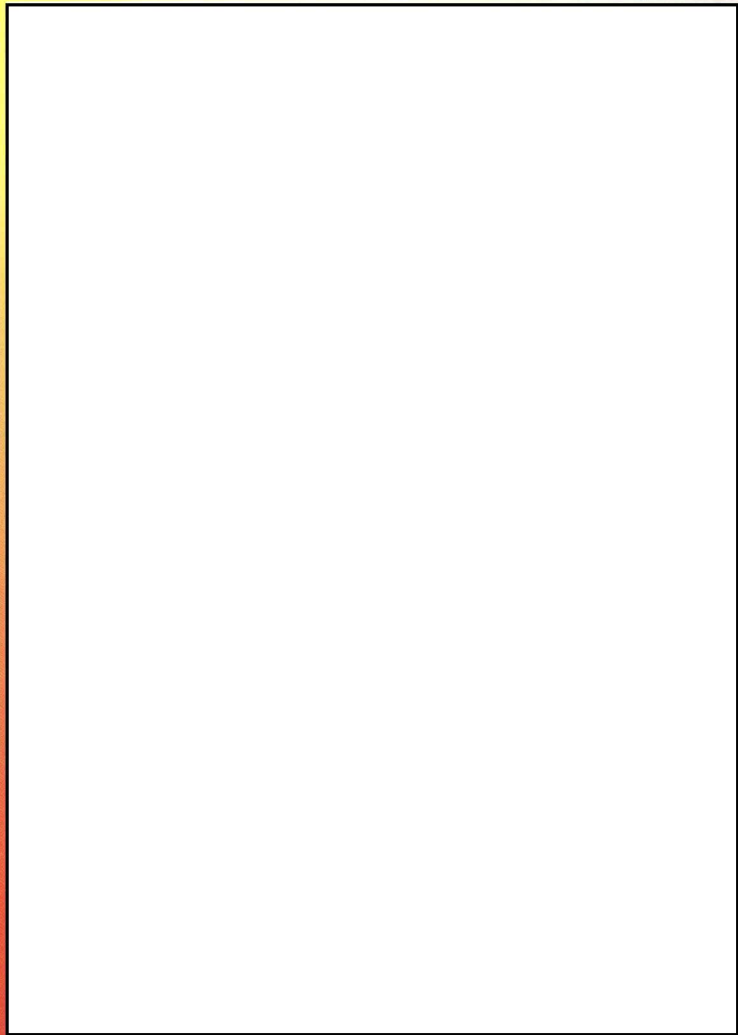


預防時報

1975

101



ただいま制作中!!

オートスライド

工場の防災

安全管理システムのいかしかた

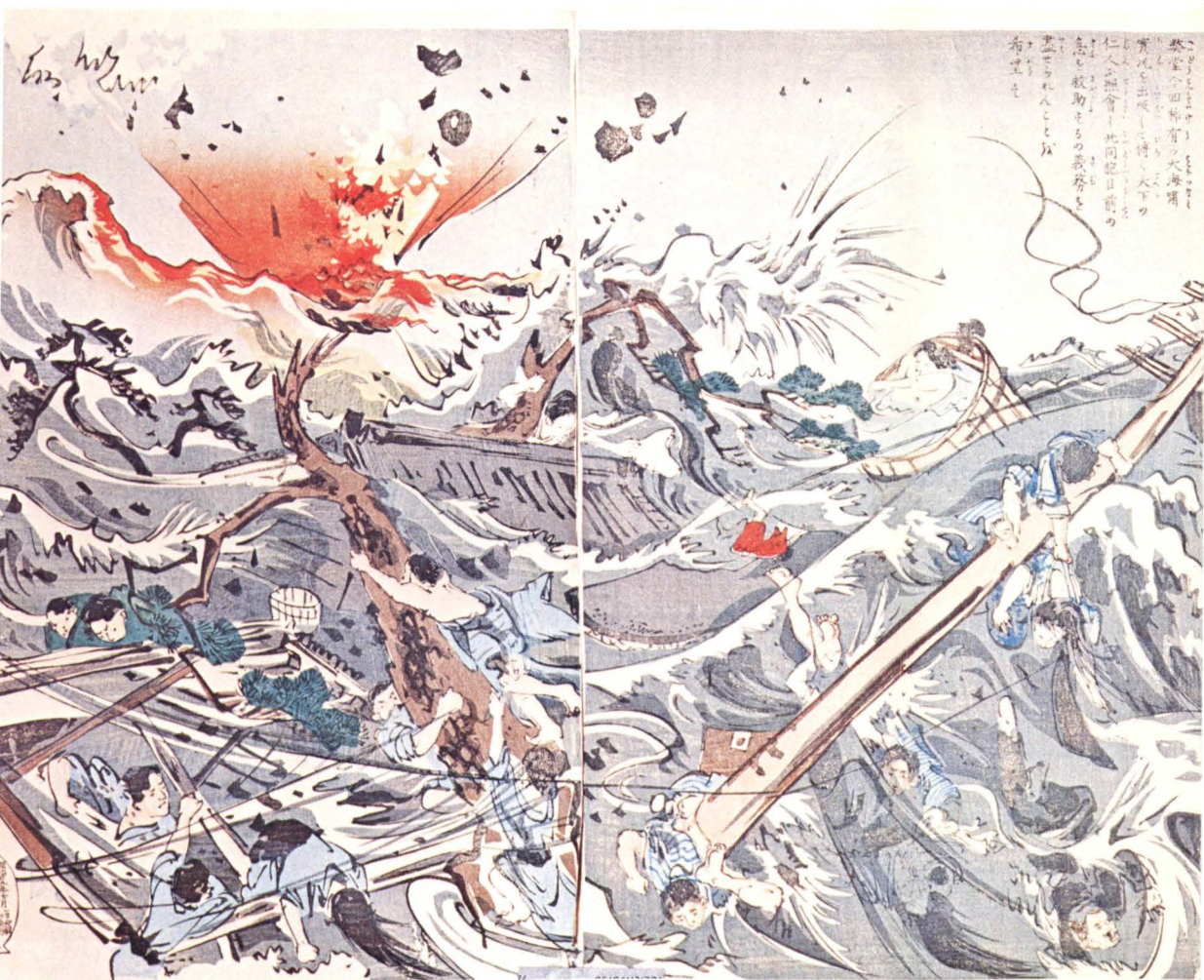
工場災害、とくに最近では化学工場の災害が社会的話題になっています。このような、危険物施設の火災の70%は、装置類の整備不良によるもの、改修工事中の溶接、溶断の火花によるもの、シールやフランジ等から危険物が漏洩したもの、整備・改修後使用再開時に火災になったものなどです。要するに、工場の生産システムそのものが原因となった火災より安全管理システムの不備によるものの方が多いということです。

したがって、工場災害をなくすためには、もう一度、安全管理システムの見直しが必要なわけで、ここに焦点を当てた防災スライド「工場の防災」をただいま日本損害保険協会では制

作中です。

このスライドでは、まず安全管理の重要性を過去の事例をひきながら説明し、つぎに、それでは安全管理の組織はどうあるべきか、さらに組織図や基準・規則などを空文化させないための運用はどうすべきかなどについて説き進めます。

安全管理について、このスライドで述べることは恐らく大部分の工場で実践していることでしょうが、それでも事故が起きているのが現実です。ここで、もう一度安全管理システムについて見直し作業をしていただきたい。そのための叩き台として、このスライドが利用されれば本望——これが制作陣の願いです。



同和火災海上保険株式会社提供

丙申 陸下波嘯之會況



時惟明治二十

九年六月十五日岩手

宮城青森の三縣海邊ふ

起り大海嘯其猛烈を

たり此日恰も舊曆の端午にて家族友

人相會い宴飲叙を盡しつたり一が突

然沖合ふ雷つて巨砲を發したるが如し

あり人々怪し屋外ふ出んとせし一藤

文の狂瀾襲ひ来り三方ふ近し人命を

家産と共ふ掃せり幸ふ此れ

或は為ふ不具者とせり或は身

ふに粟なく其慘痛凄愴れ

その状態筆舌の盡

を所ふあり

南

予防時報

1975・4

101

目次

ずいひつ

- 地震と温泉／平賀士郎——6
水断大敵／佐久間昭二——8
フグ中毒余聞／宮城捨男——10

座談会

- 防災 これからの課題——20
秋田一雄・今津 博・紺野靖彦・塚本孝一・
根本順吉・塙 克郎・高崎益男

石油化学工業の事故と景気の変動／秋田一雄—64

LNGの危険性／前澤正禮——30

自然力のスケール

—災害と関連して／金子 務——13

恵那山トンネルの安全対策／伊達英夫——57

LPガスの防災／尾澤昭男——43

忘れられていた多摩川の決壊／鯉沼寛一——51

インタビュー

苦闘する水先案内人／水谷公弥——36

防災言 不等沈下に示唆すること／根本順吉 5

災害メモ——68

表紙写真／合掌造り 前田真三

カット／斉藤壮一

防災言

根本順吉

気象庁

不等沈下の示唆すること

昨年末、三菱石油水島製油所の重油流出事故でタンク貯蔵所の欠陥が重大な問題になってきたので、消防庁は全国の都道府県に大規模タンク貯蔵所の点検を指示した。その結果、各地の大型タンクに不等沈下が起こっており、大半が危険な状態にあることが分かった。

たとえば名古屋市消防局が調べたところによると、名古屋港9号地にある1万キロリットル以上のタンク42基のうち約8割が不等沈下を起こしており、防油堤は97か所できれつや破損が生じていたという。鹿児島揖宿(いぶすき)では、28基のタンクが最高69mmもの不等沈下を起こしており、このほか四日市、尾鷲等でも続々と不等沈下が分かかってきた。誠に背筋の寒くなる思いである。

不等沈下の現象は災害の本質について的一面を実によく表わしていると思う。簡単に定形化したいい方してみると“わずかではあるが、悪いことが次第にたまり、それが限界に達してカタストロフを起こす、”ということになる。

災害のうちのある種のものは、以上のような形をとる。たとえば農薬害、水銀やPCB汚染等この形をとっている。かつて坪井忠二氏は災害は2つ以上の悪いことの出会いによって起こるといような考え方をされ、災害を防ぐには2つ以上の悪い条件が重ならぬようにすることであることを

本誌で提案されたことがあったが、以上の考えの中にも、悪いことが次第に蓄積し、それがある限界に達するという点において、一つの出会いの理論であることはいうまでもあるまい。ただここでは条件A、Bを静的なものとは見ず、動的なものとする点で、一つの拡張した考え方であるように思われる。

次第に蓄積してゆく不等沈下に対して、それでは限界とは何か。それはタンク設計上の問題であるが、それは第2室戸台風以来、日本には顕著な台風が来ない。東海道メガロポリス地帯には戦後大きな地震がない、というようなことによって限界は次第に下まわっていくのであり、それは決して固定したものではない。だから対策としては限界容量を高める問題と、他方沈下速度をゼロかマイナスにすることの二面が考えられるのである。

エネルギーや物質が次第にたまり、やがて限界に達して放出される理論には、かつて藤原咲平博士の考えられた間歇性かんげつせいの理論がある。藤原博士はこの考え方によって降雨機構を説明しようとしたが、モデルの設定が十分でなく成功しなかった。物質でもエネルギーでも、熱力学の第二法則に従う拡散の理論は比較的容易であるが、次第に集中し、カタストロフを生ずるような理論はたいへん難しい。しかし災害の理論の根本には、このような問題もあることは知っておかねばなるまい。

ずいひつ

地震と温泉

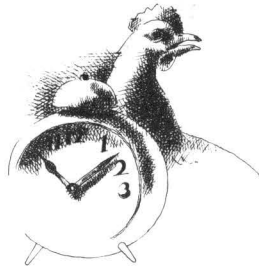
平賀士郎

神奈川県温泉研究所

昔から地震は最も恐ろしいものの代表とされていますが、温泉はといえばだれでも2・3日ゆっくりと静養に行ってみたいと思う、人生の数少ない楽しみの一つになっています。このように地震と温泉は同じ地球内部エネルギーの放出という自然現象でも、私たち人間にとって正反対の働きをします。そのようなわけで、地震と温泉との関係は、風が吹いて桶屋がもうかる式の、なんだかよく分からないほんの少しのつながりしか考えられていませんでした。しかし、だんだん調べていくうちに、地震の前後で温泉が激しく変化しているし、その他にも色々なデータが集まってきて、かなり関係が深そうなことが分かっ

てきました。たとえば米国のデンバーで、井戸を深く掘り水を注入したら地震が起これり始めたり、インドでは、ダムの水位を100m以上にすると地震が起こる、というように水が地下の深い所に入りこむと地震を起こすようです。また最新のショルツ理論によれば、地震の直前に水がしぼり出されて地震波の伝ば速度が変化するので、これを観測すれば地震予知が可能と騒がれています。

箱根火山では、毎日一回小さな地震が起きています。これも実は温泉と非常に関係が深いのです。芦の湖の水が中央火口丘の下に染み込み、そこで深部から上ってくる熱をもらい、めでたく温泉に変身します。この時の身震いが地震となるわけです。昭和41年にこの地震活動が活発になりましたが、果たせるかな翌42年には箱根温泉の一部で異常高温現象が現われ、一度に温度が20°Cも上がりました。そして7年余りを経た今日まで異常範囲を広げながら一向に勢いを弱めません。今までにこのような現象があったらどうかと文献を調べたところ、大正9年の箱根地震が湯河原温泉に変化を与えたり、関東大地震（大正12年）、北伊豆地震（昭和5年）で箱根温泉に影響が



出ていることが分かりました。

元来日本人は温泉好きで、温泉を大切に、毎日湯につかりながら温度を確かめているわけですが、日本周辺には地震も多いので、有効な資料がありそうだと集めてみました。一番古い例は天武天皇時代、西暦684年に土佐の地震（マグニチュード $M=8.4$ ）で伊予の温泉が湧出を止めたと日本書紀に出ているものです。この道後温泉はその後昭和21年の南海地震（ $M=8.1$ ）まで4回も影響をうけています。いずれも湧出が止まるのですが2～3か月後にはもとにもどるようです。地震による温泉変化のうちで有名なのは有馬温泉です。慶長元年（西暦1596年）伏見の地震（ $M=7.0$ ）で温泉が熱湯に急変し、入浴不能となり、さっそく温泉好きの豊臣秀吉が命令して一年がかりでやっと入れるように整備しています。しかし、その後25年たって羅山がきたときでも、熱くて卵がゆだと書いています。

下呂温泉では、湯の峯に湧出していた良質の温泉が、ある日突然鳴動と共に消え失せましたが、少し離れた川岸に傷ついた白サギがいてこっているのを見た村人が行ってみると温泉が新たにわき出しており、そばに薬師像が

置かれていたとのいい伝えがあります。

このほか、日本各地にある温泉が影響を受けた地震を数えてみますと、昭和49年5月の伊豆半島沖地震を含めて57回あったようです。温泉に表われた変化は多種多様で、温度の昇降、湧出量の増減、泉質の変化、温泉の変色、新しく温泉が湧出するもの、間欠泉の噴出周期の変化などが複雑に重なり合って表われます。地震の直後から変化が表われることが多いのですが、今まで15回の地震では前兆とも考えられるように、数日前～数月前から温泉に変化がみられる例があります。

このような漠然とした事例から何か一つの法則がないものかと考え、手始めに、影響を及ぼした地震の規模（マグニチュード）と変化した温泉までの震源距離の関係を調べてみました。すると、常識的な結論ですが、大きい地震ほど遠くの温泉にまで影響を与えていることが分かりました。詳しくは、地震による地面の動き（変位水平動）が約1cmを超えるような所にあった温泉に変化が出るようです。温泉変化を定量的に議論するにはまだ資料が少ないのですが、大きい地震ほどその前後で温泉に与える影響は大きく、温度や湧出

ずいひつ

量の変化する割合も大きいことは勿論ですが、温泉が変化している期間も長くなるといえます。いずれにしろ今後長期間にわたる観測を続けなければなりません。全く同じ所で温度や量を測定することは一見簡単なようですが、10年20年と続けるとなると大事業です。

地下深部からの情報を携えて地表に顔を出して来てくれた温泉も、最近では強力ポンプによる過剰揚湯から枯渇しつつあります。日本独特の温泉の利用方法を早く改め、温泉の効能を信じて、もっと温泉を大切にしたいものだと思っています。

水断大敵

佐久間昭二
東京都水道局広報課長

ときに、水をかけて消火すべきか否かが、話題となったことがあるが、それはともかくとして消防活動になくてはならないのが水である。消防用にどのぐらいの水が使われているか調べてみたら、東京都区部で年間約14万 m^3 程度であった。年間総配水量約17億 m^3 から見れば、わずかな割合である。だが割合はわずかでも、万が一にも水が出ず消火活動に支障があってはならないので、平常時の消火栓点検のほか、配水管の破裂事故のときも断水範囲が極力狭くなるように、あるいは火災が発生したときに、現場付近の消火栓の水圧が低下しないように、バルブを調整したりする。

このため緊急自動車と水道局職員が、夜間、休日の区別なく常時待機して火災に備えている。

さて、肝心の水であるが、陽春の季節ともなると、水の使用量が次第に増えてくると、夏のピークをどう乗り切っていくか、懸念されてくるのが、昨今の東京の水事情である。

東京をはじめとする首都圏の水需要が増え続けているのに対して、頼みの利根川の水を蓄える水ガメが不足していて、水ガメに水が少なければピンチ、たっぶりあっても少しの日照りで、またたく間に減って安心していら

ひところ、石油ストーブが倒れて燃え上った



れないかである。

ダムを造って水ガメを増やす、いわゆる水源開発は補償問題がネックとなって、計画はあっても完成のめどがつかないという状態で、東京の今夏の需給見通しでは、水不足は日量150万 m^3 にも及んでいる。ひと口に150万 m^3 というが、これは横浜市や名古屋市の需要を上まわる水量で、東京の水不足がいかに膨大かつ深刻なのがお分かりいただけると思う。

このような状態だから、とくに暑い夏が大敵なのだが、ではどのようにして断水のない給水をしていくかという、第1は水のヤリクリである。河川の流量に余裕があるときそれを活用させてもらうことと、小河内貯水池の水を先喰いするのである。第2は水需要の抑制である。石油危機に端を発して資源の浪費が反省されている今日このごろであるが、東京の水に関しては、内部的には46年から検討に入り、47年から一部実行に移している。この面では先輩格といえるであろう。年間を通じての節水の呼びかけ、水洗便器、洗濯機などの用水機器の節水型化、ビル等に下水処理水の再利用を普及させる、料金の累進性を強める——これらがその骨子である。第3の

対策が漏水防止である。浄水場から送られる水の16.9%が地下に漏れているので、多額な投資をして、これを少しでも減少させるよう努力している。

とにかく、水不足の対策となるものは、利根川と多摩川の水を相互に融通できるようにするための大規模な工事から、深夜の地下漏水の発見作業、蛇口の部品を80万回のテストで改良（節水型コマと呼び、100万個を取付け）、節水洗濯法の実験、小学四年生向け社会科副読本まで、実施できるものからどんどん実行に移している。最近では、不況のためもあるが、水使用量の増加率が鈍化しているし、水のポスターコンクールに「冬でも水を大切に」をテーマにした小学生の作品応募があるなど、水問題も次第に浸透しつつあるようである。

反面、ガソリンスタンドでは、営業サービスのためか、勢いよく放水洗車しているのをよく見かける。「湯水のごとく」「水は天から貰い水」などの語句にみられるように、わが国は多雨国のため（人口1人当たりの分け前では少ないのだが）、水は豊富に無限にあるという認識がまだまだ一般に強くあるようである。

ずいひつ

現実には、「昭和60年には南関東で年間20億m³の水不足」が、建設省の報告書にもみられるように、地域的にしろダムがつかれる適地も残り少なくなっていて、「水は有限な資源」を認識しなければならないのだが。

ところで、ロンドンでは各家庭に水道メーターがついてなく料金は定額制である。しかし水の使用量は、わが国のそれと比較して相当少ない。わが国でも省力化に役立つから、メーターをはずして一定料金としたらどうであろうか。気候、風土、国民性など長い伝統につちかわれた水に対する価値意識には及ばないまでも、せめて歯を磨く間は蛇口を閉めるとか、放水洗車を躊躇するぐらいの水意識は定着させたいものである。

また、水の問題は、その顕在化がまだ地域的であり、たとえ水キキンに陥っても一雨降れば解決ということもあって、石油問題のように、わが国全体の重要な問題としてとらえられていないうらみがあるようである。ダムづくりにしろ、ひとつの水問題の解決に、10年20年の歳月を必要とし、また、ひとつの地域での解決が難しくなりつつある今日、早急に水を中心にした国づくりをと願うのは、水

の確保に苦しむ一自治体の職員のためからなのだろうか。

苦痛を味わうそのときまで
水がいかほどの価値をもつものか
人々は知らずに過ごす

パイロン 〈ドン・ジュアンより〉

日常の生活、消防、すべての活動にとって、水道の水は不可欠のもの、苦痛を味わってからでは遅すぎはしまいか。

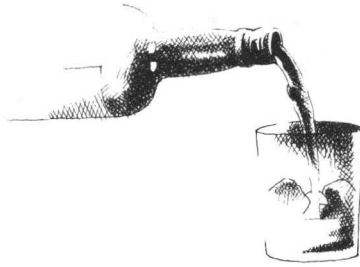
フグ中毒余聞

宮城捨男

MICC INC 副社長

人間国宝の坂東三津五郎さんがフグに当てられて急死して以来、フグショックがさまざま波紋を投げ掛けている。

厚生省の調べによると、48年度のフグ中毒



発生件数は全国で51件、中毒 102 人のうち27人が死亡した。この年の食中毒による死者は39人なので、フグ中毒による死者はその70パーセントを占めたことになる。

このためフグの調理は、都道府県の条例によって規制されることになっているが、現在その条例のあるのは東京、関西、西日本などの13都府県だけで、最近になって調理して食べるようになった地方には、まだ条例規制がないという。そういう手落ちが、この事故であらためて表面化し、厚生省でも今後はフグ中毒の発生をなくすために、「これまでのケースの追跡調査を急ぐ」そうだ。

しかし、フグ中毒で毎年30人近い無名の庶民が命を落しているのだ。それをほったらかしてきての、このような場当たり対策には、名優の死を悼む心に変わりはないが、なにか釈然としないものがある。

波紋は、フグ市場にも押し寄せた。

全国のトラフグの水揚げ量の70パーセント以上を取扱う下関市の卸市場で、フグの値段が大暴落。1月30日朝のせり値は、一気に同月の最高値の1/4に落ち込んだという。

もっともこれは、三津五郎さんが死んでか

ら半月もたって現れた異変であり、直接の波紋ではないかもしれないが、かといってまったく無関係とも言い切れまい。フグ料理の一番うまい厳寒の、いわば本番シーズン中の売れ行き不振である。その原因が、「フグは食いたしお金は惜しし」ではなく、「フグは食いたし命は惜しし」であることは明らかで、やはり、三津五郎さんの中毒事故が誘発した“食欲不振”とみるのが正しかろう。

しんしんと冷える冬の夜、まっ白くみがき上げられた、一枚板のカウンターの前。厚さ0.3ミリぐらいにそがれたフグの薄作りが、錦手の絵模様の美しい皿に盛られ、その絵模様が半透明の肉の下にぼんやりとかすんでいる皿をさっと運ばれた瞬間こそ——まさしく、上戸と生まれついたものの味覚浄土であろう。

ある時、まだフグを食い始めのころ、私はフグの切身に斜めに庖丁を入れ、さっさと紙のようなそぎ身を切りとってゆく板前さんの庖丁さばきに感動しながら、一体、どうしてそんなに薄く切るのかと尋ねたことがある。すると板前さんは、

「こうしなくちゃ、歯が立ちませんや」と教えてくれた。

ずいひつ

フグの肉は、固い。マグロや鯛のような厚味に作ったのでは、しこしこして歯ごたえが重すぎ、専門的にいうと、ポン酢醤油との味のバランスがとれないのだそうである。

フグも、刺身やチリで食べてるうちはいいが、「すこしシビれるくらいでないとうまくない」という食通の冒険の味を覚えると、こわい。フグの猛毒は卵巣とキモにある。三津五郎さんが食べてやられたのもキモだった。毒はテトロドトキシンという結晶性成分で、純粋なものだと青酸カリの200倍の毒性をもち、体重50キロの人の致死量は、わずか0.4ミリグラムといわれる。

フグにあたると食後30分から5時間で手足がしびれ、口がきけなくなり、最後には呼吸困難に陥り死に至る。毒を消す薬はなく、煮焼きしても、酢によっても、乾燥しても消えない。あたらたら命がない。だからフグの別名を「てつ」（鉄砲の略）というのだそうである。フグ中毒の治療法は、対症療法以外、今日なお確立されていないが、古来いろいろな民間療法が伝承されているようである。

事実、私の友だちで、土俗的ともいえる療法で九死に一生を得た男がいる。

ある日、フグを食べて、いい気持ちで国電に乗り自宅へ帰る途中、つり革をにぎっていた手がしびれてきた。これは、したり！ 家に着いて妻君に告げるころには、症状はかなり進行していた。妻君は、あわてて病院へかつぎ込んだ。しかし病院では、気休めの注射を打ってくれただけで、体よく追い返されてしまった。いても立ってもいられない妻君の頭にひらめいたのが、聞き伝えの療法だった。迷信かウソかもしれない。しかししゅん巡は許されない。強引に、夫を深夜の海岸に連れ出し、砂浜をスコップで掘り、もはや意識ももうろうとしかけた肉体を埋めた。この原始的療法のおかげで、チャキチャキの腕利き新聞記者が一人、月明かりの砂の中で一命をとりとめたのであった。なんとも壮絶な話である。

この話は、井上靖氏も短い小説にしているが、モデルにされた私の友だちというのは、同じ井上氏の「鬪牛」のモデルにもなった小谷正一君である。

美味とスリルのとりこになり、フグのキモを食べるのがやめられないという人たちの言い分は、ズバリ、毒だから！ 予防・保険的な立場からは、いささか遺憾な人たちであろう。

自然力のスケール 災害と関連して

金子 務

はじめに

地水火風のギリシャ的四元素から日本のもっと直截的な“地震・雷・火事・親爺”に至るまで、我々の日常生活を取巻き、貫いている原理には古来から自然力があつた。いまは地球宇宙船とか地球生態学とかエコ・システムとかいって、人間が包まれ一体化した生態系を全地球的発想で考えるのが、一種の流行となっているが、この流行の根底にあるのは、相も変らぬ“管理の思想”つまり自然は人間と切離され、対象化され、その上でコントロール可能とする物理主義的自然観の呪縛から脱しているというには程遠い。かつてのプロメテウスの火は原子の火となり、イカサの翼は宇宙船となって、人間の可能性と力は神に摩するほどになったが、はたして、自然は管理可能なのだろうか？あえて自然の猛威を再評価して、人間の矮小さを笑うべく、自然力の量的な見積りを、各種の資料から総合してみるのも一興だろう。

地震

これまでに史上最大の地震はマグニチュード^{*}でいえばM8.6~8.7が最高で、1900年以降のものを拾い出すと計7回ある^{**}。うち1906年1月31日南米エクアドル沖コロンビア寄りの海底で発生したものは、1933年3月3日我国の三陸沖地方を襲つた地震と共に、マグニチュードの産みの親C・F・リヒター博士によって、1958年にM 8.9と算出されたが、のちに前者は8.6、後者は8.3に修正されている。ちなみに関東大震災（1923年12月9日）は7.8で、三陸沖地震がいかに日本史上大きなものであつたかが分る。

こうみると、この地上で最大規模の地震が今後起るとしても、M8.6程度、たかだかM9どまりと考へて間違ひあるまい。このM8.6のエネルギーは 5×10^{24} エルグで、おおざっぱにいって 10^{25} エルグを上限と押えてよからう。一般に、地殻を造っている岩石にひずみがたまって、このひずみが急激に放出されるのが地震と考えられる。この岩石の強さには一定の限度（日本や米国の地殻岩石は変形が 10^{-5} 以下、つまり1kmについて数cmというところ）があるのだから、地震を起す地域の広さによってほぼひずみの最大量が決まってしまう。 5×10^{24} エ

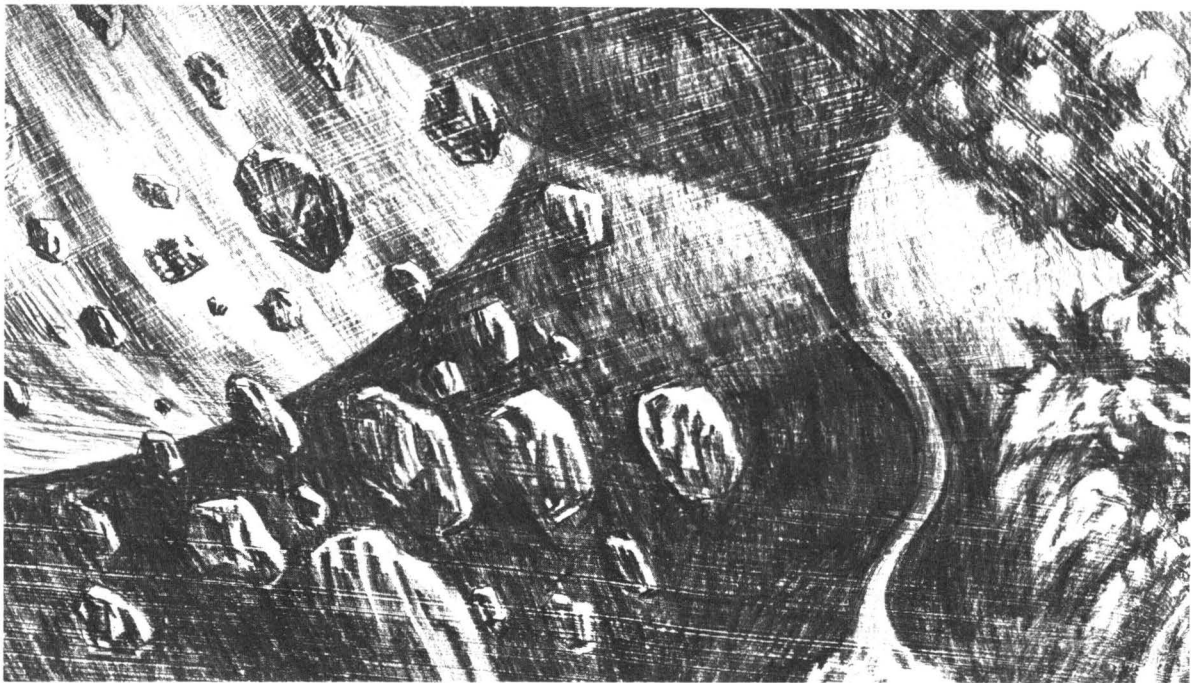
ルグのエネルギーをひずみとして蓄える岩石の体積は、坪井忠二氏の計算によれば、球ならば直径40～80kmが最低限となる。このひずみは断層面に沿って放出される。したがって断層の長さでマグニチュードはほぼ見合うと考えられる。経験的にM8は約100km以上、M7.5で40～50km、M7で10km、M6で1km前後の断層を伴うことが知られている。小松左京氏の「日本沈没」のヒントになった全長1,000kmに及ぶ中央構造線（四国・紀伊半島を東西に横切る）には、年に5～7mmのスピードでひずみが蓄えられつつあり、しかも過去1,000年間もそのひずみが放出されていない。もしもこの地区で地震が起れば、数mのずれをもつ大規模な断層を伴い、M8以上になることは間違いないとみられる。

