

防災科学技術

NO. 14 1970
July

科学技術庁 国立防災科学技術センター



も く じ

河川の破堤による氾濫の実験等について	有賀世治・1
雹を消すために	小沢行雄・6
大型耐震実験装置	沢田健吉・10
主要災害一覧表	13
おもなニュース	5
昭和45年度業務計画	12

表紙写真：シラス台地の崩壊（朝日新聞社提供）

鹿児島県と宮崎県南部一帯には、この地方特有の特殊土壌「シラス」の台地が広がっている。シラスは乾いていれば非常に堅いが、水分を含めばやわらかくなる。このため、シラス台地は大雨によってしばしば崩壊し、大

きな災害が発生する。写真は昭和44年7月6日の南九州地方の豪雨によって発生した鹿児島市内のシラス台地の崩壊の1例で、これによって9人の尊い生命が奪われた。

河川の破堤による氾濫の実験等について

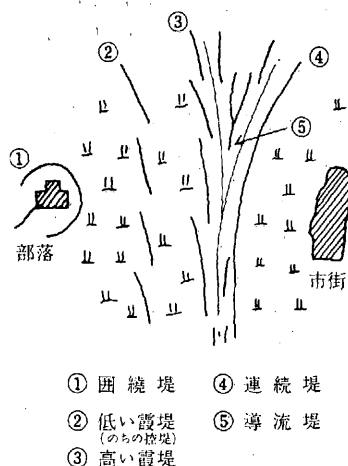
第一研究部長 有賀世治

まえがき

河川が水源を発して、溪流、河谷を経て平地に流れてくると氾濫する。扇状地形が大いに発達することもあり、発達しないこともあるが、とにかく、大雨が降れば、耕地や集落のある平地に河水は氾濫して、人的、物的被害を与える。古来人々は水害を恐れ、これの防御対策として土を盛った堤防（時には林の場合もある）を築いた。地形や河川の大小、河状によっても異なるが、一般に始めは、部落のみを囲む圍繞堤を築いた。部落の拡張土地利用の高度化に従って、堤防線は川の方へ近づきつつ広がって行き、霞堤となり、さらにこれが連続して河川を両方から締め付け、現在日本の各地で見られるような河川の上下流、支流を延々と結ぶ連続堤防が出来上っていったのである。

（図—1 参照）

このようにして、現在の各河川の堤防線は長い歴史の中で成長してきたものである。その歴史とは、繰り返された河川の氾濫とそれとの戦い、堤防技術の向上、水害対策への為政者の意欲と投資



図—1 堤防の変遷

の変遷の諸面が考えられる。

私が氾濫に興味を抱くに至ったのは、幸運にも昭和10年、昭和13年の荒川の洪水、昭和23年、24年、25年の利根川や江戸川の洪水などを目撃したことによる。普段水の流れている狭い低水路が満水して広大な高水敷へ溢れ出で、刻々土砂を含んだ濁水が滔々と流れ、水位は高い堤防の天端に近づき、鉄橋などが水波で流されそうに思われ、真に恐怖感を覚えたものである。一方、水害の惨憺たる実状を昭和24年のキティ台風時に目撃した。それ以来河川事業に携わりつつ、河川堤防の機能と建設効果の判定、したがって、河川の破堤氾濫の想定と被害の想定について研究したいと思うようになった。

さて、戦後の治水事業の進展によって、直轄河川や、中小河川の改良済みの区間ではほとんど破堤を見ることはないが、建設省の統計によると、所かまわぬ集中豪雨のために、中小河川等で毎年相当数の破堤があることが知られる。これらはもちろん小規模のものであるが、水害防止につとめる者として、河川の氾濫の研究（河川が破堤したら、どのように河水が広がっていくかについて）と氾濫による被害の想定の研究（氾濫が堤内地の住民、耕地、集落、産業、経済にどのような被害を及ぼすか、その件数と被害額について）が必要なものといえるであろう。

実際河川の破堤氾濫の調査

氾濫水の拡がりについての研究方法には、実態調査と模型実験の2つがある。実際河川の破堤氾濫の実態を調べることは容易なことではない。部分的な被害写真や、堤防、護岸などの復旧工事に関係する資料や、河川の水位関係の資料は比較的集めやすい。しかし、ある河川のどこがどれだけ、いつ破堤して、堤内をいかに流下し（つまり、



写真—1 加治川の破堤氾濫 (S 42.8.29)

至る所の水深、流速、流向の時間的変化、堆砂や流砂の範囲)、どこまで到達して、完全に減水するまでどうであったか、また何によって減水したか、さらに堤内地の控堤や、道路や、水路、あるいは市街地家屋群が洪水にどのように影響したか等について完全に知ることは、ほとんど不可能といってよい。なぜならば、そのような調査を義務づけられている役所がないし、一般の研究者が行なうにしては、相当な経費と根気を要し、かつ、災害直後迅速に行なわなくてはならない。その上、地形測量も必要となる。

戦後のもともと、戦前、明治時代、稀には古く徳川時代でも、大体の破堤地点、破堤幅、本川の大体の出水状況、氾濫の拡がった範囲、家屋流出倒壊、床上、床下浸水区域などの大体の範囲、被害の概要についての資料は〇〇洪水災害報告といった文書の中に書かれている。私は昭和25年以降全国の氾濫についての資料を機会あるごとに集め、また3年前に建設省河川局の了解を得て、一定の様式の調査票を各都道府県や、地方建設局へ配付して、氾濫に関する統一した資料、図面などの収集の依頼を行なったが、あまり回答は得られていない。しかし、大小約20河川については大体



写真—2 島根県宍道湖畔河川 (S 39年7月19日破堤)

の資料が得られた。最近には災害直後に航空写真がとられるようになったので大変助かる。これをもととして学生をつれて実査したものに、新潟県の加治川上・下流、富山県の黒部川、白岩川などがある。(写真—1 および2参照) 実査してわかったことは破堤口の付近はラッパ状に放射し、やがて、主地盤傾斜の方向に中央の盛り上った二次元的な流れとして流下していくことである。控堤や、道路などの盛土はもちろん流れに影響を与えている。

