

予防時報

74 1968



損保業界の 防災活動

わが国の損害保険業界は、火災・交通などの事故防止のため、各種の防災事業に力を注いでおります。

たとえば、損害保険会社の拠出金で、全国の都市に消防自動車や火災報知機・防火貯水槽などを毎年寄贈し、消防力の強化に協力しています。そのほか、秋の火災予防運動では、防火ポスターを50万枚製作し、全国の市町村にはん布するなど、防火思想の高揚に努めております。

各保険会社は、防災課・技術課をもつ多数の専門家をおいて、保険契約者の防火診断や防災上のご相談に応じたり、また技術的な指導をしています。そのほか、参考文献など各種の印刷物も発行しています。

損害保険料率算定会では、技術研究部が災害の基礎研究に努力しています。また、大学・研究所などの諸先生がたを委員とする災害科学研究会を毎月1回開催し、災害に関係のある諸問題の研究発表と討論をしていただいています。この研究会には、気象・地震・建

物・消防・爆発など10部会がありますが、創設以来20年になり、その成果は直接・間接に保険業務に取り入れられています。

日本損害保険協会は、予防広報部の予防課を中心に、約20年前から発行している季刊総合防災誌 **予防時報**をはじめ、各種の防火指針・資料や防火のしおりなどを発行し、防災映画・スライドも制作しております。さらに、防火研究会・防火講演会などを各地で開催して、災害予防事業を推進しています。

送料の読者負担についての

お 願 い

「予防時報」誌は、わが国の損害保険業界の防災事業の一環として、1950年（昭和25年）4月1日に創刊して以来18年、この間、読者のみなさまのご支援と、筆者の諸先生がたのご協力により、発行部数も増加し、内容も充実いたしてまいりました。

また、災害防止に対する一般の関心の高まりとともに、本誌についてのご感想やご希望が数多く寄せられ、掲載原稿に関連したご投稿をいただくケースも増えてまいりました。

この「予防時報」誌は、いささかなりとも災害防止に役立つように、これまで、生産会社の安全・保安担当者、防火管理者や消防関係者を中心に、全国の大学・研究機関や図書館、それに関係官庁などに、1事業所に1部を、原則として無料で贈呈いたしてまいりました。

ところが、近来ご購入のご希望が数多く寄せられるようになり、関係者一同喜んでおりますが、本誌は限られた予算の範囲で発行しております関係上、読者のご希望になかなかおこたえすることが困難になってまいりました。

以上のような次第で、今後は、読者のみなさまに送料（年間180円＝年4回発行・1回45円）だけをご負担いただき、その分を誌面の充実・拡大にあてたい所存でございます。

つきましては、今後とも送付ご希望のむきには、裏面の「申し込み書」に送料を添えて、改めてお申し込みくださいますよう、お願い申し上げます。

突然のお願いで恐縮でございますが、事情ご推察のうえ、なにとぞよろしくご高配のほど、重ねてお願い申し上げます。

1968年7月

社団法人 日本損害保険協会

予防時報 継続配布申し込み書

予防時報をひきつづいて配布するよう、送料(切手)を添えて申し込みます。

送 り 先：

氏 名：

(または団体名)

職 業：

年 令

送 料：76号まで 90円
80号まで 270円

納付ズミ

(不用の部分を消してください)

ご 意 見：

申し込み先：東京都千代田区神田淡路町2の9 (郵便番号101)

社団法人 日本損害保険協会 予防課 予防時報係

電話：東京255-1211 (大代表)

防火管理者研究会・危険物安全協会・災害予防協会で

予防時報をご活用ください

予防時報は、各会社の社員安全教育や、全国各地の防火管理者研究会、危険物安全協会、災害予防協会などで予約ご利用いただいております。本誌の内容が、火災予防や危険物管理の技術資料・テキストとしてご好評を博し、ひろくご利用いただいているわけです。

多部数をご入用のばあいは、1部につき年間200円(50円×4回)でおわけしておりますので、貴協会(社)でも、ぜひご利用をご検討くださいますよう、お願い申し上げます。

なお、このばあいは、送料は当協会が負担いたします。

小特集 ● 1968年十勝沖地震

崩壊した函館大学の4階建て本校舎

れ落ちる

コンクリートのかたまりがばらばらとくず

(写真 © 毎日新聞)

1968年十勝沖地震で、もっとも大きな話題になったのが、函館大学本校舎の崩壊である。3年前に建てられた鉄筋コンクリートの近代的な校舎も、大地震には意外にもろく、中央部の1階がベシヤンコにつぶれて、2～4階がくずれ落ちた。

設計や施工上のミスがなかったか調査がすすめられているが、『鉄筋コンクリートは地震に安全』という世間一般の常識に反して、木造家屋よりもたやすくくずれたのだから、新聞やテレビなどでもおおきく取りあげられ、強い印象と衝撃を残した。三沢商業高校の校舎の被害とともに、今後の地震対策に警鐘を与えたのである。

鉄筋コンクリート4階建てのデラックスな校舎が、3階になってしまった（写真©毎日新聞）

壁も柱もメチャメチャになった函館大学校舎1階の内部（写真©北海タイムス）

9 く な っ た 火災の被害

地震直後に火災が発生し、燃えあがる八
市の繁華街。薬局からの出火で、原因
は地震による薬品の混合と推定されてい
。2むね1100m²を全焼したが、地震の
ときには薬局や実験室の薬品火災に注意
する必要がある。 (写真©読売新聞)

1994年1月に450むねを焼いた大火に痛め
つけられた三沢市も、この地震で大きな
被害を受けた。電気・水道・電話は完全
にストップし、大火後復興したブロック
建物の耐火建築は地震に弱く、いたると
ころにひずみが発生した。

しかし、繁華街の2か所から発生した火
災は、さいわい大事にいたらず、3むね
を焼いて消えた。原因は、石油ストーブ
の薬品。 (写真©毎日新聞)

国鉄青森駅の青函連絡船待合室の床が抜け、
下の引込線上の郵便車にくずれ落ちた。ホールの
時計は、地震発生の時刻（9時49分）を正確
に示して止まっている。（写真©毎日新聞）

この地震で、北海道への大動脈・東北本線はズタ
ズタに寸断された。とくに、盛り土部分の路盤は
土がくずれ、アメのように曲がりくねった線路上
で列車が傾いたまま立ち往生している。写真は、
大畑線川代駅付近の地震被害（朝日新聞提供）

予防時報 74

防災寸言

1968年十勝沖地震で、もっとも印象的な被害は、鉄筋コンクリート造りの建物の倒壊である。函館大学、三沢商業高校、八戸市役所などの公共建築物が、付近の木造建物はなんでもないので、ベシャンコにつぶれたのだから、ショックをうけた。

鉄筋コンクリート造りは、地震や火災に対してもっとも強く、信頼のおける建築として、専門家はもちろん一般市民も認めてきた。その鉄筋コンクリート造りの建物が倒壊してしまったのだから、一般市民に不安と不信感を植えつけた。

ビル内で仕事をしていても、もし強い地震がきたら、ビルが倒れてしまうのではないかと不安がる人もいるが、むりもないことだ。はやく倒壊原因を明確に説明して、対策を明示してほしい。工事の手抜きが原因ではないかという意見もあるが、公共建物に集中的に起こった被害だけに、割り切れないものが残る。

地震対策は、鉄筋コンクリートの建物は安全であるという前提に立って、防火や避難の問題が検討されているのである。この安全なはずの建物が倒壊するようでは人心に不安をきたす。信頼の回復をはかってほしいものである。

予防時報 74号

1950年 創刊

小特集・1968年十勝沖地震	
現地報告・地震につづく火災……………	8
地震予知のための研究	
……………力武 常次……………	12
地震の震源と震度・規模	
……………浜松 音蔵……………	18
地震と三陸の津波……………梶浦欣二郎……………	24
《グラビヤ》1968年十勝沖地震……………	3
《ひろば》地震学会……………	30

雷……………加藤 茂数……………	40
干害について……………丸山 栄三……………	45
石油精製工場のSpecial Schedule	
……………西郷 武……………	50
石油製品の帯電とその防止対策	
……………飯島秀雄・金山 良……………	56
《時の話題》 サウナぶろの火災……………	39
協会だより・表紙によせて・編集後記……………	62

カット：関 敏 陶山 侃

1968年十勝沖地震

現地報告・地震につづく火災

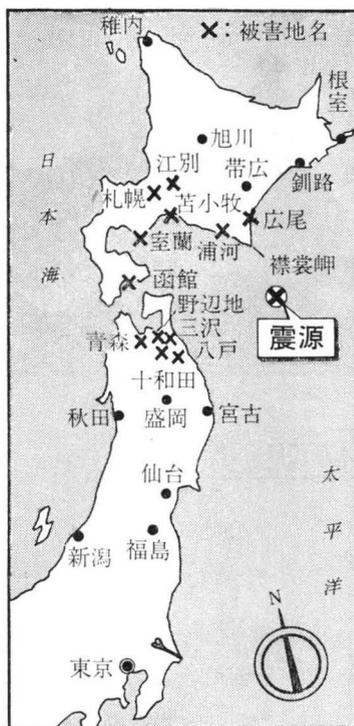
「1968年十勝沖地震」と後に名付けられた海底大地震が発生したのは、5月16日午前9時49分であった。地震動は、北海道・東北から関東・中部地方にかけて感じられたが、苫小牧で震度6の烈震、浦河・広尾・函館・盛岡・八戸で震度5の強震であった。

震源地は、えりも岬の南東約150kmの海底、深さ約40kmの地点で地震の規模はM=7.8と推定された。これは、1964年の新潟地震のM=7.3を上回り、1923年の関東大地震のM=7.9に匹敵する。また、1952年3月4日の十勝沖地震のM=8.2につづく大地震であった。

しかも、同日夜7時39分、同じえりも岬南方を震源地にM=7.5と観測される強い余震があったのをはじめ、17日の午前3時44分、4時17分、5時22分、8時5分と余震がつづき被害を大きくした。

ビル・家屋の倒壊、山くずれ・地くずれ・地割れ、鉄道や道路の被害、津波による被害、港湾の被害など、600億円ちかい損害を残した今回の地震で、地震につづく火災の発生がすくなかったのは、ひじょうに特徴的なことである。

そこで本誌は、各地の消防本部や読者から、地震によって発生した火災の状況を知らせていただき、以下に現地報告としてとりまとめた。



すくなかった火災の被害

北海道・札幌の篠塚庄造氏の通信によると、

’68 十勝沖地震でラッキーだったのは、家屋倒壊による火災がまったくなかったことだ。函館では、余震の直後に若松町などの密集地帯で5か所から火災が発生したが電柱のトランスのショートや煙突の火の粉が飛んだ程度で、大火にいたらなかった。

日高町で、朝の地震でストーブの煙突がはずれて板壁から出火して1戸を焼き、室蘭でも朝の地震で石油ストーブがひっくりかえって出火、1むね3戸を焼いた。

このほか、岩見沢で翌17日に、前日の地震でヒビのはいった煙突から火の粉が抜け出たためとみられる火事が発生し、4戸を焼いたくらいが地震による火災であった。

これは、朝の地震が食事ときからはずれていたこと——つまり、5月中旬で冬の寒い季節からはずれていたためでもあるが、ストーブをどンドン燃やしている家がすくなかったこと——が原因であろう。

とのことである。地震につづく火災がすくなかった原因として、冬の寒い季節でなかったことを指摘しているのであるが、東北地方からの報告によると、寒波襲来のため一度しまっていた石油ストーブを、また出してきて使っていたため、地震による火災を出した例もある。

★ 札幌市 ★

しかし、地震のときの火の用心がひじょうによかったことも事実である。ふたたび篠塚氏の通信をつづけよう。

ぐらぐらときたたとんにベシャンコというケースが少なかったことも幸いして、一般に沈着冷静な行動がとられたようだ。

札幌で1名やけどをした男性がいたが、この人は倒れそうになった石油ストーブをとっさの間にかかえて飛び出したためだ。あとから地震のときの行動について聞き歩いた結果によると、6分間の長い地震に危険を感じた主婦たちのほとんどが、熱源を切ったり石炭ストーブに水をそそいでから避難している。

★ 函 館 市 ★

札幌市消防局の調査によっても、火災による損害はたたみ1枚の部分を焼いた1000円だけで、家屋の倒壊や地盤の沈下・き裂による損害の大きさに比べて問題にならない程度である。

★ 野 辺 地 町 ★

5件の出火があり、うち4件が石油ストーブと石油コンロによるものである。焼損があり、火災としてあつかったのは3件だが、うち2件は、転倒した石油ストーブの火を、台所にあったバケツの水で消し止めるなど、初期消火に成功し、内壁をすこし焼いた程度。

衣料店併用の住宅の2階作業室で、対流式の石油ストーブが転倒して出火し、283m²の建物のうち73m²を焼いた火災に消防が活動した。いちおう火気は始末して退避しているが、転倒した石油ストーブが完全に消えていなかったために大事にいたった。出火に気がついたときは、もう火と煙で室内にはいれず、初期消火の手はうてなかった。

発見は望楼からで、2台の消防自動車が出動した。消火栓は水道管の破裂のため断水状態で使えなかった。道路の破損はなかったので、消防車の走行(1000m)には支障なかったが、電話の不通と停電、消火栓の故障で、消防活動上ひじょうに困難をきたした。

★ 室 蘭 市 ★

住居専用の長屋から、しん上下式の石油ストーブが転倒して出火した。このばあいも、石油ストーブの火を消してから外に出ているが、処理が悪かったためであろう。へやから火と煙が出てきたので気づき、初期消火はせずに119番で通報してきた。

道路の損壊はなく、また消火栓にも支障がなかったため、消防自動車4台が出動して、132m²のうち66m²を焼いただけで鎮圧した。

室蘭市の家屋数は31019むね、地震による家屋の被害は全壊4、半壊4、小壊約60であるが、報告された出火は、この一件だけであった。

函館市は、家屋の全・半壊が耐火58と木造84の計142むね、部分壊が耐火105に木造890の計995むねあり、直接地震による損害は膨大であったが、火災の被害はごくすくなく、消防活動にも支障はなかった。

出火は7件あったが、うち火災扱いは3件。このうち1件は、前出の電柱の上のオイルスイッチの出火で、他のひとつはガラス販売会社の倉庫事務室で対流式の石油ストーブが転倒し、89m²のうち10m²を焼いた火災である。ちょうど地震のとき、石油ストーブが点火されたまま人がおらず、初期消火ができなかった。望楼で発見し、消防自動車が7台出動して消火した。

食料品販売店の倉庫併用住宅の倉庫部分から出火した火災は、付近の人が6人ほど協力して消火器で初期消火に当たったため、119番による通報で消防自動車3台が出動し、消火栓から注水したが、112m²のうち天井・内壁あわせて4m²を焼いただけですんだ。原因は、棚の上の商品が震動のため落下し、反射式の石油ストーブを転倒して出火したものだ。

このほか、注目を集めた函館大学では、崩壊した建物の中で石油ストーブが転倒し、紙類をじゃっかん焼いたが、大事にはならなかった。また、全壊した家屋の中でテレビが倒れ、配線がショートして焼け焦げたが、自然に鎮火した例もある。テレビからの出火については、拡大危険は未知数だが、普及台数が多いだけに、今後の地震対策には考えに入れる必要がある。





★ 青 森 市 ★

青森市でも、7個所から出火している。このうち石油ストーブの転倒によるものが6件もあり、しかも消止位置までバルブを回してから避難しているケースが3件、避難のとき持って逃げようとして倒したのが1件含まれている。2件の全焼を除いてはボヤ程度ですんでいるが、初期消火が成功したためである。

全焼の2件(95m²と86m²)は、ともに対流式石油ストーブの転倒が原因で出火している。付近の人の協力で初期消火に努力したが、消し止めえず、その後、火災報知機による通報で消防自動車が出動したが、それぞれ住宅1むねを全焼してしまった。

地震によって電灯・電話線は故障したが、火災報知機の回路には被害がなかった。また、水道も、水源地や送水管が破損したが、火災が断水直後であったため、市内の水道管にある残存量で消火には支障がなかった。

★ 八 戸 市 ★

住宅の全・半壊が545、小壊22834という大きな被害を受けた八戸市は、火災による被害も今回の地震ではもっとも多く、全・半焼2件

で1172m²を焼いた。出火は6件で、このうち石油ストーブを原因とするもの2件、薬品の混合によると推定されるものが2件、他はプロパンボンベの衝突と重油バーナーのパイプ破損で、すべて危険物火災といえよう。

対流式石油ストーブが転倒して火を出し、そこに商品の塗料が落下して198m²中66m²を焼いた塗料店では、火気処理せずに避難したため大事にいたったものと考えられる。

また、薬品店から出火し隣のレストランまで全焼(2むね1106m²)したのは、薬品の混合が出火原因(他の1件は学校の化学教室)で、地震対策の盲点といえよう。

ともに初期消火に努力はしたが、煙と炎のため消火できず拡大し、消防自動車の活動によって鎮火した。電話が全部不通になり、望楼発見と駆け込み通報によって覚知している。

消火栓の100mm以上の管が10か所以上も破裂し、消火栓の水圧が一時低くなったので、貯水槽から中継して消火に当たった。

★ 十 和 田 市 ★

5件の火災が、すべて対流式の石油ストーブと石油コンロから出火している。このうち部分焼の2件は、住宅の台所から発生したが、消火器と“こたつぶとんにバケツの水”で消え、ぼや程度のもの。半焼1は、アパートの台所から出火したが、近所の石油店の従業員2名がABC消火器5本を使って初期消火に協力してくれたため、消防団が消火栓から注水、10分後には最小限の被害(317m²のうち13m²)で鎮火した。

全焼が2件(150m²と92m²)あったが、ともに使用中のストーブを地震と同時に消している。野辺地町、室蘭市、青森市の例にもあるように、バルブを消止の位置まで回してもすぐには完全に消えないし、またいったん漏れた石油に引火・再燃のおそれがあるので、転倒しやすい石油ストーブはやはり危険といえよう。

全焼した指圧師の所で、死者1名、負傷者3名が出ている。これは、設備が不じゅうぶんな建物の2階で患者を治療していたためである。

なお、地震発生と同時に全市が停電し、電話も不通になった。水道や自然水利の一部が損壊したが、消防活動には影響なかったようである。

ま と め

(1) 石油ストーブによる火災が大半を占めている。とくに、「消火後避難したのに出火した」ケースが多い。

(2) 今度の地震では、施設の破壊による消防自動車の走行障害や水利の破損は、ほとんど影響がなかったようだ。

(3) 電気・電話は、やはり不通になり、火災の覚知は望楼発見によるものが多かった。

(4) 薬品の混合による出火が目立ったが、ガスなども含めた危険物の取り扱い・管理にはじゅうぶん注意する必要がある。

(5) 一般市民による初期消火が成功したケースが多かった。これは、つね日ごろの火災予防の啓蒙と計画的な予防査察の効果であろう。

本文に掲載した各市町のほか、北海道浦河町と盛岡市からもご報告をいただいたが、火災の発生がなかったため割愛させていただいた。(編集部)

書 評

大地震にそなえての警告の書

木村 耕三 『大地震の前後』

本多喜久雄 『大地震に予告はない』

最近の地震のひん発に応じて、地震に関する著書が目だつようになってきた。いずれも、地震の科学を解説し、大地震に対する心構えや、とるべき措置を説き、あるいは地震予知の可能性を論じ、政治の衝に当たるものに警告を与えている。

『大地震の前後』の著者は、気象庁の地震課長で、日本の地震観測の責任を負っている。本書は、地震の原因となる力の性質から説きおこし、地震に関する統計的事実、大地震の前の地変、前震、つづいて大地震直後の現象を、地面の動き、建物の動き、人の動き、火の動きにわけて論じ、最後に、余震と群発地震の解説をおこなっている。研究結果を豊富にとりいれ、観測事実を説明し、図も豊富であり、巧妙なたとえ話を縦横に駆使して、読みやすい。

本書の特色をなしているのは、大地震のときの、人間の心理や行動に関する調査結果に関して述べ

た章である。人間は、大地震のときには、平常考えているようには行動できないものらしい。新潟地震後、ならびに松代地震のときの調査を紹介し、また、過去の地震時の火災や津波の様子と、そのときの人間の行動をも詳しく述べているので、読者は行間から、大地震のときにとるべき措置を、容易にくみとることができる。

『大地震に予告はない』の著者はジャーナリストで、大地震が東京都を襲ったらどうということになるかを、東京都、消防庁、警視庁などの資料によって説明し、その恐ろしさを強調している。また、地震のときに考えられる危険を各種の状況に応じて述べ、注意を促している。大地震にさいしての、東京都の定めた避難場所と収容人員とが示されているが、空地の広さと収容人員とを比べると慄然とさせられる。

ただしこの書は、木村氏の著書ほど過去の事実の紹介が多くない

ので、説得力に欠けるうらみがあるし、また、地震の科学的説明には、重大な誤りや、誤解を招くような表現(39周期説は69年周期のことではないか? マグニチュードとエネルギーの関係…p.28, 群発地震は大地震の前兆現象か?…p.236, など)が目立つ。

科学的な解説は、木村氏の書によるのが安全である。本多氏の書は、去る5月16日の十勝沖地震の記述までを含んでいるが、話題の配列には一考の余地が残されている。両書とも誤植が目立ち、木村氏の書では、図の説明(p.48)と研究者名の誤植が気になる。不注意によるとはいえ、研究者に対して失礼とおもわれる。

両書を読んで、関東大震災以来、とくに戦後は、都市の生活環境が急速に変化したにもかかわらず、それに見合う対策がじゅうぶんでないとの感を深くする。当局では、いろいろと対策を考えられているのだろうが、それが市民のあいだに浸透していないうらみがある。

(『大地震の前後』B6判 240頁 総合図書刊 590円、『大地震に予告はない』B6判 250頁 ルック社刊 340円)

〈東大地震研究所 宇佐見龍夫〉

地震予知のための研究

力 武 常 次

松代地震の平静化とともに、世間一般の地震予知への関心はいつとはなしにうすらいでいた。この泰平の眠りをさますかのように、今年になると、えびの地震、十勝沖地震が発生して、地震予知研究の問題がふたたびクローズアップし、5月24日には地震予知研究の促進に関する閣議了承などがなされた。

世間一般の関心は、その日その日のホットニュースに向けられているので、研究者の地道な努力はとかく見のがされがちであるが、ここ数年地震予知研究は着実に進歩していて、筆者などは、近い将来にある種の地震については、その発生の時期をさうとうな確度で予測できるようになるであろうと期待している。

地震予知研究計画の概要については「予防時報」第64号（昭和41年1月）に述べてあるので、今回は、最近の成果のハイライトを中心に、その後の発展を報告しよう。

地震予知研究年次計画の発展

地震学者有志からなる地震予知計画研究グループの活動は、5か年計画に発展したが、その経過を第1表に再録しておく。実際に政府予算が支出されはじめたのは1965年（昭和40年）からである。

第1表 地震予知研究計画の進展

時 期	事 項
1961年4月11日	地震予知計画研究グループ第1回会合同グループは数回にわたり会合同グループによる地震予知研究計画書（いわゆるブループリント）の刊行
1962年1月	同グループによる地震予知研究計画書（いわゆるブループリント）の刊行
1963年6月	文部省測地学審議会に地震予知部会を設置
10月	日本学術会議による地震予知研究推進に関する政府への勧告
1964年6月	文部省測地学審議会による地震予知研究計画に関する関係各省大臣への建議または要望
1965年3月	日本学術会議地球物理学研究連絡委員会内に地震予知小委員会を設置
6月	地震予知小委員会による地震予知研究年次計画の作製

この年次計画はいくつかの部門にわかれて進められているが、その各部門ごとに支出されたまたは支出することを要求されている金額を

100万円単位でまとめると、第2表のようになり、5か年の総額が26億円というわけであるから、いわゆるビッグサイエンスとまではいかない程度の規模である。

この種の計画では予算額も重要であるが、さらに重要なのは観測要員の確保である。計画の重点が観測所の新設による基礎的データの集積におかれているのであるから、観測要員の確保はもっともたいせつである。もっかのところ、1965～68年の4年間に55人の人員増が認められている。公務員の定員削減がいられているおりから、これはさうとうな人員増といえよう。

