

預防時報

1972

91

保険は必要ありません。

なぜなら、

わが家にどんな災害が起ころうと、 経済的には心配ないからです。

こういう方には、わたくしたちもあえて保険をおすすめしません。でも、何百万円の持ち家、月収の30倍はあるといわれる家財が、もし失くしたら。あるいはもし、人身事故を起こしたら、覚悟しなければならぬ千万円単位の賠償金。ふつうの家庭では、即座に解決できない経済的負担だと思うのですが？

住まいの総合保障に
満期返戻金つき
長期の火災保険
住宅総合保険
店舗総合保険

マイカーにかかせない
自動車保険

思わぬケガに備える
普通傷害保険
交通事故傷害保険
旅行傷害保険

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

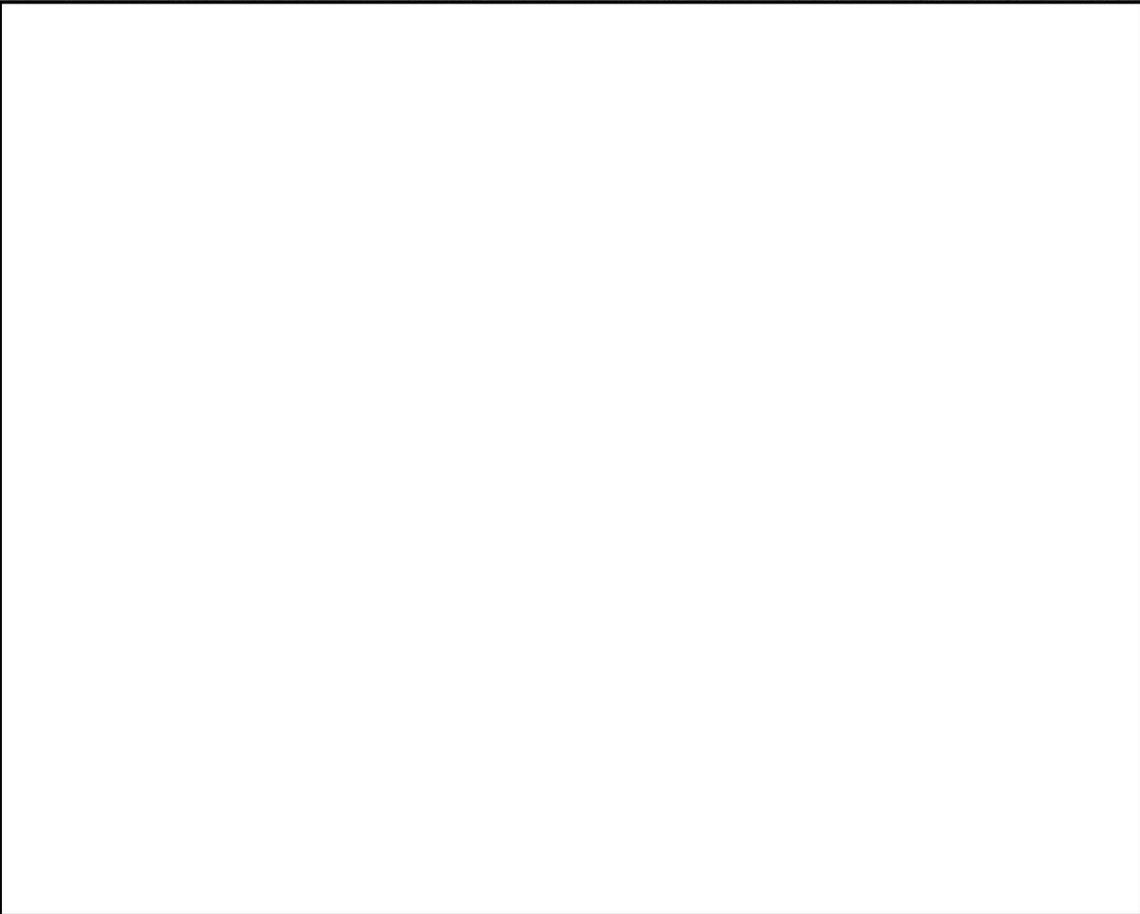
第一火災海上保険相互会社
大東京火災海上保険株式会社
大同火災海上保険株式会社
千代田火災海上保険株式会社
東亜火災海上再保険株式会社
東京海上火災保険株式会社
東洋火災海上保険株式会社

同和火災海上保険株式会社
日動火災海上保険株式会社
日産火災海上保険株式会社
日新火災海上保険株式会社
日本火災海上保険株式会社
富士火災海上保険株式会社
安田火災海上保険株式会社

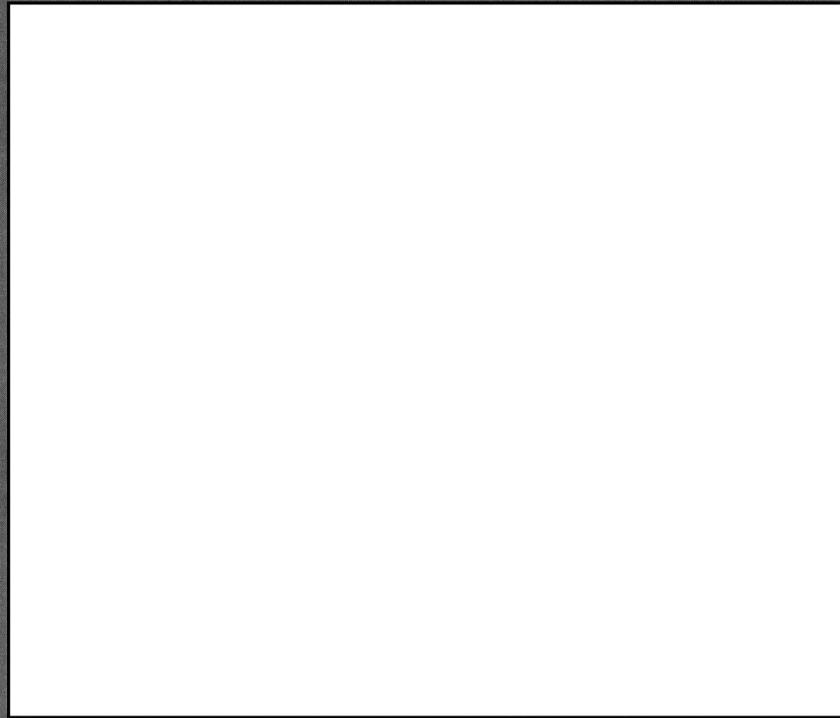
47年7月豪雨。 各地に被害続出。

山くずれでメチャメチャの民家（愛知県小原村） ©読売新聞

押しつぶされた民家



土砂で押し流された列車（国鉄土讃線繁藤駅） © 共同通信



民家の座敷いっぱいになだれこんだ土砂の山（愛知県藤岡村木瀬） © 読売新聞

御殿場線鉄橋流失

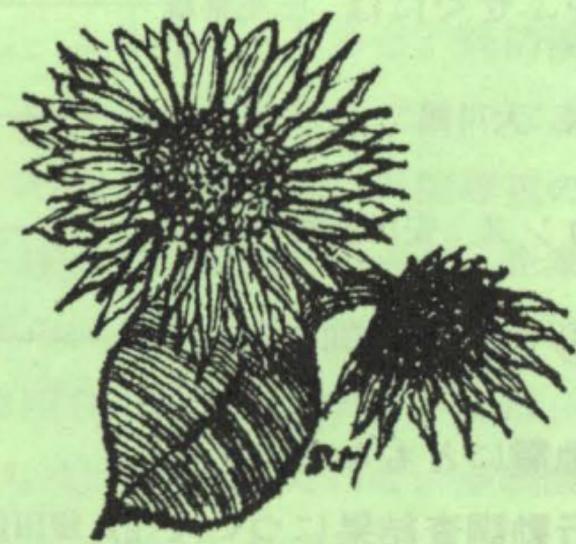
御殿場線山北一谷峨間の酒匂川鉄橋も無残にこわされ、橋脚を濁流が洗う。

防火

予防時報

91

1972/10



編集長 山田 隆夫
 編集 山田 隆夫
 発行所 予防時報社
 〒100 東京都千代田区千代田 1-1-1
 電話 03-3251-1111

目次

地域開発と災害 奥田 穰————— 13

石油をゲル化する

安全化の一方法 岩間 彬————— 35

タバコの燃焼 増尾 裕————— 19

裏通りの交通環境 村田隆裕————— 54

ずいひつ

水汚染をふせぐには 三宅泰雄————— 6

安全と水 大川鶴二————— 8

私のバカンス 安川茂雄————— 10

災害史⑤ 雪害 西川 泰————— 42

八丈沖地震にともなう

都民の行動調査結果について② 鎌田俊喜 60

座談会 高分子材料と煙————— 26

上原陽一／川越邦雄／崎川範行／高崎益男
堀内三郎／秋田一雄

ルポ

東京地下駅の防災設備————— 50

書評 瀬戸内海—汚染総合調査報告1 — 68

防災言 紺野靖彦————— 5

災害メモ————— 69

表紙写真 川又峽 島田謹一

カット 針生鎮郎

防災言

「予想通り、イタイタイ病判決。とまれ、産業
至上主義、お山の大将主義は終わった」。さる8月
9日の朝日新聞・素粒子欄の一節である。

この日、イタイタイ病の控訴審で、カドミウム
による汚染と断定し、会社側に患者側の賠償要求
のほぼ全額を支払うことを命じた判決が出た。会
社もまた、これに服する態度を明らかにした。

これよりさきの四日市ゼンソク訴訟も、企業6
社の共同不法行為とし、6社は患者の損害を賠償
する義務がある、と被告側の全面敗訴の判決があ
った。

しかし、よく考えてみると、経済優先の高度成
長時代、住民は心身ともに、さいなまれてきた。
そして、やっと生活優先、人間尊重の時代の声と
ともに、住民の叫びも認められ、企業も自治体も
渋々ながら、その現実を認めた、というにすぎな
い。現に四日市のコンビナートには、判決後も大
量の煙が、吐き出されていて、亜硫酸ガスの濃度
は、逆にふえているという。

話は変わるが、この夏、レジャー・ブームの青
森県下北半島で、90人定員の遊覧船が、248人の観
光客を乗せ、奇岩を見ようと、船客が片側に寄る
ので、船体が傾き、乗組員さえハラハラしたとい
う。再三の警告も無視され、ついに東北海運局は、
1週間の営業停止処分を申し渡したが、経営者は
「なにしろ、お客さんの要望が強いのでつい…。
定員オーバーはうちの船に限ったことではないの
に」と、弁解している——と、新聞は報じていた。

こんどは身近な話になって、恐縮だが、さる5
月、大阪・千日前のアルサロ火災で、118人の死
者を出した直後、東京・銀座で、私の知人が、ク
ラブを開いた。お祝いがてら行ってみたら、非常

口という青いランプが、全部消してある。経営者
に聞いたら「あれがついてると、どうもお客さん
が、しらけてしまうので…」という言葉が返っ
てきた。そこで私なりに「非常口」のランプの必
要性を説いてみた。そのあと、もう一度寄ったら、
この日は青いランプがついていた。先日の私の意
見が通ったか、と、さりげなく尋ねてみたら「き
ょうは消防の査察があったんで、仕方なしにつけ
たんですよ。だから、客が少ないでしょう」と、
いかにも不入りの原因は、青いランプにあるとい
う口ぶりで「つけた分だけ、消防さんが、補償し
てくれるわけでもないしねえ」といつていた。

三題ばなしめくが、こう並べてくると、いまの
防災に対する一般の考え方が、象徴されていると
思う。

と同時に考えつくことは「安全」とは、なんだ
ろう、ということだ。辞書をひくと「安全とは、
危険がないこと、あぶなくないこと、無事なこと。
安らかで、傷ついたところのないこと」と書いて
ある。まことに明快、理の当然である。

ところが、現実となると、そうはいかない。災
害も年ごとに大型化し、多様化しているのに、防
災面からみると「危険が起きるまでは、安全なん
だ」式の“安全”が、あまりにも多いのではな
らうか。

人間尊重、生活優先の傾向が、強まってきたと
はいっても、まだまだ私たちの周辺、どこをみて
も、それは口先だけのことのような。それでも、
そうした風潮が出てきたことだけでも、喜ぶべき
だろう。そして、これを念仏だけで終わらせない
ために、私たちは一人一人が、いつも人間尊重を
第一に考えて、行動しなければならないと思う。

ずいひっ



水汚染を ふせぐには

三宅泰雄

日本学術会議会員

ことしも、つゆあけまえの集中豪雨で、各地に水害がおきた。日本の国土は傾斜が急なため、水はあっというまに急増し、大きい被害をもたらす。

おなじく「河川」とよばれていても、大陸の河川と、日本の河川とでは、まったく様子がちがう。

アメリカのミシシッピー河（全長6,530km）などでは、上流におきた洪水が、下流にまで達するのに、1ヵ月以上もかかる。日本のばあいは数時間から、せいぜい10数時間である。ある外国の河川工学者が、日本の河川をみて、「これはリバーではない、フォール（滝）だ」といったそうだ。

大陸の河川、とくにヨーロッパでは、河川水はいくつかの国を経て海にながれこんでいる。たとえば、ライン河はスイスの湖に水源を發し、フランスとドイツの国境をながれて、ドイツにはいり、やがてオランダを通過して北海に流れこんでいる。その長さは1,326kmといわれる。

ドナウ河（ダニユーブ河）は、ドイツ南部のシュワルツ・ワルドに源を發し、オーストリア、チェコスロバキヤ、ハンガリーを経て、ブルガリヤとルーマニヤの国境沿いにながれ、さいごにルーマニヤから黒海に入る。その全長はじつに2,850km

にもおよぶ。

1966年、2回目にソ連邦をおとずれたとき、私はウクライナ共和国の首都キエフ市のちかくを流れるドニエプル河の壮大な流れをみにいったことがある。この河は白ロシア共和国に端を發し、ウクライナを経て黒海に入る。全長2,150kmと聞いた。ロシア流にえば、この河の名前はニパー河で、DnieperまたはDneprのDは発音しない。

これらの大河川にたいし、日本の河川は、大きいといわれる利根川、信濃川でさえ、全長はそれぞれ322kmと369kmにすぎず、いわばミニ・サイズの河川というべきであろう。

とにかく、大陸の河川は、いくつかの国を流れたり、また国境にもなっているの、いきおい、交通、水利用、国防などの面で、河川は国際管理下におかざるをえない。水の汚染防止対策についても、国際的な管理がおこなわれていて、上流の国がむやみに汚染物質をながし、下流の国にめいわくをかけることは、ゆるされない。

したがって、国内だけを流れる河川は、たいていのばあ、嚴重な国際管理下にある河川にくらべて汚染度が高いのがふつうである。日本の河川は、まさに国内河川であるから、いままでの汚水対策は、かなりルーズなものであった。そのため、ヨーロッパ諸国の河川にくらべて汚染度が大きくなったのもやむをえないことである。

日本の河川がミニ・サイズであり、フォール型であることのほかに、それを特長づけるもう一つのことがある。それは流量の大巾な変動である。日本全体の河川流量は5,600億トン（年間）といわれているが、その半分くらいは洪水時に一挙にうしなわれてしまう。平時の流量はいたってすくない。日本では水が多すぎ、しかも水が足りないとい

7/25

いう奇現象がおこる。

たとえば、利根川の流量は平均すれば、 $214\text{m}^3/\text{sec}$ だが、最大流量は $7,500\text{m}^3/\text{sec}$ 、これにたいして最小は $7\text{m}^3/\text{sec}$ という大きい開きをしめしている。信濃川も同様で、最大 $3,900\text{m}^3/\text{sec}$ 、最小 $21\text{m}^3/\text{sec}$ 、平均 $500\text{m}^3/\text{sec}$ である。

日本の河川がフォール型であることは、流速のはやいことを意味する。汚染物質がはやくはこび去られるということでは、流速が大きいのは利点である。「水に流す」という俗語のうまれた所以でもあろう。しかし、日本の河川の流量が少ないことは、その反対に、汚染物質の包容力が小さいことを意味している。海にはやく流れ出るのはよいが、流量が少ないために、汚染された水は、沿岸に停滞し、沿岸までを汚染してしまう。

このように、外国の河川と日本の河川では、いろいろな点で大きいちがいがあり、水の汚染防止対策を立てるばあいでも、ただ外国流をまねていたのでは役に立たぬことが多い。たとえば、汚染物質排出のさいの濃度による規制などもその一例である。

ヨーロッパなどでは、大川はその流域の上水道の水源としてつかわれているから、河川水中の汚染物質の濃度は、つねに飲料水にたいする最大許容濃度を十分に下まわっているように規制しなければならない。日本では、上水道の水源を河川の上中流でとることが多い。

これにたいして、汚染物質を排出する都市工場は下流に位置していることが多く、下流の水は飲料にもちいられてはいない。このようなばあいに、飲料水の最大許容濃度をもとにして廃液の濃度を規制することは、あまり意味のないことであろう。

むしろ、下流および海岸ちかくでとれる魚貝類、

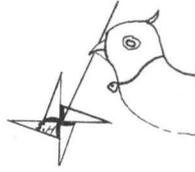
藻類、穀類などにふくまれる汚染物質の濃度が問題である。生物はある種の汚染物質を体内に濃縮する能力をそなえている。水銀、鉛、銅、カドミウム、PCB、DDTなどがそれである。これらの物質が生物に濃縮されることを考えたうえで、廃液と環境水の濃度規制をおこなう必要がある。このほかに、生物資源をそこなわないように、また、生活環境を悪臭などで悪化させないようにするための配慮は、とうぜん必要なことである。

わが国の水汚染対策の基本は、いままでは「濃度主義」が中心であった。汚染物質の濃度をいわゆる何ppm以下にせよというのがそれである。その結果は、汚染物質はなんでも、うすめて外に流せばよい、という安易な考えにみちびかれてしまった。この考えからすれば、汚染物質の除去はすこしも必要とはされない。そればかりか、各工場はきそって地下水をくみ上げ、汚染物質をうすめることに一生懸命になっている。これは水資源のたいへんな浪費でもある。

その一例を、私たちは富士市でみることができる。ここは昔から豊富な地下水で有名なところである。製紙工場はそれに目をつけ、そこに多数の工場を立地し、地下水をくみあげられるだけ、くみあげて、それで廃液をうすめて田子の浦に流しこんでいる。工場による地下水のくみあげは、各地で、地盤沈下という、べつの深刻な公害をひきおこす原因になっているのは、周知のとおりでもある。

このような不合理を是正するには、廃液の濃度規制のほかに、放出率を規制しなければならないことを私たちはおしえられている。放出率の規制というのは、たとえば、一週間に何トンまでの汚染物質の放出はみとめる、ということである。こ

ずいっ



これは汚染物質の排出の総量をおさえることにもなるから、いきおい企業側は、汚染物質の除去について考えざるをえない。また、これによって、貴重な水資源の浪費もふせげるであろう。

水の汚染防止対策は、それぞれの国の自然的、社会的条件のちがいによって、きめこまかく立てられねばならない。それは、自然科学的な技術面ばかりではなく、制度面でも同じことである。

水汚染対策の制度のうえで、一つの模範にされるのは、スウェーデンの制度であろう。

スウェーデンでは、企業が廃液を放出するばあには、水裁判所（ウォーター・コート）の判決を受けねばならない。裁判所は政府に属する水審議会（ウォーター・ボード）の専門家の意見を聞き、企業ごとに、汚染物質ごとに最大許容放出率の判決を下す。企業一辺倒といわれてきたわが国の水汚染防止の体制にとっても、これは他山の石とするに足りるであろう。

安全と水

大川鶴二

東京消防庁 消防總監

さきごろ、イザヤ・ペンダサンの「日本人とコヤヤ人」という本が読書界の話題になったが、そのなかに「日本人は、安全と水は無料で手に入る

と思いこんでいる」という指摘があった。この指摘は、かならずしもすべての日本人に当てはまるとは限らないが、われわれ消防人の危懼をよそに、安全と水は無料だと思っているひが多いことは確かである。

最近の新聞の投書欄に出ていた事例であるが、ある会社の責任者が、消防署の防火視察があるからと、社員に命じて避難通路や非常口に積んである荷物を片づけたが、視察がすんだらまた元通りにしてしまった、という。これでは、この経営者は安全は無料だと思っていると言われても仕方がないようである。

しかし、現在の過密都市においては、安全を安価に入手しようとしても、それは無理というものである。かえって、事後に思わぬ高価な犠牲を強いられる結果になる。その犠牲の大きさを如実に示したのが、さる五月に大阪で発生した千日デパートビルの火災であった。死者118名、出火時ビルの7階のサロンにいた170名のうち7割が死亡するという、あまりにも大きな惨劇を現出したのである。その際、サロン“プレイタウン”の従業員が、客の避難を考えるよりさきに、飲み逃げを防ぐために避難者の足止めをしたと伝えられている。わずかな支払いを確保するために、人命の安全を無視するという感覚は、防災の立場から見れば「正気の沙汰」とは思えない。しかし、このサロンの従業員も、平生はごくふつうの市民なので、東京のサロンにも名古屋のサロンにも、こういう人々が従業員として働いているといえる。こう考えてくると、一般の市民のひとりひとりが「安全」に対する認識を深める必要を痛感させられるのである。このことは、千日デパートビルの火災を見る以前から消防人の間ではかねがね重要な懸案とな

っていた。東京消防庁が「火災と地震の話」という防災教科書をつくり、東京都内の全中学校に配布したのも、義務教育の過程のなかで「安全・防災」に対する認識を深めてもらおうという主旨から出たことである。

ところで、サロン「プレイタウン」の惨状で、従来の焼死者というイメージとはかけ離れた、焼けた跡の全くない死者の一群があったことをご記憶の方も多いと思う。この犠牲者は、いわゆる「煙死者」である。最近の火災における死者のうち、大半はこの煙死者なのである。煙死の原因として、新建材があげられているが、有毒な煙を出すのは新建材に限ったものではない。身近にある衣類、布団、家具類、調度品などすべての燃焼する物質から有毒な煙が出ると思わなければならない。とりわけ、石油化学製品が燃焼する際の生成有毒ガスは危険の度合いが高い。

消防戦術の面でも、これからは「炎のない火災＝煙」との闘いが大きな課題となってくる。煙に対する研究も着々と進められている。たとえば、煙の粒子を20万ボルトの静電気を利用して瞬間的に天井や壁に吸着させるという方法も開発され、現在この放電装置を消防車に積載できる見込みもついているので、その実用化も近いようである。

その後、千日デパートビルの火災の調べが進むにつれて、防火管理や避難管理の面での不備欠陥が明らかになり、消防上の諸問題が浮き彫りにされてきた。その問題点を受け止めて、われわれも「ノーモア千日ビル」をめざして必要な対策を推進している。

一方、生きるために水ほど大切なものはないことは言うまでもないが、消防にとっても、これはまた重要なウエイトをもっている。いくら優秀な

近代的機械がそろっていても、その弾丸である水がなければ、火との闘いには勝つことはできない。欧米では、消火専用の水道が完備され、大量高圧の水が安く豊富に使用することができるようになっている。しかし、日本では消火栓には飲料用の上水道が使われており、全くもったいない話だが、今からでは専用水道の新設は望めまい。ことし東京は空梅雨で平年の2分の1しか雨が降らず、一部では給水制限さえたので、消防でも大変水の心配をした。その後、台風6、7、9号が相い次いで襲来し、その集中豪雨で水ガメも確保され、オリンピック当時の水なし東京サバクの難をまめがれてホッと一息というところである。

水の心配といえば、地震のときが最も深刻で、水道が切断されるため消火栓は使えない。そこで貯水槽をいかに増やすかということが震災対策の上からも重要な課題となってくる。

そのため都市計画の中に、消防の意見が取り入れられて貯水槽が整備されることが望まれる。とりあえず、ことしは国の補助で、かなり多くの貯水槽を江東地域に作ることにしたが、その用地難は予想以上で、同様に公共の福祉を図るための道路新設や都市改造の際の土地収用の苦勞をつくづく実感した次第である。

それにつけても、東京の多くの堀や川が埋立てられ、自然水利が少なくなったのは遺憾なことである。昨年も隅田川の両岸に伊勢湾台風級の高潮がきても大丈夫という外郭堤防ができたが、その影響で無尽蔵ともいえる消防水利が使用不能となってしまった。その後、当局と何度も折衝し、消防車の接近できるスロープを何か所か設けさせ、かろうじてその使用ができる状態となった。これなども事前に消防の意見を取り入れてもらいたか

ずいっぴ



った分野である。

なんとといっても、その昔から水ほど消火効果の優るものはない。私は水の重要性をみなおし、これから“水いっぱい”（一杯ではない）運動を大いに展開していこうと考えている。

これは、都市計画などに入れる遠大な水利計画だけでなく、身近なバケツの水を備えようというもので、初期消火用に消火器だけでなく消火専用のバケツ（新しく当庁研究所で開発したもの）、を大いに普及しようと考えている。これは、普通のバケツと異なり、中に隔板を設け、中の水が一回だけでなく何回もかけることができるようになっており、しかも大変廉価にできるので各家庭でも簡単に備えられるものと期待している。

最近では、消防においても近代化が進み、システム・エンジニアリングも採り入れられ、煙感知器と連動して防火シャッターの開閉や自動消火など消防設備の開発、実用化があい次いでいるし、また一方、消防行政においても法の拡充強化などにより消防設備も大分整備がなされてきている。しかし、いくら防災設備を整えたところで、それをいつでも十分に使いこなす保守管理と自衛消防組織を運用するのはすべて人であり、その人による防火管理が徹底されなければなんの効果もない。

これからは、これら消防関係者だけでなく、一般国民もそれぞれ対象に応じた「消防の人づくり」を心がける必要があり、さらにアメリカの大学において行なわれているような安全工学部や消防工学科といった専用講座を設け、防災の専門家の養成を急がなければならない。

とくに近く襲来が予想される大地震の対策については、都市改造等の抜本的な計画も必要であるが、まずもって都民の自主防災組織の確立と防災

教育の徹底が最も急がれるところである。このときあたり、江戸消防以来の伝統を破って、ことし初めて採用した婦人消防官の第一期生が、都民の皆さんの前にお目見えすることとなり、女性特有のソフトで、きめの細かい防災指導が期待されている。

いまや、安全も水も、さらに空気まで無料では買えないのである。著しい経済成長の下で膨脹を続けた過密都市においては、予期しない公害、酸欠、ガス爆発等の都市災害が発生し、安全の確保のためには巨額の防災投資がなによりも必要である。

「意気」で火を消した江戸時代と異なり、現代の消防は「金」で火を防ぐ時代となっているのである。

私のバカンス

安川茂雄

登山家

いま私は立山連峰の剣岳の麓にある剣沢小屋にいて、この原稿を書きはじめた。窓の外には真夏の日ざしを一杯にあびた剣岳がそそりたっており、黒い岩と白い残雪がなんとも美しくコントラストしてまぶしい。

私たちは七月二十二日にクルマで東京を発った。

家内と家内の妹、そしてオシュという名前のスコッチテリアの一行であった。東京から松本へでて、某雑誌の取材で乗鞍のスーパー林道という六月に開通したばかりのコースをドライブした。

奈川渡から入ったのだが、この付近はダム建設などあって一昔以前とはまったく変わってしまった。人造湖がつくられ、島々からの道もハイウェイなみに改装されており、かつてのおもかげはない。

奈川渡から黒川渡へ、上高地へのコースと分れて左折する。周囲は万緑といってよい緑一色の目くらむような明るさであった。スーパー林道は、まさしく林道であって、巾の広い砂利道である。クルマもこの辺りにくるとギヤーをおとして走らなくてはならない。

まだ開通したばかりのコースなので、殆んどクルマには会わなかった。しかし、雨でも降ったら、あるいはガスでも濃かったら、かなりドライブは難しくなるだろう。夜などのドライブはさけるべきであって、アルプスのドライブとしては魅力があるが、初心者はさけるべきだ。

途中の一ノ瀬牧場では牛を放牧していて、じつにのどかである。黒と白のまだらな大小の牛がのんびりと遊歩しており、スイスのグリンデルワルトを思わせる。牛の首に鈴をつけたら、スイスと感違いするような、美しい乗鞍高原の真昼の風景であった。

スーパー林道をぬけて、私たちはシャレー乗鞍という宿に泊ることにした。山小屋というよりはホテルに近い瀟洒なつくりである。ここで一夜を送り、さらに翌日スーパー林道を走りつづけた。このコースの終点は白骨温泉で、クルマの出たところは泡の湯の前であった。

かって、スキーで私は二・三回訪れたことがあ

り、ひどく懐しかった。そこで同館を訪れて、久方ぶりに主人と挨拶して、一風呂あびさせてもらった。ここの湯はじつに快い。一時間ほど休んで、再びクルマにのって、上高地へむかった。

ここも私にとっては懐しい土地である。この上高地の主、木村殖氏とは、すでに三十年近い交際である。もともと帝国ホテルの留守番役として雪の上高地でも下山せずに、クレさん、長さんのトリオでくらしているのだ。ずいぶんとは私に厄介になっている。二十才の頃からの古いつきあいであり、じつに懐しかった。

いまは木村小屋の主人をしており、この小屋に一泊した。すっかり上高地は観光化したのが、この小屋だけは珍しく昔の山小屋の雰囲気をたもっており、泊るお客も大体定連らしい。

翌日、富山へぬけるので、中の湯から平湯畔へぬけた。しかし、昔の中の湯を知っている私にはなんとも味けなかった。すっかりロッジになってしまい、かつての蒼古たる山の湯の匂いは乏しくなってしまう。

ここでも一浴したのち、信州から越中へのコースへと向った。神通川沿いに私たちのクルマは走りつづけて、同日の夕刻、富山の芦くらへ辿りついた。

東京の下町生れの私には故郷がない。東京は故郷と呼ぶには余りにも雑居的であり、煩わしいようだ。

もともと、秋の祖父は信州の出身となっている。しかし、どうやら長野ではなく、越中の富山であるらしいのだ。私の本姓は“長越”、というのだが、三冊の東京の電話帳にもこの姓はみられない。私の姓も“安川”、となっており、郊外に親類の一家族がいるだけである。ところが富山へやってくる

すいひっ



と、薄っぺらな一冊の電話帳に“長越”の名前が数十軒列記されているのに私自身おどろいたのであった。

どうやら私の故郷は、この富山の呉羽へぬける茶尻町という一角にあったらしい。この一件を調べてくれたのは、山仲間の“トンコ”こと佐伯富男であったが、本当に嬉しかった。

私が越中出身の人間であることは、意外であったし、同時に、私はこの越中との宿縁を感じないわけにはゆかないのである。

谷川岳、穂高岳はでかけたのだが、立山、剣の山となるとはるかにとおかった。ヨーロッパ・アルプスよりもとおい感じだった。

そこで私は戦後になって初めて立山を訪れたのだ。芦くらという立山の“シェルパ村”である。すでにこの村を訪れてから二十年間以上にもなるが、この村には佐伯文蔵、富男などの山仲間がくらししている。

すでに四十才をこえた私たちは、いまさらどこを攀じようなどという野心はない。しかし、山好きの私にとっては、やはり剣はりっぱな山であり、穂高、谷川岳と共に“日本の三大岩場”とされている。

かつて3,000メートル級の山であった剣も、いまは2,000メートル級の山となった。しかし、この山の立派さについては、いささかの変わりもない。剣はあくまで剣であり、その山の峻しきは、やはり私のみるところ、日本で屈指と信じてやまないのである。

ことにこの周辺の山のたのしいのは、山小屋の人びとなど、すべて芦くらの山人たちであって、どこの山小屋へ行っても、すべて山の友人であることであろう。大方の山人たちは酒好きであり、

