

防災科学技術 **NO.58** 1987 Mar.

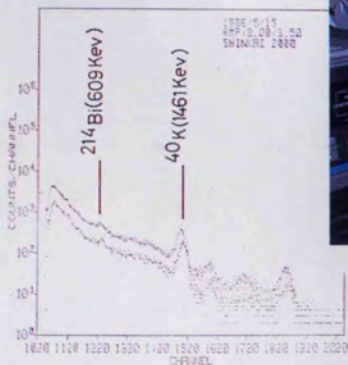
科学技術庁 国立防災科学技術センター



「しんかい2000」に取付けた耐圧容器と海底に群生するシロウリガイ



「しんかい2000」に設置されたポータブル型波高分析装置と海底ガンマ線スペクトル



も く じ

昭和61年(1986)伊豆大島の火山噴火	熊谷 貞治	1
地震前兆解析システムにおける自動震源決定		
——伊豆大島三原山の噴火と関連して——	堀 貞喜	5
「しんかい2000」による海底活断層の新しい調査法		
——ガンマ線探査法——	吉田 則夫	7
米国地質調査所主催の「中期的地震予知に関する研究会議」に出席して	佐藤 春夫	9
中国の地震予知研究の現状について		
——第2回日中地震予知シンポジウムに参加して——	浜田 和郎	11
中国の地震予知のための地殻応力と地下水位の研究	池田 隆司	14
中国甘肅省の土砂災害の現状	中村 浩之	18
昭和61年台風10号災害——災害の特徴と今後の防災——	米谷 恒春	23
主要災害表 昭和61年(1986年)2月～昭和62年(1987)1月		26

表 紙 説 明

当センターは、海洋科学技術センター所属の潜水調査船「しんかい2000」を利用して、海底活構造の探査手法の確立を旨とした研究を行っている。昭和61年度は相模湾初島沖のシロウリガイ群生地でヨウ化ナトリウム検出器による海底ガンマ線探査を行い、群生地の海底下からのラドンの放出の可能性を示唆した。この成果は、今後の地震予知研究上重要な知見を与えるものである。

シロウリガイ群生地は初島沖南東6kmの水深約1200mの海底に、ほぼ南北方向におよそ7kmにわたり散在していることが確認されている。

この付近の底層水に高濃度のメタンが含まれていること、又この地域の海底下からラドンが放出されている可能性のあること等が当センターが昭和61年度に行った潜水調査で示唆され、群発地震の震源域も近くにあることから、断層運動とメタン・ラドンの放出及びシロウリガイ群生との関連が注目されている。

写真右上: 「しんかい2000」の左前部に取り付けられた耐圧容器。この容器は自己放射能の低いアルミニウム製で、250気圧まで耐えることができる。容器内には検出効率の高い直径5インチのヨウ化ナトリウム検出器が収納されている。

写真右下: 「しんかい2000」のコックピット内に設置されたポータブル型波高分析装置。この装置によりガンマ線のスペクトル分析を行う。

写真左上: 深さ1160mの海底に群生するシロウリガイ。砂の中に半分埋まっているのが生きている個体。

写真左下: 3000秒の計測時間で得られた海底ガンマ線スペクトル。

昭和61年（1986年）伊豆大島の火山噴火

熊谷 貞治

伊豆大島の概要

伊豆大島は、伊豆—マリアナ島弧上に位置し、富士火山帯に属する玄武岩質の複式成層火山(758m)である。この火山島は、長径約13km(NNW-SSE)、短径9kmのほぼ楕円形で、面積約91km²、約11,000の人口を有している。

これまでに発生した噴火活動の特徴は、1442年前は山腹噴火が多かったが、1552年以降は、山頂の中央火口で噴火している。噴火の型はストロンボリー式またはハワイ式であり、海岸近くではマグマ—水蒸気爆発も発生している。

昭和61年の火山噴火の概要

昭和61年11月15日17時25分頃、伊豆大島の三原山（中央火口の南部）より噴火活動を開始した。これは、昭和48年（1974年）3月の小規模な噴火以来12年7箇月ぶりの活動である。19日には、中央火口より溶岩があふれ出し、山頂付近の火口茶屋を焼き、御神火茶屋方面に流出して遊歩道の一部を覆った。更に11月21日16時15分頃、カルデラ床から噴火が始まり（写真1）、中央火口の北北西約2kmの鎧端の外側より割れ目噴火が発生し、その火口列は北西に約1km伸び、火口より流出した溶岩は、火口列下端付近より流出の方向の西に転じて大島町最大の集落である元町に向った。この間、噴火活動に伴う環状雲、鳴動や有感地震が発生し噴火の激しさを物語っている。町当局より21日22時50分に全島民に島外避難の指示が出され、22日05時頃までには10,212名の島民等が一つの事故もなく島外に脱出した。今回の噴火を気象庁は21日21時に「昭和61年（1986年）伊豆大島噴火」と命名した。



写真1 1986年11月21日、伊豆大島のカルデラ床割れ目噴火（B火口列と呼称されている）
— 海上保安庁水路部提供 —

その後、噴火活動は急速に収まったが、火山活動は活発で地震、変色水域、地割れ等が島内外で観測された。しばらく、火山活動は停滞したが、12月18日17時23分頃、中央火口より噴火活動が始まり、火山弾を周辺地域に落下させたが、数時間後に活動を停止した。これら一連の噴火活動による噴出物の量は約5000万トンに達した。この量は、昭和25年～26年の噴火活動とほぼ同量、「安永6～8年（1777～1779年）のいわゆる「安永の大噴火」の約10分の1であった。

当センターの火山観測の概要

地震予知計画によって関東・東海地域の観測網の1観測点として大島南部の波浮に「大島地殻活動観測施設」（大島町波浮港）が建設され地下104mにおいて傾斜、地震の連続観測が昭和58年（1983年）3月より開始され、そのデータはリアルタイムで筑波研究学園都市にある本所へ伝送されて

いた。

一方、火山噴火予知計画によって、御神火茶屋に「伊豆大島第1火山観測施設」(大島町元町上山)が建設され、昭和61年9月より地盤傾斜の連続観測が開始された。傾斜計は地下80mに埋設されている。この地点を選定したのは、中央火口及び図1の火口列Aの噴火活動に伴う火山体の地

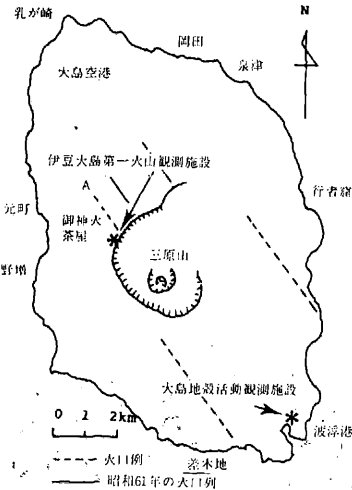


図1 伊豆大島の概略図

盤変動を捕えようとしたものである。また、この地点は大島では磁気異常の比較的小さい場所でもあったため、将来、磁力観測を行うのに適した地点と考えたからであった。観測結果の詳細な報告は他に譲るとして、ここでは、伊豆大島第1火山観測施設(西部外輪と略称)及び大島地殻活動観測施設(波浮と略称)で記録した噴火活動前後の傾斜変動、地震前兆候解析システムの自動震源決定システムによって決定された震央分布図及び噴火前後のガス分析結果の一部について紹介する。

今回発生した一連の噴火に関して、施設による傾斜観測で前兆を捕えることが出来た。西部外輪観測点における11月14日からは21日までの傾斜変化を図2に、波浮観測点における11月1日から21日までの傾斜変化を図3に示す。それぞれの矢印が噴火を開始した時点であるが、11月21日の噴火の前兆が明確に捕えられている。

図4に1986年11月1日から1987年2月18日までの伊豆大島付近の震央分布を図4に示した。北緯34.6度より北ではNNW-SSE,以南ではNNE-SSWに帯状に震央が分布している。これは地下の構造

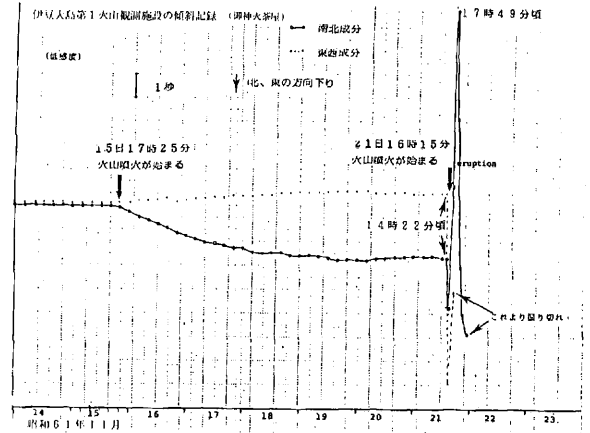


図2 伊豆大島第1観測施設(御神火茶屋)で観測された傾斜変化(1986年11月14日~21日)

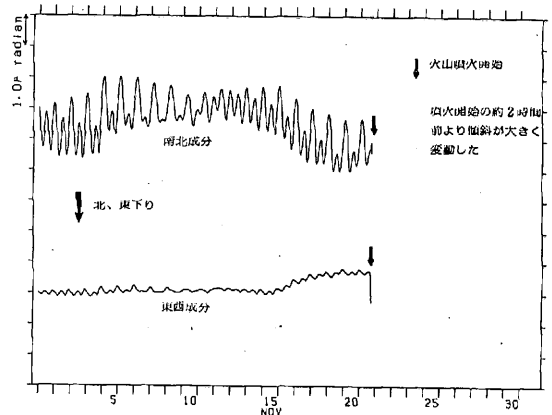


図3 大島地殻活動観測施設(波浮)で観測された傾斜変化(1986年11月1日~21日)

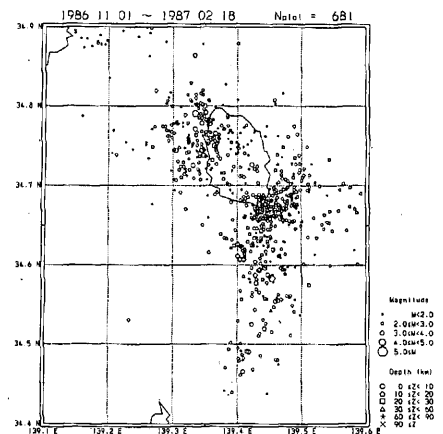


図4 地震予知研究のため展開された地震観測網により決定された伊豆大島付近の震源分布(1986年11月1日~1987年2月18日)

を反映しているものと考えられる。

火山ガスは噴火前の1985年8月29日に北部外輪で採取し分析した結果、著しい特徴として水素は測定限界以下しか含まれていなかったが、噴火後の1987年1月23日に採取した火山ガス中には大気の約1400倍に相当する720 ppmの水素が含まれていたことが判った。これは、今後の噴火予知手法の有力な手掛かりになるものと思われる。

また、当センターと宇宙開発事業団はランドサット画像から今回噴出した火山灰や溶岩流の分布状況を解析した。その結果は、当所の防災ニュース第1号(1987年1月10日)に掲載されているので御参照下さい。

火山噴火の特徴

(1)溶岩噴出の速度

11月15日17時25分に中央火口南部から噴火活動が始まり、溶岩片は爆発音、空振などを伴いながら高さ約500 mまで達し、噴煙は高さ3000 m以上に達した。中央火口内に貯溜した溶岩は19日10時35分頃にはあふれ出し、カルデラ内に流下した。噴火後、4日間で流出したのは異例の速さで、昭和25～26年(1950～1951)と比較し、火口内の容積が大略同じであることから約15倍の速度であった。