第2表 経費からみた年次計画進行状況

（単位：100万円）

部門	年度					合計
	1965 (査定額)	1966 (同左)	1967 (同左)	1968 (同左)	1969 (要求額)	
測地・検潮	50	72	91	120	267	600
地殻変動	31	39	38	7	240	355
地震活動 (微小)	43	63	30	14	284	434
地震活動 (大中小)	31	53	67	80	182	413
地震波速度		1	1	5	14	21
活断層	文部省科学研究費による					
地磁気	20	48	16	29	124	237
岩石破壊	研究所部門新設のみ					
観測センター			11	41	276	328
移動観測			44	10	148	202
合 計	175	276	298	306	1535	2590

地震予知への国際的関心

日本の研究計画がこのような発展をつづけている間に、アメリカ・ソ連など諸外国においても、地震予知への関心が高まって、系統的な研究が行なわれるようになってきた。1964年3月、日米科学協力の一環として、地震予知問題討論会が東京で開催された。その直後アラスカ地震が起これ、米国内の地震予知への関心は急激に高まった。

1965年9月には、高名な地震学者プレス教授を長とする委員会が、地震予知研究に関する10か年計画をアメリカ政府に提出した。これはカリフォルニア-ネバダ、アリゾナ-アラスカの地震地域に観測施設を配置することに重点がおかれた計画で、総額500億円に達する経費がみこまれている。この計画は諸般の事情で実現していないが、すでに国立科学財団(NSF)から別途の研究費を支出して、地震予知に関連する研究が行なわれている。

日米地震予知問題討論会の2回目の会合は、1966年6月、ニューヨークで開催され、カリフォルニア-ネバダ地域の野外見学旅行が行なわれた。この地域の大地震は、日本とちがって、例外なく明瞭な断層運動に関連している。また雨の少ない地帯であるため、地震断層がきわめてよく保存されている。写真は、1954年のフェアビューピーク地震(マグニチュード7.4)に伴う断層で、その大規模なことに驚かされたしだいである。

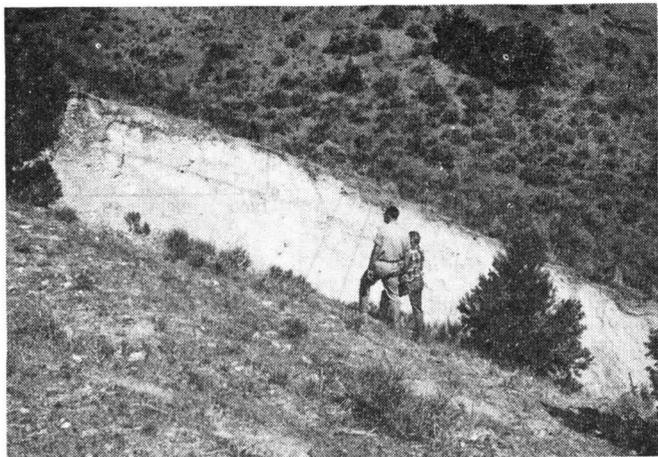
またカリフォルニアのサンアンドレアス断層を見学したとき、パークフィールドというところで新しく発生したエッシュロン状の割れ目を発見し、「大地震発生の前兆ではないか」と冗談をいいあったのであるが、10日後にマグニチュード5.4の地震がこのパークフィールドで起これ、長さ約30kmの断層があらわれた。第3回日米討論会は、今年秋カリフォルニアで行なわれるこ

とになっている。

いっぽう、ソビエトでも、3年ぐらい前から中央アジアおよびカムチャツカにおいて、地震予知を目的とする組織的研究がはじまっているようである。アメリカの計画もそうであるが、観測項目は日本の計画とほとんど同じで、日本の計画が各国のお手本となっているといえよう。ソビエトでは、また室内の岩石実験を重視しているようである。

1967年10月、国際地球物理学連合(IUGG)の総会がスイスのチューリッヒで開催されたが、その1日をさいて地震予知シンポジウム(座長:萩原尊礼教授)が開催され、各国の現状や各分野の研究進行状況が発表された。シンポジウム終了後、13人からなる地震予知のための国際作業委員会がつくられ(日3,米2,ソ3,英1,チリ1,ユーゴ1,トルコ1,ニュージーランド1),萩原教授が委員長、筆者が幹事に指名されている。

またIUGGは総会の決議として、トルコのアナトリア(小アジア)地域の地震予知研究を国際協力で実施することを勧告した。アナトリア北部の東西に走る山脈はひとつの大きな断層であって、この断層に沿って大地震がつぎつぎと発生している。たとえば1939年のエルジンジャン地震(マグニチュード8)では4万をこえる死者が出ている。このような地震多発地帯に日本の計画のような観測網を展開すれば、地震



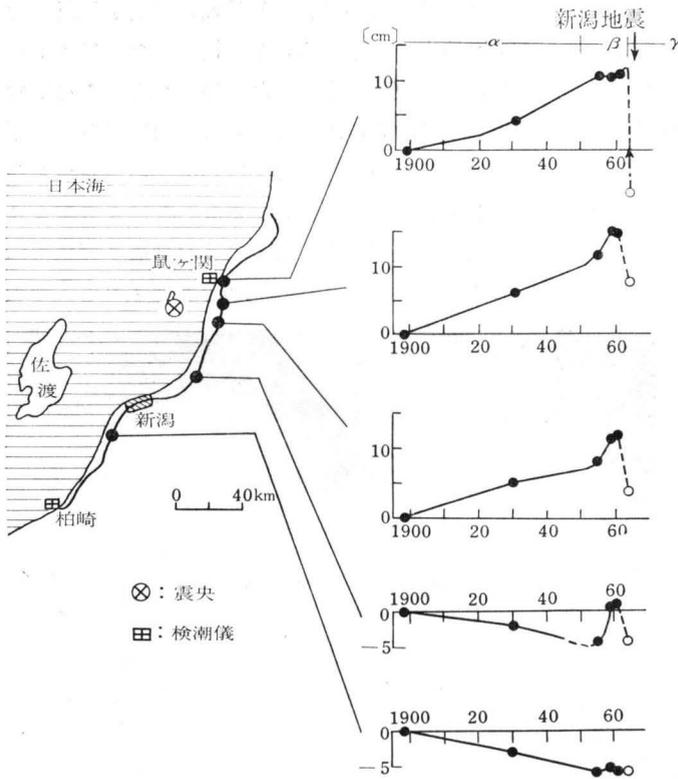
フェアビューピークの地震断層

の前兆現象を捕捉する確率はきわめて高いと思われる。いずれにしても地震予知研究の国際協力が具体化することはよろこばしい。

地震予知研究、最近のハイライト

ここでは、内外の研究成果から、めばしい話題をひろって紹介することにしよう。

測地 水準測量や三角測量のくり返しによって、地殻の微小変形を検出して、地震予知の手段にしようという考えはじゅうぶん根拠のあるものであり、測地的方法は、日本の予知研究の重点のひとつになっている。第1図は1964年6月の新潟地震前後の水準変化を示したもので、天然ガス採取に伴う地盤沈下を調べるため、新潟市付近ではひんぱんに水準測量がくり返されていたので、1900年以来つづいている地震前のかん慢な変化の様相が、1955年ごろから異常となり、その後地震が発生したという経過が明らかにみられる。



第1図 新潟市付近の水準変化

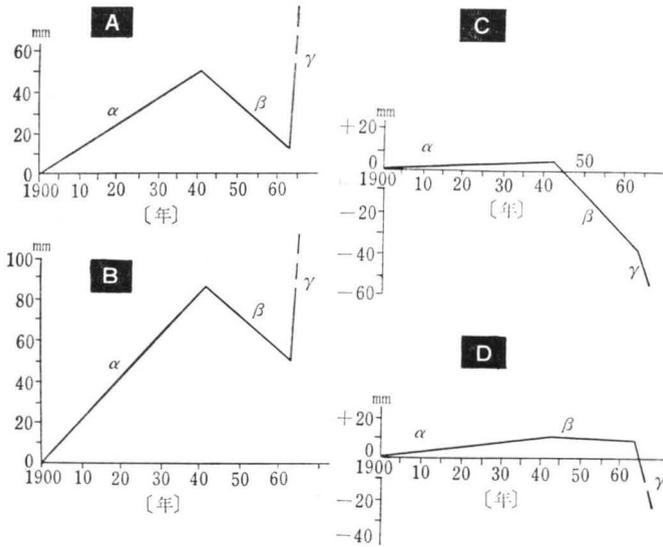
ソビエトのメシエリコフは、1966年のタシュケント地震に際しても同様な変動があったとして、地震に伴う地形変動を α 、 β 、 γ の3つのステージに分類した。第2図は、タシュケント地震の際の例である。地震予知の立場からは β 相を検出することがたいせつであるが、アラスカ地震（マグニチュード8）では、地震発生の約40年以前から β 相ははじまっていると思われるふしがある。また、地震研究所の坪川教授によれば、マグニチュード5程度の小地震に伴う β 相は地震発生前のたかだか2~3か月前でないかと察知されたいらしい。

最近、高周波で変調した光を利用して、2点間の距離を測定するジオディメータ（光波測距機）が発達した。松代地震の際には、3 kmの距離が13か月の間に120cmも伸びたことが光波測量で明らかにされた。光波測量は、これからの地震予知研究に重要な役割りをするであろう。カリフォルニアのサンアンドレアス断層は、最大4cm/年ぐらいの横ずれを示しているが、

局地震の発生前に断層の動きが逆転した例が光波測量の結果として報告されている。

地殻変動の連続観測 測地的方法では、ある時間間隔をもって観測をくり返すことになる。この点を補うために、地殻変動観測所がつくられて連続的に観測をつづけている。地震予知研究年次計画による全国約20か所の観測所が完成したとすると、地震発生のひん度からみて、年に1~2回の割り合いで前兆現象が観測される勘定になっている。

松代地震の際には、松代地震観測所に設置された水管傾斜計が、地震活動の消長によく対応する変動を示し、地震情報を発表する根拠のひとつとなったことは有名な話である。とくに傾斜計設置点から数km以内に震源をもつマグニ



A, B: 震央付近
 C, D: 震央から遠く離れた点
 第2図 タッシュメント地震と水準変化

チュード4～5の地震の発生直前に、異常傾斜変動が起こったことがしばしば報告されている。第3図は、1966年4月11日の傾斜変化の例であるが、地震発生2～3時間前から異常な傾斜変動が認められる。

地震活動 ある地域で、どのようなひん度でどの程度の規模の地震が起こっているかを知ること、地震予知の研究を進めるためにもっとも基本的な知識である。そのためにマグニチュード3以上の地震は、気象庁の観測網を充実することによってもらさず観測すること、それより小さい地震については、全国約20か所の微小地震観測所を新設整備することになっている。さらに極微小とよばれるような小さな地震に関しては、移動観測班を各大学に設けて随時観測に出動する体制がとられている。

地震活動についての知識を一口にいえば、小さな地震がたくさん起こっているところには大きな地震の発生確立が高いということである。事実、松代地震の際の観測では、極微小地震が数多く発生していた地域は、ほとんど例外なくマグニチュード5程度の地震に見舞われている。しかし、このような統計的法則が成り立つ時間の尺度については、必ずしも明りょうではない。

ロスアンジェルスの方 100kmあたりのサン アンドレアス 断層では、1857年にマグニチュード7以上と思われる地震が起こっている。しかし現在では微小地震さえも起こっていない。このような事実についての考え方は、まだじゅうぶんには納得できない点もある。

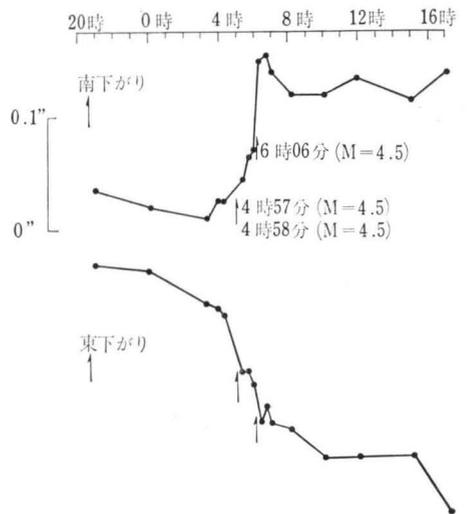
東大理学部浅田教授は、地震発生地域を分類して、

- A: 定常発生地域
- B: 大地震余震地域
- C: 大地震余震終息地域
- D: 先天的無地震地域

の4つにすることを提唱した。Aについてはおのずから地震規模の上限についての目安がつかし、Bにつ

いては余震が続いている間はつぎの大地震のエネルギーの蓄積はないと思われる。もっとも警戒すべき地域はCであって、関東南部などは、このC地域に分類されることになりそうである。

松代地震が盛んであったころは、微小ならびに極微小地震の観測が精力的に行なわれた。地震研究所の浜田氏によれば、マグニチュード5ぐらいの地震発生の前後で微小地震の発生間隔が変動するとのことである。このような研究を



第3図 1966年4月11日の傾斜変化と地震発生

つみ重ねれば、地震予知の新しい手がかりとなるかもしれない。

活断層 カリフォルニアやアナトリアの大地震は、明らかに断層運動に関連して発生する。とくにサンアンドレアス断層では、常時横ずれ運動が観測されている。このような断層を活断層というが、日本では現在、このように明りょうに活動している断層はないようである。そこで、日本の地形学者、地質学者は、過去10~100万年にまでさかのぼって、活断層を調査している。その結果多くの活断層が見出され、またその変位速度をみつめることもなされている。

地震研究所の松田助教授によれば、調査の結果として第3表のような活断層の格付けが報告されている。A級の活断層でも、近年活動した

第3表 活断層の変位速度による格付けの例
(松田氏による)

A級：1~5m/1000年	阿寺，跡津川，丹野
B級：変位地形の比較的明りょうなもの	根尾谷，温見，柳ヶ瀬
C級：比較的不明りょうなもの	郷村，鹿野，深溝
D級：(変位地形の認められない活断層)	

断層がふたたび大地震発生にむすびつく可能性はあまりないが、地質時代に活発な活動の証拠がありながら歴史時代に大地震の記録のない活断層(たとえば阿寺断層，跡津川断層の北半部)は大地震発生の可能性の高い場として注意するべきであると思われる。

地磁気 プロトン磁力計とカルビジウム磁力計など、原子物理学的常数を基準とする測定器が開発されたので、ひじょうに正確な地球磁場観測ができるようになり、従来いわれていた地震に伴う地磁気変化は大きな誤差を含んでいたことが結論されるにいたった。しかしながら、松代地震の際には有意義と思われる変化がとらえられているし、サンアンドレアス断層周辺の観測でも、断層のクリーブ運動およびそれに関連する局地地震に先駆する地磁気変化が観測されている。地磁気変化は地下の物理的過程、すなわち温度変化とか歪力変化を鋭敏に反映する

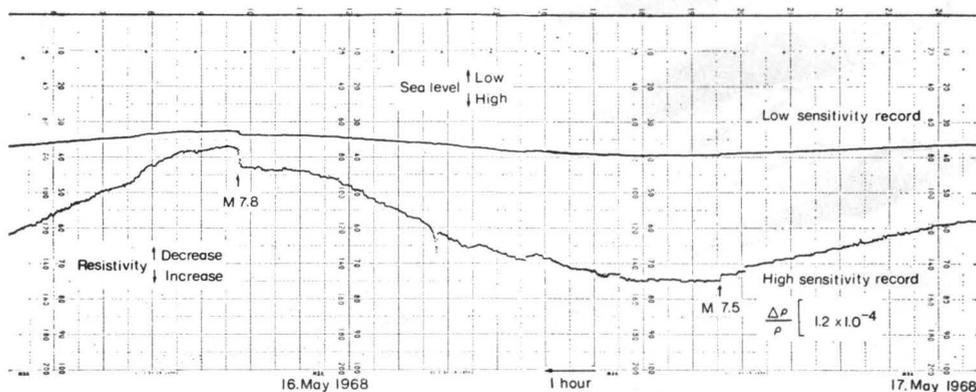
ので、今後とも観測を強化したい項目である。

地磁気の微小変化を検出するためには、ある1地点での観測を標準の観測所と比較するわけであるが、最近の研究によれば、2地点間の単純差をつくるだけでは、磁気嵐など地球外に原因をもつ非局地磁場をじゅうぶんの精度で除去できないことがわかった。これは地殻内に誘導される電流の非一様性によって起こると思われるが、そのような雑音の除去技術を向上しなければならぬ。

室内および野外実験 地震予知研究計画の各部門の観測項目は、過去数十年の経験にもとづいて選択されている。ある項目がなぜ必要か、またどのような物理的過程にもとづいているかなどの理論づけはきわめてたいせつである。たとえば、岩石の破壊実験で明らかにされた微小破壊と主破壊との関係は、前震としての微小地震と本震との関係の理論的背景を形成する。岩石破壊実験は目下急速に進歩しているが、主破壊断面付近にあらかじめ小破壊群が発生すること、主破壊寸前に電気抵抗が激減したり、弾性波速度が減少したりすることがたしかめられている。

岩石磁気と圧力との関係についての実験からは、大地震の際に10ガンマ(地球磁場そのものは50000ガンマ)程度の地磁気変化が期待できることが示されている。また、ある種の岩石の電気抵抗は、ひずみに対してきわめて鋭敏に変化することが見出されているが、地震研究所の山崎氏は、高感度の比抵抗変化計を製作して、神奈川県油壺で観測をしている。第4図はその記録の例であるが、潮汐の干満による土地変形に伴う電気抵抗変化がよくわかる。この記録はたまたま5月16日のものであるが、十勝沖地震の発生の時間にみられる変化については目下検討中である。

上記のほかにもいろいろと重要なことがあろうが、とくにたいせつと思われるのは、地殻に刺激を与えてその反応をみることであろう。アメリカ・コロラドのデンバー付近で工場廃液を地下深くにおしこんだら地震が発生し出したという話は有名であるが、地震予知研究もただ



第4図 比抵抗変化の記録 (山崎氏による)

受身の観測だけでなく、能動的方向にも拡大すべきであろう。

松代地震と地震情報

1965～67の松代地震の際には、北信地域地殻活動情報連絡会がしばしば開かれ、被害が出るような地震が発生するおそれがあると判断されたばあいには、気象庁から地震情報として公表された。これは実質的には長期的地震警報であって、まことに画期的なことであった。松代地震のばあいには、各種の観測があらかじめ整備されていたので、このようなことが可能となったわけである。

警報に対する反応はさまぎまであった。地方公共団体、国鉄、私鉄などは、建物を強化した

り、消防力を充実したりした。しかし観光関係のひとびとにとっては、あまりありがたくない警報のようであった。また、発表の表現をめぐって疑問を生じたり、かりに地震予知研究がもっと進歩したとしても、実際に警報を出すのはまことにむずかしい問題であることが予想される。

現在の地震予知研究は、各部門ごとにべつべつの研究者によって推進されている。このためにデータ全体を見わたして情勢判断をするような立場の人がいないことになるし、そのようなデータを集積するセンターも存在しない。研究の段階ではこれでよいかもしれないが、そろそろヘッドクォーターをもって総合的判断をする練習が必要になる時期が近づいていると考えられる。(筆者：東大地震研究所)

改訂 案内

駐車場の防火指針 (改訂版)

自動車は激増の一途をたどり、駐車場の防火問題が、ますます重要なことがらとなっています。

駐車場の火災は、ガソリン類への引火・爆発のおそれがあり、煙も多く、また一般に発熱量が大きく、消火困難なので損害危険も大きくなります。

モータリゼーションの進展とともに、わが国では、駐車場は立体

駐車場および地下駐車場が主流となつてまいりました。

火災危険の度合いは、地下のものよりもより高層のものにおいても、地上空地にあるものより大きいことは、言うまでもありません。したがって、駐車場の危険に応じた防災設備と管理が必要です。

本書は、火災に関する権威の諸先生に執筆をおねがいし、各駐車

場の防火に関することがらを、駐車場の諸設備とともに平易に解説したものです。このたび、地下・立体駐車場の普及にともない、現状に合わせて改訂いたしましたので、ご案内申し上げます。

(A 5判 36ページ 30円)

ご希望のむきは、下記へお申し込みください。

社団法人 日本損害保険協会
予防広報部予防課
東京都千代田区神田淡路町2-9
電話：東京・255-1211(大代表)

地震の震源 と 震度・規模

浜松音蔵

1968年十勝沖地震で青森市新町にできた地割れ



震源の求め方

地震とは、地球内部の地殻およびマントル上部に、急激な変形によって発生した振動が伝搬する現象をいう。地殻およびマントルは弾性体であるから、2種の弾性波が伝搬する。ひとつは、波の進行方向に振動する縦波であり、もうひとつは波の進行方向に対して直角に振動する横波である（第1図参照）。

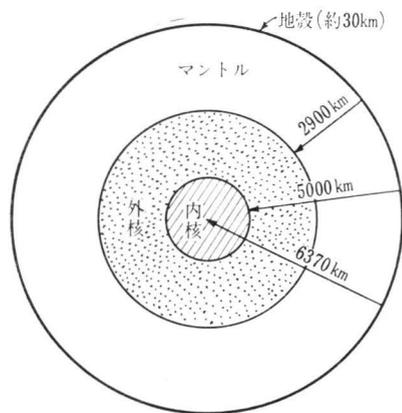
縦波は、媒質の疎密の状態、つまり容積変化を伴うから、疎密波あるいは容積変化の波などといわれるが、いちばん早く観測点に到達することから、普通にはP波（Primary Wave）と呼んでいる。

横波は、容積変化を伴わず、ねじれの状態が伝わるもので、ねじれ波あるいは等容積の波などといわれるが、P波につづいて到達することから、普通にはS波（Secondary Wave）と呼んでいる。

通常、震源を求めるにあたっては、いくつかの地点の地震計の記録から、P波の発現時やPおよびS波の発現時差を検測したり、いちばんはじめにP波がどの方向に動いたかということなどから決定する。

1) 等発震時法（等P法）

地震波は震源から四方八方に一樣に伝搬するから、あたかも池に小石を投げ込んだとき



第1図 地球の断面

る波紋のように地球内部を広がる。したがって観測点が密に分布しているならば、P波が同時刻に到達した観測点を結べば、いくつかの同心円がえがける。この同心円を等P線といい、その中心が求める震央（震源の真上の地図上の点をいう）である。

実際には、いくつか描ける等P線にもっともよく合う中心点を求めるのである。

震源の深さを求めるには、いろいろの深さにおけるP波の走時曲線（ある時間後における波の到達距離をあらわす曲線）が理論的に計算されているから、これにもっともよくのる曲線を求めて、その地震の深さや震源で地震が起こった時間を決めるのである。

理論的には等S線法も可能だが、記録上からS波を検測するばあい、P波やその反射波など

が混入していることから、読み取りに個人誤差のはいることが多いのであまり使われぬ。

第2図において、震央に対するいくつかの同心円が等P線である（各観測点に書いてある数字の分子が、その地点に到達したP波の時刻である）。

2) 初期微動継続時間による法 (P~S法)

