 須賀		2		20						2	24 0.5
		774		8,872						3,800	13,446 0.1
湾 外	33	95	82	199	15			56	4		484 9.3
	1,100,140	2,729,658	369,198	3,531,711	23,107			41,644	7,176		7,802,634 75.1
計	60	641	251	520	1,287	1,026	256	104	1,026	5,171	
	1,109,736	2,843,492	425,980	3,673,822	474,361	189,493	92,050	122,625	1,459,242	10,390,801	
	流動数%	1.2	12.4	4.9	10.0	24.9	19.8	5.0	2.0	19.8	100%
	貨物量%	10.7	27.4	4.1	35.3	4.6	1.8	0.9	1.2	14.0	100%

出入港隻数面では、川崎（27.9%）、東京水域（23.0%）がとくに多く、次いで湾外（14.6%）、横浜（13.2%）、根岸（10.5%）の順になっている。しかし、川崎、根岸の両港では出港船がとくに多く、また入港船については、東京水域、湾外が多く、東京水域では出港船がきわめて少ない。

一方、貨物の出入量につきみれば、湾外（44.6%）がとくに多く、次いで川崎（23.5%）、横浜（15.8%）、根岸（9.2%）が多い。鶴見、東京水域は少ない。また湾外の流出量（湾内への流入）が流入量に比べて著しく多く、他港もすべて流入量の方が多い。流入量の多い港は、川崎、横浜、湾外、根岸の諸港が多く、東京水域、鶴見は他港に比べてとくに少ない。

一隻当たりの積載量、すなわち船舶の平均的大きさをみれば、出港船では湾外がとくに大きく、根岸、横浜がこれに次いでいる。葛南、東京水域の出港船は他と比べてとくに小さい。一方、入港船につきみれば、根岸、川崎、横浜がとくに大きい。しかし、東京水域、葛南は入港船も小型である。

流動がとくに多い西岸の流動状況の概要をみると、船舶交通の多い水域は、沖合い通過船を含めると、横浜－鶴見、鶴見－川崎の区間が多く、次いで川崎－東京水域、根岸－横浜、湾外－根岸の区間の順になっている。また、危険物流動量からみれば、湾外－根岸、根岸－横浜の区間の水域がとくに多く、次いで横浜－鶴見、鶴見－川崎、川崎－東京水域の区間となり、船舶の流動とはほぼ逆になっている。これは川崎、横浜、根岸の諸港に大量の原油が湾外より流入しているためである。

## まとめ

以上、東京湾内の危険物ならびに積載船の流動実態の概要をまとめたが、流動に基づく危険性の検討には、危険物を運送する船舶の衝突その他による一次事故発生の危険性を支配する船舶の性能、交通量、航行水域の条件その他、次に二次事故としての積載危険物の引火、爆発その他による危険の性質および運送量等に基づく危険の度合い等を検討する必要がある。

### i) 船舶について

船舶がふくそうする水域にはそれだけ事故発生の可能性は高く、したがって、出入港隻数の多い川崎、東京水域、横浜諸港の周辺水域、また湾内交通量の多い京浜側、とくに東京、川崎、横浜諸港沖合いは注意を要する。さらにまた、東京湾口の狭水道では、2,503隻／月もの危険物積載船が航過しており、衝突その他の事故発生の危険性は高く、とくに注意を要する。交通量の多い水域は衝突その他の一次事故発生の可能性が高いが、二次事故すなわち危険物自体に危険が発生した場合は、運送量すなわち船の大きさが災害の規模に大きく影響する。大型船の出入港する港および航行水域、たとえば根岸、横浜、川崎、袖浦の諸港およびこれらに通ずる航路、東京湾口等にはとくに注意を要する。流動隻数と船型は事故の発生とその度合いに大きく相関する。船舶の交通管制、水路やパースの条件その他により変わるが、東京湾内の危険物運送の安全と能率の増進を計った、適正な船型を見いだすことも、今後の一つの課題となろう。

### ii) 危険物について

東京湾内流動の危険物は、先に表示したように原油、重油、ガソリン等の引火性危険物が多いが、各港により出入危険物の内容には差異がある。いずれにしても事故発生時には火災、爆発、海面汚染の危険性が強い。これらに対処した災害の予防と処理対策を確立する必要がある。

### iii) その他

ここでは危険物の湾内流動面に限定して検討したが、危険物積載船が停泊して荷役するパースの条件、たとえば、パースの込み具合、パース周辺の水深や広さ、海気象の状態、荷役装置、危険発生の各種監視装置、事故処理体制等々は、危険物の安全運送を大きく支配する重要事項であるが、ここではそれに直接触れなかった。

はじめに述べたとおり、本文に掲載した各種データは、すべて第二港湾建設局が発表した、東京湾安全対策調査報告書より引用させていただいた。データの紹介程度で十分な解析ができなかったが、ご参考になれば幸いである。終わりに第二港湾建設局、日本海難防止協会、調査研究に参画された委員各位に、本紙面を借りて深甚の謝意を表する。

(にしやま やすたけ／東京商船大学教授)

# ドライバー各自の 生活管理と事故

大島正光

## まえがき

いわゆるモータリゼーションが進んできて、成人はだれでも自動車を運転することができるようになってきている今日、乗用車運転も日常生活の中に入り込んでいることを考えると、生活と運転とのかかわりあいを考え直して考えることが必要な時期にきているのである。日常性をもってきた自動車運転は、自己生活管理の中の一つのものであるという認識をもつことが重要なのである。すなわち、生活の中の人間特性をつかんで生活の自己コントロールをしなければならないときにきているわけである。

## 事故はどのような問題を 挙げているか

事故統計はいろいろと出ているが、これらの事故統計の中から、生活管理に結び付く項目を挙げてみると次のようである(表1)。ここでは、一応頻度については考えないことにしておくことにしよう。

さて、これらの項目に関して、どのような自己生活管理をすべきかについて、以下に述べることをする。

## 自己生活管理の在り方

### 1. 居眠り、睡眠不足

居眠りは人間が意識を失った状態であるので最も危険なものであり、絶対防止しなければならないものである。居眠りの原因は、徹夜あるいは睡眠不足が最も大きいですが、居眠りの前段階としての眠けを生ずる状態も居眠りに移行する可能性がある。十分注意しなければならない。とくに眠けを促進する因子が加わると、居眠りを引き起こす可能性を一層強くするものであり、その促進要因としては満腹、退屈、疲労などが挙げられる。眠けは図1に示すような時刻に生ずるが、この中でも最も強いものは4時ごろに相当して現れる眠

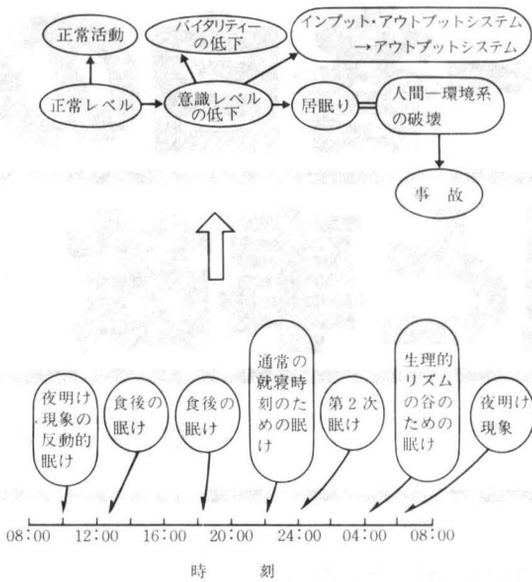
表1  
交通事故に関  
係する原因の  
うち生活管理  
にかかわる項  
目

1. 過労、疲労、眼の疲れ、疲れ
2. 酒酔い、飲酒
3. 居眠り、睡眠不足
4. 自信過剰、慢心、おごり
5. 空腹、満腹
6. 薬剤を飲んでいたら
7. 頭痛、胃痛
8. 尿がたまってた
9. 家族のことが気にかかっていた

〔警察庁交通局(監修)：交通統計、昭和51年版、全日本交通安全協会〕

〔交通医学研究財団：運転の適性に関する研究—その1 ドライバーの交通事故原因についての調査研究、1976〕

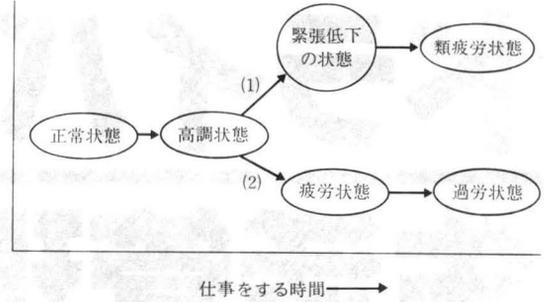
図1 時間経過における人間の意識のレベルの低下



けであって、夜間起きていて、これは生理的リズムの谷に相当しているものであって、睡魔に襲われた状態に相当する。したがって、職業ドライバーを除いてなるべく徹夜運転を避けなければならない。また徹夜運転の場合には、夜明け現象によって生理的リズムも谷から急に立ち上がるが、10時ごろになると、その反動として再びリズムの低下がきて眠けが生ずる。第2の眠けは日常就寝している時刻に相当して生ずるものである。これは、たとえば毎日12時ごろ就寝する人は、その時刻になると起きていても眠けを感じることになる。そしてこれを耐えた後には、第2次眠け、第3次眠けと波動的に眠けに襲われることになる。

第3の眠けとしては、食後に生ずる眠けである。朝食後は比較的少量がとられるのであまり目立たないが、昼食、夕食後には目立った眠けを感じることになる。眠けは意識レベルの低下の場合に生ずるものであって、その場合にはバイタリティーの低下をきたし、すべての活動能力の低下をきたすととも人間のシステムファンクションの1つである情報のインプットとアウトプットとを行う機能が衰えて、人間システムとしてのインプット・アウトプットシステムがアウトプットシステムとなり、外の情報とは無関係に行動をする傾向を生

図2 仕事の継続時間と疲労



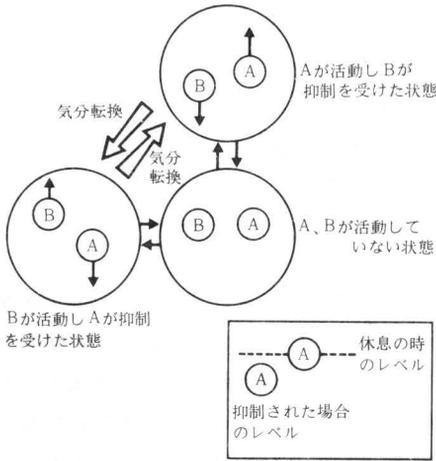
じて、人間の環境への適応ができなくなって事故につながるようになる。したがって、徹夜あるいは睡眠不足の状態は眠けあるいは居眠りの危険が生ずるので、そのような状態のないように十分な睡眠をとる必要があるし、またもし睡眠不足の状態がやむを得ずあった場合には、自動車の運転をとりやめる必要がある。

また睡眠不足はなくても眠けを感じた場合には、居眠りに移行するのを避ける意味からも、(1)冷たい水で顔を洗う、(2)ガムのチューイング、(3)窓から風を入れる、(4)顔面をたたく、(5)コーヒーを飲む、などを行い、場合によっては車を止めて睡眠をとることなどを行う必要がある。

2. 疲労、疲れ

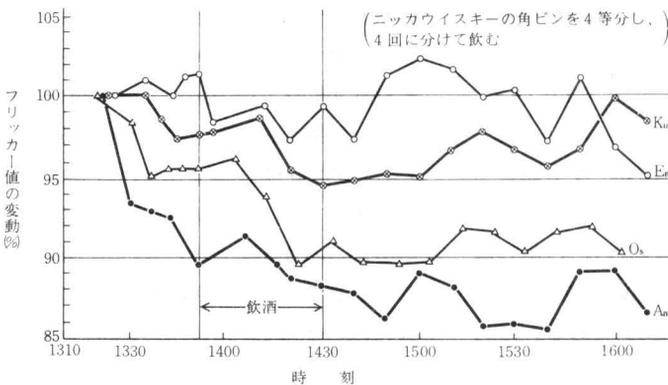
疲労のコントロールは、生活管理の中でも最も重要なものである。疲労は元来仕事をすれば必ず生ずるものであって生理的なものであるが、それが過労にならないようにすることが大切である。図2に示すように仕事を継続していくと正常状態からまず高調状態になって油が乗ってくるが、ここから仕事のストレスの強弱によって2つの道をたどることになる。(1)の場合はストレスの弱い場合であって、自動車の高速度道路の運転の場合には多くの場合に単調な道であると(1)の過程を通ることになり、仕事をこなすのに必要な緊張レベルが低くてよいので、環境適応系である人間は緊張レベルを下げて適応することとなり、この場合にも、その結果として眠けの発生など疲労に類した状態となる。第2の道は仕事がある程度緊張を必要とするものであって、疲労状態、次いで過労状態へと移行していくことになる。

