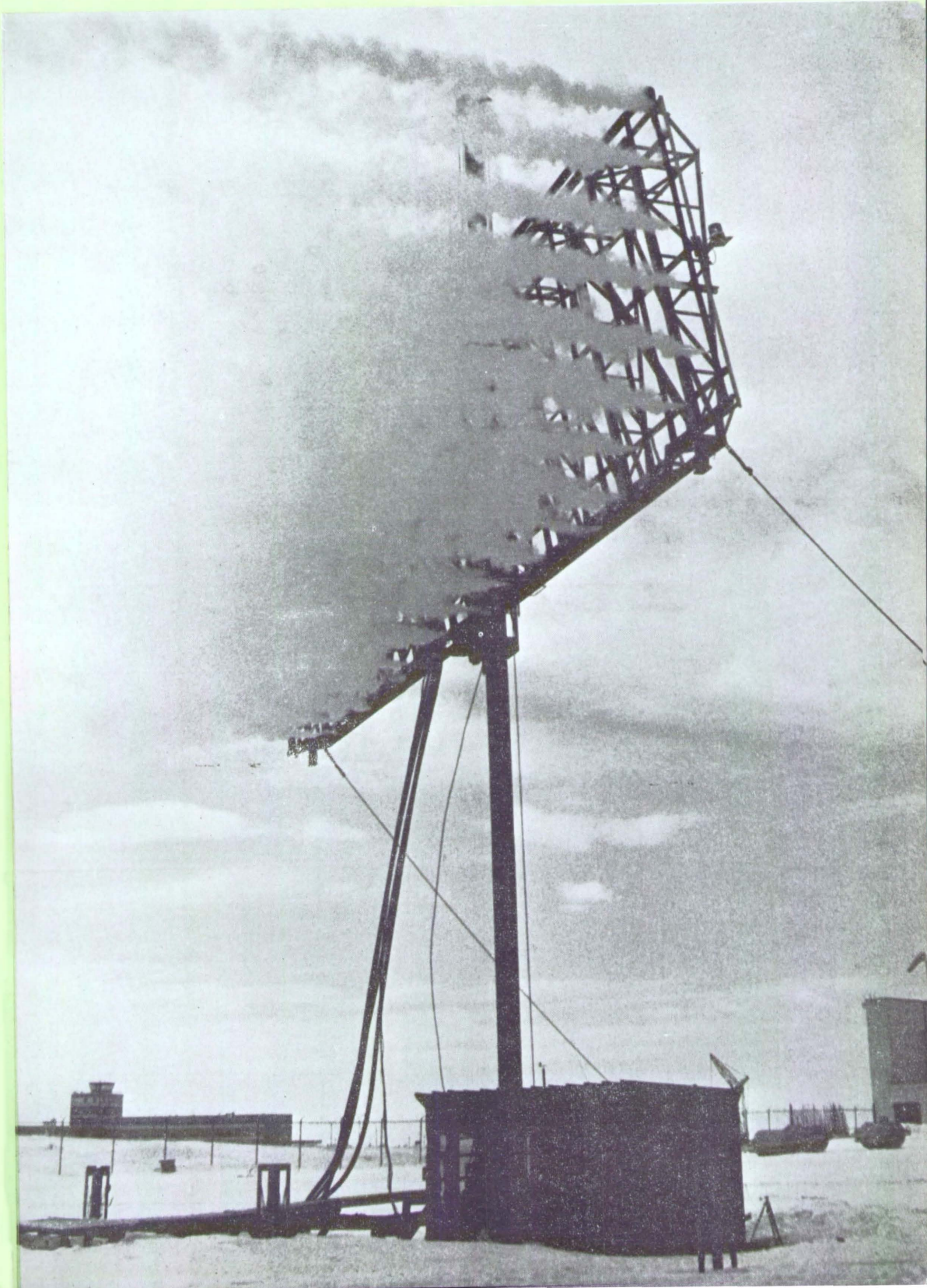


防災科学技術

NO. 18 1971
March

科学技術庁 国立防災科学技術センター



も く じ

北米における雪氷研究の現況.....中 村 勉・1

フランスだより.....伊 藤 秀 夫・6

環境の科学とアメリカのNOAA.....寺 田 一 彦・8

1970年の世界の三大自然災害.....・11

主要災害一覧表（1970年4月～12月）.....・13

表 紙 写 真

ヘリコプター、垂直離陸飛行機などへの着氷実験用の噴霧塔（23m×4.5m）。塔についている噴霧枠自体は塔のまわりに回転させることができる。左手後方はオタワ飛行場の建物。

北米における

雪氷研究の現況

中 村 勉

はじめに

1968年8月に始まる過去2年間、カナダ国の首都オタワ市にある政府附属の研究機関で、氷の物理的研究に従事する機会を得た。この間自分に課せられた研究課題を遂行したほか、幸いアメリカ合衆国での学会をも含めて7つの会議に出席する事が許された。また各種研究機関をも訪問する機会を得たので、これらを通じて見聞した北米での雪氷研究の現況を記してみたい。

まずカナダ全国での雪氷研究の進め方の概ねをのべる。ここには国立科学研究所（略称NRC）という大規模な研究機関があり、研究といわれるもの全般にわたっての研究機関が網羅されている。これは日本でいえば、公社あるいは国鉄に相当する機関との事。この中に雪氷研究の機関が大きいもので3つ存在する。1つは日本でもなじみの深い建築研究部の中の雪氷技術研究室（前身の雪氷研究室と土質力学研究室とが1969年に統合した）で、研究部長は、1968年までは、ここで22年間勤めて退官したレゲット博士で、今はハッチェン博士である（写真-1）。ここでは建築と雪氷との関連性に着目して研究を進めているが、勿論基礎的、理学的研究をも行なっている。物理化学的な氷の研究を進めているのに、化学研究部の高压研究室のワーレー博士一派がある。同じ研究部のカルバート博士のグループはX線を使って氷の結晶学的研究を行なっている。このほか各省庁附属の研究機関としては、水産森林省附属の雪氷研究部、エネルギー・鉱山資源省の極地域大陸棚研究班、ヴァンクーバーに本部をもつルイス教授達の海水研究班、国防省附属の海水研究班などがある。このほかにも各省庁に所属しているが個人単位で上記のグループに参加して研究している雪氷研究者もいる。

大学所属の研究班としては、オタワのカールト



写真-1 退官記念の書翰集（世界中175人の友人達からの）
を新所長（右手）から受けとった旧所長レゲット博士

ン大学に新設なったクラウス博士の氷研究室、モントリオール市にあるマギル大学のバウンダー教授一派の海水研究班、氷河の研究をやっているミューラー博士達、工学部の冶金工学科のジョナス博士達。カナダ最古といわれるケベック市にあるラバル大学の土木工学科で河川氷を研究しているミシエル教授の一派。西部をみるとアルバータ州立研究所でも河川氷をやっているグループがある。このようにカナダは立地条件（高緯度）の故もあろうが、雪氷の研究は活潑である。カナダ国家全体として、雪氷問題をどう行なうかという事の具体的相談は、前記のNRCの中にある雪氷部会で、上記各研究部の代表者が集って相談をしている。

