

予防時報

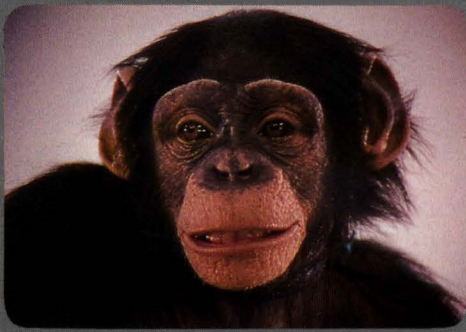
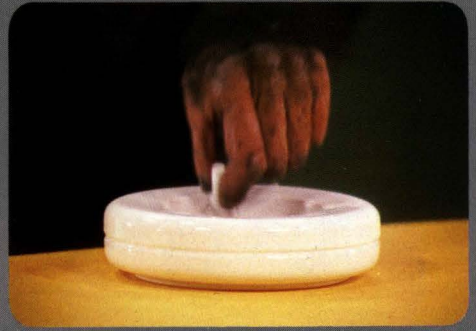
119

1979

autumn

損保業界の防災事業

ことしは、チンパンジーが主役です。このフィルムを10月からテレビで放映します。



“協会だより”でご案内のように、10月からテレビで防災PRを行います。ことしのフィルムは写真のように、チンパンジーが主役。動物の登場で、茶の間の全員に楽しみながら、防火意識を高揚してもらおうというねらいです。



浅間山の天明噴火「夜分大焼之図」 (浅間園提供)



日本のポンペイ鎌原

天明3年7月8日に浅間山大爆発の巨大な熱泥流が、北側六里ヶ原に押し出し、群馬県吾妻郡嬭恋村^{カンバラ}鎌原部落を一瞬間に押し潰し、全村が埋没した。中山道の脇往還の宿場で、戸数7・80戸の街村と運命を共にした者477名、生存者は当日他村にいた者を加え、わずか92名であった。

災害から196年を経過した。今夏、泥流の下にうずもれた旧部落の学術調査が行われたが、民家1戸が旧地表5m下ににあることが確認され、屋根・柱・家具・調度品など多数が発見され、部落の高い小山にあって被害をまぬがれた観音堂の石段が150段ぐらいあったという伝承を確認するために発掘調査した結果、石段を駆け登る途中で遭難したと思われる人骨2体分が出、階段は50段ぐらいしかなかったのではないかと推論に達した。

幕府は、生存者を他に移住させようとしたが、廃きよとなった焦土の上に村を再建したいという願いで、現在の村造りが行われた。妻をなくした夫、夫をなくした妻を夫婦としてめあわせ1戸をつくり、親をなくした子と子をなくした親を親子として1戸とした。結婚式はへぎに味噌を盛り、花嫁は新しいくしをさしただけだったと記録に残されている。

旧村の全部を発掘することは不可能であるが、今後継続していく過程で、火山国日本のポンペイのペールがはがされていくであろう。

(萩原 進・群馬県文化財保護審議会委員)

予防時報
1979・10
119

目次

原子炉の危険性／都甲泰正	13
超高層建物における人命安全対策／中田金市	19
ずいひつ	
海底ボーリング／奈須紀幸	6
深海底マンガン団塊／島 誠	8
海底地すべりと海底電線切断事故／大塚謙一	10
下降気流による災害	
下降気流と航空機事故／中山 章	34
地型による強風／古川武彦	39
自動車総合管制技術開発の概要と その結果／中井榛名	46
沖縄県交通方法変更前後における 交通挙動の推移／木戸伴雄	51
防災基礎講座	
F T A の考え方と使い方／大島栄次	58
歴史地震から学ぶ⑧	
新潟の史料集収旅行から ——多くの人の協力で成果／宇佐美龍夫	64
座談会 企業災害と責任	
青山三千子／板倉 宏／早崎 健／ 赤木昭夫	25
防災言	
防災システムのなかの人間／川島 巖	5
災害メモ	69
表紙写真／竜頭の滝(日光)／丹溪 カット／中條真行	

防災言

川島 巖

東京消防庁予防部長
本誌編集委員

防災システムのなかの人間

今年、国の内外でいろいろな特異な災害が相次いでいる。藤枝市の都市ガス漏えい事故、大清水トンネルの火災事故、米国スリーマイル島の原子力発電所の事故、同じく米国のDC-10の墜落事故、東名高速自動車道の日本坂トンネルの火災事故等である。これらの事故のほとんどに共通していえることは、それぞれ、現在において最も技術の水準の高いと思われる施設や物に関連して起きていることであろう。これらは、それぞれの持つ複雑な、そして重大な危険要因に対して、多重的に安全を確保し維持するための施設・設備・体制を完備していたといわれる。事故発生以前には、絶対に安全であると誇っていたものである。しかし、現実には極めて重大な事故が発生し、その経緯をみると、これも共通していえることとして、一連の安全措置の部分として、人間の関係するところに大きなミスがあったのではないかということである。しかも、それが初歩的段階に近いと思われるところのミスである。それが重大な事故発生やその拡大の要因をなしていることが報道されている。

多くの安全システムのなかには、現在のところ

人間は必ず介在している。この場合、人間が予期の如くに機能しなければ、当然全体のシステム系の機能に影響がでてくる。そこで人間を予期の如くに機能させるための教育・訓練が行われる。しかし、起きた事故事例をみる限り、その教育訓練の結果が持続されていないところに、また、ある程度持続されていたとしても、平常時の教育・訓練が災害時に十分にその効果を発揮できないで重大なミスを招いたものと思われる。現在、都市における大規模建築物、工業地域における巨大な産業施設、その他巨大化・集約化・複雑化の傾向をたどるものが多い。これらに対する防災は、勢い自動化・機械化を中心とした総合防災システム化の時代を迎えようとしている。しかし、多くの技術的困難を克服しても、そのシステム系全部をコンピュータや機械に依存することはできない。それらの保守・整備はもとより、操作・制御・判断等の一部、または大部分は人間の分野である。このようなとき、防災のシステム系のなかに人間が組み込まれる場合、人間の評価をどのようにすべきかは極めて重要な問題であり、今後の一つの大きな防災上の研究課題ではないかと思われる。

ずいひつ

海底ボーリング

奈須紀幸

東京大学海洋研究所

石油や天然ガスは、燃料として、またプラスチックなど化学製品の原料として広く用いられる。石炭が固形であるのに対して、石油や天然ガスは流体であるので、何といたっても取り扱いが容易であるから、第2次大戦後から今日に至るまでの間、石炭を抑えて、燃料および化学製品の原料としての王座を占めてきたかの感がある。

ただし、いささかその間に人類が使い過ぎた感もあり、最近では資源量としての先行き不安も現れてきて、従来のように産出使用することは困難になってきた。いわゆる、省エネルギーが叫ばれるようになってきた。

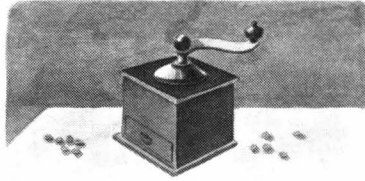
では、どうして使い過ぎたのであろうか。それは、第1に油田・ガス田の探査技術が戦後格段に進歩したこと、第2に掘削技術が長

足の進歩をみたこと、第3にスーパータンカーの建造による大量輸送の実現と、そのことによるコストダウンを挙げることができよう。

以上の3つの理由にいずれも絡んでいるのが、海底油田の開発である。戦前はそれほどもなかった海底油田やガス田が、急速に浮上して供給の一大源泉となってきたのは、全く戦後の技術革新のたまものである。また、開発が実現すると膨大な利益を生み出すこともあって、海底油田・ガス田の探査・開発には世界各地で大規模な先行投資が行われ、その結果として新しい油田・ガス田の発見が続々と行われたのである。

いわば、海底に穴を掘る、すなわちボーリングを行う技術が進歩し、それにまつわる油田・ガス田開発のための事前調査の手段が長足の進歩を遂げたのである。このような海底の油田やガス田の開発は、海においては専ら大陸棚地域において実行されてきた。しかし、最近ではより深い大陸斜面などでも開発が実行に移されるすう勢にあり、それに適した技術の開発が押し進められつつある。

これら海底のボーリングには、ほぼ3つの型がある。第1は、海底まで脚を降ろした台



の上にボーリング用のやぐらを装備したもの、第2は、半潜水式の浮遊体のプラットフォームの上にやぐらを備えたもの、これをセミ・サブマーシブル掘削やぐら、といているが、現在では、この型が海底掘削の主役である。第3は、ボーリング船である。これは船上にやぐらを備えたもので、移動が容易にできるので試掘用として活用されている。浅い所では、ボーリング船から四方にワイヤーを張って海底のおもりにつなぎ、船が移動しないように固縛する。より深い海では、そのような方法ではとても間に合わないので、最近ではコンピュータ・コントロールで船位を自動的に保持するセルフ・ポジショニングの方法が採られるようになった。

特に深海用のボーリング船はこの方法を採用している。ただし、現存する深海用ボーリング船の数は世界中でただ一隻、米国のグロウマー・チャレンジャー号（1万トン）が活躍しているのみである。

深海底ボーリングといえば、このことが実行に移されたのは昭和36年のことである。米国のカス1号（3,000トン）によるもので、この際、セルフ・ポジショニングによる船位保持

が行われた。ハワイとメキシコの中間の太平洋底で海底下171mの柱状試料を得ている。

丁度この年に、大洋底拡大説なるものがまとまりを得た。それまでは、太平洋は永遠の海で、地球創生の後、ある期間を過ぎて地表のくぼみに海洋の水をたたえるようになったとき、それは20-30億年以上前のことであつたと考えられるが、そのころからずっと続いて海の状態を続けてきたのであると推定されていた。

その神話が壊れて、各大洋はその中に長大な割れ目—中央海嶺—があり、そこへ地球内部から物質がわき出して海洋底を続々と新生し、両側へ拡大伸張しているのであろうという考え方に変わったのが昭和36年ごろのことである。この説は昭和42年ごろには更に発展してプレート・テクトニクスの理論としてほぼ完成された。それによると、各大洋の中央海嶺系で新生する海洋底プレート（岩の板）は、マントル対流によって横方向へ拡大移動する。これに押され放しの大陸プレートの部分もあるし、海洋底プレートを自分の下へ斜めに潜り込ましてしまう大陸プレートの部分もある、という考え方が現れた。後者は、

ずいひつ

日本列島などが好例となっており、潜り込みによって日本海溝が作られているし、潜り込みの摩擦によって地震や火山の噴火を伴うという考え方である。

昭和43年から活躍を始めた深海掘削船グロマー・チャレンジャー号は、その後の10数年にわたる活動を通じて、この大洋底拡大の事実をいろいろな角度から実証し、大きな成果を挙げた。日本海溝の掘削でも大成功を収めた。深海底を掘ることによって地震発生の機構などを明らかにしつつある。今後の活躍を大いに期待したい。

深海底マンガン団塊

島 誠

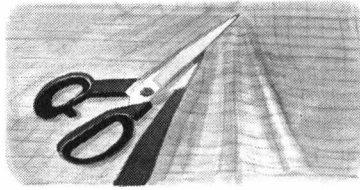
理化学研究所

現代人が、未来の人類に誇れる2つの科学事始がある。宇宙の空間へと、深い海底へと旅立ち物語である。この世に人類が現れて

以来、空を見上げれば満天の星、月、そして太陽と、たしかに、宇宙は我々の視覚に訴える何かがある。そこへの旅立ちは、永年のあこがれであり、多くのロマンに満ちた歴史的な背景があつての出発である。

一方、深い海底への旅立ちは、視覚に直接訴えることがなかった盲点で、永い空虚な時を過ごしてきた。ごく最近になって、急に、生臭い欲にあふれた衝動から、取り急ぎ出発することになった。ちょうど、未知の大陸であったアメリカ東部に砂金の発見が報ぜられると、我先にと東へ走り出したころの情景によく似ている。なぜこのような現象が、深い海底を舞台に繰り広げられ始めたのだろうか。

18世紀の終わりごろに、世界を一周した探検船が、南太平洋で、深海底から丸いボールのようなマンガン団塊を採取した。大変に物珍しい物質で、学問的に興味ある話題として記録に残された。その後、深海研究の際に偶然採取される団塊についての報告が、断続的に行われてきた。日本でも1927年に、理化学研究所の飯盛里安先生によって団塊の研究が初めて行われた。その後、1950年に新野博士による記録がある程度で、1960年ごろまでは、



単に学問的に興味ある物質として、ごく限られた学者の間で関心を呼んでいたにすぎなかった。ところが、公害問題による鉱山の閉鎖やら石油・石炭の将来性などの影響で、我が国のみならず、多くの先進国と称する国々の資源が、先行き見通しが暗くなってくると共に、深海底の団塊が、一躍金属資源の花形として浮上し、ゴールドラッシュのような騒ぎになってきた。と同時に、にわかに団塊関係の専門家が、雨後の竹の子よろしく、一斉に輩出してきた。この現象も、かつての原子力騒ぎのころに似ていて、福竜丸事件後に、百家争鳴、一夜にして原子力の専門家が満ち満ちていた状況と同じで面白い。あのころに、放射能を含んだ雨に当たると頭の毛が抜けると、それらの専門家が言ったとかで、降雨があると皆が深刻な表情をしていた。今考えると、大変にユーモラスで落語のような話が多かった。

これに比べて、団塊の方は落語のない身を切られるような話題が多い。もともと資源に乏しい我が国が、次の時代の資源として団塊を追求することは、現代の我々に課せられた一つの責務であろう。団塊の主成分はマンガ

ンと鉄でできており、微量の銅、鉛、ニッケルなどが含有されている。その成因はなぜであるが、世界中の海底に分布し、淡水湖底でも見出されている。総量はばく大なものであり、特に南太平洋の地域ではニッケルに富んだ団塊が多いとされており、鉱業的な見地からは最も有望視されている。ある種の統計によると、2,000億トンのマンガンと90億トンのニッケルが存在しているといわれている。今、人類が年間に消費するニッケル量が60万トンで、陸上における埋蔵量は約30年ほどで使い尽くされるといわれている。それ以後のニッケル資源は団塊に頼らざるを得ないと考えられている。現在の生活水準を保つか、より高度の生活を目指すためには、資源の面からみて、我が国だけでなく世界各国とも団塊の開発を行わざるを得ない結論となろう。

さて、古来の人類の資源にまつわる歴史を振り返ってみると、資源の豊富な地域の人たちは悲劇的な変遷の生活に終始してきたようだ。近世だけに限って、18世紀の植民地政策をみても、二、三の先進国の文明を維持するため、資源保有国の多くの人々が払った犠牲は目を覆いたくなる状況であった。また、ア

ずいっ

アメリカの土地に生きてきたインディアンたちは資源開発のために放逐され、いまだに文明生活とは程遠い。幸いなことに、団塊は公海上の深海底にあって、そこには先住民が居るわけでもないから、上述のような犠牲者は出ないと考えられる。しかし、天然・自然のクラクリは誠に微妙なもので、静かな深海底で平衡を保って生育し続ける団塊を突然掘り出すと、その周辺の推積物も一緒に運び出され、海上にまで泥の汚れが及んでくる。海流に乗って汚染範囲が拡大され、魚類の生態にも影響が出るであろう。すると、魚類を食糧としている人類もその影響を受けることになる。多分、悪い方向にだけ事態が進行するわけでもないと期待したいが、人間の英知をしても思い付かないような落とし穴があるかも知れない。心して団塊開発に当たりたいと思う。

団塊の姿を見ていると、すぐに阿寒湖のマリモを思い出す。そのまま自然に放置すればよいのに、観賞用として採られ捨てられてしまった。団塊も採掘すれば資源として役立つが、あとに、環境衛生のことやその後の資源などを考えると、空しい思いもする。現代人として、子孫に誇れるもう一つの仕事に、団

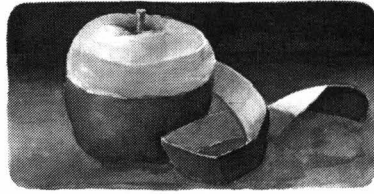
塊を主役にした話を付け加えたいと思う昨今である。

海底地すべりと 海底電線切断事故

大塚謙一

静岡大学理学部

固体地球の表面の高さの統計をとってみると、その分布が2か所に集中する。すなわち、その一つはほぼ海面の高さ、つまり海岸平野、大陸棚の所にあり、他の一つは水深4,000mぐらいの深海底である。この二つの高さは、端的にいえば、それぞれ大陸地殻、海洋地殻の表面を代表するものであり、その間に約4,000mの高度差があることを示しているものと考えられる。この両者を結ぶのが大陸斜面であり、地質学的な環境に対応したさまざまな様相を示す。たとえば、プレートの潜り込む所では斜面基部に海溝が発達し、そうでない安定した大陸縁辺部には厚い堆積層が斜面基部



に緩やかな斜面を作っている。そして環境に応じた特徴をもちながら、それぞれに海底地すべりの主要な舞台となっているのである。

さて、陸上に露出している岩石等の地殻物質は、環境に応じて風化作用を受けつつ斜面崩壊・流水・氷河等による削剝作用により削り取られ、下流へ運ばれて行き、浸食基準面である海面付近の高さにある平野部へと達することになる（余談ではあるが、浸食・運搬作用を行う地表流水のエネルギーは 1km^2 当たり72馬力をすべての陸地に絶えることなく供給することができるものだという）。この様にして海岸付近へ運ばれた物質は次第に平野を埋め立て、デルタとなって海中へ張り出して行くこととなる。そして、海底での堆積斜面が地球重力下で不安定になるほどに堆積作用が進めば、何らかのきっかけによりその斜面は崩壊する。いったん動き出した堆積物は、斜面をすべり落ちながら次第にその斜面状況、堆積物の性質に応じて海水と混り合って流体となりながら、さらに下方へと流れ下ることになる。これは斜面に積もった雪が斜面、積雪状況、雪の性質に応じて様々なタイプの雪崩を起こすのと類似した現象として理解する

ことができる。海底地すべりの場合も、陸上での地すべり・土石流や雪崩の場合と同様に、崩壊壁すべり面、それぞれの状況に応じた崩壊堆積物の分布した崩壊斜面、地すべりより派生した堆積物の形成する堆積域等をもつ地すべり地形が形造られるのである。

しかし、この様に活発な海底での地質現象が認識され始めたのは、19世紀以来多数の海底電線が世界各地に敷設され、幾多の電線切断事故が記録されるようになってからのことである。さらに海底の地形が徐々に明らかにされ、大陸斜面に多数の海底谷が発達していることがわかり始めると、その海底谷の成因とも関連して、海底での再堆積現象が注目されることとなったのである。有名なアメリカ東岸のニューファンドランド沖で起きた1929年のグランドバンクの地震の際には、付近に敷設された多数の海底電線のうち、震央近くのものとは地震発生と同時に切断したのが、震央から離れた電線は、地震発生後に遅れて震央に近い陸側のものから切断し始め、300カイリ離れたものが切れたのは、実に地震発生後約13時間たって後のことだったのである。その後の調査の結果、地震をきっかけと

ずいひつ

して発生した海底地すべりが次第に乱泥流となって斜面を流下し、海底電線を次々と切断していったものと考えられている。同様な、地震をきっかけとして発生した海底地すべりとしては、フィジー諸島のスファ沖、アルジェリアのオルレアンスビル沖のものが知られている。また、南米コロンビアのマグダレナ河デルタの沖合いでは、雨期や貿易風の強くなる時期には30年間に15回もの海底電線切断事故が起きている。1935年8月30日には河口の防波堤が海底地すべりにより破壊され、それに続いて、河口より24km沖の水深1,400mの所で海底電線の切断が発生した。引き上げられた電線には植物が巻き付いていたとのことで、これも海底地すべり・乱泥流の発生した例として著名である。

日本近海では、1923年の関東大震災の時に相模湾に敷設された海底電線が数か所で切断され、切れた電線のうち2つの部分は発見されず、おそらく地震のために発生した海底地すべり、または乱泥流のため運び去られたものと考えられている。この時には、相模湾内で100m以上にも及ぶ地形変化があったとされており、事実とすると、現在までに報告され

たものでも最大規模の地変である。また、相模湾では1972年にも酒匂川の洪水に伴う海底電線の切断事故が発生し、その後の調査の結果、急激に供給された不安定な堆積物が海底地すべりを起こしたものと考えられる。

近年音波探査による海底地形・地質の調査が進むにつれ、海底電線の切断のような直接的な証拠からだけでなく、海底地すべり・乱泥流等の再堆積現象と関係のある地形や地質構造が世界各地から報告されるようになってきた。アフリカ西岸等からは、安定した大陸縁辺部では延長数百kmに及ぶ特に大きな海底地すべりが報告された。また、世界的大河川の沖合い等には非常に良く発達した自然堤防をもつ、陸上の扇状地と似た形態をもつ海底扇状地が発達していることがわかってきた。これらはおそらく氷期の海面低下に伴って一層発達したものであろう。また、このような大陸地域とは別に、いわゆるプレートの潜り込みに伴う海溝の陸側斜面には、海洋底から陸側へと付け加えられていく海洋性の堆積層も含むような海底地すべりが、構造運動に伴って発生していることが報告されるようになってきている。

原子炉の危険性

都甲泰正

1 まえがき

今年3月末に起こった米国のスリーマイル島原子力発電所の事故は、史上最悪の原子力発電所事故として、原子力発電を推進している世界各国に計り知れない衝撃を与えた。

石油危機が現実のものになろうとしている現在、それに代わるべきエネルギー源として、当面は原子力と石炭しかあるまい。

1973年のオイルショック以降、世界各国で、原子力発電の推進に努力してきたが、実際には、反対運動の激化、敷地の取得難などから、なかなか計画どおりに進んでいないのが実状である。原子力の利用に対する“国民の合意”がまだ十分に形成されていないのが現状で、今後、原子力を本格的に実用化するためには、この合意形成が何よりの急務であり、そのためには、国民が原子力に対して抱いている漠然たる不安を解消しなくてはならない。

スリーマイル島原子力発電所の事故の後からも、DC-10事故、日本坂トンネル事故などが相次いで起こったが、これらはいずれも“安全とは何か”を考えさせる身近の教材である。

以下、原子力発電がどのくらい危険なものであるかを考えるため、原子力の安全問題を種々の角度から述べてみたい。

2 原子力の安全問題の特質

原子力では、いわゆる“安全論争”が盛んであり、また、国民も原子力に対して漠然たる不安感を抱いているのが現状であるが、これは、原子力の安全問題が他産業の安全問題に比し、異なった点があるからである。それらを並べてみると、

(1) 核アレルギー

原子力の利用が原爆に始まり、我が国は世界で唯一の原爆被災国であるため、原子炉というと原爆を連想し危く感を持つ風潮が残っている。

(2) 潜在的危険度の大きいこと

原子力においては潜在的危険度が他産業に比し

大きい。原子炉の運転に伴って、大量の放射能が燃料棒内に蓄積されるからである。この放射能が万々一の大きな事故時に大量に放出され、周辺に大きな災害を及ぼすのではないかと心配されているわけである。

ところで、実際の危険度というのは、ある事故の発生する確率 p と、その事故が発生したときの災害の大きさ C の積 $p \times C$ (災害期待値) で与えられるが、この災害の大きさ C のことを潜在的危険度と呼んでいる。

潜在的危険度という概念が一般には非常に誤解されている。というのは、一般公衆には、原子力の万々一の事故の場合の災害の大きさは非常に大きいと誤解されており、さらに、原子力では安全確保に努力しているので、万々一の重大事故の発生確率が非常に小さく押さえられているという事実が理解されないために、潜在的危険度、すなわち実際の危険度というように結び付けられる傾向がある。

潜在的危険度の大きい例は、原子力以外にも多く存在している。たとえば、ジャンボ機が、メーデー会場とか後楽園球場のように人が大勢集まっている所に墜落したらどうなるか。何千人、何万人という犠牲者が出るだろうから、この場合も潜在的危険度はかなり大きい。しかし、たまたま人が大勢集まっている場所に飛行機が落ちる確率は非常に小さいので、実際の危険度 pC は充分小さく、社会的に容認できる範囲に入っていると解釈できよう。

また、最近の大型ダムも、何億 t という水を貯めているので、万一それが決壊すると、下流100~200kmにわたって大水害となり、多くの死者が出るであろう。今までのダムの歴史を調べても、数百人程度の死者を出したダムの決壊は何例もあるので、大型ダムが絶対に壊れないということとはできない。しかし、最近ではダムの建造技術・計測技術が進んだので、大型ダムが瞬時に決壊する確率はきわめて小さいと考えてよからう。

原子力の万一の事故に対する安全確保の考え方もまったく同様である。潜在的危険度 C は大きい

が、多くの努力の積み重ねによって事故の発生確率 p を低く押さえることにより、実際の危険度(災害期待値) pC を、社会的に容認できる値より充分小さく押さえようとするものである。

- *) 災害の大きさ C が大きく、確率 p が非常に小さいときにも、許容災害期待値を pC の積で考えてよいか否かは議論のあるところで、 C の大きい事故ほど、severe に考える必要があるかも知れない。
- * *) 後述のラスムッセン報告書によると、原子力発電所のリスクは、既存の天然災害や社会的災害によるリスクに比し小さいことが示されている。

(3) 放射線の人体への影響

放射線は、五感に感じる事ができないのに、放射線を浴びると人体に種々の障害を生じる。遺伝的影響もある。また、放射線の人体に対する影響には、まだ充分解明されていない点が残っている。こんな話を聞くと、一般の人が、放射線に対して大きな不安感を持つのは当然といえよう。

我々人類は、今までに多くの放射線被曝の経験がある。天然放射線(全地球平均で約100ミリレム/年)、X線技師の被曝、ラジウムペインタ(夜光時計文字盤書き)の被曝、原爆被災者、放射線治療患者、ウラン鉱山労働者などである。

これらの経験から、被曝量が100レムを越えると受けた線量に比例して放射線障害発生率が増加することが知られている(なお $\frac{1}{2}$ 致死量は約400レム、全致死量は約700レムである)。

100レム以下の被曝量では、障害発生率がどうなるかは、今までに多くの調査・研究がなされたにもかかわらず、いまだ科学的に証明されていないのが現状である。しかし、100レム以上の障害発生率のデータを低線量の方へ外挿すると、0点を通るらしいことが知られているため、少線量被曝時の人体への影響を評価するときには、「どんなに少ない線量でも、被曝線量に比例して放射線障害が発生する」という仮定に従って評価しているのが現状である。これを俗に“Linear Theory”と呼んでいるが、低線量の人体への影響を安全側に評価するための仮定にすぎない。

SO_2 、カドミウム、PCB など他の有害物質には安全許容値(しきい値)があり、放射線にはしきい値がないと一般に信じられているが、これはあ

くまでも仮定にすぎないのである。

また、放射線には遺伝的影響があることがよく知られているが、最近になってSO₂、カドミウムなど他の有害物質に対しても遺伝的影響があることが指摘されているが、放射線にのみ遺伝的影響があると考える方がむしろ不自然である。

我々人類は、この世に現れて以来、何十万年の間、毎年100ミリレム程度の天然放射線を浴び続けているので、人体は、天然放射線程度の放射線には充分耐えられるように創られている（遺伝的影響も含めて）と考えることができる。

SO₂などの有害物質の経験は数年～数十年にすぎないので、放射線の人体に対する影響の方がはるかに知識が多いといえよう。

(4) 原子力の安全問題の難解さ

原子力の安全問題には、広範囲の専門分野が関連しているので、一般人には難解であり、正しい判断ができない。この事実が、原子力の安全問題が多く議論を呼ぶ大きな原因になっている。

このような状態の下で、原子力に対する国民の合意を形成するためには、国民の行政や企業に対する信頼感が根底にないと問題は解決しない。

(5) 核物質防護の問題

核物質が軍事目的に転用され核保有国が増加すると、世界の平和にとって大きな脅威になる。

米国は、カーター政権になってから核不拡散政策を前面に押し出し、原子力開発にブレーキをかけているのが現状である。

(6) 妨害破壊活動対策

原子力施設に対する妨害破壊活動(テロ行為)が起こったり、過激分子が核物質を盗んで原爆を製

造するようなことになると、大きな社会不安となるので、その防護対策が必要である。しかし、どの程度の防護対策を講ずるのが必要充分であるかを決めるのがなかなか難しい問題である。

(7) 放射性廃棄物の処理・処分の問題

放射性廃棄物の中には半減期が長い（数万年）高レベルのものがあるので、それを、何十万年もの間、人間の生活環境から隔離できるような安全な投棄方法を確立しなければならない。現在、地中投棄、海洋底投棄など考えられているが、最終的な永久投棄の方法はいまだ確立されていないのが現状である。高レベル廃棄物が大量にたまるまでにはかなり時間的余裕（数十年程度）があるので、それまでに最良の方法を見い出せばよいという理由で、ゆっくり研究開発を行ってきたが、この問題の解決なしにはパブリック・アクセプタンスが得られないということが認識されるようになり、ヨーロッパ諸国を中心に開発が早まりつつある。

3 安全の考え方

3-1 安全とは何か

安全問題を議論するには、まず“安全とは何か”

を充分理解しておく必要がある。

よく使われる「安全性」という言葉には2つの意味がある。1つは「絶対的安全性」という概念で、「理論的に可能な最悪の事態が生じて、何ら被害を生じない」という理想的状態である。この世の中に、この条件を満たすものはほとんどない。

もう1つは、社会通念としての安全性で、これを「社会的安全性」と呼んでおく。社会通念としての「安全」の概念はどんなものであろうか。今までに経験したことのないような大地震が発生すると、我々の町は瞬時に壊滅するであろう。また、その発生確率が数理的にゼロであることはだれも証明していない。それでも皆安心して毎日の生活を送っている。このような状態は「絶対的安全性」の条件を満たしていないが、社会的には安全と認められていることに外ならぬ。この種の状態を「社会的安全性」と呼ぶ。