図3 気分転換の原理を示す



一体疲労状態とはどのようなものでしょうか。現象論的には(1)主観的に疲れた感じであること、(2)仕事の能率の低下を主とした変化、(3)生体の客観的な変化の3つが挙げられる。このような現象をわかりやすくまとめると(1)と(2)については説明の必要もないのかも知れないが、(3)については多少説明する必要がある。すなわち、生体の客観的な変化にはどのようなものがあるのかということである。ここで指摘できることは、生体変化については機能の乱れと低下とが認められるということである。この機能の低下の中に自動車を運転する機能、外部の情報を入力して脳で情報処理をし、出力にもっていく機能も含まれているとすると、それは事故につながる恐れがあるといわなければならないのである。さてこのような疲労は、少なくとも1時間～2時間の運転によって生じた疲労の程度で一度分断して回復を図る必要がある。

図4 アルコール飲酒のフリッカ一値に及ぼす影響(大島)



疲労の分断を図らずに作業をさらに持続させると過労状態に移行していき、簡単に回復を図ることが難しくなる。1～2時間で運転を止めて回復に10～20分をかけるというのが望ましい作業と休憩とのサイクルである。高速道路を走っているとするならば所々にある休憩所を利用して休憩をするということになり、その他の道路であるとする、さしずめ景勝の地に車を止めて景色をながめるということである。

さて休憩のとり方であるが、コーヒーを飲むもよし、何かをつまむということもよいであろう。ただ、ここで休憩の生理的意味をはっきり示しておく必要がある。難しくいうと拮抗性をもった機能のうち運転にかかわりのないか、あるいは少ない機能を休憩中に働かせるということである。拮抗作用によって、運転中休ませられて活動したいと思っている機能を働かせてやり、代わりに運転中休みたいと思っている機能を抑制によって積極的に休ませることが可能となるのである(図3)。これは、ただ慢然と休んでいるよりも大きな休憩効果が期待できるわけである。また、血液循環の偏りが運転中生じ勝ちであるが、これを正常化するために、軽い体操をすること、また、長く運転姿勢を維持した後であれば、いわゆる補償体操として背を伸ばす運動を数回行うことなども、推奨したい休憩の過ごし方である。

3. 飲酒について

アルコールについては、飲酒運転が法的に禁じられていること、そしてパイロットの場合には、飛行前夜の飲酒も禁じられていることを考えた場

合に、飲酒運転をしないことはいうまでもないことである。ここでは、飲酒がどのような状態を人間に引き起こすものかについて、少しく説明を加えることでとどめておくこととしたい。図4は、実験的にアルコールを飲んだ場合の人間の脳の

興奮レベルの変化を示したものである。これによってもわかるように、安静にしていることによって大脳の興奮レベルを示すフリッカー値が下がってくる人もいるが、いずれにしてもアルコールを飲むことによって、さらに低下していく例がOsとAnであり、Enは飲酒後一時上昇して後低下の傾向をたどり、Kuは一時低下をするがその後徐々に上昇傾向をたどっている。むしろ、ここでレベルの低下とともにEnおよびOsにみられるように、眠けを生じていることに注目しなければならない。すなわち、この眠けが居眠りを引き起こす引き金になる恐れがあるからである。

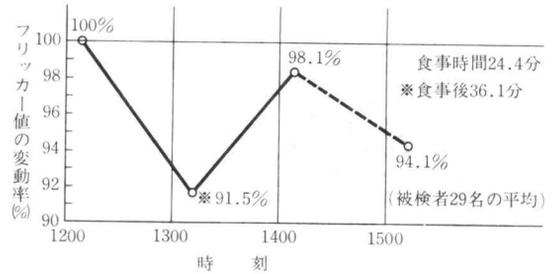
#### 4. 自信過剰、慢心、おごり

自信というものは、人間が生きていくために必要なものであるのかも知れない。しかしながら、自信が過剰でそれがおごりの状態となった場合には、危険な要素といわなければならないであろう。自己の能力の程度をわきまえて正しくそれを評価し、節度ある行動をすることは重要なことである。これは自己の体験からこの程度はできる、この程度はできないという限界を知ることができるはずである。その限界に合わせて行動することは、今日の行動の中に限界を超えたものがあつたかどうかについての正しい判断に基づく反省の自覚と、その積み重ねから可能となる自動調節機構であろうと思われる。したがって、それを意識する必要があるわけであり、反省帳のようなものを持っていてチェックリスト風にしておいて、毎日チェックをしていくことによって意識にのぼらせることが可能となってくるのではなかろうか。自信過剰は事故に一步近づくことであり、それが自覚されないことは、事故に近づくことが習慣的となっていく恐れがある。

#### 5. 空腹、満腹

人間は通常1日に3回食事をする。食事をするのが、人間にどのような影響を与えるものかについては、あまりはっきりしていない。しかしながら実感として満腹の場合には、後で眠くなることを感じている人は何人かいるはずである。この眠くなることは、自動車を運転する場合には禁物

図5 食事摂取によるフリッカー値の低下(大島)



である。図5は、食事をとることが大脳の興奮レベルをどのように変化させるものであるかを見たものであるが、食前の値と比較して食後平均36.1分で8.5%の低下を示していることがわかる。これだけの低下が示される場合には、もちろんこの中の何名の者かは眠けを感じるはずである。あまり極端な満腹状態は、これから推定しても望ましいものではないし、またそのような場合には、食後の休憩をとってある程度消化が進んでから運転を始めることも必要である。何となれば、運転という精神活動は、血流を大脳の方に増加させ、消化作用が十分でなくなる恐れがあるからである。

それでは、空腹時にはどうであろうか。低血糖状態になることは知られており、それが精神活動を鈍くさせることもわかっているが、もう一つ、空腹状態は消化管の収縮を促し、人間がそれに注意を向けるという事態が生ずる。このことは、運転にかかわる必要事項に対する注意がおろそかになることに通ずるわけである。

#### 6. 薬剤について

最近家庭用保健薬もずいぶん利用されるようになってきており、また、健康保険制度によるともいわれているように、医療機関を利用する人も増加してきている。一般に、薬剤をどのような形であれ飲用している場合には、それが自動車の運転にとって差し支えないものかどうかということを医者に聞いておいたり、また確認をすることが重要である。とくにその中でも、眠けを催させるような薬剤については、十分注意してかかることが必要である。眠けを催させる薬剤としては、風邪のときなどに用いられる抗ヒスタミン剤が有名であり、また血圧降下剤の中にも眠けを生じさ

せる薬剤がある。精神神経用剤、鎮痛剤、車酔いの薬などについても同じような注意の必要なものがある。

催眠剤を飲みすぎたような場合は、これは眠けが翌日まで残る可能性もあるので論外である。いずれにしても、薬剤については効果の面にのみ目を向けず、その副作用について、どのようなものがあるのかも十分注意することが必要である。

## 7. 気にかかること

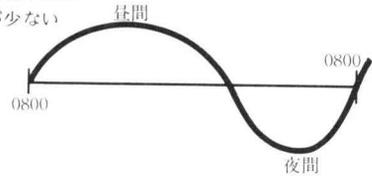
人間だれしも気にかかることがあるものである。家庭のことが気にかかるという内容にしても、家庭のだれかが病気であるので気にかかる場合もあり、家庭の不和の場合もあり、経済的理由もあろう。このような気になる原因を作るなどということは、いうはずしく行は難いことであろう。ただそれが注意不十分とかよそ見とかの要素につながらないようにすることも、次善の策として考える必要がある。人間であるから考えるなどということは無理として、考えても時間を短くすることはできであろう。そして、悔いるということは感情が伴うものであり、それは怒り、悲しみなどの消極的感情である場合が多く、これがまた、作業能力を低下させるといわれている。したがって、悔いることの要素を少なくすることも大切である。いずれにしても、これらのことは難しい要素を含んでいるのであるが、心掛けることによって可能となる面もあるので努力をしてみる必要がある。

## 8. 生活のリズムと生理的リズムとのマッチング

人間は24時間の生理的リズムをもっていることは、前にも眠けのところでも触れたが、この24時間の生理的リズムは、人間にとって最も基本的なものの一つであるといつてよいであろう。なぜなら、この24時間の生理的リズムは生活に密着したものではなく、むしろ生活を規制する作用さえももっているものであって、生活を逆転させても、すなわち昼寝で夜間起きている生活をして、時間的には12時間のずれがあっても、生理的リズムはわずかに1.5時間しかずれないのである。すなわち、生理的リズムはかなり固定化したものであるといわなければならない。このことは、この生理的リズム

図6 生理的リズム

- (1)活動しやすい状態
- (2)交感神経緊張状態
- (3)代謝は異化が優位
- (4)疲労性が少ない



- (1)休息しやすい状態
- (2)副交感神経緊張状態
- (3)代謝は同化が優位
- (4)疲労性が高い

ムを変えようとするよりは、このリズムに従う方が得策であるという一つの原則を導き出すことができるであろう。

このことは、生活を時間的に規則正しくすることが必要であるということにつながるわけであり、これを睡眠に関していうと次のようになる。

- (1) 就寝時刻と起床時刻とを毎日ほぼ一定とすること。
- (2) 昼間は十分に働き、夜間は十分に睡眠をとるようにすること。

このことは、生活を規則正しくすることによって生理的リズムをつくり、その波に乗って楽に生活ができるという良循環の例としても挙げるのできるものである。このような生活の基本原則をわきまえて生活をしていくことは、自己コントロール・システムの土台のようなものであって、この上にいろいろの課題についてコントロールしていくこと、そして、人と車との直線のかかわりあいと特殊教育として身につけていくという、階層的組み立てができていくことになるわけである。

## おわりに

以上、ドライバーが自分で行うべき生活管理の在り方について述べたが、これはドライバーに限定したものではなく、今日のように車を使うことが日常性をもってきた場合においては、人間すべてその重要性を認識することが大切であろう。

(おしま まさみつ/医療情報システム開発センター理事長)

# 工場火災統計

損害保険料率算定会統計部  
全国火災資料より

月別出火件数

出火月	49年	50年	51年
1	600	452	530
2	536	464	475
3	557	549	486
4	530	411	425
5	560	398	447
6	424	335	322
7	355	396	412
8	387	380	351
9	350	380	330
10	335	389	355
11	435	367	412
12	497	517	552
合計	5,566	5,038	5,097

時間別出火件数

出火時間	49年	50年	51年
6:00～7:59	261	259	267
8:00～16:59	2,831	2,496	2,548
17:00～19:59	811	731	791
20:00～5:59	1,663	1,552	1,491
合計	5,566	5,038	5,097

出火原因別出火箇所別出火件数

出火原因	住居			事務所			店舗			サービス			公共		
	49年	50年	51年	49年	50年	51年	49年	50年	51年	49年	50年	51年	49年	50年	51年
たばこ	215	194	142	41	27	45				3	2		1		
弄火	60	89	57	4	3	1			1						
焚火	41	42	36	4	3	3									
こんろ	99	131	116	16	13	16			3						
ストーブ	126	117	117	42	34	51	1	1	1						
煙突	37	51	46	4	4	4		1	2						
放火	31	27	28	7	5	5		1							
疑放火	28	21	24	3	1	6		1							
マッチ・ライター	61	57	45	5	5	6	1								
風呂かまど	67	55	56			1		1							
こたつ	28	14	10	2	4										
内燃機関	1	3	5												
取灰	7	11	10			1									
交通機関内配線	3		2												
炉	129	158	110	1	1	1	1								
かまど	24	19	19	1											
電灯配線	48	50	53	4	5	1							1		
その他の電気	160	206	158	4	7	7	1	1					1		2
電気装置	72	96	72	2		1							1		
灯火	9	9	11			2							1	1	
電灯・ネオン	19	18	18			1									
電気アイロン・こて	7	13	8	1	2		1								
配線器具	36	43	35	2	1		1								
火鉢	5	1	1												
いろり	1	1		1	2										
その他	541	571	482	16	6	11		1	3				2	1	1
不明・調査中	228	287	205	31	34	38			2	1	1		1		
合計	2,083	2,284	1,866	191	153	201	6	7	12	4	3		8	2	3

