

防災科学技術

NO. 6 1968
Nov.

科学技術庁 国立防災科学技術センター



も く じ

戦後期の日本災害史における意義……………	西川 泰・1
十勝川流域における冷害気象観測について……………	・4
えびの・吉松地区地震観測井完成す……………	・6
ひょう害とその対策……………	小元敬男・8
トロントの国際雲物理学会に出席して……………	中村 勉・11
防災の日行事・業務紹介……………	・12
筑波研究学園都市起工第1号……………	・13

No. 6 1968 Nov.

表紙写真：ホンコンの1966年6月豪雨による災害スナップ

(ホンコン政庁提供)

ホンコンは急傾斜地を極度に利用した近代都市で象徴される。このようなところに集中豪雨があればどのような災害が起こるか、その一例がこの写真に示されるもので道路が滝のようになり多数の車が流木のように流れ集まった珍しい光景である。

当時の災害状況を簡単に紹介しておこう。1966年6月、低気圧の谷が南シナ沿岸に長期に

わたり停滞し、前線の活動が次第に活発化した。日雨量数十mmの降雨が数日続き、11日正午から翌12日正午までに401.2mmの降雨量がホンコン气象台で記録された。特に12日6時半からの時間雨量は157mmに達し、当地では500年に1回みられる程の驚くべき豪雨であった。11、12日の豪雨によって洪水、地すべり（左写真参照）が多発し、道路はふさがれ、古いビルは倒壊し、多数の車が流され泥土に埋没した。農業被害もまた著しいものがあった。この豪雨で公共土木施設のみでも2,300万ホンコンドルの被害額に達した。今回の災害で、ユワンラン(元朗)地区が被害を免かれた。これは、当地区が1962年の大洪水災害に見舞われ、その後3千万ホンコンドルに達する洪水対策工事を施していたためである。もし、この工事がなければ、水深2m近い洪水に襲われ約15,000戸が流失、損壊したであろうといわれている。



戦後期の日本災害史における意義

——未曾有の変革期である——

災害研究室長 西川 泰

昭和43年度建設白書においてもうかがえるが、最近、都市化によって災害形態が変質しているという問題意識が高まっている。ちょっとした豪雨で都市水害が頻発しているのは、ここにいう災害型変質の事例であろう。水害のみでなく、あらゆる種類の災害についてその変遷過程をみてみると、戦後特に昭和30年代は、日本災害史上未曾有の変革期であるといつて過言でない。この小論では、かかる評価をするに至った概略を述べるものである。

1. 災害は変わる

災害において、発生頻度、発生原因、被害の種類、被害量、発生場所、被害の社会・経済に与える影響等、むつかしくいえば災害の形態、構造および社会経済上の地位が時代と共に変化してゆく。このことのわかり易い例をあげると、大火は近世都市における深刻な災害であったが、消防力の進んだ現代都市ではそれ程恐れられていないこと、干害・冷害は近世ではききんを招来せしめる程で当時の最大にして最重要な災害であったが、現在ではほとんど解消されていること、水質汚濁や騒音などとして現われる公害は、かつては皆無であったが、現在は急速に社会問題化していることなどである。これらの例は単に災害は変わるという理解を得るためのものであるが、次に災害を変える原動力がどのような機構で発現するかを水害についてみてみよう。河川氾濫災害は近世の新田開発とともに発生頻度の漸増をもたらすが、被害量や社会に与える影響はそれ程大きくなかった。(この判断は、当時の土地利用形態や水害誌の被害内容を検討して得られる。)よく指摘されたとおり、明治中期以降長大連続堤防に象徴される高水工事の進展とともに洪水氾濫災害が深刻化し、昭和20年代がその最後にして最たるものであった。昭和30年代以降では、都市化という背景のなかで、中小河川による水害や内水氾濫災害が大河川による災害に代わって主役を演じるようになる。このような変化をもたらす機構としては、防災施策の進展が、氾濫地域に資産・人口の集中を

可能ならしめ、この集中が一たん破堤等の災害打撃があった場合(完全無欠の築堤は種々の理由から困難である。)被害をより増大せしめていることが考えられ、このように防災対策の進展と社会・経済の発展との矛盾が災害変質の原動力となっている。防災が災害を準備するという矛盾が水害の場合特にきわ立って現われるものだが、干害や冷害等、重要な災害種(災害の種類のこと。以下同じ。)では多かれ少なかれこのような矛盾が災害の変質をもたらしてきたものとみてよい。降雨量、風速、気温、地盤振動等災害要因としての自然の規模がそれ程の変化を示さなくても、防災対策の発達や社会の開発が、災害を質・量あらゆる面で変えずにはすまされない。防災対策と社会条件が複雑化した現在、災害現象はますます複雑多岐となり、あたかも災害という名の巨人が生きているかのようである。

2. 各種災害の変遷過程のあらまし

災害の史的考察をするにあたって、まず災害の変遷を知っておかなければならない。過去に起こった災害の多数の実例、土地利用形態、防災施策、社会状態等から主な災害種について、その変遷過程の結論だけを示すと次のようになる。なお、災害の変遷を論ずる場合、社会・経済に与える影響がある程度以上の大きい災害を対象とすべきであり、小規模で軽微な被害しかもたらし得ない小さい災害は、なるべく淘汰して考える必要があるということをあらかじめ注意しておきたい。

水害：古代、中世では水害があっても問題たり得ない。近世では頻度が漸増しても霞堤、遊水池、流水緩衝林(仮称)等に象徴されるとおり、被害は小さい。明治中期から昭和30年頃まで高水工事のもたらす天井川化と洪水伝播様式の変化による大水害が災害の主役となる。昭和30年頃以降、大河川から中小河川による水害へと変質しつつある。

干害：古代から明治末期まで重要な大災害であり、用水源を整備してもそれに対応した耕地の拡張が行なわれ干害は解消できなかった。大正期か

ら昭和30年代までは、近代的土地改良事業によって若干の安定性ができたが、干害解消は戦後の干害年を勘案した用水事業の進展によってはじめて達成されようとしている。現在は畑地または谷地田等極く局所的に干害地域が残っているにすぎない。

冷害：東北地方の開発が進んだ近世以降発現し近世のききんを左右する程重要な災害となり、明治期に及んだ。品種改良等近代科学による防災技術の導入が効果を顕わし、特に昭和20年代と30年代の2期にわたって冷害発現地域南限線を急速に北上せしめ、現在では冷害は北海道のみとなり、基本的には解決されたとみてよい。

