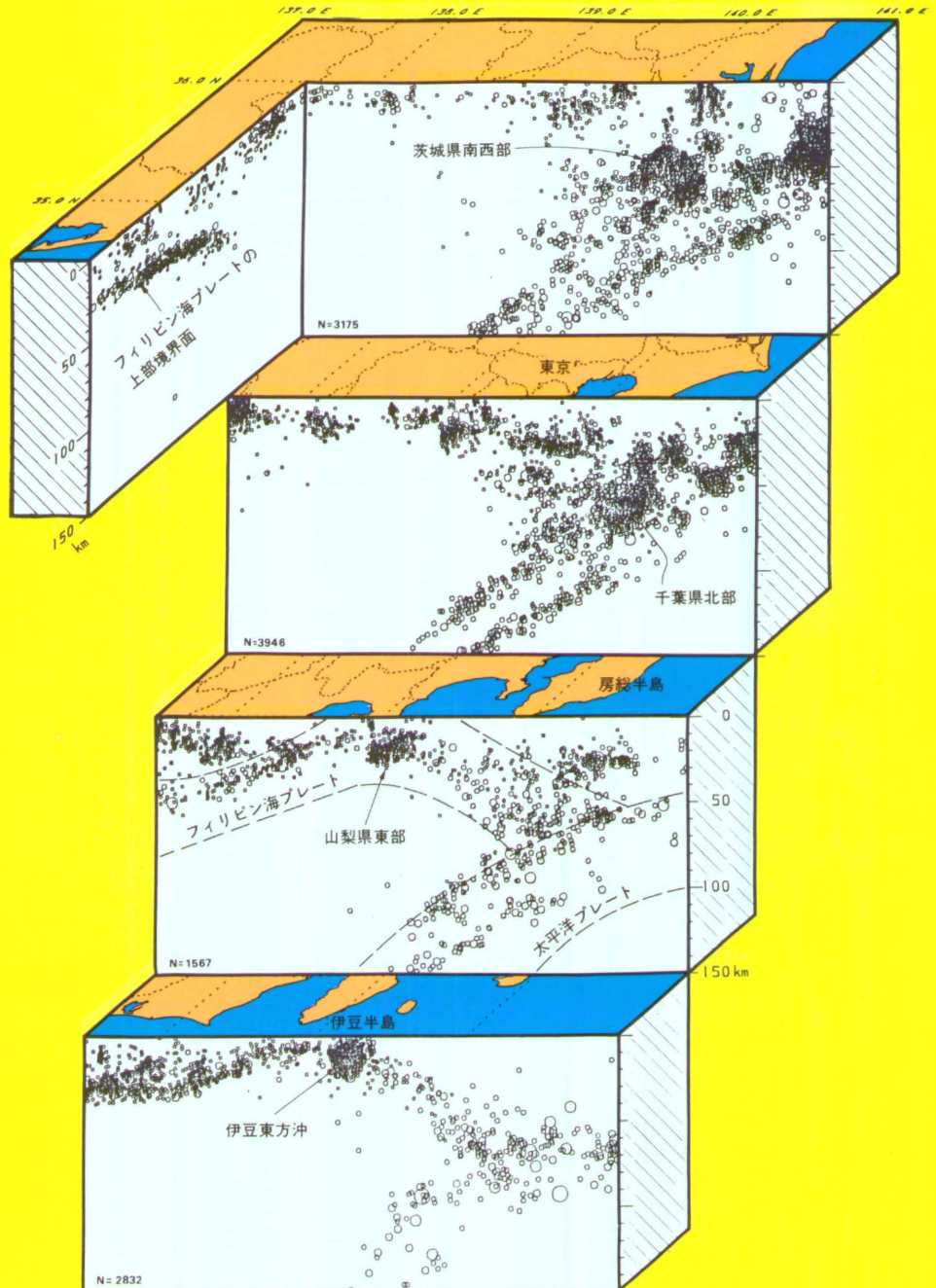


# 防災科学技術 **NO.55** 1985 Nov.

科学技術庁 国立防災科学技術センター



## も く じ

|                                        |                |
|----------------------------------------|----------------|
| 「メキシコ大地震」の発生について .....                 | 江口 孝雄・ 1       |
| メキシコ大地震 — 専門家協力チームの派遣 .....            | 4              |
| 府中群列強震観測 — メキシコ地震における地盤振動と関連して — ..... | 木下 繁夫・ 5       |
| 東京で震度 5 の強震 .....                      | 7              |
| テレビカメラによる動的三次元位置計測 .....               | 勝山 よし子・矢崎 忍・ 8 |
| タンク・モデル .....                          | 渡辺 一郎・ 12      |
| 長野市地附山地すべり災害 .....                     | 14             |
| カナダ・ヴィクトリア市で行われた国際津波研究集会 .....         | 都司 嘉宣・ 15      |
| 最近の主な行事から .....                        | 18             |
| 国立防災科学技術センター刊行物新刊 .....                | 25             |

## 表 紙 説 明

表紙は、関東・東海地域の深さ 150km までの震源分布を緯度 0.5 度ごとの断面図として表したものであり、最近の 5 年間に当センターで震源決定された約 2 万個のデータがプロットされている。沈み込む太平洋プレートとフィリピン海プレートが茨城県南西部付近の地下 70km あたりで衝突し、活発な「地震の巣」となっている様子が見える（白丸のそれぞれの大きさはマグニチュードの大きさをあらわしている）。

当センターでは、関東・東海地域に高密度に高性能微小地震計や傾斜計等を配置した「地殻活動観測網」により、良質、豊富な観測データを本所（筑波）に集中し、地震予知研究を強力に行っている。

これまで、関東・東海地域でのプレートのもぐり込み構造を明らかにするなど重要な成果を上げているが、この地域の震源分布の状況を一見でわかるように表示することは一つの課題でもあった。

もっとも直接的な方法は 3 次元模型を作ることである。当センター地震予知研究棟 1 階ロビーには、関東・東海地域の深さ 250 km までの震源分布を 50 万分の 1 で表現した立体模型及びこの表紙に示したものの模型が展示され、見学者から好評を博している。

## 「メキシコ大地震」の発生について

江口 孝 雄

本年9月19日に発生した「メキシコ大地震」は、多数の死傷者をだすなどメキシコに甚大な被害をもたらした。ここで、この大地震の起きた背景について考え、予知ができなかったかどうか検討してみよう。

米国地震調査所(USGS)の暫定的報告によると、メキシコ大地震の震源は、北緯18.27度、東経102.48度という地理的位置の深さ33kmに決められた。また、この大地震の規模(マグニチュード)は8.1と報告されている。地図をみると、この大地震は、太平洋に面したミチョアカン(Michoacan)州の海岸から約30km内陸に入った地点で発生したことになる。

ところで、ミチョアカン州などメキシコ南部の沖合100km前後の海域には、中央アメリカ海溝

(Middle America Trench)がある。この海溝からは、ココス・プレート(Cocos Plate)と呼ばれる海洋型プレートが中南米諸国の下にもぐり込み始める(図1.a参照)。ミチョアカン州などメキシコ南部の沖合の海溝部では、大陸型の北米プレート(North America Plate)に対して、ココス・プレートが年間6~7cmの割合で北北東方向に近づき、もぐり込みを開始する。メキシコは、北米プレートの南西部を構成している。ココス・プレートは、図1.aに示されているように、東部太平洋海洋底拡大軸(East Pacific Rift)と、ガラパゴス諸島近くのガラパゴス海洋底拡大軸(Galapagos Rift)という2系統の海洋底拡大軸から生まれてきたプレートである。ガラパゴス海洋底拡大軸は、約2,600万年前から活動を始めたといわれる。それ以前は、ココス・プ

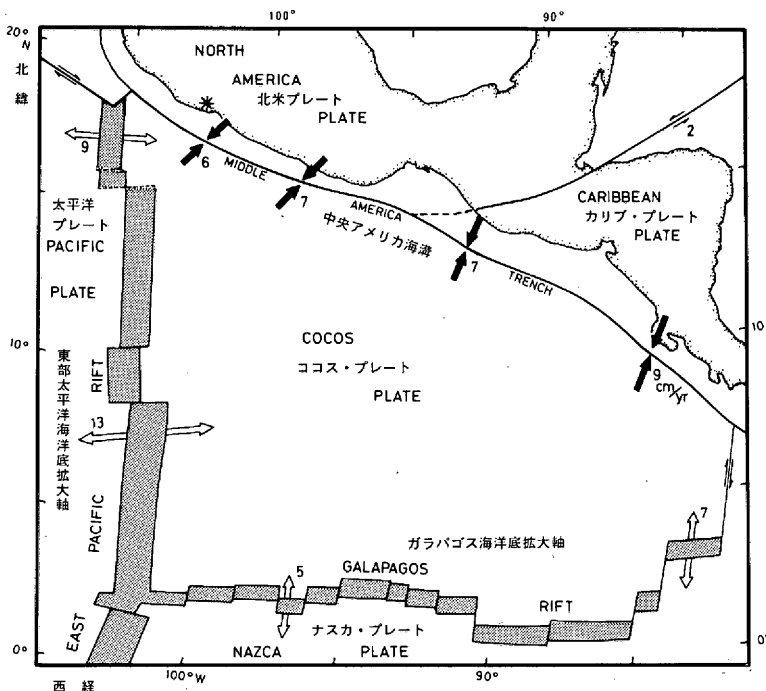


図1a メキシコ周辺のプレート分布。図中、矢印は、プレートの境界におけるプレート間相対運動の方向を示す。黒塗り矢印は、ココスプレート、大陸プレートの下にもぐり込むことを意味する。白ぬきの矢印は海洋プレートが拡大することを意味する。また、矢印の横の数字は、プレート間相対運動の大きさ(単位, cm/年)を表わす。メキシコは、北米プレートに含まれている。\*印は、本年9月19日の「メキシコ大地震」の位置を示す。〔環太平洋地域のプレート・テクトニクス図(1981)による〕

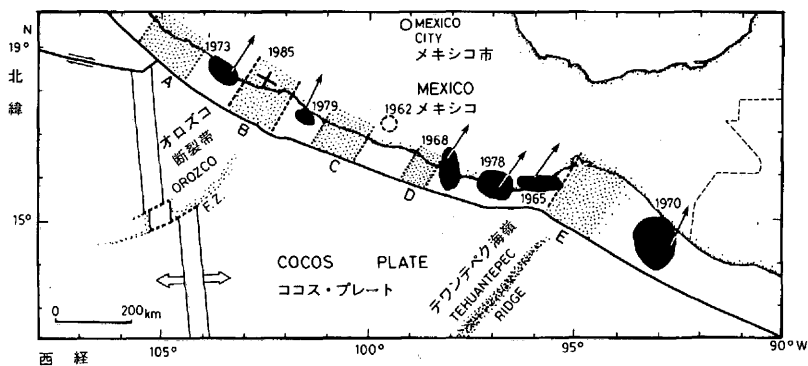


図1b メキシコ南部海岸付近における最近の大地震の震源域の分布と、大地震の空白域の分布。黒塗りの箇所が最近（1960～1980）発生した大地震の震源域を示す（1962年の地震については、本震の位置のみ記入した）。震源域内の点（大地震の震央）からのびる矢印は、これら大地震の際に、メキシコ側の北米プレートに対してココス・プレートが動いた方向を示す。影をつけた部分（A～Eの5領域）は、大地震の空白域（1980年の時点で、少なくとも30年以上大地震が発生していない領域）を示す。領域B（ミチョアカン・ギャップ）と領域E（テワンテペク・ギャップ）とは、少なくとも1800年以降大地震が発生していない。しかし、本年9月19日のメキシコ大地震（図中、+印）は、ミチョアカン・ギャップという大地震の空白域で発生した。なお、この図は、Singh *et al.*（1981）とChael and Stewart（1982）をもとに作成した。

プレートと、現在のガラパゴス海洋底拡大軸の南側にあるナスカ・プレート（Nazca Plate）とは、一体のものであった。東部太平洋海洋底拡大軸は、その姿を変えつつもさらに古くから存在している。

