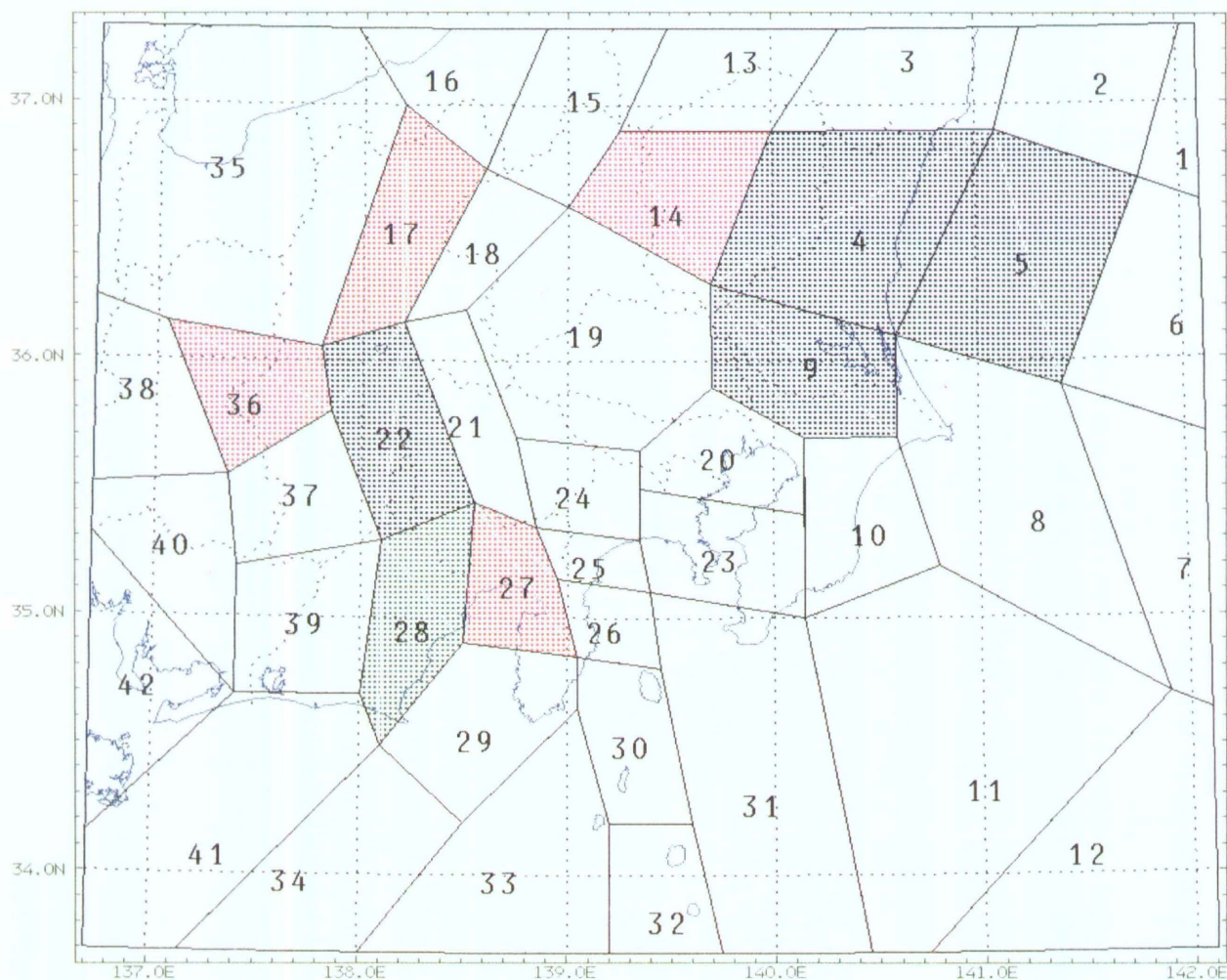


防災科学技術 **NO. 59** 1987 July

科学技術庁 国立防災科学技術センター



も く じ

注目される大深度学術ボーリング——世界の現状……………	塚原 弘昭	1
お知らせ——「防災科学技術研究会」の実施について……………		3
太平洋プレートの沈み込みに伴うS波反射面……………	小原 一成・佐藤 春夫	4
「地震前兆システム」の開発……………	松村 正三	7
松代地震センター設立20周年記念講演会の案内……………		10
相模灘西部における海底地震観測……………	鶴川 元雄・江口 孝雄・藤縄 幸雄	11
トピックス——気候変動と水資源との関係について……………		15
相模川河口域の漂砂について……………	徳田 正幸	16
1987年5月16日富士山直下の低周波地震……………		20
今冬の降積雪の特徴と雪害の現れ方……………	五十嵐高志	22

表 紙 写 真 説 明

関東・東海地殻活動観測網の観測点（67箇所）からテレメータされてくる各種のデータを総合的に活用し、リアルタイムでその動向を把握するため、「地震前兆解析システム」を開発中であり、昭和62年度から試験的な運用を開始した。

全領域を60個の小領域に分割し、それぞれの判定結果に従って異常の度合を色別によって表示する（7～10頁参照）。

はじめに

地下深部のことは、実際に孔を掘って試料を手にとってみるか、その孔に測定器を降ろして調査してみる、などしないと本当のところはわからない。これは地表からの探査技術の発達した今日でも、石油用ボーリングがなかなか石油に当たらないのを見れば良くわかる。しかし、上空の宇宙開発などと違って地下の土を掘る仕事は、文字通りドロ臭いので、そこから得られる成果もまた然して映えないものだと思っている読者も多いことだろう。

ところが、大深度学術ボーリングが、今や、地球科学自身の発展と深層孔内測定技術の進歩により、地球科学上の重要な課題の解決に大きな役割を発揮できる時代になっている。どこで、どのくらいのボーリングをして、何を測定すれば問題が解決できるかが、次第にはっきりしてきたのに加えて、それを実現させる技術が急速に進歩したからだ。その技術とは、1万メートルを超す大深度ボーリング技術に加えて、孔壁の割れ目、間隙水圧、間隙流体の化学組成、弾性や岩盤に加わっている地殻応力などを高温高圧下の深層ボーリング孔内で測定する技術である。

深度5,000m以上の大深度学術ボーリングが始まったのは、古い歴史を持つソ連を除けば、ついこの1～2年である。以下に世界の現状を紹介したい。

1. 最も深い孔—ソ連の学術ボーリング

世界で最も深い孔はソ連が1970年から現在まで掘り続けているもので、現在12,000mを超えている（予定は15,000m、写真1）。地温は250℃、孔内の水の重さによる孔底水圧は1,200気圧に達し

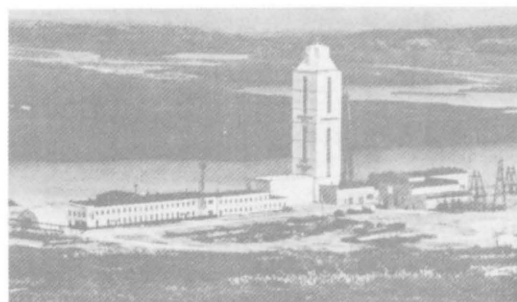


写真1 ソ連コラ半島ボーリング及び研究施設

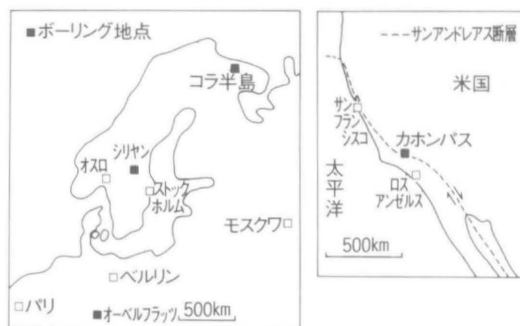


図1 世界の大深度(5,000m以上)学術ボーリング地点

ている。ボーリング地点は極北の地コラ半島（図1）で、ここは典型的な大陸地殻の上である。大陸地殻は、上部が花崗岩層で下部が玄武岩層などの教科書を開いても書いてある。地表からの探査によれば、この二つの層の境目はここでは深さ9,000mにあるはずであった。ところが、いくら掘っても採れる試料は花崗岩ばかりで、4,500m～9,000mの間には熱鉱水が大量に流れているのが発見された（図2a）。この水圧は非常に高く、ここの岩石は破碎され無数のき裂が入っていた。この鉱水は古い岩石が脱水変成されたとき生じたもので、浅部のち密な岩石に上昇をさえぎられ、ここに貯溜されたものと推定された。これは、大

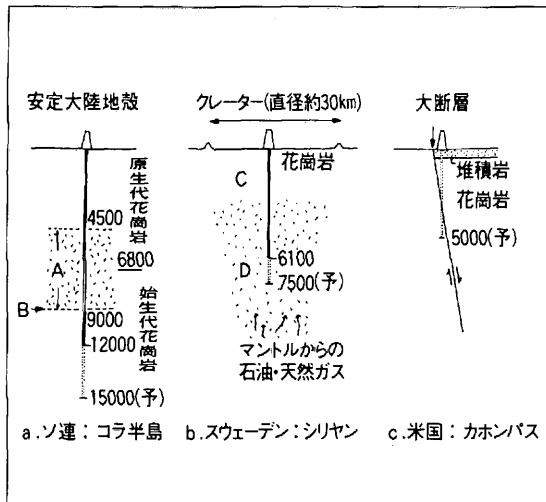


図2 ボーリング断面図及び予想断面図
A: 多量の高圧熱鉱水を含む破碎帯;
B: ボーリング前の探査で花崗岩-玄武岩の境界と考えられた深度; C: 隕石衝突による溶融層; D: 隕石衝突による破碎帯 (石油・ガス貯溜層); 大断層: サンアンドレアス断層 (主要な動きは横ずれ断層)

陸の地下深部に膨大な鉱床が眠っている可能性を暗示しており、驚くべき結果だ。ところで玄武岩層は存在しないのであろうか。もしそうなら地殻の化学組成の見積りはまったく異なったものになるし、地球生成期からの地殻の成り方など地球史を根本的に考え直さなければならないだろう。また、地温は100°C程度 (10,000mで) と予測されていたが2倍以上になっており、マントルからの放熱量についても考え方を変えなければならない。地球の熱史も再構築をせまられることになりそうだ。

この大深度ボーリングは順調に掘り進められたわけではなく、ドリル方式、ドリルの刃、強くて軽いドリルパイプ、強力な泥水ポンプなどの開発が予定通り進まないときは、長期間ボーリングが休止していることも多かったと言う。このプロジェクトに関わっている技術者や研究者は3,000人だそうである。

ソ連は、ここで開発した技術を使って次々と大深度ボーリングを実行する計画になっている。計画は全部合わせると数10本になる。2番目のボーリングはカスピ海の西岸の油田地帯サートリで行なわれており、すでに8,500mを超えた。残念ながら、これはまだ結果が報告されていない。

2. プレート境界大断層に掘った孔-米国, サンアンドレアス断層

陸上に現われているプレート境界の断層で最も大規模なものは、米国カリフォルニア中部を南北に走るサンアンドレアス断層である (図1)。ここに大深度ボーリングを行ない、大断層の内部がどうなっているか、特に地殻応力状態がどうなっているかを調査する目的で、最終深度5,000mのボーリングが昨年末から開始された。ボーリング地点は、ロスアンゼルスから北100kmのカホンパスである。現在ボーリング中で結果はまだ報告されていない。米国の高い水準の孔内計測技術を駆使して、岩盤状態を孔内で測定することになっている。全米15の大学・研究機関がこれに関わっている。今年中に計測は終了するので、間もなく興味ある報告が出されることだろう。

追記: 米国サンアンドレアス断層上でのボーリングは5月末現在2,115mに達し、応力測定などの実験が開始された。

3. 大隕石落下跡に掘った孔-スウェーデン, シリヤンクレーター

地下深部マントル起源の大規模な石油・天然ガスの存否を調査するボーリングである。現在、資源として採掘されている石油・天然ガスは生物起源だということになっているが、少なくとも一部は非生物起源でマントルから上昇してきたものとする説も最近提案されている。もしそうだとすると、今までの石油・天然ガスの探査地域や方法を再考する必要がでてくる。

