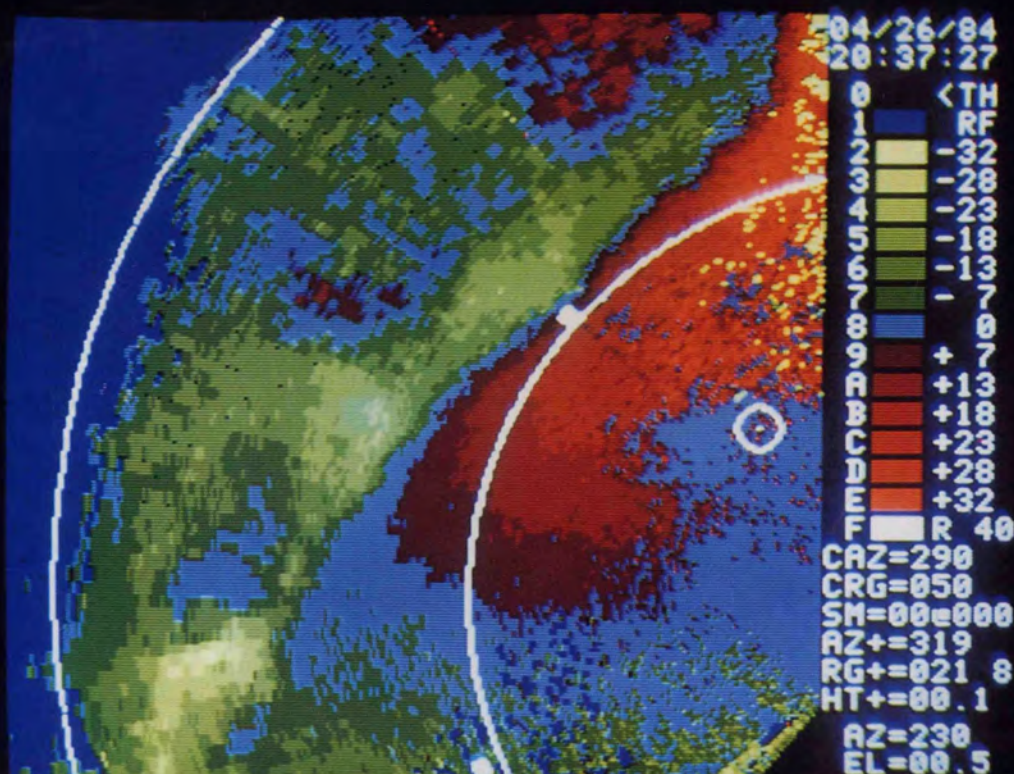
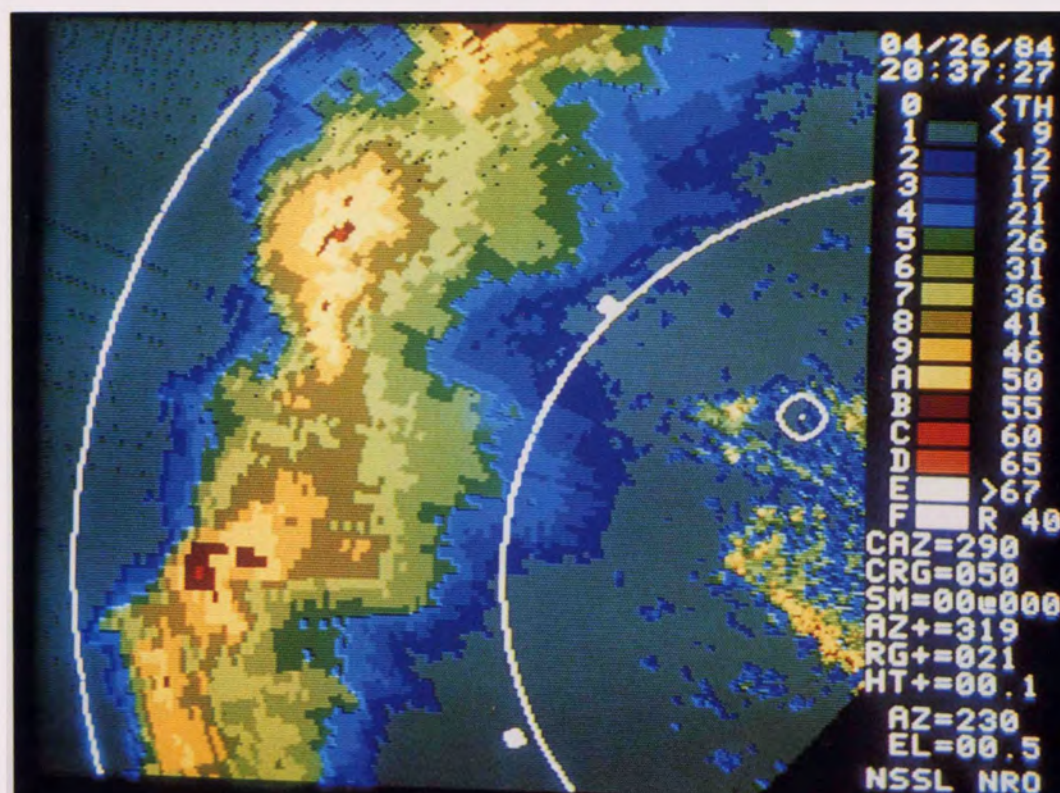


防災科学技術

NO. 54

科学技術庁 国立防災科学技術センター



も く じ

木曾の御岳の山くずれ	田中 耕平・井口 隆・ 1
WCRP と 国 立 防 災 科 学 技 術 セ ン タ ー の 研 究 計 画	八木 鶴平・ 17
米国の気象報道事情 — オクラホマ州滞在記 —	上田 博・ 20
センター新刊	27
最近の主な行事から	28
お知らせ	31
主要災害表 1984 年（昭和59年）1 月～12 月	32

表紙写真説明

1984年4月26日20時37分に米国国立激しい嵐研究所(National Severe Storms Laboratory)の波長10 cmのドップラーレーダーで測定された、レーダー反射強度(上段)と速度成分(下段)。

白丸印はオクラホマ空港の位置、円弧は半径40kmと80kmを示す。アンテナ仰角は 0.5° であった。上段の、茶色から赤の部分は反射強度の強い所を示す。下段の速度成分は、緑がレーダー中心に向う方向、赤はレーダー中心から遠ざかる方向を示す。レーダー中心に向う速成分の最大値は約30 m/secであった。下段の、40～50km付近に細長く伸びる青色の部分近くに突風前線がある(本文26頁の図3及び写真10参照)。

表紙写真は Uyeda and Zrníc (1985) の報告に用いられたものであり、米国国立激しい嵐研究所の好意により転載した。上田は1983年11月1日から1984年10月31日まで同研究所で研究を行った。本文25ページ参照。

木曾御岳の山くずれ

田中耕平 井口隆

1. まえがき

昭和59年9月14日 マグニチュード6.8の地震（昭和59年長野県西部地震）が木曾御岳の南麓で発生した。この地震により木曾御岳の八合目付近で巨大な山くずれ（大崩壊）が発生し、その土砂が御岳山南側の沢に沿って流下した。流れ下った土砂は王滝川を閉塞し、天然のダムを形づくった。この土砂に15人の人達が巻き込まれ、現在でもその行方はわかっていない。また、この巨大な山くずれ以外にも大規模な崩壊が数ヶ所で、さらに小規模な崩壊は御岳山南麓のいたる所で発生した。これらの崩壊により合計29人の人命が奪われた。またその被害額は425億円に達した。

この災害に対して、国立防災科学技術センターは数次にわたる調査を行ない、その状況を明らかにしてきた。その詳細は当センターの「主要災害調査第25号」に取りまとめられている。ここでは主要災害調査の内容を要約し、それらの崩壊の発生状況とその機構についてのべることにする。なお、調査は現在も続行中である。

2. 崩壊を発生させた地震

御岳山南麓では今回の地震に先だつ8年前の1976年8月頃から地震活動が活発化した。その後1979年10月には御岳山が有史以来始めて噴火したが、今回の地震発生前には地震活動は比較的静穏であった。

今回の本震は北緯35.807度、東経137.554度、深度1.1km（国立防災科学技術センター）で発生し、マグニチュードは6.8で、その発生地点は1976年より続いていた地震の活動域に含まれている（図1）。本震の特長は北西-南東主圧力の横ずれ断層型であ

Sep 14, 1984

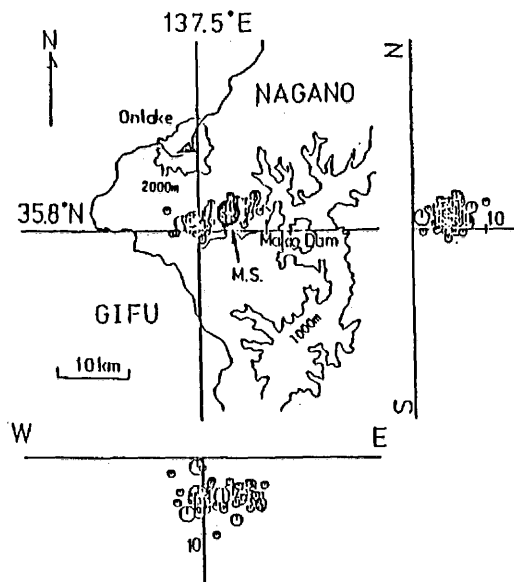


図1 本震位置図（1984年9月14日の地震活動）

った。しかし、地震を発生させたと思われる断層は地表では発見されなかった。また余震域の広がりには東北東-西南西に10km余りであり、深さは5km前後であった。

この地震による震度は飯田、諏訪、甲府等で震度4が記録されたが、王滝村においては墓石転倒状況から推定された加速度は最大の場所で370～390 galを示し、震度6の上位の振動があった。この振動によって崩壊が発生した。

3. 御岳山の地質

御岳山は古生層と濃飛流紋岩を基盤とし、更新世中期に活動を開始した第四紀の火山である。小林（1980）によれば、その活動は古期と新时期に大

別され、古期は主に安山岩質の噴出物により大きな成層火山を形成した時期（第Ⅰ期）である（表1）。その後、長い非活動期に入り、山体は著しく侵蝕された。さらに約8万年前にはじまった新期御岳の活動のうち、その前半は流紋岩質マグマの活動で特長づけられ、最初に大量の降下軽石

（Pm-I など）を放出した。この時期には古期御岳の山体中央にカルデラを生じた（第Ⅱ期）。ひきつづく流紋岩質溶岩・火砕岩の噴出はカルデラを埋めて新たな山体をカルデラ内に形成した（第Ⅲ期）。

新期の活動の後半は安山岩質マグマの活動期で、

表1 御岳火山の活動史 小林(1985)

活動史区分		噴出物	主な活動	地形	テフラ層 主な 軽石層	年代 指示層	年代 ($\times 10^4$ 年)
静穏期			1979年水蒸気爆発 水蒸気爆発 水蒸気爆発			←アカホヤ 火山灰 ↑AT火山灰	0.6 2.3
新期御岳	後期	安山岩 成層火山の形成	火口地形が残る (Ⅳ期)	三ノ池 四ノ池 継子岳 二ノ池 一ノ池	上部テフラ層	←木曽川泥流	2.8
			火口が残っていない (Ⅲ期)	田ノ原 摩利支夫 奥の院	T-Pm M-Pm S-Pm	↑DKP	≥ 4.5
	前期 (Ⅱ期)	デイサイト 流紋岩	溶岩円頂丘群の 形成と降下軽石 ・火砕流の活動	継母岩 三浦山	下部テフラ層	Pm-Ⅲ Pm-Ⅱ' Pm-Ⅱ Pm-Ⅰ Pm-Ⅰ'	7~9
静穏期			?				
古期御岳 (Ⅰ期)	後期	安山岩	単一の成層火山の形成 (?)	三笠山 小三笠山	?		
	中期	安山岩・玄武岩		倉越原 黒石原 ナガラ原			
	前期	デイサイト 安山岩 玄武岩					

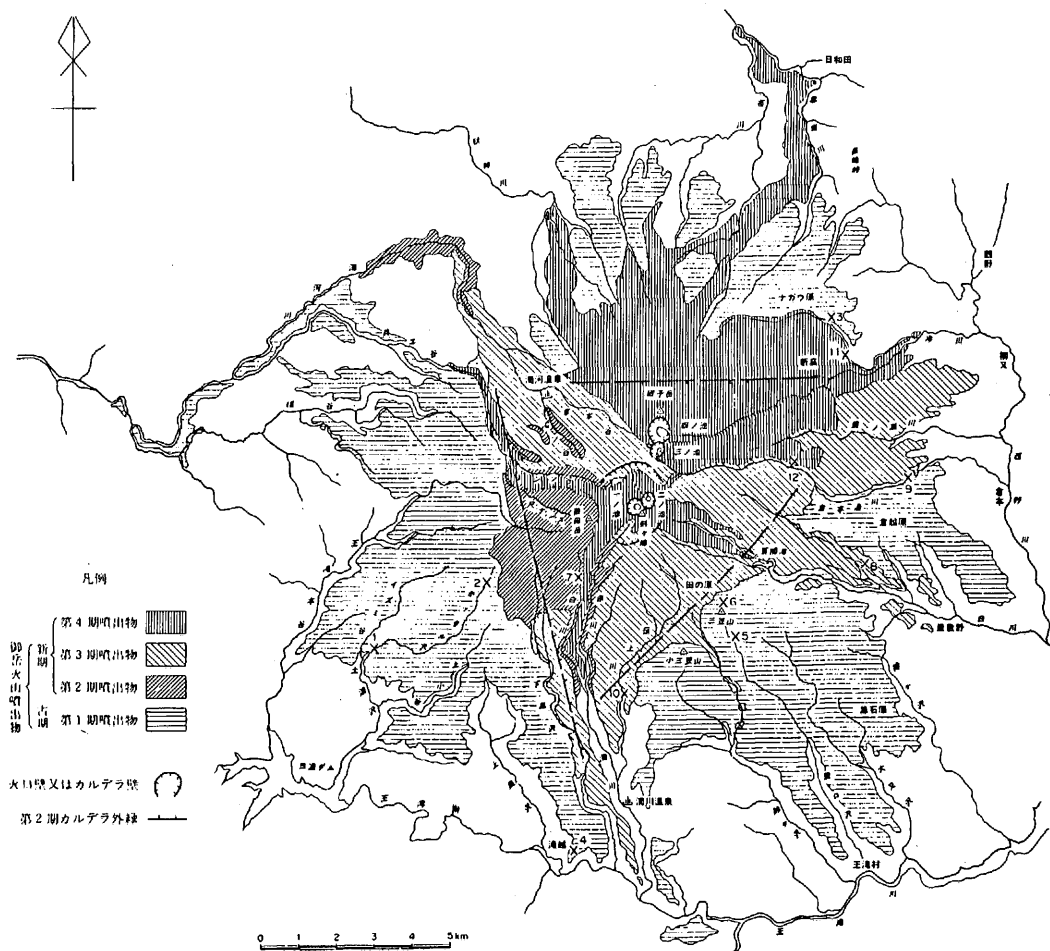


図2 御岳火山の地質略図 小林(1985)