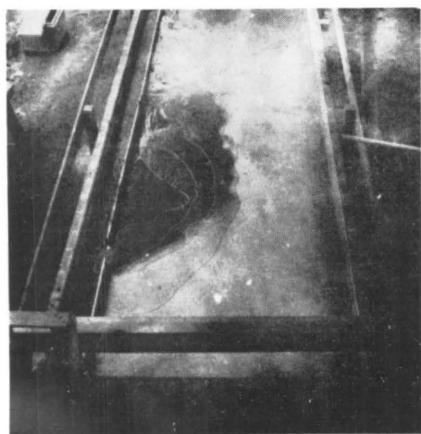
なお、貴重な調査データとして、地理学者達によって行なわれた昭和22年9月の利根川氾濫の追

跡，昭和34年9月の伊勢湾沿岸氾濫の追跡結果がある。

破堤氾濫に関する小規模実験

私が，破堤氾濫に関する小規模定性実験を行ったのは昭和28年長野においてである。前項に述べたように実態調査には限界があるので，本来難しい三次元非定常流である氾濫現象の解明の第一歩は，条件を簡単にした場合の模型実験の遂行にあると判断したわけである。

長さ2m～4mの長方形の勾配可変の板製地盤模型の一侧に直線定幅河川部分を設け，粘土で平坦に仕上げた堤内地方部分に向って破堤させ，拡りと水位変化を刻々写真にとって解析した。河川部分には一定の型のハイドログラフをもつ洪水を与え，流砂を給し，河川最大流量，給砂率，破堤位置，破堤幅，河川勾配，堤内地盤勾配（縦および横方向）を種々変え，また河川湾曲部破堤の場合，天井川と深堀河川の比較，堤内地盤上の道路，水路の影響などについても実験した。結果の一部を写真—3，図—2に示す。これによっていろいろな条件

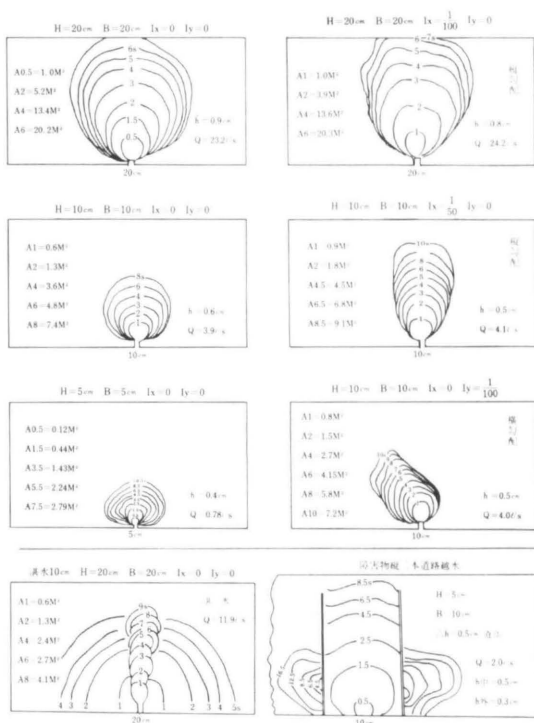


写真—3 河川破堤氾濫実験

下の氾濫現象について概念的な把握ができた。

ついで多少水理学的解析にたえるような規模の大きい実験をしたいと思っていたが，機会に恵まれなかったところ，防災センターへきて昭和42年からその機会が与えられた。まず破堤口付近の氾濫水の拡がりについて，土砂を含まない場合について行なうこととした。装置としては勾配可変の矩形鋼製板（長辺6mのものと12mのものの二種）を用いて，定落差のもとに条件水頭（溢流水深）破堤幅，地盤勾配（横および縦）を変えて，刻々の拡り，水深，流向，表面流速を上空よりカ

ラスライド写真を断続的にとることにより，（水に色素を加え，斜め量水標を用いて水位を読みとる。流速は紙や発泡スチロールを流したり，色素を流すなどして求める。）条件水頭2.5cm～20cm破堤幅5cm～80cm地盤勾配0～±1/50について求めた結果の一部を図で示せば，図—2に示すとおりである。拡り具合については接点共有円に近い場合が多いが，地盤粗度が強く利く場合は同心半円に近い場合となるし，堤内地盤の下り傾斜が強ければ定幅直進型となる。総じて拡り面積は条件水頭に主に支配され，破堤幅は洪水深に利いてくるようである。これらの実験の場合の水理学的解釈としては地盤と傾斜した方向へ向う落下水の放射現象とみるべきで，破堤口に近く射流領域があり，常流部分の拡大と共に漸次射流範囲は減少し，遂にある水深をもつ水面に向って斜に流出する噴流に近い現象に移行する。これは実際河川の場合に割合近似すると思われる。



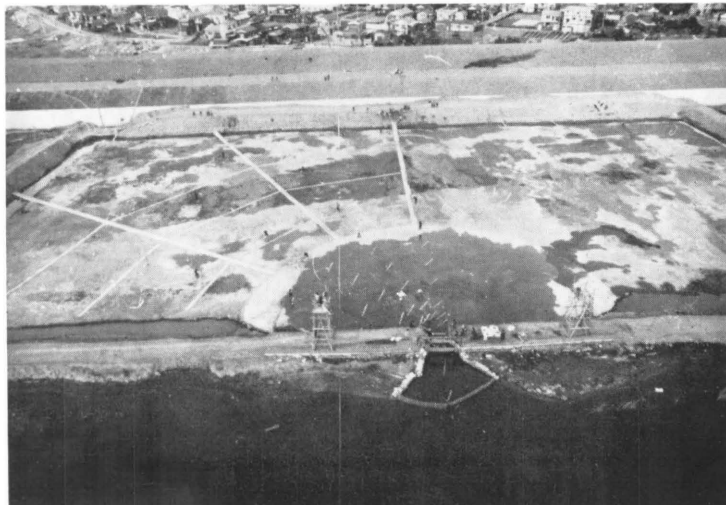
図—2 条件水頭一定にした場合の平面上の氾濫水の拡り実験例

これらの実験は小規模で，氾濫水の湛水深が小さい（0.3～5cm）ため，底面粗度の働き方が実際の場合と異なり，相似が成り立つかどうかは疑問なので次の大規模実験の実施の必要を感じたわけである。

