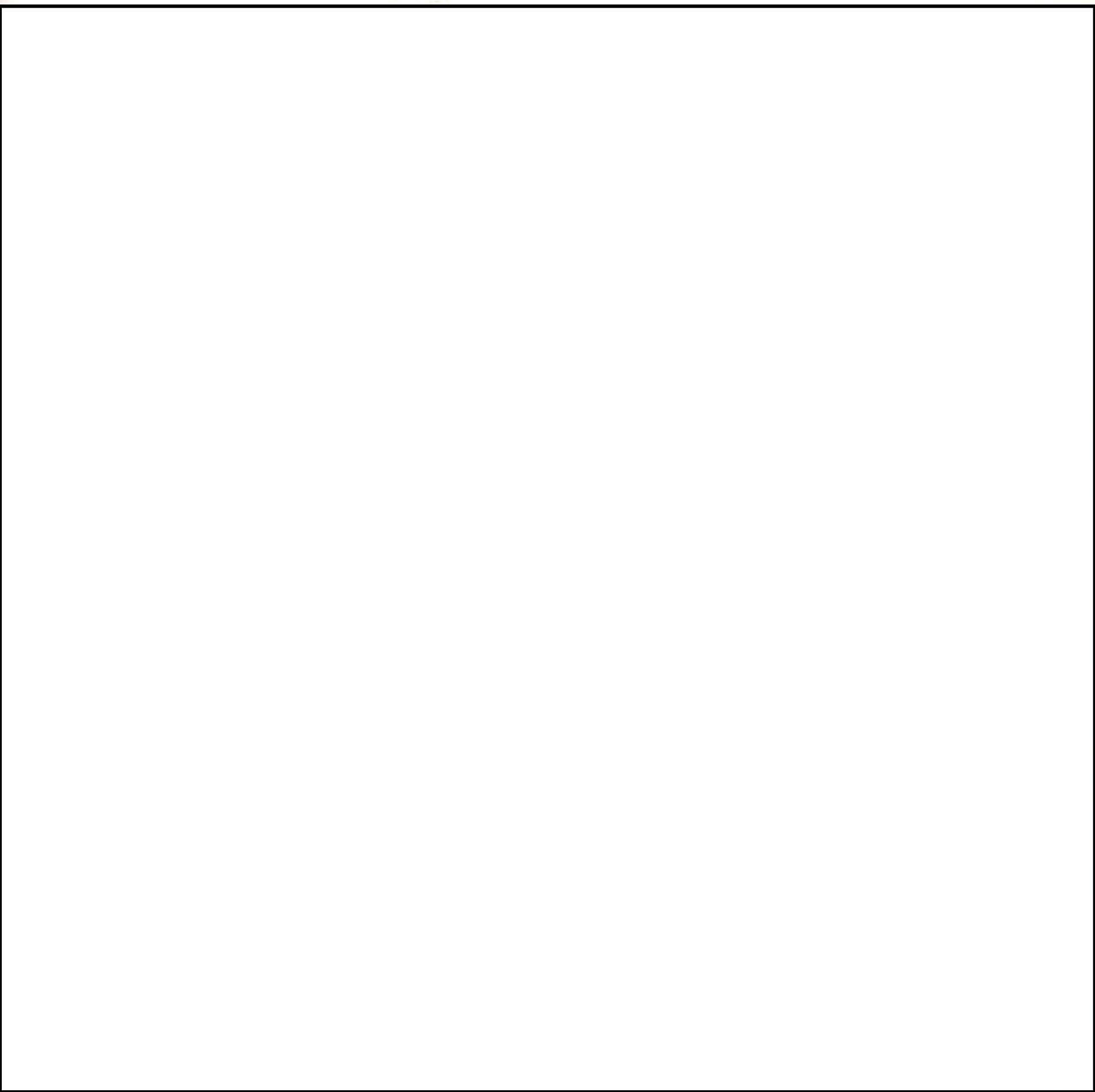


# 預防時報

1986——*summer*

ISSN 0910-4208

# 146



# 安芸国大水

広島は瀬戸内海に面し、それに注ぐ太田川のデルタに発達した街である。

江戸時代、太田川は奥地から広島へ物資を運ぶ川舟が行きかい、中国山地の原生林から伐採した巨木をいかだに組み、流下していた。

したがって、広島は太田川によって恩恵を被っていたが、反面、台風の季節や雨季になると、その地理的条件によって、ほとんど毎年、大小の洪水や高潮の被害に見舞われた。

大被害を被った洪水として、承応2年(1653)8月5、6日の大洪水(死者数しれず、流没家屋5,100余、牛馬流失280余)、また、寛政8年(1796)6月5日の大洪水(田畑損亡131,433石、流失家屋566、潰家1,104、死者169、牛馬流失40)、そして、嘉永3年(1850)の大洪水等が挙げられるが、これらの洪水は町民の生活を苦しめると共に、藩の財政に大きな打撃を与えることともなった。

寛政8年大洪水の翌9年には、水難防止についての詳細な藩令が出されている。

- 洪水の際は、浦辺、島方よりも救助船を太田川の河口に出して、人命、牛馬の救助に当たり、川沿村落の船主は救助船を用意すること。
- 平素より、橋りょうの上流に、いかだ・木材の類をけい留しないこと。
- 材木場の水位が1丈1尺に達したら、御作事方吏員や棟梁大工などは、既定の橋りょうや材木場に行き、川筋の検分や流材の整理等に当たること、その他。

こうして、武士も町民も一体となって水害対策にとり組んだのである。

その54年後の嘉永3年6月、再び広島を大洪水が襲った。

同年5月中旬より連日雨が降り続き、28日になって大雨となった。6月1日夜、あちこちの橋が濁流に押し流され、2日暁刻には市中の諸川が氾濫、各所の堤防が決壊した。

広島の北部、東部では、濁水が全村を浸し、崩倒・漂流する家も少なくなく、まるで湖沼のようであった。広島城下では、堤防潰決22、士民邸宅の崩壊142、流失家屋は31にのぼり、ことに西部の被害が甚大であった。浸水は軒下1尺に及び、道の狭い所では往來の舟が軒をこわし、格子や葺戸を破るものも多く、人々は2階の窓口より屋上にはい出て、救助船に乗り移った。南部の新開地では、市街地に比べて土地が低いため、市街地から流下した潜水により軒上まで水が来て、広大な湖水が出現したほどだった。たまたま水難を免れた所でも、城内本丸を除く他は水深1尺余となり、場所によってはももまで入る所もある。3日夕刻までは水の溜っていない所はなかった。

この洪水で、田畑損耗129,078石余、流失家屋170、崩壊家屋664、死者38を数えた。

寛政の水難防止策が効いてか、救助には町奉行の数十隻の救助船が当たり、逃げ遅れた人々を乗せて附近の社寺境内に収容した。避難者が多くどここの境内も足の踏み場もないほどだった。

また、堤上に逃げた者数百人を、草津村・井口村の住民が漁船で救出し、同村の寺院に収容して多くの人々が救われたという。

(出典：広島市史ほか)

二河  
八里  
松平  
海見  
のり

竹原

上田水主  
古田水主

郡

石井主計  
間宮四平  
小田門太  
松原の土  
五七  
ト

安藝守様





安芸國大水圖  
 嘉永三戌年六月二日  
 吉野道

岡田  
 伊東公之守

安芸国大水圖(早稲田大学演劇博物館蔵)

予防時報  
1986・7  
146

目次

ずいひつ

夏山——高山病に気をつけよう／大森薫雄	6
断るといふこと／大山みち子	8
出版文化の消滅を憂う／田中 梓	10
てんぷら油火災とその消火法／佐藤公雄	12
運転についての生理学——疲労と運転／谷島一嘉	18
作業場における防虫対策／名合正二	24
防災基礎講座	
金属疲労——現象と事故例／飯田國廣	28
座談会 損保マンの見たメキシコ地震	34
天野孝雄／井澤龍暢／古泉清吉／小玉文夫／佐藤雄一／ 柴田俊一／坪川博彰／宮沢富士夫／森島 淳	
我が国の活火山の実態／守屋喜久夫	45
——アルメロ埋没の例を踏まえて	
電子計算機システムにかかわる防火安全対策／小林恭一	51
非常災害時における通信の確保の在り方／植村邦生	57
地震活動の地域的特徴——中部山岳地帯／尾池和夫	62
防災言 情報化社会とリスク／森宮 康	5
協会だより	68
災害メモ	69

## 情報化社会とリスク

高度情報化社会といわれる現代社会は、過去と比較しがたいほどの脆弱性を増大させてきた。過去においては、リスク処理すべき対象として“物”に視点が置かれていた。それも“物”不足の時代経験の産物であったと思われる。その場合は、保護するに当たり、物が置かれている場を念頭に置いた、いわば“点”としてのリスク処理を考えればよかったのである。

今日では、リスク処理の状況は大きな変容を遂げた。通信回線を利用したオンライン化されネットワークをもったコンピューターシステムに依存する組織体は、“点”の次元から“線”、そして“面”の次元からリスク処理を考えねばならなくなったのである。この認識を一般に知らしめたのは、外ならぬ昭和59年11月の“世田谷のケーブル火災事故”であった。電話回線約89,000回線、データ通信専用回線72回線、テレックス等専用回線4,000回線が不通となり、オンラインに依存していた金融機関は甚大な影響を被った。

こうした状況下で、リスクマネジメントの観点からコンピューターセキュリティが一段と強調され、システム監査の導入が当然視されてきた。さらに、保険によるリスク移転の必要性が論じられ、現行の情報化保険の不備が指摘され、手直し作業への動きもみられている。しかし、常にリスク処理上、忘れてはならないのは、システムをつくり、利用するのが人間であるという部面である。セキュリティ上のガードを固くすれば、外からの守りには強くなるだろうが、内からの攻撃には逆に弱くなる特性がある。この点は、コンピューター犯罪の動向が物語っている。それも、コンピューター犯罪は他人に直接危害を加えるという罪悪感なしに犯行が行われる可能性があるからであろう。これに加えて、プライバシー侵害の問題もある。

コンピューターシステム利用の情報化社会は、確かに我々にさまざまな便益を提供してくれるであろう。しかし、その背後には、これまでにない広がりをもった“面”としてのリスク状況があることを充分認識し、それに応じたリスク処理が必要となろう。

そうしたリスクに対応するために無限にコストをかけることは不可能であるとはいえ、これまでのリスク処理への認識を改めなければならぬことだけは確かである。

## 防災言

森宮 康

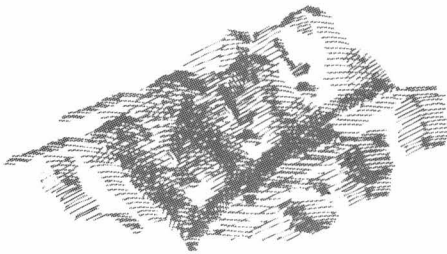
明治大学教授  
本誌編集委員

——夏山——

# 高山病に気をつけよう

大森薫雄

神奈川県立厚木病院医療局長



つゆ明けと同時に夏山シーズンが開幕する。夏山は1年中でもっとも安定したシーズンのようにみられがちであるが、暑ければ日射病にかかるし、いったん天候がくずれると、前線に伴った集中豪雨や、雷、霧、台風による強風と大雨など、危険がいっぱいである。

最近の登山の傾向は、若者が海やテニスのほうにながれ、代わって体力づくりを目的とした中高年者のグループや家族連れが増えていく。中高年者の方々にとって怖いのは気象の激変であり、疲労に加えて身体のバランスをこわし、心臓マヒ、脳卒中など循環器疾患の引き金になりかねない。また、最近では高所肺水腫、急性肺炎による死亡者が増えており、全体的に体力不足の傾向が目につくようである。

北アルプスの中心で、標高3,180 mの槍ヶ

岳の直下にある槍ヶ岳山荘には、夏山シーズンの約1か月間、東京慈恵会医科大学の山岳診療所が開設される。そこには山岳部OBの医師、学生、看護婦が常時待期している。

毎年のことではあるが、山のにぎわいと同様、けがや腹痛、かぜで診療を希望する登山者で引きも切らないが、高山病と診断を下されるケースが結構多い。

この槍ヶ岳の山岳診療所には、1シーズンに約300人の登山者が押しかけるが、そのうちもっとも多いのが高山病である。昼間の行動中でなく、テントや小屋に入ってから発症するケースが意外に多い。また、早朝出発前に体の不調を訴える人もいる。

高山病はヒマラヤなど海外の高山でしか起こらないと誤解している登山者が多いが、一般には高度2,500 m以上なら高山病の危険がある。日本の山でも充分起こり得るわけで、現に、年に2、3人はこのために死亡している。

ところで、高所になればなるほど気圧が下がり、大気中の酸素の量も減ってくる。槍ヶ岳山頂では、気圧と酸素は平地のおよそ3分の2でしかない。このような低酸素の状態では肺から血液中に酸素を取り入れにくいので、体はそれに応じた反応をする。呼吸は無意識に早くなり、心拍数が上がるなど、こうした生体の反応に加えて、寒さ、乾燥、強い紫外



## ずいひつ

線などの影響が複雑に絡み合い、そして、さまざまな不定愁訴が現れてくるというのが高山病のメカニズムである。

その訴えは頭痛、息ぎれ、目まい、疲れ、だるさ、むかつき、食欲不振、不眠、胸痛、せき、痰、顔のむくみなど多様である。

この種の苦しみは、程度の差こそあれ、高所に登った場合の避けられない現象ともいえるもので、やがて体が慣れてくるが、気をつけたいのは順応の限界を超えると、呼吸困難、視力障害、精神錯乱、意識障害などの症状とともに重症に陥ることである。これは肺水腫、脳浮腫を起こしたことによるもので、時には死につながる場合も少なくない。

高所肺水腫の症状は咳、痰(時に血痰)、息切れ、胸痛、発熱、食欲不振、悪心、嘔吐、意識混濁などであり、充分注意する必要がある。

高山病の予防策、あるいは程度を軽減させる方法は、まず出発前の体調を充分整えておくことである。登山に耐えられるかどうかの健康診断を受けることも是非必要である。そして、もっとも重要なことは、ゆっくりとした行程を組んで行動することである。なかには、仕事で疲れたまま夜行列車に飛び乗り、ろくに睡眠を取らずに朝からぐんぐん登る神風登山があまりにも多い。これでは身体が高度に慣れる間もなく、いろいろの障害が出て

も不思議でない。

登山中は十分な睡眠と栄養のある食事、そして十分な水分の補給に心がけることが大切である。前に述べたような症状が出てきたら無理は禁物、時期を失わず下山する判断が大切である。高山病の治療は一に下山、二に下山、三に下山である。500m高度を下げただけでも、ひどい頭痛がケロリと治ってしまうケースも多い。

重症な場合には酸素吸入が必要であるが、それができない場合には、深呼吸を20回以上続け、それを何度か反復するとともに、もちろん身体の安静を保ち、体内への酸素供給の回復を待つのがよい。顔や手にむくみが現れた場合には利尿剤が効果がある。

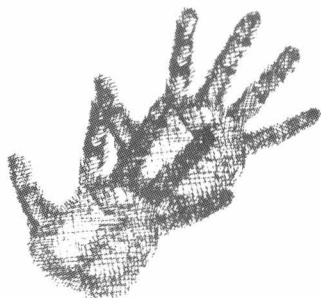
一体どんな人が高山病にかかるのか、かかってみるまでだれにもわからない。体格、体力の優劣、生来健康であるか否かはまったくあてにならない。ただし、一度本症を経験した人は、再発する例がきわめて高いので、そういう人は以後の登山は慎重であることが望まれる。

いずれにしても、自分たちの力量にあった山を選ぶこと。無理な行動をせず、過労に陥る一歩手前のところでその日の行動を打ち切ることが大切である。常にゆとりのある、安全で楽しい登山をしてほしいものである。

# 断るということ

大山みち子

市原刑務所企画調整課



「あなたは、自分の性格——まあ、いいところも、悪いところもあるでしょうが——どんな人だと思いますか？」

皆さんは、どうお答えになるだろうか。

交通事犯——すなわち、飲酒運転や無免許運転、あるいは交通事故などで刑務所に入った人たちに、私は、面接をしながら、今のよう尋ねることがある。

そのとき、彼らが、自分の長所として「人に頼まれるといやといえないこと」を挙げる人が多いのには驚く。

たとえば、「私は、人に頼まれたことは喜んでやります」とか、「頼まれると断ったことがないですね」とか、自分のよい点としていうのである。

果たして、これはよいことだろうか。受けおったことは必ず最後までやり抜く、という意味ならば、別に問題はない。しかし、彼ら

のなかには、免許がないのに、そうと知らない人に運転を頼まれて、そのまま車を運転してつかまったり、毎日オーバーワークで疲労困ぱいのあげくに、居眠り運転をして人身事故を起こしてしまったり、いってみれば、頼まれごとを受けおって入所した人もいる。それなのに、これを美德とするのはどこかおかしい。

別に彼らに限らず、「頼まれたことは嫌といえない人」は、ごく普通ともいえるだろう。しかし、なぜ、頼まれたことを断れないのだろうか。

よくいえば親切、義侠心(?)なのだが、その心のなかには、断って相手に嫌われたくない、という気持ちが多分にあるのではないかと思う。彼らの場合は、極端な、あるいは失敗例といってもいいかもしれない。しかし、その同じ気持ちは、私のなかにもあるし、だれしもあるのではないのだろうか。

何もこのような悲惨な例を出さなくとも、ちょっとした頼みや誘いに乗ってしまうことは、私たちの周りにも多い。

たとえば、会社の帰りに、「おい、ちょっと寄って行かないか」などと飲み誘われたり、「悪いな、ちょっとサイフ忘れちゃってさ、

## ずいひつ

1万円貸してくれないかな」などと頼まれたことはないだろうか。

そのとき、少しぐらいはイヤだなと思っても、「断って、付き合いの悪い奴だと思われるのはまずいなあ」「1万円ぐらいなら、返してもらえなくても、ここでイヤミをいわれるよりいいや」とか思って、ついOKしてしまうこともある。

ここまでよく考え、頭に思い描いてはみなくとも、なんとなく受けおったときの理由は、こんなところだろうか。

たしかに、これで多少なりとも人間関係は滑らかになる。しかし、この調子で受けおって、あとで苦しんでしまうのでは、責任や安全とはまったく逆のことになってしまう。

たとえば、最初の交通事犯の人たちの場合も、最後になって、「免許はありませんでした」では、頼んだ方も迷惑だし、それに加えて事故になれば、これはもうとりかえしがつかない。また、逮捕されて、残された家族のことを思うと、「人によい顔をする」どころではない。

本人の気持ちになってみれば、それは、結果としては重大なことであるが、この初めの気持ちは決して悪意ではなく、その場限り

ではあっても、その時一番喜ばれることをしただけである。

彼らは、それまで、よきパパ、よき職人、よきサラリーマンであった人が多い。実際、頼まれたことは断らないことで人に好かれもしたのだろう。しかし、それまでのやり方が本当の親切ではなかったから、ツケが大きくなって返ってきたのではないか。

しかし、それでも彼らは、このパターンをよしとして、変えようとは思わないことが多い。そのくらい、この「そのときの人間関係を大切にする」パターンは、彼らにとってもなじみ深く、ちょっとやそつでは変わらないものである。おそらく、周囲の人も、この傾向を承認しているのだろう。

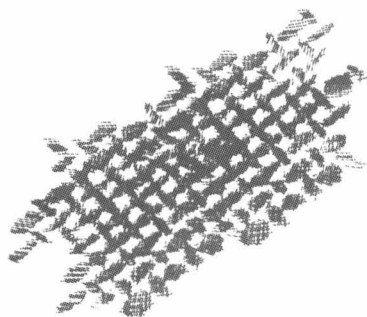
よく、日本人は人間関係で仕事をする、といわれている。「根回し」「人脈」といった言葉が取り沙汰されてもいる。だれしも、どうせ仕事をするなら気持ちよく、と思うし、よい人間関係は必要だと思う。

しかし、その先には、こんな落とし穴がある。その場でよい顔をすることと、よい関係を混同してはいないだろうか。私自身、そんなところがあるから、つい目につくのかもしれないが。

# 出版文化の消滅を憂う

田中 梓

国立国会図書館連絡部長



紙の変質・劣化によって、ある時代の出版物が自壊しつつあり、ややおおげさにいえば、それらの一切がやがて地球上から消滅して、将来、その時代が出版文化の暗黒時代と呼ばれることになるかもしれないといわれている。その時代とは、1860年代から現在に至る時代のことである。

19世紀の半ばまで、欧米の図書にはボロとよばれる木綿や麻の破片を原料とした紙が用いられていたが、それらの本は、今でも依然として変色も劣化もしていない。また、日本で明治の中葉まで図書に使われていた和紙の強じんなことは、保管がよかったとはいえ、百万塔の陀羅尼や正倉院の記録物が1000年以上たった今も健在なことで証明されている。

紙の需要が急激に増大した19世紀半ば、欧米では木材パルプを原料とした近代製紙技術が開発され実用に供されるようになったが、

問題は、その製紙の作業過程において使われる薬品にあった。

すなわち、紙のにじみ止め用のロジンサイズの付着を促進させるためにアラム（硫酸アルミニウム）という薬品を加えるが、それを含む紙は弱酸性を示すので酸性紙とよばれる。そして、このアラムが紙を崩壊させる元凶といわれるのは、これが紙中の水分と結びついて酸加水分解反応を起こして繊維分子を切断し、ついにはほろほろに崩壊させてしまうからである。

アメリカでは1950年代からこの酸性紙の研究が行われていたが、図書の保存を責務とする図書館などが問題に شدしたのは、1970年代になってからであった。

1971年、米国議会図書館ではその蔵書1,800万冊のうち1/3の600万冊がかなり進んだ破損状態にあり、すでに200万冊が利用不能という調査結果を出し、同じころ、フランス国立図書館でも800万冊の蔵書のうち、すでに67万冊が利用不能、やがてほぼ同数の図書が同じ運命になるだろうということが判明した。

このような深刻な事態にがく然となったこれらの図書館が主となって、国立図書館長会議やIFLA（国際図書館連盟）の保存分科会などで、1980年以降、毎年の会議でこれを議題に採り上げるようになった。そして、本年4月にはウィーンで酸性紙問題を含めた図

## ずいひつ

書の保存に関する国立図書館の会議が開かれている。

さて、酸による紙の崩壊を防ぐ対策として次の三つが考えられる。

## 1) 脱酸処理

これは、酸性紙といわれる従来の紙に印刷された図書についての対策である。紙中に残留する酸がその劣化の原因であるから、薬品を使ってその酸を除去すれば紙の寿命がのびることになる。1冊ずつ図書を解体して薬品の溶液に浸す方法と、噴霧化あるいはガス化して大量の図書を一度に処理する方法とがある。前者は大変な手間と時間がかかり、後者は設備に膨大な金がかかる。限られた少数の貴重書の処理には前者でよいが、大量の蔵書の脱酸は後者によらなければなるまい。

## 2) 中性紙の使用

過去に出版された図書については、前記の脱酸処理に頼るほかないが、これから出版されるものについては、酸性でない、いわゆる中性紙を使ってその永続性を期すべきであろう。中性紙はロジンサイズの代わりに中性サイズを、アラムの代わりにカチオンポリマーを用いたものが大量につくられるようになり、コストも10%高といわれているが、需要が伸びれば酸性紙と競合できることになろう。

中性紙の使用率は、アメリカは全出版物の20%余(大学出版部のものは67%)、ヨーロッ

パでは上質紙の50%(全体の40%)、日本では約10%といわれている。

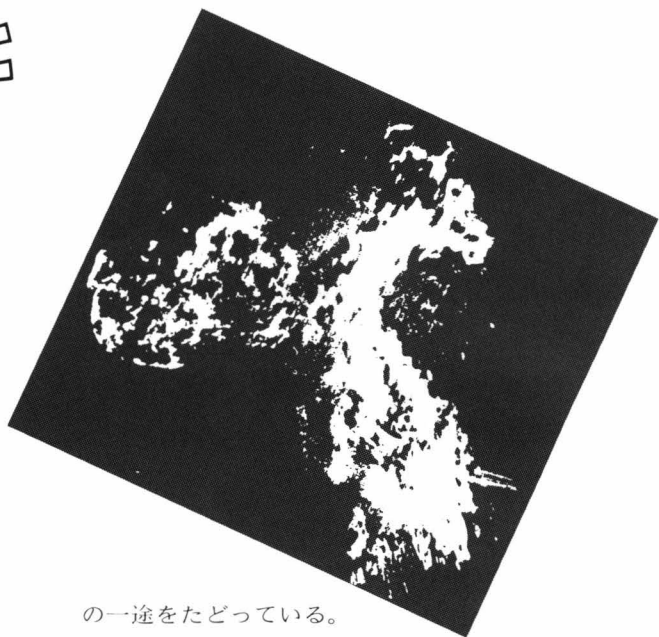
## 3) 他のメディアによる保存

図書の内容を他のメディアに移替えて保存する、すなわちマイクロ写真、ファクシミリ、光ディスクなどによって図書の内容だけを保存することも一つの方法と考えられる。これには、ともかく内容を後世に残せること、複製が容易に行われること、あるいは保管にスペースを要しないことなどのメリットがあるが、一面、装丁とか紙の風合いといった、内容以外の原書の価値がすべて失われ、その時代の印刷文化の真の姿を後世に残せないというデメリットもある。

我が国で洋紙の製造が始まったのは1889年(明治22年)で、欧米より20年あまり遅く、洋紙の生産が和紙のそれを越えたのは大正年間である。この酸性紙使用の歴史の浅さが、その劣化に対する認識の遅れをもたらしたともいえる。しかし、やがて欧米と同じ危機を迎えることは火を見るより明らかである。

日本で出版された図書や重要な記録類を永久保存する責任を持つ図書館、公文書館、郷土資料館などにとって、酸による紙の自壊は重大かつ深刻な問題である。脱酸処理やマイクロ化は、これら保存機関でやれることであるが、中性紙を使った図書の刊行だけは出版社と製紙会社に期待するほかないようだ。

# てんぷら油火災と その消火法



佐藤公雄

## 1 はじめに

ここ十数年来、一般家庭での、いわゆる“てんぷら油火災”の発生は増加の一途にある。てんぷら油火災とは、てんぷらやフライ等の揚げ物の調理中に、その場を離れること等によりてんぷら油の温度が上昇し、その油が引火あるいは発火し、周囲の可燃物に燃え移る火災である。

最近ではてんぷら油火災が全建物火災の1割以上を占めるようになり、全国各地の消防機関もてんぷら油火災をなくそうと、その指導や広報に努めているが、一向に減少の傾向はみられない。このため、てんぷら油火災がなぜ起こるのか、起こさないようにするにはどのようにしたらいいだろうか、また、万一起こったときにはどのような方法で消火したらいいか等について考えてみる。

## 2 てんぷら油火災の実態

過去十数年間、建物火災の件数は減少の傾向にある。しかし、てんぷら油火災の件数は年々増加

の一途をたどっている。

消防庁発行の火災年報にはてんぷら油火災という項目はないが、第一着火物が動植物油である火災が、ほぼてんぷら油火災を表していると考えられるので、最近10年間の第一着火物が動植物油である火災の件数、および全建物火災に占める割合を表1に示す。

表1に示すように、てんぷら油火災の出火件数は年々増加しており、建物火災に占める割合も次第に上昇し、57年以降は10%以上となっている。

てんぷら油火災の原因は、なんらかの用事があり、こんろの火を消さずその場を離れたか、消し忘れたことによるものが多い。東京消防庁および大阪市消防局でそれぞれ調べた、それら管内でのてんぷら油火災の出火原因を表2、表3に示す。整理の内容は少し異なるが、両都市ともほとんどが揚げ物中に火を消さずその場を離れたことによるものが大半を占めている。

てんぷら油火災の焼損の程度は小火(ぼや)が多い。大阪市で発生したてんぷら油火災347件の焼損程度を全焼、半焼、部分焼、および小火に区分

表1 着火物が動植物油である出火件数

年 度〔昭和〕	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
建物火災 (A)	39,143	38,455	38,796	39,302	39,912	38,291	38,014	38,882	36,996	37,395
動植物油 (B)	2,214	2,477	2,651	2,913	3,043	3,218	3,373	3,710	3,907	4,032
B/A×100	5.7	6.4	6.8	7.4	7.6	8.4	8.9	9.5	10.6	10.8

したものを、表4に示す。

てんぷら油火災から全焼あるいは半焼火災に拡大する比率は全建物火災と比較すると1/3と少ない。これは、火元の部屋に人がいなくとも火元住宅内にはてんぷらをしていた本人等が多いことが多く、また、深夜寝静まったところ発生することがないため発見が早く、消防機関への通報や初期消火も順調に行われるためと思われる。

なお、このようなてんぷら油火災が増加している要因としては、食生活の変化が考えられる。とくに、冷凍食品は昭和40年代から急激な伸びを示し、なかでもフライ類の伸びが著しく、冷凍食品全体の伸びを押し上げているといわれている。図1に、冷凍食品の生産量<sup>4)</sup>および食用油の消費実績<sup>5)</sup>を示す。

このように、一般家庭で揚げ物を行う機会が増えたことが、てんぷら油火災を増加させる第一要因と考えられる。

### 3 てんぷら油の燃焼特性

最近市販されている食用油のほぼ90%は、大豆油、菜種油、米油およびそれらの調合油からなっている。これらの食用油の燃焼特性を表5に示す。しかし、実際のとてんぷらなべ等で着火源なしに発火する温度は、いわゆる発火点と異なる。そこで、

表2 てんぷら油火災の出火原因(東京消防庁)

順	項目	件数 (件)	比率 (%)
1	他の部屋で仕事や片付け物をした	72	17.7
2	テレビを見た	46	11.3
3	外出した	46	11.3
4	電話に出た	45	11.1
5	その場を離れて雑談した	43	10.6
6	食事をした	36	8.8
7	来客があった	27	6.6
8	寝込んだ	27	6.6
9	その場を離れて子供の世話をした	23	5.7
10	用便に行った	14	3.4
11	洗濯をした	13	3.2
	その他	15	3.6
	計	407	100.0

(昭和58年)

表3 てんぷら油火災の出火原因(大阪市消防局)

順	項目	件数 (件)	比率 (%)
1	子供の世話・片付け・洗濯・雑用	123	35.4
2	消し忘れ・誤って点火	64	18.4
3	点火したままテレビ・新聞・読書・雑談・食事	54	15.6
4	電話・来客	51	14.7
5	寝入る・用便	25	7.2
6	外出	24	6.9
7	油に火源がふれる・その他	6	1.7
	計	347	100.0

(昭和55年~57年)

ここでは着火源なしで発火する温度を発火温度と呼ぶ。一般にてんぷら油と呼ばれる食用油も、精製度合や混合比率によりその成分が異なる。各消防機関等で行われた実験結果より発火温度をまとめ、表6に示す。これらの結果より、てんぷら油の発火温度は約350℃~390℃の範囲と考えられる。

