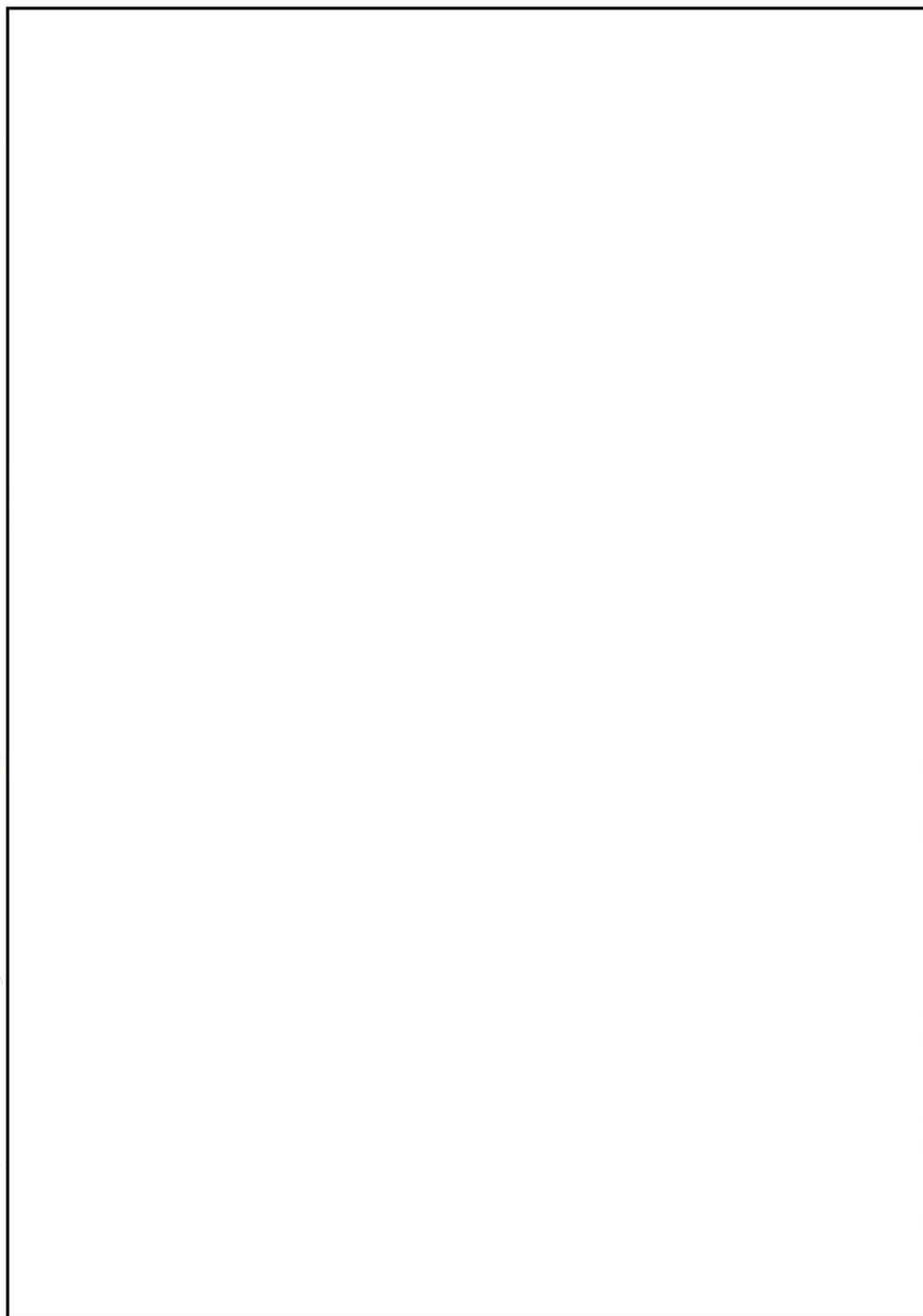


予防時報 1985—*summer* 142



浪花大雷落場所附

この瓦版は、「日本気象史料」(第3巻)追補に、次のように集録されたものである。

夜 大阪 兵庫 堺大雷二百餘ヶ所へ落雷
今左に其當時の讀賣の全文を擧げて以て参考とす安政三年丙辰八月十一日夜子刻浪花大雷落場所附け 當夏は日でりつゞきにて五月より雨ふり申さず六月に至りても日和つゞきにて七月十四日に少しふり其儘にてます 日でりとなり所々雨乞等有之候へども其しるしもなく八月十一日くれ頃より曇出しはげしく其夜子の刻より大夕立にてあたかも大地を引さく如く光りつゞけ鳴つゞけ生きたるこゝ地もなく子は親にしがみつき親父はかかにしがみつき夜の明るを待ち兼る(下略)

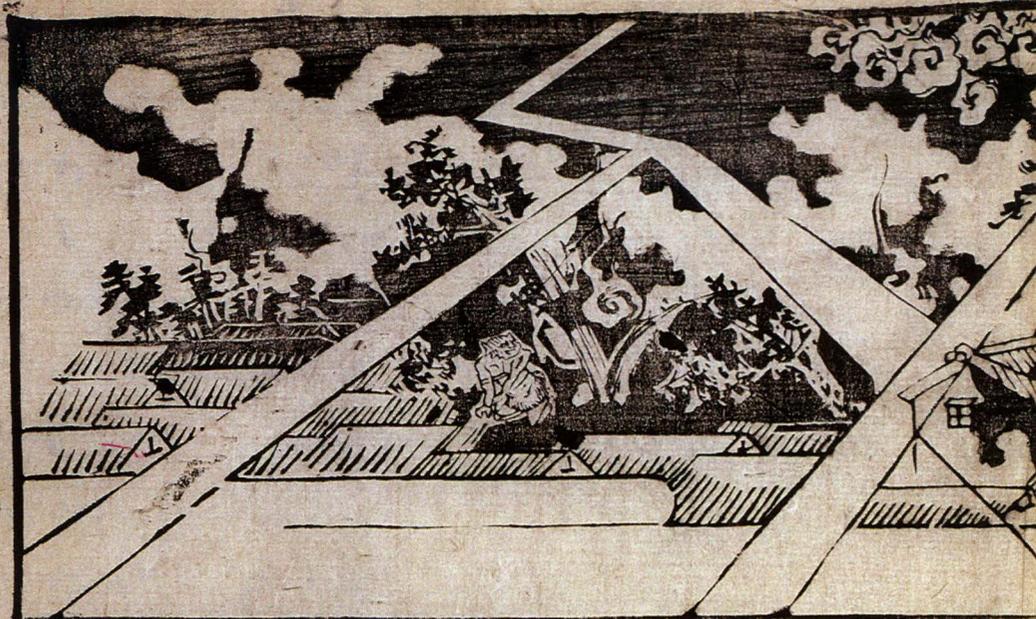
この落雷については、「日本気象史料」で

は先に第2巻第3編で、大阪落雷三十八所として「今日抄」の次の記事を集録している。

夜 大阪大雷 震三十八處

日本気象史料の記事の出典は第2巻の巻末に引用書名一覧として明らかにされているが、数えてみると、吾妻鏡をはじめその数は約600冊にのぼる。この600冊以外の史料(この瓦版もその一つ)を集めたのが第3巻の追補である。

ところで、大阪の雷の記録は安政3年(1856年)の前は文政5年6月(1822年)であり、これより後は慶応元年(1866年)であるから、当時大きな雷災はそれほど多くはなかったと思われる。安政3年の雷災が瓦版になるほどのビックニュースであったことは、充分うなづける。



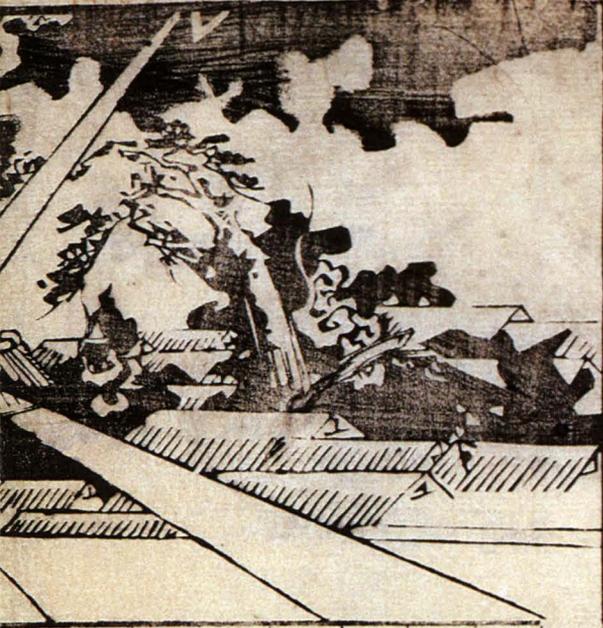
日 古 坊 山 あり 坊	山 新 やー 一 寺	お ち り 三 井 寺 八 寺	禪 修 村 家 之 別 焼	尾 之 橋 小 橋 橋 子 破 け	新 町 橋 側 後 丁	日 石 者 横 所	新 町 庄 一 寺 口	下 海 妻 一 寺 月 海 寺	生 玉 寺 居 前	上 塩 丁 夕 能 寺 前	寺 の 所 尊 寺 丁 本 寺	三 寺 寺 寺 寺 寺 寺	阿 波 橋 小 橋 寺 寺	三 寺 寺 寺 寺 寺	八 尾 町 寺 寺 寺 寺	橋 勿 勿 石 数 寺 所
寺 遠 二 寺 寺 寺 寺	橋 丁 安 田 寺 寺 寺	該 寺 丁 中 橋 西 大 田	裏 門 橋 西 橋 寺 寺 寺	寺 寺 橋 中 寺 寺 寺 寺	あ 治 川 新 橋 寺 寺 寺	の だ 町 寺 寺 加 寺	下 寺 寺 寺 寺 寺 寺	九 条 村 寺 寺 寺 寺 寺	小 寺 橋 村 大 根 寺 寺	日 新 寺 寺 寺 寺 寺	住 吉 加 寺 寺 寺 寺 寺	日 不 寺 寺 寺 寺 寺	日 不 寺 寺 寺 寺 寺	寺 寺 寺 寺 寺 寺 寺	日 寺 寺 寺 寺 寺 寺	日 地 下 寺 寺 寺

安政三丙辰八月廿二夜羽

か小ハおりかみかりおちをづけ

浪集重集場

苗及ハ日七リ後、此中ニ月より雨降りきたり
 六月ニありても雨降つてきたり七月ニありても
 ありは候てまはり日なりとありとも雨は未
 だ降りてきてもまはり八月土日月日くれは
 あり日曇り山けききとせげくま夜子の別り
 大夕立ありてあかひ大地を引さく如き光り
 けしけつづげ生るるん地もかく子、親、志み
 つき親父かかふ志み付之夜の晴る候事ある



さこ場 真市場

中ノ橋 渡松花屋

小浜 幸子目茂ノ内

新地 側中津花屋

佐後丁 中橋 塚幸妻

本町 舟高本ノ南入

あ古町 せんだん木

尻町 舟船日船彼

坊江 市池を

投花 様お又雲本

阿波 ぶのをー西入

あ古町 殊忠

権登 所けんさい橋

幸町 二丁目 寺松

雪路 登テお後すじ

日 業や大初

堂橋 正ヶ辻

あん場 在造三壽 鶴二而

大
 正
 三
 丙

予防時報

1985・7

142

目次

ずいひつ

樹は火を防ぐ／岩河信文	6
消えつつある防災俚語／千葉徳爾	8
落雷対策／川俣修一郎	10

ヒューマンエラー、その仕組み／林 喜男	12
---------------------	----

安全思想の国際比較／森田 孝	18
----------------	----

地球をむしばむ酸性雨／石 弘之	24
-----------------	----

座談会 編集を終わって

巨大な価値の集積場——倉庫の火災リスクを考える	30
上田三夫／加藤武弘／山本 勇	

インドの農薬工場事故／赤木昭夫	38
-----------------	----

危険物火災の実態と災害予防技術／二ノ宮喜八	43
-----------------------	----

防災基礎講座 化学物質の毒性について／西村正雄	50
-------------------------	----

地震 そのメカニズムから備えまで／大野稻三	57
-----------------------	----

高齢者と車社会／林 玉子	65
--------------	----

防災言 曲がり角にある交通安全対策／岡本博之	5
------------------------	---

協会だより	72
-------	----

災害メモ	73
------	----

表紙写真／片山利弘

SPACE-7. 白の狂想曲 1984 ACRYLIC & CRAYPAS+ METAL
ON CANVAS, 256×164cm

カット／岡 昌平

曲がり角にある交通安全対策

現在の交通情勢は、交通事故による死者の数の増勢基調が崩れず、極めて厳しい状況におかれており、安全の確保を基本にする考え方の後退は許されないが、他方において、交通問題を取り巻く諸情勢は大きな変ぼうを遂げつつあり、こうした新しい時代に適合した、より高度の施策の推進の必要性が痛感される。

すなわち、免許人口は5,000万人を超え、車両保有台数は6,500万台、運転免許適齢人口当たりの免許保有率55%、1世帯当たりの四輪自動車は約1.2台に達するという、驚異的な自動車需要の伸びに伴って、国民のみんなが自動車の利用者でもあり、また、ときとして交通上の弱者の立場にもなるといった、人と車との相互理解が深まり、共存共栄の状態が次第に醸成されつつある。また、交通事故の発生内容も、下表に示すように、交通弱者たる歩行者、自転車の死者は、減少基調を続けており、かわって、車両相互や車両単独の車両乗車中の死者の比重が高まっていくという、いわゆる先進国型発生パターンの方角へと進んでいる。

項目 \ 年	30	40	45	50	59
歩行者	3,207	4,213	5,939	3,732	2,576
	50.3	33.7	35.4	34.6	27.8
自転車	1,148	1,746	1,940	1,254	947
	18.0	14.0	11.6	11.6	10.2
四輪	1,187	2,865	5,612	4,013	3,391
	18.6	22.9	33.5	37.2	36.6
二輪	413	3,253	2,941	1,696	2,322
	6.5	26.1	17.5	15.7	25.1

(注)①上段：絶対数、下段：構成率(%)
 ②昭和45年は、過去最高死者数の年

このような交通事故発生形態の変化がもたらされた最大の原因は、これまでの官民あげての施策の推進がその効果を発揮しているものと考えられるが、従来は、とりあえずの対策として、交通弱者を守ることを第一義とし、やや極端な言い方かもしれないが、そのためには車両交通の利便性はある程度犠牲にしてもやむを得ないといった、かなりせっぱ詰まった考え方が強かったように思われる。前記のような、車両交通の国民生活に占める比重がますます大きくなっている現状においては、安全の問題を基本としながらも、同時に車両交通の円滑性も向上させていくような、より高度の施策が考えられねばならないであろう。

交通の安全と円滑の問題は、本来相補完する関係にあることは、本誌118号の防災言でも論じたところである。いよいよ、安全から一歩進んだ、より総合的な交通対策の時代へと向かいつつあるように感じられる。

防災言

岡本博之
 科学警察研究所交通部長
 本誌編集委員

樹は火を防ぐ

岩河信文

建設省建築研究所



“テレビ気象台”という番組で、冬の火防木を紹介するため、適当な生垣を探していたときのこと、水海道市で、樹木が火を防いだという話を耳にし、早速、その家を訪ねてみた。「隣が火事になってね。でも、おらがところは、あの樹のおかげで助かっただよ」おじいさんは、満足げに話をしてくれた。あの樹とは、サンゴジュであった。

樹木は火を防いでくれる。古くは藤原頼長の文庫周辺の芝垣は、書物を火災から守るものであったといわれるように、樹木が火に耐える力は、以前から認識されていたようである。各地でも、さまざまな樹がその目的のために用いられている。伊豆ではサンゴジュ、静岡ではイヌマキ、島根ではクロマツ、そして筆者のいる研究学園都市周辺では、筑波山の北はモチノキ、南はシラカシ、県南ではサ

ンゴジュが防風を兼ねた火防木である。

樹木に関する書物、図鑑などから、火との関連記録を整理してみる。「材」が難燃といわれるものは、ミズナラ、ナナカマド、チークノキ、キリ、カシワ、ニセアカシア、タイワンネムノキ、ショウベンノキ、アワブキ、ミズキ、サンゴジュであった。なんとなく水っぽい名が多い。文字通り「防火樹」として示されているのは次の3種である。サンゴジュは、「古来、火防せの樹と称す」。イチヨウは、「火くいの木、火防せいちょう、火防の木、水吹き公孫樹、霧吹きいちょう」などと呼ばれる。コウヤマキは「火防せの樹と称す」とある。このほか、ヤマモモ、スタジイ、マテバシイ、シラカシ、セイヨウヒイラギ、フクギ、アオキも火に強いという。

なお、ナンテン（庭中に植え火災を避くべし）、ソテツ（強く火患を避く）、シキミ（軒に吊し鎮火まじないとす。毎朝かまどに1葉ずつ投ずれば、火防の効あり）などの言い伝えもみられるが、実効のほどは定かではない。

樹木は、火に対したとき、どのような対応をするのであろうか。火災に際し、樹木が火熱に対面するのは、その樹冠を覆っている葉である。葉は、加熱されると変色と同時に葉裏の気孔から烈しく蒸気を発生する。蒸気は音を伴い、しかも極めて強烈で、近くの灰などは吹き飛ばすほどである。生き物である樹

ずいひつ

木の葉は、受けた熱のうち過剰な部分をこのように潜熱伝達によって放出し、葉内温度の上昇を防ぐことができるのである。すなわち、樹木の防火力は、葉内含水量の多寡によって大きく左右されるものといえる。

この熱に対する樹木の抵抗も、受熱量がある限界を超えるまでであり、蓄熱量が放熱量を上回るようになると、体内の熱収支バランスは崩れ、熱分解に至る。この限界値は、高いもので15,000Kcal/m²h、低いもので12,000Kcal/m²hほどである。安全性をみて、生きた樹木の発火限界(輻射受熱量)は、12,000Kcal/m²h、温度にして約400°Cであるといえよう。

これに対し、木材の場合は約5,000Kcal/m²hの熱で発火し、そのうえ、ひとたび発火するとその個体が燃え尽きるまで燃焼が続く。

ちなみに、人体の許容輻射熱量は2,050Kcal/m²hといわれている。これが実際の程度のものなのか体験された方は少ないのではなからうか。建築研究所で行われた実験に被験者の1人として参加した筆者には、それはもう熱いというより痛いという感じであり、火傷をスローモーションでする如く、額とのど仏が真っ赤にはれ上がった。特に熱に強く30分もちこたえた1人を除くと、大方は10分程度であったが、筆者は6分半しかもたなかった。最も弱かったのは当時学生のG君で、1,950Kcal/m²hながらわずか4分で逃げだして

いる。蛇足ながら、この熱に弱いG君は、現在、消防の仕事についているとのことである。熱探知機としての能力を買われたのではなからうか。

人間が、このように熱に弱いのに比べ、樹木は、その数倍もの熱に耐える力を持っている。この防火力により樹木は、実大実験でも証明されているように、1棟火災程度なら、ほぼ完全に延焼を遮断する効果をもたらす。したがって、その適切な配置によっては、市街地火災に対する延焼遮断帯としても極めて有効なものとなり得よう。

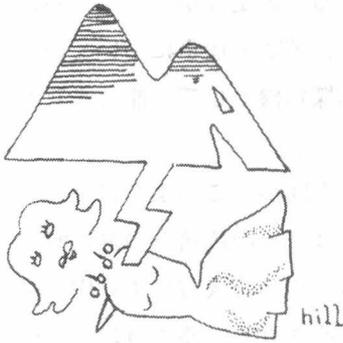
さらに、樹木には、一般の建築物や木材と異なり「立消え」という特性がある。樹の一部に火が移っても、木材の如く最後まで燃焼が続くことはなく、その部分が炎上した後、必ず立消え、再び新たな部分に火が移るという現象を繰り返すのである。したがって、1本または1列の樹木が完全に焼失するには時間を要する。そのうえ、樹木は、焼失しない間はその形状を維持しているため、遮蔽物としての機能を保つことができるのである。こうして樹木が火熱に耐え、延焼を遅延させている間に、消防が体制を整えることができようし、また、人々が樹木によって熱を遮られた安全な道を通して避難することもできよう。

都市防火対策の1要素として、樹木の防火力は大いに活用してしかるべきものとする。

消えつつある防災俚諺

千葉徳爾

明治大学文学部教授



30年ほど前に、学生をつれて、当時まだ盛大に稼行していた別子銅山を見学に行った。坑内に入る段になって、案内係が「女の方は坑外で選鉱場を見ていただきます」と言うと、女子学生の1人がけわしい声で、「何で女は中に入れませんか」とかみつくように質問した。案内者は物柔らかに、「入ってもいいですが、素っ裸になれますか。それでもよければどうぞ。中は熱いんですよ。60℃以上あります」と答えた。さすがに男まさりの彼女も黙ったが、私は、ハハア、うまく答えたわい、と感心した。事実、入ってみると海面下600mの地底は猛烈な高温で、我々男たちもパンツ一つに雨のような漏水よけのゴムがっぱ1枚の姿で、汗みづくで切羽を歩き回ったのだが、実は女性を坑内に入れないのは温度とは無関係に、鉱山の全国的な古来からの慣習である。

坑道をアナという言葉をもんでシキと呼び、坑内では拍手や歌を唱うことを禁じ、小便も竹筒にとるといった行為が守られてきた。山を守る神、つまり、いわゆる山神が女性であり、同性が山中に入るのをねたみ怒って災害を起こすと考えられたからである。山中で行動する山子、杣、獵師などにも同じ信仰があって、修験道の山岳信仰も霊山に女人の登拝を禁じた理由はこれであった。

山中は平地の俗界とは異なり、災害や危険の発生しやすい環境にある。地底はなおさらのこと、現代ですら決して安全に作業を継続していける状態にあるとはいえない。しかしながら、それらを見そなわす山の神は拍手や歌を唱うという、神を招く作法を行うことによってその場に来臨される。このことは現代の神社の祭儀をみても知られることだが、もしみだりの時に山の神のように怒りやすい神がこられては、はなはだ迷惑なことになる場合が多いのである。今では合理的な解釈として、山中積雪の多い場所や、坑道の落盤の可能性のある所で高音で空気を振動する行為をおかすのはよくないからなどと説明するが、新しい民俗学の立場からは、女性はねたみの塊だからなどという近代的女性観と共に、簡単に賛意を表すわけにはいかない。もっとも畏敬すべき山の神が、ねたみ深いなどとはそもそも不敬であって、そういう輩こそ神罰を

ずいひつ

受けるに違いない。そのような解説こそ浅薄で災害に劣らぬ精神的危険をはらむ。山中で女性が行動することを忌み避ける慣行は、日本ばかりではなく、アジアの諸民族、ことに人類史の古い姿を保つ狩猟民たちにも広く認められるからである。

その理由を説明し始めると長くなるからしばらくおいて、現代の日本でも、この習俗の一端は山村や鉱山に残るばかりか、大地を相手に挑む近代のトンネル工事その他の土木事業でも、思わぬ危険が伴う作業場には引き継がれてきた。もともと男ばかりの地底に、たまたま女性の姿が現れることが、男たちの緊張を緩めて危険につながるおそれが絶対にない、とだれが保証できるであろうか。そして、もし男女平等の主張に従って女性が仕事に参加したとき、何かの事故がそれに引き続いて発生したとすると、必ず「これまで禁じられていた戒めを守らなかったからだ」という評判が立つことは、世界中どこの民族にもみられるところである。おそらくこの評判は、当の責任者をその職務から追い、つぎの責任者には再びそうした行動をとらせない力となるに違いない。

蛇足だが、上記のような古来の信仰や、その変容につながる習俗のほか、現実に発生する災害経験を表現した伝承もあることはいうまでもない。たとえば人が屋敷を構えるに

当たって、避けるべき位置といわれているものに、「尾崎・谷口・堂(宮)の前、しょぼしょぼ水の渡り上り」というのがある。山の尾根が平地に下る所、山から谷が流れ出る口、これらは、日本では山崩れや出水で災害の及びやすい場所であること、いうまでもあるまい。しょぼしょぼ水というのは、谷というほど大きくはないが山腹がややくぼんで湧水が流れ、一見、屋敷を構えるとき飲用水などが得やすい、と思われそうな場所である。しかし、そうした地形の多くは地中に割れ目があって、そこから雨水などが浸透し、豪雨の際に水圧が加わって崖面が崩壊しやすい所でもある。それでは堂(宮)の前はなぜよくないのか。それは聖地だから俗人が居住すべきでない、というのが通常の解説だが、実はそれらの所在地は、多く何らかの怪異や災害がかつて発生した場所であった。そうした恐るべき事件の再発をしないために、人々の注意と霊異の鎮圧を願って堂や宮が建立されたのである。ちょうど、馬がたおれた場所に馬頭観音、子供が車にひかれた所に地藏尊が立てられるようなものであって、これを死霊供養と解するようになったのは新しい現象であり、同時に、この「尾崎・谷口云々」の戒めの意味がわからなくなってしまったのである。「世の中の変わり目」というのは、このような形でやってくるものらしい。

落雷対策

川俣修一郎

宇都宮大学工学部教授



雷に関する研究の歴史は古く、250年の歳月を積み重ねている。これに先立ってヨーロッパでは、摩擦によって生ずる電気による火花の研究が行われていた。それまで使われていた電池の電源では、電圧が火花を生ずるほど高くなく、簡単に作れる摩擦電気の発生器（静電発生器）によって容易に火花を発生することができたということは、当時としては画期的な出来事であったと思われる。

ヨーロッパ各国の教授（これは職名ではなく終身の称号であったと思われる）と呼ばれる人たちは、こぞって電池あるいは静電発生器（静電発電機と同じ）を電源として、不思議な電気によって生ずるさまざまな現象を見出し、ついで、それら現象をつなぎ合わせる研究、つまり、こちらの横顔の人物とこちらの横顔の人物とは実は同一人物の横顔写真

であるという判定をするための研究に熱がこもっていた。

当時、ヨーロッパ各国間に伝わっていた情報の伝達時間は3か月以下であったから、各国で文明開拓の担い手として自負していた教授たちも安閑とはしていられなかったはずである。

当時すでに電池との関連で、電離をし、イオンを生ずる現象にはじまり、火花現象も電離による現象であるということから、電気による化学反応の促進、生物の神経系への刺激作用、特有の波長の光を出すスペクトル光線などにもおよび、一流であると自負していた教授たちはほとんどすべてがこの分野で研究をしていた。

アメリカ移民の子として先に米国に渡っていたフランクリンが、当時のヨーロッパでは落伍者であったと思われる英国人教授が、研究用器材一式を携えてアメリカに移民した後の研究室を見学させてもらった。後日、フランクリンが感想を書いているが、見学後の感想として教授の研究は大したことはなく、「あれ以上の研究を私にできると自信をもった」とのことであった。

見学後、夢中になって科学の勉強をし、極めて短い期間の後に、実験室火花と落雷現象とを十数項目にわたって詳細に比較し、それらの中の9項目までが完全に一致するので、

ずいひつ

両者は同一の現象であると断定した。これがフランクリンの最も大きな業績である。

その後フランクリンは、仮説であると断って、その上で避雷針のアイデアを公表した。彼のアイデアによれば、高い塔の上にさらに高くなるように先端のとがった接地金属棒を取り付ければ、雷雲が頭上にある時には、棒の先端で生ずる放電によってできる正のイオンが、雷雲にまで上って雷の電気を中和するであろうということであった。その考え方の中には、雷雲中で時時刻刻生ずる静電気の量と避雷針の先端から供給する正イオンとの釣り合いの考え方がまったく入っていない。もちろん、正のイオンが雷雲まで上るに要する時間などもまったく入っていない。

このような避雷針ではあったけれど、ヨーロッパに、フランクリンの考え方が伝わり、2年後には教会の尖塔の上に避雷針が取り付けられ、そこではフランクリンが想像もしなかったことが起こった。避雷針によく雷が落ちたのである。そのようなことから、避雷針が誘雷針と呼ばれるようになった。

背の高い避雷針に雷が落ちる現象は、前記の実験室火花とよく似た現象である。実験室火花を用いれば、だれでも同じ結論に到達するはずであるけれども、高い尖塔の近くに避雷針による保護範囲が生ずる。その保護範囲が、はじめ先端を見上げる角度が30度、つぎ

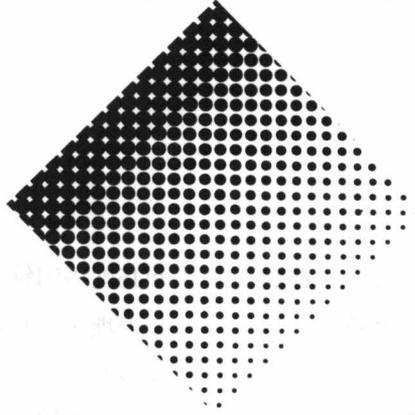
が45度の円錐形となり、1980年には玉ころがしの理論とやらで、半径約50mの球を地上でころがし、その球に接触するであろう地上の建造物の端は保護範囲に入らないとする考えにまで進展した。

しかしながら、現在すでに保護範囲という場所ができるか否か疑問視する人も多くなりつつあり、高い塔の付け根の部分に落雷があったという写真も幾つか公表されている。前記フランクリンは、実験室火花とは完全に一致しているとはいっていない。功を焦るそこつな人たちに惑わされぬ信念が科学者に必要であることを教えている一事であると思う。

フランクリンに敬意を表しているならば、私の仕事の内容は、実験室火花と一致していない点を具体的に指摘し、明確にした上で安全対策までを考えるという内容である。

落雷が起こる15分から30分前に生ずる前駆現象の発見は、落雷警報器として、すでに尊い人命を数多く救っているはずであるし、現在手掛けている誘導電圧の研究は、間違った学問の理解の上に組み立っている技術によって、通信回線の事故が減少しないとわかった時に光明を与えると自負している。

最先端の学問からハイテクと呼ばれる産業界の隆盛までには約20年の歳月が必要である。その間、科学者は孤独である。絵を描き、釣をするなどの趣味が孤独者を支えている。



ヒューマンエラー、その仕組み

人間工学の立場から

林 喜男

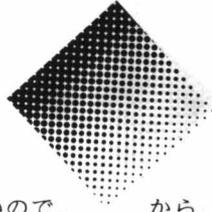
1 まえがき

ヒューマンエラーの仕組みを考えるに当たって、我々が日常生活で起こる小さなエラーの仕組みについてまず考えてみよう。

私は大学に毎日通勤しているが、年4～5回電車の定期券を忘れることがある。季節的には夏が多い。また、別の角度から観察すると、季節の変わり目にエラーが起こっている。その原因は単純で、定期券を入れている上衣なり、ワイシャツを取り替えるときに起こっている。日常のことだから、上衣を取り替えたからといって、高い確率で定期券を忘れるわけではない。よく観察すると、単純なエラーもあるが、多くはエラーを起こす誘因がある。その日少し寝坊し慌てて出勤したとか、前日の用意が悪く慌てて本をかばんに詰めて出勤したとか、こういったことが誘因になっている。もう少しせん索するともっと別な誘因があるだろう。

要は、エラーが起こるのには大部分の場合、そこに何らかの原因があるといいたいのである。

別の例で考えてみよう。私は毎朝ラジオ体操をしている。午前6時半に起きてラジオ体操をやるのではなくて、テープにラジオ体操の番組を録音し、それを7時30分にかけて体操をしている。そのときのエラーは、テープデッキの電源を切り忘れることである。一時期、このテープデッキの電源を切り忘れる確率が非常に高いときがあった。この原因は、テープを巻き戻してから電源を切ることで、テープ巻き戻しに約10秒かかる。この時間を待ち切れずに新聞を見る、あるいはトイレに行く。こんなことをすると、必ずといっていいほど電源を切り忘れる。電源を切り忘れること自体はそれほど大きなことではないので、忘れてしまうのだろうか、でも、あまりにも別の事をするとう忘れ確率が高いのには驚く。月に4～5回はこの電源の切り忘れが起こる。定期券を忘れると電車賃