荒川における野外氾濫実験

冬など用水路の休閑期を利用して、休耕農地や原野に氾濫させることも考えたが、法律的なわずらわしさがある。そのため直轄河川の感潮区域の河川敷で官地であるところで行なうのが無難であると考えた。結局地盤沈下がひどく、平時において低水路と高水敷の間に小堤を設けなければ満潮時に高水敷に溢水するという好適な個所として荒川放水路鹿浜橋上流約 200 m の左岸地点を選んだ。ここでは最高 1 m までの落差が得られる。堤内地盤としては低水路に沿って 150 m、直角方向に 75 m (面積約 1 町歩) の矩形状粘性土平坦地を造成し、破堤口としては最大幅 2.54 m の木製押倒式水門を設け、破堤口を中心に 25 m は氾濫水による洗掘を防ぐためコンクリート被覆とした。堤内地盤高は A.P.+1.4 m であり、平坦度はコンクリート部分については 5 m について約 2 cm 程度、粘性土部分については 5 cm 程度の凹凸がある。

実験は建設省荒川下流工事事務所への協力研究という形で行なわれ、施設一切は事務所が施行し、測定と解析を私達が計画し、協同実施するという形で昭和 44 年末から実施中である。約 60 個の斜量水標の設置、3 個の大時計の配置、高さ 6 m の高樓から 4 台のカメラによる写真撮影、上空約 50 m に静止したヘリコプターからの空中写真撮影、アルバイト学生をいれて総勢 40 名に上る観測体制など、ちょっと大掛りな実験であるが、原理的には前項の小規模のそれと同一である。計画としては条件水頭 30 cm、60 cm、90 cm の三種、破堤



写真—4 荒川における破堤氾濫実験

幅は水頭の 2 倍と 4 倍の二種ということにした。

写真—4 は 4 月 4 日に条件水頭 60 cm、破堤幅 1.20 m で実施した場合の氾濫途中の状況をヘリコプターから撮影したもので、手前の水位変化は左方の高樓からの写真撮影、遠くの方は高校生による実測によった。手前の低水路につき出ているものは浮遊物流入防止のための金網である。

現在まで予備実験 2 回、本実験 2 回を行なった。今後秋の洪水来襲直前の 6 月中旬あたりまで行なうつもりである。この野外実験の泣き所は、条件に適する満潮位と時刻 (14 時より 17 時まで) が得られるのは約 10 日に 1 回の割合であり、雨天、強風であれば中止、また高校生アルバイト雇用の点で土、日曜、祭日か、代りの人員確保の考えられる日にしか実施できない点である。

水理的な解析は今後の問題であるが、相似率、地盤の摩擦抵抗の働き方について、諸実験と実際河川の氾濫データの比較を行なうなどして、厳密解は不可能であるにしても、氾濫被害の想定に利用される程度の略解は得られるものと考えている。この実験の場合、湛水深は 3~20 cm 程度のものが測定される。

なお控堤や盛土道路、密集家屋等障害物による影響については機会があれば実施したいと思っている。(小規模実験ではすでに行なっている。)

実験結果の活用 (氾濫モデルと水害予想)

私達と議論している人達の中にも、実験自体はそれなりに意義があろうが、本当に何の役に立つのかと反論する声がある。その論拠は平坦定勾配定粗度上の氾濫実験の結果と実際河川の場合のよ

うな複雑な地形、地物の影響下の氾濫とはかなり異なるものであろうし、水害の予測といっても、河川のどこがどれだけ破堤するか、また河川の到達流量や水位、破堤時刻などがすべて不確定要素であるわけで、沢山の場合の想定をしておかねば意義がうすいというわけである。

私達は反論する。まづ水理学的に満足に解けないから、あるいは完全な相似がなり立たないから、そのような現象解析もその活用も無意味であるというのは言いすぎ

であろう。私達にとって数学は手段であって現象を少しでも明らかにすることが私達の目的である。私は昭和28年に始めた小規模定性実験開始以来、多くの氾濫現象の実際の観察とデータの集積、模型および実物に近い簡易条件下の実験による各種物理的測定値の関係づけによって、いわゆる氾濫のモデル化を行ない得ると考えている。複雑な

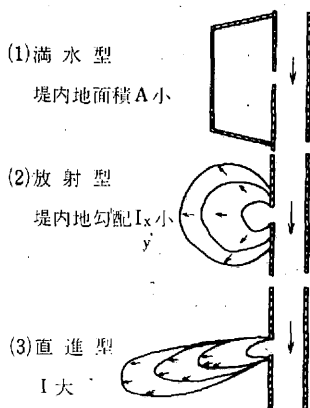


図-3 河川氾濫の類型

地形における氾濫も図-3に示す3つのタイプの組み合わせによって理解してもよさそうに考えている。約300年前、徳川幕府は利根川を銚子の方へ流出するような大付替工事を行なったが、これは江戸に対する水害の根源が荒川、利根川(古)、渡良瀬川(現在の江戸川)の氾濫によるもので、利根川の付替えによって大いに氾濫被害の軽減をもたらせ得るという、彼等なりの氾濫モデルを頭に画いて行なったものといえまいか。従来河川工学といえどもっぱら河道内の問題にかたより過ぎていた嫌いがあるが、私達は氾濫こそ河川の真の姿であり、水理学者も河川工学者もスタート台に立ち戻って氾濫の研究を大いにやるべきだと信じており、私達の今までの作業は氾濫モデルの構成のためには十分役立つものであると考えている。

