防災科学技術 NO. 39

科学技術庁　国立防災科学技術センター

No. 39 1980 June

もくじ

東京における降水量の変化と確率降水量の変化 …… 米谷恒春・ 1

タンク・モデルによる渇水予測 …… 渡辺一郎・ 4

国立防災科学技術センターの動き …… 10

ソ連の地震予知研究 …… 浜田和郎・11

6月29日16時20分に発生した伊豆半島東方沖の地震について …… 19

空中写真の利用－災害空中写真標定図の紹介－ …… 片桐一美・22

暖房温度調節による省エネルギー対策 …… 久保田武・田中孝紀・24

センター新刊 …… 26

表紙写真　集中豪雨の日本記録はどのくらいの強さの雨

当センターでは，毎年，科学技術週間（4月第3週）のうちの一日を利用して施設の公開を行なっている．本年は，大型降雨実験施設を利用して，強雨の日本記録（昭和19年10月17日，高知県足摺岬）152㎜／時を再現し，見学の人々にその雨の強さを体験してもらった．大型降雨実験施設は，一つの実験区画が44ｍ×72ｍの広さをもち，降雨強度は15－200㎜／時，雨滴粒径は0.1－2.2㎜⌀，雨滴落下高16ｍという規模・能力をもった世界最大の装置である．

東京における降水量の変化と確率降水量の変化

米 谷 恒 春

1. はじめに

最近，気候の変化について各方面の関心は高まっており，気候の変化により人間活動が受ける種々の影響とか，逆に，気候に及ぼす人間活動の影響など，気候変化に係わる諸問題が重要な課題になっている．

一口に気候の変化と言っても，氷河期とか間氷期のような数万年の長い規模の変化もあるが，われわれの強い関心が及ぶのは一世代または二世代の期間での変化であろう．では，十年から数十年の規模で気候は実際どう変化してきたのであろうか．この小報告では，筆者らの最近の研究に基づき，最近の100年間に生じた年降水量及び年最大日降水量の東京における変化と，年最大日降水量の変化が降雨災害に対する防災構造物の有効性に与える影響を概説する．

ここで，後の話の理解を助けるために，降雨災害に対する防災構造物を設計するときの基本的な方法と，この防災方策の有効性がうける降水の変化の影響について触れておく．前者は，詳しくは木下（1980）が報告しているが，大略次のとおりである．過去の気象統計値から50年間とか，100年間に一度生じると評価される確率降水量を求め，それから流出モデルにより流量を算出する．この流量を基礎に構造物の設計がなされる．従って，降水確率の変化が無ければ，当初計画されたとおりの50年間なり100年間なりに一度の大雨に対応

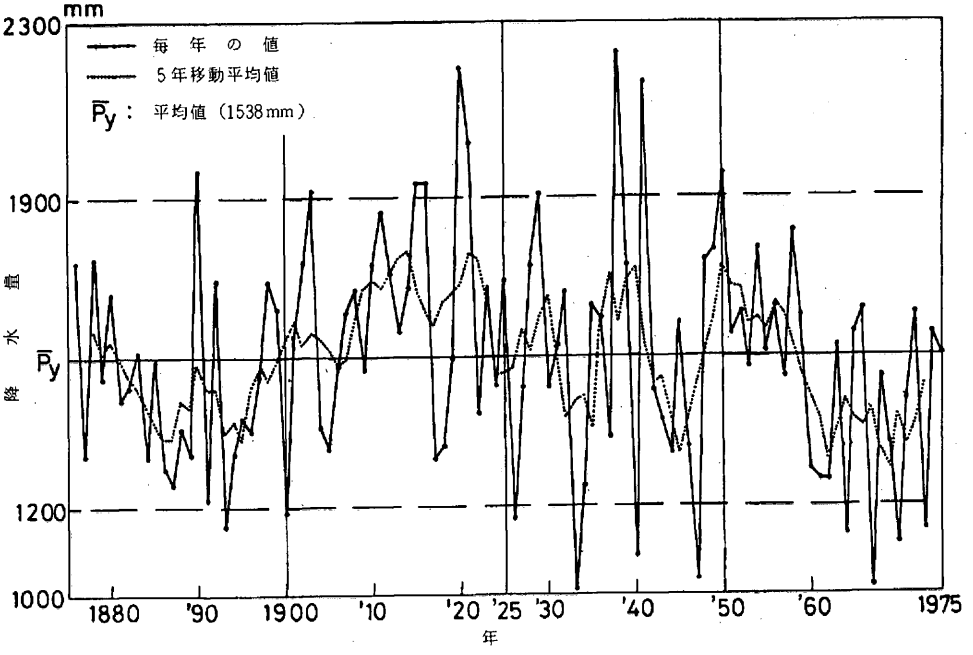


図1　年降水量の経年変化と5年移動平均による変化の傾向（東京）

できるはずの防災構造物が，設計後に降水確率に変化が生じたために，実際は20年に一度というような雨にしか対応できなくなる事態が生じることが考えられる．

2. 東京における降水量の長期変化と期間の違いによる確率雨量の相異

東京管区気象台（以下，東京と記す）では1876年から気象観測を実施しており，統計値の切断のような解析をする上での問題点はない．

図1は，年降水量の経年変化と5年移動平均による変化の傾向を示したものである．この図から，年降水量に次のような傾向の移り変わりが読み取れる．すなわち，1900年頃までは少雨期，1901年～1925年頃は多雨期，1926年～1950年頃は多雨年と少雨年の混在した変動の激しい時期，1950年代は多雨傾向，そして1960年以降の少雨傾向，である．

そこで，1876年～1975年の100年間を一期25年とする四期に分けて，第1期～第4期における年降水量の平均値をそれぞれ求めた．全統計期間の平均値は1,538㎜であるが，1900年までの第1期は少雨期で，平均年降水量は1,471㎜，続く第2期は多雨期で，平均値は1,661㎜，変動の激しい時期である1926年～1950年の平均値は1,548㎜，1951年以降の第4期は，多雨年を含んでいるにもかかわらず，少雨期であった第1期の平均値と同じ1,470㎜である．年降水量の長期変化と地域性の調査によって，表日本では1960年以降少雨傾向にあることは既に知られているが（例えば，気象庁，1974），第2期～第4期の平均値の推移は，すでに1901年～1925年の多雨期以後の全般的な長期傾向として，年降水量が少なくなっていることを示している．

図2は，年最大日降水量の各期別度数分布である．図中の数字は平均値と標準偏差である．少雨期の第1期と多雨期の第2期の状態は年降水量における状態と同じ傾向を示し，年最大日降水量も，第1期は全体的に小さく，第2期は全体的に大きくなっている．一方，多雨年と少雨年が混在した第3期での年最大日降水量の分布は，多雨期の第2期よりも，大きな値の年が多くなっていて，極端に大きな値を記録した年もあった．少雨期である第1期と年降水量の平均値が同じになった第4期では，年最大日降水量の分布は第1期と同じように小さな値の年が多くなっているが，同時に第3期と同じように極端に大きな値が現われた年もある．厳密な統計上の議論はさておき，図1と図2から，東京における降水量は20年～30年の規模で変化したと言えよう．

上で示した変化が確率降水量にどの程度の変化を生じさせるであろうか．関東地方の気象管署について木下・米谷（1980）が調べているので，その結果を以下に引用する．この報告では統計期間を長くとれるよう，上述の第1期と第2期にほぼ相当する観測開始年～1928年（以下，前期と記す）と，第3期と第4期にほぼ相当する1929年～1978年の50年間（以下，後期と記す）に分けている．

東京における年最大日降水量について，前期の統計値から100年確率降水量（100年に1度生起すると推定される降水量）を算出すると216㎜に

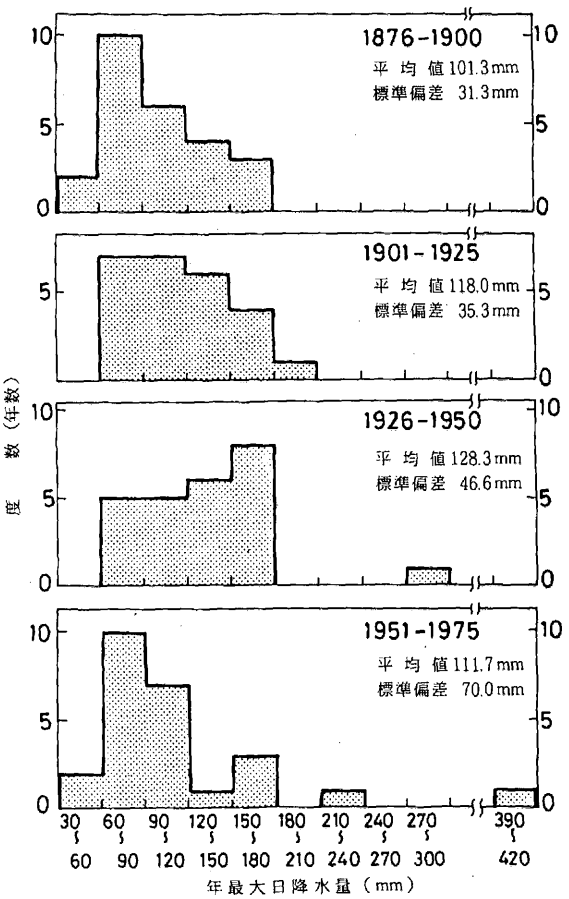


図2 年最大日降水量の階級別度数分布（東京）

なる．ところが，後期の50年間にこの216㎜を越える年最大日降水量が3回も記録されている．しかも，後期第1位の狩野川台風による392.5㎜と第2位の梅雨前線に伴なう豪雨による278.3㎜は前期の100年確率降水量のそれぞれ1.8倍と1.3倍になる大きな値である．このような大きな値を含む後期の統計値から100年確率降水量を求めると312㎜で，前期から求めた値の1.4倍になる．以上のような変化の程度は，防災構造物の設計に確率降水量の方法を用いる場合に，無視し得ないことはいうまでもない．

以上のように，東京における降水量の変化と確率降水量に現れた変化を示したが，この傾向は東京だけのものでなく，関東北部にある主要都市においても同様な傾向が認められた．表1に年最大日降水量の100年確率降水量に関する統計を示す．この統計結果から容易に分かるように，もし，100年確率降水量を求めて100年に1度の大雨に耐えられるよう計画した防災構造物を，1930年頃表記の地点やその周辺で建造したとする．この場合，その後の降水量の変化により，防災構造物の計画を上まわる事態が今日までの50年間に，3回はなはだしい所では6回も生じたと考えられる．

表1 前期及び後期の値から求めた100年確率日降水量（（ ）内の値は後期の前期の値に対する倍率），後期の年最大日降水量が前期の100年確率日降水量を越えた回数，及び次式で示される比：（年最大日降水量の後期の最大値）／（前期の100年確率日降水量），（木下・米谷，1980，による）．

	100年確率降水量（㎜）		回数	比
	前期	後期		
東京	216	312（1.4）	3	1.8
熊谷	203	314（1.5）	6	1.4
前橋	175	276（1.6）	3	2.0
宇都宮	178	240（1.3）	4	1.2
水戸	183	261（1.4）	4	1.5

注　前期とは，東京1876年～1928年，熊谷・前橋・水戸は1897年～1928年，宇都宮1891年～1928年．後期は全地点とも1929年～1978年．

3. おわりに

東京における降水量の変化と防災構造物の設計に密接な関係をもつ確率降水量の変化を示し，気候の変化が人間の営みに与える影響の一端を見た．気候は短い期間で変わる可能性があることを認識し，防災方法が気候統計値に大きく依存しているもの，例えばここで挙げた降雨災害に対処する防災構造物やあるいは農業にあっては，特に注意深い気候の監視と，異常気象に対処できるように日常からの配慮が必要である．

特に降雨災害について言えば，東京では現在，年降水量は少ない状態にあり，かつ一方で，極端に大きな日降水量が生ずることがある．このような状態にある地域にあっては，水資源の有効利用と洪水調節の両機能をもつダム（群）の管理による防災が重きをなしてこよう．