次に主な研究機関について、少し詳しく説明してみたい。

水産森林省、内陸水局、水文科学研究所、雪氷研究部

私が留学していた所であるが、当時はエネルギー・鉱山資源省に属していたが最近上記の省に移管された。この雪氷研究部には4つの研究室がある。即ち北極圏研究室、山岳地域研究室、氷研究室、そして氷河調査室である。研究部長はオラフ博士というノルウェー人である。まだ40才前の若さで、英国人の勢力が強いカナダにあって25人程のスタッフを良くまとめている辺りは大したものである。第1、第2の研究室では名の通り、それぞれの地域の雪氷、特に氷河、氷冠の地球物理学的研究を行なっている。即ち氷河、氷冠の流動、質量収支、熱収支、水収支（特に夏季）および氷河などの地図作成などである。私の属していた第3の研究室は後述することにする。第4の研究室では膨大な航空写真測定をもとに、カナダ全土における雪氷の質量をリストアップしようとしている。特にその所在、地域的拡がり、最近の変動、

* 雪氷実験研究所・第1研究室長

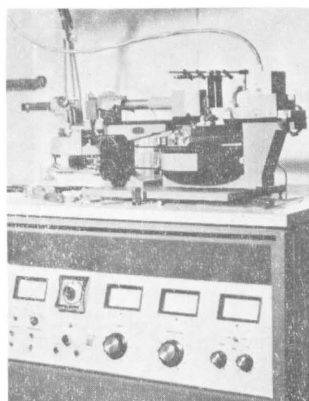
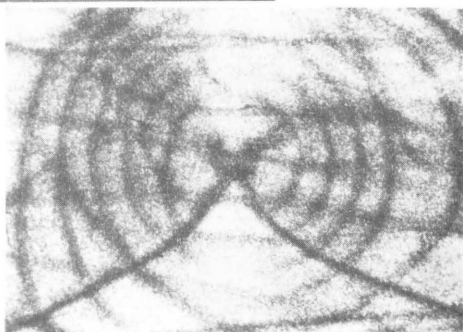


写真-2 ラングヌ線
カメラ -7°Cの低
温室で使用

写真-3 氷の中の円
環転位模様
写真の両端間の長さ
1.7mm



体積の推定などである。地下の雪氷の分布をも含んでいる。永久凍土中の氷を含むわけであろう。特筆すべきことは、これらの研究が例の国際水文10年計画（IHD）の事業の一環としてとらえていることである。このIHDのために、担当の調査室が出来ており、この雪氷研究部と同格に位置し、スタッフも6人程そろえている。最後に第3の研究室、氷研究室であるが、ここの室長は現在27才のジョーンズ博士である。彼は英国のパーミンガム大学で学位を取得後、直ちにこの研究室に勤めた訳であるが、若いのにこれまた仲々の人間である。年上のこの気むずかしい私を2年間うまく使いこなした訳である。御立派である。当初お互いに気心が知れないうちは、多少気まずいこともあったが、こうやって今振り返ってみると、私のために仲々良く学会出張許可などを部内でとりつけたり、苦労もあったろうし、よく面倒をみてくれたものと感謝している。ここの室はまだ人数も多くないが、彼自身は写真-2に見るようなラングヌ線カメラを用いて、氷の中の転位模様を写している。最近では写真-3のような円環の転位模様をいち早く学会誌に発表し、同じ模様をみつけていた北大の東研究室の面々を口惜しがらせたものである。かくいう私は2年間に260本程の不純物の入った、しかも単結晶氷の引っ張り試験を

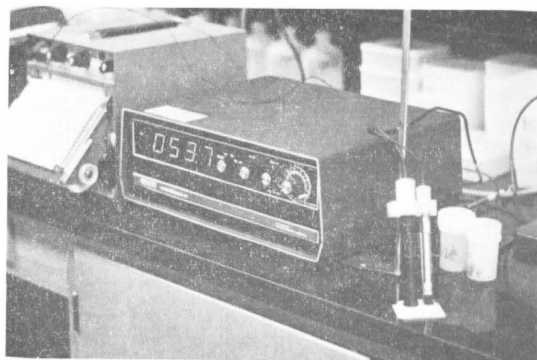


写真-1 氷中の微量イオン測定器
イオンによっては0.1ppmまで測定可能

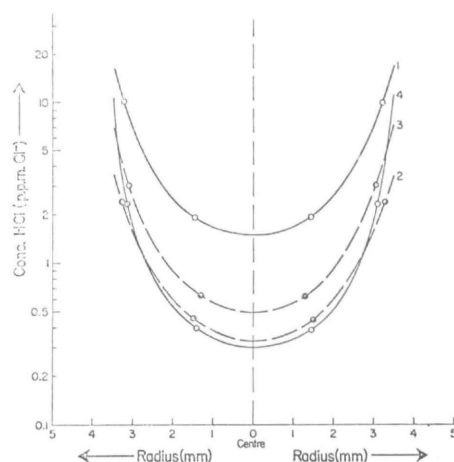


図-1 写真4の測定器で測定された水中の塩素イオンの分布
0.8cc程のサンプルがあれば十分測定出来る

あきることなく（？）やった訳である。こうやってうまく成長させた氷は、成長させた氷のうち約1/4程のものであり、他の3/4は成長させてはみたものの実験に使えない氷であった。不純物といっても、主に各種のイオンであるが、これらの測定には、うまいことに当時発売され始めていたイオン濃度測定器（写真-4）を使用した。これがうまく働く前は苦労したものである。これの測定例が図-1に示してある。最少限必要なサンプルの容積は0.5cc位のもので、写真-4の右手前方、台の上に見えている白いのがサンプルの入った微小容器である。測定には数分とはかからない。イオンの種類によっては1分以内に測定可能である。その他、ここの研究室では他の3研究室とタイアップして氷の物理的性質の研究をやることになっている。最近ではHeガスの氷中での拡散係数の測定をやっている。室内実験だけでなく、野外へ出て氷冠の厚さの測定をもやっている。上に述べたように、当雪氷研究部は物理学的および地球物理学的手続をもって雪氷の研究をしているが、化学的研



写真-5 国立科学研究所の正門前でゴールド氏
(向って左端) 他

究が必要な場合には、すぐ隣の化学研究部とタイアップできるようになっている。研究の進め方がスムーズであり美しい限りである。年間この研究部で使う研究費は3,000万円～4,000万円との由。

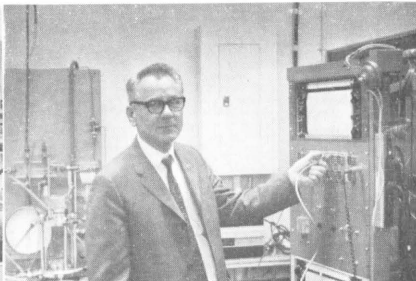
エネルギー・鉱山資源省、極地域大陸棚研究班
これの本部はオタワ市にある。最近拡大されたようであるが当時でも6～7名のスタッフをもっていた。バタースン博士が最近氷河という本を書いて話題になったが、ここでも氷河、氷冠での物理学的、地球物理学的研究を行なっている。例えばメイアン氷冠(北緯86°、西経99°)の最深の個所150m程の氷のコアをサーマルドリル(熱で氷を解かしてその内側の氷を採取する方法)で採取し、オタワまで運び、これを解析した。当時は彼ら独自の低温室がなかったのでコアの1部は前に私のいた研究室の低温室に保存し、ここでコアの分析のための作業をしていた。一緒に仕事をしていた男は1968年から1969年、英国の北極横断探検隊(「北極を越えて」という書名で邦訳本有り)の隊員であったケーナー博士で、最近この研究グループに参加したものである。このサーマルドリ