すぐにお互いにのみはじめるのだ。

こんどの旅では、七月二十六日に千寿が原にある、文部省の登山研修所の講師も依頼されていたので、上高地から芦くらにやってきた。佐伯富男宅へ宿をとった。トンコという名前で有名な、立山の名物男であり、北大山岳部のOBで、東京へくれば必ずといってよく、私の家へ一日、二日と泊ってゆく。じつにさっぱりした性格であり、好き嫌いがはげしい。

この地域の山人のボスは、佐伯富男の岳父にあたる佐伯文蔵で“剣の文蔵”といわれる山人である。彼も東京へくれば、必ず私の家に泊ってゆく。古い山人としては数すくない一人であって、もうこういった山人は生まれないであろう。

こんどは剣沢の小屋で三泊したが、どこの山にも登らずに、ひたすらのんびりと暮らした。山での生活というものは、いろいろとある。登るだけがないので、山の麓で一日じゅう山を眺めることも山のたのしさの一つといえるだろう。

乗鞍、上高地、立山。そのあと、私たちは戸隠に向った。途中で、日本海岸の能生という漁村に寄ってみた。ここの民宿に泊り、家内と共に鯛の生きづくりや、生えびなどたらふくたべた。じつにおいしかった。旅のたのしみを存分に味わったのだった。

さらに野尻湖から戸隠へ。ここにも山仲間の佐々木徳雄のつくった小屋がある。じつに瀟洒な山小屋で、毎年スキーと夏に二回は訪れる。一泊だけの予定が、気分のよさに二泊してしまった。

七月下旬から八月上旬まで半月ちかく、クルマで、家内と愛犬オシュとのバカンスは、じつにたのしい、人生の一刻として忘れがたいものであった。

地域開発と災害

奥田 穰



1. はしがき

今年の梅雨は陽性といわれ、6月中は雨が少なく、水ききん問題に発展しかねない状態にあったのが、7月に入ってから、ほぼ全国各地に豪雨がゲリラ豪雨といわれるような状態で襲い、水害をもたらした。今年の特徴は、一部を除いて、局所的な激甚災害が各地に発生し、死傷・行方不明者の数が多いということである。すなわち、災害密度が局部的に非常に大きく、しかも、それら激甚災害の発生が地域開発あるいは自然破壊と密接に結びついて発生していることがうかがわれる。まず、今年の水害について概観し、その中から、それらの典型をとり出してみよう。

7月5日、高知県土佐山田町における山崩れ災害、6日、熊本県天草郡竜ヶ岡町の山崩れ・土石流による災害。川内川の鶴田ダム放流による鹿児島県宮之城町の水害等。8日、米代川上流の県営素破里(すぱり)ダムの放流による秋田県能代市および山本郡二ツ井町の水害。11日、江川上・下流の広島県、島根県の流域各地の水害。12日は神奈川県足柄上郡山北町で土石流災害。13日には岐阜・愛知両県の特に愛知県西加茂郡小原村を中心とした矢作川流域の水害と、これらは梅雨前線による豪雨で発生した水害である。

その後、台風6号が15日夜半に伊良湖付近に上

陸、9号は23日大分県東部から下関付近を北上して、被害を各地に与えた。

また、ここ数年来問題になって来た光化学スモッグは練馬区石神井南中学校をはじめとして、今年も暑い夏に入る前から各地で発生しているし、石油コンビナート地域を中心とする大気汚染害も依然として猛威をふるっている。

これらの災害は、いずれも開発あるいは自然破壊と結びついて発生しているが、大気汚染害を含むいわゆる「公害」については、よく御承知と思うので、水害を中心に開発あるいは自然破壊との結びつきを検討して行くこととする。

2. 今年の水害と開発・自然破壊との結びつき

土石流・山津波で100人以上の犠牲者を出した天草の水害について、「朝日ジャーナル」は「時の動き」で次のように報じている。『天草の山には灌木がよくしげり、宅地造成ラッシュもない。昭和44年の建設省調べによると、土砂くずれに人家の危険箇所は全国で13,300余か所にのぼるが、天草のほとんどの地区は、この危険箇所に入っていない。いわば“恵まれた”環境にあるわけだが、その天草でも、自然の破壊は必ず自然の報復を受けるといふ教訓を残した。』

松島町では、山はだに一本の林道が走っていて、がけくずれは、この林道に沿って起きた。『山本敬教授（九州工業大学開発工学）は「土木工事が破壊につながる典型的な見本だ」という。』また、『熊本大学理学部の天野昌久教授（地質学）は「天草一帯は国内でも有数の雨に強い地質だ」といい、山本教授は「本州で同じくらいの雨が降れば無軌道な宅地造成や開発工事からみて、想像出来ない大惨事が起こる」と警告する。』

天草の激甚災害は、一本の林道開設に結びついて発生したと見たのである。同様に、今年の水害発生を開発あるいは自然破壊と結びつけて、新聞その他の報道から整理してみると、次のようになる。

- (1) 道路建設のための開削（天草、高知県土佐山田町）
- (2) 国有林、民有林の皆伐あるいは皆伐に近い伐採（高知県土佐山田町、愛知県奥三河地方秋田県米代川流域）
- (3) ダムの放流（川内川建設省鶴田ダム、米代川県営素破里（すばり）ダム）

以上のような検討から、地域開発、自然破壊が災害の発生と何等かの形で結びついているようにみえる。これらの結びつきについて、さらに一般的な形で検討してみることにする。

3. 地域開発・自然破壊と災害との結びつき方

前節までに見て来たように、開発・自然破壊が災害と結びついているのであるが、それを技術の立場から次のように整理し、分類することができる。

- (1) 開発技術の機能から来る災害
- (2) 開発技術の導入に際しての、環境条件把握における欠陥から来る災害
- (3) 開発技術と伝統技術環境との間の格差から来る災害

ここでいう開発技術とは、地域開発に導入された技術を指し、土木技術のみでなく、林業経営、

コンビナート、発電（水力、火力、原子力）その他に導入された技術を指す。

(1)と(2)については、7月24日の四日市公害裁判で、具体的に企業者および国および自治体の責任として取り上げられているが、(3)については、まだ具体的な指摘がなされていない。

次節以下において、これらの内容を詳しく述べることにする。

4. 開発技術の機能から来る災害

いわゆる「公害」に関連する技術の機能に重大な欠陥があり、汚染物質を大気中あるいは水中に拡めて災害を拡大していることは説明を要しないだろう。それ故、水害に関連する開発技術の機能を中心として議論を展開することにする。

(1) 水害に結びつく開発技術の機能

災害は加害要因（破壊力）が被災要因（抵抗力）よりも大きい場合に発生するのであるが、開発技術の水害との結びつきは、開発技術の機能が、破壊力を増大させるものと、抵抗力を著しく減退させるものとに区分される。そして、それらはさらに次のように細分される。

a. 破壊力を増大させるもの

- ① 水の流出機構に変化を与える
ダム、団地造成、山林の伐採
- ② 水の流出速度を早める
高水工法による河川堤防（上・中流の）

b. 抵抗力を弱めるもの

- ① 地層のせん断応力の分布に変化を与える
木材の搬出時の山肌の損傷、道路開削、丘陵地開削による宅地造成
- ② 地盤高に変化を与える
地下水の過剰揚水、天然ガスの採取、石炭の採取等

c. その他、a、bに該当しないもので、広義の水害を発生させる

- ① 水収支・熱収支のバランスを崩し、動植物の生存環境に変化を与えることによって、人間に影響を与える。

流路変更、ダム、山林の皆伐

② 水収支のバランスを崩し、地下水位の低下を来たすもの

流路変更、地下埋設構造物

以上のような区分がなされるが、開発技術の機能と水害との結びつきを、これら全部について述べるには、枚数が不足するので、代表的なものとして、ダムをとり上げて述べることにする。

(2) ダム機能と水害

ダムの機能は、用意された堰堤によって、流出を堰き止め、下流への流量を調節すると同時に、必要とする量を任意の時期に、任意の量を取り出して、水量として、あるいはエネルギーとして使用するところにある。

ところが、この機能の中に、水害と結びつく重要な欠陥がひそんでいる。その第1はダムに溜められるものは、水ばかりでなく、流出土砂まで含んでいるということである。第2は、水利用目的と治水目的とは、ダム操作運営に矛盾が生ずるということである。第3は、堰きとめられた流水で形成された湖面から蒸発によって、ダム周辺地域の水蒸気量が増加し、湿度が高くなることによって、植生の生存環境に変化を与える。第4は、流量を人為的に大きく変動させたり、流量を著しく減少させることによる影響である。

これらの機能のうち、第3と第4は普通一般にいわれる水害には入らないので、省略するが、自然環境、生活環境に対する見逃しえない問題が含まれていることだけは指摘しておきたい。

i) 流出土砂堰きとめの影響

日本列島の地質構造からいって、全国ほとんどの地域で土砂生産が多いといわれる。そして、大量の土砂生産はまず山腹崩壊に始まり（第1次）、次ぎの大雨・豪雨で河川の支流や上流に運ばれ、遂次下流に運ばれて、海に至るわけである。その間大きい岩は砕けて、下流に行くに従い、小さい粒径のものが多くなる。

ダムは河川の流水を堰き止めることによって土砂まで堰き止めてしまうことになる。土砂とはいっても、上流部では大粒径のものを多数含む土石

といった方が適当である。これらの土石の堆積は流水の速度がダムによって堰き止められている水によって急速に減速されるところから始まり、遂次上・下流に拡大される。それ故、土石の堆積はダム堤体の直ぐそばが最もおそく発生し、ダムが湛水した場合に影響を受ける水面の最も上流のところ（背水端という）や、ダムに直接流れ込む支流の合流点でまず始まる。そして、土砂による河床の上昇によって、相対的に河岸の地盤高は低くなり、背水端や支流合流点付近は水害常習地帯と化することとなる。

さらに、大雨・豪雨時には、ダムの放流が長時間継続されることが多いが、この際発生する激流が、ちょうどエアー・カーテンが外気の侵入を遮断するように、ダム直下流に流入する支川を堰き止める効果を与えて、支川水位を上昇させるばかりでなく、本川に流入する支川の土砂を堰きとめて、ここにも水害常習地帯を作り出す。この例は少ないが、佐久間ダム直下流に流れ込む大千瀬川が良い例で、合流点に近い佐久間町浦川部落は、この現象によって、例年のように水害に悩まされている。

流入土砂の堆積によるダムの埋没は、ダムの貯水容量を減少させることを意味する。そのため、必然的に洪水調節容量も減少し、それだけ水害の危険性を下流にも与えることとなる。ダムにはダム操作規程が作られ、それに準拠して操作されているが、ダムの埋没状態に対応した規程の改訂が必要となるのも当然考えられることである。

ii) 利水と治水の競合

利水のためには、ダムを常時満水位にしておくことが望ましいし、治水のためには、大雨・豪雨時の流水をできるだけ量を堰き止めるために、空っぽにしておいた方がよい。日本の雨は、雨季と乾季がほぼ明確に分かれているし、年々の降水量にしても変動が大きい。しかも、日本の河川は急流河川をなしているので、水の出かたが早い。したがって、大部分の河川の流量に非常に大きい変動のあることがわかる。それ故、利水目的の側からは、豪雨を前にダムを空っぽにして備えよう

という覚悟が出来ない。まして、雨量予報がまだまだ実用的でない現在では、資源を無駄に流してしまうおそれがある。そこで、事前の放流の出しおしみをし、豪雨時には、豪雨流出と放流とが重なって、下流の水害を大きくすることになる。

このような目的の競合は、貯水容量が十分大きければ、ある程度解決する問題であるが、日本では、集水面積に比して貯水容量が小さすぎるのが大部分なので、常にこの心配がある。

5. 環境条件把握の不十分さから発生する災害

開発技術の導入に際して、必ず、事前に環境条件の調査が行われ、周辺環境の開発技術体系に対する影響と、開発技術導入の周辺環境に対する影響とが検討される。この事前の調査による環境条件把握の不十分さが、災害を発生させる原因となることは、大気汚染害や水質汚濁害の例をとると、よく理解できるだろう。水害においても、同様に指摘することができる。

(1) 計画高水流量

日本の河川は1級河川から排水河川あるいは下水道にいたるまで、ほとんどすべての河川は計画高水流量を算出し、それに基づいて計画がたてられている。この算出は、河川流量が流域全体の土地利用、水利用、河川改修等の変化に応じて変化するので、人為的な変化がほとんどないとみなされる長年の雨量から、その超過確率を算出し、その確率雨量が降った場合に河川流量がどの程度になるかを検討して算出される。それ故、この算出に当たって、次のような事項が問題となるはずである。なお、1級河川でも、計画高水流量は1/100年の確率雨量を用い、中小河川ではそれ以下の確率雨量が用いられていることを前提として述べる。

- a. 雨量の評価時間を如何にとるか
- b. 計算に用いる雨量の統計期間を何年以上とらなければならないか。
- c. 豪雨や大雨は間けつ的に発生する現象であり、その度数分布は正規分布から著しい偏倚

を示して、むしろ γ -分布になっているための不都合はないか。

- d. 確率雨量推定に使用する雨量観測点が、対象流域の雨の降り方を代表しているか。
- e. 確率雨量から計画高水流量を推定する場合流域内諸条件の変化を如何に組み入れるか。
- f. 一般に降雨域の中心は、移動し、変化する。流量配分計画をたてる場合に、降雨量の移動変化の効果を如何に考慮しているか。

これらの事項の中で、aについては、流域面積、河川形状、土地利用状態等により、日本の大河川でも3時間くらい、山間部の河川では1時間あるいはそれ以下の短時間の雨量が望ましいし、特に都市排水河川、下水道の場合には10分程度のものが必要とされるだろう。しかし、現実には、その目的に適する雨量資料は昭和30年頃から得られるようになったので、満足するまでの吟味は、一部を除いて困難であろうし、この解析には気象学的専門知識を必要とする。

bについては、年々の雨の降り方には変動があり、豊雨期と寡雨期というような長周期変動が見られる。そのため、統計期間が短いと、長周期変動の一部分をとり出して見ていることとなる。これを雨量階級別度数による確率密度分布から見ると、短期間の資料では分布が安定せず、安定した分布を得るためには、ある程度以上の統計期間を必要とする。筆者が調べたところでは、それが約50年以上でやっと安定するという結果が出ている。このような長い統計期間に応じ得る雨量資料は、日雨量あるいは24時間雨量程度であり、それ以下の短時間の資料については、一部を除いて困難である。

cについては、正規分布である場合には、確率計算で得られた値は、中央値と一致するが、雨のように著しい偏倚のあるものは、計算で求められた確率値(平均値)は、中央値よりも少ない値となる。超過確率の計算で、100年に1回の雨量が算出されても、その値は平均の確率値として与えられたものであり、それ以上の雨量はまだ降る可能性を持っている。われわれは、この問題に対

して、せめて中央値を用いるようにしては如何でしょうかと、提案して来た。

雨量の確率計算には、まだまだいろいろな問題が残されているので、超過確率計算値は、単なる目安に過ぎなく、それ以上の雨は十分降り得るのだという考え方で、何時でもその状態が発生した時には、十分に応急的対処が可能なような配慮が望ましい。

dについては、雨の降り方、特に豪雨・大雨の降り方には地域特性があることに帰因する問題である。計画高水流量を求めるための超過確率計算には長い統計期間を必要とする。それにたえうる長い観測資料を持っているのは気象台・測候所等に限られる場合が多い。ところが、これらの気象官署の大部分は平野部にあり、山間部の資料は微々たるものである。そこで、しようがなく、気象官署の資料を使用することとなるが、降雨特性は、気候区分によって、それぞれ明確に異なっている。日本の気候区分は山岳地帯によって区分されていることが多い。そして、平野部と山岳部とは異なる気候区分に属し、超過確率計算に用いる雨量の確率密度分布はそれぞれに特有の分布を示して、平野部の資料で推定した場合には過小見積りとなるおそれが多分にある。

資料のある地点の大部分は平野部にあり、山岳部の資料では直接推定できないとなると、平野部の資料で推定した値を、山岳部と平野部との雨の降り方についての関係を用いて、山岳部の雨量に修正することが必要となる。

また、都市排水河川や下水道の計画高水流量を推定するための1時間雨量の超過確率は、統計期間が短いために、直接算出することができない場合が多いので、日雨量などから短時間の雨量(I)を推定する最も合理的な式は、tを降雨継続時間(分)とすると、
$$I = \frac{a}{(b+t)^n}$$

この式のa、b、nは地域によって異なった値をとり、それらの値の分布は気候区分に対応して現われる。

以上のことから、代表点の選び方にしても、短

時間雨量の推定の場合でも、対象とする流域がどの気候区分に属するかを詳細に吟味してかからなければならぬ。現実には如何であろうか。

eについては、土地利用、水利用あるいは植生による被覆状態等が現実目まぐるしく変化していき、特に、河川堤防に大きい変革が加えられつつある。これらの変化は河川流量に大きい変化を与え、変化のほとんどは、流量を増大する方向に働いている。超過確率計算方式に問題があるにせよ、雨量の超過確率値から将来の計画高水流量を推定するとき、この変化を如何に組み入れるかが問題となる。上に挙げた変化の諸要因が、河川改修を別として、無軌道な種々の開発によって変えられている現状では、将来の開発の方向すら検討することが困難であろうし、必然的に、計画高水流量の推定には、これらの要因の変化が組み入れられないための大きい誤差が入って来ることが考えられる。

fについては、河川改修計画をたてる場合には、一般に洪水波が上流で発生し、下流に伝播するという考え方で行なわれるが、大雨・豪雨時の降雨域の中心は、時間的に降雨強度が変化しながら移動している。それ故、流域内の雨量分布は時々刻々地域的に変化し、流量は、それに従って微妙な変化をする。降り方によっては、流量配分計画と大きくはずれた流量配分で流下する場合がある。例えば、上流域に降雨域(降雨渦という)があったときには1時間雨量が10mm程度であったのが、中流域にその降雨渦が移動して来た場合に1時間雨量40mm以上という豪雨となり、そこに数時間停滞したという場合がある。降雨渦が次々と、下流から上流域に移動し、大河川の場合には上流域と中・下流域に同時に2個の降雨渦が存在し、豪雨を降らせる場合もある(昭和28年6月末、筑後川流域の大水害時の降雨が好例)。このような場合には、洪水波の発生位置が計画とは異なって現われる可能性があるし、必然的に上・中下流の流量配分も異なって現われる。このような現象に対して、どのように対処をしたらよいだろうか。問題となるはずである。

(2) 道路開削、山林の伐採、宅地開発

山くずれや崖くずれなどという崩壊現象は、せん断応力が大雨や豪雨による土壌水分の増加によって弱められた結果発生する。

人工の手を加えられない自然のままの山岳、丘陵は、それなりにせん断応力の弱い部分では崩壊が頻発し、危険地帯として周知され、警戒される。そして、自然の状態の山岳・丘陵は一応安定した状態になっているのが普通である。これらの自然の山々でも、日雨量 200 mm を越え、1 時間雨量 20 mm を越える雨が数時間降ると、弱い地層のところで崩壊が出はじめる。日雨量 400 mm を越えると、たいていのところが危険であるといわれる。

自然状態のところでも、上に述べたような危険性があるのに、林道その他の道路、あるいは宅地開発のために山腹を削り、侵食や崩壊に弱い下部の地層を、叩きつける豪雨にさらした場合には、崩壊の危険性は自然状態よりもはるかに大きくなる。表層土質よりも下層の方が、せん断応力が小さいからである。特に、山腹を走る林道建設の場合には、削りとった土石を山麓側の方の路肩に盛土し、自然に安定するのを待つという方法をとっているところが多い。この盛土からまず滑落が始まり、切り止り路面に地割れが生じ、崩壊するという順序をとる。

宅地造成の場合にはさらに複雑で、地肌を全て削って、丘陵地帯の起伏を平滑化し、段丘上に宅地を構成する。すなわち、高い所を削って、その土砂は低地の盛土に使用する。以前に高所であったところは開削することによって、水を含んだ場合のせん断応力に不均衡な変化が生ずる。地中に浸透した水は、以前の地層の傾斜に沿って流れるので、段地の作り方によっては崩壊しやすい条件を作ることになる。さらに、盛土した低地は、以前の地表面が地下流水路となり、すべり面を形成しやすい。

樹林は降雨を遮断し、直接雨滴が地表面を叩くのを防ぐ、この事実はすでに確認されている。山林の表土は長期間樹木によって保護されているため、厚い腐植土と化している。この表土は侵食に

弱い性質がある。伐採技術の進歩によって、皆伐あるいは皆伐に近い伐採が安易に実施されるようになった。山林の表土は、伐採の際の樹木の倒れるときと、運搬されるときに叩かれ、深層まで傷つくだろう。

森林の保水効果によって、林内では、地面に到達する時間は、林外よりおそい。豪雨時においても、降り始めには 1～2 時間くらいの遅れがある。この保水効果による流水の到達時間の遅れも、伐採によってなくなり、傷ついた表土層からの浸透水の増大はせん断応力を弱め、激しい侵食と崩壊が結果することとなる。

6. 開発技術と伝統技術環境との格差による災害

この問題は、さらに詳しい説明を要するだろう。しかし、枚数がもう限られたところに来ているので、わかりやすい例として河川改修について簡単に述べ、次の機会に詳しく述べることにしたい。

近年、中小河川の災害が相次ぎ、山間部の支川をも含めて堤防の改良が行なわれる。蛇行していた河道を直線に近くし、遊水池や水防林はなくなり、改修を施したところは如何にも頑丈で、頼もしい。しかし、堤防の作られた地域の周辺部落の状態、特に下流沿岸地帯の状態はどうであろうか。昔ながらの、上流域での河川の蛇行、水防林などに代表される低水工事に支えられた生活基盤が、旧来のまま残されている。

連続したコンクリート張りの強固な堤防は、遊水池や蛇行などによるエネルギーの損失を少なくして、単位時間における流量を多くして下流に流れ込む。下流の地域は、排水溝の流入口をはじめとして、宅地・農地は旧態依然のまま。そこに、以前より水かさが高く、破壊力の強い、激しい流れが押し寄せることとなるので、堤防の欠壊したような場合の被害は、昔とは比較にならない激甚なものとなる。山村や農村地帯の全般的な技術レベルの向上が防災上非常に大切なことである。

(おくだ みのる・気象研究所)

たばこの燃焼

増尾 裕

はじめに

15世紀までのあいだ、たばこはアメリカ大陸において主に宗教的儀礼に必要な香煙に用いられていたらしいが、いつしか、たばこの煙の微妙な芳香、効用によって、宗教とは全く別に喫煙の習慣が生じたと考えられている。その後16世紀のはじめアメリカ大陸からスペインやイギリスに渡ったたばこは、半世紀後には日本に渡来したことでもわかるように、驚異的な速さで全世界に普及し、現在の嗜好品としての地位を獲得した。たばこは特殊な嗅ぎたばこ、かみたばこなどを除いて、喫煙の習慣の生じた古い時代のパイプたばこ、葉巻たばこから現在の紙巻たばこにいたるまで、燃焼生成物である煙の香りや味を楽しむもので、酒、茶、コーヒーなどの嗜好品とこの点で異なっている。

現在世界的に最も大量に消費されているたばこは、いうまでもなく紙巻たばこであって、葉巻たばこ、パイプたばこなどの消費量は少ない。ヨーロッパにおける喫煙用たばこの最初の形態は主にパイプたばこであったが、携行に便利な現在みられるような葉巻たばこが製造され始めると、この小型の葉巻たばこによってたばこの消費量が著しく増加し、その後紙巻たばこが製造されるようになり、世界的に紙巻たばこの消費の時代に入り、喫煙人口も増加した。この間16世紀以降の禁煙令の中に、携行に便利な葉巻たばこが発売され始めると、路上での喫煙の禁止、火災の危険のある場所での喫煙の禁止などの規制があらわれ、それ以

後現代にいたるまでたばこは火災と関係づけて考えられている。ことに現在の紙巻たばこはライター、マッチなどの点火器具の発達とともに、手軽くどこでも一服できるだけに、喫煙マナーに充分注意する必要のあることが痛感させられる。

たばこの燃焼に入る前に日本の紙巻たばこについて、概要を述べてみよう。

原料は紙巻たばこの主原料である黄色種（バージニア葉の系統で黄色系の色をしている）、在来種（日本で古くから栽培され、きせるにつめる刻たばこもこの種類を用いる）、バーレー種（アメリカ系、香料の吸収が良い）およびオリエント種（特有な香気がある）などがあり、これらを配合して特有の香嗅味を出している。原料葉たばこは0.6～0.8mmの間の所定の巾に刻まれ（これを刻きざみーという）、巻紙を用いて円柱状に巻上げられる。1本の紙巻たばこはおよそ長さが70および80mm、円周が25および26mmのものが多く、重量は1g前後で製品の銘柄によって異なっている。このような紙巻たばこは1本の体積の約65%が空間であって、その空間を煙が流れ、空気の流れに対する通気抵抗はフィルター付きたばこで100mmH₂O前後、フィルターの無いもので55mmH₂O前後である。巻紙は、たばこの香嗅味に悪影響を及ぼさないために、麻の繊維またはそれにパルプを混ぜて多孔質に抄紙したものを用いている。たばこの燃焼による発熱量は、ボンブカロリメーターによって測定し約4000cal/g、比熱は約0.4～0.5cal/gの値とみられている。

紙巻たばこの燃焼の概要と人工喫煙法

従来のたばこの燃焼に関する知見は製品たばこの燃焼性という品質と、この品質を保持するための原料葉たばこの燃焼性についての研究から主に得られ、そのほかたばこの香嗅味およびその生理作用に関係する物質の主成などの観点から、熱分解、煙中の化学成分および物性の研究に必要なデータが得られている。それらの研究においてとりあげられている燃焼に関する要因として、燃焼温度、燃焼速度、燃焼の均一性、保火性および灰の性質などがあり、原料の種類、たばこの栽培条件、添加物の影響などとの関連において調べられている。

たばこの喫煙による燃焼は吸煙時の燃焼と、吸煙をしない時の燃焼（通常自然燃焼と呼ばれている）が繰返されている。吸煙時のたばこの燃焼帯では、その先端外側の800~900℃の高温部およびそれに続く炭化刻を通過することによって加熱された空気と、それらの部分で生じた炭酸ガスおよび一酸化炭素などの高温のガスが、混合状態で未燃焼の刻の中を通過して行く。この時燃焼帯基部の巻紙内で、300℃前後で熱分解、解重合が著しく行なわれ、可燃性の気体、液体および不燃性気体を生じ、またさらに低温の未燃焼刻では精油、香料などの蒸発が起り、これらが煙となって吸口の未燃焼刻中を通り口中に吸いこまれている。広い意味の燃焼過程としてみると、未燃焼刻は高温の燃焼帯からの伝導および対流による熱を受け、蒸発、乾溜、熱分解などによって生じた可燃性および不燃性の分解生成物が吸煙によって未燃焼部に移行し、あとに炭素を主体とした固体が残る。この固体残渣が外側から吸引された空気中の酸素によって表面燃焼している。すなわちたばこは気相燃焼はせず“線香”“おき”などと同じ燻焼をしている。

人が紙巻たばこを喫煙する際の喫煙動作については後の喫煙習慣においてものべているが、外国における調査を総合すると、紙巻たばこでは吸煙

頻度は1分間に1~2回、吸煙量は25~50ml、吸煙時間2秒が標準と考えられる。これらの調査から現在では世界的に吸煙頻度：1回/分、吸煙時間：2秒、吸煙容量：35mlが人工喫煙の際の標準条件とされており、吸いがらの長さについてはまだ世界的に統一されるには至っていないが、わが国では30mmを標準としている。すなわち、2秒間に35mlの煙が吸煙され、次の58秒間は吸煙しないで自然燃焼が行われ、これが繰返される。吸いがらの長さが30mmになると喫煙を中止する。この条件は米国のたばこ会社で従来使用していたものと同様であり、ヨーロッパを中心とする各国では異なった吸いがらの長さを標準としている。たばこの燃焼の研究、煙中のニコチン、タール量およびその他の化学成分の分析および煙の物性の研究などはすべてこの条件を標準として人工的に紙巻たばこを燃焼させて行なっている。

人口喫煙のための喫煙装置としてはいろいろの自動喫煙器が考案されているが、人の自然な喫煙動作に類似し、再現性よく、装置の構造も簡単であることが望ましいので、その目的に合うような各種の喫煙装置が使用されている。その1例として簡単な1本掛の定流量型喫煙装置について説明すると、2個の吸煙口のうちの1本に紙巻たばこをさしこみ、他の1個の吸煙口には対照抵抗としてその紙巻たばこの吸煙燃焼時の吸引抵抗値とほぼ同じ値の抵抗体をさしこむ。紙巻たばこを2秒間流速17.5ml/secで吸引しながらその一端に点火し、そのあとの58秒間は対照側を同じ流速で吸引し、また2秒間紙巻たばこを吸引し、これを繰返す。流路の切換はソレノイドバルブを電氣的に動作させて行う。

たばこの燃焼温度と温度分布

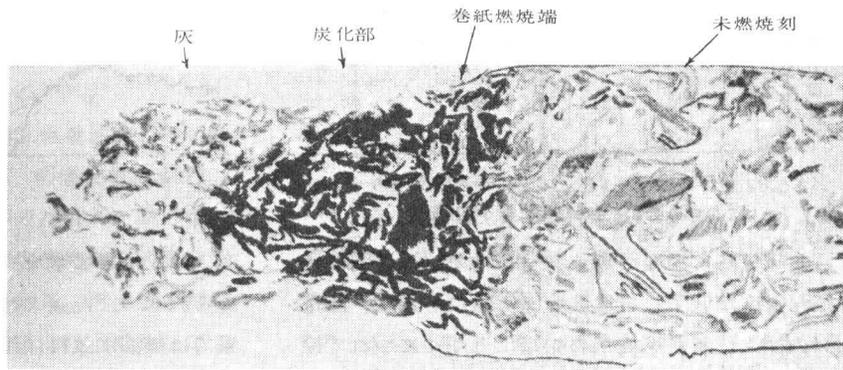
たばこの燃焼温度の測定は古くから行なわれ、多くのデータがあるとはいうものの、おもに測定法について問題があり、一致したデータが得られていない。

たばこの燃焼温度の測定にはほとんど熱電対が

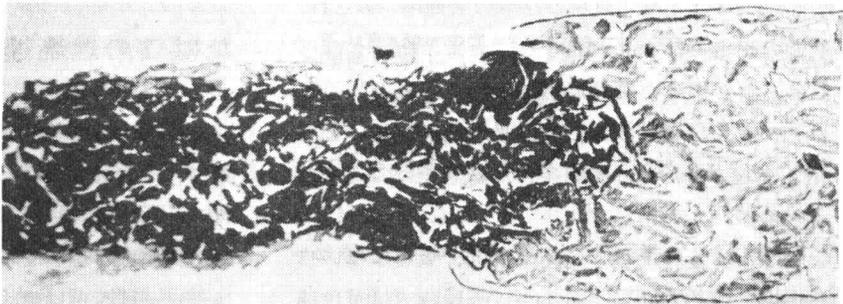
使用されており、熱電対を紙巻たばこに貫通して紙巻たばこ中の温度を測定している。熱電対による燃焼温度の測定において誤差を生じる原因の一つに線径があげられる。温度測定用熱電対の直径が太いと指示温度が低下する。そこで現在では白金-白金ロジウム熱電対の直径0.05 mm 以下のものが主に用いられている。この線径による影響は紙巻たばこの燃焼帯において発生する熱量に比較し、熱電対を通して逃げる熱量が大きいと考えられ、太い熱電対の周辺ではたばこの刻が炭化して