ところで、一口に 10^{25} エルグのエネルギーが上限といっても、実感としてはその大きさはピンとくるまい。これを水爆と比べてみたらどうだろうか？ 福竜丸の死の灰事件をまき起したビキニ型水爆は、TNT火薬1.5メガトン（150万トン）相当で、エネルギー放出は 6×10^{23} エルグに達した。とすれば、これまでの超大型地震がビキニ水爆10個分、今後

起り得る最大級のもので20個分（広島型原爆なら15,000個分）ぐらいになるといったらよいかもしれない。ついでにしておけば、エルグという物理単位、しかめつつらしくいえば、もちろん1gのものを毎秒1cmの加速度つまり1ダインの力で1cmの距離だけ動かす仕事だが、これはすこぶる小さい。腕時計が1回カチッという時の仕事が約40エルグ、普通の目覚し時計のそれなら約250エルグと覚えておくと便利だ。

ところで、我国では1年間にどのくらいの地震エネルギーが放出されているだろうか。1885年以降1963年までの79年間のM6.0以上のものは1,231回あった。このうちM7.8以上のものは10回だ。79年間の地震エネルギーの総計は 165×10^{23} エルグになる。これを79で割れば1年あたり 2×10^{23} エルグである。これはM7.7の地震1発分のエネルギー、つまり関東大震災の地震の半分程度のものだ。

＊ 地震の規模を表すのに使われるマグニチュード(M)は“自己周期0.8秒、減衰係数0.8で倍率2800倍の標準地震計が、震源から100km離れた地点で記録する振幅をマイクロン(μ)で計って、10を底とする対数で表記したもの”と、光度の決め方に似て実際のだが、地震エネルギー(E)との関係を定めたグーテンベル



グ・リヒターの式 (1956年) $\log E=11.8+1.5M$

(Eの単位:エルグ)で見たほうが分りやすい。

*** 『理科年表』昭和50年版(丸善)による。

**** 『地球の探求』(岩波書店、1961)

噴火

世界で活動中の火山は500足らずあり、さらに海底火山は分っているだけで80個ぐらゐる。世界有数の火山国はインドネシアで、その数167、うち活火山は77もある。史上最大の爆発といわれるものは、このインドネシア、スンパワ島のタンボラ火山の大噴火で、1815年4月7日推定150km³もの土砂を噴上げている。その時の内部圧力は1cm²あたり約3,000トンと見積られ、噴火によって山頂がふき飛び、高さが1,200mあまりも低くなってしまった。この時、実に92,000人もの人が死んでいる。噴火したあとにはポッカーと直径11kmもの火孔ができた。なにしろその火山灰や噴煙でその周囲数百kmは昼なお暗く、500km近く離れたマドウラ島辺りでさえ、3日3晩もその暗さが続いたといわれる。

噴出量 150km³、といってもピンとこないが、地球



内部から世界の海嶺にわき出てくる物質の流れは年間約360km³だから、その実に4割分に相当する。あるいはまた、こういう計算をしてみるとよい。世界中の人間を巨大な箱詰にするとしよう。一人あたりの占める空間を約0.1m³とすれば、4km³の中にすっぽり取まってしまう。つまり人類のかん詰37個分というブラック・ユーモアになる。

このような大量の噴出物を出したこの火山のエネルギーはどのぐらゐになるのだろうか?全噴出量(M)が分り、さらにその噴出の平均初速度(v)が分れば、この運動エネルギーは $E=\frac{1}{2}Mv^2$ から簡単に計算できるはずだ。しかし実際のところ、この両方の見積りはおおざっぱなものにしかすぎない。火山学者によってかなり違うのだ。しかし多くの本が多く取上げている数値を見ると、タンボラ火山の場合、なんと 8.4×10^{26} エルグにもなる。これはさきの最大地震エネルギーの100倍以上、ピキニの水爆1,000個分に相当する。さらに1970年現在の日本における生産および消費のための人間活動エネルギーが1年に 10^{26} エルグだから、その約8年分に等しいことになる。改めてその巨大さには驚くばかりだ。*

我国では、1914(大正3)年桜島の噴火が大型で、この時の爆発と溶岩流出で大隈半島とつながってしまった。村落の多くが壊滅し、死者58、傷者112、焼失全壊家屋2,268戸という大惨事となった。この桜島の総噴出量は2km³、総エネルギーは 4.6×10^{25} エルグで、カイユによれば世界史上タンボラ火山に次いで2番目の規模といわれている。このエネルギーでも最大地震エネルギーの10倍もあることに注目したい。

第3位は、ソ連カムチャッカのベズイミアンの1956年の噴火で、山頂部185m分もふき飛ばして現在の海拔2,800mになった。1937年刊行の地図には載っていないまったく無名の火山(ベズイミアンはロシア語で「無名」の意味)で、溶岩流3km³、総エネルギー 2.2×10^{25} エルグになる。これに次いで、ジャワ島とスマトラ島との間スندا海峡にあるクラカトアの大噴火では、噴煙は高さ27,000mものぼり、この時の爆発音は3,000kmも離れたマ

ニラやセイロンでも聞かれた。火山灰など 18km^3 を放出し、エネルギーは 10^{25} エルグになる。

もう少し日本の火山を見てみよう。

信州浅間山の名所「鬼押し出し」の溶岩流ができたのは1783(天明3)年の大爆発の時で、熱雲・泥流などを伴い、噴出総量 0.2km^3 、死者1,151人、家屋流出・焼失・全壊は1,182戸にのぼった。この時のエネルギー 8.8×10^{24} エルグ。最大地震よりやや大きい。では1707(宝永4)年の大噴火以来、2世紀あまりも完黙している富士山はどうか。宝永の爆発の時は、噴出総量 0.8km^3 、多量の降灰が東方約25kmの駿河小山で1m、90kmの川崎で約5cm、江戸でも地震・鳴動が続き、昼なお暗く燈火を用いたほどといわれる。その総エネルギーは 7.1×10^{24} エルグ。また水蒸気爆発で噴火の標準型型となった磐梯山の大爆発は1883(明治21)年、11世紀もの眠りを突如覚まして一山(小磐梯)を吹飛ばしたもののだが、その総量 1.2km^3 、泥流の速さ時速45~77kmで自動車なみ、多くの村落を埋没させ、死者461人がいまだに生埋めになったままである。我国火山が本格的に研究された最初のケースで、爆発圧力が363気圧、総エネルギーは 10^{23} エルグと報告されている。地熱発電で著名なイタリアのラルデレロの蒸気井でも最高30気圧程度(密閉時)、いかにこの時の噴火圧力が大きいものだったかが分る。

なお我国では、火山活動の総エネルギーは年間 10^{23} ~ 10^{24} エルグ程度、温泉(全国に1,667か所)の熱量は年間 1.5×10^{24} エルグ、地熱開発によって年間1,000万KWの発電をするとすれば、年間 5×10^{24} エルグの熱を地殻から奪うことになる(早川正己氏, 1965)。

* A. カイユの推定では地球全体で1万個以上あるという。
『地球の解剖』(平凡社)。

** 例えば、1938年(昭和13)6月7日の浅間山噴火について、水上武東大教授は噴出量 $3.8 \times 10^8 \text{kg}$ 、初速度212.5m/秒から 1.7×10^{20} エルグを出している。

*** Hédervári, Peter: On the energy and magnitude of volcanic eruptions. *Bull. volcan.* 25: 373-85ほか。

北大の横山泉教授は伊豆大島の三原山噴火の地磁気異常の研究から、噴火総エネルギーは固型噴火物によって運び出される熱エネルギーの120~150倍と見積っている。

大気のカ——台風とたつ巻

我々は日常、空気の重さをほとんど気にしない。しかし立てば頭上に半トンの大気が、寝ていれば全身に5トンの大気がのしかかっているのである。月は地球の重力の6分の1だから、目方もそれだけ小さくなるが、さらに大気のおもしがなくなること考えねばならない。地球大気の総量はおよそ長さ2,000km、幅1,600km、厚さ1.6kmの花崗岩の重さと同じだ、といわれたら目をむく人が多い。こうなると“空気のように軽やかな”という例えは撤回するのが身のためであろう。この空気が台風やたつ巻になって甚大な被害をもたらすのは、もっぱらこの質量が効いてくるのである。

台風やハリケーンは熱帯地域で生れた熱帯性低気圧である。その風速は100km/時にもものぼる。アメリカのニューイングランド地方を1938年9月21日に襲った有名な「ロング・アイランド急行」という名のハリケーンでは、高度200mのブルー・ヒル測候所で195km/時の風速を5分間記録している。瞬間最大風速は295km/時になったというからセスナよりも速い。もちろん数千もの木造の家が吹飛ばされている。風力は風速の2乗に比例するから、風速195km/時ならおよそ1m²あたり140kg以上の力が働く。風速200km/時なら200kg近い。暴風雨の時、戸締りを厳重にしないと屋根が吹飛ぶわけである。

大型台風やハリケーンになると、洋上で1秒間に25,6万トンもの水蒸気を吸上げてしまう。そして上陸して陸地に大雨を降らせる。1900年のガルベストンを襲ったハリケーンでは、1日に雨を20億トンも降らせたとの記録がある。これよりもっと上手のは1947年フロリダを襲った大型ハリケーンで、実に総計1兆7,120億トンもの雨を降らせたといわれる。このようなハリケーンや台風の制御研究はアメリカで進められている。それは沃化銀やドライアイスを台風の目にまいて、その最大風速を小さくして弱めようというわけで、失敗もあるが、最大15%減にできたケースが知られている。

たつ巻は、雲の底から水面または地面向って

のびている回転軸の周りをぐるぐる回る空気の渦をいう。たつ巻博士のシカゴ大の藤田哲也教授によると、16トンもの液体肥料タンクが1,200mも宙を飛ばされたり、家ごと空中に巻上げられたり、ニワトリが羽毛をむしられて丸裸になったりする。数年前、浦和や大宮を襲ったたつ巻は、大木を根こそぎして300mも離れた家の屋根から居間へと放りこんでいった。まことにたつ巻の威力には恐れている。たつ巻は、陸上たつ巻 (tornado)、空中たつ巻 (funnel aloft)、水上たつ巻 (waterspout) と区別されているが、いずれにせよロート型の雲が造られるのがたつ巻の特徴だ。

たつ巻の規模を表わすのに、藤田・ピアソン・スケールというのがあり、F P Pスケールと略していう。Fはたつ巻の強さ、次のPはその走行距離、最後のPは被害幅で、最強最大規模のものは「555」(最小は「000」)で表わされる。F 5は想像を絶するたつ巻で、木造家屋だったら跡形もなくふき飛ばし、その時の風速は秒速117~142mに達する。熱帯性低気圧が台風に格上げになる風速は、秒速32.7mで、かつて、ビューフォート提督によって水兵のために考案したビューフォート風力階級は、この秒速32.7mを12等分して作った。藤田スケールでは、32.7m/秒の風速をF 1とし、F 12をマッハ数(音速)にしてある。これまで史上にある最強のものでもF 5を越えることはないという。ピアソンのP Pのほうは、P 0が走行距離1.6km以下、被害幅16m以下、P 5が走行距離161~508km、被害幅1.6~4.9kmで、対数目盛りになっている。つまりP 0とP 5では長さも幅も約300倍違うから、被害面積は10万倍も違うことになる。

たつ巻の世界記録はアメリカで、日本ではF 4・F 5のようなものは起っていない。ただ家屋を倒壊する強烈なF 3はときどき発生している。F 3の風速は秒速70~92m、自動車も転覆してしまう強さである。風圧は風速の2乗に比例する。だから秒速50mに比べ秒速100mの風圧は2倍ではなく4倍になる。さらに上昇速度は最大秒速200m、これに真空効果加わる。つまり渦の中心では圧力が最低15%は急減している。いま1cm²あたり0.14

kgほど減圧になったとしたら、縦横高さ各3mのマッチ箱住宅はどうなるだろうか。これだけの減圧で、天井や外壁に各15トンもの力が上方や外方に向けてかかることになる。学者によっては50%も気圧が急激するともいわれるから、この真空効果は恐ろしいのである。

このような風や、またそれによる波の運動エネルギーは、もとはといえば太陽から得ている。太陽光線が地球に降注ぐそのエネルギーは年間 5.5×10^{31} エルグ、風や波の運動エネルギーはその500分の1、 1.2×10^{29} エルグである。ところで、すでに1970年現在の人類の活動エネルギーは年間 2.0×10^{27} エルグになる。竹内均東大教授らは、かねてから“人間活動のエネルギーが自然界の風や波の運動エネルギーと同程度に達したところで人工的な異常気象を招く”^{*}と主張している。その根拠はこうだ。さきに入射太陽熱が風や波のエネルギーに転化する効率は0.2%(1/500)といったが、人間の諸活動で環境中に放出する熱が運動エネルギーに変わるのもこの程度だろうが少し多めにみて1%とする。異常気象は自然界の風や波の速度の乱れによって起るのだが、この乱れの程度はもとの10分の1で十分である。運動エネルギーは速度の2乗に比例するから $(1/10)^2 = 1/100$ 、すなわち人工的な風や波の運動エネルギーが自然界の1%に達すると、異常気象になるといえるわけだ。

* 竹内均・長谷川洋著作『地球生態学』、1974に詳しい。

隕石・小惑星の衝撃

毎日のように地球には流星が降っている。月のない晴れた夜なら、1時間で平均10個もの流星が見え、24時間には大小併せて地上に到達するものは1~30個といわれる。流星の多くはコメ粒よりも小さいが、直径1mmの隕鉄が秒速40kmで運動すれば、瞬間的に4.5馬力すなわち3.4KWのエネルギーを出す(さしずめ衝突する大気は厚さ130cmあまりの鋼鉄板に相当する)。この大気を突破して地上に激突する時、いったいどのくらいのエネルギーをもたらすだろうか?

運動エネルギーは速度の2乗に比例する。いま100トンの隕石が秒速9.6kmで地面に衝突したとすれば、その際のエネルギーは 5×10^{19} エルグ、TNT火薬1,000トン相当である。

約1トンの鉄球が秒速64kmで大気に入ると、地上80kmで断面積 cm^2 あたり約3.5kgの圧力がかかり、これは90万馬力に相当する。さらに高度50km足らなくなると、大気は濃密になって5億馬力ものエネルギーを発生する。この時、表面温度は3,000°C、つまり太陽表面の温度の半分ぐらいになるという計算もある。

これまでに最大の隕石孔といわれるものは、カナダの航空測量からディープ湾近くで見つかった直径13.6kmもあるものだといわれるが、調査されたもので最大のものは、米アリゾナ北部ウィンスロー近くで1891年に発見されたミーター・クレーターだ。直径1265.8m、深さは現在175.4m、おそらく、これだけの孔をうがつには直径150m、秒速8kmの鉄ニッケル隕石がぶつかる必要があるとするものや、核爆発の知識を使って直径25m、重さ63,000トン、秒速15kmの隕石で十分とするなどいろいろである*。ともあれ、これだけのものがぶつかった時の光景はものすごかったことだろう。衝突時は推定紀元前25,000年だから、もちろん有史以前のことはあるが、岩盤に400mも食込み、3億トンもの土砂をはねのけ、その火煙は高さ30km以上にもなったろう。すでに存在していたクロマニオンたちも、その地響きを海の向こうで感じとったに違いない。

1908年6月30日シベリアのタイガ原生林上空で巨大な隕石または彗星が爆発した。この時の爆発力で、約5,000 km^2 にわたって8,000万本もの木が折れた。その中心1,000 km^2 以内の木は1本として立っているものが無かった。ではこれだけの破壊力を持つ隕石（または彗星）はどのくらいの大きさのものだったろうか？この時の微気圧変動記録は、1961年10月23日ノバヤ・ゼムリアで爆発させた30メガトン水爆とほぼ同じというデータがある。このデータから少なくとも3万トン以下ということはないといわれる。もしも1トンの隕石が秒速

70kmで激突すれば、TNT火薬600トンに相当する。この時のエネルギー値も学者によって違うが、小さい方で 3.2×10^{20} エルグ、大きいのは 10^{24} エルグで、 10^{23} エルグあたりという人が多い**。

1968年6月小惑星イカルスが地球に接近し、もし衝突したら、ということで話題になった。イカルスは質量38億トン、直径800mもある。これだけのものが秒速30kmで突入してきたらどうなるだろうか？幸い遠く外れてくれたから助かったが、MITのイカルス計画においてコンピュータでシミュレートした結果では、衝撃力はTNT換算50万メガトン分の水爆エネルギーに等しい。これは最大地震エネルギーより2ケタも大きく、クラカトア火山の4～5倍のエネルギーに相当する。おそらく1,000km以内の木や建物はなぎ倒され、1億トンもの土砂が舞上って空を覆い、これをきっかけとして氷河時代に入るともかもしれないのである。

* 前者はGeorge P. Merrill (1958), 後者はEugene M. Shoemaker (1960)の数字。

** 小さい値はF. J. W. Whipple (1930), 大きいのはR. V. Jones (1962), など。

*** Project Icarus, MIT, (1968)。

その他——海水・雷など

台風などの時、海岸に打寄せる波の破壊力はものすごい。この破壊力は、もとはといえば水の質量が大きいからだ。大型の風呂おけなら3/4トンもの水が入る。暴風雨時、1時間に600ほどの波が時速50kmぐらいでぶつかってくることを考えれば、大変な衝撃力をもたらすはずである。事実、この時一波で、障害物1 m^2 あたり平均3トン以上と考えられる。

この力については、古くから測定されている。イギリスのトマス・スチブンソンは19世紀に生国スコットランドの島で測定し、夏は1平方フィートあたり平均611ポンド(約2.75トン/ m^2)、冬は平均2,080ポンド(約9.36トン/ m^2)と報告している。しかし、暴風雨時の荒天の時は話は別で、高さ6mの波が6,083ポンド(約27.4トン/ m^2)を記録し、また別の所では7,840ポンド(約35トン/ m^2)にも

のぼっていると書いている。またルアーブルなどでフランスが測定したデータでは、1963年現在の最高記録は66トン/㎡といわれる (Minikin, R.R., 1963)。これらの力は水平力よりも垂直力のほうが大きいようだ。

重い波が直立した障害物にぶつかると、時に時速 320kmものスピードで60mも駆登り、さらにしぶきを6～9mも高く飛ばす。また壁ぎわに波によって封じこめられた空気がはじけて、たとえばドーバー海峡の花崗岩の岩壁が崩落したりする。有名な話だが、1894年12月にオレゴン州ティラムーク・ロックの灯台が暴風雨に襲われた時、重さ60kgの岩が30mも打上げられ、その破片の一部が岩壁上の海拔52m以上もある灯台守の屋根をぶち破って落ちて来た。その際、岩の破片を含んだ水しぶきで灯台のガラスが13枚も割れたといわれる。これと別に、故レイチェル・カーソンの記録によれば、スコットランドのダネット・ヘッド灯台は高さ100mの崖の上にあるにもかかわらず、しばしば窓ガラスが波で割られるというから、まことに水の勢いは恐ろしい。

このような波のエネルギーを有効に使えないだろうか、とは誰しも考えつくことだ。そこで考案されたものに、波力標識灯といわれる波力発電装置がある。東京湾入口のあしか灯台をはじめ、波の上下運動で空気を圧縮させこの空気力で常時10ワットの標識灯をつけるブイは、すでに200個あまり港湾に浮いている。無料で無公害のエネルギー源として、波力は潮汐力や温度差を利用する発電シ

米国1年間の事故・災害件数と確率*

	全 数	1年間に1人の人がぶつかる確率
自動車	55,791	1/4,000
転落	17,827	1/10,000
火災など	7,451	1/25,000
溺死	6,181	1/30,000
火器	2,309	1/100,000
航空機	1,778	1/100,000
落下物	1,271	1/160,000
電気死刑	1,148	1/160,000
落雷	160	1/2,000,000
たつ巻	91	1/2,500,000
ハリケーン	93	1/2,500,000
総計	111,992	1/1,600

* 1969年1年間のもの、1973年U.S.統計表より。

ステムの一環として今後大いに注目されるだろう。

おわりに、夏の風物詩、雷について一言。紙数の関係で数字だけでも挙げておけば、雷が一回ピカッとやると最大で25万アンペア、400クーロン、1億ボルト、温度は実に太陽表面の5倍、つまりおよそ3万℃にもなる。総エネルギーは 4×10^{16} エルグ、という数字が雷の放電の最大値といえるようだ。これだけのエネルギーを数千分の1秒という短い瞬間に放出するのだから、大気にもたらず衝撃波は大きい。

おわりに

米国では原子力発電炉の安全性をめぐるここ数年議論が続いているが、昨年8月「原子炉安全研究」と題するいわゆるラスマッセン報告が草案の形で出た。その中で、原子炉が100人以上の人を死亡させるような事故は100万年に1回ぐらいで、それは隕石にあたって死ぬ確率とほぼ同じ、と安全性をPRして論議を呼んだ。ここでは原子力発電所の安全性を検討するゆとりはないが、その基礎データ、すなわち各種の自然および人為的な災害・災難によって死亡する可能性についての表は、本稿と関係あるので、最後に掲げておこう。

これを見ると、自然災害は件数といい、それによって一命を失う確率といい、いずれも人為事故よりも小さい。しかし人為事故と本質的に違うのは、自然災害による死傷の防止策は、人為事故のそれに比べてはるかに困難であること、および今後は人為的要因が自然災害を加速する心配があること（例えば都市化により、たつ巻ベルトが郊外に発生するなど）などを忘れてはなるまい。

参考文献は一々記載していない。全体として参照したのは、Frank W. Lane, *The Element Rage*, 1966, および *Science*, *Nature*, *New Scientist*, 自然、科学朝日などの諸雑誌。特に必要なものは文中に記載した。この方面のデータについて詳しい諸先輩からいろいろアドバイスをいただけると幸いである。

(かねこ つとむ/中央公論社「自然」編集部)

座談会



防災 これからの課題

出席者

- 秋田一雄** 東京大学教授
今津博 東京消防庁予防部長
紺野靖彦 (司会) 読売新聞
塚本孝一 日本大学教授
根本順吉 気象庁
埴克郎 科学警察研究所交通部長
高崎益男 日本損害保険協会予防広報部長

1 はじめに

司会(紺野) 予防時報が満25年を迎え、誌令も101号となりました。50年、200号に向かって、新しい前進をするわけですが、200号は昭和75年、西暦2000年——21世紀へと入ることになります。そこで21世紀へ向かって「あすの防災を考える」というテーマで座談会を始めたいと思います。もちろん遠い未来の夢物語というのではなく、巨大化現象とか、都市化現象の急速な歩みに対応する「あすの防災」という問題をご討議いただきたいと思います。最初に各先生のご専門の分野からそれぞれ都市化、巨大化による災害の大型化という点についてお話を願いたいと考えます。

秋田 工場災害については、巨大化が問題になります。これにはなぜに巨大化したか、ということから考えていかなければならないわけですが、結局、量の増大によるコスト・ダウンというのが生産面からみたその理由の第一だと思えます。

一方、こうすると、量の増大に伴う新たな危険という問題も発生します。そこで、そのどっちを取るかという問題になってきます。これまでは高度成長に伴って量の増大が続いてきました。しかし、ここへきて巨大化がいいのか、そうでない方がいいのか、という問題がでてきます。私は本質的には、これは生産と安全とのかかわり合いの問題になると思います。生産を支えている生産技術と安全の基盤になっている安全技術との調和が一番の問題になるんじゃないかというわけです。その点、安全のための技術が生産のための技術に追付いているかどうか、ここが問題だと思えますが、現状は追付いていないのではないのでしょうか。なぜ追付けないかというと、安全技術には生産技術以上に人間的な要素が強く入り込んでくるからだと思えます。結局、大型化の生産技術だけ発展させると、マッチングのとれないところから災害が発生する——そこに問題点があると思えます。

根本 自然災害の問題では都市の過密による新し

い災害——つまり昔は人の住まなかったような低湿地帯も過密化している。そんな所は水が出やすいし、水が出てもなかなかひかない。河川でも中小河川はあまり手当てをしていないので、そのための水害がある。台風は気象の変化があって、1961年（昭和36年）の第2室戸台風以来大きいのは日本に来ていない。来ても幸い都市を避けています。気象災害では台風が一番大きいのですが、このところ台風災害がないためそれを考えないで都市化を進めています。周期的にまた多くくるようになることも考えられます。そうなるとこれまで考えられなかったような大災害となる危険性があります。

一方、台風はこないけれども集中豪雨は多くなっています。昨年7月7日静岡の場合は、何百年に一回という大雨を記録しています。新幹線でも都市でもそんなにたくさん雨の降ることまで考えて設計してはありませぬから大きな災害となるわけです。将来の見通しになりますが、ここ当分は台風の災害よりは集中豪雨による災害といういつどこで起るか分らない自然条件になってきています。それだけに対策が難しくなってきたと思っています。それと、いま討議しているのは都市化による災害ですが、これと反対に過疎の問題も重要です。過疎地は山林にしても河川にしても手当てがされていない。金をかけても効果ないからやらない。やらないために山崩れが起きるとか、鉄砲水、でやられたりすることが非常に多くなっています。これともう一つ、地震があります。これについては後程また述べさせていただきます。

塙 交通の分野でみますと、巨大化とばうのと、もう一つは大量化の面が現象としてみられます。例えば巨大化の議論は輸送の効率化という経済性と切離せないものです。ジャンボ機とか新幹線とかは巨大化と同時に高速化が付随してきます。タンクローリー、大型バスや海上コンテナのトレーラー輸送も挙げられます。これが輸送の災害を数的には少なくしたかもしれませんが、社会問題化させています。

もう一つの特徴は都市化と密接な関係があるのですが、大量化——自動車のはん濫があります。

これが交通事故の多発と公害を起しています。一応公害は災害の面から除外して安全面に絞ってみましょう。環境と自動車交通との適合が十分行われていないのが一つの大きな原因だと思います。

それから、今、交通事故は頭打から減る傾向にあります。これは交通安全意識の普及と、交通需要の伸びの鈍化に加えて、安全施設の充実が原因といえましょう。

今津 都市化と巨大化——先程大量化という一つの見方もありましたが、都市化とか巨大化は300年前にさかのぼります。江戸の町造りは100万を超える規模で行なわれました。この結果、八百八町を焼尽すような大火が続いたわけです。安全技術を置きりにした都市開発の姿がそこに示されています。明治になって新しい意味での都市造りも行われたがこの傾向は相変わらず続いてきました。関東大震災、戦災というこれまた絶望的な巨大化した災害となりました。消防白書でみても昭和32年ごろまでは一市街地を焼尽すような大火の記録が毎年続いています。年間の火災による損害額も当時の金で300億円を超えていた。それが32・3年ころから200億円台に下がったんです。大火の記録というのもポコッとなくなったのが、この年です。これは町造りという面か、あるいは消防という面か、ともかくバランスがとれてきたと考えたいと思います。

そう思っているうちに今度は町造りのなかに新しい技術が出てきた。霞が関ビルに始まった超高層ビルの建設です。一棟だけでも巨大化された災害を招くかもしれない対象物が出現してきました。これに対する安全技術をどうするかを今やっているわけです。昨年ブラジルのサンパウロ市の百貨店火災のフィルムを見ましたが、30階建ての建物が30分ぐらいで火の海になってしまう。こういうのを見ると、日本では起らないという保証はありません。いろいろと対策は立てていますが、はたしてこの程度で太刀打できるのかどうか見当が付きません。

根本 昭和32年という年はどういう年なんですか。

今津 特別のことはありません。それまで毎年あ

った大火の最後に魚津が記録されています。それからあとは小さな町とか地方の村で、2・300戸の火災までになっています。

根本 社会的な要因とか自然的な要因というものはどんなんでしょう。

会津 やはり消防力の整備が進んだということと、それから戦災復興都市というもののバラックが本建築に変わった、そうした効果だと考えています。

司会 高崎さん、損害保険は災害と切っても切れない関係にあります、保険の面からいって、災害の巨大化とか、災害の変せんについて何かありますか。



紺野氏

高崎 航空機や船舶の巨大化、あるいは産業の巨大化という点では、損害保険は危険の大型化にどう対処するかという問題を、再保険という形で解決してきました。何十億、何百億という損害を一保険会社でカバーすると、うっかりすると会社がつぶれかねない。そこで再保険という形で危険を多くの保険会社に分散するわけです。この再保険なしに今日の損害保険は考えられないほど、全世界的な広がりをもつ仕組みになっています。羽田で落ちた航空機のために、アメリカの保険会社が保険金を支払うというようなことが、しょっちゅうあるわけです。ですから、損害保険の分野では、巨大災害に対応して見事にこれを解決しているといってもいいと思います。

