

防災科学技術

NO. 17 1971
Jan.

科学技術庁 国立防災科学技術センター



も く じ

三浦・房総半島の地殻活動の異常	高橋 博・ 1
大震時の都市防災	菅原正巳・ 4
秋田駒ヶ岳の噴火	湯原浩三・ 8
新庄支所の雪害研究について	坂野行雄・10
おもなニュース	3

表紙写真：秋田駒ヶ岳の噴火

秋田・岩手県境にある秋田駒ヶ岳が昭和45年9月18日、38年ぶりに噴火した。噴火は典型的なストロンボリ式で、数分おきに溶岩を噴き上げている。写真右方には流出した溶岩流が、また、山腹各所には落下した火山弾によって高山植物の燃えているのが見える。
(本文参照)

三浦・房総半島の地殻活動の異常

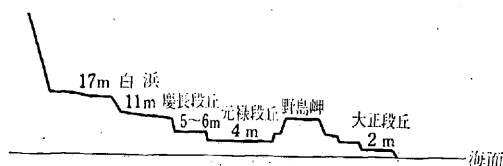
高 橋 博*

江山水陸の風光数を尽して、今象潟に方寸を責む。酒田の湊より東北の方、山を越磯を伝ひ、いさごをふみて其際十里、日影ややかたぶく比、汐風真砂を吹上、雨朦朧として鳥海の山かくる。闇中に莫作して、雨も又奇也とせば、雨後の晴色又頼母敷と、蟹の苦屋に膝をいれて雨の晴を待。其朝、天能霽て朝日花やかにさし出る程に、象潟に舟をうかぶ。先能因島に舟をよせて、三年幽居の跡をとぶらひ、むかふの岸に舟をあがれば、花の上こぐとよまれし桜の老木、西行法師の記念をのこす。江上に御陵あり、神功后宮の御墓と云。寺を千満珠寺と云。此处に行幸ありし事いまだ聞ず。いかなる事にや。此寺の方丈に座して簾を捲ば、風景一眼の中に尽て、南に鳥海天をさゝえ、其陰うつりて江にあり。西はむやむやの閑路をかぎり、東に堤を築て秋田にかよふ道遙に、海北にかまえて浪打入る所を汐ごとしと云。江の縦横一里ばかり、倭松嶋にかよいて又異なり。松嶋は笑ふが如く、象潟はうらむがごとし。寂しさに悲しみをくはへて、地勢魂をなやますに似たり。

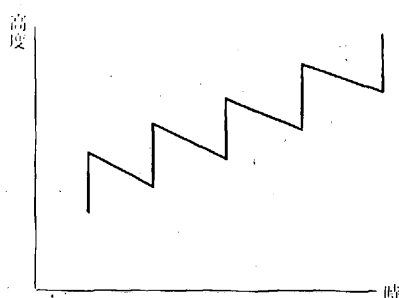
象潟や雨に西施がねぶの花

汐越や鶴はぎぬれて海涼し

記すまでもなく、奥の細道の象潟のくだりである。象潟は、この（元禄2年、1689年）100年ほどあと、象潟地震（文化元年、1804年）によって、方寸の地は陸となり、江は田圃に変わり、その美しさはもはやしのぶのみとなった。このように地震により大きな地殻変動の生ずることは、よく知られている。関東南岸でも、関東地震（1923年）やその前の地震での隆起の跡が所々にみられる。たとえば、房総半島の先端白浜灯台の付近には、地



図一 過去の大地震にともなわれる隆起で生じた海岸段丘（房総半島・白浜付近）

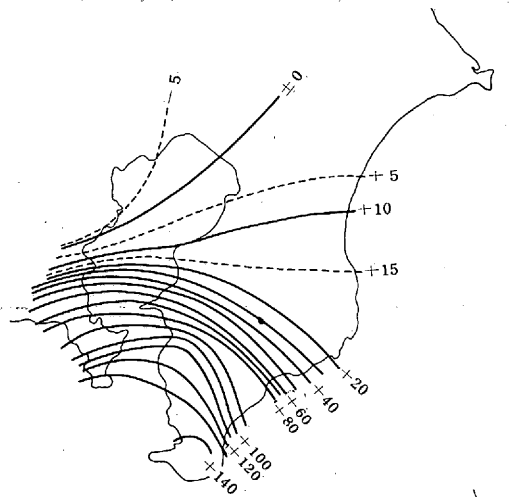


図二 大地震と地殻の昇降運動。

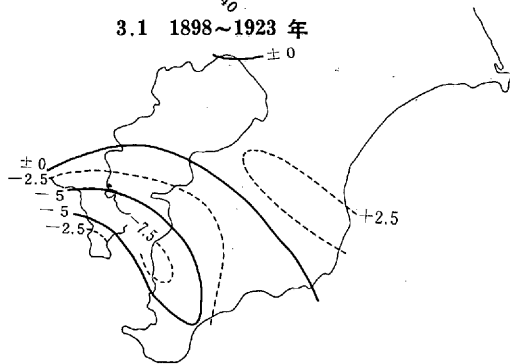
震のたびに隆起した海岸段丘がみられるし、三浦半島油壺湾の諸磯には、波うちぎわの岩に穴をあけた、ボーリング・シエルの痕が、何段にもみられる崖があり、地震による土地の隆起の化石といわれて、天然記念物に指定されている。

明治以来の水準測量の結果、太平洋岸の地震による隆起運動は、大地震によって大きく上昇したのちは除々に下降をつづけ、その次の大地震でまた大きく上昇するという運動をくりかえし、全体としては大地震によって上昇を重ねる結果になっていることがわかってきた。房総半島南部は、関東震災によって1m以上（約2m近く）上昇したが、1923～31年の8年間に5cm前後、つづく1931～65年の34年間にもほとんど同じ程度沈降した。ところが、地震予知の実用化計画によって、1969年、房総半島を再測量した所、半島全体が隆起に転じたことがわかり、三浦半島についても南下りから南上りに転じたことが明らかとなった。加えて地殻と海面の相対的変動を検出する検潮儀

