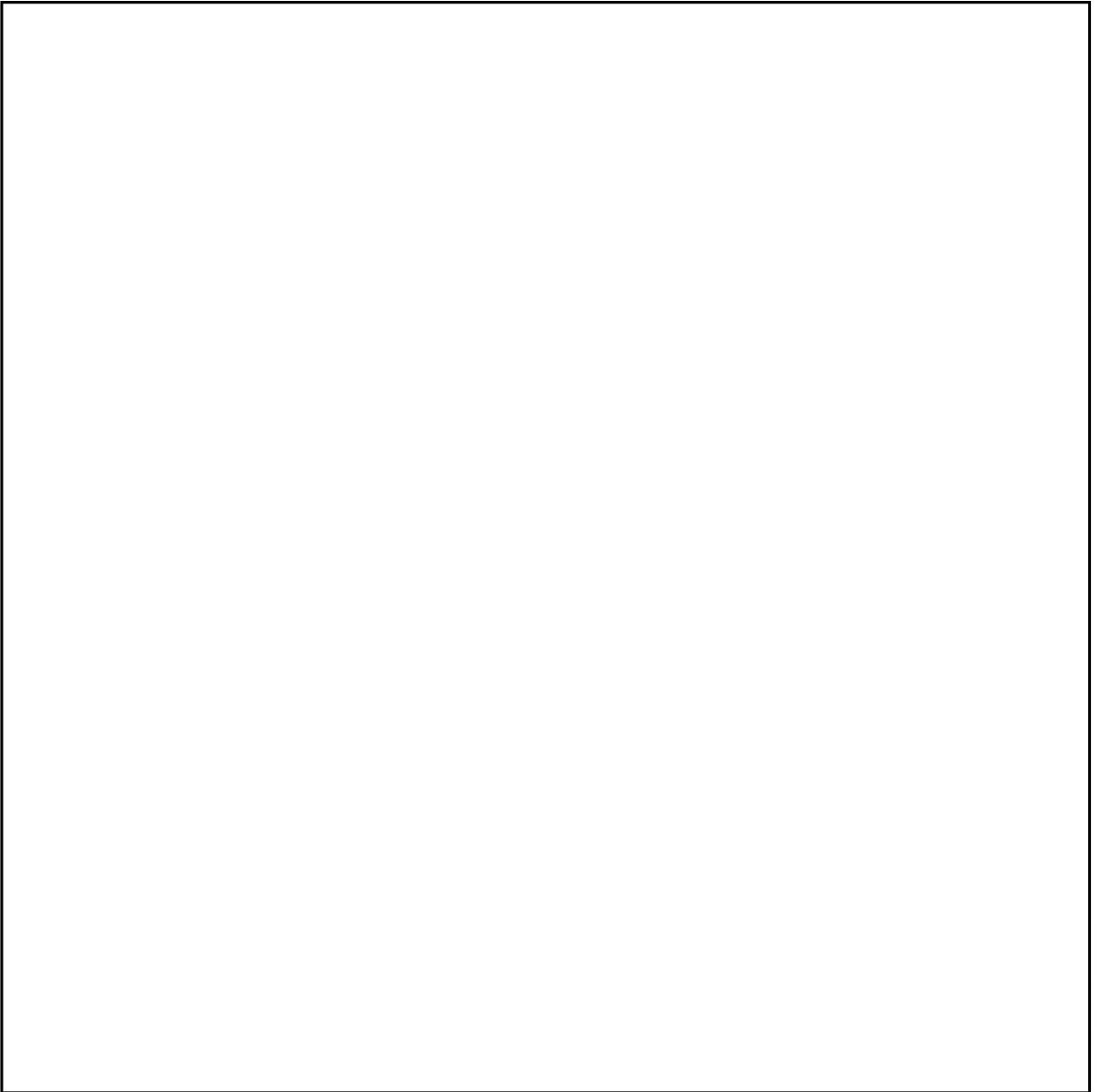


預防時報

1983

spring

133



青山大火場所附

このかわら版は、安政6年（1859）2月21日、青山から出火して千駄谷、四谷、牛込、小石川の一角を灰燼と化した大火を報じたものです。

安政という時代の名は、時代の平穏を願って、群書治要の中の「庶民安政然後君子安位矣」からとったものだといわれています。

しかし、たった7年間の安政時代は、この願いとは裏腹に、内憂外患をもたらした政治問題（日米修好条約調印、14代将軍の誕生、横浜等貿易港の開港、外国人居留地の開設等）や大きな災害等が数多く発生した時代でした。

そこで、青山の大火について述べる前に、この時代に発生した代表的な災害の概要を紹介します。

○ 安政の大地震

安政2年（1855）10月2日、江戸に発生した地震を、安政大地震と呼んでいます。この地震による余震は29日まで続き、激しい日には、日に80回もの余震があったといわれています。被害は、死者4,626人、倒壊家屋14,364戸を数え、この時の被害の様態を記した文献に安政見聞誌（全3巻）があります。

○ 安政の風水災

安政大地震による被害の復興作業が終わりに近づいた安政3年（1856）8月25日、大型台風が江戸の町を襲い、江戸の町は再び大きな被害を受け江戸市民は、自然の力の恐ろしさを身にしみて感じました。

また、この台風の最中に地震と火災が起り、二次災害が発生しました。この時の模様等を記したものに、安政風聞集（全3巻）があります。

○ 火災による大旋風の発生

安政5年（1858）11月15日、神田相生町から出火した火災で、神田・日本橋一角等259町が焼野原と化してしまいました。

なお、この火災の際、気象条件等から大旋風が起り、火災は拡大し、被災者がせつかく運び出した家財道具等はことごとく吹き飛ばされ、多数の死傷者が発生しました。

○ 青山の大火

安政6年（1859）2月22日、青山から出火した火災の概要は、増訂武江年表によると、次のようです。

「安政6年2月21日、亥の刻より南風烈しかりしが22日暁弥烈しく坤方より扇き、丑の刻青山穩田芸州侯下屋敷内、松平江州侯屋敷内より出火、炎勢熾にして松平志州侯、井上河州侯下屋敷、其外諸家下屋敷数字類焼し、緑町、原宿町、久保町、……四谷大通、西は大木戸手前、東は塩町2丁目、3丁目、伝馬町2丁目迄、北側は田安侯下屋敷へ焼込、北寺町浄運寺、……牛込町2丁目、3丁目、廿人町、若松町、……西青柳町、音羽町1丁目西側迄焼亡、此所にて22日辰下刻鎮火、凡諸侯上屋敷下屋敷合廿余宇、小名は枚挙すべからず、神社3宇、寺院50余宇、町屋35町程、長凡1里8丁余、幅平均して4丁半、焼死負傷者其数を知らず」

なお、この火災から8か月後の安政6年10月17日、江戸城本丸が炎上しました。これらのことからみても、安政という時代は、大災害多発時代であったといっても過言ではないと思います。

（東京消防庁図書資料室 白井和雄）

予防時報
1983・4
133

目次

ずいひつ	
戸を閉める／斎藤平蔵	6
空中探査／落合敏郎	8
確率の話／久保 泉	10
座談会 気象変動の影響	12
高橋浩一郎／宮村 忠／柳川喜郎／唯是康彦／根本順吉	
気候異変時代	
——北日本の冷害と'83年の天候予測／和田英夫	22
沖縄の台風に対する対応行動の分析／東江平之	28
煙と避難／神 忠久	34
防災基礎講座	
統計——質的データ解析／駒澤 勉	40
身のまわり用品の安全性／稲葉政男	46
東北・上越新幹線の安全対策／芹沢邦夫	52
新しい自動車用燃料の開発動向／金 栄吉	58
最近の漏えいガスおよび液体の検知・警報設備／磯部満夫	65
防災言／交通事故防止への提案／生内玲子	5
協会だより	72
災害メモ	73

表紙／片山利弘

SERIGRAPH <FOUR DREAMS> 1975, EDITION 35. 77×77cm

カット／岡 昌平

交通事故防止への提案

交通事故による死傷者が、5年連続プラスとなった。まさに“第2次交通戦争”、たけなわというべき重大な事態である。交通事故による死者は、56年は対前年比マイナスで、57年が対前年プラスとなっている。

死者数は、たしかに、56年は対前年比わずかにマイナスだったが件数、負傷者は53年以来プラスに転じており、死者と傷者合わせても、53年以来プラスが続いている。交通事故は45年をピークに下降線をたどってきたとよくいわれるが、昨年の死傷者は、昭和50年よりさらに悪いところまで逆戻りしてしまっている。

車両数が増加の一途をたどっているのだから、事故の増加も止むを得ないといってしまうえばそれまでだが、車の増加率の高かった高度成長期にすら事故を減らせたのだから、努力して減らせないことはない。

事故の増加で目立つのは、二輪乗車中の死者、カーブでの単独事故、最高速度違反による事故などで、自転車乗車中や踏切事故は減っている。

今後の事故防止で具体的にポイントとなるのは、まず激増する二輪車と、四輪車との混合交通をいかに安全なものにするかということである。限られた道路スペースの中での混合交通には、まず互いの特性を理解する必要がある。その動き方の特性、死角、運転者の心理状態を知り、防衛運転に徹することだ。「譲り合い」とか「やさしさ」というキャッチフレーズもいいが、それより、ドライバーに、事故は被害者になっても加害者になってもひき合わないという実感を持たせることが大切ではないだろうか。

また、事故犠牲者を減らす“特效薬”はシートベルトの着用だ。昨年度の警察庁の調査によると、高速道路でのドライバーの着用率23.2%、一般道路では18.7%とまだ低い。PRの必要を痛感する。同時に、かねてから提言していることだが、シートベルトを着用しないで事故に遭ったものについての保険の支払いを減額する方法をとり入れて欲しい。搭乗者傷害保険についても対人賠償についてもシートベルトをしめていない場合、損害拡大防止義務を怠ったということで、何パーセントか減額することにすれば、ベルトの着用率が上がると思う。自動二輪に乗っている者が、ヘルメットの着用を怠って死傷した場合は、減額の判決も出ているようだが、シートベルトについては装着義務について罰則がないので難しい点もあるのかもしれないが、検討して欲しいと思う。

また、社会の高齢化とともに、高齢ドライバーの安全問題がクローズアップされてくるに違いない。欧米ではすでに大きな問題となっており、日本でも個人タクシー運転手の高齢化などが話題に上っている。高齢者の免許証の更新など、今から検討しておくべき点が少なからずあるのではなかろうか。

防災言

生内玲子

交通評論家

ずいひつ

大火のたびに思うことだが、違法だったのだから罪になるのは当然である。しかし気にするのは、法律に何処が違反していた、だから危険だとの筋書である。危険は法文いかんを問わずあるものでないか、もし法文だけが危険を示すなら、新しい法が出るたびに家は危険を増すという論理に気がつかないのだろうか？ 問題は法との対応である。

建築の技術の組み立ては船からきているものが多い。防火区画もその一つだといわれる。船のある区画で浸水あるいは火災があれば、水や火・煙を閉じ込め、すなわち窒息させて他の区画の安全を図る。それには扉やダンパーを閉じなければならない。もちろん必要なら消火剤を併用するが、船舶では扉を閉めるタイミングの判断をだれが下すか知らないが、とにかく、ある時刻までにその区画から出られない人は、死ぬのもやむを得ないと暗黙の了解があることは確かで、それによって船の安全は保たれているといえようか。

建築でも、防火壁等の区画が法で定められていて、家は防火上区画ごとに別棟と見なされることは、だれでもが知っていなければならぬことである。出火した区画の人が脱出し終われば防火扉を閉め、ひとまず完了なのであり、やや極端ないい方だが、放っておいてもいつか消えてくれるのが近代建築防火区画の基本である。そのため防火区画とそこに設ける戸（防火扉）の耐火力まで法で定めてあるが、扉は壁に比べて弱いから、水をかけながら火勢の衰えるのを待つ。消すときは扉を盾にし、いつでも再び閉められる姿勢で行わ



せる。しかし、戸という「物」をいくら設けても開けていては話にならない。煙も火も通過する。そこで、当初人力で閉めるのはさぞ大変デショウ。法ガ援護シマス。扉トダンパーニヒューズヲオ付ケナサイ。ソレデモ不安デス。煙感知器連動ニシナサイ！ ここまではいい。ところがそういかないのが世の常、故障もあるし開けねばならぬ事情がある。開けたままならば居合わせた者に閉める義務がある。支(か)い物に気付けば外してくれねば困る。さもなくば船なら浮かんでおれない。

そこで、戸は物が通れば開くものだ。では何が通るのか。わかりきった話で、住人が消防隊以外にはない。住人が避難するから開くのだ。消火するから開放をするのだ。共に扉開放と同義語だということはきわめて重要である。戸を開いたままでは煙と火が追ってくる。だから、避難実施中平行して消すことは避難安全上問題が多い。特に階段扉は他人を殺す。もし待てぬ事情なら、消火側の使う階段は避難側が使う階段と別にしなければならぬ理屈になる。これだと幸いなことに、階段室に起こる煙突効果は上と下とで同時に戸が開かぬ限り生じないから（他方で区画が成り立っているから）、他人のことを気にせず、戸の開閉も自分の自由にできるようになる。このときに避難する側で火元の様子などわかる訳がない。だから、階段の使い分けと扉の閉鎖は消火側の責任である。これを怠ると家はきわめて危険になる。

日本の避難・防災指導では、この責任区分が定着をしていないように私には思われる。

Close the door behind you（お前の後ろの戸を閉めなさい）は、欧米で暖房期間中を対象にして子供への重要なしつけの一つだ。これが火災時の、避難消防双方への注意に使われている。アメリカのファイヤージャーナル紙は、しばしば火元で室の扉を閉めずに行ったから多数の人が煙で死んだのだという指摘をする。先日の日本のホテルN火災の火元は、不幸にも最も風圧の高い風上の一室であった。火元の英人、実際は消火器で消しに行ったボーイが戸を開け放して退去、煙と火が廊下に流れ、退路を遮断され自分も死んだ。世論は戸の閉鎖をいわず木製だったことを弾劾するが、では、鉄だったら開けておいても安全だったというのか。一方で、鉄だと熱膨張で開閉できなくなるから、防災上木の方がいいという学説すらあるのを知っているのだろうか。

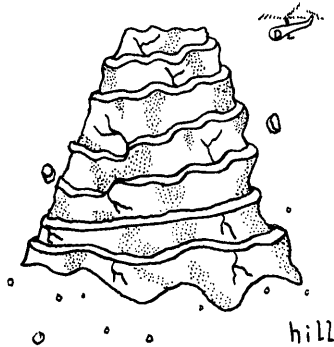
シカゴ消防を訪問した折に、日本人は戸を閉める習慣を持たないので困ると話題にしたとき、アメリカでもよくある、との返事だった。念のため罪に問えるかと聞いたけれど、もちろんノー。しかし、その後シカゴヒルトンホテルで日本と同じような火災が発生した。そのときの記事を日本の新聞で見たが「火元が扉を閉めないで行ったから多数が死んだ」とシカゴ消防の解説があった。あのとき会見した局長さんが発表したに違いない。こうして火災のときに扉が果たす機能の大切さを、法と関係なく消防隊にも避難者にもPRしているのである。

ずいひつ

空中探査

落合敏郎

日本農林ヘリコプター(株)空中探査技術研究所々長



10年前、国際地下水学会で「自然放射能測定による地下水探査について」を発表したことがある。この発表直後、アメリカのUSGS（地質調査所）の地質部長から、この探査法を地震と関係が深い断層探査に利用することができないか、もし可能であれば、これまで幾度か大災害を引き起こしたアメリカ西岸のサンアンドレアス断層で探査し、その結果を今後の防災対策に生かしたいというような質問があった。この断層は1857年の大地震で被害が特に大きく、マグニチュード8.0で断層のずれは10mにも及び、多数の家屋・構造物が倒壊している。最近でも1971年に大地震が発生している。

この論文発表当時は地下水探査が研究目標で、我が国の大半を占める山ろくや丘陵などの水に乏しい地域を対象にして、地下水脈を探し出すことにあった。従来、いろいろの物理探査法が発達してきたが、また的確な地下水探査法が見いだされていなかったためである。

この研究は昭和23年から実用化を目指して開始したもので、我が国の用水不足地帯を対象にし数十回の現地試験に基づいて、ボーリングを行い、確実に地下水脈を発見できることを実証して、その成果を取りまとめて先の国際学会で発表したものである。

USGSの地質部長の質問を受けたこのときほど、地下水と地震とのかかわりを強く感じたことはなかった。この質問を契機として、自然放射能による地下水探査法の研究対象は断層破碎帯、地すべり、山地崩壊などの災害対策分野へと急速に広がっていった。

ここで簡単に、この自然放射能による地下水探査の理論に触れておく。我々が住んでいる

地球の内部は、一大原子炉を持った構造にたとえることができる。地球の高温の熱源はウラン、トリウム、カリウム40などの放射性同位元素の放射線によって発生する熱であるとされている。その外側に硬い地殻がこれを覆っており、原子炉の炉壁やコンクリート遮へい材の役割を果たしている。この熱源に地球の圧縮熱が加わって地球内部はきわめて高い温度に達しているものと考えられている。したがって、地球内部の地層には、各種の放射性同位元素が含まれている。地殻にさまざまな力が働いて、ひび割れ、すなわち断層が生じると、岩石が圧砕され、一定幅の破碎帯が相当の長さに至って発達する。

一般に断層は規模の小さいものから発生し、何回も繰り返されて次第に規模の大きい断層に生長するものと考えられている。断層が第四紀の新しい地層や地形を切っている場合には活断層と称し、最近特に注目を浴びている。活断層は近い将来、再び活動する可能性が強いので注意が必要である。

このような断層破碎帯はきれつや割れ目が多く地下深部まで発生するので、その深部の地層に含まれている放射性同位元素が破碎帯に沿って上昇し、地表から空中へ逃げ、破碎帯の上空で放射線強度が増大する。これまでの研究によって、破碎帯の規模の大小と空中放射線強度とは正の相関関係が認められている。したがって、空中の放射線測定によって破碎帯やそれに伴う地下水脈の検出ができるわけである。

最近、これらの研究成果を基にして、ヘリコプターによる空中探査法を実用化し、我が国の水資源開発、防災対策に役立たせている。

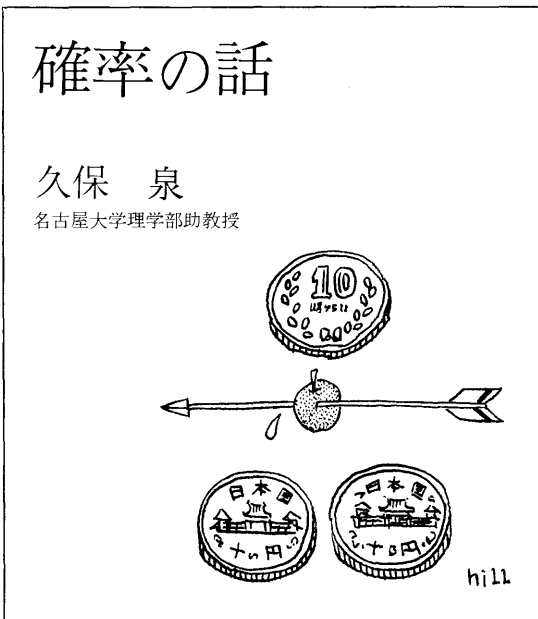
この方法は、新しく開発したガンマ線スペクトロ探査装置をヘリに装備し、500 m間隔の方眼状の測線を時速90kmで測定を行い、飛行中にコンピュータで解析して断層の有無を判定し、即時に断層の位置を地表撮影しているビデオにマークする方法である。ヘリコプターは容易に対地高度を一定にすることが可能であり、山地域でも地形に関係なく測線を計画的に設定することができるので、その検出精度はきわめて高い。また、広大な地域でも2～3日の調査で測定が終了できる利点がある。

すでにこの空中探査によって、数多くの地下水探査を実施し、1日に数百トンから3,000トンの地下水が開発されている。水資源に乏しい我が国にとっては、破碎帯のきれつ地下水はきわめて尊い資源であるということができる。

しかし、その反面、破碎帯はきれつに富んだ基礎地盤の弱いゾーンであり、この上にダムや橋りょう・建築物などを建てると、地震の際に大きな被害を被るおそれがある。また、急傾斜地の山腹やがけの上部に大規模な破碎帯が横切っていると、破碎帯を境にして地すべりや崩壊が起こりやすくなる。したがって、このような破碎帯の下に部落や道路が走っているとはなはだ危険である。これまでの空中探査の結果によると、山地帯から市街地にかけて、幅100 m級の破碎帯が延びている例がある。

我が国は世界有数の地震国であり、かつ人口ちゅう密国でもある。災害予防の視点から一日も早く、日本全土の正確な断層破碎帯分布図の完成が望まれるところである。

ずいひつ



私たちの身の回りで起こっている出来事の多くは、何等かの偶然の影響を受けています。偶然といっても、デタラメではなく、確固とした法則に支配されているのが普通です。世の中の出来事が偶然的ならば、これからどうなっていくか、何が起こるかなどを予測するには偶然性の研究が必要になるわけで、その研究をするのが確率論と統計学です。大雑把にいて、確率論は偶然性の基本的法則がわかっているとて、どんな現象が起こるかを調べる理論だし、統計学は実生活での偶然現象の法則を決定する方法を与える学問です。しばらく、確率論の話とそれが予測にいかに関与つか、また、どんなに役立たないかを書いてみようと思います。できるだけ数学抜きでとてはいるのですが、少しは数学も我慢して付き合ってください。

確率とは何でしょうか？ 皮肉なことにこれが確率論屋にとって一番答えにくい質問なのです。数学としての定義を書くのは簡単なのですが、実生活の上での意味を問われて正確に説明しようとするると統計学の助けを必要とし、統計学説明には確率論が要るといった具合いで困ってしまうのです。仕方がないので例として、友人との賭で十円玉を投げて表が出れば自分の勝ち、裏ならば負けとする勝負を考えてみましょう。表が出るか裏が出るかはまったく偶然で、チャンスは五分五分です。それが勝つ確率は $1/2$ ということです。

2回勝負するとして、最初に表が出たかどうかは2度目のチャンスに影響を与えずやはり五分五分です。一般に、一つの偶然的出来

事の結果が他の出来事の確率を変えないとき、それらは互いに**独立**であるといっています。たとえば、今夕投げた下駄の裏表と明日の天気は独立でしょう。十円玉投げのように1回1回が他の回と独立な実験を繰り返すと、表の出た回数は投げた回数のおよぼ1/2になることが確率論からわかります。普通、1万回投げたら表の出る回数は4,880回から5,120回ぐらゐの間になります。だから、もし表が4,500回ぐらゐしか出なかったら、十円玉が変形していて表が出にくいと疑った方がいいでしょう。けれども、10回中3回しか表が出なくても変だと疑ってはいけません。十番勝負を何度もやれば6度に1度の割合でそんなことが起こり得るからです。

ビールの王冠のように、表裏の違ったものを何回も投げて、表の出た回数を投げた回数で割った値をグラフに書いていきますと、最初ゆれていたグラフが回数の増加とともに一定の値に近づいて行きます。その最終的な値が表の出る確率に一致するというのが確率論で**大数の法則**と呼ばれている事実です。

野球は偶然性のスポーツだといわれ、確率や統計の話がよくできます。時々、プロ野球の解説者とアナウンサーが「彼は三割打者なのに3打数ヒットがありません。確率からいえば、そろそろヒットが出るころですね」ともっともらしく話しているのを聞きますが、これは確率法則の誤った解釈で、三割打者にとっては、ノーヒットが続いたあとでも次にヒットが出るのは同じ3/10の確率にすぎないのです。むしろ生身の打者では長くノーヒッ

トが続けば調子を落としていると思うのが常識的でしょうし、その反対に燃えるなどといった人間臭さは別にした話です。

では、仮に1シーズン300打数として、常にコンディションを変えない仮想的な3割打者が連続ノーヒットを何回ぐらゐ続けるでしょうか？ 計算してみると、偶然のいたずらだけが理由で19打数連続ノーヒットを記録する不運な選手が11人に1人の割合でいることになり、逆に25人中に1人の幸運な選手なら7打数連続ヒットが期待されます。偶然性だけに支配されていると、一回一回の予測は「次にヒットになる確率は3/10だ」などと余り役に立たないことしかいえませんが、長期にわたっての予測ならある程度のことがいえます。上の場合なら、『みんな調子が良さそうに見えても、僕の観察では途中で不振に落ち込んで20打席ノーヒットになる選手がいるんだ、名前を伏せておくけどね』としたり顔でいっておけばまず当たりましょう。『AチームとBチームの比較だって？ 初戦が勝負だね。勝った方が対戦成績では一度も負け越さないで終わるだろ。優勝は他チームとの仕合が問題だよ』と予言しておけば、A・B両チームの実力が互角でさえも確率0.31で当たります。

ところで、十円玉を投げると、2回に1回の割合で表がでるといっても2回の内1回が必ず表ではなく、2回とも表が出ない確率が0.25あります。サイコロを6回振って1度も1が出ないのは0.28、1万分の1で起こる事故が1万回続けて起こらない確率が0.37もあることを覚えておいてください。

座談会

気象変動の影響

出席者 高橋浩一郎 元気象庁長官／気候問題懇談会会長
宮村 忠 関東学院大学助教授
柳川 喜郎 NHK 報道局記者
唯是 康彦 千葉大学教授
根本 順吉 気象研究者／本誌編集委員／司会

戦争にまで及ぶ気候変動の影響

根本 今日は「気象変動の影響」というテーマでお集まりいただきました。そこで、幾つかの参考となる資料も持ってまいりましたが、皆様には、異常気象、気候変動がおのおのどんな影響があるかをお話しいただきたいと思います。

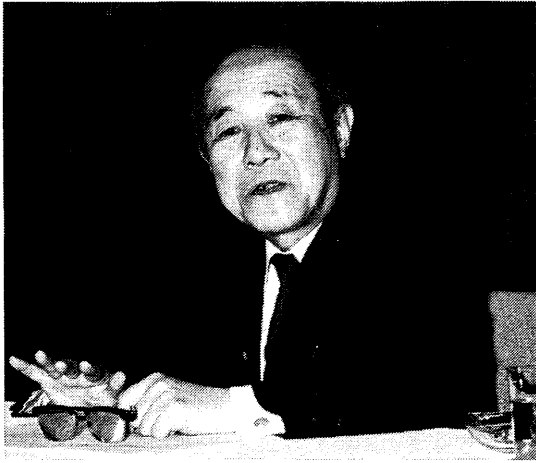
高橋 気候の変動の影響を考えると、まず、災害の性格を分析する必要があると思います。災害というのは、自然の暴力とそれに対抗する人間の力のバランスで決まるわけで、災害が多いとか少ないとかいうのは、自然現象だけではなくて人間社会の問題があるわけですね。ですから、同じ暴風雨であっても、災害という面からは古代と現代ではだいぶ話が違ってくる。また、災害そのものにもいろいろな種類があるわけで、たとえば台風災害とか豪雨災害というのは時間的に比較的短いものです。もう少し長くなると、凶作とか干ばつというものがあり、これも災害ではありますが、ちょっと性質が違い、さらに災害を拡張しての解釈になると思いますが、人間社会のなかの戦争も災害であり、自然災害よりもひどい。そういうものに対して、気候の変化というものは非常に影響している。そして、災害への影響は社会の構造

によって現れ方が必ずしも同じではない。一般の人ですと、そのへんをごく単純に考え勝ちですが、実際の現象を考えてみると非常に複雑です。自然現象が変わって社会にその影響が現れるとき、あらゆるものが社会にいくのではなくて、一種の社会と自然現象の共振れのようなものが起こるとその影響が大きく出てくる。ある種のものはそのなかに大きく出てこない。そのへんをどう考えるかということが非常に大事なことではないでしょうか。

根本 気候の変動がどんな分野に影響しているかラムは12項目挙げており、今先生がおっしゃった戦争は12番目に出ていますね。次に、異常気象とか、それに関連した災害とか、世界的な視野でいろいろ情報にタッチしておられる柳川さんをお願いします。

柳川 私は特に専門家ではございません。今日お集まりの方々のご専門の自然科学をハードとしますと、社会科学あるいは人文科学は、いわばソフトで、私はそういう立場から述べさせていただきますと思います。

まず一般論なんですが、私どもからいわせると、気候変動と影響というのは非常に難しく複雑な問題だと思えます。気候変動そのものは、いわゆるハードの面でしょうが、その影響となります



高橋浩一郎氏

とソフト的な面だと思うんです。それで、私が感じることは、日本というのは学際研究、領域際研究が非常に下手だと思うんですが、気候変動というのは正しく領域際の問題だと思います。今まで、気象なら気象の専門家が単に気候変動を論ずることが多かったわけです。根本さんは大変学際的に突っ込んでおられるし、高橋さんにも非常に例外的な方です。まだまだ気候変動とその影響というのは大きな迷路に突っ込んだような話で、一体どっちが本当なんだ、諸説紛々という感じがすることが多いわけです。それで、やはり今の、ないしはこれからのことを研究するのはもちろん重要なことですが、一つの実証的な方法としては、過去の気候変動なり異常気象なり、そのときは歴史的に一体どういうことが世界的に、あるいは日本で起きたのか、ということをやらなければならぬのではないかと思います。たとえば、根本さんが試みられている江戸時代の気候と人間生活あたり。これは非常に興味深い実証的な研究ではないかというふうに考えているわけです。

それでまず、基本的によくわからないんですが、今、地球全体規模からみて寒冷化の傾向にあるのか温暖化の傾向にあるのか、これもプロ・アンド・コン（賛否両論）でありまして、温暖化に向かっているという人もいるし寒冷化に向かっていると

いう人もいます。

高橋 気候変動といってもいろいろな時間スケールがある。そこをどう考えるかによって話が違ってくると思いますね。気温が下がってきて今では若干上がっているという人もいますが、世界的にみるとあまり上がっているとまではいえないのではないのでしょうか。私の感じでは、おそらく今世紀ぐらいは現在に近い状態が続くのではないかと、そして、その後上がるのではないかと思うのです。理由は二つあります。炭酸ガスの問題がその一つです。その影響が出てくるのは、おそらく次の世紀になってからだろうと思います。

柳川 つまり、それまで蓄積するというわけですね。

高橋 蓄積というよりはエネルギー消費の増加のスピードが実は問題なんで、今の調子で化石燃料の消費が増していくとすると、次の世紀の半ばごろには炭酸ガスの濃度が約2倍になるという予測なんです。それから勘定していくと、今世紀中はまだあまり顕著にその影響が出てくるとは思えないんです。

もう一つは火山噴火の影響です。火山の大噴火があると、その灰が成層圏に広がり、日射を弱めて気温が下がるといわれています。私、火山の噴火について過去の記録を調べてみたんですが、70年ぐらいのサイクルがあるんです。その70年周期でいきますと、最近は火山活動が増えているので低温の傾向が出ているというふうに解釈していいのではないかと、そして、次の世紀に入るとまた減

表1 気候変動の影響をうける分野(H.H.Lamb, 1982)

- ①農業、園芸（果樹、ブドウを含む）
- ②林業
- ③昆虫（害虫）、カビとそのコントロール
- ④動・植物および人間の健康と病気
- ⑤天気敏感な製造工業、建設業（織物、土木等）
- ⑥貿易（国内、国際）と価格
- ⑦旅行・通信（山路、砂漠、沼泥地の利用開始期 水や暴風のために閉ざされたルートの開始期）
- ⑧観光（夏・冬のスポーツ、リゾート、維持費）
- ⑨災害（ナグレ、崖くずれ、その他多し）
- ⑩海岸洪水、浸食、土砂流、海水位の変化
- ⑪保険業
- ⑫暴動、民族移動、戦争

って温度が上がってくるという感じがするわけです。さらにいうならば、過去の気候の変動をみますと70~80年ぐらいのサイクルが出ています。それでいきましたも、ここ暫く悪くて、次の世紀あたりは温度が上がっていくと考えた方がいいと思います。

柳川 全地球的にみた場合に、気象の変化というのは、決まりきった大気の中で、要するにバラツキが起きるわけですから、エネルギーの総体的な量というのは変わらない。その地域的なバラツキが、たまたま人間の営みが非常に集中している所で起きれば、たとえば農業地帯とかに起きれば、人間にとってインパクトが強いということです。別の所で起きればさしたる影響はないのではないかと。全体の収支でいえば大したことはないという

図1 1946年から60年迄の推定平均気温を基に出した北半球の年平均地表温度偏差(摂氏度を使用)

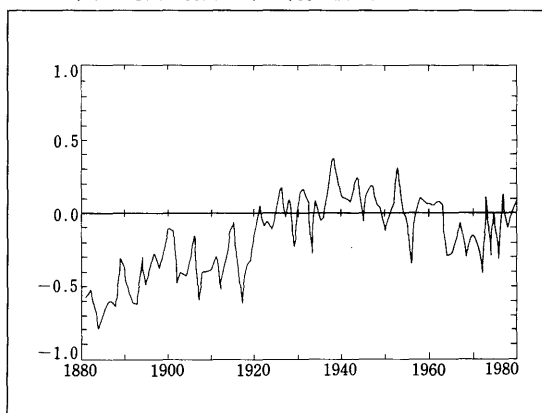
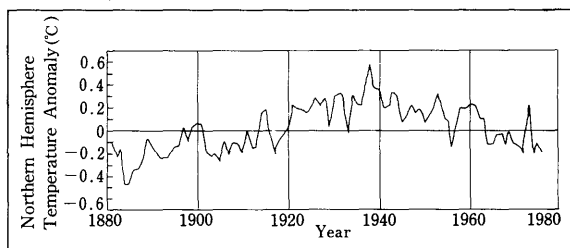


図2 1880年からの北半球の気温変動傾向。1930年代後半までは温暖化傾向が明らかであり、その後は半球の冷却傾向が明白である。(「ウエザー・ウォッチ」最新版。ウォーカー&カンパニー社。1979年刊。ハロルド・W・バーナー卜著)