P波をキャッチして続いてS波が到達するまでのP波やその反射波などによる微動を初期微動といい、S波到達までの継続時間を初期微動継続時間という。

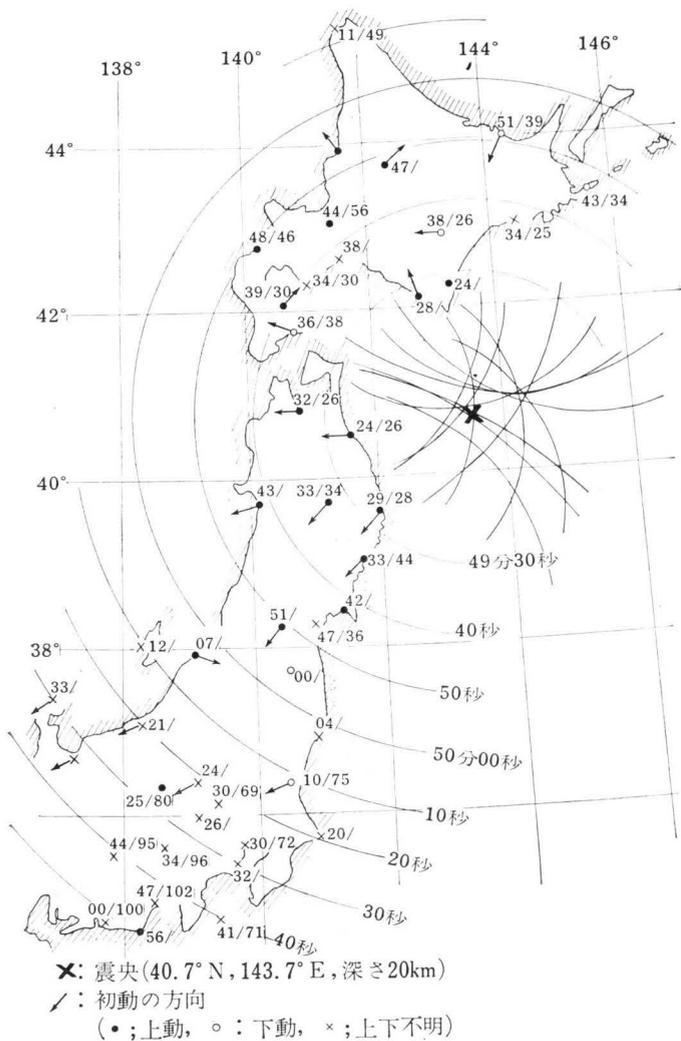
P波の速度はS波の速度の $\sqrt{3}=1.73$ 倍である。

したがって、この両波は震源を同時に出發するが、遠くにゆくほど発現時に差がでてくる。これは雷現象における光と音との関係にたとえることができる。つまり、光は1秒間に地球を7.5回まわるほどの速さであるのに対し、音は空気中を毎秒340m（常温において）程度であるから、雷が光ってから音が聞こえるまでの時間から、雷源までの距離を推定することができる。

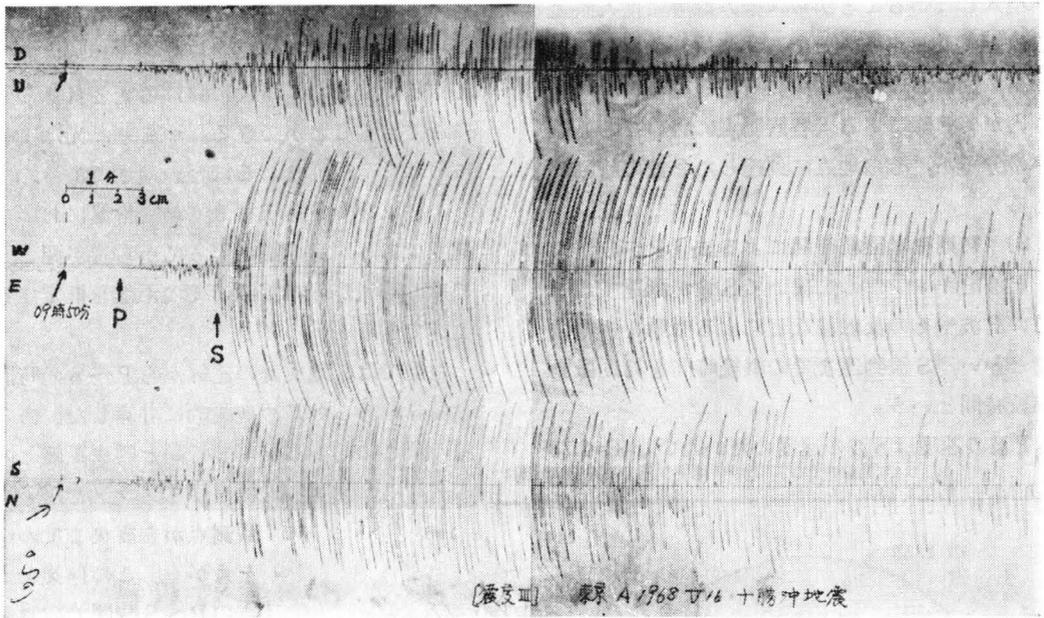
地震では、地震計の記録からP~Sの時間差を測り、あらかじめ理論的に計算した、ある震源の深さに対するP~S時間と震央距離との関係を示すグラフを用いて、

観測点から震央までの円弧をえがく。この作業を十数点のP~S時間の観測値について行ない、もっとも各円弧が交差密集する所が、求める震央である。この作業をいくつかの震源の深さについて行ない、いちばんよく集まる震央が求めたばあい、それに用いた深さが求める震源の深さである。

第2図で、震源に交差している円弧は、各観測点からP~S時間に相当する距離を半径としてえがいたものである（第2図中各観測点に書いてある数字の分母が、その地点におけるP~S時間である）。一般に大きい地震や海域の地震のばあい、発震機構の複雑さや、地震波の通る径路などの点から、地震記録が複雑で、とくにS波のはじまりを検測することが困難なばあいが多い。第3図は、東京における十勝沖地震の記録であるが、上下成分および南



第2図 震央決定図(十勝沖地震)



第3図 東京における十勝沖地震の記録 (固有周期5秒, 基本倍率10倍)

北成分の記録から、S波のはじまりを指摘することはきわめて困難である。

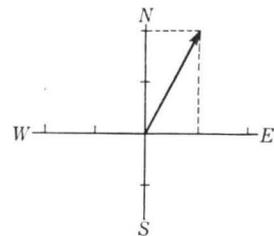
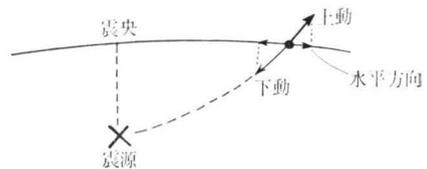
3) P波の初動方向から求める法

P波は波の進行方向に振動するから、ある地点における波の最初の運動つまりP波の初動は、震源の方向に向く引き波あるいは疎波と、これとは反対に震源の方向とは逆方向に動く押し波あるいは密波ではじまる。このP波初動を地震計の記録から測定すれば、その地点における震央の方向を知ることができる。

通常、地震計は地震動を南北方向、東西方向、上下方向の3成分に分解して記録する。いまかりに、P波初動が北に2、東に1、上下動は上向きに記録したとする。この記録から水平動を合成すると、第4図に示したように、北北東に上向きに動いたことになり、震央はこれとは反対に南南西の方向にあることになる。もし、この例で、はじめ下向きに動いたら、震央は北北東の方向にあることになる。

1点のデータだけでは単に方向がわかるだけであるが、数多くの観測点の初動方向がわかれば、震央方向を示す線がもっとも多く交わる点が震央と判断できる。

第2図において、矢印の方向は各観測点にお



第4図 P波初動方向

ける初動の水平方向を合成したもので、黒丸は初動が上動であったこと、したがって震央とは反対方向に向き、白丸は初動が下動であったこと、したがって震央の方向を示している。データのなかには、明らかに誤りと思われるものもいくつかあるが、かなりよく震央の方向を示している。

震源を決定する方法としては、これらのほかの方法も考えられるが、通常この3方法をおもに用い、これらの結果を総合して決める。

気象庁では、日本全国に分布している地震観

測点で、有感覚地震が起こったばあい、必要なデータつまりその地点の震度、P波の発現時、P～S時間、P波初動方向などをすみやかに管区气象台および本庁に集め、それによって津波予報や地震情報を発表できるようにしている。ただ、このようなばあいは、各観測点で地震記録を地震計からとりはずすことなく、緊急にデータを検測するので、あとで机上で測定するばあいと違って、一般にいくらかの誤差ははいる。いままで例として示した、十勝沖地震の震央決定の図は、これらのデータによるものであるから、正式のものでなく、将来再調査したときいくらか違うことをことわっておく。

以上の決定方法は、緊急に震源を決める方法であるが、後日正確なデータを用いて調査決定するばあいは、上記方法を数式化し、電子計算機を使用する。その結果は、「地震月報」として観測データとともに気象庁から発刊し一般の利用に供している。

地震の震度と規模

地震の規模（大きさ）と震度（強さ）とはよく混同される。規模は地震そのものの大きさをいい、震度はある地点における地震動の強さをいうのである。

震源で地震が起こり、その振動が四方に広がってゆけばあい、震源から遠ざかるにしたがって、地震動は一般に弱くなる。震度とは、ある地点における地震動の強さの程度をいうのである。

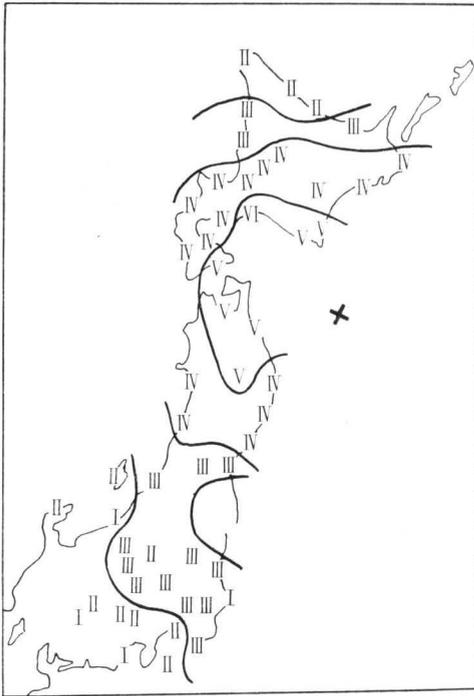
るから、その強さは震源からの距離のほか、その地点の地盤の強弱、建物のできぐあいでも違う。しかも、機械によって測るわけではなく、人間の感覚やまわりの状況によって判断するので、通常、場所によってI程度の相違はありうる。気象庁では地震動の強さに応じて第1表のように、震度を0からⅦまでの8階級に分けて定義している。

気象庁は1964年に新しく庁舎をつくり、8階建ての近代建築になった。それ以前の震度観測は木造平家の地震計室で行なっていた。したがって、比較的感じやすかったため問題はなかったが、新庁舎に観測が移ったとたん、かなりの地震でも感じにくいため、東海道新幹線が止まるほどの地震で、東京でも別の所ではⅡないしⅢ程度に感じたのに、震度0と発表して問題になったことがあった。しかし、実際に感じなかったのだから、けっして間違いではない。問題は、震度を人体感覚でなく、なにか機械で観測しているように思われていたこと、ある地点での震度であるのに、東京地方の代表的震度をいっているように思われたことで、PRの不足による誤解であったのである。

それなら、人体感覚などによらずに、機械で観測すればよいという意見もあろう。しかし、震度は主として地震動の加速度が大きく関係しているが、そればかりでなく、振動の振幅や周期、振動の継続時間などが人間の感覚に微妙に影響しているので、機械化はむずかしい。そんなあやふやなものなら、やめてしまえという議

第1表 気象庁震度階級

震度	名称	解 説	相当加速度
0	無 感	人体に感じないで地震計に記録される程度	0.8gal 以下
I	微 震	静止している人や、とくに地震に注意深い人だけに感ずる程度の地震	0.8～2.5gal
II	軽 震	おおぜいの人に感ずる程度のもので、戸障子がわずかに動くのがわかるぐらいの地震	2.5～8.0gal
III	弱 震	家屋がゆれ、戸障子がガタガタと鳴動し、電灯のようなつり下げ物はそうとうにゆれ器内の水面の動くのがわかる程度の地震	8.0～25gal
IV	中 震	家屋の動揺が激しく、すわりの悪い花びんなどは倒れ、器内の水はあふれ出る。また歩いている人にも感じられ、多くの人々は戸外に飛び出す程度の地震	25～80gal
V	強 震	壁に割目のはいり、墓石・石どうろうが倒れたり、煙突・石垣などが破損する程度の地震	80～250gal
VI	烈 震	家屋の倒壊は30%以下で、山くずれが起き、地割れを生じ、多くの人々が立っていることができない程度の地震	250～400gal
VII	激 震	家屋の倒壊が30%以上におよび、山くずれ・地割れ・断層などを生ずる	400gal 以上



第5図 十勝沖地震の震度分布図（地盤の影響などのため、必ずしも震央に対して同心円にならない）

論もある。しかし、これは、地震動に関して地震計を設置しなくても簡単にどこでも観測できること、地震計による観測をしていない昔の地震について、その記事から震度の判定ができ、したがっておおよその震央位置や地震の規模が想定できることなど、利点が多いのである。

このような便利さから外国でも広く使われているが、わが国のわけ方と違って12階級（改正メルカリ震度階級=Modified Mercalli Scale）を用いている国が多い。また、建築の関係では、地震動の加速度によって階級わけした、建築震度なるものが広く使われている。

地震の規模は、マグニチュード（M）いくつというように表わす。地震のエネルギーに関係した数で、つぎのように定義されている。

マグニチュードは、そもそも、いまからおよそ30年前、アメリカのRichter（リヒター）が南カリフォルニアの地震の大きさをきめるのに定義したものである。かれは、当時この方面で使用していたWood-Anderson地震計（基本倍率2800、固有周期0.8秒、減衰定数0.8）を使

って、震央から100kmのところにおいたときの記録紙上の最大振幅（1成分、単位：マイクロン）の常用対数の値を、その地震の規模とした。

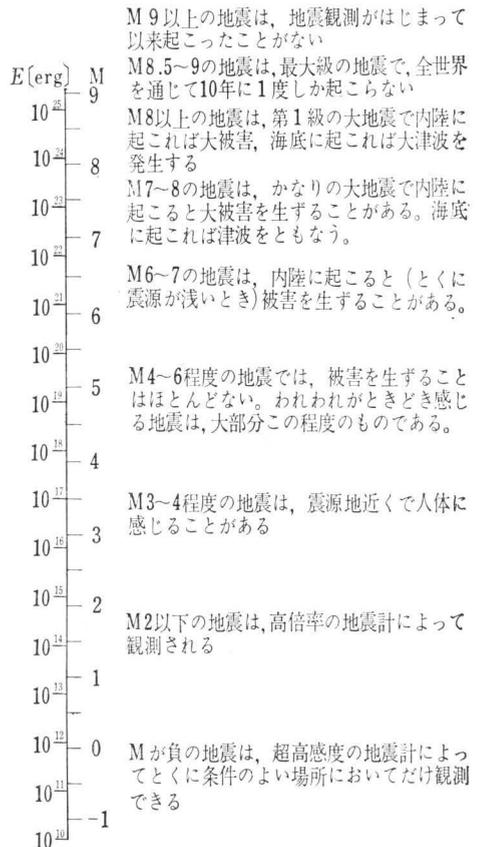
たとえば、100kmのところでのこの地震計の最大振幅が1cmのときは $M = \log 10\,000 = 4$ となる。もっとも、震央からちょうど100kmの所にこの地震計が設置されているとはかぎらないから、任意の距離にあてはまる換算式を用いる。

その後このMは、地震現象を理解するのに、なかなか便利なこともあって、各国で広く使われるようになった。しかし、ほかの国にはこの標準地震計があるわけではないから、自国の地震計に適合するように関係式をつくっている。気象庁では、坪井の式といわれる次式によって算出する。

$$M = \log A + 1.73 \log d - 0.83$$

A：最大地動振幅（水平2成分の合成、単位：マイクロン）

d：震央距離（単位：km）



第6図 地震の規模とエネルギー

ただし、地震計は固有周期5秒のもの、震央距離はだいたい50~2000km、震源の深さ60kmより浅い地震に対して用いている。

このように決めたMというものは、各観測所によって0.1~0.3くらい、ばあいによっては0.5くらいくい違うことがある。十勝沖地震について気象庁で決めたMは7.8であるが、外国ではHonolulu 7.5, Palmer (Alaska) 7.5~7.8, ソビエトでは7.5と報じている。

このMと地震のエネルギー(E)の間には、つぎの関係があるとしている。

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

E: 単位はerg

この式からわかるように、Mが2小さくなると、エネルギーはちょうど1/1000になり、1小さいと約1/30になる。M=8.5という最大級の地震で、そのエネルギーは 4×10^{24} erg、

これは10トンの貨車10億台を富士山の高さまでもち上げるエネルギー、あるいは10万kWの発電所が約100年かかって発生する電力のエネルギーに相当する。

一般に大規模な地震ほど数は少なく、小規模の地震ほど多いが、このMを用いた統計の結果は、だいたい次表のようになる。この表からも

	日本付近*	全世界
M 8以上の地震の数	10年に約1回	1年に1~2回
M 7~8の "	1年に約1回	1年に約15回
M 6~7の "	1年に約10回	1年に約130回
M 5~6 "	1年に約100回	

* 日本の内陸部と、沿岸から300kmくらい沖までの海域わかるように、わが国で起こる地震の割り合いは、全世界の8~10%にあたり、他のくにぐにより多い。しかしその震央の85%が海域に起こるため、被害は比較的少ない。不幸中の幸いというべきであろう。(筆者: 気象庁観測部地震課)

5 億 個 の 火 種

—火災原因のトップをきるタバコの火—

タバコの火を原因とする火災は、火災統計のうえで例年トップを占めている。

昭和41年における出火件数は、48057件にのぼっているが、このうちタバコの火が原因と見られる火災は5696件で、やはり首位であり、その全体に占める構成割合は11.9%となっている。

防火にとって最大の敵ともいえるタバコが、日本にはいつてきたのは、徳川時代だが、徳川幕府の初期のころには、タバコによる火災がひんぱつしたため、タバコ禁止令さえ出されたほどであった。この現象は日本だけのものではなく、喫煙の習慣が定着するようになってからは、全世界どこでも、タバコの火は火災原因の王座を独占してきたのである。

いちばんよく吸われるのは紙巻きたばこであるが、その燃焼温度は600~800°C程度である。もしも、1本のタバコが火をつけたまま放置されたとする、それが燃えつきるまでには、ふつう数10分かかかる。ときには、いったん消したつもりのもので、数時間後に再燃することさえみられる。タバコの火が出火原因の王座を占める理由のひとつには、この火もちのよさということがあげられる。

東京消防庁の実験データによると、くずかごのなかに紙くずを約8分目までたいらにつめ、そこに火のついたタバコの吸いがらをちり紙にくるんで中央部に投げこむと、14分後に煙が出はじめ、18分後には煙の量がかなりふえ、紙のこげくさいにおいがただよってき

たという。さらに23分後にはかごの横から白煙が出はじめ、26分後には出火した。また、5本の吸いがらをくずかごの底の部分に入れてみると、28分後に発火したという。

この実験から考えると、タバコの火から本格的な火災に発展するまでの時間は、約30分以内ということができよう。

現在、日本全国のタバコ消費量は、年間1800億本を数えている。1日あたりにすれば、じつに約5億本のタバコが吸われていることになる。つまり、火災をおこすもとなる魔性の火種は、1日に5億回もついたりきえたりしているということである。

東京都に例をとってみれば、この魔の火によると推定される火災だけで、1日平均26台の消防車が出動している。

専売公社がタバコの宣伝をするのはかまわないが、ついでにその火のこわさも忘れずにPRしてもらいたいものである。



地震と 三陸の 津波

梶浦欣二郎

津波の押し寄せる鹿島灘

今年の5月16日、午前9時49分、三陸の沖合で大きな地震が発生した。気象庁ではそのマグニチュードを7.8と推定し、この地震を1968年十勝沖地震と名づけた。

地震のマグニチュード7.8というのは、昭和39年の新潟地震にくらべるとエネルギーにして約3倍くらいも大きなものであるが、幸いにして震央が洋上はるかな場所にあったため、北海道、東北地方でも青森県を除くとそれほどの被害を出さなかった。

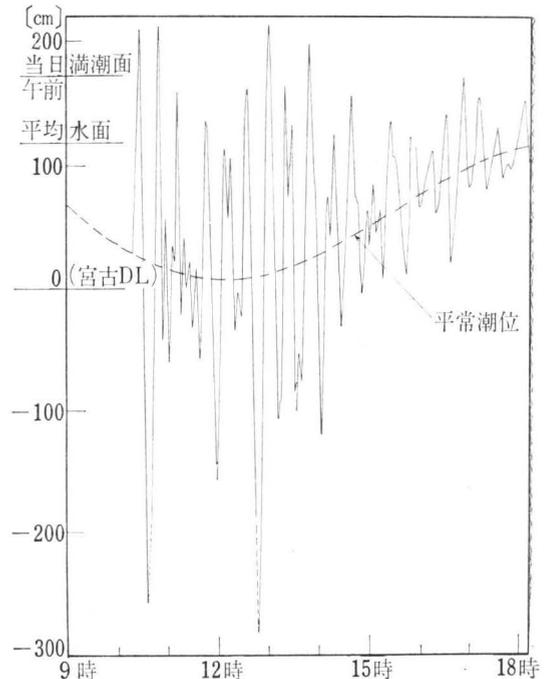
海中に震央のある大地震では、まず間違いなく津波の発生が予想される。こんどのばあい、10時すぎには気象庁から津波警報が出され、北海道、東北の太平洋岸に「ヨワイツナミ」（波高約2m）のおしよせることが予告された。地震発生後30分ほどしてから、各地に津波の第1波が到達し、岩手県北部から青森県にかけては、第2波から第3波あたりで最高となり、津波がこないと考えたときの平常潮位より4m以上水位の上昇をみたところもある。

津波の性状

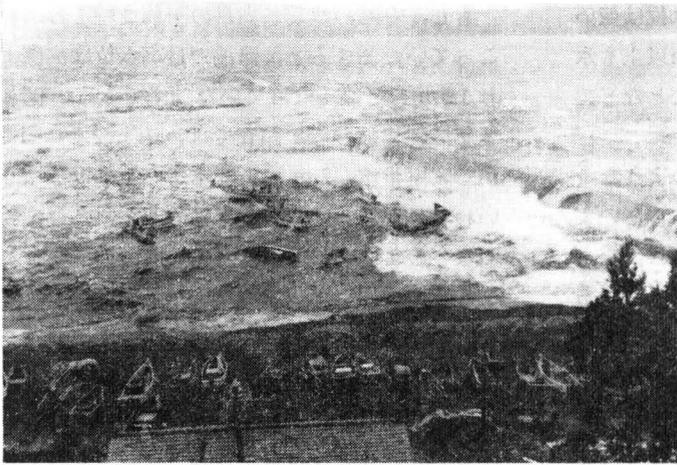
今回の津波にかぎったことではないが、波高（津波の山の平常潮位上の水位）が大きくなるのは第1波ではなく、第2、第3というあとの波のことが多く、特殊なばあいには数時間もあとなって大きな波のくくることもある。津波記録の例として、今回の津波の宮古測候所検潮記録を第1図に示す。

この図で、1) 第1波は10時17分に押し波で始まり、第1波のあとの引き波がひじょうに大きいこと、2) 波は何回となくやってきており、周期は20分程度であること、3) 第2波が第1波よりやや大きい、最大の振幅をもった海面振動はかなりあとになってから、すなわち、13時ごろにおこっていること、などがみとめられる。

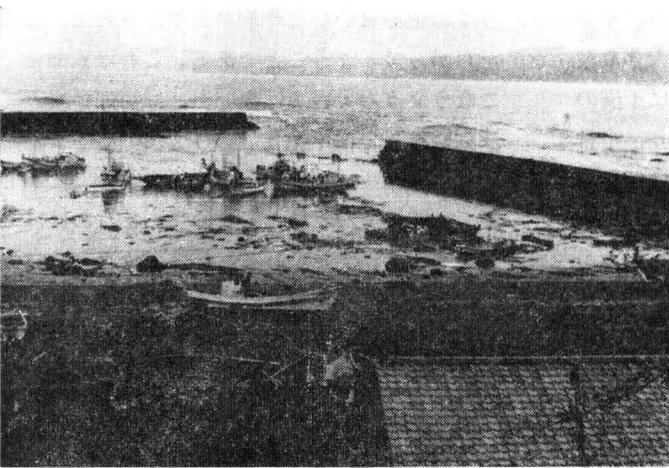
津波の来襲に関しては、いろいろの憶説が流布しており、津波はまず引き波で始まるということを知っているものも多いが、津波のはじまりが引き波か押し波かということは、別にきま