最後に，誤解のないように，次のことを注記しておきたい．確率降水量の考えを防災構造物の設計に用いるようになったのは昭和30年代，1955年以降になってからである．一方，極端に大きな日降水量は1950年以前から記録されはじめている．従って，現在既に構築された降雨災害に対する防災構造物の設計値を与えた確率降水量は，最近観測された大きな日降水量などを考慮に入れた値になっている．

参考文献

木下武雄，1980：降雨災害対策における超過確率年の例，国立防災科学技術センター研究報告，23，P1～P10
木下武雄・米谷恒春，1980：関東地方の主要都市における確率雨量の統計期間による差異，水利科学，No.132，P102～P119
気象庁，1974：近年における世界の異常気象の実態調査とその長期見通しについて，P110～P112

Tsuneharu Yonetani・第1研究部主任研究官

タンク・モデルによる渇水予測

渡 辺 一 郎

1. タンク・モデルとは

1.1 タンク・モデルの考え方

タンク・モデルとは，降雨・降雪によって河川流出量がどのように変化するかを計算する流出計算法（流出解析法）の一つで，当センターの前所長，菅原正巳博士が考案され研究を進めてこられたものである．現在でも，菅原博士は当センターの専門委員として，特にタンク・モデルについての当センターの研究開発の指導にあたられている．

タンク・モデルによる流出計算の基本的な点を示したのが図1である．タンクの側面と底面に，タンク内の水が流れ出る孔を持っている．雨および融雪による水は，タンクの上からタンクへ入れられる（P）．ある時点のタンク内の水の量（貯留量）がxであるとき，タンクの側面から流れ出る水の量は（$x-h$）・a，タンクの底面から流れ出る水の量は$x \cdot b$である．なお，a，bともに1より小さい無次元の数で，$a+b<1$でなければならない．また，x，h，Pなどは㎜すなわち深さを単位として測られる．側面から流れ出る水は河川へ入る水を表わし，底面から流れ出る水は地下へ浸透する水を表わす．

通常の河川の流出の状況を示すために，図2のように4個のタンクを縦に並べたものを用いる．上のタンクの底面から流れ出る水は下のタンクへ入る．すべてのタンクの側面から流れ出る水の量を加え合わせたものが河川流量の推定値である．

ある河川流域における過去の雨・雪の量を図2のようなタンクへ投入して計算された河川流量が実測流量と合致するように，$a_1 \sim a_4$，$b_1 \sim b_3$，$h_1 \sim h_3$を決定する．このようにして決定された$a_1 \sim a_4$などは，この河川流域の特性を表現するパラメータ群とでもいうべきものである．このようにして$a_1 \sim a_4$などのパラメータ群を定めた後は，将来の予想雨・雪量（降水量）を$a_1 \sim a_4$などが定まっているタンクへ投入して，将来の河川流量を予測することができるのである．

1.2 簡単な計算例

日流量解析の場合の推定流量の計算例を示そう．今，図3のように各パラメータとタンク貯留量が定められているとする．このとき，ある日に10㎜の雨が降り，次の日には雨が降らなかった場合の各日の推定流量は，次のように計算される．

1段目のタンクの貯留量は30㎜であるが，これに雨の10㎜が加えられて40㎜となる．側面の上の孔から出る流量は，

$$(40-20) \cdot 0.2 = 4.0 \text{㎜},$$

側面の下の孔から出る流量は，

$$40 \cdot 0.1 = 4.0 \text{㎜},$$

そして，底面から出て浸透する量は，

$$40 \cdot 0.2 = 8.0 \text{㎜},$$

である．この結果，1段目のタンクの貯留量は，

$$40-(4.0+4.0+8.0)=24 \text{㎜},$$

となる．1段目の底面から出て浸透した水は2段目のタンクへ入るので，2段目のタンクの貯留量は，

$$30+8=38 \text{㎜},$$

となる．したがって，2段目のタンクの側面からの流出量は，

$$(38-10) \cdot 0.05 = 1.4 \text{㎜},$$

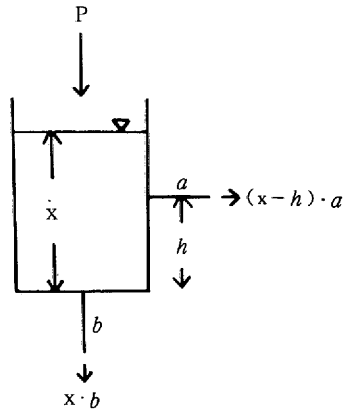
底面からの浸透量は，

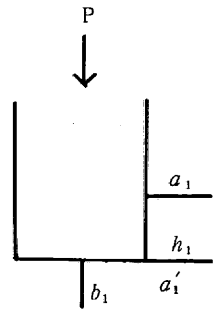
$$38 \cdot 0.05 = 1.9 \text{㎜},$$

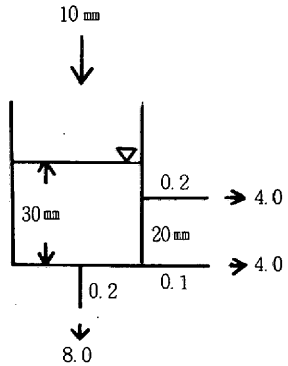
となる．このような計算を4段目のタンクまで行なった結果の各穴からの流出量を図3に，計算の終った状態（すなわち次の日の状態）を図4に示す（ともに計算のつど，小数点以下2けた目を四捨五入している）．かくて，10㎜の雨が降った日の推定流量は，

$$4.0+4.0+1.4+1.5+1.0=11.9 \text{㎜}$$

となる．次の日の計算は図4から出発して同じよ







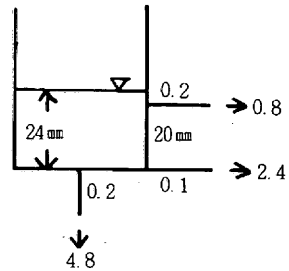


図1　タンク・モデルの基本型

図2　日流量解析用タンク

図3　計算例（1）

図4　計算例（2）

うに行なえばよく，各穴からの流出量が図4に示されており，この日の推定流量は，

$$0.8+2.4+1.5+1.5+1.0=7.2\text{mm}$$

である．

1.3　蒸発散と農業用水

日流量解析においては，蒸発散と農業用水を考慮しなければならない．どのように処理すべきか，それぞれの量をどのように決めるべきか非常にむずかしいのであるが，現在，次のような規則で処理されている．

蒸発散：

(1)月ごとに蒸発散量（E）を変化させる．たとえば，北上川水系和賀川においては，蒸発計による値をもとにして表1のような値が用いられた．

表1　蒸発散量の例

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
E mm/日	1.2	1.4	2.0	3.3	4.2	4.2	4.2	4.5	3.1	2.1	1.5	1.1

(2)雨・雪が降らなかった日には，1段目のタンクの貯留量（x）からEを引く．もしxがEより小さければ，残りを2段目のタンクから引く（以下同様）．1.2の例でいえば第2日目には雨が降っていないので，その日が6月であれば，1段目のタンクの貯留量24mmから4.2mmを引き，貯留量を39.8mmとする．

(3)雨・雪が降った日には，蒸発散の計算を行なわない．

農業用水：

図3や図4のようにして計算された各タンクからの流出量の合計から農業用水の量だけ引き去り，これを3番目のタンクの貯留量へ加える．農業用水を引き去った残りを推定流量とする．この操作を農業取水が行なわれている期間を通じて行なう．水田に貯えられた水は除々に浸透してゆっくりと河川へ出るという考えから，第3番目のタンクへ入れるのである．どのくらいの水を引き去るかを決めることは非常にむずかしいが，水利権や取水の状況を参考にしながら，推定流量が実測流量と合致するように決める．

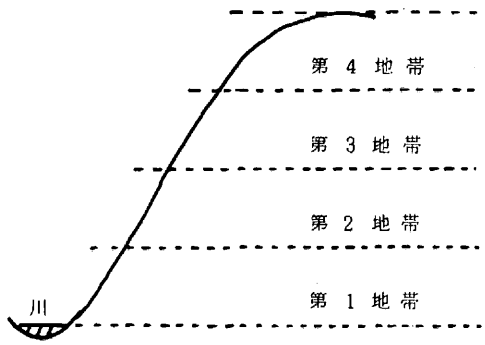


図5　地 帯 分 割

1.4　雪

わが国の大河川のほとんど全部は上流が積雪地帯である．したがって，積雪・融雪のことを考慮しない河川流出計算をしてもほとんど意味がない．積雪・融雪の計算については，すでに菅原前所長が，「防災科学技術」の第2号（菅原，1964）において書かれているが，その後の修正点も含めて，以下において要約しておこう．

(1)冬が来ると雪は山の高い所から積もり始め，春になると山すそから融けてゆく．山すそと山頂との間は連続的に変化しているのであるが，簡単に表現するため，これを図5のように高度別にいくつかの地帯に分け，各地帯の中では雪の積もりかたも融けかたも同じであるとする．分割数として通常4が用いられる．i番目の地帯の毎日の平均気温 T_i は，

$$T_i=T+T_0-(i-1)\cdot\Delta T \qquad (i=1,2,3,4)$$

であるとする．Tは各気象観測点の日気温の平均，T_0 は第1地帯（山すそ）の平均高度と気象観測点の高度とが異なるときの補正値である．すなわち，$T+T_0$ が第1地帯の平均高度における気温を示すようにする．ΔT は地帯ごとの温度低下である．100mにつき0.6℃の温度低下があるものとしてΔT，T_0 を定める．このようにして，高い地帯ほど温度が低い状況を表現する．

(2)気象観測点の日気温Tは，

$$T=\alpha T_{max}+(1-\alpha)T_{min}$$

であるとする．T_{max}，T_{min} は日最高および日最低の気温である．αは通常0.6とする．T_{max}，

T_{min} が得られず日平均気温が与えられているときには，その日平均気温をそのまま用いる．

(3)ある日の地帯 i の降水量が P_i であったとする．i 地帯の平均気温 T_i が0℃以下ならば P_i は雪で，それは積雪量に加えられる．T_i が0℃より高ければ P_i は雨である．そして，気温および雨により積雪の一部が融ける．地帯別融雪量 U_i は，

$$U_i = mT_i + (1/80)T_i P_i$$

で，これが雨量に加えられて1段目のタンクへ入れられる．m は通常6とする．上式の第2項は雨水の温度が気温に等しいとし，雨水が積雪を融かす量である．

(4)分割された各地帯の面積を，地図をみておよその見当で定める．それには，ある d_z を定め，

$$0.25+1.5d_z,\ 0.25+0.5d_z,\ 0.25-0.5d_z,\ 0.25-1.5d_z$$

によって，4地帯の面積比率 S_i を定めればよい（表2）．山地流域のときには $d_z=0$ %，かなり広い平地がある場合には $d_z=10$%とする．通常は4～6%を用いる．

表2　地帯面積比

d_z	S_1	S_2	S_3	S_4
0%	25%	25%	25%	25%
2	28	26	24	22
4	31	27	23	19
6	34	28	22	16
8	37	29	21	13
10	40	30	20	10

(5)雪の計算の中で一番大切なのが地帯別季節別降水量増加である．m 月の地帯 i における降水量 P_{mi} は，

$$P_{mi} = (1 + C_m d_i)\cdot C\cdot P$$

とする．Pは雨量観測点における実測降水量，C_m は季節変化，d_i は地帯別変化を示すパラメータ，Cは年間を通じての補正係数である．

d_i は高度が高くなるにつれ通常降水量が増えるということを基礎にし，$d_1=d$，$d_2=2d$，$d_3=3d$，$d_4=4d$，あるいは $d_1=d$，$d_2=2d$，$d_3=3d$，$d_4=3d$ のように定める．d は0.25～0.35とする．C_m は普通，表3の値を用いる．表3における C_{10} は通常0であるが，ときには「秋の雨がおもに平野で降る」場合があり，そのときには C_{10} を負の数（たとえば，－0.2）とする．Cは計算流出量が実測と合致するように定める．なお，(2)における融雪量 U_i の計算のときの P_i としては，ここで得られた P_{mi} を用いる．