てんぷら油を加熱し続けると、白煙を発生し始める。この時の油温が発煙点である。しかし、この白煙に火炎を近づけても着火することはない。さらに火炎を近づけたまま油温を上昇させると、白煙に引火し、油面上を火が走る。しかし、燃焼を持続することはない。この時の温度が引火点である。さらに油温を上昇させると、引火後、油面上で連続的に燃焼する。これが燃焼点である。このように火炎が油面近くにある場合は、油温が燃焼点になると火災になる。

燃焼点よりわずかに高い油温では、火炎は油面を踊るように動きまわるだけで全面燃焼とはならず、高さも5~10cm程度である。

火炎が油面の近くになくとも、油温を燃焼点以上に上げていくと、瞬間的に液面で発火が起こり、

表4 焼損の程度

程度	てんぷら油火災		全建物火災	
	(件)	(%)	(件)	(%)
全 焼	8	2.3	259	7.2
半 焼	12	3.5	324	9.1
部分焼	289	83.3	2266	63.2
小 火	38	10.9	735	20.5
合 計	347	100.0	3584	100.0

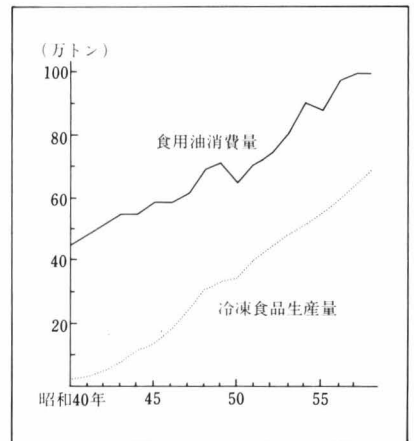


図1 冷凍食品の生産量と食用油の消費量

そのまま燃焼を継続する。これが発火温度である。油温が発火温度以上になると、油面上のすべてを火炎が覆い、その高さは、直径20～30cmの家庭用てんぷらなべではほぼ20cm以上になる。

0.5～1ℓのてんぷら油を家庭用ガスコンロで加熱すると、10分前後で発煙点に達し、その後10分前後で燃焼点になる。この時間内に異常に気付き、加熱を止めれば、火災になることはない。

てんぷら油の温度の上昇速度は約200℃まではほぼ一定であるが、その後徐々に小さくなり、300℃以上では、200℃以下での上昇速度の1/2以下となる。この油温が燃焼点以上になり、引火燃焼を始めれば、油温の上昇速度は引火以前の2倍以上となる。そして、油温が上昇するにつれて油面全体を火炎が覆うようになり、火炎の高さもさらに高くなり2m以上にもなる。そして、上昇速度もさらに大きくなる。なお、なべ壁に揚げかすが付着していると、それが灯心となり、油温が200℃近くでも部分的に高温部ができ、着火することがあるので注意しなければならない。

#### 4 てんぷら油からの出火防止対策

てんぷら油火災の出火防止対策は「揚げ物中には絶対にその場を離れない」および「その場を離れる時は必ず火を消す」ことである。これらのことはわかりきったことであるが、実際出火した例に当たってみるとこれが守られていない。

表5 植物油の燃焼特性

	発煙点〔℃〕	引火点〔℃〕	発火点〔℃〕
精製大豆油	240～242 <sup>6)</sup>	314～318 <sup>6)</sup> 282 <sup>7)</sup>	445 <sup>7)</sup>
精製菜種油	242～243 <sup>6)</sup>	313 <sup>6)</sup>	447 <sup>7)</sup>
精製米油	229～230 <sup>6)</sup>	302～306 <sup>6)</sup>	～

表6 てんぷら油の発火温度

測定機関	油種	発火温度〔℃〕
東京消防庁 <sup>8)</sup>	てんぷら油	377
京都市消防局 <sup>9)</sup>	サラダ油	372～381
	てんぷら油	366～384
名古屋市消防局 <sup>10)</sup>	てんぷら油	391
日本消防検定協会	てんぷら油	361～372
日本消火器工業会 <sup>11)</sup>	てんぷら油	360～383
消防研究所	菜種油	380

「油が適温になるまでちょっと」と、あるいは「すぐにすむ用事だからちょっと」と思い、火を着けたままその場を離れた際、そこでさらに他の用件ができると火を着けていたことを忘れてしまうことがある。

一般的には火を着けてから適温になるまで約5～7分、さらにそれから引火あるいは発火する温度になるまで10分以上の時間がかかる。それゆえ、「ほんのちょっとの時間」が「ほんのちょっとの時間」ですめば実際火災になることはないであろう。しかし、実際にはそれを忘れてしまうことが少なくない。このため、必ずその場を離れるときは火を消さなければならない。

しかし、このようなソフト面の呼びかけだけでは完全に火事をなくすことは困難である。

てんぷら油からの火災を完全になくすためにはハード面からの検討も必要となる。

現在、調理中の温度制御が可能な安全機構付きこんろが開発され、火災防止機構付き電気こんろおよびガスこんろが発売されている。これらのこんろの安全装置の基本的なメカニズムは、なべの底が接触するこんろの中心部に温度センサーを取り付け、なべの底の温度を測定、電子回路を使って一定温度以上に油温が上昇した場合、電子回路からの信号によってガスコックを自動的に遮断したり、あるいは電源スイッチをオフにするものである。しかし、この安全機構付きこんろは安全機構だけを購入し取り付けるのではなく、普通のこんろより2万円ほど高くなったこんろを新規に購入しなくてはならないので、あまり急速な普及は望めない。

その他、温度センサーを油中に入れて、ガスの流れを制御するシステムも考案されているが、使用者の取り扱いや維持管理によりその効果が左右されるので問題があり、あまり推奨できない。

#### 5 てんぷら油火災の消火法

一般の石油類の火災では、石油の温度が発火点よりはるかに低い沸点で、油面上の石油蒸気が燃



焼している。よって、その火炎を消してしまえば、自然に再着火する可能性はない。

しかし、てんぷら油のように引火点と発火点の温度差が小さく、発火点が沸点以下の油が引火し火災になると、油温は上昇し、すぐに発火点以上となる。この時は油面上の火炎を消しても、油温が発火点以上あればすぐに再発火する。このため、油温を発火点以下に下げなければ完全に消火したことになる。

料理中のでんぷらなべの中に火が入った場合のように、油温が発火点以下と考えられる時は、20～50℃油温を下げれば容易に消火できる。この方法としては、ガスコンロの火を止め、野菜、食塩、常温のでんぷら油等、水以外のもので冷却するか、ふたをして窒息するのが効果的である。

このような消火が有効な目安としては、高さ10cm以下の火炎が、油面上をちらちら動きまわっているような場合である。

しばらく台所から離れ、戻った時に火炎の高さが20cm以上となり、安定した状態で燃烧しているような場合は、すでに油温は発火点以上になったと考えられる。この場合は、上記のように簡単に消火することはできない。

油温が発火点以上になると、火炎の抑制または窒息だけでは消火できず、十分に冷却をしなければならぬ。

## 6 実際の消火法

てんぷら油の火災は、前記のように着火直後は容易に消火することができるが、発火点以上になると容易には消火できない。このため、発火点が380℃の菜種油500gないし1,000gを400℃まで加熱した後、各種の消火法で消火を試みた。その結果等より、各種の消火法についての特徴を述べる。

### 1) 覆いをして窒息消火する

(イ) ぬれたバスタオル、シーツ等で覆う。

てんぷらなべより充分大きいバスタオル、二重以上に折ったシーツを水でぬらし、かるく絞り、なべ上の火を反対側に追いやるようなべを覆う。冷

却作用もあるので消火することができる。しかし、準備に時間がかかる欠点がある。また、慌てるとなべをひっくり返すこともあるので注意が必要である。

(ロ) 不燃性繊維の布で覆う

グラスウール等でできた消火用不燃布でなべを覆うと、一時は火炎は消えるが、冷却効果がないため布上に染み出した油が再着火する。再着火する前に、布の上に水を注ぐと効果がある。

(ハ) フタをする

ぴったりなべ全体を覆うようにフタをすることができれば効果はあるが、火災時にはなかなかぴったりとフタをすることはできず、なべをひっくり返す可能性も高いのであまり推奨できない。

(ニ) 座ブトンで覆う

座ブトンで覆うと一時的に消火できたように見えるが、完全に消火することはできず、元火を消し10分以上経過した後も座ブトンを取り去れば再着火する可能性はある。これは、座ブトンには保温効果があり油温があまり下がらないことによる。

座ブトンかけた場合は、そのままでは座ブトンがやがて燃えだすから、火炎がなくなったら、油の冷却を兼ね、座ブトンの上から充分に水をかけて長時間そのままにしておく必要がある。なお、水と同時に台所用中性洗剤を座ブトンにかけると水がよく染み込むので有効である。しかし、座ブトンは重量があるためなべをひっくり返す可能性が高いのでこの方法はあまり推奨できない。

### 2) 冷たいものを入れて冷却する

(イ) 野菜を入れる

油温が発火点より高くなると、少量の野菜では、油温を燃焼点より下げることが困難である。また、入れる際に油がはねるためやけどを負う可能性も高い。

(ロ) ぬれたふきんを入れる

かるく絞ったふきんを入れると、水が少しはねる程度で油温が降下するので消火できる。ふきんの大きさによっては消火するまで油温が下がらないことがある。

(ハ) 冷たいてんぷら油を注ぐ

大量のてんぷら油を注ぎ込めば、油温が燃焼点

以下になり消火することもあるが、少量の場合、燃料を増加させただけで終わることもある。また、てんぷらなべからあふれ出て火炎を広くすることにもなるので推奨できない。

(二) てんぷら材料を入れる

普通には、てんぷら油火災が起きた時には、その付近に水でといた小麦粉・冷凍食品等が置いてある。それをなべの中に入れて、一時は火炎が大きくなるが多量に入れば消火できる。

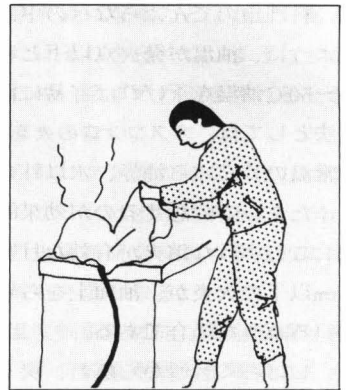
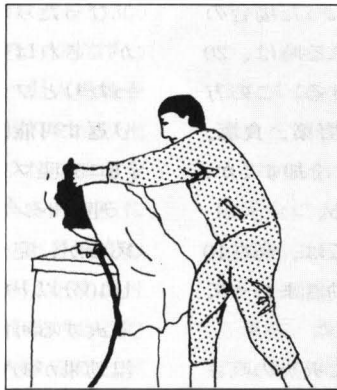
(ホ) 水溶性液体用泡消火剤の原液を入れる

これはてんぷら火災用の消火具として市販されているチューリップ型のものであり、入れた瞬間、火炎が大きくなるが、その後徐々に小さくなる。入れた瞬間、火炎が大きくなるのが欠点である。

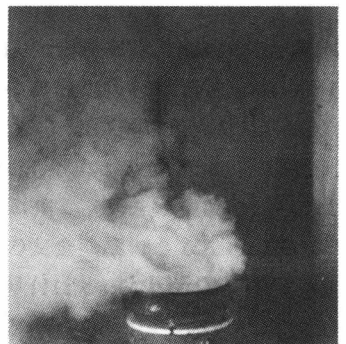
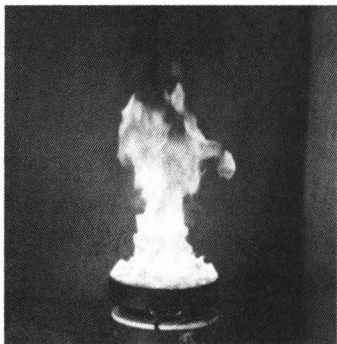
(ヘ) その他砂糖、バター等を入れる

入れた瞬間、泡立ち、油があふれ出るので不適である。

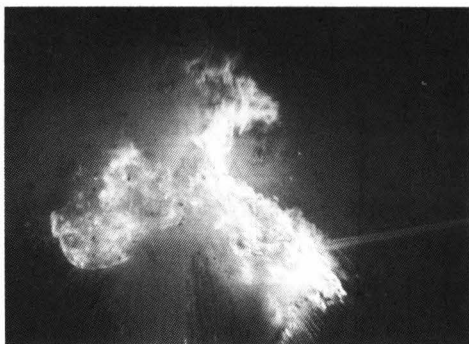
3) 消火器で消火する



ぬれたシーツによる消火（シーツを盾に近づく→火炎の上から覆いかぶせる→消火成功）



強化液消火器による消火（消火直前→霧状の強化液を放射する→放射直後消火）



泡消火器による消火（一瞬のうちに火炎が大きくなる）



水消火器による消火（一瞬のうちに火炎が大きくなり、部屋中が炎に包まれる）

(イ) 強化液消火器を使用する

強化液消火器で消火すると、油が飛び散り周囲を汚染するが、容易に消火できる。

この消火原理は冷却作用ばかりでなく、強化液中の炭酸カリとてんぷら油中のグリセリンエステルが反応(けん化)をして、てんぷら油が泡状化し、燃焼しにくくなると考えられる。

(ロ) 粉末消火器で消火する

よく燃焼面をねらって放射すれば一時的に消火できる。しかし、冷却効果が小さく、消火後すぐ放射を止めると再着火するので、全量の粉末を油の中に入れ油温を冷却する。しかし、粉末を放出すると視野が遮られるので、よくねらいを定め放射する必要がある。なお放出を始める際、近づきすぎるとやけどを負う危険があるので、2～3m離れた所より放射を始める。

(ハ) その他の消火器を使用する

ハロン系消火剤は油を冷却しないので、一度消火しても放出終了後再着火する。

泡系消火剤は油が飛び散り、火炎が拡大するので不適である。

4) エアゾール式簡易消火具を使用する

てんぷら火災適の鑑定マークの付いたエアゾール式簡易消火具を用いると容易に消火できる。とくに、強化液が主成分のものが有効である。

5) 簡易自動消火装置を設置する

(イ) 簡易自動消火装置下方放出型で台所火災に適したものを設置する。

人がいなくても自動消火するが、一回しか放出しないので、放出後、火元を止めない場合は再着火する。

(ロ) 簡易自動消火装置レンジ用を設置する

人がいなくても自動的に消火し、元栓も閉止できるが、価格が高く、一般家庭向きではない。

★ ★ ★

以上の結果より、現在のところてんぷら油火災を安全かつ完全に消火する方法としては、強化液消火器、あるいはてんぷら火災用のエアゾール式の簡易消火具を用いることである。しかし、この消火器等がない場合には、次善の策としては、ぬ

れたシートで覆う消火法である。

なお、燃焼中の油中に水を注ぎ込むと、水は直ちに100℃以上になり、沸騰蒸発する。この時、油も着火したままで飛び散る。場合によっては1ℓの油でも8畳程度の台所全体を火の海にする。このため、いかなる場合も燃焼中のてんぷら油に水をかけてはならない。

7 まとめ

てんぷら油が着火する温度は350℃以上で、これは揚げ物している時の温度より200℃程度高く10分間以上の加熱が必要であり、着火直前には、多量の白煙を発生する。それゆえに、てんぷらなべを火にかけたまま台所を離れなければ着火する以前に気が付き火災を起こすことはない。いくらよい消火法があるとしても、てんぷら油火災を発生させないことが肝要である。そのためには、てんぷらなべを火にかけた時には、絶対にその場を離れないこと。どうしても離れる必要がある時には、どんな短時間であろうとも、火を消してからその場を離れる習慣をつけなければならない。

また、台所の火気器具の周囲は不燃化し、整理しておくことも必要である。

最後に、安価で確実な安全機構の付いたこんろが開発され、それが広く普及し、てんぷら油火災がなくなることを期待する。

(さとう きみお/自治省消防庁消防研究所)

参考文献

- 1) 昭和58年 火災年報、第40号、消防庁防災課、1984年
- 2) 東京消防庁予防課、近代消防、昭和59年8月号、p.119
- 3) 川井英和、中村幸雄、第33回全国消防技術者会議資料、消防研究所、昭和60年10月
- 4) わが国の油脂事情、1984年6月 農林水産省統計
- 5) 昭和58年、冷凍食品に関する諸統計、(社)日本冷凍食品協会
- 6) 昭和55年度(1～12)植物油脂JAS格付結果報告書、日本油脂検査協会、(1981)
- 7) 諸物質の火災危険性、損害保険料率算定会技術研究部(1967)
- 8) 島光男、小竹正、生田目忍、消防科学研究所報、昭和57年度19号
- 9) 京消研究レポート集3、京都市消防局、p.1(1981)
- 10) 名古屋市消防局消防研究室、火災、p.31、(5)、p.35(1981)
- 11) 消火器、第18号、日本消火器工業会、p.2(1969)

# 運転についての生理学

## —— 疲労と運転 ——

谷島一嘉

### 2 疲労の種類

疲労には種々の分類方法があり、作業により温熱性疲労、騒音性疲労、VDT疲労などと分けることも、疲労の時間経過により急性疲労、慢性疲労と分けることもできるが、測定や分析に便利な分け方は、疲労する部位により筋肉疲労、神経疲労、精神疲労の三つにする分類である。

ここで神経疲労というのは、目や耳を酷使することから局所神経が疲労して起こる痛みなどのことで、精神疲労というのは、局所神経でなくもっと深い中枢神経系の疲労で、主に大脳皮質が関与する注意力や集中力の低下や判断力の減退などのことで、両者ははっきりと区別されている。

### 3 運転における疲労の性質

実際の運転において、アクセルやクラッチやブレーキを踏んだり、ハンドルを動かしたりする回数は、一日で何千回にもなるが、それによる筋肉の疲労はごくわずかである。筋肉作業の強さをよく表現するエネルギー代謝率(RMR)という量を測定しても、運転のRMRは通常の座位作業と同じく1以下の値しか示さず、ほとんど測定に引っ掛からない程度のわずかな量である。筋力や持久力が弱い老人や女性が平気で運転することから考えても、運転は筋肉労働には属さない。

つまり、運転による疲労は大部分が神経と精神の疲労だということになる。始終前方やバックミ

### 1 疲労の定義

疲労とは何か？ この問題が討議されて久しい。斉藤によれば、疲労の研究はMossoの筋疲労曲線の描記(1892)に始まり、乳酸蓄積説(1926)を経てSimmonsの疲労の大脳皮質説(1941)に至り、彼のフリッカーテスト(1952)が我が国の疲労研究に多大の影響を与えたといっている。

大島は、我が国の疲労の研究は労働科学研究所に始まり、物質代謝に重点をおいた初期の研究から次第に各機能の統合作用を問題にした動的かつ広範な概念に拡張されたと説明している。

彼は疲労を定義し、『疲労は生体におけるなんらかの歪であって、Disfunction Disorganizationなどと総括できるものである。そして、この場合には人間の生理的活動にも変化をきたし、機能の変化、物質変化、主観的訴え、能率の変化などを生ずるものである』(大島：疲労の研究、昭和42年)といっている。

疲労とは、生体の統合された一つの自然な状態であって、一つの物質や一つの機能の測定で表現されるような量でなく、放置すれば過労から疾病や事故に至る事態から生体を守るため、一種の危険信号が出ている状態であり、疲労度はその危険度に比例する量と考えることができよう。

ラー等を注視し続けるための目の疲れと、精神的な緊張を長時間持続しなければならないことによる精神の疲れが主なものである。

#### 4 運転疲労の三大症状

運転による疲労の三大症状としては、次のものが挙げられる。

- (1) 眠気
- (2) 注意力の狭さくまたは低下
- (3) 自覚的な疲労感の増加

眠気は疲労の最も端的な表現である。眠気は他覚的にはあくびとか態度の変化で感ずることができるが、自覚的には必ずしも眠いという意識がなくて眠ってしまうことがあるので、運転にはきわめて危険な状態である。

運転中の脳波を記録していると、普通に運転している時には主にβ波という20ヘルツぐらいの速い波が出ていて、覚醒波とも呼ばれているが、そのまま目を閉じるとα波という10ヘルツぐらいの波が出現する。眠くなってうとうとしている時にはもっとゆっくりした6ヘルツとか4ヘルツとかの波が出現する。普通に目を開いていればα波が出ることはないが、疲労によって意識のレベルが低下して眠くなってくると、目を開いて運転していてもこのα波が出現してくる。

例として、我々が以前東名・名神高速道路を利

用して運転実験をした時のデータで説明する。

図1は、上から脳波、眼球運動、筋電図、心拍数で、左は元気な時、右は運転を7時間ぐらい続けて疲れた時のデータである。脳波には特殊な処理がしてあり、連続したパルスの頂点がβ波の活動、底辺がα波の活動の水準を表している。つまり、上向きにパルスが出ている時にはβ波が、パルスが下向きに出ている時にはα波が出ていることを示す。左の元気な時のデータは何でもないが、右の疲れた時のデータでは明らかに下向きのパルスが出ている。一番下に1分間の長さが目盛っており、これで見ると、下向きのパルスはほぼ2分間も出ていたことがわかる。この間は筋電図もほとんど出ていず、心拍数も変化がない。ということは、このドライバーは自分では気付かずに2分間も居眠り運転を続けていたことになる。もしこの間に何か緊急事態が起こっていたら大事故になるところであった。

調べてみると、こうした自分で気が付かない居眠りは、程度の差こそあれだれにでもしばしばあることがわかった。また、適当な休憩を入れた24時間連続走行実験においては、全例にとくに夜間3～4回の強い眠気が観察された。

また、眠気は眼球運動の回数を減少させる。わかりやすくいえば、眠くなると目がトロンとしてあまり動かなくなるということである。

図2は、眼球運動の間隔ヒストグラムで、横軸

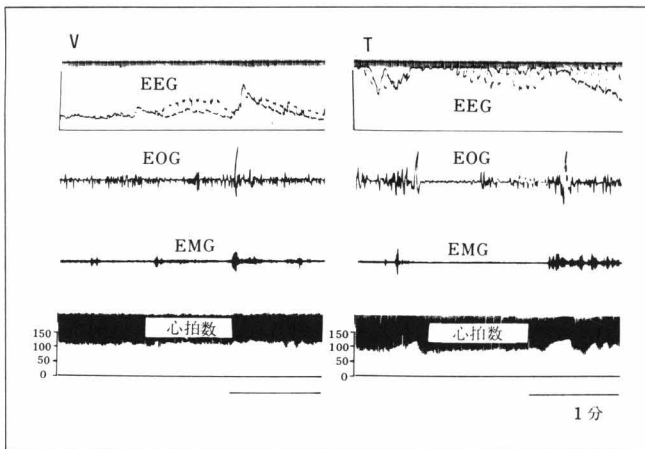


図1 運転中の脳波(上)、眼球運動(上から二番目)、筋電図(上から三番目)、心拍数(下)に現れた眠気

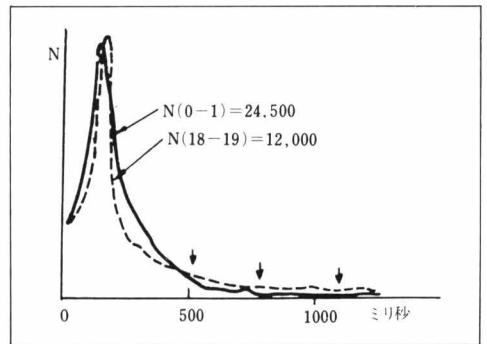


図2 運転開始後0-1時間(実線)と、18-19時間(点線)における眼球運動の間隔ヒストグラム

は目の動きの間隔(単位はミリ秒)、縦軸Nは回数を表す。実線は運転開始後から1時間のデータで、点線は運転開始後18時間から19時間までの1時間のデータである。眼球運動の総回数は開始直後が24,500回、18時間から19時間までは12,000回と約半分に減少しており、間隔が長い方の回数(矢印)は増加していることがわかる。つまり、疲労してくると目の動きの回数は半分に落ち、普通は活発に目が動くのに、一秒以上も目が動かないことが多くなるということである。

この事実は、疲労の二番目の症状である注意力の低下または狭さくとつながり、目を動かすことで入ってくる視覚からの情報が半分以下になることもあることを示している。大多数のドライバーは、疲労してくると注意力がなくなり、バックミラーやサイドミラーを見る気がなくなったり、赤信号や道路標識を見落としてひやりとしたり、急に他の車に追越されてびっくりしたり、というようなことを恐らく経験しているであろう。

実際にドライバーの前方視界の中のあるところにランプボックスを取り付けて、運転中にランダムに点灯してドライバーが気が付くかどうかテストしてみると、運転開始後間もないころと、あとは時間が経って疲れてくると、やはり見落としが増えることがわかった。とくに視野の端の方に取付けたランプは見落としが多かった。運転開始後に見られた見落としは、心身の状態がまだ運転という作業に充分適応しない内は、意識のレベルがまだ不安定であることを示唆していると思われる。

表1 自覚症状しらべ(1970)——産業疲労研究会——  
いまあなたの状態について、おききます。

つぎのようなことが  $\begin{cases} \text{あったら} \\ \text{ない場合は} \end{cases} \begin{cases} \bigcirc \\ \times \end{cases}$  のいずれかを、□のなかに必ずつけて下さい。

A1	頭がおもい	B11	考えがまとまらない	C21	頭がいたい
2	全身がだるい	12	話をするのがいやになる	22	肩がこる
3	足がだるい	13	いらいらする	23	腰がいたい
4	あくびがでる	14	気がちる	24	いき苦しい
5	頭がぼんやりする	15	物事に熱心になれない	25	口がかわく
6	ねむい	16	ちよつとしたことが悪いだせない	26	声がかすれる
7	目がかれる	17	することに間違いが多くなる	27	めまいがする
8	動作がぎこちなくなる	18	物事が気にかかる	28	まぶたや筋がピクピクする
9	足もとがたよりない	19	きちんとしてられない	29	手足がふるえる
10	横になりたい	20	根気がなくなる	30	気分がわるい

ドライバーは自己保存の本能から、疲れて注意力が低下したのを自覚すると、注意を前方のみに向けて運転し、何とか事故だけは防ごうとするようになる。これが注意力の狭さくである。

疲労が自覚できることは疲労の大きな特質でもあるが、自覚的な疲労感はドライバーにとっては休みをとりたいたいという要求になり、事故の予防につながっている。1970年に産業疲労研究会が作成した自覚症状調査用紙というのが、疲労度の自覚的な測定によく用いられているので、それを説明すると、表1のようなものである。

A、B、Cそれぞれ10項目ずつの計30項目の質問があり、Aはねむけ、だるさに関する質問、Bは注意集中の困難性に関する質問、Cは局在した身体違和感に関する質問である。該当する項目には○を、該当しない項目には×を、必ず記入させて、該当した項目数の総数およびA B C別の部分和解析する。

実際の運転において自覚症状を調べると、自覚症状数と運転時間の間には、図3のような関係があることが判明した。すなわち、運転によって自覚症状数は増加し、休憩によって減少する。しかし、運転時間が経過するにつれて自覚症状数の増加はより急峻になり、休憩による回復の程度は悪くなり疲労が残る。

## 5 運転疲労の他の心身反応測定結果

### 1) フリッカー値

図4に、我々が実験で東名・名神高速道路を5

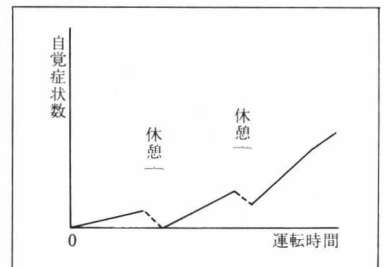


図3 疲労の自覚症状の時間図

台の乗用車を連ねて走行した際の、5人のドライバーから測定したフリッカーの平均値の時間経過を示す。上が標準偏差の、下がフリッカー値の時間経過である。横軸は時間で10時間まで目盛っている。4-5時間目ぐらいからフリッカー値は徐々に低下する傾向を示す。

2) 血圧

図5に、上と同じ条件で測定した血圧の5人の平均値の時間経過を示す。上が収縮期血圧、中が拡張期血圧、下がその差の脈圧である。収縮期血圧は一過性に上昇し、レベルとしてはあまり変わらないが、拡張期血圧は6時間以後次第に上昇し、その差の脈圧は当然減少する。この脈圧の減少は運転疲労によくみられる現象である。

3) 反応時間

図6に、やはり同じ時に測定した単純反応時間、選択反応時間の時間経過を示す。それぞれの分布を方向が違う斜線で示してある。下の分布が単純反応時間で、上の分布が選択反応時間である。両者は5時間目ぐらいから一部が重なり出しているが、詳しく調べてみると、疲れてきて判断に余計時間がかかり、反応時間が延長する傾向を示す慎重型の運転者と、逆に疲れてきて考えるのが面倒臭くなって山勘で反応したため、単純反応と似た値を示した山勘型の運転者とがいることがわかった。

4) 心拍数(脈拍)

図7は、同じ実験において、5人の運転者から連続的に心電図を記録して、心拍数を求めた際の心拍数の時間経過と休憩時間の影響である。

図7Aは、休憩時間が8-16分という一時的な停車の場合の、前後2時間の心拍数をコンピューターで平均したものであるが、ほとんど変化がない。図7Bは、休憩時間が24-48分という平均的な休止の場合で、やはり変化がみられない。図7Cは、休憩が56-128分の大休止の場合であるが、それまでの休憩と異なり、休憩後の心拍数が有意に上昇している。このことは言い換えれば、休憩を1時間以上とらないと運転の緊張が緩和されず、

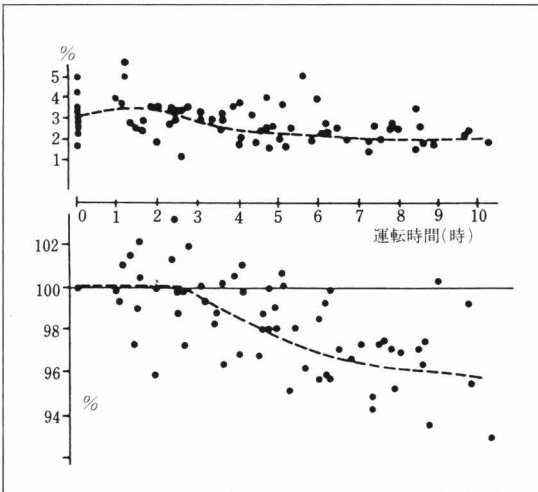


図4 フリッカー値の運転時間による経過(下)。上はフリッカー値の標準偏差

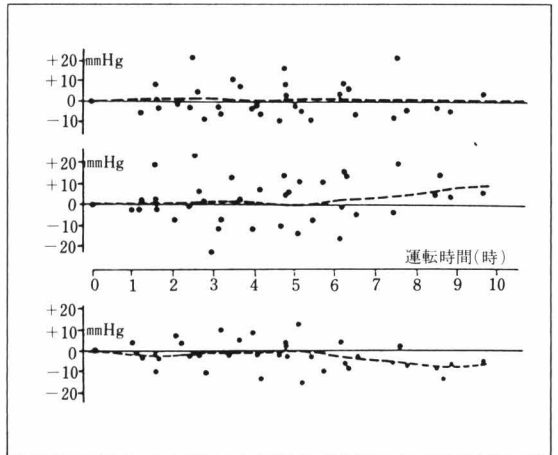


図5 収縮期血圧(上)、拡張期血圧(中)、および脈圧(下)の運転時間による経過

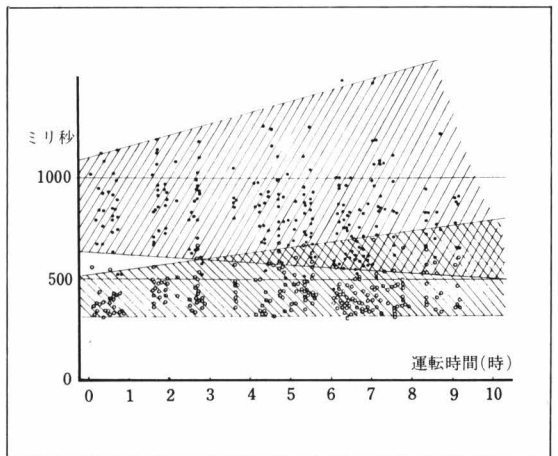


図6 単純反応時間(○印、下)と選択反応時間(●印、上)の運転時間による変化

心拍数の上からは休憩の効果がないことを示している。図7Dは、心拍数を全経過にわたり、休憩時間を除いて加算平均したものである。ほぼ全体的に平坦な経過であるが、4-5時間のところで小さな山がみられるのは食事の影響である。