も、灰化していない。古い測定値は使用した熱電対の直径が太かったため指示温度が低い。

紙巻たばこに点火し吸煙しないで燃焼させ、急に窒素ガス中に入れて消火し、これをパラフィンに包埋して顕微鏡で観察すると、図-1. a にみられるように、灰の中に円錐形の黒い炭化部が認められるが、これが燃焼帯であり、未燃焼の巻紙内の刻も一部炭化している。このたばこの中心の温度分布は図-2 に示すように最高温度が 800℃、



a. 自然燃焼 (吸煙せず)



b. 連続吸煙燃焼

自然燃焼および連続吸煙燃焼時に窒素中で消した紙巻たばこの縦断面

巻紙の燃焼端で550~600℃、巻紙端から約4 mm 未燃焼側では約100℃を示している。巻紙周辺の温度は中心より低い。この温度分布は燃焼速度の著しく異なる原料においても差が認められない。

一方紙巻たばこを連続的に吸煙すると、巻たばこ全体が火の柱を形成する。図-1. b にみられるようにこの場合、未燃焼の巻紙でもむしろ吸煙しない場合より炭化が進んでいる。吸煙時の温度の特徴は中心部より巻紙燃焼帯の周辺部の温度が高いことである。これは吸煙によって吸引される空気の流れが円錐形の燃焼帯の先端よりむしろ、巻紙の燃焼端の部分に集中するためと考えられる。

たばこの燃焼にともなう煙の主成は、熱分解などの実験から約200~350℃と推定されており、この温度領域は巻紙の燃焼端から約2 mm 位未燃焼側にあり、巻紙の燃焼端は約550~600℃で、この部分は発煙の終わった炭化部といえる。

間けつ的に吸煙した時のたばこ内部の一点のたどる温度経過は図-3 に示すように、製品形態(紙巻、葉巻、パイプ)によって異なっている。い

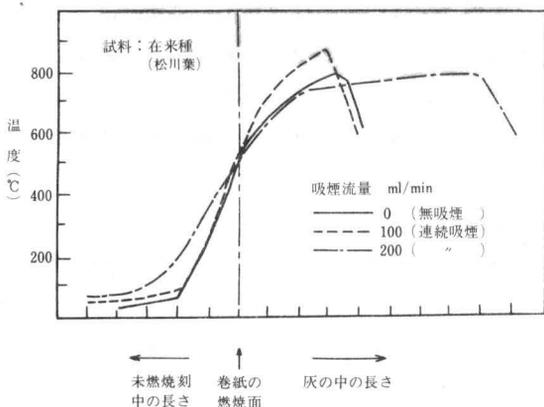


図-1 紙巻きタバコ中心の温度分布

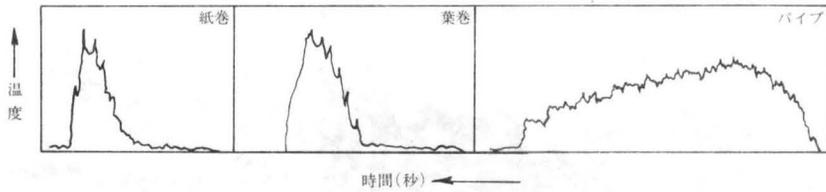


図2 たばこの中のある一点の吸煙に伴う温度経過

れも吸煙時に温度が高くなり、吸煙しない間はたんに温度が低下し自然燃焼の状態にもどり、熱電対の挿入位置が燃焼帯の先端に近づくにつれて徐々に燃焼温度が高まっている。燃焼温度の最高は、熱電対がほぼ先端に位置した時の吸煙時にみられ、最近の測定では950~1000℃におよぶ結果も得られることがある。製品形態による温度経過の差異は、たとえば葉巻たばこでは吸煙間隔が長いと立消えを起こすため、喫煙条件が紙巻たばこと異なるためといえる。

紙巻たばこ燃焼時の最高温度は、吸煙しない自然燃焼では約800℃であるが、吸煙時では黄色種は大体840~850℃、在来種、パーレー種はそれより幾分低い結果が得られ、市販の製品は黄色種の燃焼温度とほぼ同じで製品間の差はほとんど認められない。しかし葉巻たばこは紙巻たばこより燃焼の最高温度は高く、890~905℃と測定されている。

燃焼の最高温度におよぼす吸煙条件の影響は、図-4に示すように、中心の燃焼温度は吸煙時の流速が標準喫煙条件の流速2秒間当り35 ml (約1 l/min)のおよそ1/2の場合に最大となっており、この場合には円錐形の燃焼帯の長さが最も短いため、外側の空気が燃焼帯の全面から吸引されるため、中心温度が高いと考えられるが、吸煙時の

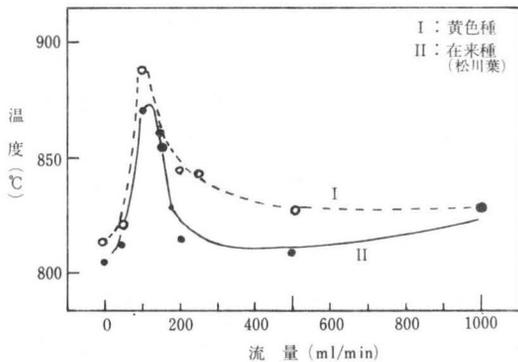


図-3 吸煙流量と最高温度

流速が速くなると巻紙の燃焼端の近くから吸引される空気量が多く、燃焼帯先端の中心部に供給される量が減少するためと考えられる。また燃焼温

度にはたばこの水分、紙巻たばこの硬軟の影響はみられない。たばこへの添加剤の効果を調べた結果では無添加試料に比べて燃焼温度に約50℃の低下を生じている例もある。

たばこの燃焼速度

紙巻たばこや葉巻たばこの原料であるたばこの葉は、その種類によって燃焼の良否に差が認められる。たとえば、たばこの葉に線香で点火した場合、黄色種は線香を取除くと消えるが、在来種、パーレー種などは燃え広がって行く。そこで製品のたばこに燃焼性の悪い原料のみを用いると、製品も燃焼が悪くなり、吸煙時には燃焼しても、吸煙しないで放置すると立消えを起してしまう。経験的には、燃焼性の悪いたばこのみで巻いたたばこは喫味が濃厚な傾向があり、現代のように軽いたばこが好まれる時代にあっては、し好にあわない。そのために燃焼性は比較的悪いが喫味のある黄色種に、燃焼性の良好で喫味が淡白でくせのない在来種のような原料をブレンドして燃焼状態が良好で立消えもせず、喫味も良いたばこが作られている。

紙巻たばこの燃焼性の良否の判定には主に紙巻たばこの燃焼速度が測定されている。紙巻たばこは間けつ的に吸煙されているからといっても、吸煙中の燃焼速度、吸煙しない時の燃焼速度を測定することは容易ではない。そこで紙巻たばこの長さ40 mmの間を吸煙しないで燃焼した時の時間から燃焼速度を算出し、これを自然燃焼速度と呼び、この値によって燃焼性を比較している。また間けつ吸煙燃焼では吸煙、無吸煙時の速度を求める代わりに、標準喫煙条件のもとに紙巻たばこを吸煙燃焼した時の吸煙回数をもって燃焼性を比較するこ

とも行なわれている。ハイライトあるいはチェリーなどは全長8 cmであるため、5 cmを燃焼する時の吸煙回数になる。

表-1にみられるように自然燃焼速度の速いたばこは、吸煙燃焼速度も速く、吸煙回数は少ない。吸煙燃焼速度は標準喫煙条件でたばこを間けつ吸煙した時、2秒間の吸煙時に巻紙燃焼端の燃焼した距離をビデオコーダーで録画し、再生して測定した結果であるが、興味あることは、紙巻たばこの2秒間の吸煙時の燃焼距離と58秒間の吸煙しない燃焼時の燃焼距離がおよそ同じになっていることである。そのため燃焼速度が速く、吸煙回数が少ないたばこでも、反対に燃焼速度が遅く、吸煙回数が多いたばこも、吸煙中に燃焼する紙巻たばこの長さ、吸煙しない間に燃焼する長さがおよそ等しく、標準喫煙条件では喫煙時に燃焼する紙巻たばこの約半分の刻から生成される煙を吸煙していることになる。表-1の在来種の燃焼速度は在来種の中でも速い方であるが、黄色種に比較して約3倍の速度といえる。市販されている製品の燃焼速度は、種々の原料を配合しているので一般にその中間にある。

紙巻たばこを連続吸煙すると一本の火の柱を形成することは前に述べたが、これは円錐形の燃焼帯の先端より、巻紙の燃焼端の燃焼速度が速いためにはかならない。このような現象は2秒間の、吸煙時にも認められる。ビデオコーダーで紙巻たばこの燃焼状態を録画した場合、吸煙の直前と直後に軟質の筆で表面の灰をそっとはらい落してみた。この時の結果からハイライトでは巻紙の燃焼端から先に長さ約6 mmの円錐形の燃焼帯が認められるが、2秒間の吸煙によって長さが8 mmとなつて燃焼帯が2 mm長くなるが、58秒の吸煙しない間にもとの6 mmの長さにもどっている。すなわち吸煙時には巻紙端では燃焼速度が速く、先端の燃焼速度が遅いが、吸煙をしない58秒間はこれらの速度の大小が逆転するので、たばこの燃焼帯は伸びたり縮んだりしながら移動しているわけである。なにげなしにたばこを吸っている時、赤熱している燃焼帯が長いのに気づくことがあるが、

	吸煙回数		吸煙燃焼速度 mm/min	自然燃焼速度 mm/min
	回/本	回/cm		
黄色種 中葉	12.8	3.2	50	2.7
在来種(松川葉) "	4.6	1.2	150	8.0
パーレー種 "	5.7	1.4	139	6.5
製品 A (F)	9.5	1.9		4.9
" B (F)	10.9	2.2		3.7
" C (F)	9.0	1.8		4.0
" D (NF)	8.4	2.1		3.4
" E (NF)	7.5	1.9		4.1

※ F は長さ80mmのフィルター付きたばこ
NFは " 70mm " なし "

表-1 紙巻たばこの燃焼速度

これはその時のたばこをふかす回数が多かつたためといえる。

紙巻たばこの燃焼速度は原料葉たばこの種類によって異なっているが、その他次のような要因に影響される。刻み巾は狭く、紙巻たばこ1本の重量は軽く、紙巻たばこの太さが細いほど、燃焼速度が速い関係がみられる。また巻紙としては気孔度の大きな多孔質な紙で、巻紙自身の燃焼性が良いと、紙巻たばこの自然燃焼速度も速い。

紙巻たばこの巻紙に相当する葉巻たばこの最外側にある上巻葉は巻紙同様に燃焼性が重要視される。そのため葉たばこの種類の選択、栽培条件、発酵などの手段によって燃焼性が良くなるように研究されているが、その判定は線香などを用いて、葉たばこに点火した時の燃え上がり方によっている。

たばこの火の吹き消え

たばこの吹き消えについての研究は極めて少ないが、たばこの燃焼におよぼす風の影響について調べた例がある。その結果によると紙巻たばこの燃焼方向と同じ方向に風が吹く時には、風速1m/secでは810℃の最高温度を示すが、それ以上風速が増すと温度が低下し、立消えする。立消率は風速1.5m/secで50%、2.0m/secで67%、3.0m/sec

では100%となる。また逆方向に吹く時は最高温度は同方向の時と同じであるが、立消率は1.4m/secの風速で100%になることが確められている。

喫煙習慣

これまで述べてきたことはおもに標準喫煙条件によってたばこを燃焼した結果によっている。しかし、人のたばこの吸い方というのは各人各様である。同じ人でも心理状態によって変わり、無意識に吸っている時には個性も現われる。また国柄によっても違っている。

たばこの吸い方を規定するものは、たばこの持ち方、くわえ方など数字によって表わしにくいものを別にすると、吸煙容量、吸煙時間、吸煙間隔および吸いがらの長さということになる。これらの調査によって世界的に一応標準化されたものが前に述べた標準喫煙条件となっている。そこで比較的特殊といえるたばこの燃焼条件の実態を紹介してみよう。

1) 吸いがらの長さ

各国で調査した結果をみると国によって異なり、また調査した年代によって変っている。国別ではドイツ、オーストリア、オランダ、イギリスなどヨーロッパ各国で吸いがらが短い。日本はこの調査結果では最も長くなっている。この結果は1963年に専売公社の研究所の付近の喫茶店で、また1968年は都内数か所で調査したものである。

吸いがらの長さが年とともに各国とも長くなっているのも注目されることである。ではなぜ吸いがらの長さが国によって異なり、また年々長くなっているのでしょうか。ある人は喫煙者の購売力に依存するといっている。とすればイギリスの吸いがらの長さの短いのは、イギリスではたばこが比較的高価であることから説明される。またカナダにおける調査では生活程度が高い喫煙者ほど、たばこの吸いがらも長く残す傾向がみられており、各国とも年々生活水準が向上していること、また最近の喫煙と健康問題が影響していることも見逃せない点であろう。

2) 吸う間隔、時間、量

日本の吸いがらの長さの調査と同時に行なわれた吸煙間隔の調査によれば、上野駅待合室の喫煙者は平均して最も吸煙間隔が短かく27秒、喫茶店Hが最も長く49秒、東京駅待合室は中間の35秒である。個々の人についてみれば、1分間に数回吸煙する人から、2分に1回吸煙する人までである。ほとんどは1分間に1回から4回までの間であった。

外国の吸煙間隔の平均は標準喫煙条件の58秒に近いが、日本の調査の平均36.3秒は被測定者が少なく、バラツキも大きく明確ではないが、外国より短かく標準喫煙条件と一致していない。休憩するときに一服するという言葉をよく使うが、普通サイズの紙巻たばこは吸煙回数が9回前後で、一服の時間は標準喫煙条件ではおよそ10分であるが、実態調査では5～6分であって、短い休憩としては5～10分の手頃な時間といえる。

吸煙時間は世界的にほぼ一致していて2秒前後であって、日本の調査も同じ結果をしめしている。

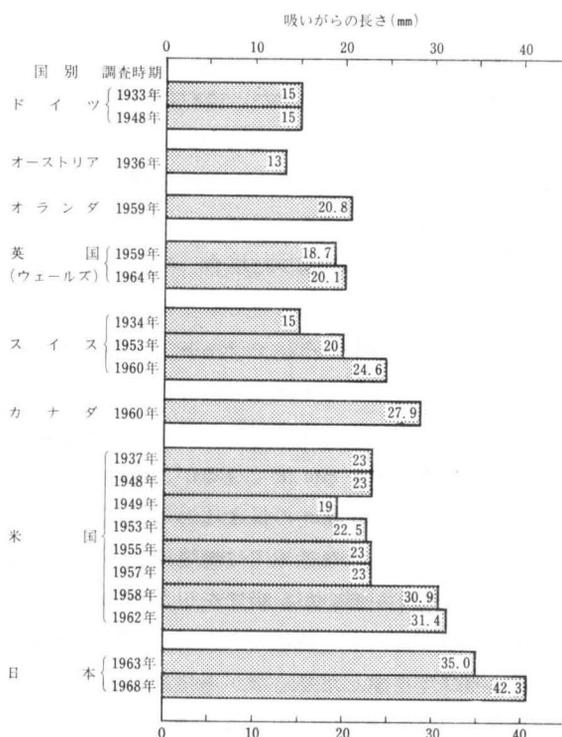


図4 各国のたばこの吸いがらの長さ

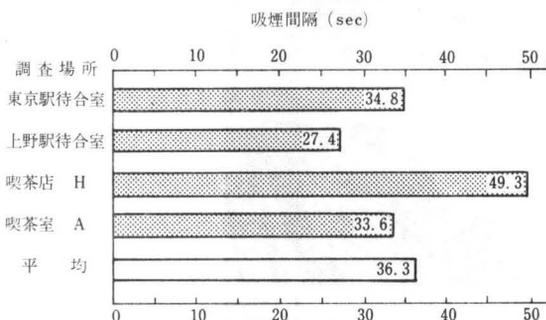


図5 たばこの吸煙間隔の調査結果

吸煙量については直接測定では喫煙者に心理的な影響を与え、間接的に測定しようとするば不正確になってしまう。これまでの平均吸煙量は25～50ml/回の間でまちまちであった。

おわりに

おもに紙巻たばこの燃焼について物理的な面からのべてきたが、たばこの燃焼の研究は燃焼性の

良否のような現象および煙の成分、熱分解の研究に必要とされるデータを得るにとどまり、固体燃焼の一部として系統的な研究は今後に残されている。たばこにとって香気味は極めて重要な品質要素であるが、たばこの燃焼状態を変えると香気味に影響することが多く、燃焼のコントロールは容易ではないが、これもたばこの燃焼機構が解明されるとともに、燃焼生成物も含めてコントロールできる望みを持つものである。

またたばこの燃焼と類似した“おき”“線香”を家庭で扱う機会が少なくなり、たばこ以外の炎を出さない固体の燃焼に接する機会が少なくなってきている一方、たばこは携行が容易になり、手軽に一服できるだけにたばこのような火のこわさを思い出して、喫煙のマナーとして特に喫煙者が吸いがらの処理に心がけていただくよう、たばこの燃焼の研究者としてお願いする次第である。

(ますお ゆたか・日本専売公社中央研究所)

ことしの防火ポスターが決まりました



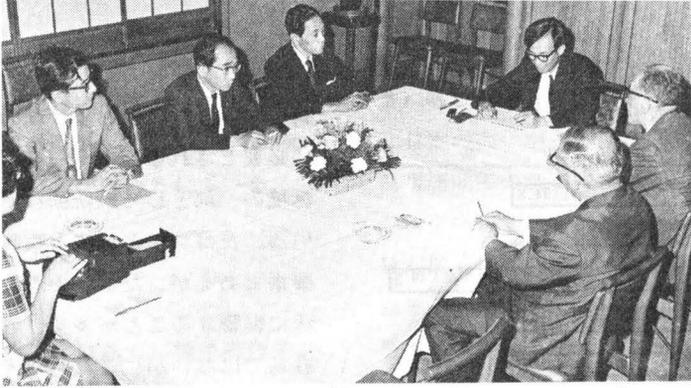
社団法人日本損害保険協会では、毎年防火ポスターを作り、全国に配布していますが、このポスターのデザインを昭和41年より公募しています。

ことしで、公募第7回になるわけですが、8月15日の締切までに1,472点の作品が応募されました。この中から、8月21日審査（審査員＝亀倉雄作氏、消防庁長官、損保協会長）の結果、つぎのように入選作ほかが決まりました。

入選	玉木作重	賞金 500,000円
佳作	寒川俊二	100,000円
〃	玉井ヒロテル	〃
〃	飯田良祐	〃
〃	秋山治三郎	〃
〃	濱 日吉	〃

他努力賞（賞金30,000円）15名

この入選作はB半切で50万枚印刷され、秋の火災予防運動を機に、消防庁を通じて全国に配布され、掲出されます。



高分子材料と煙

●出席者

上原陽一（横浜国立大学講師）

川越邦雄（建設省建築研究所長）

崎川範行（日本大学教授・東京工業大学名誉教授）

高崎益男（日本損害保険協会予防広報部長）

堀内三郎（京都大学教授）

（50音順）

司会・秋田一雄（東京大学助教授）

“高分子材料”などというと、えらく難かしいような近づくにくい感じですが、いってみれば建物の内装材や繊維類などの“燃えぐさ”はみな高分子。だから“燃えぐさと煙”と考えれば、身近な感じにもなります。

この座談会、2時間半の速記録を、編集の都合で $\frac{1}{4}$ 以下にまとめたもので、内容的には惜しい部分もかなり割愛しました。川越先生は、建築設計の場合に火災や煙の問題をどのように定量的に扱っていくかということ、資料により詳しくお話されました。これはまた別のかたちで、先生にご執筆いただきたいと考えています。

建物構造の影響が大きい

司会 歴史的にみますと建物火災というものは、従来の木造家屋、いってみれば開放した空間での燃焼から次第に耐火構造とか地下街とか、いわばクローズドされた建物の燃焼に移ってきたといえると思います。これに加えて、内装材料や、そのなかで使ういろんな器具などが、天然高分子から合成高分子の材料に移ってきた。それが最近の煙とか有毒ガスの問題につながっているんじゃないかと思います。

そうしますと、煙とか有毒ガスの問題というのは、いってみれば歴史の流れにそって起こってきた問題で、突然あらわれたものではないという気がします。そういう立場から考えて、この種の材料と、それから出てくる煙がどうからんでいるのか、また今後はどういう方向に進まなければいけないのか、などを中心にお話しいただければ、

と思います。

そこで、最初に問題になるのは、従来、天然高分子のときはそれほど問題にならなかったものが、合成高分子でなぜ問題になるか。つまり合成高分子と天然高分子の違いというあたりからご意見をいただいたらと思いますが、いかがでしょうか。

崎川 その前に、もし、合成のプラスチックでなくて、いままで通り、木材で内装をやっていた場合、いまに比べて死ぬ人の数が少ないかどうか、ということですね。

昔から、たとえば鉱山の火災で、坑木が燃えて多勢死亡したなんていう事故がありますし、ちょうど同じような条件だと思いますが、はたしてプラスチックが天然材料よりも著しく被害に拍車をかけているかどうか問題です。

司会 その問題は、重要なんじゃないかと思いますが、崎川先生はそれをどういうふうにお考えになりますか。

崎川 たしかに、合成高分子の場合はまっ黒な煙が多く出て視界を遮ってしまうし、ものによっては塩酸が出たり、ホスゲン、シアン化水素が出たりします。しかし、木材だけでも、酸素が不足すると一酸化炭素は同じようにできます。その場合の危険度は、よほど軽減されるのかどうか……。

司会 その点、どうなんでしょうか。たとえば、合成高分子が全くあらわれないとして地下街や高層建築が現在のように発達したと仮定しますと、煙の問題とか有毒ガスの問題が、はたしてこれだけクローズ・アップされたかどうか……。

川越 同じようなことになったと思いますね。ちょうど両方が出揃って新聞が新建材についてだけワイワイいったわけですが。

司会 高崎さんはその辺どうお考えですか。

高崎 やはり環境——建物が非常に過密化してきたために、2階で逃げ遅れたというような実例が多いわけですが、いまおっしゃるようにそれが合成材料の煙のために死亡者がふえたのかどうか、わたしどもしろうとは、はっきりはわかりませんね。

堀内 わたしの感じでは、何割がどれくらい効い

たかはわかりませんが、川越さんのいわれるように、木材ばかりを使っておりましても死者はふえただろうと思いますね。環境のファクターのほうが大きいと思いますから。

司会 窓のない建物や地下街はどうしても酸素不足にはなりますね。そうすると、一酸化炭素の量などは、天然の高分子を使っていてもかなりふえていくことは事実ですね。

堀内 密閉度は、最近の新しい建物のほうが、昔の日本のものよりも高いわけですが、もっと早くからそうになっていた外国では、合成高分子材料があまり使われない時代にも、かなりやられているのですね。

川越 日本では経験というか、生活の知恵が全然追いつかないのに、あまり早く高層化が進みすぎたという状況がありますね。



崎川氏

崎川 逃げるくふうが訓練されないうちにね。アメリカなんかは、逃げる訓練が先に進んでいるのかもしれない。

上原 昔の高層ビルは、プラスターだけで、内装はあまりやっておりませんでしたね。

堀内 海上ビルなんかもそうでしたが、昔の日本のビルはほんとうに、内部もみな不燃でしたね。

上原 この頃は内装を木造で、外だけ耐火というのが多いみたいな気がします……。

司会 そうしますと、やはり建物構造が変化してきた、これが一番大きなファクターであろう、というふうに、考えてよいわけですね。それに加えて、新しい材料というものがプラスになってきたというわけですね。ところで、そう考えたとして、内装材以外の、繊維とかそういうものが変わったことはあまり問題にならないでしょうか。

高分子の燃えやすさ

崎川 それはあると思いますよ。たとえば燃えやすさなんかでも、絹や木綿と、合成繊維と非常に違う。大へん燃えやすいものもあると思います。それに、カーテンなどで、昔と違った事情が燃焼性のほうで出てきていると思います。

司会 合成高分子が、はたして天然に比べて燃えやすいかどうかという問題についてはいかがでしょうか？

崎川 天然繊維ですと、水分を含みますから、湿気ですいぶん守られると思いますね。合成材料は親水性がございませぬから、ものによっては、繊維なんかにした場合に燃えやすいということが出てくるんじゃないですか。

司会 どちらが燃えやすいかということについて、専門家でない立場から、一般のかたはどう受け取られているのでしょうか。



高崎氏

高崎 やはり、合成繊維ということになると、一般の人たちは、燃え易いというより煙の発生をなんとなく、危ないと思っているのでしょうかね。

司会 燃えやすいという感じをつよくお持ちになっていますでしょうか。

高崎 そういう感じはどうでしょうか。はっきりしませんが。

上原 いろいろ測定してみましても、やはり天然もあまり変わらないですね。ウールなんかはたしかに燃えにくいですが、それ以外のものは天然も合成も繊維状に薄いものでしたら、燃焼速度は変わらないですね。だから、特に燃えやすいという事はないと思うのですが。

崎川 塩ビは燃えにくいでしょう。あれは塩酸が出るとか、一番ヤリ玉にあがりますが、塩ビはむ

しろ防火性ではその役割をしているのではないかという気がしますね。

上原 自己消炎性というか、一応燃えにくい。ただ、あれは可塑剤がたくさんはいると問題になると思いますね。硬い、そのままの塩ビはいいのですが、やわらかいものになると、どうしても塩素の量が少ないから電線なんかはわりあいによく燃えますね。

川越 火のつきやすさというのと、なかなかつかないが、いっぺん火がつくとジューツと燃えるというのと、そのへんの差はないのですか。最近の合成綿のふとんなんかは、いままでのものに比べて、いっぺん火がつくとパツと燃えちゃうんじゃないかという感じがしますが……。

上原 天然の綿は、ぶすぶすくすぶるだけで、ほとんど燃えないが、合成の綿は、おっしゃる通りすぐに燃えますね。

司会 含有水分の問題ですかね。

上原 それと、見掛け密度、つまり空気の量も違うと思うんですが。合成の綿は、空気をたくさん含んでいる、というか、フワフワしていて、かさのわりに空気が多いんじゃないですか。

高崎 ずっと前に、製綿工場が火災にあって、その立合いをしたことがありました。これは、1度火事を出し、2日ぐらいてまたそれが大きな火事になりましたね。それまでの間、どこかでくすぶっていたわけですね。綿の火事はなかなかしまつが悪いですね。完全に消すことがなかなかむずかしい。

上原 中へ、水がなかなか浸み込まないので。あぶら分が多いせいもあるのでしょうか。

司会 空気をたくさん含有しているので、熱の伝わり方が悪く熱がたまりやすいということもありますね。

堀内 素材としての燃焼性のほかに製品となっている格好が、薄ものができるとか、ポーラスなものができるとか、安くなってカーテンによく使われるとか、二次加工的なこともかなり影響しているように思います。

司会 そうですね。そういう製品は、素材だけで

はいけないということですね。素材では天然も合成も同じように燃えやすいとみてよいでしょうね。それから、燃焼速度もそうは変わらないんじゃないですか。

上原 厚さが同じであれば、まず同じと考えていいんじゃないでしょうか。

司会 素材とでき上がったものの形を含めて考えなくてはいけないということでしょうね。

上原 高分子の燃焼を考える時には素材そのものを考える場合と、燃焼試験法のようにある特定の条件で考える場合と実際にあるかたちで考える場合と、3つ考えないとまずいでしょうね。

煙は分子構造によって決まる

司会 次に最近の火災で問題になるのは、やはり煙だろうと思います。煙が出やすい、出にくい、という点から考えると、合成高分子のほうがだんぜん多いと思います。すると、合成高分子はどうして多いかという問題になるのですが、素材的なものがつよいのか、それともさきほどのお話のように、環境というか、まわりの条件などがより重要なのか。この点はいかがでしょう。

崎川 パラフィン炭化水素であるか、アロマティックであるかによって、大変違いますね。化学構造に関係してくるんじゃないですか……。

上原 塩ビやポリエチレン、ポリプロピレンでは、直鎖状のものはほとんど煙は出ないのですが、芳香族系はすごく出ますね。その点、芳香族系と直鎖系の加工物で差があると思うのです。いちがいに合成高分子だからといって、煙を本質的に出すとは思わないのですがね。

司会 ものによって非常に違う、つまり、材料から煙が出やすいか出にくいかというのは、その化学構造を考えるのが良いということですね。

崎川 そうなってくるでしょうね。

司会 たとえば、ポリエチレンなんかはどんな条件で燃しても、やはり出ますね。

崎川 まっ黒くなるでしょうね。

上原 出ると思います。ベンゾールを燃してもすごいスですだからね。

堀内 いまお話の煙というのは、いわゆる、むこうが見えなくなるような煙、というふうに考えてよろしいのでしょうか。

崎川 アロマティックは黒煙になりますし、パラフィン系の炭化水素なんかは、不完全燃焼でも白い煙ですね。

堀内 煙が悪いという意味を、ときどき話をさせられるんですが、そのとき私は3害なんていう言葉を使うんです。要するに、視覚的に向こうが見えなくなる面、生理的に中毒死する面、心理的に非常に恐怖感を与える面の3つです。非常に便宜的な分け方ですが、煙はこの3つぐらいの面で有害だと思うのです。実際にはこれらは一緒にやってくるわけですが、研究とか、対策とか、メカニ



堀内氏

ズムというときにも、そのくらいに分けて考えたほうがいように思うのですがね。

たとえば、黒い煙と白い煙とどっちが心理的にどうか、あるいは物理的な見通しは悪いが有害ガスは案外出ないというのものもあるかもしれない。そのへんはよくわからないのですけれども……。

司会 煙といってもいろんなものがあるから、あんまり簡単に片付けるのは困るという……。

堀内 まあそうですね。災害面で評価するとき、どの面を悪いとみなすかで、いちがいに言えない面もあるのではないかと。それから、湿度と空気の状態によってずいぶん違うものがあるそうですから、それがますます様相を複雑にしていくのだらうと思うのですが……。

川越 いまから思うと、まずかったと思うのは、終戦後、耐火造の火災実験をやろうということをやったわけです。研究費が足りないもので、部屋のなかに、普通のコンクリートの箱の建物として

現場の素材とか古材を持ってきて、それを積んで燃したわけです。最初の頃は、床いっぱい積んで多すぎるといので、まんなかだけに積んだ。その結果ほとんど煙が出ないんですよ。たき火みたいに薄い煙が出て、非常にきれいに燃えちゃって、火事はこんなものだという印象をボク自身も持ったし、見る人にも、うえつけちゃったような気がするのです。

その後、もう少し研究費にゆとりができてきたのと、世のなかの内装を見ているとベニヤで張ってあるので、後になってベニヤで張り込めた実験をやりはじめたのです。そうしたら、フラッシュ・オーバーでものすごい黒煙が出てきて、煙というのにも相当なものだなど、かなりたってからボクは気がついたわけです。煙に対する感覚があまりよかったということ最近になって反省しています。

どういう基準で煙をとらえるか

司会 燃しちゃうとわりに何でもないのである。燃さないために、かえて変なものが出てくるといこともあると思うのです。そういうふうには非常にむずかしいわけですね。そうすると、これを把える試験法というものが、はたして適確かどうかという問題があると思うんですが、世界的にまだハッキリしていないように思いますけれども……。

堀内 おっしゃるように、試験法というのは厄介ですね。何を調べたいのかハッキリしていないと、結果が何だかわけのわからないもので判定している場合もあるような気がする。

上原 今は、視界を遮るかどうかが第一に考えられているんでしょう。

堀内 建設省の内装材の考え方はそうですね。それと燃焼性ですね。あれは、燃焼時のガスの熱分解温度をつかまえているんですね。しかし、近く、人間に対する生物学的な有害さも決められようとしているのでしょ。前からも、法規には抽象的には書いてあるんですよ。ただ、具体的に試験法がないからだれもやらないだけで……。建築研究

所の齊藤さんや川越さんのところでやっておられる。
川越 試験方法も必要なことなのでしょうけれども、試験でいいランクに入れば、それを使った建物全体が安全になるという……。

