

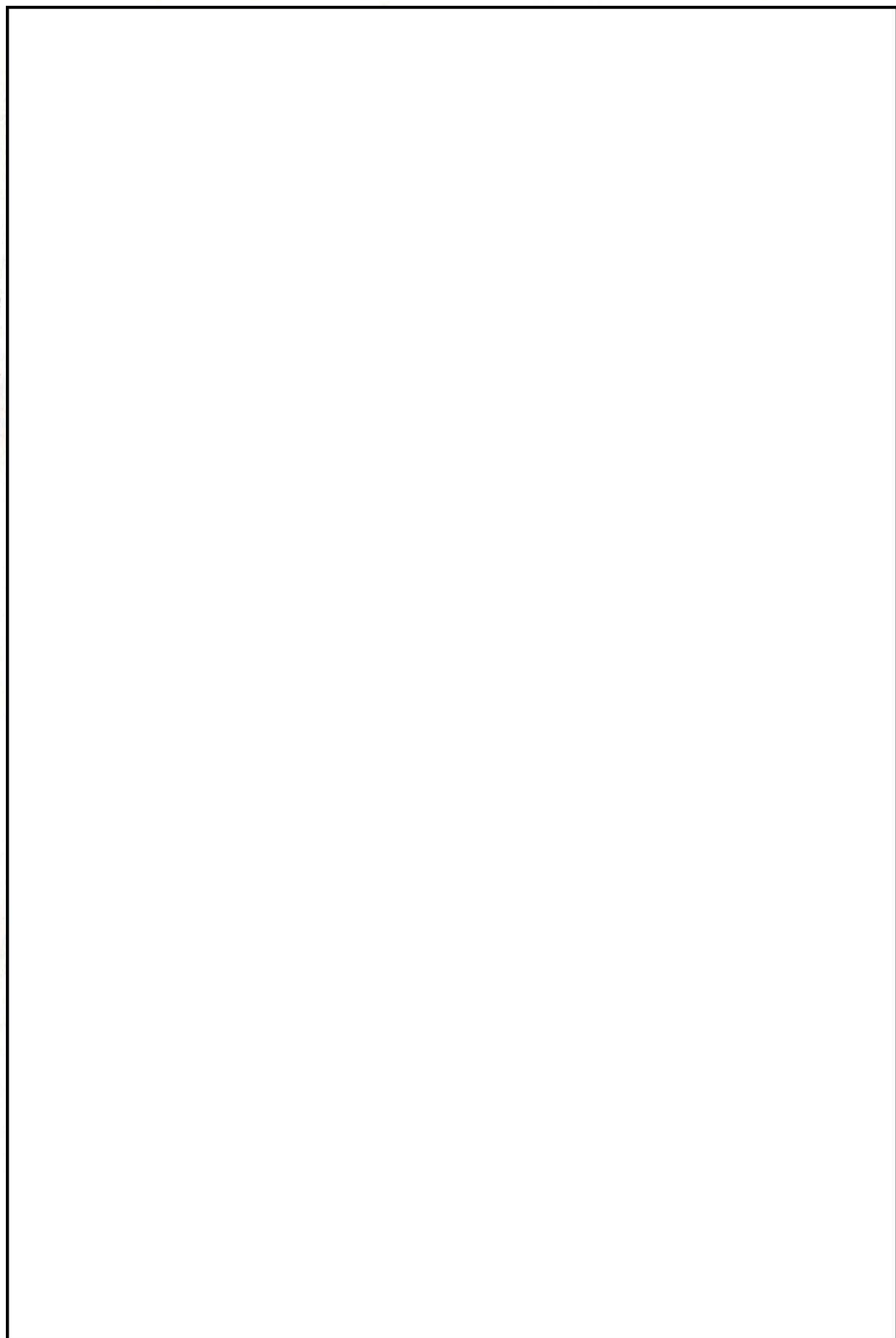
預防時報

1986

—autumn

ISSN 0910-4208

147



磐梯山大爆発の惨状（明治21年）

猪苗代湖の北方にそびえる磐梯山は、安山岩質の成層火山で、会津富士とも呼ばれ、風光明媚な国立公園で、裏磐梯の景色は特にすばらしい。信頼できる記録に残された噴火は806（大同1）年と1888（明治21）年の2大水蒸気爆発であるが、この絵図は後者による惨状を伝えている。

水蒸気爆発とは、地下のマグマからの水蒸気や地下水が熱せられて生じた水蒸気が、次第に蓄積されて圧力を増し、遂に周囲の岩石を爆破する現象で、マグマそのものは噴出されず、むしろ、山体を破壊する。老衰した火山でよく発生し、休眠期間も概して長く、人々に油断されがちなので、大爆発で思わぬ大災害を出しやすい。この磐梯山噴火の岩屑流は、比較的低温で乾燥していたらしいが、河川に突入して泥流に化した。なお、磐梯山の頂部には大磐梯・小磐梯などの4峰があったが、北側の小磐梯の大半が崩壊し、U字形の爆発カルデラ（径2,000～1,500m）ができた。

磐梯山麓では、同年7月8日から弱い地震や鳴動がときどき感じられたが、人々は気にとめていなかった。ところが、快晴の同月15日朝7時ごろから遠雷のような響きが聞こえ、約30分後から強い地震が続発した。7時45分ごろ、その揺れが一段と激化し、突然、ものすごい爆発音をたてて、山頂の方から真っ黒い煙が噴出され、瞬時に原子雲のように広がった。

その後、引き続き、15～20回も大爆発が反覆され、噴煙は数千mの上空まで上がり、南東方約100km先の太平洋まで降灰した。爆発音は、風下では太平洋岸まで、風上では約50km先まで（内聴域）と長野県北部や新潟県上越市、佐渡島（外聴域）で聞こえ、爆発地震は約50km先まで感じられた。山麓では熱砂、泥雨が降りしきり、強い爆風、鳴動、火山雷が認められた。岩屑流—泥流は主に北方になだれ落ち、長瀬川の本・支流をせ

き止め、桧原湖・秋元湖・小野川湖や五色沼・るり沼などの多数の湖沼を造った。流れ山（泥流丘）もたくさんできた。現在見られる裏磐梯の美しい景観は、こうして生みだされたのである。

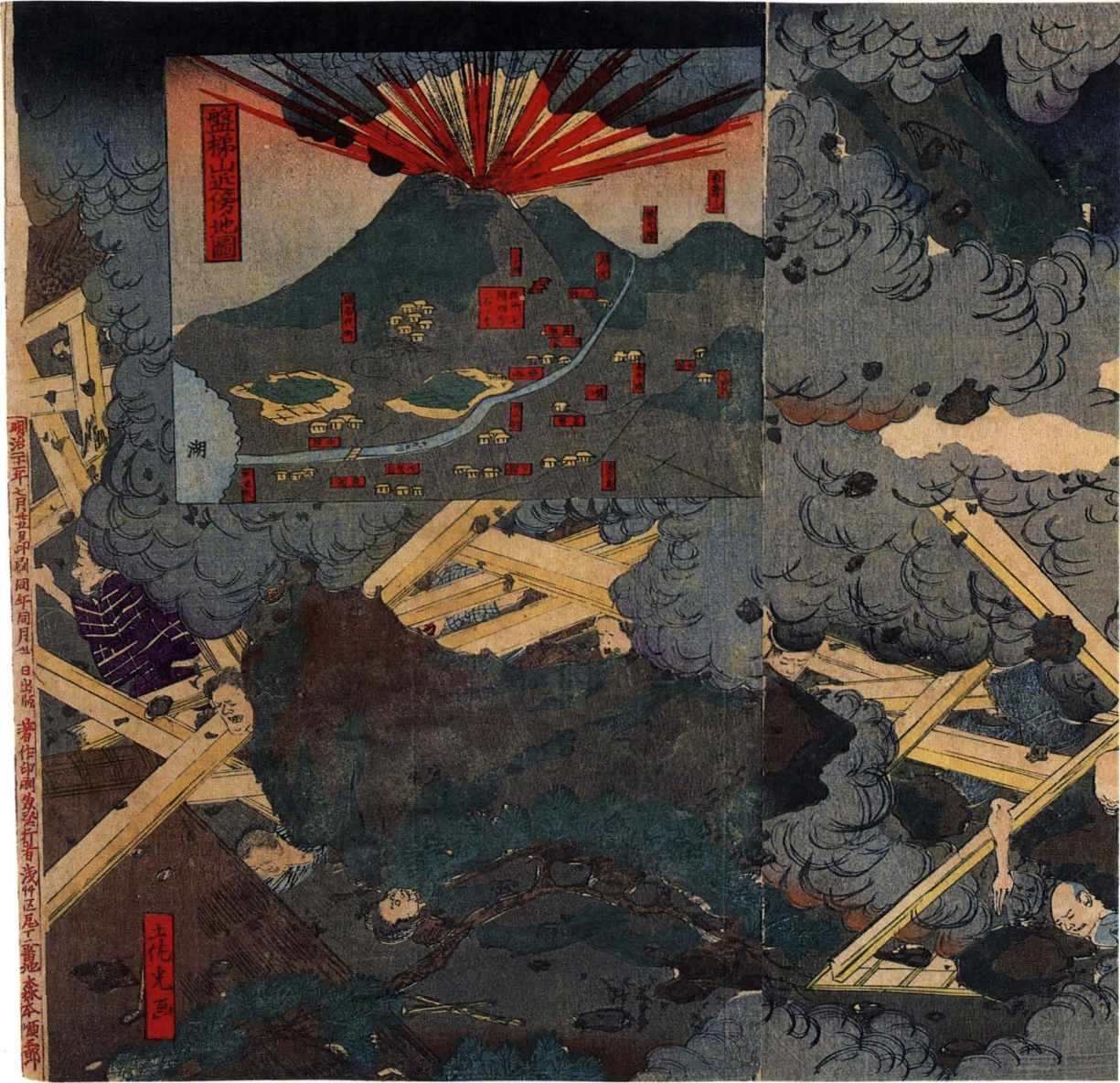
これらの現象はわずか2～3時間内に起きた。緑の谷は泥海に化し、朝食中の多くの村人は、逃げる間もなく、家もろとも埋没してしまった。5村11集落が襲われ、雄子沢・細野は全滅した。死者461人、傷者約70人、被災戸数563戸。

この大噴火は、日本の火山の活動が、近代科学の立場から本格的に調査研究された最初の機会であった。特に、東京大学の関谷清景・菊池安らの論文により、水蒸気爆発の典型として世界的に有名になり、「磐梯山式」という、噴火の標準型式の一つにされたこともある。崩壊した山体の容積は1.2～1.5km³程度、岩屑流—泥流の平均速度は時速約80kmと推定されている。

この噴火はごく衝撃的な一大異変だったので、マスコミも当時なりに大奮闘した。たとえば、大阪から進出した東京朝日新聞は、創刊6日目にこの噴火が突発したので、すぐに、画家の山本芳翠を記者1名とともに現地に派遣し（郡山まで汽車、それから先は人力車）、細密な木版画を製作し、印刷して、8月1日付新聞の付録として配った。新聞界では、画期的なことであった。当時の新聞は、写真を印刷する技術はまだなかった。また、写真撮影もまだ普及していなかったのである。

なお、1954（昭和29）年春の前記U字型カルデラ壁の崩壊を实地調査した筆者は、磐梯火山の活動に対する関心を一段と深め、噴火による惨害を繰り返さないように、気象庁の全国火山観測体制整備の一環として、1965（昭和40）年春、隣接の吾妻・安達太良の両火山とともに、常時火山観測を創始した。磐梯火山担当は若松測候所である。

（諏訪 彰・地震火山学者）



磐梯山噴火之図（東京大学地震研究所蔵）

盤梯山噴火之圖

福島縣下岩代國盤梯山の噴火ハ延世の大慶事ト
て時ハ明治廿年七月十五日
午前八時十分頃突然なる
一聲の物音と共に西北の山
上より一團の黒雲之上より
砂石と云々大樹を折り
田畑を埋め其地災の爲ま
六里四方の害を蒙り五百
人以上の死者あり負傷
者も亦く家屋の埋没せし
數百軒余に及び現場の雲況
ハ筆紙の及ぶ所非を失前
代志聞の災害ハ略因茲
加きて出版



予防時報
1986・10
147

（昭和） 昭和 昭和
昭和 昭和 昭和
昭和 昭和 昭和

目次

ずいひつ	
信州の1年／久保木光熙	6
チェルノブイリ原発事故に思う／緒方喜祐	8
シートベルトとヘルメットの必要性／平瀬文字	10
——東名高速の事故分析から	
建築物防災システムのインテリジェント化	
についての提言／山越芳男	12
泡消火剤の変遷——過去・現在・未来／星野 誠	18
異常気象はなお続いている／根本順吉	25
東京における交通事故対策の推移／鈴木敏雄	32
座談会 原子力発電所の安全	38
猿橋勝子／森 一久／吉澤康雄／	
リスクのお国事情——ブラジル／奥山憲昭	47
安全報告制度 (IRS) の確立要請と問題点／宮城雅子	52
——航空安全の向上	
防災情報ライブラリーの基本構想／佐藤憲雄	59
——防災情報の一元化にむけて	
防災基礎講座 錯覚と道路安全／野口 薫	64
地震活動の地域的特性——東海・南海／尾池和夫	70
防災言 せいてんのへきれき／赤木昭夫	5
協会だより	76
災害メモ	77

せいてんのへきれき

青空がにわかにかき曇り、雷が落ちてくるくらいで昔はすんでいたが、今では遠く離れた原子力発電所の事故で漏れた死の灰が、雨とともに突然降ってくるようになってしまった。

4月26日の午前1時23分、爆発と火災によってチェルノブイリ原子力発電所から放射性物質が空高く噴き上げられた。重い死の灰はすぐ近くに落下したが、軽い放射性物質は風で運ばれ、翌日には約1,200キロ離れたスウェーデンとフィンランドに到達した。具合の悪いことに、そのあと雨が降った地域では、意外に多くの死の灰が降り積もった。つまり、空中の放射性物質が雨によって洗い落とされ、この両国の各地に局部的に放射能の強いホット・スポットが生じた。

スウェーデンでは、ストックホルムの北約150キロのイエブレ、そこからさらに北約200キロのスンドスバルといった町を中心に比較的強い放射能が測定されている。5月から6月にかけて、両地のセシウム134の放射能は1平方メートル当たり5万ベックレルであった。イエブレの付近では外部被曝だけで、おそらく年間1レムに達するものと計算される。一般人に許される目安が年間0.5レムであるから、居住は危険である。

また、イエブレ付近の野性の鹿は、肉1キロ当たり9,000ベックレルという放射能を帯びている。食べてもよいという許容値は1キロ当たり300ベックレルとスウェーデン政府は決めており、その30倍の放射能に鹿の体は汚染されていることになる。もちろん、このような鹿の肉は食べるわけにはいかない。どうしてこんなに汚染しているかといえば、この地域が放射能のホット・スポットであり、草が汚染され、それを鹿が食べ、鹿の体内に放射性物質が濃縮されたからである（セシウムは筋肉に蓄積される）。

さらに、スウェーデンやフィンランドの湖でとれた魚のなかには、肉1キロ当たり5,000ベックレルと高く汚染されているものが発見されている。これも同じく食用にはならない。フィンランド政府は、とくに水深の浅い湖でとれた魚は控えるようにと注意を呼びかけている。

放射能汚染という観点から今回の事故を振り返って、ソ連国内にとっては大事故であったが、他の地域——西ヨーロッパでは影響は小さかったと評価されつつあるが、しかし、それでは事態を軽視することになる。

今回の事故のため西ドイツに降ったセシウムの放射能は、1954年から12年間の核実験による降下量に相当すると、西ドイツの専門家は評価している。

防災言

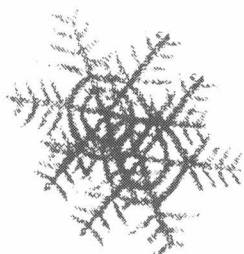
赤木昭夫

NHK 解説委員
本誌編集委員

信州の1年

久保木光熙

気象庁産業気象課長（前長野気象台長）



暑い日であった。7月半ばに梅雨も明けて10日もたった26日午後、長野市地附山の地滑り災害を指呼の間に目撃したのである。まさに青天のへきれきであった。当時私は長野地方気象台の責任者として赴任していたのだが、早速担当課長と協議して管区や県防災機関との連絡を密にすることを決めた。すかさず管区台長から遺漏のないようにとの指示を受けた。

二次災害に対する対応なのだが、「地面現象」の取り扱いに一瞬戸惑った。元来、気象台の大雨に関する注・警報は、洪水や土砂崩れ、山崩れの恐れに言及することはあっても、単独の「地滑り注意報」というのはないのである。

差し当たり、県下全般の予警報や防災気象情報には従来の方針と変わらないこと、被災地をかかえた地区の防災機関や報道機関には特別なキメ細かい降雨に関する情報を通報す

ることを決めた。それは降る、降らないから、周辺地区の状況、災害現場には一応予想される時刻や量的判断を含むもので、ピリピリしている被災地に応えるものと考えた。

改めて“地滑り”とは何ぞやという知識を整理するため、文献や防災ハンドブックを漁った。その後見聞し、何人かの方と話し合うなかから、地滑りには大変な誤解があることを痛感した。

一般的には、がけ崩れ、土砂崩れ（崩落の量 $10^1\sim 10^3\text{m}^3$ ）の大きなものという認識である。地附山は 500万m^3 （ $10^4\sim 10^6\text{m}^3$ ）で、このオーダーの違いは当然原因も異なるものと考えるべきもので、50mm、100mmの一雨で起こる性質のものではない。まず特定の地質、この地の裾花凝灰岩は水分を含むとモンモリナイトという白い糊状に折出すといわれる。ある所の地滑りに降水がきっかけとなったとしても一般論にはならない。共通する要因は地下水の上昇である。

地滑り等防止法(昭33)によると、自治体の長は防止区域を指定して国に防止対策を提出することになっている。ただ長野の場合、この指定がなかったこと。山間部でなく都市急襲型という特異なものであった。

その後東京のお客さまには名所案内のように何度もお連れした。また、災害現場の調査や見学はできるだけ参加した。雹害は5月、時に6月と心得てきたが、長野では7月も、

ずいひつ

8月も9月にも珍らしくないのである。7月末、電の道を追って調査に繰り出し、信濃町役場を訪ねると、それどころではない土石流対策本部という立看板が目に入った。後日現場を案内された。常には名もない小支流なのであろうに、巨大なダンプカーのような岩石が部落を襲い、下流の田畑を埋めつくした様子に声も出なかった。

秋までに北信地区のアメダス観測所はほぼ巡回した。期するところがあって、12月に入ると早くも大雪警報3回、県境では戦後の記録的多雪年となった。豪雪を是非見ておきたいという思いで、一日信越線で信濃町、妙高、新井、高田の町を歩き、後日飯山線で飯山、森宮野原、十日町を訪ね、県境の千曲川の橋梁を何枚もカメラに収めてきた。4月になって、知人の教師から栄村の転勤挨拶状をいただいた。19日現在、校庭の積雪110cmには驚いた。

昨年、長野善光寺は7年ごとにやってくる御開帳の年であった。中日御庭式に招待された1ヵ月にわたる“諸国の善男善女”で殷賑を極め、筑波の科学万博に負けないと噂されたほどである。百数十年前の弘化4年(1847)も御開帳の年で、この年の5月8日善光寺地震が起り、死者12,000人と記されている。このとき犀川は地滑りによって堰止められ、堪水は上流遠く明科町に及んだ。20日後にはこれが決壊し、洪水を起こしたのである。

1月末、転勤の内命を受けると昔の地滑り現場を訪ねたいという思いにかられた。古い職員に尋ね、文献を漁って、今は長野市南西端、国道19号線のみすず橋付近と確かめた。

2月初めの季節風の強い日であった。ここは昨年1月スキーバス転落事故を起こした大安寺橋、みすず橋、景勝の地久米路橋、信州新町と続くのである。新町の有島生馬記念館から返してみすず橋、涌池、岩倉山と所々雪の残る道を散策すると、今はただ国道と犀川との狭い田んぼの中に巨大な岩石が点在するだけである。現在と古い災害地を訪ね、遠く新町の山々を眺むと雪しぐれにかすんで見えなかった。

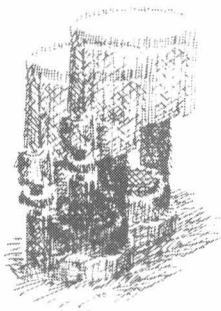
この8月、木曾路を巡って霊場御岳山に登った。一昨年の長野県西部地震の爪跡をとどめないほど沿道は復旧していた。宿場町を訪ね、義仲公の墓を拝し、光前寺の古い庭園を眺めて楽しかった。中央高速道を軽快にとばし、八ツ岳を左後方に眺めながら帰途についた。

信州には古い歴史と文化と人々の生活がある。旅人には治山治水が整然と行われ、観光県として心憎いほどの道路標識が行き届いているように思える。しかし、心の奥底には自然の脅威を忘れることができない。この3月、県防災会議の資料によると、公共土木施設は5年連続全国上位の災害だという報告書を思い出していた。

チェルノブイリ原発事故に思う

緒方喜祐

財消防試験研究センター理事長



チェルノブイリ原発の炎上は、最悪の重大事故であったが、北欧の放射能異常値から、その発生が明るみに出、当初「知らぬ」と否定した政府当局には、大変な困惑が見られた。

幸い、発電所内の他の原子炉への延焼は防止され、ヘリから投下の4,000トンの砂と鉛は、事故炉の火災封じ込めに奏功し、地下遮断壁の構築に始まる事故炉のコンクリートによる包み込みがなされた。今後数百年閉じ込めねばならぬとは、気の遠くなるような話である。

西側諸国においては、万一事故に備えて、格納容器を兼ねた巨大なコンクリート建屋内に原子炉が装置されるのが一般であるが、ソビエトでの黒鉛減速軽水冷却型は、安全性高く、その必要なしと宣伝されていた。

それが裏目に出て、ガス爆発は30mの火柱とともに建屋ごと放射性物質を天空高く吹き上げ、北半球にまき散らし、消火作業の従事

者に苛酷な犠牲を強いたのである。

巨大技術でのフェールセーフの欠落が、これほど悲惨な実例をもって報われたのは、恐るべきこと、頂門の一針と考うべきであろう。

無能の責を負わされて発電所長等は解職されたが、責めらるべきは、安全性を軽視する社会体制や指導者の思考ではなかろうか。

対蹠的なのは、初期消火に献身した消防隊員の称揚である。隊員の過半が現場で倒れて病院へ運ばれたが、病院での死亡者の多くが消火作業従業者であると報ぜられるのも痛ましい。

「最大の敵は炎でなく、放射能であることを知らず、4時間近い消火作業が続けられた」というが、何はなくとも、だれかがどうしてもやらねばならぬことを、これ等の若い消防士がやってくれたのであり、まさに賞讃すべき崇高な行為であり、被害の限定への貢献には全世界が感謝すべきである。しかしながら、これが美談となり、核の危険に無防備で立ち向かわねばならぬ社会に、一体、原発等保有する資格があるのかを問いたいものである。

原発事故といえば、スリーマイル島が想起される。1979年、驚天動地の大事件であった。炉心溶融、チャイナ・シンドロームまで騒がれたが、事故炉冷却、建屋閉塞で終息を見た。より注目されるのは、大脱出と表現される住民パニックである。微量の放射能漏出はあっ

ずいひつ

たが、パニックの原因は、発電所側の情報秘匿と行政の側の情報誤認、さらにはマスコミによる大増幅にあったと思われる。

情報化社会における情報公開の重要性、危機管理体制の不備と困難さを如実に示した。

事故そのものの発端は、一次冷却水系の「加圧逃し弁」が開き放しであったことであるが、制御室の指示ランプは「閉じろ」の指令を表示しており、運転員はその弁は「閉じている」と思い込み、冷却水喪失の警報後も弁の異常に気付かず、遂に大事に至った。

事故後設置された大統領事故調査委員会の報告書は、巨大技術システムの安全管理に大きな示唆を与えるものであった。「運転員の訓練が不十分であった」との指摘をはじめ、人的要素に重点が置かれている。システムが人間の所産である以上当然ではあろうが、次のくだりにはまったくの共感を覚える。

「制御盤は、巨大に過ぎて何百という信号が点滅して、重要な表示盤が運転員の目の届かない位置にある。制御室の中には近代的な情報技術を思わせるものは何一つ見当たらない。正常な状態では何の支障もないが、事故時重大信号に運転員の注意を向けさせる仕組みがない」

この指摘は、正鵠を射ており、たびたび見られる巨大技術システムの本質的欠陥を衝いている。複雑、かつ高度化した巨大技術のシ

ステムのコントロールボードに簡明を求めることの困難さもわかるが、情報理論と人間工学の進展は、これに応えると期待したい。

チェルノブイリ原発事故についても、早速調査委員会が設けられたが、スケープゴート探しに終わらず、的確な、徹底した原因究明により、災害再発の防止への寄与を期待する。

やや視点がずれるが、原発と並んで実用に供されているものに船用の原子炉がある。

ベストセラーの「レッド・オクトーバーを追え」の中に、ソビエト原潜の原子炉メルトダウンのシーンがあるが、高温と熱水に耐える素材として使われたチタニウムが、長期の放射線・中性子被ばくで劣化し、振動の継続でひび割れが生じ、これが直接の事故原因とされる。

フィクションではあれ、長期、高速運転によって生じ得べき事態の予見の一つとして大いに興味がそそられる。

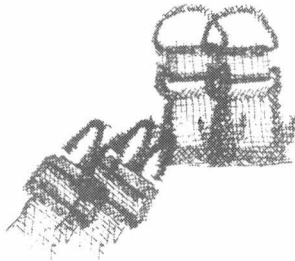
材質の劣化や金属疲労は、あらゆる事故に共通の課題である。今年6月に動燃事業団で放射能漏れ事故が起きたが、ステンレス容器を被覆するビニール袋のひび割れが原因、熱と放射線による劣化というが、想定耐用年数の1/3、管理のずさんさには驚かされる。

人類が原子力を手にしてたかだか40年、自家菜籠中のものとして、自在に駆使するにはその叡知未だしの感しきりの昨今である。

シートベルトとヘルメットの必要性 — 東名高速の事故分析から —

平瀬文子

東海大学医学部法医学教室教授



我が国の経済発展に伴って、自動車の増加は著しく、貨物列車に変わって大型トラックによる長距離輸送が増加し、各地において、高速道路も次々と完成している現況である。そのうえ、乗用車、普通トラック、オートバイが昼夜の別なく走り、交通災害死は増加の傾向にある。

当法医学教室では、昭和51～59年の9年間に取扱った検案90例、解剖31例、計121例について種々調査を行った。

男104例、女17例で、断然男が多い。年齢は20代38例、30代34例、40代が23例である。20代が一番多くなっている。

当教室の担当区間は高速道路上で、東京インターチェンジ0キロポストから静岡県境に至る72.9キロポスト区間である。月別では5月・8月が各9件、4月・6月が各8件である。曜日別では金曜日が20件で最も多く、ついで水曜日が8件、月・火曜日各16件、木曜

日が14件の順である。

時刻別件数は午前2～4時が26件で一番多く、ついで午前4～6時が17件、午前6～8時、午前10～12時が各1件と続き、午前0～2時まで10件と続き、深夜から朝方にかけて多い傾向である。

死因と死亡までの時間は受傷後、即死～30分以内に死亡した例が73.6%と一番多く、死因は頭蓋内損傷（頭蓋骨々折・脳挫傷・脳挫滅・外傷性くも膜下出血・外傷性脳硬膜下出血・外傷性脳硬膜外出血等）45例が最も多い。ついで頭蓋内損傷+胸腔内損傷15例、焼死6例、胸腔内損傷・脊髄損傷・頭蓋内損傷+胸腹腔内損傷が各4例である。30分～2時間以内に死亡したものは14%で、頭蓋内損傷10例、胸腔内損傷・頭蓋内損傷+胸腔内損傷各2例、腹腔内損傷1例である。2～5時間以内7.4%、5～12時間以内1.7%で、12時間以上生存したものが3.3%である。

この4例についてみると、第1例は44歳の男で、死因は外傷性くも膜下出血。大型トラックを運転中、停止中（渋滞による）の普通トラックに追突したもので、死亡までの時間は31時間である。

第2例は41歳の男で、死因は脳挫傷。普通貨物自動車を運転中、左側の鉄柱に衝突し横転したもので、死亡までの時間は6日と17時間である。

第3例は21歳の男で、死因は頭蓋内出血兼

ずいひつ

胸腔内出血。普通乗用車で時速120km/hで進行中、路側帯支柱に衝突し車外に放り出されたもので、死亡までの時間は16時間49分である。

第4例は39歳の男で、死因は頭蓋内出血兼脳損傷。普通乗用車を運転中、事故を起こして停止中の貨物自動車に追突したもので、死亡までの時間は15時間である。

剖検31例の直接死因となった損傷部位は脳(32.3%)—外傷性くも膜下出血・外傷性脳硬膜下出血—心・肺各19.4%、脊髄・肝各12.9%である。

東名高速道路上の交通災害死は脳損傷が一番多く、車外に放り出されたものでは、頭蓋骨々折を伴う外傷性くも膜下出血、脳硬膜外下出血によるものが多い。これらの事故は、シートベルトを着用していれば車外に放り出されることはないと思う。また、シートベルトをしめていないために顔面部のガラス傷が多い。また、スピードの出しすぎで鉄柱、ガードレールに激突して、頭部、胸部打撲による頭蓋内損傷、胸腔内損傷が多い。この頭部外傷はヘルメットをかぶり、シートベルトを着用していれば、生命をとりとめることができたのではないかと考える。

直接死因：

1. 自動車と自動車の衝突の場合(18例)
焼死6例、脳挫滅+胸腔内出血(大動脈切断)、脊髄損傷(頸椎骨折)各2例、脳挫滅+外傷

性くも膜下出血・胸腔内出血(心破裂)、胸腔内出血(腸間膜破裂)、胸・腹腔内出血(心+肝破裂)、胸腔内出血(肺破裂)+後腹膜下出血・窒息死(胸、腹部圧迫)各1例

2. 自動車+物件—ガードロープ+防護壁—(2例)

頭部切断(頭蓋骨粉碎骨折)、脳挫滅(頭蓋骨粉碎骨折)

3. 人と自動車の接触(7例)

脊髄損傷(頸椎離断骨折)、胸腔内出血(大動脈破裂)、胸腹腔内出血(肺・脾破裂)、後腹膜下出血(骨盤骨折)+胸腔内出血(肋骨々折)、外傷性くも膜下出血+胸腔内出血+骨盤骨折、全身挫滅が各1例である。

4. 自動車の横転、転落(3例)

外傷性くも膜下出血+脳挫傷、胸腔内出血(心破裂)、胸腹腔内出血(心・肺・肝・脾・腎破裂)各1例。

5. 落下物—コンクリート片—(1例)

失血(右鎖骨下動静脈切断)

6. 焼死例(3例)

渋滞で乗用車が停止中、大型トラック等6台が玉突き状に追突し、乗用車は炎上、3人とも焼死。普通乗用車を運転中、マイクロバスと普通トラックが追突(二重衝突)し炎上、即死。渋滞のため徐行中の乗用車に大型トラックが追突し、炎上、即死。これら3例はいずれも追突により炎上したものである。

建築物防災システムの インテリジェント化に ついての提言

山越芳男

防火対象物の大型化、複雑化

1960年代以降の我が国経済の高度成長期を通じ、人口と産業が都市部に集中した。特に、東京をはじめとする大都市の中心部では、高層ビルが立ち並び、世界でも例をみないような高密度の社会が形成されるようになった。この傾向は、ここ数年一層加速化されている。

たとえば、高さ100mを超える超高層ビルは、1985年現在48に及んでいる。なかでも最大の規模を誇るサンシャインビルは、60階建て、高さ240m、床面積約590,000㎡、収容人員88,000人である。このビルに限らず、現在の大型ビルは、防災面からみても、一つの都市としてとらえる必要があろう。また、高さ31m超の高層ビルは、1985年現在7,581にのぼり、10年前に比べ3倍以上に増加している。

建築物の用途も複雑化しつつある。一つのビルを店舗、飲食店、事務所など複数の用途に供する、いわゆる特定複合用途防火対象物は、1985年現在281,680に及び、この10年間で約12倍にも増加している。これらは、通常、管理権原がわかれており、防火管理業務を一体的に行うことが困難な場合が多い。

ここ数年の都心部のビルラッシュをみても、このような建築物の大型化、高層化、複雑化は、一層進展するものと予測される。これらの建築物は密閉された構造のものが多く、いったん火災になった場合には、大量の煙や有毒ガスが充満し、消

火や救助などの消防活動が大きな制約を受けるといふ問題を抱えている。いずれも多数の人を収容しており、避難行動がうまくいかなければ、パニックさえ生じかねない。

いずれにしても、建築物の構造や用途の変化が消防に新しい対応を迫っているのである。

システムの火災対応の必要性

現行の消防法規は、きわめて精緻なものとなっているが、基本的考え方は、一定規模以上の防火対象物に対し、それぞれの用途に応じ、火災の早期発見、初期消火、避難誘導等の個々の観点から、火災報知設備、消火器、スプリンクラー、避難器具等の設置を、それぞれ単体として完結的に機能するよう義務づけている。このような仕組みは、比較的小規模な建築物で、防火管理者等の眼が行き届き、その判断を中心として火災対応が可能である場合には有効である。しかし、前述のような大規模な建築物では、人間がすべてを判断することはなかなか困難な場合が多いであろう。

最近エレクトロニクス技術も急速に進歩しており、各種の防災設備を相互に関連させ、中枢部分に判断機能を付与した総合的システムをつくることも可能になってきている。特に、火災のように個人としての経験を蓄積しにくい事象については、過去の事例を集積し、シミュレーション分析を繰り返すことにより、一定の法則を見出し、コンピューターに判断させた方が確実かつ効率的な分野も少なくないのである。

インテリジェントビルの出現

近年、アメリカでは、インテリジェントビルの建築ラッシュであるという。スマートビル、グリーンビルとも呼ばれ、高度情報化社会に対応するビルとして注目を浴びている。インテリジェントビルについての解釈は、論者によってさまざまであるが、アメリカでは、賃貸オフィスのテナントを獲得する競争に勝ち抜くため、ビルのインテリジェント化が積極的に進められているのである。

そこでは、①快適な人間環境（仕事のやりやすさ）をいかにつくるか、②テナントのニーズに合わせていかに柔軟に対応できるか、③情報社会のなかでいかに情報を集めやすいか、④テナントのレンタル料をいかに安く設定できるか等が決め手となる。このため、インテリジェントビルの機能としては、①省エネ、省人、セキュリティの向上のためのビル管理システムの充実、②情報流通の拡大に伴うビル内情報ネットワークの確立と外部通信ネットワークとの効果的ドッキング、③オフィス生産性向上のためのOA化の整備等が求められている。