表3　季節変化係数

月	1～3	4	5～9	10	11	12
C_m	1.0	0.5	0	C_{10}	0.5	1.0

(6)地帯別季節別降水量 P_{mi} と(3)の地帯別融雪量 U_i との和に，(4)における S_i をかけて加え合わせたものをタンクに入れ流出量の推定値QEを計算する．

$$\Sigma S_i\cdot(P_{mi}+U_i)\rightarrow QE$$

(7)推定流出量QEと実測Qとが合致するように，各種のパラメータを変更する．ただし，(2)における α，(3)における m は通常変更しない．(1)における T_0，(5)における d とCは敏感なパラメータである．これらを少し変更すると推定流出量QEが大きく変化する．ときには，(1)における ΔT，(4)における S_i，(5)における C_m（特に C_{10}）を変更する必要がある．

2. 北陸3河川の渇水予測

2.1　発端

昭和53年12月～昭和54年2月において降雪量が少なく，しかも暖冬で，3月には積雪量が非常に少なくなった．北陸地方では，代かきや田植の時期（5月～6月）が融雪期に当るため，代かき田植用の水が不足するのではないかと心配された．

当センターでは，建設省北陸地方建設局から，この事態に対処するための流量予測の方法について，54年2月下旬に相談を受けたので，タンク・モデルを用いて北陸地方建設局と協同してこの予測を行なうこととしたのである．対象としたのは阿賀野川，信濃川，関川の3河川であり，日流量の予測を行なった．

2.2　予測の方法

タンク・モデルによる流量予測の方法の概要については，すでに1.において述べたが，この実例にそって再度説明しよう．

(1)過去の実測日降水量，日最高気温，日最低気

温，日流量を用いて，1.において述べた方法で各河川のタンク・モデルの各パラメータを決定する．この段階をパラメータ決定段階あるいは検証計算ということにする．今回用いたのは，昭和47年あるいは昭和48年の1月から，昭和54年3月中旬までのデータである．

(2)次に，54年3月中旬以降について日降水量，日最高気温，日最低気温を仮定し，これらを(1)において定めたパラメータを持つタンク・モデルに投投入して予測流量を求める．この段階を予測計算とということにする．

54年3月中旬以降の日降水量などをどのようにして仮定するかが，今回の予測における一つのキー・ポイントであったが，特に北陸地方建設局の意向もあり，次の3ケースについて検討した．

ケース1：昭和47年～昭和53年のうちで夏季に最も河川流量の少なかった昭和48年の降水量を用いる．すなわち，昭和54年3月中旬以降は昭和48年3月中旬以降と同じ降水量であると仮定する．

ケース2：昭和47年～昭和53年のうちで，4月・5月の降水量が最も少なかった昭和50年の降水量を用いる．

ケース3：ケース2と同じく昭和50年の降水量を用いるが，3月中旬から4月末までの降水量をゼロとする．

日最高気温，日最低気温についても同じようにそれぞれ三つのケースとした．

なお，阿賀野川においては猪苗代湖と田子倉ダム，信濃川においては稲核ダムと黒又第一ダム，関川においては野尻湖からの放流量も考慮しなければならない．これらの放流量はタンク・モデルに投入せず，タンク・モデルからの流出量に流域面積を考慮して加えて推定流量を求めた．54年3月中旬以降については降水量，日気温と同じように，それぞれ三つのケースとした．

2.3 用いたデータと計算結果

(i) 阿賀野川

9個所の雨量観測点（南郷，只見，金山，田島，湯本，若松，喜多方，飯沢，津川）の観測降水量をそれぞれ同じパラメータを持つ9個のタンク・モデルに投入し，その9個の流出量の荷重平均に，猪苗代湖，田子倉ダムの放流量を加えて推定流量を求め，それが馬下における実測流量と合致するように各パラメータを定めた．このとき，南郷，只見，金山については只見における日最高気温と日最低気温を用い，田島，湯本，若松については田島のもの，喜多方，飯沢，津川については津川のものを用いた．なお，1.4(1)のT_0，ΔT，(2)のα，(4)のd_z，(5)のC，d_iは9個のタンク・モデルごとに原則として異なったものを用いるのであるが，この地域では，T_0，ΔTのみを変化させた．

計算結果の図は省略するが，ケース3の場合でも最も流量が少なくなる日で約200㎥/secである．

(ii) 関川

3個所の雨量観測点（関山，赤倉，野尻湖）の観測降水量を，同じパラメータを持つ3個のタンク・モデルに投入し，その3個の流出量の荷重平均に野尻湖からの実績放流量を加えて推定流量を求め，それが板倉における実測流量と合致するように各パラメータを定めた．日気温は関山のものを用いた．この場合も，3個のタンク・モデルの間ではT_0，ΔTのみを変化させた．計算結果の図は省略するが，ケース3の場合でも暖冬・少雪による影響は3河川中最も小さく，最低流量は約10㎥/secであった．

(iii) 信濃川

(a)まず，北牧，佐久，鹿教湯の実測雨量をそれぞれ同じパラメータを持つタンク・モデルに投入し，3個の流出量の荷重平均を求めて推定流量とし，これが生田における実測流量と合致するようにパラメータを定めた．日気温は佐久のものを用いた．このときも，T_0，ΔTのみを変化させた．

(b)松本，贄川，穂高，信州新町の実測降水量と穂高の日気温を用い，4個のタンク・モデルの流出量の荷重平均に稲核ダムの放流量を加えて推定流量を求め，これが陸郷における実測流量と合致するようにパラメータを定めた．このときも，4個のタンク・モデルの間では，T_0，ΔTのみを変化させた．

(c)同じようにして，六日町，湯沢，入広瀬の実測降水量，入広瀬の日気温と黒又第一ダムの放流量から求めた推定流量が堀之内における実測流量

と合致するようにパラメータを定めた．このときには，T_0，ΔTのほかに，1.4(4)のd_zを変化させた．すなわち，六日町だけ他のものと異なるd_zを用いた．

(d)最後に，信州新町，長野，鬼無里，菅平，野沢温泉，小赤沢，津南，十日町の実測降水量をそれぞれ同じパラメータを持つ8個のタンク・モデルに投入し，各タンク・モデルの流出量の荷重平均に，上記(a)，(b)，(c)で求めた生田，陸郷，堀之内の推定流量を一種の放流量と考えて加えたものを推定流量とし，これと小千谷における実測流量が合致するようにパラメータを定めた．日気温は津南のものを用いた．8個のタンク・モデルの間では，T_0，ΔTのみを変化させた．

図6に計算結果の一部を示す．昭和53年3月26日までは小千谷における実測流量（実線）と推定流量（破線），それ以後はケース3の場合（すなわち，昭和50年のデータを用い，しかも3月中旬から4月末まで降水量をゼロとした場合）の推定流量（破線）である．単位は㎜であるが，これを㎥/secに直すと，最低流量は約250㎥/secである．

2.4　結論とその後の状況

阿賀野川馬下地点において農業取水が困難となる流量は，150～200㎥/secといわれている．3月中旬～4月末において全く雨が降らなくても，上記の数値を下回らないことが判明したわけで，農業用水の不足について心配することはないと決論づけられた．板倉・小千谷地点においても，同じように問題がないことがわかった．このことは4月14日に報道機関及び県や農業団体に対して建設省北陸地方建設局から発表され，関係者に安心感を与えることができた．なお，昭和54年4月，5月には平年なみの降水量があったので，当然，渇水の問題は生じなかった．

さて，その後，8月，9月における渇水の恐れが問題となったので，7月下旬にふたたび次のような計算を行なった．すなわち，予測計算だけを行なったわけである．

(イ)タンク・モデルのすべてのパラメータは前回と同じとする．

(ロ)昭和54年7月8日までは実測の降水量，日気温，放流量を用い，それ以降は昭和48年のデータをタンク・モデルに投入して推定流量を計算する．

図7が小千谷地点における計算の結果である．7月8日までの実線は実測流量，破線は54年の実測降水量などを用いて計算した推定流量である．7月8日以降の破線は昭和48年の実測降水量などを用いて計算した推定流量である．8月，9月に

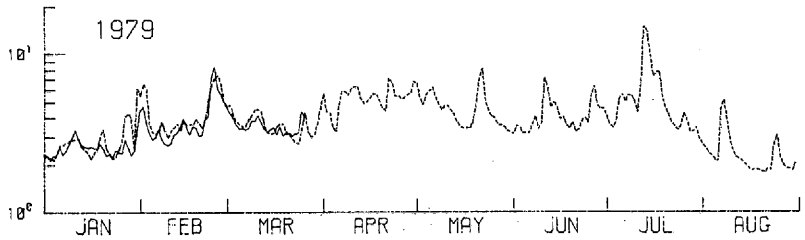


図6　小千谷計算結果（54年3月計算）

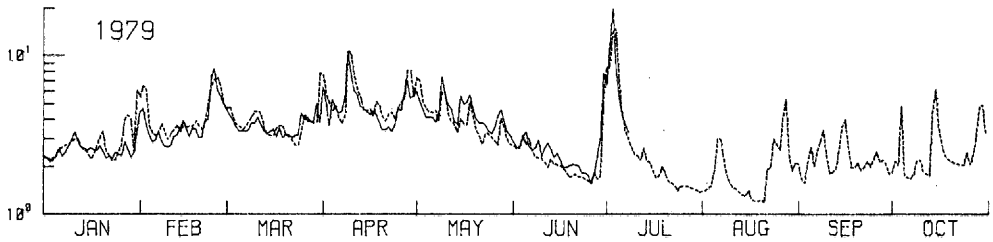


図7　小千谷計算結果（54年7月計算）

おいても，7月・8月に昭和48年程度の雨が降れば渇水の恐れはないと決論づけられた．

なお，図6と図7とを比較して次のような重要なことがわかる．図7の計算のときのタンク・モデルのすべてのパラメータは図6の計算のときと同じである．したがって，当然3月中旬までは図6と図7は（実測・推定ともに）全く同じである．重要なことは，図7において3月中旬から7月8日まで実測と推定の一致度が非常に良いことである．すなわち，タンク・モデルは予測精度の非常によい流出計算法であることがわかる．

タンク・モデルは，すでに現業においてダム計画の実務に広く適用されている．今回の解析によって，さらにこれが渇水予測などの河川管理面にも有用であることが見いだされたわけである．

データの収集・整理および実際の計算を実施したのは北陸地方建設局河川管理課の本間勝一氏である．また，菅原前所長には終始指導をいただき，第一研究部風水害防災研究室青木前室長には，北陸地方建設局からの紹介の労をとっていただき，種々の助言をいただいた．記して感謝の意を表わしたい．

なお，タンク・モデルの詳細については，菅原（1972），菅原・尾崎・勝山・渡辺（1975），菅原（1979），今回の北陸3河川の渇水予測の詳細については，岸田・土屋・小川・本間（1979）を参照されたい．

参考文献

1. 岸田隆・土屋進・小川進・本間勝一（1979）：融雪期の流出予測について－阿賀野川，信濃川，関川を対象として－．第33回建設省技術研究会講演概要－自由課題河川部門，昭和54年10月，39～46.
2. 菅原正巳（1964）：積雪量と融雪量とを算出する話．防災科学技術，No.2，1964年12月，4～7.
3. 菅原正巳（1972）：流出解析法．共立出版，257 pp.
4. 菅原正巳・尾崎睿子・勝山ヨシ子・渡辺一郎（1975）：本邦山地積雪地域の流出解析（英文）．国立防災科学技術センター研究速報，No.17.
5. 菅原正巳（1979）：続流出解析法．共立出版，269 pp.