出火箇所別出火件数

出火箇所	49年	50年	51年	出火箇所	49年	50年	51年
住居	2,083	2,284	1,866	タンク・貯蔵槽	2	4	2
事務室	81	71	96	電気室・機械室	81	55	78
会議室	3		3	ボイラー室	75	50	57
更衣室・ロッカー	14	12	25	クーリングタワー サイクロン塔	65	60	68
湯沸場	10	11	13	エレベーター・エスカレーター	2	1	
従業員室・休憩室	68	51	54	物置	154	140	200
守衛室・管理人室	14	8	10	空家・空室	7	11	6
書庫・金庫室	1			工事・改装中の建物	2	3	11
店舗	6	7	12	その他の付属室	43	34	29
サービス	4	3		建物の部位	1,028	888	851
公共	8	2	3	車両・船舶・航空機	18	18	14
工作室・修理室	1,281	890	1,239	門・扉・電柱	3	1	1
乾燥室	193	125	159	ゴミ箱・ゴミ捨場	61	78	89
実験・研究室	15	18	14	屋外燃料置場	3	3	3
梱包・荷扱室	2	2	5	敷地内	11	14	18
商品・資材倉庫・貯蔵所	66	67	54	道路・路上	3	4	5
燃料置場	10	4	7	その他	3	9	6
その他の置場	105	74	70	不明	20	16	11
駐車場	21	20	18	合計	5,566	5,038	5,097

工場・作業場・倉庫			付属関係			建物の部位			車両・船舶・航空機・林野			その他			合計		
49年	50年	51年	49年	50年	51年	49年	50年	51年	49年	50年	51年	49年	50年	51年	49年	50年	51年
141	109	134	29	30	27	59	58	58	5	3	1	21	14	12	515	437	419
25	27	24	22	23	35	24	28	35	3	1	2	4	9	5	142	180	160
44	29	25	16	18	24	62	53	73	4	4	2	7	11	18	178	160	181
41	42	48	10	3	3	19	8	6						1	185	197	193
130	96	116	3		9	38	34	42							340	282	336
23	26	29	20	22	21	115	92	92	1			3	4	10	203	196	204
22	20	27	4	4	4	15	22	17		1		3	2	4	82	82	85
24	22	13	11	6	9	18	13	21				5	5	6	89	69	79
51	28	36	5	3	4	15	11	11			1	3		1	141	104	104
9	1	3	1	5	3	8	6	8							85	68	71
1	1														31	19	10
4	3	2	1		1	2			1						9	6	8
8	5	4	3	4	4	5	4	11				1		3	24	24	33
	1	2					2								3	3	4
127	80	96	37	26	20	51	44	38				4	13	8	350	322	273
8	13	17	3	3	3	10	15	9				4	1	4	50	51	52
36	31	37	12	9	11	27	21	32				1	1	4	129	117	138
185	132	180	29	26	33	74	63	64	1			5	5	5	460	440	449
83	47	72	30	24	31	20	17	18				4	3	1	208	188	197
3	3	3	2	3	1	4	2	5							19	18	23
17	11	10	6	8	4	2	5	5		1					44	43	38
6	4	10			1	3	1	1							18	20	20
31	17	22	10	5	12	6	13	3							86	79	72
	2	3				1									6	3	4
					1		1	1							2	4	2
477	314	470	118	72	133	250	160	162	3	6	8	30	36	34	1,437	1,167	1,304
199	140	185	57	60	55	200	215	139		2		13	20	14	730	759	638
1,695	1,204	1,568	429	354	449	1,028	888	851	18	18	14	104	125	133	5,566	5,038	5,097

# 鋼構造部材に対する 火災時の熱の影響

齋藤 光

## はじめに

鋼材は高温に加熱されると、降伏点や弾性係数などが著しく低下する性質をもっている。このため、一般に、鋼構造建築は火災に対して非常に弱いものとされていた。また、実際の火災で耐火被覆をしていないはりやトラスが、あめのように曲がっている例が多かった。これは、以前の鋼構造がL形鋼をリベットで集成したような部材が主体となっていて、耐火被覆をすることが困難であったのと、良い耐火被覆材料が開発されてなかったためである。このため、耐火構造を必要とする建築は、たいてい鉄筋コンクリート構造、または鉄骨鉄筋コンクリート構造が採用された。

昭和39年に建築基準法が改正されて、従来の31mの高さ制限が撤廃された。そしてその後、超高層建築が次々と出現してきたが、いわゆる動的耐震設計によるもので、従来の剛構造にかわって、柔構造としての鋼構造がその主体構造となった。この背景には当然のことながら、大型厚肉形鋼の生産、耐火被覆材料の開発や鋼構造の耐火性の研究、その他種々の技術的検討が用意されていたのである。これを契機として、軟弱地盤対策としての建築物の軽量化、あるいは工期短縮のための既製部材の導入等のために、鋼構造が大幅に建築物に採用されるようになってきた。現在の鋼構造は、過去のL形鋼やC形鋼によるものより、一段と大

型形鋼を用いた厚肉の部材によるものが主流となってきている。したがって、その火災に対する性能も、今まで一般に印象づけられてきたように、火災に非常に弱いということは必ずしも正確ではなくなってきた。

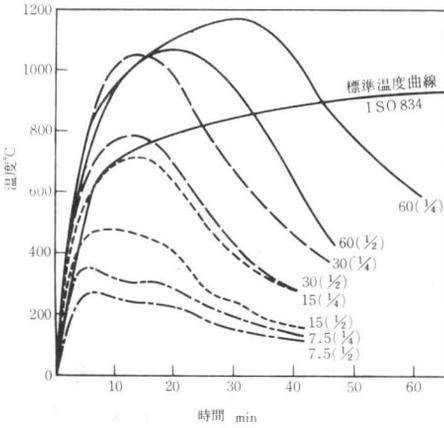
## 火災温度

耐火構造の建築物の、区画室内の火災の進展を表わす火災温度時間の関係は、幾つかの要因に支配される。そのうち重要なものは次に示すものである。

- 1) 室内の可燃物の量および種類（火災荷重）
- 2) 室内の火災荷重の分布
- 3) 火災荷重の有孔性および形状
- 4) 室内に供給される単位時間当たりの空気量
- 5) 室の形状
- 6) 火災室を構成する構造部材の熱的性質

これらの各要因が定まれば、火災温度時間曲線を求めることができる。火災実験によって求めた火災温度の一例を図1に示す。火災荷重が小さいときは火災温度も低く、鋼構造部材もあまり強く加熱されないので無損傷のまま残り、十分再使用が可能な状態にある。これに反して、火災荷重が大きいときは火災も激しさを増して、火災温度の高温状態が長く継続する。現行の耐火構造規定では、柱・はりに対し、その階層に応じて1時間、2時間、3時間等の耐火性能を要求しているが、

図1 火災室の温度

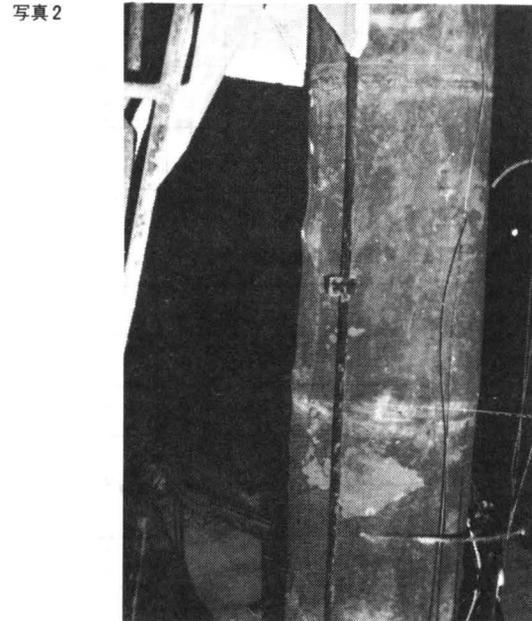


図中60(1/4)は火災荷重60kg/m<sup>2</sup>  
開口面積は前面壁の1/4を示す

写真1



写真2



その設計性能よりも火災の激しさが強ければ当然に鋼構造部材は破壊する。写真1は火災によって破壊した吹き付け岩綿耐火被覆のH形鋼はりの例であり、写真2は同じ建物の珪酸カルシウム板耐火被覆が破壊して鋼管柱が局部座屈している例である。

火災室の諸条件が設定されれば、火災の進展する全過程の火災温度時間曲線が定まる。そして、この全過程における加熱時の鋼構造部材の鋼材温度の上昇が、設計荷重で破壊する時間、または火災中に到達する構造部材の最小耐力のどちらかを決定する。

構造部材の耐火性能を耐火試験によって評価する場合には、実際のさまざまな火災温度時間曲線を適用するよりは、耐火試験方法に規定されている標準加熱温度曲線を採用して、これを適用するほうがはるかに実用的である。このため実際の火災加熱を、標準加熱にしたがって、それに相当する加熱に直接置換できるような時間を求めて、これを等価火災継続時間とする。この等価の概念には、二つの異なる定義がある。

その一つを、裸鋼構造について考えると図2に示すようになる。実際の火災による加熱温度と鋼材温度を実線で示し、標準加熱試験の結果を破線で示す。

図2 裸鋼構造に対する等価火災継続時間

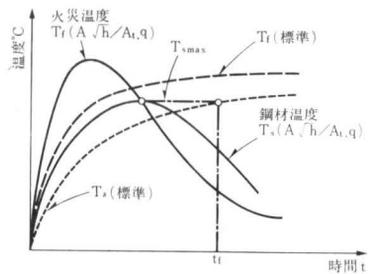
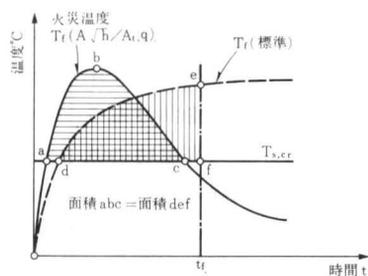


図3 等面積法による等価火災継続時間



で示す。実際の火災に対する鋼材最高温度に、標準加熱試験結果で到達する時間を求めて、等価火災継続時間とするものである。

他の定義は図3に示される。図中の実線は実際の火災温度の時間変化を示し、破線は標準加熱試験結果を示している。与えられた構造の火災時の許容限界温度を定め、この温度レベルと火災温度時間曲線の間の二つの面積が等しいことを等価の条件とする。これは、最初の定義よりも正確でない近似的方法である。

この等価火災継続時間を用いるのは、既往の標準耐火試験結果を積極的に活用して、詳細な火災時の構造耐力の検討を省略する方法である。

### 鋼材の高温強度

建築物に用いられる構造用鋼材は、一般構造用圧延鋼材 SS 材の普通炭素鋼が主である。とくに溶接性を要求する場合には、炭素とマンガン含有量が重要視される溶接構造用圧延鋼材 S 材が使用される。

これらの鋼材のうち、代表的なもの的高温時の強度低下を図4、図5に示す。このうち、降伏点低下が構造部材の耐火性能を支配する最も大きな要因である。たとえば、単純引張り材に常温時の降伏点の半分の引張りが作用していて、その部材が火災によって加熱されたとする。鋼材温度は上昇し、その降伏点は低下していく。降伏点が常温時の半分まで低下したときに、この部材は塑性変形を起こして破壊することになる。この存在応力度の値と降伏時の鋼材温度の関係が、図に示す降伏点低下によって規定される。

この高温強度性状は、鋼材の種類によって異なる。焼き入れや冷間加工によって付与した強度の大きいものほど、高温時の低下率は大きくなる。

鋼材の高温強度性状を示すもう一つの値として弾性係数がある。この高温時の低下は、変形の増大や圧縮部材の座屈強度の低下をもたらすので、重視しなければならない。この高温時の弾性係数を図6に示す。