このような機能の一環として、防災システムも高度化が進められている。特に防火については、火災を1フロアに閉じ込めるということを基本目標に、煙感知器と空調設備の連動により最適な制御を行うシステムが取り入れられていることが注目に値する。具体的にいうと、①空調設備のリターン部分（空気が部屋から出ていく所）に煙感知器を設置する（煙をもっとも確実にキャッチできる）、②火災をキャッチした場合は、これに連動して空調の圧力を火災階はマイナス、その上下階はプラスにして加圧排煙を行う（煙は火災階にとどまる）、③全館にスプリンクラーを設けておき、火災階はスプリンクラーにより消火する（スプリンクラーはヒューズ方式で、煙感知器とは連動していない）という仕組みになっている。

アメリカのインテリジェントビル・ブームをそのまま我が国に結びつけるのは早計であり、先行きはきわめて不透明であるが、今後、ビルそのもの

の機能が高度化していくことは確実であろう。その過程で、防災面にも大いに力点をおき、防災システムもインテリジェント化していくことが考えられるべきであろう。ビル防災の水準が賃貸ビルの最大のセールスポイントになるような価値観の変化を強く望みたいものである。

火災報知設備のインテリジェント化

消防用設備等のシステム化に関する当面の最大の具体的課題は、火災報知設備であろう。特に現行の火災報知設備は、非火災報が多いことを理由に地区ベルのスイッチを切っている場合も少なくないといわれており、ホテル・旅館の火災の度に、この問題が繰り返し指摘されている。

これらの非火災報対策として、現在一定の改善方策が採られている。すなわち、①一過性の熱や煙で作動しないよう一定時間信号を蓄積させる蓄積型の採用、②煙と熱の両方の信号でダブルチェックする複合型の採用、③適材適所の考え方に従っての各種感知器の選択基準見直しなどが進められつつあり、それなりの成果をあげている。

さらに進んで、非火災報問題を抜本的に解決することはできないのであろうか。火災報知設備の端末には、煙感知器や熱感知器が取り付けられている。これらは、取り付けられている場所の煙の濃度や温度、またはその変化率が一定の数値に達した時に火災が発生したとの想定にたっている。たとえば、①煙感知器では煙の滞留により減光率が5%、10%……になるように煙が滞留した時に、②定温式熱感知器ではその設置場所の温度が60度、70度……になった時に、それぞれ火災発生とみなして信号を送り、ブザーを鳴らす仕組みになっている。したがって、たばこの煙や魚を焼いた時の煙、スプレーされた殺虫剤などで煙濃度や温度が同じ条件となれば、一過性の現象であってもブザーが鳴ってしまうのである。

また、煙感知器や熱感知器からの情報は、煙の濃度や温度が一定の数値に達した時に一回だけ受信機に送られる。その後はまったく何の情報も受信機には入ってこない、いわゆるメイクブレイク

情報であり、状況の判断のための情報としては不十分なものといわざるを得ない。その後煙の濃度が大きくなっているのか、温度がさらに上昇しているのかなど刻々と移り変わる現場の状況は、現場からの非常電話等を利用しての人間の作業に頼っている。

さらに、感知器は一定の区画(警戒区域)内に多数設置されており、その区画単位でしか信号が送られてこない。このため、管理者が火点の探索に相当の時間を要する場合もまれではない。

以上のような問題を解決し、情報処理をより高度化していくためには、火災報知設備をインテリジェント化していく必要がある。すなわち、①個々の感知器のある端末部における煙濃度や温度を計量的、時系列的に測定し、これらの情報を継続的に中央の防災センターに送り込む、②中央部においてこれらの情報を集中的に監視し、コンピューターで処理・分析する、③そのデータで、火災の有無、その大きさ、延焼の方向、フラッシュオーバーの危険性等をより正確に判断できるようにする、④煙濃度や温度のみならず、一酸化炭素濃度、炎のちらつき(輝度)など他の情報を送り込むようにする、といった仕組みをつくることである。例えていえば、手先の感覚で物事を判断するのではなく、情報を集中して頭脳で判断する方式である。

以上の方式は、換言すれば、センサーをアナログ化し、しかも個々のセンサーにアドレスを付加することであり、そして、火災の判断や制御のためのソフトを開発することである。このような火災報知システムができあがれば、多量の情報を短時間でチェックし、異常があればその旨を直ちに表示することができる。センサーは 30,000㎡ クラスのビルで平均して 1,000 ないし 2,000 程度設けられている。コンピューターであればそれを数秒でチェックできるが、人間の情報処理能力では、次々に表示される情報をさばききすることはできない。

以上のような火災報知設備のインテリジェント化のためには、ハード面では特に隘路はなく、対

応は充分可能である。問題は火災の状況判断にかかわるソフト面で、そのためにどのようなプログラミングを組めるかにかかっている。建物の状況は千差万別、火災が発生する場所や時刻、その時の気象条件、在室者の数や年齢・性別その他もさまざまであろうから、火災の発生、延焼や避難の方法等を判断する法則を見付けだすのが難しく、かりに見付けだしたとしても、そのみに頼ったのでは、想定していないことが起こったときにはまったく対応不可能になってしまうのである。

現在、これらの問題を解決して、インテリジェントシステムを実用化しているところは、世界中どこにもない。アメリカの最新のビルでさえ、前述のようなシステムにとどまっている。しかし、初めから完べきを期するのではなく、現在のシステムに比較して少しでも水準の高いものを求める立場からすれば、以上述べた方向に向けてのシステム開発も不可能ではないであろう。また、以上のシステム以外にもさまざまなシステムが考えられよう。

他の防災設備との連動制御

以上のようなインテリジェントタイプの火災報知システムが実現すれば、これと他の防災設備を連動させることが可能になろう。たとえば、スプリンクラー等の消火設備については、これらの分析された火災情報を基に、より適時適所で作動させることも考えられる。火災情報の確度が 100% にならなければ、火災報知設備連動で水を出すわけにはいかないだろうが、通常は配管内を空にしておき、火災情報に基づく信号により必要な配管内に水を充足する方式(プレアクションシステム)は充分に可能である。

防火戸の開閉、エレベーターの管制や排煙口の開口にも、同様の連動制御が可能である。また、非常放送も幾つかのパターンをあらかじめセットしておけば、自動的に必要な指示をすることができる。その他、誘導灯にしても、煙の流れや火災の拡大方向を分析して、矢印やフリッカーにより避難方向を示すなど、その活性化を図ることがで

きる。

特に、人命救助のためには、避難誘導・残留者の検索がきわめて重要であるが、そのためには、入館者の個人の状態を把握できればより適切なシステムが生まれる可能性がある。部屋への出入り人数は赤外線センサーで把握できるし、これらの情報を中央部で収集分析することもできないことではない。また、工業用テレビにより各階の避難状況を中央部で統合的に把握することもできよう。

その他の関連する諸問題

消防隊への通報もより迅速になされなければならない。通報は、現在一般的にはダイヤル方式で行われているが、自動通報により感知器の発報状況を音声合成で秩序立って通報する仕組みを検討することも有効であろう。

現場に到着した消防隊が、火災の状況、残留者の有無をはじめ館内のすべての状況を的確に把握することは、警防戦術の基本である。防災センターに集約された情報を消防隊が有効に活用できれば、最も効果的な警防活動・救助活動を行うことができるようになる。

また、防災システムを的確に作動させるためには、一時的に多量の情報を伝達するための手段が必要不可欠である。アメリカでは、デジタル電子交換機を導入して通常のケーブルを使用しており、インテリジェントビルでも光ファイバーは利用していないという。

これに対し我が国では、従来用いられている電送ケーブルではその伝送能力に自ずから限界があるとの考え方に立ち、ビル内に光ファイバーを張り巡らしてその能力向上を図る方向にある。ただその際、光ファイバーの被覆材の耐熱・耐火性には十分な配慮が払われなければならない。そのための基準の設定は今後の課題で、消防庁としてもそのための検討作業はほぼ終了した段階である。

さらに、非常電話では、特定の場所からしか情報を送ることができないので、無線通信設備を配置し、その活用を図ることを検討することも必要である。

日常的ビル管理との関連

防災システムは、日常はほとんど使用されないため、火災発生時に効果的に使用することがなかなか困難であるという宿命をもっている。したがって、防災システムを構成しているもののうち、日常の機能と兼用できるものについては、できるだけ兼用するようにし、日常の防火管理にも役立てていくようにしなければ、万一の場合に十分に使いこなすことができない。さらに、日常のビル管理に活用できれば、その投資効率は高まるし、建築物全体としての付加価値も高まるわけである。いやむしろ、ビル管理のオートメーション化、ビルOA化といったものが進む過程で、副次的に防災システムも高度化していくといった方が事実に近いかもしれない。

いずれにせよ、日常的ビル管理との関連は、防災システムの設計上、特に強調されなければならないことである。現に、新しいビルには、空調、電力、ガス、給排水、エレベーターなど各種の設備管理、侵入者の把握などの防犯管理、各種の情報サービスシステムの整備などが進められている。これらの日常的ビル管理システムと防災システムとの相互の関連づけを綿密に分析し、両者の連動制御や兼用を積極的に進めていかなければならない。煙感知と空調を連動させるアメリカの方式も、その典型的な例の一つである。

管理体制と人的対応機能

以上のように、防災システムをいかにインテリジェント化しようとも、ビル防災の問題は結局のところ、最終的には人間が管理するものであることを忘れてはならない。防災問題をすべてコンピューターに任せきることの危険性は、各種事故の事例からみて明白であり、人間の介在を含めた総合的な防災システムをどのように構築していくかに最大限の努力が払われなければならない。

たとえば、防災センターを中心とするシステムが整備されれば、日常の管理要員を削減することができるが、災害時に活動する人員の確保は、別

の角度から検討しなければならない。災害時には、所要の人員を動員できる体制が必要であり、しかも、設備、保安、防災といった業務区分を超えた統括責任者の下に効果的に対応していかなければならない。この統括責任者の役割は、きわめて重要であり、高度の知識技術、機敏な判断力と確実な応用力を兼ね備えていなければならない。統括責任者の教育訓練は、今後の最大の課題だといってもいいであろう。

各種設備の維持管理の問題も、きわめて重要な要素である。維持管理面でも、自動的なチェックシステムが大幅に採り入れられることとなるが、事故はあらかじめ想定された事象のみを前提として起こるものではない。各種の事故が意外に単純なミスによって起こっていることをみても、維持管理の面で人間の果たす役割はますます大きくなるのである。

消防法規との関連

消防用設備は、一般に国民が日常の使用を通じてその性能をチェックすることができない。にもかかわらず、万一の際に確実に作動しなければ、生命、身体、財産の安全に重大な影響を及ぼすものである。したがって、消防用設備については、消防法により、検定に合格し、その旨の表示が付されたものでなければ、これを販売し使用することができないという厳重な担保措置がとられている。

このような考え方にたち、感知器、スプリンクラーヘッド、流水検知装置など16品目の消防用設備等については、それぞれその有すべき性能、構造等に関し省令で規格を定め、この規格に適合しないものが防火対象物に設置されれば、消防法違反になるものとされている。これに加えて、政省令で消防用設備の設置基準を定め、詳細かつ画一的にこれらの設置方法についても規制している。

消防用設備等の規格は、個々の品目の機能に着目し、それぞれ単体として備えるべき性能、構造等を定めている。いかなる建築物に設置されようとも、個々の設備が自己完結的に確実に作動することが基本とされている。換言すれば、火災情報

をコンピューターで処理するとか、設備相互間で連動制御するとかいうことを前提としてはいないのである。

このような法体系のなかで、防災システムをインテリジェント化しようとするれば、法令の適用その他いろいろな面で整合性を欠くことになるのは当然のことである。たとえば、前述のインテリジェントタイプの火災報知システムを構成する各機器は、現行の火災報知設備の感知器、中継器、受信機に関する規格に必ずしも適合しないこともあり得るので、消防法令違反の設備だということにもなりかねない。設置基準に関して一例をあげれば、アメリカのビル方式で、空調設備との連動を考慮して煙感知器を空調のリターン部のみに設置することも、150㎡に1か所などという法令の基準に違反することとなる。

このような防災システムのインテリジェント化を進めるうえでの障害は排除されなければならない。しかし、防災システムの導入は緒についたばかりの段階であり、そのような先導的設備のために、現行の規格、検定、設置基準に関する制度を抜本的に改定することはできない。一方、現行の制度のみに固執すれば、先端技術の導入を拒否し、技術進歩の足を引っ張ることになる。消防の分野に限らず規格、基準制度は、それ自体の中に常にこのような自家撞着の要素を抱えているのである。この際、知恵をだしてこの点にメスを入れ、技術進歩のために、規格、基準に合理的な風穴をあける必要があるゆえんである。

防災システムの評価

防災システムは、建築物全体として、総合的、有機的に機能することが理想である。しかも、個々の建築物の規模、用途等に応じ、最適のシステムにつくり上げていかなければならない。その意味で、個々のビルごとに防災システムがどのように有効に機能することとなっているかを客観的に評価することは、きわめて重要なことである。

このような評価は、先導的システムであるだけに、電気通信、コンピューター技術、システム工

学、安全工学、建築物防災、燃焼消火理論、消防技術等の各分野の専門家の判断を総合することによって初めて可能となる。なおその際、ビル火災の予防、消火、避難等に多くの経験をもった専門家の判断には、特に貴重なものがある。

消防庁としては、このような観点から、1985年9月、(財)消防設備安全センターに、各分野の専門家よりなる「消防防災システム装置評価委員会」を設置し、関係者からの申請に基づき、個々の建築物の防災システムについて評価を行うこととした。この評価制度は、前述のような防災システムの導入と消防法規との関連に関する問題点を踏まえ、消防法規制に合理的な風穴をあけるものとして位置づけられるべきものである。

消防法令上は、この風穴は、消防法施行令32条の弾力的運用という点に求められる。すなわち、同条においては、予想しない特殊の消防用設備等その他の設備を用いることにより、施行令で定める画一的基準による場合と同等以上の効力があると認められるときは、消防長の判断により、この画一的基準を適用しなくてもよいものとされている。これは、科学技術の進歩による予想されない設備が出現した場合に、その有効性を容認し、技術の発展を阻害しないように配慮したものである。防災システムに組み込まれた設備が、一つの建築物として総合的に判断して高度の水準に達していれば、部分的に画一的基準に適合しないものがあったとしても、当該部分に32条の規定を適用すべきことはむしろ当然であろう。

消防法令上は、このような判断を行う権限と責任は、各消防本部の消防長、消防署長にある。しかし、この判断には、前述のような各分野の専門家の判断が必要不可欠であり、それなしには、どうしても消防長の判断は消極的なものにもなりかねない。この意味で、前記の評価委員会による評価は、消防長の判断にきわめて重要な専門技術的情報を提供することとなるものである。もちろん、地元消防本部の意向をその評価に反映させることは重要なことであるので、評価委員会には、評価対象建築物の所在する消防本部の代表を参加

させることとしている。

消防庁としては、従来から32条の適用には弾力的に対応してきたが、どちらかといえば、メーカー等の提案を受けて受け身的に処理してきたきらいがないわけではない。これに対し、防災システムの評価制度の創設は、むしろ新技術を取り入れようという積極的意図に基づくものであり、この意味で画期的な意義を有するものである。

防災システムの未来像

特定の建築物における防災システムが実用化すれば、ビル群の防災システムも可能となる。通信回線を利用して、各ビルの情報を一か所のセンターで監視すればいいわけである。なお、その際は、各ビルのサブセンターがいかなる機能を果たすべきかは慎重な配慮が必要となろう。ビル群システムからさらに発展すれば、一つの地域的広がりをもった地域防災システムも夢ではないであろう。

21世紀に向けて、現在芽を出しつつある防災システムは、さらにインテリジェント化して、多数のビルに普及するであろう。このような方向に進むためのインセンティブとして、防災システムの評価制度が重要な役割を果たすことを期待したのである。

* * *

以上「建築物防災システムのインテリジェント化についての提言」として所感を述べたが、そのうち技術的な事柄は、小林恭一氏(消防庁予防救急課国際規格対策官)と鈴木徳五郎氏(東京消防庁通信課長)に多くを負っているが、防災システムのインテリジェント化のために、評価制度が重要な役割を果たすことだけは、確信をもって。ご専門の皆様からさまざまなご意見をお聞きし、今後の評価制度の運用にそれらを生かしていくことができればと、あえて日頃感じているところを書かせていただいた次第である。関係の皆様から、ご批判、ご提言、ご要望をお寄せいただければ、これ以上の幸せはない。

(やまこし よしお/自治省消防庁次長)

泡消火剤の変遷

— 過去・現在・未来 —

星野 誠

1 はじめに

“天災は人々が忘れたころに来る”という言葉がある。しかし、現代は人がもたらす“人災”の方は頻発している。最近でも4月26日には全世界に大きな衝撃を与えたソ連の原子力発電所事故があり、また、我が国では5月17日に三重県四日市市の液化プロパンガス充てん所での大爆発事故があった。このように天災以外の人工的災害が続発するのは、社会構造の複雑多様化に伴い各種の人工的災害危険性が国の内外に充満しているからである。

これらの災害防止の歯止めとして、災害の事前予測、ならびにその予防対策が行われている。しかし、現時点では、これらの事前予測ならびに予防対策は、万全であるとは言い難いのである。し

たがって、今後もこれら類似の事故は続発する可能性があるものと思われる。

一般に、石油ストーブや小規模流出油などによる小規模液体燃料火災の消火には、泡消火器以外に粉末消火器（ドライケミカル）、ハロゲン化炭化水素系消火器（ハロン）なども使用される。しかし、大型石油タンク、大型化学プラント、大規模流出油などの大規模液体燃料火災に対し、確実に消火できる消火剤は泡消火剤のみである。

ここでは、我が国を含め世界の泡消火剤の変遷について触れてみたい。なお、表1は、自治省規格（自治省令第26号、昭和50年12月）にしたがって、泡消火剤を種類別、膨脹形式別、消火対象別、適用例別に分類したものである。

2 消火用泡の生成方法

通常、泡消火剤は泡原液として貯蔵され、消火の際に3または6 vol %の割合で水と混合し、泡水溶液を作る。この泡水溶液に圧力をかけ発泡器（泡ノズル）を通して泡として使用する。この泡は、機械的方法によって空気あるいは二酸化炭

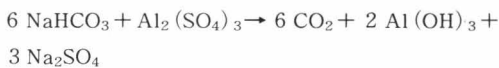
表1 自治省規格(自治省令第26号)による泡消火剤の分類

種 類	膨脹形式	消 火 対 象	適 用 例
タンパク泡消火剤（フッ化タンパク泡消火剤を含む。）	低 膨 脹	石油類（炭化水素系燃料）	タンク、流出火災、化学プラント
水成膜泡消火剤（フッ素系界面活性剤）	低 膨 脹	石油類（炭化水素系燃料）	タンク、流出火災、化学プラント
合成界面活性剤泡消火剤	低・中・高膨脹	石油類、気体燃料、固体燃料	高圧ガス、液化ガス、流出火災、化学プラント、建物
水溶性液体用泡消火剤	低 膨 脹	水溶性液体（アルコール類、ケトン類など）	タンク、流出火災、化学プラント
化学泡消火剤	低 膨 脹	石油類、固体燃料	1m ² 以下の油火災、建物

素、窒素などの不活性ガスと泡水溶液を混合させているため、機械泡 (mechanical foam) または空気泡 (air foam) とも呼ばれる。

1927年、ドイツの C.Wagener は、現在用いられている空気泡発生装置の原型となったジェットポンプを利用した吸引型泡発生装置を考案した (イギリス特許272993)。また、1933年、W.Friedrich は、高圧の水流によって空気を吸引する泡ノズルを開発した (アメリカ特許2003184、2073204、2086711)。そして、1935年までにはデンマークの E.Schroeder、Van Deurs らによって、多くの実用的な固定式および可搬式の空気泡発生装置が開発された (イギリス特許306550、347048)。

このほかの消火用泡の生成方法としては、炭酸水素ナトリウムと硫酸アルミニウムの混合の結果、発生する二酸化炭素を利用する化学的方法がある。



この種の泡は化学反応を利用しているため、機械泡に対し化学泡 (chemical foam) ともいう。なお化学泡はフォームイト (foamite) とも呼ばれている。

3 消火用泡の膨脹率

しゃぼん玉は空気を吹き込むことにより次第に膨脹する。膨脹する割合 (膨脹率) は、泡膜の強さ、安定性など泡膜の性質により変化する。通常、膨脹率は倍率で表される。たとえば、石けん水 1 ml から容積 10 ml のしゃぼん玉が作られた時、そのしゃぼん玉の膨脹率は 10 倍であるという。

消火用泡は膨脹率の違いによって低膨脹型 (別名低発泡型、膨脹率 20 倍以下)、中膨脹型 (別名中発泡型、膨脹率 500 倍以下)、高膨脹型 (別名高発泡型、膨脹率 1,000 倍以下) に分類される。なお、中膨脹型を高膨脹型に含めて分類する場合もある。通常、石油タンク火災には低膨脹泡が、流出油火災と化学プラント火災には低・中・高膨脹泡が、また LPG、LNG など液化ガス火災には高膨脹泡が使用される。

4 泡消火剤の変遷

1) 化学泡消火剤

1877年 (明治10年) イギリスの J.H.Johnson は、

世界で初めて固体燃料火災 (A 火災)、液体燃料火災 (B 火災) の消火に泡の使用を考案した。その特許 (イギリス特許 560) によれば、考案された泡の種類は化学泡に属するものであった。1904年、ソ連の Laurent¹⁾ は、二液混合方式のいわゆる湿式型化学泡を用いて実火災規模の直径 35 フィート (10.7 m) ナフサタンク火災の消火実験に成功した。この年以降、化学泡の生成方法および適用技術の基本的変更は行われなかった。1912年 (大正元年)、イギリスの消防隊に初めて手さげ式化学泡消火器ならびに Laurent の化学泡消火装置が導入された。1920年前半までにはアメリカ、イギリス、ドイツなど世界各国の石油タンクに湿式型化学泡固定消火設備が導入された。

我が国にも 1920年代前半 (大正末期) には化学泡固定消火設備が導入された。また、1927年 (昭和 2 年) 現在の損害保険料率算定会 (略して損保) に相当する火災保険協会は、化学泡消火設備の割引を実施している。また、我が国でも警視庁が消火器の設置を義務づけたりしたこともあって、1910年代から消火器の普及が始まった。そして、大正末期から化学泡消火器が主流になった。

1925年、R.M.Urquhart は、乾燥した炭酸水素ナトリウムと硫酸アルミニウムの混合粉末を貯蔵槽 (hopper) を通して直接水流中に混入する、従来の湿式型とは異なる新しい乾式型化学泡発生装置を考案した (アメリカ特許 2090601)。この方式は、翌年にはイギリスの商船に採用された。それ以降、湿式型化学泡は乾式型に漸次とって代わられた。そして、1940年以降、化学泡はタンパク系泡消火剤にとって代わられていった。また、化学泡剤の改良研究も 1956年くらいまでで、その後の発展に見るべきものはない。

したがって、化学泡は、現存泡消火剤の中で古典的な存在になっている。その原因は、水流中に薬剤を供給する操作や機構が機械泡に比べ複雑であること、また、液体燃料火災に対する化学泡の消火性能がタンパク泡消火剤より一段と劣るためである。

しかし、1945年 (昭和 20 年) 以前、すなわち第二次世界大戦前の我が国で泡消火剤といえば、すべて化学泡消火剤であった。1945~1955年においても、我が国の石油タンクや化学プラントには主に化学泡が備えられていた。化学泡に代わってタン

パク泡が主役になったのは、1955年以降である。なお、化学泡は我が国では、現在小型消火器にのみ限定された場所で使用されている。

2) タンパク泡消火剤

1922年、アメリカのスタンダード石油会社の J.M.Jennings は、ガソリンタンクのガソリン蒸発防止用に膠と硫酸鉄(Ⅱ)の混合物で作られた泡層を用いた(アメリカ特許1423719)。この泡は、タンパク質と鉄塩を用いた最初の機械泡であった。

1928年、イギリスの R.Schnabel は、石油タンク火災消火用として植物性配糖体のサポニン水溶液に、加圧した空気または二酸化炭素を混合した機械泡発生装置を考案した(アメリカ特許1669213、1740840)。この装置はイギリス、ドイツで販売されたが、その主用途は石炭鉱山の粉じん防止用であった。

1937年、西ドイツの Sthamer 社の A.Weissenborn と E.Sthamer は、加水分解タンパク質と鉄塩(Ⅱ)の水溶液をそれぞれ別個に作り、使用時に両者を混合する二液型の泡消火剤を開発した。その後、加水分解タンパク質に鉄塩(Ⅱ)を添加し、現在使用されている一液型泡消火剤に改良した(イギリス特許476552、アメリカ特許2151398)。このタンパク泡は泡中に含まれる水がすべて排出された(drain)後も消滅せず、その形状があたかも骸骨のようなので、Weissenborn は、この泡を“Schaumgeist”(幽霊の泡)と名付けた。なお、1940年直前に加水分解タンパク質にとって代わられるまでは、機械泡の基材はサポニンと合成物で占められていた。

1937年から1945年の第二次世界大戦中イギリス、ドイツにおいて、牛、馬のひづめや角などの粉末(蹄角粉)、動物の血液、大豆、トウモロコシなど各種動植物の原料を、水酸化ナトリウムや水酸化カルシウムのアルカリ、あるいは酸や酵素で分解する研究が盛んに行われた。また、第二次世界大戦中、アメリカ軍の需要の増大に伴い、加水分解タンパク泡消火剤の応用分野は急速に発展した。そして、1947年までには石油タンク、精油所における火災防衛体系が完成した。

第二次世界大戦末期から戦後にかけてタンパク泡消火剤の研究は、アメリカに移り完成した。1945年には、アメリカ陸海軍統合仕様書(JAN—C—266)が制定され、第二次大戦後世界

各国に駐留したアメリカ軍は、この仕様書に基づくタンパク泡消火剤を使用した。その結果、各国のタンパク泡消火剤も JAN—C—266に従って作られるようになった。

現在、牛馬の蹄角粉を原料にしたこの系統のタンパク泡消火剤は、世界的に使われている。しかし、この泡消火剤は、1960年代に現れたフッ化タンパク泡消火剤(後述)に比べ、石油類火災の消火速度が遅く、また、油による泡の汚染^注が大きいため、油による泡の汚染が著しい油面直接落下方式(forceful application)による石油タンク火災の消火は困難になる。したがって、今後は蹄角粉基材のタンパク泡消火剤は、主にフッ化タンパク泡消火剤の原料として使われるものと思われる。

一方、我が国初のタンパク泡消火剤が出現したのは、第二次世界大戦後(1945年)のアメリカ軍の駐留が契機であった。そして、我が国初のタンパク泡消火剤が製造・販売されたのは、1953年から1954年にかけてであった。それ以前は、合成界面活性剤に加水分解タンパク質あるいはサポニンを加えた泡消火剤が使用されていた。1957年には、従来は化学泡のみであった損保の泡消火設備もタンパク泡を主体とし、全面的に改定された。1954年以後現在に至るまで牛馬の蹄角粉(ケラチン)を原料とするタンパク泡消火剤が、我が国の大型石油タンクの固定泡消火設備に使用されている。

なお、石油類および水溶性液体燃料用化学泡、同用タンパク泡に対し、古くから行われてきた損保の泡消火剤認定制度は、1976年(昭和51年)1月から国の検定が開始されたので、同年4月には廃止された。

注 泡中に燃料および燃料蒸気が含まれること

3) 合成界面活性剤泡消火剤

1903年、E.Gates は、世界初の機械泡による消火方法の特許(アメリカ特許749374)を取得した。Gates の泡は、合成界面活性剤である脂肪酸のアンモニウム塩、硫酸アンモニウムなどの水溶液に加圧したアンモニア、あるいは窒素または二酸化炭素を吹き込んで作られていた。1927年、C.Wagener は、空気を吹き込んだ機械泡で初めて消火に成功した。

1935年から1940年にかけて、ドイツの I.G.Farbenindustrie 社の K.Daimler、E.Gross やイギリスの ICI 社の J.L.Moilliet らは、木材、原綿、炭塵な

ど、水が内部まで浸透しにくい火災以外に、石油類火災にも使われる浸透剤 (Wetting agent) の起泡剤としてアルキルナフタレンスルホン酸のアルカリ金属塩、硫酸ドデシルナトリウム、ブチルナフタレンスルホン酸ナトリウムなどを用いた。

(アメリカ特許2154231、2165997、イギリス特許460596、469325)。これに泡安定剤としてアルブミンの加水分解物や膠を添加した。

また、1939年、Timpson は起泡剤にココヤシ油やヤシ油のカリウムまたはアンモニウム石けんを用いた(アメリカ特許2135365)。泡安定剤が添加されたこれらの浸透剤は、2.5~4%の水溶液とし12~18倍の膨脹率で液体および固体燃料火災に使用した。しかし、この泡はタンパク泡や化学泡のような泡安定性がないため、泡が消滅しやすく、また耐熱性、耐硬水性、耐アルコール性に劣るため、タンパク泡や化学泡に比べ重要視されなかった。

このように1930年代に浸透剤から発展した合成界面活性剤泡消火剤は、前述の欠点のため、その後長期間衰退していた。しかし、1955年イギリス鉱山局²⁾により炭鉱坑道火災用として膨脹率のきわめて高い泡が開発され、合成界面活性剤泡は再び脚光を浴びることになった。

1958年、アメリカの鉱山局で改良研究が行われ、その後、イギリスで消防用として実用化が行われた。一方、アメリカでは Factory Mutual Lab. (工場火災相互保険研究所) とアメリカ鉱山局により、現在の消防で実用している高膨脹泡発泡装置の開発に成功した。その後、アメリカ、スウェーデンなど欧米各国で、高膨脹泡剤を基にして、これを固体燃料、石油類、液化ガス火災にも併用できるように改良が行われた。

我が国では1960年ごろから工技院公害資源研究所において、炭鉱火災用として実用化研究が行われた。その後、1965年代に入って民間の消火設備業者、装置メーカー、あるいは消火器メーカーなどにより改良研究が行われ、低・中・高膨脹泡に使用できる泡消火剤が商品化された。そして、1975年の自治省規格制定以後、全国の消防機関で急速に普及されるに至った。

この泡消火剤を高膨脹泡として使用するときの最適膨脹率はビル、地下街、倉庫、船倉などのいわゆる密室火災や化学工場のプラント火災、そのほか LPG などの液化ガス火災には500倍以上 (高

膨脹泡)、また、流出油などの油火災には200~300倍 (中膨脹泡) がよいとされている。また、建物、駐車場などの固定泡消火設備に使用する場合の最適泡水溶液供給率は、アメリカの防火協会規格 (NFPA、No.11A) と我が国の消防法 (施行規則第18条) においても定めている。

なお、同量の泡水溶液を低・中・高膨脹の状態で使用したときの消火効果から、この泡消火剤を石油類火災に適用する場合には、低膨脹泡よりも油による泡の汚染の少ない中または高膨脹泡として使用するほうが望ましいとされている。

4) フッ素系界面活性剤泡消火剤

高膨脹泡とともに新しく話題になったフッ素系界面活性剤泡消火剤 (代表的商品名 “ライトウォーター”) は、アメリカ海軍研究所 (NRL) の R.L.Tube らとアメリカの 3 M 社との長年にわたる共同研究によって開発された。

1963年、Tube らによって特許申請 (アメリカ特開公306665、日本特許昭40-20080) が行われ、1964年に公表されている³⁾。Tube らの研究チームのこの研究に対する基本的な考え方は、炎をドライケミカルによって消火し、表面張力の小さいフッ素系界面活性剤の分子膜を石油類の液面上に迅速に広げることによって油の蒸発を押さえ、再燃を防ぐことにあった。

たとえば、飛行機火災など急速な人命救助を必要とするときには、ドライケミカルとライトウォーターを併用して、ドライケミカル単独使用時よりも確実に、しかも急速に消火することができる。ライトウォーターの石油類火災に対する消火能力は、油の予燃時間が短く、同時に油層の厚みが薄い流出油火災などではタンパク泡の約2倍の速さで消火ができる。ライトウォーターは、分子膜形成能力があることから、別名水成膜泡、または AFFF (aqueous film forming foam) とも呼ばれる。

ライトウォーターは我が国には1965年ごろ輸入され、1972年市販され、1974年に住友 3 M によって国産化された。そして1975年の自治省規格制定以後全国各地に急速に普及した。現在、国内ではライトウォーターのほかには大日本インキ化学、旭ガラス、ダイキン工業などで商品化されている。

5) フッ化タンパク泡消火剤

1960年代に入って、イギリスの ICI 社において、タンパク泡消火剤にフッ素系界面活性剤を少

量添加するフッ化タンパク泡消火剤の研究が進められた（日本特許昭47-26160）。

フッ化タンパク泡消火剤は、タンパク泡消火剤とライトウォーターの短所、すなわち、タンパク泡は燃焼面の流動性や油による汚染に弱く、一方、表面膜形成によって消火するライトウォーターは赤熱されたタンク壁や高温の油に弱い、という点を補った泡消火剤で、別名フルオロプロテインとも呼ばれる。

1964年、アメリカの有力な泡消火剤メーカー National Foam System 社から世界最初のフッ化タンパク泡消火剤（商品名 AER-O-FOAM-XL）が開発された。次いで、イギリスの George Angus 社の“FP-70”、同 Chubb 社の“PLUS-F”などが製品化された。1977年以降、我が国でもタンパク泡消火剤の規格に合格した国産品が販売されている。

通常、地震、爆発などで石油タンクの固定泡消火設備が十分に働かなくなった場合には、高所放水車（スクワート）や大型放水砲などを使って外部から燃焼面に直接泡放射を行うが、この場合、ライトウォーターと同様に油による泡の汚染が少なく、泡の流動性がよいフッ化タンパク泡は、タンパク泡に比べ消火効果が著しい。また、タンクの底部からタンク内の油に直接泡を放出する、いわゆる底部発泡消火方式（別名 SSI 方式、sub-surface injection system）には、油による泡の汚染の影響の少ないフッ化タンパク泡は、ライトウォーターと並んで有力な泡消火剤となっている。

また、世界的傾向からみて、現在、フッ化タンパク泡は、従来のタンパク泡に代わって大型石油タンク用泡消火剤の主流になっている。

6) シリコーン系界面活性剤泡消火剤

フッ素系界面活性剤と並んで新しく開発された合成界面活性剤泡消火剤に、シリコーン界面活性剤泡消火剤がある。かつては石油類火災用としてある種のシリコーン類が用いられたことがあった。たとえば、1957年には、化学泡に非イオン性のアルキルシリコーン重合体を加えて油の燃焼面を急速に覆う方法などがある（アメリカ特許 2790502）。