それから、保険の面で特徴的なことといえば、社会の変遷にしたがって、保険種目別の構成比が著しく変わったことです。昭和25年には、火災保険が全体の71.4%、海上保険が20%、運送保険が4.8%で、自動車を含めた新種保険はわずか3.8%でした。これが、45年には自動車保険だけで22.9%、自賠

責保険が34.2%で、実に自動車の保険が合計で57.1%と、損害保険全体の半分以上を占めるようになりました。これからも種目別構成比は、変わっていくと思います。賠償責任保険や傷害保険などの、業界で新種保険といっている分野の伸びが予想されます。

2 各論

司会 それでは各論に入りたいと思います。まず大型化するタンカーの災害から始めましょう。タンカーについては、本号のインタビューで水先案内の側からお話をお聞きしていますが、それとは別に、昨年秋の東京湾での第十雄洋丸の衝突事故の問題からご検討いただきたいと思います。

今津 あの現象を見ていると、ともかく黙って放っておいたら1か月も燃えるかもしれないという巨大化された災害——それがはるかかなたの洋上でなしに都市の目と鼻の先で起きている。そこに問題があります。

秋田 やはり大きくなったということがいろんな点で影響を持っているんですね。積んでいる中身が多いし、それから操船が難しいし、いろいろと困難な問題を含んでいるんですね。大きな船で運ぶというには、そういうものを運んでも大丈夫だという裏付が必要だと思うんです。先程の生産技術と安全技術の調和の問題は、ここでも出てくると思います。ところで、この問題で考えなければいけないのは、災害は必ず発生、拡大、効果の順序を経て起きるということです。発生を防ぐのを予防、拡大を防ぐのが制御、効果を防ぐのが防護、といったんですが、これを踏えて対策を考えなくてはいけない。タンカーを例にとれば、航行の規制とか、入れないとかいうのは予防でしょう。でも予防だけじゃ十分でない。わずかな確率でも、それが拡大、効果に及ぶということは当然ある。これの対策というのは予防とは種類が違う。ひとたび起きてしまったらどうするか——その両者について十分検討していないと問題が残ってくるわけです。

このごく当り前のことがいろいろな理由で十分

に行われていないような気がしますね。もちろんコンビナートに近いほうが船を入れるには有利なことは分っているわけです。といて、タンカーが入るようにしてしまうとほかへの影響が多く出てくる。この兼合いの問題がタンカーとコンビナートに関しては考えられると思います。東京湾みたいな所へタンカーを入れないほうがいいのか、入れるほうがいいのか、そうした問題に関しても予防から防護に至る対策が十分かどうかにかかると思います。

司会 その入れないという議論で、中継基地を造ってそこからパイプラインで持ってくるという考え方があります。最近の国土庁の構想もこれに近いようですが、93号で根本先生の司会された「変ぼうする災害」の座談会で、合化労連の近藤完一さんが「CTS（石油の中継巨大貯蔵基地）から輸送パイプラインを引くのは経済的だが、これまで世界でパイプラインを引いたのは地震のない所ばかりだ。日本のような地震のある所では危険だ…」と警告されていますが……。

秋田 結局、そのどっちをとるかは、船のほうが危険が少ないか、パイプラインのほうが危険が少ないのか、その問題になると思います。いずれにしても運ばなければならないのですから、より安全な方を選ぶということでしょうね。

会津 タンカーもそうですが、昭和42年の夏に新宿駅構内で起ったジェット燃料の火災。これなんかは都市の中にそうした危険物が大量に持込まれた新しい災害です。生産過程というのではなく、通過とか運搬とかいう形で持込まれた時に起きた災害で、こうしたことは今後ますます大型化してくるんじゃないでしょうか。

秋田 タンカーとかタンク車とかタンクローリーとか、つまり輸送に伴う災害、これに関してはパイプラインを含めて、ここはこういうもので運ぶのが一番いいということをはっきり決めるべきだと思います。例えばローリーにしても、ガソリンが入っているものは都市の中は運ぶとか、ローリーよりタンク車が安全ならタンク車にするとか。どっちが安全かということをよく考えて、それを

やるならキチンとやるべきだと思います。

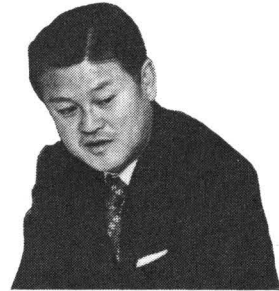
今津 どっちが安全かよりも、どっちが危険が少ないかですね。

秋田 まったくその通りです。

塚本 その点は確かに野放しのような形ですね。ああだこうだ、といているだけです。やはり一番大事なものから問題を考えていかなければいけない。その点ビルの防災にもありますね。

司会 ビル火災ですが、最近雑居ビルの被害が目立ちます。また不特定多数の人の集まる百貨店とかホテルとかの災害も多いのですが、その辺からビル火災の問題を分析していただきたいと思いますが…。

今津 都市が立体化してくると区分所有という形になる。土地の効率的な利用ということになるんですが、問題はお互いの守備範囲でどれだけの責任を果たすか——防火管理の問題が大きなウエイトを占めます。一人の無責任な行動がすべての秩序を破壊してしまうわけです。



今津氏

先年の大阪・千日前ビルの火災でも7階で数多くの方が死なれている。自分たちがなぜ煙責めにあってこれだけ苦しい目をするのか——死んだ方はその原因を知らずに亡くなられたと思うんです。2階、3階、4階の火災で7階にいる自分らが死ぬとは夢にも思っていない。もっと身近な所で発生した火災だと思っていたことでしょう。このように管理体制の異った幾つかのものが入ってくると、どうしてもそういうところに問題が移ってきます。人の災害というものを中心に考えた場合、その恐しさがひしひしと感じられます。

高崎 ホテルとかデパートなどの災害についてはやはり避難誘導ですね。実際の場合、どの程度に

実行できるかということに大きな問題があると思います。

今津 不特定多数の人が集まるビルというと日本ではデパートが代表的ですね。東京のデパートの瞬間的な密度というのは正直いって分らないんです。計る方法がないものですから、私どもは各出入口全部に係員をはりつけて、入った人と出た人とをある単位でとって、その差引きで何人いたかというのをやっているんですが、それが多しと思った所が案外少なくてとんでもない所が多かったりで、なかなかつかめないんです。ともかく滞留人員の一番多い用途であることは確かです。そこに何か起きた場合、火災で死ぬんじゃないか、これも怖いわけですね。そこでちょっと突飛なことですが、定員管理はできないだろうか、という発想が出てきたわけですね。

司会 定員制の問題は非常にユニークだと思うんですが、もうちょっと詳しく…。

今津 私は防災ということを考える時、どうすれば安全なのか——という点から、危険と思われる要素を一つ一つ除去していくんです。そうした意味から百貨店の場合、そこに人が集中しすぎているから危険だということになる。具体的にいいますと過密な所と過疎の所がフロアで分れている。貴金属売場とか高級呉服売場は押し合いへし合いしていない。ところが地下の食料品売場とか、上階の特売場など大衆用品売場はたいへんな混雑です。国鉄ストで階段規制をターミナル駅でやりますが、あれです。過密な所は階段の所で押えられないか、ということですね。

塚本 エスカレーターでどっとやってくる。

今津 そう、エスカレーター、エレベーターなども含めた規制ですね。

秋田 私もこの問題にはそれに近い意見を持っています。ハードで全部をカバーするという考え方は基本的に無理のような気がしますね。もちろんハード面では最善を尽さなければいけない。しかしそれでも災害はなくなならない。そこにいろいろな人間とのからみを入れて考えてみる必要がある

と思いますね。

塚本 経営者は省力化をねらって、ハードの面に力を入れている。そんなところにすぎができてやすいと思いますね。例えば釧路オリエンタルホテルの火災の場合をみますと、深夜客が寝込んでいる時が一番大事な時ですが、守衛は一人しかいなくて、仮眠してしまっていた。しかも報知機のベルを止めていた。起きていたフロント係からの知らせで電話交換手が火事を知り、アナウンスした。守衛はこれを聞いているが、何をいったかはつきり分らなかったという。ハードの面を厳しくすればするだけソフトの面にウエイトがかかる、という考え方を植えつけなければいけない。



塚本氏

高崎 仕事上よく出張して地方のホテルに泊まりますが、廊下に非常口の方向が書いてあり、非常口にはライトも付いている。ところが、その非常口が施錠してあって開かないんです。緊急事態の場合には、屋外の非常口の先がどうなっているか、これが一番大きな問題だと思うんですが、どうもまだ形造って魂が入っていないという感じです。

塚本 最近韓国で火災による惨事が続きましたね。あれは日本の悪い点を真似しているんじゃないかと思います。日本の場合と同じくビルはどんどん大きくなり高くなる。そしてなんでも商売第一——というところに問題の起きる背景があるのではないかと思います。

今津 実は韓国の消防法施行令は日本のそのままなんです。それでああいう結果が出ている。とすると今、東京で大事故がないというのは偶然なのか、あるいは何か肝心のところが一本抜けたから韓国はああいうふうな事故となったのか。ギリギリとしているんです。

塚本 ブラジルの場合は、聞くところによると、

木材の多いところから家具全部は木材だそうです。内部に可燃物が多いこと、そして防火区画の規制が十分でないように聞きます。だから防火対策の一番基本のところから問題があったとみられるのです。

高崎 先日韓国の保険会社の東京駐在員の方が、損保業界としてどういう防災運動をやっているのか、と聞きにこられました。あちらではビル火災が多くて保険会社は大変だという話をされました。やはり経営者や建物の保管責任者の防災に対する意識が日本に比べると低いんじゃないか、という話も出されていました。



高崎氏

秋田 そういう意識の違いはどこから出ているんでしょうか。国民性とか気候風土とか。

塚本 それはよく分かりませんが、のんびりムードで生活しているわけにいかない社会情勢、要するに過密の中での駆足生活をしている。日本では大きな事故の度に報道関係がやかましく書きたてるなどのことから防災の関心ができてくる。韓国では取材さえも制限するような状況と聞いています。こんなところに違いができるのではないかと考えるのですが。

塙 交通事故の場合は要因が多様です。その個々の要因をつぶしていく努力というのが確実な対処の方法です。安全とは金のかかるものですが、なかでも人の知恵を多く必要とします。まず自動車に対する意識が根底にあって、これに対して安全をどう価値づけるかという問題といえましょう。石油危機以後、自動車に対する意識が変わった。世論が安全に対する国や自治体の強い規制策に対して反対が少なくなってきた。このことが事故の減少に効果を上げた、と私は理解しています。

高崎 車自体に装置をしてスピード規制をするようなことは考えられませんか。

塙 夢としてあげれば、自動車のスピードを場所ごとに他動的にコントロールするという方法もあり、技術的にも一応検討されています。

秋田 自動車事故にしても、自殺しようとしてセンターラインを越えてくるなんていうのはどうやってもダメですね。それまでやったら戦車にしなければならぬ。

塙 アメリカではそのような戦車を安全車と呼んでいます。日本でも80キロでぶつかっても大丈夫という安全車の研究をしています。安全というのを広く考えると限りない。

秋田 そういうことをしたら社会に迷惑がかかるんだ、ということを経験することもソフトの一つの問題だと私は思っています。

塙 自動車の場合、車を持っている人、利用している人と被害者が同一人であることが多い。別のいい方をすると、総論賛成、各論反対というのかごく当り前のことがあります。危険な車はどこそこを走れと道路を指定したとすれば、その沿道の人は必ず反対します。自動車の安全問題なり公害問題を解決する最後の決め手は、国民の本当の意味での合意——コンセンサスを得ることですが、今の社会制度の中ではたしてこれが可能かということ。

高崎 保険のほうではバイクの強制保険は義務づけられているのに普及率は50%ちょっとです。実際には半分近くは無保険者です。ドライバーの意識の中に賠償責任の観念が薄い。法律的に付けなければならないのに付けていないという実態です。

司会 根本先生、昨年秋飛騨川のバス惨事に対して、控訴審で「道路管理の責任」が問われておりますね。あれは安全という面からは非常な進歩と思うんですが…。

根本 飛騨川事故は自然的な条件からいっても災害の起る潜在可能性が最近是非常に大きくなっていることだと思うんです。

自然的な条件でも台風は監視し予報を出して警戒できますが、集中豪雨となるとこれがうまくい

かない。予想のできないような大雨が降る。つまり災害の潜在可能性が非常に多い。

しかもレジャーで災害を受けることが多くなってきています。飛騨川のような場合だけでなくゴルフ場で雷に遭うという例もある。レジャーはどうしてもやらなければいけないというものではない。そういった意味で、人間の側も自然の側にも災害の潜在可能性が多くなってきています。

塙 飛騨川事故は地すべりは不可抗力の現象であり、責任の有無はその事態を予測して通行止めをするかしないかという二次的手段を講じたかどうか、ということになってきています。これは技術的にはかなり難しい領域だと思うんです。

根本 遊び方に多様性がなくなってきた。ディスカバージャパンなどといって、皆同じ遊び方をやる。ある所は人がいっぱいになり、車でいっぱいになる。こうしたゆがみによる災害が多くなっているんじゃないでしょうか。多様性 (diversity) というものがなくなってきた、そのために災害も非常に大きな形で起きるようになってきています。



根本氏

秋田 その点目的がレジャーであるということはいさぐさ考えないで、バスによる輸送の問題として捕えるほうがいいんじゃないかと思いますがね。つまり輸送が不十分ならそれによるレジャーをやめるのが本当だと思うんです。

根本 おっしゃる通りなんですけれども、私のいうのはレジャーをやっていて災害を受ける機会が多くなったということです。レジャーをやったからいけないとかいうことではないんです。

今津 飛騨川の場合、あそこに人がいなかったら災害とはいわなかったでしょうね。ただの山崩れだけだったら自然現象としてかなり起きている。だから、これは最初の問題の巨大化による災害と

いうことになる。昨年は多摩川で堤防決壊による住宅流失の事故がありましたね。あれでも多摩川の旧河川敷に人が住んでいなかったら災害じゃなかったと思うんです。その点、昔の人は安全という投資をしていました。ムダという投資をして安全を買っていたんだと思うんです。あるいはそれがムダじゃなかったのかもしれない。その必要性がなかったからそうだったかも知れない。

ともかくこれがだんだん過密化してきてそうぜざるを得ないようになってきた。だから同じ現象でもある時期になったらそれを災害といわざるを得ない状況になってきた——そんな気がするんですけどもね……。

塙 災害のもとになる自然現象は常にあるんだが、それに巻き込まれる比率が急激に高くなった。

秋田 だからそういう所には人を住ませないほうがいいんじゃないですかね。その辺がすべて野放しになっている。先程の百貨店の問題にしても定員制を実施すべきでしょうね。

塙 建物の定員はないんですか？

今津 ないですよ。

秋田 そうなのを法規制でやるか、自主的にやるか、手段は別ですがやるべきでしょうね。

今津 そうなんです。私は法規制という意味じゃないんです。それと定員がないか——と今いわれましたが、これを追っていくと住宅に定員はないのか、ということになるんです。6畳に何人も寝ていて焼死んだという悲劇も定員はないのか、という問題になります。我々が役所の目で追い切れる問題じゃなくなってきました。

それともう一つは、定員ということを追っていくと、一番の障害は鉄道です。通勤電車のあの過密をどうしてくれるのか、各車両にはちゃんと定員というのが書いてあるじゃないか——この二つの両極端に行きついてしまうわけです。

司会 もっと大きくいうと、都市の定員ということになりますね。(笑い)

塚本 昭和10年に役所に入った時、若い人たちに東京の過密化対策を考えろと金がでてプランを作ったことがあるんです。不燃化という問題が出て理

想的な都市を造るのにはというので、結局大学と工場を郊外都市に移し、公園、広場などを各所に造る。それと併せて路線甲防をもっと強化させたら…という計画を造ったことがあります。その時でさえそういうことが問題になった。

堀 私は大学を出て東京都へ入って将来の東京の想定をやった。当時戦災で東京には150万人ぐらいしかいなかったが、200万人が適正規模であったように記憶しています。

3 地震

司会 それでは「あすの防災」というテーマの中で、大きなウエイトを占める地震の問題へと移りたいと思います。

根本 今世紀の終りまでに大きな地震が起きるか——という問いを出されたら「起らない」という学者はほとんどいません。20世紀の終りまでには、東海道のメガロポリスといわれる所とか、日本海側になりますと、地震はローカルな福井地震とか新潟地震というような形をとるわけですが、そうした地震は起らない…と断言できる人はいないと思います。でははたしてそうしたことに対する準備を十分考えたうえで都市化が進んでいるかどうか——という点、この点は非常に心配なのです。

今津 確かにそうですね。最近の超高層ビルにしてもどうもはっきり分らないんです。ということは、東京で体験した地震は十勝沖などのように遠くの方の大地震ばかりでまだホンモノを受けていません。最近の研究でいろいろ動的な解析もやられ、十勝沖地震の時も大体予測した通りにいっているということなんです。やはり関東大震災を経験した丸ビルとかオールド海上などの30mクラスと違って、超高層は未経験だけに私どもとしては不安です。

根本 私は1964年にアンカレッジで大地震があった直後そこへ行行ったんです。やはり超高層ビルが倒れるんじゃなくて壊れているんです。日本の場合はどうか知りませんが、地盤の悪い所に造ってあるビルは壊れると思います。

秋田 建物が壊れるか壊れないかの問題ですが、もしそんなに簡単に壊れるというのであれば、これは放っておけない問題です。設計上はどこまで耐えられるようにできているかということなんか公表していいんじゃないでしょうか。



秋田氏

今津 普通のビルの場合、少なくとも関東大震災という実物実験をやっています。しかもそれから今日まで技術的には格段の進歩をしています。今までの観念からしますと、ビルにいる時に地震があったら表に出たら危ないから中に逃込もうと私たちは考えています。ただ建物個々でいうと、正直いって、設計の時にあるいは施工の時に失敗があり、地震が起きると、あそこは大丈夫だったかな——と思うことがあるようです。ほかの人は知らないから安心しているのですが、多くの建物の中にはそうしたものもあるのではないですか。

司会 地震の時はビルの中のほうが安全だ、外は危ない——というのは私たちシロウトでも思います。それに最近の建物は三菱重工の爆破事件でもクローズ・アップされましたが、窓ガラスの問題をかかえています。

今津 ガラスの問題については三菱重工事件のあと検討しました。三菱は爆弾でガラスはもちろんコンクリートまで壊したので論外ですが、地震の場合はゆれる方向で、ガラスは構面内の変形と構面外の変形が起ります。アルミサッシはガスケットのゴムをかませないとはまらないようになってきます。ガスケットをかませると大体20mmからもう少しの変形に耐えられます。関東大震災の時の丸ビル辺りの窓の変形というのはこの程度です。そうすると大体その程度ならついていけるだろうということ。ところが、現在のビルでも全部がアルミサッシというわけじゃない。昔からのス

チールサッシに入った、しかもパテ止めされたのがたくさんあります。これが一番弱い。ついていられないんです。それともう一つは、おかしな話ですけれども、上げ下げするとか、開け閉めすると「窓わく」との間の遊びがあるんです。それが変位を吸収してくれるわけです。ところが、はじめろし窓（取外しできない取付け窓）になるとこの吸収ができない。だから、いま怖いのはこの「はじめろし」と昔ながらのパテ止めの窓、この場合のガラスはやられてしまうと考えられます。

塚本 今だいたい厚さ3mm以上は使っているでしょう。

今津 三菱重工の場合ですと、周辺の丸ビルが3mm、その他は大体6mm、なかには強化ガラスを使っているのもありました。

塚本 新宿副都心のある超高層ビルは1階がはね出しているところがありますよね。あれはいいですね。ガラスの場合そんなに遠くへは飛ばないから、1階を少し出しているだけでいい。ノッペラ棒のビルを見ると大丈夫かなど不安に思う。

司会 公団住宅などはどうなっていますか。

塚本 高さ31m（11.2階）までは3mm、それ以上45mまでは5mmです。

学生からも「ガラスよりもカーテン・ウォールごと落ちませんか」と質問されることがありますね。「オレは知らんよ。どんな施工してるんだか…」と逃げちゃうんですけれどもね。

今津 それからもう一つ、ビル自体は壊れなかったが、中にいた人が極度の不安に陥るほど揺れたという問題があります。人が立ってられないほど揺れたのに、それでも壊れなかったからいいと言切れるかどうか——。そういう面から今の超高層は地震に対してどのぐらい安全なのか、という問題があると思います。十勝沖地震などの経験だと最上階のほうは相当揺れたようです。

塚本 実際、東京の場合、関東大震災以後経験をしていないだけに何が落ちこちるかなんていえたものじゃない。

塙 自動車の場合もあくまで推定なんですけど、震度6ぐらいだと走れなくなるでしょう。それから

その後の二次災害の問題で、ガソリントankとしての自動車の問題がクローズ・アップされます。避難する人の通路としての道路空間を自動車がどれだけ邪魔をするのか——ということもあります。そのかわり揺れが終ったあとで、物資輸送とか、都市を救うという時になると、道路しかない。まだ動ける自動車がその任を果たす——つまり地震に対して自動車はきわめて複雑な機能が考えられます。自動車の持つプラスの面、マイナスの面が



塙氏

実感としてつかみきれないというのが実態です。

今津 自動車での避難となると、警視庁の範囲ですが、確かに自動車で逃げると思います。しかし、逃げて100mといかないで走れなくなるでしょう。交差点でかみ合ったら動きがとれません。いったんかんでしまったらもう終わりです。

塙 自分の所有物だという気があるものだから、キーを掛け道路に放置する事態は避けられない。それを前提にすべきだというのが一つの結論でした。

秋田 地震の時に自動車で逃げるというのはどういう人でしょうかね。勝負はもっと早いんじゃないですか。

今津 現在車に乗っている人しかないでしょう。あとは地震が一段落してから荷物を積んで逃げる…。先程サンパウロの火災のことを申し上げましたが、あの時の映画を見ますと、消防隊の到着が遅いんです。その理由を聞きましたら、あの火柱を見て天変地異だ——というんで車で郊外へと逃げ出した人が多いんです。消防隊はその波にぶつかって入れなかったということです。これは地震の時の一つの姿だろうと思います。

司会 コンピナートの場合、地震に対する考え方はどうなっているんですか。

秋田 今、地震対策はいろいろな委員会だの審議会などで検討されていますが、私は工場の施設が特に大きな地震で壊れるのは致し方ないと思います。問題はこれによる二次的な被害を防ぐことです。それともう一つ、工場内に被害を限定するということです。先程の話の巨大化の問題がこれからんでくるわけですね。

司会 ダムの決壊などという事態は考えられましようか。

根本 昔に比べてダムの数は多いですね。ですから可能性は大きいでしょう。もちろん地震の規模にもよりますが、一つや二つはやられると考えた方がいいんじゃないでしょうか。

今津 あの奥多摩湖のダムが決壊したとしたら、和泉多摩川の堤防決壊どころの被害ではなく、上流のほうが全部やられてしまいます。ダムが地震に安全かと聞かれたら、土木の方は、私がビルは安全だと答えるように「安全だ」とおっしゃるでしょうね（笑）。

4 まとめ

司会 いろいろと結論的なお話も出てきておりますが、だいぶ時間も経過致しましたので、ここらで一言ずつ「あすの防災」に対する考え方とか提言をお願いして、しめくくりにしたいと思います。

秋田 一般的なことで恐縮ですが、災害というのは各人が危険について一度でも考えておけばかなり減るだろうと考えています。つまり自分の住んでいる所、自分の職場、その他自分の身边でどんな危険があるかということ、頭の中だけで良いから一度考えておけばかなり災害は減る—ということを申上げておきます。

根本 私は特にまとめということではないんですが、一つは大きな地震がきた場合、先程からお話に出ているように震度6以上だと揺れている間は動けません。地震の対策はこうしろああしろといろんなことが書いてありますが、大きな地震ではできません。動けないからじっとしている間に何を考えるかということが、非常に大事になると思

うんです。その時に火災に対する考えとか、次の行動を考えることが大切だと思います。

それと、毎日の生活で地下鉄とか地下街を利用する割合が増えています。地震が起きると停電で真っ暗になるでしょうし、天井が落ちてくるという危険もある。こういう対策が十分になされているかどうか—そこらを早急にやってもらいたいと思います。

堀 私は自動車—なにも自動車と限りませんが、を買う時に、まず安全ということを経済との対比で考えるということです。安全を金に換算して経済評価してみるという習慣をつけるということを提言します。

今津 今の環境、社会というのは雑居ビルと同じだと思うんです。雑居ビルをそのまま移したのが我々の住んでいる社会だと考えます。雑居ビルの場合、お互いの責任を果し合おうじゃないか…と先程申しました。これは先程ハード、ソフトの問題でハードだけでは追切れない、という話が出ました。このどうしても補えない点をソフトの面がカバーする。これが最後の行きつくところの防災だと思います。

塚本 地方を歩いてみて、防災に対する一般的な関心というのは昔よりかなり高くなっているのは感じます。ところが大都市などをみると、それ以上に危険な環境が増えています。一般的な防災への関心はあっても、では、非常の時にどうするか、ということになるとかなりあやふやなんです。ですから、火災に対しても起きたらどう戦うかというところに焦点を置き、対策を考える。起きてしまったらどうしても手がでないというなら、では起きないためにあらゆる処置を講ずるようにする。というふうに応用するようになっています。

高崎 損保業界では一貫して各種の防災事業を進めていますが、先程も話の出ました家庭における危険はどういうものだ、ということを知りさせて、それに対してどういった対策を必要とするか、ということをいろいろ媒体を使って徹底させていきたいと考えております。

司会 どうも長いお時間ありがとうございました。

LNGの危険性

前澤正禮

1 LNG

LNGとは液化天然ガス(Liquefied Natural Gas)の略で、メタンを主成分とした天然ガス中にわずかに含有されているダスト、油分、硫黄化合物、水および炭酸ガス等の不純物を除去したのち、数段の圧縮と冷却工程を経て、これを -160°C の超低温で液化した無色、透明の液体のことである。

従来、主として原油に随伴して産出していた天然ガスは、石油のように容易に輸送と貯蔵ができないために、産出地付近の極めて限られた地域で使われていた以外は、その大部分が大気中に放出されていた。近年の低温に関する多くの技術、特に液化技術の進展と超低温用材料の開発が顕著に進んだために、大量の天然ガスを産出地付近で精製し、液化して、これをLNG専用船に積載し、需要地に海上輸送することが可能になった。これに加えてLNGは今までのエネルギー源と比べて、公害の源となる硫黄分が全く含まれていないので、清浄で無害な新しいクリーンエネルギーとして脚光を浴びるに至った。

このLNGの原料である天然ガスの埋蔵量は1962年には $15 \times 10^{12} \text{m}^3$ であったが、1973年には $58 \times 10^{12} \text{m}^3$ に達し(図1)、このうち生産されている分は、その約 $\frac{1}{40}$ の $1.4 \times 10^{12} \text{m}^3$ である(図2)。最近のガス田探索および掘削技術の発達は目覚ましいものがある

り、増大の一途をたどるエネルギー需要に応えるために、新しいガス田の発見と確認されたガス田からの天然ガスの生産量の増加の可能性は極めて高く、LNGが全エネルギー源に占める地位は環境保全の要請と共にますます増加することは間違いない。

* 1900年ごろまでは水素、窒素、酸素、メタン等は臨界温度が低いので、液化することが難しかったので永久ガスと呼ばれていたが、現在では液化できないガスはなくなった。

** 石油の埋蔵量は1973年には $99.8 \times 10^{12} \text{kl}$ であり、そのうち生産量はその $\frac{1}{40}$ の $3.2 \times 10^{12} \text{kl}$ であり、埋蔵量の大幅な増加は期待されていない。

2 LNGの性状

LNGは低分子炭化水素の混合物であり、その組成は原料の天然ガスの組成、液化方式および液化条件などによっていくぶん異なるが、その主成分はメタンであり(表1)、その性質を共存する炭化水素と共に表2に記し、各種天然ガスの熱的性質を表3に記すが、実用上にはLNGの性状は純メタンの液化したものと同様に考えて差支えない。

3 LNGの火災危険性

LNGは常圧下で、約 -160°C の超低温に保持されている可燃性の液体であるために、その大量取扱に際しては、その安全性を確保するにはその漏洩の防止に最大の努力を払うことが必要であるが、万一の漏洩によって起る危険性として、火災、爆発の危険性の評価とそれに対処する危害防止策を検討し、それに対応する対策をあらかじめ考察しておくことは、極めて重要なことである。そしてLNGから発生するメタンは毒性のない窒息性ガスであるので、漏洩した時の人体に対する影響としては酸素欠乏の危険性を考慮する以外に毒性に対する配慮は不要である。またLNGから発生した冷たい天然ガスによる凍傷を始めとする低温傷害も考えられるが、後述のLNGの気化によって生じた霧の中の温度は 0°C 以下になることはないので、急性の低温傷害の危険はない。

LNGの輸送、貯蔵およびその取扱は常圧のもとで行われるために、高度の断熱構造が施されてい

図1 天然ガス埋蔵量(1973)