見方、ある意味では非常に楽観的な考え方もあるわけですね。人為的なものを除きましてね。

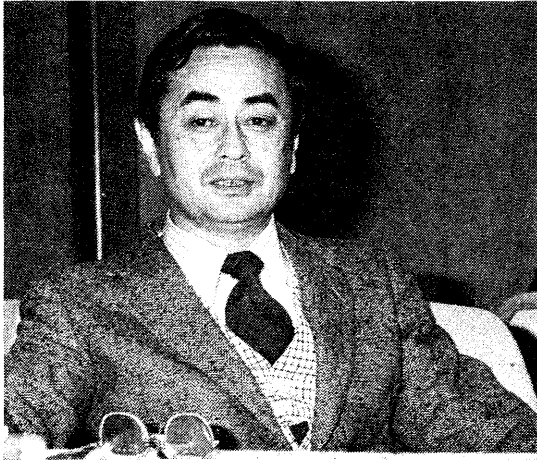
高橋 ええ、それはあります。たとえば温度が上がると、その影響というのは一般的にいうと生産量がプラスになりますね。ただそこで一番難しい問題は亜熱帯の雨の降る地域が変わってくることで、その影響が非常に重要だと思います。しかし、その場合にも地球全体でみますと増える所も減る所もあるわけですから、プラスマイナスで考えてくと相殺されますね。そうはいうけれども、ある国にとってみますとこれは大変なことです。そういう意味での国際的な紛争が出てくるでしょう。それがまた生産に影響して、日本にまた跳ね返ってくる可能性は充分にあります。

農業災害を増幅する人間サイドの諸条件

根本 我々の生存にとって、何といたっても一番大きな問題は農業と水だと思うんです。気温がいろいろ変わってきた場合、農業は一体どういうふうなインパクトを受けるか、このへんを唯是さんにお話を願います。

唯是 農業の災害の問題というのは、気象の影響というか、そういう自然現象による災害と人間サイドの災害とがオーバーラップしていて、単純にいけないような感じがするんですね。一つは人口が現在非常に増えてきているわけです。世界の人口が1975年で約40億と出ていますから、最近では45億を超えているのではないかと思います。今世紀の終わりには61億というのが国連の出した推計です。そうなると、人口増加と生活水準の向上という両面から食糧がより多くいるということがあがるし、また、生活空間が広がっていく、つまり今まで畑でなかった所が畑になってしまう、こういう問題があるんです。

たとえば、ソ連は人口増加もありますが、それ以上に生活水準が上がってきて畜産物を食べるようになった。そのためにえさが必要になってくる。



唯是康彦氏

そこでシベリアに4千万haの土地を開墾してトウモロコシ畑を作った。トウモロコシというのは、ご存知のように光合成による炭素の固定回路が米麦と違って能率がいいわけです。ところが大失敗に終わるんです。これは、一つは肥料がない、水がない、といったような問題と結び付き、そこに気象変動があれば、それはさらに追い打ちをかけることになるのだと思います。こういう畑がなかったときは、気象が変動しても人間サイドにはそんなに大きなインパクトを与えなかったと思います。これは一つの例ですが、そういう例があらゆる面に出ます。

また、そのように生活空間あるいは生産空間が広がっているということばかりでなくて、農業のやり方が非常にインテンシブリー（集約的）になってきてますね。なんといっても地球は有限ですし、すべてが農地に適しているということではありませんから、そういった意味では単位面積あたりの収量を上げなければいけない。単収を上げるという技術は、今のところは品種改良なんです。高収量品種を開発して収量を上げていく。ところが、高収量品種は元来は生物としてみれば奇型なんです。たとえばイネなら、実のなる数というのはイネの側からいえば適正数があって、たくさんできるほどいいというわけではない。これは、

やはり人間が刈って食べるということが前提になってきているわけで、現在の農業というのは生物の奇型を開発して、それによって人間は生きていくんだといっても過言ではないんです。ところが奇型ゆえに、結局人間がサポートしてやらなければ生きていけない。そのためには化学肥料を大量にまかななければならない。また、病虫害に非常に弱いから農薬をまかななければいけない。あるいは水を手当てしてやらなければいけない。あるいは深耕が必要で機械で掘らなければならない。そうしたいろいろな条件が出てくるんですね。経済学的には農業インプットをそれだけ多くしてやらなければいけないのですが、農業の側にそういう農業インプットをすべて賄えるだけの条件があるかどうか。これも保証のかぎりではないんですね。したがって、それをちょっとでも怠ったら病虫害とか干ばつとか冷害にやられるとか、非常な災害にぶつかってしまうんですね。

それから、農業というのは、要するに生態系の調和を壊さないようにして生産していかなければいけない。そのためにいろいろな農法が開発されてくるわけですが、畑作ですとこれは輪作ですね。ローテーション・ファーミングです。ところが今のように食糧を増産しなければならないというプレッシャーがかかると、ローテーション・ファーミングのスタイルを壊してしまうんです。これは非常に多いのではないのでしょうかね。ソ連が4年続きの凶作であるということは気象の問題だと思うんですけども、しかし、ウクライナのような穀倉地帯がやられてしまったということは、とても信じられないわけですね。これは、やはり小麦の連作をやりすぎたのではないかと、こんなふうに思うんですね。

結局、そういう一定の条件のなかで農業というものを営んでいるわけですから、そうした条件が少しでも欠けたことと気象変動が絡むと非常に大きなダメージを被りますし、場合によっては、それほど大きな変動ではないかもしれないけれども

ダメージを受けてしまって、それが異常気象ないし気象変動ということでうんぬんされるのではないかというふうに考えられます。

これからチェックされる安定期に行った治水、利水事業

根本 水に関連して、たとえば最近の台風の来方が戦後間もなくと同じようになって、洪水の水位なども大変高い水位が利根川で観測されているということで、水の方の条件も影響を受ける側の問題もいろいろあると思いますが。

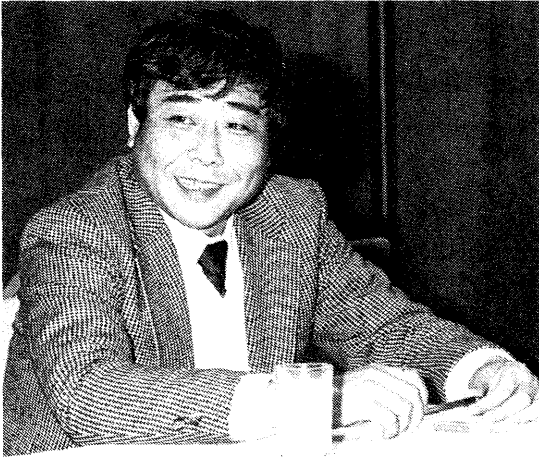
宮村 水という場合に、水資源と水害対策とありますか、その二つがあります。それで総体でいいますと、土木工事では河川の工事、丘陵地の開発とか道路とか全部ひっくるめて、土木が一番事業をやったここ30年というのは気象が一番安定していた時期なんですね。だとすれば、これからチェックされるんですから、まず破たんするのは当然のような感じがします。土木で一番大事にしなければならぬのは経験の知恵みたいなことですが、安定期に大量の仕事をしていますから、その知恵をどんどん欠乏させている状況なんです。知恵がなくなっちゃって、しかも知識の方は安定したときの知識ですから、これは、もし異常気象というものがくれば混乱するような状況で、そのへんは水資源からも災害からも非常に危ぐされる点です。

具体的な事例でいいますと、戦後、山では杉の植林をやったんですね。杉を植えて20～30年という所が一番水害を起こしやすい地帯で、大水害を起こしたのは杉の植え付け地帯なんです。根つきが浅いものですから、それが出て来てひっかかって洪水を起こすということで、最近の事例ではそれが非常に多くなっています。山が崩れるのも杉が原因になっている場合もありますね。それで、杉の植林というのが一時期に同じようにどこでもやったということで、非常に不安定な要素をもっているわけです。それと、河川耕作物が非常に多

くなっていますから、今まで以上に根付きのものが障害を起こすかもしれない。関東でいいますと、利根大堰とか河口堰とかはそんな材木が流れて来ることを予測して施設をつくっているわけではありませんから、こんな木が1本挟まってしまうと施設が動かないということが容易に考えられます。そういう意味で、杉というのは一つの対象物として挙げられると思います。

洪水対策も安全度をどんどん高める方向で進められてきましたが、それも安定期のことで、昨年の台風なんかをみても、もしキャサリン台風あるいは明治43年みたいなものがきたらどうなるだろうと、現実に深刻な議論が出てきています。今まではどこでも大体平均して安全なようにということでやってきましたが、いざというときどうするんだと、どこの堤防を切るとか、そんな問題が飛び出すほど深刻な状態になっています。

水資源のほうでいきますと、たとえば渇水なんていうのはある非常に短い期間が問題なんですね。ちょっと多目取る農業水を我慢すれば、それで問題が済むわけです。そういう問題を含めて今まででなんとかやってきたし、本当に足りないのは沖縄と福岡と広島県の福山ぐらいで、あとはなんとかできる。むしろ余っているような状況ですね。ところが、沖縄・福岡・福山などは冬型の渇水の川になってきているんです。今までは、日本の場合、農業用水を夏にいっぱい取っていた。だから夏にいっぱい水を使って、冬よりはひどくないけれども渇水期にぶつかる困るということで、通常は夏の水が足りないのが常識的なんですね。ところが冬型渇水になったら手の下しようがないわけです。福岡も沖縄もそうです。もし利根川が冬型渇水になったら、これはどうにもならぬですね。ところが、水資源も先程いったのと同じように安定した時期に計算していますから、かなりぜいたくな水の使い方をしている。それを節水型に変えようと掛け声を出してもおいそれといくものではないのです。まあ、幸いというか経済活動が落ち



宮村 忠氏

たので工業用水が余ってきて、そんなに深刻ではないんですが、利根川なんか現在でも7、8月に雨が降らなければおしまいです。幸いそれが回避されているだけの話なんですね。そういうなかで需要供給が計画され、実際に供給しているわけです。異常気象に入ったというようなことで、そのなかで雨が降らない時期が集中しますと確実にパンクしてしまうんですね。洪水の方はたまたま幾つかの経験があるわけですが、水資源が本当に足りないということを経験した例は、日本の歴史のなかでないんですから、これはかなり深刻になるわけです。

高橋 ちょっと暴論ですが、日本人が水を非常にたくさん使うから湧水がこわいんじゃないでしょうか。ですから、工業用に使っている水を他へまわしてしまえばいいわけでしょう。

宮村 具体的にいきますと、いつも湧水の場合は調整で切り抜けているんですね。その場合に、生活用水と工業用水はかなり優先されるわけです。影響が大きいからということですね。ところが最近では農業の方もかなり強い主張が出てきて、調整の仕方が非常に難しくなってきましたね。

唯是 おそらく畑作が広まってきたせいだろうと思いますね、水田がむしろ減って。だから水の需要期がずれているのではないかと思うんですよ。

宮村 一番安全なのは水田が多い方がいいんです。自由度があるんですね。水田の自由度で日本の水は安定していると考えた方がいいんじゃないかという気がします。

唯是 そうですね。洪水でも何でも水田があればワァーと広がりますしね。

宮村 ええ、だから56年8月に石狩川で洪水が出ましたが、あれは水田を畑に転換したから問題になったわけですね。水田だったら被害はないですね。しかも、水田ですとせいぜい2日ぐらいたん水してもなんとかなりますが、畑ですと1度水が入るともうダメなんですね。

唯是 食糧生産への気候の影響を考えた場合は、現時点において日本の場合はかんがい非常に発達していますので、北九州から韓国あたりに干ばつがないこともないんですが、その被害は意外に少ないですね。ただ干ばつの年はよくない。九州は台風になった方がかえっていいという、ちょっと常識と違うことがよくいわれます。ですから、干ばつの影響がないこともないんですが、やはり大きいのは冷害ですね。一昨年でしたか、冷害で佐賀までやられたんですね。九州まで冷害にやられた。お米の生産をみていると冷害が南下していくような感じがします。

もっと歴史から学びたい気候変動の影響

柳川 私、先程過去の気候変動なりを実証的にやらなければと申し上げたんですが、NHKで取材して扱ったことがあるんですが、フランス革命といきますと、教科書や本では、いわゆる市民意識の変動とか経済構造の変化ということがしきりに書いてあるわけです。ところがよく調べてみますと、フランス革命のちょうど1年と1日前、1788年7月13日、大変顕著な前線がイギリスからヨーロッパにわたって横切っているわけですね。当時の記録を調べてみますと、やはり農作物に大きな被害が出ている。もちろんそれは1回の前線だけ

でなくて何年かそういった不順な天候があって、そして寒冷化の傾向が続いた。市民意識の向上とか経済構造の変革だとかもあったでしょうが、フランス革命はかなり気候変動というか異常気象というか、自然的な要因というのが深くかわりをもっていたということを知ったわけです。

唯是 それはそのとおりで、結局、フランス革命の発火点というのはパリの主婦のパンよこせデモですね。これは明らかに食糧が不足していたわけです。

宮村 そのフランス革命のときの異常気象が逆にイタリアの農業経済を潤したわけです。ポー川はあれで水田地帯ができたんです。イタリアのかんがい農業というのはその前からあるんですが、大規模なのはそれがきっかけです。

唯是 最近でいえばポーランドですよ。今、世界的に牛肉が高いんですね。これは、東ヨーロッパとかソ連・中国とか中近東が買いに出たために非常に上がっているんです。昭和50年から比べると4倍、52、3年に比べて2倍ぐらい上がったんですが、そこへカーターのソ連への穀物輸出禁止でよけい牛肉の生産が落ちているから、牛肉の形での輸入がもっと進んだ。そのためにもっと上がったんです。そこで、東ヨーロッパでもソ連でも牛肉の値段を上げたんです。ポーランドは何十年も上げていなかったんです。急に値上げしたのでストライキが起きた。ところが、なぜ牛が高くなったかという、需要が伸びたことと、もう一つはオーストラリアの干ばつが最近ずっと続いて牛がだめなんですね。牛は全体で4,500万トン生産量があるんですが、貿易に上がってくるのは260万トン。その内100万トンが開発途上国からの牛で、口蹄疫という病気があって、そう簡単に食べてはいけないわけですね。残るは160万トンで、その内108万トンぐらいが大洋洲なんですね。一番重要な供給地であるオーストラリアに干ばつがあって、昨年も干ばつですが、それで牛肉の値段が上がったわけです。だから、異常気象というのは、

ポーランドの政変に半分ぐらい影響していると思います。

高橋 社会に及ぼす影響は、私も関心をもって調べております。温度が高いと概して景気がよくなるようです。歴史年表から10年ごとに区切り、そこに記述されている長さをとって、それが社会の一つの変動の程度を表す指数と考えてみます。そして、それと気候との関連を調べてみますと相関が出てきます。すなわち、高温の年代から、40～50年後に社会変動が大きくなります。それと、もう一つはっきり出ているのは、江戸時代の凶作と人口との関係ですね。凶作の多い年代の20年後ぐらいに人口が減る傾向がかなりはっきり出ています。そういうものをみても、やはり気候変動がいろいろな意味で社会に影響していることは確かだと思います。

また、中近東あたりには昔の都会の跡が砂漠に残っているという話がありますね。昔は相当雨が降っていたので農作物もとれ、都会ができた、ところが現在では雨が降らなくなり廃墟になってしまったという、一般の人は雨量が大きく変わったと思うでしょう。しかし、必ずしもひどい雨量の変化がなくても起こり得ると思います。というのは、地面が湿るか湿らないかという条件は降水量と蒸発量の差ですから……。

柳川 一種の収支ですね。

高橋 そうです。わずかでも雨量が多いと短期間ではそうたまたまなくとも、何十年、何百年と続きますとたまりますね。地面が湿ってくるわけです。こういう所では農作物が作れますね。だから、仮に雨量が10～20%ぐらいの変化でも、そういう状態が起こり得るわけです。ただその条件としては、降水量と蒸発量がほぼ等しい地域でないということでは起こらないわけです。日本の場合だと1割、2割減ったからといって、砂漠になることは絶対ないですね。

唯是 それに、あちらは蒸発が激しいから塩害が発生したんだと思うんですがね。だから水がなくな



柳川喜郎氏

る前に塩害でまずつぶれてしまったんでしょうね。

穀倉地帯アメリカ大陸が次の世紀には0になる？

柳川 今のは水の話ですが、普通の人が考えますと、年の平均気温が1度か2度ぐらい上がっても大したことはないんじゃないかと、これは教字の魔術もあるんですが、一般的にはそう思われています。しかし、農業の植生なんかでいうと、年の平均気温の変化はものすごい影響を与えますね。

唯是 それはもちろん大きいですよ。

根本 ここに、ケロッグ氏がまとめた、実際に温度が上がってどこがどうなるか、という図があります。これをご覧になって、唯是さん、いかがですか。

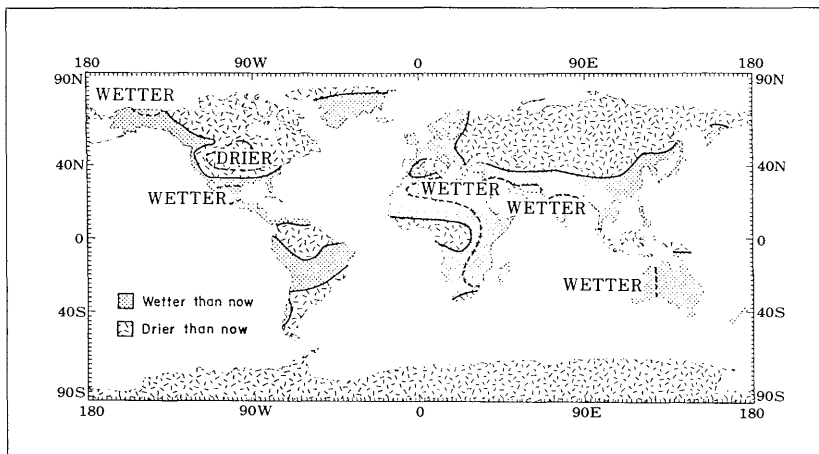
唯是 今、食糧の供給地はアメリカなんです。穀物でいえば世界全体で16億トンですね。しかし、貿易量に上がってくるのは2億トンなんです。ね。

主食と畜産が一つの食生活の軸だとすれば、穀物というのは大変重要なメルクマール（指標）ですね。2億トンの穀物が貿易に上がってきて、そのうちアメリカが60%を輸出して、カナダが10%ぐらい。あとはオーストラリア・フランスで10%といった状態です。70%ぐらいをカナダとアメリカが占めているんですね。ここが乾燥地帯になるとしたら大変ですよ。この北米は世界のパンかごというんです。そのパンかごが空になるんだな、この図でいきますと。ですから、そういう意味では大変なんですけど、ただこの変化は非常に長い時間のオーダーで起きるんでしょう。

高橋 炭酸ガスの問題からみますと、今のままでいくと、こういう状態は次の世紀に入ると起こってきますね。

唯是 だから、その時間との関数なんです。この変化の間にどこまで我々が適応して、主生産地なり穀倉地帯を移動させるかという問題なんです。アメリカでそういう気象と農業の学会があって、そこではやはり干ばつが一番こわいといっています。オーストラリアはウエットになるんですか。オーストラリアは昔は湖だったという話がありますから、これで多少ウエットになって増産でき、アフリカも増産できそうですね。西ヨーロッパも大丈夫ですね。南米は、ブラジルはいいがアルゼ

図3 地球温暖化による土地の湿潤パターンのシナリオ例



ンチンはだめですね。アルゼンチンは今かなりの供給地帯ですが、これがだめになってしまうわけですね。こういう主産地の移動が起きて、しかも緯度が変わると、農法がそのまま使えないかもしれないし、あるいは品種もね。ですから、そういうことがどういう時間のオーダーで起きるかですね。こんなことが急速に起きたら人類は破滅しますよね。食糧をほとんど輸入している日本なんて一番最初に生きていけなくなる。それと国際協調をどこまでやるか。高橋先生がおっしゃるように、その時の国際関係で非常に協調ムードがあるとか統一社会が発生していればいいが、そういう状況がないと、こういうことが起きたら、それは異常気象も困るし、気候変化、これも大変大きな問題ですよ。

重要なのは世界全体として 調和のとれた体制

根本 これから先80年代は決して安定の時代ではなくて、いろいろな点で天候が懸念されるんですが、そういう条件下において、影響を受ける側でどういう考えでおられるか、一言ずつお願いしたいのですが。

唯是 植物は生態系を壊してはなんにもならないので、その調和を壊さないで「移植」によって人間の食べるものを増やしていきながら、同時にバランスを崩さないようにする。日本は湿地帯で葦が多かったんだと思いますが、稲を植えて、葦と同じ機能を稲にもたせて、それでだんだん人間の食べるものを増やしてきた。これが農業だと思うんです。ですから、最終的にはこの原則は絶対破ってはいけないんで、ただその生態系のバランスそのものが今の異常気象とか気候変動によって崩されているんですね。これは、人間の方ではなくて外的な条件で崩すかもしれない。また、人間の活動が気象に影響して崩すかもしれない。こういうことがあるので、その生態系と人間の営みとの

相互関係をもっと広範囲に研究して、現在のもっている力の中でできるだけ生態系を維持した農法を、相当長期に至るまで非常に幅の広い変動について対策を充分立てておくことが一つ。

もう一つは、異常気象とか気象変動だけでは最終的には災害は起きないんで、人間の、柳川さん流に言えばソフトウェアの部分がさらにそれを増幅するという性格もっています。たとえば食糧についていいますと、グレンメジャーという巨大穀物商というのがおりまして、これがまた国と国との政治的な関係に入って非常に微妙な動きをするので、これは一つ事態を複雑にする。こういう部分の世界的な流通機構ですね。政治体制、経済体制、こういったものも全部含めて世界全体として調和のとれた体制を作っていかなければならない。逆にいえば、異常気象とか気象変化というものがあるぞ、ということは、黒船といえば日本流ですけども、世界に統一社会をつくるための大きな刺激になるのではないか。これをきっかけにそういった体制を広い視野からつくるべきだと私は思います。

宮村 異常気象に対する心構えとして今まで欠けていた点は、歴史性の把握のなさだと思います。歴史的な観点で今までの開発など見つめ直さないと、折角というのはおかしいんですけど、折角異常気象がきてもいい方にならないわけですね。言い換えれば、異常気象というのは力づくでやればできると思ったのがだめだったということを知らすことになり、そのときに戻るところがない。原点がないというのは、それはものすごい不安感があります。災害の場合、特にそうなんですけど、歴史性を重要視して今までのことをきちっと整理して、異常気象にどう対応するかということで、周期みたいなものがあるとすれば、災害にもそういうことをうまく使えば対応できるのではないかなと思うんです。戦後の日本の水害をみても、特別に新しいものはないですよ。全部古典的なものですね。そういう意味では、古典であるからこそ、



根本順吉氏

戻るところさえあれば何とかなる。特に、そういう歴史性の把握という点が異常気象が来るということをプラスにしていくという意味でも、かなり大事じゃないかと思えます。

柳川 私も賛成ですね。私、普段から考えていたんですが、最近人間が自然に対しておごっているのではないかと。たとえば稲でいえば、品種の改良などで北限が延びていく。なにが人為でやれば自然なんかどうでもいいんだという考え方はですね。異常気象で多少寒くても暖房があるわいという一種の人間のおごりが高まっている時代ではないかと思うんですね。それだけに、ちょっとブレの大きい気候変動、あるいは異常気象があると、非常にもろく崩れてしまうのではないかという危ぐを私はもっているんです。気候の話ではないんですが、いわゆる戦後生まれの人は戦争を知らない。また、大災害というものも知らない。大異常気候も知らない。非常に温和な時代、平和な時代に育った人が果たして、たとえば大正12年の関東大震災のような地震のような大異変のとき何日間耐えていけるか。心理的にも物理的にもですね。ですから、異常気象もちょっと大きなブレがあると、非常にインパクトが大きいという時代になったのではないかと。人間のおごりと自然の関係ですね。そういうことをつくづく感じるわけです。

気象変動、あるいは気候変動の人間に対する影響は非常に複雑で、いろいろな領域にわたるテーマだと思いますが、まだまだ研究が進んでいないわけで、領域際研究をどんどんやってもらって、人間がいかにかのびるかといった点についても研究しなければ、と考えています。

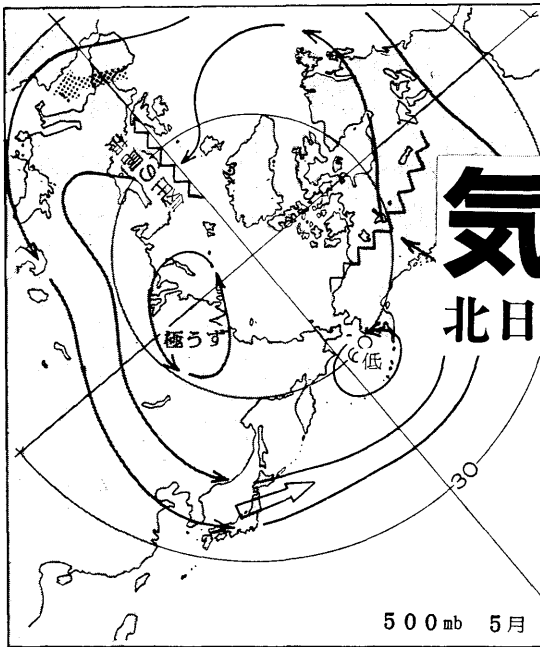
高橋 皆さんいろいろ話されたので、補足的にいますと、日本に対しての気候変動の直接の影響は、日本が気候的に条件がいいわけですから、雨量にしても気温の変化にしてもあまり大きくはない。しかし、現在の日本は人口が多くて、自給自足できる人口のおそらく倍はいると思うんです。そして、多くの食糧と資源を輸入しており、世界の状況と密接な関連があるわけです。そこで、グローバルな気候変動ということがもろに日本に効いてくる。そういうことをまず認識する必要がある。

それから、農作物に対する影響は、日本では気温ですが、世界的にみるとむしろ干ばつ。この問題がはるかに大きい。普通一般の日本人は知らないんですがね。

また、ある意味では根元になるのは人口問題だと思うんですが、それを充分認識して、人口の増加をなるべく抑制する必要があると思います。日本はいろいろな資源をほうぼうから輸入していますが、その資源だって有限ですし、人口が増えて資源をたくさん使えば公害もでできますし、気候も変わってくる。そして、気候変動の影響も大きくなるということもあります。したがっていろいろな面から対策を考えていく必要がある。

もう一つ、第二次世界大戦後、日本は高度経済成長でやってきました当時としてはよかったと思うんですが、こういう時代になってくると、その考え方を改めていく。そのこと自身が気候変動に対する対策になるのではないかと、そのような感じがします。

根本 多方面にわたってお話をいただき、ありがとうございました。これで今日の座談会を終わりたいと思います。



気候異変時代

北日本の冷害と'83年の天候予測

和田英夫

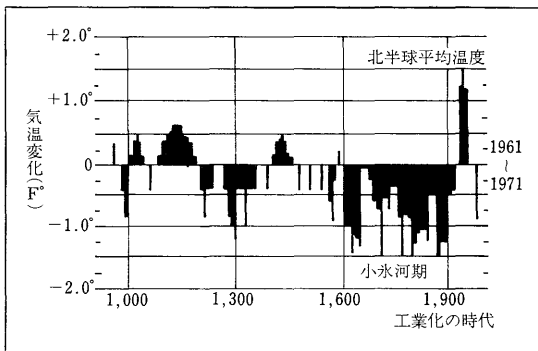
1 地球上における気候変動

1) 小氷河期と異常天候

筆者に与えられたテーマは、稲作の冷害に焦点をおいた今年の天候の予測であるが、まず読者の理解を得るため、最近の気候変動の特性について私見を述べる。地球上の気候は、最後のウルム氷河期が終わってから約1万年経過したが、その間に4回の氷河期の戻りともいべき低温期を迎えている。その最後の低温期が1550年から1900年(豊臣時代～明治末期)の間で、小氷河期と呼ばれており、最近の北半球の気候は、再び小氷河期時代に戻っていると見なされる。

その証拠として過去1,000年間の気温変化を示したのが図1である。この図は、アイスランドにおける氷をボーリングして、酸素の同位体の比を利用

図1 約1,000年間のアイスランドの年平均気温の変化



用し、過去の気温を推定したもので、この図に現れた気温の変動は、日本における各時代の史実ともよく合っている。最近の変化をみると、小氷河期を経て、今世紀になってから一時高温となったが、ごく最近になって再び小氷河期のような低温時代を迎えている。特に過去の変化をみると、温暖な時代は長くても百年ぐらいであるが、寒冷な時代はより長く続いているのが注目される。このような地球寒冷化に伴い、世界各地で、いわゆる異常天候が頻発している。たとえば、1960年代からのソ連における干ばつ、不順天候による凶作の多発、1970年代のアフリカにおける大干ばつによる飢餓、さらに1977年と'82年1月のまさに氷河期の再来ともいべきアメリカの大寒冬など周知のとおりである。

実は、戦後の世界の気象界では、地球温暖化が通説で、地球寒冷化などは歴史上のはるか大昔の話であり、現在では到底あり得ないと決めつけられていた。ところが、1972年の世界的な異常天候による食糧危機を契機として、多くの気象学者が、地球上の気候に何か異常が起ころつつあると考えようになってきた。その結果、この数年間に気候変動に関連した国際会議が世界各地で開催され、1979年2月には「世界気候会議」が、ジュネーブにあるWMO(世界気象機関)で開催されるなど、今や世界の気象機関が協力して、地球上の気候変

動のからくりの究明と、その将来の予測に英知を集中しているのが現状である。

このような世界の気象界のすう勢は、10数年来、地球寒冷化説を提唱し、1980年代に北日本の冷害頻発を予測してきた筆者にとっては、まさに様変わりともいうべき大変貌であり、この機会に皆さんも、最近の気候変動の実態をよく認識して欲しいと思う。

2) 始まっている天明時代

ところで、最近の日本の気候はどのような変化をしているのであろうか。今世紀に入ってから、日本の気候は著しく温暖な時代が続いたが、1960年ごろをピークにして、気温の下降傾向を示している。最近の日本における気候の特性は、ひと口でいうと、高温に低温に、大雨に干ばつにと、気象庁始まって以来の新記録が続出していることであろう。その一例を挙げると、1967年秋の西日本の大干ばつで、佐賀における9月の降水量は0.2mm（平年値226mm）で、これはまさに未来永劫破られることのないような記録であった。

さて、最近の日本の夏の天候を振り返ってみると、1960年代には北海道で冷夏が続発したが、'70年代にその傾向が東北地方まで南下し、1980年には日本全国にわたって異常な低温となった。さらに、東北地方南部では気象観測史上に例のない3年続きの冷害に襲われるに至った。一方、天明時代は単に冷害による飢饉の時代だけでなく、大害害の多発した時代でもあった。ところが、1957年の7月下旬に九州の諫早で集中豪雨があり、約500人の犠牲者をだしたが、史実によると1699年（元禄12年）8月にも大洪水があり、奇しくも犠牲者の数までほぼ同じであったという。さらに、昨年の7月下旬の長崎における驚異的な集中豪雨などを考えあわせると、日本の気候そのものが天明・天保時代に戻っているのではなからうか。

これまで述べてきた異常天候は、一応30年に1回起こるような特異な気象現象と定義されている。ところが、最近の異常天候のなかには、アメリカの大寒波など数千年に1回という現象も多く、私たちの住む地球上における最近の気候は、ひょつ

としたら別の新しい気候への転移期にあり、異常天候時代というよりも極端な変動の天候異変時代を迎えているともいえるであろう。

2 超長期予報

1) 長期予報の進歩

初めに、筆者の専門である長期予報について触れてみたい。明治末期の大凶作の群発を契機に、北日本の冷害防止を目的として始まった日本の長期予報の研究は、戦後になって、地球上の気象資料の集積と電子計算機の活用により画期的な進歩を遂げ、世界の長期予報界の注目を集めている。その成果として、日本の寒冬、冷夏、干ばつなどの異常天候が、北半球の天気図上で、そのからくりが明らかになったことが挙げられる。その普遍的な概念として、大気の高層におけるジェット気流（強い偏西風）の変動と、大規模な大気の南北交換を伴うブロッキング現象などがある。また、北半球の高層天気図上における極渦（北極地方の寒気）の動向が、世界的な異常天候に関連し、時にはその前兆となるという思索もある。さらに、北日本の冷害天候には、オホーツク海に高気圧が停滞し、ヤマセ（偏東風）の持続によるものと、夏にもかかわらずシベリアに高気圧が現れ、北西風の卓越によるものがあり、前者を第1種、後者を第2種冷夏型と呼び、同じ北日本でもそれぞれ特異な冷害分布をすることまで明確になった。

とにかく筆者にいわせると、異常天候のからくりが究明された現在、何か月も前からの予測は別として、決して足下をすくわれるような長期予報の失敗はないはずである。これまでの長期予報研究の過程を振り返り、最近大きな話題となっているが、まだそのからくりのわからない大地震の予知とは、根本的に異なることを、特にここで指摘しておきたい。

2) 超長期予報とは

現代の日本の社会においては、何事においても長期間の予測が重要であるというのが筆者の持論の一つであり、かねがね10数年間にわたる天候の

超長期予報の研究をしたいと念願していた。もちろん、学問的には非常に難しい問題であるが、どうも地球上の年々の気候は決してでたらめな変化をしているとは思われない。幸い、3年間にわたる文部省の研究費により北日本における夏の天候予測の研究を行い、1975年の秋にその成果を発表した。その研究手法は、世界的な気象資料を用いて現在の長期予報のいろいろの方法を駆使したものである。その具体的な予報の一例を示したのが表1である。ご覧のとおり、過去6年間の夏の天候予測の大勢的中しており、最近になって識者の注目を集めている。

3) 太陽の予言

実は、超長期予報の研究は、いわば気候変動の予測であり、最近の異常天候頻発の根本的原因が問題になるが、学問的にはまだよくわかっていない。しかし、その原因として、太陽活動などのような地球外に原因があるという外因説と、炭酸ガスの増加のような地球上に原因があるという内因説に分けられる。筆者の超長期予報の根拠の一つに、外因である太陽活動の変動が挙げられている。

一般に太陽活動の指標として、約11年のリズムで変化している太陽黒点が用いられ、300年近い資料がある。太陽黒点というのは、いわば太陽面上

表1 日本の夏期天候の特性(予測)

年	日本の夏期天候の特性
1977	北日本一時低温、全国少雨
78	全国高温、少雨
79	北日本低温、太平洋側多雨、東日本台風
80	全国的に不順、多雨、台風日本縦断
81	全国的に不順、多雨、北日本冷害、台風上陸北東進
82	変動大きいが平常並
83	北冷西暑、北日本冷害
84	全国的に不順、多雨、台風日本縦断
85	全国的に不順、台風日本縦断
86	北日本不順、日本海側多雨、西日本干ばつ
87	北海道不順、西日本干ばつ
88	全国高温、干ばつ

表2 太陽黒点の極大順位表

年平均	順位	極大年	極小年	記録(極小頃)
190.2	1位	昭和32年	昭和39年	当時の異常天候
154.4	2位	安永7年(1778)	天明4年(1784)	天明の飢饉
151.5	3位	昭和22年	昭和29年	北日本冷害
155.4		昭和54年	昭和60年	?