5) 皮膚電気反射、吸気量、呼吸数

図8は、同じ実験で皮膚電気反射(GSR)、吸気量、呼吸数を5人の運転者から同時記録し、平均したものの時間経過の例である。縦線は測定のための停車を示している。

上がGSRで、電位法により記録を行った。縦軸がGSRの出現頻度であるが、運転時間とともに出現回数が若干増加する傾向が見られた。

中が吸気量(瞬時値)であるが、運転の最初のころと、一時停車後の運転開始直後に比較的高い値を示し、運転とともに減少している。このことは高速道路の運転を始める際の緊張度の変化が、吸

気量に端的に表現されていると解釈できる。

下が呼吸数であるが、主な傾向は吸気量とほぼ一致している。むしろ吸気量のところで述べたことが、より明確に呼吸数に現れているといえる。全体の時間経過を通じて、呼吸数は次第に減少している。

6 運転疲労における心身反応の特徴

以上が、東名・名神高速道路における主な結果であるが、我々は、さらに谷田部の日本自動車研究所のテストコースなどを使って24時間連続運転を実施し、心身反応に現れる疲労の形や特徴についていろいろな条件を変えて研究を行った。その結果、次のようなことが判明した。

図9は、心身反応の時間経過で、心身反応は図に示すようなA、B、Cの三種の反応パターンに分類されることがわかった。

Aは運転による刺激が生体に入って心身反応を引き起こす過程で、比較的外部または入口に近い心身反応が示すパターンである。たとえば、呼吸数、吸気量、フリッカー値などがこれに当たり、刺激の初期に機能の高進がみられ、その後安定し、疲労によって次第に機能が低下する。

Bは生体の中のもう少し深いところで心身反応が起こる場合のパターンで、心臓関係の血圧とか脈拍、または自律神経系の反応であるGSR、あるいは自覚症状などがこれに当たる。Aのような初期興奮は起こさず、しばらく安定した状態が続く、その後疲労によって次第に機能が低下するパターンである。

Cは24時間運転で初めて明らかになり、とくに夜間に観察された疲労の形態で、中枢神経系の疲労がこの形を取ることがわかった。すなわち、常にある一定のレベルを維持しようとするが、時々一時的に乱れて機能が低下し、間もなく回復するというパターンである。中枢神経系は生体の中で最も大切な器官で、とくに運転中に中枢神経系の機能が低下することは、すぐ致命的な事故に直結する。このパターンから判断すると、中枢神経系

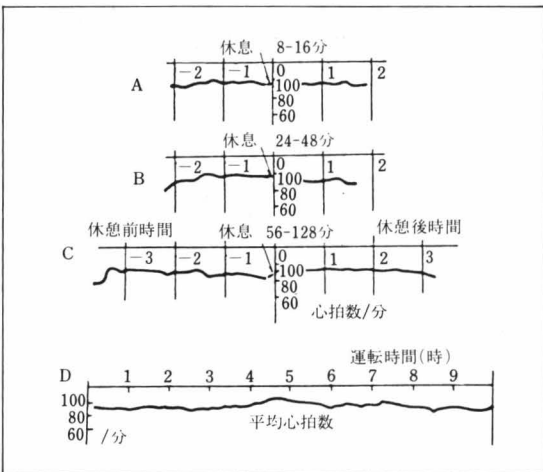


図7 心拍数の休憩時間による変化(A、B、C)と心拍数の運転中の経過

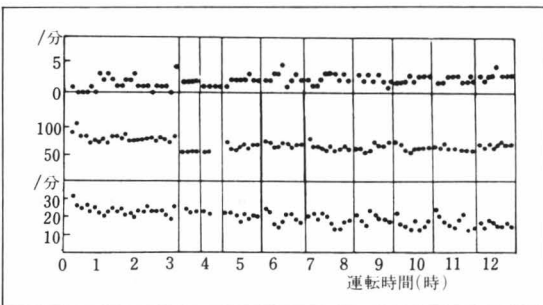


図8 GSR(上)、吸気量(中)、呼吸数(下)の運転中の変化



には何重にもなった防御機構があり、疲労によって最初の防御機構が突破されると、すぐ次の防御機構が働いて中枢神経系の働きを元のレベルに戻そうとし、それもだめになると、また次の機構が働くというようにして、生体にとって最も大切な機能を守ろうとしているらしい。

この夜間の一時的な機能低下は、眠気、反応時間の乱れ、フリッカー値の低下、自覚的疲労感の増加などを伴い、すべての運転者に一晩に3回ぐらい観察された。起きる時刻や間隔は人によって異なったが、非常に特徴的でしかも重要なことは、最後の低下だけは全員時刻が一致して夜明け前に起きたということである。丁度この夜明け前は一名魔の時刻ともいわれ、非常に事故が起きやすい時刻であるが、はからずもこの時刻に中枢神経系の機能低下が起きることが確かめられたのである。

## 7 運転疲労と生理的リズムとの関係

同じ24時間運転をしても、運転の開始時刻によって疲れ方がかなり異なることがわかった。朝から次の日の朝まで運転したグループは、運転が終わるとその場に倒れて寝てしまうほど疲労したが、夕方から次の日の夕方まで運転したグループは、終わってもそのまま外出するほど余力が残っていた。その差がどうして出るのかは、人間の生理的リズムによって説明される。

フリッカー値などで生体の一日の生理的リズムが測定されている。図10のAは、典型的なフリッカー値のリズムである。フリッカー値は夜明け前に一日の最低値をとり、それから急激に上昇して昼ごろには最高値に達する。以後は夕方まで緩やかに減少し、それから夜中にかけて横ばいまたは一時増加するが、深夜から明け方にかけて単調に減少する。

疲労は、この生理的リズムに重ね合わせて総合的に解釈される。図10Bの実線は生理的リズム、点線は運転の開始時刻が夕方のグループのフリッカー値の経過である。生理的リズムを重ねると、運転終了時は生理的リズムがまだ高く、疲労を差

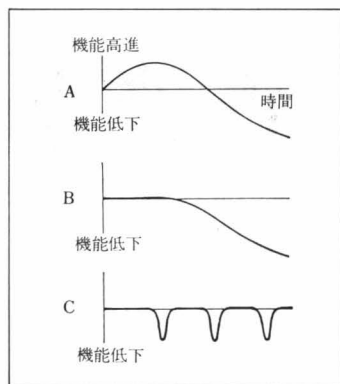


図9 運転中の心身反応の時間経過における三つのパターン

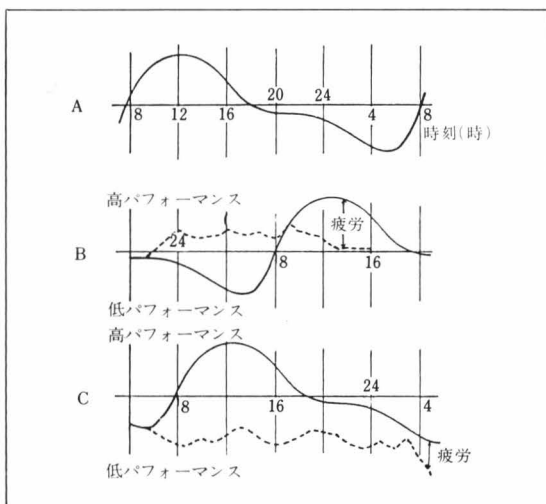


図10 フリッカー値の生理的リズム(A)と、運転開始時刻を異にした二つの群(B、C)の疲労に及ぼす差

し引いてもまだ高いレベルにある。これに比べて図10Cでは、運転開始時刻が朝のグループのフリッカー値の経過を点線で生理的リズムを重ねてあるが、明け方には生理的リズムの最低からさらに疲労の分だけ落ち込んでいる。Bのグループはまだ元気だったのに、Cのグループはまったく余力が残っていなかったのは、この差によるものと思われる。

我々の行った長年の実験データを元にして運転疲労の実態を説明し、最後に人間の生理的リズムが運転疲労に密接な関係を持っていることを説明した。しかしながら、まだまだ説明が不十分であり、いい足りない所も多いことをお詫びする。

(やじま かずよし/日本大学医学部教授)

# 作業場における防虫対策

名合正二

各種製品の製造工程中において異物が混入した場合、その製品の衛生上、安全上の問題のみならず、大きなイメージダウンにつながっていく。

とくに食品、医薬品、飼料、印刷、製紙、紙工場などでは、異物混入の影響も大きく、その混入防止対策に相当な力を入れている。

一口に異物といっても、虫や毛、繊維類や金属類と多種多様なわけだが、それらのうちで防止対策が最も厄介で、また、混入トラブルの大きな部分を占めているのが虫の問題である。

そこで、ここでは異物としての虫の混入防止対策——防虫対策について、その概要を述べてみよう。

## 1 虫の区分

製品へ混入する虫は、チョウ、ガ、ハエ、カ、アブやゴキブリ、コガネムシ等さまざまだが、これらの昆虫学的分類は、防虫対策上あまり意味がないといえよう。むしろ、これらの虫の行動パターンでの分類が必要となる。すなわち、その虫が飛ぶか飛ばないか、何に誘われるか誘われないかが重要なポイントとなる。

前者の区分は、飛ぶもの（飛翔性の虫類）と飛

ばないもの（歩行性の虫類）で、飛翔性のものとしてチョウ、ガ、ハエ、カ等が挙げられる。歩行性のものとしてはゴキブリ、ハサミムシや多くの貯害虫類が挙げられる。

後者の区分としては、誘われる要因が実にさまざまだが、そのうちの代表的なものとして、次の4項目が挙げられる。

- ① 照明（明るさ）
- ② 臭気
- ③ 気流
- ④ 熱（温度差）

このうち、とくに重要なのは、①の光によるものである。虫は灯を求めて行動するものが多く、夜間の工場の作業時の照明に虫が集まってくる。

ここで注目すべきことは、虫の目は人間と異なり、人間の感知できない紫外線部分の波長に反応するものが多いことである。したがって、虫を誘いたくなければ紫外線を発光しない照明を、また、虫を集めたい場合は紫外線を多く発光するものを選定することが効果的である。

②の臭気とは、たとえば、ハエ類がにおいにひかれて室内に侵入する場合のことである。虫の好む臭気は極力発生させないこと、また、発生した

臭気は虫の侵入できない経路より排出、換気することが必要となる。

③の気流とは、たとえば、室内が陰圧となっており、外部からの空気の流れに沿って虫が侵入するような場合である。工場の作業工程上、容量の大きな排気を行う必要がある場合は要注意である。

④の熱(温度差)とは、たとえば、冬期に室内の暖かい空気に引かれて侵入する場合等をいう。

いずれにせよ、防虫対策を行う場合、除外すべき虫につき、それらの行動パターンをよく把握しておくことが基本であり、その行動パターンをうまく利用することが必要である。

## 2 具体的防虫対策

防虫対策の具体例について考える場合、室内に侵入するのをどう阻止するかという問題と、侵入してしまった虫をどう除去するかという問題に分けられる。

それでは、まず室内に侵入するのを阻止する対策から考えてみよう。

### 1) 光について

前述したとおり、光に対する虫の反応を逆に利用する方法である。工場の夜間照明は紫外線をあまり発光しないものを選定するのがよい方法だ。各種光源についての誘虫性を示したものが表1だが、これによれば、ナトリウム灯や純黄色蛍光灯が誘虫性が低く有効である。とくにナトリウム灯は小電力でもよく見えるため、省エネ効果も期待できる。しかしながら、眼の疲労を伴いがちであり、長時間にわたり目視する一般の作業場では不向きでもあるため、人が常時在室しない倉庫など

表1 各種光源の誘虫性

光源	効率 lm/W	電球を基準とした誘虫性%
スーパーナトリウム灯	135~175	4
純黄色蛍光灯	35~45	8
高圧ナトリウム灯	100~115	35
虫よけ蛍光灯	37~47	49
白熱電球	10~20	100
白色蛍光灯	60~78	113
自然白色蛍光灯	35~55	158
スーパー水銀灯	43~68	260
捕虫用蛍光灯	—	13,000

に向いている。

また、紫外線を抑えた蛍光灯(虫よけ蛍光灯など)の利用や、白色蛍光灯に紫外線をカットする防虫チューブをかぶせるのも有効である。

これらの対策の前に、光をできるだけ外にもらさないようにすることも、もちろん忘れてはならない対策である。たとえば、夜間作業に備えて、工場の照明は極力光が外部に漏れないよう、設計・設置しておくことが必要である。

### 2) 窓や出入口について

窓には網戸を取り付けることが原則である。この場合、二重網戸の方が一層効果的である。また当たり前のことだが、設置した網戸の日常の点検・整備には充分注意しなければならない。必ず網戸が閉じられているかどうか、毎日の点検を義務づけることが大切である。

また、出入口は自動的に閉鎖するドアを設け、できれば作業場との間は二重ドアとし、間室はL字型の構造とすることが望まれる。この間室は暗室とすることが効果的である。

エアカーテンの利用もよく見られるが、エアカーテン程度の風力では、虫は突破してしまうことも多いようである。

また、出入口部にのれんを下げた防虫対策としているところも見受けられるが、この場合、のれんの汚れにより、逆に虫が寄せ付けられるということにもなりかねないので、定期的な清掃、洗濯が必要である。

場所によっては、ストリップドア用ビニールシート(オレンジ色)ののれんを取り付けることもいいだろう。

### 3) その他の開口部について

虫は、どのような開口部からでも侵入する。したがって、外部の開口部はすべてチェックし、対策を考えておく必要がある。

たとえば、次の事項に注意しておくべきである。

- ・外壁のすきまはふさいでおく
- ・吸排気口には金網を取り付ける
- ・外壁の配管等の壁体貫通部は埋め戻す
- ・非常口等の外部表示灯は防虫灯とする

これらの諸対策を講じても、100%外部からの虫の侵入を阻止することはできない。そこで、次に侵入してしまった虫の除去対策が必要となるわけだが、この対策にはどんなものがあるか考えてみよう。

#### 4) 電撃殺虫器について

電撃殺虫器とは、光源と高電圧の網を組み合わせたもので、光により集まってきた虫を高電圧で瞬時に殺してしまうものだが、防虫対策として各工場によく使われている。

この場合、注意すべきこととして、次の点を充分考慮しておく必要がある。

- ・小さな虫は素通りして電撃を受けない場合もあるので、小さな虫にも有効なファン吸込式殺虫器の併用が効果的である
- ・電撃のショックで虫の破片、死体が周囲に飛

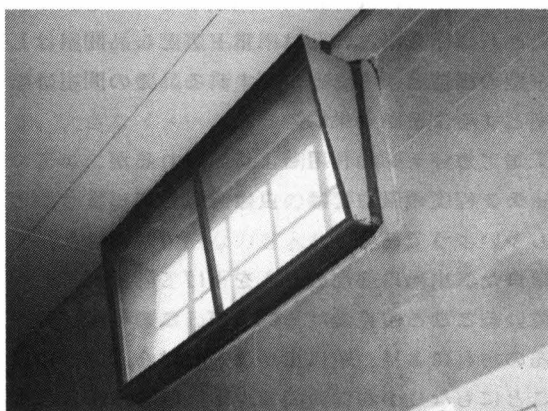
散する可能性がある

- ・殺虫器は、通常高所に設備されるため、受け皿の清掃が忘れられがちになる。受け皿には虫の死体がたまり、長く放置すると、逆にダニ等の発生源ともなりかねないので、定期的な清掃が大切である
- ・設置場所によっては、逆に殺虫器の光に誘われて虫を多く集めることにもなりかねないので、設置場所の検討を充分に行う

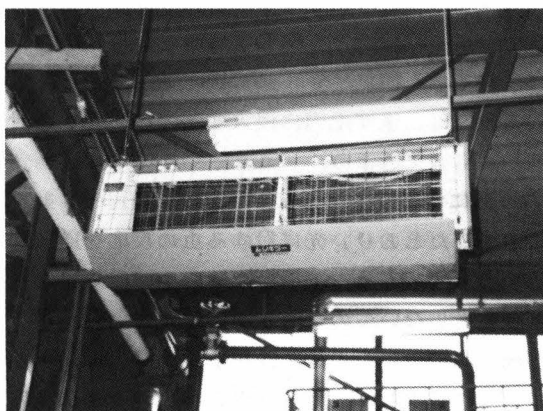
以上のとおり、電撃殺虫器はその効果が充分發揮できるよう、状況に応じて事前によく調査・検討しておくことが大切である。

#### 5) 殺虫剤による除去について

確実な虫の除去方法としては、殺虫剤での処理が挙げられる。しかし、この場合注意すべき条件



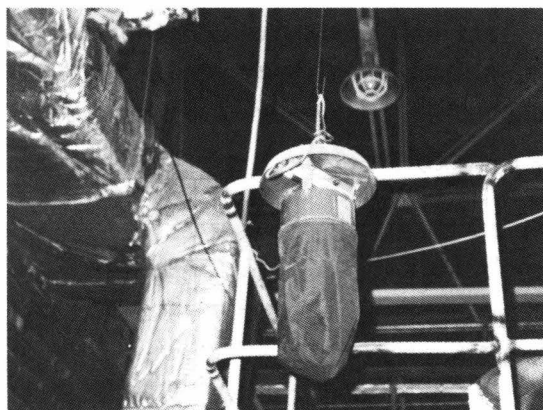
窓の内側に取り付けた防虫網戸



電撃殺虫器



出入口の防虫用ビニールカーテン



吸込式電撃殺虫器

が幾つかある。たとえば、人間や家畜に対し毒性がなく安全であること、非汚染性であり、薬剤の残留・汚染がないこと、不燃性であり火災・爆発の心配がないこと、設備・機械類を汚損することがないこと等である。また、薬剤の散布が簡単に持続性があることも肝要である。

現在、このような条件を満たした薬剤散布システム（室内に設置されたノズルボックスから定期的に自動で低毒性の薬剤を微粒子噴霧により散布するもの）も開発されており、防虫対策に効果を挙げている。

いずれにせよ、いったん侵入した虫は、いかに早期に捕獲・殺虫するかが要点となる。

### 3 防虫対策のチェック項目

防虫対策は、あらゆる部分について漏れがないようきめ細かに検討していく必要がある。

そこで、以下、事業場においてチェックすべき項目について列挙し、防虫対策の実務に供したい。

#### ① 建物内部

- ・床は平滑にし、壁面の立ち上がりには清掃しやすいようアールを取る
- ・天井のすきまは完全にふさぎ、天井裏は清掃しやすい構造としておく。また、天井は防湿性の高い材質を使用する
- ・室内の清掃を徹底し、粉溜りの清掃は吸引方式で行う
- ・排水溝はふたを完備し、定期殺虫消毒を行う
- ・製造機械設備は内部粉溜りを清掃しやすい構造とし、定期清掃(月1回以上)を実施する。集塵機も同様とする
- ・電撃殺虫器の定期清掃、点検、内容物調査を励行する
- ・原材料倉庫は低温、乾燥状態を維持できる構造とする
- ・包材倉庫は燻蒸殺虫できるように密閉構造とする

#### ② 建物外壁開口部

- ・出入口は二重ドアのL字型前室を備えたもの

とし、前室は暗室、ドアは自動式とする

- ・前室内照明、出入口表示灯は、防虫灯とする
- ・前室内に手洗設備を設け、ヘアブラシ、クリンマットを装備する
- ・入出荷口にはエアカーテンを設置し、製造ラインとの間に二重ドアによる間室を備えた構造とする。また、外部ドアは自動式、内部ドアはストリップカーテンでも可
- ・吸排気口には金網を取り付ける
- ・窓は二重の網戸を取り付ける
- ・非常口の外部表示灯は防虫灯とする

#### ③ 屋外施設等

- ・ゴミ置場はプレハブ等の隔離構造とし、廃棄は少なくとも3日ごとに行う
- ・ゴミ置場の定期洗浄、殺虫消毒は励行し、ゴミは密閉容器に入れて管理する
- ・排水路・浄化槽等は定期清掃、殺虫剤散布を行う
- ・緑地帯は定期せん定、定期殺虫を行う
- ・トイレは水洗化、定期殺虫を行う
- ・放任地等は極力コンクリート(アスファルト)舗装にする

これらのチェック項目一つ一つについてよく検討し、万全の態勢を積み上げて行くこと、これが防虫対策の基本といえる。

### 4 おわりに

防虫対策には、ほとんどあらゆる事業場が頭を痛めていると思われる。虫は生き物であり、実にさまざまな種類があり、あらゆる所から侵入してくる。対策も一律にはいかず、製品の質的向上がますます要求されている今日の大きな課題ではないだろうか。

防虫対策の資料・データは少ない現状だが、完全な防虫対策の推進に当たり、本稿がいささかなりともご参考になれば幸いである。

なお、イカリ消毒株式会社 規矩地耕一郎氏に諸資料ご提供いただいたこと、厚く御礼申し上げます。

(なごう しょうじ/住友海上火災保険(株)防災技術部)

# 金属疲労—現象と事故例

飯田國廣

## 1 まえがき

先ごろ、日航機の墜落により多くの人命が失われるという痛ましい事故が生じた。新聞では、同機の墜落の主原因は客室後部隔壁板のリベット孔から発生した疲労亀裂の進展拡大ではないかとの推定がなされ、その根拠として、破面上のストライエーション(平行線模様)の電子顕微鏡写真が掲載されていた。

なるほど、ストライエーションが観察されれば、その破壊は高サイクル疲労亀裂の進展によるものと判断してよいが、どのような機構によってストライエーションなるものが発生するのか、また、ストライエーション相互の間隔にどのような意義があるのか、そして、何によって疲労亀裂が生じて進展するのかといった解説記事はほとんど見られなかったので、多くの読者はストライエーションと疲労の結び付きを理解しにくかったであろう。

金属材料やその溶接継手の疲労強度、疲労亀裂進展に及ぼす各種因子の効果、構造物の疲労破壊を防止するための、いわゆる疲労設計法は一つの学問体系をなしており、今なお盛んに研究され、そして国際・国内会議等において活発に議論されているが、ここでは、疲労現象そのものを多くの方々に理解していただくために歴史上有名な疲労破壊事故例を中心にして述べ、さらに、疲労破壊した破面に残る特徴的な模様について触れることにする。

## 2 疲労とは何か

まず、日常生活における疲労現象の例を二つ挙げよう。一昔前は電気アイロン等のコードの心線が、コンセントに差し込むプラグの付け根付近でよく断線した。昔のプラグはコードの心線をねじで止める形式であったから、断線のたびに怪しい部分を切り除いて新たにねじ止めし直す、また数か月すると断線するという繰り返しであった。これは、コードの心線の疲労による断線である。すなわち、アイロン等を動かすことによりコードは左右に振られるが、プラグの端部でコードは止められているため、どうしてもプラグとコードの接合部での曲げたわみが大きくなり、見方を変えれば、コードの心線はプラグ端部が固定された両振りの曲げの繰り返しを受けて疲労し断線するということになる。

その後、家電製品の製造技術は進歩し、最近ではこのようなコードの断線はまずなくなった。被覆コード先端の導線はプラグ金具に直接ろう付けしてコードとプラグをモールドで一体化し、さらにプラグから出るコードの部分は、始めは太くそして次第に細くして行って、やがてコード自体の太さになるように形状を変化させて十分にスプリング効果を効かせた付加物をつけている。これによりプラグ接合部におけるコード心線の曲げたわみの振幅は小さくなるから疲労の寿命は充分に長くなることになる。

別の例を一つ。手で曲げられる程度の針金をペンチで挟み、他端を手で前後左右に数十回振り回すと、やがて針金はちぎれる。これは、局部における曲げ変形の振幅をなるべく大きくして、なるべく少ない回数で疲労破壊させる例である。

以上の二つの例は、疲労破壊までの変位の繰り返し数が少ない、いわゆる低サイクル疲労破壊の例であるが、これらの他にも、我々の日常生活における疲労の例を幾つか見出すことができる。

このように、力や変形、または熱応力の繰り返しによって材料が損傷して亀裂を生じたり、あるいは破断する現象を、疲労という。

疲労亀裂が発生するまでの繰り返し数、すなわち疲労亀裂発生寿命、あるいは疲労破壊に至るまでの繰り返し数、すなわち、疲労破壊寿命の長さにより低サイクル疲労と高サイクル疲労とに分類される。一般には、疲労亀裂発生寿命または疲労破壊寿命が  $10^5$  回までの疲労を低サイクル疲労と呼び、それ以上の亀裂発生寿命あるいは破壊寿命となる疲労を高サイクル疲労と呼ぶ。

### 3 歴史的な疲労破壊事故

事故とはいえまいが、現存の文書に残っているおそらく最古の疲労破壊例がバイブルにある。旧約聖書のヨシュア記第6章によれば、紀元前約1200年ヨシュアがエルサレムと死海に近いエリコの町を攻めた時、7人の祭司が同時に吹く雄羊の角笛7本の音を合図にイスラエルの群衆が町を囲む石垣に向かって喚声をあげ、これの繰り返しによって石垣は崩れ落ち、ヨシュア等は崩れ落ちた所から攻め込んで勝を取めたとされている。この現象が工学的に真実であると仮定するならば、これはいわゆる音響的低サイクル疲労の一種であると考えられる。

すなわち、大群衆の喚声による音波の圧力が石垣に加わり、喚声の周期と石垣の固有周期が同調して共振現象を起こして破壊したということになる。

1800年代初期、車両の車軸の折損事故が多く生

じ、これは疲労によるものと考えられた。鉄道車両の車軸の回転曲げ疲労損傷を防止するために、1847年ころからドイツのヴェーラーが行った実験は、高サイクル疲労に関する研究の先駆けといえる。

図1 a に模式的に示すように、車軸には車体の重量が台車および軸受を介して下向きにかけられ、車軸両端に固着された車輪はレール上にあつて上向きの反力を受けるから、誇張して描くと、車軸はつねにb図のように曲げられている。軸の断面を示すc図において、B点、T点はそれぞれ車軸の最下面・最上面を示すが、車軸が下向きに曲げられた状態では、H-H線(中立軸という)より下面側での車軸表面においては引張りの応力(力を断面積で割って基準化した値)が生じ、引張り応力はB点で最大となる。一方、中立軸より上面側での車軸表面には圧縮方向の応力が生じ、この圧縮応力はT点で最低値(絶対値が最大)となる。し

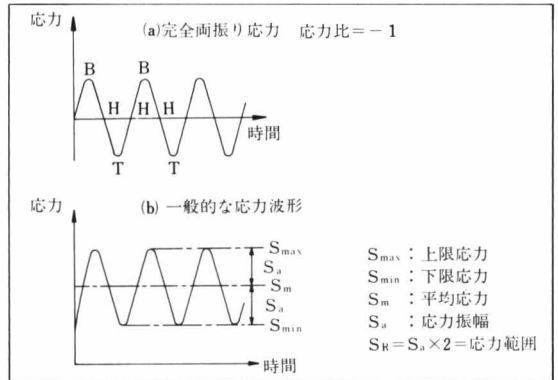


図2 繰り返し応力の波形

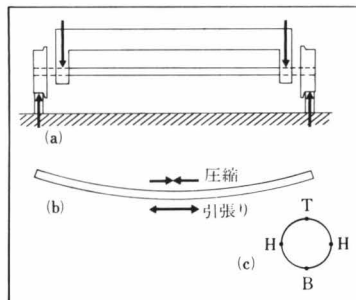


図1 車軸に加わる力の模式図

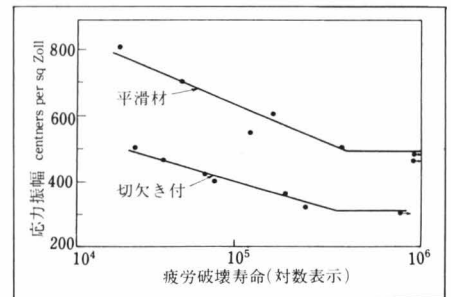


図3 ヴェーラーの実験結果(縦軸は当時のヨーロッパで用いられた古い単位)

防災基礎講座

たがって、車軸表面の任意のP点における応力は車軸の回転につれて図2 a に示すように引張り応力 → 圧縮応力 → 引張り応力と変化する。この場合、P点が図1 c のB点にきたとき最大の引張り応力が生じ、H点にきたとき応力はゼロ、T点にきたとき最小の圧縮応力(絶対値は最大)となる。

図2 a のような応力の波形は引張りと圧縮の応力のピーク値の絶対値が等しいので、完全面振り応力と呼ぶが、これは回転する部材に生ずる典型的な繰り返し応力である。構造部材に加わる応力の波形を一般的に表示するとb図のように表せる。ちなみに、b図において $S_{min}$  がゼロとなる応力の波形を完全片振り応力と呼ぶ。

さて、ヴェーラーは回転曲げ疲労試験機(中実丸棒試験片に図1を模擬するような4点曲げ荷重を与えて、かつ疲労破壊するまで試験片を回転させる試験機)を製作して、当時の車軸鋼材の疲労試験を行い、図3の結果を得た。そして $S_a$ (図2参照)が大きいほど疲労破壊寿命は短く、 $S_a$ がある値(疲労限という)以下になると応力を何回繰り返し返しても疲労破壊しないこと、車軸に段付きがあるとその局部における応力集中が原因となって(いわゆる切欠き効果によって)疲労強度が低下する(図中の下の線)ことを見出した。その結果、車軸表面における繰り返し応力が疲労限より充分低い値(通常は2/3以下の値にとる)となるように設計を変更した。なお、図3のように縦軸に $S_a$ 、 $S_R$ または $S_{max}$ の値あるいはその対数を、横軸に応力の繰り返し数の対数をとってプロットした図をS-N線図という。