Ichiro Watanabe・**第4研究部**

国立防災科学技術センターの動き

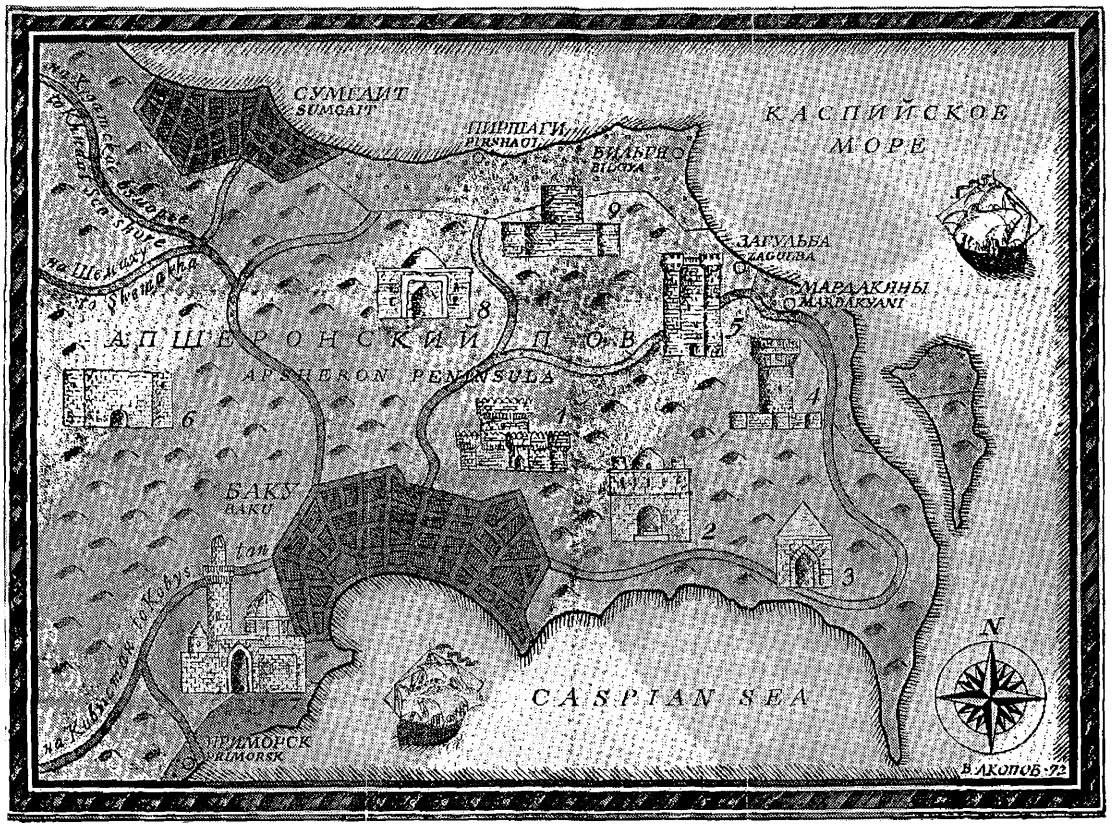
● 昭和55年度業務計画の概要

国立防災科学技術センターは，防災科学技術の総合的研究機関として設立以来，防災科学技術に関する試験研究のために必要な施設・設備の整備を行ないつつ，調査研究を推進し，多くの成果をあげてきた．特に，最近は東海大地震説や大規模地震対策特別措置法の施行に伴ない．災害も多様化しており，総合的な防災対策が要請されるようになってきている．このため，昭和55年度には震災対策特別研究の新規課題として「海溝型巨大地震の予知研究」を含めて7課題を行なうほか，雪害対策特別研究1課題を実施する．

予算については，昭和55年度予算額は歳出予算2,296,223千円（含施設費）（国庫債務負担行為限度額203,000千円）で，前年度に比し86,920千円の減である．機構については，会計部門の強化を図るため，管理部に会計課を新設した．これに伴い管理部総務課の名称を管理部庶務課に変更した．また，定員については，新規増員2名，定員削減1名があり，昭和55年度末の定員は，前年度に比し，1名増の118名（内研究職77名）である．

ソ連の地震予知研究

浜田和郎



バクー（BAKU）とその周辺の地図．バクーはカスピ海に突出すアプシェロン半島の南に位置する．

はじめに

筆者は1980年1月8日から2月5日にかけて，日本とソ連の地震予知研究に関する情報交換を目的としてソ連を訪問する機会を得た．これはソ連の科学アカデミーの招待によるもので，科学技術庁・日ソ文化交流派遣研究として行なわれたものである．ソ連での滞在期間は1カ月に満たないものであったが，貴重な資料の入手・講演・意見交換等を通じて多くの成果を上げることが出来た．日本およびソ連の関係各位に記して感謝の意を表する．

此度のソ連訪問は私にとっては大変興味のあるものであった．第一の理由は，今日の世界の地震予知研究に対するソ連の貢献は非常に大きなもので，地震予知に活用出来る地震活動の規則性や前兆現象の発見は少なくない．また，地震発生過程の理論的研究でもその貢献が大きいからである．次の理由は，日本や米国と違って，あまり知られていないソ連の研究体制に対する関心の強さである．ソ連が社会主義国であるという点も私には関心があった．社会体制の全く異なる国での研究活

動に関心があったからである．こんな好奇心や期待にまじって不安なこともあった．まずロシア語が全くわからず，日本語の外は英語しかしゃべれない．英語はいくらか自信があるつもりなのだが，ソ連では，研究所のような特別の所を除けば英語はほとんど通じないと聞いている．氷点下10度はまだまだ暖かいというモスクワの冬の寒さも好奇心と不安の種であった．

ソヴィエト旅行

1月8日成田を発ち同日モスクワに着く．定刻の17時30分，日本時間の夜の11時30分．機内のアナウンスでは外は氷点下13度という．スチュワーデスは厚いコートに身を固め大きな毛皮の帽子をかぶっている．旅なれた乗客なのか，いつのまにか暖かそうな帽子と外套を身につけている人々もいる．空港には科学アカデミーの通訳 Irena Chasnova さんが出迎えに来てくれていた．私を招待してくれたバクー地球物理研究センターのDr．Ikram Kerimov の代りに来てくれたという．英語の通訳に会えてまずひと安心した．私の予定は，8日はモスクワに泊り翌日アゼルバイジャン共和国バクー市に向かうことになっていた．空港からモスクワ市内までは約30㎞，迎えの車で市内にあるアカデミーのホテルに直行する．その日のうちにモスクワのシュミット記念地球物理研究所（IPE，普通，単に地球物理研究所という）に来ている建築研究所の須藤氏のアパートを訪ね，たのまれごとの用を足しながら話しに興じる．

1月9日，昨夜はとても疲れて寝たが，良く眠ることが出来なかった．朝の6時ごろから目がさめたり，うとうとしたりのくり返しだった．驚いたことには，朝8時になっても外はまだ暗い．夜が明けて来たのがわかる程度だ．10時ごろになってやっと明るくなった．それでも空はどんよりと鉛色で路面は雪のためか白っぽい．すこし離れた建物が灰色にかすんで見える．モスクワの町は静かで寒い．男も女も町を歩く人々は厚い外套に身をつつんで暖かそうなりっぱな帽子をかぶっている．冬のモスクワでは外出時の帽子は絶対必要だというので，私もさっそく毛皮の帽子を買求めた．買物は建築研究所の須藤氏に助けてもらった．午後は通訳のIrena さんがまた迎えに来てくれた．空港からバクーに向う．寒さのためか予定より3時間もおくれて，3時間の飛行の後，夜の11時近くにバクーの空港に着く．バクーの空港には Dr．Ikram Kerimov が同僚1人とつれだって迎えに出てくれていた．Ikramとは約3年ぶりの再会である．とても懐しい．実は私がIkram とはじめに会ったのは，1976年秋の米国のメンロパークである．当時私は地震観測網からのデータの処理システムの研究のために米国地質調査所の Earthquake Mechanics and Prediction の Branch で仕事をしていた．たまたまその時，ソ連からの訪問者として Dr．Ikram Kerimov もメンロパークに滞在し同じ Branch で仕事をすることになった．同じ外国人研究者同士で，専門分野の仕事をはなれて，日本・ソ連・米国の色々なことについておしゃべりをしたこともあった．時刻はもう0時を過ぎている．市内のホテルASERBAIDSHANに直行する．そこはバクー滞在中の私の宿である．

Ikram からの招待の手紙を見るまでは，実は，私はバクーについて殆んど何も知らなかった．にわか勉強で，わずかの知識を持って行っただけである．バクー市はカスピ海の南東岸に面しイランとの国境に近く，北緯約40度東経50度に位置している．緯度は日本の秋田・盛岡とほぼ同じである．さすがにモスクワと違って暖かい．話しによると冬に雪が積もるのは数年に一度位だという．私が訪問したときはめずらしく雪のある年であった．バクーは地下資源に恵まれているが中でも石油で有名な所である．カスピ海沿岸では古くから石油や天然ガスの自然に燃えている炎によって知られていた所で，因に，バクーのシンボルマークは炎である．古くから交通の要地としてシルクロードにより栄えたものであった．今もインドのシバの神の火の礼拝の寺院の跡があり，今は人工のパイプで供給される天然ガスの炎が当時の風景を真似ている．19世紀に入ってからは急速な石油の開発により活況を呈し，一時は世界の総産油量の90％を占めたこともあり，現在でもまだソ連の大油田の一つである．

1月10日，ゆっくりと朝寝坊をして疲れを取る．午後Ikram が迎えに来てくれて地球物理研究センターに行く．所長の Ismail－Zade Tofik Aliyevich 氏をはじめ同センターの主なメンバーと会う．有難いことに，ここでも私に英語の通訳

Miss Karina Gezalova を付けてくれた．その夜はIkram の両親が自宅に私を招待してくれた．父親は石油の仕事に従事する地質学者である．

ソ連訪問はこんな風に始まった．バクー滞在中，私は次の5つの講演を行った．

1. 日本の地震予知体制
2. 予知指向の地震学1－長期予知
3. 予知指向の地震学2－短期予知
4. 関東・東海地域の地殻活動観測網
5. 首都圏における深井地殻活動観測

特に第1回目の地震予知体制に関する講演の時には，バクー市の他の機関からの人々も集まって来たのか，200人以上も集まり，予知に対する非常に強い関心が示された．質問では特に日本で予知した地震の例についてのものが多かった．ソ連では女性研究者の数が多いとは聞いていたが，なるほど，講演会場では3分の1ぐらいが女性である．こんな講演をしながら種々の研究室を訪問し，話しこんだり観測機器等を見せてもらったりした．先方が一番興味を示したのは日本の観測のための最新の機器：テレメーター網・電算機システム・海底地震計・ボアホール観測井等々であった．ソ連では土曜・日曜が休みである．大変親切なことには，休日にはIkram と Karina 嬢は観光案内等もしてくれた．

1月下旬，日付は定かでないが，モスクワの地球物理研究所のサバレンスキー教授が病気で亡くなったという悲しいニュースを聞いた．彼はソヴィエト地震学の父といわれた人である．

1月29日．再びモスクワに向かう．バクーから移動してくると町中の人の混雑ぶりと忙しさが違う．モスクワはさすがに大都会だと思った．地球物理研究所（IPE）もさすがに世界の一流だ．ソ連では，私の知る限り地震関係の人材の多くはモスクワのIPEに集中していて，日本よりも地方との差が大きいという印象を受ける．IPEでは副所長のGokhberg 氏がはじめに歓迎してくれた．彼は日本に来たことがあり，地球電磁気が専門で，永田武先生にも会ったことがあるという．ウォットカをグラスに注いで，日本語で「カンパイ　イッショニノモウ」とは何と如才ないGokhberg 氏である．彼は最近の仕事として，wide band の radio noise と地震予知の話しをしてくれた．実はこの時，日本に滞在している同僚Dr. Morgounov 氏を紹介してくれた．これがもとで，後日防災センターでDr. Morgounov 氏の「radio noise と地震」の講演をしてもらうことになったのである．日数が限られているので，IPEでは，私は専ら資料・情報収集に努めた．一緒に話しをすることが出来た人は前記の副所長の外に Nersesov, Popov, Myachkin, Kostrov, Nikolaev, Keilis－Borok 等である．先方が興味を示すのはここでもまた日本の最新の機器とその観測網であった．

