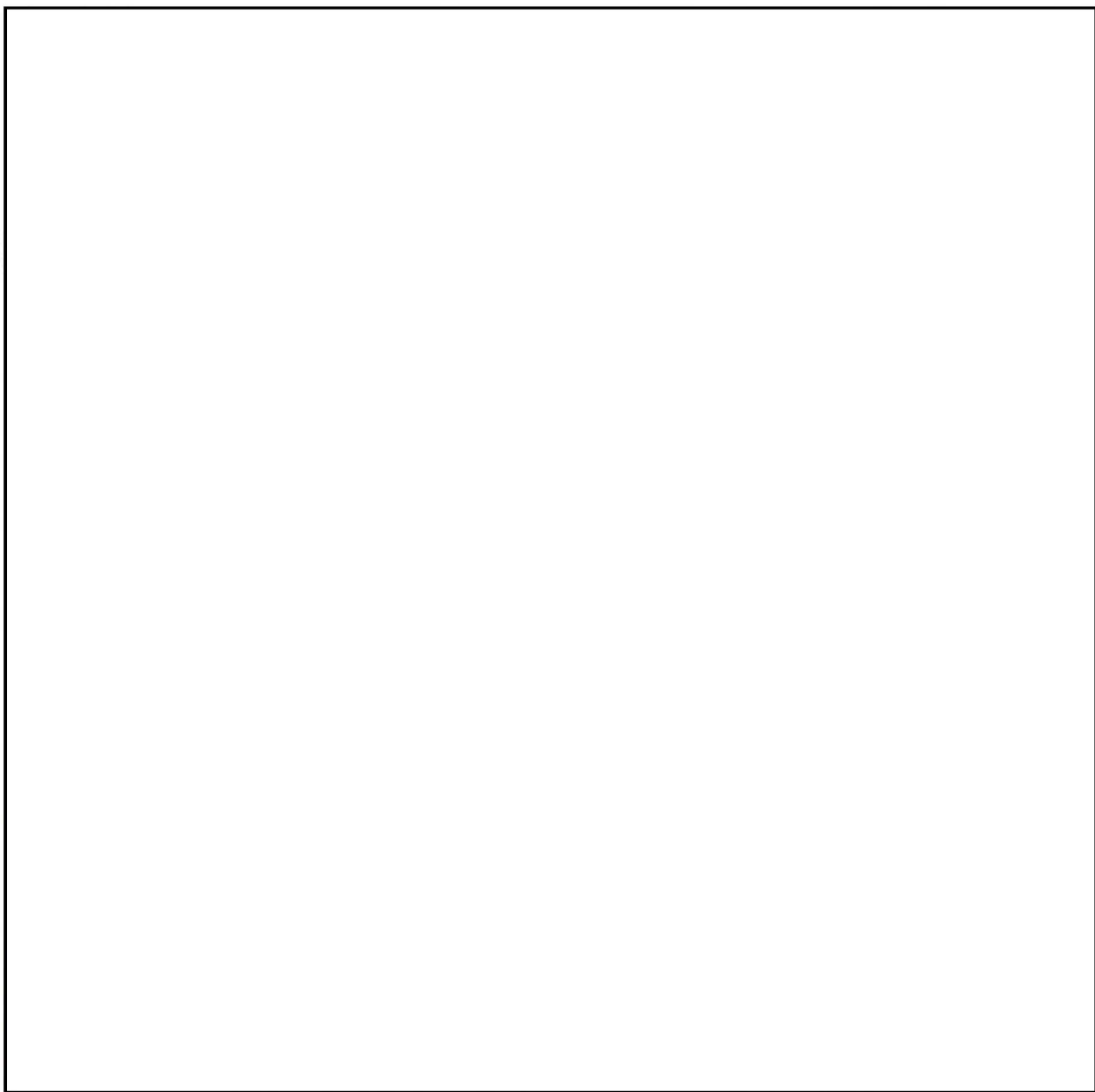


# 予防時報

1983

summer

# 134



# 明暦の大火 消防の図

江戸時代初期の消防は火を消すことよりも延焼を防ぐ点に重点を置く、いわゆる破壊消防であった。この2枚の木版画は明暦の大火（俗に振袖火事）における消防の様子で、おそらく江戸の火災を描写したもっとも古いものであろう。はしご・高張じょうちん・さすまたなどを持った大名火消が出動している。蛇の目の円板に長い柄をつけたものは大うちわで、これで火をあおぎ返そうとした。強風下の火災を防ぐにはあまりにも貧弱な装備である。事実、明暦の大火では消防隊の活躍はほとんど見られなかった。

明暦3年（1657）正月18日の昼過ぎ、激しい北西季節風が吹きまくるさなか、本郷の本妙寺より出火、たちまち湯島・駿河台・鷹匠町・鎌倉河岸に火があふれた。夕刻になると風は西に変わり、火の手は八丁堀方面をなめ尽くした。海辺の靈巖寺では数千の死者が出た。西風はますます吹きつづのり、神田明神や西本願寺が炎上した。やがて猛火が小伝馬町の牢獄に迫ったので、囚獄の石出帯刀は囚人を解放した。囚人たちは涙を流し手をあわせて喜んだ。ところが、この帯刀の決断が誤解されて、囚人が逃亡したといううわさになった。そのため、浅草門が閉鎖されて逃げ場を失った大群衆が煙にまかれて死んだ。この日の火災は、翌日の午前4時ごろ、やっと鎮火した。

19日午前10時ごろ、小石川伝通院表門下の新鷹匠町大番与力の宿所より出火、激しい北風に乗って吉祥寺や小石川の水戸屋敷を全焼し、その火は堀を越えて江戸城に入った。天守閣や本丸・二の丸の焼失はこの時のことである。午後4時になると、また風向が西に変わった。おかげで江戸城内

の紅葉山や西の丸は焼失を免れた。かわりに火の手は下町を直撃し、京橋付近では火に囲まれた人人が大勢焼死した。そして、さらに新橋や鉄砲洲まで延焼して夕方に至って鎮火した。

一方、午後4時ごろ、麴町5丁目の町家から発した火は、桜田方面から愛宕下にかけて大名屋敷100か所以上を灰じんにした。山王権現もこの火事で災した。さらに海岸にも燃え広がって下屋敷18か所が壊滅。午前2時には増上寺に火が入ったが、幸い風が静まっていたので主な建物は事なきをえた。こうして20日の未明までに江戸の大半が焼失、死者も10万という未曾有の惨事となったのである。

『むさしあぶみ』は、この明暦の大火の様子を活写したものである。上下2巻を通じて15枚のさし絵があり、火災の状況や逃げ惑う群衆の姿を一種の雅味をたたえた筆法で伝えている。

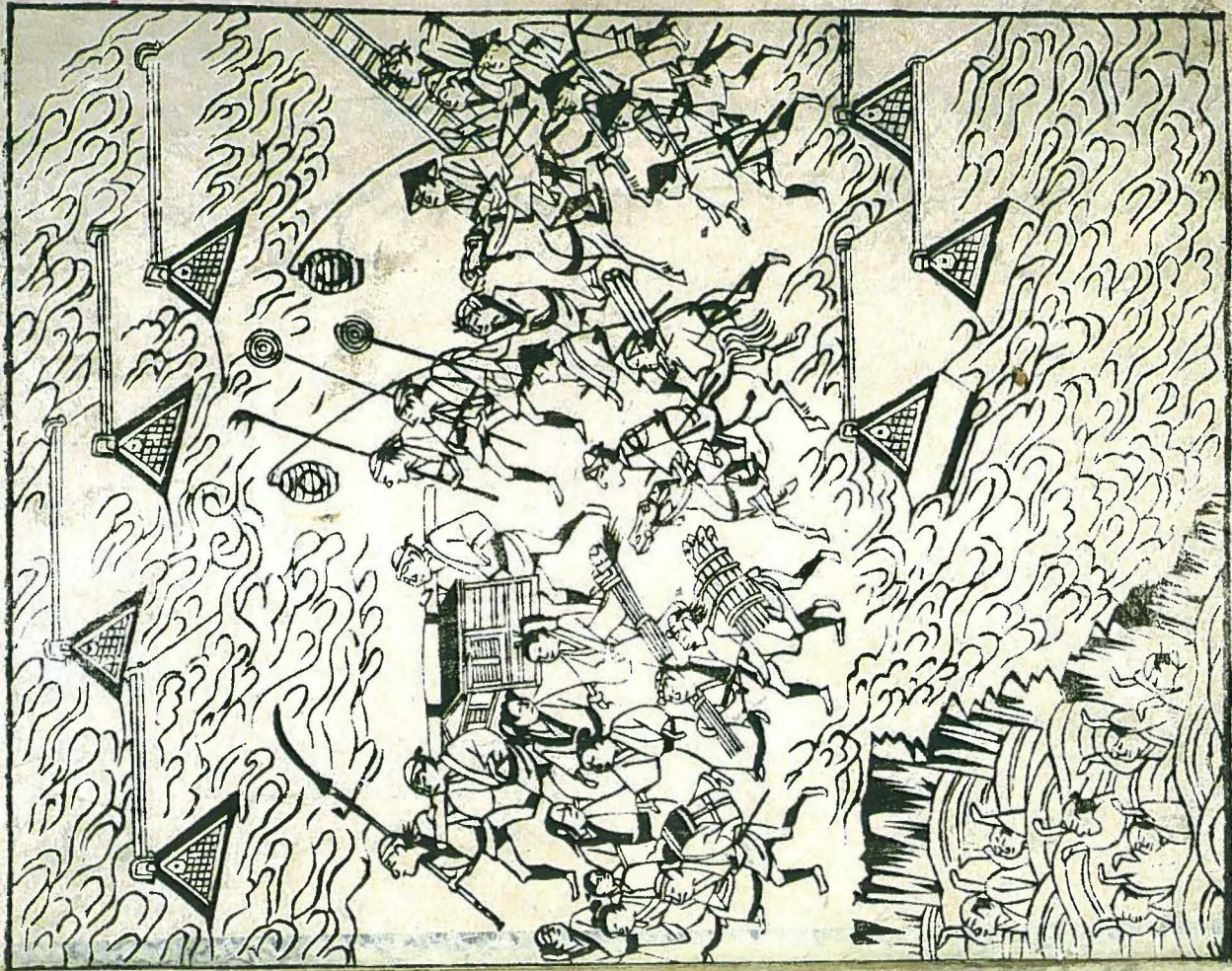
古来、火災を詳述した記録は意外に少ない。さらに、その記録を文芸化したものとなると、きわめてまれである。『むさしあぶみ』はその稀少な作品の一つと言ってもいいであろう。この書は万治4年（1661）、京都で板行されている。執筆者の名はどこにも記されていないが、北条秀雄氏が浅井了意の作品と主張して以来、それが定説になった。了意は博覧強記をもって知られた仮名草子の作者で、代表作には『江戸名所記』『東海道名所記』『御伽婢子』などがある。了意の生涯は不明なところを残しつつも次第に解明されている。しかし、このさし絵画家については一切が謎に包まれたままなのである。（黒木 喬）

関連記事は本文44ページ

もみぢ山



舟に  
くわし  
り  
の  
く  
は  
の  
は  
ら  
い  
て  
り  
の  
舟  
か  
く



Handwritten text in a cursive script, likely a title or a descriptive label for the illustration. The text is written in black ink on a light-colored background. The characters are stylized and difficult to decipher, but they appear to be arranged in a single line across the bottom of the page.

予防時報  
1983・7  
134

目次

ずいひつ	
コンピュータ犯罪と防災／宮澤浩	6
権現堂／安藤隆夫	8
長崎水害のその後／片寄俊秀	10
富士山の噴火について／諏訪 彰	12
対談 高齢者と労働安全	16
高橋恒彦／横溝克巳	
最近の化学工場の事故の傾向／内藤道夫	25
内航タンカーの安全／翁長一彦	32
たばこは発火源になるか／萩本安昭	38
江戸の消防戦略／黒木 喬	44
住まいの安全／宇野英隆	50
防災基礎講座	
都市の水循環／押田勇雄	56
新しい交通情報化システム／津澤正巳	62
防災言 古くて新しい交通安全問題／岡本博之	5
協会だより	68
災害メモ	69

表紙／片山利弘

SLIDING 1975 SILKSCREEN 75×75cm

カット／岡 昌平

## 古くて新しい交通安全問題

交通事故発生状況が容易ならざる事態に立ち至っている。全国の死者数で見た場合、1年間の最高を記録した昭和45年の16,765人以来、昭和54年の8,466人まで、9年間減少し続け、ほぼ半数にまで到達したのであるが、昭和55年から増勢に転じ、昭和56年はわずかながら減少したものの、昭和57年は再び354人(約4%)増加した。今年に入ってから増勢が続いており、3月末現在で、昨年同期に比し、すでに5.4%増となっており、国民生活の安寧に対する大きな脅威として、再び我々の前に立ちはだかつてきつつある。

最近の死亡事故の主な特徴点を拾ってみると、

- 二輪車関連事故が目立つこと。この事故は、57年急増したが、対策がようやく実を結び始め、今年に入ってはやや鎮静化しつつあり、自転車や原付の乗車中の事故は現在やや減少に向かっているが、自動二輪車の、しかも125c.c.以上の中・大型のものの事故が大きな問題である。
- 自動車乗車中の死者数の割合が大きくなっており、車両相互事故、車両単独事故の割合が増加し、いわゆる「かんおけ型」の状態が進んでいる。
- 死亡事故の際の違反事項として最高速度違反が増加傾向にあり、カーブ地点での事故、単独事故等の増加は、スピードの出しすぎを中心とした無謀運転の実態を反映しているものと考えられ、夜間での発生割合が多くなっていることとともに、事態の厳しさを感じさせる。その他、酒気帯び、酒酔い運転もその割合がなかなか減少しない。
- 以上のような事故の年齢構成では、特に10歳代(16歳以上)、20歳代といった若年層の増加が目立ち、世代の推移に伴う問題点の所在を感じさせる。
- 歩行者や自転車の関連事故においては、60歳以上の老人の死者が増加していること、および、信号無視の歩行者の死亡が増加していることが目立つ。また、横断歩道外横断中の事故も相変わらずかなりの数にのぼっている。

以上のような状況を見てみると、これまでに営々として築かれてきた「よき交通マナー」の状態に幾ばくかの陰りがでていのではないかと感じられる点が幾つか見い出される。それは、死亡事故連続減少の現実にはたつて、国民の間に心の緩みが出ている結果と考えられないであろうか。現に、交通安全の問題はもういいではないかといった趣旨のことも、時たま耳にしたことがある。

交通安全の確保は、みんなが力を合わせて粘り強く行う努力の上で勝ち取られるものであるという、昭和40年代の貴重な体験を今こそ思い出して、もう一度ふんどしを締め直すべき時であると思われる。

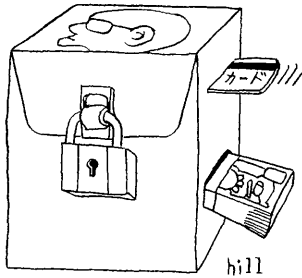
## 防災言

岡本博之  
科学警察研究所交通部長  
本誌編集委員

# ずいひつ

## コンピュータ犯罪 と防災

宮澤浩一  
慶應義塾大学教授



る。コンピュータを操作する銀行員などが、端末器を不正に使用して架空口座に入金したり、不正貸付を犯す形で情報管理面の間げきをつく犯行も少なくないが、今のところ、圧倒的多数はキャッシュカードを不正に使用して現金を引き出す手口を用いる。1977年から'81年までの5年間に約5倍増えて、'81年には288件記録され、そのうち、他人のCDカードを盗用した者が80%をこえている。

昨年2月に、コンピュータの修理・保守サービスの専門家が電話回線を流れる某銀行の暗号をテープコーダーに記録し、手製の暗号解読装置で解読したデータをプラスチックのカードに打ち込み、他人の預金口座から現金を引き出したという事件が発覚したが、これは本格的なコンピュータ犯罪の幕明けを告げるような出来事であった。

コンピュータ犯罪先進国のアメリカには、業務用・個人用コンピュータが350万台、さらに無数の端末器が稼働し、その操作技術をもつ広義のプログラマーが2,000万人もいるという。端末器を操作してコンピュータに接近し、パスワードを解読して他人のシステムに「侵入」するいたずらが若者の間に流行しているという。現に、昨年3月、アメリカのカリフォルニア大学の電算機研究室の学生がCIA、金融機関、海軍などの秘密ファイルの中味でさえも外部から簡単に侵入できる技術を開発し、「極秘ファイルの安全性」の神話が簡単に破られた旨が一部の新聞紙上に報じられた。

我が国でも、通信回線が自由化され、電話回線を利用して容易にデータ・ファイルに接近できる時代になっている。それに、パソコ

我が国は、アメリカに次いで世界第2位のコンピュータ普及台数を誇っているが、同時に、それを悪用する犯罪の増加に直面してい



ンが大量に売られる一方、プログラミングの知識・技術を身につけた若者が増えている。銀行・企業・官庁のデータ・ファイルに次第に大量の情報が蓄積・保存され、利用されているから、接近の自由化に伴う悪用の自由化に対して、チェック・システムの確立が望まれる。アメリカはもとより、日本よりもコンピュータの普及に遅れをとっている西ドイツでも、コンピュータ犯罪への法的保護を厚くしているのに、日本では、コンピュータで利益を得ている者、企業が自力で秘密を守ればよいではないかという考えが、殊に刑法学者には多い。

しかしながら、コンピュータ犯罪は単に私企業の利益を害するだけにとどまらない。その普及に伴い、一国の経済に大打撃を加え、飛行中の航空機を衝突させ、新幹線を脱線させ、国際電話回線を利用して外国の軍事警戒システムを混乱させることも可能である。犯人はピストルや日本刀の代わりに、自室で端末器をいじり、攻撃する相手方のコンピュータ・ファイルに接近すべく、パスワードの解読に精を出せばよいのである。

アメリカの中学生が学校の実験室にある端末器を用いてカナダの20社ほどの会社のデータ・ファイルに接近して、その一部を破壊したというし、アメリカ留学から帰国した日本人学生が、帰国後、国際電話回線を利用して留学先の大学のコンピュータを呼び出し、それと結ばれている他大学の大型コンピュータを無断で利用して大目玉を食った事件も起きた。

コンピュータ犯罪人として登場する犯人像は、社会の底辺に生きる者ではなくて、頭の良い、少し偏執狂的な若者が多いという。コ

ンピュータの魅力にとりつかれ、他人の考案した複雑な安全システムの解読に熱中したあげくの逸脱という例が多いという。彼らも同じだが、一般によく多発する金融機関の従業員で、端末器を操作し、オンラインを悪用して銀行の金や他人の預金を着服する「犯人」は、その大部分の過程で「現ナマ」に直接手を触れず、現実動くのは、磁気テープやファイルの上を移動する数字や記号にすぎず、いわば「電子のお金」を動かして犯行に及ぶために、「人の物」に手をつけたという罪の感覚が希薄なのかもしれない。コンピュータ犯罪の犯人は、コンピュータという正確無比な共犯者を仲間に引き込む。この「人」は、大変有能だが「自分の意志と判断力」を持ち合わせない。しかし、「忍びの者」のように敵味方の双方につき、言われたとおりの仕事に全力を尽くす。

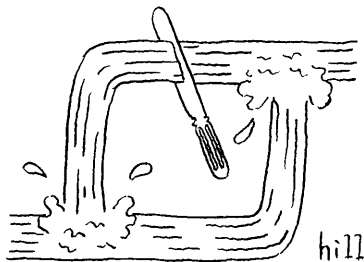
外部から回線を利用して侵入する犯人には、スクランブル化、暗号化などの技法を用いて対抗し、侵入しにくくすればよいであろう。だが、内部の敵に対してどう防ぐか。内部監査の強化、警報プログラムや使用者識別プログラムの開発など、いろいろあるだろう。しかし、現実に端末器を操作したり、機械が完全に機能するよう地味な仕事を担当する技術者やプログラマーの努力に応え、その苦勞に報い、将来に希望が持てるような人事管理を確立し、士気を高めることの方が先決問題である。男だから、一流大学を出たからというだけで、あまり大した人物でもない上役の出世の踏み台にさせられている者のささやかな反抗が、コンピュータに託された犯罪であるといえないこともあるまい。

# ずいひつ

## 権現堂

安藤隆夫

気象評論家



私は東京の下町に生まれた。台風や秋雨のころには、家の近くを流れていた忍ぶ川があふれた。そんな時、母などは、まだ降りやまない空を見上げて、「権現堂」が切れなければよいがといった。

私は長じて中央气象台に入った。そして、昭和22年9月、カスリン台風による関東の大水害を経験した。初めて「権現堂」が、江戸の防水上の最大のとりでであることがわかった。この時の利根川の破堤は、権現堂より約10キロ上流の東村付近ではあったけれど、洪水は権現堂が切れたのと同じ径路をたどって東京まできている。まさに「権現堂が切れれば水は江戸までやってくる」ことを実証したのである。

昭和54年の秋に、私はこの権現堂の堤を訪れた。そして驚いたことには、昔、利根川の水と渡良瀬川の水を合わせて疏(そ)通させた権現堂川は、利根川本流から切り離され、わずかに旧河道が運河のようによどんだ水をたたえているだけであった。

しかし、利根川と渡良瀬川との水を満々とたたえて権現堂川を南下してきた奔流を、両手を広げるようにして遮り、これを太日(ふとひ)川の方へ東流させていた権現堂堤は残っていた。高さ10m、幅も10m程度はあろう

かと思われる大堤防は、見事な桜の古木を茂らせて、延々とその雄姿を東西にのばしていた。いまは幸手から五霞村に通ずる県道が、この堤を横切って南北に通じている。県道の南側の堤内地に、熊野神社といういかにもひなびた宮祠がある。土地の人の話では、この社が権現堂の名の起こりだといった。

文禄3年(1594)、関東に入った家康は、利根川の東遷に着手した。当時、荒川の流れを支流として江戸湾に流れていた利根川は、毎年はん濫して江戸の下町を侵した。これを防ぐ手だてとして、利根川を渡良瀬川に放流し、現在の江戸川にこの水を流して江戸を守ろうとした。

さらに元和7年(1621)、武蔵と常陸との間に横たわる下総の低い丘陵を横切って、赤堀川をうがち、利根川の水を常陸の野に放逐しようとする。しかし、低い丘陵ではあってもこれを越させることは非常な難事業であった。水は、常陸の野へは流れないのである。赤堀川を広げ、水路を深くし、やっと現在の利根川の姿が実現したのが承応3年(1654)、これを企図してから実に34年の悪戦苦闘の年月がたったのである。

しかし、利根川の東遷はこれで終わったわけではない。関東の北東の山地に雨が降れば

水は自然の理を求めて、葛飾の野にあふれ、江戸川筋に奔流してくるのである。その時、これを両手を広ろげ、精一杯に押し返そうとしたのが、この権現堂堤であった。この堤が破れれば、水は昔の利根川に沿って、東京まで流れ込んでくるのである。

私は権現堂の堤の上に憩って、堤外地に放牧された牛や羊のいるのどかな姿を眺めていた。確かに利根川水系には8つの大きなダムが完備して、洪水調節を行っているから、昭和22年のような大洪水は起こらないかもしれない。しかし半面、年々ダムは埋まり、流出土砂は利根川を浅くしていることも確かである。堤防は高くすれば、洪水を防ぐ期間は長くなる。しかしその反面、災害のポテンシャルはますます大きくなっていく。しょせんは自然と人間の力とのイタチごっこではないか。

しかも、この利根川は、水理に反して山を越えて放流されている川である。元和の昔から昭和の現在まで300余年、その水と人間との苦闘の歴史がそれをもっともよく物語っている。

いつの日か、眼前ののどかな風景を、狂うような濁流が奔とうして、堤を押し流すような日のないことを祈って、家路についた。

ずいひつ

## 長崎水害のその後

片寄俊秀

長崎総合科学大学教授



1982年7月23日に長崎を襲った集中豪雨禍は、人間一生の間にあれほどの大事件に出遭うことがあるかないかというほどの大豪雨であり、大災害であった。筆者は宅造災害問題

の研究に従事したことがあり、長崎の都市環境からしてその危険を憂慮して、幾つかの事例に取り組んでいたが、それはあくまで「通常豪雨」レベルを対象としたものであり、今回の超ド級に関しては、宅造乱開発が被害拡大要因であったことは認めるが、それをすべての「原因」に帰することはできないと考えている。それほどの豪雨であった。

ところで、環境問題の研究者が災害のまさにその現場にいたという事例もまためつたになく、ここでしっかりと働かねば男がすたるといふ気持ちもあって、災害の当日から今日までほとんど休みなくこの災害問題を追うとともに、力の及ぶ限り都市の再生復興に向けての提言なども行ってきた。正直いって、今はいささかくたびれたという状況にあるが、復興の本番はいよいよこれからであり、気を抜くことは許されない。

問題の焦点は次の三つに要約される。

第1は直接のり災者の救援の問題、第2は来るべき次の災害にどう備えるかという問題、第3は長崎という歴史的文化的伝統をもった都市の再生復興を、安全性確保と両立させつつどう進めていくかという問題である。どれも難しい問題であるが、順を追って述べてみよう。

第1のり災者救援の問題で最大の矛盾は、最もダメージの大きかった階層への支援体制が弱く、どうしてもそのあたりが見捨てられてしまっている点である。災害の階層性といわれるように、特に水災害の場合の被害層は貧しい階層に偏るのが特徴で、社会的にも発言力が弱い階層であるがゆえに、災害を機に極貧層への転落という状況が起こっている。

今次災害では300人近い死者の9割近くが土石流や山崩れ、がけ崩れによるものであったが、被災の現地を歩いてみると、やはり自然は正直だなあとつくづく思う。つまり、土質工学や地盤工学には素人の眼にも、やられるべきところがやられているのである。富裕層の多くは初めからそういう危い所には住んでいないのであって、そういう所に住まざるを得なかった階層がやられている。

現行の災害救援体制等においては、原則として問題はすべて個人の責に帰せられるため、転落者の救われる道はほとんど無い。その矛盾が集中的に現れているのが住宅の問題であり、たとえば、応急仮設住宅が市内に4戸建てられたが(たった4戸というのも問題)、その内容たるやウサギ小屋どころか物置き小屋以下のプレハブハウスであった。これだけプレハブ住宅の技術が進み、ちまたには余って困っているという日本においてである。その他、倒壊住宅のローンに追われる人、急場しのぎで入れてもらった公営住宅から追い立てをくっている人等々、住宅問題の現実には誠に厳しい。

第2は、第3の問題と深く関連するのであるが、都市の防災性と安全性の確保といえは土木事業である、という誤った「常識」が依然として大手をふってまかり通っているという点に問題がある。

集中豪雨は地震に比したとき格段に予知予報が可能な自然現象である。端的にいえば、現在の技術水準でさほど大金をかける必要もなく、30分から1時間前に「逃げろ」という最終警報(避難命令)を出すことが可能であり、「死亡ゼロ」は決して夢ではないのであ

る。土木事業はさておいて、応急復旧とこの微気象観測、予報、警報、避難システムの確立に全力をあげるならば、ほんの数億の投資でも相当な効果があり、人の心も落ち着く。そうしたうえで土木事業も含めた都市の再生復興事業に着実に取り組んでいくべきではないだろうか。だが、現実には、気象庁は微気象観測の抜本的強化のための予算要求すらしていないらしいし、県も市も表向きはともかく、実際の動きは誠に鈍い。そして、早くも“あの日”が再び巡ってきつつあるのである。

第3の問題については、広範な市民によるねばり強い運動がようやく行政を動かす、全国に先駆けて都市河川治水と文化財保全の両立問題に新しい地平をひらいた。具体的には、長崎市の中心部を流れて長崎港に注ぐ中島川という小川と、そこに架かる眼鏡橋などの江戸期のアーチ石橋群の修復・復元問題についてである。

かつて、高度成長期に市民から見捨てられてドブ川と化していたこの川は、近年の「中島川を守る」市民運動などによって次第に清流を取り戻し、都市内のオアシスとして市民に愛されていた。そこへあの大災害である。自慢の14橋のアーチ石橋群のうち6橋流失、2橋大破という大損害が出た。辛うじて残った眼鏡橋のアーチリングを撤去しようとする国・県のは、市民の強い声を受けて修正され、現地修復して、なおかつ安全性を確保する案を採用することとなった。

セキュリティ(安全性)とアメニティ(住み良さ、美しさ)の統一的達成という21世紀の都市づくりへの道はなお遠いが、明かりは少し見えてきたというべきか。



富士山須走口3合目付近での噴気・地熱による融雪(1957年1月)、富士山測候所

# 富士山の噴火について

諏訪 彰

今年の9月10~15日の間に、90%以上の確率で、富士山が山体を吹き飛ばす大爆発を起こし、M8級の東京大地震も発生するという、気象庁OBの相楽正俊氏の著書「富士山大爆発」(昨年8月初版発行)が大評判になり、世間を騒がせた。ついに地元の鈴木強代議員が、昨年末、相楽説の信ぴょう性の有無などについて、政府に質問主意書を提出し、政府も、約1か月後に「その風説には科学的根拠はない」などという答弁書を出して、相楽説を真っ向から否定した。

確かに、相楽説は独断と偏見にみちた人騒がせなはったりで、不謹慎のそしりを免れない。しかし、この騒ぎは9月まで尾を引きそうである。9月は「防災の月」である上に、今年は関東大震災60周年で、マスコミは地震・火山問題も特ににぎやかに取り上げそうだからである。

そのうえ、富士火山問題は、相楽説を葬り去りさえすれば事足りるというものではない。つまり、富士山はれっきとした活火山であり、相楽流に次の噴火発生の具体的時期を予言するのは無謀であるが、今後も噴火する恐れは多く、その総合的な対策を着実に推進しなければならない。そのためには、まず、相手の素性を正しく知ることが肝要であろう。

## 1 富士山は肩車に乗っている

秀麗を東海の空にかけるこの成層・円錐火山は、古来、日本の象徴として仰がれ、親しまれ、海外にもよく知られている。その傾斜は山頂部で33~38°、すそ野では2~3°で、美しい対数曲線を描き、底面は直径約30kmもある。この火山の生い立ち、成り立ちは、それをライフワークとしてこられた津屋弘達東大名誉教授や、近くは町田洋東京都立大教授らによって究明されてきた。

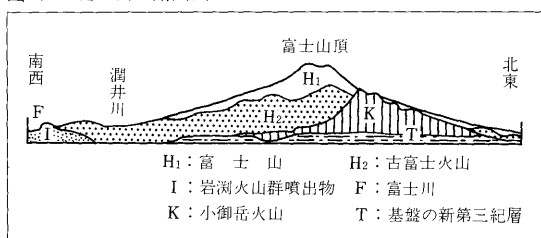
富士山は日本の最高峰（3,776m）であるが、実は、その下により古い小御岳・古富士の両火山が存在し、富士山自身の厚さは最大1,500 m 足らずである。つまり、私たちが仰ぎ見る富士山は、先代の肩車に乗っているのである。

新生代新第三紀の主に海底火山噴出物からなる「御坂層」と呼ばれる地層の上に、第四紀洪積世の中ごろ、今からおよそ70万年前に、まず小御岳火山が誕生し、南方の愛鷹山と噴火を競演した。この成層火山の頂部は、現在、河口湖からの登山自動車道「スパルライン」の終点・小御岳（5合目）付近に露頭している。

その後、静穏な時代が長く続いてから、洪積世末期、つまり、今から約8万年前に古富士火山が活動を始め、激しい爆発型噴火をしきりに反復し、南関東にも盛んに火山灰砂を降らせ、いわゆる関東ロームを堆積させた。関東ロームは「赤土」と俗称され、京浜地域の台地面をつくっている。その火山灰は、東京付近では、肉眼では個々の粒を識別しかねるくらい細かく、層厚も数mであるが、それを富士山方向へたどっていくと、次第に粒が粗くなり、層厚も増していく。東ふもとの御殿場・須走付近などでは、褐色で粗粒の火山礫が数十mの厚い層を成している。

古富士火山は、今から約1万年前、つまり、洪積世から現世に移るころ、噴火活動の様相が急変した。以後約1000年にわたり、主に多量の溶岩を流出させる噴火が繰り返され、現在の富士山の原形がほぼできあがった。現在、この火山の頂部は、1707（宝永4）年の大噴火で生じた火口に露出している赤岩で、標高2,700 mほどである。

図1 富士山の断面図



それから約4000年も静穏な時代が続いたが、今から約5000年前、つまり、縄文前期末に、古富士火山の山頂にほど近い所で噴火活動が再開された。現在、私たちが富士山と呼んでいる新富士火山の誕生である。なお、この約4000年の静穏期は、火山の寿命からみるとごく短いので、古富士火山と新富士火山を継続的な一連の活動とする学者もある。とにかく、新富士火山は、近くは前記の宝永大噴火まで幾度となく噴火を繰り返して、徐々に背丈を伸ばすとともに、火山砕屑物や溶岩流で古富士火山を覆い隠していった。

## 2 富士火山の前科表

富士山の噴火の最古の記録は、万葉歌人高橋虫麻呂の作と伝えられる「不尽山を詠う歌」の中の「燃ゆる火を雪もち消ち 降る雪を火もち消ちつつ」と書かれた部分で、養老年間の西暦720年前後の噴火であろうと推察されている。しかし、歴史書に残された噴火は、「続日本記」に記された781（天応元）年を皮切りに、800（延暦19）年・864（貞観6）年・1707（宝永4）年の3大噴火など計17回ほどである。