スウェーデン中部のシリヤンに、3億6千万年前の隕石の落下により作られたクレーター (直径約30km) がある (図1)。このような大きなクレーターができる程の衝突であれば、岩盤のひび割れはマントル (深さ約40km) まで達しているに違いない。また地表付近は熱により岩石が溶けるので、上昇してきたガスが逃げにくい構造になるに違いない、と推定された。非生物起源の石油・天然ガスの大規模な貯溜の可能性を調べるためにはこのようなクレーターが最適だ。

スウェーデン中部は花崗岩地帯であるが、花崗岩の中に石油・天然ガスが発見されれば、これは

マントル起源のものに違いない。このクレーターの中には、メタンガスの徴候があることは知られている。ここで、7,500mの大深度学術ボーリングが1986年から開始された。今年3月には6,100mまで掘り進んだが、トラブルが起きてそれ以上ボーリングできなくなった。計画を変更し、深度4,700mのところから孔を枝分かかれさせ別の孔を掘ることになった。4月現在5,700mまで掘り進んだそうである。結果はまだ公表されていないが、9月にはスウェーデンで、大深度学術ボーリングの第3回国際シンポジウムが開かれるので、第一報が聞けるのではないかと期待される。

4. 大陸地塊の衝突地に掘る孔—西ドイツ、ボヘミアン地塊の北西部

世界の屋根ヒマラヤは、インド大陸がアジア大陸に衝突してでき上がった大山脈だとされている。西ドイツにも、今から2.5～4億年前に大陸と大陸とが衝突し、現在は大陸地殻になっている地域がある。チェコスロバキアとの国境に近いボヘミアン地塊北西部である。ここで大深度の学術ボーリングをし、大陸同士の衝突によってできる地殻の形成過程を解明しようとする計画が実行に移された。ボーリング地点ではニルンベルクの北東のオーベルフラッツである(図1)。今年深度3,000mの調査ボーリングを開始し、1989年から1997年の間に、目標深度12,000～14,000mの大深度ボーリングが行なわれる予定である。すでに、ボーリング地点には6階建の研究施設が建設されている。目標深度まで到達すれば、ソ連大深度ボーリングに次ぐ深さの孔になる。

あとがき

以上が、具体的に実行に移された5,000m以上の学術ボーリングのすべてである。まだ数は少ないが、それぞれ特色ある意欲的な計画だ。それぞれの国のプロジェクトとして取り上げられ、多数の研究機関の共同研究として取り組まれている。1980年に開始された国際リソスフェア探査開発計画(DELP)の一部として、陸上学術ボーリングが各国で検討され、少しずつ実を結びつつあるのだろう。日本でも機会があるごとに大深度学術ボーリングの必要性が議論されている。その中で次の二つは、日本の特殊な地学的環境を活かしたテーマとして注目される。

イ. 島弧の形成過程を明らかにするボーリング

島弧としては単純な構造を持つとされる小笠原父島付近での大深度ボーリングは、島弧の地下構造解明に非常に有効であろう。ここは特に地殻が薄く、8,000m程度しかないとする推定もある。もしそうなら、10,000mのボーリングにより、新鮮なマントル物質を世界で初めて手にすることができる。

ロ. 地震発生源に届くボーリング

日本には群発地震地帯があちこちにあるが、中には深度5,000mより浅い、極浅発の微小地震が多数発生しているところもある(例えば、長野市松代、栃木県足尾町)。このようなところで、10,000m級の大深度ボーリングをすれば、震源域で起こっている地殻活動の現場を、直接調査するという、世界に例のない研究が可能になる。

大深度学術ボーリングが日本でも早期に実現されることを期待している。

(つかはら ひろあき・第2研究部)

お 知 ら せ

— 「防災科学技術研究会」実施について —

今年、第3回の防災科学技術研究会は、「風水害防災」をテーマに下記の要領で行うことになりました。

詳細問い合わせ先 管理部企画課企画係 電話(0298)51-1611 内線29

1. 目的 地方自治体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り、実際的な問題点について議論・討論を行い、各地域の実情にあった防災計画の立案及び防災体制の確立に役立てる。
2. 内容 風水害に対するいわゆるソフトな防災に関して、国立防災科学技術モニターで行ってきた研究及び調査の紹介とこれに基づく討論並びに現地視察を行う

6頁に続く

太平洋プレートの沈み込みに伴う S 波反射面

小 原 一 成 ・ 佐 藤 春 夫

1. はじめに

地震波は、主としてP波（縦波）、S波（横波）とそれに続くコーダ波と呼ばれる波群から構成される。ところが、地下にはいろいろな不連続面が存在して、地震波がそれぞれを通過または反射することにより変換波を生じることが知られている。不連続面の広がりが大きく、また不連続の程度（この場合は地震波速度の差）が大きければ、それによって生じる変換波も顕著になる。多数の観測点で同一の原因によると思われる変換波が観測されれば、その走時や振幅を用いて不連続面の位置やその性質を推定することができる。

我々は、コーダ波の研究を進めて行く過程でコーダ波中に異常に振幅の大きな相（X 相）を見つけ、これがある不連続面からの反射波であると判断し、その位置を推定した。

2. コーダ波中に出現する異常に振幅の大きな相

図1は、伊豆東方沖に発生した地震の防災センタの観測点におけるNS成分の波形記録である。P波、S波に続くコーダ波の振幅は普通は単調に減衰するが、山梨県東部から伊豆半島周辺にかけて発生する浅い地震の場合には、図のように初動から40~50秒後に振幅が異常に大きい特異な相(X相)が出現することが多い。一般に、変換波は立ち上がりが明瞭で継続時間の短いものが多いが、X相は立ち上がりがそれほどはっきりせず、紡錘状である。しかし、観測波形に8 Hzのバンドパスフィルターをかけ、さらにRMSアンプとLOGアンプを直列に通すことによってこの相を判別することが容易になる(図2)。X相は、水平動に卓越していること、震源位置によらずに東か

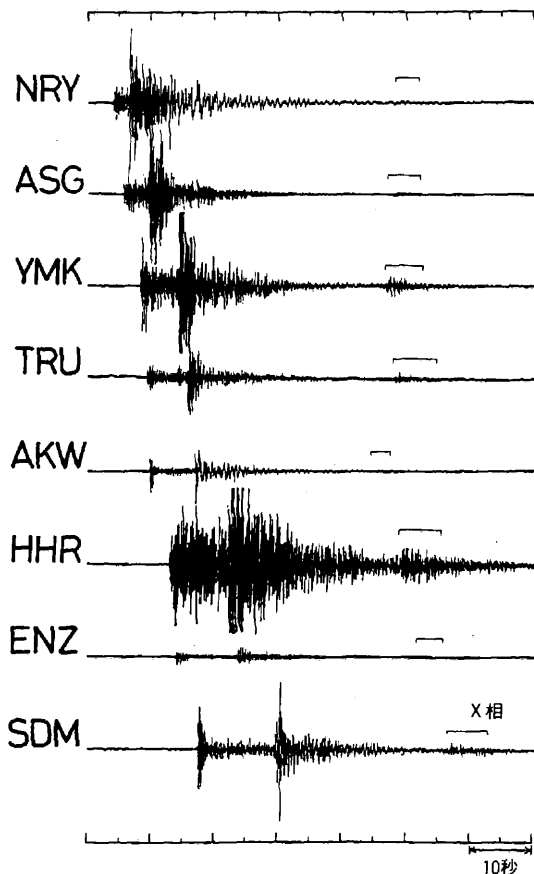


図1 防災センターの観測点でとらえた伊豆東方沖の浅い地震の水平動(NS成分)記録に見られるX相。

ら西へ進むこと、また見かけ速度が大きいことなどから、地下深部で東から西に向かって傾斜している面によるS波からS波への反射波であると判断した(図3)。

3. 反射面の位置及び特徴

反射面の位置を求めるために、24個の地震、9カ

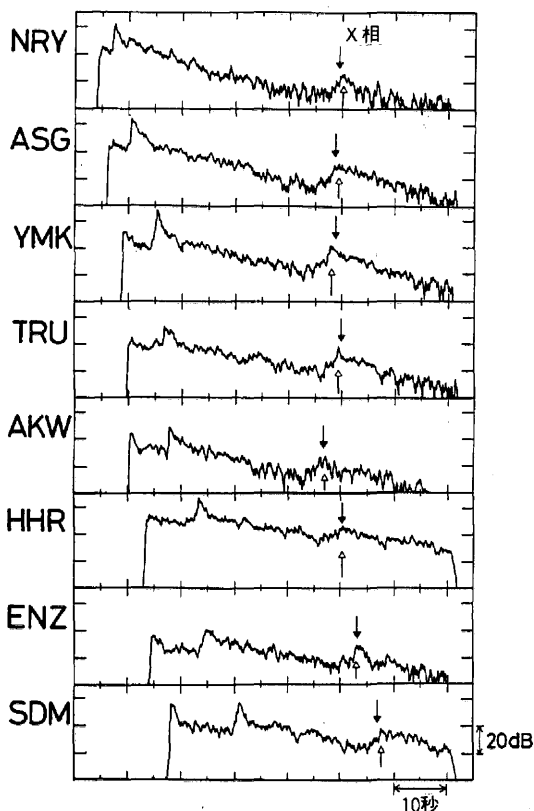


図2 図1の水平動記録に8HzのバンドパスフィルターとRMSアンプ及びLOGアンプを直列に通したときの出力。図1に較べてX相が見やすくなっている。白矢印はX相の読み取り時、黒矢印は反射面の理論走時。

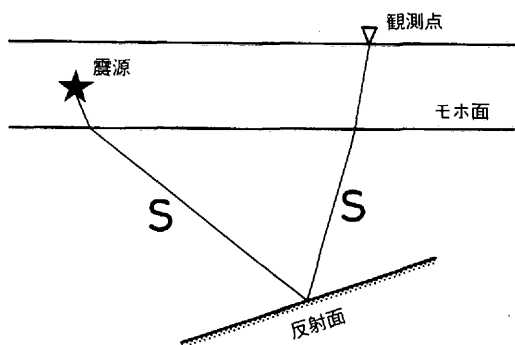


図3 X相は西に傾いた反射面によるSS反射波と解釈できる。

所の観測点について全部で158個の記録を解析に用いた。観測波形はすべて図2に示すような波形に変換した後に、反射波振幅が最大になる時刻をX相の走時として読み取った(図2の白矢印)。このデータを用い、インバージョンによって反射面の位置を計算した。この計算に当たっては、防災センターの定常観測処理に用いられている速度構造とその震源要素を用いた。得られた反射面の等深線を図4に、等深線に直交する方向(A B)の深さ断面を図5に示す。図4の点線は、解析に用いた反射点の分布する領域の輪郭である。図5の○印は領域A Bで発生した地震の震源である。東京湾直下から西に向かって傾斜している2つの地

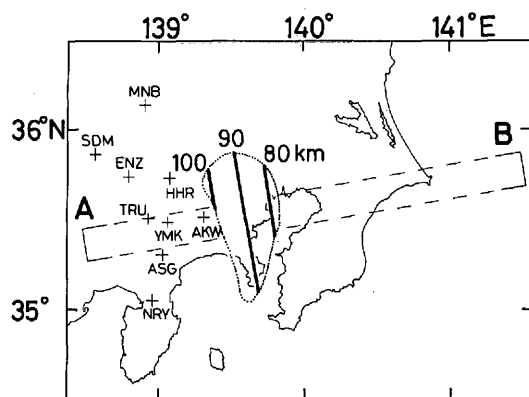


図4 太線は反射面の等深線、点線は反射面の分布する範囲を表す。+印は解析に用いた観測点。

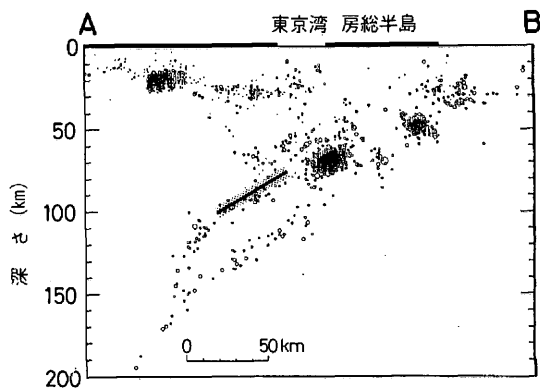


図5 図4のA Bに沿う深さ断面図。○印は震源分布。反射面(太線)は沈み込む太平洋プレートの二重深発地震面の上面付近に決定された。

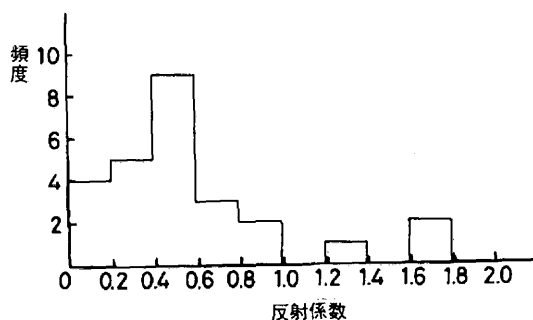


図6 各波形記録から求められた反射面におけるS波の反射係数の頻度分布

震列が、太平洋プレートの沈み込みに伴う二重深発地震面であり、今回求められた反射面は上側の地震面付近に位置し、その深さの精度は±4 kmである。また、この反射面から理論的に計算される反射波（X相）走時の一例が図2の黒矢印の位置であり、このモデルが適当であることを示している。