堀内 錯覚ですね。

川越 それが大へんまずいので弱っているのですけれどもね。かなり、煙の出にくい材料でも大量に燃えれば、ものすごい煙です。猛烈に煙を出す材料でも、ちょっとしか使っていなければ出ない。いちがいに言うべきものじゃないが、現行の法規



川越氏

ではちょっと……。

上原 いくら少なくとも、大量に使えば公害と同じですね。そうすると、現状は、煙の量というのは、いろんな材料の組み合わせになっている場合に発煙性と量を考えに入れてどのくらい、というふうには、建物などはやられているのですか。

川越 やればぐあいがいいのですが、まだ……。

上原 この材料なら使っていていい、ということですね。何グラムまで使っていていい。ということじゃないんですね。

堀内 壁材料1平方キロ当りの発煙量は、なにがしのものであればいくら使ってもいいのです。単位面積当りの発煙量だけで規制しておく。

司会 汚染の方でいう環境規定じゃなしに、発生源規定なんですね。

堀内 そうです。

司会 将来は、環境基準というか全体としてどのくらい出るという方向に動いているのですか。

川越 方向に持っていこうということはやっているんですがね。

堀内 可燃物のほうは、床面積当り木材換算で、50キロ以下という具合にしたほうがいい、という

ような規制のしかたが合理的かと思うのですが、いまは、ズバリそういうファイヤーロードではないえなくて、そのかわりに用途規制みたいな、建物用途がしかじかのものはこういう内装制限をしなさいとか、耐火構造にしなさい、という規定のしかたをしているわけですね。ですから、数量的な、可燃物量も幾段階かに分けて、燃えぐさをたくさん入れたものは、よく燃える建物だから、構造をこういうふうにしなさい。という規制のやり方をすると、単なる燃焼物質だけではなくて、発煙性もいれていけば、スモーク・ロード的な考え方も入ってくると思います。だいたいはそのような方向にこうしているわけですか。

川越 そうですね。

崎川 建築の規定なんかで、たとえば、床がプラスチックだったら塩ビのタイルなら構わないとか、アクリルニトリルのじゅうたんはいけないとかいう規制はありますか。

川越 床はノータッチです。

堀内 天井と壁ですね。

上原 案外、床材もこわいような気がするんですがね。

崎川 この頃はじゅうたんがくっついてしまったような……。

司会 じゅうたんは、防災みたいなものはありますね。

上原 じゅうたんも消防法でやろうとしているらしいけど、まだ……。

堀内 東京都条例で、やっと、階段に使うじゅうたん（カーペット）の防災規制を7月1日からやり出したんです。それもほんのちょっとですが。

司会 難燃というのも非常に重要なことで、問題になっているわけですがけれども、いわゆる難燃化をしますと発煙がふえるというのは事実だと思うのです。そのへんを、今後どういうふうに考えていくかというのは非常に大きな問題じゃないかと思うのです。難燃にしなければ煙や有毒ガスがあまり出なかったものが、難燃にしたために出たのでは非常に問題だと思うんですがね。

上原 いろんな結果を見ますと、難燃化するとや

はり、煙は多いですね。ただ、その条件が少しあると思うのです。というのは、難燃化の目的というのは、初期火災の防止というか、ある程度までの火源なら何とか耐えて火災にしないという所にあると思うのです。だから、その範囲までなら非常に有効だと思うのです。ところが、それを越えるような火災になると、今後は逆に煙が多いということになり、マイナス面に働く。そこのかねあいをどうするかという問題がもう1つからんでくると思うのです。もし、難燃処理をした材料があったがために火災にならなければそれは燃えませんが煙が出ないわけですし、ほかに、そういう難燃化をしていないのがあって、それに火がついて、火災が大きくなる。そうすると、今度は逆に、難燃化のために煙が多くなるという非常なジレンマに陥るわけですね。そこをどういうふうに分り切るのがいいか……。

堀内 わたしたちの考えですが、避難の時間をかせぐということあたりで一応キリをつけたいんじゃないかと考えているんですがね。普通の条件で逃げる場合には、およそ何分間ぐらいで安全なところまで到達できるという時間のおよその見当がつけば、その時間まではフラッシュ・オーバーにもならないし、煙の濃度や有毒ガスの濃度が危険なところにならない程度の燃え方ならいい。そのあとはプロの消防隊に害を与えるけど、このほうは覚悟をして入るほうですから、それなりの対策を講じて入ってもらえばいいので、避難の時間を伸ばし、それを確保する効果に判断の基準を置いて、その範囲で難燃性の効用を認めていったらいいのかと思うのです。

上原 火災が起こった時に、人命に危害を与えるのは、火のつきやすさ、炎のひろがる速さ、ガスとか煙の出やすさだと思うのですが、あるところまで、それぞれ全部を遅らせれば時間を稼ぐことはできると思うのです。

司会 しかし、難燃というのは全部をするわけにはいかないでしょう。

上原 そこが問題なんですね。かなりの程度はできますが、全部はできないものですから、可燃物

がほかにあってそれが燃えやすければ、今度は煙、ガスが出るということになりますからね。

川越 最終的には、火事というのは、とことんまで難燃をはかってもダメな場合があるんですね。それで、対策を考える場合には、諦めずに、段階的に最後までその対策を立てなければならないと思うのですよ。難燃化すればそれで火事が減るからもういいんだ、必ずここで人は避難してくれるはずだから排煙装置をつけておけばそれで避難できるのだ、ということで、それ自身がゴールになっている傾向がありますね。とことんまで追い切れていればどういふ方法でもそれはいいのだろうと思います。

上原 難燃も、ひとくちに難燃といいますが、いろいろレベルがあるわけですね。たとえば、Aの試験法では完全に合格なのに、Bの試験法では不



上原氏

合格になる。非常にゆるいのとシビアなのとがあるわけですね。もし、火災を防ぐことを中心にするならば、相当高い程度の難燃にしてもらわないと意味がない。少々の難燃では、やさしい試験にはパスするかもしれないがそれだとちょっと、火災の規模が大きくなれば燃えちゃう。

煙の挙動は環境に支配される

司会 ところで煙というのはどういう挙動をするのかを、一般の人はあまり知らないような気がするのです。川越先生、これをシロウトわかりのするように言うとういふふうを考えればよろしいのでしょうか。

川越 いろいろ実験をしましたが、まさかそうなるとは思わないで一応火をつけてみるものすご

い煙になりましてね。測定員が、吸ったんじゃないかということで心配したことが2・3べんありました。実験ですからとてもオーバーに安全をみこして考えているのですが、現実はその以上にきびしいということが起こりましてね。

一番根本的な問題は、温度差ということですか。

司会 煙の温度ですか。

川越 建物のなかに潜在している温度ですね。それに煙が乗って動きますから。冬場の暖房時は下から上に舞い上るし、夏場の冷房時は上から下に降りてくる。

司会 建物のなかの煙の挙動は、火災という熱源の問題よりは建物全体の空気の流れのほうに大きく支配されるということですか。

川越 そう思います。

司会 そうしますと、普段から、どういふふうに流れるか、ほぼ見当はついているわけですね。そうすると、たとえば、ビルならビルの関係者が、そういう関心さえ持っていればある程度はわかるわけですね。

川越 じゃないかと思いますがね。その上がついていく速さというのはかなり速いんですけどね。それがピンとこない。

堀内 外気風などもかなり影響するんじゃないですか。

川越 最近では、エア・コンで窓をエア・タイトに詰めますから、わりに外気風は気にしないでいいと思います。

司会 わたくしもいままで間違っって考えていたのですが、火災によって発生した熱が、煙の挙動に大きな影響を持っていて、むしろそっちで支配されているという感じを持っている人が多いと思うのですが、実際はそうじゃないんですね。

川越 もちろんそれも加わりますが……。火事になってはじめて動くのではなくて、すでに動いている流れがあつて、それに乗っている。

堀内 煙の温度というのは、ちょっと離れるとすぐ下がってしまいますね。火災室のなかや近所は影響があるが……。一般のかたに少しわかっていたきたいのは既存のビルというのは、建築技術

は、潜水艦の機密性に比べると、ケタ違いに隙間の多いものだと思うのです。ビルなんかはピシッとしていると思われるのですが、どこかに隙間がある。だから、下の階で火事があったときに、上の階におっても煙は絶対に上がってこないという保証は非常にむずかしいだろうと思うのです。時間の速い遅いはあると思いますが、ですから、永久に煙が入ってこないというのはちょっと考えられないので、やはり、早目に避難してもらいたいという気はいたしますね。

崎川 アパートだって、自分ところでは全然魚なんて焼いてないのに、魚を焼く臭がくる。うちじゃないのにという……。 (笑)。

司会 どちらかというと、ツーツーだと考えればよろしいわけですね。



秋田氏

有毒ガスの研究はこれからの課題

司会 次に有毒ガスについてお話をうかがいたいと思います。いま避難の問題にもありましたが人が死ぬのがふえる。何で死ぬか。原因として考えられるのが酸素欠乏、それからCOガス、その他の有毒ガスということになるのですけど。この問題についてどのように考えるべきでしょうか。

堀内 現在の状態を申しますと、その他の有毒ガス成分というのがよくわからないものですからどのくらいの作用があるかということがよくわからない。それでも人が死んでいくという現実が一方にあるので何とか規制しなければならぬし、対策を講じなければならぬ。特に行政側からすると早く、どういう材料はどれくらい有毒なガスを出すかを見きわめたいわけですね。そういう要請からいえば、こまかい分析は今後の研究にまっ

しても有毒成分を知りたいんですね。しかし、いますぐには間に合わないから、とにかく、トータル・ガスというのでしょうか、これを問題にするわけです。

崎川 ボクは、別の立場でそういうことをいろいろと調べたことがあるのです。たとえば、硫化鉱山なんかで酸素が足りなくなって坑道で死ぬような場合がありますね。そのときに、入っていったそのまま死ぬときの酸素の濃度は16%とされているのです。16%以下だったら命にかかわるというのです。それから炭酸ガスは30%という数字を聞いています。浅間山や秋田の殺生谷とか、自然に炭酸ガスの出ているところがあってタヌキやウサギがよく死んでるそうです。このタヌキやウサギの死ぬ濃度が30%だそうです。次に、一酸化炭素については、どのくらいの早さでまいてしまうのかということこれはまたむずかしい問題ですね。これも、中毒している人は知らずにそのまま意識を失う。一酸化炭素があぶないことはたしかなんですけれど、致死量とか許容量とかいうのははっきりしません。有毒ガスについてはわたしは、はじめは、出るには違いないけれども毒ガスで急に人が死ぬほどシアンやホスゲンなんかが出ることはないんじゃないかと思っていたのです。しかし、いろいろ資料をみますとこれはやはり、そうしとか考えられないんじゃないかと思うような例があるわけです。

アクリルのこたつ掛けがくすぶっただけで死んだ例とか椅子に腰掛けたまま女の人が死んでいる例がある。着物だけがきれいに燃えてしまっている。たぶん、アクリルニトリルのような合成繊維のパジャマみたいなものを着ながら、ガストープのところで新聞か何かを読んでいたんじゃないか。裾に火がついて、ガスをスッと全部吸って意識がなくなり、シアンの中毒で死亡したとしか考えられまい。普通は、アクリルニトリルは軽いから、燃えた場合、ほとんど上へいってしまい、ほとんど中毒現象は起こらないけれども、吸い込むような条件のところで燃えれば、これは非常に危険だということです。

司会 いまの3つの原因の中でどれが、火災の場合の死亡に一番きいているかという問題がはっきりしませんと、材料の面は非常に困るんですね。

川越 これ迄、たくさんの火災実験をしています。だいたい、部屋を燃すのが主なんです。ビルがあり、下が燃えて上がどうなるか、という実験は、模型的にもあまりやっていない。いくつかの実験データを見ますと、排ガスが上にたまってきますから、上階の酸素の減少は予想外に早く起きるんですね。そこがどうも実験され、つかまえていない。ネズミを殺すほうはいろんなことでやってありますが、殺すためにつくったガスと上階のガスが合っているかどうかははっきりしないのです。このへんをもうちょっとやっておかないといけないのではないかと。いくつかの結果からみると、酸素不足というのが、相当影響が大きいなという気がしているんですがね。

崎川 これは東京の空襲のときのことですが、下町や青山のまちで空襲にあった人に話を聞いたことがあるんですが、逃げるときに煙がどんどんますと、何も火に焼かれるのではないのに突然倒れて人が死ぬんだそうです。これは酸素不足だろうと思います。

司会 上原さんはどうお考えですか。

上原 材料からみると、だいたい、どういうガスが発生するかは想像がつくと思うのです。ただ、どのくらいの速度で出るかということがまだ全然わかっていないような気がするのです。

わたしは、これはカンですが、COが一番問題じゃないかという気がするんですがね。新聞で見ただけですが、千日前の火災も、解剖の結果、CO中毒だということになっていたようですね。

川越 フラッシュ・オーバーがおけると酸素は、ほとんどなくなる。

司会 うんと燃えている場合には酸素は非常に減ってくるが、COとか特に有毒ガスは燃焼しちゃうたらかなり減っちゃうと思う。その点どっちが支配的であるかということがつかめると、熱分解のほうの問題なのか、燃焼生成物が問題なのか、ということがまた出てくるんですがね。現在はそ

のへんもはっきりしないということですね。

川越 この問題はいまは内装材の規制で火のつきやすさとか煙の出方で規制しております。今度は毒性をいれなければならないということで、何とか毒性をいれようとやっているが、その前にもう少し基礎的なことを調べていかななくてはから回りする。一応、規制の方法はできたが、それが何の意味があるのかということになるんですね。

堀内 なん度位の温度で、どういう雰囲気です試験するかが決められないんですね。

川越 決められないがそれをどんどん決めちゃうという方向で……。

崎川 シアンはウールの場合も出るんじゃないですか。

司会 そういうデータがありますね。絹なんかも……。

上原 窒素が入ったものは出るというデータですね。

司会 有毒ガスに関しては、なんだかんだいう前に、もう少し基礎研究をして、データを出してからいべきだということでしょうかね。

高崎 家庭で使っている合成繊維で、有毒性が強く10秒やそこらでいちころになるというものは普通の家庭にはありますか。

司会 何が出ればいちころになるか、なんですがね。

崎川 アクリルニトリルが多量にあって、その濃厚な分解ガスをたくさん吸い込めばあぶない。離れたところで燃えれば、軽いから大丈夫だ。

司会 最後に締めくくりとして、今後のこういう高分子の内装材料のあるべき姿、それから、煙や有毒ガスに対する問題の今後についていかがですか。

崎川 やはり、使い方でしょね。塩ビならこういうところがいい、メラミンだったらこういうところ、あるいは燃えやすいものは火事を起こしにくい場所とか、そういうふうに分けるくらいのことじゃないかと思うんですがね。

司会 無理な使い方をしないということでしょうか。

堀内 適材適所で――。

崎川 何でも同じなんじゃないということですね。

司会 それではこのへんで。どうもありがとうございました。

石油をゲル化する

安全化の一方法

岩間 彬

1. はじめに

我が国の原油輸入量は年間2億klに達している。石油製品の流通活動の繁忙に伴ない、貯蔵輸送における数の高密化と積載単位の増大をもたらし、交通混雑のさなかでタンク・ローリヤタンク車が転倒、衝突して地上に石油が流れたす事故は東京だけでも日に2、3件にとどまらない。また、近海における船舶の往来は錯そうの一途をたどり、そこでマンモス・タンカーが座礁、衝突を起こせば広範囲にわたる海の汚染はまぬがれえず、未曾有の大火災が発生するかもしれないとやかましく警告されている。このような実態を見聞すると、日本の都市環境の安全指標は上向きになってきたという説はにわかには信ずるわけにはゆかない。むしろ、災害と事故のポテンシャルは増大しているのではあるまいか。最近、いっぺんに多くの人が死亡するビル火災、航空機事故が続発している現状を考えると、いっそうこの感を深くする。

安全環境を悪化させたのは、過去十数年にわたって我が国の経済成長を支えてきた石油消費量の増大が原因の一つであることは否めない。

石油は石炭、木炭、薪など固体燃料と違って、着火が簡単にでき、燃焼性が優れている危険物であるからこそ価値があるとする議論がある。安全

対策は容器、燃焼器などのハード・ウェアと貯蔵、輸送、燃焼法等のソフト・ウェアの改善に重点をおくべきで、燃料自身の安全化に手をつけると肝腎の石油の長所が失なわれてしまい、コストが低廉であることを優先する原燃料の命題に反するというのである。しかし、今は公害問題で、ガソリン、重油の改質がせまられているように、安全対策でも燃料技術者、研究者が何らかの形で貢献しなければならぬ時代である。そこで、貯蔵、輸送のときには固体燃料と同等の安全性を保持し、いざ使う段においては液体燃料の取り扱いやすさ、着火・燃焼性のよさを失なわない新しい燃料が欲しいという要望に応え、燃料サイドから安全問題へアプローチする一手法としてクローズ・アップしたのがここに述べる石油のゲル化である。

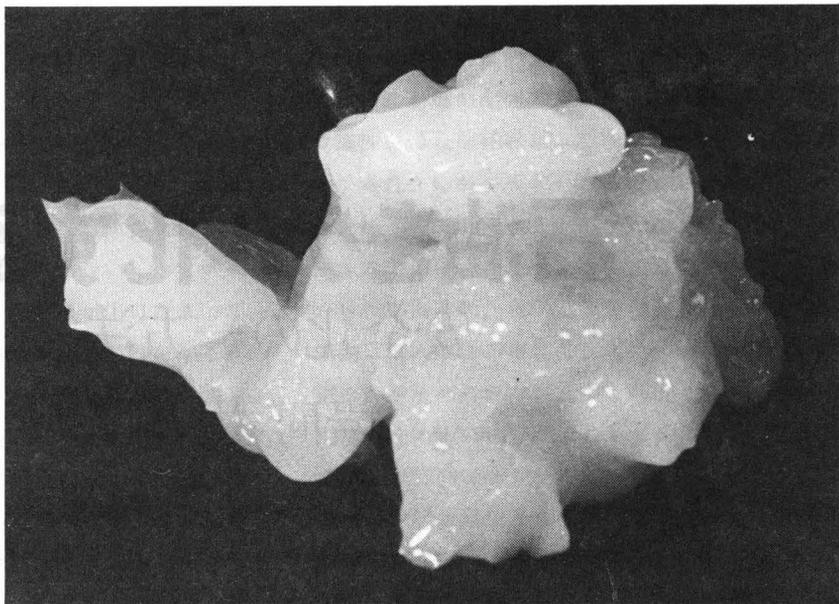
以下、筆者らの研究成果を中心に簡単にゲル化石油燃料の現状を紹介してみたい。

2. ゲル化石油とは

一概にゲルといっても、その物理的定義はあまり意識されずに使われているようで、半固体状の多様な物質群の総称になっている。筆者はこれを次の4種に分類することにしよう。

第一は粘土や練り歯磨きのごときタイプの、泥

状燃料 (slurry fuel) である。実はスラリー燃料は古代ギリシャの昔から存在したといわれ、敵を火攻めにする有力な武器であつたらしい。「燃える水」に石灰を混ぜると火持ちが長くなり、焼打ち戦術にはさぞかし威力を発揮したと思われる。学問的にいえばスラリー燃料はコロイド ($1\mu\phi$ 以下) またはサスペンション ($1\mu\phi$ 以上) に固体粒子を細かく砕き、液体のなかに稠密に分散させた



黒い紙の上のにせたゲル化JP-4

燃料である。石炭では斜陽化し、石油にエネルギーの主役をゆづった十数年前から、石油への捲き返しの意味もあって、パイプ輸送ができ、煤煙の発生も抑えられる石炭スラリーの研究が行なわれている。これは、微粉炭を水に分散させたもので、米国とカナダでは産炭地から港湾あるいは消費地へ向けて石炭スラリーをパイプ輸送し、コストの低減をはかっている。航空燃料ではボロンやマグネシウムを微粒子にしてジェット燃料へ混ぜ、実機エンジンテストまで、1950年代にアメリカ航空局が中心となって行なわれた。これは安全に目的があったわけではなく、比推力を高め超音速機の開発への手がかりを燃料に求めたのである。残念ながらタービン翼がスラリー燃料の燃焼温度に耐えられず機械的強度が落ち、とくにボロンは排気管・アフタ・バーナのところにガラス質の酸化ボロンを推積してなかなかとれないことが判り、実用一歩手前で開発は中断されてしまった。しかし、この技術はロケット推進剤に引き継がれた。まもなく、アルミニウム粉を添加すると固体ロケットの異常燃焼を抑制するのに効果があることが発見され、現在の混成固体推進剤には一部のミサイルを除きアルミニウム粉が5~23%混入され、酸化剤を合わせると固体粒子を85%も含む高分子

ポリマーの泥状物 (dough) を固めた弾性体が使われている。このように充填剤の比率を高めてもなお直填注型ができる流動性を保てるところに、固体推進剤製造における重要なノウハウがある。いささか余談にそれたので炭化水素燃料スラリーに戻る。金属粉の代りに超微粒化の技術が確立している Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 などの金属酸化物は、粒径が μm 級のもので製造され、既にペイント、顔料に利用されているが、これらを3~10%混ぜれば石油をスラリー化することができる。金属、金属水素化物あるいは金属酸化物でスラリーにした燃料は流れ難いという点では安全の方向に踏み出してはいるものの、弱い粒子間引力によってマトリックスを保持しているだけにせん断応力には極度に弱く、燃焼ガス中に含まれる固体微粒子を大気中へばらまき、公害燃料のレッテルをはられることは必定なので、石炭スラリーのほかにはあまり期待できる燃料はない。

ゲル化燃料の第2はわく組型構造 (scaffold structure) といわれるものである。ゲルといえはすぐ寒天、食品ゼリー、マヨネーズ、ヨーグルトなどが思い浮かぶであろう。液状炭化水素に対しこの種のゲルをつくる化合物は、電解性ポリマー、配糖体、蛋白質その他のなかに数多く存在する。

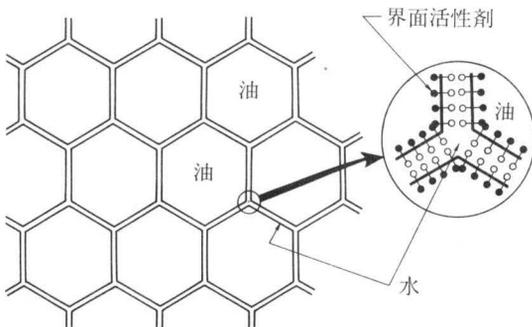
わく組構造というのは水素結合、イオン-二極結合といった分子間結合によって三次元骨格を燃料のなかにゲル化剤がつくり、あたかもスポンジに液体をしみこませたような形をしている。この燃料は温度を上げると液体、下げるとゲルに戻る可逆性があり、ゲル化剤の添加率を変えることによって硬さを自由に換えられるところに特色がある。山登り、ハイキングによく持参してゆく固型アルコールもこの型で、ゲル化剤には脂肪酸石けんが用いられている。前大戦で空襲を経験した人ならば油脂焼夷弾の中身をひらきこんにやくのようなゲル化ナフサを観察した方がおられるであろう。

C₁₂~C₁₈の水素飽和脂肪酸を10~30vol% ナフサに加えると、衣服や壁にへばりついてなかなかとれず、黒煙を上げて高温で燃えるゲルができ、これが油脂焼夷弾の正体である。このように、安全とは全く逆方向のゲル化燃料がある。最近日本で開発されたグルコースを反応開始剤として多酒アルコールを付加し、触媒のもとで芳香族アルデヒドと縮合させたゲル化剤(商品名ゲルオール)は、液体燃料を固める能力が高く、瞬間ゲル化法が開発されれば流出油の危険排除処理には好適であろう。

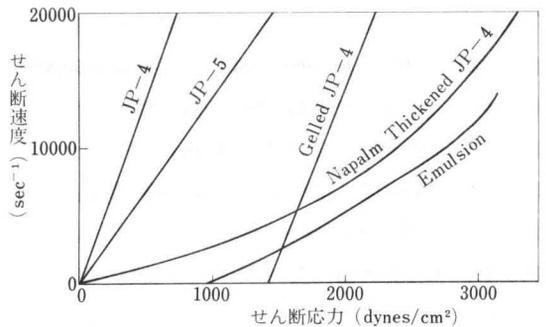
第三は親液コロイド型ゲル化燃料である。これは、分子量が高い極性化合物を燃料に溶解したもので、たとえばポリブタジエン、ポリオキシアルキルグリコール、ポリイソブランなど分子量が、2,000~10,000程度の高分子プリポリマーを炭化水素燃料に溶かした粘稠液である。このような高分子化合物を燃料とするのはコストが高く、安全面でも利得に乏しい。が、ワックスを軽留分の石

油に溶かしたゲルは流動点を高めるという意味では安全燃料の仲間に入れて差支えない。この種のゲルにも火炎放射器燃料のごとく、安全の目的にはそぐわないものがある。火炎放射器ではオペレータの身を守るためにゲル化燃料を使うのであって、通常ニトロメタン、ナフサの混合物をわく組構造をつくるパームのアルミニウム石けん(ナパーム爆弾原料のゲル化剤でもある)でゲル化するかあるいは天然ゴムまたは人造ゴムをアルキルアルミニウム化合物に溶かした親液コロイド型燃料が用いられている。

第四は水中油滴(oil-in-water)型ゲル化燃料である。この燃料の構造は図1に示すように、コロイド油滴の一つ一つが、燃焼不活性物質である水(極性物質たとえばヒドラジン、フォルムアミドなどでもよい)の薄い膜に包まれているので、燃料の危険度を軽減するのに効果的で、4種のゲル化燃料のうちではもっとも安全の目的に沿っていると思われる。事実、引火点、伝火速度を測定してみると、これまでの3種の燃料はもとの液体燃料のそれとほとんど変わらず、ただ、容器に孔やひび割れができたとき、流れにくいという利点があるだけである。ナパーム爆弾燃料や親液コロイド型燃料は粘度が高いというだけであり、2枚の板の間に試料をはさんで互に反対方向に引張ったとき、動き出すときのカー降伏せん断力は、図2に示すようにゼロで、容器に孔があれば必ず少しずつ洩れ始める。これに対し、エマルジョンとゲル化燃料は降伏応力を越える力で押しなれば、流れ始めない。O/W型ゲル化燃料はエマルジョン



第1図 O/W型ゲル化燃料の理想構造



第2図 濃厚燃料の流動性

燃料の範ちゅうに入るけれども、ここでは第一相が第二相のなかにコロイド微滴となって分散し、その形が沫型にとどまっている比較的低濃度のものを狭義のエマルジョン燃料と名付け、第一相(すなわち内相液)の濃度を増し、沫型コロイド分散をとり得なくなる限界点からはゲルと称することとしたい。その限界は炭化水素燃料と水の組合わせの場合、内相液74vol%が境である。理想形状は平面的にみると図1に示したように六角形、立体的にはtetra kaideka hedraという多面体が油滴の形であり、理論的にはこの形が水の含有量が最小限にとどめることができる。燃料油含有率は90vol%どまりのO/W型ゲルならば簡単にできることは以前から知られていたが、97~99.4vol%と非常に高濃度のO/W型ゲルができるようになったのは油の合一を防ぎ、界面張力を低下させ、マトリックスを安定に保つ優秀な界面活性剤が見出されたここ数年来のことである。最近、筆者らが開発したO/W型ケロシンは-20~+60°Cの数次温度サイクルをかけても安定で、2年以上も貯蔵でき、150G/msの衝撃、0~32Hz @0.4Gの振動を加えても安定である。また、98vol%以上のJP-4(ケロシンとガソリンとの混合物のジェット燃料規格)を含むゲルをつくることに成功し、安全燃料として一般燃焼器に利用する用途を立てることができた。

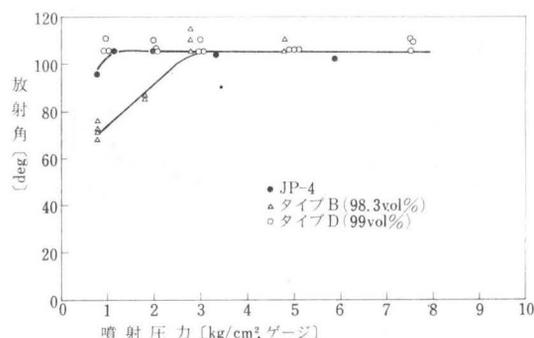
3. O/W型ゲル化石油の主な物性と着火・燃焼性

このゲル化燃料は連続相を電気良導体の水で構成するエマルジョンであるだけに、 $10^{13}\text{ohm}\cdot\text{cm}$ と絶縁物に近いJP-4やケロシンの比抵抗はゲル化によって $10^6\sim 10^8\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 、ごく微量の電解質を水に加えると $10^4\sim 10^5\text{ohm}\cdot\text{cm}$ に落とすことができる。したがって、燃料の輸送や移し換え、タンク内の清掃の際に恐れられている静電気による火災発生、爆発事故は未然に防がれよう。また、検量棒のそう入やドレインもそう危険を感じないで行なえるであろう。

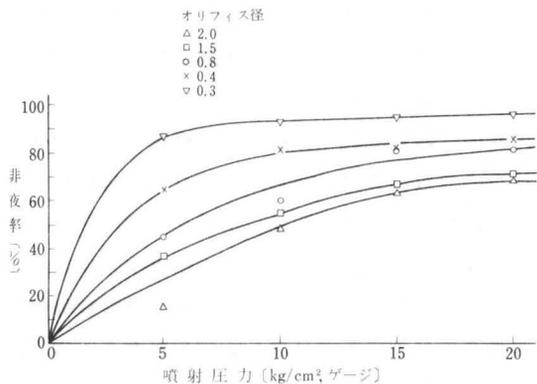
この燃料は硬いわく組構造燃料と同じく、万一

地面にこぼしてもすぐ地面にしみこんでゆかず、写真1のように或程度の高さに山のように盛り上げることができ、処理が簡単である。タンカーから洩れても、海面を油膜が覆い広大な面積を汚染するようなトラブルにはならない。原油を積出港から出発する前にゲル化しておけば、昨年暮、新潟港外で惹起した「ジュリアナ」号座礁事件のごとき、タンカー海難による海の汚染は未然に防げたのではあるまいか。一度、海へ流れ出した油を処理するには油量の1/4ないし等量の界面活性剤が必要といわれている。

O/W型ゲル化燃料は固体燃料の安全性をもつ平面、液体燃料の特質を失なっていない。それはパイプ輸送ができるからである。ギヤポンプ、電磁ポンプ、ターボポンプなどは吸入圧のみで、タンクからポンプまでの距離が5m位あっても燃焼室まで移送できる。圧送・噴霧する場合は $3\text{kg}/\text{cm}^2$ (gage)以上の押し圧があれば、噴霧の状況は液体と変わらない。図3に2mmφの渦巻噴射弁で噴霧したときの噴霧角をゲル化JP-4と液体JP-4の双方について測定した結果が示されている。一般のガン型燃焼器の噴射圧は $5\sim 15\text{kg}/\text{cm}^2$ (gage)であるから、降伏応力をもっていて低圧噴霧性がよくなく、押し出し圧も余分にかける必要がO/W型ゲルの欠点は実際上そう障害にはならない。ノズルから噴きだしたゲルは一部ないし、大部分が強いせん断応力を受けて液体に戻っている。比較的せん断力に弱いD界面活性剤でゲル化した99vol% JP-4を噴射した後の液体に戻ったゲルの割合、すなわち排液率が図4に示されている。ノズルか



