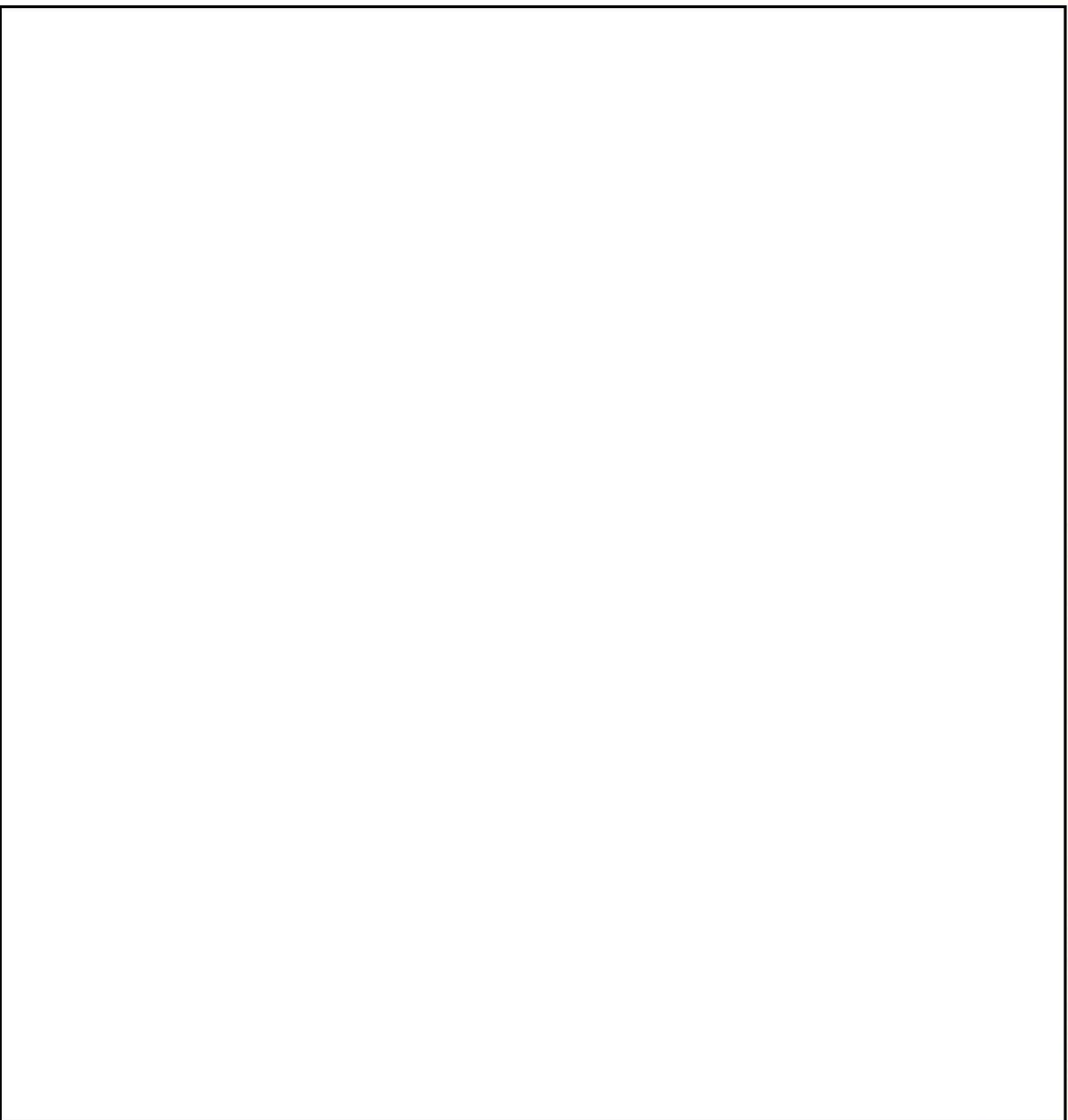


予防時報

1985

autumn

143



# 安政東海津波と安政南海道津波

嘉永7年11月4日（1854年12月23日）朝9時ごろ東海道沖で、32時間後の翌5日（同12月24日）16時ごろ紀伊半島沖で、ともにマグニチュード8.4の巨大地震が発生した。

東海道沖地震では、房総半島から土佐湾に至る沿岸各地を大津波が襲い、特に伊豆と志摩・熊野浦沿岸に大打撃を与えた。そして、翌5日の地震でも、津波が房総半島沿岸から九州東岸の広範囲を襲い、紀伊西岸および土佐湾沿岸に甚大な被害を及ぼしたのである。

4日の地震では約600人、5日の地震では約3,000人が死亡。この一連の地震を契機に、幕府は年号を嘉永から安政への改元した。

●4日、伊豆下田市中では、人家が破損し火災が発生。人々が外へ逃げ出したところへ、ほどなく津波が押し寄せた。川筋の町全域が津波に呑み込まれ、68町が残らず原野と化した。3,907人のうち85人が死亡。

折りしも下田湾若の浦に碇泊中のロシア軍艦ディアナ号は、纜を切られたため大破（27日に沈没）したが、ロシア人は全員船中において助かり、多くの水難者を救った。また、医師2人を筒井・川路に見舞いとして寄こしたという。

●若（和歌）山では、若山城内の櫓や塀など数か所崩れた程度だったが、海士、有田、熊野、勢州海岸付の浦村の被害は甚大で、人家の流失、

焼亡、潰家など多く、田畑に砂が入り、床堀もあった。

紀州・勢州領浦村では、津波のため68,000石余の田畑が冠水。流失、潰家、破損、焼失した家は16,608軒に及び、699人が溺死した。

●大阪では、津波は安治川、木津川に押し上がった。近海にいた大船小船が道頓堀へ流れ込み、高橋や樋吉橋などを押し流し、多数の船が重なり合い押し入ったため、壊れた船も数が知れないほどだった。長堀や堀江、道頓堀に近い人々は、船で逃げようとしたが、押し入った大船に乗り敷かれ破船して、多くの人が溺死した。ある大家町人も、主従18人で1艘に乗り込み、留守は手代に任せて出船したが、残らず溺死した。また、沖にいた樽船、菱垣船は無事だった。潰家83、破船1,842、溺死273人。

●土佐高知では、5日7ツ時に起こった地震と津波の被害が甚大だった。市中は大火となり、津波のため、町はあたかも海のようなであった。圧死や焼死する者の数およそ数十人。6日にも火勢は衰えず、海潮もますますあふれ、倉皇山に逃げる人、城中に逃げる人、あるいは橋梁が焼けて逃げ場を失う人など狼狽騒擾の状態は、今や世界の終焉かと疑われるほどだった。

焼失、流失、潰家17,469軒、損毛21,530石、死者372人。

（日本地震史料より抄出）





予防時報  
1985・10  
143

目次

ずいひつ 運命のもうひとつの顔／加藤尚武	6
さびない鉄／井垣謙三	8
緑の防音壁／田畑貞寿	10
シートベルト着用の効果 正しい装着による効果と安全限界／松野正徳	12
統計からみた重要性和有用性／越谷一義	16
ヒューマンエラーと信頼性工学／塩見 弘	20
地震の前兆現象／茂木清夫	26
座談会 建築空間の安全性	32
金子亘秀／鳴澤英司／湯浅佳保／吉田克之／安倍北夫	
防災基礎講座 爆発という現象／秋田一雄	42
業務上車両運転者の職場管理／早川幸夫	49
大空間建築物の火災実験／永山正美	56
河川災害の現状と将来への課題／宮村 忠	62
協会だより	68
災害メモ	69
防災言 火照りと煙をはだで感ずることは重要ではないのか／小山 貞	5

表紙／佐々木四郎（油絵）

カット／国井英和

### 火照りと煙をはだで感ずることは重要ではないのか

今の子供は、火をどんなふうに思っているのだろうか。半年ほど前、消防少年団の指導を担当していたころ、同僚の諸君と雑談をしていたときの話題である。

「熱いものだという感じはないんだろうな。ガス台の近くにいたぐらいでは感じないから」

「いや、熱い方はちょっとはわかるけど、けむいものだってのはわからないんだろうね」

「マッチをすってガスをつけていたころは、まだ火をつけるとか、燃やすという実感があったけど、ツمامミをちょっとひねるだけだから」

「そう、テレビのチャンネル変えるのといっしょだよ」

「そのうち、テレビを見ながら、リモコンでガスをつけるようになるぜ」

子供には、まず、たき火をさせるのがいい、火照りと煙を感じさせるのが大事だ、ということで雑談は終わった。

ひと昔前までは、火は、熱いものであり、燃え広がるものであり、危ないものだから、けむいのをこらえながら近くにおいて、危なくならないように、しかも、消えないように注意しながら燃やすものであった。

それが今では、ひねるだけ、押すだけ。そして、そばにいる必要もなくなった。料理用のガスはまだしも、給湯や風呂のガスは人間から離れた所で燃えている。消防機関もマンションなどでのガス漏れや火災による被害を軽減するために、室外で燃焼する機器を推奨している。

火と、これを利用して人間の距離は、ますます離れようとしており、出かけた先から電話回線を利用して飯をたいたり、風呂をわかしたりすることが実用化するようである。テレビのリモコンは、見ているテレビのリモコンだから、せいぜい数m離れているだけだが、こちらの方はセンサーと電話回線でコントロールするのだから、何kmも離れている。

昔子供であった今の大人たちは、火は熱いもの、けむいものであることを知っている。しかし、五感で感ずることに代えて、機械や電線で感じたりコントロールすることに精を出している。

生活が便利になるのだから、大変結構なことではある。しかし、火照りと煙を感じながら火の近くで火を管理するのが、防火のそもそもの出発点だと思う。それとも、そんな考えは古すぎて通用しなくなるのだろうか。今の子供が大人になったら、どんなふうを考えるのだろうか。

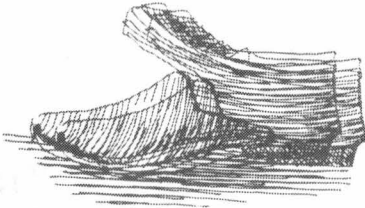
## 防災言

小山 貞  
東京消防庁予防部長  
本誌編集委員

# 運命の もうひとつの顔

加藤尚武

千葉大学文学部教授



明日あなたは、いつものように出勤するだろう。駅前ではたばこを買い、青い電車に乗り・降りて、ターミナル駅の奇妙な立体的動線をまるで書き慣れた一筆描きをなぞるようにたどり、白い電車に乗り・降りて、会社のテーブルに着く。あなたの妻は明日の午後、会社に呼び出される。エレベーターの事故によるあなたの死が電話で告げられるからであり、それはドアが開かないという平凡な事故と、地下室のボイラーが過熱するという平凡な事故とが「偶然」重なったためである。二人の同僚とともにあなたは「たまたま」そこに居合わせた。もしも青い電車が遅れたら、白い電車が混み過ぎていたら、あなたはこうした「運命」には出会わない。

1714年ペルーの「サン・ルイス・レイの橋」

が壊れたとき死んだ5人は、なぜそこに居合わせたのか。19XX年カンサス州の平和な農場に、なぜ『冷血』(T. カポーティ)のモデルとなった犯人は居合わせたのか。それは偶然であり、その偶然が犠牲者にとっては「運命」となったのだ。「運命」には「偶然の必然」もしくは「必然の偶然」という意味がある。既知の文脈で偶然であるものも未知の文脈では必然であり、人間にとっての偶然は神にとっては必然である。この二つの文脈を「運命」が結び合わせる。我々にとって知られるのはいつも運命の一方の顔なのだ。

しかし、人間の理性はそのもうひとつの顔を覗きたがる。もしくは除きたがる。ライプニッツは現実には神によって選ばれた「最善のもの」(optimus)だという。このオプティミズムを象徴的に表現するとしたらヴェルサイユ宮殿の庭園がいい。実際、哲学者ライプニッツとヴェルサイユを作ったルイー四世は同じ時代を生きている。王様が死んだ翌年(1916年)に哲学者が死んでいる。ライプニッツによれば、心が体を「動かす」のは神様の「予定調和」の働きなのであるから、スプーンの上げ下ろしにも全知全能なる神の永遠の真理が証明されていることになる。

このオプティミズムに根こそぎの揺さぶり



## ずいひつ

をかけた事件があった。文字どおりの揺さぶり、1755年のリスボン大地震である。11月1日、着飾った人々が教会に集まり、美しい空に鳩が平和な一日の始まりを告げるかに見えた朝の9時半、近世の歴史がいまだかつて知らなかった最強の地震が、ヨーロッパの宝石ともいべきこの街を襲った。11万人の人口の内、直接の被害で1万人が死に、その後の飢饉と疫病による死者を合わせると3万から4万の被害となった。曲がりくねった細い石畳の道が連なる中世型の都市の三分の二が崩壊した。

リスボン地震の知らせは、ヨーロッパ中に不吉な恐怖感をまき散らした。ゲーテは『詩と真実』で少年のころの思い出を書いている。「恐怖のデーモンがこれ程、すばやく強く全地上に戦慄を上げたことはかつてあるまい。神が正しき者も不正なる者も破滅させた事によって、神は父らしさを現さなかった」。ヴォルテールはA. ポープの命題『すべては最善なり』を批判する詩を書き、小説『カンディード』では皮肉を用いてライブニッツをたたきのめした。

カントも忙しかった。地震論を三編も書いた。「このような悲惨が神の復讐の目標であり、その目標めがけて怒りの器をいっぱい

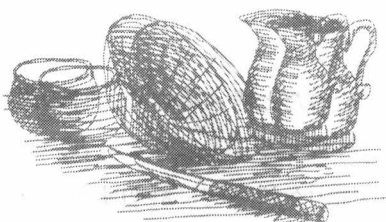
するのだと考えるなら、神の思し召しを勝手に解釈することになる」という。そして地震の原因を科学的に解明する。鉄屑と硫黄と水を地面に埋め込んで表面を固めるなら、数時間後に地震が起こり、地面から炎が噴き出さるだろう、というのだ。カントは運命と神のもうひとつの顔に「認識不可能」という判定を下し、オプティミズムを守る。

カントとヴォルテールはまるで反対の態度をとったようにみえる。だが二人ともニュートンを信じ、人間の理性を説いていたことに変わりはない。ヴォルテールは運命のもうひとつの顔を見たように語ったが、リスボンがどのような罪をもっていたかには沈黙せざるをえなかった。人間はこの時以来、災害に出会っても運命のもう一つの顔、人知を超えた神の意志を読み取ろうとはしなくなった。カントの立場を守ったためだとは、いいにくい。リスボンの地震から34年後、フランス革命がヨーロッパを揺るがす。自然の災害よりも、戦争や革命という人間による災害の方がはるかに大規模なものになったからだ。運命のもうひとつの顔は、人間自身の理性の光に照らされぬ暗がりだということが、わかってきた。人間自身が人間にとって最も恐ろしいものとなったのである。

# さびない鉄

井垣謙三

東北大学名誉教授



さびてボロボロになり、朽ち果てて土に帰るのが、鉄という金属のもっている宿命であると、以前は私自身も思い込んでいた。

もう少しきれいな鉄について、その本性を調べたいと考えて、純度の高い鉄を作る研究を進めてきて、従来にない高い純度の鉄を作ることに成功したが、その外観はニッケルやクロムにきわめて近く、なるほど同じ鉄族金属と改めて感心した。

その鉄が、いつまで放り出しておいても少しもさびず、高級ステンレスのようにピカピカのままであるのに驚かされた。時にうすく曇ったようなさびが浮いてくることがあっても、進行して赤さびに移行する様子は見られない。ところが、同じ環境に置かれていた純度の悪い方の鉄は赤くさびている。

純度が悪いために鉄がさびるのではないか

との疑いをもち、鉄のさびについて調べ始めた。現在、私たちが日常手にする鉄に比べて昔の鉄の方がさびにくく、品質も優れているのではないかと、工芸や刀剣関係の人から聞かされるが、似たようなことは大昔からもいわれており、アレキサンダー大王の遠征時に使われた鉄がさびないのに、百年以上も後で補修した鉄の方がひどくさびているといったローマ時代（紀元1世紀）の記録が残されている。

ギリシャ人は、優れた鉄の産地としてトルコ半島のカリバスの地を挙げ、鉄の刀を振って戦う現地人に、おそれと称賛の言葉をおくっているが、黒海南岸のハリス河の河口に近いアミソスの地も有名で、紀元前4世紀の書物である異聞集には、

「カリバスとアミソスの鉄の製法は極めて独特であるといわれている。河によって運ばれてきた砂から作られるのであるが、……この鉄は他のどの鉄よりも優れていて、……その外見は銀とあまり変わらない。この鉄だけがさびないが、多くは産出しないという」とあり、この短い記述からだけでも、さびない鉄の珍重されている様子がうかがわれる。

鉄についてのさらに古い記録には、ヒッタイトの首都ハットウサから発掘された紀元前13世紀の粘土板文書がある。楔(くさび)形文字でのパルジル・ダンキは、普通「良質の鉄」

## ずいひつ

と訳されているが、パルジルが鉄であることには異論はなく、ダンキはヒツタイト語の錫であるから、錫のように「白い鉄」、すなわち「さびない鉄」と解釈するのが適切ではないかと思われる。この文書の内容は、

「お申し越しの白い鉄についてですが、キズワトナの私の倉庫には今その持ち合わせがありません。鉄をつくるには今は時期が悪いのです。……今回は鉄の短刀一本をお送りします」

発信者やあて先の部分が欠けていて、ヒツタイト王がアッシリア王あるいはエジプト王にあてたものと見なされていることが多いが、キズワトナの太守がヒツタイト王にあてたものとの考えも否定されず、私自身はその方に一番傾いている。

エジプト第18王朝のツタンカーメン王(紀元前14世紀)のミイラがその右腹部の上につけていた鉄の短剣や、正倉院御物の聖武天皇御愛用の金銀鍮きんぎん でんかざりのからたち唐太刀などが「白い鉄」の代表例といえそうである。いずれにしても、さびない白く輝く鉄がずいぶん古い時代から存在している。

「さびない鉄」と書いてきたが、正確には「さびにくい鉄」とすべきであって、鉄の表面には薄いさび(酸化物)の膜ができ、その膜が健全であると、その後のさびの進行が抑えられるのであって、アルミニウムやニッケ

ルの場合と同様である。ただ、鉄の場合、健全な膜が容易にはできず、さびが内部へと進行してポロボロの塊に変わるのが普通だと考えられてきたのである。

製作年代、製法、純度を異にする多くの種類の鉄について、腐食実験を行い比較したところ、おだやかな腐食条件の時に明瞭な違いが認められ、酸化皮膜の健全性に大きい差のあることが知られた。昔のさびにくい鉄の中には少ない不純物が、現代の工業鉄にはけた違いに多量に含まれており、それが酸化皮膜の健全性を劣下させ、鉄をさびやすくさせているものと考えられる。

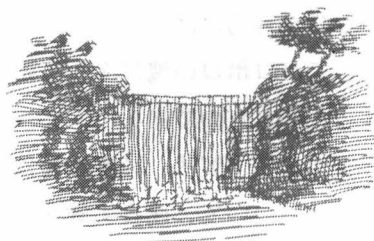
鉄の需要の増大とともに高い生産効率を求められ、木炭に代わって石炭が用いられるようになったが、いおうが入って割れやすくなり、これを防ぐためにマンガンが加えられた。硫化マンガンの形になると容易に変形してよく伸びるので、加工性の優れた鉄をつくるための救いの神がマンガン添加であった。その結果、さびやすく、しかも内部へとさびが進行する鉄が普通になり、赤さびにならない鉄の方が不思議がられるようになってしまった。

一番好ましくないのが内部へ侵入するさびであり、これがなければ鉄は金属構造材としての機能を長く保持し、建築物の寿命を伸ばしてくれることになるが、そのような鉄の工業生産の日の近いことが待ち望まれる。

## 緑の防音壁

田畑貞寿

千葉大学園芸学部助教授



もう5年ほど前になるのだが、私は1980年の4月下旬、アメリカ西海岸の都市の人の様子を見ながら旅行を続けていた。

その西海岸の都市シアトルに滞在した時である。1976年7月に開園したという公園「FREEDOM PLAZA」の午前中の様子である。この新しくできた公園のベンチに座っているのは、私の他に3人の男性であった。街の中にある公園としてはたいへん静かさを保っていた。時々音が聞えてくるのはこの公園の中心的存在となっているモニュメント、カスケードである。つまり高さ5～8mの落差をもつ滝が造られていた。この滝の水の流れによる音であった。この滝の流れはある時間をおいて快い音を出し公園に集まる人々に安らぎを与えているようであった。

ところが30分ほどの時間が経過したところか

ら自動車の走行音が聞えるようになり、居合わせた人たちはいささか驚きの様子を見せていた。町の高台にできたこの公園から下を見ると、何本かの高速自動車道が公園の下を通過していて、ここを走行する自動車の音がたいへんうるさく、騒音となって耳に入り居合わせた人たちは、居たたまらなくなったからであろう。

だが、この時、滝口では水が落ち、自動車の走行音を打ち消すほどに、水によって騒音をみごとに除去しているように思えた。

その後、この公園を設計した造園家に会う機会があったので、このことを話したら、この公園は、もともと山があったのを開削して2系統の高速自動車道が建設され、開通とともに市民から交通騒音に対する苦情があり、再度この道路にふたがけし山を築き、公園化することで自動車走行騒音に対する解消を試みたということである。その時の騒音除去に対する方法として自然の音や緑などにより、快い音に変えるような技術的解決を試みたとのことである。それが公園であり、その中心施設となっているのが滝であったということである。

このような話は、日本の都市でも類似の話がよく聞かれる。

ところで、騒音問題は、都市化とともに交通騒音ばかりでなく、最近では、盛り場から出る騒音などは、居住環境を損ねる阻害要因のトップとなっている。それにしても自動車

## ずいひつ

走行音は、住民にとって耐えられないものになっている。その対策として、コンクリート製品や、鉄製品などの使用による構造壁を設けていて、たいへん見苦しい状況となっている。

そこで、快適な街造りのために緑による騒音対策は考えられないか、もし樹林帯による減音効果があれば、沿道緑地の造成も速やかに実施されるのではないだろうか。

もともと樹林帯による減音効果は、認められているが、狭あいな街の中で沿道緑地を設けることは、地価の高いことなどもあって、なかなか実現は困難である。

そこで、私たちは身近に並木や植樹帯が置かれていることによってどのくらいまで騒音が低く感じられるかを調査したり実験を試みたことがある。つまり、緑の防音壁の心理的、物理的效果はどのくらいあるのかを具体的に測定してみた。

東京の環状7号線のうち、①葛飾区金町、②世田谷区若林、③練馬区豊玉中、④同豊玉南と国道6号線の⑤柏市豊町の5地点の歩道で車道に直角と、左右60度ずつの三方向の風景をビデオカメラで撮影した。いずれも目の高さである。

そして①には緑が全く見えない(緑視率0%)、②では画面の半分が樹木が見える(緑視率50%)、③では8割(緑視率80%)、④では9割(緑視率90%)、⑤では画面全体が緑となっている(緑視率100%)を、55人の男女学生に①の画面を見せると同時に、自動車騒音に

近い80デシベル程度を聞かせ、次いで②から⑤の順に画面だけ見せながら画面にふさわしいと感じる音量に調整させた。また逆の順も繰り返し行った。

この結果、画面の緑が多いほど騒音を小さく調整する傾向があり、緑視率が大きいほど、減音効果があることがわかった。つまり、緑視率が50%以上になると2~5デシベル音が低く感じるということである。また、②の世田谷区若林と④の練馬区豊玉南地区での、住民による沿道植栽の効果について意識調査を実施したところ、この結果からも減音効果が5デシベルほどの地点では、ほぼ4割の人が心理効果を認めていることがわかった。

いずれにせよ、街路樹などの植栽帯の幅が1.7mだと2~5.5デシベルの減音効果があるというような研究成果もみられるが、心理効果は意外に大きく、物理的效果との相乗効果が大きいのではと考えられる。特に緑がないところでは、視覚による刺激で実際以上に騒音を感じているということにもなる。

私たちが安全で、快適な市民生活をするためには、身近な環境、「居住環境」の改善を自ら行わなければならない。その一つとして緑の壁「緑地帯」造りは、安全で快適な環境造りの一手法であり、緑の壁造りは騒音の減音のみにとどまらず、微気象の調節、大気汚染の浄化、災害防止など多くの機能をもち、私たちの生活の安全で快適な暮らしを保障してくれるからである。

# シートベルト着用の効果

## 正しい装着による効果と安全限界

松野正徳

### はじめに

自動車事故は、世界で約30万人の死者と約1,500万人の傷者を出している。便利で有用な自動車にとっては重大なデメリットであり、関係分野の総力を挙げて、自動車事故死をゼロに近づけなければならない。

自動車事故による乗員の人体損傷に関する研究は、各国で多く行われており、人体損傷軽減策としてのシートベルト着用効果は、すでに広く認められている。そのため、シートベルト着用を法で義務づける国が増えており、我が国もこれにならってシートベルト着用が義務づけられることになった。

この機会に、多くの研究のなかの幾つかを紹介しながら、シートベルト着用の効果について考えてみたい。

### 死亡事故はベルト着用者96km/h以上、非着用者30km/hの差

スウェーデンの自動車メーカー、ボルボ社の行った28,780台の同社製自動車同士の衝突事故に関する調査研究は、世界的に高く評価されているので、まず紹介しよう。

同国は80ドル以下の事故損害および800~1,000ドル以上全損の損害は無料交換の制度があり、その際の提出カードを基にしたのが本調査研究であ

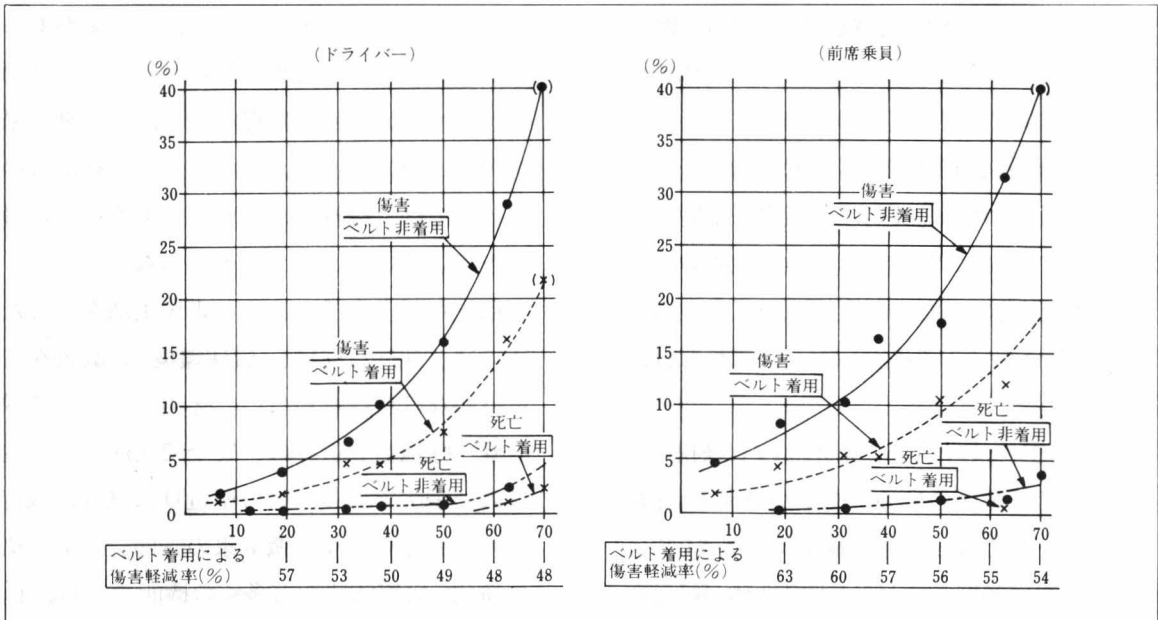


図1 シートベルト非着用時ドライバーおよび前席乗員の死亡・受傷率と衝撃速度との相関  
 スウェーデン・ボルボ社製車同士の衝突事故による前席（ドライバー、助手席者）の速度別、死亡傷者別、ベルト着用、非着用別関係図(28,780件 死傷2,106人) N.I.Bohlin; A Statistical Analysis of 28,000 Accident Cases with Emphasis on Occupant Value, SAE 670925, P304より

る。調査対象となったのは1965年3月28日～1966年3月28日の1年間、スウェーデン国内（左ハンドル、左側通行）で起こった事故である。

全乗員42,813人、ドライバー-28,780人、前席同乗者8,731人で、前席死傷者は2,106人(5.61%)、シートベルト着用率は、ドライバー-24%、前席乗員31%だった。なお、ベルトは98%の車に設置されており、SAE、J4Cタイプ2の3点式である。

図1が、調査結果であるが、下端の数字（死亡を除く傷害のベルト着用による軽減率）をみるとドライバー、前席乗員ともに50%～60%の傷害軽減率を示している。

また、下端の速度と死亡の関係をみると、ドライバーも前席乗員も60マイル/時(96km/h)以下では死亡を生じていないことは注目すべきことといえよう。逆に、ベルト非着用者では19マイル/時=約30km/hという低速度でも死亡が生じている。



じている。

## 2点式より3点式シートベルトのほうが効果大

図3は、米GM社の調査であるが、2点式シートベルトより3点式シートベルトのほうが効果が大きいことを示している。

3点式では、中破以上が59%あったにもかかわらず、死亡7%、うち死亡1%の2件は車外の物体に直接当たったもので、ベルトと関係はない。

今では常識的といえる結果だが、2点式ベルトが採用された時期があったことを考えると、このような研究が安全のために果たす役割の大きいことを痛感させられる。

## 全治30日はベルト着用者で40km/h、非着用者で21km/h

事故データを基にした我が国における研究として、佐藤武教授が日本交通科学協議会、警察庁等の協力を得て調査した結果の一部を表1、図2に紹介する。

表1は、シートベルトを着用していたかどうかによって、最大被害部位にどんな差が表れるかをみたものだが、生命安全に最も重要な部位である頭部、顔部が、いずれもベルト着用の効果の大きいことを示している。