(2)噴火口の位置

1552年以来、噴火活動は中央火口であったが、今回はカルデラ床及びカルデラの外側の北側山腹で割れ目噴火が発生した。この位置を図1に示す。今回、発生した割れ目噴火の位置はこれまでの火口列とは推定していなかった場所であるため、今後、噴火の発生機構を考える上で何故そこに火口列が発生したのかが、火山体の構造を含めた検討課題の一つであろう。

(3)休止期間

現在、火山活動が完全に収まっていないため、第1期(11月15日～19日)及び第2期(11月21日～23日)の間の休止期間が他の噴火時と比較して非常に短いことが特徴的であるが、これは今後の噴火活動の推移をみて明らかにしたい。

火山災害

今回の火山噴火により発生した火山災害は5種類に分類できる。

- (1)降下火山灰、火山弾等火砕放出物による農作物樹木等の被害
 - (2)溶岩流による家屋、道路、堰堤、等の被害
 - (3)地震による崩壊のため道路、水質汚染等の被害
 - (4)地殻変動により発生した断層による道路、水道等の被害
 - (5)島民が避難したことによる有形、無形の損害
- (5)は①で必要であった避難をしたために生じた必要経費と、②避難して無人化したため生じた損害に分けられる。

(1)から(4)及び(5)の①までは、一般的火山災害として挙げられるもので特に言及すべきものはない。(5)の②は、今回の噴火に伴って発生した災害と呼ぶのが良いか問題であるが一つの特徴と言えよう。

即ち、人間が不在であったため管理が出来ずに低下したニワトリの産卵量、牛乳の採取量や出荷時期を逃がした花木、生鮮食料(魚、野菜、肉等)の腐敗などが挙げられる。今回の火山噴火による被害額は、大島町22億8700万円、千葉県1300万円に達した(国土庁防災局、1987年2月17日現在)。

おわりに

昭和61年(1986)伊豆大島噴火が、終息したという宣言は火山噴火予知連絡会からまだ出されていない。火山噴火による死傷者が皆無という実績は、町、都を含め関係機関の絶大なる努力の結果である。

今後の火山活動がどのように推移するのか予断を許さない状態である。

火山観測の強化を図るなどして、火山災害防止に役立つよう努力して行きたい。

(くまがいていじ・第3研究部)

表1 昭和61年(1986年)伊豆大島噴火による昭和62年1月6日現在の被害額。東京都災害対策本部調査

1. 公立文教施設		32,210千円	
① 高校	2校	26,010千円	(大島高校・大島南高校 格枝棟天井落下・校舎伸縮接合部破損)
② 中学校	3校	1,820	(一中・二中・三中 校舎伸縮接合部破損・体育館ひさし落下等)
③ 小学校	4校	4,380	(元町小・岡田小・泉津小・波浮小 校舎伸縮接合部破損・校舎内亀裂等)
2. 農林水産施設		164,200千円	
① 農業基盤被害		100,000千円	(農地溶岩埋没 2ha, 牧野降区 30ha, 農道 40m)
② 林業基盤被害		64,200〃	(森林溶岩埋没 36ha, 林道溶岩埋没 60m, 林道崩土 350m)
3. 公共土木施設		788,100千円	
① 道路被害	19カ所	132,000千円	(都道 13カ所 119,000千円, 町道 6カ所 13,000千円)
② 海岸被害	1カ所	3,000〃	(泉浜海岸護岸崩壊)
③ 砂防被害	1カ所	650,000〃	(溶岩で溪流(長沢)埋そく 堰堤1基 L=138m, h=10m)
④ 港湾被害	1カ所	3,100〃	(波浮港, 物揚場裏込流出)
4. その他公共施設		141,500千円	
① 水道施設	105カ所	126,000千円	(フノウ水源導水管等の補修, 一部敷設替, 配水管の補修, 一部敷設替等)
② 庁舎	1施設	9,500〃	(大島支庁の給排水施設の補修等)
③ 保育園	3施設	1,500〃	(泉津保育園, 元町第二保育園, 岡田老人福祉会館の建物亀裂, 窓ガラス破損等)
④ 町営住宅	5棟	3,000〃	(元町, クダツチの町営住宅 瓦崩れ, 基礎破損等)
⑤ 公民館・図書館	2施設	1,500〃	(差本地公民館 外壁・内壁のひび割れ, 元町図書館 外壁・内壁のひび割れ)
5. その他		994,380千円	
① 農産被害		494,450千円	(花瓶類…フバルディ23ha, 花木90ha, 小菊25ha, 野菜類……キノコワヤエンドウ35ha, 一般野菜15ha)
② 畜産被害		18,500〃	(生産物廃棄等……牛乳, 鶏卵・牛豚鳥焼用, 家畜餓死……牛 3頭, 豚60頭, 馬1頭, 鳥 500羽)
③ 水産関係		131,430〃	(蕎麦魚介類餓死, 冷凍品解凍, くさや, 製氷冷蔵施設の破壊)
④ 商工被害		350,000〃	(火口茶屋 全焼 50,000千円, 物損 300,000千円)
合計		21億2千39万円	(昭和62年1月6日現在, 東京都災害対策本部調査)

地震前兆解析システムにおける自動電源決定

—— 伊豆大島三原山の噴火と関連して ——

堀 貞 喜

震源の決定は、観測地震学のあらゆる分野における最も基礎的なデータを求める重要な作業である。しかし、現在どの大学・機関でも、数十点上る観測点で休みなく記録される地震記象から、震源決定に必要な種々のパラメータを切れ目なく読み取るという作業は、非常に大きな負担となっている。そこで最近では、定常処理の省力化を目指して、地震の判別、地震波の到着時刻の読み取り、そして震源計算に至るまですべて計算機が行うという自動震源決定システムを導入する機関が増えつつある。国立防災科学技術センターでも、現在その開発が進行中である「地震前兆解析システム」の一部として、自動震源決定を去る10月30日から試験的に導入した。自動震源決定で最も重要なステップである自動検出（縦波および横波到着時刻の読み取り）の部分では、実際の結果を見ながら、徐々に変更していくパラメータが多いので、データの蓄積を持ってそうしたプログラムの

改造を行う予定であった。その後、伊豆大島三原山の噴火に伴う群発地震活動が活発化して定常処理の遅れが著しくなったため、地震活動の推移を監視するためには導入したばかりの自動震源決定結果にたよらざるを得なくなってしまった。そうした中で、噴火に伴う群発地震の活動域が、図1に示すように、島の北西部から南東部および南方へと移動しているという傾向をいちやく知ることができたものの、その信頼度がどの程度のものであるかは、にわかには判断できなかった。しかし、個々の読み取り結果がかなり好成績であること（図2）や、全体的なサイズミシティのパターンが、オペレータによる定常処理とあまり変わらないこと（図3）から、本質的な誤りはないものと考えられる。ただ、最も地震が頻発した時の処理の遅れは1日以上にもなったため、処理の迅速化を図る必要は依然として残っているため、現在プログラムの改造中である。そして、近いうちに

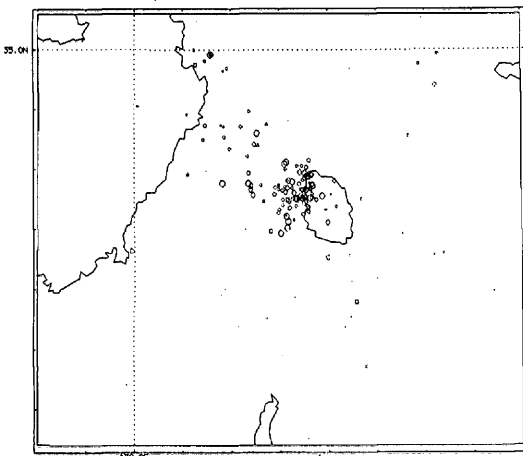


図1 伊豆大島周辺の震央分布図。
(a) 昭和61年11月7日～21日

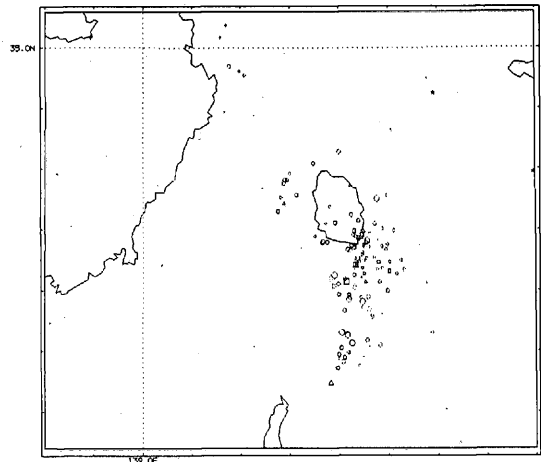


図1 伊豆大島周辺の震央分布図。
(b) 昭和61年11月24日～30日

「地震前兆解析システム」の中核をなす、地震発

生の危険度を自動的に計算する部分も組み込まれる
 予定である。(ほり さだき・第2研究部)

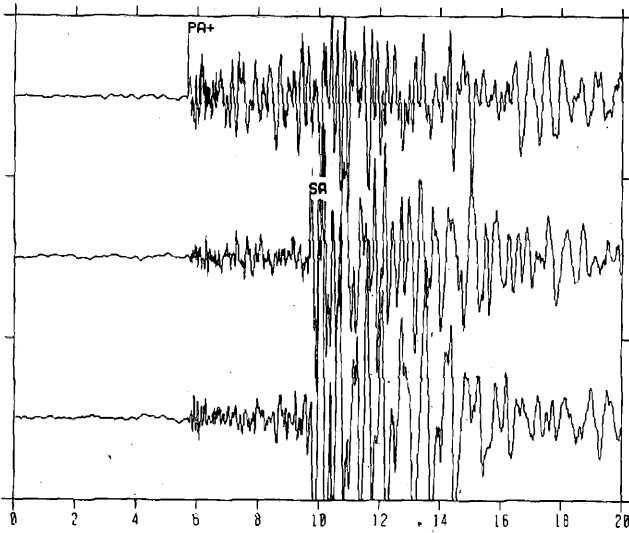
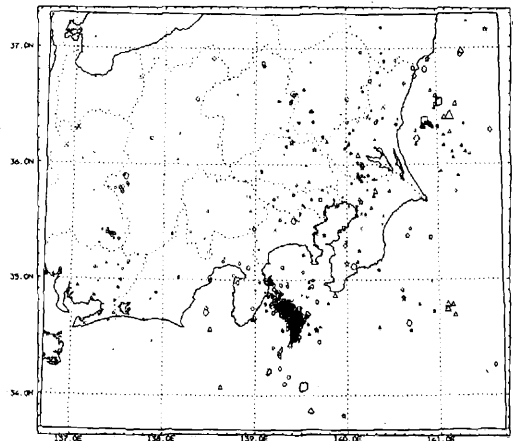
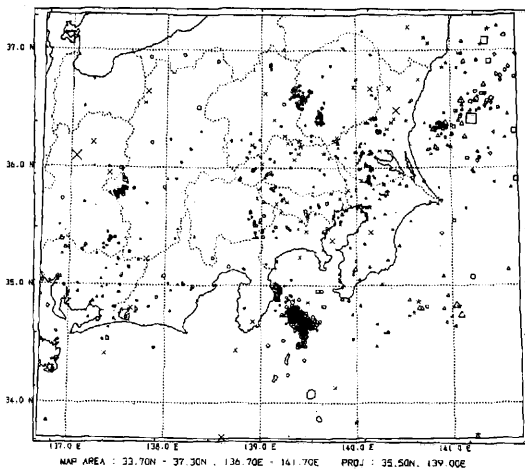


図2 地震記象の例(中伊豆観測点)と計算機が読み取った地震波の到着時刻の位置。



(a)

図3 昭和61年11月1日~30日に関東・東海地方で発生した地震の震央分布図。(a)自動震源決定。(b)定常処理結果。(21~24日は未処理)。

(b)