その活動の産物が現在の御岳山頂部のほとんどを作っている(第Ⅳ期)(図2)。

後述するように、今回の崩壊の発生には第Ⅱ期以降に見られる軽石層の存在が大きいと考えられる。

4. 地震により発生した崩壊

4.1 伝上川源頭部の崩壊

(1) 災害状況

今回の地震による崩壊のなかで最大の被害を出したものは、御岳山の八合目付近で発生し、伝上川から濁川および王滝川にかけての土砂の流れを生じた崩壊である(図4)。この崩壊により発生

した土砂の流れは、濁川温泉の経営者家族4人を始め、溪流の行楽客・通行者等を含め計15人の行方不明者を出した。また森林、貯木場、道路、橋などを破壊し、経済的にも甚大な被害を与えた(写真1)。

(2) 地形・地質特性

この崩壊の規模は奥行1300m、最大幅450m、最大厚180m、崩壊面積40万㎡で、その土量は3600万㎡(国土地理院1984)に達し、もし新宿副都心にその崩土をもってきたならば、高層ビル群が埋まってしまうという途方もない量である(図3)。

この崩壊の発生地点は御岳山の山頂部から南東に伸びた屋根で、標高2550mから1850mに達する地域である。崩壊跡地は深くえぐられて谷地形を



写真1 御岳山大崩壊とこれに伴う岩屑流の全景。N：濁川温泉，Y：柳ヶ瀬，K：氷ヶ瀬
(中日本航空 9月14日撮影)

呈するため、尾根から切りたった滑落崖を境にして、急に沢が始まっているように見える(写真2)。今回崩壊した部分は元の地形の尾根に沿って長く伸びており、尾根の方向が南東から南へと次第に曲っていくに従い、崩壊源の形もやや不自然に右へと曲って伸びている。また今回の崩壊の西側には古い崩壊跡地があり、今回の崩壊と一体となって1つの大きな崩壊跡地のように見える。古い崩壊地との境の小さな屋根状部は下部に行くほど比高が高くなり、崩土の滑動方向を規制したと考え

られる。

地質学的には今回崩壊が発生した地域は第Ⅲ期の噴出物に覆われた地域である。岩質は下部より角礫岩層、軽石まじり火山灰層(第Ⅲ期S-Pm層に相当、下部は黄色、上部は赤色を呈する。小林1985)、スコリア層、溶岩層の順に重なっている。このうち軽石まじり火山灰層は谷地形を呈する崩壊源を覆うように広く分布しており、その表面には擦痕が刻まれ、水を含んで足をのせると滑りやすくなっていた(写真3)。この軽石まじりの火

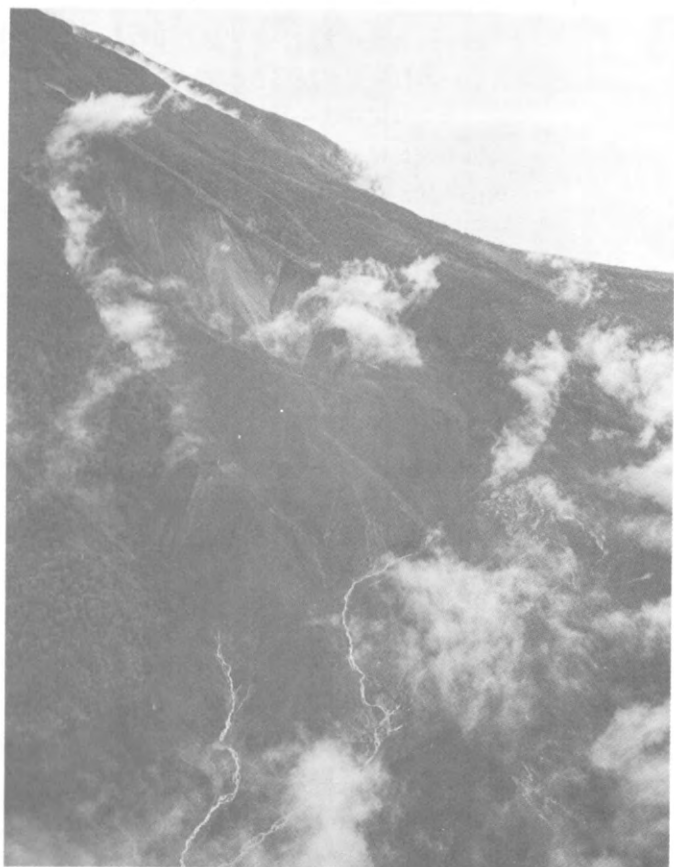


写真2 御岳山大崩壊全景
(9月14日16時頃 中日本航空撮影)。

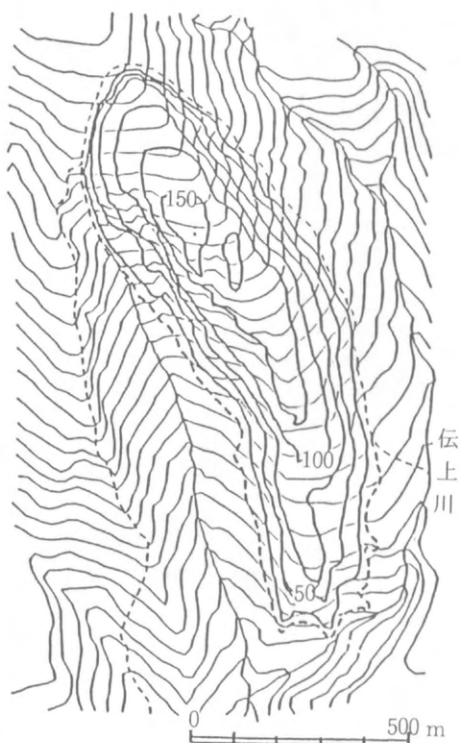


図3 崩壊源等厚線図

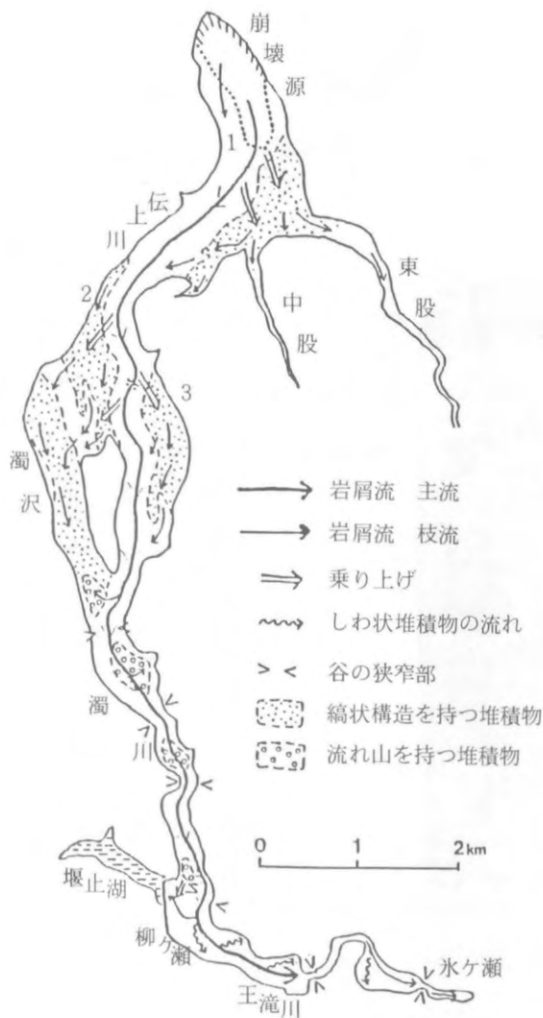


図4 岩屑流の状況図



写真3 谷を被う軽石まじりの火山灰層とその上部のスコリア層。

山灰層は侵食でできた谷に一樣に降下したもので、その上にスコリア層、溶岩層と重なり、崩壊前には古い谷は完全に埋積されていたばかりでなく、この地域は尾根状を呈していた。以上のことから、今回の崩壊は、埋積谷に堆積していた軽石まじり火山灰層が地震の振動で破砕されたため、これがすべり面となりその上に重なる岩体が滑り落ちたと考えられる。

また崩壊の移動様式は、谷壁斜面についている擦痕が水平に近い角度でついていること(写真4)や、崩壊源内に崩土がほとんど残っていないことから、岩塊はあまりバラバラにならずに一体となって滑ったと考えられる。また崩壊源の縦断面図(図5)から見て、初速が大きければ崩土のかなりの部分が前面の谷を乗り越えて、鈴カ沢の方へ流れたはずであるが、実際は大部分が前面の谷に沿い伝上川に流れていることから、初速は早くな

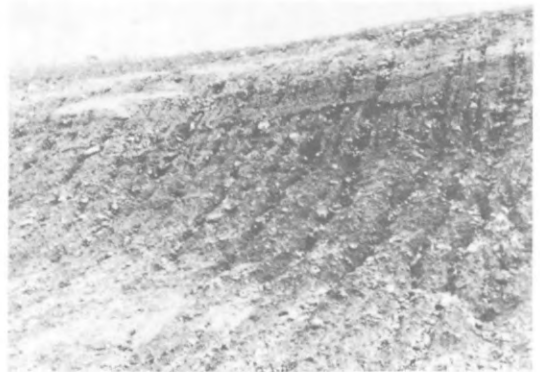


写真4 左岸側の擦痕の状況、縦方向に入った黒い模様は崩壊後、雨によってけずられたリル侵食。

かったと考えられる。

(3) 流送・堆積過程

(イ) 岩屑流について

今回の大崩壊により発生した崩土の流れは伝上川—濁川—王滝川を流れ下り、下流13kmの水ヶ瀬まで達した。この崩土の流れについて災害直後より多くの研究者により「土石流」、「粉体流」、「岩屑流」等の見解が出され、論議されてきた。しかし現在までに得られた資料から判断すると、崩土の主体は水の影響の少ない流れである可能性が大きく、さ

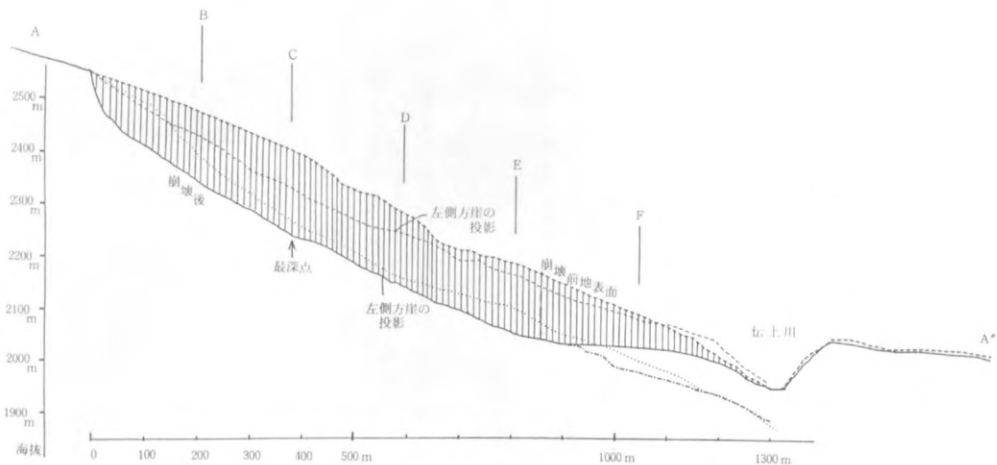


図5 縦断面図

らに崩土の内部構造は大きなブロックに亀裂が入ったままで流されているような構造がところどころに認められ、全体として粉体状になっていたとは考えにくいので、ここでは岩屑流という用語を用いる。

また、ここでいう流送域とは、崩壊源末端より伝上川—濁川までの範囲とし、王滝川沿いを堆積域として取り扱う。ただし、実際は濁川の中にも崩土の堆積が見られる。

(ロ) 谷壁斜面の削剥

流送域における谷壁斜面の削剥は、流送域全体に見られる現象であるが、伝上川の谷では現在の谷底より 100 m 以上の高さまで削剥されており、巨大な岩屑の集合体が高さまで谷を埋め、谷壁を削りながら高速で流下していったことを物語っている（写真 5）。さらに削剥の高さは波うっていて、岩屑流が左右に振れながら流下していったと考えられる。しかも流送域では崩土の堆積は少なく、崩土の主体は岩屑の集合体として堆積域にまで流下したと考えられる。

(ハ) 縞状の堆積構造

また、流送域の特長の 1 つに、岩屑流が台地状の尾根部に乗りあげた場所で、色の違った岩石が縞状に配列した堆積構造がある（写真 6, 7）。これは崩壊源の対岸や伝上川から濁沢への溢流部等で見られ、褶曲した地層のような模様を描いている。この模様は、ある程度地質構造を保った状態で、高速で流れてきた岩屑流が台地の上にとり残していった部分で、色の帯は崩壊源の地質の違いの反映であろう（写真 8）。

