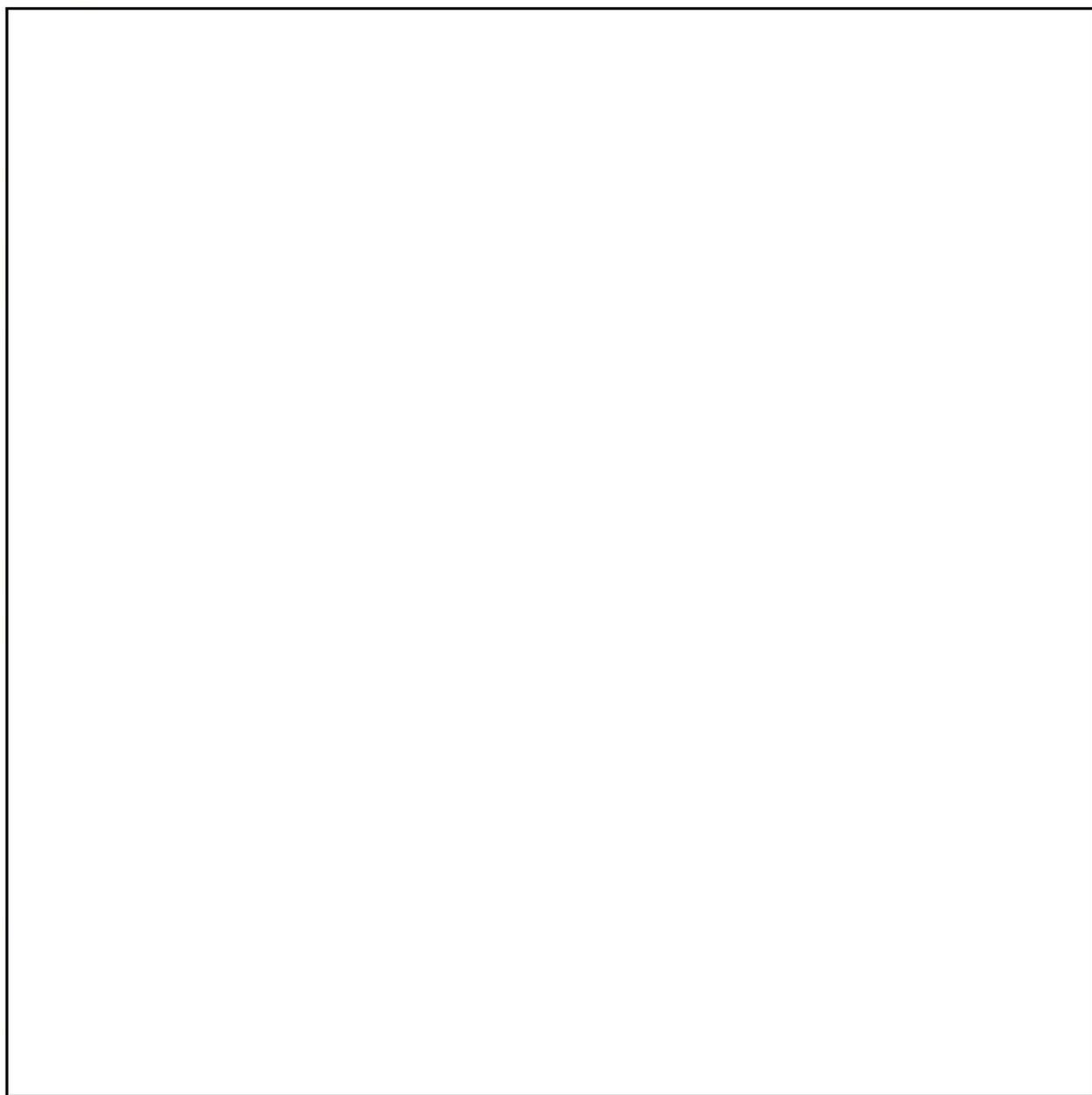


# 予防時報

1982

spring

# 129



## 島原大變肥後迷惑 ②

この絵図の説明文によると、寛政4年4月1日酉の刻に起こった島原大變による死者は、島中で14,687人。また、津波に関する記述は「……南ハ上下ニナリ北ハ津波ニテ破滅ス」としかないので、津波による死者がどれほどだったかは定かでない。しかし、嶋原城下を襲った津波は、同時に有明海沿岸一帯を襲い、特に対岸の肥後の海岸に大きな災害をもたらしている。肥後における津波被害は「高浪記」（寛政8年酉辰4月鹿子木維善筆）によると、対岸の飽田・宇田・玉名三郡合わせて溺死4,652人、怪我811人、汐入荒地2,130町9反5畝9歩の大被害になった。

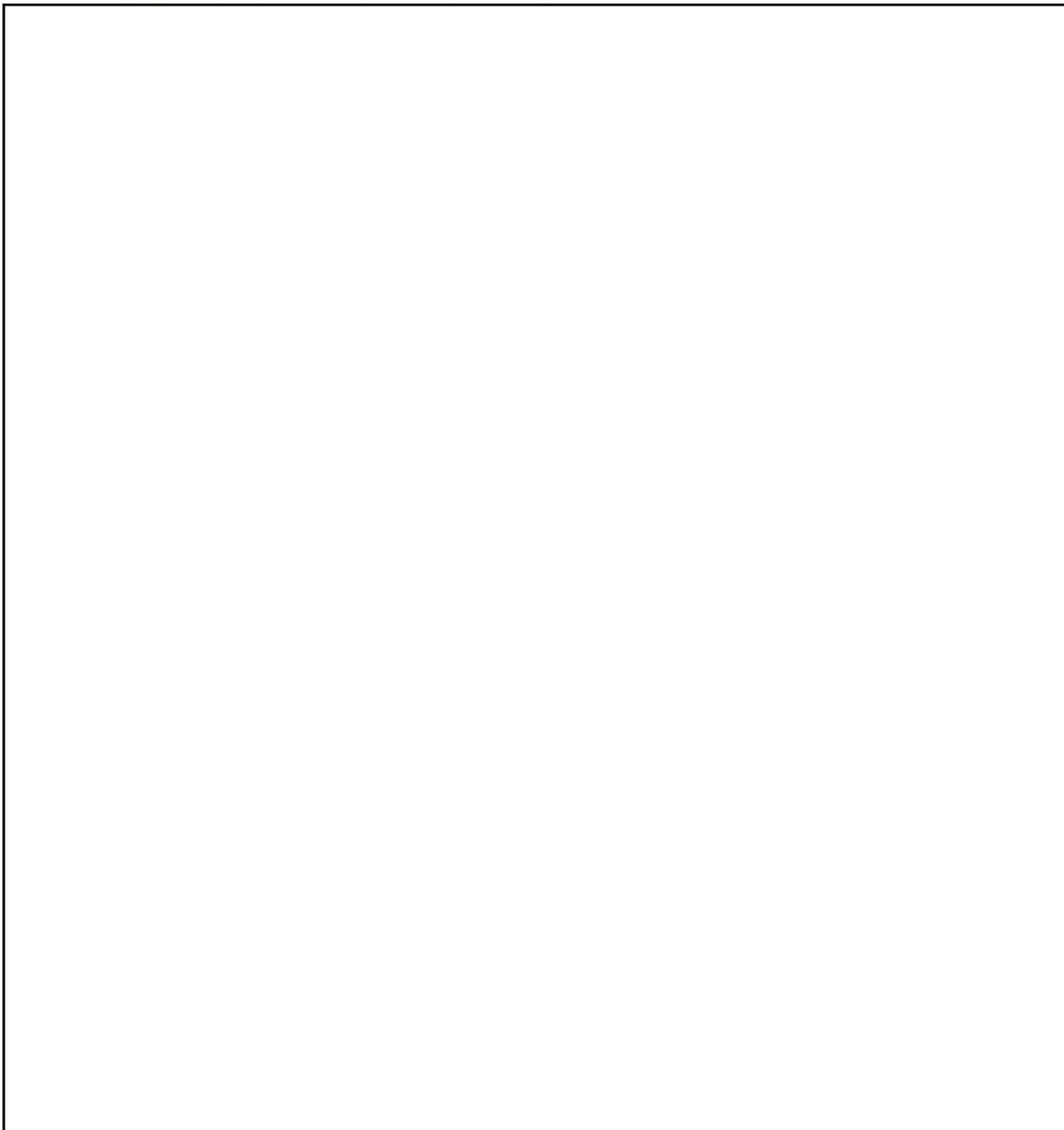
肥後の国では、嶋原の普賢岳の噴火や地震による地すべりの様子を知り、飽田・宇田・玉名の浦浦では、万一のとき嶋原領の人々を救うため船の備えをしていたのである。しかし、肥前とは海を隔てて7里、温泉嶽とは10里ということで、津波のことなど思いもよらず安心していった。地震も噴火も徐々に治まったようで増々安心していった4月1日の黄昏、西の方で雷霆のような鳴動がなり響いた。人々は、暗かったので山崩れのこと高波のことも知らずにおり、岸に近づいた津波の音を聞いた者が「津波、津波」と騒ぐ声に慌てて逃げ始めたのである。難を逃れた人々が翌日立ち帰ってみると、家船貨財などことごとく無くなっており、数千町の田地を荒らし、田や村里ともあたかも海中の如くなっていた。飽田郡舟津村弁天辺りにあった三間余の大石が行方知れずになったり、同郡二町村川口につないでおいた1,600石積の船が堤を打ち越えて数百間離れた方丈村の陸地へ打

上がったという。津波で海へ流された溺死者は、10日もたった後では岸に打ち上がっても容ぼうも変わり、身内の者も見定めがたくなっており、災害の元である肥前の浦々から流されてきた溺死人と混じり、たくさんの人々を引き上げ葬送するのも大変だった。

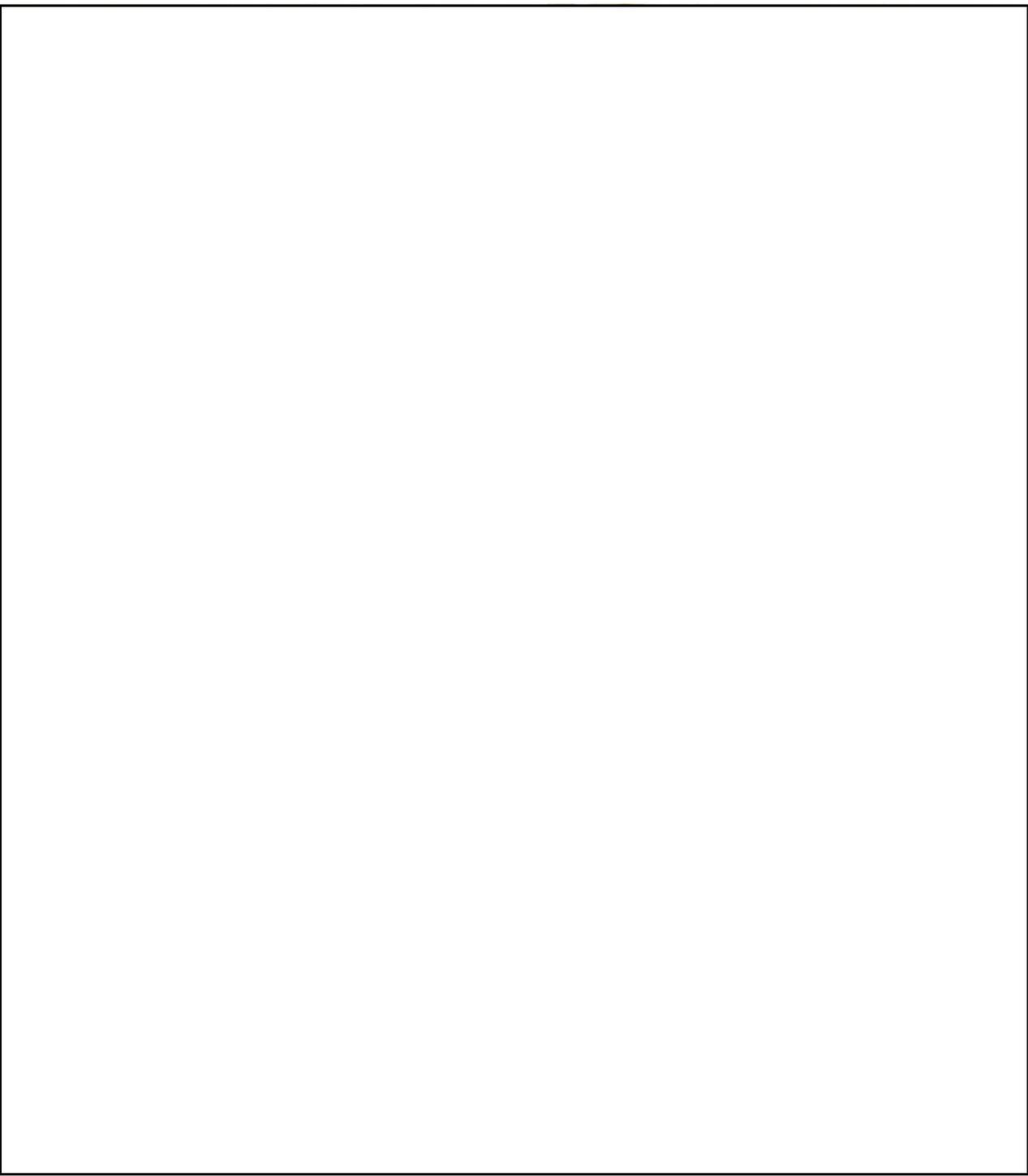
高波記を読むと「島原大變肥後迷惑」がなるほどどうなずけるのである。

絵図の説明文の文字が小さく読みにくいので、前山崩壊の記述を下に転録した。

『同四月朔日申ノ刻ノ頃 纒ニ地震五六度震テ又酉ノ刻頃嶋中大ニ震テ 漂フ船ノ如ク人皆前後亡シ 逃ルニ度ヲ失フ処 南の方黒キ雲ノ如ナルモノ震ヒ来ルト ヒトシク百千ノ雷声ノ如ク鳴響テ即時ニ前嶽千場ト云所ヨリ大ニ崩掛リ 安徳今村ヨリ城下ハ白地町古町上ノ原水頭風呂屋丁柳屋丁浜町石垣町船津ノ辺マテ皆山ト成リ 又桜町萬町広馬場上ノ新町下ノ新町船倉大手先三重町宮ノ下五社三社鳥嶋高山弁天山東照宮ノ御宮マテ一宇モ不残一時ニ断滅ス 南ハ上下ニナリ北ハ津波ニテ破滅ス 又其時前嶽ノ崩口ヨリ熱泥大ニ溢出 安徳ノ上小場村ノ辺谷トナリ山ト成ル 城下ヨリコバ村マテ以前ハ纒ニ一里ノ所 今新ニ道ヲ開ニ新山嶮岨ニシテ谷ヲ巡リ山ヲコエ道法四里程ニナル 其外ノ近道ハ猶ケワシク 目マイ足フルウチ道行スル者ナシ 同二日島原候山田森山ニ移給フ 同十九日城内巡覽 其節ヨリ不例ニシテ無程逝去 凡嶋中ニ死者者一万四千六百八十七人 旅人ヲ除』



肥前国鳴原津波絵図（永青文庫）：大変後の絵図



予防時報

1982・4

129

目次

ずいひつ 予期せぬ出来事／辻 廣	6
都市ガス自殺の分析／井尻 巖	8
地震とミノア文明／金子史朗	10
大型トラックの左折事故防止対策 ——特に試作車両の評価検討結果について／樋口健治	12
覚せい剤禍——自動車運転にも／丹羽口徹吉	19
酸欠——目に見えない敵／編集部	26
地盤を知る④ 液状化による建造物の被害／石原研而	34
防災基礎講座 地震と被害／伯野元彦	38
地下街における空気の汚染と挙動／根本 修	44
自動火災報知設備と非火災報の調査／鎌田佑喜	50
セジックグループの化学工業に対する 火災・爆発事故の被害想定／名合正二	56
——流れ込む土砂がダムを埋める ダムの埋没・現状と対策／吉良八郎	62
防災言／“つぐない”について／根本順吉	5
協会だより	68
災害メモ	69
表紙原画／高橋伸子 カット／国井英和	

## “つぐない”について

たまたま、私は2月2日付けの朝日新聞の社会面を見て驚いた。23面がほとんど犯罪の記事で埋まっているのに対し、22面の主要記事のほとんどは災害に関係していたからである。“予防時報”も、これではもう少し頑張らねばと思った次第であるが、具体的に災害で、今、なにが問題になっているかを知るために、大小の見出しのなかから災害関係のものを抄出してみよう。

- ① 鬼怒川にまた重油、今度は鉄工所から流出、ドラム缶40本分
- ② 輸入エビからまたコレラ菌、都内商社に焼却命令
- ③ 全県下で総量規制、NOx神奈川、60年度から
- ④ 火事で高圧線ショート、5万戸停電騒ぎ
- ⑤ 脳性マヒは人工陣痛が原因、1億8,300万円を請求、両親から

災害の種類は実にさまざまだが、こうして挙げてみると、④のように火災でまったく思わぬ条件になった場合以外は、ほとんどが個人もしくは団体の責任が関連していることがわかる。

ところで、この責任ということだが、現在は無責任時代といわれ、現実的にも責任の所在があいまいなことが少なくないが、辞書を引いてみると、その字義がきわめてあいまいなのである。“事を担当してその結果の責めを負うこと。特に、悪い結果をまねいたとき、その損失などの責めを負うこと”とあるが、この解釈の中心となっている“責め”をもう一度引いてみると、第一義として“責めること、苦しめること。とがめ。呵責”と書いてあるが、再びそれは“責任”の意味でもあると述べられている。これではまったく堂々巡りで、誠にもって無責任な解釈といわねばならない。字義がこのようなはっきりしないから、“責任を取る”といっても、一体なにをやったらよいか、はっきりしなくなってしまう場合も少なくないのでなかろうか。

再び防災ということに戻って考えてみよう。この雑誌では、責任とはなにか、というような抽象的論議は今までなかったように思うが、災害のさまざまな具体例について考えていくと、まったく偶発的な事故——災害とはいわず、あえて事故といおう——以外は、自分に対する責任というよりは、他人に対する責任の問題に突き当たる。その場合、私は“責める”よりはむしろ“つぐなう”という行為が重要になるのではないかと思う。もとに戻して再現不可能な事象に対して、どのようにしてつぐなうことができるのか、これが実践と結びついた災害論の根底にあるように私には思われる。

## 防災言

根本順吉

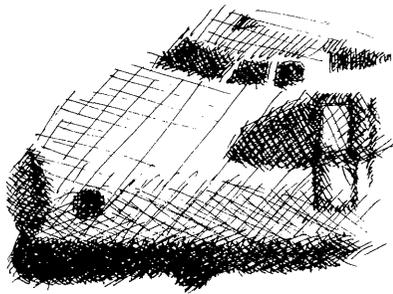
気象研究家  
本誌編集委員

# ずいひつ

## 予期せぬ出来事

辻 廣

東京大学工学部境界領域研究施設教授



昭和56年夏、外国出張や大学における仕事などで多忙な日々が続いたので、旅の疲れをいやし、老母に外国土産も渡したいと考え、思い切って休暇をとり、8月15日(土)から18日(火)まで京都へ帰省した。

15日は、午前中研究室で仕事をし、午後荷物を取りに自宅へ戻り、座席指定特急券を購入しておいた“ひかり29号”(午後5時東京駅発)に乗車するため4時前自宅を出た。

当日、東海地方に地震があり、新幹線のダイヤが乱れているという情報は、自宅出発前にわかっていたが、地震によるダイヤの乱れはよくあることで、たいした遅れはないだろうと高をくくって東京駅に着いたところ、予想外にダイヤが大幅に乱れていることを知り、いやな予感がした。駅員に尋ねても情報がまちまちで、下りの全列車が自由席になっているのを知ったのは、かなり時間がたってからであり(そのため一列車乗り損ねてしまい、結果的に、思わぬ体験をする羽目になった)、結局、2時間以上定刻より遅れて午後6時ごろ発車した列車(定刻には“ひかり29号”より約1時間前に発車すべき列車)の13号車に乗り込むことができた。

余震が起こって、途中で列車が止まったりしないかとひやひやしていたが、幸い、この列車は予想外に快調に走り、東海地方を無事通り抜け、午後8時半ごろ、ほぼ予定どおりの時刻に米原駅を通過した。初めの旅行予定より約1時間遅れはしたが、地震でかなりの時間新幹線が不通であったことを考えれば、これぐらいの遅れですめばまあ我慢できるし、あと20分もすれば京都に着くだろう、などと考えていた、そのときである。列車の屋根に

なにかぶつかった大きな音や、後の14号車の窓ガラスが割れたような音がしたと同時に、突然停電して車内が暗くなった。列車は減速を始め、かなりの距離を走って停止した。

しばらくして車内放送があり、架線事故が発生したこと、名古屋（あるいは米原？）—京都間の送電が停止されたこと、現在事故の状況や被害の程度を調べていること、東京の中央運転司令所に連絡をとって指示を仰いでいることなどが放送された。この時点での放送は的確であり、新幹線では弱い地震や小さいトラブルが起こっても、高速列車の安全確保のため、すぐ停車したり送電が中止されることなどは、ほとんどすべての乗客がよく知っていることもあって、速やかな運転再開を期待して静かに待っていた。

しかし、空調器が停止し新しい空気の車内への供給が止まるとともに、急速に室内の温度と湿度が上昇しはじめ（夜とはいえ夏場だから外気の温度が相当高いにもかかわらず、窓ガラスが水滴でほとんど曇ってしまった）、車内空気の汚染がひどくなってきた。このことに最も敏感に反応したのは幼児で、あちこちで幼児の泣き声が聞こえはじめた。

この時点で、列車のすべてのパンタグラフが破損し、この列車への電力供給が不可能になり、自力運転ができなくなり、したがって、運転再開まで相当時間がかかることが車内放送され、乗客は初めて事故の重大性を知らされた。その結果、乗客は食物や飲物を確保するためビュッフェの売店に、また家族に連絡するために電話室に殺到し、食料品は間もなく売り切れ、また、電話回線も（他の列車からの通話も重なって）パンクしたようである。

しかしこの時、私が一番欲しいと思ったものは、不思議なことに飲物や食物ではなく、低温の乾燥した新鮮な空気であった。新幹線列車のように気密性の高い密室に多数の人間が閉じ込められ、新しい空気の供給を絶たれた場合、室内の体感汚染度（特に夏場において）が急速に進むことを体験させられた。

窓が開かないのでドアを開けて欲しいという乗客の希望が強かったため、停車後相当時間たってから、乗務員や食堂車従業員全員集合の車内放送があり、そのあと各車両のドアの所に一人ずつ配置され（乗客の線路への飛び降りを防ぐため）、やっと進行方向に向かって左側のドアが開けられた。乗客は交替でドアの開けられたデッキに行き、やっと新鮮な空気を胸いっぱい吸うことができたが、デッキはいつも鈴なりになっており、いかに乗客が新鮮な空気に飢えていたかを物語っていた。しかし、この程度の開口面積では車内の座席の所までは外気はほとんど流入せず、車内の空気汚染度は相変わらずひどかった。

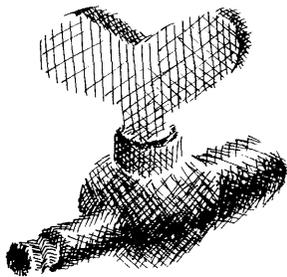
各車両の中央あたりに非常口があることはよく知られているが、非常用の空気取り入れ口をどこかに取り付けることはできないものだろうか？ このような事故のとき、火災や地震の場合と違って瞬時に行動を起こす必要はない。事実、このケースでもほとんどトラブルはなかったようだ。むしろ、密閉構造をとらざるを得ないこの種の高速用車両においては、長時間閉じ込められる事故が発生した場合の対応策を考える必要があると思われる。国鉄を愛し、よく利用する乗客の一人として、このような問題を、体験を通じて提起したい。

ずいひつ

## 都市ガス自殺の分析

井尻 巖

元兵庫医科大学法医学教室助教授  
川崎医科大学法医学教室教授



いつの時代においても、自ら命を絶つということは非常に傷ましい限りである。ところが、日本は世界でも有数の自殺国であり、死因統計上でも自殺は常に上位にランクされている。

自殺の手段は、その時代の社会的・文化的影響ばかりでなく、昔から性別や世代による相違があるといわれている。実際、戦後36年の間にも、自殺の手段はその時代の世相を反映して移り変わってきており、特にこの変化は都市において著しく、しかも、若い年齢層が最も影響を受け、老年層ではほとんど影響を受けていない。

ところで、私は元兵庫県環境衛生部医務課監察医務係の監察医として神戸市内の検死業務に携わっており、多数の自殺例を検索してきた。神戸の場合、昭和35年には睡眠薬を主体とした服毒自殺がピークに達し、自殺者の半数にも及んだ。そこで、36年10月から睡眠薬の販売が規制され、入手が困難となり、これ以後服毒自殺は急激に減少していった。その後、都市ガスの普及に伴い、都市ガス自殺が徐々に増え、約10年間は縊頸（いわゆる首吊り）とほぼ同頻度で自殺手段の1位を分けあっていた。ところが、47年から都市ガス自殺が急激に増加し、以後53年まで自殺手段の1位を占めるに至った。

昭和46年から55年までの10年間に兵庫県監察医が検索した自殺者は2,355例で、そのうち都市ガス自殺者は802例で自殺手段として最も多く、特に女性は男性に比べてその頻度は高く、半数近い女性が自殺手段として選んでいる。

都市ガス自殺は男女ともに20歳代以下の若

い年代層に多くみられるが、とりわけ女性の同年代層では、実に60%以上の人々が都市ガス自殺をはかっている。その反面、年代層が増すにしたがって都市ガス自殺は減少し、60歳以上では縊頸が圧倒的に多い。

このように、若い年代層の女性に都市ガス自殺が多いのは、自宅でガス栓をひねれば容易に目的が達成されることと、身体に傷がつかないで遂行できるなどの理由によるものと思われる。これらの理由は、女性では自殺手段のなかで、都市ガス自殺のほかに服毒や入水のような消極的な手段が男性に比べて多くみられることから裏付けられる。

自殺手段として都市ガス自殺が多いのは、都市ガスが普及している都市における一つの特徴であるが、大都市でも東京都内や横浜市の間東地方と、神戸市や大阪市の間西地方とではやや様子が異なっている。関東では天然ガス導入開始前後の頃でも都市ガス自殺よりも縊頸が多いのに対して、関西では都市ガス自殺が縊頸よりもはるかに多くみられ、都市においても地域による特異性がみられる。

現在、大部分の都市で供給されている都市ガスの主成分である一酸化炭素は爆発しやすく、かつ猛毒性を有しているために、自殺を遂げようとしてガスを放出中になにかの原因で家屋の爆発炎上を起こしたり、建物のすき間から漏れて、アパートやマンションなどでは階上の人々が中毒に陥るなどの被害が多数出ている。その一方で、家屋の密集したところで、都市ガス自殺の後、約48時間以上経過して発見されたのが、10年間に52例もあり、はなはだしい例では約11日間ガスが放出されたままの状態であったのが2例もみられた。こ

れらの事実は、最近都市において問題化している核家族化による独居者の増加と、近隣者への無関心さを如実に物語っているもので、密集化した都市における恐ろしい一面を示しているものといえる。

このような都市ガス自殺の恐ろしさが一般的に認識されたためか、神戸や大阪でも52年から都市ガス自殺が急激に減少しはじめるとともに、頭からビニール袋をかぶったり、ふとんや毛布などをかぶってガスを引き込む、こたつ・押し入れ・風呂場などの狭い場所でガスを放出する、部屋のすき間にガムテープなどで目張りをしてガスを放出するなど、ガス漏れをなんとか防ごうとする例が非常に多い。

従来、日本における自殺の特徴として若い年代層の自殺率の高いことが挙げられていた。しかし、最近では若い年代層の自殺が減少しており、このことも都市ガス自殺の減少の原因の一つとも考えられる。

都市の一部には毒性のない天然ガスが一般家庭に供給されるようになり、それらの都市では都市ガス自殺はほとんどみられなくなった。関西ではまだ大都市に導入されていないが、いずれ天然ガスに切り替わることにより都市ガス自殺者が減少するのは誠に結構なことである。しかし、今後は自殺を遂げようと毒性のない都市ガスを放出して未遂に終わり、ちょっと一服とタバコに火をつけたり、電気をつけて、ガス爆発を起こす危険性がなお一層増大する危ぐがある。

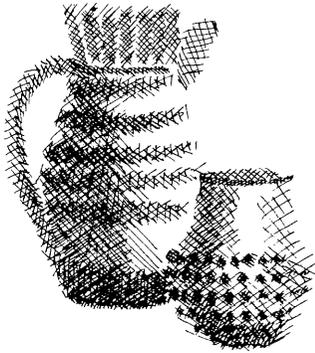
このような事故を防ぐために、機会あるごとに、関係機関の方々には防止対策を是非とも練っていただきたいものである。

# ずいひつ

## 地震とミノア文明

金子史朗

地質学者



ギリシア人たちが、聖なる海と呼ぶエーゲ海には、無数の島々が浮かんでいる。これらの島々は、沈んだ山脈の頂であるから、列状に並び、弧状列島をつくる。昔、人々はアジアから、あるいはバルカンから、この海上の里程標を目安として旅や冒険をしたことであろう。

ギリシアのペロポネソス半島からキテラ、クレタ、カルパトス、ロードスの島々を経てトルコのトールス山脈と続く列が一番南にある。その北 100 km には、キュクラデスの島々が、真珠をまき散らかしたように望まれる。この舞台に、紀元前 2000~3000 年紀に一つの青銅器文明が花開いた。エーゲ文明あるいは伝説的なクレタ島のミノス王にちなみ、ミノア文明などと呼ばれる。この海洋文明は、英国のエヴァンズ卿が今世紀初頭にクレタ島で発掘を始めてから、歴史の舞台に躍りだした。美しいエーゲ海そのもの、ミノア文明の性格もまた、明るく、華麗で、洗練されており、モダンであって開放的であり、どこか物悲しく、頹廃している。宮殿には、それを取り巻く城壁もなければ砦の姿もない。そういうものは一切知られていないといえ、ミノア世界はほんとうに平和な楽園なのであろう。風光明媚で、このうえなく豊穡な高度の文明の中心地は、クレタ島中央にあるクノッソスの宮殿である。無慮 1200~1400 室もあり、立体化したその遺構は、ほんとうに迷宮（ラビリントス）というにふさわしい。個人住宅も、2~3 階とあれば、庶民の生活も豊かだったのであろうか。

しかし、この楽園のミノア王国にも、悩みがないわけではなかった。それは地震である。クレタ島の南側には、島と平行して1～2列の海溝——ストラボとかプリニーなど、古代の学者の名を冠している——が走っている。ここで南のアフリカ・プレートがエーゲ・プレートと相会し、後者の下へ潜り込む。そのためか、大小の地震が多い。特に巨大地震M8クラスに襲われるという宿命を背負っていた。エヴァンズ卿がクノッソスを発掘していた1926年、M8.4の大地震があった。彼はその後、クレタの宮殿の破壊の原因を、地震説で説明することを思いついた。紀元前1700年の宮殿の破壊は、たしかにこの種の大地震であったようだ。

考古学者ニコラス・プラトンは、ミノア青銅器時代の中・後期の古宮殿、新宮殿時代を、おのおの3期に区分している。つまり、6つの段階に分けているが、それはすべて地震による宮殿の破壊と修復の事実により可能だという。そして、ミノア世界の最後のとどめは、紀元前1450—1400年ごろの巨大地震だとしている。

クレタ諸宮殿は、巧みに木材を使っているが、石材と組み合わせた弾力的な材木は、一種の耐震構造なのかも知れない。生活の知恵が生み出したものであろう。

ところで、古代ギリシア人たちは、神にいけにえとして動物を捧げてきた。ミノア世界も、例外にもれず、たいていは羊か牛が供されてきたのである。ところが、最近、クレタ島のクノッソスを北に望むアルカネスの丘の