ルコア採取方式は、1970年春、オタワを訪問し、これを見学した北大低温科学研究所の鈴木博士達によって改良され、今期、第12次南極観測隊で使用されるはずである。

国立科学研究所、建築研究部、雪氷技術研究室前に一寸ふれたが、ここの室長は1966年の雪氷国際会議に来日したことのあるゴールド博士である(写真-5)。現在13名のスタッフと15名の研究補助者がいる。トンプソンとマニトバに永久凍土の研究支所をもつ。1971年現在、ここの研究室でのテーマ数は17で大半は5カ年計画である。主なものは凍上(写真-6)、凍土(永久凍土を含む)、軟弱地盤での建設、雪崩、雪氷の力学的性質の研究などである。凍上の主任研究員にペナー氏(写真-7)がおり、室内実験および野外研究の双方から行なっている。雪崩の研究(写真-8)はパンクーパーに根拠地をもったシエラー氏が担当している。ここの雪崩研究は北部開発省と共同して行なっている(写真-9)。年間3,000万円程の研究費を使用している。

国立科学研究所、機械工学研究部、低温実験研究室

ここは10コの研究室から成りたっている機械工学研究部の1つであり、スタッフは全部で25名、内3名が研究官、3名が研究技士、他が研究補助員である。主研究室はNRCの本部のある構内にあり、ここには大きな環境試験室(15m×4.5m×3.6m(写真-10))があり、ここでは人工雪あるいは人工凍雨を作り出すことができる。またこの中で熱焼用ヒーターあるいは熱機関のテストなどできるよう空気を取り入れおよび排気装置がつけられている。この部屋は3段階のアンモニア圧



↑写真-7 データーレコーダーの前の
ペナー氏(来日したことがある)



↑写真-8 ロッキー山脈中にある雪崩防止堤
の一つ、透導型土堤

←写真-6 国立科学研究所構内での駐車場
仕切り塀の凍上による傾き



写真-9 カナダ北部開発省付属の雪崩発生予防のための雪観測所、ロッキー山脈内のフィデリティ山の高度1,900mの所にある

縮方式で冷やされる。合計約1,000馬力の6つの圧縮機で作動させられている。この冷却方式を利用して、低速の着氷用風洞と高速の着氷用風洞とを作動させる事が出来る。低速用風洞の測定個所の断面積は $1.3\text{m} \times 1.3\text{m}$ 程で、最大風速は約300 km/hまで出すことができるという。この時得られる温度は -20°C である。ここに水滴を入れてやることにより、着氷の模型実験ができる。高速風洞は新しく建造されたもので、 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ の測定域をもち、最大風速0.9マッハまで到達させることができる。この時の空気密度は高度にして10kmまでにすることができる。気温は -40°C まで。この時の冷却方式は2次冷媒としてトリクロロエチレンを使った間接方式である。水滴(雪粒に相当)の大きさ、および含水量(L.W.C.)も任意の割合に作り出せるという。ここの建物の屋上には船体着氷のための模型がある。このためには特別の冷却装置をもっていないので、この研究は冬季間だけに限られる。一方オタワ飛行場近くには、実物のヘリコプターなどの着氷研究用の施設をもっている。(表紙写真)これの噴霧器($2.3\text{m} \times 4.5\text{m}$)はその時の天候条件(風速、風向、気温)に応じて、その高さを変えたり、塔のまわりに噴霧枠を回転させて風向に合わせたりすることができる。この場合人工雲を作り出すのに近くの工場からの水蒸気を利用している。最大能力は、水蒸気については約5トン/時、この時一緒に噴霧させるために使う水量は3トン/時、圧力は約7気圧との事。次にこれらを利用して行なっている研究テーマを列挙してみよう。

1. 環境問題全般 これは鉄道および車輛全般にわたっての冬季使用および雪氷との関連性についての研究である。(研究員5名)

2. 飛行機、ヘリコプター、船舶への着氷の研

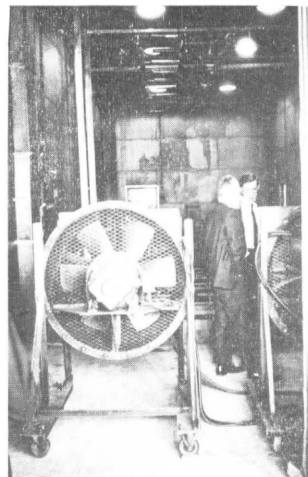


写真-10 環境試験室、室温を -65°C から $+70^{\circ}\text{C}$ まで変えることが出来る。現在は鉄道の転轍機への雪害防護の研究に使用している。一部枕木がみえる。手前のファンは人工雪作成装置

究、着氷の検知方法、その測定、人工着氷、テスト、防護方式の開発など。(研究員5名)

3. 体温低下法 これは生物工学の低温度での応用研究である。即ち、体温低下法の臨床学的外科医学への応用あるいは低温度における臓器保存法の研究。(研究員2名)

4. 鉄道線路の転轍機の雪氷からの防護 転轍機自動作動機構において、雪氷からの害を防ぐのが主たる目的、仕事はカナダの主たる鉄道と共同して行なっている。熱的方法で防護するのと転轍機の再設計の研究が進められている。(研究員3)

5. 共同研究 ここの研究施設を利用して、カナダ国内および国外の産業と提携して種々のテストを行なう。これは当研究所員の研究時間の約25%にまで及びうる。研究費：年額3,000万円位。(減価償却費含まず)

国立科学研究所、化学部門、高圧研究室

前述したワーレー博士の研究室である。今や高圧の水の物理ではタンマン、ブリッジマンのあとをついで、世界のトップを走っている。ここの研究室の特徴は2～3名の主研究者の他は学位取得後の若手のバリバリをPDFという一種の奨学金で雇い、研究をやらせていることである。一応の研究員(PDFを含む)の数は7～12人との事、ここでは各種の高圧機(20トンから100トン)を使って氷の相変化の研究をやっている。またこのようにして出来た氷の分光学的研究、分子結晶および不整固体物質の遠赤外分光学的研究などをも行なっている。研究費は総経費を含めて年額4,500万円位。

マギル大学、海水研究グループ

海水研究グループと呼ぶのは必ずしも適当でな

いかも知れないが主として海水の物理的、および地球物理学的研究を行なっている。このグループは本来は大学生の教育が主目的であるので、研究に要する費用は、大学の予算の内からは自動的に来ず依託研究費で