第二に水害予測への有用性であるが、従来河川の水害被害想定は最大氾濫面積をとって、適当な湛水深、湛水時間を想定して被害件数と被害額を算定している。河川全体の治水経済調査の方式と

して一応それはそれで意義のあるものである。しかし、ある河川の氾濫可能区域の中で実際の水害時に氾濫する区域はその一部であって、河川の1~2個所が破堤すれば、その上、下、対岸は安全性が増すわけであり、破堤幅は河幅を越えることは稀であり、破堤の時刻は大体最高水位時前後が多い。破堤地点の仮定は河状、法線の形、堤防の高さ、強度と地盤護岸、水制の有無とその有効性などを総合判断して、河川管理者が推定すればよい。河川のある区間にわたって特別に破堤確率の異なるものがないとすれば、全くの仮定を行なっていくつかの例について行なえば十分であろう。氾濫モデルを用いて水害予測することの優れた点はまづ、刻々の氾濫水の拡りを想定することによって実被害展開の様相を具体的に時間的に追尾し得る点であり、これによって家屋流失、半壊、床上・床下浸水、田畑の冠水、資産、施設、交通被害の件数や額の推定が従来の大福帳式のそれより遙かに分析的に組み込まれるし、排水、避難、救急、水防、堤防復旧作業の進め方、間接被害の想定などについてかなり具体的に实际的に紙上研究が可能となることである。

私は東京都防災会議風水害専門部会の一委員として、東京都における江東デルタ地区および江戸川地区の水害予想の作業をやらせて貰えることになった。

すでに地域の地形地盤高図、航空写真、人口、建物、工場、公共施設、私有公有資産の概略データ、治水および排水施設の現況等氾濫想定区域に関するデータの集積を始めており、同部会基礎作業班の行なった想定台風、想定降雨量、潮位偏差をもととして、建設省関東地方建設局、東京都建設局などの御援助で、仮定に基づく氾濫被害想定について一案を提示する予定である。その結果は本年度末頃までには発表できるであろう。

お も な ニ ュ ー ス

◆降雹抑制予備実験行なわれる。

3月18・19日、浅間山麓の群馬県浅間家畜育成牧場において、沃化銀散布機(ロケット)の打上げ実験が行なわれました。その結果、飛しょう性能、消滅性能共、満足できる性能を持っていることが確認されました。

◆科学技術週間に施設を一般公開。

4月13日から18日までの科学技術週間に、本所計算機室、長岡支所、平塚支所、新庄支所の施設を一般に公開しました。平塚支所の約630人をはじめ、各施設共多数の見学者がありました。

雹（ひょう）を消すために

異常気候防災研究室長

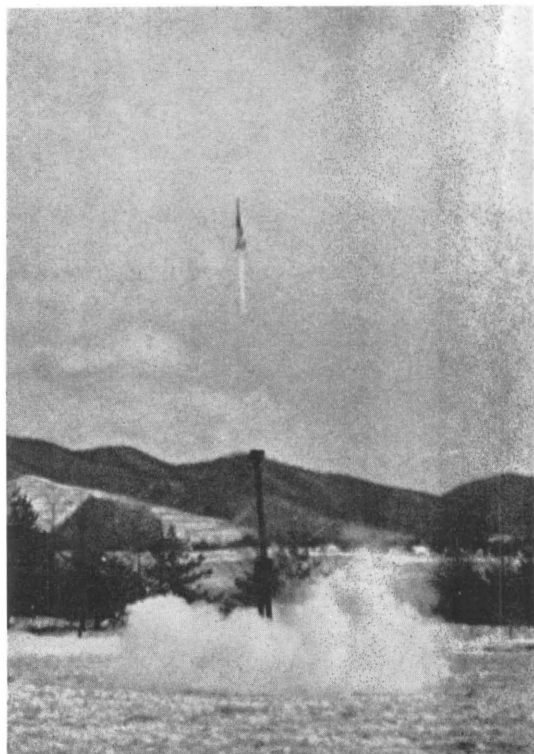
小 沢 行 雄

ロケット打上げ成功

昭和45年3月18日、浅間山北東麓に当る広大な県立浅間牧場は、昨日の吹雪がまるでそのような真っ青な大空の下にあった。午前9時、実験隊員は次々と雪道を踏んで部署についた。

私は応援の昭和化成品 K.K. の技術者2人と共に、10時15分にはすでに指揮班長の定位置と決められていた天丸山山頂に立っていた。風が強く身を切るような厳しさである。トランシーバーで打上地点・レーダーサイトとの交信に成功する。やや雲が多くなり、発射時刻をできるだけ早目にもってゆく必要を感じる。11時10分発射を目標に準備するよう打上班に指示し、この旨を実験本部に留守する小元指揮副班長ならびにレーダー班に連絡する。

風は益々強く、山頂にはとても長居はできそうもない。やや下った松林の木陰に退避する。そのうちに打上地点から第1回地上気象観測結果が入ってくる。気温 -5°C 、風向 WNW、風速 8.5 m/sec。山頂では恐らく 11~12 m/sec 程度の風速であろう。寒いというよりは痛いという感じである。次々に飛びこんでくる情報は準備が快調に進んでいることを告げる。発射時刻が刻々とせまってくる。上空をみると雲がますますふえている。発射をできるだけ早くするように指示して再び山頂に立つ。いよいよ秒読みが開始された。15秒前、10・9……2・1・0、一瞬おいてごう音と共に白煙をひいてロケットが急上昇するのが見えた。1・2段目の切離し、2段目からの沃化銀煙散布と続き、すぐ1段目が火のたまとなって少し急降下したと思



(提供 信濃毎日新聞社)

ったら火災消え。2段目の火災もすぐ消えた。成功である。約2年近くジグザグの道を辿ってきたが、消滅型ロケットが一応の完成をみた訳だ。何ともいえぬ嬉しさが身体中を駆けまわり昭和化成品の2氏と握手を交す。途端にまた猛烈な寒さを意識した。空の状態は依然思わしくない。2発目の打上げは延期し全員一時本部へ帰着するよう指示し、われわれも早々に下山する。なお、この時の計測結果は次のとおりである。