雪害：雪害は最も新しい災害の一つである。長期積雪や豪雪は昔からあったが、かつて冬期の雪国は冬睡状態におかれていたから、そこには災害はなく、災害意識もなかった。昭和期に入って識者（たとえば山形県の松岡俊三代議員）によって「東北地方の後進性は冬期の長期積雪によるもの」と指摘されたとき積雪の災害意識が明確に現われてくるのであるが、真に積雪が災害と認められるようになったのは、雪国の工業化がある程度進んだ昭和30年頃からである。「農業に雪害がないということに雪害がある。」という認識は極く新しいものである。このような考えから雪害の歴史は最近始まったといえる。

震害：昔も今も相変わらず恐れられているという性質を持ち、その意味で珍しい災害種である。災害発現機構において、都市の極度の集密化によってもたらされる被害が最近特に問題となってきた。

地すべり：古代から現在まで、地すべり災害があるにはあっても災害としての意義は薄かった。多数の地すべり地のなかで、むしろ例外的な突発型崩壊性地すべりが昭和20年代にいたって初めて災害として顕在化してきた。

山くずれ：古代から小部落が埋没するような災害はあったが、まれにごく局所的に発生したに過ぎなくて大きい災害たり得なかった。大正以降、治水は山を治めることに始まるという認識から災害要因として登場し、昭和30年頃から中小河川への影響、山麓部の強引な開発および土石流等2次の災害をもって、災害要因としての重要性が増している。

地盤沈下・がけくづれ：戦後、特に昭和30年代

に災害として登場してきた。人為的要素が強く、運動機構がわかり易いので、防災技術、規制措置の効果を十分期待し得る災害種である。この種災害の寿命は短かく昭和50年代には消滅するであろう。

公害：一般的に認められている公害変遷過程を日本でも経過してきている。すなわち、第1期の農村における鉱山公害、第2期の都市における工業公害、第3期の都市生活高度化による公害（振動、騒音、排気ガス等）である。昭和30年頃から第2期に入り、現在は第3期への転換期にあるといえよう。

交通事故：事故は災害と区別するのが普通であるが広義の災害とみなし得る。交通事故は昭和30年頃から、災害として一大発展期に入り、現在では最も重要な災害と言われる程成長している。

3. 災害消長図の作成

災害の変遷をわかり易く理解し、われわれが現在おかれている災害史上の位置を考えるために作成したのが末尾に掲げる災害消長図である。この図は多数の災害資料の分析結果を前項に示した災害史観（仮称）をもって図化したものである。図化にあつて次のことがらを配慮してある。(1)災害の消長は、歴史時代と共にあるので災害時代区分は歴史時代区分を採用している。(2)各種災害の消長を示すベルトの幅が広ければ広い程、その時代での災害としての重要度の高いことを示す。(3)ベルトが細い直線状になるときは、その種災害があってもほとんど問題にならないことを示す。(4)ベルトの端末形状において、くさび状の場合はその種災害が漸増または漸減することを意味し、円味を帯びた場合は急激な増減を意味する。

4. 日本災害史における戦後期の評価

災害消長図をみると、戦後期というものは日本災害史上、重要な転換期であることがよく理解できるであろう。数十年、数百年にわたって主要な災害であった干害や水害の大部分が解消され、その代わりに公害、雪害等新らしい種類の災害が発生し始めたのは、戦後である。戦後のなかでも特に昭和30年頃が転換期を代表することができよう。詳論は他に譲るが、各種災害統計においても、災害発生機構においても昭和30年頃が大きい転換を示している場合が実に多いのである。

個々の災害種についてのみならず、それらをすべて含んだ災害全般について、昭和30年頃を境として、それ以前と以後でどのような相違があるか

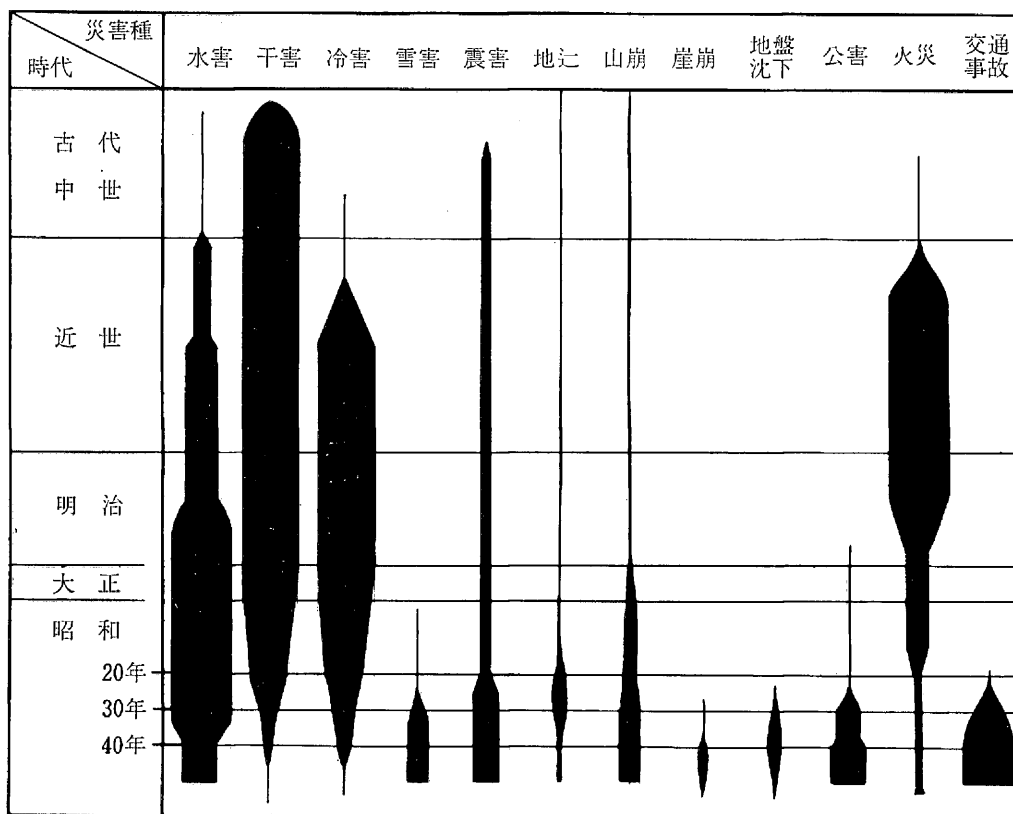
考察することは重要である。大局的には、かつては農村における災害が主であったが今は都市における災害にとって代わりようとしているとすることができる。産業構造（厳密には産業における防災の必要度）の変化からこのことは至極当然であろうが都市化による災害の性質として次の特徴をあげ得る。(1)災害種の多様化——かつての主要な災害種は水害、干冷害等単純であったが、現在は各種の災害が均等化して発現する。(2)災害発生機構の複雑化——防災施策の進展と人口・資産の集中とが複雑にからみ合って、小さな打撃で大きい被害を起こしたり、連鎖応応的な災害が多くなる。(3)個々の災害種の短期化——防災に関する技術・行政の普及によってこの傾向が促進されている。