に発生したしみみみたいなもので、その物理的な機構はまだよくわかっていないが、これまでの研究では、太陽黒点の極小期に北日本の冷害が頻発している。さらに、表2のように、黒点数の極大年のうち、特にその数が多い極大年に続く極小期に、世界的な異常天候や北日本の冷害が発生している。ところが、1979(昭和54)年に、多くの天文学者の予測を裏切り、史上第2位の黒点数の極大が観測された。これは筆者の研究発表以後のことであり、来るべき1985年ごろの太陽黒点極小期には、表1に示してある予測以上に大規模な異常天候の発生する可能性がきわめて大きくなっている。また、筆者の研究結果では、太陽黒点の極小期に、北極を中心に寒冷化の傾向が大きく、最近の地球温暖化は一時的な現象であることを付記しておきたい。

3 この夏の天候予測

気象庁における夏の天候予報は、毎年3月10日に発表されるが、この時点における予報は統計的な資料に基づくもので、あまり成績がよくない。北半球の天気図上で、冷害天候の前兆が見られるのは、4月から5月にかけての気圧配置や極渦の動向を検討してからというのが、現在の長期予報技術の限界である。したがって、現時点(1月5日)での夏の天候予報は、学問的にきわめて難しいことなのである。しかし、長期予報の大きな目標である北日本の冷害防止のためには、少なくとも冬の間に夏の天候予報を立て、稲の品種選択などの対策が必要であり、筆者自身もいろいろ研究しており、次に項目別にその概要を解説してみたい。

1) 夏の予想天気図

超長期予報の研究のなかに、夏期における北半球にわたる500mb(高度約5,500m)高度の年々の変動を統計的に解析し、その卓越周期を用いて毎年の予想天気図を作成する方法がある。昨年も、ある誌上で予想天気図を示し「この夏は北海道では好天候であるが、東北地方南部ほど不順で、青森県は変動が大きいが平常並み」という予報を発表したが、驚くほどよく適中している。今年の夏

の予想天気図を示すと、図2のようにになっている。図のなかで、正の領域では高温、負の領域では低温と考えていい。専門的には、この図から典型的な北日本の冷害天候が予測され、昨年とは逆に北冷西暑の可能性が大きい。また、北日本では第1種、第2種の両型の低温の恐れもあり、東北地方では雨の多い天候も考えられる。ただ、この方法は純統計的なもので、これまで成績のいいのは、最近の気圧変動が、採用した周期と合致し、さらに季節平均値を用いる点に、何か意義があるのかもしれない。しかし、北半球が急に寒冷化してその周期が変わった場合には、この方法はまったく適中しないことになる。

また、同じ研究のなかで、日本の夏の天候を支配している作用中心ともいべき太平洋高気圧、チベット高気圧、およびシベリアの気圧の尾根について、夏期500mb高度の調和解析を行い、それぞれの1980年代までの予測を試みた。一例として、

図2 昭和58年夏期予想天気図(偏差)

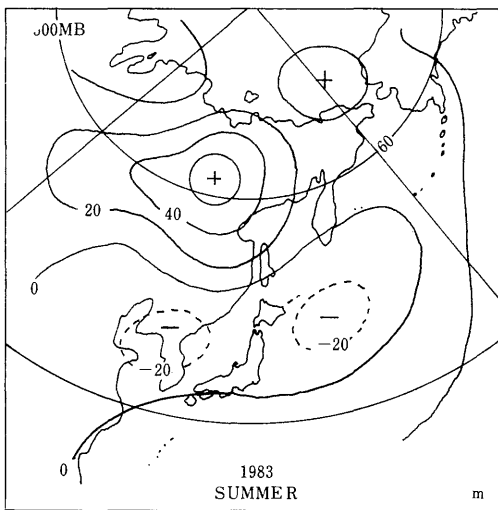
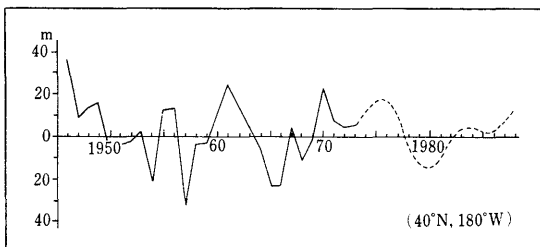


図3 太平洋高気圧の中心高度の予測(平年差)



太平洋高気圧の消長をみるため、代表地点として北緯40度、西経180度を選び、算定した結果を図3に示してある。図中の点線は予測であるが、1980年を中心に太平洋高気圧が平年より衰弱することを示しているが、今年は若干ではあるが上昇傾向にある。しかし、3地点の作用中心を総合すると、北日本で不順天候が予測される。さらに、北日本の夏期気温と大きい負相関のあるオホーツク海高気圧の変動を調べてみると、2年周期がきわめて顕著で、西暦の奇数年に高度が高くなり、北日本に冷夏をもたらすという結果になっている。

2) 11月における前兆法

よく理由はわからないが、冬期間のいろいろな資料を用いた夏の天候予報よりも、むしろ前年の11月の資料を用いた方が成績のいい場合もある。そのなかに、シベリア中部にあるエニセイスクの11月の平均気圧が東北地方の気温と密接な関係があり、気圧が高すぎても低すぎても、翌年の夏の天候が不順になっている(本誌130号久保木の論文参照)。一昨年の11月は気圧が高すぎて、昨年のような不順な夏をもたらした。ところが、昨年の11月の気圧は1018.5mbで、今度はかなり低くなっており、この夏も不順天候の可能性が大きい。

また、11月の北半球における高層の気圧配置の特性が、翌年の夏の天候と関連しているという成果もある。昨年の11月の資料ではあまりはっきりしないが、少なくとも順調な夏ではないという結果になっている。

3) 赤道周辺の二つの心配

最近の赤道周辺における現象として、日本の夏の天候に関連があると考えられる二つの心配なことがある。その一つは、南米ペルー沖のエル・ニーニョという海況異変で、他の一つは、メキシコ南部におけるエルチヨン火山の大噴火である。

かつて筆者は、南半球の天候と北日本の冷害天候の関連性を調べ、エル・ニーニョが北日本冷害の前兆として役立つことを指摘したことがある。この異変は、海水温が高くなり、寒流系のアンチヨビ(一種のカタクチイワシ)が大量に死んで海面に浮かぶ現象で、6~7年に一度発生している。

そのため魚獲が減少し、世界的な魚粉飼料の不足を通じて、日本の飼料界にも大きな影響を及ぼし、1972年の発生は、大豆の不足とともに豆腐の高騰を招いたことでよく知られている。この現象は、通常、南半球の夏である12月から2月にかけて発生するが、原因として南太平洋高気圧の盛衰が挙げられている。試みに1891年から1970年までの間に、確実にエル・ニーニョの発生した年を挙げると7回あり、そのうち6回は、表3のように北日本の不順天候と一致している。その後、1972年、'76年にも発生しているが、'72年は5月に発生した異例の年で、世界的な異常天候の年であり、'76年は北日本の冷害の年であった。

ところが、昨年来ペルー沖の海水の高温が続き、昨年12月から顕著なエル・ニーニョが発生していると伝えられ、これまでの調査から、この夏も北日本で冷害天候の可能性が大きい。さらに、これまでのエル・ニーニョ発生年には、日本における春の凍霜害、夏の集中豪雨と頻繁な台風の来襲という共通な異常天候の起こっていることも指摘しておきたい。

一方昨年は、オーストラリアでは、1965年、'72年に匹敵する大干ばつと伝えられているが、これらの年はエル・ニーニョの発生した年でもあり、赤道周辺の現象として決して無関係ではあるまい。とにかく、南半球と北日本の夏の天候との関連性の究明により、学問的面からの夏の長期予報に大きな期待ができそうである。

さて、もう一つの心配である火山の噴火については、統計的な結果ではあるが、過去における大噴火の多くは北日本の冷害と関連していることがよく知られている。特に昨年3月のエルチヨン火山の大噴火は、一昨年アメリカにおけるセントヘレンズ火山噴火の20倍以上の規模といわれ、今世紀最大の1963年のインドネシアにおけるアグ

表3 エル・ニーニョと北日本の冷害

1891	北海道冷害
1925-'26	北海道冷害
1939-'41	北日本冷害
1953	北日本冷害
1957-'58	北日本天候不順
1965-'66	北海道冷害

ン火山、1912年のアラスカのカトマイ火山噴火と同程度か、それ以上の規模と伝えられている。アグン火山はその後の北極を中心とする寒冷化に、カトマイ火山は翌年の北日本大冷害に関連しているとみられ、因果関係がよくわからないというもの、エル・ニーニョとともに、この夏の天候にとって大きな心配のたねである。

4) 台風の長期予報

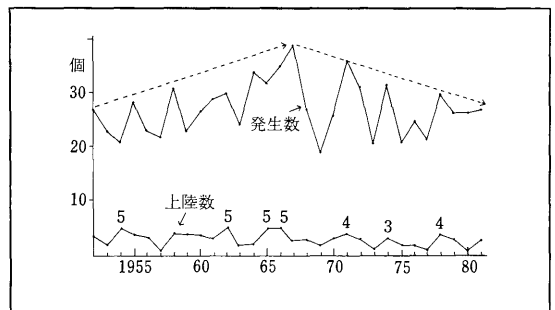
北日本の冷害もさることながら、本誌の読者にとっては、この夏の台風についての情報も知りたいことであろう。もちろん、台風の長期予報は難しいが、意外と両者の間に「お米の豊作は台風の豊作」ともいうべき原則があり、太平洋高気圧の発達した年は日本に暑夏をもたらす豊作となるが、同時に台風多発生年ともなる。年間の台風発生数は約27個であるが、戦後の変化をみると、図4に示すように、1967年をピークにして年々の変動はあるが、減少の一途をたどっている。これは、日本の夏の天候が不順な時代を迎えている裏付けでもあり、台風の発生も気候変動と関連していることを示している。

さて、この図4から、今年も台風の発生が少なく、多くても平年並ぐらいと充分予測されるが、残念ながら発生数と本土上陸数はあまりはっきりした関係がない。むしろこれまでの調査では、北日本冷害の年には、いわゆる台風再発達の傾向が大きく、大型台風が襲来しており、災害防止という観点から留意すべきことであろう。

5) 暑夏の望みはないか

これまで述べてきたように、現在までの資料ではこの夏が不順天候という予測ばかりである。と

図4 台風の発生数と本土上陸数



ころが、たとえば東北地方における年々の夏の平均気温の変動を調べてみると、5ないし6年のリズムが顕著に現れている。戦後のリズムは、1950年—’55年—’61年—’67年—’72年—’78年が暑夏となっており、戦前の資料でもこの傾向が大きい。もし5年のリズムが現れると、今年が暑夏となり、太平洋高気圧がやや強まるという予測とともに、この夏の唯一の期待される根拠なのである。

既に述べたように、現時点における夏の天候予報は、学問的には不可能であることを承知の上で、あらゆる観点からその予測を試みた。結果的には、この夏も天候不順で、決して楽観できないという結論である。特に筆者の長年にわたる長期予報の体験から、今年のように悪条件の揃った年は初めてであり、少し山勘的ではあるが、今年はまだに“波乱万丈の夏”になると予測せざるを得ない。

なお、この機会に、昨年長崎市における集中豪雨による災害について一言述べてみたい。筆者にとっては、3時間に350mmという驚異的な豪雨

の記録もさることながら、その犠牲者があまりに多いのに疑問をもっていた。ところが、その後、NHK特集のテレビ放送を見て、行政責任者の災害への対処が必ずしも円滑でなかったことが、その直接の原因であることがわかった。さらに、筆者に言わせると、最近の気候変動と災害に対する行政責任者の認識の欠如が、犠牲者を多くした潜在的な遠因であり、同じ県内における諫早集中豪雨の体験が少しも生かされていないことを指摘しておきたい。

最後に、本誌の読者は多岐にわたる災害分野の関係者が多いと思うが、行政責任者として、あるいは防災責任者として、地球上における気候が変わりつつあり、専門家も予測できないような気候異変の頻発時代を迎えていることをよく認識し、今後の災害に対処されることを切望して、この小文の結びとしたい。

(わだ ひでお/元函館海洋気象台長 北日本の夏の長期予報の研究により理学博士 現在北海道教育大学講師)

エルチチョン、ガルンガング他の大噴火

エルチチョン(メキシコ)は3月28日、4月3・4日に爆発。

R. I. Tilling (1982)によると

- ①来るべき冬に嵐が多かったり、夏に冷夏になれば、人はそれをエルチチョンのせいにするだろう。
- ②1912年のカムチャッカのカトマイ以来の大噴火
- ③火山灰は、1980年のセントヘレンズと同程度だが、火山ガスは6～7倍(SO₂)
- ④セントヘレンズは斜めに吹き上げ、上限20km程度、エルチチョンは18～38km。ハワイで観測した濃度はセントヘレンズの100倍
- ⑤1912年のカトマイの後、1913(大正2)年は日本は大冷害、ヨーロッパではウィーンとブタペストで記録的

な冷夏となる

⑥エルチチョンの噴火の翌年(1983)

は、1815年のインドネシアのタンボラの後ほどひどい夏期低温にはならぬであろう

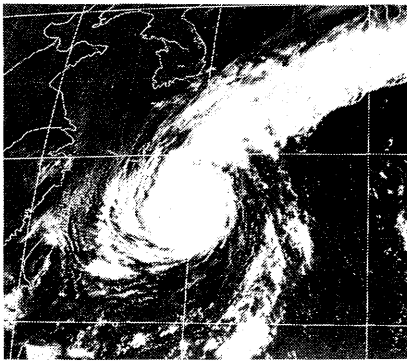
⑦エルチチョンによる直達日射の減少

は25～30%。しかし、散乱日射は増えるので、地球全体トータルとして5%日射は減少することになる

(ナショナル・ジオグラフィック、11月、1982より)

ガルンガング(ジャワ)は1982年4月5日以来噴火を繰り返す。エルチチョンは1200A.D.に一時噴火したらしいが、過去の記録は不明。ガルンガングは1822年(2回)、1894年(2回)、1918年(2回)噴火しており、64年ぶりの噴火。

(根本順吉)



沖縄の台風に対する 対応行動の分析

東江平之

1 はじめに

日本列島最南端の八重山群島の中心地石垣市に古くから伝わる幟旗の一つに「五風十雨」と刻まれたのがある。五穀豊穡を祈願するものだとされている。五日ごしに風が吹き、十日ごしに夜雨が降れば農作物によい、という意味がこめられているという。人々の心の中に、風や雨が、ひいてはすべての自然現象がいかに優しく受け止められているかを象徴するものである。

台風についての南西諸島住民の受け止め方には単なる自然災害に対するものとは異なり、ある種のおおらかさが認められる。大学生を対象とした連想法によるイメージ調査では、台風と地震に対する共通な連想語は皆無であった。毎年平均して28個の台風が発生し、うち7～8個が沖縄地方に接近する。台風への対処策が未発達であるはずはないし、その認知も、制御不能な事態または破局の予期とは根本的に異なるものであろう。本稿の目的は、台風銀座と呼ばれる沖縄の住民が、台風をどう認知し、それにどう対処しているのかをとらえ、それによって防災一般に何らかの貢献をなすことである。

2 沖縄の台風と災害

台風の発生は、水蒸気を多量に含んだ空気（海面水温が27℃以上の海域で得られる）と低気圧性の渦（赤道付近ではできにくい）の2条件を必要とするので¹⁾、その6割が10°～20°Nで発生し、地域的にはフィリピン諸島の東海上およびルソン島

の西海上で多発している。¹⁾ 発生後、台風は太平洋高気圧の縁に沿って進み、20°Nあたりまでは偏東風に流されて西または西北西に進み、20°～30°N付近でスピードをおとし、上空を西から東に流れている気流（偏西風）に乗り換え、向きを北または北東に変え、ちょうど放物線を描くように進むというのが代表的パターンである。²⁾ 台風がスピードをおとし、向きを変えるところを転向点と呼んでいるが、沖縄はちょうどその転向点あたりに位置するため進路の予想がつきにくく、足の遅い最盛期の台風の来襲を受けることが多く、暴風雨が強く、吹き荒れる期間も長くなる傾向がある。²⁾ 南西諸島は広大な海域に及ぶため域内の地域差はある程度認められ、過去の記録から推定すると、いわゆる強い台風の襲撃は沖縄では30年に1回、石垣では20年に1回、宮古では10年に1回あるといえる。³⁾

熱帯低気圧のうち中心付近の最大風速が33ノット（毎秒17m）以上のものを台風と呼んでいるが¹⁾ その規模や強度には大きな変動があるので、もたらされる災害にも大きな差があることが予想される。しかし、台風の強さと被害の大きさの間には必ずしも厳密な対応関係はない。また、建物の損壊などの物的損失と人身にかかわる損失の間にも必ずしも高い相関があるとはいえない。それには幾つかの理由が考えられるが、その一つは、台風の破壊力は、中心気圧を主たる指標とし、最大風速を参考指標として規定する台風の強さや、あるいは1000mb等圧線の半径と風速25m/s以上の半径（これは参考指標）によって規定される台風の大きさによっては必ずしも的確にはとらえられないことである。あと一つは、おそらくそれはもっと

重要であるが、台風と災害の間に、認知される台風の危険度に応じて変動する人々の対応行動が介在することである。昭和25年以降30年間の沖縄県内の主要な台風災害の状況は表1のとおりである。⁴⁾特に注目すべきことは、第2宮古島台風(6618号)は最大瞬間風速85.3m/sと日本最高記録の強風であったにもかかわらず死者行方不明0を記録したことである。17m/s以上の暴風が38時間、25m/s以上の暴風雨時間は21時間

表1 主要台風災害一覧表⁴⁾

発生日月	原因	観測所	最大風速 (m/s)	総降水量 (mm)	主な被災地	主な被害状況						摘要
						死者不明	負傷者	家屋全壊	家屋半壊	公物全壊	公物半壊	
S25.6.23	台風	宮古	45.1	51.6	宮古	35	139	1,315	1,004	不明	3	台風5号エルシー
S26.10.13-14	台風	沖縄	28.4	148.7	沖縄	37	27	3,452	4,277	516	107	台風15号ルース
S27.8.15	台風	沖縄	25.4	328.8	沖縄	7	6	52	566	86	54	台風9号キャレン
S32.9.25-26	台風	沖縄	47.0	70.7	沖縄	131	62	7,150	8,941	不明	82	台風14号フエー
S34.9.15	台風	宮古	53.0	163.0	宮古	7	86	2,501	2,702	79	37	第1宮古島台風
S34.10.15-16	台風	沖縄	41.3	557.7	沖縄	46	25	148	294	18	—	台風18号シャロット
S36.10.2	台風	沖縄	40.0	230.4	沖縄	12	11	1,626	3,732	72	27	台風23号ティルダ
S41.9.5	台風	宮古	60.8	297.4	宮古	0	41	2,848	4,917	不明	59	第2宮古島台風
S43.9.23	台風	宮古	54.3	289.0	宮古	5	18	907	2,751	不明	59	第3宮古島台風
S48.7.16-17	台風	宮古	33.7	155.0	全沖縄	0	7	48	79	—	7	台風3号
S52.7.30-31	台風	石垣	53.0	301.5	石垣宮古	6	5	169	1,265	27	不明	台風5号
S54.10.17-19	台風	沖縄	21.6	198.5	沖縄	2	1	0	8	0	不明	台風20号

間20分も持続したため、家屋の全半壊はそれぞれ2,848戸(17.5%)と4,917戸(48.7%)など、物的被害総額は宮古群島だけで750万ドル余に及んだ。⁵⁾それにもかかわらず人身の被害が少なかったのは、台風接近の24時間前から警報を徹底し、住民が日ごろから台風の危険を正しく判断することができ、地域内に安全な場所を確保し、そこへ安全に避難する方法を知ることなどに加えて、警察を中心とした避難体制に万全を期したためであると指摘されている。⁶⁾これらの指摘は紛れもなく防災における人為的介入の役割、もっと具体的には、台風に対する対応行動の効果を評価するものである。

3 台風に対する対応行動の分析の視点

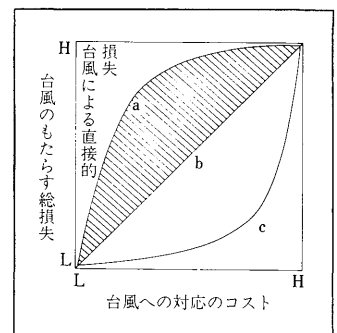
台風に対する対応行動とは、台風のもたらす直接間接の損失を効率的に最小限に抑えようとする行動と規定しておく。それは台風の危険性についての正しい認知と、要求されている対処策を手順よく講じる二つの側面をもつものである。これら認知と対応の2側面についてさらに詳しくみると、前者については、現行の台風情報の流し方と台風認知とのかみ合いの問題が、後者については、対応の過不足または適不適の問題が、検討すべき課題として浮上する。

台風情報の流れについては、マスコミの役割やパーソナルな情報ネットワークの実情を把握することを第一の課題とする。台風のイメージはどのように形成されるのか、台風の認知は生活条件や経験等によってどう変化するのか、台風の認知の仕方は台風への対応にプラスの貢献をする方向へ変化しているのか等について検討する。

台風への対応については、日常的な準備または対応にはどんなものがあるか、直前または暴風雨の最中には何をするのか、台風対策としては何を重視または優先するのか等を中心に把握するようになりたい。

台風災害への対策または対応行動について考えるとき、二つのことに留意する必要がある。一つは図1にみられるように、台風によって直接もたらされる損失と、それを抑制しようとする対応行

図1 2種の損失の補償的關係



動に要する支出との間には、大雑把にとらえると、補償的關係があることである。台風のもたらす損失の総量は、これら双方を加算したものである。皮肉な見方をすれば、台風には何の対策をとっても経済的には無意味ではないか、ということになる。しかし、無論そうではない。その理由の一つは、図1における直線bは損益のバランスのとれたものであるが、それ以外に線aもcもあり得るということである。低コストで効率的な対策を講じることによってa型を実現し、斜線部分の面積に相当する損失を圧縮することが可能となる。建築物の構造のように、耐風構造への投資は反復される台風の災害を抑制するのに有効であることはいうまでもない。沖縄の建物の伝統的構造は、台

図2 建築構造の推移⁷⁾

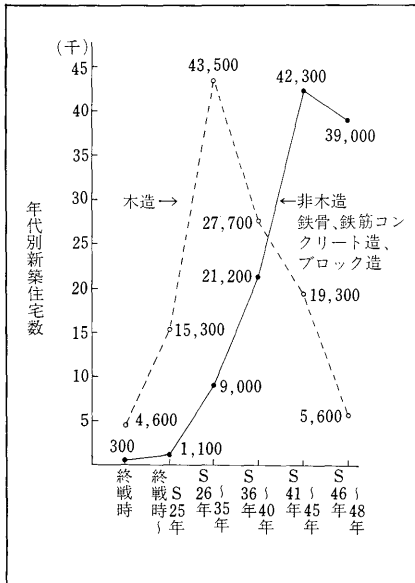


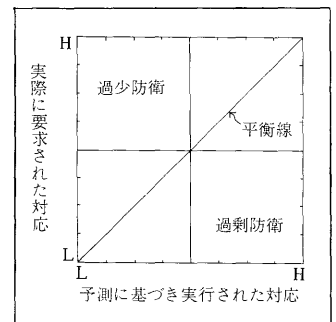
写真1 昭和41年9月5日 宮古島 赤瓦も飛び無惨な民家⁴⁾



風に耐えやすいように、方形の低い屋根をしっくい固めたかわらで覆い、軒を低くし、屋敷の周りを石垣と防風樹で囲むようなものであった。特に風害の著しい小さな離島では、採光や通風などの生活の快適さの条件を犠牲にして、屋敷の一部をわざわざ掘り下げて住家を建てるなど、台風対策を最優先課題としたものである。鉄筋コンクリート建築が技術的にも経済的にも可能となった近年、沖縄の建築様式に大きな転換が起こったのは図2に見られるとおりである。高温多湿の気候風土の中で展開されつつあるこの変化は、台風の意識を反映していることは明らかである。写真は、第2宮古島台風の生々しいつめあとを示すものであるが、建物の構造による被害の程度の差を鮮明に示すものである。

あと一つの留意点は、自然災害に限らず、あらゆる種類の危険への対応をめぐる見られる人間の習性または心理メカニズムに関するものである。台風災害への対応に結びつけてみると、台風対策をめぐる、我々は過少防衛だけでなく過剰防衛も好まないということである。図3は、台風の危険度の予測に基づく対応と実際に対応が必要であった度合いの関係を示すものであるが、対角線は両者がバランスを保っていることを理論的に示している。したがって、同平衡線の左上は過少防衛を、右下は過剰防衛を示すのであるが、もっと厳密には、同平衡線への垂直線の高さが対策の過少または過剰の程度を表すことになる。過少対策の報いは明白な形をとって現れるので説明を要しないが、過剰対策の場合は、これから先の台風への対応を消極化するおそれがある。災害は忘れたころにやって来ると言われるのは、一つにはそのためであろう。また、鉄筋コンクリート建て住宅へ

図3 対応の過不足と平衡

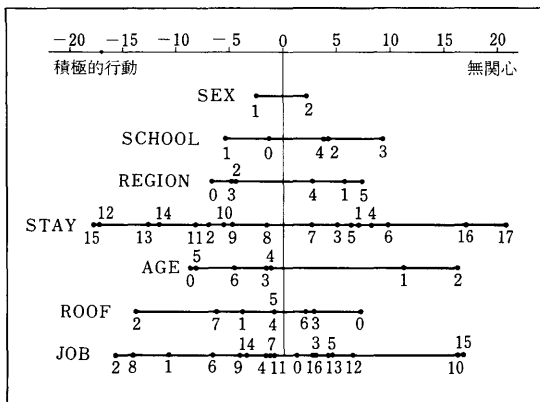


達の対象別に比較すると、私的関係者間の送受信が際立っていて、沖縄の社会を特徴づけるものと思われる。例外は沖縄本島の調査対象と大学生における送信関係でみられるが、特に後者では学校への連絡が他の伝達行動を圧倒している。また、学生を除くと、沖縄本島はそれ以外の4離島と比べてパーソナルコミュニケーションが欠如しているのが目をひく。図6は、沖縄の某地元紙が一年間に台風を扱ったものを数量化したものであるが、8月から10月にかけて突出がみられ、典型的パターンを示している。図7は、ある特定の台風の展開と報道活動の対応を時系列的にとらえたものである。台風発生の知らせ、4日間の潜伏期間、進路情報、災害危険の予想、台風の記録、台風災害統計、台風の行方、事後処理の呼びかけなどと展開する台風のてんまつ記は、そこで生活する住民の台風にかわされた日々の記録でもある。

5 情報行動の相関分析

「台風対応行動調査」⁸⁾の中の情報行動に関する13質問項目(77反応カテゴリー)に対する沖縄県下の成人男女1,044人の反応を、数量化理論林III類で処理した結果を図示したのが図8¹⁰⁾である。第1軸のマイナス側には積極的伝達行動を示す項目が、プラス側には台風情報への無関心・非依存を示す項目がみられたので「台風情報伝達行動」と呼ぶことにした(図8)。この軸と特に関係の深いデモグラフィック要因は居住地と職業であることがわかる。前者(stay)では小離島の南大東(15)と

図8 情報行動の第1軸 台風情報伝達行動



与那国(12)に続いて久米島の仲里(13)と清水(14)が台風情報に対し積極的行動を示し、他方、大学生(17)、短大生(16)の無関心は取っておくとしても、那覇(6)、コザ(4)、羽地(1)、首里(5)、知念(3)など、沖縄本島内の都市と農村の1部が比較的無関心の側に布置している。職業(job)では、漁業(2)、金融業(8)、農業(1)が積極的行動を、学生(15)、軍雇用(10)、自由業(12)などが無関心を示している。その他、年齢は高い方が、住宅はトタンぶきの方が、学歴は低い方が、性別では男が、出身地別では県内の町村が台風情報に対して積極的姿勢を示している。

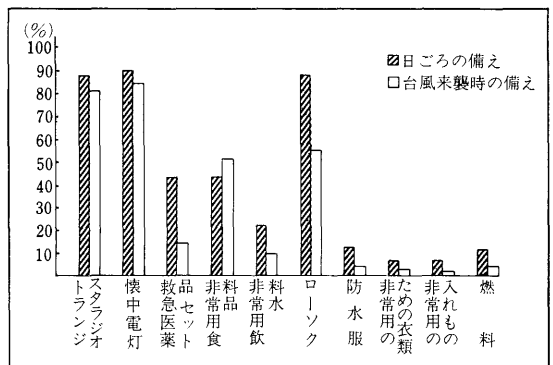
第2軸は台風情報に対する関心度を、第3軸は情報の受信と発信を示すものと解釈されるが、その他のものは解釈が困難である。

6 台風に対する対応行動

台風の襲来に対する対応行動にはさまざまなものがある。台風情報の受理に万全を期すこともその一つであり、台風の危険性を熟知し、適度の不安を覚えるのもその一つである。図2でみたような、住宅がより強い暴風雨に耐え得るような構造へと移行するのも対応の一形式である。ここでは調査結果⁸⁾の紹介を通じて対応行動の在り方を検討する。

台風に対する不安反応は、一般的に比べて離島の方で強く、久米島では沖縄本島と比較して2倍以上の人が「とても不安になる」と訴えているし、逆に「不安にはならない」としたのが1/5に過ぎなかった。しかし、台風に備えて日常的に、または台風の来襲が確実になった時点で改めて家庭で

図9 台風に備えて家庭で用意する品物(沖縄本島の場合)



用意する物品は図9のとおりであったが、沖縄本島以外の離島でもこれと大差はなかった。図9によると、台風時以外にも用途があって、しかも手軽に備えつけられる物は高率で用意されているが、他の品目の備えつけの比率はさほど高くない。

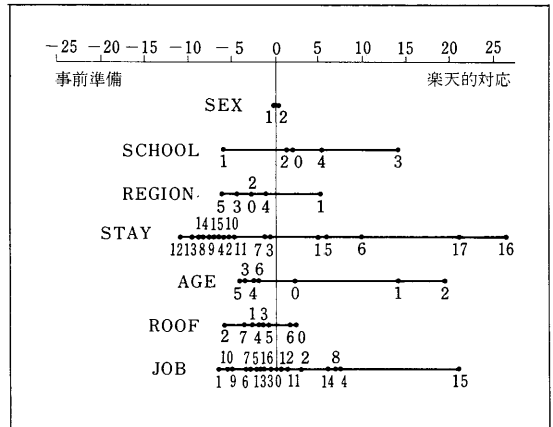
台風対策の優先順位としては、家屋・農作物など財産の保全を1位としたのが49%、食料品の確保や停電に備えることなどは38%でかなり高かったが、職場の台風対策(8%)や地域・隣近所の台風対策(3%)など家庭外の対策が少ないのが一つの特徴となっている。また、台風の来襲が確実になった場合、自分の家で最も重視する対策としては雨戸の補強(42%)、窓ガラスの破損防止(17%)、危険物の除去(15%)、屋根の補強(9%)などが高い比率を占めていた。地域のことで心配されることとしては、落下物や飛来物(45%)、建物等の倒壊(30%)、護岸の決壊や高潮(15%)などが上位を占めたが、川のはんらんや山崩れ(いずれも5%)の気づかひが少ないのは地理的条件によるところが多いと思われる。また、落下物については地域差はなかったものの、建物の倒壊では南大東が、護岸の決壊では久米島が高く、いずれも沖縄本島の2倍以上となっている。

自然の猛威に対して完全な対策は望めないまでも、表1でみたとおり、人身事故の防止には比較的に有効な対応が編み出され、かつ、多額の犠牲の上に立ってであろうが、維持されていると評価できるのではないと思われる。調査においても、対策が過剰であった(4%)を含めると、満足であった(49%)またはそれ以上の対策であったと認めたのが過半数を占めていることが確かめられた。

7 対応行動の相関分析

前述の調査⁸⁾の中の対応行動に関する11質問項目(71反応カテゴリー)について林Ⅲ類で処理した結果の1部は、図10に示すとおりであった。第1軸のマイナス側に高い負荷を示した反応カテゴリーはすべて台風への事前準備を積極的に行うことと関係しているが、プラス側には台風への不安の欠如や台風時の活動として飲酒を挙げるなど楽天的対応を示すものとなっている。デモグラフィ

図10 対応行動の第1軸 台風への対応



ック変数の布置をみると、居住地(stay)では与那国(12)、仲里(13)、城辺(8)など離島の住民が事前準備を、短大生(16)、大学生(17)、那覇(6)、首里(5)など、学生や沖縄本島都市部の住民が比較的楽天的な対応をしていることがわかる。職業別では農業(1)、軍雇用(10)、会社員(9)、建設業(6)、サービス業(7)などが事前準備のタイプを、学生(15)、工業(4)、金融業(8)、無職(14)などが楽天的反応を示している。その他、第2軸は自我関与を、第3軸は台風への通時的対策を、第4軸は対策の一般性-特殊性を、第5軸は台風進行に伴う対応の変化を示していることが認められた。

(あがりえ なりゆき/琉球大学法文学部教授)