一角で、ちょっとした遺跡が発見された。発掘が進むにつれ、この聖所で儀式が行われていたことが明らかになった。しかも、解剖学者の推定によると、推定年齢18歳ぐらいの男性がテーブルの上に縛りつけられ、いけにえにされたことがわかった。化石化した人骨と青銅のナイフ。だれがみてもこれは人身御供に違いないということになった。少なくとも、ミノア世界では、これまでこのような例は一つも知られていなかったし、いけにえとして人間が神に供されたとなると、なにか大変な事態が発生したことを示唆している。当然ながら、ミノア世界のあの明るく、平和な性格を思い浮かべると、この発見はギリシア人たちにショックを与えた、というのも事実であろう。なにか、知ってはならない秘密がどうとう暴かれた、といった感じである。

遺跡では、犠牲の少年のほかに、神官らしき人物ら合計4人の遺体が見つかった。考古学者らはこう推理を立てている。この異常事態は、たぶん、頻々としてクレタに襲いかかる地震を鎮めるため神に捧げられた犠牲であったのではないかと。しかも、皮肉というべきか、儀式の最中に大地震が襲ったらしい。少年も、神官も、みな押しつぶされてしまった。巨大地震の前に、何度も前震があったのだろうか。それにおびえて、ミノアの人人の中にパニックが生じていたのかも知れない。なにか、私には、この発見がミノア世界の残した汚点のようにも思われてならない。

# 大型トラックの左折事故防止対策

## 特に試作車両の評価検討結果について

樋口健治

### 1 はしがき

我が国はモータリゼーションの立ち上り時期が遅い割には、きわめて短い年月の間に世界の主要な自動車交通国の仲間入りをしており、生産台数では1980年以来トップの座にある。したがって、自動車交通に不慣れな時期には、保有台数の増加に比例して自動車事故も急増し、1970年度には死者が2万人近くにも達した。

いうまでもなく、自動車交通はドライバーという人間が、自動車という機械を操作し、公共の道路上を走ることによって成り立っており、その事故防止については人・車・道路など多方面からの対策がなされなければならない。

さて、これを自動車の構造や性能上からみると、我が国では昭和43年(1968年)に道路交通法の保安

表1 第1当事者別事故発生状況(文献1より)

第一当事者	昭和54年			
	事故件数 (A)	死亡事故件数 (B)	死亡事故発生率(%) (B/A)	保有車両数当り死亡事故発生率 ( $\times 10^{-3}$ )
バス	4.805	86	1.8	0.38
乗用車	252.400	3.665	1.5	0.16
大型トラック	14.097	759	5.4	1.61
トラック (大型を除く)	123.764	1.775	1.4	0.15
2輪自動車	9.453	454	4.8	0.51
その他	67.054	1.309	2.0	—
合計	471.573	8.048	1.7	—

基準の大改訂があり、乗用車についてはアメリカのM V S S(自動車安全法)も参考とし、事故防止や事故時の受傷軽減に関しては一大進歩があった。そして、安全性の極限を追求するべく実験安全車(E S V)も日本を含め世界的規模で昭和50年(1975年)以来今日まで試作と試験が行われ、それなりの効果を挙げている。

自動車事故による死者数は年々減少し、昭和54年(1979年)には約8千人となり、以後は横ばいを続けてきたが、その内容をみるに、絶対数では乗用車が関係するものが約45%で最も多く、中小型トラックが約20%でこれに次ぐが、車両1台当たりの事故率のうちの死亡率では大型トラックの約5.5%が上位にあり、乗用車では約1.5%と約1/3.5となる。かくして、本論の表題にもある大型トラックの事故防止対策が新聞やテレビはもちろんのこと国会でも話題となり、さまざまな措置がとられ保安基準の再三の改正も行われている。

特に昭和53年(1978年)に開始された大型自動車の左折事故防止に対する試作車の製作とその評価試験については、乗用車のE S Vに対応するほど大規模であり、かつ長期にわたって実施され、昭和56年(1981年)に最終報告書もまとめられている(詳細は文献1参照)。

そこで、ここでは大型トラックに関する事故状況や原因分析から始め、保安基準の改訂による対策から試作車両とその試験方法および試験結果と、

今後の安全性向上の方策などについて述べてみる。

## 2 大型車の左折事故の状況

大型車の関係した事故は、車両1台当たりでは他の車両に比べて際立って死傷者が多いが、これは一度事故になると相手車両、特に自転車乗りや歩行者に致命的な傷害を与えることを物語っている。なかでも大型ダンプ・トラックによる左折事故が全右左折事故の約32%で断然多く、続いて大型荷台形トラックの18%、タンクローリーなど特殊用途車の16%等があり、特に大型車に関する事故の約70%が左折時に発生している。

しかも、左折時の左側車輪で轢過される例が死亡事故の大部分を占めており、その相手は、当然ながらバイクや自転車乗りを主とし、歩行者も含

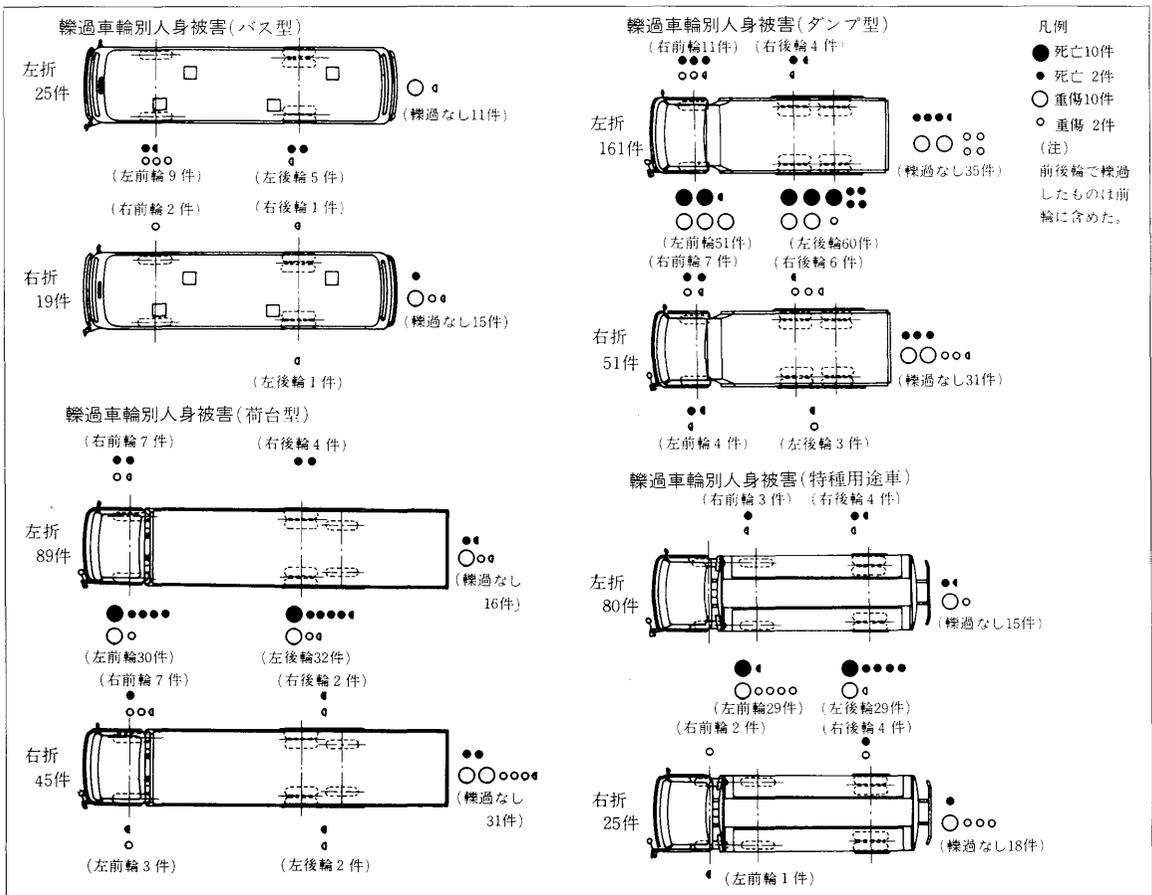
めた交通弱者と呼ばれるグループである（文献2参照）。

事故発生地点は市街地、特に商業地帯や住宅地域に片寄っており、本来は大型車が通行するには狭きに過ぎる場所か、自転車や歩行車の交通量が比較的が多い雑踏した交差点に集中し、信号機が設置されている場合が多いという。

事故状況をさらに詳しく分析すると、そのなかで最も多いケースは、赤信号で一時停止した大型車が、その車体左側面前部に同時に停止しているバイクや自転車に気がつかないか、またはそれが見えないために、大型車が青信号に従い発進し左折中に車体の左側面に直進しようとするバイクや自転車が接触または衝突し、時には大型車の左側車輪で轢過される場合である。

第二に多い例は、大型車が左折しようとする

図1 大型トラックの右左折時の事故割合（文献2より）



き、交差点、特に左折方向の道路が狭いために内輪差による左側面の接触を恐れて大回りをするため、まず初めに右ハンドルの走行コースを取り、続いて左曲がりの操作に移るが、この際にバイクや自転車乗りの側からすれば、大型車が右折するものと思っ直進を続けるためにその進路が妨害されて接触する例である。

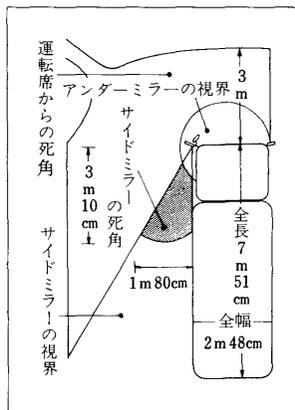
第三には、信号で道路左端に停止中のバイクや自転車乗り、あるいは歩道のない交差点では歩行者が、大型車の運転者にとっては直接にはもちろんミラーなどを使った間接にも見えない場合に、そのままの状態左折していくと内輪差により接触する場合である。バイクや自転車乗りは、停止中にはとっさに左側にはよけられないためもある。

### 3 当座の左折事故防止対策

前記の事故状況とその分析結果からみて直ちに判明するように、大型車の左折事故の原因は(1)大型車の運転者の死角(見えない範囲)内に相手がある場合、(2)バイクや自転車乗りにとって大型車の左折合図に気がつかない場合、の2例が多く、(3)このための接触により転倒したバイクや自転車乗りが、大型車の内輪差によりカーブの内側に寄る左側車輪、特に後側に巻き込まれて死傷する例が荷台の高い大型ダンプに目立っている。

そこで、原因(1)の死角を減らすため、昭和53年(1978年)に大型車やキャブオーバー型中型車に左側サイド・アンダーミラーを取り付けることを定

図2 大型トラックの死角



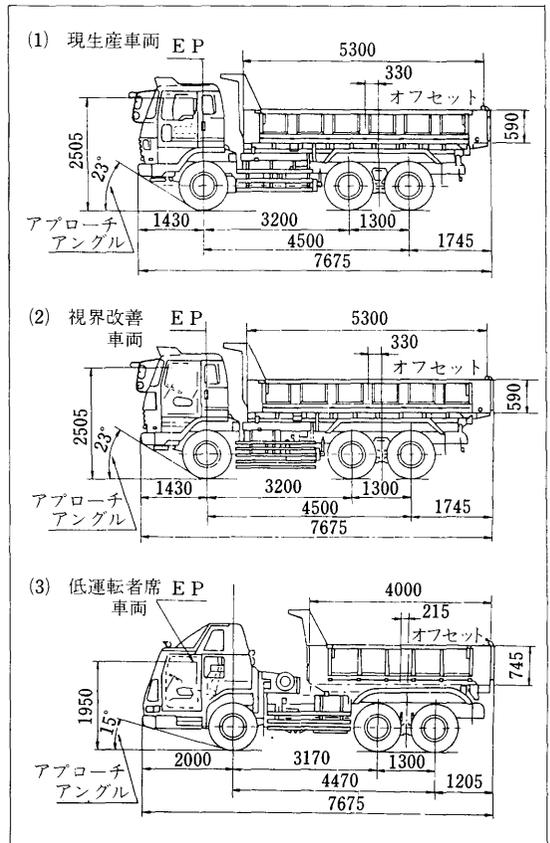
め、それ以前のフロント・アンダーミラーの補強策とした。

原因(2)の左折警報については、大型車の両側面で前端から2m以内に方向指示器(ウインカーランプ)を取り付けることにした。

(3)の傷害防止には、昭和48年(1973年)から車体側面の空けき部分に巻き込み防止柵(サイドガード)を取り付けることとし、特に昭和54年(1979年)からは、ダンプやタンクローリーでは前後車輪外側面の中間部分を巻き込み防止の板や多段式の柵で覆うことにし、構造例を示している。

他方、交通規制の面からは(1)大型車、特にトラックの乗り入れ規制範囲を広げること、(2)助手を乗せて左側の安全確認を図ること、(3)交差点における停止線を前後二段とし、前方に二輪車をおき後方に四輪車とすることで前記の事故原因が起こらないようにすること、の3案が考えられ、

図3 試作車の諸元(いすゞ車)



いづれも実施可能なところから実行に移し、それなりの効果を挙げている。

#### 4 大型トラックの試作安全車構想

さて、大型トラックの左折事故対策としては、サイド・アンダーミラーやサイドガードの装着、あるいは2段階止線の路面標示などで一応の成果を挙げてはいるが、事故が商業地や住宅地の比較的に人通りの多い場所や時刻で人々の目前において発生し、しかも、ダンプカーなどは歩行者からみれば鋼鉄の魂であり、その乗員はまったくの安全圏に居る状況である点に、他の事故状況とは異質のものがある。

また一方では、左折事故において運転者側が「死角」という車両の構造的欠陥によって生じたものとして、国や自動車会社を訴える事例が増え、一つの社会問題にまで発展し、さまざまな提案がなされた。そのうち車両の構造に関するものとしては、(1)運転席の地上高を乗用車並みに下げる、(2)左ハンドルの運転席にする、(3)運転室の左側面をガラス張りにする、ことなどが要求された。

いづれも一面では、大型トラックの左側面の直接視界を良くし、死角をなくすことを目標としてはいるが、反面には大型トラックの運転者を高所にある安全な鉄の箱から、乗用車並みの危険感があり、しかも外から丸見えの状態にしようという自転車乗りや歩行者側からの心情的願望も含まれている。

このような、自動車技術に関しては専門的知識に欠ける人たちからの提案による安全自動車の開発に関しては、前例として昭和45年(1970年)ごろに対歩行者安全自動車の構想があり、歩行者に衝突しても傷害を与えない自動車の提案がなされ、その試作と試験が実行に移され筆者も実行委員長

を務めたことがある。

工学的見地からすれば、試験結果は予測どおり効果的な方策がなく、必ずしも有意義な研究とはいえないが、試験を実行に移すことによって、専門外の人たちの安全車開発の困難さの理解を得るといふ二次的な効用もあり、大型トラックの安全車試作とその試験もこれときわめて類似の状況といえる。

#### 5 試作安全車の概要

上記の経緯をへて、昭和53年(1978年)前半には運輸省自動車局を中心とし大型トラックの関係会社などの人たちが集まり、まず、(1)現在の市販車を基準とし、(2)運転室の左前方から左側面にかけての下方視界を主として直接視界の改善(拡大)をしたもの、(3)前項の車両で左ハンドルの運転席にしたもの、(4)運転席の位置をエンジン部の前方とし、その地上高さを極力下げるとともに左方の直接視界を改善(拡大)したものの、(5)前項の車両で左ハンドルとしたもの、の5種類の試作車を製作することを昭和53年(1978年)10月に定め、約1か年の日月をかけて日本の代表的大型トラックのシャシーメーカー5社により、19台の試作車と5台の基準現行車が昭和54年(1979)秋には用意された。

その内訳は、(1)大型ダンプ・トラック、(2)大型トラクター、(3)大型荷台型トラック3種(寸法的に大、中、小)の5車種であり、改装の程度は、市販現行車の運転室や運転装置に最小限の変更作業で試作車を製作した会社から本格的に設計

表2 試作車一覧(文献1より)

(注)試作車の掲載順は会社名50音順とする

(1) いすゞ自動車	視界改善車(右および左ハンドルのダンプ)2台 低運転者席車( " )2台
(2) トヨタ自動車工業	視界改善車(右ハンドルの一般トラック)1台 低運転者席車(右および左ハンドルの一般トラック)2台
(3) 日産ディーゼル工業	視界改善車(右および左ハンドルのトラック)2台 低運転者席車( " )2台
(4) 日野自動車工業	視界改善車(右および左ハンドルの一般トラック)2台 低運転者席車( " )2台
(5) 三菱自動車工業	視界改善車(右および左ハンドルの一般トラック)2台 低運転者席車( " )2台
	計 19台

上の変更を加えたものまであり、一様とはいえない状況であった。

特に試作大型トラックのなかには、現行の保安基準での許容寸法の最大限の現行車をベースにした場合には、運転席を前方に移した長さだけ荷台寸法や積載許容量が減少するなど、輸送業の関係試作車の一例（文献1より）

写真1 低運転席車・ダンプ車（いすゞ製）

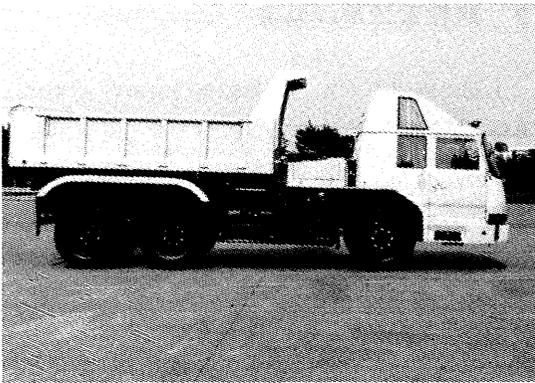


写真2 低運転席車・ダンプ車（いすゞ製）右ハンドル車



写真3 低運転席車・荷台型トラック（トヨタ製）



者にとっては明白に経営上の損失が考えられるものがあるし、長距離運行では3人乗車の場合に使用する仮眠用のベッドが実用に耐えられないと見なされる試作車も少なくなかった。

なお、低運転席の試作車は、運転席に着座させたマネキンやダミー（試験用人体模型）による測定では、アイポイント（眼の位置）の地上高は現行車の2.5 m前後に対しておよそ2.0 m弱に作られており、乗用車の1.1 m前後に比べれば、やはり相当に高く、3～5トン積みの中型トラックと同じ程度といえる。

視界改善（拡大）の手法は、主として左側ドア下部のガラス窓化によるものが多く、助手席前方下部の開孔や左側ドアのガラス窓下縁の下方への移動などを補助的対策としている。

低運転席の設計は、現行車両がすべてキャブオーバー型トラックのため、運転室をそのまま0.5 m前後ほど前方に移し、可能な限り下方に設定されてはいるが、低下量は0.5 m程度とわずかなものが多い。

左ハンドル車は、右ハンドルのステヤリングシステムを左側に移し、リンク等の応急の変更で間に合わせたものが多く、運転操作上で重要なペダル類やギヤシフトレバーなどの配置も適正でないようにみえるものが目立っている。

低運転席車といえば、すでに大型クレーン車などに前例が見られ、特に10トン吊り以上の大容量の車両では移動時にブーム（腕）を運転室の屋根上に置く関係から、走行時の車体高さの制限のために著しく運転席の低いものがあるが、クレーン車の場合は、今回の試作車ほど長距離や高速での運行は必要とされず、居住性や運転操作性に対する考慮はあまりされていない。

## 6 試作車の試験方法と評価基準

試作車の設計目標がまず第一に左折事故防止のみを重点としているので、その試験項目や試験方法も同様とし、運送業務上の経済性に与える影響などについてはまったく評価対象とはしないこと



場合の職業的運転者による使用テストに分けて行うことにした。

特に従来の試作安全車の評価試験と異なる点は、運転者以外に歩行者や自転車乗りなどからみた安全感や危険感の評価テストを加えたことであり、左折警報のためのウインカーランプの見えやすさや、警音チャイムの聞きやすさやその騒音の程度などの評価を加えたことである。たとえば、自転車乗りや歩行者から見て、大型トラックの運転者の顔が見えるか否かなどは、安心感や危険感を大きく左右することと思われるからである。

しかし、このことは逆に運転者や助手席同乗者が外から丸見えとなり、そのプライバシーを損ない、乗員の不安感や疲労感を増すという事実も起こりやすく、この点にも配慮をして試験を行った。

また、ダンプカーのごとく不整地作業を伴う車両では、運転室を前下方に移すことにより車体の前下方が悪路や碎石場などで接地しやすくなり、使用上の不便も無視できないので、アプローチアングル（迎え角）の測定や悪路での走行試験も加えることにした。

## 7 試験結果とその評価

### 1) ハンドル位置について

左ハンドル車は右ハンドル車に比べて、当然の結果として左方の視界はいいが、左側通行の我が国では狭い道路での擦れ違いや高速走行時の右側方視界に欠ける。左折事故防止対策のみなればとにかく、一般走行時の総合的観点からすれば左ハンドルの安全性が優れているとはいえない。

### 2) 低運転席車

この車両は視界改善（拡大）も加えてあるために左方視界は良くなるが、逆に不整地や悪路での車体前部の路面接触や視点の低位置化による前方視界、特に遠方への視認性の面では現行車に劣る点がある。

したがって、ダンプカーのごとき車両と良路のみ運転する車両など、使用状況や車体形状に応じて、最も有効な運転席の地上高さを個々に求めて

おく必要があり、左折事故防止効果との兼ね合いで採用の判断を定めるべきである。

### 3) 視界改善車

試作された視界改善車のうち、極端に左側部分を大きい面積にわたり透明化したものと、これとは逆に左ドア下部や助手席前面下部にわずかに小窓を設けたものなど、視界の拡大方法と程度には大差があるが、大きすぎてプライバシーや夏季の日照に問題がない限り、直接視界は広いほど左折事故の防止には効果が認められる。

## 8 まとめ

今日実施の大型トラックの左折事故防止のために提案され試作した試験車について、運転視界の大小などの計器試験と、テストドライバーによるテストコース内での走行試験および運送業者による長期間の使用テストの結果についてまとめてみると、次のようにいえる。

現状では、大型トラックの左折事故防止の対策としては、まず第一に現行右ハンドル車において乗員のプライバシーや夏季の日照の影響が少ない限り、できるだけ左側ドアなどに透明部分を設け直接視界を拡大することがより良い方策である。

また、事故発生率の高いダンプカーなどについては、可能な限り上記の運転視界の拡大を図るとともに、使用状況に応じて運転席位置の低い車両を開発し、使用者と製作者の協力の下に事故防止対策の実施を進めるべきである。

もちろん交通事故の防止は、車両の改善のみでは片手落ちの一面的であり、道路構造、特に事故発生率の高い交差点でのガードレールやペイントマークの工夫、あるいは乗員の事故防止の自覚、特にバイクや自転車乗りに対する大型車の左折時の行動特性の異常性（内輪差）の教育などの考慮をほらう必要がある。

（ひぐち けんじ／東京農工大学工学部教授）

#### 参考文献

- (1). 運輸省、試作大型自動車の評価検討報告書、昭56。
- (2). 森尚雄、大型自動車左右折事故の実態、予防時報123号、昭55。

# 覚せい剤禍 自動車運転にも

丹羽口 徹吉

## 1 はじめに

覚せい剤とは、法律的に言えば「覚せい剤取締法」（昭和26年6月30日、法律第252号）の第二条に定められたフェニルアミノプロパン、フェニルメチルアミノプロパンおよびそれぞれの塩類である。フェニルアミノプロパンは一般名でアンフェタミン、商品名でゼドリン、ベンゼドリン等と呼ばれるもので、フェニルメチルアミノプロパンは一般名でメタンフェタミンまたはメチルアンフェタミン、商品名でヒロポン、ペルビチン等と呼ばれるものである。本稿では一般名を用いることとする。現在、日本で乱用が問題となっているのは専らメタンフェタミンである。

また、医薬品としての覚せい剤は、中枢刺激作用を有するので、主として精神科の領域で使用されてきた。

メタンフェタミンは、19世紀末に日本の長井長義博士が、鎮咳作用を有する麻黄科の薬用植物、「麻黄」の有効成分を研究中に初めて合成したものである。その後、このものは1930年前後に、人に対して特異な中枢刺激作用をもたらすことが確認され、1937年にはドイツで精神科の治療薬とし

て使用されるようになり、日本でも1941年には同様に用いられるに至った。その乱用が社会問題化したのは、日本において1945年(昭和20年)以後のことである。

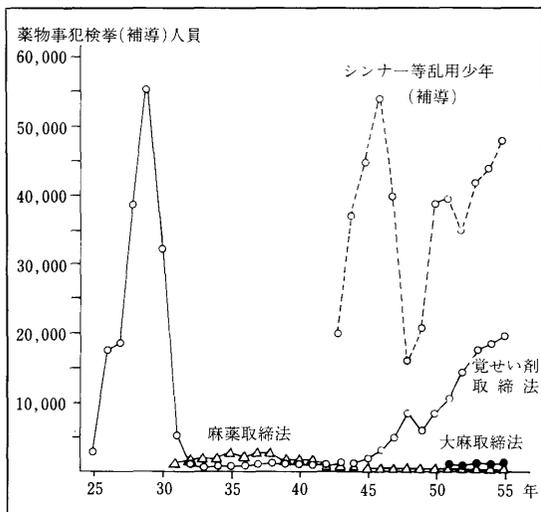
## 2 日本における薬物乱用の歴史

日本では第2次世界大戦前に、特筆するような薬物乱用問題はなく、わずかにモルヒネ等の麻薬に関する事例が散見されただけであった。日本において薬物の乱用が初めて社会問題となったのは、大戦直後から昭和31年にかけての、いわゆる第1次ヒロポン時代であった。これは戦争中、兵隊の士気高揚、夜間における戦闘の遂行、軍需産業における生産性の向上等を目的として多量に製造されていた覚せい剤が、戦後一般社会に放出され、乱用されるようになったものである。当初は都会の夜間労働者、復員軍人、芸能人、文筆家等の間で使用されていたが、だんだん全国各地のあらゆる階層の人々が常用するようになり、乱用による慢性中毒患者が出現するようになった。戦後の絶望的な混乱期を象徴する一つの社会現象といえよう。そこで昭和23年に覚せい剤は劇薬に指定され、

24年には製造中止の勧告がなされたが、その乱用は衰えず急速に広がるばかりであった。このような背景から昭和26年に覚せい剤取締法が制定され、覚せい剤の輸出入、所持、製造、譲渡、譲受および使用等の行為が厳しく取り締まられることとなった。この取締法の制定によって非合法的な覚せい剤の製造・売買等は地下市場に潜ったが、多くの密造事件が摘発され、使用者は従来の錠剤からより速効的な注射液を常用する例が多くなった。昭和29年、同法にかかる検挙人員は55,664人とピークに達したが、潜在的な乱用者は50～60万人、慢性中毒による精神障害者は約20万人に達するのではないかと推測された。このため、昭和29年と30年にはそれぞれ罰則が強化され、さらに覚せい剤の製造原料であるエフェドリン等にも法的な規制が加えられるようになった。また、閣議決定による覚せい剤問題対策推進本部が設置され、取り締まりが強化されるとともに、積極的に覚せい剤中毒についての啓蒙指導が図られ、慢性中毒者の治療対策が進められた。このようにして、昭和32年にはその乱用に一応の終止符をうつことができた。

その後、昭和30年代には麻薬、ヘロイン、次いで同後期には催眠剤、メタカロン（ハイミナル）、昭和40年代にはシンナー・接着剤等の乱用、また、大麻や幻覚剤、LSDの密輸等が問題となったが、

図1 薬物事犯検挙（補導）人員の推移  
（警察庁保安部防犯課・保安課）



これらの中でシンナー以外はおおむね鎮静化して今日に至っている。

戦後の苦い経験にもかかわらず、日本では昭和45年から再びメタンフェタミン乱用の徴候がみられた。昭和48年には罰則が強化され、その防止対策、取締強化策がとられたので、昭和49年にはいったん下降したが、50年からは再び増加の傾向を示している。日本における覚せい剤、麻薬、大麻等に関する検挙人員(警察)の年別推移は図1に示すとおりで、その乱用の状態をうかがうことができよう。

最近の覚せい剤事犯の特徴として次のようなことが挙げられる。昭和45年当時、その乱用は京阪神・中国・四国に限定されていたが、現時点では日本全国に広がっている。密売買されるメタンフェタミンの大部分は密輸入によるもので、その多くは韓国・台湾からのものといわれている。取引される現物はほとんど粉末で、取り引きの量は多量化している。密輸入・密売には暴力団関係者が関与することが多く、その手口は悪質巧妙化の度を深め、組織化される傾向にある。また、ここで挙げた不法な利益は暴力団の重要な資金源になっている。一方、末端で使用する者は若年化しており、主婦の使用も増加の一途をたどっている。さらに、慢性中毒者の引き起こす殺人、放火、強盗、強姦等の凶悪犯罪、交通事故等も多発し、覚せい剤購入代金欲しさの強盗や窃盗、これらに伴う家庭崩壊等も増加する傾向にある。

### 3 覚せい剤の薬理作用

覚せい剤の医薬品としての人に対する作用としては、中枢に対するものと末梢に対するものと知られている。

#### 1) 中枢作用

覚せい剤は中枢興奮作用を有し、その1～5mgを服用すると、疲労感・けん怠感を減退させ、気分高揚をきたし、作業能率や運動能力を増進し、多弁となり、往々にして多幸症的になることもある。しかしながら、このような作用の他に、怒り

つばさ、性急さ、焦燥感等をもたらすこともある。また、覚せい剤による疲労・けん怠感の減退は生理的なものではないので、薬物が体内から消失すると逆に疲労・けん怠感が増大し、不快な脱力感に襲われることが多い。したがって、この不快感を取り払うために再び薬を摂取したいという堪え難い強迫的な欲求が起これ、覚せい剤を服用することになる。この繰り返しによって覚せい剤に対する精神的依存性が強く形成されてくる。

運動能力に関しては、たとえば、短距離の選手に競技の2～3時間前覚せい剤0.2mg/kg投与したところ、70～90%の被験者の記録は向上したという報告がある。一方、耐久競技においては、むしろ負の結果を生じた例も報告されている。

覚せい剤の作用の一つとして視床下部に存する食欲中枢に働き、空腹感を減弱させて食欲を減退させる作用をもたらす。したがって、欧米諸国ではヤセ薬として用いられることも多かったようである。また、呼吸中枢に作用して呼吸の興奮を起こさせる。

## 2) 末梢作用

覚せい剤は、心臓、血管に直接作用して血圧を上昇させる。その20～30mgを成人に皮下または静脈注射によって投与すると、血圧は30～50mmHg上昇し、時には不整脈を起こすこともあるといわれている。

気管支に対しては弱い拡張作用をもたらす。また、消化管の運動を抑制する。局所的に粘膜の血管を収縮する作用があるため、鼻づまりに用いられており、米国では“Vicks Inhaler”と称するメタンフェタミン含有の鼻孔噴霧の大衆薬が市販されている。

## 3) 医薬品としての適応症

精神科領域では憂うつ病、そううつ病のうつ時ナルコレプシー(睡眠発作症)、各種のこん睡、もうろう状態、てんかん、麻酔剤や睡眠剤の急性または慢性中毒症に用いられる。一般には1日3～6mgを2回にわけて経口投与するが、症状によっては6～10mgを与えることもある。また、外科領域で、手術前後の虚脱状態、不安状態の除去や麻

酔からの覚せい促進等に用いられることもある。

通常、高血圧症、動脈硬化症、自律神経失調症、バセドー氏症、興奮状態の人に投与することは禁じられている。もちろん、医薬品として用いる場合には、専門医のもとで合法的に使用されなければならない。

## 4 覚せい剤中毒

薬物による中毒には急性中毒と慢性中毒とがあるが、覚せい剤のような乱用薬物の場合には慢性中毒が社会的に問題となる。

### 1) 急性中毒

成人が初めて覚せい剤20mg以上を一度に服用すると、急性中毒を起こすことが多い。症状として軽い場合には、血圧上昇、頻脈、発汗、口渇、頭痛をきたし、興奮状態となって食欲が減退する。さらに多量を服用した場合には、その症状も重く、幻聴、幻視といった慢性中毒時の症状が発現することもあり、虚脱状態からこん睡に陥ることがある。