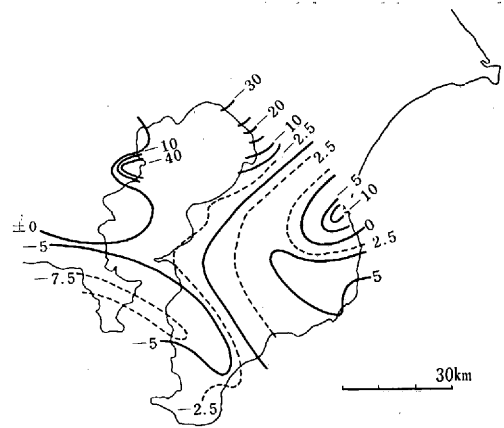
* 地震防災研究室長



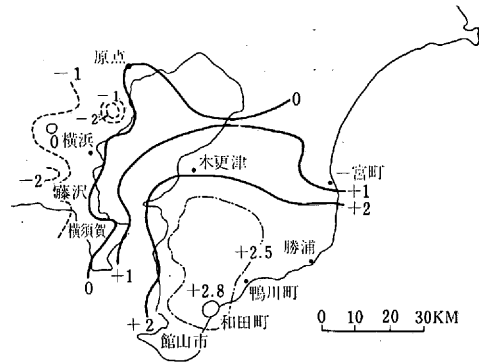
3.1 1898~1923 年



3.2 1923~1931 年



3.3 1931~1965 年



3.4 1968 年 2 月~1970 年 2 月

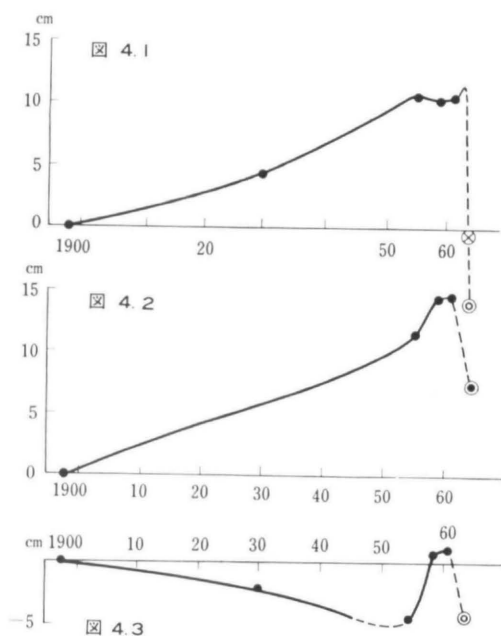
図-3 三浦・房総半島の地殻昇降運動(水準測量による)

による観測や、鋸山と油壺の地殻変動の連続観測の結果も、水準測量の結果と調和することがわかったので、1970年2月20日の地震予知連絡会は、関東南部を観測強化地域に指定した。

大きな地震によって、大きな地殻変動の生じることは知られているが、今回の異常が地震予知にとってどういう意味をもっているか。地震の前に海がひいた（陸が上った）などという例が過去にあった。しかし、これは直前であって、しかも、いつでも起こるわけではない。地震は、地殻中にひずみのエネルギーが蓄積されて、それが一気に解放されるため生ずるのであるから、蓄積されたひずみエネルギーに応じた変形がたとえそれが微小であっても、地殻に生ずるはずである。地殻が動いている所であれば、ひずみのエネルギーの蓄積に応ずる変化が、それに上積みされた動きを示すはずである。このような例が明瞭にとらえられたのは新潟地震（1964年）である。

新潟は、久しく海岸浸食に悩まされていたが戦後は、ガス田開発による鉱工業の発展とともに地

盤沈下による悩みが新たに生じた。その原因の究明と対策の効果、情況の推移を明らかにするための事業のひとつとして、国土地理院が水準測量を繰返し行なっていた。そこへ、新潟地震が発生したため、地震の前から後にかけての地殻変動をかなりよくとらえることができた。水準測量は精度を確保するため地盤沈下地帯をはさんで不動点として、検潮所のある柏崎から象潟の間について行なわれていた。そのため、震源に近い所の変動がよくとらえられた(図-4)。すなわち、1898年から1955年まではほぼ一定の速度(2mm/y)で隆起をつづけていた山北山地が、地震の数年前から急に隆起速度がまし(朝日村)、それが停滞して地震が発生し急激な変動を起こした。経過のパターンは異なるが鼠ヶ関や加治村においても、地殻変動速度に明瞭な変化を生じ、そして、地震によって急激な変化を起こしている。このように、大地震による地殻の大きな変動の直前に移行期があることが近年明らかとなった。このため、地震予知実用化計画では地殻変動を重視し、今回、三浦・房総両



図—4 新潟地震震源域付近の地殻昇降運動
(水準測量による)

4.1 鼠ヶ関 4.2 朝日村 4.3 加治川

半島に、地殻変動の異常がみられるや直ちに他の諸方法によるチェックを行ない、関東南部の地殻活動に異常の生じたことを認知することとなった。なお、今回の地殻変動の異常地域の大きさから、地震が発生するとすれば、規模（マグニチュード）は7クラスと一応考えられている。

観測体制としては、この地殻活動の異常の確認のために地震研究所による臨時観測などが直ちに行なわれたが、科学技術庁においては1970年度の特別研究促進調整費を緊急支出して、今回の地殻活動の異常の実体をとらえるための特別研究を行なうことにした。まず、今回の地殻変動の状況から、房総半島の先端の鳥の頭のような形をした部分で地殻変動をもっとも敏感にとらえられると考え、この周囲とこれを横切る水準測量路線をもうけ、これをくりかえし測量することにより、地殻の上下運動を精密にはかる。また、この部分に4点（1点は館山北方）とその中点に標点をもうけ、長さを精密にくりかえしはかり、地殻の伸縮、変形を知る。この地区は海に囲まれており、海の影響などを受けるので、測量の精度を保ち、また、測量の間の補足なども行なうため、ほぼ中央に横穴式の測地観測坑をもうける（以上、国土地理院）。房総南部は北部とちがって、地殻がいわゆるもめている地域で現在でも動く断層が多い。戦前、要塞

地帯であったことと、地質が複雑でむずかしいことなどから、あまりしらべられていないので、地質調査所で活構造の調査を行ない、この地域の地殻の運動の性質を調べる。また、関東地震の時生じた最大の断層が館山の北西の延命寺付近にあるので、これの水平運動を精密に測定し、断層活動の状態を調べる。なお、地質調査所では1970年3月に三浦半島にも北武山断層に同じような観測点を設けた。水準測量の結果を調べてみると、房総半島南部は断層により多くのブロックに分れて複雑な運動をしているが、鴨川から岩井に達する断層の西部では、その南北両側がちょうつがいのようにブロック運動をしているので、当所でボーリング孔に傾斜計等を設置して当地の地殻活動を調べることとなった。なお、この3機関は翌年度以降も協同して研究を続けていくこととなっている。また、地震研究所等による関東南部の研究は1971年度より行なわれる予定である。これらの研究の成果や、地殻活動と地震の関係などについては、またの機会に述べたい。