「しんかい2000」による海底活断層の新しい調査法

— ガンマ線探査法 —

吉 田 則 夫

1. はじめに

日本周辺の海底には多くの活断層が存在する。そして、その断層上で、しばしば巨大地震が発生するため、海底に存在する活断層の位置・活動度を推定することは、地震予知研究の上で重要なことである。活断層からはラドン(^{222}Rn)などの放射性気体が放出されていると考えられており、断層上ではラドン(^{222}Rn)の娘核種であるビスマス(^{214}Bi)が放出するガンマ線の強度が高くなると報告されている。しかし、陸上でのガンマ線測定による活断層探査は、気象上・地形上の影響を受け易いため、必ずしも良い結果が得られてはいない。海底では、これらの影響を受けにくいいため、質の高いデータを得ることが出来ると考えられる。そこで地震予知研究の発展ひいては防災科学技術の推進にとって、海底活構造の調査及びその調査手法の確立が重要なことであると、この計画を積極的に推進することとなった。

昭和61年度に海洋科学技術センター所属の潜水調査船「しんかい2000」を利用して、海底ガンマ線探査を実施する機会を初めて得たので、その概要を紹介する。国立防災科学技術センターからは塚原地震地下水研究室室長、石田主任研究官、筆者の三名がこの計画に参加した。

2. 探査日及び探査地点

昭和61年5月15・16日の二日間、海底のガンマ線探査を実施した。探査地点は相模湾初島沖南東約6km、水深約1200mのシロウリガイ群生地の北端に近い、北緯35度00分、東経139度14分付近の群生地二地点と群生地から約200m東に離れた平坦部一地点の合計三地点である。シロウリガイは

体内にバクテリアを共生させ、海底の構造的割れ目から放出されるメタン等を分解して生息しているといわれている。又この群生地の南西約20kmには、伊豆半島東方沖群発地震の震源域がある。

3. 探査方法

ラドン(^{222}Rn)はラジウム(^{226}Ra)を親核種とする半減期3,825日のウラン系に属する放射性核種である。(図1)ラドン(^{222}Rn)自身はガンマ線を放出しないため、海底でのガンマ線探査はラドン(^{222}Rn)の娘核種である半減期19.7分のビスマス(^{214}Bi)から放出される609Kevのガンマ線を測定することにより行った。採取した底泥・海水中のウラン・トリウム・カリウム・ラジウムの含有量は非破壊放射化分析法及び低バックグラウンド装置を用いた自然放射能の測定により求めた。

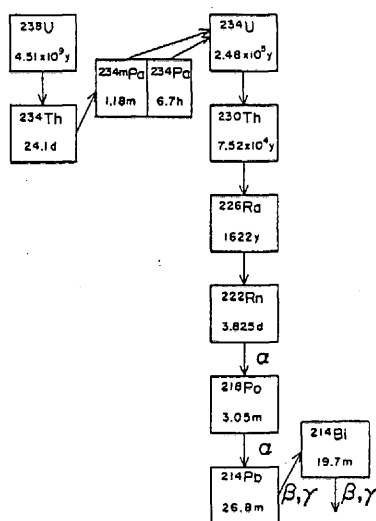


図1 ウラン系の壊変図と半減期

ガンマ線スペクトル探査に使用した検出器はセシウム(^{137}Cs 661.6Kev)のガンマ線に対して7%のエネルギー分解能をもつ、直径5インチのヨウ化ナトリウムシンチレータである。この検出器は高い検出効率を有するため、海底のようなガンマ線強度が低い場所では有効である。その比較的高い検出効率のため、波高分析装置と組み合わせることにより核種の定性・定量も可能である。この検出器を直径約25cm、高さ約70cmの円筒型のアルミニウム製耐圧容器に納め、調査船本体の底面と容器底面が同じ水平面になるように容器を船体に取り付け、船体が着底した状態で3000秒の測定時間で、海底とその周辺海水からのガンマ線スペクトル計測を行った。検出器からの出力信号は長さ5m程の信号用同軸ケーブルを通して、調査船のコックピット内の波高分析装置に収録され、ガンマ線スペクトルの解析が行われる。

4. 考察

海水中のカリウム(^{40}K)、ラジウム(^{226}Ra)量は底泥の値の十分の一以下であり、海底で計測されたカリウム(^{40}K)とビスマス(^{214}Bi)のガンマ線は主に底泥からのものであると考えられる。底泥に含まれるラジウム(^{226}Ra)とガンマ線計測で得られたビスマス(^{214}Bi)の強度との関係を図2に示した。●、■は、それぞれガンマ線計測により得られたシロウリガイ群生地と東側平坦部での実測値であり、□は計測装置の検出効率を考慮した補正值である。□と原点を結ぶ直線上の値(○印)が底泥に含まれるラジウム(^{226}Ra)から予想されるビスマス(^{214}Bi)の値である。シロウリガイ群生地でのビスマス(^{214}Bi)の実測値は、いずれもこの直線上の値の1.5~1.6倍程度高い値を示す。この過剰のビスマス(^{214}Bi)の存在は、海底の構造的割れ目からビスマス(^{214}Bi)の親核種である、(^{222}Rn)の放出を示唆した結果であり、地震予知研究の上で大変興味深い。

5. あとがき

計画の立案から実現まで様々な障害があったが、とにかく第一回目の潜行調査は成功裡に終わった。

これも海洋科学技術センターの関係者の皆様の

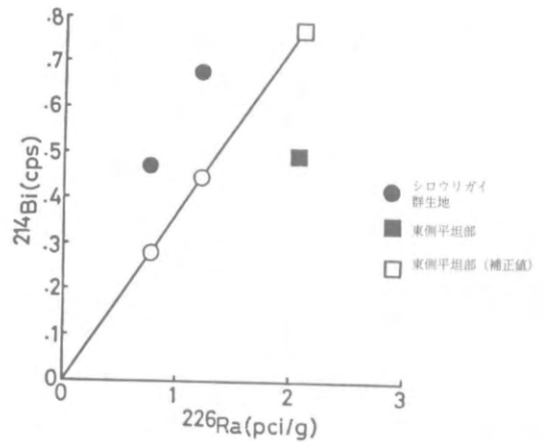


図2 底泥に含まれる ^{226}Ra とガンマ線計測で得られた ^{214}Bi との関係 cps：一秒当たりに検出器で測定される放射線の数。pci/g: 試料1g当たりのガンマ線の量

多大なる尽力によるところが大きい。ここに深く感謝致します。昭和62年度は、相模湾初島沖と日本海中部地震余震域で海底ガンマ線探査を計画している。(よしだ のりお・第2研究部)



写真1 海面に浮上した「しんかい2000」、二人のスイマーが船上で収容作業を行っている。



写真2 今回の潜水調査に参加した三人の研究者 右から塚原地震地下水研究室長、石田主任研究官、筆者。

米国地質調査所主催の「中国的地震予知に関する研究会議」に出席して

佐藤 春 夫

昭和61年11月12日から17日にかけて、米国地質調査所(USGS)主催の「中期的地震予知のための観測及び物理的基礎に関する研究会議」が、カルフォルニア州のモントレイ市において開かれた。この会議では、歴史的データと地震活動度に基づく長期的地震予知研究と数日から数週間の前兆現象を捕らえる短期的地震予知研究のはざまにありながら、余り顧みられる事の無かった数カ月から数年程度の中期的地震予知というものに焦点が当てられた。中期的地震予知は地球の物理的状態の観測に基づくといながらも、地震破壊にかなり先行するためにその信号レベルは短期的前兆現象に比べるとかなり小さく、研究者にとってこれまで最も難しい課題と考えられてきた。しかし、短期的地震予知が地震防災対策の責任者 (Decision maker)にその準備期間をほとんど与える事が出来ない事への反省から、中期地震予知研究の重要性が改めて認識されるようになった。防災対策責任者にとって重要でありながら研究者には無視されてきたというこの現状を踏まえて、Aki (Univ. of Southern California) と Stuart(USGS) は USGSの赤書会議としてこの研究集会を招集し、研究の現状のレビューと今後推進すべき研究の道筋の討論を計画した。米国内からは USGS と大学が半々の割合で延べ50名程が、日本からは、筆者を含め茂木、島崎 (共に地震研)、脇田 (東大理)、石橋 (建築研)、大木 (神奈川県温泉研・なまづクラブ) の6名が、中国からはMaが参加した。USGSにとっても、久々の地震予知関係の研究会議であったようである。会議は、各テーマごとにレビュー報告 (45分) といくつかの個別研究 (25分) から構成された。

講演は延べ40演題で、セッション名と発表者を以下に列記する。

1. 序論 (Aki)
2. 事例研究 3題(Ma, Shimazaki, Wesson)
3. 地下水と地球化学 6題(Roeloffs, Bredhoeft, Obki, Thomas, King, Wakita)
4. 電磁気と地震前兆 6題(Madden, Morgan, Gladwin, Sato, Ellsworth, Bakun)
5. 地震発生パターン 7題(Habermann 2題, Mogi, McNally, Wyss, Ishibashi, Scholz)
6. 統計的手法 7題(Reasenber, Matthews, Jackson, Wiss, Sacks, Dietrich, Heaton)
7. 室内実験と地殻変動測定 6題(Tullis, Beavan, Nur, King, Agnew, Burford)
8. 物理的モデル 4題(Rudnicki, Stuart, Cao, Simpson)
9. 討論とまとめ(Aki, Wyss, Jackson, Scholz, Wesson, Habermann, Rudnicki, Nur)

Ma は、中国の地震の各種先行現象の報告を行い、時系列をグループ分けした説明を試みていたが、中国では1985年から地震の活動期に入ったという指摘が印象に残った。米国の場合は殆どがSan Andreas 断層沿いの地震の話であったが、地震のカタログの見直しが丁寧に行われていた(Habermann)特に空白域の研究がかなり多く、その物理的モデル作りが試みられており (Scholz 他)、理論的には Slip Weakening の研究が盛んであった。これらの話は、必ず大竹 (防災センター) のOaxaca地震の研究論文をまず紹介する事から始まっていた。

私、佐藤は、地震波の散乱と減衰の時間変化に関する研究のレビューを依頼され、防災センターにおける研究 (理論的研究及び山梨県東部地震と長野県西部地震の際の観測結果) と、昨年訪ソしたときから始めた中央アジアの地震の前後の研究成果、そして米国・中国・ソ連における観測研

究の成果をとりまとめ、今後の研究指針の提言を行った。質疑を含めて1時間弱であったが、その反応から地殻のかなりランダムな不均質性の実在を素直に受け入れる人達と、あくまでも層構造モデルに基づく考えの人達とがやっと半々位になったという印象を受けた。続く講演で、Ellsworthが相似地震の例を挙げて若干私の報告に批判的なレポートを行ったのは、その違いを表して面白かった。

ここ数年意気消沈していた地球化学的観測（ラドン、水素、ヘリウムなど）や地下水、地磁気、地電流、比抵抗などをやってきた人達が、ひさびさのチャンスにハッスルしていたのが印象的であった。

地殻変動関係では、過去カリフォルニアに展開されてきた地表型の傾斜観測を反省し、ポアホールによる地下水面より下での観測を推進すべしという報告がなされた(Jackson), 防災センターの山梨県東部地震に先行した塩山での異常な傾斜変化の検出報告(佐藤・立川・大久保, 1984)が、関連した気象要素や地中温度などを丁寧に調べた例として Beavan によって紹介されたのには、びっくりしたと同時に大変うれしかった。

最終日に、この会議の論文集をUSGSの赤書として刊行すると共に、学術雑誌 PAGEOPH (Pure and Applied Geophysics) から特集号を出す事を決めて散会した。