自動車を例にとれば「絶対的安全性」の条件を満たすことは、技術的には可能である。車道をすべてトンネルにすれば歩行者の被害はゼロになり、最大速度を4 km/hぐらいに制限すれば、車に乗っている人の被害もゼロになるだろう。

さて「社会的安全性」の内容はどんな因子によって決められるであろうか。最も大きい因子は利益と不利益のバランスという考え方である。上に述べた自動車が「絶対的安全性」の条件を、技術的には実現可能でありながらそうしていないのは、危険度を減らそうとすると、それに伴って利益が減ることになるので、適当なところで妥協した結果が自動車に対する現在の「社会的安全性」の内容ということになる。

「社会的安全性」の内容が、利益と不利益のバランスによって決まると考えると、利益の大小により容認されるリスクの大きさも変わることになる。また、利益、不利益の評価は個人によって大幅に異なることがあるので、安全か否かの判断、つまり「社会的安全性」の内容は個人の価値判断によって大きく左右されることになる。

原子力の安全論争も、その多くはこの「社会的安全性」の内容についての議論といっても過言で

はない。

3-2 原子力の安全目標と許容リスク・レベルの考え方

現在、原子力の分野で採用されている安全目標は「原子力発電所設置に伴うリスクの増加が、すでに社会に存在しているリスクと比較して、充分小さくなるようにする」ということにある。

このために、世界各国で社会に存在する種々のリスクについての調査が行われている。

表1、表2に日本および米国における個人の年間死亡リスク・レベルの調査結果が示されている。

原子力が本格的に実用になるためには、その安全問題を含めて社会に受け入れられることが必要

病	気	6.6×10^{-3}
自動車事故		2×10^{-4}
鉄道事故		2×10^{-5}
海難		1×10^{-5}
火災		1×10^{-5}
産業災害		6×10^{-5}
風水害		6×10^{-6}
地震		3×10^{-5} *)

*) 地震による死亡統計は関東大震災を含めるか否かで大幅に変わる。この数値はそれを含んだものである。

表2 種々の原因による早期死亡の個人リスク (1969年米国平均) (WASH-1400)

事故のタイプ	1969年の全数	個人のリスクの早期死亡の確率/年*
自動車墜落	55,791	3×10^{-4}
火災および火傷	17,827	9×10^{-5}
溺死	7,451	4×10^{-5}
毒物	6,181	3×10^{-5}
火器	4,516	2×10^{-5}
機械(1968)	2,309	1×10^{-5}
水上交通	2,054	1×10^{-5}
航空機	1,743	9×10^{-6}
落下物	1,778	9×10^{-6}
感電	1,271	6×10^{-6}
鉄道	1,148	6×10^{-6}
落雷	884	4×10^{-6}
トルネード	160	5×10^{-7}
ハリケーン	118(**)	4×10^{-7}
その他	90(***)	4×10^{-7}
全事故	8,695	4×10^{-5}
原子炉事故(原子炉100基)	115,000	6×10^{-4}
	—	2×10^{-10} (****)

*) 特記されたもの以外、全米人口に基づく

***) 1953~1971平均

****) 1901~1972平均

*****) リスクの存在する原子炉周辺1,500万人の人口に基づく

であり、そのためには、「原子力がどのくらい安全ならば社会が安全と認めるか」という問題に対し、社会的コンセンサスを得ることが必要である。

このためには、社会に受け入れられるリスクの限度（許容リスク・レベル）についての議論が必要である。

社会通念として、利益の大きいものほど大きいリスクが容認されることを考慮して、許容リスク・レベルの概念を表現したのが図1である。図1は、横軸の利益が定量化されていないのできわめて定性的であるが、原子力の安全問題に対する国民のコンセンサスを得るための議論の過程において修正さるべき性質のものであろう。

さて、原子力発電所のリスクを既存のリスクと比べるときに、個人のリスクと集団のリスクの2つの面からの検討が行われる。

表1、表2に示した個人の死亡リスク・レベルは、明らかに国民の平均値である。表2によると、約 6×10^{-4} /年である。それでは、その最低値はどのくらいであろうか。どんなに注意しても、これを $\frac{1}{100}$ にすることは不可能と考えられるので、最

図1 許容リスク・レベル概念図 (WASH-1250)

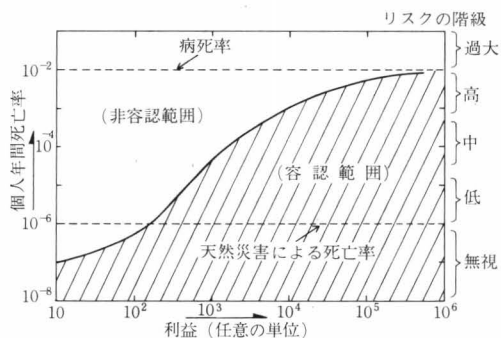
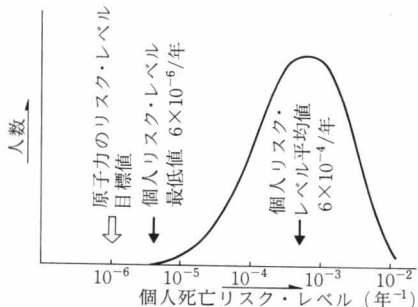


図2 個人死亡リスク・レベルの分布 (病気は含まない)



低値は約 6×10^{-6} /年と考えてよからう。個人の死亡リスク・レベルは多分図2のような分布をしているであろう。

そこで、原子力発電所の設置による個人の死亡リスク・レベルの増加分を 10^{-6} /年以下に押しさえると、既存の個人死亡リスク・レベルの最低値よりも充分低いことになる。

次に、集団のリスク・レベルの検討が必要である。

個人個人のリスク・レベルがたとえ小さく押さえられても、そのリスクを受ける人数が多くなると、社会全体のリスク・レベルが過大となるおそれがあるので、原子力発電所の設置に伴う集団のリスク・レベルの検討を行い、それが既存の集団のリスク・レベルと比較して充分小さいことも確認する必要がある。

4 原子力発電所のリスク

4-1 事故例

現在まで、原子力発電所は 10^3 原子炉・年を超える運転経験があるが、今までに公衆に1人の死者も生じていないので、統計的に死亡リスク・レベルを求めることはできない。

原子力開発の歴史では、開発の初期のころ、主として原爆開発とか軍用原子炉の開発に関連して数人の死者を出しているが、いずれも職員で公衆には犠牲者はいない。

4-2 原子力発電所のリスクの計算例

そこで、原子力発電所のリスクがどのくらいかを知るには計算に頼るより外に方法がない。幾つかの計算があるが、一番有名なのが米国のWASH-1400 Reactor safety studyで、MITのラスムッセン教授指導の下に行われたので、俗にラスムッセン報告書と呼ばれている。

ラスムッセン報告書は、軽水型原子力発電所(BWR および PWR の事故の全スペクトルを評価し原子力発電所の全リスクを定量的に評価し既存の社会災害および自然災害と比較したものである。

その概要は次のとおりである。

1) 公衆に大きな放射線災害を与える可能性のあ

表3 炉心溶融事故時の最も確からしい結果

死者	<1
負傷	<1
晩発死者	<1
甲状腺瘤	<1
遺伝的不具	<1
財産損害*	100万ドル

*原子力発電所の施設損害は含まぬ

るのは炉心が溶融する場合である。しかし、たとえ炉心溶融事故が起こっても、公衆に大きな被害を及ぼすとは限らない。

- 2) 炉心溶融事故の発生確率は約2万年に1回である。炉心溶融事故時の最も確からしい結果は表3に示すとおりで、死者1人以下、財産損害100万ドル程度である。
- 3) 10人以上の死者を生じる事故の発生する確率は約 3×10^{-7} /炉・年(1原子炉あたり約330万年に1回)であり、100人以上の死者を出す事故確率は 10^{-7} /炉・年である。つまり、10人以上の死者を出す事故の発生割合は、約170回の炉心溶融事故のうち1回ということになる。
- 4) 10億年に1度程度の原子炉事故の上限を考えると、早期死亡3,300人程度で、晩発性ガンによる死亡や遺伝的影響も自然発生率に比較してかなり小さく、甲状腺りゅうも自然発生率と同程度である。

★ ★ ★

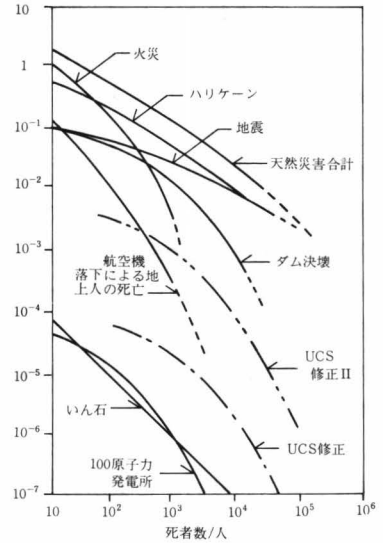
ラスムッセン報告書が公表されると、それに対する批判の見解も多く発表されているが、代表的なものに、シェラクラブとUCS(憂慮する科学者連合)の検討結果がある。

図3、図4にラスムッセン報告書の結果を示しているが、これによると、100原子力発電所のリスクおよび財産損害は、既存の社会災害や天然災害のリスクや財産損害よりかなり小さいことを示している。

なお、図3には上述のシェラクラブ-UCSの提案している修正曲線も示してあるが、それによると、原子力発電所のリスクが既存のリスクにかなり近づいている。

最近、米国のNRCでもラスムッセン報告書の見直

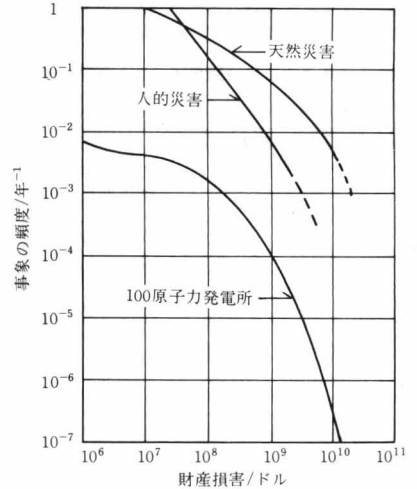
図3 各種リスクによる死者数と発生頻度 (WASH-1400)とUCS-シェラ・クラブ報告書(UCS Revised, Revised II)による



注1) 原子力発電所事故に関しては、横軸の誤差は約 $\frac{1}{4}$ ~4倍、縦軸の誤差は約 $\frac{1}{5}$ ~5倍。

注2) 自然災害と社会災害については、大災害の発生確率の誤差は $\frac{1}{5}$ ~5倍。小さい規模の災害に対してはもっと小さい。

図4 各種リスクによる財産損失の比較(WASH-1400)による



注) 図3の注と同じ

しを行い、ルイス報告書としてその検討結果が発表されているが、これによると、原子力安全規制その他にラスムッセン報告書の手法が有効なことは評価しているが、ラスムッセン報告書に示されている計算値の誤差(図3、図4参照)はかなり過小評価されていることが指摘されている。

(とごう やすまき/東京大学原子力工学科)

超高層建物における

人命安全対策

中田金市

1 はじめに

昭和52年3月に、東京都知事から「超高層建物等における人命安全対策」および「地下街の消防対策」はどうあるべきか、という諮問が火災予防審議会に出された。そのうち、前者の問題の趣旨は、近年超高層建物などの態様がますます多様化していることに伴い、基本的人命安全対策の確立を困難にしている。

これら超高層建物などは、一般に火災発生時の避難に長時間を要するほか、建物構造などからして煙の流動伝播が複雑であり、かつ、はしご自動車の活動限界を超えるなど、避難および消防活動上問題点が多い。

このため、現行の建築基準法や消防法において非常用エレベーター等、避難および消防活動を効果的に行うための設備をはじめ、各種防災設備の規制強化が図られているところであるが、現実の災害事例などからみて、避難・消防活動上の障害要因の発生が予想され、特に火災の延焼拡大等を想定した場合、必ずしも万全とはいえない実情にある。

一方、人間行動の面からみれば、ビル利用者などが必ずしもビル形式の環境に適応しているとはいえず、また超高層建物等の火災時におけるこれ

ら人々の避難行動・心理などの適応性ならびに平時の安全・防災に関する意識・習慣などの問題も十分に把握・解明されていないのが実情である。

以上のような趣旨から、超高層建物等の火災性状および防災に関する現状を把握し、施設および人の両面にわたる対応策を確立していく必要があるということなのである。

以上のような趣旨の諮問を受けて、火災予防審議会は以来2年間、精力的に活動し、超高層建物の実態把握に努め、起こり得るあらゆる事態を検討、それに対処する方策を求めた。そしてこの3月東京都知事に対し答申を提出した。本稿はその答申に基いて執筆したもので、審議の途中強く印象付けられた事柄や、筆者の感想などを織り交ぜて記した。

2 超高層建物の実態

我が国の超高層建物は、大都市の再開発と都市空間の有効利用および建築技術の進歩と相まって、昭和38年に建築基準法の高さ制限が緩和されたことによって出現をみたもので、昭和43年4月にしゅん工した三井霞ヶ関ビルをはじめとし、新宿・池袋などの副都心に相次いで建設された。

何を超高層建物と称するかは問題であるが、我

表1 調査対象とその項目

名称(階数)	項目	収容 人員	混触 危険物	火気使用 設備 器具	可燃 物質	防災セ ンターの 対応	操作盤 の固定	スプリン クラー設 備の固定	ガス設 備の安 全対策	地震計 の設置 状況	備 考
世界貿易センタービル (41/3)		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
三井霞ヶ関ビル (36/3)			○	○	○	○	○	○	○	○	
ホテルニューオータニタワー (39/2)				○	○	○	○	○	○	○	
京王プラザホテル (47/3)				○	○	○	○	○	○	○	
新宿三井ビル (55/3)				○		○	○	○	○	○	
安田火災海上本社ビル (43/6)				○		○	○	○	○	○	
国際電信電話新宿館 (32/3)				○	○	○	○	○	○	○	
新宿住友ビル (54/4)		○		○	○	○	○	○	○	○	
サンシャイン60 (60/5)								○	○		工事中
新宿野村ビル (53/5)									○		"

○印は調査した項目

表2 延べ入館者数と最大滞留人員

ビル名称	調査日	延べ入館者数	最大滞留人員(時刻)
住友ビル	9月2日(金)	25,803	7,055(1230~1330)
	9月11日(日)	21,030	3,039(1430~1530)
霞ヶ関ビル	10月27日(木)	23,370	7,650(1230~1330)

我々は軒高100m以上の建物を検討の対象にした。東京都では現在計画中のものを含めて32棟ある。

この全部についての実態を調査することは能力上不可能なので、そのうちの10棟を選び、その人口密度およびその動態、火気使用設備、可燃物、ビル関係者の防災意識などの実態を、調査員の派遣とアンケートによって調査し、2冊の調査報告書にまとめた。安全対策はこの実態を踏まえて立てられた。

防災思想の浸透とともに、防災関係の学者の提言をいれ、後で建てられたビルほど防災に注意して建てられているのは心強い。今、イギリスでは人命を守るためにどの程度防災施設に投資すべきかの議論が行われ、論文も出ている。多額の投資をすれば建物の経済的運営ができなくなるので、どのへんで妥協するかが問題である。

さて、実態調査は10の超高層ビルについて行われ、どんな項目について行われたかは表1に示すとおりである。

1 収容人員

大きなビルでは1万人近い人が入っており、1つの町ぐらゐの人口を擁しているので、避難の問題を考えると、どの時刻に、どの階層に、どれほどの人数がいるかを、調べておくことが大切で

ある。

事務所部分の勤務者数については、事務室単位の調査用紙に記入してもらい、それを集計すればよいが、外来者(不特定多数者)については別の方法を取らねばならない。ビルの出入り口に調査員を配置し、出入り口別総数、性別人員数、階別分布数、正常避難不可能者数をカウンターでチェッ

クした。大変な仕事であるので、2つのビルについてのみ行った。その結果のうち、延べ入館者数と最大滞留人員数とその発生時刻を示すと、表2のとおりである。

両ビルとも、ウィークデーの最大滞留人員は、昼食時と思われる12時半から1時半の間に発生し、ともに7,000人を超している。日曜日の調査は住友ビルでだけ行ったが、延べ入館者はウィークデーよりわずかに少ない程度なのに、滞留人員はウィークデーの半分以下と非常に少なく、またその発生時刻も午後2時半から3時半までの間となっている。

百貨店については、昭和50年7月池袋と銀座の2つの百貨店について延べ入館者を調べてあるが、大体45,000人程度で、今回の調査のほぼ2倍となっている。このことから、超高層ビルの避難は百貨店より容易であると考えるのは尚早で、高さが高いという要素を入れて考えると、困難さは似たようなもので、最大滞留時の避難にはどうしても1時間ぐらゐは必要とみなしなければならぬだろう。

2 混触危険物

超高層建物における人命の安全が脅かされる最大のもは火災によるものであり、各種の業者が入っていて、そのなかでも、多数の定住者や不特定多数の入館者に飲食物を提供する業種が多い。したがって、火器の使用が多く、1つ間違えば火事が起こる可能性がある。しかし、平常時では初期消火もさほど困難ではない。地震時になると、いわゆる同時多発火災となり、震動のため、初期消火もままならぬために、延焼火災を起こしやす

いと考えられる。その上、平常時には火の気があるわけではないので、全然注意の対象から外されている薬品類、たとえば黄燐のようなものは、空気との接触をさえぎるように石油などに浸してあるのであるが、びんが壊れて石油が流出すると発火して火事の元になる。あるいは2種類の薬品が接触することによって発火するものもたくさんある。関東大震災のときはこれが火元になった場合も多かったもので、油断はならないものである。超高層建物の実態はどうなっているかについては、世界貿易センタービルと霞ヶ関ビルの2つについて調査が行われた。

その結果、過マンガン酸カリウムが他の薬品と一緒にある薬局があったので、これは別に保管するようにすればよいのである。その他の薬局・化学薬品販売業者などにおいては混触発火の危険性は認められなかった。

3 火気使用設備・器具

火気使用設備とは、業務用コンロ・温風暖房機などのように移動して使用することができないもの、また、火気器具とはコンロ・ポータブルストーブなどのように移動の容易なもの、およびアルコールランプやキャンドルライトなど火気全般についてその種類・数量を調査表に記入してもらった。

予期のとおり、設備は展望回廊、飲食店などに多く、ホテルの客室にはあまりない。事務所関係はないところもあれば、相当数持っているところもある。器具の方は少ないビルでわずかに6個、多いところでは532個、普通は数10個から200個近い数のものを持っていた。熱源は都市ガスが64.8%と大部分を占め、ついで電気の32.0%、固形物が1.8%であったが、これは木炭あるいはローソクなどの固形燃料で、比率は小さく出ているが、実際には各テーブルにキャンドル台を使用しているため、地震時の転倒・落下・出火のパターンが生じやすく、むしろ、この種器具の対策を重視しなければならないと思う。

火気設備がボルトなどで床・壁などに固定してあるかどうかの調査によると、ほとんどが非固定で、地震時には移動落下し、火災の原因になるおそれが多い。

4 可燃物

これらのビルは、業種別にどんな可燃物をどれぐらいビル内に貯蔵しているか調査した。

複合用途ビルとして、貿易センタービルと三井霞ヶ関ビル、ホテル用途のものとして京王プラザホテルとホテルニューオータニ、事務所用途のものとして安田火災海上ビルと国際電信電話ビルを選んだ。本調査では裸可燃物を主体としているので、スチール製ロッカー・机などの内容物は除外した。ただし、ガラス製などのケース内の内容物は計上した。

調査の結果は次のとおりである。

(i) 複合用途ビルで

床の単位面積当たりの可燃物量は、セルロース系のもので倉庫・図書室および書店などで、50.0～230.0kgと最も多く、動物系可燃物は一般店舗（洋品店など）で2.0～10.0kgで、他の用途に比して2～3倍の量である。化学合成系では一般店舗（洋品店）で1.4～5.0kgと、やはり他用途より多い。

(ii) ホテル用途ビルで

客室で1.4～2.6kgのうち化学合成系が半数を占めている。宴会場等は0.3kgと少なく、ホテルなどに付属する飲食店はほぼ客室と同程度である。また、一般店舗である洋品店などはやはり多く8.0～10.0と客室の4倍近い。

(iii) 事務所用途のビルで

これは複合用途ビルの中の事務所と同じである。このようにみえてくると、倉庫・図書室などを除いたものは、一般の中低層のビルとあまり変わらない。

5 電気施設

防災センターの活動、避難者のための標示灯、消防活動のための非常用エレベーターの運行などのために、地震時停電中も非常用電源を動かして電力を供給しなければならないが、そのための燃料および冷却水が、現状では不十分であるという指摘があった。さらに、油入式のしゃ断器や変圧器は震動により絶縁油が溢出するおそれがあること。電気配線シャフト（EPS）内のグループ化したケーブルは、火災発生時には他階層への延焼・煙拡散経路となるので対策が必要である。耐火災措置のみならず、電気設備全般にわたって耐震措置をして、停電による各種設備の機能停止を防止

しなければならない。

6 防災設備の機能確保

超高層建物においては、地上からの消防活動ができない場合が多いので、自動的の初期消火設備、たとえばスプリンクラーに頼らねばならない。このためにスプリンクラーの信頼性が高くなければならない。したがって、配管の共鳴震動防止のため固定、防災センターの総合操作盤および継電器等の耐震措置が必要である。さらに、宮城県沖地震の教訓により、建物の主体構造は地震に耐えても、天井構成部材の落下のおそれもあるので、防災センター内の天井は特に落下防止対策が必要である。さらに付け加えるならば、防災センター専用の給気系の確保、およびロッカーなどがあればその転倒防止も講じておかねばならない。

防火戸については、宮城県沖地震でその取り付け部の欠損および枠の変形などの被害が多く発生しており、避難および煙制御の著しい障害となるので、早急の検査が望まれる。変形などのおそれがないとしても、その開閉が適切でないと防火戸の意味がなくなることがあるので、開閉マニュアルの確立、管理システムの確立も併せて行われなければならない。

3 避難

1 避難の原則

超高層建物において避難が必要なのは、火災が発生して初期消火が失敗し、煙が全館内に充満するおそれのあるとき、または地震時、本震動で緩んだ天井や壁が次にくる余震で脱落するおそれがあるなどの場合であろう。いずれの場合もエレベーターは使用してはならぬことになっており、特別避難階段によって地上に逃げることになっている。煙や熱気などのためにどうしても下方に脱出できない場合は屋上に出るのもやむを得ないが、階段上部の屋上へ出る扉の開扉はよほど慎重にしないと、階段室内の空気が煙突効果で屋上に流れ出し、このために、火災室の煙が吸い出されて階段室に流れ込み、階段室を通過の避難を困難にするからである。

このため、特別避難階段は他の区画からまった

く隔離されていなければならず、この区画に入るには、いったん階段室付室に入らねばならない。この付室には排煙口があり、人とともに入ってきた煙は排煙口から建物外に排出される仕組みになっている。このようにして煙から身ぎれいになった人が階段室に入ることになるのである。

さて、館内のどこそこに火災が発生したと放送されると、皆がいつせいに階段室めがけて突進すると階段はたちまち人であふれ、押し合いの末、だれかが倒れるとそれにつまずいて倒れる人が続々できてき、人の流れは円滑に流れず、いわゆるパニック状態が発生し、多くの死亡者が出たりするので、避難誘導者の指示に従い秩序正しく避難しなければならない。それには、火災時にはどの階から避難を開始し、次はどの階が出るという順序をあらかじめ決めておき、そのとおりに実施されねばならぬ。まず第1に、退避せねばならないのは当然火災階でなければならない。次は煙が真っ先に充満する最上階、次いで順次下の階に移って行くべきだということになった。消防は火災階の直下階に陣取って消防活動に当たるので、この階も比較的早期に空けておかねばならないだろう。それらのことは、それぞれのビルで避難マニュアルを作り実施されるべきである。

このようにして、特別避難階段は居室からも廊下からも隔絶されたことになると、いろいろな情報や指令が聞きとれなくなるので、階段室にもラウドスピーカーを設置すべきだという意見もあった。

2 誘導灯

誘導灯は超高層建物の実態調査からみて適正に設置されているが、地震時には、過去の被害例からみて、脱落あるいは非常電源の容量不足などから、全部の人が避難し終わるまで保たない恐れがあるので、揺れ防止対策を実施するとともに、非常電源容量は一律に20分とされているのを、避難完了に要する時間まで延長する必要がある。

3 避難誘導体制の確立

上に述べたことから明らかなように、人命の安全に対しては適切な避難の誘導が大切である。したがって、どのように避難してもらうかを、あらかじめ在館者の年齢・性別の特性・排煙設備等防火設備の有効性、および出火場所別の煙流動・

拡散などの特質を考慮に入れて決め、また、どこに避難させるのが適切かは火災規模と人数・避難地までの距離と広さを勘案して避難マニュアルを作成し、機会あるごとに避難訓練を実施し、いざというときに混乱を起こさないようにしておきたいものである。

4 防災センターの運用

火災等災害が発生した場合、在館者の行動は、超高層建物の実態調査からみて、“混乱が発生する”および“防災センター等の情報伝達に期待できない”と考えている人が多いことから特異な行動を起こすおそれがある。すなわち、火災および地震時においては建物の揺れ、異常音の発生、あるいは火災による煙の流動などによって恐怖感に襲われ、パニック状態となるおそれがあるのである。これを防止するためには、防災センターでは正確な情報をいち早く把握し、的確な情報を伝達するためのシステムを確立し、教育・訓練を行うておく必要がある。

4 防火管理

超高層建築物における防火管理については、他の建築物に比較して一般的に組織などにおいて整備されているが、その内容は防災アンケート調査などからみて、消防計画の内容、非常放送等の情報伝達、避難の誘導および各種防災設備の操作等に関して充分理解しているとはいえない状態である。したがって、次の各項目を実施し、防火管理の実効を期する必要がある。

(i) 消防計画の検討

防火管理の基本は消防計画なので、消防計画については定期的に見直しを行うとともに、その内容については関係者に周知徹底を図る必要がある。

(ii) 共同防火管理体制の確立

共同防火管理の実態をみると、テナント側の防火管理者は形式的になっている面が多く、オーナー側に依頼している傾向が強い。また、テナント部分においては、入居者・防火管理者の変更が多いことから、建物全体としての防火管理を考えた場合充分とはいえない実情にある。

このようなことから、管理について権限が分か

れている防火対象物の管理権限者は、建物全体が一体となった管理ができるよう、それぞれの管理責任者および共同防火管理協議事項の再検討を行い、共同防火管理体制の確立を図る必要がある。

(iii) 防火管理業務従事者の教育等

超高層建築物における防火管理は、実質的に警備および管理会社などに委託して行っている実情であるが、これら会社から派遣されている職員は必ずしも防火に関する知識・技能を有しているとは認め難く、防火管理業務遂行上問題があると思う。したがって、防火管理業務を委託して行う場合は、防火に関する知識・技能を有する者に従事させ、かつ、この建築物の防火上の構造・特徴について充分教育する必要がある。

また、防火管理業務全般にわたり指導監督等のできる指導者の増強等についても考慮する必要がある。

(iv) 排煙設備等操作者の指定

排煙設備の操作は、火災の拡大、煙の拡散、および防火戸の開閉におよぼす影響が大きいため、操作する担当員を指定しておく必要がある。また、取り扱い操作に当たっては、火災の状況および避難の態様と併せて、防火戸の開閉も適正に行わなければならないので、だれにでもできるというわけにはいかないのである。

なお、現在、排煙設備はだれもが操作できるよう表示してあるが、担当者に任せるべきである。

5 消防活動対策

超高層建築物における消防活動は、建築物の高さ、規模および多数の人員を収容していることのために、低中層の建築物に比べて困難が予想される。特に、消防隊の進入、消防機材の搬入、避難誘導、煙の防御、消防無線の交信などに問題がある。これらのことを有効に行うためには、施設の面であらかじめ安全確保・強化など考慮を要する点がある。

超高層建築物で消防隊の出動が要請された場合、消防活動の拠点たるべき場所が必ずしも地上に近い所とは限らず、上階にある場合に、消防隊が重い機材を持って階段を駆け上がるなどでは救助・

消火などの活動が遅れて助かるべき人も死なせてしまうことになりかねない。したがって、消防隊専用のエレベーターを確保しておき、負傷者等の救出、消防用各種資器材の搬送などが可能なようにしておかねばならない。したがって、地震などの場合、一般の電気が遮断された場合にも、非常用自家発電電源で運行が可能になっていなければならない。また、仙台の地震の経験によると、意外なほどエレベーターの事故が発生し、カウンターウェイトの脱レール、鋼索の滑車からの外れなどが発生しているので、非常用エレベーターではこのような事が起こらぬような施策をしておかねばならぬ。またエレベーターシャフト内の耐火被覆の多くがはく離・脱落していたということであるから、これらの点も点検補強しておき、いかなる場合にも運行に支障をきたさないようにしておかねばならない。さらに、災害時において非常用エレベーターの機能が確保できない場合を考慮し、消防活動上必要な補助的施設（固定はしごなど）を設けておく必要がある。

非常用エレベーターの地震管制加速度値の設定については、上階層の加速度値が、下階層のそれより大きいことが宮城県沖地震による仙台市の建築物内に設置されてあった地震計によって明らかにされたので、このことを考慮したものに改める必要がある。