お も な ニ ュ ー ス

◇ 降電抑制実験を実施

10月7日より15日までの間、群馬県相馬原において降電抑制実験が行なわれ、一応の成功を収めました。

◇ 耐震実験施設の披露式行なわれる

11月6日、筑波研究学園都市に建設中であった耐震実験施設の完成披露式が盛大に行なわれました。



大震時の都市防災

菅 原 正 巳*

今年（昭和45年）7月、イギリスのレディングで「世界水収支シンポジウム」の開かれた折、ある日、食事がすんで、部屋に戻ろうと中庭に出てくると、前を歩いていたドイツのボン大学の Flohn 教授が、歩みをゆるめ、私が近づくのを待って話しかけてきた。先生は温厚な感じの白髪の老大家で、座長をつとめたり、穏かな質問をしたりしていたので、私も顔をよく覚えていた。彼は「あなたは日本のカラミティーの研究所にいますか」と問い掛けてくる。カラミティーはディザスターとは少し語感の異なる言葉らしく、強いて訳せば災難と災害との相違であろうか。しかしそんなことはどうでもよいことだから、そうですと答え、と、「この頃東京では高いビルディングが建ち始めたそうですが、あれは大地震のときに大丈夫でしょうか。あなたの意見はどうですか」という。そこで個人的意見であると断った上で、「危いと思う」と答え、El Centro 地震の2倍でも壊れないからといって、El Centro のような周波数の地震ばかりではあるまい。世の中には、もっと他の周波数分布を持った地震もあり得るだろう。どんな地震がきても壊れないとは、私には信じられないという話をした。彼は同感の意を表わし、さらに「先年サンフランシスコに行ってみたら、高層建築物が建ち始めている。あそこは断層の上にある。どうしてあんな危険なことをするのだろう。東京でもそのような危険なことをしているのではないかと想像していた。」といい、さらに「なぜそのような危いことをするのだろう」と質問してくる。そこで「大地震は1世紀に1度くらいしかこない。だから多くの人は、自分が生きているうちは、大地震は起こらないと考えるのでだろう」と答えると、いかにももっともだという顔をして、

「実は私の国の人達もそういうように考える。大洪水は必ずくるのです。それなのに、彼らは自分が生きている間にはこないだろうと、無謀な計画を立てる」といい、今日は大変よい意見を聞かせてくれて有難う、「I am happy.」というオーバーな言葉を最後につけ加えた。誰が見ても、今の東京は危険のかたまりに見えるのであろう。

世の中には誰もが心配だと思いながら、過去に前例がないためにまさかと思い、ついに大きな災いを受けたという例ならば、数多いであろう。しかし東京はこの例にはいらぬ。東京は大正12年（1923年）の関東大震災と、昭和20年（1945年）の戦災と、わずか半世紀の間に2度の壊滅的打撃を受けているのである。それなのに、何たることであるか、しょうこりもなく、また前よりはるかに悪い状態を作ってしまったのである。これはもはや科学や技術の問題ではない。日本人の精神構造の問題ではなからうかと、私は以前から考えている。

東京が大災害を受けたのは、何も大正12年9月1日と昭和20年3月10日だけではない。江戸は何回も大火を受け、その度に立て直してきた。火事は「江戸の花」であった。ある種の動物が脱皮をくり返して成長するように、火事は一つの脱皮である。昭和20年に焼け跡に立って、今日のごとき東京を夢みた人があるだろうか。大きな目で見れば、あの戦災は日本にとって結局プラスの方が多かったのではなからうか。民族がエネルギーを持っている限り、東京が全部焼け落ちるぐらい、大したことはないのだと、そう考える人もいるであろう。

実は私自身ある程度そう考えている。私が6年前、防災センターに移ることになったとき、災害のことについていろいろ考えてみた。そしてわが

* 第3研究部長

国の歴史を通観して、革命や内乱が比較的少ないのは、ときどき大災害に見舞われるからではないかと思いついた。災害の度に、社会に滞積したひずみの一部が散発的に解消し、変革がなし崩しに行なわれる。その代り、自発的に破壊し、意識的に建設することがなくなり、自然が破壊してくれるのを待ち、その場その場の状況に合わせて再建することになる。それは長年の間にわれわれが身につけた一つの生活の知恵であろう。身近な小さな例をあげれば、庭の垣根が痛んできても、軒の雨樋から水が洩り出しても、我慢している。台風がきて、壊れてから直すのである。へたに手廻しよく直したりすると、直後の台風でまた壊れるかも知れない。天災待ちは、経費の点からも、責任回避の点からも、きわめて巧妙な手段である。この方針はわれわれの家庭ばかりのことではなさそうで、国のやり方もそうなっているようにみえる。

人が死をまぬかれないように、人が作った構造物、制度、文明もまた崩壊をまぬかれないものであろう。われわれ日本人がこの島の中で長年行ってきたのは、自然による崩壊を待つ方式であった。温暖湿潤地帯で水田農業を行ってきたわれわれ農耕民族は、狩猟民族、遊牧民族とは異なり、自己または自己の集団の生存のために、他人や他の集団と戦い、征服し、あるいは殺すなどという生き方からはほど遠い、概して平和な生活を送ってきたのであった。そして木や竹やわらで家や村や町を作った。それは壊れやすかったが、再建も容易であった。焼け跡に何も残らないというのは、ある意味で驚くべきすぐれた構築材料である。しかも日本人は、馬鹿でも、怠け者でもなかったから、再建の際にはそれなりの工夫をこらし、少しずつ生活様式を改変して行った。このようにして、日本人は偉大さや重厚さには欠けるかも知れないが、一種の美しい文明・文化と、生き方を作り上げてきたのであった。

しかし歴史は単なるくり返しではあるまい。したがって、いついかなる場合でも、災いが必ず福の源となるとは限るまい。昭和20年の戦災から見事に立ち直り、爆発的経済成長をとげることができたのは、ある意味できわめて特殊な好条件に恵まれたからではなかろうか。大災害が必ずしも進歩や変革のきっかけをもたらさないことは、大正12年の大震災が示している。それは第1次大戦に

よる火事泥的の利益を消費し、昭和2年の金融恐慌のもとになった震災手形を残しただけで、やがて日本は戦争にはいって行った。

昭和20年の戦災が、その後の経済成長をよび起こしたのは、それが旧式の生産手段の破壊であると同時に、体制の崩壊を伴ったからであった。崩壊してみれば、国力のシンボルであると思われていた強大な軍勢力や、海外領土や海外勢力圏は、大きな手かせ、足かせであった。かくして身軽になった日本は、戦災の痛手から回復するや、爆発的経済成長をとげることになった。この間の事情は、白村江の戦(663年)に敗れ、南朝鮮を放棄し、その後壬申の乱(672年)を経て、中央集権に成功し、戦勝国、唐からの文化的援助を受けつつ、急速に律令国家の体制を作り上げて行った、1,300年前のわれわれの先祖の動きと、不思議なほど一致している。

そう考えると、今回の敗戦と経済成長との組合わせは、1,000年に1度というほどのまれなことなのではないだろうか。私はもう1つ、今からおよそ2,000年前に起こった、縄文から弥生への急激な移り変りを思い浮かべるのであるが、一応これは別問題としよう。

長々と書いてきたが、ともかく、この次の大震災により東京が壊滅的打撃を受けたとすると、それは損害ばかり大きく、それに伴う利益は少なからうと私は考えるのである。それが昭和20年の戦災のような体制の崩壊と、組織の若返りを伴わないだろうと思われるからである。そこで、これを昭和20年の戦災と比べることを止め、大正12年の大震災と比較してみると、条件は大正12年の場合より格段に悪くなっている。それについての防災技術的な問題点はすでに多くの人々によっていい尽されているが、主なものを拾えば、次のようであろう。