図4 SS41の高温強度

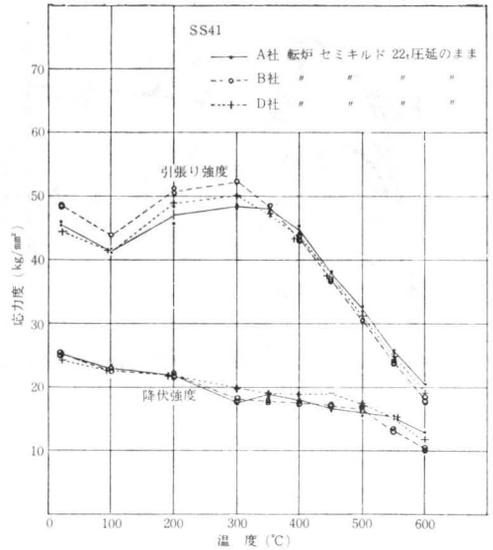


図5 SM53Bの高温強度

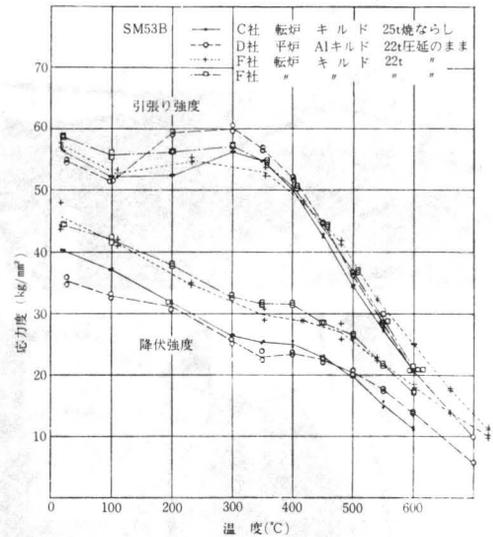
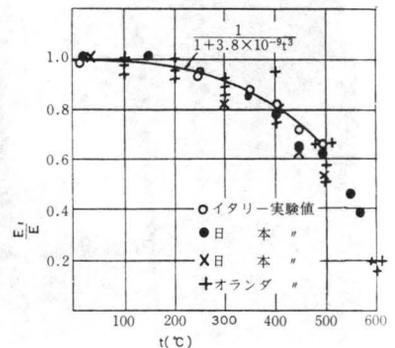


図6 高温時の弾性係数



## 構造部材の耐火性能

### 1) 許容鋼材温度

構造部材に必要な性能は、火災時の耐力強度である。一般に構造部材の耐火性能は、荷重加熱試験を行って、その目的とする耐力機能を失う時間で評価するのが基本的な考え方である。

しかし、設計荷重を載荷して試験することの困難な大寸法の部材断面では、主要鋼材の温度上昇を測定して、耐力機能を失う鋼材温度として規定された、許容鋼材温度に達する時間を求める方法を用いる。実際には、この許容鋼材温度による方法が多用されている。我が国における耐火構造規定の許容鋼材温度を表1に示す。

表1 許容鋼材温度

構造の種類および温度の種別		柱およびはり(°C)	床および壁(外壁の非耐力壁を除く)(°C)
鉄筋コンクリート造 鉄筋コンクリート製 パネル造等	最高温度	500	550
プレストレストコンクリート造	最高温度	400	450
鋼構造	最高温度 平均温度	450 350	500 400

### 2) 曲げ部材

一般に単純ばりの中央たわみは、次式で示される。

$$\delta = C \cdot \frac{\sigma}{E} \cdot \frac{l^2}{d} = C \cdot \varepsilon \cdot \frac{l^2}{d} = K \cdot \frac{l^2}{d}$$

ここに C: 荷重形式による定数

鋼材温度が一樣に上昇すると、弾性係数 E の低下のためひずみ度  $\varepsilon$  が増加し、中央たわみは存在応力度の値に応じて図7に示す経過をたどる。そして、降伏時のひずみ度  $\varepsilon_y$  に対応する  $K_y$  線上で塑性変形を起こして崩壊する。

図8に示すはりの実験結果は、このことを裏付けている。存在応力度が一定の場合に、鋼材温度が上昇するとたわみは増加していき、ある温度に

なると急増して降伏現象を示している。

この温度上昇による降伏現象は、温度上昇による鋼材の降伏点の低下が、存在応力度の値に達したときに生ずるものである。図9に示す実験結果から求めた鉄骨はりの最外縁応力度と降伏時鋼材温度の関係は、そのまま、鋼材の高温時の降伏点の低下を示すものと考えられる。

図7 単純ばりのたわみ (等分布荷重の場合)

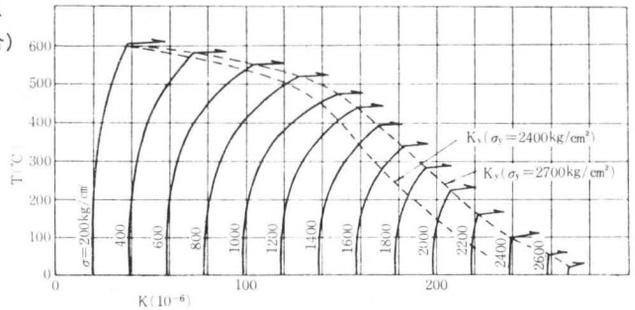


図8 鋼構造はりのたわみ

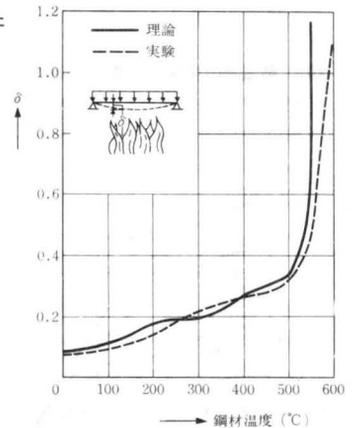
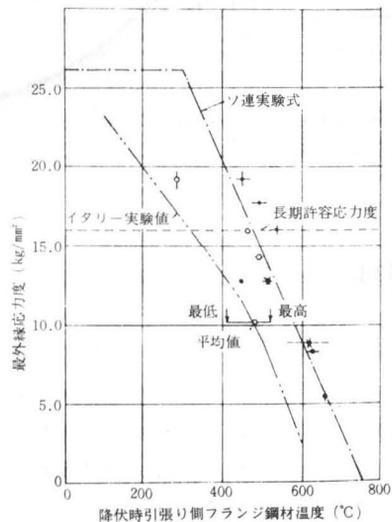


図9 存在応力度と降伏時鋼材温度



### 3) 圧縮部材

常温時の鉄骨柱の座屈応力度は、通常次式で示される。

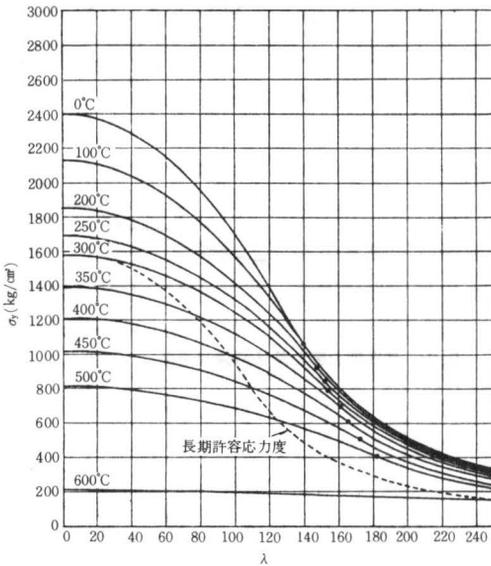
$$\text{長柱 (弾性座屈): } \sigma_k = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

$$\text{短柱 (塑性座屈): } \sigma_k = \sigma_v - \frac{\sigma_v^2 \cdot \lambda^2}{4\pi^2 E}$$

高温時の座屈応力度は、長柱では弾性係数の低下に、短柱では降伏点と弾性係数の両方に関係して低下する。

降伏点24kg/mm<sup>2</sup>の鋼材の高温時の座屈応力度を図10に示す。この図には、鋼材温度350°C以上の座屈応力度が、長期許容座屈応力度を下回る部分がある。このことは、この鋼材では350°C以上になると、長期設計荷重に耐えることができずに、崩壊する柱の生ずる可能性のあることを示している。

図10 高温時の座屈応力度 (鋼材降伏点2,400kg/cm<sup>2</sup>)



### 構造部材の熱応力

構造部材の耐火性能は、構造部材の高温時の強度低下性状と存在応力度によって決定される。存在応力度が小さければ、許容し得る鋼材温度は大となり、耐火性能は増加する。構造部材の火災時の存在応力度は、一般に長期荷重による応力度と

火災時に発生する熱応力の和である。この熱応力は、耐火性能を大きく左右する要因である。

たとえば、単純ばりに等分布荷重が作用しているときは、図11(a)のような応力状態となる。これが2スパンの連続ばりの場合には、図11(b)のようになる。これらのはりが火災を受けて、はり断面の鋼材温度が均等に上昇したとする。ある鋼材温度に達して単純ばりが降伏するとき、連続ばりは中央支点上に降伏ヒンジが発生する。単純ばりは

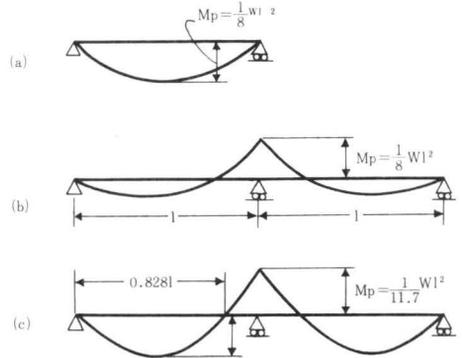


写真3

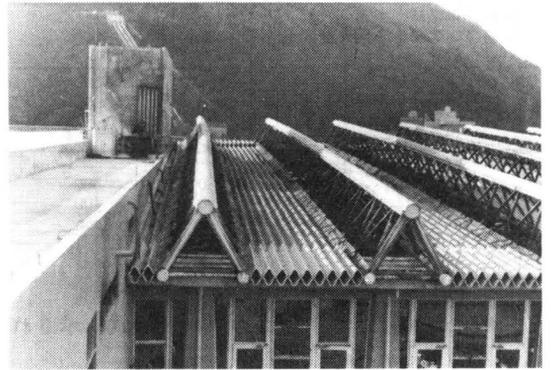
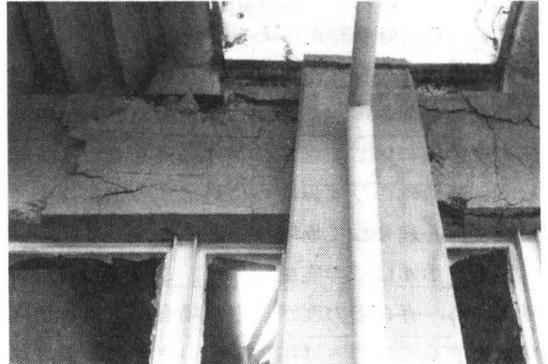


写真4



破壊するが、連続ばりはさらに鋼材温度の上昇に耐え、図11(c)に示す応力状態になって、はじめてはり全体の機能を失う。この両方のはりがともに長期許容応力度一杯に設計されていたとすると、この支持条件の差が降伏時の鋼材温度に、約100°Cの差をもたらす。一般に部材端部の曲げ拘束は、耐火性能を大にする効果をもたらすと考えてよい。

これに対して、鋼材温度上昇による材長の変化が拘束されている場合には、熱応力はきわめて大となる。その結果、材端伸び拘束のある鋼構造部材を火災時に無損傷に確保することは、不可能に近い。写真3に示す鋼管トラスの建物に隣棟の火災熱流が侵入し、一部分焼失したただけにもかかわらず、鋼管トラスの熱応力のためにアンカー部分の鉄筋コンクリート大ばりが無残に破壊している状況を写真4に示す。熱応力のものすごさを示す一例である。

材端の伸びが拘束されている部材に、火災前、初応力 $\sigma_1$ 、ひずみ度 $\epsilon_1$ が存在し、火災時の加熱によって鋼材温度が均等に $t$ °C上昇して、熱応力 $\sigma_t$ を生じたとする。このとき、 $\sigma_1$ と $\sigma_t$ による火災時の部材のひずみ度は $\epsilon_t$ となり、熱膨脹による部材の見かけの伸長率は $\delta$ になるとする。すると次式が成立する。