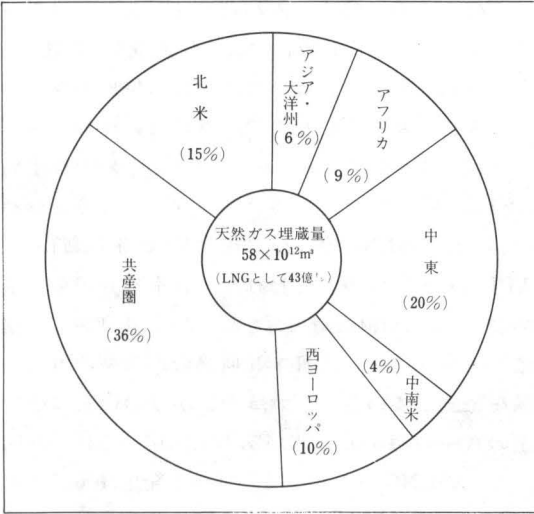


図2 天然ガス生産量

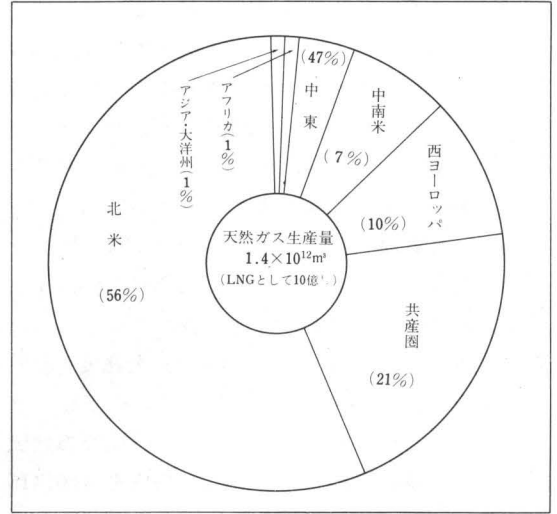


表1 LNG組成

ガス団	液化基地	受入国	組成 [%]					
			N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
アンパ(ブルネイ)	ルーマット	日本	0.1	88.1	5.0	4.9	1.8	0.1
キナイ(アラスカ)	ニキスキ	日本	0.3	99.6	0.1			
ハシルメル(アルゼリア)	アルズー	イギリス	0.3	86.2	9.7	2.7	1.0	0.1
"	"	フランス	0.7	87.5	8.3	2.4	0.9	0.2

る貯槽、設備が採用されているが、外界からの入熱を完全にしゃ断することはできないので、これらのもの、特に貯槽の圧力は上昇する傾向にある(メタンの蒸気圧は0℃において216気圧である)。したがってこの上昇する圧力を開放するために貯槽内のガス(時には液体)を貯槽外に移し、貯槽内は大気圧より若干高い圧力(水柱の300~1,000mm程度)に保持されている。このために貯槽内に外界の空気が流入することはなく、貯槽内の空間に

可燃性混合比ができることはない。一方貯槽外に移されたガス(ボイル・オフ・ガス Boil-off Gas)はLNG船にあっては船の運航用の燃料として用いられ、陸上設備では、これを都市ガスに混入してその一部としたり、工場内の各種燃料源として用いられている。LNGおよびこれから発生した超低温ガスと接する容器、配管等の材料は低温によって脆化しない9%ニッケル鋼、アルミニウム合金が使われている。

表2 LNGの主成分の性状

	メタン	エタン	プロパン
分子式	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈
分子量	16.04	30.07	44.09
沸点 [°C]	-161.5	-88.6	-42.2
液比重(沸点において)	0.425	0.550	0.580
蒸発潜熱 [cal/g]	122	117	102
燃焼熱 [kcal/g]	13.27	12.40	12.03
爆発限界(空气中) 上限[%]	15.0	12.4	9.5
下限[%]	5.0	3.0	2.1
自然発火温度 [°C](空气中)	537	515	466
温度下限界 [°C](近似的引火点)	-187	-130	-102
ガス比重(15.6°C, 空気=1)	0.554	1.638	1.522
臨界温度 [°C]	-82.1	32.3	96.8
臨界圧 [atm]	45.8	48.2	42.0

もし、なんらかの事故によりLNGが断熱された各種容器より漏洩した場合には、周囲から多量の熱を吸収し、急速な蒸発(気化)が起り、元の天然ガスに戻る。この場合1容のLNGが完全に気化すると約600容の天然ガスになるが、この時の蒸発速度は漏洩したLNGに与えられる熱量によって左右されるので、一定ではない。漏洩LNGの蒸発

表3 各種天然ガスの熱的性質

LNG	ガス密度(g/l)		液密度(g/l) (沸点で)	蒸発潜熱(cal/g) (沸点で)	燃焼熱(Kcal/g)
	0°C	沸点			
ブルネイ産	0.829	2.030	465	118	13.00
アラスカ産	0.716	1.753	415	122	13.27

に使われる熱は地上設備では地面、コンクリート等の周囲の物件からの熱がその主体であり、LNG船の場合には海水からのものである。そして両者に共通しているものとして周囲の大気および太陽からの輻射熱があるが、大気からの入熱と太陽からの入熱はあまり大きなものではない。

地上にLNGが漏洩した場合には、LNGと接した地面は急速に冷却されるために、LNGへ移行する熱量は時間の経過と共に急速に少なくなる。したがって漏洩当初の3～4 mm/minの蒸発速度（液面降下速度）は数分後にはその $\frac{1}{10}$ 程度に低下して²⁾落着くが、この際の蒸発速度の推定は、地面の熱伝導率をK、熱拡散率を κ 、LNGの密度を ρ (0.415 g/cm³)、蒸発熱をL (138cal/g)、地面とLNGとの温度差を(T_g-T_i)とし、tを経過時間(sec)とした時、蒸発率Vは次の式で表わされる。

$$V = \frac{K}{\rho \cdot L} \times \frac{(T_g - T_i)}{\sqrt{\pi \cdot \kappa \cdot t}}$$

LNGが水上に流出した場合には、その流出量をW (kg)とすると流出域の最大直径(m)は $2.48 \times \sqrt[3]{W}$ で表され、その大部分が蒸発してしまうまでの時間(sec)は $1.92 \times \sqrt[3]{W}$ で表されることが実験的に定められている。したがって比較的短時間に蒸発、気化してしまうが、この場合地上の場合と異なり、LNGに接した水面が凍結することはない。

大気中に漏洩したLNGから発生した冷たい天然ガス（大部分はメタン）は空気より1.5倍くらい重たいので、すぐには上方に拡散せずに、それが温まるまでは地表上に沿って風と共に流れて拡散していくが、この過程において冷たい蒸気は周囲の空気との混合と地面からの入熱によって混合気の比重は次第に小さくなり上方に立昇るようになる。この限界は周囲の空気の温度、風速および地面の温度等によって定まるが、空気中の水分は冷たい蒸気によって凝縮して霧となるので、この霧の動きによってガスが拡散してゆく状況を目視することができる。この現象は低温液化ガスの特徴であるが、LNGの場合には特に顕著である。そして今までの多くの実験の結果からこの霧となっている部分が全部可燃域になっているわけではなく、こ

の霧の中のある部分のみが可燃域となる。可燃域の広がりの状態はLNGの漏洩量、蒸発量、風速、風向変動および気温をはじめその他の気象条件によって大きく左右されるので一概にはいえないが、可燃域の広がりの推定のための実験が、米国鉱山局、NFPA、米国ガス協会、ガス・ド・フランス等で行われ、海上へのLNGの流出に対しては、米国鉱山局、API、シエル社等で行われた。日本でも安全工学協会、日本瓦斯協会等で行われており、本年夏にも通産省の依頼によって日本瓦斯協会が大型の野外実験を企画している。可燃域の広がりの推定には坂上の式¹⁷⁾、パスキールの式¹²⁾が基本的に用いられている。

万一のLNGの漏洩事故に伴って発生する二次災害を防ぐ防災対策は漏洩の検知である。既述したようにLNGの漏洩は霧の発生を伴うので目視することができるが、夜間には照明が必要となる。漏洩の検知を人間に頼るのみでは不十分であるので、LNG設備では可燃性ガス検知器を漏洩の起りそうな所に配置して、連続的にガス濃度を検知する必要がある。

LNGの漏洩は直ちに火災に結びつくものではないので、漏洩を断つためのバルブ操作をはじめとするシャットダウン操作は直ちに行うことはもちろんのことであるが、この場合に水蒸気や水噴霧を使ってメタン濃度を燃焼限界以下に持込むことも必要である。水を泡にしてLNGの表面に放出すると泡はその上に浮び、一部は凍ることもあるが、泡の厚さが十分であるときにはLNGから発生した冷たい天然ガスはこの泡の中を通る間に温められて放散されるので、水平方向に流れる量が減って上方へ拡散していくことになる。この泡は500倍ぐらいの空気泡剤が効果的だとされている¹⁴⁾。

LNGの漏洩によって生じた可燃性の混合気に着火すると、火災は漏洩点に向って走るが、この場合の火災伝播速度は2.2m/sec程度で、ガソリンのそれ(2m/sec)と大差はないが、LPG(ブタン)に比べると約 $\frac{1}{2}$ である。LNGの漏洩によって生じた霧の先端部で着火が起った場合に、時には火災が漏洩点まで戻らないことがNFPAの野外実験で観察されているが、これは霧の中が全部連続した可

表4 各種ガスの燃焼特性

	自然発火温度 (°C)	最小発火エネルギー (mJ)	消火距離 (mm)
メタン	537	0.20	2.0
プロパン	466	0.25	1.7
n-ヘキサン	233	0.23	1.8

燃域になっているのではなく、所々に燃焼範囲からはずれた箇所がポケットとなっているためである。¹⁶⁾

LNGのプールでの定常燃焼のときの火炎の高さはプール直径の約3倍である。^{1),4)}そしてこの火炎から放射される熱輻射は $0.8\text{kcal/cm}^2/\text{min}$ で水素のそれ($0.7\text{kcal/cm}^2/\text{min}$)と同程度である。LNGが燃えているときには煤の発生はほとんど見られなくて、明るさも小さいが、この炎の温度は 1500°C 前後である。LNGのプール燃焼での燃焼速度(液面降下速度)は測定に用いられたプールの大きさによって、少しく変動はするが大略 $10\sim 12\text{mm/min}$ 程度で、^{2),5)}ガソリンの燃焼速度の2~2.5倍である。その他のLNGについての燃焼特性をプロパン、ヘキサンと対比したものが表4である。

総括的見地からすると、LNGは沸騰状態に保持されている液体であるために、これがプール燃焼した場合には燃焼速度が速いこと以外にはガソリン等の引火性可燃物と似たものであり特殊な考慮を要する点は少ない。

LNGの火災は本質的には一般の可燃性炭化水素の火災と大差がないので、火災が局限された区域で発生した場合には炭酸ガス、窒素などの不燃性気体や、ハロン類のような蒸発性液体消火剤を使って消火することは可能である。しかし、多量のLNGの漏洩によるプール火災に対して、効果的な消火ができるのは粉末消火剤である。^{2),7),8)}粉末消火剤は短時間に多量を噴射することができるので、米国をはじめ諸外国ではこの方式を採用しているところが多い。高膨張泡やライトウォーターのような水分の少ない消火剤を用いて火炎面を被覆する方法は漏洩LNGの沸騰が主として地面からの入熱によって起っているので、燃焼液面を完全に被覆することはできない。したがって、窒息消火を目的とした消火剤には消火を期待するよりも、むしろ火災からの熱輻射を減らす効果¹⁵⁾を期待すべきも

のである。

4 水上流出LNGの蒸気爆発の危険性

米国鉱山局安全研究所がLNGの海上輸送の安全性に関する一連の研究として、LNGが水上に流出した時の蒸発速度と流出域の広がり¹⁾の範囲、およびLNGからの蒸気の拡散状況に関する研究の結果、水面上ではLNGの蒸発速度は、予期した以上に大きく、 $10\sim 28\text{mm/min}$ になり、これが地上への流出の場合と異なり、この程度の蒸発速度が長時間にわたって維持されることが判明したが、その実験中に水上に流出したLNGが時に蒸気爆発に属する現象を起す場合があることが発見された。この現象はなんらかの原因によって水面からLNGへの熱移動が極めて急速に行われた急激な沸騰現象であり、爆発状態にあるときのLNGの蒸気の広がる速さは約 5m/sec 程度で、通常¹⁾のガス爆発での衝撃波に比べれば極めて小さい値であった。この現象については各方面から強い関心がよせられ、多くの研究者たちによって追試が行われたが、再現性に乏しいため、その主因については推察の域を脱していない。しかしながら、これに極めて類似した爆発的沸騰現象が観察されている。例えばプロパン、プロピレン、イソブタンおよびフロン-22を、ある温度範囲内にある水の上に流出させると、同様な蒸気爆発を起す可能性が強いことも実験的に確められた(表5)。当然のことながら、液化したメタン、エタン、窒素でも実験されたが、このような蒸気爆発を起すことはできなかった。

しかし、表6に示す組成の液化ガスの混合物を常温の水面に流出させたときには再現性のある爆発現象が見られた。⁹⁾

さらに水の表面にn-ブタン、n-ペンタン、n-ヘキサンおよびメチルチロヘキサンなどの薄膜が存在しているときに、LNGの蒸気爆発が起りやすいことも観察されている。また、水の存在がなくてもn-ブタンとLNGをそれぞれの沸点において混合する時にも蒸気爆発が起ることも見出され

ている。

これらの蒸気爆発の現象は低温液化ガスが水に接した時に、水相から多量の熱が極めて短時間に液化ガスに移行して、急速に沸騰を起した現象¹⁰⁾、その詳細は沸騰伝熱の分野で考究されるべき問題であると思われる。表5の実験結果から推測すると、水と液化ガスとの温度差が100°C前後のときに蒸気爆発が起っているのので、表1に示すようなLNGではその可能性は極めて少ない。しかしながら、長期間保存されたLNGではボイル・オフによってメタン濃度が低下して、液の沸点が上昇するために、常温の水との間の温度差が小さくなり蒸気爆発を起す可能性が現れてくる。この点に関するシェルパイプライン社の研究結果によれば、メタン濃度が40%以上の時には蒸気爆発は起らないことが実験的に明らかにされている。さらにLNG中に含まれている窒素分がLNGの沸騰特性に与える影響に注目し、この含有窒素分が約4%以上になるまで濃縮された時に、これが蒸気爆発を導く引金の役割を果す可能性が出てくることも報じられている¹¹⁾。

この蒸気爆発の現象が公表された以降の数多くの実験と考察の結果を要約すると、LNGの蒸気爆発のショックによってLNGに着火することはなく、爆発に伴う圧力の発生(LNGの流出点から約15mの所で0.2kg/cm²程度で、これは一時的な鼓膜障害を生ずる人がでて、長期にわたる異常が残らない値¹³⁾)による損害は完全には無視できないが、これ

表5 蒸気爆発を起す可能性の高い水温と液化ガス

液 名	化 ガ ス		蒸気爆発をおこす水温 [°C]
	比 重	沸点 [°C]	
プロパン	0.57	-42	53~70
プロピレン	0.61	-48	42~75
イソブタン	0.63	+12	93~99
フレオン-22	~1.2	-41	46~82

表6 常温の水と蒸気爆発を起す液化ガス組成 (液 vol%)

	メタン	エタン	プロパン	ブタン
混合物 A	30	60	0	0
" B	20	54	20	6

によって発生したメタンガスの拡散による危険性としてとらえるべきものであり、爆発の事故はLNG中の重炭化水素の濃度を監視することにより未然に防除することができるということになっている¹²⁾。

5 LNGのロール・オーバー現象

1971年に米国および欧州の2、3のLNG基地で、LNGの貯蔵中に、急激にボイル・オフ・ガスの発生が増大する現象が観察された¹⁹⁾。この現象はロール・オーバー (Roll Over) と呼ばれる現象であり、時にはターン・オーバー (Turn Over) とも呼ばれているもので、組成や温度がわずかに異なっている同種の液体を貯槽内に貯蔵している場合、両者が混合しないで、2層に分れて層化を起すことがある。この層化が起っても、上層の温度が下層よりも高い場合とか、上層の比重が下層のそれよりも小さい場合には安定して存在することになるが、これが逆になった場合には不安定な状態が形成されるので、なんらかの乱れ(例えば低気圧の襲来)が貯槽内に生ずると、上層の液と下層の液が急速に入れ替り、この際に激しい混合が起ると、ボイル・オフ・ガス量が急激に増加することになる。

この現象は液化アンモニアで観察された。この場合、液化アンモニアがはいっている貯槽の上部へ温度の低い液化アンモニアを注加した時にロール・オーバー現象が起っただけではなく、均一な液化アンモニアが貯蔵中に層化を起して、ロール・オーバーした例もある。後者の場合は、貯槽の側壁の上部からの入熱より、側壁の下部もしくは底部からの入熱が大きく、その上、貯槽内部で十分な自然対流が起らず、貯槽の下部もしくは底部からの入熱がその部分に貯蔵されている液化アンモニアに蓄積され、下層と上層に温度変化を生じ、下層の温度が昇り、その比重が上層より小さくなり、不安定状態が形成され、その結果ロール・オーバーが起ったとされている。

LNG貯槽においては、液面からの軽いメタンがボイル・オフし、その結果、長期間の貯蔵の場合には上層部と下層部ではメタン濃度に差が表れて、比重差を生じ、その結果ロール・オーバーするのではないかという心配があった。そのためこれに関して多くの考察や、実際のタンクでの実情調査が行われた結果、LNG貯槽では、液表面の極めて薄い層のみが、液面上の蒸気圧に相当する平衡

温度を保ち、液本体は自然対流によって温度、比重は均一に維持されるので、ロール・オーバーの可能性は低いと考えられる。しかしながら、実際のLNG貯槽へのLNGの受入れの状態を考えると、新しく受入れるLNGの組成、温度、比重等は、貯槽内に残留しているLNGのそれとは完全に一致することはない。したがって、時には層化現象が起り、これが安定化の方向に移行した時には、エンタルピーの異なったLNGが短時間で混合するために大量のボイル・オフ・ガスが急激に発生する可能性がある。

このロール・オーバーの現象のうちで、極めて起り難いことであるが、LNG貯槽内での自然対流の不完全さに基因するものについては、貯槽内の上下方向の液温の分布を監視しておれば、層化を早い時期に予知できるし層化が起るとボイル・オフ・ガス量は予測される量よりも減少するので、このことから層化を検知することができる。層化を検知した時には貯槽内の液を混入することによって均一化することが、ロール・オーバーの防止につながるので、ポンプを使って底部の液を上部へ送る液再循環方式の採用によって層化を解消することができる。

次にLNGの受入れに対しては、まず産地の異なったLNGでは両者の組成、比重、エンタルピー等を近似させることが難しいので同一貯槽に受入れることは原則的に避けなければならない。同一産地からのLNGを受入れる場合でも、受入れ貯槽内に残留しているLNGとの比重差（密度差）をチェックすることが必要である。実際問題として直接

に比重差を測定することは繁雑であるので、液比重と発熱量の間には極めて強い相関々係があるので、発熱量のチェックによってこれを知ることができる。そして比重差によって貯槽の上部から受入れるか、下部から受入れるかを定めて受入れるべきであり、受入れ後も貯槽内の液を循環混入して層化を防ぐことによって、ロール・オーバーは完全に防止できる。

結び

LNGは従来の石油に比べると、その構成成分は数種の低級飽和炭化水素であるために、これを工学的に取扱うことが容易であり、硫黄分が含まれていないので環境汚染防止の面からも今後の発展が期待されているエネルギー源である。したがって、LNGの大量輸入は我国のエネルギー問題の解決に大きな地歩を画しているので、今後ますます輸入量の増加していく傾向にある。

しかし、このLNGが工業的に生産され、利用されるようになってからはまだ日も浅い。LNGを利用するための各種の技術、特に輸送、貯蔵等の技術では多くの開発技術に支えられ、その安全性は相当に高く評価されてはいるが、これがLNGのコスト高の一因子となっていることも見逃せない。したがって、より安全なLNGの取扱技術の開発を積極的に推進することが強く要望されている。

(まえざわ まさのり/大阪瓦斯株式会社)

文献

- 1) 秋田：超低温技術 1972, No12, p39
- 2) D.S. BURGESS et al : u.s. Bur. Mines, R.I. No. 6099
J.R. WELKER et al : Am. Gas Assoc. Distribution Conference Report (1969, MAY)
- 3) W.G. MAY et al : Am. Gas Assoc. Distribution Conference Report (1969, MAY)
R.H. BASSET et al : LNG-3, papars memories VI-4
- 4) H.G. WERTHENBACH : GWF, 112 H. 8, p383 (1971)
- 5) 上原：石油学会誌, 16 190 (1973)
- 6) 秋田：燃協誌, 47 238, (1968)
- 7) 難波ら：低温液化ガス火災消火実験報告書(1972) 安全工学協会
- 8) 前沢ら：液化エチレン火災の消火実験報告書(1971) 安全工学協会
- 9) 日本瓦斯協会, LNG保安問題調査委員会：水上流出LNGの危険性についての検討 (S. 47)
- 10) 橋口：予防時報 93号 p26
- 11) G.J. BOYLE : LNG Spillage Explosions-Possible Effect of Trace of Nitrogen(Am. Gas Assoc. 1971-Feb.)
- 12) D.S. BURGESS et al : U.S. Bur. Mines R.I. No 7448 : U.S. Bur. Mines, MIPR No. Z-70099-9-12395(1972. July)
- 13) 人間環境系：人間機能データブック p1236 (S. 47)
- 14) H.R. WESSON et al : Hydrocarbon Processing 1973, Oct. p165
- 15) W. WALL : Fire J. 56 Nos 1d2 (1972)
- 16) 坂上 : Natural Science Report of Ochanomizu Univ. 5, (1), 79(1957)
坂上、加藤 : ibid, 19, (2), 59, (1968)
- 17) T. ENGER : Conference Proceedings on LNG Importation and Terminal Safety, p.5 (June 13-14, 1972, Boston)
- 18) J.A. SARSTEN : ibid p. 27
J.M. GEIST, N. CHATERJEE : ibid p. 41

苦闘する水先案内人

インタビュアー

山口久人
(横須賀・浦賀水道パイロット)
●聞き手
水谷公弥
(読売新聞解説部)

昨年の秋、東京湾でLPGタンカー第十雄洋丸と貨物船バシフィックアレス号が衝突し、死者33人を出す惨事になったうえ、石油コンビナートをかかえた湾岸住民を恐怖におののかせた。燃えさかる雄洋丸を外洋に引きずり出し、海上自衛隊の手でやっと“撃沈”して一息ついたかと思うと、今年には正月早々シンガポール沖でマンモスタンカー一祥和丸が座礁し、原油の流出で沿岸諸国との間に国際問題を引起した。

巨大産業の海岸立地やマンモスタンカーの出現などによって、海難の様相に変化が生じたのかもしれない。船同士の損害にとどまらず、沿岸住民や施設に大変な迷惑をかけるようになってき

た。ともあれ、この二つの海難で、海洋国でありながら海に冷淡だった国民の目が、久々に“海の安全”に向けられたことは確かだ。

しかし、安全な航海の一翼をになうパイロット——水先案内人、正しくは「水先人」——の働きぶりは、航空機のパイロットのように一般の人々と接する機会がないため、ほとんど知られていない。ここにご登場願った山口さんは、浦賀水道を根拠とするパイロット。ほとんど外国船ばかり、年間約300隻の操船を預かっているという。日本の海上交通にひそむ問題点や、パイロットの厳しい仕事ぶりなどについて伺おう。

100%操船を まかされている水先人

水谷 山口さんは雄洋丸事件のとき現場近くにいらっしまったそうですね。

山口 横浜港を出た英国船を引き継いで、当日の午後6時に根岸から出るところでした。雄洋丸が火だるまになって、かなりのスピードで流されてきまして——引潮と北風によって、そう、2ノットないし3ノットぐらいあったでしょうか。海上保安庁側からは「アンカーしろ、出航停止だ」と言ってきたんですが、私は「本船まで流れついてくるかも知れんじやないか。かえって危険だ。南へ逃げた方がむしろ安全だ」と突っ張って、とうとう出航しました。次の船からは正式に出入航停止になったようです。

水谷 そういう場合もパイロットの判断が大局を左右するのでしょうか。ところで、あの事件の責任となると？

山口 衝突が航路内か航路外か、ジャーナリズムで真っ先に問題にされていましたが、海上の法規はそれだけで片づくほど甘ちよろくはありませんよ。雄洋丸は、海上交通法の規定による「危険物」を積んだ「巨大船」で、東京湾ではそういう標識を出すことが義務づけられている。つまり、身動きが不自由で危険品を積んでいる。近づく危険だぞと、他船に注意を促しているわけです。もちろん、「そのけ」という特権があるわけじゃない。しかし、当然他船には注意義務があるし、状態を理解して行動する義務がある。国際衝突予防法にある「船員の常務」はこのような場合にこそ生きる。

まして雄洋丸は、衝突直前には規定の航路を走っていたのですから。その航路を出るか出ないかという地点を目指して、そこはこちらの権利だと突っ込んで来る船が、船員の常務をわきまえているといえるのでしょうか。

水谷 山口さんは船長歴13年と伺いますが、船長

の立場からいって、衝突予防法は酷だという声がありますね。

山口 衝突予防法という航法技術は、結果論から構成されている場合が多いんですね。2隻の船が互いに進路を横切る時、相手を左に見て進む船を俗に権利船と呼びますが、権利船は衝突の危険がある場合、進路と速力を現状に保つ義務があります。ところがさらに危険状態が進むと、相手の船の動きに呼応して、衝突を避けるための協力動作が求められる。そうなると、進路・速力保持の義務を捨てざるを得ない。それが妥当な行動だったかどうかは、第三者の結果論でしてね。そして、現実には衝突してしまったからには、適切な処置とはいえなかったわけで、船長にとってこんな酷な法律はないでしょう。

水谷 不幸にして衝突や座礁した場合、パイロットと船長との責任関係はどうなるのですか。

山口 それは、最終的責任は船長にあります。パイロットは船長の助言者です。しかし実際には操船を100%任されているのですから、技術上の責任は免れません。

水谷 祥和丸事件のあとで朝日新聞が報じたところによると、「各海運会社とも、タンカーの性能は公表しても、満載時の喫水が何メートルになるかはマル秘扱い」とありましたが……。

山口 水先料は総トン数と喫水を標準として支払われることでもあるし、喫水が秘密というのは、ちょっと解せないような気がします。しかし喫水を厳密に測るのは厄介なことではね。出港するときには実測できますが、航海中に燃料を消費して喫水が浅くなる。それは計算で割出すんですが、船によってクセがあったりして、ぴったりとは行きません。

水谷 すると、厳密な喫水を知らずに走っているわけですね。もっとも、厳密に分ってきわどい芸当をされても困りますが、マラッカ海峡の場合だと、水深と喫水、どの程度に余裕を見込めばいいのでしょうか。

山口 スピードという要素もからむことですが、フルスピードだと、3メートルの余裕が必要でし

ようね。どうもマラッカの場合、1メートル以下しか見ていない恐れが多分にある。まあ企業の圧力というのはやはり大きなもので、危ないと思った海峡でも、一隻が通ったとなると、なんだ通れるじゃないかと、我も我もと通る。これは泥棒みたいな論理なんですけどね。失敗するまで続ける。マラッカの場合、喫水は19メートル以下に、というのが常識でしょう。

水谷 海員組合では、20万トン以上の船はロンボク海峡へ回れと要求していますね。

山口 そうあるべきだと思います。しかしこれも企業側から見れば3日の遅れはやはり痛いでしょう。それに関連して、マレーシアの北部、タイとの国境辺りにパイプラインを通す計画がありま



すね。これは素晴らしいと思う。中東からの原油を超巨大船から西海岸でいったん降ろしてパイプで東海岸に送る。ぜひ推進してもらいたい構想です。

水谷 マラッカの通過については、沿岸諸国がさまざまな規制を打出してくると思います。パイロットの乗船を義務付けるようなことはありませんか。

山口 その可能性は少ないと思いますがねえ。パイロットは当然その国の免許をとらなきゃなりません、シンガポール・マレーシア・インドネシ

アの三国で、人数をまかないきれませんか。シンガポールを例にとっても、イギリス人を雇って、なんとかしのいでいるのが現状ですよ。まあ大型船に限れば、できるかも知れません。その場合、日本人が行けばいいんですが、やっぱり嫌われるでしょうね。現に、シンガポールでも日本人はシャットアウトされています。

過密だといわれるが その実態は

水谷 東京湾で事件があるたびに、海の過密と呼ばれるのですが、実感はおありですか。

山口 たしかに船は多い。しかし限界とは思いませんね。陸上と違って、海はなんといっても広いものです。それぞれの船が良識的にちゃんと義務を守って、見張りをしっかりしておけば、衝突は避けられるはずなんです。

水谷 しかし現実には衝突が起きてる。

山口 むとんちゃくに走る船がまだ多いですからねえ。一番悩まされるのが小型鋼船。大体1,000トン以下の船ですが、外人が怖がるのも、これですな。正面しか見ないで走る船が多い……。

水谷 競走馬みたいに。(笑い)

山口 そういう船は、とかく舵取りが一人、見張りなし。その舵取りも、10時間連続勤務なんかで、居眠りしてしまう場合がある。だから、外国船に忠告してやるんです。「日本近海を走る時には、相手をハッと目ざめさせるぐらいの強力なライト、昼間信号灯を用意しておけ」とね。

水谷 そんな相手に、どう対応されますか？

山口 まあ、碁に例えれば、何手か先は読めますが、それでも予想を裏切られる場合があるので、こちらとしては二段構えの作戦をとっておかなきゃならない。あの豪放な豊臣秀吉が「世の中でバカが一番怖い」と述懐したそうですが、規定のコースを走っていてぶつかられるのは、昔の市電の安全地帯に立っていてトラックにのし上がられる

みたいなものでね。

水谷 漁船はどうですか。

山口 航路いっぱい広がって、うかいさせられることが時々あります。困ることは困りますが、漁民の生活がかかっていることだし、我々も一応理解するつもりです。ただ、外人は納得しませんね。ことに一昨年7月から海上交通法が施行されて、東京湾にも、浦賀水道、中ノ瀬と二つの航路ができた。長さ50メートル以上の船には航路航行の義務がある。そこで外人は「航路航行の義務がある以上、航路内での安全は保証されなければならない」という。もっともな話で、巡視船に苦情を持たむんですが、改善されません。しょうがないから「日本では政府より漁民の方が強いんだ」と説明してやれば、彼らも「なるほど」と……。 (笑い)

しかしそれ以上に迷惑なのは、レジャー・ボート。ファンがチャーターする釣船ですね。これだけはなんとか規制してほしいし、規制できると思う。今のところは船の持ち主の良識に待つしかないのですが、釣ファンの側も無理な注文をつけずに、節度のある行動をとっていただきたいですね。