ココス・プレートが海溝部から北米プレートの下にもぐり込む際には、日本海溝周辺と同様に海溝型大地震が発生している。メキシコ南方の海溝周辺（西経94.5度～105.5度）では、1930年～1984年の期間をみると、マグニチュードが7を越える大地震は20回余も発生した。1978年に発生したオアハカ（Oaxaca）地震が一例としてあげられる。このような海溝型大地震によって一気に断層運動が起こる範囲（震源域）は、メキシコ南方の海溝付近から海岸線を経て内陸数十kmのところまで達することがある（図1b参照）。今回のメキシコ大地震が発生した位置は内陸であると報告されているが、日本や中国大陸の内陸で起こる陸型プレート内部の浅発地震（例えば、1944年の福井地震、1976年の唐山地震）とは異なり、海溝周辺でのプレート間相互作用による海溝型大地震であろう。

海溝型大地震は、陸型プレートと海洋型プレートの境界面で起きる「プレート間大地震」と、海洋型プレートが海溝部でもぐり込む前に折れ曲がるために発生する「（海洋型）プレート内部大地震」とに分類される。ただし、発生数は、前者のタイプが圧倒的に多いようだ。今回のメキシコ地

震がいずれのタイプであったかは今後の解析研究により判明するだろう。参考までに、メキシコ南部の海岸付近で発生した海溝型大地震のうち、少なくとも1960年以降のもののほとんどは前者のタイプの地震であったことが地震の震源過程の解析結果から確認されている（図1b参照）。また、これらのプレート間大地震の際には、ココス・プレートが北米プレートに対して北北東の方向に動いたことも、確認された。

次に、今回のメキシコ大地震も含めて、メキシコ南部沿岸で発生した海溝型大地震の予知について考えてみる。海溝型大地震の予知研究を進める上でよく引用される「経験則」として、次の二つがあげられる。

1) 大地震の発生直前には、その震源域に相当する領域での地震活動が低下し、みかけ上、地震の空白域（サイスミック・ギャップ、Seismic Gap）となる。これは、中期的又は短期的地震予知に関する重要な経験則といえる。しかしながら、これが成立しない例外もあり、残念ながら、万能の経験則といえない。

2) 海溝部におけるプレート間の相対的な運動は、長期間にわたっての平均をみると、ほぼ一定の速度で進行していると考えられる。このため、海溝型大地震は、ほぼ一定の再来周期（数十年～数百年）で繰り返し発生することが推定される。

実際、日本列島近海などで過去に発生した海溝型大地震は、このような推定をほぼ裏付けている。これは、長期的地震予知に関する経験則といえよう。

では、メキシコ南岸周辺における過去の海溝型大地震の活動について、上記の経験則が適用できるものであったかどうか検討してみよう。まず、1960年～1978年間の地震活動（震源の深さ、60 km以浅）を例にとってみる（図2参照）。1978年のオアハカ地震（マグニチュード、7.6）が発生する前の約5年間は、この地震の震源域に相当する部分で、明らかに地震活動の低下がみられ、続いて数個の前震らしきものが起き、オアハカ地震の発生に至っている。この地震については、当センターの大竹政和室長が、地震発生の前1年に発表された共著論文（Ohtake *et al.*, 1977）の中で、図2にみられるような地震の空白域を提示していた。また、この論文では、オアハカ周辺の地震活動の様子から、マグニチュード  $7\frac{1}{2}$  以上の地震が、この地震の空白域で発生するだろうと考えられていた。実際、予想通りの地震が発生したのである。オアハカ地震の中期的又は短期的予知は、このようなことから一応成功したといえよう。ただし、発生の日時まで予知されていたとはいえない。図2にはこの他、1973年のコリマ（Colima）地震についても、同様の地震の空白域が認められる。

次に、今回のメキシコ大地震について考えてみよう。この大地震は、実のところ、ミチョアカン・ギャップ（Michoacan Gap）という地震活動度がかなり低い領域（図1b中のB領域）で発生

したのである。数年前の研究報告（Singh *et al.*, 1981）によれば、この領域では、少なくとも1800年頃からマグニチュードが7を越える地震は発生していなかったらしい。また、この研究報告では、ミチョアカン・ギャップが、大地震を発生させない特別の領域、もしくは大地震の再来周期の異常に長い領域であると考えられていた。同様のギャップは、テワンテペク（Tehuantepec）湾付近にも指敵されており、テワンテペクギャップ（図1b中のE領域と呼ばれている。この湾の南方にある海溝付近の海底地形をみると、テワンテペク海嶺（Tehuantepec Ridge）と呼ばれる線状の地形の高まりが海溝に近づいている。また、ミチョアカン・ギャップの南側の海溝には、オロスコ断裂帯（Orozco Fracture Zone）の延長線が近づいている（図1b参照）。一般に、断裂帯は、互いに少し離れた位置にある海洋底拡大軸どうしを連結する横ズレ断層（トランスフォーム断層と呼ばれる）のなごりであり、いわば、海洋型プレート上に刻まれた傷跡といえよう。断裂帯の中軸部には細い溝が存在することが多い。また、断裂帯の両側の比高は一般に異なり、片側もしくは両側に小規模の地形的高まりが存在するところもある。McNally and Minster（1981）は、ミチョアカン・ギャップとテワンテペク・ギ

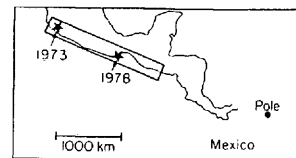
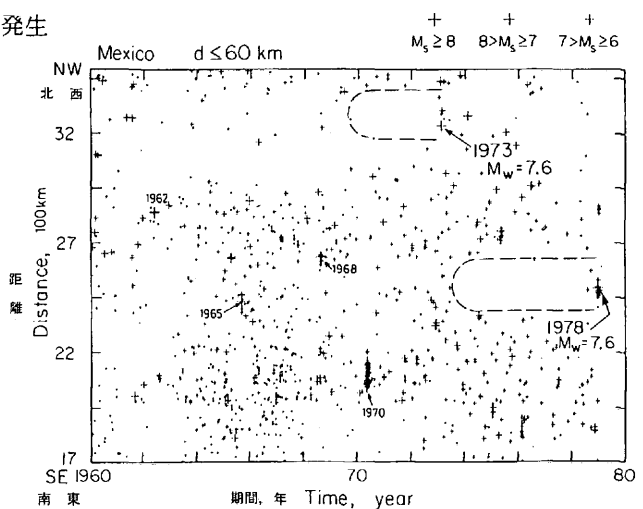


図2 メキシコ南部海岸付近における地震活動の時間-空間分布図（対象とした領域は上方の小地図のわく内）。図中、破線は地震活動が低下した期間（静穏期）と領域とを示す。たて軸は、小地図中の極（Pole）からの距離（100 km単位）に対応する。1973年の大地震コリマ（Colima）地震、1978年の大地震はオアハカ（Oaxaca）地震である。  
〔金森（1980）に加筆〕



ャップという二つの領域では、もぐり込むココス・プレートの上表面が前述のように平坦でないため、大地震が発生しにくいのではないかと示唆していた。このような背景が指摘されていたこともあって、今回のメキシコ大地震の予知は容易でなかったといえよう。しかしながら、今回のメキシコ地震が起きた後になって考えてみると、1800年より前にもミチョアカン・ギャップで大地震が起きていた可能性が高くなったと思われる。つまり、ミチョアカン・ギャップは大地震の再来周期が長い領域であると推定されることになる。同様に考えると、テワンテペク・ギャップでは、大地震が起きないというより、むしろ大地震が将来起きる可能性の方が高いといえるのではなかろうか。何故なら、メキシコ南方の海溝部全域にわたって、ココスプレートが北米プレートの下にもぐり込むというプレート相対運動が継続しているからである。もし、メキシコに、1800年より前の時代に発生した歴史地震のデータが残されていたら、今回のメキシコ大地震のような海溝型大地震の長期的予知が可能であったかも知れない。とにかく、今後は、図1bに示されているAからEの地震の空白域の中で、Bを除いた4領域の監視を精密に行い、大地震発生の予知をめざす必要があるだろう。

今回のメキシコ大地震を振り返ると、海溝型大地震の長期的予知・短期的予知を実現させるには、少なくとも次のような諸条件が必要であると再認識させられたのではなかろうか。

- 1) 歴史地震データの発掘・収集とカタログ化。
- 2) 地震等の諸観測網の整備・充実。
- 3) 地震等の諸観測データの解析研究レベルの向上。
- 4) 海溝部におけるプレート間の力学的相互作用の詳細、及びその時間変化の解明。このためには、もぐり込む側の海洋型プレートの表層構造と、もぐり込まれる側の陸型プレート底面の形状の詳細を調査することも前提条件として必要。

海溝型大地震の予知を実現するためには、まず、基礎となる観測データの収集とその詳細な解析が必要であり、更には地震学、プレート・テクニクスなど、地震予知研究に欠くことのできない分野の研究レベルが、よりいっそう進歩する必要がある。また、海溝型大地震の予知研究を効率的に進めるためには、このような地震が世界の海溝部で発生していることを考慮すると、世界各地の国々の観測データとその解析結果の交換や研究者の交流をひんばんに行い、研究成果がより迅速に生み出される研究環境作りが望まれる。

(第2研究部)

## メキシコ大地震 ―

### 専門家チームの派遣

1985年9月19日午前7時19分(日本時間同日午後10時19分)、メキシコ市を襲った大地震の規模(マグニチュード)は8.1。

新聞などの報道によれば、2秒から3秒という長い周期の震動が2分30秒続いたということで、10月1日現在、死者・行方不明1万人以上、全壊建物54万以上、被害額は1兆650億円に達する大被害となっているということである。

この大災害に対して「メキシコにおける地震災害に対する地震等の専門家協力チーム」が9月30日から10月7日まで派遣された。定道成美国土庁防災局震災対策課長を団長に科学技術庁、建設省、土木研究所、建築研究所、郵政省、国際協力事業

団から各1名。科学技術庁からは当センターの大谷圭一(第2研究部耐震実験室長)が参加した。メキシコ連邦区の災害復旧及び今後の防災計画に日本政府としてなし得る技術協力の内容について、関係者と協議した。



メキシコ市内のビルの倒壊(10月1日撮影)

# 府中群列強震観測

— メキシコ地震における地盤振動と関連して —

木下 繁 夫

## 1. はじめに

プリンセ(メキシコ国立自治大学)教授の“メキシコ地震の大被害は、ゆっくりとした周期の地震波によって引き起こされたものである”という観測記録に基づく分析が新聞報道された。またその何日か前の新聞にも、メキシコ地震で十階建て前後のビルを壊したとみられるゆっくりした周期の揺れは、東京でも起こるといふ福井大・鳥海教授グループの実験についての記事があった。このゆっくりした周期の揺れ(鳥海教授らは“あと揺れ”と名付けている)は、首都圏では超高層ビルや大型タンク等の固有周期の長い構造物に影響するため、10年位前から注目されているものである。メキシコ地震とともに復活した最近の話題でもあり、我国の首都圏におけるこの“あと揺れ”を含むゆっくりした周期の揺れ(周期数秒~10数秒)と関連づけて、府中群列強震観測について紹介する。

## 2. 揺れ方の地域性

図1は、関東平野と図中のA B点線における断面図である。関東平野とメキシコ市とは規模が違うが、その構造は類似している。すなわち、周りが岩盤(硬い地盤)に接した堆積地(軟い地盤)である。いま、図1のA点側(西側)から地震波(平面SH波)が岩盤から入射したとする。このとき、堆積平野の地表各地で生じるゆっくりした揺れを簡単なモデル計算でシミュレートすると図2のようになる。図中の各波形は、例えば国電中央線沿いに示すと、高尾ー八王子(1)、立川(2)、小金井ー三鷹(3)、杉並(4)、都心(5)、(6)当りに相当する。都心部の波形(5)、(6)の後方に現われる大きな揺れ