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= E \cdot \epsilon_1 \\ \sigma_1 + \sigma_t &= E_t \cdot \epsilon_t \\ \delta &= \alpha \cdot t - \epsilon_t + \epsilon_1 \end{aligned}$$

ここに、 $E$ 、 $E_t$ ：常温時および高温時の鋼材の弾性係数

$\alpha$ ：鋼材の線膨脹係数

部材断面積  $A$ 、部材長  $L$ 、材端弾性固定係数  $k$  とすると

$$\sigma_t = \frac{k}{A} \cdot L \cdot \delta = K \cdot \delta$$

ここに、 $K$ ：材端拘束度

したがって、火災時の部材の存在応力度と見かけの伸長率は、それぞれ次式によって求まる。

$$\begin{aligned} \sigma_1 + \sigma_t &= \frac{E_t}{1 + (E_t/K)} \left\{ \left(1 + \frac{E}{K}\right) \epsilon_1 + \alpha \cdot t \right\} \\ \delta &= \frac{1}{1 + (K/E_t)} \left\{ \alpha \cdot t - \left(\frac{E}{E_t} - 1\right) \epsilon_1 \right\} \end{aligned}$$

第一式の鋼材温度と熱応力の関係を図12に示す。熱応力度、熱変形の増加率は、材端拘束度 $K$ の値によって大きく左右される。初期の存在応力度の値によって出発点は異なるが、熱応力度は温度の上昇とともに、ほぼ直線的に増加し、部材の細長比によって決定される高温時の座屈応力度に達すると、座屈破壊を起こすのである。

一般の建築構造の場合、材端拘束度 $K$ は、拘束をあたえる部材の荷重変形性状によって決定され

図12 鋼材温度と熱応力

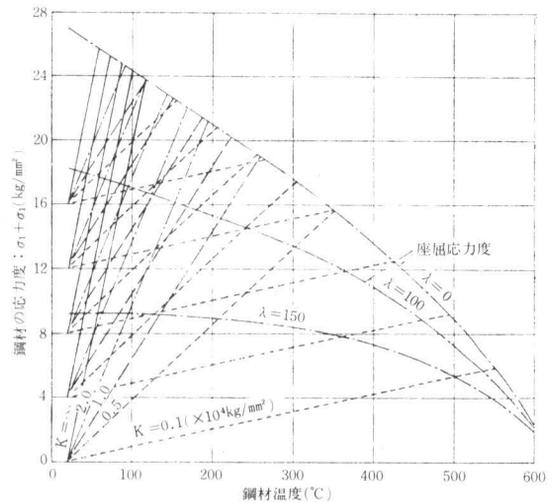
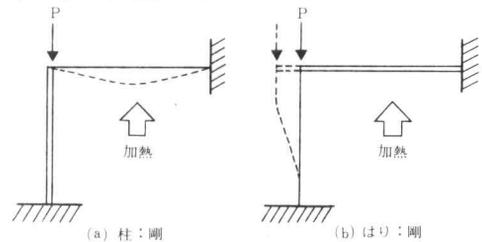


図13 熱応力破壊のタイプ



る。普通には、はり加熱されて柱が拘束をあたえると考えてよいので、図13に示すように、はりに比べて柱が剛であれば、はりは比較的低温で破壊し柱は無損傷である。しかし、柱が柔であればはりはかなり高温まで破壊せず、柱を大きく外側に押し出す強制変形を与えて、建物全体の崩壊をまねく恐れもある。

しかし一般には、多スパン構造であり、中央部分のはりに対する材端拘束は非常に大きな値となるため、火災時にはかなり低い鋼材温度で、まず

中央はりが局部座屈し、スパン数の半減した構造形式に移行する。順次このように、はりの局部座屈が進展していけば、柱への強制変形はあまり大とならないことも予想される。

少スパンの鋼構造架構では、普通の場合、部材断面の平均温度 200℃前後が、熱応力による局部破壊の限界温度となる。これに対して、十分な耐火被覆を設計して局部破壊を防止するか、または意識的に局部破壊させて、建築架構の安定に関連する部材の熱応力の緩和を図る対策が必要となる。

耐火被覆

前述したように、鋼構造部材は火災時の熱の影響を受けやすいので、耐火被覆をして、火災時の加熱によって起こる構造部材の主要鋼材部分の温度上昇を、ある限度以下に抑えて、構造耐力の低下を制限することが、一般には必要である。

しかし、耐火被覆されていない鋼構造部材が火災にあった場合に、どのようになるかを考えてみよう。微小時間における鋼材温度上昇は、次式で表せる。

$$\Delta\theta_s = \alpha_t \cdot \frac{s}{V} \cdot \frac{1}{c_s \rho_s} \cdot (\theta_f - \theta_s) \Delta t$$

- ここに、 $\Delta\theta_s$  : 鋼材温度上昇 (°C)
- $\alpha_t$  : 表面熱伝達率 (Kcal/h m<sup>2</sup>°C)
- $c_s$  : 鋼材の比熱 (0.125 Kcal/kg°C)
- $\rho_s$  : 鋼材の比重 (7850kg/m<sup>3</sup>)
- $\theta_f$  : 時間 t+ $\Delta t$  の火災温度 (°C)
- $\theta_s$  : 時間 t の鋼材温度 (°C)
- $\Delta t$  : 経過微小時間 (h)
- s : 単位長当たりの部材断面の加熱面積 (m<sup>2</sup>)

図14 裸鋼構造はりの鋼材温度上昇実験値(---)と計算値(—)

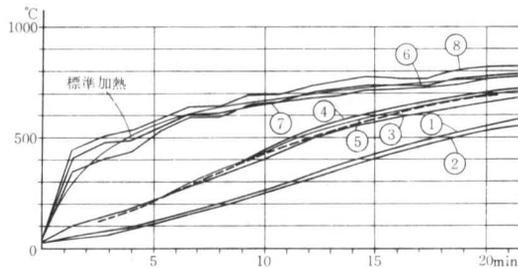
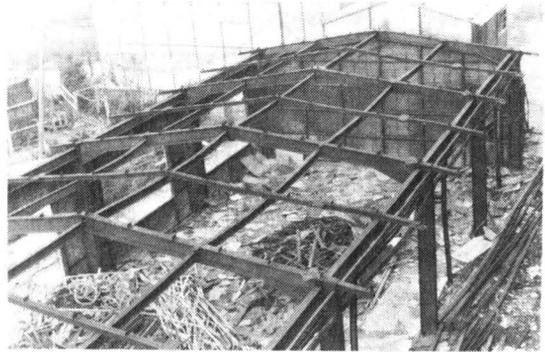


写真5



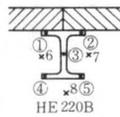
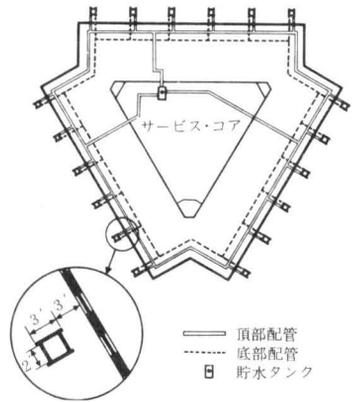
v : 単位長当たりの鋼材容積 (m<sup>3</sup>)

また、耐火被覆のない鋼構造はりの鋼材温度の実験値を図14に示す。上端フランジを除いて他の点の温度は、鋼材全断面が均等に温度上昇すると仮定した計算値にほぼ一致する。上端フランジの温度が低いのは、下端フランジよりも輻射受熱量が小さいのと、コンクリート床方向に熱が流出するためである。

このように、耐火被覆のない鋼構造部材であっても、火災の初期の段階では、十分な構造耐力を

保有している可能性がある。とくに箱形部材断面として内部に水やコンクリートを充てんして、鋼材のみかけの熱容量を増大させた場合には、鋼材温度上昇は著しく抑制され、耐火性能は大となる。

図15 U. S. Steel 社ビルの水冷式鋼管柱



1967年にピッツバーグの64階建のU.S.Steel社ビルの外柱に実施された、図15に示す水冷式耐火鋼管柱は有名である。この建物の他にもアメリカに4例、フランスに2例、ドイツに1例、水冷式耐火構造の実施例がある。

また、可燃物量が少なく火災があまり激しくない場合には、当然のことながら、損傷は少なく済むことが多い。写真5は全焼した建物であるが、鋼構造部材の火災による変形はあまり大きくない。重要度のあまり大きくない建物ならば、柱はり架構はそのまま再使用できる程度の被害である。

耐火被覆された鋼構造部材の鋼材温度は、耐火被覆材料の断熱性能に大きく支配されるので、耐火構造の規定では、耐火被覆材料の種類と厚さによってその耐火時間が定められている。しかし、実際には部材の受熱量と熱容量が大きく影響するので、部材の加熱面積と鋼材量の比  $s/v$  がきわめて重要である。

耐火被覆された鋼構造部材の、火災時の温度上昇は次式となる。

$$\Delta\theta_s = c \cdot \frac{s}{v} \cdot \frac{1}{c_s \cdot \rho_s} (\theta_f - \theta_s) \Delta t$$

ただし、 $c = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_t} + \frac{d}{\lambda}}$

- ここに、 $c$  : 熱貫流率 (Kcal/m<sup>2</sup> h °C)
- $\lambda$  : 耐火被覆の熱伝導率 (Kcal/m h °C)
- $d$  : 耐火被覆厚 (m)

耐火被覆の形式は、図16に示すようなものに大別される。このうちb)直接型とc)箱型が一般に用いられている。 $s/v$ の値は直接型の方が大となり、鋼材温度上昇に対して不利となる。また同じ型式の耐火被覆としても、鋼材の形状が異なると  $s/v$ の値が変化して耐火性能に差を生ずる。図17には、同じ断面積をもつが形状の異なった部材に、石綿

図16 耐火被覆の形式

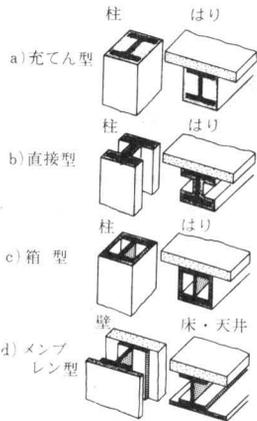
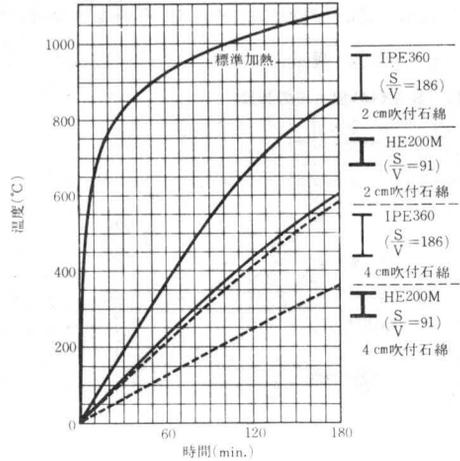


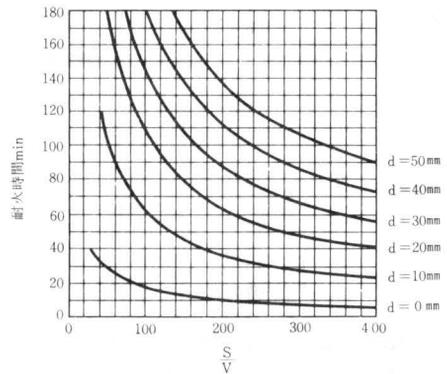
図17 同断面積部材の鋼材温度



を直接吹き付けした場合の鋼材温度を示す。両者にこのような大きな差があるので、部材の耐火性能を単純に耐火被覆の厚さで評価することはできない。

前述の鋼材温度上昇の式から、ある限界温度に達する時間を求めて、これを耐火時間とすれば、ある耐火被覆についてその被覆厚と  $s/v$ の値とから耐火時間を求める図を作ることができる。限界温度 400 °Cとした吹き付け石綿に対する1例を図18に示す。

図18 限界温度400°Cとした時の吹き付け石綿の耐火時間算定図



### 火災後の鋼構造

鋼構造の建築物が火災時に崩壊することのないように、安全に設計するためにはどうすればよいかという観点から、問題を扱ってきた。しかし、たとえば、火災時に安全であったとしても、鋼材