- 1) 東京がけた違いに巨大化している。
- 2) 江東地区の地盤沈下が一段と進行している。
- 3) 自動車の普及、石油ストーブの普及等、危険物がはるかに増加している。
- 4) 生活のあらゆる面で都市化が進行し、災害に弱い形になっている。
- 5) 緑地、空地はなくなっている。
- 6) 都市は部分的に近代化したにもかかわらず

ず、大部分の住宅はいまだに木造である。

種々の条件の置き方によって異なるが、関東大震災程度のものがきたとき、死者は百万の単位で数えられるであろうというのが通説である。第2次大戦におけるわが国の人的損害が約3百万であるから、ともかくこの間の戦争ぐらいの人間が死ぬだろうということである。

損害は人の死だけに停まらない。東京は政治、経済、情報、文化の中心であるばかりでなく、大工業地帯を兼ねている。これが壊滅的打撃を受ければ、日本のすべての方面における活動の何割かが、かなり長期間停止せざるを得ない。しかも、いまや経済大国日本は、世界的にみて、あまり同情されない国になりつつある。日本の経済活動の空白は、経済進出を目指す他国にとって絶好の機会であろうから、一度受けた大打撃から回復するのは、きわめて困難なことであるに違いない。

以上、大きな話ばかり書いてきたから、少しばかり、身近な話をしたい。関東大震災の時、私は小学校1年生で、家は代々木にあった。壁は落ち、あちこち隙間ができ、建て付けは動かなくなったが、ともかく家は無事であった。当時、私の兄は1年越しの大病をしており、夏休み中、中野の母方の叔母の所に預けられていた私は、家に帰ったばかりの所だった。弟は日本橋の母の実家に預けられており、9月2日の午後、両親が遺体を探しに出かけようとしている所に、日本橋の店の店員家族の一団が、ぐったり青ざめた弟を背負って辿りついた。まもなく、父方の親類も、使用人をつれてやってきて、半年ばかりの間、わが家はわれわれの家族の外に、2家族プラスαを収容していた。父は専門学校の教師であったが、ともかくその当時の東京では、公務員でもいざとなると3家族収容できるほどの家に住んでおり、ふとんなども何とかなったのであろう。取敢えず食料に困らないようにと、近所の米屋から玄米（停電で精白できなかった）を1俵、荷車で引いて持ってきたのも覚えている。大正12年には、新宿駅から歩いて数分の所で、このような生活が行なわれていたのだった。当時、代々木のあたりには田や畑はもうなかったが、少し外に出れば一面の田畑だった。新宿追分の四つ角、いまの伊勢丹前の交叉点に、朝夕あめ色の牛に引かれた汚穢車が行列になるのが、震災後何年かの景色で、震災後急激に発

展した新宿の街と不似合であった。関東大震災の当時は、山手線の外はもう農村だったのである。したがって災害のショックを吸収し得る余地は大量に残っていた。

それが昭和20年の戦災の時になるとぐっと変わってくる。あの頃、子供をつれて疎開した女の人達は今でも「今度戦争になったら、東京で飢え死にでもいいから、疎開だけはしたくない」という。当時すでに都会の人を容れる余地は農村になかったし、都会生活者は農村の生活にはいって行けなかった。それからさらに25年経った。今度東京が大震災を受けたとき、市民の大部分は農村から切り離された人達である。昭和20年前後、戦災から敗戦後にかけて、人々は徐々にひどい生活になれて行った。だから昭和21年5月、6月頃、何日も食料の配給がなくても、何とか生きて行く方法を身につけていた。しかし、現在の流通機構が突然壊滅したとき、人々はどうするであろうか。震災後2、3日は水さえあれば生きて行けるだろう。その水の問題が難問であるが、それが解決できれば、後は何とかなるだろうという説もあるが、私は疑問視する。1千万の人口を抱え、深川の米穀倉庫が全滅し、鉄道も道路も壊れたとき、どうして食べて行けるか。さきに関東大震災の思い出の中で、玄米1俵を米屋から運んでくる話をしたが、当時、ふつうの家は精米を1斗ずつ買っていたと思う。みそやしょう油を樽で買い、または貰ったり、地方からみそ樽が送られてきたりする。ともかく、どの家にも、何となく手持ち食料が沢山あった。

今度東京が大震災を受けたとき、波及する効果はきわめて奥が深いように思われる。私は水の専門家として、いざというときの水の確保に自信が持てないが、水があっても食料に困る。食料があっても燃料に困る。何を燃してもよいわけであるが、昔はそのへんにある石油カンでコンロを作り、紙くずを燃しても飯ぐらい炊けた。しかし、電気釜、ガス釜、ガスレンジになれた都会子に、いざというときの知恵が湧くだろうか。また資材も手に入るまい。食料の供給がとだえ、他人のものを奪ってものという気持ちが、一旦どこかで発生したら、どんなことになるだろうか。社会の精神構造が受ける破壊こそが、最大の被害で、それがもっとも修復困難なものに違いない。関東大震災における朝鮮人事件が、後々までに及ぼした影響を思うべ

きである。

今度くる大震災は損失のみ大きく、利益は少ないといくら主張しても、「東京の根本的改造は、震災でもう一度一面の焼野原にならなければいけないはずがない」と、心の底で考えている人もあろう。しかし、過去2回の例をみれば、そのように行くとは思えない。大震災を受けた直後は、取り敢えず応急復興が行なわれる。その時に十分の資金や資材があるはずがない。バラックが立ち、やがてずるずると旧態依然たる大都市が、巨大な村ができて行くに違いない。大震災の直後に、決然たる勇気を示し、断固として土地所有権や地上権にメスを入れるというのであれば、今日只今、断固たる勇気を示すべきである。

ともかく、巨大都市東京の根本的改造をはかななければならない。それ以外に東京を大震災から守る方法はない。いかにそう主張しても、それだけでは説得力がないから、説得の方法を変えて、東京を改造することは利益であり、もうかる仕事であると説きたい。東京の根本的改造には、10兆円を単位とする資金がかかるであろう。しかし東京の人口1千万で10兆円を割ると、1人当たり100万円である。5人世帯として、1世帯500万円である。500万円は大金であるに違いないが、現在大部分の人は500万円程度の金を工面して家を求めている。10兆円を単位とする投資が東京に行なわれることは当然で、利子補給を伴う起債等により、この程度の資金を集めることは容易であろう。

東京は行政、経済、文化、つまり広義の情報の中枢の都市であるべきで、第2次産業は地方に転出すべきである。一方、農業経営を企業として成立させるためには、1戸当たり耕地面積を増す必要があるが、はみ出した人口を吸収するためには工業の地方分散が必要であるから、適当な誘導、指導のもとに、東京から多数の工場を転出させ、大量の工場跡地を得ることができる。生産に直接関係のない、大学や研究所を東京から転出させる考え方もあるが、基本的な所で同感できないものがある。東京は情報管理の中枢たるべき所だから、大学や研究機関はかかる中枢に置く方が能率的である。単能的な生産工場は地方分散に適し、多面的な研究機関は中央に置くに適している。大学、研究機関の移転よりも、むしろ教育機関の移転の