(ニ) 岩屑流の 2 層構造

岩屑流堆積物を詳しく見ると、観察できる範囲では 2 層構造をしており、上部は水分が多く泥状を呈しているが、下部は水分の少ない岩屑の集合体よりなる（写真 9）。上部の泥状部には木の破片や細かい根が含まれているが、下部の岩屑部にはこれらはまったく見当たらない。泥状部の厚さは一



写真 5 崩壊源付近より伝上川の下流方向を見る。岩屑流はこの谷をはほぼ満たして流下した。

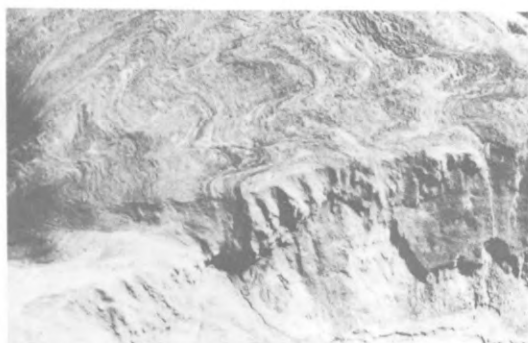


写真6 第2乗り上げ地点付近の堆積状況（朝日航洋 9月17日）流動した状況が稿状構造に明瞭に示されている。流れは右から左へ。



写真9 岩屑流堆積後、川床の低下により侵食を受けて出現した断面。上部の60cm～1mの部分は、泥状堆積物。下部は岩屑堆積物。



写真7 第3乗り上げ地点（朝日航洋 9月17日）



写真8 第1乗り上げ堆積域の状況。大小の火山礫が無数に散乱している。

般に薄く、濁沢と伝上川の合流点付近では約20cm、濁川と王滝川の合流点付近では約40cmであるが、王滝川にかかる発電用送水パイプのあった位置より下流では厚くなる。岩屑部の厚さは、流送域では下底がはっきりとしないのでよく解らないが、堆積域では以前の地形との比較から30～40mの厚さで堆積していると考えられている。

岩屑部の起源は崩壊源に求められるが、泥状部の起源はよく解っていない。しかし根茎が沢山含まれていることや、泥状部が谷壁に近いところで明瞭になる傾向があることから、前に述べた地表部の削剥と関係があるであろう。

(ホ) 流れ山

さらに流送域と堆積域に共通する問題として、岩屑流の上に小さな突起を形づくる流れ山の問題がある。流れ山はどの流れ山も、その主体は岩屑からなるが、上部に薄く泥状の部分が被っている。しかも流れ山が存在する場所は岩屑流の流れが弱まったと考えられる場所にあり、その傾向は流送域でも堆積域でも同じである。岩屑流の流れを解明する上で流れ山の問題も重要である。

また流下速度に関しては約80km/時の報告（地質調査所1984）がある。

4.2 松越地区の崩壊

(1) 災害状況

地震とはほぼ同時に大又川と松草川の合流点付近の右岸側が幅約150m、奥行約200mにわたって

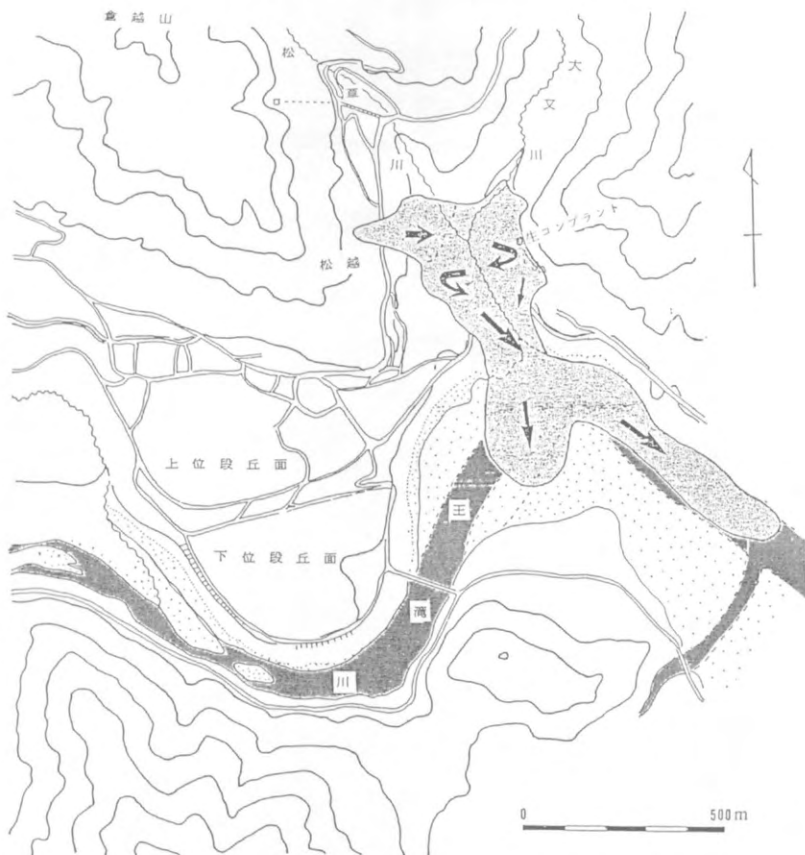


図6 松越地区の崩壊

崩壊した(図6)。

この崩壊により、生コンプラント、王滝村老人福祉センター、東公民館、森林組合作業所が崩壊にまき入れ、13名の死者を出した。また県道御岳王滝黒沢線は約300mにわたって完全に切断され、大又川と松草川の合流点にかかる長さ20mのコンクリートの新大又橋も流失した(写真10)。

(2) 地形・地質特性

松越地区は王滝川に沿って形成された河岸段丘が、大又川との合流で狭くなるところに位置し、背後に倉越山がせまっている。

この地区の基盤は古生層で、段丘礫と思われる円礫の上に、御岳山の降下火山灰を挟む崖錐性堆積物が河岸段丘を形成している。

崩壊源の表層は、軽石まじりの火山灰層が、滑落崖を除いたほとんどの場所に分布している。その分布状況は水平でなく、崩壊後に現われた、地形の起伏のままに連続している(図7,写真11)。



写真10 松越地区の崩壊の発生域(信濃毎日新聞社、9月14日)

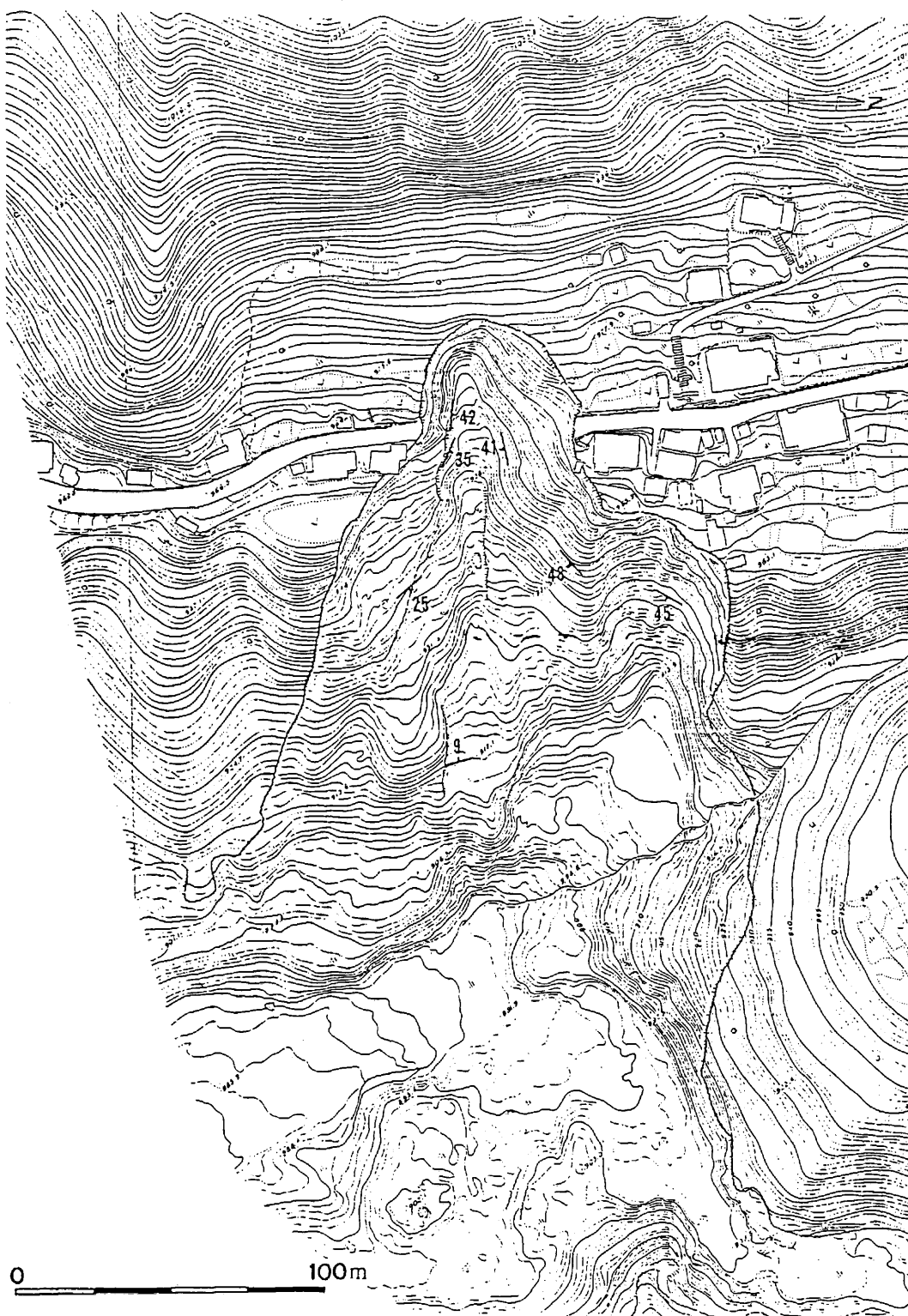


図7 軽石まじり火山灰屑の走向傾斜（原図は長野県木曽土木事務所）

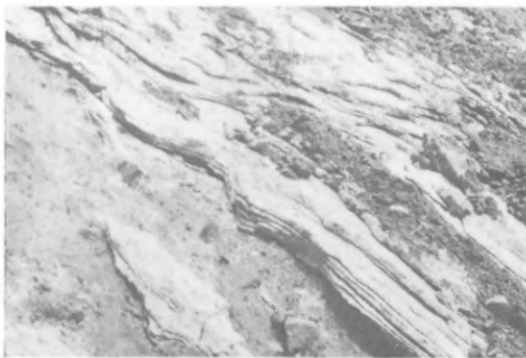


写真11 すべり面となった軽石まじりの火山灰層（松越地区）。

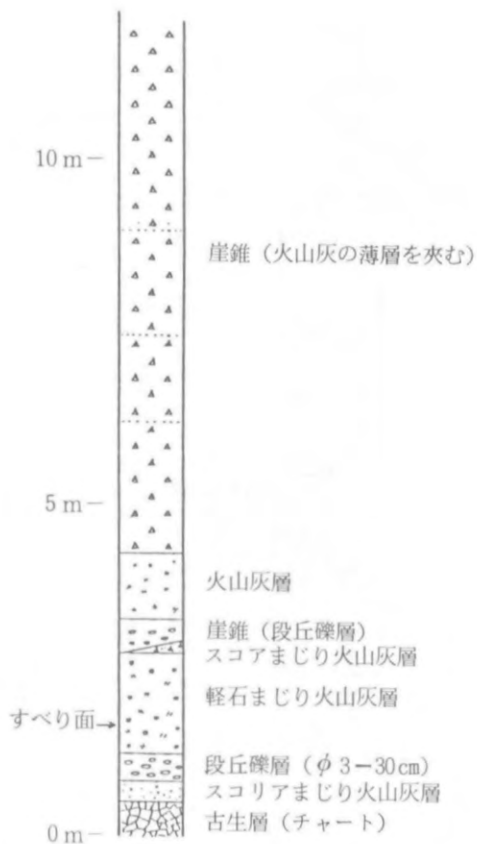


図8 松越地区の模式柱状図

このことは、軽石まじりの火山灰層の堆積が、初めから元の地形を被うように堆積したことを示しており、この地域にはもともと現在見るような谷地形があり、その上に軽石まじりの火山灰層、さらに崖錐性堆積物等が厚く被ったと考えられる（図8）。それが今回の地震により、軽石まじりの火山灰層で破断を生じ、その層から上の堆積物が崩壊したと考えられる。

この谷地形は地下に浸透した雨水を集中する機構にもなっていたであろう。

(3) 流動・堆積過程

大又川と松草川の合流点付近の右岸側で崩壊した崩土は、合流点を横切り、左岸側の段丘崖にぶつかり、向きを変えられて、再び右岸側に押寄せ、発生域より約200 m下流側で、県道よりも高い位置に這い上がった後に、大又川沿いに王滝川へと流下していったとみられる。

4.3 御岳高原の崩壊

(1) 災害状況

御岳高原の御岳霊場付近の有料道路に沿い3カ所、さらにその付近の道路以外の場所で2カ所、同じような性質のやや規模の大きな崩壊が計5カ所で発生した。規模の大きなものから、図10に示すようにA、B、C、D、E崩壊と命名しておく。このうちA崩壊は崩土が2手にわかれて2つの沢に沿って流下して、土石流となって約1 km程度流れたが、幸いに人命に被害はなかった（写真12）。

(2) 地形・地質特性

これらの崩壊はいわゆる“層すべり”の特徴を示しており、崩壊面積に比して、崩壊深が浅く一定で、すべり面は平板状を呈している。これは斜面に平行に形成された地層のうち、ある特定の層準で破断が生じ、崩壊が発生したことを物語っている（図10）。

すべり面となったのは、白色の軽石層で、御岳新期ラフラのPmI（小林の第Ⅱ期の噴出物）である。（写真13）

(3) 流動・堆積過程

A崩壊の流動は実際は右、中、左にほぼ3分割されている。これは一度に発生したものが、その後の地形条件によって別れたものと考えられる。右側と左側は前方に沢があり、崩土はその2つの沢に沿って流れ下っている。しかし、中央部は前方