13回目の1083（永保3）年までは平均約30年ごとに噴火を繰り返したのに、それから1707年大噴火までの6世紀余の間にはわずか4回しか噴火せず、ことに1083年の噴火の後には428年間も噴火が見られなかった。さらに、1707年の大噴火の後もすでに276年も噴火していない。しかも、1083年までの噴火は概して勢いが盛んで、しばしば溶岩流も発生したが、その後は爆発型噴火に限られ、また、噴火規模の点でも、1707年を除けばさしたる噴火はなかった。

また、都良香の本朝文粹の「富士山記」、作者不明の「竹取物語」など多くの文献からみて、富士山は有史時代に入ってから長く煙をはき続けていたようである。その噴煙活動が画期的に衰え始めたのは、前記の1083年の噴火の後である。そ

れでも、以後1世紀ばかりの間は連続的に多少とも噴煙していたことが、西行法師の「山家集」などからうかがい知られるが、阿仏尼の「十六夜日記」などからみて、平安・鎌倉時代の交に富士火山の噴煙はまったく途絶えてしまったようである。

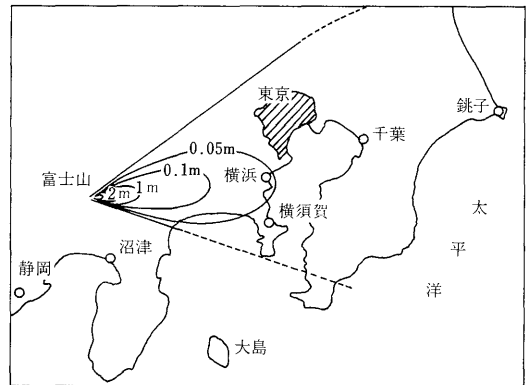
ところで、「日本後記」などによれば、800（延暦19）年の大噴火では山頂や山腹で爆発活動と溶岩流出活動が盛んに展開された。東海道の足柄路も多量の降灰砂でふさがれたので、802年に箱根路が新しく開かれた。803年には足柄路も再開されたが、箱根路にお株を奪われたまま現在に至っている。864（貞観6）年の山腹噴火の様子は「三代実録」などに記されているが、地質調査からもその活動の激しさが推察され、まさに、富士山の有史以来最大の噴火であった。青木ヶ原・剱丸尾などの大溶岩流が発生し、前者は北ふもとの剱海を西湖と精進湖に2分した。

1707（宝永4）年の大噴火は、山腹での激しい爆発活動に終始し、まず、富士山としては異例の石英安山岩質の軽石や黒曜石が噴出され、ひき続いて玄武岩質の火山砕屑物が噴出された。噴出物総量は約8億5,000万 $m^3$ で、東方約90kmの川崎でも約5cmも積もった。当時の状況は、新井白石の「折たく柴の記」などに記されており、江戸でも地震や爆発音がしきりに感じられ、黒雲が天を覆い、昼間も灯を用いたという。降灰のため関東一円に風邪が大流行したそうである。

### 3 難しい噴火の予知・予報

富士山でも、ときには地下のマグマの活動によると考えられる、いわゆる火山性地震が幾つか観測されている。しかし、近年、多数の死傷者を出した富士山の落石事件は火山性地震の多発によるもので、この火山の地下活動が不穏化している証拠だという、相楽氏の主張は事実誤認である。相楽氏は、他の2、3の地学者たちが、この落石事故が火山性地震に誘発されたかのごとく報じている

図2 1707(宝永4)年大噴火の降灰分布(堆積の厚さ)津屋弘達博士による



のを有力なよりどころとしているようである。けれども、気象庁の「火山報告」20巻3号（1980年7～9月）や、日本気象協会の月刊誌「気象」282号（1980年10月号）で、気象庁地震課は、事故当時、そのような地震は発生していなかった旨、明記している。とにかく、富士山では、近年、火山性地震が多発したことはないようである。

そのうえ、富士山では、今のところ近々噴火する前兆らしい他の異常現象もまったく認められていない。山頂の成就岳の荒牧、山腹の宝永火口、須走口3合目などに散在している噴気・地熱部の温度も、近年はかなり低下している。つまり、体温が冷え切ったとはいえないが、発熱状態でもないようである。

しかし、老若男女を問わず全国民の関心の的であるこの火山だけに、戦後にも、しばしば噴煙の発生や地温の上昇、噴気の活発化といった火山性異常現象の発現が報じられた。もっとも、調べてみると、強風やつむじ風で砂じんが吹き上げられ噴煙に見間違えられたり、積雪が強風やなだれで吹き飛ばされたりして、局所的に地膚が露出したのを、地温の上昇や噴気の活発化のためと早合点されたものばかりであった。なお、富士山は、海拔2,450m（5合5勺）以高は露岩地帯で、強風などによって砂じんが吹き上げられやすい状態になっている。



とにかく、火山活動の監視、噴火の予知・予報は、いろいろな面でなかなか一筋縄にはいかない難問である。噴火予知の戦略としては、各火山の氏素性・持病・体質などの的確なカルテを作成し、それに基づいて火山の地下の動きを監視し続け、噴火の前兆らしい各種の異常現象をなるべく早期に捕そくし、追跡していくほかはない。しかし、「噴火予知の観測・研究のゆりかご」といわれ、全国の諸活火山中에서도、この方面の観測・研究が最も進んでいるはずの浅間山でさえ、昨年4月の中噴火も、本年4月の中爆発も、予知・予報し得なかったのである。「まして、富士火山においておや」というところである。

#### 4 予想される噴火の様相

既に多々述べてきたことからみて、富士火山はまだ生きており、いずれまた暴れ出すと覚悟しなければならぬ。残念ながら、その噴火発生の際の具体的時期については、今のところ、いわば五里霧中で、何ともいえない。その点、東海大地震の予知・予報問題とよく似ている。しかし、富士山が将来噴火した場合の様相については、ある程度まで予想することができる。それを、思い付くままに列挙してみよう。

1) 新富士火山の噴出物は大体流動性にとむ玄武岩質で、大規模な溶岩流出が起こりやすい。この火山には、風穴・氷穴と呼ばれる溶岩トンネルが発達した大溶岩流が広く各所に分布しており、有史以後にもしばしば溶岩を流出し、800(延暦19)年、864(貞観6)年の両大噴火がその著しい前例である。

2) ごく激烈な大爆発も起こり得る。800年、1707(宝永4)年の両大噴火がその好例である。特に後者で、多量の玄武岩質の噴出物に先だち、粘り気の強い石英安山岩質の軽石や黒曜石が噴出されたことは、爆発の激しさを裏付けている。

3) 富士山の有史以後の諸噴火の間隔は概して

次第に長くなっているが、今回のように休眠期が長いことはまれであり、むしろ警戒を要する。どんな岩質の火山でも、休眠期が長いほど次の噴火はより激しくなる傾向があるからである。

4) 山頂よりも山腹から噴火する可能性が大きい。富士山は寄生火山が60以上もあるのが著しい特徴で、なかには長尾山(864年)・宝永山(1707年)のように、有史以後の噴火でできたものも少なくない。現在のように、長い休眠期の後の噴火は、特に山腹噴火の恐れが多い。なお、寄生火山の過半数は山頂を通る北北西-南南東方向に分布し、この方向に特に噴火を起こしやすい弱線が存在することがうかがわれる。

5) 爆発による噴出物は、火口の東方に降下する確率が大きい。日本付近の高空では偏西風が卓越しているためであるが、その好例は800年、1707年の両大噴火である。

1)~5)を総括すると、次の噴火は山腹噴火の恐れが多く、大噴火の場合には、大爆発に始まり溶岩流出型の噴火に移行する公算が大きく、また、南関東も降灰砂で荒廃させられる恐れがはなはだ多い。昔と違って、そのような大噴火が起こったら、日本の大動脈のみならず心臓までとどめをさされ、繁栄を誇っている日本全体の機能もストップしかねない。油断は大敵である。

鈴木代議士の質問に対して政府は、「富士山の火山現象については、富士山およびその周辺に各種の観測施設を設置しており、所要の観測体制の整備を図っている」と答弁した。確かに、富士山では、近年、山梨大学・東京大学が地震計による観測を続けており、また、この付近には、東海大地震に備えての関係諸機関の各種の観測網も張りめぐらされている。しかし、富士火山にふさわしい万全の備えができていないとはとてもいえない。相楽氏の「富士山大爆発」のような荒唐無稽の説を世にはびこらせないためにも、本格的な火山観測体制の整備が是非必要であろう。

(すわ あきら/地震火山学者)

## 対談

# 高齢者と労働安全



### 高橋恒彦氏

昭和19年9月 慶應義塾大学工学部卒  
同24年 米極東空軍指令部安全部技術顧問  
同31年 全日本産業安全連合会調査課長  
同39年 中央労働災害防止協会調査研究部研究課長  
次長をへて、現在同協会嘱託

### 横溝克巳氏

昭和23年3月 早稲田大学理工学部工業経営学科卒  
同25年3月 同理工学部応用化学科大学院卒  
同40年4月 同理工学部教授  
現在 学科主任 人間工学会常任理事  
主な著書「人間工学入門」(日刊工業新聞社)  
「労働と人間行動」(泉文堂)

## 1. 高齢者の労働災害の実態

**高橋** 我が国がこれから迎える高齢化社会は、諸外国に比べるとそのスピードは速いし、高齢化の程度も高いということで、各方面で議論が盛んになっていますから、予防時報の読者としても関心が高いんでしょうね。そこで「高齢者と労働安全」というテーマで対談を、というわけですが、この問題は、中央労働災害防止協会としてもこれから取り組もうとしているもので、今現在はあまり多くのことがわかっていませんで、具体的なお話ができる段階じゃないんです。しかしまあ、一般的な話ならできるだろうということでお受けしたん

ですが……。

**横溝** たしかに日本の社会の高齢化はすさまじいようです。ちょっと数字的にみえますと、たとえば、65歳以上の人が8%から18%になるのに何年かかるかというのをみると、フランスやスウェーデンでは100年から170年ぐらいかかっているし、イギリスにしても60年ぐらいかかっている。それに対して日本は40年ぐらいで到達するだろうといわれている。その20%になるのが2000年ごろと予想されています。

2010年になると、日本の生産年齢人口（15～64

歳)に対する65歳以上の人口比率(高齢人口指数)は26.6%ですから、3.7人で1人の老人を扶養しなければならなくなる。実際には18歳以上でなければ労働をしないと思われるので、3人で1人を養うようになってしまうでしょう。ですから、いま、政府も積極的に勧奨しているように、定年延長の問題がどんどん進行しているわけです。定年制を実施している企業はいま74%ありますが、そのうちで55歳定年は47%、60歳定年は33%、65歳定年は3.3%というのが現状です。

それで現実には定年が延長されても、55歳で職種が変わるとか、定年後再就職というようなことで慣れない職種に移るといった問題があります。もう一つは、人間は加齢によっていろいろな機能レベルが低下することです。そこで、そういう人が増えると安全の問題にどんな影響があるかというのが、今日のテーマですね。

ところで、高齢者の労働災害の現実の統計はどうなっているんでしょう。

**高橋** 高齢者の労働災害の傾向というのは、率直にいうと現在はあまりよくわかっていないんです。私も労働省の災害統計を使わせてもらうわけですが、今までは特に高齢者の災害を分析するという考えで災害統計が処理されていないんですね。最近この問題が重要だということで、これから手掛けるというのが実態です。

今わかっていることを大雑把に申し上げると、たとえば昭和55年の統計を見ると、製造業では、休業災害は50歳以上の人で30.7%となっています。このうち永久全労働不能、これは、たとえば両眼が失われたとか、両腕あるいは両足が失われたと

いうことで永久的に全く労働ができなくなるという障害ですが、そういう災害については50歳以上の人で占める割合が75%ぐらいと、30.7%を大幅に上回っています。死亡は思ったほど多くないんですが、業種によっては多いものもあるようです。

また、この統計でみますと、1か月以上の休業が33~34%と、これも30.7%を上回っています。

これは労働災害全般にいわれることなんですが、高齢者は一度災害を起こすと休業日数が多い。これを重篤度といっているんですが、高齢者は重篤度が高いんです。現場を調査してみましても、若い人、あるいは壮年なら3日か4日の休業ですむようなものが、高齢者ですと2,3週間休業する場合がかなりあります。このようなことが高齢者災害の一つの特徴ですね。

それから、どういう型の災害が高齢者に多いかという問題ですが、これは詳しくは職種別に調べないといけないんですが、現在はそういうデータはありません。ただ、大雑把に申しますと、やや常識的かもしれませんが、墜落とか転落、転倒が非常に多い。それから、物に挟まれたというのが、高齢者にかなり片寄って発生しているといえます。感電災害、これは前からいられていたことですが著しく低いんです。感電災害が一番多いのは電気工事業で、柱の上に上がって作業をするケースですが、こういう作業は高齢者はあまりやらないということかもしれません。また、高齢者は用心深いので災害にならないということかもしれませんが、その辺はあまりはつきりしていません。

非常に大雑把な話ですが、今わかっているのはこんな程度です。

## 2. 心身機能の低下と災害の関係

**高橋** ところで、高齢者というと心身機能の低下という問題があります。これが労働災害とどういった関係があるのか、その辺の問題を、横溝先生が研究されている加齢による心身機能の変化そのものについてお話し願えませんか。

**横溝** 心身機能と労働災害との関係はまだはっきりわかってはいません。

労働安全の研究をしていくとき、いろんなアプローチの仕方があります。たとえば機械装置の面から考える。あるいは、暑さ、寒さ、湿度、汚れ、

床の状況とか、そういう職場の環境の面から考える。またあるいは、タスクとっている生産能力を上げなさいという企業の要請とか勤務条件とかいう問題、このようないろいろなことが安全にかかわってくるんです。個人の心身機能の問題も、その中の一つということです。

ですから、心身機能の低下が労働災害とどういう関係があるかは、現実の災害を年齢別、職種別に分析して、その結果と我々の研究をすり合わせてみるとか、あるいは、個々の災害事例を詳細に原因調査するというをもっとやってからでないとはっきりしたことはいえません。

私たちの研究している加齢による心身機能の変化というのは安全にも密接な関係がありますが、それ以前に、高齢者の労働能力は生産性と非常に関係が深いので、大手企業などで積極的に研究しているところもかなりあるわけです。

それでは、研究の内容を2,3ご紹介しましょう。

まず肉体的な劣化ということでは、よくスポーツ選手の年齢が話題になりますね。たとえば、水泳の短距離（女子）の最高記録年齢は17～21歳とか、ボクシングなら軽量級は19～22歳、重量級で26～30歳、野球のピッチャーは27歳、その他は28歳、あるいはゴルフならアマは25～29歳、プロは30～34歳というようにいわれています。こういうスポーツでは、今挙げたような年齢がピークで、それ以後は能力が低下するんだといわれています。ピーク年齢は知的な要素が多く要求されるスポー

ツほど高くなります。これは、仕事でも同じことがいえるわけで職種によって異なるということです。

肉体的能力についていうと、一般には20歳ぐらいがピークでそれから先は1年に1%ぐらいずつ落ちていくといわれています。そうすると、20歳の最大能力が100kgだとすると、50歳では70kgぐらいが最大能力になります。これに20kgの仕事を与えますと、20歳の人には20%の負担率ですが、50歳の人には28.5%の負担になります。ですから、年をとった人に若い人と同じ条件で仕事をさせるとキツイということになります。仕事のスピードその他の条件を一定にして負担率を軽減させるには、50歳の人には14kgの仕事を与えなければならない。ただし、これは時間とかその他の条件を同じに考えたものですが、年をとった方にはもっと時間をかけていいとか、そういう仕事の与え方をすれば、若い人と比較的似た形の仕事ができるということになります。

それでは肉体的機能というのは年と共に一緒に落ちるかということそうじゃない。手を使う動作では図1に見るように、それぞれの動作能力の落ち方はかなり違います。一番落ちるのは肩のあたりで、重い物を持ってなくなる原因はここに 있습니다。それからだんだん手先の方にいきまして、上腕、前腕、手首、指ということになる。ですから、手先の仕事というのは年をとっても、昔からやっていた仕事は相当能力よくできるということがあります。

**高橋** 工芸面で名人というのは高齢者が多いですね。

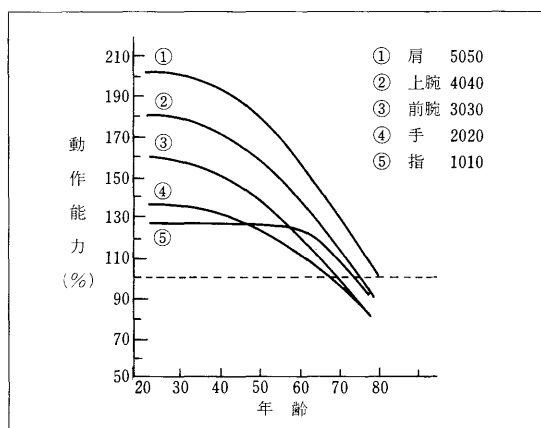
**横溝** 工芸の分野では、手先の問題もあります、芸術的な能力が大きい。これはあまり年齢とは結びつきません。

手を使う仕事では、企業の現場でも実際に労働

表1 最高記録年齢（レーマン）

水泳（女）	17～21歳	アイスホッケー（プロ）	24～28歳
（男）	20～24	ライフル、ピストル	25～29
ローラースケート	14～18	マラソン	26～30
500mまでのレース	21～24	野球 ピッチャー	27
ボクシング（軽量）	19～22	その他	28
（重量）	26～30	ゴルフ（アマ）	25～29
テニス（シングル）	22～26	（プロ）	30～34
フットボール（プロ）	23～27		

図1 粗大動作（モダブツ評価法）



能力を調べるテストが行われています。たとえば、ボルトとナットを組み立てるといような単純な仕事ですと、1年に1%も落ちません。0.7~0.75%ぐらいで、加齢と共にわずかに落ちていくという形です。そのほか、機械加工では60歳になっても2%ぐらいしか落ちない。板金、機械の組み立てで10%前後です。ただし、巻線とか細結線とかいう作業となりますと、大体20~30%ぐらい落ちてしまうということです。

これは、年をとると指先の震えが出てくるということもありましようが、目の機能、視覚が衰えるということが大きいようです。視覚の衰えは40歳になると出てきます。

目の鋭敏さの比較というのがありますが、これをみると、20歳のときを100とすると30歳では95、40歳では90、50歳では83、60歳では75、70歳では62、80歳では42というように大幅に落ちこみます。視覚の衰えを補うには、照明を明るくしてやることが必要となります。



横溝克巳氏

視覚に限らず聴覚や触覚でも同じですが、人間の五感というのは、2倍の感覚を得るためには4倍の刺激が必要だということがあります。これは、明るさを2倍に感じるようにするためには照度を4倍にすることが必要なわけです。そんなことがありますから、環境づくりのときに考慮をすれば、感覚機能の衰えはかなり補いがつきます。

### 3. 災害にかかわるメンタルな要素

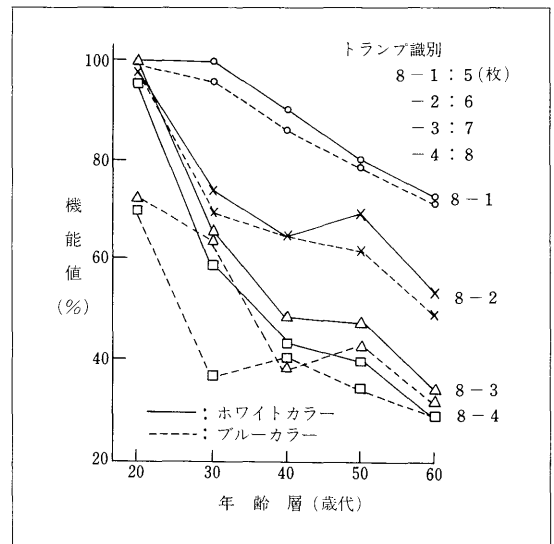
**高橋** メンタルな面では加齢による変化はどうなんでしょう。

**横溝** メンタルな機能の方が低下度は大きいといえるでしょうね。特に大きいのが頭の柔らかさです。柔らかさを測るいろんなテストがあるんですが、たとえば乱数を言わせるという方法がありますが、私たちが実験したのでは、18~19歳(学部1年か2年)を100としますと、4年ぐらいになりますと80近くに落ちてきます。大学院生になるともう少し落ちる。60歳近くになると大体50ぐらいになってしまいます。図2は、トランプをたくさん並べておいて、そのうち1枚だけ違うのを見つけるテストの結果ですが、20代を100とすると30代では70~60ぐらい、40代になりますと50ぐらいに落ちる。50代ではあまり変わらないが60代になるとまた30ぐらいに落ちます。

こういうことが労働災害の面でどう響くかとい

うことですが、肉体的にはそんなに落ちなくても、ぱっと何かが起こってたくさんの情報がある中で、

図2 トランプ識別



瞬間的に判断して行動しなければならないという時、判断とか指令の面で現れると考えられます。危険がわかっているながら行動ができないとか、あ

るいは行動が遅れて間に合わないとか。

**高橋** 瞬間的にたくさんの情報を判断して対応するという時、反応時間が長くなることが大きく影

図3 テスト別機能指数のグラフ (横溝 古西 斎藤)

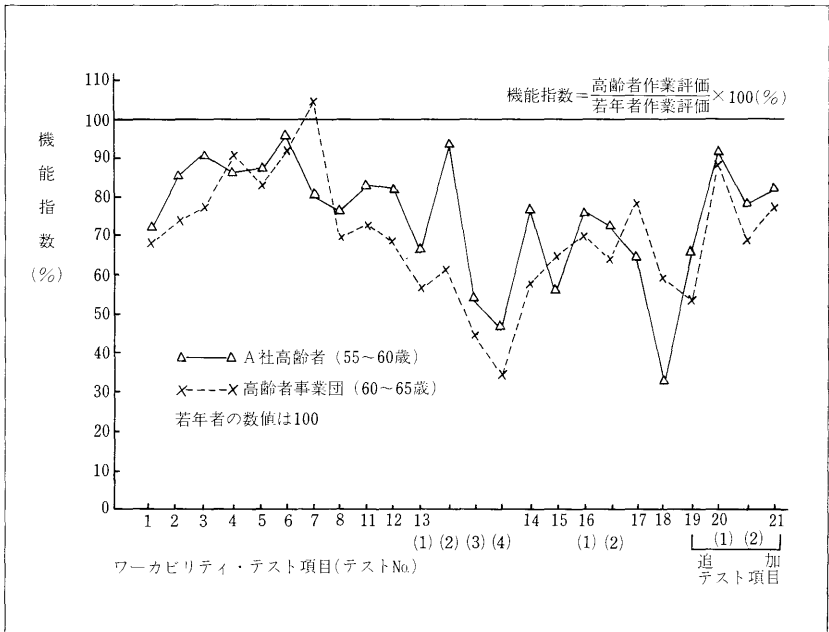


表2 ワーカービリティテスト項目とテスト内容

テスト No.	使用身体部位と動作	使用器具
1	片手動作 指先で軽い物を滑らせて移動させる	チェッカー盤、チップ
2	" 指で軽い木片をつかんで机上におく	製水皿、木片
3	" " 別の枠内におく	" "
4	" 指でビー玉をつかみ枠内におく	" ビー玉、椀
5	両手動作 " " " "	" "
6	" " ビー玉の運搬距離はテスト5より長い	" "
7	" ボルト、ナットの組み合わせ	ボルト、ナット
8	" アダプターにプラグのさし込み	3 Pプラグ、3 Pアダプター
9	両手歩行 4 kgのレンガの運搬	4 kgのレンガ6個
10	" レンガを棚に並べる	" 棚
11	片手動作 落下する定規をつかむ	定規
12	両手動作 トランプの区分け、封筒入れ	トランプ、封筒
13	目、識別 トランプの違いの判別、4種ある	トランプ
14	簡単な加算、記入 サイコロ3個の目の加算、記入	サイコロ、椀、秒時計
15	読解力 文章を熟読し内容の間に答える	文章
16	筆記(転写) 短い文章の活字体、筆記体の転写	文章
17	筆算 加減乗除の手計算	計算問題
18	索引 電話帳より索引	電話帳
(19)	追加テスト 数と型との照合、短期記憶	テスト問題
(20)	" 注意力集中、弁別能力、2種ある	抹消テスト問題
(21)	" 深い体の屈伸動作、木片拾い	木片

響するんですか、それとも情報の選択とか判断に時間がかかるんですか。

**横溝** 瞬発的にかわずのように筋肉を働かせる動作は、前からわかっていることなら若くても年とってもそう変わらないんです。神経の伝達速度はやはり加齢によって落ちますから、多少の影響はありますが、それほど変わらない。それよりとっさの判断に時間がかかるんじゃないかということです。

**高橋** 先程、製造業の災害統計でお話したように、高齢者の場合、挟まれ事故が多いんですが、これは、瞬間的な反応が遅いからではないかと想像しているんです。もう少し中身を調べないとわからないんですが。

**横溝** メンタルな問題ではもう一つ、肉体的に非常に疲れてくるとメンタルな機能が低下するという事実があります。飛行機のパイロットが長時間操縦して着陸する時、あるいは戦闘でくたくたになって帰ってきた時など疲労してメンタルな能力が小さくなるんです。そうすると、高度だけと

か、速度だけとか、一点にこだわって集中してしまい着陸事故が多くなるのです。

年をとってくると、頭脳的能力が小さくなりますから、この例のように何か一つのことに集中してしまう。そうすると、安全のためには全般に気配りしていなければいけないのに、それが若い人のようにはできなくて、その結果災害につながるということが考えられます。

私なんかも、よく机の角にぶつかるということがあります。若いころはぶつからなかったのに、何か手元が見えなくなるというんですか、物理的に見えなくなるんじゃないかと、知覚の上で配慮が

表れてこなくなるというのが一つあるんじゃないかと考えてます。

**高橋** 今のお話の集中するというのは、安全の世界では一点集中とっているんですが、これは確かに高齢者にありそうな感じはします。

それから肉体的な能力の問題ですが、墜落、転落、転倒が多いというのは、脚力が落ちること、平衡感覚が落ちることがいえると思うんですが。

**横溝** そうですね。まず手よりも足にきまして、脚力の劣化度が高い。足の方は手より2倍ぐらいの速さで落ちます。

#### 4. 何歳まで安全に働けるか—65歳は安全労働年齢

**高橋** 先程のお話ですと、機械加工や組み立て作業というのはかなり高齢になっても充分できるようですね。

**横溝** ええ、経験充分な仕事なら大丈夫です。経験の豊かな事柄は、頭にパターン化されて組み込まれているからアウトプットしやすいということでしょう。

頭脳の働きをよくするためには、頭への血流量が多い方がいいんですが、この頭へ行く血の量というのは、大人は20歳ぐらいから大体安定していて55歳ぐらいまではほぼ同じです。そして55歳ぐらいから落ち始めます。65歳になると相当落ちる。

ただし、これは落ちる人は落ちますが、落ちない人は落ちない。非常に個人差があります。この個人差が60～65歳では非常に出る。プラスマイナス10歳だという人もいるくらいです。

**高橋** そうすると、これから高齢者の方に働いていただく時に、やはり個別に心身機能と申しますか、そういう能力を測定して配置することが必要になってくるわけですか。

**横溝** 私は必要だろうと思います。実は別な面で70歳ぐらいのいろんな方の能力を測定したことがあります。それぐらいの年齢になりますと、能力のある方は何に関してもあるんですが、ない方

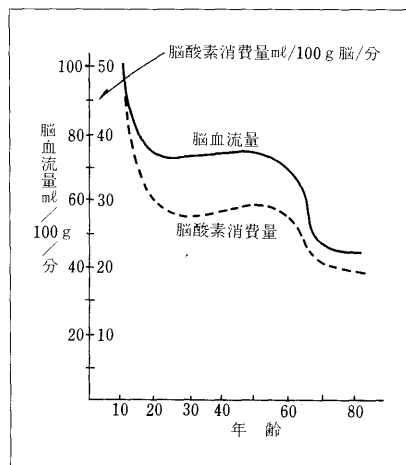
は全然ない。それで調べてみると、それは前歴に左右される面があるようです。

どちらかという、肉体労働を主体にして過ぎてきた方は、メンタル面での衰えは大きい。逆に非常に頭脳を使うような仕事をしてきた人は、能力があるということです。これは、軽い肉体作業および事務的な各種の作業をテストしたもので、マイクロタワー法という職能評価の一つの手法です。

このような調査から、高齢者の労働能力というのは、人によって違うし、前歴によって違うということがいえると思います。

**高橋** 前歴によって違うということは、結局世代

図4 年齢と脳血流量





高橋恒彦氏

によって変わってくるということですね。現在の60歳と10年後の60歳のそういう能力、機能は違うんだということがいえるんですか。

**横溝** その辺はちょっとわかりませんが、恐らくこれからは肉体労働はどんどん機械に変わって、頭を使う仕事に変わっていくだろうと考えられます。寿命はさらに伸びるでしょうし、生活条件もよくなるでしょうが、逆にあるいはストレスが多くなるかもしれませんし、どういう影響が出るかははっきり予測できませんね。

**高橋** いま労働省で60歳定年というのを勧奨していますが、いずれは65歳定年を勧奨するのではないかという話まで出ております。しかし一方、中小企業では大企業が60歳定年となって、60歳になってから転職して来たのでは困ると、50歳ぐらいで来てもらいたいといっておられる方が多いんですが、やっぱり50歳と60歳では随分違うんでしょうね。

**横溝** 私は違うと思いますね。50歳といたら一番いい時期といえるでしょう。さっきもお話したように、50歳なら頭へいく血流量も20代と変わらないんですから新しい仕事への転換もできる年齢です。

また、会社のいろいろな仕事をうまくやっていくには年とった人だけこれられても困るんで、やはり若い人もいれば年とった人もいる、中年の人もいる、というように混合した状態でないとうまく運営できないんで、そういったことも併せて考え

ると、中小企業の方のいうことはもっともだと思いますね。

**高橋** 50歳なり60歳なりで新しい会社に移られる、あるいは同じ企業に残る場合でも高齢になったら職務の再設計をする、そういう時にどう考えるか、事例を2、3お話しくださいませんか。

**横溝** スウェーデンの鉄鋼会社とカナダの航空機製造会社の例ですが、本人の医学的所見に基づいて工場作業はあなたはダメですとか、能力を測定して、仕事の要求する能力と本人の能力がマッチするように職務の再配置をするというようなことをやっています。

**高橋** 先生がお書きになったもので拝見したんですが、作業改善の手法を高齢者が習得して非常に効果があったという事例がありましたね。

**横溝** これはテストケースみたいな形なんですけど、2泊3日の作業改善手法の研修会に現場の方が出たんです。非常にモチベーションのある方だったんですが、ずっと現場を通してきたものですから、字を読んだり覚えたり、そういうことが大変だったんです。その方は結局5回目にやっと受かったんですが、それからは大変活躍しているんです。資格をとるのに苦勞したけれども、改善手法を身につけたら今度は現場に明るいということが大きな武器となったんですね。

また、こういう例もあります。ある鉄鋼会社の炉前工だったんですが、その方がキーパンチャーに配置替えになったんです。それで、若い女性だったら2週間ぐらいで覚えちゃうことを、2か月もかかったといっていました。ただ、覚えてしまうといくら残業しても手が痛くなるようなことは全然ないということで、うまくいっているようです。

とにかく、意欲があって、仕事に対して丹念に勉強していけば、ブルーカラー的な仕事からホワイトカラー的な仕事に移ることも可能なんです。

ただ、全部が全部そうかというところじゃなくて、意欲と能力のある方だったらできるということです。そういうことは、測定の結果にもいろいろ出ております。

**高橋** 高齢者の能力とか、一般的にいつ65歳ぐ



らいまでは十分に働けそうだということは、お話を伺って大分わかってきましたが、それは安全に働けるという意味と理解していいのでしょうか。

**横溝** 前にも申しましたように、安全という問題は、ただ個人の能力とか機能だけじゃなく、機械の問題もあるし環境の問題もある、あるいはタス

クというようなこともありますから一概にはいえませんが、能力や機能の面からいえば、低下したのを補うような配慮、たとえば最初に話したように作業スピードを遅くするとか、今お話しした能力に合った職務につかせるとか、そういう配慮があれば充分安全に働けると私は考えています。

## 5. 一般の安全対策と高齢者対策

**高橋** 女性の問題ですが、災害の統計を調べてみると、転倒などは女性の高齢者の方が多いような感じがするんです。

先生と調査でご一緒したときにもそういうケースがありましたね。30cmぐらいの所から踏み外して歯を折っちゃったという……。落っこちて、つまずいて、前に転んだんですね。その時、ひざを痛めるとか、手を痛めるといのはわかるけれども、顔をぶつけて歯まで折っちゃった。男の人ならそんなにはならないんじゃないかと思ったんですが……。