航空機の事故史上有名な英国のコメット1型機(世界最初のジェット旅客機)の墜落事故が発生したのは1954年1月10日であった。同機は地中海エルバ島付近の浅海に墜落し、続けて同年4月8日同型機がナポリ付近の海に落ち、機体は深海に沈んだ。以上2件の事故により56人の人命が失われたが、この事故は低サイクル疲労の重要性を認識させた。

エルバ島付近に墜落した機体は引き揚げられ、詳細な調査の結果、方向探知機を収納していた胴体頂部の切欠き部分に疲労によるものらしき破面が観察された。事故原因調査のため、墜落した飛行機と同型の実機3機を用いて各種の試験が行われたが、そのうちの1機は、特別に設計した水槽内での繰り返し内圧疲労試験に供された。

さて、航空機の着陸時および飛行中に、客室を構成する胴体にはどのような圧力が加わるであろうか。図4に、圧力変化の模式図を示す。離陸前は客室の内部も外側も共に1気圧であるから、胴体には力が加わっていないことになる。離陸して高度を上げるにつれて胴体の外部の空気圧は低下する。標準大気条件であるとして、高度7kmで0.42気圧、9kmで0.31気圧、12kmで0.20気圧となる。客室内部は人間のために1気圧程度、あるいは若干低い圧力を保つ必要があり、たとえばDC-9では約0.8気圧の与圧をしてあるから、高度12kmでは、胴体は内圧と外圧との差圧約0.6気圧の圧力によって外側にふくらまされることになる。したがって、胴体に加わる内圧は図4のように地上でゼロ、上空において、たとえば約0.6気圧と変化する。換言すれば、客室胴体は着陸一飛行の繰り返しによって内圧の繰り返しを受け、胴体の構造強度設計が不適切であれば応力の集中する点から疲労亀裂が発生し、そして進展する。

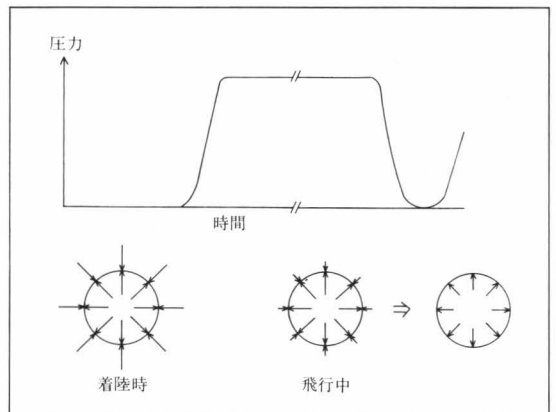


図4 地上時および飛行中に航空機の胴体に加わる圧力



そこで、英国の事故調査委員会は、飛行の繰り返しに起因する胴体内圧の変化による疲労が主原因ではあるまいかとの想定の下に、機体を地上に固定し、翼は油圧ラムで押し上げて飛行中に生ずる静的荷重を模擬し、一方、胴体は長さ34m、幅6m、高さ約5mの水槽に入れ、胴体内側から3時間のフライト荷重(離陸 → 30分間の上昇 → 2時間の水平飛行 → 30分間の下降 → 着陸)、および25回の突風荷重を模擬した水圧を繰り返し加えた。最高圧は1.58kgf/cm<sup>2</sup>であり、これは差圧にして約0.6気圧の内圧に相当する。

墜落した機体がそれまでに受けたと考えられる胴体内圧の繰り返し数(10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>)に近い寿命で、疲労亀裂は緊急時脱出口のかどから発生し進展した。この実験結果から、コメット機の墜落は客室内圧の繰り返しにより生じた疲労破壊によるものとの見解が確認された。

1980年3月27日夕刻、北海のほぼ中央に係留されていた5本足の浮遊式海洋構造物 Alexander L.Kielland号は、折からの暴風雨(風速20m/s、水温6℃、最大波高11m)による波浪荷重により、海中にあった水平ブレース(中空円筒形状の強度部材)が破断し、その衝撃によってコラム(垂直の主支柱)に固定されていた他のブレースが次々に破断して転覆した。最初のブレース破断による異音と傾斜開始からわずか23分という短時間、冬季の水温の低さ(6℃)、傾斜開始後直ちに電源喪失による暗黒、そして避難訓練の欠如という悪条件の重畳により212人の乗員中123人が死亡という痛ましい事故となった。

Kielland号の全体スケッチ図が入手できないため、参考として同型のNeptune 7号のスケッチ

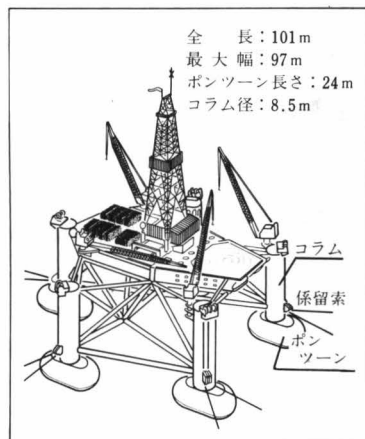


図5 Neptune 7号のスケッチ

を図5に示す。浮遊式海洋構造物は半没水型であって、ポンツーン全部、および、これと一体のコラムの一部が水中にあり、そして、コラムから係留索を取って係留し、石油掘削をするものである。

約1年の調査の結果、事故の主原因はハイドロフォン取付け用シリンダーとブレースの溶接継手の溶接欠陥から発生し、ブレースの円周方向に伝播した疲労亀裂であることが明らかとなった。図6は疲労亀裂が発生・進展したD-6ブレース付近の配置図、およびハイドロフォン取付け用シリンダーとブレースとの溶接断面を示している。ハイドロフォン取付け部の溶接施工に関しては、細心さを欠いていた。すなわち、下図のように開先を取らず、ただ単に隅肉溶接したのみであり、しかも実際に調べてみると、のど厚寸法Aは図面での要求値以下となっており、その上、ブレースに開けた孔の直径は取付けシリンダーの外径より3~5mm大きかった。したがって、場所によっては3~5mmのギャップを有する無理な隅肉溶接が行われたことになる。

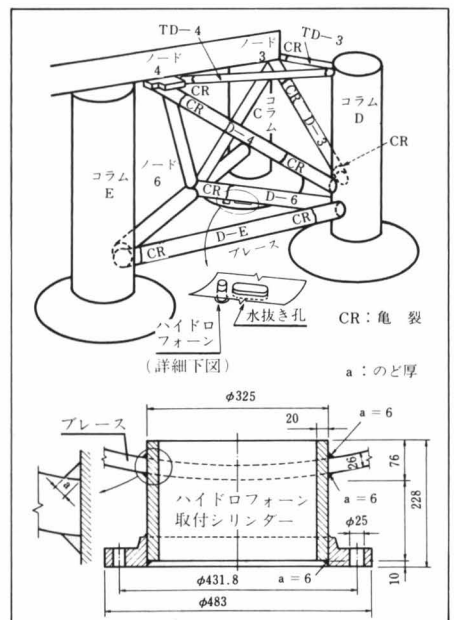


図6 D-6ブレースにおけるハイドロフォン取付け位置とその断面

防災基礎講座

事故後の断面検査の結果、隅肉継手にはルート割れ、溶け込み不良、スラグまき込み等の溶接欠陥が発見された。その上、破面の始点付近には少量ながらペンキの残りかすが発見されたので、溶接後ペンキを塗る前に、すでに溶接割れが生じていたことを示唆している。疲労亀裂はハイドロフォン取付けシリンダーの隅肉溶接止端から2か所発生し、まず隅肉の周に沿って伝播し、その後プレースの長軸(すなわち荷重軸)に直交するように伝播した。破面検査の結果、この疲労亀裂は事故破壊前にすでにプレース円周長の1/3程度進展していたことがわかった。したがって、荒天時の高い荷重により残留断面が急速に延性破壊した。

ちなみに、Kielland号は引き渡し後4年4か月を経ており、毎年2日間をかけての部分検査は行われていたが、その間、水線下は検査されていない。稼働の都合上4年目の定期検査を引き伸ばした矢先に事故を生じた。もしもっと期間をつめて、たとえば2年ごとに水面下の検査をしておけば、この事故は防げたであろう。

最近では、疲労設計法(疲労損傷防止のための設計法)の知識が普及し、以前に比べれば実構造物の疲労損傷は減少の傾向にあるものの、皆無になったとは決していえない。いまなお設計時点で予測できなかったような異常な外力現象、あるいは設計者の手元を離れた段階での施工不良による

疲労損傷も多い。これらの損傷を防止し得る手段は、中間的あるいは定期的な検査である。しかし、あまりにも検査間隔が短いと構造物の使用経済性の面から大きな損失を招くし、かといって長過ぎるとKielland号のような事故を引き起こすことになる。適切な検査期間の設定はきわめて重要である。

#### 4 疲労破壊面の特徴

破壊した構造物の部材の表面には、その部材が当初より受けた種々の履歴、たとえば応力、温度、腐食性雰囲気といった履歴が秘められているといえる。したがって、破面から、もしこれらの履歴を明確に探り出すことができるならば、破壊の原因を推定することができ、その結果を設計・製造過程にフィードバックして、以後の同種の破壊損傷を防止することができよう。このように、破面観察から、いわば法医学的に破壊原因あるいは破壊機構を知るための手法をフラクトグラフィ(破面解析)と呼んでいる。

肉眼観察だけでも豊富な経験を有する場合には、延性破壊(十分に伸びのある状態での破壊。たとえば、柔らかい七五三の祝船を引きちぎったような壊れ方)、脆性破壊(もろい破壊。たとえば、ガラスのような壊れ方)、疲労破壊等の別を認知することができる。たとえば、帆立貝の表面のような貝殻状の縞模様、あるいは半円の年輪状模様、いわゆるシェルマークによって疲労破壊面と認知することができる。縞目の中心は疲労亀裂の開始点を示唆している。

しかしながら、肉眼による破面の観察にはおのずから限界があるし、まれには誤った判断をすることがあるから、やはり、破面は電子顕微鏡を用いて数十倍から数千倍の倍率で観察する方がよい。

疲労破壊までの荷重繰り返し数が数千回以上であるならば、2~3千倍に拡大された破面上にストライエーション、および、タイヤトラックと呼ばれる模様が生ずるが、それ以下の繰り返し範囲

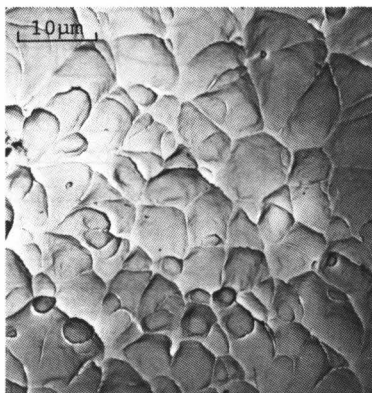


図7 等軸ディンプル

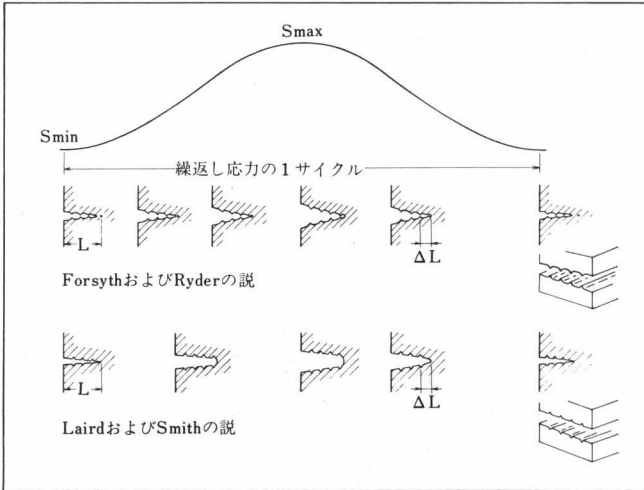


図8 ストライエーションの生成機構

での疲労破面にはこれらの模様が現れずに、静荷重による破壊を特徴づけるディンプルなどしか現れない。

まず、ディンプルとは、えくぼとかくぼみを意味する言葉であるが、破面の形成機構にちなんでこのように呼ばれる。延性を有する金属材料が全体的に、あるいは局部的に引張りの過荷重を受けると、介在物、劈開粒子、転移集積部などの歪の不連続部における各種の内部自由表面から多数の極微小空洞が生成し、引張り荷重の増大に伴って空洞は大きくなり、やがて互いに連結する。その結果、破面は、図7に例示するようにくぼみの連続となる。

高サイクル疲労においては、疲労亀裂は比較的ゆっくりと進展する。この場合は、常に疲労亀裂の先端の狭い領域は塑性歪の繰り返しを受けることにより、ミクロ的に破壊して新しい破面を形成し、再びその先端の狭い領域に塑性変形を与えることになる。高サイクル疲労による破面のフラクトグラフィを特徴づけるものはストライエーションである。ストライエーションの生成機構に関しては幾つかの説があるが、ここでは、Forsyth-Ryderの説およびLaird-Smithの説を、図8に示す。

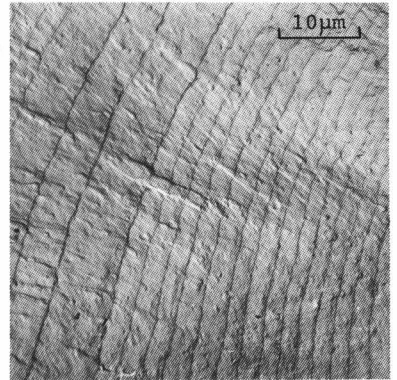


図9 アルミ合金の疲労破壊面に生じたストライエーション

Forsythらの説に従うならば、まず応力が増加するにつれて、すでに存在している疲労亀裂先端の鋭い切欠き効果による高い内部引張り応力によって、亀裂の前方の材料内部に小さい空洞が形成され始める。応力がさらに増加すると、新しい空洞は次第に成長し、やがて応力が上限値に達する時点で空洞は疲労亀裂の先端に連結する。連結点では亀裂表面上に小さな突起が残り、これがストライエーションの一つの平行痕を形成する。

Lairdらの説によれば、応力の増加につれて亀裂の先端から微小な滑り破壊によって二つの分岐した小さな破面が新しく形成され、拡大されるが、応力の下降過程に入ってから、周囲の回復弾性応力場によってさきに形成された分岐小亀裂が押しつぶされ、結果として凹み線、すなわちストライエーションの一つの平行痕が形成される。

アルミニウム合金などで得られるストライエーションは図9のように波頭が鋭く、しかも、きわめて明瞭な平行痕となる。ストライエーションの1間隔は荷重の1サイクルに対応するというのがほぼ定説であるが、これに対する反論もある。なお、図9は、疲労亀裂が右下隅から左上隅に進展し、かつ約2/3進んだ点から、亀裂の進展速度が約2倍に速くなったことを示している。

(いいたくひろ／東京大学名誉教授)

## 座談会

# 損保マンの見たメキシコ地震

出席者(損保メキシコ地震調査グループ)

**天野孝雄**：日動火災海上保険(株)火災新種営業推進部営業推進課主査

**井澤龍暢**：損害保険料率算定会理事

**古泉清吉**：東京海上火災保険(株)火災新種業務部火災業務課課長代理

**小玉文夫**：損害保険料率算定会火災新種料率部部長代理

**佐藤雄一**：千代田火災海上保険(株)R・Mサービス室企画グループ

**柴田俊一**：日本火災海上保険(株)安全技術部業務チーム副長

**坪川博彰**：損害保険料率算定会リスク管理部第二課

**宮沢富士夫**：安田火災海上保険(株)火災新種業務部火災保険課副長

司会

**森島 淳**：本誌編集委員/千代田火災海上保険(株)広報部長



ホテル・デ・カルロ

### 非木造建築物の被害、地震火災の実態、 地震保険制度の調査が目的

**司会** まず最初に、メキシコに行かれてどんなことを調査されたのか、お一人ずつ簡単にお話してください。

**佐藤** 今度の調査では、地震被害を建物関係の被害と、その他産業施設とかライフラインとかに分けて分担したのですが、私は建物被害を中心に調べまして、報告書(「1985年9月メキシコ地震調査報告」)の執筆もそちらのほうを担当しました。

**天野** 私は制度班ということで、主にメキシコの地震保険制度の内容がどうなっているか、また、今回の地震に対しての保険会社の対応という面から調査を行いました。主にメキシコの保険会社や

保険協会を訪問して取材をしてきました。

**宮沢** 私は天野さんと同じ制度班で、メキシコにおける地震保険の制度、その運営がいかになされているかという点を中心に調査してきました。

**柴田** 私は建物の被害のほうのグループですが、建物の被害のなかでも主に建物自体の被害ではなく、建物の中の収容物、空調配管等、あるいは造作関係の被害を中心に調査しました。あともう一つは電気・ガス・水道などライフラインの被害状況について、さらに復興計画なども調べました。

**古泉** 天野さん、宮沢さんと同様に、主に地震保険制度のほうを中心に調査しました。内容はお二人と同様です。

**井澤** とくに決められた分担はありません。

**小玉** 私は地震危険について調べるといって参りました。今日お集まりの方の他に、住友海上の山本さん、大正海上の南さんのお二人がメンバーだったんですが、今年の異動でそれぞれ海外駐在に出られて、今日はおいでのなっていらっしゃ



いません。

**坪川** 私も危険度のほうのグループですが、どちらかという、建物の被害を見るというよりも地震学的な内容の調査ということで、主に行ったところは大学や研究所です。

**司会** それでは、今回の調査団の目的について簡単にお話いただきたいと思います。今までの皆さんのお話でも大体わかりましたが、小玉さん、まとめて簡単をお願いします。

**小玉** 損保からの海外調査団というのは、昭和46年のサンフェルナンド地震（米国、カリフォルニア州）の時に第1回目が行われています。その時は、今日ご出席の井澤理事が団長として行かれたのですが、今回の調査は2回目ということになります。

今回の調査に当たっては、事前に何度か検討会を行いました。そのなかで、一つは非木造建築物の災害が目撃されました。我が国にはこれまであまり例がないんですが、メキシコ地震では多く被害を受けているということで、その実態がどうかということ調査の第1眼目にしたわけです。

第2番目に地震火災の問題があります。もちろんメキシコは、我が国と違って非木造建物主体という都市構造の違いがありますが、そういうなかでどうだったのか調べてこようというわけです。

もう一つの柱は、保険制度がどうであろうか、我が国の地震保険と比べてどうかということです。メキシコの地震保険制度については、いままであまり知られてなかったんですが、事前調査である程度はわかった、それをもとに向こうで調査しました。このような調査目的をもってメキシコにおいて10日間にわたって、皆さんで調査したということです。

### 被害のひどい建物と無傷な建物とが対照的

**司会** どうもありがとうございました。三つの大きな柱で現地を見られたということですが、それでは、被害の状況を見られてどんな第一印象を持たれたかというあたりから伺いたいと思います。

**佐藤** 地震が起きてから大体2か月ぐらいたってから行ったということもありまして、その間いろんなレポートやニュースなどで、どちらかといえばショッキングな場面をいろいろ見てたわけですね。

そういう目で現地を見ると、必ずしもそれほど

ひどくない。ニュースなどはひどい場面ばかり見せるわけですが、実際に見ると全体が見えるわけですから、その差を大きく感じました。

それから、被害のひどい建物は確かにひどいんです。鉄筋コンクリート造の、普通は壊れそうもない建物が崩れさっている。しかし、そのすぐそばに同じような建物が見かけ上何の被害も受けずに立っている。何ともアンバランスな感じがしたのが第一印象ですね。

**柴田** 印象的だったのは、建物の躯体は大きな被害を受けている場合でも、建物の中の被害というのは意外と軽微なことですね。たとえば、事務所の建物などで、キャビネットが倒れたとか、あるいは机が動くとか、蛍光灯が落ちたとか、そのような被害はほとんど聞きませんでした。

また、建物の片側が完全に崩壊している建物でも、崩壊していない側では天井パネル一つ落下していない。窓ガラスも割れないでそのままになっているということがありまして、それがすごく印象的でした。

**司会** そういう被害の状況というのは、どうして起こったんでしょうね。

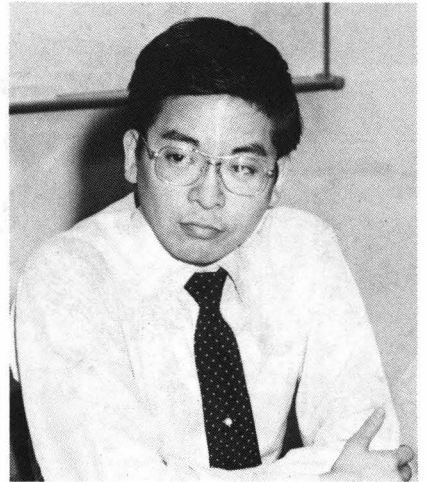
**柴田** 震源地に近いイスタパとかラサロカルデナスという所にも行ったんですが、そちらのほうでは、ホテルに泊った人の話では、最初にガタガタツときた時にテーブルなどが倒れた、それから壁が徐々に割れていったということです。メキシコ市では揺れが明らかに違って、ゆっくり揺れたから建物内部の被害が少なかったんでしょう。

**司会** 宮城県沖地震のときに、仙台では相当に物が落ちたとか倒れたとかありましたが、メキシコ市の揺れ方は本当にゆっくりだったようで、このように被害の状況が違うんですね。

ところで、レンガ造の建物は多いんですか。レンガ造などは、すぐ崩れちゃうように思えるんですが。

**佐藤** 印象からいうと、コンクリート造の建物が壊れてる割には結構残ってるんだなという感じがですね。

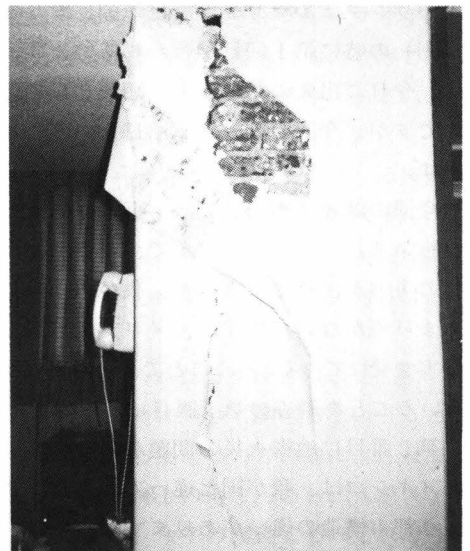
**司会** やはり揺れ方の問題でしょうか。



天野孝雄氏

**井澤** メキシコ市に限っていえば、報告書にも書いてあるように震度そのものはそんなに大きくない。建物被害は震度の影響が大きいことは確かなんですが、それだけで簡単に割り切れない現象が至る所で起きているのがメキシコ地震の特徴といえるんじゃないでしょうか。

算定会に「地震災害予測研究会」というのがありまして、専門の先生方に委員になっていただいて研究しているんですが、そのリーダー格の先生が、「今までの地震は、こういってはいかんが、あまりおもしろくなかった。調査に行った人がみな同じことをいう。ところが、今度のメキシコ地震



3階調査部分で損傷を受けた柱

は従来の地震と違って、みんないうことがでんでんばらばらだからおもしろい。当分の間は百花奏鳴して、にぎやかになるだろう」といっておられます。

建物の被害には地盤の影響が大きかった

**司会** 先程のお話で、隣り合わせの同じような建物でも被害の状況がまったく違うとありましたが、被害の大きい建物には施工上の問題があったというようなことはなかったんですか。

**柴田** かなりたくさんの要素が働いていると思います。地盤の問題、構造の問題、全部重なりますので、幾つの要素が重なって被害に結びついたか見当がつかないくらいです。

**佐藤** 確かに施工の問題も感じるものとしてはあるんですが、それだけではないということ、残っている建物を見て思いました。

専門家ではないので詳しいことはわからないのですが、何かひ弱そうな建物だなと思って、壁のはげ落ちた所などを見ると、鉄筋が変なふうに入っていたりとか、それでも結果として、その建物は倒れないでちゃんと残っているということもあるわけですね。

るわけですね。

**司会** 古い新しいというのとは関係ないですか。

**井澤** 日本の建築基準法に当たるものがメキシコにもありますが、こういう法令などは大事故が起こると改訂されるわけです。

それで、改訂前のビルディングコードに合格した建物であっても、改訂後のビルディングコードでは落第生だという建物がありますから、そういうのを古いといえ、古いものはやっぱり弱いようですね。

**宮沢** ただ、植民地時代からある教会とか劇場のような歴史的な建物が無傷で残っているというのは、我々の目には奇妙に映りましたね。

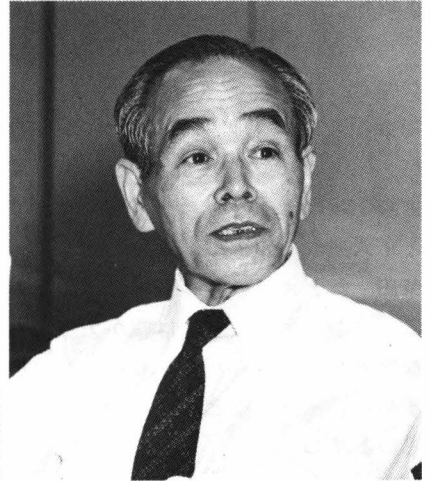
**小玉** そうですね。組積造というんでしょうか。今回被害の大きかった建物は、鉄筋コンクリートの柱だとか、床張りの構造のものです。

住宅などのレンガ造のものはやられていませんね。レンガ造は低層のものが多いということもあるでしょうが。

**司会** 建物の高さは被害状況と関係あるんですか。

**小玉** 40階以上という超高層建物も何棟ありますが、それは無被害という状況だったと思います。これは一般的にいわれていましたが、我々が見た範囲でも、やはり10階前後の建物がやられています。

**坪川** それもメキシコ市だけですね。震源にもっと近い所にも街はいっぱいありますが、メキシコ



井澤龍暢氏



一方、これらの陳列品に対する被害はもとより転倒すら生じていない

市以外ではほとんど被害がないんです。だから、メキシコ市の地盤の問題が、基本的には一番大きな要素ですね。

**司会** メキシコ地震では死傷者がかなりでしたが、死傷者についてはどんな状況ですか。

**古泉** 数ははっきりわからないんですね。もともと正式発表というのはいないんです。

**柴田** たとえば、ビル倒壊数にしても、死傷者数にしても、発表の数字は幅が大きいんです。極端な例ですと3,000から5,000とかいう形の発表ですから、どっちをとるかで印象も変わってくると思いますね。

**坪川** 死傷者などの人的被害は、何時に地震が起るかということが大きな問題ですね。

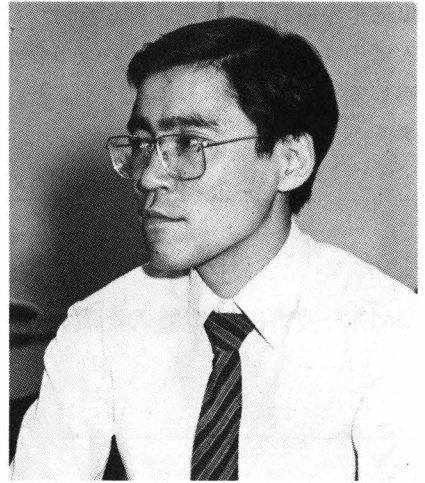
メキシコ地震は朝の通勤ラッシュの始まる前に起こったので、出勤前で家にいた人がかなりいたと思うんです。倒壊した団地で死傷者が多かったのはそういう時間だったからです。もし学校に子供たちが行っている時に起こったら、学校はかなりつぶれてますから、もっと死傷者が出たんじゃないかと思います。

**宮沢** 現実にAMIS(メキシコ保険協会)あたりでは、あと2時間遅かったら何十万人という死者になったろうといっています。

**司会** その時に倒れた建物に人がいなかったということですね。

**古泉** 官庁でも、始業前に掃除をしていた方が亡くなったということです。時間が遅かったら大変だったですね。

**司会** 地下鉄なんかは私どもの感覚では一番怖そうですが、意外と被害はなかったんですね。



古泉清吉氏

**坪川** 駅が一所閉鎖されたくらいですね。

**柴田** それも地上の構築物が倒れ込んで、駅に入れなくなった。

**坪川** トンネル自体がおかしくなったということも、車両が脱線したという話もなく、安全といえるんでしょうね。

### 出火件数は多かったが、拡大火災は少なかった

**司会** 火災についてはどうですか。

**古泉** いろんな説がありますね。

**坪川** ガス漏れとか、出火したという数はかなり多かったようですね。ただそれが拡大火災になっ

表1 建築構造、建設年度、階数別被害状況

建物構造種別	被害程度	建設年度			階数				計
		~1957	57-76	1976~	≤5	6-10	11-15	16≤	
鉄筋コンクリート フレーム構造	崩壊	35	59	13	36	62	9	0	107
	大破	9	19	7	8	23	4	1	36
鉄筋コンクリート フラットスラブ構造	崩壊	3	35	12	23	23	4	0	50
	大破	5	20	11	9	18	8	0	35
鉄骨フレーム構造	崩壊	5	4	0	4	2	1	2	9
	大破	1	0	0	0	0	1	0	1
レンガ造	崩壊	7	4	1	10	2	0	0	12
	大破	2	3	0	4	1	0	0	5
その他	崩壊	0	1	1	1	1	0	0	2
	大破	2	4	2	6	2	0	0	8
合計	崩壊・大破	69	149	47	101	134	27	3	265

表2 被害建物用途別内訳

建物用途	被害建物数
学校	448
公共建物	57
個人住宅(含ビル)等	421
医療センター、病院等	39
ホテル、映画館、劇場	97
スポーツ施設	9
市場	60
団地	1
合計	1,132



たかというと、拡大したものはあまりないようですね。

**柴田** ガスは、各建物ごとのプロパンがほとんどですが、建物が倒れた時にガス管に亀裂が生じて、漏れたガスが燃えるというようなのは方々で見かけたという話は聞きました。ですけど、それは消防が行って消火活動をしたのではないので、カウントされていないと思うんですね。

公設消防が出動した火災というのは確か5件ですね。それ以外の数字はよくわからないですね。

**宮沢** 我々が、この建物は燃えたんだと、跡形の残っているのを確認したのも数件でしたね。

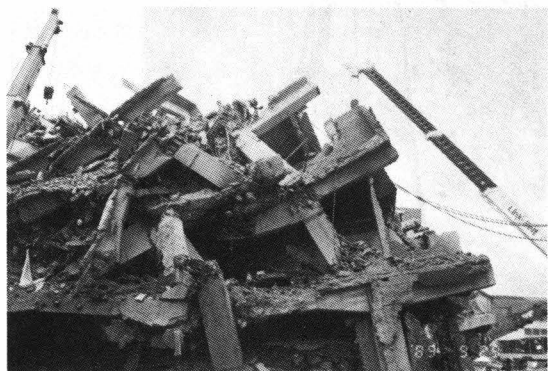
**佐藤** 出火件数が多かったという話はあるんですが、火災になったという話はあまり聞かないんですね。非木造ですから延焼しにくいようですね。