第1図 宮古測候所の検潮記録



漁港の防波堤を越えて海水が港内にはまっている。まだ最高水位（平均海面上約4m）には達していないため、浜辺には小形漁船が並んでいる。最高水位に達したときには、写真手前の家屋も、高さ約50cmほど浸水した



津波がひき、港内にはほとんど水がなくなっている。多くの小形漁船が港内の渦流にまきこまれて港の中央部にかたまっている。今回の津波で、この漁港の小形漁船被害は、東北・北海道を通じてもっとも多かった。

岩手県九戸郡野田村野田漁港をおそった津波（岩手県久慈土木事務所提供）

水のようにどっとおしよせることがおこる。これに反して波高が10mにも達するような大津波では、岸近くにおしよせると前面がそうとうにけわしくなり、波の峯あたりでは白波をけたて、下方は黒々として押し寄せてくる。そして、陸上におし上がった波の前面に風がおこり、波のくるまえに風のために家が倒れるというようなこともおこるらしい。

一般に、水の動きというものは、条件しだいでひじょうに変化しやすく、津波のばあいも、その場所場所の海底地形や湾の形、あるいは陸上へはい上がった津波では陸上の地物の影響によって、いろいろと状態を変える。このため、一般的に津波とはこういうものである、と述べることはむずかしい。ただ、波高や周期がこれこれ程度の津波が外洋から来襲すると、これこれの場所ではこういう効果があるといえるだけである。

その第1は、外海から湾内へはいってくる津波の周期がわりあい短い（十数分程度）ものであれば、小さな湾（湾水の振動周期十数分程度）の奥で波高が大きくなり、外からの津波の周期が長ければ（1960年のチリ津波では周期が1時間に近い）大きな湾の奥のほう

が危険である（たとえば大船渡湾のように）という湾水の共鳴効果である。

第2は、小さな湾の奥のほうがだんだんとせばまっていると、わりあい短周期の大津波に対してエネルギーの集中がおこって、波高が湾奥でいちじるしく高くなる収束効果である。

第3は、水の流れは障害物をよけて通るため、川筋や谷筋では津波が奥のほうまではいりやすいこと、また、平らな海岸平野ではうしろがす

っているわけではなく、津波をおこすもとなつた海底の地殻変動に関係して、ある場所では引き波で、ある場所では押し波で始まる。

来襲の状態についても、壁のようにきり立った波の前面がおしよせ、ちょうど浜辺で風波が巻いてくだけるようにさかまくと想像する人もあるが、現実には潮の干満を早くしたようなものというのがもっとも普通であり、ただ特殊な場所で波の前面がけわしくなり、いわゆる鉄砲

ぐ山になっているところにくらべ、水位は低いけれども流速が大きくなり、地上2m以上も水位があると大きな被害を与えやすいことなどである。

個々の場所に、ある津波のときどのようなことが起こるかを予見するには、外海からどのような性質をもった津波がくるかを知らねばならず、それには波源での波がどのようなものであるか、ひいては、津波をおこす急激な地殻変動がどのようなものであるかを知る必要がある。

さて、今回の地震では津波の被害はきわめてすくなく、陸上施設に関しては問題になったところは皆無といってよいのではなかろうか。地震のマグニチュード7.8に対して、いままでの経験によると、波源近くの海岸で約4m程度の波のはい上がりのあるのは常識であるが、幸いなことに、津波の来襲が昼間であり、大きな波の来襲時刻が大潮（1か月のうちとくに干満の差の大きいとき）の干潮時近くにあたり、平常潮位そのものが平均海面から1m程度低かった。それで4mの津波といっても、その日の満潮面から考えると2mをやや越す程度しか上がっていないことになる。これは、外海に面した、風波の荒い海岸についてみると、ちょっとした暴風時にもじゅうぶん到達される水位であり、いわばこのくらいの高さまでは波打ちぎわとして海水の上がってくるのはあたりまえと考えられる。これにひきかえ、平穏なときには外海の風波からしゃへいされている波静かな湾の奥などで、陸地の標高が低いと、この程度の水位上昇でも浸水さわぎを起こす。

現在では、チリ津波の経験をもととして、日本各地に津波防潮堤の建設がおこなわれ、すこしぐらいの津波では浸水被害の出ないところがふえてきた。今回の津波にあたって、防潮堤の効用がいかになく発揮されたのは宮古湾奥の津軽石である。ここはチリ津波のころまでは津波のたびに低地一帯が水びたしになったものであるが、こんどのばあい、防潮堤の前では水位が平均水面上4m近くにもなったが、後面の低地にはぜんぜん水がはいらなかった。

もし、今回の地震が当日の午前2時ごろにおこっていたとすると、津波の最高水位は実際より1.5mほど高くなっていたはずである。昭和8年三陸津波の際の調査では、床上浸水1~1.5mで家屋半壊、2m以上で木造の1階は破壊といわれるから、これをあてはめると、八戸や釜石などのように、津波に対する防備の手薄なところでは、地上1.5~2mの津波がきたことになり、陸上でもかなりの被害を与えたであろう。

ここ十数年の間に養殖漁業が盛んになるにつれて、それほど大きくない津波でもいままで考える必要のなかったような災害をおこしている。それは、海上に広がった「のり」^①、「わかめ」^②などの養殖場、あるいは「かき」^③のいかだなどが、津波で流され、あるときは流失し、あるときはうずの中心にいかだや網があつめられて、こんがらがってしまうことである。これは人命をそこなうような災害ではないが、経済面からみて深刻な打撃を沿岸漁業者に与えている。養殖漁業では、漁場に適度の海水交換のあることが必要で、防波堤などでとじこめてしまうわけにもいかず、そうかといって、津波がきたときに流されないようにするにはかなりの経済的支出をしなければならず、津波対策はなかなかむずかしい。

地震と津波の大きさ

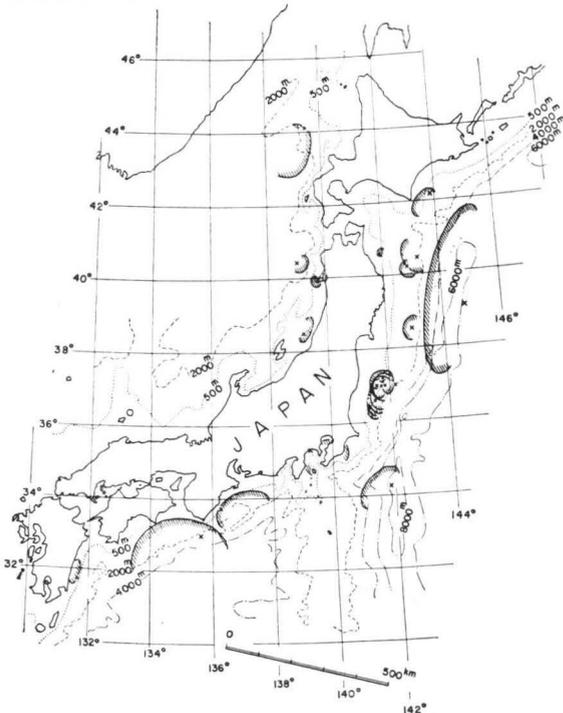
最近50年間のめぼしい地震津波について、その波源がどこにあるかを推定したものが、次ページの第2図である。

この図をみてもすぐにわかるように、三陸沖、および紀州四国沖に大きな波源をもつ津波がおこっている。最近の50年間とかぎらず、有史以来の古い記録をしらべても、この傾向に変わりはない。この図には地震のマグニチュードがだいたい7.0以上のものが入れているが、地震のマグニチュードが大きいほど、津波の波源も大きいことがわかっている。

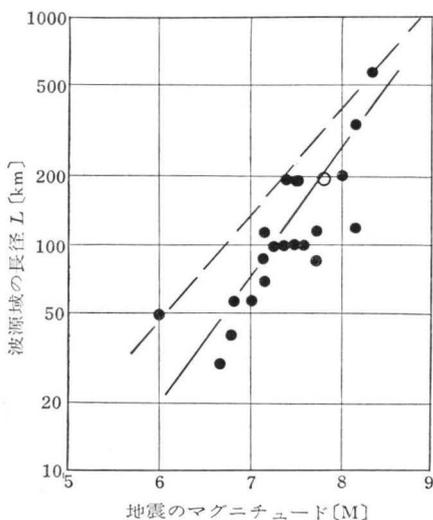
次ページの第3図は、その関係を示したもので、縦軸は津波波源の長さ(長軸方向)、横軸は

地震のマグニチュードである。

今回の十勝沖地震津波の波源域を各地の検潮記録から推算すると第4図のようになり、長軸の長さは約200kmで南東から北西方向に伸びており、岩手県北部から八戸北方にかけて大きな津波が来襲したことと対応している。いま、



第2図 1923年～1966年に日本近海で
おこった津波の波源(羽鳥)



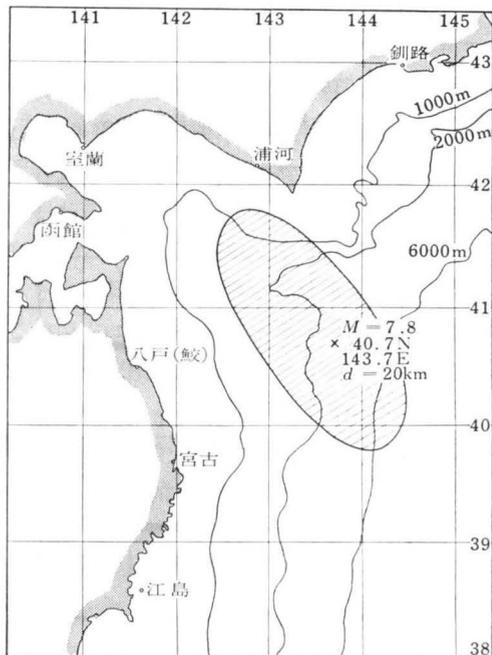
第3図 津波波源の大きさと地震の規模
との関係(飯田)

この津波波源の長さ200kmを第3図に入れてみると、うまく全体の平均線上にのっている。

地震による津波は、もともと大規模な地殻変動のおこりそうな地帯で、急激な変動があったときに発生するものである。このような地殻の変動域は、徐々にひずみエネルギーをたくわえ、これが地震としていっきょに発散されるとき、それにともなって急激に変動するものようである。したがって、本震のすぐあと多数の余震のおこるのは、だいたいこの地殻変動域内であり、津波の波源というのも、この地殻変動域とよく対応する。

残念なことに、海底で進行する地殻の変動についての知識はいまのところきわめて少なく、あまりはっきりしたことはわかっていない。地震前に進行すると思われるゆっくりした地殻変動はもちろんであるが、地震にともなう急激で大きな地殻変動でも、これをたしかめるためには精密な水深測量をしなければならない。現在では、まだ陸地にかなり近い水深の浅いところでないと、要求される精度を出すことはかなりむずかしい。

地殻の変動と地震との関係について有名な



第4図 1968年十勝沖地震津波の波源

は、潮岬や室戸岬の付近である。ここでは100年あまりの期間にわたって徐々に土地が沈降を続け、それが大地震のときにいっきょに隆起し、またふたたび徐々に沈降するという何を何百万年もくり返し、差し引きわずかつつ地盤が隆起していることが地質学的にもたしかめられている。この動きに対応して、紀伊半島や四国の北部は沈降を示し、室戸岬の北西方の高知県浦戸湾東方の地域などでは、大地震のたびに地盤が沈降し、その後ゆっくりと回復し、またつぎの地震で沈降するため、有史以来田畑が海に没するという記事が古文書によく出ている。

古い記録によって、どの程度の大きさの津波が過去にあったかを調べることができるが、ここでは、地震と津波に関してよくわかっている最近の資料をもとにした統計を第5図に示す。ここで津波の大きさは、第1表の規準でごくおおよっぱに津波規模 m であらわしてある。

この図に今回の津波 ($M=7.8$, $m=2$) を入れてみると、うまいぐあいにはいままでの津波の平均的な位置にきている。図をみてもわかるとおり、実際の津波の大きさは、同じ地震のマグニチュードに対してかなりのばらつきがあり、正確な津波の大きさの予報は、地震のマグニチュードだけからはできにくい。

ともあれ、地震の規模が最大級に近くなると、津波の大きさは波源近くの海岸で10mを越すこ

第1表 津波の規模 (今村, 飯田による)

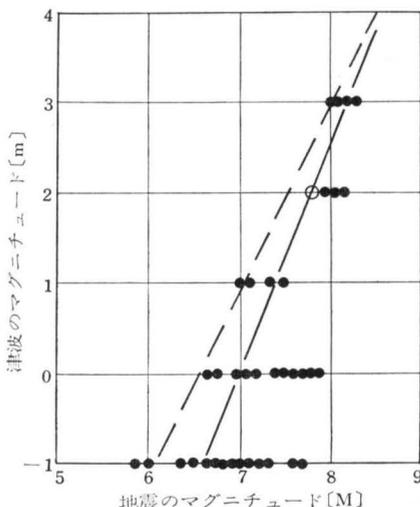
階級 (マグニチュード)	波の高さ (最高波)	被害程度
0	1m前後	
1	2m前後	海辺の家屋が損傷し、船が流される
2	4~6m前後	多少の家屋を流し、人命に危険がある
3	10~20m前後	海岸線 400km にわたって被害発生
4	30m以上	海岸線 500km 以上にわたって被害発生

とがあるようになる。

古い記録によると、三陸の沿岸では869年(貞観11年)、1611年(慶長16年)に最大級の天津波がおこっており、前者では人口稀薄と考えられる上古の時代に死者1000人を数え、後者では津波が白昼におそったにもかかわらず死者5000人にのぼったとある。今村博士の研究によると、これらの津波は昭和8年の三陸津波にくらべて2倍以上の大きさはあったろうと予想されている。これにつぐものは明治29年の三陸津波で、このときも各地で大災害があった。以上の三大津波につぐものが昭和8年の三陸津波で、このときも波高10mを越した場所が多い。

三陸地方は世界一の津波常襲地帯であるため、少なくとも人命を救う対策として、住宅を高台につくることが最善である。陸中の船越というところでは、その昔、役の行者が各地を行脚している際にこの土地へきて、村は丘の上に建てよ、決して海浜に建ててはならない。もしこの戒めを守らなかったら災害が立ちどころに起こるであろうと教えたという伝説があり、村が高台にあるためまだ一度も津波の災害を受けたことがないといわれている。しかし、目の前に平らな土地があるところで、住宅を高台につくことはなかなか容易ではない。

岩手県の宮古市のすこし北方にある田老というところは、海岸にそって、標高2~5m程度の平坦地に街がつくられている。ここでは、慶長津波で波高20m、明治29年津波で14.5m、昭和8年津波で6~7mという大津波にみまわれ、そのつど全滅に近い災害をうけている。昭和8年の津波は、まだ小さいほうであるにもかかわらず、戸数500戸、人口3000人のうち、り災戸



第5図 地震の規模と津波の規模との関係 (飯田)

数476戸、死者950人というさんたんたるめであった。その後、街の防衛のために防潮堤建設が始められ現在も進行中であるが、堤高10mでぐるりと街をとりかこんでいる。このような大防潮堤は田老以外でもみられ、普代村の大田名部の防潮堤などは高さ15mもあって、ちょっとダムのように見える。

このような防潮堤があると、たいていの津波は防ぐことができるであろうが、ただ問題となるのは、何百年に一度起こるかもしれないような大津波がきたばあい、いったいどうなるかということである。明らかに、高さだけからみても、田老の防潮堤で慶長年間にあった大津波は防ぎきれない。一般に三陸地方ではもし大津波が来そうなときには、住民のひとりひとりがじゅうぶんな警戒をし、あまり防潮堤を過信しないことが必要であろう。

過去の津波の例からみると、釜石のように、今回のような小津波でも浸水するところはきわめてあふない。明治29年にはここで9mの津波が記録されているから、今度ふたたび同程度の津波があったとすれば大被害はまぬがれない。同様のことが八戸の北方に開発されつつある工業地帯についてもいえる。

津波の予報

気象庁で出す津波警報は、第2表のとおりである。津波の大きさは、地震の震央およびマグニチュードの知識だけからきめるので、それほどこまかく高さを予報できないが、大局を知るには役立つ。

解説にある津波の高さは、津波がおこらなかったとしたばあいのそのときの海面からの盛り上がりの高さであり、とくに湾の形その他の地形的な影響の少ない平坦地での盛り上がりを考えている。したがって、現実には、たとえば、³「ヨワイツナミ」で津波の高さが2メートルに達する見込みというばあい、これは海岸近くで、まだ波が反射の影響をそれほどうけていないところの高さと考えたほうが安全である。湾内で

第2表 気象庁の津波予報階級とその解説

予報文	解説
ツナミナシ	津波の襲来のおそれはありません
ツナミオソレ	津波が予想されますが、現在までの資料では津波の高さが予想できません
ヨワイツナミ	小津波が予想されます。予想される津波の高さは、高いところで平常の水位より約2メートル以上に達する見込みですから、とくに津波の大きくなりやすいところでは警戒を要します。その他のところでは数十センチメートルの見込みです。
オオツナミ	大津波が襲来し、大きな災害を引きおこすおそれがあります。予想される津波の高さは、高いところで平常の水位より約3メートル以上に達する見込みですから、いままでに津波の被害を受けたようなところや、とくに津波が大きくなりやすいところでは、厳重な警戒を要します。その他のところでも約1メートルくらいに達する見込みですから警戒が必要です。
ツナミカイジョ	津波の危険はなくなりました。

津波が共振によって増幅したり、湾や海底地形の影響で波のエネルギーの集中がおこる場所ではその2倍以上すなわち4mぐらいいは考えておく必要がある。この解釈によると今度の十勝沖津波の警報はかなりよかったといえる。

いままで日本近海に波源をもつ津波、とくに三陸沖でおこる津波についてだけのべてきたが、地震のマグニチュードが8程度ともなると、それによっておこる津波は太平洋全域にかなりの影響を及ぼす。昭和35年のチリ地震の際には、油断があって警報がうまくゆかなかったが、現在では太平洋沿岸各地に津波観測網がはりめぐらされ、国際的な通報組織が整備されつつある。この中心はハワイのホノルルにあり、各地の津波情報が交換される。たとえば南米沖で大地震があったとすると、日本へ津波が到達するのに20時間以上もかかるから、その間に、津波の進行途中の観測点からの情報ももらって、何時ごろに日本へのくらの津波が来そうかを予報することができる。したがって、昭和35年チリ津波のときのような、不意打ちによる人命の被害はなくなるものと期待される。

(筆者：東大地震研究所)

地震

第 2 輯
第 21 巻 第 1 号
昭和 42 年

地震学会

地震学会は1929年（昭和4年）に設立され、故今村明恒会長の熱心な運営のもとに、雑誌『地震』を毎月発行してきた。会誌は、関東大地震以後急速に発達した地震知識の交換と啓蒙を旨として、終戦まで続けられ、この間の地震学の発展はめざましいものがあった。しかし、戦争の影響は地震学にも及び、会誌は自然休刊のやむなきにいたり、会の活動も休業状態になった。

この空白状態を脱却するため、戦後間もない昭和22年12月に総会が開かれ、会則を改め、今村先生の会長辞任を機に委員制として、装いを新たに発足した。

雑誌『地震』は、第2輯として昭和23年に再刊され、当初は年2冊、昭和27年以降は年4冊ずつ発行され、昨年20周年を記念して、特輯号『日本の地震学の概観』を出版した。会員は名誉会員、普通会員、賛助会員、購読会員からなり、普通会員は570人を突破した。会費は年額1200円、賛助会員は1口5000円で、会は広く一般に開かれ、本会の目的に賛意を有する個人または団体なら、だれでも入会することができる。とくに、最近では若い研究者の入会が急に増え、地震学の将来に明るい希望をいだかせる。

本会は、地震およびこれに関連する諸現象の研究ならびにその応用に関する知識を交換・普及し、震災防止に貢献することを目的とし、毎年通常総会を1回、学術講演会を2回開いてい

る。発表される研究は、最近の大地震に関する各種調査報告、余震、地殻変動などの観測報告をはじめとし、地震波の伝播に関する理論的な研究、地震による構造物被害、地震原因論、地震の前兆現象、とくに最近では地下に働く地震力に関する研究から、ひろく地球熱学、岩石破壊、地震波に基づく地球内の構造などにまでおよんで、その進歩はとどまるところをしらない。

ここ数年来、わが国に地震が多く、地震予知の問題が世上をにぎわしているが、この問題にとり組んでいる会員も多く、各大学や研究所に所属して、予知研究のための新観測所の設置、観測法の開発、観測結果の分析に精進している。

春秋の学会のときには、若い研究者を主とする各種の研究会（爆破地震動研究グループ、岩石物性研究グループ、微小地震研究グループなど）が同時に開かれ、全国に散在している研究者にとって討論と反省の交流の場となっている。

会員には国外の者もあり、『地震』は日本語で書かれているが、毎号数十冊海外に送られている。投稿論文が多く、戦前のように、地震の啓蒙に関する記事や史料などがほとんど見当たらなくなって

いるのはさびしい。

また、本会は新潟地震の直後、「大地震の心得10か条」を作って発表したのが、じゅうぶんに一般に知られていない。本会の今後の課題は、地震知識の普及にあるだろう。

地震学は日をおって進んでいる。一方、市民生活は急激に変わり、大地震時における災害にも新しい面が登場してきている。自動車のこう水、石油ストーブ・プロパンガスの普及、各種化学工場の増加、大都市の地盤沈下など、これに対処して地震知識の普及や大地震対策を打ち出すことが急務であろう。

〈連絡先〉 東京都文京区弥生2-11-16
東京大学理学部地球物理学教室内 地震学会
電話(812)2111 内線 6467 連絡日：火木土曜日



1968年十勝沖地震(つづき)

まっ二つに裂けた三沢商業高校の校舎

地震動の衝撃で先端が曲がっ

しまった八戸市営児童遊園地

八戸タワー（写真©毎日新聞

太い鉄筋コンクリートの柱が折れ、右端の1階がベシャンコにつぶれた青森県立三沢商業高校の新築校舎。昨年12月に完成したばかりのこの校舎では、地震のとき授業中であったが、さいわい死者はなくけが人もかすりきず程度ですんだ（写真©朝日新聞）

3階がつぶれ、2階にくっついてしまった むつ市役所庁舎（写真：総理府防災会議提供）

和田市の倉庫（写真©共同通信）
が倒壊したためくずれ落ちた十
庭に駐車していた車の上に、階下

北海道の南部では、震源に近かったことと老朽
家屋が多いことから、民家の被害が多く、たと
えば勇払郡鷓川（むかわ）町ではこわれた家が
407戸（役場調べ）もある。はでな被害ではな
いが、一般市民にとっては手痛い災害である。

写真上：倒壊した鷓川町の農家

写真下：浦河町萩野の商店街

（写真©北海タイムス）

青森県三戸郡名川町の剣吉中学校では、がけくずれのため4人の死者が出た。校舎の20mほど下にグラウンドがあり、この間は草木におおわれた段丘になっていたが、校舎の足下から土砂くずれが起きたため、授業中の教室から避難中の

生徒が生き埋めになったのである。この地震で、とくに各地で山くずれ・地くずれの大きな被害が出た原因のひとつは、地震の前に3日間も降りつづいた豪雨のために地盤がゆるんでいたためと考えられる。

しかし、地震にかぎらず、水害でも山くずれは山の中腹の造成地に多発しているのだから、沢を切りひらいて校舎を建築（昭和25年）したことに、この事故の基本的な原因があったといえよう（写真©毎日新聞）

線路が流失した（写真は総理府防災会議提供）
青森県むつ市の早掛沼が決壊し、国鉄大畑線の

八戸市の山津波

(写真©読売新聞)