第3図 渦巻噴射弁による噴射テスト

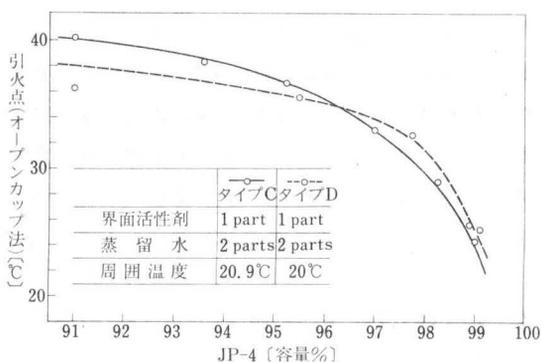
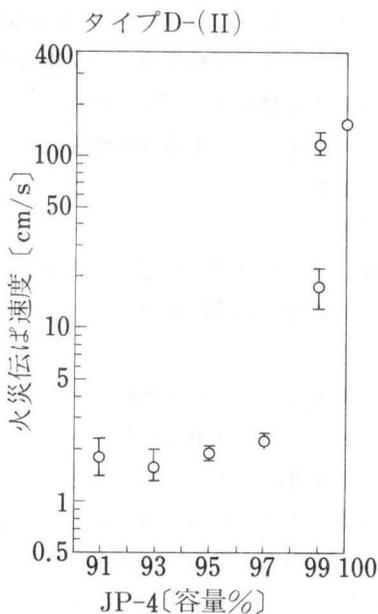


第4図 噴霧したゲル化JP-4の排液率

ら出たこの燃料は中心部はゲルのまま残っており、周辺は液体である。したがって、燃焼室へ噴霧されるのは、マクロにみてもゲルと液体燃料の混合物である。燃焼器には100%液体に戻した後に噴霧できれば理想的であるが、ゲルと液体とが混合していても、振動燃焼を起こすような心配はジェットエンジン試験、ガン式燃焼器への応用などの経験に照らして全くないといえる。

ガソリン、ケロシンの引火点はO/Wゲル化燃料では著るしく高くなる。図5に示すようにJP-4の引火点はオープン・カップ法で -17°C であったのが、ゲル化をすれば常温あるいはそれより上の温度に上昇する。引火点 56°C であったケロシンはD界面活性剤でゲル化すると 66°C になる。ただし、

第6図
ゲル化JP-4
プルの上を
伝ばする火炎
の速度



第5図 ゲル化JP-4の引火点

ここで注意しておきたいのは、タンク内空間ガスの着火性は、ゲル化しても変わらないことである。たとえば、液体JP-4のリード蒸気圧は液体JP-4が $2.3\text{psi} \sim 3.0\text{psi}$ 、D-99vol%ゲル化JP-4の蒸気圧は 1.9psi であり貯蔵タンク内の空間ガスはゲル化してもいぜん可燃範囲にある。それは、いかに安定なゲルといっても長時間タンク内に放置すれば、空間ガスの燃料蒸気が飽和に達するまでゲルは蒸発するからである。O/W型ゲル化燃料はあくまでもタンクやパイプから洩れたり、容器を転倒した場合や航空機が墜落、不時着したときなどにおける一過性の危険な事態に備える安全対策が主眼であって、いかなる条件でも引火はしないが、燃料として使用に耐えない、といったことにならぬよう配慮された燃料である。

O/W型ゲル化燃料は引火点が高まっていることが反映して、伝火速度は著るしく低くなっている。ゲル化JP-4の伝火速度を測定した一例が図6に示されている。99vol%ゲル化JP-4の伝火速度は試料温度がほぼ引火点と同じ条件にあるため、予混火災の伝ば速度で火が進み、その値は液体JP-4の場合と比べて $1/2 \sim 1/10$ にしか落ちないが、97vol%では $1/100$ と著るしい低下をみせている。石油ストーブが転倒してたちまち燃え上がり、初期消火が間に合わず、大事に至る例が多い我が国では、伝火速度をこのように抑え、炎上を防ぐことは重要な課題であろう。航空機が墜落したたとえ火が着いても、炎上さえしなかったなら退避するいとまがとれ多くの乗客が助かったのに、と思わ

れるケースは去る6月14日日航機 DC-8 のインド、ニューデリ郊外に墜落した事故でもみられた通り、枚挙にいとまがない。図6のデータは連続相(水)を強化していない試料についての計測値である。もし、我々が見出した安定剤を水に対し20~30vol% 加えると、99vol% JP-4 ゲルの伝火速度を液体のその1/50の線に落とすことができる。

4. O/W型ゲル化燃料のつくり方と安定性

この問題は我々がもっている重要なノウハウであるだけにあまり具体的に書くことはできない。が、原則はO/Wエマルジョンのつくり方に従っている。界面活性剤が水溶性であれば、水に界面活性剤をあらかじめ溶かしておき、燃料油を水の2~3倍量注ぎ、高速かく拌によって、まず低濃度エマルジョンをつくる。つぎに低速で混合しながらこの母液に燃料を少しずつ加え、途中で排液の兆候がみられたならば、直ちに注加をとめ、エマルジョンが再生するまで十分にかく拌を続ける。このように常にエマルジョン状態を保持しながら所定量まで燃料を加えゆくのが秘けつである。もし、油溶性界面活性剤であれば、水と油との比1:2~4の粗エマルジョンを自己乳化でつくり、それを母液とし前と同様の要領でW/Oへの反転を避けながらゲルを生成させる。

界面活性剤を選ぶに当って、燃焼公害をひき起こすアルキルベンゼンスルホン酸ソーダ、第四塩化アンモニウム塩、燐酸塩をビルダとするもの、などは絶対避けねばならぬ。先の要領に従えばABS系家庭洗剤でも、不安定であるが80vol% 程度のゲル化ケロシンならば簡単につくれるので試されたい。が、燃焼生成物に固体粒子と亜硫酸ガスが生成する点からもこれは実用にはできない。燃料とかけ離れた高い分解温度をもつポリマー界面活性剤、NOxの生成原因になる窒素含有量の多いゲル化剤も勧められない。アメリカで、ジェット燃料用ゲル化剤として発表されたものは N-coco- γ -hydroxy butyramide ぐらいであり、大部分は企業

秘密である。我々が用いている界面活性剤の発表ももう暫く差し控えることをお許し願いたい。

ゲルの製造にはコロイドミル、バルブホモゲナイザー、超音波乳化器など既成機械を単独で使用したのでは、良質のゲルはできない。機械かく拌法では空気泡をまきこみ、ポンプの故障、キャビテーションの原因になり、ゲルが不安定になるからである。batch 製造法では大量消費される燃料の製造にとってあまりにも非効率である。我々は気泡を含まぬ連続式ゲル化燃料の製造法に成功している。

O/W型ゲル化燃料はその構造上、親水性材料であるガラス、金属容器に入れておくとやや排液速度が高くなる。なるべくなら、親油性のプラスチック容器に保存することが望ましい。また、ごく薄い水膜で油滴を包んでいるだけに大気中にさらしておくと、水相が蒸発して油滴の合一速度が高まり、排液傾向が強まるので密栓しておくことが必要である。しかし、筆者らが最近開発した界面活性剤でゲル化したものは、親水性容器でも極めて安定であり、タンクのふたを開放しておいても2、3週間は排液をみない。

何らかの理由で水の存在を嫌うならば、エチレングリコール、ジメチルフォルムアミドなどの極性物質で置き換えることもできる。ゲルを急速に破壊する化学物質、機械的方法も開発されている。強アルカリ、強酸水素イオン濃度のもとでも安定なゲル化剤も見出されており、とくに、か性ソーダでゲル化した重油は排煙脱硫の一方法として注目されている。

5. アメリカと日本におけるゲル化燃料の研究状況

アメリカでゲル化燃料の研究が盛んになった動機はベトナム戦争で攻撃用ヘリコプターと輸送機が狙撃され、墜落、炎上するといった損害が多くなってきた1964年頃からで、軍がスポンサーとなって研究を督励している。また、その頃、民間航空でも大型旅客機への落雷、墜落炎上の事故が

相次ぎ、連邦航空局でも航空燃料の安全化に強い関心を寄せ、航空機火災のシンポジウムも開かれている。1970年代に就航し始めたジャンボジェット機B-747、まもなく我が国に登場すると思われるエアバス L-1011 と DC-10 は周知のように1機当りの収容乗客数が、従来より3~4倍に増しており、万一墜落し、満載時には全重量の40%を占める燃料に火がつけば、犠牲者の数はそれだけ多くなると予想される。航空機はずう体が大きくなると、墜落、不時着のときの物理的衝撃よりも火災で死ぬ方が多くなると考えられるからである。密室に閉じこめられた乗客を救出し、自ら脱出する余裕をとるために、燃料の炎上性を低下させることは重要な安全対策である。

アメリカでは Western Co., Esso Research & Engineering Co., Monsanto Research Corp., Air Logistico Corp., Petrolite Corp. や Sonic International Corp. などでゲル化燃料の研究が進められている。Chemical Engineering News 48, 4, 19 (1971) に Petrolite Corp. ほかによって 98vol% O/W ゲル化燃料が開発されたと報ぜられている。O/W型以外に aluminum octoate, スチレンポリマーなどによってゲル化したわく組構造型燃料についても実機エンジンでテストがなされており、意欲的に研究が進められているようである。

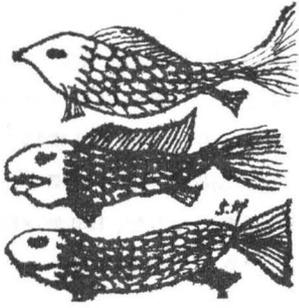
我が国では前大戦の頃からゲル化燃料の研究に手を染めている。当時、日本軍の航空機は燃料タンクに防弾保護ゴムのカバーがなく、米軍機から発射される機関砲が命中するとたちまち炎上し、ライターというあだ名がつけられたくらいである。そこで、府中の燃料工場ではムクロジサポニン(正月に羽根つきをするあの黒い植物の実のなかにある)をINか性ソーダに5%程度溶解し、ガソリンに混合して激しくしんとうして 90vol% のゲルをつくっている。また、脂肪酸と燐酸ソーダで合成した石けんをガソリンに混ぜてわく組型ゲルが試製され、制海権を奪われた東南アジア地域から石油製品を安全に日本へ運ぶため、これらの方法が実用化できるかどうか真剣に検討されたという。以後、ゲル化石油の研究は途絶えたが、イーシー

化学が開発した先述の万能ゲル化剤ゲルオールは流出油の危険排除に役立ち注目に価する。また、超音波工業では Sonic International Corp. と共同研究のもとに超音波を利用した新しいゲル化燃料製造法を確立したと報ぜられているが詳細は不明である。

6. おわりに

ゲル化燃料は、一方は油脂焼夷弾、ナパーム弾、火炎放射器原料として人畜、財産を焼き殺し、焼き払う目的をもつものと、他方は燃料システムの安全性向上を目標に掲げ、その一環として研究、開発が進められてきたものと、180度意図が異なった2種に大別できるのは皮肉な話である。安全燃料の発展に、このように軍事に専ら使用されているゲル化燃料が大きな貢献をしたことは否定し得ないが、環境保全への認識が高まってきた今こそ、純粋に安全のために費用をかけることを惜しまず石油燃料の改善、改良をはかることの重要性を理解して頂きたいのである。石油は第一次産業品でありいままでの日本の国情から、使いやすさと価格のやすさにとのみとられ、規模の利益のみを追いかけてきたため、いつの間にか石油燃料は公害と危険をばらまく元凶と目のかたきにされてしまった。しかし、石油が背負っている重荷を石油自身によって軽減させることは不可能ではない。O/W型ゲル化燃料は目下のところ安全燃料として一本立ちするまで、もっとも最短距離にあり、ついでわく組構造型がそれを追いかけている。O/W型ゲル化燃料はなお開発途上にあり、①0.4~1.6 vol% からさらに水の添加量を減らす、②微生物の発生の抑制剤として、メチルセロソルブ、酸化エチレンより一段優る化合物の開発、③安定性の一層の向上、たとえば-30°C~+60°Cの温度変化に耐える、④燃焼器の改良、開発 ⑤容器、運搬器具、ポンプ、パイプ等供給システムの確立、などなお問題が山積しているとはいえ、実用への見通しは非常に明るい。

(いわま あきら・東京大学宇宙航空研究所)



2. 雪害の特徴

雪害の最たる特徴として二つをあげることができ。第一の特徴は、雪害は最近になって新しく生まれてきた災害であること、第二の特徴は、直接被害は比較的少ないが間接被害は、はかり知れぬほど多いということである。

雪害は新しい災害であることを少し解説しておく。水害、震災、干冷害等は藩政時代あるいはそれ以前から深刻な災害として社会史にその名を留めてきたのであるが、雪害は各地の災異誌をみても見当たらない。「大雪降る。」と簡単に記され、明治期になって「家屋数軒圧潰す。」とやや災害記録らしくなってくるが、とにかく戦前までの公式の災害記録には雪害は片隅に追いやられているか、さもなければ災害として認められていないのである。雪国の住民感情においても降積雪を天与のものと思ひこみ、美的観念こそ生まれることはあったが災害意識が形成されず諦観が支配していた。事実、「雪害」という言葉は最近でこそ多用されているが、かつてはそのような言葉は無く昭和期以降の新語である。

気象記録によれば降積雪状況の年代的变化には大差がなく、周期的に多雪期、寡雪期が繰り返されてきたとみてよい。かつてから、豪雪で人が死に、家が倒れ、樹木の枝折れや雪融洪水の類の災害はあったのであるが、それらの量は少なく、社会問題となるほど深刻なものでなく、降積雪はあっても真の災害たり得なかったのである。いうまでもなく、災害はそれぞれの時代の産業形態と密接に結びついている。雪国のかつての代表的産業は農業であったが、水田単作地帯で冬期休耕し、住民は雪深い農家にもって細々と内業にいそんでいたわけで、そのような生産、生活環境の粹

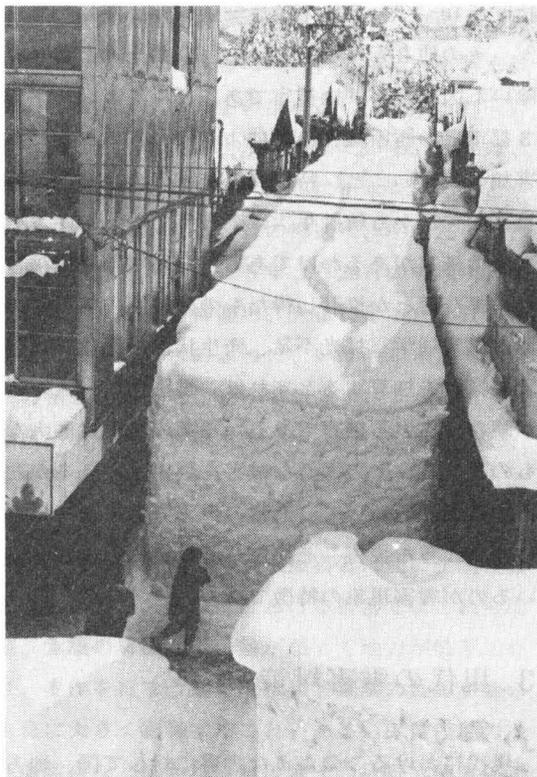
1. はしがき

雪害といえば耳慣れない言葉と受けとられるように、雪害は各種の災害のなかで特別な位置付けをされている。雪害は自然災害の一変種とみられているが、風水害、震災、干冷害等に対して被害の現われ方、防災対策のあり方等が相当異なっており、もちろん公害や事故とも異なっている。したがって、雪害の変遷を正しく理解するためには、前もって雪害の特徴や雪害対策の現況等の要点を知っておくことが大切である。

内にいる限り、雪は大きい被害をもたらさない。雪国にはぐくまれた文明に対して、雪は異常な時といえども洪水、地震のような極端な破壊力を持っていないことも雪害の生まれない一因といえる。

ところが戦後になってから北陸、東北、北海道など雪国にも工業化の波が押し寄せ、住民生活もまた都市化するに及んで、従来 of 農民的な生活、観念ではすまなくなった。工業生産にとっては、冬期間雪のため原料、生産品の輸送が極端に悪化することは堪え難いところである。ここに至って初めて通常の降積雪でも雪害たり得るようになったのである。現在、雪害対策の公共投資の大部分は道路交通確保に注がれている。国に対する雪害対策の陳情項目は数多いがそのトップは常に道路の消除雪になっている。道路交通の確保や快適な市民生活の維持ということは豪雪をまたなくても、毎年定期便としてやってくる3か月という長い期間の普通程度の降積雪でも被害要因となってくる。水害、震災等は天然現象の異常性が重大な要素となるが、雪害では恒常性（豪雪と異常性とみてよい）が要素となる。雪害が自然災害のなかでも特殊な位置にあるといったのは、このような発現機構における特性によるもので、このことは雪害対策に種々の影響を与えている。

第二の特徴としてあげた間接被害の多いということを少し解説しておく。一般に災害種類ごとの被害量を知る目安として、被害額の判然としている公共施設、農林水産物、建物等の被害状況によっている。ところでこのような見方でするなら雪害は全国平均で3%にも満たぬ少額となる。このことから雪害を軽く見るのは危険がある。というのは、雪害では降積雪で生産販売減や交通マヒによる損害が被害内訳の主体であるにもかかわらず、これらの被害は補償の対象になっていないため被害額すら定かでなく、主たる被害が被害額から除外されているからである。このように算出困難な被害を間接被害と呼んでいる。いずれの災害も間接被害が伴うが、雪害においてはそのウエイトが特に大きいのである。このようなことから、雪国の自治体や団体はアンケート調査などによって雪



想像を越える市街地の積雪

害による間接被害の定量的表現に相当の努力を払っているのである。この試みは独り雪害分野にのみみられ発達してきたことを見逃せない。例えば、昭和44年末から昭和45年初めにかけての一冬期間で、米沢市（山形県下、人口約9万余）では雪による直接被害額（内訳項目としては雪下し人夫賃、雪片づけ人夫賃、雪片づけトラック費、建物、車輛の損失等で公共施設被害は除く）約6億7千万円に対し、間接被害額（生産販売減、交通マヒによる損失等が主）約37億円、同様の算出法で新庄市（山形県下、人口約4万余）では直接被害額約3億5千万円、間接被害額約8億4千万円と推計された統計がある。また、雪で有名な新潟県十日町市（人口約5万人）では昭和43年12月から昭和44年4月までの一冬期の雪害被害総額を約19億4千万円と推計している。この被害額の内訳は、米沢、新庄両市の場合とやや異なり、公共土木施設、農林水産物被害も含まれているが、注意したいのは事項別の被害額百分率（端数は筆者が整理）であって、商工関係50%、建物関係30%、農林水産

物関係10%、公共土木施設関係4%、運輸関係3%、その他3%となっている。公共土木と農林を除いた大部分が間接被害であるとみてよい。上記3都市での雪害被害統計によれば、人口の割に被害額の大きいこと、特に間接被害の大きいことが目立ち、しかも統計年次は豪雪年でなく毎冬この程度の被害があるわけである。今述べた間接被害は、まだ何とか推計し得たものの範囲内で、この他、児童通学、採光不足、衛生状況の悪化等に伴う諸経費を加算するとすれば、雪国住民一人一人が蒙っている被害であるからその総額は膨大なものとなる。このような被害を災害といえるかどうかは別問題として、通常の災害概念にあてはまらないような災害、そのような災害に悩まされているのが雪害現象の特徴である。

3. 現代の雪害対策

現代におけるこのような雪害に対して国、地方自治体の対策はどうであろうか。一口にいえば、雪国住民にとってなお不満足であろうが一昔前に比べれば格段の進歩改善がなされたといえる。戦前から戦後間もない間は雪害対策の立法化は皆無といってよかったが、昭和20年代には「公務員に対する寒冷地手当支給法」（昭和24年）、「積雪寒冷単作地帯振興臨時措置法」（昭和26年）の2法が制定された。この2法は、まがりなりにも雪害関係独自の立法が陽の目をみたという意義がある。

昭和30年代になって雪害関係諸法の整備が急速に進むこととなり、「積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法」（昭和31年）によって道路除雪が5か年計画のもとに着々と進められることになり、「災害対策基本法」（昭和36年）で雪害が災害として認知され、昭和37年には

雪害基本法ともいうべき「豪雪地帯対策特別措置法」の制定をみるにいたった。

これら諸法の整備で相当の効果があがったが、なかでも道路交通の確保には力が注がれ、現在、国道は常時二車線は確保されるまでに至っている。道路の積寒対策事業は昭和32年から実施され、毎年事業費は増加し、昭和40年代では年間100億円を越えるようになった。参考までに昭和30年代の当事業費の著しい伸びを示したのが「雪寒事業費実績調」である。

県や市町村においても雪寒事業における国庫補助率の大巾引き上げや、豪雪対策基本計画（豪雪地帯対策特別措置法に基づき昭和39年閣議決定）にのっとり、流雪溝の整備、除雪機械の購入等キメ細かな施策に予算を計上することになった。例えば昭和45年度では山形県下の多雪地帯の市町村では一般財源の2～3%は雪害対策に投入されるようになっている。

4. 雪害の変遷

さきに述べたように社会問題となるほど深刻な災害としての雪害は新しいものであるので、雪害史は一見単純となり勝ちである。しかし、現在のように雪害が脚光を浴びるに至るまでに、長年の雪国住民の忍苦や識者の啓蒙活動、技術者の調査研究が積み重ねられていたことを忘れてならない。いわば雪害前史ともいうべきものを抜きにしては

表1 雪寒事業費実績調（建設省）

（単位：千円）

年度	項目	除雪	防雪	凍雪害防止	小計	除雪機械	合計
32		86,369	180,065	970,566	1,237,000	344,000	1,581,000
33		106,260	127,140	1,101,600	1,335,000	525,000	1,860,000
34		135,016	145,728	1,817,256	2,098,000	813,000	2,911,000
35		151,199	156,450	2,001,907	2,309,556	264,000	2,573,556
36		212,710	240,190	2,910,220	3,363,100	624,000	3,987,100
37		843,952	222,690	2,985,780	4,052,422	717,000	4,769,422
38		548,516	334,638	3,612,436	4,495,000	1,285,000	5,780,500
39		914,033	423,326	4,141,050	5,478,406	2,214,000	7,692,406
40		1,262,200	429,000	4,832,800	6,524,000	2,469,000	8,993,000
41		1,450,500	550,000	6,206,500	8,507,000	2,806,500	11,313,500
計		5,710,755	2,809,812	30,580,455	39,699,987	12,061,500	51,761,487

（注）昭和41年度は当初計画額である。

雪害史を正しく理解できぬであろう。したがって、この雪害小史では前史も含めて取り扱おうことにする。

わが国の雪害史は大きく次の三段階に時代区分できると思う。

第一時代 雪害がいくらあっても重要度が低く諦観が支配していた時代——昔から大正末まで

第二時代 雪害が各分野でいくら顕われてきたが、まだ調査、研究、啓蒙活動が主であった時代——昭和初期から昭和30年頃まで

第三時代 雪害が災害と認められ、顕著となり、雪害対策行政が飛躍的に向上した時代——昭和30年頃から現在まで

4-1 第一時代

この時代は災害らしい雪害といえば、農業分野で雪解水（ゆきしろみず）による洪水で水田に被害を受ける程度で、藩政時代から大正末までほぼ似たような雪害の繰り返しであった。東北地方などでは近世になってから冷害が最も深刻な災害であったが冷害は雪害と似て非なるものである。この時代では雪害の記録は皆無に近い。記録上無雪害とはいえ、雪の下での住民生活は重苦しく、雪国独特の文化、風情が形成された。雪にまつわる民話、行事等は数多いが、そこに雪害に直接結びつくものを発見することは困難である。例えば宮城県登米郡米川村在の亀卦川信詮が慶応4年から大正8年までの克明な日誌を残しているが（日本積雪連合会機関誌、雪と生活第7巻第8号に山田野理夫氏が紹介している）冬期に大雪の降った記事はあっても、どのような被害のあったかは記されていない。恐らくは大した被害がなかったであろう。

雪害の記録が少ないといえども、この時代に雪害がなかったと考えるのは早計であろう。第一に近代市民意識をもってすれば、雪の下で忍耐を強制されるような状態におかれることが最大の精神的災害とみなすに違いない。雪害が無いとされる場所に最大の雪害が潜んでいるとする発想である。第二に、このような精神的災害を持ち出さなくても現実の雪害が農業面にはあったのである。

それは雪解水による洪水被害と桑樹、果樹などの冠雪による枝折れ災害に現われている。雪解水はかの北越雪譜にも雪中の洪水として紹介されているもので、冬春期の出水をさしている。例えば、富山県においては仲冬、晩冬に出水をみることもあり、明治18年4月8日の神通川、明治25年5月2日の常願寺川、大正5年2月29日の神通川、大正10年1月20日の神通川、大正15年1月3日の神通川での雪解洪水のように、いずれも山間部に相当の積雪があって、しかも気象上特異な暖気、暖雨に出あったとき洪水となり、下流部で田畑流失、家屋浸水の被害をだしていることなどである。このような例は雪国各地で見られるもので、りんご園のような傾斜地では浸水被害とは別に土壌侵食災害もあった。農業面における雪害ではこれらの他、土壌の有機物の分解が悪くて地力が低下したり、麦作を行なう地帯では積雪期間の長短が麦の生育に大きく影響すること、あるいは苗代期の冷水温障害など細かくみれば種々の分野で積雪による障害が認められている。しかし、これらはほとんど災害といえる程深刻な打撃を与えるには至っていなかったようである。

上記のように、農業面に雪による障害がいくらあっても全体としては大した雪害がなく、ただ住民の諦観が支配していた時代であって、江戸後期において、土井利位による「雪華図説」鈴木牧之による「北越雪譜」が刊行されたことは高く評価されるべきであろう。

4-2 第二時代

昭和初期から昭和30年頃までがこの時代にあたる。この時代は次の雪害対策の興隆をみるに至る時代の準備期として、実に豊富な内容を持っており、わが国雪害史上、一層の検討を要するほど価値ある時代である。この時代を総覧するに、雪害に関する調査、研究、資料集めに重点がおかれ、雪害対策事業が進展したとはいえない。雪害分野では調査研究、啓蒙という先行期間が、戦前、戦後を通して30年の長きに及び、その間、雪関係者の陰の努力が並大抵のものでなかったことは、他の種類の災害における場合と違った特徴といえる。

この時代の雪害が、大正末までとはやや違った型で現われてきていることも見逃せない。それは、鉄道、送電事業の普及、市街地の形成などに応じた雪害の発現である。鉄道や送電は、雪の有無にかかわらず、その機能が維持されなければならない、農業でのように冬眠は許されないの、当然雪害が現われ、またそれへの対策が講じられるからである。例えば、鉄道における吹雪防止林、なだれ防止柵、送電における電線着雪対策などがそれである。

市街地が純農村形態から脱却して都市形態が強まってくると、今でいう都市雪害の初期のような状態で雪害が現われるようになったことも、この時代の特徴である。このような例として、昭和2年2月の越後高田地方の場合をやや詳しく述べてみよう。この引用は、昭和2年5月に刊行された高橋義篤編になる「昭和二年大雪譜」によるものである。原著は当時の市街地の雪害状況を知るうえでまことに貴重な資料といえる。(前掲誌、雪と生活第4巻第9号の大安寺太郎氏紹介による)「大雪譜」の序文は相馬御風、吟風学人(当時の高田市長)、奏真次(当時の旅団長)の三名が記しているが、当時、識者が雪害をどのように見ていたかを推定する資料ともなるので、それぞれの序文の一節を紹介しておく。

相馬御風：たしかに後世までも大切に保存される貴重な史料となることを信ず。北越雪譜という表題を牧之が見出すまでに、曲亭馬琴、山東京山等の大家をしてさんざんに頭をひねらせた事を思うと、高橋君がいま無造作にこうした好表題を得ていることを、少々勿体なく思う。

吟風学人：古来、日本諸島が地震帯であるからというて、対岸の朝鮮半島へ移住した者の無いと同じく、越後が雪国だからというて他県へ逃げ去る者もなかろう。いわんや此の山川の雄偉、此の林樹の蒼鬱、此の土地の肥沃、此の大気的清浄、此の人情の淳朴、住めば都の「一京二平丸」ではないが、愛着の羈絆を断ち切るにはあまりに我等が郷土越後は美しくまた懐しいである。

奏真次：(序文のなかで雪国住民の精神鼓舞を目的として次のような雪祭の開催を提案しているのが面白い。筆者注)(1)降霊祭と昇霊祭、(2)組合の組織及び研究会(雪についての行事や科学研究の推進母体の組織化のこと)、(3)展覧会の開催、(4)除雪デーの設置、(5)副業の奨励、(6)盆踊の時間をなるべく雪祭の踊に転用すること。

大雪譜序文の要点は以上であるが、雪害については屋根雪除雪に最大の苦勞をし、電燈、電信、電話の障害にも悩まされたことがわかる。それら記事の一部を参考までに引用しておく。(現代用語に改める。)

○雪下ろしの急をせまられたが、労働者は背に腹はかえられぬと、自家の雪下ろしを急ぎ、人夫に出る者はない。ここにおいて市民は危険の身近にせまるをさと、あらゆる業者は業を休み「一家総動員」をモットーとしてみずから屋上に上り、昼夜兼行、医師看護婦から芸娼妓に至るまですべて掌に肉刺を作って除雪に従事した。

○屋上除雪にあたって、各部落は徳川時代の五人組の遺風を存し隣保親戚相助けた。

○山間部は例年の積雪に備え、比較的堅牢な建物であるから被害はほとんどなかったが、平旦部特に海岸一帯は建造粗悪な上に降雪が急激で除雪が完全に行なわれず、家屋に倒壊を多くだした。

○市内にいたっては労賃1円50銭が2円50銭に騰貴し、しかも親戚知己の特別関係ある者以外は雇われない有様で、各戸は女子子供にいたるまで屋上の除雪に励んだ。

○老人子供のみの家、病人をかかえた家はただ念仏を唱えて天命を待つ有様である。

○市内の学校は屋上積雪一丈余に達したが人夫なく、危険甚しいので児童は登校したが休校に決した。

○積雪深く各戸の室内が暗闇となり、警火上憂慮すべきものがあるので中央電気会社に交渉して昼間電燈をつける事とした。

○電燈の復旧が遅れ、ローソク・石油も尽き、交通途絶で移送もできず、2月一杯はいずこも暗黒世界に住んだ。

上記のような記録の他、水道消火栓の発掘に苦勞したこと、樹令数百年という名木が枝折れでやられたこと、雪用具であるカンジキ、ショベルの購入費が5～10割高になったことなど詳細に記されている。

昭和初期の高田市の雪害状況は他の都市でもよくみられ、現在でも継続されている面がある。ただ、現在は除雪機能が機械化され、通信手段や救援体制が整備されているなどの違いがある。

この時代の雪害対策は主に個人か少数のグループで行ない、風水害の災害復旧のように国の厚い保護というものがなかった。雪国の後進性は積雪が原因であるとし、政府はその対策にもっと積極的に取り組むべきであるとの意見が戦前において高揚し、この啓蒙的政治運動に生涯を捧げた幾人かの象徴として国会議員松岡俊三がいる。氏は山形県北村山郡桶岡町に生まれ、大正14年、衆議院議員となり戦前、戦後を通じて雪害対策の重要性を政府に建言し、雪害居士、雪害の斗士としてわが国雪害史に大きい足跡を残した。とりわけ雪害対策に国を乗り出さしめるためには政治的圧力が必要である。氏の雪害運動は数多いが、なかでも雪害調査機関設置の建議（昭和4年）、雪害建白書の配布（昭和5、7年の2回）、37万人の署名になる雪害地の地租改正及国庫補助率増加の請願の意義が大きい。このような運動の結果ともみられるが、昭和7年に内務省に雪害対策調査会が設けられ、昭和8年には農林省積雪地方農村経済調査所（現在の農業総合研究所積雪地方支所）が山形県新庄市に設けられるなど、とにかく政府の手によって積雪地方の実情を徹底的に調査研究してその特異性を明らかにすると共に、これに対する経済上の根本対策を講じる道が開けたのである。また、昭和11年には民間による積雪の基礎科学的研究組織として積雪研究会（日本雪氷協会の前身）が氏の努力によって創立されるなど官民相まって雪害意識が識者の間で高まったのである。