Myachkin や Kostrov は自分達の地震発生過程のIPEモデルについて熱心に説明をし，ぜひこれを読んでくれと一冊の本をくれた．後のまとめで述べるがNersesov や Popov からはソ連の地震予知の現状について大変参考となることを聞くことが出来た．

モスクワの最後の休日は通訳のIrena さんが市内の観光案内をしてくれた．市内で多く見られるギリシア正教の教会はなかなか荘重でしかも美しい．クレムリン宮殿の中の教会や劇場も美しい．この宮殿は観光ルートの中に入っていて大変な混雑である．中でもレーニン陵には長蛇の列をなしている．休日は特に地方からの人でこんなに混んでいるという．モスクワでは有名なサーカスとオペラを鑑賞した．さすがに世界の一流品である．すっかり良い気持になる．うらやましいことにはチケットが非常に安く，日本の4分の1位である．モスクワでは建築研究所の須藤氏に色々御世話になった．

2月4日，予定通りモスクワ空港から成田に向かう．

成果のまとめ

地震予知に関する日・ソ両国の情報交換という課題にてらして此度の訪ソは以下のような大きな成果を上げることが出来た．

1. 訪問中の講演（日本の地震予知体制他4講演，前出）及び個々の研究者との話し合い等を通じて日本の地震予知の概要をソ連の研究者に紹介することが出来，また同時に多くの話し合いと文献からソ連における地震予知研究の貴重な資料を得ることが出来た．

旅行の全日程が29日間という短かいものであったにもかかわらず，この度の交流を通じてバクー

地球物理研究センターおよびモスクワの地球物理研究所において新しい友人を得ることが出来た．また，その友人を通じて分野の異なる他の研究者とも話し合う機会を持つことが出来た．このことは専門の仕事にとどまらず広い意味での日・ソの文化交流と友好促進に役立つものと確信している．

2. ソ連から得た文献の中で特に貴重なものは次のものである．

○地震予知に関するソ・米の研究論文選集
（露語） 第1巻1号，1976，233頁
第1巻2号，1976，217頁
第2巻1号，1979，188頁
第2巻2号，1979，168頁

○地震前兆現象に関する世界の研究論文のアブストラクト集，1911－1978，バクー地質研究所編（露語）
第1号，1979，1－275頁
第2号，1979，276－517頁

前者はごく最近の地震予知研究の論文集である．後者は最近の68年間にわたる1千を超える世界中の地震前兆現象に関する論文のアブストラクト集であり編者の精力的な情報収集の成果である．日本の予知関係の研究者にとっては，外国情報の殆んどが英語で書かれた文献であるから，ロシア語・ドイツ語・フランス語の文献，特にソ連の文献を多く含むこのアブストラクト集は貴重である．早い機会に日本語版を作り利用の便を計るつもりである．その他，おみやげにもらった文献は以下に示す．

単行本

シュミット地球物理研究所，1978，92頁，（露語）
THE SCHMIDT INSTITUTE OF PHYSICS OF THE EARTH，1975，15頁，（英語）

地震学における診断とスペクトル解析，303頁，（露語）—理論地震学— 共著

地震の準備過程，ミヤチキン著，1978，232頁，（露語）

地震予知の問題と地殻構造，1978，184頁，（露語）—理論地震学— 共著

地球構造研究上の諸問題，シャマ ラギモフ著，1966，241頁，（露語）

BORISSOFF, B. A., G. I. REISNER and V. N. SHOLPO (1976): Tectonics and maximum magnitudes of earthquake, Tectonophysics, 33, 167－185.

BORISSOFF, B. A., G. I. REISNER, and V. N. SHOLPO (1977): A geotectonic-method of predicting the maximun magnitudes of expected earthquakes as applied to the northern Italy area, BOLLETINO DI GEOFISICA teorica ed applicata (Trieste), XX, N. 73－74, Marzo Giugno 1977, 19－26.

DOBROVOLSKY, I. P., S. I. ZUBKOV and V. I. MIACHKIN (1979): Estimation of size of earthquake preparation zones, Pageoph, 117, 1025－1044.

GOKHBERG, M. B. and V. A. MORGOUNOV (1979): On high frequency electromagnetic emission during seismic activity, Dok. Ac. Sci. USSR, 248, N5.

GOKHBERG, M. B., I. L. GUFELD, and I. P. DOVROVOLSKY (1980): Sources of electromagnetic earthquake precursors, Dok. Ac. Sci. USSR, 250, N 2.

NIKONOV, A. A., D. N. OSOKINA and N. Yu. TSVETKOVA (1975): Recent movements and stress field in the San Andreas fault system by the results of modeling, Tectonophysics, 29, 153－159.

OSOKINA, D. N., A. A. NIKONOV and N. Yu. TSVETKOVA (1979): Modeling the local stress field and kinematics of the San Andreas fault system, Tectonophysics, 52, 647－663.

3. ソ連の地震予知に関して知り得たことの概要を記すと次のようになる．

3－1. ソ連でもいくつかの地震の予知に成功している．地震予知研究はソ連および各共和国の科学アカデミーの研究所で実施されていて，研究者は推定1千人，予算は最近多く認められるようになって来たが，現在総額数十ミリオン ルーブルといわれる．日本円では数十億円という規模である．色々な経済上の違いがあって単純な比較が出来ないがたぶん日本や米国と同程度の規模であろう．地震予知の立場からは1978年は革命的な年で以後全ソで予知計画の新しいステップが開始されたという．

3－2. 地震予知の観測・研究・予知判断・警

報等に関する体制・組織は日本と比べるときちんとしたものは無い．日本の地震予知連絡会に相当するものはモスクワの地球物理研究所にあるが，定期的ではなく，また参加メンバーも固定しているわけではない．但し，研究の中心はモスクワの地球物理研究所であり，こことソ連及び各共和国の科学アカデミーにより全計画が作られている．

3－3. ソ連の地震活動域は全土の20%にもおよび，主に南の国境近くの中央アジアとカムチャツカ地方およびコーカサス地方である．このような広域で一様な観測をすることは不可能であるために，重点的な観測整備計画が作られ，整備は始まったばかりである．この計画は1985年に一応完成するだろうといわれている．地震予知が，各種の観測研究に基づく総合判断に依る点は日本と同じであるが，観測整備の初めから，地震学的・測地学的・地球電磁気学的・地球化学的観測等を一括して行う複合観測所の建設に力を入れている．現在最も進んでいる地域は中央アジアであり，そこのガルム地域では3月毎の長期予知・2週間毎の中期予知・毎日の短期予知を実施しているという．

3－4. 観測研究の項目は殆んど日本の場合と変らないが，新しい地震前兆現象の発見には特に強い関心を持ち，日本ではノイズが大きいためにあまり期待されないようなものまで含まれている．地球電磁気学的観測研究が日本と比較して強調されているという印象を受けた．その等の中から私が注目したものは次のものである．

- 空中電位測定
- 電波のノイズレベル測定
- 地震のコーダ波の測定
- 高周波振動の観測
- S_H 波と S_V 波の到着時間差の測定

3－5. ソ連の科学者，特にネルセソフやポポフ等は地震の時・場所・大きさの予知のうち最も困難なものは場所の予知であるという．つまり，今までの最大は800㎞の記録があるが，数百㎞も離れた所で前兆があらわれるために震源域の予測が非常にむずかしいというのである．例えば，アメリカではサンアンドレアス断層にあらゆるものが集中している．これは良いかどうかわからないという．1979年のコヨーテレイク地震の時には何の前兆も見出されなかったと聞いているが，もし観測網がもっと広かったら，前兆現象は発見できたかも知れないというのである．

3－6. 地震予知をうまく行なうには，前兆現象の現われる特別な観測点，いわば「つぼ」で観測をしていることが必要で，問題はその「つぼ」をいかにして探し出すかが大事な問題であるという．しかし，残念ながら，今は良い方法がないので，安い機械を多量にばらまきたいという．

3－7. 日本の地震予知に対しては，観測機器等は非常にすばらしいという感想を率直にいうが，地震発生場の理論や地震発生モデルの研究，その他理論研究については，ソ連は日本をあまり評価していないというのが私の印象である．今の日本の観測に比べるとソ連のものは率直にいってpoorだと思う．しかし，データの質と量とは逆にソ連のある科学者達は非常に思索的である．日本の科学者は，こういう態度はもっと真似てもよいのではないかと私は思う．

SHORT NOTE

○シュミット地球物理研究所（IPE）

ソヴィエト科学アカデミー・シュミット
地球物理研究所

IPEはソ連科学アカデミーに属し，地球物理の分野において世界で一流の研究所である．1929年に設立され，1979年は50周年に当る．総勢1,500人で，下のような分野で構成されている．地震予知研究では中心的役割を果たし，地震予知連絡会に相当するSeismology Committeeもここに置かれている．IPEの中のDepartment of Seismologyの中では広く地震一般の研究と観測が行なわれて

いる．研究項目としては，地震波の性質・地震パラメーターの決定法･地域各々のSeismicity・地域のテクトニック　プロセス・震源の物理学と地震予知・地震前兆現象・地震危険度評価・Seismic Zoning・地震波走時解析等々がある．

IPEのDepartmentの構成

Department of Planetary Geophysics
(chief－V. V. Belousov)

Department of Seismology
(chief－I. L. Nersesov)

Department of Gravimetry and Geomagnetism
(chief－Yu. D. Boulanger)

Department of Electromagnetic Field of the Earth
(chief－V. A. Troitskaya)

Department of Marine Geophysics
(chief－V. V. Belousov)

Department of Computational Geophysics
(chief－V. I. Keilis－Borok)

Department of Physical－Technical Mining Problems
(chief－N. V. Melnikov)

o 地球物理研究センター（バクー）

同センターはアゼルバイジャン共和国の科学アカデミーに属する地球科学関係の研究所の一つで1978年に作られたばかりである．主な職員は同アカデミーのGeological Instituteから来ている．従って現在もGeological Instituteと同じビルディングを共用しており，仕事の上でもつながりは深い．組織と職員の数は次の如くである．

Scientific Centre "Geophysics"

director
2 vice directors
Scientific Secretary

1. Scientific Part
約400人
8－15人で構成する15のLab．からなる．
地震関係は
Seismic Network Lab．約50人
Deep Seismological Investigation Lab.
Seismology & Earth Physics Lab.
Source Mechanism Lab.
Microseism Lab.
Expedition (Construction of New Station) Lab.
Small Group of Seismic Data Interpretation
2. Construction Bureau for Geophysical Equipments 約350人

現在，地震の観測施設は8カ所あり，Seismic Network Lab．によりオペレーションされている．1観測施設に約5人の人が現地に居て仕事をしている．地震予知の観測データは必要に応じてIPEのSeismology Committeeに送られる．アゼルバイジャン共和国の地震予知は全てこの地球物理研究センターで重要な仕事の一つとして行なわれている．しかし，プログラムはスタートしたばかりである．予知のために今後年150万ルーブル（約5億円，内人件費は3分の1）は支出するつもりだといっている．アゼルバイジャン共和国は面積86,000㎢，人口550万人，バクー市は約100万人であることを考えに入れると，上記の地震予知に対する努力の大きさは相当なものである．

o アゼルバイジャン共和国の地震活動

上に述べたように，同共和国の地震予知への努力の大きさは相当なものであるが，実は私の認識不足であったのだが，その背景には過去の被害地震の歴史がある．記録によると，B. C. 550年，A. D. 427年，1667年，1902年に被害地震があり，1667年の地震はM＝7.1でShemakha（当時の首都）の町だけで8万人が死亡したという記録があり，周辺の町・村を含めると全死者は15万人と推定する人もいる．失われた人命は日本の関東大地震（1923年）の時を上回るものである．1902年もShemakhaの地震でこの時も死者は多く2千人といわれる．1800年以降のM＝5以上の地震は計8個である．因みに，東京を中心とする半径50㎞以内のM＝5以上の地震の数は最近の25年間で約100個である．つまり，アゼルバイジャン共和国