打上時刻	3月18日11時05分30秒
推進燃焼秒時	3秒間
1・2段切り離し秒時	発射後6秒 (高度約2700m)
沃化銀散布秒時	発射後10秒から20秒の間
チェンバー消滅秒時	{ 1段目 発射後23秒 2段目 " 32秒

降ひょう抑制とは何か

上記は、降ひょう抑制予備実験と銘打って去る3月中旬群馬県立浅間牧場およびその周辺で実施された一連の実験のうちの1こまの描写である。ではここでいう降ひょう抑制とは何であろうか。

よく知られているように、主として初夏から初秋にかけてしばしば大粒のひょうが降り、局地的ではあるが農作物その他に甚大な害を与える。わが国では長野県ならびに群馬・栃木の北関東地方に特にその頻度が高く、最近10年間の農作物被害統計によれば年平均約30~40億円の損害額である。降ひょう抑制というのは、雷雲中においてひょうが大粒に成長するのを阻止して、できれば落下の途中に雨にするか又は若し落下しても被害を与えぬ程度の小粒にしてしまおうという操作のことをいう。

ところで従来、降ひょうを抑制する手段としては、1) ひょう雲のなかに沃化銀等の核を種まきする、2) 上空に砲弾などを打上げてひょうに衝撃波を与える、という2つの方法が使われてきた。前者は自然にあるのとは桁違いの多数の氷晶核を与え、小さいひょうの芽を無数に作ってそれらが大き粒に成長するのを防ぐという原理に立脚しており、また後者は衝撃波によって雹をやわらかくする効果をねらったものである。このうち、後者については学問的に無理な点も多いので、われわれは抑制手段としては前者の種まき法を選んだ。

研究計画の概要

さて、一口に降ひょうを抑制するといっても、これは自然現象を人工的に調節することであり、その成功を期するにはそれ相当の裏付けが必要である。

実は当防災センターにおいては、昭和39年以来気象・気候の人工調節に関する基礎調査を進めており、その実行の可能性について検討を進めてきた。ところが、41年夏寺田所長が赴任されてからは、この検討のピッチが早められ、異常気候防災研究室を中心として気象調節研究グループが結成され所長の直接指導のもとに今後着手すべき研究課題が洗われた。

気象・気候を人工的に調節することは今後ますます重要性を増す全人類的課題である。しかしながら、現在われわれが着手できる分野は極めて限られており、雲系の雲物理学の特性の改変だけが可能性ある唯一の分野であると思われる。そのうちでも降ひょうという現象は極めて局地的であり、これに人為的な働きかけを行なってもその影響するところは比較的せまい範囲にとどまるであろう。また諸外国とくにソ連邦においては研究がかなり進んでおり、機会に恵まれさえすれば成功の可能性が高いと考えられる。更に小元流動研究官が数年来関東地方の降ひょうのメソ解析を手がけており基礎資料が比較的揃っている。これらの理由から、われわれは気象調節研究の第1着手課題として降ひょう抑制に関する研究を選んでわけである。

さて、この研究は大きくわけて次の2つの分野からなる。

1. 種まき方法の研究
2. 種まきの効果についての研究

種まきの方法としては、地上発煙法、飛行機からの散布法その他が考えられるが、安全性や効率を考慮してわれわれはロケットによる方法を採用した。しかしこのためには、ロケットは標的のある5~6000メートル上空まで飛ばし、沃化銀を有効な核として散布した後、落下に際しては人畜に無害になるよう消滅しなければならない。すなわち、消滅型ロケットとその弾頭部につめる沃化銀散布機構を新たに開発する必要にせまられたわけであり、これはいわば種まき手段の開発と名付けられよう。

種まき方法の研究は、手段の開発を先行させねばならないが、それはほんの序の口である。むしろ

ろ、本体は製作されたロケットを何時、何処へどのようにして発射したらよいかを究明することである。

このためにはひょうを伴う積乱雲の発生消長の条件ならびに過程を知り、これを適確に予報しなければならない。この現在の気象学にとっては手薄且つ難解な領域の究明こそが種まき方法の研究対象の主体である。

種まきの効果に関する研究とは、種まきという作用が積乱雲に対してどのような変化を与えるかその過程を解明することである。

研究計画としては、一応のめどを5年とおき、はじめの2年を種まき手段の開発に当て、残りの3年を純気象学的な研究に当てることとした。

かくして昭和43年度を初年度とする5年計画の特別研究が発足し、まず種まき手段としての消滅型ロケットの開発が着手されることになったのである。

消滅型ロケットの開発過程

ロケットの設計上最初に問題になるのは、如何程の重量のものを運搬しなければならないかである。われわれの目的は積乱雲中への過剰種まき(over-seeding)にあるのだから、1機が搬送する沃化銀量は多量な程よい。ところが従来の燃焼方式では沃化銀1gを昇華させるに10g以上の燃焼剤を必要とする。これでは沃化銀100gを運ぶ運めに少くとも1kg以上のものを搬送せねばならず、これに要する推進力は極めて大きくなり、ロケットがかなり大型になってしまう。そこで昇華を最も効率よく且つ再昇華した沃化銀粒子が有効な氷晶核となるような方式を探索することが開発の第1歩となったわけである。

幸いにしてこの問題は、ロケット製作引受会社の三菱重工工業長崎造船所および昭和化成品戸塚工場の技術者達の努力によって比較的早目に解決された。すなわち燃焼剤にボロン系を導入することにより沃化銀1に対して燃焼剤1の重量比で完全に昇華させることに成功した。これによって搬送全重量を500g(外殻を含め)にとどめ、なお200gの沃化銀を含有させることができた。

この昇華方式では、燃焼温度が2200°C内外という高温であるため、当初沃素と銀が分解するのではないかと懸念されたが、燃焼時間が極めて短かいので殆んど分解はおこっていないことが確かめられた。またその後当研究室において行なったコールドボックスによる実験によって、この燃焼方式で有効な氷晶核が形成されることも定性的に確認された。