覚せい剤を連用していると、容易に耐性が形成される。ここで耐性とは、同じ薬物を同じ量、繰り返し服用していると、最初に服用した時と同程度の薬物の効果が現れないようになり、服用量を増加しなければ、同程度の薬物の効果は得られなくなる現象である。メタンフェタミンの場合には、連用によって耐性が形成されやすく、その度合いも高度で、薬用量の数十倍から数百倍という多量を服用しなければ薬効を感じなくなる例も多く、このような例では上記のような急性中毒の症状を呈することなく、徐々に慢性中毒に陥るようになる。覚せい剤乱用者の実態調査でも、1回の使用量が20～100mgの例が90%を占めている。

### 2) 慢性中毒

前述したように、メタンフェタミンを服用すると一時的には快い感じになるが、薬効が消失すると逆に疲労・けん怠感に襲われ、再び薬物を服用したいという強い欲求が起これる。特に静脈注射によって摂取している場合には、注射後にもたらされる快感は早くて強烈であるが、逆に薬効の消失

によって不快感に陥るまでの時間も早く、したがって、経口の場合に比べて精神的依存性が形成されやすい。また、メタンフェタミンでは耐性が早く、そして強く形成されることは前に述べた。

覚せい剤の慢性中毒を考える場合には、この精神的依存性および耐性の形成を念頭においておかなければならない。すなわち、両者が形成されることによって、頻繁に、しかも一度に多量の薬物を服用することになり、その結果、慢性中毒に陥る危険性も大きくなる。

覚せい剤による慢性中毒が、ヘロインやモルヒネ等の麻薬と異なる主な点は、第1に中枢に対する作用であって、前者は前述したとおり興奮作用を有するが、後者は抑制的に作用して鎮痛の効果をもたらすことである。第2に覚せい剤の精神的依存性は非常に強いが、身体的依存性はないとされており、したがって、薬物を中断したときにも禁断症状は起こらない。これに反し麻薬では、非常に強い精神的依存性に続いて非常に強い身体的依存性が形成されることである。麻薬の場合には、初期体験の快感が忘れられず、薬を欲しいという強い欲求のままに連用すると、薬物が体内にある間だけ生理機能が営めるような状態(身体的依存)となり、薬が体内から消失すると身体の生理機能が正常に働かなくなり、激しい苦痛(禁断症状)に見舞われるようになる。WHOの専門委員会では依存性薬物を表1のとおり分類している。

次に両者の違いは慢性中毒症状で、覚せい剤と麻薬とはまったく異なるものである。

覚せい剤の慢性中毒症状は非常に多彩で、個人個人によって異なるが、1個人の中でも次から次にかわる例も多い。代表的な初期の症状は、多弁または寡黙、過動または寡動となり、落ち着きがなく、表情はかたく、怒りやすく粗暴な振る舞いにでることも多い。集中力・注意力が減退し、何事にも意欲的でなくなる。さらに進行すると、覚せい剤の慢性中毒特有の精神状態が現れてくる。

症状は非常に多岐にわたるが、その代表的なものとして第一に挙げられるのは、精神分裂病様の状態である。覚せい剤の慢性中毒が日本で問題に

なり始めたころには、その症状が精神分裂病と非常によく似ていることから“人工分裂病”とまで呼ばれたことがある。幻覚、特に幻視・幻聴が現れたり、妄想にとりつかれることも多く、症状は流動的で変わりやすいようである。妄想の内容としては、自分はねらわれ迫害を受けようとしている(被害妄想)といったものを初めとし、自分はいつも監視され尾行されている(注察妄想)とか、他人が自分のことを馬鹿にして笑っている(関係妄想)とか、自分は暴力団に追いかけている(追跡妄想)とか、妻が浮気している(嫉妬妄想)といったものである。その他に、自分は電波にあやつられているといった異常体験の妄想や、誇大妄想、こっけいきわまる内容の妄想も時としてみられるようである。しかし、多くの例はまったく実体のない妄想から不安におびえ、それが高じて衝動的に粗暴な行為や威嚇的な行動に走り、凶悪な犯罪を犯すことがある。

表1 依存性薬物の分類

	主な薬物	中枢作用	依存性		耐性	日本の規制法
			精神的	身体的		
アヘン型	ヘロイン、モルヒネ、アヘン	抑制	非常に強い	非常に強い	非常に強い	麻薬取締法 アヘン法
バルビタール型	睡眠剤、精神安定剤の一部	抑制	強い	非常に強い	強い	薬事法
コカイン型	コカイン、コカ葉	興奮	非常に強い			麻薬取締法
大麻型	マリファナ、樹脂、油状大麻	抑制	強い			大麻取締法
覚せい剤型	メタンフェタミン、アンフェタミン	興奮	非常に強い		非常に強い	覚せい剤取締法
カート型	カート* (Khat)	興奮	強い		不明	
幻覚剤型	LSD、PCP、メスカリン	興奮	ある		強い	LSDのみ 麻薬取締法
有機溶剤型	トルエン、酢酸エチル	抑制	強い			毒物および劇物取締法

\* 東アフリカ産の植物(Catha edulis Forssk)で、その茎を噛むとメタンフェタミン様の効果がある。

その他、そううつ病様の状態を呈するものや、分裂病とそううつ病の混合した状態となるものがあるといわれているが、前述したように、これらの症状は非常に複雑で多岐にわたっており、極論すれば一例一例が異なった症状を示すとまでいわれている。いずれにしても、中毒者は無気力・無欲・脱力状態で、持続的な作業はできなくなる。対人的には孤独で嫌人的になる例と、逆に自己中心的でなにかにつけて干渉したがりが、時には示威的・誇示的になる例とがみられるようである。また、これら両者を繰り返す例も散見されている。

身体的には、頭痛、もうろうとする、疲れる、めまい、震え、口喝、耳鳴り、息苦しい、胸の圧迫感、心臓のどつき、脈の不整、背中や腰の痛み、手足のしびれ、盗汗、便秘等が挙げられている。体重は減少し、多くの例では注射痕がみられ、それが硬結していることもある。

覚せい剤を服用し始めてから上記のような慢性中毒症状が発現するまでの期間は、服用した薬物の量、服用の頻度、服用の方法等によっても左右され、個人差もあるので一概に述べることは難しい。精神科医の調査によれば、1日に30～100mgを2か月から1年半ぐらい連用し続けた場合に最も多く慢性中毒症状が発現しているようである。

覚せい剤の慢性中毒者が、その服用をやめて約1か月の間は、症状が明らかに軽くなるのが普通であるが、その後の回復は緩慢になることが多いようである。妄想、幻覚、異常な興奮、不安等は服用中止後早い時期に除かれるが、無気力、孤独あるいは逆に他人への干渉、嫌人傾向、落ち着かない状態、多弁等は消失されにくいようである。

表2 覚せい剤事犯態様別検挙人員（昭和55年）

密輸入	密輸出	密造	所持	譲渡	譲受	施用	使用	その他	総数
71	1	2	5,555	4,099	2,711	2	7,474	6	19,921

表3 覚せい剤事犯検挙人員年齢別構成比

昭和年	年齢 19歳 未満	20～ 24	25～ 29	30～ 34	35～ 39	40～ 44	45～ 49	50歳 以上	総数
53	1,423	2,367	3,700	4,087	2,708	1,947	1,036	472	17,740
54	1,663	2,533	3,263	4,217	2,982	1,990	1,107	542	18,297
55	2,031	3,143	3,079	4,496	3,044	2,115	1,328	682	19,921

すなわち、精神病の状態は消失しても精神病質的な状態は消失されにくいといえよう。

大麻や幻覚剤のLSD等については、フラッシュバック——薬物の連用を中断して精神状態はまったく回復したにもかかわらず、ある時突然慢性中毒症状と同じような精神状態に陥ること——があると言われているが、覚せい剤の場合もこれに似た症例が散見され、今後の調査研究によって、この問題に関する種々の点が明らかにされるであろう。

## 5 覚せい剤事犯検挙者の実態

主として警察庁保安部防犯課・保安課の資料によって検挙者の実態の一部を紹介する。

### 1) 態様別検挙状況

表2に示すとおり、覚せい剤を使用したことによって検挙された者が最も多く、全体の37.5%を占めている。この点は、所持による検挙者が最も多い麻薬や大麻等の場合と異なっている。

### 2) 年齢等

30～34歳代が最も多く、次いで20歳代および35～39歳代がほぼ同率となっている。前述したように若年層の占める率が増加しており、昭和55年には全検挙者の10.2%が少年であった。また、女性は15.6%であった（表3）。

学歴をみると、中学卒が約63%、高校中退が約20%、高校卒以上が約17%であった。

### 3) 職業

暴力団関係者の占める率が例年約50%を占めている。昭和55年における検挙者のうち暴力団関係者は10,007人（50.2%）であるが、その他の検挙者の職業は図2のとおりで、無職が最も多い。運転者等の交通関係者も年々増加の傾向にあり、昭和55年には719人で、そのうちの46%はトラック運転者であった。

4) 使用動機、薬物経験等

使用した動機は、気分的に快くなる（気が楽になる、気持ち良くなる、頭がさえる）と思ったものが圧倒的に多く、セックスに事寄せたものがこれに次いでいる(図3)。一方、職業運転手の動機には、疲労回復のために約30%、眠気覚ましの目的で約27%といった調査もある。

覚せい剤を服用するように勧めた者は、暴力団関係者（団員を含む）が約70%に上っている。

また、約47%の者は覚せい剤使用以前に他の薬物を使用した経験があり、シンナー・接着剤および睡眠剤や精神安定剤を使用した者が多い。少年の覚せい剤乱用者では、男子の72%、女子の51%の者がシンナー・接着剤を吸入した経験をもっていた。

図2 覚せい剤事犯検挙者（暴力団関係者を除く）  
職業別状況・昭和55年

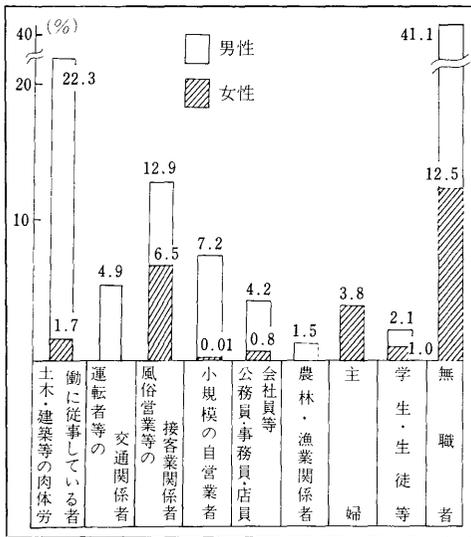
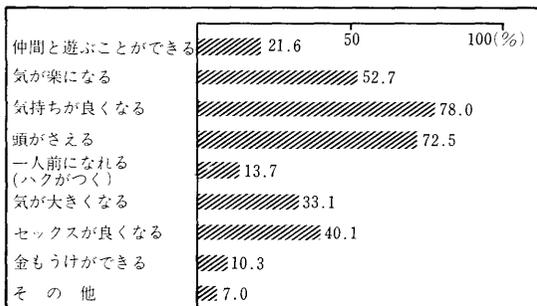


図3 覚せい剤を使用した動機（複数選択式）  
（警察庁保安部保安課・防犯課）



過去に覚せい剤に関して検挙されたことのある者が38%もあり、そのうち検挙歴1回の者が約60%、2回の者が約20%、3回の者が約10%であった。また、覚せい剤事犯全検挙者のうち、55%の者が薬物以外の事件で検挙されたことのある者であった。

覚せい剤事犯にかかわる検挙者のプロフィールの一部を述べてきたが、昭和54年および55年のメタンフェタミン押収量が、それぞれ119.288kgおよび152.298kgであることを考えると、なお潜在的な乱用者や中毒者が存在するものと推測される。

6 覚せい剤の自動車運転に及ぼす影響

自動車の運転に及ぼす覚せい剤の影響について、系統的に実験を行い、明確な結論を得ることはできないが、基本的には、薬理作用の項あるいは中毒の項で述べたことからある程度その影響を類推することができよう。また、実際的には、自動車を運転中交通事故を起こし、あるいは異常運転を取締官に現認される等で検挙された者の中から覚せい剤を服用していた事例を抽出・収集し、それらを徹底的に調査分析し、その結果を集積分類しておくことが必要であろう。

1) 使用経験の短い例

急性中毒者とみなされる者の事例から、覚せい剤の運転に及ぼす影響を考えてみよう。急性中毒の項で述べたように、覚せい剤服用後、ある時間が経過してその薬効が消失した時には、疲労、けん怠、脱力感等に襲われることが多い。このような状態のときは、当然注意力が散漫となり、運転能力は低下しているため、自動車を運転すれば事故事件を起こす率が高くなると考えられる。実際、覚せい剤を服用してから運転中に事故を起こすまでの経過時間は比較的長時間の例が多い。覚せい剤を服用して事故事件を起こした例のうち約50%の者が服用後10時間以上を、また、約30%の者が5～10時間を経過して事故事件を犯している。そして、これらの原因は、ハンドル操作が不適当な例、ブレーキ操作を誤った例、前方不注意の例等

が挙げられている。これらの調査結果は、覚せい剤の薬効消失後に注意力が欠如して交通事故を起こす例が多いことを示唆している。

## 2) 使用経験の長い例

覚せい剤の乱用によって慢性中毒に陥っている者が自動車を運転し、交通事故をひき起こしている例も多い。そして、これらの事例は覚せい剤の慢性中毒症状に特有な精神状態、特に幻視、幻聴、妄想等に起因している場合が多く、事故の程度も大きく、奇異な例がみられる。

幻覚や妄想の具体的なものとしては、知人の車が自分の前を走っている。前照燈が突然消えた、だれかにどこどこへ行けと命令された、パトカーが追いかけてくる、後部座席の人がなぐりかかってくる、だれかに殺されそう、等々多岐多様である。事故として特異な例は、このような幻覚、妄想から、自分は飛び降りて車を暴走させた、殺されそうなので助けを求めようとして交番に車ごと飛びこんだ、追いかけてくる車から逃げるため反対車線に入り斜めに突っ切ってガードレールに衝突した、同様な状態で対向車と正面衝突した等のようなことがある。

身体症状としては、多くの者が非常に強い頭痛、手足のしびれ、胸部の圧迫感、息切れ等を訴え、もうろう状態で眼は充血し、視点は定まらずふらついており、歩行状態も正常ではない例が多い。また、怒りっぽく落ち着きがなく、質問に対してもしどろもどろで不正確な答えの場合が多い。

覚せい剤による慢性中毒の典型的な精神症状、身体状態になっている者が、たとえ小康状態を得ている時であっても、自動車を運転することは恐怖の行為であり、一般の運転者や歩行者等に及ぼす危険性は非常に大きいことを、我々は充分認識しておかなければならない。また、年々増加の傾向を示す職業運転者の覚せい剤事犯を防止するため、警察庁当局は陸運局関係機関・団体等と協力しつつ、具体的な各種の施策が講じられている。今後とも、職業と一般とを問わず運転者の覚せい剤事犯絶滅を期して、関係者一同の緊密な連携強化策が推進されることを望んでやまない。

## 7 おわりに

我が国における薬物乱用の歴史の中で、不幸にも現在は第2次の覚せい剤乱用の時世となっている。一般には、覚せい剤等は我々の生活からは掛け離れたもの、縁のないものと感じている人々が多い。しかし、その密輸入・密売は地下でますます組織化されており、今日なおおつように続けられている。そして、その魔手がそっと一般の市民に差し伸べられても不思議ではないといった状態になりつつある。

本稿では、覚せい剤の医薬品としての正当な役目はなんであったか、そして、いったん不正に使用し、体で覚えた覚せい剤を断ち切れないのはどうしてか、連用した結果、身心はどのように侵されてくるのか、運転者にその累が及ぶとどうなるのか等について述べてきた。

今日、欧米諸国では、麻薬、幻覚剤、大麻等の薬物乱用問題が深刻化している。このようなすう勢に巻き込まれることのないよう、一人一人が覚せい剤という薬物の本質をわきまえ、その慢性中毒の恐ろしさを認識し、乱用防止、さらには絶滅に協力して薬物禍を追い払う環境を育成することが必要である。

政府の薬物乱用対策推進本部も、覚せい剤問題等の速やかな絶滅を期して、昭和56年7月24日には「覚せい剤問題を中心として緊急に実施すべき対策」を打ち出し、57年1月26日には、さらにその具体的な実施状況を明らかにし、今後の方策を明らかにしている。関係諸機関はこれを受けて一致協力し、国民に対する啓発活動をすすめ、取締りの強化をはかり、乱用者に対して徹底的な措置を講じるよう積極的な姿勢がとられている。

これら総合的な努力の積み重ねによって、一日も早く覚せい剤禍の鎮静化することを願ってやまない。  
(にわぐち てつきち/科学警察研究所)

### 参考文献

- 1)現代精神医学大系・15巻A、B、薬物依存と中毒、中山書店(1977)
- 2)笠松、逸見、滝沢：薬物乱用の臨床疫学、医歯薬出版、(1971)
- 3)立津、後藤、藤原：覚醒剤中毒、医学書院、(1956)

# 酸欠

目に見えない敵



編集部

## 今まで何事もなかったのに……

東京・浅草のKビルは1階がパチンコ店、2階が喫茶店になっている。このビルでは、パチンコ店の床下に4m四方、深さ1.8mの水槽を設け、地下水を受水していた。この水を冷房やトイレに使っていたのである。地下水は電動ポンプで自動的にくみ上げられ、常時1.5mの水位を保つようになっている。ところが、水位調節装置に水あかがついて故障するとポンプが作動しなくなり、水位が下がって冷房装置に冷却水が送られなくなる。その結果、冷房が効かなくなるのだが、そんなトラブルを年に数回経験していた。

冷房が効かなくなっても、受水槽に降りて水位調節装置の水あかを落として故障を直せば、比較的容易に元通りになるので、この作業は喫茶店の店長Sと、パチンコ店店長のOの2人の担当になっていた。

この日も、SとOはパチンコ店内の受水槽ハッチ(80cm四方)を開けた。水位は50cmぐらいになっていた。早速脚立を降ろし、Sが懐中電燈を片手に受水槽に入っていった。Oは上で見守ってい

たが、Sが水槽の底に着くやいなやバシャッという水音を立てて倒れるのを見た。足でも滑らせたものと思って、「どうしたSさん!」と水槽内に声をかけたがSは倒れたまま動かない。ただ事ではないと判断して、Oは近くにいた店員に救急車の手配を指示し、自分はSを助けるために水槽に降りた。Oもまた、Sと同様水槽内に倒れた。

消防署の救助隊が到着したとき、SとOは意識なくハッチのそばの床にずぶぬれの体を横たえられていた。呼吸も止まっていた。救急隊員が心臓マッサージと人工呼吸を施しながら病院へ運んだが、ついにそ生しなかった。

救助隊が水槽内の酸素濃度を測定したところ、12%しかなかった。また、メタンガスはかなりの濃度を示していた。恐らく、地下水のくみ上げに伴ってメタンガスが地中から水槽に侵入し、酸欠になったのだろう。2人は酸欠症になって倒れたのである。

これは実際に起こった事故例である。この事故の2か月前にも水位調節装置の故障を直しており、それまでは何事もなかったのである。メタンガスによると思われる酸欠は事故の前2か月の間に生

じた現象である。2人には受水槽内が危険な状態になっていることなど思いもよらなかったに違いない。また、2人は酸欠についての十分な知識を持っていなかったのではないと思われる。少なくとも0は知らなかったはずである。そうでなければ、Sを助けるために無防備で受水槽に入ることはなかっただろう。

## 酸素がないと2~3分で脳はダメになる

酸欠事故は、産業活動や日常生活のいろいろな場面で発生している。しばしばニュースにもなるので、酸欠という言葉は今日ではほとんどの人が知っていると考えられるが、酸欠の本当の怖さはあまり知られていないのではないと思われる。酸欠事故が起こると、生と死は時間になると秒単位の勝負になるほど危険性が高いことを知っている人が何%いるだろうか。

酸素は人間が生きていく上で必要欠くべからざるものである。生きるためには体温が必要だし、活動するためには脳や筋肉を働かせなければならない。これに必要なエネルギーは、食事によって摂取した栄養素を体内の必要な場所で必要な量だけ燃焼（酸化）させなければならない。栄養素の燃焼には酸素が必要なのだが、その酸素を我々は呼吸によって空気中から体内に取り込んでいるのである。だから、健康に生きるためには、必要な酸素量を呼吸によって順調に体内へ取り込まなければ

表1 酸素濃度低下の安静時人体への影響

酸素(%)	症状および徴候（ただし安静状態の場合）
12～14	呼吸が深くなる。頻脈。筋肉の調整がうまくいかない。
10～12	チェーンストーク型呼吸、めまい。判断力の低下、口唇チアノーゼ
8～10	悪心、嘔吐、意識不明、顔色蒼白
6～8	8分間で100%死亡、6分間で50%死亡し、50%は治療により回復する。4～5分では全員治療により回復する。
4	40秒で昏睡、けいれん、呼吸停止、死亡

(Johnstone and Miller)

### 「酸素の欠乏と過剰」

(中央労働災害防止協会発行)より

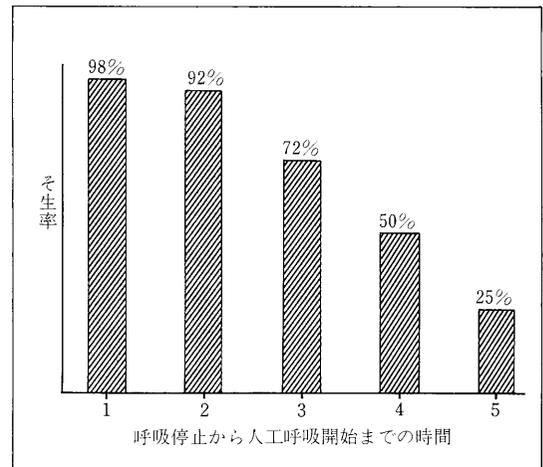
ればならない。普通は、それはなにも難しいことではなく、日常無意識に空気を呼吸しているだけでいいわけである。

空気は、おおよそ酸素1：窒素4の組成になっていて、大きく変動することはない。しかし、室内、タンク内、マンホールなど限られた空間内では、ある条件によって空気中の酸素濃度が低下することがある。このような空気を酸素欠乏（酸欠）というのだが、酸欠空気を吸うと人間は生理的障害を受ける（酸欠症）。

酸欠による影響は、空気中の酸素濃度によって異なる。もちろん、酸素濃度が低いほど影響は大きい。表1は酸素濃度の違いと人体への影響を示しているが、これは安静時のものであって、労働をしていて多くのエネルギーを必要とするような場合は、影響はさらに強くなる。

我々が呼吸によって空気中の酸素を血液に取り込み、体内各組織へ送って栄養素の燃焼に消費するという生理的メカニズムは、詳しく説明すると多くの紙数を費やすし、そのことが本稿の主旨ではないので割愛するが、重要なことは、人体の中で一番エネルギーを多く必要とするのは脳組織であること、逆にいえば、脳組織が一番酸素不足に弱いということである。山口裕氏\*によると、「脳の循環血流中の酸素の減少により、神経細胞の活動は低下し、酸素の供給が絶たれた場合は、その活動は直ちに停止し、その停止が1分半以内であ

図1 呼吸停止から生生のチャンス\*



ればその活動性はもとに回復するが、2分～3分続けば脳の神経細胞の興奮性はもはや回復しなくなる。これは脳細胞に不可逆的変化が起こることを意味している。……」ので、事故の結果一命を取り留めても、植物人間になる恐れのあることを示唆している。

また、呼吸が停止した場合、人工呼吸によって生を回ることになるが、図1は呼吸停止から人工呼吸を始めるまでの時間と生率の関係を表している。呼吸停止からわずか4分で半数が死に至るということで、生と死はまさに時間の勝負なのである。

酸素の濃度が何%以下になったら酸欠なのか、という問題がある。表1をみると、酸素濃度が14%以下にならないと人体への悪影響はないように見えるが、これは先にも述べたように安静時のものであるから、普通に活動している我々には必ずしも当てはまらない。一般にいわれているのは、酸素濃度が16%以下になると影響がでるということである。

これにさらに2%の安全性をみて、「酸素欠乏症防止規則」(酸欠則)では、18%を安全ラインと定め、次のように定義している。

酸素欠乏＝空気中の酸素の濃度が18パーセント未満である状態をいう。

※「火災」Vol.21、No.2、1971

## 酸欠はこうして起こる

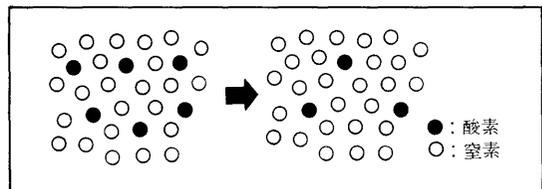
産業労働の場での酸欠問題についてみてみよう。過去の酸欠事故については、昭和24年以降は労働省でまとめた事故事例の記録がある。それ以前にももちろん酸欠事故はあったはずだが、酸欠という言葉は使われていなかったようである。森倫太郎氏によると、酸欠という言葉が初めて使われるようになったのは昭和37年だという。昭和37年には東京オリンピックに向けて高速道路の建設が急ピッチで進められていた。そのための神田川橋脚工事現場で、半年とたたないうちに5人の命を奪う事故が相次いで2回起こった。この事故を調査し

た結果、地下で酸欠が起こる仕組みが解明され、それが従来知られていなかったことだったために大きな話題となり、酸欠問題が一躍クローズアップしたというのである。

その地下酸欠の仕組みは次のようなものだった。地下10m～30mにある砂礫層は昔はたっぷり水が含まれていた。それが地下水の大量くみ上げによって、37年ごろには水がなくなってしまっていた。土木工事の潜函工法では、潜函内に圧さく空気を送り加圧して地下水が潜函内に侵入するのを防いでいるが、潜函が砂礫層に達すると潜函内の気圧が急に低下した。砂層から水がなくなったために、潜函内の空気がどんどん砂礫層に逃げてしまうからである。この砂礫層や粘土層には、環元性の鉄化合物が多量に含まれていて、流入した空気の酸素を食ってしまう。こうしてできた酸素濃度の非常に少ない空気が減圧した潜函内に逆流したり、圧気工法の圧力で砂礫層を移動して他のたて穴などへ流入するのである。37年に起きた酸欠事故は2件とも空気の送入を停止して作業員が潜函内に入ったときに起こった。

酸欠の原因は大きく分けて次の三つがある。

- 物質の酸化によって空気中の酸素が消費される場合：上記の例の外に鉄製のタンクや船舶などの内部で鉄が酸化(さび)する結果、酸欠になったり、天井・壁・床などを乾性油系の塗料で塗装し、塗料が乾燥する過程で空気中の酸素を消費するなどの例がある。この場合は、酸素がなくなった分だけ空気中の窒素の割合は多くなる。

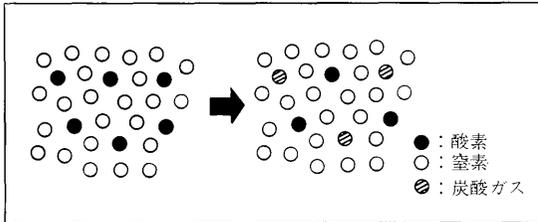


- 酸素が消費され炭酸ガスができる場合：物質の酸化は前と同じだが、その結果炭酸ガスが生じるので、この場合は窒素の割合は増えずに酸素の減った分だけ炭酸ガスが増える。

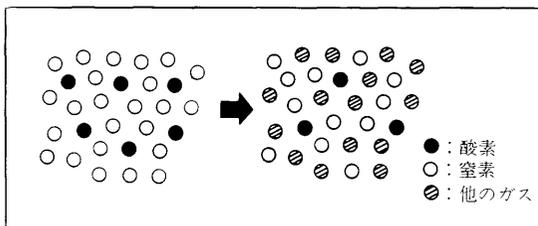
物が燃えたり発酵したりするとこういう状態になる。バナナ熟成室やサイロなどの酸欠はこ

のタイプである。また、狭い室内に大勢の人が集まって長時間いると、呼吸によって酸素が減り炭酸ガスが増えて酸欠状態になる。

屋内での燃焼器具によるガスや灯油の燃焼の結果起こる酸欠も多い例だが、この場合は、空気中の酸素が少なくなるに従って一酸化炭素が発生する。一酸化炭素は強い毒性があり人間が呼吸すると一酸化炭素中毒になるので、この場合は酸欠とは区別している。



- 他のガスが空気に混ざった場合：空気中の酸素が消費されなくても、他のガス、たとえばメタンガスとか炭酸ガスが空気と混ざると、酸素の割合が減ってくる。このような形での酸欠は、炭坑でのメタンガス突出やマンホールでのヘドロからのメタンガス発生など、あるいは、ドライアイスを使用するコンテナや食品運搬車などで起こる。

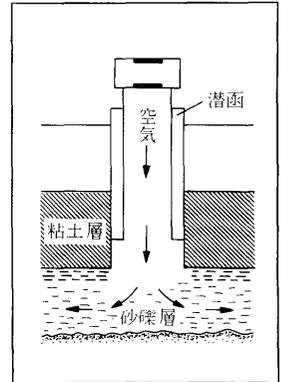


※本誌107号、1976

## 酸欠事故は繰り返し起こっている

表2は昭和55年中に起こった産業労働の場での酸欠事故の事例である。これは「労働衛生のしおり」（労働省労働基準局編）から再録したもののだが、この資料を10年間さかのぼって調べてみると、年平均20件の酸欠事故が起こっている。発生事例は多岐にわたっているが、一番多いのは化学装置や貯蔵タンクなどのタンク類で10年間に55件、船

図2 潜函工法



舶は34件、井戸16件、し尿処理関係10件、サイロ8件、炭酸ガス消火装置6件などとなっている。

このうち、船舶関係は53年に11件発生しており、52年7件、54年4件、55年5件を加えると4年間で27件となり、酸欠事故が近年に集中している。さらに53年の11件の原因は、そのうち9件までが船底へ排水・清掃などのために入ったところ、鉄さびのために酸欠になっていて倒れたという同じパターンである。

事故の事例をみると、ほとんどが作業前に酸素濃度の測定を行っていないし、換気などの酸欠防止措置をとっていない。また、中には、

「純水を製造する装置内でイオン交換樹脂の再生作業をするため、エアラインマスクを使用し内部に入り、配管されている送気マスク用送気管から空気を取ろうとバルブを開いたところ、装置の故障により空気用配管から窒素ガスが噴出して倒れた」とか、

「反応缶内部を清掃中、缶外の労働者が缶内に空気を送給しようとし、誤って窒素を送給したため、内部が酸欠状態となり倒れた。救助に入った者も倒れた」

というような慨嘆せざるをえない事故も起こっている。

事例をみてさらに気の付くことは、酸欠症で倒れた作業員を救助しようとしたものが、また酸欠症になる2次災害が非常に多いことである。事例をみると全体の30%で2次災害が発生している。酸欠症の救助は前にもみてきたように寸刻を争う問題だが、2次災害だけは絶対に避けたい。

酸欠則(酸素欠乏症防止規則)を守ることが事故回避の道

酸欠事故を防ぐにはどうしたらいいか。  
酸欠の恐れのある場所では、酸素濃度を測定す

ること、換気を良くすること、ホースマスクなどの保護具を用意して必要なときは必ず使用すること、万一の場合に備えて救助体制を整えておくことなどが必要である。ほかにも危険場所への関係者に