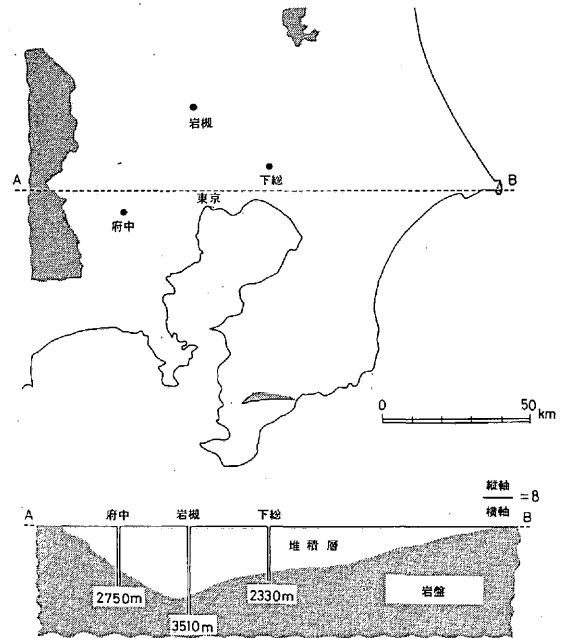


図1

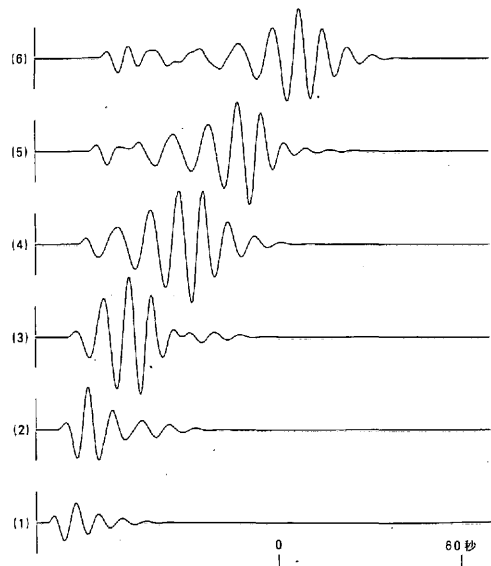


図2

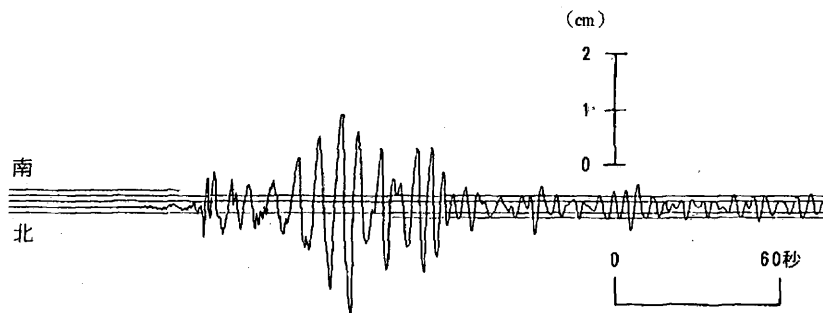


図 3

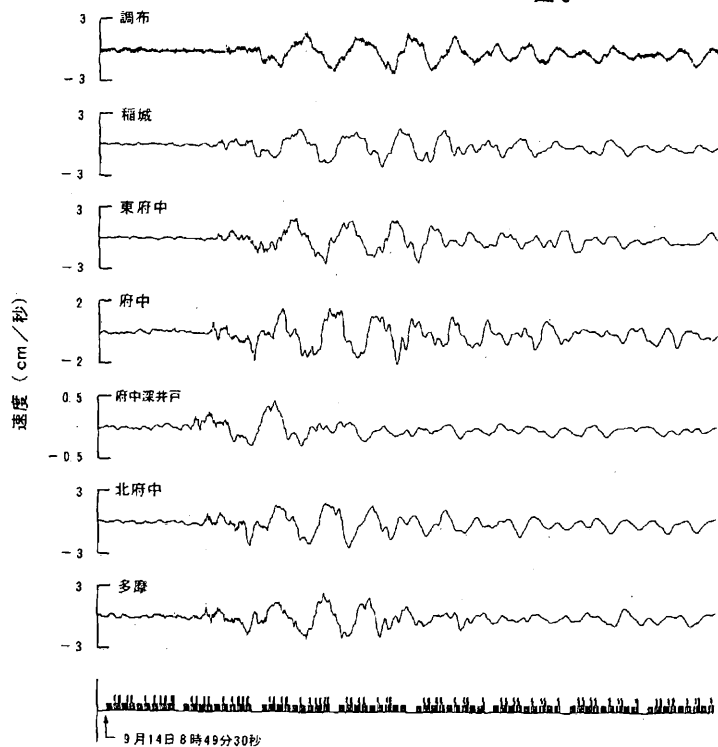


図 4

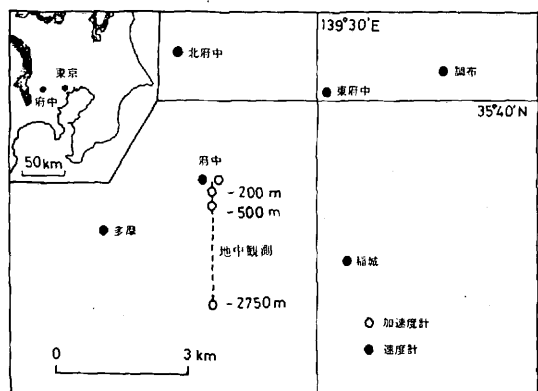


図 5

が“あと揺れ”といわれるものである。そこで、実際の地震記録と揺れ方を比較してみる。図3は、

1984年長野県西部地震における気象庁(大手町)1倍変位計の南北成分である。図2の(5)、(6)でいう“あと揺れ”は、図中の振幅の大きい部分である。さて、図2の小金井-三鷹当りに相当する(3)の波形では、大きなゆっくりした揺れは、“あと”ではなく“はじめ”に出現している。これに相当する記録として、長野県西部地震では、図4がある。図5が図4の観測点を示したものである。この図5が府中群列観測の全体図である。

### 3. 府中群列観測

府中群列観測の結果から、ゆっくりした周期の揺れを発生させる仕組みを考えてみる。図6は、1984年2月14日に発生した山梨県-神奈川県境の地震における南北成分波である。図中の $S_0$ は、震源から直接きた波である。 $S_1$ は、 $S_0$ に相当する波が岩盤内へ戻らず、岩盤上面で全反射して再び地表に現われたものである。また、 $S_2$ は、 $S_1$ に相当する波が再び岩盤上面で全反射することにより、地表に再出したものである。すなわち、岩盤から1度入射した波が、岩盤内へ戻らずに堆積層内を伝播している状態を図6に示している。これは、地震波の堆積層への入射エネルギーが岩盤内へ逃げないこと

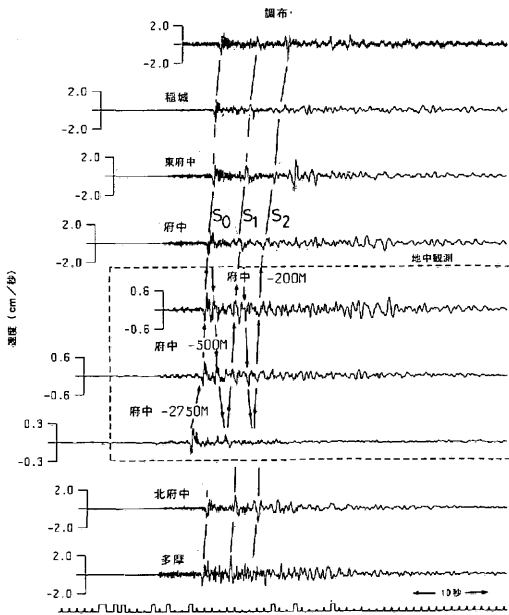


図 6

を意味している。“あと揺れ”とは、周期の長い  $S_0$  に相当する波が、この様な全反射伝播の結果として堆積層内でエネルギーが集中するために生じる形態の一種と思われる。上記の様な府中群列観測の結果に基づいて、傾斜基盤（岩盤）上堆積層内の全反射波を計算したのが図 2 である。

さて、ゆっくりした周期の地震波を発生させる仕組みは、地盤（堆積層）の構造と震源の位置関係に依存している。1978年宮城県沖地震や1982年茨城県沖地震等でも、東京の超高層ビルは“良く”揺れている。この揺れを引き起しているゆっくりした周期の地震波は、長野県西部地震の場合の様に地震波のエネルギーが堆積層内に閉じ込められて発生しているものとは異なっている。これらの地震の場合では、岩盤からかなり長時間継続して地震波が堆積層内へ送り込まれることにより、一部のエネルギーは岩盤内へ戻しながらも、堆積層の選択共振を引き起こすことにより、ゆっくりし

## 東京で震度 5 の強震

昭和60年10月4日、午後9時26分、東京で震度5の地震が発生した。震源地は茨城・千葉県境の北緯35.9度、東経140.2度で取手市のあたり、深さ60km。地震の規模（マグニチュード）は暫定

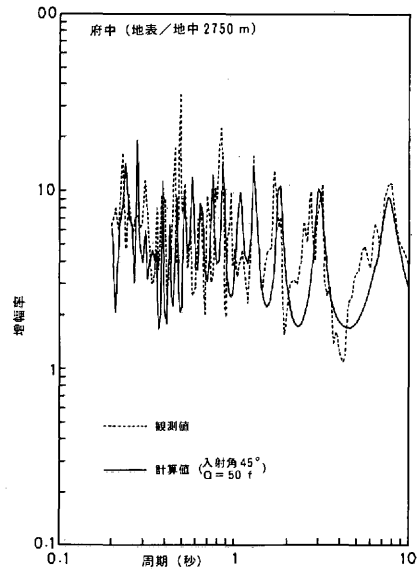


図 7

た揺れを卓越させている。このいわゆる多重反射理論に基づく卓越振動は、ゆっくりした揺れを引き起こす最も基本的なものである。しかしながら、この仕組みを観測によって実証するためには、岩盤内に地震計を設置し、観測を維持する努力が要求される。ゆっくりした揺れの波が、この仕組みによって増幅されている様子を府中群列観測における地表と深層井の記録に基づいて示したのが図中である。この図は、1982年茨城県沖地震において、岩盤内での揺れに対して地表での揺れが何倍になったかを各周期毎に示したものである。

## 4. おわりに

府中群列強震観測は、当センターにおける最初の強震計による群列観測である。汎用性の高い観測を目指したものであり、今後の指向性の強い群列観測を推進するための土台となるものである。

（第2研究部）

値であるが6.2。

各地の震度は東京で5、横浜、千葉、熊谷、宇都宮で4、甲府など3となっていて、揺れは近畿、東北地方にも及んでいる。

東京で震度が5と観測されたのは56年ぶりのこと。東京、千葉で落下物などにより十数人の重軽傷者があったと報道されている。

# テレビカメラによる動的三次元位置計測

勝山よし子 矢崎 忍

## 1. はじめに

我々は、当センターで行われる観測・実験のデータ処理の中で、計測を目的とした計算機利用技術の開発を行ってきた。このテーマの中の一つとして昭和56年からテレビカメラによる動的計測の手法を開発し、耐震実験における構造物の動的三次元位置計測の実用化にたどりついたところである。

手法のあらましは振動物体の予想目的位置に標識をつける。振動実験中はTVカメラからVTRへの記録のみを行う。実験終了後、VTRを低速再生して映像記録の画像情報のデジタル化を行って標識の実空間三次元位置時系列情報を復元するものである。

耐震実験における試験体の変位の計測は本来種々の方法がある。とくに光半導体位置検出器

Position Sensitive Device : PSD)を用いた二次元位置座標計測装置は、標識として発光ダイオードを時分割で光らせて位置を認識するもので、制御用ケーブルと発光ダイオードを設置する必要があるが、real timeで連続した二次元位置座標が16点まで、サンプリング200 Hz、分解能は全視野の5000分の1で得られるという長所がある。

本方式は実験終了後、低速再生して画像情報のデジタル化を行うのでデータ処理に時間がかかること。およびサンプリング30 Hz、分解能はカメラの走査線の本数の数分の1というネックがあるが、実験が破壊にまで至るような大変位をもたらす場合には本方式の非接触・多点同時計測という特長が役に立つ。更に予想位置(標識位置)以外で位置計測が必要になった時に、それが映像の中から画像特徴抽出等により認識可能であれば有