反射面の特徴はその反射係数を調べることでより分かる。そこで、発震機構解が決められた地震についてそのS波輻射特性と幾何減衰を考慮し、途中経路の Q_s^{-1} を8 Hzで0.001として、各波形記録の直達S波と反射S波との振幅比から反射面におけるS波の反射係数を求めると、およそ0.5となる(図6)。反射係数が1以上に求まったものもあるが、これは発震機構解の推察が不正確なことがS波輻射性に影響しているのであろう。

4. サブダクションと反射面

関東地方は、その直下に太平洋プレートが東か

ら西に向かって沈み込むサブダクションゾーンに位置する。今回得られた反射面は、プレートの沈み込みに伴う二重深発地震面の上面と、その傾きまでよく一致していることから、太平洋プレートの沈み込みに伴って生じた面と考えられる。

では、この面は具体的には何を示しているのだろうか。一つの可能性は、沈み込む太平洋プレートと陸側マントルとの単純な物質境界であり、一つは、沈み込む太平洋プレート内部の物質から水の供給を受けて変質した陸側マントル物質の層という考えである。S波の反射係数が比較的大きいことから、反射面の下側はS波エネルギーを通さない、すなわち液体を多く含むものと考えたと後者の方が受け入れ易い。この観点から考えると、火山性マグマの深部における溶融も完全に否定できない。

今後は、反射係数のより詳細な吟味を行い、かつ反射面を下から通過する経路を持つ地震波の波形解析を行って、この反射面の物理的特徴を調べていくつもりである。今回はデータが限られていたために関東地方の反射面のごく一部しか求められなかった。この反射面がどこまで広がっているのか、また火山フロントの下まで延びているのかどうかを確かめるべく現在研究を進めている。さらに、この反射面が他のサブダクションゾーンにも存在するのかどうかを調べることは、沈み込みの物理や火山の形成過程を研究する上で重要な情報となりうるだろう。

(おばら かずしげ・さとう はるお
第2研究部)

お知らせ

紹介予定の研究及び調査の内容は次のとおり。

- ① 風水害の変貌
- ② 降水量の長期変動と水災害に及ぼす影響
- ③ 地形条件と水害との関係
- ④ 大雨の発生機構と気象情報の利用
- ⑤ 水害調査におけるリモートセンシング技術の応用
3. 会場 国立防災科学技術センター（筑波研究学園都市内）
4. 期間 昭和63年1月20日（水）－1月22日（金）
5. 定員 25人程度

「地震前兆解析システム」の開発

松 村 正 三

はじめに

第3次地震予知計画（昭49—昭53）の最終年度にスタートした関東・東海地殻活動観測網の建設は、第4次計画（昭54—昭58）の中で概成を迎え、現在、包含する観測点の数は70を突破している。観測項目の方も微小地震、傾斜の他に、歪、地下水、ラドン、AE（アコウスティック・エミッション）が参入して、多岐にわたる観測がなされるようになった。これらのデータはテレメータを介して筑波に伝送されてきているわけであるが、せっかく集積された各種のデータを総合的に活用できないだろうか、かつまたリアルタイムでその動向をモニターできないか、といった構想が、比較的早い時期から芽生えていた。一方、此の間に、地震予知に関する研究も急速に進展し、いわゆる前兆現象に結びつく事例の数は急激に増加した。さらに他方では、めざましいまでのコンピュータの性能向上がみられた。これらのすべての条件が相俟った時、地震予知の実用化に向けての新しいシステムを開発しようという機運が熟したのである。こうした背景のもとで「地震前兆解析システム」の開発が始まった。同システムの具体的な開発作業は昭和59年度に始まり、昭和62年度から試験的な運用が開始された。

1. 観測システムの発達

地震や地殻変動の観測システムについて、その発達の過程を振り返ってみると、図1で示したような4つの段階に分けられる。(1)初期の段階では、現地に置かれた測器と記録機器の組み合わせに始まり、(2)次には、テレメータの導入によって、データが集中化された。(3)さらに、テレメータとデータ処理専用のコンピュータを結び付け、自動検測

および震源決定システム等の開発によって、迅速なデータ処理が可能となった。現在、観測網をも

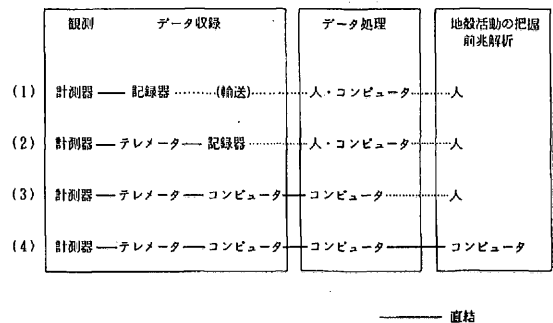


図1 1—2—3—4と観測システムの発達の段階を示す。

つ多くの機関では既にこの段階にまで達している。ところで、私達の「地震前兆解析システム」が目指しているのは次なる(4)の段階である。ここでは、自動検測にとどまらず、地震前兆と結びつくパラメータを解析し、その変動の監視を行い、個々の結果を総合して予知判断の指標を産み出すところまでをも自動的にに行おうとするものである。他機関においても同様のシステム開発の動きがみられ、最近では例えば、判定の過程に今はやりの人工知能（AI）を応用してみようという試みさえ現われるなど、こうしたシステムは、時代の要請と技術の進歩がマッチして必然的に現われてくるものと言えよう。

2. システムの構成と役割

「地震前兆解析システム」の働きを図2に模式

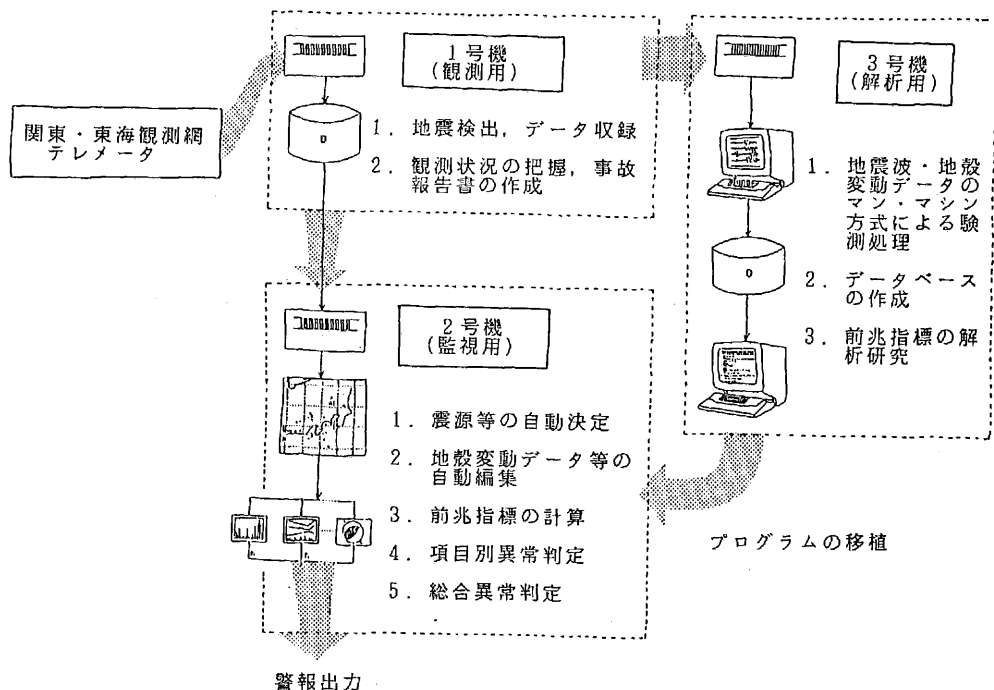


図2 「地震前兆解析システム」の構成と機能を示す模式図。それぞれの固有の役割を持った3台のコンピュータがリンクされている。

的に示した。全体は互いにリンクされた3台のコンピュータによって構成されている。1号機は、まず、テレメータで供給される観測データを取り込み、地震波の検出と地殻変動データのサンプリングを行って、データを共用ディスクに書き込む。同時に、観測システムの動作状況を監視し、誤動作回数等の集計を行う。地味な仕事ではあるが、これらは観測の基本であって、休むことは許されない。そのためにバック・アップ機構が用意されており、1号機が不慮の事故で休止した場合には間髪を入れず、2号機が自身の本来の動作をやめ1号機の役割にとって代わるよう設計されている。

2号機の本来の役割は自動前兆解析であって、システムの中核を担うものである。まず、1号機からのデータを受けて、地震波の自動検測を行い、震源・メカニズム等を自動的に決定する。地殻変動データに対しては3種類の時間スケールでのデータ(分値、時値、日値)を作成する。以上はルーチ的になされてきた処理を自動化したものであり、これはまだ前節で述べた(3)の段階である。2号機は、さらにここから前兆指標なるものを産み出す。プログラムの流れに沿ってこの部分を説

明すると図3のようになる。各プログラムはリアルタイムで走るが、その起動のタイミングと処理の内容は次の通りである。地震が発生した時点では、まず、自動震源決定等のプログラムが走り、その後、 b 値、規模別頻度、メカニズム、コーダ(減衰定数)、スペクトル(卓越周波数)等の前兆指標を求めるプログラムが順次走りだす。

一方、定期的に行われる処理があり、10分毎に傾斜、歪の分値作成、1時間毎に ν 値(地震発生前隔分布)、地震分布(回数)の計算、傾斜、歪の時値作成、1日毎に、傾斜、歪、ラドン濃度の日値作成が行われる。同時に、それら10種14項目の前兆指標についてその動きを追跡し、異常変化をキャッチする。最後に、すべての項目の異常情報を集成した総合判定を行う。図4は総合判定結果をマップとして表示したものである。今、地震の発生に先立って前兆現象があるとする、観測項目のどれかに異常の現われることが期待されている。しかし逆に、異常が現われたとしても、それが必ずしも大地震の前兆現象に結び付くとは限らない。この場合、上記のような多彩な項目についてその動きを同時に追跡していて、複数の項目に同期した異常変化を検出することができたとすれ

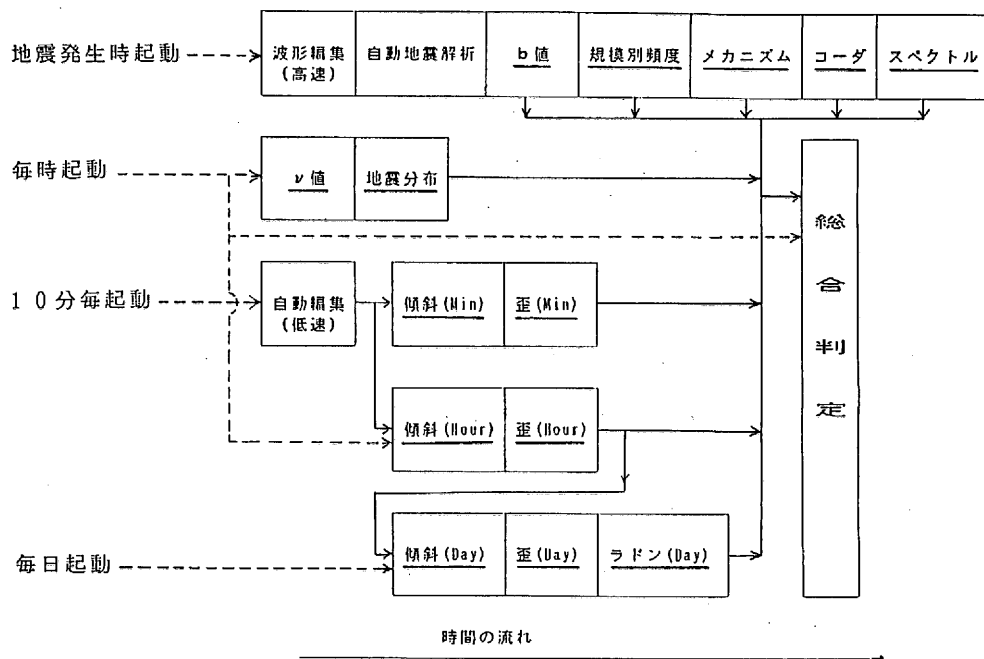


図3 自動前兆解析のためのプログラムの流れ、地震発生時、10分毎、毎時、毎日の4種のキッカケによってそれぞれに対応するプログラムが走り出す。下線を引いたものが前兆指標項目である。