になんらかの材質劣化が生じていて、火災後の地震などの短期荷重に対して危険となることはないかという疑問が残る。

図19 SS41の加熱後の強度

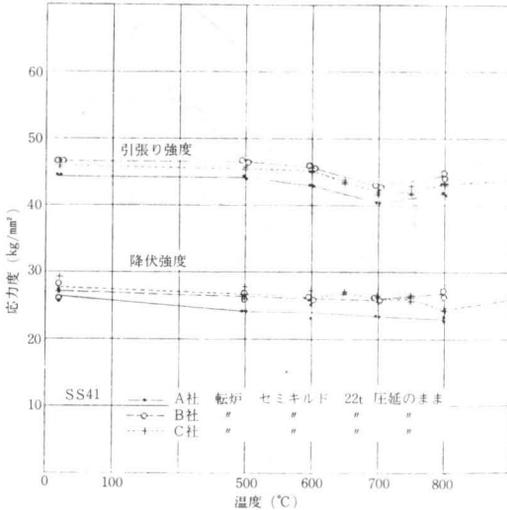
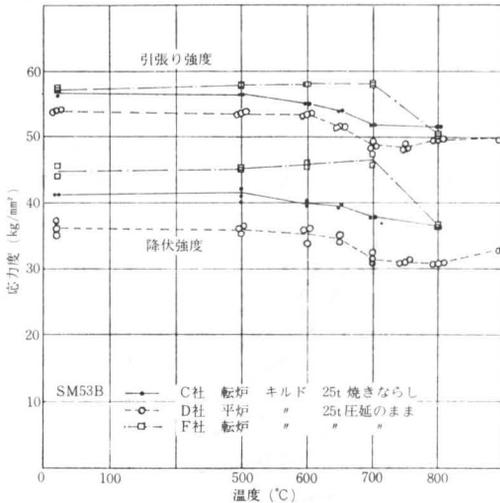


図20 SM53Bの加熱後の強度



この問題については、構造用鋼材の加熱後の機械的性質を調べればよい。図19、図20は鋼材の加熱後の常温引張り試験の結果である。加熱履歴の引張り強さに与える影響は600℃以上の高温になるとはっきり表れる。SS41からSM53Bまでの鋼種は、ともに700℃の加熱履歴によって引張り強さは約90%に低下する。降伏点または0.2%耐力に与える影響はSS41では800℃で約87%に低下するが、高張力鋼になるほどその影響は大きくな

り、SM53Bでは700℃で約90%、SM58では75~80%に低下する。この結果を要約すれば、構造用鋼材は火災時に600℃以上の加熱を受けなければ、火災後ほぼ完全に初期の機械的性質を回復するとみてよい。

一般に加熱温度があまり高温でない場合、正確には、その鋼材のAc1変態点(723℃)以下の温度である場合には、いわゆる焼き戻し効果のみである。加熱温度が鋼材の焼き戻し温度以上となってから強度は低下しはじめる。加熱温度が鋼材のAc1変態点以上となると複雑な問題となる。変態点以上に加熱され冷却されることによって、鋼材は再焼き入れ、再焼きならし、あるいは再焼きなまし処理を受けることになるので、このような鋼材の強度は、加熱温度、時間および冷却速度によって著しく異なってくる。したがって、火災時の消火注水による鋼材の急冷などの条件を考慮すれば、変態点以上の加熱は避けたほうが望ましい。実際に、火災時の構造耐力や熱応力の問題から考えても、再使用を考慮する鋼構造は、変態点以上の加熱履歴を受けることはない。したがって、火災時に変形破壊の生じなかった鋼構造は、火災終了後はただちに構造強度が回復して、火災前の完全な構造性状に戻る。この場合には耐火被覆を補修するだけで構造部材は旧状に復するので、火災後の再使用という点から考えれば、不可逆的火害を受ける鉄筋コンクリート構造などよりも、鋼構造ははるかに取り扱いが簡単である。

(さいとう ひかる/千葉大学工学部教授)

参考文献

- 1) 彰国社建築学大系21：建築防火論、1970.2
- 2) ISO TECHNICAL REPORT 3936, 1975.11
- 3) Ove Pettersson, Sven-Erik Magnusson, Jörgen Thor: Fire Engineering Design of Steel Structures, Swedish Institute of Steel Construction. 1976
- 4) Stichting Centrum Bouwen in Staal, Brandveiligheid Staalconstructies, 1966
- 5) C.T.I.C.M: Prevision par le calcul du comportement au feu des structures en acier, 1975.9
- 6) L.G.Seigel: Water-filled tubular steel columns-fire protection without coating. Civil Eng.-ASCE, 1967.9

# 善光寺地震と飛越地震

# 山崩れによる河川の閉塞

宇佐美龍夫

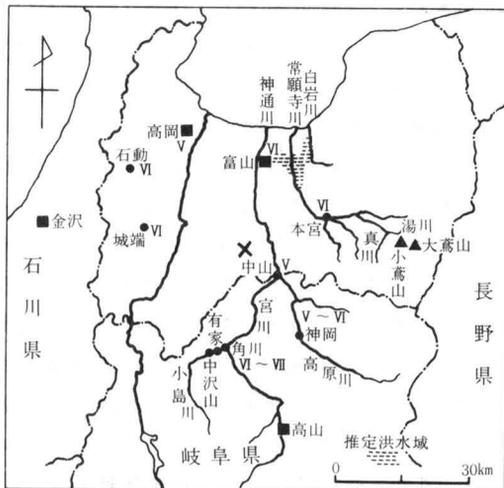
## 洪水の予測と予防策

弘化4年3月24日、新暦では1847年5月8日というから、信州善光寺の町も遅ればせながら春めいてきたころである。この年は善光寺の御開帳の年で、善光寺如来 六万五千日回向が3月10日から4月みそかまで本堂で行われていた。全国から善男善女が参詣に訪れ、善光寺の町は活気にあふれ、境内は夜になってもおこもりをする人や露店でにぎわっていた。どのくらいの人が訪れていたかはわからないが、御開帳の期間中は毎日数千人の旅客が善光寺の町内に宿泊していたと思われる。

この日の夜五ツ時～四ツ時(午後9～10時ごろ)に突如として大地震が善光寺平一帯を襲った。地震後まもなく善光寺の町に火災が発生した。火元は13か所といわれている。幸いなことに西南の風で火の回りは遅かった。火は翌日も燃え続け、26日の昼ごろにやっと鎮火した。地理不案内な旅宿人が多かったのであるから、その混乱は眼を覆うばかりであったろう。善光寺領の被害は壊2,285、焼失2,094、死者2,486人というが、旅宿人を含めた死者の総数はわからない。当時の総戸数は3,069戸だったらしい。このころ、善光寺の町には善光寺領・幕領・椎谷藩領・松代藩領が混在していた。善光寺町の間御所という所を治めていたのは、越後椎谷藩の代官寺島善兵衛であった。彼は地震の

翌早朝、上高井の六川から駆け付け、破壊消防を行って火が間御所に入るのを防いだ。自分の支配地である間御所を守るために、町民を指揮して、善光寺領である東後町、松代藩領である西後町などの家々を壊したのである。他領の支配地にある家々を許可なく壊すのであるから、大変な決断であったに相違ない。当然のことながら後難を恐れる声が上がったが、一切の責任を自分が負うからといって作業を進めた。結局、善光寺の町は間御所以南と横沢町を残して全焼した。善兵衛の行為は立派に報われたのである。

善光寺地震は規模7.4、震央は138.2°E、36.7°Nと推定されている。被害の大きかったのは北は長



飛越地震の震度分布と推定震央(×印、文中のものとは緯度が異なる。訂正したもの)

野・新潟県境まで、南は善光寺平の南限、西は犀川に沿って、はるか松本の方までであった。総被害は松代領で壊9,550、半壊3,193、大破3,918、死2,695、傷2,289でそのうち後に述べる洪水による死者は22人、山崩れ41,051か所、田畑の損71,645石。幸いにして火災はなかったという。一方、その北方の飯山領では壊1,977、半壊830、死586、荒地7,260石。善光寺領の被害についてはすでに述べたとおりである。この地震では、とくに山崩れに注目したい。善光寺平周辺の山々はもともと地滑りを起こしやすい所である。ここに大地震が起きたのであるからたまらない。山間地では地滑りによる家屋の埋没、川の閉塞などが各地で発生し、その跡が今も各地に残っている。

その最大のものは、犀川の中流、現在の信州新町のやや下流、水篠橋の東にある虚空蔵山の山崩れであった。山崩れの土砂は2か所で犀川を堰止めた。上流に押し込んだ土砂は高さ18丈=48m(あるいは30丈=90m)、長さ400間=720mの土堤となり、下流のものは高さ10丈=30m、長さ200間=360mの土堤となり川の流れをふさいだ。このため、犀川の水は一滴も流れなくなり、上流の水位は一日ごとに上昇し、川沿いの町村は次々と水没して行った。こうして長さ8里半=34km、幅1~30町=0.1~3kmに及ぶ大きな湖が山の中に生まれた。当然のことながら、いつの日か、この土砂が水圧に抗しきれなくなって決壊し、下流が大洪水になることが心配されたのである。一方、犀川が善光寺平に流れ出る所に小市という所がある。ここで山崩れがあり、崩れた土砂が犀川へ80間=140mほど押し出し、川幅が細くなってしまった。もし洪水となれば、犀川の水は小市で崩土に衝突し、水は善光寺平に流れ込み、大災害となることが予想されるに至ったので、川に押し込まれた土砂を取り除くと同時に、前々から行っていた川除土堤の補強工事作業が始められた。大勢の人々を動員した突貫工事であった。そればかりではない。小市と小松原両村にノロシ台をつくり、万・出水の時には、合図に従って村々寺院の大鐘を突き鳴らし、逃げる手はずまでもとのえた。はたして、地震

後約半月たった4月8日と9日には大雨があり、出水が心配されるに至った。10日になると留口の岩の間から水が少しずつ落ち始めるようになり、13日昼すぎになってついに決壊したのである。その有様は

“……俄に山谷鳴動天地海冥崩れ込候岩石廿余町一時に押破り真黒の泥水山の如く漲出安庭村の前通りに突掛け流浮の人家、滝壺の様なる処え流れ込み候節は黒煙り立上り引続堰止候二の崩も一時に押破り其節安庭村の向う入見村、水中にまくり込み不残流失……”

というすさまじいものであった。



善光寺地震の洪水で、善光寺平に押し出された大石

現在でも、この時に押し出された大石が残されている(写真参照)。こうして泥流は信濃川河口にまで及んだ。善光寺平はもちろん、信濃川に沿って中野・飯山方面まで洪水となった。その結果、流失家屋810、泥水入り家屋2,135、流死100余人の被害が出た。死者数が少なかったのは、洪水を予見して種々の予防策をとった効果が現れたものと思われる。

## 富山城下の情報混乱

アルペンルートが開通し、黒四ダムから立山を通り、美女原に下り、富山までゆっくりと1日で旅することができるようになった。この静かな秘境に約120年前大地震があったことを知る人は少ないだろう。安政5年2月26日(1858年4月9日)というから、善光寺地震の11年後に当たる。この

日の真夜中、午前1時ごろ、岐阜県北部・富山県を大地震が襲った。真夜中のことであり、人々の周章狼狽は大変だったと思われる。この地震については大量の新史料が発見され、研究が進められているが、今までにわかっていることによると、その規模は6.9、震央は137.2°E、36.1°Nと推定されている。こういう推定も、いずれ訂正されると思う。この地震の約2時間後に、福井・石川両県の一部にかなりの地震が発生した。余震ともいえるものであるが、この地震と本震との関係は不明な点もあり、今後の調査によって明らかになるであろう。

飛驒の様子から見ることにしよう。飛驒と越中の境、現在の高山の北、宮川・高原川沿いに被害が集中した。とくに角川では戸数84、人口570人のところ、壊45、半壊34、死19人、傷13人ということで全滅に近い被害であった。こういう村は川沿いに多く、被害率の大きい所は、跡津川断層(E N E - W S W方向に神岡のやや北を走っている第一級の活断層)から10km以内の所に限られている。この方面では山林の被害も多く、倒木・損木の記録が残されているが、被災面積はわからない。飛驒大野・吉城両郡70か村、総家数1,227軒、人口8,456人のところ、壊家709軒、死203人、傷45人の被害が出たということである。