本質的な意味で、災害は経済を基盤としているが、その基盤の上で災害要因（気象・地形・地質等自然条件の異常性ならびに稀に起こる災害を承知の上での生産強行）と防災施策（国土保全工事等）が対立闘争しているところに災害現象が現わ

れる。したがって、経済に生成・発展・消滅の運動法則があるのに対応して、災害にも生成・発展・消滅の運動法則が認められる。上記の見方からすれば、災害の生成期とは、災害要因が防災施策に打ち勝っている時期であり、発展期とは災害要因と防災施策の勢力が均衡している時期であり、消滅期とは防災施策が災害要因に打ち勝っている時期ということができよう。このような眼で、昭和30年頃という時点に立って各種災害をながめてみると、消滅期にある災害種として干害、冷害、火災、産業事故などを、発展期にある災害種として水害(発展期のなかの第2期)震害、山くずれ災害、公害(発展期のなかの第2期)、交通事故などを、生成期にある災害種として雪害、地盤沈下、がけくずれ災害などをあげることができる。戦後は、重要な災害で消滅期に位置するものが多く、発展期の災害種でも第2期への転換期(その種災害の質・型が変わる。)にあるものが多く、また生成期の災害種も少なくない。このような意味でも戦後期を日本災害史上未曾有の変革期といたい。

日本災害消長図

(1968年西川作成)



十勝川流域における冷害気象観測について

研究のねらい

よく知られているように、北海道東岸の海水温は盛夏期でもかなり低く（ 20°C 以下）、低温の海面で冷やされた海風が吹き込む沿海地帯は昼間の気温上昇度が小さく、いわゆる冷害年でない年でも農作物はいくらかの被害を受け、常襲的な冷害被害地帯を形成している。

昭和41年度から3年計画で始められた科学技術庁特別研究促進調整費による「冷害気象の局地的発現機構ならびに人工霧による局地気象改良に関する総合的研究」のうち前段の研究を国立防災科学技術センター異常気候防災研究室が担当し、研究対象として前に述べたような沿海部の冷害気象を取り上げた。

なお次項で述べるように現地観測には多くの器材と人員が必要であるが、さいわい北海道開発局帯広建設部、農林省北海道農試、気象庁高層気象台、陸上自衛隊現地関係機関、地元の関係団体などから暖かいご援助を得ることができた。ここにしるして厚くお礼申しあげたい。

この研究では沿海部における気塊の変質過程についての実測データを得ることを第1目標とし、次にこれらの実測値と数値実験による解析とから、気塊変質過程の機構を明らかにするとともに、その対応策についての基礎資料を得ることを目的としている。昭和41、42年度は主として観測器材の調達と観測法の検討に費やされ、十分な観測資料をとることができなかったため、以下昭和43年度観測を中心にしてその概要を説明する。

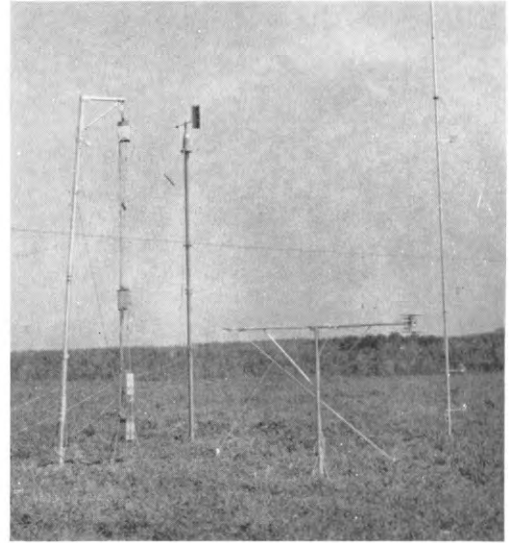
観測法とその特徴点

海風の変質過程を追跡する場合には、あらかじめ主風向に沿って内陸部に所要の測定点を設けるか、あるいはヘリコプターなどを使った移動測定方式などが考えられる。

われわれは固定観測方式をとり、測定地として十勝川河口付近の海岸汀線と海岸から北点方向に5 km、14.5 km 内陸部に入った牧草畑の3地点を選定した。この3地点にそれぞれ一般地上観測装置一式のほかに、大気境界層付近までの気象要素の高度分布を測定しうるけい留気球方式の測定

装置一式を配置した。

地上気象測器としては通風式抵抗温湿度計、理工研式小型ロビンソン風速計、風向計、日射計、純放射計などを使用し、地面上上の各熱収支項を知るのに必要な測定法を採用した。



写真—1 地上気象観測

けい留気球を用いる低層気象観測については、種々の都合から600m高さを上限とし、日の出から日没までの2時間ごとにサーミスター温度計・風速計による温度・風速・風向の所定高度分布測定を行なった。

以上の計器類をすべて作動させ、観測を行なうには、1観測点について最低4人は必要であった。なおこのけい留気球による気象観測はまだルーチン観測法に取り入れられるところまでとはいっておらず、特に強風条件下では使用できないという弱点を持っている。