**横溝** 男の人は大体ずっと工場働いていて年をとってきますね。女性はそうじゃないんじゃないか、途中でやめて、今度はパートか何かで入ってくる。それもどちらかというと中小企業が多いですから、あまり事前訓練を受けていないんですね。

そういうことがあって、プレスの仕事なんかでも、2回も3回も同じ指をつぶしてしまうという事故が女性に多いんです。

私がプレス工場で見ただけでは、非常に危い状態で仕事をしているんです。現在は、簡単なプレスの仕事はパートの女性が大きな戦力になっている工場が案外多いんですね。

**高橋** そういえば、洋食器の産地として有名な燕でも最近では50歳ぐらいの女性労働者が多いんだそうですね。そういう方の災害が多いんだという話は聞きませんでしたけど、ちょっと心配だということはいってましたね。

**横溝** 女性は男性に比べて体力が7～8割ぐらいですから、疲れが出てきて作業の仕方が崩れてく

るといようなことが考えられます。

現実には午後から夕方になると、スイッチを入れる足の動作と手の動きがうまく合わなくなるということがあります。

**高橋** 話は変わりますが、中央労働災害防止協会の安全委員会で、現在企業内で行われている安全対策のアンケート調査をやったんですね。その結果をみますと、まずいえるのは、必ずしも高齢者のためにやったというのではなく、一般対策としてやったんだけど、それが高齢者の安全にも非常に効果があったというケースです。そういうことが現実には随分あるんですね。

逆に、高齢者対策としてやったことが、一般の安全にも非常に役立っているということも多いですね。

ですから、高齢者の安全対策というのも、それだけを考えるのではなく、総合的に人間工学の面から研究していただくことが大事じゃないかと考えているんですけど。

**横溝** 確かにそういうことがありますね。安全対策といっても、多くは平均値でやっているんですね。たとえばさくの高さなどは、背の高い人には低すぎるし、低い人には高すぎる、そういう平均値みたいな形で作ってますから、必ずしも個々の高齢者にすべてぴったりとはいきません。ある会社では10cm高くするだけで事故が減ったということもありますね。

そういうことが随所にあるんじゃないかと思えますね。

**高橋** いまのさくの高さというのは法令で75cmと

決まっているんですが、これは終戦直後ぐらいに決めたんです。その後、日本人の体位が非常に向上してきて、しかも上体よりむしろ足が長くなっている。だから重心がますます高くなっているんですけれども、そういうことで一般の工場では、最近ではさくの高さを90cmにしている。しかしそれでいいのかというと、まだ問題はあると思うんですね。人間工学的にみて、95パーセントイル等を使うことは、まだ充分徹底していません。

**横溝** 網の目なんかも、普通じゃ入らないんだけど、どうしたわけか手がすっと入ってしまって事

故になるというケースがありますね。

話はちょっと飛びますが、精神薄弱者の働く現場では、頭で考えるべきことを、目で見てわかるように、絵や記号で表示しているんですね。このような、見やすくするとか、色をうまく使うとか、そういうことは高齢者対策に限らず、一般の安全対策としてこれからいろいろ考えられるんじゃないかと思うんですね。

**高橋** 私どものアンケート調査でも、見やすくするとか、字を大きくするというのはかなりあります。

---

## 6. 調査・研究のこれからの方向

---

**横溝** 食品関係も案外災害が多いんですね。聞いてみると、なるほどと思ったのは、冷凍肉やまぐろを切るのにチェーンソーを使うんですが、それを未経験の素人が使う。それで事故を起こしたりしているんです。

**高橋** 食品関係も高齢者や女子が多いですから、これから目を向けなければいけない分野と考えているんです。

**横溝** エレベーターというかりフトですね。レストランなどで料理を運ぶリフトなんかでも事故が起こってますね。こういう2次産業から3次産業、中間のいわば2次半産業というところで事故が増えている。

**高橋** 旅館業でも高齢者が相当にいますね。旅館の災害というのは女性が大半ですが、配ぜん中に階段で転んだりするわけですね。この間、石川県に行ったら、基準局の課長がいうには一番災害が多いのは製造業で、それと肩を並べるのが旅館業だといってました。

**横溝** 今までは災害というと1次産業、2次産業だったのが、だんだん視点が変わってきた。

**高橋** これから高齢者の安全対策を固めていくのに、どういう方向から研究を進めていったらいいんでしょうか。

**横溝** 私個人の立場からいうと、まずいっておき

たいのは、あまり規制して欲しくないということですね。

**高橋** 今の時点では、労働省としても規制する方向では考えていないようです。安全の最低基準として安全衛生規則がある。その上、高齢者対策としてさらにこれだけのことをやれということになったら、それは今の段階では少なくとも強制にはしなと思います。

**横溝** あとは私どもの研究としては、能率を落とさないでやっていく。先程いったように、高齢者にはいろんな弱点がありますね。そういう点を何か別の面で補っていくということですね。

それからもう一つは、先程も出ました本人の能力と仕事のマッチングと申しますか、そういうことを的確にできるような能力評価のしっかりした基準を作りたいですね。

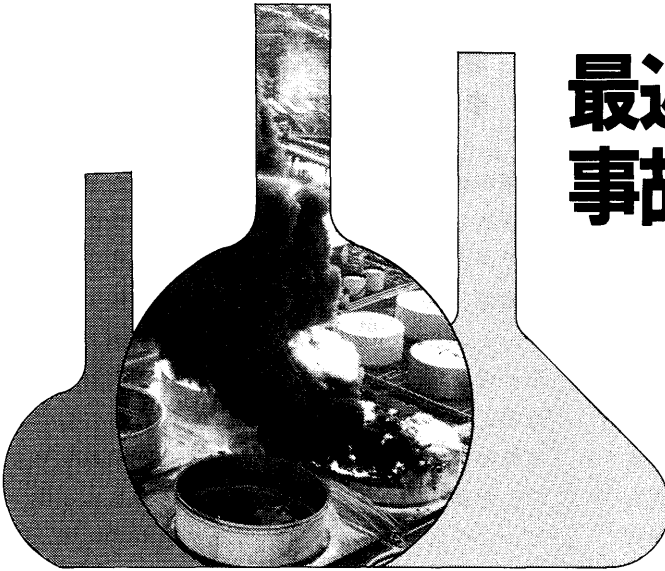
**高橋** 私の方は統計の面でもうちょっとしっかりしたものをつかみたいと思いますね。業種あるいは職種別に、高齢者になるとどういう問題があるのかということを探らえてみたいと思っています。

**横溝** あと、社会科学的には、気分の落ち込みみたいなことですね。これは非常に大きいようですから、研究したいですね。

**高橋** それは福祉政策が絡んでくるんでしょうがとにかく、やるべきことは山積していますね。

# 最近の化学工場の 事故の傾向

内藤道夫



## 1 はじめに

昭和48年から49年にかけて、我が国の代表的な化学工場、特に石油化学コンビナート、たとえば、徳山・千葉・京浜・鹿島・水島等の各コンビナートや直江津地区において、大規模化学工場における火災・爆発、大量油流出等の災害事故が連続して生じ、安全上、環境上の大きな問題となり、世間の注目を集めたことはまだ記憶に新しい。しかも、その後、石油ショックや景気の停滞等、世の中の移り変わりとともに、連続的な大型の災害の発生は化学工場においてはあまりみられなくなった感があり、当時の災害を教訓として法的規制の強化、自主保安の確立等の努力が実ったかにみえたのである。

ところで、石油化学コンビナートにおける事故発生があまり目立たないまま年を経てきた昭和55年において、住宅密集地域に立地した中小化学工場で相次いで爆発事故の発生をみたのである。住宅地域での突然の化学物質、それも法的には危険物として規制されていないものによる大爆発の発生は世間をゆるがし、コンビナートの事故とはまた別の衝撃を与えることになって、業界や監督機関がその対応に追われるはめとなったのである。

かくして、石油化学コンビナートについては、

大事故の発生はもう終わったかの感があったのであるが、災害年という年は不思議と周期的に巡ってくるようで、昭和56年秋の北海道の炭坑における大突出事故と、それに続く火災で大量の犠牲者を出し、しかも、同炭坑は閉山という悲惨な結末に端を発し、翌年昭和57年には、2月早々からホテルの大火災、大型旅客機の墜落と始まり、3月末日、一晚経れば新年度という夜半に、9年振りともいえる大爆発火災が鹿島コンビナートで発生して大量の犠牲者を出した。しかも、8月には、それに輪をかけるように大阪地区の化学工場の大爆発火災、四日市地区の合成樹脂保管倉庫の大爆発と相次いだのである。

これらの事故は、いずれも事故による被害が大きく、第3者も大きな被害を受けている。このことは、昭和48年の爆発火災事故とも酷似しているだけでなく、さらに、9年前の昭和39年において、昭和38年秋の鉄道事故や炭坑の炭じん爆発大災害の後に続いて、化学プラントや化学品倉庫の大爆発、新潟地震による石油タンク群の壊滅的な大火災の発生という、連続した大型化学災害の再現をほうふつさせるものである。

昔の産業環境や安全技術とはまったく異なっている現在でも、なお、このような酷似した災害のパターンがみられるのはまったく不思議である。

自然とは異なる人工そのものの化学工場で、周期的に大型事故の発生をみるというのは、何か大きな理由がありそうであるが、特に、工場間に因果関係があるわけなし、偶然であろう。しかし、他の業種、たとえば造船業や穀物倉庫業、木材加工業等でも、火災爆発事故の発生は周期的に多発する傾向があり、社会的にある因子があるかもしれない。

そこで、筆者が知り得た範囲での最近の化学工場における災害事故の傾向について、筆者の主観という形で論じてみたい。ただ、筆者自身は災害の原因を追求したわけでもなく、事故調査に当たったわけではないので、新聞等の情報やその他の文献類から適当に判断しているので、当を得ていない部分もあると思われるが、事故対策上何等かのお役に立てばと思い筆をとった次第である。

## 2 石油化学コンビナートにおける事故の傾向

我が国の各地に散在する石油化学コンビナートの事故の状況は、通商産業省の要請を受けて、高圧ガス保安協会にコンビナート保安調査小委員会が常置され、同委員会委員により、毎年1コンビナートごとにコンビナートの事故の状況とその原因や保安管理状況の調査が行われ、結果が調査報告書として公開されているので、これらの報告書を参照すればよくわかるわけである。昭和56年まで、水島・千葉・堺泉北・四日市・鹿島の5コンビナートについて報告書がまとめられていて、徳山や京浜地区のコンビナート等、今後も調査が行われるようである。

以上の5コンビナートの事故状況については、

表2 最近の石油化学コンビナートにおける主要な漏えい事故例

発 生 年 月	業 種	事 故 概 要	損害程度	漏えい原因 (一次原因)	結 果 (着火源)	No.
昭和53. 5	石油化学	アルデヒド分離塔のオーバヘッドコンデンサーまでの間に、水が張られているかどうか確認のため、当コンデンサーのベントバルブを開放したところ、水洗作業が不十分だったため、アルデヒドと水の混合物がミスト状に噴出して直下に敷設されているスチームラインに触れ発火した。	死傷なし	バルブ開放 (内容物未確認ミス)	火 災 (自然発火)	1
53. 11	"	岸壁出荷設備の配管ビット内において、定期修理の一環としてビット内配管受け架台を更新作業中、スチレン配管をクレーンで数cm吊ったところ配管にきれつが生じ、漏えいしたスチレンがアーク溶接の火花により引火した。原因は配管内の液抜きをやらずに工事にかかったため。	傷1	配管破損 (無理な外力ミス)	火 (溶 接)	2
53. 10	発 酵 工 業	エチルアルコール貯蔵タンクの蒸気消火配管に逆流していたエチルアルコール蒸気がドレン抜きより漏れていたところへ、その近くの解体作業のアセチレンバーナーから引火シタンクが爆発、上部鏡板が飛び火災となった。ドレン抜きバルブは蒸気のウォータハンマ現象を防ぐため、常時開放とされているが、ここからアルコール蒸気が漏れることは気付いておらず、火気使用に際しても濃度検知をしなかった。	死傷なし	ドレン抜き開放 (逆流未確認ミス)	爆 発 断 (溶 断)	3
53. 6	環式中間物製造	ナフトキノンとブタジエンを反応させて、アントラキノン製造する施設において、粗製アントラキノン蒸留缶の上部に設けてあるかくはん機の軸シール用潤滑油循環配管継ぎ手部より油が漏れ、運転中の蒸留缶と保温材の間に浸入して発火爆発した。	"	継ぎ手緩む (不明)	爆 発 (自然発生)	4
53. 8	プラスチック製	FRプラントの反応器に付属する熱交換器のパッキン部分から生成物が漏れ、その中に含まれていたエチレンオキシドの蒸気に何らかの火源で着火、火災となった。	"	パッキン緩む (不明)	火 (不 明)	5
53. 1	石油精製	中国船原油運搬タンカーが原油陸揚げ後バラスト用海水を注入中、ハッチから可燃ガス (原油) が噴出して、その上方にある船室に入り、何らかの着火源で引火・爆発した。	傷3	押し出す (内容物未確認ミス)	爆 発 断 (不 明)	6
"	"	ナフサ水添脱硫装置の熱交換器出口配管が破裂して、ナフサが噴出して着火した。出口温度140℃前後、高圧であった。	死傷なし	配管破裂 (材料劣化)	火 災 (自然発火)	7
53. 4	"	ガソリン製造用第一接触改質装置の原料油熱交換器出口付近の8インチパイプに接続する触媒活性調整用3/4インチ管からナフサ、水素混合ガスが漏れ出して出火した。原因は自然発火したものと考えられる。また、パイプ損傷原因は注入中の溶存酸素による高温湿性腐食が主原因と思われる。	"	配管損傷 (腐食)	火 災 (自然発火)	8
53. 10	"	常圧蒸留装置のポンプケーシング部エア抜き配管のねじ込み継ぎ手が折損し、重質軽油が噴出して出火した。原因は自然発火したと思われる。	"	配管損傷 (振動)	火 災 (自然発火)	9
54. 1	石油化学	ガスタービン運転中、バランスピストンシール部が接触して発熱し、溶融、軸受台に穴があき、タービン油が漏出して燃焼した。	"	シール部損傷 (振動)	爆 発 断 (摩 擦)	10
54. 10	"	高圧法によりポリエチレン製造中、第2次圧縮機で1,700~2,400kg/cmに圧縮されたエチレンは逆火防止器を経て反応器へ送られるが、逆火防止器に長さ4mのきれつが入り、噴出したエチレンが着火爆発した。きれつの原因は不明。	"	タンク破損 (不明)	爆 発 断 (自然発火)	11

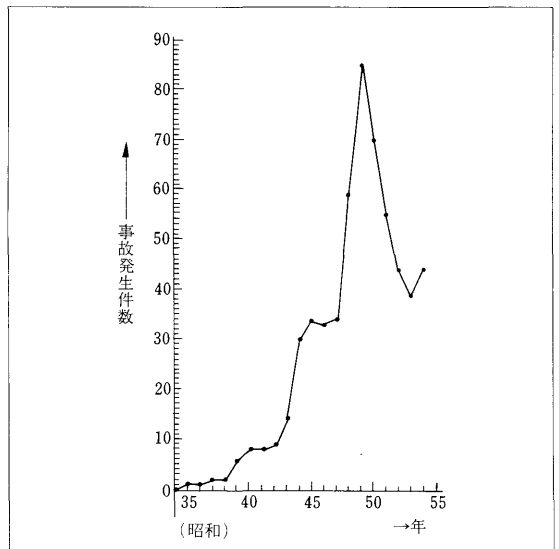
調査委員会の委員のメンバーである橋口氏が最近発表された例がある。これによると、事故の発生状況の年次別変化は図1のとおりであり、コンビ

※橋口幸雄：石油コンビナートの事故事例解析と今後の防災対策、化学工学、45巻10号(1981)。

表1 昭和51～57年石油化学コンビナートにおける爆発火災災害原因別件数と被害

経過別	件数	着火源別	件数	操作ミスによる件数
危険物質漏えい	35	自然発火	14	(直接・間接とも) 19件
同上残留	12	静電気	10	
同上蓄積増加	7	溶接火気	10	死傷者
粉じん爆発	6	加熱炉・バーナー	9	死者 18 (15)
その他	5	摩	4	負傷者 274 (233)
		異常反応	3	計 292 (248)
		電気火花	2	( )内数字昭和57年
不明	13			
計	65	計	65	

図1 5コンビナートにおける事故発生件数の年次別変化



発 生 年 月	業 種	事 故 概 要	損 害 程 度	漏えい原因 (一次原因)	結 果 (着火源)	No.
昭和 54. 2	石油精製	常圧蒸留装置のタービン潤滑油系統が異常を起し、油が漏れて発火したもの。原因はポンプの振動からスタットボルトが外れ、シールプレートとポンプケーシングの間にすまが生じて漏れたためである。	死傷なし	ポンプにすま発生(振動)	火災 (自然発火)	12
54. 5	"	棧橋で原油タンクから原油を油槽船にローディングアームで送油中に、連絡ミスから、アームのフランジボルトを外して漏れい。	原油流出	フランジボルト外す(連絡ミス)	要回収	13
54. 6	"	屋外タンク(50kℓ)にローリーから潤滑油を受け入れ作業中、タンク内油量確認ミスから、通気管等からオーバーフローした。	潤滑油流出	オーバーフロー(油量確認ミス)	要回収	14
54. 12	"	軽油の脱硫工程で、気液分離塔に取り付けた安全弁のフランジの締め付けナットが緩んでいて、作動時に噴出した。	不明	フランジより漏れい(ナット緩む)	要回収	15
55. 5	"	アルキルベンゼン製造装置のスタビライザーのリボイラー上部フランジ部の保温工事に、締め付け不良で内容物が漏れ、発火した。	死傷なし	フランジより漏れい(締め付け不良ミス)	火災 (不明)	16
55. 9	プラスチック製造業	各プラント現場から集めた廃ガス配管を、ボイラー用供給空気配管に接続していた。そして、プラントをいったん休止した際、連絡する配管のダンパーを閉じた時不完全であったため、運転開始時に予想以上の高濃度ガスがボイラーに送られ、引火して配管が爆発した。	"	他の配管に流入(ダンパー閉止不完全ミス)	爆発 (ボイラー)	17
56. 2	"	アクリル酸モノマー(ドラム缶)を加熱して、凝固しないようにスチームで加熱中、ドラム缶が爆発した。原因は加熱方法が不良で異常反応発生。	"	異常反応で破裂(加熱不良ミス)	爆発 (蒸気爆発)	18
56. 10	石油精製	石油移送配管の下部に電力用ケーブル外装配管の敷設作業中、原油配管の埋設位置を確認しなかったため、当たって破壊し油漏れ。	原油流出	配管破損(埋設位置未確認ミス)	要回収	19
57. 3	"	重油脱硫装置で、高温・高圧下で水添反応を行うが、原料昇圧・ポンプ出口と分離槽入口とをつなぐ6インチバイパスラインの一部が破裂して内容物が噴出し爆発した。原因は配管の水素侵食によるぜい性破壊によるものとみられる。	死5 傷3	配管破損(材料腐食)	爆発 (自然発火)	20
57. 7	有機薬品製造	遠心脱水機の点検時、誤って油圧バルブを開いたまま電源を切ったため、自動バルブが開き、水が流れ込んで内容物のTCCAと反応してCl <sub>2</sub> ガスが発生し、部品が飛んで当たって、負傷および中毒した者が生じた。	傷4	異常反応で高圧となる(操作ミス)	異常反応破裂 (中毒)	21
57. 8	プラスチック製	AS、ABS製造工場で、停電事故のため重合缶のかくはん機が停止したので注水冷却を行ったが、排気ダクトで爆発が生じ、これはいったん消火したもの、重合缶に異常反応が発生し、内容物が噴出して大爆発となった。原因はかくはん機停止のため重合反応が異常反応に転移したと思われる。	死6 傷204	異常反応で高圧となる(電源の故障による)かくはん機停止	爆発 (不明)	22
57. 7	石油化学	ブタジエン精製工程で平常運転中、原料ガス蒸発器付近の配管のフランジから内容物が噴出し火災となった。このフランジの継ぎ手の固定バンドが緩んで継ぎ手が外れ、ブタジエンが流れ、付近の加熱炉から引火したものと考えられる。	死傷なし	フランジ継ぎ手外れる(バンド締め付け不良ミス)	火災 (加熱炉)	23
57. 9	"	工場内ポンプヤードで、ナフサタンクに接続された配管に流量計取り付け中に、配管を閉じていたプラグからナフサガスが噴出し、付近の溶接の火から引火して火災となった。原因は窒素を吹き込んでいたが高い圧力のためプラグが抜けたためである。	"	配管プラグ抜ける(高圧ガス吹き込みで内圧上昇ミス)	火災 (溶接)	24
57. 9	営業倉庫	発泡性ポリスチレン等、各種合成樹脂を貯蔵していた倉庫内で大爆発を生じ付近の住宅に大きな被害を与えた。原因は発泡剤のブタジエンが漏れて、冷凍機のサーモスタットの火花から引火したと思われる。	傷19	内容物からガス漏れ(換気不良)	爆発 (電気火花)	25

ナートの合計として昭和49年が最多件数を示し、次いで昭和50年となり、事故が多発した昭和48年は第3位にとどまっている。54年までの総件数は581件であるというが、この件数は、報告書に盛り込まれたもの以外の通報のあったものや、報告がなされたものが含まれており、報告書のみ合計では463件である。この事故原因が漏えいであるものが213件ということで、大体原因の半数近く、また、漏えいから火災爆発に至ったものが145件で、火災爆発事故の合計282件の原因の約51%が漏えいによるものであるという。そして、着火した原因も、漏えい物自身が高温に加熱され、漏えいによって空気に触れて自然発火したという場合が最多であるという。

以上のような事故の状況は、表1に示す筆者が知り得た主要な事故合計65件の経過別・着火源別の分類結果と共通した傾向がみられる。

すなわち、漏えい事故は54%を占め、着火源としては自然発火が最多を占めている。

被害者の合計は死者18人、負傷者274人、合計292人であるが、特異なことは、昭和57年1年間だけで死者15人、負傷者233人という大量の犠牲者が出たことであり、負傷者の大部分は爆風による周辺住民のガラス破片等での負傷である。

事故原因のうちでは、人的な操作ミスと思われるものが19件でかなり多い。なお、設計や装置の欠陥も人的ミスの色合いが濃いということであればさらに多くなるであろうし、管理ミスともなればすべてに関係するかもしれない。

表2には、以上の事故のうち昭和53年～57年までの危険物質漏えいの主要な事例25件の災害の概要を示した。

この表で、漏えいの原因としては、配管やタンク、シール部等の破損によるものが9件であって、そのうち材料が問題であるのは3件、振動や外力を加えたことによるものは5件、不明1件である。

異常反応から内圧上昇によるものは3件で、操作ミスや電源の故障から事故となっている。

次に、漏らしてはならない部分から、ミスで開放して漏らした事故は11件ある。特にNo.17は、公

害防止用排気管へ爆発限界濃度のガスが流れ込む可能性がある配管設計になっているという設計上の問題も示される。また、いわゆる人間の明らかなミスと考えられる操作や、未確認といったことの原因で漏えいとなったものは14件であり、半数以上である。

漏えいの結果は火災爆発が20件、中毒や公害となったものが5件ということになる。

着火源としては自然発火8件、溶接溶断3件、加熱炉2件、電気火花1件、摩擦1件、蒸気爆発1件、不明4件の順となっている。

結局、科学技術の最先端をいくと信じられている石油化学コンビナートの事故の大半は、操作ミス、点検ミスといった人間にかかわる要因であり、自動化の進んだプラントといえども、このような落とし穴が隠されているわけである。また、材料の腐食や、機械装置の振動等による破損や脱落などの事故も、メンテナンスの方法や異常の早期検知のシステムが不完全であることが示されている。

また、死傷者の非常に大きな災害事例で、No.20、No.22は、異常を生じて危険物質が漏えいし、空間に充満したところへ関係者が接近し、瞬時に爆発に巻き込まれた悲惨な結末となった例で、過去の爆発火災事例においても繰り返しみられたものであって、異常が何か、どういう結果になるかを十分に心得ておけば、せめて人的被害を少なくできたものと思われる。

以上の漏えいによる事故以外としては、タンカーの荷卸し作業中の爆発や、石油精製工場のいおう粉、その他粉じんの爆発事故が散見できるが、これらの事故の原因は、他の中小化学工場の場合と同様、不明な場合が多い。なお、静電気による着火とされるものもかなりあるが、はっきりはしていない。

### 3 その他の化学工場における事故の傾向

コンビナート以外の化学工場の爆発火災事故については、代表的な事例の要約を、表3および表4に示す。

表3は、爆発火災の原因となった危険物質の危険性が比較的知られている場合に生じた事故例であり、表4には、取り扱う物質の危険性が未知か、自己分解や異常反応性に富んだとされている物質に基因する災害事例である。

前者の事例では、漏えいによる着火という原因は非常に少なく、バッチ式で危険物取扱量は比較的少ないが、危険物が停滞していたり、または、発生するような装置の取り扱いでの不用意な着火源の持ち込み、乾燥作業における不安全な装置の使用、不用意な危険物の取扱方法で静電気火花の発生を招いて着火した例などが挙げられる。非常に燃えやすいプラスチック類の製造工場、溶接作業から着火して一気に大火災となり、避難できずに多くの作業者が犠牲となった例もみられるが、建物構造の不備とともに、火気管理がまったくなされていないような、安全の非常に遅れた中小工場というものが印象づけられる。全般に、石油化学コンビナートの場合と異なって、1件当たりの死傷者が多いのも特徴であり、自動化が進まぬ狭い工場内の現場において、人間のハンドリング中

における突然の発火爆発による被害の発生は、現在も昔もあまり変わっていない。

また、非定常作業中の事故は比較的少なく、定常作業中の事故が多いのは、工程そのものの安全上の欠陥がみられること、使用する機械装置類が不安全な状態で使用され、これらを取り扱う作業者に安全上の知識が欠けているといった初歩的な安全対策の遅れが目立っている。

一方、表4に示した事故例は、反応性(不安定)物質に基因した爆発火災の主要なものであり、特に昭和55年多発して注目を集めたのである。

この11件にのぼる災害で、人的被害がなかったものは3件に過ぎず、8件の人的被害は合計41人(死者10人)の多きにのぼり、事故1件当たりの被害者の多さが目立っている。

このような爆発火災はファインケミカルに属する工場で生じており、少量多種品目の化学製品をバッチシステムで同一現場で製造するが、その工程で取り扱われる物質の中には火薬類に似た爆発性を持ち、むしろ起爆薬に近いようなものさえあり、これらは普通の化学物質と同様な取り扱いを

表3 最近の化学工業(石油化学コンビナート以外)における爆発火災災害事例の代表例(ただし反応性物質によるものは除く)

No.	業種	発生日月	損害程度	原因と経過
1	その他の有機化学	53. 2	傷1	メチルセルローズ工場で製品の残留を確かめるため移動灯で点検中、移動灯が内部装置にぶつかり破損し粉じん爆発を生じた。
2	高圧ガス製造	53. 3	死1	55ℓ溶解アセチレン容器からアセチレンを加熱→酸化→冷却→液化して回収中、回収設備が爆発した。原因は配管のつなぎからアセチレンが漏れバーナから点火したものと推定される。
3	医薬品製造	53. 6	傷3	立型流動槽乾燥機で鎮痛剤顆粒を乾燥中に爆発した。静電気によりIPAの蒸気が爆発したものと思われる。
4	その他有機化学	53. 8	死1傷2	塩化ビニール板に接着剤を塗布し、これを乾燥中、箱型乾燥器内に溶剤蒸器が停滞し、ニクロム線ヒータから引火爆発した。
5	"	53. 9	傷2	アルキド工場内でエチレングリコール、モノアチルエーテルをドラム缶より反応缶に仕込み、キシレンをポンプで注入しながら無水マレイン酸投入中爆発した。静電気によると思われる。
6	触媒製造	53. 12	死1傷3	ラネーニッケル製造のためハンマミルで粉碎中、バグフィルタで爆発が生じ、集じん機、ふるい機、ダクトが爆発した。原因不明。
7	ゴム工業	54. 5	死7	ゴム会社の1階ウレタンフォーム材料置場から火災が発生し、444㎡が全焼し、作業員7人が焼死した。原因は工場の4階でリフトの溶接作業中、火花が1階倉庫に落ち、ウレタンフォームに着火して、急速な燃焼をおこしたものとみられる。
8	薬品製造	54. 6	死傷なし	乾燥機においてコンクリートの混和剤エポキシ樹脂#313(エポキシ樹脂が主体となりイソプロピルアルコールかMIBKが溶剤として含まれている)を乾燥中、溶剤蒸気が蓄積し、乾燥機のニクロム線ヒータから爆発した。
9	"	54. 7	死傷なし	粗製サッカリンをメタノールから再結晶し、サッカリンの精製作業を行っていたが、フィルタプレスの目づまりを取り除くため、メタノールのみを溶解槽とフィルタプレスの間を循環させていたがメタノールが漏れ(溶解槽のふたがずれ落ちて連結管が外れたため)電気配線の火花から引火。
10	高圧ガス製造	54. 8	死傷なし	アセチレンガス発生器にカーバイドを過剰に投入したため、アセチレンガスが多量に発生し、水と共に投入口より噴出、床にあったカーバイドに水がかかり反応して発火した。
11	医薬品製造	55. 8	死傷なし	制ガン剤とトルエン、テトラヒドロフランを反応缶に入れ、一夜放置してから遠心分離機に冷却して注入していたが、母液タンクに排液が溜りすぎたので注入を中止したところ、しばらくして遠心分離機が爆発した。原因は静電気の疑いがある。
12	農薬製造	55. 9	死傷なし	ベンタクロルニトロベンゼンを製造するため、ニトロベンゼン、m-クロロベンゼン、その他を反応缶に仕込み、かくはんしてから塩素を吹き込む工程で、No.4の反応缶から白煙があがり爆発が生じた。原因は運転前に流量調節計の修理を行ったとき、No.4のスイッチだけを間違えて切ったため調節不良から異常反応となったと思われる。

受けている。

このような物質は、爆発の用途に供するものではなく、触媒、染料、農薬、医薬品等の化学製品の原料・中間物であって、工業的に価値のあるものであるが、その多くは危険な性質があるのかどうか、どのような性質をもっているかもよく知られていない。また、大多数は固体や粉体で、最終製品は用途に応じてあまり危険性のない形であるが、原料や中間物の段階では非常に危険な性質を

もつとされる取り扱い上厄介なものなのである。

したがって、法的規制を受ける場合もあまりないことから、工場当事者も情報の入手に欠けていて、不用意な取扱方法から思わぬ大災害を招くわけである。特に、中小工場でこのような物質が取り扱われ、立地条件にも恵まれず、町や住宅地区のど真中でいきなり爆発するといった例もあり、世間が大いに騒ぐわけである。

このような災害の発生は決して今日だけのもの

表4 最近の化学工業における不安定物質による火災爆発事例の代表例

No.	業種	発生年月	損害程度	原因と経過	物質の構造式
1	化学薬品製造	52. 1	傷1	ジエチルアミノエトキシエタノール粗製品蒸留のため蒸留缶に仕込み、徐々に昇温、減圧分留中製品温度140℃、圧力90mmHgとなつてから10~15分後蒸留缶が爆発炎上した。原因不明。	<chem>CCN(CC)CCOCCO</chem>
2	農薬製造	52. 4	死傷なし	農薬中間体TP 22(有機リン系殺虫塗布液用)を製造する工程で、プラスチック原体を溶解槽に入れて蒸気で加温し、溶解かくはん作業中、温度計不良から、加温し過ぎ、プラスチックが分解してガスを発生し、原動機のスパークから引火爆発した。	<chem>COC(=O)S(=O)(=O)S(=O)(=O)CN1C=NC=S1</chem>
3	触媒製造	53. 9	死者1	ビス-3,5,5-トリメチルヘキサノイルパーオキサイドを純度調整のため調整槽に800ℓ入れ放置しておいたところ、異常分解を起こし、槽が破損し、内容物が噴出して電気火花から着火爆発した。	<chem>CC(C)(C)C(C)(C)C(=O)OO</chem>
4	染料製造	53. 12	傷5	チューゲンレッドSRの製造工程の配合物において、配合機にナフトールASBSとチューラミンスカーレットRを粉砕混合するため、かくはんを開始したとき突然爆発を起こした。原因不明。	<chem>Oc1ccc(O)cc1C(=O)Nc2ccc(Cl)cc2N=Nc3ccc(O)c(N[Na])c3</chem>
5	燃料製造	54. 3	死1傷2	煉炭の着火剤製造のため過塩素酸カリ、硝酸カリ硝酸バリウムに木炭粉、無煙炭等の粉末を添加配合作業中に配合器が爆発した。微量の赤燐の混入が原因と思われる。	<chem>KNO3, BaNO3, C, P, KClO3</chem>
6	染料製造	54. 8	死傷なし	パラニトロフェノールソーダ塩工場で、乾燥後の製品をスクリュコンベヤでストックに搬入中、コンベヤ付近で白煙が生じ、しばらくしてストックが爆発して飛んだ。原因は機械的な摩擦と思われる。	<chem>[Na]Oc1ccc([N+](=O)[O-])cc1</chem>
7	ヒドラジンおよび誘導体製造	55. 2	傷3	5クロロ、1,2,3,チアジアゾール(5CT)と液化アンモニアを反応させて5アミノ、1,2,3,4チアジアゾール(5AT)を合成する工程において、反応缶へ供給する5CT配管が爆発した。原因不明。	<chem>Clc1c[nH]n1</chem>
8	医薬品等の中間体製造	55. 5	死2傷12	午前中ストライキのため作業中止していたが、午後5時以降も残留して5クロロ、1,2,3,チアジアゾール(5CT)を製造していて、最終製品を受槽に500ℓ抽出していたときに受槽が爆発し火災となった。原因不明。	<chem>Clc1c[nH]n1</chem>
9	香料中間体製造	55. 6	死6傷6	内容積7.5klの反応缶にてα-ピネンに活性白土を触媒として添加し、120°~130℃で異性化反応を行ってカンフェン製造中、同反応缶が爆発し、同時に火災となった。原因不明。	<chem>CC1=CC2C(C1)C(C)C2</chem>
10	触媒製造	55. 7	傷2 (隣の工場)	過酸化ベンゾイル結晶の乾燥を実施中、突然第1工場で爆発が生じ、ついで第2工場にも波及した。爆発当時は、終業後1時間をへており、乾燥作業も中止していて、温風も送っていないかった。原因は不明。	<chem>O=C(OOC(=O)c1ccccc1)C(=O)c2ccccc2</chem>
11	顔料製造	55. 9	死傷なし	ジアゾ系顔料を14時間乾燥中、乾燥機が発火、火災となった。この顔料は自然発火性のものであった。原因は温度制御(手動)に問題があったものと思われる。	<chem>CC1=CC(=C(C=C1)S(=O)(=O)[Na])N=Nc2ccc(O)c(C(=O)[O-])[Na]2</chem>