では現在のSeismicityのレベルからは想像も出来ない程の大被害が過去にはあったのである．

o 情報サービス

ソ連で感心したことの一つに情報サービスのことがある．約30年位前からモスクワのAll Union Institute of Scientific & Technical Informationが毎月発行している"Abstract Magazine"というものがある．米国のある機関の調査では世界中で最も情報量が多く，重要なものならおそらく全世界の90%を網羅しているといわれている．1979年からはこの雑誌に新たに地震予知の項目が出来たという．

バクーのGeological Instituteの職員は約400人である．この中にScientific Technical Information Departmentというのがあって，そこで英語・仏語・独語の出来る2人の通訳を含め17人が仕事をしている．ここでは，Earth Physics関連文献を全世界から集めていて，必要なabstractはロシア語に訳して所内に配布している．私がGeological Instituteの所長からおみやげにもらった1911－1978年にわたる世界の地震前兆に関する論文のabstract集も，実はこの情報サービスDepartmentで仕事をしているDrs. Akhundovaの努力によるものである．彼女によると，「力武氏の"Earthquake Prediction"という本はりっぱな本であるが文献情報が片寄りすぎている．私の作ったこのabstract集はぜひ力武氏にも見せてほしい」という．彼女はまた中国の地震予知に関して非常に強い関心を持っていて，通訳を伴ってわざわざ私のホテルまで来て中国の話しを聞いていった．通訳のサービスの良さはモスクワの地球物理研究所でも感じた．モスクワはわずか数日の滞在であったが通訳嬢は必要な時はいつも私と同席してくれた．

o Institute of Invention Creative

バクーの地球物理研究センターでAzerbaijan Society Institute of Invention Creativeの副所長Dr. Imamaryevという人に会った．このInstituteは発明とそのための能力開発のためのものである．日本ではこの種のInstituteは聞いたことがないが案外大事なことかも知れないので，正確に知らなくて恐縮であるが，ちょっと紹介したい．このInstituteは自由奔放にアイデアを出し検討する．つまり，一種のbrainstormingを重視している．「ぜひ私のクラスを見に来て下さい」というので，一度見に行ったことがある．クラスは毎日ではなく普段は日曜日に持たれていて約30人位の集まりであり，その中には，医者・心理学者・物理学者等種々の専門家の外に学生や日本でいうO.L.等も入っている．彼等は何の遠慮もない自由な話し合いを楽しんでいる風であった．クラスで使うテキストというものを何冊かもらったが，図1はそ

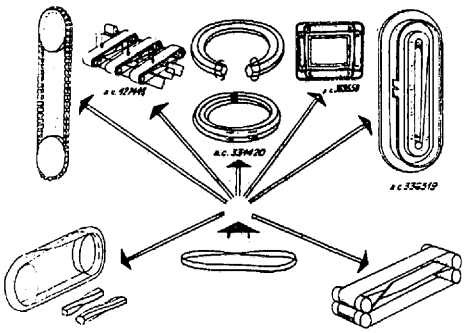


図1　輪になったベルトの概念の拡張

こから取ったものである．一つの輪になったベルトというものの概念がいかに発展し応用されているかを表わしている．分野の異なる専門家や中には素人も加った自由・大胆な討議の中には種々のヒントが隠されていることがあるが，これを創造活動にとり入れようというねらいであろう．

o Radio Noiseと地震

1978年8－10月にかけて，Daghestanにおいて高周波電磁場の調査がIPEにより行なわれた．ちょうどこの時，そこから1,200㎞離れたIranでM＝7.4の地震が発生した（16 IX 1978 at 15^h 35^m 50.5^s GMT）．図2はこの時の電磁波noiseのenvelopeを書いたものであり，3つの周波数，27 kHz，385 kHz，1.63 kHzの同時記録である．一番下のトレースは地震計による記録である．地震の約55分前から三つの周波数で異常なノイズが同時に記録されている．その活動は徐々に増加し，地震前の数分に最大のレベルに達している．この結果を理論的に検討しながら，著者（Gokhberg and Morgounov, 1979）はクラストの中の電磁波

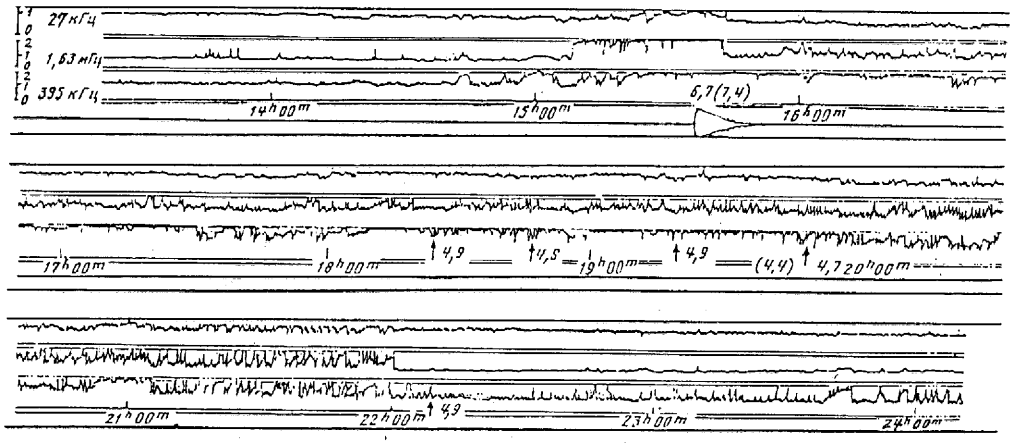


図2　電波ノイズレベル変化の包絡線の記録．周波数は上から27 kHz，1.63 MHz，385 kHz．時刻はGMT．時刻の下は地震計の記録．矢印は余震の時刻を添字はマグニチュードを示す（Gokhberg and Morgounov, 1979）．

の源が地表で観測される可能性を議論している．同じ点で観測していた空中での静電場には何らの異常も見出されなかったという．

o Ground Noise と地震

バクーの地球物理研究センターのDeep Seismology Lab．では高感度の移動観測用微小地震観測機器を用いてアゼルバイジャン共和国の各所で地震観測を続けている．その主目的とする所は自然地震の観測から地下構造の研究をすることであるが，同Lab．のChief Dr．Kerimovは大きい地震の前にGround Noiseが有意に増加するということをいい出している（Kerimov, 1980, in press）．図3はその実例であるが，彼によると，1977－1979年の期間で11の主な地震を観測したがその全ての場合に類似の現象があるとのことである．

つまり，地震の何時間も前からGround Noiseは増加していたというのである．因みに彼の11例の表を次に示す．これが事実であれば大変興味味をそそられる．

Date	Time	Location
14, 04, 77	9 h 52 m	Gazli
29, 10, 77	7 12	Northen Caucasus
16, 09, 78	19 38	Iran
06, 12, 78	19 20	Iran
15, 02, 79	7 41	Turkmenia
27, 02, 79	19 27	Tashkent
05, 03, 79	20 54	Dagestan
06, 04, 79	22 30	Kirgizya
15, 07, 79	8 00	Yugoslavia
20, 07, 79	3 03	Yugoslavia
09, 05, 79	22 45	Kirgizya

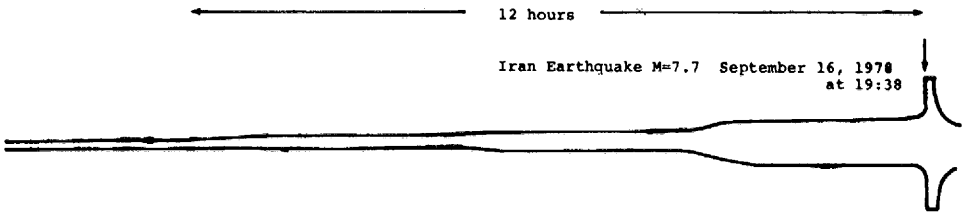


図3　地震記録とノイズの包絡線．イラン地震の震央からは1,500 kmはなれたKhudatの町の近くで記録された．
周波数範囲は0.7－20 Hz．

謝　辞

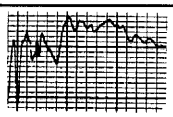
この度のソ連の訪問に際しては，ソ連およびアゼルバイジャン共和国の各科学アカデミーの関係者と日本の科学技術庁の関係者に御世話になった．著者は心から御礼申し上げる．特にバクーの Kerimov 博士と通訳の Karina 嬢，シュミット地球物理研究所副所長の Gokhberg 博士には一方ならず御世話になった．深い感謝の意を表する．

引用文献

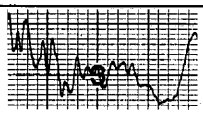
Gokhberg, M. B. and V. A. Morgounov (1979): On high frequency electromagnetic emission during seismic activity, Dok. Ac. Sci. USSR, v. 248, n. 5.

Kerimov, Ikram (1980): The regularity of seismic field anomalous behavior appearance of decreasing frequency immediately prior to the earthquake at distances more than the sites of the focal zone, in preparation.

Kazuo Hamada・**第2研究部主任研究官**



6月29日16時20分に発生した伊豆半島東方沖の地震について



6月29日午後4時20分，伊豆半島東岸の川奈崎沖にマグニチュード6.7の地震が発生し，網代，大島で震度5を記録した．伊東市を中心に，負傷者7人，家屋全半壊18軒，道路破損23カ所などの被害が報告されている．国立防災科学技術センター（防災センター）の観測によれば，震源は北緯34°57′，東経139°11′，深さ15kmであった（暫定値）．

川奈崎沖ではこれに先立つ6月24日から微小な地震が群発しており，翌25日以後は身体に感じる程度の地震も起こり始めていた．この群発地震活動は直径数キロメートルの狭い範囲に集中して，一進一退をくりかえしながら全体として活発化の傾向にあった．6月29日の強震は，一連の群発地震中，現在最大のものである．

伊豆半島地域は，1974年の伊豆半島沖地震（M＝6.9）以後地震活動期にはいった．しかも，1978年の伊豆大島近海地震（M＝7.0），今回の川奈崎沖地震（M＝6.7）と，大型の地震が順次北進している．いずれの場合にも，大型の地震に先行して顕着な微小地震活動が認められた．従って，伊豆半島東方沖群発地震がさらに拡大したり他へ飛火したり（特に北方へ）しないかどうか注意深く見守って行く必要がある．地震観測だけでなく，地殻変動，地下水変化などを含む総合的な監視の重要性は言うまでもない．現在までのところ，防災センターの傾斜計群には異常と判断される地殻変動は捕えられていない．

防災センターの耐震実験室のグループは，加速度型および速度型の強震計を中伊豆観測点（震源から約20km）に設置し，6月29日の地震波形を完全にディジタル収録することに成功した．最大振巾は，それぞれ，67 gal，8.8 kine（いずれも南北動成分）であった．速度型強震計でマグニチュード7近い大きな地震を近距離で記録したのは，これが世界で初めてである．また，加速度型・速度型両タイプの強震計による同期記録が得られたのも，大きな地震の近距離観測としては初めてのことである．この貴重なデータは，地震工学の研究に大きく貢献するものと期待されている．

また，当センター平塚支所の波浪等観測塔で図4のような津波の記録が観測された．波浪等観測塔は相模湾の平塚沖1kmの水深20mのところに位置し，震源地からは約50kmのところにある．津波の第一波は，地震発生から約5分後に到達し，2時間後に消滅するまでの間，高さ約2.5cm，周期4～10分程度のものを記録した．