その後、泡消火剤に適したシリコーン界面活性剤が本格的に出現したのは、1958年、アメリカの D.L.Bailey、F.M.O'Conner らによってポリウレタ

ンの起泡剤として開発されたポリメチルシロキサン-ポリオキシアルキレン共重合体を消火用に改良するようになってからである。1968年に、アメリカの Union Carbide 社（特公昭47-20880）と西ドイツの Goldschmidt 社（特公昭47-21080）から公表された。Goldschmidt 社のシリコーン系泡消火剤“シロキサン SW-802”は G.Rossmly らにより発明されたものであるが、この泡消火剤の表面張力は低く、2 vol% 水溶液で 21.7 dyn/cm である。また、この泡消火剤は固体および石油類のほか、アルコールなど水溶性液体火災にも適用できるとされているが、我が国ではまだ実際には使用されていないのが実状である。

なお、シリコーン界面活性剤の高起泡力および表面張力低下作用に注目し、高膨脹泡消火剤の成分に使われているものもある。

7) 水溶性液体用泡消火剤

水溶性のアルコール、ケトン、エステル、アルデヒド、エーテル、カルボン酸、アミン類などの極性液体燃料火災の際、前述の石油類火災用泡消火剤から発生させた泡を燃焼液面に注入しても、その多くはたちまち消泡して泡層が液面に拡大せず、消火不能になる。1933年までは、世界各国において水溶性液体用泡消火剤は生産されていなかった。

1935年、H.T.Bohme は、初めて硫酸ドデシルピリジニウムと高分子の第四アンモニウム塩を用いた水溶性液体用泡消火剤を特許にした（イギリス特許 434856）。その後、水溶性液体に適した泡消火剤が本格的に出現したのは、1939年、ドイツの K.Daimeler、M.Paquin らによって、加水分解タンパク質に水に不溶の脂肪酸亜鉛石けんを加え、アンモニア水やエタノールアミンで可溶化した、いわゆる金属石けん型タンパク泡消火剤が開発されてからである（ドイツ特許 697646、アメリカ特許 2232053）。

しかし、この泡消火剤は、水と原液をあらかじめ所定の濃度に混合する、いわゆるプレミックス（premix）状態にすると、数分以内に沈殿を生ずるという欠点がある。したがって、消火の際には、火災現場で水と混合後 2～3 分以内に使用しないと著しく消火効果が減ずる。また、きわめて静かに燃焼液面に泡をのせないと（gentle application）泡の分散・消滅が速くて消火効果が減退する。また、消火用水によって燃料がある程度希

積されないと泡が燃焼液面上に展開しないため、消火が長引くことである。そのほか、水に難溶性のブタノールなどには消火効果が小さいなど用途面での欠点も多い。この泡消火剤は、新しいタイプの水溶性液体用泡消火剤(後述)と交代する1975年ごろまでは世界各国で使用されていた。

1942年、F.L.Boyd は、化学泡に過マンガン酸カリと脂肪酸石けんを加えた耐アルコール用化学泡消火剤を特許にした(アメリカ特許2269426)。1957年、西ドイツのSthamer社のW.Erlerは、水溶性高分子のアルギン酸ナトリウム、ポリビニルアルコールなどに炭化水素系界面活性剤を添加した高分子ゲル生成型泡消火剤“Moussol-G”を開発した(ドイツ特許957443)。この泡消火剤は、消火水による燃料表面濃度の希釈効果と水を含んだ水溶性高分子に対する水溶性液体燃料の脱水作用を利用して、燃焼液面上に耐液性の良好な高分子ゲル層を形成させることをねらったものである。

1960年代に入り、National Foam System社から金属石けん型タンパク泡消火剤の有する欠点を改良した水溶性液体用泡消火剤が相次いで商品化された。その代表的なものには、順に2液重合型“AER-O-Foam 100”、高分子ゲル生成型“Universal Foam”、最後に水溶性高分子多糖類にフッ素系界面活性剤が少量添加されている高分子ゲル生成型“AER-O-WATER PSL”(日本特許昭54-24240)がある。

続いて1974年には3M社から“エアロウォーターPSL”と同様の性能を有する高分子ゲル生成型“ライトウォーターATC”(アメリカ特許3562156、3772195)が製品化された。フッ素系界面活性剤を含むこの二つの新しい泡消火剤は、プレミックスが可能であり、また、燃焼液面に直接泡を打ちあてる forceful application 方式による消火も可能である。また、金属石けん型タンパク泡消火剤に比べ速く消火ができる。さらにまた、石油類火災にも使える万能型の泡消火剤として注目されている。

金属石けん型タンパク泡消火剤の欠点を補った泡消火剤として、最近、高分子ゲル生成型フッ素系泡消火剤とともに注目されているものに、フッ化タンパク泡消火剤がある。この種の泡消火剤は、石油類用フッ化タンパク泡消火剤を水溶性液体火災にも使えるように改良したもので、したがって、石油類火災にも使用可能である。

その使用の際は、金属石けん型タンパク泡とは異なり、プレミックスが可能であり、また、水と原液を混合してから発泡させるまでの経過時間(トランジットタイム、transit time)を30分以上と、大幅に延長することが可能である。なお、この泡は金属石けん型タンパク泡と同様、消火の特徴が希釈タイプに属するため、非希釈タイプの高分子ゲル生成型フッ素系泡に比べ、消火はかなり遅い。しかし、金属石けん型タンパク泡に比べ速く消火ができる。また、消火後も泡層は長時間液面上に残り、タンパク泡特有の優れた再燃防止性能を保持している。

1978年、深田工業(株)の沖山は、このタイプの泡消火剤の特許出願を行った(特開昭53-145398)。なお、1950年代後半まで、我が国では水溶性液体用泡消火剤は生産されていなかった。

1960年代に入って我が国も石油化学工業の高度成長期に入り、石油類以外のアルコール、ケトン、エステルなど各種水溶性液体燃料も生産・貯蔵されるようになった。その結果、水溶性液体用泡消火剤の需要も増大するに至った。

1959年、初めて国産の水溶性液体用金属石けん型タンパク泡消火剤が、ポリエステルの製造貯蔵設備に使われた。なお、金属石けん型タンパク泡消火剤は、1980年代に入って高分子ゲル生成型フッ素系泡消火剤と水溶性液体用フッ化タンパク泡消火剤に代わられるまでは、我が国の主流をなしていた。そして、現在は代替用に限り少量生産されている。

高分子ゲル生成型フッ素系泡と水溶性液体用フッ化タンパク泡消火剤は、前述のとおり石油類火災にも使えることから、タンクや化学プラントの配管やバルブから、石油類と同時に水溶性液体燃料が流出、混合した火災に対しても有効であると考えられている。なお、水溶性液体用泡消火剤についての我が国の規格はなく、現在、国際標準化機構(ISO)で審議中である。

5 泡消火剤の今後と問題点

最近の泡消火剤の分野において、新しい原料を基材にした新規泡消火剤の開発、商品化は、現在のところ世界中を見渡しても見い出せないのが実状である。しかし、今まで未解明であったタンパク泡

消火剤の主成分であるケラチン加水分解タンパク質も、核磁気共鳴(NMR)など各種の分析方法により、その有効成分の分子構造が解明されつつある。その結果、近い将来にはタンパク泡消火剤の合成も夢ではなくなるものと思われる。また、異種泡消火剤を併用して、それぞれの泡消火剤の短所を相補い、長所を生かす消火方法も今後必要となる。

しかし、このような異なる泡同士の併用の場合、問題も生ずる。それは、特許・ノウハウなどによって、泡消火剤の成分およびその配合比が各種泡消火剤ごとに異なっているため、A種の泡をB種の泡と併用すると反応し、または沈殿を形成し、この結果、消火性能も著しく低下する場合があるからである。

このような事例は、異種泡の消火実験⁴⁻⁷⁾でも証明されている。たとえば、ガソリン火災に対し、石油類用泡消火剤に属する合成界面活性剤泡を石油類用タンパク泡、フッ化タンパク泡、ライトウォーター泡のそれぞれと泡の状態と併用した場合、ガソリン火災の消火時間および耐再燃性は、タンパク泡など後者の泡をそれぞれ単独に用いた時のそれに比べ著しく低下した。

なお、前述消火実験の結果によれば、消火性能が向上した併用可能な泡の組み合わせは、石油火災用泡消火剤のなかでは、ライトウォーターとタンパク泡またはフッ化タンパク泡、タンパク泡とフッ化タンパク泡であった。

また、水溶性液体用泡消火剤のなかでは、高分子ゲル生成型フッ素系泡とフッ化タンパク泡であった。なお、合成界面活性剤泡Aと合成界面活性剤泡B、高分子ゲル生成型フッ素系泡消火剤に属するライトウォーター ATC とエアロウォーター PSL、フッ化タンパク泡同士など同種の泡同士の併用は可能であった。しかし、起泡用界面活性剤以外に多くの成分が含まれている合成界面活性剤泡同士を併用する場合は、沈殿、変色などの変化が生じていないか、あるいは実際に消火実験を行って併用可能性を確かめてみる必要がある。

前述の異種泡併用と同様の理由により、異種の泡消火剤原液同士の混合および混合状態での貯蔵は好ましくない。また、同種の泡消火剤原液同士の混合にも問題があり、混合する場合は、沈殿、変色などの変化が生じていないか実際に確かめてみる必要がある。なお、アメリカ防火協会規格

(NFPA、No.11B)でも、合成界面活性剤泡原液とタンパク泡原液、フッ化タンパク泡原液またはライトウォーター原液との混合は認めていない。1950年代までの泡消火剤の研究、試験の状況、特許関係に関する詳細については文献⁸⁻¹¹⁾を参照されたい。

6 おわりに

以上、泡消火剤の約100年にわたる変遷と各種泡消火剤の特徴について述べた。今後は泡消火剤の分野においても、すべての燃料火災に適用できること、また燃焼液面へ直接泡を投入することができること、また、異種の泡や粉末消火剤、ハロンなどの消火剤とも併用できること、さらに低・中・高膨脹泡としても使用できることなど、多目的な用途に使われる万能型泡消火剤の開発は、泡消火剤研究者にとって長年の夢であるとともに重要な課題でもある。しかし、今までのところ、世界的レベルの泡消火剤の開発は、すべて外国に依存しているのが現状である。したがって、今後は我が国でもこのような新しい泡消火剤の開発問題に積極的に取り組む努力が必要であると思われる。

(ほしの まこと/自治省消防庁消防研究所)

参考文献

- 1) Laurent: Imp. Russ. Tech. Inst., Chem. Sec. (1904)
- 2) Safety in Mines Research Establishment (Buxton / England) Research Report, No. 130(1956), No. 171(1959), No. 182 (1959)
- 3) R.L.Tuve, H.B.Peterson, K.J.Jablonski, R.R.Neill: U.S. NRL Report, No. 6057 (Mar. 1964)
- 4) 星野 誠、林 幸司: 消防研究所報告、No.46 (1978) 31, No.52 (1981) 7
- 5) T.B.Chitty, D.J.Griffiths, J.G.Corrie: Fire Research Note, No. 925, JFRO (February 1972)
- 6) D.J.Griffiths: Fire Research Note, No. 975, JFRO (June 1973)
- 7) S.P.Benson, D.J.Griffiths, J.G.Corrie: Fire Research Note, No. 993, JFRO (October 1973)
- 8) J.J.Bikermann: Foams, p. 189(1953) Reinhold, New York.
- 9) A.F.Ratzer: Ind. Eng. Chem. 48(1954) 2012
- 10) N.O.Clark: Dept. Sci. Ind. Research, Special Rept. No. 6 (1947) H.M.Stationery Office, London.
- 11) J.R.Williams: Quart. of NFPA 58(1964) 47

異常気象はなお続いている

根本順吉

1 実例——日本の場合 大雨と寡雨の共存

1) 寡雨傾向

1986年版『理科年表』には日本の80地点について、年降水量のもっとも多かった値、少なかった値が1位から3位まで表示されている（P 220-221）。

これをよく見ると、少なかった年の出現に著しい偏りのあることに気付く。すなわち、80地点のうち、実に20地点が1984年に第一位を示しており、まったく偶然の出現とすれば1地点前後の所、実にその20倍以上の出現率で、統計的には何千年に一度といってもいいほど、1984年は雨の少ない所が多かった。

さらに、1984年が少ない方の一位から3位までの間に入っている例数を調べてみると、80地点の半分の40地点がその中に入る。こんな例は過去にはまったくなく、'84年の40例に次ぐものは1978年の27例、1939年の17例があり、これらは、過去における著しい干ばつ年としてよく知られた年であったが、これらの年をはるかに引き離しているのである。

ところで、1984年に年降水量の少ない第1位を示した地点の分布を調べてみると、それは①北海道西南部・東北部、②関東南部・東海東部であり、その他は相川（佐渡）、室戸、福江（五島列島）

に散在している。このうち、北海道方面についてさらに詳しく調べてみると、北海道にある22の気象官署の観測のうち、1984年が第1位に寡雨を示した所は16か所で全体の73%、第2位まで含めると19か所で85%になっており、極値を示していないのは根室だけである。これで1984年が寡雨年であることの特徴はほぼ北海道全域に及んでいることは明らかである。

以上の調査とは反対に観測点をまばらにして、日本全域から20地点を選び、たとえば北海道としては札幌と根室を、関東南部として東京だけを選ぶようなことにして調べてみると、20地点のうち第1位を示すのは東京だけ、ただの一例になってしまい、異常な寡雨を見出すことはできないのである。これは、日本のように、世界的にみればきわめて狭小な地域でも、降水量などに現れた異常を調べる場合には決して地点の数を節約してはならぬこと、言い換えると、20か所ぐらいの観測網では見落としが出てしまうことを物語っているのである。

次に第1位を示した地域の雨量について調べてみると、北海道の主要7地点の'84年の年降水量の平均は670.6mmで、これは平均値のわずか62%である。凶作の続いた明治30年代は小氷期ともいわれた時代で、それはまた雨量の少ない時代でもあったが、それでも800mm/年程度は降っていたのである。

1984年の東京の年降水量は880mmでこれは平年値のわずか60%であった。東京の第2位は1933年の1,011mm/年、第3位は1967年の1,023mm/年であり、いずれも1,000mm/年を割ってはいない。1984年だけが1,000mm/年を大きく下まわっているのである。

このように1984年は、日本は極地的に記録的な少雨年であったのにもかかわらず、一般にこのことがほとんど注目されていないのは次のような二つの理由による。

その第一は、北海道においてさえ作物の主体は米であり、量的に米さえ取ればあまり関心が持たれないこと。この年、北海道の稲の作況指数は114の大豊作であり、寡雨のための品質のよしあしは別にして、たとえば根馴原野でジャガイモやトウモロコシに干ばつの影響が現れていても、不作なら他の地方から持ってきて手当てをしようから流通過程ではとくに影響が現れぬのである。

第二の理由は、少雨が一年中のほとんどの月に及んだために、1か月ごとの少雨あまり気付かれなかったこと。もし多雨、少雨の確率をそれぞれ1/2とすると、これがたとえば10か月続けば、その確率は $(1/2)^{10} \approx 1/1000$ になり、統計的には千年に1度ぐらいの現象になってしまっても、そのことがあまり実感的にならなかったのである。

北海道南西部を一つの中心とした1984年の少雨は、この年だけそうなったのではなく、'70年代に入ってから次第に顕著になってきた傾向であることは、図1から明らかであろう。

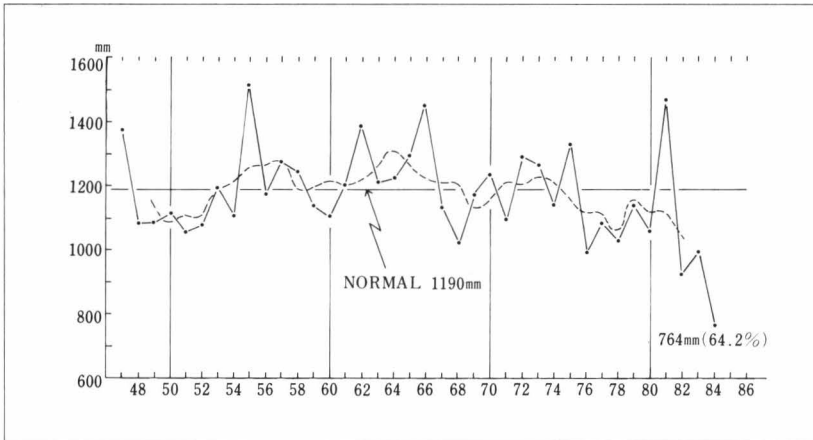


図1 北海道20地点平均年降水量の年々変化

ところで、このような傾向は、グローバルに見ると、アフリカのサヘル地帯に見られる少雨傾向と似ている。すなわち、サヘル地帯でも寡雨が目立ち始めたのは'70年代に入ってからで、これが'80年代に入ってから'83、'84年と今世紀最大の干ばつ年となった。これは、およそ15年程度の長期的の減少とみられる。そして、この寡雨傾向の持続の原因を考えたとき、その原因も共通しているように思われる。

すなわち、アフリカの場合はサハラの上に位置する亜熱帯高気圧の南偏により干ばつを起こしているのに対し、日本の場合はオホーツク海方面より南下してくる高気圧の勢力が強く、日本付近を通り雨をもたらす低気圧を遮るような形になっているため少雨になっているのである。

両者に共通する特徴は高気圧の南偏であり、この南偏は北半球における南北方向の気温差にほぼ平行しているのである。実際にこの気温差の経年変化を調べてみると、すでに述べた北海道方面の寡雨、サヘル地帯の干ばつの進行とほぼ平行して、1970年ごろから次第に温度差が大きくなっていく傾向が現れている（たとえば、朝倉正他(1984)：異常気象時代、P 178の第64図を見られよ）。

ところで、気温の経年変化は高緯度地方の方がよほど大きいから、上記気温差の変化に寄与しているのは高緯度地方の気温の変化であり、気温差が大きくなってきていることは、高緯度地方で気温が低下していることを示している。このような変化、よくいわれているような二酸化炭素(CO₂)の

増加から期待される変化とはまったく反対方向の変化であり、その仕組みを考える時は温室効果とはまったく別な機構を考えねばならぬのである。

2) 大雨

北日本、東日本の寡雨傾向とは反対に、西日本の各地では主として梅雨末期の記録的な大雨が注目されている。日本は世界的スケールから見れば

大変狭小な地域であるが、その中に傾向のまったく反対の現象が共存しているのである。幾つかの例によってこれを語ることにしよう。

表1は、昨年(1985)6月下旬、西日本で集中豪雨のあった時の対馬の厳原における日雨量の記録である。厳原における年降水量は平均で2,178mmであるから、わずかに8日間で1年の半分の雨が降ったことになる。この8日間の前後の6月の雨量を含めると、この月の月合計雨量は1,100.5mmとなるが、これは従来の第1位824.2mm(1923)を33%も更新した第1位の記録である。このような記録は単に梅雨前線の停滞というようなことだけでは説明がつかぬことである。

表1をよく見ると、防災上きわめて重要なことに気付く。ふつう大雨が降る場合、1週間ぐらいの期間で、ある1日に記録が出ると、その前後では大気の状態が変わり、記録的な大雨にはならぬのが通則であるが、この厳原の場合は23日の第1位の翌日第4位の大雨が降り、さらに3日おいて第3位の大雨が降っていたのである。短期間を考えても大雨は一回だけで終わりになっていないのであり、一回の大雨が終わったからといって油断はできないのである。

このような大雨の降り方は、厳原の記録だけでなく、'80年代に入ってから各地でみられる集中豪雨の一つの特徴になっている。たとえば、1982年7月下旬の長崎の大水害のとき、人命等の大きな被害が出、局地的には187mm/時もの大雨の降った7月23日より前の7月20日にも大雨が降り警報が出された。幸い20日は物的な被害はあったが人命の損傷はなかったのであるが、これに追い打ちをかけるようにして3日後に大雨が降り、眼鏡橋も流されるような大惨事となったのである。同様なことは、この翌年(1983年)の7月下旬の山陰の大雨についてもいえることである。今年(1986年)7月中旬の鹿児島島の大雨にもこの傾向がみられるように思われるのである。

以上、わずかな実例によって“両極端の共存”ということの最近の実状を説明してきたが、異常気象に現れたこのような特徴は、異常気象が目撃され始めた1963年の初め以来、我々の言い続けてきたことであって、気の早い人がよく問うように

“貴方は温暖化説に組するのか、寒冷化説に組するか”とか“湿潤化が進むのか、反対に乾燥による砂漠化が始まっているのか”というようなことに簡単には答えることができないことを物語っている。たとえば1963年1月には北半球上においては極端に寒冷な所と温暖な所が、3か所ずつ交互に共存して現れた事実はよく知られた事実である。それは“or”としてではなく“and”として現実には現れていることが注目されねばならぬのである。

この節の論述の趣旨からいくらか離れるが、論理が“or”でなくて“and”であるということは、異常気象の影響を考える場合にもきわめて重要である。たとえば、アフリカ・サヘル地帯の飢餓の問題を考える場合、ある人はそれはまったく人災であるという。確かに最貧国の状況を調べてみると、そこでは軍人、役人、商人はだれ一人飢える人ではなく、飢えているのは土地を持たぬ農民だけというようなこともあって、実状を見てきた人は人災としての貧困を強調する。これは間違いなことなのだが、そのような人災としてだけこれを見ることは、その裏に自然条件など人間の力でいかようにでもかえることができるとする思い上がりがあるのではないか。

既に述べたように、サヘル地帯の干ばつは亜熱帯高気圧の南偏というように、きわめてグローバルな規模の現象の一環として起こっているのであって、このような気象条件を人為的にかえるというようなことは、今でもまだできていない台風のコントロール等の大自然の改造などよりはるかに困難なことである。1985年はそれまでの干ばつ傾向が解消し、サヘル地帯にも雨が降り、緑が戻ってきた。自然の苛酷な条件はもはや解消されたと主張する専門家もいるが、'70年代以来の長期傾

表1 1985年6月21-28日の厳原(対馬)の雨量

日付	雨量
1985.VI.21	5.0mm
22	56.5
23	344.0 新第1位
24	246.5 新第4位
25	91.5
26	17.0
27	258.0 新第3位
28	23.0
計	1041.5

注：従来の順位は、第1位 290.5mm(1957年6月26日)、第2位 252.2mm(1963年6月25日)、第3位 239.5mm(1970年6月14日)、第4位 223.4mm(1892年6月26日)、第5位 214.4mm(1926年6月29日)

向が、わずか1年の多雨によって解消したとはとても考えられない。我々は厳しい自然の条件があるということをよく承知した上で、これに順応していくより仕方がないのであって、それがアフリカにおける今までの文明の歴史でもあった。自然をあまり見くびってはいけないのである。飢餓の原因は人災か天災かではなくて、天災と人災である。

2 実例——外国の場合

エル・ニーニョと気候の不連続な変化

1) 1982/83の超エル・ニーニョ現象

外国でもけたはずれの異常気象の実例は多い。私は予防時報141号(1985春号)で、南米ペルー西岸における大雨の例を挙げたが、世界的にみても局地的から地球的規模に至るさまざまな異常気象が起こっている。

もっとも規模の小さい例として、たとえば1984年7月12日のドイツ・ミュンヘンにおける電害が挙げられよう。この電の被害を受けた自動車は24万台に達し、支払われた保険金額だけでも15億マルクに達したから、実際の被害額はこのおよそ2倍ぐらいにはなるであろう。かなり以前から注目された異常気象としては、1969年9—10月の40日にわたる北アフリカ・チュニジアにおける大雨が挙げられる。この40日間で平年値のおよそ40倍にも達する大雨が4回にわたりこの地方に降った。この大雨の再現期間は3000—7000年といわれたが、この大雨によってローマ時代に造られた石の橋が初めて流された。私はかつてチュニジアを訪れたとき、この時に氾濫した川を見ることができたが、平常時そこには水はなく、ワジと呼ばれる川底だけであった。この異常ともいべき大雨はシシリー島からエジプトのナイル河下流域にも及んだが、こうなると、その異常は局地的というよりは地域的の規模に広がる。

地球全域にさまざまな形で異常気象を引き起こした最近のもっとも顕著な実例は何と云っても1982/83のエル・ニーニョ(El Niño)であろう。これについては書かれたものが非常に多く、最近では“科学朝日”1986年8月号にやや一般的なこの現象についての特派員報告があるが、'82/'83

年の場合の特殊性は必ずしも明らかにされていない。

私は'82/'83のエル・ニーニョは、ドイツのフローン(H. Flohn 1986)が述べているように、その時期、規模から考え、スーパー・エル・ニーニョ(super El Niño)として、従来の5—8年周期のエル・ニーニョとは区別した考えがいいと思う。アメリカの研究者のなかには半ばジョークとして、El Niño(The Child)に対してthe parent(親)というべきだと述べている人もいる。'82/'83のエル・ニーニョが、従来のものと大きく違っている点は、①発生した時期が1982年5月から、これは従来のエル・ニーニョが年末近くから始まるのと、およそ半年のズレである。②'82/'83の場合は太平洋の赤道地帯の中部海域に高水温域が発生し、これが東に広がり、ペルー沿岸に達した。従来のエル・ニーニョはペルー沿岸に沿って北上してくるフンボルト寒流の周期的な弱화가、南太平洋の高気圧性循環の弱化に伴われて考えられ、これによって説明されていたのである。

さて、'82/'83のエル・ニーニョが、5—8年ぐらいの周期で現れるものではなく“超エル・ニーニョ”である理由を順を追って説明してみよう。

1982年の北半球における夏から秋にかけて、非常に水温の高い(28—30℃)海域がインドネシアから東に向かって広がっていった。通常なら赤道上空には偏東風が吹いているのであるが、この時は異常に吹いた西寄りの風によって東に向け吹き送られていったのである。

そして1982年12月には、この暖水域は南アメリカの沿岸に達し、通常の場合は水温20—24℃の寒流域の上にこの暖水が覆いかぶさったのである。この時期、高水温域の赤道上の広がりには10,000km以上にも達し、翌1983年1—3月の暖水域の面積は18,000×2,000kmにも及び、これは全地球の海洋面積の約10%にも達したのである。

太平洋赤道海域で、高水温によりもっとも加熱された部分では、上下の対流が強くなり、通常なら対流が強くとスコールも多いインドネシア方面が太平洋中部(経度で170—130°W)に移ったような形となった。このことは赤道上空におかれた静止衛星の赤外放射による雲の観測からも確かめることができた。

すなわち、太平洋中部赤道域の積乱雲の雲頂は16—18kmに達し、そこでは強い熱帯性の雨が降った。この雨が降ることにより、対流圏中層(3—10km)には莫大な潜熱が1982年6月—'83年5月に放出され、この熱による対流圏の高温が赤道域における大循環と風の場を大きく逆転させることになった。

つまり、赤道上空では、通常は6—8kmが東風、その上空では西風になっているが、この東風は西風に、西風は東風に変わった。このような循環は、通常は太平洋ではなく、それよりはるか西のインド・アフリカ季節風循環系においてみられる循環である。

このような風系の反転は、赤道付近の循環系であるハドレー循環を全体として強める結果にもなったが、さらにインドネシア、インド洋方面の風の吹き方にも異常を生ぜしめた。この地域はふつう上下の対流の強い地域であるが、来る月も来る月も強い沈降気流が卓越し、そのため雨が降らず、オーストラリア東部、南アフリカ、ブラジル北部、そしてカリマンタン(昔のボルネオ)までも含む地域に顕著な干ばつが持続したのである。カリマンタンは毎日の乾燥した天気のため山火事が起こり20,000km²にわたって熱帯降雨林が焼失した。

この他、この超エル・ニーニョ現象に伴われた異常としては、ペルー沿岸の砂漠地帯で起こった洪水(これについては、予防時報141号1985年春

号P66参照)——そこでは6か月以上にわたり平年値の60倍もの雨が降った。また仏領ポリネシアでは少なくとも5個のハリケーンに襲われ、そのためまったく荒廃した島嶼もできたが、このようなことはこの地域では過去に知られていない。

このように'82/'83年のエル・ニーニョはその影響がグローバルであり、過去にその類例を見出すことが難しいが、強いてそのような年と思われるのは1877/'78年(明治10/'11)である。しかし当時は観測も充分に行われていなかったので、十分なデータの裏付けはできない。'82/'83年の超エル・ニーニョ現象は、それでは何が原因で起こったのであろうか。これについてはフローン(H.Flohn)のように、超エル・ニーニョ現象に先立って起こったエル・チション(El Chichón)の噴火の影響を認めずに、赤道地帯で経年変化として水蒸気(H₂O)の増加していることを重視する人もいるが、グラフ(H-F Graf, 1986)のようにエル・ニーニョ現象に先立つ火山噴火例を9例挙げ、火山が前兆となり得ることを主張している人もいる。

2) 気候の途切れた変化

気候は連続的に、次第に変わっていくものであるという常識に反し、そこには不連続な途切れた変化もあることに、筆者がはっきりとした実例に基づき気付いたのは、1962年から'63年にかけてアフリカのヴィクトリア湖の水位が突然2mも上昇、その後も高水位を続けている事実を知ってからである。私はこの事実をラム(H.H.Lamb)の論文で知り、1974年には機会を得て、水位上昇を実際に見学することができた。

気候の変化の不連続については、これ以前にも階段的变化というような表現でこれを指摘した日本の学者もあり(木村耕三、斉藤博英、松倉秀夫の諸博士、そのうちの1人はこれを指摘した論文が学位論文になっているとき)、また、英国のサトクリフ(R.C.Sutcliffe, 1966)もその著書で不連続な季節の展開に注目している。

このような先達のさまざまな業績はまったく無視し、アメリカの学者の理論に沿って、事新しく気候のジャンプについて指摘している学者がいるが、学問の伝統とか継承を考えると、これは大

表2 ENSOの年に先立って起こった火山噴火(H.F.Graf, 1986による)

(ENSOとはエル・ニーニョ現象と南半球振動とがともに起こった場合をいう)

年	火山噴火	ENSOの年
1890	Bogoslov (アリウンアン)	1891
1907	Ksudach (カムチャッカ)	
1912	Katmai (アリウンアン)	1912
		1917
		1925/26
		1940/41
1953	Mt.Spurr (アラスカ)	1953
1956	Bezymjanny (カムチャッカ)	1957/58
1963	Azung (バリ島, 赤道地帯ではあるが)	1965
		1969
		1972/73
		1976
1975	Tol'bachik (カムチャッカ)	1976
1980	St.Hilens (USA)	
1981	Alaid (カムチャッカ)	1982/83
1982	El Chichón (メキシコ)	

変残念なことである。

さて、それではどの程度から気候は不連続的に途切れているといえるか。これについての常識的な判定基準は次のようなことである。

気候の記録を二つの隣接する二つの亜期間に分け、それぞれの長さは少なくとも10年の長さがあるものとする。二つの亜期間の平均値を m_1 、 m_2 、標準偏差を σ_1 、 σ_2 としたとき、

$$(\sigma_1 + \sigma_2) < |m_1 - m_2|$$

$|m_1 - m_2| = \Delta$ とし、正規分布を仮定すれば、この条件は簡単に、有意水準95%で $\Delta > 2\sigma$ となるであろう。次に幾つかの実例を示してみよう。

ナイル河のアスワンにおける流量は

1870—1898 : 109.8km³/年 $\sigma_1 = 13.5\text{km}^3/\text{年}$

1899—1927 : 82.7km³/年 $\sigma_2 = 13.9\text{km}^3/\text{年}$

だから $\Delta = 109.8 - 82.7 = 27.1$ 、 $\sigma_1 + \sigma_2 = 27.4$ であるから、1898/99に不連続か減水があるとみてもいいであろう。

図2は、ヴィクトリア湖のウガンダ側の出口にあるシンジャ (Jinja) の年間の放水量を示したものであるが、1962年から'63年にかけて大きな途切れのあることは、きわめて明らかである。

アフリカ東部のケニア、ウガンダ、タンザニアでは、1961年9月～'62年2月に異常な大雨が降った。それは平均雨量の200～400%であり、多い所は900%にも達した。その結果、内陸湖のヴィクトリア湖の水位は2.5mも急昇したが、同様な上昇はタンガニカ湖、マラウイ湖、トルカナ湖 (この場合は5mも急昇) にもみられた。さらに多くの専門家を驚かせたのは、ヴィクトリア湖の水位は上昇したままその後16年間も高い水位を続けていることである。この場合の流量とその標準偏差は、

1899—61 流量20.1km³/年、標準偏差 $\sigma_1 = 4.6\text{km}^3/\text{年}$

1862—78 流量41.2km³/年、標準偏差 $\sigma_2 = 4.7\text{km}^3/\text{年}$

この場合は Δ は $\sigma_1 + \sigma_2$ の2倍以上で、99%の有意水準で不連続が認められる。

最近のサヘル地帯における干ばつの持続も一つの不連続現象ともみられる。ラム (P.Lamb) は北緯11—18度、経度17W—9 E の約 $2 \times 10^6\text{km}^2$ の地域で、20か所の代表地点を選び、その雨量を調べたが、その結果は次のようである。

	M	σ
1950—67	+44.9	38.3
1968—84	-67.1	45.3
	$\sigma_1 + \sigma_2$	83.6
	Δ	112.2 >

ただしこの場合、約30年程度の周期で少雨年が現れていることを指摘する人もあり、1618—39、1681—87、1738—56、1820—60は干ばつ年となっている。もう一つ興味があるのは同じ時期にヨーロッパでは氷河の前進する寒冷/湿潤になっていることである。

気候の不連続な変化としては、この外、極地 (緯度北緯70～90度) の対流圏下層にみられる変化があり、この場合は1961/62が不連続点となっている。これより少し遅れ1964/65にはアイスランド北岸の20m水深層に不連続が現れ、水温は低下しているが、これは北極からの流氷の影響によるものとみられる。北半球全体の1856年以来の平均気温には、1920年近くで一つの不連続がみられる。しかし、この点の研究はほとんどなされていない。

3 過去に学ぼう

近年における二酸化炭素 (CO₂) の急増は、人間のいまだ経験したことのなかった著しい事実である。このCO₂の温室効果によって極地や高山の気温が上昇、氷河や氷床が溶け、そのため海面が急に上昇し、海岸近くの多くの都市が水没の危機にさらされる。これは、今年になっても事新しく

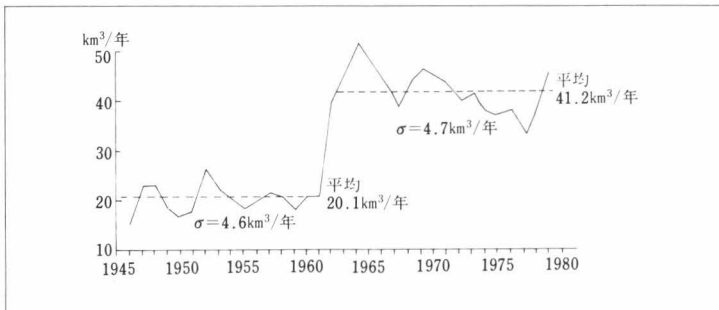


図2 ウガンダのジンジャ (Jinja) における年放水量 (1946—1978)