ではなく、昔からよくあったが、工場が、いわゆる工業地域にあって、あまり周辺住民とのかかわり合いをもたなかったり、広い田園地帯の一角を占めていて、事故が生じても付近にはあまり影響しなかったためそんなに目立たなかったのが、最近では、工業地域も都市から追われ、住宅やその他の化学とは無関係な産業の拡大で、周辺がそれらに囲まれるという望ましくない立地条件下で非常に危険な物質が取り扱われる結果になったものである。

これらの災害事例の大半は事故原因が不明なものである。これは、物質そのものの危険性がはつきりせず、爆発により激しい火災を生じて何も残らないとか、被害者が全滅して事故前の状況が知られないなど、その究明が困難なためでもある。

この種の事故の防止には、まず、不安定で反応性の高いと思われる物質や、未知とされる物質の特性を取り扱う以前に充分把握すべきであるが、非常に種類が多く、また、取扱条件やその量も多種多様であって、文献その他の情報で正確に把握することが非常に困難である。表4に示した事故物質の構造式だけでは、ある種の爆発特有基をもつものについてはある程度の見当はついていても、実際の取扱条件ではどのようになるかはわからないものが多い。

したがって、情報不足のまま工場内の操業に持ち込むことなく、信頼できるテストで危険性を知る必要があるが、現状では、この種物質の試験方法に関して、世界的に統一された基準もまだ定められていないし、我が国でも主として火薬類の試験に準じた方法で見当をつける場合も多いようである。しかし、用途の目的が異なるこれらの化学物質の危険性把握、特に、発火や分解開始の微妙な環境変化の段階を知るためには、必ずしも適切な試験法とはいえない場合もあり、早急に最適な試験法の確立が望ましい。

#### 4 おわりに

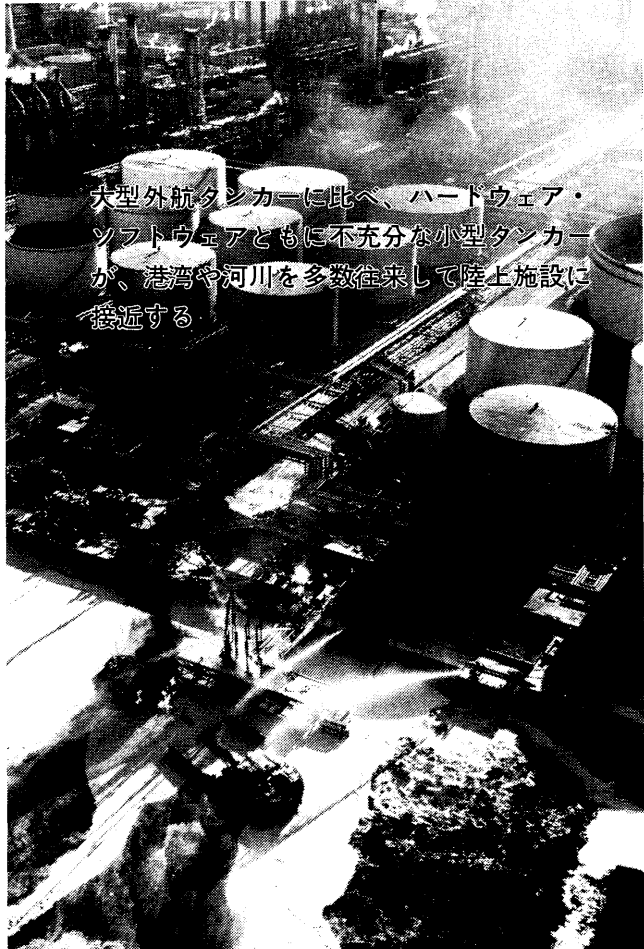
以上、簡単に最近の化学工場の事故の傾向について述べてきたが、これらの事故防止、特に発災

を防ぐための方法について、少なくとも関係者は、工業的規模に拡大させる以前に充分な検討が必要であろう。これは化学工場だけでなく、他の産業や家庭における危険な物質類による事故防止とも共通していえることであり、危険と思われる物質類は気体、液体、粉体、固体を問わず、その危険性状を常に把握しないと、現代のような科学技術の進んだ世の中では事故から逃れることが困難である。

特に、化学製品も新製品が次々と生まれ、また、その製法も新技術が導入されてくるが、最終目的、すなわちもうけのよい品物の生産だけにとらわれていて物質の本性をないがしろにすると、前記のような大災害を招くわけである。やはり、危ないものは危ないなりに安全に利用できる技術を磨かねばならないのであって、そのためには、故障やトラブルの発生の可能性を無視せず、また、人間のミスの可能性を考慮して、事故発生の芽を小さいうちに摘み取る努力が必要であろう。

我が国の化学工場の事故発生の頻度は、外国のそれに比較してひげをとらぬほど小さく、大型化学産業においては、むしろ安全成績が優れているものも少なくない。これらは関係者の努力のたまものであり、目立たぬ努力が実ってきているのであるが、一方、前記のような大事故の発生もあるという事実は、優れたお手本を教訓に生かしていないことや、内外を問わず、貴重な教訓となった過去の事故例について、案外対岸の火災視する傾向があること、自分のところは事故は起こって欲しくないという願望が、自分のところは今まで無事故であるから事故が起こり得ないという一種のおごりに変化することも一因かもしれないのである。したがって、関係者は事故の発生要因となりそうなものはすべてしらみつぶしに調査し、それを除去し、安全化する努力を怠ってはならない。単に物質の既存のデータの数字をうのみにするとか、安全装置さえ取り付ければどんな場合も間に合うとか、といった安易な安全への対応は、決して事故を防ぐことにはつながらないのである。

(ないとう みちお/学働省産業安全研究所化学研究部長)



大型外航タンカーに比べ、ハードウェア・ソフトウェアともに不十分な小型タンカーが、港湾や河川を多数往来して陸上施設に接近する

# 内航タンカーの安全

翁長一彦

## 1 はじめに

タンカーの安全という問題には、海上輸送機関としての運航上の安全と、危険物を積載しているための安全措置とが含まれよう。前者の運航の安全は、タンカーに限らず一般船舶でも同様なことであるが、大型船になるほど操縦性が悪くなるのが通例のため、大型船には高度の操船技術が必要とし、また高度の航海装置を設備する。後者の危険物積載船のための安全措置は、船の大小とは関

係なく行われるべきものであるが、大型船ほど万一の事故の際には被害の範囲が大きくなるため、大型船は規制が厳しく、かつ高度の安全設備が施される。

内航タンカーは一般に小型船であるため、航海装置や危険物に対する安全設備は大型船ほどの性能を持たず、乗組員の数も少ない。そして、内航タンカーは精油所、貯蔵所をはじめ消費者であるプラント、工場等の岸壁に直接着棧し、場合によっては港湾や河川のかなり奥深くまで就航する。これは、大型船が喫水の制約のために陸岸から遠いバースに係留されるのに比べて、万一の災害が発生した時には陸上にも影響を及ぼす危険性が大きいこととなる。また、後述するように、タンカーの不測の爆発事故は航海中よりも接岸中に多く発生しており、荷役、タンク洗浄、タンクのガスフリー等の作業中が最も危険だといわれている。

このように、内航タンカーには設備や運航の形態の上で大型の外航タンカーと異なる面が多いが、それらの実態や問題点、危険防止のために行われている研究の動向等について、概説を試みることにする。

## 2 内航タンカーの実態

我が国の内航タンカーの特色は、他国に比べて小型船が著しく多いことである。図1は、主要な船舶保有国のタンカー隻数を示したものであり、また、我が国の内航タンカーの構成を図2に示す。欧米に比べて我が国では石油エネルギーの供給をいかに海上輸送に頼っているかがわかる。欧米では工場が内陸部に多く、石油類はパイプライン輸送が多いためであろう。

この内航タンカーの貨物は、原油をはじめ、成品または半成品の石油製品、その他の化学薬品等多種多様なものがあるが、船が小さくなるほど、すなわち輸送単位量が小さいほど、最終使用形態に近い製品が多くなると考えられる。したがって、ある特定貨物の専用船というものはきわめて少なく、ただ、油の種類によって黒油用（重油以下の

重質油)、白油用(軽油以上の軽質油)およびケミカル用とに大別されている。

タンカーの構造は船の大きさにより若干異なるが、船型としては船尾船橋型平甲板船といわれるもので、船首から、船首ピークタンク、貨物油タンク、ポンプ室、機関室、船尾ピークタンクの順に区画されている。船橋は機関室の上に設けられる。貨物油タンクは船の長さの大部分を占め、小型の内航タンカーは通常左右両舷に仕切られ、長さ方向に3区画程度に仕切られている。甲板は平らな場合と、膨脹トランクと称して中心線に沿って甲板を段付きで高く設けた場合とがあり、甲板上には、各タンクごとにハッチ、測深管等のふた付きの開口がある。また、ベント管と称する配管があって、これは一つに集められて、ブリーザー弁または圧力調節弁を経てマスト上の高所に導かれ、タンク内の圧力を大気圧に近い一定圧に保つ役目をする。

貨物油管は甲板上に設けられた積み荷用管と、タンク内の船底附近に設けられた揚げ荷用管とがあり、後者はポンプ室のポンプへと導かれる。つまり、積み荷時は陸上の装置に頼って船では貨物油をただ流し込むだけであるが、揚げ荷時は船のポンプを用いて陸上へ油を送り出す。この貨物油管も小型船では比較的簡単な構成となっているが、船が大きくなるにつれて、異種の貨物油を荷役できるように多系統設けたり、ストリップング用、洗浄用等の配管を設けたり、さらに、それらを兼用できるようにしたりするため、配管とそれらの弁の構成はきわめて複雑となっている。

内航タンカーは小型船が多いとはいえ、その輸送量は陸上の大きさの単位に比べればかなり大きく、その故にこそ海運としての経済性がある。平水区域の典型的なタンカーとして200 G.T.弱の船を例にとれば、貨物油の積載量は約400 kℓあり陸上のタンクローリーの40台分ぐらいに相当する。この種の船は、河川のかなり上流の消費者や貯蔵所まで航行できるよう、マスト等を折り畳み式として橋の下を通行する。中には船橋の操舵室の壁まで折り畳めるよう工夫されているものさえある。

図1 各国タンカーの大きさ別隻数(ロイド統計による)

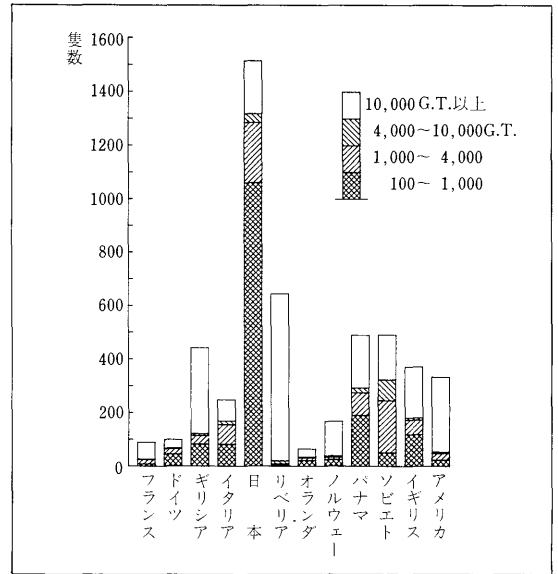
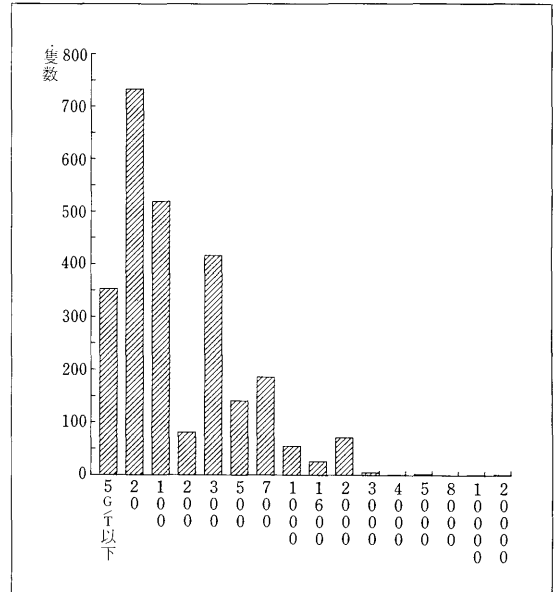


図2 日本の内航タンカーの構成(運輸省船舶統計による)



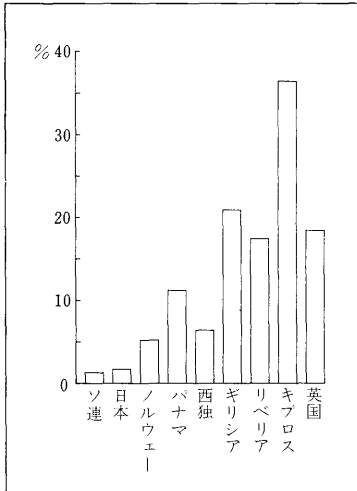
### 3 内航タンカーの火災爆発事故

内航に限らずタンカーの事故は爆発、火災を生じる例が多い。しかし、衝突等の他の原因があった場合や、貨物油タンク以外から発生した一般と同様な火災を除くと、その大部分は荷役中、またはそれと関連した作業の間に生じている。荷役の

表1 内航タンカーの爆発火災事例(昭和44年以降)

船名	総トン数	発生日月	場所	概要
満海丸	732	44.5.27	千葉港内	ガソリンを満載し、主機始動直後に爆発
第3富士山丸	215	45.4.28	大阪港	ガソリン荷役中海面に流出、引火
大祥丸	106	45.5.28	下津港	ガソリン積載中爆発
東幸丸	1,987	45.5.29	三木崎灯台沖	タンククリーニング中タンク爆発
第2大新丸	144	45.7.18	船橋市川港	ガソリン荷役中噴出、引火
第2喜代丸	186	45.9.23	三津港	軽油、ガソリン積み込み中出火
協伸丸	997	46.3.27	川崎岸壁	荷役中ガスが流入、引火爆発
第2英幸丸	999	48.1.19	尾鷲港	タンクのシール作業中爆発
いづも丸	179	48.7.2	水島港	ガソリン積み荷役中左舷マンホール付近より爆発
第7福神丸	198	48.8.28	大分港	ガソリン荷役中流出したガスに引火
シェル6号	261	49.12.11	横浜港	ジェット燃料積み込み作業中引火爆発
むらさき丸	785	51.4.13	川崎水江運河	産業廃棄物を積み込み中ハッチ付近で爆発
37昌運丸	472	52.4.8	名古屋港	ガソリン陸揚げ作業中小爆発
三信丸	448	52.11.25	神戸灯台沖	バラスタンを清掃中タンク内で爆発
松晴丸	492	54.8.3	横浜本牧沖	ガソリン揚げ荷、ガスフリー後爆発
第61栄宝丸	199	54.8.10	東京港中央防波堤	トルエン系溶剤揚げ荷後、タンク内洗浄中爆発
明和丸	169	55.8.5	船橋	タンク清掃中タンク内で爆発
第5豊和丸	197	56.1.6	京浜港	ガソリンを積み荷中爆発

図3 各国のタンカー事故率  
(米国 Tanker Advisory Center の資料による1977)



関連作業としては、貨物油タンクの測深検尺、サンプリング、タンク洗浄、ガスフリー（タンク内の可燃性ガスを換気すること）等がある。後二者は、貨物油の揚げ荷後に、次に違う種類の貨物油を積載する場合に行うものであって、常に原油を輸送する外航タンカーに比べれば、その頻度はかなり高い。

近年発生した内航タンカーの爆発火災事故（衝突等他の原因によるものを除く）を表1に示すが、いずれも予想しない時に突然生じており、人身事故を伴う場合が多い。直接原因としては火気の取り扱いと静電気とが多く、原因不明のものは静電気ではないかと推定される。

しかし、国際的にみれば、我が国のタンカー事故は諸外国に比べて少なく、また、一般的に大型船の方が事故の発生率が高いという資料もある。図3は、各国タンカーの事故率の比較である。

#### 4 荷役中の危険性

このように、荷役中やそれに関連した作業中に

不測の事故が発生する理由は、やはり可燃性ガスの制御と着火源の制御とが不十分になるためであろう。言うまでもなく、タンカーの爆発や火災のためには可燃性ガスと空気とがある割合で存在し、さらに、着火するだけのエネルギーが存在しなければならない。空気中の可燃性ガス濃度が爆発限界より高過ぎても低過ぎても、着火や爆発は生じない。一般に、タンカーの運航中にある場合は、タンク内空間のガス濃度は爆発限界より高く保たれており、甲板上では、ブリーザー弁からガスが噴出する時のその近傍を除けば、ほとんどガスは存在しないと考えられる。つまり、温度変化や日射による貨物油、ガスの膨脹や船体動揺等による貨物油の運動があっても、可燃性ガスはほぼ定常状態に制御されていると考えてよい。

しかし、荷役中にある場合は、貨物油の積み荷時には液の流入による運動のためにガスの蒸発量は急増し、かつ液面上昇もあって、タンク内の高濃度可燃性ガスは船外に押し出され、甲板上で周囲空気と混合して爆発限界内の雰囲気形成される。大型タンカーのようにすべてのハッチが閉鎖されていれば、タンク内のガスの出口はブリーザー弁等限られた所だけであり、かつ、これらは普通マスト上の高所に設けられているため、爆発性雰囲気は甲板上には形成されにくい。しかし、内航タンカーでは液面監視等のためにハッチを開いてい

る場合が多く、また、ブリーザー弁の高さも低い。したがって、甲板上に爆発性の混合ガス雰囲気が生じやすい。

一方、貨物油の揚げ荷時には、タンク内液面が降下するため、開口から空気がタンク内に流入してタンク内の高濃度ガスが稀釈され、爆発限界の濃度となる。大型タンカーでは、この時にはイナーートガスがタンク中に供給されるため、原則として爆発可能の条件となることがない。

このように、荷役時は常に甲板上かタンク内が爆発可能なガス濃度雰囲気さらされ、その周辺で各種作業が行われ静電気の帯電も生じ得るため着火源が存在するおそれがある。さらに、タンククリーニングにおいては、タンク内を海水、清水、あるいは洗剤を用いて洗浄するため、甲板上に洗浄用ホースを引き回したり、タンク内へホースを出し入れする作業を行う。したがって、これら作業中の工具の使用や、静電気帯電による着火源の危険が常に付きまとう。また、洗浄水の放水によりガスが放出され、タンクの内外は爆発性雰囲気にさらされる確率が高い。同様にして、タンク内を換気し可燃性ガスを追い出すガスフリー作業においても、タンク内や甲板上が爆発性雰囲気となる可能性が高い。すなわち、貨物油とその発生ガスが非定常状態にある時が爆発、火災を生じやすいといえる。

## 5 爆発の防止対策

爆発や火災を防止し、安全な荷役とその関連作業を実施するためには、爆発限界内の雰囲気をつくらないようにするか、着火源を防止するかのいずれかの方法しかない。

タンカーで爆発限界内の雰囲気が生じるおそれのある区域を一般には危険場所と称し、タンク内や貨物油ポンプ室、貨物油タンクに隣接していたり、貨物油管が通っている閉鎖区画は、みな危険場所とみなされる。さらに、タンク上の暴露甲板上では、タンクの端から船首尾方向にそれぞれ3 mの長さの範囲は高さ2.4 mまで危険場所と規定さ

れている。この危険場所内の火気は厳重に管理し、電気設備は防爆型とする等の措置が必要となる。

大型船においては、この危険場所を避けて居住区や機関室を楽に設けられるが、ごく小型の内航船ではほとんど船全体が危険場所に含まれてしまう。航海中であればガスの漏えいは少なく、さらに対船風速もあってガスが滞留する危険が少ないが、停泊中の岸壁の下では風もあまりなくてガスの滞留が生じやすい。

このように、爆発限界内の雰囲気を防止することが難しいとなれば、残る手段は着火源を絶無とする方法しかない。このため、内航タンカーでは着岸すると動力源をすべて停止し、電気はもちろん、無線電話すら使用しない。作業用の工具類はなるべく使用せず、止むを得ず使用するときはパークの生じない安全工具を用いる。

特に静電気については注意を払い、岸壁と船とを同電位にするようにボンディングケーブルで接続し、ホース類はすべて内部に電気の導通線をもったものを使用する。また、人間の作業による帯電を防ぐため、導電性のある安全靴を着用し、着衣にも注意する。船の随所には船体に完全にアースした導板を設置して、作業員は随時それに触れて帯電を防ぐ。

静電気による帯電の最も大きなものは、積み荷時の貨物油の流動と、タンク洗浄時等の流体の噴出、衝突等によるものである。貨物油の流動に関しては、流速が1 m/sec以下であれば問題となるような帯電は生じない、というのが国際的な常識となってきた。しかし、この条件を常に保とうとすると、貨物油管を著しく太くして送油量を確保するか、流量を減じて荷役時間を著しく長くするかのどちらかとなり、経験的に定着している設備や運航の方式、方法を大きく変革することとなる。そのため、タンク内に積み込まれた油と電位差が生じると想定される物体（具体的には貨物油積み込み管等）が油面に接するまでの間は、油が帯電しないようにゆっくりと積み、以後は流速を速くするという方法が採用され、これを初速制限と称して国際的な指針となっている。また、積

み荷終了後は静電気の電荷が徐々に放電するのを待つため、静置時間または緩和時間を設けることもほぼ国際的な指針となっている。

同様に、タンククリーニングの時に大量の水を使用すると、その噴出や壁面との衝突によって帯電が生じ、高温の洗浄水や洗剤を用いると特に著しい帯電を生じることも判明している。これは、昭和44年に20万D.W.大型タンカーの爆発事故が連続して発生したのを契機として解明され、以来、イナータガス装置が採用されるようになったものである。しかし、内航タンカーのような小型船では洗浄水量はけた違いに小さいため、通常はこのような心配はなく、むしろ、洗浄用ホースを完全に船体とアースすることが重要な配慮とされている。

## 6 今後の課題——その1. 静電気——

今後、内航タンカーの安全性をさらに高め、爆発火災事故を無くするためには一層の努力が必要である。このためには、今まで述べてきたような爆発性雰囲気と着火源とをそれぞれ制御または管理できるように、設備面と操作上のマニュアルの面から検討する必要がある。

しかし、技術的に解決されなければならない第1の点は、着火源としての静電気であろう。先に述べたように、内航タンカーの爆発性ガスの雰囲気を制御することはなかなか難しく、残る着火源の中で最もあいまいなものは静電気である。しかも、タンカーにおける液体の流動帯電、噴出帯電、衝突現象による帯電等が明らかにされてきたのは、最近の10数年間のことである。静電気そのものの現象は早くからわかりきったことであったが、石油化学の発達により、各種の石油製品が貨物の対象となってきたこと、荷役能率や作業効率を向上させるための技術の発達、各種材料の進歩と採用等が、予想外のところで静電気の原因となっているようである。

先に述べた大型タンカーのタンククリーニングの場合も、タンカーが大型化して、それまでの小

型の可搬式洗浄機では効率が悪い、大型大容量の固定式洗浄機を採用したことが事故の原因となった。これに関する研究の中から、原油に含まれるわずかの水分によって帯電量が著しく変化することも明らかとなったが、各種の石油製品についても、わずかの不純物含有量によって帯電量が変化することは当然予想されることである。常に原油だけを輸送する外航タンカーに比べて、種々の製品を輸送する内航タンカーにとって、これは厄介な問題といえよう。また、各種塗料の発達は、むしろ帯電の危険が増大する方向へと進んでいる。最近の塗料はエポキシ系のものが主流となり、強固な密な塗膜を形成するため腐食防止の効果が高く、貨物油にさび等の不純物が混ざること減少する利点があるが、これは、導電率がきわめて低いので帯電しやすく緩和時間も長くなると推定される。

静電気対策として難しいことは、タンカーの現場において帯電量を計測することができないことである。実験室や、あるいは爆発性ガスの無い所であれば、帯電量や電界強度を計測することは技術的に可能であるが、タンカーで使用できるような計測方法はまだ開発されていない。流動による帯電量を例にとれば、配管の形状寸法、弁やフィルターの有無、内面塗装の程度、液と不純物の含有量、環境の湿度等、あらゆる条件で帯電量は変化するから、流速制限だけでは充分とはいえない。やはり、帯電量を検知する技術が必要であり、今後の開発を期待したい。

なお、爆発限界内のガスが静電気で着火爆発する現象は多分に確率的なものである。高温物体や火炎は別として、静電気スパークのような瞬間的な着火源は、そのエネルギーが小さくなるほど着火確率が低下する。これは実験室的にも確かめられており、以前と同じ条件だから安全であるという理屈は実際には通用しない。前述の20万D.W.タンカーの連続爆発も、各船はそれまで同じようなタンククリーニングを何回か行っていたし、内航タンカーの事故にも似たことがみられる。このような現象の再現性の悪さは、ガスの分子的規模でい

ずれ解明されると思われるが、静電気の帯電のあいまいさと共にきわめて厄介な問題である。

## 7 今後の課題——その2. 内航タンカーの運航形態——

内航タンカーの爆発事故を防止するためには、直接的な安全対策だけでなく、事故を引き起こす間接的な周辺状況をも考慮して問題点を掘り下げる必要もある。

内航タンカーの運航面に関しては経済的なことも絡んで、大型タンカーとはかなりの隔りがある。小型船のため、船全体が危険区域となるのは止むを得ないとしても、ハッチを開いたままで荷役、検尺、サンプリング等を行うことは、もとより好ましいことではない。大型船のように液面計等各種の装備が完備し、ハッチを閉鎖した状態での密閉荷役ができれば理想であるが、これには陸側（主として積み込み側）の協力がかなり必要となる。たとえば、大型タンカーでは、サンプリングは通常行わないし、液面計による貨物油量の値は参考値でしかないと聞く。大型船の場合は、陸と船とがほとんど1対1に対応しているため、貨物の質や量を陸と船とがそれぞれ主張しても意味がなく、動いている船の喫水やタンクの液面高さで求めた量よりも陸上タンクのレベル計測の方が精度が高い、という常識的見解の下に商取引の関係ができあがっているものと思われる。

しかし、内航タンカーにおいては半製品や製品が主であり、出荷する陸側では何十種類もの製品を有し、多数のバースから次々と違う貨物油を違う船へ積み込む。この手順は、現在ではほとんど電算機により管理されているが、やはり人間の介入する部分は多く、操作や判断の誤りも起こり得る。つまり、陸上のタンクと海上の船とが複雑な配管を通して無数の組み合わせを持ち得るわけであって、その中から選んだ一つの組み合わせが間違いないことを確認するために、船上でのサンプリングや検尺が行われているのではなかろうか。さらにまた、輸送途中の油種や油量の変化を点検す

るねらいもあろうが、いずれにせよ、陸と船との取引関係の在り方が、小型の内航船では大型のそれとやや異なるところがあるように思われ、これを改善するためには陸側のかなりの協力が要るように思われる。

タンカー爆発の危険性を根本的に低下させるためには、イナートガスが最も有効なことは大型船でほぼ実証されており、また、積み荷時にタンクから押し出されるガスを甲板上に放出せずに回収することは、爆発防止のみか大気汚染防止にも有効である。これらは、やはり陸側の協力と支援がなければ小型タンカーでは実行できない問題である。

## 8 おわりに

海上輸送の特色は大量貨物の経済的な輸送にあり、それゆえに産業活動の基盤の一つとして重要な役割を担っているが、海上と陸上とは法規や管轄管庁が異なり、技術的な思想や設計条件も異なるところがある。したがって、両者の接点となる港湾の荷役は責任と分担が複雑に絡み合い、安全に対する措置も一元化しにくいところがある。

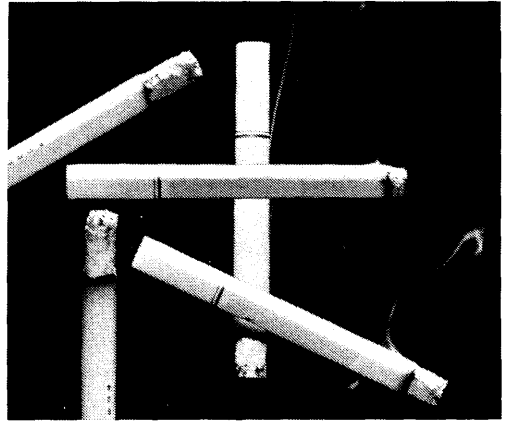
また、一般に船は自己完結型ともいう性格を持ち、船は船に必要な設備や資材を常備し、乗組員の生活の場ですらある。どんな港へも貨物を輸送できるのが船本来の用途であるし、ある大きさ以上の船はそのような設備を持つこともできるが、内航の小型船ではそれが難しくなる。したがって、何らかの陸からの支援や協力がなければ十分な機能を発揮することが難しくなり、安全に対する措置も同様であろう。

内航タンカーはこのような条件にある一方、ハードウェア、ソフトウェアともに外航船に比べて不十分なところが多い。これは、船主も造船所も経済的、技術的に基盤が弱いこと、船が一品生産であること、艤装品の市場が狭いこと等、種々の理由があり、安全性をさらに向上させるとしても、法令を強化したり注意を喚起するだけですむ問題ではないと思われる。

(おうなが かずひこ／運輸省船舶技術研究所艤装部長)

# たばこは 発火源になるか

萩本安昭



## 1 はじめに

消防白書によると、たばこの火の不始末が原因と考えられる火災が毎年全出火件数の10数%にも及び、図1に示すように、出火原因の中でトップの座を維持している。現在、国産の紙巻たばこは43銘柄が販売されており、その喫煙量は本数にして年間約3,000億本に達している。したがって、単純に計算しても数千万本に1本の割合で火災の原因になっていることになる。

ところで、日常生活において、たばこの火でうっかり畳やカーペットに焦げ跡を作ってしまったという方は案外多いのではなかろうか。もし、このようなたばこの火の不始末がすべて火災につながっていたとしたら、火災原因のほとんどがたばこだということになってしまうだろう。たばこの火による火災はどのような場合でも起こるというものではなく、たばこに接触している可燃物の種類や状態、あるいは風の有無などといった種々の条件と密接な関係をもっている。実験してみればわかるが、たばこの火で可燃物に着火させようとしても、予想に反してなかなか着火してくれないことが多いものである。そこで以下では、火災の立場からみたたばこの燃焼性と、幾つかの代表的な可燃物のたばこの火による着火性について、実験例なども交えて述べてみたい。なお、単にたばこということが、すべて紙巻たばこのことと考えていただきたい。

## 2 たばこの燃焼

たばこの燃焼については、増尾氏が本紙にすでに詳しい記事を載せておられるので、そちらの方も参考にさせていただきたい。

### 1) 燃焼温度

たばこの燃焼温度を測定した例は数多くあり、<sup>2-8)</sup>一般に最高温度は800°C以上に達し、1,000°Cを超えるという測定結果の得られたものもある。ただし、この温度の値だけから直ちに可燃物に対する着火性を論じることはできない。たとえば、たばこを可燃物と接触させると、可燃物に熱を奪われる結果、火種が消えてしまう場合さえある。よって、どのような可燃物と、どのような状態で接触しているのかといったことまで含めた総合的な判断が必要である。

ところで、たばこの燃焼温度の測定には、通常熱電対という細い金属線の一端を接続したものをを用いるが、なるべく細いものを用いないと測定結果が実際の温度よりも低くなってしまう恐れがある。<sup>4)</sup>

また、通常の喫煙のように間欠的な吸煙を行う場合には、燃焼部分の温度分布や最高温度が時々刻々と変化するので、その点も考慮に入れて測定しなければならない。たとえば、自然燃焼（吸煙を行わないときの燃焼）の場合には、燃焼部分の中心付近で最も温度が高く、周辺部ほど温度が低くなる。ところが、吸煙を行うと、大部分の外気は巻紙の燃焼端付近から吸い込まれるため、この