を往復約1,000円支払わなくてはならないので、その損害は多いが、テープデッキの電源の切り忘れは損害は少ない。もしかしたら火災になるかもしれないけれども、現在の機器の安全性からいえばそんな事が起こる確率は皆無に近い。たかだか電気代だけの損失だろう。たぶんこんな深層心理が働いているのだろう。定期券を忘れる確率より、テープの電源の切り忘れの確率は10倍高い。現在は、テープの巻き戻しをしているときには別のことはやらないということにしているので、この電源切り忘れの起こる確率は、定期券を忘れる確率にほぼ同じくらいになった。でも、その確率は約 10^{-2} /日ぐらいである。

両方ともエラーの起こる確率をもっと下げる方法があり、私は現在これを実行している。前者の対策はチェックリストを用意することである。家を出るときに必要な項目のチェックリストを書き、これで確認して家を出ると、まず上記のエラーは 10^{-2} /日から 10^{-3} /日に確率が下がってくる。しかし皆無ではない。この10年間一度も起こったことがないとすると、この確率は1日当たり 3×10^{-4} ぐらいになる。まだまだ気を引き締めて事にかからないと、エラーの起こる確率を 10^{-4} /日のオーダーに持つてくることできない。

テープの電源の切り忘れは、作業手順を変更することによって皆無にすることができる。それはテープを回し、体操が終わったら電源を切ることにすればいい。体操を始める時に巻き戻してやればいい。こんなふうに作業手順を変更することによってエラーをなくすることができるものもある。このことは安全対策をする上で重要なことである。

ちなみに、工場災害の起こる確率は年に 10^{-4} 回が現在の値である。定期券を忘れるといった小さなエラーを年 10^{-4} 回程度にするためには、ちょっとやそっとのことでは達成できないといったこと

から、企業での災害防止がいかに大変であることがわかるであろう。

さて、以上日常生活に起こった二例のエラーの観察の結果、

- (1) エラーが起こるのには必ずといってなんらかの誘因がある
 - (2) 変更を伴うときにエラーが起こりやすい
 - (3) エラーの結果の重大性によって、エラーの起こる確率が異なる
 - (4) 手順変更によって、エラーの起こる確率を下げるができる
 - (5) エラーの防止は非常に大変である
- というようなことがわかるだろう。

2 工場におけるヒューマンエラー

工場の中ではいろいろな種類のヒューマンエラーが起こっているけれども、話がわかりやすいバルブの誤操作の例で話を進めていく。

神奈川県高圧ガス協会で行った神奈川県のコムビナートにおけるヒューマンエラー調査では、次のような結果を得た。

バルブ操作で、人間の行動結果が

- (1) バルブ操作の順序を間違えた
- (2) 別のバルブを操作した
- (3) 操作の方向を間違えた
- (4) すべき操作をしなかった
- (5) その他

の5種類に分類されるが、この中で、その他を除いて一番多かったのはバルブ誤操作109件中45件が、(4)のすべき操作をしなかったで、全体の41%を占めている。なぜしなくてはならないバルブの操作をしなかったのだろうと読者は不思議に思うだろう。これはまさしく、前節に述べたようにテープデッキの電源の切り忘れに相当する。原因を



調べてみると、他の作業が割り込んで、ついやるのを忘れてしまったとか、こんな事態になるとは思わなかったといった、自分のした結果の重大性の認識の欠如がその一つの原因となっている。これは、前節の定期券を忘れる確率と、電源を切り忘れる確率とが、結果の重大性と同様深いものと同じである。さらに分析していくと、このような行為は慣れた作業に起こることが多い。慣れに基づく行動で、普段はうまくいっているのに、ついつい気の緩みで忘れてしまうということが多い。

人間は、あることがどのくらいの確率で起こるときに、自分にはそのことが起こらないと思うのだろうか。タバコを吸って肺ガンになって死亡する確率は、1日20本以上吸う人は年間1人当たり 500×10^{-5} といわれている。この確率はかなり確率の高い値であるにもかかわらず、自分はタバコを吸って肺ガンで死ぬとは思っていない。自動車を運転して事故死する確率は約 2×10^{-4} /年といわれている。だれも車を運転して死亡事故に遭うとは思ってない。工場における災害事故の起こる確率は、日本では 10^{-4} /年といわれている。工場内で小さな事故はもっとたくさん起こっているだろうが、この数字をみればわかるように、そうめったなことで事故にまで発展はしない。そこに作業者に気の緩みが生じ、あるいはすきが生じて、やるべき操作をしなかったといったエラーが生ずるのである。

事故というのは起こるはずがないところに起こるものである。だれも予想もしてない、今まで多少のエラーがあっても事故にならなかったのに今度はどうして事故につながったんだろう、といった疑問が当初に起こる。

事故は忘れたところにやってくるといわれるように、慣れに基づく行為のなかで、少しずつ環境が変化してくることが予見できず、今までうまく

いっていたという錯覚にとらわれてしまうためであると考えられる。

バルブ誤操作のなかで、別のバルブを操作してしまったというのが109件中10件ある。この原因は、似ているバルブがたくさんあって選択を誤ったということだが、これは主に設備が人間工学の初歩的な設計原理に合っていないために起こるエラーである。順序を間違えたが109件中5件あるが、これも人間工学的対策をしておれば防げたエラーである。

以上のバルブの誤操作から、人間のエラー行動のなかでは、

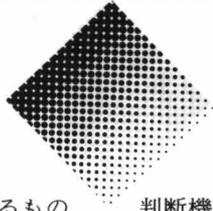
- (1) すべき操作をしなかったというのが一番多く、エラー行動のなかの41%を占めている
 - (2) これは慣れに基づく行動の場合が多く、エラーの結果の重大性の認識が欠如している場合が多い
 - (3) この理由として、今までもこんなことをやっていたが事故につながらなかったといった経験とか、事故の事態に当面した経験がないためである
 - (4) この結果として気の緩みが生ずる。これ等の結果から、気の緩みをなくすには常時気を付ける習慣をつけなくてはならない
- といったことがわかった。

そこで、だいたい人間はエラーを犯すものであるから、エラーが起こってもすぐそれに気がつき、訂正できるような体制をつくっておくことが大切であり、お互いが注意し合って、協調し合って作業することが必要である。

3 ヒューマンエラーの起こる仕組み

さて、この節でヒューマンエラーの起こる仕組みについて考えてみよう。

前節で述べたように、ヒューマンエラーという



ものはいろいろな原因、誘因があって起こるもので、これを一つの統一した理論で説明することは難しい。

一般に、人間の情報処理過程を図に示すと、図1のように表すことができる。こんな逐次に情報処理をしているわけではないが、たとえば、人間がある行動をとるときの過程は、

- (1) 何かに気が付き、行動のきっかけを得る
- (2) 対象や周囲の外観的状况を観察する
- (3) 状況を見極めようとする、そしてその意味づけをする
- (4) 結果や他との関係を予測し、意味づけをする
- (5) 行動の諸規範を比較し評価する
- (6) その状況下で妥当な手だてを選択する
- (7) 手順を具体化して、順序だてる
- (8) 実行する、すなわち、実際に手足を動かすとなるだろう。

(1)から(8)まで逐次全部行われるわけではなく、いろいろな経路を通過して(8)にまでいく。たとえば、容器内の圧力がある基準以上になったら、バルブを閉めるといった作業手順がある。これは(1)から(8)にとぶ一番単純な経路であり、この行動は慣れに基づく行動である。条件反射的な行動である。事態が複雑になると、多くのプロセスを通過して行動する。このプロセスとは、仮に(1)から(8)までのことを意味しているとする。そうすると、(1)→(2)→(3)→(8)の経路ではどんな事態で情報処理をしていることになるのだろうか。この場合は、たとえば化学プラントの状態がなにか異常で、諸計器の値がいつもと多少異なっていると。そこで、作業者はこの状況を見て具体的に意味づけして、これまでの経験を頼りに操作をする、といったことになる。

(1)から(8)までを図1の人間情報処理機能でいうなら、(1)は感覚機能、(2)(3)(4)は知覚機能で、(5)は

判断機能で、(6)(7)は決定、(8)が行動ということになる。各機能が正しく機能していればヒューマンエラーは起こらない。

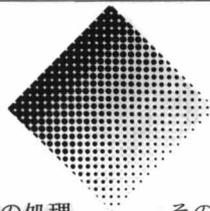
前節の例で、バルブを閉めるのを忘れてしまった。こんなのは、この過程ではどんな経路を通過ののだろうか。この例は(1)の何かに気付くといったプロセスがまず働かなかったのである。機能しなかったか、誤って機能してしまったかのどちらかである。

こんなプロセスで人間が情報処理していくと考えたとき、各機能が正しく機能するかしないかは、これを取り囲む状況・環境によって左右される。図2は、人間の情報処理機能を阻害する要因を図示したものである。

最近、ストレスは情報のあいまいさが原因で起こる場合が多いと報告されている。機能が正常でも情報があいまいだと、どうしていいかわからず、これが原因で機能までおかしくなるといった例はいくらでもあるので、図2をもう少し詳細に記述すれば、フィードバック回路が至る所にあることがわかるのだが、これについてはあまりにも詳細になりすぎるので省くとして、ただ人間の情報処理過程はこんな単純な逐次プロセスではないことに注意しておこう。

人間のエラーのメカニズムを記載した文献は山ほどあるが、それを利用して人間工学的対策の立てられるものは少なくない。そこで、ラスムセン¹⁾が行った人間エラーの発生過程を参考にして、ヒューマンエラーの仕組みを考えていこう。

前に述べた(1)から(8)までのプロセスで、どの機能が正常に働かなくなり、誤った機能をするのか、あるいはまったく機能しなかったかを考えるとき、そこにヒューマンエラーのメカニズムが働いたからであると考え。たとえば、刺激が入ってきて、(1)で何かに気付くはずなのに何も気付かなかった



のはなぜなのだろうか。これは、入力情報の処理に問題があったのであろうと考える。すなわち、感覚機能に変調をきたし、情報を処理しない、知覚能力・注意力が不十分で合図・兆候が伝わらない、情報を誤って解釈する、情報は正しいが勝手に当て推量をして情報をすり替えたりする、のが原因であるとする。

ヒューマンエラーが起こるプロセスには、知覚・判断機能で起こることが多い。慣れによる一点集中、慣れによる短縮、慣れによるやり損い、慣れによるパターンの見落としなどがこの部位の機能損失である。さらに、すべての機能に関する要因として記憶がある。どうしたらいいかといったことを忘却してしまうとか、選択上の誤りを起こすとか、記憶違い等がこの機能の誤りに関係する。これらが(1)から(8)の各プロセスに働いてエラーが生ずると考えるのである。では、またなぜこのようなエラーメカニズムが働くのかということ、その誘因には、外的要因・内的要因があり、それによってエラーメカニズムの引き金が引かれると考えるのである。

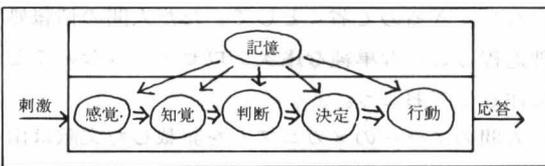


図1 人間の情報処理過程とその機能

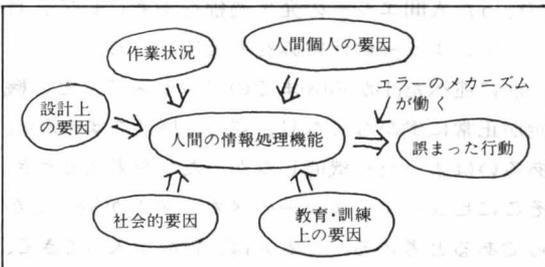


図2 人間の情報処理機能を阻害する要因

その外的・内的要因というのは図2に示されている要因であるが、それをもう少し詳しく説明しよう。図3に示されているように、ラスムセンはエラーをもたらした要因Aとして、

- A1 外的な事柄、たとえば機器やシステムに異常が生じた、あるいは他の作業による混乱
- A2 特定の状況における過度の作業、たとえば働く時間が長かったとか、重作業だったといったこと、また、状況の情報が不足、誤っていたこと
- A3 作業者が病気であった
- A4 無意識のエラー、意識のエラーを挙げている。

- 作業状況による要因Bとして、
- B1 作業特性で、その作業に精通していた作業かどうか、慣れている作業かどうかといったこと
 - B2 物理的環境、たとえば騒音、温度・湿度、照明等の不適切
 - B3 作業時間特性で、たとえば日勤交代、交代の時期
- を挙げている。

図2の個人的要因、社会的要因、教育・訓練上の要因をひっくるめて、ラスムセンはパフォーマンスに影響する要因Cとし、

- C1 主観的目標の概念、たとえば作業が過大の

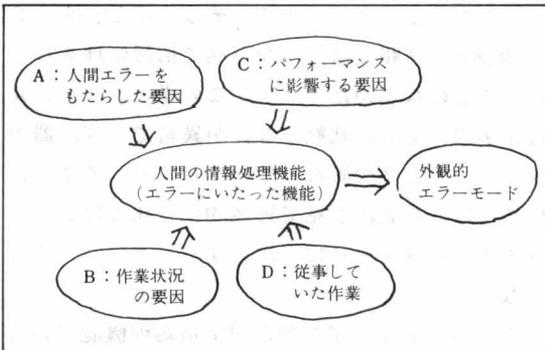
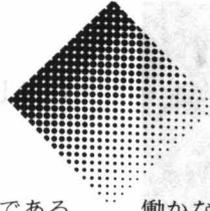


図3 ラスムセンのエラー発生モデル¹⁾



要求をしているとか、作業内容が不適切であるといったこと

C2 知的負荷・設備、たとえば不適切な作業空間、不適切な教育・訓練といったこと

C3 感情的因子で、たとえば社会的因子、時間的切迫

といったものを挙げている。

以上、簡単に記載するとこのようになるが、この外に、従事していた作業の要因Dもある。このラスムセンのヒューマンエラーの起こる仕組みの考え方は、実はエラーの仕組みを説明しようとするものではなく、エラーはどのように起こるのかを解明するための手段としての概念図であると考えた方がいい。したがって、どんな作業のときにどんなエラーが生じたのかを知るための集計分類の概念図である。

A、B、C、Dの要因が複雑に絡み合って、エラーが起こるものと考えられる。

実は、ヒューマンエラーの仕組みは非常に複雑で難しく、そのため対策が非常に立てにくい。

しかし、エラーの原因として機器設計が人間に適さないために起こるエラーも少なくない。これ等は、従来の人間工学的設計原理にしたがって設計すれば、かなりの成果が期待できる。人間工学的に設計されていればエラーは起こらないかというと、そうとはいいきれない。起こる確率が小さくなるが、皆無になることはない。忘却したなどはどのような対策を立てればよいかわからない。人間の意識レベルが高くても低くてもこのようなことは起こるから非常に困難である。

“人間はエラーを起こす動物である”という認識で、最近ではコンピュータによるエラー防止の支援システムが盛んに研究されている。

人間というのは厄介なもので、支援システムに助けられると、自分からどうしようとする意志が

働かなくなり、その対象プロセスを精通することができなくなる。人間は試行錯誤で経験を積み、知識を獲得する。事故は考えられないような事態で起こることが多いので、こんな時には支援システムは有効に働かなくなるから、どうしてよいかわからなくなる。人間の危険予知・予測能力を高めるためには、実地の経験が必要とされている。訓練用シミュレータは、このために用意されているけれど、はたして有効なものであろうか。

私は、対象システム、たとえば化学プラントの特性がかなり明らかになっていて、緊急時に停止が機械的判断のできるのなら、かなりのところまで自動化をしてもよいと思うが、そうでないものなら、人間の長所を積極的に使って、多くの経験を積ませる必要があると思っている。あまりコンピュータの支援システムに頼らずに、いざというときだけのバックアップシステムとして使った方が無難であり、また、安全であると思う。

世の中には、まだまだ単純なヒューマンエラーがたくさん起こっている。したがって、やれることからやるという精神で、人間工学的対策は最近かなり取り入れられてはいるが、今なお必要であると考えている。

この節の結論として、

- (1) ヒューマンエラーの起こる仕組みを、人間の情報処理過程での諸機能のエラーとしてとらえる
 - (2) ヒューマンエラーの起こる原因は非常に複雑で簡単には表現できない。ラスムセンのエラー発生メカニズムが参考になる
 - (3) 単純なヒューマンエラーも起こるので、これには人間工学的対策が有効である
- が得られた。

(はやし よしお/慶応義塾大学理工学部教授)

参考文献

- 1) 林喜男著 人間信頼性工学 海文堂 昭59年

安全思想の国際比較

森田 孝

1 はじめに

道を行く人の懐、などと切り出せば隠やかでないが、仮にこれを手にとるように透視できたなら、かなりの高率で何らかのシステムカードが所持され、また、おそらく上回る高率で同じ懐のなかにどこかの神社か寺院の発行した家内安全、交通安全、安産子安の「お守り」のたぐいが秘められていることが確認されるに違いない。カードの所持は、大金を持ち歩く危険からの安全装置としての信任状であり、「守護札」のほうは、いつ襲いかかるか知れぬ不意の災害から免れたいという原始的祈願の小さなあかしなのであろう。

4,000万台を超えたといわれる日本の車にはすべて強制賠償保険が掛けられており、他方では、そのうちのかなりの数の車に、何かの安全守護の札が貼られているか、だれかの祈りをこめた(?)人形かマスコットに並んで、あるいは単独に安全守護のお守りが吊り下げられているかしている。

人々が体現している安全思想を何をもってとらえるか。安全ベルトの着用率はまた別である。安全意识、安全態度、安全行動、それらを含めて人人が生きている文化構造の全体のなかでの安全思想ということがいえるとすれば、その実態は、国際比較の試みによって浮き彫りにされるのではないか、というのが本稿のテーマの趣旨である。

しかし、仮に交通安全に限っても、安全思想という底層までを含めると、関連する因子は膨大であり、それらが複雑に絡まっている様相は容易には把握されそうもない。まして安全思想とだけいえば、さらに広範で、ますますとらえにくい大問題である。ただ、これは現代の地球人類が地球を破滅させず、人類を存続させ得るために追求せざるを得ない大問題だと考えれば、やりがいのあるプロジェクトテーマである。などと考えているうちに、いずれ簡単には決着もつかないだろうから、始めたばかりの構想でも、という編集部の要望に応える破目になった。

2 人間と安全

はじめに、まず、人間にとって安全とは何なのかということについて考察しておかなくてはならない。安全と危険との人間のかかわりについて深く考察した数少ない思想家の一人として、アメリカの哲学者、ジョン・デューイは、かつてその著『確実性の探究』の冒頭に「偶発的危険（ハザード）の世界のなかに生きる人間は、安全（セキュリティ）を求めずにはいられない」と書いた。その安全追求が具体的にどのような形をとるかはともかく、安全追求の課題は人間にとって片時も逃れ得ない課題である。

人間は万物の霊長といわれ、すべての生物中、もっとも高度に発達を遂げているはずの人間が、なぜ危険の世界に住まわなくてはならず、安全追求の課題から逃れ得ないのか。この問題については、古くから、また、とりわけて今世紀の初頭以来、さまざまな洞察が哲学者や生物学者たちによってなされてきた。人間は「自然から手放された最初の存在」（ヘルダー）であるとか、あるいは「裸のサル」であるとか、あるいはニーチェが鋭く指摘したように、「いまだ確定されていない動物」だといわれたりするものがそれである。

スイスのバーゼルの人間生物学者 A・ポルトマンは、比較生物学的に人間の新生児の状態を考察して、人間は確かに他のいかなる生物よりも高度に発達を遂げているが、他の生物と人間との決定的な相違は、人間が生物種に固有な行動様式を出生時に確立していないという点に見いだした。より下等な生物種のなかに、やはりこのような未確定の生物があり、いわゆる留巢性の動物とされるが、高等霊長類はむしろ離巢性を示すのである。人間の新生児が示す独特の頼りなさに着目してポルトマンは、人間を「二次的に巣につく者」と呼んだ。そして、人間はおよそ1年間、早過ぎる出産によって世界のなかに未決定のままに生み出された早産者、いわば生理学的な、あるいは常態化された早産者だとした。

手短かにいえば、人間はその生物種としての独

特の行動様式である(1)直立歩行、(2)言語を話すこと、(3)洞察力を持つこと、のいずれも身につけていない。しかし、巨大化した大脳や高度に発達した神経組織などをもって、生物として通常なら母胎のなかで経過するはずの最終形成段階を、母胎の外で、つまり人間の歴史的現実のなかで過ごすのである。

こうして、人間においては、少なくともその出生の瞬間において、身の環境世界との間に、かつて J. v. ユクスキュルが明らかにしたような閉鎖的な機能円環が、あらかじめ自明なものとしては成立していないこと、つまり、人間にとって外部世界は、絶えずその意味を問いかけることによって、人間が己の人間世界のネットワークのなかに固定し得ないかぎり、危険に満ちた世界たらざるを得ないということが理解されるのである。

以上は、安全思想の成立に関する、いわば生物学的次元を明らかにするものである。こうして人間は、生物学的必然性によって歴史的・社会的な現実のなかで、いうまでもなく周囲の注意深い養育を受けながら、生物としての最終形成段階を経てゆくのである。その経過のなかで人間は、己がそのなかに生み出された歴史的社会的文化的の伝承を受け継ぎつつ、たえず新たな工夫を重ねることによって、そのつどに新たな安全秩序を生み出していかなくてはならない。

3 安全追求の方法

さきにも挙げた J. デューイは、人間がこれまでに安全を求めてきたやり方に二つあるという。一つは「人間を取り巻き、人間の運命を定める諸力〔神々〕を鎮めようとする企て」であり、「祈願、犠牲、儀礼、呪術」などの形をとる原始的な方法である。しかし、デューイによれば、これらの原始的な方法の多くは、やがて廃れて、幾分高尚な形をとるようになる。「牛の犠牲よりも悔恨の心を捧げるほうが好ましいと考えられて、敬虔と献身といった内面的な態度のほうが、外面的な儀礼よりも望ましいとされるようになった」とデューイ

はいう。こうして原始宗教が生まれ、こうした宗教思想のなかで安全が求められるのである。もちろん、この場合の安全思想は、その背景にある宗教と文化によってさまざまであり得るし、また原始心性から原始宗教へ、またさらに原始宗教から特定の教義宗教へと移行し、また相互に融合する過程もさまざまであり得る。これらも極めて興味深いテーマであるが、今は人間が安全を求めるもう一つの方法について、デューイが述べているところを見ておくことにしよう。

それは「さまざまな技術を発明し、これらの技術によって自然の諸力を利用すること」である。「おのれを脅かす、まさにその諸条件と諸力とを逆手にとって、己を防衛する要塞を築く」という方法である。「人間は住居を建て、衣服を織り、火を己の敵とする代わりに友となし、次第に協同生活の複雑な技術のなかへと生い立ってゆく」のである。

第一の方法をデューイは、「感情と観念のなかで自己を変改する方法」としてとらえ、第二の方法を「行為によって世界を変改する方法」とよんでいる。しかし、よく注意すれば、この第一の自己変改の方法に先立つ外面的な儀礼、犠牲、祈願、呪術の段階をなお区別すべきであろう。現代の日本のような高度技術化社会においてなお流布している守護札のたぐいは、内面的な自己変改の方法にまでは達していない、原始的心性の名残りのように思われるが、安全思想を広くとらえるとき、無視し得ない現象だと思われるからである。内面的な屈折にまで達しない、このような吉凶善悪の心性は、日本の古代思想の残存であるとも考えられるが、アジア地域でどれほどの分布を示すのかということも興味ある問題である。

さて、今は原始心性の問題はともかくとして、デューイの所説に戻るならば、第一の方法は自己の変改によって心の安全状態、すなわち安心を求めるのに対して、第二の方法は世界を変改することによって、直接に物理的な安全状態を生み出すとするものである。

しかし、人類の歴史的発展のなかで、安全性追求の方法は決して単純に前者から後者へと移行し

たのではない。これら二つの方法は、さらに原始心性による方法を考えに入れてもなお、その対象としてはともに同一の「自然の諸力」「人間を取り巻き、人間の運命を決定する諸力」をもつからであり、それらはともに、人間にとっては同じように危険に満ちた現実そのものであって、これに対応する人間の三様の態度は人類の歴史のなかで、さまざまに揺れ動くのである。自己変改によって安全と安心を求める方法に立てば、行為によって世界を変改せんとする技術的方法は、「人間の危険な自尊心」だと考えられ、「神々を冒とくすること」だと感じられる。技術を「神々の賜物」と考えるか、それとも「神々の特権の侵害」と考えるか、古い時代の人々の心はその間を揺れ動いたとデューイは考える。いや古い時代だけではない。同様のことは現代においても、たとえば人工受精、試験管ベビー、さらには遺伝子組替えの可能性をめぐって繰り返されている。

確かに近代に入ってから、まずは西欧を中心として人々は技術の成果を大いに享受し、また技術そのものをもますます発展させてきた。しかし、少なくともヨーロッパ世界では、近世に入ってから、さきの第一の方法における安全思想の追求は、デューイが批判的に対立することとなった絶対的確定性の哲学としての思想的観念論を大成させており、一方で技術的安全追求を進行させながら、思想的には、技術そのものはいつでも人生の重大な危難を扱う方法としては、深い不信の眼で見られてきたという事情がある。

いささか立ち入り過ぎた紹介をしたデューイの『確實性の探究』という本は、実はたまたま世界大恐慌の年、1929年に彼が初めて招かれてヨーロッパで行った講演を基にしており、デューイは、この講演のなかで、技術の世界、行動や実践の世界から峻別された理論的観想の世界に立脚して日常生活の技術に一段と低い地位をしか認めない観念論からのコペルニクスの転回を要求している。この意味でデューイは、むしろ日常的・行為的な実践の哲学としてのプラグマティズム、(プラグマというのは実践を意味するギリシア語)の立場を

主張したのであった。

安全思想は少なくとも、このような実践の哲学、ないしはヨーロッパでは、やはり19世紀末のころから盛んになった「生の哲学」という形で展開された思想系譜のなかでとらえられなくてはならないと思われる。ここでは繁雑をいとわずに、もう少しだけデューイに語ってもらおう。デューイは彼が要求したコペルニクスの転回について、次のように論じている。「このコペルニクスの転回の意味は、実在性の全面的把持を遂げるためには、我々が知識におもむくには及ばないということである。我々が経験するがままの世界が実在的世界である」と。この日常的世界に身をおいてみれば、人間のすべての「日常的行動は不安定さを伴っている」のであり、日常的行動に関しては、デューイのいうように、次のようにいうほかはないのである。「行動せよ。しかし、危難を覚悟して行動せよ」と。

絶対的現実性は、行為や行動から隔絶した知的観想のなかに宿るかもしれないが、それは虚妄にすぎない。「遂行されるべき行為に関する判断と信念とは、脆弱な蓋然性以上には決して達し得ない」ことの覚悟の上でのみ、人間の実在世界のなかで行為は成立するのだということになる。

こうして日常的生活の立場に立って安全と危険の問題をとらえると、再びそこには複雑な緊張関係が現れてくる。人間はあまりにも安穏な生活のなかでは、やがて倦怠を覚えて、あえて新しい危険を冒して創造的な冒険を試みようとする存在でもあるからである。

さらに、現代人に特徴的な無数の保護技術の例として保険制度が挙げられなくてはならない。現代人の安全は、この保険制度に象徴されるように、広範にわたって制度化された安全とっていいように思われる。むしろ、さまざまな社会制度が一種の安全制度であるともみれる。このあたりのことについてはデューイはあまり触れてはいないが、人間の安全性追求の第三の方法として、保険制度を挙げることができる。

第一の方法からは宗教や道徳が、第二の方法からは技術や科学が、そして第三の方法からは、保

険を含んでさまざまな社会制度が生まれる。安全思想は、その全体にかかわっていると考えられるであろう。すなわち、宗教・道徳、科学・技術、社会的諸制度という三つの領域は、一つの文化の枠組みの中で、さまざまな風土的な要因とも結びつきながら相互に複雑に結びついて発展してきたはずであり、安全思想、ないしはそれぞれの文化圏に固有な安全観は、この関連のなかで生まれてきたと考えられる。

4 安全という語の意味

安全思想を解明していく手掛かりの一つとして、まず安全という語の意味について考察することにしよう。「安全」とか「危険」と呼ばれる現象がまずあって、それをこれらの語が指示するというのではなくて、こうした語がどのような成り立ちをもち、何を指示しようとするかによって、こうした現象がはじめて際立てられるのだとすれば、語源や用法の考察は、思想解明の重要な手掛かりだとわかるのである。

さて、安全という語は、「安らかにして全きこと」という意味で、すでに中国のかなり古い文献のなかにも見られるが、現代に用いられているような「危険がないこと」という意味での日本語の使用例は、西欧からの科学技術の受容以後のものである場合が多いように思われる。さきにみた自己変改による安全性追求の意味では、現代ではむしろ「安心」(あんしん、あんじん)が使われる。その意味では「安全」は一応、西欧語に対する訳語として慣用されてきたと考えられ、さきの世界変改による技術的な安全性追求という、homo faber(近代の工作的人間像)の立場に対応している。これに当たる西欧語としては、英語の safe, safety; secure, security, フランス語の sauf; sécurité, securiserがあり、また、ドイツ語の sicher, Sicherheit; Sekuritätがある。

語源的にみるならば、まず英語の security は、ラテン語の *secūritas* からフランス語を媒介として、およそ1400年ごろに移入されたと推測されて

いて、その形容詞形 *secure* は、1533年ごろにラテン語の *sēcūrus* から導入されたようである。*sē* without + *cūra* care であるから、「心配のない」がもとの意味であろう。フランス語の *securité* も同様であるが、これの形容詞形は存在しない。

英語の *safe* について調べると、古いフランス語 *saf* または *sauf* から、すでに1300年ごろに移入されており、そのころは、つづりもフランス語と同形で *saf* または *sauf* であった。元はラテン語の *salvum* (すなわち *uninjured* [無傷の、損なわれていない]) という意味) に由来しており、ギリシア語の *hólos* whole (まったき)、サンスクリット語の *sarva* (これも「全体にかかわる」という意味) と類縁をなす語だとされている。

ドイツ語の *Sicherheit* は、その形容詞形である *sicher* からきているが、この *sicher* の語源は興味深いことには、先の英語の *secure* と同じく、ラテン語の *sēcūrus* に由来している。卑俗ラテン語では *sicurus* であり、スコットランドおよび北方英語には今でも *sicker* という語が、*secure* または *safe* と同義の語として慣用されているが、オランダ語では *zeper*、ドイツ語では *sicher* となったとされている。もともとは法律語として、「罪をおかす心配のない」「罰から免れた」という意味で用いられたという。

日本語の「安全」は、上述の対応する西欧語の語源からの推測が示すように、むしろ *safe, safety* により近い(とくに「全」という語の含みからそのように感じられる)が、*safety* と *security* とは実際にもほぼ同じ意味で用いられることが多いから、この両語に「安全」を当てる限りは、日本語で訳し分けることは困難である。後者を「抵当物件」とか「保証人」という意味で用いる法律用語の場合は別であるが。またドイツ語では、*Sekurität* は外来語として、とくに制度化された安全、さきにこの項で述べた第三の安全性追求である保険制度のような場合の安全を指すときに、特別に使用されることが多いように思われる。

これらの考察を通していえるのは、「安全」、*safe, Sicherheit* などには、同時に古い時代の原始

心性の名残りのようなものを感じさせるところがあり、そうした「心配のなさ」から、やがて「物理的な危険の不在、またそれからの防護」といった意味に移行し、近代的な技術による世界の変改としての安全性というとらえ方を次第に色濃く反映していったように思われるということである。

5 危険という語の意味

関連して「危険」という語についてもみるならば、「危」という漢字は「高く険しきさま」であり、「崖の所で人がうずくまる姿」を表しているという。「安」が、屋根の下に女性をおいている形と対照的である。「険」は「剣」と同系で「切り立った山」のことであり、転じて危険の意となった。「平に反するを険という」といわれる。

英語の *danger* は、アングロ・フレンチの *da(u)nger*、中世フランス語の *dangier* から、13世紀の半ばに移入されて、卑俗ラテン語の *dominiarium* power(権力)に由来している。*dominiarium* すなわち「領主の権力」から「危害を加え得る力」、さらに「危険」の意に転じたとされている。また *peril* は、13世紀の初めごろにフランス語を経て移入されているが、元はラテン語の *periculum* trial(試行、ためし)に由来しており、語幹の *peri-* は *lead across*、または *try* を意味していて、*experience* (経験) や *experiment* (実験) とも同根である。危険を *risk* で言い表す場合も多いが、この語は1651年ごろに、フランス語の *risque* またはイタリア語の *risc(hi)o* から移入されており、ドイツ語では、*Risiko* という。原義は「崖を縫って進む」という意味の *risicare* からきていて、ギリシア語の *rhizā cliff* (崖) に由来している。