参考文献

- 1) 饒村曜 台風、予防時報 130号(1982)
- 2) 那覇市 防災のしおり(1979)
- 3) 石島英 台風の話(1982.12.11講演)
- 4) 沖縄開発庁沖縄総合事務局開発建設部編 沖縄の風水害(1982)
- 5) 沖縄県(総務部消防防災課編) 沖縄県災害誌(1977)
- 6) 平岡秀康 第2宮古島台風の教訓 沖縄気象災害防止協議会編 暴風(かじふち)8号(1980.3)に当時の新聞解説や学術調査報告がまとめられている。
- 7) 沖縄の土地と住(季刊)1号(1980.2)の資料に基づく
- 8) 中村完他 台風時の行動に関する比較研究 ~沖縄住民を対象として~ 琉球大学法文学部紀要社会学篇25号(1982)
- 9) 東江平之他 台風時の行動に関する比較研究(10) ~沖縄住民を対象として~ 沖縄心理学研究第5号(1982.3)国吉和子発表。
- 10) 東江平之他 台風時の行動に関する比較研究(8) 日本心理学会第45回大会発表(1981.9)



1 まえがき

ビル火災で煙が大きく問題視されるようになったのは、昭和41年川崎駅前で発生した金井ビルの火災からであろう。3階で発生した火災の煙のために、6階の女子従業員が12人死亡した。その後、建築基準法では排煙設備の設置や防火区画の強化、内装材の制限などの措置をとり、避難を困難にさせる煙の排除、または抑制を図っている。一方、消防法関係では、火災の早期発見のための煙感知器の設置および初期消火のための諸設備の強化を図ってきた。しかしながら、このような対策がなされたにもかかわらず、煙による惨事が繰り返されている。上記の諸施設・設備の不備が原因となっていることが多いが、我々の火災時の煙の怖さに対する認識不足によるところも少なくない。このことは、先年、死者45人を出した川治プリンスホテル火災時の宿泊客の避難行動からもうかがえる。

一方、火災時における避難誘導は従業員の最も重要な任務である。しかし、川治プリンスホテル火災のときには、これがまったくなされなかった。それでは、これまでの死者を伴った火災ではどうだったのだろうか。東京消防庁火災予防審議会の資料“特異火災事例調査概要書”（昭和56年3月）

を基に火災感知後の従業員の第1次行動および第2次行動を求めてみた。

煙の中を避難する際、煙による視程の低下および刺激性、息苦しさなどにより、避難者は心理的にかなり動揺するものと思われる。この動揺度に関しての実験結果を紹介する。最後に、これまでの火災事例や火災実験などでの、筆者の体験を基にした火災時の避難の際の心得について付言する。

2 川治プリンスホテル火災時における宿泊客の避難行動¹⁾

別棟(新館)の1階の風呂場附近から出火した火災は、天井裏を通じ、新館と本館の渡り廊下を通じ、宿泊客のいる本館へと延焼拡大していったものと思われる。煙も火災の拡大と同じ経路をたどり、本館の二つの階段を通り急速に3階・4階へと伝ばしていったものと思われる。

かなり多くの宿泊客が、火災報知機のベルの音を聞く以前に窓越しに煙を見ているが、“たき火”と思っていた。また、廊下にも薄い煙が棚引いているのを幾人かの宿泊客が見ている。さらに、火元である大浴場で入浴中の人たちが、天井のすき間から噴き出してくる煙を見ても火事だとは思わ

なかったようである。この火災の後、“昼の火事なのになぜあのように多くの犠牲者が出たのだろうか”と問われることがよくあったが、昼なるが故に煙を見ても危機感を持たず、このことが多くの犠牲者を出した一因となったともいえよう。

3階・4階の宿泊客とも、火災に気付いたのは火災報知機のベルの音と、それまで薄かった窓の外の煙が急激に濃くなったことによる。その時点では、まだ3階・4階の廊下には煙がほとんどなかった。したがって、すぐ廊下へ飛び出し避難行動を開始した者と、初めから窓を利用して避難しようとした人はほとんど助かっている。これに対して、身仕度をしたリ、荷物を取りに自室に戻った多くの人は死亡している。

3階および4階の宿泊客の避難経路および死亡した位置を、図1および図2に示す。

3階に比べ4階での死者の多いのは、3階の宿泊客の場合には隣の棟の屋根に飛び移るだけで助かるのに対し、4階の場合には2階の屋根まで飛び降りざるを得なかったことによる。したがって、4階から飛び降りた宿泊客は全員負傷している。

また、4階の非常階段からは1人の宿泊客しか避難していないのに対し、3階の非常階段からは11人も宿泊客が避難している。これは、3階には54歳の男性で大声の持ち主が宿泊しており、この人が大声で火事触れをし、かぎのかかっている非常口を体当たりで壊し、仲間を非常階段に誘導した

ことによるものである。

次に、この火災の際、避難した宿泊客のうち、特異な行動をとった幾人かの例を紹介しよう。

1) 入浴中の老婦人の場合

入浴中、浴場に煙があったが気にもしていなかった。入浴後、脱衣場で上を見ると天井板のすき間から炎が見えた。急いで入浴中の仲間を浴場からあげ、自分は3階の自室(301号室)へ行き他の仲間間に火事を知らせた。身のまわりの物を持ち廊下へ出ようとしたところ、廊下から煙がどっと入ってきた。廊下からの避難をあきらめ、やむを得ず隣の棟の2階の屋根から脱出した。

階段を駆け登るときには煙はまったくなかった

図1 4階の宿泊客の避難経路

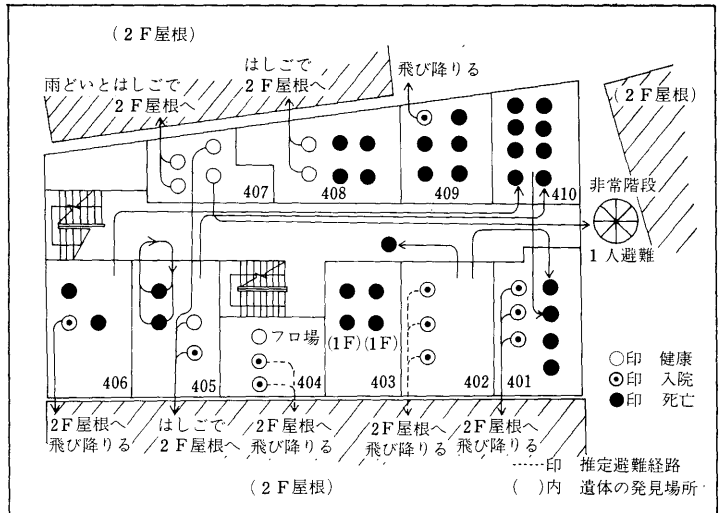
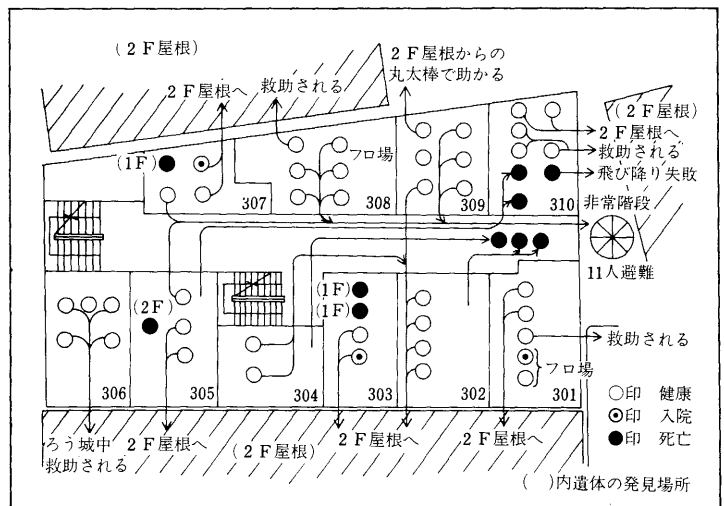


図2 3階の宿泊客の避難経路



川治プリンスホテルの全景



16人の老人が避難したらせん階段



という。荷物をまとめるのにどれぐらい時間がかかったかわからないが、本人はほんの一瞬だったといっている。煙の速度がかなり速かったものと考ええるべきであろう。

2) 避難行動開始の遅れが幸いした例

405号室の4人は、ベルの音とそれに続く“火事だ、逃げろ”の声を聞いた。4人とも身のまわりのものをまとめていたが、そのうち2人だけが先に廊下に飛び出した。後の2人は少し遅れて廊下へ飛び出そうとしたが、廊下は濃煙で出られず、窓から救助を待った。この2人は、2階屋根からはしごで救助されたが、先に廊下へ飛び出した2人は、その後どのような経路をたどったかわからないが、自分たちの部屋に戻って死亡していた。

3) 沈着な行動をした74歳の老婦人の例

408号室では、2人が大浴場へ行く途中で火災を知った。急いで引き返し仲間にそのことを知らせた。その話を聞いて間もなく黒煙が部屋にどっと入ってきて部屋の中が真っ暗になり窓すら見えなくなった。部屋に残っていた74歳の老婦人はその濃煙を吸い込んでしまったため、のどに焼けるような痛みを感じた。老婦人はそのとき“こんなと

ころで死んでたまるか”と思ったそうである。とっさに床にうつ伏せになり、手に持っていたタオルを口に当てた。次に、助かるためには新鮮な空気を早く吸わなければならないと思った。そこで、口に当てたタオルを離さず、はって窓まで行った。しかし、そのころには窓は煙の噴出口になっており、窓から顔を出しても新鮮な空気を吸えなかった。そこで、窓からできるだけ身を乗り出し、頭を下向きにし、やっとのことで新鮮な空気を吸うことができ、救助を待った。

この部屋では、火災を知らせに戻ってきた2人と内風呂に入っていた2人が死亡している。落ち着いた行動と生への執着が生死を分けたといえよう。

4) ろう城して助かった例

306号室の人たちは、身仕度をした後廊下へ出ようとしたが、濃煙で出られず、窓の方へ行った。しかし、窓を開いたところ、下からの噴煙が激しく窓からの脱出もあきらめざるを得なかった。結局、かなり時間が経過した後、従業員により窓から救助された。廊下の扉も窓もしっかり閉めていたため救助された時も部屋の中には煙がほとんどなかった。

このような例は、これまでも幾つかある。ただし、助かっているのは全員一致して落ち着いて行動した場合のみであり、1人でも途中から逃げ出すと、必ず扉を開き放して逃げるため、濃煙が部屋に入り、逃げた人は廊下で、他の人は部屋の中で全員死亡している例が多い。

5) 早く異状に気付いた例

308号室では、火災報知機のベルの鳴る以前から異状に気付き、身仕度をしていた。そのような状態で火災報知機のベルの音と“逃げろ”との声を聞いたため、すぐ廊下に飛び出し、非常口より安全に避難している。災害に対しての心の準備があらかじめできていたことがいかに安全につながるかを示した例といえよう。

川治プリンスホテルの火災での犠牲者の多くは平均年齢72歳の老人クラブの人たちであり、これらの人たちに敏速な避難行動を要求することは無理なことである。それでも身仕度もせず、すぐ避難開始をした人たちは助かっている。煙の怖さは、ほんの少し前まで安全だったのが一瞬にして避難不能に陥ることにある。

3 死者を伴った火災時における 従業員の行動²⁾

次に、火災時に従業員がどのような行動をとったかを調査した結果を紹介する。対象は、昭和27年以降国内に発生した建物火災のうち、焼損面積500㎡以上で死者の出た火災、および焼損面積500㎡未満で死者3人以上を出した火災である。すなわち、

旅館・ホテル	25件
病院	17件
百貨店	2件
複合用途ビル	11件

の計55件である。なお、調査概要書のなかで、百貨店については夜間工事中の火災、および百貨店、複合用途ビルで従業員のみ在館時の火災は調査対象から外した。

旅館・ホテル、病院、百貨店および複合用途ビ

図3 旅館・ホテル火災時における従業員の第1次および第2次行動

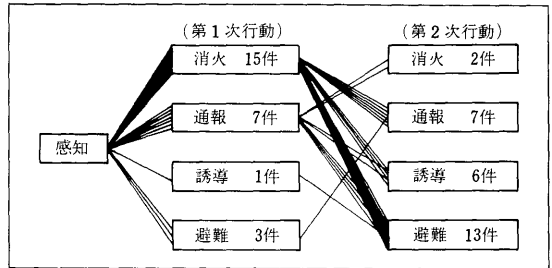


図4 病院火災時における看護婦・警備員の第1次および第2次行動

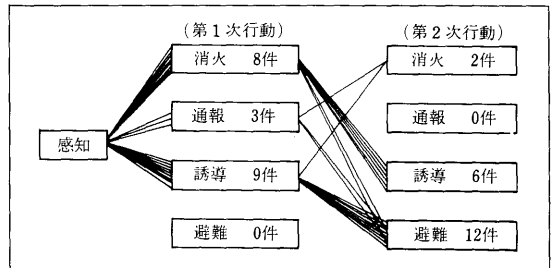


図5 百貨店の火災時における従業員の第1次および第2次行動

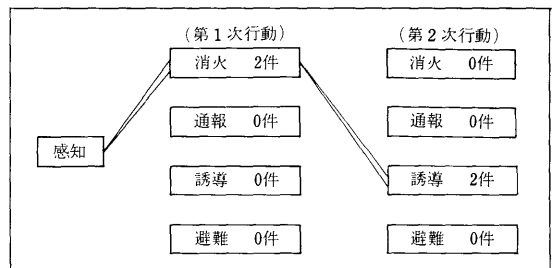
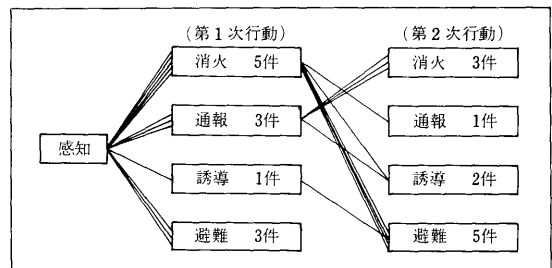


図6 複合用途ビル火災時における従業員の第1次および第2次行動



ルの火災時における従業員（病院の場合には看護婦など）の火災感知後の第1次行動および第2次行動を図3から図6に示す。火災時の従業員の行動は建物の用途によりかなり異なる。

1) 旅館・ホテルの場合

火災感知後の従業員の第1次行動は、消火の15件(約60%)と通報の7件(約28%)で大半を占め、客の誘導を行ったケースは25件中わずか1件しかない。また、初期消火の失敗後は、通報するケー

スとそのまま逃げてしまうケースが多い。従業員の第2次行動のうち客の誘導にあたったケースは28件中6件にすぎない。つまり、第1次、第2次行動ともほとんど客の誘導にあたっていないことが死者の発生と結びついたものと考えられる。

なお、第1次の行動が避難となっている3件はいずれも小さな旅館で、かつ夜間の火災だったため、火災に気付いた時には寝室まで煙が侵入しており、自分の身を守るのが精いっぱいだったようである。

2) 病院の場合

病院の場合、旅館・ホテルや百貨店、複合用途ビルの火災時とは異なり、多くの場合、従業員（看護婦や警備員）の第1次行動が患者の避難誘導に向けられている。図4からもわかるように、初期消火に失敗した後の行動も、かなりの場合、患者の誘導にまわっている。また、特記すべき事項としては、火災を感知した従業員がそのまま逃げ出すケースが1件もないことである。火災時に従業員がこのような行動がとれたのは、通常時の避難訓練の成果が生かされた場合も考えられるが、患者を助けるという職業意識が大きく働いたものと考えられる。

病院火災で死者を出した原因としては、今回の調査の半数近くが精神病院だったことが挙げられる。また、残りの半数近くは患者が高齢者だったことによる。

3) 百貨店の場合

開店中の火災が2件しかないため、これだけの資料から従業員の行動を求めることは難しい。火災感知後の第1次行動は2件とも消火に駆け付け、初期消火失敗後は客の誘導となっている。

火災感知後、直ちに客の誘導を開始しないのは、いきなり客の避難誘導を行ったのでは混乱の生ずることを恐れ、意識的に避難誘導を遅らせたのか、火を消すのに夢中で客の誘導にまで気がまわらなかったのかはわからない。客の死因は、煙や有毒ガス等によるものがほとんどである。

4) 複合用途ビルの場合

火災感知後の従業員の第1次行動として消火に

駆け付けるケースが比較的多いが、火災を発見したのにそのまま逃げてしまうケースも少なくない。そして、初期消火失敗後は、ほとんどの場合避難している。これは、今回の調査対象となった複合用途ビルは比較的小規模のものが多く、火のまわりも早かったためと思われる。複合用途ビルで死者の出る主なる原因としては、上記のように、小さな建物のため火のまわりの早いことに加え、避難路が1か所しかない場合が多いため逃げ道を閉ざされることによる。当然のことながら、従業員の死亡するケースも多い。

以上のように、過去に起きた死者を出した火災時の従業員の行動を調べた結果、病院の火災を除くと、従業員の行動として客の避難誘導を行ったケースがほとんどない。このことが、多くの場合、死者を出すに至った原因となっているものと考えられる。従業員一人一人が客の生命を預っているのだという意識を持ち、普段からいざという時の手順を考えておかなければ、火災時に適切な行動をとることができないであろう。

4 煙の中での心理的動揺度と避難時の許容煙濃度³⁾

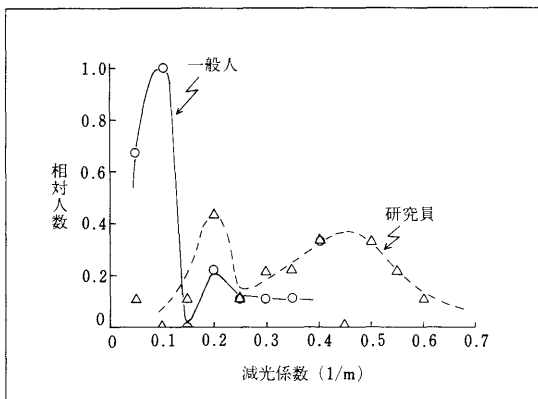
煙のために心が動揺すると、血圧の上昇、脈拍（心拍数）の増大、発汗などの生理的変化がみられる。したがって、動揺度を測定するには、上記の生理的変化のいずれかを測定すればいい。このうち、心拍数の測定が最も簡単な方法である。しかし、被験者を煙の充満した室に閉じ込めたとしても、実験だという安心感から心拍数の大きな変化はそれほど期待できない。そこで、心理学の分野で使用されている安定度検査器を用い、実験室内の煙濃度を変化させ、その時の被験者の動揺度を求めてみた。なお、被験者には一般人（主に家庭の主婦）と消防研究所の研究員を用いた。実験の結果を、図7に示す。一般人・研究員とも二つのピークを持った曲線が得られた。これらのピークは、それぞれ次のような意味をもつものと考えられる。すなわち、一般人の場合、煙濃度が0.1/m

に達した時点で大部分の人が動揺し始めるが、少数の気丈夫な人は煙濃度 $0.2\sim 0.4/m$ に達したときに動揺し始めていること。これに対して、研究員の場合には煙濃度が $0.2/m$ に達した時点で少数の人は動揺し始めるが、大部分の人は、煙濃度が $0.35\sim 0.55/m$ に達したときに動揺し始めている。このように、一般人と研究員とで動揺し始める煙濃度にかなり差のあることがわかる。

実験後、被験者に感想を聞くと、一般人の場合には「薄い煙のときは、煙の濃さはそれほど気にならなかったが、目やのどへの刺激が気になり、これから先、煙が濃くなるとどうなるだろうかと考えたらず急に怖くなってきた」と答える者が多かった。結局、これらの人は、煙に耐えられないというよりも、これから先どうなるのだろうかという心理的な不安の方が先立っている。

これに対して研究員の場合には、「煙の目への刺激はかなり強かったが、あらかじめこの煙は無害だと聞いていたので別に怖くはなかった。しかし、煙濃度が濃くなるにつれ、目やのどへの刺激がますます強くなり、実験終了の合図があったとき(減光係数で $0.5\sim 0.7/m$)には生理的(刺激性と息苦しき)に耐えられる限界に近かったと答えている。今回の研究員は、実験前の説明により煙に対してある程度の子備知識を持っており、かつ建物内を熟知している。それでも煙濃度が $0.5/m$ を越えると大部分の人は動揺し始めている。

これらの実験から、火災建物内を安全な場所まで避難できる経路を充分知っている者に対する避



難限界の煙濃度として、図7より、研究員のほとんどが動揺し始めるときの煙濃度 $0.5/m$ が採用できるものと考えられる。一方、不特定多数の者の出入りする建物内で火災の際、安全に避難できる限界の煙濃度として、図7の、一般人のほとんどの人が動揺し始めるときの濃度 $0.15/m$ が採用できるものと考えられる。

このように一般人では煙濃度大部分の人が、 $0.1/m$ になると心理的に動揺し始める。煙濃度が $0.1/m$ の濃さというのは煙感知器が鳴動するときの濃度である。このことから、安全に避難できる余裕時間は煙感知器が鳴動してからほんの少ししかないことが想像できよう。

5 火災時の避難の心得

旅に出掛け、旅館に着いたときには、以下のようなことを心掛けていただきたい。

- ① 旅館に着いたら、部屋に落ち着く前に非常口を確かめること。お茶を飲んでからではおっくうになる。
- ② 非常口は必ず自分で開いてみる。鍵がかかっている場合は外しておくこと。
- ③ 火災に気付くのが遅れ、廊下に出られない場合のために、窓から逃げる方法を明るいうちに調べておくこと。
- ④ 火災に気付いたらパッと飛び出し、物を持ちに戻らないこと。
- ⑤ 大声を出し仲間に火災を知らせる。大声を出すことにより自分も落ち着く。
- ⑥ 自室から火災が発生した場合には、必ず部屋の扉を閉じて逃げる。煙を廊下に出さないために。
- ⑦ 煙の中を避難するときには、どんなものでもいいから口と鼻に当て、すぐ避難を開始する。

(じん ただひさ/消防研究所)

- 1) 神忠久、渡部勇市、関沢愛：日本火災学会誌No.133(1981)
- 2) 神忠久：日本火災学会誌No.97 (1975)
- 3) 神忠久：日本火災学会論文集Vol.30No.1 (1982)

統計

質的データ解析

駒澤 勉

1 はじめに

ある現象がどのようになっているか調べたいとき、我々はその現象を統計的データ解析の予測問題や判別・分類問題でとらえ、現象に関して調査や計測を行って得たデータを解析することで現象を解明している。現象が形づくっているデータ構造はその構成個体（人またはもの）がいろいろな構成特性要因に反応し、それらが複雑に交錯し、多元的な反応パターンを織りなし、その構造を形成している。数多くの特性を同時に取り扱う統計的な方法としては、多変量解析がある。この解析法としてよく用いられるものとしては、重回帰分析、判別分析、主成分分析、因子分析などがある。これらの解析法は得られているデータが数量である。データには、質的なものまたは数量を区分化したカテゴリー・データもある。すなわち、予測や分類に用いる情報量が数量でなく項目中（アイテム中）の分類区分（カテゴリー）への該当として得られたデータである。このようなデータを多元的にデータ解析する方法論に数量化理論がある。

ここでは、質的データを現象の特性情報として調査や計測によって得たときのデータ解析の方法論である「数量化理論」について記述してみよう。この解析法は、個体と質的特性——アイテム中のカテゴリー——に対して現象解明に適切な数量化を行い、その数量を用いて予測や分類の問題を分析する。

2 数量化の考え方

数量化理論の生みの親は林知己夫先生（現文部省統計数理研究所々長）である。この理論は、質的なものを数量化し現象を計量的に解明しようとする考えの下に、戦後の1947年代に、それまでの統計学の守備範囲でないところから生まれた。当時、林先生が心理学関係の研究者と共同研究をしていると、彼らが質的データを総合的に分析するのに、質問の回答選択肢にあらかじめ内容別に得点を与えて合計点を出して計量的に分析するスケールリング（尺度化）なる分析法に接し、これは現象解明の重要な手掛かりになるデータ解析法と考えられた。

回答選択肢	得点
非常に賛成	5
賛成	4
どちらともいえない	3
反対	2
非常に反対	1

当時のスケールリングは、たとえば、意識調査項目のカテゴリーに与える得点として上のように言葉の内容順に1の差の数値で与えていた。この1ずつの差で与える根拠はなぜか、また、項目の選択肢に該当した数値を合計する意味合いは何を物語っているか疑問が残るところであったが、こうした数値得点を使ってデータ解析を行うと、結果が計量的にうまく解釈され、現象のモデル化や理

論構成の妥当性の検討の上で重要な分析法であった。そこで、林の数量化理論は、ただカテゴリー内容に機械的に1、2、3、4、5などの数値を与えてデータ解析するのではなく、質的データに最適な数量化をする質的データ解析法として開発された。

3 予測のための数量化

この数量化は数量化理論第I類と呼ばれる。これは、戦後の占領支配者のGHQ教育部の指揮の下に行われた、日本人の読み書き能力調査の結果を分析するために必要なデータ解析法として開発された。余談ではあるが、もしこの能力調査の出来いかんでは日本の公用語は英語になっていたかも知れない。しかし、明治以来の国民に対する国の文教政策の徹底により、GHQ上層部が驚くほどの好成績を残した結果、日本語はそのまま公用語として残ったと聞かされている。この種の能力調査は数多く何度も行うにはいろいろな制約があるのでできない。そこで、読んだり書いたりした正解点数、または正解率の数値を調査対象の性別、年齢、学歴、職業、……、などの質的な読み書きの能力に関する特性項目で推定しようという発想から生まれたデータ解析法である。

すなわち、このデータ解析法は現象（日本人の読み書き能力）がある数量Y（正解点数）で記述され、数量Yの起こり方を予測するために、m個の特性項目（以後アイテムと呼ぶ）についてX₁（性

別）、X₂（学歴）、…、X_m（職業）を調べて、それら調べた結果、X_j（j=1、2、…、m）が表1のカテゴリー-C_(j1)、C_(j2)、…、C_(jl_j)のうちの一つに該当しているとき、それに基づいて数量Yを予測するためにのおおののアイテム・カテゴリー-C_(jk)に最適な数量x_(jk)を与える方法論である。この際、現象を記述する数量Yを外基準とこの解析法では呼ぶ。

この場合の数量化は、各アイテムの総合量 \hat{Y} と外基準Yの相関が高ければ高いほど推定精度が良いという規準の下にカテゴリーの数量化を行えばいい（規準としてはYと \hat{Y} の誤差最小の考え方でいい）。

実際に数量を求めるには、外基準Yの子測量 \hat{Y} （各アイテムの総合量のこと）を、

$$\hat{Y} = X_1 + X_2 + \dots + X_m = \sum_{j=1}^m X_j \quad (1)$$

$$\text{ただし、} X_j = \sum_{k=1}^{l_j} \delta_{(jk)} x_{(jk)}, \quad \delta_{(jk)} = \begin{cases} 1 : C_{(jk)} \text{に該当} \\ 0 : \text{非該当} \end{cases}$$

の形に総合し、 \hat{Y} でYを予測したときその誤差をできるだけ小さくする方法をとる。すなわち、Yと \hat{Y} の差の2乗平均 $E(Y - \hat{Y})^2$ を最小にする数量x_(jk)を求める。各カテゴリー-C_(jk)にそのような数量x_(jk)が求めれば、その数量を(1)式に代入することで \hat{Y} からYを予測することができる。この予測は重相関関係を用いる予測に対応し、線形関係を利用する数量化予測のうちではもっとも誤差の小さい予測法である。minE(Y - \hat{Y})²の数量x_(jk)を求めるには $\partial E(Y - \hat{Y})^2 / \partial x_{(jk)} = 0$ 、(j=1、2、…、m、k=1、2、…、l_j)なる偏微分方程式をx_(jk)に関して解けばいい。予測の良さの目安としては重相関係数を用いる。

4 判別・予測のための数量化

この解析法は1947年の秋に、犯罪学者の西村克彦氏（元法務省矯正保護研究所、現青山学院大学教授）と林先生との出会いで生まれた。刑務行政

表1 質的データ

A		X ₁				X ₂				…				X _m				
B		1	2	…	l ₁	h ₁₊₁	h ₁₊₂	…	h _{1+l₁}	…	…	…	…	…	…	…	…	L
D	E \ C	C ₍₁₁₎	C ₍₁₂₎	…	C _(1l₁)	C ₍₂₁₎	C ₍₂₂₎	…	C _(2l₂)	…	C _(m1)	…	C _(ml_m)	…	…	…	…	…
k ₁	1	V							V									V
k ₂	2		V							V								V
k ₃	3			V							V							V
⋮	⋮				⋮					⋮								⋮
k _n	n				V				V									V

注) 1. V印は個体が反応したカテゴリーを表示する。
 2. A：アイテム(項目)、B：アイテム・カテゴリーへの一連番号、C：カテゴリー(項目の区分)、D：個体がカテゴリーに該当した数、E：個体。

防災基礎講座

に統計を活用する一つの研究課題として、戦後の混乱期で犯罪が多く刑務所は常にいっぱい、その対策として仮釈放の制度の研究が行われた。仮釈放の制度は刑期の約三分の一を過ぎると再犯のおそれのない人を仮釈放して社会復帰させる。それにより刑務所における受刑者の数をほぼ一定にコントロールする。国の立場でみたとき、刑務所でその者を生活させる損得勘定と一般社会に出して生活させたとしても民衆に与える利害のバランスがうまくとれていればいいわけである。この場合、罪を重ねる者を釈放すれば社会にとって有害であり、本人のためにもならないから仮釈放させるわけにはいかない。そこで、どのような特性要因をもった受刑者が再犯のおそれがないか、また、再犯のおそれがある受刑者はどんな特性要因をもっているかの研究が横浜刑務所の受刑者を対象に行われた。特性要因には本人の経歴、パーソナリティ、受刑中の行動、社会復帰後の本人を取り巻く環境などが取り上げられている。研究は、このような諸要因をどのように調べ、受刑者の行動評価にはどんな特質が受刑者の間にあるか調べ、受刑者の特徴的性質を知ることと仮釈放者決定の方法論の開発が行われた。

同時期に、アメリカではハーバード大学のスクール・オブ・ローのグルック氏らが同じ研究を行っている。彼らの方法論は、受刑者に対して事前に数多くの特性項目の調査を行って、再犯者と非再犯者のグループとで調査した項目のうち有効な項目を χ^2 -検定でまず選択する。次に、項目中の段階順に並べた1回答選択肢のカテゴリーに1、2、3、…の等間隔の得点を与える。一方、項目に対しては選択したときの χ^2 値に応じた重みを算出して、その重みを得点に掛けた上で合計点を出して、その上で再犯群（非仮釈放群）と非再犯群（仮釈放群）の2群判別分布を行っていた。この方法でどうも釈然としない点は、機械的にどうしてカテゴリーに1、2、3、…を与えるのかである。何か理屈に合ったうまいカテゴリーに与える得点付

けはないものかと考え出した方法が、有効な要因項目の選択までは χ^2 -検定を行い、カテゴリーに与える得点は1、2、3、…ではなく、二群の分布がなるべく分離されるような数量を求める解析法を生み出した。最初の数量化理論は後述になるがこうして生まれた。この解析法を数量化理論第II類という。林先生は、どうしてそれを考えついたらか思い出すことができないとっている。ただ1、2、…、5が何の意味をもたない段階で質的なものに数値を与えるのがどうしても気に入らなかったとのことである。この数量化の方法論を心理学会で発表した時、皆びっくり仰天したとのことである。心理学関係の研究者も1、2、3、…をつけるのはおかしいと思っていたが、当時それに代わるべきデータ解析法がなかったのである。こうして、数量化理論は実際問題を取り扱うなから生まれてきた統計的データ解析法なのである。

この解析法は数量化理論第II類と呼ぶ。前述の第I類が外的基準が数量であったのに対して、この第II類の解析法は現象がある分類・区分、 G_1 、 G_2 、…、 G_T （仮釈放群、非仮釈放群など）として記述された外的基準のある場合の数量化である。すなわち、対象がどれか外的基準 G_t 、 $t = 1, 2, \dots, T$ に属することがわかっている。このとき、第I類同様に対象の特性要因を調べた結果(X_1 、 X_2 、…、 X_m)を用いてどの G_t に属するか判別をする。総合の方法は第I類と同様である。

$$Y = X_1 + X_2 + \dots + X_m = \sum_{j=1}^m X_j = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{l_j} \delta_{(jk)} x_{(jk)}$$

このYを用いて判別を行う考え方は判別分析と同じである。

判別のためのカテゴリー $C_{(jk)}$ に対する最適な数量 $x_{(jk)}$ の求め方は、判別の中率を最大にするようにすればいいわけであるが、的中率の代わりに、多次元的な計算処理に適している群間の離れ具合を見る尺度としての相関比 η^2 を用いる。この相関比が大きければ大きいほど各群の分布は離れている。そこで、数量 $x_{(jk)}$ は相関比を最大にする方



法で求める。いま、 (X_1, X_2, \dots, X_m) をグループ G_i の中だけで考えたとき、 $(X_1^{(i)}, X_2^{(i)}, \dots, X_m^{(i)})$ と記する。 G_i に属する確率を π とする。また、グループ G_i の中だけの Y の表現を $Y^{(i)} = \sum_{j=1}^m X_j^{(i)}$ で表す。

これから相関比 η^2 を定義すると、

$$\eta^2 = \frac{\langle \text{外分散} \rangle}{\langle \text{全分散} \rangle} = \frac{\sum_{i=1}^T \pi \{E(Y^{(i)}) - E(Y)\}^2}{E(Y^2) - E^2(Y)}$$

この η^2 を最大にする数量 $x_{(j,k)}$ は、 $\partial \eta^2 / \partial x_{(j,k)} = 0$ なる偏微分方程式を $x_{(j,k)}$ に関して解き導びき出された方程式から求める。