越中でも所々で家がつぶれ、土中から水を噴き出したりした。富山城では石がき・門・へい・橋などが崩れた。地震は夜中にもかかわらず空が赤く火事のような感じだったという。さて、この地震でも善光寺地震のときのような大山崩れがあった。立山連峰のうちの大鷲・小鷲と、その向かい側の松尾・水谷などの山々が崩れ、常願寺川の支流である湯川の谷を埋めた。その他にも、多数の山崩れがあった。富山県立図書館所蔵の絵図を見ると、山中に7～8つの大きな池が描かれている。立山温泉は数十mの土砂の下に埋没した。幸い湯治客はいなかったが、普請のために入っていた人々36人が死んだし、中地山という所では熊をとりに行って山麓で一泊した狩人11人が死亡した。常願寺川のもう一つの支流である真川の谷も土砂で埋ま

り、水位が高くなった。こういう状態で、山中の異変は計り知れないものがあったが、平常でも通行の難しい奥深い谷で、見分に派遣された者も災害地までは入れず、山の上から望見するという有様であった。

地震の1～2日後の27日・28日になると、常願寺川中流の原村・本宮村などの村長から至急の村送り状が出て、下流の村々に警告した。山中にたまった水が、いつか決壊して一時に流出し、洪水を起こすかも知れないということであった。こういう事態となり、富山城下には種々のうわさが入り乱れた。埋没した土砂が崩れたら、富山城下は水浸しになるかも知れないということになり、28日の夜になるといよいよ危ないということで、御家中ばかりでなく商家にまでもお触れが出て、逃げろということになった。御殿様も避難ということになり、28日夜10時ごろから準備をして29日の午前2時ごろには避難先へ出発された。こうして富山城下はかなり混乱したのではないと思われる。

“……折から人來り外々の様子も語るに、思ひ思ひにて立退もあり、又同じ軒並びにて立退かぬもありて、一樣ならぬは論ずるに及ばず、将かならず逆水あふれ來るといひ、又必ず來らぬともみなまちまちにて、人伝のみの事なれば、人々の騒ぎ立もむべなる事にて、例とすべき証拠も無き物ながら……”

という『地下水見聞録』の文章からも、その混乱と情報の不統一などが読み取れる。

実際には、3月10日の正午ごろに真川が決壊し、堰止められていた水が一時に常願寺川を流れ下り富山平野を土砂で埋めた。泥洪水という表現が当時の文章に使われているくらいで、泥ばかりでなく大岩や樹木も一緒に押し流した。これだけで済めばよかったが、さらに1ヵ月半後の4月26日になると、今度は湯川の堰が崩れ、再び富山平野は洪水に見舞われた。第2回目は第1回目と比べると洪水の水位は2mほど高かったが、泥は第1回目より薄かったという。また、第1回目では常願寺川の東に被害が大きかったが、第2回目には西側の被害が大きく、洪水は神通川にも流れ込んだ。

こうして2回の洪水の結果、加賀藩領で被災138か村、田地25,800石が荒地となった。そのほか、流失家・壊家・泥込家など1,612軒、でき死140人、流失土蔵・納屋など886棟、被災者8,945人に達した。また、富山藩でも被災18か村、田地7,380石が荒地となった。しかし、死者については

“……人命も表向は式百人斗り之溺死に候へ共、内々は一千人にも及び候と申沙汰”

という文書も見受けられ、その総数には不明の点もある。

## 洪水を防いだ三条領

文政11年11月12日（1828年12月18日）に信濃川流域の越後三条付近に大地震があった。この地震については、いずれ紹介することもあるかと思うので詳細は省略するが、この地震でも山崩れ・地滑りが多かった。見付町近くを流れる堀溝川が山崩れのため、6～7か所で土砂に埋まり、流れが堰止められ、上流の水位が徐々に高くなってきた。住民は、このまま行けばいずれは決壊し、洪水となり、そうすれば堀溝村の家々は一気に押し流されてしまうだろうと不安であった。しかし、翌年の春まだ浅いうちに、領主が命じて、積もっている雪を払いのけ、堰止めた土砂をさらったので、大事に至ることなく住民の不安を取り除くことができたという。

## すぐれていた松代藩の対策

上述の三つの地震については、まだまだ述べることが多く残っている。ここには、主として地震による山崩れと、それによる川の堰止めに関する事柄をまとめた。三地震について各領主の対応の相違に気づかれるであろう。文政の地震の山崩れは小規模であったので土砂を除くことができた。こうして、2次災害を未然に防ぐことが理想である。しかし、善光寺地震や飛越地震のような大規模な山崩れの場合、埋まった土砂を取り除くことはもはやできない。おそらく、現代の土木技術を

もってしても難しいであろう。せめて監視を強め、住民を避難させ、人的損害を最小限に食い止めるより致し方ない。善光寺地震の場合、松代藩はそれを立派にやり遂げた。でき死者が100人で済んだというのも、努力の成果であった。善光寺地震は当時としても全国的に有名な地震で、そのうわさは直ちに日本中に広まったものと考えられる。今日、史料収集に出掛けると、日本国中至る所で同地震の史料を発見する。もちろん富山にもそういう史料が残っている。してみれば、善光寺地震の様子は、富山藩や住民の間に熟知されていたと考えてよいだろう。しかし、飛越地震の際、善光寺地震の教訓が生かされ、住民の生命を守るためにどれだけの手が打たれたのかを見極める史料はまだ発見されていない。富山城下には一応の避難命令は出されたが、人々の対応はまちまちであった。しかも、命令が出されて、初めの洪水になるまで12日間もの間があり、さらに2回目までは1.5か月もの間があった。こういう長い間住民を避難させておくことの難しさは、最近の有珠山の例をみてもわかるとおりである。また、いざというときに急を告げる方法が準備されていたかどうかもわからない。領主の下知と住民の対応のわかる史料が見いだされれば、現代の災害対策にも有益だと考えられる。どうも松代藩の方が災害防除に対して積極的であったように見受けられる。善光寺地震からの11年は幕末の変動期に当たり、長い11年であったのかも知れない。現在の我々でも、11年前にどんな災害がどこにあり、それに対し政府がとった措置を知っている人はいないであろう。当時の人を責めることはできないにしても、藩主がどういう処置をとったかは、是非調査して、今後の防災に生かしたいものである。

日本は山国である。内陸に大地震が起これば、当然のことながら山崩れ・地滑り、それによる河川の閉塞の可能性を考えねばならない。にもかかわらず、目下の地震対策は、都会型災害に対する対策に片寄りすぎてはいないだろうか。各県・各地方の特色を生かした災害対策が望まれる。

（うきみ たつお／東京大学地震研究所教授）

# 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。

## 消防自動車2次分寄贈先決まる

52年度の第2次消防自動車寄贈が下記のように決まりました。これで、第1次分と合わせて、今年度は合計57台の寄贈、延べ寄贈台数は1098台となります。

水槽付消防自動車

加賀市、米子市

標準型消防自動車

新井市、結城市、河内長野市、幡多中央消防組合

## 一般むけ地震対策パンフを発行

このたび、当協会では、「M7.9 そのとき——あなたの地震対策は？」という、A5判18ページのパンフレットを発行しました。

これは、一般家庭の主婦を中心に、大地震対策の基本的な考え方を啓もうしようというねらいで、企画しました。短い時間で読み切れる、興味深く

読みやすくを編集方針にしました。

そのため、まず小松左京、五代利矢子両氏の対談で地震理論をわかりやすく解説、大地震がいつかは必ず起こることを訴え、しっかりした対策を講じて正しく恐れようと呼びかけました。

このパンフレットは、希望者に無料配布（郵送料は100円）しておりますが、18ページという小冊子の読みやすさが好評を博しています。

## 長良川被災地調査が1等に

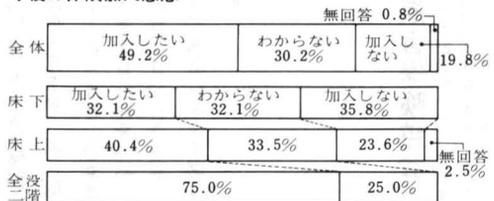
当協会では、文部省と全国高等学校長協会の後援を得て、高校生を対象に損害保険の作文募集を行っています。今年は第15回になりますが、全国の高校生から合計4,930篇（感想の部4,842篇、研究の部88篇）の作文が寄せられました。

研究の部で1等に選ばれたのは、長良川水害の被災者調査をまとめた、「長良川の堤防決壊と住宅総合保険」でした。

これは、岐阜県立岐阜商業高校の経済調査部20名のグループ研究で、被災世帯550対象を面接調査した力作です。

下の図は、この作文の中の1枚ですが、受けた被害の大きさによって、防災意識が違ってくるのがはっきりわかって、興味深い調査になっています。

### 今後の保険加入意欲



# 防火標語募集

全国に「火の用心」を呼びかけませんか!

★入選1篇……賞金10万円

★佳作10篇……賞金各1万円

★努力賞100篇……記念品

共催 消防庁・社団法人日本損害保険協会



わたくしたちの身のまわりにある、火災の原因いろいろ。『つい、うっかり』がなくなると、あなたの実行している火の用心を標語にして、全国に呼びかけてみませんか。入選作品は、53年度「全国統一防火標語」に採用され、50万枚の防火ポスターとして津々浦々に掲出されるほか、広く防火のPRに使われます。どしどし応募ください。

## 応募要項

応募方法 ● 官製はがきに標語1点（必ず1点だけにしてください）を書いて、あなたの住所・氏名・年令・職業・電話番号を明記の上お送りください。お一人でも何枚応募されても結構です。

宛先 ● 〒101 東京都千代田区神田錦町一―九―一（東京天理教館内）

日本損害保険協会「防火標語募集」M係

×切 ● 昭和53年2月15日

（当日必着のこと）

審査員 ● 高田敏子氏（詩人）

秋山ちえ子氏（評論家）

林忠雄氏（消防庁長官）

菊池稔（日本損害保険協会会長）

発表 ● 昭和53年3月下旬、週刊誌上

サンデー 毎日3月21日発売号

週刊読売3月21日発売号

週刊朝日3月22日発売号

※同一作品は、抽選によって選ばせていただきます。

## 社団法人 日本損害保険協会

法人 東京都千代田区神田錦町一―九―一（東京天理教館内）  
電話 03(294)4911（大代表）

8月・9月・10月

# 災害メモ

## ★火災

- 8・17 和泉市内田町の紡績業久保惣会社第1工場付近から出火。4棟7,400㎡を焼失。工場内の電気スイッチ付近から出火したらしい。
- 9・2 米沢市板谷の新五色温泉湯元寿草園ボイラー室付近から出火。隣接旅館にも延焼。計2棟1,605㎡全焼。1名死亡。
- 9・2 横浜市西区の木造密集地の住宅台所付近から出火。隣接の住宅など次々に延焼し、計7棟402㎡全半焼。10世帯31名被災。
- 9・5 越谷市袋山の同市立北中学校体育館から出火。同館と物置計2棟1,029㎡全焼。シンナー遊びをしていた少年のタバコの火から。
- 10・9 岩手県岩手郡雫石町の小岩井乳業の工場乳業部試験室付近から出火。1棟1,500㎡を全焼。乳製品の製造プラント全てを焼失。

## ★爆発

- 9・2 四日市市天ヶ須賀のアパート1階でプロパンガス爆発。1棟220㎡が全壊。15名重軽傷。
- 9・10 富山市岩瀬の日本海重工業1号ドックで塗装作業中、建造中の車両運搬船船尾ブロック付近で爆発。1名死亡、3名ガス中毒。塗装用揮発性ガスに何かの火が引火、爆発したらしい。
- 9・28 東京都台東区で、道路舗装作業中、ガス爆発。レストラン他3棟100㎡を全焼。作業員7名負傷。パワーショベルが地下のガス管に触れ、ガスが漏れたらしい。