さらにドイツ語の *Gefahr* は、中高ドイツ語の *gevāre*、または前綴のない *vāre* (わなにかける) に由来し、英語の *fear* と同根である。

このような類語を調べれば際限もないが、確かにこれらの語の背景にある想念のなかでは、さきに3の項でみたような、「人間を取り巻く諸力」、祈願し、犠牲をささげ、呪術によって追い払わざる

を得ないような「諸力」が屈折してとらえられていることがわかる。「安全」の反意語は、一方では「危険」であり、他方では「不安」「不安定」などである。英語の insecurity は、通常、心理的な状態を表す概念として、anxiety のほとんどすべてのタイプと同義に用いられる。それは、さきにみた安全追求の第一の方法で得られる「安心」(ease) の感情に対立するものである。

また、さきにみた risk という英語の用法で、at one's own risk という場合があるが、それは「自分の責任(危険負担)において」という意味であり、「冒険」という含みをもっている。保険では、危険率のこと、したがって、また保険金(額)や被保険者(物)のことを意味する、この risk という語の背景には、日本語の発想とはかなり異なるものがあるように思われる。それはおそらく責任という語に関係している。

保険思想に表れた欧米の考え方と日本的な考え方との相違については、別の機会に多少触れたので本稿では要点だけにとどめるが、おそらくは個人の観念の違いに基づくのであろうと思われ、さらにその背景には宗教的な想念の違い、さらには風土的な相違が、そのような思想形成に大きく働きを及ぼしていると考えられる。

6 保険と安全思想

さきにみたように、個人責任の考え方と危険についてのとらえ方との間には深い関係があるが、近代保険制度は、まったく欧米の発明であることがよく指摘される。日本人として初めて保険に加入したのは、渡米した際に大量に購入した書物を船便で送らせたときに保険をかけた福沢諭吉であったということである。福沢は1867年(慶応3年)に『西洋旅案内』を書いて、その付録のなかで保険制度のことを紹介している。そこでは「災難請合の事 イシュアランス」と書かれていて、次のように説明されている。「災難請合とは、商人の金を取り、万一其人へ災難あれば組合より大金を出して其損亡を救ふ仕法なり」と。さらに実例を挙げ

て、これを詳しく解説したあとで、「災難の請合に三通りあり」として、「第一・人の生涯を請合ふ事」「第二・火災請合」「第三・海上請合」を挙げて詳細を述べている。

なぜ日本では、こうした近代的保険制度が自文化のなかからは生まれ得なかったのか、ということが問題になる。久枝浩平氏は、この点について次のような興味深い分析を試みている。同氏は、日本のビジネス形態を「保険機構」と呼んで、西欧、とくに北米において発達した合理的な保険制度、とくに賠償責任保険を中心とした「保険システム」から区別することを提案している。「近代保険システムは、欧米の知的な合理精神の産物であり、「ある事業を開始する際に、一定のはっきりした予測を立て、その事業から得られるであろう利益と、その事業によって失うかもしれない損失とを、冷静に、理知的に分析するところから生まれてきた」。その点で近代保険制度は、「日本の〈講〉のように、明確な目的を持たなかったり、あるいは先の見通しが立たないからという理由で、つまり不時に備えるもの」とは初めから性格を異にしている。

とくに北米にみられるような異なる文化背景をもつ混成文化社会で、いわば「人間不信」を根底として賠償責任保険を中心とした「保険システム」が成立したのに対して、日本では同一民族をなす単一の日本人同士の間で、互いの心の底を暗黙のうちに察知し理解し合うことが可能であり、またそれが尊ばれる社会であるために賠償責任保険は育ちにくい。このことは、日常生活のなかで成立する安全思想、責任思想における彼我の相違となって表れるのである。

(もりた たかし/大阪大学人間科学部教授)

参考文献

- 1) John Dewey: The Quest for Certainty—A Study of the Relation of Knowledge and Action—(Gifford Lecture 1929). New York
- 2) Adolf Portmann: Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen, Basel/Stuttgart 1969³
- 3) 森田 孝: 安全思想と人間形成、国際交通安全学会、IATSS Review, Vol. 10, No. 4.
- 4) 久枝浩平: 契約の社会・黙約の社会——日米にみるビジネス風土——、日経新書253、東京、昭和51年
- 5) 福沢諭吉全集第2巻、岩波書店

地球をむしばむ酸性雨

石 弘之

10年ぶりにストックホルムを訪れてびっくりした。アルランダ空港から市内へ向かう約40kmの道路の両側は所々針葉樹が茂っているが、そのシルエットが大きく崩れて、がい骨の腕のような枯れ枝があちこちから突き出している。環境省を訪れたときに尋ねると、最近、酸性雨の被害が市内の森林にまで及び始めて、重大な社会問題化しているという。

スウェーデンに限らず、酸性雨は数年来、欧米では毎月のように新聞のトップやテレビニュースをにぎわす政治・国際問題になってきた。欧州では、発生源と目される西独や英国と、被害国のスカンジナビア諸国やスイスとの対立、北米では加害者の米国と被害者のカナダの論争が、外交関係にもひびの入るような激しいものになってきている。被害は中国、インド、ブラジルなどの開発途上国にも拡大しつつあり、汚染の広がりがわかるにつれ、信じられないほどに全地球をむしばんでいることも判明してきた。

恐らく今後は、中国から日本に酸性雨が流れてくる可能性もある。また、日本のガソリンやアラスカに影響を及ぼすこともあり得る。発生源から数百km、ときには1,000 km以上も飛来する酸性雨は、今世紀の最悪の環境汚染になるという声も聞こえ始めた。

1 酸性雨の発見

最初に自然の異変が始まったのは、戦後間もなくだ。スウェーデンの南部などで窒素肥料をやらなくても作物の育ちがよくなってきたのだ。農民たちは、原因はわからなかったが天の恵みを喜んでいた。

その次に起きたのが雨の異常だった。スウェーデンやノルウェーの北欧諸国で、'50年代に入って間もなく、南部の湖で次々と魚が姿を消し始めた。この報告に首をかしげていた専門家も、相前後して周辺の国々でも湖の水棲昆虫や魚が絶滅するなどの異常が続出するに及んで、認めないわけにはいけなくなった。湖での変化と同時に、1,000年

前のバイキングが残した遺跡の石堀や、古い教会のブロンズ像がボロボロになるなどの異変が各地で目立ち出した。

雨はpH7の中性のはずだが、実際には大気中の二酸化炭素が炭酸となって溶け込んでいるので、pH5.6ぐらいの弱酸性だ。ところが、異変の始まった北欧諸国では、トマトジュースなみのpH4から5の雨が降っていたのである。

酸性雨の正体は、亜硫酸ガスや窒素酸化物が大気中で何らかの化学変化を受けて、硫酸や硝酸に変わり、雨や雪に溶けて降下したものと想像されたが、水力発電が主力のこの両国には、これら汚染物質の排出源はなかった。それまで、大気汚染といえば大都市や工業地帯に限られていた。それが、工業地帯から遠く離れた北欧の森林地域に大気汚染が発生したことに、関係者は大きなショックを受けた。

酸性雨に取り組んで、そのメカニズムの大筋を解明したのは、スウェーデンの土壤学者スバンテ・オーデン博士だ。酸性雨の分布を広範囲に調べ上げ、それが遠くから運ばれてくる亜硫酸ガスと窒素酸化物に起因することを突き止め、1967年に酸性雨の研究では記念碑となった論文を発表し

た。農民が喜んだ窒素分は酸性雨の窒素酸化物によるものとわかった。博士は当時すでに、酸性雨が水質、土壌、森林、構造物に今後大きな被害を及ぼす「人類にとっての化学戦になるだろう」と警告している。博士は、今では「酸性雨解明の父」と呼ばれている。

2 発生の仕組み

現在では、酸性雨はpH5.6以下の雨を酸性雨と定義している。火力発電所などから排出された亜硫酸ガス、自動車や工場からの窒素酸化物が、どのような過程を経て硫酸や硝酸に変わり、雨を酸性化させるかについては、まだ一部解明されていない点もある。これらのガスが、大気中で太陽光線、オゾン、水滴中のマンガンを鉄のイオン、過酸化物質などによって酸化されて、あるものは亜硫酸や亜硝酸の形になって、それが大気中の水分に溶け込んだり、そのまま降下して樹木や地表に付着して、さらに酸化されて強酸に変わる。

また、大気中でそのまま硫酸や硝酸にまで化学変化を受けるものもある。実際にはきわめて複雑な反応をたどる。いずれにせよ「昇ったものは降りてくる」という法則に従って、そのまま粉じんとして、あるいは雨、雪、霧に溶けて酸性雨となって降り注ぐのだ。

現在、酸性雨の被害の最も深刻な北欧と北米の北東部は、氷河の影響が最後まで残り岩質で土壌も湖底の底質も薄い。そのため、酸性の物質を中和する石灰分なども少なく、酸性雨の影響をものにかぶるのだ。

まず、被害の現れるのは湖沼や河川だ。雨や雪に溶けた酸性物質がたまって酸性化し始めると、pH5あたりから急速に魚類が減り出す。pHに敏感なプランクトン類や水生植物がまず影響を受け、食物連鎖が断ち切られるのだ。pH4.5より下がると生息できる魚はごく一部の種類に限られる。卵がふ化できなくなり、成魚はエラを侵されるのが原因となる。

湖沼から森林へ被害が移行するのは何年かかか





西独で環境保護団体が亜硫酸ガス排出源の煙突にはった「酸性雨阻止」の幕

るのが普通だ。森林への影響は複雑な要因が絡み合っ、て、解明されていない点も多い。同じように酸性雨にさらされながら、樹木への被害は差が著しく、酸性雨はほんとうに樹木に影響を及ぼすのか議論が続いてきたが、米国や西独などの研究でやっとメカニズムが明らかになりつつある。

酸性雨が樹木に及ぼす影響は、直接・間接の要因がある。直接的には葉の気孔を侵して、植物の呼吸を阻害するのだ。針葉樹の被害が目立つのは、広葉樹が毎年葉を落として新しくするのに対して、針葉樹では何年か葉をつけているのが普通だ。このために、酸性雨による気孔の傷みも大きく、木の弱り方もそれだけ激しくなる。

間接的な要因は土壌の変質だ。土壌には塩類があり、酸を中和する能力がある。中和に消費されるカルシウム分などが失われても、下層の岩盤から補給される。だが、その補給が尽きて、カルシ

ウムやマグネシウムが硫酸塩となって洗い流されてしまうと、樹木は栄養不足となって樹勢が弱まり、成長が止まる。この段階で樹木に病害虫が入ることがあり、酸性雨が原因であることを見過ごされてしまうことも少なくない。すでに、世界でこの段階に達している森林は広大な面積に上ると推定されている。

そして、土壌中に蓄積されだした酸は金属と結合し始める。とくに重要なのはアルミニウムだ。通常は有機物と重合しているが、酸性度がpH4.2以下になると、この結合が断ち切られてアルミニウムは遊離し、危険な毒性を発揮しだす。最初にやられるのは毛根の先端で、細胞分裂が妨げられ、土壌中にしみ込んでくる硫黄のイオンを制御できずに弱り、そこに細菌、かび、ウイルスなどが侵入してくるのだ。

さらに、アルミニウムは土壌中のバクテリアをも阻害するため、有機物は分解されず、土壌の酸化はいよいよ進行する。欧米で酸性雨を研究する学者は、これからこの段階に入り、森林への影響が本格的に始まると心配する。

3 被害の広がり

スウェーデンでは、その後もますます湖沼などへの被害が広がってきた。スウェーデンが提案、1972年にストックホルムで開かれた国連人間環境会議は、この酸性雨を世界に知らしめる意図があったともいわれる。この会議で、同国代表は「湖水のpHがこのまま下がり続けたら、50年以内に湖沼の半分は死滅してしまう」と、悲痛な訴えをした。

酸性雨を看過できなくなった経済協力開発機構(OECD)は同年、11か国からなる作業部会を充足させ、250万ドルと5年の歳月をかけて実態調査に乗り出した。76か所の定点観測所、各国の専門家を動員した大規模な調査や解析の結果、主として英国と西独など中部ヨーロッパの火力発電所や工場地帯から吐き出される多量の大气汚染物質が風に乗って越境、スカンジナビア、スイス、オー

ストリアなどに降り注いでいるという大気汚染の全貌が浮かび上がってきた。これら被害国では、汚染物質で国内起原のものはせいぜい20~30%で、残りは「他国の産」だった。

調査の一環として、グリーンランドの氷河をボーリング、経年の氷に含まれる酸性汚染物質を測ったところ、180年前と当時とでは100倍も汚染が進んでいることが判明、しかもこの30年ぐらいの間に急速に悪化していることも確認された。

欧州全域で排出される亜硫酸ガスは、1910-'50年は年平均2,500万tと推定されるが、現在ではこれが7,000万tにも達し、英国1か国だけでも年500万tも大気にばらまいている。その英国では、'74年4月にスコットランドのピトロチリで降った雨はpH1.4を示し、食用酢(pH1.2)なみの“酸っぱい雨”だった。

何といっても、最大の被害国はスウェーデンだ。国内の10万の湖沼のうち、約20%はほとんど魚が死滅、1万の湖沼でも激減した。政府や地元民はなんとか湖を救おうと、5,000の湖沼にポンプを据えつけて、定期的に水に溶かした石灰を放水するなどの対策をとっているが、焼け石に水の状態だ。

この数年来、汚染は地下水にまで及んできた。西海岸のリラ・エディト地区では井戸水の酸性化が著しく、鉛製の水道管が腐食して破裂する事故が頻発している。首都ストックホルムでは、13世紀に建造され1960年代に取り替えたばかりのリダーホルム教会の鉄製の尖塔が、またボロボロになってきた。被害地域の小学生は、毎年のように西独の首相あてに「これ以上、酸性雨を降らせないでください」と、手紙で抗議している。

ノルウェーの不幸は、欧州中心部の工業地帯を吹き抜ける風の通り道に当たっていることだ。汚染物質は運ばれるにつれ濃縮されていく。ノルウェー南部に山脈がなければ汚染大気も上空を通り過ぎてしまうはずなのに、山脈で遮られて酸性の雨を降らせる。すでに被害面積は3万3,000km²と国土面積の1割近い。とくに影響の深刻化しているトプダル川流域では、266の湖のうち175までが酸性化して、これまで何回となく魚が死んで大量

に浮き上がる事件があった。

4 北欧から中欧に

オランダも456年前に建造されたセント・ジョン大聖堂がまるで砂糖菓子のように崩れ出したり、通気口を通して入り込んでくる酸性大気で古文書館の貴重な資料が傷み、年間の被害は1,000万ドルに達すると推定されている。

発生源の一つとして糾弾されている西独は被害国でもある。ババリア地方では過去5年間に1,500haの森が枯れ、このままでは被害は8万haに及ぶと警告されている。石炭大量使用の歴史が古いだけに、この100年間に毎年1ha当たり100kg以上の硫黄をかぶっている地域もあり、森林の存続が限界ぎりぎりまで追い詰められている。その原因は火力発電所とルール・ライン工業地帯で発生する亜硫酸ガスで、西独政府は国民からの突き上げで、1990年までに硫黄の排出量を半分にする公約を掲げているが、その成果は思わしくない。

風向きによって北欧と同じように汚染大気の吹きだまりとなるスイスも、最近、酸性雨が国内の新聞やテレビの大きなニュースとして報じられるようになった。スイス・アルプスの森林は、氷河や湖とともにスイスの自然を彩る貴重な資源。19世紀の乱伐がたたって無残な姿になった森林を回復するため、世界でも最も厳しいといわれる森林保護法で、100年以上も守り育ててきた。

ところが最近、森林の大部分を占める針葉樹が風や雪の重みで簡単に折れたり、根こそぎ倒れたりするものが急激に増えてきた。スイス国立森林研究所とチューリッヒ大学の調査の結果、針葉樹が弱った原因は、酸性雨によって土壌が酸性化したためと判明した。同大学の試算では、亜硫酸ガスと窒素酸化物の78%は国外からのものという。スイスは世界でも最も厳しい自動車排気ガス規制を実施、窒素酸化物の押さえ込みを図るとともに、森林全体の健康状態を掌握するために、5~10年ごとに航空写真や土壌調査で被害の状況をつかもうとしている。

5 中欧から東欧へ

この数年、東ヨーロッパでも深刻な被害が現れてきた。東独とチェコスロバキアの間に横たわるエルツ山地は、美しいマツ、モミ、トウヒなどの原始林が残され、東ヨーロッパのアルプスといわれてきた。ハイカーやピクニックの名所でもあった。ところが今、森林は姿を消し、替わって何十kmも枯れ木が続く。葉や枝は落ち、樹皮ははがれて白い木肌が骨のような無残な姿をさらしている。すでに東独側では数百万本の木が失われ、チェコスロバキア側での森林の枯死は50万haに達する。1990年までに全森林の1/3が消失するのは避けられないと、政府も悲観的だ。

汚染物質の排出源である両国に挟まれたポーランドも破滅の様相だ。南西部のイゼルスキー山地では6万haが完全に枯死し、ポーランド国立アカデミーがこのほど発表した報告書は「このまま汚染が進行すると、今世紀内に国内の森林は全滅する」と、警告している。

こうした被害の広がりに手をつかねているわけにいかず、国連欧州経済委員会（UNECE）は'79年に「長距離越境大気汚染条約」を採択した。これは、加盟国間の研究協力が主な目的で、北欧諸国などからの強い要請で、'84年の第2回締約国会議で酸性雨防止の具体策をねることが決まった。

6 米加の論争

大西洋を越えて北米でも、'60年代から酸性雨が静かに被害を広げていた。果樹園で雨の後花びらの色が脱色した、湖からめつきり魚が減った、といった異変は断片的に報告されていた。だが、その説明はコーネル大学の生態学教授ジーン・ライケンス博士に負うところが大きく、1963年以来イエール大学のハーバード・ボーマン博士らとともにニューハンプシャー州ハーバード・ブルック実験林で研究を続けている。ここからの報告が、北米で続けられている最も古いもので、ここ20年間に及ぶ観測結果を見る限り、酸性雨は悪化の一途を

たどっている。

ここでも、酸性雨の襲来を警告したのは湖や川の魚だった。カナダ・オンタリオ州で'70年代に入って、雨の後や雪解け時にマスやバスが大量に浮き上がっている事件が相次いで起こるようになった。このような現象が、カナダ南西部の米国境に近い一帯に広がっていき、今ではオンタリオ州の4,000の湖沼が酸性化して、魚の影がほとんど見えなくなった。

隣のケベック州でも1,300の湖沼で急速に水のpHが落ちてきた。次々と魚の全滅する湖が増えている。大西洋のサケが大群でのぼってくることで知られるノバスコシア州で、主要な9つの産卵河川にサケがぼつたりのぼつてこなくなったのも、'70年代末以来のことだ。いずれも酸性雨によるものだった。とくに雪解け時の被害が大きいのは、雪に溶けていた酸性物質が一斉に流れ込むためだ。

カナダ環境省の調査によると、酸性雨の影響は120~150万km²と、日本の国土面積の数倍に及んでいる。一部の湖では、空から石灰をまいて中和を図っているが、一時的な効果しかないようだ。カナダ環境省は「今世紀内に4万8,000の湖沼が死滅する」と対策の緊急性を訴えている。

このカナダを汚染している酸性雨の多くは、米国側の五大湖周辺の工業地帯からのものだ。とくに火力発電所、精錬所から吐き出される亜硫酸ガス、窒素酸化物が主犯とカナダ側は指摘する。

'70年代に入って公害反対運動がわき起こり、工場側は工場周辺の汚染濃度を下げるために、競って高層煙突を建てた。'70年代以前、米国東海岸には150m以上の煙突は100基もなかった。今や火力発電所を中心に、300mに限っても500基を超えた。高層煙突で周辺の汚染濃度こそ減ったが、かえって何百kmにわたって大気汚染を拡散する結果になった。

カナダ政府は数年来、排煙規制を強化するよう米国に再三迫ってきた。トルドー前カナダ首相は'80年、8年間で両国がともに排出量を半減させる提案を行ったが、米国側は、半減させるには米国側で年間50~70億ドル、カナダ側では10億ドルの

膨大な費用がかかるとして、「削減の努力はするが提案は時機尚早」とけてしまった経緯がある。対策に気乗り薄のレーガン政権と対立を深めてきたが、今年3月カナダを訪問したレーガン大統領は、マルルーニー・カナダ首相と会談、酸性雨問題解決のために合同委員会を設置することで合意、やっと対策に向けて動き出した。

米国側には、カナダが一方的に被害者というのはけしからんという意識がある。米国側からカナダに降り注ぐ亜硫酸ガスは400万~600万t。他方、カナダから風向きによってアメリカに飛来する量は50万~120万tと見積もられている。

とくに、カナダ国境に近い北東部一帯の酸性雨公害は目に余るものになってきた。米国政府技術評価局(OTA)が3年前に発表した報告書は、初めての本格的なもので、「何らかの大気汚染防止措置がとられない限り、汚染地域の湖や河川は死に絶えてしまう」と強調している。

調査対象となった北東部のニューイングランド諸州やニューヨーク州など9州27地域で1万7,059湖のうち9,423湖が影響を受け、2,993湖がすでに深刻な被害を受けている。また河川では18万7,877kmのうち7万8,488kmが危機にひんし、3万9,501kmが顕著な被害にみまわれている。

酸性雨は自然への影響だけでなく、健康被害もこのところ問題になり始めている。米国政府の調査によると、'80年1年間だけで、酸性雨や硫酸化物の汚染が原因とされる病気で、全死者の2%に相当する5万1,000人が死亡。改善されない限り2000年にはこの死者が5万人に増えると警告している。欧州でも、酸性雨が白血病に関係があるとする研究が反響をよんでいる。

これに加えて、'85年4月、ロンドンで開かれたローヤル・ソサエティの会合で、バーモント大学のパール博士が、酸性雨は代表的な老人病のパーキンソン病やアルツハイマー病に関係があるとして、新たな問題を提起した。この二つとも難病として、老人人口の増加とともに大きな問題になりつつある。この原因に、酸性雨で遊離してきたアルミニウムが水を汚染させ、それを飲んだ人の脳

の神経繊維を侵すというのが、その主張だ。

7 日本の酸性雨

日本でも環境庁が腰を上げ、'82年に専門家からなる「酸性雨対策研究会」を発足させた。我が国は降水量が多いこと、土壌中の酸を中和するカルシウムなどの含有量が豊富なことなどから自然への目立った被害は報告されていない。

しかし、これまでの雨のpHの記録では、静岡県清水市の2.3、神奈川県川崎市の3.3、千葉県市原市の3.8など、欧米の常習汚染地帯かそれを上回る強い酸性雨が発生している。雨のあと、アサガオの花が斑点状に脱色していた、という酸性雨特有の現象も各地で珍しくなくなった。これまでほとんど大気汚染の観測されていない北海道や東北地方の山間部の湖水や河川までも、酸性度は少しずつ上昇している。さしもの自然の緩衝力も限界にきて、これから北欧や北米なみの被害が広がるのでは、とする不安も強まっている。

すでに、酸性雨が原因かと思われる人体や作物への被害は出現している。たとえば、'73年6月に、静岡、山梨県下で、霧雨が目にしみるという住民からの訴えがあり、その後の調査で約500kmの範囲にわたって、計441人が目やノドの痛み、セキなどの症状を示した。その一方で、ネギ、タバコ、キュウリなどが茶褐色にかれた。翌年7月には、関東地方1都6県で、3万2,000件を超える人体や農作物の被害の届け出があった。いずれの場合も、雨水はpH3.5と、安いリンゴなみの酸っぱい酸性雨だった。

二度にわたる石油危機で、欧米も日本も発電所の石炭転換が急速に進んだ。石炭火力は同じ出力規模の石油火力に比べて、亜硫酸ガスで1.4~4.3倍、窒素酸化物で7.6~10.5倍も多く排出する。まさしく酸性雨の製造元である。ここに見たような地球規模で深刻な影響を及ぼしている酸性雨の問題は、実は、日本や欧米が石炭を使い出すこれからのものなのである。

(いし ひろゆき/朝日新聞編集委員)



編集を終わって

巨大な価値の集積場 倉庫の火災リスクを考える

日本損害保険協会 防災事業専門委員会
出席者

上田三夫

東京海上火災保険(株) 技術室専門課長

加藤武弘

千代田火災海上保険(株) 技術室調査グループ課長

山本 勇

住友海上火災保険(株) 火災新種業務部技術課長

このほど日本損害保険協会では、「巨大な価値の集積場—倉庫の火災リスクを考える」(A 5判 80ページ)を発行した。昨年5月、防災事業専門委員会で企画が決定し、編集委員3氏が選ばれ約1年をかけて発行の運びとなったものである。

倉庫火災は、この1年間にも世界各地で大規模なものが発生し、現在では1年前の企画時点より、倉庫防災への関心が高まっている。そこで、本書に盛り込めなかった新しい情報を含め、編集後記ともいうべき鼎談を催した。

関心が高まりつつある「倉庫防災」

—タイムリーな本書の発行

A それでは、話のキッカケとして、編集を終わっての私の感想をお話します。この本を編集することが決まったときには、世間一般も損保業界も倉庫の集積リスクについてあまり注目していなかったと思うんです。もちろん、我々防災関係者としては、非常に注意せにやいかんという気はあつ

アメリカ、ニュージャージーの倉庫火災

2月21日、アメリカ、ニュージャージー州ポートエリザベスにある倉庫より出火、24時間以上燃え続け、ほぼ全焼となった。損害額は1億ドルにのぼるとみられている。

〈倉庫の概要〉

- ・鉄骨造 45,000㎡
- ・収容品 化学製品、塗料、二輪車、電気製品など

〈火災の状況〉

- ・2月21日午後6時50分ごろ、倉庫内の1区画から出火した。倉庫はブロックにより数区画に分けら

れていたが、出火場所に塗料類が収容されていたため一気に拡大した。

- ・倉庫内には塗料のほか、噴霧剤用のプロパン等が収容されており、一部で爆発が起こったため、1時間半後には建物が倒壊した。
- ・火災は22日午前中にやっと下火になった。
- ・この火災により、空港や高速道路が一時閉鎖された。

〈火災原因〉

詳細は不明だが、電気設備のトラブルとみられている。

たんですが、実際にそれほど事故もなかったし……。

しかし、この本をつくり始めてみると、特に海外で巨大な事故が起こり出したんですね。ファイヤープリベンションの1985年4月号で倉庫火災の特集をやっているんですが、'79年～'84年にイギリスでは50万ポンド(20億円弱)以上の損害を出した火災が11件記録されています。昨年8月のロンドンの倉庫火災は4,880万ポンド(約160億円)の巨額の損害がでました。また、ごく最近では、アメリカのニュージャージーで損害額200億円ぐらいの倉庫火災も起こっています。

ということで、倉庫火災への関心が高まっていると考えられますので、この本をつくったタイミングは非常によかったと思っているんですが。

B そうですね。たしかにグッドタイミングだったと思いますね。これからは業界内だけでなく、一般の関心もどんどん高まってくるでしょうし。

C ちょうど、この本の校正の段階でニュージャージーの事故情報が入ったんですね。あれは2月21日でしたか。当面の損害が約1億ドル、それがスプリンクラーがついていた建物で起こったということで、この本の冒頭に引用した'77年のフォードの事故の再来という印象が強かったわけです。

それで、事故詳細が入れば読者にとってホットな情報を提供できると思ったんですが、いかんせん情報が集まりにくく、間に合いませんでした。それにしても、スプリンクラーがある4万5,000㎡の建物が灰になってしまった。12時間近く燃えていたということですが。

A こういう海外の事故でも、最近では意外と日本のインタレストといいますか、日本企業の利害に絡んでいるものが多い。ニュージャージーの場合は建物も収容品もかなり日本の保険会社が受けていた。ロンドンの場合は収容品の一部を日本で受けていたということですが、海外の事故だからといって、安心するわけにはいかんというのが最近の情勢です。海外で事故を経験した日本の荷主さんは、どう感じているんでしょうか。

C 日本に置いておけばよかった、日本のほうがまだ安心だというイメージはあるかもしれませんが

ね。ただ、スプリンクラーがあってもあれだけの事故になったということは、教訓とすべきだと思うんです。

A 考えてみると、海外で事故を経験した荷主さんが、国内のことも真剣に考えるということでしょうから、大いに教訓としてほしいですね。

C 念のためにニュージャージーの事故についてお話しますが、倉庫の内にいろいろな物が入っていたようですね。たとえば、普通の機械部品もあれば危険物もある。こういう収容の仕方が海外では実際に行われる。日本では、そういうことはあり得ない。

B 行政指導が厳しいですからね。

多くの火災事例が示唆する倉庫のリスク 集積リスク+放火の危険性

B 事故の原因とか経過というのはどうなんでしょうか。なぜそんなに大きな事故になってしまうのか、一般の人にはわかりにくいでしょうね。

A 先ほどのファイヤープリベンションの記事によると、20万ポンド(約700万円)以上の損害が1年間に94件起きているんですが、このうち原因のわかったものが71件で、その半分以上の37件が放火もしくはその疑いのあるものです。

ですから、当初も予想はしていたんですが、大きな集積リスクに放火の危険性、その組み合わせが一番怖いという感じですね。

B 今までとかく、倉庫には火の気がないということで、火災保険の利用価値が低いのではと考えられるむきもあったんですが、放火の危険性がそんなに高いとなると、火の気がないからなどといえなくなりますね。

A 放火については、契約者だけでなく、我々も今まであまり勉強していないんじゃないですか。

C そうですね、今まで少なかったこともあって、また、社会的、心理的な要素もあって難しいですね。

今までどちらかということ、物理的な面で外周に可燃物を置かないようにとか、草が生えていれば、その草を刈りなさいとか、あるいは巡回をどうし

なさいとか、そういう面の対策にばかり力を入れていたと思うんですが、もっと社会的、心理的な面を詳細に分析することが必要になってきたと思いますね。

たとえば、最近、子供や若者が夜中まで動き回りますが、そういうことが、人気のない場所にある倉庫の放火を増加させるかもしれない。日本でも今や放火は火災原因のトップになっているんですから。

A ミューニック・リーが「Arson(放火)」という本を'82年に出しています。ここでは、人を自由に立ち入らせないようにとか、放火というより盗難対策に重点を置いているような気がしますね。日本は欧米とは社会的環境は違いますが、確かにこの面の研究は遅れています。

C 日本の場合、従業員が悪事を働くということは、比較的少ないと思うんですが、海外では従業員がやるというケースがありますから、そういう面の対策は大変だと思いますね。

A 話はちょっとそれますが、私は海外駐在の経験でびっくりしたことがあるんです。ギリシャでの話なんです、住宅に火災保険をつけるときに、放火を担保してほしいかどうかお客さんに聞きます。放火というのは、基本的には火災保険では免責なんです。正確には、恨みをもった人に火をつけられた時は免責なんです。完全な通りすがりの人の放火は有責になるようですが、国情の違いか感じて、興味深かったので強く印象に残ったんです。

いずれにしても、放火対策というのはしっかり考えておきたいですね。

出火防止かリスクの分散

倉庫防災の抜本策

B 価値の集積というと、当然ながら倉庫の大きさが問題になりますね。

A この本の企画段階では、巨大倉庫＝巨大な価値の集積というイメージがあったことは確かですね。しかし、編集作業の最中にアメリカへ出張し

て、シリコンパレーあたりの半導体の倉庫を見まして、イメージが少し変わりました。それほど大きくない倉庫でも、100億円ぐらいの集積はザラにあります。

C そうですね。しかも、半導体関係では水をかければ完全にダメになる。煙でも大きな被害を受けますから、火災のリスクはものすごく大きい。

B そういう倉庫では、火災が起こると消すということはあまり意味がない。出火させないということしかないことになりますか。

A 出火させないということと、もう一つは、出火しても損害が巨大にならないようにすることでしょね。極端なことをいうと、完全に区画して耐火金庫のような数億円単位で収容する倉庫を作ることでしょうね。そうすれば、出火しても数百億円の損害を出すというようなことは避けられる。