図2では、実効衝突速度と全治日数との関係において、「この程度の被害まで受ける」という意味のUnlucky-Lineを画いているが、これによれば、全治日数30日の傷者が、ベルト着用者では40km/hで生じているのに対し、非着用者では21km/hで生

表1 シートベルト着用の有無による最大被害部位の差(日本) 単位数、( )内%

被害部位	シートベルト着用者			シートベルト非着用者		
	運転者	前席乗員	計	運転者	前席乗員	計
頭部	11 (17.8)[ 8]	6 (25.0)[ 3]	17 (19.8)[11]	72 (32.4)	36 (33.0)	108 (32.6)
顔部	11 (17.8)[ 5]	3 (12.5)[ 0]	14 (16.3)[ 5]	41 (18.5)	37 (34.0)	78 (23.6)
頸部	15 (24.2)[10]	6 (25.0)[ 2]	21 (24.4)[12]	24 (10.8)	1 ( 0.9)	25 ( 7.6)
上肢	3 ( 4.8)[ 2]	1 ( 4.2)[ 1]	4 ( 4.6)[ 3]	14 ( 6.3)	7 ( 6.4)	21 ( 6.3)
胸部	8 (12.9)[ 6]	0	8 ( 9.3)[ 6]	29 (13.1)	7 ( 6.4)	36 (10.9)
腹部	3 ( 4.8)	0	3 ( 3.5)	4 ( 1.8)	2 ( 1.8)	6 ( 1.8)
腰部	3 ( 4.8)	0	3 ( 3.5)	9 ( 4.1)	1 ( 0.9)	10 ( 3.0)
下肢	5 ( 8.1)[ 4]	6 (25.0)[ 6]	11 (12.8)[10]	28 (12.6)	18 (16.5)	46 (13.9)
その他	3 ( 4.8)[ 1]	2 ( 8.3)[ 1]	5 ( 5.8)[ 2]	1 ( 0.4)	0	1 ( 0.3)
計	62 ( 100)[36]	24 ( 100)[13]	86 ( 100)[49]	86 ( 100)	109 ( 100)	331 ( 100)

(注) ( )内は3点式シートベルト着用者(内数)

(佐藤武; ISS 1979より)

## シートベルトの正しい装着によって 効果アップ

(財)日本自動車研究所の鈴木滋、福田亜弘両氏は、3点式A型シートベルトの着用の適、不適によって、シートベルトの保護効果が左右されるこ

とを実験によって確かめた。

実験は、ダミーを使って図4のA、B、CタイプおよびD（タイプAで140度にシートをリクライニング）、E（タイプAでラップ、ショルダーともに200mmのスラック=遊びをもたせた）の5種類の装着状態で行った。

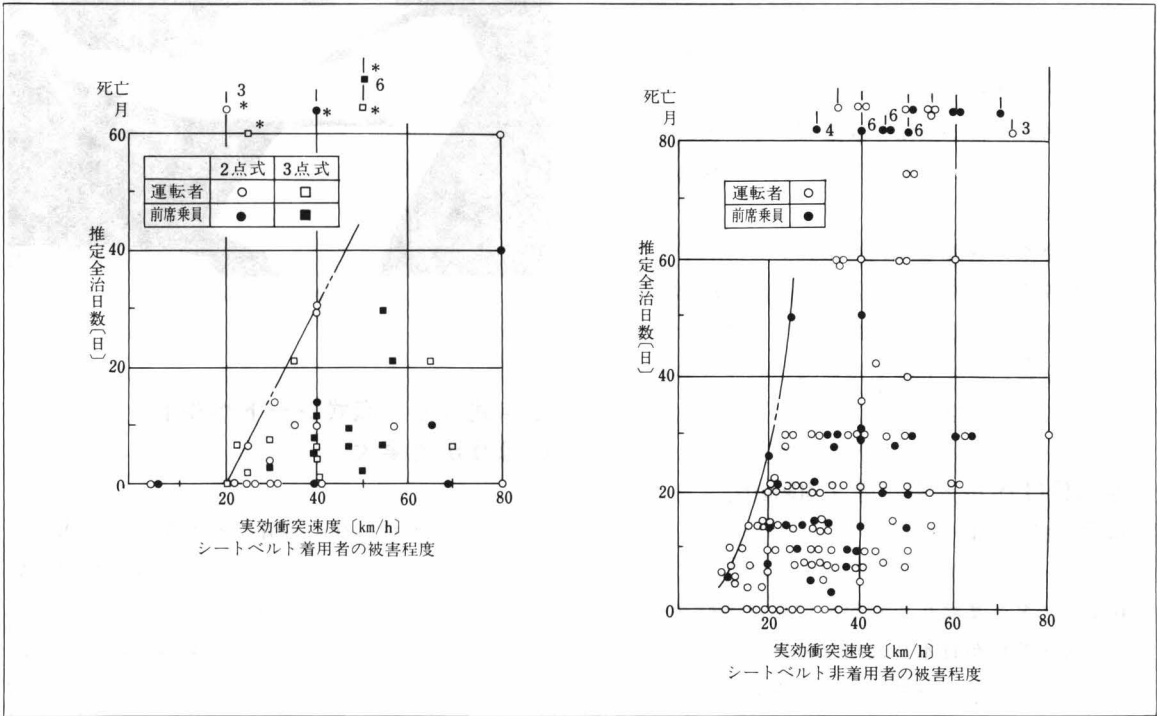


図2 シートベルト着用者、非着用者の実効衝突速度と傷害の関係(日本)  
 (注1)：2点鎖線はUnlucky-Lineで、「この程度の被害まで受ける」という意味の線  
 (注2)：\*印は明らかにシートベルト着用が悪かったもの(佐藤武; ISS 1979より)

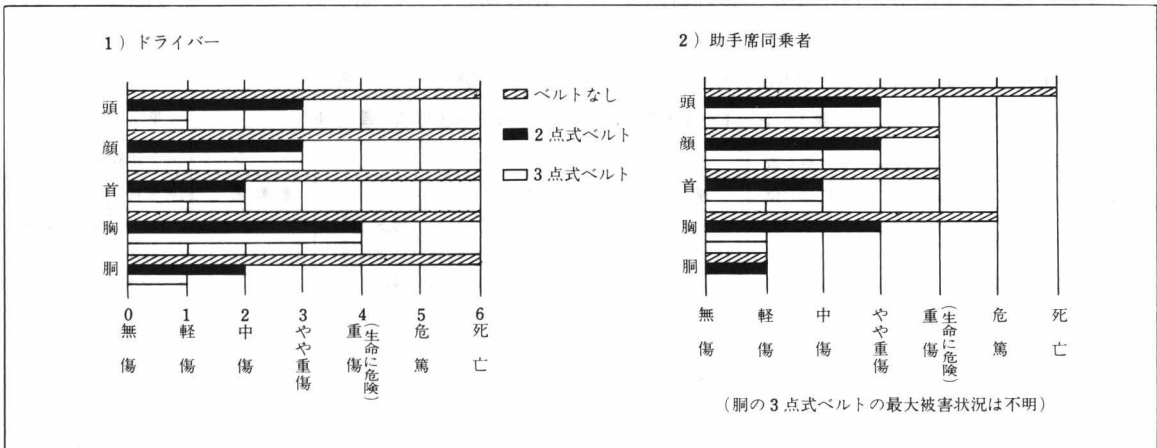


図3 シートベルト2点式、3点式、人体最大被害別状況図  
 米GM社の3点ベルト着用事故160例の集計。3点式では中破以上が59%あったにもかかわらず死亡7%、うち死亡1%の2件は車外の物体に直接当たったものでベルトに関係はない。(日産、芹沢良夫氏; 月刊交通昭48.8、1971年SAE大会 GM社)



その結果、現在一般に用いられているAタイプが最もよく、Bタイプはショルダーベルトがはずれ、ジャックナイフ挙動（上半身が折れ曲がる）などを示し、Cタイプは典型的なサブマリン挙動（下方にずっこける）と



タイプA着用状態(正しい着用法) タイプB着用状態(バックル位置が不適、腹部中央に寄りすぎている) タイプC着用状態(バックル位置不適、およびラップベルト位置不適当)

図4 シートベルトの正しい装着

なってショルダーベルトによる首つり現象（頸椎骨折の危険）も生じた。

また、Aタイプでも、シートバックを倒しすぎる(D)と、あごと胸骨部が衝突する“チン・チェスト”およびショルダーベルトによる“首つり挙動”を生じた。

さらに、ベルトの遊びが大きすぎる(E)と、頭部は710mmも前方に移動し、フロントガラス、ステアリングホイール、ダッシュボードなどに衝突する危険のあることがわかった。

このような結果を踏まえて、3点式ベルトの正しい着用法として、図5のような着用法が提唱されている。

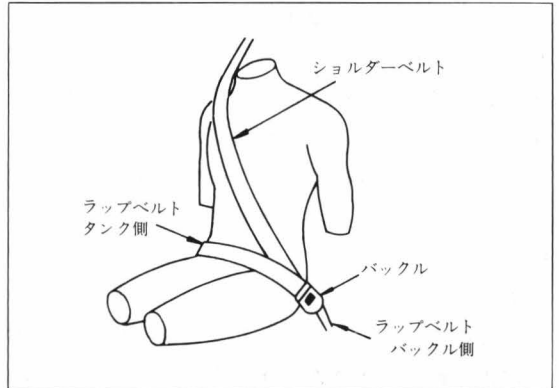


図5 3点式シートベルトの標準的着用法

- (1) バックルが左(右)腸骨部側面後方にくるように、各ベルトの長さを調節する(バックル本体に曲げ応力がかからない位置)。
- (2) ラップベルトを左右腸骨上を通るラインに位置させる。
- (3) ラップおよびショルダーベルトのスラック(遊び)をできるだけ少なくする。
- (4) シートバックを倒しすぎないようにする。  
(鈴木、福田、自動車研究、Vol.2,12,昭55より)

## 固定バリア衝突実験では50km/h以上では助からない

自動車自体の安全性試験は、固定バリア(障壁)に48.3km/h(30マイル/時)～53.1km/h(33マイル/時)の速度で正面衝突させて行う。

このような条件下で、車室内生存空間の確保や燃料タンクの耐圧性などが定められている(例: ECE、国連欧州経済委員会安全基準等)。この生存空間確保は、シートベルト、エアバッグ、ヘルメットなどの補助具を用いた上でのことで、逆にいうと、シートベルトを正しく用いても、50km/h以上で固定バリアに正面衝突すると、乗員は助からないということである。

もちろん、現実の路上走行では、固定バリアに正面衝突するという事故はマレであるから、図1でみたように、シートベルト着用者は90km/hでは

事故死が生じていないが、条件が悪ければシートベルトを着用していても50km/hが安全限界であることには変わらない。

それゆえに、私は事故死ゼロ化への方策として50km/hの速度規制を提唱しているのであるが、それはともかく、シートベルトの大きな効果と同時に、その効果の限界をも充分認識して安全運転に心掛けるべきである。

なお、紙数の都合で多くの調査研究を紹介できず、舌足らずの感を免れないが、興味のある方は拙著「新自動車整備技術大系第6巻: 自動車の人間工学、Ⅲ. 車の安全について」、1981年同盟社出版発行をご覧いただきたい。

(まつの まさのり/医学博士)

# シートベルト着用の効果

## 統計からみた重要性和有用性

越谷一義

### 1 はじめに

この9月1日から改正道路交通法のシートベルトの着用に関する規定が施行された。この規定は、運転者に対し、運転者自身がシートベルトを着用することはもちろん、同乗者にも着用させなければならない義務を課すことを内容とするものであるが、同乗者は運転者に求められるまでもなく、積極的にこれを着用することが望ましいことは言うまでもない。

ところで、シートベルトが交通事故による被害の防止・軽減に大きな効果を有することは、これ

までにも各種の実験、事故事例の報告があり、また、30か国にのぼる諸外国の法制化の例などにより、すでに周知のこととなっているが、本稿においては、交通事故統計等のなかからシートベルトの着用効果に関連する部分を取りまとめたもので、着用推進のための参考に供したい。

### 2 シートベルトの着用推進を図る背景等

シートベルト着用の推進を図る目的は、直接的には乗員の身体に受ける被害を防止・軽減するものであるが、そのみにとどまるものでなく、そ

の結果、交通事故が道路交通に与える影響を少しでも軽減しようとするをも含んでいる。このことは、裏返して言えばシートベルトの着用は個人の自由であり、法律で義務付けるのはおかしいという議論は成り立たないということであり、同時に、そのような議論を許さない交通情勢にあるということである。それは、図1の状態別死者数の推移によりうかがうことができる。

これにより明らかのように、交通事故による死者数が昭和55年以降増勢傾向となっている基調の

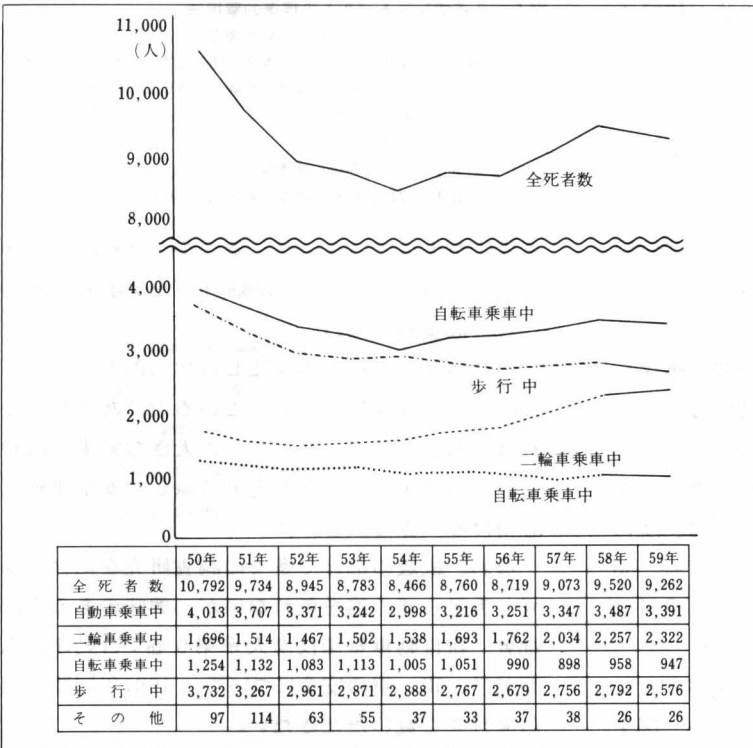


図1 状態別死者数の推移

内容は、自動車乗車中と二輪車乗車の増加によるものである。このうち、自動車乗車中によるものの推移をみると、例年37%前後で、近年増加の著しく、その対策が強調されている二輪車乗車中の25.1%(昭和59年)を大きく上回っている。このことから、自動車乗車中の死者数をいかに減少させるかは、交通死亡事故抑止対策上喫緊の課題の一つとなっている。そして、シートベルトの着用がその施策として有効であろうことは、被害発生メカニズムから容易に理解できよう。

また、今日の交通社会においては、運転者に自発的安全行動を期待する考え方が基調となっており、シートベルトの着用は、運転者の自助努力として要請されるものとなっている。

### 3 シートベルトの着用効果

#### 1) 加害部位からみた着用効果

シートベルトの着用効果は、交通事故統計においては、衝突時の身体に対する加害部位および身体の損傷部位の内訳等から知ることができる。

昭和59年中の自動車乗車中の死者は3,342人(特殊自動車乗車中を除く)で、このうち3,258人(97.5%)がシートベルト非着用である。図2は、シートベルト非着用死者数の加害部位の内訳を示したものであるが、これによると、主な加害部位はハンドル18.7%、ウインドガラス14.7%、計器盤

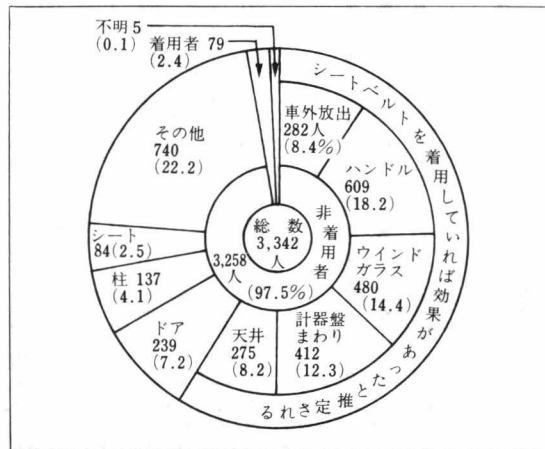


図2 乗用自動車・貨物自動車乗車中のシートベルト着用、非着用別、人身加害部位別死者数 (昭和59年)

まわり12.6%、車外放出8.7%、天井8.4%となっている。交通事故による被害は、自動車の衝突、次いで車内物体と身体の衝突、または身体の車外放出という順で発生し、身体の自由度と深くかかわっていることから、63.2%に当たるこれらは、いずれもシートベルトを着用していれば効果があつたと推定されよう。

#### 2) 損傷主部位からみた着用効果

図3は、シートベルト非着用の乗用自動車、貨物自動車乗車中の死者の損傷主部位別内訳である。一見してわかるように、頭部が圧倒的に多く57.4%を占め、以下胸部17.9%、頸部10.7%、腹部8.2%の順となっている。頭部と胸部合わせて75.3%であるが、先の加害部位がハンドル、フロントガラス、計器盤まわり、車外放出、天井等に集中していることとの対応で考えれば、当然の帰結といえよう。

一方、図4は、シートベルト着用の乗用自動車、

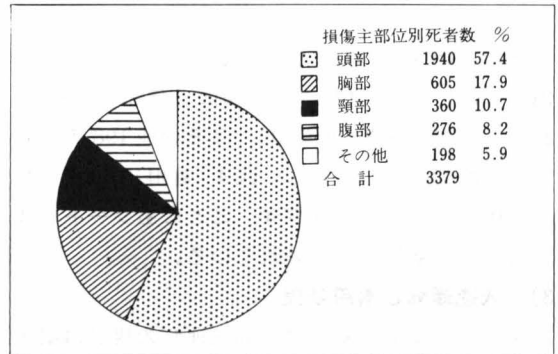


図3 シートベルト非着用の乗用自動車・貨物自動車乗車中死者の損傷主部位内訳 (昭和58年)

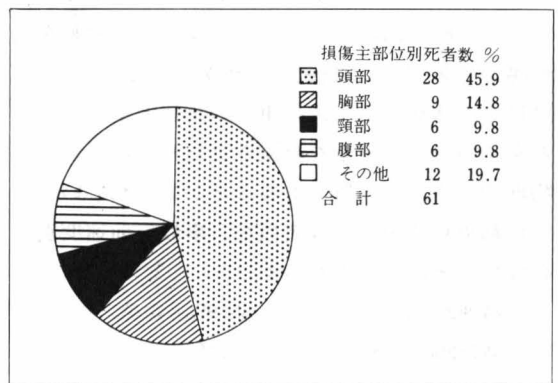


図4 シートベルト着用の乗用自動車・貨物自動車乗車中死者の損傷主部位内訳 (昭和58年)

貨物自動車乗車中死者の損傷主部位別内訳である。頭部45.9%、胸部14.8%、頸部9.8%、腹部9.8%と、その構成順位は非着用の場合と同じであるが、図3に比較すると、頭部および胸部の全体に占める割合が約15ポイントほど少なく、頸部および胸部はほぼ近似である。シートベルトが保護機能を最もよく発揮すると考えられる頭部および胸部とそうでない部位とのこの差は、シートベルトの着用効果を知る上で、多分に示唆的であるといえよう。

なお、シートベルトを着用していても、死亡あるいは重傷を負うケースは、同じ条件で非着用の場合でも死亡しないし、さらに大きな被害になるものと考えられ、着用していたために死亡するという事故は極めて例外的なことであると思われる。そして、そのような事態は、シートベルトを正しく着用していない場合に発生しており、その意味からも、シートベルトの正しい着用方法に習熟しておく必要がある。

また、図3(非着用)および図4(着用)の「その他」には、損傷部位として「顔面」「腰部」等が含まれているが、図3(非着用)ではその他198人中43人が顔面であるのに対し、図4(着用)ではその他12人中顔面は1人にすぎず、ここにもシートベルト着用、非着用の差が表れている。

### 3) 低速運転と着用効果

シートベルトの着用は、高速運転の場合は必要であるが、低速運転のときには必要ないのではないか、という考え方が一部にあるようである。しかし、一般道路において、いわゆる低速運転を行う場合であっても、自動車が衝突したとき、とつさに自らの体を手で支えて車内の物体と衝突することを防いだり、衝撃を軽減させたりすることは、物理的に極めて困難であることが知られている。

自動車乗車中の死傷者数を、事故直前速度別に合計してその構成比をみると、

時速20km以下	35.9%
時速20km～30km	16.1%
時速30km～40km	23.5%
時速40km～50km	12.5%

時速50km～60km	6.1%
時速60km～80km	4.1%
時速80km超	1.7%

となっており、時速40km以下の事故直前速度における死傷者数は、全体の75.5%を占めている。

この点からみても、低速運転の場合にシートベルトは不要であるという意見が誤りであることがうかがえよう。

### 4) シートベルト着用による死者数減少効果

以上は、交通事故の実態面からシートベルトの着用効果のみたわけであるが、それでは、マクロでみた場合、ベルトの着用は具体的にどのような効果が期待できるものであろうか。

表1は、総務庁交通安全対策室が委託研究して行ったシートベルト着用による死者数減少効果の長期予測である。予測では、走行台キロ数の伸び率とシートベルト着用率ごとに算出しているが、これによると、交通事故の外的内的要因がおおむね過去と同様の推移をたどる場合に当たるケースAで、昭和65年に着用率が90%であるときは2,034人の死者数を減少させることができるとしている。期待できる減少効果には諸要因が作用しているなかで、着用率の高低によっても大きな差が生じる

表1 全国総死者数及びシートベルト着用義務化による全国総死者数の減少効果(昭和65年値)

対策	着用率(%)	ケース			
		死者数(人)	ケースA	ケースB	ケースC
現 状		歩行者	2,637	2,376	2,888
		自転車	694	650	736
		原付	1,403	1,214	1,596
		自動二輪車	1,477	1,396	1,554
		四輪車	4,368	3,920	4,806
		全数	10,579	9,556	11,581
シートベルト着用義務化	50	四輪車	3,276	2,940	3,605
		効果	1,092	980	1,201
		全数	9,487	8,575	10,379
	70	四輪車	2,805	2,517	3,087
		効果	1,563	1,403	1,719
		全数	9,016	8,153	9,861
	90	四輪車	2,334	2,095	2,569
		効果	2,034	1,825	2,237
		全数	8,546	7,730	9,343

(注) ケースABCは、昭和55年に対する走行台キロの伸びを昭和60年、65年でおのおの次のように設定したものである。  
 ケースA：18%、37% (交通事故の外的、内的要因がおおむね過去と同様の推移をたどる場合) ケースB：6%、23% ケースC：30%、51% (総務庁資料)

とされていることが注目されよう。

## 4 道路交通に対する効果

先に述べたように、シートベルトは、それ自体自らの身を守るためのものであるが、それのみにとどまらず、道路交通に対して次のような効果を有すると考えられる。

### ● 正しい運転姿勢の確保

正確な運転操作、動体視力の向上、疲労の軽減が図られ安全運転に資する。

### ● 交通渋滞等の軽減

軽微な事故にとどまり、事故処理等に伴う時間が短縮され、渋滞が軽減される。

### ● 交通事故被害の拡大防止

運転者の被害が軽減されるため、追突等の二次的事故を防ぐ措置、被害者救護措置等が可能となり、事故被害の拡大が防止できる。

### ● 運転者の社会的責任の軽減

被害が軽微となるため、運転者が負うべき刑事責任、行政処分、さらには民事責任が軽減される。

これらの諸点は、道路交通上大きな意義をもつものであるといえる。

## 5 むすび

昭和59年8月に内閣総理大臣官房広報室が行った「交通安全に関する世論調査」(図5)によると、シートベルト着用の義務化を望む者の比率は、高速道路に関しては60.2%、一般道路に関しては50.7%で、強化の必要なしとする者の率を大きく上回っており、国民の関心の高さを示している。一方、

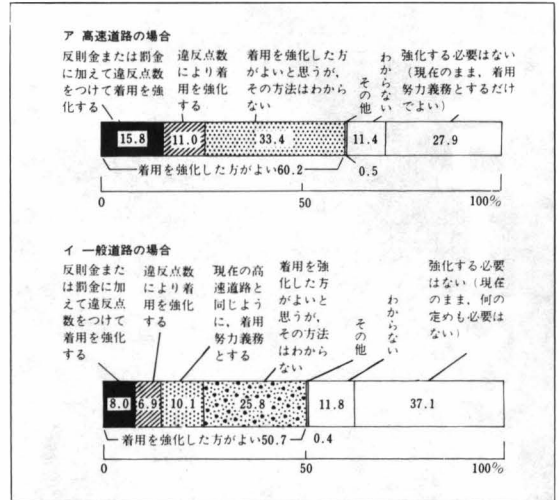


図5 シートベルト着用規定強化に関する国民の意識 (「交通安全に関する世論調査」昭和59年8月実施 内閣総理大臣官房広報室)

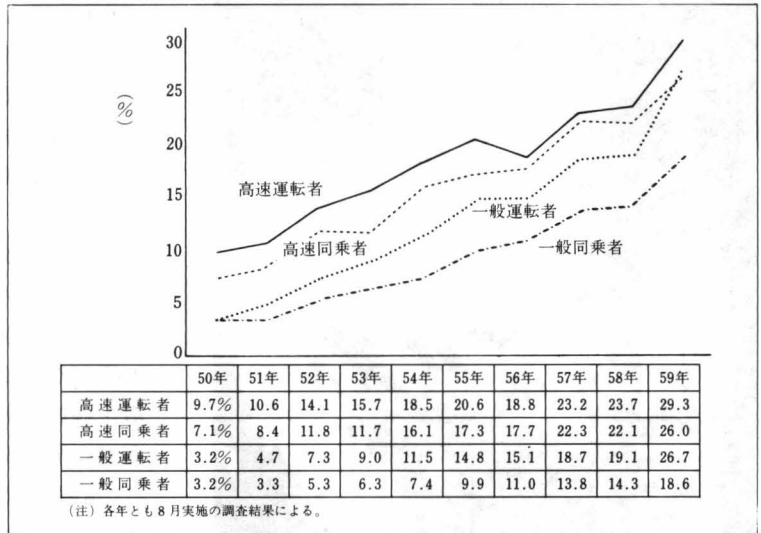


図6 シートベルト着用率の推移

シートベルトの着用の実態(図6)は、各方面の努力により着実に向上しているものの、いまだ低率にとどまっており、意識と実行の間に大きな乖離がみられる。

前述の長期予測どおりの着用効果を期待するためには、まず、この意識と実行(着用)のギャップを埋め、かつ、着用率を高めなければならない。そのためにも、この度の着用義務化を一つの契機としたいものである。

(こしがい かずよし/警察庁交通局交通企画課)



## 1 信頼性と安全性

この表題の「ヒューマンエラーと信頼性工学」といううちで、ヒューマンエラーのほうは、その詳細なメカニズムはともかく、だれにでもよくわかる言葉である。しかし、信頼性工学の方は、必ずしも明確なイメージをもつほどポピュラーではない。そのため、多少その意味を説明してから、筆を進めるのが妥当な方法と思われる。

信頼性工学 (reliability engineering) は、一口でいえば、対象とするシステム、製品などに故障が起こらないようにする工学である。身近なところでは、テレビ、洗濯機、クーラーというような家庭用製品、あるいは、自動車の故障というようなものに、我々は直接の関心をもっている。さらに、家庭から外に出れば、バス、電車などの故障、また公共的な電力、電話のトラブルなど、また、宇宙に目を向けると、スペースシャトルの打ち上げが故障で延期になったとか、人工衛星の回収・修理が可能になったなど、信頼性に関する話題に事欠かないのである。

「信頼性」の定義は、「ある対象を、ある条件のもとで、意図する期間使用した時、その対象に要求されている機能を果たす能力」であり、数量的には「確率」としてとらえ、これを「信頼度」という。一方、「安全性」の方は、「人間の死傷、財産の損害をなくすことをめざすもので、その防止の考え方や方法は、信頼性と共通の部分が多い。また、システム、装置などの信頼性が失われて故障すると、それがきっかけで事故に発展することがあり、きわめて密接な関係にある。そういう意味では、「不安全」も「不信頼」も、その原因は同根である場合が多い。たとえば、遮断機の故障ですむものが人身事故に発展したり、ブレーキの異常が重大事故に直

結する。しかし、うまく未然に発見できれば、故障にもならないし事故にもならない。

原因としてのヒューマンエラーについても同様であり、信頼性にとっても、安全性にとっても、これは頭の痛い問題といわなければならない。以下には、信頼性とヒューマンエラーという立場で議論するが、これは同時に安全性の問題でもあるというつもりで読んでいただければ幸いである。

## 2 故障原因と人間要素

我々が対象としているシステム(たとえば装置、プラント)を細かくみれば、それに要求されている機能はさらに細分化されて、その分担に応じてサブシステム、サブサブシステムというように分けることができる。単純なテレビの場合も、電波を受信する部分、信号を画像に変える処理部分、最終的にブラウン管上に画像を出す部分、また、電波を音声に変える部分、音声として音を出す部分、また、画像や音声の制御部分、電源部分、全体の装置を収納する筐体の部分などに分かれ、さらに細分化がすすむと、それを構成する基本的な部品や材料などに分割される。