方が有意義であろう。全寮制の高校（できれば中学も）を、各地の山の中や、海浜に作るのである。日本の人口は、いまもすでにそうであるが、今後ますます都市に集中するであろう。ついこの間まで、日本人口の50%は農村にあり、そこが人的資源の供給源であった。しかし、今後は都市が人口を再生産しなければならない。現在の巨大都市の住宅事情がいかに劣悪であるか。それは人的資源再生産の場ではない。現在、日本各地に休耕田が出てきている。生産性の低い耕地や山林こそ、自然に接しつつ人間を育て上げる絶好の環境ではあるまいか。

東京改造の主要眼目は、何が間引けるかである。間引いて、隙間ができれば、そこから始めて順次整理して行けばよい。十分の間隔をとって、恒久的近代都市を作っていく。そこは働く大人だけが住む、機能的空間である。

今までの日本は、せっせと生産して、しゃにむに輸出するのが生きがいであった。しかし、現在の世界の状況を見ると、あまり無理に輸出もできないようである。そうなれば、適当に国内消費をしなければならない。巨大都市の改造は、よい国内消費の場である。電気冷蔵庫、電気洗濯機、テレビに始った耐久消費材は、次第に高級化して行くが、不燃、耐震都市こそ、最善の耐久消費材ではなからうか。大量の鉄鋼を消費して、丈夫で長持ちがする都市を作ることが、日本の一つの行き方で、そろばんにも乗る仕事であろう。

筆者は水が専門だから、最後に水のことを少し述べる。都市に十分の空地を作ったら、都市面積の5~10%を水面として残して置きたい。それは風致上よろしいし、短時間の豪雨の際の出水の調整作用を持ち、地下水補給に役立ち、いざというときの水として役に立つ。また、大ビルディングや大アパートが、1日分程度の貯水槽を各建物ごとに持つことを義務づけたい。それは非常の際の防火用水となり、かつ非常の場合の水として役に立つであろう。



秋田駒ヶ岳の噴火

湯原浩三*

1. 秋田駒ヶ岳

秋田駒ヶ岳は秋田、岩手県境にあって那須火山帯に属するコニーデ式二重火山である。駒ヶ岳から北東方には湯森山、乳頭山、岩手山などの火山が並んでいるが、その方向は明治29年の陸羽大地震によって生じた千屋断層の延長線と一致しているといわれている。駒ヶ岳山頂（女目岳 1637m）の南には楕円形の旧火口があって、長軸はSW-NE方向に約2.5km、短軸はNW-SE方向に約1.5kmの大きさを持ち、南西端に白滝の火口瀬がある。この旧火口の中には、中央火口丘として女岳（約1500m）、第二火口、アミダ池がある。外輪壁の北端には、男岳（1632m）があって女岳と相対している。火口原はあまり発達せず、中央に石ボラ、西部にアザミ原があるに過ぎない。

この火山の基底の大部分は第三紀の凝灰岩で、一部に流紋岩がある。その上に、水沢溶岩（紫蘇輝石安山岩）、黒岳溶岩（複輝石安山岩）、女岳溶岩（橄欖石輝石安山岩）などが重なって駒ヶ岳の山体をつくっている。

2. 噴火のはじまり

昭和45年9月18日、38年間の沈黙を破って、秋田駒ヶ岳が噴火した。

8月29日頃、中央火口丘の一つである女岳の山

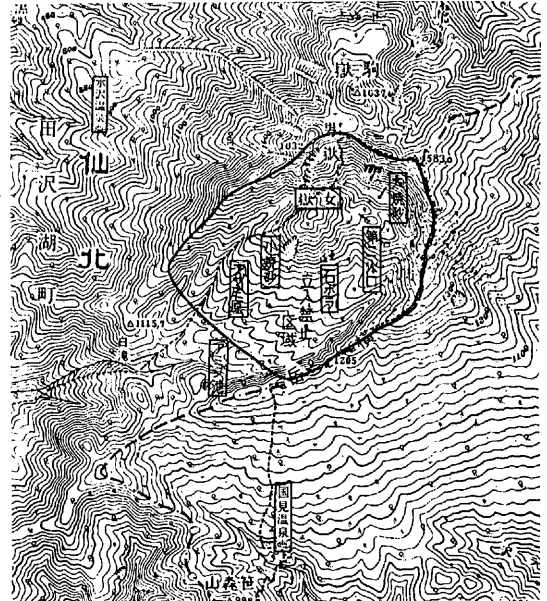
腹から蒸気が噴出しているのが発見されたが、秋田大学などの調査の結果、「大したことはない」とされていた。ところが9月18日になって、地鳴りが断続的に起こるようになり、夜にはいつの間隔が次第にせばまり、午後9時頃に遂に女岳の頂上近くで噴火活動がはじまった。初めのうちは小規模であったので気がついた人は少なかったが、19日午前2時42分の大きな爆発音と地震には、山麓の田沢湖高原ではほとんどの人がびっくりして飛びおきたといわれている。

地元の田沢湖町では19日に「駒ヶ岳噴火対策本部」をもうけ、とりあえず登山を禁止したが、その後の状況から、登山者が火口原に入りこまない限り危険はないとの判断から、火口を中心に半径約1kmの範囲のみを立入禁止区域とし他は解除した。男岳頂上では現在も同町職員が交替で警備にあたっている。

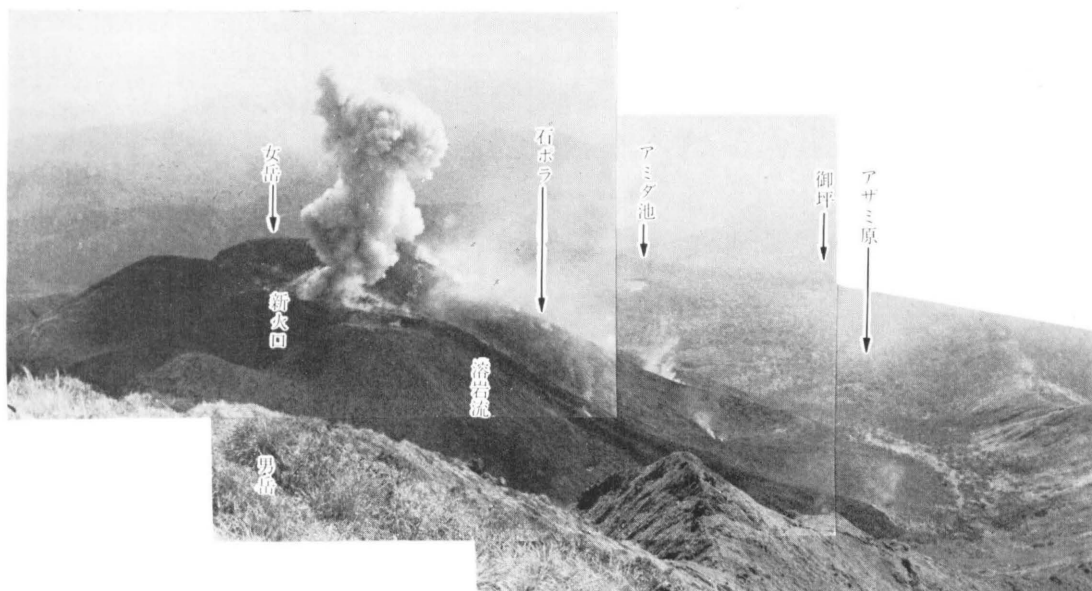
3. 噴火状況

女岳には頂上近くに2,3の火口跡があったが、ほとんど崩壊して形をとどめていなかった。今回活動をはじめたのはそのうちの1つと思われるが、男岳から眺めたところ、何の変哲もない所から溶岩が流れ出している。