C 価値の集積度が高くなる傾向というのは、ある程度時代の趨勢としてやむを得ないと思うんです。コンピュータソフトの倉庫などもその典型です。

そうなると、その被害をいかに局限するかということ、我々も真剣に考えなければいけないということになると思います。お客さんと一体になって真剣に考えなければならない。

C 価値の集積ということを見ると、話はちょっとそれるかもしれませんが、半導体とか家電の工場の集積リスクは、ものすごい集積ですよ。休業損まで考えるとぞっとします。めったに起こらないだろうけれども、起こる可能性はあるわけですから。最近では、お客さんもそういう見方をされていますね。たとえば、工場が焼けたら建物の損害が幾ら、機械設備の損害が幾ら、収容品の損害が幾ら、休業損がどうなるというように。

C 物の損害は多分、皆さん共通の認識を持っていると思うんですが、利益損失といいますか、休業損については、まだ認識が低いんじゃないかという気がします。原材料にしろ、半製品・製品にしろ、火災になったら経営全体に波及する影響は甚大です。

たとえば、ある半導体工場の火災では3か月で生産再開にはこぎつけたんですが、元へ戻るまで



上田三夫氏

に6か月かかっています。競争の激しい、技術革新の激しい業界ですから、この6か月の遅れは計りしれない損失だと思えますよ。ですから、いまは火災の時の代替の手段を考えたトータルのマネジメントが必要な時代だといえると思いますが、そこまでの対策がしっかりたてられているかどうか。

A 最近では、工場を分散させるとか、そういうリスクマネジメントが段々いき渡ってきているんじゃないでしょうか。

C そうですね。リスクの分散は図られていますね。地震が怖いから地震の少ない所へ工場を持っていくとか。

B そういう配慮は確かにできていますね。

C しかし、逆にそういう場所にいろんな企業が集中してくると、また、リスクが集中することになります。

A アメリカでの例ですが、カリフォルニアにいまそういう状況があるんです。日本の企業がアメリカに進出する場合、いろんな条件がいいから、まずカリフォルニアに進出するわけです。日系企業がたくさん集まって、もう現在、巨大な集積になっています。

もし地震でも起こったらと考えると……、これは保険会社としては困るんですね。

火種がなくても可燃物があれば 即火災リスク

防火管理に必要な感覚

A 一般に、倉庫へ伺って「火災リスクはどうですか」と問いかけると、「火災なんて起こらないよ」といわれるのが普通じゃないですか。

B さっきの話じゃないけど、火の気がないからそう思うんでしょう。

C この本では日本の場合、放火以外では、出火原因は火遊び、たばこ、電気関係、溶接・溶断作業の順になっていますが、ファイヤープリベンションでは出火源はどうなっていますか（図1、図2参照）。

A 放火以外では、電気配線の欠陥、たばこ、採暖器具、子供の火遊び、溶接・溶断作業の順になっています（表1参照）。

B 何か倉庫火災の出火源について、特殊性があ

表1 損害額20万ポンド以上の倉庫火災の出火原因
(’83年7月～’84年6月)

原因	火災件数
放火・疑放火	37
電気配線	11
たばこ	8
採暖器具	5
子供の火遊び	3
溶接・溶断作業	2
蛍光灯	1
プロランプ	1
グラインダーの火花	1
ゴミの焼却	1
自然発火	1
不明	23
計	94

(FIRE PREVENTION March 1985より)

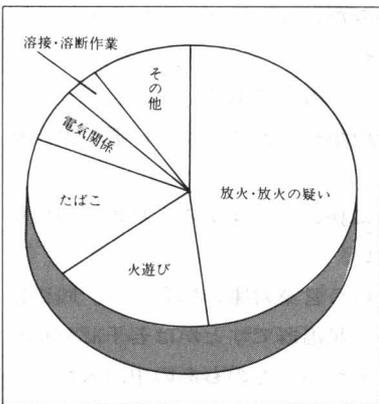


図1 東京消防庁管内の倉庫火災の出火原因 (昭和58年)

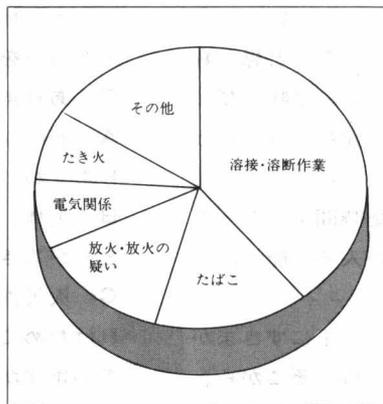


図2 我が国の主な倉庫火災の出火原因 (昭和49年～58年)

るといえますかね。

A 何もないでしょう。強いというなら、火種がない割には結構火災は起こっている。

C 事故というのはすべて予想外ですから、出火源はあまり問題ではないかもしれませんね。火種が少ないといったって、電気設備もありますし、作業員が火種を持ち込む可能性もあります。

B 昔はフォークリフト、とくにエンジンが危ないなんていいましたが、最近ではあまりいいませんね。

C エンジンが危ないから、バッテリーにしなさいというわけで、バッテリーフォークに変わってきたということもあるでしょう。しかし、バッテリーになると充電の問題が出てきて、それがまた火災リスクになる。

たまたま大きな火災事故はないんですが、フォークは日中動いているから、夜、一遍に充電する。水素がたくさん出ますから爆発危険が生じます。大きな事故は起こっていないんですが、耳の鼓膜をやられたとか、硫酸が飛び散って目に入ったというような爆発事故はあるようです。

A 倉庫の場合、鉄筋コンクリートの建物が多いんですが、そうすると鉄筋コンクリートだということで火災危険が少ないと思われているようなところは感じられませんか。

C はあ、あるでしょうね。鉄筋コンクリート、すなわち燃えないというイメージはあると思います。これは強いでしょう。

A 羽田へ行くときモノレールから見ていると、倉庫群があるでしょう。あの中に危ないと思う倉庫があるんです。鉄筋コンクリートの建物にぴったりくっついて焼却炉があって、建物の壁が真っ黒になっている。

C 鉄筋コンクリートでも、営業時間中はシャッターが開いていますから、火種が入る可能性がある。焼却炉からの飛び火だとか。

A シャッターが閉まっていますが、下にすきまが開いているというのがあるでしょう。そこから、子供の花火遊びで、ねずみ花火が倉庫内に飛び込んで火災になったというケースも実際にあります。

B 営業時間中でも、開口部を常時見張っている人がいるわけではありませんし。

A 喫煙管理はかなり徹底しているのが普通でしょう。

C と思いますね。ただ、流通倉庫などでは一つの構内に多くの業者が入っていますから、全体としての管理が徹底できているかどうか。

B 火の気が少ないといっても、可能性としては結構ありますね。

A 昔、ある本に書いたことがあるんですが、火災の3要素として、可燃物と火源と酸素が必要といわれていますね。しかし、火災リスクを考える場合には、そういう理屈は考えないで、燃える物があれば火種があろうとなかろうと絶対に燃えるんだという感覚で管理することが大切だと。

そういう見方でいうと、倉庫には特に燃える物がいっぱいあるわけですから、それだけで火災危険はあるんだと単純に考えたほうがいい。いろいろな倉庫火災の事例をみますと、みんな予想外なんですから。

C そうですね。事故というのは絶対予想外です。もしわかっていれば、そんなことは事前に排除しているわけですから。

たまたま事故がないのか本当に大丈夫なのか見直したい現状

A 鉄筋コンクリートの倉庫の中に、小さい小屋のような休憩所みたいな、伝票を書いたりする所があるのを見ませんか。

C あります。倉庫の中にある。

A あの中の管理がぞっとするくらい悪い例がありますね。

B 大体、非常に狭い所ですから、乱雑で整理整頓ができなくていい。

C 火災保険でいう営業倉庫の場合には、暖房器具はだめですが、足温器ですとかは若干認められていますから、そういうものもあの中に入れてあることがある。まさかあの中で喫煙はしないでしょうが。



加藤武弘氏

A ああいうものは、防火管理上は倉庫の外へ出しておくべきですね。最初からそうなっていればそれなりに習慣づくと思うんですが、1度倉庫内につくってしまうとなかなか……。

C 原則的にいけないことでも、作業効率とか仕事のしやすさとかを優先するから、ああいうものがつくられるんでしょうね。

昔は、火気は絶対にいけない、使ったら営業倉庫として認められないというように、非常に厳格だったのが、若干の付帯作業はいいとか、冷房機、送風機関係はやむなしだとか、足温器やヒーター程度ならいいとか、実態に即した形なんだけれども、段々に規制がゆるやかになってきているわけで、それだけに、倉庫業を営むうえでは防火体制は昔以上に大変になっていると思います。

A 今まではそういう方向でよかったんですが、これからはわかりませんね。アメリカの例をみても、巨大損害がでると保険業界が非常に厳しくなってきましたから。

B そうですね。そういう意味では、先ほどのフォークリフトのことを最近あまりいわなくなったということをはじめ、我々自身もリスクをみる目が甘くなっている面もあるかもしれませんね。

C これまでたまたま事故が起きていないだけなんだということなのか、本当にこれからも事故は起らないのか、その辺の見極めをしっかりと、我々としては正しいアピールをしないとダメですね。

そうしないと、今までは大丈夫だったが今後は

わからないということになってしまう。それでは防災はあり得ないことになりますから。

日本は諸外国に比べて安全といえるのか 防災問題における国情の違い

A カリフォルニアで気がついたことに、倉庫の天井のガスヒーターがあるんです。

C そうです。ありますね。

A 地震が起こった場合危ないと思って取りはずしてもらおうように頼んだんですが、組合問題が絡むので難しいそうです。

C 労働環境が悪くなるという、既得権を主張するわけですね。

A 日本だったら危険なものを取り除くのに、そう面倒なことは起こらないと思うんですが。

C 日本では、防災関係については、労使ともそれほどの違いはないですね。災害防止とは一切関係なく自己主張するということはないと思うんです。ですから、職場でのツールボックスミーティングのようなものも、日本では定着しやすいんだろうと思います。

A 外国では、どうしても労使関係は対立しているということですか。

C ええ、労使は考え方が完全に分かれていますから。日本では会社と従業員が一緒になって安全衛生委員会の活動をやったりしていますから、安全に対する組織が割合うまくできていますが、向こうでは自己の権利主張が優先するんですね。

A 倉庫の場合はそういう“人間の問題”が一番重要だと思うんですがね。大体、人が少ないんですから。また、諸外国では従業員の悪意による事故ということもあるようですが、皆がまじめで、悪いことはしませんというルールができてないと危ないですよ。

C そうでしょうね。従業員が倉庫の中の物を持っていくような風潮がまんえんしたら、損保でいろいろな災害に結びつきますから。

A 日本では考えられませんが、海外では、港のポンドエリア、保税地区で盗難がよく起こるんで

すが、税関の役人が犯人というケースが多いんです。

C 倉庫の前に番人を置いているところもありますね。出し入れの時に従業員が持っていけないように。

A 日本のオーディオ関係の製品は、先進国でも皆ほしがりますよ。だから、人がいなければ持つて出る。

C あるでしょうね。特に、そこに働いている人たちの給料ではなかなか買えないという場合には。

B 私は、1度倉庫の盗難防止のための設計を頼まれたことがあるんですが、保険会社としては過去にそういうことをやった経験がないものですから困りましたね。

A 外国の例ですが、こんな倉庫を見ましたよ。家電関係の大きな倉庫なんですけど、中に入ると金網で仕切っているんです。その仕切りの入り口に全部鍵がかかっているんです。それぞれの仕切りは事業部単位になっていて、それぞれが責任を持つ体制になっているんです。

これは、盗難防止の点ではいいでしょうけど、防火の面からは非常に危険です。金網ですから火災になったらどんどん燃え広がるんですが、消火したくても鍵がかかっているから火点に接近できないんです。危ないですよ。

B そういう点では、盗難リスクが少ない日本は幸せなんじゃないですか。

A 海外と日本との比較という点では、これは倉庫の場合に当てはまるかどうかわかりませんが、外国の場合は、安全性に対する基準が大体日本の1/3ぐらいしかないですね、ざっと考えて。

地震に対する考え方、これがそれぐらいです。日本は地震国だから、地震災害についての考え方がシビアなのかもしれませんが、労使が防災については協力し合う体制なんかをみても、災害に対する日本のガードはしっかりしている面もあるんじゃないでしょうか。

B その結果、我が国では事故が少ないといえるのかもしれませんが、そうだとでも“事故は予想外のこと”だから、安心はできませんね。

C 事故調査という面で見ますと、諸外国では、火災原因とか経過というものが割合明確に追求され、公表されますね。

ところが、日本の場合には、その辺が割合うやむやになっちゃうというか、たとえば火災保険でいうと、払える事故なのか、払えない事故なのかという判断で終わってしまうケースが多くないですか。

A 確かにそういうことはありますね。算定会発行の資料でも、火災保険で有責かどうかは重要ポイントとしていますが、原因がなんであるかというのは割合に明確になっていない。

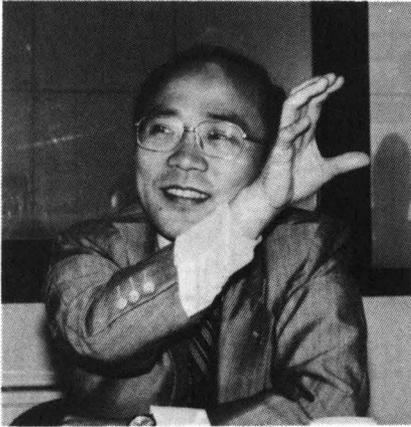
C 事故の教訓を生かすという意味では、事故の



1984(昭和59年)8月24日(金)午後5時ごろ、英国ロンドンのクリックルウッド地域にある倉庫街で火災が発生し、約60,000㎡を焼失して、ロンドンではここ10年間で最大の火災となった。

火災は、約13億円のアルコール飲料を収容する倉庫から出火したとみられており、茶、コーヒー、衣料、電気製品などを保管している多数の倉庫に延焼した。付近住民約40世帯が避難したが、幸いケガ人は出なかった。

200名の消防士、30台の消防自動車が出動し、約6時間後に鎮火したが、約100tのバターが溶けて流れ出したため、消防活動は困難を強いられた。

山本
勇氏

原因というものを、推定原因でもいいと思うんですが、当事者からきちんと報告してもらって、分析しておくことが必要だと思うんです。

B 保険会社がそういう手だてをしないと、今後もしきちつとした原因がつかめませんね。

当たり前のことがきちんとできているか 地味だから難しい倉庫の防災対策

A 倉庫の防災というのは、一般に地味だと思うんです。先端技術の防災対策とか、宇宙開発に対する事故防止なんていうと、割合カッコいい面があるんですが、倉庫の場合は非常に日常的な常識的なことばかりで、問題点も対策も比較的単純なことだから。

逆に、だから難しいということもあるんじゃないですか。

C 工場ですと、たとえば危険物を扱っているとか、火の気を使っているのは危ない、そういう所を重点にやろうという意識が出ますが、倉庫というのは、一つの大きなものが漠然としてあるわけで、全体的にみなければいけない、重点がしぼれないというところにも難しさがあると思うんですね。

B 防災調査にしても、たしかにレポートをまとめてお客さんにアピールするものが少ないと思うんです。平凡なことばかりですから。

C いかにか基本が大事かです。お客さんは違った観点からのアドバイスを望んでおられるかもしれませんが、やはり基本は基本なんです。

A こんな経験がありました。倉庫から防災調査を頼まれるでしょう。お客さんは、注意しなければならない点とか対策はよく知っているんです。

ところが、よその人間がきてやっぱり同じことをいったと、それを理由に管理を徹底できる。職場内だけで注意しても慣れてしまっていてなかなか徹底できないことが、我々の防災調査によって徹底できるというわけです。

ところで、自画自賛になってしまうかもしれないけど、そういう地味な倉庫防災にしては、この小冊子はよくできたと思っているんですが、どうでしょう。

C 読んでみて、当たり前だという人が大分いると思うんですよ。

しかし、その当たり前のことを本当にきちんとやっているかという、当たり前のことが日常のことの中に紛れて見過ごされてしまうという状況があると思うんです。

ここに書いてあることを、一つ一つ忠実にやっていく。あるいは事故例を参考にして、こんな事故もあるんだなというふうにして見ていくと、見方が全然違ってくるんですね。

そういう意味では、防災という意識できちんと読んでもらったなら、本当に読み度があると思います。

B この本の一つの柱である“集積リスク”ですね。100億円、200億円という損害が実際に起こり得るんだということは、経営にとってきわめて重大なことです。一つ間違えば企業の存立を危くするわけです。

ですから、そういう意味では、私はこの本を防災担当者だけでなく、トップマネジメントにも読んでもらいたいと考えています。

C 取材の段階でメーカーや倉庫業者の方々に非常なご協力をいただいたので、これだけまとめられたと思います。倉庫防災の在り方というか、そういうものが、これを機会に少しでも進めば期待しています。

A 国内で巨大な事故を経験する前に、早く徹底して、しまったということのないようにしなければなりません。

インドの 農薬工場事故

赤木昭夫

インドの中央部、人口80万とも90万ともいわれる都市、ボパールで、1984年12月2日の午後11時半ごろから翌3日の午前2時半にかけて、インド・ユニオン・カーバイド社の農薬工場から、猛毒の中間原料——イソシアン酸メチル(MIC)が漏れ出した。

直後の死者の数は約2,000(1説では2,500)、危害を受けた者の数は約20万と伝えられる。これは、市民のほぼ4人に1人が被災したことを意味し、世界的にみても最大級の化学工場事故となった。その後の専門家の推定によると、危害を受けた者のうち、2万は働けなくなり、7万5,000は何らかの後遺症に苦しむとみられる。

ここでは、今年3月20日、アメリカのユニオン・カーバイド本社が発表した事故分析報告書、また、事故発生直後から一貫して詳細な報道を続けてきたニューヨークタイムスの記事などによりながら、事故の遠因、直接原因、拡大原因、および補償のための訴訟の動きなどについて、まとめてみることにした。

1 人口過密地域の赤字工場

マドヤプラデシ州の州都ボパールは、インドの中央にあって鉄道の便がよく、水源として湖があり、電力も得られるところから、産業誘致がはか

られた。その一環として、1969年、安く公有地の提供をうけて、インド・ユニオン・カーバイド社が北の郊外に工場を建設した。当時は、周辺に住宅はまったく存在しなかった(図1)。

工場といっても、初期は輸入原料を加工して出荷する程度であったが、1977年に、250万ドルを投じてMIC生産装置を建設した。この装置はうまく運転できなかつたため、'78年に改修に入り、'79年にはインドの技術者が米本社で教育を受け、'80年から運転を再開した。そのころの計画では、農業用殺虫剤を年間5,000トン生産し、'84年ごろには数百万ドルの収益をあげる予定であった。

だが、安くて安全性が比較的高い新しい農薬が出てきたこと、また、工場の稼働率を向上できなかったことによって、'81年の収益はゼロとなり、'82、'83、'84年の生産量は、2,308トン、1,647トン、1,000トン以下と能力をはるかに下回り、欠損が続いて'84年には400万ドルの赤字を抱えるに至った。

そこで、経営の合理化がすすめられ、装置の保守や従業員の訓練はなおざりにされ、適格の技術者は離れていった。'81年12月24日に、MICの原料のホスゲン吸入して従業員が1人死亡し、'82年2月10日に、ポンプのシール不良でホスゲンが漏れ、また、'82年10月18日には、MICとクロロホルムと塩酸の混合物がバルブから漏れ、18人が吸入するという事故が起こった。これらの事故の原因は、一方的な経営合理化のためではなかつたかと、こんにちでは解釈する向きが多い。

今回の事故のあと、米本社から公開されたところによると、'82年5月の「操業安全調査」では、10項目の欠陥が挙げられていた。そのなかには、貯蔵タンクからの有毒ガスの漏れや粉体爆発の可能性、安全弁や計測装置の不良などが指摘されていた。'84年6月26日付けの米本社あての報告によれば、MIC生産プロセスの安全弁を除き、すべて改善されたことになっていた(だが、事実はそのようではなかつたことが、今回の事故で明るみに出るのはめになった)。

こうして、大事故の可能性が高まっていく一方

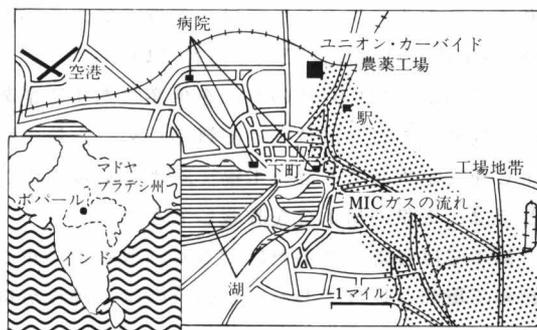


図1 ボパール市街

で、ボパールの人口は'69年の35万から'85年の80万ないし90万へと急膨脹し、工場の周りはすっかりスラムで取り囲まれてしまった。周りの住民は、工場で何が生産されているかをまったく知らず、事故の際の避難計画もつくられていなかった。事故が起これば、多数の犠牲者が出るばかりになっていた。

2 MICタンクへの水の流入

MICとさまざまな物質とを化合させて、一連のメチルカルバメイト系の殺虫剤がつくられる。MIC自体は、ホスゲンとメチルアミンとの反応によってつくられる。

ホスゲンは第一次大戦で毒ガスとして使われたが、MICの毒性はそれよりもはるかに強い。アメリカにおける8時間あたりの職業人許容被曝限度は、0.02ppmである。シアン化物の場合は10ppmで、その500倍の毒性をMICはもっている。

微量の被曝で、眼や皮膚や呼吸器官を刺激する。嘔吐、激しいせき込み、窒息、一時的な失明をまねく。被曝量が大きいと、眼の角膜の細胞が破壊され、永久的失明に至り、気管支表面の膨れあがり、肺細胞からの水の浸出などで窒息死する。

したがって、MICそのものの販売を目指さない企業の工場では、つくったMICを直ちに最終生産物に変えてしまう方法を取り、危険を防止するよう配慮している。もし一時貯蔵するとしても、小さな容器に分けて入れ、大量のMICが漏れることがないように手だてをとっているのが普通で

ある（ちなみにフランスでは、ドラム缶大の容器280以上の貯蔵は法律で禁じられている）。

ところが、MICそのものを生産販売する企業の工場や、あるいは技術的困難のため一定量のMICを安定生産できない工場——ポパール工場などでは、大量のMICを貯蔵してきた。

MICは猛毒であるだけでなく、取り扱いがきわめて厄介な物質である。というのは、沸点が44℃と低くて気化しやすく、ちょっとした温度上昇で貯蔵タンク内の圧力が高まり、漏れる危険が常につきまわっているからである。また、不純物があっても、分解して炭酸ガスと熱を発生し、生じた熱によって一段と気化が促進され、暴走的にタンク内の圧力が高まる。そこで、MICは精製して不純物を除き、ステンレス鋼製のタンクに入れ、かつ貯蔵量もタンク容量の50%にとどめ（蒸発しても圧力の上昇は遅い）、タンク内の温度を冷却装置によって0℃程度に保たねばならない。

とくに注意を要するのは水である。もしMICに水が加わると、分解して炭酸ガスと熱を発生する。上でも述べたように、これは発熱反応で、分解が暴走的に進行する。

ところが、ニューヨークタイムスの記者の調べによると、ポパール工場で事故当夜の9時半、新任の技術者の命をうけた従業員が、実はMICタンクにつながっていたパイプの水洗いを始め、3時間にわたって放水のままであったという(図2)。

水が直接このパイプを通じて、あるいは別の管路を通じて、タンク内に流入したとみられている。その傍証として、事故の数日前にMICをタンクから送り出そうとして、窒素ガスでタンクを加圧

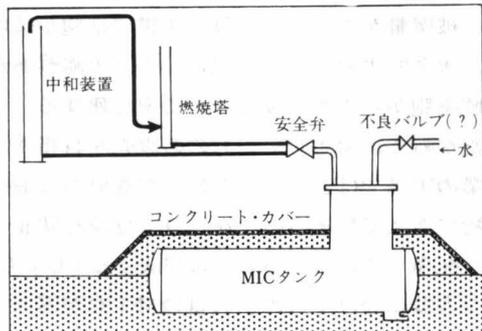


図2 想定される水の流入径路

してみたが、失敗したことがわかっている。つまり、窒素ガスがタンクから漏れてしまうような径路がどこかに存在し、それが事故当夜水洗いしたパイプであった可能性が考えられるというわけである。

タンク内に水が流入したあと、恐れられていたように、MICの暴走的分解、タンク内の圧力上昇、安全弁の開放をまねき、高温のためガス状となったMICが工場内、さらには工場外へ流れ出し、今度の惨事をまねいたのであった。

運悪く、事故当夜は北西の風が吹き、地上温度が14℃と低く（上空のほうが温度が高い逆転層が形成されていたとも推定される）、工場から流れ出した猛毒のガスは地上を低くはって、南東方向に40平方キロにわたって広がり、20万以上の住民に危害を及ぼす結果となった。

3 役に立たなかった安全装置

ニューヨークタイムスがまとめたところによると、事故はつぎのようにして発生し、拡大していった。工場内配置は、図3に示す。

- | | |
|-------------|----------------------------|
| MIC製造装置 | '84年10月22日より停止 |
| 9:30 PM | # 610 タンクのパイプ水洗開始 |
| 10:30 | 同タンク圧力正常 |
| 11:00 | 同異常 (10ポンド/平方インチ) |
| 11:30 | 従業員は涙で漏れに気づく |
| 11:45 | 技術者に通報 |
| 12:15~12:45 | 従業員と技術者は制御室で夜食 |
| 12:45 | タンク附近にMICガス充満 |
| | MICタンクのコンクリートカバーにひび割れ発見 |
| | MICタンク圧力55ポンド/平方インチでスケールオフ |
| | MIC分解のため放水 |
| 12:50 | ガス中和装置をオン、作動せず |
| 1:30 AM | 制御室にMICガス充満 |
| 2:00 | このころから病院に被災者が殺到 |
| 2:30 | MIC燃焼塔からの流出は止まる |

- 3:00 工場が事故を警察に通告
- 3:30 工場内からのM I C流出は終わる

午後10時半の610番M I Cタンクの圧力は、平方インチ当たり2ポンドで正常であったが、30分後の11時には、その5倍の平方インチ当たり10ポンドになっていた。この間にM I Cの加水分解暴走反応が始まっていたことになる。

11時半に催涙によって従業員はM I Cの漏れに気づいたが、これは1か月に平均1度は起こっていたことなので、直ちに処置を始めなかった。従業員が夜食をとっている間に、タンクの安全弁が開き(作動圧力は40ポンド/平方インチ)、タンクにつながる開口パイプ、ガス中和装置、M I C燃焼塔からM I Cが大量に放出された。放水しても燃焼塔に届かず、ガス中和装置はスイッチを入れても働かず、安全装置はいっさい役に立たなかった。工場ではサイレンを鳴らしたというが、早朝に外部へ異常事態を伝える処置はまったくとられなかった。

事故から1か月後の'85年1月4日、インドの科学・産業研究協議会の議長であるS・ヴァラダラジャン博士が、わずか0.5キロの水がM I Cタンクに流入したため、15トンのM I Cが重合され、その反応の際の発熱で30トンのM I Cが流出した

との事故分析報告を発表した。重合反応が生じなかったとすれば、1.5トンの水の流入を要したことになり、それは考えにくいとして否定された。

4 米本社の事故分析

事故直後の12月6日から30日まで、米本社は7人の科学技術者を含む調査団を現場に派遣して調査に当たさせた。従業員のインタビューはできなかったが、調査団は記録を見ることができ、また、タンクやパイプのなかの残留物を集めて持ち返った。これを資料にして500通りほどの分析の結果、つぎのような事故過程を「高度の信頼性をもつ一つの仮説」として、3月20日公表した。

610番タンクには、M I Cが容量の70%も貯蔵されていた(マニュアルでは50%を定められていたから、明らかな指示違反である)。

M I Cは0°Cに冷却が必要なのに、冷却装置は'84年6月から停止したままで、M I Cの事故前の温度は15~20°Cであった。

午後10時20分のタンク圧力は、平方インチ当たり2ポンドで、11時には平方インチ当たり10ポンドに上昇した。温度警報装置はセットされていなかったため、警報は発せられなかった。

圧力が平方インチ当たり40ポンドで安全弁が開いてM I Cが流出した。

貯蔵されていた9万ポンドのM I Cのうち5万ポンドが、2時間にわたって放出され、午前2時半ごろ止まった。その間、圧力と温度の最高値は、平方インチ当たり180ポンド、200°Cに達したと推定される。タンクそのものは破裂しなかった。

これだけのことが起こるには、実験室での追試をもとに外挿すると、120~240ガロン(450~900リ

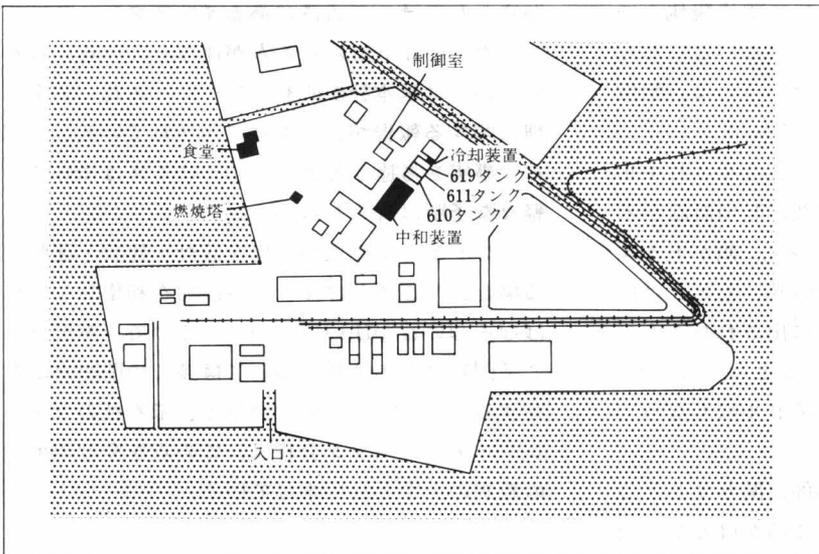


図3 ポパール農薬工場配置図 (610番タンクからM I Cが流出した)

ットル)の水のタンク内流入が想定される。この水は、安全弁につながるパイプ、M I C生産装置からのパイプ、そして高い確率として他のパイプ(窒素ガスによるM I C送り出しに失敗した経緯あり)などを経て流入したとみられる。

この水によって、炭酸ガスと熱が生じた。それに加えて、1,500~3,000ポンドのクロロホルムが存在したため、その存在と高温のためタンクなどの腐食がすすみ、遊離した鉄が触媒の役を果たして、M I Cの重合反応が生じた。この反応も熱を発生するので、加水分解による発熱と相まって、熱が熱をよび、これら二つの反応が加速され、暴走的にタンク内の温度と圧力が高まった。

クロロホルムは、調査によると、タンクから外へ出ていくパイプでは12~16%も存在し、タンク内は0.5%以下であるべきなのに、1.9~2.5%も存在したと考えられる。これらのクロロホルムの流入源は、M I C精製装置の不調のため、M I Cの溶剤としてしばしばクロロホルムを投入していたためであった。

か性ソーダによる中和装置は、故障していて使えなかった。

5 1,500億ドルの賠償訴訟

米本社の事故分析は、全体として工場現場の過失に原因があり、米本社には責任がないといわんばかりの調子で貫かれている。というのは、賠償責任を免れたいからである。

ニューヨークタイムスによると、今年3月中旬の段階で、総額1,500億ドルに及ぶ賠償訴訟が米本社に対して起こされているという。額が大きすぎるように思われるかもしれないが、たとえば12月11日にニューヨーク連邦地裁に出された4人の被災者の賠償要求だけで200億ドルとなっている。したがって、総計として1,500億ドルにもなってしまったわけである。

米裁判所は、アメリカはこの件に関与するところ少なく、インドの関与するところがはるかに大きく、かつ、インドはこの問題を扱う能力がある

からという理由で、おそらく却下すると予想されている。ただし、ポパール工場の設計、安全管理規則の作成、部品の供給などの点で、米本社の関与が大きいとなれば、裁判が成立する可能性もある。