6 その他気づいたこと

1 外気に面する開口部の設置

外気に面する開口部は、火災発生による圧力の上昇を抑止し、煙の制御に役立つので、消防活動上有効であるから、各階層ごとに適切な開口部を設けてほしいのである。たまたま筆者は実態調査の対象にはなっていないある超高層ビルを見学する機会があったが、このビルには各階層ごとに建築物の両端に外気に面する開口部を持っており、それぞれ数十人を収容できるデッキがあるので、一時の避難場所として使用するのに適当であり、ここからタラップで他の階層にも脱出できるようになっていたの、人命安全上有効な構造であると思った。

2 無線通信補助施設の設置

超高層建築物では、携帯無線機の通信障害があるので無線通信補助施設の設置が望ましい。

3 落下物等からの危険防止措置

宮城県沖地震の場合にも、建築物の主体構造に損傷はなくても、天井の落下・壁の脱落などの事故があったと報告されている。超高層建築物においても、これと同様のことが起きると予想されるので、危険防止上、次のような安全対策を進めてほしい。

(i) 窓ガラスについて

超高層建築物に用いられているカーテンウォールを含めた窓ガラスは、耐震性があるものとされているが、家具などの転倒により、あるいは施工上の欠陥などによって、窓ガラスの破損が生ずる場合もあり得るし、火災時の熱によって破損する場合もあろう。したがって、あらかじめこれらの原因の除去対策を講じ、危険軽減に努める。

(ii) 石張りおよび大型タイルなどの重量内装材・大型照明器具（シャンデリア）などについても、耐震措置等具体的対策を推進すること。

(iii) 地震時においては、何らかの落下物があるものと考え、避難用の通路の安全対策など人身の危険防止の防護措置を考えておくこと。

(iv) 超高層建築物においては、使用の実態等から家具の固定化は困難と思われるが、家具の転倒・落下による被害が、宮城県沖地震において相当数発生していることから、転倒のおそれがある家具などは、段階的に次のような対策を推進する必要がある。

(ア) 壁等に家具などを固定する

(イ) 家具等の置き場所は窓際を避け、コア周りの壁際とする

(ウ) 壁体すえ付け型の家具等の推奨

(エ) 家具などの重心を低くする等の安全化

(オ) 自衛消防活動体制の強化

超高層建築物の自衛消防隊は、組織面では整備されているとみられるが、活動面では、火災の状況の把握、避難者の誘導、指揮命令の伝達等について相当な困難性が予想されるので、指揮者能力および隊員の消防技術の向上を図る必要がある。

(なかた きんいち／東京都火災予防審議会会長)

座談会

企業災害と責任

出席者 青山三千子／国民生活センター危害情報室 板倉 宏／日本大学教授
早崎 健／住友海上火災保険㈱ 赤木昭夫／NHK解説委員／司会

10年間で社会意識も法律も 大きく変わった

赤木 今日「企業災害と責任」というテーマですが、たとえば、国が作っているダムが壊れて、そのために災害が生じた場合の責任をどうするかということから、企業が作っている商品が、ある危害をもたらした時のその責任はどうなるのか、そういうところまで災害を広くとらえてお話を伺いたいと思います。まず、青山さんに伺いたいです。今はどのようなことが苦情として上がってきてますか。

青山 兵庫県立神戸生活科学センターが昭和40年に消費者の苦情処理を始め、43年以降には国の立場でも消費者被害救済が重要な柱になり、45年から国民生活センターで消費者相談を開始して、消費者被害の個別処理を始めました。45年に調べた「全国消費生活相談統計年報」では、1年間の商品関連苦情は約37,000件ありましたが、53年度には約165,000件に増えていて、この間に消費者被害は4倍強となっています。これは、他の調査によりますと、潜在化している苦情を含めると全体の1%程度を消費者行政が把握していると考えられます。このような、消費者被害の増大と把握率の低さなどから、最近では、新たに危害情報システムという形の消費者対策が考えられてきました。

個別苦情相談から1歩進めて、量的な商品関連人身事故の発生の実態を統計的に把握するという形で、消費者被害を予防する新しい試みが危害情報システムです。

国民生活センターの危害情報の、53年度の情報のなかで一番多いのは、ベビーカーの主軸折れであり、2番目がおもちゃによる事故です。特に、病院から危害情報を集めると、商品関連事故の5割以上は子供の事故ですね。次いで化粧品による主婦の皮膚傷害、衣類によるかぶれ・湿疹、健康食品や薬品による副作用、金属加工品などの仕上げ不良による切り傷などが目立ちます。

ただ、これらはほとんどは軽傷ですが、死亡事例も3年間に31件ほどありました。その中で4件は2段ベッドによる首つり窒息死事件が重なっています。ごく最近、また2段ベッドから落ちて、その途中に飛び出していたビスで喉をかき切るという子供の重傷事故も出ていまして、やはり、非常にいたましい事故が商品事故のなかにもあるとっていいと思います。

赤木 その14年間には、世の中の人の考え方はずいぶん変わりましたか。

青山 ええ、非常に変わりましたね。最初の消費者被害救済対策の個別相談処理の時代には、自分が悪かったために事故が起きたというような苦情はなかなか出てきませんでした。また、たとえ出

てきたとしても、苦情処理の相談窓口で「それはあなたが悪い」と、ふるい落とされてしまう。ところが、危害情報では、二段ベッドの死亡事故のように、事故を起こした商品が規格標準にあっている商品であり、警察では親の監護不注意による事故という形で処理されたものでも、こういう同じような事故から他の子供たちを守りたいのといっ、消費者が各地の消費生活センターにいきます。大勢としては、自分が悪かったとか、メーカーが悪かったというよりも、同種事故をどうしたら防ぐことができるかというような技術的な問題を課題にして苦情を持ち出す、というような傾向が増えてきていると思いますね。いわゆる消費者の誤使用による事故も含めて、どうしたら商品関連事故を防ぐことができるかを、責任追求以前に技術論で対応しようとしているのが、相談処理とは違う危害情報の行き方の一つです。

赤木 板倉先生、この10年ぐらい、社会的な通念がだんだん変わってくるというようなことは、事件の処理を通じてあるものですか。

板倉 それはかなりあると思いますね。企業災害、なかでも公害事件ですね。4大公害、さらに大阪の空港騒音の問題についても、また、水害・山林災害、あるいは造成地崩壊など各種の災害についても、地域住民・消費者の立場の方に立った考え方の転換がかなりされてきていると思います。ただ、マクロの眼でみますと、このごろ、また不況などを口実に、たとえば、公害のような問題でも、あまりそういうことをうるさくいうものではないといったことで、基準の洗い直しなどがされてきて、全体としてみたら、かなり企業サイドからの巻き返しがあるようにも思いますが。

赤木 大きくいって、法律が変わったのか、それとも法の運用の仕方が変わったのか、どっちなんですか。

板倉 一応法律も変わったと思いますし、法理論の方も以前の考え方とは相当変わったと思います。消費者・住民の意識、社会意識も全体としてはかなり変わった。もともと、法律の方が社会的要請に遅れるものですから、いろいろ各方面からや



青山三子氏

ましくいわれて、ようやく法律を作ったというのが本当のところでしょう。

赤木 法律としてこういう新しいものができたとか、法の運用の仕方がこう変わったとか、具体的な事例はありますか。

板倉 たとえば、公害関係の一連の法律がこの10年間に整備されたわけですね。公害紛争処理法、あるいは公害健康被害補償法ですね。一応こういったものができている。過去10年、20年ぐらい前と比べますと、違ったというふうにいえると思います。それから、法の運用の仕方も変わりました。たとえば水俣病事件で、企業のトップ、代表取締役社長に刑事責任が追及されるといったことは、前は考えられなかったと思いますね。また、昭和49年の北海道の天然ガス切り換え熱量変更調整漏れ中毒事件ですが、作業する人が器具の調整を忘れたために住民が中毒死した。今までならば、現場の人ぐらいしか問題にならなかったのが、北海道瓦スの最高責任者、代表取締役が業務上過失致死罪で起訴されている。これなども、今までの刑法と比べれば法運用の仕方の変革と思います。

赤木 昔では、そういうふうには法律上は最高責任者まで責任を追及してはならないということにはなかったわけですね。

板倉 昔は公害の問題でも、およそ法律的責任の問題ではないと考えられていた。それが法律的意識の考え方になり、それが法律的責任の問題になりました。しかし、法律的責任としても刑法の問題にはならないと考えられていたのが、刑法の問題にもなってきた。

青山 今までの民法の解釈では、個々の消費者被

害の責任は、社長のところまでいかないで、買った人と売った店との関係だけで問題が処理されることが多かったのですが、49年に国民生活審議会が出しました“消費者被害の救済について”という中間報告の中で、製造物責任の問題がはっきり打ち出されてくるようになってから、被害を及ぼした製品を作った責任が問われる方向に変わってきたように思います。

板倉 かなり変わってきたのではないのでしょうか。今までの民法の考え方ですと、メーカーと消費者という場合に、小売店が売っているのですから、消費者とメーカーは、なにも直接的関係がないわけです。それを、メーカーにも責任を負わせようということになってきて、そういう方向はもう固まりつつあります。これは非常に大きな変革だと思えますね。

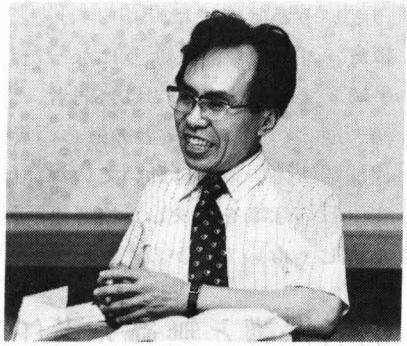
ひろがった賠償責任の範囲

赤木 早崎さん、保険の上では、そういう変化というのはどういうふうに表示されていますか。

早崎 たとえば、全国に市町村は2,500ぐらいありますが、その市町村立の学校の95%が、現在賠償責任保険に入っています。そうしないと危なくてやっていけない時代になっているわけです。これは10年前と比べたら隔世の感があるんです。

赤木 どういうことのために、学校は賠償保険をかけているんですか。

早崎 子供の事故が起きますね。たとえば、マラソンをやっていて何周目かでひっくり返って死んだ、ということになると、両親が学校を訴える。10年前では考えられなかったんですね。それから、現在市町村の道路も98%ぐらい賠償責任保険に加入済みなんです。突然落石があって人が死んだとか。これも10年前だったら「落石注意」と書いていたら、道路管理者の責任はそれで済んだと思うんですが、今はやっぱり責任追及が出てきますから、そういうものに、特に財政力の弱い市町村なんかは保険に加入しておかないと、予備費では支出が不可能な時代になったわけです。



板倉
宏氏

板倉 飛驒川バス転落事故もそうですね。

青山 53年10月から、商品関連人身事故を病院から集めるという仕組みを国民生活センターで開発しています。そうしますと、それまで消費生活センターで扱っていた消費者被害とは量的にも質的にも違った情報が集まるのですが、その中では、今おっしゃったように、道路で転んでねんざしたというように、道路という設備が事故の原因物として出てくるのがずいぶん多いんですね。それから、公共設備。駅の階段を滑って転んだとか、遊園地の施設による事故も増えています。商品関連事故を集めようとして依頼しますと、家ももちろん商品の一部と考えられてくるので、病院からの事故情報システムが今後拡充されるにつれて、事故の内容は製品から設備の方に広がっていくという傾向がありますね。

赤木 その外に、新しいものとして、どういうところに反映されているものがありますか。

早崎 賠償責任保険を手当をしているというのは、全国の主な百貨店は全部そうですね。大洋デパートの事故がありました。百貨店で火が出てたくさんお客さんが亡くなる。そういう時の賠償の手当とかですね。全国の主な旅館・ホテルも全部入っています。それから、日本中のお医者さんが全部入っているんです。

赤木 医療過誤ですか。

早崎 これも10年前と今とは、医療賠償請求が出てくる可能性というのは全然違う。また、出てきた時に訴えられた側が敗ける可能性というのが大分違うと思うんですね。

赤木 意識の違い、それから勝ち負けが昔とは違

うというわけですね。

板倉 ずっと敗けるようになったわけですね。

早崎 そういう意味では、弱者、つまり消費者保護、逆にいえば、事業者の厳しい責任というのは、民法の法律の条文は動いていないけれども、世の中一般の意識を反映した格好の解釈がなされているんじゃないですか。

弱者保護と無過失責任

赤木 弱者の保護ということに話題を移して、昔だったらそうは解釈しなかったが、今はこういうふう解釈するんだという、あるいは、こういうふう条文が変わったとか、挿入されたとか、それぞれのお立場で事例を伺いたいと思うんですが。

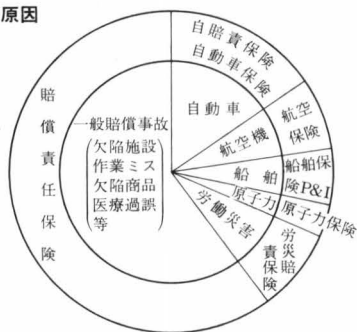
板倉 それはずいぶん例があると思いますね。たとえば、法律的責任を問う時に、その企業がやったことと損害との間の因果関係があるかどうか、ということが問題になりますね。たとえばスモン病でも、あれはウイルスだという人もいるし、だから副作用があるかどうかだってわからない。副

作用があるとしても、そのためにその人が病気になったかどうかというのは病理学的に証明しようとしたら大変なわけですね。以前ならば、そういうことで、因果関係がないということではねつけられたものが、今では、ごく平たくいって、キノフォームが原因として考えられるというようなときには因果関係があるとされるのです。また、飛驒川事故の控訴審判決——これは昭和49年11月の名古屋高裁の判決ですが、バスを飛驒川に流した土石流は予測できたとして、道路の管理者の国に責任を認めましたが、以前ならば、不可抗力の天災ということで片付けられたと思います。原子力だとか大気汚染・水質汚濁というものは、無過失責任になっているんですが、無過失責任とは明文で書いていない場合でも、過失があるかないかというのは考え方次第ですね。が、このごろでは、過失があると考え、責任を認めるという方向です。

赤木 青山さん、その点はいかがですか。

青山 消費者保護基本法という法律が43年にできて、それからすでに11年目になっているのですが、法律違反をして、不当な商品を不当な商法で売られたにもかかわらず、売った事業者が知らん振りをしている。だから、弱者の立場に立って消費者被害を救済しよう、というのが消費者保護のそもそもの出発点になっていました。しかし、今では、企業に悪意があってもなくても消費者の被害を救済する。消費者の権利は守られなければならない。消費者は、商品・サービスの使用において、安全の権利、選択の権利、知らされる権利、意見をいう権利を守るという考え方が強く採られ始めてきました。相談処理に際しての考え方も次第に変わってきました。これは災害の問題とは関係ありませんが、訪問販売等規制法のなかには、一般にクーリング・オフといわれている契約解除期間が設けられて、商品やサービスを購入した消費者が頭を冷やす期間というのを法律で認めているわけですね。かつては、物の売買は契約問題であり、買った人の責任が問われたわけです。しかし、今では、その売買契約は妥当であったかを、消費者の立場に立って考えることを法で守るようになって

賠償事故の原因



賠償責任保険の種類

- (イ) 企業を対象とするもの
 - ①施設所有（管理）者賠償責任保険 ②昇降機 ③請負業者 ④生産物 ⑤保管物 ⑥油濁
- (ロ) 特定の業種を対象とするもの（実質的には(イ)の組み合わせ）
 - ⑦旅館 ⑧L Pガス業者 ⑨自動車航送船 ⑩駐留軍関係港湾荷役業者 ⑪船舶修繕業者 ⑫旅客運送業者（電鉄）など
- (ハ) 専門的な職業人を対象とするもの
 - ⑬医師 ⑭建築家 ⑮公認会計士 ⑯旅行者職業危険 ⑰情報処理業者 ⑱弁護士 ⑲司法書士など

きた。これなんか、全くかつてとは違う考え方だと思えますね。

赤木 保険でも、たとえば自動車事故では、けがをさせた人が払うという形になってきていますね。

早崎 自動車の賠償事故の場合は比較的単純ですから、被害者の側の過失相殺の問題はあるにしても、加害者側に全然責任がないということは、まずありえないということでしょうね。賠償責任保険一般についていえば、賠償責任保険というのは要するに“法律上の責任を負ったら払います”というふうに書いてある。ただし、保険上の免責事由がその後にある。“法律上の責任を負った場合に払います”という文言（担保条項）は、10年前と今とは保険上は全然変わらないわけです。けれども、法律上の責任はどのような場合に負うかという、これは保険以前の問題として被害者有利に大きく傾いてきていますから、結果として保険の商品の内容は拡大してきているということですね。ただ、被害者有利に法律が解釈されている、あるいは被害者有利の法律ができようとしている、というんですけど、現実の個々の賠償事故処理は、我が国の場合、裁判になるのはほんの一握りで、大部分が個別の示談という格好で、いわば水面下で処理されているのが現状ですから、現実の処理がどのへんにあるのかということ、なかなか見極めが難しいわけです。

青山 消費者側からみると、たとえば、いろいろな生産物につけられている賠償保険、たとえば、製品安全基準に合格したSGマーク（製品安全マーク）商品の賠償の在り方だとか、そういうものの規格規準の決め方とか、支払いの認定の仕方とか、そういう分野が企業サイドに甘いというか消費者側に不利という感じがすることがあります。非常に細かい例なんですけど、たとえば、製品安全協会のSGマーク商品というのは、すでに数十品目あります。ごく最近、賠償金の限度額を1,000万円から2,000万円に増やしています。そのSGマークのついた滑り台で右足の指先を切断したという女の子の苦情が最近ありました。どういうことで切ったかといいますと、その滑り台の下に着地板



早崎
健氏

というのがついていて、着地板が動くようになっていました。それがはさみみたいな役目をはたして、5mmぐらいのすきまに入っている足指を他の足が踏んづけて切断したものです。製品安全協会も賠償を検討したわけですが、検討するより以前に、そのSGの対象範囲は着地板には及んでいないことがわかりました。これは一般の消費者には知らされていないわけですが、調べてみると、SGがついていても賠償の対象にはならないことになる。こうなると、消費者側の立場でみますと、やはり損害賠償の運用の仕方などに、もっと消費者サイドに立って事故損失をカバーするというような役割を持ってもらいたいという要求が強くなりますね。

予見できるミス・ユースは 企業の責任

赤木 普通、メーカーがこういうふうに使ってかれるものかと思っていたところ、そうでない使い方をして事故が生じたというときに、責任はどっちにあるのかという問題ですが、今はどういう方向になっているんですか。

青山 アメリカと日本とかなり消費者の対応も違うし、業界の対応も違っているんですが、1972年にアメリカで、危害情報システムを開発したコンシューマー・プロダクト・セーフティ・コミッション（CPSC）が設立されています。そのCPSCが日本で52年にファースト・インターナショナル・コンファレンスを開きました。その時、だれか日本の企業人の質問に対して「我々は平均的な標準

的な消費者像にこだわりすぎた。その製品を使う消費者が、平均的な標準消費者像からどのくらい離れているか、とび離れたところにいる、思いがけない使い方をしようと、その商品を使ってくれた以上はお客様だ。その企業の考えていた平均的な消費者像と被害者が違すぎていたからといって、ミス・ユースに関連して企業が責任ないとはいえないのではないかと。なぜならば、その商品を販売した以上、その商品を消費者がどのように使うかということは、企業としての知るべき責任の範囲だ」と、こういうふうにご答えたのが非常に印象的でした。このやり取りを聞きながら、私は、日本の企業人は、果たして生活手段としての商品を、どこまで平均的な消費者像のユーザーの行動を念頭におきながら商品の設計をしているのか、まだそこまで日本は行っていないのではないかと。思ったんですが、アメリカはミス・ユースの範囲ということについて、かなり深甚な注意を払っているといっているのではないかと。多分日本も、危害情報という考え方がもう少し広まり一般化していけば、日本の企業人にもミス・ユースの責任についての考え方が増えていくのではないかと。そうなる事故と商品の欠陥の有無という観点ではなくて、何故その事故が起こったのかという、その商品を使った状態についての配慮の有無が企業の責任になってくるのではないかと。思いますね。

赤木 そういう点は、法律ではどういうふうにご考えてやって行くわけですか。あらかじめ予見できたじゃないか、という争いになるわけですか。

板倉 大体、人間というのはミスをするものなのですね。ですから、全く突拍子もないことならばともかくとして、ユーザーというのはミスをしがちなものである。だから、たとえば薬でも、どんなふうにして飲むかわからないわけですし、その他の商品だって、どんなふうにして使うかわからない。そういうことはもともと予見できるわけですね。圧倒的多数の人に売っているわけですから。だから、そういうことがあっても大丈夫なようにしておかなければならないということに、こ

のごろは考え方が変わってきていると思います。その前提としての、今の危害情報を集めるということ、これは非常にいいことだと思いますね。これは、本来諸先進国から入ってきていることで、日本が本当は遅れていたんだと思うんです。保険の話もありましたが、責任が非常に高度化されているから、多くの人が保険にも入るようになったわけでしょう。

早崎 法の定める安全規準を満たしてさえいれば、責任を免がれると考えておられるメーカーは、今はないと思いますね。ミス・ユースにしても予見できるミス・ユースについては、これは責任を負っていかねばならない。こういう意識は現在メーカー自身もお持ちではないかと思えます。先程話にてたアメリカのCPSCでは、危害情報として製品関連事故を集めて、そのコンピュータ統計から製品安全規準を作る場合の優先順位を決めている。それだけではなくて、安全規準を改善したときに、どういう効果が表れるかというフォローアップまでできるようになっている。CPSCと同様の危害情報システムが日本でできるのであれば、これは、メーカーにとっても製品危害予防（製品の改善）という意味で大変役立つ情報になるだろうと思いますね。

青山 危害情報の立場からみますと、企業の方々が、大体自社製品適格適法主義ではなくて、予見の範囲が企業責任の問題だというふうにご考えておられるとしたら、保険の考え方が遅れているんじゃないかと思うんです。先程も申しましたが、SGをめぐるトラブルというのは適格適法主義なんです。その商品がSG規準を守っていれば、その事故に関して弁償する責任がないと思っておられるようにしか思えないわけですね。

早崎 今のお話には多少誤解があるんじゃないかと思えますね。というのは、どういう場合に法的責任が出るのかは保険以前の問題であって、保険会社が直接コントロールできない分野です。SG製品の場合は、製品安全協会と被害者が交渉するにあたって、保険会社が協会からアドバイスを求められることがある。そのときのアドバイスの仕



赤木 昭夫氏

方が大変難しいわけです。普通の保険だと約款の解釈から、これは保険で持てる持てないといえるんですが、責任保険の場合には、保険会社がコントロールできない法律上の責任という問題があって、それに対しては最近の判決の傾向とか類似のケースとか参考データはご提供できるにしても、あとは具体的事実関係と世の中一般の状況をふまえて、当事者同士で話し合っていていただく以外にないわけです。そして、メーカーにアドバイスする立場としていけば、我々も今の時代がメーカーにとって厳しい状況にある、危険責任・報酬責任という観念が一般化しつつあるということは認識しているつもりです。

赤木 災害の場合、天災か人災かという議論が起きますね。それについてもだんだん考え方が変わってきていますか。

板倉 寺田寅彦の言葉にもありますけれども、地震そのものと地震による災害は区別して考えなければなりません。現象としての地震は止められないが、地震によって引き起こされる災害は、人間が注意して対策を講ずれば防ぐことができるものがあるわけです。地震が起きても、人間の力で防ぐことができることはちゃんと対策を講じておけば、災害は起きなかったという場合は、やはり人災であるとする考え方に変わっていると思いますね。さきほどふれましたが、飛騨川事故の場合でも、以前ならば、天災だ、不可抗力だ、とされたと思いますが、名古屋高裁の判決ではっきり道路の管理者側に100%の責任を認めているわけです。昭和49年9月の台風16号による洪水で多摩川堤防が決壊し、家屋・宅地が流された多摩川水害につ

いて、国に河川管理の手落ちを認め、三億円余りの支払いを命じた、本年1月の東京地裁判決も同じような考え方をしているといえます。もっともこの判決に対しては、国は控訴していて、どうなるかまだはつきりしませんが、法律の学界では地裁判決を支持する声が強いついて差し支えないと思います。

伝統的危険と現代的危険

赤木 そのへんで、一体どこまでは責任範囲であるのかとか、無限の責任かそうでないか、その辺に話題を移したいんですが。その点についてはいかがですか。

青山 少なくとも法律の規格規準があるところは責任範囲ですね、最も常識的には。そこから先ですよね。商品関連事故に関していえば、責任の多少をつけるとしたら新商品ですね。私がこの仕事をしていると、まわりの友達が、お前は愚者の樂園を作る気か、というんですね。愚か者を守るために安全コストは代金に跳ね返る。そうすると賢い消費者が負担しなければいけないではないか。愚か者をなくすように教育を徹底すべきだという話があるんです。昔から、人間は危険と共存共榮しながらいかに危険を排除しながら生き続けている

飛騨川の転落事故

昭和43年8月17日の夜、観光バス15台が乗鞍岳へ向かったが、折からの集中豪雨のため国道41号線上で土砂崩落が生じ、旅行続行不能となり、一行は戻りにかかった。帰途、1つ目の土砂崩落は除去し通過したが、2つ目の崩落の前で停車中の2台のバスに大量の土砂が落下し、バス2台は道路直下の飛騨川に転落水没した。時刻は8月18日午前2時11分ごろとされる。乗客107名のうち104名が死亡する大事故となった。生存者1名と遺族131名から、事故は国道の設置管理の瑕疵に起因するとして、国に対し損害賠償請求の訴えが出され、昭和48年3月30日名古屋地裁および昭和49年11月20日名古屋高裁の判決で、国に道路設置管理の瑕疵ありとの判決が下された。

また、昭和49年9月1日東京都狛江市多摩川べりの19棟の家屋流失事故については、昭和54年1月25日の東京地裁判決で国の河川管理の瑕疵が認められた。

るかが人間らしさであって、昔から危険はどこにでもあったんだ、という人が多いですね。

赤木 これは大事なところですね。

青山 私、やっぱり危険に伝統的危険と近代的・現代的危険があると思うんですね。伝統的危険は誤使用の責任を消費者がかぶるべき面もあるかと思うんです。たとえば病院から商品事故情報を集めると、札幌から包丁事故が圧倒的に多いんです。その中身をみますと、ニューファミリーといわれる男性の事故なんです。女性は1～2件しかないんですね。

赤木 ああ、それは札チオン族が自炊をやるからそういうことになるんですね。

青山 男の人は、それこそ札チオン族になった時ぐらいしか包丁を使わない。歴史的・社会的に訓練が足りないからけがをするんですね。このような伝統的危険でも一概に消費者の方が問題だとはいえないと思いますが、やっぱり新製品が問題ですね。その商品に隠れた危険がなんなのかということ、人間の歴史の中で伝え切れないものがあるわけですね。たとえば、最近の事故でフード・プロセッサの事故がありました。万能調理器ですが、1年に100万台ぐらい売れているそうです。それで事故が起きました。ある主婦が、ご当人はだれがみても標準的な消費者ですが……、肉を薄切

りにしたら高価な肉が刃の間にぎっしりついてしまったので、もったいないから手で取るうとしたわけですね。それで充分注意したつもりなんでしょう、ちょっと触れた途端に爪でようやく付くぐらいザックリ切れたんですね。こんな鋭い刃物だとは思わなかったという苦情なんです、もちろん取り扱い説明書に、刃は鋭いので注意してくださいと書いてあるわけですね。それから付属品としてヘラが付いているんですね。しかし、消費者はこのヘラで肉がとれないと思った、使うとしたら箸だけれど箸でもうまくとれないだろうというんです。企業の人にいいましたら、箸をつけてもいいけれど、どんな材質でどんな形のものが最も安全に適しているのかわからないというんですね。そう答えながら、今度取り扱い説明書で、箸などで取ってくださいとしたわけですね。特に新商品を出すような場合には、一般の消費者は伝統的な危険しか知らないわけですから、メーカーの専門家としての責任は大きいと思うんです。だから、事故が起きたら、それは貴重なユーザーテスト結果というぐらいの考え方を持って事故に接してもらわないと困るという気がするんですね。そういう点で、新商品の責任というのは、危害情報のなかでも重要だと思っているんです。

どこまでが責任範囲か

早崎 今相当意識の進んだ企業でも、そういうクレーム情報をすぐ集めて、すぐデザインの改良に結びつけることを社内で“システム”として確立している会社はまだまだ少ないんじゃないかと思います。ところで、いわゆる「使用上の注意」というのは、限界が大変難しい。たまたま友人が勤めているんですが、合成樹脂のプラスチックのお風呂のふたなんです、関西の方は床下に浴槽がうめこんであるお風呂なんですね。それで、そのふたの上に乗ると落ちるんですね。そういう事故が何回かあったんで、乗らないでください、重いものを乗せないでください、という表示を付けたんだそうです。ところが一番危ないのは子供で、

安全と不可抗力

どこまで安全であれば、安全なのか。どれほど危険であると、危険なのか。これは解きたい問題である。

だが、一つだけはっきりしてきていることがある。イギリスやアメリカで調べられたところによると、自分からすすんで冒す事柄（たとえば自動車の運転とかタバコ）では、10万人年に1人の死者でも社会的に容認されているが、自然災害となると許容限度は1桁厳しくなって100万人年に1人の死者になるという。さらに産業災害となると、もう1桁厳しくなって1,000万人年に1人の死者でないと許容されないとされる。つまり、社会に新しく登場する災害ほど社会の許容度が小さくなるのである。新製品や新設備ほど高い安全率が要求され、不可抗力と抗弁する余地がそれだけ少なくなっている。そもそも、ここまでは安全、ここからは危険という閾値は固定できず、不可抗力であったかどうかは社会的に決定されることになっている。