報道されたことであり、また、外国の雑誌にも水没する地域までも示したような論文が発表されている（たとえば、New Scientist 12 June 1986 の A.Henderson-Sellers 等の報告をみよ）。

ヘンダーソン-セラー等はいう。確かに現在の海面の水位上昇は1mm/年程度だから問題にはならないが、これと同時に地表には6,000km³に相当する水が貯蔵されつつあるのであって、これが温暖化に伴われ、海中に流入することになれば海面は10~12年遅れて、さらに15mm程度上昇することになるであろう。彼等はさまざまな仕組みを考えて12500年前の氷河期から間氷期に向かう時期に現れた5~6mの水位上昇を強調しているのであるが、果たして簡単にそのような経過をたどるであろうか。

氷期から間氷期に向かう時期の気候の変化を調べてみると、それは一直線に温暖になるような変化ではなく、一進一退を繰り返しながら暖化していることがわかるのであるが、たとえば、今から10800年前ごろに突然の寒冷化がヨーロッパから熱帯アフリカまで広がり、氷河は前進している（Younger Dryas 期の開始といわれる）。

地球の軌道の条件からいうと、そのころは近日点が7月にあり、温暖化としては好条件なのであるが、ヨーロッパ方面では逆に寒冷化が進行している。この矛盾は完全に説明されているわけではないが、一つの仮説として次のようなことが考えられる。

北極海沿岸の大陸棚に当たる、たとえばカラ海やバレンツ海には、氷期には巨大な氷床が浅海の上に固着していた。ところで、氷床が溶けて海面が上昇し始めると、これらの大陸棚の氷はそこに固着することができず、海面上昇に伴われ浮き上がり、そこから割れて流れ出す。巨大な氷山は北極海から大西洋側流れ出し、このため大西洋北部は低水温域が南まで拡大、これによって温暖化の時期であるにもかかわらず、逆にヨーロッパ方面では一時寒冷化がみられるのである。

以上の考え方はまったく一つの仮説であって、実証されたことではないが、現実の気候変化のなかには、以上に述べたようなさまざまな要因が組み込まれているのであって、簡単に一方向に向か

う変化としてのみは説明できぬのである。理論家が簡単なモデルを使って結果をだすと、それはまったくのっぴきならぬ事実として受けとられるが、理論には現実と離れたさまざまな省略があり、たとえば上記、大陸棚の氷が流れ出すというようなことは、理論のなかには盛り込まれていないのである。

学者がCO₂の効果を重視すると、我々の目はおのずからその方向にばかり向けられてしまうが、熱帯赤道ではCO₂以上に、大気中の水蒸気（とこれに伴われた熱）の増加が気候変化に対して重要な意味をもつことが、最近のフローン（H.Flohn、1986）等の研究によってわかってきた。

ここで大切なことがある。気候の長い変動からいうと、ほんの一瞬にしかならぬような突然の変化が気候にはあり、人間の生存に対して大きいインパクトを与えるのはこのような突然の変化であるということである。その突然とは、一体どのぐらいからをいうのか。それはミランコヴィチ説による地球の軌道の変化から期待される数万年ぐらいの長さにと比べると、2~3けた短いおよそ100年（50~200年）程度の期間に起こる変化であり、その振幅は氷期と間氷期間の変化の約半分、気温でいうと、年平均もしくは夏季の気温がおよそ3℃ぐらいとぎれる変化である。

このくらの変動が気候の突然の変化とみなせるなら、80年代に入ってから、世界的に特に目立ち始めてきた異常気象の実態は、気候が大きく別の体制に入る前の大振れと考えられるかもしれない。それはまったくけた違いの氷河期~間氷期の変化とはまったく無縁の変化ではないように思われる。

しかしこの変動が流産的（abortive）となって、近い将来、元に復してしまうか、それとも進展して気候が新しい体制に入るかどうかということを現在予想することは原理的に不可能なことかもしれない。現在、予想の可能性としていくらかでも考えられることは、過去（特に間氷期~氷期の期間）の事例に学ぶことであろう。今のところ、それはさまざまな単純化したモデル（理論）のなかには書き込まれていないように思われる。

（ねもと じゅんきち/気象研究家）



東京における 交通事故対策の推移

鈴木敏雄

過去において交通事故による死者数の最も多かった昭和35年の1,179人に対し、昨60年および59年は、死者数がおのおの390人と、1/3程度にまで減少しており、一方、自動車保有台数は、昭和35年の約60万台に対し、昭和60年は374万台で、約6倍となっていることを考え併せると、交通事故による死者数は大幅な減少を示している。

また、人身事故発生状況を見ると、表1のように、昭和41年当時、人対車両の事故が全体に占める割合は33.5%であったが、18年後の59年は18.2%と変化している。

表1 形態別事故発生状況

主体別	形態別	昭和41年中	昭和59年中
人身	発生件数	55,878件	32,196件
死	者数	794人	390人
人 対 車 両	対面通行中	862件	152件
	背面通行中	1,515	300
	横断中	13,466	4,469
	路上遊戯・作業中	714	349
	その他	2,159	576
	計	18,716	5,846
車 対 車 両	正面衝突	1,628件	863件
	追突	9,003	5,100
	出合頭衝突	10,708	7,869
	右折時側面衝突	5,671	4,936
	左折時側面衝突	1,910	2,475
	追越(抜)時接触	1,445	1,348
	すれちがい時接触	732	278
	その他	3,437	2,493
	計	34,534	25,362
車両単独		2,509	978
踏切		119	10

このように、事故減少・発生形態変化の理由には、高速道路など安全性の高い高規格道路の整備、各種交通安全施設の整備、市民の交通安全に対する意識の高揚、救急医療活動の向上等が挙げられるが、ここでは、交通技術の面から、過去においてなされてきた交通対策の一端について、その背景、効果について述べてみたい。

1 交通対策の推移

都心部の幹線道路に交通渋滞が発生し始めた昭和33年ごろから現在まで、なされた交通対策の目的は、大きく分けると、昭和33年～39年が主として交通容量増加、昭和40年～46年が主として交通事故防止、昭和47年～52年が主として交通公害防止、昭和53年～60年が主として交通事故防止、といえそうである。もちろん、交通事故防止といっても交通の円滑化を、交通公害防止といっても事故防止や円滑化に配慮しての対策であり、また、事故防止の目的でなされた対策が交通の円滑化に通ずることの多いことはいうまでもない。

まず、昭和33年～39年についてみてみよう。

都心部の幹線道路に交通渋滞が始まり、道路整備の必要性が論議され、道路の交通容量増を図るため主要交差点の立体化計画がなされ、34年には首都高速道路公団が設立された。昭和35年には自動車の保有台数が33年に比べ1.5倍になり、特に都心部幹線道路の交通渋滞は激しくなっていた。

幹線道路の交通渋滞の主な原因の一つに路面電車が挙げられ、「自動車時代には自動車時代の都市構造を」とオリンピック東京大会を控え、道路交通難打開策として路面電車撤廃論がなされた。この時期は、公安委員会が自動車の軌道敷内通行可の措置を採っていたが、幹線道路の路面状態も悪く、車道中央部に路面電車の停留所・安全地帯があるなど悪い交通環境の下で、過去における年間交通事故死者数最大の1,179人を記録した（うち、踏切事故145人）。

オリンピック東京大会を控え、雨後の筈のように各種道路工事が続出し、幹線道路の交通混雑は一層激しくなったため、36年に第一京浜など主要幹線38路線と銀座など混雑地区9地区について、一方通行・右折禁止・駐車禁止等を、都心部に駐車規制強化地区（イエローゾーン）の設定を、と交通容量増を目的とした交通規制が行われた。また、主要20路線について、当時論議を起こした、トラックを夜間にまわすいわゆる車種別時間別交通規制を実施した。このころ、銀座通りの旅行速度は8km/時程度であった。

38年には自動車交通に対処するため路面電車の撤去が始められた。39年にはオリンピック東京大会の円滑な交通輸送に備えるため、首都高速1号・4号線、青山通り、環七通り、笹目橋通りなどの幹線が整備され、交通の混雑が緩和された。しかし、交通事故の面においては、歩行者もドライバーも、新設された幹線道路利用の不慣れと安全対策の不備も伴って死亡事故が増加した。魔の環七と呼ばれたのもこのころであり、この年には死者数が1,050人と、前後より多くなっている。

昭和40年～46年についてみてみよう。

交通事故の増加に対処し、昭和40年、警視庁に交通事故防止対策会議推進本部が設けられ、甲州街道の安全対策合同会議（警察庁・建設省・警視庁）が開かれ、事故防止対策について協議がなされた。41年には交通安全施設整備事業に関する緊急措置法が制定・施行され、第一次三箇年計画で事業費603億円のほか、以後数次にわたり計画整備された。

これに伴い東京においても、42年に総事業費57億円をもって横断歩道橋264、交通信号機600か所

を2年間で設置することを決定するほか、45年には警視庁交通部に交通事故防止特別対策班を編成し、事故多発箇所の対策立案に当たる一方、幹線道路の交通渋滞を避け裏通りへ流入する車両による交通事故を防止するため、一方通行、通行禁止等の交通規制が強化されていった。

また、46年にスクールゾーン規制がなされ、一定時間学童通学路の車両通行禁止がなされた（2年間で769地区・道路延長139km）。このころから交通事故が減少し始め、交通安全施設整備事業により整備されてきた各種安全施設等の効果が現れてきた。

昭和47年～52年についてみてみよう。

昭和47年に練馬区石神井中学校に光化学スモッグが発生し、交通公害が大きな社会問題となってきた。そこで、48年に交通公害防止のための総合交通計画を策定し、48年～49年には、幹線道路の交通渋滞を避け裏通りへ流入し、住宅地の生活環境を悪化させている通過交通を排除するための生活ゾーン対策（TU規制）、交通総量削減対策として主要交差点の右折禁止解除と右折専用レーンの設定等を推進した。

TU規制とは、裏通りへ流入する通過交通を幹線へ追い出すため、構造的には十字路である信号整理されていない交差点に、一方通行の突き合わせ・振り分けなどの規制をして交差点を機能的に丁字路のようにし、通過交通が住宅地を通過できなくすることをいう。

生活ゾーン対策は、52年ごろまでにほとんどの住宅地区に実施され、右折禁止解除は371か所、右折専用レーンは1,215か所（57年末現在）実施されたが、これらの交通公害緩和対策は、同時に交通事故防止にも効果をもたらしたことは間違いない。

また、歩行者保護のため、52年から歩道設置の不可能な生活道路に、少なくともマーキングにより歩行者スペースを確保しようとして、歩行者レーンの設定を推進した。

49年～51年には交通公害緩和対策として幹線道路340kmについて規制速度50km/時をすべて40km/時とした（速度規制による交通公害緩和には無理があり、53年から規制速度は再び50km/時に引き

上げられた)。

昭和53年～60年についてみてみよう。

54年には二輪車事故防止のための二段停止線の設置、カーブ地点の事故防止対策、都県境および多摩地区の事故防止対策を推進したが、すでに述べたように、過去に実施されてきた交通円滑化対策、交通交差防止対策は、交通事故防止にも効果をもたらし、54年には年間交通事故死者数が過去最低の277人となり、10年連続減少を記録した。

しかし、55年から交通事故が漸増の傾向を示してきたため、事故の多い路線について道路管理者も含め合同踏査し、道路の改善、各種交通安全施設の整備、交通規制を含め総合的に対策を立案実施しているほか、都内の交通事故死者全数の30%を占める多摩地区について、現地診断による道路の改善、交通規制の見直しと強化、マーキングなど各種安全施設の整備、信号現示の改善等を推進してきている。

さらに、現在推進している主な対策は、次のようなものである。

- 幹線道路の交通渋滞対策(交通規制・マーキング・信号調整・道路および付属施設の改善等)
- 規制速度の見直し
- 二輪自動車の事故防止対策
- 新設道路・大規模開発地区等の先行交通対策
- 標識の整理統合と機能の高度化

2 交通事故防止対策事例

対策事例1. チャンネリゼーション

交通問題についての総合対策として一般に3E(Education、Enforcement、Engineering)の原則ということがいわれるが、このうち、交通技術の面から安全で円滑な流れを確保するための対策は、道路構造・交通規制・信号制御等についての適切な運用改善である。

道路交通の場は道路が土台となり、それに車両・人が加わって複雑な交通現象が発生してくるわけで、道路構造の良否によって交通の安全と円滑が大きく変わってくるのは当然のことである。特に交差点においては、道路構造およびその付属施設は、交通規制・信号制御の効率に大きく影響する。

次の交差点は、道路の新設を機会に既存交差点を改良し安全性を向上させ、処理能力を増加させた例である。

[交差点名] 青梅街道新宿副都心入口

[改良費] 交差点の改良費は、導流島およびマーキング299万3,000円、横断歩道橋4,487万6,000円、合計4,786万9,000円を要した。

[問題点] 対策前における現場の交差点形態、交通量および信号制御は、図1のとおりである。交通処理上の問題は

- 横断歩道①の車道幅員が45mと非常に広いので、横断者のための青信号が最少45秒必要となる。一方、この青信号によって処理される新宿駅西方向からの自動車交通量からみれば、青信号が長すぎむだとなる(約1/3程度でいい)。このため青梅街道の主流交通の容量は大きく制約され、中野→四谷方向の可能交通容量2,120

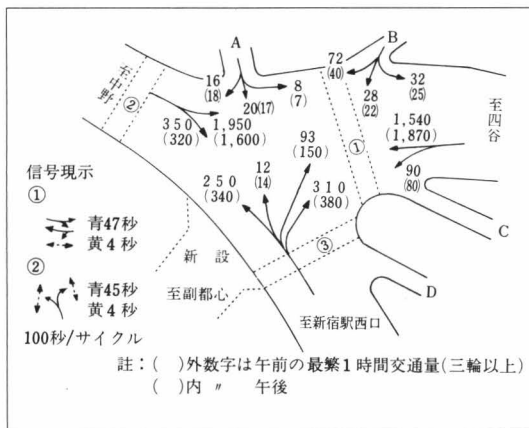


図1 青梅街道新宿副都心入口交差点の形態、交通量、信号制御

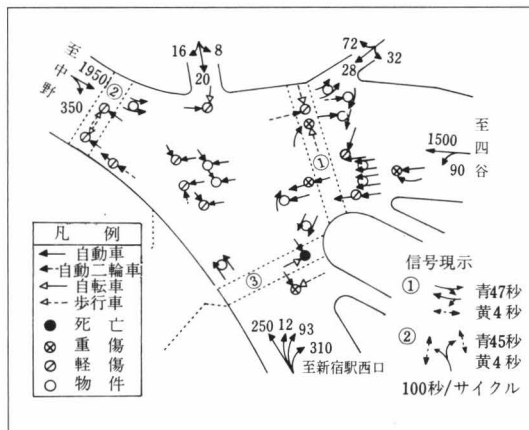


図2 改良前

台/時に対し、交通量は1,950~2,300台/時と処理能力の限界にあり、朝のラッシュ時に渋滞が発生する。

- このため事故防止上からは無理な信号制御であるが2フェーズ方式を採用し、交通容量をあげるようにせざるを得ない。この結果、横断歩道①および②において、横断歩行者と新宿駅西方向からの車両との交錯による横断歩行者の事故が発生している(図2参照)。

このような状況において、新宿副都心方向からこの交差点へ新たに都市計画道路が取り付けられることとなり、これによって主道路の同じ側に2本の道路が取り付く(原則としてこのような計画をしてはならないのであるが)という、信号制御上実に好ましくない交差点ができることとなった。

〔対策〕 問題となっている横断歩道①は、これを廃止できない以上、問題解決のためには立体横断施設とせざるを得ないし、また、これにより横断歩行者事故の問題も解消される。また、中野→四谷方向の主流交通の交通容量確保については、横断歩道橋と併せ導流島aを設置することにより、信号制御を受けることなく安全走行が可能となり十分に容量を確保できる。

なお、導流島aは、主道路に交差する細道路AおよびBの交通流を構造的にコントロールし、流れを単純化するほか、導流島c・dとともに車両

の停止線の前進、左折可、見やすい信号機の設置箇所となり、交通の安全と円滑を増加させる役目をする(図3参照)。

〔効果〕 対策実施前後おのおの9か月間における事故発生件数は、図2および3のとおり、実施前26件に対し、実施後は8件(うち1件は共同溝工事に関係したもの)と著しく減少したほか、各方向の交通量と容量のバランスをとることが可能となり、交通渋滞も完全に解消した。なお、昨年8月~11月において、導流島aおよび歩道の一部改造がなされたが、昨年7月~本年6月までの1年間における交差点および付近での交通事故の発生は、物件事故のみ13件で、依然として安全性の高い交差点となっている。

この例のように、変型交差点、多枝交差点、ロータリー式交通整理交差点において、過去にチャンネルリゼーション(導流化)の適用により交通事故を減少させ、併せて交通容量の増加を図った例は数多く、国会前、大蔵上、三宅坂、入谷西、中原口、日野ロータリー、池袋ロータリー、中落合、豊州1丁目、新田裏、富ヶ谷、共同印刷前、用賀の各交差点は、その代表的なものである。

対策事例2 中央分離帯の効果

蔵前橋通り、巽橋~環七交差点間約1,530m間についてチャッターバー(中央分離帯)を撤去し、中央分離帯を設置した結果について調査したもので、その効果は、次のとおりである。工事は、3区間に分けて施工された。中央分離帯は幅員1.5m、分離帯には高さ0.6mのどうだんつつじ、さつき、くさつげを植え、歩行者の横断を抑止するようにしており、また信号交差点を除き原則として分離帯を切削せず沿道への車両の右横断、細道路への右折交通を抑止することとした。

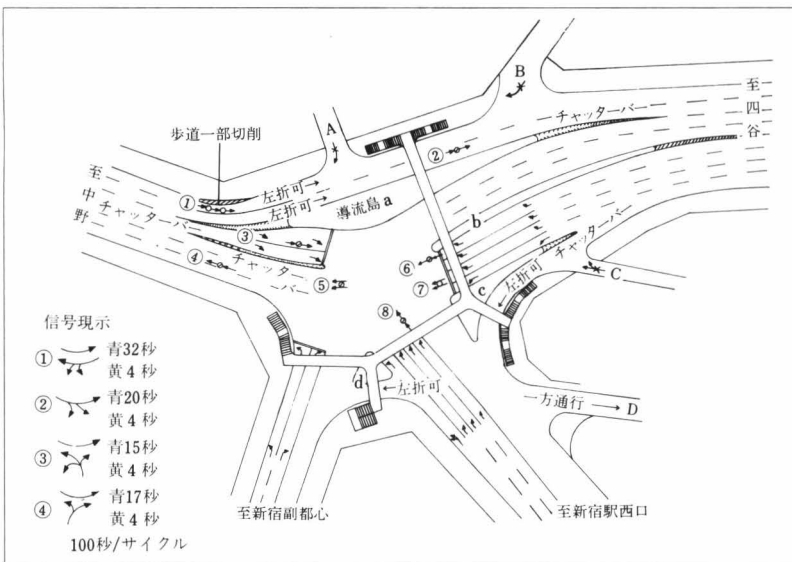


図3 改良後

分離帯設置前・後の事故発生状況は、図4お

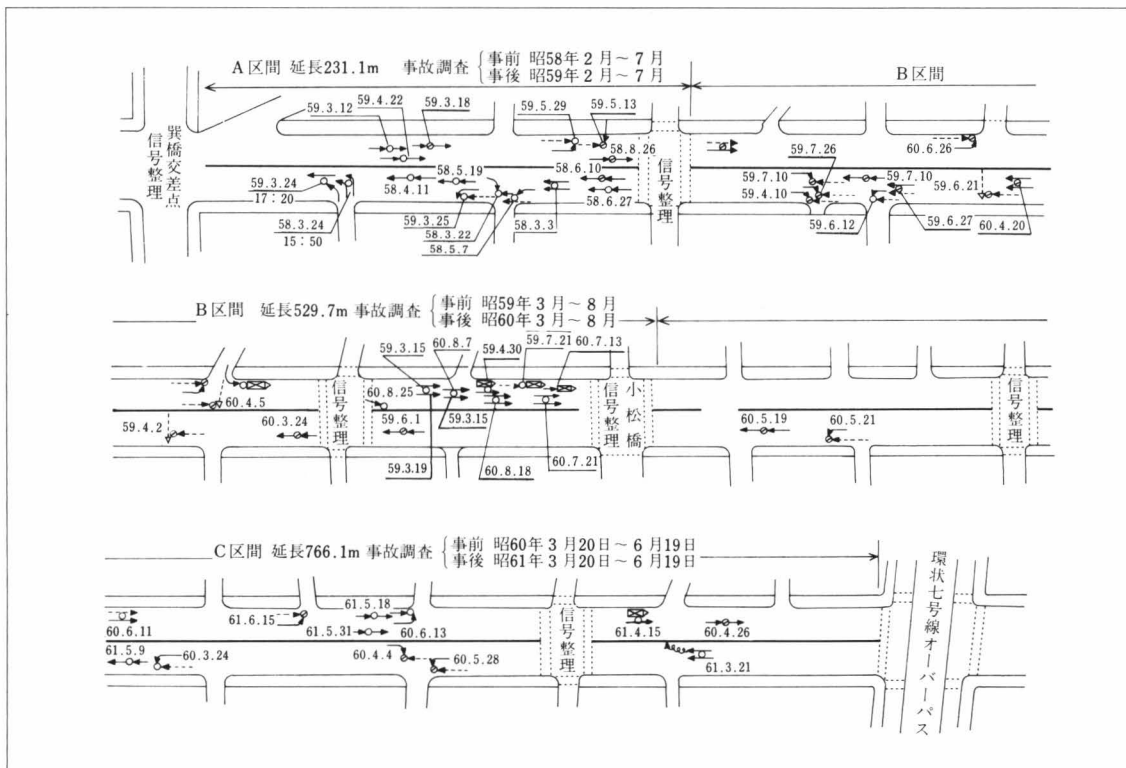


図4 中央分離帯設置前後の事故発生状況 (注) 数字は事故発生年月日

表2 形態別事故発生状況

事故形態	分離帯設置前				分離帯設置後			
	A区間	B区間	C区間	計	A区間	B区間	C区間	計
沿道への右横断		3		3				0
交差点への右折	1		1	2				0
横断歩道外横断		2		2		1		1
追突	5	2	2	9	3	1	3	7
併進・追抜時	1	4	1	6		3	1	4
左折時衝突	2	1	1	4	1	2	1	4
沿道へ左折			3	3	2			2
沿道から車両へ					1			1
駐車両へ追突			2	2		2	1	3
分離帯衝突						1		1
合計	9	12	10	31	7	10	6	23

び表2のとおりである(信号交差点および横断歩道上の事故は除外した)。本調査の調査期間は充分とはいえないが、調査結果によると、分離帯設置後、交通事故は全体で約25%の減少を示しており、特に注目すべきは、当然のこととはいえ減少事故の80%が沿道への右横断、交差する細道路への右折、横断歩道外横断の事故によるものである。

これらの事故は比較的重大事故につながるもの

であることを考えると、中央分離帯設置による沿道のアクセスコントロール、横断歩道外横断抑止による事故防止は、非常に効果的であることがわかる。

対策事例3 変型交差点の事故防止対策

この交差点は、蔵前橋通りと千葉街道が交差するほか、2本の区道が取り付いており、信号制御されている江戸川交差点と呼ばれる変型交差点である。2本の区道のうち、1本は交差点から出る一方通行に規制されており、また、図5に示すように蔵前橋通りの一方通行に中央分離帯、横断歩道橋が設置されている。

この交差点の問題点は、千葉街道から市川橋方向への右折車両が、道路の交差角が鈍角のため速度を出し過ぎ、遠心力により道路側方に衝突する事故が、昨年において2ヵ月間に7件発生したことである。

この対策としては、右折車の速度を抑制することであり、その方法として、中央分離帯を交差点方向に延長するとともに、右折導流表示を設けて

右折車の走行路を規制する（交差点内の走行軌跡を半径15～20m程度とする）こととした。その結果、対策後2ヵ月間の右折車の路側衝突事故は1件となり、対策の効果が確認された(図6参照)。

この例のように、既存道路においてあるパターンの事故が多発することは最近ほとんどないのであるが、市街地道路においては、沿道の土地利用、路面の排水などの関係から横断勾配を設けるため（横断面がいわゆるカマボコ型となる）、右カーブや交差点の右折の場合に路面が遠心力に対し逆勾配となることが多く、速度の出し過ぎにより危険となることが多い。

この対策として、カーブ区間においては、夜間、カーブの状態を鮮明にするため路側にデリニエ

ター、車道には幅員に応じ中央分離帯・チャッターバー・ゼブラなど幅の広いマーキングを設置するほか、速度規制（速度規制標識と警戒標識を併設）を実施し事故防止を図っており、54年から現在まで約300区間に及んでいる。なお、2件2人、1件1人の死亡事故のほか、人身事故が多発した幹線道路（車道片側2.5車線）のカーブ区間においては、道路管理者の協力を得て、図7のように中央分離帯を設置することにより、横断勾配を修正（正規の片勾配を付与）し、重大事故の発生を抑止した。

3 おわりに

以上は、東京における交通事故防止対策の推移について、その一端を紹介したが、例1のように変形広大な交差点においてチャンネルゼーション等総合対策によって多発する事故を防止するとともに、交通容量を増加させた例、例2のように中央分離帯を設け交差道路との出入交通を規制し交通整流化するとともに、事故を防止した例、例3のようにある地点にある形態の事故が多発する箇所に対する安全対策を実施した例など、過去においてなされてきた例は数多く、また、これらの安全対策により、同時に交通流が整流化され、交通の円滑化に大きく寄与してきた。したがって、最近において、既存道路において、集中的に事故が発生することは数少なくなってきた。

道路管理者について、当庁が取り扱っている交通技術関係の対策についての昨年1年間の件数は、新設・拡幅道路に関する協議・意見照会等106件、各種交通安全施設の整備に関する協議・意見照会等149件、道路改善および各種交通安全施設整備に関する要請387件となっており、これらの案件は、道路管理者の協力を得て着実に実施されてきている。これらの対策も、過去の対策の実施効果の経験の集積によるものであり、着実に効果を挙げており、都内の交通の安全と円滑に大きく寄与していることは間違いない。このことは、新設・改良道路において供用後、事故多発などの交通問題がほとんどないことから察知できよう。

(すずき としお/警視庁交通部理事官)

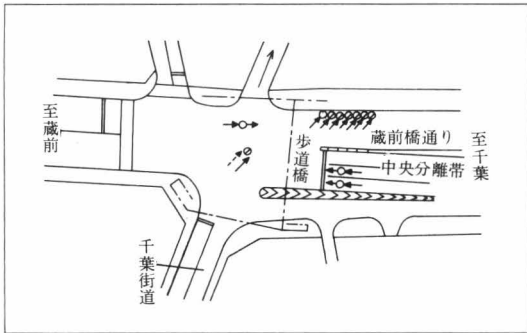


図5 江戸川交差点の形態

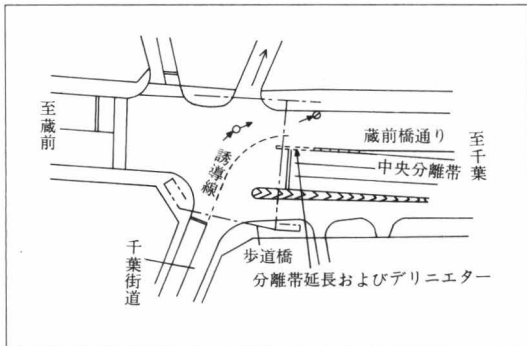


図6 対策後

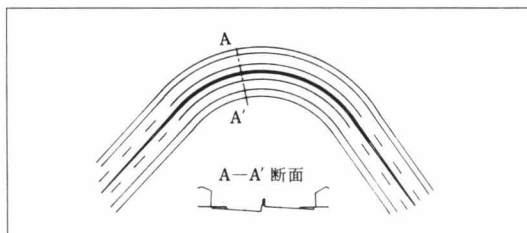


図7 中央分離帯設置による横断勾配の修正

座談会

原子力発電所の安全

出席者

猿橋勝子

東邦大学理事 地球化学研究協会専務理事

森 一久

社団法人日本原子力会議専務理事

吉澤康雄

東京大学医学部教授



ウインズケールからチェルノブイリまで

猿橋 4月26日にソ連のチェルノブイリ原子力発電所で大変な事故が起きて、北欧をはじめ、広範囲に放射能の影響が出ました。日本でもその影響が測定されて、非常に関心が高まっているわけですが、原子力発電所の事故は、これまでも1957年イギリスのウインズケール、1979年アメリカのスリーマイル島と2度起こっています。

まず森先生に、ウインズケールからチェルノブイリまで、概観していただきたいと思います。

森 ご承知のように、日本では電力の $\frac{1}{3}$ 以上を原子力に頼っています。フランスはもうすでに $\frac{2}{3}$ が原子力発電です。全世界では、いま300を超える原子力発電所が稼動しており、3,800炉年（1炉年は1原子炉を1年間運転するという単位）という実績を持っています。

新しい産業で、しかも放射性物質という危険物を扱う産業でありながら、3,800炉年1度も人身事故を起こさなかったという立派な歴史を、原子炉は持っていたわけですが、今度の事故で大きな

汚点がついたというわけです。

1957年に事故を起こしたウインズケール原子炉は、軍事用のプルトニウムを生産するのが主目的の原子炉で、初期の開放型の炉でした。空気で冷却して、その暖まった空気を外へそのまま出すという、今日では考えられないような炉形式で事故が起きて、かなりの量の放射能が出た結果、牛乳が飲めなくなったというようなことがありますが、その程度で済んだわけです。

7年前の1979年のスリーマイルアイランド2号炉の事故は、皆さんよくご承知のように、非常にセンセーショナルに報道されました。この事故は、ウインズケールに比べれば、放射能は少量しか出さず、そして、結果的には退避する必要はなかったのですが、技術的判断とか、あるいは予防的措置ということで、住民を退避させましたので非常に大きな関心呼びました。

これらの事故に比べると、今度のチェルノブイリの事故は、ケタ違いのことが起きたというわけです。

前の二つの事故では、すぐに科学技術的な情報も公開され、ある意味では情報が出すぎて混乱したというぐらいだったのですが、ソ連の場合は情

報があまり公開されませんので、今日に至るまで（昭和61年7月23日にこの座談会は行われました）どういう原因で起きたのかというようなことはわかっていません。

事故が起きた原子炉は、ソ連が独自に工夫して開発した炉型で、輸出もしていない、ソ連国内だけで使っている炉型ですから、我々としてもその設計の特徴とか、運転方法とかを把握するだけでも時間がかかるということで、技術的教訓はなかなか得られない状況です。

今まで発表された論文を改めて全部読み直してみると、安全のための防護系が、日本やヨーロッパの設計からみると、随分神経が太いというか抜けているというか、そういう感じを受けます。また、運転も非常に難しい炉で、よくこういう難しい炉を運転してきたというのが、西側の技術者の感じです。

この炉は、直径10m、高さ7mぐらいの、いわば練炭のお化けのような黒鉛を減速材として使っており、その練炭の穴が1,600ほどありまして、その穴に燃料の入っているチューブが1,600本通っているという形です。

練炭といっても、非常に純度の高い黒鉛ですから、そう簡単に燃えるものではありませんが、何か悪いことが重なって、この黒鉛が燃えたことは事実のようです。燃えるといっても練炭のように真っ赤になるわけですが、非常に高温になって、そのために、かなり長い間、中の放射能をいぶり出してしまった。非常に高い温度ですから漏れた放射能が高い所に上がって、遠く広い範囲にまで広がったという、この炉独特といえることが起こったわけです。

待ち望む人的要因に関する情報

猿橋 吉澤先生は今度の事故ではどんなことを感じられましたか。

吉澤 私は二つのことを非常に強く感じていま

す。一つは、事故の人的要因ということです。

確かに今回事故の起こった炉は、独特の炉型ですから、ああいう事故が日本でも起こるかという、それは心配する必要はないと思うんです。そのくらい違うことは確かですが、じゃあこの事故から学ぶべきことはないのかということですね。炉の構造は違っても、安全面では何か共通のことがあるんじゃないか、そして、それは人的要素だと思うんです。

今度の事故では、初期の段階でかなり初歩的な人的ミスがあったと、ソ連が発表している点に非常に興味があるんです。スリーマイルでもかなり人的要素がありました。原子炉というのは、工学的には相当完ぺきなものになっていますが、事故原因を調べてみると、人的要素が必ずあるわけで、今度の場合、どこにあったかというのが一番知りたいところです。

私は医者立場で、長い間原子力問題に携わってきました。発電所の中では細かい、本当にちよつとつまずいたという事故、それから管理区域内で歩いていて、ヘルメットをかぶらずにパイプに頭をぶつけたというような事故まで、一つ一つ丹念に分析してきたんですが、人的要素というのは大なり小なりあるんですね。

人間の問題というと、日本人の体格に合った計器を考えると、あるいは疲れな椅子をつくるというような「人間工学」があるわけですが、20何年以上も現場を見ていると、人間の問題というのは、そういう格好いい人間工学じゃなくて、人の使い方のほうが重要だと思うんです。

現場の労働者を上司がどういう温かい目で見るとか、あるいは、Aさんが疲れていたらちよつと休ませてBさんに交替するとか、そういうキメの細かい配慮が大切だと思うんです。もしかすると、そういう点がソ連は欠けていたんじゃないかという感じを持っているんです。

これは、かなりソ連の科学に詳しい人から聞いた話ですが、彼は「今度の事故原因は、ソ連の科学研究の体制に問題があると思う」というんですね。どういうことかということ、ソ連では、基礎的

科学と応用の科学とを比べると、基礎的科学が非常に重視される。応用科学は軽視されて、その方面の研究者は絶えずコンプレックスを感じている。かねがね「これは問題だと思っていた」というんですね。

放射線管理などというのは、これは応用科学というより、むしろプラクティス（現業）なんですね。そういうものに対しては、もっと評価が低いのではないかと思うんですね。

森 それはいい指摘ですね。

吉澤 これはICRP（国際放射線防護委員会）などで、10年来つき合ってきたソ連の仲間と接して感じていたことと符号するので、非常に参考になる意見として肝に銘じたいです。