会議の終了後、パークフィールドへの見学会をUSGSのBakunとBurfordがアレンジしてくれた。パークフィールドはサンアンドレアス断層の1部であって、発生間隔が規則的な事から、ここ数年のうちにマグニチュード6クラスの地震が発生するのではないかと懸念されている。USGSは、この地域で集中観測を開始しており、各種ポアホール観測（体積及び3成分歪み計・AE・微小地震計など）・クリープ測定・2波長レーザー測距、そして地下水位・ラドン・水素等の各種計測を、電話回線と通信衛星を使って常時監視下に置いている。また、強震計のアレイがテレメーター化されており、地震の大きさと断層がどこまで伸びるかを直近で観測し、即時に遠地のサンフランシスコやロスアンジェルスへ警報を出すシステムの建設が進められていた。会議の中でポアホール観測の重要性がうたわれていたが、実際に進められている

このパークフィールドプロジェクトでは、それがかなりの速さで実現されつつある。Bakunの話では年間予算約350万ドル（人件費込み）とのことである。

この見学会が本会議の後に回ったために会議の前に若干時間的余裕が生じ、Univ. of Southern California, California Institute of Technology, Univ. of California Santa Cruzを訪れる事が出来た。地震のデータ収録に関しては日本もかなり進んでいるが、こと解析に関しては沢山のミニコンを使った分散処理が主流になっており、1CUPでマルチタスクをやっている所は少なかったのが印象的であった。又、USCでは、Learyらが3成分のVSPでかなり良い成果を収めている事を知った。特に、検層器のデジタル化が着実に進められているのに感心させられた。現在、ロスアンジェルス北の断層沿いに深さ5kmの井戸が掘り進められており、この1月から水圧破壊や各種の検層がはじめられるとのことである。

2つの大学で、「二重深発地震面上面近くの強いS波反射面（小原と共著）」及び「長野県西部地震に先行したコーダ波継続時間の変化」と題した講演を行った。米国においても、防災センターの3成分地震観測及びポアホール傾斜観測の評価は高まっており、今後訪れて研究をしたいという申し入れはますます増えると思われる、その受け入れ体制を整える必要に迫られていると言えよう。

(さとう はるお・第2研究部)

中国の地震予知研究の現状について
—— 第2回日中地震予知シンポジウムに参加して ——

浜 田 和 郎

第2回日中地震予知シンポジウムが1986年10月26-29日中国北京市で開催された。これは中国国家地震局と日本の測地学審議会地震予知特別委員会日中研究協力検討小委員会の共催で行われたものである。筆者は上記の小委員会委員でもあるが、幸いこのシンポジウムに参加する機会があったので、その報告をしながら、最近の中国における地震予知研究の状況を紹介する。

日本からの参加者は、
鈴木次郎（代表者、東北大学名誉教授）
高木章雄（東北大・理） 松田時彦（地震研）
津村建四郎（気象庁） 茂木清夫（地震研）
内常生（名大・理） 本谷義信（北大・理）
吉村好光（地理院） 石井紘（地震研）
住友則彦（京大・教養） 土岐憲三（防災研）
脇田宏（東大・理） 瀬尾和夫（東工大）
衣笠善博（地質調査所） 高木義記（文部省）
浜田和郎（防災センター）の他に、既に日本から行っていた西安の活断層調査グループ5名と成都の地球化学のグループ3名が加わった。中国側は、丁国瑜（国家地震局）を代表として、他に地球物理研究所、地質研究所、工程力学研究所、測量大隊、分析予報中心等から計21名参加し、オブザーバーは3日間のべ約70名が参加した。シンポジウムのスケジュール等は以下の通りである。

発表論文：日本側 ナショナルレポート他13編
中国側 ナショナルレポート他14編
10月27日：両国のナショナルレポートと学術論文の発表と討論
10月28日：両国の学術論文の発表と討論
10月29日：午前 両国の学術論文の発表と討論
午後 下記の2つのパネル ディスカッションを平行して持つ

「地震予知の将来と地震前兆現象の時空間的变化」

「日本・中国の活断層研究の違いとサイスミック・ゾーニング」

10月29日：夕方 国家地震局20周年記念の地震科学技術展覧会と国家地震局の最新データ処理システムの見学

10月30日：北京から天津へ移動、天津市地震局と国家地震局測量隊を見学、夜、天津から唐山へ移動

10月31日：復興途上の唐山市と保存されている震災現場の見学、夜、唐山から北京へ戻る

中国のナショナル・レポートから、地震予知の概要を次に紹介する。国家地震局の仕事は地震予知と地震工学と地震対策の3つであるが、その中で地震予知が最も重視されている。1976年唐山地震後1985年8月23日（Wuqia 地震 M7.4）までM7以上の地震は1度も発生していない。しかしその後1986年10月7日までにM5以上の地震が43回、内M6以上が10回も発生していて、再び地震活動が高まるのではないかと、関係者は大変心配している事をレポートの冒頭で述べている。

地震予知の第6次5ヵ年計画（1981-1985）中に行った主な仕事は次の5項目である。

1. 種々の観測方法に関する組織的研究と評価
2. 中国北部地震帯と南北地震帯についての地震危険度のゾーニング
3. 北京・天津・等予知実験地域については、6ヵ所の地域テレメータ網の整備
4. 工学地震学の分野における重点的プロジェクトの実施
5. 大衆の観測と防災を含めて、行政上の改善・

整備

これらの中で筆者が注目したのは、項目1の中の、過去の観測データの信頼度・誤差の再検討である。例えば「唐山地震の前のJinxianの水準のデータは信頼できることがわかった。しかし、移動観測で得た200ミリガルの異常は誤差の範囲内であった。」という具合である。再評価の結果は

Compilation of Earthquake Information in Chinese History と Catalog of the Chinese Earthquake と題して発行されている。

全てのデータを調べた結果、殆どの異常現象の後に大地震はなく、少数の異常現象がいくつかの大地震の前に見出された。前兆現象がある場合でも、異常の形は様々で分布も一様ではなかった。時には、震源域でさえ異常現象を見出すことができなかった。異常な前兆現象は、しかし、統計上のバラツキではなく、地震発生場のテクトニクスに伴ういくつかのセグメントに沿って現れている。前兆的異常現象の出現は実際に大変複雑である。幸運な条件の下ではいくつかの大地震はある程度予知されるであろうが、予知は依然として極端に困難な科学の問題であると殆どの科学者達は考えている。そして短期間のうちにはブレイクスルーも殆んど期待できないと考えている。

長期予知の仕事の分野では、1957年に最初の5百万分の1のSeismic Intensity Zonationの地図が発行されていたが、1977年に3百万分の1の第2版の地図が発行された。

今後の予知計画、第7次5ヵ年計画(1986-1990)の主な目標として次の4項目をあげている。

1. 物理学に基づいた確率的予知に経験的に徐々に移行すること
2. 地震動のパラメータや時間関数の確率を伴った地震危険度地図の作成
3. 観測、実験、データ処理、コミュニケーション技術のシステムの構築
4. 地震の法律・規則の整備

特に注目されるものは、UNDP(国連開発計画)の資金やUSGS(米国地質調査所)の協力を得て、テレメータ化とデータ処理のコンピュータによる合理化・システム化が急テンポで進行している事である。

国家地震局を見学した時には、未完成であったが、

広々とした室に数台のPDPやVAXのコンピュータが多数の端末機とともに並べられているのにはいささか驚かされた。これらの計画の中には、震源の即時決定と速報のシステム作りがあり、国内のM6以上の地震と世界のM7以上の地震を対象としている。Nation-wideの地震観測網は、 $M_L=4.0 \sim 4.5$ 以上を観測することを目標としており、特定の北部中国と南北地震帯では $M=1.5 \sim 2.0$ の地震までも観測の目標にしている。

次に地震予知のパネルディスカッションの一部を紹介する。初めに鈴木次郎から話題提供がなされた。わざと刺激的な話をされた節があるが、地震の前兆現象というものの中には種々様々のものがあり、又その現れ方も複雑である。まさに「百鬼夜行のごとし」と。「短期や直前の前兆といっているものの中にはかなり偽物がまじっているのではないかと」。

ただ単に、あれが前兆だ、これが前兆だといっても、それだけでは信じがたい。その前兆らしい異常があっても地震がなかった場合もかなりありのではないかと、又何も異常がなくて地震があった場合もあるはずである。このようなすべての場合をきちんと調べる事が大事だ、というのが鈴木のポイントだと思った。中国側から話題提供をした許紹繁も似た話をした。ポケットの中に入っている赤い玉と白い玉を、ポケットから取り出す前に赤か白かを予知できるという人がいるならば、本当に赤だと予知した時には赤い玉がたしかに多く出なければならぬのだと主張した。顧功叙先生も、この場では思った事を自由にいいの良いのだなど念を押してから、地震予知は簡単にできるものではない、基礎研究を着実にやらなければならないと主張した。こういうような、どちらかといえば批判的と受取れる意見に対して、他の中国の多く人はEncourageする意見を出した。中には少しむきになって主張する人もいて、「経験に基づいて予知はできるはずである」と主張した。これらは対立意見ではなくて、今後の予知について、楽観的か悲観的か、そのへんの主観の違いの問題のように思えた。結局、茂木清夫がまとめるような発言をした。「予知技術に対して過大な評価も誤りであるし過小の評価も誤りである。必要な全ての地震を予知する事は不可能に近いであろうが、

或る種の地震は予知できるようになるであろう。」と筆者も議論に加わった。予知計画は、予知の方法がわかっている進んで来たのではなく、予知計画をすすめながら、予知手法を探っている。言い方を換えれば、観測をし自然から学びながら予知手法を研究しているのが現状であり、今後も依然としてこのような研究的仕事が続く旨の発言をした。前兆現象に関する事では、かねてより主張している事であるが、或る前兆らしい現象を予知に用いたとして、その時の予知の成功率と予知率（全体の地震に対して予知された地震の割合）を組織的に調べて明らかにする事が重要なので、個々の異常現象が前兆なのかノイズなのかを区別できないのが現状である旨の発言をした。

1975年海城地震M7.5が中国において見事に予知された事が契機となって、地震予知研究の分野で中国との交流が始まった。当時はまだ文化大革命の時期で、国情が今とは相当異なっていたのであるが、ともかく、中国の地震予知関係者は意気盛んで強い自信を持っているようであった。筆者自身は中国に行かなかったが中国からの関係者と直接会って話しを聞く機会は何度もあったので良く記憶している。

ところが、今度のシンポジウムに参加してみると、中国の予知関係者の間では安易な楽観論はすっかり影をひそめていることがわかった。多くの科学者達は、予知は震災対策上第1番目に重要であるが、同時に非常に難しい仕事であると考えている。短期間にブレイクスルーは期待できそうにないといっている。これからは基礎研究も含めて、地道な努力を1つ1つ積み重ねて行く時期と考えているようである。

しかし、同時に観測技術・データ処理技術の近代化には相当力を入れており、新しい機器の開発を含め、観測の質・量・信頼性を確保しながら、あわせて地震観測結果による震源位置・マグニチュード等の速報体制も整備しようとしている。

今度の訪中は朝から晩までタイトなスケジュールに追われていて、自由な時間が殆どなかった。筆者にとって初めての国なので、実は自分の目で見えた中国というものをもっと知りたかったのが、それが叶わず心残りであった。

しかし、日中両国の地震予知研究に関して、会議でなされた論文発表と学術討論は有益であり、両国の協力もまた相互の利益になるものであることを実感として受取ることができた。

最後になったが、今度の中国でのシンポジウムへの参加について大変お世話になった科学技術庁と文部省の関係者、丁国瑜先生をはじめ中国国家地震局の関係者に深く感謝の意を表する。

(はまだ かずお・流動研究官)

下記資料を入手したので関心のある方は利用されたい。

- 1) 地震対策, 郭増建・陈鑫连主編, 地震出版社, 1986, 503頁.
- 2) 中国地震前兆資料図集1962-1980年, 国家地震局分析予報中心第1研究室編, 地震出版社, 1984, 224頁.
- 3) 論文摘要汇编(第三次全国地震科学学术討論会), 中国地震学会, 1986, 242頁.
- 4) 唐山新貌 The New Look of Tangshan, 王林・他編, 長城出版社, 1986, 200頁, 英文説明.
- 5) 1976年唐山地震震害图(20万分の1), 国家地震局地震研究所編, 地震出版, 1985.
- 6) CHINA-JAPAN SYMPOSIUM ON EARTHQUAKE PREDICTION Program and Abstracts October, 27-29, 1986, State Seismological Bureau, 1986.
- 7) REVIEW AND PROSPECT OF CHINESE EARTHQUAKE PREDICTION WORK, Chen Xinlian, State Seismological Bureau, 1986.