その子供は字が読めないわけです。となると、メーカーはどこまでやるか。

青山 あれはSGの対象になったんですね。風呂ぶたというのは、阪大医学部に熱傷事故が集中的に起きて、そのかなりの部分がプラスチックの風呂ぶたがたわんだということなんです。事故の原因・責任関係でいえば、母親が子供に風呂を見にやらせたとか、沸かしすぎたとか、いろいろあるんですが、ともかく、その子供が風呂ぶたが柔らかかったために落ちて火傷が原因で死んだことは事実なんです。それで、風呂ぶたが滑りにくいようにとギザギザをつけたり、硬度を強くしたりしたんですが、最終的には防ぎきれないんですね。減ることは減る。それで、やっぱり取り扱い注意とか危険注意というものを、これから企業がどう解決していくかという問題だと思うんです。カナダでは、ポイズンだと思われる物質には海賊のマークのドクロマークを商品の前に貼りつけるんですね。手に触れれば皮膚がびらんするような劇薬には手のがい骨の絵を貼る。幼児が見ただけで、それこそ動物的に注意をするというような、危険を表面に押し出す表示がぜひ必要だと思うんです。

赤木 板倉先生、どうですか、その責任というのは。

板倉 要するに、企業のやっていることと被害・損害との間に因果関係がある場合、企業側にならかの意味で落ち度があるということであれば責任があるわけです。今のようなお話の場合に、ミス・ユースをやっている母親もよくない。しかし企業の側も、子供にもパッと見たらわかるようにしておかなかったという責任があるわけです。ですから、ちゃんとわかるようにしておけば、母親が間違っても事故が起きなかったという場合であれば、やはりメーカーにも責任があると考えられる。そして、そういうことがあり得るということは、メーカー側は予見できると思うのです。最近では、できるだけ無過失責任の方にもって行こうとしているのが全体の傾向で、無過失責任になれば、因果関係があるといえさえすれば文句なく責任があるわけです。しかし、過失責任を前提としても両方の落度が重なっている。メーカーの過失、母親

あるいは子供の方の過失と、両方重なって事故が起きている場合にも、メーカー側に責任があるわけです。もっとも、メーカー側だけが悪い場合と違って損害額なんかはかなり少なくなるかもしれませんが。

早崎 日本では、過失相殺というのがありますからね。

どのへんでバランスがとれるのかが問題

青山 ユーザーにも責任がないわけじゃないから、事業者と消費者と国・自治体、行政ですか、その3者が自律的に危害防止効果を高める。消費者は注意をする。消費者保護機関は注意情報を出す。そういうセルフ・コントロールみたいなものが社会に出てこないといけないんじゃないかと思えますね。

赤木 早崎さん、いかがですか。

早崎 メーカーあるいは企業と消費者ということからすれば、我々はこの直接の関係の外にありまして、その危険を引き受ける立場にあるのですが、責任保険の場合には、責任がどう出るか、責任が出た場合に賠償額がどうなるか、この2つの点ですね。日本の場合は、賠償額の算定の手法については割に定型化されておいて、アメリカみたいに突拍子もない額が出るということはありませんね。その点では一つの安定があると思うんです。一方、責任の方は大変見極めにくい時代で、したがって、その危険を引き受ける保険というのは扱いにくくて困っているんですが、これは、従来から比べれば相当程度被害者保護というあたりで落ち着いていくだろうと思うんですね。ただ被害者保護がこうなるとなると、それは、ある意味では事業者のコストに結局跳ね返ってきて、コストを製品価格に転嫁して、また消費者に戻って行くわけですから、つまり、どのへんでバランスがとれるかというのは、その危険を引き受ける我々にとっては大変関心のあるところですね。

赤木 ありがとうございます。

下降気流による災害

下降気流と航空機事故 中山 章

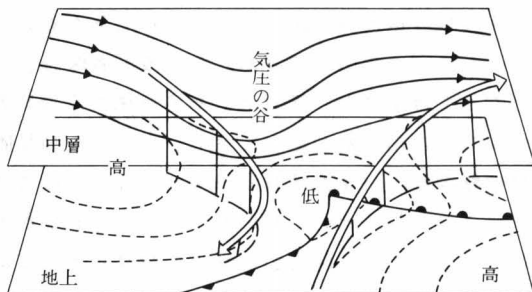
1 下降気流のいろいろ

地球上の空気はいつも動いており、私たちはこの空気の動きを風として感じている。この空気の動きは3次元的で垂直成分の大きさは、それぞれの気象現象に特有な値を持っている。

たとえば、地上付近では高気圧から低気圧に向かって風が吹いている場合、上空4～5 kmでは、図1の上段の実線のように西から東に向かって波打った流れをしている。この流れは平面上を運動しているように見え、事実、私たちが測定することのできる最も良い方法、たとえば、航空機に計器を積んで測定してみても、この程度の大きさの鉛直成分の測定は不可能である。

しかし、間接的な方法により鉛直成分も考慮に入れた空気塊の（低気圧に相対的な）経路を求めてみると、図1の二重線で示したように、地上の高

図1 低気圧と高気圧付近の空気の流れの模式



二重線は系に相対的な空気経路、破線は地上の等圧線、実線は高さ4～5 kmにおける流れ

気圧の上方の空気は下降しながら流れ、一方、低気圧の東側では上昇しながら流れている。この種の下降気流や上昇気流の大きさは1～3 cm/sec程度である。

これに反し、積乱雲の中では強い上昇気流や下降気流があり、その大きさは10 m/secから大きいときには60 m/secにも達するものもあるとされている。したがって、この種の原因でできる雲はほぼ垂直であるのに対し、低気圧の近くでは水平方向に大きな広がりを持った雲となる。

以下に本文のテーマである下降気流の大きさにより、どのような種類の災害があるかを述べる。

2 旱害と大火

まず図1の空気経路を求めた方法を説明する。質点力学によれば、質点が運動するときには運動エネルギーと位置エネルギーの和が保存される。

しかし、空気は温度と水蒸気が大きく影響するので上の2種類のエネルギーの他に顕熱エネルギーと潜熱エネルギーが加わった4種類のエネルギーの和が保存される。

この4種類のエネルギーのうち、運動エネルギーとして持っているものは少なく、さらに水蒸気が少ない場合には、潜熱エネルギーとして持っているものも小さいので、近似的には位置エネルギーと顕熱エネルギーの和が保存されると考えても

よい。

図1の空気塊の経路はこの仮定の下に求めたものである。上の近似的な関係からすると、上空にある空気は大きな位置エネルギーを持っているが、これが低い所まで降下すると位置エネルギーは減少し、その減少分だけ顕熱エネルギーは増大し、温度は $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ の割合で上がる。上空の温度は下層よりも低いけれども、下降に伴う温度上昇が大きいので、下降してきた空気は始めにあった空気の温度よりも高くなる。

水蒸気は上空では少なく、この量は変化せずに空気塊は下降し、一方、下降とともに温度は上がるので、相対湿度は非常に小さくなる。このため、下降気流の卓越しているところでは乾燥し晴天となる。

図1の場合には、低気圧や高気圧は移動しているので、ある場所に到達する経路は日々変わるが、高気圧がどっかりと腰をすえていると、下層の空気は日がたつとともに乾燥し晴天が続く。

日本付近で高気圧がどっかりと腰を落ち着けるのは大別して2種類あり、1つは真夏の太平洋高気圧であり、もう1つは5月や10月ごろに時たま何日もの間停滞する高気圧である。前者では早害が、後者では過去に大火が起こっている。

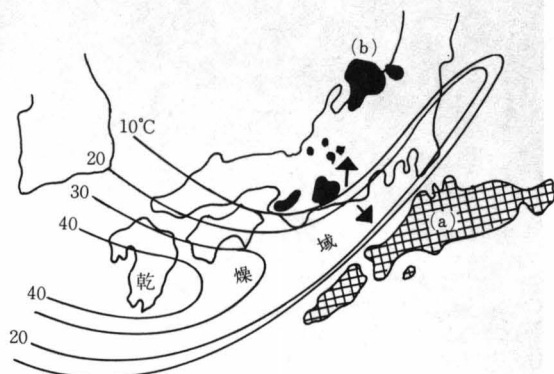
3 ジェット気流に伴う下降気流と積乱雲

図1の対流圏中層の流れのさらに上空10kmぐらいでは、200~300kmぐらいの幅狭い強風域（ジェット気流と呼ぶ）が存在する。

世界中での強い雷雨、強いひょう、集中豪雨の発生域を地図上に記入してみると、月平均のジェット気流の近くにある。しかし、ジェット気流は日々のものではないから、この関係からただちに積乱雲の発達とジェット気流が物理的なプロセスで結び付いているということにはならない。

しかし、ジェット気流の下方を航空機で横切って観測してみると、強い下降気流の存在することがある。こんなときには、ジェット気流の下では下降気流によって図2のように非常に乾燥する。

図2 1969年7月9日09時の高さ約5.8Kmにおける乾燥域の状態とレーダー・エコ



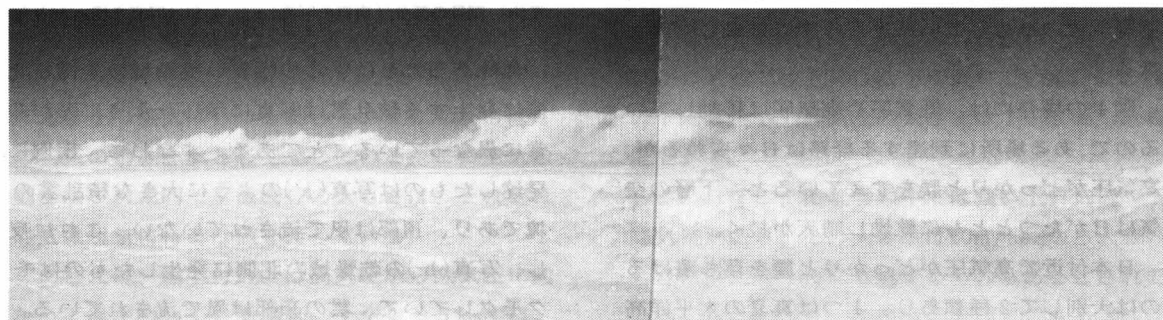
実線は気温と露点温度の差、黒い部分はジェット気流の北側の写真(b)、網目の部分は南側の写真(a)、矢印は写真を撮った方向

興味あることは、この幅狭い乾燥域の南側と北側に発生する積乱雲は写真に示したように形が非常に異なっていることである。すなわち、南側に発達したものは写真(a)のように大きな積乱雲の塊であり、頂部は風で流されていない。これに反し、写真(b)の乾燥域の北側に発生したものはモクモクしていて、雲の頂部は風で流されている。

一般にジェット気流の近くでは狭い幅で風が強く、強風の中心からある距離の所から急に風が弱くなるのが普通だが、写真(a)はジェット気流の南側の風が急に弱くなった所に発達したものであり、写真(b)はジェット気流の下方の風の強い所に発生したものである。これらの写真は図2の矢印の方向を5.8kmの高さから撮影したものだが、飛行高度の下にある頂部がまったく平らになった雲は図2の乾燥した領域の下方にできたもので、ここでは著しい安定層のため、これより下で発達した対流が安定層で完全に抑制されている。

この例の地上付近の天気状況は低気圧のため、関東・中部地方は全部雲で覆われ、雨の所もかなり多くなっている。この例に示したように、天気構造を立体的にみるとテレビの解説でいうように単純なものではないことに気付く。ここで述べたことは、本文のテーマに対しては若干こじつけの気がないではないが、最近はどうも航空機を利用する機会が多いので興味あると思い述べた。た

写真 a b aは図2の(a)の積乱雲に、bは(b)の積乱雲に対応する。ただし、天気図と写真撮影の時間は約4時間異なる



ただし、下降気流が積乱雲の原因だといっているのではないので誤解しないでほしい。

4 雲による下降気流と航空機への影響

今までは地球上における空気の流れに伴う下降気流を考えたが、ここでは雲に原因のある下降気流について述べる。

4-1 乳房雲

雲を丁寧に観察していると、雲の底が婦人の乳房が幾つも垂れ下がったような形になっていることがある。

この雲は、雨や雪が元の雲から落下してくるときに蒸発し、雲底下で飽和してできたものである。著しい乳房雲ができるのは、降水が水滴よりも氷の場合である。なぜなら、氷の場合には飽和蒸気圧が水に比べて小さいので、水滴の場合にはすぐ蒸発してしまう条件下でも、氷だと蒸発せずに雲として見える条件になることがあるからである。

乳房雲の下では下降気流があるので、航空機はこの雲から最低1,000ft（約300m）は離れて飛ばないとかなり揺れる。

下降流ができる理由は、雨(雪)が降ってくると、周囲の空気は降水の落下に引きずられて、まず下降気流が起こる(これは大したものではない)。さらに、落下する雨(雪)が蒸発することにより潜熱を失い気温が下がるので、その付近の空気は周囲の空気よりも重くなって下降気流が発達する。これは、ちょうど積雲の中の温度が周囲より高いことにより上昇気流が発達することと、逆の関係である。

4-2 積乱雲

地表面が暖められたり上空が冷たくなると、気層は不安定になって上昇気流が発生する。上昇する空気塊は上昇とともに温度は下がり、飽和に達して凝結し、その際に凝結の潜熱を放出するので雲の中の温度はさらに高くなり、一段と浮力を増して上昇気流は大きくなる。この上昇する空気の

塊のことを雷雨細胞と呼んでいる。

1つの細胞は、発生してから消滅するまで、どれも同じような経過をたどる。すなわち、始めのころは細胞の中が全部上昇気流だが、雲の中で雨が降り始めると、雨滴（または氷晶）の落下により、周囲の空気は引きずられて下降気流ができ、上昇気流と下降気流とが共存するようになる。この時期が最盛期である。そして最後には細胞内では浮力を失い弱い下降気流だけになって一生を終える。この寿命は細胞が大きいほど長いが、普通の積乱雲では30分ぐらいである。

私たちが日ごろ見ている積乱雲の多くは、これらの細胞が数個、またはそれ以上集合してできたものである。積乱雲がこのような構造を持っていることを明らかにしたのは、1946年にアメリカで行われた雷雨特別観測であった。

しかし、1950年代の終わりに英国の雲物理学者が長時間持続したひょうを研究し、今までの積乱雲のモデルでは説明できないことがわかり、1つの大きな細胞を持つものだとする説を発表した。その後、強いトルネード、強いひょうの研究をやってみると、これらの現象は、後者の積乱雲に付随して発生していることが多いことがわかってきた。このため、最近では前者をmulticell storm、後者をsupercell stormと呼んでいる（日本語訳の適当なものがないので原文のまま示す）。

Multicell stormの場合には、強い雨の降る場所は細胞が次々と変化していくので、時間とともに変化するが、supercell stormでは、図3のように、積乱雲の進行方向の前面から流入した湿潤な暖気（図の実線）は大きな上昇速度を持って雲頂まで達する。この上昇気流によりできた雨滴やひょうは、積乱雲の後面の対流圏中層から積乱雲の中に入ってくる乾燥した空気（図の破線）の中で蒸発するので、ここでは強い下降気流ができる。

この下降気流は雲底下で最も強く、地表面近くに達すると、下降気流は水平流となって地表面に沿って吹き出し、周囲の空気との間に境界を形成する。この境界をガスト・フロントと呼んでいる。

今までは個々の積乱雲について述べたが、積乱

図3 Supercellの積乱雲の模図

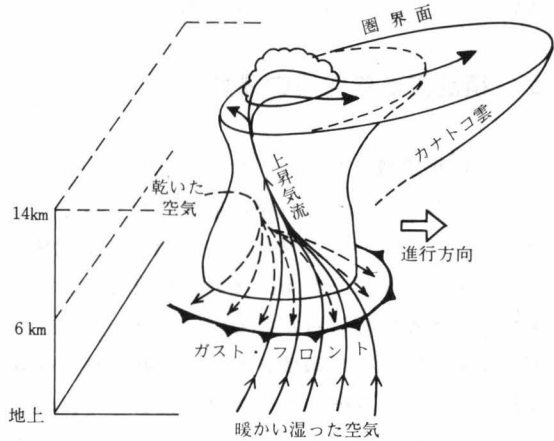
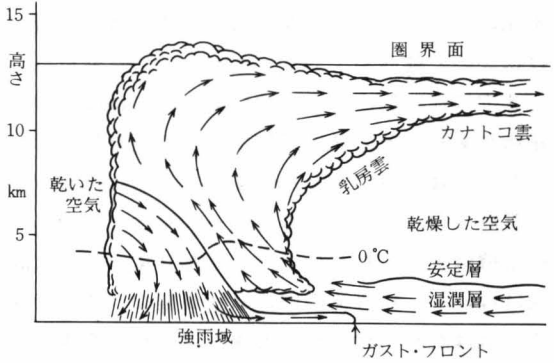


図4 スコール・ラインに直角方向の断面の模図



雲が互いに接近して、線状に数百kmにも及ぶような積乱雲の壁ができることがあり、これをスコール・ラインと呼んでいる。この中の微細構造をみると、今まで述べたように複雑な積乱雲の集まったものだからややこしいが、平均的にみるとスコール・ラインに垂直方向の構造は図4である。

それによると、スコール・ラインに流入する湿潤な暖気は下層2 km以下であり、アメリカでの研究によると、下層から流入する湿潤暖気のかかなりの部分は、積乱雲の中を通り抜けて上昇し雲頂から出ていく。また、地上付近から流入する水蒸気のかかなりの部分は雨として落下し、これが後面の対流圏中層から流入してきた乾燥した空気の中で蒸発して、雲底下では強い下降流を引き起こし、さらにガスト・フロントを作る。

雷雨が近くにきたときに非常に強い風が吹いてくることがあるが、あれがガスト・フロントに伴

う風であり、25m/sec ぐらいのものは時たまあり、強いものでは40m/secにも達する。

5 積乱雲と航空機の運航

初めて航空機に乗り合わせて積乱雲の中に入った人は“もう2度と飛行機には乗りたくない”と思うだろう。それほど積乱雲中の飛行は不愉快であり、また危険でもある。それは積乱雲の中ではまれではあるが雷に打たれることがあったり、ひょうによって一部が破壊されたり、航空機の複雑な動揺によって空酔いし、最悪の場合には乱気流により航空機が操縦不能になったりすることがあり、どれ一つとっても恐ろしいものだからである。本文の主題は下降気流なので、ここでは乱気流だけについて述べる。

すでに述べたように、積乱雲の中には幾つかの細胞があり、その発達段階によって上昇気流であったり下降気流であったりする。この鉛直流が風洞実験で得られるようなスムーズな流れであれば、航空機は上げられたり下げられたりするだけで問題は無いが、鉛直流の中には不規則なうずができて気流は乱れ、鉛直流の大きさはきわめて複雑な変動をしている。

航空機が積乱雲の中を飛ぶときに、ピッチング（縦揺れ）、ヨーイング（片揺れ）、ローリング（横揺れ）など複雑な揺れ方をするのは、不規則なうずのためである。この大気中の乱れの影響を受けて航空機が揺れることを“乱気流 (aircraft turbulence)”と呼んでいるが、これは飛行速度、翼面荷重、航空機の姿勢などに関係して複雑であるが、アメリカでの調査によると、今の航空機にとって影響を与えるうずの大きさは20~200 mぐらいとされている。

現代の航空機は高い所を飛んでいるし、また、機上レーダーを持っていて強い積乱雲を避けて飛んでいるので、巡航中は積乱雲の障害を直接受けることはきわめて少ない。

しかし、そのように高性能の航空機であっても、目的飛行場に着陸するためには降下しないわけに

はいかない。しかも、積乱雲のなかや近くを飛行しなければならないこともあり得るので一層危険があるわけである。

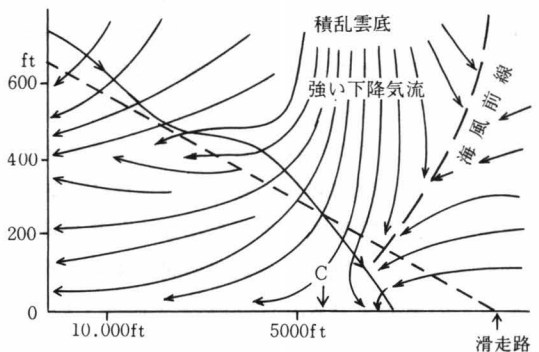
なぜなら、航空機は周囲の空気が翼の周りを流れるとき、翼の上面の速度が大きく逆に下面の速度が小さいと、上側の気圧が小さく下側の気圧が大きくなり、その結果上向きの力が働いて揚力を保っているのだから、航空機の対気速度が大きくなければ十分な揚力が得られないからである。そして、ある値以下になると失速して航空機は操縦不能となる。

着陸するときには有限な長さの滑走路上で停止しなければならないから、必ず飛行場に接近するとともにスピードを落とさなければならない。この場合、滑走路に近付いた所では、スピードはかなり失速速度に近い値まで落とさなければならない。このような状況下で、積乱雲の雲底下で強い下降気流に襲われると、巡航中に遭遇する下降気流の場合とはまったく異なりきわめて危険である。

図5は1975年6月24日にアメリカのイースタン航空会社のB-727型機が積乱雲の下の強い下降気流のために墜落したときの気象状況を Fujita が解析したものである。何も悪い天気でない場合には、航空機は破線で示した計器着陸装置 (ILS) による誘導電波に乗って降下してくるものだが、この日は積乱雲の下の乱気流のため、実線のようにコースから外れて降下している。

図5 1975年6月24日イースタン航空機墜落時の気象解析 (Fujita)

実線は航空経路で左上から墜落まで46秒である。



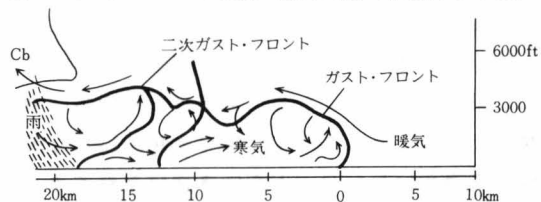
所なのだが、200ft(約60m)以下の高度で、一番強い下降流に遭遇している。さらに悪いのは、下降気流の流線を見ると、降下中最初は向かい風であるが、下降気流が最も強いCの付近で向かい風成分が小さくなっている。

向かい風成分が小さいということは、翼の周りを流れる空気の流れが小さいことと同じ効果なので、瞬間的に揚力を失う方向に働くことになる。このように最悪の条件が発生してB-727は墜落した。この日の7分前にはトライスターは墜落せずに無事であったが、これはパイロットの技倆や機種による違いではなく、積乱雲に伴う下降気流は、この例のように、ごくわずかの時間に大きく変動するものだからである。

積乱雲の下では、図4のように下降気流が地表面の近くで水平に吹き出しガスト・フロントを作る。ガスト・フロントの暖気側と寒気側では風は大きく変わる(これを風の鉛直シャーが大きいという)。ここでは航空機は着陸してくる方向により向かい風から追い風になったり、追い風から向かい風になったりする。

最近の航空機は非常に重いので慣性が大きく、また、ジェット・エンジンは推力を変化させる操作をしてから実際の推力が増加するまでの間にタイムラグがあるため、下層で(特に低い所が重要)

図6 ガスト・フロント付近の空気の流れの模図(アメリカ)



風が急激に変化しているときには運航上きわめて重要である。

さらにガスト・フロントの近くでは、気流は乱れて複雑な様相をしている。図6はアメリカで研究されたものの一例で、下降気流によって吹き出してきたガストは何段階にも行われるものである。

航空機の運航上は雷雨以外でも低層で風が鉛直方向に急に大きく変化している場合には大きな問題になるが、雷雨の場合のガスト・フロントの近くでは特に大きいので、ここを中心に述べた。

この他に、海陸風に伴う海風前線の近くでも上昇気流と下降気流は狭い幅に——ある場合には数百m——存在することがある。グライダーはしばしばこの上昇気流を利用して飛んでいる。海風前線付近の下降流でも、上昇気流との境がはっきりしていて、それが着陸する滑走路のすぐ近くにある場合には、パイロットは知っていることが望ましい。

(なかやま あきら/東京航空地方気象台)

地型による強風 古川武彦

1 はじめに

地球は大気に覆われている。我々の生活圏は地表のしかも陸上がほとんどである。いわば大気の底が住みかである。陸地は大小さまざまな地形を持っている。山岳地形一つを取り上げてみても、数千kmにわたるロッキー山脈、ヒマラヤやアルプスのような大山塊、日本列島を形造る数十km規模の山脈群、富士山のような孤峰、そして高さも広がりも小さな無名に近い山々や丘に至るまで千差

万別である。盆地や平野もまた、いろいろの形やスケールを持っている。

大気は、このような地球表面の起伏に反応しながら吹き抜けていく。人口の大部分は平野部に集中しているけれども、我々の諸活動が広い意味の山岳地域と深くかかわりあっていることは例を挙げるまでもない。その度合いが今後ますます強まることは疑いない。ここでは大気と地形とのかかわりのうち、特に地形による気流の振る舞いに注目し、風害の観点から論じてみたい。

2 地球に固有な風——局地風——

洋上では比較的一様な気流も、陸上によつてくると乱されて複雑になる。気流はある山脈は乗り越えるけれども、ある山にはせき止められてその周囲をうかいたり、谷を吹き抜けたりする。山の風下でもある所では風は非常に強く、逆に弱い所もある。気流が陸地形の起伏に応じて鉛直方向にも変位するため水蒸気が凝結して雲や雨を生じる。その結果、山の風下では暖かい風、乾いた風という具合に変形を受ける。地形は変化しないから、たとえば、冬の北西の季節風が吹き出すと、それぞれの地形に固有な気流系、固有な気象現象が反復して実現され得る。その現象の反復が土地

図1 日本のおもな局地風



の人々の生活に重要な影響を及ぼすとき特別な関心が払われてきた。風に着目したとき、その土地に関連した固有さを局地風と呼ぶ。局地風が問題となるのはほとんどの場合、それが風害として我々の生活に不都合を与えるからである。

風害は風の持つ破壊力に我々の側の抵抗力が破れるときに発生する。したがって、風害の起こり方は破壊力を特徴付けるパラメーター（風向、風速、発生の季節、時刻、継続時間、温度、湿度など）と抵抗力側のパラメーターに左右される。局地風に対する理解が進み、風害の実態が解析されるなかで、我々の側の抵抗力もかなり改善されてきている。今や我々は自然の破壊力そのものをもコントロールできるほどの基盤を持つようとしているが、その前提となるのは、やはり対象としてい

図2 羅臼突風の被害区域(昭和34年4月6日)「北海道の気象」より

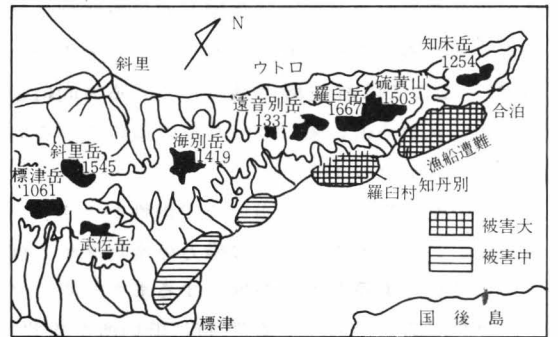
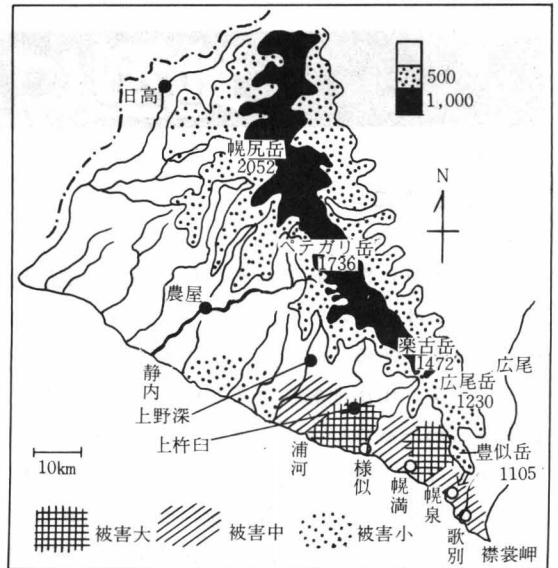
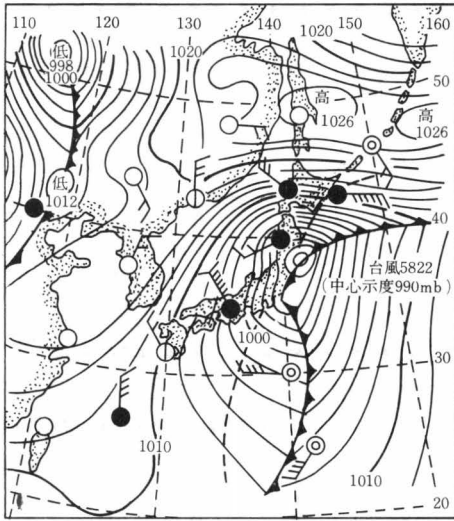


図3 日高突風の被害区域(昭和33年9月27日)「北海道の気象」より



日高突風の被害区域 (昭和33年9月27日)

図4 日高突風時の天気図(昭和33年9月27日9時)
(点線は台風の22号経路)「北海道の気象」より



る気象現象の物理的理解であろう。

さて、日本には風害をもたらすような局地風としてどのようなものがあるだろうか。図1に主な局地風を示す。○印は発生するおおよその位置を、矢印は卓越風向を示す。また、その局地風の発生と深く関連していると思われる山脈などを合わせて示した。まずそれぞれの局地風の特徴を概観してみる。