信頼性からみると、全システムや装置の故障は、これを構成する機能要素(部分)のどこかの故障に起因することになるから、最終的には、これらの部品や材料(一般的にはハードウェアという)そのものの信頼性を高める必要がある。また、一つの部品が故障しても、あるいは性能が低下しても、全体としては機能障害を起こさないような設計(これを信頼性設計という)の仕事も重要になる。たとえば、重要な計算や情報処理を行うコンピュータには、予備のバックアップ用コンピュータを用意しておき、主計算機の機能が障害もしくは低下すれば、もう一方のバックアップの方に切り替えて仕事を続けるような設計方法の採用である。ちょうど、これはスペアタイヤのような発想であって、この設計法を冗長(redundancy)設計と呼んでいる。

もともと故障(機能喪失)は、必ずしも、部品

や材料などのハードウェアが直接破壊されたり、劣化(経時的特性値の変動)したりしなくても、発生し得る。

物理的なもののほか、必要な情報の欠落、エネルギーの過不足によっても起こる。たとえば、取扱説明書が初めからないとか、紛失してしまってどうやってよいかわからないようなたぐいである。電氣的製品においては、製品は完全でも肝心の電源がなければ(電池がなければ)初めから機能しない。また、10ボルトにするべきところを、5ボルトしか与えなかったら、やはり、機能を果たすことはできない。

たとえば、タクシーに乗って、ある時間までに目的地に行くという場合に、交通事故や、ラッシュに巻き込まれて身動きならなくなり、遂に遅刻をしてしまうというケースを考えると、この原因は、タクシーの車自体が故障したわけでも、ドライバー自身に異常があったわけでも、また、ガソリン(エネルギー源)がなくなったわけでもない。目的地までに行く途中の他の環境要因によって、結果として機能を果たすことができなくなったわけで、いわば、故障でない故障なのである。この場合、個人レベルの問題というよりは、交通システムとしてとらえると、情報伝達の問題、車の流れの制御、バイパス、道路網の設計、道路容量の問題など、多くの課題をかかえることになる。

上述したテレビやコンピュータの場合、直接ハードウェア(もの)に故障は発生しなくても、情報(取扱説明書)が欠けていたり、コンピュータプログラムに誤りがあると、テレビやコンピュータは要求機能を正常に果たすことができない。このような目に見えないが機能を果たすに必要なものをハードウェアに対比して「ソフトウェア」と呼ぶことがある。さらに、直接、人間の無知、忘却、誤りなどによっても、テレビやコンピュータは機能を果たすことができないのはもちろんである。

結論すれば、テレビやコンピュータに限らず、何らかの対象の故障に直接関係するものは、(1)ハードウェア、(2)ソフトウェア、(3)人間要素(ヒューマンファクター、人によってはヒューマンウェ

アという人もいる)の三つである。ハードウェア、ソフトウェアがいかに完全でも、(3)の人間の行為がシステムを直撃的に破壊し、機能喪失におとし立てられている例は、いまさら数え上げるまでもないことである。一方、(2)のソフトウェアの欠陥、すなわち、情報の不完全、コンピュータプログラムのバグ (bug 欠陥)、取扱説明書や各種文書におけるエラーや不備などは、実は人間の直接行動によるものばかりでなく、それ以前のソフトウェアシステム開発、製作段階での人間活動の不適切や人間エラーによって作り込まれ、それが気づかぬままに、あるいは、検査不十分なままに使用するまで潜在していたものである。さらに、(1)のハードウェアに起因する故障も、間接には人間の知識の不充分さの反映といえなくはないのである。

このようにみえてくると、直接(3)の人間エラーとして問題にされているものは、安全性や信頼性からみれば氷山の一角であり、広くみれば、人間の技術、知識の体系、そして組織的管理まで含めて、人間と人間がつくり出したもの (machine、ハードウェア、そしてさらにソフトウェア) とのあり方にかかわっていることがわかる。

### 3 ものは改善されても人間は改善されぬ

上述したように、システムの故障を、(1)ハードウェア、(2)ソフトウェア、(3)人間要素という三つの区分でながめてみた場合に、どのような傾向があるだろうか。

幾つかのデータをあげてみよう。表1は、コンピュータシステムにおける故障原因の分類である。

この表のうち、第2世代的故障とは、主プログラムや装置の直接故障ではなく人間要因によるもので、ハードウェアの故障を引き起こすエラー、不適切なテスト、仕様の記述(ソフトウェア)における誤りなどである。また、故障でない故障とは、不正確な故障報告、ある故障により二次的に引き起こされた故障、テスト装置が故障したため、その結果の報告が正しくないとか、テスト中の主装置を故障させてしまうなどの故障を意味している。

要するに、あと二つの42%には人間要素やソフトウェアに関するものが多く含まれているのである。

表2は、高信頼システムの一つとして開発された(ベル電話研究所)電子交換機E S S 1の故障例である。

この表の冗長二重系とは、すでに述べたように、予備を用意しておいて、主ユニットが故障すればすぐ切り換えて計算機能を続行するように冗長設計を施した部分で、当然、単一装置に比べ故障は少ない。ちなみに、このように予備を用意した冗長系においては、故障したユニットを直ちに診断して修復することにより、単一ユニットに比べて寿命は大幅に改善される。

この表のなかで特に注目に値するのは、第3の人間エラーの部分である。この比率は、第2の単一装置(ハードウェア)の故障に匹敵している。第4のソフトウェアの部分は、わずか3.5%にすぎないが、これは、ソフトウェアの初期的欠陥を充分取り去ってしまったからである。

もう一つ注目すべきところは、第5番目の増設というところである。過去の事故を調べてみると、今までにない新しい設計や方式が導入された、新しい材料を使った、新人が入ってきた、あるいは休日あけの月曜日であった、また、保全・点検のため休止して作業再開の直後に起こった、などというケースが多いことがわかる。この増設も、今までの安定操業状態が乱されて異なった状態におかれた時の人間の不慣れ、不注意、また装置(ハードウェアやソフトウェア)が環境になじまない

表1 コンピュータ故障原因の一例

分類	比率(%)
設計	25
製造	33
第2世代的故障	31
故障でない故障	11

表2 電子交換機の故障(1973)

分類	比率(%)	件数
冗長二重系	1.1	3
単一装置	35.4	102
人間エラー	35.4	102
ソフトウェア	3.5	10
増設	14.2	41
不明	10.4	30
計	100	288



などによるもので、人間的要因の強い部分と  
ていいのである。

国鉄新幹線においても、東海道新幹線が走り出  
して10年目に故障率が增大し、寿命がきたと騒が  
れたことがあったが、これは人間の死亡率のパタ  
ーン(図1)、いわゆるbath-tub曲線と新幹線の故  
障率曲線の見掛け上の類似から判断したのであ  
つて、実は、東海道から山陽・九州へと延びた過渡  
的トラブル(納期をせまられた装置を充分テスト  
しないで納入する、装置設計上のミスや設計と実  
使用環境のずれなどが使い始めにあらわれる、人  
間が新しいシステムに不慣れ等々)に起因してい  
たのである。

人間の死亡率のパターンは、三つの時期からな  
り、第一の幼児期においては、機械でいえば、欠  
陥をもつ弱いものが先に故障すると同様に、弱い  
幼児の死亡によるものである。この時期が終わ  
った第2の青・壮年期には、交通事故、自殺、戦争  
などによる原因で死亡がランダムに発生する。い  
わばもっとも働き盛りの時期である。第3の老人  
期は、人間の体の老化により本質的に寿命が尽  
きて死亡する部分である。

この図1のパターンと新幹線の故障率のパタ  
ーンの見掛け上の類似に惑わされて、一部ジャーナ  
リズムは新幹線車両の10年後の故障率の増大を老  
化(寿命)と判断したのである。人間の体の設計は、

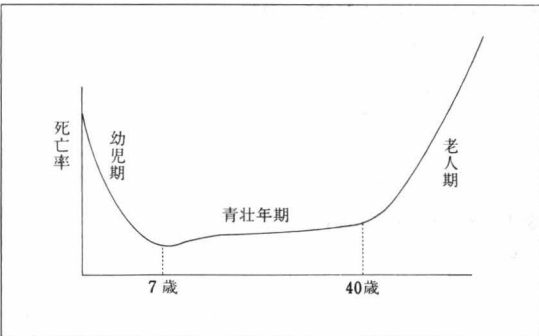


図1 人間の死亡率曲線 (bath-tub曲線)

表3 人的故障 (human initiated failure) の例

分野	比率(%)
電子装置	50~70
ミサイル	20~53
航空機	60~70

ごく長期にわたる進化や変異を別にすれば、当分  
不変であり、図1はその年齢による死亡率の変化  
を示したものである。一方、新幹線の車両の方は、  
もしトラブルが発生すれば、その原因を設計変更  
などして本質的に改善することができる。ここが  
生物としての人間と、人工物としての新幹線との  
本質的な差異である。人工物としてのハードウェ  
アやソフトウェアは、故障(人間の死亡)すれば修  
復、手直し、そして改造することが可能である。  
一方、人間の体の設計は変えることはできない。

表2に関する本論から少しずれてしまったが、  
表2について、特に注目すべきことは、人間エラ  
ー、ソフトウェア、増設など、人間要因、もしく  
はそれに直接結びつく部分の比率が高くなって  
いる点である。装置などハードウェアは、過去の経  
験が技術(たとえば冗長設計など)に生かされると、  
その信頼性は次第に高くなり、故障の発生は  
押さえられてくる。ところが、一方の人間エラー  
は、改善されることなく、ハードウェアが改善さ  
れ、その故障比率が低くなるにつれて、ますます  
その重要性がクローズアップしてきたというこ  
とができる。

人間のエラー対策としては、医学的、生理学的、  
心理学的な側面のみならず、職場におけるOJT、  
組織的な教育・訓練(たとえば危険予知訓練)な  
どがあり、それなりに効果をあげてはいる。しか  
し、新聞にでる事故の原因には、相も変わらず「初  
歩的人間のミス」という見出しが多く、いかに人  
間のエラーの減少が困難かを物語っている。この  
ことは、多くの事故に占める人間のエラーの比率  
が高いことにも反映している(表3)。

#### 4 ソフトウェア信頼性のクローズアップ

表2に示した電子交換機の例では、まだソフト  
ウェアの比重が低いのであるが、1970年ごろから、  
大型コンピュータをはじめとするコンピュータの  
普及が、集積回路技術の目覚ましい発展を背景に  
急速に進み、その結果、ハードウェアばかりでな  
く、ソフトウェアの信頼性が注目されるようにな

った。コンピュータ自体のミスオペレーションのみならず、コンピュータに蓄積されている情報がハードウェアの故障や環境変動により失われるとか、故意に他人により盗み出されてしまう、悪用される、破壊されるといった、いわゆるセキュリティ（一種の安全性）の問題も同時にクローズアップしてきたのである。

参考のため、ハードウェアとソフトウェアの故障発生比率をみてみよう。NASAのコンピュータのデータ(1977)によると、全故障率のうちプログラム(ソフトウェア)に原因する故障率の比率は、0.31から0.63に及んでいる。また、航空機におけるトラブルの例を、表4に示した。

次に、ソフトウェアのエラーが、どの段階で発生するかの例を、表5に示す。

また、ソフトウェアの設計、製造などの開発段階からみて、どの段階で故障原因となる欠陥が作り込まれたかを知る必要がある。実は、このような段階で作り込まれた欠陥が、潜在していて、いざ使用という段階でエラーとなって出てくるのがソフトエラーであり、真の改善のためには、どこで欠陥が多く生み出されているかを知っておく必要がある。また、この知識をもとに、信頼性あるいは品質管理を組織化することが望ましいのである。これをみたのが、表6である。

これらを見ると、もともとの論理エラーやイン

表4 航空機におけるトラブル

技術的データによる	5%
支援装置のトラブル	20
飛行ハードウェア	31
ソフトウェア	44

表5 ソフトウェアエラーの発生段階

型	データソース					
	1	2	3	4	5	6
計算	9	24	19	4	17	12
論理	26	38	16	66	27	31
I/O	14	4	19	11	17	23
データの取り扱い(実行)	18	10	16	16	20	20
インターフェイス	16	20	16			
データベース データの定義	10	0	10	3	19	14
その他	7	4	4			

(注) I/O: 入力/出力、4~6はTRW社、1977年

ターフェイス（ものやデータ・情報のつなぎ、やりとりの部分）の不適切、また、特に設計の最初にユーザーの要求を的確にとらえて、ソフトウェアの仕様に具体化する段階が重要なことがわかる。

このようなエラーを防止し、ソフトウェアの品質保証を達成するためには、ソフトウェアを人間の個人が名人芸的に作り出すものという考えでなく、ハードウェア同様、工業的生産物としての管理の対象として、生産の段階ごとに押さえるべきところをきちんと押さえて行く必要がある。また、作り出されるのを待つことなく、設計の段階、検査の段階で、どれくらい欠陥が潜在しているかという技術予測を行い、実使用中に大きなトラブルとならないよう事前に欠陥をとってしまう仕事が必要である(表7)。

## 5 人間-機械系の信頼性

いままでみてきたように、ハードウェアの信頼性向上に努力してきた結果、特に、LSI、VLSI（集積回路技術）など、エレクトロニクスをはじめとする技術の日覚ましい進歩により、ハードウェアの信頼性は急速に向上し、また、大型コンピュータの利用が可能になった。反面、システムの巨大化、複雑化と共に、人間要素に結びついたソフトウェアの信頼性のクローズアップ、また、

表6 ソフトウェア欠陥導入の段階

要求定義の不適切/不適正	45%
トップレベル設計の不適切/不適合	20
詳細設計中のエラー	10
コーディングエラー	20
その他	5

表7 ソフトウェアの品質保証計画の例

- 品質計画、ソフトウェア支援計画（ツール、技術、方法）をたてる
- 作業のインストラクションをつくる
- コンフィギュレーション管理（設計と製造物との不一致をなくす変更管理）の実施
- ソフトウェア・ドキュメンテーション（文書管理）の実施
- 設計審査（design review）と監査（audit）
- 試験・検査・修正
- 下請け、協力業者の管理
- 出荷と保管準備
- コンピュータライブラリの管理、記録

昔ながらの人間行動の信頼性が再認識されるようになった。

システムが高度に情報を取り入れ、処理能力が向上し、その情報、制御中枢としてのソフトウェアの比重が急増してきたが、人間は、原始以来、本質的にはなんら変化することなく、相変わらずボンヤリ、ウツカリなどのエラーやミスを繰り返している。部品や材料の故障率がどんどん改善されていくのに、亡却エラー、行動の不適切、不充分などの不完全エラー、また、やらなくてもよいことをやるコミッションエラー、判断や操作のタイミングのずれ等は一向に改善されない。さらに、ますますそれらを増大させる要因、すなわち心理的・精神的不安定、ストレスの増大、モラルの低下などに悩まされている。

それでは、人間エラーを防止するにはどのようにしたらよいだろうか。これに対する答えは、ごく常識的なものにならざるを得ない。

今さらいうまでもないことであるが、

a) 事実に基づいて手を打つということであろう。品質管理における“事実に則して”という原理と、“原因、原流にさかのぼって手を打つ”という原理にほかならない。

機械に比べれば、人間がとてもかなわない点は、昔からよく知られている。生理的、肉体的に機械にはかなわないし、機械には精神的不安定などはない。機械ストレス(温度、応力など環境因子)に弱い、人間は環境に極端に弱いばかりでなく心理的ストレスにも弱い。たとえば、航空機の仕事

表8 脳の情報処理能力とエラー

入力知覚	判断	行動操作
10 <sup>9</sup> ビット/s	50ビット/s	10 <sup>7</sup> ビット/s
認知ミス	判断ミス	操作ミス

表9 大脳活動度とエラーポテンシャル(橋本)

フェーズNo.	脳波	状態	エラーポテンシャル
0	δ	無意識、失神、いねむり	—
I	θ	疲労、いねむり、ぼけ、酔い	高
II	α	受動的、正常休息	やや高
III	β	活動的、注意力、予知	最小
IV	βてんかん波 γ	判断停止・固着、あがる、パニック	最大

故は、心理的ストレスの大きい離陸時に多いことはよく知られている。要するに、人間は、マーフィ則にいう“誤るべくして誤る”のである。

コンピュータ時代に、コンピュータなみの仕事を人間に要求するのは無理で、人間がとり残されるのは当然といえる(表8)。

人間のもっとも人間らしい判断の段階において、人間の処理能力は極端に低く、とてもコンピュータなどの機械と太刀打ちできるものではないし、マッチングすることは不可能である。プラントのパネル面上に100以上のアラームが同時に表示されたスリーマイル島の事故などは、もっとも人間にとって不得意な状況であって、起こるべくして発生したものである。

この点に関して、元日大、故橋本先生の興味ある指摘がある(表9)。

要するに、スリーマイル島の事故は、フェーズIとフェーズIVの人間の最弱点時に発生していたのである。

b) 人間へのバックアップ

人間がもっとも得意とするフェーズIII状態におき、人間の不得意とするところを補うのは機械系の役割である。そのため自動化も重要であるし、コンピュータが自在に使えるようになり、非ノイマン型コンピュータなどの開発が進み、いわゆる知識工学の利用にも期待される。たとえば、システムの動作状態のモニタリングと診断などに応用されるようになると、人間への過大な圧力は消失し、より人間らしい総合判断が可能になるのではないだろうか。少なくともその方向に沿っての努力が日々重ねられていることに期待しよう。

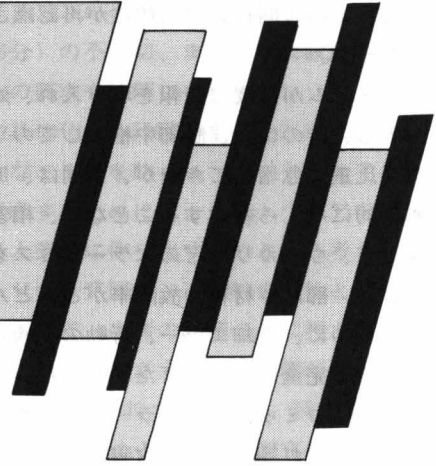
## 6 むすび

いささかしりきれとんぼの幕切れとなってしまうが、最近のシステムからみて、ソフトエラーを含めて人間エラーがのっぴきならないところにきている一端と、その解決のための課題を理解していただけたら幸いである。

(しおみ ひろし/中央大学工学部教授)

# 地震の前兆現象

茂木清夫



## 1 はじめに

地震が何の前触れもなく突然起こるものであるとしたら、地震を予知することは不可能である。一般に地震を予知するということは、来るべき地震の発生場所、大きさ、および発生時期を予測することである。そのなかで、とりわけ難しいのが発生時期の予測であるが、ほとんど唯一の方法は前兆現象をとらえることである（地震にはしばしば周期的に起こる傾向があるので、周期性に着目して時期を予測することもあるが、ごくまれな場合を除いてごく概略の予測である）。そこで、一体地震には前兆現象があるのか、あるとすればどういふ前兆現象があるのか、それはどういふ機構で起こるのかが問題であるが、小論では、これらの問題について解説する。

## 2 前兆現象はどうして起こるか

地震は、地殻の応力が次第に増大して限界に達し、ついに地殻の一部が急激に破壊することによって起こるものと考えられる。破壊は地殻内の比較的弱い所を選んで起こるが、我々が地表の観察からどこが弱くて壊れやすい所であるかを判別するのは容易でない。過去に大きい地震が繰り返し起こった疵痕である活断層はその最も有力な候補

であるが、我々の目には見えない弱い所もある。活断層の存在が知られていない所で大きい地震が起こる場合が少なくないのはそのためである。

さて、物が壊れる前には必ず前触れがあるのだろうか。まず、短冊状のガラス板を一定の速度で増加していく力で曲げて破断させる場合を考えてみる。ガラス板に歪ゲージをはりつけたり、高感度のマイクロフォンを取り付けていろいろの測定を行っても、破断の前に何の前触れも観測することができない。つまり、ガラス板の場合は、何の（巨視的）前兆も認められず突然破断が起こり、したがって、破断がいつ起こるかを予測することはできない。

一方、花崗岩の角柱を同じように曲げていくと、一見破断が突然起こるように見えるが、歪ゲージをはりつけて変形を測定してみると、破断の起こるかなり前から変形の進行が速くなり、破断の直前には加速的に進行することがわかる。また、小さいマイクロフォンを取り付けて高感度で測定してみると、破断が近づくにつれて微小破壊振動が次第に増加し、破断の直前には爆発的に増大する。つまり、この場合は明瞭な前触れが測定され、それによって破断の発生時期をかなりの精度で予測することができる。

ガラスと花崗岩は硬くてもろい材料の代表のようなものであるが、破壊の前兆現象の現れ方には

ここで述べたような決定的な違いがあるが、この違いは、次に述べるように力学的な構造の不均一さの違いに帰せられる。ガラス板は透き通って物がよく見えることでもわかるように、非常に均質な材料である。こういう均質な脆性材料では、いったん破壊が起り始めると、それが爆発的に進展して瞬時にして全面的な破断に至る。したがって、この場合、破断は何の前触れもなく突然発生する。一方、花崗岩は水晶や雲母という強度の違う結晶が混在している不均質な材料で、力を次第に増加させていくと、雲母のような弱い結晶や結晶境界で微小破壊が起り始める。しかし、いったん発生した微小破壊は、水晶のような強度の高い部分にその進行を妨げられて停止する。このような微小破壊の発生頻度は、応力レベルの上昇とともに次第に増加し、主破壊の直前にはこれらの小破壊群の連結が進行し、最終的な破断に至る。したがって、破断に先行して歪の加速的な進行や微小破壊振動の増加が観測される。

地震が地殻の破壊現象であるとする、それに前兆現象が現れるか否かは、地殻がガラスのように均一か、それとも花崗岩のように不均質であるかによるはずである。地殻は複雑な地層や岩体の集合であり、それが無数の断層によって断ち切られていることからわかるように、その構造はかなり不均一である。したがって、基本的には花崗岩に見られるような前兆現象の発生が期待できると思われる。ただし、自然地震の場合は、既存の断層など地殻内の弱い所が破壊するので、上に述べたような無疵の花崗岩試料の場合に比較して低い応力で破壊が起ってしまうので、前兆現象の起る程度は低いであろう。

地殻は不均質であると述べたが、不均質度は場所によって異なるから前兆現象の起る度合いも場所によって違うはずである。米国の中部カリフォルニアでは時々マグニチュード(M)4～6程度の中規模の地震が起るが、ほとんど前震を伴うことはないし、前兆的地殻変動も観測されない。ところが、我が国の伊豆半島およびその周辺で起るM5～7程度の地震では、ほとんどの場合顕

著な前震を伴っている。この違いは、両地域の構造の不均一さの違いとして解釈することができる。中部カリフォルニアの地震は、その中央を縦断するサンアンドレアス断層というほとんど直線的で単調な大断層に沿って発生するのに対して、伊豆地域は火山地帯であるとともに大小の断層が網目のごとく分布している、いわば破碎地帯である。伊豆地方のような所で前震が起りやすいのは、この構造の複雑さによると解釈される。

このように、前兆現象が起りやすい所もあれば、起りにくい所もあり、その違いは発生場所の構造に強く依存することがわかった。つまり、地震には予知のしやすいものと、しにくいものがあるということである。したがって、一つの地震の予知に成功したからといってあまりに楽観的になるのは間違いであり、また、ある地域でめぼしい前兆現象がほとんど観測されないからといって、地震予知一般について絶望的になるのは適切ではない。

1975年中国遼寧省の海城地震の予知が見事に成功して、警報がなかったら失われたであろう多大の人命が救われた。これは、世界初の成功例として中国をはじめ世界の人々に地震予知はもうできるという印象を与えた。しかし、この場合を検討してみると、この地震は大変予知のしやすい地震であったことがわかる。なぜならば、予知の最終的な決め手となったのは、きわめて著しい直前の前震の発生であった。前震を伴う地震は全体の地震の一部でしかないし、この地域は長年めったに小地震も起らない所である。そこで有感地震が頻発すれば、その異常に気づくのは容易である。もっとも、海城地震の場合はそのほかにも明瞭な前兆現象があったようである。

伊豆地域でも前震がよく起るのにいまだに予知に成功していないのは、この地域では群発地震も頻繁に起り、これを前震と区別することがなかなか難しいからである。しかし、この地域の地震が予知しやすい地震であることは間違いない。こういう地震による違いを無視した地震予知に対する極端な悲観論や楽観論は正しくない。きめの

細かい観測によって、たとえ全部の地震ではなくとも、できるだけ多くの地震を予知して災害を軽減したいというのが我々の希望である。

これまでは、前震や地殻の異常変動などの前兆現象が地殻の力学的不均一さによって発生することを説明した。しかし、実は地殻は湿いたものではなく、地下水に浸されている。地下水を含んだ地殻に変動が起こると地下水の移動が起こり、非常に多様な変化をもたらすのである。このことは、地震予知にとって大変好都合なことである。実際、大地震の前に井戸の水位が変化したり、井戸水が濁ったりしたという報告はおびただしい数にのぼっている。また、地震の前に大地の電気抵抗が変わったり、地電位が変化したりするのも、地下水の変動によるものである。地下水の存在によって、多種多様な前兆現象が発生し、それが地震予知の重要な手がかりとなっていることは間違いない。地震予知が金属材料や建造物の破壊の予知よりも有利な点があるとすれば、それは地下水の存在によるものである。

### 3 長期的前兆現象

大きい地震のかなり前から、震源域やその周辺で異常変化が起こり始めることが少なくない。とくに、大地震が起こった後でデータをさかのぼって検討してみると、多くの場合、地震のかなり前から各種の異常変化が起こっていたという例が多い。このかなり前からの変化は、恐らく応力レベルが次第に上昇してある値に達したために地殻に変質が起こったことによると考えられる。したがって、この異常は、応力が高まったことによるその地域全般の変化の現れで、一般に広い範囲に出現する。これを長期的前兆現象とよぶ。これに対して、大地震に直接先駆する異常変化は、発生場所も震源近傍に限定されることが多く、短期的前兆現象とよばれている。

長期的前兆現象としては、地殻変動、地震活動、電磁気現象などがあるが、これまでよく観測され、また信頼性の高いものとして（第2種）地震空白域の出現がある。<sup>1)</sup> 1923年の関東地震や1973年の根

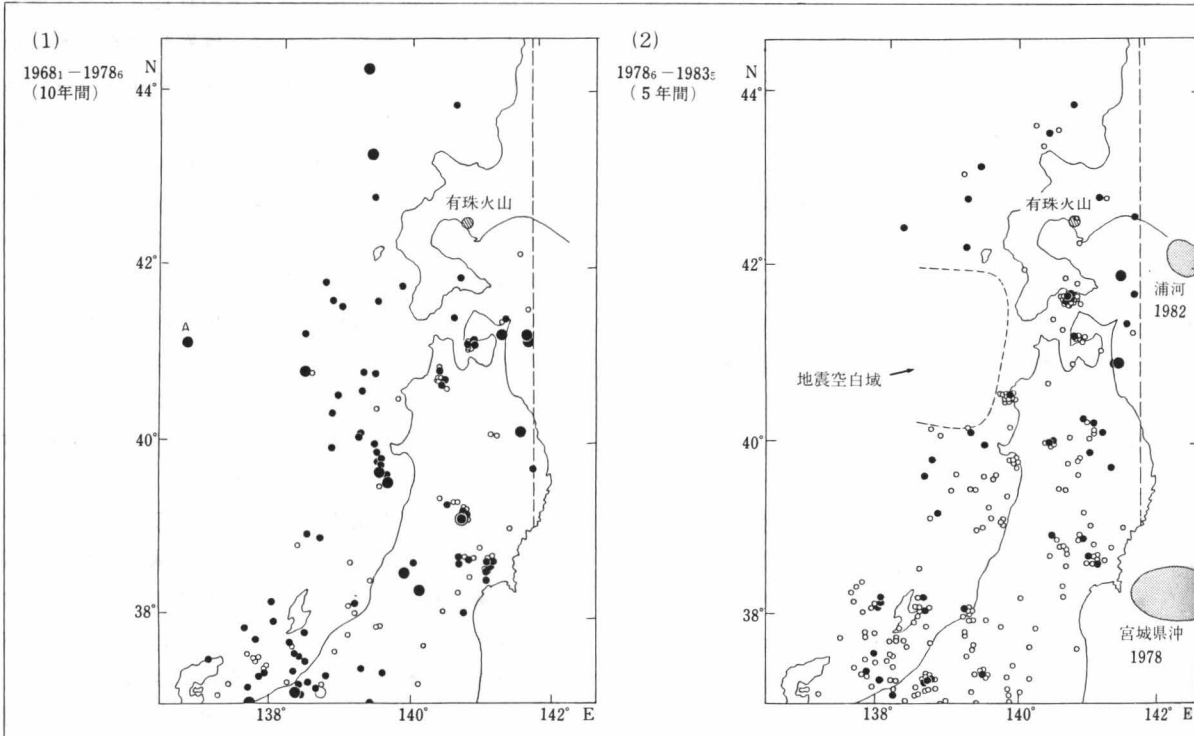


図1 1983年5月26日の日本海中部地震の5年前から現れた地震空白域

室半島沖地震などの場合はきわめて明瞭な空白域が出現し、それを埋めるように大地震が起こった。

ここでは最近の例として、1983年5月26日正午ごろに秋田県北部の沖合い約100kmで発生した日本海中部地震の場合を説明しよう。この地震はまったく我々が予期しなかった所に突然発生し、多大の災害をもたらしたのであるが、実は、地震後各種のデータを検討してみると、幾つかの長期的前兆現象があったことがわかった。<sup>2)</sup> 図1は、気象庁による地震カタログから作成したものであるが、(1)にみられるように、1968年から1978年中ごろまでの10年間は、この地震の震源域および周辺の地震活動はかなり活発であった。ところが、(2)にみられるように、1978年中ごろから地震前の1983年5月までの5年間にはM4以上の地震はほとんど発生せず、地震空白域を形成し、(3)に示したように、この空白域を埋めるようにM7.7の大地震が起こったのである。さらに、1978年前後から周辺の群発地震の活動が活発化したり、地殻変動の異常が認められる等、ほかの長期的前兆現象とみら