写真
唐山地震
の記念碑

「中国の地震予知のための地殻応力と地下水位の研究」

池 田 隆 司

1. はじめに

手の届きそうなところに位置していながら、あまりにも知らないことが多過ぎる。そんな欲求不満がつづっていた矢先、直接この目で広大な大地を見、中国の人々に接し話し合うチャンスが巡ってきた。地質力学に関する国際シンポジウムが北京で開かれるので参加しないかという誘いと、国家地震局の地殻力学研究所に滞在してお互いに討論し合おうという招待がほぼ同時にあったからである。それならばこの機会に我々が日本で行っている地殻応力の測定や地下水観測を紹介し、彼らの研究も学んで見たいという思いが大陸の旅へと駆り立てた。無論限られた日数と拙い知識とで全てを包括することはできない。ここでは直接見聞した事に基づき、中国の地殻応力と地下水位の研究を中心にこれからのお互いの研究の理解を深め、発展に役立つことを願いつつまとめてみた。

2. 国際地質力学シンポジウム

(地質科学院地質力学研究所)

中国の「地質力学」は1920年代に李四光教授によって創始され、地殻構造と地殻運動をその体系と形式に重点を置いて研究しようとするものである。その発展は、地殻運動のみならず、エネルギーや鉱物資源の分布と構造、地殻の安定性等の研究に新しい道を開いた。本シンポジウムはこのような背景のもとに、中国地質科学院地質力学研究所が主催し、名誉所長の孫殿郷教授、所長の崔盛芹教授を中心として開催されたものである。今年の9月4日から9日まで、北京の西郊、北京植物園の中にある臥仏寺に宿泊し、その中の会議場で連日8時半から17時半まで熱心な発表、討論に明

け暮れた、中国各地からと、カナダ、アメリカ、日本、フランス、タイなどから150名程が参加した。主なテーマは3つあり、構造体系と岩石変形の規律性やその形式と応力場解析、構造体系とエネルギー及び鉱物資源の形成分布との関係、活構造帯と地殻安定性及び地震活動との関係である。計測から、解析、利用に関するまで多岐に渡る。そんな中で、地殻応力と地質力学の関係についての研究はこれから強く発展させなければならない分野だとしながらも、いくつかの現場応力の測定結果が発表され、既に構造体系を理解する重要な情報として組み込まれていることが実感となった。

地質力学研究所自体、地質、地球物理、地球化学等の8部門からなり、300人近い科学者がいる。地域地質、エネルギー地質、岩石力学、第四紀氷河、水文地質、地球化学、古地磁気、微小構造と、その研究は幅広く学際的であるが、一つの体系のもとに解釈しようとする気運が強い。

シンポジウムの後の一週間、北京の北方300km圏内の燕山地区の地質巡見に同行する。北京から薊縣、石門、密云、深平、承德、寿王坟、興隆と巡るこの旅では、シンポジウムで発表された地質構造と地殻運動の実際をこの目で確かめることができた。それは、太古界から第四紀まで35億年の旅である。35億年前の地層、それを保存する国家自然保護区(写真1)、澄みきった温泉、石のロータリーと水洗いによる金の採取、トウモロコシ畑に突然現われる炭鉱と石炭紀の石炭、銅鉱石の手掘り、そして、雄大な風景とそこに生活する人々。外国人がほとんど入ったことのない所まで見ることができたという感激と共に、あらゆるものが強烈な印象となって刻みこまれる。



写真1 国家自然保護区の碑の前で
(鈴木先生提供)

3. 地殻応力研究所

国家地震局の中の地震地質大隊が、1986年に名称を変え地殻応力研究所となった。各研究所を訪問してまず知りたかったのが、その組織の構成、つまり何人位でどんな研究をしているかということであった。というのは、あまり知らされていない国家体制のもとでの組織は相当複雑に入り組んでいそうだし、どこに行っても人の多さに驚く国の中での研究所の実態を知りたかったからである。「何名位居ますか？」という質問は仲々聞き難かったし、誰もが正確に覚えているわけではないので、何度も質問を繰り返さなければならなかった。研究所の総人員は600名を数え、8研究部門より成る。以下に各部門の研究内容及び科学者と技術者(エンジニア)の人数を紹介する。(1)構造応力場と岩石力学研究(28名:絶対応力測定,岩石力学実験), (2)地応力観測と研究(18名:相対応力測定技術と観測), (3)断層力学研究(31名:活断層測定と機器製作), (4)監視と予報(20名:地応力観測資料の収集,分析,処理), (5)模擬実験(18名:光弾性やX線を用いた応力場の物理模擬), (6)地震地質(86名:地殻構造と地震関係), (7)工程応力測定(25名:オーバーコアリング法による応力測定), (8)計算機(20名:大型計算機を用いた地震処理), その他に坑井掘削チームと測量チームが有り、それぞれ50名程の人員をかかえている。この構成からも分るとおり、「応力と歪」というテーマに対して、現場測定から実験室レベルまで研究所全体が一丸となって取り組んでいる。ここでも基盤となっているのは中国独自の構造地質学

で、その普遍的解釈を目指そうとする姿勢と、地震予知に有利な測定項目を探していこうとする姿勢が渾然一体となっているようだ。特に、「監視」の言葉に見られるように応力の時間的変化をなんとか監視測定しようとしている。

応力測定は、元々は応力解放法によって地表近くやトンネル内の浅い穴で測定していた。そのために「圧磁地応力計」なるピエゾマグネティックの歪ゲージを開発している。これは、地質力学研究所のパンフレットにもなっており、両研究所は計器の開発や現場での測定を共同で行っている部分もあるようだ。中国の応力解放法とその測定結果については、田中(1978)に詳しい。水圧破壊法の方は1980年より始められ、深い所でも測定できるメリットを生かして多数行われている。李方全氏らが実験に着手する前に我々の方法や機器について問い合わせしてきた経緯があり、我々が日本で行っているのと同様の手法である。パッカー類はアメリカや西ドイツのものも使っているが、彼ら独自の物も開発している。小型のプランジャーポンプやポアホールテレビュア、そして時によってはドリリング機械まで一切切を車に積み込み、総勢20名位の編成で現場に乗り込む。

応力解放法と水圧破壊法によって得られた結果がまとめられ、いくつかの成果が得られている。応力区分図(最大水平圧縮応力軸の方向)(図1)

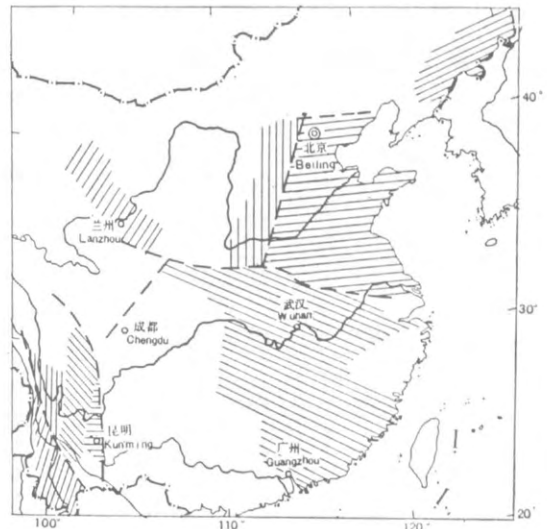


図1 応力区分図(劉光勛等、1986より)

華北地区は太行山を境として、東側は主応力軸が東西方向であるが、西側は南北となる。南地区は北西方向が支配的であり、西北地区は北北東である。しかし昆明周辺の西南地区は非常に複雑な様相を呈する。

応力値の深度的、地域的比較

ほとんどの地域で水平主応力が垂直主応力より大きい。平均水平応力と垂直応力との比は、100m以浅では0.5～4の間で変化するが、100mの深さで最大主応力値をくらべると、東部は200kg/cm²を超えず、西部では300kg/cm²以上局部的には500kg/cm²にも達する。唐山地区では110kg/cm²と小さく、深さ150mを境として応力値、応力方位ともに大きく変化する。鄭城一盧江断裂帯を対象とした測定では、断層に近付く程せん断応力は小さくなる。

応力状態の時間的変化

大きな地震が起った唐山(M=7.8)、竜陵(M=7.6)、海城(M=7.3)等の地域では、地震後震央近くで速やかに測定しており、その結果、周辺地域よりも明らかに小さい応力値をしめす。応力方位もその地域の主応力方位と考えられる方向からずれていることが分かった。

各研究室での話を聞く前に我々の研究内容を3回の講演で紹介した。内容は地殻応力測定、深井戸観測、間隙水圧測定に関連したものであったが、お互いに英語を介しての討論で通訳まかせのところが心配であった。それでも非常に熱心な何人かの質問でゆっくり休み時間もとれない程であったし、お互いの悩みも含めてこれからの研究の進め方まで意見を交換することができた。お国の事情はそれぞれであるが、なんとか共同研究の道を切り開きたいものだ。

4. 国家地震局分析中心(地下水研究)

日本の地震予知関係の人々と最も交流のある研究所で、その内の地下水に関連する研究室を訪ね講演と討論し合う機会を得た。東北大学に2年間滞在された鄭さんが上手な日本語で通訳してくれ大いに助けられた。研究室は主任の汪氏以下総勢31名であるが、全土に散らばっている約300カ所の観測井を直接管理している。僅かな人数と思われるかもしれないが、連続記録を得るために現地

で500人が従事し、井戸の重要度によって1日1回または1週1回記録が電報や電話で送られてくる。最初のネットワークができた1966年以来、アマチュアも含めると4500以上の観測井で約1万人もの人々が毎日地下水とにらめっこしているのだから恐れ入る。

研究は、地震前兆と思われる現象以外に、地下水位変化の普段の特徴を把握しこれを引き起こす要素について色々な角度から検討している。地球潮汐、気圧変化、地震波、断層クリープ、爆破、地すべり、強降雨等である。いずれにしても、色々な応力、歪に応答する地下水位変動を、地震前兆を捕えるための“じゃまもの”として扱うのではなく、地震信号を検出する井戸の能力を判断するための重要な情報として扱っている。

15年間で60列の地下水位異常現象が見い出され、そのうち28例はM=6以上の地震前兆であった。特徴を述べると、(1)地震前に水位が下がるのはかなり一般的だが、地震の大きさ、距離、前兆時間、異常の大きさなどの関係は複雑である。水位は数時間から数十日前に降下開始し、一番低くなったときあるいは上昇に転じたとき地震が起こる。一般的には地震が大きい程異常も大きい、非常にばらつく。(2)地震前に水位が上がるか下がるか、ゆっくりか急激にか、振動するのか、地球潮汐との関係など同一パターンではない。また、異常の現われる地域分布も、テクトニックな条件のみに規制されているわけではない。(3)地震直前(4分～3時間前)に突然水位が上昇し出す現象も、唐山地震などの際に見られる。(4)異常が周辺地域から震央地域へと遷移していく現象もある(図2)。中国の地下水位観測の基本的姿勢は、異常現象を“フィールド”のネットワークで見い出すということである。点でも線でもなく面的な、つまり複雑な構造と不均一な構成、遷移過程を伴ったダイナミックなフィールドで観測を展開しようとするものである。