**小玉** 3日間で351件という数字もありますが、我が国では地震があって家が倒壊したら、いろんな所から同時に出火すると考えられていますが、3日間にわたって300何件出たということで、その辺の事情がよくわかりません。

**古泉** 3日間で報告があったのを集計したという意味でしょうね。

**司会** 朝7時というと、一般家庭では朝食時で火を使っている家庭も多かったんじゃないかと思いますが、住宅での火災はどうだったんでしょう。

**柴田** 火を使っている時に物が落ちたり倒れたりすれば、それなりに火災も増えるでしょうが、今回の地震では個々の出火状況がまだよくつかめていません。



柱の破壊



小玉文夫氏

**坪川** メキシコ連邦区というのは、面積としては大きいんですけど、今回被害の集中している所は狭く、丸の内がやられたようなものです。だから、そこだけ取り上げてみれば印象的だったかもしれませんが、普通の家は何でもなかったのですから、この300件というのは全部大きなビルだったのかもしれないですね。

**司会** メキシコの消防力はどうですか。

**柴田** 消防自動車を持つ消防署の数は7か所です。また、メキシコ市の年間火災件数は約3,700件ということです。

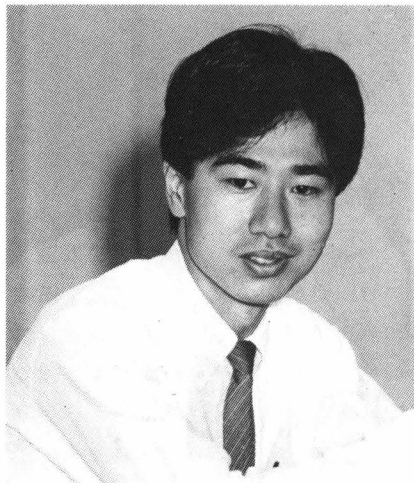
**佐藤** とにかく、地震後の混乱もあって、数字的なことではいろいろわからないことが多かったですね。

**宮沢** 日本人は正確な話をしないと、社会的に信用してもらえないとか通じないとかいう意識がありますが、あちらではあまりこだわらないようですね。

**井澤** 役所の発表する統計数字は、民生安定に必要なものとして発表されるという話を聞いたことがあります。

**司会** 今までのお話を伺っていると、地震火災のほうではあまり参考になったということはないように思われますが。

**古泉** 日本もこれからはどんどん耐火造的な建物が増えていきますから、火災危険度を今後どうみていったらいいかということについては、貴重な



佐藤雄一氏

資料としてとらえましたが。

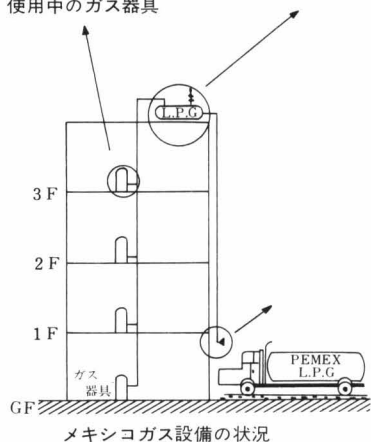
**小玉** それともう一つは、ガスによる出火という点で、日本ではまだガスがこれだけ普及した状態での大地震災害というのを経験していませんから、ガスからの出火がかなりあったということは、大いに参考になります。もちろん、ガスの供給の形態はかなり違いますが。

**柴田** もう一つ、消防で聞いた話では、やはり道路が広いですよ、日本に比べて。ですから、建物が倒壊して道路閉鎖が生じてても、迂回路を通っていくだけでも消防自動車が火災現場へ行けたという話ですね。そういう点は日本とかなり違うなという気がしました。

**司会** 水はどうだったんですか。



使用中のガス器具



屋上に設置されたL.P.Gタンク



壁に取り付けられたL.P.G受入れバルブ

**古泉** かなり影響があったということですよ。

**佐藤** あちこちから漏れて、飲料水は給水車が出たといっていますね。

**柴田** とにかく、私の印象としては、火災に対する考え方は日本と全然違うという感じですね。

**佐藤** 火災保険の約款上も、地震火災は免責になっていないですね。

**古泉** しかし、爆発は怖いんでしょうね。だから爆発は特約になっている。

**井澤** やっぱり危険要因の実態に合っているんじゃないかという感じはしますね。



柴田俊一氏

どうなってますか。

**宮沢** メキシコでは、地震保険という保険はなく、火災保険に地震噴火危険担保特約を付帯して引き受けるという方法をとっています。

メキシコの地震噴火危険担保特約でカバーする損害は、倒壊、埋没などの直接的な損害です。地震による火災の損害というのは、日本と違って、主契約の火災保険のほうでカバーされます。やはり、地震火災に対する危険度の違いでしょうか。なお、メキシコでは津波による損害はそもそも想定されておらず、引き受けも行われていません。

日本の家計地震保険のような、保険金額の限度はとくに設けられておりません。また、損害の75%が保険金として支払われます。ただし、主契約保険金額の75%が限度となります。

それから、日本では企業向けの、いわゆる拡張地震と一般家計分野の地震保険があるわけですが、メキシコではそういう区分はなく、一つの特約で企業分野も家計分野もカバーされるという状況です。

**司会** 保険料率は、日本の場合は地域と建物の構造によって決まりますが、メキシコではどうですか。

**小玉** 料率体系は、我が国と同じと考えていいと思いますね。やはり、過去の地震の発生頻度とか、危険度をベースにしてゾーニング(地域制)をしますし、それに建物構造を絡ませて料率表を作っておりますから、基本的な考え方は同じです。

**司会** 特に特徴的なことはないですか。

## 日本の地震保険とメキシコの地震保険

**司会** それでは保険の話がでたところで、地震保険の話に入りたいと思いますが、日本の場合、企業分野と家計分野に分かれていますね。家計分野の地震保険について、まず簡単に説明していただきたいと思いますが。

**古泉** 地震保険は昭和41年にできたのですが、一般には昭和39年の新潟地震をきっかけに、政府主導でというか、世論の高まりによってというか、地震保険に関する法律が生まれ、それによって地震保険ができたと理解されているようです。

しかし、業界としてもずっと前から地震保険について研究を重ねていて、かなりの蓄積があったわけです。ですから、新潟地震を契機として政府が再保険を引き受けるという方向になったとき、業界として地震保険創設へ向けて即応できたわけです。

その後、限度額の見直しなど小規模の改訂は何度か行われていますが、昭和55年に大改訂をしまして、その内容で現在もきているわけです。

地震保険のあらましについては、別にまとめておきましたので、そちらを見てください。

**司会** この地震保険に対応するメキシコの保険は

**小玉** 我が国の場合は、建物構造については木造と非木造に分けられています。メキシコではさらに非木造が幾つかに区別されています。

**佐藤** 建物の形によって違うとか、たとえば、四角の建物は揺れに対して強いけれども、くの字型の建物は揺れに対して偏心性が出て弱い、したがって料率が高いとか。あと、高さの要素だとか耐震設計の有無とか、日本の地震保険にはない要素も盛り込まれています。

**井澤** 日本の地震保険は家計分野ですから、一般の家庭にできるだけ多く普及させるには、あまり複雑にしてはいけません。募集に当たる代理店のためにもなるべく簡単にということなんです。

**古泉** 料率書が分厚い本になってしまえば、実際の募集面で負担が大きくなりますね。

**井澤** 一方、日本でも企業分野の地震危険担保特約のほうは、現場を調べて危険要因を細かくチェックして料率をはじき出すという方式で、きわめて複雑な、途中でギブアップしたくなるくらいの作業をやっていますよ。



坪川博彰氏

で、契約確認はスムーズにできたということです。

それで、地震噴火特約条項に従って損害査定をし、支払いを行うわけですが、我々の行った時は、まだすべて終わっているというわけではありませんでしたが、順調に処理されているという話でした。

ただ日本と違うところは、日本の場合は地震の際の損害査定は、大規模な地震ですと全保険会社が共同査定で査定業務を行うという体制が作られているわけですが、メキシコにはそういう体制はないんです。しかし、聞いた範囲では、損害査定について、とくに大きなトラブルが生じるというようなこともないということでした。

**司会** 件数が少ないんですか。

**天野** 去年の12月10日の時点でメキシコ保険協会の発表した数字によると、クレーム件数は8,581件ですね。日本との比較では少ないといえますね。

**古泉** 去年の8月末の台風の際の件数より、確かに少ないですね。その程度の件数だから大した問題はなかったんでしょうが、5万件、10万件という単位になったらどうでしょう。

**司会** 日本の共同査定体制について、ちょっとご説明願えますか。

**古泉** 5万件以上の要現場調査件数の発生が予想される地震が起きたら共同査定を実施することとし、各損害保険会社はそれぞれ何人の査定要員を共同査定調査団に出すということがあらかじめ決

## 他国に例をみない日本の共同査定体制

**司会** ところで、保険契約者にとっては、保険金の支払いが一番関心の深い問題だと思うんですが、メキシコの保険金支払いの体制はどうだったんですか。先程のお話のように、死者数もあいまだ、火災の件数もわからない、というような状況でうまくいっているのでしょうか。

**天野** 私どもが行った保険会社は限られていますので、すべての保険会社がそうであるかどうかは定かではないんですが、我々が聞いた範囲では、保険金支払い業務のスタートである契約確認は支障なくできたといっています。今回の地震で保険会社のコンピューターには幸い被害がなかったの

められているんです。何件ぐらいだったら何人というのが各社ごとに決まっています、その規模の地震が発生すると、各社は直ちに査定要員を派遣します。

一方、全社の契約データは、一週間以内に損害保険協会に提出されます。これを地区別に分けまして、査定要員に割り振って査定を行うわけです。会社に関係なく、その地区の契約はすべて担当の査定マンが査定するわけですから、相当迅速な査定が可能になります。

たとえば、ここの神田淡路町ですが、ここは柴田さんお願いしますということになると、柴田さんは、担当地区内の契約は、〇〇海上の契約も××火災の契約も全責任をもって査定するわけです。

これは他国に例を見ない、優れた制度だと自負しております。

◇ ◇ ◇

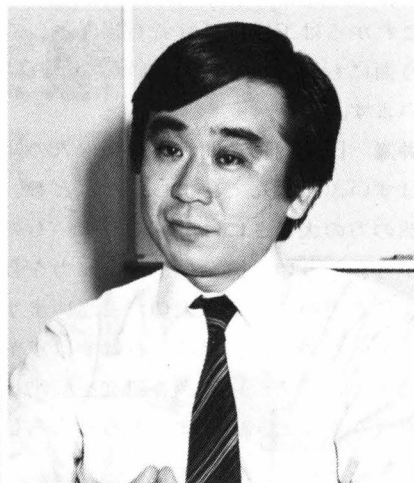
**司会** それでは自慢話の出たあたりで、まとめに入りたいと思いますが、今回の調査をどのように活用していくか、今後の展望等を含め、一言ずつお願いします。

**小玉** 最初に申し上げましたが、非木造建物の被害形態といいますか、今まで十勝沖地震とか宮城県沖地震とか例がないわけではないですが、少なかったです。そういう意味では、今後、非木造建物の被害などを考える上で、今度の調査は非常に参考になると思います。

**古泉** 私は耐震設計の重要性ということが印象に残っています。被害建物が並んでいる中に、事前に補強してあった建物が無被害で残っているんですね。それを見てつくづく耐震設計の重要性を考えました。

**佐藤** そういう意味では、最近のビルは耐震性は優れてきているので、倒壊というような被害は減るんでしょうが、建物が倒れなくなると、タンスが倒れるというような被害のほうに関心がいくということになります。だから保険のほうも、今具体的なイメージはないんですが、そういうふうな追いかけていかなければと思っています。

**宮沢** メキシコ保険協会のコンサルタントのリカ



宮沢富士夫氏

ルド・トレドという方が、もう何年も前にメキシコ市の地盤の特殊性からみて、大地震が起こった時に大災害になるといっておられたわけです。そして、だから地震保険の料率体系の見直しが必要だとか、あるいは信頼の高い再保険の取り引き先をいかに確保するかとか、そういう問題がメキシコの地震保険制度の中にあると指摘していたんです。

今回、現実には被害が起こりまして、料率水準の見直しを含めて保険制度そのものの見直しを始めたという話を聞きましたが、事前にそういうことを予測している学者がいても、それを制度に事前に織り込むということは本当に難しいことなんだと、今回つくづく感じました。

**天野** 万一事故があった時に契約者にできるだけ早く保険金を支払うというのが、何といたっても保険会社の最大の役割ですから、どんな大地震が起きてもできるだけスムーズに契約者に対応できるよう、普段から広報なども含めて抜かりなく準備しておかなければいけないと考えます。

**柴田** 震源地の近くの工場で、建物は耐震構造で被害はなかったけれど、工場の中の大型機械が若干動いたということで、操業中断から利益損失が出ているという例があります。

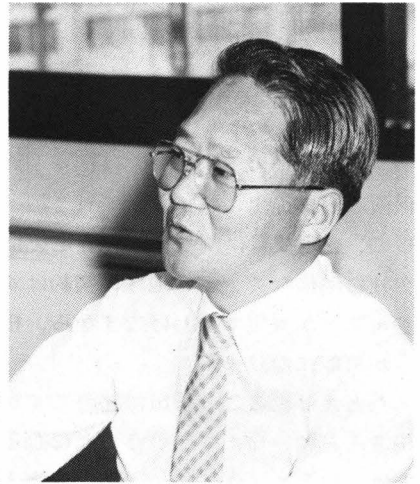
我々は、今までも防災ですとかリスクマネジメントのサービスを行っていますが、どちらかというと火災・爆発が中心だったわけです。今の例のような損害まではなかなか考えなかったんですが、

これからは工場の経営者も損保としても、そういう面にもっと目を向けていかなければ、と考えています。

**井澤** 国の内外を問わず、損保人の知識とか技術はずいぶん進んできましたけれども、まだまだ自然の力の大きさには計り知れないものがありますから、こういう機会に、皆さん力を合わせて勉強を積んでいくことが大切だと思います。

そのためには、私はこれはやはり業界のトップの方々に、そういう調査研究を奨励していただく必要があると思います。どうぞよろしく願いいたします。

**司会** お忙しいところをありがとうございました。



森島  
淳氏

## 地震保険のあらまし

### 保険の対象

居住用の**建物**(専用住宅および併用住宅)と**家財**。  
工場、事務所等の建物や営業用什器、備品や商品、1点5万円をこえる貴金属、宝石、骨とうや通貨、有価証券、預金証書、自動車などは対象外。

### 契約の方法

地震保険は住まいの**火災保険(主契約という)に付帯**して契約する。地震保険単独では契約できない。

### 保険金額(契約金額)の決め方

地震保険の保険金額は、**主契約の保険金額の30%~50%**の範囲内で決める。ただし、他の地震保険の保険金額と合算して、**建物 1,000万円**(1構内・1被保険者ごと)・**家財 500万円**(1構内・1世帯ごと)が限度。

### 地震保険金

地震、噴火またはこれらによる津波によって、建物や家財が火災、損壊、埋没、流失で損害を受けたとき、次のように地震保険金が支払われる。

建物

建物が全損の場合：建物の地震保険金額の全額(ただし、時価が限度)

建物が半損の場合：建物の地震保険金額の50%(ただし、時価の50%が限度)

### 家財

家財が全損の場合：家財の地震保険金額の全額(ただし、時価が限度)

家財が全損に至らず、家財を収容する建物が全損または半損となった場合：家財の地震保険金額の10%

### 大震災時の支払い

地震保険は、「地震保険に関する法律」に基づいて、政府による再保険制度が導入されていて、1回の地震による保険金総支払い額は1兆5,000億円(昭和57年4月改正)と定められている。したがって、よほどの大地震でもない限り、所定の地震保険金が支払われる。ただし、支払われるべき保険金総額が1兆5,000億円を超えるときは、個々の契約者に支払われる地震保険金は、1兆5,000億円の支払われるべき保険金総額に対する割合でそれぞれ削減される。

# 我が国の活火山の実態 アルメロ埋没の例を踏まえて

守屋 喜久夫

## 1 はじめに

私がコロンビアを訪れたのは大噴火の50日後、ちょうどネバドデルイス火山（以下ルイス火山と略す）が噴火後、最も活発な活動を示し、周辺住民は再噴火かと恐れていた時であった。

火山監視センターは、ルイス火山西麓でアルメロとは反対の町マニサレスに設置され、24時間体制で厳重に警戒していた。4か所の地震計と、噴火前にはなかったテレメーターで5か所の地震計の記録を集めるほか、地殻変動は3か所の傾斜計と4か所のレーザー光線で計測し、ヘリコプターは毎日火山活動の調査を行っていた。それに、山腹で農牧を営む住民からの情報提供も重要な味方である。

これらの火山監視体制をみて、だれしものが、こ

の何分の一ほども噴火前に実行されていたらアルメロの悲劇は起きなかつただろうと痛感するのである。万一噴火すれば大災害になると警告され、噴火と被害予想図(ハザードマップ)が公表されながら、行政も住民も自然を甘くみ、油断して有効な対策が何一つとられなかったのである。

## 2 ネバドデルイス火山の噴火

標高5,389mのルイス火山はアンデス山脈の中央山脈に位置し、安山岩と玄武岩質安山岩からなる成層火山である。山頂がテーブル状をなし、楕状火山と呼ばれ、北緯4度53分の低纬度度であるが、標高4,800m以上の山頂には小規模な氷河が発達する。

氷河は直径約5km、面積25km<sup>2</sup>で、短い舌状の氷河(懸垂氷河)が谷を埋め、溪谷へと続いている。氷河の上には積雪があり、世界一標高の高いスキー場もあった。

ルイス火山は、約50万年前からの活動で現在の形がつくられたとみられ、有史以後は1595年の火砕流<sup>注)</sup>と泥流の発生、1828～33年のガスと降灰、1845年は火砕流と泥流が発生している。アルメロはこの2回の泥流に襲われ、1845年には1,000人ほどが死亡している。

1984年11月には140年の休止を破り活動が始まり、翌1985年9～10月には激しい群発地震、降灰

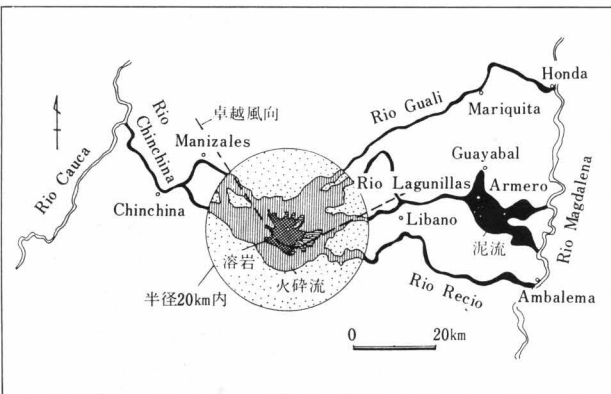


図1 ネバドデルイス火山の噴火と被害の予想図(カルダス大学資料)

と小規模な泥流が発生したが、その後やや沈静化するかにみえた。

しかし、11月13日午後3時半より再び活発化し、夕方には100kmの地点まで火山灰が降った。9時過ぎついに大噴火が生じた。噴煙が火口から22,000mの高さに達するプリニー式噴火(軽石、火山灰などを10,000m以上に噴き上げ、風下にこれらを堆積させる噴火)で、噴煙は成層圏にまで達した。噴火の規模は中程度であったが、噴火の継続時間が20分と短く、1980年5月18日米国セントヘレンズの噴火が9時間も続いたのに比べ噴出物の量は格段に少なかったといえよう。したがって、ルイス火山の噴火は異常気象を生じたり、火山周辺のコーヒー栽培や牧畜に被害を与えるほどではな

った。

注) 火砕流 高温のガスと軽石など固形物が混ざった流れが、猛スピードで斜面を流下するもの。

### 3 泥流発生メカニズム

ルイス火山の噴火は溶岩流や大規模な火砕流は生じなかったものの、泥流(土石流)の発生により、今世紀では1902年の西インド諸島ペレーの噴火(火砕流により28,000人死亡)に次ぐ大災害となった。ここで泥流がなぜ発生したかを説き明かそう。

泥流に不可欠な要素は多量の水である。その水はルイス火山の冠氷河(山頂氷河)と積雪である。

噴火による地熱の上昇、ホットサージと呼ばれる高温の爆風の繰り返し(小型火砕流)、落下してきた推定800度の熱いテフラ(軽石や火山灰など)、これらが噴火口周辺の氷河と雪を溶かし、懸垂氷河のなだれを生じ多量の水を供給した。さらに、噴火に伴って局地的に雷雨が生じた。マニサレスで

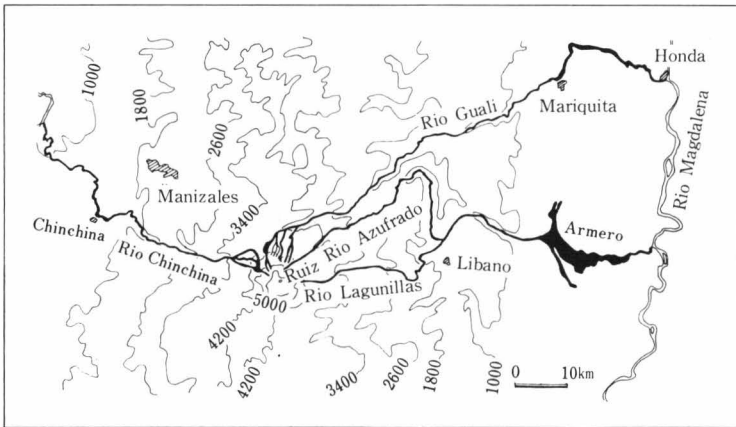


図2 泥流の発生溪谷と堆積分布

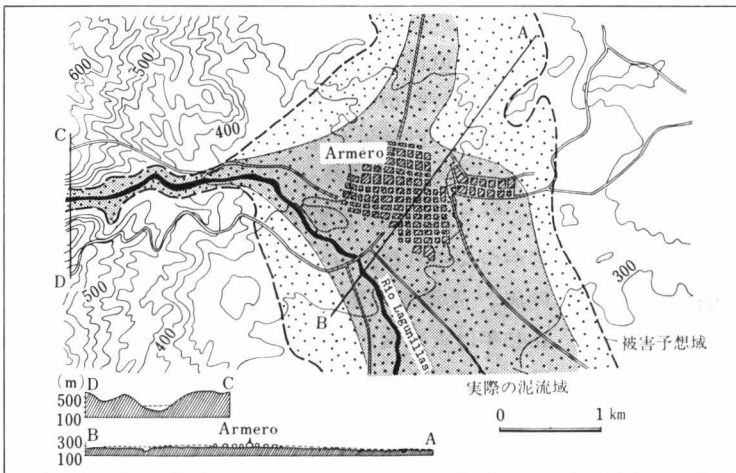
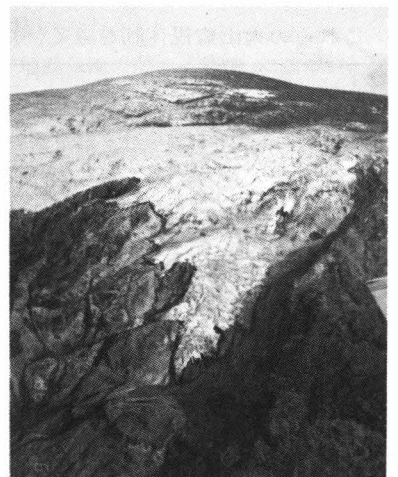


図3 アルメロの泥流

写真1 懸垂氷河

氷河なだれや融解を生じた懸垂氷河で短くなっている。周囲の堆積物は全部洗い流され岩肌が露出している(写真はすべて筆者および守屋田鶴子氏)





は黒い雨が、アルメロでは豪雨によって停電したほどであった。

ばく大な量の融氷水は、周辺の火山噴出物や氷河堆積物（モレインと呼ばれる礫や砂）を押し流して、懸垂氷河の末端に続く溪谷を泥流となって流下していった。泥流は溪床と側面を削り、河水を加え、ますます膨れ上がり猛スピードで川沿いの集落を襲い、山麓の町まで標高差4,000~4,500mを一気に駆け下った。溪谷には、通常の水位より15~20mも高い所に泥流の跡が残されている。

泥流はまだ噴火が続く9時20~30分ごろにスタートしたと思われ、チンチナ（標高1,300m）へは1時間20分で、アルメロ、マリキータ（標高400m以下）へは2時間後に到達しており、泥流の速度はアルメロへは時速30~35kmと計算されている。

さて、参考までに泥流の要素となった水の量であるが、これを雨量に換算すると、この地域の年間降水量1,500mmと同等かその2倍に当たり、それがわずか1時間のうちに河川に流れ込んだ勘定となる。日本では、昭和57年長崎豪雨で300人もが死亡したが、この時は5時間で最大500mmの雨量であったから、いかにばく大な水の量かがわかるであろう。しかし、噴火によって融解した氷河は全体の6~18%、氷河なだれは2%と試算され大部分の氷河はまだ残っているのである。

#### 4 被災地の状況

標高350m前後、人口27,000人のアルメロは、急峻な溪谷の出口から急になだらかに広がる扇状地に位置する。扇状地は河川の堆積物で形成されるが、泥流もその形成に大きな役割を果たしている。1585年、1895年にも泥流が来襲しているが、その跡地は緩い傾斜地で、綿、米、こうりゃんなど熱帯作物に適した肥よくな土地で、穀物輸送の鉄道も敷かれた。

アルメロを襲った泥流は、最初はラグニリャ川（流下距離約60km）の冷たい泥流で、次いで、この川と下流で合流するアスフラド川（70km）のやけどするほど熱い泥流だったといわれる。泥流は最大で

15mの高さに達し、一瞬のうちに町をのみ込んでしまった。大岩塊、中小の石、砂が多量に混ざった泥流は、最初は水が多かったが、次第に水が抜け、3~4mの厚さとなり、質の悪いコンクリートのように固く締まっている。

アルメロの住民25,000人ほどが死亡した理由は、第一に泥流の通り道に町が発達したこと、噴火が夜半で、町からはルイス火山が展望できず、雷雨も降り噴火音は聞えず、噴火と泥流の発生をまったく知らなかったこと、逃げ場となる小高い丘や頑丈な建物が近くになかったことが挙げられる。だが、何とんでも安全宣言だけで避難勧告がまったく出されなかったことが不幸を招いたといえよう。

次いで、死者・行方不明2,000人を出したチン

写真2 埋没したアルメロ

手前は中心街で完全に埋没し、道路の跡がわずかに残っている。中央部はやや小高い場所のでここに逃げた人はかなり救出された。



写真3 1階が埋まった病院

鉄筋コンクリートの2階建て病院。屋上へリポートとなり、人々が救出された。このような頑丈な建物をもっとあったら、より多くの人が助かったと思われる。道路だけ泥流が取り除かれている。



チナであるが、昔、チンチナ川が泥流の通り道であったことを知ってか、町は川より100~200mも高い場所に位置し、何の被害も受けなかった。

近年、便利な川沿いの低地に住宅や工場がつくられるようになり、これらが泥流により流され破壊されたのである。

グアリ川を下った泥流は、マリキータでは8mの高さとなったが、町が段丘上にあるため死者は8人と少なく、オンダでは川沿いの建物の被害と2人の死者であった。

写真4 川沿いの建物が被害を受けたオンダ



## 5 日本への教訓

コーヒー以外なじみの薄い薄いコロンビアの火山災害であるが、同じ環太平洋の地震帯・火山帯に属する我が国に教示するものは幾つもある。

- 1 普段の火山観測の充実
- 2 過去の火山災害から被害予想図をつくり、公表する(積雪地域は冬期と夏期の2種をつくる)
- 3 火砕流、泥流の通り道には町をつくらない。すでに住宅などがあれば、いざという時の避難場所を確保しておく。頑丈な建物(中高層の鉄筋コンクリート造)は泥流の避難場所となる
- 4 火山に異変が生じたら充分な監視を行い、危

険を感じたら、たとえ空振りでも早目に避難勧告を出す

- 5 火山周辺住民の情報提供を積極的に入れ、噴火予知に生かす
- 6 泥流(土石流)の自動警報装置の拡充(昭和60年度まで7か所)

## 6 日本の活火山の現状と噴火予知

さて、以上の教訓を踏まえた上で、日本の活火山の現状をみてみよう。

千島を含めて我が国には77の活火山があり、世界中の活火山の約一割である。活火山とは噴火や噴煙を上げている火山、および、それらの記録がある火山と定義づけられている。

次に、噴火予知であるが、火山は噴火の前に火山性地震の多発、地殻変動、鳴動や噴気の異常など前兆現象が現れやすいため、どうも噴火するらしいと予測ができる。したがって、十分な観測が行われていれば予知はある程度可能である。しかし、噴火の時間、規模やタイプなど詳細なことや、将来にわたる長期の噴火予知はまだ実用化されていない。

噴火予知に不可欠な火山の観測体制をみると、現に活発な活動をしている桜島、阿蘇山、伊豆大島、浅間山の4火山は常時観測で、しかも精密観測火山となっている。次いで、常時観測は13火山、43火山は何か異常が認められた時観測を開始する機動観測火山となっている。残り17火山は南千島、無人島のため特別な観測体制はない。

コロンビアのルイス火山は活動開始から1年以上後に大噴火しているが、昭和58年の三宅島噴火は、噴煙が上がってから2時間半で溶岩は海岸に達し、阿古地区の住民は着のみ着のまま避難した。常時観測されていた三宅島でさえ命からがら逃げるのが精一杯であった。もし冬期に積雪地域の火山が活動を始めたとして機動観測火山ならば観測機器の早急な設置さえ困難であり、噴火の予測にかなり手間どるであろう。せめて常時観測火山の枠を順次拡大できないものだろうか。