5 データ構造を分析するための数量化

前述の解析法は、外的基準がある場合の数量化である。次に述べる数量化は、外的基準がない数量化で別名パターン分類のための数量化と呼ぶ。これも実際の具体的な問題のなかから考え出された数量化である。それは、商業デザイナーがある缶詰会社のラベルのデザインを分析していく上でラベルの類型化をする必要が起こった話を聞いているうち興味をひかれ考え出された解析法である。しかし、ただ単に似たものを分類するのではなく、人それぞれの属性がもつ好みによるラベルの類型化の問題である。同じ好きといっても、「明るい感じがして好き」「おいしい感じがして好き」とか「実質的で好き」など分類されたラベル群と、ある好みをもつ属性の人を同時に分類する希望を満たすものであった。

この数量化の考え方は、缶詰のラベルを並べ、調査票のラベルの番号に好きなものにV印を付けさせる。それらのV印表を基に反応パターンを個体側(人)と特性側(ラベル)を同時に分類する数量化理論第III類が考案された。これによって、「好きなラベル」に反応させたV印表から、人によっては明るいデザインを選び、またある人たちは中味が同じもので選ぶというように、それぞれの好みで集まり合うように整理できた。また、同じ並べ

られたラベルに対して別の質問詞(たとえば、食欲を誘うラベルはどれですか?)を替えることにイメージの相違をV印の反応パターンから分類ができることを可能とした。それにより、同じ商品であれば他社より好まれるラベル、高級品ならより高級志向型に好まれるラベル、大衆品はより大衆が好むラベルをデザインし、商業戦略的には購売力向上にこの解析は役立つわけだ。この解析法は「住宅火災で死傷者が多く出るのはどんなときか」(高橋太氏、予防時報127号、1981年)の中で利用され、死傷者発生の際の諸要因の関連に関する実態分析を行っている。数量化理論第III類は、結果解釈の上で主成分分析や因子分析同様に、豊富な先験的な現象に関する知識に基づいた主観的な判断が必要であるが、現象について得たデータからその特徴的構造を探る重要な解析法である。

この解析法は、表2-1~2-2に示すデータ行列が得られたものとする、このとき類似性の強い該当パターンの行と列を似たものを同時に集め合う処理を行う。統計的に考えると、行側と列側の内容の相関関係が最も強くなるように該当パタ

表2-1 該当パターン

特性	1	2	3	...	j-1	j	j+1	...	M
個体									
1	V		V		V				V
2		V	V	V		V			V
3			V		V		V		
⋮			
i	V	V		V	V				V
⋮			
n					V	V	V		V

表2-2 類似の配列パターンに並べ換え

特性	1'	2'	3'	...	j-1'	j'	j+1'	...	M-1'	M'
個体										
1'	V	V		V						
2'	V	V	V	V						
3'			V	V	V	V				
⋮				...						
i-1'					V	V			V	
i'					V	V	V	V		
i+1'						V	V	V		
⋮								...		
n-1'							V	V	V	V
n'									V	V

防災基礎講座

ーンの行と列の配列を入れ換えることである。このことは、配列換後それぞれの個体と特性要因について相隣る同士が、関連が強いものにはよりお互の数値差が小さい数量を与え、そうでないものには差が大きい数量を与えることである。これらの数量を大小順に配列すると、主観的にしろ先験的な知識により似た数量の個体と特性の類似性を容易に分類することができる。時には最も強い相関関係で求めた数量でも、分類の解釈づけが不明瞭の場合には、次に強い相関関係の数量を求めて順次に次元を上げて分析を試みる。このへんは、

この種の分析法の性格として先験的な知識に基づき主観的な考察を働かせねばならない重要な部分である。分析上の助けとしては、他の成分的分析同様に、二つの相関関係に対する個体数量(x_{i1} 、 x_{i2})や特性数量(y_{j1} 、 y_{j2})を直交座標(平面空間)に散布図を描き、類似性のあるものを集落化させ、ときには第3番目の相関関係に対する数量も加えた個体(x_{i1} 、 x_{i2} 、 x_{i3})、または特性(y_{j1} 、 y_{j2} 、 y_{j3})の座標点の散布図を3次元空間上(立体空間)に描き分析するとより分類に対する解釈づけがはっきりする。これら散布図の集落化は多少のあいまいさが残るとしても、この種の分類問題においてデータ構造を解析するにかなり現象を把握・整理することができる。

表3 実例に用いた項目

	特性項目・カテゴリ	該当頻度	散布図の座標記号
1 火災の程度	1 全焼	526	X^1
	2 半焼	303	X^2
	3 部分焼	234	X^3
	4 ボヤ	1259	X^4
2 出火の原因	1 たばこ、マッチ、ライター	609	X^5
	2 電気ストーブ、ガスストーブなどの暖房器具	378	X^6
	3 ガスコンロ、ガステーブル、ガスレンジなどのちゅう房器具	461	X^7
	4 放火、放火の疑	162	X^8
	5 その他	712	X^9
3 年齢別	1 乳幼児(0歳~5歳)	65	X^{10}
	2 小中学生(6歳~15歳)	101	X^{11}
	3 16歳~30歳	618	X^{12}
	4 31歳~60歳	1210	X^{13}
	5 老人(61歳~)	328	X^{14}
4 死傷場所	1 居室	1169	X^{15}
	2 台所	482	X^{16}
	3 階段、廊下、玄関	231	X^{17}
	4 便所、風呂場	81	X^{18}
	5 工場、作業場、事務所、店舗	168	X^{19}
	6 外周部、屋根、直路、押入	191	X^{20}
5 死傷時の状態	1 就寝中	273	X^{21}
	2 避難中	375	X^{22}
	3 通報中、初期消火、救助中	1154	X^{23}
	4 作業中、家事中、採暖中	174	X^{24}
	5 飲食中、休憩中、火遊び中	346	X^{25}
6 死傷素因別	1 容易に火災を覚知できない状態だった	216	X^{26}
	2 火災が急激に拡大した	256	X^{27}
	3 避難しようとしたが避難できなかった	197	X^{28}
	4 初期消火、物品搬出、その他火災対策	672	X^{29}
	5 その他	981	X^{30}
7 死傷者別	1 死者	253	X^{31}
	2 傷者	2069	X^{32}

実際に数量を求めるには、表2の個体側に数量 x_i 、 $i=1, 2, \dots, n$ 、特性側に数量 y_j 、 $j=1, 2, \dots, M$ を与えたとする。これら数量と表2の該当パターン行列を使えば相関係数 r_{xy} を計算することができる。すなわち、相関係数 r_{xy} が最大になる数量 x_i や y_j を求めればいいわけである。それを求めるには、 $\partial r_{xy} / \partial x_i = 0$ 、 $\partial r_{xy} / \partial y_j = 0$ 、($i=1, 2, \dots, n$ 、 $j=1, 2, \dots, M$)なる偏微分方程式を解けばいい。

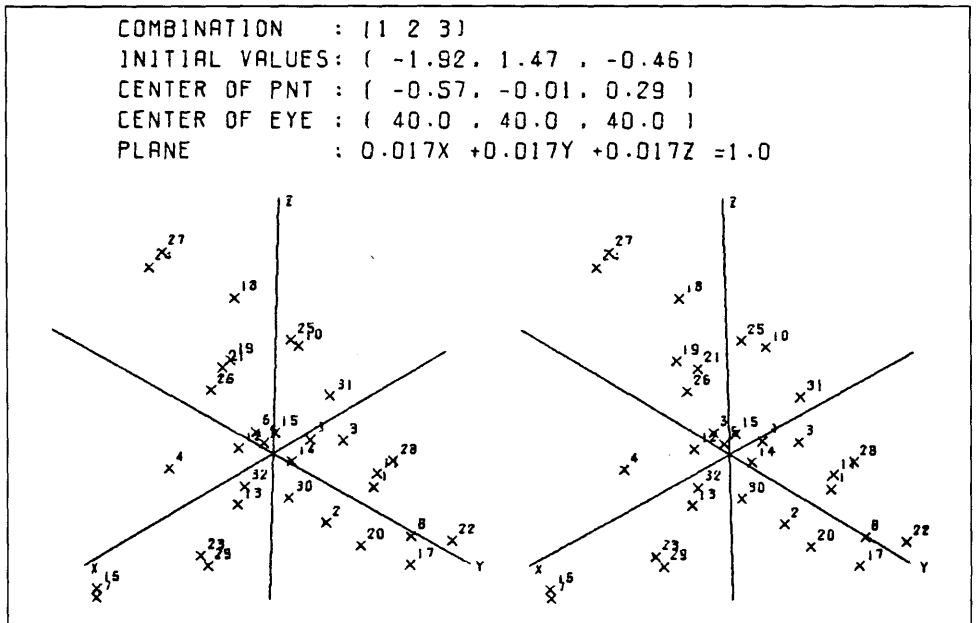
6 第III類の実例

最後に、数量化理論第III類の実例を示めよう。データ(表3)は昭和52年、53年、54年の3年間に東京消防庁管内で発生した火災のうち住宅・共同住宅の居住での死傷者についての調査したものである。対象は死者253人、傷者2,069人の計2,322人である。取り上げた特性項目は火災の程度、出火の原因、年齢別、死傷場所、死傷時の状態、死傷素因別、死傷者別の7項目である。

ここでは、結果を特性数量(この場合は項目・区分に与えられた数量)についてだけ散布図でみることにする。

図1は、相関が強い順に第1、第2、第3の特

図1 立体散布図



性数量の (y_{j1}, y_{j2}, y_{j3}) 座標点を立体空間に散布した立体視の図である。この立体視の図を立体的に見るには、左の構図は左眼だけで、右の構図は右眼だけで、眼と図の高さを30cm~40cmの高さに適当に調整し凝視していると両構図が重なり中央に座標軸と座標点が立体的に浮かび上がって見える。うまくいかないときは二つの構図の間に紙などで仕切りを立てて同じ動作で見るといい。なお、ステレオスコープを使用して見るとたやすく立体視される。

この図1について、各特性項目・カテゴリーに与えられた数量により、それぞれの座標配置からそれらの関連を調べてみる。

死者 X^{31} に強いカテゴリーの内容は(死者 X^{31} 、乳幼児 X^{10} 、就寝中 X^{21} 、容易に火災を覚知できなかった X^{26})、傷者については(傷者 X^{32} 、青壮年 X^{12} 、 X^{13} 、初期消火 X^{29} 、作業場 X^{19})と平面の散布図ではっきりしない関連が立体視で読み取れる。放火に関連するカテゴリーは平面、立体視とも(放火 X^8 、階段・玄関 X^{17} 、外周部・屋根 X^{20} 、

避難中 X^{22})のように他と異なる配置になっている。その他に風呂場 X^{18} 、作業場 X^{19} 、作業中 X^{24} 、飲食中 X^{25} 、火災が急激に拡大した X^{27} は第3数量軸で同じような大きな値でままとまっている。分析にとって、現象説明に対して判断基準が漠然としているとき、第III類による多次元的データ解析により見通しを立てておいてから外的基準のある解析法で再解析すると、個体と特性の関係がより明確にされることが多い。

数量化に限らずデータ解析法は、適用分野での数多くの実データによる適用上の試練を受けるとともに、繰り返し試行経験を重ね普遍化した方法論を確立せねばならない。この点からいっても、数量化理論はいろいろな適用分野において現象説明の有数の質的データ解析法である。

参考文献

駒澤勉著、数量化理論とデータ処理、朝倉書店、1982.6.

(こまざわ つとむ/文部省統計数理研究所)

一方、企業は技術開発により年々新製品を開発しているが、便利性や軽量化など目まぐるしく変わることにより、消費者は商品の内容や使用方法など理解しにくい傾向も生じている。確かに品質や便利性は向上しているが、複雑な構造や不必要と思われる用品が増すことは危険性の要素を増加させることにもなりかねない。また、販売に当たっても、製品の利点のみの説明でなく、その使用方法について正確で明瞭な説明をすることが必要である。

2 消費生活用製品安全法

それでは、消費生活用品の安全性について行政面ではどのような施策を講じているかといえば、最も基本的なものは、消費者保護基本法（昭和43年法律第78号）である。この法律は、国および地方公共団体の消費者保護に関する施策の策定と実施を義務づけ、事業者は、その供給する商品や役務の提供について危害の防止や適正な表示等の措置をとるべき責務があるとし、さらには、消費者にも消費生活に関する必要な知識を修得すべきであるとし、国、地方公共団体、事業者および各々にその役割を定めている。また、基本法第7号において国は、商品が国民の生命、身体および財産に対して、危害を与えないよう防止することを明確にしている。このように消費者保護基本法によって、国の消費者保護に対する姿勢が明確化され、危害の防止に関する諸政策のより一層の充実が待たれることになった。

消費者保護基本法は宣言的なもので、実質的な規定は行政の各分野に任せられている。この法律の制定以前においても、危害防止に関する諸政策は当然行われており、各種製品に対する安全性は

表1 危害情報商品分類の推移

年度	商品	食料品	住居品	光熱品	被服品	雑品	家屋内設備	屋外設備	機械	サービスその他	計
		件数	148	250	1	46	183	4	—	—	5
	構成比	23.2	39.3	0.2	7.2	28.7	0.6	—	—	0.8	100.0
50	件数	251	544	3	70	335	23	—	4	6	1,236
	構成比	20.3	44.0	0.2	5.7	27.1	1.9	—	0.3	0.5	100.0
51	件数	351	642	5	115	556	51	3	6	12	1,741
	構成比	20.2	36.9	0.3	6.6	31.9	2.9	0.2	0.3	0.7	100.0
52	件数	606	636	2	153	743	69	3	5	15	2,232
	構成比	27.1	28.5	0.1	6.9	33.3	3.1	0.1	0.2	0.7	100.0
53	件数	672	582	12	129	706	46	4	7	21	2,179
	構成比	30.8	26.7	0.6	5.9	32.4	2.1	0.2	0.3	1.0	100.0
54	件数	708	640	9	106	698	57	2	10	17	2,247
	構成比	31.5	28.5	0.4	4.7	31.1	2.5	0.1	0.4	0.8	100.0
55	件数	734	966	3	111	863	92	7	6	16	2,798
	構成比	26.5	34.5	0.1	4.0	30.8	3.3	0.3	0.2	0.6	100.0

(国民生活センター 昭和56年度 危害情報報告書)

確保されてきたが、食品衛生法、薬事法、電気用品取締法、ガス事業法、道路運送車両法など、特に危険性が高く、消費生活に欠くことができないものに限られていた。

昭和46年度には、炭酸飲料びんの破裂による失明、圧力なべの爆裂によるやけど、乳母車や歩行器などの幼児用乗物やがん具の損壊による負傷、二段ベットの構造不良による死亡、浴槽ふたの材質・構造不良によるやけどおよび死亡など、消費生活用製品の欠陥による事故が相次ぎ発生した。そこで、国は、国民の安全な消費生活を実現するために、従来の施策を強化するとともに、多様化された消費生活用製品を包括的にとらえ、これらの安全性を確保し、危害の防止を図るため、消費生活用製品安全法（昭和48年法律第31号）を制定するに至った。

この法律は、その目的として「消費生活用製品による一般消費者の生命または身体に対する危害の発生の防止を図るため、特定製品の製造及び販売を規制するとともに、消費生活用製品の安全性の確保につき民間の自主的な活動を促進するための措置を講じ、もって一般消費者の利益を保護すること」を明示している。この目的を遂行するため国および民間が、それぞれ持てる能力を生かして総力を挙げて取り組む必要から、消費生活用製品のうち、特に、安全性に問題のあるものを「特定

製品」として政令で指定し、これらについて安全基準を定め、安全基準に適合した旨の表示が附されていない場合は販売してはならないことになっている。

このように、国が行う規制とともに、消費生活用製品安全法は、民間における自主的努力によって消費生活用製品の安全性を確保するため、その中核的機関として「製品安全協会」に関する規定を定めている。製品安全協会の仕事は、特定製品に

かかわる業務の一部と特定製品以外の消費生活用製品の安全性を確保するため、製品ごとに構造・品質および材料などの安全性項目を定め安全基準を作成している。この基準に適合しているものにSGマーク（Safety・Goods）の証票が貼付され市場に提供される。

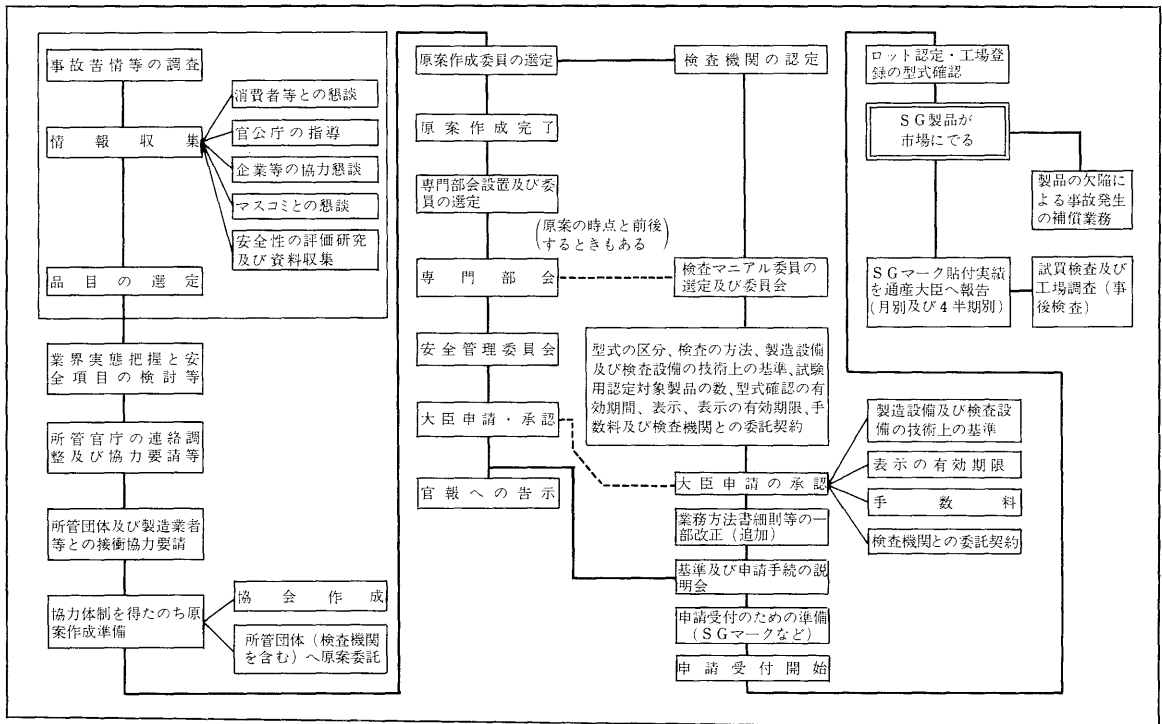
SGマーク制度の特徴は、被害者救済制度が設けられており、SGマークが貼付された製品の欠陥によって人身事故が発生した場合には、その被

表2 SGマーク対象製品（昭和57年12月末現在）

○印は特定製品

<p>1 乳幼児製品</p> <p>乳母車／歩行器／ぶらんこ／すべり台／幼児用鉄棒／幼児用三輪車／○乳幼児用ベッド／綿棒／足踏自動車／乳幼児用ハイチェア／パイプ式子守具／こいのぼり用繰り出し式ポール／子守帯／こいのぼり用先車／乳幼児用移動防止さく／一人乗り用ぶらんこ／乳幼児用いす</p>	<p>2 家具、家庭、ちゅう房用品</p> <p>○家庭用の圧力なべおよび圧力がま／住宅用スプリングマットレス／笛切り／プラスチック浴槽ふた／ショッピングカート／住宅用アルミニウム合金製脚立／二段ベッド／上載せてんび／家庭用氷かき器／油こし器／湯たんぽ／住宅用アルミニウム合金製はしご／トイレトペーパーホルダー／学童傘／金属板製なべ／郵便受箱／アルミニウム板製なべ／粘着フック／食器だな／折り畳み式サマーベッド</p>	<p>3 スポーツ・レジャー用品</p> <p>○野球用ヘルメット／金属製バット／○ローラースケート／○登山用ロープ／ビーチパラソル／エキスパンダー／園芸用花台／手動式芝刈機／水中マスク／水中フィン／ゴルフ練習用ネット</p>	<p>4 その他</p> <p>○乗車用ヘルメット／○炭酸飲料を充てんするためのガラスびん(400ml以上のもの)／自動車用ウィンドシールドウォッシュ液／携帯用簡易ガスライター／自動車用携行ジャッキ／炭酸飲料びん詰(400ml以上のもの)／自転車</p>
--	---	---	---

図1 SGマーク製品が市場にでるまで



害者またはその遺族に対して損害賠償が的確に行われるよう保険を活用した制度である。昭和57年12月末現在まで55品目が対象品目となっており、51品目が市場に提供されている。

このように、法律に基づいて行われているもののほか、業界が自主的に行っている制度には、がん具、陶磁器、家庭用ほうろう器物、がん具煙火など、かなりの製品について安全対策が行われている。

3 商品特性と安全性

消費者が商品を購入するとき、次の観点から商品を検討する。

- 効用……使用する目的に合致しているか
- 価格……安い、高いか
- 品質……丈夫であるか、安全であるか
- サービス……保証があるか

ここで、効用とは製品の持っている各種の特色のなかから価格と品質などの要素を除いたすべてをいう（効用+便利性+デザイン+耐用年数+サービス+ α ）。

消費者はその選択に当たり、それぞれの生活環境、生活水準、家族構成等の要素を考慮し、製品の持っている特性を比較して決定する。

たとえば、乳母車についてみると、

- 乳幼児の日光浴を主たる目的とするもの……大型で乳幼児が楽な姿勢が保てるもの。
- 乳幼児の移動を主たる目的とするもの……小型で軽量のものを使い方が簡単なもの。
- 高層マンションや狭い住宅環境で使用するもの……小型で軽量のもの折り畳み機構を有し、運ぶのに便利なもの。
- 所得を考慮されるもの……価格が安いもの。

これらの四つの要素のうち、消費者に比較的わかりやすいものは、効用と価格とサービスである。消費者は商品を購入するとき、生活環境の合理化、豊かさを求める必要からその効用が充分満足されるものを選択するであろう。次に、効用が同じであれば安価なもの、サービスがよいもの、格好の

SGマーク



いいものなどを選択する。

さて、品質とか安全性も商品の大きな選択要素であるわけであるが、消費者にとっては容易にわからない要素である。最近品質も向上し、製品による格差はあまりないが、それでもどの程度の安全性があるかなどはなかなかわからないものがある。一方、製造業者は、どんな製品でも新しく開発しようとするとき、性能やコストについては開発目標との関係で自分の満足する点で線を引きばいいわけであるが、安全については、どの程度にするかの判断は難しいものとなっている。

広範囲にわたる消費生活用品を製造する企業の大部分は、中小企業が多く、安全性に対する基礎的な研究もコスト面でなかなか難しい点がある。このため、どの程度の安全性が必要であるかの尺度が確立されることは消費者もさることながら、製造業者にとってもきわめて重要なこととなる。この尺度は、製品の効用、使用する人が子供や老人や病人とかそのおかれている状態、社会的に必要とされる注意度、使用される生活環境等を充分考慮した上で製品の種類ごとに定め、その定められた基準が社会的評価を得なければならない。SGマーク制度は、このような問題を解決するため消費生活用製品安全法を根拠として、家庭等で使用される製品を対象として安全基準を定めている。

SGマーク製品の対象とするためには、通商産業省の事故情報収集制度や国民生活センターの危

害情報を中心として顕在化させた事故の製品について検討されることが主な要素であるが、顕在化していないが、製品がもっている潜在的な危険性があるものについても積極的に対象として取り上げていっている。製品の安全性を確保するためには、事故例や事故の発生につながる可能性について検討が行われる。事故は単一の要因によって発生するものでなく、製品の本来的機能および付加の現象ならびに機能不全による影響から生じる危険性（製品要因）や、危険な状態が起きやすい環境下で使用される（環境要因）や、特定の間人が使用することによって危険が発生する可能性（人間要因）がある。

4 安全基準の考え方

安全基準は、これらの要素が充分検討されることとなるが、製品によっては内容は異なるし、製品要因も単一の要素だけで形成されているものではないが、製品の効用を發揮するための主要な要因を例として挙げると表3のようになる。

表3 安全基準の主要要因

要因別	項目	
製品要因	形状	製品の機能を發揮するうえで、ある特定の形状を有することが必要であり、そのために危険な状態が生じる製品…缶切り、水かき器、脚立、はしご
	材料	製品の機能を發揮するうえで、ある特定な材料を使用しているため、危険な状態が起こりうる製品…食器だな、なべ
	運動	製品の機能を發揮するうえで、ある特定な運動をすることによって危険な状態が起こりうる製品…歩行者、三輪車、自転車
	圧力	製品の機能を發揮するうえで、ある特定な圧力の高いものを使用しているために危険な状態が起こりうるような製品…圧力なべ
	温度	製品の機能を發揮するうえで、ある特定な温度が高いものを使用しているため、危険な状態が起こりうるような製品…ガスライター、上載せてんび
	そのほか、重量、振動、化学反応、高電圧、機能不全等がある。	
環境要因	海浜	海浜で使用されるように作られた製品であり、そのため危険な状態が起こりうる製品…ビーチパラソル
	水中	水中で使用されるように作られた製品であり、そのため危険な状態が起こりうる製品…水中マスク
人間要因	高所	高所で使用されるように作られた製品で、そのために危険な状態が起こりうる製品…脚立、はしご
	その他	そのほか、空中、低所、暗所、狭所、浴場、人間が過密の所、交通量が多い所等がある
人間要因	乳児	乳児が使用するように作られた製品であり、そのために危険な状態が起こりうる製品…乳母車、ベビーベッド、子守籠
	幼児	幼児が使用するように作られた製品であり、そのために危険な状態が起こりうる製品…三輪車、すべり台、自転車
	その他	そのほか、少年、少女、婦人、老人、身体障害者等がある。

安全基準は、このような製品の効用を失うことなく、できるだけ安全性を高める方法で設定される。また、SGマークの安全基準は、対象製品ごとに、この適用範囲、安全性品質、表示および取扱説明書から構成されている。

5 被害者救済制度と事故例

現行法では、製品の欠陥により消費者が危害を受けた場合、その賠償を要求するためには、被害者が事業者の故意または過失を立証する必要がある。現実の問題として、技術面や材料面が高度化し、製品の多様化している現状から消費者がそれを行うことはきわめて困難である。

SGマーク制度においては、万一、SGマークを表示した製品の欠陥により、一般消費者の生命または身体に損害が生じた場合に、その損害を確実に賠償できるようにするため、SGマーク製品（特定製品についてもその製造業者などの要請があれば、協会は一定の条件の下に、Sマーク以外にSGマークを併せて表示することができる）に、生産物賠償責任保険の付保という措置を講じ被害者の被った損害に対してその損害の程度や使用上の過失の有無などを考慮して、その損害を賠償することとし、賠償額は被害者1人につき2,000万円を最高限度として支給することとしている。

なお、SGマーク製品により、一般消費者の生命または身体に対し重大な損害（死亡または労働者災害補償法に定める後遺障害以上の損害）を生じた場合には、賠償額の決定にかなりの日時を必要とする場合がある。このような場合には、被害

表4 昭和57年12月末までの賠償件数

品目	件数	品目	件数
乳母車	25	足踏式自動車	1
歩行者	4	乳幼児用ベット	3
家庭用圧力なべおよび圧力がま	9	ローラースケート	4
乗車用ヘルメット	3	上載せてんび	2
ぶらんこ	22	湯たんぼ	1
すべり台	2	油こし器	1
住宅用アルミニウム合金脚立	13	携帯用簡易ガスライター	6
幼児用三輪車	1	エキスパンダー	4
二段ベッド	3	家庭用水かき器	1
缶切り	1	自転車	1

表5 事故状況(例)

製品名	事故発生年月日 事故発生場所	被害者住所 年齢、性別	事故発生状況	被害状況	事故原因 協会の処置
乗車用ヘルメット	56. 12. 5 千葉市	習志野市 17歳・男	250 ccのオートバイのサイドスタンドを戻し忘れた状態で左折しようとしたため、サイドスタンドが路面に接触し、ハンドルをとられ前からきたライトバンと正面衝突した。	頭蓋骨ヒビ、 脳挫傷、左上腕骨、 肘、頭、骨折、 左下腿、骨折	試験の結果、事故品には欠陥が認められなかったため賠償措置は実施しなかった。
携帯用簡易ガスライター	57. 3. 14 岐阜県岐阜市	岐阜市 33歳・男	自宅居間のこたつに入っていたとき、たばこに火をつけたら、ライターから高い炎が上がり、やけどした。	右目の火傷、眉毛および 頭髮の一部焼失	試験の結果、事故品には欠陥が認められなかったため賠償措置は実施しなかった。
乗車用ヘルメット	57. 2. 24 愛知県岩倉市	岩倉市 16歳・女	2台の普通自動車が十字路で出合い頭に衝突した。はずみで自転車走っていた被害者がはねられ、20mほど車に押される格好で飛ばされた。	脳底骨折で即死	試験の結果、事故品には欠陥が認められなかったため賠償措置は実施しなかった。
ローラースケート	57. 4. 4 大阪市	大阪市 37歳・女	ローラースケートに乗って滑っていたところ、急に左足内側の前車輪が外れて転倒した。	左足首の骨折	ベアリング組立時の部品組付けミスを認め賠償措置を実施する予定。
二段ベッド	57. 4. 7 山口県徳山市	徳山市 5歳・男	隣家の二段ベッドのある部屋で遊んでいた際、隣家の子供が二段ベッドに掛けたはしごを上ったときに、はしごが倒れ被害者に当たった。	左目下まぶた裂傷	試験の結果、事故品には欠陥が認められなかったため賠償措置は実施しなかった。
家庭用圧力なべ	57. 3. 14 山形県東根市	東根市 32歳・女	火鉢こんろに圧力なべをかけて湯を沸かしていた。シューと音がして沸いたので火鉢からおろそうとふた押さえ金に触れた瞬間大きな音と共にふたが飛び熱湯が吹き上げた。	顔、頸部、右肩から 右手先まで火傷	調査中
ぶらんこ	57. 3. 31 熊本県阿蘇郡	阿蘇郡 5歳・男	弟と二人でぶらんこで遊んでいた。座席の手すりをつり棒の間に両手親指を挟んだ。	両手親指第一関節切 断	構造欠陥と認めて賠償措置を実施した。すでに基準を改正している。
プラスチック浴槽ふた	57. 4. 14 大阪府堺市	堺市 10歳・女	沸かし過ぎた風呂のガスを止めようとして浴槽の奥の壁にあるコックに手を伸ばし、片手を浴槽ふたについた際、浴槽ふたと一緒に浴槽の中に落ち込んだ。	全身火傷	曲げたわみおよびすべり抵抗の基準不適合を認め賠償措置を実施する予定。 資金交付を実施した。
ぶらんこ	57. 4. 23 長野県上田市	上田市 1歳・女	座席を持ち上げてあったぶらんこに触れた際、座席が降りてつり棒と手すり棒の結合部に指を挟んだ。	右手示指先端部挫傷	保管中の注意説明が不適切であったと認め賠償措置を実施した。
自転車	57. 6. 10 東京都江東区	江東区 7歳・男	歩道を走行中、突然、自転車が止まり、左前方に落車した。	顎の裂傷	調査中
乳幼児用ベッド	57. 7. 20 兵庫県尼崎市	尼崎市 8か月・女	乳幼児用ベッドの枠の接合部が折れて組子が抜け落ち子供が転落した。		調査中
住宅用アルミニウム合金製脚立	57. 7. 16 大阪市	大阪市 57歳・男	脚立を使用して窓拭き作業中に脚の一本が折れ曲がり転落した。	右上腕挫傷 頭部挫傷	支柱強度が充分でなかったため、賠償措置を実施する予定。
自転車	57. 8. 11 群馬県伊勢崎市	伊勢崎市 12歳・男	道路上を走行中、急に前輪がガタガタしたのでハンドルを持ち上げたところ、前輪が前ホークから外れたため転倒した。	右肩捻挫 左手示指打撲および 裂傷	組立整備不良と認め賠償措置を実施する予定。
幼児用三輪車	57. 7. 30 新潟市	新潟市 6歳・男	三輪車で遊んでいてハンドルを切ったときに右後輪のゴムタイヤが内側に外れたために、ハンドルを取られて車除けの鉄柱に顔をぶつけた。	額中央部裂傷	使用対象年齢を超えているが、取扱説明書が添付されていなかったため、賠償措置を実施する予定。

者は入院費等の資金を必要とする場合が多いので、当該損害の発生がもたら被害者の責めによることが明らかな場合を除き、賠償金の前払いということで、とりあえず一時金60万円を速やかに交付することにしている。

SGマーク制度の発足から昭和57年12月末までの賠償件数は108件で、内訳は表4のとおりである。

事故内容は製品によって種々あるが、主として打撲傷か骨折が多く、次いで火傷、切傷の順にな

っている。

賠償額は最低3,000円、最高14,164,000円となっており、一時金の支払いも8件ある。

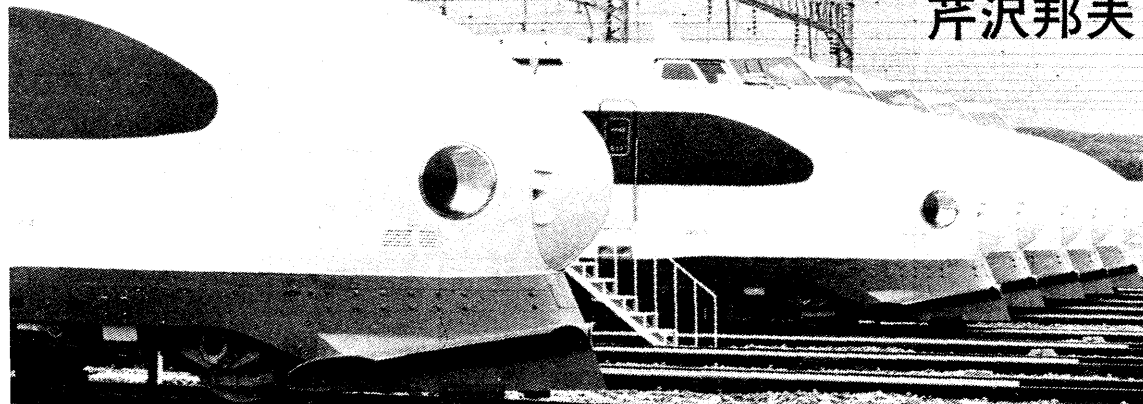
事故発生後は、事故状況、発生原因を充分究明し、取扱説明書の充実等を図るとともに、必要に応じて安全基準の改正等を行って、今後の事故発生の防止を図っている。