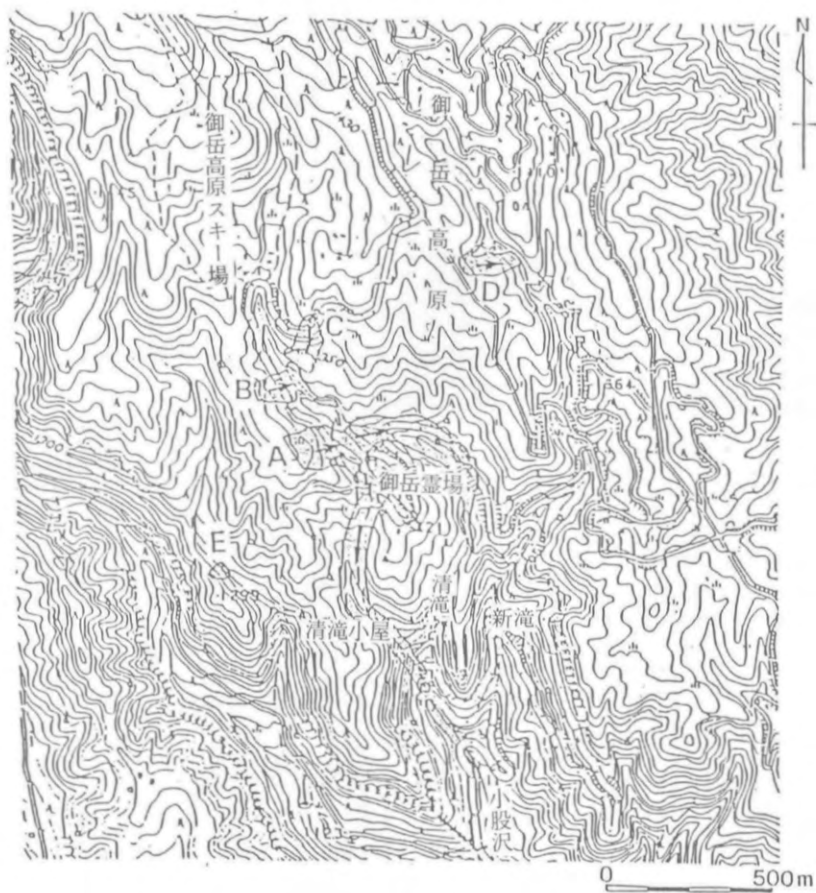


図9 御岳高原の崩壊



写真12 御岳高原の崩壊，A崩壊（右側）とB崩壊（左側）

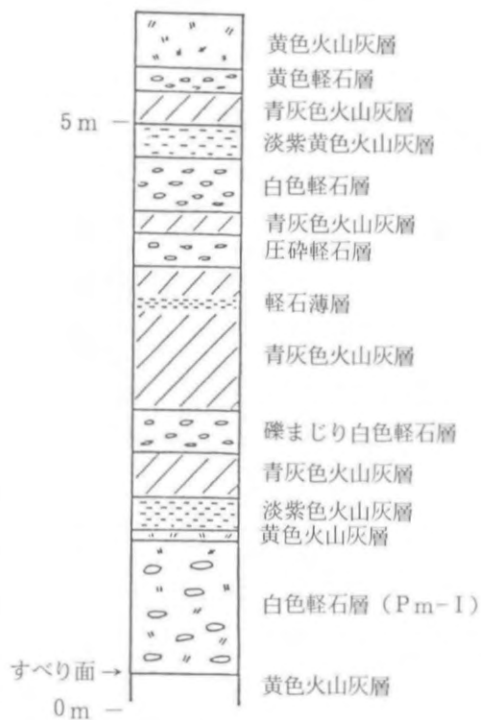


図10 御岳高原の模式柱状図



写真13 C崩壊に続く道路の切り取り斜面（左端はC崩壊）。白色軽石（Pm-I層）で崩壊していることが解かる。

が屋根状の高まりになっていたため、頭をおさえられる形となり、両側に較べて移動量が少なくなったと考えられる（写真14）。

B崩壊では、発生域の右側と左側で流動状態が異なっている。右岸側は崩土があまり移動せず、厚く発生域の中に残っており、白色の軽石層が認められる。左岸側は右岸側に較べて、崩土の移動距離が長く、発生域の中での崩土の量が少ないため、一段低くなっている。

C崩壊は規模が小さく、崩土の移動も少ない。

4.4 滝越地区の崩壊

(1) 災害状況

この崩壊は王滝川ダムの狭窄部を形成する形で、



写真14 A崩壊の堆積状況（中央部）（御岳高原）

北東側から伸びてきている尾根の北西側に発生した崩壊である（図11）。崩壊の規模は幅150m、奥行50mで、尾根の北西側の沢に落ちた崩土と直接西側斜面を下ったものが一体となって滝越部落の東端を襲った。この結果、家屋4棟が破壊され、



写真15 滝越地区の崩壊の全景（中日本航空撮影）

1人が死亡した。

(2) 地形・地質特性

この崩壊の滑落崖が直線状であることから、滑落崖に沿う断層が推定される。また崩壊を起こした尾根には、湖成堆積物が厚く堆積しているが、すべり面は不透水層の火山灰層と上部の火山砂層の間と考えられる（図12）。地層がほぼ水平堆積しているので、垂直な滑落崖と水平なすべり面で区切られた部分が滑り落ちたとみられる。

ここでも先行降雨の影響が考えられ、火山灰の不透水層の上に地下水が溜っている状態で、地震が起き、火山灰層の上の砂層が振動により、破断したと考えられる。

(3) 流送・堆積過程

崩土は北西側から西側にかけて流下した。その主体は沢に落ちた後に南に向きをかえ、南側斜面から落ちた崩土と共に、王滝ダムの貯水池に向かって流下した。

崩土の主体は滝越部落を襲った後に、王滝ダムの貯水池に扇状に広がって堆積した。その堆積の状況を見ると、前方に流れ山が集中し、扇状の中心部が低くなっていることがわかる。これは伊豆大島近海地震の際の大池地すべりの堆積状況と良く似ており、崩土の主体は塊りとして移動し、前

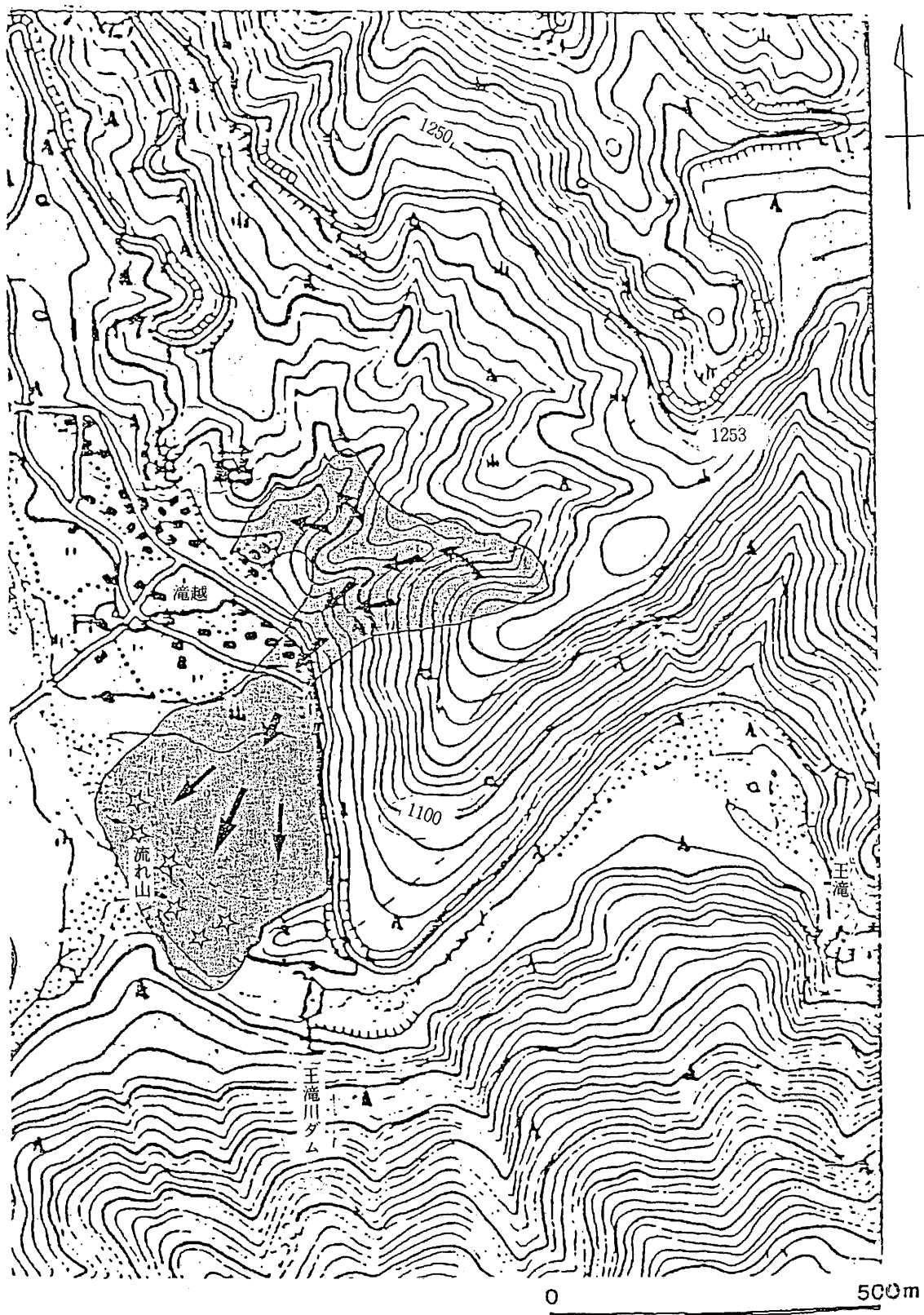


図11 滝越地区崩壊

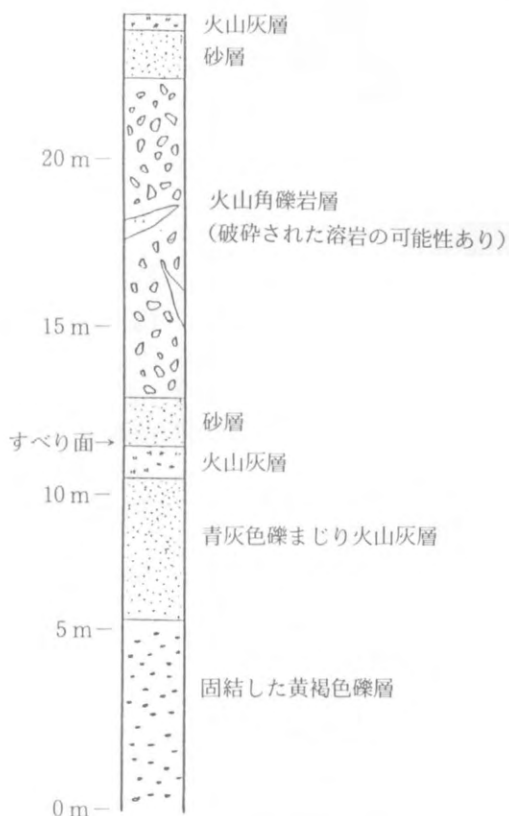


図12 滝越地区の模式柱状図

面にほとんどが堆積しており、それより後は、極く薄い崩土が残されているだけであると推定される。

4.5 その他の小規模崩壊

(1) 災害状況

御岳高原の有料道路入口付近から西側に入る沢や、濁沢の上流部など、厚い溶岩層が河川の侵蝕により、沢沿いに連続している場所や、王滝から濁川温泉に行く林道沿いの切り取り斜面などには、多数の崩壊が認められる。これらの崩壊は規模こそ大きくないが、その数は非常に多い。

幸いにして、今回、このタイプの崩壊による人の被害は出ていない。

(2) 地形・地質特性

これらの崩壊は、河川の営力ないしは道路の切り取り等によって形成された急斜面で発生している。地質は節理の入った厚い溶岩層や、古生層の



写真16 倉越原溶岩層の崩壊、柱状の節理が明瞭（御岳高原有料道路入口付近）

破碎帯に集中する傾向がある。

(3) 流送・堆積過程

ほとんどの崩壊の崩土が、崩壊直下に堆積しており、移動距離は短かく、崖錐状の堆積形態を示すものが多い。

5. まとめ

(1) 岩屑流

地震による巨大崩壊の発生とそれによりもたらされた岩屑流による災害の頻度は高くはないが、我が国の災害史上にもいくつかの例が知られている。著名なものとしては、1586年の帰雲山の崩れ、1858年の立山鳶崩れ、1923年の関東地震の時の根府川の山津波などがある。また外国の例としては、ペルーの Huascarán やアラスカの Sherman 氷河の崩壊とそれに続く岩屑流が有名である。また、火山体の巨大崩壊とそれによる岩屑流の例としては、1792年の島原眉山や1888年の磐梯山、1980年の St. Helens の例がある。

このタイプの岩屑流の移動機構については、

Shreve(1986a)が米国カリフォルニア州の Black-hawk 地すべりで考えたエアー・クッション仮説がよく知られている。これは崩土の下に空気の層をまき込みホーバークラフトのように崩土が浮いた状態で移動したとする説である。最近の中国の酒勒山(甘肅省科学技術委員会1983)の地すべりでも空気の存在が考えられている。またこれ以外でも、巨大崩壊の崩土の長距離移動のメカニズムとして、空気や水(薄層流)が関係していると考え人が多い。しかし、一方では Heim 以来、空気や水の関与なしでそのメカニズムを考えている研究者もいる。前出のBlackhawk地すべりの移動に関しても Johnson(1978)は粘土層が滑剤となっていると考えている。