れるものも認められたが、これらを図2にまとめて示す。

日本海中部地震の場合には約5年前から地震空白域が出現したが、この異常継続期間の長さは地震の発生時期を予測する一つの手掛かりを与える

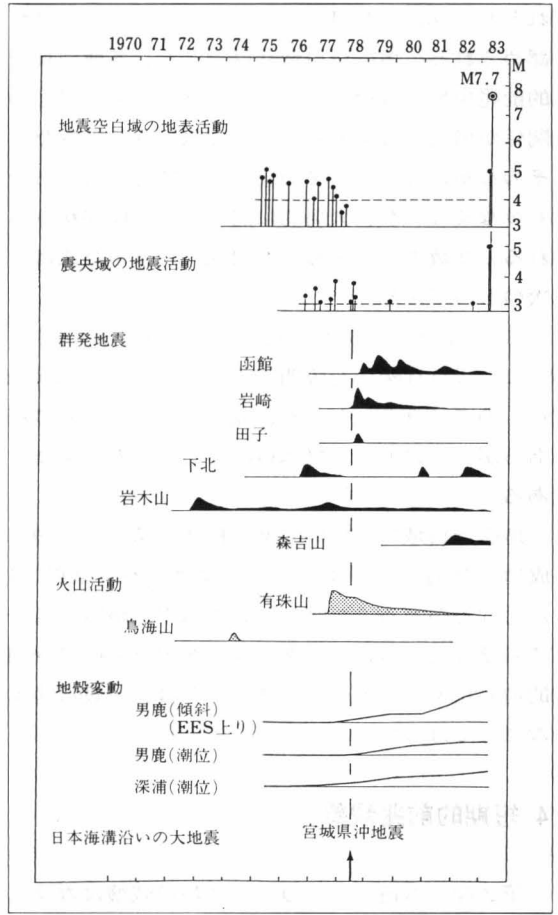
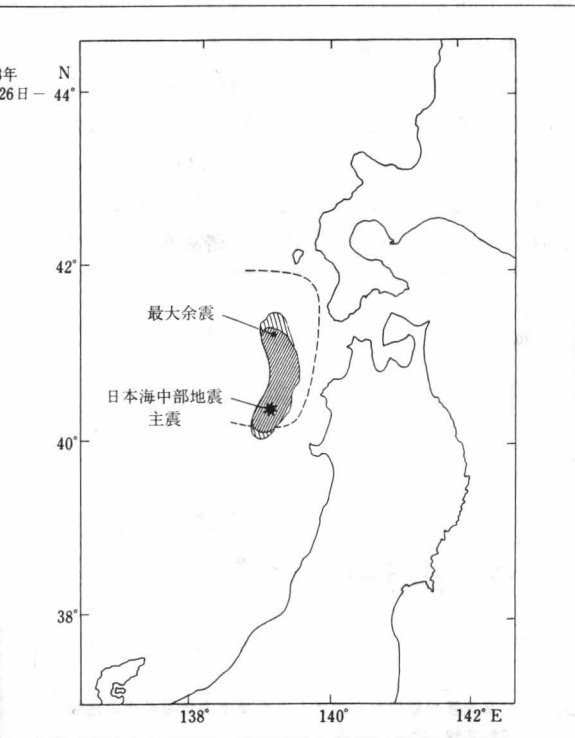


図2 日本海中部地震に先行した各種の前兆現象

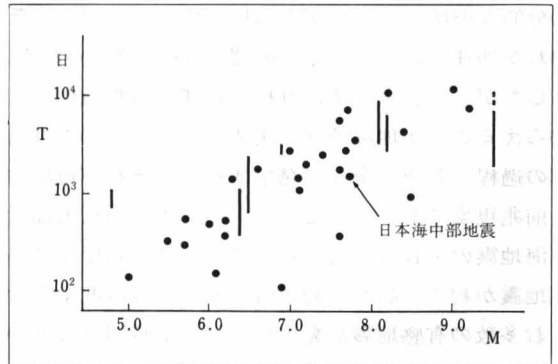


図3 第2種地震空白域が出現してから地震が起こるまでの期間(T)と地震のMとの関係

ものとして注目される。大竹<sup>3)</sup>によると、地震空白域が出現してから大地震発生までの時間(T)と地震のMとの間には関係があるようである。図3は、縦軸にlog Tをとり横軸にMをとってプロットしたものであるが、かなりのバラツキがあるけれども、log TがMとともに増加していることが認められる。地震空白域だけでなく、各種の長期的前兆現象について、このようなlog TとMとの関係が何人かの研究者によって報告されてきた。そのなかには、データの信頼性に問題のあるものも少なくないが、大局的に図3と同じ傾向がみられる。多数の報告をもとに力武<sup>4)</sup>が求めた式は、次のものである。

$$\log T = 0.60M - 1.01 \dots \dots \dots (1)$$

このような関係を説明するものとしてはScholz<sup>5)</sup>のダイラタンシー水拡散モデルによるものがあるが、このモデル自体検討の必要があるようである。

地震空白域に基づいてある程度の精度で予知に成功した例としては、メキシコのアハカ地震(M7.7)などがある。ただし、日本海中部地震の場合でもそうであったが、ある変化を地震の前に長期的前兆現象であると認定することは、一般に簡単なことではない。

#### 4 短期的前兆現象

第2節でも述べたように、地殻の破壊はガラスのようにまったく突発的に起こるのではなく、部分的な破壊やすべりがある程度徐々に進行し、それが加速的に進展して主破壊となると考えられる。したがって、主破壊に直接先行する前駆過程をとらえることが地震予知の決め手になる。この直前の過程で各種の変化が発生するが、それが短期的前兆現象である。たとえば、1978年の伊豆大島近海地震の1日ほど前から、伊豆大島の西岸沖で小地震が起り始め、約3時間前からは震度4を含む多数の有感地震が発生したが、1時間ほど前から急に静穏になり本震発生となった。これは、活発な前震の起り方の一つの典型的な場合である。

このような前震の発生が予知の有力な手掛かりとなることはもちろんであるが、種々の問題もあることはすでに述べたとおりである。

伊豆大島近海地震の場合には、前震のほかに、本震の3日ほど前に体積歪計に、5日ほど前にラドン濃度の連続記録計に、半月ほど前に井戸の水位記録計に、それぞれ異常な変化が記録された。地震前に地盤が変動するという報告もかなりあるが、図4に、1944年の東南海地震の例を示す<sup>1)</sup>。これは、たまたま東南海地震の前に静岡県掛川市の郊外で実施していた水準測量の結果から推定された地盤の傾動の時間的変化曲線であるが、大地震の2~3日前から傾動が増大して大地震発生に至ったことがわかる。このような直前の前兆現象は地震の数日前から数分前の間に起こるようである。

短期的前兆現象が出現してからいつ地震が起こるかを予測することは難しいが、前兆現象の現れ方に地域性があるとともに、ある程度の再現性があることに注目して、過去の実例を参考にすることは有効であろう。その意味でも、それぞれの地域で前兆現象の観測の実例を増やし、その特徴を把握することが重要である。いずれにせよ、ある変化がノイズではなく、短期的な前兆現象であると判定するためには、多くの観測点での多様な変化をとらえ、総合的に判断しなければならない。近年、地震の短期的前兆現象の信頼できる実例が急速に増えつつあり、さらに、高密度、高精度の

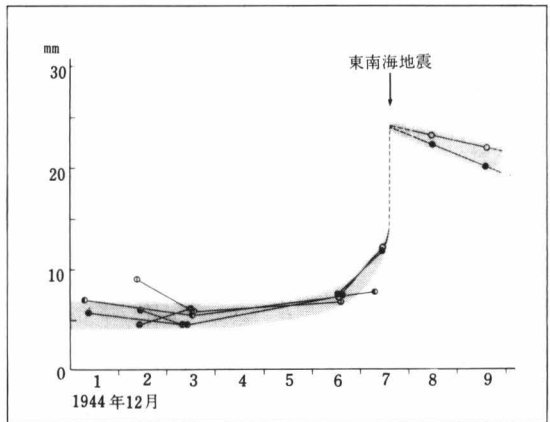


図4 水準測量の結果から求められた東南海地震前後の地盤の傾動曲線(掛川市近郊)  
縦軸は水平距離800m当たりの南南東側の隆起量



観測が充実されるならば、地震予知の成功例も次第に増えてくるものと思われる。

## 5 東海地域の最近の活動

東海地域で大地震発生の可能性があることが最初に指摘されたのは1969年であるが、その大地震が駿河湾奥まで達して大災害を与える可能性が強調されて社会的に大きな問題となったのは1976年であり、それからでも9年が過ぎようとしている。1978年には大地震対策特別措置法が制定され、この地域の地殻活動を常時監視して、もし直前の異常と思われるものが発見された場合は判定会を召集し、その判定に基づいて警戒宣言を発令することになっている。

1976年当時「明日起こっても不思議ではない」とされた大地震が、9年も過ぎたのに起こらないではないか、もう地震はこないのではないか、という声が出るのも、当時の社会的な反響を思い起こせば無理からぬことかもしれない。ただし、当時いうことができたのは「東海地域は南関東や南海・東南海地域と違って未破壊のまま残されている地域であるので大地震の起こる可能性が高い所

である」ということであって、発生の時期について予測する根拠はほとんどなかった。ごく近い将来大地震が起こる可能性が非常に高い、という印象を与えたとすれば、それは適切ではなかった。

10年近く過ぎても起こらないのであるから、もう地震の危険性は去ったのかというと、決してそうではない。1976年でさえ、最初に東海地震の可能性が指摘されてから7年も過ぎていたのである。東海地域には過去長期にわたって歪が蓄積され続けており、これが何らかの形で解放されない限り、大地震の危険性は徐々に増していると考えなければならぬ。たとえば、この地域の歪が地震によってではなく、ゆっくりした断層のすべり運動によって解放されるということも考えとしてはあり得る。もし、そういう形で地殻の歪の大部分が解放されて大地震が起こらなかったとすれば、これは大変幸運な場合であるというべきである。しかし、測地測量などによると現在も歪エネルギーは着実に蓄積されつつあり、楽観はできない。

近年、伊豆半島周辺や長野県西部などで大きい地震が起こっている。東海地域およびその周辺、特にそれを含む北西-南東の帯状地域の長期的な地震活動の推移をみると、1969年の岐阜県中部地震のころから最近15年間にM6.5以上の大きい地震の増加が目立っている<sup>6)</sup>(図5)。1923年の関東大地震の前にも、その震源域を含む北西-南東の帯状の地域で地震活動が活発化したということもあるので、最近の活発化が「東海地震」の長期的前兆現象である可能性も考えられる。したがって、「東海地震」に対する監視は今後とも注意深く続けていくことが必要である。ただし、100年~200年に1回起こるであろうという大地震に対しては、長期的な取り組みが必要であることを強調しておきたい。(もぎ きよお/東京大学地震研究所教授)

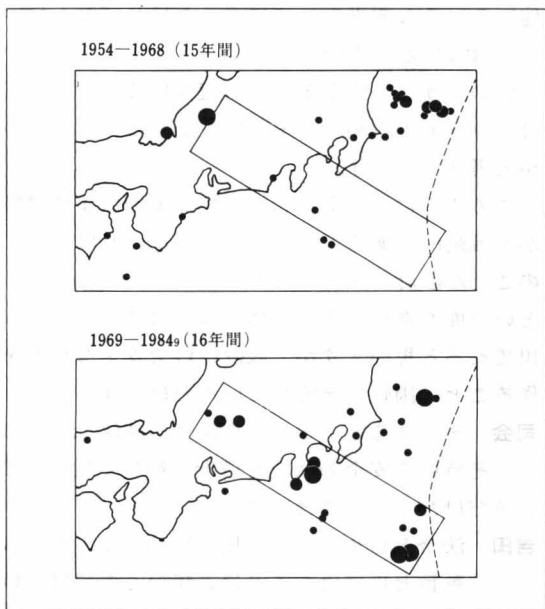


図5 東海地域およびその周辺の近年の地震活動  
北東-南西の帯状地域で大きい地震が多い。

### 引用文献

- 1) 茂木清夫：日本の地震予知、サイエンス社(1982)
- 2) 茂木清夫：地震予知連会報、第31巻(1984)
- 3) 大竹政和：防災センター研究報告、第23号(1980)
- 4) 力武常次：Tectonophysics, vol.54(1979)
- 5) Scholz, C.H., et al., Science, vol.181(1973)
- 6) 茂木清夫：地震予知連会報、第33巻(1985)

## 座談会

# 「建築空間の安全性」

出席者

**金子亘秀氏** 三菱地所㈱管理部調査役

**鳴澤英司氏** 能美防災工業㈱営業本部システム営業課長

**湯浅佳保氏** (社)東京火災報知設備保守協会公益事業部技術課長

**吉田克之氏** ㈱竹中工務店東京本店設計部課長

**安倍北夫氏** 早稲田大学教授／本誌編集委員

1

安全な状況を構成する要素は多岐にわたっている  
設計だけで安全をつくるのは非常に困難だ

**司会** 暑いところお集まりいただきありがとうございます。

今日のテーマは、「建築空間の安全性」ということで、非常に大きなテーマですが、「予防時報」の座談会ですから、建築基準法ですとか、消防法であるとか、そういう方面からの安全というものを建物について考えるということです。テーマにあまりこだわらずにお話いただければと思っています。

建築物というところまず設計、ということで吉田さんに伺いたいんですが、このような法令を踏まえて設計で一番問題になっているのはどういう点でしょうか。

**吉田** 私は、「安全」というのはあくまでも一つの状況を指している言葉だと思うんです。

一口に安全といっても、そのレベルは、実際に

は相当危ないけれども、幸運にも事故が起きず、結果的に安全となっているという段階から、まったく安全な段階まで、相当の開きがあります。

また、たとえば、45度の階段が安全かどうかという点について考えてみましても、その角度そのもので安全を論ずることはできないのではないかと。階段を利用する人の体力、体格、慣れの程度その他いろいろな要素を一緒に考えなければならないのではないかと思います。ハードとソフトに分けていきますと、安全という状況を作る要因としては、ソフトの占める比率のほうが高いのではないかと考えられます。

このように、安全な状況を作る要因は多様でしかも流動的であると考えざるを得ないわけで、このことが設計のターゲットを決めにくくしているという面もあります。具体的な話は後でいろいろ出てくると思いますが、設計だけで安全な状況を作ることは困難だと感じているわけです。

**司会** そうすると、建築基準法や消防法というのは、そういう安全の状況を最大公約数で規定しているだけだということですか。

**吉田** 法令としましては、用途別の規定もありますし、趣旨としては、それほど粗いものではないと思いますが、安全な状況というのは、建物の使い手、住み手側の動き一つでがらっと変わってし

まうのではないかということです。  
 たとえば、いろいろな防災設備が付いていたとしても、メンテナンスが悪ければ故障してしまいますし、あるいは、自動火災報知設備のベルを停止してしまうとか、使い手側に起因する問題がたくさん出てくるわけです。

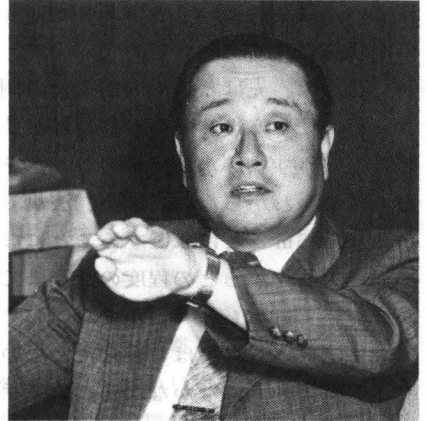
**司会** 建築設計では施主の意志が大前提になるでしょうから、それも安全な状況を作る大きな要因だと思うんですが、施主は安全というのをどの程度組み込んだ要求をしてくるんでしょうか。

**吉田** 私の経験では、施主からの安全に対する要求というのは、特に火災に関しましては直接的にはあまりありませんね。

そういうことは、オーナーにとってみれば当然のことであり、改めていわないということではないかと考えています。

**司会** うち是这样子で使いたいので、特にこういう点について安全を配慮して設計してくれという、特別な要求はないですか。

**吉田** たとえば、セキュリティ絡みで、電算機室に侵入防止対策をしっかりやるようにとか、防犯上から非常口に鍵を付けるようにというような要求はあります。



金子巨秀氏

は、私どももよくわかります。このことは、建築主に防災に関する知識が不十分なためという場合もありますが、一方、設計者自身もなぜこういうものがあるのか説明しきれないことが法律のなかにあるんですね。

たとえば、屋内消火栓はなぜ25m以内でなければならないのか、27mではなぜ悪いんだとか。このように、その理由が、設計者とお客さんとの間のやりとりでお互いに理解しきれないまま進むという状況が時々あります。

**司会** 今の法規が、ユーザーばかりじゃなくて、設計者の側も本当の意味では納得しかねるとするのは大変重要な問題だと思いますね。

**吉田** 今の建築基準法の前に戦前から市街地建築物法というのがあったのですが、これには法文の趣旨が詳しく解説されていたそうです。

今の法規はどちらかというと、理由を述べずに規定だけが述べられておりまして、私どもとしても、理解しきれない部分が残る原因になっているように思います。

また、これとは別に建築教育の場で、防災の講座といいますか、エンジニアリング的に防災を教えるような教育の機会が少ないのではないかと思います。

**司会** でも、設計というのは、基本的に建築基準法や消防法とかを踏まえて、計画しなければならぬでしょう。そうしないと許可もおりませんね。

**吉田** 当然そうです。設計図は規定にはきちんと合わせますけれども、やはり趣旨的なものをどこまで理解しているかということ、100%理解してや

2

なぜどのように必要なのかについての十分な理解を

**司会** ホテルニュージャパンとか、川治とか蔵王温泉とか、大きな火災事故があるとオーナーの防災意識が必ず問題になりますが、設計段階ではそういう点はどうですか。

**吉田** 一般に心配されるほど建築主が安全問題をおろそかにしているとは、私は思いませんね。

ただ、こういうことはあります。法的にこういう防災設備が必要だといっても、その理由がなかなかご理解いただけない場面があります。効果が理解できないものは設置したくないという気持ち

っている設計者というのはあまりいないのではないかと思います。

たとえば、先ほどの屋内消火栓の例でいいますと、その使い方を知らない設計者が多くいます。どこをどうすれば水が出るのか、水を止めるにはどうするかわからない。また、法規で定められているから25mごとに設置することになりますが、ホースの筒先からどの程度の距離まで水が届くのかについては私もよくわからないのです。

設備関係の設計者はご存知だと思いますが、デザイン関係の人はなかなかそこまで手が回らないというのが実態ではないでしょうか。

3

建築デザイナーと設備設計者とのコミュニケーションを早い時点で行えればすばらしい

**司会** 今の設備というのは、デザインにプラスする形なんですか。

**鳴澤** そうですね。

**司会** そうすると、スプリンクラーや屋内消火栓、あるいは感知器などを設置する場合、両方で相談なさってやるわけですか。

**鳴澤** 建築のキープランができて、建築物の設計が実際にでき上がるまでには、いろいろな段階があるわけです。基本設計から実施設計、さらに施工の段階までの、どの時点で防災設備を検討しなければいけないか、その設計と設備のドッキングの時点が、若干遅れるんじゃないかと感じます。時期的に設備のほうが遅れるという意味です。

現状では、構造なりデザインなり、ある程度でき上がってから防災設備をどうやって付けようかという形が普通だと思うんですが、それ以前にもう少し早い時点で、構造なりデザインの時に、防災設備はどうあるべきかというふうに、両者が協議していければすばらしいと思うんですが。

**司会** 電話の配線とか、ガスや水の配管ですとかそういうのはどの時点ですべて入ってくるんですか。

**吉田** たとえば、オフィスビルを設計する場合には、基準階のコアプランがポイントになるんですが、まずラフスケッチの段階で、エレベーターの台数だとか、階段の数とか、空調方式とかを設定します。これを踏まえた上でダクトスペースですとか電気のシャフトとか、そういうものがどの程度、どこの部分に必要なかというのを設備の方と打ち合わせをいたします。そこで概略寸法をもらって、デザイナーが納まりをつけるわけです。

**司会** 設備というなかには消防の設備も入るわけですか。

**吉田** 入りますけれども、どちらかといいますと、消防用設備というものは、プランにフィードバックする要素が少ないですね。

**司会** アクセサリー的な形ですね。

**鳴澤** 現実にはそうですね。それで遅れる。しかし、こういう例があるんです。

ホテルで、客室に感知器を付ける時、その位置が難しいんです。空調の吹き出しとか、バスルームからの湯気の問題とか、また、空調が動いている時と止まっている時とか、そういう条件をよく検討して設置位置を決めないと、センサーの機能が最大限に生かされないわけです。

それなのに、法律的に150㎡に1個とか、壁面より0.6m以上離せばいいとか、簡単に考えているケースがかなりあるんです。

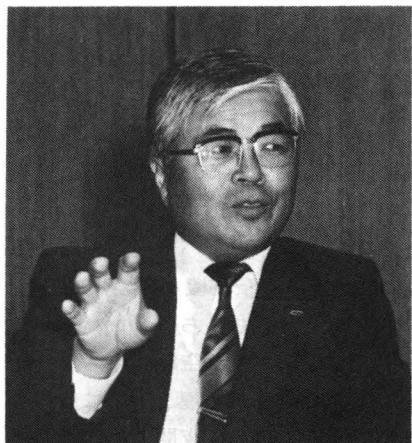
こういうのは、設計の段階で検討する必要があるんじゃないかという気がします。

**司会** 時期的にもう少し早く、同時に設計の方がそういうことをもう少し理解して、基本的な段階で組み込めればということですね。

**鳴澤** これは感知器だけじゃなくて、防災設備全般にわたって、見直す時期に来ているのではないかという気がします。

**吉田** 先ほど設計者の防災知識の少なさを申しましたが、今、鳴澤さんのおっしゃったことは、やはりデザイナーのほうから歩みよらない限り、なかなかコミュニケーションがうまくいかないと思います。

ダクトの引き方から、感知器の付け方、スプリンクラーなど全部考えて、結局トータルにまとめるのはデザイナーの役割なんですけど、デザイナー



鳴澤英司氏

は防災にはなかなか興味を持たないような傾向がありまして、鳴澤さんのおっしゃるような話をする機会は少ないですね。

4

ハードとソフトの間はどうすれば埋めることができるのか

**鳴澤** 設計の段階の若干の問題点はそれとして、建築空間の安全性ということでは、防災設備が働いた時に、管理者は何をすべきかということをもう少し常日ごろの維持点検のなかに盛り込まなければいけないんじゃないかと思えます。

**司会** 維持点検のなかにソフトを組み込むというのはどういうことですか。

**鳴澤** 具体的にいうと、防災設備・機器の取扱説明書は機器の機能の説明であって、実際の災害の時の使用説明は何もない。

たとえば、火災報知器は火災になるとベルが鳴りますとは書いてありますが、鳴ったら管理者は何をしなければならないかは書いてない。ハロン消火設備なら、このボタンを押せば消火剤が出ますと説明されています。しかし、どのくらいの火災の規模になったらそれを押しなさいと、初期的なものでは消火器で結構ですよ、消火器を2本なら2本使って消えなかったらそのボタンを押しなさい

いとか、災害の時の具体的な使い方の説明が抜けていると感じます。

**司会** その辺は防火管理制度で、消防法の規定によって防火管理者の講習を受けなければならないとか、自衛消防隊の訓練とか、そういうほうに現在はゆだねられているわけですね。

**鳴澤** それだけでは完全じゃないんじゃないかと思うんです。

**吉田** しかし、具体的に取扱説明書に書くとすると、書けるかどうか非常に難しい部分があると思いますね。趣旨はよくわかりますし、設備機器などの取扱説明は、もっと積極的に伝える必要があると思いますし、さらに火災時の人間がどのように対処すべきかといった段階まで、なんらかの指導の必要が本来的にはあると思うのですが、果たして本当に責任を持てる行動指針みたいなものが書けるかということ、民間としてはちょっと書ききれない面も残ります。

たとえば、有楽町のマリオンは、私も設計にタッチしているんですが、あの建物は2棟構成になっていて各々はデパートの上に映画館が一方に3つ、もう一方に2つの映画館と1つのホールがあります。どちらの棟が火災になっても、一方は逃げなくてもいいように設計してあるんです。

しかし、本当に火事が起こった時、出火しない側の棟は、避難させるなどは、私どもとしましてもいいきれないですね。

**司会** おそらく、それは一番難しいポイントだと思います。ハードのほうはハード、ソフトの方はソフトという形で今やっていて、そのはざまのソフト・ハードというのか、そこのところはそれぞれにゆだねられているわけですね。

湯浅さん、その辺はどうですか。

**湯浅** 私ども保守協会はメンテナンスが主でございます。また、防火管理者の講習要請を受けて行くこともあります。

そこで実際の機器を持ち込んで、ベルが鳴ったらどうしますかと、実際にベルを鳴らしてみますと、まずベルの止め方もわからないんです。現場確認まではなかなかできないのが実情ではないかと思えます。

そこで、もう1度最初からやるからよく見てい

てください。そして、どこかのベルを鳴らします。火災表示盤の窓が点灯します。窓の場所を確認したらベルは止めてもいいですよ。次は必ず現場を確認してください。非火災報なら幸いなことで、もし火災だったら消火器で消火、また、携帯電話で受信機の人に連絡をする。そういったことを講習でやっています。防火管理者といってもその程度の人が非常に多いようです。金子さんのところのように大きなビルや、自衛消防隊の組織されているところはこんなことはないと思いますが。

**司会** 保守協会としての責任の範囲は機器のメンテナンスですね。実際に煙を出してみても鳴るかどうとか。あるいはシャッターが閉まるかどうかということなんですね。

**湯浅** はい。機器が正常に働くかどうかということですね。

**司会** しかし、それだけでは済まされない。だから鳴らしてみても、さあどうしますかということろまでやらなければならない。

**湯浅** 実際に話をしているわけです。それで、鳴澤さんのいわれた取扱説明書ですが、これはどこでも置いておかなければいけないことになっていますから、あることはありますが、あまり見てないと思いますね。

**金子** ソフトの問題になると、これはもう訓練あるのみですね。アナウンスの訓練から、音響のテストとか、屋上でオイルパンに火をつけて実際に女子に至るまで消火訓練をすとか。初期消火にしても、避難にしても体験が非常に大事だと思います。そういう意味では訓練あるのみですね。

5

良いオリジナルアイデアを生めば経済効率を高められるという環境を作りたい

**金子** 先ほど話に出たマリオン、あそこは確か空調を使って排煙するようになっていきますね。あれは常時使っている設備を排煙に使うわけですから

信頼性が高いという点で非常にいいと思いますね。

問題は取り扱いが複雑になりましようから、よほど訓練しておかないとまごつくんじゃないかというようなことがあろうかと思いますが。日常使っている設備を防災に役立てるわけですから、省資源という点からもいいと思いますね。

**吉田** あれはかなりの数のダンパーを切り替える仕組みになっております。空調機といいますが、電車のような大きさで、あちこちにダンパーがあるわけです。そこで、私どもは空調機をストップすると、自動的にダンパーが排煙モードに戻るようにいたしました。ですから、夜間や休店時でファンが止まっている時には排煙設備そのものの形態をとっているわけで、火災時にはボタンを押すだけでただちに排煙ができます。

朝、空調機をオンする時には、ダンパーが自動的に空調モードに切り替わってから空調が入るようになっていきます。ということは、排煙設備が故障している時には空調も使えないという、逃げのない安全システムをとっています。このようなシステムになっているためオンの時とオフの時と、毎日2回ダンパーの点検をしていることになりましたので、そういう点でも信頼性の高いシステムになっています。

**鳴澤** 非常にすばらしいと思いますが、建築基準法の38条は建物全体の特認と申しませんか、これがあるからいろいろなアイデアも実現しやすいんですが、消防法の32条は条文に対して適用されるだけですからやりにくい。私は消防法も建築基準法と対等の形にして、ある基準を作って、建物全体で安全だというシステムであれば、これは今の法規から若干ずれてもいいという形にすべきじゃないかと思うんです。

建築基準法のほうは建物全体でとらえているのに、消防法は条文でとらえる。これは吉田さんが一番ご苦労なさっているとありますが。

**吉田** おっしゃるとおりなんです。この様なシステムを持ち込まれた行政サイドの方々も、法律の規定を守らせなければならぬという立場もあって、大変苦労されたと思いますし、その点では充分なご理解をいただきまして、実現できたわけです。



湯浅佳保氏

**金子** それと同じにたとえば、消火栓ポンプでも、普通の用水なり排水なり、そういうポンプを切り替えると、すぐ消火栓になるという方法もアイデアとしてはあるんです。ただビル管法のクロスコネクションの問題であるとか、浄水と雑用水を混ぜるのはいかんとか、別の法規が絡んできます。あるいは建築基準法の非常灯と、消防法の誘導標識の電源を一系統にしちゃいけないという問題もあります。同じ非常電源なのになぜ一緒にしちゃいけないのか、矛盾してると思いますね。

**吉田** 空調機を利用した排煙というようなものも含めまして、何かオリジナルなアイデアを出せば経済効率も上がるというようなチャンスがありませんと、設計の立場からしましても、複雑な手続きを考えますと、法律どおりの設計のほうが良いということになってしまいます。