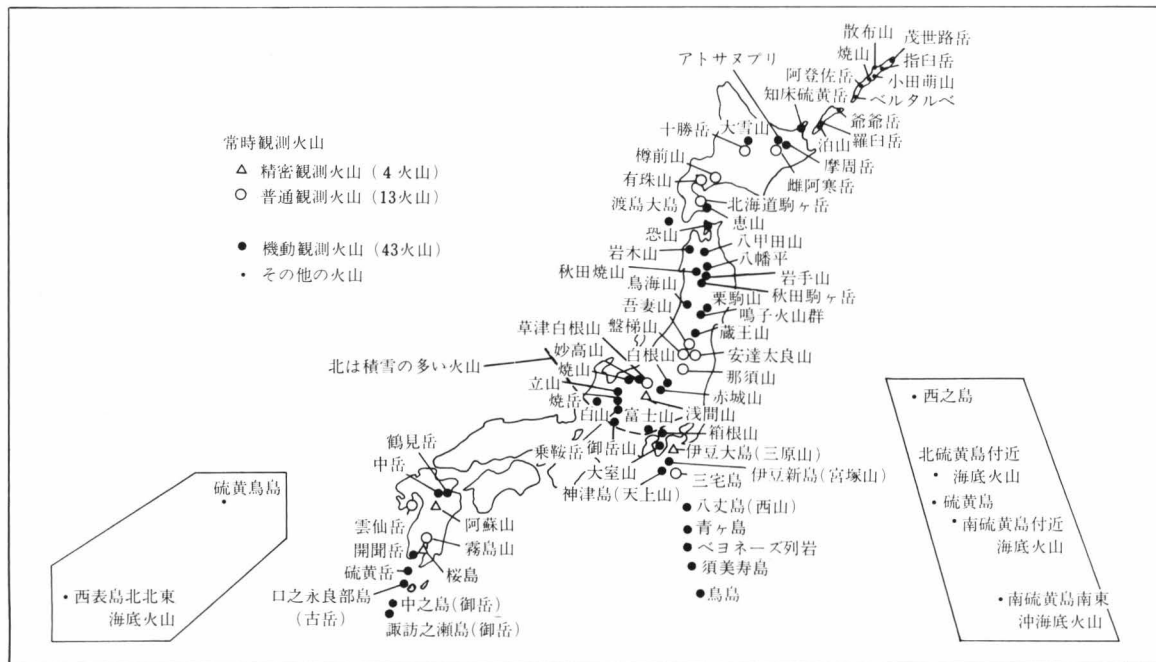


図4 日本の活火山(理科年表)

## 7 泥流と積雪

アルメロなど被災地をみて、泥流がいかに人間の想像を超えた狂暴な破壊力を広い範囲に与えるかを身をもって感じてきた。この教訓は是非とも我が国で生かされなければならない。そこで、泥流にのみ絞って我が国の火山をみてみよう。

爆発によって山体が崩壊し泥流や岩なだれが生じた例もあるが、ほとんどの火山は、噴火後の降雨あるいは火砕流や地熱で積雪が溶け、その水によって周囲の火山噴出物が押し流され泥流(土石流)が発生している。

日本には氷河こそないが、富士山より北の高山には万年雪があり、豪雪地域では泥流の通り道となる谷の積雪は5~10mに達する。そのため、積雪期における噴火は、夏期とは比較にならぬほど大規模な泥流となる。地理的にみると、日本の約半分(千島を除いて38)の活火山が積雪の多い地域に分布して、ほとんどが絶好のスキー場となっていることに注目して欲しい。過去にも泥流の記録があり、近年、周辺の開発が進んでいる火山につ

いて、観測体制と泥流の危険性について述べてみよう。

### 十勝岳——標高2,077 m、常時観測火山

爆発的噴火が特徴であり、今も硫気活動(硫黄質の火山ガス放出)が盛んである。大正14年5月24日、春とはいえ谷間に残雪のあった時期、午後4時過ぎの大爆発で熱雲(小規模な火砕流)が積雪を溶かし、前夜からの豪雨も加えて大泥流となった。25~26分で火口から25kmの上富良野原野まで達し、死者144人を出した。その後、小爆発を繰り返し、昭和37年の大爆発後は休止状態となっているが、十勝岳の麓には幾つもの温泉をはじめ有名な富良野スキー場もあり、開発は進んでいる。冬期の積雪量は大変多く、泥流の危険は去らない。

### 有珠山——標高727 m、常時観測火山

有珠山は巨大なカルデラ湖である洞爺湖の南壁に位置し、洞爺湖温泉街は、火山からわずか3kmの扇状地に発達する。昭和52年8月には多量の軽石を噴き出す噴火があり、温泉町は数十cmも軽石や火山灰が積もった。その後、度々この噴出物による泥流が発生、翌年10月には局地的な豪雨により泥流が発生、一部が温泉街を直撃し3人の死者

を出した。

現在休止しているかにみえるが、有珠新山の隆起をはじめ地殻変動が継続し、温泉街を守る砂防ダムや流水溝は当初の役割を果たせない状態である。泥流の通り道である扇状地の温泉街は逃げ場もなく、再噴火すればアルメロの二の舞となることを、住民にも観光客にもよく周知させるべきであろう。

### 鳥海山——標高2,237 m、機動観測火山

2500～2800年前ごろの噴火で山体が崩壊し大カルデラが生じた。この時、日本海まで達した大泥流によって西行法師や芭蕉が絶賛した名勝象潟きさかたが生まれた。しかし、この名勝地は文化元年(1804)の象潟地震で隆起し消えてしまったが、この地震の3年前にも鳥海山は新山を形成するほどの大噴火をしている。最後は、昭和49年3～5月の小噴火で積雪期のため小泥流が6回も発生した。

鳥海山は日本海に迫り、山麓に続く海岸線には酒田をはじめ大小の町が連なる。特に冬期の噴火は大泥流の発生が憂慮され、平野部も豪雪のため避難が容易でなく、早目の避難勧告が望まれる。

### 浅間山——標高2,493 m、精密観測火山

天明3年(1783)の大噴火は、日本の火山災害史上最大のものの一つであるが、それ以前にも度々噴火している。天明の噴火では、噴出物の降下による被害、大規模な火砕流、溶岩流、泥流が発生。また、川がせき止められ大洪水を生じ、あわせて1,151人が死亡した。さらに、成層圏に達した火山灰の拡散で日照が遮られ、天明の冷害をより深刻なものとし、東北地方を中心に30万人の餓死者を出した。

天明の噴火で火砕流の通り道となった鎌原一帯も、噴石による被災地軽井沢宿も、現在は六本木が引越してきたといわれるほどのにぎわいをみせる夏期の別荘地となって、かつての惨事を知る人はほとんどいない。あれから200年ほど沈静化しているが、浅間山は今も油断のならない火山なのである。

### 富士山——標高3,777 m、機動観測火山

平安、鎌倉、南北朝時代には富士山が噴煙をあ

げている歌が数多く詠われており、有史以来30回以上の活動記録がある。最後は宝永4年(1707)の噴火である。東海・南海地方に大損害を与えた宝永地震(M8.4)のわずか1か月半後のことである。現在は休止しているが、万一東海地震が生じた時、果たして活動を開始するか否か、不気味な存在である。

## 8 まとめ

以上五つの火山はほんの一例にすぎないが、どれも噴火した時はどれだけの被害が出るか計り知れない。噴火直後は行政・住民とも注意し避難訓練をするが、時とともに噴火の恐ろしさは風化し忘れられていく。

ルイス火山では、噴火と被害予想図が作られ、町村に配布されたが、有効に利用されることなく惨事を迎えてしまった。日本ではどうかとみれば、これだけ活火山がありながら、被害予想図が公的に作られているのは北海道の駒ヶ岳ただ一つである。

被害予想図の作成を困難にしている理由は、開発や観光業との利害が絡み、住民も危険地域の線引きを好まないことが挙げられる。しかし、火山がある限り噴火はいつか生じるし、日本の地理的条件と気象から、積雪と梅雨や台風による大雨は毎年繰り返される。これら自然の営みを科学の力で止められないことは周知のことであり、過度の開発は慎まねばならぬが、狭い国土ゆえ、ある程度活火山と共存していくことも避けられない。それならば各火山の被害予想図を作成し、少しでも安全な場所の開発、住居とし、もし危険地域に住宅・観光施設が入っていたら、万一の時の避難場所と方法をだれにでもわかるようにしておくべきであろう。

火山観測体制の強化とともに、行政・住民・専門家の協力の下に、各火山の特徴と災害の形態から被害予想図を早急に作成されることを熱望する。これがアルメロの地下に埋もれた人々からのメッセージではないだろうか。

(もりや きくお／日本大学理工学部教授)

# 電子計算機システムにかかわる防火安全対策

小林恭一

## 1 電子計算機システムにおける防火安全対策の重要性

昭和59年11月、東京都世田谷電話局管内の洞道において火災が発生し、一般加入電話回線89,000回線、専用回線等3,000回線が不通になり、三菱・大和両銀行が利用しているオンラインシステムが不通になるなど、社会的に大きな混乱を引き起こした。

また、昭和60年11月29日には、いわゆる過激派によって国鉄の通信・信号・情報ネットワークが破壊され、一時国鉄がきわめて広範囲にわたって不通になるなどの混乱が生じた。

これら二つの事例は、現在の我が国において、情報ネットワークがいかに重要なものであるかを示すと同時に、そのネットワークを利用して全国的に展開されているコンピューターのネットワークシステム（以下、この稿では「電子計算機システム」という）が、いかに社会生活のなかに深く浸透しているかを示したものであるといえよう。

現在、我が国では、電子計算機をはじめとする各種の情報機器を、建築物の内外を問わず通信回線を結ぶことにより、大規模かつ複合した情報ネットワークシステムをつくる動きが急速に進んでいるが、このようなシステムの一部が火災によって被害を受けると、局所的な火災被害にとどまらず、社会全体に、世田谷での洞道火災以上のきわめて大きな混乱を与える可能性がある。

電子計算機システムの防火安全対策のうち、重要な部分を占める通信回線関係の防火安全対策については、洞道に対する対策も含めて、主として日本電信電話株式会社（NTT）が責任をもって実施しているが、消防庁では、世田谷の洞道火災の経験を踏まえて、昨年9月、火災予防条例を改正し、各市町村等ごとに、消防機関への洞道等の届出義務付けなどの一連の対策を実施したところである（資料参照）。

一方、電子計算機室等の火災安全対策については、現行の消防法令において、防火対象物の一部として消防設備規制・防火管理規制などがなされており、また、建築基準法令においても同様に、建築物の一部として一定の防火対策がなされているが、電子計算機システム全体を通して火災安全

対策が一定水準に保たれることを目標としたものではない。

電子計算機システムが社会のなかでますます重要な位置を占めるようになってきている今日、そのシステム全体を通した防火安全対策の基準を設定していくことが、きわめて重要となってきているといえるだろう。

## 2 電子計算機システムの防火安全対策の特殊性

一般に、電子計算機システムの防火安全対策の特殊性は、次のように要約できる。

- ① 電子計算機システムは、社会のあらゆる分野で全面的に活用されるようになってきているため、火災が発生した場合にも、その直接的な被害を最小限にとどめるとともに、業務処理の中断時間を可能な限り短縮する必要がある。
- ② 電子計算機システムに用いられる磁気媒体は、火災に至らなくとも異常高温になると磁性体に異常が生ずる。  
また、煙、腐食性ガスや消火活動に使われた水等により機器が損傷を受けやすい。このため、電子計算機室等における出火防止、火災の早期発見、初期消火等に対する対策と、電子計算機システムにかかわる部分以外からの延焼・煙拡大防止対策がとくに重要である。
- ③ 電子計算機システムは、電力線および通信線によって各種の機器が結合されたシステムであるので、システム全体の正常な機能の確保を図るためには、一部の機器に対する防火対策だけでなく、システム全体を通した一定水準以上の防火対策が必要である。
- ④ 電子計算機等は、無窓室に収容されていることが多いが、このような室は消防活動上の問題が多いため、これに対する配慮が必要である。
- ⑤ 電子計算機室には、通常、オペレーター等少数の関係者しかいないことが多いため、万一の火災の発生に備えて有効適切な対応ができるよう、防災設備および管理体制の充実を図ることが

が必要である。

## 3 電子計算機システムの火災危険

### 1) 電子計算機システムの火災危険

電子計算機室等からの出火原因として予想される火災危険は、表1のとおりである。

その他、電子計算機室等への延焼火災および煙・腐食性ガスの侵入、工場・作業場等のコンピューターによる無人運転中の機器からの出火等が火災危険として存在する。

### 2) 電子計算機システムの火災事例

電子計算機システムの火災事例はあまり多くなく、社会に対して及ぼした影響の大きな火災事例になると、世田谷の洞道火災以外にはないが、大都市で過去に発生した主な火災事例は、表2のとおりである。

## 4 電子計算機システムの防火安全対策についての検討

電子計算機システムにどのような防火安全対策を講ずべきかは、そのシステムの持つ社会的重要性、代替システムの有無などから決まってくるべ

表1 コンピューターシステムにかかわる火災危険

室 等	設置機器	可燃物の種類	予想される出火原因
電子計算機室	電子計算機 各種制御装置 空調機	各種機器類に使用されている合成樹脂類 各種配線被覆材 各種用紙類	①電気的発熱 ②火気使用 ③蓄熱 ④放火
電気室 通信機器室	発電機 交換機 配電盤 蓄電池 空調機	各種機器類に使用されている合成樹脂類 各種配線被覆材 非常電源用油類	①電気的発熱 ②火気使用 ③蓄熱 ④放火
データファイル 保管室		可燃性の磁気テープ 磁気ディスク、各種紙類	①火気使用 ②放火
E P S (電気配線 シャフト)	ケーブル	各種配線被覆材	①電気的発熱 ②放火
洞 道	ケーブル	各種配線被覆材	①電気的発熱 ②火気使用 ③放火

きものと考えられ、基準等の形で一律に定めることは困難であるが、以下に、そのシステムが破壊された場合に社会的にきわめて大きな影響があるシステムを想定して、その防火安全対策を検討してみる。

1) 出火防止

出火防止対策には、火気管理等出火要因の排除の徹底と、可燃物の抑制とがある。電子計算機室、通信機器室、データファイル保管室等の出火要因としては、たばこ等の裸火、電気機器の加熱、漏電等が考えられ、また、内部の可燃物としては、内装材料、家具調度類、プリンター用紙をはじめ

とする紙類、磁気ディスク等が考えられる。

これらについては、裸火使用の禁止の徹底等、出火要因対策を講ずる必要があり、また、不要な可燃物の持ち込み禁止、プリンター用紙等の整理の徹底、カーテン・じゅうたん等の防災化、不燃性・難燃性の家具・じゅう器類の使用、壁・天井等の不燃化・難燃化などの対策を講ずる必要がある。

その他、電子計算機システムに用いる電力線、通信線などの被覆の不燃化・難燃化対策、配線に対する漏電火災警報器の設置、電子計算機システムにかかわる工事における火気使用の抑制などが必要である。

表2 コンピューター関連火災

出火年月日	出火建物	概要	出火原因等 ① 出火箇所 ② 出火原因 ③ 着火物	焼損内容	特記事項
昭和44年 5月5日	Aビル	地下1階において空調ダクトの溶接工事中電気溶接機の取り扱い不注意（工事に使用していた溶接機の火花の飛散またはアースの不完全による出火と推定）により出火、9時間にわたり延焼し、全館が焼損した。（中2階 コンピューター室）	①空調ダクト ②溶接火花または短絡と推定 ③不明	全焼 1棟	
昭和50年 2月28日	Bビル	9階パンチ室の用紙棚上に仕掛けられた爆発物の爆発により、コンピューター関係用紙に着火したものと推定されている。	①パンチ室 ②爆発物 ③用紙	部分焼 581㎡焼損	
昭和53年 7月15日	Cビル	コンピューターへ電力を供給するサイリスターインバーターの転流帰環回路のダイオードが絶縁破壊をおこし、異常電流が発生し、これが地絡して電力監視装置中のレコーダー切り換え部分にショックを与え、同箇所が短絡し、配線被覆に着火したものと推定されている。	①電気室の電力監視装置 ②電線短絡 ③配線	電力集中監視盤 集線装置 （ポテンシャルトランス束配線）	
昭和58年 8月4日	Dビル	13年前に設置されたコンピューター用の自動電圧調整器のコンデンサー（低圧）から出火したものである。	①電気室のコンデンサー ②絶縁劣化 ③配線	進相コンデンサー2 配線 若干	コンピューターの電圧を自動的に制御する自動電圧調整器内のコンデンサーが古くなって出火したものであり、定期点検がなされていなかった。
昭和58年 8月4日	Eビル	データ通信用コンピューターの非常用電源として設置された蓄電池設備の端子が緩衝材に接触していたため、トラッキング現象により発熱し出火したものである。	①バッテリー室のバッテリー ②トラッキング ③緩衝材	バッテリー 72 配線 若干	
昭和58年 8月26日	Fビル	変電室の絶縁化工事に際し、一次側結線を間違えて通電したため、コンピューター用トランスに過電流が流れ出火したものである。	①研究室の配電用変圧器 ②過電流 ③配線	トランス 1 配線 若干 漏電ブレーカー	地下2階変電室内の工事により9階のコンピューター室から出火したものである。
昭和59年 2月8日	Gビル	タバコ火の落下によりソファから出火、オフィスコンピューター1台が水損を受けたものである。	①事務室のソファ ②タバコの落下 ③ソファ	部分焼 31㎡焼損	
昭和59年 3月24日	Hビル	一階作業場内で事務用機械物品を製造していたコンピューター制御のターレット自動旋盤から出火したものである。	①作業場の自動旋盤 ②摩擦熱 ③切削油	旋盤カバー 3 切削油 若干	コンピューター制御の工作機械からの出火については他に類似例が多い。
昭和59年 4月4日	Iビル	時限発火装置を使用した放火により建物3階南側廊下部分から出火、出火階のオフィスコンピューター1台焼損し、出火階より上階のコンピューター1台、オフィスコンピューター11台が焼損、地下1階のシステムコンピューター1式が水損を受けたものである。	①廊下（3階南側） ②放火 ③引火性液体（ガソリンおよび灯油の混合物と推定）	部分焼 473㎡焼損	
昭和59年 6月23日	Jビル	事務室内で自動受信の状態になっていたファクシミリ1の電源回路のトランジスタが故障したため、トランシーバーユニットが発熱して出火したものである。	①事務室の電送 ②過電流 ③電送ファクシミリ	電送ファクシミリ1	
昭和59年 11月16日	K 洞道	電話ケーブル用地下洞道内において出火し、多数の通信ケーブルを焼損したものである。	①地下洞道 ②調査中 ③ケーブル	ケーブル 104条	加入電話8万9千回線のほか、テレックス回線、データ回線などが不通となり、銀行のオンラインシステムがまひした。

## 2) 早期発見・通報連絡

火災を早期に発見するためには、自動火災報知設備を設置する必要がある。この場合に留意すべき事項は、次のとおりである。

- ① 電子計算機室、通信機器室、データファイル保管室等に設置する感知器は、とくに火災の早期発見が必要であるので、煙感知器とすべきである。
- ② 天井裏、フリーアクセス床の下などに電力線および通信線にかかわるケーブル類が多量にあ

るので、このような部分にも感知器を設置することを考慮する必要がある。

- ③ 受信機において表示される警戒区域は、電子計算機室、通信機器室、データファイル保管室等、警戒区域を細分化して、火災の早期発見・対応が可能となるようにすべきである。

## 3) 初期消火・延焼防止

コンピューターシステムからの出火、または近傍からの延焼に際し、火災初期の消火対応を適切に行うことが、システムの被害を最小限に食い止

表3 電子計算機システム防火安全対策基準の考え方

防火安全対策の対象	防 火 安 全 対 策			防 火 安 全 対 策				
	出 火 防 止	早期発見・通報連絡	初期消火・延焼防止	消 防 活 動	地 震 対 策	そ の 他	防 火 管 理 者	
建 築 物	電子計算機室	・ 防災規制 ・ (内装制限) ・ 漏電火災警報器 ・ 火気厳禁 ・ プリンター用紙の整理・保管対策	・ 煙感知器 天井下面 天井裏等	・ ハロゲン・二酸化炭素・粉末消火設備〔密閉機能〕 ・ 消火器〔ガス系または粉末系〕 ・ (防火区画(貫通部の施工を含む。)) ・ ドレンチャー設備 ・ (前室の設置)	・ 消防隊の入室方法の確保 ・ 電子計算機、データファイルの重要性等についての情報提供	・ (機器の床への設置方法) ・ (免震構造)	・ 避難対策	・ 防火管理者 ・ 消防計画 ・ 自衛消防隊 ・ 初期消火訓練 ・ 火気、危険物の管理の徹底
	通信機器室	・ 可燃物の抑制 ・ 危険物の持込み禁止					・ 避難対策	
建 築 物	データファイル保管室		・ スプリンクラー設備〔排水機能〕 ・ 消火器 ・ (防火区画) ・ ドレンチャー設備 ・ (前室の設置)		・ (キャビネット等の床への設置方法)	・ 避難対策	・ データファイル保存のための防火対策	
	電気室	・ 防災規制 ・ (内装制限) ・ 漏電火災警報器		・ ハロゲン・二酸化炭素・粉末消火設備 ・ 消火器〔電気火災用〕 ・ (防火区画)		・ (機器の床への設置方法)		
関 係	E P S (Electric Pipe Space)	・ 被覆材の不燃化 ・ 難燃化 ・ 漏電火災警報器		・ (防火区画) ・ スプリンクラー設備	・ E P Sの配置、配線等についての情報提供			
	フリーアクセス床	・ (不燃化)	・ 煙感知器	・ (室との一体的な防火区画)		・ (脚部の耐震措置)		
情 報 放 送 関 係	工事中の火災対策	・ 火気を使わない工事の推進 ・ 危険物管理	・ 連絡体制	・ 消火器の携行			・ 工事中の防火管理 ・ 工事中の消防計画	
	電子計算機センターなどの建築物	・ (立地位置の安全性) ・ (耐火建築物) ・ (防災センターの設置)			・ 消防隊のアクセス	・ (地盤の安全性) ・ (耐震対策の強化)	・ 防火管理者 ・ 消防計画	
情 報 放 送 関 係	洞道	・ 被覆材の不燃化 ・ 難燃化	・ 煙感知器	・ 連結散水設備 ・ (電話局等との防火区画)	・ 消防隊のアクセス ・ 洞道についての情報の事前提供		・ 工事の際の火災対策	
	無人中継施設		・ 自火報情報の遠隔移報	・ (耐火構造・防火区画)	・ 無人施設が火災となった場合の消防機関との連携	・ (耐震構造)		
そ の 他	ネットワークシステム全体	・ (重要部分についての代替性・二重性等のバックアップシステムの強化)					・ 全体に対する火災安全計画の作成 ・ 工事マニュアル ・ 無人対策	
そ の 他	電子計算機を用いた自動制御機器を設置した工場等	・ 防災規制 ・ (内装制限) ・ 火気・可燃物・危険物の制限	・ 煙感知器 ・ 消防機関への連絡体制	・ スプリンクラー設備 ・ 消火器 ・ (防火区画)	・ 消防隊の入室方法の確保 ・ 内部の設置機器等についての情報提供	・ (耐震対策の強化)	・ 防火管理者 ・ 消防計画	



め、素早い復旧に重要な役割を持つ。このため、主要な情報システム系には、消火設備の設置強化を図ることが重要である。

初期消火用の設備・器具には、消火器、屋内消火栓設備、スプリンクラー設備、水噴霧消火設備、二酸化炭素消火設備、ハロゲン化物消火設備等がある。延焼の拡大防止のための設備等には、ドレンチャー設備が挙げられる。

これらの設備のうち、現在、電子計算機室等には、ハロゲン化物消火設備を中心とするガス系の消火設備が設置されることが多い。

ハロゲン化物消火設備の消火剤は、高温になると熱分解して有毒ガス・腐食性ガスが多少発生するので、設備の作動後できるだけ早く放出できる対策、室内作業者の安全避難の確保のための措置などが必要である。

一方、スプリンクラー設備は、きわめて信頼性の高い消火手段であるが、水を大量に放射するため電子機器を損傷するおそれがあるので、消防法令においても電子計算機室をスプリンクラーヘッドの設置対象から除外している。

しかしながら、水損防止の措置、たとえば、電子計算機室、通信機器室等に適した散水分布の狭いスプリンクラーヘッドの開発、予作動式のスプリンクラー設備の開発、電子計算機等電子機器自体の防水対策、床の排水対策、フリーアクセス床の下の配線部分の防水対策などが講じられるのであれば、スプリンクラー設備は、初期消火対策としてきわめて有効な手段となり得る。諸外国でもスプリンクラー設備を電子計算機室の有力な初期消火対策として位置づけている例もあるので、今後の重要な検討事項である。

#### 4) 消防活動

電子計算機室、通信機器室、データファイル保管室等は、主として防犯上・空調上の理由から密閉性が高く、出入口も電子錠等による入室管理がなされていることが多いため、消防隊が到着後、直ちに入室できるよう、非常時の入室方法等についてあらかじめ配慮されていることが必要である。

また、機器や保管データの重要性によって、消

火方法や重点的に防御すべき対象を決定する必要があること、電子計算機システムにかかわる配線類が消火水による被害や思わぬ火災被害を受けることを防止する必要があることなどから、消防隊到着後、直ちにこれらの消防活動に必要な情報が入手できる体制が講じられている必要がある。

また、電子計算機室等重要な施設については、あらかじめ消防活動に必要な情報が消防機関に提供されていると、緊急の場合に消防機関が容易に活動できる。

#### 5) 防火管理

防火安全対策を徹底するためには、電子計算機システムのあらゆる部分において、防火管理体制を確立する必要がある。電子計算機システムが設置されている防火対象物の防火管理は、火災からシステムの正常な機能を守るという観点から消防計画を作成することが必要である。

この場合、消防計画には、通常の消防計画に必要とされる内容のほか、電子計算機システムの防火責任者の選任、電子計算機室等への火気持ち込みの厳禁、火災から電子計算機システムの正常な機能を守るための自衛消防組織の編成、活動マニュアルの作成および訓練の実施、火災が発生した場合の消防機関との連絡体制および報告事項、工事の際に必要な防火管理に関する事項などを定めておくことが必要である。

#### 6) 工事中の防火安全対策

電子計算機システムに限らず、工事中は、火気使用の可能性があること、工事関係者が立ち入る等のため統一的な管理が行えなくなる可能性があること、一時的にせよ、消防用設備等の防災設備が正常に機能しない可能性があることなど、通常に比べて防火安全上不利な条件にあり、世田谷での洞道火災など事例も多い。

したがって、電子計算機システムにかかわる工事、および、電子計算機が設置されている防火対象物における工事の際には、通常時以上の防火対策を行う必要がある。

(こばやし きょういち／自治省消防庁予防救急課)

資料

〇〇市(町・村)火災予防条例の一部を改正する条例(準則)

〇〇市(町・村)火災予防条例(昭和〇〇年〇〇市(町・村)条例第〇〇号)の一部を次のように改正する。(中略)(指定洞道等の届出)

第四十五条の二 通信ケーブル又は電力ケーブル(以下「通信ケーブル等」という。)の敷設を目的として設置された洞道、共同溝その他これらに類する地下の工作物(通信ケーブル等の維持管理等のため必要に応じ人が出入りする隧道に限る。)で、火災が発生した場合に消火活動に重大な支障を生ずるおそれのあるものとして消防長(消防署長)が指定したもの(以下「指定洞道等」という。)に通信ケーブル等を敷設する者は、次に掲げる事項を消防長(消防署長)に届け出なければならない。

- 一 指定洞道等の経路及び出入口、換気口等の位置
  - 二 指定洞道等の内部に敷設されている主要な物件
  - 三 指定洞道等の内部における火災に対する安全管理対策
- 2 前項の規定は、同項各号に掲げる事項について重要な変更を行う場合について準用する。

改正火災予防条例準則の運用について(通知)

(各都道府県消防主管部長あて、昭和60年9月10日付け消防予第101号消防庁予防救急課長通知)

標記準則については、さきに「火災予防条例準則の一部改正について」(昭和60年9月10日付け消防予第100号消防庁次長通知)をもって示したところであるが、その運用については下記事項に留意の上、適正を期するよう貴管下市町村を御指導願いたい。

記

- 第1 (略)
- 第2 (略)
- 第3 改正準則第45条の2に基づく指定洞道等の届出について
  - 1 本条の規定は、指定洞道等について消防機関があらかじめ必要な事項を把握するとともに、関係者に対しその火災に対する適切な安全管理対策の指導を行うことにより、洞道等における防火安全を期することを目的とするものであること。
  - 2 本条第1項に定める通信ケーブル等の洞道、共同溝その他これらに類する地下の工作物で、火災が発生した場合に消火活動に重大な支障を生ずるおそれのあるものには、通信ケーブルの敷設を目的として設置された洞道、電力ケーブルの敷設を目的として設置された洞道及び通信ケーブル等の敷設を目的として設置された共同溝が該当すること。
  - 3 第1項第1号に規定する「指定洞道等の経路及び出入口、換気口等の位置」は、経路図に記載すること(別添1参照)。
  - 4 第1項第2号に規定する「主要な物件」には、敷設ケーブル、消火設備、電気設備、換気設備、連絡電話設備

等が該当し、これらの概要が記されていれば足りること(別添2参照)。

- 5 第1項第3号に規定する「安全管理対策」は、次に掲げる事項が明らかとされているものであること。
  - (1) 指定洞道等の内部に敷設されている通信ケーブル等の難燃措置に関すること。  
 なお、通信ケーブル等の難燃措置に関して、別紙1の難燃特性を有するケーブル又はケーブル被覆材を用いている場合は、その旨記載させること。
  - (2) 指定洞道等の内部において火気を使用する工事又は作業を行う場合の火気管理等の出火防止に関すること。
  - (3) 火災発生時における延焼拡大防止、早期発見、初期消火、通報連絡、避難、消防隊への情報提供等に関すること。
  - (4) 職員の教育及び訓練に関すること。
- 6 第2項に規定する「重要な変更」とは、指定洞道等の経路の変更、出入口、換気口等の新設又は撤去、通信ケーブル等の難燃措置の実施又はその変更その他安全管理対策の大幅な変更等をいうものであること。
- 7 既存の洞道等に係る届出は、指定洞道等として消防長(消防署長)が指定する際に関係者に周知徹底を図り、遅滞なく届出が行われるよう指導すること。
- 8 届出の様式については、別記様式によることが適当と認められること。

第4 その他参考事項

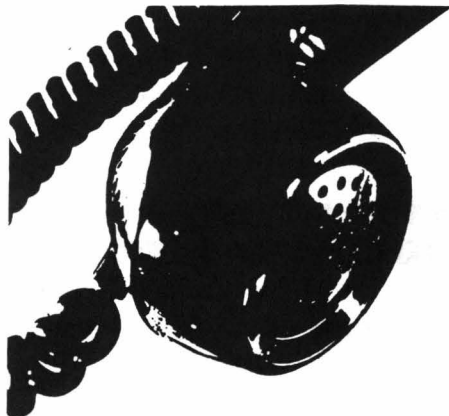
洞道等に敷設される通信ケーブル及び電力ケーブルについては、その火災に対する安全対策の推進について日本電信電話株式会社及び電気事業連合会それぞれからの照会に対し回答している(別添3参照)ので承知されたい。

なお、照会に係る通信ケーブル及び電力ケーブルの被覆材及びケーブルは、別紙1の難燃特性を有するものである。(別添1及び別添2は省略)

別紙1

ケーブル及びケーブル被覆材の難燃特性

- 1 燃焼性  
 燃焼性については、米国電気電子学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers、略称IEEE)の規格383に適合するもの
- 2 発煙濃度  
 発煙濃度については、米国基準局(National Bureau of Standard、略称NBS)の発煙濃度試験法(American Society for Testing and Materials、略称ASTM)の規格E662)により測定された濃度が400以下のもの
- 3 ハロゲン化水素発生量  
 ハロゲン化水素発生量については、ハロゲン化水素(ふっ化水素を除く)発生量が350mg/g以下で、かつ、ふっ化水素発生量が200mg/g以下のもの  
 なお、上記難燃特性に関する試験方法等については、別紙2の資料を参照されたい。(別紙2省略)