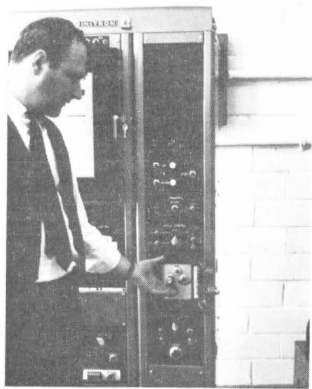


写真-11 ジョナス博士とインストロン万能力学試験機

まかなわれているという。年額にして3,000万円から4,000万円位という、この内から技能員、研究補助者あるいはPDF達の給料や出張旅費をまかなうという、この教授のラングレーベン博士というのは、筆者と同じく、昔、雪片の落下速度の測定をやっていた男で、モントリオール市で初めて会った時、お互いに話がはずんだものである。

その他

国防省附置氷研究部。ダンバー嬢、ハタスレーミス博士など日本にもなじみの深い面々が特に北極海の海水の研究に従事している。

カールトン大学、冶金工学科の氷研究室。前記のゴールド博士の所にいたクラウス博士が昨年の5月に新しく世帯を開いた所である。まだここからはレポートは出ていないが、彼得意の氷のクリープとか氷の活性化エネルギーの話などが研究されることであろう。その他前記のマギル大学の冶金部にいるジョナス博士(写真-11)もクラウス博士と似た立場で仕事を進めている。彼は同大学のミュラー博士と協同で、単結晶氷が細口からしぼり出されるときの多結晶化、そしてまた再結晶化の研究を氷河流動の研究と結びつけて行なっている。少し離れたケベック市のラバル大学(写真-12)にいるミッシェル教授の一派は河川氷を、特に聖ローレンス川の冬期船舶運行問題に関連して土木工学の立場より河川氷の研究を行なっている。この低温室は、除霜の時にはクーラーの扇が閉じて熱的損失を少なくするよう設計されていて感心した。最後にアメリカ合衆国での研究に一寸ふれよう。ここには世界最大かといわれる雪氷研究所—陸軍所属の寒地理工学研究—がある。ここは割合皆に知れているので詳述しないが、目下の1つ



写真-12 北米最古といわれるラバル大学(ケベック州)の工学部。実際は色とりどりで美しい。手前は除雪された歩道を歩く学生

の大きなテーマはアラスカ州で発見された原油をいかにして本土まで運ぶかという事のようなのである。マンハッタン計画即ち輸送船マンハッタン号で北極海をいかに乗り切るか、あるいは永久凍土上をいかに原油輸送のパイプを敷設するかが目下の急務のようである。雪崩関係では、アメリカ農林省の林野庁で、アメリカロッキー山脈を中心として、特にこのスキー地域における雪崩発生予知およびこれによる災害防止のために調査研究活動を行なっている。これはアメリカ合衆国西部11州中に、42の雪観測所をもうけ、そこから中央のコロラドへ情報が送られ、計算機によって、情報整理をし雪崩発生予知をしようとしている。

学会活動

前にも一寸ふれたように、カナダには1つのまとまった雪氷学会というものはない。しかしNRCに附属する雪氷部会が活動しており、各種雪氷関係の会がこの雪氷部会の主催あるいは後援といった形で開かれるのが多いようである。カナダ国とアメリカ合衆国との間には非常にスムーズに連絡がとられているようであり、一方の国で開かれる学会には大抵他方の国からの参加者があるのが普通であった。ちなみに筆者が滞在中に7つの会議に出席することが出来たがその内2つはアメリカ合衆国においてであった。このように多くの学会へ出席できたのは勿論私の所属していた研究部長、室長などの好意と努力によるものと思う。私のように多くの学会に出席したというPDFを私は知らない。ちなみに使った出張旅費はざっと27万円になる。これは出張に要した全額である。いくら人種が異なり、言葉がうまく通じまいと、こちらが一生懸命であれば、以心伝心で先方に伝わるものだとは強く感じたことであった。

フランスだより

伊藤秀夫*

6月のパリは非常に明るい感じのする街です。到着の翌日 CIS に出頭したら Vichy に行つて約3ヵ月フランス語の授業を受けるようにといわれその旅費、滞在費、本代などを小切手で渡されました。翌々日勝手が分らぬまま汽車で出発しましたが、空港からずっと一人で不安な思いをし、やっとの思いで Vichy の駅に着きました。パリから Vichy まで 350km の間汽車は殆んど止らず、90km 位のスピードで走ります。車窓のながめは、なだらかな丘と田園が続いて、フランスの第一印象は農業国のようだと感じました。午後2時頃 Vichy のほぼ中央にある Dentre Audio Visuel に行き、そこから車でホテルに案内されました。

翌日、学校に行くと、ディレクターが種々質問してから初級のクラスに決めてくれ、教室まで係が案内してくれました。授業は丁度第3課を開始したばかりで、先生は若い女の先生 (Mlle. Gourdon) です。クラスは8人位で、国籍はドイツ、アメリカ、チェコ、パキスタン、フィリッピンなどで、後から、セイロン、イタリア、ノルウェーなどが加わりました。授業はスライドによる会話の練習で、午後1時間位は Audio Visuel による耳から聞いて言葉を繰り返す反復練習です。はじめはやさしいのですが、進み方が早いので、少しフランス語をやっていないとついていけないようです。このクラスは32課で終るのですが、後半の20課位から難かしくなって長い文が入ります。書いた文章をみるとすぐ分るのですが、発音されるとわからない単語がしばしば出てきました。私の名前は外人には極めて覚えやすいらしく、すぐ覚えられて良く指名されて会話をやらされました。8月に入ってから更に動詞の変化や短い文章の dictation が入りこれがどんどん進みます。一般に、ドイツ、イタリア人は自国語がフランス語に似ているせいか覚えが早く、日本人は国語が大変違うので覚えが悪いようです。

後半の1ヵ月は先生が変り、同じく若い女の先生 (Mlle. Nabaro) でしたが、前半に比べると急に難かしくなり、文章が一般の会話のように長くて覚えるのに大変でした。その上、前から続けている人達の中に入れられたので、われわれ初歩から会話を始めた者には、大変難かしく感じられました。クラスでお互いの国の紹介をさせられることもあり私も日本紹介のパンフレットなどを参考にして話したところ、フランス語は余りうまくないが、内容は極めて良いという批評でした。

Vichy は人口4万位の町で、森林公園が川辺に沿って広がっている大変美しい所です。しかし、町全体が小さいので、長くいると多少あきてくる点は否定できません。肝臓にきく水が3ヵ所位で湧水することと、夏には、沢山の老人がここを訪れ、町は老人の町のようなのです。フランス人に聞くと、フランス人は夫婦単位で生活し、年をとっても親と子供は別々に生活し、子供は時々親の所に行つてやる程度とのことで、年老いた夫婦が肩を寄せ合つて歩いていたり、ベンチに腰をかけている様子は、一寸あわれに感じられます。また、フランス人は花が大変好きらしく、いたるところに花があり、家も花で飾つてあつてとてもきれいです。そして、大抵の家では犬を飼つていて、犬と人間が同居している感じです。