羅臼(らうす)おろし

南西から北東に伸びる知床半島の背梁山脈を越えて、根室海峡めがけて吹き降ろす北西風である。発達した低気圧に伴う寒冷前線の通過後に多く発生する。昭和34年4月6日には、家屋全壊30戸以上、漁船転覆による死者・行方不明90人以上に達する被害を受けた。図2は、その当時の被害の概要を示す。当時の最大風速は30m/sec、瞬間では、40m/sec前後に達したものと推定されている。

日高おろし

襟裳岬附近からほぼ北西方向に走っている日高山脈の南西斜面に起こる強風で、日高山脈を吹き降ろる北東風である。主に台風に伴う北東風域内

で発生する。被害を受ける地域は海岸沿いの長さ50km、幅20kmぐらいの範囲内である。図3に昭和33年9月27日に発生した風害の分布を示す。図4に当時の天気図を示す。

赤城(榎名)おろし、那須おろし、筑波おろし

冬の北西季節風が三国山地を越え、赤城山、榎名山などから関東平野の北西部に吹き降ろるのが赤城おろし、那須の扇状地に吹き降ろるのが那須おろし、利根川沿いに吹くのが筑波おろしである。いずれも、冷たく乾燥した北北西寄りのいわゆる空っ風である。表1は、前橋における最大平均風速の月別累年順位を風向および起日とともに示したものである。また冬期における風力6以上(約10m/sec)の発生ひん度の地理的分布(群馬県内)を示したのが図5である。これらのことから、強い風は北々西のときに(夏の台風によるものを除く)起こること、また、起こる場所は山から平野部にかけての限られた範囲であることがわかる。

図5 風力6以上の季節別頻度(平均日数)の地理的分布図(群馬県)

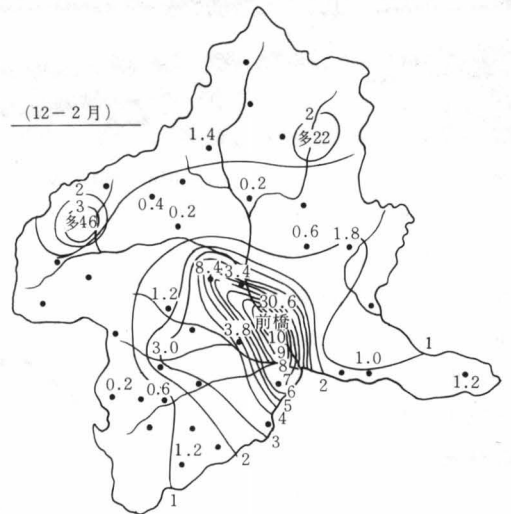


表1 最大平均風速月別累年順位表(前橋)

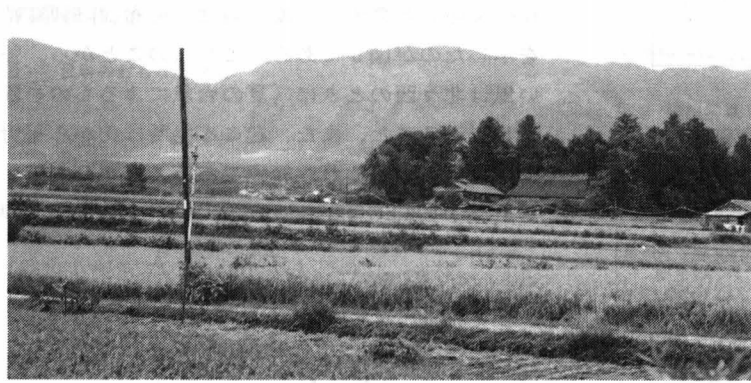
総計期間(1949~1958)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
値	19.6	21.0	21.1	20.4	19.6	14.5	15.8	24.4	18.7	17.1	18.0	18.0
1風向	NNW	N	N	N	N	NNW	N	E	WNW	W	N	NNW
起日	1950.29	1954.28	1952.19	1956.20	1956.6	1956.8	1950.3	1949.31	1954.19	1949.30	1956.27	1952.3
値	17.7	18.7	20.2	18.5	19.3	14.5	13.9	15.7	17.6	16.5	16.1	16.5
2風向	WNW	NNW	N	NNE	N	N	ESE	SE	E	NW	N	NNW
起日	1951.21	1955.20	1955.18	1949.29	1949.2	1950.26	1958.23	1956.17	1953.25	1952.16	1953.15	1955.6
値	16.6	17.7	19.9	18.0	17.7	13.7	13.7	14.9	16.8	15.5	16.0	16.5
3風向	WNW	NNW	N	N	NNW	N	N	E	N	N	NNW	NNW
起日	1952.25	1951.3	1953.8	1955.4	1953.30	1955.16	1949.1	1950.5	1958.18	1955.30	1955.16	1954.28

「東京管区地域気象ハンドブック」より

比良八荒、六甲おろし、
平野風

琵琶湖西岸の比良山地から吹き降りる北西風で、冬から春先に多く発生し、漁船にも被害を与える。琵琶湖哀歌として知られる四高生のボート遭難事故は、昭和16年4月6日の比良八荒によるもので11人の犠牲者を出した。六甲山地を神戸港付近に



吹き降りる北風が六甲おろしで、西は須磨辺りから東は西宮付近までが影響を受ける。平野風は三重・奈良県境の山地から奈良東部の平野付近に吹き出す東風である。

広戸風、やまじ風

広戸風は岡山県津山市の北東の那岐山麓の南斜面に発生する北々東の風で、家屋や農作物に被害を与える。写真は那岐山系を南側からながめたものである。農家が、この広戸風に備えるために木脊（こぜ）と呼ばれる防風施設を作っているのがみられる。田畑に対してはまったく無防備である。

図6 広戸風の時間的変化 (昭和28年9月25日)

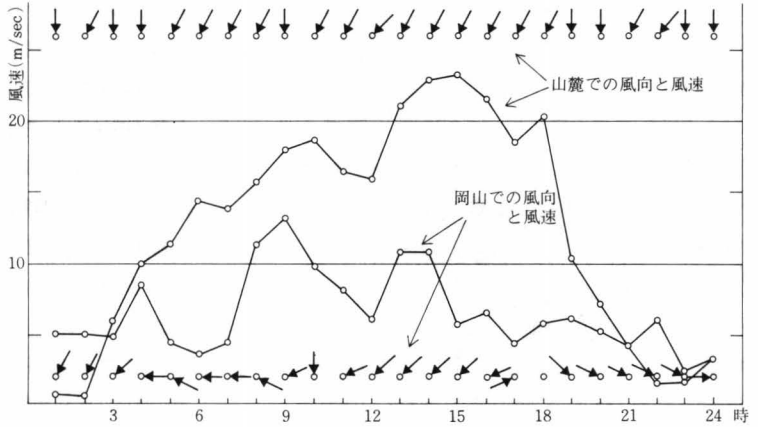


図7 米子における風向風速と気温の鉛直分布

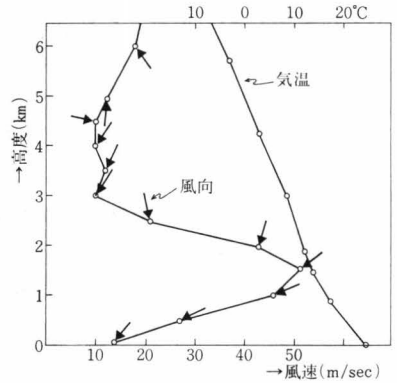
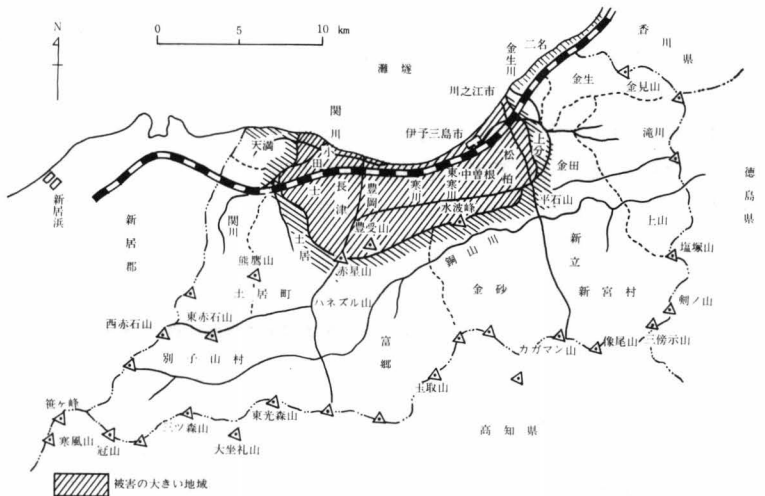


図8 やまじ風被害区域 (宇摩郡やまじ風調査報告より)



昭和26年になって初めて組織的調査が開始された。この調査は、その後の我が国における局地風研究の発端となった。昭和28年9月25日に発生した広

表2 町村別倒壊住家状況

町村名	P(人) 人口	N(戸) 全壊	$N \times \frac{5000}{P}$ 全壊率	(KM ²) 面積	(戸) 半壊
二名	910	2	11	1.57	30
川之江	12,000	15	6	5.15	113
金生	7,779	5	3	18.41	44
上分	3,970	5	6	1.84	28
金田	3,762	24	33	13.85	18
川瀧	4,312	4	5	24.44	7
上山	2,597	5	9	21.11	13
新立	3,565	6	8	58.24	35
妻鳥	4,620	5	5	3.66	20
松柏	5,575	5	4		18
三島	18,704	13	3	20.85	28
寒川	5,298	15	14	9.91	13
豊岡	3,178	25	39	10.59	190
長津	3,951	8	10	6.21	24
小富士	3,413	1	1	5.89	9
無崎	1,615	1	3	2.70	11
天満	2,537	3	6	8.23	11
土居	4,330	5	6	32.74	6
関川	4,180	11	12	33.57	28
別子山	1,430	3	10	73.05	5
富郷	1,956	12	31	86.27	53
金砂	3,400	10	15	58.53	19
計		183	240		723

戸風の時間的変化を図6に示す。山麓では15から20m/secに達する北々東の風が12時間以上継続して吹いている。はるか南の岡山では風速は半分以下になっている。当時の上空の風向風速、気温を図7に示す。上空に強い北よりの風があり、那岐山系にぶつかっていることを示している。

やまじ風は愛媛県東部の伊予三島市を中心とした燧灘に面した海岸沿いの地方に発生するもので、石鎚山脈、法皇山脈を越えて吹き降りる強い南風である。広戸風とまったく対称的に台風が北側を通過する場合に多く発生する。昭和26年10月のルース台風では家屋全壊183戸、半壊723戸に達する大被害を受けた。図8にやまじ風吹走地域および被害区域を示した。表2に家屋に対する被害状況を示す。

寿都ダシ風、清川ダシ、まつぼり風

北海道の寿都地方に暖候期に卓越する南東寄りの風である。この風は今まで述べたような山を吹き降りるおろし風と異なり、気流が水平的に収束して強くなる場合である。噴火湾からの南東風が峡谷を通り、日本海側の寿都湾に吹き出す。家屋

に対するより、むし暑い風として精神面に影響を与える。山形県の清川ダシは最上川峡谷に沿って庄内平野に吹き出す強風で、時には20m/secに達することがある。まつぼり風は阿蘇の外輪山内の冷却された空気が立野方面に流れ出すものである。

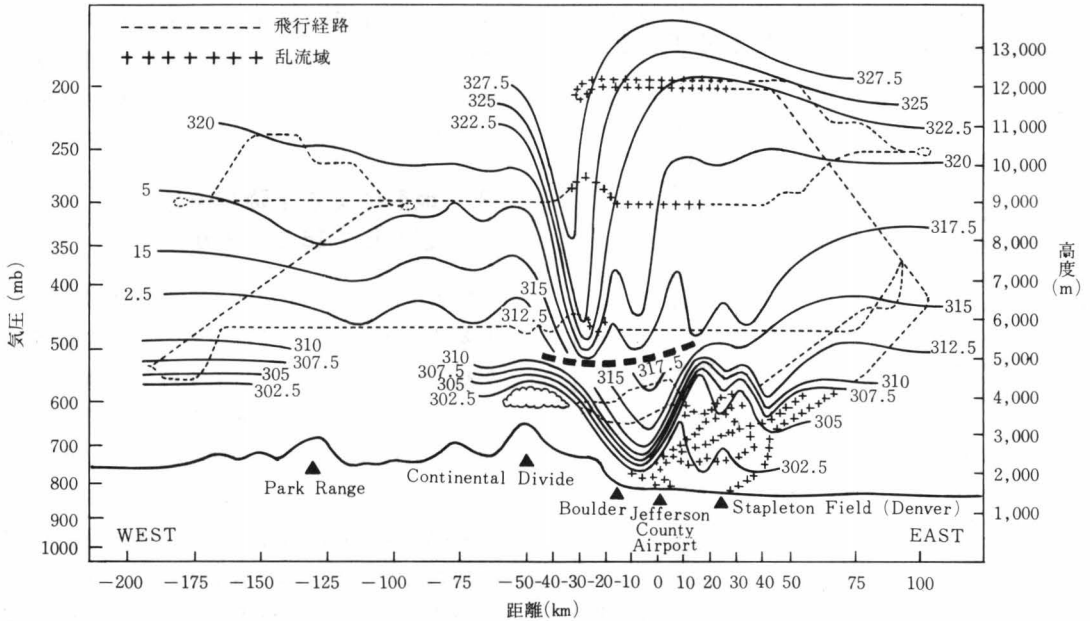
3 地形による下降気流は どうして起こるのか

地表付近で強い風が吹くことが風害に対する最大要件である。それでは、どのような機構で強風が起こり、それがどうして下降気流なのか考えてみよう。前節での局地風の特徴をみると2つの共通点に気付く。1つは地理学的条件である山脈状の山の存在、もう1つは山脈にほぼ直角にぶつかる気流と山の斜面を吹き降りる強風の存在である。局地風に関連した山が富士山のような孤峰ではなく、スムーズ化してみると二次元的(かまぼこ型)山脈であることは強風発生メカニズムを考える上で重要な点である。気象学の立場からみるとこの2つの特徴から、強風は山脈の気流に及ぼす力学的効果の問題に帰着される。

さて、大気は常に地球の重力の影響を受けているから、重力を復元力とするような波動を生じ得る。このような波は一般に重力波と呼ばれるが、そのうち局地風にとって重要なものは、空気の上方向の変位が卓越するような波動である。まず重力波の例をみてみよう。図9はアメリカのロッキー山脈の東山麓に発生するシヌック(Chinook)と呼ばれる局地風発生時の空気の流れを示したものである。実線は流線で、西風が上下方向に大きく波打っているのがみられる。また分水嶺からボルダー付近にかけて強い下降気流があり、2,000m近く下降している。また風下の下流で乱れが発生している。この図は強い下降気流が、大気中に発生する重力波と関連していることを示唆している。NCAR(アメリカ大気研究センター)のあるこのボルダーには、筆者も1年間滞在したが、シヌック発生翌日には新聞にも報道され、学者もその面目にかけて解明に努力している。

このような山岳と関連して起こる波を、山岳波

図9 シヌック発生時の上空の気流の流れ (東西断面図) NCAR Quarterly (1974) から



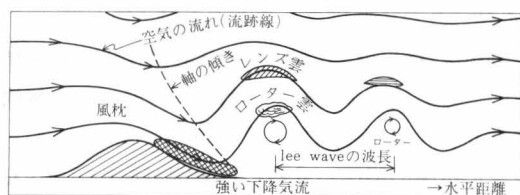
と呼んでいる。昔から鳥の飛び方、気流の峰に発生する特殊な雲、グライダーのパイロットの経験などによりその存在は知られていた。

さて、波と強い下降気流は次のように結び付く。気流(波)の峰の部分では位置のエネルギーは最大で、運動エネルギー(風速)は最小である。逆に谷の部分では、気流がそこまで下降する分だけ位置のエネルギーから運動エネルギーへの転換が行われ、風速は強くなる。波の振幅が大きければ大きいほど、それは強められる。遊園地のジェットコースターを思い浮かべればいい。コースターはあらかじめ軌道(落差)が決まっているから何度乗っても運動は同じである。これに反して大気の場合は、山脈の形のみが不動で、気流はどのぐらいまで上昇して、また、どのぐらいのスピードで山を乗り越え下るかは、時々刻々と山の存在を力学的に感じている気流自身が決めることになる。また、気流の谷の位置が上空に行くに従い風上に傾いていると、谷の山側で流れは強くなる。すなわち、山の斜面に沿って強い下降気流が生じる。山岳波をモデル的に表したのが図10である。山の風上の気流が適度に湿気を含んでいる場合、山頂付近に気流の上方への変位により、断熱膨張による冷却の

ため凝結して雲ができる。雨が降る場合もある。山の斜面では逆に下降気流により暖まって、雲粒は蒸発して雲がなくなる。このような山頂付近にできる雲を「風枕」と呼ぶ。気流が再び上昇し峰のところではローター雲やレンズ雲が生じやすい。比較的晴天の風の強い日など平野部の上空に、あたかもレンズのような薄い雲を見かけることがある。これは、その辺りに上空の気流の峰があることを示している。ローターやローター雲は波の振幅が大きくなったときにみられるもので、その付近や直下では風は非常に乱れている。

図10に示したような山岳波の発生を、山脈という外力による大気の「共鳴」と考えるのがリーウェイブ (lee wave) 理論である。これに従えば、山脈を表すパラメーターと、気流を特徴付けるパラメーターの2つにより図10のような流れを導くことができる。簡単にいえば次のようになる。山脈により強制的に上方に持ち上げられた気流は、冷やされて周囲より密度が大きくなる。したがって、山を越すと重力の作用で下降しようとする。平衡面に戻ったとき、なお気流は下向きだが、今度は逆に断熱圧縮により暖まり浮力を得て再び上昇する。気流はこのような上下振動をしながら自

図10 山脈波の模図



分自身は風下に流れるから、結局波になる。この波が丁度山脈の広がり(形)とうまく適合(共鳴)するときには強風が起こると考える。

アメリカの学者は最近、共鳴理論ではなく、山岳波が成層圏の下部まで部分反射を伴って伝ばずるとして、前述したシヌックの強風の機構を説明している。また、強風の説明として、共鳴とは異なり、流体の持つ非線型性(たとえば、海の波が海岸に近付くとだんだん立ち上がってくる)が重要だと主張する学者もいる。前述の寿都ダシ風や清川ダシのように地形の周囲や峡谷を吹き抜ける局地風にとっても非線型性は重要であり、ジェット流効果などと呼ばれる。筆者は共鳴理論において、特に山脈の存在が風上の山頂付近に強風帯を作るのに非線型効果が重要だと考えている。

強い下降気流は必ずしも波動に伴う必要はない。滑り台の上から静かに玉をころがすように、単に静止状態から空気が斜面を滑り降りてきてもよい。夜間の放射冷却により生じた密度の大きい空気塊は、しばしば高原や斜面から滑り降り強風となる。これは、斜面風と呼ばれ南極大陸の斜面でも見られる。また、氷河や雪溪の下流でも観測されている。夜間に山から谷に向かって吹く下降気流(山風)も力学的には斜面風と同じである。

4 下降気流とフェーン現象

フェーンは、もともとヨーロッパのアルプスで発生する暖かい下降気流—局地風—に対する呼び名であるが、今では世界的にその概念が用いられている。気象熱力学によれば、空気塊はその平衡面から下方に変位すれば、必ず断熱圧縮により暖まる。したがって、山岳波の発生により、相対的

に上空からの気流が地表付近に達すれば暖まることになる。山の風上の気流が水蒸気を含んでいる場合は、前節に述べたようにこれは著しく強化される。気温が上がり、したがって湿度は低くなる。春から夏にかけて、山陰地方や、北陸・東北地方の日本海側に発生するフェーンはその代表例であり、大火の原因となりやすい。下降気流に伴う乾燥はよく意識されているが、気温の方は必ずしもそうではない。赤城おろしなどは「冷たい」と認識されている。これはおそらく、もともと冷たい気流が山を越えてくる途中で冷却される効果が、下降による暖まり方を上回っているからである。冬期の北西季節風により発生する我が国の局地風は、この傾向を持っている。ユーゴスラビアのアドリア海に面した山脈の風下で発生する局地風ボラと似ているところから、冷たい場合のおろし風をボラ型と呼ぶことがある。いずれにしても、実際の局地風は、上に述べたような効果が複合して発生するものと考えられている。

5 おわりに

近年電子計算機の発達により、力学モデルによる数値シミュレーションが可能になってきた。各種の地形や気流の条件の下で数値実験が行われ、時間的変化も追うことができる。したがって、局地風の理解のためには、提案された理論を検証できるような、より正確で詳細な事実が要求される段階にある。我が国で過去行われてきた局地風の観測は、主に地上であり、上空の流れの様子はよくわかっていない。局地風に対する適切な予報をする上でも、その立体構造を、しかも時間的変化を含めて観測することが必要である。

現在、ヨーロッパのアルプスを中心とする山岳地域を対象にして、地形の気象に及ぼす影響に関する観測計画(ALPEx)が進められている。ここでは、フェーンやボラ規模の局地風から、地形による低気圧の発生に至る各種の観測プロジェクトが組み立てられており、その成果が期待される。

(ふるかわ たけひこ/気象研究所台風研究部)

自動車総合管制技術開発の概要とその結果

中井榛名

1 まえがき

都市交通問題は大都市への人口集中とモータリゼーションの進展が2大原因といわれ、その解決は世界の大都市共通の主要課題となっているが、いまだ根本的解決に成功した事例がなく、今後も単一施策のみによって解決する道はおそらくないであろう。したがって、いろいろな施策を総合的に取り上げ対応策を検討していく必要がある。

たとえば、都市計画街路や地下鉄の整備、公共交通優先策や助成策、自動車公害対策や交通安全対策などをはじめ種々な施策、提案が組上に上がっているが、以下述べようとするのは、通商産業省工業技術院の大型工業技術研究制度によって開発が進められた大型プロジェクト「自動車総合管制技術」である。

2 自動車総合管制技術開発の必要性

我が国の自動車保有台数の急増とともに、大都市中心に交通事故、交通渋滞、排ガス公害などが増大し重大な社会問題となり、昭和46年度からの道路交通安全施設整備長期計画、昭和49年からの排ガス対策閣僚委員会の発足などをはじめ関係省庁がこぞってその対策に注力し、交通の安全、排ガスの公害軽減には明るい見通しが期待されるに至っている。一方、交通渋滞はますます悪化の傾向をみせ、バスの営業速度の低下、個々の車の燃費効率の低下と旅行時間の増大をはじめとする都市における自動車交通の機能は著しく低いものになっている。

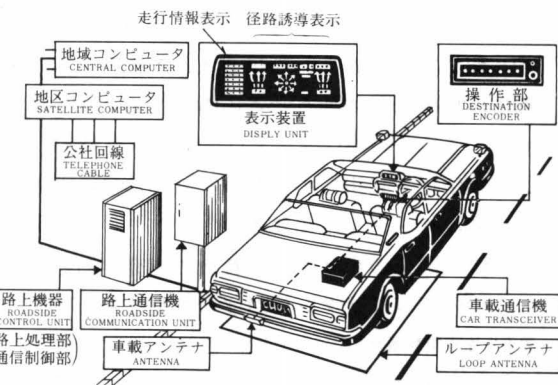
このような都市交通問題の解決には、上記の諸対策に加えて、自動車の持つ機能を生かし道路網の効用を最大限に発揮させることも重要な方策と考えられ、そのためには“自動車の流れを総合的にコントロール”することを主眼とした画期的な技術を開発することが有効と思われる。すなわち、コンピュータ技術をはじめ、最新の技術を駆使した自動車交通の情報システムを開発し、既存の交通管制システムと併用することにより自動車交通

全体の流れを改善し、当面する自動車交通の抱えている諸問題を解決することを可能とする、総合的な自動車の管制システムを開発することの必要性が痛感されるに至った。

3 自動車総合管制技術の概要

総合的な交通管制を可能にするシステムを目標にした技術であって、径路誘導サブシステムを主軸とする5つのサブシステムで構成されている。

図1 径路誘導サブシステム構成図



(1) 径路誘導サブシステムの機能 (図1 参照)

ドライバーが出発時、車載装置の操作部に目的地コード（全国の各地点を7けたの数字でコード化したもの）を設定しておく、走行中、主要な交差点に差し掛かる前にその交差点の形状・右左折・直進などが車内の表示装置にパターン表示される。

この表示にしたがえば、渋滞道路を避けて目的地までの最短時間径路を走行できる。こういった表示のための情報は、主要交差点手前約200mの各車線ごとに埋設されたループアンテナと、車の後部に装着した車載アンテナ間の電磁的結合によって交信するもので、路上機器内メモリー情報から、目的地コードに対応する必要情報が車側に送られるとともに、この交信によって、路上機器にはある時刻にある目的地コードを持った車が通過したという情報が蓄積される。これが一定時間間隔で公社回線を通し中央のコンピュータに送られデータ処理され、対象エリア全体の交通流を把握し、

渋滞緩和、全体走行時間の短縮が可能な情報として各路上機器メモリーに刻々送られる。路上機器はミニコンピュータ機能があり、いかなる目的地コードを持った車にも対応できる。また、車載機操作部の高速道路使用可のボタンをオンにしておくと、高速道路と一般道路の混雑度を予測しながら比較して、もっとも短時間で目的地に到達し得る回路を案内する機能を持つ。

(2) 走行情報サブシステムの機能

車載表示装置の左端に6項目の文字表示部があり、必要に応じ一時停止、速度落とせなどの交通規制や走行上の注意情報を車内に伝達する。制限速度を超えたときには警告音を発するなど、事故の防止を図るシステムである。

(3) 緊急情報サブシステムの機能

大気汚染の発生、大きな交通事故の発生などによる緊急的な規制などを、路側の装置から局域放送により車載ラジオに強制的に伝達するシステムであり、平常時は、進行路線別に交通情報をサービスすることができる。

可変情報板



(4) 可変情報板サブシステムの機能

上記の径路誘導機能を、車載装置を持たない自動車にも寄与するために、路側の大きな可変式情報板に道路の小ネットワークを掲示し、各ルートの渋滞状況を表示し、ドライバーの自主的なルート選択を可能にする。(写真)

(5) 公共車優先サブシステムの機能

救急車・路線バスなどの公共車、緊急車の走行地点を検出し、差し掛かる交差点での通過を優先するための信号制御を行うシステムである。

4 パイロットシステムの実験

パイロットシステムの実験は、目黒区を中心とする東京西南部約30km²の地域（図2参照、道路延長約100km、そのうちに高速道路15kmが含まれる）に121基の路上機を設置し、1,330台の実験車を走らせ、各サブシステムの実験が行われた。パイロ

図2 パイロット実験地域



ットシステムの構成概要を表1に示した。

今回の実験に参加した車両1,330台のうち1,000台は、情報収集車としてタクシーに協力依頼し、300台を一般ドライバーおよび官公庁、法人の車両

表1 パイロットシステムの構成概要

項目		内容・規模
誘導交差点数		一般道路70 首都高分岐等15
路上機設置数	径路誘導用	103
	走行情報用	5(オンライン) 10(オフライン)
	緊急情報用	9
	可変情報板用	3
	ミリ波通信用	1
通信アンテナ設置数	ループ	225か所(532レーン)
	フェライト・コイル	20か所(36レーン)
	漏洩同軸ケーブル	9地点(各400m)
	ホーン(ミリ波用)	1か所(2レーン)
車載機装着台数	径路誘導用	} 330台
	走行情報用	
	情報収集用	1,000台
	緊急情報用	30台
	ミリ波用	
全車両台数		1,330台
車両感知器		179
実験センター	電子計算機システム	NEAC 2200-375 1
		NEAC 3200-70 4
		HIDIC-350 1
		ミニコンピュータ 1
管制室		ウォールタイプディスプレイ 1式
		CRT 6

に協力を呼び掛け、30台を専用の実験車とした。

通常の実験は、30台の専用実験車を中心に、あらかじめ決められた出発地と目的地間の数経路を数台の車で走行レースをする誘導実験が大半を占めた。この外、各サブシステムを対象とした実験、機器耐環境実験など数多くあるが、システムの評価に大きな意味を持つ1,330台を集中した総合的な実験は、日を決めて行った。また、社会システムとして多くの人々の反応を把握するために、施設と実験を広く一般に公開し、見学者からの意見・反応などのデータを収集した。

実験は次の3点を主な目的としている。

- ① 開発された新しい技術およびシステムが、実都市環境のなかでどれくらい有効に働くかを確認する。
- ② 実用化を目指して、システムの設計に必要な実交通流データを収集する。
- ③ 研究開発の現状を広く社会に紹介するとともに、このプロジェクトに対する意見を集める。

表2 主な実験項目

主な実験項目		実験内容
交通流データ収集		システム運転の基礎となる旅行時間データ、感知器・交通量データなど交通流データの収集を行う。
径路誘導サブシステム	径路誘導機能の確認	同じ目的地に向けて、径路誘導車と自由走行車を同時に出発させ、旅行時間を比較する。
	走行時間の推定/予測方法の評価	実測した旅行時間データを基にパイロット・システムに実装した走行時間を推定/予測する手法の評価を行う。
	ドライバー対システムのマン・マシンインタフェースの評価	車内誘導表示のわかりやすさ、使いやすさ、表示タイミング等を人工工学的に検討する。
走行情報システム	ドライバーに対する有効性の評価	走行情報表示のわかりやすさ、表示項目の種類、表示方法等を検討する。
緊急情報システム	交通情報放送の評価	車内放送文のわかりやすさ、放送時間等を評価する。
可変情報板システム	情報板表示内容の伝達性の評価	情報板に表示した内容の見やすさ、わかりやすさ等を評価する。
システム調整		ソフトウェア、ハードウェアの改良。