# 非常災害時における 通信の確保の在り方

植村邦生

これから述べるのは、今からちょうど1年前の昭和60年6月24日に出された郵政省の電気通信審議会の「非常災害時における通信の確保の在り方」に関する報告の内容である。

郵政省では、電気通信事業法等が国会に上程され、電気通信の自由化の問題が一段落したころの昭和59年5月に、この課題を電気通信審議会に諮問し、審議会では、専門委員会、さらには通信事業者、関係省庁等を構成員とする作業部会を設けて、これが審議された。

審議の過程で、同年11月には世田谷電話局前洞道火災が発生したため、さらに作業部会をもう一つ設け、これに対する対策を盛り込んだ報告としている。

## 1 検討の視点

この報告は、次の三つの視点から検討されている。

第一は、都市震災時における通信の確保ということである。

現在、東海地震、南関東地震といった大規模地震の発生が懸念されているが、こういった震災がとくに都市において発生した場合には、地震動そのものによる被害のほか、広域火災等、二次災害

の発生が、災害による被害を一層大きくすることが懸念されている。このような事態において人的・物的被害をできる限り軽減するうえで通信の確保はきわめて重要であり、その対策の充実は緊急を要する課題であるといえる。

第二は、電気通信の高度化との関連である。

近年、著しい技術革新の結果、データ通信の普及等、電気通信はめざましい発展を遂げており、今後もいわゆるニューメディアの普及等により通信メディアの多様化が一層進むことが予想される。

こういう状況において、防災通信、とくに住民の安全の確保を直接担う自治体が開設する都道府県防災行政無線、市町村防災無線等の防災通信網は、依然として電話または音声为主体として構築されている。

したがって、より効率的で確実・迅速な情報の伝達を図るうえで、防災通信の分野においてもシステムの高度化を積極的に検討すべきではないかということである。

さらに、いわゆる今後の高度情報社会においては、世田谷電話局前洞道火災の例のような通信の途絶は国民生活に測り知れない影響を与えるため、これを避けるための対策が一層重要な課題になっているということである。

第三は、自由化された電気通信事業との関連である。

従来、防災通信は、NTTの回線の途絶ということを前提とし、その場合に必要最小限の公共的な通信をどうやって確保するかという視点で行われてきた。しかしながら、長年にわたる対策の積み重ねによりNTTの回線の信頼性はかなり向上してきており、デジタル化や衛星通信等、新技術の導入の進展により、これが一層高まることが期待される。

他方、電気通信の自由化により、この分野が独占体制から競争体制に移行している状況下では、今後、電気通信事業の防災対策について国が指針を示し、適切な方向に誘導を図っていく必要が生じている。

このような電気通信事業における二つの状況変化を踏まえると、非常災害時における通信の確保については、防災無線や放送と電気通信事業とを相互補完的にとらえた視野で検討する必要がある。

## 2 大都市震災を想定した場合の第一種電気通信事業の通信能力

次に、大都市震災を想定した場合の第一種電気通信事業の通信能力を役務別、災害の時期区分別に整理している。詳しくは表1のとおりであるが、結論的には、この表から次のことがいえる。

- ① 震度6程度の地震動では、通信設備が大幅に損壊するとは考えられず、通信網全体としては、質の劣化はあっても途絶は発生しないと想定されること。
- ② 他方、家族・知人への安否の問い合わせ等により、加入電話の通信トラヒックは激増が予想されること（たとえば、日本海中部地震では平常時の130倍）。
- ③ したがって、加入電話網とその他の通信網や専用回線とでは、通信能力が大幅に異なる状況になり、
- ④ 加入電話網を用いた一般の電話やデータ通信は、異常輻輳により、かなり長期にわたり使用不能となる可能性が高いこと。
- ⑤ 専用回線や加入電話網以外の通信網においては、加入者系（末端の電話局から加入者端末までの区間）における通信の途絶が防止されれば、通信の確保が一般に可能であること。

表1 第一種電気通信事業(NTT)の役務別時期別通信能力の想定

災害の時期区分 (注)	被害範囲	役務別	電 話				データ通信		専用回線	前提条件					
			重要加入電話	一般加入電話		公衆電話	電話網	独立網(DX等)		震災時からの時間	建物倒壊率	電力供給阻害率			
				被災地域内	被災地域外内										
子報・警報期	加入者系	端末加入者系	D	D	D	D	D	D	D	6	直後	3~4%	0	20~30%	40%
	中継系		D	D	D	D	D	D	D						
	異常輻輳	発信DC	B/A	B/A	D	B/A	—	—							
	総合能力	D/C	B/A	B/A	D	B/A	D	D							
発災期	加入者系	端末加入者系	C	C	D	C	C	C	C	6	直後	3~4%	0	20~30%	40%
	中継系		C	C	D	C	C	C	C						
	異常輻輳	C	B/A	B/A	C	B/A	—	—							
	総合能力	C	B/A	B/A	C	B/A	C	C							
避難・救援期	加入者系	端末加入者系	C	C	D	C	C	D~C	D~C	2~3日	数時間後	2~3日	20~30%	40%	
	中継系		C	C	D	C	C	D~C	D~C						
	異常輻輳	発信DC	B/A	B/A	C	B/A	—	—							
	総合能力	D/C	B/A	B/A	C	B/A	D/C	D/C							
復旧期	加入者系	端末加入者系	D	D	D	D	D	D	D	1か月	↓	↓	↓	0	
	中継系		D	D	D	D	D	D	D						
	異常輻輳	D	D	D	D	D	—	—							
	総合能力	D	D	D	D	D	D	D							

(注) 災害の時期区分を「子報・警報期」「発災期」「避難・救援期」「復旧期」に分類する。ここでいう「発災期」とは、地震動による一次災害発生期を指し、「避難・救援期」とは、火災等の二次災害発生期を指すものとする。

- (凡例) D……ほとんど支障なし(0~10%)  
 C……一部が利用不能(10~50%)  
 B……多数が利用不能(50~90%)  
 A……ほとんどが利用不能(90~100%)

## 3 確保すべき通信の基本的な考え方

以上の分析を踏まえ、報告では、災害時に発生する通信ニーズを、「公的機関相互間の通信」「住民への広報・指示の通信」「被災地内外の住民からの通信」に分類し、前二者を人的・物的被害の軽減という観点から緊急に確保すべき重要通信であると位置付けている。

これに対し、「被災地内外の住民からの通信」を

個別に確保することは、通信容量の面からも防災関係機関の対応能力の観点からも、基本的に困難であり、災害発生や救援要請の通報のような緊急通信については、自主防災組織等を活用して、できるだけ組織的・計画的に情報の収集を図るとともに、その他の住民からの多様な通信ニーズについては、広報・指示の徹底とともに、何らかの代替的な方策（たとえば、放送による安否情報の伝達）により対処せざるを得ないとしている。

また、銀行のオンラインシステム等社会経済活動上重要度の高いデータ通信についても、電気通信事業者やその利用者の安全性・信頼性対策の充実により通信の途絶を避けることが必要であるとされている。

△            △            △

以下では、報告で述べられている通信の確保方策について、防災無線網と第一種電気通信事業の網に分けて、その主要なものを紹介する。

## 4 防災無線網の充実

### 1) 市町村防災無線の普及促進と機能の高度化

住民への広報・指示の通信手段として、市町村防災無線(同報系)は、放送と並び、きわめて有効である。しかし、開設が認められてから日が浅いため、まず普及そのものを今後も推進する必要がある(同報系については、59年12月末現在で935市町村一全国の約29%)。

さらに、住民への広報は屋外拡声方式によっているものが多いため、風雨等の気象条件、住宅構造、騒音等の原因により、在宅者等に聴取が困難な場合があることが難点となっている(ある都市のシステムについて、音声を聴取できた者が全体の50%、内容を理解できた者に至っては23%程度であるというアンケート調査もある)。このため、屋外拡声方式との併用の観点に立ち、屋内受信機の普及促進を図ることが望ましい。

導入に際しては、屋外拡声方式による聴取が困難な地域、災害上の危険区域、災害時の避難所に指定されている施設、地域防災活動の核となる組

織の責任者宅等に優先的に設置していくことが適当といえよう。

さらに、地域によっては、夜間・休日等、市町村に適当な要員が配置されていない場合に、都道府県防災行政無線網との接続により都道府県から直接住民に伝達する手段を確保しておくことも有効であり、また、住民への伝達をより確実にするため、有線放送電話等地域内の有線電気通信設備との接続の措置を講じることも有効であると考えられる。

### 2) 統合防災無線システムの導入

市町村役場、消防署等の防災関係機関と、医療機関、農協等の地域における生活関連機関や自主防災組織との相互連絡は、従来、加入電話以外に適当な通信手段がなかったが、これら防災関係機関と生活関連機関等を結ぶ防災無線網として統合防災無線システムの導入が可能となっており、今後、このシステムの普及を図ることが望まれる。

### 3) 都道府県防災行政無線の充実

都道府県防災行政無線は、従来、10端末局に1対向を標準として周波数が割り当てられていたため、このうちの1端末局が運用を開始すると、その間は他の端末局は使用できないことが問題となっていた。マルチチャンネルアクセス方式は、複数端末で複数の周波数(たとえば、50端末で6対向)の共同利用を行うものであり、周波数の有効利用が図られるとともに、この通信の輻輳の緩和に有効であることから、既設設備の更改時等を利用して、順次本方式を導入していくことが望まれる。

また、従来、都道府県防災行政無線は、音声通信を主体として運用されてきたが、災害時に広報・指示情報の一斉伝達や被災情報の収集を、確実かつ明確に行ううえで、ファクシミリ伝送はきわめて有効である。ファクシミリ伝送は、平常時にも行政用として有効に使用されているところであり、今後もこれの導入促進を図っていく必要がある。

### 4) データ通信システムの導入

データ通信の活用は、末端の機関からセンターの装置に情報を直接入力したり、蓄積された情報を随時出力することが可能となるなど、データの

収集・処理・伝達のための時間や労力が大幅に削減されることが期待される。

さらには、事前に必要な情報を蓄積しておき、発災時に防災関係機関が収集した火災発生や気象等の情報を入力し、シミュレーションにより火災の拡大予想や避難ルートの選定等を行う高度なシ

ステムの構築も検討可能となる。

こういったデータ通信を地域の防災通信に導入する場合には、たとえば、都道府県に災害情報分析センター、その出先機関、市町村、その他必要な機関に同サブセンターを設置し、サブセンターにおいて既存の無線網あるいは統合防災無線システムを通じて、消防、警察等の防災関係機関、さらには生活関連機関等から収集した情報を入力し、集められた情報を分析するとともに、分析されたデータを、街頭または避難場所等に置かれる電子避難誘導装置や臨時情報基地に、表示または蓄積するといったシステムが想定される（図1、図2参照）。

なお、こういった高度な防災通信システムの導入を図るうえでは、防災分野のほか、防災以外分野も含めてシステムの多目的利用を検討し、平常時の有効利用を図る必要がある。この平常時利用は、システムの操作に習熟し、システムの機能維持を図るためにも必要な措置といえる。

## 5 第一種電気通信事業の網における重要通信の確保

### 1) 加入者系の安全性・信頼性対策の充実

第一種電気通信事業の安全性・信頼性対策は、既存事業者（NTT）については、中継系の信頼性はかなり向上しており、今後、加入者系の安全性・信頼性対策の充実が課題であるといえる。

#### (1) 加入者回線の他局収容等の推進

従来、警察・消防・救急医療機関等、一部の公共機関については、NTTの負担において電話局から加入者までの加入者回線の2ルート化が行わ

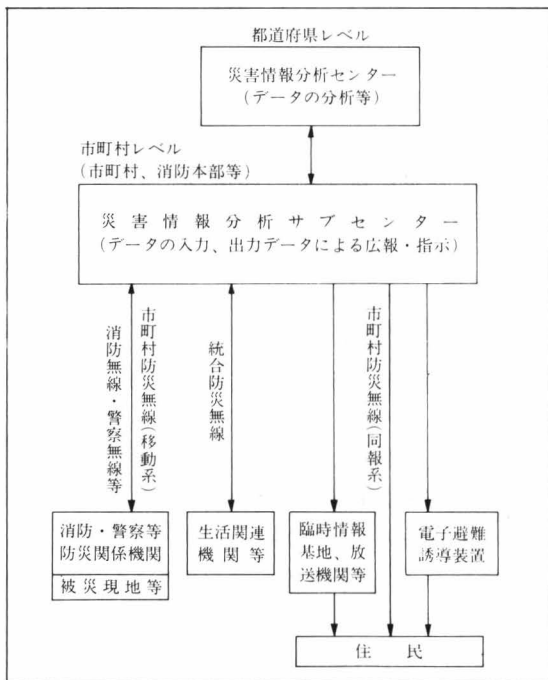


図1 高度な地域防災通信システムの構成(例)

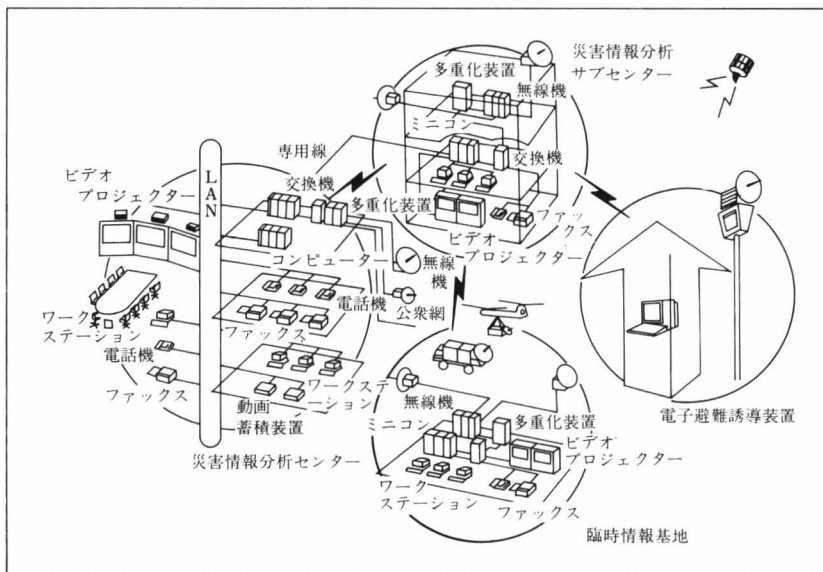


図2 高度な地域防災通信システムイメージ図

れてきたが、この2ルート化が利用者の実費の負担を条件にサービスとして制度化されたことから、その他の加入者についても必要に応じこれを実施することが可能となっている。

さらに、その場合にも、世田谷電話局前洞道火災の例のように、電話局周辺の加入者回線が集束する箇所に障害が生じた場合には通信の途絶が生じるので、金融機関のオンラインシステム等、社会経済活動上重要で高い信頼性が求められる回線については、2ルート化した一方の回線を所属の電話局とは別の電話局に収容する「他局収容」を実施する必要がある。

しかし、これらの実施に当たっては、一般に加入者が多額の追加経費を負担する必要があるため、何らかの促進措置が講じられることが望まれる。

## (2) 洞道内火災事故対策の実施

大束の回線を収容する洞道については、途絶による影響も大きいことから、万全の対策が必要となる。今回の火災事故を機に、NTTでは、ケーブルの不燃化・難燃化を柱として、次の対策が実施に移されている。

### ① 出火防止対策

- ・既設ケーブルの不燃化対策
- ・新設時の難燃ケーブルの採用
- ・火を使わない工法の適用等

### ② 早期発見

- ・洞道管理システムの導入促進等

### ③ 被害の拡大防止

- ・防災壁の設置
- ・局引き込みの分散

## (3) 早期復旧対策の充実等

このほか、加入者系全般について、早期復旧に重点を置いた施設面、運用面の対策の確立を図ることが重要と考えられる。

なお、加入者回線の地下化については、防災上のほか都市の美観上も有効だが、多額の経費を要するなどの問題もあるため、長期的課題として実施を検討する必要があるとされている。

## 2) 新規の第一種電気通信事業者の対策の推進

新規の第一種電気通信事業者については、今後

中継系を含め安全性・信頼性対策の充実を図っていく必要があるが、電気通信事業法で定める技術基準を超える対策を事業運営と両立させながら行っていくことは、当面困難性が大きいと考えられるので、国としても、推奨基準を定めるとともに、対策を推進するための施策を検討する必要があるとされている。

## 3) 重要通信の確保のためのシステムの高度化

今後、優先度に応じて確実に重要通信の確保を図るためには、信号専用の回線を設けて、それを多数の通話回線で共用する共通線信号方式の全国導入が行われることが望まれる。しかしながら、そのためには全電話局に本方式の導入が可能な電子交換機の配備が必要のため、本施策の実現にはある程度の長期間が必要となる。

## 6 おわりに

以上、報告の内容をかいつまんで紹介した。報告の全文については、(株)コンピュータ・エージ社から「防災通信ネットワーク」という標題で出版されているので、それを参照していただきたい。

防災通信の充実には多かれ少なかれ経費が必要であり、また、それが防災通信として効用をもたらすことは、そうめったにあることなく、また、めったにあっては困るわけである。こうした防災通信というものの性格から、最も望ましいのは、防災通信システムが平常時にも別の目的で有効に活用できるシステムとして導入しうることである。そして、少なくとも防災無線網の分野については、これがある程度は可能であるように考えられる。

しかしながら、本文で述べた「他局収容」の課題、あるいは紹介からは割愛したが、緊急警報放送用受信機の普及の問題などは、いざという時に初めて役に立つものであって、かつ、設置は強制的なものではないという性格のものである。こういったものの普及を図る方策の確立は、今後残された課題であると考えている。

(うえむら くにお/郵政省通信政策局政策課)

# 地震活動の地域的特徴

## 中部山岳地帯

尾池和夫

### 1 はじめに

季節はずれになってしまったが、今年の冬、名古屋から中央本線の急行に乗って塩尻に向かった。ちょうど、南硫黄島の北東約4.5キロの海域で海底火山が活動し、新しい島が海上に顔を出した(1986年1月18日)というニュースが伝えられたころであった。

木曾福島に近づくころ、車内放送で案内がある。「小さなトンネルを出ますと、左窓下に寝覚の床が見えます。一段と川幅が狭くなり、大きな岩が岩肌を見せています」。平らな岩の上に松とほこらが見える。この辺りは木材の産地であり、最近では森林浴を楽しむために訪れる人も多い。

しばらくすると、左手前方に雪をいただいた御岳山が見えはじめる。そのふもとに1983年9月14日、マグニチュード6.8の地震が起こった。

鳥居峠のトンネルを抜けると、木曾福島から30分ほどで塩尻に着く。ここは南への飯田線、南東に向かう中央本線、北へ向かう篠ノ井線などの分岐点であるが、同時にそれは本州の地殻活動のかなめでもある。東北日本と西南日本の地殻ブロックの連結部であるこの地域を中心に、中部山岳地帯を形づくってきた地殻変動と現在の地震活動について、まとめてみたいと思う。

### 2 東北日本と西南日本の連結部

東北地方の東側に日本海溝があり、現在、太平洋の海底の岩盤がそこから日本列島の下へ潜り込んでいる。東北日本の地殻はその運動によって西へ西へと押されている。一方、日本海は拡大しようとしていて、東北日本の地塊を東へ押そうとする。両側から海の岩盤に押される東北日本の陸地のどこかに、その運動のしわ寄せがくる。

東北日本の日本海側に沿って南北に走る大きな褶曲帯が、そのしわ寄せの結果を示している。秋



田や新潟の石油は、そのようなしわに貯えられている。図1は、藤田和夫が地質学の成果を基に描いた東北日本の断面図である。また、図2の上には、日本海海盆を動かさない点と仮定して求めた力の伝達方向を矢印で示し、それらの力により形づくられた褶曲帯や活断層を示している。図2の下には、理科年表の被害地震の表からマグニチュード(M)7以上の地震の震央がプロットされている。

上に述べた大規模な褶曲帯を南へたどると、それは糸魚川の東を南下して、狭まりながら長野・松本盆地に至り、塩尻付近へ向かって取れんする。この辺りを、地質学者たちは北部フォッサ・マグナと呼ぶ。

信濃川の東側の地塊は中央隆起帯と呼ばれる。ここと飛騨山地との間では、昔、沈降が続き、厚い堆積層ができた。それは、この地帯が引っ張られていたことを意味する。約600万年前から、圧縮される動きに変わり、堆積層は急激に褶曲した。

昔、中新世のころには東北日本と西南日本の基盤岩は離れて別々に動いていた。それが現在ではがっちりとかみ合って本州を形づくっている。その連結部が北部フォッサ・マグナである。

本州を東北日本と西南日本との大きな二つのブロックに分ける境界線を鉄道でたどると、大糸線で糸魚川から信濃大町を

中央本線に乗り換えて甲府へ、そこから身延線で富士まで、というルートになる。このルートが、糸魚川—静岡構造線と呼ばれる境界線にほぼ沿って走る。

西南日本を北側の内帯と南側の外帯とに分ける線は、塩尻から飯田線に沿って、伊那・飯田を経て豊橋に至る中央構造線であり、これはさらに西へ続いて紀ノ川・吉野川を経て九州へ渡っている。どのルートをとっても、車窓から両側にそびえ

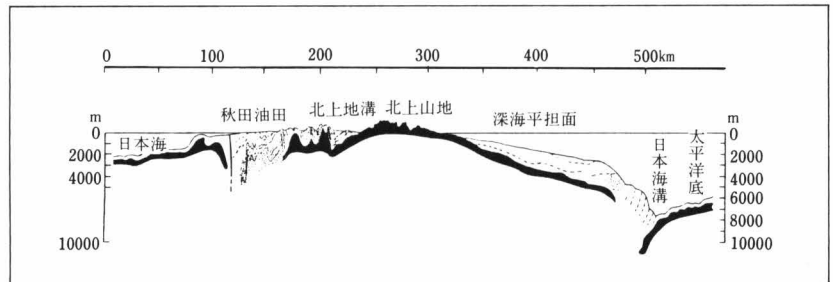


図1 東北日本を横切る地殻上部の断面(藤田和夫による)

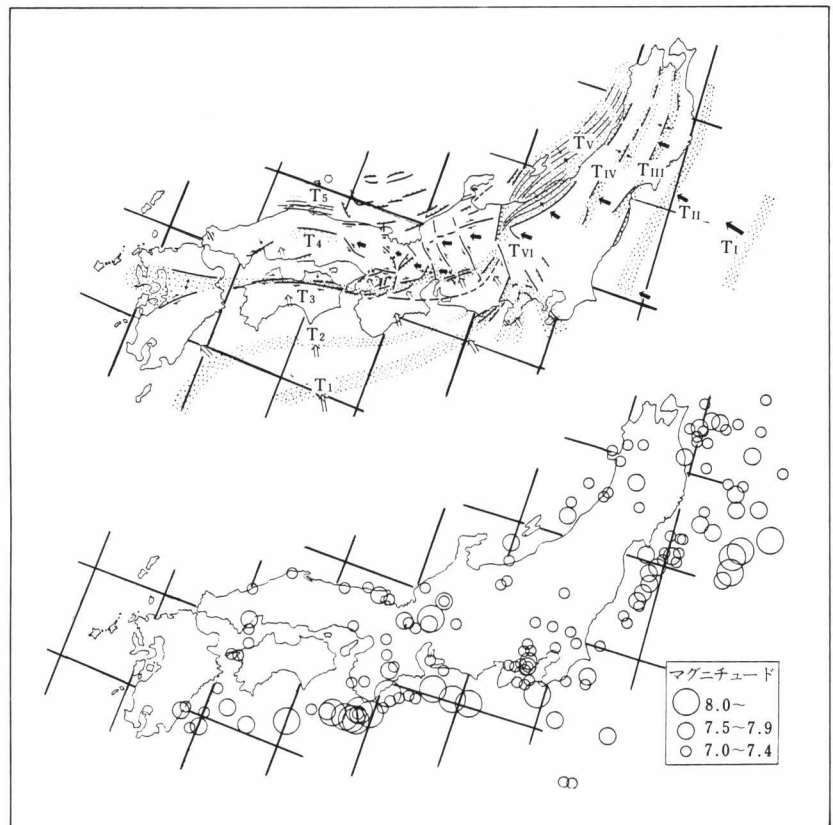


図2 上 本州の活構造と造構力の伝わり方  
下 M7以上の大地震の分布

る山々が見られて、最近の地殻変動によって形成された日本列島の若々しい地形を見ながら旅を楽しむことができる。

今年の冬、私が旅行した目的は、伊那谷の地域で防災関係の仕事をする人たちに地震の話聞いてもらうためだった。損害保険協会が力を入れている防災事業の一環である。伊那盆地を私は初めて訪れたが、その名は本多勝一の著者に出てくるのでよく記憶に残っている。そこは本多勝一の出身地である。彼の「殺される側の論理」が出版されたころ、藤田は日本列島の活構造についての考えをまとめつつあった。その時、北部フォッサ・マグナを通じて押される西南日本の仕組みを、藤田は「押される側の論理」と表現した。

伊那の人々は、長い間地震の被害をほとんど受けていないので、震災の恐ろしさを忘れていた。その人々に、私は、東西に圧縮されストレスのたまったこの地域にも、いずれ地震が発生し、岩盤中のストレスが解放されるだろう、という話をした。最近、地震が起こってなくて、力が加わっている所こそ、次の地震を起こす候補地なのである。

地球を研究対象とする科学者にとって、旅行はなによりの楽しみである。景色から新しく教えを受けることもある。その土地に長く住んで初めて知ることのできる自然の姿を、聞かせてもらうこともある。伊那史学会が発行する雑誌「伊那」の通巻第681号には、長野県西部地震にまつわる伊那谷のいろいろのことが詳しく紹介されている。

養命酒をつくるために3本の深井戸がある。1か月に2回、これらの井戸の水位が測定されている。1984年7月21日の測定結果には、3本のうち2本の井戸で異様な水位の上昇が現れた。1964年の新潟地震の約2か月前にも、同じような現象があったので、担当者の池場さんは、2か月以内にどこかで大きな地震が発生するのではないかと予測したそうである。

大地震はめったに起こらない。私たち専門家ができるかぎり観測計器の網を張って大地震の前兆現象を捕らえる努力をしてはいるが、それには限

界がある。上に引用したような報告が、地震予知の研究に貴重な資料を提供してくれるのである。

### 3 長野とその周辺の地震活動

信濃北部には地震の史料がたくさん残っている。東北日本から西南日本へ力が伝達される連結部だから、地殻には応力が集中する。

1847年5月8日(弘化4年旧暦3月24日)夜五ツ時～四ツ時(夜9時ころ)、善光寺地震が発生した。M7.4と推定される大規模な地震であった。現在の飯山市から長野市を経て篠ノ井市に至る50kmほどの範囲で家屋の全壊が記録されている。南の上田市や松本市にもかなりの被害があった。

善光寺では、この年3月10日から御本尊の御開帳があり、遠くから多くの参拝客が宿に泊まっていた。その数は7,000～8,000人といわれる。地震後の火災のために多くの死者を出し、生き残った参拝客は約1割であったともいわれている(宇佐美龍夫：日本被害地震総覧)。

山岳地帯の地震では、地震による山崩れによって川がせき止められ、後日、それが決壊して川下に水害をもたらすことが多い。善光寺地震の時にも、犀川の右岸の虚空蔵山が崩れて川をせき止めた。その上流は湖となり、数十の村がそのために水没した。4月13日にせき止めていた土砂が崩れて水が一時に流出し、下流は大洪水となった。この影響は、はるか信濃川の河口にまで及んだ。

1918年(大正7年)11月11日、午前2時58分と午後4時3分の2回、長野県大町付近にM6クラスの地震が続いて発生した。2回目の方がやや大きかった。この地震は大町地震と名づけられている。長野から大町・松本にかけて強震を感じた。

大正9年6月～9月に水準測量が実施された。その結果を明治24～26年の測量結果と比べると、大町付近は20cm以上隆起したことがわかる。糸魚川から松本に至る水準路線に沿った上下変動量を図3に示す。地震は地下の岩盤中に突然ずれが起こる現象である。Mが大きくなると、そのずれは地表にまで出現して断層を見せてくれるが、M6

クラスではあまり断層が見られない。しかし、多くの場合、地震前後の水準測量によって震央付近にまんじゅう型の隆起変動が見い出されている。日本では明治以来全国の測量が行われているから、地震の後で測量をすれば、地震の前後の測量結果から変形の量を計算することができる。このデータは地震の研究に不可欠のデータだが、開発によって測量の標石が破壊されてしまった所では、二度と昔の値との比較はできなくなってしまう。工事のあと、大切なものだからと、また標石を元の所にきれいに埋め戻した人がいたそうだが、1mmの変動を検出するための役には立たない。

北部フォッサ・マグナと呼ばれる地域に最近起こった地震活動としては、松代群発地震が知られている。この群発地震の最初の小さな地震は、1965年8月3日に記録された。松代には、気象庁の地震観測所がある。ちょうど観測用トンネル内で大掛かりな歪地震計が設置され、また、世界標準地震計の設置が完了し、8月に入って高感度の地震計による連続観測が開始された数日後であった。

この松代群発地震の始まったころ、私はまだ地震の研究を始めたばかりであった。たまたま完成した歪地震計を見学させていただくため、松代のトンネルの中に入り、ドンという地鳴りを何回も体験した。研究室に帰ってその話をしたとたん、先輩の中川一郎さんから、「そんなチャンスはめったにない。何をさておいてもデータをとるべきだ」といわれた。私も、地震計を担いで松代へ出かけたが、そのときの彼の言葉は、地震という自然現象を研究対象とする私に、地震は再現性のない現象であるということと、観測データの持つ役割とを、しっかりと認識させてくれた。

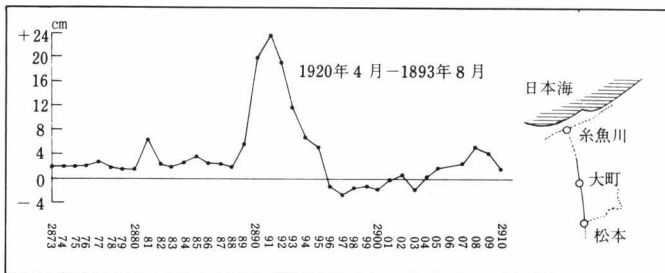


図3 大町地震による隆起

一度はおさまるかにみえた松代群発地震は、その年の年末にかけてまた一段と活発化し、翌年にはさらに激しく活動した。1970年末にはほとんど静かになったが、それまでに有感地震は総計62,821回にも達した。そのうち震度5は9回、震度4は50回、震度3は429回であった。

この地震活動に伴ういろいろの自然現象が観測され、記録に残された。近代地震学の観測技術の総力を集結した観測が行われ、それらの観測結果の解析から多くの重要な発見が報告された。現在でも、このとき蓄積された観測データの解析は続けられている。その結果から新しい仮説が登場し、また、他のデータから生まれた仮説が、松代群発地震のデータを用いて検証されたりしている。