なお、事故例を挙げると、表5のとおりである。

(いなば まさお/製品安全協会業務課長)

東北・上越新幹線の安全対策

芹沢邦夫



1 まえがき

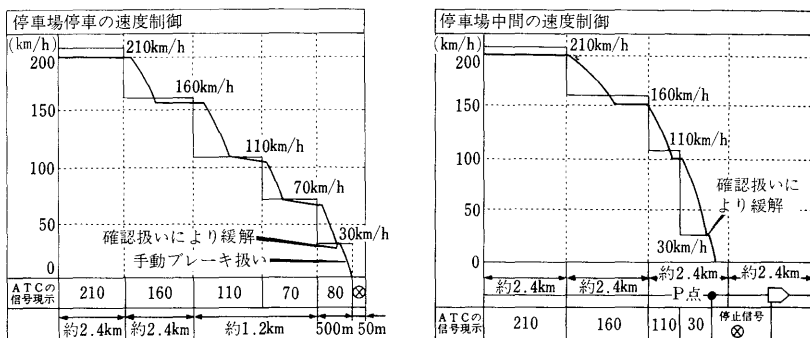
昭和57年6月に東北新幹線、そして、11月には後ればせながら上越新幹線もスタートした。今度の新幹線開業は、東海道新幹線が東京・新大阪に誕生して以来18年目になり、岡山・博多延長に次いで4、5番目の開業に当たる。従来から西へ西へと伸びていった新幹線が、初めて方向を北へ転じたことになる。博多までの山陽新幹線は東海道新幹線の延長線上にあることから、車両をはじめとして設備なども共通部分をつくる必要があり、モデルチェンジに制約を受けていた。しかし、東北・上越新幹線は、差し当たり東海道新幹線との直通運転を考慮していないので、新しいシステムとして技術的な改良や開発を取り入れることができた。また一方では、多雪豪雪地帯を走行するという特殊条件に適応させ

るため、変更せざるを得ない部分もあった。このように理由はさまざまあるが、新しいグリーンとアイボリーの新幹線電車を眺めていると、新幹線もいよいよ第二世代へ入ったという感じが強い。

2 ATC (列車自動制御装置)

新幹線の安全について、その大きな柱の一つと

図1 ATCの機能



列車の速度を上げる加速操作は手動で、主幹制御器のレバーを引いてノッチを上げる。ノッチは1〜10ノッチあって任意の位置で止めておけるのは東海道・山陽新幹線の0系電車と同じで、そのノッチ数に応じて加速される。

減速する場合、たとえば列車が停車駅や先行列車に接近するとATCの指示する速度まで自動的にブレーキが作用する。速度種別は210-160-110-70のステップがあり、駅などの分岐器の分岐側へ進入する速度は時速70km以下になっている。さらに列車が停止点の約500m手前に達すると30信号となる。

そして列車が30km/h以下の速度になってから乗務員が確認ボタンを押すとブレーキがゆるむ。列車の停止位置は最終的に運転士の手動ブレーキ操作により調整される。このとき万一停止位置を行き過ぎると、ポイントの手前にある車両接触限界の手前約50mの地点で停止信号(絶対停止0a信号と呼ぶ)となって直ちに非常ブレーキが作用する。なお通常は電気ブレーキが主体となっているが速度が25km/h以下になると空気ブレーキに切替わる。この空気ブレーキも0系電車では電磁直通式であったものが、200系電車では電気指令式空気ブレーキに変更された。

して最初に取り上げたいのが、このATC(Auto-matic Train Control)である。この装置は東海道新幹線のスタートと同時に使われ、最近では在来線の一部にまで普及しポピュラーとなったが、やはり高速列車の安全を支えている重要なシステムである。このATCの機能を簡単にいうと、高速で走行している列車を自動的に減速させ停止させるための装置ということになる(図1参照)。基本的には、東海道・山陽新幹線のものに改良を加えた安全性の高いATCになっており、その主な改良点を挙げると次のようになる。

まず、2周波方式を採用し信頼性を高めたこと。ATCの仕組みとして、レールに流れているATC信号を車上の装置で受信するようにしているが、これを、過去のトラブルの反省を含め、従来の単周波方式から周波数の異なる2波を組み合わせたダブルチェック方式に変えている。次に、ATCの事故の原因調査のため、従来からの車両に搭載されていたATCの記録器やコンピュータの記録のほかに、現地の信号機器室にもATCモニターという記録装置を設けて事故の解明に万全を期している。このほかに、車上側のATC装置であるATC受信装置、制御装置を完全な3重系(東海道・山陽新幹線は2.5重系)とするなどの改良が加えられた。

3 雪と新幹線

東海道新幹線では米原付近に積雪地帯があって、ここを列車が通過する際に、列車の風圧で舞い上がった雪が車体に付着し氷ようになる。次のステップでこの雪塊が落下し、線路のバラストと呼ばれる碎石や砂利を飛散させて電車の窓ガラスを割ったり、床下の機器を破壊して電気配線の混触を引き起こすなどの問題があった。このため、積雪の表面をスプリンクラーでぬらして雪の舞い上がりを押さえ、列車の通過時の速度を低下させ、場合によっては駅で雪落としを手作業で行うなどの対策が採られている。しかし、本格的な降積雪地帯を走行する東北・上越新幹線では根本的な解

決が必要となった。

●東北の雪

東北新幹線の沿線は上越より積雪量も少ないので、線路上に積もった雪を、新幹線電車の前頭部に装備されているスノープラウと呼ばれる排雪装置で左右にかき分け、その雪を高架橋上に蓄える方式とした。このため、貯雪空間を確保するよう積雪量に応じてレール面の高さをかさ上げする構造としている。なお、一部ではあるが北上付近などバラスト区間ではスプリンクラーによる消雪方式もある。

このほか、各駅のポイント部分の凍結防止や、融雪のため各種の除雪・融雪装置が設けられているほか、トンネルにはつらら防止、積雪の多い駅では全体を雪覆いでカバーしている。

●上越の雪

上越新幹線は豪雪地帯を走行するので、線路上の雪をすべて溶かす散水消雪装置が上毛高原以北に設けられた。この装置は沿線の約3kmごと、全線では35か所に消雪基地を設け(駅上屋の消雪を

図2 積雪深および降雪量

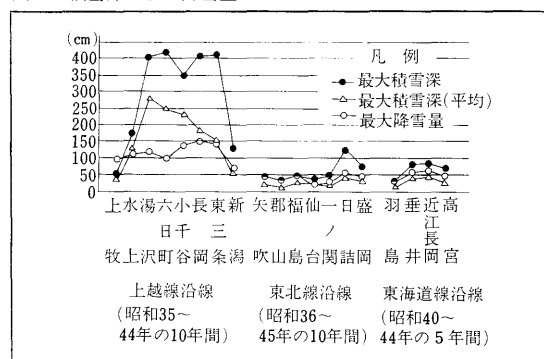


図3 貯雪式高架橋(スラブ軌道)

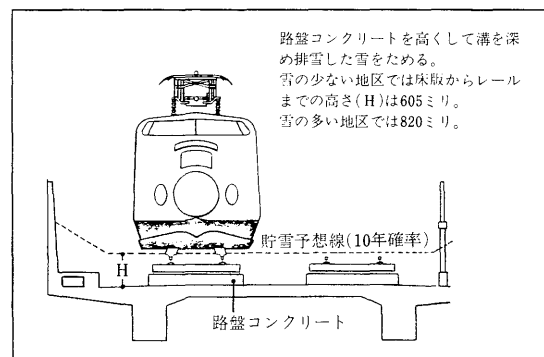
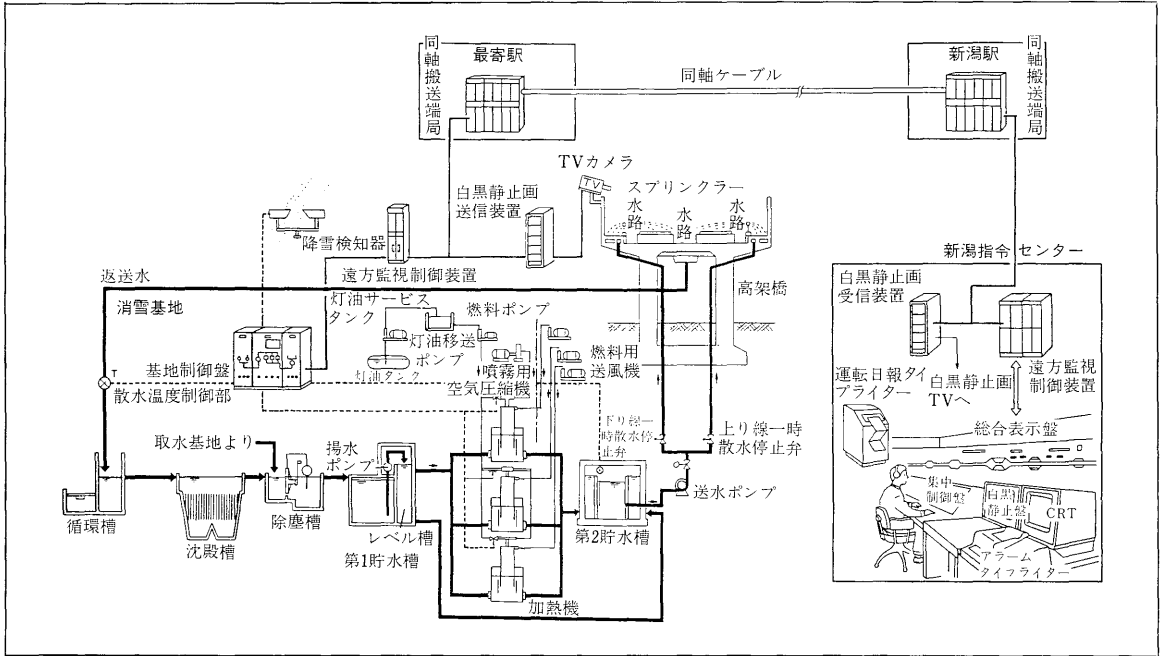


図4 消雪設備



含む)、線路わきにある降雪検知機が一定量の降雪を検知すると、一連の装置が自動的に動作して、10℃前後の温水が3 mごとに設けられたスプリンクラーから軌道面に散水される。雪を溶かした水は、わずかにつけられたこう配により高架橋上を消雪基地まで戻され循環使用される。

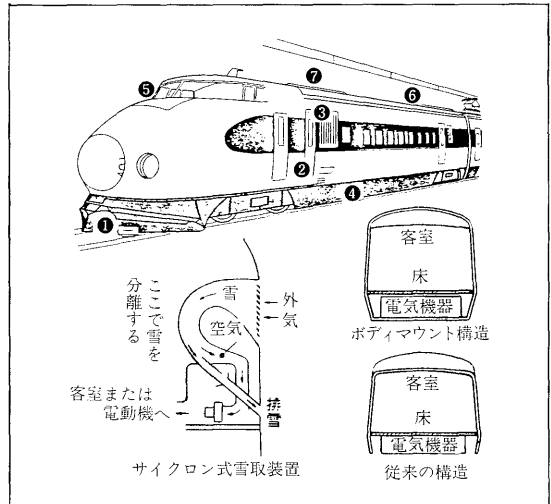
なお、この装置は列車の接近を検知して散水を停止し、通過後に再開するようにしてあるので、列車の車窓から稼動状態を見られない。また、スプリンクラーの凍結防止のため、融雪完了後は、送水パイプの水はすべて基地へ戻し、パイプの中に残留しないようになっている。

上越新幹線はトンネルが多く大宮・新潟間の39%を占めている。また、トンネルとトンネルの間のまばたき区間という短い明かり区間は、スノーシェルターやスノーシェッドで連結し、雪崩などの災害を防いでいる。これにより見掛け上ではトンネルが連続した格好となった部分が15か所もある。

●雪と新幹線電車

新しい新幹線電車は、耐寒耐雪構造を目指し新しい装置が取り付けられた。まず、排雪用のスノーブラウを前頭下部に設け、東北新幹線では線路

図5 車両の主な耐寒耐雪構造



- ①スノーブラウ(前頭排雪排障装置)
- ②ヒーターによる出入口扉凍結防止
- ③サイクロン式雪取装置(車内への空気の流れを強制的に行い、その際雪が入り込まないように雪と空気を分離する。)
- ④ボデーマウント構造による床下機器への着雪防止
- ⑤運転室前面ガラス(耐寒、結露防止)
- ⑥車体全体を平滑化(着雪防止)
- ⑦客室用空調装置(暖房能力増大)

上の雪を排雪をする。次に、雪が車体へ付着するのを防ぐため、床下機器を包み込むアルミ合金によるボデーマウント構造としたので、従来より約2割の軽量化がはかられた。また、凍結防止のた

めに、スイッチやパイプ弁類や扉の引き戸の溝にはヒーターを設けた。このほか、モーターの冷却風に雪が混入すると水となって悪い影響があるので、雪取装置を設けるなど、雪や寒気に対して十分な対策を採っている。

4 地震

東北新幹線沿岸の太平洋沖合いは地震の巣といわれ、地震の多発地域になっている。そこで、地震を一刻も早くキャッチして、列車をいち早く停止させるため、従来の東海道新幹線では線路の近くにだけ設置されていた感震器を、新たに線路から離れた海岸線にも8か所新設した。これは、電波の速度が地震の伝ば速度(4.5km/秒)よりも速いことを利用したもので、これによると、海岸で検知した地震波が沿線に到達する10~30秒前に列車を制御できるので、海岸線から線路までの距離により異なるものの、時速210キロで走行中の列車を180~165キロ程度まで減速させる効果がある。これを地震の規模との関連で見ると、海岸の感震器が動作し、それが40ガル(震度4相当)以上の場合は、

電車線の架線電圧をゼロとし停電させることで新幹線電車に非常ブレーキを動作させ、ともかく列車をいったん停止させる。これらは、すべて自動的に操作される。発生した地震のガル数は指令室の表示盤に示され、80ガル未満のときは直ちに送電を開始して運転を再開する。80~120ガルの地震では、車上巡回といい、線路や架線などに異常がないか関係係員を列車に添乗させて時速70キロの速度で確認し、異常がなければ逐次その速

図6 地震の沿線・海岸感知点

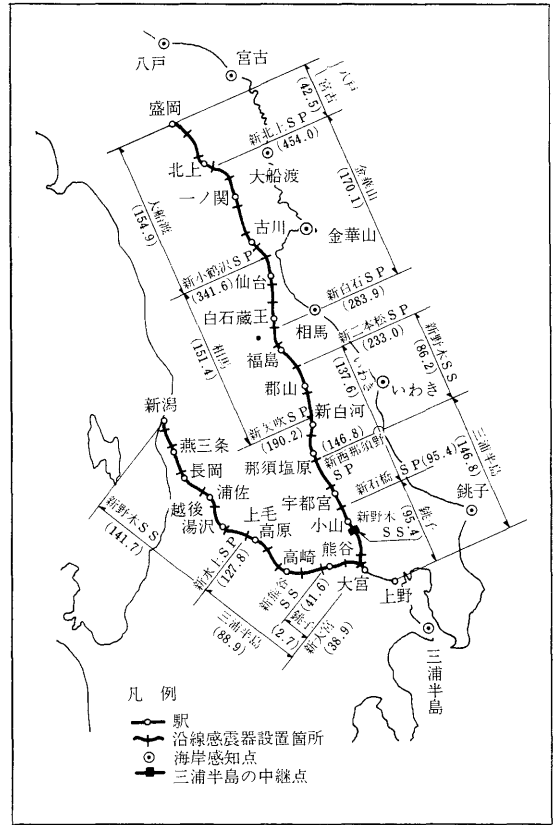
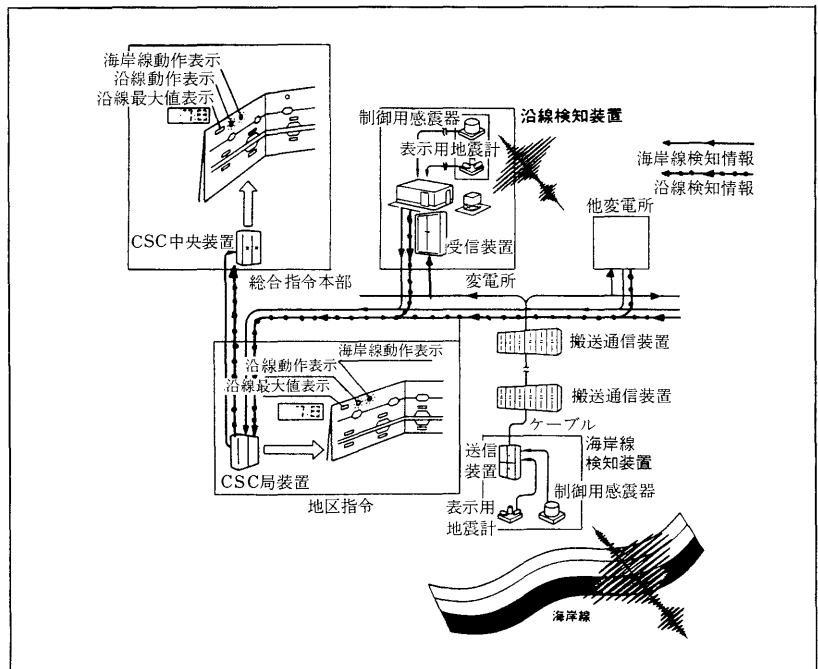


図7 地震の検知装置



度を上げていく。更に大きな120～200ガルの場合には、係員が徒歩で点検したのち、80～120ガルの場合と同様に車上巡回を行い安全を期している。これらの点検作業の指示や関係箇所への連絡は、総合指令本部の指令が中心となり地区の指令と連携して行う。

なお、東北・上越新幹線では、構造物の耐震性が向上したことにより、チェックの基準となるガル数が東海道新幹線に比べて一段階ずつ向上させたので、同じ規模の地震が発生してもチェックが簡単に済む場合があり、列車ダイヤの乱れも少ない。

5 風と雨

まず、強風については河川流域などの突風の発生しやすい箇所、たとえば長い橋りょう、高架の高い所など（東北45、上越20か所）に風速計を設け、この測定結果が総合指令本部の表示盤にも色別に表示される。表示灯が点灯すると、指令員は関係の駅長へ連絡し、駅の記録を確かめて、強風の程度に応じて速度を規制する。風速20m/秒で時速160キロの制限、25m/秒以上で70キロ、30m/秒以上になると運転を中止する。

雨による列車の運転規制は、時雨量、降雨量などを総合して判断するが、これらの測定は、雨量警報や河川水位警報装置が要注意箇所を設置されている。必要により徐行の規制を行うが、東北・上越新幹線では大雨などできれつを生じやすい盛土や切土の区間が全体の約1割程度なので、運転規制の適用が東海道新幹線より少なくなっている。

6 トンネル火災

新幹線電車は地下鉄などと同様のAA基準によっており、電車の外板・内張り・座席・床・カーテンなど、不燃または難燃性の高い材料を使用しているため、火災が発生することは少ないと考えられている。しかし、仮にトンネル内で火災が発生した場合には、トンネル内を通過して外の安全な地点に列車を停止させることを原則としている。

かつて行ったトンネル火災実験の結果から、15分程度までは走行中の火災が拡大しないことが確かめられており、これに対して、最長の大清水トンネル(22.2km)の場合でも、通過に要する時間は8分前後と短い。なお、火災が発生したとき、各車両の両端にある仕切扉を閉めると車両単位で気密が保てるようになっているので、該当車両だけを隔離した状態にできるほか、各車両には各種の消火器を備えていて、その数は12両1編成あたり38本になっている。

次に、きわめてまれで現実には可能性がないと考えられるケースであるが、列車がトンネル内に長時間停車した場合を想定した設備も設けられている。まず、列車からの脱出設備として、反対方向の列車に移乗するための非常渡り板や、地上に降りるための非常はしごを搭載している。他方、トンネル内の地上設備として、照明の一点点灯スイッチ、消火器、沿線電話の連絡設備が500mごとにある。また、車両電源の確保のため、架線には断線を防ぐ耐熱性の高い特殊なトロリー線を使用している。このような設備に加えて、たとえば、世界1位となった大清水トンネルの場合は、建設時の斜抗を利用したトンネル外への避難通路や防煙シャッターと、その所在位置を示す距離表示を設けている。このほか、トンネル内の豊富な湧水を上下線間の溝に流して消火用の水源として役立つよう工夫を凝らしたことなど、特別の設備がある。

7 その他の安全設備

沿線の安全設備として、線路内立ち入りを防ぐため、線路の両側に張り巡らされた防護柵。地すべりの危険性のある箇所に設けられた地すべり警報装置。日だまりや曲線区間など、レールの温度上昇のおそれのある箇所に設けられたロングレール温度警報装置。進行してくる列車を急きよ停止させるための防護スイッチ。列車の中から直接にその区間内の列車を緊急に停止させる保護接地スイッチなどが、それぞれの目的に応じて設けられている。

8 指令システム

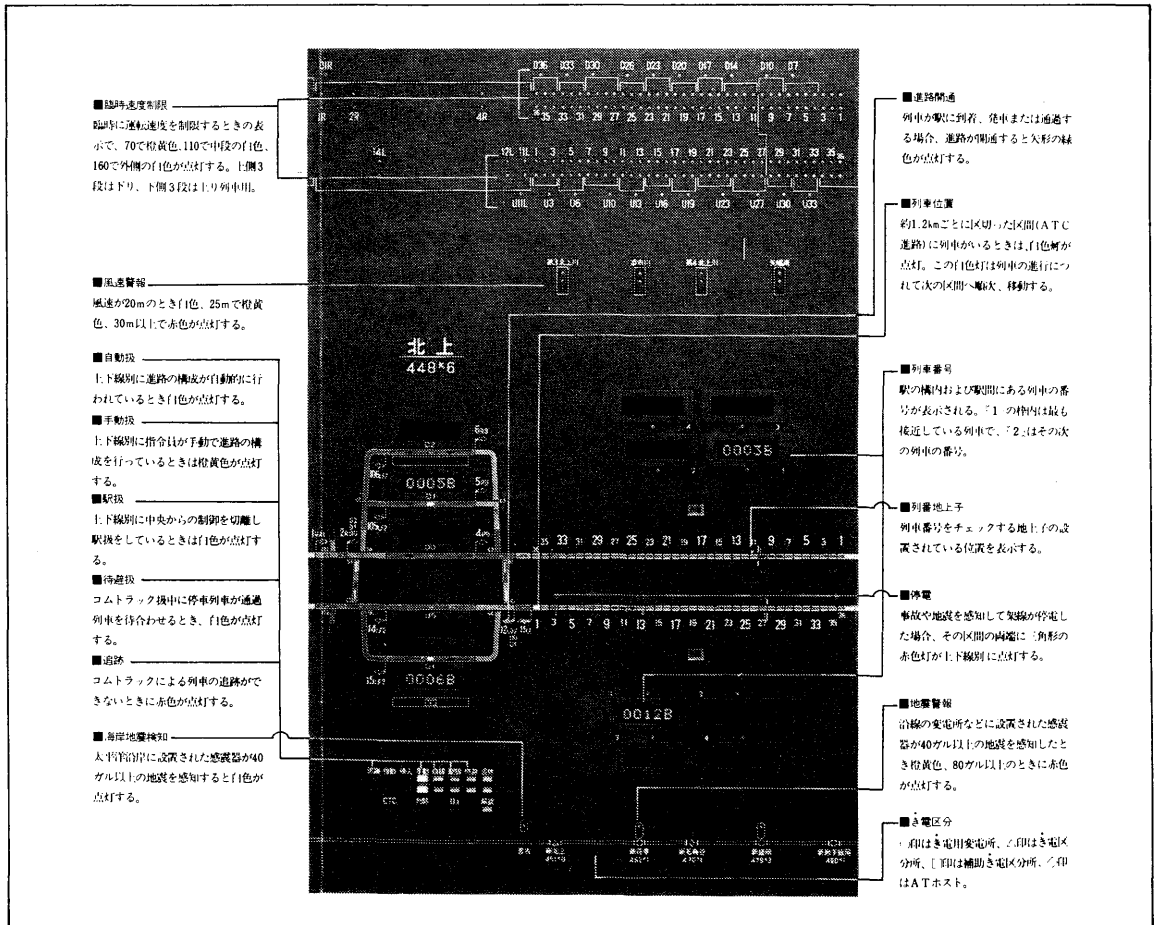
新幹線を安全で能率よく運営するため、高速で走行する列車群を一括して管理しているのが総合指令本部である。ここでは、列車の動きをはじめ線路や変電所、信号などの設備に異常がないか、すでに紹介した災害検知設備によって自動的に警報や表示によって知らせてくるもの、あるいは、列車の乗務員のように直接に電話で報告してくるものなど、幾つかのパターンがあるが、全線を通じての情報が一元的に掌握できる。これらの連絡には列車無線電話をはじめとする通信設備が完備している。そして、災害などトラブルが発生したときは必要な措置を行い、関係箇所に対して迅速に指示や連絡をするのは指令本部の重要な役割に

なっている。

ここには数多くの機器や表示盤・通信設備があるが、その代表としてCTC装置を紹介したい。これに表示されているのは、列車の現在の位置をはじめとして全駅の線路配線や信号・ポイントの方向などが一目でわかるようになっている。この表示盤の手前には各駅の列車のルート进行操作する制御卓があるが、通常はコンピュータシステムによっているので、指令員が直接にポイント进行操作する機会は少ない(図8参照)。

この指令員は、列車の運転している時間帯はもとより、深夜の保守作業の時間帯を含めて24時間の勤務体制でマンマシンシステムの中心となり、新幹線輸送の安全を支えている重要な存在である。(せりぎわ くにお/国鉄東北・上越新幹線総合指令本部々長)

図8 CTCの表示盤



新しい自動車用燃料の開発動向

金 栄吉

1 まえがき

筆者はアルコール燃料等の利用技術研究開発に携わっているエンジン屋であり、新しい燃料の製造・供給の技術開発に関しては門外漢である。本稿では新しい燃料の開発動向の一端について概説し、参考に供したい。

2 新しい自動車用燃料としての基本的要件

我が国には現在4,300万台余りの各種の自動車実用に供されている。それらのエンジンの動力源は石油製品であり、主としてガソリン、軽油が使用されている。ごく少数ではあるが特殊用途としてタクシー用にLPGも使用されている。これらの石油系燃料に代わる新しい燃料を開発し導入を図る際には、一般に下記の三つの要件が成否を大きく支配する。

(1) 燃料コスト

燃料コストが、既存の石油系の燃料と充分競合できること。

(2) 供給安定性

供給量が充分確保でき、かつ長期に安定して供給可能であること。

(3) 入手の容易性

需要家が常に手近に入手可能であること。

燃料コストは利益、税を除いた製造コストであり、原材料費、プラント・精製費および輸送費等が含まれる。

燃料コストは実用化の可否を決定する最も重要な要素である。既存の燃料に比べ、低コスト・低経費でなければ、ユーザー・ディマンドが発生しないし、また、ディマンドに応じた新しい燃料の利用技術（エンジン、自動車）も開発されない。

新しい燃料を使用する自動車が開発され実用に供された際、途中で燃料の供給が絶えた場合、他の燃料では使用できなくなる。したがって、燃料の供給に不安が残る場合には新しい需要は発生しないし、需要がなければ新しい利用技術も開発されない。

(1)および(2)が可能であっても、需要家が常に使いたいときに手近に入手できなければ、新しい燃料自動車は普及しない。従来自動車と同程

度の利便性を期待するためには、ガソリンおよび軽油等のサービスステーションと同規模な配給網の完備が不可欠となる。LPG車が一般の需要家に普及しない原因の一つは、LPGの配給網が充分整備されていないためである。

3 自動車用燃料としての技術的 具備要件

現在自動車に対し求められている社会的要求ならびに一般需要家の要求は、下記のごとく要約できる。

(1) 社会的要求

- ① 低公害性(排気の清浄性、騒音の軽微性等)
- ② 省エネルギー性(低燃費率性)
- ③ 安全性

(2) 一般需要家の要求

- ① 低コスト
- ② 低経費性(低燃費)
- ③ 高性能・高品質性(動力性能<加速性>、ドライバビリティが優れていること)

以上、両者の要求を満たすためには、エンジン性能に関し(イ)熱効率の向上、(ロ)排気の清浄化、(ハ)燃料、燃焼のばらつきを小さくトルク変動を小さくすること、および(ニ)燃料の供給を遅れなく適確に行うこと等の改善が必要となる。

以上、(イ)~(ニ)の改善のかなめは、燃料がエンジンの負荷に応じシリンダーに必要量適確に供給できるか流量の供給精度、すなわち空燃比の設定精度にある。

エンジンは一般に多シリンダー(通常4~6)から構成され、各ピストンは1秒間におおよそ10回~100回、往復運動している。この間、空気はエアクリナーから吸入し、その流量は100馬力相当の出力が出る2リッタークラスのエンジンではおおよそ100g/行程、4シリンダーでは1シリンダー当たり25g/行程程度となる。燃料1gが過

不足なく燃焼するためにはおおよそ15gの空気量が必要であり、100gの空気が吸入した場合には空気量に比例しておおよそ6.7g、1シリンダー当たりでは1.7g程度の燃料が必要となる。全負荷ではなくアイドルの状態では、この量は1/10程度まで減少すると考えると、その際は0.17g程度となる。

熱効率、排気エミッション、ドライバビリティの3者に対して、最適空燃比の値は必ずしも同一ではない。また、個々のエンジン型式によって設定空燃比も異なる。通常その値は14.5~16の範囲に設定されている。許される誤差、ばらつきの幅は通常0.2程度である。空燃比で0.2の許容値は以上のケースで考えると、おおよそ無負荷で2mg程度、全負荷で20mg程度となる。

したがって、自動車が停止状態から全力で加速する際にはピストンは1秒間に10~100回往復運動し、各シリンダーに2mg(アイドル)~20mg(全負荷)程度のばらつきの精度で燃料をシリンダーに供給しなければならないことになる。この2~20mgはごく微量であること、また、瞬時でこのメータリングをせねばならないことになる。このメータリングの精度を補償せねばならないこと等が、現在の自動車用エンジンに課せられた技術的課題である。このエンジン側の課題を解決するためには、燃料側の要件は下記となる。

- (1) 常温で液体であること。可搬性を有すること。
- (2) 単位容積、単位重量当たりの発熱量が大であること。
- (3) 排気が清浄であること。

常温で液体であれば、瞬時に精度の高いメータリングしながら燃料を供給することが可能であるが、気体では難しい。(2)は加速性、出力密度の面からの要件である。また、発熱量当たりの容積が大きいことはタンク容量の増大をもたらし、タンク容量の増大は燃料の増大、スペースユーティリティの面から望ましくない。(3)についてはS、N

等の成分含有量が少なく、亜硫酸ガス、窒素酸化物および粒子状物質の少ないクリーンな燃料でなければならない。

4 我が国の石油代替燃料政策

我が国のエネルギー事情は石油依存度がきわめて高いこと、自国にエネルギー資源を保有していない点に大きな特徴がある。したがって、エネルギー政策は石油の安定供給、省石油、省エネルギー、および石油代替技術開発が中心である。

我が国のエネルギー政策は、従来から輸入原油に依存する原油消費地精製主義をとってきた。すなわち、原油を我が国に必要量輸入し、それらを精製し、ナフサ、ガソリン、灯油、軽油、重油等

の石油製品を製造し、ナフサは重化学工業の原料とし、ガソリン、軽油は車両燃料とし、灯油は民生ならびジェット燃料用、重油は電力、鉄鋼、アルミ工業、セメント等の素材産業に割り当てられ、使用されてきた。

第一次および第二次石油危機を経て、原油価格の高騰は原料コストの影響を強く受ける産業の脱石油化を促す結果となり、近年天然ガス、石炭への転換が急速に進みつつある。すなわち電力、鉄鋼、セメントの石油離れである。

一方、国産ナフサを主原料とするエチレン等の石油化学製品は、国際市場において次第に競争力を失いつつあり、割高な国産ナフサから輸入ナフサへの転換が図られようとしている。

以上、昨今の我が国の石油事情は、重質留分需

表1 長期エネルギー需給見通し(昭和57年4月21日)

項目	年度		昭和55年度(実績)		昭和65年度		昭和75年度(試算)	
	区 分	実 数	構成比(%)	実 数	構成比(%)	実 数	構成比(%)	
エネルギー需要		4.29億kℓ		5.9億kℓ		7.7億kℓ程度		
省エネルギー率				15.5%		25%程度		
エネルギー別		実 数	構成比(%)	実 数	構成比(%)	実 数	構成比(%)	
石 炭		9,240万t	16.7	15,300万t	19.5	20,000万t程度	19	
(うち国内石炭)		(1,810万t)		(1,800~2,000万t)				
(うち一般炭)		(2,130万t)		(6,600万t)				
原 子 力		1,570万KW	5.0	4,600万KW	11.3	9,000万KW程度	18	
天 然 ガ ス		2,590万kℓ	6.0	6,800万kℓ	11.5	8,200万kℓ程度	11	
(うち国内天然ガス)		(22億m)		(73億m)				
(うちLNG)		(1,680万t)		(4,300万t)				
水 力	一般水力	1,900万KW	5.6	2,350万KW	5.0	3,000万KW程度	5	
	揚 水	1,080万KW				3,300万KW程度		
地 熱		30万kℓ	0.1	600万kℓ	1.0	1,500万kℓ程度	2	
新燃料、新エネルギー、その他		70万kℓ	0.2	1,500万kℓ	2.5	6,500万kℓ程度	8	
石 油		2.85億kℓ	66.4	2.9億kℓ	49.1	2.9億kℓ程度	38	
(うち国内石油)		(50万kℓ)		(190万kℓ)				
(うちLPG)		(1,400万t)		(2,400万t)				
供給合計		4.29億kℓ	100.0	5.9億kℓ	100.0	7.7億kℓ程度	100	