かくして、開発は第2歩目のロケット本体へ向うことになる。飛しょう性については従来のロケット工学の知識を使用することで殆んど問題はない。ここでの課題は消滅性を如何にして確保するかである。これは結局、ロケットチェンバーに如何なる材質を使用し、どのような方式で消滅をたやすくするかということにつきる。なお、ロケット・システムとしては2段切離し方式をとり、1段目に推進薬を、2段目に沃化銀を入れることがきまり、また消滅方法としては燃焼法を採用することが何回かの打合せの後で決定されていた。

材質の選定、燃焼方法の開発は迂回曲折の道でありであったが、着手してから約9ヶ月たった44年3月には地上総合試験にまでたどりつくことができた。この試験で推力の測定値から飛しょう性は目標を確保できていると推定され、チェンバーの燃焼性もほぼ目標値に近いことが確かめられた。次はいよいよ、打上実験によってその性能をテストする番である。



打上実験は44年11月、大分県湯布院町にある陸上自衛隊日出生台演習場を借用して、西部総監部第3特科群の支援を得て実施された。勿論、4月

からこの間に至るまで、ロケットの製作方法には何回となく改良が重ねられている。結果にはそれなりの自信をもって臨んだものである。しかしながら、テストの結果は必ずしも香しいものではなかった。飛しょう性能はもちろんのこと消滅性も目標に近いものであったが、外殻が火のたまとなって地上に落下してもまだ燃えつきないという結果になってしまったのである。これは燃焼終了までの時間設定が甘かったためであり、ロケットの安全性を確保するためには燃焼時間の大幅な縮少をはからなければならないことが判明した。

それからの3カ月はこの一点に努力を集中し、45年3月の予備実験に至ったのである。この予備実験は前半2機を打上げテスト、後半2機を雲中への種まき試験と計画していたが、実験期間中条件に恵まれず打上げテストのくり返しに終始してしまった。しかしながら、この繰返しによって前記のような数値を得(4機とも大同小異でバラツキも小さい)、消滅型ロケットの製作についてはほぼ大丈夫との確信を得ることができた。

今後の見通し

かくして、研究はいよいよ第2段階に入ることになった。種まき手段の開発は当初から2年と計画されていたので、ここまでのテンポは計画通りである。これからの研究がいよいよ本来の意味における降ひょう抑制のための研究であり、その方法としては一方の極に野外実験、他方の極に電算機による数値実験をおくことにしている。

積乱雲がどのような気象場において、どのように発生し移動し成長してゆくか、またそのなかでどんな条件のときにどのように電が成長するか、これらのプロセスを野外実験によってできるだけ詳しく実測すること、ならびに数値モデルによるシミュレーション計算をすることが計画されている。この野外実験においては新しく製作された車載式レーダーが役立つであろう。しかし現在われわれのもっている装備はまだまだ貧弱であり、一層の充実を図らなければならない。また気象場の測定にはゾンデ観測はもちろんのこと、周到な計画にもとづいて逐次立体的な稠密な観測網をはる



ように前進を図らなければならない。

以上がいわゆる「種まき方法についての研究」の具体的な内容であり、この降電抑制研究全体の死命を制する部分である。

研究は更に、野外実験においても数値実験においても汎化銀粒子の種まきの効果判定へと進められなければならない。これはある意味では更に難解なことかもしれない。しかし計画年次の関係で少なくとも野外実験においては45年度から上記研究と併行的に着手してゆく予定である。すなわち今後3カ年の野外実験は常に基本的な雲の観測と雲の人工調節実験と併存させながら実施することを原則としなければならないであろう。

比較的順調に経過した最初の2年間にくらべ、計画期間後半の3カ年は対象の性格上極めて難行するであろうことが予想される。すなわち、ひょうを消す試みは現段階ではまだほんの半歩を踏み出したに過ぎないのであって、本当の研究はこれからなのだということを特に強調しておきたい。

この報文を草するに当り、関係諸機関とくに2つの野外実験で多大なお世話をかけた陸上自衛隊西部方面総監部第3特科群ならびに群馬県庁畜産課および浅間牧場の関係者に深甚なる謝意を表するものである。

大型耐震実験装置

耐震実験室長

沢田 健吉

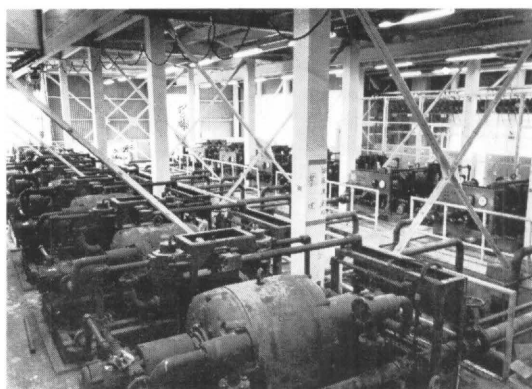
本誌5号に順調に進む大型耐震実験装置建設工事として計画の説明をしてあったものも6月30日の完成をむかえることになった。