図4は、松代群発地震の活動の推移といろいろの現象の時間変化との関係を示す。

1897年(明治30年)1月17日、長野県北部にM6.3の地震が起こった。須坂や上高井などで家屋に被害が出た。4月30日にも大き目の地震があり、小地震の活動が続いて、7月までに240回以上を数えた。松代群発地震のエネルギーを全部合計すると、ほぼM6.3の地震一個分に相当する。明治30年の群発地震の方が、規模としてはもっと大きかったかもしれない。

明治の群発地震の前年、1896年6月には三陸沖

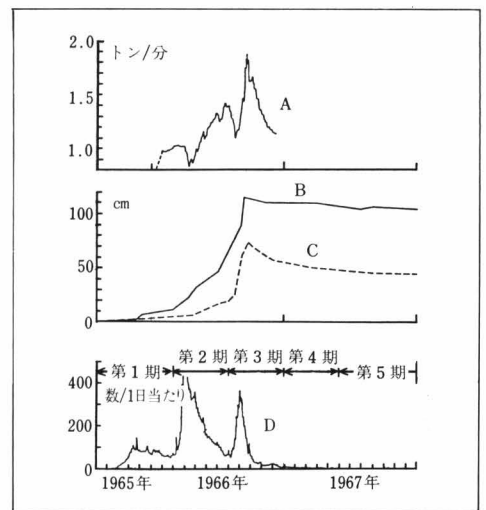


図4 松代群発地震の観測データ  
A：湧水 B：水平伸縮 C：上下変動  
D：地震回数(大竹政和による)

の大地震(M7.6)による大津波があり、また、8月には秋田県に陸羽地震(M7.5)が起こった。松代群発地震の前年、1964年6月には新潟地震(M7.5)があった。1941年(昭和16年)の長野市付近の地震(M6.2、死者5人)の前にも、1939年5月の男鹿半島沖の地震(M7.0)や、1940年8月の積丹半島沖地震(M7.0)があった。

東北日本の西方への移動を支えている日本海側で大きな地震が起こると、東北日本のブロックは長野地域を通して西南日本を押し。その連結部には、まっ先に反応が現れて地震活動が始まる。1983年の日本海中部地震(M7.7)のあと、そのような仕組みを考えて地震学会で発表した半年後に、長野県西部地震(M6.8)が起こって、何やら予言者めいてしまった。その後、データの蓄積を待って調べてみると、西南日本の地震活動は、日本海中部地震の後、確かに活発になっていることがわかった。

今年の秋、全国の地震学者たちが観測機器を携えて集まり、長野県西部地震の震源地付近に大観

測網を展開して、この地震を起こした場所の詳しい調査を実施しようとしている。M6.8の地震が発生したこの地域には、1978年以来、群発地震が続いていた。今までの私たちの知識では、群発地震が長期間続いた後、いきなり大きな地震が起こる例は、きわめて少ない。この一連の地震活動については、さらに詳しく研究していくことが必要である。

東北日本の地殻ブロックから西へ向かって押される側の西南日本内帯では、主に水平ずれの活断層が発達している。内帯の東端に近い飛驒山地には跡津川断層が目立つ存在である。内帯の水平ずれ断層の多くが北西—南東方向の走行を持つ左ずれの断層であるのに対して、跡津川断層はそれらと共役の関係にあり、ほぼ北東—南西方向の走行で右ずれを示す。いずれにしても東西方向に縮まろうとする動きである。

図5は、跡津川断層に沿って微小地震が並んで発生している様子を示している。京都大学の上宝

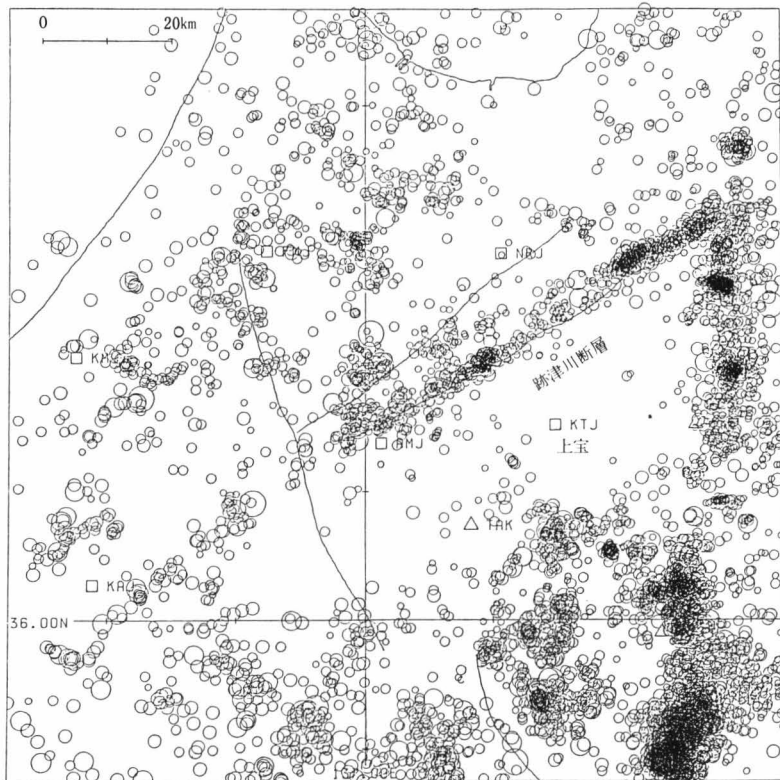


図5 跡津川断層と微小地震分布(上宝地殻変動観測所の資料)

観測所が捕らえた最近7年ほどの期間に起こった微小地震がプロットされている。断層に沿って微小地震が並んでいる様子からもわかるとおり、跡津川断層は活断層である。この断層に深く関係のある過去の地震としては、1858年(安政5年)の地震(M6.9、飛驒北部で全壊319、半壊385、死者203人)、1826年(文政9年)の地震(M6.2、飛驒大野郡)などがあり、また、1586(天正13年)の大地震(M7.9、飛驒白川谷で山崩れがあり、城・民家300余戸倒壊埋没、多数圧死)も、この跡津川断層の西端に近い所に震央位置が

推定されている。跡津川断層を横切って掘られた壁には、断層のずれを示す明瞭な痕跡が現れた。

跡津川断層の南西側には、1891年(明治24年)10月28日の早朝にM 8.4の濃尾地震が発生した。日本の内陸の地震としては最大級のものであった。死者は7,273人、家屋の全壊142,177、半壊80,184と記録されている。この地震を起こした断層面のずれは、地表にまで達して根尾谷を通る大断層を生じた。水鳥(みどり)での地表のずれは、上下方向に6m、水平方向に2mほどであった。

名古屋市などを中心として、ヨーロッパの建築技術によって都市部に建てられたレンガ造りの建築物は、この地震の振動でもろくも崩れ去ってしまった。この事件によって、文部省に震災予防調査会が置かれ、地震と震災防止を目的とする研究が進められることになった。明治13年の横浜地震を契機に設立された日本の地震学会の活動は、濃尾地震の発生によって一段と活発に進められることになった。

#### 4 山岳地帯の直下型地震

図6は、1885年から1985年までの期間に起こった、長野県と周辺の深さ60kmよりも浅い地震の震央分布図である。気象研究所の石川らのデータとプログラムを用いて描いた。上の方の真っ黒い分布が松代群発地震、左寄りの塊が長野県西部地震である。次の地震は、図の中に見られる空白を埋める可能性が高い。

実例を挙げて見たように、日本の山は若く、激しい地殻変動によって隆起している。一方には、

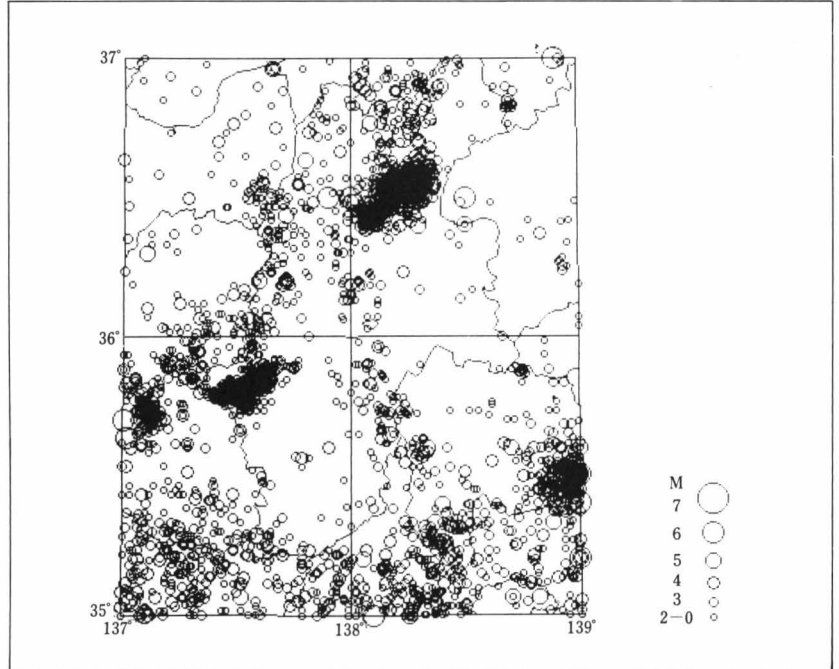


図6 1885年から1985年までの浅い地震の分布(気象庁の資料)

相対運動で沈降している盆地があり、山腹は崩壊しやすい状態の所が多い。崩壊を起こす原因の一つに地震動がある。御岳山のような火山では、比較的規模の小さい地震でも大きな被害をもたらすことがある。

山崩れによって川がせき止められ、湖ができることも多い。そのために水没したり、それが決壊することによって大洪水となったりする。山が若く今も活動しているということと、地震が起こるということは、表裏一体の関係にあり、このような所では、地震はいずれ必ず起こるものだと思って、日ごろから対策を考えておくべきである。

足元の地震のみならず、少し離れた所の巨大地震によっても、川沿いの堆積層が激しく揺すられることもある。たとえば、1854年(安政1年)の安政東海地震の被害分布は、甲府盆地を経て松本や長野にまで細長く延びており、長野付近まで震度6であったと考えられている。

次の東海地震に備えて、地震防災対策強化地域は静岡県境を越えて、伊那盆地にまで延ばされている。

(おいけ かずお/京都大学防災研究所助教授)

# 協会だより

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

## 全国の主婦から防災に役立つアイデアを募集

当協会では、昭和61年度の新規事業として、家庭の安全を預る主婦を対象に、家庭や地域の防災に役立つ各種アイデアを下記の要項に基づき募集いたします。

選考の結果優秀と認められた作品については、各賞を贈呈するほか、当協会が開催する防災展等で展示したり、作品をもとに防災図書・映画を制作するなど、防災意識高揚のPRに利用させていただく予定です。

### 〈募集要項〉

募集期間：昭和61年8月1日(金)～11月29日(土)

募集内容：

#### ①防災対策の部

防災用品・用具のアイデアや防災に関するくらしの知恵など。

#### ②防災教育の部

防災をテーマとした童話や紙芝居、映画などのストーリーのほか、自作の防災ビデオ作品など。

\*テーマについては、火災、地震、風水雪害、家庭内傷害などの防止・軽減に役立つものに限ります。

応募方法：①については、写真・図等に使い方や作り方等の解説を添えてください。②については、400字詰原稿用紙にまとめてください(枚数制限は特に設けません)。ビデオについては、コピーしてお送りください。

\*応募作品は未発表のものに限ります。他のこの種の募集に応募されたことのある作品や、すでに製品化されている作品等のご応募はご遠慮ください。

\*応募方法の詳細については、当協会「防災アイデア係」まで資料をご請求ください。

賞：①最優秀賞 300,000円 1名  
②部門優秀賞 100,000円 2名  
③奨励賞 30,000円 10名  
④努力賞 10,000円 20名

\*入賞者を除く応募者全員に記念品を贈呈します。

選考委員：学識経験者若干名、消防庁長官、(財)市民防災研究所長、(社)発明学会会長、日本

損害保険協会会長

発表：昭和62年3月上旬、ご本人に通知します。

## 第15期奥さま防災博士を募集

当協会では、毎年「家庭の防災責任者は主婦である」との考えのもとに、地域防災活動に熱意をもって取り組んでおられる方や優れた活動実績をお持ちの方など、全国から防災意識の高い主婦を募集し、選考の上、特に優秀と認められた方を奥さま防災博士として表彰しております。

今年度も、消防庁ならびに全国消防長会の後援のもと、第15回目の募集を下記のとおり実施いたしますので、お心当たりの方にご案内いただければ幸いです。

### 〈募集要項〉

募集期間：昭和61年7月15日(火)～9月30日(火)

募集人数：30名程度

応募方法：①応募用紙をハガキまたは電話等によりご請求いただきます。②応募用紙の各項に必要事項をご記入の上、防災に関するレポート(400字詰原稿用紙2～3枚程度)を添えて、東京都千代田区神田淡路町2-9、日本損害保険協会「奥さま防災博士」係(Tel.03(255)1211)あてお送りください。なお、応募用紙のご請求および詳細のお問い合わせも上記へどうぞ。

選考方法：応募用紙記載の諸事項と防災に関するレポートにより審査します。

発表：昭和61年11月下旬

賞状・賞品：日本損害保険協会より表彰状ならびに記念品を、あわせて消防庁長官賞ならびに全国消防長会会長賞を贈呈します。

## 消防自動車54台を全国の自治体に寄贈

損害保険業界では、当協会を通じて、昭和27年以降毎年、国や地方自治体の消防力強化・拡充に協力するため各種消防機材の寄贈を行っていますが、昭和61年度は、大阪市、札幌市をはじめ54自治体に各種消防自動車を(昭和27年からの累計寄贈台数1,633台)、東京都に防災機器一式を寄贈することを決定しました。

61年2月・3月・4月

## 災害メモ

## ★火災

- 2・6 秋田県南秋田郡若美町の民家居間から出火。3名死亡。ストーブの消し忘れらしい。
- 2・8 青森県弘前市の精薄者更生施設草薙園女子寮娯楽室付近から出火。同棟1,300m<sup>2</sup>半焼。2名死亡、1名重体、5名重軽傷。園生のタバコの不始末らしい。
- 2・9 東京都江東区新木場の新東京銘木協同組合木材倉庫で火災。1棟718m<sup>2</sup>全焼。ベニヤ板、床材など約250m<sup>2</sup>（約1億5千万円相当）も焼失。
- 2・11 静岡県賀茂郡東伊豆町熱川温泉のホテル大東館旧館で火災。延べ約770m<sup>2</sup>全焼。24名死亡。
- 2・12 大阪府大阪市西成区のアパート東洋ハウス1階10号室から出火。1棟延べ320m<sup>2</sup>全焼。隣接病院の壁面20m<sup>2</sup>部分焼。5名死亡。
- 2・16 和歌山県西牟婁郡白浜町の町立椿小学校講堂から出火。講堂を含めた同校舎1棟延べ1,049m<sup>2</sup>と隣接民家1棟84m<sup>2</sup>全焼。さらに裏山に飛び火し、山林17ha焼失。
- 2・20 北海道千歳市栄町の民家で火災。延べ82m<sup>2</sup>の内部全焼。母子4名死亡。
- 2・22 静岡県浜松市北寺島町の民家で火災。1棟約70m<sup>2</sup>と隣接民

家2棟計65m<sup>2</sup>計3棟全焼、1棟半焼。4名死亡。

- 2・27 北海道十勝支庁大樹町の民家で火災。1棟78m<sup>2</sup>全焼。母子3名死亡。
- 2・28 大阪府大阪市生野区の大衆酒場一福で火災。同店舗約30m<sup>2</sup>焼失。新建材から出た煙と有毒ガスによる一酸化炭素中毒で8名死亡、2名重症。
- 3・11 山形県東置賜郡高畠町の民家で火災。1棟約140m<sup>2</sup>全焼。4名死亡。石油ストーブが加熱、引火したらしい。
- 4・16 福井県勝山市鹿谷町の本郷保育園で火災。1棟延べ約79m<sup>2</sup>全焼。園児3名死亡。
- 4・21 静岡県賀茂郡河津町の菊水館で火災（グラビアページへ）。

## ★爆発

- 2・12 岩手県岩手郡玉山村の東北ホモボード工業合板製造工場で爆発、炎上。1棟約4,800m<sup>2</sup>全焼。従業員8名重軽傷。乾燥機のボイラーが加熱、爆発したらしい。

## ★陸上交通

- 2・7 神奈川県横浜市戸塚区で乗用車がブロック塀に激突、大破。3名死亡、2名重傷。飲酒運転でスピードの出しすぎらしい。
- 2・14 長野県長野市の国鉄篠ノ井駅構内で、臨時列車の機関車取り換え作業中、切り離れた機関車が元の線路にバックし、客車と衝突。団体客ら39名重軽傷。機関士の信号機・標識誤認らしい。
- 3・12 千葉県勝浦市墨名の国道297号で、乗用車が大型トラックと正面衝突。3名死亡、1名重体。スピードの出しすぎで対向斜線に飛び出したらしい。
- 3・18 茨城県猿島郡三和町の国

道125号で、乗用車がトラックと正面衝突。4名死亡、1名負傷。スピードの出しすぎで対向斜線に飛び出したらしい。

- 3・21 東京都八王子市大谷町の国道16号八王子バイパスで、乗用車が駐車中のトラックに衝突。2名死亡、3名重軽傷。
- 3・23 東京都田無市の西武新宿線田無駅で、急行電車が停車中の準急電車に追突。乗客204名重軽傷。
- 3・28 宮城県志田郡三本木町で、乗用車が県道わきの水田に転落し、水田内のコンクリート製電柱に衝突。4名死亡。

## ★海上交通

- 2・18 北海道釧路北東約930kmの千島列島沖合で、韓国冷凍運搬船第17宝山号（999t・18名乗組）が消息絶つ。全員行方不明。
- 3・13 千葉県犬吠埼灯台の北約35kmで、貨物船隆栄丸（499t・5名乗組）と漁船第8大善丸（31t・5名乗組）が衝突。大善丸は転覆し、2名死亡、2名行方不明。
- 3・14 福岡県京都郡苅田北防波堤灯台東北東約6km付近で、砂利採取運搬船第2明和丸（199t・3名乗組）が転覆、漂流。1名死亡、2名行方不明。
- 3・20 鹿児島県肝属郡内之浦観音崎約4kmで、第2あそ丸（17t・3名乗組）の曳航していた台船と、貨物船もり丸（1,991t・2名乗組）が衝突。あそ丸は転覆し、3名行方不明。
- 3・23 静岡県伊豆大島風早埼北14kmで、貨物船正栄丸（1,107t・8名乗組）が消息絶つ。7名死亡。
- 3・23 神奈川県三浦半島城ヶ島灯台約3.5kmで、石材運搬船第16吉田丸（197t・3名乗組）が消息絶つ。3名死亡。

★航空

●3・27 静岡県御前崎南約130kmの海上で、海上自衛隊の対潜ヘリHSS-2B（5名乗組）が墜落。1名死亡、2名行方不明、2名負傷。

★自然

●2・16 群馬県吾妻郡草津町の白根山東約2kmの万座鉾山跡地付近で、ツアースキーの3名死亡。

●2・23 関東地方で大雪。東京電力の高圧送電用鉄塔が11基倒れ、民家の屋根などを直撃、重傷者が出るなどの被害。神奈川県内では約50万戸余で停電や断水。

★その他

●2・17 神奈川県横浜市の民家1階で、2名死亡、1名重体。石油ファンヒーターによる一酸化炭素中毒らしい。

●2・23 長野県上伊那郡宮田村の民家で、3名死亡、1名重体。プロパンガス湯沸かし器による一酸化炭素中毒らしい。

●2・23 愛知県刈谷市富士見町の社宅1階で、湯沸かし器による一酸化炭素中毒で3名死亡。

●3・18 和歌山県有田郡清水町の有田川に架設中のつり橋・浜出橋で固定中の橋げたが河原に落下。作業員3名死亡、2名重傷。

★海外

●2・8 カナダ・アルバータ州エドモントン約280kmで、旅客列車と貨物列車が正面衝突、炎上。乗客約50名死亡、80名負傷。

●2・17 ブラジル・リオデジャネイロ中心街の13階建て雑居ビルで火災。上層階を中心に10時間以上燃え続け、14名死亡確認、約40名負傷。

●2・17 チリ・サンチアゴ北西約140kmのリマチェ付近で、列車同

士が衝突。18日現在、乗客69名死亡、510名重軽傷。

●2・24 台湾国姓郷付近で、観光バスががけを転落。日本人観光ツアー客ら8名死亡、8名重軽傷。

●3・3 ベネズエラ・カラカス市の中心街にある14階建てビルで火災。13、14階部分が燃え、少なくとも13名死亡、14名負傷。

●3・3 ビルマ・ラングーンで大火災。2,000戸焼失し、約8,000名家を失う。

●3・15 シンガポールの6階建てホテルニューワールドが倒壊。17日現在17名を救出。11名死亡、50名以上行方不明。

●3・31 メキシコ・マラパティオ近くの山中で、メヒカーナ航空ボーイング727型旅客機（乗員乗客166名）が墜落。全員死亡。離陸直後、格納されたタイヤが破裂したため。

●4・4 米・サンフランシスコ市臨海工業地帯にある塗料工場が爆発、炎上。周辺工場に延焼。約30名行方不明、20名負傷。

●4・5 韓国・烏山の米軍基地内で、燃料積み替え作業中、航空燃料貯蔵タンクが爆発、炎上。15名死亡、13名負傷。

●4・5 韓国で、137件の山火事発生。山林など約640ha焼失。7日現在22名死亡、16名重軽傷。

●4・11 中国・山西、陝西省間の黄河で、フェリーボートが沈没。120名行方不明。

●4・20 スリランカ・カンタライで、大型ダムが決壊。周辺の3村を襲い、数百名が水死したらしい。

●4・24 フィリピン・レイテ島イサベル沖のカモテス海で、定期貨客船が沈没。24名死亡、162名行方不明。

●4・26 ソ連・チェルノブイリ原子力発電所で事故（グラビアページへ）。

編集委員

- 赤木昭夫 NHK解説委員  
東京海上火災保険(株)  
上田三夫 災害問題評論家  
秋田一雄 早稲田大学教授  
安倍北夫 評論家  
生内玲子 東京消防庁予防部長  
小山 貞 元日本大学教授  
塚本孝一 気象研究家  
根本順吉 科学警察研究所交通部長  
森 尚雄 千代田火災海上保険(株)  
森島 淳 明治大学教授  
森宮 康

編集後記

◆メキシコシティの地盤の特殊性から、大地震の際、今回のような災害の起こる可能性を予測し、地震保険制度に問題のあることを指摘した学者がいましたが、それは事前には実現されませんでした（本号座談会「損保マンの見たメキシコ地震」）。正しい予測でも対策に生かすことはなかなか難しいことのようにです。◆45名の死者を出した川治プリンスホテル（昭和55年11月）、死者32名のホテルニュージャパン（57年2月）、死者11名の蔵王観光ホテル（58年2月）、そして今年2月、死者24名を数えた熱川のホテル大東館と、ホテル・旅館の火災による惨事は後を断ちません。過去の事故から得た貴重な教訓もあまり生かされていないようです。◆正しい予測や事故の教訓を実際に生かすことがいかに難しくても、たゆまぬ努力を惜しまぬことが、防災関係者の責務ではないでしょうか。（山田）

予防時報 創刊1950年（昭和25年）

◎146号 昭和61年7月1日発行  
発行所  
社団法人 日本損害保険協会  
編集人・発行人  
防災事業室長 山田 裕士  
101 東京都千代田区神田淡路町2-9  
☎(03) 255-1211(大代表)  
本文記事・写真は許可なく複製、配布することを禁じます。

制作＝(株)阪本企画室



# 熱川温泉ホテル火災から2カ月余 ホテル・旅館火災相次ぐ

●昭和61年3月16日午前1時ごろ、栃木県那須郡那須町湯本の「那須マウントホテル」鉄筋コンクリート2階建て新館1階のリネン室から出火。同室と付近の天井など約14㎡を焼失。黒煙が新館に充満したが、非常ベルで火事に気づいた2名の従業員が、ホテル外から客室の窓ガラスを次々とたたき割るなどして急を知らせたため、3名が負傷したが、宿泊客87名は全員無事避難した。

●昭和61年3月17日午前4時ごろ、宮城県仙台市中央の木造3階建て旅館「すみれ」で火災。隣接建物に延焼し、4棟延べ1,330㎡を全焼。一度は避難したものの部屋に戻ったスイス人1名が死亡。

●昭和61年3月19日午前9時ごろ、兵庫県神戸市兵庫区にある鉄筋コンクリート10階建てホテル「水上」6階69号室付近から出火。同室と廊下の一部を焼失。

●昭和61年3月26日午前4時半ごろ、福島県福島市・飯坂温泉の旅館「鈴」で火災。木造2階建て120㎡を焼損。3名

いた宿泊客のうち2名死亡。また、1名は重症を負い、後に死亡。

●昭和61年3月30日午前3時10分ごろ、大阪府守口市本町の鉄筋コンクリート6階建てビジネスホテル「ロータリー」の中2階にある喫茶兼待合室付近から出火。内部約230㎡焼失。

●昭和61年4月21日午前2時すぎ、静岡県賀茂郡河津町・峰温泉の「菊水館」本館1階調理場付近から出火。木造2階建て約1,000㎡全焼。隣接の「玉峰館」の一部を焼失し、午前4時15分鎮火した。「菊水館」本館は昭和2年に建てられた木造老朽建物で火の回りも早く、一気に炎上。また、2本の通路を伝って煙が新館に充満、宿直従業員が1名で、避難誘導もわるく、大混乱となった。この火災で、宿泊客117名のうち本館の客3名が死亡、本館・新館の客54名が重軽傷を負った。負傷者の約半数がシーツを使って逃げようとして落ちた人たちだったという。

# 史上最大——ソ連原発事故

昭和61年4月26日午前1時23分（日本時間同日午前6時23分）、ソ連・ウクライナ共和国のチェルノブイリ原子力発電所で、黒鉛減速軽水炉4基のうち、4号炉が爆発、炎上。炉を納めた建物の一部が破壊され、放射性物質が空中に拡散。近隣諸国で異常放射能値が検出されたのをはじめとして欧州各国に深刻な放射能汚染が拡大。5月4日には日本でも雨水中から放射性物質を検出するなど広範囲に汚染を

もたらした。

この原発事故で、住民84,000名が避難。半径30km以内の危険地帯は立ち入り禁止となった。また、1ヵ月後の5月26日には、計19名が死亡（事故当日の即死者2名、放射能障害17名）、80名が重症、被ばく患者は1,000名に達するとソ連政府は発表した。

# 貯蔵LPGが大量爆発

昭和61年5月17日午後1時半ごろ、三重県日南市采女町春雨、国道1号沿いにある燃会社（株）マルエイ四日市支店のLPG充てん作業所で爆発事故。貯蔵してあったプロパンガスボンベに燃え移り、次々に爆発。炎上した。このため、従業員2名が負傷。鉄骨スレート平屋建ての作業所は鉄骨を残し飛び散り、ボンベの破片が付近の飲食店や車中の車11台を直撃。また、飛び散った炎隣接ガソリンスタンドにも引火、事務所の一部が焼失した。

この爆発で誘爆したボンベ数は、20トン入りプロパンガス貯蔵タンクと15トン入りプロパンガス貯蔵タンク各1基のほか、500キロ入りボンベ15本、50キロ入りボンベ120本に及んだ。

原因は、プロパンガス充てん作業中、過充したため、ボンベを倒して液状のガスを出していた際に静電気が発生、ガスに引火したものでらしい。

# 刊行物／映画ご案内

## 防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

## 防災図書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

コンピュータの防災指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

そのとき!あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

目のつけどころはここだ!—工場の防火対策—

人命安全—ビルや地下街の防災—

改訂工場防火の基礎知識(秋田一雄著)

理想のビル防災—ビルの防火管理を考える—

大地震に備える—行動心理学からの知恵—(安倍北夫著)

とつぜん起こる大地震

暮らしの防災ハンドブック

防火管理必携

クイズ防災セミナー

倉庫の火災リスクを考える

## 業態別工場防火シリーズ

印刷および紙工工業の火災危険と対策

製材および木工工業の火災危険と対策

織布・裁断・裁縫、帽子製造工業の火災危険と対策

プラスチック加工、ゴム・ゴム材加工工業の火災危険と対策

菓子製造、飲料製造および冷凍工業の火災危険と対策

電気機械器具工業の火災危険と対策

染色整理および漂白工業の火災危険と対策

皮革工業の火災危険と対策

パルプおよび製紙工業の火災危険と対策

製粉・精米・精麦およびでんぷん製造工業の火災危険と対策

酒類製造工業の火災危険と対策

化粧品製造工業の火災危険と対策

## 映画

森と子どもの歌 [15分]

あなたと防災～身近な危険を考える [21分]

おっと危いマイホーム [23分]

工場防火を考える [25分]

たとえ小さな火でも(火災を科学する) [26分]

わんわん火事だわん [18分]

ある防火管理者の悩み [34分]

友情は燃えて [35分]

火事と子馬 [22分]

火災のあとに残るもの [28分]

ふたりの私 [33分]

ザ・ファイヤー・Gメン [21分]

煙の恐ろしさ [28分]

パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの) [21分]

動物村の消防士 [18分]

損害保険のABC [15分]

映画は、防災講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。当協会ならびに当協会各地方委員会〔北海道＝(011)231-3815、東北＝(0222)21-6466、新潟＝(0252)23-0039、横浜＝(045)681-1966、静岡＝(0542)52-1843、金沢＝(0762)21-1149、名古屋＝(052)971-1201、京都＝(075)221-2670、大阪＝(06)202-8761、神戸＝(078)341-2771、広島＝(082)247-4529、四国＝(0878)51-3344、福岡＝(092)771-9766〕にて、無料貸し出ししております。

社団  
法人

日本損害保険協会

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



## 新作防災映画

# 森と子どもの歌

(アニメーション)

●カラー・15分 消防庁・東京消防庁推薦

広場を見下ろす丘にそびえるカシの大木を中心に広がる森。クマ、キツネ、タヌキ、ウサギ、ネズミなど、たくさんの森の仲間たちがすんでいます。

そんな森に遊びに来た3人の子供たちは心ないハイカーが捨てたたばこから山小屋が焼けるという火事を体験します。

美しい森を舞台に動物たち、子供たちの心あたたまる交流が、美しいアニメーションで表現されています。

ドラマの展開の中で、自然に防火の心が育まれるようにストーリーが構成されています。

当協会ならびに当協会地方委員会(表3に電話番号をご紹介します)にて、無料で貸出しをいたしておりますので、防災集会等の催しの折にご利用くださいますようお願いいたします。

### 日本損害保険協会の防災事業

交通安全のために——— 火災予防のために———

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

### 社団法人 日本損害保険協会

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