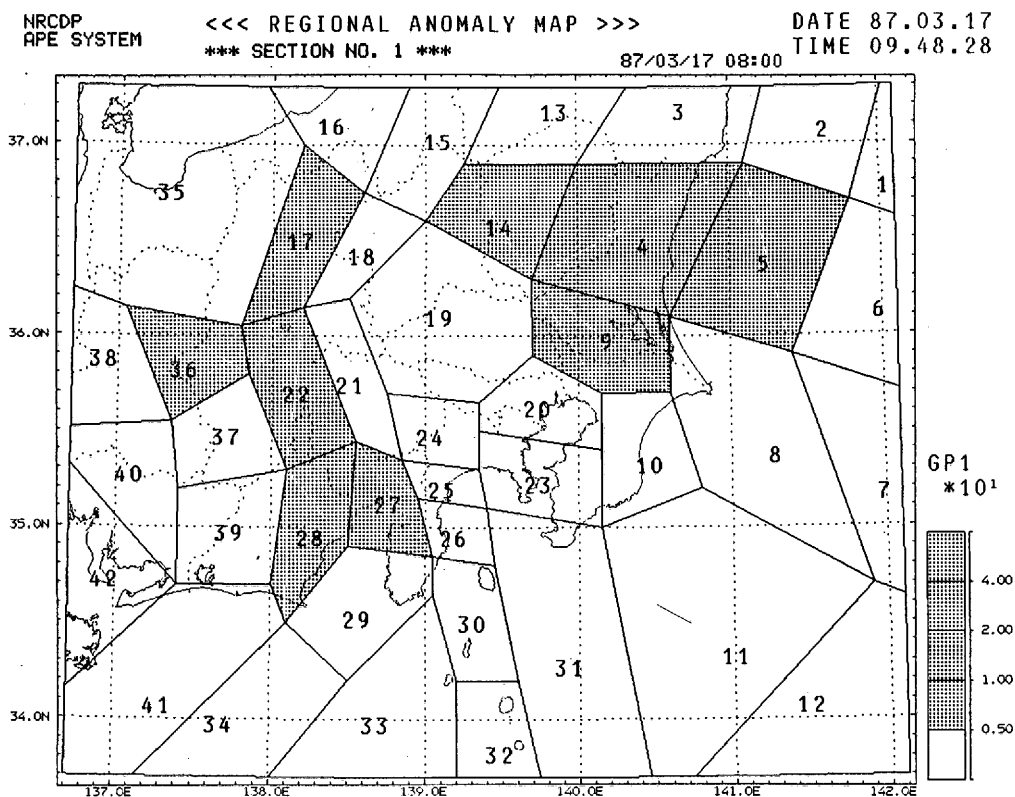


図4 総合異常判定結果。全領域を60個の小領域に分割し、それぞれの判定結果に従って異常表示を行う。異常の度合によって色別に表示される。

ば、それが前兆である可能性は高いと考えられる。これが総合判定を行うねらいである。できれば、ゆくゆくは、降水予報のように地震発生確率を打ち出せればという思惑も込められている。

3号機は、1号機、2号機とは異なって、自動運転は行わない。これは基礎的な研究を通して「地震前兆解析システム」の機能をアップするために用意されたシステムである。2号機が行う自動データ処理に相当することを、こちらではオペレータによるマン・マシン処理方式によって行う。処理の迅速性は劣るが、検測値の信頼性が確保される。処理結果はデータベースに蓄積され、地震予知に関する解析研究に供される。ここでは、過去のデータを使って、2号機で行う前兆指標の計算のシミュレーションができる。こうして開発されたプログラムは2号機に移植され、全体として、「地震前兆解析システム」の能力が向上してゆくよう図られているのである。

おわりに

このシステムの開発は関東・東海地域の地殻活動に関する研究の一環として行われているものであるが、これまでの開発作業は6名の研究員から組織された作業部会と、10名を越える富士通の

SE（システム・エンジニア）グループによって進められた。この他にさらに、開発の方向づけを行う開発委員会、個々の項目の取り扱いを検討する検討部会と、文字どおりシステム（組織）化された開発体制が組まれたのである。これらチームの1人1人の努力と協力とによって「地震前兆解析システム」はリアルタイム・システムとしての稼動を始めたが、前兆解析システムとしての開発はこれからも続けられる。

私達のシステムは地震予知体制の中に新しい方向づけを行う先鞭をつけたものと自負してはいるが、その目標とするところから見ればようやくスタートを切ったところにすぎない。個々の前兆解析プログラムは開発途上にあり、しかも研究の進展に合わせて内容が書き替えられていくものである。現在のレベルは、いわば、ダイヤを組んで列車が定時運行を始めたばかりの状態であって、乗客（項目ごとの前兆解析プログラム）の本格輸送はまだこれからである。

とはいえ、こういったシステムを実現することについて、一つの可能性を提示したこと、さらにシステムの開発が逆に予知研究そのものを刺激し、実用的な予知に向けての研究を促進する効果を持ったということも大いなる成果と言えよう。

（まつむら しょうぞう・第2研究部）

松代地震センター設立20周年記念講演会の案内

松代群発地震は、昭和40年8月3日に発生し、長野県北部一帯に約3年間にわたり、有形、無形で社会的、経済的に深刻な影響をひき起こした。この事が引き金となり、当時の松代町長が政府調査団や佐藤総理大臣に「地震センター」の設置を陳情した。その後、地震活動の活発化に伴い、地震センターの問題は国会を含めて討議され、各省庁間の努力が実って、昭和42年2月8日に科学技術庁、気象庁等各関係機関、各大学、長野県及び長野市の協議体として、「松代地震センター」が設立された。

松代地震センターにおいては、この20年間の膨大な各種資料の収集・整理・保管・解析、長野県内の過去の地震資料の収集・整理、それに伴って発見された古文書の解説・解析、古文書資料・群発地震関係資料報告の発行、地震知識の普及等

道な活動を続けてきた。

この松代地震センターの設立20周年にあたり、松代地震センターでは次のような要領で記念講演会を開催することとした。

1. 日時 昭和62年8月7日(金)13時～15時
2. 場所 長野県勤労者福祉センターホール
3. 講演
 - ① 伊豆大島の噴火と長野県の火山活動について
火山噴火予知連絡会会長、東京大学名誉教授
下 鶴 大 輔
 - ② 松代地震を顧みて
国立防災科学技術センター所長
高 橋 博
 - ③ 長野県における最近の地震活動について
気象庁地震観測所長 大 地 洗

相模灘西部における海底地震観測

鵜 川 元 雄 ・ 江 口 孝 雄 ・ 藤 縄 幸 雄

はじめに

昭和61年6月から7月にかけて自己浮上式海底地震計を用いた海底地震観測を、相模灘西部海域において実施し、地震活動を精査した。

相模灘西部海域は、フィリピン海プレートのもぐり込み境界である相模トラフと、現在本州に衝突しているといわれる伊豆半島とに挟まれ、フィリピン海プレート北端部のテクトニクスを解明するために重要な領域である。さらに、相模灘北西部では西相模湾断層が提唱されたり、あるいは神奈川県西部（小田原）地震の震源域の1つとして考えられるなど地震予知の面からも注目されている。相模灘西部から伊豆半島にかけては、伊豆

半島沖地震（1974年、M6.9）、伊豆大島近海地震（1978年、M7.0）、伊豆半島東方沖地震（1980年、M6.7）が発生したり、川奈崎沖や伊豆大島西方及び南方で群発地震活動を繰り返すなど、1970年代半ばより地震活動が活発化している。

この活発な地震活動の原因、あるいは周辺のテクトニクスや応力場との関連を究明するためには、地震活動を詳細に把握しなければならないが、震源域が海域であるため、陸上観測から得られるデータだけでは、震源精度と検知能力の両面で不十分である。今回実施した海底地震観測では、地震活動の活発な川奈崎沖と伊豆大島西方の震源域付近で実際に観測を行い、高精度の震源を得るとともに極微小地震まで検知して活動の詳細を明らかにすることを目的とした。また、はからずも観測のほぼ5ヶ月後に伊豆大島が噴火し、噴火前の伊豆大島周辺部の地震活動を知ることでもできた。

2. 観測の概要

自己浮上式海底地震計の布設と回収は、東海大学丸II世号（東海大学所属、700 t）により行った。布設は1986年6月18日から19日に、また回収は7月15日に行い、布設した全台を回収することに成功した。観測期間はほぼ27日間である。観測点の位置を図1に示すが、伊豆半島東岸沖から伊豆大島西方にかけてで、川奈崎沖と伊豆大島西方の地震群発域を含んでいる。観測点の水深は445mから1,620mである。観測点間の距離は、図1からわかるように10km程度であり、陸上観測網と同等かそれ以上の地震検知能力を目ざした。

今回の観測で使用した海底地震計は、CDP-II型1台とFFU-I型7台、合計8台である。COP-II型は3成分地震計を備え、各成分3段階の増幅

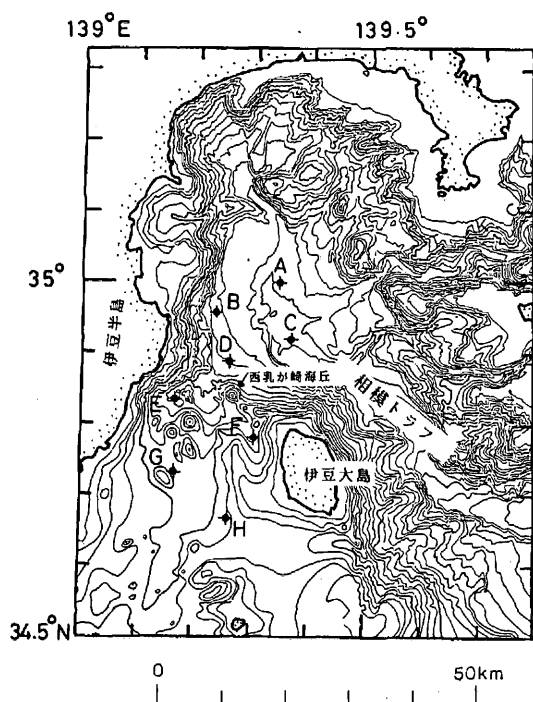


図1 海底地震計の設置点（A～H）

率で連続記録をMTに収録する。FEU-I型は、上下動、水平動各1成分ずつの地震計を備え、上下動は1、水平動は2段階の増幅率により、連続記録をカセット型MTに収録する。

回収されたMTは、一度上下動成分を全記録ビジュコーダーを用いて感光紙に再生し、そこから地震記録時刻を読み取る。次に、各地震計によって読み取られた時刻を照合し、複数の地震計で記録された地震を選び出し、記録をデジタル化して地震ごとの波形記録ファイルを作製、さらに検測を行うための可視記録をペンレコーダーを用いて再生する。今回は、4台以上の地震計により記録された地震を原則として抽出し、約440個の地震について再生記録を得た。

再生された記録から震源等を決定するために、P波、S波の到着時刻、P波初期動の押引き、振動継続時間を読み取る。従来はこの作業を物差しを用いて読み取り、時刻を書き写し、その後コンピューターへ入力するという手順で行っていた

が、今回から大型ディジタイザーを用いて、記録紙上で同定された位置を直接コンピューターへ入力するよう改善した。これにより、時刻読み取り精度が大幅に向上するとともに、読み取りや書き写す際の誤りをほとんど無くすることができた。また、読み取った記録からすぐ震源計算が可能となり、その結果を見ることによりP波、S波の再同定も容易になり、読み取りの質が飛躍的に向上した。さらに、400個余りの地震の読み取りから震源決定までをほぼ2ヶ月間でできるようになり、作業時間も大幅に短縮された。