ここではその概要を紹介することにする。

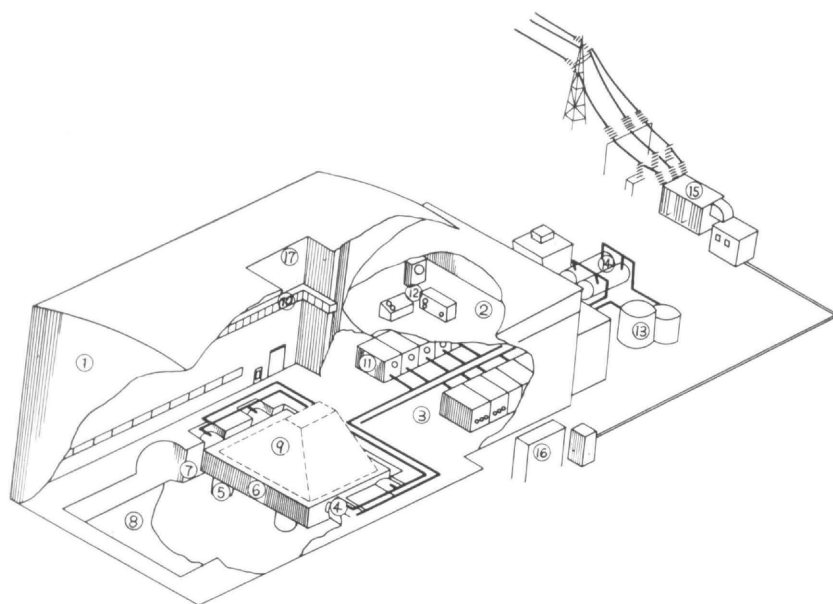
図一1 は装置の全体の配置を示すものである。実験室と呼んでいる建物が $42.5 \times 24 \text{ m}^2$ の広さをもっている。この図の上の方の受電設備の所から実験室の方向を撮影したのが写真一1 である。66 KVで送られて来た電気は受電設備のところで3.3 KV になり2次変電所を通過して、油圧源室と呼んでいるところに行く。写真二は油圧源室の内部でここには17台のポンプユニットがある。各々150 KW のモータによって駆動され、 210 kg/cm^2 に加圧された油が加振機などの実験室にある油圧機械へと送り出される。写真三はこの油のタンクと冷却設備である。遠景に受電設備を見ることができる。



写真一1 装置外景



写真二2 油圧源室内部



図一1 装置全体

- ① 実験室
- ② 制御室
- ③ 油圧源室
- ④ 水平加振機
- ⑤ 垂直加振機
- ⑥ 加振台基礎
- ⑦ 実験装置基礎
- ⑧ 加振台引出しビット
- ⑨ 耐震模型
- ⑩ 監視歩廊
- ⑪ 油圧ポンプユニット
- ⑫ 制御装置
- ⑬ 作動油タンク
- ⑭ 冷却装置
- ⑮ 受電設備
- ⑯ 2次変電所
- ⑰ 屋根開口部



写真-3 油タンクおよび冷却設備



写真-4 実験室内部

図-2 は実験室の構造を示すものである。基礎は加振機の反力をとるため 13,000 t の重量をもつ大きなものであり、減衰性を良くするため底面積も $39 \times 25 \text{ m}^2$ と広げてある。これをおおう上屋も特殊な構造になっている。屋根トラスと柱はピンでとめられているが、普通の体育館のような構造ではこの部分はかたくとめられている。構造としてはあとのものが材料がすくなくてすみ有利であるが、建物の固有振動数を下げ、加振機との共振を小さくするためピンによる結合をとった。これによって風に対する抵抗が減ずるため建物の両側にステイを取っている。

写真-4 は実験室の内部であって、中央にあるのが $15 \times 15 \text{ m}^2$ の広さの加振台である。この上に実験対象となる模型が作られる。写真-5 は加振台の下にある、水平、垂直各 4 台の加振機、静圧軸受・大小 12 台、バランスシリンダー 4 台、ガイド 16 台の各種油圧機械である。これらは油圧源室から送られた高圧の油によって動かされる。

写真-4 の奥の高い所にある明るい窓は制御室の監視窓であって、制御室は油圧源室の 2 階にある。写真-6 はこの制御室の内部にある機器の写真である。実験の計測記録装置の大半もここに集められることになる。

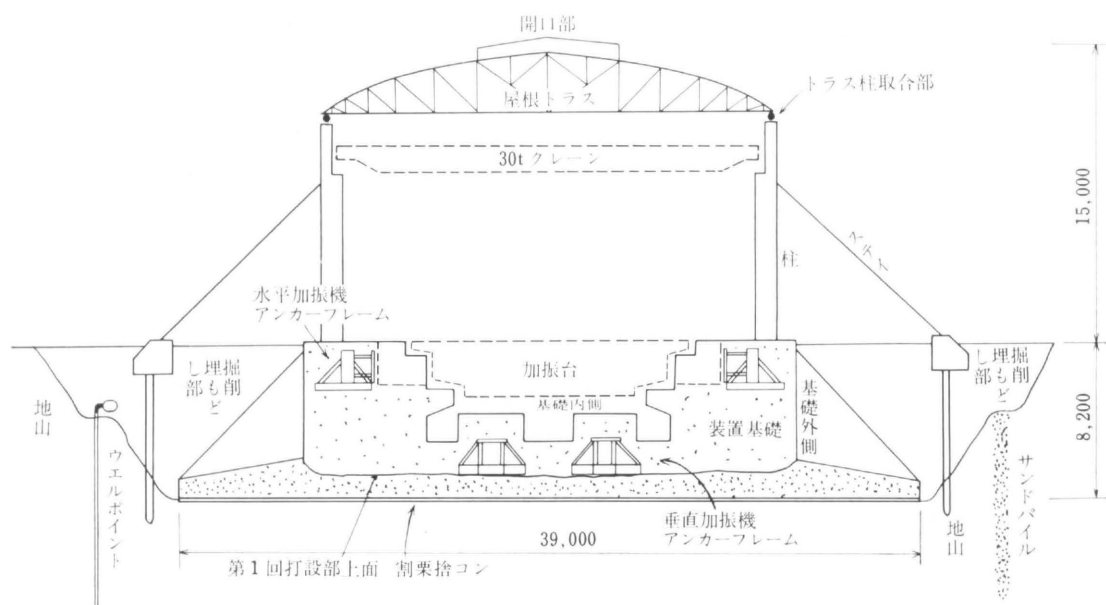
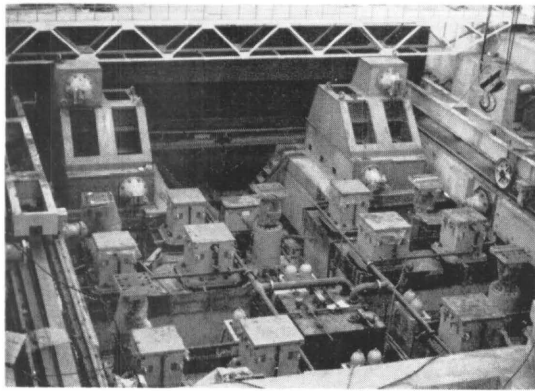