このように岩屑流の移動機構に関しては不明の点が多く、研究はこれからの段階である。

(2) 崩壊の地形・地質条件による分類

今回の長野県西部地震によって発生した崩壊は、その発生域の地形・地質条件によって2つのグループに分けることができる。1つのグループは火山灰まじりの軽石層が関与しているものであり、他のグループは急傾斜地で発生しているものである。

この2つのグループの崩壊は規模の点で異なり、火山灰まじりの軽石層が関与しているグループは規模が大きく、御岳山大崩壊、松越地区、御岳高原地区(滝越地区は多少異なる)がこれに属する。これに対して急傾斜地で発生しているグループは1つ1つの崩壊の規模は小さく、いわゆる崖くずれと呼ばれるものである。しかし数はこちらの方が圧倒的に多い。

また軽石層が関与するグループの崩壊の発生場所の斜面角度は低角度であることが多い。

(3) 軽石層が関与した崩壊

上に述べたような規模や斜面角度の差異は地震動に対して鋭敏に反応する軽石層が存在するか否かに起因していると考えられる。

軽石層が地震動に対して他の地層よりも鋭敏に反応するという傾向は、今市地震(1949)の白色粘土層や十勝沖地震(1968)の際の八戸軽石層などでもみられるが、どの火山体のどの軽石層についても言えることなのか、あるいはある特殊な軽石層にのみそのような性質があるのかは今後の課題であろう。

(4) ハロイサイトについて

上記の問題を考える上でも参考になるのは、伝上川源頭部、松越、御岳高原の試料からX線による粘土鉱物の組成分析で、いずれもハロイサイトが検出されていることと、過去の地震によって発生した崩壊のうち、今市地震(1949)、伊豆大島近海地震(1978)などでは、今回と同じように軽石層ないしは火山灰層での崩壊の発生が見られるが、それらの地層の粘土鉱物分析からも、ハロイサイトが報告されていることである。現状においては、地層中のハロイサイトの存在と地震による破断の起き易さについて直接の因果関係を述べた報告は見当たらないが、ハロイサイトの存在が、軽石層ないしは火山灰層の物理的性質に影響をおよぼしている可能性は大きい。

(5) 急傾斜地の崩壊

これに対して急傾斜地で発生しているグループの崩壊は、風化により形成された表土層ないしは節理の発達した風化基岩が崩落するもので、軽石層が関与する崩壊に比べて、より表層の現象であり、地形要素が大きな原因になっていると考えられる。

(6) 先行降雨について

今回の災害と似た事例としては十勝沖地震(1968)の崩壊があげられるが、十勝沖地震(1968)の際にも約200mmの先行降雨があり、その後に地震に見舞われて、緩斜面で多数の崩壊が発生し、多くの人命が奪われた。今回もやはり165mmの先行降雨(気象庁アメダスの御岳山観測点)があった、しかも伝上川源頭部、松越地区、滝越地区の現地観察では火山灰まじりの軽石層の分布の仕方は地下水が集中するような傾向にあったと考えられる。このような観察から軽石層の存在と先行降雨の影響ならびに地下水の集中機構等を慎重に検討する必要があるであろう。

(第3研究部)

WCRPと国立防災科学技術センターの研究計画

八 木 鶴 平

1. はしがき

WCRP (World Climate Research Programme) は気候変動国際協同研究計画と訳されている。この計画は世界気象機関 (WMO) と国際学術連合会議 (ICSU) とが1979年に合意し協同提案した国際協同研究計画で、WMOが他の国連専門機関などと協議して提案した世界気候計画 (WCP) の主要な柱である。

わが国においては、日本学術会議の国際協力事業特別委員会WCRP分科会および地球物理学研究連絡委員会世界気候小委員会が中心になって国内計画の立案に当り、第91回総会 (昭和58年10月19～21日) において計画の実施を政府に報告することが決議された。今後測地学審議会気象水象部会の審議を経て、1986年からその第I期 (4年間) が発足する予定である。

計画を実施する機関は各省庁の研究機関・行政機関および大学である。国立防災科学技術センターはWCRPの基礎となったGARP (地球大気開発計画) におけるAMTEX (気団変質実験計画) に参加した実績を持つが、わが国におけるWCRPの計画においても、冷害や干ばつなど異常気候災害に深く関わる気候変動に関する研究という観点で、早くからWCRPの重要な一環である「北西太平洋域“雲と放射”特別観測計画」の立案に参画してきた。以下本稿では、国立防災科学技術センターの研究計画について述べる。

2. 研究の概要

「北西太平洋域“雲と放射”特別観測計画」では、気候およびその形成過程において、広域の雲を中心とした放射過程、力学過程、水循環過程の

相互作用は、最も重要な過程の一つであり、雲を中心とする大気のフィードバック機構の理解、気候の数値モデルへの雲とその放射過程の正確な導入、地球規模での雲の分布の現在の特徴の把握などは、気候の研究における重要な課題であるとし、衛星データを用いて、北西太平洋域を中心に、広域の雲の分布と放射特性およびそれらの変動特性を調べると共に、広域の雲の放射特性等を決定する因子を理解し、また衛星データの正しい利用に寄与する基礎資料を得るために衛星観測と並行して、島上観測・航空機観測などの特別観測を行い、雲の放射特性および雲の種類、雲頂高度、雲水量など雲の諸物理特性を観測することを目的としている。

国立防災科学技術センターでは、「北西太平洋域“雲と放射”特別観測計画」の一環として、放射特性に関わる雲の微細構造と雲底下層の熱収支の観測的研究を計画している。

本研究の目標は、放射特性に関わる層状雲と積雲の微細構造とその変化およびこれらの雲の周辺大気の性質との関係を調べ、その平均的な実態と発生・維持機構を明らかにすることと、雲が発達する条件下での大気境界層の構造を調べ、乱流および乱流より大きな規模の擾乱の雲の発達への寄与を明らかにすることである。このため、ミリ波・センチ波レーダー、低層ゾンデによる雲の観測および地表での大気放射、接地境界層、海洋表層温度等の測定を定められた実験観測領域内の島上において実施する。

本研究の研究期間は「北西太平洋域“雲と放射”特別観測計画」の第I期と合同した1986年から1989年の4年間である。そのうち現地特別観測は、南西諸島の沖永良部島において、1988年と1989年の冬期・夏期、各2週間～4週間実施することを

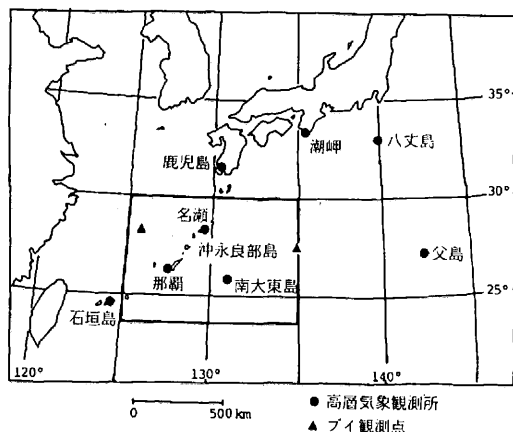


図1 「北西太平洋域“雲と放射”特別観測計画」の実験観測領域（太線枠内）と国立防災センターが島上観測を予定している沖永良部島の位置。

考えている。

3. 特別観測

北西太平洋域の広域の雲の分布と放射特性、および海上の層状雲と雲底下層の熱収支の研究を行うための各省庁・大学にわたる総合的実験観測は、図1に示した実験観測領域で行われる。

この領域は、亜熱帯の湿潤気候区であり、海上に層状雲がしばしば形成される。国立防災センターが特別観測を予定している沖永良部島はこの領域のほぼ中央にあり、図2に示す地形図で分るように、周囲60kmほどの東西に長い島で、高度246mの大山がその西端にある外は比較的平坦な地形を示し、海洋上の雲の観測や境界層の観測には適していると考えられる。

沖永良部島における現地特別観測は1986年～1989年の研究期間のうち、後半の1988年と1989年に冬期・夏期の各2回実施する。1回の観測は2～4週間の期間行う。前半の1986年と1987年は観測機器の整備と筑波と平塚における予備的な観測に当てられる。特別観測の概略は図3に模式的に示した。

4. 雲の微細構造

雲の微細構造の研究においては、放射特性に関

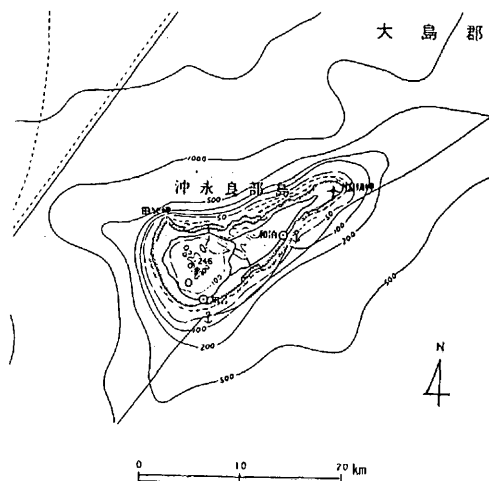


図2 沖永良部島の地形

わる層状雲と積雲群のレーダー気象学的微細構造と雲の三次元的形状およびその時間変化を観測し、雲と周辺大気の性質との関係を調べる。また、これらの雲のメソスケール・スモールスケールでの構造の特徴、海洋上の雲の生成・維持機構、季節による特性の相違などを明らかにし、実験観測領域での雲の平均的な実態の把握に努め、雲の放射特性の理解に資する基礎資料とする。この研究は、“雲と放射”特別観測計画の研究項目の内、「層状雲の放射特性」に関連する。

このような研究目標を達成するため、実験観測領域での島上観測では、主として次のような項目についての観測を行う。

i) 雲水量及び上昇流の分布

空中線を天頂に向けたミリ波レーダー（8.6mm）により下・中層の層状雲、層積雲あるいは積雲群のレーダー反射因子及び鉛直速度の測定を行い、それぞれの雲の雲水量と上昇流（下降流）を評価する。またその鉛直分布の数分から数時間までの時間変化から、種々の空間スケールでの構造上の特徴を明らかにする。

ii) 降水の分布

降水を伴う雲については、センチ波レーダー（3.2cm）によりその鉛直構造および水平構造の観測を行う。またミリ波レーダーの測定値とあわせて雲内の凝結水量の評価を試みる。

iii) 雲の水平分布と形状

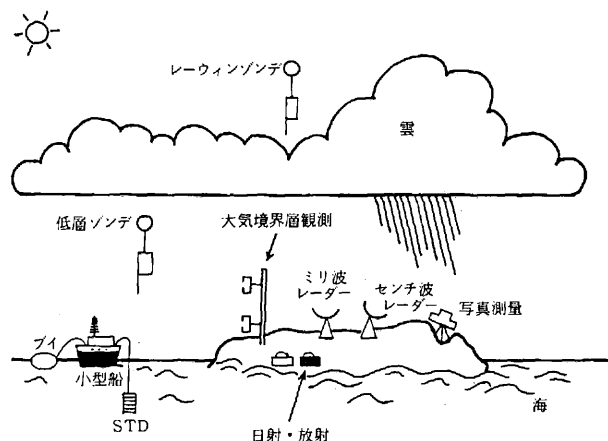


図3 特別観測の概念図

数カ所の地点で雲の全天写真および斜め写真の連続撮影を行い。写真測量法により雲の水平分布と三次元的形状およびその変化を解析する。

Ⅳ) 対流圏の気温・湿度・風速の鉛直分布

レーウィンゾンデにより、地表から圏界面に至る大気層の気温・湿度・風向風速を測定する。これらの鉛直分布とミリ波レーダーおよびセンチ波レーダー、写真測量により得られたそれぞれの雲の構造についての情報とを合せて、雲の生成・維持機構についての解析を行なう。

5. 雲底下層の熱収支

雲底下層の熱収支の研究においては、海洋上における大気境界層の構造を黒潮流域周辺で調べ、雲の発生発達に寄与する海洋から大気への熱輸送過程を明らかにする。この研究は研究項目「海面及び雲底下層の熱収支」に関連するものである。島上観測では主として次のような項目を観測する。

ⅰ) 地表面への日射及び全放射

平坦地に据え付けた測器により、地表面へ放射される水平面日射量および水平面放射量を連続的に測定し、太陽からの日射量の大気中での減衰、雲からの赤外放射量を評価する。

ⅱ) 海表面温度と海洋表層の熱的構造

小型船を用いて島周辺の表層水温を測定する。測定された表面温度は海面のアルベードを仮定することにより、上向き赤外放射量を与える。地上での下向き放射量の測定と合わせて、海面へ入射する純放射量が決定できる。また水面下50m程

度までの温度・塩分濃度を測定し、熱量の鉛直輸送などを調べる。

ⅲ) 接地境界層の気温・比湿・風速

海岸近くに約20mの簡易観測塔を設置して、気温・比湿・風ベクトルの平均値及び変動を測定する。これらのデータから接地層での熱量の鉛直輸送を、積雲群発生発達時などの種々の条件下で決定する。また海洋上に近い条件下でのバルクパラメタリゼーションを確立する。更にスペクトル解析によって1時間程度のスケールで見出されると期待されるメソスケールの擾乱を乱流のスケールと共に地表面で評価する。

ⅳ) 下層大気の気温・湿度・風速の鉛直分布

低層ゾンデにより、地表より数kmまでの大気層の気温・湿度・風向風速を測定する。これらの鉛直分布から、海水温が気温に比較して非常に高く不安定な冬期と水温・気温差が小さい夏期の下層大気の熱的構造及び気流の空間構造を調べる。また接地層の乱流の測定と風ベクトルの鉛直分布の測定より、雲底下の対流のふるまいを調べる。

6. あとがき

本稿は、「北西太平洋域“雲と放射”特別観測計画」の一環として、国立防災科学技術センターが実施する放射特性に関わる雲の微細構造と雲底下層の熱収支の観測的研究について述べたものである。

(第1研究部)