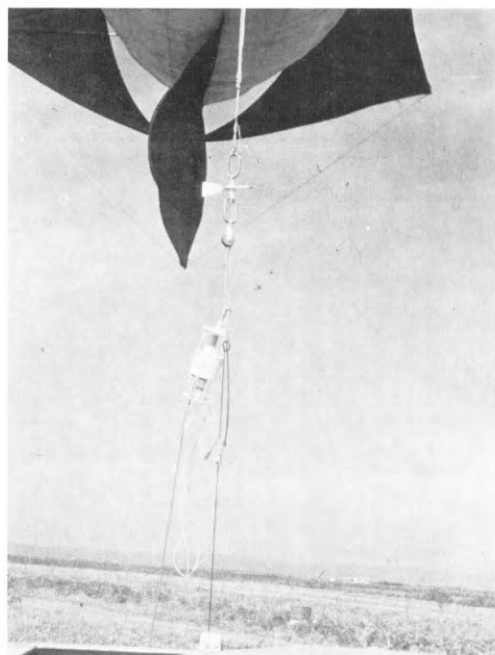
またわれわれがとったようなサーミスター受感部と記録計を有線連絡する方式では、高い湿度条件下では導線等の電氣的絶縁度の低下に原因する計器示度の不安定さをもたらすということがわかった。これらの欠点については今後改善策を講じていかなければならないと考えている。



写真一Ⅱ けい留気球の水素ガス充填、
爆発性があるので作業は慎重に行なわれる

現地観測の成果

昭和43年度は8月2日から22日までの21日間（そのうち準備、撤収所要日数7日間）に観測を行なった。残念ながら連日の濃霧、曇雨天に災いされて晴天日はわずかに2日しか恵まれなかった。したがって当初われわれがねらったような海風の変質過程の追跡のためにはまったく不適當な日数が多かったわけであるが、北日本の気象条件のきびしさを観測員一同身をもって知らされた感がある。観測資料の整理、解析は現在進行中であり、まだ十分まとまった結論を得ていないのでそれは後日報告することにして、今年度の観測が得

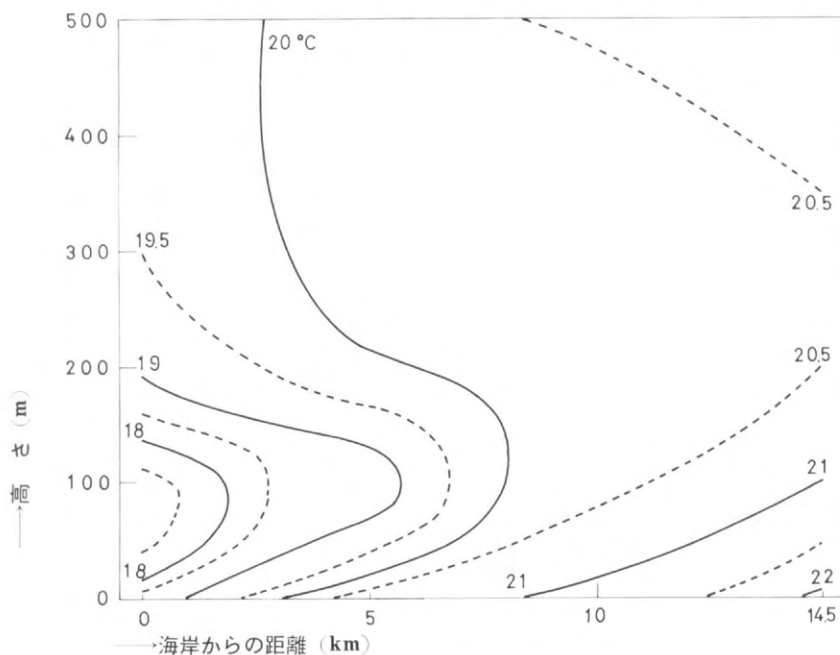


写真一Ⅲ けい留気球と風速計、温度計

た晴天日の観測例を図表一1に示す。この図は海風の吹き込んでくる高さがだいたい200m以下であること、その温度は内陸部のそれに比べて2～3°Cも低いこと、内陸部に入るにつれて地表面の影響を受けた接地境界層が次第に発達していくことを表わしている。

図表一1 晴天日の温度分布

昭和43年8月15日午前10時の気温の2次元分布を示している。



(異常気候防災研究室 岩切 敏)

えびの・吉松地区地震観測井完成す

えびの・吉松地区地震は2月中旬頃より始まり21日の震度V、VIにより大きな被害をえびの・吉松町に与え、その1か月後の3月25日に再び震度Vを2回発生せしめ、地元住民を著しい不安におとし入れた。その後、地震活動は時々活発化するが、全体としては次第に減衰してきた。しかし、今日でも鳴動が聞かれ、有感地震が0～数回程度発生している。



写真—1 えびの地震で起きたがけくずれで
落ちた民家（宮崎県えびの町，幣田）

当センターにおいては、えびの吉松地区地震に関する特別研究の一環として、震央域の北西端付近に、地殻活動の観測井の設置を完了し、10月15日より、その連続観測に入った。これは当センター地震防災研究のための観測井としては、松代と長豊橋（成田—江戸崎間、利根川に新設、軟弱地盤の地震動の研究）に継ぐ3つ目のものである。

当地区に設置した観測井は震央域付近の基盤の傾斜活動の観測を主に、地震活動や地温変化をも観測し、当地区の地震活動との関連をとらえ、今日の地震の原因やその予知の研究に役立てようとするものである。基盤の傾斜活動を重視したのは、当初、当地方に、地震研究所や防災研究所桜島火山観測所の地震計網がかなり整備されている

のに対し、地震予知に重要と考えられている地殻変動の測定が整っていなかったからである。なお、地殻変動の連続観測は、従来は横坑によっており、必要と思われる所に必ずしも設置できず、それより簡便な試錐孔による測定方法の開発が、地震予知研究に、にわかに必要となったことも考慮されている。