フランスの食事は、一般に日本人には合いませんが、パンとブドー酒、肉類、果物などが特においしいように思います。普通のブドー酒は甘くなく肉を食べながら飲むと非常においしいのですが、あまり長い期間、しかも大量に飲み続けると、顔色が赤から次第に緑色に変わってくると、フランス語の先生が話していました。フランスの若い女性と子供達は非常に美しく花のようですが、年をとると女性はふとりだし、若い時の顔色がなくなるのは一寸不思議です。おそらく、肉類を余りに食べ過ぎ、野菜類をとらないせいでしょう。

フランスの気候は、地中海性 (マルセイユ、ニース) 海洋性 (パリ) 大陸性 (グルノーブル、クレモフェラン) と3つ位に分れていて、この中、地中海性、海洋性は気候が温暖で東京附近と余り変わりませんが、大陸性では夏でも風が殆んどなく特にクレモフェランは山に近いめか、パリよりずっと南にあるにもかかわらず、夏は寒い位に涼しい時もあり、冬の寒さも大変厳しいとのことです。

* 風水害防災研究室長



写真-1 フランス電力水理研究所正門

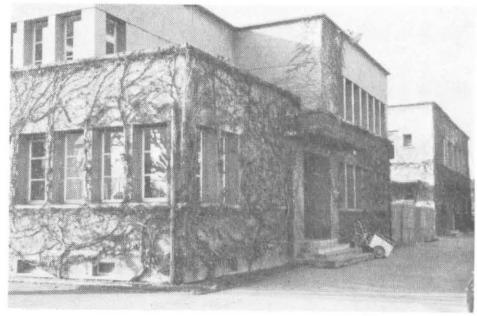


写真-2 開発部門の研究室入口

Vichy でのフランス語の勉強が無事終了し、終了証をクレモフェラン大学の認定という形で戴き、名残り惜しい Vichy を後にして10月1日、再びパリに入りました。7月に入った時とは違って街路樹の葉も黄色くなり盛んに散っておりました。今度は前に比べてフランス語も大体分るので C.I.S. の事務所に出席して宿舎を定めてもらって翌日、フランス電力の水理研究所に出席しました。丁度宿舎から歩いて50分位で、パリの郊外約15km セーヌ川の中州にある大きな研究所でした。(写真1) 早速手紙を時々交換した M. J. C. LEBRETON (部長) にお目にかかりました。何をやりたいかといわれましたので、開水路網内の非定常流をやりたいと話したら、明日 M. DAVBERT (室長) の所に行くように云われその日は別れました。このフランス電力の研究所は、電気、機械、土木の電力関係のことと、土木については、河川、港湾など、水に関しているものはすべて研究しているようで、部門が4つに分れております。即ち、新しい開発的な問題と現在問題になっているものの開発部門と統計水文部門、河川港湾部門および実験部門です。開発部門(写真2)では、現在フランスの河川は大きな船が往来するので、船による波および沿岸に当って反射してくる波による船に対する影響などを、二次元、三次元問題として研究しております。この研究には、若い女性の数学者および土木技術者が従事しておりました。また、原子炉の冷却水による振動の問題も、モデル実験と理論計算の両方から研究しております。統計、水文部門では主として統計数学者がこれに当り、ダムの貯水量を経済的に定める計算、水位、流量の統計及び確率を研究しております。実験部門では実際の河川のモデルによる取水設備の研究、波による砂の移動などをやっているようです。私は開発部門に所属し、開水路網内の非定常問題をやっております。一次元とし

てですが、理論を求めて現在プログラミングの最中です。フランス電力の電子計算機は、C.D.C 6,600 (アメリカ製) でレンタルしているので、沢山計算機を使用するのなら、日本政府の方から支払ってくれといわれた時は、やはり外国に居るのだなあと感じました。

一般にフランスの技術者は待遇が良く、工員の丁度倍位の給料で、若い技術者で約12~13万円位です。また、食堂も工員と技術者とは違った所で食べておりますが、両者の間に反目は感じられません。フランスは大学が15校位しかなく技術者が少いせいか、よく新聞に技術者の求人があるのが眼につきます。フランスの学校は10才位からクラスの半分以上の出来でないとすぐ働けるような教育に変えられるようです。このようにして次第に選択されて、大学まで進む者は少数になっていくようで、フランス人にいわせると大学に入るのはやさしいが出るのは難しいということなのです。

研究者の部屋は一人か二人位の個室になっていて、余り雑用もなく会議もなく、細かい分野に別れて研究しています。丁度日本の大学の研究所と建設省などの研究所の中間的存在で、基礎的なことと応用的なことを専門に深く研究していくので個々の研究者に専門と違ったことを質問しても殆んど分りません。しかし部門の長は多少横のことも知っているようです。また、土木関係の研究所であるにかかわらず、応用数学者、統計学者などが土木技術者と同じように研究しております。私のみた感じでは、研究者の層は日本に比べて余り厚くないのですが、専門に分業して研究しているためか、理論的にかなりすぐれた研究が多いように思います。私も多少年をとってから外国で勉強する機会を与えられましたが、大変勉強になりました。

環境の科学とアメリカの NOAA

寺 田 一 彦*

1. 1961年

今年の秋は日本海洋学会の30周年にあたるが、今から10年前の1961年にはこの学会の20周年の記念事業を行なった。当時私は気象庁の海洋気象部長であった関係上、この20周年の記念事業の委員会の長として、万端の準備をおおせつかった。

1961年は海洋の面からは特別な年といえてよい。というのは、この年にユネスコの中に政府間海洋会議 (Intergovernmental Oceanographic Commission—IOC) の事務局が出来て、10月にパリで第1回の会議が行なわれたからである。この会議には世界から沢山の国々が参加し、政府間の立場で海洋の問題をとりあげることになった。この時日本からは筆者と菅原健博士とユネスコの戸田参事官とが参画し、それぞれの分野を受け持って討議した。そのうちの一つに国際的な海洋調査計画があり、この分科会に私が出席した。ところがこの IOC の総会は第一回だけあって、どういふ点を討議してよいか、皆目見当がつかない。そこで色々な国からそれぞれの立場で海洋調査の案を出したが、ややまとまっていたのはアメリカとソ連のものであった。その他の国からはかなり局地的な問題を国際的にとりあげてもらいたいというような申し出があった。そしてあとでフリー・ディスカッションに入ったが、私は『海洋の国際的調査をすすめるにはなるべく広い海域からデータをとるのがよろしいが、そのために多くの観測船を動員するのは経済的にもなかなか困難である。ところが例えば日本の漁船のように広い海域に操業しているものもあり、こういう船に海洋観測をやってもらうことは大変効果的であると思われる。ただ、この時にいわゆる海洋観測の指導書というようなものを作って漁船に納得させる必要がある。そうすればわれわれは多くの資料を得られるようになるはずだ』というような意味のことを述べた。アメリカの Van Camp の Dr. Chapman はこの提案に大変賛成し、寺田のいうこと

はもっともなので、この線に沿って指導書にあたる General Scientific Frame Work for World Ocean Study を早速作る必要があるということを書き直しをして、結局1968年に Perspectives in Oceanography というかなり格調の高いものになった。