図-2 実験室構造



写真—5 各種油圧機械

以上完成前の写真を使って概要を説明して来たが、今後この写真にうつされたものの形のかわる



写真—6 制御用機器

ことはなく完成した時の姿と考えるとさしつかえないものである。

——昭和45年度の業務計画——

国立防災科学技術センターの昭和45年度業務計画は次のとおりである。

1. 組織及び定員——耐震実験室を新設し、2課、1実験室、3研究部、3支所となる。
2. 特別研究——前年度にひきつづき、気象調節に関する研究および深層試験による東京付近の地震活動に関する研究を行なう。
3. 経常研究——研究者および研究設備の整備と相まって、災害構造、内水氾濫、岩石風化、地震活動、耐震実験法および基礎地盤、情報検索、雪質変化、雪害防災、沿岸防災等に関する試験研究の強化を図る。
4. 関係試験研究機関と協力して行なう総合的な研究——前年度に継続して行なうものとして、雪害防災総合研究（交通路と平地の雪処理技術の高度化に関する総合研究）；沿岸防災総合研究（富山湾海岸浸食に関する総合研究）；地表変動防災総合研究（ローム台地におけるがけくずれに関する総合研究）；風水害防災総合研究（最近の都市開発に伴う水害および風害に関する総合研究）；異常気候防災総合研究（干ばつ時における傾斜地の水利改善に関する総合研究）、また、45年度から着手するものとして、地震防災総合研究（大震時における都市防災に関する総合研究）が計画されている。

5. 流動研究官が行なう関係試験研究機関への研究協力——メソ気象学の農業気象災害研究への応用について、前年度に引き続き農業技術研究所に、また岩石構造の地震波に対する影響について新たに気象研究所に協力する。

6. 基礎的調査——災害緊急調査、国際協力調査等を行なう。

7. 資料収集整理——災害関係資料の収集、整理、分類を行ない関係者の要望に応じうるように努めるとともに、特に松代地震資料および強震観測データの収集整理を行なう。

8. 施設設備整備運営——施設設備整備運営の主なものとしては、

（1）新庄支所の整備運営——雪害防災に関する大規模な野外実験を行なうための関連施設として、低温試験施設、実験庁舎等を整備する。

（2）大型耐震実験装置の整備——昭和42年度から筑波研究・学園都市に4カ年計画で建設してきた大型耐震実験装置を昭和45年6月に完成し、関係試験研究機関の共用に供する。

（3）大型降雨実験施設の整備——豪雨による崩壊予知および防止研究に必要な大型降雨実験施設を昭和45年度から3ヶ年計画で筑波研究・学園都市に整備することとし、その建設に着手する。

主 要 災 害 一 覧 表

(1969 年 7 月～1970 年 3 月)

◇ 日本の災害

月 日	災害原因・現象	地 域	被 害 概 要	備 考
1969 年 7/4～8	梅雨前線豪雨 がけくずれ	西日本各地	死・不明 17, 傷 36, 全壊 68, 半壊 94, 流失 3, 床上 浸水 941, 床下浸水 11,145	6 月末に九州地方に大きな災害を もたらした梅雨前線の活動は 4 日 から再び活発となり中国地方を中 心がけくずれなどによる被害が 発生した。
8/9～12	前線による集中豪 雨	北陸, 信越地方	死・不明 41, 傷 81, 全壊 151, 半壊 215, 床上浸水, 13,561, 床下浸水 20,799	北日本を前線が移動して各地で局 地的な豪雨があった。新潟県加茂 市では全市の 8 割, 約 6,000 戸が 浸水した。青海町外波地区では土 石流により全戸数 160 戸が被害を うけた。
8/22～24	台風 9 号による強 風雨, たつまき	日本各地 とくに茨城県, 青 森県	死・不明 6, 傷 202, 全壊 127, 半壊 326, 流失 6, 床上 浸水 6,772, 床下浸水 8,457	台風は本土の太平洋側を縦断。雨 は少なく風害が著しかった。23 日 茨城県西部でたつまきが発生し, 死 1, 傷 68, 全半壊 210 の被害を 出した。青森県下は 23 日夜集中 豪雨にみまわれ 11,000 戸が浸水 した。
1970 年 1/31～2/1	低気圧による強風, 高波, 降雪	北日本各地	死・不明 25, 傷 37, 全半 壊 155, 流失 7, 床上浸水 920, 床下浸水 3,438	最盛時には 962 mb に発達した低 気圧“台湾坊主”が本邦の太平洋 岸を通過したため各地で強風, 高 波による船舶の遭難, 海岸施設等 の被害が発生した。

◇ 外国の災害

1969 年 8/18	ハリケーン (カミ リー)	アメリカ東南部 特にミシシッピ州	(死者約 300)	風速 70～80 m/s を記録 6 m の高潮が発生
9/14～15	集中豪雨	韓国南部	死・不明 390, 傷 211, 被災者 12 万 7 千人	総雨量 250～600 ミリ
1970 年 3/28.31	地震	トルコ西部	死者約 2000	M=7.5

(災害研究室)

NATIONAL RESEARCH CENTER FOR DISASTER PREVENTION

No. 115-1, GINZA 6-CHOME, CHUO-KU, TOKYO

防 災 科 学 技 術 No. 14 1970 July

昭和45年 6 月 20 日 印刷

昭和45年 7 月 1 日 発行

編集兼
発行人

国立防災科学技術センター
東京都中央区銀座 6 丁目 15 番 1 号
TEL (541) 4721

印 刷

有限会社啓文堂松本印刷