主な実験項目は表2のとおりで、日常の実験運営およびシステム運転のために、約30人の研究者が実験センターに駐在するとともに、昭和52年10月から53年9月末に至る約1か年にわたる実験期間中、特定日に行った総合実験は一般応募、関連省庁の実験協力車100~150台の参加協力を得るとともに、本プロジェクト参加各社から約60人の研究者が特別に派遣され前後7回行われた。

5 実験結果の概要

径路誘導サブシステムは、実験期間中187日のオンライン運転実験を行った。パイロットエリア内の幾つかの出発地-目的地に対して、同時に出発した誘導車と自由走行車の旅行時間を比較し、径路誘導機能を検証する実験を約1,300レース実施した。その成果の一例を表3に示したが、旅行時間短縮率は9~15%である。

また、径路誘導サブシステムは、道案内としても非常に有効であることがわかった。すなわち、パイロット実験エリアの地理を知らないドライバーに本システムを利用してもらい、道案内効果を調査したところ、誘導を受けたほとんどの人から

- ① 地図などで現地地点および進行方向を確認する必要がない。
- ② 右折禁止、進入禁止などの交通規制を気にする必要がない。
- ③ 立体交差点で道を間違えることが少ない。
- ④ 車線変更などに戸惑うことが少ない。
- ⑤ たとえ、ある交差点で誘導指示に従うことに

表3 旅行時間からみた径路誘導効果の例

走行径路	走行種別	平均旅行時間 (秒)	誘導車の 誘導率 負数	径路誘導 の有利性 割合	旅行時間 短縮率 (%)
上馬→天現寺	誘導走行	1239	33	76.3	15.5
	自由走行	1467	5		
大崎→上馬 広小路	誘導走行	1327	29	72.1	9.4
	自由走行	1464	5		
六本木→ 柿木坂 陸橋	誘導走行	1763	38	76.1	10.8
	自由走行	1976	8		
上馬→白 金 二丁目	誘導走行	1657	35	75.0	9.3
	自由走行	1827	8		

失敗しても、最後まで目的地に案内してくれる。などの理由で運転中の負担が軽減し、安全性が向上すると同時に旅行時間も大幅に短縮され、非常に便利だという意見が得られた。

現在、ラジオを通じてドライバーに与えられる情報は都市の全体的な情報で、自分の目的地に応じその情報の取捨を判断したり、必要情報が放送されるまで待たなければならない。また、規制標識、道路案内標識などから読みとる、車の運転上きわめて大切な情報も街路の多彩な看板・電光などをはじめ、路側路上の種々な施設のなかから、ドライバーがその時々に関心する車種、行く先、時刻に合った情報を選び出し、判断を加えながら安全運転に努めなければならない。しかし、ドライバーの注意力には限りがある。したがって、注意力負担を極力軽くして注意力を大切なポイントに集中できるようにすることが、事故の防止にきわめて大切である。

この意味で、このシステムでは、個々のドライバーに、直接、しかも自分が運転しているその場に限った情報を適時適切に提供するものである。それによって、誘導なり安全走行に必要な情報を中央の情報処理頭脳の力によって総合的に簡潔瞬時に感知できるのが、このシステムの大きなポイントである。

他のサブシステムについてもそれぞれの実験項目に対し成果を得たが、視認性・情報量・情報内容の妥当性などについては、実験協力車のドライ

表4 実験の公開状況

区 分		件 数 等	
ラジオ・テレビ放送		13	番組
新聞等	一般紙(誌)	33	紙(誌)
	地方紙(誌)	10	紙(誌)
	業界紙(誌)	34	紙(誌)
	海外紙(誌)	14	紙(誌)
	計	91	紙(誌)
見学者	国内	2,278	人
	海外	319	人
	計	2,597	人
展示	国内	11	件
	海外	5	件
	計	16	件

表5 外国での類似システム例

システム名	開発主体	概要
(1) ERGS Electronic Route Guidance System	米 運輸省	都市間道路対象の道案内システム(固定)で車内に交差点形状、進行方向、保持車線を表示する。 1968~70年ワシントン市内の2交差点で実験。
(2) Programed Driving System	西独 シーメンス社	目的地への最短時間経路を誘導、交信データで交通流測定する。1973~74年工場構内で20交差点規模で実験信号制御も可能。
(3) ALI Das Autofahrer-Lenkungs-und- Informationssystem	西独 ブラウプント社	都市間道路を対象とした経路案内、規制速度、道路状況などを車に伝達する。平常は固定経路案内するが、異常時には案内経路を変えることができる。1975年春自社工場内で実験システムを公開。
(4) AWARE Advanced Warning Equipment	英 環境省	高速道路上の車に規制速度、幹線道路との交差点案内、天候、道路状況を走行情報とし、88ビットの情報で伝達し車内に表示する。研究所構内で通信実験中。
(5) Road Pricing System	英 環境省	車の走行規制のために特定道路に流入する車に料金を賦課する自動記録システム。研究所構内で通信実験中。
(6) RITA Road Information Transmitted Aurally	英 環境省	車載機による音声放送で交通情報伝達。路上機は5秒間分の音声情報を記憶するデジタルメモリーを保有、放送開始はトリガー用ループアンテナ。

いずれも路上アンテナは埋め込みループを用いており、車載アンテナはループもしくはフェライト・コイル。

バー延べ約600人、専用実験車のドライバー延べ約50人からアンケート・インタビュー調査データを得たほか、ハードウェア的な成果として、digital双方向個別通信技術の確立、街路および車内という苛酷な環境においても、ミニコン内蔵の高機能を持つ路上機器、あるいは、車載装置が高い信頼性を持って機能を全うし得ることを実証した。

システムの公開、報道の概況は表4のとおりで、国内・国外の交通関係者をはじめ多くの方々に非常な関心を持たれ討論などを通じ貴重な御意見をいただくことができた。

6 おわりに

外国での類似システムの数例を表5に示した。今のところ、実都市環境のなかで、これだけ大規模に総合的なシステムとしての実験が行われた例がない。

特に、我が国では交通行政に関係する省庁が多く、実都市での実験となると、実交通に与える影響もそれぞれの立場から慎重に考えざるを得ない。こういった状況のなかで実験を遂行させるため、工業技術院の御心労は並大抵のものではなかったと思われる。

さらに、関連する各官公庁が深い御理解と御協力を賜ったればこそ実験を遂行し得たのであって、厚く感謝申し上げます。幸い、実験システムは本来の任務を終え、いずれ処分されることになっているが、警察庁・建設省におかれては、これを後利用して交通管制センターとのドッキング、旅行時間計測網による道路交通流の管理などいろいろな面に、それぞれの行政ニーズに合った実用化の可能性について御検討いただく予定と伺っている。さらに、西独のALIシステムも、今夏から半ば実用の形で、約100kmにおよぶアウトバーンで実験を開始するといわれ、予算の関係で一時中止となっていた米のERGSシステムもIVRGと形を変えてもう1度見直されようとしているような世界情勢のなかで、せっかく世界に一步先んじた形となっている我が国において、関係官公庁の深い御理解をいただきながら、社会に本当に役立つシステムとしていろいろな面に発展性を持つとともに、システムのお互いの一貫性を保ちながら広く世の中に用いられるよう尽力致したい。なお、当研究組合は、パイロットシステムの実験について工業技術院より事業委託を受けたものである。

(なかい はるな/自動車総合管制技術研究組合)

←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←← 沖縄県交通方法変更前後に ⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒ おける交通挙動の推移 ←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←←← 木戸伴雄

1 はじめに

沖縄県では、昨年の7月30日（日）午前6時を期して交通方法の変更が実施され、31年と41日間にわたる車の右側通行の歴史はここに終わりを告げた。いわゆる“ナナサンマル”以後、それまで車の右側通行に慣れ親しんでいた沖縄県内の道路利用者は、新しいこの交通事態にいかに対応し、その結果どのような挙動変化が出現していったのであろうか？

本報告では、この歴史的な出来事を、交通施策の実施が都市社会・交通の場といかなる関連にあるかを考察する機会として捕らえ、もう1度振り返ってみたい。ここでの問題の取り上げは、“現下の交通運用形態の変更や新たな交通施策の実施は、都市社会の構成や活動・道路利用者の行動に、どのような変化や意味をもたらすものなのか？”、また、“新たな交通運用施策実施後に、いわゆる安定した交通の流れになったと認め得るのは一体いつどんな場面なのか？”といった素朴な疑問から出発している。

車両の右側から左側通行への切り換えは、そこでの道路利用者の習慣化したある種の交通挙動（たとえば、横断歩行者の安全確認行動や広幅1車線道路での擦れ違い行動など）を調整する必要性を生じさせる。このことは、道路利用者が熟知している従来の交通運用形態を忘れながら、同時に新たな交通運用形態を学ぶ行為であることを意

味している。そこでは、従来の交通運用形態における行動への逆行、および新たな交通運用形態における行動の習得適応の問題をはらんでいる。この種の問題は、何も沖縄県の交通方法変更対策のみに限ったことではなく、大規模な一方通行、指定方向外進行禁止、歩行者用道路システム導入に当たっても同様な問題を有しているといえる。また、この種の問題を解明することは、今後の交通運用計画策定に際し、より効果的な立案を行うための有用な知識を付与してくれるものでもある。

この報告は、上記の意識の下に先般実施された調査研究の一部を紹介するものである。

2 観測時期と観測対象の交通挙動

交通方法変更に対する道路利用者挙動の変化推移に関する評価は、概略以下に示される内容の事前1回事後2回の交通調査より得られたデータを基に行っている。

1 観測場所、時期、時間帯

- 観測場所は、すべて沖縄県那覇市街地内。
- 観測時期は、各観測項目について、事前（8か月前）が昭和52年12月5日（月）～6日（火）、事後（直後）が昭和53年7月31日（月）～8月3日（木）、事後（3か月後）が昭和53年10月30日（月）～11月2日（木）の間におけるいずれか1日。
- 観測時間帯は、原則として、各観測時期・観測日の10時～15時（12時～13時を除く）の業務時

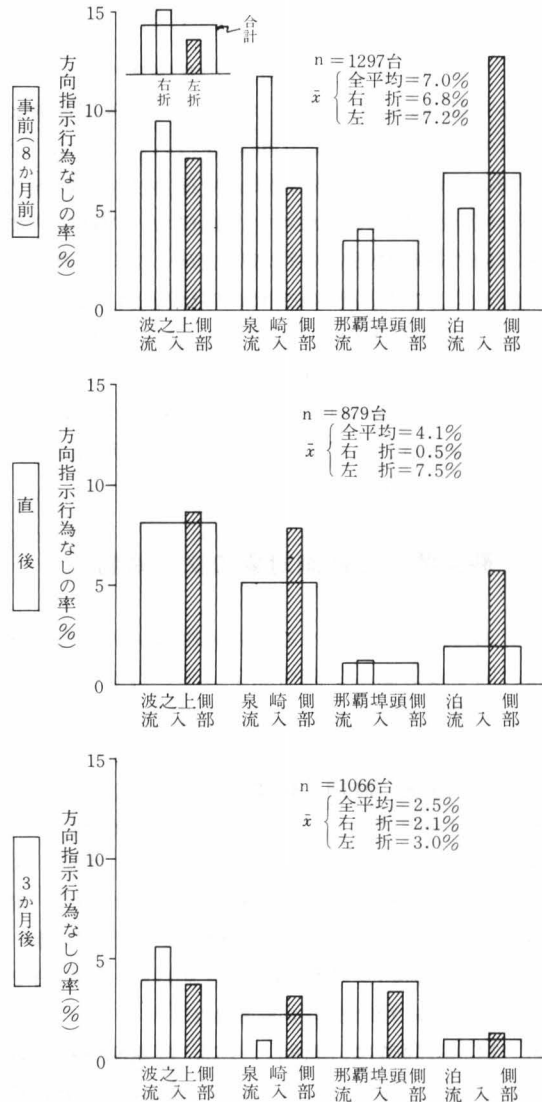
間帯中の2時間。

2 観測項目

● 運転者の挙動中、変更後に事前とは異なる運転行動を強いられるものとして、“広幅1車線道路における走行位置と擦れ違い行動”、“指定通行区分違反、指定方向外進行禁止違反、車両進入禁止違反”を、また、変更後も事前と同様の運転行動を取り得るものとして、“黄・赤進行車両”、“屈折車両の方向指示行為”、“屈折車両の対歩行者妨害行為”を観測項目に取り上げている。

● 横断歩行者の挙動中、変更後に事前とは異なる

図1 屈折車両における方向指示行為なしの率
(西武門交差点)



る歩行行動を強いられるものとして、“横断開始時の安全確認行動”を、また、変更後も事前と同様の歩行行動を取り得るものとして、“横断歩道外横断と横断の一時とりやめ”、“青点・赤横断と横断の一時とりやめ”、“横断待ち時間”、“横断歩行速度”を観測項目に取り上げている。

3 観測結果の一部

1 車両(運転者)の挙動変化の例

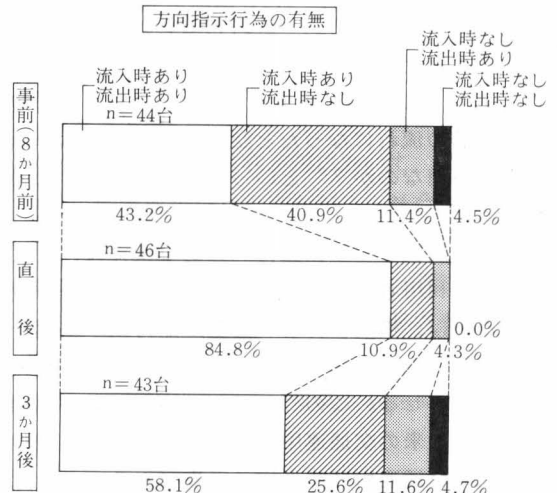
屈折車両の方向指示行為

図1は、西武門交差点各流入部における屈折方向別の、また図2は、OK泉崎給油所における流入流出時の屈折車両の方向指示行為をみたものである。

ここにいう方向指示行為とは、屈折車両が交差点もしくは給油所流入流出時での右左折行動中に方向指示器を点灯したか否かを指している。

変更前における方向指示行為なしの率(屈折車両の全数に対する方向指示行為がなかった車両数の割合)は、交差点全体で右折6.8%、左折7.2%、全平均7.0%となっており、右左折による差はさほどみられないものの、各流入部別では泊側流入部を除いて転向の運転操作が容易な右折車両に高めにしていた。また、給油所の流入流出時における屈折車両の方向指示行為なしの率は、全平均で交差点におけるものより高く(流入時15.9%、流出

図2 流入流出時における屈折車両の方向指示行為 (OK泉崎給油所)



時45.4%)、かつ、交差点と同様により右折車に高くみられ、しかも流入時より流出時に大幅に高くみられていた。

この交差点と給油所における方向指示行為の差は、運転者の意識において交差点における屈折行為が道路上を走行している上での一連の行為であるのに対し、給油所における屈折行為が道路外の施設を利用する、または利用したという、走行とは別の刺激により一時的に走行意識が中断させられるためであることが考えられる。特に、給油所を利用した後に方向指示行為なしの率が高くなるという現象から、変更前には、変更後一時的に給油所利用後の車両が従来の交通方法における行動へ逆行する危険性が高いこと（たとえば、車両が給油所利用後進行すべき道路部分とは異なる部分へ進行するなど）が示唆されていた。

変更直後に方向指示行為なしの率は、全体的に交差点より給油所におけるものが高く、かつ交差点では転向の運転操作が容易な左折車両（変更前の右折車両に相当）に高めに（変更直後は特に顕著に）現れるという傾向は変わらないものの、両場所とも数値的に、明らかな減少傾向を示している（交差点全平均4.1%、右折0.5%、左折7.5%、給油所流入時全平均4.3%、給油所流出時全平均10.9%）。

そして変更3か月後には、方向指示行為なしの率は、全体的に交差点より給油所におけるものが高いという傾向は変わらず、両場所とも運転操作が容易な左折車両に若干高めとなり、かつ交差点では変更直後よりさらに低めに、また給油所では増加し、変更前の値に接近している（交差点全平均2.5%、右折2.1%、左折3.0%、給油所流入時全平均16.3%、給油所流出時全平均30.3%）。

この交差点と給油所における変化傾向の差が何によるものなのかは明らかではない。しかし、交差点におけるこの行為は、給油所におけるもの以上に多数の車両を相手に自分の行動を知らせるべく実行されるものであり、このことが関係して、3か月後になおより望ましい行為の率が高いとも考えられる。このことから、交差点における傾向は給油所における変化の一部を表現しているとも考えられ、今後に方向指示行為なしの率が増加す

ることも充分考えられる。

さらに、給油所における屈折車両の方向指示行為を流入・流出時でクロスしてみた結果では、流入・流出時ともに方向指示行為ありとするものが変更前に43.2%であったのが、変更直後には84.8%と大幅に増加し、変更3か月後に減少し58.1%となっている。また、流入・流出時ともに方向指示行為なしとするものは、変更直後には皆無となり、変更3か月後には増加し、変更前とほぼ同じ4.7%となっている。

これら変化傾向から、交通方法変更をきっかけに交差点・給油所ともに方向指示行為がより安全行為側に変化していることがわかる。

広幅1車線道路における車両の走行位置と擦れ違い行動

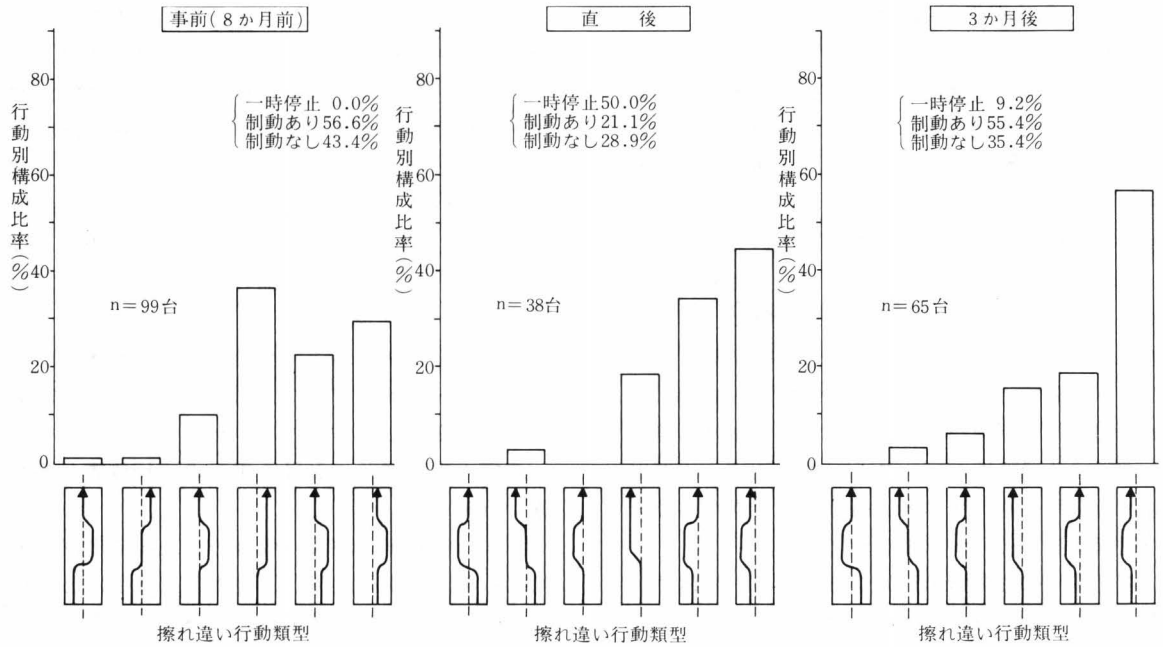
まず、対向車両がない場合の流入部流出部の平均的な車両の走行位置は、変更前では中ほどと右よりであるものが全通過車両の98.7%を占めていた。また、望ましくない挙動とされる左よりに位置するものはわずか1.3%にすぎなかった。変更後の単独時の車両走行位置は、事前の裏返しの挙動となり、中ほどと左よりの位置の率が増加し、変更直後に96.0%、変更3か月後に93.7%となっている。このことから変更直後の時点で、すでに望ましい行為の率が大きに達していることがわかる。また、変更直後から変更3か月後にかけて望ましくない行為（右よりの位置）が若干増えていることがうかがえる。これが運転者の慣れによる旧交通ルール下の行動への逆行なのか、もともとこのような変動幅内にある数値なのかは明らかではない。

図3は、広幅1車線道路（浮島通り裏、有効幅員約5.5m、道路区間長約50mで緩やかなカーブを描いている）における車両の擦れ違い行動の類型別構成比率をみたものである。

ここにいう車両の擦れ違い行動とは、一方向から進入した車両が対象道路区間内で対向車両と遭遇した時どちらよりに避走するかを、避走前後の走行位置との一連の行動としてみたものを指している。なお、事前事後ともに若干の駐車を対象道路区間にみられたが、明らかに駐車の影響ありと思われるものはデータから削除している。

変更前の車両の擦れ違い行動は、ほとんどの車

図3 広幅1車線道路における車両の擦れ違い行動(浮島通り裏)



両が対象道路区間流入部を中ほどか右よりの位置で進入し、右に避け、中ほどか右よりの位置で流出するもの(全通過車両数の98%)であった。また、擦れ違い時に制動動作(ブレーキランプの点灯)があった車両は、全通過車両数の半数強の56.6%を占めており、擦れ違いのために一時停止した車両は皆無であった。

変更直後には、ほとんどの車両が対象道路区間流入部を中ほどか左よりの位置で進入し、左に避け、中ほどか左よりの位置で流出(全通過車両数の97.3%)と、望ましい挙動に変化しており、この時点で、すでに運転者は擦れ違いのための正しい行動を一応会得していることがわかる。

ただし、これら観測結果には、二輪車に関連した擦れ違い行動は測定対象とされておらず、観測時間前にこの対象道路区間で二輪車がタクシーと擦れ違う際、間違っって右に避け急停止をするという場면을現認したことからも、行動の自由度の高い二輪車の擦れ違い行動については不明な点がある。

また、変更前に皆無であった擦れ違い時に一時停止した車両は、全通過車両の50%を占めている。さらに、これと制動動作があった車両の21.1%を含めると、擦れ違い時に何らかの制動行為があっ

た車両は全体の71.1%を占め、変更前より大幅に増加していることがわかる。このことから、この時点では、擦れ違い行動そのものは正しい方向へ変化していたものの、かなり慎重な運転がなされていることがわかる。

そして変更3か月後でも、対象道路区間流入部を中ほどか左よりの位置で進入し、左に避け、中ほどか左よりの位置で流出するものが96.9%と、ほぼ変更直後と同様の傾向を示している。ただ、擦れ違い時に一時停止する車両の率が9.2%と激減しており、この時点でかなり擦れ違い行為に慣れがでてきていることがわかる。しかし、何らかの制動行為があった車両の率は、64.6%と変更前よりはまだ8%程度高くなっている。

2 横断歩行者の挙動変化の例

横断待ち時間

歩行者の横断待ち時間は、交差道路の交通量や速度、横断歩道延長、さらには中央分離帯設置の有無等に関連して変化し得るものである。この横断待ち時間は、交通方法変更によって、歩行者が変更後しばらくの間は横断行動に慎重になることにより、事前よりは長めとなり、また、新たな交通方法に慣れることにより事前の待ち時間の状態

に戻るといった、かなり変化し得る指標とされ得る。スウェーデンの報告でも、後述の横断時の安全確認行動とともに、横断待ち時間の容認の程度を、交通方法変更に対する歩行者の適応程度を表す端的な尺度の1つとして取り上げている。

図4は、無信号横断歩道(まるいとパチンコ前、歩道延長11.4m)における男女別の横断待ち時間の分布を示している。ここにいう横断待ち時間とは、歩行者が横断歩道端付近にいったん立ち止まった時から再び横断を開始するまでの時間を指しており、サンプリング観測されている。なお、横断待ち時間1秒未満を待ち時間なしとしている。

変更前の平均横断待ち時間は、全体で6.17秒であり、そのうち男性は5.67秒と女性の6.69秒より約1秒待ち時間が短くなっていった。

変更後、平均横断待ち時間は、男性は女性より短いという傾向を残しつつ、変更直後に全体で7.63秒、男性で6.37秒、女性で8.63秒(男性との差が変更前より大きい)とすべてに長くなり、変更3

か月後には全体で5.87秒、男性で4.65秒、女性で6.64秒と、すべてに短くなっている。

また、図に明らかなように、変更前には90%の人がおおむね待ち時間16秒以内に横断していたのが、変更直後にはおおむね22秒以内に横断と変化している。さらに、それは変更3か月後にはおおむね18秒以内に横断と変化し、ほぼ変更前と同じ程度になっていることがわかる。

ここでの観測は、交通量や速度の詳細な変化は把握されてはいない。しかし、上記の事実から、変更直後の時点では横断歩行者が新たな交通運用に対し不慣れなため慎重に行動しており、なかでも女性にこの傾向が若干強くみられること、また変更3か月後に横断待ち行為は変更前とほぼ同じ状態にまで復帰していることをうかがい得る。

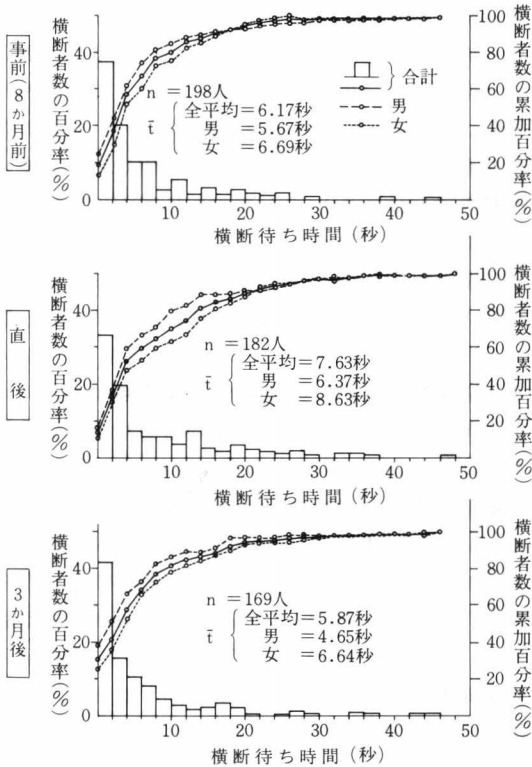
横断開始時の安全確認行動

図5は、前述無信号横断歩道における歩行者の横断開始直前・直後の男女別安全確認行動の構成をみたものである。ここにいう横断開始直前・直後の安全確認行動とは、横断出発側路側の緑石を歩行者が横切る直前と直後において頭がまずどちらの方向を向いたか(横断のためにまず注意する方向)を指しており、挙動観測はサンプリングによって実施されたものである。

変更前の安全確認行動の最頻値は、横断開始直前でまず左を向く者の(73.8%)であり、横断開始直後でまず右を向くもの(43.9%)であった。また横断開始時の安全確認行動をその直前・直後でクロスした関係としてながめた結果では、直前まず左、直後まず右を向くものの率が一番高く(36.1%)、以下、直前まず左・直後なしのもの(26.2%)、直前まず左・直後まず左を向くもの(11.5%)の順であった。これらは、車両の右側通行下におけるおおむね望ましいと思われる横断歩行者の安全確認行動の率が高いという当然の状況を示している。

変更直後の安全確認行動の最頻値は、直前でまず右を向くもの(50.2%)、直後でまず左を向くもの(37.9%)と変化している。また、横断開始直前・直後のクロスでは、直前まず右・直後まず左を向くものの率が一番高く(27.3%)、次に直前まず右・直後なしのもの(21.1%)となっている。すなわち事前の裏返しの挙動となっており、変更直後の時

図4 無信号横断歩道における横断待ち時間分布 (まるいとパチンコ前、無信号)



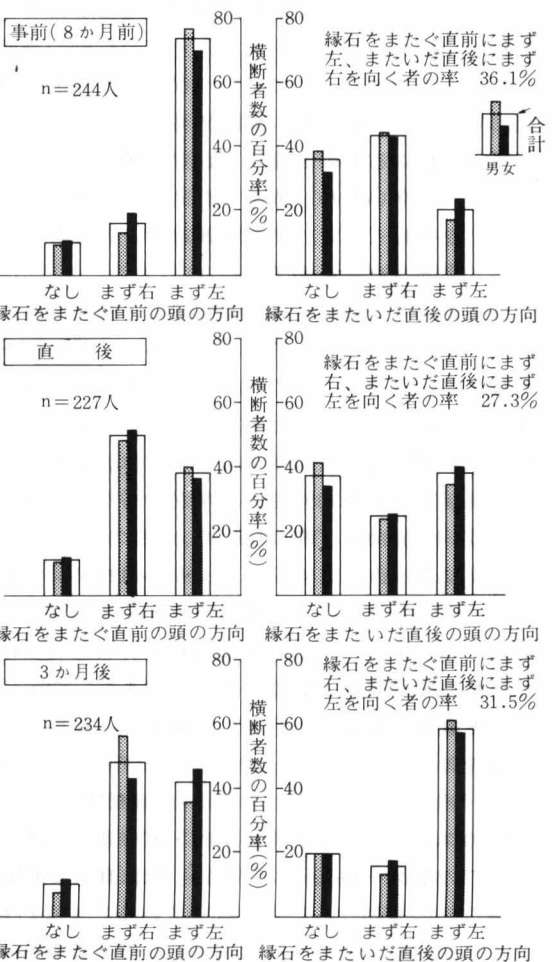
点で、すでにかなりよく望ましいと思われる方向に挙動が変化していることがうかがえる。