森 チェルノブイリの事故に関連した話では、事故発生のおよぼ1か月前に出た「ウクライナ文芸」という雑誌に、チェルノブイリ発電所では志気が低下しているという論文が出ているんです。こんなことでは大事故が起きたら取り返しがつかないだろうといているんですね。6年前にも似たような問題点の指摘がなされていたという情報がありますから、チェルノブイリはソ連のなかでも、他の発電所よりそういう人的な管理面の問題があったのかもしれないですね。

もう一つの関心は災害医療に関する情報

吉澤 それから、もう一つは、こういう事故の時の医療体制ですね。

医療というのは、通常1対1の人間関係で成り立っているわけです。1対多数の医療というのは基本的に考えていないので、一遍に3人の患者を見るとということになると、医者は非常に困ってしまうわけです。

ですから、今度の場合のように一度に大勢の患者が発生した時どうするか、我々はこれを災害医学といっていますが、これは通常の医療とは別のパターンなんです。

戦争ではこういうことはあるんで、軍陣医学と称するものがあつたんです。たとえば、死にそうなる人間が100人発生した場合、どう処理するのか。どの患者から手当てするのかという、これはもう個人を対象とした医の倫理を超越した判断が要求されるわけです。

ところが、原子力の領域ではこういうことを問題にする必要はないと思っていたわけですね。私も率直に言って、同時に3人ぐらいは患者が出ることは頭に描いているんですが、あれだけたくさん出るとなると、これはもう全然別なんです。

ですから、今度の事故でソ連の医者がどう処理したかということが、非常に問題だと思っているんです。一般には、骨髄移植のほうに関心が向いているようですが、医学界では骨髄移植が効いたか効かなかったかという純学問的な意味での医療とは別に、ああいう災害医療について非常に注目しているんです。

やがて出てくるであろう情報を息をこらして待っているという面があります。そのときに、犠牲者には非常にお気の毒だけれども、学びとる部分はたくさんあるだろうということです。

猿橋 27人亡くなったということですが、それは全員多量に放射線を受けた人なんですか。

吉澤 骨髄移植をしたという方は全部放射線を相当浴びている方ですね。でも事故が起きた当初、1日目か2日目に死んだ方は、恐らく爆風と火傷だと思っただけですね。

森 火傷ですね。中で転落して死んだ人もいますね。

吉澤 放射線は死ぬほど浴びても、亡くなるまでには大体1週間以上かかります。だから、かなりの方が、放射線以外で亡くなられたと思いますよ。広島・長崎では原子爆弾で、爆風と火傷と放射線の影響の三つがミックスして多くの方が亡くなられましたが、同じパターンが今度も出ていますね。

森 私はうろ覚えなんですけど、300人診断して、入院したのが200人ということですが。

吉澤 ええ、200人入院させたと言っています。

森 診断したというのは何レム以上浴びた人なんですか。ソ連の常識とこちらの常識は違うかと

もしませんが。

吉澤 はっきりいって、まず25レム以上浴びないと診たてしょうがないということは事実なんです。また、25レム、30レム、50レム浴びた人を診ても、医学的な診断は必ずしも容易ではないんです。

それで、大体我々の常識で、一つのコンセンサスがあるんですが、率直に言って100レム以上浴びないと医学的な検査をしてもわからないだろうという考え方を持っているんです。

森 あれだけの放射能が出て、100レム以上浴びた人が300人しかいないというのは随分少ないですね。

吉澤 意外に少ないですね。知りたいのはどういう人口分布になっていたかということと、一つは線量評価の対象者をどう選択したか、線量の評価方法などです。率直に言って意外に少ないという感じを受けているんですね。

かなり問題があったと思われる 初期処理体制

猿橋 事故が起こってすぐ、勇敢な人がいて中へ飛びこんで、水を出したとか止めたとかいう話が新聞に出ていましたね。それでかなり事故を小さくしたという……。

森 かえって事故を大きくしたかもしれませんよ。

吉澤 そうですね。

森 これは結果論ですが、異常事態が起きた。恐らくどういうことが起きているのか把握できなかったんだろうと思いますが、わざわざ放射能の中へ消防の人をはじめ、人が入った。緊急時の対策としては、非常に悪かったために犠牲者を増やしたといえるんじゃないでしょうか。

中央が事故を知ったのは36時間後だったとか、初期処理に問題があったことは推測できますね。

吉澤 そうですね。事故は起きたときの初期処理



猿橋勝子氏

のところで勝負が決まる面があって、そこに人的な要素があったのではないかという感じがするんですけれども。

猿橋 やはり非常に安全だとみんなが思っていたんでしょうか。

森 いや、そういうことよりも、やっぱり慌てたんでしょうね。

吉澤 そうでしょうね。異常事態が起きたときに、人間は能力の60%ぐらいしか出せないんです。小さい事故なんかみてまして、そう思うんです。事故のときでも80%ぐらいは能力を発揮できるだろうと期待するんですが、やっぱり気が動転しちゃうものですから、60%ぐらいしか出ない。これは、事故管理の難しいところですね。

森 原子力発電所というのは1,000万個ぐらいの部品で構成されていて、人口衛星の10倍ぐらいの部品が組み合わさって、可能な限りフルプルフに近づけているわけです。ですから、きちんと管理して、きちんと運転していれば、安全を保てるんです。

しかし、いかにフルプルフといっても完璧ではないわけで、そこに人間が関与する部分が残るので、吉澤先生のいわれる人間の問題というのは重要だと思うんですね。

ただ、さっきの炉型が違うという問題は、設計その他が特殊すぎるので、たとえば、幾つかの温

度係数がプラスであるとか、いったん温度が上がりますとどんどん上がる設計になっているとか、安全性という点では、ハード面でも問題があったかもしれないと思います。

吉澤 初期処理に加えて、公衆に対する対応が遅れたというのも、大きな問題点だと思いますね。ああいう体制の国ですから、退避にしても、決断が早ければ敏速にできたと思うんですが。

森 1日半空白だったわけですからね。

周辺住民への放射能漏れの通知が遅れ、スウェーデンから第1報がきた訳

猿橋 事故があったらしいという初めの情報は、スウェーデンのほうからきたわけですね。

森 ええ、スウェーデンで放射能の異常が測定されて、ソ連で何か起きたらしいと。

猿橋 事故の現場はキエフの北130Kmですね。それで、スウェーデンが汚染されているのに、キエフのほうにはあまり放射能はこなかったんですね。

森 いや、そうでもないんじゃないですか。

吉澤 これは新聞に出たことですからいっていいでしょうが、私のところで全身測定した人がいるんです。

猿橋 飛行機でソ連から帰ってきた人ですね。

吉澤 ええ、あの方が日本人では一番放射能を多く浴びているんじゃないかと思うんです。

森 キエフに滞在していたんですか。

吉澤 違うんです。現地から300Km北のほうなんです。3人でまったく同じ行動をとって、屋外を歩いていたんですね。その後モスクワを経てそのまま成田へ帰ってきたんですね。ある経路で測定を依頼されたわけです。

それで、ヒューマンカウンター（全身放射能測定装置）で測定したんですが、被曝線量が少なかったですから、決して害が出るものじゃありませんとご説明し、納得していただいたんです。

猿橋 着物のままですか。

森
一久氏



吉澤 ええ、着物もそのまま。ソ連でパスしたもののだから、どこでもひっかからないで、荷物もそのままそっくり持ってきちゃったわけですね。

猿橋先生と一緒にビキニ・第五福竜丸事件を経験しましたが、あの時は細かい放射線のチリが降ってきたわけですね。今度もちょうど第五福竜丸の場合と同じパターンなんです。

それで、現地の雰囲気はどうだったのか聞いたんですが、割合のん気だったようですね。

猿橋 何も知らされていないんですね。

吉澤 現場の周辺でも直後は知らされてなかったようですね。量の問題は別として、そこが問題だと思います。

猿橋 日本だと何かあるとパーっと広がりますから、公衆が知らされないということはない。

森 まあ、広がり過ぎるという点もありますが。ソ連の人はよくいいますね、うっかりしゃべるとそれが西側の新聞に載って、それで国民の動揺を招くからいわないんだと。

しかし、そういう仕組みは、原子力の安全というような問題に関しては弱いですね。

猿橋 日本の場合は、正しく知っているかどうかは別として、大衆が知り過ぎているから、立地なんかも難しいんですが、向こうじゃ知らされていないから、反対する知識もないし、日本の場合とかなり違うでしょうね。

森 全然違うでしょうね。しかし、日本のそういう状況、報道が自由だというのは悪いことじゃないですよ。

猿橋 原子炉の型が違うというお話ですが、だから日本のは安全だというふうな言い方が随分あるんですが、日本の原子炉の安全性というのは、先生方のお考えではどうですか。原子炉の型が違うから事故が起きるんだということでは、私たちはなんかすっきり受けとれないんですね。

森 日本の原子炉の安全度が高いことは、もう間違いないんですね。ハードの面、管理体制の面、あるいは広い意味の社会的なことも含めての倫理的なファクターなど、安全に関わることを総合的に考えて、安全度は高いといえますね。

吉澤 そうですね。ソ連と日本と違うことは確かだと思うんですね。だから、チェルノブイリで事故が起きたから原発反対だとか、再処理工場反対だとかいうふうなことに対しては、現段階では、やはり違うんだ、日本は心配ないんだ、という姿勢にしておくことができるけれども、だから関係ない、縁がないんだということではない。この事故から、我々はこれだけ学びとって、こういう手を打ったというようにしなくちゃいけないと思っているんで、これからは、それが勝負だと思うんです。

キメ細かい事故要因分析が 最良の安全対策

猿橋 事故には、発電所の中の問題で起こる場合と、外部の要因で起こる場合とあるでしょう。昨年の日航機の事故でも、たまたまああいう山中に墜落しましたが、もしあれが原子力発電所へ落ちたら大変なことになるわけですね。

森 それもある程度は考慮してあるんです。墜落したらどうなるということも。

猿橋 今朝も新潟で墜落事故がありましたね。小さい飛行機ですが、もし原発の上に落ちたら……。

落ちないという保証は何もないわけですから。

森 上空を大きな飛行機が通らない所へ立地するとか、また、そういう墜落の確率を考えると、また防ぐ方法も考えなければいけない。充分検討されていると考えています。

猿橋 では、かなり重い物が落ちてでも大丈夫なようになっているんですね。

森 ええ。かなりの重さには耐えられます。また、軽水炉というのは、とにかく頑丈になっているんですね。150気圧という高压に耐えられる構造とか、日本は地震がありますから頑丈にせざるを得ないわけですね。

吉澤 話を戻して内部要因で起こる事故については、私は安全問題に関しては、20年来一つのフィロソフィーで通ってきているんです。それは事故の要因分析が最大の安全対策だということです。

事故は英語ではアクシデントですが、もう少し小さいのがインシデントです。

森 さらにはイベントとか。

吉澤 そうですね。そのちょっとした異常であるイベントまで含めて、起こったときに、その影響の大きさにかかわらず、なぜ起きたのかをキメ細かく分析することが大切だということです。これは、いろいろな事故についてハード面でもソフト面でもいえると思うんです。

原子炉でも、細かいちょっとしたトラブルが起きたとき、それを処理して大した影響もなく終わったからそれでいいというのではなく、どうして起きたのかなと考える。日本の原発の安全性がだいぶ向上してきたのは、やはりそういう積み上げじゃないだろうかと思っています。

森 まあ外からの批判も強かったためにそうなったということもあるかもしれませんがね。

吉澤 そうです。小さなことが何か起こって、処理をして、もういいんじゃないかと思っても、やっぱり外からも批判される。すると、それに答えなければいけない。

そういうことで、みんな随分ムダな労力だなど思いながらやってきましたが、しかし、結局それがよかったという気がしますね。

レベルが高い日本の現場技術者

猿橋 三宅泰雄先生は、日本の技術レベルは決して高くないと思っていらっしゃるんですね。たとえば、原子力関係の技術者たちのなかで、保健物理学会（放射線管理の専門学会）とか放射線影響学会とか、原子力学会に入っている人があまりにも少ない。これは研究心や向上心に欠けているのではないかという心配なんですね。

森 それは確かに基礎研究という上で弱いということはいえると思いますが、それと事故の問題とは直接は結びつかないのではないのでしょうか。

巨大技術というのは、地道に現場で測定する人は誠実に測定するし、毎日決まった数字を写す人はきちんと写す、そういう現場技術者の努力の積み重ねがあって、安全運転が保障されるんで、巨大技術の安全という面では、学問のレベルが高いか低いかだけでは律し切れなと思うんです。

吉澤 私は東海の1号炉から、従業員の安全問題を主要テーマとして20何年やってきていますが、原子力発電所の現場で働いている人たちのレベルは大変高いと思いますね。

メーター見て記録するのが仕事だったら、理屈についてはそんなに凝らなくていいじゃないかと思うんですが、割合理屈っぽいですよ。

森 納得したいんですね。

吉澤 原子力発電所に人を採用するとき、かなり選りすぐっていますから優秀だということもあるでしょうが。

私はよくいうんですが、大学にいる僕がプラクティス、プラクティスといい、現場の君たちが理屈をこねるんで、まるで君たちが大学の先生で僕が現場の人間みたいじゃないかって。とにかく非常にレベルは高いんですね。だから、この状態をどう維持できるかということが気になっているんです。

森 やはり高い水準を将来にわたって維持していくというのは、大変なんですよ。

吉澤康雄氏



吉澤 これを経営者に理解していただいて、評価してやって欲しいと思います。もう一つお願いしたいのは、今猿橋先生から学会の話がでましたが、ああいう人たちに、年に一度でいいから学会に出席するようなチャンスを与えて欲しい。だけど出張旅費まではなかなか出してくれないんですね。

森さんは経営者にコンタクトすることが多いと思うんですが、こういうことに目を向けていただきたいですね。

それから、今の私の悩みは、我々は原子力のファーストジェネレーションなわけですが、次のジェネレーションをどうやって育てるかということです。私は大学にいるから特に思うんですが、世間一般の学識経験者も業界の方もあまり熱心じゃないですね。

森 やっぱり先生もそれを感じておられますか。私も最近そのことを非常に感じています。

吉澤 実は昨日「各種国際委員会の活動状況と展望」という討論会をやったんですが、プログラムを途中で急きょ変更して、午後からチェルノブイリの事故で、各都道府県とか研究所で一生懸命環境資料を測っている人たちにしゃべってもらったんです。

地球の裏側で起こったような事故ですから、日本で測っても量は少ないんですが、それを一生懸命測定し分析して被曝線量を計算し、事故発生地

点ではどれぐらいの線源があったということを彼なりに調べているんですね。非常に胸を打たれましたよ。ですから、第一線の技術者のポテンシャルは非常に高いと思うんですね。だけど、それを生かすもつぶすも我々の責任じゃないかという感じをもっているんです。

彼等の熱意をどれだけ持ちこたえさせるか、そしてさらに、それを第3世代につないでいくということを、真剣に考えないといけないと思います。

森 ハードのほうでは、故障がほとんど起きませんから、故障の経験をしたことがない人がどんどん増えているわけですね。事故や故障は、それを模擬するシミュレーターでしか経験できないわけで、そういう意味では、こちらのほうも次の世代へどうつなぐか難しい問題を抱えているわけです。

原子力は不平等の存在を許さない

猿橋 技術者の待遇面でも、現場の技術者と管理職にある技術者とはかなり給与が違うというような問題もあると思うんですけども。特に私が感ずるのは、放射線廃棄物関係の研究者というか技術者の不足が心配ですね。ああいうゴミみたいなものをどうやってお守りしていくかということに研究意欲を燃やしていくことが、若い人にできるだろうかという……。

吉澤 私は原子力工学科ができるときに、廃棄物処理の専門講座をつくれと主張したんですよ。ところが結果的には、全国各大学にできた原子力工学科の一つとして廃棄物に関する講座はつくられなかったんです。

でも最近では、再処理・廃棄物の問題を自分の一生の仕事にするという学生が出てきているんですよ。ここ4、5年ですが。「ほんとに君、一生それでいいのか」というと、「いい」っていうんです。だから、状況は少しずつ変わってきていると思います。

それからもう一つは、やっぱりなんといっても

原子力発電で得た経験をどうやって廃棄物のほうに向けさせるかということだと思うんですね。

森 私が原子力をやっていて感ずることは、原子力というのは不平等の存在を許さないということですね。立地問題を見ても、今は水産業のほうが入収入が多かったりしますけど、水産業とエネルギー産業の間の問題のようなことも、平等ということに根源がありますし、現場の技術者の問題にしても、トップの学者と同じように大事なんだという評価がされるようなシステムが必要なんだということです。

原子力は、やはりそういうあらゆる不平等をなくすようなシステムをつくりつつ、現在まで何とか安全にやってきたと思っています。なんか、少し高踏的な表現ですけども。

猿橋 だからもっと近代的でなくちゃいけないと思うんですけどね。

森 そう、ほんとの意味の近代的なものでなくちゃ。ポテンシャルを維持し、経験を引き継いでいくためにも、不平等をなくしていかなければいけないんですね。

もっとオープンにしたい事故対策研究

猿橋 日本の原子力を推進するために、立法問題なんかも出ていますね。高レベルのものを運ぶ法律を改定するとか、いろんなことが出ていますね。

森 法律もちろん大事ですが、法律だけで安全は守れるものではありませんね。さっきから出ているヒューマンファクターっていうとカッコいいですけども、関係者の努力と経験の積み上げですね。

猿橋 社会的な側面の話ですが、立地が決まると法律によってお金が地元注ぎ込まれますね。地元では、初めはそれを歓迎していますが、事が進むにつれて市民にとっては抜き差しならない事態に追い込まれる。だから、一般市民はうまい話には裏があるんじゃないか、だまされないようにし

なければという感じを持つ。そういう感じにしないで、原発は安全だから受け入れようというような話し合いにしなければいけない。今さらローソクの時代には戻れないわけですから。

森 ええ。そのとおりですね。それでも地元との関係では、そういう点も最近では合理的になってきていますね。お金の問題にしても、最初は、橋をつくってください。道路を、公民館をつくってくださいだったわけですね。このごろはだんだんそうじゃなくなって、原子力時代にふさわしい地域社会になるためのものに使おうという動きになっています。

たとえば教育一つとっても、原子力発電所に地元からなるべく多く採用しろなんていうような単なる「取引」じゃなくて、レベルの高い技術者を地元で養成して、しかも原子力発電所でも働いて、原子力時代に寄与しようというように、前向きにかみ合いつつありますね。

猿橋 しかし、まだまだ立地の問題でも一般の人が知らないうちに企業や政治の中核で決まっていくという面もあるでしょう。公聴会にしても形骸化している感じがあります……。

森 決して議論したら負けるから逃げているというようなことじゃないんですよ。

先ほどからお話がでているように、批判ということは非常に大事なんです。しかし、批判される学者の方と議論しようと思うと、どっちがいいか悪いかという意味で申し上げるんじゃありませんが、揚げ足取りに終始するものですから、形式的に済ませるようなことになるんです。

ですから、両方とももう少し建設的なものになるんなら、公聴会も積極的にやるべきだという構えはあるんです。

猿橋 テレビで観ていても、ああいう怒号の飛ぶところでは話し合いはできませんね。

森 そうです。その辺のことを、それこそ近代化しないと、やっぱりほんとの批判にならないんですがね。

吉澤 私も同じ視点で感じるんですが、我々は安全屋ですから、万一事故が起きたときにどうバツ

クアップするかということ、非常に綿密にやりたいと思っているわけです。

これは安全問題を扱う以上当たり前のことなんですが、原子力の分野ではできないんです。そういうことをやるというのは「事故が起こることだろう」といわれるわけですね。

たとえば放射能に汚染した人が100人出たらどうするかというふうな問題、そういうことをスタディしたいんですがね。それができないんですよ。

森 その問題が一番難しい問題ですね。

吉澤 お金も何もいらぬから机上訓練をやらせてくれというんですがね。

1年に、想定し得る事故を5例想定してシナリオを書こうという作業を10年間やりますと、50例のシナリオができる。これだけ用意できれば、あとはどんなとんでもないものがでてきても、応用問題でできるわけですね。

医学では、学生に救急医療を教えます。今割合に救急医療の教育は厳しくやっているんですが、学生は、先生こんなこと起きるわけないでしょうというんです。それに対して私は、起きたときに君ができなきゃしょうがないじゃないかといっているんです。一生ぶつからないような事例についても教えるんです。

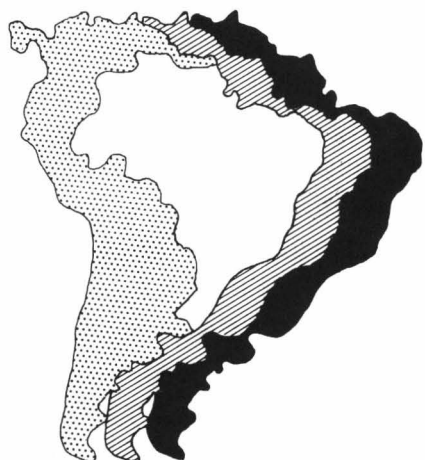
ですから、これと同じ発想で事故対策のシナリオ研究をやらせてくれというんですが、なかなかできない。

猿橋 放射線の事故の場合は、一般の救急医療体制よりもっと難しいわけでしょう。

吉澤 難しいと思います。それでも我々は専門ですから、シナリオは全部書けます。

原子力の事故対策については、原稿も書けないし教科書も書けないんですよ。原稿を書いても、机の中にしまっておくよりしょうがない状態ですから、こういうふうなものをもうちょっとオープンにできるようにしたいですね。

森 そうなんですね。原子力がまだまだ定着していないということでしょうか。ある意味では、原爆、広島、長崎の十字架を背負っているからということでもあるからでしょう。やりにくい問題です。



リスクのお国事情

(ブラジル)

奥山憲昭

1 はじめに

各国を火災予防の観点からみると、国によってリスク(危険)に対する考え方や対処の仕方が異なることがわかる。

筆者の職場では、南米のブラジルをはじめ、東南アジア各国、オーストラリアなどに進出している日系企業に対して定期的に防災診断サービスを実施してきた。

なかでもブラジルに対しては2年に一度、2か月をかけて数十の日系企業に防災サービスを提供してきたが、その際に得た情報その他の資料をもとに、ブラジルにおけるリスクの特徴について、日本と比較しながら紹介したい。

ブラジルは非常に大きな国なので、その一部を紹介できるにすぎないが、リスクの断片でも理解していただければ幸いである。なお、ブラジルは現在、新経済政策を実施中であり、大きな変動期のまっただ中にあるので、リスクも変化しつつあることをご承知いただきたい。

2 ブラジルとは

西暦1500年にポルトガル人によって発見された国であり、位置的には日本のちょうど裏側に当た

る。23の州からなる連邦共和国で、日本企業の進出や移民した日系人の多い国がブラジルである。

<概要>

国土面積：851万km²（世界第5位、南米大陸の47%を占め、日本の23倍の広さ）

人口：12,500万人（日本とほぼ同じ）

最近の情勢：日本人の感覚では想像できない年率250～300%の超インフレに悩まされてきたが、1986年2月に新経済政策（物価・賃金凍結とデノミ）が実施され、その効果が期待されている。
日本企業：約600企業にのぼる日本企業が進出している。

日系人の数：26万人の移民を含め、日系人の総数は82万人にのぼる。

3 典型的な災害事例

ブラジルのリスクを考えていくに当たり、その特徴を表している災害を次に紹介する。

(1)高層ビルの火災（1973.2.2発生）

サンパウロ市で1972年に新築された25階建て、延床面積23,074m²の超高層ビル（ジョエルマビル）の12階事務室から出火した。ビルの完成後、窓に取り付けられたウインド型クーラーの仮配線（ブレーカーを経由していなかった）から出火して、カーテン・天井に燃え広がり、25階までを全焼し、

179名の死者を生じたビル火災である。

＜特徴＞

- ビルの完成後に取り付けられたクーラーから出火した
- 内装に可燃材料が多用されていた
- 階段が1か所しかなく、また防火扉もなかった
- 自動火災報知機もスプリンクラー設備もなかった
- 屋上に避難した160人中、90人が死亡した

(2)パイプラインの災害 (1984. 2. 25発生)

沼地に敷設された石油パイプラインの上に、木で脚と台を作り、その上に住居を無断で建てた約300軒ほどの集落 (ファベイラ) 部分で、パイプラインからガソリンが漏洩・爆発する事故が発生し、100人ほどが死亡し、数百人が負傷した。

4 災害統計の比較

(1) 火災

統計を比較する場合は、統計の取り方を明らかにしておくことが必要である。ブラジルの火災件

数は、消防車の出動回数から誤報を引いたもの、また、火災による死者とは火災現場で死亡したものをいう。日本では、火災件数は同じとらえ方であるが、「火災により負傷した後、48時間以内に死亡した者」が火災による死者に含まれているので注意が必要である。

日本とブラジルの火災の発生件数、出火原因などを比較すると、表1のとおりである。出火件数、死傷者数ともブラジルの方が少ないが、電気配線による火災が多いのが特徴である。また、人口面・経済面で東京に近似しているサンパウロ市の火災について比較してみると、表2のとおりである。ここでも東京に比べてサンパウロの方が出火件数、死傷者数とも少ないことがわかる。総じて、ブラジルは日本より火災が少ないと考えられる。

(2) 労働災害

労働災害については、ブラジルと日本とで共通の統計基準がないため正確な比較はできないが、死傷者数は表3のとおりである。死傷者の総数は似ているが、死者数はブラジルが17倍以上と圧倒的に多い。

表1 日本とブラジルの火災比較 (1980年)

	日 本	ブラジル
出火件数	59,885	13,736
負傷者数	8,053	620
死者数	1,947	257
出火原因	たばこ	7,338(第1位)
	電気配線	800(第11位)
		265(第4位)
		2,011(第1位)

注) ブラジルの出火原因は原因の判明した4,096件を分析したもの

表2 東京とサンパウロ市の火災比較 (1981年)

	東京	サンパウロ市
出火件数	7,217	3,457
内訳	住宅	2,047
	工場	338
	その他	4,832
		2,433
負傷者数	1,135	82
死者数	158	40

表3 日本とブラジルの労働災害比較 (1980年)

	日 本	ブラジル
死傷者数	1,098,527	1,270,465
死者	3,009	51,722

写真1 12階以上が全焼したジョエルマビル

5 ブラジルのリスクの特徴

次に、企業活動や市民生活を営んでいくに当たってのリスクを紹介する。

1) 企業にとってのリスク

企業活動において日本と異なるリスクは、次のとおりである。

①熟練従業員の不足

終身雇用の慣習がないうえ、賃金を激しいインフレで高騰する物価にスライドさせなければならぬため、企業側では数年で従業員を解雇し新人を雇うことが多い。一方、従業員側では企業に対する帰属意識が低く雇用条件の良い企業へ簡単に移籍する。このために企業内において熟練者が育ちにくい環境にある。

②自動車強盗

コーヒー豆、TVや自動車の部品などの原料や製品を満載したトラックが人家のない所（ブラジルには多い）を走行すると銃を持った強盗が出現し、トラックごと奪っていく事件も多い。運転手が強盗とグルである場合もあり、防止はなかなか困難である。

このため、企業では盗難に対する損害保険が不可欠であるが、損害が頻発するので、保険手当が困難になっている。

③機械や部品の輸入困難

輸入の大幅超過の改善と国内産業の育成の目的で、輸入には各種の制限が加えられている。しかし、最近では輸出が好調であり、以前よりは輸入制限が緩やかになっているようである。

工作機械類の輸入もその例に当てはまり、スムーズに輸入できないので、事故や災害で機械を損傷すると代替機械の手配に多大な時間を要し、その間の生産活動が阻害される。

すなわち、金はあっても物が手に入らないというリスクが存在する。

(2) 市民生活とリスク

市民生活を営む上でのリスクは、不況にその原因があるものが多いが、主なものは次のとおりで

ある。

①治安の悪さ

やや改善の兆しはあるが、不況とインフレのため都市部の治安の悪さが大きな社会問題となっている。同じくらいの人口を抱えるサンパウロ圏と東京都の犯罪件数を比較すると、表4のとおりである。

表4 サンパウロ圏／東京都主要犯罪比較 単位：(届出)件数

年	殺 人		強 盗		窃 盗	
	サンパウロ	東京都	サンパウロ	東京都	サンパウロ	東京都
1981	1,875	189	49,115	507	34,504	205,159
1982	1,820	169	48,262	502	30,439	211,631

殺人・強盗はサンパウロの方が圧倒的に多く、治安の悪化を証明しているが、窃盗は東京の方が多結果になっている。これは、ブラジルでは窃盗の類はよほどのことがないと届出ないため、統計上の件数が東京を下回っているにすぎない。

トロンパと呼ばれるスリやカップライが市内を横行しており、ネックレス、イヤリング、ブレスレットといった女性用装身具はとくにねらわれやすい。さらに、無理矢理強奪するため、その際に身体を傷つけられることも多い。

また、自動車自体の盗難はもちろん、カーステレオ、ラジオなどの付属品の盗難も多いので、これらは簡単に取り外せるようになっており、駐車時には取り外して室内に持ち込むといった日本では見慣れない風景が至る所で見受けられる。

②交通事故

ラテン系の国民性のためか遵法精神は弱く、交通違反（飲酒運転、交通ルール無視など）や交通事故は日常茶飯事である。とくに最近では、部品が手に入り難いため、修理しないで故障のまま走ったり、経済活動の活発化によって通行量が大幅に増えているなど、交通事故が増大する傾向にある。

赤信号を無視して走ってくる自動車が多いので、歩行者の方が注意しなければならない。また、不幸にして交通事故にあっても、強制保険の補償額が極めて低いこと、任意保険がほとんど普及していないことから、十分な補償は期待できない。

③銃器の保有

一般市民でも許可を取ることで銃器を保有でき

るので、強盗・殺人などに悪用する者が多い。銃を持った強盗への対抗上、金融機関ではカービン銃やマシンガンで武装したガードマンが店内にいるのを見かけるが、日本人の目には異様に映る。

また、都市郊外の独立住宅では強盗に備えて、多くの家庭で銃器を所有している。

④公害問題

過去のブラジルは、日本の過去と同様に“Eating first, Pollution tomorrow”を掲げて生産重視で操業されてきたが、現在は、その tomorrow がやってきたといわれている。すなわち、1981年8月に「環境保護法」が制定され、公害・安全の規制が強化されたため、以前のように公害を無視（軽視）して操業することができなくなっている。しかし、法律と現状との間に大きなギャップがあるため、公害問題の解決にはまだ時間がかかる。

(3) 企業・市民生活に共通のリスク

企業と市民生活に共通するリスクは、次のとおりである。

①電気火災

日本の火災で原因として多いのは「たばこ」であるが、ブラジルでは電気（なかでも電線・配線）に関する火災が多い（前記表1を参照）。これは、JIS（日本工業規格）に相当するような電線に関する技術規格がないことが大きな要因である。この結果、メーカー独自の基準で製造するため、メーカーによって品質にバラツキがあり、信用できないメーカーのものは安い（信用できるメーカーのもの1/3程度の値段）、トラブル（火災）を起こしやすいことにつながる。

このため、購入して1週間ほどしか使っていない電気製品が火を噴くのは珍しくない。

②アパート・事務所の火災危険性

アパート・事務所では、ビルの内部にプロパンガスボンベを納置していたり、内装や什器（机、ロッカーなど）が可燃性であるなど火災危険が大きい。さらに、階段が防火的に区画されていないため、階段部分が上階への延焼経路になりやすい。また、その階段が1か所にしかないものが多いため、避難の原則である二方向避難が不可能になり、

下の階で火災が発生すると階段部分に火や煙が充滿しやすく、避難できなくなる危険が大きい。

しかし、新しいビルでは避難階段の備わった安全なビルも出現している。

③消防署の配置状況

日本のように、公設の消防署が全国隈なく配置されている国はむしろ例外であって、諸外国では公設消防署から離れた所に住宅や工場が立地しているケースがほとんどである。ブラジルでもその例にもれず、一般的に消防署が少なく、国土が广大で建物が分散していることもあって、公設消防署はほとんど頼りにできない。日本で考えるところの最寄りの消防署といった感じはない。

ちなみに、サンパウロ市は面積が1,493km²に対し消防署が36(41.5km²/署)であるが、東京都は1,723km²に対し286(6.0km²/署)もの消防署がある。

④アルコールの防火問題

1984年には新車生産台数の65%をアルコール燃料の車が占め、1985年には乗用車の95%がアルコール燃料となるなど、アルコール自動車急速に増えている。この結果、巨大なアルコールタンク（直径40m近くの2万klタンク）が出現しているが、アルコールの炎はほぼ無色の状態で燃焼すること、水溶性液体のため普通の泡消火薬剤をかけても泡が水に溶けて炎を覆えないため消火できない（特殊な消火薬剤が必要）ことなど、特有の危険性がある。

⑤電力事情

豊富な水力を利用した巨大発電所（イタイプー発電所で1966年に着工し、1988年の完成予定で総出力1,260万kWは世界最大）の建設が進み、余剰電力が発生しているため電気料金は大幅に安い。また、工場で熱源に電気を使用する場合は、電気料金が1/5になる優遇制度があるため、巨大な高圧電気ボイラーが出現している。

しかし、1変電所、あるいはトランス1基あたりの送電範囲が広いため、電圧変動が激しく、電気機器の故障を誘発しやすいなど、安定度は総じて低いといえる。

6 日本より優れている点

ブラジルのリスクを中心に説明してきたが、対して日本よりも優れている点も少なくないので、主に火災に関して次に紹介する。

(1) 建物構造

地震の心配のない国であるせいか、一般のビルに限らず、工場や住宅であってもレンガ造に代表される組積造(耐火構造)の建物が多く、本質的には火災に強い建物構造となっている。このため、建物自体の火災による損傷危険は少ない(日本の工場はほとんど鉄骨スレート造の不燃構造である)。

(2) 火災の件数が少ない

明確なデータはないが、ブラジルでは建物の床材などに火がつきにくい固い木が多用されていることや、不必要な物は買わない習慣から、家の中の可燃物が少ないなどの点があり、火災になる危険が低い特有の要素がある。

(3) 暖房設備の火災が少ない

国土の大部分が熱帯・温帯地方に属するので、暖房が不要であったり、補助的なものがあればいいため、暖房用のボイラーやストーブの絶対数が

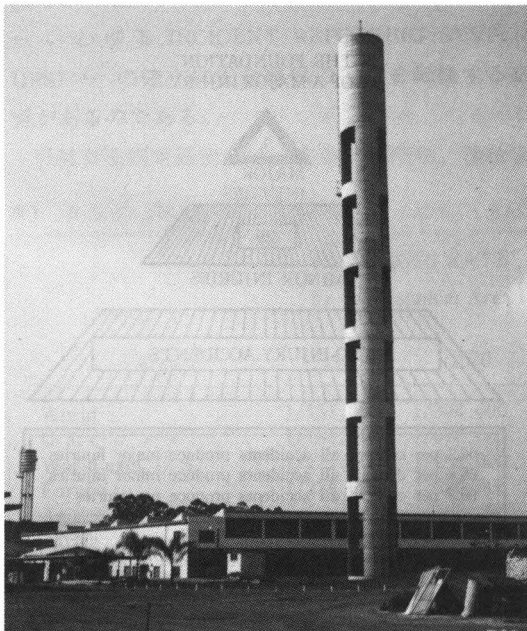


写真2 高架水槽(高さ38m, 容量60m³)