5. 唐山

最後に、たつての希望であった唐山市を訪れることができたので、その印象を記しておきたい。

李方全氏と二人で北京から唐山へ、約五時間の火車(汽車)の旅に発った。途中、最大の街、天

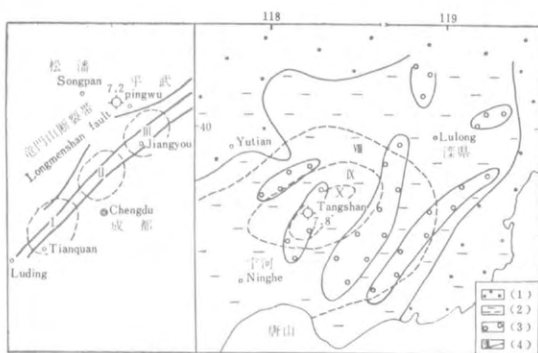


図2 地震前の地下水位異常域の遷移 (汪成民等, 1986より)

津を経て唐山に着いた。そして驚いた。その美しい街並にである。地震後10年で見事に復興し、建築物もレンガからコンクリート主体となっているし、道路も幅広く整備されている (写真2)。

1986年がちょうど10周年記念で、立派な記念碑と地震資料館が建築された。地震時からいかに復興してきたかを住民に訴える多くの資料、写真には強く胸を打たれる。地震前の人口が106万人、地震時に死亡したのが14万8千人、そして今が138万人とかで、今の方が人口は多いが計画的に整備されつつある住宅に住み工業の発展も速い。少し酷かとはおもうが、一時期の人口の急激な減少が中国でもまれに見る急速な近代化をもたらしたのではないかと、ここでも人口問題を考えずにはいられない。

資料館の責任者である馬春勤氏が親切に地震遺跡も案内してくれる。遺跡は永久保存するつもりで、崩壊した火車工場の跡、変位した断層には記



写真2 復興なった唐山市の街並

念碑も立ち、ポツリポツリ訪れる人も見受けられた。断層の変位は今も1日2回測量され、地震時に0.5m縦ずれしたものが10mm程回復しているとのことであった。唐山は陶染 (美しい絵が描かれた陶器) と炭鉱で有名であるが、陶器工場に展示されているすばらしい陶器を眺めながら、再び地震でこれらの美しい作品が壊れてしまわないようにと祈るような気持であった。馬さんの「唐山市がこのような立派な街に生まれ変わったのも、全国の皆さんから献身的な努力と援助を頂いたお陰です」という言葉が焼きついている。

6. おわりに

中国の広大な大地を舞台に発展してきた地質力学に立脚して、35億年前からの大地の動きを詳細に解明する。そして現在もなお続いているこの動きを、地殻応力の変化や地下水の変動を、新しい技術を駆使して測定、監視していこうとしている。こうしたそれぞれの研究分野での成果を、統一的に理解しまとめようとする姿勢が深く印象付けられた。シンポジウムで国家地震局の馬杏垣名誉教授が紹介した「中国構造地質力学図」は、中国全土をカバーし、構造地質力学的手法によって得られた応力、歪、断層、地震の発震機構による応力方位、応力測定の結果など、最新の情報全てがまとめられている。我々もまもなく美しいこの地図を手元でじっくり見ることができそうである。

おわりに、今回の旅を現実のものとする事ができたのは、地質力学研究所の李方全氏の御尽力による。シンポジウムでは、地質力学研究所の崔盛芹教授をはじめとする皆様方に一方ならぬお世話になった。高知大学の鈴木堯教授、地質調査所の星野一男博士、小野晃司博士に色々ご指導いただき、有意義な楽しい旅とすることができた。また、国立防災科学技術センターの高橋博所長と、地震予知振興会の萩原尊礼先生から、訪中の意義に対する御理解と暖かい励ましを賜った。皆様方に心から感謝いたします。

参考文献

田中 (1978) : 1977年地震学会訪中代表団報告集, 地震学会, 89-111.

中国甘肅省の土砂災害の現状

中 村 浩 之

1. はじめに

1985年9月19日から10月18日までの1ヶ月間、中国甘肅省蘭州で開催された“蘭州地すべり学術討論会”への参加及び地すべりに関する講義のため中国を訪問する機会を持った。この間ポストコンフェランス・ツアーとして約10日間甘肅省南部の地すべり・土石流を見学（図-1参照）することができたのでここに紹介いたします。



中国概略図

2. 甘肅省の地すべり・土石流及びその研究の概要

甘肅省は中国の北西に位置し、面積約 450,000 km²であり（図-2）、黄土高原、内蒙古高原、青藏高原などの山地や高原が交錯している。主要山脈は北西から東北に延び、このため山地、高原と盆地が交互に並んでいる。

地質が脆弱なうえ、集中豪雨、山岳地帯での旺

盛な浸食活動、また地震帯上にあることによる地震の頻発など甘肅省は中国でも最も地すべり・土石流活動の活発な地域となっている。正確ではないが40,000箇所の地すべりと、70,000箇所以上の土石流溪流が、甘肅省内の40県、面積にして約 10,000km²の地域に分布している。これらの地すべり・土石流によって多くの川が堰止められ、集落や町村の浸水、農地の冠水、交通の途絶、工場、鉱山等の破壊及び人命、財産の損傷等その被害は著しい。

1983年の7月3日に、甘肅省東郷県に発生した洒勒山（サラサン）地すべりは世界でもあまり例を見ないような被害をもたらした。4つの集落が破壊され、2つのダムが埋められ、277人が死亡し、22人が負傷した。

舟曲県の泄流坡（シュリユーポー）地すべりは移動土塊総容量 4,000万m³であり、1963年と1981年には白竜江を堰止め、川の水位は17~21mも上昇し、舟曲の町の一部が浸水した。

1978年には天水県伯陽の葉子溝と劉家湾で相ついで地すべりが発生した。この地すべりは土石流

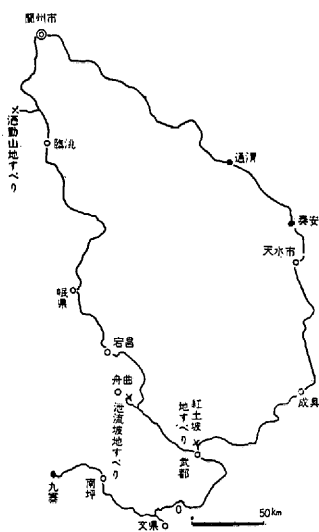


図1 甘肅省南部見学路概略

となって伯陽駅を埋め、360時間もの間鉄道をストップさせるとともに、80軒の家を破壊し、多くの人々を死亡させた。

1984年の雨期には武都県や天水県で1,000箇所以上にもぼる地すべりが発生し、村や人家を破壊した。武都県だけでも14,245家族、6,019部屋、70,049人に脅威を与えた570箇所の地すべりが発生した。このうち231箇所の地すべりで6,019家族が緊急避難しなければならなかった。

甘肅省では小規模の地すべりは無数に発生している。1984年だけでも大小合せると約3,244箇所の地すべりや土石流が、天水や武都県内の主要道路に沿って発生しており、457箇所で橋やカルバートが破壊された。

1964年から1978年に発生した大規模な土石流の統計調査によると、1,142人が死亡、17,544部屋が埋り、23,000haの農地が被災した。白竜江の中流部は土石流の多発地帯で毎年約1.2億万トンの土砂が川に流れ込み、そのうち4,000万トンが下流に流されている。このため下流の碧口発電ダムは全貯水量の5分の1に当たる1億 m^3 が土砂に埋った。またここでは約40村が土石流の脅威にさらされている。

1950年以後甘肅省では全国に先かけて地すべりや土石流の研究が積極的に開始された。現在200名以上の専門技術者がこれらの問題にとり組んでいる。そして多くの研究機関では専門の研究室を持っている。一例として、西北研究所（中国鉄道科学院）、中国科学院蘭州氷河研究所、甘肅省交通研究所、蘭州大学、西北師範大学校、鉄道省第1設計院などがある。

また甘肅省内での地すべり、土石流災害の重大さを考え、効率的にそれらの対策を樹立し、研究機関相互の協力を画る目的で甘肅省政府は1984年に甘肅省地質・自然災害研究調整センターを設立した。また甘肅省政府科学院はこれまでの専門家による地すべりや土石流に関する多数の著者や論文等の著しい研究成果と、多数の専門技術者の存在を認め、いろいろな専門分野の協力が可能となるように甘肅省地すべり・土石流学会の創立を認めた。従って、この学会には地すべり・土石流の研究活動に従事する地質学者のみならず、数学や力学の専門家も含まれている。また学会活動を通じて国の内外の研究交流を強く推進することが望

まれている。

3. 甘肅省の地震地すべり

中国では多数の地震地すべりが発生している。地震地すべりは主として黄土高原や山地・丘陵地帯に広く分布し、その特徴は分布範囲が広く、数も多く、大規模で、昔より大災害をもたらしている。蘭州から天水への道路沿には多数の地震地すべり（写真-1）を見ることができたが、ここではその1, 2を紹介する。

1718年6月19日甘肅省の通渭（トンウェイ）で $M=7.5$ の大地震が発生した。統計調査によると、3,500 km^2 の震域のうち665 km^2 を地震地すべりが占めている。そのうち長さ40km、幅18kmの極震区域ではその90%にあたる572 km^2 が地すべり地で占めている。この地震によって長さ500 mを超える337箇所の地すべりが発生し、その中で代表的なものが通渭地すべりである。



写真1 地震地すべりの一例



写真2 通渭地すべり全景

通渭地すべり（写真－2）は通渭の北に位置し地すべり幅1,500 mの中に長さ1,000 mの二つの地すべりが存在する。古記録によると大地震とともに山頂が崩れ落ち、土砂が飛び散り、また平地は数十mの深さに沈下し、突然高い丘が形成され、茶色砂と黒い水が吹き出したといわれている。またこの地震により公官署、農家など著しい被害をうけた。

通渭県では1920年12月16日にも海源地震（M=8.5）に襲われ大きな被害を受けている。



写真4 紅土坡地すべり

4. 地すべり

劉家堡地すべり（写真－3）は、緩慢な運動を続ける黄土の地すべりである。黄土層の下位には3°～8°の勾配を持つ第三紀粘土質砂岩層があり、これと黄土との境界がすべり面になっているものと思われる。劉家堡谷の流域面積は75km²、地すべり面積は0.5 km²である。1984年5月～8月にかけて天水での降水量は約500mmに達し、この豪雨によって地すべりが始まった。地すべり範囲は長さ900 m、幅250～500 mであり、面積は0.2 km²である。地すべり末端部の土塊は谷にそって滑り下り、土石流となって幅20mの谷の出口まで流れ出して来た。流動距離1,000 mであった。紅土坡地すべり（写真－4）は武都市より北方7.5 kmに位置し、北峪河西岸、略武公路の対岸にある第三紀層岩盤すべりである。地すべり規模は上部で幅270 m、下部728 m、平均幅約500 mで地すべり面積0.26km²、厚さ40～50m、土量1.1千万m³である。1984年の洪水期に下流の武都市に紅土坡地すべりによる土石流災害が予測され、対策が検