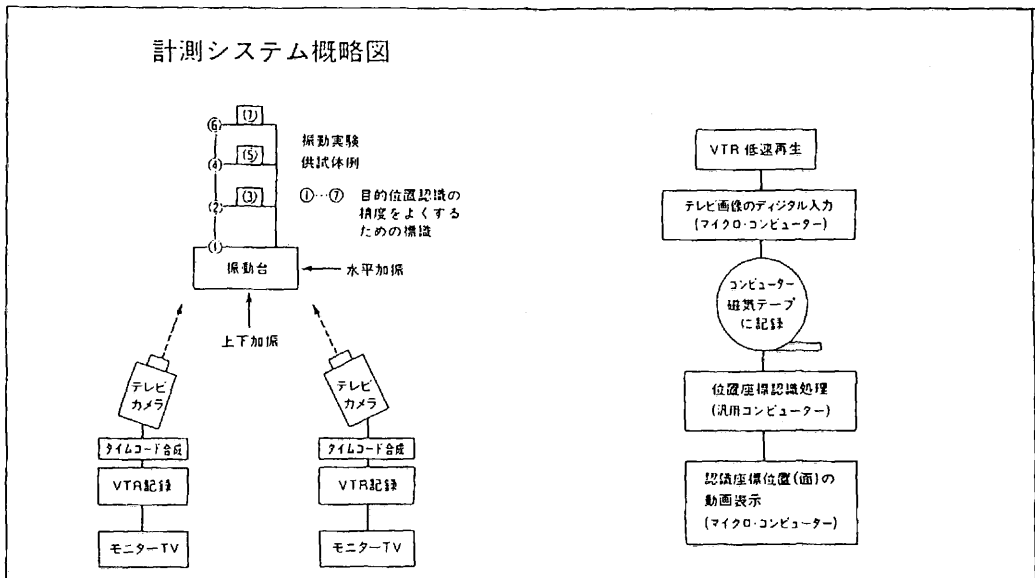


図1 計測システム構造図

効になる。

また、我々はこの方式により水槽の振動実験において液面に発泡スチロールの球を浮かべ、液面の動きを測る実験を行って成果を得ることができた。

## 2. 計測システム構成

図1にシステム構成図、表1にTVカメラ、VTR、画像入力装置の仕様を示す。

表1 装置仕様

| TVカメラ                                                   | V T R                                     |           |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------|
| カラーまたはモノクロ<br>NTSC信号<br>走査線本数：300 - 500<br>サンプリング：30 Hz | カ ラ ー<br>NTSC信号<br>記録速度：VHS標準<br>再生速度：低 速 |           |
| TV画像入力装置（昭和60年度から）                                      |                                           |           |
| 座標分解能                                                   | 256 * 256                                 | 512 * 512 |
| 輝度分解能                                                   | 白黒4ビット                                    | カラー各8ビット  |
| サンプリング                                                  | 60 Hz                                     | 30 Hz     |

## 3. 計測手順

3.1 試験体の計測目的位置に標識を付ける。  
標識は白色円板で周囲を黒枠とする。円板の直径は試験体および計測範囲によりきまる。発光ダイオードを使う場合もある。

3.2 カメラ位置の決定 振動範囲が平面内である場合はカメラ1台でよい。3次元空間を動く場合はカメラ2台を1セットとして用いる。

3.3 実空間座標とカメラ座標の対応をつくるために、静止状態でビデオ収録をおこなう。各々のカメラの画面の中に6点以上（多い程よい）の1平面上にない標識を含む必要がある。標識の実空間座標値をものさしではかる。

3.4 振動実験状態のビデオ収録を行う。

## 4. データ処理手順

4.1 マイクロコンピュータに接続しているテレビ画像入力装置を用いて、3.3で収録したビ

デオテープから、静止画面の輝度情報のデジタルデータをつくる。この中から標識のカメラ座標値をよみとり、ものさしで測った実空間座標値との変換行列をつくる。

4.2 3.4で収録したビデオテープを低速再生しながら、画面内のビデオタイマーと標識を含むいくつかの部分画面の輝度情報を、マイコンとテレビ画像入力装置を用いてデジタルデータに変換して磁気テープに書きこむ。

4.3 汎用計算機を用いて、4.2で作成した部分画面の輝度情報デジタルデータから、タイマー値の読み取りとカメラ空間における標識の座標値の時系列をつくる。

標識の検出の時に標識の白色部分と周りの黒い部分との境界線を読み取り、白色部分の重心位置を標識の座標位置とする。標識の白色部分が画像の走査メッシュの $n$ 個にまたがっていれば $1/\sqrt{n}$ でふらつきが小さくなる。しかしあまり標識を大きくすると位置の特定ができなくなるし、検出のデータ処理時間も大きくなる。

4.4 4.1で作成した変換行列と4.3で作成したカメラ座標値時系列から、空間座標時系列をつくる。

4.5 次に、空間座標値時系列の作図および動画表示を行う。

## 5. 応 用 例

5.1 構造物 小型振動台による三層骨組モデルの振動実験

計測範囲概寸：巾40cm、奥行40cm、高さ130cm

この例題の全景が写真1で、算出空間座標値のグラフが図2、算出空間座標値と変位計測定値と比較したものが図3である。両者の間の最大誤差は2.5mm、平均誤差は1.5mmではば一致した。この例題は振動範囲が平面内と限られていたので1カメラで行い、算出空間座標は2変数である。

5.2 構造物 小型振動台による鉄骨門型ラーメンの破壊実験。

計測範囲概寸：巾40cm、奥行40cm、高さ40cm

5.3 構造物 大型振動台によるマニプレータの振動実験

計測範囲概寸：巾4m、奥行4m、高さ6m

この例題では試験体が大きく1組のカメラでは

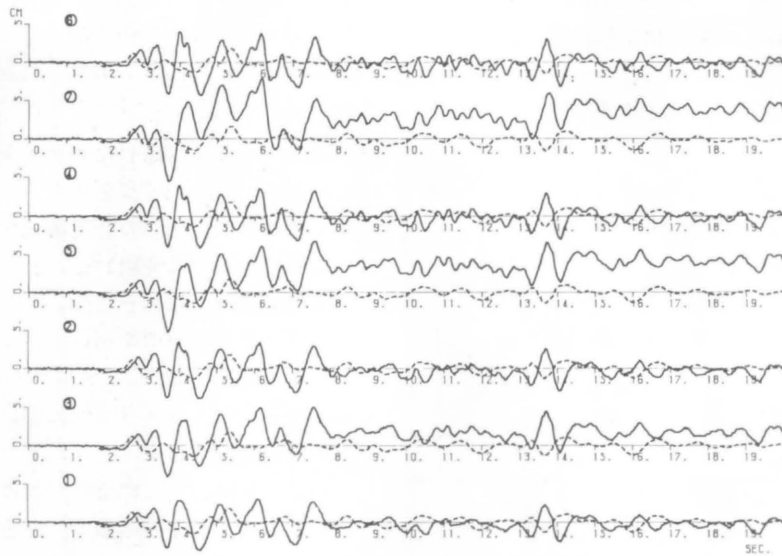


図 2 三層骨組モデルの算出空間座標値時系列のグラフ

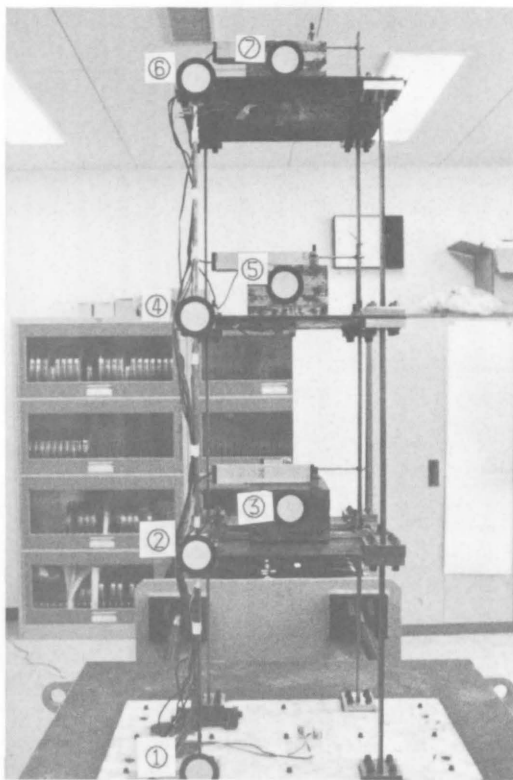


写真 1 試験体 三層骨組モデルの全景

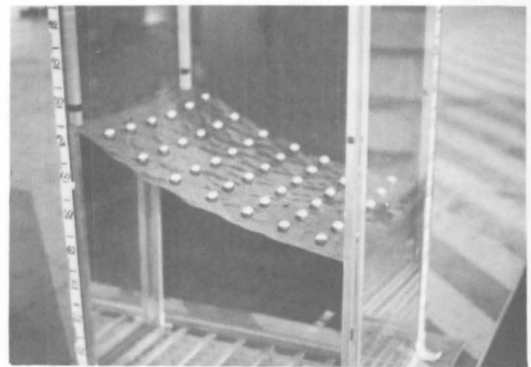


写真 2 試験体水槽の全景

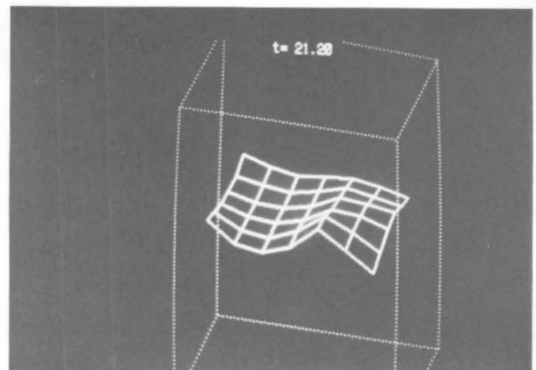


写真 3 水槽実験の水面動画表示の一画面

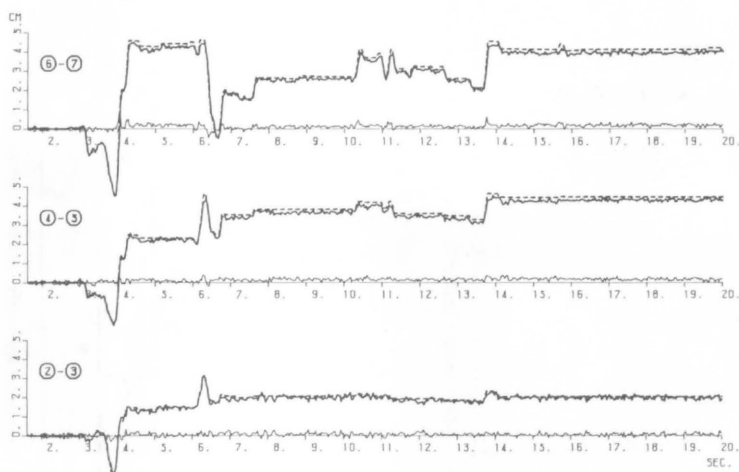


図3 三層骨組モデルの算出空間座標値と変位計測定値を比較したグラフ

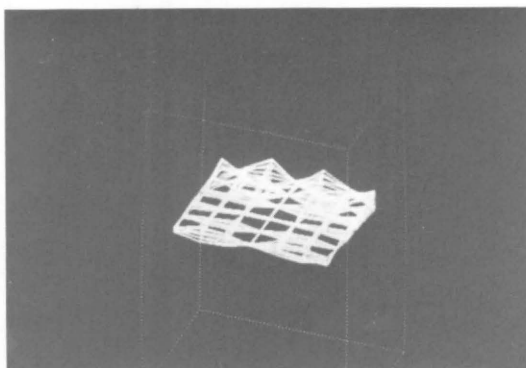


写真4 水槽実験の水面動画表示の重ね書き

とらえられないので2組のカメラをつかい、ズームレンズを用いた。video-timer で両者の同期をとるようにした。

#### 5.4 水槽タンク内の水面の挙動

タンク内側概寸：

巾75cm，奥行59cm，深さ120cm，水深60cm

この例題では水面に写真2にみるように標識として白い発泡スチロールの球を42個うかべた。球は鉛直方向のみに動くように中心に糸を通して上下に強く張って水槽に対して固定した。このような処置は水槽に合わせてケースバイケースで行われる。この例題ではとくに水面の動きを目的とし

ているので、標識点の算出座標値から水面全体の運動を求め、グラフィックディスプレイ上に再投影して動画を作成した。ある時間断面（1フレーム分）を表示したものが写真3で、時間の経過（多フレーム分）を重ね書きしたものが写真4である。振動モードがよく表示されている。