2. 観測された地震活動

読み取られたP波・S波の到着時刻データをもとに、震源を決定した。海域における地震観測での震源決定で注意しなければならないことは、地震波速度の小さい堆積層が海底面を覆い、その厚さが観測点ごとに異なるために、水平平均的な構造

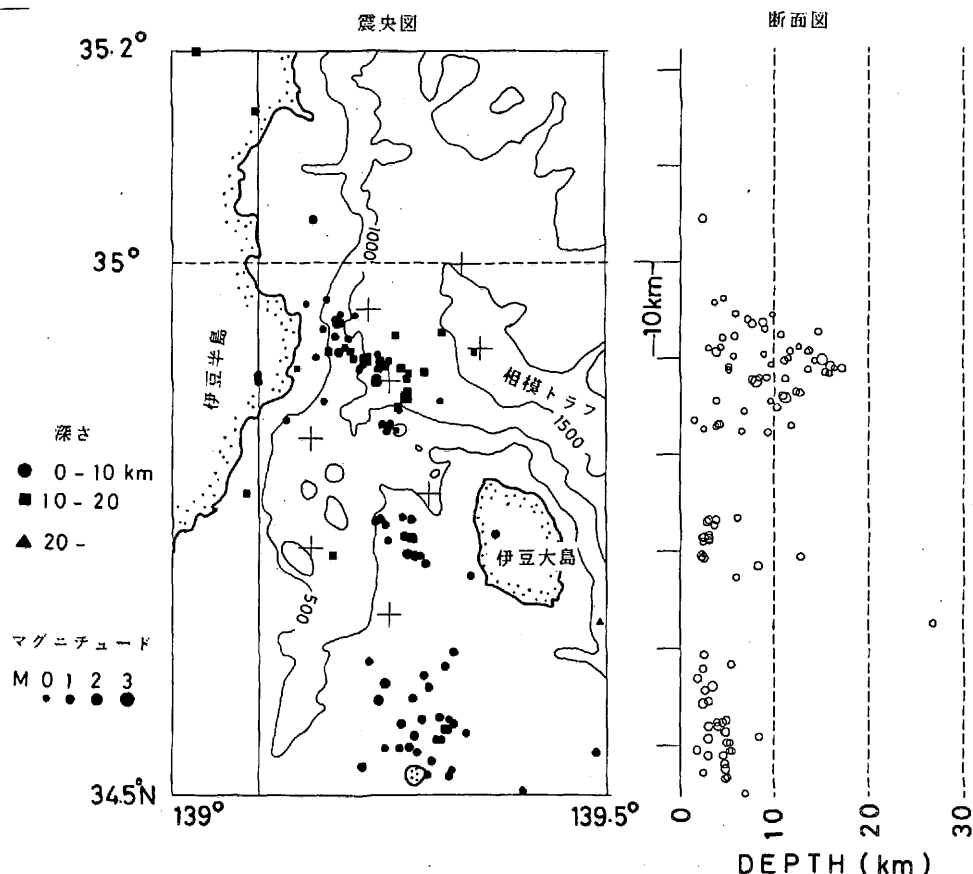


図2 震源分布図。左図は震央分布で、震源の深さにより○印(0-10km)、□印(10-20km)、△印(20km-)で示してある。右図は南北断面図。

を仮定して震源決定を行うと、推定される震源位置はしばしば真の位置から大きなずれを生ずることである。そこで、ここでは観測点直下の構造の不均質による影響を小さくするために、観測点ごとに走時に対する補正値を求めた。観測点補正値は、質の良い読み取り値データの得られた10個の地震について、走時残差の2乗和が最小となるよう、震源パラメーターと観測点補正値を同時に未知数とするインヴァース法によって推定した。

震源決定の結果得られた相模灘西部の震源分布を図2に示す。波形データを再生した全地震の約4分の1にあたる約110個が、この地図の範囲に震源決定された。この図で、地震の大きさは推定されたマグニチュードによって描かれているが、この期間中に図の範囲にマグニチュード3を越える地震は発生しなかった。この図から次の特徴がわかる。

(1) 川奈崎沖には、西北西—東南東に配列する地震活動が活発であった。この地震群の深さは、主に5～15kmであり、東に深くなる傾向がある。この深さは、防災センターの関東・東海地殻活動観測網で決定された川奈崎沖群発地震の主な深さ

10～20kmと比べると、5 km程度浅く、陸上からの観測の系統的なずれと考えられる。

(2) 川奈崎沖の活動の南に、小さく集中した地震群(図2でNTとして示してある)が見られる。この場所は、単成火山の1つである西乳ヶ崎海丘の直下にあたり海底火山との関連で注目される。この地震群の深さは、0～10kmで、川奈崎沖の活動より浅いようである。

(3) 伊豆大島西方約10km付近に地震群が見られる。深さは5 kmより浅く決定され、周囲の地震活動より明らかに浅い部分である。この場所は、伊豆大島近海地震(1978年)の前震活動域とほぼ一致している。

(4) 伊豆大島南方から新島にかけて、活発な地震活動が見られた。ただし、震源位置は観測網外であり、精度が低い。

上述のように主に4つの活動が見出されたが、その時間的な発生状況を示したものが、図3である。この図では、横軸を時間、縦軸をマグニチュードとして、個々の地震発生が示れている。川奈崎沖の群発地震活動は、陸上からの観測では静穏期として分類される地震発生頻度であったが、震源

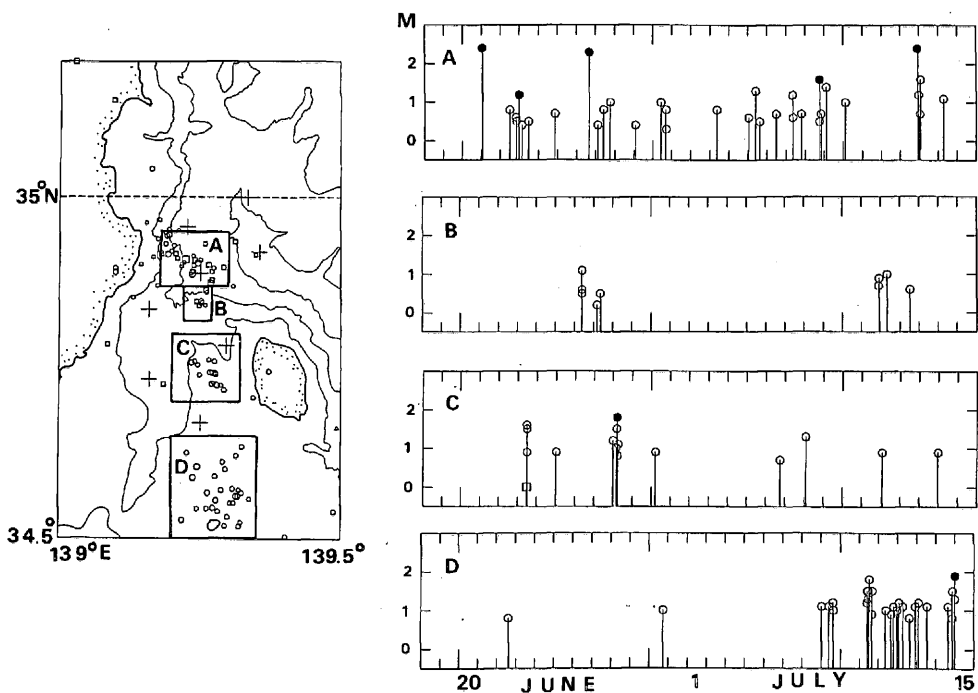


図3 4つの領域に発生した地震のマグニチュード—時間プロット。陸上観測点で検知された地震は●で、またマグニチュードの決定できなかった地震は○で示されている。

域近くで観測すると、観測期間全般にわたり極微小地震は活発に発生していることがわかる。また、西乳ヶ崎海丘直下と伊豆大島西方の活動は、地震の発生が時間的に集中する傾向にある。とくに、伊豆大島西方の活動は6月28日に顕著な集中発生が見られ、震源決定されなかった地震も含めると30分間に約40個の地震が近傍の観測点Fで捉えられた。その地震波形を図4に示すが、通常の波形をした極微小地震が連続して発生している様子がわかる。伊豆大島南方の地震活動は、観測期間後半に活発化した。

図3では、陸上観測網により検知された地震を黒丸で示したが、今回観測された時間的に集中した地震の発生はいずれも陸上からでは捉えられないものであったことがわかる。今回の海底地震観測網の地震検知能力は、観測網内でマグニチュード0.6程度で、このような高検知能力の観測により群発活動の詳細を明らかにすることができた。

おわりに

相模灘西部で実施した海底地震観測により、主に2つの点で大きな成果を得た。1つは、川奈崎沖の地震活動が西北西—東南東の配列をし、その深さが5~15kmであることや、西乳ヶ崎海丘直下の地震活動を捉えるというように、高精度の震源分布を明らかにすることができた点である。西北西—東南東の地震の配列方向は、伊豆大島北西端から西乳ヶ崎海丘にのびる地形の走向(図1)に一致し、また西乳ヶ崎海丘直下でも地震活動が見られることから、地震活動の原因と地形の成因とが密接に関係していることを示唆している。

他の1つは、高い地震検知能力によって伊豆大島西方や西乳ヶ崎海丘直下において陸上で検知できなかった微小地震の時間的に集中した発生傾向を明らかにしたことである。微小地震は周囲の応

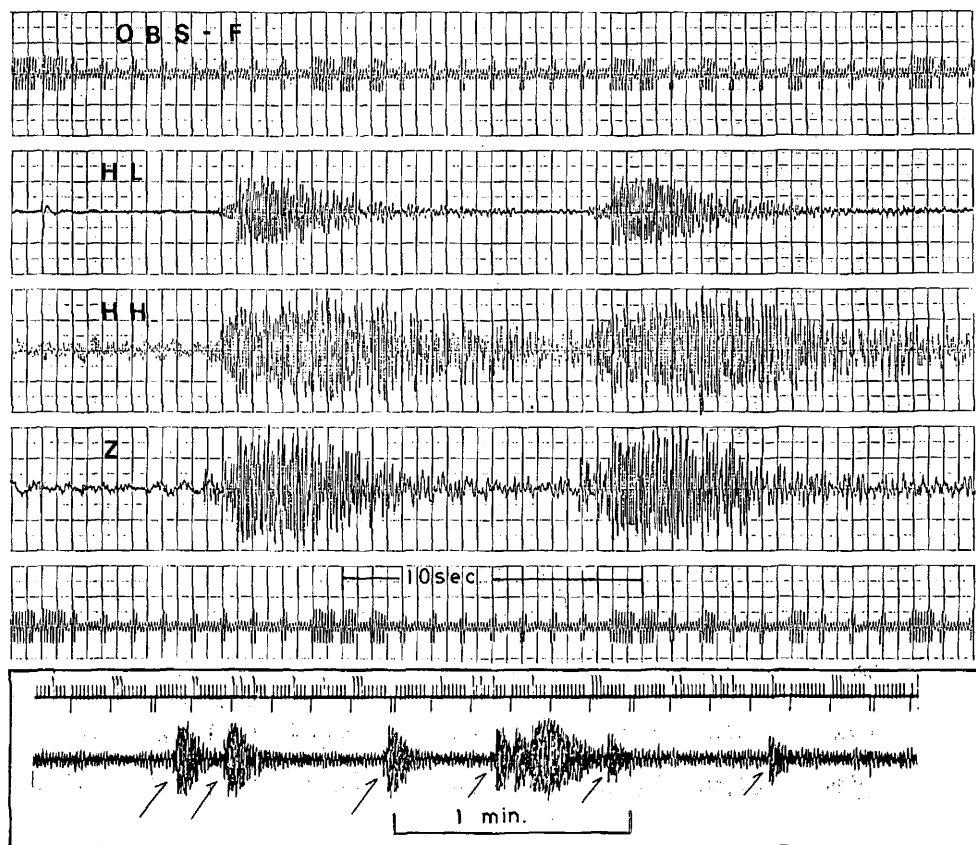


図4 伊豆大島西方で発生した群発性地震の波形例。上図は早送り記録で、Zは上下動 HHは水平動高感度、HLは水平動低感度を示す。下図は遅送り記録で、地震の位置が矢印で示されている。