6

感知器の設置基準にのっとった設置と1年間のアフターケアで非火災報の大半は解消できる

**司会** 消防用設備の問題では非火災報対策というのが、一つの大きな問題だと思うんですが、調査してみると昔に比べれば少なくなったようですが、依然として原因不明というのが多いですね。昔は半分ぐらいが不明でしたが、最近は3割ぐらいに

なりましたか。

**金子** うちではデータをとってますが、たとえば事務所で内緒でサンマを焼いたとか、お燗をつけたとか、いらぬ書類を燃したとか、そういうので結構原因ははっきりしていますね。

**司会** 金子さんのところでは管理しているところ全部について、非火災報を全部チェックしていらっしゃる？

**金子** しています、何年間も。原因は何かも分類していますね。

**司会** 湯浅さんのほうはどうですか。非火災報のデータはとっていらっしゃるんですか。

**湯浅** 働いたという電話がユーザーのほうからあってから調べに行きますので、もうその時点では既にもどってしまってるというのがほとんどです。結局は不明です。状況を聞いても、なかなか真相はわかりません。

**金子** 隠しているのもありますね。

**湯浅** だから一番身近なところにいる人がすぐ飛んで行って調べればなんとかわかると思いますが、やはり管理の問題と絡んでくるんじゃないかと思っています。

**司会** 本来であれば、防火管理者が飛んで行って原因調査できる程度の知識・技能を持っていれば一番いいわけですね。

**金子** それは普通の守衛さんでもいいんですね。火災報知盤を見れば、どこで感知器が働いたのかわかりますから。エレベーターなり階段なりで走って行けば、状況はすぐつかめますから。感知器の知識がなくてもわかります。

**司会** 湯浅さん、電話がかかってきて出かける、原因が不明だと、その場合にはどうなさるんですか。

**湯浅** 感知器の機能を調べます。

**吉田** 取り替えなくても元の位置に再び取り付けるのですか。

**湯浅** ええ、機能を確認して正常であれば感知器はそのままですが、室の状況によっては、温度、湿度、濃度の調査もいたします。

**金子** 煙感知器は、ほこりがわっと通過しただけで働くことがありますね。

**湯浅** ご存知のように煙感知器には非蓄積型と蓄積型という感知器がありまして、非蓄積の場合は

そういう一過性の原因がほとんどじゃないかと思  
います。

蓄積型に替えれば、非火災報は相当数なくな  
ると思います。

**司会** 感知器をダブルにするんですか。

**湯浅** いやダブルじゃなくて、火災信号に時間差  
を持たせるということですね。そうすれば一過性  
のものは、そこで排除できます。

現に、非蓄積型を蓄積型に交換しただけで、そ  
この場所は非火災報が出ないという現場はありま  
す。非火災報の出るところを全部蓄積型に交換し  
てもらえるかという、お金の問題が絡んできま  
すので、おいそれとはできません。

**司会** 非火災報が多い非蓄積型がなぜそんなに付  
けられているんですか。値段が安いんですか。

**湯浅** 値段的には同じですが、なぜ付けるかとい  
われると、私は設備のほうじゃございませんので。

**鳴澤** 当社の設置基準では、廊下、階段は光電式  
非蓄積型で統一しています。部屋の中は蓄積型が  
原則ですが。

ただ、場所によっていろいろ条件が異なります  
ので、建物の構造とか使用状況によって、それに  
対応すべき処置をしております。

これは私の経験ですが、たとえば、あるビルで  
は設置してから1年間の間四季を通して、状況  
を見て、それに対応する感知器と取り替えるなり、  
位置をずらすなりということをしました。それによ  
って、非火災報の80%~90%は直すことができ  
たというデータがあります。

たとえば、事務所ではコピーのガスでセンサー  
が働いたとか、歯医者さんで金歯を王水で溶かす  
時にジュジュツというので働いたとか、いろんな  
原因で非火災報が出ますから、使用してみて初め  
てわかるということがあります。また、四季を通  
して、暖房、冷房によっても違いますから、1年  
を通してみないとわからないことがあるわけです。

**司会** 一定の基準にしたがって設置して1年間経  
過をみるというのは、いまでは常識なんですか。

**湯浅** それは鳴澤さんのところの独自のサービ  
スじゃないですか。全部のメーカーさんがやって  
いるわけではないと思いますが。

**鳴澤** 全部とはなかなかいえないと思います。当



吉田克之氏

社でも、年間約1万数千件の施工を担当していま  
すので、全部についてやれるわけではありません。

**司会** 湯浅さんのほうでも、同じようなアドバ  
イス、つまりお宅はこうだから替えたほうがいいで  
すよというようなことはなさるんでしょう。

**湯浅** ええ、納得してもらった上で交換をして  
もらっています。そうすると、やはり効果というの  
はてきめんです。

**金子** 煙感知器は1台何万円ですか。

**湯浅** 2万2,000円ですか。

**司会** 既に付けちゃったものは、効果があるとわ  
かってもなかなか替えられないですね。そこで面  
倒くさいから切っちゃうということが出てくるわ  
けですね。

**金子** ベルのスイッチを切る切らないの話ですが、  
私は個人的に考えるのは、ホテルのような飲酒し  
て酔っぱらってる人が熟睡する、そういうところ  
は当然連動にしておくべきだと思うんです。

ところが、昼間みんなまじめに事務をとってる、  
そういうところで何も連動にすることはないと思  
うんです。

**鳴澤** 今では再鳴動といって、ベルを止めておい  
ても、次に感知器が働いたときはベルが鳴るよう  
なハードの対応もあります。

いずれにしても管理者による現場の確認が絶対  
条件です。

**金子** うちでは、夜間は連動にしていますが、昼間  
は切っております。

**湯浅** 地区音響を止めておくんですね。

**金子** その代わりいつでも人がいて、発報したら



必ず確認してから必要な対応をするようにはして  
いますけどね。

**司会** 金子さんのところの話を聞くと模範的で問  
題はないんですが、実際には湯浅さんが見ていら  
っしゃると、なかなかそうはいかないでしょうね。

**湯浅** そういうところは少ないですね。

7

ダクトやシャフトは、設計段階でしっかり押さえ  
ておきたい

**金子** 厨房のダクト火災というのがかなりありま  
すね。天ぷらなべに火をつけまして着替えに行く  
わけですね。この留守中に油が過熱して発火する  
んです。それがフードからダクトの中に伝わる。

**湯浅** ダクトに火が入ると、とんでもない方向に  
火が出るんですね、ダクト火災は。

**金子** 延焼するのが早いんですね。ダクトは空気  
を引いていますからね。すぐ防火ダンパーが閉ま  
るようになっていますが、手入れが悪いと油が固  
まって動かないんですね。

**司会** 防火ダンパーの保守点検なんてのも保守協  
会の仕事ですか。

**湯浅** ええ。行っています。

**金子** 困るのは細いダクトですね。人が入るわけ  
にいかない、そして点検口がないんです。です  
から掃除ができないんです。それでやむなく横穴を  
付けて手を入れ中の油煙すすやグリース状のもの  
を削り取る、そういう作業をやっています。

これは最初の設計でちゃんとしておいてくれ  
ばいいと思いますね。うちの場合は設計陣がおり  
ますから、これからはダクトには点検口を細め  
につけるといっているんです。

**湯浅** 我々の仕事でもダクト・ダンパーの点検と  
いうのは一番厄介ですね。点検口があっても、開  
けてみるとパイプだらけで全然上がれないとい  
うのが結構あります。最初はそうじゃなかったんだ  
ろうけれども、あとからパイプ引いたりしたんだ

ろうと思いますが。最近はモーターダンパーが普  
及して、ある程度楽になりましたが、古い設備が  
まだ大分ありますから。

**司会** 最近はダクト火災はあまり聞きませんが、  
少し収まったんですかね。

**吉田** あまり聞かないですね。ニュースにならな  
いだけかもしれませんが。

ダクトの問題というのは、設計サイドから見  
てもややこしい問題を持っていて、設備と建築  
が一番協力すべきところはダクトの問題のよう  
な気がしています。といいますのは、配管・配線  
ですと穴は小さいですから防火区画の壁を貫通し  
ても、影響は少ないんですが、ダクトはこれまでの  
火災事例をみても問題が少なくないと思います。  
ダクトの引き回しは、最初から考えていれば、防  
火区画の貫通を最小限におさえられると思うの  
ですが、設計が進んでしまってからでは無理なル  
ートにせざるを得ないこともあります。その辺は設  
計の早い段階できちんと考えたいですね。

特に厨房の排気ダクトとかいうのは、竣工直前  
に取り付ける要求が出てきたりして難しくなる場  
合がよくあるんです。

**司会** 増改築で床や壁に穴をあけるといことも  
ありますね。旧日劇であったダクト火災は、やっ  
ぱりあとから付けたわけですね。

**吉田** あの建物は約50年も使用していましたから、  
かなり手が加えられていたのではないのでしょうか。

**金子** 湯浅さんの話に関連していうと、シャフト  
ですね。パイプシャフトとか、ああいうものはな  
るべく最初に大きく、たくさん作っておかれたほ  
うがいいですね。シャフトがないから、結局パイ  
プなどがぎっしり詰まって人が入れなくなっちゃ  
う。そういう例はたくさんあります。

**司会** だけどシャフトをたくさん作ると、縦穴区  
画が問題で、防災上あまり好ましくないんじゃない  
ですか。

**吉田** 当初から計画して、きちんと取ってあつた  
ほうがいいんです。時代のニーズとして、これか  
ら特にインテリジェント化とかOA化とか、どん  
どんそういうものが増えるわけですから。あと  
から穴をあけるから問題になるのではないでしょ  
うか。

**金子** 埋め戻ししなかったりとか。

**吉田** いま身近に感じてますのは、弱電関係の配線・配管のフレキシビリティに対するニーズが高まっているということです。貸ビルにいたしましても、そのあたりをセールスポイントにするような傾向が出ていますね。

8

建築や設備の提供者の側にも反省すべき問題はたくさんある

**司会** 警報の連動の話は出ましたが、排煙設備や防火戸、防火シャッターなどの連動の問題があると思うんですが、これはどうですか。

**吉田** 連動とはちょっと違う話ですが、大規模小売店舗などの防火シャッターがよくやり玉に上がりますね。シャッターの下に商品を置いてしまったりという下降障害ですが、そういう問題を設計段階でどう防ぐかという、シャッターに併設して、ガラスのスクリーンや手すりを付けるわけです。たとえば、エスカレーターをシャッターで区画する場合に、エスカレーターの両サイドにガラススクリーンを設置いたしまして、シャッターはガラスとエスカレーターの間で降りるようにします。こうすると、下降障害になる物を置かれる心配はなくなります。

このように、設計上で対応できる部分も確かにあります。しかし、たとえば防火戸が壁にしまい込まれていて、煙感連動で閉まるという構造の場合に、その前に重量のある灰皿などを置かれるともう閉まらない。その灰皿が置けないような設計というのは、ちょっとできないわけです。

ですから、冒頭申し上げたように、使う側にその辺の関心というか意識がないと、安全な状況を確保しがたいという面があります。

**金子** 通常のビルですと館内細則というのを作りまして、その中に廊下に物を置いてはいけないとか、いろんな決めがあって、最悪の場合、それを



安倍北夫氏

守らないでどうしても頑張るという場合は裁判沙汰で賃貸契約を解約するなど、うちの場合はそこまでやりますから、テナントさんはよく守ってくれます。

**湯浅** 共同住宅なんかでみると、自転車やバイクが置いてあったりして、防火戸の閉鎖障害になっているのは、しょっちゅう見ますね。物が置かれるというのは、なかなか防げないですね。

**司会** 煙感連動の場合、非火災報で防火戸やシャッターが作動するのが怖いというので連動を解除しちゃってる例が多いですね。

**金子** うちのあるビルで、地下鉄の通路から階段を上がって入ってくるところに、行政指導で煙感連動の防火シャッターを付けたんです。ある日、煙感が地下道のほこりで作動して、シャッターが降りてきたんですが、そこへ地下鉄通路から駆け上がってきた人が頭をぶつけて大けがをしたんです。

そんな例がありますから、やはり場所を考えませんか、非常に怖いと思いました。

**湯浅** 怖いんですね。デパートなんかでも同じだと思います。

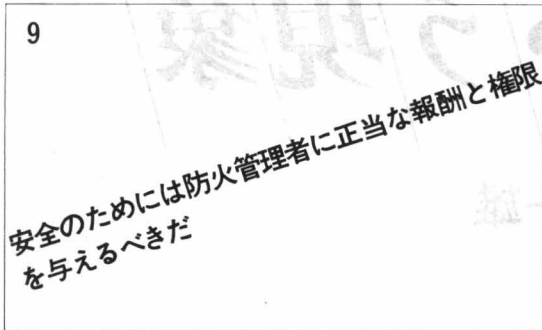
**金子** ええ。そこはもう、それこそは連動停止にしました。

**吉田** 金子さんのお話で思い出したんですが、先ほどから私は、安全な状況を確保する上で設計でできる範囲は少なく、使う側の責任だという意味合いの話を強調いたしました。設計する側とか、そういう機器を作る側も含めまして、反省する点も相当あると思うんです。

たとえば、防火区画や避難施設の配置をはじめ、

先ほどの運動機構の性能の確保、信頼性の向上など、まだまだ設計上での工夫の余地は少なくないと思います。

鳴澤 同感ですね。



司会 警備委託が最近増えておりますね。あの問題はいかがですか。

鳴澤 特に夜間無人化という形が多いんじゃないかなと思います。夜間無人で火災になると非常に怖いですね。延焼すると全然関係のない隣接の第三者が迷惑を被るわけですから。

倉庫・工場など5000㎡前後の建物の約65%が無火人だといわれていますが、これからもっと増えるんじゃないですか。

金子 無人警備の場合、火災感知器が作動すると警備会社へ通報され、ガードマンが出勤するわけですが、到着するまでの時間が問題でしょうね。

吉田 昼間でも警備会社に任せっぱなしという委託もありますが、あれも問題があるでしょうね。

たとえば、いざという時に非常放送をだれがするかという、責任上の問題が発生すると思います。警備会社の人とはどちらかという若い人が多いですし、責任を持った指示をすべき場所にいながら、その任に耐えられるかどうかといった問題ですね。

司会 ビルの防災センターにある総合操作盤、あれなんか、メーカーによっていろいろなタイプがあるでしょう。

私が警備員だったとして、今日はこのビル、明日はあの会社に行くというようなことになると、戸惑うことはないでしょうかね。

鳴澤 おっしゃるとおりで、昨年度ある委員会で調べましたら、ディスプレイの表示のキャラクターの絵が、調べました11社のものが全部違うんです。

それで今、火災報知機工業会では、表示の方法とか、色とか、スイッチとか、できる範囲で徐々に統一していこうと作業を進めています。

湯浅 点検に行くと、よくユーザーからいわれるんですね。これだけのスイッチがあって、いざというときにどれに触っていいのかわからないと。だから、最低限必要なものを表に出して、あとは、メンテナンスに必要なものは、内部に入れてしまう。

司会 今日の問題になるかどうかわかりませんが、防火管理者のことですね。機器のいろいろ新しいものが出てくる、システム化が進む、その結果、勉強しなければならない、訓練もしなければならない、ということもあって、防火管理者の責任はますますきつくなる。その割には防火管理者に対して反対給付がない。責任ばかり大きくて。防火管理者になったから20%給料を増しますなんてことないでしょう。反対給付があれば、もうちょっと一生懸命やるんじゃないかと思えますね。

金子 多少のさじ加減はやりませうけどね。

司会 時々講演に招かれていろんな話をするんですが、そのあとで話聞くと、先生あれみんなやらないじゃないんじゃボクは管理者返上ですな、なんて笑い話ができるんです。

人間の問題という、案外そういうところにキーポイントがあるような気がしてしょうがないんですけどね。

鳴澤 給料の問題だけでなく、責任だけで権限がないんですね。ですから、先ほどのシャッターの下降障害の問題にしても、防火管理者が行って片付けろといっても売場の責任者がいうことを聞かないんですね。

司会 ある企業を考えると、防火管理者がトップマネジメントだと、割合にうまくいくんですね。それが、消防のOBを頼んできて、それなりの肩書がないと、いくら知識があってもなかなかうまくいかない。さらに進んでいうと、オーナーが防災についての陣頭指揮をするようなところは大体うまくいきますよね。

建物の安全について、必ずしも体系的な伺い方ではなかったんですが、いろいろ興味深いお話をいただき、どうもありがとうございました。

# 爆発という現象

秋田一雄

## 1 まえがき

爆発という言葉は、新聞にテレビに、さらには日常の会話に、またかと思われるぐらいよく出てくる。地下街が済んだら炭抗であり、タンカーが終わったらアパートという具合である。どこかで事故がある度に当たり前という顔をして現れるこの言葉、頻繁に使われる割にはその正体が今一つはっきりしない。ちなみに「爆発とは何か」と改めて問うてみたとき、これに明確な答えのできる人はそう多いとは思えない。手元の国語辞典をひいてみたら、「急激な化学反応によって、物質の体積が瞬間的に著しく増大し、多大の熱、光、音、強圧を生ずる現象」と記されていた。いい線をしているが、科学的には物質の体積というのは不明確、また強圧は高圧の方がよからう。

しかし、この表現、果たして一般の爆発という概念と一致しているのだろうか。たとえば、容器に空気を詰めていたら、突然、大音響とともに容器が破壊したとする。これには化学反応はまったく含まれないから、上の定義にはあてはまらないが、普通には、この現象も爆発と名付けることが

多そうである。また、火山の噴火も化学反応はほとんど重要な働きはしていないのに、火山が爆発したという。逆に打ち上げ花火は化学反応により詰められた薬品が上空で爆発しているのに、花火が爆発して夏の夜空を彩ったとはいわない。例を挙げれば際限がないほどたくさんあって、下手をすると頭の方が爆発してしまいそうである。

では、科学的には爆発はどのように定義されているのだろうか。実はこれがないから困る。というのは、爆発という言葉は、いわゆる俗語というか、一般用語であって、これに対応する現象は厳密な意味では存在しないからである。物質の蒸発とか燃焼とかならば、科学的にはっきり定義できるが、爆発はそうはいかない。似たような現象を指す科学上の用語にデトネーション(爆轟)というものがあるが、後でわかるように、爆発と爆轟は同一の現象ではない。

ではどうすればいいのだろうか。いろいろのことが考えられるが、ここでは一応、爆発とはなんらかの原因により急激な圧力の上昇が生じ、容器の破壊や音、光などを伴って、その圧力が開放される現象ぐらいに考えておくことにしよう。そして、

本稿の目的は、このような爆発の迷路を整理して、そこに含まれる現象を明らかにすることにある。

## 2 爆発の形式分類

今述べたように、爆発と呼ばれる現象には多くの形式、種類があるように見えるが、これは大別すると次の二つに分かれる。一つは爆発の生ずる圧力発生源が物理的な過程の場合であり、他は爆発が化学的な反応に基づいて起こる場合である。

前者は物理的爆発などと呼ばれ、これには気体や液体の膨脹や圧縮、相変化などの過程が主役を演ずる。前記の火山の爆発、ガスの過充てんなどはこの例であり、さらにボイラーの爆発、火災時における密閉容器の爆発などもこれに属す。また、破裂というのは、この形式の一部であろう。

一方、後者は化学的爆発と呼ばれ、これには物質の分解や燃焼が主要な働きをする。プロパンの爆発とか、火薬のような液体や固体物質の爆発、また、石炭や小麦粉のような有機物の粉じんが空气中に浮遊した状態で起こる粉じん爆発などがその例である。

これらの現象は、いずれもそれが発生すると空間圧力が上昇するので、条件によっては容器などの破壊が生じ、この時、ガスの膨脹音を伴う。ただし、化学的な爆発のように燃焼に基づくものではないと光は出ないこともある。また、上の例からもわかるように、爆発に関与する物質の種類は多岐にわたり、物質の状態も、気体、液体、固体、から粉体、煙霧質にまで及ぶ。

ところで、このような爆発は、空間における圧力の急激な上昇が一つの要件とすると、これは空間が閉じているか否かによっても話が変わってくる。たとえば、いまなんらかの理由により多量の熱が発生したとする。この場合、空間が密閉され

ていれば圧力が上がるので爆発になるが、開放状態ならば爆発にはならない。雷という雲と地上間の放電を考えても、それは大きな発熱を生じ、雷鳴や電光を伴うが、放電経路の全体にわたって高い圧力は生じないから、普通、爆発とはいわない。だが、これが密閉された空間で起こっていれば間違いなく大変な爆発であろう。

こう考えてくると、爆発という現象には、前記のような圧力の発生源による分類のほかに、現象の起こる環境条件による区分も重要なことがわかる。そしてこれには、密閉空間内の爆発、開口のある空間内の爆発、および開放空間内の爆発の三つに分けておくのが便利である。自動車の気筒内におけるガソリン蒸気の爆発は第一のもの、アパートなどの建物内の爆発では、窓や出入り口のような開口部があるので、これは第二の形式に属し、工場や船舶からガスや蒸気が大気中に漏れた時に起こる現象は最後の種類である。

このうち、第二の場合には、開口部が初めから存在する時と爆発の初期に弱い部分が壊れて後に開口部ができる時と両方あるが、両者の間に本質的な差はない。安全弁のような圧力開放装置のついた密閉容器もこの範ちゅうに入る。また、第三の形式では、蒸気が雲のように大気中に広がった状態で起こるので、これを蒸気雲爆発ということもある。

## 3 ガスや蒸気の爆発

このように、一口に爆発といっても多くの種類があるが、このなかで、工業的に、また事故と関連して重要なのは、爆発の圧力源が燃焼のような化学反応に起因するものであろう。一般の人々が爆発という時にもこれを指すことが多く、先の国語辞典の表現もまた同じである。

当然、この場合にも爆発に関与する物質が気体であるか、液体や固体であるかによって話は変わるが、ここでは、水素、メタンのような可燃性のガスや、ガソリンのような可燃性の蒸気が空気と混ざって火がついた時に起こる爆発を中心に、その仕組みを考えてみる。想定的第一は空間が密閉されている場合である。

いま、可燃性ガスを空気と可燃範囲内の組成に混合して容器に詰め、その一部で点火したとする。この時生じた火炎は点火位置を中心に周りに広がっていくが、火炎は2000°Cに近い高温であるから、燃焼ガスは膨張し、その圧力が容器の壁にかかる。しかも、空間内の圧力は炎が進むほど高くなるから、それが容器の耐圧限度を越えると容器の破壊が起こる。これが密閉容器内のガス爆発の筋書きであって、もし、容器の耐圧が充分高ければ破壊には至らず、外見上は何事も起こらない。

なぜ、火炎が自身で伝播するかには、2、3の考え方ががあるが、普通は、火炎がその前方の未燃焼の混合ガスを熱伝導で予熱し、温度を上げて、順次化学反応を起こさせるからと考えることが多い。

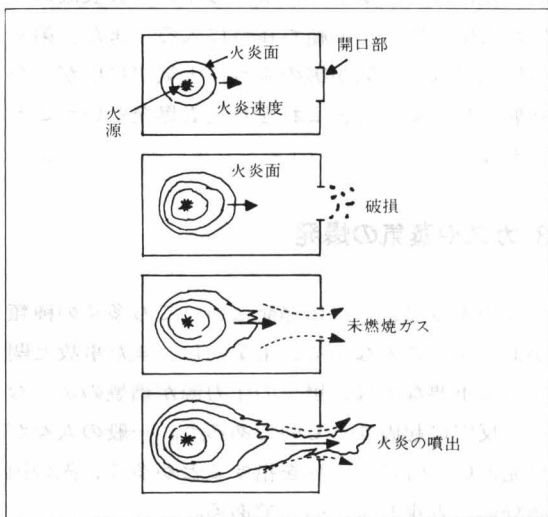


図1 開口のある空間内の火炎伝播の模式図

また、このような過程では容器の壁にかかる圧力は均等であって方向性もたない。これは圧力の伝達が火炎の移動する速度よりずっと速いからである。なお、この時の可能な最大圧力は炎の温度が支配するので、初めの圧力の6~7倍になる。

さて、いまの話は空間が密閉されている場合であったが、住宅の部屋のように開口部があると、筋書きは多少変わってくる。窓や入り口は最初は閉まっていたとしよう。この時も初めは前と同様に炎は広がるが、炎が進んで空間圧力が窓のような弱い部分の破壊圧力に達すると、窓は破れて開口を生ずる。それ以後は、窓から未燃焼の混合ガスが流れ出し、炎はその流れに乗って進む。この間の事情は、図1に模式図で示した。開口により炎の移動は速度を増し、最後は開口から炎を噴き出して終わる。これが開口のある場合の爆発の経過であり、開口部からの未燃ガスの流出がこの現象の特徴である。もとより、初めから開口があれば、未燃ガスは最初からそこを通して出る。

このように、開口が生ずると未燃ガスの流れと乱れにより炎は加速されるが、反面、その圧力は密閉容器の場合よりも低くなる。この様子は、図2に与えた。例示のように空間圧力は開口の生じた時期のやや後で最大値をとって低下する。最大圧力の数値やその生ずる時期は、開口に必要な圧力、開口面積、容器の体積等に支配されるが、ついでに図3には、開口が初めから存在する場合の圧力上昇が、体積を用いて無次元化した開口面積によりどう変わるかを示した。これと後記の窓ガラスや建物の破壊圧力とを較べると、開口のある場合の破壊の程度がわかる。

他方、まったく囲みのない開放大気中に作られた可燃性の混合ガスに火がつくと、火炎は同様にその中を伝播していく。しかし、この場合には温度の高いガスを閉じ込める仕掛けがないので、高

い圧力の発生はみられず、この条件の下では、多くの現象は爆発とはならない。地表より少し高い位置で可燃性のガスや蒸気が燃えるファイアーボールなどもその一例で、これも一般には爆発とは呼ばない。ただし、開放大気中でも、次節のデトネーションが起これると、これは間違いなく爆発であり、前に触れた蒸気雲爆発はこの範ちゅうに入る。かくて、このように考えてくると、本節に記したガス爆発の現象は、すべて可燃性の混合気中の火炎伝播であって、そのなかには特別なことは何も含まれない。爆発は燃焼の一形態に過ぎないといわれるゆえんであり、また、この事実は最も普通に現れるガスの爆発に対応するには、火炎伝播を基礎に考えればよいことを示唆する。

さて、気体の爆発の話が長くなったが、では、火薬のような液体や固体の爆発や、粉じんの爆発はどのようなだろう。結果からいえば、粉じん爆発の場合は、ガスのそれと内容は変わらない。これは微細な粉体粒子が空気中に浮遊、分散した状態の中を火炎がガスと同様に伝播するからである。しかし、これが液体や固体の爆発になると様子はまったく変わって、前のような説明はできない。ここでは、どうしてもデトネーションという現象を考えなくてはならないからである。では、デトネーションとはどんな現象なのだろう。

#### 4 デトネーションとは何か

わかりやすくするため、再び気体を例にとると、前のおり、火炎は、可燃性の混合気の中を自己伝播していく。この火炎の移動は、容器の端まで進むとそこで終わるが、移動距離が長かったり、混合気が乱れているなどの理由によって炎が強く加速されると、状況いかんでは質的にまったく異なった激しい火炎の伝播に変わることがある。これがデトネーション、またの名が爆轟である。聞き慣れない言葉と思われる方もいるかも知れないが、その発生の経過はざっとこんなことである。

まず、混合ガスの中で火炎が加速される状況を考えると、炎の先端では、ちょうど管の中にピストンを入れて押した時と同様に、前方の未燃焼の混合ガスを圧縮するので波を生ずる。この圧縮波は加速が続いている限り次から次に発生してくるが、時間的に後から出た波は、前のそれにより圧縮された状態を進むため、前の波より速度が早い。よって、順次発生する波は次第に前の波に追いついてしまい、これらは一つの波となって火炎の前方を進む。この波は衝撃波と呼ばれ、波面では温度、圧力、密度が不連続な特性をもち、超音速で

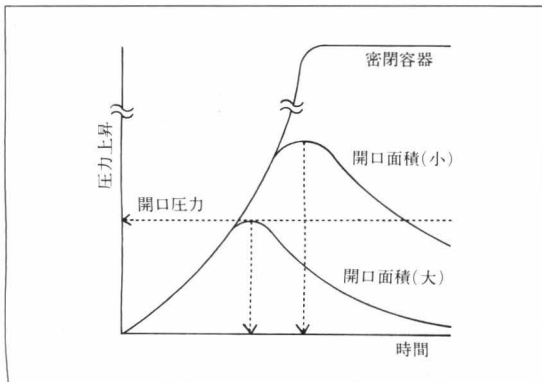


図2 開口のある容器内の爆発の圧力波形

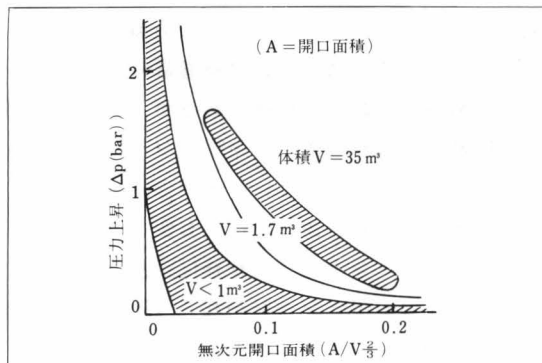


図3 開口のある容器内での爆発による圧力上昇

防災基礎講座

進む。衝撃波の性質はジェット機が急降下した時などに出て、付近の建物に振動を与えるよく知られた現象のそれと変わらないが、この事実は、このような火炎の加速でも、条件いかんでは衝撃波が発生することを示す。かくて、混合ガスの中を伝播していく火炎は、その前方に衝撃波が進む二重構造をもって移動することになる。しかし、この二重構造は長続きはしない。何となれば、今の場合、衝撃波と火炎の間に挟まれた領域は、圧縮されて温度や圧力が高いにかかわらず、いまだ燃焼の起こっていない状態にあるからである。よって、この領域はやがて自然に燃え出すことになり、こうなると火炎は衝撃波に追いついて、両者は合体してしまう。その後は衝撃波は火炎と一緒に一定の速度で進む。デトネーションとはこのような状態につけられた名称で、これが起こると火炎の移動の様相は前と一変する。

では、どこが違って、また、デトネーションはどんな特性をもつのだろうかということになるが、その前に、今まで言葉で記してきたことを図で示したのが、図4である。この図は細い管に混合ガスを詰め、図の左手の遠くで点火した時、火炎の加速とともに圧縮波が次々に発生し、デトネーションへ転移していく様子を、縦軸に距離、横軸に時