上 田 博

1. はじめに

米国国立激しい嵐研究所（NSSL, National Severe Storms Laboratory）に1年間滞在して、“災害気象監視のためのドップラーレーダーの利用技術に関する研究”を行なう機会に恵まれた。ドップラーレーダーの研究者達と多くの問題を議論し、気象災害防止軽減に役立つ方法の一つを開発するという目的であった。この機会に米国における気象報道のあり方をこの目で確かめようという期待を胸に、1983年11月1日に日本を飛び立った。

2. テレビの気象報道

オクラホマ州は“hot, flat, nothing. (暑くて平でなにもない)”と呼ばれている。私は、本当になにもない半砂漠に半年以上も閉じこめられて、半ば締めながら、オクラホマ名物の激しい嵐の到来を待ち望んだ。

2.1 1984年4月26日

朝からの、かすかに湿気を含んだ南風が嵐の前触れであった。昼すぎには、私が1年間滞在したNSSLの屋上から、各方向に発達した積乱雲がみられ、土ぼこりまで舞い出した。NSSLのドップラーレーダーのディスプレイ（テレビ画像）を午後何時間もながめていたが、しばらくは嵐の接近はなさそうに思われたので早めに帰ってテレビの天気予報をみることにした。

午後6時のニュースの時間に写真1(a)（写真1～写真10はカラー写真を白黒写真に焼付けたものである）のように、午後11時まで黒い領域に竜巻注意報が出された。境界線は郡界であり、白丸印が私の住んでいたアパートのあった位置である。



(a)



(b)

写真1 (a)1984年4月26日午後6時に発表されたオクラホマ州の竜巻注意報の範囲（テレビ、チャンネル9）。黒い部分が午後11時までについて注意報の出された地域。オクラホマ州を区別している線は郡界である。白丸は著者の住んでいた地点（ノーマン市）。

(b)1984年4月26日午後9時にオクラホマ州に出された竜巻警報の範囲（黒い四角の部分）。黒丸は著者の住んでいた地点。

ずっとテレビを付けたままにしていると、午後9時前に竜巻警報が報じられた(写真1(b))。黒い四角形が警報の範囲で、黒丸は私の住んでいたアパートの位置。午後9時には、チャンネル9(オクラホマ州地方の1つのテレビ局)で、視聴者の注意を促すピーンという音の後に、写真2のようなレーダーエコーが示された。州都オクラホマ市を中心とした主要道路網の上に白く広がるエコーを重ねてある。白い領域の中の黒い部分はレーダーエコーの反射強度が強く、強い雨が降っていることを示す。矢印は、竜巻など突風の危険のある部分を示す。矢印の移動で、特に危険な部分に対する注意を喚起する。

私の住んでいた所(ノーマン市・オクラホマ大学キャンパス隣り)から北に約40kmのオクラホマ市には、雹、竜巻、落雷の危険があるだろうと思っていたら、午後9時8分に最初の雷鳴が聞こえた。午後9時26分には防災サイレンが鳴った。これは、地下室に寝ていても聞こえると思われる大きな音であった。しかし、テレビのレーダーエコーをみると、私の住んでいる付近に影響はないと考えられたので、外に出て雷放電の写真(写真3)を撮ることにした。外ではアパートに住む大学生達が花火見物ならぬ電光見物をしていた。幸い落雷は約40km北のオクラホマ市が中心で、私の住むアパートのあたりには被害は出なかった。



写真2 1984年4月26日午後9時のオクラホマ市上のレーダーエコー(テレビ、チャンネル9所有のレーダー画像)。白い部分がエコー域で、その中の黒い部分はレーダー反射強度の強い部分。白線は主要道路を示し、矢印は竜巻発生の危険地を示す。



写真3 1984年4月26日午後9時半すぎのオクラホマ市上空の雷放電。オクラホマ市の南約35kmのノーマン市の著者の住んだアパートから撮影。

アパート周辺の住人は、防災サイレンが鳴ったときは、近くにある、観客7万人収容の大学のフットボール競技場に避難することになっているが、そんなことをした人はいなかった。夜遅くのニュースで、オクラホマ空港には、この嵐によって、飛行機が1台も離着陸できなかったことを知った。その時刻に観測された、NSSLのドップラーレーダー画像を表紙写真に示した。次章の説明を参考にしてほしい。

翌日、アパート管理オフィスの女性チーフ(米国では事務の管理職には女性が多い)に聞いてみたら、「あなたの部屋は三階建てのアパートの一階だから、クローゼット(米国流押入れ)の中に入れば竜巻が来たって安全ですよ。当アパートは安全にできているし、私は今まで竜巻を見たこともないですよ。」ということだった。彼女の人生経験は20年~40年とみられたので、竜巻をみなかった年数には2倍程度のあいまいさが残った。

そこで、後日、米国の気象庁にあたるNWS(National Weather Service)の1人に聞いてみると、「一生竜巻を見ない人も多いが、オクラホマ州では毎年何十カ所でも竜巻が起きているので油断はできない。もし竜巻の接近を知ったときには、住む場所によっては避難所に行く途中が危険なことがあるので、テレビやラジオの報道に注意していることが大切だ。家にいるときは、家の中心、たとえば浴室(米国の浴室は家の中心部に作られることが多い)の中に入れば竜巻が来ても

安全だ。」ということであった。

オクラホマ州では、いつ頃竜巻などの危険な気象現象が自分を襲うかはテレビのレーダー画像を見ているといち早くわかるので便利だ。なにごとにも自分の責任で対処するのが米国の習慣だから、豪雨や強風の情報を住民各人ができるだけ早くつかむことが非常に重視されているようだ。

2.2 1984年5月27日

午後の日課、NSSLのドップラーレーダーのディスプレイの前に立っていると、半径100 km以内に発達した積乱雲のエコーが見え出した。そこで、雄大な積乱雲の写真を撮ろうと思い、大平原のゆるやかなうねりの丘の一つのピークに立った。午後6時頃には北のオクラホマ市の方が暗くなり、無気味な雲が現われたが、美しい積雲はみえないので、夕食をとりてアパートに帰った。

食事を始めた午後6時35分に、テレビからピーンという音がし、レーダー画像が示された(写真4)。黒丸が私の住んでいたアパートの位置で、矢印は積乱雲の活動が活発な所を示す。エコーの移動方向が南東だというので、活発な部分はすぐ頭上に来ると考え、家族の食事を急がせた。午後6時47分になると強い雨になり、たちまちバケツの水をひっくり返えしたような降りになった。普



写真4 1984年5月27日午後6時30分のオクラホマ市周辺のレーダーエコー、テレビ画面の左下から右上にかけて対角線の帯上にレーダー反射強度の強い所がみられる。矢印は積乱雲の活動の活発な部分を示す。白線は郡の境界線を示し、黒丸印は著者の住んでいた位置。

段ほとんど傘をもたず、ぬれるのは気にしないオクラホマ大学の学生も外を逃げまどっていた。アパートの前の小川の水かさがみるまに増えた。

強い雨が降り出してから5分後の午後6時52分に防災サイレンが鳴った。その3分後の午後6時55分に雹が降り出し2分間続いた。雹と同時にすごい強風になって木の枝が折れだした。私は最初雹に気づかなかったが、妻が、音の感じから、折れた枝が窓にぶつかるのではなく、雹が窓にぶつかっていることに気づいてくれた。このときばかりは、生活経験に根ざした女性の直感の鋭さを見直したものだ。急いで採取してみると、写真5のように、直径3 cmもある雹であった。おしいことに、午後6時57分に落雷による停電があり、朝まで復旧しなかったので、冷凍庫に保存した雹は、かなり融けてしまい、サンプルの意味を失ってしまった。

さらに残念であったのは、停電でテレビが見えなくなったので、嵐のその後の動きがわからなくなったことだ。トランジスターラジオをかけても、小さな村の地名を知らないで、嵐の詳しい様子はわからなくなってしまった。言葉がうまく通じない外国でさえ、テレビ画面に写し出された、図や写真は理解しやすいので、防災のための気象情報の伝達には、日本でももっとテレビ画像を利用する方が良いと思った。

しばらくして、私の住むアパートの北西約7 km

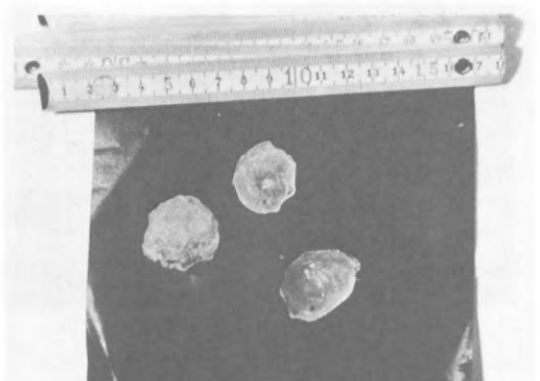


写真5 1984年5月27日午後6時57分に著者の住んだアパートの前で採取した雹。直径3 cmに達しており、気泡のためにかかなり白濁してみえる。

にあるアパートに住む友人から、私達の安否を気づかってくれる電話があった。彼のアパートは停電していないという。テレビのレーダーエコーをみて、嵐はほぼ南東に去ったので、もう安心だろうと教えてくれた。

やはり、市町村の境界線又は郡の境界線の上にレーダーエコーを重ねた画面はわかりやすい。あるテレビ局はレーダー装置をもっており、1分の遅れもなく、レーダーエコーの現況を示すことができる。独自のレーダーをもたないテレビ局も、NWSから直接レーダー画像を電送してもらっているの、ちゅうちょなくテレビ画面にレーダーエコーを示している。危険域をできるだけ早く知らされると、防災体制をとる心がまえもってしっかしたものになる。5月27日の場合、テレビによって、強雨の12分前に危険を知り得たのに対して、防災サイレンが鳴ったのは強雨の始まった5分後で、しかもサイレンの3分後には電が降り、突風が吹いた。電と突風にはまにあったものの、サイレンを鳴らすまでに多少ちゅうちょがあったのではないかと思われた。

次の日市内をみてまわると、写真6のような倒木があちこちでみられた。強風で、木や地面にたたきつけられたと思われる小鳥が多数死んでいた。改ためて、昨日外に出なくて良かったと思った。

2.3 1984年6月5日

夕食後テレビを見ていたら、午後7時2分に番



写真6 1984年5月27日の突風で倒れた、ノーマン市中央公園内の榆の木。

組の途中でピーンという音がし、突然レーダー画像が映し出された(写真7)。この画像は、チャンネル9が所有するドップラーレーダーで測定された風の様子を示すものであった。通常レーダーエコーは、反射強度の強い所を中心に閉じた等高線をひいたような画像になるのに対して、風の画像は、レーダーの中心に向う方向の速度成分を示すので、写真7のように明暗の帯(実際はカラーなので色の帯)が見られる。矢印の近くに収束があり、竜巻の危険性も考えられる。白丸印が私の住んでいたアパートの位置である。

急いで外に出てみると、写真8のような乳房雲が見られた。この形の雲の後にはたいてい大荒れになるが、はたせるかな、この日はすごい落雷があった(写真9)。自動車の中にいれば落雷を受けても大丈夫だという説を信じて落雷の写真を撮り続けた。しかし、落雷はますますひどくなり、ドップラーレーダーの画像から突風の恐れもあると判断されたので、怪我をする前に引きあげることにした。

幸い、私の住むアパートの付近には強風の被害はなかった。突風があるかも知れないという私の予測がはずれたから言うわけではないが、1台のドップラーレーダーによる、解析をしていない生の風成分の画像だけでは強風の予測は難しいので、解析方法と表示方法にもっと工夫がいると思った。米国においてもテレビにドップラーレーダーの画



写真7 1984年6月5日午後7時2分の、オクラホマ市南西地方上空の、ドップラーレーダー(テレビ、チャンネル9所有)で測定された速度成分の画像。白線は郡の境界線、矢印は竜巻の危険地、白丸印は著者の住んでいた地点を示す。



写真8 1984年6月5日午後7時10分に、著者の住んだアパート横の駐車場から東方にみられた乳房雲。雲底が平でなく、ふくらみがみられる。



写真9 写真8と同じ位置から同じ方向にみられた、1984年6月5日午後7時30分の落雷。

像が映されるようになったのはつい最近のことなので、これから色々な改良がなされと考えられる。

6月5日の嵐をむかえるころになると、米国には天気予報に重点を置き、気象の専門家を多数雇い、通常の気象用レーダーはもちろんドップラーレーダーまで所有するテレビ局もあることがわかってきた。さらに、任意加入のケーブルテレビ（有線テレビ）の1つのチャンネルでは24時間天気予報だけを流しているのもみた。米国のテレビ局による気象報道について、さらに関心のある方は浜田（1982）の報告が参考になると思われる。

3. テレビ以外の気象報道

耳ならしの意味もあって、毎日のNSSLまでの15分間の自動車通勤中に、カーラジオの天気予報を聞いた。NSSLの職員もラジオの天気予報を聞きながら運転する人が多いらしく、ラジオで聞いた天気の話が1日の会話の始まりになることも多かった。ラジオ局が天気予報を頻繁に放送し、自動車の運転者などに利用されているのは日本と同じ状況であった。

米国独特のラジオの気象報道に“ウェザーラジオ”というのがある。これは、米国の気象庁にあたる、NWSがもつ162.5MHz帯の放送網から流される常時気象通報である。帰国が迫ったある週末に、ウェザーラジオを聞いて、嵐の追跡調査に出發するかどうかの決断をしようとしたことがある。オクラホマ大学の気象学部の助手になったばかりのカナダ人と私と二人だけの非公式の計画であった。日も暮れて遠雷も聞こえ出したので、ウェザーラジオを必死に聞き取ろうとした。ところが、二人ともオクラホマ州の郡や村の名前がわからず、地図をにらみながらの現況分析に疲れ果てて、出發を取り止めてしまった。ウェザーラジオは、防災担当者や、その土地に長年住む気象マニア以外には利用しづらいシステムだと感じた。