仮に要求額の1割という賠償命令が出るとすれば、インド・ユニオン・カーバイド社の資産は約1,000万ドル、米本社のそれは100億ドルと1983年の会社報告に記されていて、全米37位(化学メーカーとして第3位)の大企業が破産の危機に見舞われるかもしれない。その気づかいのため、事故後1週間にして、米本社の株価は約50ドルから35ドルに急転落した。

これまでのところ、米本社は被災者の救済のため200万ドルを提供し、裁判で争うのを避け、示談の形で賠償したいとして、インド政府と交渉中と伝えられる。インド政府もそれに応ずる意向といわれる。

そこで問題となるのは、ポパール工場の設計にだれが当たったかである。この点について米本社が明かしたところによれば、プロセス設計に必要な情報が米本社から提供され、それをもとにボンベイのハンクリー・アンド・グラスゴー社(本社はロンドンで、この本社が米企業の所有)が詳細設計を行った。経営管理の点については、インド・ユニオン・カーバイド社の取締役会には、米本社から1人、そして香港にあるイースタン・ユニオン・カーバイド社から4人が連なっている。資本の50.9%は米本社が所有してきた。また、安全管理に関する報告が、米本社に送られている。これらの事実を考慮すると、訴訟のゆくえは微妙で、軽々な予断は許されない。

インドで外国企業が工場を設計・建設・運転する場合、できるだけインドの能力を利用しなければならぬ旨が法律で定められていて、第三世界と多国籍企業の関係については多くの問題点が存在する。3月20日の記者会見で、米本社のウォーレン・アンダーソン会長は、この点を今度の事故の教訓の一つとして挙げている。

(あかぎ あきお/ NHK解説委員)

危険物火災の実態と災害予防技術

二ノ宮喜八



1 はじめに

数多い災害事故のなかで、危険物に起因する火災や爆発は非常に大きな社会的な影響を与えるものである。特に災害が危険物による場合、一般には、危険性についての十分な認識がきわめて薄いことや、災害現象そのものが非常に理解しにくいこともあり、また、災害の発生が予見しにくく突発的なものであり、被害の範囲や強度の予測が困難で、場合によってはまったく関係のない第三者や一般公衆を巻き込む恐れもある。こうしたことから、事故発生件数そのものは一般災害事故に比較しあまり多くはないが、危険物施設による火災・爆発に対しては特殊な恐怖感が社会的に持たれている。そして、他の業種に比べ危険物と密接な関連を有する化学工業等を中心とした、危険物製造所等(図1参照)の施設を保持するところにこの種の災害との結びつきが多いことも当然のことかもしれない。そこで、この種の災害に対する不要な

先入観なり恐怖感を抱かせることなく、災害事故を正しく知り、関係者がこの種の災害の未然防止に総力を結集することが社会的な責任でもある。そのためには、まず、災害事故の実態を正しく知り、その教訓を踏まえた総合的な事故防止対策を

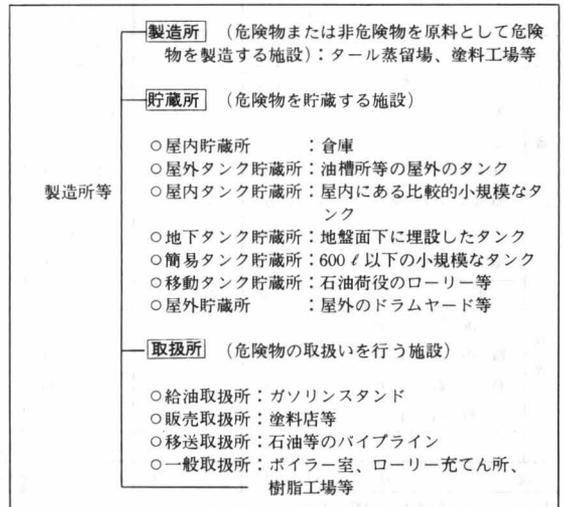


図1 製造所等の分類(消防法)



樹立する必要がある。そこで、ここでは危険物製造所等の火災の実態について、自治省消防庁が毎年報告している全国の「危険物製造所等の事故事例集」のデータをベースに、若干の解析を加えるとともに、災害予防技術の基本的な内容を紹介することによって、危険物施設における災害の未然防止に資することができれば幸いである。

2 危険物火災と被害の状況

昭和58年中における危険物火災の発生件数は、140件であり、被害は、死者2人、負傷者50人、損害見積額11億1,128万円となっている(表1参照)。ちなみに、過去5年間の火災発生件数および火災1件当たりの損害見積額をみると、いずれもわずかながら減少傾向にあるが、火災による被害の程度は、鹿島石油(株)鹿島製油所の火災、およびダイセル化学工業(株)堺工場の火災が発生した昭和57年を除き、ほぼ横ばいとなっている。火災1件当たりの平均損害見積額は794万円、これを施設区分別にみると、貯蔵所が2,313万円で最も多く、次いで製造所1,048万円、取扱所535万円となっている。また、危険物施設の火災による他への影響の程度についてみると、140件の火災のうち130件(94.3%)が当該危険物施設のみ火災でとど

表1 危険物施設等における火災の概要

昭和年	件数 (ア)	死傷者数		損害見積額 (イ)(万円)	1体当たりの 損害見積額 (イ)/(ア)(万円)	火災の程度			
		死者	負傷者			A	B	C	D
54年	160 (22)	6 (1)	57 (8)	117,621 (4,770)	735 (217)	148 (19)	5 (2)	4 (1)	3 (0)
55年	154 (20)	8 (0)	48 (12)	63,451 (36,842)	412 (1,842)	144 (15)	4 (1)	5 (3)	1 (1)
56年	156 (18)	8 (1)	64 (6)	158,021 (20,591)	1,013 (1,144)	141 (17)	7 (0)	6 (1)	2 (0)
57年	149 (16)	10 (1)	273 (14)	48,762 (59,372)	3,317 (3,711)	143 (12)	2 (1)	2 (3)	0 (0)
58年	140 (17)	2 (0)	50 (9)	11,113 (19,271)	794 (1,134)	130 (14)	2 (3)	7 (0)	1 (0)

注) 1. 火災の程度は、危険物施設等から出火し、当該危険物施設等の火災でとどまったものは「A」、他の施設にまで延焼したものは、「C」、他の施設からの類焼により危険物施設等が火災となったものは「B」、危険物施設等の危険物の漏えい起因して施設外から火災となったものは「D」とした
2. ()内は、無許可施設における火災の概要

表2 危険物施設における火災発生率の推移(最近の5年間)

区分		年				
		昭和54年	昭和55年	昭和56年	昭和57年	昭和58年
製造所		(25)61.53	(24)57.80	(23)54.33	(19)44.25	(22)50.64
貯蔵所	屋内貯蔵所	(8)1.41	(2)0.34	(8)1.34	(1)0.16	(4)0.64
	屋外タンク貯蔵所	(5)0.52	(5)0.51	(3)0.31	(5)0.53	(3)0.32
	屋内タンク貯蔵所	(0)0.00	(0)0.00	(5)2.58	(0)0.00	(1)0.51
	地下タンク貯蔵所	(0)0.00	(0)0.00	(1)0.09	(2)0.18	(3)0.26
	簡易タンク貯蔵所	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00
	移動タンク貯蔵所	(10)2.04	(9)1.73	(3)0.55	(4)0.70	(3)0.51
	屋外貯蔵所	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00
	小計	(23)0.68	(16)0.45	(20)0.55	(12)0.32	(14)0.37
取扱所	給油取扱所	(33)4.12	(42)5.11	(43)5.13	(39)4.59	(36)4.19
	販売取扱所	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00	(0)0.00
	移送取扱所	(0)0.00	(0)0.00	(2)15.47	(0)0.00	(1)7.47
	一般取扱所	(79)7.38	(72)6.47	(68)5.92	(77)6.55	(67)5.62
	小計	(112)5.82	(114)5.74	(113)5.54	(116)5.58	(104)4.94
総計	(160)2.98	(154)2.76	(156)2.72	(147)2.51	(140)2.37	

注) 1. ()内は火災の発生件数
2. 火災発生率：危険物施設/万施設当たりの火災の発生件数

まり、残り8件(5.8%)は他の施設にまで延焼拡大している。

危険物施設1万施設当たりの火災発生率は、危険物施設全体では2.37、これを施設区分別にみると、製造所50.64、取扱所4.94、貯蔵所0.37となっている。これをさらに施設の細区分別にみると、製造所が50.64で最も多く、次いで移送取扱所7.47、一般取扱所5.62、給油取扱所4.19の順となってい

る。火災の発生件数の少ない移送取扱所を除くとこの順位は過去5年間変わらない傾向にある。以上のような火災と被害の状況を示しているが、なかでも貯蔵所が他の施設に比べ平均損害見積額で高い数値を示しているのは、いったん災害が発生すると、貯蔵所は特定された場所で大量の危険物を貯蔵しているところから、被害の程度もおのずと大きくなるのであろう。一方、火災の発生率では製造所が他の施設の9倍以上と高い発生率を示している。このことは、当該施設の特性から危険物の取扱形態が多種多様であり、潜在危険要因が広く分散していることから、火災発生危険もおのずと高くなりこうした結果になっているものと推察される(表2・図2参照)。

3 出火原因に関係した危険物

昭和58年中に発生した危険物施設の火災のうち、直接出火原因に関係した危険物の状況を見ると、140件の火災のうち、95件(68%)の火災が直接危険物に関係しており、このほとんど(95%)が第4類の危険物で占められている。これを危険物の品名別にみると、第1石油類が41件と最も多く、次いで第3石油類26件、第2石油類13件の順となっている。この傾向は、昭和54年以来変わっていない。特に、出火原因物質として第4類の石油類が最も高い値を示しているのは、危険物施設で貯蔵し取扱う危険物の種類と量が圧倒的に第4類の石油類で占められ、多種多様な形態で貯蔵し取扱わ

れているところから、火災の直接要因につながるチャンスもおのずと多くなっているのであろう(表3参照)。

4 火災の発生要因および着火原因

昭和58年中に発生した危険物施設における火災の発生原因の比率を、人的要因・物的要因およびその他の要因に区別してみると、人的要因が60%と最も多く、物的要因19%、その他の要因21%となっている。これらを製造所等の区別にみると

表3 火災の出火原因物質

出火原因		年	昭和54年	昭和55年	昭和56年	昭和57年	昭和58年
第一類	塩素酸塩類				1		
	過塩素酸塩類		1				
	過酸化物		1	1		1	2
	小計		2	1	1	1	2
第二類	黄りん					1	1
	塩化りん		1				
	赤りん			1			
	硫黄				1	2	
	金属粉A		1	2	2		1
第三類	金属粉B				1		
	小計		2	3	5	3	2
第四類	金属ナトリウム		1		1		
	炭化カルシウム(カーバイト)		1				
	生石灰		1		1		1
	小計		3		2		1
第五類	特殊引火物		1		3		1
	第一石油類		48	48	51	38	41
	さく酸エステル類		1	1	2		
	メチルエチルケトン			1	1	3	
	アルコール類		5	3	1	1	3
	ビリピン				1		
	クロールベンゾール		1				
	第2石油類		19	11	12	18	13
	第3石油類		14	32	18	24	26
	第4石油類		9	6	5	4	5
第六類	動植物油類		1			2	1
	小計		99	102	94	90	90
	硝酸エステル類			1	1		
第七類	セルロイド類		1		1	2	
	小計		1	1	2	2	
	濃硝酸				1		
第八類	濃硫酸		1				
	小計		1		1		
その他	危険物以外の物品		42	39	28	9	9
	類焼によるもの		4	4	5	2	2
	その他		6	4	18	40	34
合計		160	154	156	147	140	

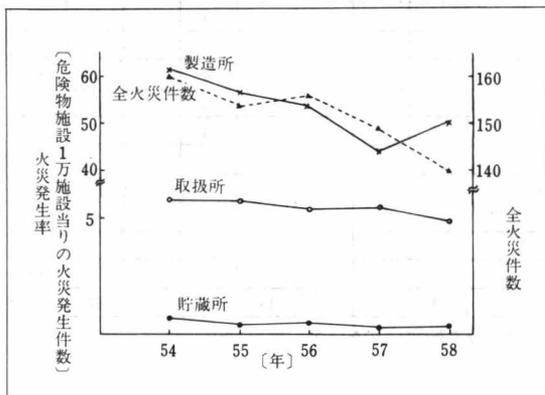


図2 危険物製造所等の火災発生率の年別推移

人的な面と設備的な面からの形態の特徴を考えた場合、製造所では、人的要素（作業・操作・判断等）と設備的要素（複雑な設備・装置等）が考えられ、事故の原因の多くは両要素に起因している。取扱所にあつては、文字どおり人の取扱い行為が主となるので、人的な要素に起因する事故が多く発生している。貯蔵所では比較的単純な設備による事故はあまり発生しないものと想定できる（表4参照）。この傾向は、過去3年間ほぼ同様であ

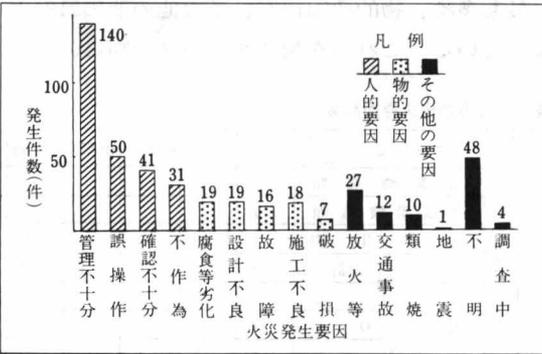


図3 危険物施設における火災発生原因(昭和56年～昭和58年累計)

表4 危険物施設における火災発生原因

発火原因	年度別	昭和56年	昭和57年	昭和58年	危険物施設										
					製造所	貯蔵所					小計	取扱所			
						屋内貯蔵所	屋外タンク貯蔵所	屋内タンク貯蔵所	地下タンク貯蔵所	移動タンク貯蔵所		給油取扱所	移送取扱所	一般取扱所	小計
人的要因	管理不十分	50(32.1%)	59(40.1%)	31(22.1%)	7	1					1	5		18	23
	誤操作	2(1.3)	30(20.4)	18(12.9)	3				1		1	1		13	14
	確認不十分	26(16.7)	4(22.7)	11(7.9)		1					1	3		7	10
	不作為	5(3.2)	2(1.4)	24(17.1)			1	1	2	1	5	12	1	6	19
	小計	83(53.3)	95(64.6)	84(60.0)	10	2	1	1	3	1	8	21	1	44	66
物的要因	腐食等劣化	7(4.5)	8(5.4)	4(2.9)								2		2	4
	設計不良	6(3.8)	4(2.7)	9(6.4)	5									4	4
	故障	7(4.5)	3(2.0)	6(4.3)	1							1		4	5
	施工不良	7(4.5)	5(3.4)	6(4.3)	1							1		4	5
	破損	4(2.6)	2(1.4)	1(0.7)										1	1
	小計	31(19.9)	22(14.9)	26(18.6)	7					1		4		15	19
その他の要因	放火等	8(5.1)	13(8.8)	6(4.3)							1	5			5
	交通事故	6(3.8)	2(1.4)	4(2.9)								4			4
	類焼	6(3.8)	2(1.4)	2(1.4)		2					2				
	地震	0(0.0)	0(0.0)	1(0.7)			1				1				
	不明	22(14.1)	12(8.2)	14(10.0)	3		1			1	2	2		7	9
	調査中	0(0.0)	1(0.0)	3(2.1)	2									1	1
	小計	42(26.8)	30(20.5)	30(21.4)	5	2	2			2	6	11		8	19
		156(100.0)	147(100.0)	140(100.0)	22	4	3	1	3	3	14	36	1	67	104

注) 1. 管理不十分とは、当該施設において本来なされなければならない安全管理が不十分であったものをいう
 2. 不作為とは、本来行うべき操作を行わなかったことをいう
 3. 調査中とは、昭和59年8月現在でなお調査継続中のものをいう

り、図3にみられるように、火災発生の直接的な要因は、設備的な要因によるものよりも人的要因である管理不十分、誤操作、確認不十分、不作為によるものが主要因となっている。

また、着火原因別には、裸火が16.4%(23件)と最も多く、次いで電気火花15.7%(22件)、高温表面熱15.0%(21件)、静電気火花13.6%(19件)の順となっている。この着火原因別の傾向も発生原因別と同様、各年ともほぼ同様の傾向にある(表5参照)。

このように着火原因は、作業上または作業に関係なく使用または利用している裸火、燃焼物、高熱物などによるもので、きわめて普遍的な出火の火源となっているのである。危険物施設においては、火気管理が徹底しているものの、ややもすると“火気厳禁”という意を充分解していないのか、安易な火気の使用によって重大災害を招いている事例も多い。とくに危険物火災の発火源となっている主な火気を分類すると、次のようなものがある。

- (1) 直接作業に関係のある火気としては、たとえばトーチランプ、溶接機などの移動し得る火気で、ことに溶接・切断の際の火花による出火が多い。
- (2) 作業に直接関係のない火気では、たとえばストーブ、焚火、マッチ、タバコ、ライターなどのように、採暖、炊事、焼却、喫煙などのための火気により出火している。
- (3) ボイラー炉、焼成炉、加熱炉、電気炉などの火気では、これらの過熱・接触により出火している。
- (4) 蒸気加熱または熱風加熱よりも、直火または電熱による直接加熱による乾燥装置が、出火の原因となっている。
- (5) 煙道または煙突の過熱、火の粉または火炎の噴出による出火が多い。
- (6) 配電盤、スイッチ、回路、モーター、電灯、コード、変圧器、電熱器などの電気設備の接触不良による放電火花と過負荷電流による過熱とが主な原因となっている。
- (7) 機械設備の発熱、機械的衝撃、摩擦による発熱を原因とするものでは、たとえば内燃機関の排気管、ベルトのスリップまたは接触による過熱、軸受の過熱、かくはん機などの中にくぎ、石などの混入、ベルトとプリーによって生じた静電気などが挙げられる。



多種多様の出火源が存在しているため、危険物の貯蔵・取扱いにあたっては、細心の注意をした火気管理を行う必要がある。

このように、危険物施設における作業環境には

表5 危険物施設の火災の着火原因

着火源	年度	56	57	58	計
裸火		36(23.1)	28(19.0)	23(16.4)	87(19.6)
高温表面熱		16(10.2)	21(14.3)	21(15.0)	58(13.1)
溶接・溶断等火花		13(8.3)	18(12.2)	9(6.4)	40(9.0)
静電気火花		17(10.9)	16(10.9)	19(13.6)	52(11.7)
電気火花		11(7.1)	14(9.5)	22(15.7)	47(10.6)
衝撃火花		10(6.4)	13(8.8)	2(1.4)	25(5.7)
自然発熱		7(4.5)	7(4.8)	6(4.3)	20(4.5)
化学反応熱		10(6.4)	7(4.8)	3(2.1)	20(4.5)
摩擦熱		7(4.5)	3(2.0)	4(2.9)	14(3.2)
過熱着火・爆発		11(7.1)	2(1.4)	11(7.9)	24(5.4)
放射熱		0(0.0)	2(1.4)	3(2.1)	5(1.1)
落雷		1(0.6)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.2)
不明		17(10.9)	15(10.2)	15(10.7)	47(10.6)
調査中		0(0.0)	1(0.7)	2(1.4)	3(0.7)
合計		156(100.0)	147(100.0)	140(100.0)	443(100.0)

5 災害予防技術の在り方

これまでに、危険物施設における火災の実態をいろいろな視点でみてきたが、これらの危険物災害を未然に防止するための災害予防技術はいかにあるべきか、また、危険物施設の安全性を事前評価し対策に結びつける場合の評価レベルをどの程度におくべきかについてみてみよう。

1) 災害予防技術の原則

災害予防技術の基本は、まず施設のウイークポイントを明確につかんでおくことが必要不可欠な

ことである。災害のなかには、設計・計画段階における安全面からの配慮が欠けていたことによるものが少なくない。換言していうならば、事前にごうした検討が行なわれていたならば、その段階で問題点は検出され、これに対する手が打たれることによって事なきを得たはずである。災害が発生してから、はじめて問題点に気がつくようでは遅く、このような「後追い型」から脱却し、問題点を事前に摘出し、その段階でこれを排除し安全を確保するという「先取り型」へ移行するにしなければならないのである。ヨーロッパには、Don't learn safety by accident.（災害事故は泥縄式であってはならない！）ということわざがある。これは、まさにこれらを強調している意ではなからうかと思われる。

このように、施設の顕在的または潜在的危険（不安全状態と不安全行動）を排除、コントロールする対策としての予防技術を樹立する必要がある。各種のスペックや作業標準、マニュアルの形で標準的な予防技術を確立し、これらを実際面で活用する場合には、施設の立地条件、人的構成、設備装置類の状況、管理運営面における特殊事情などを考慮に入れねばならないのは当然である。予防技術の適用に際しては、最も経済性の高い方法でその危険度に応じた安全係数を考慮する必要がある。予防技術はあくまでも原則的標準的なものである故、従業員の技術程度、設備装置の優劣などを考慮し、実際面では2～3倍に予防対策を強化しておくなくてはならないこともある。また、予防対策は少なくとも二段構え以上しておく必要がある。神様でない凡人の我々は、必ず過ちを犯すものである。一つの過ちが直ちに災害発生に結びつかぬよう、少なくとも二段構え以上の予防対策を講じておくことが重要な要素である。

2) 安全性評価の考え方

技術進歩の過程を振り返ってみると、産業革命を第1の時代とするならば、第2の時代である技術革命(Innovation)を経て、第3の事前評価(Assessment)の時代に入っているとみえる。InnovationとAssessmentとの違いは、前者が技術の

持つ可能性をさらに拡大しようとする見地から新しい技術の開発が行われたのに対し、後者は人間や社会がいったい技術に何を求めるかといったニーズを前提として、技術開発が進められる点にあると思われる。このようなアセスメントが、企業内で確実に実施されるためには、それを重要なポリシーとして確立するとともに、関係者の英知を結集して安全性の解明ができる体制の整備を図り対処する必要がある。

たとえば、危険物施設において、何が危険であるか、どの程度危険であるかを知らなければ安全設計も安全教育もできないはずである。過去においては、このような評価と保安の対策は経験と勘によって行われていたのである。現在では、科学的に定量的評価を行い、重要度に応じて保安対策を実行していかなければ、会社の幹部も従業員も社会も納得しない時代になってきているといえる。

とくに化学プラント、石油備蓄基地、原子力発電所などのように、広い範囲にわたって地域住民の利害に影響している場合には、危険性はどの程度であって、それから受ける利益はどの程度であるかを定量的に評価して、住民の判断(Public・Acceptance)に待たねばならないものと思われる。

Harvard大学のWillian W.Lawance教授は、「安全とは当事者が許容できる危険性である」と述べている。この定義を受けて、Nebraska大学のCharles O.Smith教授は、「安全は人の心のなかにある(Safety is a state of mind)」と述べている。

また、アメリカ原子力委員会の報告によれば、危険性と利益との妥協の判断基準として、交通事故による国民1人当たりの死亡率は 2.5×10^{-4} (日本では 1.2×10^{-4})であり、海水浴における死亡率は 10^{-5} であると述べ、個人が生活する上の危険性が許容程度を示しているとしている。ICI社のT. A. Kletzは、 10^8 時間(たとえば労働時間)当たりの死亡率をFAFR(Fatal Accident Frequency Rate)として、一般産業の年間死亡確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度で、個人生活の危険性も産業界の危険性もほとんど同等であるところから、井上博士は、この程度がSocietic Acceptance(社会通念上の

安全性)される危険性であろうとしている。いずれの場合も利益との妥協であって、地域住民がその恩恵にまったく浴していないと考えるならば、地域住民が許容する危険性はさらに低くもなり、地域住民との妥協の線が Public Acceptance となるものと思われる。こうした安全性の評価を根底にそれぞれの施設に応じた予防対策を樹立することが必要である。

6 まとめ

以上、危険物施設における火災の実態の概要と災害予防技術としての考え方について述べてきたが、危険物施設は、近代化され、自動化されてきたとはいうものの、事業規模や生産速度の拡大、無人化の進展という意味では、たしかにそういえるが、これらの施設に対しては必ず人間がかかわりを持たざるを得ないこと、シビアな環境条件に適した材料や装置の選定の困難さ、スケールアップ時の安全技術導入の見落とし等の、いわゆる安全

技術が事業内容に取り込まれていないという根本原因があるように思われる。

すなわち、危険物施設における火災は、単純な操作ミスや非定常作業という人的要因が多きを占める一方、定常運転のプロセスそのものに安全上の欠陥があり、同時に、着火源対策も不十分であったり、特殊な危険性をもつ物質に対して情報不足のまま普通品と同様な事業規模や施設レイアウトを導入している欠点がみられる。

そしてこれらの特徴から、危険物施設と一口にいっても、個々の企業や業種によって安全技術の導入や安全活動の推進程度が益々格差を生じてくるであろう。とくに中小規模の事業所では、1件の災害発生でも非常に大きな災害度数率になりかねないのであるから、今まで無事故であるといって安閑としていられないはずであり、多くの情報を収集して安全対策に生かし、社会一般が抱いている危険物施設への無用な認識を一掃するための努力こそ企業に課せられた社会的責任でもある。

(にのみや きはち/東京消防庁予防部危険物課長)

腐食による経済損失



腐食事故は、火災・爆発等の災害現象とは異なり、日常よくみられるひきんな現象であるだけに、かえってそれが人間生活にどんな影響があるかを真剣に考える機会が少なかったように思われる。

最近、特に危険物施設の立入検査・定期点検等において、漏洩が検知される事例が数多く見受けられ、ときには、危険物の流出事故にまで発展するなど、それが単なる経済的な損失にとどまらず重大災害におよぶ潜在危険を含んでおり、誠に憂慮すべき状況にあるといえる。ここで、各国がどの程度の腐食による経済損失を伴っているかをみると、米国標準局(NBS)が公表している資料によ

ると、次表のとおりとなる。ただし、腐食損失の算定方法はまちまちであることから、必ずしも詳しい比較は行えないが、おおまかにいえることは、各国とも腐食損失は国民総生産の2~4%である。表の右端の行は現在用いられている防食技術を十分に活用した場合、節減できる腐食損失の割合である。このように、我々の目にみえないところで経済生活に深刻な影響を与えているのである。

各国における腐食損失

国名	調査年度	腐食損失の総額	国民総生産に対する腐食損失の割合
ソ連	1969	67億ドル	2%
西独	1969	60億ドル	3%
フィンランド	1965	0.47~0.62億ドル	
スウェーデン	1964	0.58~0.77億ドル (塗装費のみの調査)	
米 国	1969	32億ドル	3.5%
オーストラリア	1973	5.5億ドル	1.5%
日 本	1974	92億ドル (2.5兆円)	1.8%
米 国	1975	710億ドル (問題損失を含む)	4.2% (同左)

化学物質の毒性について

西村正雄

1 はじめに

我が国における1982年の総死亡数は、厚生省の統計によれば、表1に示したように711,883人で、そのうち、不慮の事故および有害作用での死亡数29,197人(総死亡数の4.1%)で、死因の順位が第5番目となっている。

その内訳は、不慮の事故764人、工業性の不慮の事故1,907人、さらに自殺では全死因の7位で、死亡数20,668となっている。このことから、死因は種々異なっているが、化学物質の中毒による死亡を総合すると、年間約5,000人以上にもなることが推定される。また、社会的によく問題にされる、交通外傷の死亡数(約10,000人)の約半分に達することから、化学物質による中毒の死亡数が比較的多いことが理解でき、さらに、死に至らない中毒を含めると、統計にはないけれども、化学物

質による中毒は膨大な数になるであろう。

一般に、化学物質は程度の差はあっても、ヒトおよび動物に対して毒性を有するものであるが、これらの化学物質が、ただちに公衆の健康障害をもたらす、危険であるということにはならない。

化学物質は、無知と無秩序に使用すれば危険であるが、これらの物質を安全に利用するために、まず化学物質の毒性試験を実施し、その成績を評価した上で、その物質に適した安全な生産方法、保管および使用方法などを決定し、実施するのが毒性学の一つの目的でもある。

近年、我が国では、医薬品だけでなく食品添加物、農薬、飼料添加物および新規化学物質などで、ヒトと接触する物質について、安全性を予知し規制するため、法的に毒性試験が義務づけられている。

さらに最近では、化学物質のヒトに対する毒性のみならず、その利用方法によっては生態系に影響し、環境汚染についても種々問題となったこと

表1 昭和57年('82)の死因順位でみた死因別死亡数と死亡率(人口10万対)、対前年比較

死因順位 昭和57年	死 因	死 亡 数			死 亡 率		
		昭和57年	昭和56年	差引増減	昭和57年	昭和56年	対前年比 (昭和56=100)
第1位 2 3 4 5 6 7 8 9 10	総 数	711,883	720,262	△ 8379	603.2	614.5	98.2
	悪 性 新 生 物	170,130	166,399	3731	144.2	142.0	101.5
	脳 血 管 疾 患	147,537	157,351	△ 9814	125.0	134.3	93.1
	心 疾 患	125,905	126,012	△ 107	106.7	107.5	99.3
	肺 炎 及 び 気 管 支 炎	41,335	39,448	1887	35.0	33.7	103.9
	不慮の事故及び有害作用	29,197	29,089	108	24.7	24.8	99.6
	精神病の記載のない老衰	27,501	29,873	△ 2372	23.3	25.5	91.4
	自 殺	20,668	20,096	572	17.5	17.1	102.3
	慢性肝疾患及び肝硬変	16,562	16,641	△ 79	14.0	14.2	98.6
	高 血 圧 性 疾 患	13,771	15,289	△ 1518	11.7	13.0	90.0
胃炎、ネフローゼ症候群及びネフローゼ	11,389	10,685	704	9.7	9.1	106.6	

注) 1) 死因順位の配列は、昭和57年の順位によったので、56年の順位とは異なる。

資料 厚生省「人口動態統計」

から、環境への影響をも考えた、生態系における生物の毒性をも考慮する傾向にある。また、毒性学は社会的要求もあって急速に進歩し、我が国においては大変遅れていたけれども、現在は国際的に認められるレベルにある。しかし、毒性試験方法は国により、とくに行政面での要求する範囲お

よび方法が異なっていることから、最近、国別に同一試験を繰り返すことの無駄や、非関税障壁による流通の妨げになることから、毒性試験方法を国際的に共通化しようとする動きが強い。

2 中毒と毒物および毒性について

化学物質の生体影響についての知識は、人類が長い歴史を通して、多くの経験と犠牲を払って、その知識を獲得し研究されてきたといえる。

したがって、一般の概念では、その化学物質がヒトに取り込まれた際に個体に障害を起こさせる物質を毒物(poison)と総称し、その毒の性質を毒性(toxicity)といい、その毒物をヒトが摂取した場合に発症する症状を毒にあたる(中)という意味から中毒(intoxication, poisoning)と称している。

また、医薬の場合など、臨床における治療などで好ましくない作用を副作用(side-effect)と呼んでいる。

中毒、毒物および毒性に関する学問および研究は、医学面ではもっぱら中毒学と称し、薬学面では毒物学と称していた。最近の傾向では、化学物質をヒトおよび哺乳動物が摂取した時の、生体におけるいろいろの反応を総合して毒性といい、それらを研究する学問を毒性学と総称している。しかし、基本的には、中毒学、毒物学、毒性学も同じ領域である。

また、毒物を定義する際に、その物質のヒトおよび哺乳動物に対する作用量、中毒量、致死量と関連させて分類することが多い。とくに、毒性学では対象とする化学物質のモデル生物との間の量・時間・反応の関係、すなわち、哺乳動物に対する作用量と影響量の関係が重視されている。

3 毒性物質の侵入経路と作用様式

1) 侵入路

一般に、化学物質がヒトの体内に侵入する門戸を、次のように大きく分けることができる。

経口：この侵入経路は、消化器系によって毒性物質が口から食道を通して胃および腸に入り吸収される。経口は食品とともに摂取される場合が多く、一般に食品以外の化学物質が口を通して侵入することは少なく、誤用するとか、自殺または他殺以外はあまり考えにくい経路である。

経皮：皮膚を通して吸収する経路であって、化学物質が直接皮膚および粘膜に接触、もしくは付着することにより刺激し、生体内に侵入する。正常な皮膚は侵襲に対し保護作用があるが、有機溶剤などは皮膚からもよく吸収される。