水谷 にわか勉強で水先法を見て驚いたのですが、原則としてパイロットを乗せなければならない港、つまり強制水先区は5つしかないのですね。横浜、横須賀、神戸、関門、佐世保の5港。この法律ができたのは昭和24年ですが、横須賀と佐世保が優遇(?)されているのは、やはり米海軍の作戦行動を考えてのことでしょうか。

山口 それは米軍の圧力に違いありませんね。

水谷 なぜ主体性を持った改正ができないんでしょう。

山口 やはり、政治家の関心が海にない。事故があっても、騒いでも、すぐ、のど元すぎれば熱さを忘れるということでしょう。米軍といえば、不愉快なことが一つある。航空母艦が横須賀へ入港する場合、米人の水先案内はヘリコプターで浦賀水道まで出向いて乗込むんです。この水域の実情についての勉強がどの程度できているか。少なくとも我々パイロットが免状取得する時の勉強は、すさまじいものですよ。

水谷 強制水先区をひろげるとしたら、どこどこに？

山口 東京湾内はまず当然で、それと大阪湾および瀬戸内海、名古屋港を含む伊勢湾。外人船長も皆希望しています。事実、義務づけの方向へ進むでしょう。自分の経験でも、初めて入る港、水域については勉強しますが、大ざっぱなもので、またすぐ忘れましますね。日本船だからといって、必ずしもその港を詳しく知っているわけじゃない。まして、知らない港に行った場合、どうしても余裕を持ってません。パイロットが乗っていれば、万一の場合でも、被害を最小限に食い止められますから。

ただ、一挙に義務づけるとなると、問題はありますね。まずパイロットの養成問題。小型船まで強制されると、莫大な員数が必要で、採算がとれなくなることです。

海運先進国がやはりいい —水先人のお国ぶり

水谷 義務づけがないとすると、未経験なくせに出費を惜しんでパイロットを雇おうとしない横着な船も多いわけですね。

山口 かなり大きな船会社にも、パイロットを雇わずに済ませた船長には奨励金を出す、というシステムをとった例があります。もっとも、その会社も雄洋丸事件以後はパイロットをつけるようになりましたが。外国でも、韓国や台湾の船会社、それにソ連が似たような報償制のようです。一般論として、海運面の後進国ほど安全感覚が薄いことは確かです。

水谷 先進国はどんな国ですか。

山口 やはりイギリス、ドイツ、北欧三国。こういうところは立派です。中国も堅実。アメリカは先進国といえませんが、船員の質は低いし、船長の社会的地位もあまり高くはないようです。もう一つ海運国としてギリシャ。昔の人は「アメリカ

船を見たら逃げろ」といったようですが、今はもっと上手がでて「ギリシャ船を見たら逃げろ」。これは、各国船長間の相言葉です。もっとも、中には優秀な船員もいるわけで、要するに会社がしっかりしているところの船なら大丈夫ですね。

水谷 船会社が、船舶関係の税金の安い国、例えばペリアに船籍を移す、いわゆる便宜置籍船という、これが船員の質が悪くて事故を起しがちだと、しばしば問題になりますか。

山口 パイロットが乗込むまで、実質的にどの船か分からないようなケースもありましてね。私が経験したことで、乗ってから「ドイツ船か」と聞くと「違う、オランダだ」という。こっちは船員の言葉がとにかくゲルマン系と察して当てずっぽうに聞いたんですが…。やはりどこの船か前もって知っていた方がいい。もっとも、言葉の問題は、海上用語の場合すべて英語で済ませますから、とくに障害にはなりませんかね。

水谷 船長時代に海外を回られて、パイロットが優秀な国はどこでしょう。パイロットのお国気質みたいなものもあるのですか。

山口 国民性となると、ちょっと比較できませんが…。ここでも、先進国のパイロットは例外なしにしっかりしてますよ。私の印象に残る港は、ドイツのハンブルグ、オランダのロッテルダムといったところでしょうか。とにかくパイロットの立場から見て、日本ほど忙しい国はありませんよ。つまり、こんなに小型船がたくさん走っている国はないということです。

水谷 ひるがえて、日本の海員の質は落ちてませんか。

山口 「今どきの若い者は」的な言い方は、したくないですなあ。今でも優秀です。世界どこの港へ行っても、ドイツの船員と並んで尊敬されていますよ。ただねえ、船が増えれば増えるほど質は低下する、これは事実です。経験をあまり問われないまま、二等航海士から一等航海士へ、次に船長へと昇格させられるわけですから。急激に大きくなった船会社ほど、危ないですね。その点、日本郵船あたりはステップがしっかりしていて、安

心して見ていられる。

水谷 それにしても、昔の日本人の方が海に目を向けていたんじゃないでしょうか。船員のなり手が少なければ、相対的に技術は低下しそうですが。

山口 これまで、陸上の景気がよかったですからねえ。陸と海との給料差がなくなっちゃった。大体、海の収入は陸の2～3倍というのが昔の建前でして、二重生活の苦勞を考えればそれで当然だったんですが……。もう一つ割り切れないのは、船長の給与が、ふつう船内で四、五番目にしかないことです。

水谷 そんなに低いんですか。

山口 なぜなら、船長と機関長に限ってオーバータイム（過勤料）がつきませんから。これは日本



だけの現象らしく、外人にいくら説明しても分ってもらえせんわ。万一の場合は船と運命を共にするぐらいの覚悟をしている、いわば責任料をどう考えるのか船会社に聞いてみたい。

水谷 海運先進国といっても、安全感覚にヒズミがあるわけですね。

山口 安全感覚をいうなら、私がいつも待機する場所の浦賀水道一番ブイ。あれは小さすぎて、見つけにくい。外国ではドーバー海峡など、レーコン（レーダー・ビーコンの略）というのがあって、視界の悪いときにも助かるんですが……。海上保安庁の予算自体が少ないんでしょうね。

そうそう、笑い話みたいで笑えない話ですが、こんな実例がある。救命ボートを降ろす場合の検査を見てたら、ダビッドの機能はちゃんとしてる

のに、ボートが水面へ着く直前に引上げるんですね。なぜだと聞いたら係員が「水面まで降ろしたら水が漏る」(笑い)。なんのための救命ボートだか。運輸省の検査官が立会っていてそれなんだから、安全感覚などという以前の問題ですよ。

“航法無視”が いちばん怖い

水谷 この辺で、実務に当られるときのご苦労を伺いましょうか。

山口 私はこの対談の前に、枕草子にならって、いやなもの、こわいもの……と整理してみたんですが。まず、いやなものから行きましょうか。やはり霧、雪、雨でしょうね。要するに視界の問題です。昔から越中島(東京高等商船学校、現東京商船大)の寮歌にも「船と霧とはカタキとカタキ」という句があったくらいです。夏の霧だけでなく冬にはスモッグまで出てきた。日本へよく来る英国船の船長が「まだ富士山を見たことがない」と嘆いていたほどだったんですが、最近、スモッグは少し減ってきました。不況のせいでしょうかね。ひところ、視界1マイルという時が非常に多かったけど。

水谷 大体、海上での視界はどれだけあればいいものですか。

山口 そりゃ大きければ大きいほどいいんですが、少なくとも3マイルないと不安なものです。

水谷 昔と違って、レーダーの進歩でいくらか救われるんでしょう。

山口 ところが、そうでもない。強調しておきたいところですが、レーダーがあっても、映像は平面上の点に過ぎないんです。立体感は全然わいてこない。人間というものは、目で見ないとどうしても落着かない動物ですよ。

水谷 水先船と本船との連絡はどうやってとるんですか。

山口 近いところではトランシーバーです。性能

は2~3マイルといったところですね。それ以上伸びても、混信して役に立たないでしょう。遠いところだと、VHF電話を使います。まあ、昔、汽笛などで信号していたのに比べれば、進歩したものですよ。

水谷 次に、つらいこと。海が荒れたときなどに、冒険もなさるのでしょね。

山口 シケの時の上下船はつらいですね。ことに降りるとき。目標がなかなか定まらない。しくじって足を折った人もいるし、海へ落ちた話もよく聞きます。ただ、死んだという例は聞きません。

雨のときは背広の上にかっぱを着込んで行くので、頭の方はいいんですが、下から吹上げてくるでしょ。背広の裾をまくられて、胸までズブぬれになる。それに、船酔いにも悩みますね。

水谷 元船長さんでも?(笑い)

山口 いえいえ、人間はしよせん陸上の動物ですもの。勝海舟だって、咸臨丸で酔って使いものにならなかったくらいですから。それに、大きな船とモーターボートみたいに小さな船とは揺れ方の質も違いましてね。それでも予定の時間に本船が現われてくれれば、まだいいんです。ところが、シケだから本船だって遅れますわね。「あと30分」、しばらくすると「あと1時間」。一寸刻みになって、船酔いと寒さで、全く参る。

水谷 ウイスキーか何かで紛らすことは?

山口 あとの責任があるから、アルコールは飲めませんね。外人の場合は、時々あるようですけど。もう一つ厳しいのは深夜勤務が多いことです。日没から日の出まで、入港はできないけれど、停泊地点まで船を運ぶことは深夜でもできることから。パイロットは所属組合内での回り持ちなので、運の悪い人は立て続けに分の悪い船に当たっちゃう。だからこそ、報酬も組合内でプール制にしているわけですが。

水谷 よほど丈夫な人でないと務まりませんねえ。

山口 「怖いもの」は航法無視。これは前に出てきたから省きましょう。残念なこと。仕事があとに残らないことです。プロ野球のあるスタプレイヤーが「いくらよいプレーをしても、芸術と違

って残るものがない」と嘆いた話を聞きましたが、彼らの場合は、まだ記録があるでしょ。パイロットにはそれさえない。それこそ芸術的な操船があって、うまい人と下手な人では格段の差があるんですが、分ってもらいにくい。

大体、船会社にしても理解の浅さが目立ちますね。よくパイロットの収入がいいといわれていますが、船長の場合だと、保険に至るまで会社丸抱えでしょ。パイロットは完全な個人営業なので、不幸にして海難審判にかかった場合でも、自費で当らなきゃならない。船長の数倍の体力を使う。恵まれているとはいいきれませんよ。

水谷 船の上だから妙な例えだけど、縁の下の力持ちだなあ。

山口 苦しいことばかり話しましたが、うれしいことだってあるんですよ。楽しみは各国の料理が食べられること。ことにラテン系の船や中国人のコックを乗せた船はいいですねえ。それ以外の船だって、総じて食事の質は日本船よりはるかに上等です。この辺は、食生活を大事にしない日本人のそれこそ国民性もありますかね。

しかし何と云っても、仕事の面で満足できて、相手の船長から「Good job」と握手を求められたときが一番うれしいんですよ。

パイロットは 無官の外交官

水谷 パイロットはどういうふうに養成されるのですか。

山口 運輸省の決めた最低の資格は、外航船の船長、それも3,000トン以上の船を3年以上務めた人となっていますが、事実上は希望者が大変多いこともあって、5,000トン以上の船5年以上でないで採用されませんね。で、ある水先区が何人かを募集すると、船長経験者がそれに応ずるわけです。運輸省の第一次試験をパスしたのち、次はその水先区の在籍パイロットの投票でフルイにかけられ

る。こりゃあもう一種の選挙運動で、激しいものですよ。人数の少ない水先区だと、事実上ボスの一存で決まることもあって、それはそれなりに封建性を強めることにもなるんですがね。そこをくぐり抜けると運輸審議会で前歴などを審議される。ここで始めて修業生として採用され3か月の実習を受けた後、もう一度第二次試験を受け、やっと運輸大臣の免許が下りるという仕組みです。

水谷 船長の経験を生かす制度は大変結構ですが、一方で、若いうちからパイロット専門職として育てる制度は考えられないのでしょうか。

山口 ええ、海運先進国はそういうたき上げ制度を、たいてい持っているようです。もともと、港内だけのハーバー・パイロットと湾内や内海などのシー・パイロットとは違って、シー・パイロットは、やはり船長の経験を必要とするようですよ。イギリスの場合ですと、タグボートの経験者とか、二等航海士クラスを試験して登用してますね。だから、リバプールで21才のパイロットに会ったことがあります。そして、最初はCクラスとして3,000トン以下の船しか持たされない。経験年数とテストでBクラスとなり10,000トンまで、Aクラスになると初めてオールマイティーと、ランクをつけて養成しています。大変合理的で、私も基本的にはこの行き方に賛成します。なんといっても、仕事を覚えるには、若いうちからの方がいい。

ただ、日本の場合の特殊性がある。外国船をパイロットする場合、どうしても言葉のカベがあるんです。外国語のうまい若い人でも、国際感覚、教養という面で不安が残りますね。なにぶん日本の玄関で、第一印象を与えるいわば無官の外交官的役柄ですから、相手の気持ちを考えてサービスしなきゃならない。その意味で、外航船の経験を重視する日本の制度も捨てがたいものがあります。

水谷 私、「水先人」という言葉にうれしくなりました。明治の「代言人」は「弁護士」になったし、どんな職業でも「士」とか「師」とか付けたがる時代に、古い「水先人」で平然としておられる。皆さんが、肩書きではなくて仕事自体に愛着と誇りを持っておられる象徴的なことと思えるのです。

LPガスの防災

尾澤昭男

©共同通信

の破片で周辺の住民を含めて33人が負傷した。マンションから約10mのところにある住宅数軒も被害を受け、広い地域に事故の影響が広がった。これらの爆発の原因は、台所のガスレンジにゴムホースを消費者が不完全に接続したためガスが漏れたものや、誤ってカランを開いてガスが漏れたため爆発したものであった。

このような一時的に消費者の不注意で起きた事故に対して、業者や行政当局は、元栓を必ず締めましょう、コックの取扱に注意しましょう、というだけで、抜本的にLPガスを安全にする対策がとられないのは一体どうしているのか、といった、業者や行政当局の無責任、無能ぶりを批判する社会世論が高まっている。

しかし、高圧ガス保安をめぐる諸情勢の変化に対して、行政機関や業者団体も事故防止体制、設備の整備および消費者啓もうなど総力を挙げて取り組んできていることも現実なのである。

そこで、なぜ悲惨な事故を防止することはできないのか、LPガス保安対策の原点は何かを考え、保安優先のかけ声や保安体制の形式的検討だけでなく、その実施上の多くの問題点を抱えているLPガス保安対策の難しさを改めて考えてみることも、今後の対策を探るうえで非常に重要であるといえよう。

1 はじめに

昭和47年7月12日早朝、LPガスの爆発で自宅を大破し、隣近所の窓ガラスまで壊した被災者は、その時の様子を次のように語っていた。

「グワーンというすさまじい衝撃、まっ白いせん光、跳起きた私の目に、もうもうたる土色の煙と刺すような赤い炎が燃上っていた。」

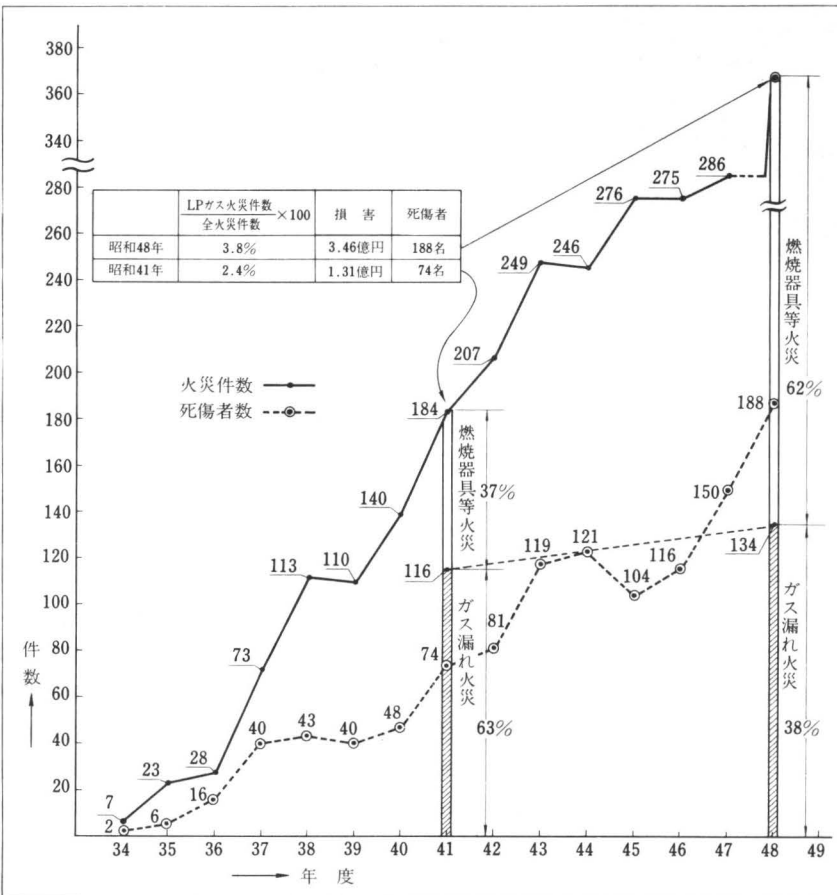
また、昭和49年11月2日の未明、鉄筋コンクリート3階建のマンションで、漏れたLPガスが大音響と共に爆発した。爆発点の居室は壁が倒れたり、天井が浮上ってメチャメチャに壊れ、家族3人が全治3週間程度の負傷をしただけでなく、爆発室の上にいるマンションの住民は倒れる家具やガラスの破片から命からがら避難したが、ガラス

2 LPガス消費と保安対策の推移

(1) 消費急成長と保安の空白期

本来工業用として使われてきたLPガスが、ボンベ1本ですむ家庭用として普及し始めたのは、20年前の昭和30年ごろからであった。都市ガスの未普及地域を中心に、設備に金が掛からず、簡単に使うことのできるのを売物にして急速に普及していった。そのため、販売店は供給設備をサービスで提供するため、工事等を簡素化したものが多く、そのうえ技術基準が未確立のため（プロパンガス取扱基準要綱といった一応の指針は示されていた）、屋外は、ゴム管や細い銅管を使い、屋内はホースコック1個から三つ又でゴム管に分岐するお粗末な設備であった。そのうえ、消費者に対す

第1図 LPガス火災(件数死傷者数)の推移(東京消防庁管内)



る安全啓もうもほとんど行われず保安の空白期が続いた。

そのような状況から事故が急増し、昭和37年～38年にかけての過去3年間で東京消防庁管内において5～10倍になった。(第1図参照)

これらLPガスの急成長と事故の急増に対処するため、昭和36年には高压ガス取締法を大改正し、高压ガス保安協会を設け、業界の自主保安体制の整備を促し、また液化石油ガス規則により安全を図る態勢が作られた。

(2) 自主保安体制の強化と災害の安定期

自主保安体制の強化として、設備の工事仕様や作業基準の標準化、そして消費者教育などが進められたが、いったん危ない設備になってしまったものに急ブレーキをかけても、事故の増加がとまるには約5年を要し、その間、高压ガス取締法によって

一括して扱われてきた家庭でのLPガス消費規制の不適合な部分を抜本的に改め、昭和42年、「LPガス法(液化石油ガスの保安の確保および取引の適正化に関する法律)法律第149号」によって規制されることとなり、一応の保安体制が確立された。

そして昭和43年から昭和47年にかけて事故増加率が頭打の状態を示し、安全対策の効果が表れ、消費者の災害への関心の持ち方にも少しずつ変化がみられるように感じられた。

(3) 災害の大型化と保安対策の反省期

しかし昭和42年の保安規則などの規制強化は、消費者1,000万世帯時代の対策でしかなかったの

が、昭和48年ごろになると、プロパン大爆発、恐怖のプロパンガスなどの新聞の見出しが目立ち大型事故が続発した。消費者の拡大に加えて、燃焼器具の多用、消費ガス量の増大や建物の気密化による新しい問題が生じてきた。

このような事故からの教訓を生かし、情勢の急速な変化に対応するため、昭和48年2月通産大臣から「今後の高圧ガス保安体制のあり方」について諮問を受けた高圧ガスおよび火薬類保安審議会は、昭和49年7月30日、LPガス保安技術の開発およびLPガス関連機器の研究、消費者安全啓もう指導、さらに消費者保安センターの設立など、極めて広範囲にわたって今後のあるべき方向を示した最終答申を提出した。これからは答申による体制面、組織面、技術面での抜本的強化刷新が図られていくものと思われる。

3 LPガス災害の実態と その問題点

LPガス火災の推移は、第1図にみられるように大きな2つの上昇カーブ（件数の増加）をみることができる。そのうち特に件数増加率の著しい昭和41年と昭和48年を比較し、その推移を検討してみよう。

(1) LPガス火災の増加は保安対策の遅れか

発生件数は184件から361件に増加し約2倍となっているが、使用器具数は一口コンロ、二口コンロの時代から湯沸器、ストーブ、風呂がま、炊飯器およびガスレンジなど4～5倍に増加していると思われるので器具数からみた火災発生率は減少傾向にあるといえよう。しかし消費世帯の増加は少ない（東京都内、昭和41年71万世帯から昭和48年75万世帯と推定されている）ことや、電気設備、石油燃焼機器、都市ガスなどエネルギー消費として利用される他の設備があまり増加していないことと比較すると、LPガス火災の増加は保安対策の遅れと難しさを表しているように思える。

(2) LPガス火災は大型化している

全火災に対するLPガス火災の比率は2.4%か

ら3.8%に増加し約1.5倍となっている。特に問題点とされるガス漏れ火災の全LPガス火災に対する比率は、63%から38%に25%の減少をしているが、死傷者は2.6倍、損害額は2.5倍であり、LPガス火災は件数が減っても、損害、死傷者が増加するいわゆる大型化・悲惨化の傾向にあることがうかがわれる。

(3) ガス漏れ対策は消費者保安対策である

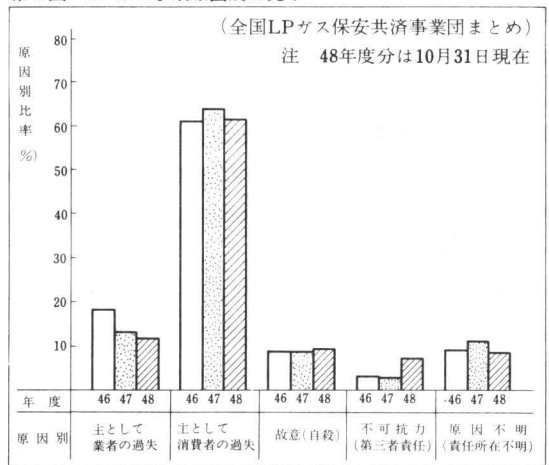
ガス漏れによるLPガス火災を原因の責任所在で分類したものとみると、第2図のようになっている。不可抗力、故意、不明を除けばその80%が主として消費者の過失によるものである。このことはLPガスに知識のない人に使ってもらった設備として問題があるということができるし、また保安対策を十分に配慮しなければならないところであろう。

これらを検討するため、東京消防庁管内に発生したLPガスの漏えいによる火災の要因を昭和48年中について分析すると、第3図ようになる。

一般消費者の不注意によるもの88件のうち、取扱の不注意により誤ってガスを漏らしたものの一元栓不完全閉止、立消え（消費者過失というより設備的原因に含まれるものもある）、遊びコック誤操作、点火ミスおよびコックに触れる、ゴム管を抜く等が54件、61.4%となっている。

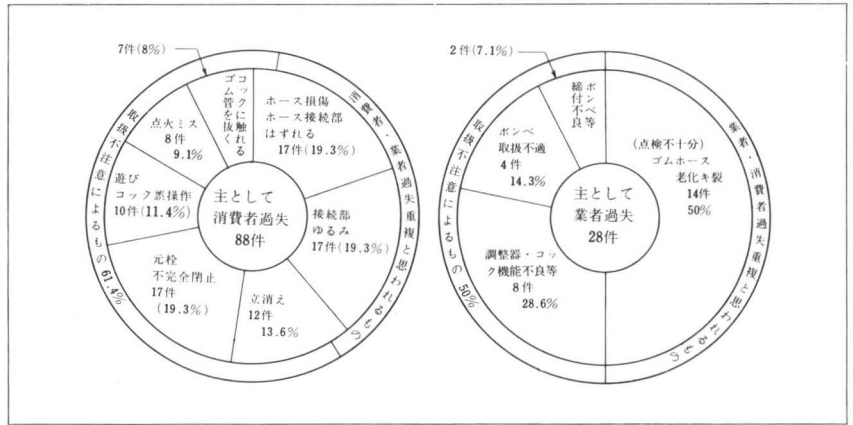
消費者の不注意と業者過失が重複していると思われるもの一ホース損傷、ホース接続部はずれる、

第2図 LPガス事故原因別の比率



接続部ゆるみ等24件となっている。このように消費者の不注意によるものが多いことは、当然の結果として予測されていたが、これらの取扱の不注意は不慣れによるものでなく、日常使い慣れた器具や設備で取扱を間違ってしまったものや、危ないような状況が見えないものでなく、目に見える

第3図 ガス漏れ要因の分類(昭和48年中東京消防管内)



状況にあるのに改善されないまま火災となったことが問題であろう。

業者の過失と思われるもの—ボンプの取扱不適や締付不良は6件で、その数は少ないが、使用中無断でボンプを交換したり、ボンプの交換作業を急いだため不完全な締付をしたもの等、一部の業者の保安に対する無関心さを示す事故である。

またコックや調整器の機能不良が8件で品質を国家検定で規制しても、その維持管理状況と寿命等に対する業者の配慮がなければ事故なることを示している。

ガス漏れ要因を分類してみると、消費者過失、業者過失と割切ることのできないものが多いことが気に懸かることである。ゴムホースが長すぎたり短かいたため器具に触れて焼けたりする場合や、ゴムホースが老化きれつしているような場合、たんに消費者の過失といえないし、また点検調査が業者に義務付けられていても業者だけの責任とも言切れないところであり、保安の問題点でもある。

(4) ガス消費量の増大と立消え

最近のLPガス火災のガス漏れ要因の特徴をつかむため、昭和41年と昭和48年を比較してみると第1表のとおりである。

点火の失敗(未確認)、誤ってコックを開く、ゴムホース接続部のゆるみなどは、大きな変化はみられないが、火が消えて漏れたもの、いわゆる立消えが12件もの増加を示し、新しい要因となっている。立消えによるものの子防対策を、単純に火気

使用中は極力その場を離れないようにする、風による立消えのないよう開口部を開けないようにする等といったものでは解決するものではない。建物の構造上の換気不良やLPガスの吹消えやすさや細火にしたり煮こぼれする調理内容の変化等が微妙に影響しているものと思える。また最近のガス消費量の増大は古い銅管やゴムホースによる設備では、ガス圧低下を生じ立消えの一つの原因となっていることも注目しなければならないであろう。

著しい増加をみせているのが、自殺目的でガスを放出したものであろう。その時代の社会事情を反映したもので、その予防は防災対策だけではおよばないが、ただ被害の軽減については十分措置していくことが必要であろう。

減少傾向にあるものは、銅パイプ配管での事故、ゴムホースでの事故、ゴムホースの接続やボンプの締付等の事故等で15件の減少を示し、改善の方向にあることが分る。

4 LPガス保安問題を考える

LPガスの消費設備の流れは、ボンベ—高圧部—調整器—配管—元弁・メーター・元コック・配管—ホースコック—ゴム管—燃焼器具という形態に標準的になっている。これら各部分におけるLPガス火災を分類していくと、ボンプ取扱中のミス—ボンプ締付不良—調整器機能不良—カランを開いてゴム管を抜く—使用后完全にコックを閉め

ない—誤って別のコックを開く—ゴム管老化きれつ・ゴム管コンロに接触焼ける—ゴム管接続部ゆるみ—コック機能不良・点火失敗—立消え—になる。これら設備の部分と事故発生の要因とを関連づけて検討すれば、次のような問題を挙げる事ができよう。

- ① 恒久的設備にすることの対策
- ② ボンベ交換回数(容器の大きさ)、ガスの発生量、圧力損失等供給設備、方式に関する対策
- ③ 機器の規格、検定、維持管理に関する対策
- ④ 消費設備の取付、取外し等安全取扱いに関する対策、消費の多様化に対する安全対策
- ⑤ 燃焼の安定に関する対策
- ⑥ 恒久的設備による保安点検箇所減少および

第1表 ガス漏れによるLPガス火災
ガス漏れ要因の比較

ガス漏れの要因		昭和41年	昭和48年	比較変化	
誤って ガスを漏らす	点火のとき	不完全点火(不完全燃焼)	3		- 1
		漏らす着火(点火失敗・未確認)	6	8	
	火が消えて 漏れた	煮こぼれる		2	+12
		風による		3	
		換気不良		2	
		ボンベ圧低下		2	
		細火にし過ぎる		3	
	誤ってコック を開く	別のコックを開く	10	8	- 1
		勘違いして	4	2	
		コックに触れる	2	5	
	カランを 開いていて	ゴム管を抜く		2	- 1
		ゴム管はずれる	2		
		ガス切れ開栓のまま忘れる	1		
	使用後完全にコックを閉めない	3	17	+14	
ボンベ取扱中漏らす	4	4	0		
配管、接続部 から漏れる	ゴ ム 管	老化きれつ	15※	14	- 4
		足でひっかけて抜ける		3	
		穴があく(炭火、ねずみ)	1	1	
		ゴム管コンロに接触焼ける	19	13	
	ゴ ム 管 接 続 部	接続部のゆるみ	17	17	- 2
		ゴム管の接続不良	2		
	配 管	銅パイプを誤って溶切断	4		- 7
	ボンベ等締付不良	5	2		
設 備、器 具 の 不 良	コック調整の機能不良等		8	+ 8	
	調整不良による逆火	1		- 1	
放 火	ボンベ接続のゴム管を切る	1		- 1	
自 殺 目 的	自殺目的でガス放出	3	17	+14	
車 両		11	1	-10	
そ の 他	ボンベの取扱不適当	2		- 2	
		116	134	+18	