新しい火口は、直径約30mぐらい、その中に直



* 情報処理研究室長



径 10 m 位の溶岩溜りがあって、昼間でも真赤に見える。溶岩溜りが次第にふくらんできたと思うと、突然最上部が破れ、はげしい爆発音と共に火山弾と噴煙を噴き上げている。この間数分、典型的なストロンボリ式噴火といえる。火山弾は高さ約 300 m まで噴き上げられ、半径 2~300 m の範囲に落下している。火山弾の中には直径 1~2 m のものもあるようである。火山弾の落下地点では高山植物が燃え、いたるところで山火事がおこっている。

火口からは黒い溶岩が女岳の斜面を西方へ流れ出している。これまでに東北地方では、磐梯、吾妻、安達太良、秋田焼岳などの爆発があったが、いずれも溶岩の流出を見なかったのが、こんどの駒ヶ岳のケースは非常に珍しいといわれている。溶岩流は 9 月 24 日現在長さ約 300 m、女岳の山腹を下りきって火口原に達している。末端では幅約 50 m、高さ約 10 m ぐらいである。

4. 過去の活動

秋田駒ヶ岳については、昭和 7 年 7 月の爆発までは、有史以来活動の記録はなかった。もっとも、男岳の東側の火口壁内には、大焼砂といわれる火山砂礫の堆積している所があって、明治中期までは噴気が出ていたといわれている。しかし女岳などの火口には噴気孔も知られていなかった。

昭和 7 年 7 月 21 日頃から女岳の南方の石ボラといわれる所で、泥流噴出などの小爆発的活動がはじまり、1 つの噴火口と 8 つの泥流噴出口ができた。これらの噴火口、泥流噴出口もやはり SW-NE の方向に並んでいる。噴火口では火山砂礫が

堆積して、高さ 2 m、直径約 7 m の欠頂円錐丘ができたといわれている。この時の爆発は、爆発地域約 30 町分、泥流氾濫区域約 150 町歩で、火山灰は南東約 10 km の岩手県橋場付近まで達したという報告もある。しかし、爆発は 7 月末にはおさまリ、非常に小規模なものであったようである。

5. 付近の温泉

駒ヶ岳の周辺には、黒湯、孫六、蟹場、水沢、国見などの温泉がある。中でも水沢温泉と国見温泉は今回噴火した女岳に近く、直線距離にして 2~3 km のところにある。特に国見温泉では、昭和 7 年の爆発の際に、爆発後約 1 週間たって、泉温が 10°C ほど上昇したということである。今回の噴火に際しては、今のところこれらの温泉には影響はあらわれていないが、将来影響のあらわれることも予想されるので、とりあえず現況を調査したものを表示しておく。

温泉名	調査日時	泉温(最高のもの)	備 考
蟹 場	45. 9. 25 8 ^h 50 ^m	53°C	
孫 六	9 ^h 15 ^m	72	
大 釜	10 ^h 15 ^m	96	噴気地 50×200m、100 m 下流に同程度の噴気地あり。
一本松	9 ^h 55 ^m	54	硫黄沈着、変質帯 20×40 m
黒 湯	10 ^h 50 ^m	94	付近に噴気地多し
水 沢	13 ^h 10 ^m	44	硫黄沈着、約 3 km 下方へ達湯。
国 見	15 ^h 30 ^m	47	硫黄沈着、硫化水素臭強し、間欠的噴出(2 時間休止、10 時間噴出)、約 200 l/min
国見 IBC	16 ^h 30 ^m	44	

新庄支所の雪害研究 について

坂 野 行 雄*

は じ め に

新庄支所は昭和44年10月発足して、今年二冬目を迎えることになる。現在、実験施設、実験用器具機械の整備充実に鋭意努めている。

実験研究については44年度整備した消雪道路実験施設ならびに測定器械等の調整運転と、それ等を用い一部研究活動にはいつている。45年度の冬期は実験庁舎の完成に伴い、研究能率も一段と高められるので、“雪害防災研究”という所期の研究課題の実施に向って一層の飛躍を期している。

本文は支所の現状、特に研究課題に関する諸問題ならびに当面の研究活動の状況を述べるものである。

施設等整備計画

支所の業務は大型野外雪氷害実験施設を用いた応用的な実験研究が主体である。主要施設の整備計画は次のとおりであるが、工程は当初計画に対し幾分遅れてきている。

昭和44年度：道路消雪実験施設を設置した。施設は幅6m、長さ30m、厚さ23cmのコンクリート舗装道路で、噴水ノズルの変換、地表地中等の各種温度の微測定装置等が施されてある。観測室1棟。

昭和45年度：実験庁舎（RC、2階、393m²）低温実験室2室（-10℃、-20℃）

昭和46年度：流雪溝実験施設を構内に設置する計画である。流雪溝は溝に雪塊を投入し、水の送流力を利用して積雪を河川等に運搬する施設であり、雪質に応じた能率の良い施設の仕様を実験的に研究するものである。

昭和47年度：除雪実験道路の整備。屋根消雪実験施設。車庫、倉庫、構内道路等の庁舎付帯設備の整備。除雪道路としては高速および低速除雪作業用実験道路として舗装道路を構内に施設する。

昭和48年度以降：なだれ予知に関する技術研究

を行なうため構外に野外実験施設を設ける。その他外来研究者宿泊施設の整備等を計画している。

次に支所の組織、機構としては現在雪害防災研究室1室が設置されており、定員は4名である。将来計画としては研究室3室、定員12名を予定している。

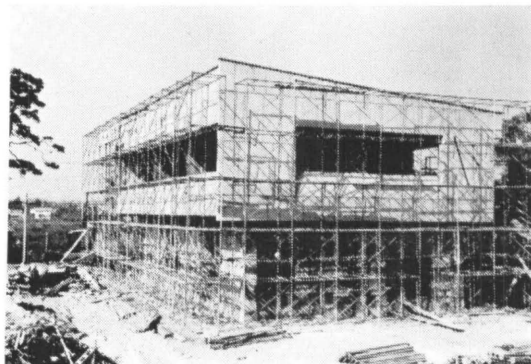
雪害発現機構の科学的究明

新庄支所で行なう研究のうち一つの特徴として挙げられるものとして雪氷害に係る防災科学技術と雪氷害に関する社会的および経済的事象の分析結果との総合的な研究という課題がある。つまりこれをいいかえれば雪害という因果関係にある事象と、この因果関係を切断する手法としての防災技術との関係を総合的に検討することである。