部分の燃焼が促進されて温度も高くなる。

連続的に吸煙し続けた場合には、巻紙がどんどん短くなってたばこの周辺部の燃焼ばかりが進行し、中心部の燃焼が遅れるために燃焼部分が長くなる。そして、燃焼の進行から取り残された部分では自然燃焼に近い状態となる。

したがって、燃焼部分のどの位置の温度を、どのような吸煙方法のもとで測定しているのかということによっても、燃焼温度に差が生じるわけである。

図2は、たばこの向きと吸煙方法の違いによって、燃焼温度にどのような差が生じるかを調べた結果である。aは連続的に吸煙した場合であり、たばこの周辺部の燃焼が促進されるだけで、熱電対を挿入してある中心部では温度があまり高くないことがわかる。bは燃焼が熱電対の挿入位置の直前に達したときに吸煙を開始した場合であり、aの連続吸煙やcの自然燃焼よりも高い温度の測定されることがわかる。

図3は、図2の②-bの方法により燃焼温度を

測定した例であり、たばこの銘柄によっても若干の差のあることがわかる。

## 2) 燃焼速度

ここでいう燃焼速度とは、自然燃焼させたときの速度であるとする。通常は、たばこに点火してから1本が完全に燃え尽きるまでに10~20分程度の時間を要する。しかし、この時間は、たばこの銘柄や、たばこがどのような状態におかれているかによって異なり、場合によっては30分以上も燃

図1 出火原因別の出火件数と損害額 (昭和56年中)(消防白書による)

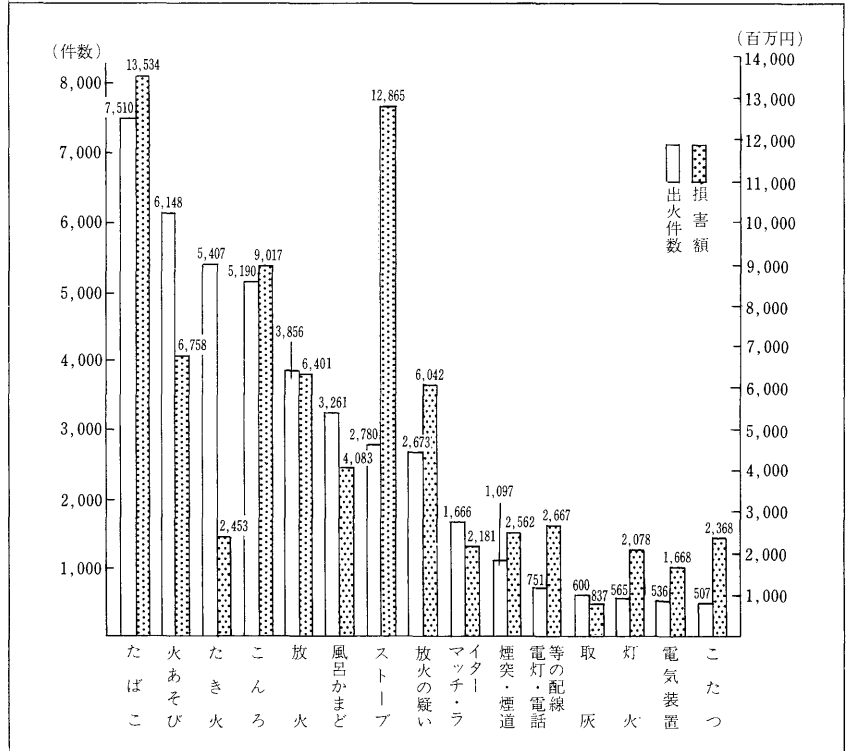


図2 たばこの燃焼温度に対する燃焼方向と吸煙方法の影響

(セプスターを11ml/sで吸煙)  
a: 連続吸煙、b: 650~700°Cに達した後吸煙、c: 自然燃焼

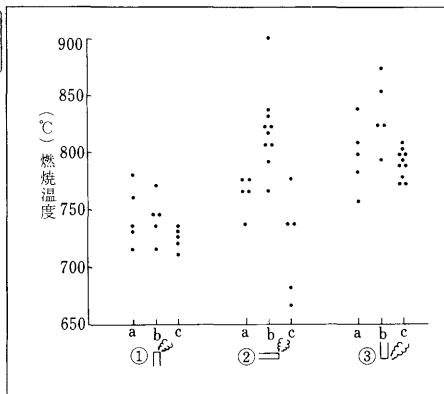


図3 たばこの種類と燃焼温度

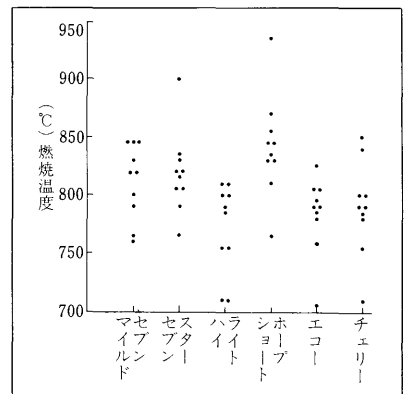
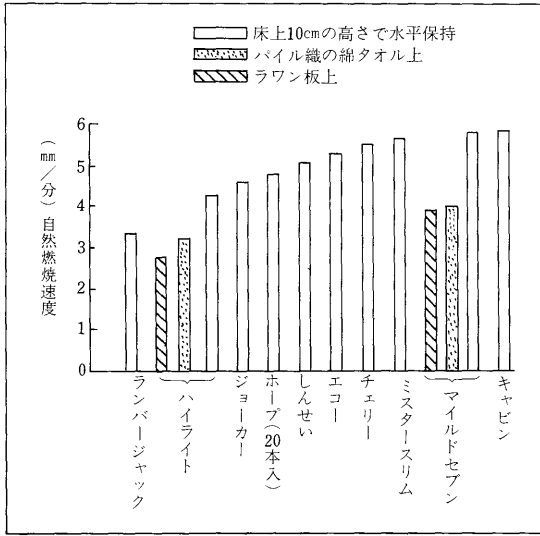


図4 たばこの自然燃焼速度(無風時)



え続けていることがある。

図4は、無風状態におけるたばこの自然燃焼速度の測定例であるが、たばこを床上約10cmの空間中に水平保持した場合に比較して、ラワン板や綿タオルの上に置いた場合にはかなり燃焼速度の低下することがわかる。このように、何かに接触させて熱を逃げやすくするとか、空気の供給を抑えるとかして燃焼を抑制してやると、燃焼速度は低下する。

風によっても燃焼速度は影響され、風速が約1m/秒の時に燃焼速度が最大で、それ以上の風速ではかえって減少するという報告<sup>3)</sup>がある。

なお、吸煙した場合の燃焼速度については、参考文献を参照されたい。<sup>1,8)</sup>

### 3) 立ち消え

通常の喫煙状態ではたばこの火が立ち消えてしまうということはないが、風の強い所へ置いた場合<sup>1,3)</sup>や、たばこが熱の奪われやすい状態で物体と接触しているような場合には、途中で立ち消えてしまうことがある。

また、立ち消えのしやすさは、たばこの銘柄によっても異なる。たとえば、積み重ねた紙の上にたばこを置いて実験を行ったところ、ジョーカー・ランバージャック・ハイライト・わかばなどは比較的立ち消えしやすいという結果<sup>9)</sup>が得られた。

## 3 たばこと可燃物

### 1) 一般の可燃物

ここでいう一般の可燃物とは、たとえば紙・布・わら・木材などの普通の固体可燃物のことであると考えていただきたい。したがって、たばこの火が原因となる火災の大部分がこの場合に該当する。

これらの可燃物がたばこの火によって着火した場合、初めから炎を上げて燃え出すことはほとんどなく、通常、しばらくの間は無炎燃焼状態を続け、その後発炎燃焼に移行することが多い。なお無炎燃焼とは、炭火やたばこの火のように炎を出さない燃焼のことである。

この無炎燃焼の進む速さは比較的遅いが、いったん発炎燃焼したとなると、その後は急速に周囲の可燃物へ燃え広がって建物の内装材等に着火し、本格的な火災へと進展する。この場合、たばこの火によって無炎着火してから建物部分に燃え移り出火するまでに要する時間は、可燃物の種類や状態、あるいは燃焼に必要な空気の供給状態などによって影響されるほか、可燃物の着火箇所が部屋の中央であるとか、壁の近くであるとかいったことによっても燃焼条件が異なるため、かなりの幅をもっている。たとえば、たばこによって紙くずが着火燃焼するような場合には、10~20分程度の比較的短時間でも出火するが、布団わたに着火して燃え上がるような場合には、5~6時間にも及ぶ長時間を要することがある。

さて、たばこの火による出火といえ、寝たばこを思い出す方が多いであろう。布団の上にたばこを落としても必ず着火するとは限らないが、それでもかなりの確率で着火することが、多くの実験<sup>10-12)</sup>や火災事例から知られている。

写真1は、無風状態の室内でシーツを掛けた敷き布団の上にたばこを置いた場合の実験例である。この例では、12か所置いたうちの2か所で布団に着火し、たばこを中心として同心円状に無炎燃焼が拡大した。その時の布団表面での燃焼の拡大速度は約15cm/時間であった。

このように、無炎燃焼の拡大にはかなりの時間

を要するため、火災に進展するころまで寝たばこをした本人が熟睡していて気が付かないという心配がある。

写真1の例は布団の上にとばこを置いた場合であったが、布団の中にとばこが挟まった場合の方が着火しやすく、空気の供給が充分でないため無炎燃焼の拡大速度はもう少し遅くなる。

たとえば、朝起き掛けに吸ったたばこの吸い殻を落としたのに気付かず、布団と一緒に押し入れに片付けて外出し、数時間後に留守宅から出火したという事例もある。

布団への着火性はわたの材質による違いが大きく、一般に化繊わたの場合にはたばこの熱によって縮れてしまうため着火しにくい。しかし、化繊わたの布団が安全だというわけではなく、布団の布地やシーツなどの他の可燃物と一緒に燃えた状態では燃える危険性がある。

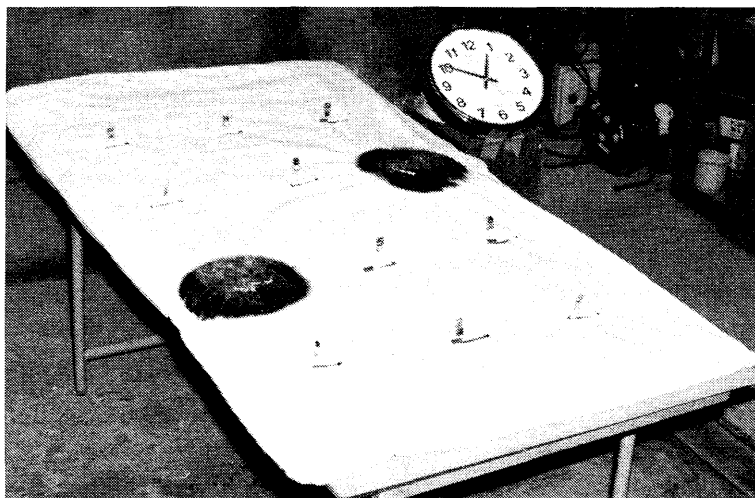
また、同じ木綿わたの布団であっても、新旧や吸湿の程度により燃えやすさが異なると考えられる。たとえば、新品のようにふかふかした布団と、圧縮された、いわゆるせんべい布団とでは、後者の方がたばこの火によって着火しやすいようである。

布類の場合もわたと同様、一般に化繊よりも木綿の方がたばこの火によって着火しやすく、無炎燃焼も継続しやすいようである。ただし、一口に化繊といっても、その燃焼性は異なる。また、布がカーテンのように垂れ下がった状態であるとか、床の上に広げられた状態であるとかいったことによっても異なる。

次に、紙類に対する着火性を取り上げてみる。通常、紙をきれいにそろえて積み重ね、その上にとばこを置いた状態では焦げ跡が残るだけであるが、普通の紙であれば、たばこと接している部分

写真1 たばこによる布団の着火実験例

実験開始後約20分で布団に着火し、50分経過後の状況。  
(材質は、わた：木綿、生地：木綿のしゅす織、シーツ：木綿の平織)



に穴のあくことがあっても、それ以上に燃え広がることはほとんどないようである。

ところが、紙を丸めたような場合には少々話が違って来る。たとえば、紙くずかごの中へ火のついたたばこを投げ捨てたような場合には、紙くずに着火する可能性は充分にある。たばこを直接紙くずかごへ捨てる人はいないだろうが、灰皿にたまった吸い殻を捨てることはよくある。ただし、そのときに吸い殻がくすぶっていないかどうかをよく確かめておくことが必要である。

過去に、このような場合を想定して、無風状態の室内で各種の紙を丸めた中にたばこの吸い殻を入れる着火実験を行ったところ、ザラ紙・アート紙・タイプ用紙などに比較して、新聞紙がインクの付着などの関係から着火しやすいという傾向が認められている。

なお、初めにも述べたように、1本のたばこは10～20分で燃え尽きてしまうが、その火が他の吸い殻に燃え移り、長時間にわたってくすぶり続けていることがある。したがって、たばこを吸った後かなりの時間が経過していたとしても、吸い殻には必ず水を掛けてから捨てるようにすべきである。

また、木製の床板や畳などは、たばこの火によって焦げ跡が残ることはあっても燃え出すことはほとんどない。木はともかくとして、畳が燃えに

くいのかと思われるかもしれないが、火災現場では、家屋が全焼しているにもかかわらず畳がかなり焼け残っているという状況をよく見掛ける。木や畳はたばこの火で着火しないというのではなく、たとえば他の可燃物が介在したり、あるいは腐敗や老朽化によってぼろぼろの状態になれば着火しやすくなる。また、たばこを畳縁の上に置いて着火させたところ、<sup>11)</sup> 燃焼は畳の合わせ目に沿って広がりがやすかったという報告がある。

## 2) 気体の可燃物

ここでいう気体の可燃物とは、たとえば水素ガスやメタンガス、あるいは都市ガス（いろいろな種類があるが）やプロパンガスなどのように、いわゆるガス爆発を起こす気体で、一般に可燃性ガスなどと呼ばれているものである。また、ガス爆発が起こると付近の可燃物に燃え移って二次的に火災を引き起こし、被害をさらに大きくすることが多い。

ところで、たばこの火によってガス爆発が起こるかどうかが問題となる場合はかなり限られている。すなわち、通常は喫煙する前にマッチやライターを点火するわけであるが、この火によって可燃性ガスは容易に着火してしまうからである。したがって、たばこの火がガス爆発の着火源となるのは、喫煙中にガスが漏えい・拡散してきたとか、あるいは、ガスの滞留している所へたばこを投げ捨てたとかいうような場合なのである。

一般に、可燃性ガスには、空気との混合割合が適当な範囲になれば燃焼しないという性質がある。この濃度範囲のことを、燃焼範囲あるいは爆発範囲などといい、たとえばメタンガスの場合は、約5～15容量%の範囲である。もし、ガスの濃度がこの範囲から外れていれば、ガス爆発は起こらないといえる。ただし、漏出したガスは空間内においてなかなか一様な濃度分布とならないため、平均濃度が燃焼範囲の下限界に満たなくても局所的に燃焼範囲に入っていて着火することがあるから<sup>13)</sup> 安心はできない。

さて、たばこを燃焼範囲内の可燃性ガスの中へ投げ込むとどうなるであろうか。水素ガス・メタ

ンガス・都市ガス・プロパンガスなどについては、現在のところ着火したという報告は見当たらない。

では、可燃性ガスの中でたばこを吸えばどうであろうか。この場合は、高温のたばこの火の中へガスが吸い込まれるわけであり、単に投げ込むだけよりも着火しやすいであろうと思われる。しかし、実際に実験してみると着火するガスは少ない。

一つの例として、42種類の可燃性ガスおよび液体の蒸気について、吸煙中のたばこの火による着火実験を行ったところ、着火したのは、アセチレン・酸化エチレン・エーテル・燐化水素・二硫化炭素および水素だけであった（ただし、水素は<sup>14)</sup> 静止状態では着火せず、流通状態でのみ着火）という報告がある。

着火しない場合に、たばこの吸い口側から出てくるガスを集めて火をつけると燃えることから、ガスがたばこの火の中を通過しても燃えていないことがわかる。

このように、着火しにくい理由についてはよくわかっていないが、その一つとして、たばこの火の表面を覆っている灰や、刻みの燃焼生成ガスの影響が考えられる。また、たばこの火の燃焼温度が800℃以上に達するといっても燃焼部分の一部であり、しかも、吸い込まれたガスの通路は刻みと刻みの狭いすき間であることから、ガスを高温に加熱する空間はごく一部分であると考えられる。また、さらに大部分のガスは、巻紙燃焼端付近の側面から吸い込まれて、最短経路を経て燃焼部分を通過するため、発火するに必要なエネルギーが十分に得られないのではなかろうか。

たばこの火の代わりに電気ヒーターを着火源として用いた場合、ヒーターが小さすぎたり形状が不適切であったりすると、ヒーターの温度を1,000℃近くまで上げててもガスが着火しないことがある。このことから、温度が高いというだけでは着火現象には不十分であることがわかるだろう。

一つの試みとして、たばこにアルミはくを巻き付けて、ガスが側面から吸い込まれないようにしてやった場合、ガスが常にたばこの先端から吸い込まれるようになる結果、燃焼部分を通過するの

に要する時間が長くなって、着火率が高くなる。<sup>15)</sup>

### 3) 液体の可燃物

灯油やガソリンなどの液体中、あるいはこれらが床面上にこぼれた所へ火のついたたばこを投げ捨てた場合に、着火するかどうかが問題となることがある。この場合、液体が着火するといっても液体自身に直接着火するのではなく、液体の蒸気に着火するわけで、気体の場合と同様、蒸気と空気との混合割合が適当な範囲になければ着火しない。したがって、液温が低すぎると蒸気が十分に発生せず着火しないことになる。

灯油の引火点は、J I S では40°C以上と規定されており、常温程度の液温ではたばこを投げ込んでも着火しないものと予想される。実際に実験してみても、着火現象が認められたという例はない。

ところが、ガソリンの場合には引火点が-45°C<sup>16)</sup>程度で非常に低く、着火の可能性は大きいと考えられるのであるが、実験してみると、やはり着火しない。そこで、ガソリンを布や紙などにしみ込ませたり、あるいはガソリン蒸気中でたばこの吸煙を行ったりして、できるだけ着火しやすいように工夫した実験を行ったが、現在のところ、まだ一度も着火は確認されていない。

なお、たばこの火による液体蒸気への着火に関しては、気体の可燃物のところで紹介した研究の外に、ベンゾール・アセトン・ガソリンは着火しなかったが、エーテル・二硫化炭素は着火したという報告<sup>17)</sup>がある。

## 4 おわりに

たばこの火が着火源になるかどうかを問題にするとき、着火し得るということが十分に証明できる場合は比較的楽である。しかし、絶対に着火しないことを証明する場合は非常に困難である。なぜなら、偶然にたばこの一部分が勢いよく燃えたり、あるいは、一瞬であっても小さな炎を出して燃えることがあるかもしれないし、また、可燃物が予想もしないほどうまく具合に燃えやすい状態になっていることがあるかもしれないからであ

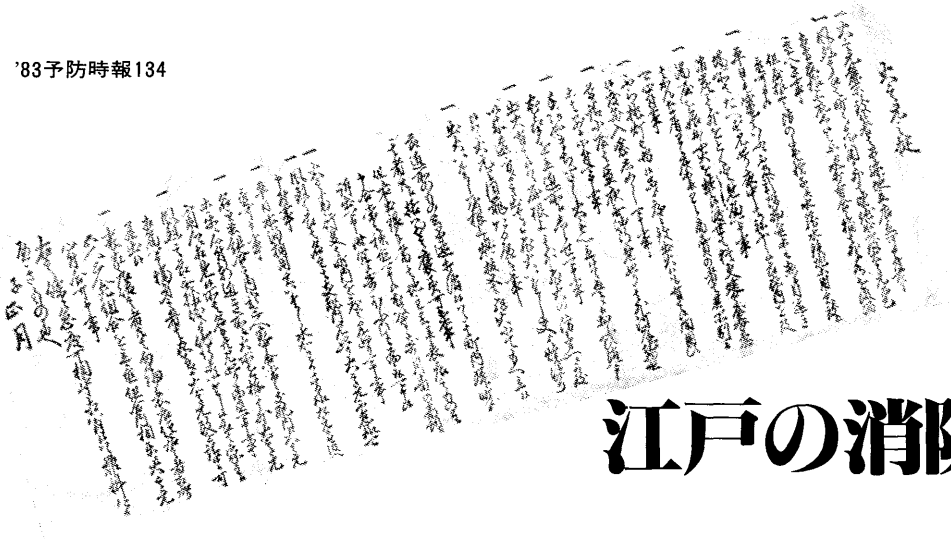
る。このように、火災やガス爆発事故の中には、しばしば非常に偶然的な条件が重なって発生する例も少なくないのである。

また、喫煙という行為は、我々の日常生活の中で習慣的になってしまっているだけに、つい何気なく吸い殻を投げ捨てたり、火を消したかどうかを忘れてしまうことが多いものである。喫煙のモラルの問題としてだけでなく、防災という観点から考えても、たばこの火は灰皿で確実に消し、決して投げ捨てたりしないことが大切だと思われる。

(はぎもと やすあき/科学警察研究所火災研究室)

### 参考文献

- 1) 増尾裕：たばこの燃焼、予防時報、91、19 (1972)
- 2) 伊沢正夫：たばこの煙に関する研究綜説、日本専売公社 (1961)
- 3) 新居六郎：種々の条件におけるたばこの燃焼特性について、消防研究所報告、6、1 (1955)
- 4) Y.Kobashi, S.Sakaguchi and M.Izawa: Influence of Smoking Procedures on Combustion Temperature of Cigarettes and the Nicotine Content of Cigarette Smoke, Bull. Agr. Soc. Japan, 23, 528 (1959)
- 5) R.R.Baker: Temperature Variation within a Cigarette Combustion Coal during the Smoking Cycle, High Temp. Sci., 7, 236 (1975)
- 6) R.R.Baker: Temperature Distribution Inside a Burning Cigarette, Nature, 247, 405 (1974)
- 7) Sir A.Egerton, K.Gugan and F.J.Weinburg: The Mechanism of Smouldering in Cigarettes, Comb. & Flame, 7, 63 (1963)
- 8) 村松茂登彦、小尾幸照、福澄哲夫、慶伊富長：たばこの連続吸煙速度とその燃焼速度、燃焼温度および温度分布との関係について、農芸化学、46、569 (1972)
- 9) 木下勝博、萩本安昭、谷本益巳：たばこによる紙への着火性の評価、第14回安全工学研究発表会講演予稿集 (1981)
- 10) 塚本孝一：火災原因調査入門、全国加除法令出版 (1975)
- 11) 東京消防庁警防部調査課編：燃焼火災、全国加除法令出版 (1974)
- 12) 損害保険料率算定会編：火災の研究、相模書房 (1951)
- 13) 原山美知子、大谷英雄、平野敏右、秋田一雄：濃度不均一混合気の爆発、安全工学、19、266 (1980)
- 14) Günter Stresse: Zündmöglichkeit von brennbaren Gasen Dämpfen durch grimmenden Tabak, Arbeitsgemeinschaft Feuerschutz (AGF) Forschungsberichte, 10 (1968)
- 15) 萩本安昭、木下勝博：たばこ火による可燃性混合気への着火危険性、安全工学、20、197 (1981)
- 16) 安全工学協会編：安全工学便覧、コロナ社 (1976)
- 17) 新居六郎：微小な固体熱源による可燃性液体蒸気の着火性について (第2報)、消防研究所報告、6、31 (1955)



# 江戸の消防戦略

黒木 喬



## 1 放火は厳罰

今からちょうど300年前の1683年、すなわち天和3年3月29日、品川の鈴ヶ森で火あぶりになった若い女性がいた。有名な八百屋お七である。『天和笑委集』によると、お七は本郷森川宿の八百屋市左衛門の娘で、3月2日の夜、近くの商店に放火した。軒板のすきまに綿くずをわらに包み、炭火と一緒に差し込んだのである。風があったので程なくくすぶり、火炎がちらつき始めた。折よく通行人が発見して「火事だ、火事だ」と叫んだので、近所の人々が慌てて駆け付け、たちまち消してしまった。だから、ほとんど被害のないボヤですんだ。お七はなぜか逃げも隠れもせず火事騒ぎの中をうろついていたので、怪しまれて捕らえられた。手に火つけの材料である古綿や竹を握りしめていたので、弁解はできなかった。若い娘だけに気が動転したのであろうか。理解に苦しむ異常な行動である。

お七の一家は12月28日の大火で災したので、近くの正仙院という小さな寺に間借していた。そこで寺小姓の美少年生田庄之介と出会い、恋愛関係が始まったのである。だが、お七の家の新築がなったので2人の仲はわずか半月で引き裂かれた。お七は庄之介への想いが断ち切れず、家が焼けれ

ば再び正仙院で生活ができ庄之介とも会えると考えて放火したのであった。

当時の刑罰は『元禄御法式』にまとめられているが、

一、火を付る者の類、火罪。火付道具を持候ばかり、また人に頼まれ火を付候類に死罪、流人。とあり、自ら放火した以上、たとえボヤであっても火あぶりにされたのである。『御仕置裁許帳』という判例集をみても、人に頼まれて放火したと白状しても火刑に処せられている。放火が非常に重い罪であったことがわかる。

お七処刑の前年、天和2年(1682)11月と12月に江戸で大火があったが、いずれも放火が原因というわさであった。この時だけでなく、江戸の火災の大部分が放火によるといわれている。

世の中にかつて火つけのなかりせば

江戸の人々 のどけからまし

という狂歌が作られたくらいである。元禄3年(1690)、来日した長崎オランダ商館の医師エンゲルベルト・ケンペルは、翌4年(1691)、江戸にきたが、その『江戸参府旅行日記』(斎藤信訳・平凡社東洋文庫。以下ケンペルに関する引用は同書より)にも、

強い北風の吹いている夕刻、1里半あるいは一直線に計れば1里ほど西に大火が起り、非常に広い25か町600軒が焼けたが、4時間後によりやく消えた。放火犯人の仕業でうち2人は逮捕されたということである。

と記している。これは2月19日の河田ヶ窪から出火し、市谷・四谷方面が焼失した火災で、ケンベルが起居していたのは日本橋本石町の定宿長崎屋であった。

江戸の放火犯の大方が食いつめ浪人や盗賊のたぐいで、裕福な商家をねらって火をつける。家人が大騒ぎしているすきに金銭や物品を奪い取るという悪質なものである。江戸の冬場は雨が少なく、俗に“からっ風”という北西の季節風が多く吹くので火事が多い。それに乗じて放火も頻発したのである。

金品が強奪目的ならば、幕府は放火にそれほど神経質にならなかったであろう。ところが、慶安4年(1651)に由井正雪の事件が起こった。正雪は江戸・京都・大阪に同志を派遣し、自身は駿河の久能山に拠って一斉に反乱の火の手をあげようとしたのである。江戸では河原勘右衛門らが夜陰に乗じて鉛硝蔵に放火する。3万駄の鉛硝が大爆発すると同時に、かねて蓄えておいた火薬で江戸の各所に放火、市中を火の海にする。一方、丸橋忠弥は混乱に紛れて決死隊を率い江戸城内に突入する、という大それた計画であった。これは密告があったが、未然に防ぐことができたが、明暦3年(1657)の大火の際にも、正雪の一味があちこちで放火しているというわさがしきりであった。そのため、幕府の放火に対する姿勢はきわめて厳しいものになった。

『御当代記』によると、大老堀田正俊の行財政改革、いわゆる“天和の治”により人員整理された多数の同心が生活に困って放火しているという風評を記し、さらに、

去年の11月28日・12月28日、両度の大火事より正月を経て2月まで、毎日のように火災があった。日に5～6回、または8～9回も発生したことがあった。これらはすべて放火であった。と述べている。天和3年(1683)正月8日には次のような町触れも出ている。

- 一、放火した者があつたら訴え出よ。たとえ一味であってもその罪を許し、褒美を与える。訴え出た者に悪党仲間が仕返しをせぬよう保

護にあたれ。

- 一、放火した者を見つけた場合は捕らえて早々に報告せよ。決して見逃してはならぬ。
- 一、拳動不審の者があつたらよく調べ、町奉行所に連行せよ。
- 一、火事の場合、地車や大八車に荷物を積んで避難してはならない。やりやなぎなたも抜き身にしないこと。
- 一、車長持を禁止する。以後、製造・売買してはならない。

上の文で地車とは重量物を運搬するために用いる四輪車で車台が低い。車長持は長持に車をつけたもので、明暦の大火の時、これが道路をふさぎ大惨事の原因となった。正月12日には、

風が激しい時には町内に1、2か所ずつ昼夜屋根に人をあげて火の用心をさせるべきである。という通達が出て“家根番”の制度も始まった。

23日、先手頭中山勘解由直守は与力・同心を市内各所に派遣して不審な者を召し捕るようにと下知を受けた。勘解由はさっそく変装した与力・同心をはいかいさせて、怪しいとらんだ者を片端から検挙した。息子の直房も同じ役についていたが、賊徒を多数捕らえた功勞により金5枚を与えられている。それだけに、誤って逮捕された者も大勢いた。そして、そのほとんどが容赦ない拷問で放火を無理やり自白させられ、処刑されたのである。川越の塩商人榎本弥左衛門は閏5月18日の覚書に、

江戸で火あぶりになった者は今年だけで50人ほどもあった。みな火付である。各所で告発されてこうなったのである。

と記している。八百屋お七の逮捕と火刑はこのような状況の中で行われたのであった。



## 2 江戸の防火対策

ケンベルは日本の家屋について、

江戸では家は小さく高さも低く松材やしっくい  
の薄い壁からつくられ、内部には紙の障子と

ふすまをたて床にはしんをつめたきれいなイグサの畳が敷いてあり、屋根は松のこけら板でふいてあってすべての物が、いわば燃えやすい材料で組み立ててあるから、ほんのちょっとした火でもつきやすい。

と述べている。かわら屋根が普及するのは享保時代、8代將軍吉宗が躍起となって奨励してからである。費用がかかるのと、明暦の大火の際、かわらの落下で負傷者が多く出たために、元禄になっても板ぶきが普通であった。したがって、燃焼材料の住宅が密集している江戸の町では細心な防火対策が必要であった。

慶安元年(1648)の町触れでは、2時間交代の夜番を置き、町々を見回る。火事が発生したら火元の者は声を出して知らせ、町内は残らず駆け付けて消火にあたる。駆け付けぬ者には過料を課する、と規定している。承応2年(1653)には、家ごとに防火用の水を手おけに入れて軒につるし、はしごも用意することになった。だが、ケンベルは、

なるほど、屋根の破風の下には普通は台があって、それに水を入れた取っ手の付いたおけが水を降りかける2、3本のひしゃくと一緒に置いてあり、人は外から掛かっているはしごを使ってそこへ楽々と登ることができる。しかし、このやり方はぶすぶすくすぶっている火に対しては何とか間に合うが、これでは燃え広がっている猛火の威力はけっして抑えられない。

と批判している。

花火は隅田河畔に限られ、市中で売ることが禁止された。正月の松飾りを焼く左義長もまきを多く積んではならぬとされた。風呂屋も午後6時以後はたくことが許されなくなった。明暦元年(1655)には、市街地でごみを焼くことも規制された。このころ玉川上水が完成したので、1町の両側に平均8個の消火用の井戸を掘るようにとの通達が出た。井戸は商売の妨げにならぬよう道路なみの高さにして、平常はふたをしておく、ということになった。その後も、強風時の外出を禁じたり、火を持ち歩く商売を認めないという、きめ細かな防火対策を行っている。江戸の大半を焼き、死者数

万を出した明暦の大火(1657年)後は、屋根に泥を塗らせて少しでも延焼を防ごうとしている。

防災についての通達は、外国使節入府の場合には一段と厳しくなる。天和2年(1682)、綱吉の5代將軍就任を祝って朝鮮信使が来日した。江戸では、7月9日に、

はしご・天水おけ・ためおけなど古くなっていたら新しいものに取りかえよ。

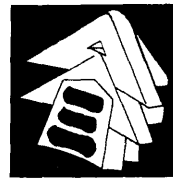
という町触れが出た。8月14日には、

昼夜とも火の用心に念を入れよ。2階で火をたいてはならぬ。手おけを各戸で用意し、朝鮮人通行の直前に打水すること。水ためおけには常に水を入れて火災に備えること。

という指示が出た。同月20日には、

明日、いよいよ朝鮮使節が到着する。名主、月行事はかみしもをつけ、到着の時には木戸に立ち、けんか口論など物騒がしいことのないようにせよ。火の用心はもちろんである。

という念を入れた触れが出されている。



### 3 火消制度の発達

幕府の火消制度は大名火消から始まった。寛永16年(1639)8月11日、江戸城御台所から出火した火災で本丸御殿が全焼した。そこで幕府は10月15日、秋元但馬守・土屋民部少輔・細川玄蕃頭・浅野内匠頭・大関土佐守・西尾丹後守の6大名に火消役を命じた。このうち、浅野内匠頭とは刃傷事件を起こした赤穂藩主長姫の祖父長直である。寛永20年(1643)には、6万石以下の16大名を4隊に編成した。各隊は4家で組み、1万石につき30人ずつの隊員で構成された。各隊は10日間交代で任務につき、参勤交代があっても定数が確保できるようになっていた。ところが、翌正保元年(1644)には10家3隊、同3年(1646)には9家3隊と縮小され、慶安2年(1649)に10家3隊になった。