討された。

武都市の安全を確保するために観測所や監視システムを設置するとともに、災害を回避するために河道掘削と堤防の嵩上げをし、疎通断面積を増加した。1984年の雨期には武都市に多くの雨もたらされたが、これにより北峪河には多くの土石流が流れ込み、河床は1 mも上昇した。しかし、幸いなことに紅土坡地すべりではその先端が著しく浸食され、約300,000 m³が流亡したが、地すべり本体の移動はみられなかった。しかし、現在でもこの地すべりの武都市に対する危険は失われていない。

泄流坡地すべり（写真－5）は白竜江左支川に位置し、化馬断層の破砕帯に発達した断層地すべりである。破砕帯は幅1 kmで、この断層を境に中部デボン紀の弱変成岩と中～初期石炭紀の石炭層が直接接しており、これらの地層は著しく破砕されている。

地すべりは白家山（標高 2,033m）の南に発し、



写真3 劉家堡地すべり



写真5 泄流坡地すべり中央部

白竜江河床(標高 1,310m)まで続いている。全長 2,600m, 平均幅約 400m、面積1,04km², 全土塊量約50,000,000m³で3つのブロックに分けられる。

この断層沿には几頭地すべり(長さ約 4 km, 幅 0.5km), 大小湾地すべり(長さ 3 km, 幅 0.4km), 靖辺地すべり(長さ 2 km, 幅 0.5km), 武灘山地すべり(長さ 3 km, 幅 0.3km), 劉家湾地すべり(長さ 1.5km, 幅0.25km), 化馬地すべり(長さ 800 m, 幅 200 m)等の大規模な断層地すべりが分布している。

なお1983年に発生した洒勒地すべりについては森脇氏の訳文(地すべり, Vol.20 No 4 1984)を参照されたい。

5. 白竜江沿いの土石流の概況

白竜江は甘粛省南部に位置し、嘉陵江の支川である。軟弱岩層が広範囲に分布し、最近の地質構造運動のため中国でも主要な土石流域の一つである。30,000km²の流域のうち 6,400km²の地域が土石流発生地域となっており、簡単な試算でも少なくとも 2,000箇所(写真-6)があり、そのうち 490溪流は規模の大きな土石流を発生させている。これらの溪流からは約20,000~40,000 m³/年/km²の土砂が流出し、ときには 110,000 m³/年/km²に達することもある。

従って毎年 5,000万 m³の土砂が川に押し出され、そのうち 2,000万 m³の土砂が下流に流されている。これらの土石流は粘性が高く、単位体積重量は一般には 2.0~2.24ton/m³である。これらの土砂は大部分が地すべりによって供給されており溪



写真6 白竜江沿いの土石流溪流

流流域面積の10~30%が地すべり地である。この地域での土石流の発生は年に1~3回、多い年では10回を数えることがある。

白竜江沿の土石流はしばしば大きな被害を与えるが、武都地区の甘川公路では1972~1981年に土石流の発生回数は 655回であり、2,660,000m³の土石流が道路に押し出し、全部で 487日間の交通閉鎖をせざるを得なかった。またこれらの土石流はしばしば川を堰き上げている。

この道路沿約 1,000kmの間には川を堰き上げる可能性のある16の土石流溪流がある。例えば1976年7月には化馬地区の30kmの区間で川を堰上げた土石流は 6ヵ所あり、また武都近くの20km区間でもそのような土石流は 6箇所みられた。この土石流の河道への流入により河床は 5~10m上昇し、下流への水の流下は約3時間ストップし、村や道路、農地に大きな被害を与えた。また下流の支川東江からの土石流で白竜江が堰き上げられ、河川水の流速は4.8m/sから2.6m/sに減少し、川床は1.25m上昇し、このため流量は 1,830m³/sから 645 m³/sに減じた。そして2万人の武都市の住民は避難したが、このように川への著しい土砂の流入による河床上昇による災害はこの北域では常に存在する。白竜江は古に時代にも土石流の発生がみられ、川沿に発達している4段の河岸段丘にはいずれの段丘面にも厚い土石流堆積物が覆っている。

白竜江の土石流災害は頻発し、非常に重大な影響を与えるので甘粛省では土石流研究の最重点地区の一つとし、1963年以来4つの溪流において各種観測、調査、試験が実施されている。その内容は土石流の形成状況、流速、土砂量、土石流の堆積状況、川への影響、土石流の発生状況等である。

6. おわりに

約10日間に 2,000km以上の道を調査し、途中土石流等で道路が寸断されたところもあって、1ヵ所に留まって十分な踏査ができなかった。しかも言葉の障害があったが同行した皆様のお陰で非常に多くの事を学ぶことができた。甘粛省には予想外に多くの地すべりや土石流が分布し、その被害も深刻であるこのに驚かされた。また降雨量の少ないこともあって樹木の生育が十分でないため、地すべり地形、土石流地形が明瞭に保存されており、

また精力的に調査・対策がなされていることからして、今後日中間で土砂災害に関する技術交流が促進されれば、互いに多くの収穫が得られるものと確信している。

最後に今回の機会を与えて下さった中国甘肅省科学院、甘肅省地すべり・土石流学会、甘肅地質自然災害研究調整センター、中国鉄道科学院西北研究所、中国科学院蘭州水河研究所を初めとする多くの機関の方々に心からお礼申し上げます。

(なかむら ひろゆき・建設省土木研究所
地すべり研究室長寄稿)

参考文献

- 1) 甘肅省科学技術委員会(1984): 1983年中国甘肅省酒勒山地すべり (森脇 寛 訳)
- 2) 水土保持通報(1983):No.3 (13)
- 3) 中国科学院蘭州水河凍土研究所・甘肅省交通科学研究所:(1982)甘肅土石流, 人民交通出版社



日米非エネルギー分野における科学技術協力：プロジェクト番号22 雪・なだれの制御および地すべりの予知・制御の研究

火山地帯の地震による大崩壊の共同研究 — 科学技術庁外国人招へい制度による —

エドウィン L. ハープ (米国地質調査所)

科学技術庁の外国人招聘制度による60日間(昭和61. 9. 1 ~10. 31)の活動の大部分は、地震時崩壊の野外調査と討論であった。野外調査は、主に1984年長野県西部地震によって、御岳山で発生した岩屑流と崩壊を対象とした。この研究は私が長年、米国地質調査所で行ってきた地震時の崩壊研究に引き続くもので、火山地帯での地震時崩壊は初めての経験であった。

この研究で最も興味を引いたのは、すべり面を形成している流紋岩質の凝灰岩で、この凝灰岩からは共同研究者により、ボール状のハロイサイトを含むことが示された。また、それ以外でも長野

県西部地震における地盤の変位や間隙水圧、御岳山の地質等について、多数の研究者と討論を重ねた。

これらの御岳山の斜面崩壊に関する研究は、米國を初めとして、世界中の火山地域において地震災害を予測する上での貴重な資料となるであろう。

最後に、私が滞在中に第3研究部のスタッフから受けた親切と厚意は忘れない。今後も、この制度の存続を強く希望すると共に、科学技術庁の研究者が米國にきて共に研究できる機会があることを願っている。

昭和61年台風第10号災害

—— 災害の特徴と今後の防災 ——

米 谷 恒 春

昭和61年8月4日から6日にかけて、関東地方及び東北地方の太平洋側で大きな水害が発生した。台風10号から変わった温帯低気圧が、この地域に大雨を降らしたために発生したものである。ここでは、この災害の特徴及び水害に対する防災についての一考察を記す。なお、本災害について当センターは災害調査を実施しており、主要災害調査第27号として、報告書が近く別に発行される。

(1) 災害の状況

昭和61年8月4日21時、はやい速度で石廊崎の南約120kmの海上に達した台風第8610号は、盛夏としては珍しく温帯低気圧に変わった。その後速度を緩めながら東北の方向へ進み、6日朝には三陸沖でほとんど停滞状態となった。台風が高温多湿な空気をもたらしたことから、低気圧の移動速度が遅かったことが相まって、関東・東北地方の太平洋沿岸の広い範囲で多量の雨が降った。茨城県、福島県、宮城県等の一部では期間中の総雨量が300～400mmに達した。

多くの地点で、昭和46年以降の24時間降水量の最大値を更新している(表1参照)。仙台では、8月5日10時からの24時間で381.0mmを記録したが、この値は昭和49年9月に記録された従来の最大値129.0mmのほぼ3倍に達する値である。福島でも昭和52年9月に記録された従来の最大値の2倍以上の降水量を記録した。従来の値は、宇都宮等では昭和46年8月台風第23号、水戸等では昭和52年9月の台風第11号など、場所により異なる気象じょう乱により記録されたものである。多くの地点で24時間降水量の最大値が一度に更新されたことから、広い範囲における量の多さが今回の大雨の大きな特徴であることが分かる。

一般被害の状況は次のとおりである(表2参

表1 台風第8610号から変わった低気圧により更新された24時間降水量の最大値(昭和46年以降, 単位mm)

地点	更新した値	起 日	従来の値	起 日
水戸	288.0	8月5日	199.5	昭和52年9月19日
宇都宮	244.5	〃	160.0	昭和46年8月31日
福島	260.5	〃	109.0	昭和52年9月19日
若松	151.5	〃	116.0	昭和53年6月27日
白河	238.0	〃	165.0	昭和46年8月31日
小名浜	257.5	〃	228.0	〃
仙台	381.0	〃	129.0	昭和49年9月24日
石巻	172.5	8月6日	144.5	昭和57年4月15日
大船渡	226.5	〃	207.0	昭和52年5月16日

照)。死者・行方不明は20人に達したが、主たる原因は、がけ崩れ等の崩壊によるもの及び増水した河川への転落等の狭い意味での水害である。住宅被害としては、全壊130棟、床上浸水3万1千余りに達し、り災者は8万人以上となった。最近の5カ年間で大雨による大きな災害が8回も生じているが、今回の災害は、この中でもより多大な被害をもたらした災害と位置づけられよう。

被害額の大きかった個別の災害例としては、福島県郡山工業団地での災害がある。新聞報道によると(日本経済新聞、昭和61年9月2日)、この工業団地にはハイテク工場が進出しており、今回の大雨により阿武隈川の支流が決壊したため、生産施設が最大深さ約2mも水に浸った。ロボット、数値制御加工機等の機械や、製品・原材料が水浸しになり、被害額は360億円に達し、「水害以前の形に戻るには半年以上かかる」、という大きな被害がでた。このような過去にはまれであった商工関係の被害が福島県で466億円、宮城県で

表1 最近の大雨による一般被害状況（昭和57年～昭和61年）

		昭和57年7月5日から8月3日までの間の豪雨及び暴風雨（台風第10号）による災害	昭和57年8月25日から28日までの間の暴風雨（台風第13号）等による災害	昭和57年9月9日から13日までの間の暴風雨（台風第18号）等による災害	昭和58年5月24日から7月28日までの間の豪雨による災害	昭和58年9月25日から29日までの間の暴風雨（台風第10号）等による災害	昭和60年5月27日から7月22日までの間の豪雨及び暴風雨（台風第6号）による災害	昭和60年8月30日から9月1日までの間の台風第12号、第13号及び第14号による災害	昭和61年8月4日から6日までの間の台風第10号及びその後の低気圧による災害
人	死者・行方不明（人）	439	7	35	118	44	39	32	20
	負傷（人）	1,204	32	189	195	132	120	311	107
建物	全壊・流失（棟）	1,124	17	130	1,103	153	81	73	130
	半壊（棟）	1,991	47	146	2,055	228	334	338	357
	床上浸水（棟）	46,408	698	38,556	8,109	11,173	4,234	853	31,504
	床下浸水（棟）	165,140	2,697	122,274	20,450	57,915	39,926	2,564	76,635
	り災世帯数（世帯）	51,382	787	33,253	11,303	10,428	3,254	891	28,920
り災者数（人）		161,431	2,585	114,802	35,563	36,429	10,527	2,875	82,791