表 2 昭和55年中の酸素欠乏症発生事例

業 種	発 生 月 日	都 道 府 県	被 災 者		発 生 状 況	原因および備考
			死亡	そ生		
設備工事業	2. 19	鳥 取	1		ガス配管のため地下埋設のガス管を掘削した穴の中で切断していたところ、プロパンガスが漏れ、酸欠となり死亡した。	○ガスの供給を遮断せず(プロパンガスの充満)
造 船 業	3. 6	兵 庫	1		鋼鉄製台船修理に先だち船底の水の滞留状態を調査するため、甲板に設けられたマンホールから内部に入ったところ、内部がさびて酸欠状態であったため倒れた。	○測定、換気せず(特別教育せず、保護具使用せず)(さびの発生による空気中の酸素の消費)
土木工事業	3. 30	神奈川	1		地下6mの地中に埋設中の公共下水道用の鉄管(径800mm)内を点検中、地層中の鉄分により酸素が消費され酸欠状態であったため倒れた。	○測定、換気せず(地層中の鉄分の酸化による空気中の酸素の消費)
その他の非鉄金属製造業	4. 9	大 阪	1		圧力油タンクの油量計測装置を分解調整するために、槽内へ入ったところ失神した。	○測定せず、換気せず(タンクの気密検査に用いた窒素ガスの残留)
その他の設備工事業	5. 26	山 口	1		新型の真空焼鈍炉の試運転後、炉内に点検に入ったところ倒れた。	○換気せず、測定せず(封入冷却に使用したアルゴンガスを十分換気していなかったため)
土木工事業	7. 16	愛 知	1		土地造成工事現場の集水枡(深さ7m)の底にたい積した土砂を搬出するために、集水枡内に入ったところ中が酸欠状態で、意識を失い倒れた。	○測定せず、換気せず(流入した水に発生した細菌による空気中の酸素の消費)
運 送 業	7. 21	福 岡	1		係留中の台船船首部分にき裂があり、船倉内に入り点検中意識を失って倒れた。	○測定せず、換気せず、特別教育せず(さびの発生による空気中の酸素の消費)
建 設 業	7. 25	神奈川	1		宅地造成現場で、掘削していた雨水の地中への吸い込み穴をさらに掘削しようとして穴の中に入ったところ、倒れて死亡した。	○測定せず、換気せず(地層中の鉄分の酸欠による空気中の酸素の消費)
貨物取扱業	7. 29	大 分	2		船倉内の原木を降ろすために、玉掛けをすべく船倉内に入ったところ酸欠のため死亡した。	○換気せず(船倉内の原木による空気中の酸素の消費)
土木工事業	8. 5	和歌山	1		下水管内にたい積しているヘドロを手工具でかき出し作業中、気分が悪くなった。	○測定せず、換気せず、呼吸用保護具使用せず(有機物の腐敗による酸素の消費)
水 道 業	8. 14	愛 知	2	1	上水道配管の仕切弁の機能点検のため、マンホール内に入った1人が倒れ、救助に入った2人も倒れた。	○測定せず、換気せず(マンホールに溜った水に発生した細菌による空気中の酸素の消費)
土木工事業	9. 1	兵 庫	2		井戸(深さ11m)の底を掘削するため、井戸の底に降りたところ酸欠状態であったため倒れ、それを救助に入ったものも被災した。	○換気不十分、測定せず(地層中の第一鉄塩類による酸素の消費)
清 掃 業	9. 19	長 野	1		収集したごみをトラックから、清掃センターのごみ集積ピットにごみを降ろしていた時ポリバケツを落とし、ピット内に拾いに行ったところ倒れた。	○呼吸用保護具使用せず(たまっていたごみからメタンガスが発生し、ピット内に停滞していた。)
建 設 業	10. 7	大 阪	4		マンション工事現場の地下浄化槽内で、型枠解体作業のため槽内に入った作業員1人が倒れ、救助に入った労働者が次々に倒れた。	○換気せず、測定せず(槽内に溜っていた水と型枠の鉄が反応し、さびが発生、酸素を消費した。)
食品製造業	10. 9	岡 山	2		大豆貯蔵用サイロに点検に行った作業員が倒れ、救助に入った作業員も倒れた。	○測定せず、換気せず(大豆の呼吸による酸素の消費)
造 船 業	10. 12	愛 媛	2	2	修理中のタンカー内で火災が発生したため炭酸ガス消火装置を稼働させたところ、ポンプ室にいた作業員2人が倒れた。	○人員の点検せず(炭酸ガスの充満)
造 船 業	12. 6	広 島	7		修理中の船内において火災報知機の点検中アラームボタンを押したところ、機関室内の消火用炭酸ガス噴出口から炭酸ガスが噴き出し機関室内で作業をしていた労働者が倒れた。	○装置の誤使用(炭酸ガスの充満)

外立入禁止とか、作業員の教育も安全対策として重要である。

酸欠事故に限らず、すべての労働災害を防止する目的で、昭和47年6月に労働安全衛生法が生まれた。それに伴って同年9月に酸欠事故防止の目的で酸素欠乏症防止規則（酸欠則）が公布された。

酸欠則は27条から成り、一般的防止措置と特殊な作業における防止措置について、具体的な酸欠防止対策を指示している。この酸欠則の条文を簡単にまとめて一覧表にしたものが表3である（「労働衛生のしおり」より転載）。

ここには、酸欠事故を防止するための万全な安全対策が網らされている。たとえば、一般的防止措置のなかに、救出作業時の空気呼吸器の使用はすべての酸欠危険場所で義務づけられているから、酸欠則を守っていさえすれば前記のような2次災害は起こるはずがないのである。

また、酸欠危険場所で作業をする作業者は、安全についての知識を充分に習得していないと危険である。作業者についての安全教育についても酸欠則では「特別の教育」を指示している。これは●酸素欠乏の原因●酸素欠乏症の症状●空気呼吸器等の使用の方法●事故の場合の退避および救急そ生の方法●その他酸素欠乏症の防止に関し必要な事項の5科目を合計4時間以上教育するというものである。

このようにきめこまかな酸欠事故防止のための

安全則が昭和47年にできているのである。にもかかわらず、その後も産業労働の場での酸欠事故は後を断たない。現実には作業の慣れからか、あるいはつい面倒だからという理由で安全対策に抜かりが出るのであろうが、酸欠の恐怖さを常に念頭に置いて、酸欠則を守ることが、安全への唯一の道であるとするべきだろう。

### 室内での燃焼器具による酸欠例も多い

産業労働の場以外では、酸欠が起こりやすいのは閉め切られた屋内で物を燃焼させた場合である。手元の新聞スクラップから見出しを拾ってみると、

表3 酸素欠乏症防止規則

1 一般的防止措置

防止措置の内容	酸素欠乏危険場所 (安衛法施行令別表第6)												
	1 内部	2 特殊な地層に接し又は通ずる井戸等の内部	3 長期間使用されていない*井戸等の内部	4 マンホール等の内部	5 マンホールの内部	6 雨水等の流水湧水が滞留する等の暗きよ、マンホールの内部	7 相当期間閉塞されていた鋼製のボイラ暗きよ、マンホールの内部	8 ある貯蔵施設の内部	9 空気中の酸素を吸収する物質を入れたる貯蔵施設の内部	10 地下室等通気不十分な施設の内部	11 乾性油のペイントで内部が塗装された	12 ある貯蔵施設の内部	13 ある貯蔵施設の内部
酸素濃度の測定	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
測定器具の備付け	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
作業場所の換気(酸素濃度18%以上に)	5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全帯等	6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
保護具等の点検	7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
人員の点検	8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
関係者以外の立入禁止	9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
近接する作業場所との連絡	10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
作業主任者の選任	11	○	○	○	○	○	○	○**	○	○	○	○	○
特別の教育	12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
監視人	13	○	○	○	○	○	○	○**	○	○	○	○	○
緊急時の退避	14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
避難・救出用具の備付け等	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
救出作業時の空気呼吸器の使用	16	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
診察及び処置	17	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

(注) \* 井戸等とは井戸、井筒、たて坑、ずい道、潜函、ピットその他これらに類するものをいう。  
\*\* チップまたは魚油を入れてあるタンク、船倉、ホッパーその他の貯蔵施設の内部に限る。

● 酸欠、フラフラ深夜喫茶

「コーヒーはご自分で」  
 変だなそのうち吐き気  
 窓なし構造、5人中毒

● 危険ノ炭火とサッシ窓

また茶会、四女性が酸欠

● フロ場で酸欠？

1人死に1人重体

● 母子3人酸欠死

ふるのプロパンつけ放し

● 酸欠で客2人入院

歓送迎会の最中に

というように、この種の事故は多い。しかし、前に述べたように、室内で物が燃焼して酸素が少なくなると、燃焼が不完全となって一酸化炭素が発生するので、人間が障害を受けてもその原因が酸欠によるものか一酸化炭素によるものかわかりにくい。そのために、労働衛生の面ではこの種の事例は一酸化炭素中毒として扱うようになっているようである。

室内での燃焼器具使用による酸欠については、昭和51年に東京消防庁が行った実験がある。<sup>\*</sup>鉄筋

2 特殊な作業における防止措置

特殊な作業等の種類	防止措置の内容
1. すい道などの掘削でメタン、炭酸ガスの突出するおそれのあるとき (酸欠則18条)	(ボーリング等) ボーリング等の調査の実施 メタン・炭酸ガスの処理の方法、掘削の時期、順序を定めてこれにより作業
2. 地下室、船倉等の炭酸ガス消火設備 (酸欠則19条)	(消火設備等に係る措置) ① 容易に転倒、又はハンドルが容易に作動しないようにすること。 ② みだりに作動させることを禁止すること。
3. 冷蔵庫、冷凍室、むろその他密閉して使用する施設 (酸欠則20条)	(冷蔵庫に係る措置) ① 出入口の扉又はふたが締らないような措置 ② 内部から容易に開くことができる構造か通報装置の設置
4. タンク・ボイラ・反応塔の内部その他通風不十分な場所におけるアルゴンアーク溶接、炭酸ガスアーク溶接等 (酸欠則21条)	(溶接に係る措置) ① 作業所の酸素濃度を18%以上に保つように換気 ② 労働者に空気呼吸器等を使用させること
5. ボイラ・タンク・反応塔、船倉等の内部で窒素、炭酸ガス等の配管があるところでの作業 (酸欠則22条)	(ガス漏出防止措置) ① バルブ、コックを閉止、又は配管に盲板の取付 ② 閉止したバルブ、コック、盲板に施錠、開放禁止の表示 ③ バルブ、コック又はこれを操作するスイッチボタン等に不活性気体の名称及び開閉方向の表示
6. タンク、反応塔等の容器の安全弁等から排出される不活性気体が流入するおそれがある通風換気不十分などところでの作業 (酸欠則22条の2)	(ガス漏出、滞留防止措置) ① 安全弁等から排出される不活性気体を直接外部へ放出できる設備の設置 ② その他滞留防止設備の設置
7. 内部の空気を吸引する配管に通ずるタンク等の内部作業 (酸欠則23条)	(空気の稀薄化の防止措置) 出入口のふた又は扉が締らないような措置
8. 圧気工法による作業 (酸欠則24条)	(圧気工法に係る措置) ① 作業着手の14日前までに所轄労働基準監督署長に届出 ② *特殊な地層が存在する箇所等においては周辺の井戸又は配管について酸欠空気の漏出有無の調査等を実施 ③ 酸欠空気の漏出している場合関係者に通知、防止方法の教示及び立入禁止等必要な措置
9. 地下室等に係る作業 (*特殊な地層に接している等の地下室、ピット等の内部) (酸欠則25条)	(地下室等に係る措置) 酸欠空気の漏出防止のため漏出箇所の閉そく又は酸欠空気を直接外部へ放出する等の措置

コンクリート造の共同住宅で一連の実験を行った。図3はそのうちの一実験の結果である。容積5.8m<sup>3</sup>の浴室の扉を閉め、ガス風呂に点火して浴室内の酸素・一酸化炭素の濃度が時間とともにどう変化するかを、浴室中央の中間の高さで測定したものである。

この図でみると、No.1の条件では、酸素濃度は5～6分で16%に下がり12～13分経過すると10%にまで下がっている。一方、一酸化炭素は12分～13分で約0.05%であるが、その後急激に増え、1分強後には0.10%になっている。

もし、この浴室に人間がいたとすると、人体に対する酸欠の影響は16%から始まると考えると、一酸化炭素濃度が0.05%に達するまでに5分～6分間は酸欠の影響を受けることになる。しかも、そ

(注) \*特殊な地層：労働安全衛生法施行令別表第6第1号又は口に掲げる地層をいう。

の時の酸素濃度は10%になっているから非常に危険な状態と考えなければならない。一酸化炭素濃度0.05%というのは、文献を調べてみるとそれほど危険な状態とはいえないが、この実験結果では、その後一酸化炭素は急激に増えているから、すぐに危険な状態になる。

図4は同じ一連の実験の一つだが、容積22.3m<sup>3</sup>の密閉した室内で、8,300Kcal/hのガス瞬間湯沸器と2,450Kcal/hのガスコンロ2口を使用したときの酸素の減り方と一酸化炭素の増え方を示している。この場合は、中間点で一酸化炭素が0.05%になったとき酸素濃度は約13%である。

このように、室内での燃焼器具による酸欠の起こり方と一酸化炭素の発生の方は状況によって違う。また、酸素や一酸化炭素の濃度は測定点の高さによっても異なる。だから、人体に対する酸欠と一酸化炭素の影響は両者が複合すると考える

図3 浴室におけるO<sub>2</sub>、COの状況

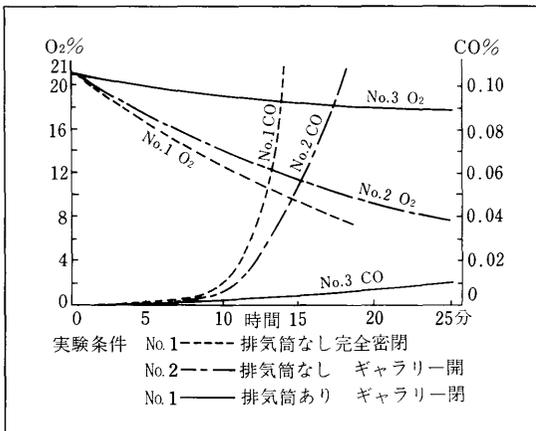
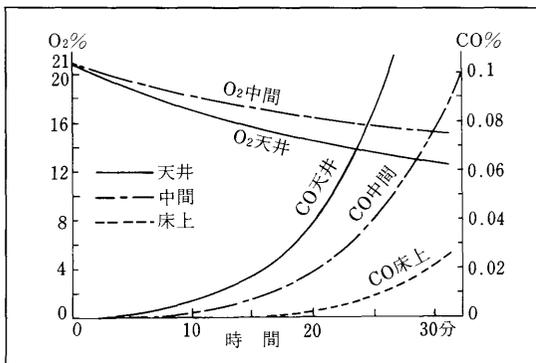


図4 床面からの高さでO<sub>2</sub>、COの状況



のがいいようである。

いずれにしても、室内で燃焼器具を使った場合の酸欠は、密閉度が高いほど早く起こる。最近では住宅も含めて建物は気密化しているから、燃焼器具を室内で使用すると常に酸欠症、一酸化炭素中毒の危険性がある。この種の事故をなくすには、本質的には、燃焼に室内の酸素を使わないですむ強制給排器型の器具を使うべきである。そうでなければ、換気を頻繁に行って酸素を外気から補給しなければならない。

燃焼器具を使わなくても、密閉した狭い室内では人の呼吸による酸欠も有り得るのだから、換気はこの意味でも重要である。

※本誌108号、1977

## 見えない敵に勝つために

酸欠は怖い。ひと呼吸ただけで意識不明、呼吸停止になる危険性があるのに、我々人間の感覚では異常をキャッチできないからである。いわば酸欠は目に見えない敵である。

酸欠事故を防ぐには、このことをしっかり頭に入れておくことが重要といえるだろう。少なくとも表3にあるような酸欠危険場所、あるいは特殊な作業現場では、“昨日何事もなかったから今日も大丈夫だろう”などという考えは絶対に避けなければならない。

酸欠に限らずすべての防災についていえることだが、安全のために大切なのは十分な知識と防災ルールの順守である。知識が重要なのは、見えない敵に対して知識がレーダーの役割を果たすからである。冒頭の事故例でも、恐らく事故の本当の原因は、酸欠に対する知識が2人も充分でなかったからといえるのではないだろうか。

ルールの順守についていえば、酸欠則の順守であり、それこそが敵の攻撃をかかわす、あるいは打ち勝つ防備なのである。産業労働の場での酸欠事故のほとんどが、ルールを守らなかったために起こっていることは、多くの事例によって確かめてきたことである。

## 地盤を知る④

# 液状化による建造物の被害

石原研而

飽和した砂地盤で液状化が生じると、地盤の支持能力が失われるので、上部に設置されている建造物は転倒・沈下等の被害を被ることになる。そこで、重要な建造物を特に取り上げ、破壊の模様を詳しく考察してみることにする。

### 石油タンクの被害

新潟地震は近代工業施設を備えた都市を襲った世界で最初の地震であった。したがって、新しいタイプの被害をもたらしたが、その一つとして石油コンビナートの火災が挙げられる。

被害を受けたタンクは信濃川右岸の河口付近に位置しており、海岸砂丘地帯の凹地に砂を盛土し整地した場所にタンクが設置されていた。地下水面も一般に高く、地表面下1m以浅に存在していたといわれる。この砂地盤が地震と同時に液状化を起し、タンクの被害の原因になったわけだが、それには二つの側面があったと考えられる。一つは液状化によって地盤の支持力が低下し、そのためにタンクが不等沈下したり、異常変形したりしたことである。もう一つは、地盤の液状化によるものと思われるが、土が軟らかくなったために地震動の振動周期が大きくなり、この長周期に呼応してタンク内の油がスロッシング運動を起こした

ことである。このスロッシングというのは、容器の中の液体が図1のごとく大きな波高を伴って、ゆっくり揺動する現象のことで、特に長周期の振動で容器が揺すられた時に発生しやすい。図2に示したのは、新潟地震の際に川岸町の4階建て鉄筋コンクリートのアパートの地盤で取られた加速度記録である。このアパートの周辺では大規模な噴砂噴水が見られ、液状化が発生した。この記録を見ると、地震動の開始から9秒ぐらいまでは短周期の波動が生じているが、それ以後には長周期の波が続いていることがわかる。この記録の特徴は、9秒ぐらいの時点で地盤に液状化が生じ、そのため地盤の土が著しく軟化して、地震動の周期が間延びしたものであると解釈できるであろう。ちなみに、この長周期部分の周期は、NS-成分（南北方向成分）で5.1秒、EW-成分（東西方向成分）で3.4秒である。一方、タンクの寸法と油の貯蔵高さから理論的に求められるスロッシング周期は、5,000klタンクの場合5.0~6.0秒となる。このように、地震記録中に見られる長周期の値は、理論的に予測されるスロッシング周期に比較的良好に一致するのである。地盤の長周期運動に呼応してスロッシング運動が起こると、石油タンクの壁体や底面に異常に大きな圧力が発生し、リング周辺の土が破壊してタンク全体の転倒や不等沈下が

生ずるのである。新潟地震の際には幾つかの5,000kl容量の石油タンクが50cm以上も沈下して大きな損傷を受けたが、油面上にあった浮き屋根が回転したり破損したりしていた。これは、スロッシングによって浮き屋根が大きく動いたことを示しており、同時に大量の油がタンク頂部を越流してこぼれたといわれている。そして、これが大火災の原因になったともいわれている。この5,000klのタンクが設置してあった場所の地盤は、7mぐらいの深さまで標準貫入試験のN-値が10程度の緩い砂から成っていた。これを締め固め等の安定処理をせずして直接タンクを設置したために、上記のような惨事を招いたものと考えられる。一方、同様な地盤構成をもつ場所で、地表面を3mほどはぎ取り、ローラーで締め固め直した盛土の上に3万klと4.5万klのタンクが敷設してあった所もある。これらのタンクは20cm~30cm程度の不等沈下を生じたに過ぎなかったが、地震後火災にあ

ったため廃棄された。もう少し深くまで地盤の処理をしてあったなら、不等沈下は数cm程度の軽微なもので助かったであろうと想像される。

以上は被害を受けた事例であるが、一方ではほとんど被害を受けなかったタンクもある。たとえば6mの深さまでパイプフローテーション工法(振動締め固め工法的一种)で砂をN-値20程度まで締め固め、その上に2万klのタンクが載っている所があったが、このタンクの不等沈下は2~3cmの微小量で、再使用に耐え得る程度のものであった。

新潟地震以後の地震でタンクに被害が見られた例としては、十勝沖地震(1968)が挙げられる。八戸港の北部の海岸近くに位置していた工場内で液状化が起り、タンクが傾くという被害が発生している。この場合もタンクは数千tの中型のものであった。地盤の砂も5~6mまで盛砂をした場所で、標準貫入試験のN-値は2~3できわめて小さかったといわれている。このタンクの下

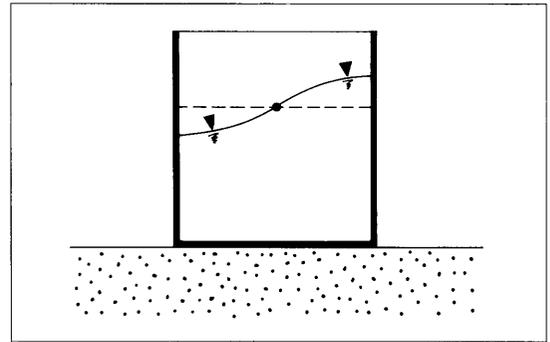
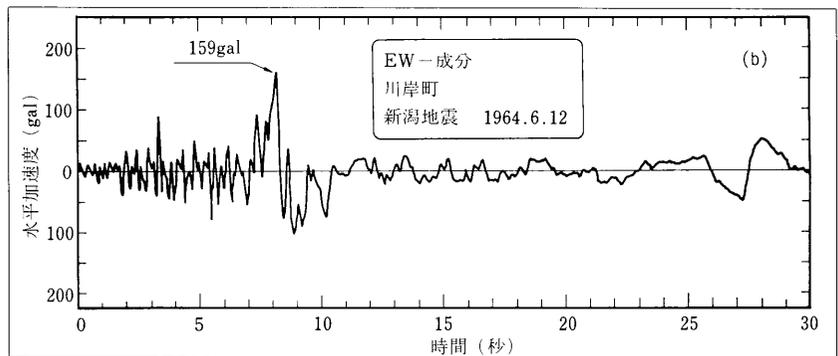
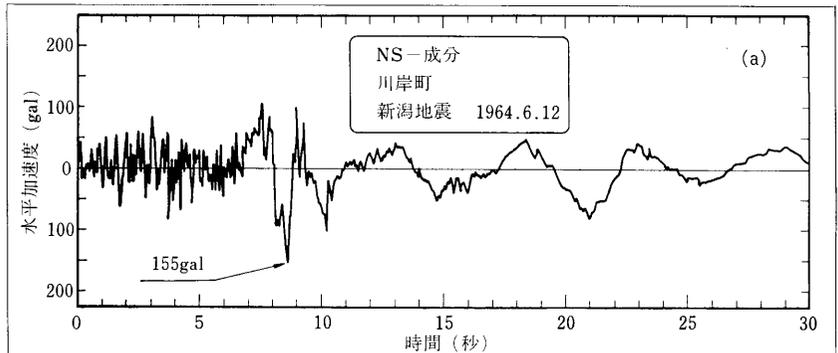


図2 新潟地震(1964)の時に川岸町アパートメントの地階でえられた加速度記録



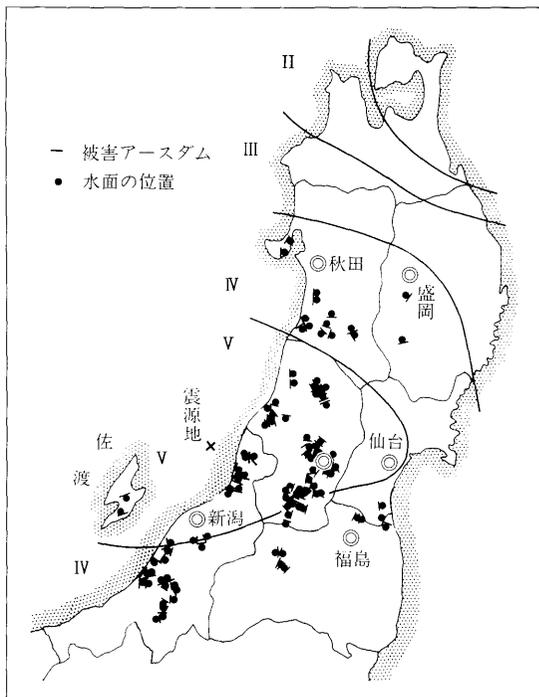
地盤条件や被害のパターンは、新潟のそれと酷似している。

宮城県沖地震（1977）の時にもタンクの被害が報ぜられているが、これは砂地盤の液状化のせいではないとされている。仙台より北の石巻市には漁港の中に三つの石油タンクが設置してあった。これは、500kl、1,500kl、6,000klの容量をもつ中小のタンクであり、砂地盤上に設置されていたが被害はなかった。タンクの下は16mの深さに至るまでN-値が15ぐらいになるようにコンパクションパイル（振動締め固め工法的一种）で締め固めてあった。タンクヤードより外側の地盤は、N-値が5ぐらいで埋め立てた当時のままであったせいか、至る所で噴砂噴水が地震時に見られ、著しい液状化を生じた。締め固めを行わなかったら大きな被害がタンクに及んだであろうことは明らかで、締め固めの効果はてきめんであったといっていであろう。以上の事例を取りまとめると次のようになる。

(1) 1万kl以上の大型タンクが、地盤の液状化によって破損した例は少ない。これは、一般に大型タンクの建設に際しては、地盤の土に安定処理を施しているためであろうと考えられる。また、大型タンクではスロッシングが生じにくく、過剰な圧力が周辺の土に加わらないためと思われる。これに対し、中小のタンクは、地盤処理を施さず直接緩い砂地盤の上に設置することが多いため、液状化が発生して大きな被害を受けやすい。また、一般に細長いタンクが多いため、スロッシングが生じやすく、無理な力が地盤の土に加わることも被害の程度を大きくするのに役立っていると考えられる。

(2) 液状化によるタンクの被害に最も重大な影響を及ぼすのは、タンク底面下5mぐらいの深さまでの砂の締め固め具合である。この表層近くの砂層のN-値が10以下の場合、タンクに大きな不等沈下を生ずる恐れがあるが、逆にN-値が15以上になるように砂が締まっていれば、比較的安全であ

図3 新潟地震の震度分布および被害ダムの分布



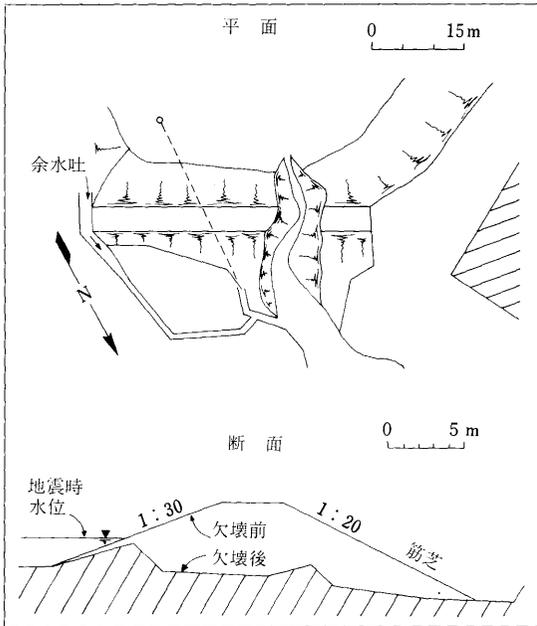
ると考えられる。

### アースダムの被害

現在、100m以上のフィルダム（土や石を積み上げて作るダム）が我が国でも相当数作られているが、これらはすべて十分な耐震の配慮が払われており、地震時に大被害を被ることはないと思われる。しかし、昔から存在する中小の土堰堤が地震被害を受けた例は少なくないのである。大きな被害につながらないのであまり注目されないが、山間へき地等では、ため池用の土堰堤や中小河川のダムが破壊されることがある。

図3に示したのは、1964年の新潟地震の際に発生した新潟県、山形県、秋田県下のアースダムの被害状況である。これらのうち41%は堤体のきれつ発生等の軽微な被害にとどまっているが、堤体のはらみだし、沈下およびすべり等の損傷を受けたものが半数ぐらいに及んでいる。その主なもの

図4 大平アースダムの被害状況



を挙げると次のごとくである。

山形市近くにあった大平ダムは、図3に示すように完全決壊した。高さは6m、堤頂長さは50mの低い盛土であったが、地震によって長さ4m、幅50cm、深さ2m程度の横きれつが発生したといわれている。その後、この地方に降った雨水がこのクラックに浸透し、堤体が侵食され、ついに貯水が流出するに至った。このダムの決壊は、地震動そのものによって生じたものではなく、地震後の降雨による二次災害であったといえよう。

新潟県見附市にあった深沢ダムは、1815年の竣工による古いダムであるが、地震と同時に堤体に無数のきれつが発生し、上流側斜面がすべり出した。ダムの高さは8m、堤長40mの小さな盛土であった(図5参照)。上流側と同時に下流側でも、犬走りの形で腹付けしてあった林道の部分がすべり出し、堤体から漏水が始まったといわれている。このダムの下流100mの地点には、同程度の規模の円妙字アースダムがあったが、これは無被害であった。にもかかわらず、深沢ダムが大きな被害を受けたのは、堤体が砂質の材料からできており、

図5 深沢アースダムの被害状況

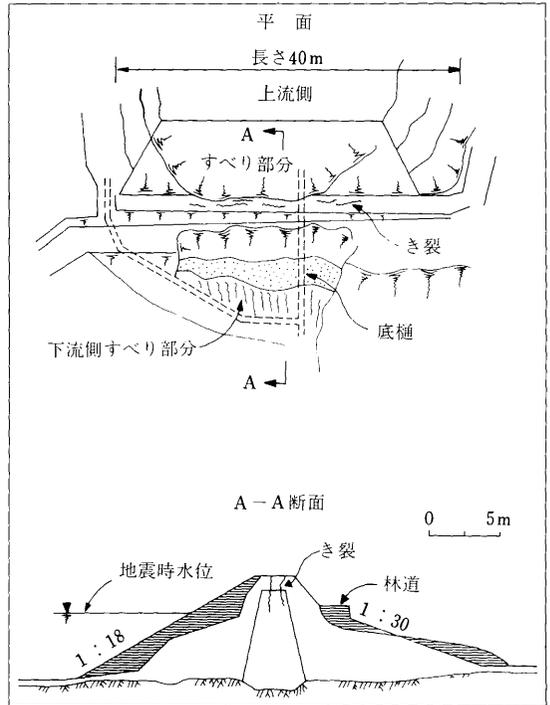
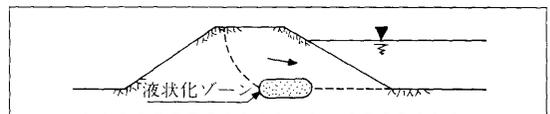


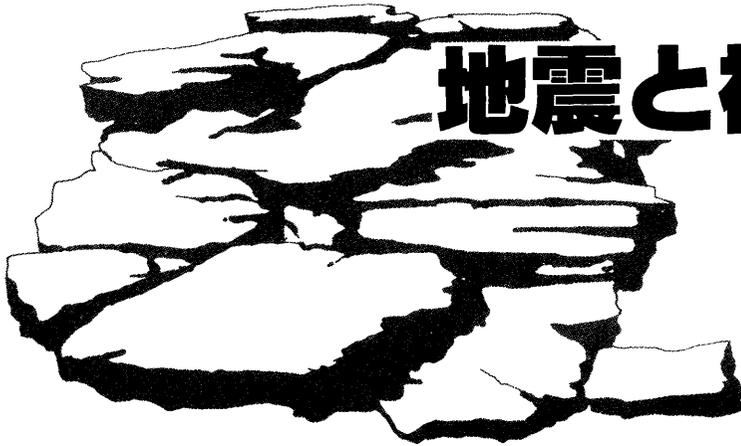
図6 アースダム堤体内の液状化発生とすべり破壊の模式図



地震時に砂質土中の間げき水圧が上昇し、一部で液状化が発生したためと考えられる。このダムは古いため、木造の底樋が老朽化して漏水があったらしく、堤体の土が水で飽和していたために液状化が生じやすくなっていたと思われる。