吸入：化学物質が呼吸器を通して体内に吸収される経路であって、作業環境汚染、大気汚染などで最も多く侵入する経路であり、これらの化学物質の形態は粉じん、煙、ミスト、霧、エアロゾル、蒸気、ヒューム、ガスなどがあるが、これらの肺に取り込まれた化学物質が肺胞にとどまる場合は、無影響であったり、珪素のように直接組織に作用して珪肺となるが、吸収されやすい化学物質は肺胞より吸収され血液、リンパ、食細胞によってほかの臓器に運ばれることから、吸収率が高く、一般に毒性物質の影響が強く発症する危険な侵入経路である。

2) 作用様式

化学物質は、生体に吸収される量によって有益であったり、無害となったり、毒性をも発揮したりすることから、厳密に毒物(毒性物質)と有益な物質に分類することは困難なことから、作用量(無作用量、影響量、中毒量、致死量など)で区別している場合が多い。したがって、生体に対する作用様式も化学物質により一様でなく、ヒトの曝露された場合の最も重要と考えられる作用様式を選び出すことも困難で、今日では種々な多くの毒性情報が得られるようになった。すなわち、酵素阻害剤、SH基と反応する物質、生体の必須金属とキレートする物質、核酸およびタンパク質をアルキル化またはアシル化する化合物、酸化的リン酸化不共役剤が知られており、さらに種々化学物質

防災基礎講座

が代謝調節能、適応や修復機構に関与し、毒性の強さを左右することが知られている。

また、化学物質の体内分布および中毒症状から、神経毒性、血液毒性、肝毒性、腎毒性、致死性、胎児毒性などに分類されている。

最近の毒性学では、大量投与もしくは強い毒性物質投与による急性毒性(短期毒性)のみならず、小量長期投与ならびに体内残留性などによる慢性毒性(長期毒性)が重視されるようになり、また、化学物質の特殊毒性として、催奇性、腫瘍発生(体細胞の突然変異性)、突然変異性(継代的)が着目されている。また、今後の毒性研究の課題として、化学物質の通常の人に対する曝露条件下で引き起こされる作用様式を明らかにするため、さらに高感度の試験法の開発が要求されている。

4 毒性試験の種類

化学物質の毒性試験は、成績から毒性を明確にし、その物質を製造あるいは取り扱う者の危害を防止し、一般使用者に対して安全を図らなければならない。毒性試験方法については、FDA(Food and Drug Administration)よりGLP(Good Laboratory Practice regulation)が提示されており、EC圏でも化学物質の毒性試験法のガイドラインが出され、我が国でも厚生省から医薬品、食品添加物について、農林水産省から農薬および飼料添加物についての毒性試験法のガイドライン

が示されている。

また、毒性試験の種類を、表2に示したように大きくわけて、一般毒性試験と特殊毒性試験とに分類されている。さらに、一般毒性試験を急性毒性試験、短期(亜急性)毒性試験、長期(慢性)毒性試験に区別することができ、さらに目的によって種々特定な毒性をみるための特殊毒性試験がある。

一般毒性試験は、未知化学物質における毒性を検索するため、モデル動物を使用しての試験方法であって、試験物質の比較的多量を一日だけ投与する急性毒性試験と、試験物質の比較的少量を連続して投与する慢性毒性試験(短期毒性試験、長期毒性試験)に分けられる。

モデル動物としてはマウス(ハツカネズミ)、ラット(シロネズミ、ダイコクネズミ、albinorat)の2種類が主として使用されており、これらの動物に対する医学的、生物学的、毒性学的知識が最も豊富であり、しかも、純系として系統が保たれて、よく普及していることも関係している。その他実験動物としては、家兎、モルモット、ネコ、イヌ、ブタ、サルなどが使用されている。

FDA(Food and Drug Administration)では、1種類はケツ歯類以外の哺乳動物を使用することを望んでいる。とくにイヌ、ブタは毒性試験成績を得るための採血・採尿が容易で、臨床検査による情報を数回にわたって得やすく、機能検査にも利点が多い。しかし、これらの大動物は、経済的、飼育管理、純系の動物がイヌ以外では得ることが困難なこと、また、投与化学物質の増加など不利である。また、純系以外の動物では、毒性試験成績の再現性が悪い大きな欠点がある。しかし、結論的にはヒトに近い毒性試験成績が得られるモデル実験動物が望ましい。

1) 急性毒性試験

急性毒性試験は化学物質などが生体に取り込まれた際に、急激に症状の発現する中毒をいうのであるが、一般に急性中毒は1~2回の摂取あるいは投与・接触で発症する中毒である。したがって、

表2 毒性試験の分類

A. 一般毒性試験	
a) 急性毒性試験	acute toxicity tests
b) 短期(亜急性)毒性試験	short-term(subacute)toxicity tests
c) 長期(慢性)毒性試験	long-term(chronic)toxicity tests
B. 特殊毒性試験	
a) 局所刺激試験	locate irritation tests
b) アレルギー試験	allergic reaction tests
c) 発ガン性試験	carcinogenicity tests
d) 繁殖試験	reproduction tests
e) 催奇形性試験	teratology tests

急性毒性は一般に毒物を大量に吸収したとか、毒性の強い物質を取り込んだ時に発症し、生死に関係することが多い。したがって、急性毒性試験の成績を得るには、被検実験動物(主としてマウスとラット)に、前述のような投与経路で被検化学物質を投与して、その生死による半数致死量(median lethal dose; LD₅₀量)で表される。LD₅₀量は、多数の実験動物(一般に50~100匹使用)に被検化学物質を量あるいは濃度別に1群(通常1群に5匹より20匹使用)として投与し、その投与量に対する実験動物の50%死亡する推定用量で、生か死の反応による測定値を示し、生物において最も再現性が高く、比較的精度が良い値とされていることから、毒性試験での、まず最初に実施され、以後の試験実施の投与量基準とすることが多い。

2) 連続投与毒性試験(慢性毒性、短期毒性、長期毒性試験)

連続投与毒性試験を実施する際に、種々な投与経路が考えられるが、一般的には飼料に混入して摂取させる経口投与が行われている。しかし、工場での作業員、および化学物質を空気中および室内へ散布する作業員などの安全の立場から、気中安全許容濃度の設定などには吸入(経気道)あるいは、経皮の経路による毒性試験が必要であろう。

化学物質の連続投与毒性試験には、前述のように、短期毒性試験と長期投与毒性試験の投与期間、あるいは毒性評価の目的によって分類決定している。したがって、短期毒性試験の被検化学物質の投与期間は1~3か月ぐらいの短期の連日投与を意味し、漠然としている。また、短期毒性試験は慢性毒性試験の予備試験として実施し、化学物質の体内蓄積性および代謝試験の際にも実施されることが多い。

慢性毒性試験には長期間化学物質を投与して、実験動物を長く飼育して良い成績を得るために、事前の短期(亜急性)毒性試験が必要で、投与群別の飼料中における化学物質の濃度決定には必要と考えている。

5 毒性試験の進め方とその評価

新規化学物質はもちろん、できるだけ早い時期に、人間社会に応用し、利用される以前に、あらゆる化学物質などに対して、毒性試験成績が整備されなければならない。

図1は、化学物質を新しく開発していく際の毒性試験のかかわりかたを示している。各段階ごとに部門(生物学および環境保全、化学、毒性学的な立場で開発研究を行っている部門をさす)の関係者が、各段階ごとに集まり協議して次の段階に進めていく。この進め方では、その状態に応じた安全性の高い取り扱い方法が決定されて自主的な規制ができ、安全も評価できる。また、図2は、化学物質の毒性試験と毒性評価の関係を示した。

1) 急性毒性の評価

急性毒性試験成績は未知化学物質における毒性評価の出発点であって、化学物質をモデル実験動物に1回投与すると、その投与量に応じて種々の生体への作用を認め、この作用量で急性毒性を評価している。

作用量は無作用量より影響量、中毒量を経て、致死量に至る経過をたどり、おのおのの量がそれぞれ評価になるけれども、半数致死量のLD₅₀がもっとも信頼性が高い。

いずれにしても、化学物質の急性毒性の強度で我々の知りたいのは、ヒトについてであるが、まさかヒトに使用するわけにはいかないので、モデル実験動物を使用して、ヒトの毒性を推定している。LD₅₀値のためのモデル実験動物には一般にラットが使用されるが、急性毒性の強さは対象動物によって異なる。我々がよく経験するLD₅₀値の違いは、ラットとマウスであるが、検査化学物質について、もっともヒトに近い毒性の強さを示す感度をもった実験動物を使用するのが最善である。

図3は、ある有機リン剤を皮膚に塗布した際のウサギのLD₅₀を1としたときの他の実験動物の

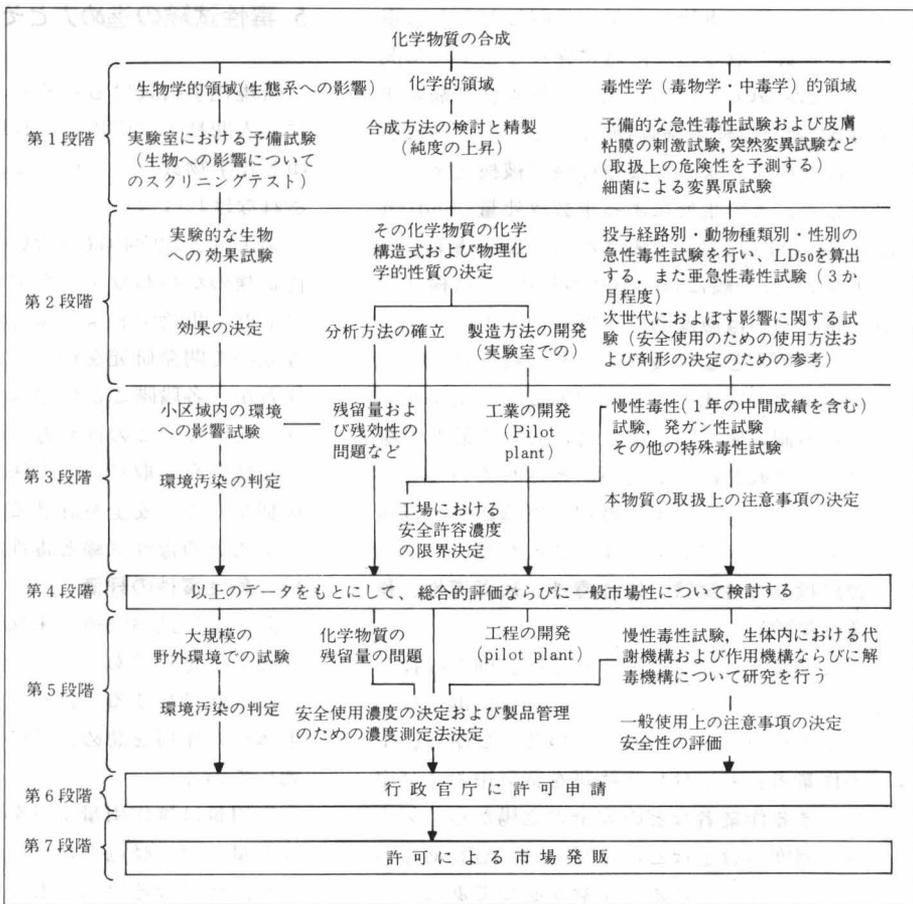


図1 開発の進め方と毒性試験
(本図は A Report of the Food Protection Committee を参考として著者が考えた)

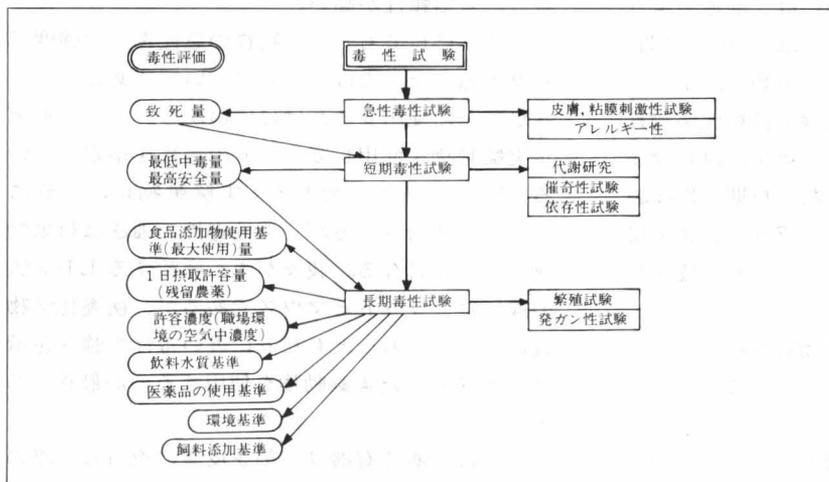


図2 化学物質の毒性試験と毒性評価の関係

LD₅₀比を示しており、実験動物によって大きな差がある。現在では、主としてラットとマウスが使用され、さらに犬などが使用される。

さて、化学物質は、急性毒性の強さをLD₅₀値によって分類でき、その例として、表3にラットのLD₅₀値による区分を示したが、各国とも、危険な化学物質をLD₅₀値により格づけを行って、

その取り扱いを区別している。

我が国では、化学物質の危害を防止する目的で、薬事法と毒物劇物取締法があり、その指定に急性毒性の強弱を論じる基準として、投与経路別のLD₅₀値を参考としており、厚生省内規による判定基準によれば、次のようになっている。

『毒物又は劇物の判定は、動物における知見又はヒトにおける知見に基づき、当該物質の物性等をも勘案して行うものとし、その基準は原則として次のとおりとする。』

(1) 動物実験における知見

①急性毒性

- (i) 経口 毒物：LD₅₀が30mg/kg以下のもの
劇物：LD₅₀が30 mg/kgを超え300mg/kg以下のもの
- (ii) 経皮 毒物：LD₅₀が100mg/kg以下のもの
劇物：LD₅₀が100mg/kgを超え1,000mg/kg以下のもの
- (iii) 吸入 毒物：LC₅₀が200ppm(1hr)以下のもの

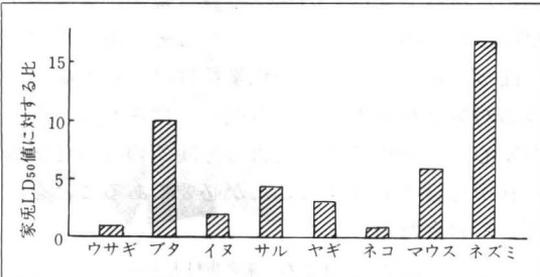


図3 各種動物における有機リン剤農薬の急性経皮毒性(LD₅₀)の比較 (ただし、家兎のLD₅₀値を1としたときの比) (McCreeshの成績を著者がグラフにしたもの)

表3 経口毒性の程度の区別

	ラットの体重あたり半数致死量LD ₅₀	ヒトの推定致死量
猛毒	1mg/kg以下	耳かき1杯(約60mg)
強毒	1~50mg/kg	茶さが1杯
中程度毒	50~500mg/kg	約30g
弱毒	0.5~5g/kg	約250g
実用上の無毒	5~15g/kg	約500g
無害	15g/kg以上	約500g以上

*被検動物の体重kgあたりのLD₅₀(Median lethal dose)試験化学物質のmg量

劇物：LC₅₀が200ppm(1hr)を超え2,000 ppm(1hr)以下のもの

- (iv) その他
- ②皮膚・粘膜に対する刺激性
劇物：硫酸、水酸化ナトリウム、フェノールなど
と同等以上の刺激性を有するもの
なお、上記のほか、次に掲げる項目に関して知見が得られている場合は、当該項目をも参考にして判定を行う。
 - (イ) 中毒症状の発現時間、重篤度並びに器官・組織における障害の性質と程度
 - (ロ) 吸収・分布・代謝・排泄動態・蓄積性及び生物学的半減期
 - (ハ) 生体内代謝物の毒性と他の物質との相互作用
 - (ニ) 感作の程度
 - (ホ) その他
- (2) ヒトにおける知見
ヒトの事故例等を基礎として毒性の検討を行い、判定を行う。
- (3) 上記(1)又は(2)の判定に際しては次に掲げる項目に関する知見を考慮するものとする。
 - (イ) 物性(蒸気圧、溶解度等)
 - (ロ) 解毒法の有無
 - (ハ) 通常の使用頻度、範囲及び量
 - (ニ) 製品形態
- (4) 毒物のうちその毒性が極めて強く、当該物質が広く一般に使用されるか又は使用されると考えられるものなどで、危害発生の恐れが著しいものは特定毒物とする。』

以上は、化学物質を毒性試験などより評価し、行政上の化学物質取り扱いに際しての安全措置として、毒物、劇物に区分し、それ以外の化学物質は普通物として市場に流通している。

2) 安全のための許容量

化学物質の毒性の評価は、図2に示したとおりで、短期毒性試験成績から、その化学物質の最低中毒量ならびに最高安全量が決定され、同時に特殊毒性試験が実施される。代謝試験は被検化学物質の生体内運命を明らかにするための試験で、アイソトープで標識された化学物質を使用することが多い。この試験により、標的臓器(たとえば大

防災基礎講座

脳、肝、腎、皮下脂肪など)に化学物質が集中的に移行し障害する可能性が明らかになり、生体内および標的臓器における、その化学物質の半減期を明らかにすることができ、また、胎児に対する影響として催奇性試験なども実施される。長期毒性試験は、以上のような短期毒性試験および特殊毒性試験成績により、計画され実施される。

化学物質は、研究者、生産者、運搬者だけでなく、生活環境から一般公衆の生体内に取り入れられる化学物質も多い。とくに食品添加物、食品の残留農薬、医薬品、化粧品、公害などによる大気汚染、水質汚染によって生体侵襲を受ける。したがって、毒性試験は化学物質の毒性を評価し、それに伴ってヒトに対する安全許容量を設定し、これらの規制値を守ることに、国民の健康維持に貢献している。

長期毒性試験成績評価には、公衆の健康に関連してくる残留農薬の1日摂取量の設定例で説明すると、通常ラットおよびマウス、イヌなどで数種の薬剤濃度群の飼料により、2年以上飼育し、体重増加、血液性状、肝および腎機能成績、酵素活性などを追求し、剖検時に臓器重量、病理組織変化を観察し、さらに一部の実験動物により、後世代に対する影響などを追求するため繁殖試験、催奇性試験などを実施する。

このようにして、生理・臨床生化学的成績、病理組織所見からも対照群と有意な差を示さなかった投与量が無影響レベルとして、その場合の飼料中濃度と摂取量および体重から1日mg/kgに換算する。この動物の無影響レベルの1/100をヒトに対する無影響レベル、すなわち1日摂取許容量とし、このような許容量の設定についての考え方は、食品と関係のある場合、共通している。

また、職業病防止の立場からは、化学物質の職場環境における空气中濃度の許容濃度が設定され、我が国では日本産業衛生学会によって毎年許容濃度の勧告が行われているが、この許容濃度も毒性試験成績によって設定されるが、説明は省略する。

6 おわりに

多くの化学物質は温血動物に対して有害であって、程度の差はあっても毒性を有することから、実際に社会で使用される以前に毒性のデータを十分に備えて、しかも正しい毒性の評価を行うことが必要である。

したがって、毒性試験成績は次のような評価ができなければならない。

- (1) 化学物質の毒性の程度について明確に理解できる成績であること。
- (2) その化学物質を製造し輸送・保管する際に、取扱い者に対する危険度および安全性と環境汚染について評価できる成績であること。
- (3) 化学物質を利用する際、生態系に対する影響の有無と、利用者に対しての危険性について評価し、安全使用について参考になる成績であること。

したがってすべての化学物質は毒性試験成績が整備され、かつ評価され、しかもその毒性の程度に従って規制され、その化学物質による不慮の事故の対策と解毒方法までも明らかにされて、国民が安心して使用でき、公害の危険性のない化学物質利用社会を形成することが必要であることを強調しておきたい。

(にしむら まさお/東京歯科大学衛生学教室教授)

文 献

- 1) 西村正雄・松下敏夫編：新衛生学公衆衛生学、医歯薬出版(株)、昭和60年2月
- 2) Casarett, L.J., Doull, J.: Toxicology. The basic science of Poisons, Macmillan Publishing Co. (New York), 1975.
- 3) 西村正雄：毒性試験 147~170p、(上田喜一、平木 潔編：農薬中毒、基礎と臨床)、南江堂(株)、昭和53年3月。
- 4) Hayes, A.W.: Principles and Methods of Toxicology, Raven Press (New York) 1982.
- 5) Clayton, G.D., Clayton, F.E.: Patty's Industrial Hygiene and Toxicology Vol. I, John Wiley & Sons, (New York) 1978.
- 6) 厚生統計協会編：厚生指標(臨時増刊) 国民衛生の動向、第31巻、第9号、(財)厚生統計協会、昭和59年8月

主 要 論 点

はじめに

昨年9月、総理府が実施した「防災に関する世論調査」によると、「被害を受けたり、身近に危険を感じたことのある災害」としては、①台風、②地震、③火災、④河川の氾濫……の順となっている。

地震については、調査対象者のうち約34%が危険を感じており、57年調査時の約2倍となっている。また、“大地震の被害について考えたことがあるか”との問いに対しては、50%の人が考えたことがあると答えている。

さて、その地震災害についてみると、建物の全半壊1,000戸以上の被害をもたらした地震が5年弱に1回の割合で発生しており(明治以降)、過去470余年間に、死者を出したか、建物になんらかの被害を及ぼした地震は、年平均0.8回の割合で発生している。

このように、日本列島に沿って発生する地震の頻度はきわめて濃密であり、そのうえ、我が国は人口密度が高く、かつ、建物の構造が一般的に耐震・耐火性に乏しいため、地震による被害を一層大きなものにしてている。また、地震による建物の損壊度合いは、地盤の強弱に大きく左右されるが、我が国の太平洋岸の大都市が地盤の軟弱な地区に内包されており、そのような地区に建物が密集していることは、地震国日本の正に宿命的な姿といわざるを得ない。

このようななかで、地震予知の研究については、近年着実な進歩を遂げつつある一方、自らの守りの一つとして地震保険が、社会的にも国民経済的にも必要な制度として、その充実が期待されるところである。

そこで、本稿では、地震のメカニズムと、地震災害の事後防衛手段としての地震保険、その創設経緯を中心に触れてみたい。

大野 稻三

地震

そのメカニズムから備えまで



I 地震発生のメカニズム

1 なぜ地震が発生するか

地震や火山の噴火などは、我々の住むこの地球が、いまなお活発に活動していることを示すなよりの証拠である。現在では、地震をひき起こす原動力は、地球表面を数km～数10kmにわたって覆っている地殻(プレート)が、その下部にある比重の高いマントルの熱対流によって、水に浮かぶ板のように互いにぶつかり合ったりすれ違ったりするような一連の運動をなす結果によると考えられている。この考え方をプレートテクトニクスと呼ぶ。この理論は、地震だけでなく、その他の地学現象をも統一的に説明できることで、現在、地球科学の主流となっている考え方である。

図1は、プレートの生成とその運動の過程を模式的に示したものである。日本列島は、この図では左端に示される島弧の位置にあたり、太平洋のはるか沖からわき出すプレートの移動の先端が、海溝に沿って潜り込みを起こしている場所であることがわかる。このような場所では、プレートの潜り込みに伴い地殻に歪が蓄積され、地殻がそれ

に耐えられなくなった時に破壊が起こり、そのエネルギーが地震となって解放されると考えられている。このような地震は、我が国の周囲では主として海洋部分に発生する巨大地震となり、過去に幾多の災害を伴っている。

一方、昨年9月に発生した長野県西部地震のように、列島の内陸部においても地震は発生する。これら内陸の地震は、プレートの潜り込みに起因する直接的な結果ではないが、大きくみれば、その原動力はプレート運動によると考えられている。

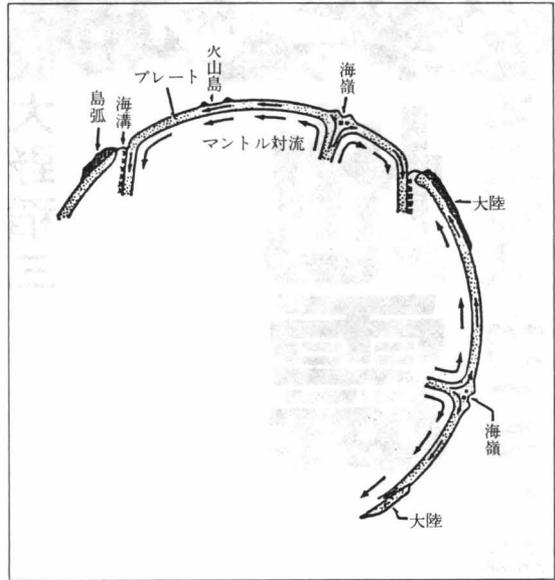


図1 プレートの生成と運動(上田誠也による) ×印は地震

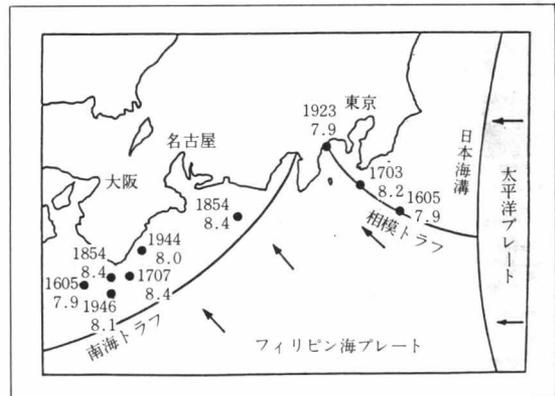


図2 日本中央部のプレートの状況と、1600年以降の関連巨大地震

日本列島の周辺は、図1に示したような単純なプレートの潜り込みではなく、太平洋岸についてみれば、図2のように、幾つものプレートのせめぎ合いのような形になっている。現在もつばら話題となっている東海地震も、フィリピン海プレートが潜り込む駿河湾付近の巨大地震の一つである。

2 地震の規模

プレートテクトニクスによって、地震の発生する過程については一応の説明がつくが、さて、どの程度の地震が発生するかとなるとさらに難しい問題である。地震そのものの大きさを表す単位にマグニチュード(M)がある。図2において、我が国中央部に過去に発生した地震の震央位置にその生起年とともに示した値がそれぞれである。たとえば、我が国地震史上最大の死者を生んだ関東地震(大正12年9月1日発生)はマグニチュード7.9である。このマグニチュードという値は、地震の発生によって解放されたエネルギー(E)の大きさと、おおそ次式のような関係があるとされている。

$$\log E = 1.5M + 11.8$$

この式からわかるように、M7.0の地震とM8.0の地震とのエネルギーの違いは、単純に8/7倍な

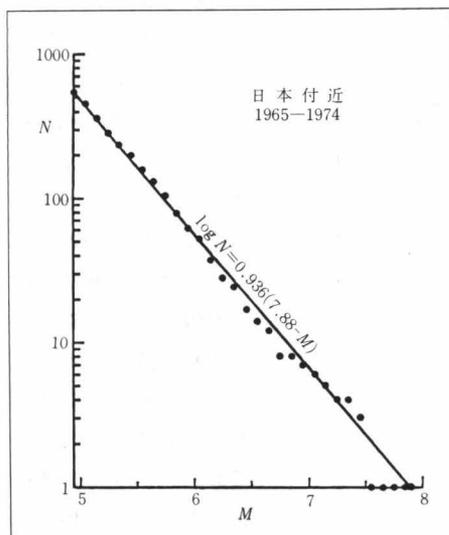


図3 地震の発生数とマグニチュードの関係

のではなく、約30倍にもなる。宇津博士は、昭和52年に、我が国周辺の地震について、発生数とマグニチュードについて調べた結果、図3のような関係があることを見出した。この図中の関係式をGutenberg-Richterの式と呼ぶ。この関係は、次のようなことを示している。すなわち、規模の大きい地震ほど発生数は少なく、小さいものほど多いということである。この事は、大きな地震を発生させるために必要なエネルギーが蓄積されるのには時間がかかるということの意味している。

先ほど、マグニチュードについて、地震そのものの大きさと書いたのは、いわゆる震度というものと混同されることが多いからである。震度とは、人体感覚はもちろん、構造物の被害等から決められた地震動の強さを表す指標である。これは、地盤の良否等が直接関係するので単純ではないが、大まかにいえば、震源に近いほど地震波の伝達経路が短いので震度の値は大きくなる。日本では、気象庁が決めた震度階級(気象庁震度階)によって、震度0からⅦまでの8区分がなされ、それは表1のようにになっている。

表1 気象庁震度階級

階級	気象庁震度階級		参考事項
	説	明	
0	無感。人体に感じないで地震計に記録される程度。 (0.8ガル以下)		吊り下げ物のわずかに揺れるのが目視されたり、カタカタと音が聞こえても、体に揺れを感じなければ無感である。
I	微震。静止している人や特に地震に注意深い人だけに感ずる程度の地震。(0.8~2.5)		静かにしている場合に揺れをわずかに感じ、その時間も長くない。立っただけでは感じない場合が多い。
II	軽震。大ぜいの人に感ずる程度のもので、戸障子がわずかに動くのがわかる程度の地震。(2.5~8.0)		吊り下げ物の動くのがわかり、立っただけでも揺れをわずかに感じるが、動いている場合にはほとんど感じない。眠っていても目をさますことがある。
III	弱震。家屋が揺れ、戸障子がカタカタと鳴動し、電灯のようなつり下げ物は相当揺れ、器内の水面の動くのがわかる程度の地震。(8.0~25)		ちょっと驚くほどに感じ、眠っている人も目をさますが、戸外に飛び出すまでもないし、恐怖感はない。戸外にいる人もかなりの人に感じるが、歩いている場合感じない人もいる。
IV	中震。家屋の動揺が激しく、すわりの悪い花びんなどは倒れ、器内の水はあふれ出る。また、歩いている人にも感じられ、多くの人々は戸外に飛び出す程度の地震。(25~80)		眠っている人は飛び起き、恐怖感を感じる。電柱・立木などの揺れるのがわかる。一般の家屋の瓦がずれるのがあっても、まだ被害らしいものはない。軽い目まいを感じる。
V	強震。壁に割れ目が入り、幕石・石どうろうが倒れたり、煙突・石垣などが破損する程度の地震。(80~250)		立っていることはかなりむずかしい。一般家屋に軽微な被害が出はじめる。軟弱な地盤では割れたり崩れたりする。すわりの悪い家具は倒れる。
VI	烈震。家屋の倒壊は30%以下で、山くずれが起き、地割れを生じ、多くの人々が立っていることができない程度の地震。(250~400)		歩行はむずかしく、はわないと動けない。
Ⅶ	激震。家屋の倒壊が30%以上に及び、山くずれ、地割れ、断層などを生じる。 (400以上)		

3 地震による被害

地震は我々にさまざまな災害をもたらす。関東地震は、地震火災の恐しさを示すすなよりの事例であり、一昨年（1994年）の日本海中部地震では、津波や地盤の液状化が注目を集めたことはまだ記憶に新しいところである。昨年の長野県西部地震は、山岳部に発生する地震が大規模な山体崩壊をひき起こすことを示した。昭和53年の宮城県沖地震では、造成宅地の崩壊や無筋ブロック塀の転倒が話題となった。地震災害はその発生場所や発生時刻・規模等によってさまざまな形態となってくる。

図4は、科学技術庁が組織した『大震時の被害予測手法研究会』によってまとめられた地震時の

イベント関連図である。ここに書かれているものは、地震直後に発生すると考えられるものであり、大地震の場合は、社会的機能が長期間にわたって低下することはいうまでもない。

我々一般市民にとって最も関心があるのは、自らの財産である家や家財を災害から守ることである。木造住宅（防火木造を含む）が約77%（昭和58年住宅統計調査による）を占める我が国の住宅事情を考えれば、大地震の時にまず防がなければならないのは地震火災ということになる。消防庁の調査では、最近発生した地震に際して火を消した家庭はかなりの比率になるという。地震そのものを防ぐことはできないが、それによる被害は、我々の努力次第で軽減させることは可能なのである。