力場の変化を敏感に反映して発生している可能性があり、群発地震域の地震活動の消長を知るとは、応力場変化を検知するための鍵になるといえる。今回、海底地震観測で検知した地震活動の大部分は陸上観測網では把握できなかったものであり、震源域近傍での高精度観測の重要性を示している。

今後の海底地震観測の課題は、地震計を設置するまでの準備、および回収してから結果を出すのに要する期間を短縮し、観測の機動性を高めることである。そのためには、記録装置のデジタル化等、海底地震計の改造を考えてゆかねばならな

い。また、海域で発生する地震活動の様式を明らかにし、周辺応力場変化との関係を究明して地震予知のために役立ててゆくには、観測期間をさらに長くすること、すなわち海底ケーブル等によるオンライン観測により連続データを得ることが必要である。特に、今回観測を実施した相模灘西部海域は微小地震活動が活発であり、かつ地震予知あるいは火山噴火予知のたもに重要な領域であり、連続データの重要性は非常に大きい。

(うかわ もとお・えぐち たかお・第2研究部、
ふじなわ ゆきお・流動研究官)

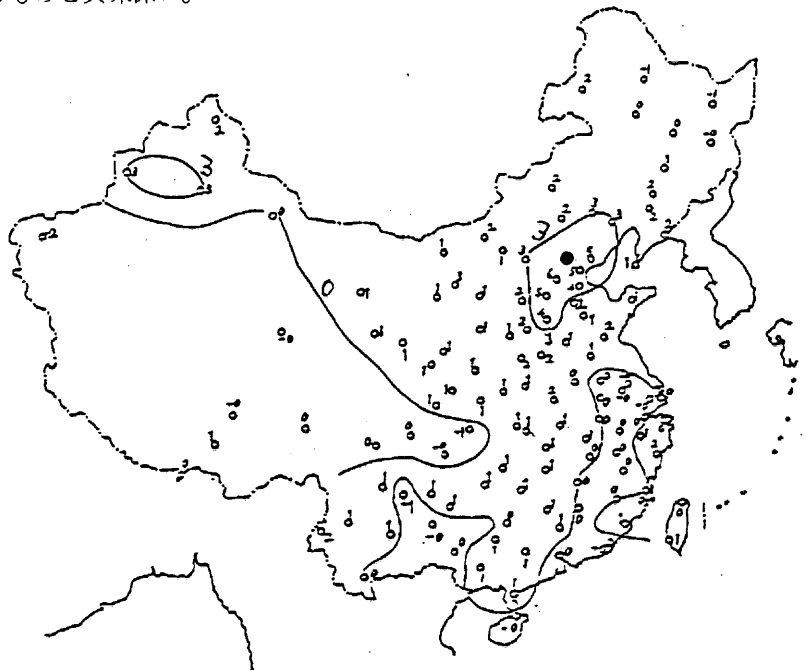
トピックス——気候変動と水資源との関係について

近年、気候変動と水資源の関係、とくにアジア地域の降水量変動を、モンスーン、チベット高原の役割、ENSO等に関連して説明されることが多い。

中国中央気象台が編集した「中国近五百年旱涝分布図集」は、1470年から1979年までの510年間における、洪水と干ばつの記録を大洪水、洪水、平静、干ばつ、大干ばつの5段階に区分し、中国全土の120個所を対象に調査を行った。

第1研究部の木下武雄は、この文献をもとに特定の1地点(北京、上海、西安)から、120個所の相関分布を求め、図のような結果を得た。図は北京の例を示したもので、相関分布の一般的な傾向と良く一致し、近くの地点での相関はよく、少し距離が離れると相関は下がり、さらに遠くなるとまた良くなる場所が見られる。

この関係は、上海や西安を基準にしても同様の傾向が見られ、いずれもシルクロードの先、特定点からほぼ3,000km離れている所に相関の良くなる場所が見られるのが特徴である。これは気象現象というテレコネクションを示しているものと興味深い。



はじめに

沿岸防災の研究において、海岸侵食——漂砂の問題は避けて通ることができないものである。この問題はとくに21世紀を迎えるに当たって、次の理由から緊急の課題となる。21世紀は確実に豊富な余暇時間をもつ高齢化社会となる。市民は今日と比較できないほど沿岸域を保養地として活用するだろう。海は人間に対して、幸、健康及び冒険心を与えるからである。とにかく海は陸地に比べて遠方もなく広い。そして砂浜は帰還地としてばかりでなく、高い生産性と保養性を有するために、非常に重要な場所（資源）となる。このようなことから、沿岸防災研究として漂砂の研究はより重要なものとなる。

漂砂現象は海岸侵食の問題として古くから注目され研究されて来た。しかしそれら是对処療法的な研究にとどまり、漂砂の仕組みは十分に解明されていない。その理由の一つは漂砂の現象が長期にわたる複雑でかつ強いローカル性をもつものであり、その観測が容易でないことである。例えば汀線変化について見ると、それは一般的に日変化（10m前後）が大きく年変化（平均±2m）は小さい。重要なものはより長期的なトレンドであり、この変化を正確に観測することはむずかしいことである。もう一つの理由は汀線から碎波帯までの漂砂の特性は比較的良く研究されているが、碎波帯から沖の「沖浜」の海域についてはほとんど研究が進んでいないことである。この海域は後述するように、最近の河川流出土砂量の減少による海岸侵食の問題を解く上で重要なところである。

以上述べたことにより、私たちは新たな社会的なニーズに答えるために、新しい観測法の開発を行い、「沖浜」の漂砂の研究を重点的に行う。観測海域を相模川河口域とした理由は、河口内に砂州

が毎年発達し社会的な問題となっているところであることと、海象データとして観測塔のデータが使用できることによる。本研究は実質的に昭和61年1月にスタートし、現在進行中である。よって今回は中間報告となる。

1. 国内の海岸侵食の概況

田中（1978）は航空写真から汀線変化を調べた。それによると、大規模な海岸侵食は著名な河川の河口周辺に生じていることを明らかにした。侵食が激しい汀線の後退速度は—5m/年以上とした。海岸に供給される土砂はほとんど河川からのものである。昔は河川から十分な土砂の供給があり、これにより海岸の砂は保持されていた。最近では河川水の減少に伴って土砂が減り、とくに河口付近の海岸の侵食が激しくなったことである。この事実から、岸沖方向に帰って来ない砂があり、その分だけ常に土砂を供給しないと、現状の海岸線は維持できないことである。すなわち、図1よ

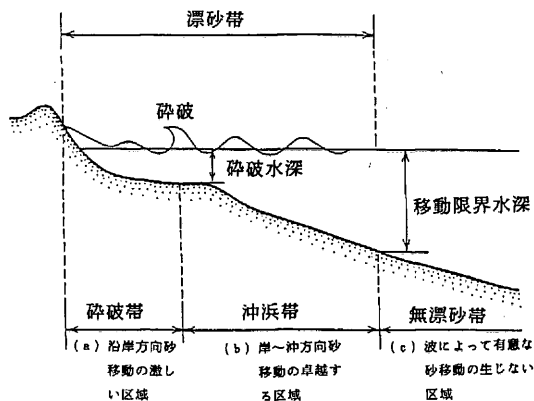


図1 漂砂帯模式図（佐々木，1976）

り異常波浪によって移動限水深より深いところに移動した砂は漂砂帯に帰って来ない砂となる。大きい波の時に汀線は後退し、沖に浅瀬（バー）ができ、波が小さい時に浅瀬はなくなり、汀線は回復する。このような循環は帰って来ない砂が生じた時に、砂を補給しない限り、維持されず汀線は後退することになる。

以上国内の海岸侵食の概況を簡単に述べた。これから分るように、河川の治水利用・対策は海岸侵食と密接な関連を持つものとして理解しなければならない。

2. 漂砂の調査法の開発

表1に主要な調査項目及び内容の概略を示した。私たちが新しく導入又は開発した観測法について議論する。

(1) 光電式砂面計による砂面高の精密観測（写真1）

沖浜の砂面の変動は非常に小さい。従来の測深

表1 漂砂（海浜変形）観測

調査項目	測定器	特徴及び効果
1 写真測量	主に航空写真 気球又は 凧からの写真	海面の上から広範囲の情報 汀線、波向き 過去及び現在の汀線変化
2 深浅測量	a 測深機 b 光電式砂面計	船に搭載。面的な海底地形の情報、精度に難点 1点での精密な砂面の高さの変動の情報 海浜の面的な侵食状況
3 底質調査	採泥器	中央粒径 漂砂の状況 移動限界水深
4 河川土砂流出量	河川水流 出量	砂の供給量
5 海象観測	波高、波向き計 流速計 潮位計	漂砂の外力

機による方法は約±20cmの精度しか有しないので、沖浜の精密な観測はできなかった。最近メーカーによって開発された光電式砂面計を沖浜に導入し、沖浜の漂砂観測を可能にした。この砂面計のセンサーは光電素子で、その精度はセンサーの間隔（2.5cm）で決まる。よって非常に高い精度となる。これを多数設置することにより砂面高変動の空間分布が、そして長期間設置することによりその季節変動が観測できることを明らかにした。

(2) 凧による波浪、流れの観測（写真2）

簡易的な空中撮影装置として気球によるものがある。これは古くから技術的に確立されているが、風に弱い欠点をもつ。凧は気球と異なって波浪が



写真1 相模川河口沖500mに設置された砂面計（2台、南北方向50cmの間隔、第2回目の観測）

発達する風の強い天候に適しており、観測経費も安い。このようなことから、凧による撮影装置の開発を行った。凧に搭載したカメラで波浪と流れ（フロート追跡）を撮影することによって、それらの特性を調べるものである。現在テスト観測を行っている。

3. 観測結果及び解析結果

(1) 深浅測量と砂面高の観測

砂面計設置点は海底地形によって決定した。そのために、小型船を用いて測深機による深浅測量を行った。その結果は図2に示す。この図から分かるように、水深5mを境として陸側は非常に複雑な海底地形であり、沖側は放物形の規則正しい地形である。とくに注目されることは陸側においてAとBの浅瀬である。これらの浅瀬の存在は、



写真2 風による空中撮影装置の観測

東岸から2つの沿岸漂砂の流れが卓越することを意味する。

沖浜の漂砂を調べるために、砂面計による観測を2回行った。第1回目は漂砂の空間的特性を調べるもので、図2に示した5つの観測点で行った。第2回目は季節変化の特性を調べるもので、代表的観測点(図2の②点)で長期連続観測を行った。

第1回目の観測から20日間(1986年2/14~3/18)のデータが得られ、次のことが分った。すべての観測点でほぼ同位相の堆積傾向(水深5m:10cm, 8m:7.5cm, 11m:5cm)であった。卓越方向は南南東にあり、観測塔で得られた卓越波の波向と一致した。

第2回目の観測から延べ200日間(欠損率約15%)のデータが得られ、次のことが分った。図3より、沖浜の侵食は異常波浪(有義波高1m以上、周期

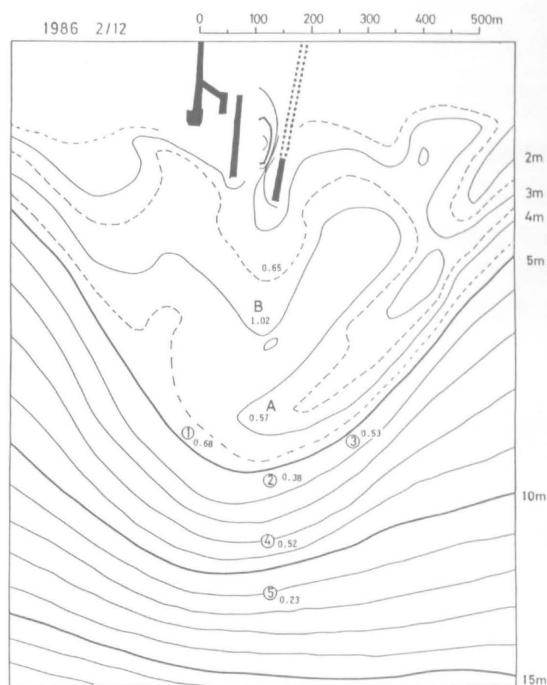


図2 深浅測量による相模川河口域の深浅図
測量は1986年2月12日に行った。①から⑤は砂面計の設置点を表し、数字はその地点の中央粒径(単位mm)を示す。

10秒以上)によって生じること、このような侵食の回復は早いこと。河川水の増水に伴う砂州のフラッシュ効果による沖浜の堆積があったこと。また季節変化の特性が分ったことである。