以上はアースダム崩壊の一例にすぎないが、過去において完全すべり破壊を起こした外国のダム等の調査結果によると、ほとんどが水締式か不完全な転圧によって盛立てを行ったダムであることがわかっている。これらのダムの崩壊の特徴は、図6に示すごとく、ダムの底部をすべり線が通過して堤体を根こそぎ移動させてしまうことである。つまり、堤体の底部で土の液状化が生じ、これが全体崩壊の誘因になっていると考えられる。

(いしはら けんじ/ 東京大学工学部土木工学科教授)



# 地震と被害

伯野元彦

## 地震被害は場所によって大変違う

地震による被害は、国によって、また同一国であっても、山岳地帯と沖積平野では被害の性質がまったく異なりますし、都市と農村でも違います。

### 1 地盤・地形による違い

これは、日本では古くから多くの研究者により言われ続けてきたことですが、その違い方は次のようです。

- a) 軟らかい地盤の上の構造物は被害が大きい
  - b) がけの上の構造物は被害が大きい
- a)の軟弱地盤上の構造物の被害が多いということは、図1を見ていただくとよくわかると思います。

下に車を持った台の上に、硬いようかんのようなもので作った地盤模型（硬い地盤に相当）と軟らかい寒天で作った模型（軟弱地盤に相当）をまったく同じ大きさ、形状に作って置き、台車を地震のようにガタガタとある継続時間だけ揺らしたとします。その結果、恐らく軟らかい模型の方が大きく揺れて、しかも長くゆらゆらと揺れているに違いありません。また、その揺れる周期も固有周期的なものを持っているに違いありません。

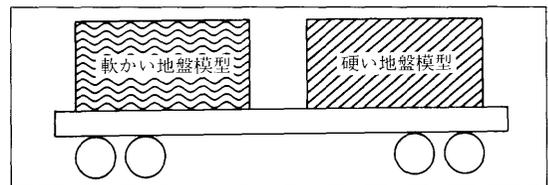
以上の実験から想像される軟弱地盤上の地震動の性質、すなわち、大きく揺れる、継続時間が長

い、ある特定の周期で揺れる、ことは実際の地震観測でも証明されています。

図2は、1978年の伊豆大島近海地震を東京近郊のいろいろな地盤の上で同時に観測した結果です。硬い岩盤の上でとれた浅川の記録は、非常に短周期でしかも継続時間が短く、振幅はそれほど大きくはないこと、また、しばらくしてもう一波きていることなどがわかります。これは、図1の実験ですと台車の動きに相当します。次いで、薄い洪積層の下が岩盤の大船ではやや継続時間が長くなり、洪積台地の大岡山では浅川とはまったく違う揺れです。振幅も大きく継続時間もより長くなり、さらに厚い沖積層の上の習志野では、振幅も最も大きく、継続時間も最も長く、正弦波とも間違えるような周期的な波となっていることがよくわかります。

岩盤上（浅川）の地震と沖積層上（習志野）の地震を比べてみると、これらが同一の地震による

図1 軟弱地盤の振動実験



地面の揺れだとはとても思えない程の違い方です。

ですから、これら地盤の上にある構造物の壊れ方も違ってきます。まず、ある周期の波が多いですから、それと共振するような構造物の破壊がひどくなります。沖積層では、日本の木造家屋の周期が地震の周期と一致することが多く、その被害が大きくなり、一方、継続時間が長いということは、地震動の始めに生じたきれつが進行して、ついには倒壊に至るものも増えてきます。その逆の例は松代に起こった群発地震が挙げられましょう。この地震は山岳地帯に起こり、しかも継続時間が非常に短かったため、木造家屋の倒壊など1軒もなかったといっていいでしょう。

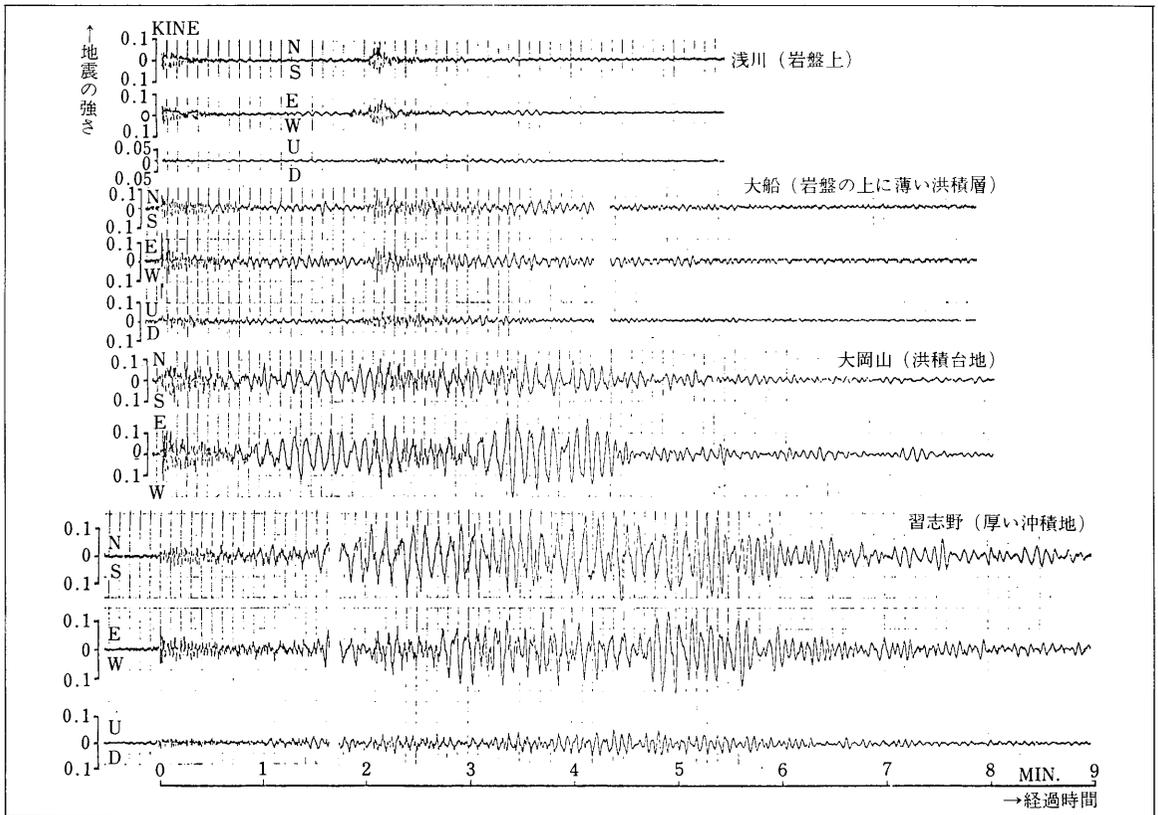
次に地形と被害の関係ですが、がけの上はよく揺れることも間違いありません。写真1は、がけ上の構造物が壊れ下の建物は健全であることを示しています。

## 2 構造材料による違い

建物その他の構造物を作る材料は、国により時代によって非常に違います。建物でいえば、日本では木造が多く、ヨーロッパ・中国などでは練がわ造・石造、南米・中近東では干干レンガ(土をレンガ状に乾かしたただけで焼いてないもの)造が多いです。

また、年代的にみますと、昔はかやぶき屋根とかかわらぶきとか屋根の重いものが多かったので

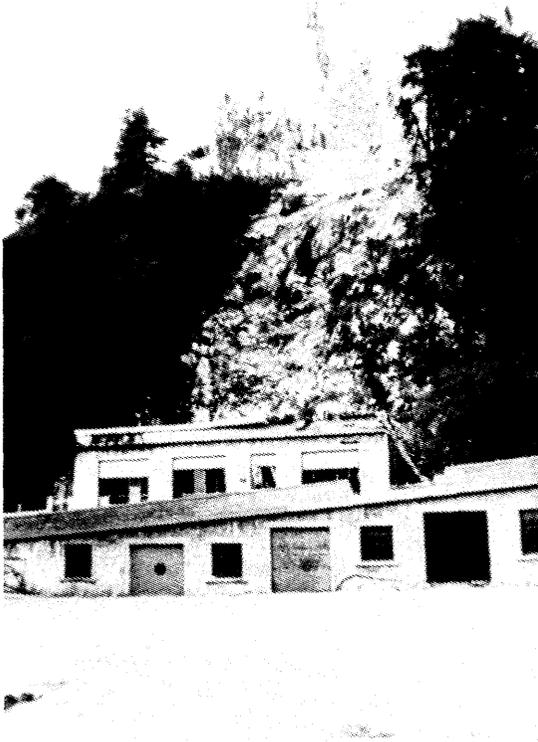
図2 東京近郊各種地盤上における伊豆大島近海地震の地震動



## 防災基礎講座

すが、現在は鉄板ぶきのように軽い屋根が多く地震に対してより強くなってきています。写真2は関東地震の時の鎌倉の鶴岡八幡宮のつぶれた様子ですが、このように屋根が大きく重い頭デッカチの構造物は地震に弱いのです。ただ、木は材料として力に対して粘りがあり、なかなかポキンとは折れませんので、地震にはとても強い材料です。したがって、地震の時、火災が延焼して大火にならない限り、日本では同規模の地震に対して外国よりかなり死者数が少ないのです。木造家屋がそれほど簡単にベシャンコにつぶれないからです。ところが、外国では練がわら造・石造・土レンガ造とも、いったんきれつが入りますともう持ちこたえられなくなり、一遍に上から下まで崩れてベシャンコになります。逃げ出す暇もありません。

写真1 かげの上の構造物は危険(北イタリア地震1976)



このことは、鉄筋コンクリート造の場合にもたいてい変わりません。日本ほど地震力を大きく考えないので、鉄筋コンクリートの柱が細く、やはり壊れ始めると持ちこたえられず、5階建てでも6階建てでも上から下までベシャンコになることが多いのです。写真3は1976年北イタリア地震でつぶれた6階建てアパートですが、何層もの床が互にくっついてしまっていて、柱がどこにあるかわかりません。正にがれきの山です。ここでは数十人の方が圧死しています。

一方、日本では、写真4のように鉄筋ビルでも壊れることはあります。しかし、ほとんど一階部分がつぶれるだけで、上から下までということはありません。このビルでも一人の負傷者もでていません。一階部分がつぶれるにしても、つぶれるまでにかかり時間がかかるので、その間に机の下などに逃げて大事に至らないのです。このように完全に壊れるまでに時間がかかるのは、日本では地震力を諸外国よりかなり大きめにみているので、地震の強い一揺れで柱がポキンと折れてしまうことはなく、何回も繰り返し揺れて柱などに入ったきれつが進行し、コンクリートがガサガサになって下へ破片となって落ちてしまって裸の鉄筋

写真2 関東地震で倒れた鎌倉鶴岡八幡宮



だけが残され、それだけでは耐えきれずに倒れてしまうからです。

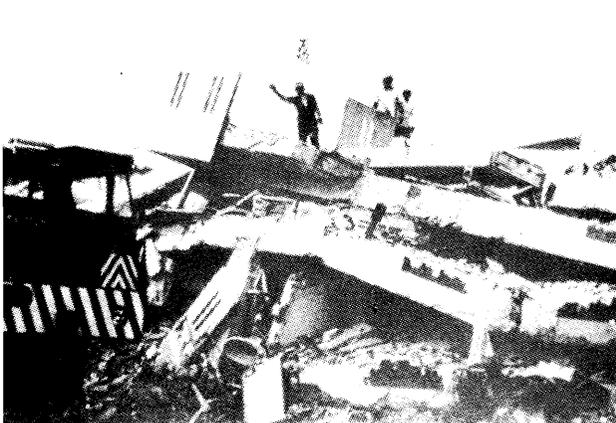
一方、諸外国の建物はたとえ鉄筋コンクリート造であっても、地震力を日本に比べればはるかに小さめに評価しているため、柱があまりにも細く、地震の最初の一揺れか二揺れで重大な破壊を起こし、その後も材料に粘りがないため10秒もかからないうちに完全に崩壊してしまい、中に居る人はほとんど逃げ出せずに終わってしまいます。これは、材料の粘りのなさが人命に大きな被害を与えているとっていいでしょう。

しかし、それならば木は地震に対して最もよい材料かというところでもありません。それは、皆様ご承知のとおり老朽化と火災の弱点を持っているからです。

### 3 都市・農村の違い

もう一つ、地震被害は都市であるかないかによっても異なった性質を示します。また、一言で都市といってもいろいろな都市がありますが、鉄筋コンクリート造ばかりの住宅でできている都市ならば、ほとんど地震に対して何の心配も要らないでしょう。日本の都市では、どうしても木造住宅、石油タンク等、火災の燃料になりそうなものが密

写真3 がれきの山となった鉄筋6階建てアパート(北イタリア地震1976)



詰まっているため、地震に対して危険なのです。次に挙げるような条件を備えた都市が地震に対して危険といえるのではないのでしょうか。

a) 木造住宅、石油など各種燃料がかなり密に詰まっていて、しかも直径が30km以上というように大きい都市

これは、地震後の火災が怖いということからの条件です。

いくら木造住宅ばかりであっても、隣との間が30m以上も空いてポツンポツンと建っているようであれば、たとえ地震後に出火しても、なかなか延焼せず大火とはなるまいから、人命にはそれほど脅威とはならないでしょう。また、たとえ密集していても、数時間歩いて都市外に逃げ出せるようなら、これも大して怖くないので、以上述べたような条件となります。

b) 非常に現代的な生活をするために便利な都市

交通、通信、流通、その他の生活手段が自動化されスピード化された東京のような都市は、それら便利な手段の発達のおかげで従来用いられてきたあまり便利でない手段はほとんど姿を消してしまいました。昼寝とジャーと出る水道の普及のため、従来のつるべ式の井戸はもちろんのこと、電動く

写真4 1階部分がつぶれた鉄筋ビル(十勝沖地震1968)



防災基礎講座

み上げ式の井戸までもうそんなに残っていないということです。ところで、一般には、便利で精密ながん具ほど壊れやすいように、大きな地震時には、そのような便利な機能は全部止まってしまうといっても言い過ぎではありません。これらはライフラインと英語で総称されていますが、これらが停止すると単なる不便では済まなくなるのです。停電、断水、道路交通停止などが起こりますから、地震後に最も怖い火災の消火ができなくなります。消防自動車はこられないし水が出ないからです。それでは逃げようとしても、道路は普段と違って家が倒れたり面した家が燃えていたりで、逃げるのが大変であるということになります。なんとか逃げて、その後の飲み水の確保がなかなか大変な問題となるのです。

c) 都市によっては、地震の洗礼を受けていない施設を多く抱えている

都市には、比較的新しい種類の構造物が作られるので、超高層ビル、地下鉄、地下街、高速鉄道などがあり、これらは建設されてからまだ数十年しかたっておらず、世界中でそれ程規模の大きい強い地震にはあったことはありません。もちろん、日本のこれら構造物は、地震のことを充分考えて建設されていることとは思いますが、人間の考えることにはどうしても手落ちがあり、見落としのあることが多いのです。それは、大地震があるたびに新しい種類の被害が出て、こういう被害も出る可能性があるのか、それではすでに建設されている施設もこういう点を補強しておかねばと、設計基準が変更されることをみてもわかります。

☆ ☆ ☆

以上のように、都市というだけで地震に対しては危険側に立つことになってしまうのですが、その反対の構造物密度の低い農村などは、同種の構造物があると仮定すればかなり安全といえます。

都市ライフラインの弱さ

すでに述べたように、個々の構造物を耐震的にしても、その集合体である都市には別の種類の地震被害が生じるのですが、その原因を作るのがライフラインの弱さです。ライフラインは都市の血管とも神経ともいえる役割をする施設であって、電気・ガス・水道・電話などの通信、道路などの交通等々を含めての総称です。これらが地震時の消火、避難、救援、救急などに果たす役割は大きいのですが、残念ながら震度VIぐらいの強い地震（関東地震のときの東京・横浜の地震の強さ）では、通信を除いてほとんどその機能を停止するであろうとされています。そのように弱い原因は次の二点にしばられます。

a) ライフライン施設は多くの構造物からできている

たとえば、鉄道を考えてみましょう。鉄道の主な施設はレールですが、それを支えて橋があり、盛土があり、トンネルがあります。そのどの部分が崩れても不通になってしまうのです。

このような条件が地震時の鉄道を不通にしやすくしているのです。他のライフラインも、鉄道のように多くの構造物が連結されていてうかい路のない場合、それらが全部生きていて初めて機能を全うすることができるのです。このような施設が地震時に弱いことを、他の事例で証明してみよう。

最近、筆者も縁談の仲介をする年になって、娘さんに男性の希望を聞くと、「170cm以上、長男は嫌、……」という返事をいただくことが多いのですが、今の世の中、長男が多いが、どのくらい居るのか計算してみましょう。現在の子供の数の平均は2人であるといえます。また、男女はほぼ同数いるわけですから、図3のように、各家庭の子





# 地下街における 空気の汚染と挙動

根本 修

## 1 地下空間の特殊性

1980年8月16日早朝、国鉄静岡駅に通じる地下街「ゴールデン街」でガス爆発が発生し、ガス漏れ調査に当たっていた消防署員、商店従業員、通行人などが爆風に吹き飛ばされ、死者15人、重軽傷者222人を出す大惨事となった。

地下街の火災は、消防庁の調査によると、過去20件程度あったが、タバコの投捨、漏電などによるゴミ箱やダクト内の火災、油カスへの引火によるボヤ程度の火災がほとんどで、このような大規模なガス爆発による火災事故は初めてであった。

しかし、この事故を密閉された閉そく空間の事故と見なせば、ビル火災やトンネル火災などの大事故と同質のもので、'72年5月の大阪千日デパート、'73年11月の熊本の大洋デパートの火災、'79年3月の大清水トンネル事故、同年5月の東名・日本坂トンネルの自動車事故などの惨事は数え切れない。これらの事故の原因は、ビルの高層化、地下建設の深層化による外界との隔離と密閉化による消防活動、救援活動の困難さ、さらに排煙施設、換気施設の不備などの内部構造の欠陥が指摘されている。

しかも、この閉そく空間は大都市にとどまらず中小都市にも急速に拡大しつつあり、私たちはこれらの閉そく空間を避けて通ることができなくなっている。地上の交通量の多い駅周辺では単なる

連絡通路として建設された地下道が、ショッピングをも目的とした地下街へと発展し、その多くは両側のビルの地階の店舗やデパートの地階と国鉄・私鉄・地下鉄の駅が連絡して、一体構造となっている。そして、これらの交通機関からはき出された人々は、連絡口を通り、地下のショッピング街へ捕促・誘導される。周囲を土の壁で閉ざされたこの空間は、通勤や買物客の大勢の人々で毎日ひしめき合っている。そのような閉そく空間が地下街である。

これまでも、地下街の環境アセスメントは建設省の地下街防災調査委員会、東京駅の深層地下鉄道の防災並びに環境に関する研究委員会などの調査報告書にみられるように、各方面の学識経験者によっていろいろ調査が行われているが、静岡のガス爆発事故のように防災施設の機能が充分稼動しない人為ミスによって、あるいは予想し得ない原因で大事故が起きていることが多い。

そこで、視線の方向を変えて「人的活動と気象」という立場でその実態を調べ、今後の課題を探ってみることにする。

## 2 地下温度と地下の熱汚染

風のない穏やかな1月の気温の上がり下がり考えてみると、昼間気温が上がるのは大地が太陽エネルギー（日射）で暖まり、その熱が空気に伝

わるため、夜間気温が下がるのは大地が冷えて空気の熱を逆に奪うためであるといっている。

その大地の地温の1年間の変化と気温の変化を比較すると、図1のようになる。

春から夏にかけての気温の昇温期には地表から地中に熱が運ばれている。また、秋から冬にかけての冷却期には地中から地表に熱が送り出されていることがわかる。そして、1年間の熱の収支はゼロとなっている。そのため、昇温期には浅い地中の地温が深い地中の地温より高く、冷却期には逆に深い地中の地温が浅い地中の地温より高くなっている。また、年平均地温は浅い地中の地温も深い地中の地温もほとんど変わらない。すなわち、年平均の状態では垂直方向に熱は流れていないことを意味している。

図2は深さ50cmの各地の年平均地温を示したものである。北海道では8℃、九州では18℃と北から南に移動するに従って年平均地温は高くなって

いる。

この年平均地温( $T_s$ )は我が国の場合、海拔300m以下の所では緯度( $\phi$ )と次のような関係が成り立つ。  
 $T_s = 47.7 - 0.91\phi$

この関係は太陽エネルギー(日射)によって与えられる自然の大地でのみ成り立つもので、地中に熱源のある火山地帯、熱の吸収が多く地温の上昇しない地帯や熱の運び手である地下水の流れの速い地域では成り立たない。

太陽エネルギーとは直接かかわらない人工的な熱源が地下に入りこんでくる東京などの大都市の地域は、火山地帯のように地中から地表面に向けて熱の流れがある地域で、年平均地温は緯度( $\phi$ )から求める前記関係式より得られる数値より高くなることは容易に予測できる。

このように、大都市周辺の地域は自然の大地に比べて大地が熱で汚染されているといえる。すなわち、大都市は大気のみが汚染されているだけでなく、大地もまた熱で汚染されているといえる。

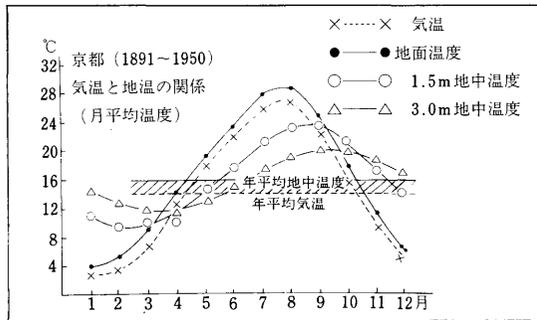
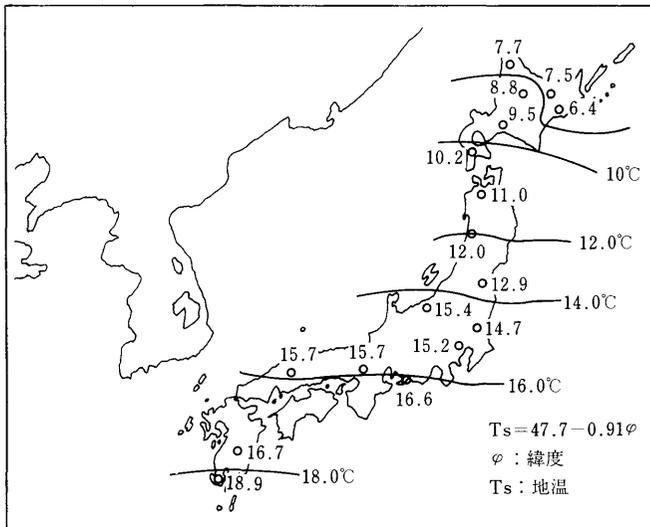


図2 年平均地温分布 (深さ0.5m地中温度)



### 3 地下の温熱環境と浮遊ばいじん濃度

昔「冬暖かく、夏涼しい地下鉄」というキャッチフレーズがあった。しかし、今や「いつでも地下鉄は暑い」というのが常識となっている。土に囲まれている地下室・地下街・地下鉄の気温は、

図1からわかるように、本来ならば1年を通じてあまり変化がなく、夏の外気の高い時は涼しく、冬の外気の低い時には暖かい状態であっていいはずである……。

しかし、地下鉄駅ホームの気温の経年変化を調べてみると、図3に示されるように、夏の気温も冬の気温も年々高くなっている。昭和26年から昭和46年の20年間に夏は27℃から34℃へ、冬は13℃

から20℃へと、ともに7℃の気温の上昇がある。その後も地下鉄の利用人口の増加に伴い地下鉄駅ホームの気温が年々上昇し、40℃を越えた所も現れている。まさに熱汚染である。

ではなぜこのように地下の温度が高まってくるのであろうか？ 都市人口が増加し、地下鉄の交通量も年々増加してくると、地下鉄の車両から出る熱量も人間から出る熱量も増加することは当然考えられる。しかし、図3の下のグラフをみると、輸送人員と運転用使用電力の曲線は昭和36年ごろから変化量は横ばい状態になっている。それにもかかわらず、地下鉄駅ホームの気温は上昇を続けているのである。この輸送人員と運転用使用電力の熱量だけでは駅ホームの気温の上昇を説明することはできない。つまり、地下に熱が徐々に蓄積されていることを暗示している。

熱が地下に蓄積するもう一つの機構としては、前にも述べた熱の運び手である地下水の水位の低下がある。この地下水位の低下の主な原因の一つに、地下建設や工業用水としての地下水のくみ上

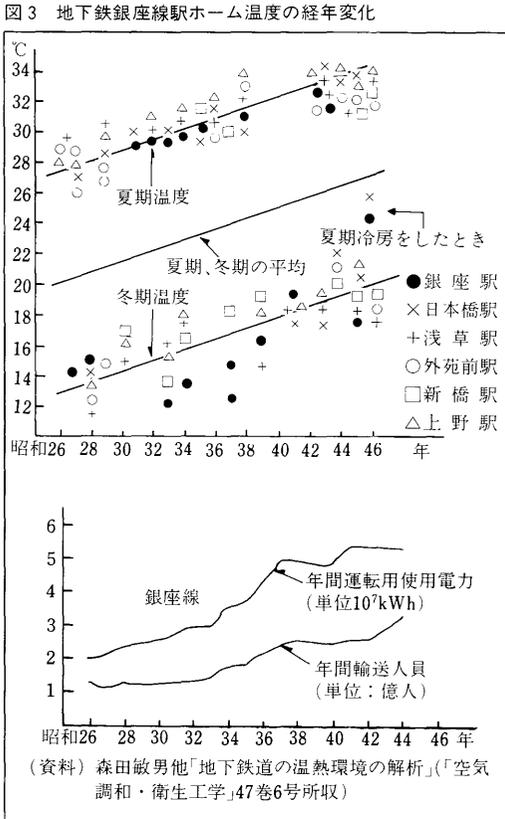
げがある。また、都市化による建築物、道路舗装などの急増と上下水道の完備が雨水の表面流出量を増加させて雨水の大地への浸入を遮断し、大地を一層渴き切ったものとしている。さらに悪いことには、地下建設の基礎工事に用いられている圧さく工法（潜函工法、シールド工法）もまた熱が地下に蓄積するのに大きな役割を果たしていることが考えられる。圧さく工法とは高压空気を工道内に送り込んで土砂の崩れや地下水の吹き出しを抑えながら工事を行う工法である。この工法は、地下に大量の空気を送り込むため、熱の運び手である地下水を追い出し、その代わりに熱伝導の悪い空気を入れ替える仕事をするので熱の蓄積を促進する結果となる。またその時、空気中の酸素が地下水位付近にある砂礫層の砂鉄と化合して、鉄1モルにつき200Kcalの熱を発生し、地下の熱蓄積に一層拍車をかけているともいわれる。

この熱汚染対策として一部の地下鉄・地下街・地下道などでは、外気を強制的に通風する換気装置を設置し、換気することにより熱の蓄積を取り除いているが、なお、熱汚染の著しい所や衛生的環境を確保しなければならない所では、冷房施設を取り入れて温度を下げる処置をしている。

そこで、既存の地下道に空調施設を設備した新宿西口の営団地下鉄メトロプロムナード地下道について、空調施設設置後の秋期・冬期・夏期における温湿度分布とそれに伴う浮遊じん濃度分布、炭酸ガス、通気量などを測定し、利用度の高い地下環境の実態を考察してみることにする。

1) 調査場所

新宿西口の営団地下鉄メトロプロムナードは新宿西口から新宿3丁目駅までの全長約500m、総面積12,500㎡の地下鉄路線にある地下道で、デパートやビルの地下階と直結し、通勤・買物客などの通路として利用度が高い。ラッシュ時には1分間300人を越える通路の性格の強い地下道である。この地下道に昭和50年空調機が設置され、地下道の天井にダクト口が取り付けられた。このダクト口より吹き出された空気は、地上への出入り口の階段から地上に吹き出されるオープンシステムが採られている。また、ダクトの設置位置とその通気量は中央管理室で制御されているので、その時々



の状況に合わせて通気量はかなり異なっている。

2) 測定項目と測定方法

調査に4人の調査員で項目を分担し、地下道全域に15か所の測定点を設定し各測定点を移動しながら測定した。そのため全部の測定に1時間以上要した。

乾球温度、相対湿度：アスマン通風乾湿計を用いた。各測定点では床上120～150cmの高さで3分間の通風後乾球温度、湿球温度を読み取った。2回の繰り返し測定を行い、その平均値をその気温、相対湿度とした。

浮遊じん濃度：上記のアスマン通風乾湿計による測定時と同一位置で粉じんの散乱光で測定するデジタル粉じん計（P-3型）を用いた。3分間吸引後、読み取り値を換算係数を用いて相対濃度 mg/m<sup>3</sup> に換算した。測定は2回繰り返しその平均値を求めた。

CO<sup>2</sup>濃度：上記測定点のうち数か所を選び、北川式検知管B型により真空法吸引ポンプ(100cc)を用いて5分間測定し、その値を換算図を用いて ppm 単位として求めた。

通気量（換気量）：ビルや地上への出入り口の流出入の空気量と地下鉄構内より地下道に流出する空気量を各開口部で高さ別の風速を熱線風速計で測定し、その平均値から流出入する換気量を求めた。また、各ダクト口の通気量も測定した。

3) 測定日時

秋期測定：昭和51年10月9日・27日、10時・13時

夏期測定：昭和52年7

月25日・26日、10時・13時

冬期測定：昭和53年2

月15日・16日、10時・13時

4) 測定結果

測定結果の概略は次のとおりであった。

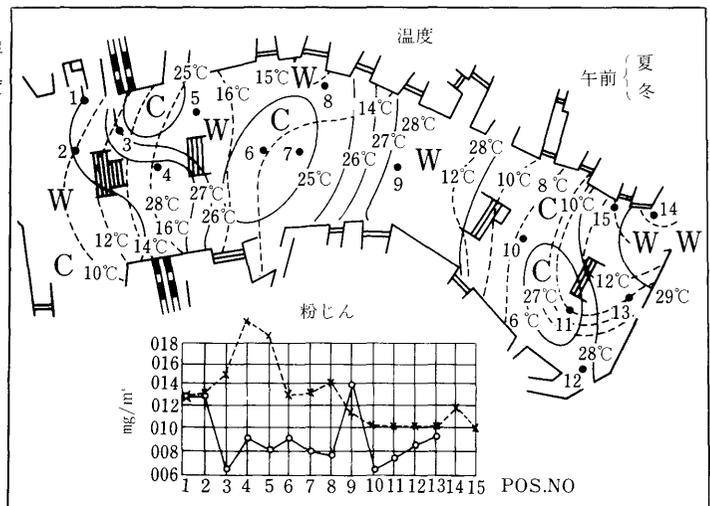
秋期測定：昭和51年10月9日（土、雨）と27日（水、晴）の午後の測定は外気温が18.8℃で、すでに冷房を中止し通風換気の空調の状態であった。

9日の午後は土曜日で雨天のため、晴天の平日の午後に比べて2倍近い1分間300人を越える通行人を数えた。そのため、地下道は外気温より7℃高い25.8℃、浮遊じん濃度は外気濃度0.12mg/m<sup>3</sup>より0.09mg/m<sup>3</sup>も高い0.21mg/m<sup>3</sup>、相対湿度は外気湿度より4%高い98%と、地下街環境衛生管理基準値、温度17～28℃、浮遊じん濃度0.15mg/m<sup>3</sup>、相対湿度40%～70%をはるかに越えた最悪の条件であった。また、改札口付近は地下鉄の発着と乗降客による加熱のため、周囲の温度より1℃前後高い温度であった。