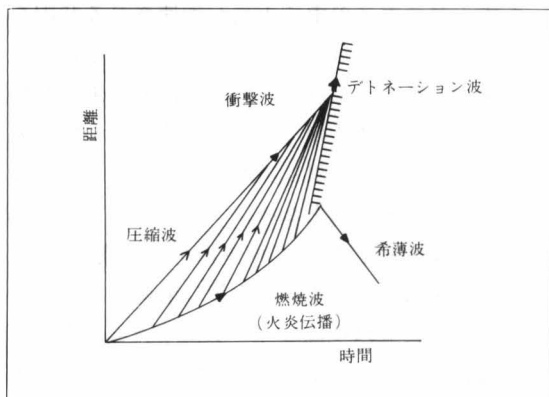


図4 燃焼からデトネーションへの転移

間をとって示したものである。波の速度は線の傾斜がきついほど大きい。

さて、話を元に戻すと、このようなデトネーションは火炎の伝播現象であることには変わらないが、すでにわかったように衝撃波を伴っているため多くの点で相異がある。その第一は、前の通常の火炎伝播が連続現象であったのに対し、こちらは不連続現象である。このことは、火炎の前面で多くの状態量が不連続的に上昇することを意味し、これが破壊作用に重要な役割を果たす。第二の特徴は、衝撃波を伴う以上、その移動速度は音速を超えていることである。デトネーションは秒速が2,000mにも及ぶ高速で動くから、その圧力伝達には前の火炎伝播とは違って方向性を持つ。そのほかにも相異点は多いが、それはやめにして、次には上記の点を踏まえてデトネーションを定義しておくとして、この現象は衝撃波を伴った可燃性の混合ガス中の火炎伝播となる。また、逆に衝撃波を中心に考えれば、燃焼という化学反応によりエネルギーの供給を受けた衝撃波の伝播ともいえる。したがって、デトネーションは一般の衝撃波よりも減衰せず、高速が維持される。ただし、混合気存在しない領域に出ればデトネーションもエネルギーの補給がなくなるので、単なる衝撃波にかわり、距離とともに減衰して最後は音波になる。爆風というのはこのあたりの現象である。

こんなところが気体における通常の火炎伝播からデトネーションへの転移であるが、この仕組みは、対象が液体や固体の爆発物になると同じとはいかない。この場合には、分子間の距離が気体と違って著しく近く、物質の特性も変わるため、着火からデトネーションへの転移は容易で、そこでは最初からデトネーションが起こっているとみなしても変わらないからである。

その点、火薬というのは、固体の酸化剤と可燃



物を混合したり、分子内に酸素を多量に含む化合物を選び出すなどして、デトネーションを起こりやすくし、それによる破壊効果を利用したものとみることができる。よって、同じ爆発と称してもガスの爆発と火薬の爆発とは同じものではなく、爆発というとすぐに火薬のそれを頭に描くのは、必ずしも妥当な発想とはいえない。

## 5 爆発による破壊

今までのところから明らかなように、一口で爆発が起こるといっても、これには物理的な爆発、ガスや粉じんの爆発、火薬の爆発と種々の形式があり、それぞれ特性が違う。このため、それが起こった時の作用・効果もまた異なってくる。しかし、ここではこれらのすべてを記すゆとりはないので、前と同じにガスの爆発を中心に話を進めよう。

まず、空間の中を火炎が伝播するだけでどのようなことが起こるかを考えてみると、前にも触れたように、空間が密閉されていれば、容器等の耐圧に応じてそれが壊れるかどうかは決まる。しかし、爆発の圧力に十分に耐えられる入れ物は小型容器以外には少ないから、実際に関心のもたれるのは、窓のある建物や安全弁などの圧力開放装置のついた大型設備などの場合となる。つまり、開口の存在する条件下でガスの爆発が起こったとき、どのように壊れるかの方が重要になる。

ところで、我々が住んでいる建物や鉄鋼製の大

きな容器やタンカーの油槽などは、どのぐらいの圧力まで耐えるようにできているのだろうか。我々はコンクリートや鋼板のような材料からなる壁は極めて頑丈にできているように思いやすいが、果たしてそうなのだろうか。また逆に、窓ガラスなどはどの程度弱いのだろうか。表1には、そのおおよその目安を示した。

これによると、窓ガラスなどはほんのわずかの圧力上昇で壊れ、また、大型構造物といえども1気圧の半分ぐらいの静的圧力で壊れてしまう。なんとも頼りない気がするが、構造物は大きくなると弱いもので、このことは、0.5気圧という圧力上昇は1㎡の面積にかかる荷重に直すと5トンになることを考えれば多少は納得がいくかもしれない。

かくて、建物などのガス爆発では、ごく初期に窓ガラスが割れて開口が生じ、それとほぼ時を同じくして家具などの収容物や障子、ふすま等の間仕切が壊れて、内部はひどい状況になる。しばしば、事故などに際して壊れ方がひどいので、もっと激しい現象が起こっているのではないかと考える人もいるが、そんな必要はない。爆発のような内部からの圧力に対して、建物はそれに耐えるようにはできていないから、簡単に壊れて当たり前の話で、さらに、機能上強さが必要でない部分は著しく弱くできている。この端的な表れが床と天井の強さの差である。天井は人や物が載るように設計されてはいないから、内部からの力に対して床より大部弱い。

一方、デトネーションが起こると、この場合は空間が閉じていようと開いていようと、波の進んだ方向における衝撃作用は著しく大きく、その波面先端で生ずる圧力も前とは違って30倍にも40倍にもなる。したがって、空間内部でデトネーションが起こった時の破壊状況などは考えても仕方がなく、むしろ、この場合に大事なことは、デトネ

表1 爆発による建物等の破壊の目安

対象物	破壊に至る圧力(kg/cm <sup>2</sup> )
窓ガラス	0.035~0.070
波板鉄板、アルミニウム板	0.07~0.14
木造建物	0.07~0.14
コンクリート壁 (20~27cm、鉄筋なし)	0.14~0.21
鉄筋コンクリート壁 (15~18cm)	0.39~0.46
大形鋼製貯槽	0.40~0.50

## 防災基礎講座

ーションにより発生した衝撃波が周囲のどの辺にまで悪い影響を及ぼすかである。一般にこの種のデトネーションのエネルギー補給源である火炎がなくなって後の衝撃波の伝播は、前に触れたように爆風と呼ばれるから、これは爆風圧の距離効果の問題といってもいい。そして、従来この問題については、同じ爆風圧を与える距離は爆発に関与した物質量の立方根に比例する、との法則を用いて多くの検討が成されている。しかし、正直な話、デトネーションが起こってしまったら、被害の大小を論じても後の祭りである。

では一体、普通の爆発の場合、それへの転移はどれほど起こりやすいのであろうか。次には、これを手短かに考えてみよう。

すでに述べたように、デトネーションが起こるには、なんらかの原因で可能性の混合ガスに着火が起こって火炎が伝播し、次いでこれが加速される過程が必要である。よって、ここには着火からデトネーションへ転移するための誘導時間、ないし誘導距離と呼ばれる一種の助走区間が存在する。そして、その大小によってデトネーションが起こりやすいか否かの目安がつく。つまり、これが小さいと容易にデトネーションへ転移するが、これが大きいと現実の空間規模との兼ね合いで、現象はデトネーションへ転移する前に終わってしまう可能性が高いというわけである。かくて問題は、一般の空気中での三次元のガス爆発の条件で誘導距離はどれほどの規模かということになる。もとよりこれにはガスの種類や組成、環境、着火の強さなどがかわるので、何ともいえないが、大まかなことをいえば、その大きさは一般建物の部屋ほどには小さくなさそうである。したがって、ここで対象と考えている建物や施設程度の規模では、都合のいいことに転移の可能性はあまり大きいとは思えない。

## 6 あとがき

爆発という現象を広い視野に立って系統的にわかりやすく記すことは難しい。本稿もその例に漏れず、後にいくほど書くべきことを割愛せざるを得なかった。その意味では、本稿は不十分のそしりを免れない。

しかし、ここに述べてきたことを振り返ると、爆発ほど、その対策を考えるに当たって未然防止が重要なものはない。爆発は発生してしまえば、デトネーションが起ころうと起こるまいとこれを途中で止める手段に乏しく、といて、仮に爆発が起こっても、被害が出ないようにするのもまた困難である。早い話が、建物や容器を爆発に耐えるようにすることは、できないというより無意味であろう。ここでは爆発が起こらないようにする他はない。いくら未然防止に力を注いでも完全は期せないという問題もあるが、現状では、過去の知識を踏まえて十分な予防対策を立てることは可能であろう。爆発の威力や被害の大きさを論ずるよりも、予防を指向する方向の検討がより望まれるのではないかと思われる。被害予測を行った結果が小さいといて、それを切り捨てることはできないし、さらに加えれば、予防に対する知恵と費用と時間の投資は、防護と違って爆発の潜在危険を有する分野の発展に必ずやプラスになるからである。

化学的な爆発は、本来、燃焼の一つの形態であるにかかわらず、ややもすると何か特殊な現象であるように思われがちである。今の世の中、わけのわからない現象が突然現れるはずもない。この解説がそのような点を少しでも明らかにする上でお役に立てば幸いである。

(あきた かずお／災害問題評論家)



転技能を高めることに主眼をおいており、この三要素をいかに高めていくかが当社における交通安全対策のかなめとなっている。

これら三要素を一層高めるには、

- 交通安全行事
- 運転者の管理（安全個別指導、運行管理、および業務上車両運転認定制度）
- 交通安全研修

を計画的かつ効果的に推進すべきと考えている。

## 1) 交通安全行事

当社において全社的に実施する交通安全行事としては、春・秋の全国交通安全運動の期間中に総務庁からの実施要綱を踏まえて、当社独自の重点実施事項を策定し、「交通安全運動」を年2回展開している。

本運動は、先に述べた交通安全意識の高揚、交通安全知識、および安全運転技能を高めることをねらいとしており、各種講演会、講習会、安全運転実技訓練、事故例検討会などを強力に推進することとしているが、加えて、運動の主旨の徹底を図るため、ポスター、パンフレット等を作成し、運転者のみならず、自転車利用者、歩行者、さらにはオーナードライバーや家族を含めた幅広い運動を行っている。

なお、この他、各店所では、地元の警察署や交通安全協会などが実施する交通安全運動についても、積極的に参加している。

## 2) 運転者の管理

交通災害の分析結果によると、そのほとんどは運転者の過失によるものであり、その原因を究明すると、

- i) 運転管理の不適正
- ii) 運転者自身の欠陥

とに大別できるといわれているので、運転管理の充実を図るための具体的施策を述べよう。

### (1) 安全個別指導

従来、人に対して進められてきた安全管理は、職場ぐるみ、あるいは職場グループに焦点を合わせ総括的に行われてきたが、これだけでは不十分であり、個々の運転者の意識、知識、技能、性格

などの諸特性を把握し、これに応じた運転ルート・同乗者の選定、出発前のアドバイスや安全運転のポイント指示など、きめの細かい指導が重要である。すなわち、これが安全個別指導であり、これに集団管理を加えることにより、交通安全管理上効果的な役割を果たしている。

安全個別指導を進めるために、個人の特性を把握する事項について述べよう。

#### (a) 個人の諸特性の把握

##### i) 身体的・生理的特性の把握

車両運転にもっとも肝要な視覚機能および反応機能は、静的な条件下での特性だけでなく、動的な条件下、あるいは実際的な条件を設定して、その条件下での特性を把握し、それに基づいて運転条件を決定したり、指導・指示のポイントを決めることが必要である。

##### ii) 精神的・心理的特性の把握

人の行動にもっとも大きな影響を与えられられる特性で、精神的疾患の有無、性格、情緒、知能の程度なども把握されねばならない。

精神的疾患を有する者はもちろんのこと、性格、情緒面でも、その特性から災害を引き起こすおそれが強いものか、あるいは、どのような行動をとるタイプであるか、その特性によって災害と結びつかないよう指導されるべきである。

##### iii) 運転技能度の把握

自動車を運転する者の運転技能の程度も無視できない。運転経験が長いだけで必ずしも運転がうまいとはいえないし、自己流の運転の仕方になってはいないか、どの程度の技能を有しているのか、助言・指導、あるいは運転経路を決定する面で重要なポイントとなろう。

##### iv) 交通安全知識度の把握

ひとたび運転免許を取得すれば、交通法規、安全に関する知識は検査されることはない。したがって、これらの知識が忘却されている事項も少なくない。しかも、法規の変更もしばしばあって充分会得されてない場合もある。どの程度の運転上の法規・知識が保持されているか、講習会などを通じて経時的に習得させている。

以上が、安全個別指導を進めるための把握事項であるが、このうち、とくに人の特性を客観的に、かつ公正に把握するためには、日常の行動観察手法のみに頼らず、種々の科学的手法の導入が必要である。したがって、当社は、以前からこの点に着目し、次の諸検査を実施している。

(b) 科学的検査の実施

i) 心理適性検査の実施

昭和39年から、主に性格、情緒障害の有無を把握するために実施されているが、次の検査で構成されている。

○ クレペリン連続加算検査

無作為に並べられた一けたの数字を一分間ごとに連続的に加算させ、その作業量、作業曲線から作業意志の状態、異常緊張の有無、習熟度（慣れの具合）などの精神作業機能特性を検出する。

○ ブルドン抹消検査

類似している図形の中から、単一、あるいは複数の指定された図形を抹消する検査で、注意力、注意の配分の程度をみる。

○ 健康調査表（文章完成法検査）

未完成の文を完成させ、その内容を分析し、性格・知能の程度、情緒障害の有無を把握する。

以上の3検査のそれぞれの判定結果に基づいて「検査結果の特性」として、専門家によって総合判定される（「安全個別指導カードⅠ」参照）。

ii) 車両運転機能検査

次いで、昭和43年以降、運転者の反応機能をとらえるものとして実施している検査で、運転者の「知覚—判断—操作」の一連の反応特性を把握する。検査種目は、次のとおりである。

○ 速度見越反応検査

速度感覚をみるもので、スピードに対する判断が適正であるか、早すぎるのか、あるいは遅すぎるのか、また、判断のバラツキの程度をとらえる。

○ 重複作業反応検査

複雑な条件下、たとえば交差点のような場所での反応が適切になされるか、対象を誤りなく知覚し、的確な判断と機敏な処置がとれるかどうかの機能をとらえる。

○ 処置判断検査

視知覚上の注意力、注意力の配分、注意力の持続性の程度を把握する。

○ 手腕安定度検査

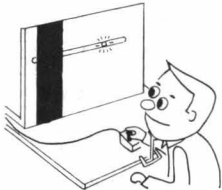
手腕の安定性をみるもので、とくに感情の変化に伴う手腕の動揺の程度を検査する。

○ 精神反応速度検査

運転すると複雑で、多くの情報が目に入ってくる。これらのなかから自分に必要なもので、誤りなく、機敏にとらえられるかどうかをみる。

以上の検査は、いずれも運転技能をみているものでなく、その人の素質に基づく反応機能をとら

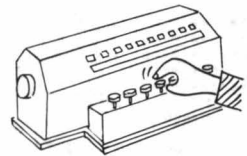
(1)速度見越反応検査



(3)処置判断検査



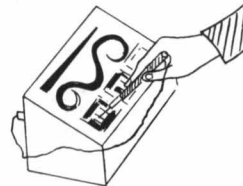
(5)精神反応速度検査



(2)重複作業反応検査



(4)手腕安定度検査



えるものである。交通事故は瞬間的に発生するものであり、この際の人の反応は素質に基づく反応

安全個別指導カード I (心理適性検査関係-第1回検査)

確認年月日 S

確認印	安全指導員	人認別認	氏名	所 属	性 別	年 令	職 位	所 属
			千代田 一郎			25		

店名 所属 氏名 千代田 一郎 年令 25

整理番号 検査番号 102 検査年月日 52.4.10

真動年月日 所 属 確認印(所属の章)

クレベリン検査	ブルドン検査	視覚検査(I)
得意 ② ; ②	e <sub>2</sub>	I ③ ④

検査結果の特性  
性格は内向的であり、まじめで誠実であるが、人前ではあまり発露しなからず、気分での引込現象などがある。感情面では、やや周囲の変化に左右されやすく、作業中もそれが出ることもあるようである。また、一つのことに注意を集中しきれない傾向も多少認められる。指示はよくわかることとやるほうであるが、ややもすると思いつき明後行動になることもあるようだ。

日常生活観察の特性  
① 消極的な言動。しかし、まじめであり、指示されたことはよくやる。  
② 自信がある方ではなく、物事を気にしやすい所がある。  
③ 誠実。真面目で目立たない。  
④ 時には気分をこたえられてもいる。

1) 指示は一回だけで行く時は点を付けて確認すること。  
2) 作業は、時間を区切ってやる。  
3) 一方的な指示にならぬよう本人の意見もきく。  
4) 細い注意力の必要な作業は、必ず監視をし、特に作業終了時は、勝手な行動をとらぬよう注意。

安全個別指導カード II (車両運転機能検査関係)

確認年月日 S

確認印	安全指導員	人認別認	氏名	所 属	性 別	年 令	職 位	所 属
			千代田 一郎			28		

店名 所属 氏名 千代田 一郎 年令 28

整理番号 検査番号 6 検査年月日 55.4.20

真動年月日 所 属 確認印(所属の章)

速度見極反応検査	反応時間	2348 msec	④	高・多	動 揺 度	④	大	
置換作業反応検査	誤反応数	2	④	多	動 揺 度	15%	④	大
発見判断検査	誤反応数	67	④	多	左右差	大	④	高・多
手続安定度検査	接触回数	105	④	多	左右差	大	④	高
精神反応速度検査	所用時間	96	④	速	誤断回数	3	④	多

検査結果の特性  
不條良好な反応機能をもっている問題は少ないといえる。しかし、処置判断での練習効果が低く、注意力の持続に問題がある。また、左側に注意を定めている。

日常生活観察の特性  
① 運転はうまいが、スピードに思いをわらわら。  
② フレキをかけるのが遅い。

1) スピードをなるべく一定に保つよう。  
2) フレキは早目に足で上げよう。  
3) 左方にも注意を配ること。特に標識の見落としと誤りとのみ出しに注意。

が出る。これらの検査で問題と判定されれば、危険に近づく運転の仕方をしないよう指導されることになる(「安全個別指導カード II (表)」参照)。

iii) 視覚系検査

さらに、昭和46年から、車両運転で最も重要な要素である視覚機能を、実際運転する条件を設定してその条件下での視力特性を把握している。検査種目は次のとおり。

○ 動体視力

動いているものを見た場合の視力で、次第に接近してくる指標をどこで確認できるかを測定する。

○ 薄暮(夜間視力)検査

「暗い(夜間)」「比較的明るい」「明るい」の三段階の条件下での視力を測定する。

○ 暗順応検査

暗さに慣れるまでの順応時間を測定する。

○ 眩惑回復時間検査

まぶしさに眩惑されると一瞬見えなくなるが、それが回復するまでの時間を測定する(「安全個別指導カード II (裏)」参照)。

以上、科学的検査について述べたが、車両運転

安全個別指導カード II (視覚系検査関係)

確認年月日 S

確認印	安全指導員	人認別認	氏名	所 属	性 別	年 令	職 位	所 属
			千代田 一郎			27		

店名 所属 氏名 千代田 一郎 年令 27

整理番号 検査番号 9 検査年月日 55.4.10 遠視視力 1.0(B.10/10.10)

真動年月日 所 属 確認印(所属の章)

動体視力	動体視 (0.2) 良・普・④	低下率 11.8%	小・普・②
薄暮	A 暗い (0.3) ④、低下	低下率 17.0%	④・普・大
視力	B 暗い (0.7) ④、低下	低下率 30.0%	④・普・大
視力	C 明るい (1.0) ④、低下	低下率 11.0%	④・普・大

暗順応時間 1622 msec 速・④・運  
眩惑回復時間 2108 msec 速・普・④

検査結果の特性  
動体視力の低下があり、車両運転中周囲の状況が確認しにくくなる傾向がある。また、眩惑回復も遅れ気味であるので、後間道の長行は十分注意が必要。

日常生活観察の特性  
前頁と同じ。  
1) スピードのコントロールを自覚させること。  
2) 視同運転時は、スピードを落とす。特に対向車のフロントと眼に当たった時は、これを必ず守らる。

機能検査、視覚系検査については、その結果が検査後直ちに受検者に知らされ、車両運転時における留意事項や適切なアドバイスが与えられる。

(c) 安全個別指導の具体的展開

i) 特性の把握および総合対策

班長、あるいは主任である第一線現場管理者（以下実施者という）は、上司の助言を受け、各作業員の特性を検査結果と日常行動の特性から把握するが、この場合、両者の調整が必要となる。

検査結果と日常行動からの特性が一致すればいいが、一致していない場合は、日常行動の特性を主にし検査結果を従とする。この場合、検査結果からの特性は単独作業とか、あるいは監督者のいない場合に出るおそれがあると考えることとする。

人の特性は多面的であるので、両者に差が出たとしても特異なものではなく、環境によって特性の表れ方が異なるというように考えるべきである。しかし、差がある時は、その差に注目し、より広く情報を収集し、その当否の確認も必要である。また、検査結果からの特性は、あくまで検査を通しての間接的なものであり、科学的だからといって盲信してはならない。

このようにして、性格特性が把握された後に、それぞれの総合対策を上司と共に検討する。

車両運転機能検査、視覚系検査の結果についても同様検討される。

ii) 特性の伝達（安全カウンセリング）

作業員の特性および指導事項は本人に伝達されるが、この場合、直接に伝達するのではなく、本人が自覚できるようカウンセリング方式で面接する。

実施者は、一方的にきめつけるのではなく、相手の態度をみつめながら柔軟な態度で接し、効果的に本人の性格、および各検査に基づく諸特性と安全上の留意点など共に検討することとなる。いわゆる安全カウンセリングを実施している。

iii) 長所および指導事項の記録

日常現場で良かった点、あるいは指導した事項について、その都度、安全個別指導カードⅢ（行動記録メモ）に記録し、本人の諸特性を一層の理解、把握する。この場合、簡略的に安全メモを利用することも可としている。それぞれ記録された事項について、一期（6か月）一度は実施者の反省も含めてまとめておく。

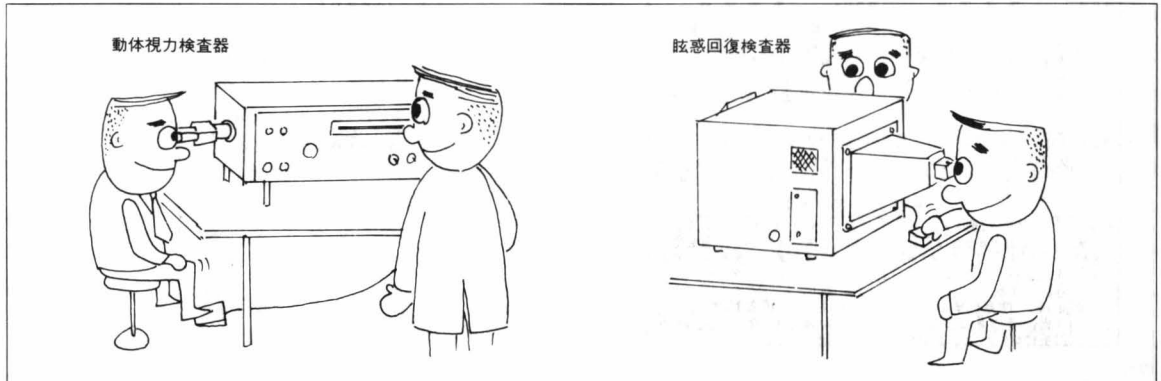
このような集積が本人の特性を一層よく知ることとなり、安全上きめの細かい的確な指導が可能となろう。

iv) 特性の活用場面

以上述べてきたように、各検査の結果は安全個別指導カードⅠ、Ⅱに記入され、また日常の行動からの特性を加えて、指導事項（総合対策）が検討され、管理者用の資料として日常の交通安全指導の際に活用される。

各作業員の特性については、まず本人自身自覚し、いかに行動するかが安全上もっとも重要であるが、実施者の側からも適切なアドバイスがなされるわけである。

とくに車両運転者を決める場合は、慎重を期すべきで、単に年齢順、順番制といった方式は避け、道路の状況、交通量、運転経路、運転時間、さらに作業員の特性を考慮して運転者を決定すべきで







め、各店所の実情に応じて定められているが、一般には、社内の安全運転指導員によって繰り返し同乗指導、法令、安全運転知識、事故例などの教育が実施されている。そして、一定の教育が終了した時点において、四輪車安全運転指導員リーダー、もしくは、社外の自動車教習所において技能、知識のチェックを受け、さらに、先に述べた安全個別指導資料などを参考として、最終的には、店所長、もしくは安全運転管理者から、業務上車両運転認定者としての資格が与えられる仕組みとなっている。

### 3) 交通安全研修

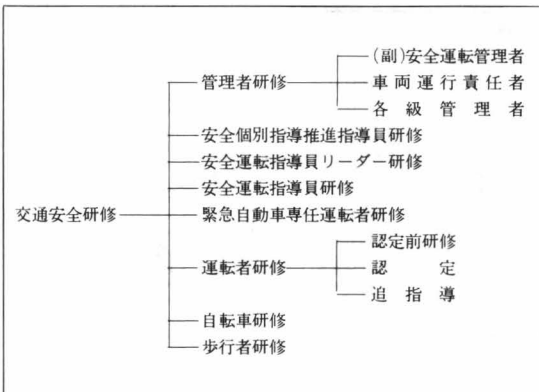
交通安全を確保するためには、なによりもまず各級管理者をはじめ、運転者、自転車利用者、歩行者の交通安全に関する正しい認識を確立し、さらには、正しい知識および技能をしっかりと身につけさせることが肝要である。このための具体的施策としては、なんといたって計画的かつ効果的に交通安全研修を実施することに尽きると考える。

当社における交通安全研修を対象者別に分けるとおおむね下図のとおりである。

ところで、当社の交通安全研修は、本店が実施するものと、各店所において実施するものとに分けられるが、以下、本店安全部において実施する研修について述べることとする。

#### (1) 安全個別推進指導員研修

先に述べた安全個別指導を円滑かつ効果的に推進させるために、昭和41年から各店所の主任・係長クラスの管理者のなかから適任と思われる者を



交通安全研修体系図

選定し、本店安全部において、専門家によって、心理学に関する知識、とくに性格特性、およびそれに対する対策、役割演技による安全カウンセリング手法の習得など、安全個別指導に必要な知識を1泊2日の日程で研修している。

#### (2) 四輪車安全運転指導員リーダー研修

社内指導員の統括・指導、安全運転管理者、および車両運行責任者の連絡・調整などを行う指導員リーダーは、社内指導体制の中核となる重要な役割を果たしているため、特に昭和51年から鈴鹿サーキット交通教育センターなど、社外の専門機関に委託して行っている。

#### (3) 二輪車安全運転研修

二輪車は、いったん事故が発生すると重大な災害に結びつきやすく、しかも、四輪車以上に運転技能を必要とするため、昭和43年から、鈴木自動車安全運転指導センターなど社外の専門機関に委託して、とくに乗車頻度の高い二輪車運転者を対象として実施している。

## 3 おわりに

以上、当社の業務上車両運転者の職場管理方策について、安全個別指導を中心に主な施策を説明したが、当社にかかわる交通事故は、人身災害でここ5～6年間十数件であり、とくにこの2年間は一けた台にとどまっている。

ちなみに、当社の車両の保有台数は、59年度末で7,782台、うち四輪車7,174台、二輪車608台で、業務上車両運転認定者は約20,790人となっている。また、一日の延走行km数は約16万kmに達し、これは地球の赤道上をほぼ4周した距離となる。

このように、交通災害の防止には、人間尊重の理念に基づき、一人一人に対しきめの細かい管理が総合的・機能的になされてこそ、その実をあげることができるかと確信している。

今後とも、当社は、交通安全確保のため、日々間断のない努力を、車両運転者ともども心掛け、交通災害「零」に向かって邁進する所存である。

(はやかわ ゆきお/東京電力(株)安全部)

# 大空間建築物の火災実験

## 永山正美

蔵前国技館は昭和29年に建設されて以来30年間大相撲を通じて広く国民に親しまれてきたが、両国に新国技館が建設されることに伴い、取り壊されることとなった。これを機に東京消防庁では昭和59年10月19日～21日の3日間、当該建築物において予防部、消防科学研究所、第6消防方面本部ならびに浅草消防署等により実験組織を編成して、火災実験を実施した。

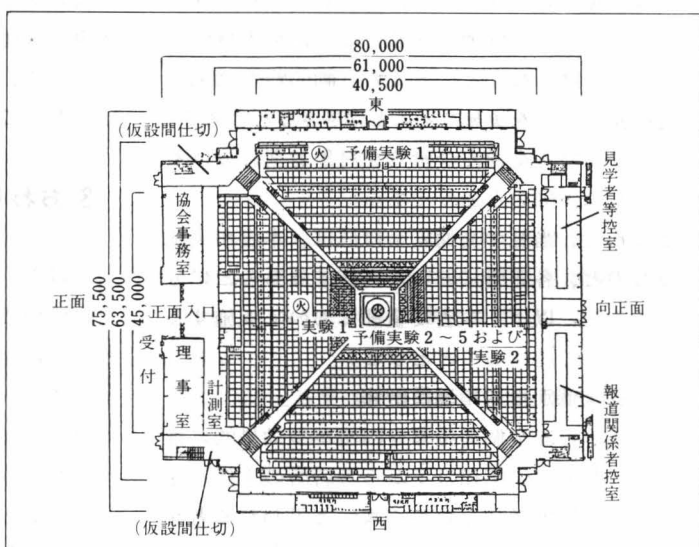


図1 本館平面図 (1階)