以上のことにより、光電式砂面計による観測は沖浜の漂砂の観測に有用であることが示された。

(2) 航空写真の解析結果

この解析法は単写真標定にもとづくもので、風による写真ばかりでなく航空写真にも適用でき、その有用性が示された。ここでは相模川河口域の航空写真(5組)の解析結果(図4)について述べる。この図より次のことが分る。第一に河口の右岸側(西の海岸)の汀線は非常によく安定

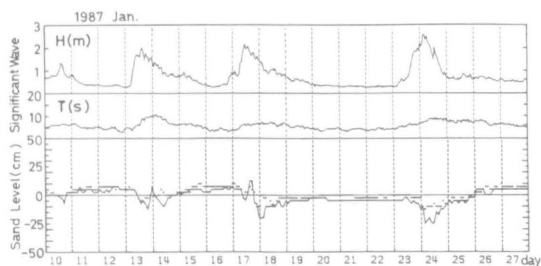


図3 砂面計で観測された砂面高の変動記録例。有義波高Hと周期Tは観測塔で、砂面高(Sand level)は河口域②点(図2)で観測されたものである。2台の砂面計のデータのうち、陸側は点で、沖側は実線で表した。

しているが、左岸側（東の海岸）の汀線は顕著な侵食（ -5 m/年 以上）を受けていることである。よって第2章で議論した著名な河川の侵食は相模川でも生じていることが示された。

第二に、右岸側の導流堤と岸の間の砂のつき方を調べると、昭和39年から昭和44年まで砂が堆積し、その後砂が存在していなかったことである。このことは、昭和44年から昭和48年を境に沿岸漂砂の主方向がそれ以前においては西（平塚）から東（茅ヶ崎）の方向で、それ以後においては逆の方向であったことを意味する。

以上のことから、相模川河口域の東海岸の侵食が激しいことが明らかにされた。このことと、第1章で述べた河口の砂州の発達是非常に関連の深いものと推測できる。

4. まとめ

本報告は中間報告であるが、漂砂研究において

今までにない観測技術が開発され、その観測成果はすでに一部得られた。さらに十分な成果を得るためと、地元からの調査の要望に答えるためにも今後とも研究を続ける必要がある。

最後に本報告の中でもっとも主張したいことは、河川水が減少しても砂浜は維持できるだろうかという問題である。この問題は沿岸防災研究で緊急的な課題である。これを明らかにするためには、沖浜を含めた大規模で長期的な砂面計等による観測が必要であろう。

この研究は、科学技術振興調整費による重点基礎研究「異常波浪による沿岸海底地形変化に関する研究」の一環として行われたものであり、千葉工大小泉俊雄助教授及び相模湾水産振興事業団の多大な協力をいただいたものである。

（とくだ まさゆき・平塚支所）

参考文献

田中則夫（1978）汀線変化の変遷，1978年度水工学に関する夏期研修会講演集，昭53，B-4.1～4.21

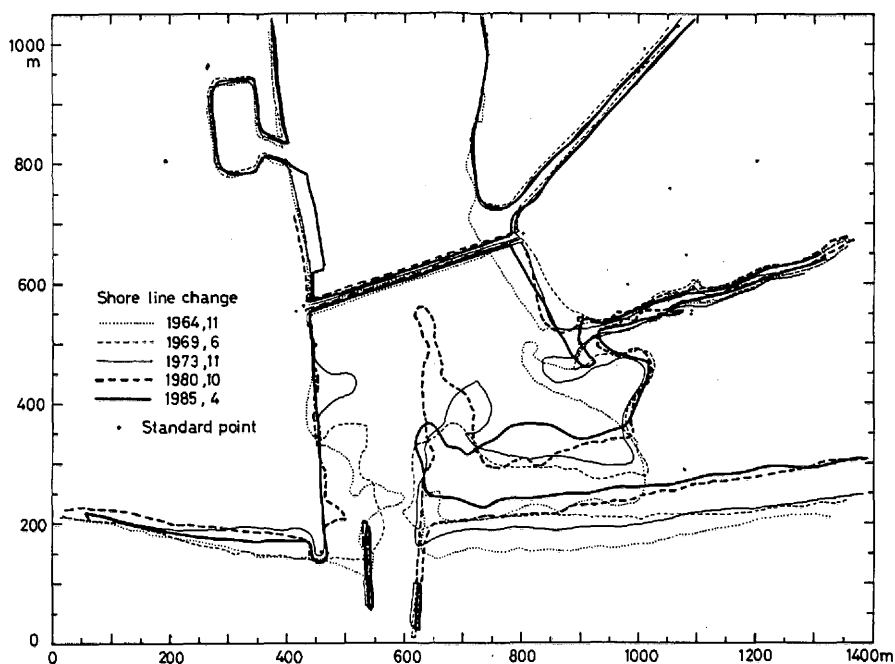


図4 航空写真解析による相模川河口域の汀線の経年変化

1987年5月16日富士山直下の低周波地震

1987年5月16日03時40分から44分にかけて、富士山直下で卓越周波数が1~2 Hzの“低周波地震”が発生した。図1, 2の波形例からわかるように、いくつかの地震が連続して発生しており、そのうち2つの地震について震源決定できた。

- (1) 03時40分48.8秒 35.365°N, 138.721°E 8.5 km
- (2) 03時41分10.4秒 35.385°N, 138.741°E 9.5 km

震源位置は図3に示すように、ほぼ富士山頂の直下である。最大振幅によるマグニチュードは地

震(2)付近で、2.2である。低周波地震はこれまでも1年に数回、富士山付近に観測されているが、今回の地震は1980年以降で最大規模の地震である。6月にも2日01時と17日04~05時に低周波地震が発生している。

この低周波地震活動は、富士山直下で発生していることから、火山活動と密接に関連していると考えられる。

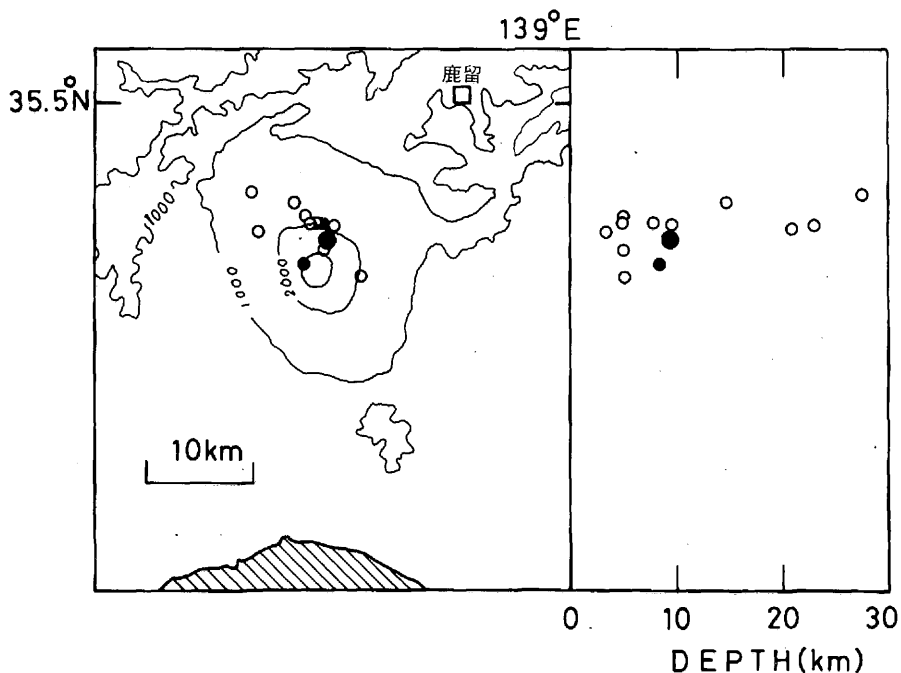


図3 富士山直下の低周波地震震源分布 (白丸: 1981~83年)

図1 鹿留での約5分間の波形（上下動成分）

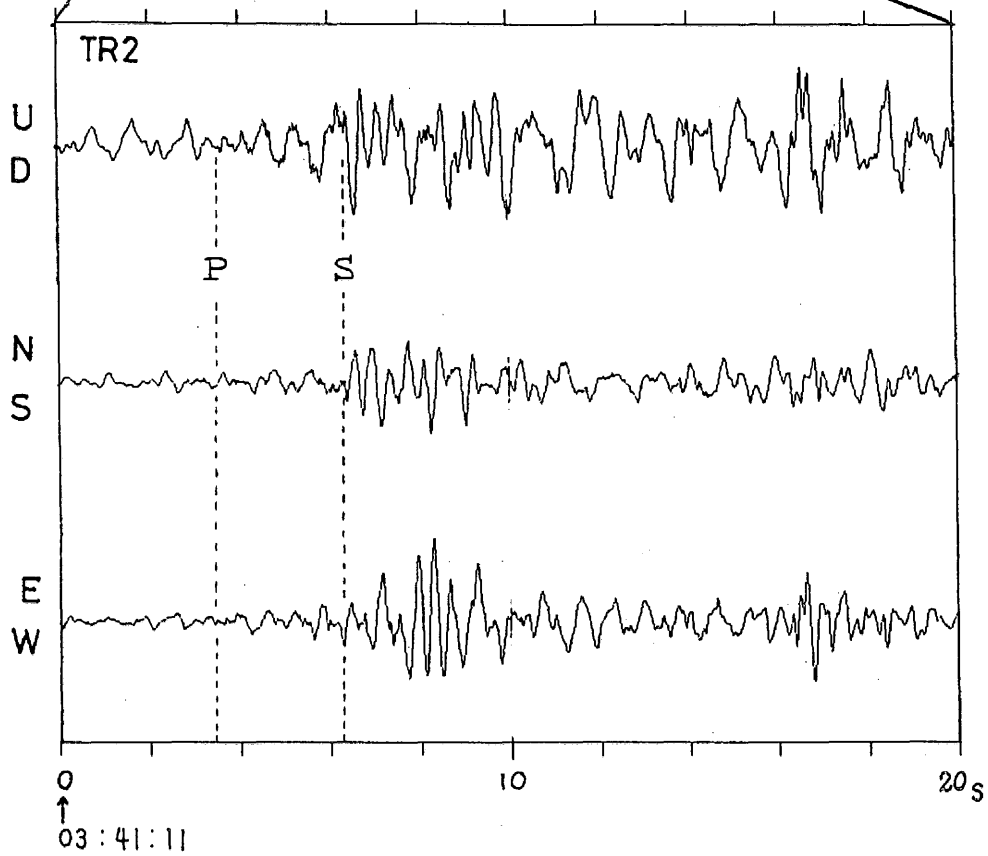
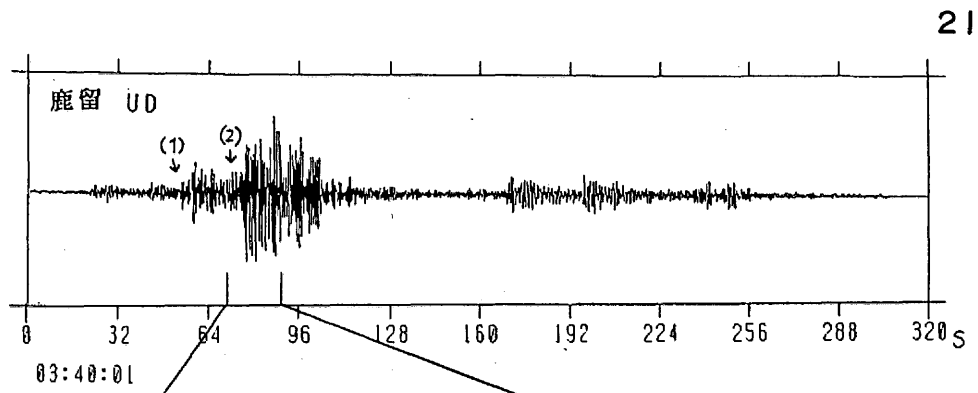