雪害の世界では有名な氏の雪害第二建白書の一節を引用しておく。（原文のまま。）

「夫れ斯の如く震火災、風水害、干害、霜害は所謂災害と目して、政府は法律勅令に補助、保護の名実を規定し、社会人の心理亦之に随ふを見る。而して独り天の作為する降雪積雪は、政府の律令百般に災害と見なさず、補助、保護を与ふる所絶無なり。

抑々満天矚々、満地を浄化せずば止まざる降雪積雪は、美的なるが故に天災に非ざる哉。之を震火災、風水害、干害、霜害の災害とは相區別して帝国法令の災害規定外に置くべき性質、果して如何なる理由によりて然るか。

松岡氏の運動に象徴されているとおり、雪害が災害として認められ難いので、啓蒙活動が先行し、社会経済はもちろん、科学技術の分野にわたる調査研究が行政措置に先立つこと30年の長きにわたったことは注目に値する。このようなことは雪害以外の災害ではほとんどあり得なかったからである。

雪害に関する科学技術の調査研究は地道に続けられ他の災害研究に優るとも劣らない。特に戦後になって、雪上車、除雪機械、道路の温水消雪、屋根雪処理、流雪溝、積雪荷重、なだれ、冠雪による枝折れ、電線着雪等々雪害対策技術に関するものや、なだれ、積雪と地形との関係、豪雪予報、雪解洪水など地学・水文的研究、雪氷の物理的解明等基礎的なものから、さらには雪国固有の生活や産業に及ぼす積雪の影響等経済研究に至るまで種々の角度から、数多い調査研究がなされた。防災事業費の少ないことに対して、防災調査研究の多いこと、雪害に勝る災害はない。ただ、これらの調査研究は個別的であり、現場の技術者が担当し、決して体系的に進歩したわけではない。雪に関してはそうならざるを得なかった事情があるが、そこに長所と短所を併せ持っていたように思われる。

この時代のユニークな活動の一つに財団法人日本積雪連合の果たした役割は大きい。同連合は昭和23年に東北信11県が母体となって官公吏の積雪寒冷地での補償運動を契機として生まれ、以後、雪

国地域における行政機関、研究機関、大学、会社、団体等を広く網羅し、機関誌「雪と生活」は雪に関する生活、経済、科学技術、行政等広い分野の生々しい記事を掲載し、防災運動史からみても出色のものといえる。この連合の事務局は東京でなく雪の中心地新潟の県庁内におかれたことも意味あるところで、また、専務理事中川光男氏、雪害科学者古川巖氏（両名とも最近故人となる。）が同連合に依拠して数々の業績を残されている。同連合の活躍はわが国雪害史の一頁を飾るにふさわしいものといえよう。

直接、雪害の調査研究に取り組む他、戦前から北海道大学に低温科学研究所が設置され中谷宇吉郎博士を中心に雪の物理学的研究が世界最高の水準にまで達したことも忘れてはならない。このようなアカデミックな研究に対して、雪害防止にどの程度役に立っているかという批判を耳にすることがあるが、基礎科学の研究が防災に直接間接貢献していることは十分認められるところである。また、前記した農林省の積雪調査所が中心となつて行なつた積雪調査の成果は、積雪地域の地区別の基礎資料として利用されるなど大切な雪害対策調査成果となつた。雪に関するもろもろの調査研究成果は、このように一般にはあまり理解されていないようであるが世界のトップをゆく程にまで進歩蓄積されているとみてよからう。

この時代を要約すると、第一の特徴として雪国住民が雪害を克服しようとして、冬眠状態から脱脚し、あらゆる手段を用いて、長年の間ねばり強く調査研究、啓蒙運動を推進し、昭和30年代以降の華々しい雪害対策の基礎作りをしたことをあげ得る。第二の特徴として、農林業における枝折れ、地力不足、鉄道、送電事業など特異な分野で雪害

が顕わとなり、その対策も新しい科学技術を導入して講じられようとするなど、部分的ではあるが従来に比べて雪害が問題となりはじめた時代であるといえる。また、豪雪時の市街地を中心とする生活の不便、脅威は徐々に高まり、この時代の末期には堪え難い程にまで成長してきたとみなし得る。

4-3 第三時代

この時代は昭和30年頃から現在までである。第二時代が力強い基礎となつて第三時代では雪害対策が具体的に事業となつて現われてきた。この時代の雪害対策事業の要は道路除雪である。道路除雪こそは、この時代の雪害を克服するにあたり、最緊急で、技術的経済的に実現可能なキメ手となり得た。昭和30年代の道路雪害対策の著しい進展についてはさきの第三節で述べた。都市郊外における道路除雪車の性能については革命的改良の余地がないほどにまで発達し、一昔以前に比べて経済活動に及ぼす効果ははかり知れないものがある。

この時代では、戦後の一時期に雪の少ないことがあつたのに対し昭和35年末から昭和36年初めにわたる北陸豪雪と、いわゆる38豪雪（昭和37年末から昭和38年1月末まで）の二回にわたる里雪で近代諸設備が一大試練にさらされ、これを契機に政府の雪害対策が急に整備されるようになった。この二度の豪雪の、わが国雪害対策の進歩に与えた影響は大きく、ちょうど風水害における室戸台風や28年災害、伊勢湾台風にあたるものといえる。北陸豪雪のときの被害一覧は北陸4県のみで下表のとおりで、その内容をみるに、ある項目では災害の王者風水害に匹敵するものがある。別な角度からみれば、雪害の分野でこのような被害一覧表を作成し得たことに相当の意義が認められる。な

表2 北陸豪雪（昭和35年末～36年初め）一般被害

（各県調）

	人的被害			建物被害			農林被害				土木被害			船舶被害	
	死亡	負傷	行方不明	全壊	半壊	被災学校	果樹園 ha	桑園 ha	農地 ha	林産物 m ³	河川	道路	橋梁		
新潟	20	32	4	162	219	63	2,422	2,200	110	60,000	1	19	1	4	36.1.19現在
富山	11	12	1	40	116	234	234	30	20,500	13,888	10	71	1	10	36.1.31現在
石川	8	7	—	27	235	187	632	161	—	28,750	—	720	—	8	36.1.6現在
福井	0	4	0	—	22	—	—	—	—	—	—	61	—	—	36.2.2現在

ぜなら、この表には雪害を風水害なみの災害とみなす思考がにじみ出ているからである。この北陸豪雪を契機として自民党災害対策特別委員会は「雪害対策要綱」なるものを決定した。現在、雪寒地帯対策協議会と称して積寒地域の改善を政府にせまる強力な連合組織があり当協議会は常に明確な要望事項を掲げている。この要望事項の原型は上記した要綱にあり、この要綱をみれば、第三時代の雪害の問題点がよくわかる。当要綱は応急対策と恒久対策に二大別されているが恒久対策の要旨を列記すると次のとおりである。

(1)雪害基本法の制定 (2)除雪機械の増強整備
(3)市街地の流雪溝、防雪サク等の整備 (4)民有林樹木の雪折損の保険対象化 (5)果樹植栽への長期低利資金貸付 (6)公立小中学校の分校、へき地集会所、冬期寄宿舎等の整備 (7)尿、ごみ処理施設の改善 (8)家屋の固定資産評価額の合理化 (9)地方交付税調整の合理化 (10)災害減免法の適切な運用 (11)幹線鉄道複線化と通信施設の改善 (12)積雪調査の充実 (13)総合的な雪害対策研究機関の設置

以上は約10年前の要綱であるが、その一部はすでに着手されていることに気付くであろう。雪国住民感情からすれば雪害対策未だしの感が深いが、第二時代に比べてより具体的な要求を掲げ得るに至っている。

昭和37年末から昭和38年1月末までの豪雪は、降積雪期間が一月にわたり、降雪地域も東北地方から九州にわたる広範なものであった。ふだんは雪の少ない暖国地方は耐雪機能が弱いのでいったん降積雪に見舞われると雪国以上の雪害がでる。このようなこともあって、雪害の恐ろしさがより広く世間に認められることともなった。38豪雪では観測史上最大積雪深を更新したところが多く、市街地でも4 m近い積雪深を示したところがある。38豪雪のさい、政府に豪雪非常対策本部が設けられ救援体制は以前に比べて一段の進歩が認められる。38豪雪では、関東、東海を除くほとんどすべての地方に被害が発生し、死者228人、行方不明3人、負傷者356人、建物被害10,480棟、山くずれ130か所、通信障害26,556回線の多きに達した。

以上の損失は直接的なものであるが、交通機関の収入減、農林水産被害、商工業の損失などを見込めば膨大な被害額となるのである。余談ではあるが、前記した要綱の(13)に対応するものとして、昭和39年に国立防災科学技術センター雪害実験研究所(新潟県長岡市)が設置されたのは、この38豪雪が契機となったのである。

この時代の雪害諸法の整備については3節のべた。この時代にわが国雪害対策が急速に進捗したことは認められるにしても、雪国住民の日常生活における災害にまで手が届く程ではない。道路除雪一つを例にとっても、国道部分はよいが、市町村道や街路の除雪は相当立遅れており、道路交通確保の弱点となっているし、道路消雪の新兵器と思われた消雪パイプ方式も地下水資源の枯渇からその普及は限られている。屋根雪除雪にしても新しい技術を導入はしているが、まだ実験段階である。雪国の市民生活近代化のテンポは早く、都市部におけるこのような雪害はより強く意識されるようになってきている。

5. むすび

以上、わが国雪害史のごく概略を述べた。昭和30年代に至って雪害が災害として漸く認識され、雪害対策も戦前戦後の長い苦しい準備期間を経てやっと軌道に乗ってきたといえる。しかし、雪害対策の今後には気の遠くなるような大きい問題をかかえている。というのは、単に豪雪時の応急対策や、国道除雪程度までなら可能性はあるが、毎冬の長期積雪による社会経済的停滞を雪害の主人公とすれば、その対策には膨大な公共投資が必要となり、その投資限界が雪国の経済性とからんで問題とされるからである。雪害対策の根本的解決のためには雪国の開発のあり方から再検討することがせまられている。このような意味での雪害克服の困難性は誰しも感じとるであろう。

(にしかわ やすし 国立防災科学技術センター災害研究室長)

☆ ☆ ☆

東京地下駅の防災設備

去る7月15日、東京地下駅の一部が開通したが、その約2週間ほど前に、われわれ編集部の取材班一行は、その防災設備をつぶさに取材させてもらった。以下その見聞記の概略である。

■ 難燃不焼の地下要塞

東京消防庁から派遣された係員の説明を聞きながら、ここの防火設備の素晴らしさにまず舌を捲き、目をみはった。事実、防火設備は完璧なまでに行きとどいていた。

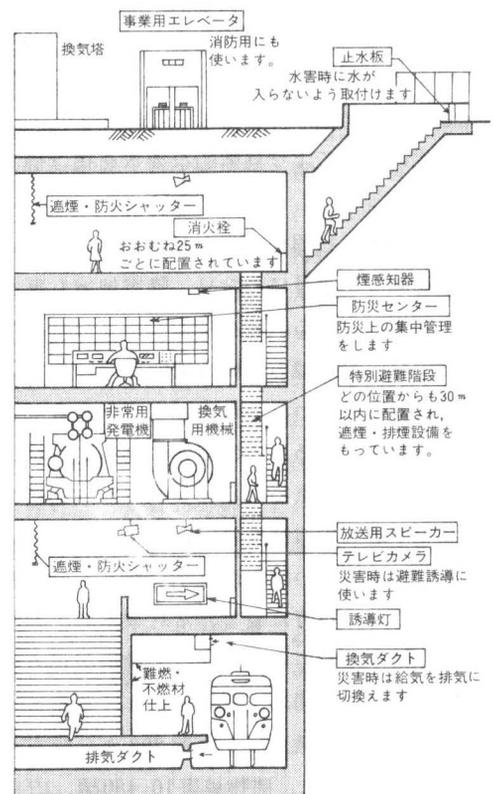
だが、それがあまりにも完璧すぎたがために、かえって興味が半減した。ひょっとすると大火災が発生し、多くの人たちが大混乱のなかで死んでいくかもしれぬ——といった恐怖感が、もしもこの地下駅で多少なりとも感じられたならば、おそらくわれわれの防災設備に対する関心と興味とは飛躍的に高められたであろう。

ところが、この地下駅にはそんな不安など、毛すじの先ほども感じられなかった。つまり、危険性があまりにもなさすぎたということだ。

ところで話は違うが、ここ東京地下駅は地下5階の巨大な近代ビルだ。ということは、つまり地上5階だでの超近代ビルが、そのままそっくり地下にもぐったというわけだ。

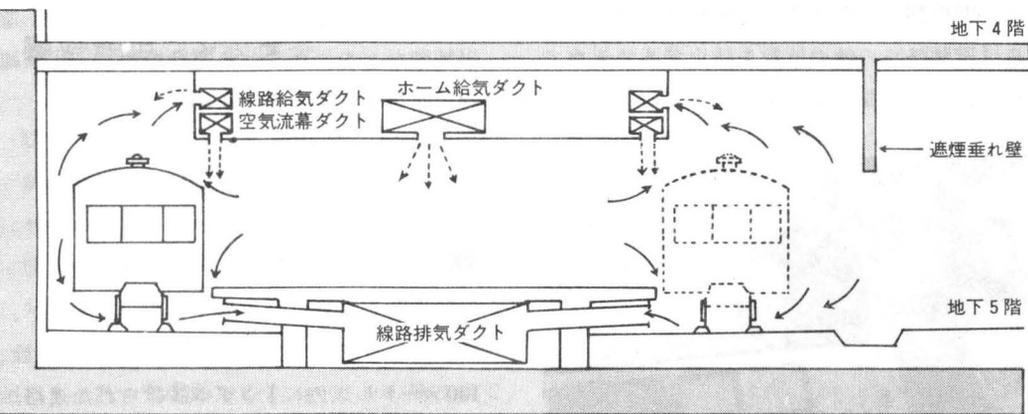
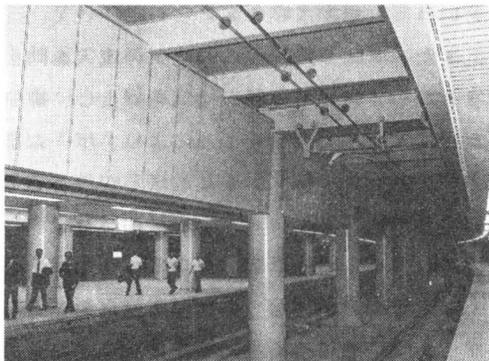
5階だでの近代ビルともなれば、そこには当然無数の商店がずらりと軒を並べるはずである。商店のなかには、もちろんレストランもあれば喫茶店もあるだろう。つまり、火の気の多い店も当然含まれるということだ。

商店街そのものは、イコール燃え草だ。しかも、その燃え草のなかには、火やガスや油などを多く使う、いわゆる“危険な燃え草”もかなり多くまぎっているということだ。言い換えれば、地下に商店街が出現するという



ことは、危険度がそれだけ多くなるということだ。

しかし、ここ東京地下駅にはその商店街がない。したがって、それだけでも十分安全というわけだ。しかも、この地下駅はすべて不燃構造で、おまけに防火設備は文字どおり完璧ときている。これではどう見ても火災など起こりようがない。まさに難攻不落の、否、難燃不焼の地下要塞というべきか――。



注 -----> 平常時(給気) ———> 火災時(排煙)

■ 換気と排煙

トンネル内の空気は、上下線とも列車の進行方向にむかって毎秒 1.5 m から 2.0 m の速さで流動しているが、これがトンネル内の換気というわけだ。また、ホーム階の煙を、もしも火災が発生した場合、直上階以上の階に上昇させないための適切な措置も講ぜられていた。

そのほか、コンコース階に排煙設備がほどこされていたり、排煙風道の主要な部分を耐火構造にしてあったりして、とにかくいたれりつくせりの防火設備ではあった。

なかでも特に感心させられた点は、ホームとホームとの間に、固定の遮煙用垂れ壁が設けられていたことだ。この垂れ壁のおかげで、

たとえ隣のホームで火災が発生しても、もうひとつのホームまでは絶対に煙が襲ってこないようになっている。われわれは、それをはっきりと確かめることができた。

つまり①②番線のホームで焚かれた発煙筒の煙が、あっというまにホームをおし包むのを、われわれは隣のホームからじっと眺めていたが、なるほどこっちのホームには全然煙が流れてこない。

ということは、いざ火災が発生した場合、平常時の換気のうち、ホーム天井両側の空気流幕とホーム中心部の給気とが停止され、さらに天井部から線路側への給気が排気に切りかえられ、線路部排気はそのまま継続される

ということだ。

また、トンネル部からの空気の流入を防止するため、トンネル部の給気を停止し、排気だけにする。こうすることにより、ホーム部の煙をトンネル部に引き込むことができるというわけだ。

こうして、ホーム部とトンネル部とが、ともに排気だけを行なうことにより、ホーム階から上階に通じる階段の昇り口シャッターの下の開口部分に引込み気流が生じ、コンコース（避難路）の煙の拡散を防止することができる仕組みになっている。



■ 防災センター

火災状態を統括することのできる地図式灯火表示装置をそなえた防災センターを見せてもらったが、さすがは天下の東京地下駅だ。何もかもが素晴らしいの一語につきた。

ちなみに同センター内の諸設備を列挙してみると—— ①煙感知器や熱感知器などからの情報、非常電話機通話位置、ITVカメラ、防災シャッターの位置などを地図式で示す地図式火災報知受信盤 ②非常電話機 ③災害現場や旅客流動などの状態を把握することの

できるITV受像機 ④集中電話機 ⑤110番および119番専用の直通電話機 ⑥平常時の案内放送と異常時放送を行なう高声電話機 ⑦防火シャッターを床上2メートルまで降下させたり、駅部と避難階段の排煙および管理シャッターを遠隔制御するシャッターと排煙操作押ボタン ⑧旅客営業関係の情報を受ける模写電信受信機 ⑨電力監視盤 ⑩エスカレーターの運行監視やエレベーターからの異状時連絡、あるいは災害時のエレベーター遠隔制御などをつかさどる運行警報盤 ⑪無線傍受設備等々である。

■ 防災防火設備あれこれ

防災防火設備といってもいろいろあるが、50メートル以内に1個ずつ設置された消火栓、100メートル以内に1つずつ設けられた連絡送水管、駅務室や団体待合室などにセットされたスプリンクラー、駐車場の泡消火設備、変電室と非常用発電機室とに設けられた粉末消火設備、信号継電気室の炭酸ガス消火設備、避難誘導を行なう非常放送設備、各所に設けられた誘導灯、非常コンセント、50立方メートルの消防用水（2か所にある）、火災報知設備、駅務室と詰所に配備された煙感知器、熱源機器のある場所に設けられた熱感知器等々がその主なものだろう。

ところで駅部の消火設備のなかで、特に印象的だったのは次の4点だ。すなわち、①地上から採水できる消防用水 ②防災センターのすぐ近くにある救急救護室 ③ホーム階まで通じる非常用エレベーター ④特別避難階段構造になっている乗降客用階段等々だ。



■ 遮煙用シャッター

避難路のある地下4階と地下1階とは、防災センターからの遠隔操作によって、床面から2メートルの高さまでおろせる遮煙用シャッターがあるが、煙は高いほうに移動する性質があるので、これによって煙の拡散は十分防止することができる——とは係員の弁。

もっとも火災がもっとひどくなれば、このシャッターを床面から2メートルの高さまでではなく、床までぴったりと下ろせるようになってい

る。なお、地下4階の遮煙区画は8ブロックになっており、また地下1階は4ブロックに区画されているが、火災発生と同時にそれぞれの境界線に設けられた遮煙用シャッターが下ろされ、給気が停止され、排気だけが作動するようになっている。

こうすることにより、煙の他のブロックへの拡散は完全に防止されるというわけだ。

■ 一沫の不安

3時間近い取材を終えたわれわれ一行が、東京地下駅の外に出たときは、すでに1時を大分過ぎていた。

7月の灼けつくような太陽が、疲れはてた舗道の上にくつもの幾何学的な影を落としながら、昼さがりの埃っぽい街をななめに切っていた。

われわれ編集部員一行は、そんな真夏の太陽を背に浴びながら、いま見てきたばかりの東京地下駅をもう一度思い起こしていた。さすがは東京地下駅だ。その防災設備には一分のスキも欠点も見出せなかった。

あれなら絶対に安心だ。どう間違っても大火災など発生しようがない。なにせ何から何までがコンクリートと不燃材とで構築され、その上、科学の粋を集めてつくられた、完璧なまでの防火設備が、地下駅のいたるところに顔をのぞかせている。まるで砂漠の真ん中のピラミッドに防火設備をほどこしたようなもので、どう考えても火災とはエンがなさそう

だ。だが、それとは別に、われわれはある種の不安をどうしても拭い去ることができな

かった。ある種の不安——それはわれわれの胸の底に沈澱する黒雲のような不安であった。駅構内にすべりこんできた電車が、突然火を吹いたとき、その電車にのっていた大ぜいの人たちと、ホームで電車を待っていた人たちとがぜん騒ぎ出し、それこそ拾収のつかぬ大混乱が引き起こされやしないかという不安であった。

そんなとき、はたして防災センターの指示どおりに、彼等が沈着に、冷静に、そして整然と避難してくれるであろうか——。

火災とは別の、そんな灰色の不安と戦慄とが、いつまでもわれわれの脳裡にオリのように黒々とこびりついて離れなかった。

裏通りの交通環境

村田隆裕



裏通りの実態 —道路、交通、事故—

一口に裏通りといっても、都心部と住宅地の裏通りでは広さも、歩く人の数も、車の数も、そして道路の使われ方にも大きなちがいがあがる。そこで、ともかく裏通りと呼んでも、おおかたの人がおかしいと思わない道路をいくつかとり上げて、そこでの交通の実態を調べてみよう。

調査対象地区として、まず、都心部(新橋地区)中間部(新井薬師地区)それに周辺部(武蔵小金井地区)の三地区を設定し、それぞれの地区の道路の実態をしらべてみる。また、それぞれの地区から5地点ずつ計15点を選んで、その地点での交通現象をはかるものとした。

都心部の新橋地区とは、西新橋1丁目、2丁目、3丁目の業務地区ではほぼ300m×900mの長方形となっている。この地区の中には、道路幅からすると裏通りとはとてもいえないような広い道路(11m)も含まれている。しかし、いわゆる幹線道路でない、という意味で、相当広い道路も、一応裏通りと考えることにした。道路率、つまり、その地区の全体の面積に対して道路が占めている面積の割合はここでは、16.2%である。東京都全体では13%程度であるから、道路率の水準は高いといえる。この地区の道路の幅は、車道だけを見ると、図-1のようにになっている。平均の車道の幅は5.28mで、かなり広く、さらにこれに歩道(平均歩道幅2.31m)が加わって、7.6mもの幅になっている。舗装は、完備している。また、歩道率(歩道が設置されている道路延長の割合)は17.6%で、約半に歩道がついているが残りの半は、外側線(0.9%)またはまったく歩道がない道路となっている。しかし、他の地区に比べると、ここでは最も高い歩道率となっている。この地区の中の交差点の数は106あり、そのうち信号機つきは3か所である。裏通りの交差点は信号機をつけるよりも、一時停止などの標識を立てるほうが合理的であろう。いわゆる規制標識の数はこの地区内に259本立っている。道路延長31mに1本立てられている計算になる。都心部では、照明灯は多く、206本(39mに1本)立っている。

中間部の新井薬師地区(上高田三丁目、五丁目)とは新宿から四つめの、新井薬師駅を中心として発達してきた住宅地である(約0.4km²)。道路率を見ると9.9%で、1割を下回っている。この地区には3.5m未満の道路が圧倒的に多く、39.7%となっている(図-1)。平均の車道幅はわずか3.58mである。また、歩道率を見ると6.1%であって、都心部の半分にも満たない。歩道はなくても、車道外側線と言われる車道との境目に引いた白線のある道路は5.7%あり、歩道のある道路と同程度となっている。交差点の数は130あり、そのうち39か所が十字路である。標識数は194本となっている。これは道路54mに一本の割合である。道路照

明は110本で、都心部の半分ほどしかないが、いわゆる防犯灯が205本あり道路照明を補っている。

周辺部の武蔵小金井地区は、本町四丁目、五丁目で、約0.6km²の面積をもつ地区である。道路率を見ると10.4%で、都の全体の水準よりも低い。図-1に見たように車道の幅は3.5m未満と5m以上の道路が多く、4~4.5m程度の道路が少ないが平均的車道の幅は4.1mとなっている。歩道率は4.8%で、非常に少なく、車道外側線も引かれていない。標識の本数は、272本あって、60mに一本の割合であるが、これは都心部の半分の密度であることを示す。交差点数は125か所で、中間部よりも対象地区が広くても、交差点数は少いことがわかる。照明灯は道路照明が13本、防犯灯が152本で、他の地区に比べると、夜は暗いようである。

以上が都心部、中間部、周辺部についての道路の実態である。つぎに、そこを通る自動車や人の数が、いったいどういうものかを調査した。自動車の交通量は幹線道路に比べればきわめて少ない。幹線道路では、1車線当り1時間に最大1500台などという値が一般に言われている。しかし裏通りではこれよりもはるかに少なく、調査した地点の中で最も交通量の多かった新橋地区の慈恵医大前でも、13時から14時の間に423台通ったにすぎなかった。住宅地ではこれよりもずっと少なく、多いところで15分間に20台から40台しか通らず、しかも交通量の変動がほとんどなく一日中その量が続く、という性質を示すようである。自動車の量のごく少くても、裏通りでは交通量だけですべてを判断することはできないと思われる。もっときめの細かい、たとえばどういう目的をもったどういう種類の自動車とその地区に出入りするか、というようなことを調査する必要がある。今回はそのこと

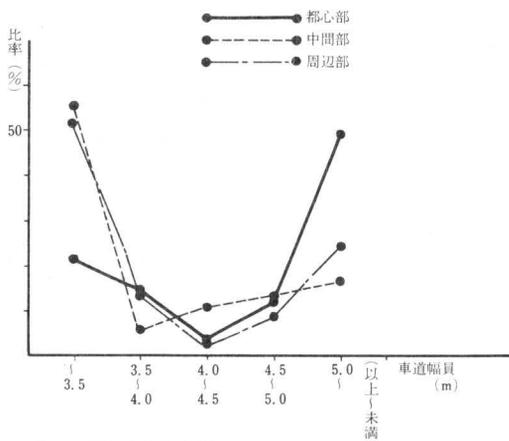


図1 裏通りの車道幅

についてとくに調べることはしなかったが、塵芥収集車が昼間に住宅地内で活動することの問題が指摘された。

歩行者の交通量も、5分間交通量として調査された。これは当然のことながら調査地点の近くの施設——学校、会社、店舗——などに大きく左右される。図-2は都心部の一地点(歩道幅員3m、片側のみ、段差あり)での歩行者量の変化であるが、8時15~20分のピークは通学の学童、8時55

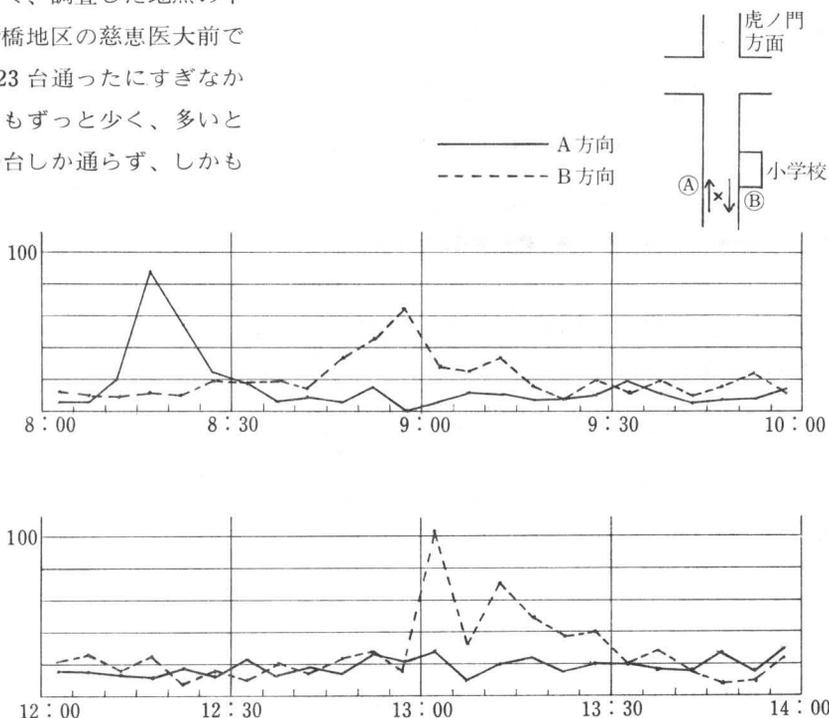


図2 都心部の裏通りの歩行者交通量

分～9時のピークは会社員のピークである。13時～13時5分のピークは昼休みから会社へ戻る人の数であろう。その他の時間は5分間に20人前後が各方向に歩いていて、目立った変動がない。これは調査結果のほんの一例である。歩行者についても、自動車と同じく、量としてだけとらえるのではなく、歩行の目的ごとの動態をしらべたり、また、歩行だけでない道路の使い方も知らなければ真の裏通り対策は立てられないと言っても過言ではなからう。

裏通りでの交通事故は、生活に身近な場所で起こるだけに、最近、議論がさかんである。しかし、事故件数を見ると、東京都内ではこの二・三年来減少の傾向をたどっている。

裏通りを細街路、すなわち、幅の狭い道路として、幅が5.5m未満の道路での人身事故（人対車）の件数を見てみると、表-1のようになっている。いずれの道路幅の場合も減少していて、5.5m未満の道路では合計すると昭和44年、45年、46年でそれぞれ4668件、3670件、3199件となっている。これは減少率では昭和44年を基準とすると昭和45年、昭和46年はそれぞれ21.4%、31.5%になっている。

幅員別 年次	2.5m 未満	2.5m ～	3.5m ～	4.5m～ 5.5m未満	合計
昭和44年	139	876	1647	2006	4668
45年	74	638	1318	1640	3670
46年	65	590	1191	1353	3199

表-1 人対車の人身事故件数(東京都内、幅員5.5m未満の道路)

また、少し古いデータになるが、典型的な住宅地の裏通りの多い東京の中野区野方警察署管内での昭和42年、43年、44年の事故数を比較すると、表-2のようになっている。つまり、事故件数、死傷者数ともに年々減少していて、とくに死傷者数構成比、(全死傷者数に対する割合)は、28.2%、17.7%、12.1%と減っている。

固苦しい数字ばかりを並べたが、ともかく統計の上では少くとも東京では裏通りの事故は減りつつあることはまちがいない。これはいわゆる「裏通り対策」が効を奏しはじめていることの表われであろうが、それでも、裏通りで起こる事故があ

とをたたないだけに、やはりつねに大きな問題として残されている。

事故を減らすということは、いわば、社会的にマイナスの現象をできるだけゼロに近づけようとする努力であるといえる。だが、より積極的に、生活環境をさらにプラスの方向へもってゆこうとする考え方のうえに立つ施策もあり得るわけである。

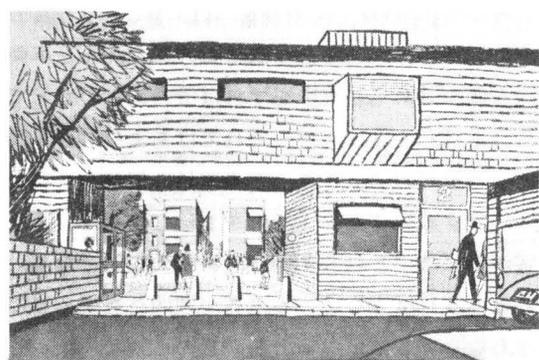
たとえば、取締りを強化し、安全施設を増やして事故防止をはかるだけでなく、そもそも車と人が行き合わないようになれば、人対車の事故は起こりようがないので、道路から車を締め出して歩行者に解放する方法もあり得る。もっとも、これはそう単純なことではなく、大きな財源と、強力な施策と、そして何よりもまず、その地域に住む人々の意識の変化が必要である。