#### 6. まとめ

昭和60年度にTV画像入力装置を更新して、現在ソフトウェアの更新中である。

また、振動実験中に特定の周波数の時にカメラ架台が共振を起こすことがあり、ハード、ソフト両面からの改良点として残っている。

ここに掲げたいいくつかの応用例の振動実験では、試験体に対するTVカメラの位置の設定、測定精度を上げるための標識の工夫などの構造力学的な考察は、当センター耐震実験室の小川信行、箕輪親宏両主任研究官が担当した。応用例でよい結果が得られたのは測定値を必要とする側との協同研究の成果である。

今後更に応用の場を拡げ、斜面崩壊実験などの動的計測を試みる計画である。

（第4研究部）

# タンク・モデル

渡 辺 一 郎

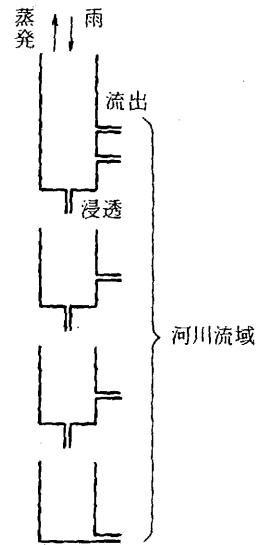


図1 タンク・モデル

## 1. タンク・モデルとは

タンク・モデルとは、流出解析、すなわち河川の流量を雨量から算出するためのもので、図1に示すように、側面と底面にそれぞれ流出孔・浸透孔を持つタンクを縦に並べたものである。雨は一番上のタンクに投入され、蒸発は一番上のタンクから引き去られる。各タンク内の水は側面の孔から流出し、あるいは底面の孔から一段下のタンクへ移行する。各タンクの側面の孔からの流出を加えたものが（計算）河川流量である。図1のモデルは、図2に示す地下水の多層構造に対応すると考えてよい。

各タンクからの流出・浸透の量を計算する方法を示したのが図3である。 $a$ を流出係数、 $b$ を浸透係数、 $h$ を流出孔の高さという。そして、ある河川流域における過去の降水量を最上段のタンクへ投入し、図3の方法で計算流量を求め、それが実測流量と合致するように、各タンクの流出・浸透係数及び流出孔の高さを求める。タンク・モデルは、この計算流量と実測流量との合致の程度が他の方法と比較して非常によいと評価されているのである。

タンク・モデルの側面の流出孔を底面の位置に

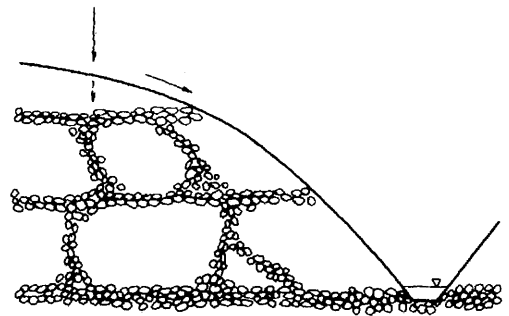


図2 タンク・モデルに対応する地下水の多層構造の模式図

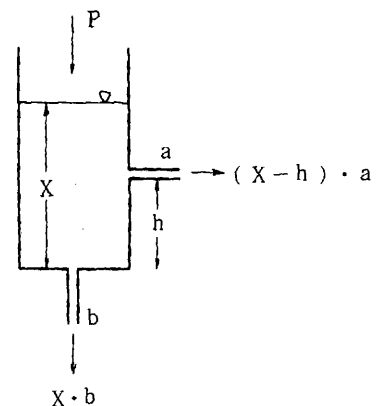


図3 タンク・モデルの計算規則

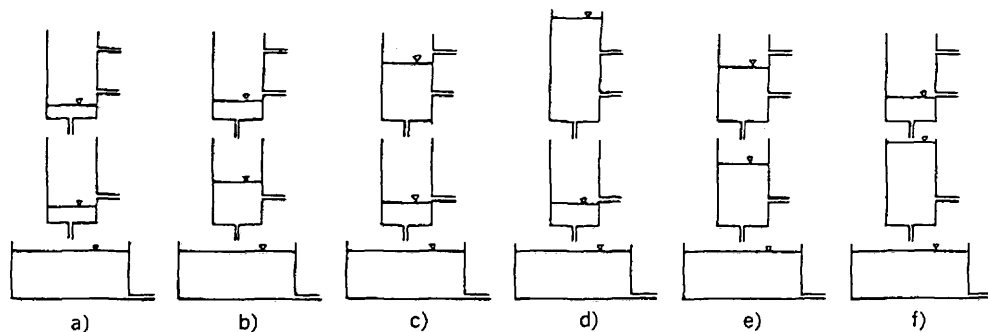


図4 種々の入力雨量に対するタンク・モデルの種々の応答

移すと、それは線型変換を示すものとなり、各線型タンクからの流出は指数関数的に減衰する。すなわち、タンクにある瞬間にある量の水、たとえば単位量の水を投入し、以後水を投入しないときには、流出は指数関数で表わされる。この指数関数的減衰の程度を半減期または時定数で示すことができる。日本のふつうの河川では、日雨量から日流量を算出するとき（日流量解析）のタンク・モデルの各タンクを線型近似したとき、第1タンクの半減期は1日または2、3日の程度、第2タンクは数日、約1週間の程度、第3タンクは2、3カ月の程度、第4タンクは年単位の程度である。つまり、日流量解析においては4個のタンクを用い、河川流量は近似的に、このような半減期を持つ4個の成分の和として表わされるということである。

一見きわめて簡単に見えるにもかかわらず、タンク・モデルの機能はそう単純ではない。いま簡単のため、図4に示す3段のタンク・モデルで考えてみる。いま、しばらく雨がなく第1タンク、第2タンクともに水がないときに、わずかの降雨があったとする。雨水の投入はわずかであるから、第1タンクの水面は流出孔の高さに達せず、第1タンクからの流出は起こらない。ついで水は第2タンクに移るが、やはり水面は流出孔の高さに達しない（図4 a）。結局、第1タンク、第2タンクからの流出は起こらず、雨水は第3タンクに移行して、そこから徐々に流出する。第3タンクの半減期は長く、したがって流出係数は小さく、貯留量は大きいから、わずかな降雨の影響は無視し得る。つまり、わずかな降雨は、河川流量にほとんど影響を与えない。

次に、小雨が降り続く場合を考える。第1タンクの半減期は短いから、雨水は第1タンクから流出することなく第2タンクに移り、やがて第2タンクから流出が現われる（図4 b）。この場合、河川流量はゆるやかに増大し、ゆるやかに減少する。もし、雨量の総量は小さいが、強度の大きい雨が短時間降ると、第1タンクの水面は急上昇し、第1タンクから流出が始まる。総雨量が少なく、そのうえ第1タンクからの流出があるから、第2タンクへ移行する水は少なく、第2タンクの水面はあまり上昇しない（図4 c）。このときは、あまり裾を引かない小さいピーク流量が現われる。

雨量強度の大きい大雨が降ると、まず第1タンクの水面が急上昇し、第1タンクから流出が生ずる（図4 d）。やがて第2タンクからの流出も始まる（図4 e）。雨がやむと、第1タンクの水位はすみやかに低下し、流出は第2タンクからとなる（図4 f）。これが大きな出水のピークに続く裾の部分を作る。

タンク・モデルは、雨の降り方、つまり雨の総量と強度との種々の組合せに応じて、種々の異なった反応を示す。側面の流出孔が少し高い所についているという簡単な構造が、非線型要素として巧妙に機能するのであって、このことが、タンク・モデルによる計算流量と実測流量とがよく合致する大きな理由の一つである。

上記の日流量解析のためのタンク・モデルのみならず、洪水解析用のタンク・モデルも開発され、国内外の多くの河川流域に適用されるに伴い、積雪・融雪地域のための雪のモデル、土壌水分構造、河道貯留構造そして氾濫構造などが付加された。さらに、図1のタンク・モデルを横にいくつか

(通常4個)並べた、乾燥地域用の $m \times n$  ( $4 \times 4$ )型タンク・モデルも開発された。

## 2. タンク・モデルの実績

タンク・モデルは非常に多くの河川に適用され、これらの河川における利水計画、特に電源開発計画・ダム制御、さらに洪水予防に対して大きな役割を果たしてきた。特に、昭和54年に異常少雪による渇水が発生するかどうかを予測するために行われた北陸3河川の流出解析は、タンク・モデルの評価を高めた。すなわち、昭和54年1月～3月は異常な少雪であったため、河川流量が減少し、苗代用の農業用水が不足するのではないかという恐れがあった。そこで昭和54年4月初めに建設省北陸地方建設局と協同して、タンク・モデルを用いて阿賀野川、信濃川、関川の流出解析が行われ、「4月、5月において昭和38年のような少雨であっても、水不足は起こらない」という予測をすることができた。さらに、4、5月の実測雨量を用いたときの、4、5月の計算流量は実測流量とよく一致した。また、苗代時期前に苗代用水が不足しないことと予測し、農業従事者に安心感を与えたという効果も大きい。

また、昭和55年度から56年度にかけて、建設省東北地方建設局と協同して、タンク・モデルを用いて北上川流域の四十四田、御所、田瀬、湯田、石淵の5個所のダムについての流出解析が行われ、特に渇水時の流出予測、下流利水者の補給など、渇水対策に貢献した。

以上のほか、タンク・モデルを用いて解析された国内河川の主なものは、石狩川、利根川、養老川、只見川、天竜川、黒部川、長良川、木津川、淀川、古座川及び筑後川などの九州地方の諸河川などである。

タンク・モデルは、上記の国内河川のみならず、ロス・トランコス・クリーク(アメリカ)、チャ

オ・ピア河(タイ)、サンゲレ河(カメルーン)、ジャンタラ河及びベルケリ河(インド)、イラワジ川支流チンドウィン河(ビルマ)など、国外の河川にも適用され、その優秀性・有効性は国外においても広く知られている。特にWMO(世界気象機構)の主催により、1970年から1974年にかけて行われた「概念モデルの相互比較」及び1980年から1983年にかけて行われた「融雪流出の概念モデルの相互比較」という流出解析法の国際的な比較の催しにおいて、タンク・モデルは予測精度の最も良い方法の一つであるとの評価を得た。

## 3. 最近の研究成果

最近の最も顕著な研究成果は、計算流量と実測流量との合致が得られるようなタンク・モデルの流出・浸透係数、流出孔の高さなどを、電子計機機を用いて(半)自動的に求める方式が開発され、そのためのプログラムが作成されたことである。このプログラムを用いることにより、タンク・モデルによる流出解析の労力は大幅に軽減された。

なお、流出解析の目的において非常に重要なことは、河川流域の水文学的・気象学的特性を把握することである。タンク・モデルを用いた国内外、特に国外の諸河川流域の解析を通じて、最近次のような重要なことが見出された。

(a) 小さな河川流域においてさえ、それが水文学的性質の異なる小流域から成り立っていることがある。

(b) 2地点の降水量の比が季節的に大きく変化することがある。

(c) 比較的小さい河川流域内においてさえ、気温の地点による変動が大きいことがある。

(d) 高度による気温低下が季節により変化することがある。

(第4研究部)

## 長野市地附山地すべり災害

昭和60年7月26日17時頃、長野市上松地附山(標高726m)東南斜面に地すべりが発生し、死者26名、重軽傷4名、家屋の全半壊56棟の被害が

が生じた。

当センターでは、8月13日から15日までに、流動研究官大八木規夫と第3研究部地表変動防災研究室長田中耕平が「主要災害調査」を実施した。

調査報告は、「主要災害調査第26号」としてまとめられ、昭和61年2月に発行する予定である。

## カナダ・ヴィクトリア市で行われた国際津波研究集会

都司嘉宣

今年（1985）の7月28日から8月9日にかけて、カナダの東海岸のヴィクトリア市で国際津波研究集会が開催された。国際的な津波の研究集会は、4年に一度のIUGGの総会の附属行事として開催される他に、IUGGと次のIUGGの中間の年に、津波だけの研究集会が開催されているが、今回の集会もこの中間年の集会であった。