M7.8の破壊力

幹線道路に大きな被害

三沢・八戸間の国道45号線は、舗装した路面の半分が道床の盛り土とともに削りとられた。(写真上©朝日新聞、左©共同通信)

100m以上にわたって崩壊した国道14号線 (写真©読売新聞)

地割れ き裂

震の強烈な破壊のエネルギーは、被災地一帯に地割れや地くずれを残した。

恐ろしい力で大地をバリバリと引きさき、その上に倒れている家屋や電柱を倒れていく。

右は、札幌市平岡の恐ろしい地震のつめあと（写真：毎日新聞）

下は、青森県五戸町の大規模な地割れ（©朝日新聞）

サウナぶろ火災で3人死ぬ

東京・有楽町ビル（3月13日昼）



すっかり焼けてパイプがむき出しになった現場

（写真©読売新聞）



サウナぶろの火災

さる3月13日の昼、東京の都心有楽町で、サウナぶろから出火しお客さん3人が死んだ。これは、今年にはいつてからは、1月11日名古屋市市中村区のチトセ観光センターのサウナ火災で客2名が死亡し、4名が負傷した事故につづくものである。

出火場所は、ともにサウナ浴室で、焼損面積は名古屋が82m²、有楽サウナは床3m²に天井31m²とたいした焼けかたをしていない。にもかかわらず、つづいてこのような死傷者を出した例は、これまでに見られなかったことである。

新聞やテレビは、このところ流行のサウナの火災であり、しかも近代的な高層ビル内の火災ということで、「充満した有毒ガス」、「ビル火災の恐ろしい煙」、「危険なサウナぶろ」等々の大見出しで取りあげたが、ここでは有楽サウナを例に、出火原因について考えてみよう。

有楽サウナは、9階建ての近代的な高層ビルの2階の一隅に40m²ほどを占めて営業していた。サウナ室は、四週壁から天井・床まで木造で、内面に石綿スレート、ハードボード、断熱材としてハイラック(フェノール樹脂)、ペニヤを重ねて、保温のよい状態に作られていた。出火したサウナ室は、内部周壁にすのこ状の板を張った3m²ほどの小さなへやで、4kWの電熱ストーブを使い加熱していた。このへやの壁の上部から天井にかけて燃えただけであるが、発生した煙やガス・熱気が出入口付近をおおったため、燃えもしなかった別のサウナ室で、消火に協力した客3人が逃げ出せなくなり、

窒息死したのである。

このサウナ室を高温に保って汗を流す仕組みがサウナの特徴で、蒸気を使うトルコぶろと違う点である。すなわち、人間を乾燥させるようなもので、設計上は温度を20%前後、温度は100°C前後で使用することになっているという。

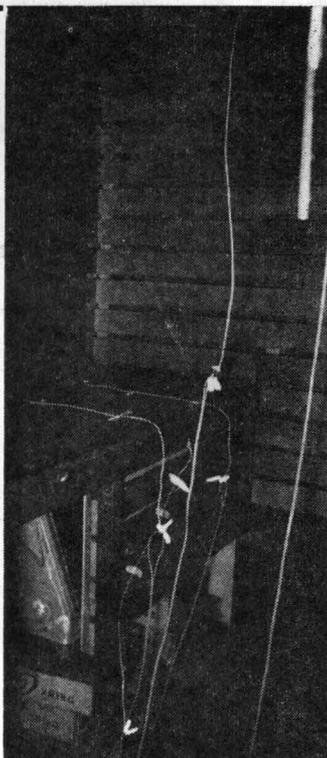
物品を乾燥する乾燥庫でも、木材では造らない。火災危険がひどいように大きいからである。人間を乾燥する(?)サウナ室であっても、内部周壁や腰掛けが木材すのこ張りで造ってあり、そのうえ腰掛けの下の電熱ストーブで長時間室内を高温に保つただけから、出火危険が存在しているわけだ。

なんのことはない、家庭で押入れをちょっと改造し、電気ストーブを置いて暖まるのと、たいした違いはない。壁が木造であったところに、致命的な欠陥があったのである。

有楽サウナのばあい、従業員が室温90°Cで断続するようにサウナストーブのサーモスタットをセットしておいたそうだが、客がかってに120°Cに切り替えている。

木材の発火点は300°C以上といわれるが、サウナのように長時間密閉した状態で加熱したばあいはもっと低い温度で燃え出すことがありうる。最低どのくらいの温度から危険になるかは、いろいろと論議のあるところだが、120°C前後とみておいたほうがよからう。

しかも、サウナ室の室温分布は一律でなく、電熱ストーブ直上の石綿スレートでおおった腰掛けの部分は、東京消防庁の温度測定結果によると、180°Cに及ぶという。このため、腰掛け部分の局部が、



有楽サウナにおけるサウナ室内の温度測定。周壁と腰掛けの木材すのこ張りの状態がよくわかる

木材の発火危険をこえる状態になったのであろう。

この危険を除去するためには、まず、木造で作らないことと、電熱ストーブを腰掛けなどでおおわないことである。これまでに起きたサウナぶろ火災の3件(有楽サウナ、チトセ観光センター、一昨年12月の赤坂サウナ)は、すべて腰掛けの下にストーブを設けていた。

しかし、現に設備している所では、サウナ室内の各個所の温度測定を試みる必要がある。そして、室温よりも異常に温度の高くなる部分やその付近の木材の変色に注意する。もし変色の認められる状況になれば、その部分を取り変えるべきである。使用状態にもよるが、半年間くらいで取り替えたほうがよさそうである。

雷

加藤 茂 数

大気中の現象は、風でも雨でも、ときには大きな災害をもたらしますが、つねづねは、ほどよい恩恵を与えてくれます。現象の強さの程度によって、人間の生活にうるおいを与えたり、いわゆる天災にまで及んだりするのです。

ところが、雷は、一方的に被害の方が多いうです。『雷の多い年は豊年だ』と言われていきます。これは、放電によって空中窒素が固定し肥料になるのだ、と説明している学者もいますが、気象学的には雷雨の多発する年は日照率の高い年だから豊作になるのだ、と考えた方が妥当なようです。

また、30年ほど前に、ブルックスでしたか、世界中に起こる雷雨の調査をして、1日平均およそ7000個の雷雨が発生しており、その電力は全世界の人の使う使用量よりもはるかに多いと推定しました。しかし実際には、落雷によって人畜の被害、火災の原因、通信の支障、航空機の墜落、ヒョウによる豊作物の損害など災害とはなるものの、すこしの利益にもなっておりません。

昨1967年の夏期に、関東甲信地方に発生した雷雨の数は1005個で、最近5か年間の平均値

に比較しますと、50%ほど多くなっています。雷雨にともなって降ったヒョウも異常に多く、被害も甚大で、しばしば国会でも問題となり、激甚災害の指定を受けるに至りました。ことしも、また、雷雨が多いようです。

第1表 1967年夏の関東甲信地方の降ヒョウ

月	日	地 域	月	日	地 域
5	29	山梨	6	22	群馬
6	1	栃木, 埼玉	”	28	伊豆
”	2	群馬, 栃木	7	4	栃木, 群馬
”	5	栃木, 埼玉, 東京	”	17	栃木
”	15	茨城, 栃木	”	18	長野
”	17	栃木, 茨城	”	28	群馬
”	18	長野	”	29	群馬
”	19	茨城, 栃木, 東京	8	28	長野

深志高校パーティの遭難

昨年はまた、8月1日に松本深志高校2年生のパーティが、穂高岳独標付近で電撃を受けて11名が死亡するという大惨事を引き起こしました。井村松本測候所長は、つぎのように報告しています。

上高地穂高一帯は10時ごろまでは静穏快晴であったが、12時ごろ雷雲が徳沢付近で発生し、急激に発達しながら西に移動する。奥穂高付近で発達し、ヒョウを降らせながら独標付近で最盛期となり、河童橋方面に去った。

一行は、頂上には12時45分に到着したが、天気が急変して大粒の雨が降り出したので、リーダーは下山を指示した。10分で雨は止み、上高地が見える。ピラミッドに着いた13時10分ころふたたび天候が急変し、黒雲が焼岳におおいかぶさるように発達し、間もなく一陣の風が両側の谷から吹き上げ、ヒョウまじりの強い雨となった。同時に雷鳴、光と音が5～6秒つづく。急に温度はさがり、寒さを感じて、くちびるが紫色に変わったものもあった。

下山を決意。途中2回目の雷鳴があった。さらに、3回目の雷鳴の直後から、リーダ

一の靴の金具がやたらに光る。指先から青い光が飛び出す。落雷時に独標頂上にいたものは、ほとんど電撃のショックで転倒した。

雷は電気現象

『地震、雷、火事、おやじ』と恐れられているとおり、電撃は瞬間のうちに受けるのでまったくのがれるすべもありません。むかしのひとは、雷は連鼓を背負った鬼のたたりと考えたようです。建御雷之男神の名も残っております。また、宗達や光琳などの雷神の名画もあり、日光などの名刹の山門には風神・雷神の像が置かれています。中国では、陰陽の二気相発して相搏(う)つ、と説明しており、あたかも雷が電気現象であるかの印象を与えています。

雷が電気現象であることは、1745年ころドイツやオランダでおこなわれた放電の実験からヒントを得たものようです。フランクリンは、1750年7月、ロンドンの友人に、雷の本体は電気であると手紙で報告しています。かれ自身は、1752年(宝暦2年)、フィラデルフィアで、たこに鉄棒をつけ、麻糸でライデンびんに結び、はくの開く実験をおこなって成功しました。

フランスの科学者グリバルも、同じ実験をしました。思えば、危険なことをしたものです。各国で、この実験をまねて多数の犠牲者を出しました。ロシアの科学者、セントピータースブルグのリッチマンも、そのひとりです。

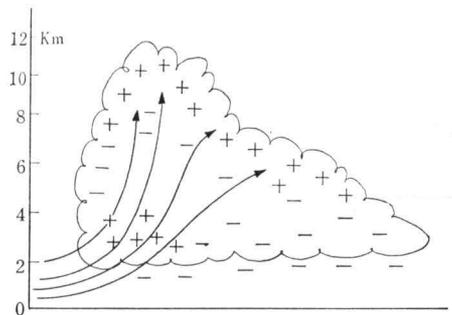
さて、雷雲の中に、電気はどのように分布しているのでしょうか。雷雲間の電荷分布については、昭和の初めまでは定説がなく、立会演説会がおこなわれたことさえあります。1928年、グラスゴー大学でおこなわれた、イギリスの気象台長シンプソンと、有名な科学者ウィルソンとの大論争です。シンプソンは、雷雲の上部は負、下部は正に帯電していると主張しました。これに対してウィルソンは、反対に上部は正、下部は負に帯電しているとして、たがいにゆず

らず、その論争は、劇的なものだったそうです。しかし、シンプソンやワットソンたちが世界各地でおこなった電場観測の結果は、ウィルソン説を支持するものばかりでした。

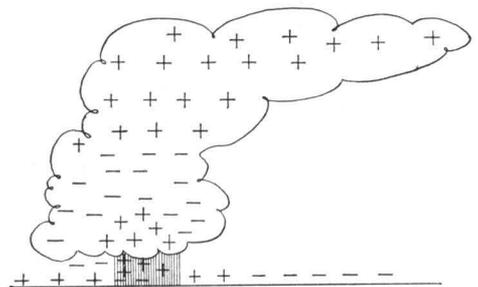
その後、シンプソンとスクレーズは、黄血塩・硝酸アンモニア・グリセリンの水溶液をろ過紙に浸ませて鉄の電極で先端放電させると、陽極にプルシャンブルーの沈殿ができることを発見しました。そこで、この装置を付けた気球を使って、ロンドン郊外のキュー観測所で1934年から1939年まで、100回の雷雨観測をおこないました。そして、第1図(a)に示すような、雷雲内の電荷分布のモデルを作成しました。

アメリカでは、1946年と1947年にフロリダ州とオハイオ州で、レーダー、飛行機、ラジオゾンデ、測風気球などあらゆる観測器械を動員して、バイヤースの指導のもとに雷雨プロジェクトの特別観測を実施しました。

この結果、現在では、個々の雷雲の発達状態によってかなりの変動はあるが、だいたい第1図(b)の分布をしているものと結論されています。



(a) シンプソン・スクレーズのモデル



(b) バイヤースによる現在の定説

第1図 雷雲内の電荷分布

わが国でも、1940年から1944年まで、日本学術振興会に雷災防止第9特別委員会ができて、群馬県の前橋や大分県の日田などで雷雨の特別観測をおこないました。

ワークマンは、1939年と1940年、ニューメキシコ州のアルバカーキの飛行場付近で、電場の変化を観測しました。また、フィッツゲテルトとカンニングハムは、1965年、雷雲内および周辺の電場の鉛直および水平成分を、種々の高度で観測しました。

これらの結果は大同小異で、雷雲間の電気分布は、現在、いちおう結論に達したものと考えられています。

つぎに、放電のエネルギーについて考えてみましょう。1回の放電で中和される電気量は、アメリカのワークマンによると平均24クーロン、ブラハムによると30クーロンということです。しかし、前記の前橋の観測では、発達しつつある雷雲の中では100～300クーロン、弱いときでも40～60クーロンという結果が出ました。

一方、電気試験所の報告によりますと、落雷時の電圧は百数十万ボルト、電流の強さは数万アンペア程度と推算され、放電時間はひじょうに短く、千分の一秒ぐらいのことです。

雷雲内の電気発生機構

ところで、雷雲の中に、このような多量の電気がどうして発生するのでしょうか。空気と水だけで、しかも1時間たらずのうちに起こるとは、まことにふしぎというほかはありません。雷の電気が発生する原因については、過去一世紀にわたって、いろいろな多くの学説が出されていますが、まだ定説はありません。これらの学説を詳述しますと、大冊の単行本になるほどですので、ここでは、理論を大別するだけにしておきます。

(1) 静電感応に基づく理論

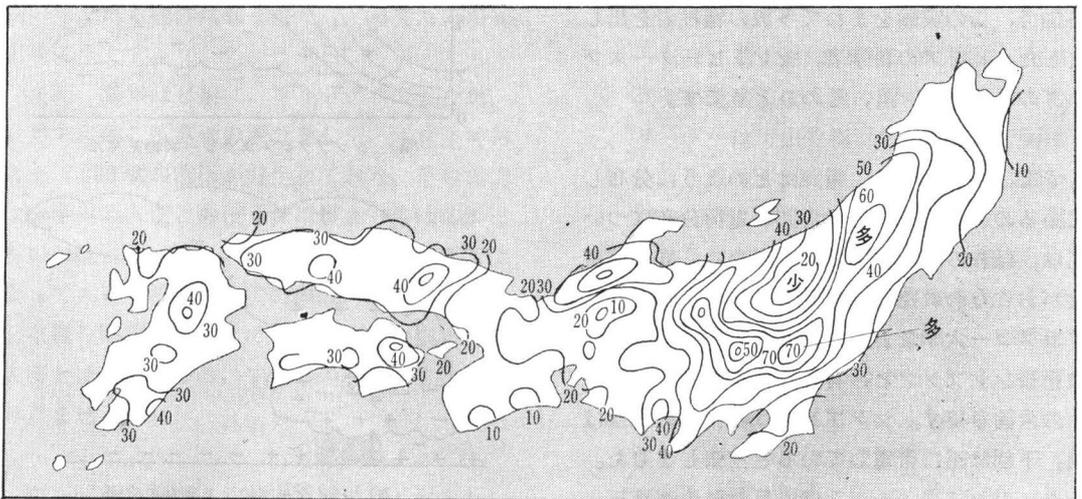
エルスター・ガイテル (1885, 1912) : 感応説
 ウィルソン (1929) : イオン捕捉説
 チャルマー (1947) : 水位によるイオン捕捉説
 ウォール (1948) : 非対称効果説
 ミラー、ヒルブランド (1954) : 氷粒衝突説

(2) 降水粒子の分裂に基づく理論

シンプソン (1909, 1927) : 水滴分裂説
 チャプマン (1952) : 水滴分裂説

(3) 降水粒子の電気的性質に基づく理論

ガン (1955) : 濃淡電池説
 フレンケル (1944, 1946, 1947) : 二重層吸着説
 ロスマン (1948) : 集電気作用説
 ガン (1954, 1955) : 拡散説



第2図 年間雷雨発現回数 (1951年～1955年の5か年間平均)

(4) 氷粒の摩擦衝突に基づく理論

- シンプソン, スクレーズ (1937): 氷晶摩擦説
- フィンダイセン (1940, 1943): 氷砕摩擦説
- 吉田順吾 (1944): 氷粒摩擦説
- クン (1951): 氷砕片説
- レイノルズ (1951): 氷粒摩擦説

(5) 降水粒子の相の転移に基づく理論

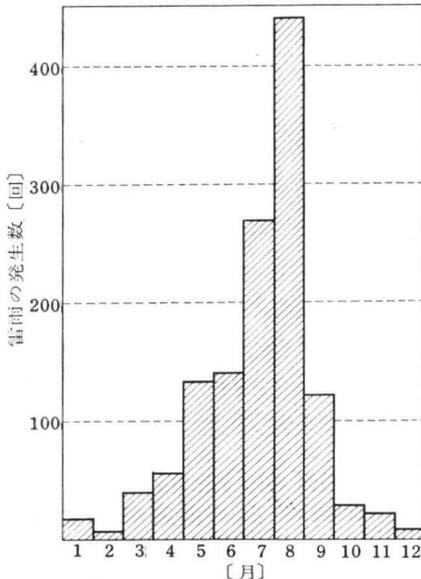
- チャルマース (1943): 凍結説
- ディンガー, ガン (1946): 融解説
- ウィチマン (1948, 1952): 凍結説
- ワークマン, レイノルズ (1948, 1950, 1953): 凍結説
- ルーダー (1951): 凍結説
- メイソン (1953): 凍結説

(6) 空気の大気活動に基づく理論

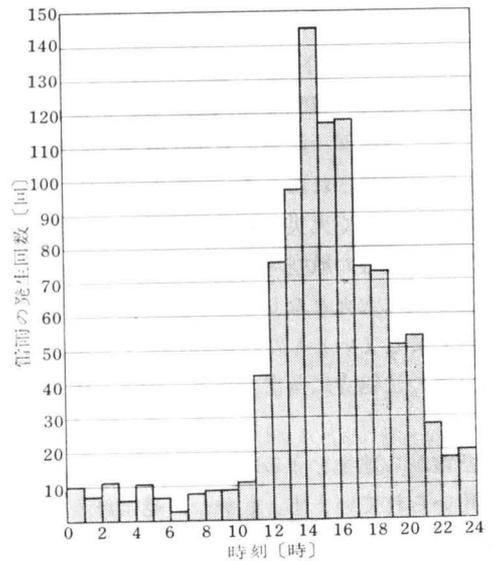
- ボンネガット (1952, 1955, 1956, 1958): 対流説
- ウィルソン (1956): 対流説

雷雨の発生回数

1951年から1955年まで、5年間の平均雷雨発生回数を調べますと、前ページの第2図のようになります。上越と日光山系がもっとも多く、80回を越えています。これは、雷雨の発生が地形の影響を大きく受けるためです。山岳地帯は、太陽熱を多量に受けて垂直不安定になることと、周囲との温度傾度が大きくなるために雷雨が発



第3図 関東地方の月別雷雨発生回数 (1961年～1965年の5か年間平均)



第4図 関東甲信地方の時刻別雷雨発生回数 (1967年)

生しやすいのです。また、山腹にそって気流が強制的に上昇するのも、雷雨の発生を助けることとなります。

第3図は、同じ期間中に関東地方に発生した雷雨の回数を、月別に統計したものです。一般に、5月から9月の暖候期に多く、ことに8月は約450回も発生しています。また、寒候期の雷雨は、寒冷前線にともなって起こるものが多いのです。

第4図は、1967年に関東甲信地方で発生した雷雨回数を、時間別に表わしたものです。雷雨は午後が多く、とくに気温が最高になる14時から15時に最多となっていることがわかります。

雷にご用心

雷雨は、地上付近に強い気流の収束があり上空で発散があるとき、下層の温度が高く上層で低いとき、すなわち大気の成層が不安定になっているときに起こりやすいのです。したがって、つぎのようなときには、雷に注意してください。

- (1) 強い寒冷前線が近づきつつあるとき
- (2) 内陸地に熱的低気圧が発生したとき
- (3) 不安定エネルギーが大きいとき

- (4) 夏期には、500 mb 面(約5500 m)で、
-20°C 以下の寒気が接近したとき
- (5) 高層天気図では気圧の谷の前面
- (6) レーダー観測で6000 m 以上の積乱雲
が観測されたとき

落雷は、よく火災を起こします。1940年6月20日、大手町の航空局へ落雷し、このため付近の官庁街は大火となりました。中央气象台も、全焼してしまいました。昭和19年7月21日には、奈良県の法輪寺に落雷があり、国宝を焼失しました。

落雷から建物を守るには、むかしから避雷針が用いられています。しかし、避雷針も完全なものでないと、かえって雷を呼ぶことになりか

ねませんので、注意を要します。

家屋の内にいるときは、なるべく部屋の真中にいること、電灯線など金属のものを避けること、テレビのアンテナは受信機から切り離してアースしておくことなどがたいせつです。

屋外では、高い樹木の下に立たないこと、姿勢を低くすること、ビッケルやくわなど金属製のものとは身から遠ざけることなどが肝要です。

雷光と雷鳴の時間差が短くなるにつれて雷雨は近づいてきますが、長くなればもう危険は去ったこととなります。

雷雨は涼風を呼んで、まさに夏の風物詩ですが、大きな災害の原因となることもあります。どうぞ御注意ください。(筆者・気象協会)

新 作
紹 介

オートスライド3点完成

『やさしい火の科学』

99コマ 22分

火は、わたしたちの暮らしに、大きな利便を与えてくれる反面、ひとたびまちがった使いかたをすれば、家や財産を焼いてしまうばかりではなく、生命をも滅ぼしてしまう働きをするものです。

この火の利用と科学知識とを、やさしく解説したスライドです。

フィルム {ライカ版…¥6 930
シ ネ版…¥4 950
録音テープ……………¥2 100
1組の価格 {ライカ版…¥9 000
シ ネ版…¥7 000

『家庭の中の隠れた危険物』

84コマ 17分

現在の日常生活には、いろいろな危険物が、生活の必需品として生活の近代化・合理化を助けています。

そこで、家庭の中に浸透している、マニキュア・殺虫剤・塗料・ヘアースプレーなどの性質や取り扱いと管理について、主婦のかたがたにもわかりやすく解説したものです。

フィルム {ライカ版…¥4 200
シ ネ版… ”
録音テープ……………¥2 100
1組の価格……………¥6 300

『火災報知機』(改訂版)

61コマ 14分

“早い通報少ない損害”ということが言われます。消防設備にもいろいろありますが、その中で、火災を発見し、警報を発する機能をもった、自動火災報知機について、その構造、性能および保守・管理などを、一般の人びとにわかりやすく解説したものです。

フィルム {ライカ版…¥3 050
シ ネ版… ”
録音テープ……………¥2 100
1組の価格……………¥5 150

(送料はいずれも不要です)

*フィルム・録音テープの購入をご希望のばあいは、右記へご連絡ください。
*なお、録音説明書もございますので、ご希望により、お送りいたします。

東京都 千代田区 神田 淡路町2-9
社団法人 日本損害保険協会
予防広報部 予防課
電話：東京 (03) 225-1211(大代表)

干害について

丸山栄三

異状湯水と消防対策については、本誌62号（1965年7月1日発行）に、長崎消防局の海保幸晴さんに書いていただいたことがある。その後も、読者からぜひ干ばつ問題をとりあげてほしいとの意向が寄せられている。干ばつ・干害は、こう水や集中豪雨ほど目だたないが、農業にとってはもちろん、派生的には市民生活にも、また消防上も大問題である。ここでは、本誌の目的とする災害予防にひろい意味で加わるべきテーマとして、干害についての基礎的な解説をしていただいた。（編集部）