裏通りを人間の空間に

人と車をそもそも行き合わないようにする——これにはいろいろな方法がある。ヨーロッパの都市では、都市計画自体で歩行者と自動車とを完全に分離するような計画がなされているところが少くない(写真-1)。外国の例をひくまでもなくわが国でも都心部の繁華街では、昔から車のはいれない歩行者専用道路が自然にできていたし、大都市には「地下街」が必ずあり、ここはまぎれもなく歩行者のための通路である。銀座通りのように日曜や祝日ごとに車を締め出して歩行者に解放するいわゆる歩行者天国、これも人と車を行き合わないようにする一つの方法である。

事故件数等	事故件数			死傷者数			死傷者構成比(%)		
	42	43	44	42	43	44	42	43	44
道路形状									
小交差点内 (幅員5.5m未満)	220	164	119	265	202	144	28.2	17.7	12.1
同上交差点 横断歩道上	4	6	1	15	6	1	1.6	0.5	0.1
同上交差点横断 歩道付近(30m以内)	15	14	8	16	18	8	1.7	1.6	0.7

表-2 裏通りでの人身事故の傾向(東京都中野区)



中密度の住宅地域に適用したラドバーン方式の想像図：中央広場は、完全に歩行者用である。自動車の出入路が前景に示され、バス路線が遠くに見える。

しかしこれらはいずれも、主として大都市の中心部で大量の歩行者のある地域で人をさばくための方法で、裏通りのように一時間に数十台の車しか通らない道路での話とはいささかちがっている。裏通りでもやはり人と車の分離が望ましいが、ここでの分離は都心部での大規模な分離とはちがった意味をもってくるのである。

裏通り、という語感からすると、いわゆる路地というものが頭にうかぶ。しかしまた、幹線道路（表通り）でない道路、というわけで、いわゆる路地とするには規模の大きい商店街のようなところや、ただの細い通路としてしか使われない道もまた裏通りと言われている。ただ何となく裏通り、と呼ばれることも多いが、裏通り対策のためにも計画を立てる場合にもそのあるべき性格をはっきりさせておく必要がある。その性格の一つは、裏通りでは歩行者が主人公で、自動車は客である、ということである。自動車は、裏通りではとてつもなく大きい図体をした怪物のような客である。重さにすると1トンの自動車は50キログラムの人間の20倍である。こう比べるだけでもかなりの大きさであるが、実は自動車の走るときのエネルギーと人間が歩くときのエネルギーとを比較するとその差は驚くべき数字になる。1トンの自動車が超低速の時速10キロメートルで走っても、その走行エネルギーは体重50キログラムの人が時速4キロメートルで歩くときのエネルギーに比べて125倍にもなる。自動車の時速が20キロメートルとなるとこれが500倍、40キロメートルになると、な

んと2000倍にもなる。走行エネルギーは速度の二乗に比例するからである。このようにばかでかい怪物が走りまわっているのであるから、一たん事故になるとまことに悲惨なことになる。時速40キロメートルで速ってきた車が、わき道からとび出してきた子供をよけたはずみに、一列になって幼稚園へ通っていた子供達の列に突込んだ例（昭和46年12月東京小石川）や、うしろをよく見ないでトラックをバックさせて、買物に来ていた主婦にぶつけて死なせたりする例（昭和46年3月立川市）は、今でも耳にする。事故を起こした運転者には、裏通りの主人公は歩行者で、自分たちはばかでかいエネルギーをもった怪物のような存在だという自覚があっただろうか。こういう運転者をなくすためには安全教育、安全キャンペーンなどの方法で直接にドライバーに働きかけることがまず必要であることは言うまでもない。ハンドルを握れば、歩いているときの何百倍、何千倍ものエネルギーをコントロールしなければならないのだ、と知れば、少しは責任の重大さを自覚するようになるだろう。

だが、しかし裏通りの主人公が歩行者であることをはっきりさせるためには、他にも方法がある。それは裏通りの交通環境を、歩行者中心のものとするのである。

それには、まず手始めに交通規制による方法がある。その方法として「歩行者用道路」の設定がある。歩行者用道路とは、「警察署長が政令で定めるやむを得ない理由があると認めて許可した」車両だけが歩行者に注意しながら通行することのできる道路をいう。裏がえせば、警察署長が許可しない限り、車両は歩行者用道路を通ってはならないわけである。これで自動車はあくまでも客ですよ、ということを言いわたされたことになるのである。また、買物道路、遊戯道路、お祭り道路のように、道路の利用形態に合わせて時間を限って歩行者専用道路とすることも、道路を歩行者に解放する方法として最近各地で好評を得ている。

現状の道路を徐々に「解放する」方法として、これらの規制の方法は今後とも推し進められるで

あろうが、そもそもこれは都市計画、地区計画の問題である。ニュータウンなどのように、まったくの白紙の上にプランを立てる場合は、理想にできるだけ近づけた方法で計画でき、歩行者のための道路システムを最初からつくっておくことができる。しかし都市計画は必ずしも白紙の上になされるものばかりではない。むしろ、すでにでき上って、その中で人々が生活をし、地区の性格もすでに決っている「生きている」都市の中の問題解決こそ、生きた都市計画である。数百年前につくられた都市を、原形をとどめながら、そこに住む人々の生活を大切にしつつ、しかも新しい自動車の時代に都市を対応させようと努力するイギリスの例を引いて、裏通りの交通問題の根本的解決への指針を次に考えてみたい。

入れものとしての裏通り

交通計画や都市計画では、道路やいろいろな施設を「入れもの」と考える。「入れもの」の中にはいるものは、自動車であったり、人間であったり、列車の数であったりする。一升ますには、一升まで酒を入れることができるので、一升ますの容量は一升であるという。酒のような液体では、一升ますには一升以上入れることはできない。しかし、電車の乗客の数と電車の容量との関係などは、わかっているようで、実ははっきりしていない。電車の座席に座れる人数を「容量」と考えたのでは、まだあまりに空きが多すぎる。そこで、吊り皮の数と、ドア付近の余地なども考えに入れて、いわゆる立席も含めた数を「定員」としている。この定員がたとえば144名と一応決められている。しかし、この数もまだ電車の容量とするには、小さすぎる数である。

通勤時には一両の車両にこの3倍近くも詰め込まれている。どんなに混んでもいつもあと一人分の余地のあるのが、ニューヨークの地下鉄だ、と言われているそうであるが、これは東京の国電でもまったく同じである。これでは、容量などは求めようがない。

そこで、「容量」に条件をつけようという考え方がでてくる。人間を、一個のものと考えたと車両に人間を詰め込む実験をすればその条件のもとでの容量はわかる。しかしそれではあまりに非人間的な容量なので、さきほどの定員の何倍かを容量と定義するのである。これを1倍とすれば、全乗客が座れる、という条件のもとでの容量となる。2倍とすれば立っている乗客が週間誌を読める程度となり、3倍になると超満員の「酷電」となる。この1倍、2倍、3倍がいわばサービス水準になるのである。

これは、裏通りの交通とは無関係な話のようであるが、実は、これと似たような考え方が、都市計画では用いられているのである。イギリスの都市の自動車交通問題に鋭いメスを入れ、今後の交通計画への展望を開いたブキャナンレポート(1963年)には、都市内の地区に、何台自動車を入れることができるか——つまり、その地区の容量——について、これと同じ考え方が書かれている。まず「物理的容量」を決める。これは、「(すべての駐車スペースが最初はいっぱいと仮定して)1時間以内にその地域内の駐車場から出ることのできる自動車の最大数」として定義する。いいかえれば、交通容量と駐車容量のうちのどちらか小さい方で決まるというわけである。だがしかし、その地区が住宅地である場合に、かりに自動車がこの物理的容量いっぱいとその地区内を走りまわっているとすると、住宅地としては、実に危険で、不快なものとなるだろう。そこで、この物理的容量のなんパーセントが、住宅地としての適切なレベルであるかを決めて、これを「居住環境容量」とする。その「パーセント」の決め方は表-3に示してある。これによると、居住環境のファクターとして、安全性、快適性、便宜性、外観(景観)の要因を決め、そのおのおの、60点、15点、15点、10点のように重みを配分している。それぞれのファクターには三つづつの項目をあてはめ、重みをさらに配分している。全部で12の項目のうち、最大の重みは28点で、これは安全性の要因のうちの「歩行者と車両の分離」の項目である。つ

項目	考慮に入れた事項（一般的な説明基準）	最大可能点
安全性	1. 歩行者と車両の完全分離。	28
	2. 通過交通、または不適当な性格をもつ交通の侵入のないこと。	16
	3. 主要な衝突点のないこと。過度の速度を出さないこと。	16
		60
快適性	1. 中型トラックの流れに対して歩行者区域や建物の過度の接近がないこと。	7
	2. 駐車場群や構造物、たとえば車庫、陸橋等に対する歩行者区域や建物の過度の接近がないこと。	5
	3. 圧倒的な「スケールエフェクト」がない。	3
		15
便宜性	1. 分散路、または不適当な交通流による、密接に関連をもった用途の分断がないこと。	5
	2. その地域内、および他の地域への歩行者の接近システムの適切さ。	5
	3. 歩行者の大量輸送機関への接近の適切さ。	5
		15
外観	1. 動いている、あるいは駐車する車による風景の支配がないこと。	4
	2. 自動車用の構造物、たとえば車庫、陸橋などによる風景の支配がないこと。	4
	3. 街路付属物、あるいは交通管理施設による風景の支配がない。	2
		10
	合計可能評点	100

表-3 居住環境の適切さに関するチェックリスト (E)

まり、もしもその地区内で、歩行者と車両の分離が完全に行なわれていれば、28点を与え、もしも歩道がまったくなく、人と車が同じ平面上を動いているとするとその項目には0点を与えることになる。歩道率が50%ならば、この点は14点となる。このようにして、一つづつの項目について点数を与え、合計すると、その合計点がすなわち物理的容量にかけ合わせるパーセントの値である。

項目に与える点数は必ずしも物理的な量として客観的に決まるものばかりではない。しかし、この点数がかりに主観的、心理的な量として決められるものではあっても、専門的な立場の人が協議すれば、それほどちがった点数を与えることはないだろうし、また、項目が12にも細分されているので合計点もそれほどばらつきはないのである。

	現在のレイアウト	計画 A	計画 B	計画 C
物理的容量(台/時)	1,600	1,700	3,500	3,500
(E) 評 定	38	64	72	79
居住環境容量	610	1,090	2,500	2,760
合計敷地面積(エーカー)	113	124	132	132
居住環境容量指数(敷地1エーカー当り)	5.4	8.8	19.2	21.9

表-4 ニューベリー計画の居住環境

この「居住環境容量」を実際にはかった例を表-4に示す。

居住環境容量は、その地区を自動車の入れものと考えたときの入れものの大きさである。この量よりも多くの自動車がこの地区にはいると、「居住環境」が損なわれる、というわけである。実際には、自動車は常に出入りしているし、瞬間的には、その量を越える数の自動車があっても、とくに危険になるというものでもない。四六時中自動車の数をかぞえていることなどは、実際上できることではない。居住環境容量はたしかに何台といった具体的な数字ではあるが、これは、直接の交通管理のための数字ではなくあくまでも計画や現状の評価のための数字であり、一つの基準なのである。この基準値に基づいて、ある地区の自動車の適正な量が求められ、その地区での規制方法を定める手がかりになる。

ここに紹介した例は、計画の基準となる一つの数値の求め方である。実際に必要なことは、この基準値の実現のための方策である。現在、すでに裏通り対策として歩行者用道路の設定などが各地で進められている。これに通過交通の締め出しのための方策（一方通行網の設定など—方法によっては直進のできない交差点を作ることもできる—）を加えて、歩行者が主人公となる地区を作ることができる。夢あふれた未来の交通機関の話題もさかんなこのごろであるが、人間社会の未来の姿を追い求めるならば、人間の本来の姿をますます明確に見定めておく必要がある。裏通り問題はまさに本来の交通問題で、この意味から本来の交通の問題とうらはらの関係にあると言える。

（たむらたかひろ・科学警察研究所交通安全研究室）

第二章 事業所の管理者

1. 地震時の恐怖

問 あなたは、2月29日午後6時23分におきた地震を恐ろしいと思いましたか。それとも恐ろしくなかったですか。

N 2948

1. たいへん恐ろしかった	983(16.4%)
2. 恐ろしかった	1,372(46.5%)
3. あまり恐ろしいとは思わなかった	862(29.2%)
4. 恐ろしくなかった	204(6.9%)
5. その他	27(0.9%)

ここでは、管理的な地位にある人の恐怖感が、事業所の特殊性や従業員数あるいは収容人員などにどのような特徴があらわれているかを知るために質問してみた。

(1) 性別

震度4の地震でかなりの恐ろしさを感じた人は男が60%に対して女は80%で、やはり管理者といえども女の方が男より感受性は高い。年齢別では震災体験のある40才代と50才代が63%で、20才代の55%よりも高かった。

(2) 用途別

用途別では、公衆浴場の管理者の70%がかなりの恐怖を感じ、次いでホテル、下宿などの69%、病院・診療所の66%であった。反面、百貨店、マーケットの53%と駅舎が54%で低かったのは意外であった。さらに、従業員数の少ない事業所ほど恐怖感をいだいた率が高く、収容人員では、10～50人未満の事業所が70%を超え、10人未満の事業所は56%で一番低かった。

(3) 危険物施設

危険物製造所等の「ある」ものと「ない」ものとは「ない」ものが64%で「ある」ものが62%で、危険物製造所等の「ある」「なし」には関係が薄いようである。

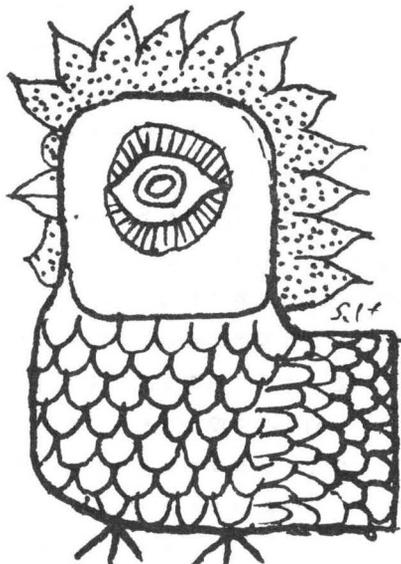
(4) 建物構造別

構造別では耐火造の事業所では58%の恐怖に対して木造と防火造では、それぞれ68%と69%で差はみられない。階層別では平家と2階建が65%前後で高く、階層が高くなるほど恐怖感は低くなっている。

(5) 地域別

地域別では、従業員の少ない、収容人員が50人

八丈沖地震にともなう都民の行動調査結果について



鎌田 俊喜

②

未満の公衆浴場やホテル、下宿などの多かった第7方面の事業所にかなりの恐怖を感じた管理者がみられた。

2. 地震時のとっさの思考

問 地震があったとき、あなたはまず最初に何を考えましたか。

N 2948

1. 火の始末	1,748(59.3%)
2. 客や従業員の避難	355(12.0%)
3. 建物の倒壊	107(3.6%)
4. 設備の損傷	85(2.9%)
5. 自分の家や家族のこと	84(2.8%)
6. 身の安全と避難	245(8.3%)
7. 何も考えなかった	124(4.2%)
8. その他(答えないも含む)	79(2.7%)

(1) 火の始末

まず最初に「火の始末」を考えた管理者はホテル、下宿の類が75%で一番多く、次いで火気の使用と関連のある料理・飲食店の類で65%、工場・作業所の63%の順であった。低い方は駅舎の31%や百貨店・マーケットの45%、劇場・公会堂などの48%で、いずれも火気の使用と関連の薄い事業所であった。

(2) 客や従業員の避難

図1 用途別恐怖

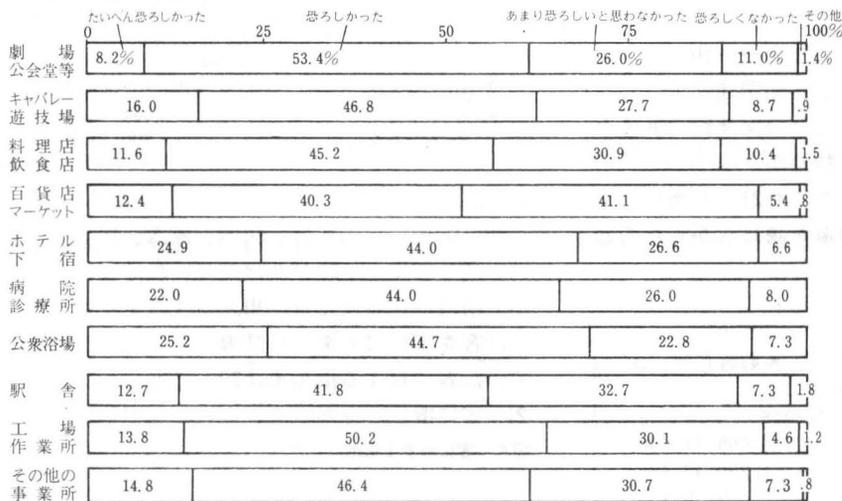
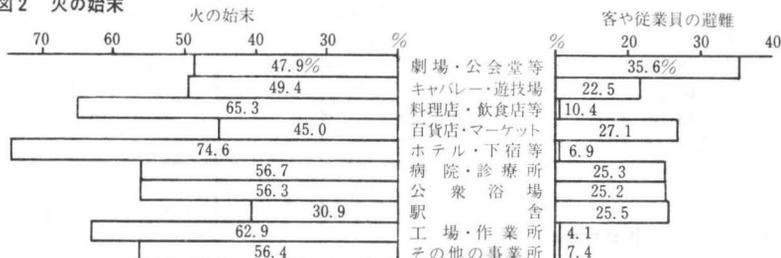


図2 火の始末



客や従業員の避難をまず最初に考えた事業所の管理者は収容人員の多いほど高率で、①劇場・公会堂の36% ②百貨店・マーケットの27% ③病院や公衆浴場・駅舎がそれぞれ25%の順であった。

(3) 建物構造別

木造の事業所では67%、防火造の事業所では64%、耐火造では54%であった。

(4) 階層別

階層別では1～3階建のものは11%程度であるのに対して4～10階建は15%、11階以上では30%と高層建物になるほど管理者の「避難に対する思考」が強いようだ。

3. 防災措置

問 地震のとき、あなたは事業所として、防災面でどんな措置を考えましたか。

N 2948

1. 火の始末をした	1,127(38.2%)
2. 電源を切った	59(2.0%)
3. 客に知らせた	100(3.4%)
4. 従業員に指示した	359(12.2%)
5. 客や従業員の避難	469(15.9%)
6. 出入口、扉の開放	51(1.7%)
7. 何も考えなかった	639(21.7%)
8. その他(答えないも含む)	144(4.9%)

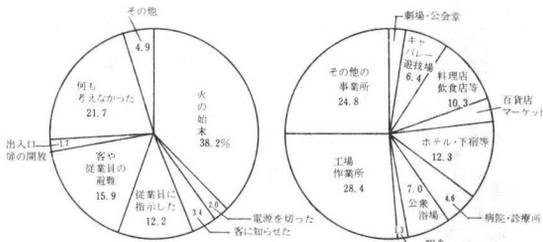
ここでは、防災面での措置について質問し、考えた内容と実際の行動から地震のあと、防災対策についてどのような反省をしたか、これらの推移により思考と行動と反省について調べることを意図した。

(1) 火の始末

ここでも「火の始末をした」と答えたのは男の管理者37%に対して女の管理者44%で女の方が多かった。

用途別では、料理・飲食店の45%をトップに工場・作業所43%、ホテル・下宿類の4%の順であった。劇場・公会堂の類は25%で少なかった。従業員の少ないほどわずかに多く、収容人員の10人未満が60

図3 「火の始末をした」事業所



%で、10人以上の32～38%に比べると2倍近い数であったのは、両者とも収容人員が少ないほど事業所面積が小さく、指示の伝達もよく、自ら管理者が動けたことを意味するものであろう。

(2) 客や従業員の避難

性別の差はみられず、用途別では劇場・公会堂類の25%をトップに、駅舎の24%などが多いほうで、他の客を収容する事業所は15～20%程度であった。やはり多くの収容人員と従業員を有する事業所ほど、管理者の「避難」に対する考えは強いようである。

(3) 従業員の指示

「従業員に対して指示した」管理者については、危険物製造所等の施設のあるものほど従業員に対する指示率は高い。

あるもの……16% ないもの……10%

(4) 収容人員、火気使用などとの関連性

収容人員や火気の使用などとの関連性のある事業所については、それぞれ特性がみられたが、「何も考えなかった」と答えたものが21%もあり、全体の5分の1が何ら防災措置を講じなかったのは問題である。

4. 客の収容と動向

問 あなたの事業所はお客さんを収容していますか。それともいませんか。	N 2948
1. いる	1,695(57.5%)
2. いない	1,250(42.4%)
3. 答えない	3(0.1%)
(お客さんを収容している事業所の方に)	
お客さんは動揺しましたか。	
N 1695	
1. たいへん動揺していた	178(10.5%)
2. やや動揺していた	610(36.0%)
3. それほどでもなかった	623(36.8%)
4. その他	284(16.7%)

(1) 客の動揺

地震で客が「たいへん動揺していた」事業所の

管理者94%が地震時の恐怖を訴え、「やや動揺していた」と答えたものの72%がやはり恐ろしかったと答えている。かなりの恐ろしさを感じた事業所ほど客の動揺が大きかった。管理者自身、地震に対する構えが十分であることが強く望まれ、また、日ごろから従業員に対する防災訓練の実施を通じて、とっさのときに落ちついた行動がとれるようにし、客に対しては内部の動揺による刺激を与えないようにすることが肝要である。

(2) 用途別

「客が動揺した」事業所については、公衆浴場が58%で一番多く、次いで病院・診療所の56%やキャバレー・遊技場・劇場・公会堂などであった。また、最も動揺率の低かったのはホテル・下宿の29%、駅舎32%であった。

(3) 収容人員別

収容人員では50～100人未満が51%、100人以上が49%、逆に10人未満は43%で収容人員の多いほど動揺率が高くなっている。これを階層別にみると1階～11階では43%～57%で、階層の増加にともなって収容人員も増加するため客の動揺が高率を示すようになる。

5. 客に対する指示

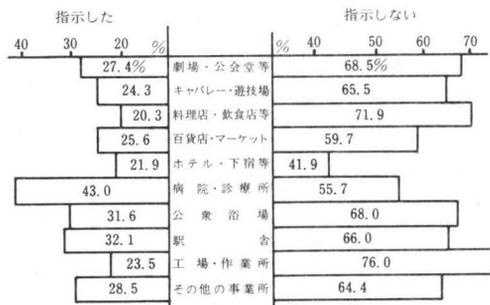
問 (4問で客を収用していると答えた事業所の人に聞く) 客に何か指示したか	N 1695
1. 指示した	458(27.0%)
2. 指示しない	1,037(61.2%)
3. 答えない	200(11.8%)

(1) 客に指示

客に指示した内容は、店内、館内、駅舎等の放送を通じて安全を呼びかけたり、動揺を抑制したり、階段口を教えたり、出入口を教えたり、あるいは客をエレベーターへ誘導したもので、動揺していた客に対する指示率は72%であった。

(2) 客に指示しなかった。

図4 客に対する指示



「指示しなかった」率の高い事業所は工場・作業所の77%と、料理・飲食店の72%で、「指示した」率の高かったのは病院・診療所の43%と公衆浴場・駅舎のそれぞれ32%であったが、ホテル・下宿・料理・飲食店の20~22%は客の動揺が少なかったことに基因するものと思われる。

(3) 収容人員からみて

収容人員と指示との関連は、収容人員の多い事業所の率が高かったが3割にみたなかった。

(4) 指示しなかった理由

客に対して指示しなかった理由については

1. たいしたことはないと思った 371(35.8%)
2. 客が落ちついていたので 128(12.3%)
3. 客が少なかった 55(5.3%)
4. 建物が耐火造だから 40(3.9%)
5. こわくて何もできなかった 32(3.1%)
6. その他(答えないも含む) 411(39.6%)

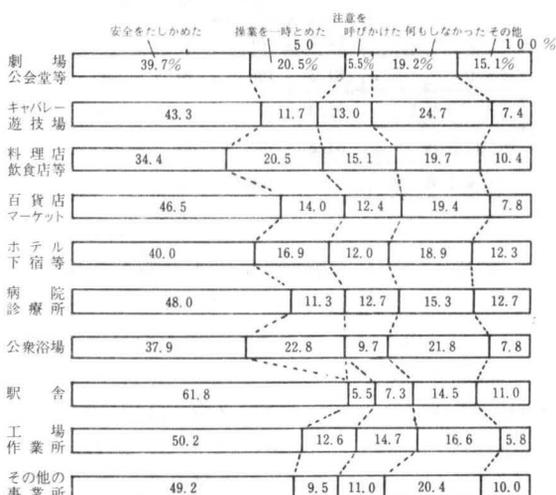
以上がおもな内容であった。
6. 危険物や火気に対する措置

問	工場や事業所等では、危険物や火気はどうしましたか。	N 1695
1.	安全をたしかめた	1,343(45.6%)
2.	操業を一時とめた	406(13.8%)
3.	注意をよびかけた	366(12.4%)
4.	なにもしなかった	566(19.2%)
5.	その他(答えないも含む)	267(9.1%)

その他の中には「火を消した」と答えたものが96人もあったが、これは操業のための火気とは別のものであろう。

(1) 安全の確認

図5 危険物や火気はどうしましたか



安全の確認については、駅舎が62%、工場・作業場が50%で高く、低いのは料理・飲食店の34%、公衆浴場38%、劇場・公会堂40%、ホテル・下宿40%であった。

(2) 操業の一時停止

操業の一時停止となると総体的に率は低い。公衆浴場の23%をトップに劇場・公会堂21%、料理・飲食店21%で、他の事業所は14%以下であった。火気との結びつきの強い工場・作業所の率が13%と低かったことは、安全確認の率が高かったことを考えると操業停止(火気の始末)がきわめてむずかしいことを意味するものである。

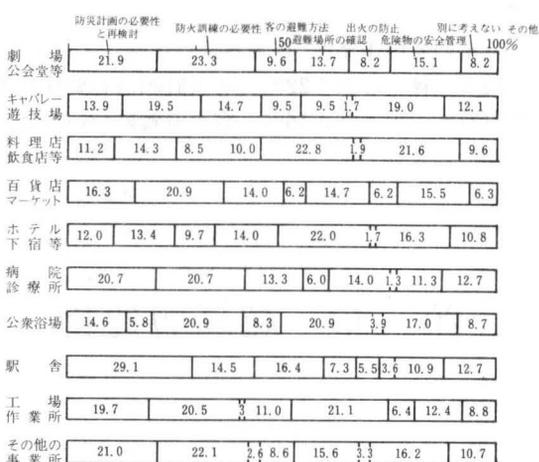
(3) 収容人員からみて

安全確認は、収容人員に相関性をみることができようであるが、操業一時停止となると関係はなくなってくる。また、危険物製造所等のある事業所ほど、ない事業所と比べると安全確認の率は高かったが、操業の一時停止については差がみられなかった。

7. 防災対策等の検討

問	今回の地震で事業所の防災対策についてどのようなことを感じましたか。	N 2948 (FA)
1.	防火計画の必要性と再検討	519(17.6%)
2.	防火訓練の必要性	540(18.3%)
3.	客の避難方法の徹底	209(7.1%)
4.	避難場所や方法の確認	293(9.9%)
5.	出火の防止	524(17.8%)
6.	危険物の安全管理	107(3.6%)
7.	別に考えなかった	459(15.6%)
8.	その他(答えないも含む)	297(10.1%)

図6 地震のあと防災対策で考えたこと。



「客の避難方法の徹底」の中には「入院患者に精神的な動揺を与えない」と答えたものが含まれている。

(1) 劇場・公会堂等

⑦防火訓練の必要性23% ④防火計画の必要性和再検討22%で、危険物の安全管理については1件もなかった。また、客の避難については10%で低かった。

(2) キャバレー・遊技場等

防火訓練の必要性和別に考えなかったが19%で一番多く、客の避難については15%であった。

(3) 料理・飲食店等

出火防止23%、別に考えなかった22%が多いもので、客の避難については8%であった。

(4) 百貨店・マーケット

防火訓練の必要性27%、防火計画の必要性和再検討16%、客の避難については14%であった。

5 ホテル・下宿等

出火防止22%、別に考えなかった16%、客の避難については10%であった。

(6) 病院・診療所

計画の必要性和訓練の必要性和が同率で合せて42%であった。客の避難については13%であった。

(7) 公衆浴場

客の避難と出火の防止が同率で合わせて42%、危険物の安全管理については4%であった。

(8) 駅舎

防火計画の必要性和の再検討27%、客の避難16%、出火の防止については6%であった。

(9) 工場・作業所

出火の防止21%、計画の必要性和と訓練の必要性和がほぼ同率で20%、危険物の管理については6%であった。

(10) その他の事業所

防火訓練の必要性和22%、防火計画の必要性和と再検討21%、出火防止16%、客の避難については、わずかに3%であった。

第三章 超高層建物

超高層建物については、①京王プラザホテル(47階建) ②世界貿易センタービル(40階建) ③霞

ヶ関超高層ビル(36階建) ④朝日東海ビル(29階建) ⑤ホテルパシフィック(29階建) ⑥国立東京第1病院(16階建)の計6か所から、男175人女71人の計246人を対象に調査したところ、中層階での「ゆれ」の激しさを感じた人は80%を越え「恐怖の度合」も他の階と比べて高かったのが注目された。「ゆれ」と「恐怖」については男女の差が明らかであった。この「ゆれ」と「恐怖」と超高層建物との関係は、ある程度予測できたが、震災面での措置となると、管理者の意識と従業員の意識とに差がみられ、情報の収集のむずかしさや放送による状況周知の必要性、「火の始末」に対する意識の低下などがうかがえる。また5%ではあるが客の動揺がみられたことは、超高層であるかゆれの収容人員と内容物とから重視しなければならないことであると思われる。これらを総合して防災対策を考慮してゆかなければならない。

1 いた場所

各階でそれぞれの場所にいた人の状況は下図のとおりである。

第1表

場所	階(%)	N	5階以下	10階	20階	30階以上	展望台
事務室		127	60.5	66.0	45.7	56.7	14.8
廊下		37	14.8	10.5	11.4	13.3	33.3
階段		2					7.5
便所		4	2.5	2.6		3.3	
その他		76	22.2	20.9	42.9	26.7	44.4
計		246	80	39	70	30	27

2 建物別ゆれの状況

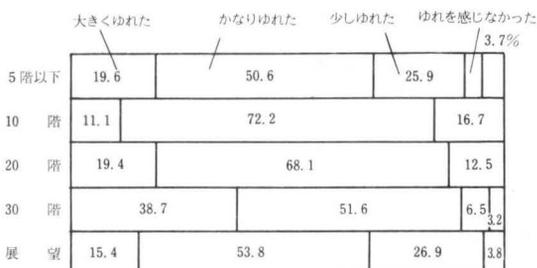
第2表

名称	階(%)	5階以下	10階	20階	30階以上	展望台
霞ヶ関ビル		62.5	87.5	100	100	71.4
貿易センタービル		81.3	100	87.5	100	16.7
京王プラザホテル		92.3	100	80.0	100	80.0
朝日東海ビル		81.8	100	100		
国立東京第一病院		33.3	100	100		
ホテルパシフィック		31.3	37.5	75.0		100