大名火消の中で火消場所が定まっているものを所々火消と称した。寛永16年(1639)に森川半弥に



紅葉山の仏殿の守備を命じたのが始まりで、元禄時代には江戸城本丸など重要地点20か所を36大名が担当した。方角火消というのは定められた方面の火災にのみ出動したもので、明暦の大火(1657年)直後に桜田筋・山手筋・下谷筋に12大名を割り当てたのが最初で、寛文8年(1668)の大火を機会に大手下馬所、本丸はね橋外、桜田門、巢鴨・牛込・市谷、浅草・谷中・千駄木、四谷・渋谷の6地点を6大名に分担させたが、元禄11年(1698)には、江戸を東西南北の四方に分けて各3人ずつ計12人の大名を配置することになった。正徳2年(1712)には、改めて江戸を5地域に分割し、3万石から10万石までの大名15人を3人ずつ防火に当たらせた。同6年(1716)には、方角火消を大手・桜田の2組にまとめ、それぞれ4大名に6地区を担当させた。方角火消は、内曲輪の火災には直接火消に当たったが、外曲輪の場合には老中の指令を受けて初めて出動した。そのような時でも活動は定火消が到着するまでで、定火消がくると道や溝を隔てて火の粉を防ぐ役にまわった。享保3年(1718)には、火事場から遠ざかった場所で延焼を防ぐだけが仕事になり、元文元年(1736)になると、江戸城から遠方の火災には出動しなくなった。

さらに増火消というのがある。将軍の命令を受けて老中が発する文書(奉書)によって出動するので奉書火消とも呼ばれる。慶安3年(1650)、仙石越前守政俊など5人が命ぜられたのが始まりで、大火のたびに3人から6、7人が当てられた。だが定火消の応援が主たる任務で、町火消が成立・発展すると影が薄くなった。

定火消は旗本の消防隊である。明暦の大火後の万治元年(1658)、近藤彦九郎など4人を任命し2人ずつ隔日に火の番をさせた。それぞれの組は与力6騎・同心30人・消防夫100人で編成されていた。幕府は、この4組に役料として300人扶持を与えたが、これだけでは不足である。そこで、寄谷(3,000石以上)の豊かな旗本から人選したので寄合火消ともいわれた。定火消は3,000坪ほどの火消屋敷に常時待機している。4組の屋敷は麴町半蔵門外・飯田町・お茶の水・市谷佐内坂で、北

西部に置かれたのは、この地域から出火すると江戸全市が風下となって大火になりやすく、特に江戸城が危険に陥ることが予想されたためであった。

火消屋敷の造営には銀100貫が下賜されるのでなかなか立派である。約13mの火の見やぐらもあり、大太鼓と半鐘が置かれていた。見張りは常時2人、火事を発見すると太鼓を打ち、近火には太鼓と半鐘を交互にたたいた。この合図を聞くと定紋打った銀箔押しのもといを先頭に火消役がとび出し、高張じょうちん・はしご・さすまた・玄蕃おけ・とびぐちなどが続く。与力以上が騎馬、同心以下が徒歩であった。

いく度も聞くは火事太鼓。打つより早く与力衆の伊達皮羽織皮頭巾……同心衆は鳶口やまといを先に押したてて…(『武蔵八代集』)という勇ましい情景である。

消防夫はガエンと呼ばれ、火消屋敷の大部屋で生活していた。寝る時は丸太を枕にして10人から15人が1列に並んで眠る。いったん火災が発生すると寝ずの番が枕木の小口を木づちでたたいて起こした。文字通り“たたきおこす”のである。真冬でもはっぴ1枚、色白で男ぶりのよい江戸生まれが多く、おしやれで日に3、4回も入浴し、入れ墨の身体を誇りにしていた。しかし、平常はばくちにふけり、酒屋・料理屋を荒らしまわり、芝居見物をして木戸銭を払わずダニのように嫌われた。

定火消は万治2年(1659)、6組になり、翌3年(1660)には8組、寛文2年(1662)には10組、さらに元禄8年(1695)には15組1,920人まで増設されたが、幕府の財政難や旗本の困窮によって、宝永元年(1704)には10組1,280人に縮少した。以後、十人火消と呼ばれた。

定火消の消火作業は江戸城と武家屋敷に限られていて、町家の火災には動かず、武家地に延焼の恐れのある場合でも境界線で待機していた。これでは江戸市民は助からない。

町火消の濫觴は明暦の大火後、万治元年(1658)高野新左衛門の提唱で組織された火消組合にあるといわれる。この時、南伝馬町など23町は、

一、各町とも月行事と家持2人で火消人足を指揮すること。消防のため、家を崩すことがあっても家主は文句を言わぬこと。

一、火事場では月行事・家持の指揮に従いけんか口論をしないこと。

一、鎮火後、火消人足の札を改め、不参の者がいたら1貫文(4貫文で1両)の過料を出させること。

一、大火となって大名火消が出動したら第2線に後退して消火すること。

など7項目を取り決めた。この組合の火消人足は167人であった。幕府もこの動きに対応して寛文元年(1661)、

町内に火事があった場合には向い側3町、左右2町、裏3町、火元の町と合わせて9町が駆け付けて消火する。片町(道路の片側だけが町屋)ならば左右2町、裏町3町、火元町の6町が駆け付けて火を消す。

と出動範囲を示した。これが<sup>駈付け</sup>火消である。

このような経過ののち、享保3年(1718)、南町奉行大岡越前守忠相は隅田川を境にして、およそ20町を1区画にまとめ“いろは47組”(特別隊本組を合算すると48組)を編成し、本所・深川方面は16組に組織した。同5年(1720)にはいろは組のひ・へ・らの3組の名称をそれぞれ百・千・万に変えた。火・屁・羅(男性器を連想させる)の語呂を避けたのである。享保15年(1730)には“いろは47組”を1番組から9番組に方面別にした。そして、各ブロック内の火災には互いに応援しあうようにした。元文3年(1738)には4番組と7番組を廃止し、組内のいろは組を5番組と6番組に編入した。死や質という音を嫌ったのである。本所・深川は南・中・北の3組にまとめた。火消人足の総人数は10,359人であった。以後、江戸市街の消防活動は彼等町火消の手にゆだねられたのである。

当時の消防は大うちわで火勢をあおぎ返そうとしたり、延焼を防ぐため火の通路に当たる建物を片端から壊してしまうという単純なものであった。そこで、とびぐちやのこぎりを持って出動したのである。このような、消すより壊すことを主眼と

した破壊消防の戦術は、基本的には明治まで継続したのである。消防の実例を『天和笑委集』の描写で見てみよう。

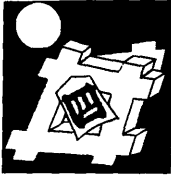
天和2年11月28日はさわやかな青空で朝を迎えた。ところが午前7時すぎから黒雲が覆い、8時をまわるころから風が吹き始めて次第に激しさを増した。午前9時ごろ市谷の河田ヶ窪から出火した。火元は百姓地にあった五兵衛に借家していた徳左衛門という説と通世者の草庵という説があって定かではない。強風下、たちまち黒煙はもうもうと空高く舞い上がり、火勢は町家を灰にしなから尾張中納言光友(名古屋61.9万石)の上屋敷に迫った。だが家中の武士が必死に防いたので被害は西側の五段長屋だけにとどまった。だが四谷一带に火があふれると、堀沿いの松平左京大夫<sup>よりすみ</sup>頼純(西条3万石)と紀伊中納言光貞(和歌山55.5万石)の中屋敷からもすさまじい火炎が立ち昇った。消火担当の大名は金銀をちりばめた<sup>ましの</sup>指物を先頭に革製の火消装束を身にまとって四方から駆け付け、ここを先途と火煙に立ち向かった。その光景は勇壮華麗でさながら合戦絵巻を見るようであった。だが山の手は井戸が深く水に乏しい。辻々の用水も凍っていて使いものにならない。そのため、次第に吹き荒れる北風と火の粉に追われる形勢となった。将軍綱吉はついに酒井河内守忠<sup>なかつ</sup>拳(厩橋13万石)をはじめ13大名にも出動を命じた。忠拳が数百人を率いて煙の中を紀州邸に駆け付けると、もう一面の火の海で鷲の門とその下の長屋が残っているだけであった。ここも風下であるから火のかかるのは時間の問題である。しかも南は坂で低い所、武家屋敷に添うように赤坂の町が続いていた。忠拳は「急ぎ長屋に登り火を止めよ」と命じた。犬塚又内が輩下とともに屋根に上がり、堀の水をくみ上げて奔流のように押し寄せる火炎を必死に防いだ。同時にくま手・鎌・おの・まさかり・とびぐち・のこぎりなどを使って棟木やたる木を切り落とし、懸命に延焼を食い止め、ついに鷲の門とその下の長屋を守り通した。もし防禦に失敗したら西久保から愛宕山・増上寺方面にまで火の手がのびたことであろう。それだけに犬塚又内の

働きは、

犬塚ときげばいやしみ思へども

かかる誉れは人にまたない

と嘆賞されたのであった。



#### 4 江戸の防災化

元禄の初年に来日したケンペルは、江戸について次のように記している。

この都市は他の町々と同じように城壁で囲まれてはいないが、幾つかの幅広い堀と木を植えた高い土堤で分断されていて、それで大火を防ぎ、火が燃え広がることがないという窮極の目的を達している。……江戸の町の造成に関していうと、一時期でなくて次第に今の大きさに繁栄していったので町は整然としていない。けれども、ここでは大火はまったく珍しいことではなく、その機会に市区には整然とした十字路が新たに造られる。

江戸時代においても、最終的な消防戦略はやはり都市計画であった。ケンペルが指摘している防火土手や整然とした道路も、明暦の大火(1657年)後の都市計画で新設されたものなのである。災後、幕府は大がかりな武家屋敷の移動を断行し、寛文元年(1661)までに1,308家を城内から城外へ、市街地から郊外へと移した。寺院も外堀の先か新開地に移す政策が積極的にすすめられた。幕府は、明暦の大火の際、湯島方面の飛び火で駿河台が炎上し、これが江戸城や市街地を焼失させる導火線になったことを重視して、お茶の水・本郷・湯島などの寺院を小石川・駒込・浅草方面に移した。また道路の拡張にも着手し、日本橋通りと通町筋は18.2m、本町通りは13.8mの道幅になったほか、幅10m前後の道路を盛んに造った。さらに、府内各所に広小路とか火除地ひのけと呼ばれる広場を設けた。そして、市街地には2本の防火堤が築かれた。一つは神田の新白銀町から柳原までの約1,091m、もう一つは日本橋から江戸橋に至る川の南岸272.5m

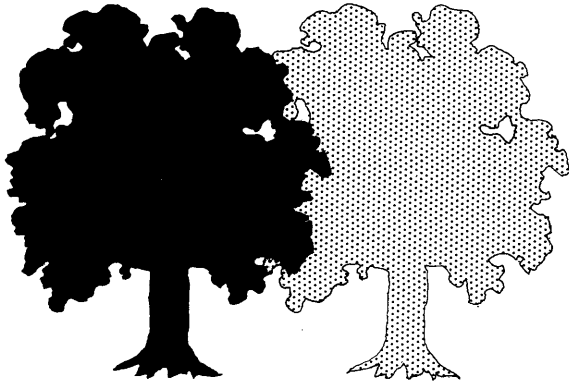
のもので、ともに高さは7.2m、土手の上には松が植えられた。これらの防火施設のため多くの町家が不便な場所に立ち退きを強制された。幕府が隅田川に初めて長さ171m、幅7.3mの両国橋を架けたのは本所開発のためであった。だが、この橋の完成により民衆は絶好な避難通路を獲得した。明暦の大火の際に、浅草橋で火に追いつめられ、23,000人が焼死したような悲劇はもはや過去のものとなった。

天和2年(1682)の大火ののち、幕府は明暦の大火後の市街整備を大修正した。まず、青山和泉守忠雄(浜松5万石)邸の西半分を接収して、小身の御家人に分与した。これが現在の青山の町々の始まりである。千駄谷の内藤若狭守重頼の屋敷も御家人に細分化された。

寺院は26寺が移動したが、そのうち12が湯島にあったもので、7寺を駒込に、3寺を谷中に移転させている。馬喰町にあった5寺院も深川などに転出させられたため、外堀の内側から寺院は姿を消した。寺院はろうそく・線香など火気を多く使用するの、火災を起こしやすいのである。

明暦の大火後設けた新道は、あまり防火に役に立たなかったという理由で廃止された。だが、一方では不忍池西南部に幅4間(約7.2m)の道路を造ったり、白銀町土手北側の道路も大幅に拡張している。湯島広小路も北に延ばし、湯島天神の西側まで幅2町(約218m)という広々とした道になった。湯島とともに火災多発地帯の神田川北岸には空閑地を多く設けた。お茶の水には土手を造成し、芝を敷き小松を植えた。近辺に完成した桜馬場も一種の火除地といえなくもない。筋違橋内外(現在の神田万世橋付近)には、すでに明暦の大火後から広場ができていたが、天和の大火後はさらにそれを拡張したため、広大な草原が江戸市中出现した。付近の住民はその空地为野菜栽培に利用していた。かくして、本郷方面で出火した火災を湯島で防ぎ、お茶の水で防ぎ、筋違橋で防ぎ、さらには白銀町土手で防ぐ、江戸の防災化が達成されたのである。

(くろき たかし/東京都立北多摩高等学校教諭)



宇野英隆

# 住まいの安全

“安全な住まい”といったら、人はどんなことを考えるだろうか。直感的に思い浮かぶのは、地震や台風にあってもつぶれない家のイメージだろう。実際に、新潟や仙台の地震では住宅がかなり被害を受けている。手元の理科年表によると、昭和53年の宮城県沖地震では全壊651、半壊5,450戸だ。台風による風水害も、また多い。このように、地震災害や風水害は再三繰り返されているので、行政的にも建築基準法で構造上つぶれない建物を造るよう指導がなされているし、また、住宅金融公庫の融資の条件にも、構造上の安全性を備えるよういろいろな規定が仕様書の中にもられている。だから、この指針に従って住宅が建てられているのなら一応は安心していただけるのだが、それにもかかわらず、かなりの住宅が壊れている事実は、一つにはこの基準が守られていない住宅が多いこと、さらには、建物自体の耐久性が限度にきているのにそれを気付かずにいることなどが主な原因である。しかし、これ以外にもある。私が宮城県沖地震の直後、現地で感じたことは、住宅がどんなに丈夫にできていても、地盤が不安定だと住宅の被害は実に大きいということであった。土地の丈夫さと住宅の丈夫さが一体となったときに、初めて構造的に安全な住宅ができるのである。住宅だけをいくら丈夫にしても足元が不安定では何にもならない。このように、構造上の安全性確保のための努力は常になされ、その研究も対策もとられており、今さら述べることもない。そこで、

ここではそれ以外の“住まいの安全”について述べてみたい。

安全という概念が“人の命を守る”ことであるならば、何らかの意味で住まいに関係のある安全を考えるときには、さらに広範囲にみる必要がある。

## 1 日常災害ということ

今から15年ほど前、新聞に中高層のアパートのベランダや窓から子供が落ち死傷するという記事が目立って増えた。土地の有効利用のため都心では鉄筋コンクリート造の中高層アパートが増加してきたころだが、この住まいは従来の住まいと違って地上10mにも及ぶ高所での居住なので、地上の生活に慣れてきた住まい手が戸惑うところがたくさんあった。今まで身につけた暮らし方では適応できない部分がある。かといって、新しい住まいに合った暮らし方を身につけるには時間がかかる。このように、生活環境の急変によって、住まい手が住まいを住みこなせないために、窓やベランダから落ちることが多くなっているのなら、ほかにも住み慣れないための事故が起きているはずだと考えた。そこで、厚生省が毎年発表している人口動態統計より、住宅内で住宅が原因で事故死した件数を集計してみると、何と4,000人にのぼり、さらに昭和40年～45年朝日・中日・西日本の各新聞に報じられた事故をみても、窓からの転落で死亡30件、重傷約18件、それ以外でも建物の至

る所で事故を起こしていることがわかった。

このような事故は、建物の造り方が急変して、住まい手が住まい方を知らないために起こった事故だとは必ずしもいいきれない面も多々あるが、主な原因であることは否定できない。在来の住まいでも、日常の生活をしている中での事故はあった。これは、道を歩いていても転んで思わぬけがをするのと同じである。これが慣れない環境では、事故の発生率は多くなるのは致し方ない。こう考えてくると、今造られている住まいに対しては、安全性を確保する何らかの客観的な対策を講じなければならないことになる。

こんな考えから、私たちは昭和46年、建築学会で開催された大会に「建築物の日常的災害に関する調査」と題して住まいでの傷害例を調査したものを発表した。これが、建物における事故を安全性という立場から総合的に見た初めての論文ではないかと思う。それ以前にも、建物内での人間の安全性を扱った研究はまれには発表されていたが、それは、安全性というよりも環境とか材料に着目しての研究が多い。

さて、建物の安全性の研究となると、その安全性とは何を指すのかが問題になる。というのは、日常生活で使うどんなものでも、使い方を誤れば手を切ったりやけどをしたりといった事故を起こす。だから、複雑な建物ではその使い方を誤れば当然事故を起こす。そこで、建物または住まいはどこまで安全性を確保しなければならないのかが問題だ。私は、この限界を“そのときの社会的判断で常識的な生活をしているとき、身体に何らかの不都合な傷害を受ける”環境は、安全な建物ではないと判断している。だから、住まいもその範囲で安全対策をとるのが好ましい。

なぜこのようなことをいうのかというと、安全性と住み心地は裏腹の関係にあるからだ。住まいには心休まる快適な環境が望まれる。安全性を確保するには多少この快適さを犠牲にしなければならないところがある。たとえば、墜落を防止するための手すりをつけるとうっとおしい、つまずかないように床に段差をなくすと味気ないといった

ことが至る所にてでくる。安全性と快適性と、この二つの兼ね合いが難しい。

日常生活の中で起こる人身の事故を、地震・火災・台風などのときの事故、すなわち非常災害と区別して、日常災害と呼んでいる。

さて、日常災害の研究は約15年ほど前から行われてきたのだが、方法としては次の二つがある。

1. 災害の統計的研究
2. 災害防止のための人間工学的研究

## 2 日常災害の統計的研究

図1は、厚生省の人口動態統計に示された各種の事故による1年間の死亡者数である。ここで昭和51年を使っているのは、私の調査がこの年に行われたので、比較上同年のものを使わせていただく。( )内は昭和55年の数値である。このうち、住まいでの事故は建築災害のうち家庭の部分で3,964

図1 各種の事故における1年間の死亡者数  
(厚生省人口動態統計昭51年 ( )内は55年)

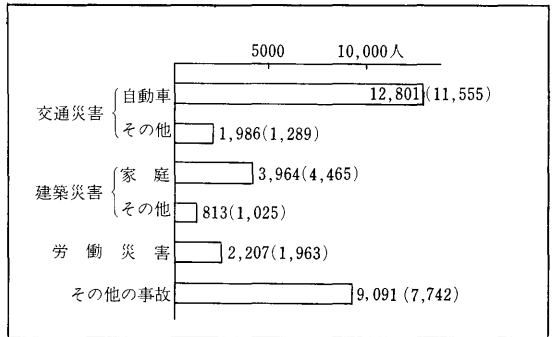
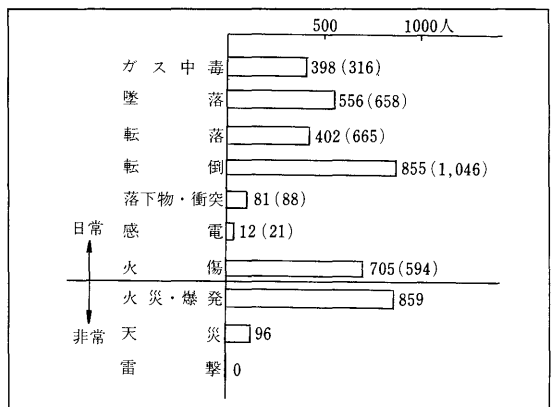


図2 住宅での事故の1年間の原因別死亡者数  
(厚生省人口動態統計昭51年 ( )内は55年)



人、最も危険だと思われる労働災害の死亡者より多い。労働環境での事故防止は労働省や各会社などがかなり力を入れているので、このような数にとどまっているのだろうが、家庭での事故に対し

図3 東京都で家の中でけがをした人数(推定値)  
(ただし病院に行く程度のけがをしたもの)

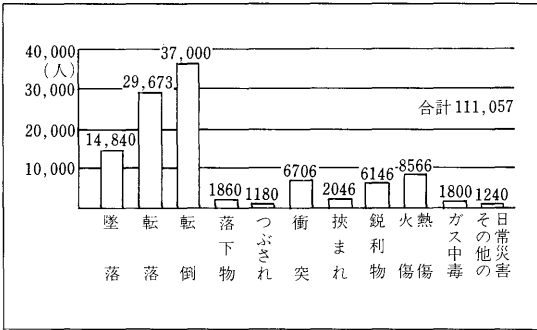


表1 日常災害の種類と定義

種類	定義	備考
墜落	人が高所より空中を落下する事故	
転落	人が階段・スロープ等の高所より階段・スロープ等に体を接しながら落下する事故(こころがり落ちる事故)	 転落が起因となって墜落に至ったものは後者とする
転倒	人が床・地面等の同一水平面上で、あるいはこれに近い状態の面上で(体の均衡を失って)倒れる事故	 転倒が起因となって墜落・転落・火傷・熱傷・感電・溺水に至ったものは後者とする
落下物による打撲	人が落下(あるいは飛来)してきた物体に当たる事故	
つぶされ	人が倒壊あるいは転倒してきた重い物体につぶされる事故	 ブロックの倒壊、家具の転倒等
衝突	人が物体にぶつかる事故、あるいは人が動いてくる物体にぶつけられる事故	墜落・転落・転倒・落下物・つぶされ等の結果生じたぶつかりは前者とするが、ガラスへのぶつかりが起因となって墜落・転倒に至ったものは後者とする
挟まれ	人が物体間あるいは物体内の狭いすき間に身体の一部あるいは一部を挟まれる事故	つぶされと考えられるものを除く
こすり	人が身体の一部を荒い表面でこする事故	墜落・転落・転倒・落下物・つぶされ等の結果生じたこすりは前者とする
鋭利物による傷害	人が鋭利な物によって身体の一部を切るあるいは刺す	墜落・転落・転倒・落下物・つぶされ等の結果生じたものは前者とする。ガラスへのぶつかりは除く
火・熱傷	人が高温物に触れて生じる事故	転倒によるものを含む
感電	人が電位差のあるものに触れて生ずる事故	転倒によるものを含む
ガス中毒・酸欠	人が有害ガスにより中毒する事故、あるいは酸素欠乏により窒息する事故	ガス爆発に至ったものを除く
溺水	人が溺れる。あるいは水の中で窒息する事故	転倒によるものを含む
その他	その他の事故	犯罪・病氣・自損等は除く

ては、積極的な対策に乗り出していないのが現状である。事故の性質上ちょっと注意すれば防げることだけに、防止のための努力が少ないのは残念なことだ。図2は、家庭内での災害の内訳である。これから日常災害の死者は3,009人である。

では、けがをする人はどのくらいいるのか。これを明らかにするために、東京消防庁が管轄する救急隊149隊の中から無作為に16隊を選び、前述の統計と同じ昭和51年中に出動した記録の中から、住まいに関係あるものを抜き出して数えた。この結果を全東京都の人口に統計的に直した値が、図3である。

転倒・転落・墜落が多いのは死亡事故の場合と同じだ。救急車で病院に運ばれるのは、けがの中

では重症の部類に属する。したがって、この調査では特に軽いものを除くと、1人の死亡者に対してその約100倍の人が重症を負っていることが明らかになった。

こんどは軽い傷程度をみてみよう。戸に挟まれたりガラスで手を切ったりしたときには自分で治療する。この程度のキズをする人数を数える方法として、私の勤める大学で、自宅から通学している学生を対象にしてアンケート調査を行った。この結果を紹介しよう。対象は2,300人、昭和51年12月1日～31日までの1か月間に起きた事故をもれなく記入してもらうという方法をとった。回答は944。家族も含めたので総人員は3,798人である(図4)。

事故を起こした人の年齢だが、15歳～44歳が多い。45歳～64歳がこれに続く。人口動態統計の事故死の場合は0歳および65歳以上の人たちが圧倒的に多いのだが、これに比べて、軽傷を起こす年齢層がかなり活動的な年齢層に集中していることがわかる。傷の種類はかなり多種にわたっているが、転倒・転落はここでも多いことがわかる。

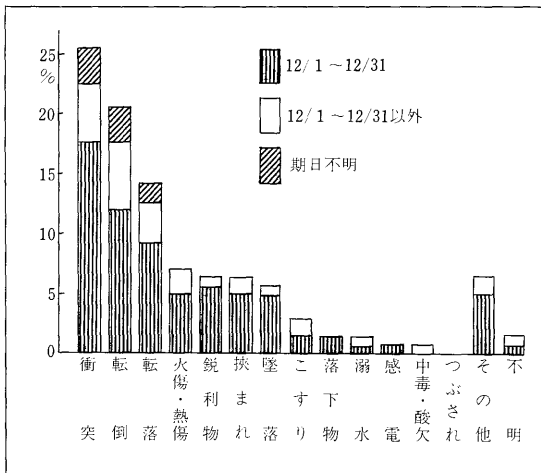
さて、この三つの総計値をまとめてみると次のようになる。死亡、重傷、軽傷の比率は1:100:10,000。日本の人口を1億1,000万とすれば約37,000人に1人の死亡、370人に1人の重傷、そして3.7人に1人の軽傷が1年間に起こることを意味する。

ここで、日常災害の種類を明確に定義づけておかないとこの統計値は意味をなさないの、これを表1に示しておく。

### 3 日常安全確保のための人間工学的研究

統計の値からみて、かなりな人が事故に遭っていることはわかるが、では、どんな動機で事故に遭うのかとなると明らかではない。外国の例では、住まい方が悪くて事故に遭うのが約7割を占めるという資料がある。いずれにしても、住まいの造りが悪くて事故を起こすのは、ほんの1割程度のようなのだ。しかし前にも述べたように、住まいの形が高層化・プレハブ化してきた今日、生活行動の

図4 住宅での事故の1月間の原因別軽傷者数



不注意と相まって、あながち住まい方が悪いからだばかりはいいい切れない面も多々ある。

安全を確保するための技術的手法としては、

- ① 人間の行動を分析し、その動作を設計に取り入れられる形で数量化する。
- ② 数量化された人間像を建物の部分として具体化するための構法を決める。

の2項目によって行われる。二つの例を挙げてこのことを説明しよう。

#### 具体例1 墜落事故防止のための手法

墜落は、住まいが高層化してくると窓やベランダから落ちる事故である。墜落を防止するには、窓やベランダに安全性の高い手すりを取り付けることだ。安全性の高い手すりとはどんな条件を備えていけばいいのか。これには四つの条件が考えられる。すなわち、強さ・高さ・手すり子間隔の寸法・形が適当、の四つであることだ。

1 m 当たり 300 kg に耐えること……手すりは人が寄り掛かる。非常時には多人数で押す場合もある。だから、押しでも壊れない丈夫さが必要だ。となると、人はどのくらいの力で押すものかを知らなくてはならない。

図5は、このような力を測定する装置である。柱から下げた平面加力部は、ここに力が加わると、どのくらいの力が加えられているかを知ることができる。写真のように、実際の手すりを取り付け笠木に1 mの範囲を決めて、ここに実際に加力してみると、表2のような値を得た。

人数が増えても1人で押せる力の人数倍というわけではなく、ある値に近づくようである。実際のアパートなどでは、いくら人が集まっても幅1 mに6人程度だから、設計用には300kg/mの荷重を仮定しておけば充分である。しかしこの値は、階段とか各戸をつなぐ共通の廊下に使われている手すりの場合である。個人の家のベランダの手すりは、パニックのときでもそれほど人が集まるとは考えられない。そこで、このような場所に使う手すりは150kg/mの加力に耐えればよい。

実際に手すりを取り付けるとなると、いろいろな取り付け方があるが、一番苦勞するのが、図6

のように根元だけをコンクリートに埋め込む構造の場合である。この取り付け方だと300kg/mの力に耐えるためにはコンクリートへの埋め込み方をかなり工夫しないと壊れてしまうことがあるので



図5 測定装置

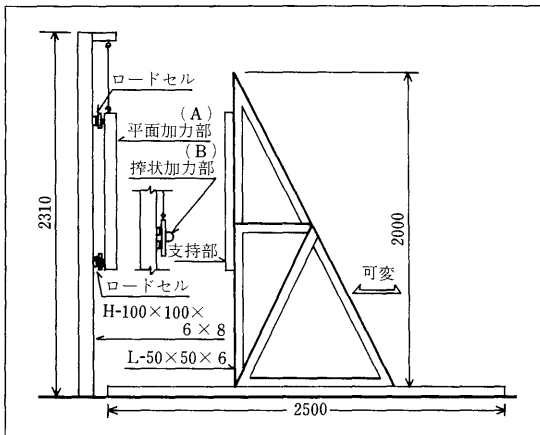


表2 人の押したときの力

	1人当たりの力
1人で押す	92.7
2人で押す	106.4
3人で押す	85.1
4人で押す	63.8
6人で押す	47.1
8人で押す	65.6
10人で押す	48.2
10人で後から徐々に押す	36.9
10人で1.5㎡に入って押す	21.4

図6 ベランダの先端

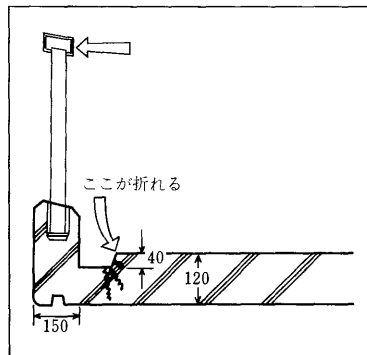
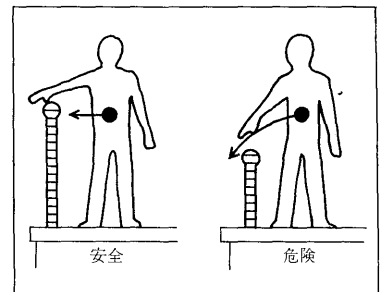


図7 手すりは重心より高く



注意したい。

110cm以上の高さが必要……手すり自体がどんなに丈夫であっても、低いために寄り掛かったとき手すりを越えて頭から落ちたのではたまらない。この事故を防止するには、手すりの高さは人の重心高さより高い必要がある。理由は、図7のように体重が重心に集まっていると考え、これより低ければ手すりを越えて落ちることが考えられるからだ。

日本人の場合、この重心高さは、身長を100とすると56の位置にあるといわれているから、この比率を使って、多少古いが手持ちの昭和46年の身長統計から計算すると105cmとなる。身長は今日でもそれほど変わっていないから、この計算から手すり高さは110cm以上が必要なのがわかる。この値は建築基準法施工令第126条の値と同じ。しかし、最近は手すりの取り付け場所や手すり自体の形によって、足掛かりとなる部分ができるので、実際には110cmに足掛かりまでの寸法を加えた高さとしなければならない。

問題なのは窓手すりだ。窓の場合は必ず窓台があるが、子供はこの上に上るので床から110cm取っても意味がない。5～6歳の子供を対象としてこの高さを決めればよい。この結果は、窓台より75cmの高さが必要なのだが、一般にはさらに10cmの余裕をみて85cmとするのが普通である。

手すりの間隔は11cm以下……手すりは手すり子と呼ばれる格子状の部分と笠木とからできている(写真参照)。最近は手すりをユニットとして造るので、一つ一つのユニットをコンクリート躯体に



取り付けていくが、このとき誤りがちなのはユニット間の寸法で、ここが11cm以上になっている場合が多い。11cmという間隔は、生後間もない子供の頭の幅の寸法である。だから、頭が通らない寸法と解していい。しかし、事故は足から落ちることもあるので、この場合には首がひっかかる。どうしても事故を防止するなら9cm以下としなければならないのだが、これは手すりとしてはうっとうしい。家庭の事情によってよく対策を考えることが必要となろう。

子供の上れないデザイン……手すり子の形は縦だけがいい。横桟が入ると足掛かりとなって上るので墜落の危険が増す。必ずしも縦棒だけに頼らなくても、笠木を太くするかこう配を付けるなどの工夫をすれば、上りにくい手すりはできるのだが、価格が上がるので現在ではほとんど縦しげの手すり子を使っている。公団住宅仕様のこの縦しげの手すりでも子供がぜんぜん上れないわけではない。実際に上らせてみると、4歳程度になるとほとんどの子供が上ることができる。ただ縦棒だけだと時間がかかる。このことを考えると、やはり子供には手すりには上ってはいけないよという教育を充分しておくことが必要なのだ。

#### 具体例2 階段からの転落を防止する

階段からの転落は実に多い。アメリカの消費者製品安全委員会の報告で事故原因の第1位、イギリスの貿易省の報告も第1位である。日本でも国民生活センターの報告で2位。住宅の中では最も注意すべき場所なのである。