※ビニールパイプを使用していたものが6件含まれている。

保安点検の徹底のための対策

⑦ ガス漏れの早期発見等被害の軽減のための対策等である。これらに関連的に整理してみると次のようになる。

つまり、LPガス設備は急速に不完全のまま設備されてしまったため、注意して使用してもらおうという対策から、特別な注意をしなくても安全に使用できる設備にすることが問題点の第1である。

燃料価格競合(都市ガス、石油等との)から販売コストが押えられ、保安経費が十分かけられなかったり、人手不足から点検調査ができない保安体制から、合理化した実行できる保安組織にすることが問題点の第2である。

大型消費設備(湯沸器、風呂がま、ストーブ等)

を使用するようになったため不十分な換気による不完全燃焼を起し、またガス発生量、圧力損失等によるガス圧低下による立消えしやすいガス設備から、安定した燃焼をする設備にすることが問題点の第3である。

消費設備の組合せが多様化し、標準化されなかったが、恒久性のある点検箇所の少ない、漏れない設備にするための対策、そのための高い費用の負担と技術上の検討が問題点の第4である。

ガスが漏れたら早く見つけて、被害を小さくしようという発想は当面の対策としては必要であるが、本来的には、LPガスの特性をふまえた燃焼器具を開発し(ヨーロッパやアメリカでは実用化されているようである

が)、点火しなければガスが出ない器具、装置の普及のための対策が問題点の第5である。

ガスだけ売って販売業者、設備の実情におかまいなしに器具だけ売って器具販売、マンションや飲食店などかなり大規模な設備をするものでも、設備工事の監督や検査を受けない不安、保安行政が通産、都道府県そして消防と、いろいろな体制や規制の方法で一体化しないことなどが問題点の第6であろう。

これら保安問題の取組み方を、概括的に考えてみよう。

(1) 使用しやすい設備にすることができるか

生活の中にとけ込んでいる燃焼設備を使うのに、多くの注意をしなければ事故になるからと、特別の注意を必要とするというのが困った問題である。

いろいろな多数の消費者が勝手な使い方をしても、なお安全にすることは難しいが、ちょっとした間違いでは事故にならないような対策は、やらなくてはならないことであろう。例えば、遊びコックの誤操作や、誤ってゴム管を抜いてしまったためガスが漏れ火災になること等はその例である。

設備の工事後や点検をしたときには、遊びコックにはほとんどゴムキャップがついているが、時折使うスキヤキコンロや冬のストーブを使った後に、ゴムキャップを忘れてしまうケースが多いのである。このことから考えれば、ゴムホースを抜けばガスがとまるストッパー付コックとすることは都市ガスでは使用されており、難しいことではないと思われる。またコックとホースの接続が不完全に行われないようにするソケットまたはねじ込み等による接続に改良を進める必要もあろう。なお、LPガスの地震対策のうえからも、ボンベ転倒によるホース脱落からのガス放出を防止するためのしゃ断弁、耐震バルブの設置の検討も安心できる設備への一つの前進であろう。

(2) 曲り角の保安体制

法律的な消費施設の保安体制は販売店に年1回以上の自宅検査を義務づけているが、販売店の形態は兼業店が多く、問題は兼業している事業とLPガスの供給責任と保安サービスの徹底が実態とし

て難しいこと、また点検した結果不備な点があっても、改善するかどうかは家庭に任されている仕組になっていること、またガス売るのは販売店で、器具売るのは器具メーカーで、保安上の組合せ判断が知識が不十分な消費者では、安全な設備に対する責任体制ができあがらないこととなる。調査義務については保安センター等により、その地域で十分に徹底して進めていく方向がでていようであるが、自主保安の問題点は、バラツキとその履行を確保するための措置にあらう。LPガスの保安責任は、販売業者だけにあるのではなく、行政側もメーカーも消費者も共にあることを認識していかなければならない。

(3) ガス漏れをなくすには

消費設備のガス漏れ対策は大きく2つに分けて考えることになる。その1つは、ボンベから燃焼器具までの設備でガス漏れしないようにする対策である。本来ならばLPガスも都市ガスでも、設備は同じように恒久的なものであるべきはずである。それが販売業者持ちの配管であつたりしたためか、ゴムホースは表面がヒビ割れしていても、そのまま長年交換しないケースが多く、しかも検定外のホースがかなり見受けられる。そしてコンロに使われているゴムホースは長く、いまだに三つ又配管を使っている家庭もある。ここに大きな保安の落とし穴があるようにも思える。

最近、配管は耐久性のある鋼管に改められているので、問題点としては、ゴムホースとその接続部の改善にある。ねじれに強い適正な長さのフレキシブルホース（または耐LPガス強化ホース）とガスソケットタイプのものに換えることができれば、配管からのガス漏れはほとんどなくすることができるはずである。ただこれらの改善の費用をどのように負担するのか、消費者が自分から改善するようにするための教育をどのように進めたらよいのかを考えなければならない。

もう1つは、立消えと点火の失敗によるものである。細火にしすぎない、窓を開けないといった注意を守るといっても、ガスの使用条件からすれば無理がある。それよりLPガスは都市ガスに比

べて細火にすると立消えしやすく、栓を十分に締めない段階で消えてしまうことが多いことが問題なのであろう。ガスの大量消費時代に合った供給設備と消費設備の適正化を図っていくことが必要である。たんにガスさえ通ればといった三つ又分岐などは、電気設備のタコ足配線より危険なのである。

マッチで点火する時代から自動点火に変わり、使いやすい設備になったはずが、点火の失敗、点火の未確認は増加する傾向にある。現代の主婦に点火の確認があまり期待できないと考えれば、セフティパイロット（パイロットにサーモスタットを併設したもので、パイロットバーナーの火が消えるとサーモスタットが作動してコックを閉止するし、パイロットに火がついていないと燃焼器具に着火しない装置）を取付けることが望ましいものであろう。このことは、消費者保安問題研究会ですでに瞬間湯沸器、風呂釜（バーナー）、ストーブのすべてに取付けることで結論がでていますが、その取付経過期間の短縮や取付器具の器種の拡大等実施上の問題がまだ残されている。

(4) 望まれる消防との提携

LPガスの安全管理に対する体制は都市ガスや高圧ガスと同じように進められてきたように思われる。しかしLPガスの消費設備の供給や消費は全く異質のものがあるから、それに適合した保安規制や保安体制による対策が考えられることが望ましいと思う。だが現状はLPガス販売事業所の大半が、零細、弱小であるのに保安体制の中心と思われる。消費者に対する保安マインドの啓もうと消費設備を調査点検し、必要な措置を講じること等を義務づけて保安の確保を図っているのに不安が感じられる。

このような複雑な保安体制に、消防機関が都民の安全を守るため積極的かつ慎重に進めている対策は次のとおりである。

(1) 消費設備に対する火災予防指導

燃焼設備等の位置、構造および管理については、消防法および火災予防条例をもって規制し、そのうちのある規模以上のものについては届出、検査し、事故防止対策を行っている。また消防法に基

あした
幸せを明日につなぐ火の始末

（昭和50年度全国統一防火標語）

防火標語の入選作が決定しました。これは、火災予防思想の普及を図って、日本損害保険協会が、自治省消防庁と共催で毎年行っている一般公募によるものです。新聞、雑誌などのマス媒体を使って呼びかけ、ことしも応募総数41,556点の作品が集まりました。高田敏子(詩人)、秋山ちえ子(評論家)、佐々木消防庁長官、菊池当協会会長による厳正審査の結果、標記入選作をはじめ、佳作10点、努力賞100点が選ばれました。

- 入選（賞金5万円）＝東京都・安芸 稔
- 佳作（賞金1万円）＝岐阜県・浅野精一／東京都・阿部澄子／東京都・山本せつ子／京都府・橋たか志／福岡県・江島昭雄／徳島県・小松不二雄／東京都・志村絹代／愛知県・鷺津敏久／千葉県・船津隆司／北海道・四塚朝子（敬称略）

づく立入検査をし、不備欠陥事項については改善措置指導を徹底して行っている。この立入によって、極めて危険と思われる設備が発見されることもあるが、これらは共同住宅や一般住宅に多く、その行政需要は著しく多いため、現状では徹底して行うことが困難な状況である。しかし、これらの設備の問題点の実態をふまえ、また火災、救急事故などの原因を調査・分析しその結果をフィードバックさせるよう、一般消費者の消費設備に関する技術上の基準を定める通産省令の制定のときに、意見として反映させている。

(2) 販売所に対する消防の関与

販売事業を行おうとするものに対する火災予防対策上の措置は次のとおりである。

販売事業を行おうとするものに対する許可に際して、消防長または消防署長は販売施設の位置、構造、設備、販売の方法および災害防止措置の状況について良否の意見を述べること。

販売施設の上記の技術基準に対し改正の意見を述べること。

販売の施設または販売の方法が基準に適合していない場合で、火災その他の災害の予防上、特に必要があると認めるときの都道府県知事に対する必要な措置の要請をすること。

等である。これらの措置は間接的指導であり、どのように積極的に行っても限界があって、十分な指導が行えないものがある。

(3) LPガス保安行政への積極的参加はどのように進めるのか

LPガス保安行政への消防機関の積極的指導を希望する消費者の声は多い。業界指導を通じ、業者自体による点検調査義務と改善措置は、消費者に保安対策の生ぬるさを感じさせるのであろう。

12月11日のM新聞にある主婦から次のような投書があった。

“まさかのガスが漏れていた..”

「火災の起りやすい時期になりました。特にプロパンガスによる火災は恐ろしいものです。私のところは鉄筋の団地で、まだ建って数年しかたっておりませんので、まさかガスが漏れるようなことなど

思ってもおりませんでした。しかし、近所の方の案で、寝る前に元栓を閉めた後メーターの数字を控えておき、翌日ガスを使う前にメーターを調べてガス漏れを調べることになりました。本当にまさかと思っていたことなのですが、朝起きると数字が動いていました。早速、プロパン取扱店に電話しましたが、ガス検知器が無いとのことでした。幸いある会社ですぐ検知器を持って来てくださり、漏れている箇所も分りました。プロパンガス取扱店には、ぜひガス検知器を置いてください。」

日常、消費者に接し、きめ細かな火災予防指導を行いうる組織を、そのままLPガス保安行政に持込むことは、表面的には簡単のようであるが、対象となる一般消費者の全数を徹底することは困難であろう。多数の人が居住し、出入りする対象の消費設備や大規模施設の点検指導を積極的に強化し、その網の目のかからない一般消費者については、販売業者の調査点検義務の履行の確保を図るため、それらの点検状況を調査台帳でチェックし、そのうちの一部を抽出して立入検査することは、全体への波及効果も考えられ積極的な保安規制の推進への一歩であろう。

また、火災防御や原因調査をふまえての問題点のは握や対策は、具体的、実際的な技術基準の改正意見や燃焼器具の改善に反映し、基本的、構造的な対策として活用していきたい。

また、即効的な対策としての消費者教育や販売業者団体地域支部と消防機関が一体となつての、元栓を閉めましょう運動は、地域の住民に浸透し、逐次評価されている。

LPガス保安問題は、人々に強い不安感と深刻な衝撃を与えている。その解決は、国、企業、消費者、消防機関それぞれがバラバラに活動したのでは、どのように積極的に進めても十分な効果が発揮できないものであろう。

それぞれの保安対策が関連しあい、一体となつて地道に努力を積重ねれば、ガス漏れの恐れがない安全なLPガスとして信頼されるようになるものと期待し、積極的に推進を図っている。

(おざわ あきお/東京消防庁危険物課)

忘れられていた 多摩川の決壊

一寛沼鯉

1 はじめに

昨年9月1日、関東地方南部では前日来の豪雨のため河川の増水が激しく、東京都狛江市では多摩川の堤防が決壊し、付近の家屋約20棟を流出した。それは、昭和20～30年代にひんぱんに起った水害のように大規模ではなかったし、人身事故もなかったのも、一般の人々にはすでに忘れられたかも知れない。

けれども、同市の多摩川沿いに住む人々にとっては、同川のはんらんが止るまでの数日間は、忘れられない悪夢だったに違いない。というのは、多摩川は明治43年以来64年にわたって1度もはんらんしたことがなく、しかも同川の水は利用されつくして、平素の流れは小さな河川と同じ程度であり、広々とした河川敷は空地地としていろいろの目的に使用されて多摩川のはんらんなどは、おそらく誰もが夢想もしていなかったであろうからである。

このことは、多摩川の管理者である建設省も、主たる利用者である東京都もまた、全然予想しなかったかも知れない。今回の水害を引起した農業用取水堰は川崎側で使用しているもので、新聞報道によれば、設置に当っては東京都と神奈川県との両知事の合意が成立していたという。水害が起ると管理者の建設省では、早速他の取水地点の点検を行ったようである。

豪雨があれば河川の水位が上昇するのは常識であるが、そういう時にも多摩川はいつも完全で、水害を恐れる人はなかったらしい。しかし、河川

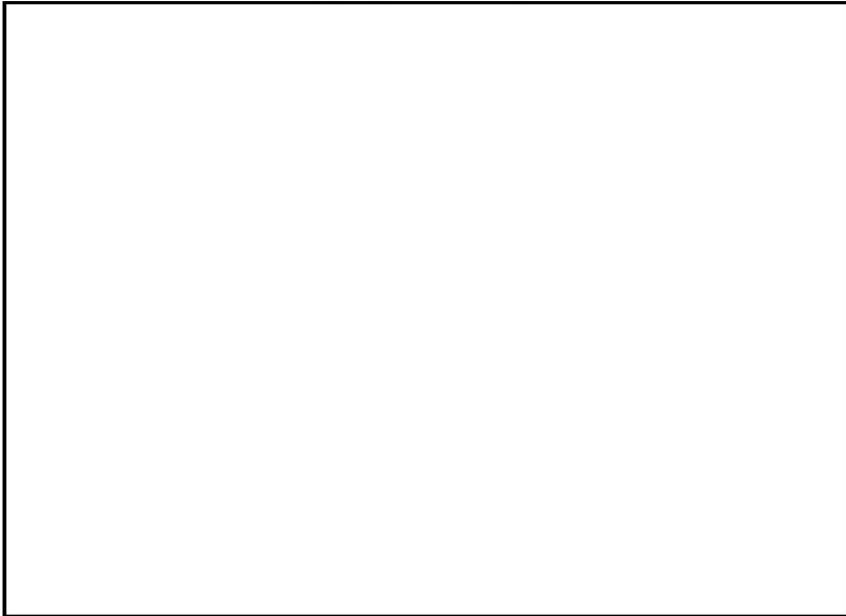
敷の中にあのように高くて堅固な取水堰を造っても、なおかつ安全であるということは、十分検討されていたのであろうか。そうではあるまい。

今回の水害は治水と利水のアンバランスから生じたもののように見える。このことは、治水を強化しながら利水を進めて行かねばならない河川を持つ日本においては、たんに河川管理者や河川技術者だけの問題ではない。今回のように、利水施設によって水害が促進されるようでは、一般の人々にとっても、利水と治水の調和を図るということは重要な関心事でなければならない。

2 日本における治水対策

多摩川について述べる前に、日本の治水対策について述べておくが、それは当然日本の河川の性格に基づいて発展したものである、はじめに日本河川の特性を挙げておこう。その第1は河道が短く、急流が多いことである。それは、日本が地形急しゅんな火山列島で、全体として見れば、あたかも海上に横たわっている山脈のような観を呈しているからであることはいうまでもない。

第2は、暖候期にはしばしば豪雨に見舞われ、河川流量が平常の何百倍にも達することである。これは日本の位置がアジア大陸と太平洋の境界に位置し、大陸と大洋に起源する異質の空気の接触場所のため、前線が発生しやすい場所に当り、そのために低気圧や台風が発達しやすい地域であるためといえよう。そして、第1と第2の性格は日



同30年には農商務省所管の砂防法が成立し、河川の治水に関する基礎はおかれ、少数の重要河川の改修工事がまず進められることになった。しかし、実際に河川改修工事が軌道に乗ったのは、明治43年8月に起った関東大水害のあとである。この水害は房総沖を通過した台風により関東全域に豪雨が起り、特に関東周辺の山岳地帯の雨量は400～700mmにも及び、利根川をはじめ関東の主な河川

本の自然条件なのであるから、それをどうするというわけにはいかない。

第3は、日本は狭い国土に多数の人口を持ち、河川に対しては治水対策を進めながら利水を発達させ、土地の開発を進めて来たことである。したがって、主要な河川はいずれも自然の状態から大きく変化した管理河川といってよい。そして、国土の開発に伴い河川の条件も変化し、治水対策も時代に応じて変化して来た。

例えば、江戸時代には土木技術も未発達だったため、大洪水のはんらんは防止できないが、それはまれにしか起らず、起ってもその時は肥料分を残して行くので差引きすれば大きな損害ではない。しかし、小規模のはんらんでもひんぱんに起ってはたまらない。そんなことから乗越堤とか不連続なかすみ堤が作られたし、土地に余裕があれば河川沿いにはあしやあしの茂る湿地が遊水地として残されていた。

明治年代に入った時、最初は河川を水運に利用する目的でオランダの河川技術を導入しようとしたが、日本河川の自然条件は水運には不向きだし、間もなく鉄道輸送が便利なることも分って来た。その結果、河川のはんらんは連続堤防によって防止することになり、明治29年に内務省所管の河川法、

はすべてはんらんしたといわれ、多摩川もこの時にはんらんしている。

ところで、河川の両側に連続堤防を構築し、その間に洪水を閉込めて、これを早く海に流すという治水の方法は単純明快のように見えるけれども、実際にこれを行うのは容易ではない。というのは莫大な洪水量を流すには平素の河道だけではだめで、昔の遊水地の代りに河道の両側に適當の広さを持つ河川敷を必要とするが、最大流量が分らなければ河川敷の広さは決められない。もちろん、河川敷は広いほど安全であろうが、平素は空閑地になる河川敷をあまりに広く取るのはむだである。例えば、利根川では改修工事は早くに着手され、堤防は明治43年8月には栗橋上流20kmに達していたが、それはこの年の豪雨で栗橋付近で決壊してしまった。それは多分、雨量や流量の調査が不十分なままに、改修が開始されたためであろう。

ところで、河川改修が軌道にのり、工事が進んでくると、河川のはんらんは急速に減少した。その結果、万一を恐れて河川沿いに残されていた湿地も次第に開拓され、農地は堤防の下まで拡大されていった。しかし、あとになって調べて見ると、このころは豪雨が少なかったことも幸いしていたようである。その証拠には、昭和9年9月の室戸

台風によって西日本各地に河川のはんらんが起ると、これをきっかけにはんらんは再び増し始めた。

このように豪雨が増したので、河川改修工事は再検討を迫られることになったが、間もなく太平洋戦争の開始により、この種の再検討、再計画はすべて先に延ばさざるを得ない。そして、それを促すように、戦後の昭和22年のカスリン台風による豪雨で、利根川は再び栗橋付近ではんらんを起したのであるが、栗橋における推定流量は明治43年の場合の2倍半にも達した。したがって、元通りの復旧ではさらに三たび目のはんらんが起りかねないが、川沿いの地はすでに開拓しつつあるので、河川敷の拡大はできない。最大流量は河川敷に収容できないとすれば、上流にダムを造って流量をコントロールする以外の方法はないが、その方法はすでに米国でも実施されている。

このあと昭和28年6月には、筑後川の堤防も豪雨による最大流量が予想をはるかに上回り、ズスタに破壊された。そして、ダムによって河川流量を調節する計画は急速に実施に移されることになったが、ダムによる貯水は発電その他の利水問題の解決にも役立つ。

ダムによる流量調節が行われるようになってから、河川のはんらんは目立って減少した。現在のところ、大都市やその周辺における水害は増したようにも見えるが、それはいずれも土地の崩壊や土砂の流出を伴うものであるから、この原因は土地開発や宅地造成の増加によるものようである。このように見て来ると、昨年9月の多摩川の堤防決壊によるはんらんは、たんに流量が異常に増大しただけのものでないことは明らかである。

3 都市河川としての多摩川の実態

前節で述べたように、日本の河川は洪水はんらんを起しやすい条件を備えている。一方、日本では古くから多量の水を必要とする水田稲作を続けていたので、治水と利水のための土木技術も徐々に進んでいたようである。それは、明治年代に入ると一層強化され、大河川の治水問題も次第に解決さ

れて利水も強化され始めた。そして、川沿いの人口が増し、都市が発達すると、治水と利水は一層強化され、河川は自然の姿を変えて管理河川に変わらざるを得ない。多摩川はその代表例といえるであろう。

多摩川は水源を山梨県に発し、東京都西多摩郡に峡谷を造って東流し、青梅の辺りで山地を離れて南東流に変わり、拝島の辺りで秋川を合わせ、日野市を過ぎて浅川を加え、武蔵野台地を侵食して、河川段丘を作っている。そして、多摩丘陵の東辺沿いに南東流を続け、下流は六郷川と呼ばれ東京湾に入る。全長110kmで、日本の河川としては大河川と中河川の間のもので見てよいであろう。調布市を過ぎる辺りから下流では東京都と神奈川県との境界になっている。

17世紀に入ると江戸は徳川幕府がおかれたため大都市に発展し、すでに家康の時に神田上水が作られたが、3代家光の時にできた玉川上水は多摩川に水源を求めたもので、青梅南東の羽村町で分流が行われ、全長48kmに及ぶ大規模のものだった。旧東京市の初期の水道も羽村町の辺りで多摩川から分流したという。

しかし、多摩川も多摩丘陵沿いに流れる辺りは平たん地であるため、豪雨のたびにはんらんが起り、河道も変わっていたらしい。そして、前節に述べたように明治43年8月の関東大水害の時には多摩川もはんらんを起したが、河川改修が行われて以後は昨年まで64年間、はんらんは跡を絶っていた。

このように長期にわたって多摩川が安全だったのは、改修工事によって堤防が完備したためばかりではなく、旧東京市の発展に伴い水の需要が急速に高まり、多摩川の流量は年ごとに減じたためであろう。さらに、多摩川沿いの地における人口の増加もまた、この川の流量の減少を促進させていたに違いない。

東京府（都制は昭和18年から）の水不足が進んできたので、府はその対策として、多摩上流小河内村にダムを建設し、流域の雨量をより効果的に利用することを計画、昭和13年からその工事に着手した。このダムは前節に述べた治水用ダムとは目的を異にし、利水を目的とした巨大ダムとして

は日本最初のものであったが、戦争のために昭和18年には工事は中断することになった。

毎日新聞の伝えるところによると、今回決壊した狛江市内の多摩川左岸堤防は、市の土地を拡大するために約50mも河川敷の中へ移動させたものだという。しかし、この川は建設省（戦前は内務省）管理の直轄河川だから、堤防の移動は管理者の了解なしにできるはずはない。したがって、多摩川の水は常に不足がちで、洪水ははんらの恐れのない安全な川であるということは、管理者も認めていたわけだった。

また、今回問題になった取水堰は川崎市側の農業用水のためのもので、始めは蛇かごを利用した程度のものであったらしい。しかし、それではわずかの増水にも流失してしまうので、前にも述べたように東京・神奈川両知事の合意によって設置が決り、完成は昭和25年ごろであったらしい。ところで、河川に堰をもうけて利水を行うことは、どここの河川でも行われていることで、そのこと自体は当然のことである。しかし、問題は、なぜあのように高い強固な堰を河川敷の中に設けたかということで、そのために河川敷の機能は全く失われてしまっていた。

一方において、多摩川沿いの地域の社会的条件も次第に変わりつつあった。戦時中はすべての人々が空閑地を求めて、自らの手で食糧の補いをしようとしていたので、その時には多摩川の広大な河川敷は空閑地として利用されたのであろう。それは戦後の食糧不足時代にはさらに強化されるとともに、人々は次第に河川敷の意味を忘れ、空閑地農業だけに気をとられていた。

昭和32年には戦後に再開された小河内ダムもようやく完成し、貯水も開始された。翌33年には狩野川台風の襲来によって南関東には大豪雨が起り、東京の都心の雨量は392mmという記録的のものであったが、この豪雨は小河内ダムを満水にさせただけで、多摩川は安全だった。そして、小河内ダムの完成後に襲来した狩野川台風によって、もはや多摩川はどんな大豪雨に見舞われても、ピクともするものではないという確信が、川沿いに住む人

々やこの川の管理者の間に生れたのではあるまいか。

昭和30年を過ぎると日本は戦後の復興から発展へと転じ、農業国から工業国への転換の道を着実に歩み始め、農村人口はどんどん都市に流れ始めていた。それが最も著しかったのは東京で、23区はほとんど飽和してしまった結果、中央線や多摩川沿いの人口は急速に膨張しつつあった。そして、多摩川の河川敷は最大の空閑地として人々の目に映るようになっていった。

このころになると世は好景気時代で、多摩川の河川敷で農業を行う人も減じたのであろう。それに代って、趣味・娯楽・運動などの各種施設が多摩川の河川敷に現れ始めたらしい。もちろん、それはいずれも河川管理者の許可が必要だったはずであるが、多摩川の安全性は誰も疑っていなかったもので、それらの施設は次々と許可されたようである。それはまた、人口ちゅう密な地で息苦しく生活する人々の憩いの場にもなったはずである。

このようにして、多摩川は都会の中における長大な公園のような姿に変ぼうしてしまっていたので、たとえ豪雨のために流量が増大するようなことがあっても、この川の堤防が決壊するなどということは、誰も考えなかったであろう。しかし、そのように信じこんでしまったところに盲点が隠されていたのだった。

4 豪雨による多摩川堤防の決壊

昨年8月31日夕刻から9月1日夕刻にかけて、関東南部に激しい豪雨が起り、関東西部山岳では300～600mmの豪雨となり、流量の激増のため狛江市内の多摩川の左岸堤防は64年ぶりに、ついに決壊した。

多摩川が以前にははんらんしたのは明治43年8月のことで、房総沖を通った台風のために今回以上の豪雨が関東西部山岳に降った時である。それと同程度の豪雨は昭和22年のカスリン台風、同33年の狩野川台風のときにも関東西部に降ったと推定されるが、この2回の時には多摩川はいずれも無

事だった。

今回の豪雨のあった時期には紀伊半島のはるか南方にあった16号台風が、四国沖をめぐって西北西から西に進み、9月1日夕刻に高知県沿岸に達していた。そして、人工衛星ノアが写し出したところによると、台風の東側では反時計まわりのうずを形造った濃密な雨雲の流れが、台風の方に向かって関東に流入していたというから、この豪雨は明らかに16号台風による豪雨であった。

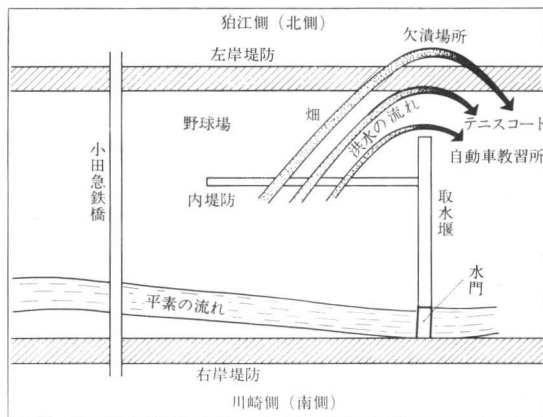
けれども、今回の豪雨は激しかったといっても、カスリン台風や狩野川台風の時の豪雨を上回るほどの激しさだったとは思えない。しかも、狩野川以後は小河内ダムも完成し、このダムによる流量調節も行われたに違いないから、豪雨による流量の増大に原因した堤防決壊でないことは明らかである。そして、直接の原因が農業用取水堰にあったことは、決壊の起った当時の新聞に報道されている通りである。

それで次に、決壊がいかにして起ったかを考えてみたいが、それにはまず現場付近の状況を説明しておかなければならない。

図は決壊場所付近の略図で、新聞にあったものを書き直したただけだから、距離などは不正確であることをご承知願いたい。

図に見るように、この辺りの多摩川の流れは右岸(川崎側)に寄っており、問題の取水堰は小田急鉄橋から約300m川下でこの流れをせき止めるように造られ、左岸(狛江側)の堤防までは達していない。流れは狭いので、狛江側は広大な河川敷で、取水堰の切れている辺りから川上側には野球場や畑地、川下側にはテニスコートや自動車教習所があった。そして、これらを流れから保護するように、取水堰から川上に向かって高さ2mぐらいの簡単な内堤防が作られていた。

豪雨が始まったのは8月31日夜からであるが、新聞報道によれば、この辺りで水かさが増し始めたのは1日の午前11時ごろからという。しかし、流れは取水堰と内堤防で囲まれていたので水位の上昇はかなり早く、最も弱い内堤防は午後2時には破壊された。そして、濁流は図のように正面の取



水堰から左へ曲り、破壊されて低くなった内堤防を乗り越えて狛江側の河川敷に流入し、左岸堤防に突当る流れになってしまった。

一般に堤防はこれに沿っての流れには比較的安全であるが、堤防に向ってくる流れには弱いことは日常経験に照しても明らかである。濁流が左岸堤防に向って流れ始めたのだから、流れの方向を変えることができなければ、堤防の決壊は時間の問題になる。新聞報道によると、この決壊は同日午後5時に始まった。

1日夕刻には雨はこやみになったが流量は増すばかりである。午後8時には東京都災害対策本部が設置された。現場では警官500人、自衛隊500人の作業員が必死となって取水堰と左岸堤防の間をせき止め、流れを変えようとしたがだめである。そして、午後10時には流れを支えきれず、危険を避けて撤収することになった。

翌2日朝には高さ6mの左岸堤防は長さ200mにわたりえぐり取られ、その奥行は最大16mに及び、民家11棟と物置1棟が流失してしまった。高い取水堰がそのままでは流れは変わらず、堤防の決壊はさらに拡大する。この上は堰を爆破せねばならない。そこで自衛隊に依頼し、午後2時40分に取水堰上でTNT火薬780kgの爆破を行ったが、上部を破壊しただけで流れには影響はない。どうすることもできないまま夜に入り、朝までの間に木造3棟がさらに流失した。