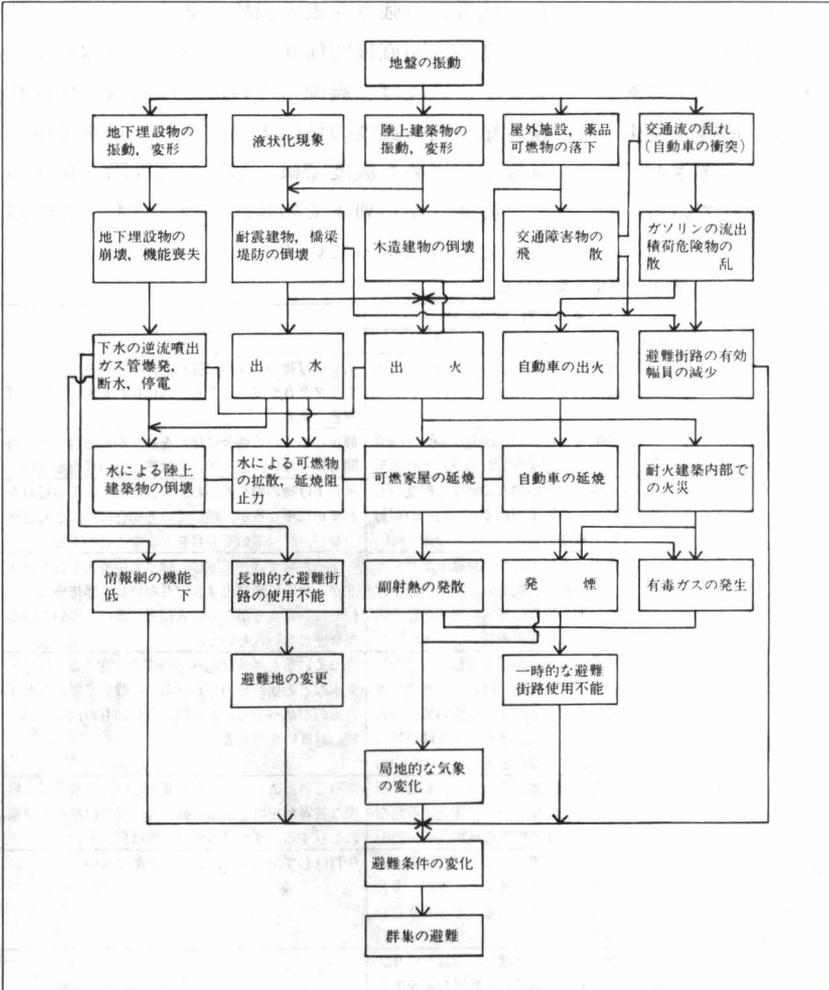


図4 地震時のイベント関連図

4 地震予知について

地震災害をできるだけ小さくするうえで、地震予知は最も有効な手段である。しかしながら、現在の技術段階では完全な予知を行うことはいまだ不可能と言わざるを得ない。地震予知には、次の三つの要素がかぎとなる。すなわち、いつ、どこで、どの程度の地震が起きるかということである。東海地震は我が国唯一の予知対象とされている地震であり、地震を起こす断層（地殻がスリップし、破壊を起こす範囲と考えればよい）が、比較的明確にモデル化されているのである。図5は、その断層のモデルと、地震防災対策強化地域を示した

ものである。このように断層が特定され、規模についてもM8.0程度と想定されている例はそれほど多くない。過去に我が国に被害をもたらした地震に関して断層モデルが提案されているものもあるが、まだきわめて少ない。

ひと口に地震予知といっても、活断層（過去に活動し、今後も活動すると考えられる断層）や、歴史地震の調査等を行う長期的予知から、本震の前に発生する前震や、地殻の歪を測定する直前予知まで多岐にわたる。現在では、エレクトロニクスの発達で予知技術の進歩も著しいが、根本となる地震そのものの仕組みの解明がまだ充分になされたとはいえ、今後の発展に期待が寄せられている。

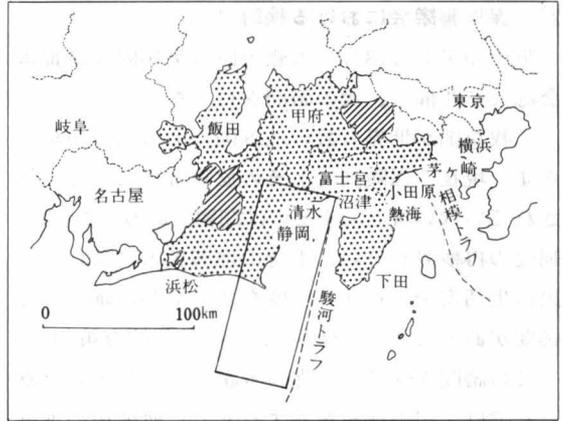


図5 東海地域に予想される断層モデルと指定された地震防災対策強化地域（斜線の部分は追加されたところ）

II 地震対策

1 地震危険と保険

一方、我が国における地震保険制度に関する研究についても長い歴史を有しているといえよう。すなわち最初に提唱したのは、明治11年語学教師として来日中のドイツ人パウル・マイエット(Paul mayet)博士による『日本家屋保険論』であった。

その後、大地震が発生する度に地震保険にかかわる研究・立案が試みられたが、昭和19年の「戦時特殊損害保険法」に基づく国営地震保険が実施されたほか、損害保険業界が、昭和31年以降企業物件の一部に拡張担保方式で地震危険を担保していることを除いては、昭和41年の地震保険の創設に至るまで実現をみることができなかつたのは、大要次の理由によるものであった。

1. 1回の地震による損害額が異常巨額となる可能性があり、損害保険業界の担保力では消化できない。
2. 単年度内に発生する地震の平均頻度ならびに損害額を推定することが難しく、予想最大損害額との格差がきわめて大きいため、保険制度を支えている大数の法則が単年度内に働かない。
3. 地震の危険度の測定が難しく、料率の算出がきわめて困難である。

4. 地域的ならびに地震周期説等に基づく逆選択の恐れが大きい。
5. その他、損害調査の困難性や外国再保険の困難性がある。

上記のとおり、地震危険を保険制度に乗せるには多くの問題を抱えていたが、損害保険業界は、社会的使命に立脚し地震保険創設への要望に沿って、昭和27年以来、民営による地震保険制度創設のための研究に取り組んできた。そして、基礎的検討をほとんど終了した時機に、いわゆる「新潟地震」が発生した。

2 地震保険の誕生

1) 新潟地震の発生

昭和39年6月16日午後1時2分、新潟県を中心に大地震が発生した。現地視察をした某大臣は、記者会見の席上「地震による災害に損害保険金が支払えないという今の保険制度には問題があるので、これを機会に地震保険の新設を急ぎたい」旨の発言を行った。一方、損害保険業界としては、あくまでも約款上は無責であることの筋を通したうえで、保険契約の有無に関係なく被災地(新潟・山形・秋田の三県)に義援金として2億円を拠出した。

2) 保険審議会における検討

昭和39年7月13日、大蔵大臣は第16回保険審議会総会を開催し、次の諮問を行った。

「我が国が世界有数の地震国であるにもかかわらず、現在、保険制度上その危険はほとんど担保されていない現状であるのは問題である。この際、制度の再検討を行い、不時の地震災害に際して国民の生活安全に資する制度をすみやかに確立する必要があると考えられるが、その具体的方策如何」

この諮問を受けて、保険審議会（会長・石坂泰三）では、損害保険業界よりすでに研究中の地震保険に関する諸資料に関する説明を受けるとともに、種々の面からくる地震保険の困難性をどのような方法で排除するかを課題とし、昭和40年4月23日開催の保険審議会総会において具体的骨子をまとめ、大蔵大臣に答申した。保険審議会においては、(1)保険事故、(2)保険の目的、(3)引受方法、(4)支払条件と保険金額、(5)保険機構等、の大体5項目の問題が検討の柱として取り上げられ、機構部会、小委員会等で審議された。

答申のなかで示された「地震保険制度の概要」は、次のとおり。

1 保険の目的

保険の対象物件は、住宅（併用住宅を含む）および家財とする。

2 保険の対象となる事故

地震のほか、地震と同様の原因によって生ずる津波および噴火を含め、地震等による火災危険のみならず、損壊・埋没および流失危険も担保する。てん補範囲は、全損および経済的全損とする。

3 引受方法

住宅・店舗総合保険に自動付帯する。

4 保険料率

この保険の性格から経費率は極力圧縮し、できる限り料率を低くすること。

5 政府の補完措置

政府は、超過損害額再保険方式により再保険を引受けること。

民間保険会社の負担については、この保険に対する社会的要請と損害保険事業の公共性に照らし、

できる限りの負担をすること。

6 保険金の支払

支払保険金は、主契約の契約金額の少なくとも30%とすること。また、支払限度額を設け、1契約物件ごとに建物については90万円、家財については60万円、合計150万円を支払限度とすること。

3) 損害保険業界の対応

上記のように、大蔵大臣に対する答申が行われたことに伴い、損害保険業界は、昭和41年中に発売することをめどとして、最終的な詰めを行った。

損害保険業界は総力を挙げて地震保険の実施に取り組み、大蔵省当局とも打合せを行いつつ諸々の問題点の解決を図った。

また、大蔵省当局も、業界の各種委員会に出席し、損害保険業界との連絡を密にするよう努め、ほとんど官民一体といえる形のなかで論議検討が行われ、両者間の意見の調整が図られた。

一方、政府は、再保険引受のための関係法として「地震保険に関する法律」および「地震保険特別会計法」の2法案を昭和41年2月閣議決定し、さらに4月28日衆議院、5月11日参議院をそれぞれ通過し、5月18日付け公布・施行されるに至った。

ここに、家計保険分野の地震保険制度は昭和41年6月1日より発足するに至った。

4) 制度発足から現行制度に至る改定推移

地震保険制度は発足したとはいえ、世界有数の地震国である我が国で初めての経験であること、業界としても担保能力がぜい弱であったことから、今振り返ってみると、付帯できる主契約も総合保険に限定され、支払限度額も建物90万円・家財60万円と少額であり、なおかつ、建物が全損の時のみしか支払の対象とならない等々、非常に制限的なものとならざるを得なかった。その後、社会経済の発展、また、損害保険業界の担保力増加等に伴い、数度の制度改善を施した。

なかでも昭和55年7月の改定は、宮城県沖地震を契機とする地震保険への不満・要望が高まったこともあり、半損以上担保の導入、引受限度額および付保割合の改善等制度発足以来、最も大幅な改定を施したこととなる。なお、発足以来の改

定の要旨は表2のとおりである。

5) 地震保険料率の考え方

a. 地震危険度基本式

また、地震保険は火災保険と異なり、過去の実績に基づいて地震の頻度、地震による損害額などを統計的に把握しにくく、また、保険数理の原則である大数の法則にのりにくい。したがって、地震保険料率を算出するに当たっては、次の地震危険度基本式によることとしている。

$$r = f \times \frac{V}{V} \times d$$

r : 地震危険度

f : 地震により損害の生じる頻度(回/年)

V : 保険対象物の価額

v : 罹災範囲の価額

d : 地震による損害の程度(0 ≤ d ≤ 1)

b. 地震保険料率の算出

地震保険料率算出に用いた地震は、理科年表に基づき、1494年より1978年に至る485年間に、日本およびその付近に生起し、我が国に被害をもたらした349地震、ならびに同期間における火山の

噴火、遠海津波などを対象とする。

これらの地震について、1地震ごとに、そのマグニチュードMと震源の位置とから各地区の地震動の大きさを求める。この地表の地震動から、建物の全壊率および半壊率を算出し、これより損壊損傷度を定める。また、地震時において同時多発する地震火災による市街地の焼失率を算出し、これより損焼損傷度を定める。一方、津波被害の想定される沿岸地区については津波損傷度を定める。損壊損傷度と損焼損傷度などの重複を調整して、これらの損傷度を合わせて地震損傷度とする。

地震別・地区別に用意された地震損傷度と地区別の地震保険金額とから、349地震が再来したとした場合の総損害額を求め、これを485年で除して年平均損害額とし、さらに総地震保険金額で除して純保険料率とする。

$$\text{純保険料率} = \frac{349\text{地震による総損害額}}{485 \times \text{総地震保険金額}}$$

また、純保険料率に、経費としての付加保険料を加えて地震保険料率とする。

表2 地震保険制度の推移一覧

項目	期間	41.6.1以降	47.5.1以降	50.4.1以降	53.4.1以降	55.7.1以降	57.4.1以降
付帯方式と付帯契約	(自動付帯) 住宅総合 店舗総合 月掛住宅総合 月掛住宅 月掛店舗総合 月掛商工	1.(自動付帯) 住宅総合 店舗総合 月掛住宅総合 月掛住宅 月掛店舗総合 月掛商工 2.(原則自動付帯) 長期総合 建物更新	1.(自動付帯) 住宅総合 店舗総合 月掛住宅総合 月掛住宅 月掛店舗総合 月掛商工 2.(原則自動付帯) 長期総合 建物更新 3.(任意付帯) 火災保険 住宅火災 簡易火災 月掛火災 月掛住宅火災 団地保険 月掛団地 火災相互 満期戻長期	1.(自動付帯) 住宅総合 店舗総合 月掛住宅総合 月掛住宅 月掛店舗総合 月掛商工 2.(原則自動付帯) 長期総合 建物更新 3.(任意付帯) 火災保険 住宅火災 簡易火災 月掛火災 月掛住宅火災 団地保険 月掛団地 火災相互 満期戻長期	1.(自動付帯) 住宅総合 店舗総合 月掛住宅総合 月掛住宅 月掛店舗総合 月掛商工 2.(原則自動付帯) 長期総合 建物更新 3.(任意付帯) 火災保険 住宅火災 簡易火災 月掛火災 月掛住宅火災 団地保険 月掛団地 火災相互 満期戻長期	(原則付帯) 住宅総合 店舗総合 月掛住宅総合 月掛店舗総合 長期総合 建物更新 火災保険 住宅火災 月掛火災 団地保険 月掛団地 火災相互 満期戻長期	(同左)
付保割合	(主契約)30%	(#)30%	(#)30%	(#)30%	(#)30%	(#)30%~50%	(#)30%~50%
引受限度額(万円)							
建物	90	150	240	240	1,000	1,000	1,000
家財	60	120	150	150	500	500	500
支払責任限度額(億円)							
民間	300	600	1,225	1,837.5	1,837.5	2,285	2,285
政府	2,700	3,400	6,775	10,162.5	10,162.5	12,715	12,715
総計	3,000	4,000	8,000	12,000	12,000	15,000	15,000

注) 引受限度額、建物は1構内・1被保険者ごと、家財は1構内・1世帯ごと。

おわりに

地震予知、およびその備えとしての保険についての研究・実施は、過去の地震の歴史に比べればほんの第一歩を踏み出したばかりであり、まだまだ研究・改善が進むものと思われるし、また、充実されねばならないであろう。ことに、備えとしての地震保険は「法」の趣旨を受け、民生の安定に寄与することを目的として発足し、被災した場合、

復興の立ち上がり資金としての性格が強いものであったが、昭和55年7月の大幅改定により、完全補償とはいえないまでも、発足当初の見舞金の性格に比較したならばまさに大幅な充実が図られたといえよう。しかし、普及率の改善をはじめ、その補償内容の拡充等々、完全な保険制度に乗せるためには、解決すべき問題がまだまだ多過ぎるといえよう。

(おの いねぞう／(社)日本損害保険協会 理事・火災保険部長)

危険度によって違う地震保険料

地震保険は63ページの「地震保険制度の推移一覧表」に記載されている各種火災保険(主契約)に付帯して契約することになっています。そして、その保険料率は、下記のように、建物構造(木造と非木造)と地域別の危険度(1等地から5等地)によって異なります。

地震保険の契約金額は主契約の30%~50%

地震保険の保険金額(契約金額)は、主契約である火災保険の契約金額の30%~50%の範囲内で決地震保険金額100万円当たりの保険料

(保険期間1年)

建物構造別	地域別 保険の目的	1等地	2等地	3等地	4等地	5等地
		木造	建物 2,300円	2,900円	3,700円	4,200円
	家財	1,700	2,000	2,600	3,000	3,400
非木造	建物	700	800	1,400	1,600	1,800
	家財	500	600	1,000	1,100	1,300

※主契約の保険料は含まれていません。

北海道	青森県	福井県	埼玉県	東京都
福島県	岩手県	長野県	千葉県	神奈川県
群馬県	宮城県	岐阜県	愛知県	静岡県
富山県	秋田県	三重県		
鳥取県	山形県	滋賀県		
島根県	茨城県	京都府		
岡山県	栃木県	大阪府		
広島県	新潟県	兵庫県		
山口県	石川県	奈良県		
徳島県	山梨県	和歌山県		
香川県	高知県			
愛媛県				
福岡県				
佐賀県				
長崎県				
熊本県				
大分県				
宮崎県				
鹿児島県				
沖縄県				

めていただくことになっています。ただし、他の地震保険の保険金額と合算して、建物1,000万円(1構内・1被保険者ごと)・家財500万円(1構内・1世帯ごと)が限度となります。

<契約例>

①東京都居住のA氏の場合

建物構造:木造

主契約の保険金額:建物 1,500万円

家財 800万円

地震保険金額:建物 450万円~750万円

家財 240万円~400万円

この場合の保険料:建物21,600円

(保険期間1年) ~36,000円

家財 8,160円

~13,600円

②大阪府居住のB氏の場合

建物構造:非木造

主契約の保険金額:建物 3,000万円

家財 1,000万円

地震保険金額:建物 900万円

~1,500万円

※限度額1,000万円

円を超えてしま

う部分があるの

で、この場合は

900万円~1,000

万円の範囲とな

ります。

家財 300万円

~500万円

この場合の保険料:建物12,600円

(保険期間1年) ~14,000円

家財 3,000円

~5,000円

以上の地震保険料が主契約の火災保険料に加算されることとなります。

林 玉子

高齢者と車社会

車社会は、人間に多くの利便と繁栄をもたらした。しかし、今や、人間と車社会がどう調和していくかが、今日的な課題ともなっている。とくに、急速に高齢社会（老人人口が14%を越した）に突入する我が国において、高齢者と車社会に焦点を合わせて概観することの意味は深い。図1に示すように、問題の構造は、高齢者自身の問題として、心身機能の低下と社会的・経済的制約などにより発生する諸問題があり、その対応策としては、①交通システムの改善、②公的諸援助制度の充実、③交通安全教育の普及、④物的条件の改善と整備などが挙げられる。以下に、筆者らが行った調査と、その他研究、諸知見を引用して、限られたページ数内で短絡的になるが、あえて全貌を述べる。

1 高齢社会に向けての交通体系のとらえ方

高齢社会の到来に備えて、高齢者の交通問題、対策をいかにとらえるか、以下に、その視点を整理する。

① まず、注目しなくてはならないことは、今後の老人人口は、単に65歳以上が増加するのではなく、生理的にも社会的にも多くの問題を持つ75歳

以上のオールドオールド層が急増することである。これは明らかに、心身機能の低下した老人層に対する交通対策が、より重要になることを意味している。

② 地域別での対処の必要性：我が国の人口の年齢構成は、地域によりかなり異なっている。また、高齢化が著しい県（島根、高知、鹿児島……）のほとんどが過疎地域を抱えており、また一方、寒冷地域や積雪地域としての問題点もある。故に、地域の諸特性に対応した解決策がより大切である。

③ 世帯の変化：今後は、独りまたは老夫婦のみの高齢者世帯が増加する。また、同居も従来のべったり同居でなく、各自の主体性を保ちつつ生活する傾向が望まれている。したがって、高齢者はより自立した生活を営み得ることになる。そのためにも、交通の利便性、あるいは日常生活に必要な目的地へのアクセシビリティをより配慮した環境が重要になる。

④ 我が国の労働力率は、55～64歳までは諸外国とほとんど変わらないが、65歳以上の労働力率は諸外国のほぼ2倍にもなっている。今後さらに延長する停年年齢や、労働人口を補う上でも、有職高齢者は増加すると予測される。その時に備えて、職・住接近や通勤の利便性をいかに確保するかが

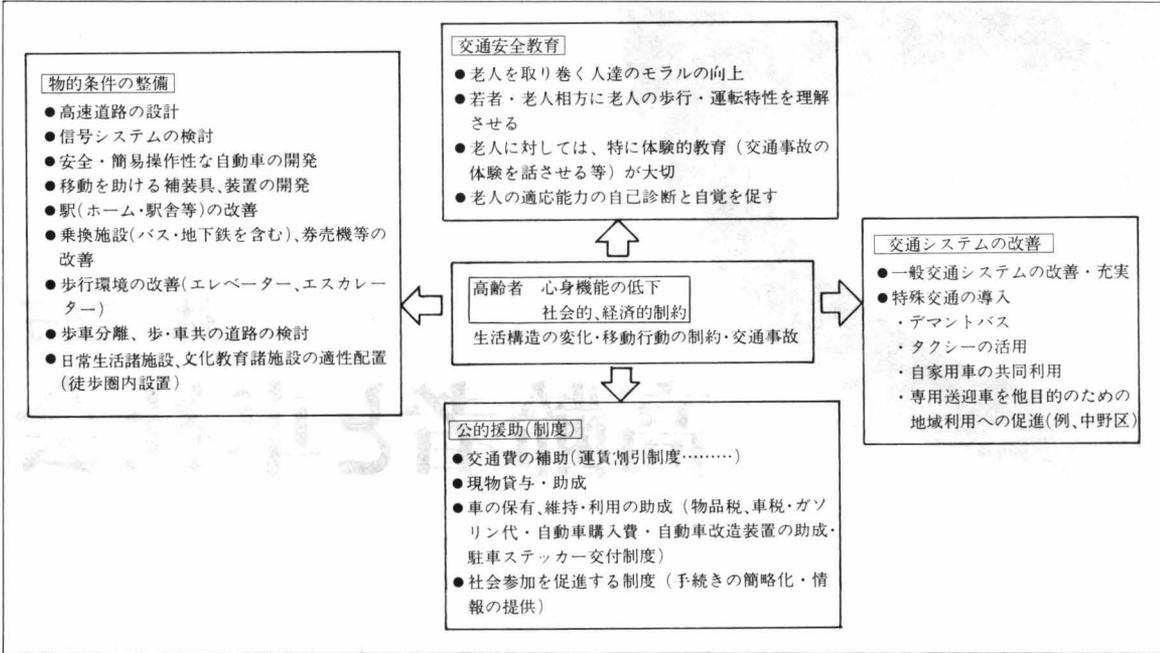


図1 高齢化社会における交通環境の整備要因の関連図

表1 自動車事故の死亡率

出典：文献 3)

	受傷者の分類別死亡率(百分率)							人口10万人に対する死亡率		
	自動車運転者	自動車乗員	転乗者(オートバイ)	自転車乗用者	歩行者	その他	計	男	女	計
65~69	7.3	5.6	22.6	20.3	41.4	3.1	100%	32.2	12.0	20.7
70~74	4.6	5.4	17.6	20.4	48.9	3.2	100%	32.9	14.8	22.5
75~79	1.6	4.6	11.9	22.1	57.0	2.8	100%	43.5	22.2	31.1
80~84	0.9	2.8	5.1	21.8	66.6	2.8	100%	49.0	22.9	32.9
85~	-	2.5	2.0	12.7	81.7	1.0	100%	45.2	21.7	29.5

大きな課題となる。

⑤ 高齢者は他の世代と比較して、より多くの自由時間を持っている。現在の高齢者は多くの者がテレビ・ラジオで過ごしている。が、一方、趣味、けいごと、読書、スポーツ、社会活動といった行動型も増えており、将来、今の若い世代が高齢化する段階では、この層はより増加するとみなされている。積極的に社会参加して生きがいのある生活を営む上でも、高齢者のモビリティを高める諸対策が必要になる。

以上に、高齢社会において、高齢者の生活の質を確保する視点での問題解決を列挙したが、望ましい対応策の基本は、①高齢者に対する移動の権

利の保障、②交通障害の除去、③交通事故からの予防・救済、の3本柱に集約できよう。つまり、高齢者の交通社会への積極的参加を促し得る、安全で快適な交通環境を作り出すことが肝要である。

2 高齢者の外出行為と交通事故の特徴と問題点

人間の欲求のほとんどは、移動行動を伴わずに自力で確保することはできない。とくに人間社会での諸関係を維持していく上には、外出行為が自由に行えることが基本になる。ところで、65歳以上の高齢者の日常生活動作能力は年齢の増加に伴って、歩行、聴力、視力の順位で低下し、高齢者の外出行為を困難にしていることは歪めない。

「高齢者の外出行為について」総理府老人対策室の“老人の生活圏域等と環境条件に関する調査”(昭和55年)よりその特徴をみると、65歳以上の約3割は、自由にバス・電車を利用して外出することができない、としており、さらに年齢が高くなるにつれて外出行為も少なくなっている。性別にみると、女子(外出率68%)よりも、男子(75%)が

多く外出している。

次に、外出手段をみると、1位が52%の徒歩で、2位が自転車(15%)、3位がバス(9%)、4位が私鉄(7%)、5位が自家用車(6%)となっている。日常的な外出が多い高齢者にとっては、徒歩外出行為が多いことはもっともなことだが、平衡機能や判断力、感覚の鋭敏性、体力をより必要とする自転車を乗用する率が高いことは意外でもある。

しかし、自動車を運転している高齢者の車種は大型よりも小型・軽自動車が多いとの調査報告もある。収入が減少する高齢者にとっては、日常的な外出手段としては、経費のかからない軽自動車や二輪車の使用が多いのもうなずかれるが、その危険度を補う対策が必要であろう。

以上に、高齢者の外出実態の特徴をみてきたが、次に、高齢者の交通問題の集約としての交通事故について、不慮の事故および有害作用死亡統計(昭和58年)を借りてみると、65歳以上では、不慮の事故中、自動車事故が30%と最も多く、次いで墜落の23%である。また、高齢者の交通事故死は、65歳以上の高齢者のなかでも、表1にみるように、高齢者の各年齢層にわたって1位が歩行者で、2位が自転車乗用者、3位がオートバイ運転者乗員であるが、項目別にみると、自動車運転者は7.3%と65~69歳が最も多く、自転車乗用者は22.1%と75~79歳代に最も多く、歩行者は、年齢が増加するごとに増加し、85歳以上になると81.7%の高率であった。一方、人口10万対死亡率よりみると、男性は女性よりも死亡率が高い。また、全年齢の人口10万当たりの死亡率は10.9であるのに対して、高齢者の、各年齢層別の死亡率は約2倍以上の高率である。このことから、車社会における高齢者は、一般に比べて危険度が高いことを示唆している。

3 高齢者の歩行特性

高齢者に最も多い歩行者の交通事故遭遇状況を詳しくみるために、東京都の資料を用いると、最も多いのが、横断歩道横断中と、その他横断中で、

それぞれ31%を示しており、次いで横断歩道附近横断中が6%、歩道橋附近が2%になっている。とくに横断歩道横断中は、その他の年齢の21%に比べて高いことが特徴的である。ここでは、横断歩道の信号時間との関連で問題にされがちな高齢者の歩行速度について、筆者らの実験調査結果を紹介する。筆者らは、健常歩行老人群、障害歩行老人群に分けて、一般歩道と横断歩道における高齢者の歩行特性を把握した。結果は、①一般歩道上での自由歩行速度は横断歩行が一番速く、青年群が普通で横断するのに対して、高齢者は早足の速度を用いている。また、心拍数や内観報告からみても、身体的負担は青年群に比べて大きいことが明らかになった。②ゆっくり、普通、早足、小走り、の4種の速度をそれぞれの個体が日常用いている速度幅とすると、老人群は0.98~1.68m/sで、その差0.9m/sであるのに対し、青年群は1.10~2.67m/sとその差1.57m/sで、老人群の速度幅は青年群の約1/2程度である。また、高齢者には日常歩行速度の上限値としての小走りができないものもあり、かつ身体的な負担も大きく日常生活における歩行速度の上限値は、青年群に比べて遅いことは明らかである。

また、歩行になんらかの障害(杖を使用している、足をひきずっている……)を持つ高齢者の歩行速度は、歩行健常群よりも遅く、その中でも、とくに杖使用者、階段の昇降ができないものの歩行速度の低下は著しい。脳卒中後遺症を持つ高齢者は、訓練や体力維持のためによく散歩をするが、各自固有の歩行速度を持っており、他人の速い・遅いなど両方の速度に合わせて歩けないものが過半数を占めていた。なお、60%の高率で外出中に転倒などの事故によりケガをしており、その中でも交通事故に遭った高齢者からは「横断中に信号が変わった、足がすくんで車が接近するのに小走りができなかった」と事故状況の模様を話していた。

横断歩道の改善と関連して、高齢者の横断歩道上での平均歩行速度は、青年に比べて明らかに遅い。特に歩行障害老人は、現在の信号設定目安としている1m/sより遅いことに注目すべきである。

実際では、信号開始と同時に歩き出すことができず、信号反応時間（青信号開始時間と歩行開始時間の差。歩行障害老人では青年群より長く、2秒以上かかるものもいる）、あるいは滞留人数が多く青信号途中から横断開始する場合もあることなどから考慮すると、青点減時間内に速やかに安全地帯にたどりつくことは非常に困難であることが示唆できる。信号時間の設定は、現状では青表示、青点減、黄表示、全赤などの時間帯を設け、一応歩行者の安全を配慮しているが、信号時間設定に関しては、これらの高齢者の歩行特性を充分考慮して、健常成人を対象とした一律な目安ではなく、幅をもって検討すべきである。特に緊急時に対する対応能力が低い高齢者にとって、青点減時間、または急ぎ渡ることを要求される幅の広い横断歩道には、安全地帯を設けるなどの諸検討は重要であると思う。同時に、高齢の歩行者、一般運転者に対して、これら高齢者の歩行特性を十分に理解できるような交通安全の実施も大切である。その他、老化に伴う視力・聴力・注意力などの低下を考慮した信号の設置位置、信号の表示法（色彩・形など）などについても改善を必要とする。

4 高齢運転者と車社会

ここ10年来、高齢者の運転免許保有者率は他の年代に比べて増加しており、この傾向は、昭和58年末には60歳以上の運転免許保有者率は全体の5.5%に過ぎなかったが、昭和75年には13.4%に増加すると予測されている。一方、注目され始めているのが、高齢者が第1当事者としての交通事故発生件数の増加である。とくに高齢運転者の事故が増加し始めた昭和51年を基準として、昭和57年までの推移をみると、原付運転中の事故が1.3倍、自動車運転中の事故は1.7倍に増加している。このように、高齢運転者を取り巻く状況は厳しく、これらに対する諸対策を検討する時期に至っていることは否めない。

筆者も、国際交通安全学会で行われたプロジェクト研究の一員として、昭和58年に全国高齢者運

転実態調査、昭和59年に運転免許適性試験の在り方に関する調査研究に参加している。以下に、高齢者の運転実態調査に基づいて、60歳以上の高齢者と30歳代の若年群を比較しながら、その特徴をみることにする。

まず、運転頻度についてみると、若年群は毎日運転する人が60%に対して、高年齢群は31.7%と低い。2～3日に1回程度は21.9%と、若年の9.1%に比べて多い。1か月の平均運転距離は、若年は1,196kmに対して、高年齢群は626.8kmと約1/2に短縮している。運転目的については、若年と同じく仕事・通勤が1、2位を占めている。高齢男性の80.8%は職業を持っており、その過半数が商工自営業や自由業、農業であることから、仕事のための利用率が高いことが特徴的である。一方、買物、余暇活動、通院、送迎などに車を利用する率は若年より多く、その他に奉仕活動、通夜、宗教の集まり、墓参りなど、高齢者の外出目的の特徴がみられた。

運転中の心掛けで、若年に比べて回答が少ないのは、①運転する時はイライラしない、②マイペースで運転する、③夕方は早めに点灯する、④運転中は前方や周囲を常に注意する、であり、多いのは、①法定速度内で運転する、②夜はなるべく運転しない、または雨の日は運転しないようにする、である。このように、視力の低下に関連して運転時間を選ぶ傾向については、次の設問からも明らかに示されている。つまり、若年の73.8%が昼夜あまりこだわらないとしているのに対して、高齢者は24.9%のみであり、できるだけ昼間運転すると回答したものが47%と、若年の18.4%に比べて高くなっていた。

運転中に困ったことで若年より回答率が高いのは、①後ろから大型トラックやダンプカーが近づいたとき、②割り込まれたとき、③バックするとき、④追い越されたとき、であり、後方の情報処理の困難度を示唆している。また、運転中気になることでは両群とも1位が、対向車のヘッドライトがまぶしい、を挙げており、若年より多く気にしているのは、①視界が狭い、②バックの距離感