干害とは、土壤中の水分が不足して作物に必要な水分が得られなくなり、収量のうえに被害がでてくることをいう。ただ、その被害のあらわれ方がヒョウ害や霜害などと異なり、急にははっきりしないことが多い。雨が降らないと、徐々にその影響が作柄のうえにあらわれてくるので、いつのまにか干害を受けてしまう。しかも、かなり日照りつづきで弱っていた農作物も、雨がちょっと降ると回復するし、適当に水が補給できれば、ほとんど被害を受けないですむことさえある。そのため干害対策をたてるうえにふみきりがつかず、つい被害を大きくしてしまう。

干害の原因

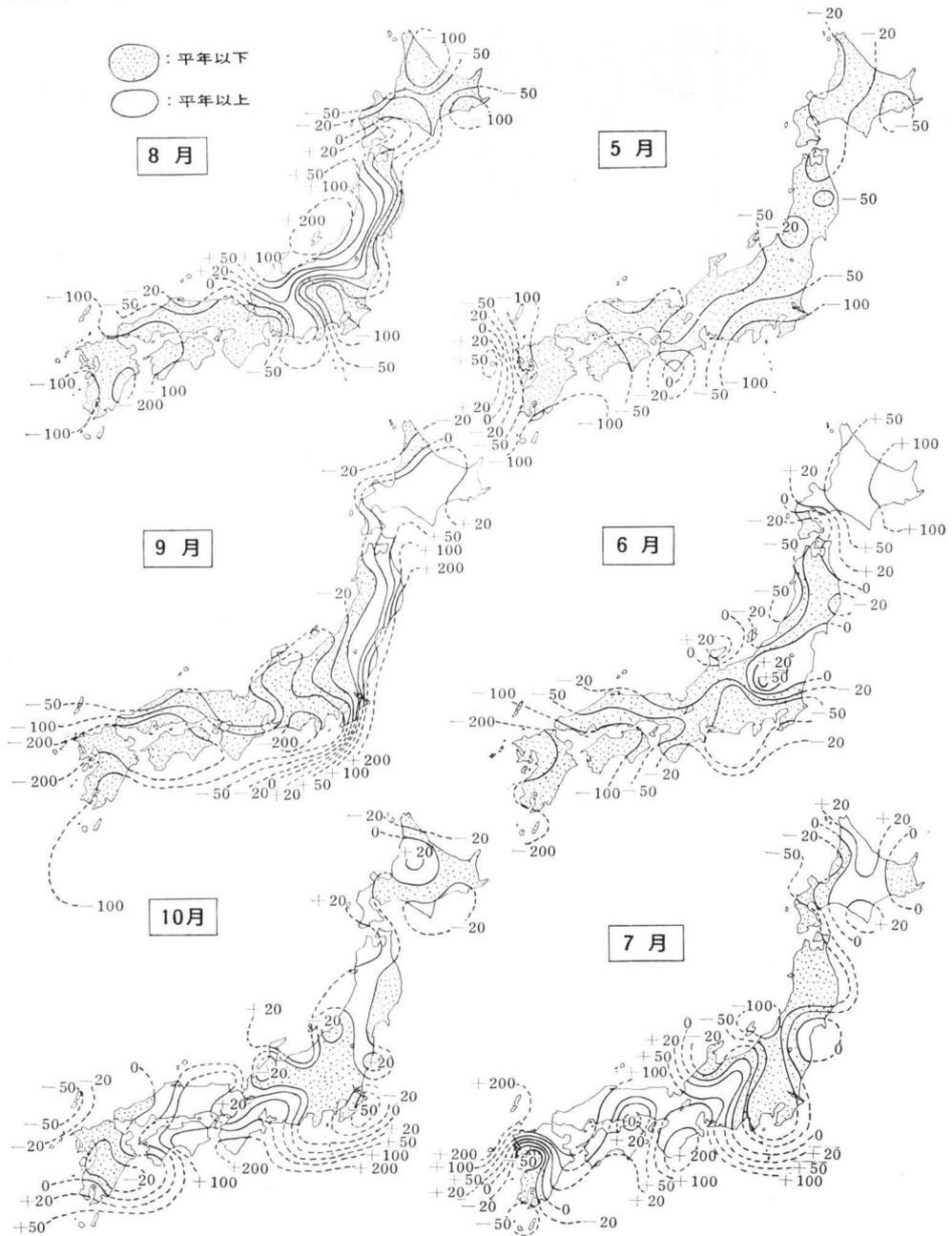
干害の原因は土壤中の水分不足が原因していることはまちがいないが、それでは何日くらい雨が降らないと、植物に影響してくるであろうか。これは場所により、また季節によってもちがうが、だいたい冬ならば1か月以上、夏ならば20日以上引き続いて雨が降らないと、干ばつといってよいであろう。日本における無降水日の記録はおよそ50日以下であるが、東京でも50日の記録がある。したがって、からつゆであったり、また梅雨現象はあっても夏にこのような干天が続くばあいには、かなりひどい干ばつがおこることが多い。

昨年は九州・四国・中国地方を中心として、西日本に発生した大干ばつによって農作物は大被害をこうむった。9月中旬における農林省の中間調査によると、水稻の被害見込金額は220億円、全農作物では530億円（いずれも全国）という激甚な被害になっている。

この西日本では5月から異常干天が続き、水田地帯では水不足により田植ができない所が続出し、田植後の生育不良の所も各地でみられた。7月になるとところによっては集中豪雨が発生するほどであったが、8月から10月上旬にかけて再び無降水がつづき、このような大被害になったのである。第1図は、今年の5月から10月の間の降雨量年間偏差（平年値との差：mm）をあらわしたものであるが、西日本では、5・6月に雨量が50～100mm 平年より少なく、7月は集中豪雨によって月間雨量としてはだいたい平年なみ、8・9月は100～200mmの不足となっている。今年も九州地方は大分県を中心として各地とも、4・5月の雨量は平年の半分以下で、水田の用水も得られず、すでに時間給水がおこなわれているところもあり、干害の発生が心配されている。

干害・いまとむかし

「降りに豊作なく、照りに凶作なし」という天気里言がある。これはおもに東日本に適応さ



第1図 1967年の降水量平年偏差

れるらしい。干害は土壤中の水分が不足して発生するものであるから、必ずしも雨が降らなくとも、灌漑水のある所では、平年値からみれば干ばつ気味の天候のほうが豊作のことが多く、とくに灌漑施設の比較的完備しているこんちでは、かえって豊作になるためである。

しかし昔は、ひとたび干ばつに襲われると飢

饑となり、多くの餓死者を出したことがよくあった。とくに大昔の凶作のばあいは想像に絶したものがあつたようだ。荒川秀俊博士による、源平時代の凶作についての面白い調査がある。朝廷の貴族の書いた日記や方丈記から、平家の居住地である京都付近の天気や、飢餓にあえぐ住民の様子を詳しく調べているが、1180年の西

日本の夏は、たしかに大干ばつであつたらしい。お寺では高僧の雨ごいがしばしばなされたが、淀川の水はすっかり干あがり、西日本では田植がぜんぜんできず、惨たんたる状況であつたという。

第1表は1180年の京都の天気調べたものであるが、これは傘をさして走る状況からにわか雨と判断したり、いろいろのメモや絵日記風の記録から苦心して調査したものである。

第1表 1180年の京都の天気(荒川)

月(新暦)	天気	雨日数	晴日数	不明
6		14	16以上	—
7		0	24以上	7
8		ニワカ雨 4	27以上	—
合計		18	67	7

第2表は1880~1941年までの京都測候所の記録から、この間のおもな大干ばつの年の雨日数を示したものであるが、この二つの表を比べてみて1180年の干ばつがいかに激甚であつたかがうかがえる。この年は源氏が東国で平家撃滅の兵をあげた年である。西日本では混乱と飢餓のどん底にあえいでおり、それは翌年にまでおよび、京都付近における死者42300をかぞえ、飢

第2表 おもな干ばつ年の雨日数
(京都測候所1880—1941, 荒川)

年	1833 (明16)	1924 (大13)	1939 (昭14)
6	10	15	13
7	11	8	12
8	5	9	9
合計	26	32	34

えた人びとは道ばたにごろごろ倒れていた。ところが一方、東日本は大豊作であつた。源頼朝は、兵力の数では上まわる平家を、時をせずして亡ぼしたが、それは豊作に恵まれた源氏が、飢えにあえぐ平家を圧倒したのであつた。

このように干ばつの起こり方は、灌漑施設、輸送機関、経済生活の発達などの違いのため、時代や場所によってかなり異なっている。近年では餓死者をだすような干ばつは低開発国に限

られているが、つぎにタイ国の干ばつについて述べよう。それは昔の日本の干ばつに類似しているといえる。

タイ国の干ばつ

タイ国の水稲栽培上おもな農業気象災害は、水害と干害である。このふたつの災害は規模の大小の差こそあれ、ほとんど毎年この国のいづこかで必ず起きているが、なかでも干害は致命的な被害を与えている。一昨年、南タイに大干ばつが発生して、農作物は大被害を受けた。

東南アジアで稲作に必要な年間降水量は、1800mmといわれているが、タイ国の水田地帯について調べてみると、大部分の稲作地域についてはこれ以下であることからして、この値はかなり疑わしい。筆者の水収支計算からは約1300mmという値が得られている。しかしそれは別として、少なくとも幸いなことに、雨季になると山地や台地に降った雨が、集積されてメナム河やメコン河およびそれらの支流の河川を増水させ、その流域にあたる水田地帯を氾濫させる。これが水田の不足水分を補っていることになる。

タイのバンコク平野(メナム河流域)では、通常、9月の後半から11月の中ごろまでこのように増水が続く。もしこの時期にすこしでも雨が少ないと、雨が多すぎる年よりもかえって凶作を招きやすい。つまり雨が多くて洪水害を受



第2図 タイ国の水田地帯



タイ国バンコク郊外アユテイヤ地区の水田地帯
(この付近の水稻は、浮苗栽培が多い)

けるところは一番低い地方だけで、一般の水田地帯はほとんどその被害を受けない。しかし雨が少なくて、必要水量が得られないばあいには必ず干害を受けて全面的に不作になる。このことは低開発国の全般にいえるが、³降りに豊作なく、干天に不作なし⁴ という里言はタイ国ではあてはまらないのである。

東北タイは一般にコラート台地とよばれる丘状の高原で、周囲に山をみない平坦な地域である。15の県からなり、面積17万km²、タイ全耕地の33%がここにある。水田地帯は、ムン河とチイ河の狭い峡谷部に点在する。しかし、地力は一般に貧弱で米の収量は少ない。この台地では一般に雨がなく、とくにカラシン、ロイ、マハサラカンの3県は、いわゆる半乾燥地帯になっている。しかも地表近くに岩塩層が横たわり、地下の岩塩層の塩分が表面に露出した、表土が白くおおわれた荒涼たる光景は、自然の激しさをまざまざと見せつけている。

統計ではこの地域はだいたい4年に1度は強い干ばつに襲われている。以前はただ米作一本に頼っていたこの地域の農民は、ひとたび干ばつになるとまったく米がとれず、土地を捨て、食を求めて、妻子をひきつれあてのない流浪の旅にさまよい出るのが常であった。しかし最近では政府

がこの地域に干ばつに強いジュート栽培を取り入れたり(写真)、灌漑施設などに力を入れ始めてきたため、そのような悲惨な話は急に減少した。

タイ国では、最近、水の調節に関連して、いくつかのダムや灌漑水路が作られているが、メナムやメコン河の水が完全に調節されるためには時間がかかりそうであるし、いろいろな問題も含まれている。たとえば、ダムはできても灌漑設備が完備しなかったため、ある水田地帯では、雨季に河川の氾濫による水が得られなくなり、かえって不作になったという例もある。

干ばつは予想できるか

雨に関連して米作上重要なことは、降雨量の年による変動である。乾燥季がいつ終わり、雨季がいつ始まるかということである。この予想が完全にできると米作上非常に役立つ。

岡田博士や藤原博士によると、日本が干ばつになるときは、まずヨーロッパに干ばつが起これという。なるほど明治16年、同26年、昭和8年および昭和14年の干ばつのさいに、いずれもその前年にヨーロッパで干ばつがみられている。また、太陽黒点の増減と密接な関係があるという説もあるが、1611年から280年間の干ばつの記録と太陽黒点の変化を照合すると、黒点



タイ国カラシン付近のジュート栽培(水に1週間くらいつけて、水中のバクテリアで発酵させる)

の極大のばあいにも多く発生しているが、一方極小のばあいにも発生している。したがって、これらの結果から簡単に干ばつを予想することはむずかしいといえる。

米の豊凶にも周期があるといわれているが、それにもたくさん説がありはっきりしていないが、普通よくいわれているのは81年目周期である。これは藤原博士も提唱されたもので、そのつぎには36年、26年、11年といろいろある。それに温度や雨の周期などもあり、それらがいろいろ乱れて積み重なっていて、周期だけから当年の豊凶を予想することは困難らしい。しかしだいたいの傾向をいうと、昭和12・3年頃から雨の多い時期にはいっており、戦後水害が多かったのは雨の多い時期だったからで、これからそろそろ雨の少ない時期にはいるといわれている。したがって、最近、ぼつぼつ干ばつの傾向がみえていくとする人もいる。そうなる心配なのは、水を使う量が最近ひじょうに増えていることである。水田はもとより、畑まで灌漑をするし、工業用水や、生活用水も急激に増加している。昭和14年や昨年のような大干ばつにあえば、大被害はまぬがれないし、現在にしても昔以上の被害を受けるかもしれない。

北半球全体、あるいは地球全体の気圧変動から、長期予報の研究が最近さうとう進められているが、干ばつをかなり前から正確に予想するためには、まだまだ時間がかかりそうである。

干害を防ぐには

干ばつのときには、上流と下流、水口と水尻、右岸と左岸などの部落間で水げんかが起こり、血をみるのがよくあった。たしかに、どんな大干ばつでも、水さえあれば農作物はぜんぜん干害をうけないですむから、灌漑施設の完備をはかることがもっともたいせつなことであるが、同じ程度の灌漑設備でも、作物の生育段階に応じて配水や節水をすれば、干害をかなり軽減することができる。それで最近をよく干害をうける地帯では、水委員会を設置して灌漑施設の整備に力を入れるようになってきた。たとえば昨

年、70年来の大干ばつに見舞われた香川県の瀬戸内海に面した地区では、水資源利用組合を作り、干ばつに備えている。

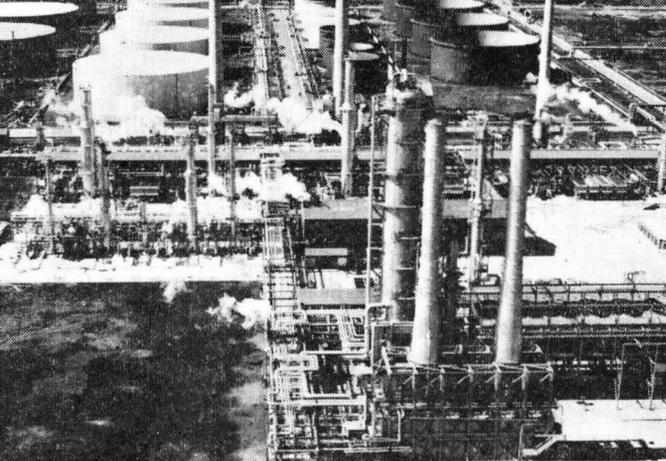
しかし一般に干ばつ時には地下水位も河川水位も低下するため、灌漑用水を利用することがきわめて困難なことが多い。したがってその根本的な打開策のひとつとして、大規模な気候改良によって人為的に雨を降らせたり、砂漠のような乾燥不毛地帯に作物を栽培しようということが試みられている。

人工降雨は、20年前に実験的に偶然成功してから世界各国でいろいろと研究が試みられてきたが、現段階では実際に役立つという結果は得られていない。種まき法による人工降雨が、現在もっともふつうにおこなわれている方法だが、盆地のような地形的に上昇気流の発生しやすい所や、不連続線が通過するときなどにかぎって、約10～20%の降水量の増加が期待できる程度で、日照りつづきのときにはまず成功しない。そのために、アメリカでは、太平洋沿岸やロッキー山脈地帯において、この人工降雨によって冬の雪を増加し、融けた水をダムや貯水池にたくわえ、冬の渇水期や乾燥期に備えることが考えられている。

熱帯にある島では、島が周囲の海面より高温となり、上昇気流が盛んになり雲ができて海上より雨が降りやすい。これを「熱島効果」とよんでいるが、この原理を応用して、乾燥地の気候を緩和しようという試みがオーストラリアの西部で行なわれている。それは、砂漠の中にアスファルトを塗って黒い島をつくり、これに植林を組み合わせれば、この二つの効果によって雨が降り植物も生育していくとの考えである。しかし植物が繁茂すれば蒸発散が増加し、土壌中の水分がなくなるから、灌漑をしなくてもよいかといったところに、問題が残っているように思われる。

(筆者：気象庁産業気象課)

☆ ☆ ☆
☆ ☆ ☆



石油精製工場の Special Schedule

—その防災的側面について—

西郷 武

近年、石油化学工業の発展と消費生活の近代化につれて、巨大な設備をもった石油精製工場が、全国各地のコンビナートに建設されている。塔槽類の林立する自動化されたこれらの工場には、巨額の資金が投ぜられており、石油精製企業では財産保全上、爆発損害担保特約条項付き火災保険契約を損害保険会社と締結することが常識とされている。この保険契約の保険料率を、合理的かつ公平に算出するため、とくにつくられたのが、石油精製工場に対する Special Schedule (特殊契約規定) である。

Special Schedule は、個々の工場について、危険度の高い工場の保険料率は高いが、危険度の低い工場には低料率の保険が提供できるように、火災危険および爆発危険に関する因子を分析的に調査して合理的に料率を算定する目的で、昨年(1967年)の10月1日から実施された。

この Special Schedule は、石油精製工場の火災・爆発危険を的確にはあくして料率に反映させるために作成されたものであるから、この規定にある料率算出上の factor についての記述は、とりもなおさず、石油精製工場の火災・爆発予防についての解説に等しいと考えられるので、本号に掲載する。

危険度の要因となるものを分類すると、各プロセスユニットまたはタンク個々に属するものと、工場全体に関係するものとに分類される。前者は物理的に判定可能なものが比較的多く、後者は安全管理に関するもの、すなわち管理者およびオペレーターなど人的要因に関するものが多い。このため、後者は危険判定上の重要な factor でありながら、客観的判定が困難となるばあいしばしばある。

これらの危険要因は、各保険会社の石油関係専門のインスペクターによって現地調査がおこなわれ、それに基づいて料率を算出するようになっている。インスペクターは、石油精製工程および石油化学工程はもとよりのこと、化学工学的な専門知識を必要とするが、各保険会社はこのインスペクターの養成に努力している。

物理的要因について

危険に関する物理的要因は数多くあげられるが、そのうち料率にいちじるしく影響をおよぼすもので、定量化できるものを採用している。

プロセス個々の危険

一般に、石油精製工場および石油化学工場においては、多量の可燃性ガスおよび液体が原料や半製品または製品となるばあいが多い。また、屋外装置を主体とし、反応も高温・高圧下で行なわれ、自動制御装置によって連続的に運転されているものが多い。

Special Schedule では、これらプロセスユニットを、取り扱われるものの引火点、爆発限界、発火点などの危険属性およびその量によって基本的に分類し、さらに酸化、分解、アルキル化、水素化など反応の種類によって検討を加え、ついで気相、液相など反応の形式、反応温度、反応圧力、触媒の種類など、およそ爆発・火災に関係する要因をできるだけ考慮して等級付けをおこなう。

石油化学工程においては、最近、か酷な条件下で運転されるものも多く、また設備投資の効率向上のため、一単位当たりの設備がますます巨大化してきた。そこには、従来ではどうも考えも及ばなかったリスクが潜在しているもの

と考えなければならない。また、等級付けも、この点をじっくり考慮しなければならないのである。

安全設備

プロセス個有の危険分析を終えると、それらの危険に応じた安全設備が完備しているかどうか、またその程度はどうかを調査する(表1)。

可燃性のガスまたは液体を取り扱うプラントでは、モーター、スイッチ、コンセント、電灯などが防爆構造であるか、避雷設備は完備しているか、接地抵抗はどうか、建物にあっては換気はどのようにしているかを現地で調査する。

もっとも重要なことは、異常反応などによって温度や圧力が上昇したとき、どのような設備が作動するかである。一般には、API (American Petroleum Institute) の基準にしたがい、可燃性ガスの性質に適した安全弁、薄板安全板、ペント、リリース弁、ブローダウン弁、ドレンなどによって、フレアスタック、ブローダウン、排水口または大気中に自動的に放出できるようにになっているが、これらの設備が適切であるかどうか、危険の性質・量に即応したものであるか、安全弁などの設置位置、放出系の位置、容量はどうかを調査する。

タンクについては、別に次ページの表2のようなタンクリストを作成し、この各項目にしたがって調査する。まず、タンク内収容品の引火点によって、個有危険を分類する。ついで、浮き屋根式タンクを使用しているかどうか、フレームアレスターは完備しているかどうか、防油堤の状況はどうか、接地抵抗は何オームか、びょう接タンクかどうか、収容品は高温で送られてくるかどうか、混合・かくはん設備にどのようなものが設備されているか、球形タンクでは支持体の耐火性はどうか、不活性ガスによるシールが適切かどうかなど、綿密に調査する。

消火設備

安全設備は、異常危険に至らないための予防設備または異常危険を事故にまで発展させないための異常危険吸収設備と考えれば、危険を防止するうえでの積極的かつ有効な設備と考えら

表1 プロセスユニットおよびボイラなどの製造設備・付属設備についての調査事項の一例

調査項目	調査事項
1. 可燃構造建物	構内に木造建物、木骨モルタル造建物、プラスチックを使用している建物がありますか。ありましたらその建物の名称と状況を記入して下さい。
2. 脆弱な装置	装置、貯槽、配管、バルブ等にガラス、陶磁器、黒鉛、プラスチックを使用している製造設備、付属設備がありますか。ありましたら、その設備の名称と状況を記入して下さい。(ルッキングガラスは除きます)
3. 電気設備	可燃性のガスまたは液体を取り扱う製造設備・付属設備には、どのような電気設備を使用していますか。その状況を記入して下さい。
4. 避雷設備と接地抵抗	可燃性のガスまたは液体を取り扱う製造設備・付属設備には、どのような避雷設備がありますか。また接地抵抗は何オームにしていますか。その状況を記入して下さい。
5. 換気設備	可燃性のガス、液体または粉体を取り扱う建物には、どのような換気設備または排出設備がありますか。その状況を記入して下さい。
6. 自動安全放出装置	可燃性のガスまたは液体を取り扱う製造設備にどのような自動安全放出装置を設備していますか。その状況を記入して下さい。
7. 架構の耐火被覆	可燃性のガスまたは液体を取り扱う製造設備または付属設備の架構(または支持体)をどのように耐火被覆していますか。その状況を記入して下さい。
8. その他	上記のほか、どのような安全設備および防火設備がありますか。その状況を記入して下さい。(消火設備は除きます)

れる。しかし、事故発生後これを最小限に食い止めるに必要な設備として、どうしても有効・適切な消火設備を完備しておかなければならない。プラントにはあわホースノズルを、タンクには固定(または半固定)のあわ消火設備を設置することが常識となっている。