4月から6月にかけての嵐の期間には毎日新聞天気図に注目した。米国では地方紙が主力で全国紙は普通読まれていない。私の住んでいたノーマン市の市民向け夕刊紙には、図1のような前日に作られた予想天気図は載せてあるが、地上天気図や衛星写真は全く載せられていない。少し大きな新聞で、オクラホマ市周辺と州全体向けの朝刊紙には、世界の主な都市の天気など各種の情報が載っているが、天気図は当日の予想天気図（図2）だけである。予想天気図には雨域等も記号で示され、読者に対して親切だとも言える。

ただし、問題点もあるので1章で述べた4月26日の予想天気図を検討してみる。前日に書かれた予想天気図では、26日には寒冷前線がオクラホマ州を通り過ぎていることになっているし、当日の予想天気図（図2）では寒冷前線の位置はほぼ当たっているが、オクラホマ州上には雨域等が全く描かれていないなど、必ずしも予想天気図が役に立つとは言えない。広い米国全部について1枚の予

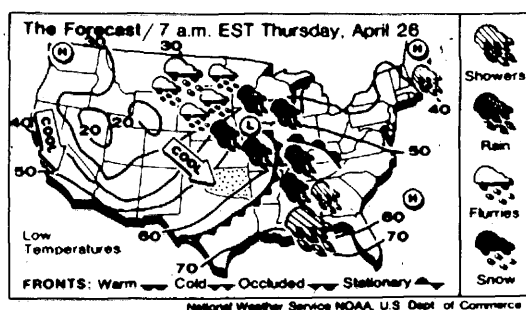


図1 ノーマン市民向け夕刊紙（1984年4月25日）の4月26日8時（東部時間午前7時）の全米予想天気図。図右の天気記号は上から、にわか雨、雨、小雪、雪。等温線は華氏で示されている（ $^{\circ}\text{C} = (5/9)(^{\circ}\text{F} - 32)$ ）。オクラホマ州の領域に著者が点々を書き加えた。

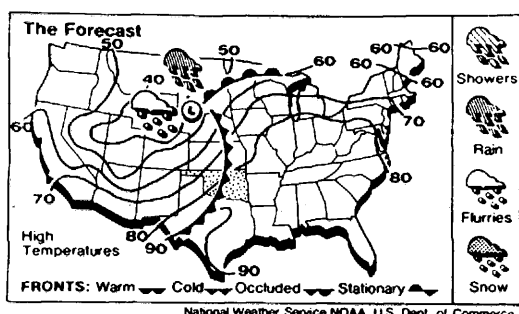


図2 オクラホマ市周辺住民向け朝刊紙（1984年4月26日）の4月26日の予想天気図。天気記号等は図1と同じ。

想天気図で表わすと非常におおまかな図になるのは仕方のないことである。

一方、日本には予想天気図の載っている新聞は少ない。予想天気図をほしい読者は、新聞掲載の地上天気図を頭の中で移動・変形させて自分なりの情報を引き出すことになる。天気図によほど興味のある人以外は不可能なことである。日本の新聞に気象衛星写真と地上天気図が示されることは、日本人の天気に対する関心が高く、国民の平均的気象知識が世界一であることを反映しているのだろうか。本当は、防災担当者用の判断材料としてはもちろん、日常生活でも、気象現象に左右され

る行動を行なうときには、時時刻刻のわかりやすい気象情報がなく困っているというのが日本の現情のように思う。

4. ドップラーレーダー画像

災害を引き起こすおそれのある気象現象の時時刻刻の変化を監視し、危険域の自動検出と短時間予測をめざす大規模な計画が米国で進んでいる。全米に展開されている百数十台の通常気象レーダーを、1990年をめどにドップラーレーダーに置き換えようと NEXRAD（Next Generation Weather Radar, 次世代気象レーダー）計画である。

私は、NSSLに滞在してNEXRADのプロジェクトに参加し、1台のドップラーレーダーのデータを用いた。突風前線の自動検出及び短時間予測の方法の開発研究を行なった。NEXRAD 計画に参加している研究者達と議論が尽きなかったのは、1台のドップラーレーダーを用いて、どうしたら短時間（1～3分間）で激しい気象現象を自動検出し予測できるか、また、自動検出し予測した情報をどのような形で住民に伝えるかどうかということであった。

これらの問題については、NEXRAD 計画で積極的に研究を進めているので、数年のうちに多くの具体的方法がみつけれられると予想される。ドップラーレーダーで観測され自動解析された画像が米国の各家庭のテレビなどに気象報道として放送される日も近いと思われる。なお、NEXRAD とドップラーレーダー利用研究に関する研究機関については上田（1985）を参照していただきたい。

米国における気象用ドップラーレーダー利用技術の現段階について、突風前線の自動検出及び予想方法についての報告書（Uyeda and Zrnic（1985））の1例によって説明する。

2章で述べた4月26日の嵐について、NSSLのドップラーレーダーで測定された、反射強度と速度成分の画像を表紙カラー写真に示した。写真白丸印はオクラホマ空港の位置で、写真の時刻（20時37分）の前後に飛行機は全く離着陸できなかった。写真の上段は反射強度を示し、60km付近に赤色で示される反射強度の強い所がある。下段は速度場を示し、40kmから60kmにかけて、赤色から緑

色への色の急変がみられる。ここは速度の急変している所（反射強度の画像では全く識別できない）がある。この部分には、突風前線と呼ばれ、飛行機の離着陸に障害をもたらす危険な現象が起きている。

このケースについて、計算機を用いて、約5分間隔で自動検出した突風前線の位置を図3に示した。三つの時刻ともよく突風前線の位置が検出されており、はじめの二つを用いて3番目の時刻の突風前線を予測した線は検出された線とよく一致している。写真10には表紙写真と同一時刻の、速度分布の広がり の程度を示した。速度場でみた速度急変の位置と同じ所にみられる白く線状に並んだ風の乱れの大きな部分によっても突風前線の位置がわかる。しかし、風のみだれの情報による突風前線の自動識別の方法はまだ開発されていない。今後の課題である。

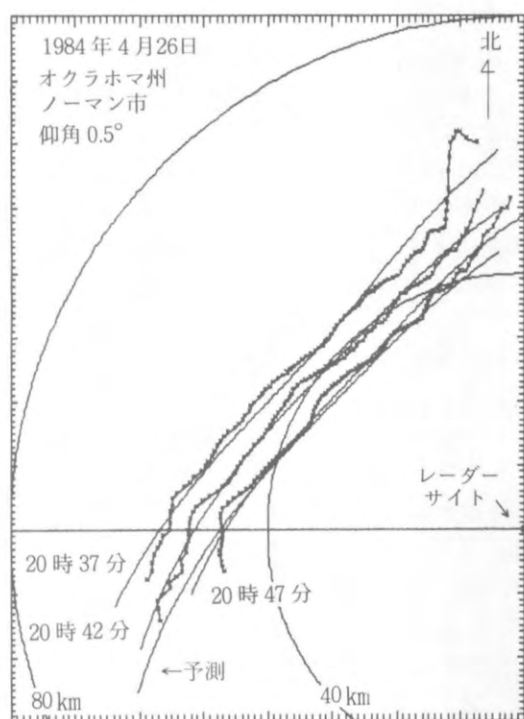


図3 1984年4月26日にオクラホマ市に接近した突風前線。×印を結んだ折線は自動検出された突風前線。実線は自動予測のために平滑化した曲線。
(Uyeda and Zrnice, 1985)

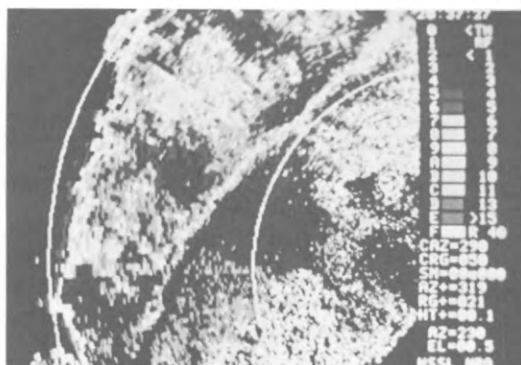


写真10 表紙写真と同一時刻に測定された速度成分分布の広がり。白い部分は分布の広がりが大きく、風の乱れの大きいことを示す。記号は表紙写真と同じ。(Uyeda and Zrnice, 1985)

以上述べた突風前線の自動検出方法は、現業で利用するための実用試験が行われることになった。突風前線の他に、竜巻、ダウンバースト、降雹などの自動検出方法の研究は急激に進んでいる。また、ハリケーンや豪雨についての、ドップラーレーダーを利用した監視・予測方法の開発も強力に進められている。さらに、豪雨や吹雪の監視・予測方法の開発研究も NEXRAD のテーマになっているので、数年のうちにはいくつかの方法が提案されるだろう。ドップラーレーダーを利用した、各種気象現象の自動検出及び予測方法が確立された時には、わかりやすいカラー画像表示方法も完成し、米国の気象災害防止軽減のための情報として利用されることだろう。

5. 帰りの飛行機で

すごい、すごいと聞いていたオクラホマの嵐は、日本の台風・集中豪雨・豪雪・吹雪などと比べてそれほど驚くほどのものではなかった。むしろ、時時刻刻の激しい気象現象の情報を、できるだけ早く且つわかりやすく住民に伝えようとする努力と、ドップラーレーダー利用開発を中心とする新しい気象災害防止軽減策を研究する米国の熱意に感心した。

日本でも、一刻を争う気象災害防止軽減策の一

つとして、ドップラーレーダーを利用した激しい気象現象の監視・予測方法の開発研究が望まれる。ただし、日本は地形が複雑で、海に囲まれており、台風・集中豪雨・豪雪・吹雪などにみられる日本独特の気象現象がある。米国で開発された方法をそのまま日本にあてはめるといわけにはいかない。日本独自の観測・解析方法の開発研究の推進が今後の課題となるだろう。そう思いながら、緑の山河、日本に到着した。

最後に、渡米・滞米に際して多くの方々のお世話になったことを心から感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 浜田忠昭, (1982) : 米国における気象災害に対する心構えと報道, 天気, **29**, 185-193.
- 2) 上田 博, (1985) : NSSL (NOAA/ERL) に滞在して, 天気, 投稿中.
- 3) Uyeda, H. and D. S. Zrnich, (1985) : Automatic detection of gust front, FAA Report DTFAO1-80-Y-10524. PP 49.

(第1研究部)

セ ン タ ー 新 刊

- タンクモデル——積雪・融雪モデルを伴った。国防防災科学技術センター研究速報第65号, 298頁, 昭和59年11月

現在までのタンク・モデル(流出解析手法)に関する主な研究開発成果をまとめ、またWMO主催の「融雪流出モデルの相互比較」の対象となった6河川にタンク・モデルを適用した結果を示した。

- 関東・東海地域における起震応力場。国防防災科学技術センター研究速報第66号, 76頁, 昭和59年11月発行
- 沿岸波浪観測システムに関する研究 II. 方向スペクトルの定時観測。国防防災科学技術センター研究速報第67号, 33頁, 昭和59年12月
- 韓国東海岸を襲った日本海中部地震津波 防災科学技術研究資料第90号, 96頁, 昭和60年1月
日本海中部地震津波による韓国側の被害及び韓国で記録された過去の地震津波史料, 海溢記事を収録。
筆者らが直接調査した日本海中部地震の津波高の資料集。
- 長岡における積雪観測資料(8) (1983.10~1984.4)。防災科学技術研究資料第91号, 13頁,

昭和59年8月

- 昭和58~59年冬期の新潟県の積雪に伴う被害。防災科学技術研究資料第92号, 32頁, 昭和59年12月
- 長岡における積雪の断面観測資料(1983~1984)。防災科学技術研究資料第93号, 90頁, 昭和59年12月。
- 国防防災科学技術センター研究報告第33号, 319頁, 昭和59年11月

致達時間流出率による合理式流出係数の検討他9編。

- 1983年7月梅雨前線による島根豪雨災害現地調査報告。主要災害調査第24号, 85頁, 昭和59年8月

昭和58年(1983年)7月23日、島根県西部を中心に記録的な集中豪雨による激甚な災害が発生した。当センターでは現地調査を行い、関係行政機関の発表資料、新聞報道等の資料を整理し、問題点に関する考察を加えた。

- 1984年5月30日兵庫県南西部地震, 1984年8月6日雲仙岳地震, 1984年8月7日日向灘地震。強震速報第27号, 19頁, 昭和59年9月
- 1984年9月14日長野県西部地震。強震速報第28号, 25頁, 昭和59年11月発行

最近の主な行事から

昭和59年度防災技術セミナーの実施

海外からの研修生を迎えて、昭和59年度防災技術セミナーが、1984年9月27日から12月15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、当センターの職員が講師となり、時には外部の講師も招いたりして、一般論よりは高度なレベルの防災技術の具体的課題、事例、応用などを研修の目的としている。昭和52年度から始め、今回で第8回となった。

参加した研修生はU Ohn Maung氏(ビルマ)など8カ国11名で、アジア5カ国7人、中南米3カ国4人。研修生の本国における仕事は、たとえばペルーのSoto氏のように国家防災委員会の技術部長であったり、警察の要職にある人など災害対策の第一線に立って働いている人が多く、いわゆる部長、課長級で地位も高い。それだけに研修期間の始めから終わりまで非常に熱心にされている。

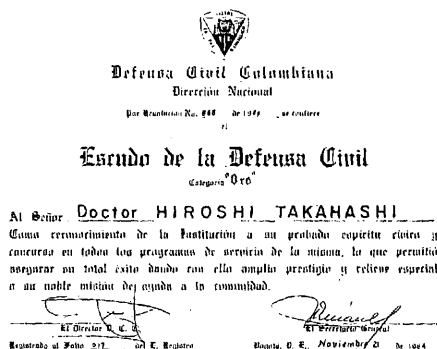
セミナーは災害対策法など法体制、水に関する災害、火山、地質、地震、津波、沿岸災害、自然災害とリモートセンシング技術、災害による社会的影響などの講義があり、その間研修旅行が含まれている。そして終り近く、研修生の希望によりグループに分かれた実習を「特論」として行っている。これは防災技術に対するより深い理解を目的としたもので、流量計算や河川改修計画、地すべり発生時刻の予測、耐震設計に使用する入力地震動についてなど実際の課題を扱った。