このヴィクトリア市というのはカナダ本土の東海岸で、日本に最も近いバンクーバー市の沖合に細長く横たわるバンクーバー島の最南端にある町で、カナダ・ブリテッシュコロンビア州の州都となっている。このヴィクトリア市の北の郊外の、島と本土との海峡に面した海岸に今回の研究集会の開催主となった「海洋科学研究所（Institute of Ocean Sciences, IOSと略する）」がある。

約2週間にわたったこの研究集会は、①津波のワークショップ、②太平洋津波警報システム構成グループの国際会議、そして③津波シンポジウム、という順序で進められた。

地球全体から見れば、津波というのは太平洋の

周縁海域で起きているものが大部分であるといっている。今回の集会でも参加してきたのは、日、米、加、ソのほか、チリ、ペルー、メキシコ、ニュージーランド、トンガ、韓国、中国など、太平洋の周辺の各国であった。

「津波のワークショップ」は、7月29日から31日までの3日かけて行われた。主として津波の観測、過去の事例、観測・記録態勢、警報の出しかた、都市・港湾設備の設計、住民の警報通知、避難誘導、そして住民への津波に関する日常教育、などについて各国の現状について報告がなされた。ここでは、学問的な意味で津波を研究するというより、津波という災害に対処する実際的な知識を交換する場であった。日本からは気象庁の勝又護氏が日本での津波警報発令について発表があった。当初から発表を予定していた日本人の講演はこれだけであったが、私も講演発表を2題、割り込ませてもらった。実は、出発する前に、「せっかく高い金だして行くんだから、たくさんしゃべらなソンや」という「目立ちたがり精神」がもたげてきて、急ごしらえに発表のネタを製造しておいたのである。カナダに着いたとたんに関役のWiegenさんに、「どこかでしゃべらせろ」と申し出たところ「ワークショップ」でしゃべれ、とのご指示をいただき、私のワークショップでの発表が実現したのである。私がここでしゃべった講演のテーマは「日本海を横断して韓国に達した4つの津波」と「宇宙から見た津波の痕跡」というもので、このうち後のほうのは日本海中部地震津波の浸水地域が人工衛星ランドサットによる写真に写っているということを述べたものである。

私のほかには愛知工大の飯田汲事先生が、太平洋全体でおきた津波のカタログについて説明された。日米天然資源会議(UJNR)のさいに来日し

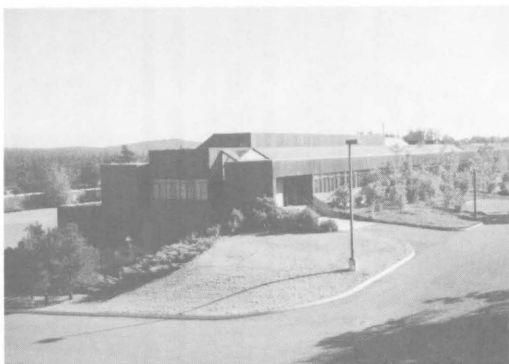


写真1 カナダ・ヴィクトリア北郊シドニーにある  
Institute of Ocean Sciences

たNOAAのLander(米)も、全世界的な津波の総合カタログを作成中である、との報告があり、さらに遠地津波に関しては、「太平洋のどこの沿岸で津波が起きたら、どこの海岸が危ないか」を実例をもとに論じた。

津波の警報システムについては勝又氏の報告の他に、Burton(米)によるハワイの「広域津波警報センター」の役割りと、Sokolowski(米)によるアラスカの警報システムの講演があった。津波は検潮器によって観測されるがそのセンサーが検潮井戸内部に浮かべられた浮子(ウキ)であることから、従来なかなか電気信号化しにくく、従って遠隔地からの自動的信号通信(テレメトリー)が困難であると考えられてきたが、このワークショップでWigen(加)、Burton(米)らによる信号化、テレメーター化装置の提案があり、地震津波発生の直後に、震源に最も近い無人の検潮器から津波に関する第一情報をキャッチすることができ、それを衛星中継すれば広域での津波警報に役

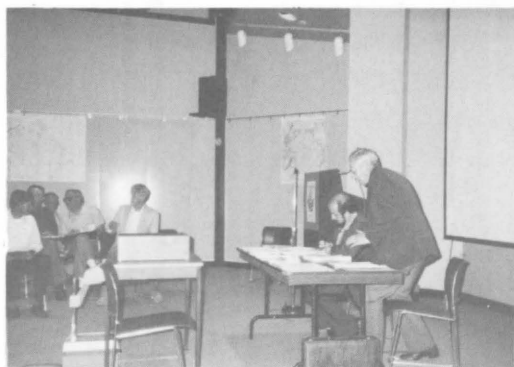


写真2 津波ワークショップ討論風景

立つであろうと見解が述べられた。

ペルーの代表であったKuroiwa(日系3世)は、首都リマが海溝がすぐ前の海を走る海岸の上に位置しており、歴史上にもしばしば津波を経験していて、津波対策を考慮した都市計画が切実な問題であると訴えた。私もうかつなことに「ペルーという国は首都が三陸海岸のような津波常襲地にある、津波が恐いことにかけては世界第一の国だ」ということに気がつかなかった。国際協力事業団(JICA)の招きでこの国の人もしばしば当センターに研修に来たことがあるが、この国の人

とこそ地震や津波の情報の交換を密にせねばならぬことを痛感した。

このワークショップの初めから参加していた日本人研究者は6人であった。「国際学会のときには日本人は大勢参加する。しかしその割には、きわめて発言が少なくおとなしい」とは、よく言われることである。英語での討論を話のひだまで理解することは私には到底できないことであったが、今回の津波のワークショップに関しては、われわれも少しはものを言うようになったという印象を与えることができたのではないかと、思っている。

②の国際会議は、一国一人ずつの代表が円卓をかこみ、ほかの人はオブザーバーとしてその後に参列する、という形式で進められた。文字通りの国際会議であった。三日間にわたるワークショップをタイプ打ちした40ページにもおよぶ清書テキストが確認され、これをもとにユネスコあてに送る勧告文を作成して参加国全員の決議として承認するという、主催者にとっては大変骨のおれる会議であったようである。この席では、主としてエル・サルバドルやトンガなど、発展途上国からの要請と期待の発言がなされた。それとともに、ことし3月3日にチリのバル・パライソ付近で起きた地震・津波の詳しい報告がこの席でなされた。同国サン・アントニオ付近で3~4mの津波高があったと報告された。

本格的な研究発表の場である「津波シンポジウム」は、8月6日から9日までの間、ヴィクトリア市の中心街にあるエンプレス・ホテルで行われ



写真3 今回の会議の司会役Wigen氏(左から2人目)とシドニー港にて。一番左が私。右端は阿部邦明氏(新潟大)、二人目は岡田正実氏(気象庁)

た。このシンポジウムでは約80人の研究者が参加し、うち20人が日本人であった。講演数は50題余りで、そのひとつひとつについて言い始めるときりがないが、ここでは、私がとくに印象深く思ったものを一講演一センテンスの形で、書き留めておくことにしよう。

カナダの東海岸は、日本列島の南海岸によく似たプレートの沈み込み地域で、しばしば津波を伴う大きな地震がおきている（Rogers，加）。中国は4,000年以上にわたる地震記録を持っており、そのうち10例ほどが津波を伴うものであった（周慶海，中）。地震がおきた直後に、今の地震で津波がおきたかどうかは、海水中を伝播する弾性波、すなわちTフェーズの振動が発生したかどうかみていれば判定できる（Okal，米）。津波をおこす地震のフォールト・パラメータをいちやく見積るには、地震波記録のなかに含まれた短周期波成分の継続時間を見ていけばよい（Izutani，日）。昨年南千島南方沖におきた小さい地震津波は色丹島から張出した海底津波計によっても記録が取られた（Solovyev，ソ）。複雑な形をした湾の中での津波高さの分布を計算するには有限要素法が有効である（Houston，米）。アラスカの漁業基地であるコディアックなどの沿岸地区の都市計画に津波対策が考慮されている（Pruess，米）。メキシコの沿岸に今後100年の間に襲って来るであろう津波の確立の分布を歴史データに基づいて計算した（Sanchez，メ）。パンクーバ島とカナダ本土の間の海峡で海底地滑りによる津波がおきたことがある（Bornhold，加）。

今回の津波国際会議で日本人の発表数は、全体の4分の1を越えていた。この意味で日本が津波



写真4 津波シンポジウム本会議場。  
ヴィクトリア市エンプレス・ホテル

研究の伝統をささえている重要なメンバーのひとつであることには異論がない。しかしながら今回のわれわれは、日本海中部地震という卓越した研究事例にめぐまれていた。その報告は国際的な場で待望されていたものであって、今回の会議でわれわれはかなりの程度その期待に応えられたといえるであろう。しかしながら、日本がこのようなテーマが起きなかったときにも、このように立派な成果を出しつづけるためには、さらに一層の努力を必要とするであろう。べつに、わたくしが強い（あるいは偏狭な）ナショナリストだからこんな言いかたをするのではない。日本がペルーやチリなどとともに世界で一番津波の被害を受けてきたし、これからも受ける可能性が最も高い国のひとつである、ということが客観的な事実であって、その研究に最も大きな期待がかけられるのが当然であると思うからである。

（東大地震研究所・平塚支所併任）



## 最近の主な行事から

### 観測艇の更新（昭和60年3月）

平塚支所の観測艇「さがみ」は、昭和59年度の防災研究設備整備として、18年6カ月ぶりに更新され、60年3月に新しい「さがみ」が進水した。

沿岸防災研究を担当する同支所には、施設の中核ともいうべき波浪等観測塔が、平塚の海岸沖合い1.3kmの所にある。ここへの通船と沿岸の海洋観測を行うためには船が必要なわけだが、旧船は昭和41年9月に建造され、船体各部の傷みがはげしくなっていた。運航海域が湾内とはいっても、総トン数4.9トン、速力8ノット、全長8.25mで、ちょっとしたうねりや波浪にも安全上問題が多くなっていた。

これに対し新船は総トン数5.8トン、速力15.5

ノット、全長10m、180馬力である。船体は旧船が木造であったが、新船は強化プラスチック製である。旧船に比べ性能・構造とも抜群に優れている。特に、平塚港は相模川の河口にあり、入港の際は逆流に向うわけで、旧船ではかなりの負担であったが新船は非常にスムーズに運航している。また少々のおねりも問題ではなく、観測塔への接舷も楽になり、安全面からも快適になった。

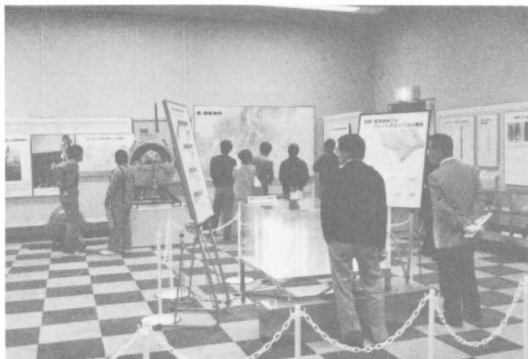
製作費は1380万円（旧船は41年度で330万円）。写真は上が新船、左に見えるのが観測塔。下が旧船。

### 科学万博—つくば'85（60.3～9）

国際科学技術博覧会「科学万博—つくば'85」は3月17日から始まり、観客2千万人余を動員して9月16日、184日間の幕を閉じた。

開幕中のみならずその前から、当センターには特にヨーロッパからのテレビ放送、新聞、科学雑誌の取材スタッフが十組ほど訪れた。珍しいところでは、ベルギー国営放送からフレミッシュ語圏を担当する著名な科学ジャーナリスト、ヤン・パウエンス氏一行、別の日にオランダ語担当のスタッフなど。

当センターは、エキスポセンターに二回出展した。一つは4月25日から30日までの研究機関特別展示で、「防災科学技術」をテーマに、関東・東海の50万分の1震源分布立体模型、縮尺800分の1御岳山大崩壊模型などを中心に約40枚のパネルで、研究の全体を紹介した。これには職員が三人ずつ毎日交替で説明に当たった（写真）。また、5



月22日から29日までは子供向けワークショップとして「地震予知と防災」をテーマに、実際の計測器や模型、パネルを展示した。

この他、科学技術週間中は4月15日から20日まで、エキスポセンターから学園都市内各機関を巡る見学会バスの見学者の随時受入れを行った。また、20日から22日までは、東京の北の丸公園の科学技術館における「第2回科学技術いろいろ展—科学万博への誘い」に、模型とパネルを展示した。