注：昭和57年及び58年の災害については防災白書により、昭和60年及び61年の災害については各種資料による。

241億に及んだ。

(2) 水害防災についての考察

大雨による大きな被害は毎年のように生じている。今回の災害では、ハイテク工場を誘致した工業団地が水に浸ったために、この工業団地だけで360億円以上に達する被害が出た。我が国では、河川の氾濫により被害を受ける危険性のある地域が国土の10%を占めているが、そこに人口の48%が住み、資産の72%が集まっている。上記ハイテク工業団地の災害は、このことが顕在化した例と見ることが出来よう。

水害が発生すると、いつも河川改修、堤防の整備等が強く求められる。しかし河川改修や堤防の整備等の水害を封じ込めるハードな対策だけでなく、水害が発生しても被害が少なく済むような、いわゆるソフトな対策も重要であることを強調したい。

理由の一つは、現在の基準によって堤防の整備等を全国的に完備するには莫大な経費が必要になるからである。現在、第6次治水事業5箇年計画に基づき、重要河川、中小河川及び都市河川の整備等に重点を置いて治水事業の計画的推進が図られているが、整備状況は、比較的整備の進んでいる大河川でも当面の整備目標（戦後最大洪水による再度災害の防止）に対し59%の達成率（昭和58年末現在）となっている。一方、国費は、52～56年度の第5次治水事業5箇年計画に58,174億円が、57年度からはじまった第6次治水事業5箇年計画

に60年度までで51,558億円が投じられている。

もう一つの理由は、台風、前線など多種類の気象じょう乱に見舞われ、雨量の変動が大きい我が国では、設計時の基準を超える大雨の降る可能性が決して小さくない、と考えられるからである。この考えは、表1からもある程度推測できるであろうが、例えば、福島での8月5日の日降水量169.5mmは、戦後だけではなく、明治23年以降の日降水量の第一位を占めることから、妥当なものと言えよう。

また今回の災害とは直接に関係があるというわけではないが、今後の防災を考える上で次の事柄にも注意を払わなければならないであろう。即ち、災害時における現場での判断、一般住民の避難誘導等に大きな役割を果している消防団員が減り続けている、という事実である。最高時には全国で200万人もいた団員が、現在103万人に半減している。この問題は、人口の増加が著しい地域で、その地域で発生した災害を体験したことの無い人が増えたため、経験から得た知識が活用されなくなっている、という事実と併せて考えなければ問題である。

ソフトな対策を立案するために、地形条件を考慮し、ある地点で越水あるいは破堤が生じたと仮定した場合に、氾濫域が時間と共にどう変化し、ある地点における水深や流速がどう変化するかを推定する技術、及びどのような被害が生じるかを評価する技術の高度化が重要と思われる。このような技術が開発されれば、ハイテク工場はどこに

立地するのが適切であるかの検討等の事前評価、シミュレーション結果を一般住民に広報することによる防災の普及・啓発活動が可能となろう。さらに、上記技術を水害予測技術へと発展させれば、ローカルな有線テレビ等が普及した高度情報化社会においては、広範囲にわたる住民への適切な情

報を時々刻々伝達することが出来るようになろう。そうなれば、消防団員の減少及び居住地の水害に対する危険度を知らない住民の増加等の問題にある程度対処し得ることにもなり、水害対策の一層の向上が図られることになろう。

(よねたに つねはる・第1研究部)

主要災害表 昭和61年（1986年）2月～昭和62年（1987年）1月

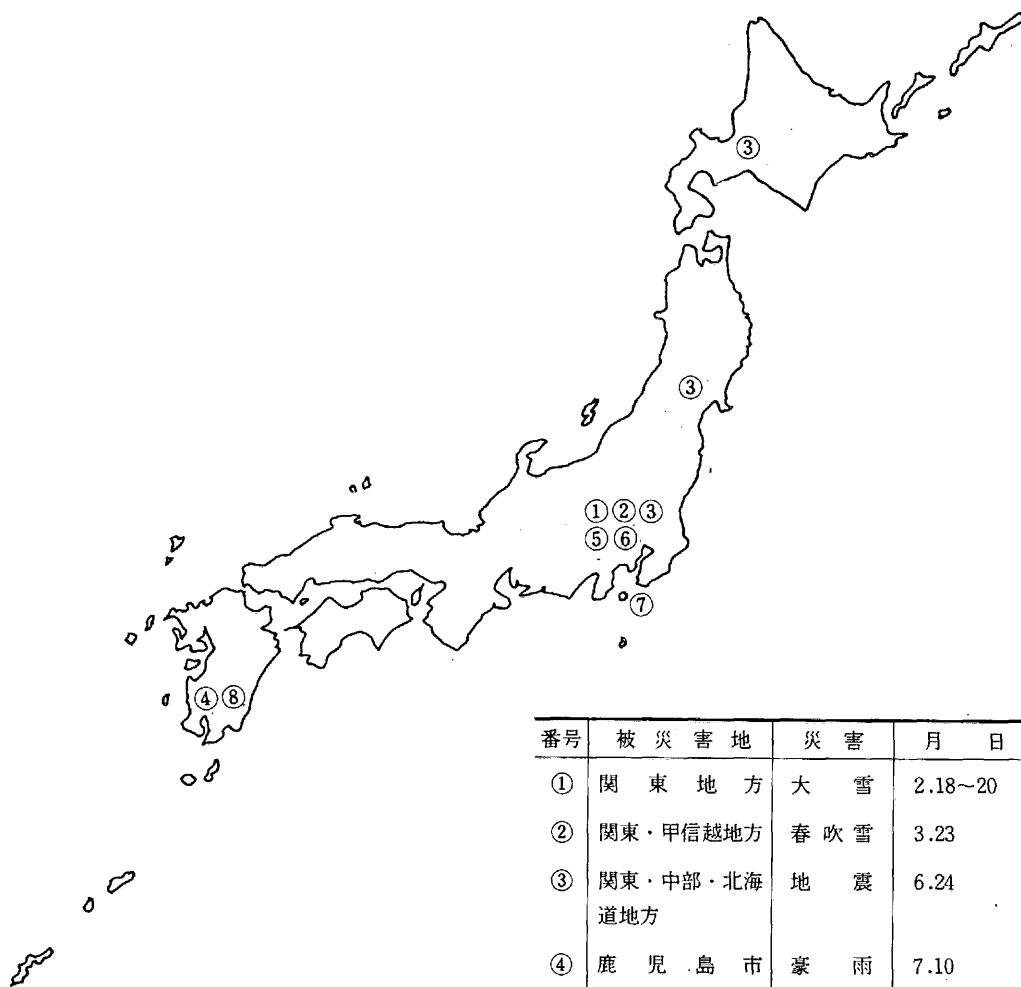
発生年月日	災害名 (災害現象)	主要被災地域	被害概要	災害の状況	主要災害調査No.
61. 2. 18～20	大雪	関東全域	死者 1名 負傷者 419名	18日昼頃から19日朝まで関東地方を中心に大雪が降った。各地の積雪は甲府で46cm、横浜37cm、東京・宇都宮18cm、熊谷22cm、八王子31cm、東京の積雪は一昨年の大雪と並んだ。この大雪の影響により、国電各線、東海道新幹線でタイヤが乱れたほか、空の便も決行が相次いだ。首都圏の高速道路も各線の上が大渋滞となった。東京では雪のため転んだり、交通事故に遭ったりして、怪我人が続出した。	
61. 3. 23	春吹雪	関東, 甲信越地域	死者 2名 負傷者 14名	関東甲信越地方は、台風並みに発達した低気圧の影響で、23日未明から雨が激しい雪に変わり、夜まで続く大雪となった。同地方のほぼ全域に大雪警報が出された。東京では春分過ぎでは観測史上一位の大雪。雪柱が倒れ、屋根が落ちるなどで死傷者も出た。新幹線や首都圏の国鉄、私鉄は一部を除いて長時間ストップ。道路も麻痺状態となり、空の便も欠航が相次いだ。	
61. 6. 24	房総半島南東沖地震	関東, 中部, 北海道地域	負傷者 2名	24日午前11時53分頃、関東地方を中心に北海道から中部地方にかけての広い範囲で強い地震があり、首都圏は震度4（中震）の揺れに見舞われた。津波は観測されなかった。気象庁の観測によると震源は房総半島南東沖、深さ約80km、マグニチュード6.5。この地震で首都圏の国電や、新幹線が、一時ストップしたほか、成田、羽田両港の滑走路も一時閉鎖された。	
61. 7. 10	集中豪雨	鹿児島市	死者 18名 家屋倒壊2棟 崖崩れ95カ所	九州北部に停滞している梅雨前線に向かって、台風7号の影響で、南から湿った暖かい空気が流れ込み、厚い雨雲が点在状態になって、一部が鹿児島市中心部を襲い、局地的な集中豪雨をもたらした。 このため、95カ所でシラスの崖崩れがおきた。このため住宅21戸が倒壊し、18人が生理めとなった。	

発生年月日	災害名 (災害現象)	主要被災地域	被害概要	災害の状況	主要災害調査No.
61. 8. 4～8	台風10号	関東地方	死者 20名, 負傷者 107名, 家屋の全半壊 387棟 一部破損 985棟 床上浸水 31,991棟 床下浸水 71,658棟	台風10号崩れの低気圧による大雨は、4日夜から5日未明にかけて、関東地方を中心に各地に浸水や土砂崩れなどの被害をもたらした。また冠水による道路の通行止めも相次いだ。また、6日9時半茨城県結城郡石下町本豊田の小貝川右岸の堤防が前日の真壁郡明野町に続いて決壊し、集落、水田地帯が水びたしとなった。	27
61. 9. 2～3	台風15号	首都圏	床上床下浸水 264棟 崖崩れ9カ所	台風15号の接近で、首都圏は2日夜から3日午前にかけて本格的な雨となり、横浜市で崖崩れ災害がおきたほか、東海道、山陽新幹線が東京-静岡間で運転を中止するなどの被害がでた。 関東・東海地方の各地にかけて、雨量は多いところで300mmを超えた。	
61.11. 15,21	伊豆大島噴火	伊豆大島	火山灰、溶岩流による被害、地震による道路損壊19カ所	11月15日の山頂噴火及び11月21日～22日の割れ目噴火により、噴出物の総量は約5千万t。直接の死傷者はなかったが、火山灰による農作物の被害や、溶岩流による道路・家屋等の被害、地震による道路損壊、水道等の被害及び島民が避難したことによる有形無形の被害がもたらされた。	28
61. 11. 23	桜島爆発	鹿児島市古里温泉	桜島南岳の爆発により噴石がホテル直撃 重軽傷 6名	鹿児島県の桜島南岳(1,040m)が23日午後4時2分、今年206回目の爆発をし、直径2～3mある巨大な噴石が火口から約3km離れた鹿児島市古里町にある桜島グランドホテル山下家の1階ロビーを直撃した。割れたガラスなどで客や従業員6人が3ヵ月から1週間の重軽傷を負った。	

お知らせ

国立防災科学技術センター刊行物新刊については、本年から小誌とは別に発行している「国立防災科学技術センターニュース」に掲載しておりますので参照下さい。

昭和61年(1986年)2月～昭和62年(1987年)1月の災害



番号	被災地	災害	月日
①	関東地方	大雪	2.18～20
②	関東・甲信越地方	春吹雪	3.23
③	関東・中部・北海道地方	地震	6.24
④	鹿児島市	豪雨	7.10
⑤	関東地方	台風	8.4～8
⑥	首都圏	台風	9.2～3
⑦	伊豆大島	噴火	11.5, 21
⑧	鹿児島市	桜島爆発	11.23

防災科学技術

No.58 1987 Mar.

昭和62年3月26日 印刷

昭和62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 アサヒビジネス株式会社