最後に研修生各自が報告書を作成し、討論を行ってすべての日程を終了した。セミナーを通じて防災に関する科学技術の習得のみならず、各国の事情がわかり相互理解が深められることが最大の長所であるが、研修生からは「特論」の期間を長くしてほしいとの要望があった。

コロンビア民間防衛機構の長官は、同機構のGerman Alvarez氏が研修を受けたことの喜びと謝意を表わすため、同長官署名入りの感謝状を当センター所長あてに贈った(写真。紋章は赤青黄

を配した美しいカラー刷りである)。

60年度の防災技術セミナーは期間を例年より早めて8月から11月に行うことにしてその準備を進めている。



防災科学技術講演会

防災科学技術の普及と啓発を目指して毎年行っている防災科学技術講演会は、昭和59年11月22日午後1時から同5時まで、長岡市の朝日生命ビル6階ホールで行われた。今回は特に当センターで雪害研究が長岡市で本格的に始められて以来20年になったのを記念して、「雪国の生活をよりよくするために」というテーマで行われた。新潟県と長岡市のご後援をいただいた。

会場には主として新潟県内から雪害対策にたずさわっている国の機関や市町村の担当者、また一般の人々など約150人が集まり熱心に聞き入っていた(写真)。プログラムは次のとおり。

あいさつ	所長 高橋 博
"	科学技術庁 大橋 哲郎
"	生活科学技術課長
長岡市	長 日浦明三郎
雪害防災研究20年の歩み	雪害実験研究室 所長 山田 稔
第1研究室	新道 新潟県土木部 部長 高杉 嘉雄
道路除雪の現状と将来	新道 新潟県土木部 課長
新庄支所について	新庄支所 所長 中村 勉
雪氷研究と雪につい街づくり	新庄支所雪害防災研究室長 中村 秀臣
積雪地における先端技術産業	アルプス電気株式会社 新潟事業部取締役事業部長 松井 秀吉
映画「南極の寒さを探る」	(提供・国立極地研究所)

この中で初めて企業人として講師に招いた松井氏は、多雪が与える労働環境の問題や、雪国の清浄な空気をもたらす技術上のメリットなどについて講演した。



日中地震予知シンポジウム(東京) ——中国側メンバー当センターを視察——

昭和59年12月3日～5日の3日間、日本と中国の地震研究者が東京に集まり、地震予知に関するシンポジウムが開かれた。会議は、両国の地震予知研究の現状と今後の計画の紹介からはじまった。発表された論文は延べ31篇であり、テーマ別内訳は、以下の通りである。

1. 日中両国の地震予知計画	2 篇
2. 地震発生の時空間解析	3 篇
3. 個別地震の前兆現象	4 篇
4. 活断層と地震	3 篇
5. 地殻変動観測	2 篇
6. 地下水観測	2 篇
7. 地殻構造の研究	3 篇
8. 応力場の測定	2 篇
9. 予知志向の観測及び実験研究	5 篇
10. 予知一般・その他	5 篇

これらの論文発表をもとに、活発な討論が行われた。防災センターからは、坂田正治・佐藤春夫が「ボアホールを利用した地殻変動連続観測」と題した発表を行った。当センターで開発したボアホール型傾斜計とその観測網の概要及び山梨県東部地震（1983年8月8日、M=6.0）直前の異常傾斜変化検出の報告が行われ、また、新しく開発し

た三成分歪計の概要と観測された歪ステップと理論値の一致が紹介された。ボアホール観測は、日本が特に先行している分野であり、中国の研究者達はかなりの興味を持った様子であった。

東京での日程終了後、中国側メンバーは、6日から7日にかけて筑波研究学園都市の関係諸機関（気象研究所、国立防災科学技術センター、地質調査所、国土地理院）を訪問した。当センターでは、関東・東海地域の約70カ所の観測点から送られてくる多量のデータの収録や処理の様子、その成果としての三次元震源分布の展示に強い印象を受けたもようである。所長の歓迎のあいさつに続いて、当センターの最近の研究紹介と題して、四つの小講演が行われた。

1. 関東地方のサイスモテクトニクス
(笠原 敬司)
2. 水圧破壊法による現位置応力測定
(池田 隆司)
3. 山梨県東部地震前後の減衰の強さ変化
(佐藤 春夫)
4. 日本における誘発地震の研究
(大竹 政和)

質疑応答は、東京でのシンポジウムをしのぐほどに活発であった。又、休憩の合間をぬって、再びシステム室へもどって見学する人、ロビーのボアホール測器の展示の説明を求める人、水圧破壊法の詳細を問う人有り、夕刻まで熱心な討論が続けられた。写真は来所した際、討論する中国側のメンバー。



第9回雪害防災研究発表会

当センター雪害実験研究所が主催する雪害研究発表会が、昭和59年12月13日9時40分から16時30分まで、長岡市の朝日生命ビル6階ホールで行われた。今回は第9回で、テーマは「融雪技術」。

雪害実験研究所長栗山弘のあいさつの後、次のようなプログラムで研究発表と、約130人の参加者の間で熱心な討議が行われた。

1. 市販融雪住宅の一実用例——農林水産省林業試験場十日町試験地 大関 義男
2. 多雪地におけるソーラハウスについて——長岡技術科学大学 高田 孝次
3. 融解式屋根雪処理——雪害実験研究所 木村 忠志
4. 屋根雪の滑落促進に関する基礎的研究——雪害実験研究所 清水増治郎
5. (特別講演) 中国における雪氷研究の概要——中国科学院蘭州水川凍土研究所 陳 肖 柏
6. 温水パイプ融雪におけるコンクリート舗装盤およびアスファルト舗装盤の伝熱特性について——雪害実験研究所 野原以左武
7. 地下水燈利用による融雪システム——十日町市役所建設部 生越 誠一
8. 駐車場ロードヒーティングの管理運営——長岡市役所大手口駐車場 小林源四郎

この中で、木村第二研究室長は雪害実験研究所における屋根雪融雪実験について、垂直二重管熱交換器と融雪用ヒートポンプによる自然熱源の開発などについて紹介した(写真参照)。



1984年度ASCAセミナーの実施

ASCAセミナーが1985年2月26日から3月1日まで、日本を含む中国、フィリピン、タイなど、8カ国25名の参加者を集めて、筑波研究学園都市の研究交流センターにおいて行われた。

ASCA (Association for Science Cooperation in ASia, アジア科学協力連合) は、1970年11月、「アジア科学大臣連合設立準備会議」(マニラ開催)においてその設立が合意された国際機

関であり、これまでその設立趣旨に沿い科学技術の振興、経済・社会発展への科学技術の適応、科学技術協力等に関して率直に意見及び経験を交換する場として機能してきている。

我が国も、ASCA諸国に対し、日本国内の研究論文情報等を英文で提供することを目的としたASCA科学技術情報協力事業を行っているほか、毎年1回、技術者等を招聘し、主要食糧の高収量品種、食用蛋白、薬用・香料植物、新エネルギー、工業標準化、食品醗酵、低価格住宅、金属腐食など、ASCA諸国の関心の高いテーマについて順次セミナーを開催し、意見及び経験を交換する場を提供してきている。

今回のセミナーは、ASCA諸国において特に関心の高い地震災害の軽減に関して、地震予知、地震観測、地震危険度評価等の面から、各国における取組の状況と今後に残された問題点について検討、意見交換を行い、その対処について明らかにしていくことを目的として開催されたものである。

セミナーは「地震災害の軽減に関するASCAセミナー」(ASCA Seminar on Mitigation Technology of Earthquake Hazard)と称し、科学技術庁振興局国際課が事務局となり、これに当センターが協力して運営された。

会議は参加者によるカントリーレポートの報告と討議を行い、会議終了後に、当センター、国土地理院などをスタディツアーとして視察した。カントリーレポートには、地震予知、地震観測、地震危険度評価について各国の研究体制、観測体制等の状況と、今後の問題点、研究協力の可能性について述べられており、合計約300ページになる。

外国からは研究所などからトップクラスの専門



家が参加し、このセミナーに対する強い関心がかがわれ、人的な結びつきの面からも大きな意義があると評価される。また、高いレベルの観測技術をもっている日本への協力の要望、情報交換の強化を望む声が多かった。

★ ★ ★

お 知 ら せ

▷国際科学技術博覧会「科学万博—つくば'85」が3月17日から9月16日まで184日間にわたって筑波研究学園都市で開かれています。

当センターは、エキスポセンターの特別展示において4月25日から4月30日まで、研究状況のパネルや模型などを展示する予定です。また、5月22日から5月29日まで、エキスポセンターにおける子供向け「ワークショップ」にも展示などを行う予定です。

▷第26回科学技術週間は4月15日から4月22日です。この期間中の行事として、当センターでは施設の一般公開を次の通り行います。

イ) 本 所 4月16日(火)
午前10時から午後4時まで

場所 茨城県新治郡桜村天王台3-1
連絡先 0298-51-1611(内線29)

ロ) 新庄支所 4月18日(木)
午前10時から午後4時まで

場所 山形県新庄市十日町高壇1400
連絡先 02332-2-7550

ハ) 雪害実験研究所 4月19日(金)
午前10時から午後4時まで

場所 新潟県長岡市栖吉町字前山187-16
連絡先 0258-35-7522

ニ) 平塚支所 4月19日(金)
午前10時から午後4時まで

場所 神奈川県平塚市虹ヶ浜9-2
連絡先 0463-32-7159

この一般公開の日は予約なしで見学できます。多数の方のご来所をお待ちしています。

また、4月20日から4月22日まで、東京都千代田区北の丸公園の科学技術館において「第2回科学技術いろいろ展——科学万博への誘い」が行われます。科学技術庁関係機関からパネルや模型などが出展されます。当センターも展示しますので、ぜひお出かけ下さい。

▷当センターの一般見学については、月曜から金曜までの10時から16時の間、予め問い合わせいた上、文書で申し込んでいただくようにしています。問合せ先は電話番号0298-51-1611(内線29)企画課までお願いします。

主 要 災 害 表

1984年(昭和 59年) 1月～ 1985年(昭和 60年) 1月

発 生 年 月 日	災 害 名 (災害現象)	主要被災地域	被 害 概 要	災 害 の 概 況	主要災害 調 査 No.
1月～4月	59豪雪	山陰～東北南部 の日本海側	死者・行方不明者 16人、負傷者727 人、全半壊家屋 124、国鉄被害額 176億円、林業被 害(190億円)、 農業、漁業、電力 ガス、灯油、等に 深刻な打撃を与え た。	1月後半に500mb上空に -42℃の寒気が接近し、北 陸地方を中心に大雪となっ た。新潟県中魚沼郡清津温 泉では、旅館・民家など5 軒が雪崩に直撃され、5名 が死亡した。またこの冬は 太平洋側でも大雪となった。 東京では4月までに29日(1 月～2月:18日、3月～4 月:11日)の雪日数であっ た。これは観測以来の新記 録(明治16年、昭和11年の 23日の記録を大幅に更新) であった。	
6. 29	熊本県五木村の 山崩れ	熊本県球磨郡五 木村竹川地区	死者15、行方不明 1、全半壊6、床 下浸水112、山、 がけ崩れ15カ所、 被災世帯19(70人)	梅雨前線の影響で五木地方 は、21日夜～29日未明にか けて474mmの雨が降った。 特に28日夜から雨が激しく なり、午後11時から3時間 に102mmも降り、長雨でゆ るんでいた地盤が一気に崩 れた。	
8. 7	日向灘地震	九州・四国地方	宮崎で9人がけが 宮崎、延岡、大分、 熊本、宇和島等で 震度Ⅳ	フィリピン海プレートとエ ーシアプレートとの接点 にあたる地震。この地震の 前、8月6日夕方から長崎 県雲仙市付近の群発地震が 発生していた。	
7月～8月	干ばつ、水不足、 高温多湿	日本海側、東日 本、北海道	農作物へ悪影響 (野菜の成育が遅 れたり秋野菜の種 まきができない) があった。但し、 稲作は出梅後の高 湿多照で5年ぶりに豊作。	東京では熱帯夜が23日間続 いた。高温に加えて、梅雨 明けは雨が少なく、特に日 本海側、東日本、北海道では 農作物に影響が出た。	
9. 14	長野県西部地震	長野県木曽郡王 滝村	死者・行方不明29 人、負傷者10人、 全半壊99、道路損 壊205カ所、山・ 崖くずれ53カ所、 罹災世帯数110、 罹災者289人	深さ2km、M6.9(暫定)の 直下型地震甲府、飯田、諏 訪、舞鶴等で震度Ⅳ。 関東・中部・近畿・中国 地方等の広い地域で有感と なった。この地震で御岳 山7～8合目付近から谷沿 いに、土砂が長さ8km程に わたって流れ下り、王滝川 との合流部で王滝川を長さ 3.5kmにわたって埋めた。 また、この地震の後多数の 余震が発生した。 この地震は、東西約15kmの 震源域をもつ右横ずれ型地 震であった。	25
12月～60年1月 (60豪雪)	60豪雪	青森から長崎県 までの日本海側 の全県	死者50、負傷者 368、全半壊11 床上浸水12棟、床 下浸水313棟 (60.1.24現在)	12月23日頃から強い寒気が 南下し、日本海側の地方で 本格的な降雪が始まった。 年末には北陸地方を中心に 日本海側の各地で強い降雪 となり山沿い地方で70～ 120cm、平野部でも多い所 で40～70cmの日降雪が続い た。年が明けてからも1月 4日から7日にかけて、北 陸地方を中心とした日本海 側で多い所で70～100cmの 日降雪がつづいた。1月13 日から17日にかけて北海道 から山陰までの日本海側で 強い雪がふり、多い所で60 ～100cmの日降雪があった。 なお、18日以降は北海道を 除いて、降雪はやや弱まり、 小康状態となった。	

防災科学技術

No. 54

昭和 60 年 3 月 27 日 印刷

昭和 60 年 3 月 30 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	H E C 印刷株式会社