このアメリカの水産関係者は、IOC 自身が海洋科学の点に重点を置いているようで水産面が欠けているので、FAO をどう IOC と結びつけるかについて関心をもっており、IOC の始まる前に米国の私案として、IOC に漁業に関係した問題を入れたいと思うが、日本政府としてこれに賛成してくれないかということをもらしていた。こんないきさつがあったために漁船から資料をとるということについて関心が深かったのかもしれない。IOC はその後度々、会議を開いて色々な問題を討議しているが、やはり水産面は FAO の本務であるだけあって、ユネスコの方はあまり深入りした形になっていなかった。しかし数年前から FAO の Holt がユネスコに連絡のかたちで行っており、国連の立場でも海洋科学と水産とがやや近づきつつある。ところがあとで述べるように、今度の NOAA では米国はこの点を一步前進して海洋と気象と水産とをひっくるめて一つの商務省内におくこととしたわけで、この点がどう発展して行くかが興味ある問題である。

この第一回の IOC の会議のすぐ後で日本海洋学会の20周年記念の会合をもったわけであるが、IOC の第一回の会合の議長となったデンマークの Bruun 博士に日本に来てくれるように頼んだ所日本には前にも来て天皇陛下ともお話しした事があるので、今度も行けば陛下と海洋生物のことで意見を交換したいと思うといっていた。幸い Bruun 博士はこの年、陛下と一時間以上もお話をされて非常に喜んでいたが、おいしいことにその年の末にコペンハーゲンでなくなってしまった。

* 所 長

ちなみに Bruun 博士は陛下と同年であった。

この20周年記念の際には、他にも外国から10数名の学者が来朝して麻布の国際文化会館での国際的な海洋の会議では非常に活発な意見が述べられた。この会に出席した米国の D.F. Leipper 博士は色々日本の業務を視察していかれたが、その際、気象庁の海洋気象部の組織などについて私が詳しく説明し、日本のように海で囲まれている所での気象の問題はどうしても海のことをもっと知らなければならないので、気象庁がその中に海洋気象部という形で船をもち、また各地に海洋気象台をおいているということは極めて大切なことでありまた効果のあるものであると話した。Leipper 博士はこの点を大変感心してきいていて、アメリカは、気象の方は Weather Bureau だけでやっており、海の方は別の機関でやっているの、日本の気象庁のように気象と海洋とが手を取りあってやれるようにするのは極めて望ましいと思われる。自分はアメリカに帰ったら早速この問題で関係方面に意見を述べておくが、こういう administration の点で日本のやり方を advise してもらうかもわからないが、そういう場合にはアメリカに来てもらいたいと思うがどうだろうか、などと話していた。その後 Leipper 博士から特に連絡はなかったが、この Leipper 博士の意見が入れられたのかどうか知らないが、アメリカは間もなく、1965年に Weather Bureau や Coast and Geodetic Survey などと一緒にした環境科学局といったような Environmental Science Service Administration (ESSA) を作りあげ、海と空とを一体とした機関にまで作りあげてしまった。(防災科学技術 No. 5, 1968 Aug. 参照) この ESSA は日本でいえば気象庁と水路部と電波研究所の一部を統合したようなもので、全部商務省の下におかれている、ところがこの ESSA が5年もたたないうちに昨年10月から大きく形を変えて NOAA というものになってしまった。これは National Oceanic and Atmospheric Administration の略で、いわば国立海洋大気局といったようなもので、やはり商務省の下に入っている。

2. EPA と NOAA

昨年7月18日、杉並区で光化学スモッグがおこり、これが契機となって、それからは毎日といってよい程、公害のことが新聞やテレビで報道され

てきた。この7月には、実は、アメリカのニクソン大統領が米国で環境保護庁と国立海洋大気局とを設立すべきであるということに対しての教書に署名をしている。この点について7月10日の朝日新聞は、次のように報じている。

公害対策を一本化

一 米大統領発表「環境保護庁」を新設一

ニクソン大統領は9日「環境保護庁」の新設を発表した。同庁は各省庁の公害対策部門を統合し、連邦政府の公害対策の一本化をねらった独立機関で、同大統領は「現在の連邦機構は効果的な公害対策の障害にさえなっている」と新庁の必要性を米議会に説明している。議会の反対がなければ六十日後に発足し、年間予算14億ドル(71年度予算)職員5,650人で活動に入る。

米連邦政府の公害対策は、今年1月成立した全国環境対策法に基づき設置された大統領直属の環境問題委員会(委員長、トレイン前内務次官)が中心で、環境整備の進言、政策立案に当たっている。しかし、実際の行政面では権限が各省に入乱れているほか、公害対策のパスに乗り遅れまいと各省が組織作りを競う風潮も出て、一貫した強力な対策がとれないうらみがあった。

このため新しい「環境保護庁」は各省の公害関係組織のほとんどを吸収統合する。新たに吸収されるのは水質汚濁を扱っている内務省連邦水質庁、大気汚染を扱っている保健教育福祉省の大気汚染防止庁をはじめ、同省の固型廃棄物処理局、水質衛生局と放射線衛生管理局の一部、食品薬事局の殺虫剤基準研究部門、農林省の殺虫剤登録審理部門、内務省の遊魚野生動物局の殺虫剤研究部門、原子力委員会の放射線対策基準部門など、また保健教育福祉省、労働省、運輸省の騒音防止関係部門も将来は吸収される計画だ。

また、ニクソン大統領はこの日、商務省内に海洋研究を統合する国立海洋大気局の新設を発表した。同機関は内務省の漁業局の大部分、鉱山局の海底資源技術部、海軍省の海洋測定部門などを統合するもの。

この Environmental Protection Agency (EPA) の組織を作る際に、今迄大気汚染とか農薬や水質管理などの問題については、いろいろの省が各々の立場で規準を決めたりしていたが、それでは駄目なのでひとつのまとまった EPA という官庁を作って、そこで国民の福祉を増進させたいとしている。

これと同じような考えが昨年、暮もおしせまった頃、46年度予算編成のどたん場に来て佐藤首相

から提案されている。アメリカのEPAやNOAAについてのニクソン大統領の教書は昨年9月のアメリカ気象学会誌に出ているので本文の方はこれを見られたい。(当センターで訳したものが若干残っているので御希望のかたにはおわけできると思われる)

NOAA についてはまず初めに『海洋と大気は相互に関連しながら、すべての環境に影響を及ぼしており、われわれの生活およびわれわれ自身がこの環境に完全に依存しているものである』というような意味のことが述べられ、『われわれが緊急に立ち向かわなければならない問題は、自然災害からわれわれの生命財産を守り、かつ、全体の環境をよく理解するということである。われわれはまた、海洋資源の開発に英知をもって対応しなければならない。地表の3/4を構成する海洋は現在でも最も未解決の問題を含んでおり、かつ、開発の最も遅れているところである。海洋からの食料は飢餓に対する世界的な要望に応えるものである。また海底および海の鉱物資源は増大する世界の要望に応えなければならない状態である。われわれはこれらの資源の性質を理解しなければならない』などというようなこともうたっている。こういう意味でニクソン大統領は勇断をもって国立海洋大気局 (NOAA) の設立に立ち向かい、これを商務省の傘下に置くようにした。