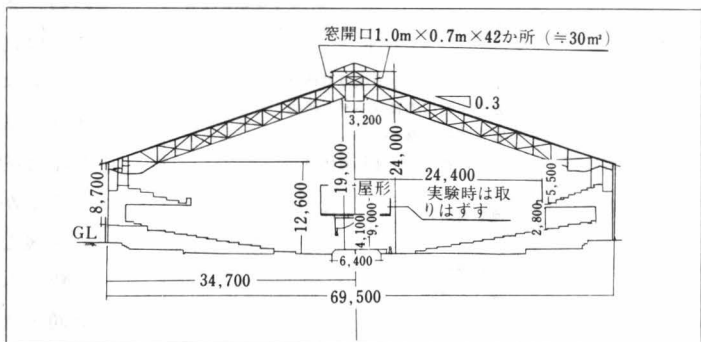
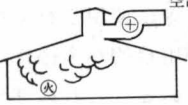
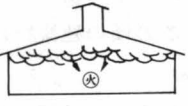
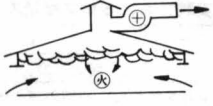
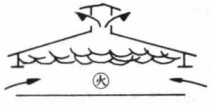
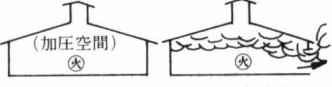
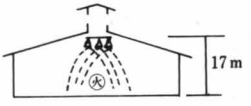
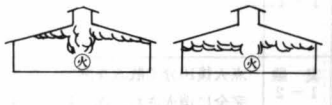



図2 東西立断面図

表1 各実験の目的とスケジュール表

	日・時	目的	熱源	開口条件		備考			
				出入口開口	天井開口				
子備実験 1	10/19(金) 9:00	空調運転等室内の通常換気状態時における煙流動等火災初期の状態をモデル実験により把握する。	発煙筒10本	×	×	空調：通常運転 			
子備実験 2	10/19(金) 13:00	モデル火災により開口条件の差による煙層形成状況を把握し、理論式との相関性を検討する。	アルコールパン4枚 (1㎡×4枚=4㎡) 発煙筒30本を2回継続	×	×				
子備実験 3	10/19(金) 11:00			○	×				
子備実験 4	10/19(金) 14:00			○	○				
子備実験 5	10/19(金) 16:00			室内加圧時 (20mmAq) に火災により発生した煙が避難開始時の出入口開放による煙流動の変化を把握する。	×	×			
実験 1	1-1	10/20(土) 9:00	22kg/㎡の割合で積みあげた杉クリブとし、10㎡の火源面積とする。	(原則として) ×	○	 ・実験1-1,2に伴せて光電式分離型感知器および炎検知器の感知特性を把握する。 ・実験1-2の散水開始は点火後10分とする。			
	1-2	10/20(土) 10:00					高所に設置したスプリンクラーヘッドによる散水特性を把握する。 ヘッド高さ 17m ヘッド数 1個	○	・31.6cm角の採水ます69個を放射状に配置して採水する。
	1-3	10/20(土) 11:00							
実験 2	10/21(日) 7:00	高天井・大空間を有する大規模建築物における物品販売を想定した実大火災実験により、煙層形成状況および自火報等各種消防用設備の感知特性等について定量的に把握する。	衣類を30kg/㎡の可燃物量にして、20㎡の火源面積とする。 (衣類計600kg)	(閉鎖) ×	(閉鎖) ×	  光ケーブル、誘導灯、自火報、炎検知器等の機能確認等を含む。			

## 1 実験のねらい

最近、屋内スポーツ観覧場が展示会、物品販売、コンサート等に使用されるなど、大空間を有する建築物の使用目的が多様化し、利用者層も幅広くなってきている。これに伴って、この種の建築物の災害対策について新たな問題点が提起されており、また、この種の建築物が今後数多く出現する傾向にある。

このことから、当該建築物での火災発生時の煙

流動等の火災性状や、消防用設備等の作動特性を把握し、今後の消防対策に資するため、次の6項目をねらいとして実験を行った。

- (1) 高天井・大空間の建築物における物品販売を想定して、プリュームのプロポジション等、火災性状特性の把握について
- (2) 高天井に設置されたスプリンクラー設備の散水特性と火災の抑制効果の把握について
- (3) 光電式分離型感知器等(炎検知器)、新しく開発された機器の感知特性の把握について

- (4) 高天井の大空間を有する建築物における自然および機械式排煙設備を活用した場合の煙制御効果の機能上の問題点、ならびに加圧空間内における煙挙動の把握について
- (5) 火災の進展にあわせて誘導灯の視認効果に関する特性把握について
- (6) 高温環境下における光ケーブルの情報伝達特性の把握、ならびに有効性を得るための施工法の検討について

表2 予備実験における結果総括表

	結果の概要	
	煙層の状況	
予備実験 1	浮力を持たない初期の煙の流動は空間中央上部の排気系に支配されて拡散するものの3分00秒以降は、空調による循環と客席部床排気系にも支配されて館内全域に拡散した。	1 通常の空調運転で館内は外気圧より0.2~0.3mmAq程度高かった。
予備実験 2	煙は天井面から静かに蓄積し、6分00秒で約8mの煙層厚になった。	1 館内外に著しい圧力差は生じなかった。 2 上昇気流の形状は柱状を呈していた。 3 上昇気流の速度は概ね3m/sであった。 4 煙発生量(天井面からの蓄煙速度)をトーマス(英国火災研究所)の理論式により予測することができた。
予備実験 3	煙は若干の乱れを呈しながら天井面から蓄積し6分00秒で約7.5mの煙層厚になった。	5 越屋根開口部(30㎡)を活用した自然排煙設備が有効に機能した。
予備実験 4	煙は若干の乱れを呈しながら天井面から蓄積し6分00秒で約7mの煙層厚になった。	
予備実験 5	煙は実験開始直後から乱れており、3分00秒では館内全域に拡散した。	1 館内圧力20mmAqを目指したが、リーク量が多く、最高14mmAqまでしか上昇しなかった。 2 館内外の差圧11mmAqで開口部面積に対して0.4%(約20㎡)の隙間量が確認された。 3 館内気圧が外気より11mmAq高くても約6㎡の開口部開放により1分30秒後には内外差圧はなくなった。 4 上昇気流の形状が著しく乱れた。

表3 実験1における結果総括表

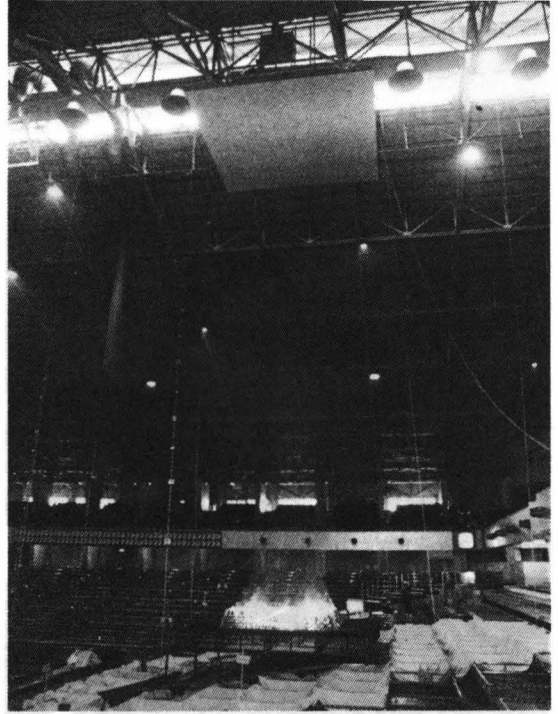
	結果	備考
実験 1-1	公称作動温度72℃のスプリンクラーヘッドは当該実験条件下では感知しなかった。	1 仮設天井面の温度は12分30秒後に79℃まで上昇しているものの瞬間的なものであり、感知・作動するにはいたらなかった。 2 越屋根開口部を開放しており、雰囲気温度は火点から約3m離れた位置で床面で22℃、仮設天井面の高さで55℃であった。
実験 1-2	点火後10分で散水を開始したところ約1分で完全に消火され、消火効果が確認できた。	仮設天井での最高温度は60℃であった。
実験 1-3	スプリンクラーヘッドの散水特性は高さによる影響は少ない(規格省令における基準値を十分満足する)ことが確認された。	1 同一ヘッドにより、取り付け高さの違いによる散水特性差を、今後継続して把握していく必要がある。 2 館内に著しい気流特性が生じていた場合での散水特性を、今後継続して把握していく必要がある。

## 2 実験建物の概要

敷地面積17,759㎡の中に、建築面積5,976㎡、延面積10,757㎡の鉄骨造(一部鉄筋コンクリート)地下1階地上4階の本館があり、その収容人員は約11,000人であり、敷地内に博物館、茶屋等がある。なお、実験を実施した本館の平面図と断面図を図1、図2に示す。

### 3 実験の概要

実験は第1日目に発煙筒をたき、アルコールの定常燃焼により加熱したモデル実験を予備実験と称し、開口条件等を変え5回実施した。第2日目は、高さ17mの位置にフラットな仮設天井を設置してスプリンクラー設備関係の実験を3回実施し、第3日目に、衣類600kgを燃焼させ、実大規模の実験を実施したものであり、各実験ごとの目的、熱源、開口条件等は、表1に示すとおりである。



実験1

### 4 実験結果の概要

#### 1) 予備実験

5回にわたる予備実験の煙層の状況、および館内気圧等実験結果の総括は、表2に示すとおりである。

#### 2) 実験1

高天井の場合におけるスプリンクラー設備の感知・散水等の特性を、表3のとおり集約した。

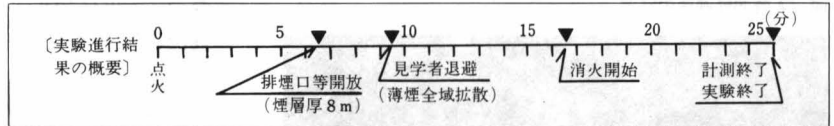
#### 3) 実験2

火災時における建物内煙流動特性、および各種防災設備等の作動性等を定量的に求めたり、また、過去の火災事例などから用途別に火災の進展特性を把握することは、現行法令規制等で定められている防火避難対策の有為性を探る意味で重要である。

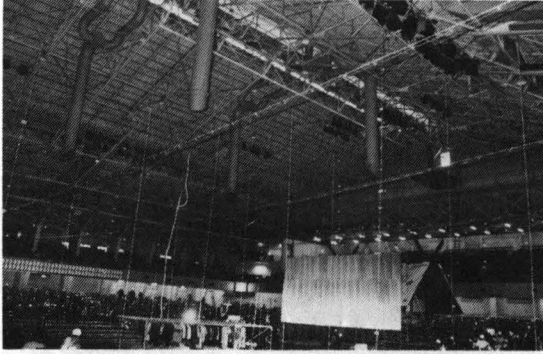
とくに、近年建設の増加することが予想される大空間を有する建築物における避難対策等を考え

表4 実験2における結果総括表

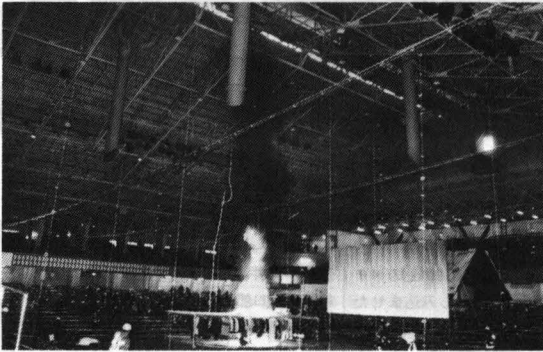
火 源	点 火	開 口 条 件
火源面積20㎡にして30kg/㎡の可燃物量計600kgの衣類をハンガーに吊した。	点火棒の先端に100ccのメチルアルコールをしみ込ませた布を火点中央に置き点火した。	煙層が天井高の約2/3(煙層厚約11m)程度で越屋根開口部(30㎡)を自然排煙口として、併せて1階出入口扉(30㎡)を同時に開放した。



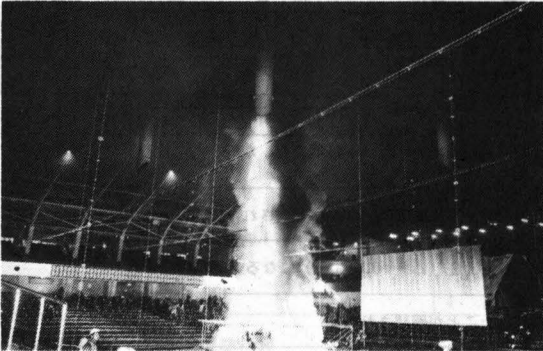
項 目	結 果
煙 層 の 状 況	天井面からの煙蓄積状況に関するデータが採取され、かつ、相関性を有する理論式が確認された。
煙 濃 度	最高値は8分00秒経過時、天井面で $C_s \approx 2.0$ が計測された。
建物内外差圧(床レベル)	開口部開放によって館内負圧( $\Delta P \approx 0.5 \text{ mmAq}$ )になることが確認された。
上昇気流速度(火点中央)	概ね4~6 m/sであったことが確認された。
酸 素 濃 度	2階席3m上部の位置では、実験終了時まで酸素濃度(21%)は全く変化しないことが確認された。
炎 の 高 さ	最高高さ12mが観測され、かつ、相関性を有する理論式が確認された。
燃 焼 速 度	燃料支配型の燃焼性状を呈し、燃焼速度は著しく速く約10分で550kgが燃焼した。また、相関性を有する理論式が確認された。
上昇気流の性状	予備実験と同様に柱状であることが、温度データからも確認できた。
光電式分離型感知器	火点周辺に設置したものにあっては、その有効性について確認した。
炎 検 知 器	赤外線等館内ノイズに著しい影響を受けることを確認した。
光ファイバーケーブル	一部焼きしたケーブルを含めて、伝送損失は全くなき、耐熱性を有することを確認した。
避難口誘導灯	濃煙降下がなかったものの薄煙の中で、大型誘導灯および点滅型誘導灯は視認性を有することが確認された。



実験2 スタート時



同 4時間経過後の状況



同 7時間経過後の状況



同 10時間経過後の状況

た場合、過去において提案された理論式により煙層降下速度を予想したり、消防用設備等の作動感知時間を予想したりする考え方に対する相関性の有無を検討することが、今後の対策を推進するうえで重要である。

このことから、実験2においては、昭和49年1月26～27日に当庁が三菱銀行金杉橋支店で行った実験条件に沿って、大スパン高天井を有する建築物での煙流動特性の把握、および各種消防用設備等の作動信頼性を探る実験を実施し、過去に提案されている理論式等との相関性を検討することとした。

その結果の概要は、表4に示すとおりである。

## 5 実験結果のまとめ

### 1) 煙流動等火災性状関係

(1) 大空間を有する建築物の空調設備計画は、複数系で給排気を行うなどして館内気流は多極的である。このため、火災の初期に発生した煙は館内気流の影響を受けることがわかった。

このことから、避難行動するエリアへの煙の拡散を防止するために、火災時には空調設備を迅速に停止するなどの措置が必要である。

(2) 大空間を有する建築物で火災が発生した場合に、煙の蓄積状況を予測するトーマス・辻本による理論式との相関性が、当該実験データから確認された。

ここで、床面積および天井高さを変えて計算した結果を、図3に示す。なお、計算上、天井面はフラットとした。このことにより、大空間を有する建築物での火災性状、とくに煙層降下に関する予測が一応可能になり、防災計画等の作成のための貴重なバックデータになり得ると思われる。

図3の活用にあたっては、あくまでも当該実験結果から得られたものであり、燃焼物の違いによる煙粒子重量の差からくる煙流動の差異などについて研究・分析を重ねていく必要がある。

(3) 越屋根開口部を利用した自然排煙の効果が認められたことから、今後、同種建築物における煙制

御計画の策定に当たっては、重力換気方式を活用した自然排煙設備の活用が有効であると思われる。

また、前(2)と相まって、床レベルにおいては比較的長い時間クリアゾーンが維持されることから、自衛消防活動を含む消防活動には、十分な煙制御措置と退避経路を確保するなどの対策を講じたならば、点火直近までの屋内進入が可能であると思われる。

(4) 衣類を燃焼させた実験2において、燃焼は換気に支配されず、十分に存在する空間内の酸素が供給されて、既応の実験結果より著しく早い燃焼速度を示した。

このことから、この種建築物で物品販売等の行為を行うに当たっては、持ち込み可燃物量を極力抑制し、かつ、可燃物相互の距離を大きくして陳列するなどの措置が必要である。

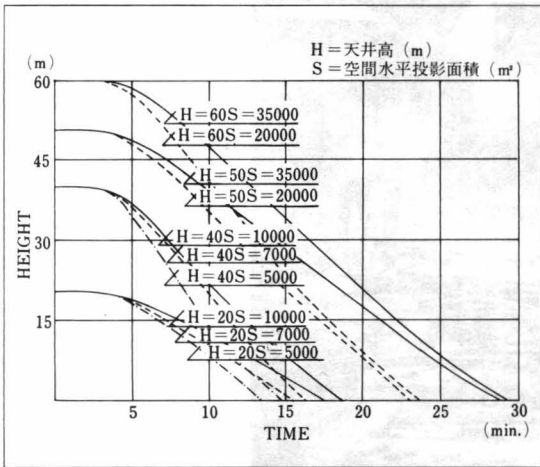


図3 トーマス・辻本の理論式を用いた空間規模別煙降下時間

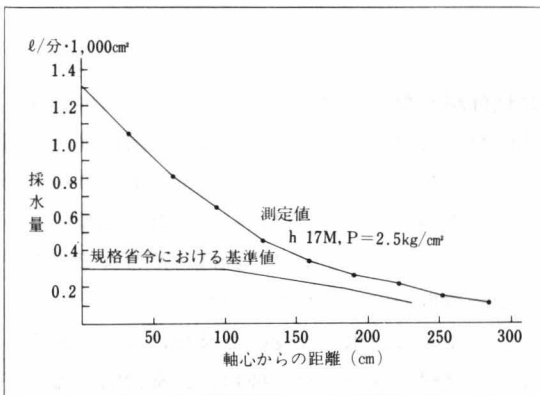


図4 規格省令における基準値との比較 (散水分布曲線)

## 2) 消防用設備関係

(1) 高さ17mの仮設天井に設置されたスプリンクラーヘッドの散水特性は、高低差による影響が少なく、規格省令による基準を満足している。基準値と実験値とを比較したものを、図4に示す。

また、実験結果から高天井に設置するスプリンクラーヘッドは、火災を自動火災報知設備等で早期に発見し、かつ、迅速な初期対応が可能ならば開放型ヘッドが有効であると思われる。

(2) 自動火災報知設備としての光電式分離型感知器の有効性が確認された。

このことから、感知特性は在来の設備と著しい差異はないものと思われるが、非火災報対策、および高天井を考慮したメンテナンス方法を検討した場合には、大空間を有する建築物への設置を今後推進すべきである。

(3) 光ファイバーケーブルの耐火・耐熱性は、本実験条件の範囲においては、一部焼損した例は見られるが、伝送損失はまったくないことが確認された。

今後、光ファイバーケーブルの耐火・耐熱性に関する実験・研究を重ね、十分な効果が確認できたのち、消防用設備等の防災関係施設・設備への導入を検討していく必要がある。

## おわりに

本実験の計画・推進に当たっては、東京大学岸谷孝一教授をはじめとする諸先生にご指導いただき、さらに、(財)日本相撲協会、(株)大林組をはじめとする関係諸団体にご協力をいただいで実施したものである。

(ながやま まさみ/東京消防庁予防部予防課長)



# 河川災害の現状と将来への課題

宮村 忠



## 1 社会、生活形態の変化と水害

水害は洪水と区別される。洪水は自然現象であるが、水害は社会現象である。施設を含めて、土地利用が水害を規定する。そのため、社会形態や生活形態の変化——土地利用の在り方の変化——が水害の変質をもたらす。

昭和42年の羽越水害では、山形県の最上川に従来にはない特異な現象が現れた。最上川中流部は、

盆地群が連なり、盆地の出口は常習氾濫地となっていた。常習氾濫地であるため、氾濫に強い桑畑が広く分布していた。ところが、最上川の氾濫を受けた桑畑は被害を受けてしまった。氾濫に強い桑が、容易に被害を受けた例は、それまでの常習的氾濫地帯ではみられなかった。

この要因は、水害を受けた桑畑に入ってみるとすぐに理解できた。桑の種類が、常習的氾濫地特有の高桑ではなかった。氾濫に強いという意味は、



桑そのものにあるのではなく、高桑、あるいは中桑を利用し、氾濫水に桑の葉が浸らないことにある。そこで、常習的氾濫地では、桑の種類を選択してきた。

昭和30年代後半からの経済成長は、農村地帯にもさまざまな影響をもたらした。労働力の都市流出もその一つである。労働市場の好況は、農業経営における出稼ぎ労働の有利性を強く表した。さらに、農業労働を省力化し、農家における農業専従者の減少を図る方向が顕著になった。そのため、常習氾濫地帯の高桑も、労働省力化の観点から低い桑に切りかえられた。当然、氾濫に対して一般の畑作物と同様の被害を受けることとなった。

しかも、昭和42年最上川洪水では、モーターゼーションがすでに進んでいた米沢盆地の氾濫などを経て流下してきたため、油性の付着により、すぐに刈り取っても使いものにならない状況を呈していた。

常習氾濫地の低い桑や、洪水に油性物質が伴うことなどは、社会形態、生活形態の変化によってもたらされた水害の変質とっていいだろう。

同様な事例を挙げることは、困難でない。たとえば、昭和45年の千葉県水害では、夷隈川、小櫃川、養老川などの上総丘陵河川群に共通して現れた現象がある。

夷隈川、小櫃川、養老川は、いずれも上総丘陵山地を激しく蛇行しながら流れ、蛇行部の内側に狭い谷平野を分布している。この谷平野は、古くから上総地方の有力な水田地帯を形成してきた。平地部の河川沿いには笹竹が連続し、この笹竹を中心に水害防備林が成立していた。洪水が発生すると、水害防備林によって減殺された穏やかな氾濫水が堤内地に導入され、洪水位の低下とともに堤外へ戻っていた。道路や住居は、氾濫水の及ばない高位段丘面上に設けられ、洪水が水害に直結しない方式が採用されてきた。

笹竹は、晩秋に刈り取られ、冬季の燃料とされた。刈り取りにより、春季に笹竹は新たな成長をする。つまり、刈り取りが、冬季の燃料確保とともに、竹の整備育成の役を有していた。ところが

近年の燃料源の変革は、薪炭、薪材をほとんど不用とした。そのため、古くから水害防備林の整備と一体となっていた笹竹の刈り取りが、日常生活から離れ、手入れが行われなくなっていた。昭和45年洪水時には、笹竹が枯れて水害防備林の役を有さなくなったところで、激しく耕地を流失させた。

この水害時に目立ったのは、笹竹の水害防備林を維持していた鉄道である。鉄道は、たとえ氾濫を受けても、路床の流失を防止できれば被害が軽微である。そのため、もともと費用が少なく、効果的な方法として、水害防備林を多用していた。沿岸の人々の生活変化が水害防備林の減退に連なったことに反し、保全と経営が一致していた鉄道の水害防備林維持の相違がよく現れていた。

生活形態の変化は、従来経験しなかった新たな事態を氾濫時に発生させることもある。都市ガスの区域外で度々見かけることであるが、プロパンのガスボンベが、ガスを吹き出しながら流れてくる。ボンベは倒れないように網や板などの枠が作られているが、氾濫を受けると浮力で持ち上がり、容易に流れ出してしまふ。しかも、当然元栓を閉めてない場合が多い。そのため、ガスを吹き出しながら、危険な事態を生みだす。

また、下水道が普及した都市部では、河川の急激な増水時に度々発生するものの一つとして、マンホールからの逆流や、空気の圧縮によりマンホールの蓋が爆発したように高く飛び出すことがある。飛び出した鉄製の蓋により、自動車が襲われたり、人が襲われたケースもある。地下鉄や地下道、地下街、あるいは高層ビルの地下階が、内水の流入を受けることも度々発生する。

日本全体の課題が地域の変ほうを促し、水害に直結した例もある。

昭和56年、北海道が大水害に見舞われた。この年、北海道は台風の当たり年で、3回の深刻な水害を受けた。なかでも8月上旬の台風12号は、寒冷前線を刺激して記録的な豪雨を伴い、石狩川水系を中心に大洪水が起り、各地に甚大な水害が発生した。石狩川本川では、江別市で深夜右岸が決壊し、支川の幌向川、奈井江川、産化美唄川で

も破堤した。市内の1/3が浸水した江別市や札幌市北区の浸水、国道12号線や国鉄函館本線の不通など主要交通が寸断し、札幌市など12市町村に災害救助法が適用された。死者8人、全壊・流失60戸、床上浸水6,115戸、農地の流失・埋没は水田373ha、畑1,000ha、冠水は水田40,000ha、畑135,000haに及び、被害総額2,700億円に達した。

北海道では、昭和37年、昭和50年にも、石狩川水系を中心とした大水害があった。前回、前々回の大水害と比較して、昭和56年水害には大きな特徴があった。その一つは、畑地の被害面積の大きなことである。北海道は、全国有数の畑作地帯である。とともに、全国有数の米作地帯でもある。

近世までの北海道では、南端の函館付近に稲作栽培が限定されていた。慶応2年(1866年)、函館付近で栽培されていた「しろひげ」から、突然穂の赤い稲が生まれた。この品種は、3年後の明治2年大凶作のなかでも実を結んだ。「赤毛」と呼ばれたこの稲が、明治6年から札幌郊外で篤農家中山久蔵により移入され、やがて石狩平野に広く普及した。さらに赤毛は、凶作の旭川で毛のない品種「坊主」を出現させた。1週間早い坊主の出穂は寒さの訪れの早い地域に有利な作物であった。時代の限界をこえながら進んだ稲の北上は、絶えず冷害を内に秘めながら品種の選定を継続させ、やがて安定した品種を得た地域では、収量を高め、水害に強い品種を選定するようになった。石狩川流域を中心に安定した水田は、昭和37年以降、用排水の整備が急速に進み、日本有数の水田地帯となった。

ところが、昭和45年から始まった減反政策を経て水田地帯に変化がもたらされた。大消費地札幌

を有し、小麦、じゃがいも、大豆、小豆、いんげん豆、玉ねぎなどの主産地を形成していた石狩川流域では、水田の畑作転換が比較的容易に行われた。石狩川沿岸平野の畑作転換は、泥炭地特有の排水整備を実施した高度な水田地帯に展開されたため、安定した内容を示していた。しかし、水田の場合と畑作の場合とでは、内水排除の上限に相違がある。つまり水田の場合には、内水排除の計画に、湛水を許容する時間が組み込まれている。水田では、一定時間の湛水を許容するが、畑では湛水の許容が著しく低い。この相違は、昭和50年水害に明瞭に現れてしまった。畑作転換が実施されたものの、内水排除の施設はすべて水田を基準としていたため、従来の洪水氾濫では耐えられた農作物が壊滅的な被害となり、畑作被害の莫大な数字を示すこととなった。日本の水害史上で、特筆すべき異常な畑作被害を発生させた。

## 2 災害ポテンシャルの増大

社会形態の変化による水害の特徴の代表例として、都市水害がある。都市の拡大により豪雨の河川流出時間が短縮され、洪水ピーク流量が極端に増大した。また、農地の宅地化により、水害許容度が顕著に低下し、10年確率程度の降雨でも容易に浸水家屋が出現するようになった。このような都市水害は、すでに多くの指摘を受け、その対策に莫大な投資が行われている。

都市の拡大に伴う水害の変ほうとして、忘れることのできない事項が二つある。その一つは、災害ポテンシャルの極端な増大であり、他の一つは自然現象に対する経験の欠如である。この2点は相互に関係をもっている。

日本の産業別人口をみると、昭和25年には第1次産業が約50%であったが、昭和57年には約10%

表1 米産出額変化

1972年			1980年		
順位	府 県	産出額	順位	産出額	減 率
1	新 潟	788.9千t	1	752.3千t	4.7%
2	北海道	770.9	3	594.2	23.0
3	宮 城	579.8	6	418.3	27.9
4	秋 田	578.0	2	625.3	(8.1)
5	山 形	521.9	4	511.6	2.0

(1972年版および1980年版作物統計より)

表2 日本の産業別人口割合

年度	第1次産業	第2次産業	第3次産業
1950	48.3%	21.9%	29.8%
1982	9.7	34.2	56.1

(総理府統計局資料より)

に減少している。昭和25年当時の第2次、第3次産業人口の過半は、農山漁村の出身者であったが、昭和57年ではすでに都市出身者が過半を占めている。昭和55年の人口統計による10万人以上の都市と人口をみれば、10%の国土に約60%の都市人口が集中している。強く言い換えれば、昭和20年代までの日本人は、大部分が農山漁村に故郷をもっていたが、現代の日本人の大部分は都市を故郷とするようになった。土地に生産基盤をもたない都市人口の増大は、自然現象の理解や経験則の把握に弱い人口の増大である。

水害に弱い人口の急増と比例して、水害ポテンシャルも急増してしまった。つまり、水害に弱い土地利用と人が、急激な都市化の中で生まれてしまった。しかも、日常性に富んで、非常時には容易にパニック状態を現してしまう。こうした都市人口の増大に対し、水害の頻度は別として、発生被害は直接被害はもとより、間接被害のポテンシャルが極端に増大している。

### 3 河川開発の進展と異常気象

生活・社会形態の変化が、水害の変化をもたらした時期は、他方で重要な課題を潜在させた時期でもある。

昭和35年に新たに決定された、治水10か年計画（第1次5か年計画、第2次5か年計画）、昭和43年、昭和47年からの第3次5か年計画、第4次5か年計画を経て、治水事業は精力的に進められてきた。その結果、ほとんどの河川で計画対象の洪水流量が増大改訂され、治水事業は国土総合開発の一環として大きく前進した。この時代の国土総合開発は、拠点開発方式を採用した。拠点は鉄道と道路の近代化によって連絡され、拠点への水資源供給は広域利水を主体とした。太平洋ベルト地帯を中心に、港湾整備が臨海工業地帯形成の核として位置付けられた。全国総合開発計画および新全国総合開発計画により、近世の享保年間をはるかにしのぐ、日本の歴史上もっとも活発に国土開発が進展した。