1. この見通しは、民間の最大限の理解と努力のもとに、政府の総合的なエネルギー政策の重点的かつ計画的な遂行を前提とした場合のエネルギー需給見通しを示すものである。
2. 省エネルギー率は、昭和55年度を基準として、エネルギー生産性の向上をエネルギー需要の対GNP原単位の低減比で示したものであり、省エネルギーの目標を一つの指標であるが、昭和65年度におけるエネルギー需要5.9億kℓは、省エネルギーの推進により更に引き下げるよう努力すべきである。
3. 石油代替エネルギーの開発、導入には、引き続き最大限の努力を傾注し、供給力の拡大を図る。
4. 石油の安定供給には最大限の配慮を要するが、上記の努力により、昭和65年度には石油依存度を5割以下にすることが可能である。
5. 国内石油・天然ガスは、合計で昭和65年度950万kℓである。
6. 石炭のうち国内石炭については、現在程度の生産水準の維持を基調とし、諸事情の好転を持って将来における年産2,000万t程度の生産水準の達成を目指すことを基本的な考え方にすべきである。
7. 地熱のうち、地熱発電は、昭和65年度300万KW、昭和75年度800万KW程度である。
8. サンシャイン計画によるエネルギー供給量は、昭和65年度約2%、昭和75年度約7%である。
9. 昭和75年度のエネルギー需給見通しは、エネルギー政策の長期的性格にかんがみ、1つの試算として将来のエネルギー需給の方向を示したものである。

注) 1. 原油換算は9,400kcal/ℓによる。
 2. 石炭の欄には、石炭流体化混合燃料、石炭ガス化に利用される石炭を含む。
 3. 国内石炭の数量には、雑炭及び過欠片を除く。
 4. 新燃料油、新エネルギー、その他の欄には、石炭液化油、オイルサンド油、オイルシェール油、アルコール燃料、太陽エネルギー、薪炭等を含む。
 5. 構成比の各欄の数値の合計は、四捨五入の関係で、100にならない場合がある。

要の大幅な減退、海外輸入ナフサの圧力による国産ナフサの需要の減退等により、原油消費地精製主義を原則とする政策は大きな試練に直面している。幾つかの試練があるにせよ、今後我が国のエネルギー政策のベースは石油であり、原油の安定確保とその消費地精製主義が基本であることに変わりはない。したがって、自動車用燃料のガソリンおよび軽油に代わる新しい燃料候補の開発導入も、以上の枠組みの中でシナリオが作成され、原油の安定確保と消費地精製主義を補完する形態で進展が図られる。

資源エネルギー庁はガソリンおよび軽油の自動車用燃料代替として表1に示す新燃料油を策定した。新燃料とは、従来の石油燃料と原料は異なるが、最終使用形態が同じか類似しており、その開発および導入に関し、早期実現性の高い右の三つの利用分野における新しい液体燃料を総称したものである。

(イ) 天然ガス、随伴ガス等を原料とする合成アルコール等の既存石油製品への混入等による利用。

(ロ) オイルサンド油、オイルシェール油、石炭液化油等の石油製品としての利用。

(ハ) さとうきび、石油植物(ユーカリ等)等バイオマス資源を原料とする発酵アルコールおよび炭化水素油の燃料油としての利用。

新燃料油開発の意義は表2に示すごとく、(イ)エネルギー資源の拡大、(ロ)供給源の多様化多角化、(ハ)バーゲニングパワーの保持等によるエネルギーセキュリティ保持への効果にある。

5 新燃料油の開発動向²⁾

前述の(イ)の合成アルコールに関しては、天然ガス、随伴ガス等をベースに

① 直接合成されるメタノール燃料

表2 新燃料油開発の意義

効果項目	1. 石炭液化油 (直接液化)	2. 天然ガス、合成ガス等 からの液体燃料 (含間接液化)	3. オイルサンド、オイル シェール抽出油	4. アルコール燃料		
				4-1 メタノール	4-2 バイオマス系 (エタノール)	
エネルギーセキュリティの保持への効果	1. エネルギー資源の拡大	◎ [資源量大]	◎ [石炭資源ベース 小規模天然ガス田の 有効利用]	◎ [資源量大]	◎ [2に同じ 用途開発が重要]	△ [資源量はそれほど大 きくはない]
	2. 供給源の多様化多角化	◎ [資源分布が石油より 広い]	◎ [石炭資源ベース]	○ [オイルサンドについ ては資源偏在 オイルシェールは分 布がやや大きい]	◎ [2に同じ]	○ [多くの地域からの輸 入 国内生産]
	3. 需要構造への対応性	○ [合成原油モード 精製、改質技術が必要]	○ [F-T法、LFPプロ セス等対応性大]	○ [改質技術が必要]	○ [需要開拓、利用法の 開発(混合等)]	○ [同 左]
	4. バーゲニングパワーの 保持(対OPEC)	◎ [資源量大、非OPEC 地域からの供給]	◎ [石炭資源、中小ガス 田ベース]	◎ [資源量大、非OPEC 地域からの供給]	◎ [2に同じ]	△ [資源量の限界]
	5. バーゲニングパワーの 保持(対資源国)	◎ [自主技術の保持 改質技術の保持が必要]	◎ [自主技術の保持が必要]	◎ [開発技術・環境技術 改質技術の保持が必要]	◎ [2に同じ、ただし、 ガス化以降は既存技 術]	○ [育種、発酵技術等の 保持]
関連政策への効果	1. 新産業の創出	◎ [戦略産業化の可能性]	◎ [同 左]	○ [オイルサンド、オイル シェール既存地域 は限定される]	△ [既存メタノール産業 との競合]	△ [既存産業との競合]
	2. 産業技術力の保持・強化	◎ [プロセスエンジニアリング 大規模技術 改質、精製技術]	◎ [プロセスエンジニアリング 大規模プラント技術]	○ [環境技術 巨大開発技術 改質技術]	△ [生産技術は既存 利用技術(自動車エ ンジン等)]	△ [生産技術(バイオテ クノロジー)利用技 術]
	3. 外交戦略への効果	◎ [国際協同開発 二国間協力]	◎ [同 左]	◎ [二国間協力]	○ [資源国との協力、消 費国間の協力(利用 技術)]	◎ [発展途上等への技 術、経済援助]

注) ◎: 大きい効果が期待しうる、○: 効果が期待しうる、△: あまり大きな効果は期待できない。

- ② CO、H₂ガスを経て間接的に合成されるガソリン、灯油、軽油
 - ③ メタノールを経て間接的に合成されるガソリン
 - ④ M T B E等の含酸素燃料
- が候補として考えられている。

既存技術で製造可能なのは①の直接メタノール合成のみである。現在のところ一部化学原料への利用が行われているが、燃料油への利用例はない。他の②③および④については、実用化技術の開発が必要となる。③のメタノールからの合成ガソリン(M T G)の製造法の一つにモービル法がある。同法についてはパイロットプラントの経験はあるが、実用化までには至っていない。

現在、ニュージーランドおよび西ドイツで天然ガスをベースにプラントの建設が計画されている。②の合成ガスから直接石油製品を合成する技術は南アフリカで一部実用化されているが、我が国で適用するには燃料以外の経済性、製品の品質性等の面で改善すべき点が残されている。

(ロ)に関して、オイルサンド油はカナダなど、オイルシェール油は米国など、石炭液化油は米国、西ドイツおよび我が国において、実用化のための回収技術ならびに改質精製技術の開発が進められている。現状の品質は劣質であり、実用化に適さない。むろん経済性も大きな課題である。

(ハ)の発酵エタノールに関しては経済性が問題であり、セルロース等からの効率のよい変換技術の開発が必要である。

我が国の当面の自動車用代替燃料候補としては、現在メタノール、エタノールのアルコール燃料、石炭液化油、オイルシェール油、オイルサンド油およびモービル法ガソリン等が考えられる。

1) メタノール

メタノールは近い将来石油代替液体燃料として最も期待が持たれている。その理由としては下記の点が考えられる。

(1) 燃料の製造・供給面

- ① 既存の技術で製造できること。
- ② 原料としては比較的安価な中・小規模のガス田からの天然ガス、比較的安価な一般炭(褐炭、亜炭)、油田で焼却されていた随伴ガス等が利用でき、コスト的には近い将来石油系燃料と発熱量ベースで競合できる可能性をもつこと。
- ③ 天然ガス、石炭資源等に依存することから、資源的には有利であり十分な供給量が将来にわたり確保できる可能性をもつこと。
- ④ 輸送、貯蔵および配給に関しては、常温で液体であることから既存の輸送船、貯蔵設備、配給システムが活用でき、技術的、コスト的にはL N Gなどに比べ有利であること。

(2) 利用技術の面

- ⑤ 常温で液体であることから、自動車用燃料としての第一要件である可搬性を有すること。
 - ⑥ 常温で液体であること、燃料の物理的性状は従来の石油系燃料と類似していることなどから、従来のレシプロエンジンの利用技術のおおよそは、大幅な変更なしに活用可能であること。スターリングエンジン、水素エンジンなどに比べ新たな開発要素が少ないこと。
 - ⑦ エンジンの製造設備、整備、サービス設備等既存の設備が活用できること。
 - ⑧ スモークが少ないなど低公害燃料としての特性をもつこと。オクタン価が大きいなど出力、熱効率の面からも優れた特性をもつこと。
 - ⑨ 石油製品との混合使用の可能性があり、その際開発導入が比較的しやすいこと。
- すなわち、メタノールは製造技術、輸送、貯蔵配給および利用技術の面で、現在最も期待できる燃料である。ただし開発導入に関しては、下記の問題点が残されている。
- ㉠ 安定な供給源としての資源をどこに求めるか。
 - ㉡ 我が国における社会経済的観点から最も効率的なメタノールの利用形態はなにか。電力

用か、自動車用か、あるいは一般家庭用か、などについて検討を要する。

- ㊦ 自動車用燃料としての利用形態についても、ガソリンとの混合利用、メタノール単味でのストレート利用との選択の問題が残されている。
- ㊧ アルコール混合ガソリンの利用形態についても、各種の形態が考えられ、混合率と導入方法によっては、社会、経済的影響は大きく、使用過程車への一括導入は排ガス規制、運転性、および燃料系統の部品、材料に対する不具合性を発生するおそれがあり、また、その対策コストは大きく、コストミニマムの方策選択に関する課題が残されている。
- ㊨ ストレート利用の技術に関しては、まだ研究開発の段階にある。

2) エタノール

アメリカのガソホール（10%エタノール混合ガソリン）、ブラジルの20%エタノール混合ガソリン、および100%エタノール燃料については、既に実用化されており、それらの経験、実績もあり、メタノールに比べ燃料コストを除けば利用技術上の問題点は少ない。ただし、まだ下記の問題点が残されている。

- ㊩ 資源をどこに求めるか。
- ㊪ 高い燃料コスト。
- ㊫ メタノールの㊦㊧㊨の項目は共通の問題。
- ㊬ ブラジルのエタノール車についても技術的問題が数多く報告されており、始動装置も含め利用技術のグレードアップを図る必要がある。

3) 石炭液化油

石炭液化油は直接液化し、ナフサ、ボイラー燃料を製造する直接法と、一度ガス化し合成ガスから炭化水素油を製造する間接法とがある。前者の代表例としては、SR II、EDSおよびH-Coal法があり、後者はF-T（フィシャトロビシュ）の例がある。SR IIについては、バムコ、ガルフ、アメリカ、西ドイツおよび日本の三国の技術協力

により推進が図られてきたが、現在中断のやむなきに至っている。

EDSについては、エクソンにより開発が進められてきたが、最近開発のテンポは急速に落ちている。将来性については、必ずしも明るい見通しをもっていないようである。F-T法はH-CoalおよびEDSの直接法に比べ、製造コストがほぼ2倍程度高くなる見込みであり、経済性はF-T法の実用化の大きな障壁である。

石油液化油についてはF-T法のSasol法を除き、回収技術、精製技術の開発途上の段階にあり、実用化をベースにした最終的に精製された自動車燃料の性状は得られていない。したがって、それらをベースにした適合性試験データは報告されていない。現状はパイロットプラントなどにより得られた試作燃料をベースに、自動車用燃料としておおまかな評価がなされている。

4) オイルシェール油

オイルシェール油の商業生産はまだ行われていないが、試験規模による生産技術の開発は、アメリカにおいて最も進んでいる。

5) オイルサンド油

オイルサンドの鉱床としては、カナダのアルバータ州およびベネゼエラのオリリコ鉱床が著名であり、原油埋蔵量は1兆6,000億バレルと推定されている。オイルサンド油はオイルシェール油と同様、原油に比べ非常に重質の油である。また無機微粒子物質、いおう化合物、窒素化合物、重金属化合物およびアスファルテンなどを多量に含み、現状では原油に対抗できる経済性のある精製技術はまだ確立されていない。

現在、世界中でSuncor社（ディレドエーカ+水素化精製、65,000BpD）、Syn crude社（フルードエーカ+水素化精製、129,000BpD）が稼働中であり、Shell社（減圧蒸留+溶剤抽出+水素化分解）が計画中である。

プロセスでは、原料油に対し20wt%の利用価値

の低いコークスや残渣を副生するので、これらの処理が共通した重要な課題となっている。すなわち、オイルサンド油から軽質油への転換効率が高く、自己消費以外のコークス、重質油などを副生しない改質精製技術を開発することが重要な課題となっている。

6) モービル法ガソリン

メタノールを自動車用ガソリンに転換するモービル法は、1970年にMobil Research & Engineering Corp.により開発され、商業化の前段階にある。同法は天然ガスあるいは石炭より炭化水素油を製造する方法として注目されている。同法により得られるガソリンは、単味でそのまま従来の市販ガソリンに適合する性状を有している点に特徴がある。

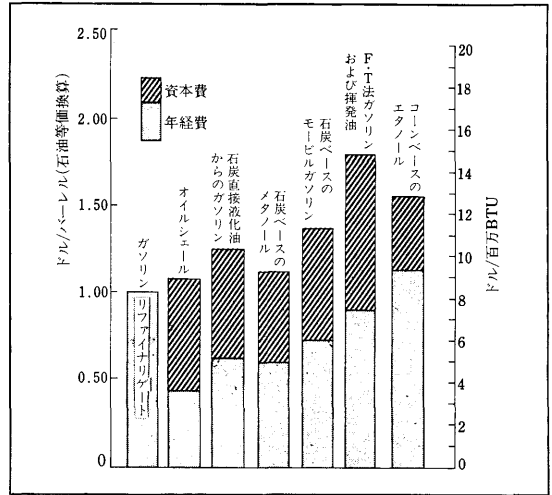
また、メタノールからの転換効率は90~92%であり、経済性はメタノール基材コストおよび転換効率に依存し、現状では大きな課題である。まだ実用化プラントは設置されていないので、正確な経済性評価はできない。また、技術評価に関してもデータが少なく、その蓄積が必要である。

パイロットプラントで試作されたモービルガソリンのテスト結果では、ロードオクタン価、低温始動性、排気ガス中のHCおよびCO排出量に関しては、特に問題がないことが報告されている。今後、実用化プラントをベースに経済性の評価ならびに技術評価が必要と思われる。

図1は、ベクテル社が米国における輸送用燃料の製造コストを試算した例である。

原油のガソリンと最も競合し得る位置にあるのは、オイルシェールおよび石炭ベースのメタノールである。前者については、1984年ごろ実証プラント、1986~1988年ごろ商業プラントの建設が計画されている。後者については1985年以降実証プラントの建設が計画されている。これら2者に比べ、石炭直接液化油および石炭ベースのモービル法ガソリンは30~40%コスト高である。また、F-T

図1 米国における新しい自動車用燃料コストの試算例 (ベクテル社)



法ガソリンは最もコストが高く、おおよそガソリンに比べ70%高、コーンベースのエタノールは多少低く60%高である。

6 むすび

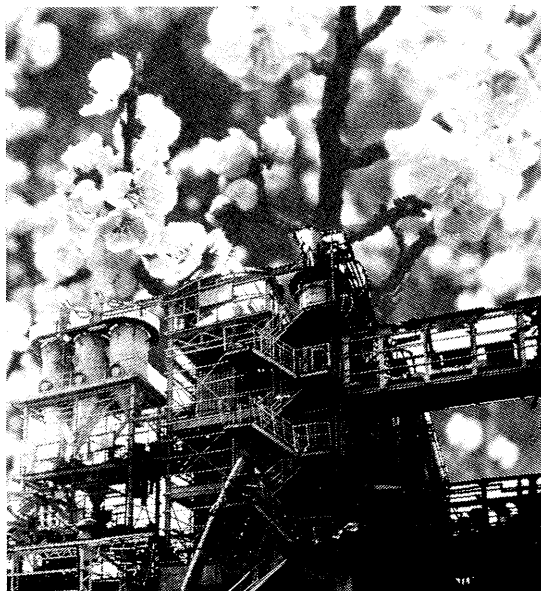
自動車用燃料は、短期的には現在の石油系燃料で需要増はカバーされていくものと推察する。中長期的には世界の石油需給が再度ひっ迫すれば、新燃料油、とりわけメタノールの開発導入が優先するものと思われる。その際、既存車への混入使用の形態がとられる際には、燃料系統の材料、部品の劣化、不具合等が発生するおそれはあり、走行車両の安全性に少なからぬ影響を与えるので、留意する必要がある。

昨年末、我が国において第1回太平洋合成燃料会議が開催された。今後とも新しい燃料の開発に関し地道な努力が続けられていくものと思われる。

(きん えいきち/財)日本自動車研究所

文献

- 1) 河野：自動車燃料、燃料協会誌、60-655、(昭56)、874
- 2) 金：自動車用将来燃料、内燃機関、Vol 21、No.265 (1982-7) 113



最近の漏えいガス および液体の 検知・警報設備

磯部満夫

1 はじめに

近年、石油化学工業、ガス工業をはじめとして、あらゆる産業分野で多種多様の可燃性ガス・液体、毒性ガス・液体が原料や燃料として大量に使用され、さらに、一般家庭や業務用（レストラン、ホテル等）の燃料としても広く使用されている。その結果、ガス・液体の漏えいによる爆発火災や中毒事故も増加傾向にあり、ガス・液体による災害の防止に対する関心が高まっている。また、地下工事等においても、規模が長大化するとともに、地層や既埋設物等との関係が複雑で、作業環境を悪化させている。これら災害事故例の原因を大別してみると、各種設備からの漏えい、ゆう出した可燃性ガス・液体による爆発火災、毒性ガス・液体による中毒および密閉された作業環境における酸素欠乏による窒息等である。

ここでは、各種設備から漏えいしたガス・液体、工事現場からゆう出したガス、作業環境の危険なガス・蒸気の濃度や分布状態を早期に検知して、防災措置を迅速に行うためのガス検知警報設備およびシステムについて述べることとする。^{1)~3)}

2 災害事故と検知警報設備

1) 災害事故の発生

(1) 可燃性ガス・液体による災害事故

可燃性ガス・液体の蒸気は空気と混合した場合、

その混合割合がある範囲になると、着火源があれば爆発を起こす。一般高圧ガス保安規則第2条では、32種類のガス・蒸気およびその他であり、爆発限界の下限濃度が10%以下のもの、または爆発限界の上限濃度と下限濃度との差が20%以上のものを可燃性ガス・蒸気と定義している⁴⁾

可燃性ガス・液体による災害事故の例を分類してみると、次の二つに大別することができる。この場合、液状の可燃性物質では漏えいし、流出、拡散すると同時に、気化した蒸気がガスと同様の事故に結び付く。

a) 漏えいしたガス・液体蒸気が漏えい口で着火・燃焼すれば、長大な火災となって付近の設備を加熱し、加熱された設備が破壊して、さらに2次災害へと結び付き、大きな災害へ発展していく場合がある。このような事故の例としては、タンクローリーからLPガスを貯槽へ受け入れているとき、移充用ホースのカップリングが外れ、LPガスが漏えいして着火し、その火炎によって貯槽が加熱されて破壊し、大きな爆発事故となったことが報告されている。

b) 漏えいしたガス・液体が漏えい口で燃焼しない場合には、そのガス・蒸気は大気中に拡散して爆発性混合気体となり、着火源があれば爆発する。このような事故例は数多く報告されている。

最近の高圧ガス、可燃性液体の製造設備、貯蔵設備は規模が大きくなり、取り扱う可燃性物質も多くなっているため、もし漏えいを起こすと漏

えい量も大量になる可能性が大きい。可燃性ガス・蒸気が爆発した場合に、その周辺にある構築物等が受ける爆風圧は、爆発した物質の量と比例関係があるから、漏えい量が多いほど爆風による被害は大きいことになる。一般家庭の台所やレストラン、ホテルのちゅう房での爆発事故もこの例である。特に、住宅構造の高密閉化、高密度集合住宅化に伴い事故の大型化がみられる。

また、液状物質の漏えいの場合、一般的には他工事による損傷、外面腐食等が大きな割合を占めるが、我が国の場合は、法律その他でこれらの防護が充分行われているので非常に少ない。事故例からみると、フランジ、バルブ類からの漏えいが多いといえる⁵⁾

(2) 毒性ガス・液体による災害事故

毒性ガス・蒸気は我々の生活環境、作業環境にごく微量混じっていると、人体に種々の悪影響を及ぼす。一般高圧ガス保安規則第2条では、19種類およびその他のガス・蒸気であり、許容濃度が200ppm以下のものを毒性ガス・蒸気と定義している。

許容濃度とは、労働者が連日暴露されても、当該ガス・蒸気の空気中の濃度がこの値以下であれば、ほとんどすべての労働者に悪影響がみられない濃度のことであり、ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)および日本産業衛生学会の勧告値が広く採用されている。

また、労働安全衛生法第22条、第65条で、事業者はガス・蒸気による健康障害を防止するために必要な措置を講じ、有害な業務を行う屋内作業場の作業環境測定を行うことが義務付けられている。この対象となるガス・蒸気等については、労働安全衛生規則第592条、特定化学物質等障害予防規則第36条、有機溶剤中毒予防規則第38条、事務所衛生基準第7条等で規定されている。これらの毒性ガス・蒸気、その他環境条件を規定する温度、湿度、風速、粉じん量、騒音、振動等の測定方法については作業環境測定法があり、専門家として作業環境測定士が国家認定されている。

(3) 酸素による災害事故

酸素は人間の生命および産業にとって欠かすことのできない重要な物質で、通常、空気中に約21%含まれていることはよく知られている。酸素濃度が減少すると酸素欠乏状態になり、生命が危険にさらされ、また、酸素は各種可燃性物質の燃焼時における支燃剤であるから、空気中の濃度が高まると、わずかな点火エネルギーで発火するようになり危険である。酸素による危険性を分類すると、次の二つに大別することができる。

a) 換気が悪く、かつ酸素を消費し、また、可燃性、毒性、窒息性ガス・蒸気が流入し、多量に発生する場所等は共通して酸素欠乏の起こりやすい場所である。酸素欠乏症等防止規則では、このような危険性のある作業場所の酸素濃度等の測定、記録を義務付けている。

b) 酸素が製造設備から大量に漏えいした事故例は見当たらないが、酸素が大量に漏えいして周辺に拡散し、大気中の酸素濃度が高まると、物質が燃焼しやすい雰囲気となる結果、火災等の発生につながるおそれがある。酸素濃度の増加は燃焼しやすくなるばかりでなく、燃焼速度を著しく速くし、燃焼温度を高め、爆発範囲を拡大し、空気中で不燃性の物質が燃焼したり、著しい変化が見られる。また、空気を単に圧縮した場合でも酸素分圧が増し、酸素濃度が増加したときと同様の危険性が現れる。医療関係の事故例には、保育器の酸素濃度が高いためのえい児の失明、火災による火傷等がある。高圧治療器内の火災事故等の例もみられる。

以上のような事態を招くおそれのある漏えい、ゆう出、酸素欠乏に対しては、緊急遮断装置、緊急移送設備、フレアスタック、ベントスタック、除害設備、換気装置等を設けて対処することが諸規則に定められているが、漏えいガス・蒸気や酸素欠乏空気を早期に検知して、これらの装置を迅速に作動させ、災害の拡大防止を図ることがきわめて大切である⁶⁾

2) 検知警報設備の役割

ガス検知警報設備の役割を単に漏えい、ゆう出、酸素欠乏空気の検知、警報をするためのモニター

としてだけでなく、工場、工事現場、その他あらゆるガス・液体の製造、貯蔵、消費施設の総合防災システムのなかの一つとして考えなければならない。

(1) 常時監視と情報伝達

ガス検知警報設備は人による監視の時間的、場所的な限界を補って、ガス・液体の漏えい、ゆう出等の量および種類に関する情報を伝達する。すなわち、常時監視ができること、人による監視の困難な場所、熱交換器内部、立入禁止区域内、高所、炉内、地下導管、切羽等からの漏えい、ゆう出が監視できること、ガス・蒸気の性質に対応して、可燃性、毒性、酸素欠乏空気等のガスを定量的に検知できること等である。

また、情報の伝達が速く、警報装置、遮断装置等防災設備との連動が可能であり、他のシステムからの情報との組み合わせによる総合防災システムへの拡張が可能であること等が重要である。

(2) システムの基本構成

システムを構成するハード面については次の項目が挙げられる。検知対象ガス・液体と検知センサー、検知部の構造と設置場所、指示警報部の機能と総合防災システムへの拡張性である。

検知対象ガス・液体は、大別して可燃性、毒性、酸素および液状物質である。

可燃性ガス・蒸気の検知には、接触燃焼式センサーが広く用いられてきたが、最近では半導体式センサーもその性能が向上し、実績をあげてきている。また、非分散型赤外線式ガス分析計を検知部に用いる方式も、今後急速に発展してくると思われる。毒性ガス・蒸気の検知には、半導体式、電気化学式のセンサーが主流を占めている。しかし、半導体式、電気化学式にはそれぞれ長所、短所があり、長期的安定性や共存成分との選択性等は、今後より一層の改善が要望される。さらに、新しい方式のセンサーの開発も望まれる?

液体の検知には、その液状物質が気化して、可

表1 各種ガス・蒸気および液体(油)検知センサー

検知方式	検知範囲	検知対象	検知原理
接触燃焼法 (熱線型)	数%から 0.1%付近まで	すべての可燃性 ガス・蒸気	ガスの接触燃焼熱による検知素子の温度上昇と電気抵抗変化からガス濃度を検知する。
感ガス半導体法	数%から 0.01%付近まで	ほとんどのガス・ 蒸気	金属酸化物焼結体にガス分子が吸着したときの電気伝導度の変化からガス濃度を検知する。
光干渉計法	100%から 0.1%付近まで	ほとんどのガス・ 蒸気	ガスの光の屈折率差による干渉縞の移動量からガス濃度を検知する。
赤外線吸収法 (非分散型)	100%から 0.01%付近まで	2つ以上の異なる 原子からなるガス (異核分子ガス)	ガスの赤外線吸収スペクトルの波長の違いと吸収量からそれぞれガスの種類、濃度を測定する。
熱伝導度法 (熱線または サーミスタ)	100%から 0.1%付近まで	ほとんどのガス・ 蒸気	ガスの熱伝導度の違いによる検知素子の温度と電気抵抗変化からガス濃度を検知する。
水素炎 イオン化法	数%から 数ppm付近まで	炭化水素類	ガス(炭化水素類のみ)を水素炎の中に導くと、イオン化し、炎の電気伝導度が増加することによりガス濃度を検知する。
隔膜イオン電極 法	数%から 数ppm付近まで	NH ₃ , HCN CO ₂ 等	隔膜を通して、ガスが内部液中に溶解したときの、内部液のイオン濃度変化を、イオン電極と比較電極を用いて検知し、ガス濃度を測定する。
電量法	許容濃度付近	Cl ₂ , SO ₂ , NH ₃ 等	隔膜を通して、ガスが内部液中に溶解すると、2個の電極間で電気分解が生じ、この時流れる電解電流の変化からガス濃度を検知する。
定電位電解法	数1000ppmから 許容濃度付近まで	CO, NO, NO ₂ , H ₂ S, SO ₂ , NH ₃ , Cl ₂ 等	隔膜を通して、電解槽中に拡散吸収されたガスを定電位電解によって、酸化または還元し、その際生ずる電解電流からガス濃度を検知する。
触媒反応熱法 (ホプカライト) (触媒)	数%から 許容濃度付近まで	CO	ガスを反応槽中に導き、触媒反応させ、その際生ずる反応熱による反応槽の温度上昇を熱電対、サーミスタ等で測定し、ガス濃度を検知する。
隔膜ガルバニ 電池法	100%から 数ppm付近まで	O ₂ 等	ガルバニ電池の出力は隔膜を通して、電解液中に溶解する酸素量に比例する。
ジルコニヤ 酸素濃淡電池法	100%から 数ppm付近まで	O ₂	ジルコニヤのパイプの両側に多孔質の白金電極を設けると、パイプの両側にガス中の酸素濃度比の対数に比例する起電力が発生する。
溶油性 チューブ法	——	油類	溶油性材料の検知チューブ内に、ある一定の圧力の気体を封入しておき、油がチューブに触れて、このチューブが溶解すると内圧が低下する。この圧力低下から油漏れを検知する。
導電性粉末法	——	油類	小容器の中に撥水性と親油性を合わせもつ導電性粉末と2個の電極を置き、この粉末が油に接すると抵抗が大幅に増加する。この抵抗変化から油漏れを検知する。

燃性、毒性の蒸気となったとき、ガスの検知と同様の方式で、これらを扱う方法と流量測定、圧力測定、排水溝等の水面に浮いた油膜の有無等から油類の漏えいを間接的に検知する方式、および油検知セル、油検知ケーブル等による直接検知方式による方法がある。

3 システムの構成と機能

1) ガス・液体(油)検知の諸方式

(1) ガス・蒸気検知センサーと性能

ガス検知警報システムの検知部に使用されるセンサーには、各種の物理化学的性質を利用したものが考案されているが、ここでは過去の使用実績が大きいもの、または今後の普及が期待されるものを選び、その動作原理の概要と性能等を表1にまとめて紹介する。

センサーには、いわゆるドライな方式、接触燃焼式、半導体式等とウェットな方式、隔膜ガルバニ電池式、定電位電解式等があるが、一般に検知センサーとして利用したとき、ドライな方式は保守面で優れており、また、ウェットな方式は微量

(低濃度)を検知するときに優れた性能を発揮するといえよう^{8),9)}

(2) 油漏えい検知方式と性能

油漏えい検知方式をその動作原理から大別すると、間接漏えい検知方式と直接漏えい検知方式とがある。また、応用面から分類すると表2、表3に示すように、パイプラインおよびタンクヤードの漏えい検知の諸方式がある¹⁰⁾

2) 検知警報システムの構成

(1) ガス検知警報システム

ガス検知警報システムの構成は、一般にガス・蒸気を検知する検知部と、その出力信号を増幅し指示および警報表示する指示警報部からなり、必要に応じて総合的な警報表示部が付加される。これらは指示形式、警報方式、電源等の機能および構造により各種の形式がある。図1に、現在最も広く使用されているシステム構成を具体的に分類してみた。また、集合住宅、地下街等のガス漏れを検知警報するシステムは、指示機能がなく警報機能のみで構成される。図2に集合住宅等に設置されるシステムの構成例をまとめた。

検知部はその検知対象ガスによって、前述した

表2 パイプラインの漏えい検知諸方式

区分	検知対象	方式	概 要	検出時期		小漏えい検知	位置の検知	検知時間
				圧送時	停止時			
間接漏えい検知方式	流量	流量差検知	パイプラインへの流入量と流出量を比較して漏えいを検知する。	○	—	○	×	○
	圧力	圧力パターン	送油ポンプ吐出圧と送油流量が定常状態であればパイプラインの圧力勾配は固有のパターンを示す。漏えい時のこのパターンの変化から漏えいを検知する。	○	—	×	△	○
		ラインバック	パイプラインをやや高圧に保って密閉し遮断弁を閉じて幾つかのセクションに分割された各セクションの圧力の時間的経過を監視することにより漏えいを検知する。	—	○	○	△	×
		ラインサージ	漏えい発生時の負圧サージを検出することにより漏えいを検知する。	○	○	×	△	○
	音響	音聴方式	パイプライン中に音波記録装置内蔵のピグを走行させてマーカとともに連続記録をとり、解読器にてノイズの有無を検出して漏えいの有無と漏えい点を検知する。	○	—	△	○	×
直接漏えい検知方式	油	放射線トレーサ	トレーサとして放射性物質をあらかじめパイプライン中に流し、その後後に放射線探査装置を走行させてマーカとともに連続記録をとり、再生器にて放射線の強弱を検出して、漏えいの有無と漏えい点を検知する。	○	—	△	○	×
		導電性粉末素子(油検知素子)	漏えいした油に接触すると急激に電気抵抗の変化する素子をパイプラインの外側に設け、電気抵抗の変化を検出することにより漏えいを検知する。	○	○	○	△	△
		シュテンダ方式(油溶性チューブ)	空気等で加圧された油溶性チューブをパイプラインの外側に巻き、漏えいの発生によるチューブ内圧の低下を検出することにより漏えいを検知する。	○	○	○	△	△
	検知ケーブル	ケーブルをパイプラインに沿って設置し、漏えい油によるケーブル被覆の劣化を電気信号または光信号等の変化として検出することにより漏えいを検知する。	○	○	○	○	△	
ガス	可燃性ガス検知	可燃性ガスの有無を検出することにより可燃性液体の漏えいを検知する。	○	○	○	△	△	