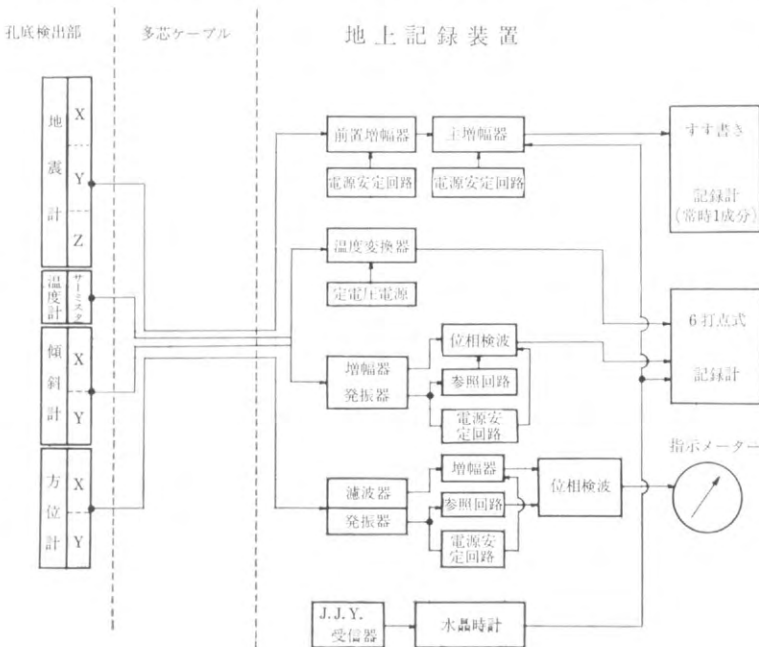
設置地点は鹿児島県始良郡吉松町般若寺山下である。今回の震央域は、地震研究所の観測網で定められたものと、防災研究所桜島火山観測所のそれとはやや異なるが、霧島火山の火口列（SE—NW方向）の延長上にあたり、京町—吉松町の温泉地帯に接するか、これを含んでいるかである。本年3月末に行なわれた政府の技術調査団地質班の調査結果によると、京町—吉松の温泉の泉温の深度に対する増温率に吉松駅付近と、その東側の間に著しい不連続があり、そこに何らかの構造が考えられ、震源もほぼその東側に分布する。そこで、この不連続線のやや東側で当地方の基盤に傾斜計を設置すれば、地震活動に関連ある地殻運動をとらえられる可能性が最も高いと考えられた。また当地は地熱地帯で地下増温率が非常に高いが、中でもその付近が最も高いとされたので、地震活動と地熱変動の研究にも適すると考えられた。観測井の深度は、当センターとしては、最も浅く35mである。理由は、孔径が大きく15cmであることと、設置地点の近くに、浅くて高温の温泉がわき出していることなどからであった。

地質は表層約5～7mが風化したやや古い安山岩、その下が熱水作用を受けた古い安山岩（熔岩）で著しく堅く、多少柱状節理を伴う。27mから以下は安山岩質の火山碎屑岩層から成り、これも熱水作用をこうむり1部は完全に粘土化している。

観測装置は検出部、ケーブルと地上観測装置より成る。検出部は外径127mm長さ4.05mのケー

スに入れられ、ケーブル接合および端子部、地震計、温度計、傾斜計、方位計の各部より成り、互いに干渉しあわないように設計されている。地震計の水平直交2成分の固有周期は1秒、上下成分の固有周期は1/2.5秒である。温度計はサーミスターで2個、傾斜計は直交水平2成分で孔曲り5°まではモーターで検出部を垂直に直し、それからの変動量を、差動トランスで細かく検出する方法をとっている。方位計は水平各成分の方向を検出するものである。試錐孔は坑内地質調査のほか、温度、電気、地震、孔曲り等の検層を行ない、孔曲り3°以内であることが確かめられた後、検出部を孔底に設置した。セメンチングに用いたモルタルは松代の地震観測井の際、開発された特殊なもので、流動性が高く調整後8時間は固まらず、その後急速に固結するものである。このモルタルは孔底に先に入れられるが、検出部を孔底に入れた時検出部自体をできるだけ垂直にさせたり、動作試験をするのに大いに役立った。観測は地上の測定室内で連続記録により行なわれている。

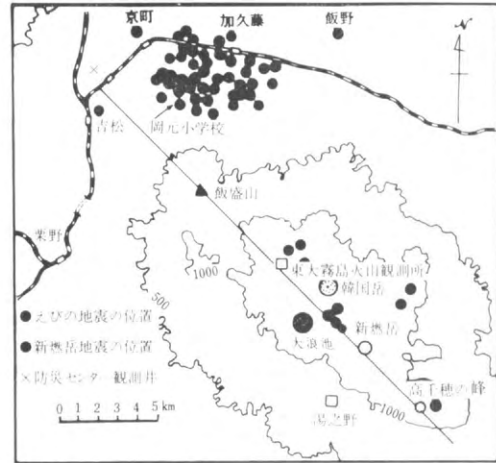
地震計は通常は、すず書き方式で1成分、数千倍の倍率で記録されている。他の観測成分は打点レコーダーで自記される。傾斜計の最高感度はフルスケール12.5"で、1目盛(3mm)が1/4秒に相当する。温度は検出範囲10°~30°Cで感度0.1°C



図表—1 えびの吉松地区地震観測井装置 ブロックダイヤグラム



写真—II えびの吉松地区地震観測井の設置工事と測定室



図—II 霧島火山、えびの・吉松地区地震、震央域観測井等の位置図

である。方位計の精度は1°以内である。

今回は設置工事を行ないつつ地中で地震の観測を行なった。その結果1万倍位の倍率で観測すると数分に1個程度の割合で地震が観測され、地震活動がなお終息していないことを示している。

当地は時々地震が発生し、群発的傾向を示すので、地震については今後、微小地震の観測を続けることによって、このような土地の地殻活動が次第に明らかになるものと考えられる。また現在地質調査所・土木研究所の分担する研究、調査も活発に行なわれているので、機会があれば報告する。

(地震防災研究室長 高橋博)

■ ひょう害とその対策 ■

流動研究官 小元敬男

毎年5月から6月にかけて、関東甲信地方の農作物は大きなひょう害を受ける。昭和41年6月7日に降ったひょうによる被害額は、30億円以上にもなった。一度に数十億円もの被害をだす様な降ひょうはめったにないが、被害額が数千万円から数億円程度のものは、毎年、何度か起きている。昨年は関東甲信地方だけでひょうの降った日が20日以上もあって、実に50億円を越える被害を受けた。

大きな被害をだす降ひょうは、発達した積乱雲の襲来に伴って起こる。この様な積乱雲は、大気の状態が非常に不安定な初夏や真夏に、山岳地帯に発生する。ひょう害の多発地帯として世界的に知られているのは、アルプス、コーカサス、ロッキー等、いずれも大山脈の近くである。もっとも、大きな積乱雲ができると必ずひょうが降るとは限らない。雷が最も多い真夏にめったにひょうが降らないのは、上層の気温が高すぎるからである。