上のアンダーライン部の NOAA のあり方は当防災センターの業務と密接な関連がある。

そして NOAA は以前の ESSA を解消し、これに加えるのに内務省の水産局 (Bureau of Commercial Fisheries) の中の関連部門や、その他水産関係の機関を若干まぜている。そして海軍で持っている国立海洋資料センター (National Oceanographic Data Center—NODC) をここに含ませる。この NODC は実は IOC の時代から海洋のデータは世界の二つのデータセンター A, B (A はアメリカ, B はソ連) に送ることがきめられていて、NODC は National のものである半面国際的な性格をもっていた。それで今まで海軍の資料をずい分集めていたが今度はこれが商務省に入ったのは面白い。また陸軍に属していた潮沼測量部の中からも NOAA にうつるのもあれば、運輸省所属のブイ関係の計画もここに吸収されてしまう。しかしこの大部分は昔の ESSA の約1万名の職員が主流で、他は全部集めても3,000人

位となる。これは日本の関係官庁の職員と比べてもそうちがいはないが、アメリカは何といても海洋とか気象 (水産の方は知らないが) の関係者の層が極めて厚い。これは政府職員だけでなく州や私立の大学に沢山地球物理の人々がいてそこではなかなかの業績をあげている人が多いからではなかろうか。こういう点は日本では今の所余り見られない現象である。この NOAA がまた数年後に変っていくかも知れないが、大統領の教書にも多少こんなことにおわせてあるが、今後のなり行きは興味が深い。

この NOAA という表題から見ると固い地球のことは入っていないようだが、前の ESSA で取扱っていた地震などはやはり含まれている。それで NOAA と名前がかわっても ESSA とは本質的な差異はない。そしてこの中の国立地震情報センター (National Earthquake Information Center) では『地震計のペンのように、このセンターでは継続して地震をしらべ、解析しており、そしてわれわれの常に動いている惑星の動作を説明する事をつづけている』と NOAA の局長代行の White が書いている。

3. 海陸一帯の取扱い

地球物理の点からいうと、気象も海洋も共に密接に関係しているわけであるが、今までこの海と空の相互関連の問題を解くことは、10年位前から世界的に活発になってきて、防災センターもその一部の調査をしてはいるが、米国では世界的な規模でこの問題をとり扱い始めた。これには大きな電子計算機をフルに活用していかなければならないので、前の ESSA の中にこの方面の研究部を設けている。そして Smagorinsky, Bryan, 日本の真鍋等が多層モデルを使って世界的な規模の研究を次々に発表している。この結果からみると、大気に影響する海洋は単に表面海水だけでなく、かなり深い所も影響するという結果も得ており気象の問題をとり扱うには海全体をないがしろにしてはいけないということがわかってきた。こういう背景がどこまでニクソンの取りきめにきいているかどうかは知らないが、海全体をもっとつかむようにしなければならないという気運になってきているのは事実らしい。それだからこそ、ESSA ができてからわずか5年後に、これに水産面も加味して NOAA という組織を作った昨年の10月から発足したわけである。

日本が何もアメリカのまねをしなけばならぬわけではないが、アメリカに比べて日本の方がはるかに海洋の影響を受けているし、水産面も極めて発達している状態からみて、海を主体としたグローバルなデータをとるようになるということは、日本の環境とか防災とかいう点からみても好ましいと思われる。ただ、海上での固定観測点をもつということは、中々厄介なことであり、日本は広い海に囲まれているにもかかわらず、沖合の固定観測点としては、今の所、当センターの平塚沖1kmのところにあるものが唯一のものであるという甚だ心もとない状態である。先日、日米天然海洋環境専門部会に出席した一行が平塚の観測施設を視察にきたが、その時同行した Bryan はグローバルに海洋環境の問題をとり扱っていた人であるだけに、もっと沢山の海上の固定点をもつことを希望したと思われる。

この海上固定点の問題は1961年の IOC の時にも出たが、使用電波の周波数の割当の点で当時は陽の目をみなかったが、近頃はこれも解決してユネスコでは世界的にブイを設置する案を作っており、現在気象庁は日本海にこれを置いている。近頃海洋開発が叫ばれたしたが、やはり、海全体を



眺める点からすると、こういうブイのようなものをもっと多く作って、それこそ、日本の環境や防災問題に対処することが必要であろうと思われる。昨年船舶技術研究所で発行した太平洋の風や波の立派なグラフをみると、日本の付近が特に変化が著しいので、日本の環境の問題を調べるにはどうしても、日本のまわりの海に力を注がなければならないということがわかる。やはり NOAA のように海洋と大気という立場で環境をとらえ、防災科学を考えるのがさし迫った問題ではないかと思われる。

1970年の世界の三大自然災害

日本ではここ数年来、余り大きな自然災害は起こっていないが、1970年には世界で、洪水、地震、高潮の3つの大災害が経験された。これらの災害の調査はまだできていないものもあるが、主として Smithsonian Institution の Center for Short-Lived Phenomena (防災科学技術8号, 1969 参照) および ESSA から送ってきた資料を基として、三大災害の概要をしるしておくことにする。

ルーマニアの洪水

5月10日から12日にかけて 25°C もある気団がおしよせ、そこに12日に低気圧がぶつかり、この冷氣層がカルパチア東部上空にまで達し、そこに大雨を降らせた。気温の差が大きいため、1,000mの高さまで凝結を生じさせ、その地域 7,000km² に亘り 2.5×10¹²m³ の降水をもたらした。通常の

最高雨量が月で 60~80mm であるこういう地域に48時間のうちに 100mm の降雨があったことになる。地下に浸透した雨などにより、流域に 1.2×10¹²m³ の水量をもたらし、例えばムレシュ川は 3,000m³/秒の流量を示し、水位が 6m 上昇、流速は 20km/h、洪水速度は 4 km/h もの値に達した。

5月23、24日の両日、再び降雨があり、トランシルヴァニア、モルダヴィア、ワラキア南部に小洪水が発生。6月に入っても洪水は広がり、ハンガリーにも侵入した。

死者は 164 人、不明 14 人、浸水面積は 950,436 ヘクタール、83,141 戸の浸水家屋中、40,757 は倒壊、被災者は 268,000 人に達し、その他 840 の橋梁 412km のハイウェー、474km の鉄道が崩壊、また地すべりも発生し、Bacau, Vrancea 地方では

1,000 戸近くの家屋が倒壊, Lacu lui Baban 村などは地図から姿を消すことになった。

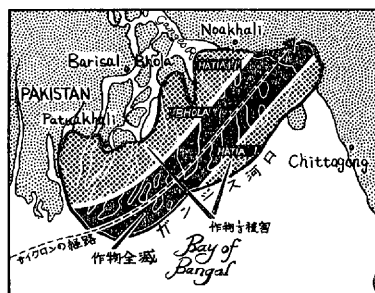
この洪水は異常に長い冬のあいだに, 山岳地帯にもたらされた巨大な量の雪と 5 月後半の豪雨が原因とみられる。