震度4での超高層建物のゆれの状況をさぐって見たところ、この数値から即断することは危険であるが、中層階での「ゆれ」のかなりあったことが推測される。

(1)「大きくゆれた」と答えた人は17%で「かなりゆれた」と答えた人は63%であった。合わせて80%の人が「かなりのゆれ」を感じている。「ゆれを感じなかった」と答えた人は2%にすぎなかった。

図7 階段別ゆれ



3 地震時の恐怖

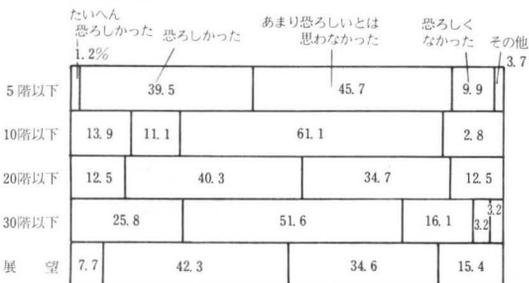
(1)建物別恐怖感

名称	階 (%)	5階以下	10階	20階	30階以上	展望台
震ヶ関ビル		43.6	0	50.0	89.0	14.3
貿易センタービル		56.3	50.0	37.5	80.0	50.0
京王プラザホテル		33.3	16.7	50.0	57.1	60.0
朝日東海ビル		36.4	25.0	42.9		
国立東京第一病院		44.4	100	100		
ホテルパシフィック		25.0	37.5	62.5		80.0

(2)階別恐怖感

超高層建物について「たいへん恐ろしかった」と答えた人は39%で、合わせて49%の人がかなりの恐怖をいだいていた。

図8 階別恐怖感



「恐ろしくなかった」と答えた人は10%であった。

5階付近では男は22%、女は64%であった。

20階付近では男は37%に対して女は67%で30階付近では男は37%、女は50%であった。また、展望台では男の46%に対して女は83%であった。

4 地震時の最初の思考

地震があったときまず最初にどのようなことを思い、あるいは考えるものであるか質問してみたところ

- (1) 客や従業員自身の避難について 25.2%
- (2) 建物が安全だろうか 20.7%
- (3) 火の始末について 9.3%
- (4) 家族の安否について 6.1%
- (5) その他 19.5%

(6) 何も考えない

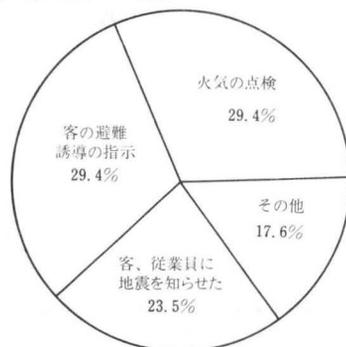
19.1%

5 管理者の防災措置

地震のとき管理者が防災面で何か措置を講じたかと質問したところ「措置した」と答えた人は56%で管理者の半数であった。

指示した内容については「火の始末」と答えた人は29%で、「客の避難誘導」についてが、やはり29%で「館内の放送」など地震を知らせたと答えた人は23%あった。

図9 管理者の指示した内容



「火の始末」と答えた人の29%は全体からみると17%で、管理者の6分の1にしかあたらない。

超高層建物であることから、収容される人員と内容物の千差万別であることを考えると、震度4の地震でこの程度では、それ以上の地震に対して、はたして十分な「火の始末」ができるか予測がつかない。この点かなりの比重をもって対策を検討する必要がある。

6 従業員のうけた指示

従業員がうけた指示の内容については次のとおりであった。

- (1) 火の始末や避難誘導 80.6%
- (2) 被害の調査 5.3%
- (3) その他 12.3%
- (4) 答えなし 1.8%

7 客の動向

客の動向について質問したところ、その状況は

- (1) 出入口へいそいだ 9.2%
- (2) 階段口へいそいだ 5.3%
- (3) エレベーターへいそいだ 1.3%
- (4) そのままようすをみた 73.7%
- (5) その他 10.5%

以上の順でわずかな数ではあるが5%の人が客の動揺をみている。

8 反省

地震のあと職場で話し合ったことは

- | | |
|------------------|-------|
| (1) 地震の規模について | 26.0% |
| (2) 建物が安全かどうか | 24.4% |
| (3) 火の始末 | 14.6% |
| (4) 家族のこと | 3.3% |
| (5) 情報の収集と放送の必要性 | 2% |

すでにみてきた「火の始末」の率の低さは、(1)と(2)の合計数50%が示すように、地震時における安全性に対する疑問のうちにも、かなり耐火建物に対する「安全」の心理がみられる。

また超高層建物については、情報の収集と周知がいかにむずかしいものであるか数こそ少ないがこれがあげられることは、その重要性を再検討すべきであることがうかがわれる。

第四章 地下街

地下街については、①数寄屋橋地下商店街 ②池袋ショッピングパーク ③渋谷地下街 ④東武ホープセンター ⑤京成地下街 ⑥浅草地下街 ⑦八重洲地下街の計7か所から20才以上の男117名、女91名の計209名を対象に調査したところ、地下街店舗にいた人の75%がかなりの「ゆれ」を感じ、全体で52%（半数）の人が「恐ろしかった」と答えている。半面、地下は安全だと答えた人もあった。

また、性別の差が女は男より高率であったほかは、店主と店員年齢別の感覚差は、ほとんどみられなかった。

1 最初の思考と行動

地震だと知ったとき、まず最初に「火の始末」を考えた人は、約3分の1であった。

特に当時、店内で火気を使用していたものの約90%強が「火の始末」をしようと考えたことは、店舗での営業意識の特徴であるかもしれない。しかし地震のあとの反省では、5%と低い率であった。

したがって地下街店舗に対する「火の始末」の習慣は特に要請される場所である。

2 通行人の動向

地下通路を通行中の通行人の動向については「あわてていた」と答えた人が全体の1割を上回った。

このたびの震度4の地震では、動いている人がほとんど地震に気づいていなかった。

ちょうど帰宅ラッシュ時であったため、この中には、帰宅のためいそいだ人の数も含まれているとみられるが、地下街での混乱はあるていど予測される。

3 火気について

地下街店舗で地震時に火気を使用していたところは、使用率31%から推定すると、地下街7か所の179店舗で事業所の消火率38%からすると110店舗の火気が使用放置されていたと推測される。

4 消火のそなえ

地下街店舗の消火のためのそなえ状況は、84%の店舗が消火器等をそなえていた。

ア 消火器は96%であった。

イ 水バケツは10%であった。

5 反省

地震のあと店内で話し合ったことは。

ア 「従業員自身の避難について」が39%が一番多かった。

イ 「火の始末について」はわずかに5%であった。

ウ 地下街店舗での話しの内容を総合すると、自己中心的であった。

① 地震のときいた場所

地震のときに地下街店舗のどこにいたかを質問したところ

(1)店頭と店内 96.1%

(2)廊下や階段、その他 3.9%

以上のとおり店舗内の店頭と店内にいた人は96%であった。

② ゆれの状況

震度4のとき、地下1階の店舗で店頭や店内にいた人に地下街のゆれの状況を質問したところ「大きくゆれた」と答えた人は15%あり、「かなりゆれた」と答えた人は59%あって合わせて75%程度の人がかなりのゆれを感じていた。

また「ゆれを感じなかった」と答えた人は5%であった。

「ゆれ」の感じ方については、男と女では女のほうがゆれの感受率が高い数値で示されている。

男の71%に対して女は88%であった。

また、年齢別では、40才以上と40才未満では前者の75%に対して、後者も75%でその差はみられなかった。

③ 地震時の恐怖

地下1階店舗での恐怖の度合を調べてみた。「大変恐ろしかった」と答えた人は10%で「恐ろしかった」と答えた人は42%あり、合わせて52%の人、つまり半数の人々がかなりの恐怖を感じている。

これを年齢別にみると、関東大震災の経験のない40才未満と、経験のある40才以上とでは、経験者が52%で、未経験者は51%でありその差はみられなかった。

しかし、店主についてみると、40才未満と40才以上とでは、40才以上の店主にかなりの恐怖を感じた人がみられた。

また、性別では、男が39%で女は57%と男の3分の1強に対して女の過半数がかなりの恐ろしさを感じている。

④ 地震時の最初の思考

地震があったとき、まず最初に何を考えたかと質問してみると

(1) 火の始末をしようとした	29.2%
(2) 避難しようとした	13.9%
(3) 客を誘導しようとした	8.1%
(4) 何をしたらよいかわからなかった	10.5%
(5) その他	38.3%

であった。「火の始末をしようとした」人については、40才未満の店主と店員とでは、店主が32%に対して店員は29%で店主のほうが店員よりわずかに高く、また、40才以上の店主と店員では、店主が39%に対して店員は17%とかなりの差がみられ、店員は店主の2分の1以下であった。

総体的にみると店主は3分の1、店員は4分の1しか「火の始末」を考えた人がいなかった。

しかし、火気の使用状況からみると、当時火気を使用しているものの90%にあたりかなり高い率である。

⑤ 客の動向

地下店舗の店頭と店内からみて、地下通路に歩行者がいたと答えた人は86%あった。

これらの人にそのときの歩行者の動揺について質問してみたところ

「大変あわてていた」と答えた人は2.9%で「あわてていた」と答えた人は13.4%で、合わせて16%の人が、歩行者はあわてていたと答えている。

「あわてていなかった」と答えた人は84%いた。16%もあわてた歩行者がいたとすれば、大変

なことであるが当時は、帰宅する人で地下通路にはかなりの歩行者がいて、帰宅する人の分も含まれているものと思われるが、「ゆれ」の状況と「恐怖」の度合いから推測すると地下街におけるパニックは必至とみられる。

⑥ 火気の使用状況

地下店舗で地震のとき火気を使用していたところは32%で使用器具の種類については

N66 (MA)

(1) ガスコンロ	37(56.1%)
(2) ガス湯わかし器	32(48.5%)
(3) 石油ストーブ	9(13.6%)
(4) ガスストーブ	8(12.1%)
(5) 電気ストーブ	0
(6) その他	13(19.7%)

以上のとおりで合計99個が使用されていた。これは1店舗平均1.5個であった。

地下街店舗で地震時に火気を使用していたところは、使用率31%から推定すると地下街7か所の179店舗で事業所の消火率38%からすると110店舗の火気が使用放置されていたと推測される。

⑦ 消火のそなえ

地下街の店舗で消火のためのそなえがあると答えたのは84%で、その種類は次のとおりである。

N176 (MA)

(1) 消火器	170(96.6%)
(2) 水バケツ	10(1.8%)
(3) 消火用水	2(1.1%)
(4) 乾燥砂	1(0.2%)
(5) その他	1(0.2%)

⑧ 反省

地震のあと店舗内でどのような話をしたか質問したところ、その内容については、次のとおりであった。

(1) 従業員自身の避難について	83(39.7%)
(2) 地震のこわさについて	49(23.4%)
(3) 地震の体験談や心構え	44(21.1%)
(4) 火の始末について	11(5.3%)
(5) 客の避難誘導について	11(5.3%)
(6) 地震でも心配ない	7(3.3%)
(7) 話をしない	4(1.9%)

「火の始末」と「客の避難」についての占める率が低かったのは以外であった。

また「地震でも心配ない」と話した人が3%もあったことは、上記の結果をみてうなずける。

小店舗が多く、容易に通路へ出られることが大きな因とみられるが、自己中心的な反省の結果から大地震時に一度に通路へさっとうしたとすれば、大きなパニックをよぶものと推測される。

特に地震で停電になった場合などを考えると各店舗で個々の行動をとらず、連合して避難の誘導をはかるなど、日頃からの訓練が必要である。

以上記述した、今回の八丈沖地震の結果については、震度4における都民の感触であって、これから震度5以上の地震について推測し、すべてをあてはめることはできないが、将来における震災対策上きわめて重視すべきところがみられ、当庁震災対策本部においてもこれを参考資料として施策に反映すべく検討を重ねているところである。

(かまた ゆうき・東京消防庁総務部広報課)

書評 瀬戸内海汚染調査団 瀬戸内海 ―― 汚染総合調査報告 I ――

「あなたの住む町から一番海に近い駅まで、電車、汽車、あるいはバスで行く。そこから歩く。海が見つかるかどうか、見つかったとして、その海で稚魚が育ち、子供達が泳いでいるかどうか。」

海がコンクリートで仕切られはじめて10年余、工場は工場を呼び、汚染は汚染を呼ぶ。海を追われる漁民が続き、眠れぬ夜を泣く子供らが増える……。」

この報告書のまえがきを引用しつつ、ふと私は花森安治氏の「見よぼくら一銭五厘の旗」という長い詩を思い出していた。

「貴様らの代りは、一銭五厘で来るぞ、とどなられながら、一銭五厘は戦場をくたくたになって歩いた。へとへとになって眠った。一銭五厘は、死んだ。一銭五厘は、けがをした。片わになった。一銭五厘をべつの名で言ってみようか〈庶民〉ぼくらだ。君らだ。」

抵抗のリズムは両者とも共通しており、心よい緊張が、読者を先えさきえと引っぱってゆく。抽象的な上からのイデオロギーの問題なんかではない。底辺からの地の叫びである。

公害問題は現場の声から出発しなければならぬことは宇井純氏等によって、くりかえしのべられていることであるが、現地の漁民等のナマの声をそのまま集めた本書の第1章「瀬戸内海に生きる」をよむと、日本には実に容易ならぬことが起っていることを身をもって感じとることができる。学者は開発と生態学を結びつけ産業エコロジーなどということを

盛んに言い立てるが、問題はそのような知恵が今までになかったことにあるのではなくて、現実の歪を被害者の側から考えることに原点をおかなかったことにあるのではないか。

現実の困難な問題から離れた大所高所から議論だけをよんでいると、きれいごとだけで何の抵抗もなく、海は澄み、青空を望むことができるような気がするが、現実に行われている悪いことの反省なしに、一体先に進むことができるものか。

本書の半分以上は現場からの声をあつめた第1章にあてられているが、凝縮した形で語られている一人一人の経験をここに要約して紹介することは大へんむづかしい。しかし「このままでは処置なしや」という実感はどれをよんでもかわらない。

瀬戸内海同様、閉じられた海である地中海の汚染も急速に進みつつある。昨年イタリアで閉鎖された海水浴場の数は2千あるときく。地中海にくらべると瀬戸内は百分の一以下の模形にすぎないようなものだが、閉じられた海の沿岸からのこのような報告は、大規模な閉じられた海の場合に対しても色々とし唆を与えることが多いものである。そのような見方をすると本書は環境破壊について世界的な文献と言うこともできるであろう。(N)

（この報告書は大阪市立大工学部物理計測研(大阪市住吉区杉本町459) 気付であっせんされている。一部 1,800円、送料別くわしくは同所に問合わせられたい。))

災害メモ

★火災

- 6・27 マニラの9階建て私立病院で火災、13名死亡・21名重軽傷
- 8・5 ソウル市の混在ビル大旺コーナーが火災、同ビル1・2・3階を全焼、死者5名、重軽傷15名。
- 8～ 93年ぶりの猛暑におそわれたモスクワ東方の泥炭採掘地と森林が次々と自然火災発生、モスクワ地区は大煙害に悩まされ、数十名死亡、数か村が焼かれる。

★爆発

- 6・5 和歌山県海南市船尾の関西電力海南発電所で、試運転中の3号発電機が爆発、損害100億円以上
- 6・6 ローデシアのウォンキー二番炭鉱で大爆発、鉱員468名生き埋め、史上最悪の炭鉱事故。
- 7・28 北海道空知炭礦赤間礦でガス爆発、33名重軽傷。
- 8・8 米・カリフォルニア州サンベドロで化学薬品タンク群、20基が次々と爆発・炎上、損害50万ドル（1億5400万円）。

★交通

- 6・6 北海道千歳線の無人踏切りでディーゼル急行“えりも1号”にダンプカーが衝突、死亡1名、重軽傷78名。
- 6・10 ロンドン近郊で海浜地方からの団体列車が転覆、124名死傷。
- 6・13 南ア・ヨハネスブルグでラグビーチームとその家族を乗せた

バスが増水した川に転落、60名全員死亡。

- 6・16 仏・ソワソン付近のトンネル内でディーゼル列車が全面衝突、60名以上死亡、80名重軽傷。
- 6・22 岩手県4号線で大型バス同志衝突、51名重軽傷。
- 6・23 国鉄日暮里駅構内で京浜東北線電車で山手線電車が追突。158名重軽傷。
- 7・4 静岡県道、富士川一富沢線で観光バスが大型ダンプカーとすれ違った際、がけから転落。39名重軽傷。
- 7・21 スペインの国鉄線で急行列車とローカル列車が正面衝突、76名死亡、103名負傷、スペイン史上最悪の交通惨事。

● 8・6 栃木県国道4号線で、観光バスとトラックが正面衝突、2名死亡、45名重軽傷。

- 8・9 伊吹山ドライブウェイで名古屋市北区の幼稚園のマイクロバスが急斜面のガケを40メートル転落10名死亡、12名重軽傷。
- 8・18 宮城県塩釜市国鉄仙石原で普通電車でダンプカーが衝突。前2両が脱線、1両目が沼に突込む。死亡2名、46名重軽傷。

● 8・20 バス事故続発

- 福島県道で観光バスと大型ダンプが正面衝突、47名重軽傷。
- 兵庫県の国道9号線で神姫バス会社の観光バスとオート三輪が正面衝突。1名死亡、38名重軽傷。
- 新潟県上越市国道8号線カーブで大型ダンプカーと定期バスが衝突。31名重軽傷。

- 8・25 オランダ南部のブレダー、ムールディク間の自動車交通道路、濃霧で70台以上が玉突き衝突。16名死亡、負傷者40名以上。

★航空機

- 6・18 ロンドンで英欧州航空のトライデント・ジェット機が墜落、

乗客乗員118名全員死亡、英航空史上最悪の惨事。

- 6・14 ニューデリーで、日本航空DC8-53型が墜落、乗客78名、乗員11名中86名死亡。
- 6・15 南ベトナム上空で、キャセイ航空機が墜落、乗客71名、乗員10名全員死亡、73遺体収容。
- 7・26 鹿児島島上空で海上自衛隊鹿屋教育航空群の対潜しょう戒機P2V-7が墜落、7名全員死亡。
- 7・29 コロンビアのホコダ南東でDC3型旅客機二機が衝突、37名死亡。
- 8・11 ニューデリー空港着陸直前、インド航空フレンドシップ機が墜落、乗客乗員18名全員死亡。
- 8・14 東ベルリンで、東独国営航空会社インターフルークのイリュージン62四発ジェット機が墜落、乗客乗員156名全員死亡。史上二番目の惨事。

★海難

- 6・8 マグロはえなわ漁船第10海形丸(192トン)が中部太平洋ジョンストン島付近で火事。生存者1名20名行方不明。
- 6・26 シンガポール沖でマンモスタンカーマーター号(21万トン)が暗礁に乗上げて船底を破り、約千トンの原油が流出。シンガポール最大の海面汚染事故。
- 6・28 ボンベイ港でギリシャのタンカートルソン号(2万トン)船上で爆発。15名重傷、10名以上行方不明。
- 7・3 伊勢湾伊良湖水道でリベリアの鉱石運搬船グランドフェア号(7079トン)がオランダのタンカーコラティア号と衝突、沈没。コラティア号より重油流出。
- 7・17 関門海峡で北九州市のしゅせつ船瀬戸塩号が作業中機雷に触れて爆発、乗組員4名重軽傷。
- 8・3 フィリピンのバシラン市沖合でフェリーボート(70トン)が

火災。28名死亡、80名以上行方不明。

★自然

●6・7-8 西日本に集中豪雨、九州・四国・大阪各地でがけくずれ続出、交通機関マヒ、被害は21府県に及び死者5名、行方不明5名、負傷21名、全半壊・浸水家屋は約1万戸。

●6・9-10 米国南ダコタ州で大洪水、164名死亡、行方不明500名。被害は1億ドル(308億円)

●6・11-12 九州地方中西部各地豪雨、がけくずれや鉄砲水などで7名死亡、不明4名。

●6・14 イタリアアンコンで44回の地震、3名死亡、50名以上負傷被害は14億円。

●6・17-18 南九州集中豪雨、鹿児島県川内市を中心に10名死亡、12名負傷、家屋の全半壊その他156戸、浸水7006戸。

●6・18 香港を襲った集中豪雨、木造バラックが土砂に流され、地すべりで高層ビルが次々と倒壊。重傷者111人、行方不明100人以上、香港戦後最大の惨事。

●6・25 インド北部を襲った殺人的猛暑、5月4日から6月25日まで死者900人を越す。

●6・26-27 九州北部と山口地方、集中豪雨、約4000戸浸水。

●47年7月豪雨
ゲリラ的、長期的、広範囲、激しい雨量という特長をもった47・7豪雨は全国24府県で、死者340名、行方不明95名、負傷534名(14日午前零時半現在)をかぞえる大きな被害をもたらした。

主な被害地

5日 高知県土佐山田町で、集中豪雨のため榎谷山がくずれ、民家12戸を押しつぶし、停車中の列車も穴内川に転落、救出作業中の町民、消防団員ら生理め、死者35名、行方不明24名。

6日 九州中南部に集中豪雨。熊

本・長崎・宮崎・鹿児島4県に山津波など大被害。天草郡だけで死者、不明102名。九州全域で129名。

8日 梅雨前線北上。秋田県を中心に青森・岩手・山形各地で増水、山崩れなど続出。

12日 10日夜半より降り続いた豪雨のため、22都道府県にわたり、水の被害続出。特に島根県松江市、広島県三次市、神奈川県山北町の被害甚大。

13日 愛知、岐阜県の山岳地帯で鉄砲水と山くずれ、河川のはんらんが続出。死者・行方不明136名の被害。奥三河の小原村で死者22名、行方不明29名確認。

●8・2 北日本一帯に局地豪雨、岩手県、秋田県、北海道などで床上床下浸水。

●8・19 韓国、豪雨で首都圏を中心とした大水害、19日現在、死者276名、行方不明68名、重軽傷159名。被災者総数約10万。

●8・19 インドで台風と干ばつにより300名死亡。

47年7月豪雨

4日以降の豪雨禍による死者、行方不明者

(14日午前零時半現在・警察庁集計)

	死者	行方不明
青森	1	—
神奈川	5	4
山梨	1	—
長野	4	1
静岡	2	1
岐阜	13	14
愛知	52	18
滋賀	1	—
大阪	—	2
京都	5	3
奈良	1	—
和歌山	1	—
島根	22	4
岡山	14	1
広島	25	14
山口	14	1
徳島	1	—
高知	39	21
福岡	9	2
佐賀	3	—
長崎	4	—
熊本	117	5
宮崎	4	4
鹿児島	2	—
計	340	95

編集委員

秋田一雄
味岡健二
金子雅昭
紺野靖彦
塚本孝一
中野剛
根本順吉
塙克郎
(50音順)

編集後記

◆7月豪雨、全国的に大きな被害が出すぎて、災害メモをまとめるのにひと苦労しました。改めて、自然災害の恐ろしさを痛感させられました。
◆日航、キャセイ、英欧州と空の事故続発。航空事故というのは、どうしてかひとつ起こると、続いて起こるようです。◆煙の座談会。専門の先生方のお話を聞いていると、こんなに科学の発達した現在、まだまだ解明されていないことの多いのに、驚かされます。防災研究、とくに基礎研究には、まだたくさん、やらねばならぬことが残されているようです。予防の仕事の一端にたずさわるものとして、若干のイラダチを覚えしました。(鈴木)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

©

第91号 昭和47年10月1日発行

送料 年280円

発行

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

郵便番号 101

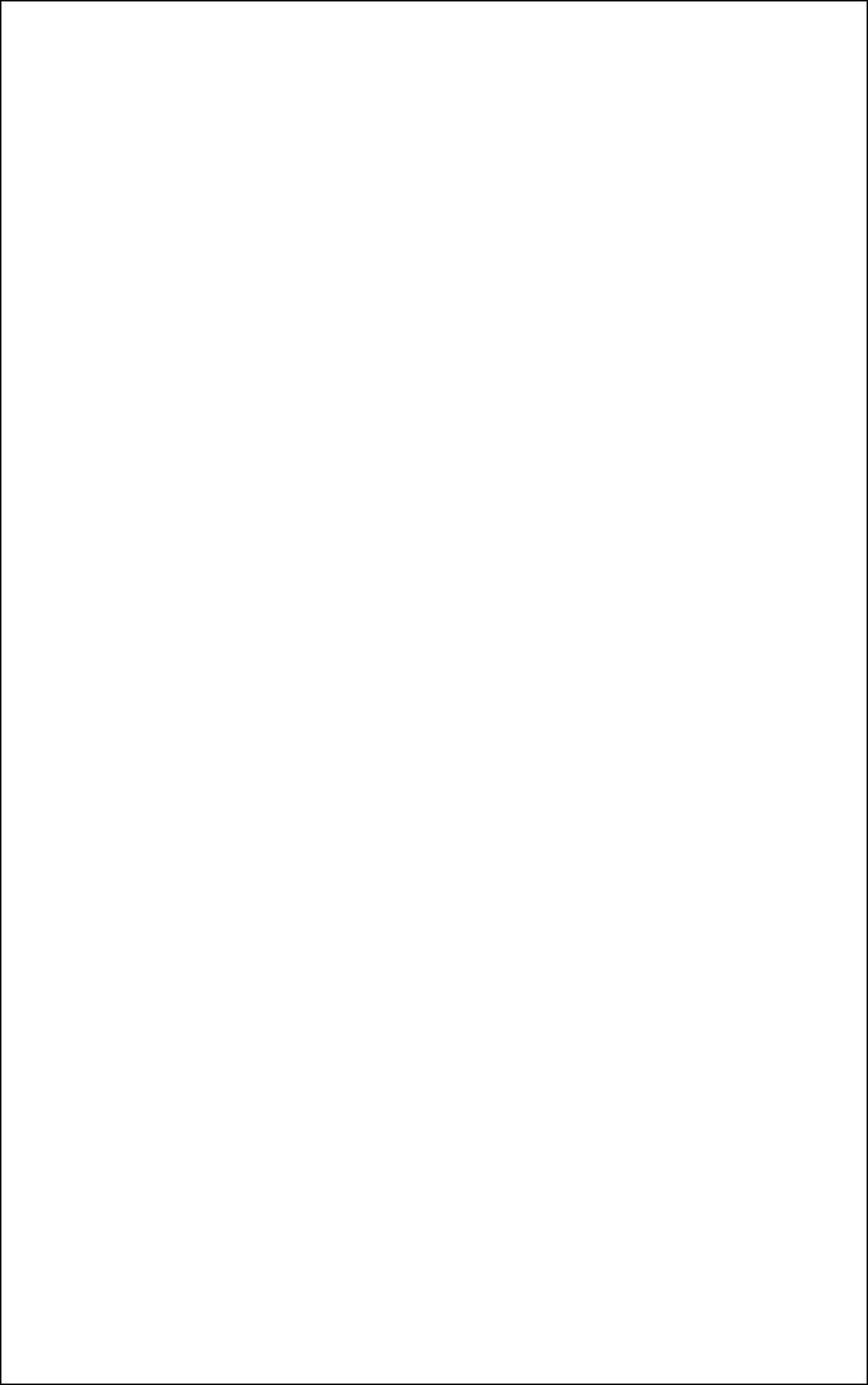
電話 (03)255-1211(大代表)

制作=阪本企画室

化学薬品タンク20基が 次々と爆発・炎上

47. 8. 8

米カリフォルニア州サンベドロ ©UPIサン



日暮里駅で国電追突 フロントガラスがめちゃめちゃ 47. 6. 23 ©読売新聞

京成電車、トラックと衝突・脱線 47. 6. 28 ©読売新聞

地すべり高速復旧

復旧工事がほぼ完成した中央高速・岩殿山地すべり現場

刊行物/映画/スライドご案内

総合防災誌

送料(1年)

予防時報(季刊)..... 280円

防火指針シリーズ

頒価

- ① 高層ビルの防火指針50円
- ② 駐車場の防火指針30円
- ③ 地下街の防火指針50円
- ④ プラスチック加工工場の防火指針70円
- ⑤ スーパーマーケットの防火指針45円
- ⑥ LPガスの防火指針40円
- ⑦ ガス溶接の防火指針60円
- ⑧ 高層ホテル・旅館の防火指針35円
- ⑨ 石油精製工業の防火・防爆指針.....100円
- ⑩ 自然発火の防火指針40円
- ⑪ 石油化学工業の防火・防爆指針.....120円
- ⑫ ヘルスセンターの防火指針50円
- ⑬ 危険物輸送の防火・防爆指針.....130円
- ⑭ プラント運転の防火・防爆指針.....120円
- ⑮ 危険物施設等における火気使用工事の防火指針...100円

防火テキスト

- ① 印刷工場の防火30円
- ② クリーニング作業所の防火30円

防災要覧

- ビルの防火について(浜田 稔著).....25円
- 火災の実例からみた防火管理(増補版).....50円
- ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著).....60円
- 都市の防火蓄積(浜田 稔著).....60円
- 危険物要覧・増補版(崎川 範行著).....100円
- 工場防火の基礎知識(秋田 一雄著).....60円
- 旅館・ホテルの防火(堀内 三郎著).....60円
- 防火管理必携.....120円

防災新書

- やさしい火の科学(崎川 範行著).....300円
- くらしの防火手帳(富樫 三郎著).....150円

産業災害事例集

- ① 爆発.....120円

リーフレット

頒価

- どんな消火器がよいか.....5円
- プロパンガスを安全に使うために.....5円
- 生活と危険物.....5円
- 火災報知装置.....10円

防火のしおり

(住宅/料理店・飲食店/旅館/アパート/学校/商店/劇場・映画館/小事務所/公衆浴場/ガソリンスタンド/病院・診療所/理髪店・美容院) 5円

映 画

- 一秒の価値.....10,000円
- 赤い信号.....50,000円
- みんなで考える工場の防火.....38,600円
- あぶない!! あなたの子が.....50,000円
- みんなで考える火災と避難.....45,000円
- あなたは火事の恐ろしさを知らない.....75,000円
- 危険はつくられる(くらしの防火).....60,000円
- 動物村の消防士.....80,000円

オーストスライド

- 消火器(その選び方と使い方).....7,100円
- 電気火災のお話.....5,700円
- プロパンガスの安全ABC.....4,650円
- 石油ストーブの安全な使い方.....6,500円
- 火災にそなえて(職場の防火対策).....6,350円
- 国宝の防火設備(日光東照宮).....6,150円
- 危険物火災とたたかう.....6,700円
- 消火装置.....6,050円
- 火災報知機.....5,150円
- 家庭の中のかくれた危険物.....6,300円
- やさしい火の科学.....7,050円
- LPガスの火災実験.....6,950円
- くらしの中の防災知識.....6,200円
- わが家の防火対策.....6,100円
- ビル火災はこわい!.....7,600円
- EXPO'70を守る10,000円
- 防火管理.....6,700円
- 身近に起きた爆発.....6,200円
- 火災・地震からいのちを守ろう.....7,000円

映画・スライドは、防火講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。本会ならびに本会各地方委員会(所在地:札幌・仙台・新潟・横浜・静岡・金沢・名古屋・京都・大阪・神戸・広島・高松・福岡)にて、無料で貸し出しをいたしております。

季刊
予防時報

第91号

昭和47年10月1日発行

発行所 社団法人日本損害保険協会

東京都千代田区神田淡路町2の9 ☎101

電話=(03)255-1211 (大代表)



損害保険の話

●カラー7コマ・17分20秒

ネス湖の怪物の話を入り口にして始まる、高校生向けの損害保険の話。保険発生の歴史から、保険のしくみ、さらに、損害保険が現代社会でどのように役立っているかを興味深く、わかりやすく解説している。単に高校生だけでなく、広く一般の方がみて、短い時間で損害保険のあらましを理解するのに格好のスライドです。