また、最近、“石油ストーブの火災にバケツ

表3 工場全体の安全管理に対する調査事項

調査項目	調査事項	記入欄
従業員数		<p>事務 製造 研究 その他 (計)</p> <p>昼間： 夜間： (計)</p>
敷地面積		<p>全敷地面積： m² 現在使用敷地面積： m²</p>
操業開始		<p>工事着工：昭和 年 月 日 操業開始：昭和 年 月 日 工場物件として火災保険を開始した時期※：昭和 年 月 日</p>
立地状況	隣接している工場、市街地の状況を記入して下さい。	<p>隣接物件の名称 距離(m)</p> <p>東側 南側 西側 北側</p>
公設消防	<p>(1) 最寄の公設消防署の状況を記入して下さい。また6km以内に上記以外の消防署がありましたら記入して下さい。</p> <p>(2) 隣接工場との間に消防に関する相互援助協定がありましたら、その写をご提出願います。</p>	<p>最寄消防署 左記以外の消防署</p> <p>消防署の名称： 化学消防ポンプ： 台 台 水消防ポンプ： 台 台 常駐人員： 人 人 走行距離： km km 共同訓練： 回/年 回/年</p>
安全組織	<p>(1) 安全管理組織の状況を記入して下さい。</p> <p>(2) 安全組織に関する資料がありましたらご提出願います。</p>	<p>安全管理部門の名称： 上記部門は安全管理に専任できる独立した部門で{ある。ない。} 安全管理専任技術者の数：</p>
安全教育	誰を対象にして、どのような種類の教育訓練を年間何回行っているか等安全教育の状況を記入して下さい。	
工場私設消防隊	<p>(1) 工場私設消防隊の編成状況および訓練状況を記入して下さい。</p> <p>(2) 消防隊の編成および訓練に関する規定がありましたら、ご提出願います。</p>	<p>専任者 警備員 その他 (計)</p> <p>昼間： 夜間： (計)</p> <p>特殊火災の消火訓練回数： 回/月</p>

よる被災範囲と考えた。したがって、この距離未満にある設備は、相互になんらかの影響を受ける。もちろん、一律に15mと設定することは問題はあるが、取り扱いが簡便であることも考え合わせて、これを採用した。

プロセスには、分解などのように加熱炉を用いるばあいとか、酸化などのように反応をとまなうことが多いため、製造設備からタンクへの影響を考慮しなければならない。

また、大形の原油タンクやLPGタンクが被災したばあい、他の設備への影響が大きいことは、最近の事故例でも明らかなどころである。Special Scheduleでは、最高60mまで影響をおよぼすようになっている。

Special Scheduleでは、他の規定よりも距離による影響を一段ときびしく採用している。距離の基準は、過去のデータをもとにして種々の配慮のもとに定められているが、危険分離の絶対的な数字ではない。そのために、個々のケースについては、きびしいばあいもあるし、もっと必要なばあいもでてくる。

また、この規定に定められた距離にしたがってレイアウトしたとすれば、生産活動を阻害するおそれもでてくる。すなわち、このSpecial Scheduleの距離の基準

は、個々のプラントを設備するための設備規定ではなく、実在プラントの危険を分析する尺度としてとらえる必要がある。

こんにち、各所にIntegrated Unitが設備されたしたが、爆発・火災危険上は、あまり歓迎されないものであることを付言したい。

人的要因について

個々の設備についての防災上の問題は、ほとんど物理的要因の中ではあくすることができるが、工場全体の防災的側面を調査するには、経営者の安全に関する理念、工場管理者の安全

表4 工場全体の安全管理に対する調査事項(つづき)

調査項目	調査事項	記入欄
安全管理規定	(1) 安全プログラムの中にはどのような安全管理規定がありますか。その名称を記入して下さい。(例:火気管理規定) (2) 安全管理規定に関する資料がありましたら、ご提出願います。	
点検・検査	装置、計器、安全設備等について、運転中どのような点検、検査を行なっていますか。その検査方法、検査の周期等その状況を記入して下さい。	
巡回監視	安全担当技術者が構内どのような範囲にわたって、どのような周期で巡回していますか。その権限はどの程度ですか。 その状況を記入して下さい。	
定期修理	各装置の定期修理はどのように行なわれていますか。 シャットダウンの周期等その状況を記入して下さい。	
自家発電設備	自家発電設備がありましたら、その状況、特に自家発電設備に切替えるときの状況を記入して下さい。	必要電力容量: kW, 保安電力容量: kW 契約電力: kW, 買電契約電力容量: kW 自家発電設備(常時運転)の電力容量: kW 予備自家発電設備の容量: kW
危険区分※の総数	(1) 危険区分の総数: (2) 製造設備・付属設備の危険区分と15m未満にあるタンクの危険区分の数: (3) 本項の危険区分の数 = (1) - (2) =	
トップリスク※	(1) トップリスクの危険区分の番号: (2) トップリスクの施設の保険金額: (3) 施設の総保険金額: (2) ÷ (3) =	千円 千円 %
備考	上記のほか、安全管理について特記すべきことがありましたら、その状況を記入して下さい。	

ない。これらを具体的に factor としてとらえることは至難であるが、反映されていると思われる要因を間接的にとらえることはできる。表3, 4の調査項目は、この目的のためにつくられたものである。

インスペクターは、安全組織がどのように構成され、従業員の教育の質と量はどの程度か、消防隊の編成と訓練はゆきとどいているか、安全規定が完備し、各所にわたって順守されているかどうか、諸装置の点検・検査がどのようにおこなわれているか、巡回監視の状況、シャットダウン工事の状況、自家発電設備に対する考えかたなどを調査する。これは、客観的にはあくしがない点があることと、高度の知識と多くの経験を要することから、インスペクターにとってはもっともむずかしい業務のひとつに数えられる。ここでも、インスペクターの質の向上が要求される。

実績による補正

Special Schedule の防災的側面は、上述のようにその調査事項に反映されている。しかしながら、工場の危険とその防災上の機能をすべて反映しているとはかぎらない。実際の事故はむしろ、いろいろな要因の重なりとして現われたり、未知の要因によって引き起こ

管理に対する態度、および従業員の安全に対する認識の度合いなど、人的要因をあらゆる角度から調べなければならない。

“企業は人なり”といわれているように、安全の意志決定・保守・管理・運転は、すべて人によっておこなわれることに留意しなければならない

されるばあいが多い。すなわち、分析的には数字にならないものがでてくる。

そのために、この Special Schedule では、各工場の過去における被災歴に着目して、これによって補正する手段をとっている。安全設備・消火設備などが完備し、保守・管理が優秀

である工場であっても、その他のなんらかの原因によって事故がひん発するばあいには、これによって補正し、事故のない工場よりも高い料率が算出される仕組みになっている。

すなわち、料率算出基準をいかに細かく分析的に作成してみても、その工場のリスクを正しく反映しているとはかぎらないわけで、分析しえなかったものを被災歴によって修正するものである。

これを座標にたとえれば、物理的要因（設備リスク）をx軸にとり、人的要因（管理リスク）をy軸にとって算出された料率を、実績（被災歴）をz軸にとって立体化したものと解釈できる。

おわりに

Special Schedule に定められている防災的側面を料率算出因子を通して眺めてみたが、料率はミクロ的な分析と同時に、マクロ的な視野からもはあくして算出されるのである。すなわち、1装置・1工場のリスクのほか、日本全体の石油精製工場、世界の石油精製工場の現状と将来の動向も考察しているのである。被保険物件に生ずる技術革新はいちじるしく、今日の防災技術では明日を論ずることができないばあいがある。国際競争力強化のため、設備装置は日ごとに大形化し、未知の危険はますます増大し、爆発・火災の総潜在エネルギーは増える一方である。

大形化は、防災面での問題提起にとどまらず、一事故当たりの損害が巨額に達するために、保険会社側の消化手段が問題となる。世界的な再保険マーケットであるロンドンのロイズにしても、一事故当たりの巨大リスクの担保能力に限界がきたといわれている。言いかえれば、世界的にみて保険業界における富の蓄積よりも、被保険物件の巨大化の伸びがいちじるしいあまり、従来どおりの保険機構ではすまされない時代が到来したことを意味する。危険分散の機構に、質的な変換が要求されているわけである。

安全設備が完備し、安全管理が良好であった

としても、巨大施設には過去の被災歴なるものはない。かりに、将来の損害を予測しえたと仮定しても、現状では1事故の最大予想損害額を吸収しうる担保力が不足するために、引き受けが不可能となるわけである。

事故の発生を防止し、損害を最小限に食い止めることは、保険契約者にとってはもちろんのこと、保険会社にとっても共通の命題である。保険会社は、良質な保険を低料率で提供すると同時に、つねに損害防止に協力し防災管理に努力することが、顧客全体に対するサービスであると、われわれは考えているのである。そのためには新しい時代に即応した安全設備・消火設備・防災設備などをつねに研究し、これを料率面に反映させていくようにしなければならないと思う。

（筆者：損害保険料率算定会）

予防時報のお申し込みについて

本誌は、わが国の損害保険業界が推進している災害予防事業の一環として、18年ほど前から発行されている季刊誌です。本誌をご覧になっておわかりのように、火災をはじめ交通事故・地震災害・気象災害・産業災害・公害など、広範囲の災害と事故の予防を目的とした“防災総合誌”です。

本誌にご関心をおもちのかたがございましたら、1事業に1部は無料で贈呈いたしますので、送料・1年分180円(郵券可)をそえて、ぜひ下記にお申し込みくださるよう、お伝えください。

なお、社内の安全教育や防災管理者研究会の技術資料・テキストとしてお使いになるばあいは、1部につき年200円(50円×4回)でおおわけております。ぜひ、ご利用ください。

東京都 千代田区 神田 淡路町2の9

日本損害保険協会 予防広報部

予防課 予防時報係



石油製品の 帯電と その 防止対策について

飯島秀雄・金山 良

近年、石油製品の急速な需要増加にともない、大量の石油製品を高速度に移動・運搬することが多くなった。このため、石油製品の帯電による災害の発生も多くなり、安全作業の確立が強く望まれている。

とくに、石油製品の静電気対策を考えるばあい、石油の帯電に関して、いまだにじゅうぶんな理論的な究明がなされていないために、ともすれば過去の経験だけにたよらざるをえないこともあり、この点、他の火気に比べて、安全対策の確立のむずかしい問題がある。

本誌72号に、「静電気による災害事故」と題する科学警察研究所・萩原隆一氏の解説を掲載したところ、丸善石油（株）安全課から以下に掲載するご原稿をいただいた。作業の実際における種々の問題点を指摘し、災害防止の基本的な問題を、具体的に説明したものである。

なお、参考文献は、誌面のつごうで省略させていただいた。（編集部）

静電気火災発生の条件

石油製品を、配管中にポンプを使って移動させるばあいに、ポンプ、配管、フィルターなどの内面と、石油製品との接触摩擦によって、電荷分離が生じ、石油製品が帯電することは、よく知られた事実である。

そして、この電荷をもった石油製品が、タンク、ローリ、ドラム詰めなどの作業中に静電気火花を発生し、可燃性ガスの着火源となって静電気火災の原因となることがある。

静電気火花が可燃性ガスや蒸気などの可燃物の着火源となり、引火爆発の事故が発生するためには、一般に、つぎのような三つの条件が、同時に満足されていなければならない。

- (1) 静電荷が液体・固体・気体中に発生して蓄積し、ガスまたは蒸気中に電界が形成されていること
- (2) 蓄積した静電荷が、可燃性ガスまたは蒸気を着火させるにじゅうぶんなエネルギーをもって火花放電すること
- (3) 静電気火花を発生した付近のふんいきに、可燃性ガスと空気(酸素)が適切な割合で混合した爆発性の気体が形成されていること

このうちのどの一つの条件が欠けても、火災事故は発生しない。たとえば、静電荷が石油中に発生し蓄積

しても、それが火花放電しなければもちろん着火しないし、またたとえ火花放電しても、その付近のふんいきのガス濃度が爆発範囲になれば、引火爆発はしない。

さらに、タンク内の蒸気空間が不活性ガスでシールされているタンクとか、浮屋根式タンクで浮屋根が完全に油面と接触し、ガス空間がぜんぜんないようなばあいには、静電気火災の危険性は存在しないといつてよいのである。

すなわち、静電気火災防止の基本的な考えかたは、上記の三つの条件のうちの、いずれかを除去する方法を考えるとよいことになる。

静電気の発生と蓄積

電荷の分離 異なった物質を互いに接触させて離すと、そのあいだに電荷の移動がおり、一方は正に、他方は負に帯電する。石油製品が配管の中を移動するさいにも、配管と石油との接触・はく離が連続的におこるため電荷分離が生ずる。

ガソリン、灯油、軽油などの石油製品は、一般に電気抵抗が高く、電気を導きにくい性質があるために、帯電現象をおこしやすい。

図1-(a)は、石油製品が移動していないときの状態で、ライン内面の接触境界面を通して電荷の移動がお

こり、ここに電荷分離が生ずることを示す。⊕、⊖の電荷の層が互いにラインの界面を介して存在しているので、ちょうど充電したコンデンサーに似ている。この層は電氣的二重層と呼ばれている。

図1-(b)は、ライン中の油が移動するばあい、油中の負の電荷は油の移動とともに運び去られ、ライン側の電荷は地中に逃げてしまうことになる。

流動電流 流動する油は電荷を運ぶことになるから、これは電流とみなせるわけで、流動電流(streaming current)と名づけられている。10⁻⁶~10⁻⁵アンペア程度の微小電流である。

流動電流は、理論的に次式で示される。

$$I = T k V^{1.75} (1 - e^{-L/TV}) \dots\dots\dots(1)$$

- I: パイプ中の油から生ずる電流 (10⁻¹⁰ A)
- T: 油の時定数 (比抵抗×誘電率) (sec)
- k: パイプ内径およびパイプ内壁の油の性質による定数
- V: 油の流速 (feet/sec)
- L: パイプの長さ (feet)

(1)式は、だいたい実験誤差内で正しいことが多くの実験で確かめられた。しかし、式中のkは、油の純度やパイプ内壁の状態によって大幅に変化するもので、この式から個々のケースについて、パイプ中に生ずる電流を予測することは困難である。

流動電流は、その値が1~10 マイクロアンペア程度の微小電流とはいえ、これがタンク内に流入したばあいにはかなりの電位に上昇する。いま流動電流を10⁻⁶ A、タンクを中心から大地への漏えい抵抗を10¹⁰Ωとすれば、電位は10 000 Vとなる。

図2は、電荷をともなった油がタンク内に流入したときの状態を示すものである。タンクの壁面で電荷の分離がおり、流入した電荷と等しい負の電荷がタンク内壁面に集まり、これと等量の正の電荷がタンク外壁に押しやられる。このときタンクの接地が有効であれば、後者の電荷は、地中から反対符号の電荷が流入して瞬間的に中和される。油のもっている負の電荷は、タンク壁面上の正電荷による吸引作用と、タンク内の負電荷の反発作用とによって、タンク壁面上と液面上を移動することになる。

流速と帯電量 石油製品の帯電量は、いろいろの要素によって影響を受ける。おもなものをあげると、①移送速度、②石油製品の時定数(比抵抗×誘電率)、③移送ラインの材質と内面の状態、④含有水分、⑤

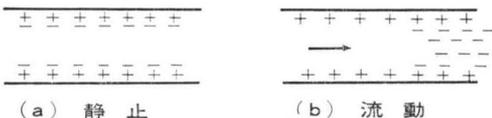


図1 電荷分離の機構

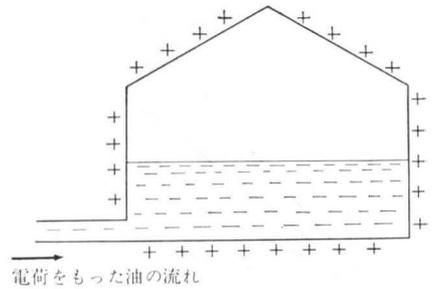


図2 タンク受入れ中の電荷

フィルターとその材質、⑥含有不純物、⑦移送ラインの長さ、などである。

(1)式によれば、電荷の発生はだいたい流速の1.75乗に比例して増大する。移送ラインの油の流速は、1m/sec以下であれば、静電気に対して安全だといわれる。そこで表1に、1 m/secを与える配管の径と流量の関係を示しておく。

油の蒸気圧が爆発性混合気体を形成するような条件下であって、つぎのような操作をするばあいには、パイプ中を流す油の流速を1 m/secにする必要がある。

- (a) タンクに油を送りはじめるとき
 - (b) 重質油のはいつているタンクに軽質油(揮発性の油)を送るとき
 - (c) パイプを洗浄するときのように水や空気の混入した油を送るとき
 - (d) 薬品の水溶液のように異相の混じった油を送るとき
 - (e) 油を送りながら油の種類を切りかえるとき
- 油をポンプで移送するとき、流速の調節はポンプの出口のバルブを絞って行ない、入口のバルブでは調節しないほうがよい。

表1 流速1 m/sを与える配管の径と流量の関係

配管の径 [in]	流 量 [m ³ /h]
1	1.8
2	7.2
3	16.2
4	28.8
6	65.0
8	115.0
10	180.0
12	259.0

からのタンクに充てんするばあい、流速は、油のレベルがすくなくともタンクの入口の0.6m以上に上昇するまで、1 m/secに保持する必要がある。一般に、静電気の危険性の大きい製品を貯蔵しているコンルーフタンクに移送するときには、約30分間1 m/secを保持する。流速制限時間がすぎたら、徐々に定常流速にする。

パイプの長さ・材質と帯電量 (1)式によれば、パ

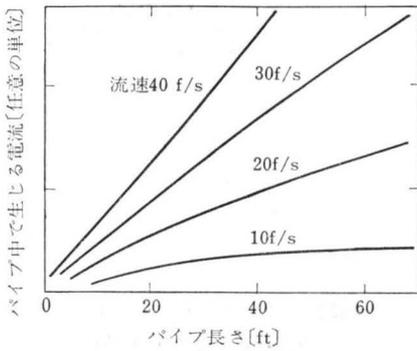


図3 パイプの長ささと電流

パイプの長さには、発生する静電電量に対して、指数関数的な影響を与える。

図3は、TP-4のある試料について、ポンプの出口に $\frac{1}{4}$ inのステンレス製パイプを置いたとき、パイプの長さとの部分に発生する電流との関係を示した実験結果である。この図から、流速が低いときは電流が早く平衡値に達するのに対して、高速のばあいには、パイプの長さの増加につれて、さらに電流が増加を続けることがわかる。

図4は、パイプの材質による影響を示すものである。斜線の部分は、実験操作をくりかえすことによって電流値がこの範囲内で変化することを示している。この変化は、パイプの内壁で、ある種の化学反応または吸着がおこるためと考えられる。パイプの内面の性質が静電発生におよぼす影響は、パイプ内面の摩擦抵抗ばかりでなく、パイプの材質や過去の経歴その他の条件によっても大きく支配される。

水分による影響 石油中に含まれる水分の量は、原油と重油を除けば、ふつう100ppm前後である。しかし、この程度の水分でも帯電量に微妙に作用する。

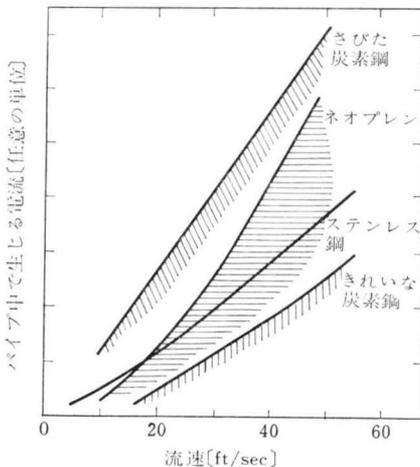


図4 パイプの材質と電流

水分の混じった油がタンク内にはいったとき、水分は下部へ沈み、水分と油の分離が生じ、電荷の発生傾向も増大する。

比抵抗との関係 液体の電気定数（比抵抗×誘電率）は、静電発生蓄積の傾向を知る一つの目安となる。石油の誘電率はだいたい2.2で、製品の種類によってもほとんど変化しないが、比抵抗は大きく変化する。原油・重油などの黒物では $10^9 \sim 10^{10} \Omega \text{cm}$ 、ガソリンや灯・軽油などの白物では $10^{12} \sim 10^{14} \Omega \text{cm}$ 、とくに精製した油では $10^{16} \Omega \text{cm}$ にもおよぶものがある。

比抵抗が $10^9 \Omega \text{cm}$ 以下であれば、電荷の発生と蓄積量は減少し、 $10^6 \Omega \text{cm}$ 以下ならほとんど短絡的に作用するので、電荷の蓄積は認めがたい。たとえば、メチルアルコール、エチルアルコールなどのアルコール類や、酢酸エチル、酢酸ブチルなどの比抵抗は $10^8 \Omega \text{cm}$ 以下なので、ほとんど静電気の危険性は問題とならない。

D. T. Rogers などの研究報告によれば、比抵抗と発生電荷量との相対関係は図5に示すとおりである。これによると、比抵抗が $10^{11} \sim 10^{15} \Omega \text{cm}$ の範囲内のものが静電気を発生しやすく、この範囲外の油は比較的不活性である。

また、油の中に存在する微量の不純物は、油の比抵抗を減らす。比抵抗が高いことは不純物のすくないことを示し、したがって静電気の発生もすくない。比抵抗の低いのは、その逆である。

フィルターの問題 移送中、製品の品質を保持するために、しばしばライン中にフィルターをそう入ることがある。フィルターは、その材質が金属であると否とにかかわらず、電荷分離を増大させる。したがって、油がフィルターとの接触摩擦によって生じた電荷を漏えいさせるように、設置のさいは、タンク上流のじゅうぶんに離れた位置におくことが望ましい。

静電気の減衰と放電

石油製品に電荷が発生しても、それが漏えいして蓄積しなければ危険性はないわけであるから、発生が避けられないならば、極力その蓄積量を抑制し、火花放電の機会を少なくすることが安全対策のひとつである。蓄積を防止するといっても、石油は電気を導きにくい絶縁性の物質だから、たとえタンクと配管がアースされていたとしても、流動過程で生じた静電荷は、タンク受け入れ後ただちにアースを通して逃げることはなく、依然としてタンク内の油にとどまっている。ただし絶縁性とはいっても石油はわずかに電気を導く性質があるから、時間の経過とともに電荷は徐々にタンク側壁を通じて大地へ逃げ、ついには消滅してしまう。

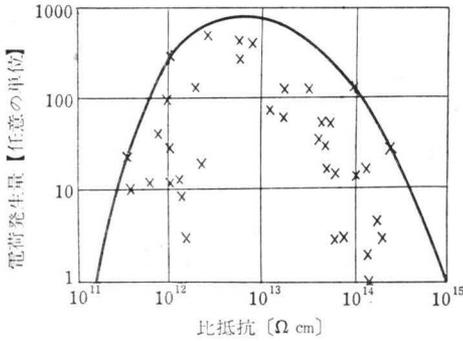


図5 静電気発生と比抵抗の関係

電荷の減衰特性に関して、W. M. Butin などの研究報告は、つぎの式に示すような指数関数的特性をもつと言っている。

$$Q = Q_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

- Q: t 時間後の油のもっている電荷 (A·sec)
- Q₀: 油中の最初の電荷 (A·sec)
- e: 自然対数の底
- T: 液体の時定数 (sec)

上式からわかるように、油の電荷の減衰特性は、主として油の時定数と経過時間に影響を受ける。したがって、石油貯蔵タンクに油を受け入れた直後には危険な帯電が存在する可能性はあっても、一定の弛緩時間 (rerelaxation time) を与えて、電荷を漏えいさせるようにすれば、スパークを発生しない安全な帯電量におさえることは可能である。

石油製品の蒸気が着火源によって燃焼を起こすには、ある一定以上のエネルギーが必要である。このエネルギーを最小着火エネルギーといい、一般の炭化水素系のガスでは 0.2 ミリジュールといわれている (種々のガスの最小着火エネルギーに関しては、本誌72号に記載されているので省略)。

タンクの油の電荷が急速に増大すると、タンク油表面とタンク側壁間の電位傾度が急速に増大し、ある電位以上になると、その周囲の蒸気がイオン化されて導電性となる。そして、その電位傾度が絶縁破壊を起こすようになると、電荷は、側壁や、スウィングパイプのケーブル間などで再結合し、火花放電を生じる。火花放電は油表面と導体間ばかりでなく、油中電荷の再結合のさいに局部放電を生じることがあるといわれる。タンク内にアースされていない導体が存在すると、それは静電荷を収集して火花放電の機会を大きくするから、ぜったいに避けなければならない。