3日目になった。爆破を効果的にするため取水堰の内部に爆薬を仕掛ける準備をしているうちに、

流失家屋は19棟に達した。午後5時半の爆破、続いて午後8時55分にも爆破により、取水堰の爆破口からの流出によって水位は数cm下がっただけである。

4日目には建設省が取水堰の川崎寄りの部分を繰返し爆破したが、そのころになると、水位は自然に徐々に低下しており、危険はすでに去っていた。結果からみれば、流れの応急のせき止めも、取水堰の爆破もすべてが失敗で、流量は時間の経過によって元の姿に戻ったのだった。

5 治水と利水の調和について

雨が多く水が豊富な日本では、古くから水田稲作が行われ利水は進んでいたが、明治以後になると工業の発展、人口の増加により水の需要は年を追って増大した。一方、河川は急流が多いのに、雨量の変動は大きいので、急激な出水によって洪水ははんらんを起しやすい。したがって、利水を拡大するには、必然的に治水の強化が伴わなければならなかった。そして、それは特に大都市周辺における河川で著しかったはずである。

ところで、多摩川について見ると、明治43年以來一度もはんらんは起きていない。それは多分、首都東京の発展につれて水の需要は増大したが、初めは、この需要の大部分を多摩川に依存したので、この川の平素の流量は減少の一途をたどっていたためであろう。平素の流量が少なく、河川敷が乾いていれば、たとえ激しい豪雨でも流量が急増しても、地下浸透により流量はかなり減少する。

このようにして、多摩川の河川敷は次第に、使用目的のない空地の観を呈するようになったので、いつの間にかいろいろの施設が作られるようになった。そのうちには、取水堰のように多摩川の流れに関係した施設もあったが、河川敷を空地として利用した施設も多かったようである。

平素の河川敷は空地となんら変りはないのだから、他に空地が求められない以上、河川敷がいろいろの目的に使用されることはやむを得まい。しかし、河川敷は昔の遊水地の変形したものであ

って、洪水によって流量の急増した時には河道として洪水をはんらんさせずに海まで流す役割を持っている。したがって、河川敷に作られるすべての施設は、洪水の流れを阻止するものであってはならないはずである。

今回の多摩川堤防の決壊は、川崎側の取水堰のためであることは明らかである。その設置は東京・神奈川両知事の合意によるというが、この川は直轄河川だから建設省の了解なしで堰は作れないはずと思う。それなら、取水堰の設計については建設省は知っていたはずだと思うが、それについて治水の面から何もアドバイスはなかったのであろうか。

取水堰は流れをせき止める施設だから、洪水の時には簡単に押流される程度のものなら何も問題はない。しかし、永久施設にするならそれは必ず洪水時に流れを阻止する形になるのだから、利水関係者だけで決められるはずのものではなく、治水関係者との意見の調整は不可欠の問題であろう。

この取水堰の作られた時の事情は分らないが、第1の疑問は、流量の少ない多摩川において、あのような高さの堅固な堰は果たして必要だったのであろうか。第2の疑問は取水堰は左岸に達していなかったので、洪水時の流れは左岸に集中することは、河川技術者には自明のことと思うが、左岸堤防は特に強固にしてあったのだろうかという点である。第3は内堤防についてである。これは多分、河川敷にいろいろの施設ができたので、それを保護するための仕切りとして、あとで作られたように見える。それは必ず河川管理者の許可を求めているはずと思うが、それなら、取水堰と左岸堤防の間を保護するように、もっと強固な内堤防にしなかったのだろうか。内堤防が破壊されなければ、たとえ洪水がこれに乗越えても、左岸に集中した流量ははるかに少なかったであろう。

ここに述べた疑問は、利水関係者と治水関係者の緊密な連絡が取られていたなら、おそらくなんらかの処置の取られていた問題と思う。それは技術の問題というよりは、所管・権限についての考え方の問題ではあるまいか。

(こいぬま かんいち/城西大学理学部教授)

恵那山トンネルの安全対策

伊達英夫

はしがき

恵那山トンネルは中央道西宮線（東京都杉並区から兵庫県西宮市）の長野県飯田市と岐阜県中津川市を結ぶ延長8.5kmの道路トンネルである。延長と設備の規模からいって、我国最大のトンネルであり、世界的にいても、現在開通しているトンネルでは、モンブラントンネル(11.6km)に次ぐ世界第2位のトンネルである。

建設工事は昭和43年に着手され、膨大なわき水と多くの破砕帯に悩まされ、困難を極めたが、ようやく昨年3月貫通し、今年8月には念願の開通が予定されている。

道路トンネルは他の鉄道トンネル等と異なり、自動車を通行させるため、換気、照明、防災、内装等の付帯設備を必要とする。特に換気設備は延長が長くなるほど、所要動力が増大し、設備費ならびに維持費も増大する。また交通管理の面でも延長が長くなると、交通事故の危険性が増えるので、安全対策についても十分な配慮が要求される。

恵那山トンネルは、これまでにない長大トンネルであるがため、安全設備について、多くの新しい試みも取入れられている。これらは、今までに建設した多くの高速道路トンネルの管理上の経験と数多くの研究開発により得られたものである。

図1 中央自動車道路線図



本文は恵那山、網掛トンネルを主体とする道路区間の安全対策について、その概要を述べたものである。

恵那山トンネルの現況

恵那山トンネルは中央アルプス(木曾山脈)の南端部にそびえる恵那山近傍の標高1,735mの富士見台直下を貫いて、木曾谷と伊那谷を最短ルートで結ぶトンネルで、その概要は次のとおりである。

1. 延長 恵那山トンネル 8,476m
網掛トンネル 1,943m
2. 標高および勾配
標高 飯田方 721m, 中津川方 657m
勾配 飯田側 0.5%, 中津川側 1.645%
(3.7km) (4.8km)
3. 幅員 車道 7.0m, 路肩 1.5m
4. 道路の等級 1種3級
5. 設計速度 対面交通時 60km/H
1方向交通時 80km/H
6. 交通方向および車線数 1方向2車線×2本



現在は段階施工として、2車線対面の1本であるが、今後もう1本を掘り、将来1方向2本とする。またトンネルへの接続道路は、飯田方では網掛トンネル東坑口から約400m地点で4車から2車へ、中津川方では恵那山トンネル西坑口から約

1 km地点で2車から4車へと変わる。

縦断勾配は両トンネルの前後が厳しく、平均勾配約3.3%で、最急勾配は5.5%となっている。

恵那山トンネルの位置を図1に示す。また縦断面図および標準横断面図はそれぞれ図2、図3に示すとおりである。

図2および図3から分るようにトンネルの主要な構成として、本坑のほかに補助トンネル、立坑および斜坑等があり、また主要な設備として、換

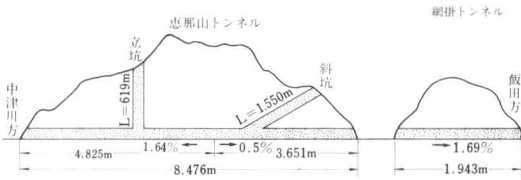
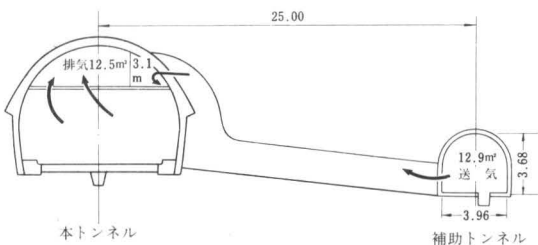
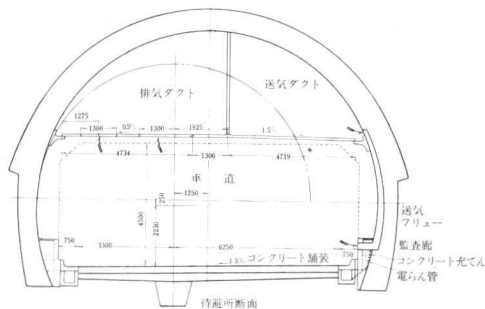
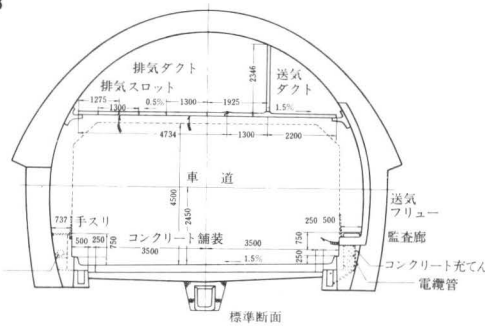


図3



気、照明、防災、受配電、遠方監視制御、交通管理等の各設備が設けられている。

長大トンネルではいったん事故が発生すると重大事故につながる可能性が強いので、まず事故が起らないようにすることが重要であり、万一事故が起きた場合には安全確実な処理が必要である。

換気および照明設備は通行車両の走行の安全と快適性を確保する上に必要不可欠なものであり、防災設備は事故または火災等が発生した場合、被害をできるだけ少なくするために必要であり、また遠方監視制御施設は各設備を中央で集中制御するために必要である。これに対し交通管理施設は積極的に交通の流れをコントロールし、通行の円滑を図り、事故を未然に防ぐために必要なものである。恵那山、網掛トンネルの安全対策は上記各設備の効果的運用によって得られるものであり、以下各設備ごとに概要を述べよう。

トンネルの換気

トンネルの換気計画は次の交通量およびトンネル濃度を設計対象として立てられた。

計画交通量	ディーゼル車混入率	トンネル内濃度
対面交通時 1,000台/H	22.3%	煤煙透過率(100m)50% CO濃度 100ppm
一方向交通時1,730台/H	22.3%	"

トンネルの換気の方法は、自動車の走行の安全を守るだけでなく、快適なドライブができるよう、トンネル内に新鮮空気を送り、自動車の汚染ガスを一定許容濃度以下に希釈することである。換気の対象物質として人体の生理面からCOを有害ガスの代表に選び、また視距確保の面から煤煙を選んでいく。しかし我国では都市トンネルを除きディーゼル車の混入率が比較的大きいため、換気量は主として煤煙によって定めるといってよい。

換気方式は図4に示すように、恵那山トンネルでは、換気所の送風機により、補助トンネル、連絡ダクトを通してトンネルダクトに新鮮空気を送り、ダクトからフリュウを通して車道に吹出す。車道の排気ガスを希釈した汚染空気は、天井ダクトを通して、換気所の排風機で外気に排出する。このようにトンネル内に送気ダクトと排気ダクト

図4 恵那山・網掛トンネル換気系統図

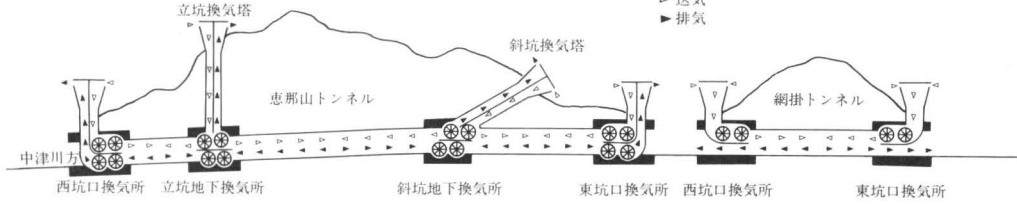


表1 換気設備概要

トンネル名 換気所 送排別	恵那山トンネル								網掛トンネル	
	中津川坑口換気所		立坑地下換気所		斜坑地下換気所		飯田坑口換気所		西坑口換気所	東坑口換気所
換気機諸元	送気	排気	送気	排気	送気	排気	送気	排気	送気	排気
風量 m ³ /S	258	258	357	357	320 (302)	320 (302)	321	321	200 (100)	200 (100)
風圧 mmAg	175	245	363	376	495	473	349	324	165	165
換気機台数	2	2	2	2	2 (2)	2 (2)	2	2	2 (1)	2 (1)
換気 口	口径 mm	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2500	2500
	風量 m ³ /S	129	129	178.5	178.5	160	160	160.5	160.5	100
電動機出力kW	345	485	990	1025	1215 (780)	1155 (750)	855	795	265 (132.5)	265 (132.5)

注. () 内は将来1方向交通時追加する。

の両方を有する場合、これを横流換気方式という。

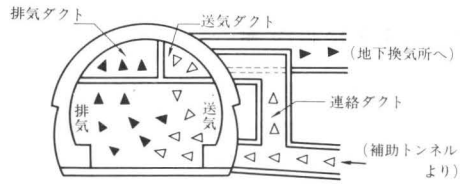
網掛トンネルでは、換気所の送風機からトンネルの天井ダクトを通し、100m間隔に設けられた換気口から新鮮空気を車道に送り、汚染空気は車道を通して、坑口から外に排出される。このようにトンネル内に送気または排気ダクトを1つだけ有する場合、これを半横流式という。

換気所の位置は図4に示すように、恵那山トンネルでは両坑口のほかに、立坑と斜坑底に地下換気所を設け、合計4か所から最大1,256m³/Sの換気を行っている。また網掛トンネルでは、両坑口換気所から最大400m³/Sの送気を行っている。この半横流換気方式で特に注目すべき点は、100m間隔の換気口が平常はダクトから車道に吹出す送気運転に用いられるが、万一火災が発生した場合、換気所の送風機は逆転され、火災地点に最も近い換気口は全開となり、他の換気口は全閉されて、十分な排煙が行われることである。

この方式は世界でも初めての方式であり、特に排煙を考慮した、新しい半横流方式といつてよいであろう。

トンネル内の空気の汚染状態は、一酸化炭素分析計(CO計)および煤煙透過率計(VI計)により検出し、交通量に応じて、その値が一定の許

トンネル断面の空気の流れ



容範囲に入るよう、送排風機の運転を自動的に制御できるようになっている。

換気設備の概要は表1のとおりである。

送排風機はこれまでの道路トンネル用換気機と比べると、大風量、高風圧で、駆動用電動機として、無段の可変速電動機(サイリスタモーター)を採用している。この無段変速の利点を生かして能率の良い風量制御が可能となっている。

トンネルの照明

トンネル内におけるドライバーの安全と快適な走行を保つため、次のような照明設備を設けている。

トンネル内部照明

ディーゼル車の排出する煤煙に対し、透過度のよいナトリウム灯を使用し、路面平均照度70ルクスで、他のトンネルと比べて多少明るくしている。

トンネル入口増灯照明

日中の外の明るさから、暗いトンネルに入る際、ドライバーの眼をなれさせるため、入口部約300mにわたって、明るい緩和照明を設ける。

非常駐車帯照明

故障車、事故車等の一時的な駐車スペースとして、トンネル内9か所(約700m千鳥)の待避所には、車両の修理、点検を考慮し、自然光に近い蛍光灯を取付けている。

道路の本線照明

恵那山トンネルと網掛トンネルとの間1.5kmと各トンネル坑口の手前3~4kmの区間は、線形も悪く、谷あいでも山霧の発生も予想され、雪氷時の事故防止、視線誘導のため、低圧ナトリウム灯により、平均路面照度10ルクスの全線照明を行っている。

受配電、自家発電設備

両トンネルの需要電力は約15,000キロワットにもおよぶ大規模な容量で、中部電力より77キロボルトで送電される。

この電力はトンネルの東坑口と西坑口との2系統から受電し、1系統が停電しても、他系統が受電できるようになっている。万一両系統が同時に停電した場合に備えて、トンネル内照明、防災用電源、通信用電源等保安上不可欠な設備に対する自家発電設備(3,000KVA)を、恵那山東坑口換気所に設ける。またトンネル照明の約8分の1の非常灯のために無停電装置が設けられる。

変電所は恵那山トンネル東西両坑口換気所および両地下換気所内にあり、東西変電所より22キロボルトに降電して配電され、さらに東変電所より6.6キロボルトで網掛トンネル両坑口換気所の変電室に送電される。

トンネルの防災

トンネルが長くなれば、それだけ事故の危険度も高くなる。また火災の発生は極めてまれにしか起らないが、いったん発生した場合、鈴鹿トンネルの例に見られるように大きな被害を起しやすい。

したがって、長大トンネルでは、トンネル内に緊急事態、特に火災が発生した場合、人命はもちろん、車両ならびにトンネル諸設備の被害を最小限にとどめるような設備を考慮しなければならない。

恵那山、網掛トンネルに設置している防災設備は次のようなものである。

自動火災報知設備

両側壁12.5m間隔に放射式火災感知機が取付け

られ、火災が発生した場合、即座に、その発生と地点を知ることができる。また50m間隔に手動通報器(押ボタンスイッチ)が消火栓箱に組込まれているので、利用者は火災の発生を容易に通報することができる。

非常電話

175m間隔に側壁に埋込まれ、利用者がこれを使用して、コントロール室と自由に通話することができる。火災発生だけでなく車の故障等の場合でも連絡することができる。

消火栓設備

50m間隔に側壁内に埋込まれた消火栓箱の中に、長さ30mのホースの付いた消火栓と粉末消火器が2個収納されている。これらは初期消火に欠かせぬもので、全部で恵那山トンネルに173か所、網掛トンネルに40か所設けられている。

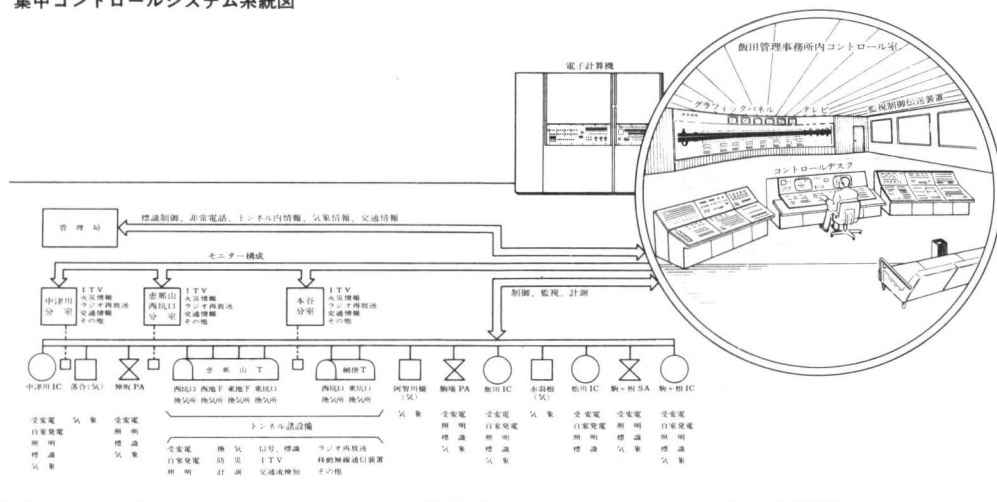
水噴霧設備(スプリンクラー)

50m間隔に自動弁装置が側壁に設けられ、自動火災感知機と連動して、火災感知作動後1分以内に放水する。水噴霧ノズルは5m間隔に遠近投用の2種が同時に働き、50m区間を同時放水する。(6ℓ/m²/分)火災の広がりに対しては、さらに50mを追加放水することができる。これは火災の延焼を制圧することと、施設への損傷を保護し、同時に他の車への類焼を防止するためのものである。また40分間連続放水を行うため、恵那山トンネルには、地下に400トンの貯水槽が4か所設けられ、網掛トンネルには西坑口に400トン、東坑口に250トンの貯水槽が設けられている。

避難施設

長大トンネルでは事故発生の場合、坑口に出ることが困難である。このため約700m間隔に緊急避難坑が設けられ、利用者はここを通過して補助坑に緊急避難することができる。また車両は故障または事故の場合トンネル内約700m間隔に設けられた待避所(非常駐車帯)に一時駐車することが

図 5 集中コントロールシステム系統図



できる。待避所は全部で9か所であるが、その内2か所はUターンをするための方向転換所として兼用される。

これら緊急避難坑および待避所には、非常の際容易にその位置が確認できるよう、内照式の避難誘導灯が取り付けられている。

トンネル内が事故または火災等で通行禁止になった場合、トンネル内から脱出して来た車両とトンネル内に進入しようとする車両を一時的に収容、待機させる広場が、トンネル入口エマージェンシーエリアとして、両坑口に設置されている。通行禁止が長時間にわたる場合、一般道路への通行もできるよう、取付道路が計画されている。

電光標識装置

トンネル内に火災、事故、渋滞等が発生した場合に、ドライバーに情報を提供し、安全を守るために、電光可変表示板をトンネル入口、トンネル内待避所だけでなく、インターチェンジ付近本線、サービスエリア等に設置されている。また信号機も同じように設置されている。

監視用テレビ (ITV)

トンネル内の交通の流れを常時監視し、事故、渋滞、火災等の緊急事態に直ちに対応できるようにするため、トンネル内外 150m 間隔に約82個の

テレビカメラが設置されている。

拡声装置

トンネル内50m 間隔にスピーカーを取付け、事故等の場合、緊急放送により利用者に的確な情報と指示を与え、避難誘導を容易に行うものである。

ラジオ再放送装置

トンネル内に特殊アンテナを設け、カーラジオが自由に聴けるようにしている。緊急の場合にはマイク放送に切替え、カーラジオを通して、緊急情報を流し、指示、誘導を行うことができる。

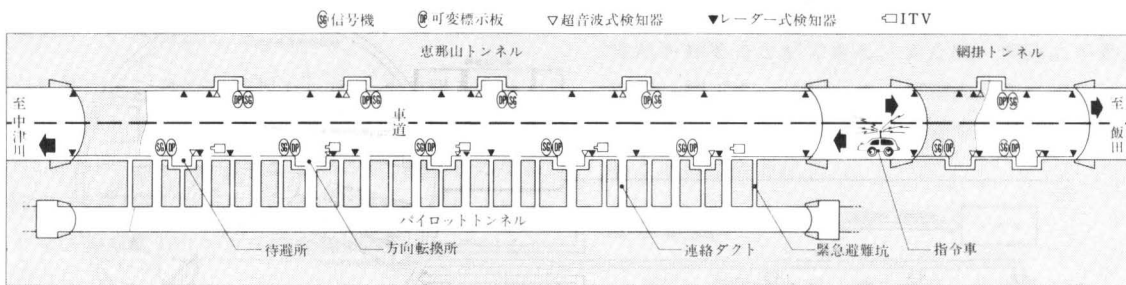
移動無線装置

トンネル内を走行中のパトロール車と連絡する場合、普通の無線用アンテナでは電波がうまく通じない。そのため、トンネル全体に特殊ケーブル（漏洩同軸ケーブル）を張り、これから電波が発射されて容易に通話ができるよう、移動無線通信装置が6台設置されている。

遠方監視制御

恵那山、網掛両トンネル内と中津川インターチェンジから駒ヶ根インターチェンジの間に設置された諸施設を飯田管理事務所内のコントロール室において集中監視制御するものであり、これによ

図6 恵那山・網掛トンネル交通管理施設



りトンネル内および換気所内は完全に無人化することができる。このコントロールシステムの系統図を図5に示す。

コントロール室では、換気の運転、電力、照明の制御、交通の監視、気象観測情報の収集、解析、トンネル内の防災、有害ガス濃度の監視、さらに事故時の可変表示板の操作、緊急放送、火災時の感知機と水噴霧の操作、排煙運転など約 6,000点の情報を電子計算機に入れて、人間に代って、効率的な監視、処理を行っている。

なお飯田管理事務所のコントロールセンターのほか、中津川インターチェンジ、恵那山西坑口、本谷の3か所にも分室が設けられ、ここでも監視できるようになっている。

交通管理

交通の円滑化を図り、事故を未然に防ぐためには、交通流を常に適確にコントロールし、万一渋滞が生じた場合、できるだけ早くその原因を発見、適切な処理を行うことが必要である。特に長大トンネルでは、事故が発生しやすく、一度事故や火災が発生すると、大惨事になる可能性が高いので、交通管理が重要である。

恵那山、網掛トンネルの交通管理施設として、前述の非常電話、移動無線装置、拡声装置、ラジオ再放送装置、ITV等のほかに渋滞検知装置がある。図6はトンネル内の交通管理施設の配置を示したものである。

渋滞検知装置

トンネル内約 700mごと(待避所ごと)に、超音

波式およびレーダー式検知器を設置し、各区間の通過台数、通行車の平均速度、車頭間隔および渋滞度の計測ならびに待避所における停止車の検出を行う。

渋滞発生時の交通管理

トンネル内で故障、事故等により渋滞が発生した場合、速度、車頭間隔の異常から渋滞検知装置により警報が出される。同時にその区間の6か所のテレビが自動的に画像を写出すので、監視員は事故の状況を確認したうえで、情報を可変表示板に表示して、通行車に警告を出すとともに、信号機により進入禁止を行う。また必要があれば拡声器またはラジオによる緊急放送を行って、情報の伝達と指示を伝える。

火災発生時の交通管理

火災感知機、手動通報機または非常電話等により火災の通報があった場合、渋滞検知と同様、直ちにITVが自動的に火災地点の画像を写出す。コントロールセンターの管理担当者は火災地点と火災状況を確認の上、水噴霧と排煙を作動させ、同時にトンネル入口の可変表示板は“トンネル内火災、進入禁止”の情報を表示しトンネル外の車の進入を阻止する。またトンネル内の車に対して拡声器、ラジオの緊急放送により指示を行い、火災地点より前の車はそのまま速やかにトンネル外に進出させ、火災地点より手前の車は方向転換所等からUターンさせて、坑口のエマージェンシーエリアに誘導する。さらに坑外に待機している消防車、救急車が現場に直行し、トンネル内監査廊

上を走る点検車もパトロール要員を乗せて現場に出動する。

点検車

恵那山トンネルは延長が長いので、設備の保守点検が容易ではない。したがって、車道の両側に高さ1m、幅0.6mの監査廊を、トンネル全長にわたって設け、監査廊上にはレールを布設して、ガソリン機関で動く点検車（時速20km/H）を走らせる。トンネルの保守員はこの点検車に乗って、トンネル内諸設備の保守点検を行い、緊急時にはパトロール要員の出動にも使用される。

雪氷対策

恵那山、網掛トンネル付近は、気象条件が厳しく、冬期には路面の凍結が予想される。チェーンをつけた車のトンネル内の走行は、車両および路面を損傷するため、トンネル坑口付近にはチェーン着脱所が設けられる。

恵那山トンネルと網掛トンネルとの間約1.5kmについては、チェーンをつけずに両トンネルを通して通行できるようにするため、本谷分室に雪氷基地が設けられ、完全除雪を行うことになっている。

トンネル入口付近には、雪の浸入を除き、除雪の手間をばくため、坑口約200mにわたってロードヒーティング（電熱工法）を行う。

その他、中津川ICと飯田IC間に7か所の気象観測所を設置し、風向、風速、気温、路面温度、降水量、気圧、透過率等を観測し、情報をコントロール室に送るようになっている。

トンネルの建設費と維持費

恵那山トンネルの本坑、補助坑、立坑、斜坑および諸施設を含む概算建設費は340億円であり、1mあたりに換算すれば、約400万円となる。

立坑および斜坑は本来換気のために用いられるものであり、また補助坑も工事中は地質の確認、湧水処理、ズリ運搬等の役目も果たしたが、完成後は換気用として使用されるので、これも施設費の中に含めるとすれば、トンネル本体内工費と施設費

の割合は4：6となり、施設費の方が大きくなる。自動車交通のための道路トンネルは、いかにその施設が高価なものにつくか、理解されるであろう。

道路トンネルでは、延長が長くなるほど、換気設備費の全体工費の中に占める割合が増大するのである。これまでの我国の道路トンネルの換気設備費の全体工費に占める割合を調べて見ると、5～30%、平均18%となっている。これに対し恵那山トンネルは実に50%近い大きい値を示している。

維持費については、交通量と車種構成によって異なるが、対面交通時の計画交通量を対象として1日6時間の全負荷換気運転を仮定すれば、換気および照明の電力費は1ヵ月約2千万円以上になるであろう。また恵那山トンネルを通過する自動車に対し、平均1台あたり150円の電力費を必要とするであろう。

あとがき

恵那山、網掛トンネルの安全対策として、複雑かつ膨大な設備が必要であり、またいかに多額の費用がかかるものであるか分っていただけたと思う。特にこれらの設備の大半が換気のためのものであり、これはすべて通行車の排気ガス汚染対策として設けられるものである。したがって、今後自動車排気ガス規制が強化され、有害物質の発生量が減少するならば、それだけ換気設備は節減されることになる。

ただ前述のように、道路トンネルは都市内トンネルを除いて、CO、NO_x等の有害ガスに対する換気量はわずかであり、主としてディーゼル車の排出する煤煙に対して、換気を行っている。したがって、トンネル管理の立場からいえば、まずディーゼル車の排出する黒煙の濃度規制強化が実施されることを期待したい。

なお、今回の安全設備、特に交通管理設備については、初めての試みであるため、実施にあたっていろいろの問題が出て考えられる。それに対しては、今後設備の改良とともにソフト面の開発に努力したいと考えている。

（だて ひでお／日本道路公団）

石油化学工業の事故と景気の変動

秋田一雄

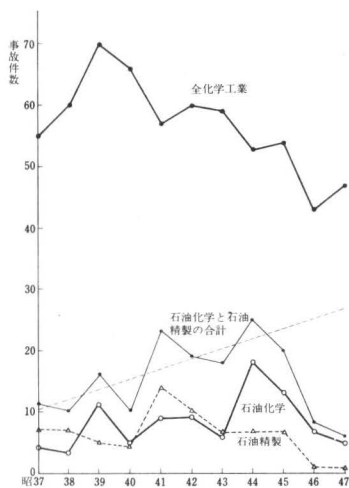
昭和48年には、石油化学工場で大きな事故が相次いで起った。当時、このような事故の発生について、この年は異常に多いのか、それとも、単にまとまって起っただけのことなのか話題になった。その後の調査により、事故の直接原因はすでに明らかにされ、いくつかの対策もとられているが、この点についてはっきりした結論は聞かない。筆者はこれに関連して、石油化学工業の急速に発展した、ここ10年程の間の石油関連工業の事故を整理する一方、その間の我国における経済の動きを2、3の統計資料をもとに調べてみた。結果は必ずしも厳密なものではないが、事故の背景となる要因について参考となる点があるような気がする