雪氷害に関する社会経済的事象の分析とは如何なる内容のものかという。⑴、雪寒事象とそれによる施設、人命等の直接被害ならびに道路除雪費用、商業の不振等の間接被害との相関関係。⑵、雪寒事象と被害内容の解析および被害要因の除去等に関する調査分析。⑶、被害額算定方式の確立。⑷、住民の被害意識の調査、雪害史の調査研究。降雪期と無雪期を対比した積雪地方の土地利用状



図—1 東北地方の雪況



写真—1 工事中の実験庁舎

* 新庄支所長

況、開発計画等。これ等の調査研究の意味する所は雪害の実態を見究めることである。すなわち雪害発現機構の科学的究明にある。そして以上の社会経済的調査の上に立って、それ等の被害発生原因の除去と被害拡大防止に必要な科学技術の調査研究を行なうものである。社会生活全般にわたる要因の除去に関する手法が科学技術のみで解決されるものでないことはもちろんであるが、現状では技術の進歩に期待される所が大きい。これ等の技術的な調査研究の内容としては次の事項がある。

(イ) 各種雪害防止工法と雪質との関係。(ロ) 各種雪害防止工法の機能調査。(ハ) 被害発生機構調査(積雪量、雪質と被害の関係)

社会経済的事象のなかで被害額一つを取り上げて見ても時代の動き進歩により経済的な価値評価が異なり、また経済活動の発展、個人の生活水準の向上、高速道路等の公共施設の拡充等に伴い、新しい性質の被害が生れてくると思われる。かつては鉄道や送電施設等の限られた面にとどまった雪害という既成観念が改められ、雪害と呼ぶ範囲は社会生活の幅広い分野まで及んで行くであろう。

一方雪害の克服は科学技術の改良進歩のみでは解決できない。社会の再開発を目ざす高度の政治力、行政組織の整備、それと共に住民の個々の生活改善に対する意欲、経済力等が噛合わなければ到底不可能である。雪害事象に係る総合的な調査研究は以上のような問題を十分念頭に入れて実施する必要がある。

都市の無雪化に関する研究

(1) 研究の要旨——昨今、雪害に苦しむ多雪地方の都市において都市の無雪化が叫ばれるようになり、二、三の都市において無雪都市の宣言がなされ雪害克服の姿勢を積極的に打出している。都市雪害防止のために、都市の実態に即して直接的な手段を多面的に適切有効に実施することが特に必要である。端的に言って市街地の屋根雪処理の自動化に関する新技術の開発、街路の消除雪技術の経済的な開発が最も急がれる問題である。その外、根本的には雪に強い新しい都市計画策定の技術基準を明らかにすることが望まれている。

(2) 研究の概要——(イ) 街路の雪害防止に関する研究：街路用小型除雪機械の開発、消雪パイプ、薬剤処理あるいは電熱等による堆雪処理方法、

融雪機械の小型化に関する研究等があるが、支所では国道規格の舗装道路について地下水による消雪パイプの実験研究を実施している。

(ロ) 屋根雪対策に関する研究：消雪パイプあるいは電熱線等による屋根雪消雪、循環加熱式散水融雪装置に関する研究、耐雪屋根構造建築に関する研究等があるが、支所は現在地下水による散水消雪の研究に重点を置いている。

(ハ) 雪害対策都市計画の策定に関する研究：都市雪害の発現機構に関する研究、積雪寒冷地の街路構造に関する研究、防雪を目的とした都市造りに関する研究等があるが、支所は当面都市雪害の発現機構に関する研究を進める計画である。

都市の雪害対策の研究に当って最初に取り組まなければならない問題は既設都市構造の実態の把握と、都市の各面に生じている被害内容を質的にまた、量的に調査分析することである。そして思慮ある洞察により得られた結論から、その都市の性格に最も合致した適切な対策を打出すことが大切である。

散水消雪による都市の水資源の枯渇、熱処理手法による火災の危険、大幅な機械導入による町内の騒音被害、街路の無雪化により新たに生ずる交通安全対策等、予想にかたくない新しい公害、異質の被害に対する処理方法等に関しても、あらかじめ十分研究されなければならない。

消雪道路実験について

(1) 路上の雪処理——新庄市においては、毎年1.5mほどの積雪がある。これが、野といわず街といわず場所を選ばず積り、それゆえ雪国の人々の生活をいろいろな意味で少なからず妨げているといえる。このような積雪に対して、とりあえず交通路だけでも確保しようとするのが現在の雪対策である。そのためには、機械力すなわちブルドーザー等を用いての除雪と、地下水・電力・薬



写真—2 消雪道路

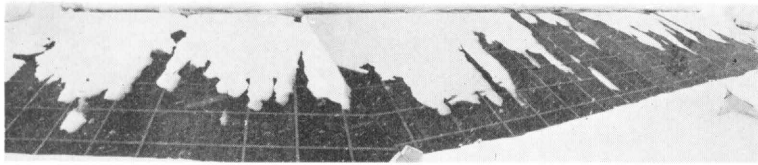


写真-3 道路消雪実験

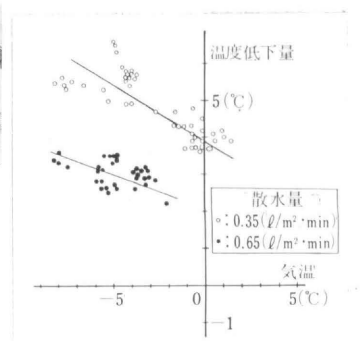


図-2 気温と水温低下量

剤等を使用しての消雪との二つの方法がある。長年行なわれてきた機械力を投入しての除雪に加え、地下水を用いてのいわゆる“消雪道路”は、長岡において非常な成果を収めて以来各地で建設され、その距離数も増加しつつある。新庄市でも、現在総延長 2.5 km、今年度は 1.6 km の増設が予定されている。上記の二つの方法はそれぞれの特徴を生かして適当に使い分けられてゆくことであろう。

(2) 消雪道路——地下水を用いての消雪道路とは、降雪時に地下水を適量路上に散水し、降ってくる雪を直ちに消してしまおうとするものである。写真-2 に示すように、その構造は 100 m 前後の深井戸から汲上げた 12.3°C の地下水を、舗装道路の中央に配置したノズルから両側に散水させるのが一般的なスタイルである。ただし、場所によっては、地下水の代りに河川水（新庄の一部）、海水（青森）を用いている所もあり、ノズル形状も長岡方式の噴水式に対して青森県等では水平噴射式を用いている。このように各地で独自のアイディアを折込みながら一步一步前進しているのが現況である。ただ、場所により気温、風速、降雪量等の自然条件が違い、地下水温も異なるため、その散水量は一概に決められず、現在のところ長岡での実績を踏まえながら試行錯誤を繰返して決定しているのが実情のようである。利用可能な地下水の量は限度があるので地下水散水量の決定は重要な事である。これらの問題解決のため当支所において、45 年 2 月から道路消雪実験を始めた。