静電気火花の発生防止のため、実際の作業では、設備をアースしたりボンドしたりする方法がとられる。

帯電した物体Aと帯電していない物体Bがあったとする。この2つの物体を導体を用いてボンドすれば、物

体Aの電荷はBのほうへ移動して、AB間に電位差はなくなる。しかし、ABはアースされていないから、大地間で火花放電する可能性がある。ABをボンドして、かつBをアースすれば、ABの電荷は大地へ逃げてしまう。このばあい、AはBを通して間接的にアースされている。

以上のように、ボンドは物体間の電位差をなくし、アースは物体と大地間の電位差を除去するから、危険な静電気火花の防止に有効である。ここで注意しなければならないのは、アースやボンドは、電氣的導体に対しては有効であるが、不良導体に対しては効果がないことである。

爆発性混合気体について

静電気対策としてもっとも確実で実際的な方法のひとつは、静電気火花の発生しそうなふんいきに、爆発性の気体が存在しないようにすることである。

石油製品など炭化水素系の蒸気は、空気と適切な割合で混合し、その濃度が 0.7~8.0 % の範囲で爆発性の混合気体を形成する。この濃度範囲を爆発範囲とよび、その下限を爆発下限界、上限を爆発上限界という。表2に、種々の可燃性ガスの爆発範囲を示す。

可燃性ガスが爆発範囲にはいらないようにするには不活性ガスを封入し酸素濃度を減少させるか、可燃性ガスの爆発下限以下の濃度にするか、上限以上の高濃度のガスで満たすか、の三つの方法がある。第1のばあいには、炭酸ガスに対しては酸素濃度を10%以下、窒素ガスのときは7%以下とする。

可燃性液体の蒸気が爆発下限または上限に達するようなガス濃度を形成する温度を、それぞれ爆発下限温度および爆発上限温度という。正常な ASTM 蒸留曲線をもつ炭化水素では、近似的に次式が成立する。

$$L (\text{爆発下限温度} [^{\circ}\text{C}]) = 0.82 \times (\text{I. B. P.}) - 86$$

$$H (\text{爆発上限温度} [^{\circ}\text{C}]) = 0.70 \times (\text{I. B. P.}) - 42$$

$$\text{I. B. P.} = \text{初留点} [^{\circ}\text{C}]$$

この考えかたは、蒸気と液体とが平衡状態にあるとの仮定のもとに成立するもので、実際にはこの平衡に達するには、ある時間を要する。たとえば貯蔵タンクにおいては、液面に接触したガス層は急速に平衡状態に達するが、タンクが混合気体で充滿して全体の蒸気空間が平衡状態に達するには数日間要するので、タンクの爆発の危険性を検討するばあいには、この点を考慮する必要がある。

代表的作業・設備の静電気災害防止

以上で、石油製品の静電気の一般的な考察を終え、つぎにタンクローリ、タンク、タンカーの三つの例を

表2 可燃性ガスの爆発範囲

物質	引火点 [°C]	発火点 [°C]	爆発範囲[vol%]		蒸気密度 [空気=1]	沸点 [°C]	比重 [水=1]
			下限	上限			
水素		584.8	4.0	75	0.068	-252.1	
メタン		537	5.3	14.0	0.0554	-61.4	
アセチレン	-17.8	334.8	2.5	81	0.90	-83.9	
アンモニア		651.2	1.6	25	0.58	-38.3	
一酸化炭素		651.2	12.5	74.2	0.976	-192.2	
エチレン		450.1	3.1	32	0.975	-103.8	
硫化水素		260	4.3	45	1.175	-60	
プロパン		466.6	2.2	9.5	1.56	-42.8	
プロピレン		496.9	2.4	10.3	1.49	-50	
エタン		510	3.0	12.5	1.035	-88.5	
ブタン	-60	430	1.9	8.5	2.01	0.5	0.599
ペンタン	-40.0	308	1.5	7.8	2.48	36.1	0.631
ヘキサン	-26.1	260	1.2	7.5	2.97	69.3	0.661
ヘプタン	-3.9	233.1	1.2	6.7	3.45	97.4	0.683
エチルエーテル	-45	180	1.9	48	2.56	35	0.71
エチルアルコール	12.8	422.7	4.7	19	1.56	78.7	0.79
メチルアルコール	11.1	463.9	7.3	36	1.11	63.9	0.792
メチルエチルケトン	-1.1	516	1.8	10	2.48	80	0.805
二硫化炭素	-30	100	1.25	44	2.64	43.8	1.3
ブチルアルコール	28.9	343	1.4	11.2	2.55	117.7	0.806
トルオール	4.4	552.3	1.4	6.7	3.14	111.1	0.866
ベンゼン	-11.1	538	1.4	7.1	2.77	80	0.88
オルソキシレン	17.2	482	1.0	6.0	3.66	143.6	0.88
ガソリン	-42.8	280~380	1.4	7.6	3~4	38~204	0.75
ケロシン	60	254	0.7	5.0	3~5		0.79

あげて、基本的な災害防止法について述べてみたい。

(1) タンクローリ

石油製品をタンクローリに荷役するさいに、静電気による引火・爆発災害の発生した事例が多く報告されている。これらの事例をみると、静電気災害がもっとも発生しやすいのは、前回にガソリンやナフサなどの引火点の低い軽質油を積んだ空油そうに、新たに灯油や軽油などの比較的高い引火点の油を積み込むときである。

ガソリンやナフサなどの石油製品は蒸発しやすいために、これらの製品を積み込んだ油そう内の空間は、爆発上限以上の高濃度のガスで充満しているばあいが多い。これに対して、灯油・軽油・潤滑油・重油などは、常温で、しかもいちじるしくあわ立ち・はねかえり充てんをしないかぎり、爆発性の混合気体は形成しがたい。しかし、ガソリンやナフサなどのガスが残っている空油そうに積荷するさいには、爆鳴気を形成することがある。とくに、灯油・軽油などの重質油は、石油製品の中でも帯電しやすい油種なので、前述の静電気火災発生条件を満足させることにもなりやすい。したがって、残留ガスの存在する油そうへの積み込みは、危険性が大きいといわなければならない。

タンクローリ荷役時の静電気災害防止上、有効と思われる事項をつぎに列記する。

- (a) ローリにドロップパイブをそう入し、積み込みを開始する前に車体をアースする。ただし、このアースによって、車体からアース体への火花放電の機会をなくすことはできるが、油表面からの機会をなくすことはできない
- (b) 灯油や軽油など引火点の高いものでも、上から滝のように落下させると、ミストやフォッグの形成によって、可燃性領域にはいった可燃物を作ることがある。ドロップパイブは、油そうの底部まで差しこみ、できるだけ底部との間隔を少なくして、上部落下によるあわ立ち、はねかえり、ミストの形成を抑制する
- (c) TP-4、ベンゼン、トルエン、キシレンなど、積み込み中に常時爆発性の混合気体が

形成され、しかも静電気発生・蓄積の多い油種を荷役するばあいには、ドロップパイブの先端がじゅうぶんに油中にひたってしまうまで、積み込み速度を制限すること

- (d) 灯油・軽油のような高い引火点の製品を積み込むばあいには、油そう内のドレンをすっかり切り、油そう内の残留ガス濃度に注意すること。ことに、ガソリンやナフサなどの引火点の低い製品を積み込んであった空油そうに積み込むばあいには、残留ガス濃度をチェックし、エアバージによるガスの排除、イナートガスによるシールなどの措置をとること
- (e) 積み込み終了後、油表面とドロップパイブとの間の火花放電の可能性を少なくするために、すくなくとも1分間待つこと
- (f) 積み込み中または直後にマンホールからサンプリングしないで、表面電荷を漏えいさせるために、すくなくとも1分間待つこと
- (g) 検尺棒操作のさい、ゴムや皮の絶縁性の高い手袋や、電気抵抗の高い履物を着用していると、検尺棒がそれらによって絶縁されるおそれがある。このため、検尺棒と検尺穴とのあいだにすき間が

あるばあいには、火花放電の危険性が存在する。この対策としては、検尺棒とローリ車体間のボンドや自動計量機の使用、油そう内の電荷の漏えいを待っての検尺操作などがある。

以上の安全留意事項は、タンク車の積み込み作業にもあてはまる。タンク車は、レールによってアースされていると考えられるので、特別のアースは必要としない。しかし、動力源あるいは主回路にそった信号系統、および電気鉄道から漏えいする漂遊電流に対しては、注入管とタンク車本体をアースボンドし、スパークを防止すること。引き込み支線のレールのジョイント部に絶縁継ぎ手をそう入して、漂遊電流をしゃ断することなどに注意しなければならない。

(2) タンク

石油貯蔵タンクの形式には、円すい形固定式タンク (cone roof tank) と、浮き屋根式タンク (floating roof tank) の2種類がある。

浮き屋根式タンクは、屋根がタンク内油表面に浮遊していて、液面の上下とともに移動する。内部には蒸気空間が存在しないので、静電気による危険性はないと考えられる。しかし、油の貯蔵量が減少して浮き屋根がタンク底部のサポートで支持されるような状態のときは、コンルフタンクと同様に蒸気空間が存在するので注意を必要とする。

コンルフタンクにおいて、マンホールやゲージハッチなどからサンプル採集作業や検尺・検温作業をおこなうばあい、石油製品の受け入れ中または受け入れ直後のときは、内部空間に爆発性ガスが存在し、しかもタンクの油中に電荷の蓄積量が多くて強力な電界が生じていると、静電気火災条件が満足されることがある。これは、タンク本体がアースされていても、石油製品は一般に比抵抗が大きく、流入直後であれば、油そう内の電荷はいぜんとして残っているからである。

また、これらの作業で、ゴム手袋や電気抵抗の高い靴を着用していたため、タンク火災を引き起こした事例がある。この原因は、金属製のサンプル採集びんや検尺が油中に投下されたさい、手袋や靴によって絶縁されるため油中の電荷が蓄積し、これを引き上げるとタンク側壁やマンホール壁に接触して静電気火花を発生したためである。

タンクの静電気火災事故を防止するために効果的と思われる事項を列記する。

- (a) 引火点の低い軽質油を貯蔵するタンクのサンプル採集や検尺作業は、タンク内油の電荷を漏えいさせるためにじゅうぶんな静置時間を与えること
- (b) タンクの計量口にゲージウェルを設備し、このウェル内で検尺・サンプル採集の作業をすること

- (c) サンプル採集びんや検尺・検温計などのリード線は電導体のものを使用し、作業開始前にリード線をアースすること
 - (d) タンクの蒸気空間に爆発性混合気体が存在し、しかも、とくに静電気発生・蓄積の多い油種を貯蔵するタンクで、留出中や留出直後にサンプル採集・検尺作業をおこなわなければならないときは、配管やポンプなどからサンプル採集できないか、あるいは自動液面計によって在庫量を確認できないか考慮すること
 - (e) タンク本体をアースする。電撃に対してじゅうぶんな太さの導線とアース抵抗値であれば、静電気の蓄積防止に対してもじゅうぶんである。ただし、このアースによってタンク本体の静電気の蓄積をなくし、タンク側壁から付近のアース体への放電は防止できても、タンク内の油の電荷はただちに除去できない
 - (f) タンクの受け入れラインのノズル位置がゲージハッチの位置と一致しないように、設計段階で考慮すること
 - (g) タンクのプロローティングカバー、液面計のフロートやケーブル、かくはん器などはすべてアースして、タンク内に絶縁された金属体をなくすこと
 - (h) タンク流入口の径を大きくして、この部分の流速をおそくする
- ## (3) 小型タンカー
- (a) 積み込みを始める前に、陸上の配管とタンカーをアースボンドする。漂遊電流による火花防止のため、取りはずしは作業終了後にすること
 - (b) 油そう内に爆発性混合気体を形成しやすい油種を荷役するばあいには、各油そうの積み込みラインが油中に30~60cm浸ってしまうまで流速を制限すること
 - (c) タンカーの積み込みラインの先端をできるだけ油そう底部に接近させ、積み込み中の splashing によるあわ立ち、はねかえりやミストの形成を抑制すること
 - (d) 油そう内のサンプル採集作業は、流入電荷を漏えいさせるために、静置時間を与えた後におこなうこと。検尺は、ゲージウェル内でおこなえば、一般に油表面と検尺間の放電は防止可能と考えられるから、とくに静置時間を必要としない

以上、難解な理論はできるだけ避け、実際の作業において役立つ事項を中心に記したため、理論的な裏づけにとぼしい点もあろうが、ご了承ねがいたい。

(筆者：丸善石油株式会社松山製油所工務部安全課)

協会だより

■防火講演会のお知らせ

当協会後援により、つぎのように講演会が開催されます。講師は、いずれも藤田金一郎工学博士です。多数のご来聴を希望します。

<蒲郡市>

演題：都市防火と蒲郡市の防火診断

日時：8月21日午後1時

場所：商工会議所ホール

<関市>

演題：都市防火と関市の防火診断

日時：8月23日午後1時

場所：文化会館ホール

■防災写真募集のお知らせ

当協会では、防災活動の一環として、火災・交通事故のおそろしさ、および災害予防の必要性を訴えることをテーマにした写真を募集中です。大きさはキャビネまたは四つ切りで、締め切りは今年11月末日。賞金は1等3万円から各種。1人何点でも応募できます。くわしくは当協会・広報課にお問い合わせください。

■防火研究会

当協会主催による6～7月開催の研究会は、つぎのとおり。

▼6月24日 福岡市

〔主題〕“防火管理”

〔講師〕工学博士 塚本孝一

〔協賛〕福岡市消防局、自治省消防庁

▼7月3日 豊橋市

〔主題〕“危険物の安全管理”

〔講師〕労働省産業安全研究所
化学課長 内藤道夫

〔協賛〕豊橋市消防本部、自治省消防庁

▼7月24日 京都市

〔主題〕“高層ビルの防火”

〔講師〕工学博士 堀内三郎

〔協賛〕京都市消防局、自治省消防庁

■防火講演会

当協会後援による4～7月開催の講演会は、つぎのとおり。

▼4月3日 富山市

〔演題〕“都市防火と富山市の防火診断”

〔講師〕工学博士 藤田金一郎

▼6月28日 浜松市

〔演題〕“都市防火と浜松市の防火診断”

〔講師〕工学博士 藤田金一郎

▼7月12日 平田市

〔演題〕“都市防火と平田市の防火診断”

〔講師〕理学博士 島山久高

■消防車の寄贈

4～7月の寄贈はつぎのとおり。

▼普通型消防自動車（各1台）

静岡県御殿場市／和歌山県御

坊市・有田市／岐阜県関市／福岡県筑紫野町／栃木県小山市／兵庫県小野市／長野県茅野市・大町市／岩手県遠野市／秋田県大曲市／富山県滑川市／埼玉県春日部市／京都府宮津市／北海道岩内町・遠軽町／新潟県柏崎市／鹿児島県国分市

▼水槽付き消防自動車（1台）

神奈川県湯河原町

▼化学消防自動車（1台）

愛知県一宮市

表紙よせて

紀伊半島は、わが国の最多雨量地帯として知られる。写真は、その紀伊半島を流れる熊野川の支流－北山川に建設された池原ダムである。

池原発電所は、昭和37年3月着工、39年9月一部の発電を開始、41年には全計画が完成。出力35万kWのわが国最大の揚水式発電所として出現した。

ダムは、高さ111m、長さ460mのドーム形アーチダム。発電所は地下に設けられ、蛇行した河川を開水路およびトンネルの放水路でショートカットして落差増をはかっている。

（写真提供は、電源開発）

編集

後記

1968年十勝沖地震は、予防時報の編集にも余震を残しました。74号には、座談会・霞が関ビルの防火対策をはじめ、カーテンウォール建築の

防火についての記事を予定していましたが、北海道・東北に大地震発生、大至急で十勝沖地震の小特集に切り換えました。これも季刊誌の悩みです。

短時間にご執筆いただいた諸先生にお礼を、次号（75号）まわしにいただいたビル関係の記事の筆者の方がたにおわびを申しあげます。また、地震の影響とはいえ、いささか発行ができましたことを、読者のみなさまにおわび申しあげます。（Y）

創刊1950年（昭和25年）

予 防 時 報 第 7 4 号 ©

Accident Prevention Journal No. 74

昭和43年7月1日発行

【非売品・送料年180円】

発行

東京都千代田区神田淡路町2-9
日本損害保険協会
電話：東京（255）1211

印刷

凸版印刷株式会社

東京・巣鴨で6むね焼く(4月22日)

〈写真©朝日新聞〉

白昼のビル火災 (東京・池袋)

石油ストーブから出火

9階建て全焼

3月14日昼、池袋駅東口のブロンズビル1階から出火、内装材から出る猛烈な黒煙がうずまき空をおおった。原因は石油ストーブ。階段が吹き抜けになっているため、ビル全体が煙突状態になり、1階から7階まで約2000m²を全焼した。(写真：東京消防庁提供)

を全焼しただけで消火したが、原因は回送される前に落とされたたば
車した。山形・上山両市から消防自動車20台がかけつけ、同車1両
していた回送中の寝台車が火を吹いているのを乗務員が発見、急停
近(山形市桜田地内)を走っていた福島発能代行き普通列車に連結
4月7日午後1時45分ごろ、奥羽本線の山形―蔵王間・坂巻踏切付

アセチレンガス工場の爆発

破片で100m先の1人即死

6月5日午後、長崎市の工業用アセチレンガス充てん工場から出火し、引火したボンベが大音響とともにつぎつぎに爆発した。

出火原因は現在まだ明らかでないが、充てん所の近くにあった溶解アセチレンガスボンベ十数個に引火し、はげしく爆発したため、鎮火後の同工場は鉄骨が折れ曲がり、ボンベの破片が散乱、約15m離れたブロックベいにはふき飛んだボンベで直径約20cmの穴があくなど、爆発のすさまじさを示していた。アセチレン爆発火災のばあいは、タンクやボンベに注水・冷却して爆発を防ぐが、アセチレンガス爆発の恐ろしさをまざまざと物語った事故であった。

東京・中野の商店街で火災

4月14日 (写真©読売新聞)

写真下：引火した溶解アセチレンガスボンベが爆発した瞬間

写真右：爆発で道路にふき飛んだボンベ (写真©長崎新聞)

電車にタクシーが正面衝突

6月4日夜、東京・目黒区の東急玉川線大橋車庫前で、2両連結の電車にタクシーが正面衝突し、電車の前1両は脱線、タクシーの乗客1人が即死した。事故の原因は、タクシーが約80kmの時速でむりな追い越しをしたため。（写真©朝日新聞）



市街地の踏切でバスと電車が衝突

が運休したが、市街地のせまい道路と立体交差でない近郊私鉄の踏切のえになって死んだ。この事故で、ラッシュ時の東横線は大混乱、二〇〇本で強引に渡ろうとした回送中のバスに電車が衝突し、通行中の2人がまきぞ5月22日の夕方、東京・目黒区の東横線・祐天寺踏切で、警手の制止を無視し

新刊
案内

ガス溶接の防火指針

頒布価格 1部40円
A-5判, 本文52ページ

発行：日本損害保険協会

車両・船舶・化学プラントの建造や、その他の重工業、建築・土木工事における鋼材の加工などの近代産業において、これなくしては成り立たないといわれるガス溶接・切断の作業には、火災・爆発などの危険が包蔵され、各所で数多くの災害・事故を起こしております。

これらの事故は、なんとしても防止しなければならぬものです。本書は、この目的をもって編集したものであり、関係者のよき指導書として座右におかれ、活用していただければ幸いです。

内 容

1. ガス溶接・切断の概要
 2. 酸素の性質
 3. 燃料ガスの性質
 4. ガス供給設備の概要
 5. 吹管とガス供給設備の取り扱い
 6. ガス供給設備の爆発・火災
 7. 作業と火災
 8. 作業と爆発
 9. その他の事故防止
- 付 トーチランプの安全な取り扱い

★本書の頒布価格は1部40円ですが、見本として1部贈呈いたしますので、ご入用のせつは送料として郵券35円同封のうえ、当協会予防課にお申し込みください。

新 | 刊
案 | 内

高層ビルの防火指針

(改訂版)

発行：日本損害保険協会

頒布価格：1部 50円
A-5判，本文64ページ

近年，わが国でも，都市の再開発がクローズアップされ，高層ビルがぞくぞく出現してまいりました。近代科学技術を集めて建築された高層ビルは，耐震・耐火にすぐれた建物といわれていますが，内部には多くの可燃物があり，ひとたび火災が発生すると消火がひじょうに困難で，かつ大きな被害をもたらし，とくに人的被害は問題となっております。

ビルの代表的火災をみると，日本橋・白木屋デパート，滋賀県庁，川崎・金井ビル，水上の菊富士ホテルや京都国際ホテル等々，その後もあとを断ちません。

本書は，ビル火災の予防と対策について，火災の権威者たちに数年前に執筆していただいたものですが，その後の事情の変化に対応し，近代化されたビルはむしろ火災的にはぜい弱であるとの見解から，この対策のため新たな理論の展開と事例の分析を加えて，このたび改訂したものであります。思わぬ惨事を引き起こさぬよう，広くご活用願えれば幸いです。

目 次

1. 高層ビルの火災危険
2. 火災原因と出火場所
3. 火災の覚知・通報・警戒連絡・初期消火
4. 消火設備
5. 火災性状
6. 火災時の排煙対策
7. 防火設計の基本方針
8. 建築構造
9. 防火区画・内装外装・外壁の窓
10. 付帯設備の防火
11. 避難
12. 既設ビルの防火改善
13. 防火管理

★見本として，1部贈呈いたします。ご入用の方は，送料として郵券35円同封のうえ，当協会予防課にお申し込みください。

刊行物 映画 スライド ご案内

書籍

ビルの防火について……………	25円
駐車場の防火指針(改訂版)……………	30円
スーパーマーケットの防火指針……………	40円
LPガスの防火指針……………	40円
危険物要覧……………	40円
ガス溶接の防火指針……………	40円
高層ビルの防火指針(改訂版)……………	50円
地下街の防火指針……………	50円
プラスチック加工工場の防火指針……………	60円
やさしい火の科学(崎川 範行 著)……………	300円

リーフレット

どんな消火器がよいか……………	5円
プロパンガスを安全に使うために……………	5円
生活と危険物……………	5円
火災報知装置……………	10円

防火のしおり

(各篇とも1部5円)

住宅/料理店・飲食店/旅館/アパート
 公衆浴場/ガソリンスタンド/病院・診療所
 商店/劇場・映画館/一般事務所(木造)
 理髪店・美容院/学校

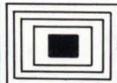
映画

一秒の価値……………	21分	10,000円
赤い信号……………	27分	50,000円
みんなで考える家庭の防火……………	20分	35,000円
みんなで考える工場の防火……………	25分	38,600円
あぶない!! あなたの子が……………	27分	50,000円
—母と子の交通教室—		
みんなで考える火災と避難……………	24分	45,000円

オートスライド

(フィルム・録音テープとも)

消火器(その選び方と使い方)……………	20分	7,100円
電気火災のお話……………	17分	シネ版5,700円 ライカ版7,140円
プロパンガスの安全ABC……………	13分	4,650円
石油ストーブの安全な使い方……………	16分	6,700円
火災にそなえて(職場の防火対策)……………	20分	6,350円
国宝の防火設備(日光東照宮)……………	22分	シネ版6,150円 ライカ版7,770円
危険物火災とたたかう……………	24分	6,700円
(ある査察員の日記)		
石油コンロ火災とその予防……………	14分	5,000円
消火装置……………	22分	6,500円
火災報知機(改訂版)……………	14分	5,150円
家庭の中のかくれた危険物……………	17分	6,300円
やさしい火の科学……………	22分	シネ版7,000円 ライカ版9,000円
LPガスの火災実験……………	41分	シネ版6,950円 ライカ版8,890円



季刊 **予防時報** 第74号

昭和43年7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
電話・東京 255-1211 (大代表)