ので、ここでは石油関連工業の事故はどんな時に起っているかを含めて、その辺の関係を図表でながめてみようと思う。

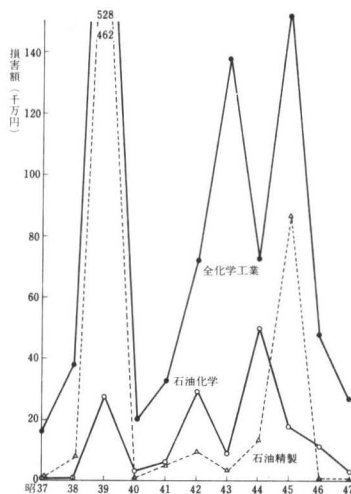
1 事故件数の変化

昭和37年から47年にわたる11年間における、全化学工業と石油化学、石油精製工業の事故件数の変化を第1図に示した。これによると化学工業全体では、昭和39年を境に以後事故件数は次第に減少しているが、石油関連工業のそれは逆に漸増していることが分る。しかも、これら工業の事故は、その件数の山がかなり周期性を持ち、昭和39年、41年、44年、48年にそれぞれ特長的なピークがある

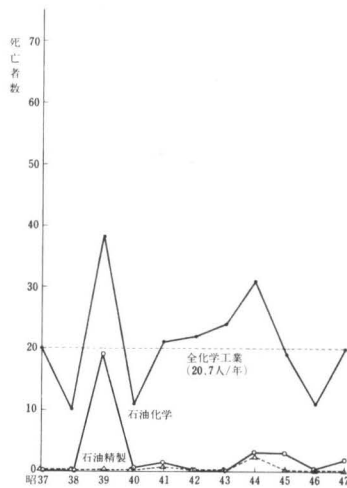
第1図 石油関連工業の事故件数



第2図 石油関連工業の事故の損害額



第3図 石油関連工業の事故死者数



る。この傾向は、石油化学と石油精製を合わせた曲線で最もめいりょうに読取れる。理由については後に考えるが、これから昭和46年、47年ごろの事故件数の減少は見掛上のもので本質的なものではないことが予想される。

2 損害額の変化

事故に伴う損害額の変化は第2図に与えた。一般に、損害額は事故の規模の大きいものが一つ含まれると著しく大きくなるので、この種工業の事故の発生を問題とする場合には、適当な指標とはならないが、これから石油関連工業の事故は一度起きると損害が大きく、全化学工業に対しても損害額の主要な部分を占めることが分る。これは、この種工業が大型の装置工業であることに由来することはいうまでもない。なお、昭和39年の大きな数字は新潟地震によるものである。

3 事故死者数の変化

第3図から分るように、石油関連工業における事故の死者数は、全化学工業のそれに比べて著しく少ない。とくに、石油精製工業ではほとんどないといって良い。これに対して、昭和48年は図には含まれていないが、少なくとも10人を超える死者が出ているから、死者数の増加はこの年の事故の一つの大きな特長となる。

4 事故の月別件数

昭和37年から47年の間の事故件数を月別で示したのが第4図である。全化学工業では、多少6、7、8月の夏場に多いようにみえるが、石油関連工業では季節の影響はほとんど無さそうである。

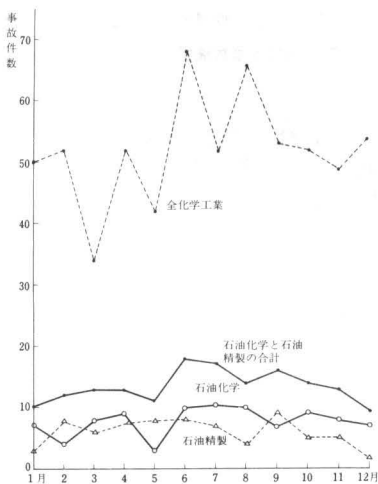
5 事故の時刻別件数

同じ11年間の事故の発生時刻別件数を第5図に与えた。これをみると、全化学工業、石油化学、石油精製工場、いずれも明らかに3つの山を示し、9~10時にピークを持つ午前の山、14~15時にピークを持つ午後の山、20~21時にピークを持つ夜間の山があることが分る。多分、この山は従業員の就業時間に対応するもので、化学工業の事故は、たとえ石油化学のような装置工業であっても、人間の活動に強く関係していることを示す。このことは、いずれの場合も昼休みに相当する12~13時前後に事故件数の鋭い落込みがあること、また夕方方の作業終了にかけての減少が、昼前のそれに比べてゆるやかなことからもうかがわれる。なお、夜間の山は残業や夜勤に相当するものであろう。

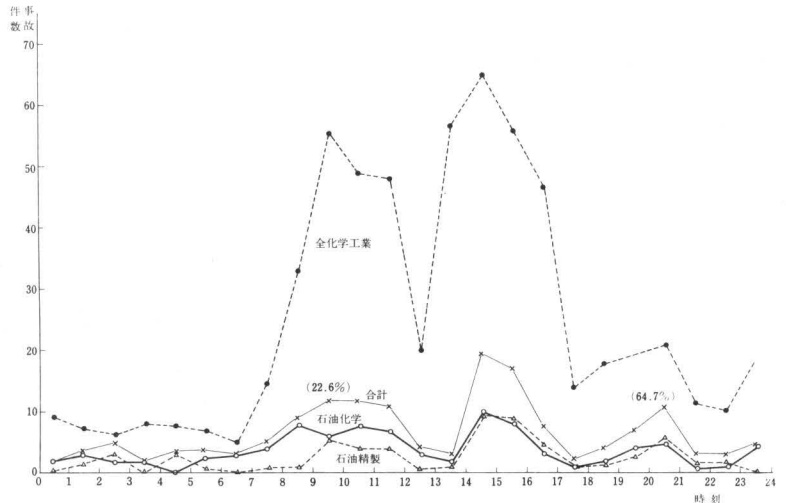
6 事故の発生箇所別件数

石油関連工業の事故件数をその発生箇所別にまとめると第1表のようになる。この表では便宜上

第4図 石油関連工業の事故の月別件数



第5図 石油関連工業の事故の時刻別件数



第1表 石油系工業の事故発生箇所別件数（昭.37年～47年間）

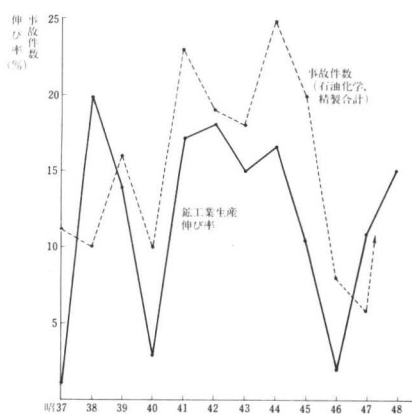
	プラント												貯蔵			取扱		その他	合計
	反応		精製				加熱			移送			ガス	液体	粉体	実験室内	工場室内		
	反	重	蒸	混	分	回	熱	乾	加	配	圧	ポン				実	工		
応	合	留	合	離	収	交	燥	熱	管	縮	プ	ス	体	体	験	場	他		
石油化学	13	7	1	8	5	4	5	5	4	12	2	3	2	8	2	1	0	8	90
	20(22.3%)		18(20.0%)				14(15.6%)			17(18.9%)			12(13.4%)			1(1.1%)	8(8.8%)	(100)	
石油精製	5	0	12	0	1	1	2	0	11	4	0	1	2	14	0	2	4	12	71
	5(7.0%)		14(19.7%)				13(18.3%)			5(7.0%)			16(22.6%)			6(8.5%)	12(16.9%)	(100)	

発生箇所をプラント、貯蔵、取扱、その他の4つに大別し、その中をさらに表に示したように細分した。石油化学90件、石油精製71件に対する百分率も合わせて示してあるが、この結果によると、事故の発生は両者ともプラントで断然多く、その比率は石油化学で76.7%、石油精製で52.1%に達する。この傾向は、これを簡単にいってしまえば、事故の発生危険は複雑なプロセスに多いということで、量の大小より構造、操作などの複雑さの方が、より重要な因子ではないかを予想させる。この点この結果も前の時刻別のそれと同様、事故の発生には人間的要素が強いことを示唆している。ちなみに、昭和48年に起った事故も、大半はプラントに関係したものである。

★ ★

以上、昭和47年までの11年間にわたる石油関連工業の事故をまとめてみると、これらの事故の件数は、年度別に周期性があるのみならず、その発生には多分に人的要素が強く働いていることが分る。そこで、次にはこの背景となる同じ時期における経済の動きを、2、3の指標によって調べ

第6図 鉱工業生産の伸び率と事故係数



てみる。

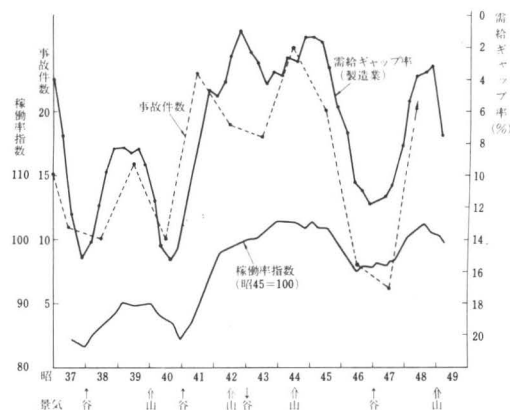
7 工業生産の伸びと事故件数

経済の変動、とくに工業生産の増減を示す指標は沢山あるが、第6図にはその中から鉱工業生産の伸び率を取り、これを前に示した石油関連工業の事故件数と対比した。両者は著しく似た挙動を示し、生産の伸びと事故件数はかなり強い相関を示す。このことは、先の事故件数の周期性が景気の変動によるものではないかを予想させるもので、実際にも景気の落込みのひどい昭和40年や昭和46年には、事故もかなり減っている。

8 需給ギャップ率と事故件数

生産の伸びの大きい時期は、また操業も活発で稼働率も大きいはずである。そこで、この指標として製造業の需給ギャップ率と稼働率を取り、事故件数と比べたのが第7図である。この結果をみると、事故件数の変化は前節の工業生産の伸び率以上に需給ギャップ率の変化と密接な関係を持ち、事故は何よりも忙しい時に起りやすいことを示す。

第7図 需給ギャップ率稼働率指数と事故係数



そして、このことは前に述べたように、事故の発生には人的な要素が強く働くことも矛盾しない。なお、需給ギャップ率の代りに稼働率をとっても傾向はあまり変わらないが、この指標は昭和43年ごろの小さな景気の谷を示さないのので、我々の目的には前者の方が適当と考えられる。

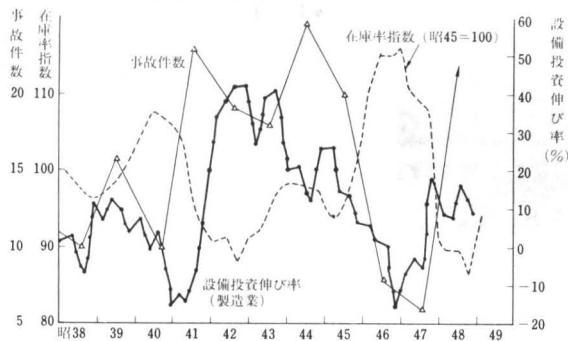
9 その他の指標との関係

他の指標として、設備投資の伸び率と在庫率をとった場合の図が第8図である。両者とも景気の変動に大きく左右される指標であるが、図からも分るように事故件数のピークとは時期が多少ずれていて、事故の発生件数とは前の指標ほど直接的には結びつかない。

★ ★

かくて、これらの図表をもとに考えると、石油関連工業の事故件数は鉱工業生産の伸び率や製造業の需給ギャップ率のような経済指標と密接な関係をもち、事故発生の周期は景気の変動とほぼ一致して起っていることが分る。しかも、両者の関係は、これをより詳細に調べると、事故の多く起るのは景気の谷が過ぎて、景気が上向き山に近づいた時期に当たっている。容易に想像されるようにこの時期は稼働率も高く、生産は活発であるから、それが原因となって事故が発生する可能性は高いが、今までの図表は少なくとも個々の事故ではなく各年の年間の件数に関する限り、技術的な問題を含めた他の要因より以上に、この種の間接的原因が重要なことを表わしていると考えられる。その点、石油関連工業の事故件数を減らすには、景

第8図 在庫率指数、設備投資伸び率と事故件数



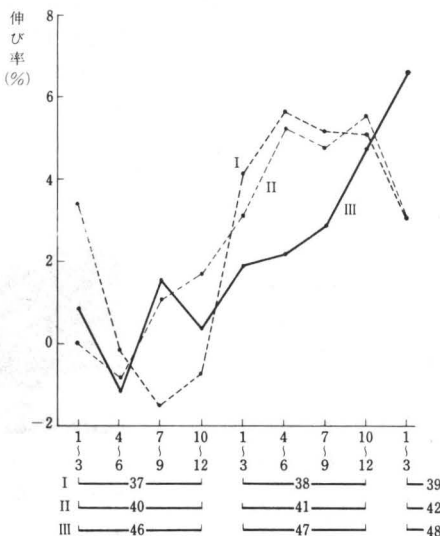
気の回復期に注意を払うことが肝要となる。

一方、このような観点に立って昭和48年の事故を考えてみると、発生件数の正確な数はまだ集計が入りできないため分らないが、いずれにしてもこの年がかなり大きな件数を持つことは、事故の周期性からみて予測されるところで、また件数の増加も第1図の傾向をみれば了解できるから、昭和48年に起った事故が特殊なもの、つまり、この年が異常であったとは思にくい。なお、景気の変動との対応からすると、昭和48年の事故の多発はそれ以前と比べて景気の谷からの時間が多少長いようにみえるが、これは第9図からも明らかなように、この時の景気回復が前2回と比べて遅れたためにそうなったことで、その点も特に異常とは思えない。

もとより、ここで得られた結論は定量的なものでなく、また、この種工業のみがこのような傾向を示すのかどうかは分らないが、石油関連工業の事故という一種の社会災害の一面を示すような気がして面白い。関心のある方の御批判を頂ければ幸である。終りに、本稿で使用した事故の統計数値は、損害保険料率算定会の資料をもとに筆者が作成したものであり、さらに経済指標は、いずれも経済企画庁編「経済白書」「月例経済報告」と通産省編「通商白書」によった。

(あきた かずお/東京大学工学部教授)

第9図 鉱工業生産の伸び率の比較



災害メモ

★火災

- 12・15 英ノッチングラム市郊外にある老人ホームで火災。18名死亡、15名入院。
- 12・20 北九州市八幡西区の中央市場で、中央付近から出火。30棟2,835㎡を全焼。1名死亡、2名行方不明。
- 12・23 ソウル市西部の西大門区の東方ホテルで、1階から出火。1,363㎡を全焼。6名死亡、2名負傷。
- 1・20 三浦市三崎の振興漁業兵助丸事務所で火災。強風で燃広がりに35棟2,600㎡と全半焼。69世帯229名被災。

- 1・21 山梨県北都留郡上野原で、しょう油製造業者所有の8軒棟割り住宅から出火。17棟全半焼、18世帯66名被災。山梨戦後7度目の大火。
- 1・23 マニラ北部のマリキナの5階建て雑居ビルで火災。51名死亡、79名重傷。
- 2・14 ニューヨークの世界貿易センター(110階建て)で、双子ビル北館9階から出火。電話線のダクト沿いに燃広がりに、11階会社事務所全焼。上下7階に部分的被害。消防士26名が一酸化炭素中毒や軽傷。
- 2・14 川崎市の日本冶金工業川崎製造所の圧延工場で、ステンレスを巻きとるコイラー部分の油送パイプが破れ、800℃で圧延中の4mmのステンレス板にこぼれ引火。16,000㎡

の工場を半焼。

★爆発

- 12・19 北海道空知郡の三井石炭鉱業砂川鉱業所の採炭現場で、ガス爆発。入抗していた作業員11名死亡、11名重軽傷、4名行方不明。
- 12・27 フランス北部の炭鉱で、ガス爆発。36名死亡、6名負傷。
- 1・3 市原市の出光興産中央訓練所で、ボンベ室の500Kプロパンガスボンベ配管のひびわれで、もれたガスがヒーティング実習室に充満、爆発。訓練所6,132㎡が全壊。付近の300戸が被害。1名死亡、14名負傷。
- 1・21 八尾市の中和軽金属工業所アルミ再生工場で、資材置場から出火。240㎡を全焼。その後、作業場東側にあるアルミ溶解炉が爆発。作業所、住宅が吹飛ぶ。爆発は消防の放水が原因らしい。18名重軽傷。
- 1・24 東京都足立区の都下水道局小台処理場で、改良工事中の消火槽タンクが、タンク内からもれたメタンガスに溶接作業中の火花がスパークして爆発。3名死亡、2名重軽傷。
- 2・2 倉敷市の三菱瓦斯化学水島工場で、キシレン分離異性化装置の円筒形の加熱炉内で爆発、炎上。炉内の加熱管が腐食、もれたキシレンに引火したらしい。4名負傷。
- 2・16 四日市市の大協石油午起製油所で、灯油タンク(容量2,000kl)から出火。灯油をぬきとり、4時間半で火勢おさまる。

★陸上交通

- 12・5 岩手県柴波郡の東北本線

矢幅駅構内で、貨物列車(39両編成)の18両が脱線、転覆。

- 12・27 ポルトガルのリスボン市内にあるサンタアポロニア駅近くで、旅客列車同士が衝突。9名死亡、65名重軽傷。
- 12・29 筑紫野市の鹿児島本線原田駅構内で、普通ディーゼルカー(2両編成)と、発車時刻を間違えたうえ信号を見間違えた臨時回送電車が衝突。双方で4両脱線。5名重軽傷。
- 1・1 大町市平区の青木湖わきの市道急カーブで、ホテルブルーレイクのスキー客送迎バスが青木湖に転落。24名死亡。
- 1・30 インドのカルカッタ近くのウルタダンガ駅で、急行列車が旅客列車に追突。33名死亡、173名負傷。
- 2・5 清水市の東海道本線袖師町で、立ち往生した大型トレーラーに電車が衝突、脱線。23名重軽傷。
- 2・13 福島県東白川郡の水郡線踏切で、普通列車と作業所マイクロバス(10名乗り)が衝突。5名死亡、5名重軽傷。
- 2・22 ノルウェーのオスロ北ロナスで、特急列車(乗客500名)と普通列車が衝突。27名死亡、15名重傷。ノルウェーの鉄道大事故は25年ぶり。

★航空

- 12・1 米・トランスワールド航空機が、バージニア州アップービルの森林に墜落。92名全員死亡。
- 12・4 オランダ・マルチン航空のDC8型チャーター機が、コロンボの山腹に墜落、炎上。191名全員死亡。史上2番目の惨事。
- 12・22 ベネズエラ・アベンサ社のDC9型機が、マツリンを離陸直後に爆発。77名全員死亡。
- 12・29 ルーマニア航空機が、カルパチア山脈で墜落。33名死亡。
- 1・16 ハンガリー航空のイリュエ

シン18型旅客機が、プタベスト空港で着陸の際事故を起し、乗員9名死亡。

●1・31 トルコ航空機が、イスタンブール空港着陸直前に、マルマラ海に墜落。41名全員行方不明。

●2・3 フィリピン航空旅客機が、マニラ空港滑走路への着陸に失敗し、マニラ空港5kmの住宅地域に激突、爆発。10名死亡確認。

★海上

●12・4 長崎県香焼町の三菱重工業長崎造船所の修繕ドックに入っていたリベリア籍タンカーオリエンタル・ドラゴン(124,763t)で、パイプからガスがもれ、エアハンマーの火花で引火、火災。6名死亡、16名重軽傷。

●12・16 ルソン島北東360kmの太平洋で、貨物船紀邦丸(4,450t・23名乗組)が、シケのため消息を断つ。2名救助、21名絶望。

●12・28 倉敷市の三菱石油水島製油所で、重油直接脱硫装置の貯留タンクが破れ、重油約1万5,000klが噴出。このショックで鉄製はしごが倒れ、防油堤を破壊。構内と排水口から瀬戸内海の大量流出。

●1・5 オーストラリア・タスマニア島のタスマン橋の橋脚に、英貨物船レーク・イラクラ号(7,200t)が激突。橋の中央が破損し落下。貨物船は沈没。通行中の車4台が川に転落。6名死亡確認、30名以上負傷。

●1・6 マラッカ・シンガポール海峡のバッファロー岩礁付近で、大型タンカー祥和丸(237,698重量t・29名乗組)が、灯標の見誤りで座礁。原油4,500kl流出。

●1・10 硫黄島西方360kmの太平洋で、英タンカーブリティッシュ・アンバサダー号(27,506総t)が、機関室にある復水器のパイプにキ裂が入り浸水。4万tの重油もろとも沈没。原油大量流出。

●1・18 島根県浜田沖北西43kmで、貨物船第21互洋丸(1,729重量t・12名乗組)が行方不明。7名遺体発見。

●1・22 愛媛県西宇和郡伊予灘で、タンカー第3岩陽丸(229t・5名乗組)がシケで操船を誤り座礁。船底が破れC重油流出。志津湾の約半分を覆う。

●1・26 ダッカ南東8kmのブリガンガ川で、400名の乗客を乗せたランチと他船が衝突。200名行方不明。

●1・27 玉野市渋川海岸沖の備讃瀬戸で、貨物船宝山丸(18.9t・4名乗組)が、航路を譲るのを怠り、小型タンカー第11松丸(9,315t・3名乗組)に衝突。第11松丸の積み荷A重油40klが流出。

●1・29 北部ポルトガルのオポルト港で、デンマークのタンカーヤコブマースク号(85,000t)が、投錨しようとしてドックに衝突。原油満載状態で大爆発。6名死亡確認、多数負傷。ポルトガルの沿岸が約361kmにわたって汚染。海上汚染としては史上2番目の規模。

●1・31 ペンシルバニア州マーカスクックのデラウェア川で、米タンカーエドガー・M.クイーン号(19,000t)が、精油所に原油10万バレルを荷降し中のリベリア船籍タンカーコリントス号(30,700t)に衝突。両船爆発炎上。2名死亡、25名行方不明。住民避難命令。

●2・22 宮城県牡鹿郡江ノ島北東藪島付近の浅瀬で、フィリピン貨物船ドナ・パシタ号(2,524t・38名乗組)が、レーダーを常時監視しなかったことによる操船ミスで座礁。船体が真二つ。4名死亡確認、10名行方不明。

★自然

●12・5 テヘランのメーラバード空港ターミナルビルで、屋根が雪の重みで崩れ落ち、16名死亡、11名負傷。

●12・20 アイスランド東岸のネスカウプスタジュールで、雪崩が民家を

襲い、10名死亡、2名行方不明。

- 12・21 オーストリア・キッツビユーヘルスキー場で雪崩。9名死亡。
- 12・23 インド北部を襲った寒波、少なくとも175名が凍死。
- 12・25 オーストラリア北部のダーウィンを襲ったサイクロン。40名以上死亡。時速192kmの暴風で、人口4万の同市の家屋90%が倒壊。



- 12・28 パキスタン北部山岳地帯のカラコラム地方でM5.5の地震。9か村が被害。5,300名死亡、17,000名負傷、被災者総数97,000名。
- 1・5 テヘラン北のエルボルツ山系で雪崩。登山中の13名死亡。
- 1・6 マレーシア国境に近い南タイ帯を連続して襲った熱帯性低気圧。南部5県に10年ぶりの豪雨と洪水。87名以上死亡、行方不明多数。家屋の流失数千戸。
- 1・11 米・中西部で猛吹雪。31名以上死亡、数千頭の牛凍死。過去10年の内最悪のもの。
- 1・12 米・ミシシッピー・フロリダ・ケンタッキー州でたつ巻。12名死亡。
- 1・13 ソ連・グルジャ地方のダゲスタン自治共和国で、ソ連の震度で8の強い地震。学校、病院等多くの建物に大被害。震源地はコーカサス山脈のフィナクス付近。
- 1・19 インド北部で、M7の地震。チベット国境のヒマチャル・ブラデシュ州で家屋倒壊。49名死亡、900名負傷。震源地はニューデリーの北約900km。
- 2・20 エジプトのナイル川アスワンダム上流地域で、20年来最悪の大洪水。15名以上死亡。4,000戸以上家屋流出。1万5,000名被害。

編集委員

- 秋田一雄 東京大学教授
- 今津博 東京消防庁予防部長
- 紺野靖彦 読売新聞社
- 塚本孝一 日本大学教授
- 根本順吉 気象庁
- 埴克郎 科学警察研究所交通部長
- 平野得二 日産火災海上
- 見上力 東京海上火災

(50音順)

編集後記

◆編集委員による座談会「防災。これからの課題」。防災の難しさが浮きぼりにされたように思います。防災を考えると、個人あるいはせいぜい家庭という小さな単位の社会と、企業や地域社会という大きな社会とでは、発想の原点を変えなければいけないのではないかと感じました。

◆以前は新聞は一面のコラムから読みはじめ、つぎに政治経済の見出しを流し見て社会面へという読み方をしていました。予防時報の編集にたずさわるようになって、新聞の読み方、テレビの見方が変わってきました。2月16日の四日市は、まずテレビのテロップが最初の情報でした。それから後は、チャンネルはニュース第一、リビングルームのテレビは独占して、女房子供は2階のテレビに追いやりました。翌朝の新聞はまず四日市の記事をむさぼり、通勤途中では他紙を買って情報を追いかけるという具合、我ながら、変ぼうに驚いている次第です。(鈴木)

予防時報 創刊1950年 (昭和25年)

◎第101号 昭和50年4月1日発行

送料 年 280円

発行

社団法人 日本損害保険協会

東京都千代田区神田淡路町2-9

郵便番号 101

電話 (03) 255-1211 (大代表)

制作=(株)阪本企画室

水島コンビナートで 重油大量流出、瀬戸内海広範に汚染

祥和丸座礁 海洋汚染国際問題に

岡山県・水島臨海工場地帯の三菱石油水島製油所構内で、重油直接脱硫装置の270号貯留タンク底部の溶接部分に12.6メートルのき裂が生じ、噴出した重油が、備えつけの計測用はしごのコンクリート基礎を直撃。倒れたはしごが防油堤の一部を壊し、構内に広がった。一方、オイルフェンスを越えて排水口から水島港湾に重油7,000キロリットルが流出。強風と引き潮にのって、瀬戸内海にすごい勢いで拡散。噴出重油量42,888キロリットル。

日本の石油精製史上最大の重油流出事故となる。

この事故の原因の一つとみられる地盤の不等沈下が問題となり、各地で不等沈下量が計測され、50年2月17日自治省消防庁は調査結果を発表した。それによると、消防庁基準のタンク直径の200の1以上の不等沈下が認められたタンクは、109を数えた(調査対象になった容量1万キロリットル以上のタンクおよび高張力鋼を使用のタンク2697基)。

祥和丸(237,698重量トン、29名乗り組み、太平洋海運所属)が、シンガポール港外セバロック島南4.5キロメートルのバッファロー岩礁付近で座礁。原油4,500キロリットルが流出。

沿岸国のシンガポール、マレーシア、インドネシアに汚染被害を与え、マラッカ海峡航行規制や賠償など、国際政治問題に発展した。

49
・
12
・
18

50
・
1
・
16

青木湖スキーバス転落

50
・
1
・
1

長野県大町市の青木湖畔で「ホテル・ブルーレイク」のスキーヤー送迎バスが、市道から急傾面を滑り落ち、水深30メートルの湖底に水没。乗客定員数の倍も乗せ、無謀輸送。カーブでハンドルを切り損ね転落したもので、湖上に浮いている数分間に38名が脱出。残る24名は死亡。

急激に進むスキー場の乱開発。未舗装で狭く、安全施設もない観光道路。白ナンバーバスによる客の輸送という道路運送法の盲点。レジャー災害が増えている昨今、スキーブームをあてこんで起こったこの事故は、安全性を二の次にした開発にひそむ災害の潜在要因の一面を浮きぼりにした。

刊行物/映画/スライドご案内

総合防災誌

予防時報(季刊)送料(1年)280円

防火指針シリーズ

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

防火テキスト

- ① 印刷工場の防火
- ② クリーニング作業所の防火

防災要覧

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

防災新書

やさしい火の科学(崎川 範行著)
くらしの防火手帳(富樫 三郎著)
イザというときどう逃げるかー防災の行動科学(安部北夫著)
あなたの城は安心か?ー高層アパートの防火(塚本孝一著)
現代版火の用心の本

産業災害事例集

- ① 爆発

リーフレット

プロパンガスを安全に使うために
生活と危険物
火災報知装置
どんな消火器がよいか
交通事故被害者のために

防火のしおり

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

映画

みんなで考える家庭の防火
みんなで考える工場の防火
あぶない!! あなたの子が
みんなで考える火災と避難
あなたは火事の恐ろしさを知らない
ドライバーとモラル
危険はつくられる(くらしの防火)
動物村の消防士
パニックをさけるために(あるビル火災に学ぶもの)
煙の恐ろしさ
ザ・ファイヤー・Gメン

オートスライド

電気火災のお話
プロパンガスの安全ABC
石油ストーブの安全な使い方
火災にそなえて(職場の防火対策)
危険物火災とたたかう
家庭の中のかくれた危険物
やさしい火の科学
くらしの中の防災知識
わが家の防火対策
ビル火災はこわい!
防火管理
身近に起きた爆発
火災・地震からいのちを守ろう
ここに目をむけよう!(火災の陰の立て役者)
事例にみる防災アイデア(家族みんなの火の用心)

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

社団法人 **日本損害保険協会**

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

季刊

予防時報

第101号

昭和50年4月1日発行

発行所 社団法人日本損害保険協会

東京都千代田区神田淡路町2の9㊦101

電話=(03)255-1211(大代表)



ザ・ファイヤー・Gメン

カラー・21分



レッドファイヤーに率られるファイヤーギャングの一团が、平和な町を荒そうとする。

アイロン、マッチ、プラスチックのオモチャ料理途中の長電話、等々暮らしの中の火災危険のあるところにギャングたちは現われ火事を起こそうとする。これを迎えうつファイヤー・Gメンの大活躍。

身近な火災危険、防火のためのチェックポイントを子供にも理解できるように、やさしく楽しく訴えるカラフルなアニメドラマ。