そこで、通行人数と粉じん濃度との関係を調べてみると、空気の流れのある改札口周辺では、通行人数の増減と粉じん濃度の増減との間に高い比例関係があったが（相関係数 $\gamma \approx 0.98$ ）、改札口以外の場所では粉じんのたまりができていて、この関係はなかった。むしろ、通行人の歩行速度と粉じん濃度との間に比例関係が成り立った（相関係数 $\gamma \approx 0.90$ ）。このことは空気の流れのない空間（室内など）の浮遊じん濃度は床上の滞積した粉じんの舞い上がりや歩行者の衣服から出るじんあいが主な発生源となっているものと考えられる。

夏期測定：昭和52年7月25日（月）と26日（火）の測定は、地下鉄の改札口付近と通行人の多い場所で冷房通風を行っている状態で実施した。25日（月）の午前（晴）の温度分布と粉じん濃度分布の測定結果は図4の実線で示したとおりであった。温度分布は冷房場所のダクトからは15～18℃の冷気が吹

図4 温度分布と浮遊粉じん濃度分布



き、それ以外のダクトからは 25~29℃の暖気が吹き出していたため、3~4℃の温度差のある異なった空気塊が隣接する部分が生じていた。そして、図4の下のグラフから隣接部の暖気側で浮遊じん濃度が0.14mg/m<sup>3</sup>高くなっていることがわかる(図中の黒点は測定点を示す)。

この暖気側で浮遊じん濃度が上昇し、冷気側で濃度が減少する現象は図5に示す理由によるものと考えられる。すなわち、冷たい重い空気塊は下降気流となり、粉じんの舞い上がりを妨げ、暖かい軽い空気塊は冷気に押し上げられて上昇気流となり、粉じんの舞い上がりを助けるものと考えられる。夏期の換気量については、外気温が29℃に対して地下の温度は25~28℃と低温のため、地下道の出入り口階段の換気は悪く、午後の粉じん濃度は午前に比べて0.01~0.06mg/m<sup>3</sup>も増加した。通

図5 暖気塊と冷気塊の隣接部のモデル図

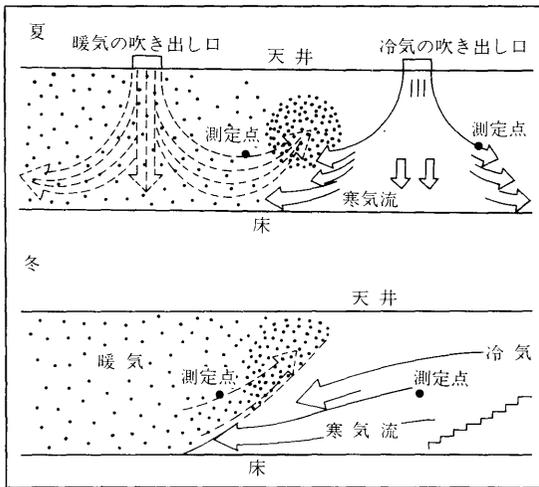
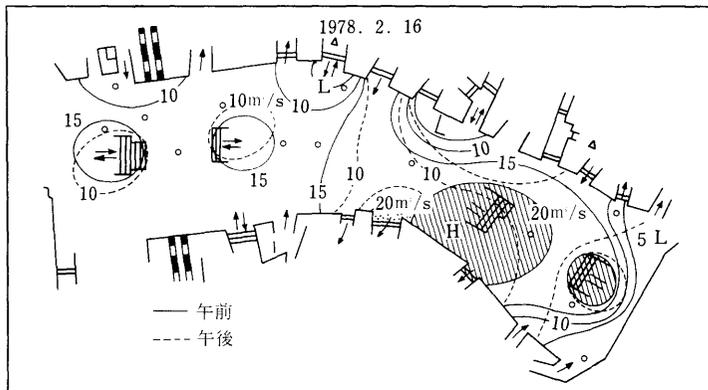


図6 換気量分布図



行人数、温度条件などを考慮しても明らかに午前の粉じんが午後に蓄積されていることが推定される。

また、外気の流入の多い新宿西口駅の改札口において、地下鉄の電車の発着によって生ずる駅構内より吹き上がる粉じんと構内に流入する粉じんとを別々に4時間捕集して、その元素分析をけい光X線で行った。地下構内より流出する粉じん中の鉄成分(Fe)は6.29μg/m<sup>3</sup>で、外気または流入する粉じんの約2.2倍であった。また、鉛(Pb)成分は地下鉄構内より流出する濃度が0.14μg/m<sup>3</sup>で、逆に外気濃度の1/4程度であった。このことは地下鉄構内に鉄(Fe)成分の発生源があり、外気には鉛(Pb)成分の発生源があることを示している。鉄(Fe)の発生源は電車のブレーキによるレールなどの摩耗であり、外気の鉛(Pb)の発生源は自動車の排気ガスと考えられる。

また、表1の1974年(昭和49年)の1月には鉄(Fe)の濃度が14.8μg/m<sup>3</sup>もあったものが、1978年の2月には3~4μg/m<sup>3</sup>と減少したことについては、電車の制御装置が力学的装置から半導体を用いた電氣的装置に改善されたためと思われる。

冬期測定：昭和53年2月15日(水、雪後曇り)の測定は外気温が1.8~3.0℃で地下温度の保温のため地下道全体で通風換気装置を停止した状態であった。午前中の測定結果は図4の破線で示した温度分布で、地下道温度は5.6~17.7℃となり、外気の流入の少ない空気のためたまりの所では外気温より13℃も高くなっていた。浮遊粉じん濃度は暖かい場所で0.18~0.19mg/m<sup>3</sup>と高い値となっていた。これは、夏期測定とまったく同じ図5の現象を示した。2月15日に午前中は雪後曇りで外気が

冷たく、通行人は暖かさを求めて地下を通路としたため、浮遊粉じん濃度は0.10~0.19mg/m<sup>3</sup>と高い値であった。

炭酸ガス濃度の測定：全測定点のうち通行量の多い場所を数か所選び、北川式検知管で測定した。炭酸ガス濃度は各測定点とも、ビル管理基準値あ

るいは公衆衛生学上の規制濃度である1,000 ppmを下回る500~800 ppmで問題はなかった。

**通気量（換気量）の測定：**2月16日（木曜日、晴後曇り）の午前と午後地下鉄の改札口、ビルの地階、地上への出入り口階段などで熱線風速計を用いて風速を高さ別に測定し、その平均値と出入り口の開口部断面積から地下道の換気量を求めた。その結果は図6のとおりで、図の等値線上の数字は換気量を示し、矢印は空気の流入と流出を示している。各出入り口の構造による空気抵抗、地上からの深さ、ビルなどの暖房状態、電車の構内への進入発進の状態、地上出入り口の地上風などの影響で空気の流れや換気量は異なってくる。しかし、冬期における機械換気をしない状態でのこの地下道では、図6に示されるとおり新宿3丁目駅改札口付近と道路幅が広がる部分で換気が増加していた。また、午前と午後の地下道全体の換気回数を概算してみると、午前は約12回/時、午後は8回/時であった。

#### 4 おわりに

私たちの調査内容の調書の結果から、地下街・地下道の今後の課題を2、3拾ってみると、次のとおりである。

①温熱環境の改善策として、地下街などでは冬期には強制的に換気をしたり、また冷房を行って温度を下げています。冬期には地下街は外気より10~13℃高いため、保温の目的で通風換気を停止している。しかし、このことにより地下街の一部に温度差が生じて冷気塊と暖気塊の不連続面ができる。図5に示すように、この不連続面で冷気が暖気側に流入して暖気を押し上げている。そのため、床面付近にあるじんあいを舞い上げ、浮遊じん濃度がビル管理基準値0.15mg/m<sup>3</sup>を越える値となる場所を生み出している。この現象は暖かい空気がたまりやすい空気の流れの弱い場所で起こり、冷気と暖気の温度差が大きいほど浮遊じん濃度が高まる。

地下街などの地下空間の浮遊じんあいの発生源は、通行人によって運び込まれるものと換気装置のダクト口や出入り口から外気のじんあいを取り込むものがある。空気浄化装置の完備した換気

システムは外気の汚染ガスやじんあいを取り除くことができるが、多数の通行人から出るじんあいや出入り口から流入するじんあいは取り除くことができない。特に、地下街や地下道の出入り口は人通りの多い交差点や駅周辺にあって外気の汚れを取り込みやすい。地下に取り込まれたじんあいのうち、衣服の糸くずなどの粗大粒子は微粒子のじんあいを補そく、付着して床面に滞積する。床面に滞積したじんあいは通行人の往来によって再び舞い上がり、暖気と冷気の不連続面でその濃度を高める。天井の低い地下道などでは、ダクト口から強く吹き出される通風によって床面のじんあいを舞い上げ、換気が逆に浮遊じん濃度を高めている場合もある。

②冬期は地下街・地下道の気温は外気温に比べて10~13℃高いことは前に述べたが、地下鉄路線にある地下道では、電車の進入発進による空気圧でさらに1~2℃高い暖気が構内から地下道へ流入するので、気温が一層高くなり、外気温と地下温度との温度差による浮力効果が換気作用として働くため、通風換気を行わなくても自然の換気だけで比較的よい換気状態であった。逆に夏期では外気温が高く、地下街は冷房によって5~6℃低い気温となるため、浮力による自然換気作用は機械換気を抑える形になり、予想以上に換気状態は悪いことがわかった。

以上のように、外気と遮断された地下街の空気も外気の汚れと同じように汚染され、さまざまな挙動をしていることが数少ない事例からもうかがい知ることができる。

（気象研究所/ねもと おさむ）

#### 文献

- 1) 神山恵三：地下街と人間 日本経済新聞社、東京、1974
- 2) 地下街環境調査委員会：空気汚染による局部公害と空気清浄装置の効果に関する研究報告書（厚生省43年委託研究）、空気清浄、7(4)、1-37、1971
- 3) 小林義隆他：外気及び室内における大気汚染物の挙動に関する調査研究、空気清浄、7(2)、18-24、1971
- 4) 宮野秋彦：地下鉄駅構内の温熱環境、日生氣誌、12、51、1975
- 5) 雑賀忠昭：地下鉄の温熱環境の解析、空気調和衛生工学、47、489-498、1972
- 6) 公害対策技術研究会：公害と対策（特集—地下街環境の基礎的考察）、13(9)、1-52、1977



# 自動火災報知設備の 非火災報の調査

鎌田 俊喜

## 1 はじめに

建物の火災を早期に発見する手段としてその役割を果たしている自動火災報知設備は、昭和23年7月に制定された消防法により、一定規模以上の防火対象物に設置が義務付けられることになった。その後、たびたびの法改正により自動火災報知設備の設置対象物が相当小規模のものに及んでいる。現在、東京都内における自動火災報知設備の設置件数は、昭和55年末現在約67,636件である。

ところで、このように普及している自動火災報知設備の感知器は、初めのころは火災による熱を感知するものであったが、火災をより早く発見するための感知器として煙感知器が開発されてきた。このように、かつて自動火災報知設備の課題は、いかにして火災を早く発見するかという点にあったかと思う。その結果、感知器の精度は高くなり、わずかな煙でさえ作動するものとなっている。確かにそれはいいことであり、消防法本来の目的である火災の未然防止に有効なものがある。

しかし、人の目や鼻の代わりに機械が行うという宿命から、高感度の感知器でもたばこの煙と火災の煙を見分けることはできないわけであり、火災ではない煙を感知する機会もそれなりに多くな

っているという一種の副作用が生じた。一時期において、これらがすべて誤報として片づけられたことがあったが、正しくは誤報ではなく、なんらかの火災の要素をとらえたものであり、機能としては正しいといえる。しかし、これは我々が期待する正常な発報ではなく、「非火災報」として取り扱うことが妥当であると考えられる。

いずれにしても、この非火災報の頻度が多くなると、自動火災報知設備の信頼性が失われることはもちろん、消防用設備等全般の信頼性の影響にもつながることとなるであろう。また、非火災報の直接的な被害として、連動している防火ダンパーの閉鎖によるほこりだとか、場合によっては消火剤の放出等がでている。さらに、非火災報の繰り返しによってベル停止または電源切断等を行って、火災の発見が遅れたため大火になった例も数多く報告されている。

このような影響をもたらす非火災報についての対策は早急に行われる必要があるが、対策をたてるためにはその実態を把握する必要がある。そこで、過去にどのような調査を行ってきたかを見たい。当庁が昭和55年8月から1年間にわたり非火災報の実態調査を行ってきた内容および調査結果の一部を紹介していきたい。

## 2 過去における実態調査

過去における非火災報の実態調査は、昭和45年9月から昭和51年12月までの間に当庁を含め四つの機関において、それぞれ約1年間ずつ調査が行われている。これらの調査は調査機関が異なることから、それぞれの目的によって調査項目が若干相違するため、単純に比較することができない。また、調査した対象は非火災報の発生した対象物に限って行ったものであるといえる。しかしながら、これらの調査に基づいて、規格省令の改正だとか設置方法の検討など改善がなされている。主な非火災報の発生要因からその結果をみると、表1のようにみることができよう。

さらに、これに基づいて非火災報の要因を区分すると、主として三つに区分することができるものと思われる。第一に、空調・喫煙等人の生活に密接な関係をもつ人為的なものがある。第二に、設置場所と感知器の適応性が不適であるような設置上の要件がある。第三には、機器の不良等に基

表1 非火災報にかかわる調査経過および対策

発生原因別	調査機関				関係を有する基準等	措置状況
	A	B	C	D		
空調に起因するもの	○	○	○	○	規格省令	対応済み
外部衝撃によるもの	○	×	○	△	規格省令	対応済み
喫煙によるもの	○	×	○	○	規格省令	対応済み
設置場所に起因するもの	○	○	△	△	設置基準	継続指導
工事上のミスに起因するもの	○	×	○	○	設置要領	継続指導
配線障害に起因するもの	○	×	○	○	設置要領	継続指導
気象状況に起因するもの	○	×	×	×	規格省令	対応済み
機器(部品)によるもの	○	○	○	○	規格省令	対応済み
誘導障害に起因するもの	△	△	△	○	規格省令	対応済み
経年変化に起因するもの	○	○	○	○	型式失効	継続指導
保守に起因するもの	○	○	○	○	点検基準	継続指導
その他	△	△	△	△		継続調査

注) ○ 調査済み △ 調査不十分 × 未調査

表2 調査対象物一覧

項	(一)項		(二)項		(三)項		(四)項	(五)項			(七)項	(八)項	(九)項	(十)項	(十一)項	(十二)項	(十三)項	(十四)項	(十五)項	(十六)項	(十七)項	合計			
	イ	ロ	イ	ロ	イ	ロ		イ	ロ	ハ															
調査件数	55	24	21	44	33	62	154	92	20	89	9	10	82	51	40	2	146	8	69	164	283	29	8	5	1,500
	79		65		95			112			108						154				312				

づく、いわゆる機能上の欠点が挙げられるものと思う。これらの関係は多分に密接な因果関係を有していることから、どの要素が強いかについての判断が難しいものも多いものと思われる。

## 3 当庁の調査

### 1) 調査対象物

過去における実態調査は、現に非火災報の発生した対象物について調査を行ってきたものがほとんどである。今回の調査は、非火災報が発生していない対象物を含めた全般の傾向を把握する必要があるのであることから、なるべく広範囲な対象物を調査することとして、当庁管内75消防署において、1消防署当たり20対象物をあらかじめ指定して調査を行った。調査対象物数は1,500対象物であり、

表3 非火災報追跡調査表(その1)

		昭和 年 月 日	
防火対象物の概要	所在		
	名称		
令別表第1の用途	項目	構造規模	連絡先(TEL)
		耐火	耐煙
自動火災報知設備(感知器)の設置概要			
定温式	差動式		光電式
	スポット型	分布型	イオン化式
特種	蓄積型	非蓄積型	蓄積型
	蓄積型	非蓄積型	非蓄積型
1種	1種	1種	1種
	個	個	個
2種	2種	2種	2種
	個	個	個
3種	3種	3種	3種
	個	個	個
保守管理の状況	保守管理	有・無	保守内容
	点検回数	年 回	前回点検
	点検実施者	責任者、従業員、居住者、警備会社等 施工業者、点検業者、その他( )	
	点検報告	有・無	報告手段
監視場所の状況	監視場所	位置	階
	受信機	P R 型 1・2 級 / 回線	
	監視人員	監視態勢	自家・委託
	夜間等監視	機械警備	有・無



用途別にみると、(4)項(店舗関係)、(5)項イ(ホテル・旅館関係)、(6)項イ(病院関係)、(15)項(事務所関係)および(16)項イ(特定用途が存する複合用途対象物)の対象物が多く、これらの設置個数は、175,107個であり、全体の66.79%であった。表5は、感知器の設置個数を感知器の種別・用途別に集計した結果である。

## 2) 非火災報発生件数

非火災報の発生状況は、建物の関係者が表4の非火災報追跡調査表(その2)により、非火災報発生の都度調査をし、毎月初めに回収をしてその結果を集計したものである。非火災報の発生の状況昭和55年8月から昭和55年10月まで3か月間について、用途別に集計した結果は表6のとおりである。

この表で調査対象物とは、前3-1)、表2の数であり、この母数に対して非火災報の発生した対象物がなん件あるかということがわかる。また、発生件数で発生対象物の件数と異なるのは、同一対象物において繰り返し発報していることを表している。ところで、3か月間の集計の結果、調査対象物1,500件に対して非火災報発生対象物が平均で163対象物あり、非火災報発生件数が月平均755件である。ということは、同一対象物で単純に平均すると4.6件発生しているということになる。

用途別にみると、特定用途が存する複合用途対象物(16項イ)の非火災報発生件数が一番多く、調査対象物283件のうち毎月平均45対象物が発報

していることになっている。次に多いのがホテル関係(5項イ)である。ホテル関係については、非火災報が発生した対象物の件数の割に非火災報の発生件数が多くなっていることである。3か月間の平均でみると、発生した対象物当たりの毎月の非火災報発生件数は13件となっている。第三番目に多いのが事務所ビル関係(15項)である。

3か月間の結果からみて調査対象物1,500件に対して月平均163件ということは、発生割合からして低くないことであり、無視することはできないものと思われる。

## 3) 非火災報発生感知器

自動火災報知設備の感知器には、火災により熱を感知するものと煙を感知するものがあるが、1のはじめで述べてきたように、当初はいかにして火災を早く発見するかという点にあったことから、感知器の種類も熱より早い煙感知器が出現し

表5 感知器の設置個数

用途	対象物数	感知器設置概要				
		熱感知器			煙感知器	
		定温式 スポット型	差動式 スポット型	差動式分布型	光電式	イオン化式
1項イ	56	640	3,983	146	401	1,992
1項ロ	23	414	1,047	101	562	1,866
2項イ	20	150	594	11	36	266
2項ロ	42	488	2,256	65	65	501
3項イ	32	505	1,217	48	91	319
3項ロ	62	1,268	1,780	47	114	1,148
4項	156	2,193	5,135	87	2,222	13,438
5項イ	89	2,715	7,982	371	279	9,856
5項ロ	18	2,025	1,736	53	4	140
6項イ	92	4,291	11,668	958	437	7,646
6項ロ	10	84	265	14	4	50
6項ハ	10	97	287	11	10	48
7項	80	1,058	8,271	532	106	671
8項	50	369	2,499	316	70	593
9項イ	41	688	269	5	64	131
11項	2	22	95	—	56	5
12項イ	146	5,223	10,004	1,627	350	1,018
12項ロ	8	130	1,321	162	30	219
14項	68	565	12,823	286	50	458
15項	161	3,618	13,747	1,163	3,245	19,105
16項イ	291	8,434	29,649	643	2,410	23,815
16項ロ	29	856	2,337	171	21	3,264
(16の2)項	9	505	1,517	158	15	1,032
17項	5	33	79	13	—	9
計	1,500	36,371	120,561	6,988	10,642	87,590

てきたわけである。煙感知器が消防法上規格に取り入れられたのが昭和44年4月であり、煙感知器の設置場所が規定され、その後法改正により煙感知器の設置が増加してきたわけである。それでは、感知器の種別による非火災報の発生状況を昭和55年8月から昭和55年10月までの3か月間についてまとめてみると、表7のとおりであった。

この結果からみて、8月、9月、10月の3か月間とも、煙感知器による非火災報の件数が圧倒的に多い。非火災報発生のうち80%以上が煙感知器によるものといえる。これら非火災報発生感知器を、表5の感知器の設置個数を母数としてその割合をみてみたい。8月については、定温式の場合、設置個数36,371個、非火災報発生感知器53個であるので、非火災報の割合(53個/36,371個)は0.14%である。同様に差動式スポット型は設置個数

120,561個、非火災報発生感知器62個であるから0.05%である。煙感知器の場合、光電式煙感知器の設置個数10,642個、非火災報発生感知器43個であるから発生割合は約4%である。同じく、イオン化式については設置個数87,590個、非火災報発生感知器が601個であるから、発生割合は6.8%になっている。これらは単純に割合を出してみたが、全体の設置個数と比較しているので、非火災報発生感知器の傾向をとらえることができるものと思われる。

表で不明とあるのは、非火災報の発生はあったが、どの感知器が発報したかわからなかったものの件数である。不明の件数も、全体の件数から比較して相当の件数になっている。

なお、感知器の感度別(1種、2種等)等の細部の分類については、現在、集計中にあるので、本稿では紹介することはできなかった。

#### 4) 感知器の製造年別

感知器の製造年別は、規格の改正時と合わせて昭和44年以前、昭和44年から昭和52年まで、昭和52年以後(後半)と三つに分類して非火災報の発生をみた。これによると、圧倒的に昭和44年から昭和52年までに製造された感知器が多い。これは、昭和44年以降の消防法の改正により自動火災報知

表7 非火災報発生感知器の種別

月別	非火災報発生感知器の種別						計
	熱感知器			煙感知器		不明	
	定温式	差動式	分布型	光電式	イオン化式		
8月	53	62	1	43	601	51	811
9月	43	43	10	28	594	41	759
10月	25	81	6	37	521	26	697

表8 非火災報発生感知器製造年別集計

月別	製造年別				計
	44年以前	44年から52年まで	52年以降	不明	
8月	23	608	129	51	811
9月	24	568	114	53	759
10月	28	419	106	144	697

表9 非火災報発生時間別集計

月別	発生時間				計
	0~6時	6時~12時	12時~18時	18時~24時	
8月	63	237	269	242	811
9月	69	242	249	199	759
10月	59	191	249	198	697

用途	調査対象物数	A 対						発生件数合計
		8月		9月		10月		
		発生対象物数	発生件数	発生対象物数	発生件数	発生対象物数	発生件数	
1項イ	55	7	10	4	6	1	5	21
1項ロ	24	6	8	2	4	3	11	23
2項イ	21	2	4	1	3			7
2項ロ	44					2	2	2
3項イ	33			1	2	2	2	4
3項ロ	62	8	17	5	22	3	17	56
4項	154	22	87	20	77	14	53	217
5項イ	92	13	178	12	164	12	152	494
5項ロ	20	1	2	2	3	2	2	7
6項イ	89	21	63	21	46	14	44	153
6項ロ	9							
6項ハ	10					1	1	1
7項	82	3	3	3	3	3	10	16
8項	51	2	5	3	6			11
9項イ	40	2	3			1	1	4
11項	2			1	1			1
12項イ	146	11	19	0	18	7	7	44
12項ロ	8	2	4	3	4	3	9	17
14項	69	6	7	3	6	2	3	16
15項	164	19	60	27	107	20	56	223
16項イ	283	49	315	48	260	40	300	875
16項ロ	29	3	13	4	12	1	1	26
(16の2)項	8	5	13	4	15	4	21	49
17項	5							
合計	1,500	182	811	174	759	135	697	2,267

表10 非火災報原因分類表

大分類		中分類		小分類		備考
A	人為的な要件	1	正常な環境での発報	a 喫煙 b 空調 c 照明 d 外光 e 戸の開放 x その他		火災の要素はないが正常な行為に基因して作動したもの
		2	一時的な異常環境等による発報	a いたずら b 特定の調理による煙または熱 c 暖房による煙または熱 d たき火 e 焼却 f 排気ガス g 溶接の煙 h 工事または実験 x その他		火災ではないが、火災と同様な感知をしたもの (焼却には、たばこの放置、蚊とり線香の煙等を含む)
B	設置上の要件	1	設置場所不適による発報	a 繰返し発報 (a1喫煙 a2空調 a3蒸気 a4その他) b 小区画部分 c 取付高さ d 腐食 e 外気 x その他		感知器を取り替える必要が認められるもの
		2	工事不適による発報	a 接続 b 配線等の絶縁不良 c 取付け不良 d 短絡 x その他		
C	機能上の要件	1	機器不良による発報	a バイメタル b リーク抵抗 c 半導体 d 機器の絶縁不良 e 汚染 x その他		
		2	外部要因による発報	a 結露 b 蒸気 c 虫の侵入 d ほこり e 電氣的誘導 f 振動 g 強い雷撃 x その他		熱または煙以外の要因によって作動したもの
		3	気象に起因する発報	a 強風 b 湿度 c 気温 d 気圧 e 弱い雷撃 f 霧 x その他		同上で気象によるもの
D	維持上の要件	1	保守不良による発報	a 劣化および経年変化 b 清掃不良 c 腐食 d 塩害 x その他		
		2	建物の管理不適による発報	a 浸水 b 破損 c 間仕切変更 x その他		
E	AからDに属さないもの	1	不明	a		
		2	大分類A~D以外のもの	x		

設備の設置対象物が増加したことによるものである。表8は、昭和55年8月から昭和55年10月までの非火災報発生感知器の年別集計結果である。

表の不明の件数には、発報した感知器がわからなかったために不明にしたものもある。

5) 時間別発生状況

非火災報の発生した時間別については、一日を四つに分類してみた。その分類の仕方は、一日の活動時間帯と深夜から明け方の時間帯ということにした。さらに、活動時間帯は昼を午前と午後および夜の時間帯とに分けてみた。その結果、人間が活動をしている時間帯における非火災報の発生は、圧倒的に多くなっている。非活動時間帯の0~6時における非火災報発生件数は、8月、9月、10月ともほぼ同じような件数を表している。これから判断して同じような原因によるのではないかと考えられる。

表9は非火災報発生時間別の集計結果である。

6) 非火災報発生原因

非火災報発生原因については、今回の調査の主

目的であり、きめ細かい分析を行って今後の設置基準・規格等へ反映させていかなければならない。現在、非火災報発生原因についてはきめ細かい分析を実施している段階にあるので、本稿においては取り上げない。なお、主な非火災報の原因は表10に示す分類の内容で、集計するようなことになるであろう。

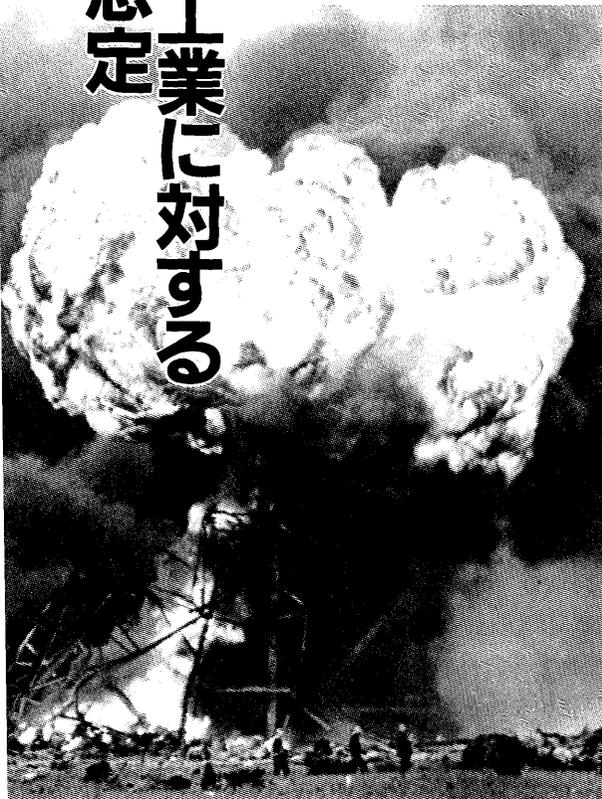
5 おわりに

以上、非火災報発生の実態調査した結果についてその一部を紹介してきたが、今回調査したものは膨大な資料になっており、一切の結果を出すまでには相当の時間を費やさなければならない。いづれにしても、非火災報発生の実態調査は過去においても他機関等で行われているので、それらの結果と今回の調査結果とを総合的に判断し、非火災報の発生を減少させるためのハード面およびソフト面の対策を検討していきたい。

(かまた ゆうき/東京消防庁予防部長)

# セジックグループの化学工業に対する 火災・爆発事故の被害想定

名合正二



## 保険ブローカーが開発した実務的評価法

昭和48年前後に、我が国の石油・化学工場で大きな火災・爆発事故が頻発したことは、我々の記憶にまだ比較的新しいところである。諸外国においても、1974年には英国のフリックスボローでカプロラクタム製造工場よりシクロヘキサンが多量に漏出し、これに着火して大爆発が起き、300億円の損害を引き起こした。また、1977年にはイタリアでエチレンプラントの大爆発が発生し、400億円の損害を出している。

このような巨大な損害は、化学工業の巨大化・複雑化および操業条件の極限化（高圧、高温、低温など）などにより、ますますその発生の潜在危険性が増しており、健全な生産活動を脅かすものとして大きな問題となってきている。

ところで、火災・爆発事故が発生したら、どの程度の被害を被るであろうかについて、あらかじめ被害の想定を行い、その想定を基に事前の対策を講じておくことは非常に有効である。したがって、この被害想定には現在までさまざまな方法でアプローチが試みられてきている。その代表的な例としては、危険物の性状、危険度に着目したダウケミカル社の方式が有名である。我が国でも、爆風圧や火災時の放射熱強度などの面よりアプローチが行われ、実験も行われている。

しかしながら、実際の火災・爆発事故は、あまりにも多くの要素が複雑にかかり合っているために被害想定も大変困難な問題であり、特に前述の英国フリックスボローの事故以来クローズアップされた蒸気雲爆発（空气中に多量の可燃性物質が放出され、空気と混合して生じた“雲”に着火して大爆発となる）の現象は、規模がきわめて巨大であるため、その十分な把握が難しく、理論的・実験的解析により現象が明らかになるにはまだまだ時間を要するといえる。

一方、損害保険マーケットで有名なロンドンの最大の保険ブローカーであり、特に損害保険会社が引き受けた巨額の危険（リスク）の責任を分散

するための再保険に大きな力を持っているセジックグループ (Sedgwick Group) は、被害想定を行う専門の技術者 (Risk Control Engineer) を持ち、このための独自の方法を有している。この方法は現象を簡明に割り切り、爆発に関しては従来実験データの豊富なTNT爆薬に換算して被害想定を行おうとするもので、理論的に問題はあるかもしれないが手軽に実用できる点に大きな特徴がありそうである。そこで、以下この手法を簡単に紹介してご参考に供したい。

## 評価法の具体的なプロセス

この方法では、まず最初にほぼ最大の見込損害額 (Estimated Maximum Loss : EML) について定義付けし、次に異常損害の可能性について検討を行っている。

### 1) ほぼ最大の見込損害額 (EML) とは

一火災・爆発事故において、次のハードウェア、ソフトウェアおよび消防施設に関する評価付けによって求められるほぼ最大の見込損害額と定義する。

### 2) 評価付けは下記の事項の検討による

2)-1	ハードウェア	
	レイアウト/空地距離	{ 1.5 }
	構造/耐火性能	{ 1.5 }
	設計	{ 1.0 }
	用後設備の信頼性	{ 1.0 }
	換気設備	{ 0.5 }
	廃水/廃液処理	{ 0.5 }
2)-2	ソフトウェア	
	管理姿勢	{ 1.25 }
	保守管理計画	{ 1.0 }
	プロセス制御システム	{ 1.0 }
	技術的安全警報システム	{ 1.0 }
	新人の採用およびその訓練	{ 0.75 }
	管理状況	{ 0.5 }
2)-3	消火活動	
	消防隊	{ 1.0 }
	固定式火災防御/検出装置	{ 1.0 }
	緊急時の処置および災害計画	{ 1.5 }