各種の検知方式の検知センサーが組み合わされる。

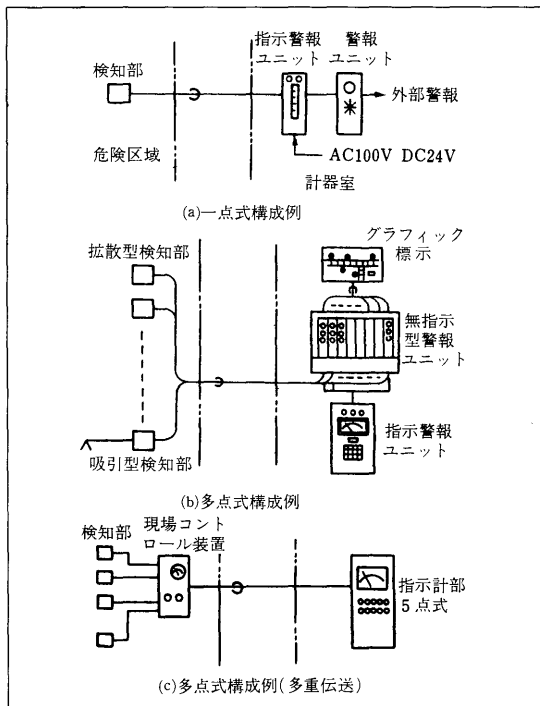
(2) 液体検知警報システム

液体検知システムの構成は、直接油検知センサーを用いて、ガスの検知と同様に検知するものと、

表3 タンクヤードの漏えい検知諸方式

方式	おもな設置場所	概要	検知能	
間接式漏えい検知技術	比重	・常時、水のある排水ビット	排水ビットの水面上の漏れた油の油膜厚さを、水と油の比重の差から検知する。	油膜厚さ10mm以上
	静電容量	・常時、水のある排水ビット	排水ビットの水面上の漏れた油の油膜厚さを、水と油の静電容量の差から検知する。	油膜厚さ3~5mm以上
	比誘電率	・排水ビット	排水ビット内の漏れた油の油膜厚さを、水または空気と油の比誘電率の差から検知する。	油膜厚さ3~5mm以上
	光反射率	・水面	水面の光の反射率と、水面上に浮いた油膜による光の反射率の差から検知する。	油膜厚さ0.001mm以上
直接式漏えい検知技術	導電性粉体素子(油検知セル)	・タンク底部 ・排水溝など	漏えいした油に接触すると急激に電気抵抗の変化する油検知セルを設置することにより検知する。	0.5cc以上の油
	検知ケーブル	・タンク底部など	漏えいした油によるケーブル被覆の劣化を電気信号または光信号などの変化として検知する。	油の存在

図1 ガス検知警報システムの構成(1)産業用



流量、圧力等の変化や水面に生ずる油膜を検知して、間接的に油の漏えいや存在を検知するものがある。また、直接検知および油膜検知等のシステムは、ガス検知と同様のシステム方式が採られるが、流量や圧力差による方式では、必ず流入側と流出側の流量差、圧力勾配等を比較してはじめて漏えいが検知できる。したがって、2か所以上に流量検知センサーや圧力検知センサーを設置し、それぞれからの出力を演算して漏えい、漏えい量を検知するシステムである。図3に流量差方式によるシステム、図4に導電性粉体素子方式のシステムの構成例を示した。

図2 ガス検知警報システムの構成(2)集合住宅等用

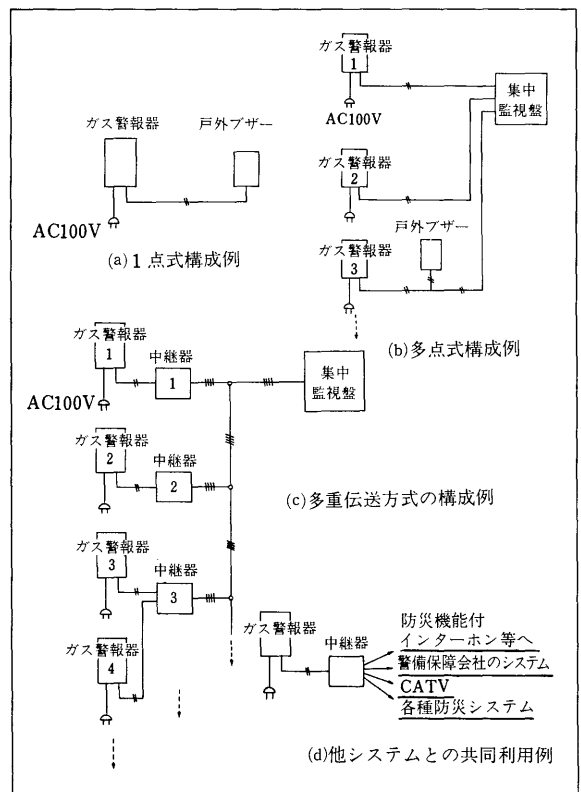
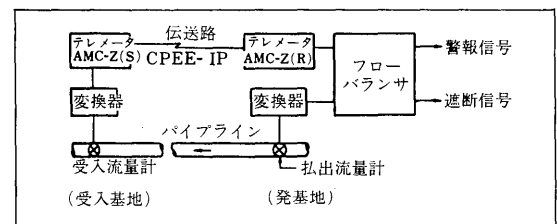


図3 流量差方式システム構成例



4 検知警報システムの実際

1) データバスライン方式の警報システム

(1) システム構成の目的

従来のガス検知警報設備は、局所的なガス検知を目的としたもので、ガス検知部と指示警報部を1:1につないだ構成になっており、監視機能、操作性、メンテナンス等の面で多くの欠点があった。このシステムは、これまでの警報設備の概念を一変し、ガス漏えいの検知警報という機能から危険情報の事前予知、監視情報管理の充実等、防災システムへの拡張ができるシステムとすべく、

図4 導電性粉体素子方式システム構成例

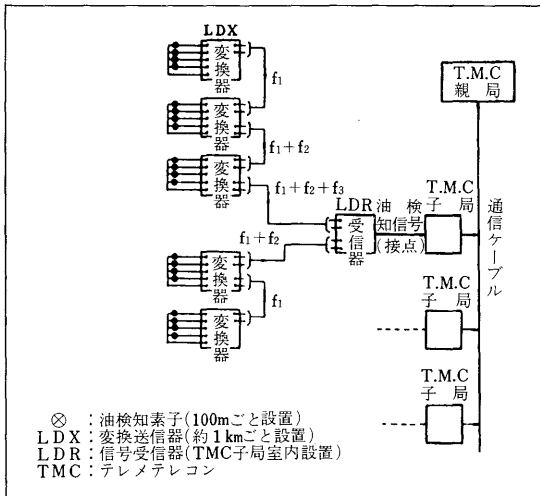
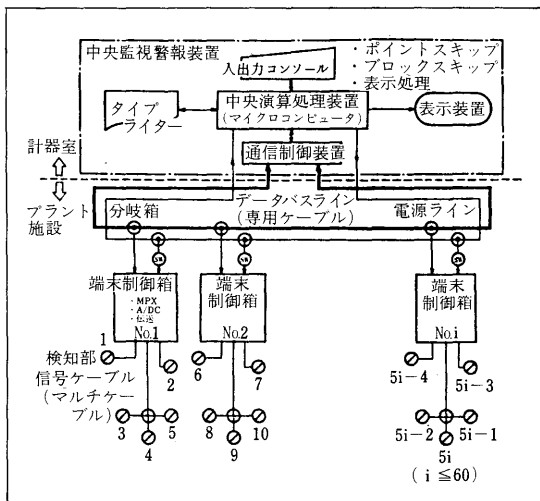


図5 データバスライン方式のシステム構成



次の各点を構成の目的としている。

- バスライン方式の採用による配線工事費の軽減
- データ処理機能装置による監視機能向上
- 監視情報管理の充実(記録処理、ディスプレイ等)
- マンマシン・コミュニケーション機能の充実
- メンテナンス性、信頼性の向上
- 総合防災システムへの拡張性

(2) システム構成

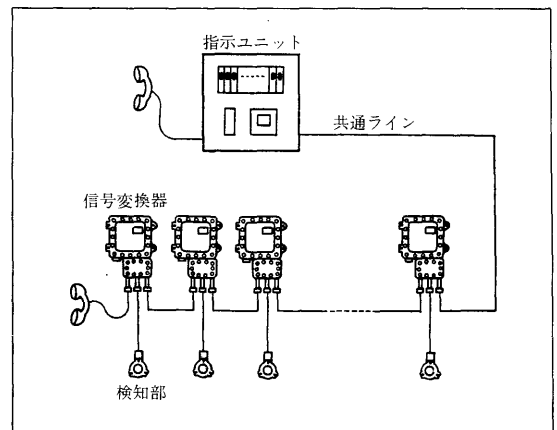
システム構成は図5に示すように、中央監視警報装置、バスライン、端末制御箱、ガス検知部からなる。監視区域内に点在する検知部を5個単位でグループとし、各グループごとに端末制御箱を置く。各検知部内のセンサーからのアナログ信号をA/D変換してデジタル信号とし、各端末制御箱単位にブロックデータとして、バスラインを経由して中央の監視装置に伝送する。端末制御箱には、あらかじめアドレス信号が与えられ、中央監視装置からの呼び出し信号によりデータを送信する。フルシステムとしては最大300ポイント(60ボックス)まで可能であり、装置全体も小型化している¹⁾

2) 多重伝送方式の警報システム

(1) システム構成の目的

検知対象の種類が増え、検知点数が増え、伝送距離が長くなるにつれて、設置工事費の増大、伝送路の煩雑等を改善する目的で、多重伝送方式のシステムが開発された。このシステムは直線的に

図6 多重伝送方式のシステム構成



ガス検知部が設置されるガス導管、パイプライン、また、工事の進行に伴う移動、ガス検知警報機能の他の温度、湿度、圧力、通信回線、拡声機等の機能を必要とする地下洞道、トンネル等の土木工事に適している。

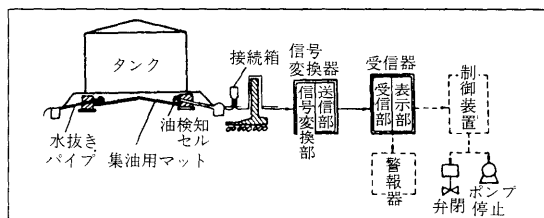
(2) システム構成

システムはパルス数変調方式を応用したアナログ伝送である。構成は、検知部、信号変換器、指示ユニットから成り、共通ラインを通して多重信号が送られる。図6にこのシステムの構成を示した。信号変換器には、各々周波数の異なる音差式発振器があり、この発振周波数が検知部からのアナログ量に比例して断続され、共通ラインに重複して出力される。指示警報ユニットには、各々発振器の周波数と同一のフィルター回路があり、共通ラインの多重信号の中から、1周波数のみを選別し、その断続周期によるパルス数をカウントしてアナログ量に変換する。1ラインで40ポイントまでの多重信号が伝送できる¹²⁾

3) 電気抵抗式漏油検知システム

石油タンクまたはこれらの付帯設備から漏えいした油の検知には、各種の方式があることは前述のとおりである。ここで紹介する漏油検知警報システムは、高感度の油検知セル、信号変換器、受信器から構成される。油検知セルには油類（鉱物油、動植物油等）に接すると電気抵抗が急激に増加する材料を使用し、通常20~200Ωの電気抵抗が油類に接すると2~3KΩに変化する。このシステムは、この性質を利用したもので、油漏えいの際は油検知セルの抵抗変化を信号変換器が接点信号または周波数信号に換えて受信器に送り、異常を警報ランプまたはブザー等により表示警報する。このシステムを新設タンクに設置する場合の構成

図7 電気抵抗方式のシステム構成



例を図7に示した^{14), 15)}

5 むすび

最近の漏えいガスおよび液体の検知警報設備について概観したが、これらの設備は、あくまでもガスや油が漏えいしてきて、はじめて検知できるものである。したがって、予知、予防とはなり得ないわけであるが、漏えいガスや油の量、分布等を知ることによって、大事に至る前に漏えい源を見だし、処置することはできる。

検知警報設備は、ガスや油の漏えいによる事故、災害を防止する一手段にすぎない。したがって、装置、設備を操作する人々やこれら装置、設備の設計に携わる人々が事故や災害の原因を理解し、日常業務のなかに、総合防災技術を組み入れることが重要である。

(いそべ みつお/理研計器(株) 研究部長)

参考文献

- 1) 磯部満夫：漏洩ガス検知器の現状と選定ポイント、ケミカル・エンジニアリング、8、57 (1978)
- 2) 中島、磯部：コンビナート内安全・防災システム、電気学会雑誌、11、72 (1975)
- 3) 磯部満夫：ガス検知システム、安全工学、6、411 (1980)
- 4) 産業用ガス検知警報器工業会：産業用ガス検知警報器（技術資料—1981）、P.8 (1981)
- 5) 島田耕司：タンク、配管における漏えい検出技術、MOL、6、41 (1981)
- 6) 磯部満夫：地下労働環境における酸素濃度の測定、土木施工、4、51 (1973)
- 7) 磯部満夫：3)に同じ
- 8) 磯部満夫：検知センサと今後の問題点、化学装置、1、35 (1979)
- 9) 磯部満夫：ガスセンサの諸特性と利用のポイント、メカトロニクス、3、11 (1981)
- 10) 島田耕司：タンク、配管における微小漏洩検出の動向、計装、12、29 (1980)
- 11) 磯部満夫：ガス検知警報へのマイコンの利用、ケミカル・エンジニアリング、5、21 (1981)
- 12) 中島清士：最近のガス漏えい検知機器について、安全工学、21、68 (1982)
- 13) 磯部、他：一酸化炭素連続検知警報システムの開発、日本鉱業会誌、10、39 (1980)
- 14) 島田耕司：5)、10)に同じ
- 15) 杉淵、三笠：漏えい検知システムと漏油センサ、センサ技術、3、2、47 (1983)

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。

58年度防火標語が決まりました

前号でご案内した防火標語募集には、全国から総数36,214点の作品が寄せられました。この中から厳正審査の結果、昭和58年度の全国統一防火標語となる入選作が選ばれました。

審査員＝秋山ちえ子氏(評論家)、川越 昭氏(NHK解説委員)、高田敏子氏(詩人)、砂子田隆氏(消防庁長官)、渡辺文夫氏(日本損害保険協会会長)

入選1点(賞金20万円)

◎点検は防火のはじまりしめくくり

守井徳雄(兵庫県尼崎市) 54歳(以下敬称略)
佳作10点(賞金各2万円)

北濱釣治(北海道函館市)、青木元(北海道美唄市)、田中登(島根県出雲市)、山岸邑光(東京都葛飾区)、藤本憲一(山口県岩国市)、塚原克二(神奈川県川崎市)、小林三枝子(東京都港区)、児玉信義(佐賀県三田川町)、和田べん(宮崎県宮崎市)、谷口英子(鳥取県国府町)、越智恵美子(愛媛県新居浜市)、松田修(富山県城端町)、江島昭雄(福岡県北九州市)、菅野陸郎(東京都足立区)、門木隆明(滋賀県大津市)、浅田信孝(千葉県松戸市)、刈澄澄江(千葉県柏市)、長田陽介(東京都清瀬市)、後藤正美(愛知県一宮市)、西高(神奈川県横須賀市)

消防自動車を65台自治体へ寄贈

損害保険業界では、防災事業の一環として、当協会を通じて、昭和27年以来、地方自治体へ消防自動車や各種消防機器材の寄贈を行っております。57年度に入ってすでに60台の消防自動車、40台の小型動力ポンプをはじめ各種機器材を寄贈しましたが、さらに第2次の寄贈として5台の消防自動車の寄贈先を次のとおり決定しました。

救助工作車……北海道岩見沢地区消防事務組合

化学車………神奈川県逗子市

水槽車………長野県岡谷市

標準車………宮城県岩沼市・新潟県相川町

なお、27年以來の消防自動車の累計寄贈台数は1,404台に達しました。

第11期の「奥さま防災博士」が誕生しました

日本損害保険協会では、消防庁ならびに全国消防長会の後援を得て、第11期「奥さま防災博士」の募集を行いました。178名の応募者の中から厳正な審査のうえ、下記のとおり33名の方々を選出し、さる1月22日(土)、東京・新宿の京王プラザホテルで表彰式を行いました。

この「奥さま防災博士」は、家庭の防災責任者は主婦であるという考えのもとに、全国の主婦を対象として、特に防災意識が高く、地域防災運動に熱意をもって活動されている方や、地域防災に対し優秀な実績のある方々を募集、選考のうえ「奥さま防災博士」として表彰するものです。すでに、昭和47年より、10期生・500名の「奥さま防災博士」が、全国各地で地域防災ボランティアとして活躍されています。

●第11期奥さま防災博士(敬称略)

高野トシ(北海道)／中野渡京子・鳥谷部富子・田澤美佐(青森県)／高橋てつ・佐藤照子(岩手県)／高橋みさを・堂本さき子・若生せつ子(宮城県)／斉藤君子・本間定子(山形県)／佐藤ミサ子・荒美佐子(福島県)／村松章子(千葉県)／小林三紀子・伊藤ちはる(長野県)／大矢美津子・小原清子(岐阜県)／藤原あい子(静岡県)／森咲子・馬路康子(愛知県)／上田秀子・前澤朝江・溝脇静子・朝日英子(兵庫県)／椋貴美子・村上キミ子(島根県)／片岡博子・藤川百合子(岡山県)／山本寿子(愛媛県)／平川百合江(福岡県)／田中博子・今泉峰代(佐賀県)

57年11月・12月・58年1月

災害メモ

★火災

- 11・1 長野県松本市寿豊丘の県営住宅47号室で火災。46㎡全焼。3名死亡、1名重体、1名負傷（12月8日現在）。洗濯物への放火。
- 11・12 栃木県日光市湯元奥日光湯元温泉の板屋旅館本館4階付近から出火。別棟三眠荘に延焼し、2棟約3,100㎡全焼。
- 11・18 富山県東砺波郡庄川町の庄川温泉観光ホテルで火災。延べ4,314㎡全焼。2名死亡、8名重軽傷。
- 11・21 福井県今立郡池田町の住宅1階から出火。延べ約290㎡全焼、土蔵を半焼。4名死亡。
- 11・30 東京都板橋区の日本通運板橋支店倉庫で火災。1棟約1,000㎡全焼。歳暮用商品7,200万円相当焼失。
- 12・6 福井県勝山市村岡町の住宅軒下付近から出火。1棟133㎡全焼。隣接の土蔵を半焼。3名死亡、2名負傷。ゴミ焼却の灯油缶を軒下に置いたためゴミの焼け残りが再び燃え出したらしい。
- 12・9 山口県下関市彦島田の林兼造船下関造船所で、グリーンランドレックス（7,800重量トン）四番船倉付近から出火。溶接作業中の4名が船倉に閉じこめられ、3名死亡。
- 12・16 兵庫県姫路市亀山の亀山総合市場内衣料品店から出火。1棟延べ3,070㎡を焼失。16世帯53名り災。保険金狙いの放火。
- 1・4 神奈川県川崎市高津区久本の家具店タマキヤ溝の口店1階物置のダンボールから出火。1棟約3,000㎡全焼。家具約1億7,000万円相当が焼失。放火によるもの。
- 1・4 岐阜県岐阜市柳ヶ瀬の柳

ヶ瀬ビル2階サロンドエステ菊川のマッサージ室付近から出火。2階部分約180㎡焼失。美容院内サウナの客が逃げ遅れ、1名死亡、1名重体、2名負傷、1名一酸化炭素中毒。ガスコンロで温めていたマッサージ用パラフィンが噴きこぼれ引火したらしい。

- 1・5 埼玉県上尾市平塚の三幸食品工場事務室付近から出火。1棟1,485㎡全焼。火の不始末らしい。
- 1・7 徳島県徳島市南新町のS Y松竹座楽屋付近から出火。隣接住宅やゲームセンターなど10棟、計約800㎡全半焼。2名死亡、1名行方不明、1名負傷。
- 1・9 沖縄県那覇市の寄宮産婦人科医院1階看護婦休養室付近から出火。1棟延べ約365㎡全焼。3名重傷。
- 1・12 群馬県前橋市小神明町の住宅1階から出火。1棟約230㎡全焼。3名死亡。
- 1・13 長野県木曾郡大桑村の住宅居間から出火。1棟約70㎡全焼。4名死亡。
- 1・14 熊本県熊本市平田町の住宅から出火。1棟約45㎡全焼。3名死亡。
- 1・30 奈良県奈良市法華寺東町の住宅1階から出火。1棟延べ約125㎡全焼。5名死亡。

★爆発

- 10・27 埼玉県上福岡市丸山、みどり化学埼玉事業所の有機薬品混合工場2階で爆発・炎上。約1,500㎡焼失。1名重傷。
- 11・18 静岡県庵原郡蒲原町蒲原の日本軽金属蒲原工場アルミニウム鑄造工場、溶けたアルミを鑄型に流し込む作業中、高温のアルミが突然飛散。2名重体、3名重傷。
- 1・21 千葉県市川市宮久保の住宅でプロパンガス爆発・炎上。1棟

約80㎡がバラバラに壊れて全焼。隣接住宅3棟計約240㎡も爆風で壊れ全焼。43棟も被害。10名重軽傷。

★陸上交通

- 11・16 東京都葛飾区の区道飯塚中通り交差点で、軽乗用車が信号無視の乗用車に激突され、約15m先で大破。3名死亡、3名重軽傷。
 - 11・20 東京都板橋区の川越街道上り線で、乗用車が中央分離帯を乗り越え、下り線を走行中の乗用車に衝突。後続のライトバンなど3台が玉突き衝突。3名死亡、3名重軽傷。
 - 11・26 宮城県白石市越河桶ノ山の東北自動車道下り線で、ライトバンが凍結路面でスリップし横転。これを避けようとした後続の大型トラックら10台が次々玉突き衝突。1名死亡、6名重軽傷。
 - 11・27 静岡県沼津市南大塚の県道で、乗用車がセンターラインを越えてブロックべいに激突、炎上。3名死亡、2名重軽傷。暴走運転していたもの。
 - 12・10 兵庫県神戸市北区の神戸電鉄三田線二郎駅北約80mの踏切で、普通電車（3両編成）がダンプカーと衝突。1両目は有野川に突っ込み、16名重軽傷。
 - 12・19 茨城県水戸市平須町の旧国道6号で、スポーツカーが100キロのスピードでコンクリート柱に激突。車は真っ二つに折れ、後部は炎上。4名死亡、1名重体、2名重軽傷。
 - 12・30 青森県三戸郡五戸町の国道4号で、乗用車がセンターラインをこえて対向車線の大型トラックに衝突、大破。3名死亡。凍結路面でスリップしたらしい。
- ### ★海難
- 1・10 福島県双葉郡富岡町沖7.2kmで、底引き漁船第3祥栄丸（19.6

t・6名乗組)に、小型タンカー第5天竜丸(499.31t・7名乗組)が衝突。祥栄丸が沈没。1名死亡、2名行方不明。

●1・21 静岡県伊豆七島の鵜渡根島沖合で、遊漁船銀鱗丸(8t・5名乗船)が沈没。3名行方不明。

★航空

●11・14 静岡県浜松市の航空自衛隊浜松基地の航空祭で、アクロバット飛行中のブルーインパルス1機が急降下後上昇に失敗、墜落、炎上。機体は半径500mに飛散し、乗員1名死亡。住民や信号待ちの乗用車の家族など12名重軽傷。民家1棟全焼、1棟半焼、12棟破損。約200台の乗用車被害。

●11・29 長崎県男女群島男島で、灯台の交代要員輸送中の海上保安庁福岡航空基地所属ヘリコプターMH535号機(乗員9名)が山頂付近に突っ込み、2名死亡、6名重軽傷、1名行方不明。

★自然

●12・5 富士山山梨県側8.5合目の吉田大沢で、突風にあおられ、冬山雪山訓練中の登山者が相次ぎ滑落し、2名死亡、4名重傷。

●12・28 長野県白馬連峰小蓮華山付近で、登山中の鹿児島大山岳部パーティー9名が表層雪崩に巻き込まれ、3名死亡。

★その他

●11・3 北海道空知支庁上砂川町の三井石炭鉱業砂川鉱業所で、ボーリング作業中にガス爆発。5名死亡。ボーリング作業にポリエステル製パイプを使用して起きた静電気がメタンガスに引火したらしい。

●12・12 東京都新宿区のラグビアンカマンション2階B号室で、ガス

湯わかし器が不完全燃焼し、1名一酸化炭素中毒で死亡。上階住民1名も死亡。4名一酸化炭素中毒。

●1・5 静岡県下田市白浜の板見港の駐車場で、つり人が車内で炭暖房し酸欠状態になり、3名死亡。

●1・8 北海道根室管内標津町のし尿処理センター地下機械室で、作業員が汚物輸送パイプ修理中、大量の汚物がポンプ室内に流出。メタンガスのため酸欠で3名死亡。

●1・16 愛知県名古屋市長緑区のニュー鳴海マンション202号室で瞬間ガス湯沸かし器が不完全燃焼し、住民2名が一酸化炭素中毒死。上階住民1名も死亡。

★海外

●12・11 エジプト・アレキサンドリア市のカールトンホテルで火災。10名死亡、14名負傷。

●12・11 米・ニューオーリンズ北約50kmのタフトにあるユニオンカーバイト社工場で、催涙ガス弾製造に使われる化学物質が爆発し火災。住民約25,000名避難。

●12・13 イエメンアラブ共和国ダマール州を中心にM6の地震。建物が倒壊し2,000名以上死亡。少なくとも40万名家を失う。

●12・19 ベネズエラのタコア火山発電所で石油貯蔵タンクが爆発(グラビアページへ)。

●12・29 韓国・大邱市の琴湖観光ホテルで火災(グラビアページへ)。

●12・25 ユーゴスラビア中西部地域で集中豪雨。山間部では過去4日間も降り続き、河川がはんらん。少なくとも1,000名家を失う。

●1・2 ブラジル・ペロオリゾンテで集中豪雨。アルダ川がはんらんし、50名の遺体収容。少なくとも100名負傷。約2,000名が家を流されるなどの被害。

編集委員

赤木昭夫 NHK解説委員

秋田一雄 東京大学教授

安倍北夫 東京外国語大学教授

生内玲子 評論家

岡本博之 科学警察研究所交通部長

塚本孝一 日本大学講師

中條永吉 東京消防庁予防部長

根本順吉 気象研究者

平井和男 日本火災海上保険㈱

本位田正平 住友海上火災保険㈱

編集後記

◆先日、本誌愛読者である三重県のH氏が来訪され、懇談しました。氏は現在、ある食品会社の防災コンサルタントをしているのですが、本誌131号の「工場リスクと損害保険」の記事に共鳴され、さらに資料が欲しいというのが来意でした。経営者に防災を説くには、休業損失、賠償責任など保険事故の具体例を示すのが効果的、という氏の考え方を聞いて感銘を受けました。◆工場の防災活動は現場の実情に即して計画され、実施されるべきだというのは正論ですが、それだけでは経営者を説得するには不十分だということを、H氏は仕事を通じて体得されたのです。◆蔵王、万座と、またまた観光地のホテル火災。そしてまたも起こったベル停止。「適マーク」制度の実施でホテル関係者の防災意識は相当にレベルアップしただろうという期待が裏切られたようで残念です。(小関)

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

◎第133号 昭和58年4月1日発行

編集人・発行人 守永 宗

発行所

社団法人 日本損害保険協会
101 東京都千代田区神田淡路町2-9

☎(03) 255-1211(大代表)

本文記事・写真は許可なく複製、配布することを禁じます。

制作=㈱阪本企画室

蔵王・万座温泉でホテル火災

消防庁一斉点検を全国へ通達

58年2月21日未明、山形県蔵王温泉の「蔵王観光ホテル」木造4階建て本館2階はぎの間付近から出火。折からの強風で燃え広がり、隣接の「柏屋旅館」へも延焼。蔵王観光ホテル本館・別館2,264㎡と、柏屋旅館本館ほか3棟1,392㎡、計3,656㎡を全焼。海老屋旅館屋根の一部を焼いて、午前6時40分鎮火した。この火災で、ス

キー宿泊客6名、従業員ら5名の計11名が死亡、2名が逃げる際負傷した。

同ホテルは、誤報が多いことなどから、日ごろ火災感知器の電源を遮断、ベル停止の状態にしていた。当夜も、そのため非常ベルが鳴らず、火災を発見した宿泊客が119番通報(3時52分)し、館内に火事を知らせてもらったが、ホテル側の避

難誘導や館内放送などもなく、木造建物のため火の回りも早く、大惨事となった。

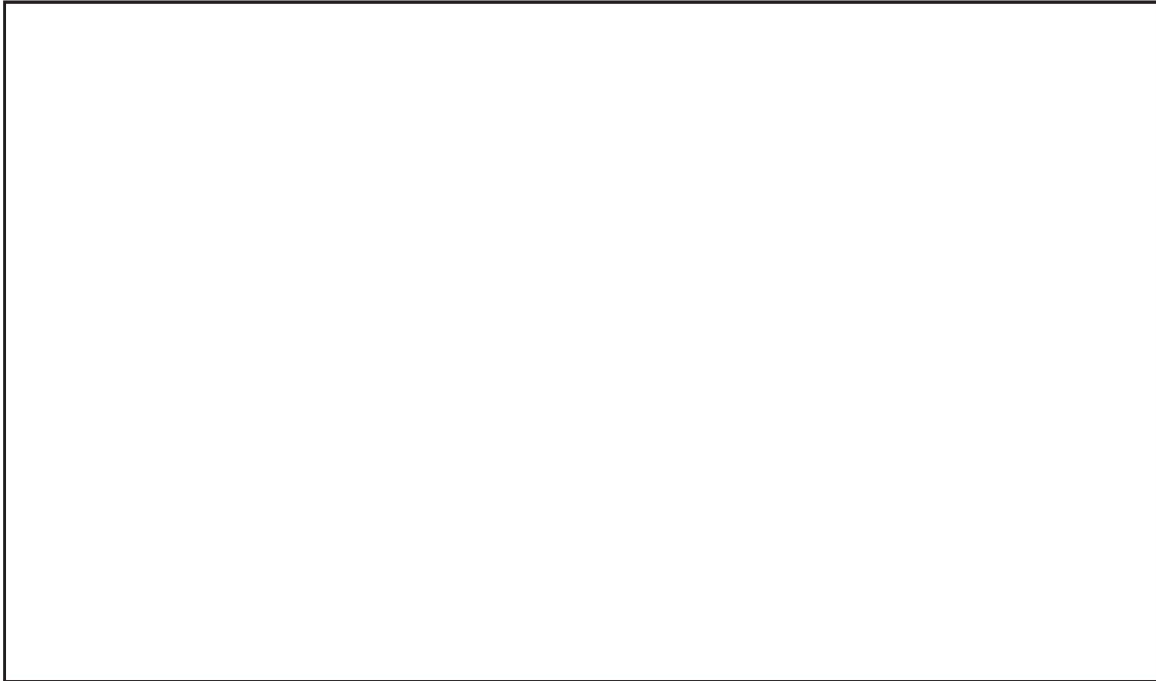
また、翌2月21日午前1時ごろ、群馬県吾妻郡嬭恋村・万座温泉の「万座温泉ホテル」木造2階建て旧館5号棟1階トイレ付近から出火。旧館5号・7号の2棟約1,300㎡を全焼。スキー客と従業員の3名が軽いけがをし、1名がショックで手当てを受けた。幸い大惨事は免れたが、同ホテルは資格のある防火管理者をおかず、出火当時は雪のため非常口も開かず、また、火災報知機のスイッチがさびついていた上、回線を取り外してあり作動しないなど、蔵王温泉ホテル同様、ホテル側の防火管理体制のズサンさがうきばりにされた。

蔵王観光ホテルは、57年12月1日に「適」マークを交付されたホテルだが、蔵王、万座と木造ホテル火災が相次いだことから、24日、消防庁は、「適」マークの対象となっている全国の3階建て以上の木造または一部木造の旅館、ホテルにつき、一斉点検の実施を47都道府県に指示した。

タコア発電所でタンク火災400名以上死傷

●ベネズエラ・カラカス北方約45kmのカリブ海沿いにあるタコア発電所で、昭和57年12月19日、午前5時57分に、燃料油45,000t貯蔵の8番タンクが火災により爆発。続いて、20日午後0時15分に9番タンクが爆発。同4時ごろには第3の燃料タンクにも引火。3度にわたり大爆発したため、

消防士、発電所作業員、警察官や新聞記者なども犠牲となり、113名の死亡を確認。負傷者も300名を超えたらしい。また、付近住民約4万名も退避した。このため、首都圏に電力を供給しているタコア発電所の機能は完全にストップし、同発電所の復旧見通しは全く立っていないという。



韓国で ホテル火災 10名死亡

57年12月29日午前7時10分ごろ、韓国・大邱市の中心街にある地上6階地下2階建て「琴湖観光ホテル」で火災。2階から出火した火はたちまちホテル全館に燃え広がり黒煙が充満。約3時間にわたり燃え続け、ホテル内部をほぼ全焼した。早朝だったことと、火のまわりが早かったため、日本人客4名を含む10名が逃げ遅れて焼死し、15名が負傷した。

原因は、精神異常者とみられる青年の放火で、2階ロビーデスク下のカーベットにガソリンをかけ、新聞に火をつけて投げつけたもので、ホテル放火後も大邱市5か所の建物に放火していた。

刊行物／映画ご案内

防災誌

予防時報(季刊)

奥さま防災ニュース(隔月刊)

防災指導書

高層ホテル・旅館の防火指針

石油精製工業の防火・防爆指針

石油化学工業の防火・防爆指針

危険物施設等における火気使用工事の防火指針

コンピュータの防災指針

ビル内の可燃物と火災危険性(浜田稔著)

旅館・ホテルの防火(堀内三郎著)

事例が語るデパートの防火(塚本孝一著)

目のつけどころはここだ／一工場の防火対策—

人命安全—ビルや地下街の防災—

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 印刷および紙工工業の火災危険と対策
- ③ 製材および木工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

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。

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おりません。

〔防災指導書〕

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

〔防災読本〕

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

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〕

社団法人 **日本損害保険協会**

東京都千代田区神田淡路町2-9 千101
TEL 東京(03)255-1211(大代表)

昭和58年度全国統一防火標語が決まりました。

点検は防火のはじめ

日本損害保険協会の防災事業

交通安全のために——

- 救急車の寄贈
- 交通安全機器の寄贈
- 交通遺児育英会への援助
- 交通安全展の開催
- 交通債の引受け

火災予防のために——

- 消防自動車の寄贈
- 防火ポスターの寄贈
- 防火標語の募集
- 奥さま防災博士の表彰
- 消防債の引受け

社団法人 日本損害保険協会

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

(社員会社50音順)