(3) 道路消雪実験——実験に用いた試験道路は、幅 6 m 延長 30 m のコンクリート舗装道路で、1 m 間隔の格子状にラインが引いてあり、路上の未融解の積雪分布が計算できる。道路の中程には熱電対を並べ、散水水温の変化が測定できるよう

になっている。実験方法としては、7.5 m の浅井戸の水 ($7\sim 9^{\circ}\text{C}$) を、10 cm 間隔に穴をあけた径 20 mm のエンピ管に導き試験道路に散水する。水を路肩の散水孔から道路を横断して他端に流下させ、その時の水温の低下量（両端での温度差）を測定する。

44 年度の実験では、散水量は 0.35 および 0.65 ($\text{l}/\text{m}^2\cdot\text{min}$) の二種類で行なった。これらの観測値のうち、降雪なく、風速 1 m/sec 以下の条件に合致するケースを選び、その時の気温と、水温の低下量との関係を図示したのが 図-2 である。これによると、たとえば散水量が $0.35 \text{ l}/\text{m}^2\cdot\text{min}$ で気温が -5°C の時には、水温低下量は約 5°C 位で、ゆえに井戸水の温度が 9°C であれば、道路の末端にきた時には 4°C 位であることがわかる。また、もし激しい降雪または、7,8 m/sec の強風がある時には、それぞれ $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 程度の水温低下が見られたが、この点についてはもう少し観測を続けなければならない。

今後の実験計画：上記の 44 年度の実験を継続するとともに、水温・ノズル形状・間隔を変えて消雪効果を調べる予定である。また、試験道路上で車を走らせてその攪拌による消雪への影響も調査するつもりである。

屋根雪消雪実験について

(1) 要 旨——都市における屋根雪は住宅その他施設が密集している関係から、その処理についてはいまだ適当な方法が確立されておらず、屋根雪の消雪・除雪に支障をきたしている現状にある。こまった問題は、ブルドーザーなどの除雪機械が通行不可能であるような裏小路にある住宅密集地区である。こういう地区では屋根雪の処理ができず、家のまわりや道路に雪おろしをするため交通止めとなったりし、地区住民の日常生活に支

障をきたしている。早急に雪処理技術の開発が望まれるわけである。現在までに屋根雪消雪に係る流水・電熱融雪などの種々の調査研究はあるが、詳細な観測・研究が少ない所から屋根雪処理方法の高度の研究が要求されている。

(2) 屋根雪消雪実験——支所では、当面の計画として地下水利用による流水消雪方法で屋根雪処理実験を行ない、消雪施設設計方法を調査研究して屋根雪処理対策の基礎資料とする。

屋根雪流水消雪実験施設として、いろいろ考えられるが、小規模実験施設として下記のごとき2組(A型・B型)の実験屋根を用意して、散水ノズルの配管・水量計・温度計測装置の設置をする。

A型実験施設; 木造固定屋根(壁付), 屋根勾配 16.5° (3寸勾配), 屋根面積 15 m^2 ($5\text{ m} \times 3\text{ m}$), 長尺カラー鉄板使用

B型実験施設; 鉄骨造可変勾配式屋根, 屋根勾配 $16.5^{\circ} \sim 30^{\circ}$, 屋根面積 16.5 m^2 ($5.5\text{ m} \times 3\text{ m}$), 長尺カラー鉄板使用

2組の屋根雪流水消雪実験施設を用いて、自然状態の雪の地下水利用による流水処理を、水量・水温・散水形態・屋根勾配・施設内温度(暖房による)などの諸要素を任意にかえて実験観測を行ない、流水消雪の融雪機能を明らかにする。屋根雪流水処理方法には、(i)降雪を即座に処理するため降雪中は常に散水する融雪方法、(ii)屋根面上にある程度雪を積らせた後、散水を始める滑落方法、が考えられる。しかし、密集した都市における屋根雪処理の場合、融雪処理方法が望ましいわけである。この実験においては、自然状の降雪を問題とするため、降雪強度・新積雪深・気温・湿度・風速・輻射量などの気象諸要素ならびに屋根面流水温度を測定する。なお、新庁舎の屋根(長尺鉄板, $19\text{ m} \times 13\text{ m}$)に消雪用の配管が施設しており、大型屋根の消雪実験が可能である。

(3) 今後の問題——これからの研究方向としては、屋根形態・屋根面材料をかえた散水消雪における流下水温低下現象の解明、さらに循環式散水消雪方法・電熱利用の消雪へと実用のための研究を進めていくことになる。

現在、屋根雪の融雪技術に消雪パイプが実用化されつつあり、その熱源として地下水が利用されているわけである。この方法は、設備費をのぞけばあまり費用がかからなく、地下水の温度が河川水などに比べて高いなどの利点がある。そのため、

所かまわず井戸を掘り、道路や施設の融雪に使用している所が多く、地下水利用方法は一般に無計画である。

地下水は、地下に無尽蔵に水が貯留されているわけではなく、地域により季節による変動はあるが、たえず流動している。そのため揚水により消費した場合には補給されなければならない。すでに一部の都市で地下水利用の散水消雪による影響が現われて、飲料用井戸水の水位低下、事業所の水源枯渇で消雪パイプの施設を閉鎖するといった問題が起きている。地下資源としての地下水は、地域ごとに利用可能量があるわけであるから害の現われる前に、関係機関が地下水の分布状態・水収支を調べたり、地下水補給をはかるなどの対策を立てるべきであろう。

あ と が き

裏日本において一昔前は住民の生活も経済活動も冬眠状態にあり、住民感情も一種の諦観が左右していた。最近は雪国の工業化も急速に進展してきており、住民の生活水準も向上し、積雪期といえども無雪期に近い生活水準と経済活動を望むようになり、過去の宿命感からの解放を強く意識するようになってきた。そして新らしい住民意識は雪国の後進性あるいは停滞より脱却し、表日本より不利な条件を克服して無雪地方の繁栄に追付き追越そうとする切実な願望にまで高められつつある。

雪の実態は、ある時は固体であり、ある時は液体であり、気温に特に敏感である。そして広範囲に長期間分布し、その量も膨大である。いずれの姿においても加害者として見るときは処理費用の点でも莫大であり、技術的にも取扱いにくい、実態のよくわからない厄介な物体である。それゆえ雪害対策は公共事業として取上げなければ解決できない面がある。しかしながら雪国住民にとって雪害は生活の裏口まで押寄せてきている日常生活に最も身近な問題でもあるので、この問題解決を考えた場合、何といたっても住民の被害意識が発点である。時代と共に変転成長する住民の被害意識あるいは自衛意識が雪害を克服しようとする、その時々の新らしいエネルギーでもある。

すなわち雪害対策は住民の被害意識と公共機関の永続的な施策、研究とが互いに縦糸、あるいは横糸となってからみ合いながら大きな成果を挙げて行くものと考えらる。

NATIONAL RESEARCH CENTER FOR DISASTER PREVENTION

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

防 災 科 学 技 術 No. 17 1971 January

昭和45年12月20日 印刷

昭和46年1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 有限会社啓文堂松本印刷