各事項の〔 〕内の数値はそれぞれの事項に関する重要度係数であり、これら15項目についてそれぞれ検討し、次を基準に点数を判定する。

このタイプのリスクに関し

期待値より劣る……	0点
期待値どおり……	1点
期待値より優秀……	2点

したがって、最大30点まで得点できることとなり、もし得点が0ならばEMLは全損となる。

### 3) “高”および“低”危険カテゴリーの分類

“高”危険カテゴリーとは、すべての炭化水素プロセスを含み、リスク管理技師 (Risk Control Engineer) の判断によりすべての得点に対し全損から1.5%ずつ削減できる。

“低”危険カテゴリーとは、たとえば硫酸や硝酸プラントのような無機化学のリスクを意味し、リスク管理技師の判断によりすべての得点に対し全損から1.0%ずつ削減できる。

### 4) 全損について

一般的に工場の全価額の15%は基礎などの土木工事部分であり、したがって“高”危険カテゴリーのリスクにおける全損は全価額の85%より高くはならない。一方、全価額の40%は最低見込まねばならない。

“低”危険カテゴリーのリスクについては最高50%、最低20%の損害は見込むべきである。

### 5) 評価地区の選定

評価地区は一般的に明確な範囲 (たとえば5,000㎡) として考慮される。最も価額の高い地区を考慮するのが普通であるが、もし必要なら価額が低くても事故の頻度の高い地区についても考慮する。

最終的な決定についてはリスク管理技師の判断によるが、同一構内において幾つかの地区を選びそれぞれについて検討して見なければならぬ。

評価地区について、前述(2)の各事項につき、インスペクション時決定することとなる。

### 6) EMLの算出例

算出例として、各事項の点数が次のように決定したとする。

ハードウェア	点数	重要度係数	計
レイアウト/空地距離	2	1.5	3.0
構造/耐火性能	1	1.5	1.5
設計	1	1.0	1.0

用後設備の信頼性	2	1.0	2.0
換気設備	2	0.5	1.0
廃水/廃液処理	2	0.5	1.0
ソフトウェア			
管理姿勢	2	1.25	2.5
保守管理計画	1	1.0	1.0
プロセス制御システム	2	1.0	2.0
技術的安全警報システム	2	1.0	2.0
新人の採用およびその訓練	2	0.75	1.5
管理状況	2	0.5	1.0
消火活動			
消防隊	1	1.0	1.0
固定式火災防衛/検出装置	2	1.0	2.0
緊急時の処置および災害計画	1	1.5	1.5
		総計	24.0

損傷度は“高”および“低”危険カテゴリーにより次のとおりである。

“高”危険カテゴリー

$$\text{損傷度} = 85 - (24 \times 1.5)\% = 49\%$$

“低”危険カテゴリー

$$\text{損傷度} = 50 - (24 \times 1.0)\% = 26\%$$

評価地区およびその地区の価額を次のとおりと仮定する。

- ・プラントは200m×75m(15,000㎡)の地区である
- ・プラントの価額は100,000,000ポンドである
- ・コンプレッサーハウス周辺の5,000㎡(プラント全体の1/3に当たる)が評価地区であり、プラント全体の価額の45%を占める

これらの仮定により火災・爆発事故のEMLは次のとおり

“高”危険カテゴリーの場合

$$\begin{aligned} \text{EML} &= 49/100 \times 0.45 \times 100,000,000 \\ &= 22,050,000 \text{ (ポンド)} \end{aligned}$$

“低”危険カテゴリーの場合

$$\begin{aligned} \text{EML} &= 26/100 \times 0.45 \times 100,000,000 \\ &= 11,700,000 \text{ (ポンド)} \end{aligned}$$

## 7) 異常損害の可能性

火災・爆発事故の損害については、異常損害を分けて考えるべきである。EMLとは1)でほぼ最大の見込損害額として定義付けしたが、しかしながらある一定の異常な状態下においては(たとえば自由空間蒸気雲爆発——Unconfined Vapour Cloud Explosion: UVCE——)より大きな損害

が発生する可能性がある。この発生確率は大変低い(ほとんど無視していいほど)が、しかしながらその事実があるということは次のように強調されねばならない。

“この構内におけるEMLは、ハードウェア、ソフトウェアおよび消防施設などの考慮によりポンドと推定される。これは工場全価額の%に当たり、一火災・爆発事故において予想されるほぼ最大の見込損害額である。しかしながら(たとえばUVCE)により引き起こされる異常な大損害の可能性(きわめてわずかであるが)があることも無視はできない。これについてはポンド、つまり工場全価額の%の部分の損害を受ける可能性がある”

## 8) 自由空間蒸気雲爆発(UVCE)とは

UVCEとは、大量の可燃性液体または高圧ガスが急激に漏えいした場合、空気と混合し可燃性混合ガスを形成することにより引き起こされる。

この可燃性混合ガスの外周に着火すると火災が起き、可燃性蒸気と空気の対流混合がますます盛んになり火災が発展して爆発に至る現象である。

## 9) 被害計算手法の要素

- ・漏えいしたガスのうち、実際に爆発に寄与したものの割合——爆発係数——はほとんどの場合において0.02である
- ・しかしながら、一定の条件下では0.05となる  
このような条件下とは  
——蒸気雲が高い閉囲状態にある場合  
——強力な爆発着火源がある場合  
——小さな蒸気雲の場合(激しい乱流状態の漏えい初期に着火した場合)
- ・最大の蒸気雲の大きさは、たとえどんな大きさの漏えい口からの漏出であっても100tonとして把握できる
- ・最小の蒸気雲の大きさは5tonとして把握できる
- ・最大過圧力5psi (pound per square inch)の爆発では80%の物的損害を引き起こすと予測される
- ・通常、最大過圧力1.5psiの爆発では40%の物的損害を引き起こすと予測される。しかしながら、

プラントが頑丈にできているとか、爆圧に弱い構造物がほとんどない場合では10psiの最大過圧力で80%の物的損害、2.5psiで40%の物的損害と見込む

**10) UVCEによる異常損害の見込み手順**

- ① UVCEを起こすような可燃性物質源を想定する
  - ② UVCEを起こすに充分大きな蒸気発生源を選択する
  - ③ 最大と予想される爆発のTNT(爆薬)換算をする
  - ④ 各々の発生源について損害を受ける地区を評価する
  - ⑤ 損害を受ける地区の物的価額を割り当てる
  - ⑥ 各々のUVCE発生源によって引き起こされる異常損害額を計算する
- これらの6つの段階については、以下順次詳述する。

**11) 想定**

**可能性のある発生源**

通常、プロセスフローダイヤグラムから見つける。

**可能性のある可燃性物質**

タイプ1.

35気圧を超える圧力下で気体状の可燃性ガスまたは蒸気

タイプ2.

液体状の可燃性液化ガス(大気圧下の沸点が20°C未満を呈する)

タイプ3.

大気圧下で沸点20°C超、引火点40°C未満のもので大気圧下の沸点以上の温度でも、加圧のため液体状となっている可燃性液体

ほとんどのUVCE事故の原因物質である炭化水素類でいえば

タイプ1. C<sub>1</sub>およびC<sub>2</sub>類

タイプ2. C<sub>3</sub>およびC<sub>4</sub>類

タイプ3. C<sub>5</sub>~C<sub>9</sub>類まで

**12) 蒸気発生源の選択**

**貯蔵施設**

タンク内貯蔵の場合は、そのタンクの位置がプ

ラント地区内にあるかどうかによって評価される。しかし、一般的にタンクの場合は、そのタンクの保守状態が悪くなければUVCEの発生源として考えなくていい。

タンク火災は主に次の二つの場合に分類して考えることができる。

- ・収容品の漏出または溢出による防油堤火災
- ・落雷等によるタンク火災

**プロセス内の圧力槽、機器および配管**

圧力槽は発生源としては考慮しない。機器類はその仕様および設計者によって検討する。配管は発生源として考える。

**ガス用機器**

一連の槽、機器および配管類は発生源となりうる。したがって、これら全体について、きれつを考えねばならない。

**液体用機器**

通常、配管に接続された1~2の機器に限られる。

**13) 計量(換算)**

**オリフィスからの可燃物流出速度**

破壊口からの流出速度は次のようなオリフィス方程式に近似する

- ・液体の場合

$$G = Cd \cdot A \sqrt{98100 \times 2 \rho_1 (P_1 - P_a)}$$

- ・ガスの場合

音速での流出

$$G = Cd \cdot A \sqrt{98100 \rho_1 P_1 \gamma \left( \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}}$$

音速以下での流出：この場合はUVCEを起こすのは非常にまれである。

$$G = Cd \cdot A \sqrt{98100 \times 2 \rho_a (P_1 - P_a) \left( \frac{\rho_1 - \rho_a}{P_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}}$$

G =

$$Cd \cdot A \sqrt{98100 \times 2 \rho_a P_a^{\frac{2}{\gamma - 1}} \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left\{ 1 - \left( \frac{\rho_a}{P_1} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right\} P_1^{2 - \frac{2}{\gamma}}}$$

ここで Cd：流出系数(通常0.6)

A：漏出面積(m<sup>2</sup>)

ρ<sub>1</sub>：容器内密度(kg/m<sup>3</sup>)

ρ<sub>a</sub>：大気圧下の密度(kg/m<sup>3</sup>)

P<sub>1</sub>：容器内圧力(kg/cm<sup>2</sup>a)

P<sub>a</sub>：大気圧(kg/cm<sup>2</sup>a)

$\gamma$  : 比熱比

ガス流出速度が音速ならば

$$P < \left( \frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \cdot P_1$$

オフィスからの可燃物流出時間

それぞれの場合によって異なるが、典型的な場合として

- ・自動停止装置がある場合は1分以内
- ・手動の遠隔停止装置がある場合で、定期的に試験されている場合は3分間
- ・手動停止の場合は3～10分間
- ・手動のバルブ操作で停止する場合は10分間以上

流出可燃物の量

流出量 = 流出速度 × 流出時間

最大限度は発生源の収容量である

蒸気雲を形成する可燃物量

- ・タイプ1の物質の場合

$$W_v = W_v$$

- ・タイプ2の物質の場合

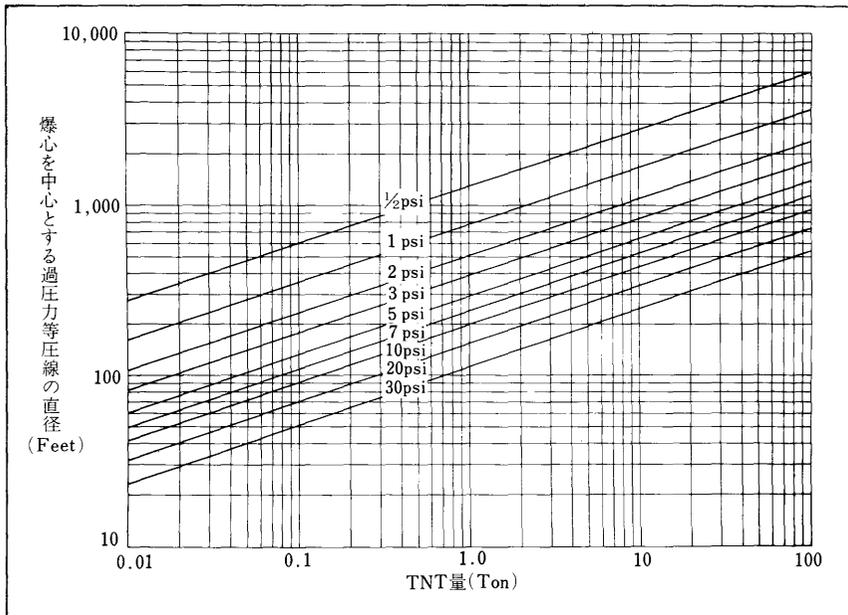
$$W_v = W_L$$

- ・タイプ3の物質の場合

$$W_v = 2W_L C_p(\text{mean})(T_1 - T_2) / H_v$$

また、最大の値は  $W_v = W_L$  であり、これは流

爆心を中心とする過圧力等圧線の直径—TNT量グラフ



出液体のすべてが蒸気となり燃えることを想定している。

- ここで
- $W_v$  : 流出した蒸気量 (ton)
  - $W_L$  : 流出した液体量 (ton)
  - $C_p(\text{mean})$  : 温度  $T_1$  から  $T_2$  における比熱の中間値 (kcal/kg-°C)
  - $T_1$  : プロセス内の液体温度
  - $T_2$  : 液体の大気圧下での沸点 (°C)
  - $H_v$  :  $T_2$  における液体の気化熱 (kcal/kg)

TNT換算

$$W_e = \frac{W_v \times H \times f}{1111}$$

- ここで
- $W_e$  : TNT当量 (ton)
  - $H$  : 可燃性蒸気の燃焼熱 (kcal/kg)
  - 1111 : TNTの爆発熱 (kcal/kg)
  - $f$  : 爆発系数

限度

- (i) 最大の蒸気雲の大きさ = 炭化水素100ton
  - (ii) 最小の蒸気雲の大きさ = 炭化水素5ton
- ここで
- (i)  $f=0.02$  とすると TNT換算量約20ton
  - (ii)  $f=0.05$  とすると TNT換算量約2.5ton

14) 単純化した被害地区の評価

- ・5 psi の最大過圧力を受けた地区は80%の物的損害を引き起こす。

1.5～5 psiの最大過圧力を受けた環状の範囲は、40%の物的損害とする

- ・TNT換算およびグラフより1.5および5psiの等圧線の直径が得られる
- ・各発生源を中心に1.5および5psiの等圧線を構内平面図に記入する
- ・5～1.5psiの場合はあまり強固にできていないプラントに適用する
- ・10～2.5psiの場合は強固なプラントの場合に適用する

- ・他の地区への蒸気雲の流れは蒸気雲の半径の2倍を限度として考える。  
半径は次により求められる。

$$R = 30M^{0.333}$$

ここで R: 蒸気雲の半径 (m)  
M: 蒸気雲の量 (ton)

15) 物的価額の割り当て

- ・1.5psiの等圧線の円内について詳細な価額構成を知る必要がある。
- ・5psi等圧線内および1.5~5psi等圧線内の物的価額を計算する。
- ・異常損害額算出の精度は、これらの物的価額の正確な把握に左右される。

16) 異常損害額の計算

- ・各発生源について異常損害額を計算する  
異常損害額 = 0.8 × (5psi内の価額) + 0.4 × (1.5~5psi内の価額)
- ・各発生源のうち最も大きな損害額を異常損害額として選ぶ

17) 異常損害額の算出例

エチレンプラントの第2グリコール分離器の出口配管が完全破壊した場合の被害想定を行う。  
各係数は次のとおりとする。

a. 想定

- ・発生源は第2グリコール分離器
- ・可燃性物質はプロパン・ブタン混合液体

データ 圧力 = 27.6kg/cm<sup>2</sup> 温度 = 40℃  
液体密度 = 480kg/m<sup>3</sup> 大気圧 = 1.033kg/cm<sup>2</sup>  
分子量 = 48.62 燃焼熱 = 12,022kcal/kg

b. 選択

12インチの出口配管の破壊

c. 計算

- ・流出速度

$$G = Cd \cdot A \cdot \sqrt{98100 \times 2 \rho_1 (P_1 - P_a)}$$

$$= 0.6 \frac{\pi}{4} \left( \frac{1}{3.28} \right)^2 \sqrt{98100 \times 2 \times 480 \times (27.6 - 1.033)} = 2,190 \text{kg/sec}$$

- ・流出時間

槽には90,000kg保持されており、41秒間放出

された。槽への流入速度は30kg/secで無視できる程度である。全量流出したものとする。

- ・全流出量 90,000kg全量
- ・蒸気雲を形成した量  
物質はプロパン・ブタン混合液体であり、これはタイプ2に該当する。したがって

$$W_v = W_L = 90,000 \text{kg} = 90 \text{ton}$$

- ・TNT換算

$$W_e = \frac{W_v \times H \times f}{1111} = \frac{90 \times 12,022 \times 0.02}{1111} = 19.5 \text{ton (TNT換算)}$$

d. 被害地区の評価

当該プラントはあまり強固にできていないため1.5~5psiのサークルを適用する。

$$D_{1.5} = 1,700 \text{feet} \quad D_5 = 800 \text{feet}$$

まとめ

セジックグループの被害想定方法の特徴をまとめてみると、

- ・火災・爆発事故による被害想定として、通常考えておかねばならないほぼ最大の見込損害額と蒸気雲爆発による非常にまれな、しかも異常に巨大な損害とを分けて検討している。
- ・通常考えておかねばならないほぼ最大の見込損害額の想定方法としては、その工場のハード面・ソフト面および消防施設に関し点数で評価し、全損からそれらのパーセントを差し引いて損傷度を求めている。
- ・異常損害に関しては蒸気雲爆発を想定し、流出した危険物がTNT爆薬何tonと同じ破壊力を持つかの換算を行い、その被害の度合いを求めている。

以上、セジックグループの化学プラントに対する被害想定方法を紹介したが、この被害想定自体について“物的損害についての蒸気雲爆発の効果予測することは困難であり、数多くの仮定により成り立っていることに注意しなければならない”としていることも忘れてはならないであろう。

(なごう しょうじ/住友海上火災保険技術課)

# 流れ込む土砂がダムを埋める ダムの埋没・現状と対策

吉良八郎



注 A：堤高64mの重力式  
コンクリートダム(発電用)  
B：満水時におけるデルタ肩  
(前置堆積層)

写真1 経過年数45年で貯水容量の約98%が埋没した大井川水系千頭ダムの堆砂状況(1980年撮影の満水時航空写真、NHKの好意による)

## 1 まえがき

貯水ダムにおける堆砂による埋没問題は、古くは約5000年前築造されたといわれるエジプトの遺跡ダムの例を初めとして、近代的なダム建設の歴史とともに山積してきており、この問題の解決は古くかつ新しい課題として緊急性がきわめて高い。すなわち、河川開発のため農業用水、都市用水、水力発電、洪水調節、またはこれらを含めた多目的の貯水ダム群が河道に築造されると、自然環境の変化により新しい平衡関係を得るため河道全体の形態を変え、その上流側ではダムアップによって河川流況が変化し、堆砂現象が起こり、ダムは漸次埋没していく宿命にある。

この貯水ダムにおける堆砂現象は、一応砂防効果や河川砂利資源への活用面で効用をもたらすものであるが、他面において貯水容量を減少させ、本来の治水・利水目的である貯水機能を低下喪失させ、堆砂の進行に伴ってダム付属構造物の機能障害を誘起する。また、貯水池の上流側では、背砂や背水区間の遡上により河床や洪水位または地下水水位の上昇現象を誘起して、内水災害や土砂災害の多発激じん化の原因となることもある。また、ダム下流側においては、堆砂現象による流砂の遮断や河川流量の変化、または流下水勢による洗掘や分級作用によって、一般にダム下流河床が低下し、次第に粗大砂礫で覆われるアーミング効果

を呈するようになる。このようなダム建設による流砂阻止、それに基づいた下流河床低下は、洪水位低下による河道の安定化や地下水位低下による排水不良農地の改良などの面でメリットを示す場合もあるが、河川構造物の浮き上がりや洗掘・倒壊・露出・損傷などの被害、堤内地の井戸取水不能、塩水の遡上、地盤沈下、さらには海岸侵食の助長など多くの治水・利水機能の諸障害を誘起することもある。

以上のように、貯水ダムの堆砂現象は多くの利害・功罪をもたらすものであるが、我が国は米国に次いで世界第2位の大ダム保有国になっており、また、平均して年々約1%の貯水能が堆砂により減少している現状であり、特に最近では、背砂上昇に伴う洪水災害の危険性が社会問題として、ダム計画の前途に大きな課題になってきている。

この点、30年前話題を呼んだ「ダムの埋没——これは日本の埋没にも成り得る」と題する故中谷吉一郎博士の論説(文芸春秋、1951)は、省エネルギー時代を迎えた現在、ダム工学分野に警鐘を鳴らし、多くの教訓・示唆を含んでいることに驚かされる。最近ようやく新聞・雑誌・テレビなどを通じて、この種のダム堆砂による埋没問題が広く社会問題の一つとして取り上げられるようになってきており、他方、ダム建設面においても、建設省サイドでは貯水池保全事業として予算化され、農林水産省サイドでも河川管理施設等構造令に伴

う土地改良事業計画設計基準（ダム）の改訂に際して、ダムの設計堆砂量や堆砂分布形状の予測、堆砂対策などがうたわれるに至っている。

このような観点から、まず我が国におけるダム堆砂による埋没の現状を示し、現段階において実施または検討されている堆砂防除対策について述べてみる。

## 2 貯水ダムの堆砂による埋没の現状

我が国の年平均降水量は 1,750 mm で、世界平均の 730 mm からすれば水資源は一応豊富にみえる。しかし、狭い国土と人口密度が高いという点からすれば、人口 1 人当たりの年降水量は約 6,500 m<sup>3</sup> で全世界平均 32,000 m<sup>3</sup> の約 1/5 に過ぎず、水資源は相対的にみて潤沢とはいえない。また、我が国の開発可能な河川水量は年間約 1,350 億 m<sup>3</sup> とされており、このうち開発済みの約 650 億 m<sup>3</sup> を除いた限られた水資源を有効に利用するためには、ダム建設を中心にした積極的な水源開発が期待される。

この点、我が国には水文・地形則の関係もあり、有史以来稲作農業を対象にした小規模なため池の築造が多く、その数は全国で約 29 万か所におよぶものと推定されており、他方、堤高 15 m 以上の大ダム数は約 2,000 余か所を数え、国際的にみても米国に次ぐ大ダム保有国になっており、このうち約 70% 近くが多目的を含めた農業用大ダムである。

しかし、国土の約 1/3 が標高 100 m 以上の山地であり、自然の地形条件は極度に悪く、ダム建設費に対する貯水容量の規模はきわめて小さい。それと同時に、山地流域の地形・地質は急峻で地殻変動が激しく、しかも危険降雨としての局地降水量が大きいと、山地の侵食速度が世界平均の約 4 倍以上大きい。したがって、土砂収支の面からみると、全国で約 1 億 m<sup>3</sup> 以上の土砂が生産され、そ

の約 1/3 程度の土砂が主要な貯水ダム群に堆砂として捕捉され、他の約 2/3 相当の土砂が山腹や溪床に保留され、さらにダム下流側にも供給されて、それぞれ河川環境の変化に基づいた利害・功罪をもたらしているものと推測されている<sup>3)</sup>。

たとえば、図 1 は我が国発電用大ダム（堤高 15 m 以上、貯水容量 100 万 m<sup>3</sup> 以上）278 か所を対象にした全国・地方別の総堆砂量の経年変化を示したものである。これによると、1957 年ごろより急激に堆砂量が増加しており、その増加量は、1926 年ごろから 1956 年までの年平均 2,600 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> に対して、1957 年以降では 4,500 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> で倍近くの値を示している。これは、1950 年代におけるダム建設の影響がこの時点より順次現れていると同時に、流域開発の進展も大きく影響しているものと考えられている。さらに、表 1 は大ダム保有国の 1 位（米国）<sup>2)</sup> および 2 位（日本）<sup>3)</sup> の主要ダム当たり堆砂指標を巨視的に比較したものである。これによると、我が国のダム当たり平均貯水容量は米国の約 1/3 相当で比較的小さいのに対し、ダム当たり平均全堆砂率 R<sub>s</sub> は米国の約 5 倍近くできわめて高く、さらに、ダム当たり平均年堆砂率 r<sub>s</sub> も米国の約 1.5 倍近くに評価される。すなわち、ダム当たり平均経過年数がほぼ同じ（Y = 18 年）である彼我の堆砂指標をみると、貯水能は小さく、堆砂による埋没速度が比較的高いものと判断できる。

また、図 2 はダム計画画面でその適正評価が期待されている比堆砂量 q<sub>s</sub> (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>・year) の都道府県別分布を示したもので、q<sub>s</sub> > 10<sup>3</sup> の次数を示す静岡県・高知県を初めとして、全国平均 q<sub>s</sub> = 469 (≒ 500) を基準にすると、九州地方では宮崎県、四国地方では高知県・徳島県、近畿地方では和歌山県・奈良県、北陸地方では富山県・石川県・福井県、東海地方では静岡県・長野県、関東地方では山梨県などの諸県がこの値を超過しており、年降水量の

表 1 世界主要ダム保有国におけるダム当たり堆砂指標の比較 (Dendy、吉良)

国	供試ダム数	ダム当たり平均貯水容量	ダム当たり平均全堆砂量	ダム当たり平均全堆砂率	ダム当たり平均年堆砂率	ダム当たり平均比堆砂量	ダム当たり平均経過年数	備考
日本	349	C (m <sup>3</sup> ) 28.2 × 10 <sup>6</sup>	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> ) 1.9 × 10 <sup>6</sup>	R <sub>s</sub> (%) 18.42	r <sub>s</sub> (%) 1.02	q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> ・year) 460	Y (year) 18.42	吉良資料 <sup>3)</sup>
米国	969	78.0 × 10 <sup>6</sup>	3.07 × 10 <sup>6</sup>	3.9	0.72	—	18.2	Dendy 資料 <sup>2)</sup>

図1 全国・地方別の総堆砂量の経年変化(石川による)<sup>1)</sup>

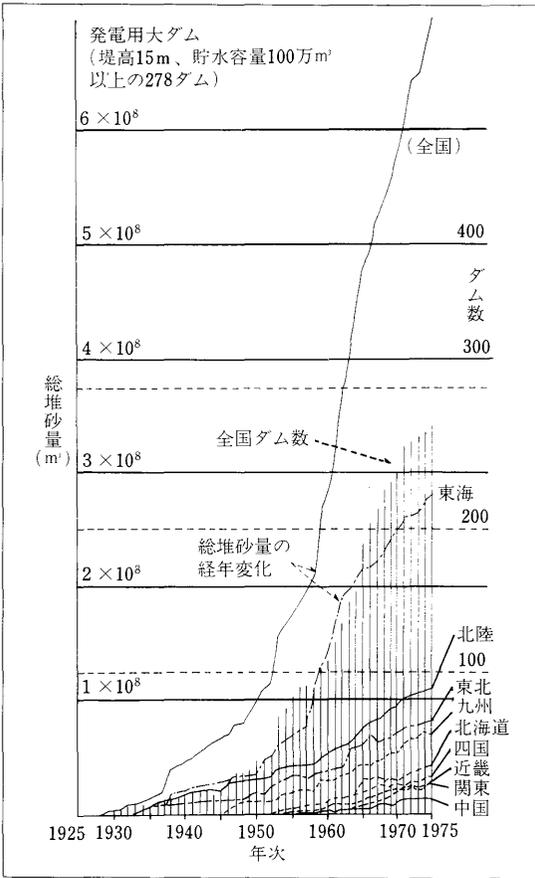
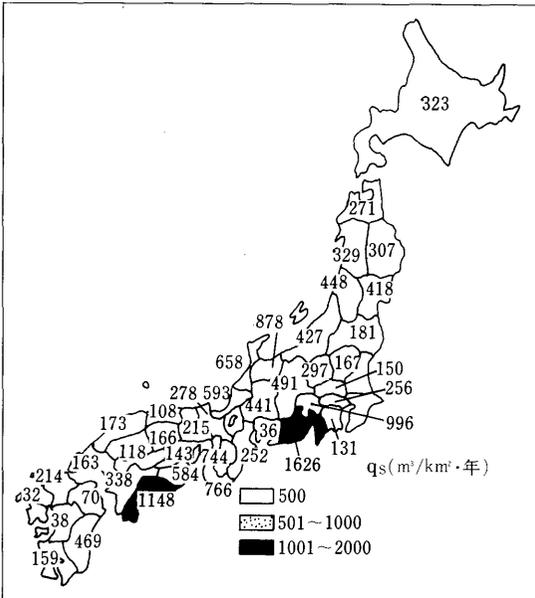


図2 比堆砂量 $q_s$  ( $m^3/km^2 \cdot 年$ )の都道府県別分布(吉良による)<sup>3)</sup>



都道府県別分布図<sup>4)</sup>と対応させるとかなりよい相関 ( $r = 0.503$ )を示している。この場合、 $q_s > 500$  または  $q_s > 1,000$  の地域別ダム度数分布をみても、それぞれ東海地方が最高値を示している。

また、個々の貯水ダムの堆砂実績を基に全堆砂率  $R_s = 100(Q_s / C)$  % と経過年数  $Y$  (年) の関係から埋没曲線  $Y_s$  (年) を予測すると、 $Y_s = 10^1 \sim 10^4$  年にわたりその変化のふれが著しい。たとえば、写真1は経過年数  $Y = 45$  年で貯水容量  $C = 495 \times 10^4 m^3$  の約98%が堆砂により埋没した大井川水系における千頭ダムの堆砂状況(1980年撮影の満水時航空写真、NHKの好意による)を示したものであり、デルタ肩(前置堆積層)がすでにダム付近に達していることがうかがえる。

### 3 堆砂防除対策

貯水ダムにおける堆砂防除対策については、古くかつ新しい問題として検討されてきたが、負荷要因の多様性と相まって画一的で抜本的な防除法が確立していないのが現状である。しかし、現実には前述のように年々堆砂が進行しているため、貯水ダムの恒久的な有効利用を図るとともに、貯水機能を回復して、堆砂による二次的諸災害を防止し、その危険性を軽減するため、既設ダムにあっては堆積土砂の除去・利用、今後の計画ダムにあっては総合的な堆砂防除システムの確立等、それぞれその時点で実現性の高い手法を積極的に開発・駆使して貯水ダム保全に努める必要がある。

すなわち、貯水ダムの堆砂防除対策としては、1)貯水ダムの計画段階における堆砂防除、2)土砂生産地における堆砂防除、3)土砂輸送河道における堆砂防除、および4)貯水ダムにおける堆砂防除などに大別できるが、これら<sup>5)</sup>のうち有効と考えられる個別的な防除対策を総合的に適用して、抜本的な対策を腐心・具現する必要がある。以下、一般的な堆砂防除対策について、具体的な実施例または検討例の概要について示してみる。

#### 1) 貯水ダムの計画段階における堆砂防除(適正なダム建設位置の選定と設計堆砂の適正評価)

ダム工学の分野で、ダム建設位置の選定条件として経済的で安全な諸項目が挙げられているが、さらに堆砂予測も加味してダムの適正位置の選定を行う必要がある。この際、設計堆砂量が貯水池の規模と関連して比較指標となるが、背砂上昇による治水上の問題の有無も重要な条件になってくる。また、設計上の問題としては、設計堆砂量や堆砂分布形状の適正な予測もダム建設位置の選定と関連して重要性をおびており、特に設計堆砂深の適正評価は、堆泥圧評価によるダムの安定計算の精度を左右するものといえる。

たとえば、コンクリートダム設計段階における外力の一つとして堆泥圧が挙げられており、総堆泥圧計算式として  $P_e = \frac{1}{2} (C_e \gamma_1 Z^2)$  が用いられているが、特に堆砂深  $Z$  の適正評価が、経済的で安全性の面からみたダム地点選定問題に関連してくる。この式で、 $P_e$  はダムの単位幅に作用する総堆泥圧 (ton/m)、 $C_e$  は泥圧係数、 $Z$  は堆砂深 (m)、 $\gamma_1$  は堆泥の水中単位体積重量 (ton/m<sup>3</sup>) で、 $\gamma_1 = \gamma (1 - \lambda) \gamma_0$  で示されるものである (ただし、 $\lambda$  は空隙率、 $\gamma$  は堆泥の見掛けの単位体積重量、 $\gamma_0 = 1$  は水の単位体積重量)。

社会がダム建設によって多大の恩恵を被ることは事実であり、水を貯え調整放流することは、灌漑、水力発電、工業用水や上水道の安定確保に役立っており、さらには水産増・養殖やレクリエーション施設の発展にも寄与している。また、洪水の被害を防止・軽減することは、ダム下流に住む人々にとって一つの恩恵である。しかし、他面においてダムの決壊または誤操作による洪水に起因する人命や財産の損失事故が世界各地で起こっていることは、残念ながら紛れもない事実である。