### 天皇陛下、当センターを御視察(60.6)



6月27日、天皇陛下が当センターを御視察になられた。万博開催期間中二度目の行幸で、6月25日から27日の間、万博会場、エキスポセンター、筑波実験植物園などのご視察の一環としておいでになられたものである。

陛下は10時に地震予知研究棟玄関に御着、高橋所長がご案内し、3階システム室に入られた。ここで、関東・東海地殻活動観測網の電光パネルを使っての関東大地震(大正12年)や想定東海地震の震動が伝播する状況、地震記録、データ収集観測システムをご視察になられた。

1階では、5年間分約2万6千個をプロットした縮尺50万分の1の関東・東海震源分布立体模型(約1m×1m×60cm)、深さ3500mの地下で実際に使われた岩槻地殻活動観測施設の計測機器類、自己浮上式海底地震計などをご視察になられた。

この間30分、陛下は大変興味深げにいろいろの装置、機器類をご覧になり、多くの学術的な質問があった。最後に、「研究の成果を見せてくれ

てありがとう。今後も優れた研究を進めることを希望します」とのお言葉があり、10時30分御発になられた。

また、ご視察のご感想として、「地震予知の観測と技術の現状を見、職員が観測と解析に日夜苦勞して研究していることを満足に思った。今後、観測・技術の研究が進み、予知が確実にできるようになって、国民生活に不安のないようになることを期待している」と語られたことが侍従を通じて報道関係者に伝えられた。

### 第23回 IASPEI 総会(東京、60.8)

IUGG(INTERNATIONAL UNION OF GEODESY AND GEOPHYSICS)傘下の第23回 IASPEI(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SEISMOLOGY AND PHYSICS OF THE EARTH'S INTERIOR)(プレジデント:東北大学教授鈴木次郎)総会が昭和60年8月19-30日の間東京(京王プラザホテル)で開催された。

日本で開催された初めての総会であったために、参加人員の予想が困難で、関係者の気をもませていたが、結局、38カ国から639名が参加し、合計644の研究発表(ポスターセッションを含む)がなされた。これは大方の予想を上回る規模であり、会議は大成功であった。個別参加者の主なところを見ると、日本(参加者331名)、米国(68名)、中国(31名)、ソ連(19名)、ドイツ連邦共和国(15名)、英国(13名)、インド(10名)、イタリア(10名)、フランス(9名)等々であり、日・米・中・ソの4カ国が圧倒的に多い。

論文発表は15のシンポジウムに分かれて行われたが、そのうち、発表論文数の多かったシンポジウムを列挙すると次の様になる。

- 地震災害評価と予知(発表論文数 121編)
- 地震学の理論と実地(88編)
- 地震断層のメカニクス(76編)
- 北西太平洋と極東地域の活動帯の地下構造(60編)
- 歴史上の地震記録と地震(48編)
- 強震動の予想と理論計算(44編)
- 大陸プレートの地震研究(38編)

等々である。何といっても、国際的に最大の関心事は「地震災害の評価と予知」であったが、同時にその基礎になる震源の問題である「地震断層のメカニクス」も大方の関心を集めた。

当センターの職員は、所長をはじめ、大変積極的に参加し、共同研究を含めて22編（内8編は直接に地震予知関係）の論文を発表した。シンポジウムの開催期間中であったが、8月23日には地震予知と防災関係機関をめぐる筑波ツアーが行われた。当センターには外国人研究者26名が訪れ、活発な質疑応答・議論が行われた。

会議は全体として最新の研究成果の交換という大きな成果を上げたが、会議の運営もスムーズで評判が良く、旅行等の種々のサービスも参加者を喜ばせたように聞いている。今度の総会を通じて、日本の地震学や地震予知に対する期待を種々の場面で認識させられたのも一つの収穫であった。

#### 第4回国際地すべり研究会議 (ICFL, 東京, 60.8)

昭和60年8月30日～31日の2日間、第4回国際地すべり研究会議(IVth International Conference and Field Workshop on Landslide)が東京のガーデンパレスホテルで開催された(写真)。本会議は地すべり、山崩れに関する研究、対策、技術の国際交流を目的として2年に1回開かれている。今回の会議にはアメリカ合衆国(18人)をはじめとして、中国(10人)、オーストラリア、ニュージーランド、カナダ、オーストラリア、スイス、英国、インド、台湾、シンガポールなどの諸国と国連の食糧農業機構(FAO)などから約50人の外国人研究者を含めた、総数160人が参加した。会議はわが国の地すべり学会



名誉会長である谷口敏雄博士による特別講演「わが国の地すべり対策工事の歴史」からはじまり、地すべりの分類、予知、対策など5つのセッションにわかれて進行した。

発表論文は総数81編であったが、そのうち当センターの研究者からは下記に示すように7編の論文が発表されている。

- (1) 斜面崩壊時刻を予測する新手法 福園輝旗
- (2) 降雨浸透による地下水流の発達とそれに伴う  
斜面の圧縮変形 森脇 寛
- (3) M系列降雨入力に対応する地中水分の変動  
富永雅樹
- (4) 1984年長野県西部地震による御岳山地すべりと土石流 井口 隆
- (5) 日本における地震における地すべりの若干例  
田中耕平
- (6) 1984年長野県西部地震による御岳山大岩屑流  
とその運動 森脇 寛・矢崎 忍・大八木規夫
- (7) 東北地方における大規模地すべりの分布と特徴  
清水文健

ICFL(International Conference and Field Workshop on Landslides)は英字名が示すように国際会議と現地巡検旅行からなる。この会議と旅行の実施にあたっては、地すべり学会を事務局とし、国立防災科学技術センター、京都大学防災研究所、建設省土木研究所が中心となって会場準備、投稿論文査読、英文プログラム・パンフの作成、旅行手続きなどを進めてきた。特に会議に先立って行われた東北・北海道地方の地すべり地巡検旅行(8月23日～29日)では、当センターから大八木規夫流動研究官、田中耕平地表変動防災研究室長、富永雅樹降雨実験室研究員が外国人研究者に同行し、現地の地すべり対策工事を紹介した。このツアーに参加した外国人研究者は秋田県、北海道などの手厚いもてなしとともに日本の地すべり対策技術の高度な水準に深い感銘を受けた。

会議最終日の夕刻からICFLの今後の運営の仕方と次回の開催地と時期を決定する小会議が開かれた。その結果、次回の会議は1987年8月ニュージーランド・オーストラリアの2カ国合同による開催が決定した。

また、この会議と前後して、当センターと親交の深い米国内務省地質調査所 Earl E. Brabb 博士、David Varnes 博士、米国農務省森林科学研究所 Fred Swanson 博士や、中国科学院地質自然災害研究調整センター所長の王靖泰博士ほか、世界のトップレベルにある地すべり研究者が多数当センターを訪れ、大型降雨実験施設などを見学するとともに、地すべりや崩壊に関する研究情報の交換や討論、共同研究の可能性の検討など活発な交流を行った。

## 昭和60年度防災技術セミナー(60.8～11)

第9回防災技術セミナーは、海外からの研修生を迎えて、8月22日(来日)から11月8日(離日)まで、当センターにおいて行われた。

このセミナーは国際協力事業団の依頼を受けて、当センターの職員を中心とした講師により、一般論よりは高度なレベルの防災技術の具体的課題、災害の事例、応用などの研修を目的としている。

今回参加した研修生はフィリピン火山地震研究所専門官の Jerome B. Cruz 氏ほか、マレーシア、エルサルバドル、ユーゴスラビア、ビルマ、イラン、バングラディシュ(2名)、ネパールからの8カ国9名。救援復興や耐震技術などにたずさわっている人々である。

講義の内容は、わが国の災害対策の法体制、水害、土砂災害、火山災害、地震予知、地震防災、津波、リモートセンシング技術などで、火山地域や地すべりの防止工事などの現場の見学もあった。

今年度は科学技術博覧会が筑波で開催されたため、例年より一月早いセミナーの実施となった。

## 防災科学技術講演会

### ― 飯田市で920人が来聴(60.10) ―

昭和60年度の防災科学技術講演会は、10月4日午後1時半から4時まで、長野県飯田市の飯田文化会館において行われた。テーマは「東海大地震に備えて」。

飯田市を含む長野県南部(南信)の3市6町9村(人口およそ30万人、1800km<sup>2</sup>)は、大規模地震対策特別措置法の地震防災対策強化地域に指定されている。関係市町村は、長野県地震防災対策

強化地域連絡協議会を結成するなどして、地震防災対策を進めている。それだけに講演会への関心は高く、自治体や消防団関係者のほか市民ら920人が熱心に聞き入っていた。(写真)



プログラムは次のとおり。

開会にあたって                      所長 高橋 博  
あいさつ                              飯田市長 松澤太郎  
東海地震の予知をめざして  
第2研究部主任研究官 石田瑞穂  
映画「地震予知―その最前線―」

(提供・科学技術庁)

長野県西部地震と伊那谷への教訓

第3研究部地表変動防災研究室長

田中耕平

石田の講演は、プレートテクトニクスによる地震発生のメカニズムを解説、東海、南関東の太平洋沿岸では海溝型の大地震に襲われやすいことの指摘、最近の地震予知研究の状況について紹介した。また、田中は、長野県西部地震の御岳山の崩壊では、古い地層の谷の上に軽石層が積もり、その上に火山によって新しい土砂が堆積した所と指摘した。その上で、飯田下伊那地方は大きな地震の発生はなかったが、一部では活断層や御岳山噴火の軽石層の存在が見られると話し、自分の住んでいる周囲の状況や災害時の避難方法を日頃から一人一人がよく確認しておくことが大切だ、と住民自らの対策を呼びかけた。

講演会は長野県、長野県地震防災対策強化地域連絡協議会、飯田市、飯田地区広域消防組合のご後援をいただいた。特に、松澤飯田市長ほか担当の方々には並々ならぬご協力をいただき、厚く御礼申し上げます。

## 栄 誉

### ▶研究功績者表彰

「地震予知を目的としたボアホール型傾斜観測方式の開発」により、佐藤春夫（第2研究部主任研究官）は研究功績者表彰を受けた。

この表彰は科学技術庁長官が全国を対象に行うもので、現在研究開発に従事し、その研究活動により社会、経済に対して貢献の可能性ある研究成果をあげた者に贈られる。60年度は53人応募があり、選考の結果38人が科学技術週間中の4月15日に表彰された。

佐藤は、小型で高感度かつ高安定度の傾斜計を開発し、その検定方法を確立したのみならず、フルホールセメンティング方式の観測井構造を考案して、システムとしてのボアホール型傾斜観測方式を初めて実用の域に高めた。この成果をもとに、関東・東海地域に世界でも最稠密のボアホール傾斜観測網を建設し、その観測の中から山梨県東部に昭和58年8月8日に発生したマグニチュード6.0の地震前兆的傾斜変化を検出することに成功した。

本研究は、ボアホール傾斜観測の実用化にとどまらず、やや大きな地震に先行する異常な傾斜変化を地震発生前に検出できるレベルにまで導いたという意味で、画期的なものである。

この傾斜計は、やはり当センターで開発された3成分歪計と共に、首都圏地震予知のために必要とされている地殻変動高密度観測網の主力となる観測機器とされている。そして、現在、本傾斜計を応用して海底傾斜計及び火山噴火予知用の傾斜計の開発を進めている。さらに、米国製気泡式傾斜計は気温、降雨の影響を受け長期の安定性が悪いので、当センターの傾斜計観測網の実績を見て、米国地質調査所は気泡式観測網による観測を廃止したということで、当センターの傾斜計について高く評価している。

### ▶創意工夫功労者表彰

「地震マグニチュードの簡便な算定式の作成」により、立川真理子（第2研究部研究員）は創意工夫功労者表彰を受けた。

この表彰は科学技術庁長官が全国を対象に行うもので、各職場において科学技術の改善向上

に貢献した者に贈られる。60年度は988人の応募があり、選考の結果907人が4月17日に表彰された。

立川は、地震動の継続時間を用いれば、震源位置が正確にわからない場合でもマグニチュードを算出することができる方法を用いて、当センターの地震観測点に適用し、各観測点別にマグニチュード算出式を求めたことである。また、この成果に基づいて、可視記録上から即刻かつ簡便に地震のマグニチュードを推定するための「マグニチュード早目表」を作成した。