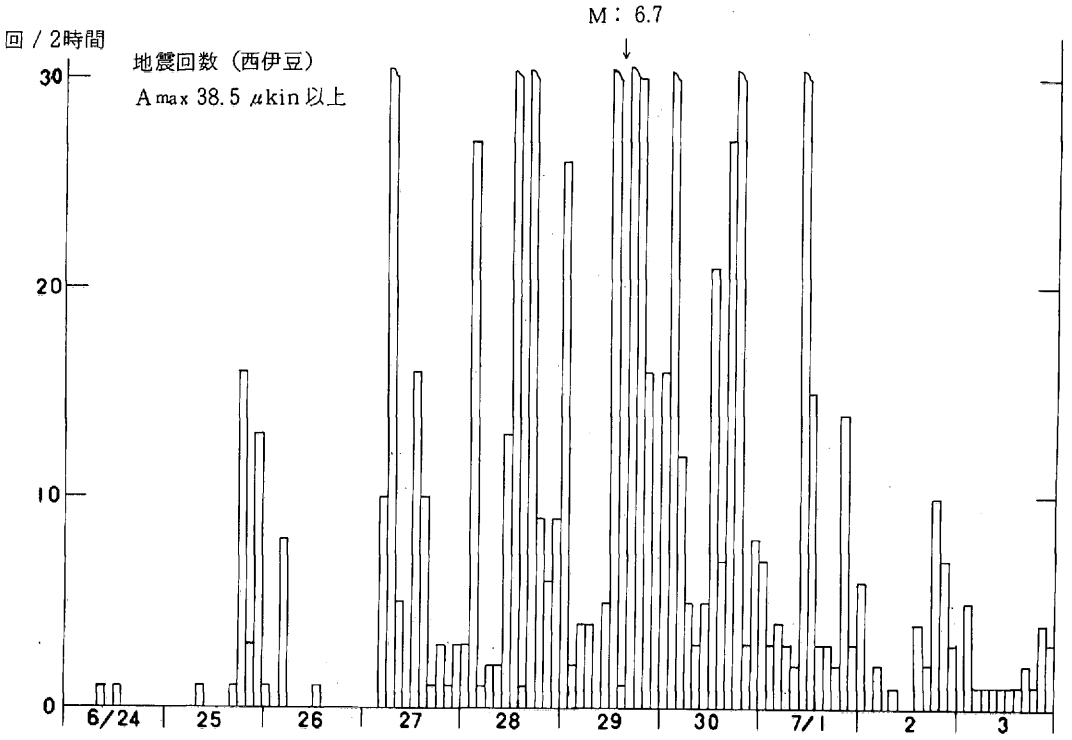


図1　西伊豆観測点（群発域から約40km）における2時間ごとの地震回数

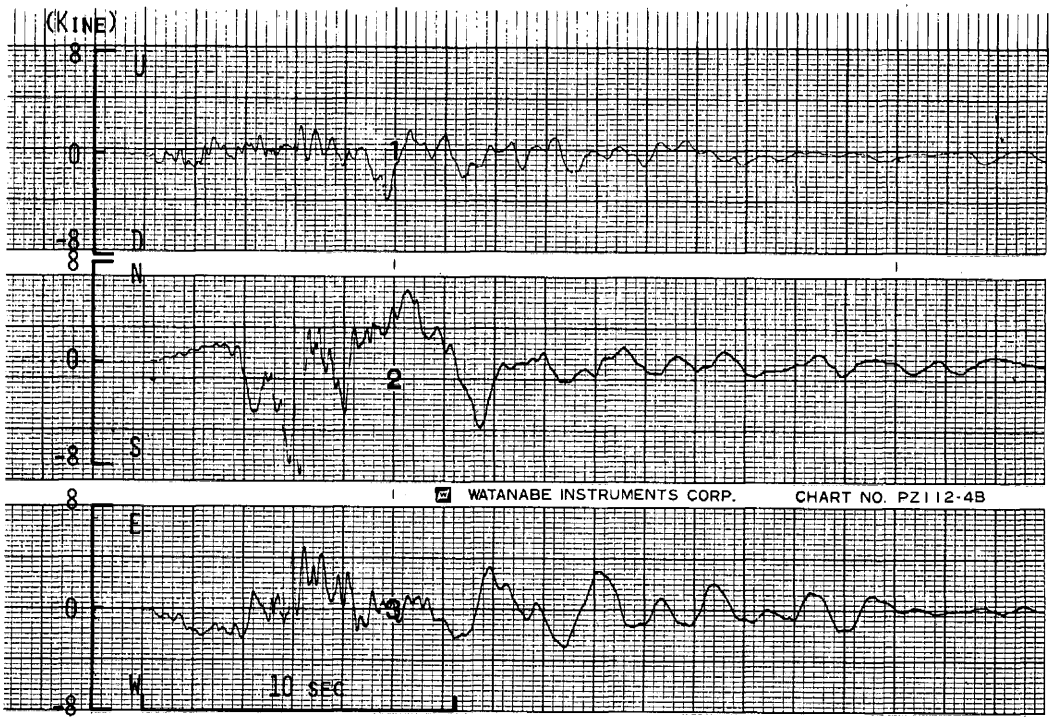


図2　速度型強震計の再生記録

35.0 N

139.0 E

∘ M＜2

○ 2≦M＜3

◯ 3≦M＜4

× Main Shock (M＝6.7)

図3　6月29日伊豆半島東方沖の地震の余震活動　6月30日～7月5日
（防災科学技術センターの観測による）

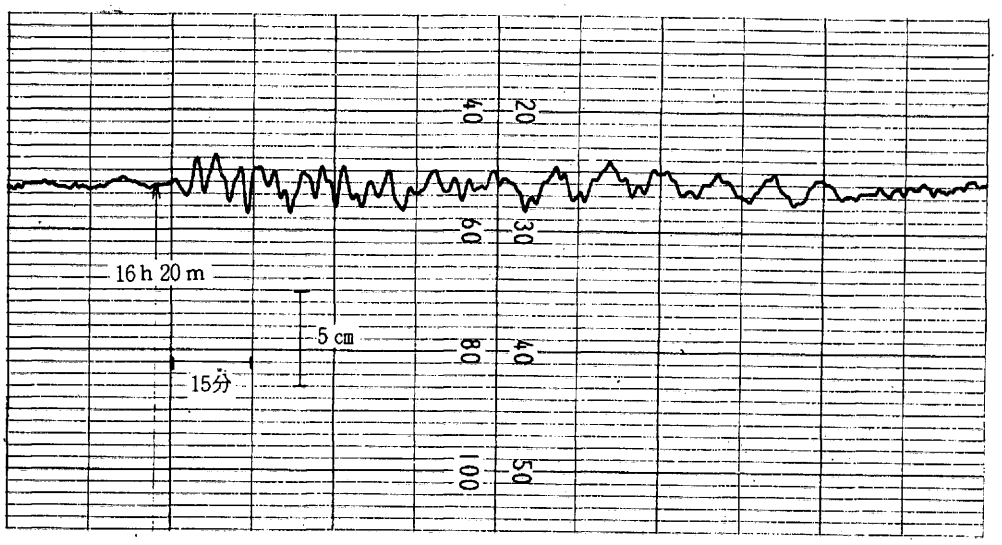


図4

空中写真の利用　災害空中写真標定図の紹介

片桐一美

空中写真は航空機から地表やその他の物を撮影する写真のことで，その歴史は第1次大戦で偵察用に利用されたのに始まる．わが国において，空中写真が学術目的に使われるようになったのは，第2次大戦直後に米軍が日本全土にわたって撮影した写真の利用以来である．昭和27年（1952年）講和条約発効後自由になった航空事業活動により，空中写真撮影も盛んに行なわれるようになり土地利用や資源調査，都市計画などの需要を満たしてきた．

現在，国土地理院が発行している2万5千分の一，5万分の一の地形図は，空中写真から読み取って図化したものによりでき上っている．空中写真の地形図作成への利用は，その写真の判読によって実在する地形のありのままの姿を明確にすると同時に，例えば，平野における微妙な地形の高度分布がどうなっているかを解明することによって，過去の洪水時における水の動き，将来の洪水に対する予測を可能にした．

このように，空中写真は災害予測にも技術的に応用できることからその利用価値は大きい．今日では，地すべりとか洪水などによって大きな災害が発生すると例外なく空中写真の撮影が行なわれ，解析等に利用されている．

国立防災科学技術センターでは昭和38年（1963年）設立以来，主要な自然災害が発生した場合速やかに被災地域の空中写真撮影を行なって防災科学技術資料として蓄積するとともに，フイルムを広く関係機関に貸出しその利用に供している．昭和46年度までは科学技術庁の特別研究促進調整費による総合研究または特別研究の課題において撮影されたものがほとんどである．この中には，昭和39年の新潟地震災害，昭和42年の7月9日豪雨災害を記録したものなどがある．

昭和47年度から防災科学技術資料収集整理の一環として「主要災害調査資料収集整理」業務が開始され，この中に災害空中写真撮影の経費が計上された．その目的は，大規模な災害が発生したとき，早急な現地調査をするとともに，とくに散逸のおそれのある一次資料の収集に努めることと，空中写真撮影を行なうことである．昭和54年度までに16回の主要災害調査を行なって15件の撮影をした．この中には航測会社からの買い取り分も含まれる．また，すでにフイルムが亡失し印画しか残っていなかった1959年の伊勢湾台風の災害状況を写した空中写真について，京都大学防災研究所のご協力を得て，印画から70㎜のフイルムを作成した．

これらのフイルムは「原フイルム」として整理保管しており，撮影されたときは，災害後早い機会に防災関係機関，研究機関，あるいは被災域の地方自治体あてに利用について標定図などを添えて連絡し，資料の提供が円滑に行なわれるよう図っている．昭和54年度まで106件の原フイルムを保管しているが，いつでも所定の手続によって提供されており，利用する機関も多い．撮影できなかったりあるいは買取もできなかった写真，他の機関が撮影したものについてはその印画を購入して資料として集積している．

これらの空中写真について「いつ・どこで・何を」が一覧でわかる索引を計画し，保管している写真や関連資料の整理をすすめてきた．同時に，航測会社が有している災害関係の写真についても標定図のご提供を願い，それらの収集整理を行なってきたが，今回当センターに所有するフイルムを中心にした空中写真の索引として「災害空中写真標定図」第1集（1964～1978）を編集し刊行した．この第1集には航測会社保有のフイルムについて数件ほど含んでいるが，大部分は第2集以降にまとめる計画である．

災害空中写真標定図第1集（1964～1978）の構成は次のとおりである．

1. 地域別一覧

5万分の一地形図別にしてその図幅ごとに，空中写真の「目的」「撮影年月日」「縮尺」「フイルム種類」「撮影会社」「掲載頁(本誌の)」「索引番号」を一覧にした表である．

5万分の一地形図が含まれる20万分の一地勢図の番号順を逆に北海道の方から（NK→NJ→NI→NH）並べている．

2. 国立防災科学技術センター災害空中写真一覧

当センターがフイルムを保管（版権所有）しているものの一覧である．このフイルムは防災科学技術の向上に資することを目的として利用することができる．利用については資料調査室におたずね下さい．