たとえば、最近175年間に世界中で600以上のダムの決壊と事故が報告されており、国際大ダム会議では、これらに起因した人命・財産の損失に対し、ダム所有者が負うべき責任について注意を喚起されたり、または、ある状況においては商業的なダム保険によってこの種の危険をカバーすることが適当であることなどが示唆<sup>6)</sup>されている。この場合、ダム決壊の原因には、不適当な設計、基礎の問題、

不十分な施工、不適当な操作と保守、その他各種のものを含んでいるが、ダム機能障害の主要原因の一つとして堆砂によるダムの埋没促進が挙げられていることから、ダム保険<sup>7)</sup>(またはため池保険)や洪水災害保険などの保険制度に、将来堆砂に基づいた土砂災害も適用される必要があるだろう。

## 2) 土砂生産地における堆砂防除 (流域の計画的な保全・管理)

ダム流域における堆砂防除としては、土砂生産地における防除、貯水池上流側河道区間での防除および貯水池背水終端付近での防除等が考えられているが、流域の計画的な保全管理による土砂生産地における防除が先決問題となる。この場合、堆砂の供給源である流域面からみると、流域の規模、地形・地質・地被条件、水象・気象条件または土地利用区分等によって決まる生産土砂量が堆砂防除対策を考える上で重要な決め手となる。

したがって、その主な対策としては、土砂生産を抑制するための流域の計画的な保全・管理や積極的な水土保全対策が挙げられる。具体的な生産・流出土砂量の軽減法としては、密な植生被覆の造成、深根性樹木の導入など、流域山地における植林、流域表土を固結し、水食・崩壊作用を防止するための各種の植栽・山腹工事、または造成地(農地や宅地)における各種の土壌侵食防止農・工法等が挙げられ、この際、貯水ダム流域内地目を一環とした総合的な水土保全事業を行うことが望ましくなってくる。

## 3) 土砂輸送河道における堆砂防除 (河道流送・貯水池流入土砂の調節防止およびその利用)

貯水ダム上流側における堆砂防除対策としては流域の保全・管理が先決であるが、次いで上流側河道区間や背水終端付近における流送・流入土砂の調節・防止・利用が重要な対策となってくる。

このような流送河道部においては、洪水流量の頻度・時系列および洪水位等を含めた掃流力が堆砂防除対策を考える上で重要な決め手となる。したがって、掃流土砂を貯水池上流側の河道部において調節防止する対策としては、まず溪流工事が挙げられる。このうち縦工事としての護岸工は、

水勢や堤防または溪岸を洗掘する場合において、その堤脚や溪岸の保護または兩岸の山腹工作物を維持するのに役立ち、横工事としての谷止工や砂防ダムは、流出砂礫を貯留して溪床こう配を緩和し、また、床固工は溪床の侵食防止に役立ち、それぞれ貯水池への流送・流入土砂を調節する効果がある。これらの主体をなすものは砂防ダムであり、その築造位置と方法は砂防ダム築造の主目的により異なってくるが、これら貯砂工には、在来型の小水抜孔をもった貯砂ダムに対して、最近は大水抜孔をもった除石ダム、ロープダム、格子ダム、篩ダム、スリットダム、櫛ダム、ビームダム、レーキダムなど除石型ダムも採用されるようになっている。

次に、貯水池の背水終端付近で流入土砂を積極的に制御する方法としては、1)背水終端付近で適当な方法、たとえば植生棚、各種貯砂工およびその複合ダムでいったん阻止・利用する方法、2)背水終端付近で適切な排砂施設やバイパス方式で貯水池外に放出する工法が挙げられる。いずれの場合も、主として掃流土砂に対して制御効果があるが、前者1)の場合には、堆積の結果として、さらに河床や洪水水位の上昇をきたすから、背水終端部が開発地で、その地点の背砂、背水の影響が懸念されない場合に適用するという注意が必要となる。背水終端付近が急傾した開発地で耕地や家屋等が存在し、直接貯水ダムの背水や背砂に基づいた内水災害が予測される場合には、河川堤防の補強かさ上げ、出水ごとに河床のしゅんせつ・掘削等を行い、常時安全な河床を維持するとか、または、積極的に現河床の掘削を行い沈砂池や骨材採取場として使用し、河床が現況以上にならないよう維持管理が必要となってくる。また、最後の手段としては、内水災害が予想される位置の家屋の地上げ、農耕地の圃場整備、さらには土地家屋の買取により、遊水池とすることも考えられる。

背水終端付近に総合的な堆砂防除システムの一環として複合ダム計画を立てる場合には、土砂の分級阻止、流木・ビニール類等の捕捉または粗砂礫の除去・活用を目的として、在来型の固定また

は可動式の貯砂ダム、除石型のビームダムやスリットダム等を段階的に設置して、出水ごととしゅんせつ・掘削して積極的に骨材砂利資源その他に分級利用することも可能となる。

後者2)の場合、排砂機構の性能と立地条件に基づいた工事費等の問題もあるが、総合的な堆砂防除システムの一環として、適切な排砂施設を用いてバイパス排砂すれば、洪水時に流入土砂の調節防止、堆砂の防除に役立ち、また、洪水時における洪水吐も兼用できることで貯水池の保全・管理上有意義な方法といえる。この場合、直接貯水方式の貯水ダムの背水終端付近で捕捉排砂したり、または間接貯水方式の貯水ダムで、その間接取水点や取水後導水路中で捕捉排砂するような場合の排砂施設としては、一般に頭首工で用いられている土砂吐・沈砂池利用の方式や溪流取水方式<sup>8)</sup>または渦動管（またはスリット管）排砂方式<sup>9~12)</sup>等の採用が有効といえる。このようなラセン流を利用した渦動管排砂工を流水条件下で施工して成功している米国・ソ連・インドその他の国における施工例をみると、シルトを中心にしたほぼ均一砂を対象にしているためスリット幅も一定で処理しやすいが、我が国では貯水池への流入土砂が粗大砂礫を含む混合砂礫であることが多いことから、香川県満濃池への間接取水地点、天川頭首工取付水路部に2基設けたように、スリット流入口（スリット幅）<sup>11,13)</sup>を可変自在とした渦動管装置等がより効果的となる。

#### 4) 貯水ダムにおける堆砂防除（沈殿堆積土砂の調節排除およびその利用）

貯水池内およびダム堤体部分における堆砂防除としては、しゅんせつ・掘削・分級による活用、開水路・排砂門・排砂管・ゲート等操作による掃流排砂、濁水密度流を利用した浮流排砂その他が挙げられる。貯水池内での頂置ならびに前置堆積層に相当する掃流砂部分は、減水期を利用した陸上掘削方式の搬出が可能であり、砂利採取を兼ねて実施すれば一石二鳥の効果が期待できる。他方、底置ならびに密度流堆積層の排砂法としてはしゅんせつがある。この場合、大規模な貯水池では大

型のしゅんせつ船を導入し、しゅんせつ・輸送・分級・濁水処理に関する諸施設をシステム化すれば、砂礫部分は骨材資源として活用できるが、大量のシルト・粘土部分の処置が問題となる。この点、シルト分の多い中・小規模のため池群では、腐植に富んだ肥効質の池泥を対象にして小型シルトポンプによるしゅんせつ・送泥・客土法<sup>14)</sup>を適用すればしゅんせつ・客土利用を兼ねた効果が期待できる。

また、貯水池の堆砂防除の一般的方法として、堆積土砂をダム堤体を通じて排砂する方法がある。この場合、堆積土砂の粒度構成により排砂法が異なるが、ダム付近まで砂礫を中心にした掃流堆砂が多い場合には、開水路方式による洪水排砂法<sup>15)</sup>や排砂管方式による各種の排砂法が採用される。後者、すなわち排砂管方式の場合には、従来の点排砂法<sup>16)</sup>より、池底縦断方向に渦動排砂管を延長させたいわゆる線排砂法<sup>17-19)</sup>の方が有望といえる。すなわち、前述のような流水中でなく、湛水状態の沈砂池や貯水池の場合でも、池底縦断方向に渦動排砂管を設置して効果的な排砂が可能となる。この場合、有効渦動管長を考慮した多連スリット調節ゲートの交互操作により完全排砂が期待できるが、その成否を決めるものは適正なスリット調節ゲートの開発といえよう。

他方、一般に貯水池のダム付近に堆積した底置ならびに密度流堆積層は、浮流形式によって沈殿・堆積したシルトや粘土、さらに腐植を含んだ wash load である場合が多い。このような場合には、サイホン式排砂法<sup>20)</sup>やオーバーフロー排砂法<sup>21)</sup>が挙げられる。また、濁水密度流が発達する貯水池の場合には、それがダムに達する時間を予知して、前述の底部排砂管、サイホン式排砂管またはバツフルウォール形式のオーバーフロー排砂法を適用すれば、浮流土砂の沈殿を阻止・削減し、余水の放出に役立つことになる。

最後に、堆砂防除を「禍いを福と化す」という考え方からみると、二次的諸災害を誘起する堆砂池泥を積極的に有効利用することも重要になってくる。この点、前述の骨材資源への活用はもちろん

のこと、干陸化したデルタ部分の耕地化利用や堆砂池泥の耕地への客土または放流泥水による肥灌漑なども腐植や肥効質に富んだ池泥の有効利用法といえる。

(きら たつお/神戸大学農学部教授)

#### 参考文献

- 1) 石川晴雄：発明用貯水池土砂堆積状況調査、電力中央研究所土木技術研究所、河川環境研究室、(1978)
- 2) Dendy F. E. : Sedimentation in the Nation's reservoirs, Journal of Soil and Water Conservation, July, August, (1968)
- 3) 吉良八郎・石田陽博・畑志志：日本による貯水池堆砂の実態、神戸大学農学部研究報告、11(2)、(1975)
- 4) 石川健二：日本の平均降水量は何ミリか？、環境情報科学、1(1)、(1972)
- 5) 吉良八郎：貯水池の堆砂問題、1974年度水工学に関する夏季研修会講義集(A-5)、土木学会水理委員会、(1974)
- 6) 日本大ダム会議、ダム安全対策調査分科会訳：国際大ダム会議、大ダムが第三者に及ぼす危険に関する委員会報告書、大ダム、(88)、(1979)
- 7) 農林省農地局：土地改良事業計画設計基準、設計(フィルダム)、農業土木学会、(1966)
- 8) 農林水産省構造改善局：土地改良計画設計基準・設計(頭首工)、農業土木学会、(1958)
- 9) 村幸夫、荒木正夫、加藤正義：貯水池堆砂防止機構に関する実験的研究、土木研究所報告、(94-6)、(1956)
- 10) Robinson A. R. : Vortex tube sand trap, Proc. A. S. C. E., 86 (IR-4)、(1960)
- 11) 吉良八郎、佐々木孝：渦動管土砂吐の効果について、神戸大学農学部研究報告、11(1)、(1973)
- 12) 芦田和男、高橋保、千田実：渦動排砂管の水理機能、京都大学防災研究所年報、(21-B2)、(1978)
- 13) 吉良八郎、佐々木孝、福山武：天川頭首工の堆砂防除対策について、香川大学農学部学術報告、11(1)、(1973)
- 14) 吉良八郎：貯水池の堆砂に関する水理学的研究、香川大学農学部紀要、(12)、(1963)
- 15) 安芸周一、白砂孝夫、齋藤茂：調整池の洪水時排砂方式に関する研究、電力中央研究所報告、(70520)、(1970)
- 16) Ullman F. : Particular features of the Gebidem dam of the Massa Hydroelectric Scheme, World Dams Today '70, J. D. A., (1970)
- 17) 吉良八郎、石田陽博、畑志志：渦動管排砂工の沈砂池への適用、神戸大学農学部研究報告、12(2)、(1977)
- 18) 吉良八郎、畑志志：ジェットフローゲートを有する渦動管排砂工の水理に関する実験、神戸大学農学部研究報告、14(1)、(1980)
- 19) 吉良八郎：渦動管排砂工の貯水ダムへの適用、神戸大学農学部水利用工学研究室資料、(1981)
- 20) Paush D. L. and Heinemann H. G. : Controlling reservoir trap efficiency, Trans. A. S. C. E., 18(6)、(1975)
- 21) 日本国土開発株式会社研究部：ダム貯水池堆砂排除に関する一実験、(1978)

# 協会だより

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

## 57年度防火標語が決まりました

前号でご案内した防火標語募集には、全国から総数49,587点の作品が寄せられました。この中から厳正審査の結果、昭和57年度の全国統一防火標語となる入選作が選ばれました。

審査員＝秋山ちえ子氏(評論家)、高田敏子氏(詩人)、川越昭氏(NHK解説委員)、石見隆三氏(消防庁長官)、平田秋夫氏(日本損害保険協会会長)

入選1点(賞金20万円)

●火の用心 心で用心 目で用心

山本春一(山口県下関市)68才

佳作10点(賞金各2万円)

田中登(島根県出雲市)、城戸智子(東京都多摩市)、浅田信孝(千葉県松戸市)、木村潔(愛知県名古屋市)、市川昭吾(神奈川県鎌倉市)、藤井七郎(静岡県沼津市)、森永正太郎(福井県福井市)、古屋牧男(山梨県塩山市)、渡辺力(千葉県千葉市)、島塚操(岐阜県岐阜市)

敬称略

## 奥さま防災博士の表彰式が行われました

日本損害保険協会では、自治省消防庁ならびに東京消防庁のご協力をいただき、昭和47年度から“家庭の防災責任者は奥さま”というテーマのもとに、家庭の主婦を対象とした防火防災思想の普及高揚を促進するための運動を展開してきました。その一環として毎年全国から防災意識の高い主婦を“奥さま防災博士”として選出し、地域における防災リーダーとして活動していただいています。

本年度も第10期生50名の方が決定し、去る1月23日、東京・新宿京王プラザホテルにおいて、表彰式が行われました。

10年目を記念して当日は、第1期～9期生の代表各一名をご招待したほか、前日22日(金)には、川崎市にある南部防災センターを見学、夕方座談会を行いました。

## 第10期奥さま防災博士(敬称略)

北海道 岩瀬よし江・芳賀月代

岩手県 藤倉ふさ子・千葉カツ子

宮城県 阿部則子

福島県 三浦ミエ子・永井清美

栃木県 高橋明子

茨城県 山田恵美子

千葉県 小林君江

埼玉県 荻部小百合・佐藤多美子・桑山和子

東京都 石原佳子

神奈川県 重本和子・秋沢昌子

長野県 小原さよ子

静岡県 小野とみ代

愛知県 山田伊都子・神谷美智子

三重県 野村千智

福井県 酒井富士子

新潟県 吉越幸子

富山県 関澤美保子

京都府 野口静枝

滋賀県 小森康子

大阪府 楠田秀子・門脇和代

奈良県 中彰子

和歌山県 津村博子

兵庫県 今村千津子

島根県 中尾寿子

島取県 河本栄子

岡山県 岡崎美智子・藤原光里・戸松悦子

広島県 川口謹子・小笠靖子

香川県 高木タミ子

高知県 中平勲子

愛媛県 大野美矢子・多田陽子

徳島県 筒井ミヨコ

福岡県 松倉みつゑ・赤松まゆみ

大分県 匹田幸子

長崎県 松本千代子

宮崎県 高平順子

熊本県 島田明美

鹿児島県 内村恵美子

56年11月・12月・57年1月

## 災害メモ

### ★火災

- 11・7 神奈川県横浜市港南区の住宅1階付近から出火。1棟約80㎡全焼。留守番の子供4名死亡、石油ストーブが原因らしい。
- 11・8 神奈川県藤沢市大鋸の丸加捺染会社工場で火災。工場2棟計1,100㎡全焼。女子工員の放火。
- 11・12 兵庫県神戸市中央区の通称国際マーケットで火災。木造バラック建て商店、倉庫など12棟約2,360㎡全焼。129戸、37世帯48名被災。
- 11・25 青森県青森市荒川の酸ヶ湯温泉宿泊施設3階の従業員室付近から出火。1棟約1,107㎡全焼。
- 12・1 福岡県田川郡赤村の住宅で火災。1棟約50㎡全焼。5名死亡。
- 12・3 北海道旭川市金星町の建設業田村組従業員宿舎から出火。同宿舎と隣接アパート計2棟約227㎡全半焼。4名死亡。
- 12・16 神奈川県藤沢市長後の住宅で火災。同住宅と隣接住宅計3棟212㎡全焼。3名死亡、1名重体。
- 12・27 京都府京都市東山の土木測量設計サンスイコンサルタント会社社員寮で火災。1棟延べ270㎡全焼、隣接洋装品店一部焼失。3名死亡。不審火。
- 1・11 青森県青森市千富の住宅1階から出火。1棟約70㎡全焼。3名死亡。石油ストーブの火の不始末らしい。
- 1・11 静岡県賀茂郡東伊豆町の熱川第一ホテル2号館付近から出火。3棟約1,990㎡全半焼。1名一酸化炭素中毒。たき火の不始末らしい。
- 1・21 神奈川県川崎市高津区の家具建具卸売業鈴商で火災。1棟約860㎡全焼。家具など約8,000万円焼失。
- 1・22 愛知県愛知郡日進町浅田

の新聞販売店1階から出火。1棟77㎡全焼。6名死亡。バイクに給油中漏れたガソリンにそばの石油ストープから引火、炎上したもの。

- 1・24 石川県加賀市山代温泉の土産物店1階より出火。同店330㎡と隣接わたなべ旅館1,987㎡の2棟全焼、3棟部分焼。10名重軽傷。
- 1・26 東京都練馬区豊玉南のアパート第一光荘1階から出火。隣接アパートと計2棟約175㎡全焼、2棟一部焼損。3名死亡、1名負傷。
- 1・29 高知県高知市竹島町の住宅2階付近から出火。同住宅と隣接住宅2棟の計3棟約250㎡全半焼。3名死亡。石油ストーブが原因らしい。
- 1・30 大阪府大阪市南区竹屋町のアポロマンション5階501号で火災。約20㎡焼損。3名死亡。

### ★爆発

- 11・9 東京都調布市布田の第2かねよし荘203号でプロパンガス爆発、炎上。両隣の計3室約70㎡焼損。3名死亡。
- 12・10 栃木県安蘇郡葛生町豊代の住宅でプロパンガス爆発。1棟40㎡全焼。3名死亡。
- 12・12 埼玉県春日部市大場のアパートさくらハウス1階でプロパンガス爆発。1棟70㎡全焼、別棟1棟半焼。2名死亡、1名重体。付近民家10戸も被害。
- 1・8 大阪府堺市津久野町の公団向ヶ丘第一団地12号棟201号でガス爆発。同室と上階室2戸66㎡全焼、1戸一部焼損。爆風で付近5棟約50世帯も被害。1名死亡、5名負傷。

### ★交通

- 11・3 福島県安達郡岩代町の県道で、泥酔運転のジープが秋祭りの山車の行列に突っ込み、水田に横転。2名死亡、14名重軽傷。

●11・29 北海道小樽市銭函の国道5号で、乗用車が追い越し中、路面凍結のためすべて横向きとなり、側面にトラックが激突。4名死亡、6名重軽傷。

●12・2 福島県福島市笹谷松川の東北自動車道下り線で、大型トラックのスリップ事故から乗用車、トラックなど計18台が次々と玉突き衝突。2名死亡、10名重軽傷。

●1・4 静岡県富士市の国鉄東海道線富士川一富士駅間で、貨物列車(20両編成)の最後部車掌車が炎上、全焼。石油ストーブの火がなにかに引火したらしい。

●1・14 京都府長岡京市神足の名神高速上り線で、大型トレーラーが路肩に停車中のトラックとマイクロバスに次々追突。トラックは大破しバスは横転。2名死亡、7名重傷。

●1・19 岐阜県不破郡関ヶ原町の名神高速上り線で、大型トレーラーが雪のためスリップし中央分離帯に乗り上げたため、後続車が次々と追突。約900mの区間でトラック38台、乗用車10台、バス1台が3グループに分かれて多重衝突。11名重軽傷。

●1・29 大阪府大阪市天王寺区の国鉄天王寺駅で、快速電車(6両編成)がコンクリート製車止めに激突。前部は大破。満員の乗客が将棋倒しとなり48名負傷。

### ★海難

●11・30 北海道奥尻島稲穂岬灯台東北東沖約19kmの海上で、石炭運搬船祥海丸(3,507t・17名乗組)がシケのため荷崩れを起こし遭難。9名死亡、6名行方不明。

●12・2 沖縄県石垣島南約650kmで、木材運搬船クリスタルスター号(3,046t・21名乗組)がシケのため荷くずれを起こし傾いて浸水。14名行方不明。

●12・2 富山県魚津市三ヶの約200 m沖合で、漁船第10魚水丸(14.4 t・12名乗組)が横波を受け7名が海中に投げ出され、1名死亡、5名行方不明。

●1・27 神奈川県川崎市川崎区浮島町沖の東燃扇島シーバースで、原油荷揚げ作業中のタンカーポリネシア(221,070重量t・29名乗組)のポンプ室から出火。1名死亡。

★航空

●1・15 滋賀県滋賀郡志賀町木戸の比良山系烏谷山で、セスナ172型機が墜落。3名死亡。

★自然

●11・20 山梨県北巨摩郡白州町の南アルプス甲斐駒ヶ岳で表層雪崩。浦和歩む山の会などの3名死亡。

●11・21 山梨県側富士山9合目吉田大沢で表層雪崩。冬山訓練中の2大学9名が巻き込まれ、4名重軽傷。

★その他

●11・4 京都府乙訓郡大山崎町の鑄造業東洋製鉄京都工場鑄物工場中央付近で、ぼん鐘の湯入れ式中、鑄型のレンガがはずれ、青銅1.5 tが噴出。参列者17名重軽傷。

●1・7 長野県岡谷市内山の岡谷塩嶺病院地下タンクから、暖房用B重油約4,000 ℓが塚間川へ流出。諏訪湖を汚染。

●1・20 横浜市緑区長津田の東名高速上り線で、操作ミスのため電光標示板に東海地震専用の地震警戒宣言を表示。

●1・21 愛知県岩倉市旭町のメゾンショーホー305号で、都市ガスによる一酸化炭素中毒で4名死亡。

★海外

●11・1 インド西部グジャラート州沖合のアラビア海で、漁船190隻

が強いサイクロンのため消息を絶ち、計1,300名以上の船員が行方不明。

●12・1 フランス・コルシカ島で、アドリア航空DC9型旅客機(乗員・乗客178名)がアジャクシオ空港に着陸直前近くの山腹に激突。全員死亡。

●12・11 インド・オリッサ、西ベンガル両州とバングラデシュでサイクロンのため大被害。約200万名が家を失い、漁民7,000名行方不明。

●1・6 アリュシャン列島タナガ島北約210 kmの大シケのベーリング海で、北洋底引き漁船第28あけぼの丸(549 t・33名乗組)が漁網巻き上げ直後船体が傾き沈没。32名死亡・行方不明。

●1・8 ソ連・モスクワ市内アルジャンケドジ機械工場で、実験用ロボット施設の屋根が積雪のため崩落。約50名死亡、数百名負傷したらしい。

●1・11 フィリピン・マニラ市のハリソンプラザ1階の電気器具店天井付近から出火。同センターとデパートショッパーズワールド2棟5 ha全焼。

●1・13 米・ワシントンで、ナショナル空港離陸直後のフロリダ航空B737型旅客機(乗員・乗客79名)が上昇に失敗。ポトマック川上の橋に接触。車6台を押しつぶし、川に墜落。74名死亡。乗用車関係では4名死亡、11名負傷。

●1・16 フィリピン・マニラ市の9階建てホテルオータニ2階207号から出火。7階以上全焼。8名負傷。

●1・27 アルジェリア・アルジェとオランを結ぶ鉄道で脱線事故。100名以上死亡、数百名負傷。

●欧米で大寒波

米シカゴで零下32度を記録。寒波による死者は1月末まで米で310名、西欧で100名に達し、各地で交通マヒ。工場の操業停止や会社閉鎖も多発。農作物にも壊滅的被害。フランス・ポーランドでは洪水被害。

編集委員

赤木昭夫 NHK解説委員

秋田一雄 東京大学教授

安倍北夫 東京外国語大学教授

生内玲子 評論家

岡本博之 科学警察研究所交通部長

鎌田俊喜 東京消防庁予防部長

小林章男 同和火災海上保険(株)

佐藤仁一 東京海上火災保険(株)

塚本孝一 日本大学講師

根本順吉 気象研究者

編集後記

◆本誌の配布業務合理化のために郵送読者のリストを整理しなおすことになり、先般継続ご希望の有無を調査いたしました。スケジュールの都合で、短時間でご回答いただかなければならないことになりましたが、ご協力いただきありがとうございます。◆今号グラフは、ホテル・ニュージャパンと日本航空の事故です。2月8日、9日はまさに悪夢の連続でした。事故原因の調査が進むと、ショッキングな情報が次々に発表され驚がくしました。「事故の教訓を生かそう」とは、毎回いわれることですが、本当にそうあって欲しいものです。2つの事故から1か月、マスコミですらで事故のショックも風化しはじめていたようですが、防災関係者は風化させることのないよう願っています。

(小関)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎第129号 昭和57年4月1日発行  
編集人・発行人 守永 宗  
発行所

社団法人 日本損害保険協会  
101 東京都千代田区神田淡路町2-9  
☎(03) 255-1211(大代表)

制作＝(株)阪本企画室

# 迫る炎と猛煙で32名死亡 ホテルニュー・ジャパン火災

昭和57年2月8日午前3時すぎ、東京都千代田区永田町2-13-8、ホテルニュー・ジャパン（横井英樹社長、地上10階地下2階）9階938号客室から出火。7・9・10階と塔屋計4,180㎡を焼失。同日午後0時36分ようやく鎮火した。当日は355名の宿泊者がいたが、逃げ遅れて煙にまかれたり窓から飛びおりなどして32名死亡、28名が負傷。消防職員も7名負傷。都内戦後最大のホテル火災となった。原因は938号室客の寝タバコらしい。938号室から出た火は、各客室の木製扉や客室間仕切り壁のすきまや木製部分から次々と延焼拡大した。上階へは、埋め戻し不完全のパイプ・ダクトシャフトなどを伝って延焼。内装材に可燃物が多かったこと、空調加湿装置が止められており館内が異常乾燥していたことなどで、火の回りも早かった。ホテルニュー・ジャパンは、8～10階部分のスプリンクラーが未設置の上、防火区画や防火戸も不備で、消防署から再三にわたり警告や改善命令を受けていた。また、従業員の初期消火や緊急時の対応の悪さもあって惨事を大きくしたが、調査が進むにつれ、従業員への防火教育も不充分の上、報知機の無許可改悪や緊急放送装置の故障など、設備・安全管理の両面に多くの欠陥があったことがわかった。

# 羽田空港、着陸寸前の異常降下

## 日航機墜落

昭和57年2月9日午前8時45分ごろ、福岡発羽田行日本航空350便DC8型機（片桐清二機長ら乗員8名、乗客166名）が羽田空港へ着陸寸前に異常降下、C滑走路手前進入灯に接触、バウンドして300m手前の水深1.1mの海上に着水した。この衝撃で機首部分もぎとられ、24名が死亡、150名が重軽傷をおった。

同日午後より、警視庁、運輸省航空事故調査委員会では原因調査が始まったが、同機4基のエンジンを回収、調べたところ、2基が逆噴射の状態になっており、操縦席の第4エンジンのスロットルレバーも逆噴射の位置に入っていた。スロットルレバーは二段階に操作しないと逆噴射には入らない設計になっており人為的に動かさなければ、墜落の衝撃をうけても逆噴射の位置には入らない構造となっている。さらに、操縦かんを機首下げの方向に操作したこともわかった。

19日の運輸省事故調査委員会による中間発表では、事故前日に異常飛行したことやボイスレコーダー、フライトレコーダーの記録等から、片桐機長の異常操縦が事故につながったことを示唆した。

# 刊行物／映画ご案内

## 防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

## 防災指導書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

コンピュータの防災指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

目のつけどころはここだ!—工場の防火対策—

## 防災読本

やさしい火の科学(崎川範行著)

イザというときどう逃げるか—防災の行動科学(安倍北夫著)

そのとき!あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

慣れすぎが怖い—ガスの知識

## 業態別工場防火シリーズ

① 金属機械器具工業の火災危険と対策

② 印刷および紙工業の火災危険と対策

③ 製材および木工業の火災危険と対策

④ 織布・裁断・裁縫・帽子製造工業の火災危険と対策

⑤ プラスチック加工、ゴム・ゴム材加工工業の火災危険と対策

⑥ 菓子製造、飲料製造および冷凍工業の火災危険と対策

⑦ 電気機械器具工業の火災危険と対策

⑧ 自動車整備工場の火災危険と対策

⑨ 染色整理および漂白工業の火災危険と対策

⑩ 皮革工業の火災危険と対策

⑪ パルプおよび製紙工業の火災危険と対策

⑫ 製粉・精米・精麦およびでんぷん製造工業の火災危険と対策

※既刊の下記防災図書は現在再版しておりません。

〔防災指導書〕

プラント運転の防火・防爆指針／危険物輸送の防火・防爆指針／ヘルスセンターの防火指針／自然発火の防火指針／スーパーマーケットの防火指針／LPガスの防火指針／プラスチック加工工場の防火指針／ガス溶接の防火指針／地下街の防火指針／駐車場の防火指針／高層ビルの防火指針／火災の実例から見た防火管理／都市の防火蓄積／ビルの防火について／危険物要覧／工場防火の基礎知識／防火管理必携／災害の研究／爆発

〔防災読本〕

M7.9そのとき—あなたの地震対策は?／現代版・火の用心の本／暮らしの防災知識／そのときあなたは どうする?—暮らしの防災ハンドブック／わが家の防火対策—予防から避難まで／安心できる暮らし(東孝光著)

## 映画

わんわん火事だわん〔18分〕

ある防火管理者の悩み〔34分〕

友情は燃えて〔35分〕

火事と子馬〔22分〕

火災のあとに残るもの〔28分〕

ふたりの私〔33分〕

ザ・ファイヤー・Gメン〔21分〕

煙の恐ろしさ〔28分〕

パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの)〔21分〕

動物村の消防士〔18分〕

損害保険のABC〔15分〕

映画は、防火講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。当協会ならびに当協会各地方委員会〔札幌=(011)231-3815、仙台=(0222)21-6466、新潟=(0252)23-0039、横浜=(045)201-7096、静岡=(0542)52-1843、金沢=(0762)21-1149、名古屋=(052)971-1201、京都=(075)221-2670、大阪=(06)202-8761、神戸=(078)341-2771、広島=(0822)47-4529、四国=(0878)51-3344、福岡=(092)771-9766〕にて、無料貸し出ししております。

社団法人 **日本損害保険協会** 東京都千代田区神田淡路町2-9 千101

TEL 東京(03) 255-1211(大代表)

# 火の用心 心で用心 目で用心

昭和57年度全国統一防火標語が決まりました。

## 日本損害保険協会の防災事業

### 交通安全のために

- 救急車の寄贈
- 交通安全機器の寄贈
- 交通遺児育英会への援助
- 交通安全推進への協力
- 交通債の引受け

### 火災予防のために

- 消防自動車の寄贈
- 防火ポスターの寄贈
- 防火標語の募集
- 奥さま防災博士の募集
- 防火講演会の開催
- 防災展の開催
- 各種防災図書の発行
- 防火映画の制作
- 消防債の引受け

## 社団法人 日本損害保険協会

朝日火災海上保険株式会社  
共栄火災海上保険相互会社  
興亜火災海上保険株式会社  
住友海上火災保険株式会社  
大正海上火災保険株式会社  
大成火災海上保険株式会社  
太陽火災海上保険株式会社  
第一火災海上保険相互会社

大東京火災海上保険株式会社  
大同火災海上保険株式会社  
千代田火災海上保険株式会社  
東亜火災海上再保険株式会社  
東京海上火災保険株式会社  
東洋火災海上保険株式会社  
同和火災海上保険株式会社  
日動火災海上保険株式会社

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

(社員会社50音順)

季刊

## 予防時報

第129号 ●昭和57年4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2-9 千101 電話=(03)255-1211(大代表)