世界的なひょう害多発地域では長年にわたりひょうが降らない様にしてひょう害をなくそうという、いわゆる降ひょう抑制の努力を続けてきた。最近、その方法も科学的裏付けのあるものとなり政府が強力な援助を行なっている国もかなり増えている。当センターでも、本年度から開始した気象調節研究の当面の課題として、降ひょう抑制を取り上げた。そこで、この問題を中心に、ひょう害とその対策について、以下に述べてみよう。

1. ひょう害について

ひょう害を一番受けるのは、何といても農作物である。ガラス室やビニールハウス等がひょうにより破損され、このために内で栽培されている野菜等がこうむる損害は別として、ガラスや瓦の破損など、建造物自体が受ける損害は、農作物の受けるものに比べると、問題にならない程小さい。今年の3月にインドで直径30cm以上もあるひょうが降り、家畜多数がやられ、50人もの死者をだした

というニュースが報じられたが、この様な例はめずらしい。大きなひょうといえば、1934年、中国で直径2m、厚さが1m以上もある巨大なものが降ったという記録があるが、確かではない。わが国では、直径20cmくらいまでのものは、きわめてまれではあるが降ったらしい。大正6年6月29日埼玉県で重さが3.3kgもあるひょうが降り、大被害がでたという記録が残っている。

降ひょうによって農作物が受ける被害には、ひょうに打たれて茎が折れてしまったり、葉に穴があくとか、果実に傷がついたり叩き落とされるといった直接的なものと、受けた傷が原因で病気にかかるという、間接的なものがある。また、ひょうが積もった場所では、凍害を受けることもある。降ひょう直後は葉を叩き落とされ無残な状態になっていても、1カ月もたてばほとんど立ち直る作物もあれば、ちょっとした傷が原因で病気にかかり、どんどん腐っていくものもある。(写真I・II) 同じ作物についてみても、生育の時期により被害の大きさが違って来る。たとえば麦の場合成熟の初期に受けたひょう害は他の時期、特に成熟の後期に受けたものに比べると、割合に軽くすむという調査結果がでていいる。



写真一I ひょうの降った翌日のキャベツ畑



写真一Ⅱ 写真一Ⅰの畑のキャベツの1ヵ月後の状態（病気のため葉が全部腐って落ち黒ずんだ芯だけが残っている）



写真一Ⅲ 農民の手で打ち上げられているイタリアの降ひょう抑制ロケット（米誌 *Weatherwise* より）

ひょう害をよく受ける農作物という、わが国では、桑、たばこ、野菜、果実、麦等があげられるが、被害の程度は季節によっても非常に異なってくる。昭和40年9月4日、関東北部にひょうが降った時には、稲だけで20億円もの被害がでた。

わが国のひょう害対策としては、防ひょう網を果樹園に張るという試みもあるが、最も普及しているのはひょう害を受けた農作物を取り除き、その時期からでも間に合う作物の苗を移植する方法である。降ひょうそのものをなくし、ひょう害を防ごうという諸外国での努力に比べると、あまりにも消極的で、はなはだ時代遅れの感じがする。

2. ひょう消しの歴史

中世には、西欧諸国で教会の鐘をジャンジャン鳴らしてひょうを止ませようとした。20世紀に入ると、大砲が使われるようになった。ドカーンという音が積乱雲に働きかけると信じられたのである。ひょう消し用の大砲は、音を大きくするため砲身がラッパ型になっており、一時は大流行したらしい。その後、もっと効率が高いというので高射砲弾を雲中で炸裂させる方法に変わったりしたが、第二次世界大戦後は、主にロケットの先端に火薬を詰め込んで積乱雲に打ち込む方法が用いられている。イタリアでは特に盛んで、今から10年以上も前ではあるが、1万か所にも発射台が置かれ、1年間で10万発ものロケットが打ち上げられ

たとのことである。

大きな音でひょうが止むという考えは、長い間科学的に実証されなかったが、爆発の際にでる衝撃波がひょうにひびをいれさせるから大きなひょうは分解し、落下の途中で融けてしまうのだらうという意見が、最近でている。しかしこうした考え方に反対している専門家も少なくない。

3. 種のまき過ぎを利用したひょう消し

ひょうは、積乱雲の中で雪片に雲粒が付着してできたあられに、さらに多量の過冷却の水滴がくっついて成長する。レーダー観測によると、積乱雲の中に数mm程度の大きさの雨滴やあられができてから早い時には15~25分ぐらいで、大きなひょうが降りだすことがわかった。これから予想される成長速度は、積雲の観測から知られている程度の雲の含水量や雲粒の大きさからは、説明できない。それでソビエトの気象学者たちは、積乱雲の中に大きな水滴が多量に集まっている所があって、この部分（ひょう中心と呼ばれる）でひょうが急速に成長を遂げると考えた。

もしこの部分でできるひょうの数を増やしたとしたら、水分の奪い合いが起こって、小さなひょうしかできないはずである。そこで、ひょうの核となる物質を大量にひょう中心に送り込んでやると、雲の中には小さいひょうしかできず、落下の

途中で皆融けてしまうだろうと考えた。人工核としては、人工降雨の場合と同じく、沃化銀や沃化鉛が用いられる。

ひょう中心における成長説は、積乱雲の中の複雑な気流のため上がったりがったりしながらひょうが成長するという、昔からある考え方とだいぶ異なっており、この様な説に異論がないわけでもないが、ソビエトではひょう中心への種まきが最も効率が良いと考えられている。

種まきの方法としては、地上発煙法、気球に発煙筒をつけて雲中に送る方法、高射砲弾やロケットを使用する方法等があり、これ等を比較した結果、ロケットを使いひょう中心で爆発的に沃化銀の蒸気を出す方法が非常にすぐれているという結論に達したようである。また、この場合、散布後の有効時間が非常に短いので、一度に大量にまくというよりは、むしろ間断なくロケットで打ち込む必要があるらしく、1発に200g以上沃化銀を入れても無駄であるといわれている。

沃化銀の“種のまき過ぎ”によってひょうの数を増加させる降ひょう抑制法は、ソビエトが初めて行なったわけではなく、スイスは1948年から10年にわたって計画的な実験を行なった。

ただし地上発煙法によったためもあって、芳しい結果は得られなかった。アメリカでもだいぶ前には沃化銀の種まき法を用いた商業的なひょう消しが行なわれたらしいが、今では純粋に研究を目的とする場合以外には、降ひょう抑制の試みはなされていない様だ。