しかし、横断開始時直前・直後のクロス第3の頻度に位置する挙動は、変更前の挙動の裏返しとはならず、直前まず左・直後まず右を向くもの(20.7%)と変更前に第1頻度に位置する挙動のものが残存している。さらに、前記の望ましいと思われる挙動の率も低い。このことから、まだこの変更直後の時点では、新たな交通運用に歩行者が完全には追従しきっていない様子が見えてくる。

そして、変更3か月後の安全確認行動の最頻値は、変更直後と同様に、直前でまず右を向くもの(48.2%)、直後にまず左を向くもの(58.4%)となっている。また、横断開始時直前・直後のクロス

図5 横断歩道における横断開始時の安全確認行動

(まるいとパチンコ前、無信号)



では、直前まず右・直後まず左を向くものの率が一番高く(31.5%)、以下変更直後とは異なり、直前まず左・直後まず左を向くもの(23.5%)、直前まず右・直後なしのもの(14.1%)となっている。すなわち、この時点では、望ましいと思われる直前まず右・直後まず左を向く挙動の率が、変更直後より増加している。また、変更後には望ましくないと思われる直前まず左・直後まず右を向く挙動の率は、変更直後より減少している。

一方、信号のある横断歩道(国映館前)における歩行者の横断開始時の安全確認行動は、上記無信号箇所における傾向とは異なった次の結果が得られている。変更前、変更直後、変更3か月後を通じ安全確認行動の最頻値は、常に横断直前および直後ともになしとするもの(変更前の直前76.3%直後61.9%、変更直後の直前62.5%直後54.1%、変更3か月後の直前83.1%直後80.6%)であった。ただ、変更直後に右か左のいずれかの方向をみようとするものの率が増加していることから、この時点で、信号のある箇所でも歩行者が何らかの影響を受けていたことがうかがえよう。また、横断開始時、直前・直後のクロスでは、いずれの時期も、直前直後ともになしとするものの率が一番高く(変更前48.5%、変更直後36.3%、変更3か月後67.7%)となっている。

なお、信号のある箇所で、横断開始時安全確認行動の最頻値がなしのものである理由は、目前の信号機器のみに注意していることや、信号機により安全が確保されていることから、単に手前の歩行者の動きにつられて横断しているためなどと思われる。

3 道路利用者挙動の全般的な変化傾向

施策による前述項目等道路利用者挙動の全般的な変化傾向は表1、表2に示される。ここに表は、各観測時期間の道路利用者の挙動面でより望ましくない(より事故の危険が多い、より間違い行為をする、より不慣れ・緊張している)状態となる場合、その変化量が+になるように評価指標を選択し、示したものである。すなわち、各指標値の変化傾向は、各時期(8か月前・直後の間、直後・3か月後の間)の変化量の+、-の組み合わせからパターン化し、評価できる。ここに示される

表1 各指標からみた車両（運転者）挙動の変化

評価項目	調査時間 評価指標	事前 (8か月前)		事後				変化量			
		観測値	標本数	直後		3か月後		8か月前と直後	直後と3か月後	8か月前と3か月後	
				観測値	標本数	観測値	標本数				
車両（運転者）の挙動	1サイクル当たりの黄・赤進行件数(台)	3.105	95 サイクル	0.417	72 サイクル	2.431	72 サイクル	- 2.688	+ 2.014	- 0.674	
	方向指示行為がなかった(給油所では入出時ともになし)屈折車両の率(%)	給油所	4.5	44 台	0.0	46 台	4.7	43 台	- 4.5	+ 4.7	+ 0.2
		交差点	7.0	1,297 台	4.1	879 台	2.5	1,066 台	- 2.9	- 1.6	- 4.5
	横断歩道上に歩行者がいる場合に止まらず進行した屈折車両の率(%)	74.1	112 台	28.1	114 台	15.2	79 台	-46.0	-12.9	-58.9	
	指定通行区分違反率(%) (事前右折、事後左折)	0.56	180 台	0.63	159 台	0.00	218 台	+ 0.07	- 0.63	- 0.56	
	車両進入禁止違反率(%) (事前右折、事後左折)	0.00	180 台	3.14	159 台	0.92	218 台	+ 3.14	- 2.22	+ 0.92	
	擦れ違い時一時停止したり制動した車両の率(%)	56.6	99 台	71.1	38 台	64.6	65 台	+14.5	- 6.5	+ 8.0	
	指定方向外進行禁止違反率(%) (事前左折、事後右折)	0.26	7,055 台	0.40	6,300 台	0.68	7,474 台	+ 0.14	+ 0.28	+ 0.42	
	単独時の走行位置が右より(事前左より)であった車両の率(%)	1.3	232 台	4.0	211 台	6.3	198 台	+ 2.7	+ 2.3	+ 5.0	

表2 各指標からみた横断歩行者挙動の変化

評価項目	調査時期 評価指標	事前 (8か月前)		事後				変化量			
		観測値	標本数	直後		3か月後		8か月前と直後	直後と3か月後	8か月前と3か月後	
				観測値	標本数	観測値	標本数				
横断歩行者の挙動	横断歩道外横断率(%) (無信号箇所)	16.9	544 人	13.3	543 人	26.5	404 人	- 3.6	+13.2	+ 9.6	
	横断開始時の安全確認行動が縁石をまたぐ直前にまず左(事前右)、またいだ直後にまず右(事前左)を向く者の率(%)	有信号箇所	4.1	97 人	7.1	168 人	1.8	226 人	+ 3.0	- 5.3	- 2.3
		無信号箇所	7.0	244 人	20.7	227 人	12.0	234 人	+13.7	- 8.7	+ 5.0
	平均横断待ち時間(sec) (無信号箇所)	6.17	198 人	7.63	182 人	5.87	169 人	+ 1.46	- 1.76	- 0.30	
	平均横断歩行速度(m/sec)	有信号箇所	1.30	96 人	1.43	140 人	1.35	122 人	+ 0.13	- 0.08	+ 0.05
		無信号箇所	1.57	198 人	1.64	182 人	1.56	169 人	+ 0.07	- 0.08	- 0.01

結果は、各時期における指標の観測値が同一でない限り、各時期間で+か-に変化する。したがって、その指標が本来有している変動内の様相や変更施策外の影響までも表現してしまっていることも考えられる。しかし、得られた変化傾向は、次に述べられるように施策の影響として充分考えられる内容のものとなっている。

すなわち、両表に示されるように運転者、横断歩行者ともに、“車両進入禁止違反率”、“横断開始時の安全確認行動が不適切な者の率”など過去の交通ルール下に異なる行為であったものや、判断・熟練を要する行為に関係するものは変化傾向(+、-)と、変更後一時的に変更前より望ましくない状態になり、その後により望ましい状態(変更前とほぼ同じ状態)へと推移している。

また、“1サイクル当たりの黄・赤進行件数”、“無信号横断歩道における歩道外横断率”など、新旧の交通ルール下に共通であり容易に実行しうる

行為や、相手の信頼を必要とする行為は変化傾向(-、+)と、変更後一時的に変更前より望ましい状態になりその後により望ましくない状態(変更前とほぼ同じ状態)へと推移していることがわかる。さらに、変化傾向(+、+)は(+、-)の、(-、-)は(-、+)の一過程とも理解できる。なお、ほとんどの指標で変更3か月後には変更前の状態に近付いている様相も示されている。

★ ★ ★

この報告は、沖縄交通方法変更委員会(委員長岡本博之)が昭和52・53年度に行った調査研究の一部を、同委員会幹事である筆者がまとめたものであることを付記する。

これを題材として“交通規則等のルールを定めること、変更することが何たるか”を考える機会として提供し得れば幸いに思っている。

(きど ともお/科学警察研究所・交通規制研究室)

FTAの考え方 と使い方

大島栄次

FTAすなわち Fault Tree Analysis は設備の故障を予測する技術の一つであるが、そもそもは、1962年に米国空軍がベル研究所に委託した研究によって開発された手法で、本来の目的は、ミサイルの暴発を防ぐための災害予防の技術として考案されたものである。

後に、これは計算機を大幅に利用することによって実用化が進み、兵器の安全管理に限らず、設備の危険予測に利用できる可能性に目をつけ、特に、原子力発電所の危険予測のために勢力的に応用されるに至って、細かい技術的な体系が確立された。

FTAの基本的な考え方は、ある特定の事象、これをトップ事象と呼んでいるが、それに着目して、その事象を発生するに至らせる可能性をもっている原因を網羅的に探し、それぞれの原因の発生する可能性を確率の概念を用いて定量的に比較しようとするのである。そこで、羅列された原

因は、さらにそれを誘発する原因が存在するはずであり、同様なことを繰り返すことによって、基本的な論理構造が樹木の形となる。これが Fault Treeすなわち故障の木という名前が付けられたゆえんである。

すなわち、FTAの最大のねらいは、ある着目する事象が発生するとしたら、その原因となる可能性のある要因をすべて探し出して、その発生する確率を比較しようとすることにあり、もし特定の要因が他のものに比べて非常に起こりやすいという結論が得られた場合には、その原因を発生させないように手段を構ずることによって、着目している事象の発生を最も有効に防止できるはずであるという着想に基づいているのである。

FMEA

FTA とよく対比される考え方に FMEA (Fail-

ure Mode and Effects Analysis)あるいはFMECE (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis)がある。これは故障の原因、影響、致命度解析とでも訳すべき言葉であるが、内容はある部分に故障が起きた場合に、それが他の部分にどのような影響を及ぼすか、また、それがどの程度の致命度をもたらすかを評価することを目的としている。

これは、異常の拡大過程因果関係を明確にしようという考え方においてはFTAと共通であるが、その発想は人間の一般的な思考方法に近いことから出発して結果を探索する手法である。すなわち、設備のある部分の故障を想定し、その影響について順次起こる可能性のある結果を追求するので、

図1 加圧貯槽における異常の連鎖的伝ば

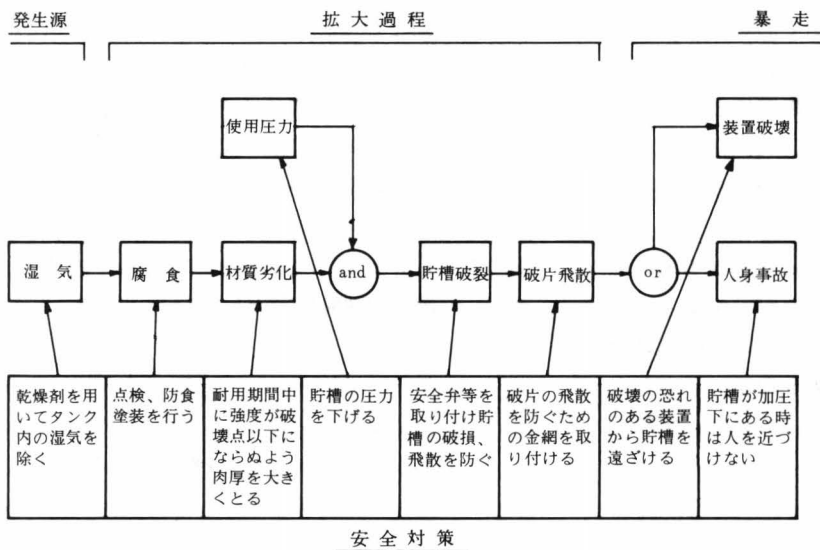


表1 FMEAの書式例

項目	故障モード	故障原因	影響	発生率	深刻度	検出方法	防止対策	修復時間
自動車の タイヤ	パンク	a 保守不備 b 釘がささる c 製品欠陥 d 圧力過多 e 速度過大	a 転倒 b 衝突	10 ⁻⁵	大	a 圧力計 b 点検	予防保全	5分

FTAと論理の組み立ては方向が逆である。

話を具体的にするために、ごく簡単なタンクの破裂の例を考えてみる。もちろん、この例は仮想的なものであるから厳密ではないが、湿気がタンクの腐食を招いて、加圧下のタンクが破裂するという事故は図1のように表される。ここで andとあるのは、両方の条件が同時に成立した時に起こることを意味しており、orとあるのは、どちらかが起こることを意味している。

FMEAでは、湿気が多くて腐食が起こった場合に何が起こるかを探して、結局はタンクの破裂を予想するといった、図でいえば、左から右に進行することになる。この例では、因果関係は一つの筋道しか書かれていないが、実際には幾つもの

枝分かれがあるはずで、腐食が起きると材質の劣化だけではなく、他の異常も引き起こす原因となり得る。

そこで、FMEAを行う際には、考えられる筋道が現実的なものであり、首尾一貫していることが重要な要件である。少しでも系統的に因果関係を探するために、たとえば、表1のような書式を用いることが行われる。この表は、特別なものではないが、故障が起こると重大な影響があると思われる部品や機器を項目として考え、その故障の種類、故障の原因、他への影響をできるだけ網羅的

防災基礎講座

に挙げるのに作業がやりやすいように考案されたものである。

この表に発生確率を求める項があるが、FMEAでもFTAと同様に、確率の概念を使って故障の影響を相対的に評価することが行われる。極端に言えば、影響が重大でない故障がある程度頻繁に起こったとしても、それよりも頻度は小さい影響が深刻である事故の起こることの方に注意しなければならないという問題があるから、単純に頻度だけでその影響を評価できない。

また、FMEAではその影響の及ぶ範囲をどこまでにとどめるかという問題がある。“風が吹けば桶屋がもうかる”という話があるが、あの因果関係をさらに先までたどるとどんな事態が起こるかわからないという疑問がある。もちろん、めったに起こらない因果関係の連鎖であるから、先へ行けば行くほど問題にならないほど起こりにくくなり、ついにはナンセンスな因果関係となるというのが論理的な説明ではあるが、現実には、どこから先がナンセンスであるかの判定はそれほど容易ではない。

FMEAは、このように対象とすべき事象の範囲を最初から明確に規定することができないので、比較的数少ない要素から成るシステムの故障に対しては有効であっても、少し大きなシステムとなると、その作業量も膨大となってしまい、実際的でなくなる恐れがある。

FMEAはその性質上、次のような場合に対しては不向きであるといわれている。

- (1) 幾つかの故障が組み合わさって重なった場合
- (2) 人間の誤りが関与する場合
- (3) 要素とサブシステム間の因果関係が不明な場合

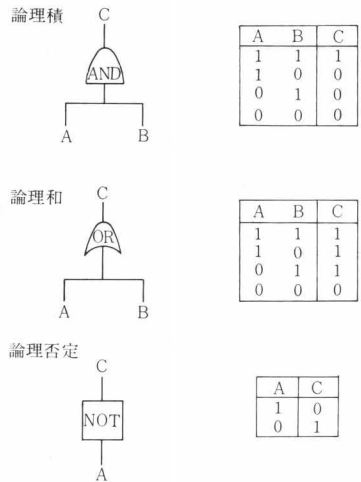
このような欠点を方法論によって補おうとしたのがFTAである。

FTAの考え方

FMEAで問題となった、原因から出発していてもなく結果を追いかけることをまず避けなくてはならない。当然のことながら、我々が問題にしているのは故障の原因ではなく結果であり、しかもその結果のうち、被害の大きいもの、人身に危険なもの、社会的影響の大きいものといった、ある程度限られた場合が第一の関心事である。したがって、あらゆる原因から出発してそのような事態に至るかどうかを調べるよりも、特定の想定する結果を生む原因を順次さかのぼって探す方が方法論としては合理的である。FTAはこのような考え方に基づいて考案されたものである。

因果関係の一般的構造をみると、ある結果を誘発する原因として、図2に示すように論理積と論理和および論理否定の3種類の関係の仕方があることがわかる。論理積はAの命題とBの命題が共に真である時に命題Cが真であるという関係で、論理和はAの命題かBの命題のどちらかが真である時にCの命題が真である関係、論理否定はAが真でない時にCが真であるという関係である。

図2 因果関係のゲート



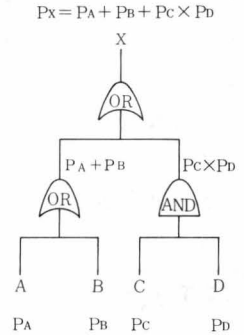
成立している場合を1、成立していない場合を0として、その2つの状態のみを取り得る2位置変数で表現すると、図中の表のようになるが、このような取り扱いはブール代数と呼ばれており、事象の因果関係を追求するのに都合がいい。andとか or で表されている関係の一つ一つをゲートと呼んでいるが、いわゆる Fault Tree とはそのゲートの組み合わせで因果関係を Tree 構造で示したものを指している。

一般に、事故や故障の発生を予測するのに二つの基本的に異なる考え方が存在する。すなわち、一つは故障物理と呼ばれる考え方で、設備の故障がすべて物理的因果関係、すなわち力学的法則に従って説明されるというものである。たとえば、電気のヒューズを例にとると、規定のアンペア以上の電流が流れるとヒューズは確実に切れるし、規定以下の電流では切れないように設計されている。もちろん、規定電流に対して実際に切れる電流値がどの程度の誤差であるかは、そのヒューズの品質によってバラツキが存在するが、一般にはその範囲は非常に狭く、予想どおりに物理的因果関係に従って、しかも定量的に故障が起こることができるといえる。

ところが、このように正確に説明できる故障は少なく、むしろ普通の設備ではその原因が何であれ、偶発的に起こるのが故障であると理解している場合が多い。そこで、もう一つの子測方法として、過去の実績、経験に基づいて故障の起こる頻度を統計的に確率をもって表現しようとする考え方がある。この場合には、必ずしも故障物理のような力学的法則が定量的に明確でなくても、過去のデータから結果が説明されることを重視している。たとえば、電球の寿命を予測しようすると、故障物理による方法では容易ではない。電球の点滅の回数や交換してからの経過時間、点燈の積算

時間などに依存することが予想され、単に電球1つの故障でも定量的にいつ起こるかは予測できないが、統計的に考えると、現在市販されている電球の平均的寿命は確率として予測することは可能であるし、また、実用的にはその程度の精度で充分であることも少なくない。

図3 簡単な Fault Tree



F T A の考え方は、この両者を組み合わせることによって、最も効果的に故障を予測しようとするものであり、Fault Treeの作成に当たっては、できるだけ故障物理の知識を借りて定性的に因果関係を追求し、それぞれの原因の起こりやすさについては、過去のデータに基づいて確率的に評価しようとするのである。

たとえば、図3のようなTree構造があった場合に、各原因の発生する確率をそれぞれ P_A 、 P_B 、 P_C 、 P_D とすると、トップ事象 X の起こる確率は

$$P_x = P_A + P_B + P_C \times P_D$$

で表される。これは、論理積のゲートを通して起こる確率はそれぞれの原因の発生する確率の積で表され、論理和のゲートを通して起こる確率はそれぞれの原因の発生確率の和で表される、という法則から簡単に導かれる。

- ただし、このような取り扱いができるためには、次のような前提条件が必要である。すなわち、
- (1) 各要素あるいはサブシステムなどは、正常と異常の2つの状態しかとり得ない。
 - (2) 原因となる要素の故障は相互に独立である。

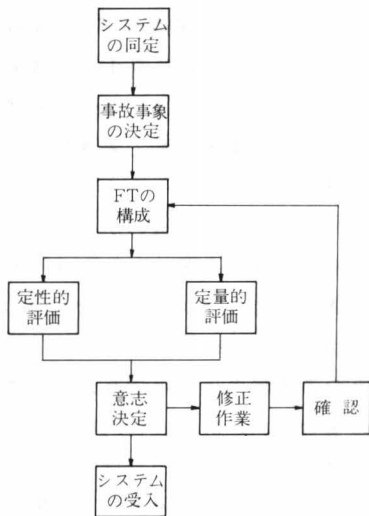
F T A の場合も、F M E A と同様にどこまで原因をさかのぼればいいのかという疑問が起こる。しかし、F T A ではトップ事象として結果に着目し

ているので、実際には適当な段階で止めればいいといえる。全体の確率を計算する精度からみても、あまり深く原因をさかのぼることは意味がない。適当な段階といっても、実用的には信頼性に関する正確なデータが得られている事象に到達したところで止めることになるが、大体3から4層ぐらいが普通である。

FTAの使い方

FTAの手続きをフローチャートに示したのが図4である。意志決定とは、FTを定性的・定量的に評価した結果、たとえば、特定の原因によってトップ事象が誘発される確率が特に高いといった不都合が発見されれば、それを修正するための対策が立てられ、再びFault Treeを作り直して満足がいくまで評価が繰り返される。ある評価基準に照らして合格すれば、そのシステムが受け入れられることになる。したがって、FTAは本来的に設計段階で適用される手法ということができるが、同様な考え方に基づいた故障予測の手法

図4 FTAの手続き



を、既存の設備の危険性の評価に利用しようとする試みも行われている。しかし、確率の概念を具体的に適用する場合に、現実稼働中の設備の故障確率は時間とともに変わるはずであるが、それを予想するという技術的に難しい問題を解決する必要がある。

FTAを実際に適用して、危険の原因の所在とその発生頻度を評価する上で重要なのは、最小カットセットと最小パスセットの概念である。

すなわち、最小カットセットとは、これに含まれるすべての基本事象が生起することによってトップ事象が発生する組み合わせのうち最小なもの集合であり、最小パスセットとは、これに含まれている基本事象が生起しなければトップ事象が発生しない組み合わせの最小なもの集合である。

具体的な例として、図3に示したFTについて基本事象A、B、C、Dがそれぞれ生起したかどうかのすべての組み合わせについて、トップ事象Xが発生するかどうかを調べて表にすると、表2ようになる。これを見ると、Aが生起すれば必ずXは発生するし、同様なことがBについてもいえる。また、CとDが同時に生起すればA、Bは何であろうとXは発生する。したがって、この例の最小カットセットは(A)、(B)、(C、D)であり、それさえ起こればトップ事象は発生するという組の集合である。逆の見方をして、どれが生起してもXは発生しないかを探すと、Cのみ、あるいはDのみがそれに該当するので、最小パスセットは(C)、

表2 図3のFTの基本事象とトップ事象の関係

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	0	0	1	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	0	0	1	0

(D)ということになる。

最小カットセットが得られたということは、そのトップ事象が発生するとすれば、最小カットセットのどれかの組の基本事象が生起した時に限られるから、集中的に最小カットセットについて注意を払えばいいことになる。特に、この例のA、Bのように、単独で生起すればトップ事象が誘発されるので、非常に重要な基本事象であり、設計上はできるだけそのような1事象カットセットを残さないような配慮をすることが望ましい。

実際の設備に対する Fault Tree は非常に複雑であり、しかも同じ基本事象が随所に現れるのが普通である。したがって、一見しただけでは、どの基本事象の組み合わせが起こってはならないかということを見極めることが非常に難しいので、最小カットセットを求める必要がある。もちろん、最小カットセットを求める作業は網羅的に調べ上げることであるから、コンピュータにやらせるのが一般的であり、そのためのプログラムも幾つか開発されて発表されている。

★ ★ ★

F T A の具体的な問題については、専門的になり過ぎるように思われるので、^{1,2)}解説書に譲り、ここでは省略するが、F T A の概念そのものは至って単純な発想に基づくものであることは理解いただけたと思う。ところで、実用的な面から F T A をながめた場合には、幾つかの問題点があることに気がつく。

まず第一に、F T A の重要なねらいである網羅性の確保の問題がある。ある人は、同じ設備について Fault Tree を10人が作ると、10種類の Fault Tree が出来上がるという表現を使って、網羅性の確保の難しさを指摘している。この表現は極端であるとはいえ、重要な基本事象を見逃さずに Fault Tree を作ることは容易ではない。したがって、F

T A を行う技術者は、F T A の専門家¹⁾で設備の勉強するのではなく、設備の専門家に F T A の勉強させる形で養成すべきである。

次の問題としては、F T A を本格的に行おうとすると、案外労力と金がかかる点が挙げられる。設備を作ってしまったから事故に遭うよりは多少の犠牲を払ってもあらかじめ綿密な検討を行うべきであることはいうまでもないが、計算機の利用技術の進歩がこの点のかぎを握るものと思われる。

航空機、原子力の分野で非常に普及した F T A の考え方が、最近では潜在的危険性という意味では原子力に次いで問題視されている化学プラントにも適用されつつある。実際には、Fault Tree 構成の一般化の問題、および各プラント、さらには個別装置によって異なる多様な確立データの収集と整理の方法論の問題といった基本的な部分での説得力に欠ける点も影響して、必ずしも広く受け入れられているとは言いがたい。

多くのプラント事故が人間の誤りによって発生している事実を考えると、F T A も単に設備の部品としての機械その他のハードウェアの故障だけを基本事象として考慮するだけでは不十分であるといえる。そこで、最近では人間の犯す典型的な誤りを部分の故障と同様に Fault Tree の中に基本事象として組み込む試みが行われている。

いずれにしろ、F T A は比較的新しい手法であり、未解決な問題も多いが、それらの一つ一つは実際の問題に応用することを通して次第に解決されるものと思われるので、今後の研究の成果に期待したい。(おおしま えいじ/東京工業大学資源化学研究所)

参考文献

- 1) 総合安全工学研究所編：F T A 安全工学、日刊工業 (1979)
- 2) 化学工学協会編：化学プラントの安全対策、丸善 (1978)

歴史地震から学ぶ⑧

多くの人の協力で成果

新潟の史料収集旅行から

宇佐美 龍夫

このシリーズも今回をもって終わることになった。これまでは過去の地震を中心に話を進めてきた。その話の基になるものは古い文書類である。過去の多種多様な文書のなかから、地震に関する部分を収集する仕事は、明治25年から始まっている。すでに膨大な地震関係史料が収集されているが、それだけでは不十分な面もあり、筆者も6～7年前から古文書の収集を心掛けている。今回は一つの収集旅行を通じて古地震を考えてみる。

歴史学者の協力で急速に進む史料収集

昨昭和53年12月に新潟県に史料調査に出掛けた。新潟県の史料については、数年前に小高助手が新潟県立図書館に出掛けて、同館所蔵の文書や刊本の調査を行っているので、かなりの量の史料が集まっている。しかし、県内の各藩関係の史料や、いわゆる地方文書には手を付けていないので、こういうものを中心に調査することとなった。

一行は、東京大学史料編さん所の阿部教授・村井助教授・加藤助手に地震研究所から私と小高助手が加わった計5人である。歴史の方々は国絵図の調査に行かれるので、それに我々地震学の者が相乗りすることになった。文書の調査は地震学者だけではどうにもならない面がある。まず地方の関係者に面識がない。その地方に残存している史料についての情報がない。その上、史料を見ても難しい字は読めない。歴史学者に随行できれば鬼に金棒である。地震予知の重要性にかんがみ、2年前の昭和52年正月から歴史学者の方々の御協力をいただけるようになって、史料の収集は急速に進みつつある。

「歴史」で見つけた地震の状況

日程は12月4日から10日まで、訪問予定先は上越市立高田図書館、新発田市立図書館、与板市教育委員会である。高田に着いたのは4日の午後1時40分ごろ、肌寒く決してよい天候ではない。駅に土地の郷土史家渡辺慶一先生が出迎えてくださる。タクシーで高田図書館へ。館長さんなど皆さんに御挨拶の上、早速調査に入る。

寛文5年12月27日(1666・2・1)のM=6.4の地震

宝暦元年4月25日(1751・5・20)のM=6.6の地震

文政11年11月12日(1828・12・18)のM=6.9の地震

が越後の三大地震であるというお話を伺う。

高田市立図書館には、榊原藩の文書があり、「日記」の他に、宝暦元年の地震に関する一件物が数点見つかったので、早速写真に撮影する。史料編さん所の方々が、能率のよいカメラを持参されたので、お願いをする。有難いことには、事前に連絡しておいたので、渡辺慶一先生御自身がお持ちの地震関係の史料を御用意くださって、お借りすることができた。しかし、全体としてみると特に地震関係史料がたくさんあるというほどでもない。この日は適当に仕事を切り上げ直江津に泊まる。

翌5日は小雨。駅から図書館への道々、渡辺先生の説明を伺うことができた。図書館の敷地のなかに関野貞先生の碑があるのを教えていただく。法隆寺再建非再建で有名な関野先生が高田の出身であることは知らなかった。旅に出ると、本来の目的の他にも、こんな思いがけない出会いがあるので楽しい。今日は、高田の町のなかの森平氏所蔵の文書(宝暦地震関係)を拝見できるかと思つて、渡辺先生に御連絡をお願いしたが、お留守と

「小林家文書」でわかった正確な被害
——宝暦高田地震

ということで拝見できず残念であった。しかし、高田の近くの清里村馬屋にある専福寺というお寺に「歴史」という日記が残っており、それには天候・天文・地震のことがよく書いてあるという話を知っていたので、渡辺先生にお願いして連絡をとっていただく。事前の連絡もないのに、お出掛けください、というお返事なので、小高助手・渡辺先生と3人でタクシーで出掛ける。雨がひどくなる。広いお寺の6畳ぐらいの部屋で仕事。「歴史」は全22巻、宝暦5年～元治2年の日記で、このうち天保5年以降は僧浄法師の直筆の日記、それ以前は伊勢暦を張り付けたものである。雨がひどくなり、電気をつけても部屋は暗い。小高助手のカメラでオートにして5秒ぐらいの露出でシャッターを切る羽目になった。

この日記は簡単なもので、日付と天気、あとは一行足らずの記事があるだけであるが、地震のことはよく書かれている。弘化4年3月24日に、いわゆる善光寺地震があった。その様子が簡潔な文章に生々と記されている。