## ★陸上交通

- 8・6 勝山市の越前本線保田駅付近で、電車(2両編成)後部車両

が、線路わき約1mの空き地に脱線、横転。17名負傷。

- 8・11 甲府市郊外の昇仙峡グリーンラインで、観光バスが約100m下の沢に転落。11名死亡、34名重軽傷。下り坂の急カーブでスピードを出しすぎ、曲がりきれなかったらしい。
- 8・12 大分市の国鉄大分駅で、発車待ちの普通列車に、ディーゼル機関車が後押しして入れ替え中の空の客車が追突。21名負傷。発車ずみと勘違いした操作掛の誘導ミス。
- 8・21 西宮市松並町の名神下り線で、貸し切りバスが前の貸し切りバスに追突。双方の前後部を大破。両車の乗客65名負傷。
- 10・29 京都府乙訓郡大山崎町の名神高速天王山トンネル内上り線で、観光バス5台、トラックなど計10台が玉突き衝突。23名負傷。

## ★海難

- 8・20 宇部市宇部港南東約10kmの周防灘で、貨物船アジアレイク(1,999.88t・22名乗組)と貨物船スマトラ(3,072t・26名)が衝突。ア号は大破、沈没。2名負傷。積み荷や燃料の重油がかなり流出。
- 9・10 鹿児島県屋久島沖で、貨物船メイクルーザー(2,989t・25名乗組)が、台風9号の強風で浸水、沈没。13名死亡、3名行方不明。
- 9・25 岩手県気仙郡三陸町綾里南東14kmで、フェリーえりも丸(7,858t・乗客75名)と底引き漁船第7正寿丸(15t・6名乗組)が衝突。漁船は沈没。5名行方不明。
- 10・11 浜田市馬島灯台沖北北西21.6kmで、巻き網漁船第6吉勝丸(19.73t・11名乗組)が突風と横波をうけて転覆、沈没。6名行方不明。
- 10・20 土佐清水市足摺岬沖合で、タンカーアルサビア号(35,752t・54名乗組)の船底にき裂。C重油600kl

が流出。土佐湾に水産被害大。

## ★自然

- 8・1 沖縄県八重山諸島を台風5号が直撃。石垣・西表島など大被害。全半壊379、一部損壊503。農作物被害も大。
- 8・5～6 黒石市・弘前市など青森県下で集中豪雨。中小河川がはんらんし、国鉄奥羽本線も冠水、不通。死亡8、行方不明3、負傷27、家屋流出11、床上浸水3,986、床下浸水5,694、一部損壊38。(8日現在)
- 8・6 北海道有珠郡壮瞥町の有珠山爆発。
- 8・7～8 島根県沖隠岐諸島で集中豪雨。西ノ島・海土両町、知夫村など大被害。死亡2、全壊11、半壊2、床上浸水122、床下浸水162。(8日警察庁調べ)
- 8・6～27 紀伊半島から関東にかけて22日間の連続降雨。また、17日～20日にかけ関東・中部・東北地方に集中豪雨。一都16県に被害。死者2、行方不明1、負傷2、半壊4、床上浸水714、床下浸水10,012、一部破損8、道路損壊168、り災世帯数718、り災者数2,465。(20日現在警察庁調べ)
- 9・9 奄美諸島を台風9号が直撃。大被害を与えながら北上。東海、関東地方など各地で集中豪雨。鹿児島県沖永良部島では、最大瞬間風速60.4mを記録し全島が壊滅の被害。1都21県に被害。死者1、負傷95(91うち沖永良部島88)、全壊1,152(1,151)半壊1,117(1,115)、床上浸水1,945(1,210)、床下浸水3,881(1,733)、一部損壊2,675(2,647)、道路損壊15(1)り災世帯数4,762(4,021)、り災者数15,051(12,421)。ただし( )内は鹿児島県。(11日現在警察庁調べ)
- 9・19 台風11号の影響で茨城県を中心とする北日本で集中豪雨。1

都10県に被害。死者6、行方不明2、負傷11、全壊6、半壊2、一部損壊5、床上浸水1,566、床下浸水7,326、道路の損壊73。(20日現在)

●10・26 福島市吾妻連峰の活火山一切経山が小爆発。

★その他

●8・24 長崎県西彼杵郡高島町三菱石炭鉱業高島鉱業所の飛島採炭現場で、落盤事故。3名死亡、5名救出。

●9・8 伊豆大島の大島空港で、全日空YS11型機(乗客乗員55名)が、着地後草地に突っ込み、12名負傷。着地の遅れと雨で車輪が滑ったため。国内事故でケガ人が出たのは5年ぶり。

●9・20 常陸太田市稲木町の県道で道路が陥没。乗用車など4台が次々に転落。3名死亡、4名重軽傷。丘の斜面が大雨で崩落し、土砂と流水が舗装部分を一挙に押し流したため。

●9・24 佐賀県東松浦郡七山村の鮮魚店2階の宴会場の床が抜け、3m下に落下。22名重軽傷。

●9・27 横浜市緑区荘田町の宅造地に、米軍RF4Bファントムジェット偵察機が墜落、炎上。民家3棟全半焼。2名死亡、7名重軽傷。エンジン火災。

●10・23 静岡県駿東郡小川町の富士スピードウェイで日本グランプリ決勝レース中、外国選手同士のレースカーが接触、タイヤ防護柵を飛び込ませて立ち入り禁止内にいた観客内に突っ込み、2名死亡、10名重軽傷。

★海外

●8・2 モザンビーク北部モアチゼの炭鉱で爆発事故。150名生き埋め。9名死亡確認。全員絶望視。

●8・5 米西海岸を中心に日照り続きのため山火事頻発。5日現在約400か所が燃え、焼失面積4,400km<sup>2</sup>。

●8・14 東ベルリン北60kmダンネンワルデのソ連軍弾薬貯蔵施設で大爆発。240名の死者が出たらしい。原因は落雷によるものと推測。

●8・17 モスクワ北東30kmプシキノ市で、駅構内の歩道橋が崩落。約20名死亡、100名負傷。

●8・18~20 マニラで熱帯低気圧による大雨。6名死亡。マニラ地区だけで数千戸の家屋浸水。

●8・19 インドネシアのバリ島南東500kmの海底を震源とするM7.7の地震。スンバワ、ロンボク島を中心に大津波や建物が倒壊。142名死亡。

●9・3 エクアドル航空バイカウント機(乗員乗客33名)が、エクアドルのキト南方カジャス山脈山中に墜落。全員死亡。

●9・8 カイロ南方アシュート市付近で急行列車(11両編成)が脱線。8両転覆。41名死亡、153名負傷。

●9・14 ソウル市中区南倉洞の南大門市場中央商店街から出火。330店舗延べ6,600m<sup>2</sup>を焼失。

●9・27 クアラルンプールの日航機墜落はグラフィアページへ。

●10・8 北部イタリアで数日來記録的な降雨。ジェノバはほぼ全市が冠水。同市、トリノを中心に被害大。12名死亡、20名行方不明。各地で道路、鉄道が寸断。大半の工場は仕事がマヒし、巨額の損害が出たらしい。

●10・10 インド、ウッタルプラデシュ州ナイニ駅構内で、急行列車(17両編成)が停車中の貨物列車に追突。7両が脱線、転覆。61名死亡、150名重軽傷。信号操作のミスらしい。

●10・26 ベルー、リマの9階建ビル4階から出火。7名死亡、20名行方不明。漏電から。

111号災害メモで、70頁1行目と2.3行目が入れ替わっていました。ここにお詫びして、訂正いたします。

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 気象研究者

編集後記

◆編集作業でいつも気になるのが、用字用語。いま、編集部が基本にしているのは、第一法規出版の新表記辞典です。しかし、新聞、雑誌などの用字用語は、かなりマチマチのようです。また、本誌のような、専門誌では、とくに技術用語はもちろん、ほかの表記でも、標準的な表記法が必ずしも最善とはいえないと思っています。まだ、キチッとした本誌の表記法を確立しているわけではありませんが、本誌読者のための、わかりやすい、親しみやすい、表記法の確立に努力しております。表記法について、ご意見をお持ちの方は、編集部あてにお寄せください。◆総合防災誌として、ユニークなメディアと、結構なご批評をときたまうけたまわります。よりよい編集を目指して、本号にアンケートをとじこみました。ご協力をお願いします(鈴木)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎第112号 昭和53年1月1日発行  
送料 年480円

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

# 日航機

## クアラルンプールで

### 墜落・炎上<sup>52・9・27</sup>

日本航空のDC8-62型ジェット旅客機が、クアラルンプール空港に着陸直前、ゴム園「エルミナ・エステレット」内に墜落。機体は、機首、胴体、尾部、右・左主翼などに分かれて散乱。

機首部分は、衝突のショックと火災で原形をとどめないほどに壊れたが、後部の損傷は小さく、ゴム園がクッションの役割を果たしたのと、着陸態勢だったことなどから、半数以上の人々が生存。前半部にいた乗員や一等席の乗客に犠牲者が多く、生存者のすべてが中央部から後部座席の乗客であった。死者34名、生存45名(10月5日現在)。

10月8日発表した日本・マレーシア合同調査団の予備調査報告によると、事故機は、規定どおり北側の超短波全方向式無線標識(VOR)上空を高度約2000フィート(約610m)で通過したが、コースを西側に1km外れ、滑走路手前6.4kmの丘の上り斜面に墜落。これまでの調査では、機体、エンジンその他の装置の技術的トラブルや故障などは見当たらず、気象条件も、雲が低く雨が降っていたものの、乱気流は存在しないに等しいという。したがって、事故原因は、同機が滑走路確認前に降下しすぎたため、この異常降下の理由は明らかでなく、調査は続行中。

# 韓国

## 裡里駅構内で マイト爆発

●52・11・11

韓国裡里市の国鉄湖南線裡里駅構内で、貨物列車に積み込まれていたダイナマイト22トン・硝酸アンモニア4トンなど計30トンが大爆発。同駅を中心に半径2kmの地域に被害がひどく、駅舎に隣接したマーケットが崩壊したのをはじめ、駅付近の歌謡ショーを公演中だった三南劇場では屋根が崩れ、観客多数が負傷。ガス、水道、電気もすべてストップ。死者56名、負傷1342名（うち重傷290名）。家屋被害は、全壊675戸、一部損壊1289戸、軽損7566戸。物的被害額は100億ウォン（約60億円）にのぼるらしい（13日現在）。出火原因は、荷主である韓国火薬会社の護送員が酒に酔って、ダイナマイトを積んだ貨車の中でろうそくをつけたまま寝こんだうちに火が出たもの。

フィリピン・マニラ市ロハス大通りに面した7階建て「フィリピナス・ホテル」旧館5階から出火。おりからの大型台風による風と雨で消火作業も難行し、1階を除く全館を焼失。死者47名、行方不明16名（11月15日現在）。宿泊客が、停電のためにつけたろうそくの火を倒したのが原因らしい。

# フィリピナス

●52・11・14

# ホテル火災

# 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
- ⑥LP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事の防火指針

## 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)  
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)

イザというときどう逃げるか—防災の行動科学(安倍北夫著)  
あなたの城は安心か?—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—暮らしの防災知識  
そのときノ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/  
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  
危いノあなたの子が  
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ノ(火災の陰の立て役者)  
実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 〒101 TEL東京(03)294-4911 (大代表)

季刊

予防時報

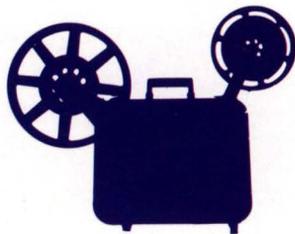
第112号

昭和53年1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)



新作映画(制作中)

# 火事と仔馬

16ミリ・カラー全2巻・22分  
昭和52年制作



防災映画にありがちなお説教調は一切さけて、子供が本当に楽しめる面白い漫画映画を作ろうという方針で、このアニメドラマはただいま制作中です。ご期待下さい。

お話は、九州地方の民話から取材した、吉という名の子供と、シロという仔馬の物語。

シロは、生まれつきの病気で足が悪く立てません。吉は、シロといっしょに馬屋に寝て一生懸命介抱します。ある夜、村の子供たちのたき火がもとで、吉の仲良しの女の子、はるの家が火事になり、逃げ遅れたはるをシロが死を賭して助けます。

豊後(大分県)の美しい田園を舞台に、ユーモアを織り込んで展開するこのアニメを見ながら、幼い心に、火事の恐ろしさがひとつの思い出として定着し、それが将来、防火意識の向上に役立てば、というのが制作意図です。