階段は踏み面とけあげから成っている。階段を踏み外す原因は大きく分けて二つある。踏み面で滑る場合と、上り下りのとき体のバランスを失う場合とである。踏み面で滑る場合は、さらに踏み面の面で滑る場合と段鼻で滑る場合とがある。そのうち、踏み面の平らな面で滑ることはごくまれだが、この予防法は、床面の滑りと同様な考えで処理できる。段鼻での滑りはちょっと違う。そして、この場合が最も危険なのである。

ここでまず明らかにしなければならないのは、踏み面とけあげの寸法によって足の付く位置が異

なるということ。このとき、足の親指の根元の骨、すなわち第1中足指節関節がこの段鼻を越えて接地すると、滑りを止めて、体の安定を保つために足指の微妙な動作ができないので事故を起こしやすい。安全性を確保するための踏み面の寸法は、このような考え方からすれば、第1中足指節関節が踏み面上に乗るように接地できる寸法を確保することだ。

では、足のどこが接地するのかは上り下りの動作の変化や踏み面とけあげの寸法によって皆違ってくるのだが、私たちの行った平常の上り下り動作をビデオ撮りして、それより動作解析をした結果では、踏み面寸法は210mmが限度であることがわかった。けあげについては、下りる動作のうちで接地時の段に与える力の大きさを計ると、けあげが195mm以上だと体が落下するように接地することが測定されたので、この値が踏み面の限界値と判断してよさそうである。というのは、落下するように接地するという事は、その瞬間は体が不安定になっているからである。この値は、従来からいわれている快適な階段の条件、踏み面にけあげの2倍を加えたものが63という式に当てはめると60という値となる。

実際問題として、面積の制約などでこのような理想的な階段が造れないときには、事故が起こる可能性があるから、体を支える手すり棒を設けたり、転落したときの打撲などを少しでも柔らげるため、ジュタンなどを敷くなどして、階段まわりの安全を保たなければならない。

以上二つの具体例を挙げて、その対策の手法を述べたが、このような手法で、表1のほとんどの事故についてその対策が研究されている。しかし、統計的な研究も、いまだ在室時間との関係が明らかになっていないとか、人間工学的研究もまだまだ序の口である。今後に残された問題は多く、建築における安全学の確立はむしろこれからといったところである。この分野が特に多くの学問分野との境界に当たる部分が多いので、今後いろいろと御協力をせつをお願いする次第である。

(うの ひでたか/千葉工業大学工学部教授)

# 都市の水循環

押田 勇雄

## 1 地球上の水循環

まず最初に、地球全体としての水循環のあらましを理解していただきたい。

図1は、地球の表面全体としての水の循環の大筋を示したものである。地表全体では年間1,020mmの蒸発があり、また、同時に年間1,020mmの降水(雨、雪)があつて平衡が保たれている。海についてみると、蒸発が1,240mm、降水が1,140mmで、どちらも平均より多く、また、蒸発の方が降水より多い。この多い分は、もちろん陸地の降水に付け加わるわけである。

陸地についてみると、蒸発が470mm、降水が720mmで、いずれも海より相当小さい。そして、降水量は蒸発量より大きく、その差は河や地下水となつて最終的に海に戻る。

陸と海でなく、緯度の別で見ると、低緯度地方は蒸発・降水ともに多く、高緯度地方はともに少ない。大勢としては、水は水蒸気として低緯度から高緯度に運ばれ、水の形で再び低緯度に戻る。

陸地からの蒸発分には、植物体を通して空中に出ていく水蒸気も含まれており、これを蒸散と呼んで、土壤面・水面からの蒸発と区別することもある。

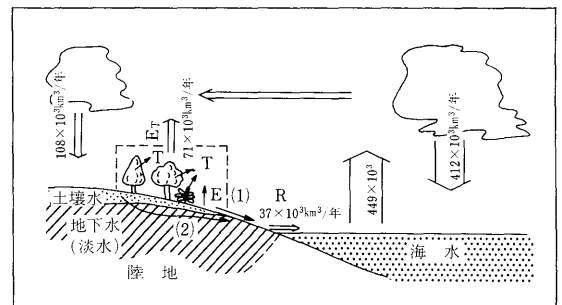
地表における植物の存在は、水分の蒸発に大き

な貢献をする。あるいは、地面の水分の損失を促すという言い方もできる。植物の種類や生長の状況などによって一概にはいえないが、ごくおおまかにいうと、植物が生えている所の蒸発量は、生えていない所の2倍以上となり、むしろ自由水面の値に近づく。

植物は、その成長・生活のために我々の想像以上の水を消費する。しかも、その大部分は体の成分として水を蓄えるというのではなく、成長や生活のために必要な水が植物体を「通過」する水なのである。

植物が、自分の成長のために必要とする水の量を自分の体重(乾燥重量)で割った値を要水量と

図1 水収支の概要(Kalinin,1971の値により新井作図)



R: 陸地からの流出、E: 蒸発、T: 蒸散、 $E_T$ : 蒸発散  
 (1): 表面流出、(2) 地下水流出  
 文献(1)、99ページより。

いうが、その値は、麦で500～600、稲で約700、野菜類で600～800といわれている。だから、地表に植物が生えるか生えないか、生えたとすればどんな植物が生えるかは、その場所の土壌の水分の含有量により、そして、水分の含有量は主として降水量と蒸発量の差で決まる。

気候学からの研究によると、年間降水量と年間蒸発量とがちょうど等しい所が、森林の生育可能な限界であるという。また、降水量が蒸発量の半分以下の所は砂漠、その中間は草原やサバンナになるということである。これらのことから、植物に対する水の決定的な重要性が理解できる。

## 2 日本の水収支

日本の平均年間降水量は1,818 mmで、世界の陸地の平均の実に2倍半に当たり、日本はこの点からいうと水に恵まれた国といえる。しかし、このような日本でも、近ごろ水不足の声を聞くようになってきた。水の需要がにわかに増してきたからである。

昔から引き続いて必要な農業用水は、年間約400億tと見積もられている。そのほか、上水道に年間およそ100億t、これに加えて工業用水が約200億t、これだけの淡水が必要で、その総和は年間800億tにのぼる。これらがほとんど河川から、一部が地下水から採取されている。

日本全体で河川や地下水となって海に出ていく水の量（流出量）は年間約4,000億tと推定され、まだ余裕がありそうであるが、そもそも河の水を全部使い切るというわけにはいかない。河川は上水道以外の多くの目的に利用されており、たとえば、水力発電や水産業なども水がなければ成立しない。

一方、水需要の方は増える一方である。特に、

工業用水の使用が目立って増加してきている。

工業製品1tをつくり出すために必要な水の量は、鉄で300t、紙・パルプで300～700t、化学繊維で2,400t、セルロイドフィルムで3,000tに達する。省エネルギーのほうは一時強調され、ある程度成功したが、「省水」の方はあまり注意されず、今に及んでいるように思われる。

## 3 水の循環

昔は、水の問題はまず洪水対策、すなわち治水であり、もう一つは農業用水の確保であった。だからもちろん、水の問題は大きかったけれどもわりあい単純であったといえよう。

川から水をとって、使った水は川に戻す。川は上水道であり、同時に下水道であった。この姿は現在でも発展途上国においてみることができる。

川には自浄作用があり、人口が少ないときはこのやり方が成り立つ。特に日本では、家庭の排せつ物を下肥として田畑に使用する時期が長かったため、わりあい河川の水を汚染することが少なく、下水道が普及しない割には河川の水は比較的きれいに保たれていた。

現状では、発達した下水道によって多量の汚水をそのまま河川に戻したとすれば、水質汚濁はまったく恐るべきものとなり、河はそれ自身下水道化して上水道の水源は確保できなくなる。そこで上水→使用→下水→浄化→再び上水、という水の人工的なサイクルを技術的に、量的に、経済的に確立することが必要となり、これが可能になれば、水問題ははじめて解決されたことになる。

残念ながら、後述するように、この浄化というプロセスはこの中でもっとも難しく、いまだ確立されたということはできず、河川の汚れはむしろ増していく傾向さえみられる。

## 防災基礎講座

加うるに、一本の河の両岸には、上流から下流にわたって町や村が分布しており、多くの人が住んでおり、上水源を必要とし、また、下水道の放流先を必要としている。このことが水の問題を一層難しいものになっている。

### 4 水問題の焦点

水の問題は大きく深い。多くの分野にまたがっている。しかし、その焦点に位置するものは水の浄化ということである。

海水を浄化して淡水にするにはいろいろな手段が考えられており、一部は実行に移されているが、いずれにしても、かなり大きな装置とエネルギー、したがって経費がかかる。

上水道の場合、一定の水質基準があって、水質がそれを満たさない場合には、沈殿・ろ過・殺菌などの浄水処理が必要になる。下水の場合、その汚れが一定の環境基準以内におさまるよう処理、すなわち浄化を行うことが義務づけられている。

以上によって、水の問題は浄化ということが大きな部分を占めることは理解されるが、同時に、これはもっとも困難な過程なのである。

水を汚すことはきわめて簡単である。きれいな水に少量のインクを落とせば、インクはたちまち拡散して薄青い水ができる。この水は、見た目にはきれいかもしれないが、物理化学的には汚れた水といわなければならない。この過程は自然に起こり、人手やエネルギーを加える必要はない。

ところが、逆にこの薄青い水から元のきれいな水を得るのは大変である。水を蒸留するか、他の方法によるか、いずれにしても大きなエネルギーをつぎ込み、しかるべき装置を使ってやっと目的を達することができる。

物理学の用語を使うことを許していただくなら

ば、きれいな水を汚すことはエントロピーを増大させる行為で、自然に起こるが、いったん汚れた水を再び元のきれいな水に戻すことは、反自然の困難な行為であるということである。

いま、多くの家庭で飲料にできるほどきれいな水を水洗便所に使っている。これは、エントロピーを一挙に増大させるまことにもったいない作業なのである。汚れた水を少しでもきれいにするために、どれだけの装置と手間がかかるかについて、人はあまりに関心である場合が多過ぎるのではなからうか。

### 5 都市の水循環

人間の住むところ、何らかの形の水の循環がある。都市では、その人口に応じて大きなスケールの水循環がある。都市の人口増と水の使用量の増加によって、より大きな水源を求めることは、都市の周辺、遠くまでその場所で農業用その他に必要なとする水と競合し、次第に限界に達する。

一方、使用済みの多量の水を集めた下水の処理はますます場所と時間を必要とし、こちらもまた限界に達する。まさに、都市は大なり小なり、このように「前門の虎、後門の狼」に挟まれて、次第に動きがとれなくなっているのが現状である。

東京都の水の供給量は、昭和54年で年間区部が17億t、多摩地区が4億6,000万tで、その水源は遠く200kmも離れた利根川上流に及んでいる。利根川水系のほか荒川・多摩川両水系からも水をとって、やっと間に合わせている状況である。

下水に関していえば、区部で年間12億tほどの量が下水処理場に送られ、処理され、河川や海に捨てられている。そのため、12の下水処理場が働き、それでも不足で、現に5つの処理場が建設中または計画中である。

一つの河川の上流・中流・下流に都市があって、一方ではこれを水源とし、他方では下水の放流先としている。こうして原水は汚れの度を増していく。それを浄化することもますます大変になる。たとえば、原水の中に含まれ

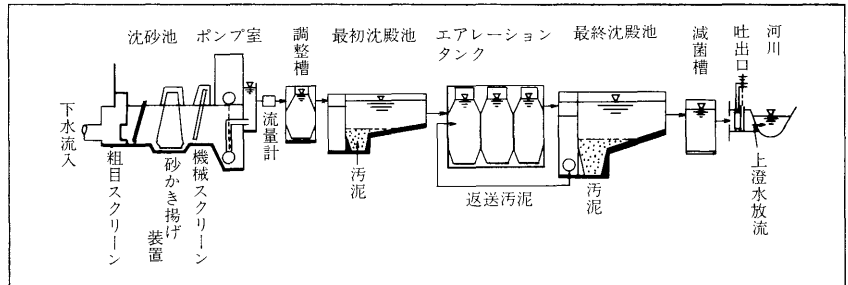
ている有機物やアンモニアなどを酸化するのと、消毒のために投入される塩素の量は次第に増し、昭和54年には、昭和31年に比べて水1t当たり4倍以上の塩素が使われた。このことは、水道本管の腐食を早め、また、塩素と原水中のフミン質の反応によって発ガン性物質トリハロメタンを生じさせる恐れがある。

いうまでもないが、今日の科学技術を駆使して最高の設備を設け、費用もいくらかけてもいいというならば、水をきれいにすることは必ずできる。その極端な例は宇宙船内における水循環であって、そこでは一滴の水も捨てられることなく、し尿に至るまで回収され浄化されて再び飲料水となる。都市の場合、たとえば費用だけを考えても、とうていこのようなことは望めない。

下水処理法のうち、我が国で現在もっとも多く使われているのは活性汚泥法で、これによる処理施設のフローシートを図2に示す。ところで、この方法は管理に手間がかかり、エネルギー消費量も多く、かつ浄化過程に伴って発生する汚泥の量が非常に多く、「汚泥製造機」というあだ名まであるというふうに、多くの欠点を持つもので、大きな問題になっている。

東京都区部の8つの下水処理場から出る汚泥の量は、1日当たり約2,900tにも及ぶ(昭和55年度)。この全部を焼却すれば重量は約1/12に減り、

図2 活性汚泥法によるフローシート 文献(6)124ページより。



注：この他に最初沈殿池汚泥、最終沈殿池余剰汚泥を取り出して処理する汚泥処理施設がある。

埋め立てに使いやすくなる。実際には、燃料費の高騰、大気汚染などの問題があって、この60%を焼却、残りを埋め立てで処分している有り様である。

困ったことには、この方式は負荷変動に弱い、すなわち入ってくる下水の水質が変わっても、すぐ浄化能力が適応できず、特に全国で400万基も普及した「全曝気式浄化槽」は、し尿の処理能力が低く、そのまま放流する傾向があり、河川や湖沼の水質の悪化に貢献していることである。

問題はまだまだある。地下水のことには触れなかったが、そういうことも含めて、短い文ではすべてを尽くすことはできない。都市の水循環は行くところまで行って、行き詰まっているということをご理解いただけたとして、次に進むことにしよう。

## 6 集中化から地域化へ

それではどうすればいいのか。それが現時点ではもっとも大切なことである。ソーラーシステム研究グループ<sup>(注)</sup>が、調べ、見聞し、悩んだあげく、自らの声として訴えている幾つかの重要な提言は、もはや水問題を通り越して現代文明への批判にまでつながっていく。

注) 東京都の各区役所に勤務する少壮の地方公務員を中心とした集まりで、ソーラーシステムの研究から始まり、現在、都市の水の問題と取り組んでいる。

## 防災基礎講座

その提言のうち、最も大きなものは地域水循環の考え方であろう。ここまで述べてきた現在の都市の水循環は大きな矛盾を含んでいる。この広い東京で、自分のところに降る雨は下水道に流してしまい、水が足りないと水源を求めて利根川上流にまでさかのぼっていく。

ますます汚れていく水源の浄化に苦しみながら、やっとどうやら浄化した飲料水級のきれいな水を、一瞬にして水洗便所で汚水に変える。何かの間違っている。

そこで、雨水の利用の再確認、上水・下水の間のグレードの中水（雑用水）の利用という考え方、それに、個人下水道の設置という、これまでの国や地方自治体の推進の方向に一見逆行するような提言がでてくる。

その根底にあるものは、エネルギーシステムの場合と同様、適性規模を越えてしまった水循環システム、すなわち上水道・下水道システムの破たんを、身をもって体験したソーラーシステム研究グループが、直観的に見出した正しい方向を示していると思う。

## 7 雨水の利用

この現代においても、雨水は多くの場所で貴重な水源となっている。近い所では、東京都の一部である伊豆七島や小笠原諸島の一部がそうである。しかし、ここでは都市に降る雨水の利用についての提言である。

まず、簡単な計算をしてみよう。東京都区部の面積は 592 km<sup>2</sup> である。他方、東京の年間降水量は平均 1,460mm である。してみると、実に 8億6,000万 t もの水が天から降ってくることになる。

問題はその天水がどうなるかである。それは、ほとんど一面に敷き詰められたコンクリートの皮、

すなわち舗装と、発達した下水道にあつという間に収容されて、汚水に変じ、処理の対象となる。これはばかげたことではないのか。

大気汚染の影響を受けて、汚れた汚れたといわれる雨水は、元は蒸留水であり、相対的にはまだまだ「きれい」であるということが出来る。いわゆる酸性雨の原因となる硫酸イオン、硝酸イオン、亜硝酸イオンなども、千代田区や大田区においてさえ検出されない場合が数多くある（文献7、p 64、表5-5）。平均して、これらのイオンの濃度は 10mg/l のけたで、確かに昔の雨水に比べれば 1けた汚れがひどい。それでも日本の水道水の水質基準からいえば、硫酸イオンについては基準がなく、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素については 10mg/l 以下ということになっているから、悪い場合でもわずかに手を加えることによって上水として使える範囲のものである。特に、長く続いた後の雨水はけっこうきれいな水であるということが出来る。

都会地でも雨水をためて利用するということは二重、三重の利益がある。(1)水不足を補う、(2)集中的に降る雨に対して、これが一挙に下水に流れ込むことを緩和し、都市の出水を減ずる、(3)植物をかん養できる、(4)防火用水として蓄えておける、などである。

従来も、個人住宅などで雨水を利用していた篤志家が何人かおられたが、いまではかなり大きな建物に、計画的に天水を利用する設計がされるようになった。まことに結構なことであり、これからも、こうした動きが一層普及することを願っている。

東京都水道局千歳営業所では、一部雨水を集めて 90 t の容量の貯留槽に蓄え、これを給水の一部にまわしている。水処理コストはほとんどかからないということで、全給水量の約 20% が雨水利用によるものであるという。

表1 標準世帯(4人)1日当たりの生活用水量(東京都水道局、1973)(文献(7)277ページによる)

	使用水量(ℓ)	割合(%)
炊事用水	48	14
▲洗濯用水	84	25
洗面用水	20	6
風呂用水	80	24
▲水洗便所	80	23
▲掃除用水	28	8
	340	100

## 8 中水(雑用水)の利用

浄化装置を持たない各家庭での雨水利用は、これを直接雑用水にまわすのが手っ取り早い。表1は、東京都水道局で調べた標準的家庭(構成員4人)における水使用の内訳である。これで見ると、およそ半分の、▲印をつけた用途は雑用水で充分であろう。

表1の半分の水量1日170ℓは1年で62tになるが、先に述べた東京の降水量年間1,460mmという値から、42㎡の屋根に降る降水を集めて雑用水にまわすことで、これは賄える。充分可能なことであると思う。

中水(雑用水)の考え方は、上水と下水の間にもう一種、中間の汚れを持った水を配管によって供給しようというもので、単に雨水利用にとどまらず、これによって上水を2度のお役に立てるといふ「省水」の基本であり、将来、全般的な水不足に伴って、当然我々が向かっていく目標であると考えられる。

## 9 おわりに

次には、個人下水道の考え方を述べる順序であるが、もはや与えられた紙数も尽きようとしているし、この話は十分専門的となるので、残念ながら

ら省く。興味ある方は文献(5)を読んでいただきたい。そこでは土壌浄化法という方法が紹介されていて、土壌の自然浄化力を利用するより環境に順化した方法と思われる。

こうして、今の水循環サイクルの行き詰まりから、根本的には水はもっと小さい地域を単位として循環を図るべきであるという結論になった。

この結論には重みがある。マハトマ・ガンジーはこう言っている。「何人でも自己の汚物を始末すべきである。排せつは補給と同様、必要なる機能であるから、最良の解決は、各自が自己の廃物を処理することである。もしそれが不可能なれば、各家庭でこの清潔法を実施すべきである」。科学・技術の極致を尽くした果てに、再びこの言葉の真実性をみない人は、まだ現代文明の行きつく先がわかっていないという他はない。

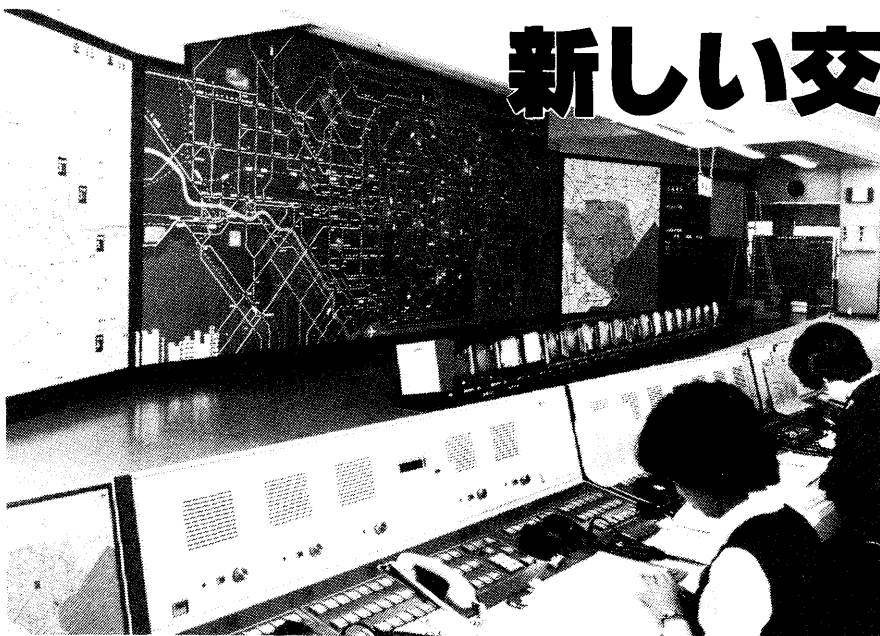
### 参考文献

- (1) 福井英一郎、吉野正敏編：気候環境学概論(東京大学出版会、1979)、98-104頁
- (2) サイエнтиフィック・アメリカン編、須之部淑男、赤木昭夫、大場英樹訳：生態系としての地球——バイオスフィア——(共立出版、1975)、第4章
- (3) 富山和子：水と緑と土(中央公論社、1974)
- (4) 梶谷善久：水は生きている(恒和出版、1981)
- (5) 押田勇雄編、ソーラーシステム研究グループ著：都市の水循環(日本放送出版協会、1982)
- (6) 末石富次郎監修、中島重旗著：衛生工学入門(朝倉書店、1980)
- (7) 半谷高久監修、大竹千代子著：日本環境図譜(共立出版、1978)
- (8) エルベール編、蒲穆訳：ガーデンディー聖書(岩波文庫、1950)

(おしだ・いさお/上智大学理工学部教授)

# 新しい交通情報化システム

津澤正巳



## 1 はじめに

今日、我が国の自動車保有台数は4,200万台を数え、また、ドライバーの数も4,700万人を超えるなど、まさに車社会の時代である。自動車なくしては近代的な社会生活はもはや不可能であり、車の利便性はますます増加するものと思われる。しかし一方では、自動車による交通事故の増加、交通渋滞による社会的便益の軽減、あるいは騒音や振動等による交通公害の発生等、自動車に起因するさまざまな社会的問題も生じている。

我が国における交通事故死者数は、昭和46年度を頂点として、その後漸次減少を続け、昭和54年にはほぼ半減することができた。しかしながら、その後じわじわと増勢をたどり、昭和57年にはついに9,073人に達した。この数字は、前年に比較すると354人、4.1%の増加となり、1日平均24.9人の尊い人命が失われていることになる。また、死者数が9,000人の大台を突破したのは、昭和51年以来6年振りのことである。一方、負傷者においても62万6,192人に達し、前年に比較して3.1%の増加を示し、今後もこの傾向は続くものと思われる。

これらの交通事故による社会的損失を評価してみると、概算で2兆4千億円に達する(「道路交通事故の社会的損失」'77、10、日本交通政策研究会資料)。また、米国における交通事故による死者数は、平均1年間に5万人、負傷者は200万人に達し、その損失評価額は、NSC(全米安全協会)によれば342億ドル(8兆円)、NHTSA(米国運輸省道路安全局)によれば560億ドル(12兆円)に達するといわれている。

このような交通事故の現状を踏まえ、その増勢に歯止めをかけるためには、これまで実施されてきた種々の交通安全対策をさらに強力に推進するとともに、新たな交通環境に対処する施策が講ぜられなければならない。

(財)日本交通管理技術協会は、このような社会的要請にこたえて、昭和53年に設立されたが、その目的とするところは、大量交通、国民皆免許時代にふさわしい交通環境づくりを目指し、最近顕著な進歩を示しているエレクトロニクス技術を駆使して、交通事故の抜本的減少をはかり、併せて、交通渋滞・交通公害等の道路交通に起因する社会的問題を解決することである。その中心となるプロジェクトである「自動車交通情報化システム」



は、現在、警察庁・警視庁のご指導、ご協力の下に関係諸団体のご支援を得て、研究開発を行っているので、その概要についてご紹介する。

## 2 自動車交通情報化システム (ATICS) の目標と機能

自動車交通情報化システム (Automobile Traffic Information and Control System "A T I C S") は、前に述べたような交通事故の減少をはじめとして、交通渋滞の解消および交通公害の軽減等、自動車交通に起因する各種の社会問題を近代的な技術的手法、特にエレクトロニクスの応用によって総合的に解決しようとするプロジェクトである。

既にこの種のシステムとしては、交通信号機の系統的あるいは面的な制御を行う交通管制センターがあり、全国の主要都市を中心にして67か所で効果的に運用されている。この交通管制システムの整備は、昭和41年度を

初年度とする第1次交通安全整備3か年計画によって開始されたが、昭和45年に、交通事故者が1万6,765人というピークに達したこともあり、これに対処するため、46年度を初年度とする第1次・第2次5か年計画によって強力に推進され、交通事故の減少に大きく寄与したのである。

A T I C Sは、この交通管制システムを基盤として、その機能を高度化することにより、交通事故の増加を防止するとともに、自動車交通によって生ずるさまざまな社会的諸問題を解決し、行政ニーズやドライバーニーズに即応して安全・円滑

でかつ快適な“くるま社会”を実現しようとするものである。

A T I C Sを新しい高度の交通管理システムとして実現するためには、次の機能が要求される。

第1は、情報収集機能である。これは、各種のセンサーによって交通量・速度・車種・区間旅行時間・カーロケーションなど道路交通に関する情報や催し物、火災・地震・気象情報等広範囲にわたる情報を収集する機能である。

第2は、交通情報化機能である。これは、情報収集機能によって得られた情報を、利用しやすい

図1 ATICSの目的

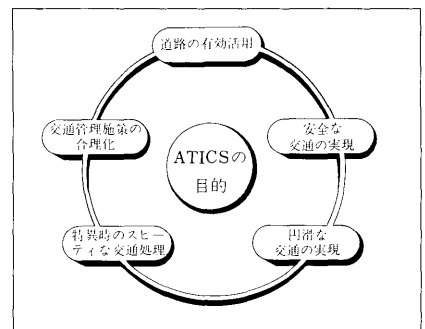
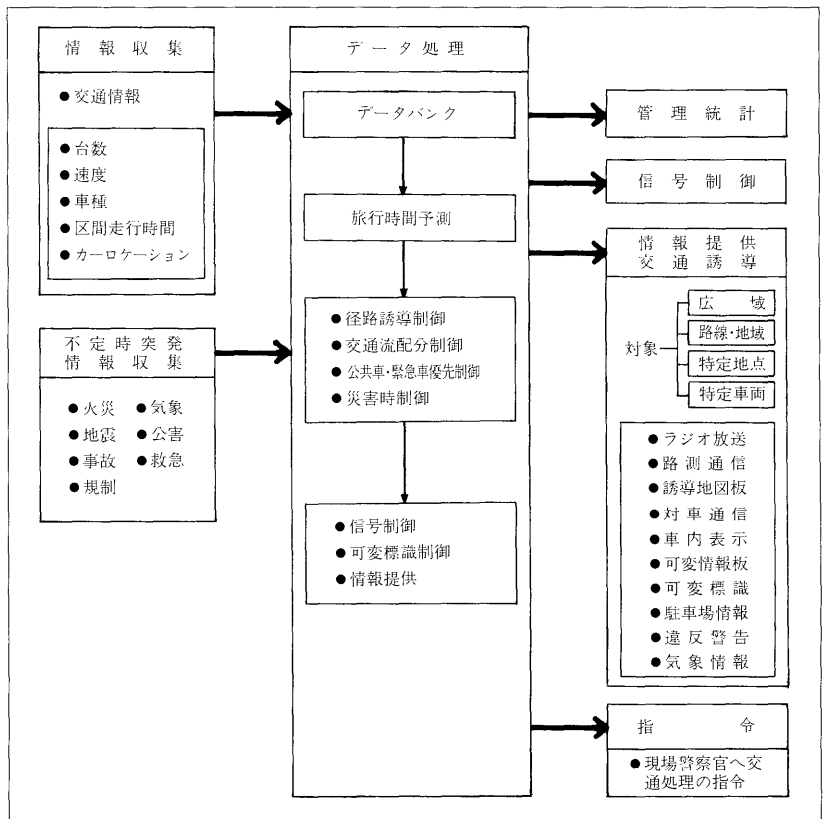


図2 ATICSトータルシステム機能構成図



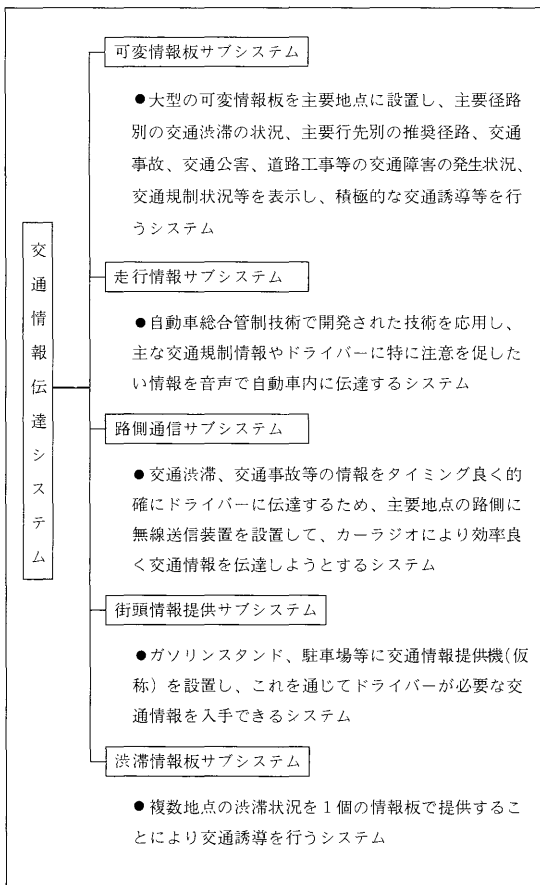
ように処理・加工してデータの蓄積を行うとともに、データバンクとして、また各種のシミュレーション、旅行時間の予測、交通状況の予測等を行う機能である。

第3は、交通情報伝達機能である。これは、径路の案内、目的地までの時間予測、道路の混雑状況、駐車場の案内、行事や特異時における交通案内などの交通情報・災害情報・地震警報等の情報をドライバーに伝達する機能である。

第4は、交通信号制御機能である。これは、交通状況に応じて交通信号機を最適に、しかもキメ細かく制御するとともに、公共車や緊急車の優先制御や災害時の制御等を行う機能である。

第5は、交通誘導、配分機能である。これは目的地に安全でしかも早く着けるように、径路やまた走行時の注意を音声・文字・図柄などにより車内に表示する機能である。

図3 交通情報伝達システム



A T I C Sは、以上述べた諸機能を総合したトータルシステムで、交通情報収集システム、交通情報化システム、交通情報伝達システム、交通信号制御システムおよび交通誘導システムから構成されており、各システムの機能を具体化するため、昭和53年以来、各種の専門部会を開催し、57年度末までに延べ260回の会議と延べ6,400人の関係者の熱心な討議を経て、ほぼ実用に近い程度のA T I C Sのトータルシステムを実現することができた。

ここでは、その中で特に新しい交通情報システムとしての路側通信を中心とする情報伝達システムと、57年に警視庁管内、晴海通りで行った総合実験について、その概要を説明することとする。

### 3 交通情報伝達システム——路側通信サブシステム

交通情報伝達システムは、図3のように五つのサブシステムを包含するものであり、可変情報板サブシステムのように、既に実用に供されているものもあるが、ここでは、路側通信について研究開発の内容を紹介する。

従来のラジオによる交通情報の提供は、放送時間が限られており、刻々変化する交通情報をタイミング良く提供できないことから、ドライバーは欲しい時に欲しい情報が得られないという不満を持っている。このような不満を解消すべく研究が開始されたのが、路側通信システムである。

路側通信システムにおいては、都市街路の主要交差点や主要路線の重要地点等に無線送信装置を設け、ドライバーは、その送信装置から提供される交通情報をカーラジオによって受信するものである。

路側通信システムの中央装置は、交通管制システムから、交通流・交通事故・交通規制等の情報を受け、総合的な状況判断と各事象の影響度を予測し、その中から重要情報を選択して、提供メッセージを編集したうえ、路側の無線送信装置より音声で情報提供する。