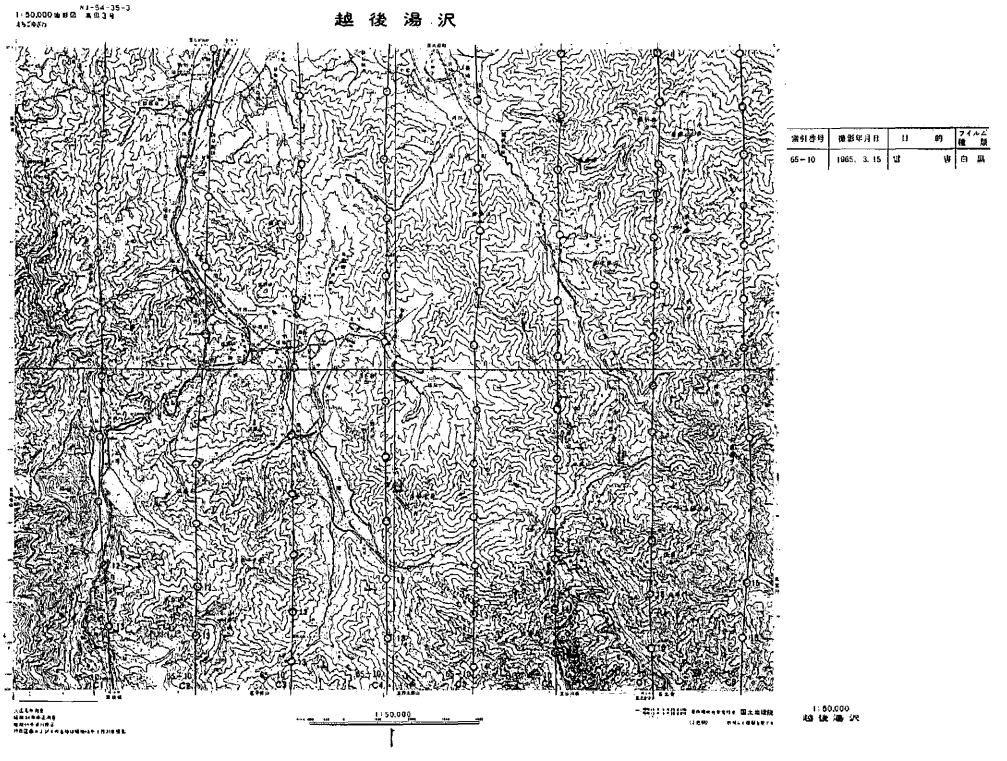
3. 標定図

全部で147地域（枚）．5万分の一地形図上に撮影された写真コース，標点が記され，欄外に「索引番号」「撮影年月日」「目的」「フイルム種類」の見出しがついている．

一地域に目的の異なる数件の写真が記されているものもあり，これによって調査したい地域に目的の写真があるか，あるいはその地域の災害について知ることができる．

「災害空中写真標定図」第1集を刊行して，整理の足りないところが多くあるのに気づいたが，これらを改善して第2集の編集に努めたい．さらに，将来の構想として，5万分の一地形図の図幅ごとに災害に関する資料・文献を同時に示し，地域別の災害に関する情報の検索が一覧で示されるようなものにしたい．この構想はなお調査・研究を重ねなければならないし，現在及び将来にわたる文献・資料の収集と整理に相当の労力を傾注しないではできないものである．しかし防災科学技術に関する専門センターとしての機能を満たすためには作成しなければならない情報検索の一方法であると考えている．

Kazumi Katagiri　**管理部企画課資料調査室**



暖房温度調節による省エネルギー対策

久保田　武・田　中　孝　紀

1. はじめに

政府は，昭和55年1月総合エネルギー対策推進閣僚会議において，石油の消費節減の強化を決定した．この中で，室内の暖房温度を18℃以上にしないことが決まったが，当センターでは，これを基に昭和55年2月に研究本館（RC3階建，延3,800㎡）の室内温度の制御と各室の温度環境について調査を行なったので，ここに報告する．

研究本館の暖房方式は，3階の電子計算機室の一部を除いて，全館集中方式によるファンコイルユニット方式を採用している．本方式の特徴は，ファンコイルに付いているスイッチの操作によって，低・中・高とファンの回転数を切り替え，居住者の好みに合った温度を選べるところにある．1階機械室のボイラーで50～60℃に暖められた温水は，廊下をはさんだ北側と南側の2系統に別れて，それぞれ1階から3階までの各室に送られる．室内の温度調節は2階の南・北各一室に設置された温度調節器にセットされた温度が，温水循環管路にフイードバックされ，ボイラーの燃焼の調整を行なっている．なお，この調査は気象庁の検定付温湿度計を，測定する部屋（南側は第一会議室，1階33㎡，北側は第一研究部，3階84㎡）のほぼ中央に置いた事務机上に設置して観測を行なった．

2. 調査結果

図1は昭和55年2月27日，晴で設定温度を18℃としたとき，図2は，晴で設定温度を20℃としたとき，図3は，晴で暖房を止めた休日のときのグラフである．これらのグラフを比較すると，南側の部屋は日照の影響を直接受け，日中の最高気温は30℃を超え，温度の制御が不可能となっている．これに対し，北側の部屋では，ほぼ設定温度に近い状態で制御されていることが明らかになった．また，図4は，室温測定を行なった日の設定温度の違いによる燃料消費量を表わしたもので，設定温度を2℃下げると一日で70ℓ（約10数%）の節約が可能となることが明らかになった．

今回の調査は，事前の準備が十分でなく，北側と南側の部屋の階数，人数等かならずしも同一の条件ではなかった．しかし，大体の傾向はほぼ把握できたと考えており，来たる冬には，今回の結果を基に，さらにデータの蓄積を図って，快適かつ効率的な室温を保つように努めたいと考えている．

Takeshi Kubota ・管理部施設課
Takanori Tanaka ・管理部施設課

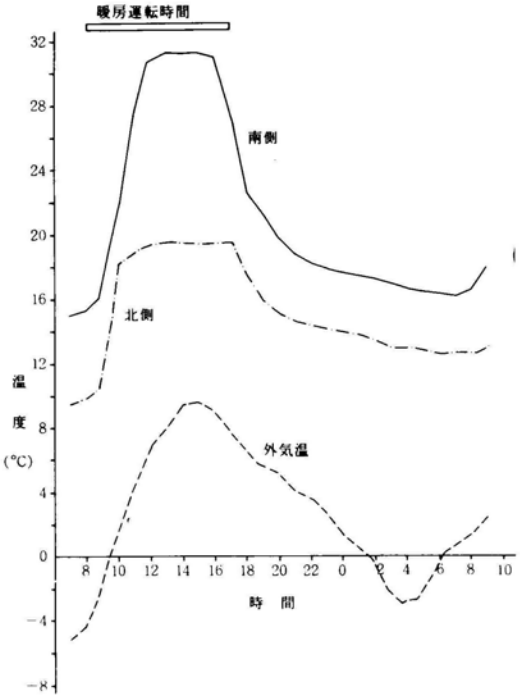


図1　設定温度20℃の時の室温

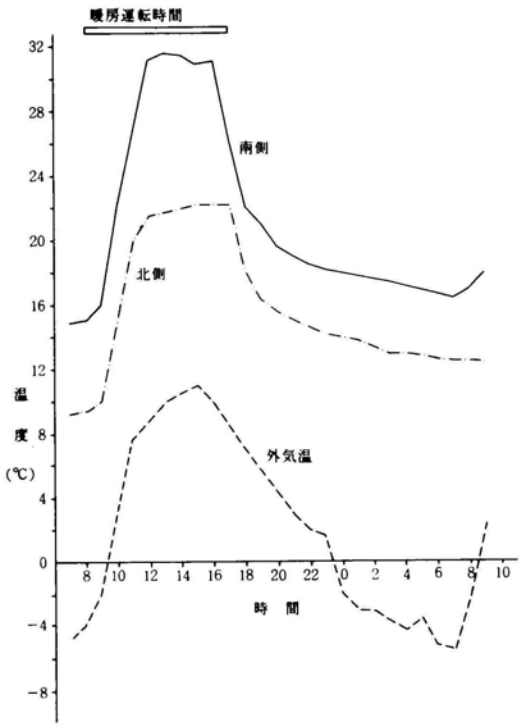


図 2　設定温度18℃の時の室温

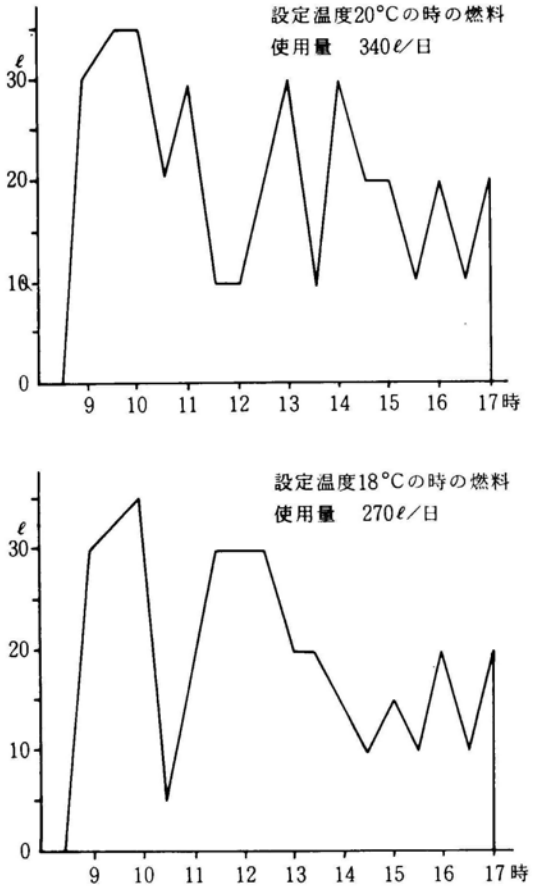


図 4　設定温度18℃と20℃の時の燃料使用量

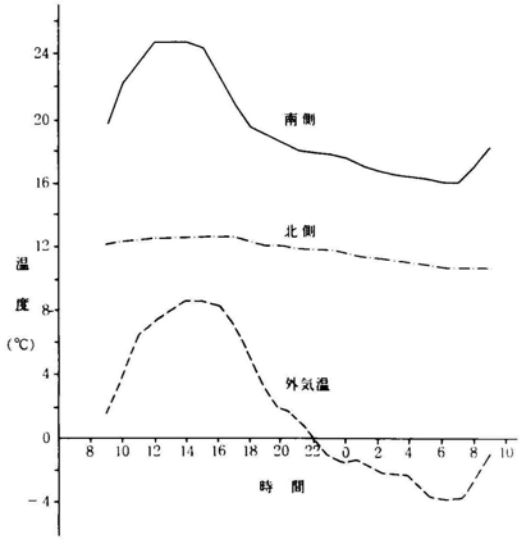


図 3　休日で暖房を止めた日の室温

センター新刊

● **防災関係法令集（英文）第2集，防災科学技術研究資料，第45号，63頁，昭和54年10月**

「大規模地震対策特別措置法」および「地すべり等防止法」の英訳を掲載してある．

● **災害地の土地条件 — 危険の程度を判断し災害に備える手がかり — ，防災科学技術研究資料，第46号，59頁，昭和54年12月**

災害発生地および災害危険地の土地条件を調査し，危険の種類および程度を判断し，災害に備える実用的な手がかりを提示した．

● **平塚沖波浪観測資料（2），防災科学技術研究資料，第47号，174頁，昭和55年3月**

波浪等観測塔で，1979年1月から8月までの間に定時観測した，波高・風向・風速・潮汐・気圧の記録を集録するとともに，これらの記録について季節ごとの特性を調査した．

● **台風や大雨に備えて — 水害から生命と財産を守るために — ，B2版，昭和55年2月**

台風や大雨から，自ら生命や財産を守るために，現在住んでいる土地はどのような条件のところか，そこではどう備えればよいか，また避難に対する注意等をまとめた啓もうのための印刷物．

● **国立防災科学技術センター研究報告，第23号，286頁，昭和55年3月**

降雨災害対策における超過確率年の例と問題点外14編．

● **有珠山の火山活動とその災害に関する研究，国立防災科学技術センター研究速報，第41号，124頁，昭和55年3月**

1977年8月に噴出した北海道の有珠山に関して，火山活動による地盤災害，火山噴火物の分布及びその影響，火山体の音響特性について，現地調査及び空中写真の画像解析による報告を行なっている．

● **平塚沖波浪観測資料（2），防災科学技術研究資料，第47号，179頁，昭和55年3月**

相模湾の平塚沖約1kmに設置してある波浪等観測塔において観測した．波浪，潮汐，風速，風向及び気圧について1979年1月から8月までの資料を掲載してある．

● **浦白川流出試験地水文観測資料（1975.4－1979.12），防災科学技術研究資料，第48号，658頁，昭和55年3月**

千葉県養老川水系の浦白川流出試験地における雨量，水位及び流量についての資料を掲載してある．

● **災害空中写真標定図　第1集（1964－1978），147頁，昭和55年3月**

内容等については，本文22頁を参照．

● **1979年御岳山噴火による災害現地調査報告，主要災害調査，第16号，41頁，昭和55年3月**

1979年10月に噴火した木曽御岳山に関して，降灰の分布と災害の状況等について現地調査の結果を報告している．

防災科学技術　No. 39

昭和55年6月22日　印刷
昭和55年6月29日　発行

編集兼
発行人　国立防災科学技術センター
茨城県新治郡桜村天王台3丁目
TEL (0298) 51－1611(代)

印　刷　前田印刷株式会社