少なく、したがって、それによる事故も少ない。

(4) 消火用給水源の信頼性

日本では消火設備の加圧給水源はほとんど電動ポンプを使用しているため、ポンプが作動しないと消火に失敗するが、ブラジルではその心配が少ない。というのは、ブラジルの消火設備の給水源は、そのほとんどが高架タンクであり、その落差を利用しているため、機械的な故障と無縁だからである(写真2参照)。

すなわち、消火用水の供給において信頼性が勝っているといえる。

(5) 地震や台風がない

地域的な特徴と思われるが、日本人を悩ましていた地震の心配がない。また、夏から秋にかけて日本列島を襲い、毎年多大な損害をもたらす台風も襲来しない。

7 おわりに

日本人の目からみた、あるいは感じたリスクというまとめかたになってしまった。最近までのブラジルが抱えるリスクや問題点は少なくなかったかもしれないが、経済の変化によってリスクも変化する。冒頭で述べたように、ブラジルはいま大きく変わろうとしているので、今後の展開が注目される場所である。

埋蔵資源の大きさ、広大な土地、アマゾンの緑、さらに明るい人間性がブラジルの魅力であり、可能性を秘めているといえる。

経済変動が一段落するであろう5年後ぐらいに、もう一度リスクを考察してみたい国である。

(おくやま のりあき/安田火災海上保険(株)安全技術部)

<参考文献>

- ①ブラジル—その文化と社会— 鈴木一郎著
- ②火災安全学入門 岡田光正著
- ③Os 25 Anos da SEGURASUL (南米安田二十五年史)
- ④ブラジル経済の今後の展望 日本貿易振興会
- ⑤ブラジルの火災研究 辻本 誠著
- ⑥ブラジル基礎情報集 ジェトロ・サンパウロ・センター編
- ⑦数字でみるブラジル ソールナッセンテ経済研究所編

安全報告制度 (IRS) の確立要請と問題点 航空安全の向上

宮城雅子

1 はじめに

昨昭和60年8月12日、群馬県西部の御巢鷹山近くの峻険な尾根に日本航空 B-747 が墜落した。単一機によるものとしては史上最大の損害（死者520人）となったこの事故の惨状は、直接の関係者ならずとも、いまでも脳裏に鮮明であろう。この事故は従来の航空機事故やジャンボ機に対する一般の通念のいくつかを覆したし、航空運送が今日の社会において不可欠な輸送手段となっていること、ひとたび事故が発生したときの損害の巨大化、深刻化を如実に示すものでもあった。

事故後約1年を経過し、その間、運輸大臣の下に設置されている航空事故調査委員会は、現在（昭和61年7月）まで、4回にわたり調査の経過報告を発表し、日本航空、ボーイング社、FAA、NTSB はそれぞれ必要な改善措置を順次とってきたし、おそらく今後もとっていこう。

かように、従来とられてきた「安全」に対する考え方は、発生した事故や災害を調査して原因を究明し、それを同種事故の再発防止に役立てるという方式で行われてきた。しかし、このような回顧的手法にのみ依存して果たして充分なのだろうか。

米の学者 H.W. Heinrich は、約7,500件の産業事故を科学的視点から調査した結果、「The 300-29-1 Ratio Spells Opportunity」の表現で知られる法則を導き出した。これは一つの安全関係事象の確率分布則で、ハインリッヒの法則として知られ

ている。

この法則の意味は、1件の大事故 (a major injury) 発生 の基礎には、29 件の小事故 (minor injuries) と、さらにその根底に 300 件の結果 (損害) の発生を伴わない小さなトラブルや不具合 (no injury accidents、俗にいう「ひやり」「はっと」) があるということである。

事故はある日突然何の予告もなしに起こるものではないことを1979年のスリーマイル島の原発事故や、1974年、パリで離陸直後に貨物室のドアが吹き飛んで操縦系統が破壊したトルコ航空 DC-10 事故等の卑近な例が証明している。

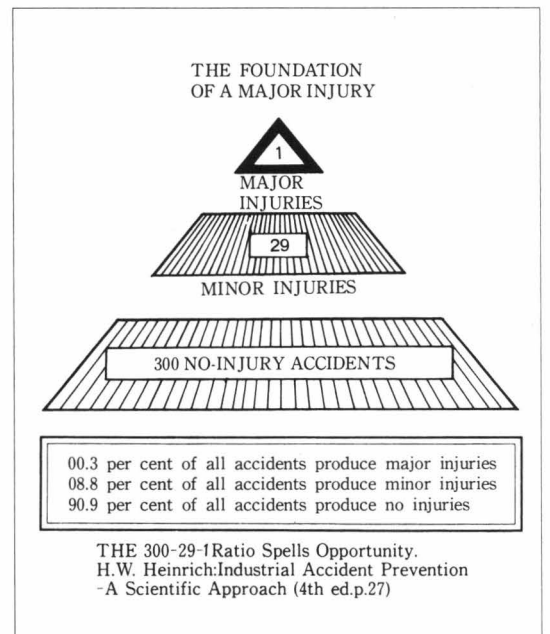


図1 Heinrichの法則

航空の分野に限らず、宇宙、原子力、遺伝子工学等、あらゆる分野における技術革新は、人間社会に多大な貢献をしている反面、今まで予想もしなかったさまざまな新しい危険をもたらし、事故発生時の社会的損失をはかり知れないものにした。昨今の著しい近代科学の進歩は、我々に「安全」に対する基本的考え方を抜本的に見直す必要を迫っているといつて過言ではない。

2 安全報告制度(IRS)の必要性

事故調査を基礎とする安全対策は、事故が発生し、損害を生じてから開始されること、同種事故の再発防止にしか役立たず、新しい危険に対応することができない点に決定的限界がある。これに対し、前記法則から考えると、三角形の底辺に位置する“29”および“300”に相当する INCIDENT 情報を収集し、起こり得る事故を予見予測して、適切な措置をとれば、事故を未然に防止できる道理が導き出される。

この論理をシステム化し、① INCIDENT 情報を収集し、②それを分析して潜在的危険要因を発見し、③その情報ととるべき対策を速やかに関係機関等に還元する三つの機能をもつ安全報告制度 — いわゆる INCIDENT REPORTING SYSTEM (IRS) — の確立に安全確保の視点を転換する必要があるのである。

当航空法調査研究会は、去る昭和55年、運輸大

臣等に対して行った「航空機事故防止のための提言」において、IRS の必要性を指摘し、さらに昭和58年「航空の安全確保のための提言 — Total Air Safety System 確立の要請 — 」において、再度その必要性を指摘するとともに、報告機関の基本的構成と要件および実施上の問題点について詳細に論及してきた。翌1984年に至り、ICAO (International Civil Aviation Organization) もようやく、安全報告制度の必要性の認識から、ガイドラインを記述した「事故防止マニュアル (Accident Prevention Manual)」を公刊するに至って、航空界においては、IRS への視点の転換は国際的すう勢になりつつある。

航空の分野においては、国により、あるいは企業により、IRS を採用しているところもすでに少数ながらあり、全損事故発生率はこの制度とまったく無関係ではないことをうかがわせている。オーストラリアは世界に先駆け、第二次大戦直後、国の制度として IRS を実施しているが、この地域は表1のとおり発生率が最も低い地域になっている。

3 事故原因の推移

しかし、IRS を現実に効果的に機能させることは極めて難しい。その最大の原因は、航空技術の発達によって、機械系の改善が進むにしたがい、事故の原因の多くが人間系に移行してきていることによる。

1980年の FAA の発表によれば、パイロットに限らず、管制官、整備士、あるいは製造の段階であるを問わず、死亡事故の少なくとも92%、損害金額の62%は man cause によっている。また、ICAO 加盟国の USSR を除く定期航空における一億旅客キロ当

表1 F. S. F. AWARENESS THE VITAL SAFETY FACTOR (1984)

Area	HULL LOSS RATE (by Geographical Area)			
	1960	1970	1980	9 MOS. '84
World	1/151,000	1/394,000	1/473,000	1/465,000
U. S.	1/181,000	1/618,000	1/792,000	1/890,000
World excl. U. S.	1/121,000	1/256,000	1/327,000	1/313,000
Europe	1/274,000	1/386,000	1/405,000	1/413,000
Asia	—	1/162,000	1/262,000	1/235,000
Africa	—	1/166,000	1/243,000	1/191,000
C&S America	1/13,000	1/90,000	1/213,000	1/196,000
Australia/So. Pac.	—	1/903,000	1/1,600,000	1/2,242,000
Canada	—	1/457,000	1/588,000	1/525,000

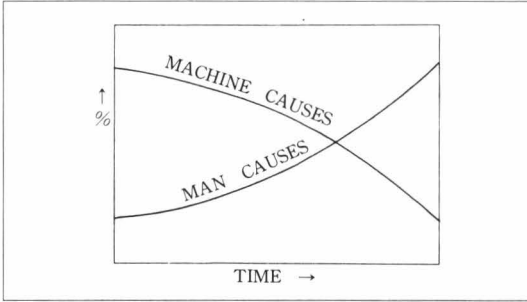


図2 航空事故原因の傾向

たり死亡率は、1975年までは低下していたが、'75年から'80年はほぼ横ばい、'85年にかけてはむしろ増加の傾向を示している。

この数字は決して航空関係者の怠惰を示すものではなく、むしろ、航空技術の発達の結果と、従来とられてきた伝統的な安全対策の手法が限界に達していることを示すものということができる。なぜなら、従前の事故調査は起こった事故という事象の技術的分析に主眼が置かれてきたため、ハード面については重要な情報を提供し、これを改善に役立て、かなりの成果をあげ得たのである。しかし、人間は教育や訓練によって、ある程度能力を開発向上させることができるものの、そのために必要なソフト面の情報は乗員の死亡等によりきわめて得にくいばかりか、人間を本質的に改良することは現在では不可能だからである。

したがって、ハード面の改善が進み、その事故比率が低下するにつれ、ソフト面の人的要因(human factors)がクローズアップしてきて、事故原因に占める man cause の占める比率を高くしているのである。この傾向はひとり航空の分野に限らず、コンピューター、電子交換機等の技術革新の著しい分野でも同じことを指摘できるであろうし、今後ますますその傾向を深めていくものと思う。

4 人的要因(Human Factors)

人的要因の概念は必ずしも明確ではなく、いまだ流動的であるが、人間のエラーという事象自体や、それに法律的価値評価を加えた「過失」の概念とは区別すべきで、人間を誤りに陥らした要因を

INCIDENT や ACCIDENT との関係で把握したときの表現と考えるのが妥当である。そして、人的要因の研究は“人間”がある非価値的行為に至る蓋然的条件あるいは“人間”の弱点ないし限界についての研究であるといっている。

人間の瞬間的記憶能力のアイテム数は限定的状況下で7±2が限界であるし、思考や判断力は疲労時やパニック時には低下し、低酸素の状態では60%ぐらいしか働かない。1.0の視力をもっていても、それは正面だけで、視線の中心からわずか10°それでも0.1ぐらいしか見えない。自動車の運転中、ハンドルを右に切った途端「あっ」と驚きの声を同乗者があげれば反射的に左に切り戻すだろう。飛行中戦闘機接近の情報を受ければ、ニアミスを避けるため、他機の発見にパイロットの注意が集中し、一瞬、操縦操作への注意配分がおろそかになりやすい。危険が大きく緊迫しているほどそちらへ注意が集中することは人間の本能的特性である。

千歳やボンベイは空港が接近して二つある。羽田、大阪、千歳、シンガポール、ニューデリー、バンコクは滑走路が平行して2本、ロスアンゼルスは平行滑走路が4本あるが、雲や濃霧でそのうち一方しか見えない場合には、パイロットは計器の数値で位置を確認するより、自分の目で視認した空港や滑走路を、類似性があるほどそれを着陸すべき所と思い込みやすい。

また、航空機の運航は管制の指示に従わなければならないため、適切な指示と迅速な対応によって、危険を回避できる場合も多い反面、指示は英語圏外においても、全世界を通じ、すべて英語による最少限の用語で、きわめて短時間内に、電波を通じてのみ行われるため、管制の問題も INCIDENT に深いかかわりをもっている。日本人には区別の難しい類似の発音 R (右) と L (左)、同じ発音に始まる two と three (three の発音は日本人の耳には “e” の発音でなく “t” の発音に聞こえる)、four と five は混同しやすい。

管制の方式は定形化されているので、初めの情報が与えられると、通常その次にくる指示が、実

際には与えられていないのに、与えられたと思っ
込んだり、管制官はパイロットのリードバック
(復唱)の内容が指示と違っていても、それに気付
きにくい等、いわゆる wishfull hearing は、我々
も電話による会話でよく経験する。

空港にはさまざまな標識があるが、ライトの方
向や気象状態、機種による操縦席の高さの差など
によって、見えにくい場合もある。

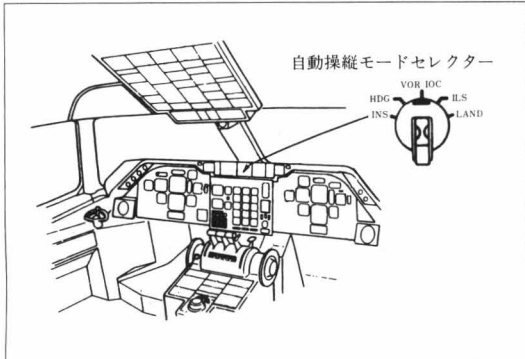


図3 自動操縦モードセレクトターおよび配置図(B-747における例)

1983年、大韓機のサハリン沖撃墜事件や昨年の
日航機航路逸脱の際問題になった自動操縦のモー
ドセレクトターは、操縦席正面の中央に配置され、
見えやすいが、自動操縦上最も重要な各スイッチ
の切り換えは同じ一個のつまみを十数度ひねれば
機械系のメカニズムが変更するよう開発されてい
る。したがって、重要な操作であるにもかかわらず、
操作のための手の感触が比較的軽く、頭の中
に明確に記録されにくい。そのため、切り換え操
作を忘れた場合も、それを思い出す脳の回路が働
きにくい。

これらの潜在的危険は通常、確認作業、他の乗員
や管制官からの助言、警報装置等によって気づき、
事故に発展することはほとんどない。しかし、幾つ
かが競合すると潜在的危険要因が増大し、事故へ
の発展の可能性が高くなる。また、人間は状況によ
って危険の察知と対応の仕方が違ってくことも、
すべての“人間”の行動に共通の現象である。

5 危険要因の発見と事故の未然防止

NASA が作成した図4は、一飛行における航空

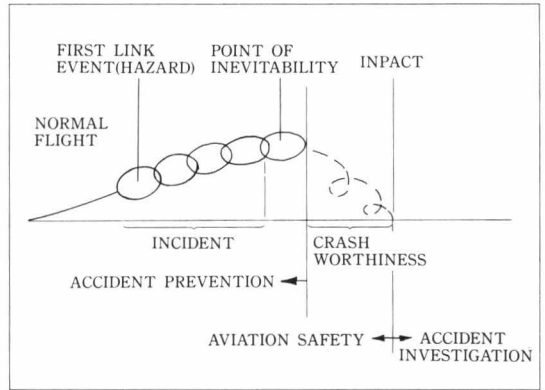


図4 CHAIN OF EVENTS

事故発生メカニズムを示しているが、過去の大
事故の分析結果からも、幾つかの偶発的出来事や
条件が重なって、事故発生に至る chain of events
を形成していることを指摘できる。航空史上最大
の事故となった1977年のカナリー諸島テネリフェ
空港で起きたKLMとPAAのジャンボ機同士の
衝突事故も、その一例である。

事故の直接の原因は、KLM機が離陸許可 (take
off clearance) なしに離陸を開始したことで、その
行動はなぞにつつまれていた。しかし、ボイスレ
コーダーの解析から、わずか2秒間の混信が、離
陸許可を受けたとの誤解を生じさせたことが明ら
かにされている。

また、1983年12月、マドリッドのバラハス空港
で起こった離陸寸前のイベリア航空 B-727とアビ
アコ航空 DC-10 が滑走路上で衝突し、日本人旅
客を含む計93人が死亡した事故は、濃霧による低
視程と誘導路標識の不適切、誘導路案内灯の欠陥
の諸要因が競合している。昭和47年日本航空
DC-8がボンベイ空港に隣接するジュフ空港に誤
着陸した事故は機長路線資格審査飛行の不適切、
チャートの不適切な表示、シャローホッグの発生
と気象通報、管制指示の不適切が関与している。

上の二、三の例の事故原因を分析してみても、
個々の危険要因は、当該飛行以前において、他の
乗員がすでに経験していたものと思われる。昭和
57年2月、JAL羽田沖事故の機長の精神的変調
も、その後の調査で、ある範囲では知られていた
ことは衆知のとおりである。当研究会が、1984年

に日本の定期航空全6社の乗員に対して行った「航空安全アンケート」によっても、過去に日本で起こった事故とまったく類似のINCIDENTや、事故を構成したと同じ危険要因を、事故以前すでに他の乗員が経験していたことが明らかになった。

IRSが事故の未然防止に資し得るゆえんは、INCIDENTから潜在的危険要因を発見し、その除去あるいは回避のための適切な措置をとることにあるが、上の例からも、その段階で危険要因を発見し、適切な措置がシステムチェックにとられていたなら、これらの事故は防止され、あるいは損害の規模は小さかった可能性が高いことを理解されるものと思う。

6 報告者の安全認識

しかしながら、人的要因のかかわるINCIDENTの情報はだれかのミスやエラーがかかわった事象の具体的内容であるから、当事者にその提供を求めることは容易ではない。何よりもまず、報告者である乗員や管制官等の安全に対する認識の厳しさのいかに情報の収集を左右するが、その他にも配慮しなければならない問題点が幾つかある。

安全に対する認識が厳しいほど、報告内容は詳細で、ささいな事象にわたることになるが、従来の伝統的職業意識が職場に残存しているため、報告するには相当な勇気がいる。また、操縦も管制もごく少数の閉ざされた職場で行われるため、そこで経験したINCIDENTを仲間意識から暗黙の了解のうちに隠しておこうとする心理が働くのも人情の常である。

しかし、報告者はささいなことであっても、人的要因のかかわる情報がいかに重要であるかを十二分に理解し、認識する必要がある。安全確保の原点は、まさに、人間の犯す誤りの不可避性にあるのであり、その限りにおいて、マーフィ則にいう“誤るべくして誤る”のである。航空は一世紀を経ず目覚ましい発展を遂げたが、それを支えてきたのは、多くの無名の航空人たちの絶え間ない努力と、どんなささいな不具合も改良改善に役立て

てきたからであることを忘れてはならない。しかもなお今日においても、航空機の運航は、危険を完全には排除できない分野の一つであることを謙虚に再認識する必要がある。

しかし、報告者が安全確保の観点から情報の必要性を理解していたとしても、報告したことによって不利益な処分を受けることになるのであれば、自ら自分の小さな懈怠やささいな違反をわざわざ報告する者はなくなるだろう(この点に、IRSにおける情報源の秘匿と情報提供先の機関の独立性とが要請されるゆえんがある)。また反対に、自ら報告したからといって、すべての場合にいかなる処分も免れることができることは安全報告がいかに重要であるとはいえ、寛大にすぎる。そこには、何らかの妥当な施策が考えられなければならない。要するに、責任の追及を行わない範囲の決定は、社会的正義の実現と、航空機事故防止のための人的要因INCIDENTの情報収集の要請の接点をどこに求めるかの問題に帰着する。

NASAの安全報告制度であるASRSは、報告者の安全に対する前向きな姿勢を評価し、安全報告を奨励するため、報告者に対して、一定の条件の下に処分を免除し、効果をあげている。

刑事犯罪あるいは航空法上に定める航空機事故に該当する場合、安全以外の目的のために計画的意図的に違反が行われた場合、著しい職務怠慢が認められる場合、繰り返し違反が行われている場合等は処分を免れないとすることが妥当であろう。また、免除の対象も報告者に限るべきである。

7 社会一般の理解

報告したことによる不利益を巡って、当面、最も問題となるのは社会一般の反応 — とくに報道関係の取り上げ方 — である。

航空機は高速で空中を飛行するため、飛行中は、乗員も管制官も即時の判断を要求される。注意義務の内容が包括的かつ抽象的ではとっさの判断が困難なのである。また、各飛行ごとに違う条件が複雑に影響するため、経験が非常に重視され

る分野である。

したがって、IRS の重要な機能の一つは、報告者を推測させるような事項はもちろん削除するが、具体性をもって、情報を現場に還元することである。還元された情報によって、各人は他人の経験を自分のノウハウとして蓄積し、潜在的危険に遭遇したとき、回避を容易にし、あるいは chain of events を切断することによって、事故への発展阻止を図る可能性を高めることができる。

また、航空機の運航は、企業が違っても同型機を使用し、同一空港、同一路線に就航することも多く、管制はごく一部を除き、すべて国が行っているため、航空界における IRS は一企業内に設けても効果的機能は期待できない。この点に各企業の枠を超えて、総合的に第三者機関で行わせる必要があるのである。その必要性を如実に示したのは、1974年12月ワシントンダレス空港に進入中の TWA B-727 の事故 (92人全員死亡) である。

この事故を調査した NTSB は、関係要因として、“cleared for approach” の管制用語の解釈の問題を指摘しているが、これとまったく同内容の問題を、この事故の6週間前に UAL 社の乗員が経験し、社内の IRS に報告していた。UAL 社は再び同じ事態が生じないよう、同社の全乗員に Notice を発行して注意を喚起していたのである。もしこの情報が他社である TWA 社の運航レベルにも周知徹底していれば、この事故は発生しなかったかもしれない。アメリカにおいて、IRS を国の制度として採用する契機となった事故であるといわれている。

上によっても明らかなおと、航空機の運航に関する INCIDENT 情報は、ひろく関係機関と現場の各人に還元する必要があるが、そのため一般に流出する余地も大きくなることは避けられない。

かつて、内科の名医沖中重雄博士が、東京大学を停年退官されるに際し、在官中の自らの誤診率と、その具体的内容を発表されたことがあるが、誤診はあってはならないとされていた当時のことだけに、その勇気ある行動は賞賛された反面、世

間一般に非常な衝撃を与えたことも事実であった。どんな名医や名人、成功者にも、苦い経験や失敗談はある。それを聞くことは、後進にとって教科書以上の生きた教訓である。しかし、航空における INCIDENT の主な報告者は、どんな条件の下でも安全に旅客を目的地に運送することを期待されている無名の乗員と、建て前を重んずる国家公務員である管制官とである。航空に関する INCIDENT は新鮮なものほど価値が高く、情報は多いほど望ましいが、一般に流出した情報は、他の分野からみれば怠惰なものに、門外漢の目には“危険がいっぱい”に映りかねない。前述のとおり、ハード面が発達した分野の INCIDENT ほど人間の弱点に深くかかわっているし、報告者の安全認識が高いほどささいな事項にわたり、詳細になるからである。したがって、一般に流出した情報はややもすると改善策を没却し、あるいは IRS の本来の趣旨とはまったく違う視点から取り上げられ、非難されるおそれがないではない。

もし、このような取り上げ方や社会的非難が乗員や管制官に対して向けられるならば、貴重な真実の情報は提供されなくなることは必定である。そうなれば「安全確保」の観点からはきわめてゆゆしい事態であるといわなければならない。なぜなら、危険要因は陰蔽されたまま、事故への道をたどることになるからである。

公共の利益である「安全」を確保していく見地から、社会一般の IRS に対する深い理解が不可欠である。

8 IRS の Cost Benefit

IRS 実現を困難にさせる第二の理由は、そのために多大のマンパワーと費用を要する点にある。「安全」は厳正さを要求するものであるから、報告を受ける機関の設立構成に際しては形骸化を戒め、実質的に独立性・中立性を確保しなければならない。また、レポートの分析に際しては、事実に対し謙虚に、先入観を排除して、全人格を傾注して当たるより他はなく、あいまいさや妥協は許

表2 航空機事故前後の旅客需要の推移

(1) 全路線事故前後4か月の対年前比伸び率(%)

(運輸省航空局資料)

	4か月前	3か月前	2か月前	1か月前	事故当月	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後
JAL ジャンボ機事故 (昭和60. 8. 12)	106.4	107.6	107.5	104.1	100.1	91.0	87.9	94.4	92.3
TDA ばんだい号事故 (昭和46. 7. 3) ANA 自衛隊機衝突事故 (昭和46. 7. 30)	122.3	119.0	111.2	114.0	104.0	95.1	90.0	104.3	105.8
JAL 羽田沖事故 (昭和57. 2. 9)	100.3	102.9	104.5	103.7	94.0	94.2	95.8	91.7	96.8

(2) JAL ジャンボ機事故前後4か月路線別対年前比伸び率(%)

(運輸省航空局資料)

路線名	年 月	昭和60年4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
東 京-大 阪		110.5	114.0	115.0	110.7	92.0	67.2	69.6	78.4	78.8
東 京-札 幌		107.7	113.8	105.3	104.3	104.0	97.3	95.2	93.7	98.1
東 京-秋 田		98.3	103.8	107.4	95.6	86.4	78.0	79.6	80.1	78.2
東 京-小 松		107.9	101.3	110.2	106.1	97.1	85.2	81.6	81.5	81.8
東 京-鹿児島		100.8	110.0	115.2	106.5	105.7	97.5	86.8	93.0	98.4
東 京-広 島		127.6	111.9	112.0	117.0	117.8	96.0	97.4	110.0	103.2

されない。

「安全」は厳正さを要請する反面、事象としてはきわめて平たんである。そのため、安全が阻害されて事故が起こらない限り、世間一般から顧みられることはほとんどなく、他の目的が入り込む余地が生じやすい。のみならず、IRS が効果的に機能すればするほど、それに要した費用や努力は過大であったかの印象を与えかねない宿命をもっている。

IRS に要する費用の便益分析は、IRS が効果的に機能した結果、起こらなかったと考えられる事故の損害を想定することができないので、一般的には困難だといわれている。しかし、昨年の日航ジャンボ機事故の例によっても、航空機事故が発生すれば、いかに巨大な損害が発生するか、また、表2にみられるとおり、他の航空会社にも影響が波及し、業界全体が経費の増大と減収を余儀なくされるに至ることは明白である。IRS によって事故の発生を防止・減少させ得ることに着目して考えるならば、その投下資本は決して高くないはずである。

ちなみに、1984年10月、チューリップで開かれたFlight Safety Foundation (FSF) の年次セミナーで、過去30年間のジェット機事故による死亡者に

対する賠償額を含む損害額は、およそ56億ドル、約1兆4,000億円(当時)に達しているだろうと報告されている。この他、支払われた各種保険金、捜査、救難救助、事故調査に要した費用等もまたばく大であるばかりか、死亡による家族の悲嘆や、死者の優れた能力の社会的損失等は計り知れない。

むすび

以上述べたところによ

り、安全に対する基本的視点を事故の未然防止に転換し、そのための予見的手法である安全報告制度がいかに重要かつ必要であるかは明らかであろう。

IRS の本来の目的は新しい類型の事故を未然に防止することにあるが、他方、収集した情報の分析結果から発見される潜在的危険要因と、すでに発生した事故を構成した危険要因との類似性を検討し、それに対する改善措置がすでにとられているかどうかを再検討することも、安全対策上不可欠であり、この両者が相まって安全確保に資することができるものと考ええる。

本年4月21日、参議院決算委員会において、当研究会がトヨタ財団の助成を得て行った研究結果をまとめた「INCIDENT REPORT SYSTEM についての試行的研究」が取り上げられ、政府もIRSの意義は充分認識している旨答弁するに至ったが、実現化にはなお多くの問題が山積している。

安全を絶対の命題とする民間航空においては、官も民ももちろんのこと、日本における航空旅客数のみで年間延べ5,000万人に達しようとしている今日、社会一般もIRSの意義を充分理解され、早急にIRSが確立されることを切望するものである。

(みやぎ まさこ/航空法調査研究会代表幹事)

投稿

防災情報ライブラリーの基本構想

防災情報の一元化にむけて

佐藤憲雄

1 防災情報ライブラリーの必要性

防災に関連する情報は、その対象とする範囲が広く、また、その多くはそれぞれの防災機関における特定の行政課題に応じて作成され、各セッションごとに個別に収集管理されており、体系的に整理されていない場合が多い。このため、他のセッションの情報を組み合わせて使用する場合に大きな障害となって総合的な利活用ができず、ニーズに応じた適切な有効活用がなされていないのが現状である。

また、機関によっては、防災に関連する情報が他のデータベースの一部に組み込まれているところもあるが、複数のデータベースの中の情報をバラバラに利用しているだけでは、データベースの真の持ち味を十分に活用しているとは言い難いようである。たとえば、土砂災害の発生に関する情報を考えてみても、降雨データは気象庁、地盤や斜面傾斜度関係は建設省、山林情報は林野庁、医療施設は厚生省、応急活動は消防庁などと、各機関ごとにそれぞれの立場でバラバラに情報をストックしているのが現状であり、この点は中央レベルだけでなく、地方公共団体などでも同様の実情にあらう。

関連性のある異種のデータベースを組み合わせ、単独の利用では得られない総合的な情報を生み出すことこそ、機械処理可能なデータベース利用の真髄ともいえるのであり、このような総合的かつ有機的なデータベースの利用を防災の分野で

も十分に活用していく必要がある。

国土庁では、以上のような観点から、防災に関する各種情報を総合的に集約して効果的な活用を図り、的確かつ客観的な事実の分析を踏まえた防災計画の立案・策定や防災対策の実施に資することを目的として、また、併せて建設業界・不動産業界をはじめとした民間部門においても、土地の災害履歴、地域の安全度などを総合的に把握し、居住地の選定や土地利用、再開発などを進める上での基礎資料として有効活用できるデータ利用システムを構築することを目的として、防災情報ライブラリーの開発を検討しているところである。

スケジュール的には、3年後を目途とした実用化に向けて、本年度から概念設計や情報のニーズの把握などを中心とした基礎調査に取り組んでいるところである。

2 防災情報ライブラリーの役割

防災情報ライブラリーは、前述のとおり、防災関連情報整備の要請に応えるものとして、次のような利用目的を実現しようとするものである。

1) 防災関連情報の一元的管理と高度利用

広範多岐にわたる防災関連情報を一元的・総合的に収集管理し、縦割の情報利用から、有機的・横断的な情報利用へと情報整備効果を拡大し、現在行われている個別な防災対策だけでなく、総合的・統一的な防災行政の推進に資するとともに、単一の分野の情報だけでは解決し得ない複合

的・総合的な課題に対処するため、高度な情報処理の効率的な実施を図る。

2) 防災対策の実施や防災計画の策定の迅速化と効率化

データの更新を通じて、目まぐるしい社会・経済環境の変化に即応した最新情報を蓄積し、これを踏まえた防災対策の実施や防災計画の策定のための資料作成を可能にし、防災業務全般の迅速化・効率化に寄与する。

3) 地域の災害危険度の評価

過去の災害の発生状況や地形・地質構造・防災関連施設等に関するデータの集積を通じて、災害に関する危険度と防災機能の評価を行い、災害発生時の対応力の分析および対応方策の検討により、災害に対する脆弱性の程度を判定し、災害の未然防止や被害の軽減に資する計画の策定を可能にする。

この場合、複数の条件の重ね合わせによる手法（オーバーレイ・アナリシス、図1参照）が効果的であり、この分析結果を活用することにより、

危険の程度に応じた緊急時の対応手段の準備や居住地の選定、安全な土地利用、開発行為等の面で有効な評価データが得られるものと考えられる。

3 防災情報ライブラリーの基本的構想

現段階で考えている防災情報ライブラリーの基本的な構想は、次のとおりである。

1) 防災情報の体系

このシステムで対象とする災害は、災害対策基本法第2条第1号（施行令第1条に定めるものも含む）に定める風水害（豪雨・洪水）、地震、津波、豪雪、火山噴火、大火災、大爆発、放射性物質の大量放出、船舶の沈没その他大規模な事故など自然災害から人為的災害まで広範囲にわたるものを考えている。

また、このシステムの防災情報とは、これらの災害に対処するため、中央防災会議、地方防災会議、指定行政機関（中央省庁）、地方指定行政機関（中央省庁の出先機関）、指定公共機関（日本

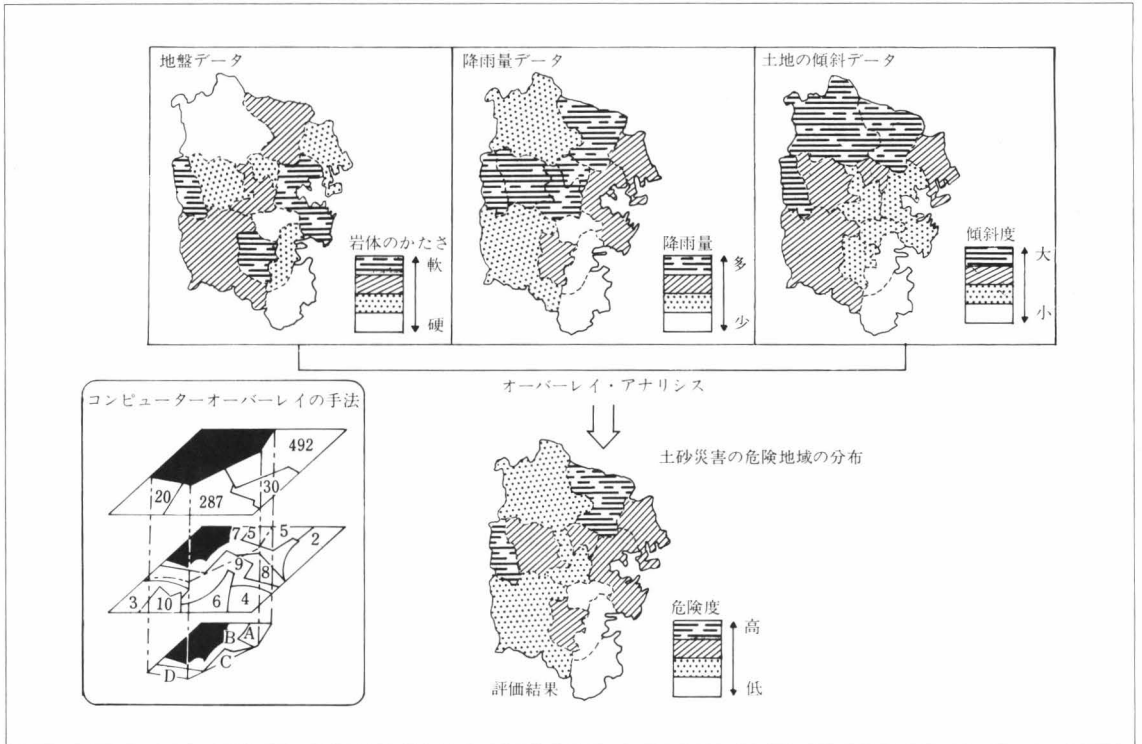


図1 オーバーレイの手法による災害危険地域の評価の例

赤十字社、国鉄など）、地方指定公共機関（医師会、放送局など）等が防災計画（防災基本計画、防災業務計画、地域防災計画）を策定したり、各般の防災対策を実施する上で必要な情報をいう。ただし、災害発生直後にリアルタイムに収集される被災状況などの情報は別途取り扱うこととし、このシステムでは、災害の予防や被害の軽減に資する対策を平常時に立案する段階で必要な情報に限定する。