二十四日夜快晴 晴夜戌 下刻大地震ドント来
ル時 皆人無言 一ツ息 暫ク有テ村大騒泣声叫
喚ノ声甚シ 御堂戌亥ノ方ヘ傾ク…… 又子丑時
動震シテ御堂己ニ倒レントスル時定八指揮シテ突
木一本掛ル 依之止マル 其刻夜晩トナル 皆々
寝食ナシ 一命助ル事ノ大々々益ナリ

突木とは御堂を支えるつかい棒のことであろう。このすぐ後、29日には、高田方面に大地震がまた発生した。この地震でも高田方面で被害があったが、この寺では被害はなかったらしい。「午時大地震先月廿四日夜ノ如シ」と記されている。この日記の特徴は余震のことをよく記していることである。通常は善光寺地震ほどの大地震になると、全体の被害の記事は多く発見されるが、それに隠れてしまって、余震の状況を詳しく知り得る史料はわりあい見付けにくい。そういうなかにあつて「歴史」は貴重なデータを我々に提供してくれる。思いがけない所で、思いがけないよい史料を得ることができた。これも収集旅行の喜びの一つである。しかもドシャ降りのなかを帰った。この寺の半日は忘れられない思い出である。

表1

	侍屋敷	町屋	町屋土蔵	寺	郷中	郷中土蔵	郷中寺社
潰	157	2,496	46	38	2,919	30	59
破損	44	326	126	31	3,162	42	86
死	33	292		37	505		

翌6日には、地震学者グループは別行動を取って名立公民館に出掛けた。公民館の方には、渡辺慶一先生が、あらかじめ連絡を取っておいてくださったので、公民館ではすっかり準備をして待っていてくださった。我々は「名立崩れ」の文書を集めるのが目的である。小林家文書と呼んでいるものは公民館で借りてくださっているもので、小林家を訪れる必要はなかった。ダンボール箱一杯の文書類である。それを全部調べて、そのなかから宝暦地震に関係のある約20点の文書を探し出した。それは田地の証文であつたり、年貢の割付であつたり、免定の史料であつたりする。こういう史料は、地震による田畑の被害が正確に記されている。田畑の被害はすぐに収穫高・租税に響くので、文書のなかに、地震によりどのぐらいの田畑が失われたかが記されていて、有用な史料である。この他に名立町が神社に預けてある文書もある。これも元を正せば小林家の文書である。これも公民館にもって来てくださっていたので大いに助かった。小林家の文書というのは、名立の旧名主の文書が、名主交代により小林家に移ったものであるという。この他に糸魚川高校にも同文書の一部があるということである。連絡をとっていただいたが引越しのときにどこかに入って見つからないということであった。

さて、宝暦地震は越後・越中に被害のあつた内陸地震である。高田では、城の多門櫓や三重櫓が大破したり破損したりした。その被害は、表1のようになる。この表の他にも行方不明262人が出たという。その上、火災もあつた。さて、この地震では、高田の西、現在の直江津と糸魚川間の、海岸に迫る山地で山崩れが多発した。日本海にそそぐ桑取川の谷では山崩れがあり、そのために川水が一気に流れ死者58人を出したし、その東の虫生村では15戸が山崩れで埋まり、人口101人中61人が圧死した。その東隣の岩戸村でも山崩れで14戸がつぶれ、人口101人中23人が死亡した。桑取川の西の夕立では、裏山が崩れ、その土砂が海中に押し出され約800人が圧死した。これを「名立崩れ」という。また、名立川の中流の小田島付近で山崩れがあり川を堰止め、全村が破壊し死者38人を出



“名立崩れ”の跡

した。この地震は富山・金沢でも強く感じたし、長野では石燈ろうが多く倒れた。

名立崩れについては、すでに幾つかの報告がある。月橋正樹氏の報告によって記してみよう。名立小泊町は鳥ヶ首岬の付け根にある。海岸の狭い平地に発達した街道沿いの集落である。地震は午前2時ごろであった。この震動で海岸の山が長さ15～16町にわたり、高さ70～80丈の部分が崩れて海中に突き出し、海岸を埋めた。海中へ5町、10町あるいは24～25町も突き出したという。このために、小泊村91軒のうち81軒が土に埋もれ見えなくなった。ほかに壊4軒、半壊3軒で、無難な家は3軒にすぎなかった。また陣屋は土砂に埋没し、陣屋の蔵は半分ほど土に埋まった。当然のことながら死者も多い。全人口525人のうち死者は406人であり、この他にも16人が死んでいる。全滅といってよい被害である。昭和10年小林家文書が見つかるまでは、土地の人々は、生存者ただ1人という言い伝えを信じていたということである。実際の生存者は120～130人ぐらいであったらしい。また、月橋氏の計算によると、田の損は3町5反15歩で、これは当時の田の79%に当たるし、畑の損は8町5反余で、これは震災前の畑の90%に達するという。

名立崩れの復興は140年間で88% ——宝暦高田地震

これだけの被害を受けたので、その復興も大変である。地震前91戸あった戸数は震災後14戸に減った。その後、徐々に旧に復してはきたが、震災後140年たった明治24年でも、80戸になったにすぎない。それから48年後の昭和10年に104戸となったのである。また、石高についても同じようなことがいえる。震災前32石あったものが震災後はわずか4.2石となった。そして地震後117年たった明治元年でさえも、やっと23.5石にまで復活したにすぎないのである。

公民館での文書調査は思ったより早く終わった。帰りには館長さんが自ら名立崩れの跡を案内してくださった。崩壊地は写真のようになっていて、それが見ても山崩れの跡ということはすぐわかる。そこに立って小泊の町を見下ろすと、景色はよいが、この山が崩れた場合、再び全滅に近い被害を出すのではないかと心配される。我が国は土地も狭いし、国民性もあるのだろう。被災地に元と同じように生活続ける例は多い。昭和58年の赤倉の土砂崩れの後に、再び前のような町が出来上がったという話を聞く。いろいろな事情で、元の土地に住まざるを得ないとしても、新しい町作りには、従来になかったきたるべき災害への対策が充分考えられているのであろうか。そうでなくとも、新しい災害要因の増大に災害対策が追いつかないと考えられる現在、過去の事例に学ぶということ、御題目に終わらせてはならない。

武家方被害の把握は大変な作業 ——安政江戸地震

翌7日には、全員で新発田に向けて出立する。天気は徐々によくなり、午後1時ごろ、新発田に着いたころには、すっかりよい天気になっていた。早速新発田市立図書館へ。もともと新発田付近に震源のある地震は少ないので、ここでは、他地方に震源を持つ地震の新発田における影響を調べることになる。次の地震の史料が見つかった。

享和2年11月15日(1802・12・9)、M=6.6の佐渡小木地震

文政11年11月12日(1828・1・18)、M=6.9の三条地震
天保4年10月26日(1833・12・7)、M=7.4の庄内地震
最後の地震は、昭和39年の新潟地震に似ている。この外、どこの旧藩に出掛けてもそうであるが、安政2年10月2日の江戸地震の史料が多く見出される。江戸の藩邸からの詳しい報告が国許に残さ

れていることが多い。この江戸地震では町方の被害は大変詳しくわかっているが、武家方の被害はよくわかっていない。江戸の各藩の武家屋敷の被害統計というものが寡聞にして聞いていない。したがって、武家方の被害を調べるには当然のことながら、各藩の記録を調べて、これを集計するほかはない。我々の経験からみると、江戸時代は自分の藩のことについての詳しい記録はよく発見されるが、隣藩を含め他藩のことになると、被害などについても何も記録が見出されないことが多い。したがって、各藩の記録を漏れなく集めることが江戸の地震を調べる上には大切なこととなる。こういう史料が発見できたのは幸いであった。

新発田での仕事は思ったより早く終わった。翌8日の午後は、同藩の持っている正保の越後国絵図と元禄の下越地方の絵図を見せていただいた。数十畳敷の大きさのもので、新潟県史の方々に御覧に入れる機会に便乗させていただいた。大きすぎて広げる所もないので体育館を使った。同行の歴史の方々は、こういう国絵図を調査するのが主な目的である。我々素人にはよくわからないが地図としても正確なもので、大いに眼福を得たという感じであった。

また、新発田には美味な和菓子が多く、特に「初夢」というなすの砂糖の味は忘れられない。おそらく「一富士、二鷹、三茄子び」ということわざから命名されたのであろう。心にくい感じである。

郷土史家の努力で善光寺地震の洪水被害の解明を

翌9日には、地震学グループと阿部先生の3人は朝から与板に向かい、他の2人は新発田での仕事を終えてから来ることとなった。与板公民館に出掛ける。ここには「関守」という記録が残っている。「関守」は、日記というよりは「願」などを写したもので、享保元年から明治元年まで150年にわたるものが欠年もなく保存されている。しかし、全般にみて地震に関する記事は少ない。与板は前記の文政11年の三条地震の震源地に近い所であり、この地震についての詳細な文書を見つけるのが、ここを訪れる主目的であった。この地震の記録はあるにはあったが、大地震の割には少ししかなかった。幸いなことに、与板の町の1軒1軒の被害状況を書いた地図が見つかった。道路に沿って、

各家の住人の名前が示され、その上に、潰・半潰・焼失の印がついている。これによると、焼失は17、潰263、半潰96、大破408(単位はかまど)、ほかに土蔵潰10、同破損91、寺院大破9軒、社家大破2軒で、神社の破損はなかった。死者は34人、けが人は110人であった。無難な家はなかったとみてよいであろう。しかも、潰・半潰の家は町中に散在しているのではなく、ある部分に固まっているようにみえるのは興味深い。

また、与板では、弘化4年善光寺地震に関する面白い記録が見つかった。善光寺地震の後、犀川がふさがれて一大湖が上流に出現したが、この土堤が切れて善光寺平が洪水になったのが4月13日の午後である。この水が信濃川を流れて与板に達したのが翌14日の昼前10時ごろであったらしい。川の水が濁り急に水位が高くなって、午後には中島一円に水が上がってきた。そうして99戸が床上浸水の被害を受けた。考えてみれば、信濃川流域にこういう被害が出るのは当たり前であるが、今まではほとんど問題にされなかった。これを機会に信濃川沿いの村方文書を調査すれば、善光寺地震の2次災害としての川岸洪水の様子を明らかにすることができるであろう。郷土史家の努力に期待したい。

夜には長岡の宿で、土地の高校の先生で郷土史を研究しておられる土田先生にお目にかかり、地震の史料をいただくことができた。翌10日は再び与板公民館を訪れ、午後には長岡市立図書館の互尊文庫を尋ねることができた。

このように、今回の調査旅行は実り多いものであったが、収集した史料を解読して整理を済ませるには約1年かかるのである。このようにして、全国に地震史料を求めて歩く気の遠くなるような楽しみと苦しみの交錯した旅が続くのである。

この旅には、さらに有り難いオマケが付いた。帰京してから、土田先生から新しい史料をお送りいただいた。また、渡辺慶一先生は上京の折に、別の史料をわざわざ持参してくださった。さらに阿部先生のお世話で、柏崎の高校の先生を通じて柏崎陣屋日記のコピーをいただくことができた。こうして、多くの方々の善意に支えられて研究ができるのは、身に余る光栄である。

このシリーズを終えるに当たり、直接・間接にお世話になった方々に、心から御礼を申し上げる。

(うさみ たつお/東京大学地震研究所教授)

協会だより

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

10月～12月にテレビで防災PR

当協会では、秋の全国火災予防運動に協力して毎年、一般家庭向け防災PRをテレビで行っています。今年は、表2にご紹介したフィルムを、次の各局より放映いたしますので、ぜひご覧の上、ご意見をお寄せくださるようお願いいたします。

1. 番組提供＝54年10月～12月

① テレビ朝日系列13局「赤穂浪士」（毎週月曜日21時～21時54分）

テレビ朝日、北海道テレビ、東日本放送、静岡県民放送、名古屋放送、朝日放送、瀬戸内海放送、山口放送、広島ホームテレビ、九州朝日放送、青森放送、テレビ大分、鹿児島テレビ

② 北陸放送「レポート6」（毎週火曜日、18時～18時30分）

③ 新潟放送「白昼の死角」（毎週火曜日、22時～22時54分）（10月下旬以降「黒岩重吾シリーズ」）

2. 集中スポット＝54年11月26日(月)～12月2日(日)の7日間

札幌テレビ(月水金23:15、火木土22:54、日22:30) テレビ岩手(月木22:54、火水23:15金土日23:00) 秋田テレビ(月火23:00、水木23:50金23:15、土22:54、日22:30) 山形テレビ(月火水木金23:15、土日23:40) 宮城テレビ(月水金23:15、火木22:54、土23:30、日23:25) 仙台放送(月火水金23:15、木22:00、土23:30、日21:54) 福島テレビ(月土22:55、火水木金23:15、日22:35) 新潟総合テレビ(月火水木金23:15、土日22:54) 山梨放送(月水金土23:00、火木22:00日23:30) 長野放送(月水木金23:15、火21:30、土21:54、日23:25) 日本テレビ(月火水木金23:15、土23:40、日23:24) フジテレビ(月火水金23:15、木土23:00、日23:30) テレビ静岡(月水木23:15、火22:00、金22:54、土23:30、日22:30) 石川テレビ(月21:00、火木金23:15、水22:54、土23:25、日23:30) 北日本放送(月水金

23:15、火木22:54、土23:55、日23:25) 東海テレビ(月水金23:15、火22:54、木22:00、土日23:30) 山陰中央テレビ(月21:00、火木金23:15水22:54、土23:00、日23:30) 毎日放送(月火水木金土23:30、日23:35) テレビ新広島(月水金23:15、火木23:00、土日23:30) テレビ愛媛(月火水木金23:50、土21:54、日22:30) 四国放送(月火水木金土日23:15) 高知放送(月水金23:15、火木土23:00、日23:25) 福岡放送(月木土23:00、火水23:15、金22:54、日23:24) テレビ西日本(月水金23:50、火22:54、木22:30、土日23:30) テレビ長崎(月水金土23:00、火木23:15、日23:25) テレビ熊本(月23:00、火水木23:15、金22:54、土日23:30) テレビ宮崎(月19:00、23:15、火水木金23:15、土14:30、23:45、日9:00、23:54) サガテレビ(月21:54、火水木23:15、金22:54、土日23:30) 琉球放送(月火水木金23:15、土23:45、日23:35)

*印は、番組の始まる時間を示しています。

第8期奥さま防災博士募集〆切は10月31日

地域防災のリーダーとして活躍する奥さま防災博士については、前にもご紹介しましたが、今年も現在第8期生を募集中で、10月31日が〆切です。応募要領は、主婦の友、主婦と生活、婦人倶楽部、婦人生活、ミセス、マダム(10月号)に載っています。防火、防災に関心の深い奥さま方に、積極的に応募していただきたいと願っておりますので、読者の皆さまからも、身近な方がたにお話しくださるようお願いいたします。

神戸で総合防災展開催

今年度の総合防災展は、神戸市で開かれます。期間は11月9日(金)～11月14日(水)の6日間で、会場はそごう百貨店です。

また、大阪消防展が、10月25日(木)～10月30日(火)の6日間、阪神百貨店で開かれ当協会でも出展いたします。

災害メモ

★火災

- 5・1 東京都練馬区高松の新菱冷熱工業練馬倉庫事務所兼住宅1階ふろ場付近から出火。2棟660㎡焼損。倉庫のクーラー・冷凍冷蔵庫など焼け、損害は1億円以上。
- 5・21 大阪府大阪市阿倍野区の住吉ゴム1階ウレタンフォーム材料置場から出火。444㎡全焼。7名死亡。4階でリフトの溶接作業中、火花が1階倉庫に落ち、ウレタンフォームに引火したらしい。
- 5・22 新潟県南蒲原郡田上町の町立田上中学校の給食室付近から出火。校舎計4棟3,350㎡焼損。
- 5・23 広島県安芸郡倉橋町西宇土の岳浦山ふもとから出火。異常乾燥注意報下で山頂に燃え広がり、400ha以上焼損。
- 6・1 広島県尾道市久保の九番街中央部付近から出火。民家や飲食店など48棟80店舗3,568㎡焼損。20世帯45名り災。
- 7・3 沖縄県那覇市牧志平和通り商店街の日用雑貨大型店なみさと付近から出火。同店他10店舗と住宅1戸約3,500㎡焼失。

★爆発

- 5・1 千葉県千葉市幸町の幸町団地2号407号室で都市ガス爆発。6世帯全半壊。12名重軽傷。
- 5・23 那覇市牧志の若葉荘アパート301号室で都市ガス爆発。2名死亡、3名重傷。同アパート3世帯と周辺民家20棟に被害。
- 6・12 岐阜県岐阜市東金宝町の高森ビル1階喫茶店よしのでプロパンガス爆発。5名重軽傷。
- 7・26 千葉県千葉市幕張町の中台コーポでプロパンガス爆発。(グラビアページへ)

★陸上交通

- 5・4 静岡県駿東郡小山町の富士スピードウェイ裏の一般道路で5、6台の乗用車が暴走。1台がガードレールに激突。付近にいた7名死亡。
- 6・2 長野県長野市篠ノ井の国鉄篠ノ井線篠ノ井駅構内で、修学旅行臨時列車(8両編成)と入れ替え中の貨物列車(7両編成)が正面衝突。両列車の各2両脱線し、143名負傷。ブレーキ操作係が貨物列車に乗っていなかったため。
- 6・6 神奈川県藤沢市の江ノ島鎌倉観光電鉄藤沢駅で車止めに激突。42名負傷。
- 6・9 北海道苫前郡苫前町の国鉄羽幌線矢押白志踏切で、普通列車(2両編成)と大型トレーラーが衝突。1両脱線。15名負傷。
- 6・18 神奈川県小田原市早川の箱根ターンパイク急坂で、マイクロバスがブレーキ故障で暴走しガードレールに激突。16名重軽傷。
- 6・30 山梨県甲府市平瀬の県道で、観光バスとコンクリートミキサ一車が衝突。21名負傷。
- 7・6 北海道日高支庁新冠町国鉄日高本線厚賀～大狩部間で、急行えりも3号(2両編成)が線路にあった落石に衝突。1両脱線。14名負傷。
- 7・11 静岡県焼津の東名高速日本坂トンネル内で車両火災。(グラビアページへ)

★自然

- 6・26～7・2 西日本を中心に九州・中国・北陸、東北地方にかけて豪雨。断続的に豪雨が続き、国鉄も寸断、土砂崩れが各地で発生。災害救助法が福岡、佐賀、熊本県に適用された。死者27、行方不明2、負傷82、全・半壊239、床上・下浸水75,478、道路損壊22,394、橋梁流失430、堤防決壊20,030、山(崖)崩れ

5,188、8,228世帯り災。(8月31日現在消防庁調べ)

★その他

●5・13 福岡県福岡市南区塩原の県立筑紫丘高校中庭で、文化祭の火山爆発模擬実験中、突然爆発。17名重軽傷。原料の硫黄が雨水で熱を出し、通常の4倍も入れた爆発促進剤が爆発力を強めたらしい。

●5・14 北海道夕張市南部東町の三菱石炭鉱業南大夕張鉱業所第2斜坑でガス突出。作業中の6名死亡。その後、救出活動中にガス爆発が起こり、計11名が死亡、15名重軽傷。

●5・20 静岡県藤枝市前島でガス漏れ。(グラビアページへ)

●7・5 新潟県三条市西潟成町の同市清掃工場焼却炉で、ゴミ入れ作業中、炎が噴き出し、8名重軽傷。

★海外

●4・30 インドネシア・スマトラ島西部のメラピ火山が噴火。1日現在60名死亡、19名行方不明。

●5・8 英・マンチェスター市のデパートウルワースで火災。少なくとも10名死亡、57名負傷。

●5・11 メキシコ、テオティウアカンで旅客列車と貨物列車が衝突。78名以上死亡。

●5・15 インド東海岸地方でサイクロン。500名以上死亡。

●5・25 米・シカゴ郊外でアメリカン航空DC-10型機が墜落。(グラビアページへ)

●5・30 インドネシア・ロンボク島で強い地震。多数の住宅が倒壊。少なくとも20名死亡、60名以上負傷。

●6・3 メキシコ・カンペチェ湾で海底油田の暴噴事故。(グラビアページへ)

●6・26 伊・フィウミチーノ沖で貨物船(10,000t)とタンカー(4,500

t)が衝突。両船で火災発生。7名死亡、21名行方不明。

●7・5 米・テネシー州メンフィスのドレクセル化学会社工場で爆発。少なくとも40名負傷。有毒ガス噴出のため付近住民2,000名避難。

●7・9 中国東部の江蘇省溧陽県でM6の地震。上興・上沛人民公社の被害大。41名死亡、重軽傷2,000余名。

●7・10 伊南部ボンペイ近郊で、通勤列車同士が正面衝突。少なくとも18名死亡、60名負傷。

●7・11 インドネシア・スマトラ山岳部に、ガルダ航空フォッカー28型機(乗員・乗客61名)が墜落。全員死亡。

●7・12 スペイン東部サラゴサのコロナ・デ・アラゴンホテルで火災。少なくとも80名死亡、100人以上負傷。

●7・18 インドネシア・ロムブレン島で大津波。150名以上死亡。

●7・19 カリブ海トバゴ島東31kmで、エーゲアンキャブテン号(210,257t・36名乗組)とアトランチックエンプレス号(123,398t・42名乗組)が衝突、炎上。両タンカーの原油300万バレル以上流失。ア号は沈没。3名死亡、27名行方不明、36名重症。損害額は両船で約315億円に達する見込み。

●7・27 中国・甘肅省敦煌地区で洪水。市周辺部全域が濁流に覆われ家屋・道路などかなりの被害。10,000名避難。党河の上流で半月あまり異常に多くの雨が降り、水量が急増したため、党河ダムが決壊をおそれ毎秒2,000m³を放水したため。

●7・31 米・ヒューストン市西部ウッドウエイスクエア地区で大火。突風にあおられビル25棟全半焼。数100人被災。28名重軽傷。

●7・31 米・オハイオ州ケンブリッジで、リゾートホテル全焼。少なくとも11名死亡、50名以上負傷。

編集委員

赤木昭夫 N H K 解説委員
秋田一雄 東京大学教授
安倍北夫 東京外国語大学教授
岡本博之 科学警察研究所交通部長
川島 巖 東京消防庁予防部長
小暮 仁 大正海上火災保険(株)
塩田美彦 東京海上火災保険(株)
塚本孝一 日本大学教授
根本順吉 気象研究家

編集後記

◆善光寺の火災原因は、放射発火だと長野県警が結論——と報道されました。壁板には、石こうボード、トタン板が被覆してあったのですが、ガスコンロの距離が壁に近すぎたため、長い間に壁板がすっかり炭化してしまい、コンロの熱で発火したといえます。昨年度当協会が制作した映画「友情は燃えて」が、同じ火災原因を扱っているのも興味深かったのですが、考えてみると、安全のために施した断熱材やトタンが、逆に危険を見えなくしてしまったともいえます。防災の難しさは、こんなところにもあるようです。◆日本坂トンネルの悪夢がさめぬうちに、また東名高速と首都高速で続けざまに大事故。高速道路では、当分大事故は起こらないだろうと期待していたのですが、はかない願望に過ぎなかったようです。(鈴木)

予防時報

創刊1950年^(昭和25年)

◎第119号 昭和54年10月1日発行
編集人・発行人 高崎益男
発行所
社団法人 日本損害保険協会
101 東京都千代田区神田淡路町2-9
☎(03) 255-1211(大代表)

本誌郵送をご希望の方は、送料として年480円(郵券で)を添えて、予防時報係あてお申し込みください。

制作=(株)阪本企画室

東名高速日本坂トンネルで189台焼ける

54年7月11日静岡県焼津市野秋の東名高速下り線日本坂トンネルで6重衝突事故が起こり、大型トラックの荷台の下に押しつぶされた乗用車から発火。トンネル内の自動車に延焼、189台が焼失。7名死亡、2名が負傷した。

この事故で日本坂トンネルは天井や壁面が焼損。復旧に約2か月を要した。

事故調査の結果、スプリンクラーや消火栓など消火施設、電線の耐火被覆、その他防災施設などが問題になったが、同時にドライバーのマナーも大きな問題として問われた。

この事故のあと、東名高速では8月22日神奈川県足柄上郡大井町下り線で9台の玉突き事故があり、6台が炎上し11名死傷。同23日には、静岡県藤枝市高柳の上り線では6台の追突事故、3名負傷。同25日には神奈川県と東京で2件の火災事故が発生。……と、大きな事故が続発している。

藤枝市のガス本管キ裂現場

中台コーポ2号室の爆発跡

©共同通信

ガス漏れ点検に手抜きあり？

ガス漏れの通報があって、ガス会社が点検に向きながら、原因をつきとめずに帰り、その結果事故が起こったというケースが、5月と7月にあった。

●54年5月20日静岡県藤枝市前島で、都市ガスが漏れ、現場に近い夏目・川島両住宅で10名が死亡、3名が重症。ほかに付近住民14名が軽傷というガス中毒事故が起こった。ガス漏れは、県道に埋設してあるガス本管のキ裂によるものだが、19日からガス漏れがあり、住民の通報で20日13時30分ごろガス会社が点検に向いたが、原因不明のまま帰った。その後、19時59分住民の119通報で消防・警察が出動

し、ガス漏れ箇所を捜すとともに、付近各戸を回わり中毒事故を発見した。

●54年7月26日13時14分ごろ、千葉県千葉市幕張町6の鉄筋コンクリート2階建て中台コーポ2階2号松本さん方で、プロパンガスが爆発・炎上。松本さんはふきとばされて重体。2階1号、3号室にいた5名も火傷や崩れた壁の下敷きになり死亡、周囲50mにわたり建物16棟に被害が出、7人が軽傷を負った。中台コーポでは、同月13日に、松本さんの隣室住人がガス臭を訴え、プロパン業者に連絡。点検にきたが、松本さんが不在だったため、2号室は点検せずに帰った。

DC-10型旅客機、オヘア空港で墜落、275名死亡

54年5月25日午後3時3分（日本時間26日午前5時3分）アメリカン航空DC-10型旅客機が、シカゴのオヘア国際空港を離陸直後、エンジン1基が脱落し、空港端のキャンプ地に墜落・炎上。乗客・乗員全員と地上の3名計275名が死亡。

事故当初、エンジン脱落の原因はボルトの破損とみられ、29日米連邦航空局（FAA）は、すべてのDC-10型機エンジン固定ボルトの総点検を勧告。追って30日には運行中止命令を出し、パイロン（エンジン懸垂装置）の緊急点検を指示。日本航空でも、29日総点検を終了していたが、30日朝から9機全機を、運休や機種変更などして、運航停止。その結果、ボルトの脱落、ゆるみが計4機に発見されたが、運航上差し支えなしとして、31日には運航を再開した。この一連の点検の結果、その後も次々と欠陥が発見され、「基本設計に欠陥の疑いがある」として、6日6日FAAはDC-10型機の型式証明の一時停止という異例の措置をとった。そのため、運輸省も6日夜日航機の飛行を止めたが、7月11日、再開後の繰り返し点検を指示する改善通報を発行し、運航停止指示を解除。12日から平常通りの運航に戻ったが、日航のDC-10型機運航停止は37日間に及んだ。

メキシコ湾で史上最大の原油流出事故

54年6月3日メキシコ・ユカタン半島北側カンペチェ湾沖80kmの試掘油井イストク1号で、海底油田が噴出・炎上。4,800kl/日の原油が噴き出し、半分は燃えたが海面にひろがり流出。同月24日いったん噴出止めに成功したが、1時間後には再び噴出し、原油はゆっくりした潮流によってメキシコ湾を北

上。タンシコ、リオグランデ河の河口を通り、8月15日にはニューオーリンズ沖まで達した。事故時より噴出量は減少したが、8月末現在3,200kl/日噴出しており、少なくともこれまでに、油害を与える浮遊分は58,000kl以上に達し、史上最大の汚染事故となった。

刊行物 / 映画 / スライドのご案内

防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

防災指導書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

工場防火の基礎知識(秋田一雄著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

防火管理必携

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

防災読本

やさしい火の科学(崎川範行著)

イザというときどう逃げるかー防災の行動科学(安倍北夫著)

そのとき!あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

映画

危い!あなたの子が

あなたは火事の恐ろしさを知らない

ドライバーとモラル

危険はつくられる(くらしの防火)

動物村の消防士

パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの)

煙の恐ろしさ

ザ・ファイヤー・Gメン

ふたりの私

火災のあとに残るもの

火事と子馬

友情は燃えて

オートスライド

防火管理

火災・地震からいのちを守ろう

ここに目をむけよう!(火災の陰の立て役者)

事例にみる防災アイデア(家族みんなの火の用心)

工場の防災(安全管理システムの生かしかた)

映画・スライドは、防火講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。当協会ならびに当協会各地方委員会〔札幌=(011)231-3816、仙台=(0222)21-6466、新潟=(0252)23-0039、横浜=(045)201-7096、静岡=(0542)52-1843、金沢=(0762)21-1149、名古屋=(052)971-1240、京都=(075)221-2670、大阪=(06)202-8761、神戸=(078)341-2771、広島=(0822)47-4529、高松=(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)

ことしの防火ポスターです。よろしく。

消防庁
日本損害保険協会



ことしは、デザインをガラッと変えました。いままでと違って写真を使いました。モデルは、テレビでおなじみの志穂美悦子さん。

このポスターは50万枚印刷され、秋の全国火災予防運動に合わせて、全国市町村に掲示されます。

社団法人日本損害保険協会

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

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

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

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

(社員会社50音順)