地上発煙法だと、たとえ条件がよくても、雲に達するまでに人工核の濃度が非常に薄くなるので能率は悪いのだが、実施が簡単なので、つい最近もフランスで、この方法により、大がかりな抑制実験が行なわれた。

4. 世界各国での

ひょう消しの努力

降ひょう抑制に最も力を入れている国は、なんといってもソビエトであろう。最近ではアメリカもこの問題に莫大な予算をつぎ込んでいる。近着の雑誌の中で、アメリカのある専門家は、ソビエトの成功は発表された統計に関する限り疑う余地はないが、なにぶん積乱雲の構造モデルや抑制原理

にはかなり不明確な点や矛盾がみうけられるので他の国の研究者が別個にまったく同じ方法で実験をやってみなければ、ソビエトのいう成功の真偽の程はわからないといっている。

ソビエトがいきなり実用化に持ち込もうというやり方であるのに対し、アメリカは基礎研究に力を入れており、両国の行き方はこの問題に関する限り、まったく対照的である。

このほかにも降ひょう抑制に非常に力を入れている国は少なくない。ヨーロッパだけでもスイス、フランス、イタリア、スペイン、ユーゴスラビア、オーストリア、ブルガリア等、相当数の国が、あげられる。最近の国際雲物理学会議において、カナダ、アルゼンチン、ケニヤ等での抑制実験の報告があり、また中共でもここ数年来、かなり大がかりな実験を続けている。

つまりほとんどの大陸でひょう消しのための野外実験が実施されているのである。

5. むすび

当センターでは、本年度から、降ひょう抑制を当面の課題として、気象調節研究を行なうことになった。わが国で実施する場合、人口の稠密な地域で種まきを行なうことになるので、ロケットを用いるにしても、沃化銀散布後、機体そのまま落下してくるのでは危険である。

そこで、空中で燃焼してしまうか、あるいは爆発して粉々になってしまうような機体を持った、いわゆる消滅型ロケットの開発から始めた。

今後の研究に待つ問題も少なくないので、わが国において降ひょう抑制が実用化し、ひょう害の減少が目だつ様になるまでには、まだ何年もかかるであろう。

しかし、人間の力でひょうを降らせないようにし、ひょう害を防ぐことは、もはや夢ではなく、割合早く実現するのではなからうか。

追記：筆者は最近「浅間山ろく災害にいとむ」（北佐久農業技術者連絡協議会、北佐久農業改良普及所編）という報告書入手した。これには昨年6月18日東信地方にひょう害が発生した際にとられた対策と効果の追跡調査結果が詳しく述べられている。ひょう害対策に関心を持つ人にとって非常に有益な資料である。

雪害実験研究所第1研究室長 中村 勉*

1968年4月末に寺田所長や九大の武田教授等が出席した第1回の気象調節会議(防災科学技術No. 5参照)に関連したものと、この国際雲物理学会がカナダのトロントで開かれ筆者もこれに参加することになった。

学会は8月26日から30日までの5日間、トロント大学で行なわれた。トロントも8月末は初秋の装いで木々の葉は黄色く色づき、少しづつ落葉しはじめてはいたが、残暑はきびしかった。秋空は青々とし、緑色の広い芝生は北大構内を想わせ、その芝生では黒リスが走り廻っていた。

地階の大ホールの会場には世界の16ヵ国からの雲物理学者が250名ほど集まっていた。参加者の主な顔ぶれは、カナダでは学会の主催者のリスト教授、マギル大学のヒッチフェルト教授、アメリカのシェーファー博士、ワイクマン博士、ウェクスラー博士、アトラス博士、イギリスのメイスン博士、スイスのドケルバン博士(写真向って右側)やスウェーデンのベルジェロン博士の姿もみられた。チェコからはソ連の侵入前に出国していたというポドツイメク教授が参加していた。日本からは北大の孫野教授、名大の磯野教授や気象庁からも3人来ており、アメリカ在留組も混じって、会議に出席した日本人は12名にものぼった。

会場はこの大ホール1個所のみで行なわれた。提出論文数は148である。この他に学生向のデモンストレーションを含めた講演が8つあった。これは今回の学会の目的の1つである若き研究者を養成するという目的のためになされたものである。

セッションは10に分類されて、活発な論議が行なわれた。提出論文数の多いことのためと思うが、雲物理学会としては初めての試みとして“Key note paper system”と“Lead speakers system”とが採用された。前者のシステムは次に述べられる題目についてのいわゆる鍵となるべきことを1人の講演者が40~60分にわたって述べるシステムである。後者のシステムは相似かよっている題目を4ないし7まとめて1人の講演者が発表する形式である。このリード・スピーカーが話し終った後、原著者を含めて議論に入る。その時の議長によっては原著者にも補足の説明を許した。原著者は舞台上に集められるか、或は会場の最前列に集められていて、議論に加わり易いように企画されていた。このリード・スピーカーズ・システムについては

賛否両論があった。キイノート・ペーパーシステムは評判がよかったようである。

相変わらず議論の多いのは、氷晶核の問題、雨滴生成、補足率の問題、雹の形成、雲及び降水の荷電現象、そして気象調節である。

英語が共通語として用いられたが殆どどの講演者の英語はスピーディーでよく聞きとれなかった。日本語でもそうであるが特に議論ともなると全くお手上げに近い状態であった。講演者に質問する場合でも、かなり不必要と思われる位、自分の意見をとうとうと述べ、最後にこれこれでは？と聞くので日本人ならずとも、非英語国民は大変である。(スイスのドケルバン博士も同意見であった由)ロシア人は通訳を専門に付けていたが、この通訳が雲物理学者でないからよくわからない。時々チンプンカンプンになる。みかねてチェコのポドツイメク教授が助け舟を出していた。科学の世界に壁はないというのが、自国にロシア軍が侵入した直後だけに、教授の胸中はどうなものであったろうか。

学会の主目的はパーソナル・コンタクトにあるとまでいわれるように論文発表の最中でも会場の外のロビーではパーソナル・コンタクトが盛んである。ましてコーヒー・ブレイクともなれば会場で十分でできなかった議論を大いに進める。コーヒー・ブレイクのあとの議長はこれらの人々を会場内に運び入れるのに大変である。