具体的には、表1のようなものが考えられる。

2) 防災情報の管理方法

これらの情報データ、たとえば文字データ、数値データ、画像データの三つのタイプに分けて（表2参照）管理する方法が考えられる。

3) システムの機能

システムの機能として①収集編集、②管理、③レファレンス、④検索・表示サービスの提供が考えられる。それぞれの処理内容は、次のとおりである。

① 収集編集

広く分散している報告書、資料、データを収集し、それを(2)に示した三つの管理方法に適した形に編集する。特に、対策および計画手法等の編集は、多数の資料から体系的な形で画像データにしていくというきわめて高度な判断を伴う処理内容となる。

表1 防災関連情報の種類

(1) 自然環境情報		(3) 防災資源情報		(5) 文献・既往調査報告書	
気象	降雨・降雪 風速・風向・気温・湿度 潮位 河川水位	災害時動員可能人員	地方公共団体 警察 消防 消防団 水防団 自主防災組織 雇上げ労務者	防災一般文献 地震・津波関係文献 風水害関係文献 雪害関係文献 コンビナート災害関係文献 火災関係文献 火山関係文献	
地質・地盤	分布図 ボーリング資料	情報	アマチュア無線 情報連絡用資機材 無線保有団体现況 有線放送施設現況	(6) 他地域の計画および対象事例	
活断層		給水	復旧用人員・資機材 井戸・湧水	各種防災計画	地域の防災計画
火山活動記録		食料品備蓄現況(協定による備蓄)		防災業務計画	
地盤沈下現況		食料品流通在庫		防災関連法規	条例・規則・要綱
0メートル地帯分布		生活必需品備蓄現況(協定による備蓄)		自治体の防災関係予算	
		生活必需品流通在庫		自治体の防災関係行事	
		医療・衛生	医療施設 医師・看護婦 医薬品・血液 防疫用資機材	自治体の防災に関する金融・税制措置	
		輸送	災害用車両 災害時動員可能運転要員	災害時相互援助協定	
(2) 地域情報		ヘリコプター(民間保有を含む)		被害想定調査	地震・津波被害 洪水被害 土砂災害被害 豪雪被害 コンビナート被害 火山活動被害
人口	メッシュ別 夜間・昼間別 高齢者人口 障害者人口	港湾施設現況		地域危険度調査	
土地利用状況	町丁目別 メッシュ別	電信電話施設現況		都市防災化計画	
橋梁台帳		危険区域現況	災害危険区域 急傾斜地崩壊危険区域 宅地造成工事規制区域 土石流危険渓流 浸水危険区域	地震対策事例	施設耐震対策 出火延焼防止対策 ライフライン対策 津波対策
道路密度	市町村別 町丁目別 メッシュ別			風水害対策事例	洪水防止対策 山崩れ防止対策 土石流防止対策 地べり防止対策
建物状況	構造別(町丁目別) メッシュ別 用途別(町丁目別) メッシュ別			海岸保全対策事例	
公共施設台帳				豪雪対策事例	
特殊建築物現況	高層建築物 地下街			コンビナート対策事例	
危険物現況	危険物施設台帳 火薬施設台帳 高圧ガス施設台帳 毒劇物施設台帳 放射性物質施設台帳			火山対策事例	
コンビナート現況				地下街対策事例	
都市ガス供給現況	供給系統 供給戸数	(4) 他地域の災害事例			
LPGガス供給現況	供給系統 供給戸数	風水害被害事例		(7) 対策手法および計画手法	
電力供給現況	供給系統 供給戸数	雪害被害事例		地盤強化手法	
上水道現況(簡易、専用を含む)	供給系統 供給戸数	地震・津波被害事例		建物耐震手法	
下水道処理現況	処理系統 処理戸数	火災被害事例		建物耐火手法	
ゴミ処理施設現況		コンビナート被害事例		建物耐雪手法	
し尿処理施設現況		火山活動被害事例		ブロック塀強化手法	
空港施設現況		海外災害被害事例		地下埋設物耐震設計法	
		項目別被害事例	鉄道 道路 水道 ガス 電気 電信・電話	不燃化促進事業手法	
				延焼遮断手法	
				対液状化手法	
				海岸保全手法	
				津波被害防止手法	
				水防手法	
				山崩れ防止手法	
				崖崩れ防止手法	
				土石流防止手法	
				地すべり防止手法	
				被害想定防止手法	
				都市防災化計画手法	
				応急対策計画手法	
				復興計画手法	

表2 防災情報のタイプ別メディア

情報の種類	自然環境	地域情報	防災資源	災害事例	文献調査・報告	計画事例	対策手計画
メディア	報	報	報	報	報	報	報
書籍資料	△	△	△	△	○	○	○
数字データ	○	○	○	○	△	△	
画像データ	○	○	○	○			

○ 主たるもの
△ 従たるもの

② 管理

①で収集編集されたデータを光ディスクファイル、コンピューターディスクファイルにより管理し、データ更新、情報加工等を行う。

③ レファレンス

代行検索だけでなく、本システムの高度利用のコンサルティングを行う。

④ 検索・表示サービスの提供

通信回線を使用した全国からの検索要求に応えるとともに、ユーザーにデータを提供する。

提供形態は、資料等のメール送付回線によるデータ送達、ファックスによる画像の送達であり、次のような検索・表示サービスの提供に応えることができる。

- ア 関連書籍、資料リストの表示
- イ 条件指定による必要データの抽出
- ウ 抽出データによるグラフィック表示（地図出力、グラフ表示等）
- エ 抽出データの総合利用による災害危険度

表3 システムの機能分担と機器構成

ステーション	中央防災情報センター	ローカル防災情報センター	端 末 局
構 成	ライブラリー 中央計算機および周辺機器 光ディスクファイル サポート部門 中央サテライト	ライブラリー 計算機および周辺機器 サポート部門 ローカルサテライト	端 末 機 器
機 能	収集編集 管理(全タイプの情報) レファレンス 検索・表示サービス提供	収集編集 管理(地域性の強い情報) レファレンス 検索・表示サービス提供	検索・表示サービス提供

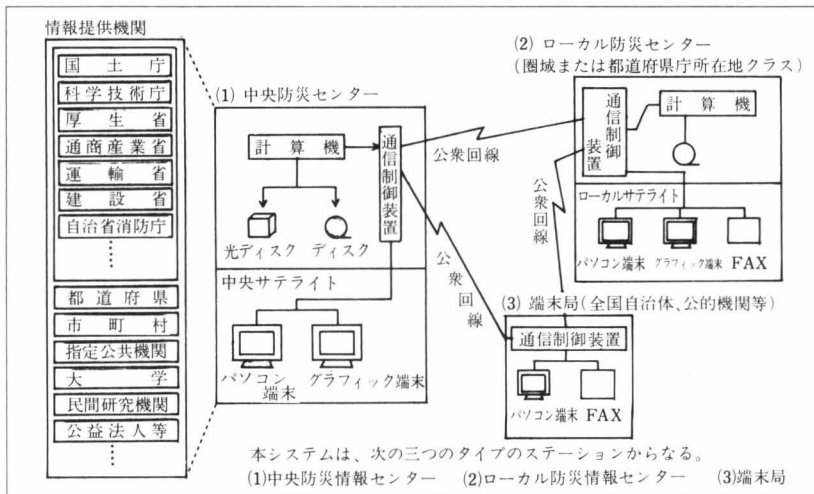


図2 防災情報ライブラリーのシステム構成の全体

の評価や防災計画のためのシミュレーションの策定

4 防災情報ライブラリーのシステム構成

システム構成の詳細については、本年度から実施している基礎調査の結果を待たなければならないが、現段階における構想としては、次のようなものが考えられている。

全情報を統括する中央防災情報センターと地域性の強い自然環境情報などを扱うローカル防災情報センターならびに各地域の端末局とのネットワーク構成が考えられる。

ローカル防災情報センターは、圏域あるいは各都道府県ごとに設置されるのに対し、この端末局は、市町村レベルに配置され、パソコンとモデムなど最小限の機器から構成され、検索・表示サービス提供機能だけを有するものとなろう。

システム全体の構成案としては、たとえば、図2のようなものが考えられる。

5 今後の課題と問題点

今後の実用化に向けて考えられる課題と問題点として、次のような事項があげられる。

1) 情報の精度と信頼性の確保

本システムに入力されるデータは、直接事実、つまり一次情報（ファクトデータベース）であるため、その情報の品質、すなわち精度や信頼性の確保が重視される。このため、現在各機関で収集管理しているデータについては、精度や信頼性等をチェックしながら入力していく必要がある。

2) データの規格の統一と標準化

本システムでは、広範囲にわたる全国ネットワークを考えているが、自治体によってはすでにデータベース化を進めているところもあると考えられることから、これら既存のデータベースとの互換性やデータの規格の統一や標準化を充分検討する必要がある。

3) 管理運営面

昨今の厳しい財政事情の下では、国の予算だけで管理運営していくには困難が予想されるため、防災関係団体やユーザーとなる民間企業を出資者および会員とする財団法人が主体となって管理運営していくことが考えられる。

この場合、管理運営する施設は、単なる情報センターとしてだけでなく、住民への防災啓蒙施設、いわゆる防災センターとしての機能を併せ持ったものとして整備されていくことが好ましいものと思われる。

4) データの機密性

入力データの民間部門への全面公開により、個人のプライバシーへの抵触が生じたり、また潜在的な危険度が高いと判定された地域では、地価の低落を招き、また、住民の不安を不必要にかきたてるなど、社会的混乱の発生することも予想され得る。したがって、必要に応じ、行政内部で利活用するデータと民間部門にも広く公開できるデータとの仕分けを慎重に行っていくよう配慮する必要がある。

5) 情報内容の充実

現段階では、災害予防面を中心とした文字・数値・画像情報のデータベース化が検討されているが、将来的には、災害発生時の瞬時をとらえるような動画情報や災害発生時の音響を表現する音声情報等被災状況に関する即時情報との結びつきを考えていく必要が生ずることも考えられる。

6 おわりに

日本のデータベースの構築は、アメリカに比べて10年は遅れているといわれている。これは、漢

字文字という日本特有の事情があり、それを克服するために10年の歳月を要したということであるが、日本においても、ここ数年でかなりの分野でデータベースが実用化されてきた。こうしたなかで、防災の分野でも個別機関ごとに運用・実用化が進んでいるものもあるが、縦割的な利用に終わっているのが実情である。

防災の分野そのものが横の広がり大きいことを考えても、また、防災対策の推進に当たっては、過去の災害の残した教訓の蓄積が重要であることを考えても、関連する情報を一元的に管理する必要がある、その機は熟しているものと考えられる。

本稿で紹介した防災情報ライブラリーは、今後の調査結果に基づいて本格的な概念設計を進めていくこととなるが、モデル自体についても、データベースの高度利用をめざした基礎的な研究を進めていく必要がある、できる限り施策の充実強化に資するシステムの構築をめざして取り組んでいきたいと考えている。

(さとう のりお/前国土庁防災局防災調整課)

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。

『植物と湖の旅』—生態紀行

吉良竜夫（大阪市立大学名誉教授）著
人文書院発行 B6判227ページ、2,400円

『目で見える救急処置法』

読売新聞社発行、A4判168ページ、1,500円

『火災原因ノート』

塚本孝一（日本大学講師）著
東京法令出版株式会社発行、B6判260ページ
1,200円

錯覚と道路安全

野口 薫

致命的な自動車事故の原因を明らかにすることは容易ではないが、2000件以上の事故現場へ急行して、事故原因を徹底的に分析した英国道路交通研究所の研究は次のことを明らかにした。全事故の95%が運転者を中心とする道路使用者のエラーによるものであり、運転者のエラーの半数近くが「知覚の誤り」、すなわち「錯覚」である。ここでは、すべての運転者が避けることのできない危険な錯覚現象の典型例を紹介する。

1 距離と速度の錯覚

道路使用者として、私たちには周囲の車や歩行者の位置や動きを適切に判断する課題が与えられている。

重大な事故を引き起こしやすい代表的な状況として、「右折」と「追い越し」が挙げられる。右折事故の大部分は右折車の運転者の錯覚によるものであり、また、追い越し時の衝突事故の半数近くが、追い越しをかけた運転者の錯覚によることが明らかにされている。これらの事故を引き起こす運転者の錯覚には次の3種類がある。

- (a) 対向車までの距離と接近速度の錯覚
- (b) 交差点やカーブまでの距離の錯覚

(c) 追い越しを完了するまでの距離と時間の錯覚 距離の錯覚

追い越しに必要な距離を正確に知覚するのがいかに困難かを示すスウェーデンの研究がある。まず、運転者は、実際に追い越しの実験を行う前に、追い越しを完了して、もとの車線に戻ることできるぎりぎりの追い越し可能距離を評定した。次に運転者は先行車をできるだけ速く追い越して、安全に自分の車線に戻る実験を行った。その結果は実際に追い越しに要した距離が著しく過小評価されることを示した。この過小評価の程度は20%から50%にわたり、スピードが速くなるほど過小評価する割合が増加した。

その理由を示す模擬的実験を図に示す。自分の

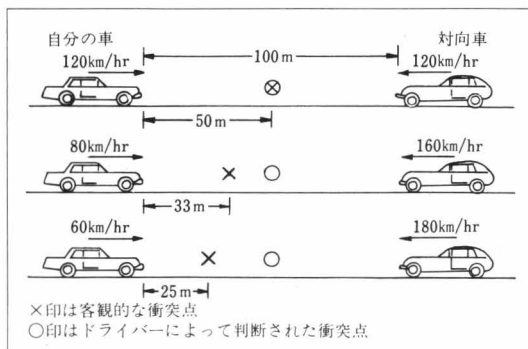


図1 追い越し場面における衝突地点の予想
自分の車は対向車のスピードにかかわらず、いつも中間点でぶつかるかと判断してしまう

車と対向車のスピードの違いにもかかわらず、両車が衝突する予想地点は、いつも両車の中間点であると判断されてしまう。実際場面での追い越しにおいても、対向車の距離もスピードも正確に知覚できないことが示されている。

先行車を追従するとき、運転者はその距離を知覚するのに、両眼視の生理的手掛かり(両眼視差・輻輳)を利用するといわれるが、運転時の距離知覚には単眼視の手掛かりが有効である。もっとも重要な単眼視手掛かりは視覚的大きさである。遠くを走っている乗用車は小さく見えるが、その視覚は大きさの変化によりその車までの距離が知覚される。しかし、この視覚的大きさの手掛かりも、対象が小さかったり遠くにあるときは、あまり有効ではない。

最近の研究によれば、小さい車は、大きい車と比べると、実際よりも遠くに見えるという錯覚を生じさせることが明らかになっている。しかも、小さい車とは知覚されず、より大きな車が遠くにいるように錯覚される。

この距離により、他の運転者は接近走行や追突事故に誘われやすいと解釈される。直進する二輪車と右折しようとする乗用車との衝突事故が最近問題になっているが、これは乗用車の運転者が、二輪車の速度を過小視するとともに、二輪車までの距離を過大視することによる。

速度の錯覚

<対向車の速度判断>

ふつう、高速度は実際

よりも遅く判断(過小評価)され、低速度は実際よりも速く判断(過大評価)される傾向がある。対向車の速度判断の実験結果を、図2に示す。これは、31歳から40歳までの運転者と61歳から70歳の運転者が、100mまたは150mの距離から接近してくる車の速度を判断したものである。

2地点で実験が行われ、地点Aでは速度制限が60マイル/時、地点Bでは40マイル/時であった。図から明らかなように、低速度は過大評価され、高速度は過小評価されるという錯覚に加えて、高年齢の運転者は速度を全体的に過小評価するという年齢効果がみられる。

<自車の速度判断——メンタルスピードメーター>

運転者は、自分の車の速度を知るために2種類の情報を利用することができる。すなわち、車のダッシュボードの速度計によって与えられる客観的な情報と運転者自身の主観的印象に基づく情報である。この主観的な速度感はメンタルスピード

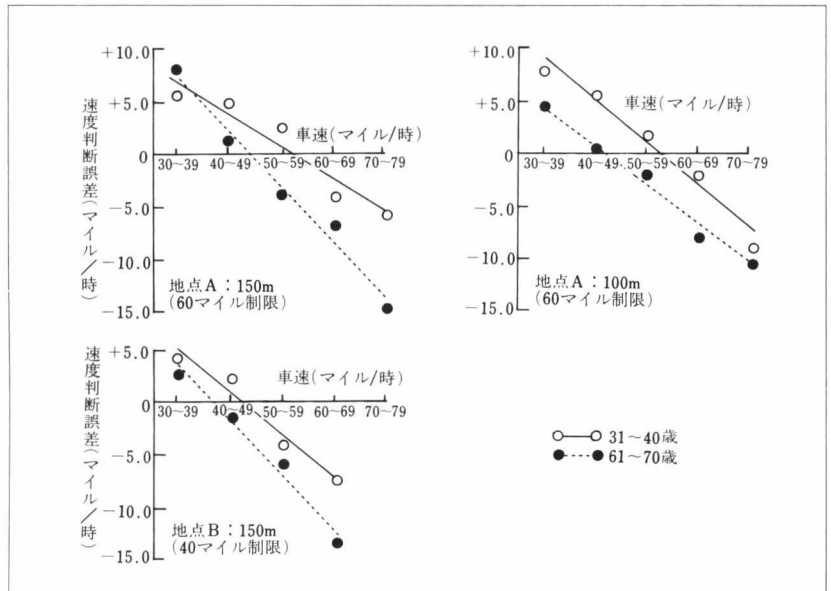


図2 対向車の速度判断

防災基礎講座

メーターとよばれ、いろいろな手掛かりによって決定される。加減速、方向の変化に伴う平衡感覚、エンジン音、風切り音、アクセルペダルの踏み方などがあるが、速度感にもっとも強く影響するのは運転者の視知覚である。すなわち、視覚的にとらえられた運動印象がメンタルスピードメーターを規定する。

走行中の車から前方を見るとき、視野中の対象が遠いほど、また中心に近いほど、速度は遅く感じられ、知覚の周辺視野の対象がもっとも速く感じられる。この速度勾配、あるいは「運動遠近法」が運転者自身の運動に関するもっとも重要な情報で、これによって身体や車がどこにあり、数秒後にはどこに行くかがわかるのである。

運転者が加速したり、減速したりする場合、車の速度計よりも主観的印象に頼ることが多い。とくに高速道路の出入りにはメンタルスピードメーターを用いる場合がほとんどである。ここで問題となるのは、このメンタルスピードメーターほどの程度正確であるかということである。

多くの事故やニアミスが速度が原因であることから、メンタルスピードメーターは不安定・不正確であることを示唆する。実際、加速・減速に際

して変更される速度判断が組織的に歪められることを示した実験がある。

実験は平坦な1マイルの直線道路で行われ、車の速度計は運転者には見えず、実験者だけが見ることができるよう工夫された。まず、運転者は実験者によって指定されたテスト速度になるまで加速した。運転者には速度計が見えないので、音の信号でそのテスト速度に到達したことが知らされた。

次に、運転者がテスト速度に到達すると、その速度の半分感じられるように減速することが指示された。この減速実験の結果は、図3に示される。図3から、運転者は指示された半分の速度よりも速くなるように減速した。換言すれば、運転者は実際の速度をいつも過小評価し、減速不十分という結果をもたらしたのである。

この結果は、実際場面ではどういうことを意味するのか。たとえば、高速道路を毎時100キロで巡行している運転者が、毎時50キロの速度に落ちてインターを出ようとする。彼がメンタルスピードメーターに頼るとすれば、実際には毎時65キロの速度でそのインターを出ることになる。彼は実際の速度を1/3近く過小評価したことになる。こ

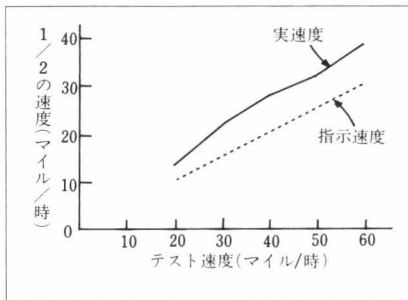


図3 減速(最初の速度を1/2にする)実験

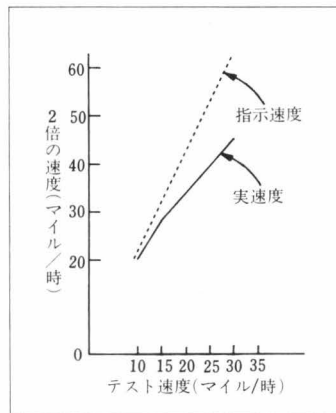


図4 加速(最初の速度を2倍にする)実験の結果

の減速が長時間連続的な高速運転のあとで行われると、後述の「速度順応」の効果が加わって、速度の過小評価という錯覚は一層顕著になる。

では加速の場合の速度判断はどうなるであろうか。減速実験と同じ要領で、運転者にテスト速度の2倍に加速する課題が与えられた。

図4に示されるように、テスト速度が高くなるにつれて、運転者は指示された2倍の速度に達しない速度で加速をやめてしまう傾向が著しくなる。すなわち、減速の場合と逆に、実際の速度を過大評価する錯覚が生じる。加速しながら、高速道路の本線に流入しようとする運転者は、走行速度を実際よりも速いと感じ、不十分な加速のまま本線に合流しようとすることになる。

〈速度順応〉

運転者が一定の速度で持続的に走行する場合、速度感は走り始めた時よりずっと減ってしまう。この「速度順応」の効果を測定するために、運転者が一定速度で走行する時間を組織的に変化させた実験が行われた。

運転者は毎時70マイルになるまで加速し、その速度で(1)5秒間、(2)20マイルの距離、(3)40マイルの距離を走行し、それぞれの条件で毎時40マイルと感じられる速度に減速するように求められた。

表1に、その結果を示す。

表1から明らかなように、運転者は毎時70マイルで5秒間走行後では、毎時44.5マイルに減速し、その速度が毎時40マイルの速度であると判断した。これは、実際の速度を11%過小評価したことになる。この過小評価が速度順応によるのか、前述の減速実験で示された効果によるのかは、この条件でははっきりしない。しかし、(2)と(3)の条件で得られた結果は明らかに速度順応によるものといえる。20マイルの距離を走行後は26%、40マイルの距離を走行後は32%もの速度の過小評価が生じたのである。

表1 速度順応の実験結果

実験条件	40マイル/時と判断された速度
(1) 70マイル/時で5秒走行後	44.5マイル/時
(2) 70マイル/時で20マイル走行後	50.5マイル/時
(3) 70マイル/時で40マイル走行後	53.5マイル/時

この速度順応は、高速道路における危険な接近走行を促進しているようである。高速道路に流入したときは適正な車間距離を保持していた運転者も高速走行に慣れてくると、メンタルスピードメーターの指針が下がり、高速感は薄れてくる。したがって、高速道路を走っていることを忘れたかのように、一般道路と同じように短い車間距離しか保たないようになる。

〈悪天候における距離・速度の錯覚〉

雨や雪や霧などの悪天候下および夜間では、次のような危険に結びつく錯覚が生じる。

- (a) 距離の過大評価：前方の対象、カーブ、交差点などの位置を実際よりも2倍も遠方にあるように知覚してしまう。
- (b) 速度の過小評価：周辺視野の速度情報 — 「運動遠近法」が減少するため、自分の車や対向車の速度を実際よりも低く知覚してしまう。

2 道路構造に関する錯覚

ふつう、運転者は道路の形や路面状況などをかなり正確に知覚することができる。しかし、道路の構造や周囲の視覚環境によって、実際の道路とは異なる知覚が生じることがある。なかでもカーブの錯覚と勾配の錯覚は、すべての運転者が直面する危険な現象である。

カーブの錯覚

たやすく曲ることができるように見えたカーブに進入して、初めて鋭いカーブであることに気づいて、慌てて減速したという経験をもつ人は多いであろう。あるいは減速する余裕もなく、道路からはみ出すか、ガードレールに激突したという事故も少なくない。

半円を越えない円弧は実際より曲がり方が少なく知覚される傾向があり、この「曲率の過小視」は、

防災基礎講座

円弧の見える部分が少ないほど顕著になることが実験により確かめられている(図5参照)。したがって、見通しの悪い曲線道路は、同じ曲率の見通しのよい曲線道路よりも曲がりやすいという錯覚を与える。しかも、道路の周囲の景観によっては、遠くからのカーブが完全に見えていても、その曲率が過小視されることがある。事故の多いカーブと少ないカーブの特徴を比較した研究によると、事故多発のカーブは「より広く、見通しがよい」と誤って知覚され、それが危険であることを感じさせない特徴をもつという。

さらに、夜間の照明のない2車線の曲線道路では、車の前照灯の照射距離と方向の限界のため、遠くに見える相手のライトと自分の間には直線道路があると錯覚することがある。つまり、前方の二つのライトと自分の間の道路は、実際には二つのカーブからなっているにもかかわらず、まっすぐであると判断し、この判断にしたがって自分の車速を調節する。そして、突然カーブを発見して、車のコントロールを失うこともある。

勾配の錯覚

上り坂と下り坂がそれぞれ逆に見える錯覚がある。写真1では下り坂が上り坂に見える、写真2では上り坂が下り坂に見える。山岳道路等でよく経験されるように、上り坂に見えるのに、車がどんどん加速されて慌てることがある。これは、図6に示すように、実際には(a)のように下り坂を走行しているにもかかわらず、道路周辺の視覚環境の形状によって、(b)のように自分の車が“水平”であると錯覚して、前方の緩やかな下り坂を上り坂であると知覚してしまうからである。

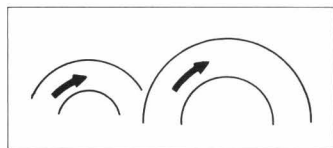


図5 カーブの錯視

一般に、道路勾配によって自分の身体が傾いていても、その傾きがはっきり感じられないときは、自分の外の視覚的枠組みの中のものが傾いて見える傾向があるといえる。

高速道路における事故と勾配の知覚ミス

日本ハイウェイセーフティ研究所の調査によると、高速道路(東名高速)において「走行車に追突」という同じタイプの事故が発生しやすい幾つかの事故多発地点があるという。事故多発地点に共通



写真1 下り坂だが上り坂に見える



写真2 上り坂だが下り坂に見える

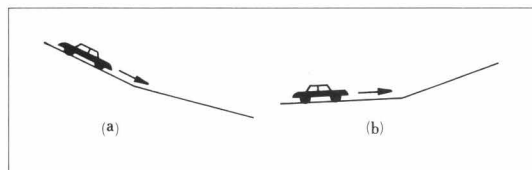


図6 勾配の錯視

する特徴は「緩やかな勾配変化地点」とよぶことのできるもので、比較的短い距離の目立たない勾配のある所である。特に坂を下った所から上り勾配に差し掛かり、速度の変化が出始める中ほどから、うねりの頂上部付近で追突事故が生じる。勾配の変化がはっきり知覚されないのに、先行車の速度が予想以上に低下するため、後続の車の運転者は追い越しをする余裕もなく追突してしまう例が多い。特に勾配のわずかな変化で、速度が変化しやすいトレーラーや過積トラックの追突が多いという。

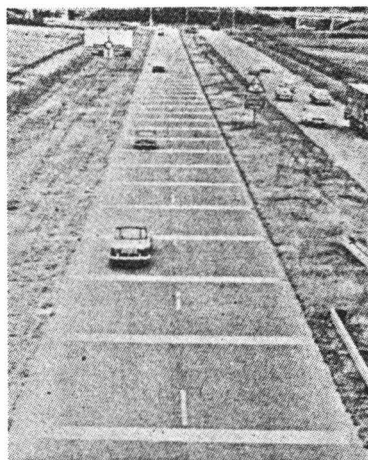


写真3 速度錯覚をもたらす路面パターン

3 錯覚を利用した安全対策

上述のいろいろな錯覚は、不注意によって生じるものではなくて、注意深い運転者も避けることのできない現象である。錯覚を防ぐために、ガードレール、路肩を示す線、並木、反射板等による視線誘導を設けたり、いろいろな規制・指示標識や警戒標識を設置したりしているが、まだ試行錯誤の段階である。ここでは錯覚効果を人為的に導入して危険を予知させるという、注目すべき試みを紹介する。

路面パターンによる速度錯覚

同じ道路であっても、路面にある種のパターンを設けることによって、速度感が異なることが英国道路交通研究所によって明らかにされた。

路面を模した大きな「動くベルト」を用いた実験は、パターンなしよりも等間隔の横縞、等間隔よりも指数関数的に間隔が狭くなる横縞のパターンが速度感の誇張に効果的であることを示した。すなわち、誇張された遠近法パターンは運転者に速度感を増大させ、減速しなければならぬ気持ちにさせる効果を与える。

実際、カーブに入る前の道路に、90本の黄色横

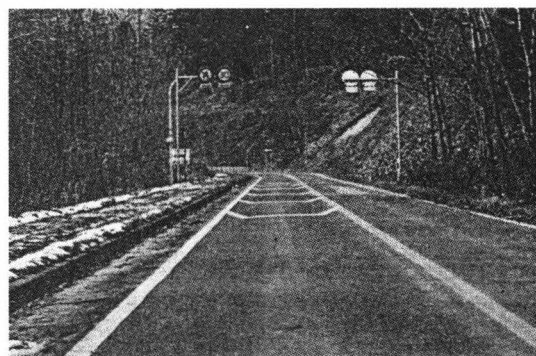


写真4 速度感の増幅と道路の凹面化をもたらす路面パターン

縞(幅60cm)が指数関数的に狭められた間隔で40mの距離にわたって設けられた(写真3)。このパターンを設ける前と後で速度の測定が行われた結果、カーブへ入る前の自動車の平均速度は23%減少した。そして、事故件数は激減したという。

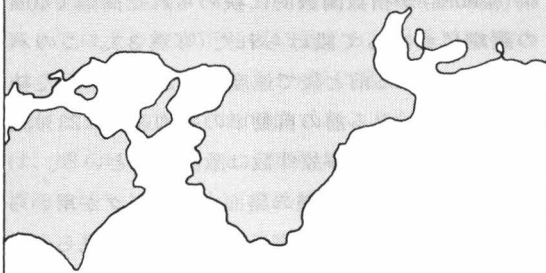
日本でも最近この種の路面マーキングが用いられるようになった。写真4は、北海道に見られる急カーブの予告表示である。このパターンは速度感を誇張するのみならず、帯の形状により道路の中央部がへこんで見えるという錯覚を生じさせる。このマーキングを設置してから、減速効果が認められ、カーブ事故が減ったということである。

(のぐち かおる/千葉大学教養部心理学教室教授)

地震活動の地域的特徴

尾池和夫

東海・南海



1 はじめに

東海道新幹線は、新大阪から東京まで、日本の人口が集中する大都市を結んだ動脈である。もし、東海地域を巨大地震の揺れが襲うとしたら、その瞬間にも、多勢の乗客を乗せてひかりやこだまがその地域を高速で走っている。東名高速道路にも一日平均30万台の車が走っている。

新幹線の列車の窓から見る風景は、名古屋から東へ延々と人の住む都市がほとんど切れ目なく続く有り様を見せてくれる。浜名湖にさしかかると、私は、大好物のうなぎを思い出すとともに、東海地域に発生した巨大地震のたびに、この湖が海につながったり離れたりを繰り返してきた歴史を思いおこす。

こだま号が停車する三島と熱海の間だけは、町並みかとぎれトンネルが多い。この地下の岩盤には、東北日本・西南日本・伊豆半島が、お互いに押し合いながら複雑な応力場を形成している。日本の地震活動を研究する者にとって、いつも注目していなければならない場所の一つである。

伊豆半島のつけ根の西側から、駿河湾の中を海底の谷が東海地域の沖へと延びている。紀伊半島・四国の沖を通る南海トラフであり、琉球の諸島の東側を台湾の近くまで続く。この長い谷が、巨大地震の繰り返しを生むプレート運動の存在を示している。

私は幼いころ、四国山脈に近い高知の山奥に住んでいた。1946年12月21日の南海道大地震（マグニチュード、M8.1）をそこで経験した。経験したといっても、地震が起こったのは早朝の4時19

分で、ぐっすりと眠っていた私は、そのときのすさまじい地動を覚えてはいない。それでも、朝意識がはっきりしてから見た光景は、今でもよく思い出される。毎日遊んでいた庭の土塀が全部倒れてしまって、そこから丸見えになった谷間の景色がすっかり変わり果てていた。いつも通る道の上には、大きな岩がころがり落ちて通せんぼをしていた。私のいた地域は、震度5であったと記録されている。

東海道から南海道にかけての地域は、巨大地震の震動と大津波に繰り返し襲われた。史料によれば、紀元684年（天武13年）以来、M8クラスの地震がたびたび記録に残されている。世界でも有数の巨大地震の巣に沿って太平洋に面した海岸に日本の都市が発達してきた。人が住むのに適した海岸の平野や、港に適した入江、燈台のある岬などが、海底の大規模な地殻変動と共に形成されてきた。

プレート境界に発生する巨大地震のメカニズムを中心に、東海・南海の地震の特徴を考えてみたい。

2 巨大地震の繰り返し

昔から環太平洋地震帯と呼ばれる、太平洋を取り巻く大地震帯がある。太平洋と周りの陸地との境界に世界の大地震のほとんどが発生する。日本列島や中米や南米の太平洋岸に沿う大地震は、太平洋の海底が陸の下に沈み込んでいく運動によって起きている。海底の岩盤が陸の地殻の先端を少しずつ引きずり込んでいくと、やがてその変形によってストレス（応力）がたまり、ついには引きずり込まれた陸の端が一気に跳ね上がる。その時、巨大地震が発生し、津波が沿岸を襲う。くっついていた岩盤同士が急に割れて離れ、広い範囲にわたってずれるわけである。

地震は、岩盤の中にたまったストレスが、岩盤の破壊によって急激に解放される現象である。長い期間のなかで地震がどのように起こるかを知るには、物が破壊される現象についての理論を当てはめてみればよいことになる。このような考えか