このマグニチュード算出式は、当センターの関東・東海観測網の定常的地震データ処理に組み込まれ、活用されている。その結果、震源位置が正確に求まらない微小な地震に対しても、そのマグニチュード値を得ることが可能になった。地震の震源位置やマグニチュードの決定は、電子計算機を用いて1日遅れで定常的に行われているが、今起こった地震のマグニチュードをすぐに知りたい時には、「マグニチュード早目表」が大変便利である。この表を用いると地震発生後2～3分以内にマグニチュードが推定できるので、即時の判断のために極めて有効であり、地震活動の監視に重用されている。

### ▶注目発明の選定

坂田正治（第2研究部総合地震予知研究室長）発明の「埋込式3成分ひずみ計」が第44回注目発明の選定を受け、4月18日に注目発明選定証が科学技術庁長官から交付された。

注目発明は、原則として過去3年間に出版公開された発明のうちから、国民的関心を喚起する必要があるものを選定公表し、一般に周知させその実施化を促進し、我が国の科学技術水準の向上に資するものである。今回は105件が選定された。

坂田の発明は、地殻中の水平ひずみの最大、最小圧縮力とその方向を測定するもので、地震予知の上で従来にはない画期的なものである（本誌No.48, 昭和58年3月に詳細を掲載）。出版公開番号は特開昭57-165710号、出願人は当センター所長。注目発明の中では災害防止・環境保全に関する技術7件のうちのひとつに選ばれた。

## ▶研究業績表彰

科学技術庁の職員等を対象にして、顕著な成果をあげたり、すぐれた発見、発明を行った場合に表彰される。昭和60年度は次の二名が5月20日の科学技術庁創立29周年式典の際、竹内黎一科学技術庁長官から表彰された。

「強制流体雪輸送処理技術の開発」により野原以左武（雪害実験研究所第3研究室長）。

野原は特別研究「生活関連雪害防止技術の開発研究」において、都市内の生活道路や家屋周辺、あるいは平坦な場所や狭隘な所など地形的な条件を技術的に解決する方法として、機械的に水を雪の輸送媒体として利用するシステムを研究開発し、その実用化の道を開いた。このシステムは、雪と水をかきまぜる混合槽の中に攪拌機を設置し、この中に雪を投入して雪水混合体を作り、これをポンプで吸入して、輸送管内を強制的に圧送して遠方へ搬出するものである。

研究開発に当っては、雪水混合体圧送実験装置により、雪質、雪水混合比率、流速を変化させて、輸送管内の圧力、ポンプ及び攪拌機動力を測定するという実験を重ねて、実用化への道を開いた。

このシステムは、国鉄福井駅構内において実際に使われ、効果を発揮している。今後、平坦で低い広い場所や、排雪に不便な所での除雪に活用が期待できる。（本誌№51、昭和59年3月に詳細を掲載）

「ビデオカメラによる動的位置計測手法の研究開発」により勝山ヨシ子（第4研究部計測研究室長）。

勝山は、構造物などの耐震実験を行う際、供試体に直接センサーを取付けずに、供試体の各部分の振動を把握するため供試体に円形の標識をはりつけ、2台のテレビカメラを用いてこの円形標識の振動状況を撮影することにより得られたビデオ映像を解析して円形標識の位置が時間的にどのように変化するかを求める方式を研究開発した。

この研究の最も重要な部分は、ビデオ信号の中から円形標識の部分をついて取り出すことであり、円形標識のビデオ信号濃度と周囲の濃度が異なることを利用する新しいソフトウェアを開発することによって、当該研究の最も困難であったこの問題点も解決した。

この研究成果は、耐震実験において破壊実験を行う場合に有効であるばかりでなく、降雨実験による地すべり状況の把握も可能である。さらに、この方式は、2台のカメラを用いるので、三次元的な動きも把握することができ、また、大がかりな装置を用いずに比較的安価に実施できる点も画期的なことである。（詳細を本号8ページに掲載）

## ▶菅原正巳当センター元所長紫綬褒章を受章

昭和60年度科学技術関連褒章として、菅原正巳博士が紫綬褒章を受章された。褒章伝達式は5月30日、東京農林年金会館虎ノ門パストラル本館において行われた。

菅原博士は昭和14年3月東京帝国大学理学部物理学科卒業、名古屋帝国大学助教授等を経て、昭和22年10月文部省統計数理研究所入所、昭和39年同所退所後、同年科学技術庁国立防災科学技術センターに入所、47年所長に就任、50年6月退所後、当センター専門委員に就任、現在に至っている。

大きな業績はタンクモデル法（河川流出解析法）の開発をされたことである。

洪水及び渇水予防計画あるいは農業用水の利用や多目的ダムの設計計画などの水利用開発計画のためには、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推定する流出解析法が非常に重要な役割を果たすにもかかわらず、河川流出量を正確に推定する方法が存在しなかった。そこでタンクモデル法と呼ばれる流出解析法を創案・開発し、河川流出量の正確な推定を可能とした。このため、建設省において昭和51年6月に定められた「建設省河川砂防技術基準(案)」において、渇水対策、利水計画のためには、「原則としてタンクモデル法を使用すること」と規定されていることを始めとして、国内外において高く評価され、広く使用され、効率的な水利用、効果的な渇水対策さらに洪水防御対策に大きく貢献している。（タンクモデル法の詳細について、本号12ページに掲載）

## ▶和達清夫当センター初代所長文化勲章を受章

当センターの初代所長である和達清夫博士が昭和60年度の文化勲章を受章された。文化勲章の伝達式は11月3日文化の日、皇居において行われた。

和達博士は日本学士院会員、埼玉大学名誉教授。

地球物理学の研究で業績を挙げられた。深層地震に関する研究は、地震の分類及び統計の分野で精密な成果を示された。また、都市の地盤沈下の原因が地下水のくみ上げにあることを指摘し、災害防止対策にも寄与された。中央気象台長、気象庁長官として、観測技術近代化に尽力されたほか、日本学術会議会長、埼玉大学長、日本学士院長などの要職につかれ、学術文化の発展に寄与された。

東京帝国大学卒業。昭和7年「深処に発生せる地震に関する研究」で帝国学士院恩賜賞を受賞。昭和31年から38年まで気象庁長官のほか、日本学術会議会長、国立防災科学技術センター所長などを歴任。46年文化功労者。47年勲一等瑞宝章受章。現在、中央公害審議会会長を務められている。

当センターに在職されたのは、38年4月1日から41年8月5日までの3年4カ月。当センターの設立（38年4月1日）とともに、初代の所長としてその礎石づくり、業務の確立に尽力された。

## 海外へ

▶木下武雄（第1研究部長）、影山富恵（管理部長）はJICA帰国研修員の巡回指導班に参加のためフィリピン他へ、4.8～4.23。▶都司嘉宣（平塚支所主任研究官）は国際津波集会出席のためカナダへ、7.28～8.11。▶佐藤春夫は地震予知研究のためモスクワへ、9.27～11.26。▶大谷圭一（第2研究部耐震実験室長）はメキシコ地震の緊急災害復旧協力にメキシコへ、9.30～10.7。▶竹田 厚（平塚支所長）は欧州各国リモートセンシング技術動向調査のためイギリス他へ、10.6～10.20。▶内藤玄一（平塚支所沿岸防災第2研究室長）は第10回MTS / IEEE 合同年次会議出席にサンディエゴへ、11.10～11.17。

## 海外から

▶Mr. A. Hassoup（エジプト、H I A G）はアスワンダム地震の解析研修、5.24～8.6。▶Dr. P. Reasenber（U. S. G. S）は統計手法による地震発生様式の研究、5.7～5.27。▶Dr. M. Reyners（ニュージーランド科学工業研究庁）は、沈み込み帯の地震活動研究、6.30～8.18。▶Miss

G. Christine（フランスリヨン工業高等大学生）は地震に関する研修、6.24～8.17。▶Dr. S. Crinpin（英国地質調査所）は地震予知に関する研究、9.25～10.12。▶Mr. C. Dehai, Mrs. Z. Yingzhen, Mr. Ltu Changxiang, Mr. Y. Zhijun はユネスコのスタディグラントとして地震予知研究の調査視察、10.11～12。



---

## お知らせ

---

### 防災科学技術研究会の実施について

当センターでは、都道府県及び指定都市の防災実務担当者を対象に防災科学技術に関する知識の普及を図るため、「防災科学技術研究会」を行う計画で、今、その第1回の準備を進めています。

内容は、特定の災害について最近の研究成果と防災に関する講義及び討論のほか、学園都市内の研究所等の見学を行います。第1回は、昭和61年1月22日(水)から1月24日(金)の3日間、当センターで、土砂災害をテーマに、その発生機構、大雨によるもの、地震によるものの災害事例を取り上げます。25人程度の参加者を予定しています。

第1回についての参加者の募集はすでに切られています。61年度は地震災害、62年度は風水害、63年度は雪害をテーマにしていく計画です。関係機関の方々のご参加をお願いします。

お問い合わせは当センター企画課まで。

国立防災科学技術センター刊行物

新 刊

- ▶ テレビカメラによる3次元動的位相計測 — 耐震実験における変位計測への適用 —  
国立防災科学技術センター研究速報第68号, 15頁, 昭和60年6月。
- ▶ 三宅島の火山現象に関する研究(その2)。  
国立防災科学技術センター研究速報第69号, 27頁, 昭和60年9月。
- ▶ 火山専用空中赤外映像装置の開発研究(第3報)。  
国立防災科学技術センター研究速報第70号, 48頁, 昭和60年9月。
- ▶ 火山専用空中赤外映像装置の開発研究(第4報) — ミラーテストピースの火山ガス暴露試験による表面腐蝕状況の電子顕微鏡による観察 —  
国立防災科学技術センター研究速報第71号, 37頁, 昭和60年9月。
- ▶ 豪雪地帯市町村における雪害及び雪対策の実態調査資料(Ⅲ) — 1981年～1982年冬期及び1982年～1983年冬期 —  
防災科学技術研究資料第94号, 266頁, 昭和60年3月。
- ▶ 火山活動観測資料(硫黄島, 霧島山) No. 3。  
防災科学技術研究資料第95号, 89頁, 昭和60年3月。
- ▶ 地すべり地形分布図 第3集。  
防災科学技術研究資料第96号, 18葉及び読図説明書9頁, 昭和60年3月。20万分の1地勢図「弘前」, 「深浦」図幅内の5万分の1地形図18葉について, 地すべり地形の分布, 構造, 相互関係等を各地形図上に図示。
- ▶ 水害に備えるための参考事項 — 過去の水害の分析結果から —  
防災科学技術研究資料第98号, 48頁, 昭和60年8月。
- ▶ 長岡における積雪観測資料(9)(1984.11～1985.4)  
防災科学技術研究資料第100号, 12頁, 昭和60年6月。
- ▶ 東京の災害が全国に及ぼす影響(第4報) — 東京及び南関東における諸活動の全国に対する比率の推移 —  
防災科学技術研究資料第101号, 35頁, 昭和60年7月。
- ▶ 長岡における積雪の断面観測資料(1984～1985)。  
防災科学技術研究資料第102号, 86頁, 昭和60年9月。
- ▶ 1983年地殻傾斜観測資料集〔関東・東海地域地殻活動観測網〕  
防災科学技術研究資料第103号, 189頁, 昭和60年7月。
- ▶ 昭和59年(1984年)長野県西部地震災害調査報告。  
主要災害調査第25号, 141頁, 昭和60年3月。  
1984年(昭和59年)9月14日午前8時48分に起こった長野県西部地震について空中写真, 関係行政機関等の各種災害情報及び現地災害調査の結果を取りまとめ, 問題点の考察を行った。
- ▶ 国立防災科学技術センター要旨集第7号, 188頁。当センター職員が昭和59年度(一部は59年度以前のものも含む)に所内外に発表し, 掲載された論文等の要旨を編集したもの(所外=112件, 所内=34件)。

---

防災科学技術

No.55

---

昭和60年11月15日 印刷

昭和60年11月20日 発行

編集兼 国立防災科学技術センター  
発行人 茨城県新治郡桜村天王台 3-1  
TEL. (0298) 51-1611(代)

印刷 日青工業株式会社

---