このパーソナル・コンタクトをより進めるためと、懇親を含めてのエクスカージョンが会期半ばの28日午後行なわれた。行先はナイアガラ瀑布で大型バス6台を連ねた。幸いに天気も上々であった。

会議も上首尾で終り、次回の雲物理学会の開催国は英国と決まった。「次はロンドンで」と挨拶しながら、日まだ高い会場を後に空港へ向った。

(* 雪氷の物理的性質研究のためカナダ留学中)



なだれ講演のため来日したドケルバン博士。左は寺田所長。(於雪害実験研究所)

■■■■■■ 昭和43年度防災の日行事 ■■■■■■

防災科学技術総合研究報告会行なわれる

例年行なっている防災の日（9月1日）行事として、今年度は、国立防災科学技術センターが推進してきたおまな防災科学技術総合研究の成果を主に当所員が報告して、防災科学技術における総合研究の重要性を理解していただくことを目的として、標記の報告会を開催した。報告会のプログラムは次のとおりで約100名の参加者があった。

日時 昭和43年9月3日（火）10時～17時

会場 科学技術館ホール

（千代田区北ノ丸公園2）

1. あいさつ 所長 寺田一彦
2. 有明海北岸低地における水害防止に関する研究 第1研究部長 有賀世治

3. 冷害気象の局地的発現機構ならびに人工霧による局地気象改良に関する研究
異常気候防災研究室長 小沢行雄
4. 映画「雪害」—昭和42年度製作—
科学技術庁提供
5. 招待講演 防災の論理
東京大学名誉教授 坪井忠二
6. 北松型地すべりの発生機構および予知に関する研究
地表変動防災研究室長 大石道夫
7. 北陸地方における主として空中写真を利用した雪害に関する研究
雪害実験研究所長 斎藤博英
8. 総合討議

■■■■ 昭和43年度の業務 ■■■■

1. 組織および定員
3研究部, 2支所, 14研究室。定員79名
2. 特別研究
プロセスモデルの研究, 災害統計分析研究, 気象調節に関する研究
3. 経常研究
合計19項目について行なう。
4. 特別研究促進調整費による総合・緊急研究
(1) 最近の都市開発にともなう水害および風害に関する研究（昭和42～45）
(2) 冷害気象の局地的発現機構ならびに人工霧による局地気象改良に関する研究（昭和41～43）
(3) 北松型地すべりの発生機構および予知に関する研究（昭和41～44）
(4) 交通路と平地の雪処理技術の開発に関する研究（昭和43～45, 予定）
(5) 富山湾海岸浸食に関する研究（同上）
(6) えびの・吉松地区地震に関する特別研究
5. 流動研究官が行なう研究協力
メソ気象学の農業気象災害への応用, 都市地盤
6. 資料収集整理
防災科学技術資料収集整理, 強震観測事業推進
7. 施設整備
大型耐震実験装置, 雪害実験研究所, 平塚支所

■■■■ 業務日誌（昭和43.4～9） ■■■■

- 4月1日 国立防災科学技術センター創立五周年記念講演会および研究発表会
4月22日 寺田所長気象調節国際会議出席のため米国へ出張
5月20日 科学技術庁創立12周年記念（当所職員6名20年勤続表彰）
7月12日 第2回強震観測事業推進連絡会議
8月18日 雪害実験研究所第一研究室長中村勉技官雪氷の物理的性質研究のためカナダ国へ出張（1年間）
8月20日 第15回防災センター運営委員会
9月3日 防災科学技術総合研究報告会

■■■■ 人事異動（昭和43.4～9） ■■■■

- 4月1日付
湯原浩三 第3研究部情報処理研究室長
沢田健吉 大型耐震実験施設建設準備室長
長田忠良 雪害実験研究所第3研究室長
田中康之 建設省土木研究所へ出向
5月1日付
木村忠志 雪害実験研究所第2研究室長
7月20日付
程島陽一 科学技術庁宇宙開発推進本部へ出向
8月10日付
本田邦夫 総務課課長補佐

筑波研究学園都市起工第1号

—大型耐震実験装置建設工事起工式挙行さる—

筑波研究学園都市国立防災科学技術センター建設用地30ヘクタールの一角（茨城県新治郡桜村字鳥居先）で、昭和43年10月16日午後2時から大型耐震実験装置建設工事起工式が行なわれた。岩上茨城県知事、武安科学技術庁長官代理、佐治首都圏整備委員会事務局長代理、茨城県議会代表、日本住宅公団、関係市町村長等多数の来賓ならびに、主催者である防災センターから寺田所長等が参加した。

筑波山ろくに官公庁研究施設、大学などを移し16万人の新都市を建設しようという閣議決定後5年、関係者は地道な努力を積み重ねて、純農村地帯県民の計り知れない深い期待に沿って、ようや

く研究学園都市建設第1号の槌音高く筑波山にこだました。

首都東京を離れ太陽と緑の理想郷に研究者の頭脳を集め、科学技術の未来を築く拠点にするという構想は、都市づくりのモデルケースとしても注目されているが、研究学園都市用地買収率75%の段階で逸早く起工する大型耐震実験装置建設工事は、用地買収事業、官公庁、大学等の移転施設整備計画などに及ぼす影響も考えられるので綿密な建設工程による現場工事を進める計画である。

大型耐震実験装置の付帯施設を昭和44年10月までに完成し、その後大型耐震実験装置を据え付け、調整の上、昭和45年6月竣工の予定である。

（企画課 小池幸男）



写真一 I 大型耐震装置建設工事起工式会場



写真一 II 寺田所長による玉串奉奠



編集後記

1. 表紙写真は香港政庁のご好意により提供していただいたもので非常に参考になると思います。
2. 災害年表は、きりのよいときまとめて掲載するので、今回は省略いたしました。
3. 昭和43年度の業務については紙数の都合で項目のみ掲載せざるを得ませんでした。 (編集同人)

NATIONAL RESEARCH CENTER FOR DISASTER PREVENTION

No. 1, GINZAHIGASHI 6-CHOME, CHUO-KU, TOKYO

TEL (541) 4 7 2 1

防 災 科 学 技 術 No.6 1968 Nov.

昭 和 43 年 11 月 15 日 印 刷

昭 和 43 年 11 月 20 日 発 行

編集兼
発行人 東京都中央区銀座東6の1
国立防災科学技術センター

印 刷 奥 村 印 刷 株 式 会 社