この時代と、気象関係者が度々発言する異常気象とを、関連させてみる可能性があるかもしれない。つまり、水害史の上では、昭和30年代、40年代は、全国的規模でみればきわめて安定していた時代といえる。異常気象という言葉の水害史の面から言い換えれば、30年代、40年代は安定していたという意味で異常気象であった。近年の異常気象は、むしろ通常的气象に戻ったと理解することができよう。

この安定していた異常気象の時代は、国土全般で経済活動が活発に行われ、史上もっとも莫大な治水投資が実行された時代である。そして、都市化の方向、土地利用の方向は、水害に弱い方向で進んだ時代でもある。土木施設は、自然と密接にかかわっている。そのため、土木施設の設計方針や安全率の考え方、施工方法などでは、自然条件を強く念頭においている。しかし、従来の土木施設計画では、建造された後に自然のテストを受け、そのテストの結果を踏まえて技術の前進、改良を図ってきた。

ところが、もっとも安定した自然の時代に、テストを受けることなしに有史以来もっとも国土に人為が加えられたことになる。とすれば、近々頻発する水害を含めて、国土開発、河川開発は、これからテストを受けることになる。テストは、有史以来の水害ポテンシャルの増大の中で行われることになっている。

### 4 河川災害の変ぼうと防災施設の安全性

河川を取り巻く環境の変化は、大なり小なり水害と結びつき、時代ごとに新たな水害形態を生み出す。急激に増大した水害ポテンシャルの増大は、新たな時代の深刻な水害形態を予想させる。そのため、水害防止の主役を負っている防災施設への期待は大きい。期待というよりも、絶対的なものになっている。

防災施設は、他の施設と異なる性格をもっている。一般の施設・機械は、利用頻度に応じた故障、減力が確率としてとらえられる。日常的に繰り返

し利用・活用されているなかで、どの程度の故障となるかを考えればいい。しかし、防災施設の安全率は、一般の安全率概念とは異なっている。水害防止の計画が、安全度を高めれば高めるほど、防災施設の利用頻度は少なくなる。

現在では、50年、100年、200年に1度程度の洪水に対応する防災施設が数多く設置されている。数10年に1回、100年、200年に1回の非常時に、施設が計画どおり稼動するかどうかという安全性の概念をもつ防災施設は、他の施設、機械の安全性の概念とは区別して考えておかなければならない。しかも、日常的には、その効果が判明しにくい。日常的には考えられない事柄が発生するのが非常時である。非常時の予測をし、なおかつその時に施設が計画どおり稼動するような維持・管理は、大変な困難を伴う。そうした困難な施設が、絶対的な信頼を強制されながら多用されている。

そこで、防災施設の建設、維持・管理を実施するとともに、強制された信頼の排除を積極的に考えておかなければならないだろう。また、効率的なテストの受け方や、テストを受ける心構えも必要となってきた。

現実に、巨大な排水機場が、冷却水の不足から稼動できなかった例。排水機場が浸水してしまった例。排水機場を運転したため、連絡水路網の水流方向が予測と異なってしまい、計画を越えた流水で排水機場周辺に氾濫してしまった例。あるいは、横断堰の転倒部（洪水時に堰上げ部が転倒して洪水を流下させる部分）に流木が挟まって稼動しなかった例。石礫がつまってゲート開閉が不能になった排水施設の例。通常の満潮時試験運転では、自動操作が計画どおり行われたが、異常高潮時には手動に切りかえて操作する方法で造られた高潮防止水門の操作伝達が不良であったため、高潮が浸入して思わぬ水害を起こした例もある。避難地が浸水した例も多い。

ましてや連続した長い堤防が、大洪水時にどこにも支障がないと考えることの方に無理があろう。中国では堤防から5 km内で補獲したもぐらに懸賞金を出している。防災施設を計画に近い形で効果

あらしめようと努力する必要性と、防災施設への絶対的な信頼とは区別しておかなければならないだろう。

## 5 おわりに

農村の近代化という場合に、しばしば都市の文化が移入される。都市の文化をスプーンですくって、農村にもって行って飲ませている構図にみえる。農村にとって有益な部分もあると同時に、農村特有の文化は消失し、統一された基準や評価が定着するようになる。山村や農村を流れる清涼な河川沿いに、新たな小学校や中学校のプールが造られ、子供たちに競泳用の水泳を教えるのも、その代表例だろう。

河川の氾濫や水利に敏感な地域で、農民が身近な範囲で実施している気象予報に出くわすことがよくある。地域性に富んだ気象の確率概念とっていいだろう。土地に生産基盤をおく人たちは、自然の経験・観測を生産活動として実施している。そのため、河川の洪水形態特性を考える際にも、彼らの土地利用から推測可能な部分が多い。

山形県赤川は、改修工事の進展により最上川と分離された。その後、赤川の堤外地農地は、畑から水田に変換された。最上川下流部で合流していた赤川が、独立河川になると、赤川だけの洪水体験から土地利用を考えればいいことになった。最上川と合流していた時代の洪水現象の分析から、赤川独自の洪水は台風性によるものが卓越していると判断し、台風を考慮した早期栽培を導入して水田を分布させた。つまり、台風が襲来する時期までに刈り入れを終わらせる品種を採用し、水田作物を可能にした。

こうした土地利用の形成は、土地に生産基盤をもつ農村特有の知恵であり、都市文化の移入を必要としていない。しかし、農村独得の経験を、近代技術・科学が迷信、あるいは非科学的なものとして無視しているケースも多々あろう。たとえば、雑草の観察から梅雨期の雨を予想し、作物品種を選択していることに度々出会う。土地に生産基盤

をもつ人たちの行動だけに、長期の予測や短期の予測に使っていた経験手法が気にかかる。気象予報の困難なことは伝え聞いているが、それだけに彼らのもっている超過確率の概念や母集団のとり方により注目してみることも必要なのではないだろうか。

河川の分野では、近代技術があまりにも地域性に富んだ経験を無視してきた反省が、強くあらわれてきている。それは、基本的な水害観、河川との付き合い方にまで昇華しつつある。中国で盛んに行われている水文考古学や、水利建設（治水・利水を含めた河川開発全般）における水利史の役割に、中国水利学の特徴を感じている。

経験則を強調する理由は、日本の水害を考える場合の基本的要素のためである。日本の経済を支える地域は沖積平野である。沖積平野は、構造平野と区別される。構造平野は、古い地質年代に形成され、河川は侵食型である。ところが、沖積平野の形成は、洪水氾濫と密接に関連している。平野の形成が洪水現象と深くかかわりながら、現在なお建設途上にある。

弥生時代に稲作文化が導入され、古代に定着期を迎えた日本の国土は、洪水現象と密接に関連した沖積平野に生産舞台、生活舞台を構築してきた。したがって、洪水現象と社会現象は、当初から水害問題をかかえて進化・発展してきた。洪水現象、

沖積作用が繰り返し現象であることから、容易に経験則、経験技術が獲得されてきた。それらを基に、個人や地域が、洪水現象に対してどう在りたか、どのような安全性を確保したいかという発想のもとに、地先防災が行われてきた。そして、それらの地先防災を基に、河川流域全体として被害をできるだけ少なくする方法が為政者により実施されてきた。前者を水防、後者は治水であり、両者は互いに不可欠の関係である。

近代治水の最大の弱点は、基本的に不可欠の水防が消失、あるいは極端に減退していることである。水防の強い作用は、時として対岸の堤防を破壊してまでも安全を確保しようとする地域エゴをみせてきた。そうした地域エゴを容認するわけにはいかないとしても、新たな水防をどのように構築するかが、水害問題の重要な関心事である。

さらに、近代治水が模索を必要とされる事項に、河川災害の変ぼうを基に、どのようなヒューズを設定するかがある。ヒューズには、当然犠牲が伴う。全体としての被害を最小にすることが治水の役割であり、いざというときに、どこの堤防を切るかという判断も課せられた河川技術である。無謀な表現であることを承知のうえで、ヒューズの模索への必要性を強調したい。

(みやむら ただし/関東学院大学工学部助教授)

## 寄贈図書のご紹介

次の各図書の寄贈を受けましたのでご紹介させていただきます。

### 『地震と人』—その破壊の実態と対策

村上處直（防災都市計画研究所長）・伊藤和明（NHK解説委員）著

同文書院発行、B6判232ページ、1500円

### 『安全への視点』

丸山康則（横浜国立大学経営学部教授）・小林實（科学警察研究所車両運転研究室長）著

東京法令出版(株)発行、B6判192ページ、800円

『プロパン』—LPGガスの安全、A5判173ページ980円

『やさしい火の科学』A5判92ページ、680円

『火事と爆発事故』A5判178ページ、1000円

『事故と安全』A5判185ページ、1000円

以上4冊、崎川範行（東京工業大学名誉教授）著、全国加除法令出版(株)発行

### 『災害予知ことわざ辞典』

大後美保（成蹊大学名誉教授）著

(株)東京堂出版発行、B6判220ページ、2300円

# 協会だより

日本損害保険協会の防災活動や損害保険業界の動きを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、お気軽に編集部＝協会・防災事業室あてにお寄せください。

## 自動車保険の保険料と商品内容の改定

9月1日から、自動車保険の保険料および商品内容が次のとおり改定されました。

### ① 保険料の改定

自賠責保険（自動車損害賠償責任保険）の限度額が引き上げられたことに伴う対人賠償保険料の見直し等により、基本保険料が次のとおり改定されました。

- ・対人賠償保険 5.0%引下げ
- ・対物賠償保険 8.1%引上げ
- ・車両保険 4.8%引下げ
- ・搭乗者傷害保険 6.4%引下げ

◎平均 1.1%引下げ

併せて、契約者間の保険料負担の公平化を一層進めるため、損害実態に基づき年齢別料率および一部の車種別料率区分等が改定されました。

※上記の改定率は全契約平均のものであり、契約車両の用途・車種区分・年齢条件等の違いにより個々の契約でみると、前年度より保険料が下がる場合と上がる場合があります。

※沖縄県では改定率が上記と異なります。

●総合契約割引（5%）が廃止されました。

●ドライバー保険（自動車運転者損害賠償責任保険）の基本保険料は上記改定率と異なり、平均12.6%引上げとなりました。

### ② 商品内容の改定

道路交通法の改正によって、9月1日から一般道路においてもシートベルトの着用が義務づけられるようになったことに応じて、座席ベルト着用率の向上の一助とするため、搭乗者傷害保険の座席ベルト装着者特別保険金の支払対象・支払額を、次のように拡充しました。

	改定前	改定後
支払対象	高速自動車国道 自動車専用道路	高速自動車国道 自動車専用道路 一般道路
特別保険金の額	発生した事故による死亡者で座席ベルトを着用していた者 搭乗者傷害保険金額の 10%（100万円限度）	○高速自動車国道・自動車専用道路 ……搭乗者傷害保険金額の 30%（300万円限度） ○一般道路 ……搭乗者傷害保険金額の 10%（100万円限度）

※詳しくは、お近くの損害保険会社または代理店にお問い合わせください。

## 第五回・損害保険大会を開催

去る9月4日（水）、東京・大手町の経団連会館経団連ホールにおいて、第5回・損害保険大会が開催されました。

この催しは、国民各層から親しまれ、信頼される損害保険となるよう損害保険事業の現状と課題を広く一般に理解いただくことを目的に実施されているもので、本年度は、中曽根総理大臣、山口大蔵事務次官（竹下大蔵大臣の代理）、澄田日本銀行総裁、花村経団連副会長（稲山会長の代理）を来賓に迎え盛況裡に終了しました。

## 防災プラザを開催します

当協会では、火災、交通事故をはじめ、地震などの自然災害や、家庭内での事故などから身を守るための基本的な知識と技術を習得していただく場を提供するために、毎年防災プラザを開催しています。

本年度は地元の自治体、県警察本部、消防局、新聞社、放送局などのご後援のもと、北海道札幌市、広島県広島市の2市で開催することとなりました。

パネル展示、防災クイズ、防災診断、起震車・消防車の試乗体験等の各種防災コーナーやアトラクション等により、だれもが楽しみながら防災に関する知識や技術が身につけられる催しです。お近くの方は奮ってご来場・ご参加ください。

期日および会場は次のとおりです。

●札幌市：10月10日（木）～15日（火）

ブランタンデパート新さっぽろおよび  
周辺会場

●広島市：11月9日（土）、10日（日）

フジショッピングスクエア広島店

## ●新作防災映画完成

当協会では、東京消防庁との共同企画で、掲記映画「あなたと防災～身近な危険を考える」を製作しておりましたが、このたび完成し、協会本部および各地方委員会に配備し、一般に貸出しを行うこととしております。

60年5月・6月・7月

## 災害メモ

### ★火災

- 5・2 愛知県名古屋市守山区の民家1階仏間付近から出火。1棟約150㎡全焼。4名死亡。ロウソクの火が何かに燃え移ったらしい。
- 5・4 広島県広島市安佐北区の民家台所付近から出火。1棟約70㎡全焼。3名死亡、1名負傷。
- 6・13 新潟県長岡市中沢町の棟割りアパートで出火。1棟約100㎡全焼。3名死亡。無理心申らしい。
- 6・26 東京都調布市下石原の建設中のマンション1階床下部分から出火。ウレタン樹脂吹き付け塗装中の火災。2名死亡。
- 7・5 東京都墨田区八広の民家で出火。1棟約35㎡全焼。2名死亡。
- 7・17 秋田県鹿角市八幡平湯瀬の民家で火災。2名死亡。

### ★爆発

- 5・16 沖縄県那覇市国場の喫茶店ぱんぶきんで、プロパンガス爆発。同店33㎡全壊。半径約50m以内の住宅など計20棟も被害。26名重軽傷。
- 5・20 東京都調布市国領町の飲食店釜やで、プロパンガス爆発。近隣の5棟全半壊、2棟半焼。半径約100m以内の住宅など計25棟も被害。18名重軽傷。
- 6・3 愛知県名古屋市昭和区のマンション山崎川ハイム203号で爆発。1名死亡、9名負傷。ガス自殺らしい。
- 7・1 神奈川県横浜市戸塚区のマンショングリーンメゾン5号棟102号でガス爆発。6名重軽傷。

### ★陸上交通

- 5・2 静岡県裾野市の国道246

号で、乗用車と大型トラックが正面衝突。4名死亡、1名重体。乗用車がスピードを出しすぎてハンドル操作を誤ったらしい。

- 5・5 静岡県榛原郡本川根町の林道から、乗用車が100m下へ転落。3名死亡。
- 5・6 東京都目黒区柿の木坂の環状7号野沢交差点で、タンクトレーラーが横転。積み荷の油が流出し爆発、炎上。1棟約200㎡も全焼。
- 5・12 千葉県松戸市の国道6号交差点で、ライトバンと乗用車が衝突。両車は横滑りしオートバイとトラックにも衝突。2名死亡、4名重軽傷。
- 6・10 東京都江戸川区中葛西の環状7号葛西駅東交差点で、タクシーと乗用車が衝突。双方とも大破。4名死亡、6名重軽傷。乗用車が飲酒運転の上、スピードを出し過ぎ、さらに信号無視をしたらしい。
- 6・12 千葉県千葉市蘇我町、国道16号の陸橋で、観光バスと大型トレーラーが正面衝突。1名死亡、55名重軽傷。トレーラーが雨のためスリップ、反対車線に入ったもの。
- 7・5 群馬県吾妻郡吾妻町の国道406号カーブで、定期路線バスが約5m下の雑草地に転落。20名重軽傷。酒気帯び運転。
- 7・11 石川県鳳至郡穴水町の国鉄能登線で、下り急行能登5号が脱線。7名死亡、29名が重軽傷。集中豪雨で線路の道床が崩れ、線路が宙ぶり状態になっていたため。

### ★海難

- 5・13 津軽海峡で、イカ釣漁船第37八重丸(99t・9名乗組)が貨物船ラボチャヤスメーナ号(5,523t)と衝突、沈没。2名重軽傷。
- 5・18 石川県加賀市加佐岬北西15kmの日本海で、小型底引き漁船

第5白山丸(14.9t・6名乗組)と、沖合底引き漁船開進丸(55t・7名乗組)が衝突。白山丸は転覆。4名死亡、1名行方不明。

- 7・4 北海道釧路市厚岸町大里島沖で、エピクタ網漁船第8明神丸(14.91t・3名乗組)が消息を絶つ。全員行方不明。
- 7・5 静岡県下田市爪木崎沖東南東約9kmの海上で、貨物船協和丸(670t・6名乗組)とコンテナ船アメリカンアポロ(19,400t・41名乗組)が衝突。協和丸は沈没。1名行方不明。

### ★航空

- 5・6 鹿児島県種子島南南西約40kmの海上に、米軍大型ヘリコプターCH53型機(17名乗組)が墜落、水没。全員行方不明。
- 6・13 北海道紋別郡白滝村奥白滝国有林に、北海道新聞社がチャーターしたヘリコプターベル206L3型機が墜落、炎上。4名死亡。濃霧のため低空飛行中、高圧送電線に接触したらしい。
- 7・12 沖縄県国頭郡国頭村の米軍北部訓練場内山林に、米海兵隊普天間基地所属のCH53大型ヘリコプター(4名乗組)が墜落、炎上。全員死亡。

### ★自然

- 6・23 福岡県北九州市小倉北区の住宅密集地で竜巻が発生。30戸半壊、280世帯が被害。3名重軽傷。
- 7・11 長野県上伊那郡飯島町の発電所取水口工事現場で、鉄砲水が発生。作業員4名が流され、3名死亡。
- 7・20 埼玉県飯能市平戸の高麗川の河原で、キャンプをしていた高校生4名が鉄砲水により流され、3名行方不明。

●7・26 長野県長野市上松の湯谷団地で大規模な地滑り(グラビアページへ)。

★その他

●5・1 北海道岩見沢市緑が丘の大正池でボートが転覆。4名死亡。飲酒の上ボートを乗り出し、バランスをくずしたらしい。

●5・6 山梨県南都留郡河口湖町河口湖で、遊覧モーターボートいとや3号とかもめ8号が衝突、沈没。3名死亡。

●5・13 大分県佐伯市戸穴の日本セメント佐伯工場で、大型原料粉碎機の内部修理作業中、排ガスによる酸欠状態。3名死亡。

●6・23 大阪府堺市築港新町の日立造船大阪工場で、修理点検中の貨物船ガローファリアの機関室に、消火装置の炭酸ガスが大量に噴出。酸欠状態で作業員ら6名死亡、5人軽症。定期検査で炭酸ガス噴出レバーを引いたため。

●7・14 石川県羽咋郡志賀町で、長雨のためにできた砂採り場の水たまりで水遊び中の小学生が、砂に足をとられ転落。3名死亡。

●7・21 北海道留萌郡小平町の臼谷海水浴場約100m沖合で、遊覧船宮丸(4.9t・12名乗組)が貸ボートに衝突。3名死亡、1名重体。

●7・26 千葉県旭市椎名浜の堤防で、海に落ちた1名を救助しようとして学生11名が高波にさらわれ、2名死亡、2名行方不明、1名重体。

★海外

●5・2 エチオピア東部のオガデン地方で、大雨による洪水が発生。2万名り災。

●5・11 英・ブラッドフォードのバリーパレード競技場で、試合観戦中に火災。82名死亡・行方不明、

200名以上重軽傷。

●5・17 米・フロリダ州で山火事が発生。約400km<sup>2</sup>以上焼失。18日現在3名死亡、数十人が負傷。約100棟焼失。

●5・24 バングラデシュで大型のサイクロンが襲来。25,000名死亡、30,000名以上行方不明。

●5・26 スペイン・アルヘシラス湾ラリネア港で、ベトラゲン・ワン(19,070t・29名乗組)が、ナフサ陸揚げ中に爆発、炎上。付近に停泊中のカンボナビア(4,222t・30名乗組)に引火、爆発。両船とも沈没。34名死亡・行方不明、34名以上重軽傷。

●5・29 ベルギー・ブリュッセルのヘーゼルサッカー場で、イタリアとイギリスによる欧州チャンピオンズカップ決勝戦中に暴動が発生。40名死亡、約350名重軽傷。

●5・31 アルゼンチン・ブエノスアイレスで、豪雨による洪水が発生。17名死亡、30名行方不明。10万名家を失う。

●5・31 米・中東部とカナダの一部で、竜巻が発生。88名死亡、500名以上負傷、1,000戸倒壊。

●7・10 米・カリフォルニアを中心に西部海岸11州、カナダ西部で、大規模な山火事が発生。約500か所で推定6,000km<sup>2</sup>以上焼失。

●7・13 中国広東省北部の梅田第三鉱で、ガス突出事故が発生。53名以上死亡。

●7・19 イタリア・トレンチーノ地方カパレーゼ郊外の保養地スタバの人造湖で地滑りが起き、ダムが決壊。濁流が同村をのみ尽くし全滅。22日現在193名死亡。

●7・24 南米コロンビア領内のアマゾン密林地帯に、コロンビア空軍機DC6型輸送機(乗員・乗客74名)が墜落。全員死亡。エンジン火災らしい。

編集委員

赤木昭夫	NHK解説委員
秋田一雄	災害問題評論家
安倍北夫	早稲田大学教授
生内玲子	評論家
岡本博之	科学警察研究所交通部長
小山 貞	東京消防庁予防部長
塚本孝一	日本大学講師
根本順吉	気象研究者
森島 淳	千代田火災海上保険(株)
森宮 康	明治大学教授
山本 勇	住友海上火災保険(株)

編集後記

◆前号の「ヒューマンエラー、その仕組み」(林喜男氏)と今号の「ヒューマンエラーと信頼性工学」(塩見弘氏)ともに、エラーの多い我が行動とダブルせながら興味深く読みました。そして、ふっと思いついたのが、行きつけの寿司屋の主人がワサビ抜きの注文を受けたのに、うっかりワサビを入れてしまい、「しまった！」というエラーです。こういう光景は長い付き合いの中で何回か見ているのに、面白いことには玉子や穴子にワサビを入れてしまうというエラーは一度も見たことがないのです。なぜこういうエラーが起こるのか、しきりに考えながら、両先生の記事を読み直しました。◆今号で、郵送読者にアンケートのお願いをしました。よりよい編集を目指しての読者調査です。ご面倒でも、ご協力くださいませよう、お願い申し上げます。(山田)

予防時報 創刊1950年<sup>昭和</sup>25年

©143号 昭和60年10月1日発行  
 発行所  
 社団法人 日本損害保険協会  
 編集人・発行人  
 防災事業室長 山田 裕士  
 101 東京都千代田区神田淡路町2-9  
 ☎(03) 255-1211(大代表)  
 本文記事・写真は許可なく複製、配布することを禁じます。

制作=(株)阪本企画室



# 史上最悪の航空機事故、 520名死亡 日航機墜落

昭和60年8月12日午後6時12分、羽田空港を離陸した、大阪行き日本航空123便ボーイング747SR型機(高浜雅己機長ら乗員15名、乗客509名)が、長野県境に近い群馬県多野郡上野村にある御巢鷹山東南約2kmの尾根に激突、墜落・炎上。この事故で520名が死亡、4名が重傷を負いながらも奇跡的に救助された。

運輸省航空事故調査委員会は、同月27日、原因調査の第一回中間報告を公表。12日午後6時24分30秒、機体後部で異常な衝撃が発生。ほぼ同時に方向舵が作動しなくなり、間もなく油圧系統も機能停止。操縦機能が失われ、迷走飛行の末、約32分後の6時56分26秒に墜落したもので、圧力隔壁破壊が第一原因との見方を強くうかがわせた。

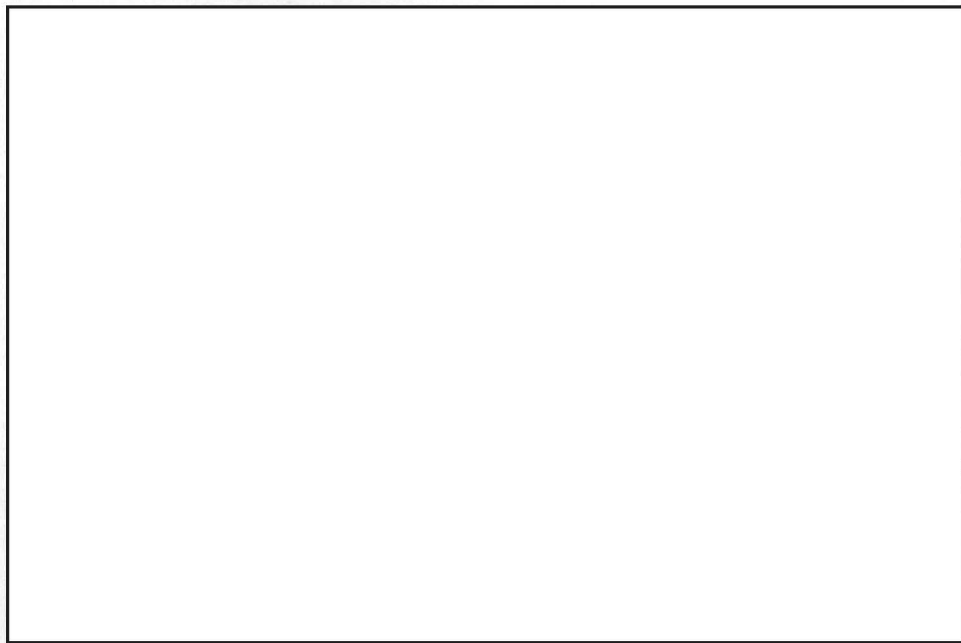
# 地滑りの猛威、湯谷団地・松寿荘を直撃

昭和60年7月26日午後5時ごろ、長野県長野市上松の地附山東南斜面で、大規模な地滑りが発生。約500万㎡の土砂が湯谷団地(249戸)の54戸と約300m離れた特別養護老人ホーム「松寿荘」の5棟を押しつぶした。

湯谷団地では、同日午後4時30分ごろ避難勧告が出されたが、松寿荘への避難勧告が遅く、山崩れが急だったこと

や、体が不自由で手間どり、逃げおくれた老人26名が死亡した。

6月18日から7月10日まで続いた長雨で、平年降雨量の二倍近い530ミリを記録。凝灰岩でできている地盤がこの雨で緩んだために地滑りが発生したとみられている。



# 刊行物／映画ご案内

## 防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

## 防災図書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

コンピュータの防災指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

そのとき!あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

目のつけどころはここだ!—工場の防火対策—

人命安全—ビルや地下街の防災—

改訂工場防火の基礎知識(秋田一雄著)

理想のビル防災—ビルの防火管理を考える—

大地震に備える—行動心理学からの知恵—(安倍北夫著)

とつぜん起こる大地震

暮らしの防災ハンドブック

防火管理必携

クイズ防災ゼミナール

倉庫の火災リスクを考える

## 業態別工場防火シリーズ

印刷および紙工工業の火災危険と対策

製材および木工工業の火災危険と対策

織布、裁断・裁縫、帽子製造工業の火災危険と対策

プラスチック加工、ゴム・ゴム材加工工業の火災危険と対策

菓子製造、飲料製造および冷凍工業の火災危険と対策

電気機械器具工業の火災危険と対策

染色整理および漂白工業の火災危険と対策

皮革工業の火災危険と対策

バルブおよび製紙工業の火災危険と対策

製粉・精米・精麦およびでんぷん製造工業の火災危険と対策

酒類製造工業の火災危険と対策

化粧品製造工業の火災危険と対策

## 映画

あなたと防災～身近な危険を考える [21分]

おっと危いマイホーム [23分]

工場防火を考える [25分]

たとえ小さな火でも(火災を科学する) [26分]

わんわん火事だわん [18分]

ある防火管理者の悩み [34分]

友情は燃えて [35分]

火事と子馬 [22分]

火災のあとに残るもの [28分]

ふたりの私 [33分]

ザ・ファイヤー・Gメン [21分]

煙の恐ろしさ [28分]

パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの) [21分]

動物村の消防士 [18分]

損害保険のABC [15分]

映画は、防災講演会・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〔北海道＝(011)231-3815、東北＝(0222)21-6466、新潟＝(0252)23-0039、横浜＝(045)681-1966、静岡＝(0542)52-1843、金沢＝(0762)21-1149、名古屋＝(052)971-1201、京都＝(075)221-2670、大阪＝(06)202-8761、神戸＝(078)341-2771、広島＝(0822)47-4529、四国＝(0878)51-3344、福岡＝(092)771-9766〕にて、無料貸し出ししております。

社団  
法人

日本損害保険協会

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



消防庁／社団法人日本損害保険協会

怖いのは「消したつもり」と「消えたはず」

## 火の用心！ ことしの呼びかけ役は 岡田有希子さん

日本損害保険協会では、昭和27年から毎年秋の全国火災予防運動にあわせて、防火ポスターを制作し、自治省消防庁に寄贈しております。今年も全国各地でお目にかかります。

### 日本損害保険協会の防災事業

交通安全のために——— 火災予防のために———

- 救急車の寄贈
- 交通安全機器の寄贈
- 交通遺児育英会への援助
- 交通安全展の開催
- 交通債の引受け
- 消防自動車の寄贈
- 防火ポスターの寄贈
- 防火標語の募集
- 奥さま防災博士の表彰
- 消防債の引受け

### 社団法人 日本損害保険協会

朝日火災	大成火災	東亜火災	日新火災
オールステート	太陽火災	東京海上	日本火災
共栄火災	第一火災	東洋火災	日本地震
興亜火災	大東京火災	同和火災	富士火災
住友海上	大同火災	日動火災	安田火災
大正海上	千代田火災	日産火災	(社員会社50音順)