がつかめない、であり、ここにも視力と、後方情報処理能力の低下と関連する回答がみられた。

最後に、運転に対する気持ちでは、運転するのが楽しいは、若年者38.3%に対して高齢者58.3%と高く、できれば運転したくないは、若年58.6%、高齢者37.0%と低い。このように、運転に対しては積極的であると同時に、運転可能年齢に関する設問についても、若年は63歳としているが、高齢者は72歳と高く評価している。

心身機能の低下を考え合わせて、運転可能年齢は75歳とするアメリカでの報告がみられるが、今後我が国においても、運転免許保有者の高齢化は一層拍車をかけるであろう。以上まとめると、高齢者にとって、車の運転は若者と同じく、生活維持に欠かせず、さらに停年退職後の生活を活性化するうえで大切な行為であることがいえる。

車の運転動作には、的確な状況把握と、それに基づいた迅速な判断と対処が必要である。しかし、最も重要な視機能、聴力、情報処理能力、運動能力などが加齢に伴って低下することは周知の事実である。老化による身体機能は全般的に低下するが、その中でも最も大切な視力についても、次にみる諸知見がある。つまり、低照度下の遠方視認の値の低下や、若年よりも明るい視認環境が必要だとか、また、対向車のヘッドライトに照射されたときに起こるグレアからの視力回復が遅くなるなどの晴順応の問題、視野が狭くなる……など、高齢者にとっては不利になる条件が多々ある。これらの運転行為を補うためにも、図1に示している物的条件の改善や、安全教育の普及などの対応策の充実が望まれる。

5 移動制約者と車社会

高齢者を配慮した交通政策は、一般の交通システムを改善してその中に組み込む方法と、新たな交通システムを設け補完する方法とがある。とくに身体機能の障害が著しいものや、公共輸送サービスが極端に貧困な地域においては、後者の解決策は有効である。しかし、望ましい供給方法は、

あくまでも一般交通システムの中に積極的に組み込むことである。たとえば、アメリカのパークレー市では、メインストリーム運動の一貫として、一般のバスにリフトを取り付けており、地下鉄にはエレベータ、自動調整機付きの車輪（プラットフォームとの段差を解消している）、駐車スペースなどを設けている。これら高齢者や障害者のために配慮された交通システムの大きな特徴は、車いす使用者でも、外出目的にそって連続して利用できることである。

一方、特殊交通サービスとして、図1にみるようなさまざまな方法がある。我が国にもハンディキャブが開発され、利用されているが、運営や維持面において多くの問題が指摘されている。運営を公的に行う、あるいは業者に委託する、ボランティアで行う、など方法は多様であるが、いずれにしろ積極的な財政の補助が必要である。西ドイツで試みられているテレバスの交通システムは、人件費の公的援助を受け、研究者やコンピュータ……の助けを借りて、ハンディキャブを持った人々に開かれた交通システムとして活躍している。また、イギリスでは、地域に定着したボランティアにより、ミニハンディキャブやハンディキャブが、コミュニティ・トランスポートとして、高齢者や障害者の送迎を担っている。注目すべきことは、運行ボランティアが活動しやすいように、(たとえば、乗客の料金の徴収や運転免許の緩和……など)、1981年に公共旅客車両法を改正している。その他、公的に運営している特殊サービスに多目的利用を行っている。たとえば、日本の消防署に当たるアンピュランスサービスは、非緊急時の利用が全体の99%を占めているなど。あるいは、社会サービス者が施設への送迎サービスに用いているソーシャル・サービス・トランスポートは、自宅にいる慢性病者や身障者に食事・家具などの用品配達も行っている例もある。なお、組織された自家用車の有償による相乗制度を実施しているソーシャル・カー・サービスなど、既存の資源を有効に活用していることは、まさに学ぶべきところである。我が国においても、ミニハンディ



キャブの配布台数が増加しているにもかかわらず運用面では、多くの創意工夫と公的援助が必要である。

養護学校・福祉会館・デイケアセンターなどへの送迎用車も同一地域内に多数あり、今や縦割運用を調整し、多目的に使用すべきだと思う。65歳以上の高齢者の30%は公共交通システムを利用できない移動制約者（The transportation disadvantaged）である。高齢社会に向けての真の交通体系には、この移動制約者層に対しての福祉的配慮を積極的に組み込んだ交通政策がとくに要望されている。

6 戶外空間の改善について

高齢化に伴い、外出口に高齢者が含まれることは当然であるが、問題は、明らかに歩行に何らかの障害（足の引きずり、体のふらつき、杖・歩行器使用など）がある高齢者の日常外出が多いことであろう。

また、これらの人たちは、一般歩行健常者に比べて諸都市施設に対しての問題指摘率は高く、一方、ケガの経験のあるものも健常高齢者に比べて2倍以上に及んでいる。心身条件の低下を伴う高齢者にとって段差や凹凸の激しい歩道などの物的障壁を除去した外部空間の確保は、老後の生活圏

を拡大するのみならず、事故防止からも重要なことである。以下に2～3改善のポイントを述べる。

① 歩道：一般の歩行者が快適に交通できるためにも、歩道は同一面で連続すべきだとされている。歩行途中にある凹凸のある表面舗装は、車いすがつかえたり、歩行障害者がつまずいたりする原因となるので、極力なくす配慮をすべきである。近年新たな問題として挙げられているのは、横断歩道との段差を解消するためにつけられた勾配である。狭いまたは複雑な交差点のある歩道では、路面に平らな箇所がなくなり、直行する人、とくに歩行障害者は平衡を保ちにくく、上肢の弱い車いす使用者は傾斜している方向に車がずれるなど不便であり、危険になる状態もみられる。解決方法として、反対に横断歩道を持ち上げて一般歩道にそろえるマウント・アップ方法、または直角よりずらして設けるなどがある。歩道はただ段差を削ればよいのではなく、歩道全体の歩きやすさを考えることも大切である。

② 歩道橋・地下道など：階段の昇降は多くの高齢者にとって問題が多く、車いす使用者にとっては移動を妨げる物的障壁である。階段のある箇所には、スロープ、エスカレーター、エレベーターなどの併設が必要である。エスカレーターは地上の歩道まで延長すべきである（我が国では、地下鉄にエスカレーターが設けられても、地上に出るには階段を併用しなければならない）、段差を解消するためにエレベーターを設ける。その他、交通手段としての低床バス・車いす付きのリフト付き公営バスなどの併用も、積極的に取り入れるべきである。

③ 歩行者および高齢者・身障者の歩行特性を考慮した外部空間の確立について

④ 歩車分離：人間の安全を守るために考えられた解決策が歩車分離の方法である。解決手法としては、立体的な方法と、平面を時間帯で区分して人と車を別に通す方法がある。我が国では、1975年に皇居周辺に歩行者天国が出現し、近年、東京銀座・新宿・渋谷など歩行者天国として定着している。

その後、モールと称し、初めから完全に歩行者用として、機能だけではなく、腰をかけて休んだりお茶を飲んだりすることができる機能をもつ歩行者街路が出現している。我が国でも1965年に北海道旭川市で計画をはじめ実験を行い、1972年に旭川買物公園が完成した。近年では、伊勢佐木モール・町田モールと、高齢者にも歩きやすい歩行空間ができつつある。

- ⑤ 歩車共存：人間優先の旗印の下に行われた歩車分離も、人間中心といたながらも車優先の社会を生み出してしまった。

こうした歩車分離に対する反省として生まれたのが、ボンエルフ(オランダ語で「生活の庭」)という考えである。これは、社会機能と交通機能を相反するものとして分離するのではなく、共存するものとして統合しようとするものである。

我が国では1978年、仙台市郊外の七ヶ浜でコミュニティ道路と称してではじめた。その後、埼玉県桶川市・大阪市阿部野区長池などに幾つかの例がみられる。近年では、コミュニティ道路と称して公的にも奨励されてきており、事例が多くみられるようになってきている。今後もっと整備され充実されるべきである。

- ⑥ 高齢者・身障者を考慮した外部空間：身障者の町づくりとして、我が国では昭和48年に福祉モデル都市の指定制度が公布され、車いす使用者や視覚障害者のために歩道の段差を削ったり、誘導ブロックを設けるなどの改善を行っている。現在、高齢者や身障者の利用条件を含む建築要綱は、既に幾つかの都道府県で実施されている。

神奈川県では、福祉施設を中心に500 m利用圏内の歩行条件を、歩行障害者の利用しやすいように整備した「ともしびゾーン」の設置を行うなど、近年、高齢者・身障者を含めた町づくりの気運は高まりつつある。しかし、これらはいまだに都道府県レベルでばらばらに行われており、全国的に統一した基準はない。また、熱心に整備している都市を例にしても、局部的に点として解決されているのみで、面として町全体に及んでなく、高齢者・身障者の自由かつ安

全な外出行為を満たすまでには至っていないなど問題がある。

近年、諸外国では、交通、外部空間も含んだ法令・基準が国レベルで整備されつつある。例を挙げると、①ドイツ連邦共和国では、歩道・横断歩道・歩道橋などに対して詳細な規定をしている規格Din18025を1973年に公布している。②アメリカでは、1977年にリハビリテーション法の504項C章内に交通を含む物的障壁の除去に関する法案が実施されている……などである。我が国においても、早急に国のレベルで高齢者・身障者が自由に安全に外出できる町づくりに関する法・基準を検討すべきである。

7 おわりに

救急車に同乗した友人が、救急車の車窓を通して視界に入るのは高齢者ばかりだと、いささかおおげさに話した。けたたましいサイレンの音に、若者は迅速に避けられるが、高齢者は取り残されてしまう。

高齢社会に急速に突入する我が国においては、高齢者が社会から取り残されないうちに、高齢者の生理的・社会的諸特性を配慮した、人と車を共存させた社会をつくりだすよい機会の到来である。

(はやし たまこ／(財)東京都老人総合研究所)

引用・参考文献

- 1) 老人生活実態調査報告書 昭和55年度、東京都
- 2) 高齢者の生活圏域等と環境条件に関する調査、昭和55年、内閣総理大臣官房老人対策室
- 3) 不慮の事故及び有害作用死亡統計、昭和59年、厚生統計協会
- 4) 老人の交通安全に関する調査研究報告書、昭和55年、内閣総理大臣官房交通安全対策室
- 5) シェファード老年学、身体活動と加齢、Roy.J.Shephard M.D.Ph.D著、原田政美、山地啓司 訳
- 6) 老人のトランスポートシステム(移送等)の基礎的研究、昭和56年、東京都総務局、トランスポートシステムの開発、改善に関する研究、林玉子他
- 7) 高齢化社会における交通施設のあり方に関する調査研究報告書、昭和57年、建設省
- 8) 特集／高齢化社会と交通問題、Vol.9、No.5、1983、国際交通安全学会誌
- 9) 運転免許適性試験の在り方に関する調査研究——視覚機能の適性を中心として。
- 10) 昭和60年3月、国際交通安全学会、障害者の移動の権利、昭和59年、新宿身障明るい街づくりの会。

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＝協会防災事業室あてにお寄せください。

●消防自動車53台を全国の自治体に寄贈

損害保険業界では、当協会を通じて火災予防・交通事故防止など各種防災事業を行っております。

この一環として、昭和27年以來毎年、国や地方自治体の消防力の強化・拡充に協力するために、消防自動車をはじめ各種消防機材の寄贈を行っていますが、このたび、60年度（1次分）の寄贈先が下記のとおり決定いたしました。

1. 防火運動用ポスター(62万枚)——自治省消防庁
2. 各種災害用機材——東京都
3. 消防自動車(53台)

網走地区消防組合、江別市、岩内・寿都地方消防組合、根室市、釧路東部消防組合、池北三町消防事務組合（北海道）、気仙沼本吉地域広域行政事務組合、石巻地区広域行政事務組合、大崎地域広域行政事務組合、黒川地区消防事務組合（宮城県）、両磐地区消防組合（岩手県）、男鹿地区消防一部事務組合、湖東地区消防一部事務組合（秋田県）、蕨市、上尾市、東松山地区消防組合（埼玉県）、小田原市、湯河原町（神奈川県）、加茂市、燕市、小千谷市川口町衛生消防組合（新潟県）、高岡市、射水消防組合（富山県）、三国町（福井県）、甲府地区広域行政事務組合（山梨県）、恵那市（岐阜県）、相良町外2町広域施設組合、清水市、下田地区消防組合、長泉町（静岡県）、常滑市、尾三消防組合、海部南部消防組合（愛知県）、鈴鹿市（三重県）、長浜市、愛知郡行政事務組合（滋賀県）、京都市、精華町（京都府）、枚方寝屋川消防組合（大阪府）、北但広域消防事務組合（兵庫県）、和歌山市、海南市（和歌山県）、隠岐島町村組合、益田地区広域市町村事務組合（島根県）、玉野市（岡山県）、福山市、深安消防組合（広島県）、小豆地区広域行政事務組合（香川県）、八幡浜地区施設事務組合（愛媛県）、仁淀消防組合（高知県）、大川市（福岡県）、日南市（宮崎県）、大隅肝属消防組合（鹿児島県）。

●バイクの交通安全フェアを開催

当協会では、「バイクの交通安全」と「自賠責保険の付保率向上」を図るため、毎年「バイクの交通安全フェア」を開催しております。

本年度は、6月13日(木)から6月18日(火)まで、宮

崎市で開催し、次いで7月26日(金)より山形市で、9月中旬には水戸市で開催する予定です。

●第14期奥さま防災博士を募集

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

今年度も消防庁ならびに全国消防長会の後援のもと、第14期生の募集を下記のとおり実施いたしますので、お心当たりの方にご案内いただければ幸いです。

<募集要項>

募集人数——30名程度

応募方法——①応募用紙をハガキまたは電話等によりご請求いただきます。②応募用紙の各項に必要な事項をご記入ください。なお、応募用紙には必ず応募者ご本人の防災活動状況を的確にご紹介いただける方（消防本部・消防署等の職員、市町村の防災業務担当者、1～13期・奥さま防災博士、自治会の会長、防火クラブの責任者等防災に関係されている方）から所定の紹介文をご記入いただいでください。③ご家庭や地域の防災についてのレポート（市販400字詰原稿用紙2～3枚程度）を応募用紙とともにお送りください（レポートについては、日ごろ実施されている防災活動の報告のみにとどまらず、防災活動から学んだことやご自身のアイデア、また、地域防災についての意見、これからの活動に対する抱負等を簡潔にまとめてください）。

選考方法——応募用紙記載の諸事項と防災に関するレポートにより審査します。

発表——昭和60年11月下旬

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

なお、応募用紙の請求および詳細のお問い合わせにつきましては、当協会「奥さま防災博士」係まで（Tel 03(255)1211）。

災害メモ

も全焼。2名行方不明。

●4・6 北海道札幌市中央区、薄野飲食店街の桂和会館1階スナックゴールドマウイン付近から出火。隣接する雑居ビル7棟に延焼。59店舗約2,000㎡焼失。

●4・10 埼玉県大宮市前町の東京材木相互市場倉庫で火災。400㎡部分焼。材木300㎡(約3,500万円相当)を焼失。

●4・28 大分県中津市島田町の富士紡績中津工場集じん室から出火。1棟19,200㎡をほぼ全焼。綿糸など製品1億5千万円相当を焼失。1名重傷。

●4・30 北海道釧路湿原で野火が発生。2,200haを焼失。タンチョウの営巣地二か所を焼き、影響が心配されている。

★爆発

●2・27 千葉県松戸市根本の金沢マンション201号で、ガス爆発。同室約70㎡全焼。さらに付近の民家・アパートなどの窓ガラスが割れる被害。10名重軽傷。

●3・1 神奈川県愛甲郡愛川町のホルモン焼きおけいの調理場で、プロパンガス爆発。13名負傷。

●4・4 群馬県高崎市八千代町の与兵衛寿司でプロパンガス爆発。住宅約170㎡全壊。近隣住宅9軒が全半壊したほか、半径約200mの計46棟で被害。16名負傷。

★陸上交通

●2・21 北海道空知支庁浦臼町の国道275号で、乗用車がスリップし対向車線にとび出し大型トレーラーに正面衝突。3名死亡、1名重傷。スピードの出しすぎらしい。

●2・25 山形県酒田市広野の国道7号の橋上で乗用車同士衝突。2台とも最上川に転落。1名死亡、3名

行方不明。

●2・28 東京都江東区亀戸の蔵前橋通りで、乗用車が対向車線にとび出した乗用車と正面衝突、さらにライトバンが追突。2名死亡、6名重軽傷。

●3・6 新潟県柏崎市下田尻の北陸自動車道柏崎インター付近で、大型トラックが送迎バスに追突。バスは横転し、1名死亡、32名重軽傷。居眠り運転らしい。

●3・9 大分県玖珠郡九重町の県道で、クレーン車が観光バスと衝突。2名死亡、2名重体、31名重軽傷。クレーン車のスピードの出しすぎらしい。

●3・14 長野県上水内郡豊野町の国道18号で、ワゴン車がタクシーに追突。そのはずみで対向車線にとび出し回送中の観光バスに正面衝突。ワゴン車とバスは炎上。5名死亡、4名軽傷。スピードの出しすぎ。

●3・30 茨城県日立市若葉町の市道で乗用車がコンクリート壁に激突。3名死亡。スピードの出しすぎらしい。

●3・30 千葉縣市原市五井の市道で、乗用車がガードレールに激突。3名死亡、1名重傷。酒気帯びでスピードの出しすぎらしい。

●3・31 長野県塩尻市宗賀の国道19号で、乗用車が対向車線にはみ出し大型トレーラーに正面衝突。4名死亡。居眠り運転らしい。

●4・21 兵庫県三原郡(淡路島)三原町の国道28号で、乗用車がマンションの階段に激突。5名死亡、1名重傷。スピードの出しすぎらしい。

●4・24 茨城県西茨城郡岩瀬町の国道50号で、大型トラックとセンターラインをこえた乗用車が正面衝突、炎上。3名死亡、1名負傷。

★海難

●2・8 島根県隠岐郡西郷岬灯台

★火災

●2・2 北海道美唄市西美唄町の民家で火災。約140㎡全焼。5名死亡。まきストーブの不始末らしい。

●2・2 愛媛県川之江市金生町の山林から出火。同月5日、62時間ぶりに鎮火。364ha焼失。3名軽傷。

●2・13 千葉県松戸市高柳の民家で火災。33㎡全焼。4名死亡。暖房器具の過熱から出火したらしい。

●2・17 新潟県南魚沼郡湯沢町の富士屋旅館1階から出火。1棟1,150㎡全焼。

●3・3 福島県福島市置賜町の雑居ビル1階、焼鳥屋源ちゃんから出火。80㎡焼失。2名死亡。放火の疑い。

●3・6 東京都町田市南つくし野の民家で火災。25㎡焼失。2名死亡、1名重体。

●3・11 東京都品川区西大井の住宅兼倉庫1階倉庫付近から出火。1棟70㎡全焼。3名死亡。漏電らしい。

●3・15 青森県五所川原市の民家で火災。1棟80㎡全焼。3名死亡。

●3・30 茨城県筑波郡伊奈村の民家で火災。1棟約124㎡全焼。4名死亡、1名軽傷。焼身自殺らしい。

●4・1 長野県北安曇郡小谷村のペンションプチホテル・バクで出火。1棟420㎡全焼。棟続きの1棟90㎡

北東1.2kmの日本海で、巻き網漁船第16琴島丸(19.20t・11名乗組)が転覆、沈没。10名死亡、1名行方不明。

●3・31 鹿児島県串木野沖で、大型瀬渡し船開洋丸(6.71t・27名乗組)が遭難、転覆。9名死亡、18名行方不明。

●4・7 沖縄県久米島北西約140kmの東シナ海で、マグロはえ縄漁船第一豊漁丸(17.61t・5名乗組)がLPGタンカーワールドコンコルド号(38,828t・26名乗組)に当て逃げされ、転覆。全員行方不明。

●4・15 静岡県清水市の清水港外港防波堤沖約700m海上に停泊中の貨物船第8天社丸(698t・7名乗組)船内で酸欠事故。2名死亡、1名重体。

★自然

●2・15 新潟県西頸城郡青海町玉の木地区で、裏山が崩れ、民家7棟倒壊。10名死亡、4名重軽傷。

★その他

●4・15 千葉県市川市下妙典の江戸川で、3名死亡。ボート遊び中に転覆したらしい。

●4・24 長崎県西彼杵郡高島町の三菱石炭鉱業高島礦業所で、滞留したメタンガスによる爆発。11名死亡、17名重軽傷。

★海外

●2・7 イタリア・カステラネータ市で、6階建てアパートが崩落。住民約90名が生き埋め。少なくとも18名死亡、7名以上負傷。集中豪雨による地盤の緩みが原因。

●2・13 フィリピン・マニラのホテルリージェント・マニラ・ホテル2階から出火。25名死亡、30名負傷。放火によるもの。

●2・20 スペイン・バスク地方ビルバオ上空で、イベリア航空ボーイング727機(乗員乗客149名)が墜落、炎上。全員死亡。

●2・23 マリ・チンプクツの空港を離陸したマリ航空アントノフ24型旅客機(乗員乗客51名)が、離陸直後に墜落。50名死亡、1名重体。

●2・23 インド・カルカッタ西方915kmで、旅客列車が炎上。少なくとも34名死亡、16名以上負傷。

●2・25 仏・モーゼル県フォルバックの炭鉱で爆発事故。22名死亡、103名負傷。

●3・3 チリ・サンチアゴ付近でM7.4の地震。各所でビルが倒壊。177名死亡、約2,000名負傷。15万人以上が家屋を失う。

●3・23 韓国・ソウル南大門市場中心部で火災。店舗約500軒1,468㎡全焼。

●3・23 バングラデシュ・ダッカ郊外で、ブリガンガ川を航行中の客船が転覆。乗客約200名が死亡・行方不明。

●4・7 ペルー・リマ南東コルカバンバ地区で、大規模な地滑り。約100軒の家屋が破壊。120名死亡、約200名行方不明。

●4・17 ガラバゴス諸島イサハラ島で2月末から7週間にわたって山火事が発生。約4万ha焼失。同島に生息する貴重な動物や植物は絶滅を免れたらしい。

●4・18 中国・雲南省昆明市北約100kmでM6.3の地震発生。22名死亡、300名以上が負傷。多数の家屋学校が倒壊。

●4・19 中国・ハルビン市のホテル天鷲飯店11階から出火。10名死亡、7名負傷。

●4・26 アルゼンチン・ブエノスアイレス市郊外の精神病院で火災発生。少なくとも80名死亡、100名負傷。

編集委員

- 赤木昭夫 NHK解説委員
- 秋田一雄 災害問題評論家
- 安倍北夫 早稲田大学教授
- 生内玲子 評論家
- 岡本博之 科学警察研究所交通部長
- 小山 貞 東京消防庁予防部長
- 塚本孝一 日本大学講師
- 根本順吉 気象研究家
- 森島 淳 千代田火災海上保険㈱
- 森宮 康 明治大学教授
- 山本 勇 住友海上火災保険㈱

編集後記

◆機構改革で予防広報部が広報部になり、防災事業室ができました。予防時報発行業務は防災事業室の所管です。この機構改革に伴って、旧予防広報部を出てから丸9年で古巣へ戻ってきました。◆10年一昔といったのは、まさに一昔前のこと。今ではハイテクの分野だけでなく、産業界の多くの分野で、3年一昔という感じのようです。それほどに世の中の変化が目まぐるしいのですが、三昔を取り戻すためにガンバリますので、よろしくご支援ください。◆これほどの激変の時代に、案外変わらないものがあります。防災技術が進歩しているにもかかわらず、災害は相変わらず同じようなパターンで発生しています。本誌の使命も、したがって防災の呼び掛けの“繰り返し”ということになりましょうか。足が地についた編集を心掛けたいと考えています。(山田)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎第142号 昭和60年7月1日発行
 編集人・発行人 山田 裕士
 発行所
 社団法人 日本損害保険協会
 101 東京都千代田区神田淡路町2-9
 ☎(03) 255-1211(大代表)
 本文記事・写真は許可なく複製、配布することを禁じます。

制作=㈱阪本企画室

線道路沿いでタンクトレーラー炎上

●60年5月6日午前11時30分ごろ、東京都目黒区柿の木坂3丁目の環状7号線野沢交差点で、ガソリンと軽油を満載した16tタンクトレーラーが横転、積み荷の油が流れ出て爆発・炎上。すぐわきの住宅兼店舗に延焼し、1棟約200㎡が全焼したほか5棟の外壁や信号機、電柱などを焼いた。また、油は下水溝にも流れ込み、小爆発を繰り返したため、消防庁では付近住民に避難と火気取り扱いの制限を呼びかけ、一部世帯では都市ガスも止められるなど大混乱。このため環7の約2.5キロ区間で6時間余りにわたり交通止めとなった。

タンクトレーラーが信号待ちのためブレーキをかけたところスリップし、停車中の乗用車に接触、急ハンドルを切ったところ蛇行し横転したもの。横転の衝撃でタンクに亀裂が生じ、注油口も破損してガソリンが流出、炎上したらしい。

タンカー2隻 港内で次々爆発

●60年5月26日午前11時17分ごろ、スペイン・ジブラルタル海峡に面したアルヘシラス湾ラリネア港で、パナマ船籍のタンカー「ペトラゲン・ワン」(19,070t・乗組員29名)が、ナフサ陸揚げ中に大爆発を起こし炎上。付近に停泊中の石油を満載したスペインのタンカー「カンボナビア」(4,222t・

乗組員30名)に引火し、大爆発、両船とも沈没した。付近の海は流出した石油で火に包まれ、延々8時間以上燃え続け、救助も手間どり、乗組員、港湾労働者ら34名が死亡・行方不明、34名以上が重軽傷を負うスペイン海難史上最悪の惨事となった。

サッカー競技場で惨事続く

●60年5月11日午後3時25分ごろ、イギリス・ブラッドフォードのバリーパレード競技場で、地元プロチームの試合観戦中、木造の正面スタンド北端で火災が発生。強風にあおられ、わずか4・5分でメインスタンドは炎に包まれた。観客は炎とビニール樹脂製シートから出る煙に巻かれ、フィールドやスタンド後方のゲートへ逃げたが、ゲートはロックされており、被害を大きくした。12日午前現在、少なくとも52名死亡、約30名行方不明、重軽傷者は200名以上にのぼった。

●60年5月11日、イギリス・バーミンガムのサッカー場でファンの暴動があり、競技場のレンガ壁が崩れ、1名死亡、少なくとも75名が負傷した。

●60年5月29日 ベルギー・ブリュッセルのヘーゼルサッカー競技場で、イギリス・イタリアによる85年度欧州チャンピオンズ・カップ決勝戦開始前の午後7時ごろ、両国フ

ァンの中で起きたこぜり合いがエスカレートし、イギリスファンがイタリア側応援席めがけて殺到、大混乱に陥った。この暴動で、イタリア側観客席にあったレンガ塀が崩れ落ち、下敷きになったり踏み倒されるなどして、30日朝現在、40名死亡確認、約350名が重軽傷を負った。

●60年5月26日、メキシコ・メキシコ市のシウダッド・ユニベルシタリオ競技場で、メキシコサッカーリーグ試合を観戦しようとしたファンが入りに殺到。8名が踏み倒されて死亡。

サイクロン—バングラデシュで死者2万5000名

●60年5月24日夜から25日朝にかけ、バングラデシュ南部海岸地帯に大型のサイクロンが来襲。25日未明には最大風速約42メートルを記録。チッタゴンからバリサルに至るベンガル湾沿岸と同湾に浮かぶ島々、ガンジス川河口地帯が暴風雨、洪水、高波により被害を受けた。

インドVN | 通信によると、死者2万5000名、行方不明は3万名にのぼっており、同国史上最悪の被害となった。

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)

防災図書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

コンピュータの防災指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

そのとき!あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

目のつけどころはここだ!—工場の防火対策—

人命安全—ビルや地下街の防災—

改訂工場防火の基礎知識(秋田一雄著)

理想のビル防災—ビルの防火管理を考える—

大地震に備える—行動心理学からの知恵—(安倍北夫著)

とつぜん起こる大地震

暮らしの防災ハンドブック

防火管理必携

クイズ防災ゼミナール

倉庫の火災リスクを考える

業態別工場防火シリーズ

印刷および紙工業の火災危険と対策

製材および木工業の火災危険と対策

織布・裁断・裁縫、帽子製造工業の火災危険と対策

プラスチック加工、ゴム・ゴム材加工工業の火災危険と対策

菓子製造、飲料製造および冷凍工業の火災危険と対策

電気機械器具工業の火災危険と対策

染色整理および漂白工業の火災危険と対策

皮革工業の火災危険と対策

パルプおよび製紙工業の火災危険と対策

製粉・精米・精麦およびでんぷん製造工業の火災危険と対策

酒類製造工業の火災危険と対策

化粧品製造工業の火災危険と対策

映画

おっと危いマイホーム [23分]

工場防火を考える [25分]

たとえ小さな火でも(火災を科学する) [26分]

わんわん火事だわん [18分]

ある防火管理者の悩み [34分]

友情は燃えて [35分]

火事と子馬 [22分]

火災のあとに残るもの [28分]

ふたりの私 [33分]

ザ・ファイヤー・Gメン [21分]

煙の恐ろしさ [28分]

パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの)[21分]

動物村の消防士 [18分]

損害保険のABC [15分]

映画は、防災講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。当協会ならびに当協会各地方委員会[北海道=(011)231-3815、東北=(0222)21-6466、新潟=(0252)23-0039、横浜=(045)681-1966、静岡=(0542)52-1843、金沢=(0762)21-1149、名古屋=(052)971-1201、京都=(075)221-2670、大阪=(06)202-8761、神戸=(078)341-2771、広島=(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

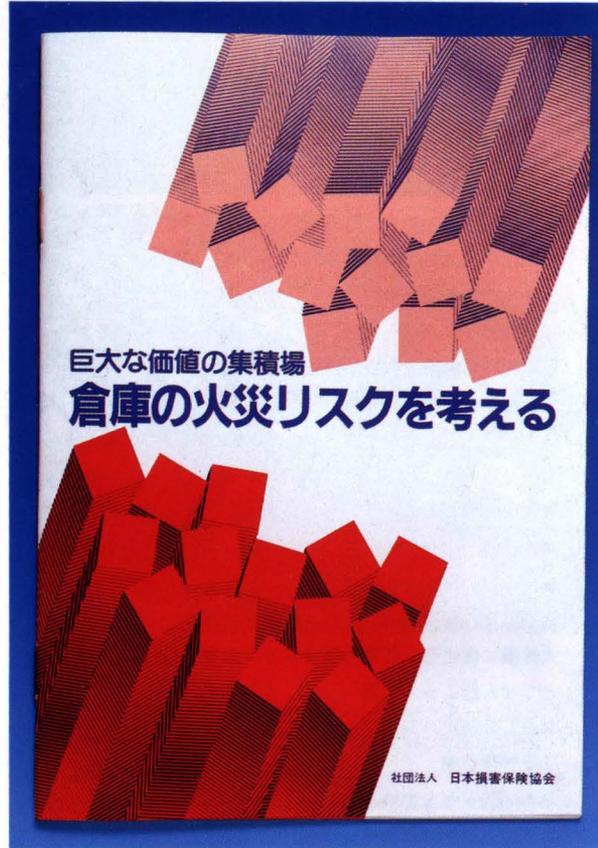
東京都千代田区神田淡路町2-9-101
TEL 東京 (03) 255-1211 (大代表)

巨大な価値の集積場——倉庫の火災リスクを考える

ここ数年、世界各地で巨額の損害を出した倉庫火災が発生しています。倉庫には、巨大な価値が集積されていますから、ひとたび火災が起これば大きな損害が生じるのは当然ですが、損失は建物や収容品の直接損害だけではなく、商品や原材料・半製品などの流通にそごをきたし、経営上の打撃だけでなく社会的にも大きな影響をもたらします。

幸い我が国では、いままで巨大な倉庫火災は発生していませんが、倉庫の防災については万全の対策をたて、産業活動の安定を確保しなければなりません。

本書は、海外の倉庫火災事例や文献を豊富に紹介しながら、倉庫の火災リスクについて考え、関係各位の参考に供するために編集されました。



日本損害保険協会の防災事業

交通安全のために——— 火災予防のために———

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

社団法人 日本損害保険協会

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