ら、太平洋の周りに起こる巨大地震の起こり方を調べた力武常次（共立全書、地震予知論入門）の結果によれば、南海・東海地域の巨大地震は、ほぼ117年（標準偏差35年）の平均繰り返し間隔で起こってきたことがわかる。

1985年9月19日、メキシコの首都に大きな被害を及ぼしたM8.1の大地震は、メキシコの太平洋側の海底に発生した。中米では、大地震は34.5年（標準偏差3.6年）の割合で起こっており、日本列島付近に比べると繰り返しの時間間隔が短かく、はるかに頻度が高い。

ワイブル分布というモデルをあてはめて、力武が計算した、一個の地震が起こった後、次の巨大地震が同じ地震帯にまた起こる確率が、どのように変化して上がっていくかを示したのが、図1である。中米では、一つの巨大地震のあと、30年もすると、とたんに次の大地震の発生する確率が上がり始め、数年のうちにたちまち100%近くになってしまう。このような所では、地震に備える対策も目標がはっきりしてくる。それにひきかえ、日本の東海・南海地域の大地震についての計算結果をみると、一つの大地震のあと、次の大地震の発生確率は数十年後から少しずつ上昇し始めることになる。災害に備えるとき、このような発生確率の変化は、人の一生の時間との関係で微妙な影響を与えることになる可能性が強い。一生の間に二度あるいは三度大地震を眼のあたりにみるメキシコの人たちと違って、東海・南海の地域の人々は、後の世代の人たちに大地震の恐ろしさを一生懸命語り伝えることによって、次の災害を防がな

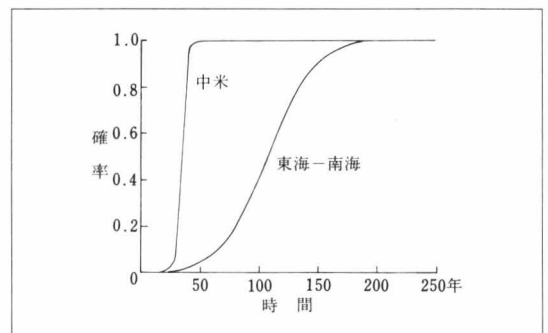


図1 大地震再来の確立の増加（力武常次の結果から抜粋）

ければならないのである。

1944年12月7日に、紀伊半島の東南沖を破壊の出発点、つまり震源の位置として起こったM8.0の巨大地震は、そこから東へほぼ150kmほどの範囲の岩盤のストレスを解放した。1946年12月21日の南海地震(M8.1)は、東南海地震の震源域の西側から四国の沖にかけての岩盤のストレスを解放した。だから、これらの地域では、まだしばらくの間、巨大地震が起こることはない。東の方では、東海沖の岩盤にストレスがたまっており、近い将来、大地震が発生する確率が高まっていると考えられている。その「東海地震」がいつ起こるかを知らるために、地震予知の仕事がこの地域で集中的に進められている。

数日前の新聞に、日本人の平均寿命がまた延びた、という記事があった。それでも、南海地震の被害を幼いころ自分の目でみた私は、そこにまた巨大地震が起こるまでは生きていないであろう。しかし、私の孫がやがて生まれるとしたら、彼女（あるいは彼）は、その一生の間に次の南海地震の発生を経験することになる可能性はきわめて強い。そう考えれば、この地域の大地震の繰り返し間隔は、人の寿命に比べて長いとはいえ、子孫のために地震に強い町を作り上げていかねばならないという気が、実感としてわいてくるのである。

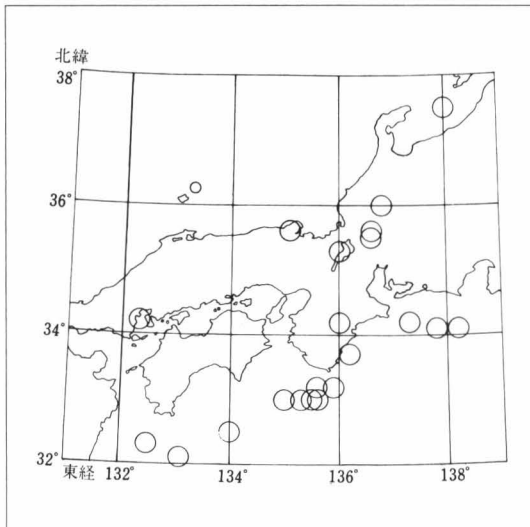


図2 東海～南海沖の大地震分布（理科年表による、M7.5以上）

図2は、歴史の記録から推定したM7.5以上の巨大地震の震央を丸印で示したものである。南海トラフに沿って繰り返り起こった巨大地震の歴史を知り、間違いなく、また次に起こる巨大地震に備えることの重要性を、そこから読み取っていただきたいと思う。

3 1944年東南海地震

終戦の前の年末に起こった震災は、工業地帯に大被害を出したが、その報道は極度にコントロールされた。実際様子は全国の人たちに詳しく知らされなかったが、愛知県を中心に広い地域でたくさんの人々が被災していた。特に名古屋重工業地区に被害が大きかった。死者998人、家屋の全壊26,130、半壊46,950、津波が沿岸を襲い流失3,059であった。

翌1945年1月13日、愛知県南部に三河地震(M7.1)が発生し、また死者1,961人の被害を出した。

静岡県立磐田北高等学校の生徒たちは、クラブ活動の一環として、東南海地震のときの様子を調査し続けてきた。地震からほぼ40年を経過したが、地元でずっと住む人々にとって、この大地震のときのことはそう簡単に忘れられるものではない。磐田北の女子生徒たちが足を運んで集めた地元の人々の記憶から、東南海地震のときの様子がしだいに明らかにされつつあり、その成果は「静岡県地震予知観測学習モデル校調査年報」などに報告されている。

東南海の大地震が起こると、その直後か数年以内に南海地震が起こる。20世紀の大地震の一つ前の例だと、1854年12月23日(嘉永7年11月4日)の安政(東海)地震(M8.4)の32時間後に、12月24日(安政元年11月5日)、安政(南海)地震(M8.4)が発生した。この時の前の地震では、震源域は駿河湾の中に達していたと考えられる。すなわち、「東海地震」の震源域を含めて一挙に破壊が発生し、岩盤がずれた。

1707年10月28日(宝永4年10月4日)のM8.4の地震のときには、東海から南海に至る広い地域に

被害があった。津波は伊豆半島から九州の沿岸を襲った。陸の地殻は一挙に跳ね上がり、室戸で1.5m、串本で1.2m、御前崎で1～2mの隆起が見られた。

1605年2月3日(慶長9年12月16日)の地震(M7.9)も、二つの大地震が連続して起こった。

1498年9月20日(明応7年8月25日)のM8.6の地震でも、静岡県志太郡で流死26,000人、伊勢志摩で溺死10,000人という記録がある。このとき、浜名湖は海に通じた。

4 1946年南海地震

この地震による被害は、中部地方から西の各地に及んだ。死1,330人、行方不明102人、家屋の全壊11,591、流失1,451である。津波は静岡から九州にかけて来襲し、船舶の破損や流失が2,991と記録されている。室戸岬は1.27m跳ね上がった。水準測量の結果を図3に示す。

高知県の西の方に中村市がある。1946年の南海地震によって、当時の中村町にも大きな被害が発生した。ここの被害は県下で最も多く、全家屋の90%、2500戸が破壊された。

高知県の西村知事は、震災の様子を「1946年12月ノ南海大地震ニヨル高知県ノ災害記録」という映画を製作して記録に残した。映画は、地震後3か月で完成した。その映画の冒頭に、宝永津波の石碑が写し出される。「天災は人々が忘れたころ来る」というのは、高知出身で東京大学地震研究所の設立に尽力した寺田寅彦の言葉である。映画の説明は、「ところが、やがてこの石碑が朽ちて、ただの路傍の石となるころ、またまた大きなわがわいが起こってまいります」と述べる。

南海トラフ沿いに1946年の南海大地震の震源域

を西へたどると、日向灘に至る。ここでも地震がよく起こる。日向灘と南海道の地震の震源域の間にあまり地震の起こらない所がある。1946年の地震のとき、高知県の西の方にある中村での被害が大きかったことを考えると、この地震の震源断層はかなり西の方まで広がっていたのかもしれない。余震をあまり伴わないようなヌルッとした運動が起こったのかもしれない。

南海トラフの活動は、さらに南西に続き、台湾の東側の地震の巣につながる。台湾では若手の地震学者たちがテレメーター観測網を置いて研究を進めている。南西諸島での地震観測を進めて南海トラフから台湾の間に地震学の空白域をつくらなければならぬと考え、私たちは今、観測点を南西の島々に設置している。

南海トラフから潜り込んだフィリピン海プレートの先は、西南日本外帯の下に達している。ここではやや深い地震が起こる。たいして大きな被害を出す地震とはならないが、それでも、たとえば1952年の吉野地震(死者9人)のような大きな地震がたまに起こる。震源が深いので、それだけ広い範囲で同じように強い震度となる。安芸灘や豊後水道の下でも、時々やや深い地震が起こって山陽新幹線を止めることがある。

5 大地震の季節

歴史の資料をもとにした統計によれば、南海ト

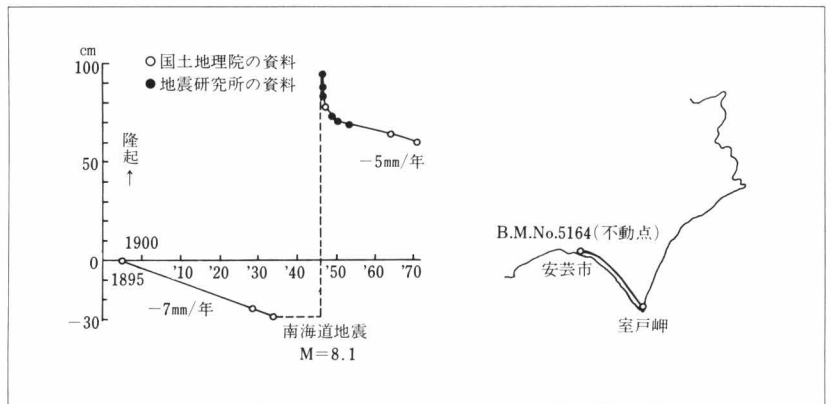


図3 安芸市を不動点とした南海地震前後の室戸岬の上下変動

ラフの大地震は季節的に偏って起こっている。図4に示されたように、M8クラスの地震は8月から2月までの間に起こった。

東海の東に隣接する地域でも、関東大地震は9月1日、1703年の元禄大地震(M8.2)も12月31日であった。

なぜ、この地域では、このように秋から冬に大地震が起こるのか、その仕組みはまだよくわかっていない。したがって、今のところ地震の防災対策にも、この性質は取り入れられていない。しかし、このような季節性が、物理学的に納得のでき

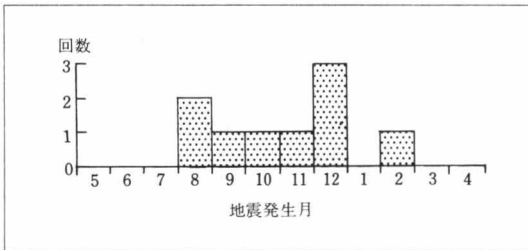


図4 東海～南海沖の大地震の月別頻度分布 (M8以上)

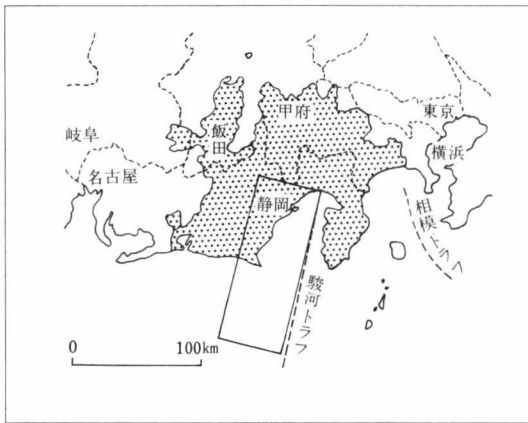


図5 地震防災対策強化地域と、東海地震の予想断層図(浅田敏による)

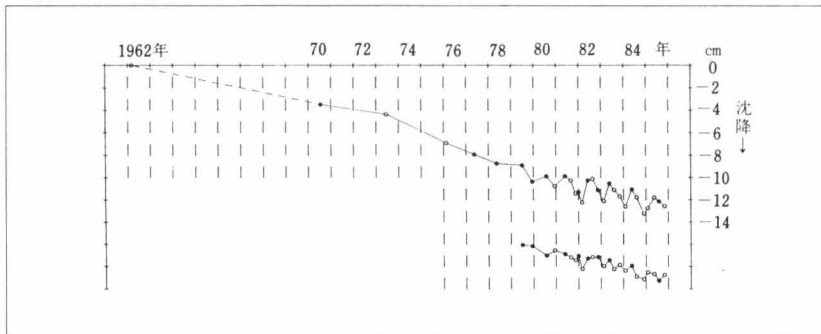


図6 掛川を基準として見た御前崎の沈降運動(下段は季節変動を除いた動き、国土地理院による)

る仕組みによって起こっていることがわかれば、地震の防災対策にはずいぶん役に立つであろう。

毎年9月1日の防災の日には、災害に備えて訓練が各地で行われる。東海～南海では、そのころから大地震が発生する季節に入るわけである。

6 地震の予知

大規模地震対策特別措置法によって、地震防災対策強化地域が、図5のように指定されている。地震対策を進めるために、図の長方形のような地震断層面ができるという想定をして、そのとき予想される各地での地震動の大きさを計算した。長方形で囲まれた部分の岩盤がずれて「東海地震」が起こると仮定しているわけである。前回の1854年安政の大地震で岩盤がずれたと考えられる範囲のうち、この長方形の部分が、最近の東南海地震でもずれを起こさずにストレスを貯えたまま残っていると考えられている。

日本では、大地震の予知を実際に行った経験がない。地震予知の研究を進める者にとっては、本当は何回か実験的に予知をしてみて、その手法に改良を加えたのち、実用化に踏み切る、というのがやりやすい。しかし、100年以上の期間をおいて起こる大地震を何回か待って、などと、のんびりしたことをいうわけにもいかない。たとえぶっつけ本番であっても、震災予防に少しでも役立つよう地震予知の手法を実用化しつつ、さらに研究を進めていくことが必要となる。

大地震は頻度が少ないが、中小規模の地震はたびたび発生する。場所をある所に定めて、そこで次の中小規模の地震が発生する「時」を予知する実験が行われ、成果を上げることができた。中小の地震でも短期前兆現象を今の観測技術で捕らえることができれば、同じ手法によって大地震直前

の現象も捕らえられるはずである。前兆現象は、本震の規模が大きければ、それだけ広い範囲で観測されると考えられる。

兵庫県山崎断層の地震予知テストフィールドで、比較的小さい地震の現象を私たちのグループが観測した結果によれば、地震の発生する1日から1か月前に地電流や比抵抗、地下水のイオン濃度などに異常現象が観測される。30kmほど離れた生野の断層破碎帯をまたいで設置された伸縮計でも、山崎断層系の地震活動に対応して変化が観測された。地震の前兆現象が敏感に現れる「つぼ」の存在が考えられているが、多くの観測点を密に配置してデータを取ってみななければ、この「つぼ」の実体を解明することは困難である。

「東海地震」の短期的予知のために、深井戸に設置された体積歪計が重要な役割を担っている。南関東から東海地域にかけての31か所の観測点にこの体積歪計が置かれ、気象庁にその信号が常時伝送されて、24時間の常時監視が行われている。

大地震の直前に異常な地殻変動があり、高感度の計器で連続観測をしていれば、数日前にその異常を見い出せる可能性がある。体積歪計などによる観測網の常時監視によって「東海地震」の直前の異常現象が検出されると、地震防災対策強化地域判定会が召集され、6人の委員が1時間半後には集まる。その判定会に基づく警戒宣言が、準備した防災対策の効果を発揮させられるだけの時間の余裕をもって発せられることを祈る。

1944年の東南海地震が起こったとき、ちょうどその近くで測量が行われていた。浅田敏「関東・東海地震と予知」(岩波書店)にそのときの様子が紹介されている。

陸軍省の陸地測量部が、静岡県掛川付近で11月24日から測量を始めた。12月に入っても順調に進んでいたが、12月6日の夜、データを整理していて、その日の夕方測定した水準点で3日前の測定値と比べると3mmの差があることに気づいた。翌7日の朝、測定を再開し、午前中のデータを整理すると、前日の測定値と比べてさらに信じられないような差があった。午後になると計器のレベル

を合わそうとしても気泡が動いて調整ができなくなり、その動きがどんどん大きくなった。やがて午後1時35分に大地震が発生した。

長期的予知のための重要なデータの一つに、測地測量のデータがある。南海トラフからのプレートの潜り込みに対応して、御前崎周辺は大きくひずんでいる様子が、測量の結果からわかる。このような長期にわたる地殻の動きをさらに詳しく確かめるために、短期間の繰り返し水準測量がそこで実施されている。掛川と御前崎を結ぶ水準路線で、図6のようなデータが得られている。御前崎を含む陸側の岩盤がプレートの相対運動によって引きずり込まれている。大地震発生の時期が近づくと、この沈み込みの運動の様子が激しく変化するかもしれない。

もう一つの長期的予知のデータとして、地震活動の空白域の形成という現象がある。ストレスが働くと、岩盤の弱い部分が次々と小さい規模の破壊を起こし、ひとしきりそれが終わると強い所が残る。その部分が広ければ、最後にそこが一挙に破壊して大地震となる。空白域ができる現象は、山崎断層テストフィールドの小地震発生前にも見つかっており、地震発生の「場所」と「規模」を知るための長期的予知のデータとして役に立つと考えられている。東海沖に今できている空白域は、一挙に破壊すると大規模な地震となるだけの面積を持っている。

地震防災対策は、地震に強い町づくりが基本であって、地震予知はあくまでもその主役ではない。時間のかかる地震防災対策の事業を推進させるための長期的予知であり、綿密に準備され訓練を重ねた対策の効力を発揮させるための短期的予知である。

特に、広域災害に対しては、日ごろから積み上げられた自主防災を主体とする備えが、災害を軽減するために威力を発揮する。市民一人一人の、地震予知情報を正しく受けとめる知識と、防災のためのきめの細かな備えが最も大切であることはいうまでもない。

(おいけ かずお/京都大学防災研究所助教授)

協会だより

損害保険業界や日本損害保険協会の諸事業や主な出来事のうち、特に防災活動を中心にお知らせするページです。これらの活動等について、ご意見やご質問がございましたら、何なりとお気軽に編集部＝当協会防災事業室までお寄せください。

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、地震等の自然災害や、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、毎年全国から数都市を選定して、防災プラザを開催しています。

本年度は、青森県青森市、高知県高知市において開催することとなりました(日程および会場は下記のとおり)。

パネルやゲーム等による防災知識コーナー、パソコン等による防災診断コーナー、防災クイズコーナーなどの展示物や、起震車・梯子車の試乗体験など各種のイベントにより、楽しみながら防災意識を高めていただく催しです。お近くの方は、ぜひご来場ください。

●青森市：11月1日(土)～3日(月) サンロード青森

●高知市：11月22日(土)～24日(月) ニチイ

新作防災映画が完成しました

当協会が東京消防庁との共同企画で製作を進めておりました防災映画「しあわせ防災家族——わが家の火災危険をさぐる」(カラー・21分)が完成しました。

この映画は、家庭内の火災危険を家族ひとりひとりの分担によってなくしていく過程を描いたもので、当協会および当協会各地方委員会(T E L : 表3参照)より無料で貸出しします。

自動車保険の保険料などが一部変わります

自動車保険の保険料負担をより一層公平にするために、10月1日から保険料などの取り扱いが一部変わります。

■事故の多い方(1、2等級)の割増率が引上げられます。

自動車保険では、事故の有無による保険料の割増・割引を等級別料率表にもとづいて行っていますが、とくに事故の多い1等級、2等級については、右表のとおり割増率が引上げられます。

■初めて自動車保険を契約される方の保険料については、運転者の年齢条件により割増が設けられます。

自家用の普通・小型・軽四輪乗用車、二輪自動車、原動機付自転車に、初めて自動車保険を契約される方の保険料は、運転者の年齢条件別により、右表のとおり割増が設けられます。なお、ドライバー保険については変更されません。

■事故件数の数え方が一部変わります。

保険金が支払われる事故(保険事故)を起こすと、次契約に適用される等級がダウンしますが、「搭乗者傷害保険のみの保険事故」や「車両保険と搭乗者傷害保険に限られた保険事故で、火災・爆発(ただし、他物との衝突・接触、転覆、墜落により生じた場合を含みません)、盗難、台風、

洪水、落書による保険事故」は、事故件数には数えないこととなります。

※1、2等級の割増率の変更および新たな事故件数の数え方にもとづく等級の決定は、保険期間が10月1日以降に始まる契約が満期(または解約)となった後の契約からとなります。

新・等級別料率表の説明

等 級	保 険 料 係 数			
16等級	0.4 (60%割引)	現 行 ど お り		
15等級	0.4 (60%割引)			
14等級	0.4 (60%割引)			
13等級	0.42(58%割引)			
12等級	0.45(55%割引)			
11等級	0.5 (50%割引)			
10等級	0.6 (40%割引)			
9等級	0.7 (30%割引)			
8等級	0.8 (20%割引)			
7等級	0.9 (10%割引)			
6 等 級	前契約あり	1.0 (0%)	り	
	運 転 者 年 齢 条 件 全 年 齢 担 保	1.0 (0%)		
	26歳未満 不担保	1.0 (0%)		
	21歳未満 不担保	1.1 (10%割増)		改 定 (現行=) (割増なし)
	21歳未満 全年齢担保	1.2 (20%割増)		
5等級	1.1 (10%割増)	現 行 ど お り		
4等級	1.2 (20%割増)			
3等級	1.3 (30%割増)			
2等級	1.4 (40%割増)			
1等級	1.5 (50%割増)		改 定 (現行=) (30%割増)	

現在の自動車保険の保険料は、過去の事故歴を保険料に適正に反映させ、契約者間の保険料負担の公平化を図るため、等級別料率となっています。

●初めて自動車保険を契約される方は6等級(前契約なし)にランクされます。

●以後

・無事故1年ごとに1等級アップします。

・事故があれば事故1件について次契約は2等級ダウンします。

ただし、人身事故については1件を2件分と数えます。

●たとえば、

・初めて契約された後1年間無事故であれば次契約は7等級(10%割引)となり、事故1件起こすと4等級(20%割増)となります。

・16等級(60%割引)まで進んでから事故1件起こした場合、等級は14等級となりますが、割引率60%は変わりません。

※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。

61年5月・6月・7月

災害メモ

崎川市場（30店舗入居）2階東側付近から出火。1棟延べ約1,100m²全焼。隣接住宅や店舗に延焼し、6店舗と住宅2棟の計250m²も焼失。消防士1名重傷。

★爆発

- 5・17 三重県四日市市采女町の国道1号沿いにあるマルエイ四日市支店LPG充てん作業所で爆発事故。プロパンやブタンガスボンベに燃え移り、次々爆発、炎上。2名負傷。
- 5・26 埼玉県朝霞市三原の民家でプロパンガス爆発、炎上。隣接住宅へ延焼し、計5棟520m²全焼、2棟半焼。2名死亡、1名負傷。
- 7・3 静岡県藤枝市内瀬戸の神戸煙火工場で火薬類が爆発、炎上。作業所や資材倉庫が次々誘爆。7棟倒壊、5棟全焼（計300m²）。

★陸上交通

- 5・7 東京都府中市分梅町の都道鎌倉街道交差点で、右折しようとしたワゴン車にオートバイが衝突。バイクの燃料タンクからもれたガソリンに引火、炎上して歩行者に突っ込み、8名重傷（9日1名死亡）。
- 5・8 山梨県南都留郡河口湖町の富士スバルラインで、乗用車が横滑りして林へ暴走。岩に乗り上げた後路上に横転、大破。3名死亡、2名重傷。
- 6・8 福島県郡山市富田町の東北自動車道で、乗用車がガードレールを破ってコンクリート製橋脚に衝突。3名死亡、1名重体。
- 6・9 東京都港区芝浦の百代橋で、乗用車が歩行者の列に突っ込み、20名重軽傷。
- 6・30 青森県青森市筒井桜川の国鉄東北本線で、まくら木取り付け用具交換作業中、回送中の機関車にはねとばされ、作業員4名が死亡。

●7・4 新潟県中蒲原郡亀田町の信越本線北山第二踏切で、トラックが普通電車に衝突。引きずられて大破。3名死亡。

●7・10 千葉県四街道市萱橋の東関東自動車道で、大型タンクローリーが大型ダンプカーに追突。ローリーははずみで対向車線に飛び出し、乗用車と正面衝突。両車とも炎上。4名死亡、1名重傷。

●7・12 兵庫県佐用郡佐用町の中国自動車道で、2階建て観光バスが横転。40名重軽傷。

●7・12 山口県防府市下右田上勝坂の国道262号で、乗用車が雨でスリップし対向車線に飛び出して乗用車に激突、大破。3名死亡、3名重軽傷。

●7・20 北海道深川市納内町の道道で、乗用車が縁石に乗り上げ暴走、コンクリート製電柱に激突。4名死亡。

●7・23 北海道札幌市西区の国道5号で、乗用車が工場の鉄骨に衝突、炎上。3名死亡。

★海上交通

- 6・17 福島県鶴の尾岬沖で海洋調査船へりおす（50t・9名乗組）が転覆沈没。2名死亡、7名行方不明。
- 7・14 愛媛県越智郡波方町沖の来島海峡で、大型カーフェリーおくどうご6（6,378t・34名乗組、乗客354名）とケミカルタンカー三典丸（199t・5名乗組）が衝突。さらにフェリーに後続のタンカー伊勢丸（699t・8名乗組）が追突。三典丸の積み荷アクリルニトリルが流出。乗客113名負傷。
- 7・18 鳥根県隠岐郡都万村那久岬灯台下北西約20kmで鮮魚運搬船第33天祐丸（157.9t・5名乗組）と貨物船オーシャングレース（12,967t）が衝突。天祐丸は沈没。1名死亡、2名行方不明。

★火災

- 6・14 千葉県船橋市本町の船橋東武で火災（グラビアページへ）。
- 6・18 福島県福島市栄町の小料理店古城で火災。棟割り建物1棟約110m²全焼。2名死亡、一名重傷。
- 7・8 新潟県三島郡和島村の民家台所から出火。1棟92m²全焼。隣接作業所、土蔵に延焼し、計4棟216m²も全焼。2名死亡、1名重体、2名負傷。天ぷらなべに火が入ったもの。
- 7・11 東京都渋谷区渋谷の民家で火災。1棟約60m²全焼、隣接住宅の一部焼失。2名死亡。
- 7・11 北海道江別市見晴台の菓子製造販売店1階製造場付近から出火。店舗兼住宅1棟延べ約180m²全焼。3名死亡、2名重軽傷。
- 7・29 大阪府大阪市淀川区の神

★航空

●7・23 新潟県佐渡郡相川町戸地（佐渡島）の山中に、読売新聞社小型双発ジェット機（4名乗組）が激突。全員死亡。

★自然

●7・10 鹿児島県鹿児島市で集中豪雨。シラス地盤の新興住宅地をはじめ95ヵ所で土砂崩れが発生。81棟全半壊、549戸浸水、18名死亡、9名負傷。

〈主な被害〉

- ・同市平之町の城山が崩れ、11棟全半壊。5名が生き埋めとなり全員死亡。
- ・同市上竜尾町の裏山が崩れ、4棟全壊。1名死亡、4名が生き埋めとなり全員死亡。
- ・同市長田町城ヶ谷の裏山が崩れ、3名が生き埋め。幼児1名が救出され2名死亡。

★その他

- 5・15 埼玉県越谷市の元荒川で幼児2名が増水の川に転落、死亡。
- 5・22 神奈川県厚木市船子の東京農大厚木農場学生寮で、2名が一酸化炭素中毒で死亡。
- 6・23 茨城県那珂郡東海村の動力炉・核燃料開発事業団東海事業所で、査察作業中の査察官ら12名が被ばく。
- 7・2 大分県別府市北浜の別府観光会館解体工事中、コンクリート壁が約20mにわたって崩落。バス停付近の7名が下敷きとなり、2名重体、5名重軽傷。
- 7・2 千葉県市原市八幡海岸通り三井造船第二ドックで、船組み作業中、船体の最後尾ブロックが突然落下。作業員3名死亡、5名負傷。
- 7・17 千葉県成田市新妻の根本名川で、地盤強化作業中、コンクリー

ト注入機パイルドライバー車の鉄塊が落下。作業員2名死亡。

●7・25 静岡県沼津市東間門の千本浜海岸で、救助しようとした父と子供3名がおぼれて死亡。

★海外

- 5・2 イギリス・ポートンダウンの細菌兵器や化学兵器研究センターで火災。
- 5・5 ポルトガル・リスボン近くのポボア・デ・サンタイリア駅構内で、近郊電車で急行列車が衝突。両車両大破。少なくとも17名死亡、83名負傷。ポイント切り替え作業のミスらしい。
- 5・23 中国・北京市王府井大街にある北京最大の5階建て百貨大楼で火災。1階から4階まで延焼。
- 5・17～19 ソロモン諸島でサイクロン。22日現在、死亡約100名、30数人が洪水に押し流され行方不明、9万名が家を失う。
- 5・25 台湾中部南投県の観光名所の峡谷で大規模な地滑り。14名死亡、12名行方不明、24名重軽傷。
- 5・25 バングラデシュ南部のメグナ川で、大型フェリーが嵐に遭い沈没。少なくとも400名以上死亡。
- 6・21 コロンビア南部ナリーニョ州ラピラグア近郊の幹線道路で大規模な土砂崩れ。15名死亡確認。200名以上死亡したらしい。
- 6・29 フランス・リヨン郊外の変電所で変圧器火災。ダイオキシンが発生し、住民数千名避難。
- 7・11 フィリピン北部で台風。71名死亡、20名行方不明。その後中国大陸に上陸、広東省東部で172名死亡、1,250名負傷。家屋の倒壊264,000戸。被害総額14億円（約700億円）以上にのぼるらしい。
- 7・15 台湾・高雄市のホテルロイヤルで火災。7名死亡、8名負傷。

編集委員

- 赤木昭夫 N H K解説委員
- 上田三夫 東京海上火災保険㈱
- 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
- 小山 貞 東京消防庁予防部長
- 塚本孝一 元日本大学教授
- 根本順吉 気象研究家
- 森 尚雄 科学警察研究所交通部長
- 森島 淳 千代田火災海上保険㈱
- 森宮 康 明治大学教授

編集後記

◆本誌の読者には東海地震がいつの日か必ず起こるといふことに疑いをもつ人は、少ないでしょうが、一般の人は必ずしもそうではないようです。だから、マスコミによる防災情報の提供は大切ななあ——そんなことを考えながら防災の日の新聞やテレビ、ラジオに接しました。◆今号災害メモで目につくのは、5月17日の四日市市のL P G充填所での爆発事故と、6月14日の船橋市Tデパートの変電設備の火災、ともに全国各地に数多く存在する施設、その安全性が信頼できないとすると、大変不安です。しかし、この事件の追っかけ記事にはお目にかかれません。マスコミにそこまで要求するのは無理かもしれませんが、ちょっと気になります。◆当協会が行っている防災講演会はこのところ毎年開催希望が増えています。すべてのご要望に応じることが困難な状況ですが、それだけに重要な防災事業と心得て、頑張っています。(山田)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

©147号 昭和61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=㈱阪本企画室

船橋東武デパート で火災

61年6月14日午前10時15分ごろ、千葉県船橋市の国鉄船橋駅北口に隣接しているデパート「船橋東武」で火災。火元は地下3階の変圧器室で、変圧器が何らかの原因で出火した。このため地下に煙が充満し、消火活動に当たった警備員等3名が一酸化炭素中毒で死亡したが、店内にいた客は従業員の避難誘導で全員無事だった。

障害者施設 深夜火事で8名死亡

61年8月1日午前0時ごろ、神戸市北区有野町の社会福祉法人「陽気会」内「陽気寮」で火災が発生。当時、同施設には44名の寮生がいたが、逃げ遅れた8名が死亡した。出火原因はタバコの火の不始末らしい。

同施設では月2回ぐらい避難訓練を行っており、夜間訓練も7月26日に実施したばかりだった。防災設備もほぼ満点だったが、老朽化した木造建物が火の回りを早くし、通報が遅れたことが被害を大きくしたとみられている。

豪雨禍、土砂崩れ、河川はんらん続出

昭和61年8月4日深夜から5日にかけて、台風10号から変わった温帯低気圧は、北関東・東北地方を中心に大雨をもたらした。茨木・栃木・福島・宮城の各県では、降り始めの4日から6日までに、多い所で300～400ミリの雨量を記録。山・がけ崩れや浸水被害が相次いだ。この豪雨災害に対して、1都6県の38区市町に災害救助法が適用された。

●宮城県柴田郡村田町で裏山が崩れ、民家1棟、6名が生き埋めとなり、3名死亡、1名重体。

●栃木県茂木町町田地区の民家裏山が崩れ、家屋が半壊。流れ込んだ土砂で2名死亡。

●福島県では阿武隈川がはんらん。

●栃木県茂木町の逆川のはんらんで、町のほぼ全域が冠水。

●茨城県でも、利根川支流の小貝川が明野町と石下町の2か所で決壊。濁流は下流の水海道市にも及んだ。

(8月4日0時～6日9時 気象庁調べ)

県名	観測所	雨量	県名	観測所	雨量	県名	観測所	雨量	
岩手	宮古	262	福島	福島	264	栃木	烏山	303	
	大船渡	234		郡山	206		真岡	311	
	宮城	仙台		402	茨城		花園	424	埼玉
宮城	亘理	416	茨城	水戸	288	千葉	我孫子	258	
	塩釜	394		笠間	280		東京	東京	214
	福島	八木沢		412	栃木		高根沢	332	新砂

一般被害

(8月19日11時00分現在 消防庁調べ)

区分	単位	被害数
人的被害	死者	19
	行方不明者	1
	負傷者	107
住家被害	全壊	111
	半壊	239
	一部破損	383
	床上浸水	31,981
	床下浸水	78,281
非住家		12,701

区分	単位	被害数
り災者	人	57,259
り災世帯	世帯	29,156
その他	道路箇所	11,993
	橋りょう	391
	河川	8,990
	崖くずれ	2,128
	鉄道不通	43

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・精麦およびでんぶ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

森と子どもの歌 [15分]

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＝(082)247-4529、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)



防火の大役 あなたが主役

消防庁 / 日本損害保険協会

防火PRの主役は 中山美穂さん

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) |