路側通信システムが提供する情報は、従来のラジオによって提供される内容より、地域的にもより局所的で、かつ即時性が要求される。

主要な情報は、渋滞地点と渋滞理由、う廻ルートのご案内に関する情報、交通事故・道路工事等に伴う混雑および回復予想時刻、およびう廻ルートの案内に関する情報、交通規制に関する情報等が想定されている。

大都市の大規模システムの場合、コンピュータによる自動的な情報提供が実用化の一つの前提条件となるが、そのためには、ソフトウェアと運用法に関する研究がきわめて重要な位置を占める。しかし、対象が「網」によって構成される平面街路路であるだけに、その交通状況は平面的な広がりをもってダイナミックに変動する。このような対象であっても、それに対して総合的な状況の判断と、予測ならびに重要事象の選択を基に、提供情報を自動または半自動で編集提供し、提供情報が現実と異なる正確な情報であることが、路側通信システムの必須条件でもある。

路側通信システムの情報提供アルゴリズムは、このように高度で複雑な面を持つものの、その開発は、システム運用の自動化には必須課題である。交通管制システムと一体となって、平面街路網を対象に、局所的な通信ゾーンで交通情報をドライバーに提供するシステムは、世界的にも類似システムが見当たらないだけに、独自開発が求められているものである。

路側通信システムは、一つの情報提供エリアから提供する情報数が、他の情報提供装置に比べて多く、また、提供する情報内容が詳細になることから、新たに提供対象とする情報が増え、情報数が膨大になることが予想される。このことから、多量の情報の中から最も情報価値の高いものを選択することが重要な課題である。

また、路側通信の実用化は、メッセージの自動編集が実現できるか否かがキーポイントであり、自動編集アルゴリズムの構築は、今後優先的に取り組まなければならない研究課題である。

次に、路側通信システムの市街地における電波伝搬実験について簡単に触れておく。警察庁が中心となり、カーラジオで受信可能な1,627 KHzの中波帯電波を用い、路側送信装置より送信した場合の市街地での電波伝搬実験と、これらの装置を用いて路側通信システムへ適用する実験を行った。

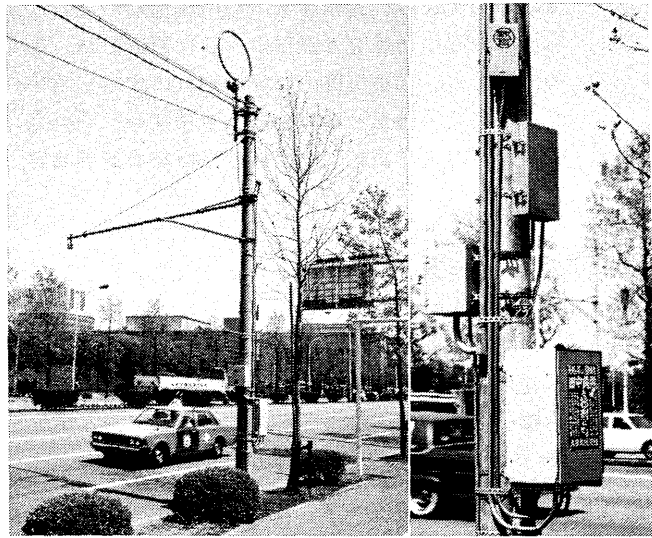
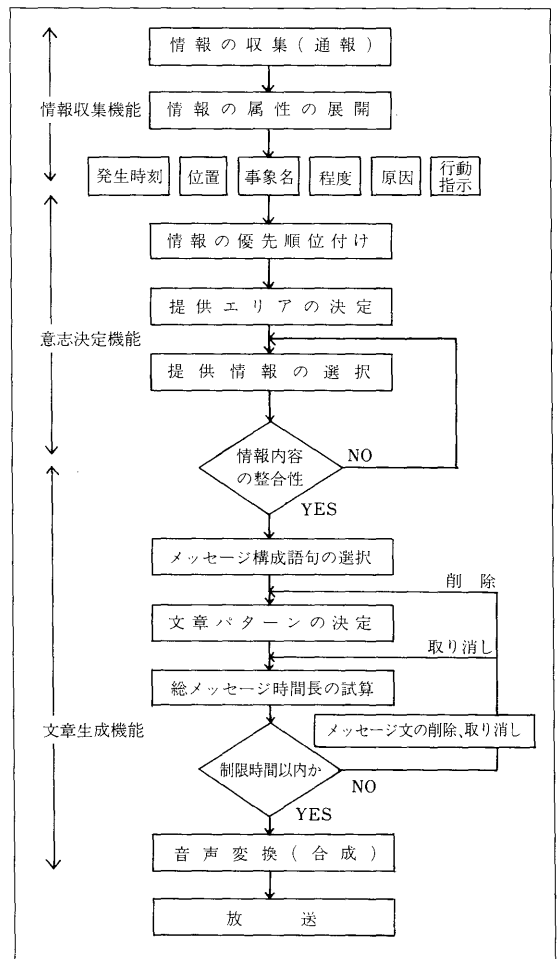


写真1 路側通信用アンテナ

写真2 路側通信用送信機



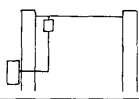
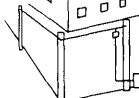
図4 路側通信システムのメッセージ編集手順



電波伝搬実験は、警視庁管内の晴海通りにおいて行い、6送信地点を4通信ゾーンに設置した。この実験では、都市街路の物理的形狀に対応したアンテナ形式の適正と電界分布、隣接ゾーン間の混信保護、および多数ゾーン同時送信時の通話品質評価に関してデータの収集を行った。

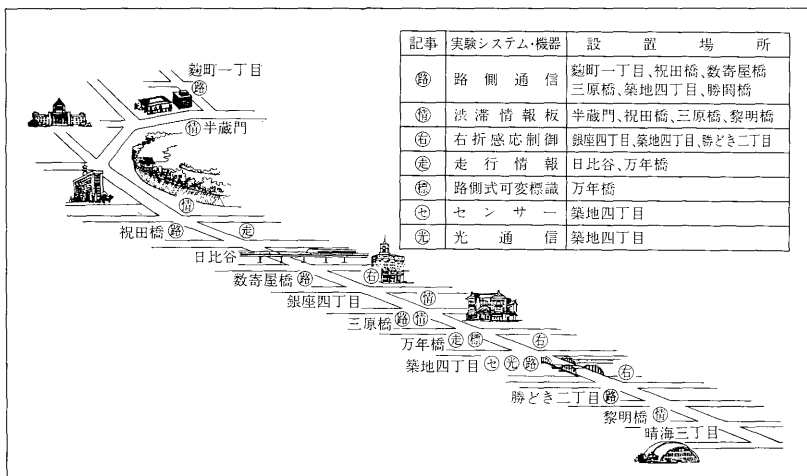
アンテナ形式については、ループアンテナ・垂直負荷ダイポールアンテナのほか、逆L形アンテナについてもデータの収集を行った。また、混信や通話品質等に関する評価を行うため、警視庁交通管制センターに設置した録音再生装置から模擬情報を伝送して、路側送信装置から送信する実験

表1 各種空中線によるサービスエリア

環境条件 空中線の種類	付近に障害物がほとんど無い場合	付近に空中線より高いビルがあまり無い場合	周りに高いビルがある場合	備考 (空中線形状)
1mφ ループ空中線	500m以上	100m以下	50m以下	
垂直負荷形 空中線	1km以上	300m以下	100m以下	
逆L形空中線 (街路に平行)	2km以上	500m以下	200m以下	
逆L形空中線 (特殊形)	2km以上	1km以下	300m以下	

(注) 送信出力10W時で55dB $\mu$ /m以上の電界強度が実用上問題のない程度に確保できる範囲を示す。

図5 実験システム機器設置位置概略図



も行った。

その結果、都市街路の物理的形狀、特に送信地点付近の建物の状況に応じたアンテナの特性、および送信電力と通信ゾーンについて、表1のような成果が得られた。

路側通信サービスゾーンの大きさは、本来、システム設計上の必要性や運用上の必要性から自由に設定できることが望ましい。しかし、東京都心部のようにビルが密集した場所では、サービスゾーンを自由に設定するにはまだ多くの解決すべき問題のあることも明らかとなった。したがって、電波伝搬特性の改善という本来的な研究開発と同時に、ゾーン設定法や、その運用法を工夫することも今後の課題である。

#### 4 開発システム機器による総合実験

新しい交通管理システムの開発を目指したATICSの研究開発は、5か年間にわたって活発に行われてきた。この間、交通情報を効果的に収集するための各種情報収集機器(センサー)、ドライバーへ交通情報を提供するためのフリーパターン式可変情報板、路側通信、渋滞情報板、渋滞交差点の交通処理を効率化するための信号制御方式、右折車を効率的に処理するための右折信号制御方式、信号制御機の機能を高度化する総合交通制御機、その他路側式可変標識、交通状況予測手法等、幾つかの技術・手法を開発し、既に一部は実用化さ

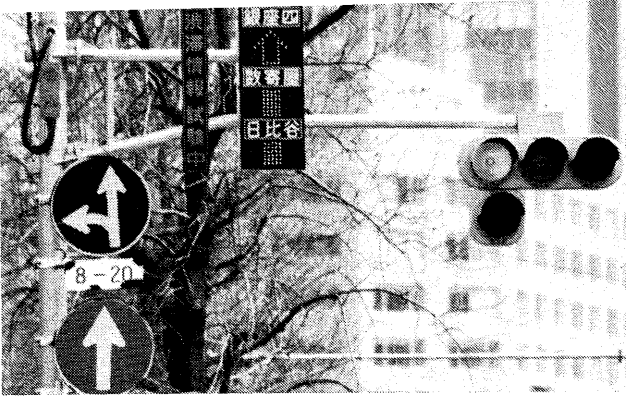


写真3 渋滞情報板

れているが、今回これらの研究開発の成果を総合的に検討する実験を行った。

今回の実験は、主として交通情報の提供と信号制御について、これまでに開発したシステムや機器を晴海通り（麴町1丁目～晴海3丁目間、約5km）および玉川通り（太子堂～新町消防出張所間、約3km）に設置し、実験本部（中央）のコンピュータおよび警視庁交通管制センターと結んで作動させ、これらを実用化するために必要な実験を行った。晴海通りにおける実験システムと機器設置位置の概略は、図5のとおりである。

#### 1) 中央施設

警察総合庁舎内に設置した実験本部コンピュータと、警視庁交通管制センターがある。

#### 2) 路側通信

前項で説明したので省略する。

#### 3) 渋滞情報板

警視庁交通管制センターで収集された渋滞情報を基に、主要交差点間の渋滞の有無を情報板のランプの点滅で示すシステムである。

#### 4) 右折感応制御

右折感応制御は、右折車の需要に応じて右折矢印信号の時間を延長あるいは短縮する信号制御方式であり、右折車の需要が一定しない交差点に適用することにより、信号機の青時間を有効に利用できる。

今回の実験では、右折車の識別を勝どき2丁目および銀座4丁目では超音波感知器により、築地4丁目では新規に開発した光学式センサーによって行った。また、築地4丁目では、光学式センサーとともに今回新規開発した空間光伝送方式を採用入れた。これらの光学式センサー・光伝送方式は、今後、都市美観上、超音波感知器のアームが使用できない地点、架空線が張れない地点等への適用が期待される。

写真4 路側式可変標識角型



#### 5) 走行情報

日比谷交差点下り方向、万年橋交差点上り方向の2か所に、走行情報用路上機を設置し、車載機を搭載した車両がループアンテナ埋設車線上を走行する時に、合成音声による走行情報を車載スピーカーにより出力した。ドライバーにも特別の設備負担を要するシステムであり、今後、路側通信との情報提供区分、取り扱う情報の種類等についての研究が必要である。

#### 6) 路側式可変標識

路側式可変標識は、標識本体に内蔵された万年カレンダープログラムによって、平日・休日・時刻に応じて二通りの規制図柄を変更する標識であり、晴海通りの万年橋上り・下りにそれぞれ一基ずつ設置した。この標識の電源には、太陽電池を使用しており、省エネルギータイプであること、本体以外の機器と電源ケーブル・信号ケーブル等で接続する必要がなく、単体で動作すること等の理由から、今後、ますます普及していくものと思われる。

#### 7) 渋滞路線の信号制御

渋滞路線の旅行時間の最短化を図る信号制御手法を開発し、現在、玉川通りにおいて実用化試験を行っている。

### 5 おわりに

A T I C Sの研究が始まって5年、この間、開発されたシステム機器の一部は既に実用化され、また、一部は近く実用化の方向にある。

しかし、A T I C Sをトータルとしてみた場合、まだ解決すべき課題が残されている。この残された課題を解決し、本システムが追及する安全、円滑で快適な自動車交通の実現が、早期に到来することが期待される。

(つざわ まさみ/(財)日本交通管理技術協会理事)

# 協会だより

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

## 消防自動車を55台自治体へ寄贈します

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の防災事業を行っております。この一環として、消防自動車をはじめ消防諸設備などの寄贈を行っておりますが、本年度の寄贈先が次のように決定しました。

1. 防火運動用ポスター(62万枚)…自治省消防庁
2. 震災対策用機材……東京都

震災時用携帯無線機	100台
訓練用ハウス	3棟
訓練用人形	300体
広報用ビデオ編集システム装置	1式
指揮車	3台

### 3. 消防自動車(55台)

- 屈折梯子車2台……横須賀市(神奈川県)、桑名市(三重県)
- 救助工作車2台……裾野市(静岡県)、島田市金谷町衛生消防組合(静岡県)
- 化学車5台……青森地域広域消防事務組合(青森県)、尾西市(愛知県)、宇治市(京都府)、城陽市(京都府)、光地区消防組合(山口県)
- 水槽車20台……千歳市(北海道)、大船渡地区消防組合(岩手県)、大田原地区広域消防組合(栃木県)、南那須地区広域行政事務組合(栃木県)、館林地区消防組合(群馬県)、前橋広域市町村圏振興整備組合(群馬県)、浜北市(静岡県)、氷見市(富山県)、羽咋郡市広域圏事務組合(石川県)、金沢市(石川県)、津幡町(石川県)、西春日井郡西部消防組合(愛知県)、木次町外3町消防組合(島根県)、泉大津市(大阪府)、豊中市(大阪府)、橿原市(奈良県)、長門地区広域行政事務組合(山口県)、下松市(山口県)、阿蘇広域消防組合(熊本県)、平良市(沖縄県)
- 標準車26台……上川南部消防事務組合(北海道)、上川北部消防事務組合(北海道)、釧路西部消防組合(北海道)、南十勝消防事務組合(北海道)、渡島西部消防事務組合(北海道)、津軽北部消防事務組合(青森県)、尾花沢市(山形県)、須賀川地方広域消防組合(福島県)、南魚沼郡広域事務組合(新潟県)、西蒲原郡南部消防事務組合(新

潟県)、五泉市(新潟県)、四街道市(千葉県)、小笠地区消防組合(静岡県)、羽島市(岐阜県)、新城市(愛知県)、福知山市(京都府)、養父郡広域事務組合(兵庫県)、赤磐消防組合(岡山県)、小松島市(徳島県)、多度津町(香川県)、仲多度南部消防組合(香川県)、北条市(愛媛県)、室戸市(高知県)、幡多西部消防組合(高知県)、中間市(福岡県)、神埼地区消防事務組合(佐賀県)

## 安全と安心のためのバイク展

近年、バイク(125cc以下)の事故が、その普及に伴い増加傾向にあります。バイクの5台に1台は法律で契約が義務づけられている自賠責保険をつけていないのが現状です。

当協会では、運輸省主唱の無保険バイク追放運動に協力して、バイクの交通安全と自賠責保険付保率向上を図るため、バイクの自賠責保険付保率が低い地域を対象に、毎年「安全と安心のためのバイク展」を開催しています。本年度第1回目のバイク展は、4月28日(木)から5月3日(火)まで秋田市内のジャスコで開催されました。次いで7月に長野県で、9月には鳥取県で開催する予定になっています。

## 新作防火映画の貸出しを始めました

昭和57年度制作の防火映画「工場防火を考える」がこのほど完成し、当会および各地方委員会で貸出しを始めました。各種催事にご活用くださるようご案内します。なお、地方委員会の電話番号は表3に、映画の内容紹介は表4に掲載してあります。

### 寄贈図書のご紹介

予防時報にご執筆いただいている柳田邦男氏より、下記の図書をご寄贈いただきましたので、ここにご紹介させていただきます。

——スリーマイル島原発事故のドキュメント

『恐怖の2時間18分』柳田邦男著

A5判、262ページ、(株)文芸春秋刊  
定価1,200円

58年2月・3月・4月

## 災害メモ

### ★火災

- 2・1 埼玉県大宮市吉敷町の片倉キャロン大宮商品センター倉庫で火災。1棟約260㎡全焼。衣料品約10万点が焼失し、損害は約3億円。不審火。
- 2・6 静岡県加茂郡東伊豆町の熱川温泉熱川プリンスホテル本館2階廊下付近から出火。計1,550㎡全焼。従業員1名軽傷。
- 2・20 福岡県福岡市博多区の井上印刷所有倉庫から出火。周囲住宅に延焼し、6棟延べ3,600㎡全半焼。29世帯約50名り災。放火。
- 2・21 山形県蔵王温泉の蔵王観光ホテルで火災。本館・別館2,264㎡を全焼。さらに隣接旅館へ延焼し、3棟1,392㎡を全焼。11名死亡、2名負傷。
- 2・22 群馬県万座温泉の万座温泉ホテルで火災。2棟約1,300㎡全焼。3名負傷。
- 2・22 静岡県磐田郡佐久間町の町営住宅から出火。1棟48㎡全焼。4名死亡。
- 2・24 東京都中野区本町の菓子製造川越屋倉庫1階付近から出火。1棟約500㎡全焼。隣接の輸入雑貨卸テクロ倉庫兼事務所1階部分約50㎡を焼損。菓子類と輸入毛皮など約1億2,000万円相当の損害。
- 3・4 千葉県印旛郡富里村の住宅から出火。1棟約50㎡全焼。留守番の子供3名死亡。火遊びらしい。
- 3・6 愛知県瀬戸市泉町の耐火レンガ製造瀬戸ルツボの住宅から出火。工場、事務所計3棟延べ約900㎡全焼。隣接工場と倉庫計2棟約350㎡も焼失。3名死亡、1名重傷。
- 3・9 福島県郡山市安積町の市営住宅から出火。1棟約40㎡全焼。3名死亡。

- 3・16 東京都荒川区東尾久のプラスチック加工横江工業所付近から出火。1棟40㎡と隣接工場約100㎡全焼。さらに配送センター倉庫兼従業員寮に飛び火し、1棟約900㎡半焼。倉庫のカーテン布地など約5億円分が焼失。
- 3・16 広島県呉市中通のパチンコ店裏側付近から出火。同店1棟延べ約1,000㎡を焼き、飲食店や洋品店へ延焼。7棟21店舗、1アパート全焼。4棟4店舗が半焼または部分焼。計延べ約2,600㎡を焼失。
- 3・18 神奈川県平塚市上平塚の店舗兼住宅で火災。1棟82.5㎡全焼。3名死亡。
- 3・26 埼玉県大宮市下町の雑貨商松亀商店前軒先のトイレトパー入り段ボールから出火。同店舗を全焼。さらに住宅、畳店などに延焼し、計6棟約1,400㎡全焼、1棟半焼。5世帯15名り災。1名負傷。
- 3・26 岩手県紫波郡都南村の住宅で火災。1棟55㎡全焼。3名死亡。
- 3・27 長野県岡谷市川岸の住宅1階居間から出火。1棟と隣接土蔵、物置計3棟延べ約210㎡全焼。母と子5名が死亡。石油ストーブが過熱し唐紙に燃え移ったらしい。
- 4・1 宮城県加美郡宮崎町の農家で火災。1棟約100㎡と牛舎、わら小屋計3棟約336㎡全焼。3名死亡。
- 4・9 静岡県静岡市柳町の国光オブラートの工場から出火。工場兼倉庫約2,300㎡と隣接木工所工場1棟約130㎡全焼。さらに民家1棟全焼、2棟部分焼。
- 4・20 愛知県犬山市羽黒金山の民家で火災。1棟129㎡全焼。3名死亡。
- 4・20 沖縄県宮古島の奥平アパート306号で、畳がくすぶり室内に煙が充満。幼児3名死亡。タバコの不始末らしい。

- 4・27 東北・北陸で山火事多発。(グラビアページへ)。

### ★爆発

- 3・15 三重県亀山市西丸町の住宅で、プロパンガス爆発・炎上。1棟約70㎡全焼。3名死亡。
- 4・15 宮城県仙台市堤町のスナックさくらで、ガス爆発。同店入居の店舗1棟と民家3棟全壊。約100m四方の50数戸の窓ガラスなどが割れ、通りがかりのバス、乗用車数台のガラスが破損。13名重軽傷。
- 4・17 北海道札幌市豊平区の第二ハイツ東北1階1室で、プロパンガス爆発・炎上。1棟延べ約170㎡全焼。3名死亡、1名重症。夫婦げんかによる発作的な無理心中らしい。

### ★陸上交通

- 2・2 三重県松坂市高町の国道23号で、軽乗用車が保冷車に正面衝突、大破。保冷車も前部を中破。3名死亡、1名重体。居眠り運転らしい。
  - 2・6 長野県上水内郡牟礼村古町の国道18号で、道路わきでチェーン着発後発進寸前の乗用車に、チェーン未着の大型トラックが路面凍結のためスリップし激突。乗用車は大破。4名死亡。
  - 2・26 山形県西田川郡温海町の国道7号で、チェーン未着の大型トラックが、路面凍結のためスリップしセンターラインをこえ、マイクロバスと正面衝突。4名死亡、1名重体、5名重軽傷。
  - 3・6 北海道厚岸郡厚岸町の国道44号で、乗用車がセンターラインをこえ乗用車と正面衝突。両車とも大破。3名死亡、3名重傷。無免許のうえ、トルエンを吸っての運転。
- ### ★海難
- 2・15 山形県鶴岡市加茂の荒崎

灯台北北西16.6kmで、小型底引き漁船第3東洋丸(14.69t・5名乗組)が、大シケで高波を受け転覆。2名死亡、3名行方不明。

●4・15 北海道釧路管内釧路町の昆布森漁港防波堤付近で、サケ定置網漁船大進丸(19t・10名乗組)が転覆。4名死亡、6名行方不明。濃霧と強風で同漁港の防波堤に激突したらしい。

★航空

●3・11 北海道根室支庁中標津町の中標津空港で、日本近距離航空YS11機(乗員乗客53名)が着陸に失敗し墜落。空港手前の雑木林に突っ込み、31名重軽傷。操縦ミスらしい。

●4・1 宮城県岩沼市の仙台空港付近の水田に、民間の小型双発機パイパーPA34-200Tが墜落、大破。7名全員死亡。

●4・19 三重県鳥羽市沖の菅島で、悪天候の中、低高度航法訓練中の航空自衛隊C1輸送機6機のうち2機が墜落。乗員計14名全員死亡。

●4・26 山口県岩国市三角町で、飛行訓練中の海上自衛隊対潜飛行艇PS1が、市屎処理場わき土手に激突、炎上。10名死亡、4名重傷(29日1名死亡)。

★自然

●2・2 鹿児島県鹿児島市古里町(桜島)の南岳南側斜面で土石流が発生。第2古里川の砂防堤を壊し古里温泉街に流出。桜島国際ホテルほか計11軒で被害。

●4・8 長野県・群馬県にまたがる浅間山で、10年ぶりの中規模爆発。長野県側山ろくで山火事が発生。前橋・高崎・宇都宮・水戸などに降灰。

●4・22 兵庫県神戸市北区淡河町で大規模な地滑り。23日正午現在家屋全半壊11、農地の隆起・陥没1.2

ha、ため池決壊4。

★その他

●2・1 北海道歌志内市の空知炭鉱の採炭現場で、抗内員10名が作業中ガス突出。3名死亡。

●4・7 神奈川県茅ヶ崎市萩園の小出川で、川に浮いていたボールを拾おうとした児童ら3人が深みにはまり死亡。

●4・24 福岡県北九州市小倉北区の内田ビル406号で、ガス中毒で3名死亡、1名重体。台所のゴムホースがはずれ漏れたらしい。

★海外

●2・13 米東部で数十年来の猛吹雪。ノースカロライナからカナダ国境まで10州で、雪の降り始めた10日以来約80名死亡。ワシントンでも61年振りの記録的大雪。

●2・13 イタリア・トリノ市の映画館スタチュードで火災。観客約500名がパニック状態となり大混乱。64名死亡、数十名重軽傷。

●2・16 オーストラリア南部諸州で山火事続発。11日23時現在69名死亡、22名行方不明。住宅2,000戸以上焼け、6万haが焼失。

●3・1 中国・広東省三水付近でフェリー紅星312号が、強風のため転覆。100名以上行方不明。

●3・7 中国・甘肅省南部で大規模な地滑り。270名以上死亡。

●3・31 チリ・サンチアゴ北東60kmのアンデス山中を震源とする地震。コロンビア・ボコタ南西370kmのボパセン市では大聖堂が倒壊し、50名以上生き埋め。家を失った人は5~9万名にのぼり、死者500名、負傷者1,500名以上になる見込み。

●4・18 韓国・大邱市で、ディスコクラブ草原の家が火災。25名死亡、70名負傷。

編集委員

- 赤木昭夫 NHK解説委員
- 秋田一雄 東京大学教授
- 安倍北夫 東京外国語大学教授
- 生内玲子 評論家
- 岡本博之 科学警察研究所交通部長
- 塚本孝一 日本大学講師
- 徳久俊彦 大成火災海上保険(株)
- 中條永吉 東京消防庁予防部長
- 根本順吉 気象研究家
- 吉田勝昭 千代田火災海上保険(株)

編集後記

◆「地震があつたら津波の用心」と刻んだ碑が三陸の沿岸に建っているそうです。しかし、「地震一津波」という合言葉は、三陸など一部の地方を除いて、一般的にはなくなってしまったことを、5月26日に発生した日本海中部地震は証明しました。もし、「地震だ！火を消せ」と同じように、地震防災の合言葉になっていたら、死者・行方不明者102人という大きな犠牲を出さなくてすんだのにと悔やまれます。◆今度の地震の教訓はいろいろありますが、改めて感じたことは、災害情報はインパクトの強いことに片寄りということです。流砂現象による被害は津波災害の陰にかすんでしまい、新聞記事で筆者が目にしたのは30日になってからでした。もし、津波災害がなければ、もっと早く、もっと大きく報道されたでしょう。◆災害の教訓を生かすためには、こういう片寄りをどこかで修正する必要があると感じました。(小関)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎第134号 昭和58年7月1日発行  
 編集人 守永 宗  
 発行所

社団法人 日本損害保険協会  
 101 東京都千代田区神田淡路町2-9

☎(03) 255-1211(大代表)

本文記事・写真は許可なく複製、配布することを禁じます。

制作=(株)阪本企画室



# 日本海中部地震

## 津波襲来、死者・行方不明102名

昭和58年5月26日正午、秋田県西方約100km、深さ0~10kmを震源とする、日本海側過去最大規模のM7.7の地震が発生。秋田・むつ・深浦で震度5の強震を記録したほか、東北・北海道・北陸各地方でも4~3(中・弱震)を記録。津波が襲来したため、秋田県沿岸を中心に津波による人的被害が増大。北海道から島根県まで12道府県に被害を及ぼし、102名が死亡・行方不明となる惨事となった。また、秋田市、能代市、男鹿半島一帯など、海岸に近い市町村では流砂現象が起り、家屋の倒壊・陥没が相次ぎ、田畑の隆起や地割れなども発生。農作物への被害も心配されている。この日本海中部地震は●日本海側に久しく津波災害がなかったことから(前の被害地震津波は150年前といわれている)、津波への警戒心がうすく、地震即避難という津波への備えがなかったこと、●緊急連絡体制の不備から情報伝達がスムーズにできなかったこと等が津波被害を大きくした。

### 主な被害

- 秋田県男鹿半島加茂青砂海岸で、遠足中の合川南小の生徒ら45名が津波にのまれ、13名死亡。
- 秋田県能代港の東北電力石炭火力発電所建設用埋め立て現場で、作業員34名死亡・行方不明。
- 秋田市内本金デパート屋上の広告塔が倒れ、衝撃で4階の天井が落下。1名死亡。
- 秋田県飯島の東北電力秋田火力発電所で、燃料用タンクから出火し、まもなく鎮火。
- 秋田県秋田港で、岸壁の崩壊やクレーン倒壊などで8割以上の機能が奪われ、復旧は1年以上かかる見通し。
- 青森県藤ヶ沢町で、防波堤工事中の作業員7名死亡・行方不明。
- 青森県沖館の石油基地で、パイプの圧力調節のレリーフバルブの折損、タンクの亀裂により2基の軽油タンクから油流出。
- 津軽・松前・奥羽・五能線の被害が大きく、復旧に要する経費は26億円。

◎死亡・行方不明102(秋田81、青森17、北海道4)／負傷196(秋田138、青森25、北海道23、石川3、島根5、新潟2)／全壊830(秋田654、青森167、北海道9)／半壊1,724／一部破損3,178／床上・下浸水1,037／非住家3,250／道路1,257／橋りょう90／河川316／かけ崩れ26／文教施設607／船舶2,038／鉄道84／電話765／水道41,665／電気24,416／ガス15,277／堤防16／ブロック倒壊424／火災4 [58年5月31日午前9時消防庁調べ]

# フェーン現象下、 東北、北陸で山火事多発。

昭和58年4月27日午後から、東北地方を中心に強風が吹き荒れ、青森・岩手・宮城・秋田・福島の東北5県と石川県で、23か所から大規模な山火事が次々と発生した。

当日は、数日晴天続きで空気が乾ききっていたところにフェーン現象に見舞われ、気温も上昇していたため一気に燃え広がり、最も被害の大きかった岩手県久慈市、岩泉町など10ha以上燃えた林野火災は、6県で4,459.3haに及んだ。

5月25日自治省消防庁調べによると、山火事被害は、住家61、非住家106の計167棟が全焼、73世帯が災し、13名負傷。損害額は66億9,754万5,000円にのぼり、焼失面積では史上5番目の林野火災となった。

## 主な被害

- 久慈市長内町小屋畑地区の山林から出火。最大瞬間風速38mの強風にあおられ、三陸海岸に面した山ぎわの集落に燃え広がった。このため、同町玉の脇、二子、大尻など5地区に延焼。住宅、船舶などを次々と焼き尽くし、逃げ場を失った住民は海から船で救助された。計927.8ha焼失。
- 岩手県下閉郡岩泉町の山林から出火。住宅1棟全焼。計1,629ha焼失。
- 泉市松森地区の山林から出火。仙台市など2市3町にまたがる「県民の森」などが焼け、民家・旅館・神社など7棟全半焼。計862ha焼失。
- 青森県三戸郡南郷村の杉林から出火。八戸市と同郡階上町にも飛び火し燃え広がった。民家6棟全焼。計420.5ha焼失。

# 刊行物／映画ご案内

## 防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

## 防災指導書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

コンピュータの防災指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

目のつけどころはここだ！—工場の防火対策—

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—

## 防災読本

やさしい火の科学(崎川範行著)

そのとき！あなたがリーダーだ(安倍北夫著)

## 業態別工場防火シリーズ

- ①金属機械器具工業の火災危険と対策
- ②印刷および紙工業の火災危険と対策
- ③製材および木工業の火災危険と対策
- ④織布、裁断・裁縫、帽子製造工業の火災危険と対策
- ⑤プラスチック加工、ゴム・ゴム材加工工業の火災危険と対策
- ⑥菓子製造、飲料製造および冷凍工業の火災危険と対策
- ⑦電気機械器具工業の火災危険と対策
- ⑧自動車整備工場の火災危険と対策
- ⑨染色整理および漂白工業の火災危険と対策
- ⑩皮革工業の火災危険と対策
- ⑪パルプおよび製紙工業の火災危険と対策

⑫製粉・精米・精麦およびでんぷん製造工業の火災危険と対策

⑬酒類製造工業の火災危険と対策

⑭化粧品製造工業の火災危険と対策

※既刊の下記防災図書は現在再版していません。

〔防災指導書〕

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

〔防災読本〕

M7.9そのとき—あなたの地震対策は？／現代版・火の用心の本／暮らしの防災知識／そのときあなたは？—暮らしの防災ハンドブック／わが家の防火対策—予防から避難まで／安心できる暮らし(東孝光著)／イザというときどう逃げるか—防災の行動科学(安倍北夫著)／慣れすぎが怖い—ガスの知識

## 映画

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、防火講演会・座談会のおり、ぜひご利用ください。当協会ならびに当協会各地方委員会〔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)



# 工場防火を考える

●カラー 25分・消防庁推薦

工場の火災は、いろいろな形で発生します。たとえば、設備改修のための溶断・溶接火花と包装材の組み合わせによる出火、あるいは溶剤や洗浄油などのペーパーが静電火花などの火源で引火するなどという例は、多くの工場で見られる火災危険です。一方、製粉工場や金属粉を取り扱う工場には粉塵爆発という危険がありますし、食品製造工場では、油カスの自然発火という危険があります。このように、多くの工場に共通の火災危険と、業態に特有の火災危険があるわけです。

本映画はそういう視点で工場火災のさまざまな形を、事例と実験によって理解しやすく解説しています。

## 日本損害保険協会の防災事業

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

## 社団法人 日本損害保険協会

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