東パキスタンの高潮

この11月は丁度雨期にぶつかっていたため, ヒマラヤ山脈の南のガンジス流域に多量の雨を降らせている。丁度その時にベンガル湾ではサイクロンが発生し, 二つが重なって大きな災害となった。

スマトラの北西海岸から吹き出した風がベンガル湾に入りこみ, そこでサイクロンを発達させるもととなっている。このサイクロンも初めのうちは弱い上昇流でしかなく, 表面の空気を上空に持ちあげてはいるが, 上昇した湿った空気が凝結するにつれて上下の循環が急速に盛んになり, サイクロンが急激に発達する。

当時のサイクロンの状況を NOAA の衛星からとった写真からみると, 大きな rain band がヒマラヤの南から東パキスタンの西境にまで延びて, それが被害地の上に大きく収れんしているのがわかる。この収れんした区域のサイクロンの強い範囲は直径 500km 位のものである。このサイクロンがほとんど堤防のない 0m に近いガンジス川の三角地帯を直撃したわけである。この時の風速は 53m, 高潮の高さは約 10 m であるといわれている。そしてこのために海水が真水の上におおいかぶさるようになり, ハチアなど 4 つの島が完全に



高潮で洗い流されてしまったといわれる。水位が 1 m 位にもなれば, ほとんど人は避難できないといわれているので, この場合に予想外の人が死んだのは当然であろう。

ペルー地震

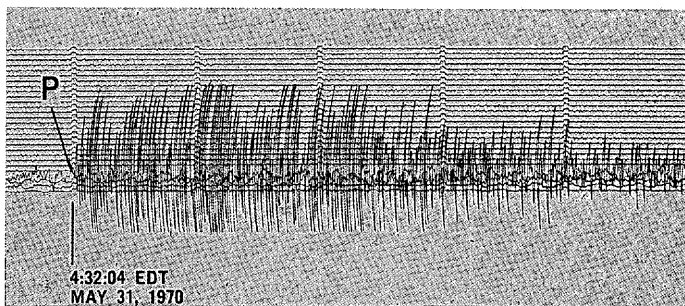
先に本誌 15 号に概要を述べたので省略する。NOAA の報告によると, 西方に浮動している南アメリカ大陸が太平洋殻にのりあげた形になり, わん曲をしいられた大洋殻にひずみが蓄積され, それが限界点に達して破壊し, 地震を引き起こしたものとみられている。

表-2 20 世紀の地震災害

年 月 日	場 所	死 者
1908. 12. 28	メナ, イタリア	75,000
1920. 12. 16	カンソー, 中国	180,000
1923. 9. 1	東京・横浜, 日本	143,000
1932. 12. 26	カンソー, 中国	70,000
1935. 5. 31	ケッタ, 西パキスタン	60,000
1970. 5. 31	ペルー	50,000

表-1 東パキスタンのサイクロン被害

年 月 日	死 者
1876. 10. 31~11. 1	100,000人 (病餓死30万)
1897. 10. 30	175,000
1960. 10	16,000
1963. 5	16,000 (50,000)
1965. 5	5,492 (50万戸倒壊)
1965. 12	26,000
1970. 11. 12	500,000



主 要 災 害 一 覧 表

(1970年4月～12月)

◇日本の災害

年月日	災害原因・現象	被 害 地 域	被 害 概 要	備 考
1970年 6.13～16	梅雨前線豪雨	中部地方を中心に 関東から九州に至 る地域	死8, 傷53, 全壊20, 半 壊26, 床上浸水432, 床 下浸水7,848	本州南岸に停滞した梅雨前線の活 動により, 東海地方を中心に豪雨 があり, 関東以西の各地で浸水, がけくずれ被害が発生し, 被害範 囲は33都道府県におよんだ。
7. 1	前線による局地豪 雨がけくずれ	関東南部 とくに房総半島中 央部	死・不明23, 傷30, 全壊 88, 半壊189, 流失8, 床 上浸水2,663, 床下浸水 11,987	1日未明から関東地方南部を中心 に局地的な豪雨があり, 千葉県南 部では, 夷隅川, 小櫃川, 叢老川 などの河川が時雨量100ミリを越 える豪雨によってはん濫し, 大多 喜町など山間の町村に著しい被害 が発生した。
8.13～16	台風9号 強風	西日本, 裏日本 各地	死・不明17, 傷255, 全壊 815, 半壊1,565, 床上浸 水645, 床下浸水10,703	台風は奄美群島に強風被害を与え た後, 長崎市付近に上陸し, 九州 北部を横断して日本海に抜け北海 道に再上陸した。名瀬では最大瞬 間風速78.9m/sを記録し, 奄美 群島で著しい強雨, 高潮被害が発 生した。平野部の雨量は少なかっ たが, 日本全土に強風が吹き荒れ 風による被害が多かった。
8.20～21	台風10号	四国, 中国地方 とくに高知県	死・不明32, 傷360, 全壊 592, 半壊2,540, 流失27 床上浸水27,296, 床下浸 水27,526	台風は21日早朝高知県西部に960 mbの勢力で上陸し, 四国, 中国 地方を横切って, 日本海に抜けた。 高知県下の被害が著しく, 死・不 明18, 住家全半壊流失3,769を 出した。台風来襲が満潮時と一致 したため高知市内で35,000戸が 浸水した。室戸64.3m/s, 高知 54m/sの最大瞬間風速を記録し た。

◇外国の災害

(スミソニアン研究所の資料による)

5月中旬 ～6月	前線性豪雨と融雪 による河川はん濫 がけくずれ	ルーマニア	死・不明175, 建物損壊 55,688 (内住家41,163) 268,000人が家を失った。	融雪と数回にわたる豪雨により, ドナウ川をはじめとするルーマ ニアの河川ははんらんした。もっ とも激しい豪雨は5月12～14日に あり, 浸水域は96万haに達したが 6月9日になってもなお46万ha が浸水していた。山, がけくずれ による被害も多く, 約1,000戸の 建物が損壊した。
5.31	地震 山くずれ, 土石流	ペルー北部	死約5万人 80万人が家を失った。	M=7.5, 最大震度V もろいアドベ造りの建物が多く, 死者の約60%が建物の倒壊によ る。チンボテ市の死者2万5千人 以上 (人口7万7千人), 氷河の 崩落によってひき起こされた土石 流はユンガイの町を3～4mの厚 さに埋め, ユンガイとその周辺 の村で約2万人が死亡した。
11.13	サイクロンによる 高潮	東パキスタン ガンジス河口地帯	死・不明20万 ⁵ 千人以上 (東パキスタン州政府発表) 家屋全壊23万5千戸, 半壊 100万戸	風速53m/s, 高潮の高さ約10m ガンジス河口のボーラ島, ハチア 島などは6時間にわたって9mの 深さで浸水。(島しょ部の人口140 万人)。被災地域3,900平方マイ ル, 110万エーカーの収穫物が失 われた。

(災害研究室)

NATIONAL RESEARCH CENTER FOR DISASTER PREVENTION

No. 15-1, GINZA 6-CHOME, CHUO-KU TOKYO

防 災 科 学 技 術 No. 18 1971 March

昭和46年2月20日 印刷

昭和46年3月1日 発行

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

印 刷 株式会社 小葉印刷所