図2 鹿留での最大振幅付近20秒間の3成分波形

今冬の降積雪の特徴と雪害の現れ方

五十嵐高志

はじめに

私たちの先人は、雪に耐え、順応する生活を長い間続けてきた。しかし、近年、都市化やモータリゼーションの急激な進展に伴い、社会構造は著しく変化し、雪による障害や影響は次第に大きくなってきた。さらに、最近では高度な情報システムが発展してきており、雪による被害はより重大に、また、多面的になってこよう。

豪雪地帯では冬期間においても、夏期間と同程度の社会経済活動を維持するために、各種の雪対策がとられてはいるが、今日、完全な雪対策が確立されたわけではない。毎冬、各地で発生する積雪に伴う被害(災害)も、このような背景と、その冬の雪の降り方や積雪の多寡で、その被害や規模、あるいは被害の発生する地域が異なっている。

1986年から1987年冬期に、日本各地で発生した積雪に伴う被害を例に、現状を以下に述べてみる。

1. 今冬の降積雪の特徴

今冬の降雪の特徴を表す一つの目安として、石川県の輪島上空700mbの毎日午前9時の温度と、各地で発生した積雪に伴う被害の件数を図1に示した。図1の寒波の上側に、とくに、降雪の中心となった地域を対応させて示した。図1からもわかるように、寒波は5回あったが、最初の11月下旬の寒波で、冬型の気圧配置が現れて、各地で積雪が観測され、平年に比べて1週間前後早い冬の訪ずれとなった。

12月中旬からの寒波で本格的な冬型の気圧配置となり、下旬はさらに西高東低の冬型気圧配置が

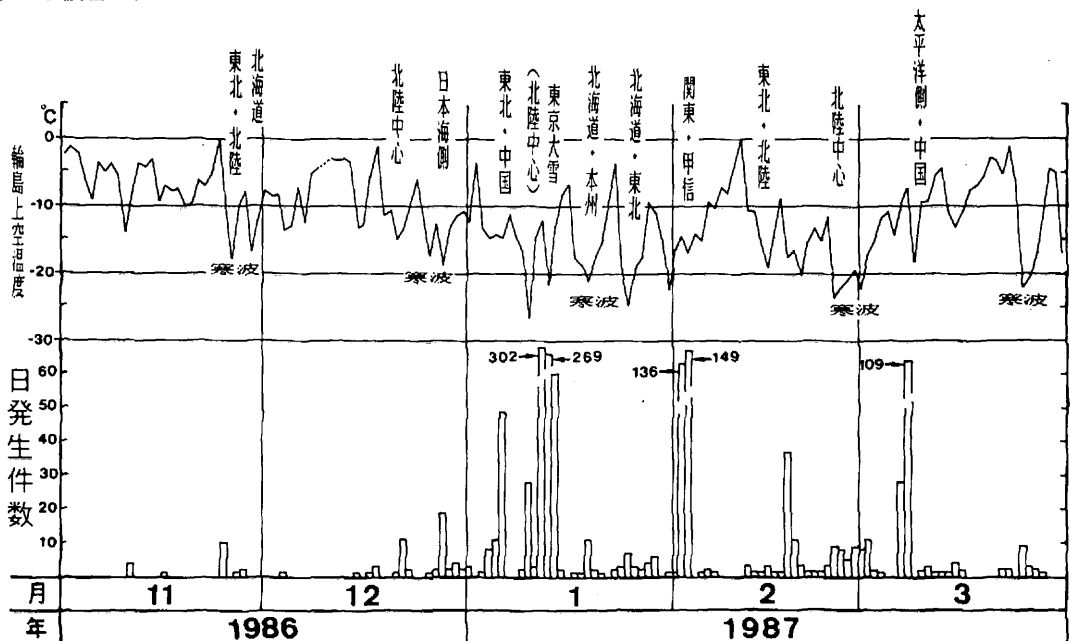


図1 石川県輪島上空700mbの温度、寒波、被害の日発生件数

強まって、各地で大雪となった。

1月上旬から2月上旬までの寒波は、周期的に弱まることはあったが、長い期間冬の気圧配置が続き、激しい降雪と厳しい冷え込みとなり、各地の積雪も平年値近くに達した。

2月下旬から3月上旬にかけての寒波では、積雪の少ない関東地方を中心に、大平洋側で雪が降った。豪雪地帯もこの寒波の雪で、積雪も平年値前後となった。2月下旬の寒波では、東北・北陸地方を中心に、強風が吹き荒れ、降雪は少なかった。長岡の雪害実験研究所構内の1986/1987年冬の積雪の深さの推移を図2に示した。

2. 積雪に伴う被害の現れ方

図1の下側に、11月から3月までの、被害の日発生件数を示した。図1の中央の寒波と被害の発生件数がよく対応している。寒波が強い時期と長期間続いた時期に、集中的に被害が発生している。これは、寒波が強まると冷え込みが厳しくなり、低温に関する被害が多く発生するためである。また、寒波が長期間続くと、積雪が多くなり、積雪に伴う被害が多く発生する。たとえば、低温では道路上のわずかの積雪が凍って、車のスリップ事故や歩行中(者)の転倒による死傷などであるが、その発生は短期間である。一方、寒波が長期間続くと、広い地域で積雪が多くなり、家屋や道路の除雪中、送電施設や鉄道施設の損壊、道路の通行規制、空港の閉鎖などの、直接的被害と間接的被害が、ゆっくりと発生する。

今冬の被害の現れ方は、前述の両方であるが、その特徴は地域による現れ方である。東京の大雪、関東地方の9回の降雪で、被害(件数)は、関東・甲信地方に多く現れた。

3. 雪による被害の発生地域と人的被害

新聞に掲載された積雪に伴う被害の発生した都道県と収集した記事数を表1に示した。表1に示したように、被害の発生した地域は、32都道県であっ

た。収集記事の都道県別では、新潟、東京、広島、鳥取、茨城などが多く、収集数は396件であった。

積雪に伴う被害は、多岐にわたって発生しているが、その中の人的被害だけを、被害の原因別に集計して表2に示した。人的被害のあった件数は1,476件、死者は97人、負傷者は717人であった。道路での人的被害が最も多く、車のスリップ事故(表3参照)、歩行中(者)の転倒が圧倒的に多い。

また、被害の原因別死者と負傷者を、図3および図4に示した。これらの図で明らかのように、スリップ事故による死者、負傷者とも、それぞれ全体の44.3%、63.8%と第1位になっている。死者の第2位は、登山者の山での凍死や歩行中(者)の吹雪などによる凍死が17.5%、負傷者の第2位は、歩行中(者)の転倒が20.1%となっている。

おわりに

今冬の積雪に伴う被害を例に述べたが、豪雪地帯では平年並みの積雪であったにもかかわらず、多種多様の被害が発生した。とくに、今冬は、積雪の少ない関東以西で、被害が多く発生した。これは、雪に対する知識や対策、いわゆる防御体制がとられていない地域の被害と、自動車社会という社会背景の雪に対する弱さが、顕著に露呈した

表1 新聞に掲載された記事の都道県別収集数
(1986.11~1987.3)

都道県名	収集記事数	都道県名	収集記事数	都道県名	収集記事数
北海道	6	東京	48	愛知	3
青森	3	千葉	8	三重	1
岩手	7	神奈川	8	滋賀	3
宮城	3	新潟	152	兵庫	3
秋田	4	富山	4	島取	22
山形	2	石川	1	島根	9
福島	7	福井	2	岡山	1
茨城	19	山梨	2	広島	23
群馬	5	長野	26	山口	6
栃木	3	岐阜	9	大分	1
埼玉	3	静岡	2	会 計	396

表中の数値は整理中のため3月31日までを示した。

と云えるであろう。

日本は近い将来、高度な情報システムによる情報化社会へ移行することであろう。その時には、また新しい形の雪害が起るであろう。今、考えられる新しい形の雪害は、送電施設や通信施設の損壊などで、情報の停止あるいは混乱によって、日常生活や社会活動の大混乱が予想される。

この報告は、雪氷災害の発生に関する統計的研究

において、管理部企画課資料調査室および雪害実験研究所第1研究室で収集した資料に基づいてまとめた。資料は、朝日新聞、毎日新聞、読売新聞、日本経済新聞、新潟日報、茨城新聞、日本海新聞、山陰中央新報から収集した3月31日までの記事を使った。

(いからし たかし・雪害実験研究所)

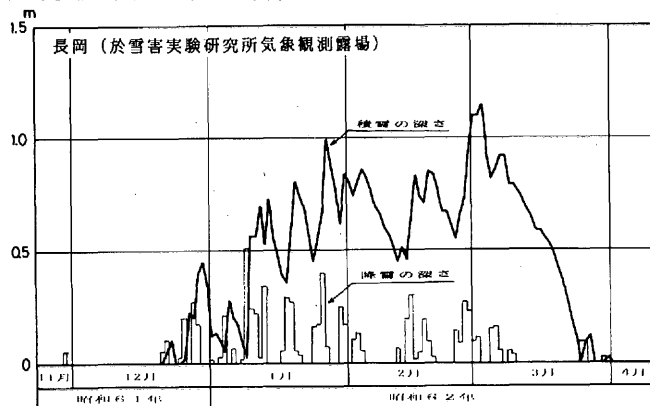


図2 雪害実験研究所における降積雪の推移

表2 雪による原因別死者・負傷者数(人)
(1986.11~1987.3)

被害の種別		件数	死者	負傷者
雪崩	作業中その他	5	3	6
	登山者	3	3	2
雪下ろし中に転落		30	3	17
河川, 流雪溝		13	7	0
除雪作業中		5	2	3
歩行中(者)		264	3	261
圧雪, 凍結, スリップ衝突		1,124	43	457
吹雪, 視界悪化		5	2	3
列車に關した事故		7	2	4
スキーヤー, スキー授業, スキー場		8	3	6
火災, ガス爆発		5	5	—
凍死	道路その他	7	7	—
	登山者(凍傷)	7	10	(3)
滑落(登山者)		2	3	0
その他		1	1	0
合計		1,476	97	717

表中の数値は整理中のため3月31日までを示した。

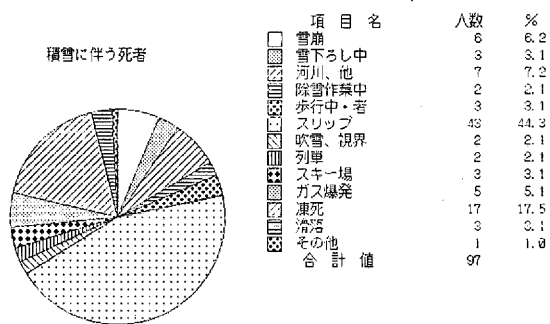


図3 積雪に伴う原因別死者

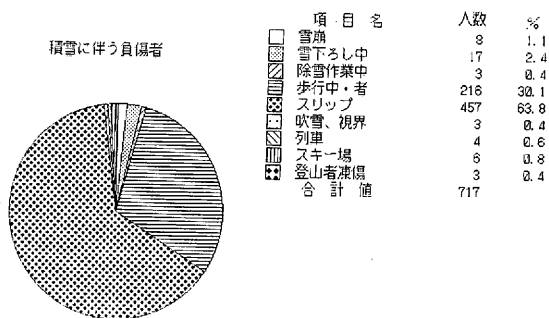


図4 積雪に伴う原因別負傷者

表3 都道府県別スリップ事故発生状況
(1986.11~1987.3)

都道県名	件数	死者	負傷者	都道県名	件数	死者	負傷者
北海道	1	3	3	石川	0	0	0
青森	2	0	1	福井	0	0	0
岩手	5	13	30	山梨	2	0	36
宮城	3	1	7	長野	1	1	0
秋田	0	0	0	岐阜	0	0	0
山形	0	0	0	静岡	1	1	1
福島	7	2	0	愛知	0	0	0
茨城	258	3	55	三重	1	0	25
群馬	1	0	7	滋賀	0	0	0
栃木	3	5	31	兵庫	2	1	4
埼玉	51	1	58	島取	73	2	7
東京	205	2	96	島根	81	0	4
千葉	3	1	0	岡山	0	0	0
神奈川	128	0	12	広島	171	1	35
新潟	121	6	36	山口	3	0	7
富山	0	0	0	大分	1	0	7
合計				合計	1,124	43	462

表中の数値は整理中のため3月31日までを示した。

防災科学技術

No.59 1987 July

昭和62年7月26日 印刷

昭和62年7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 フクダ工芸株式会社
