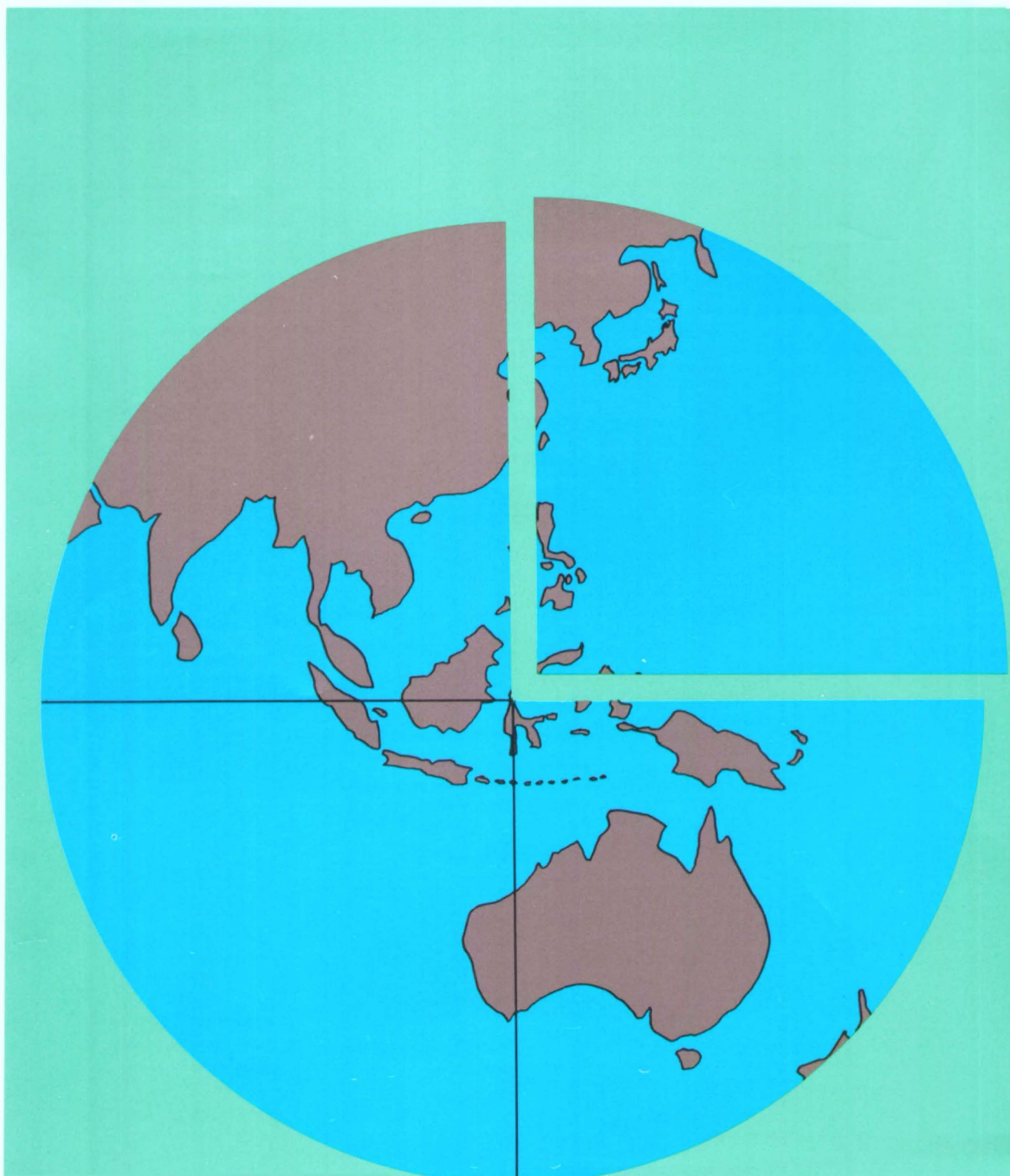


防災科学技術

NO. **65** 1989
Mar.

科学技術庁 国立防災科学技術センター

特集：研究活動の将来展望



目 次

特集：研究活動の将来展望

はじめに.....	高橋 博	・ 1
1. 気象災害研究分野.....	八木 鶴平	・ 4
2. 風害研究分野.....	竹田 厚	・ 8
3. 水災害防災研究分野.....	岸井 徳雄	・ 11
4. 海洋防災研究分野.....	徳田 正幸	・ 13
5. 雪氷防災研究分野.....	東浦 将夫	・ 19
6. 土砂災害防止研究分野.....	田中 耕平	・ 22
7. 地震予知研究分野.....	岡田 義光	・ 25
8. 地震防災研究分野.....	大谷 圭一	・ 29
9. 火山防災研究分野.....	熊谷 貞治	・ 33
10. 火災防災研究分野.....	植原 茂次	・ 37
11. 防災情報処理研究分野.....	幾志 新吉	・ 41
12. 災害の社会的問題に関する研究分野.....	水谷 武司	・ 44
13. 都市域防災研究分野.....	米谷 恒春	・ 48
14. 国際協力分野.....	木下 武雄	・ 52
15. 資料調査分野.....	小見波正隆	・ 58

はじめに

所長 高 橋 博

国立防災科学技術センターは、死者5千人を生じた昭和34年の伊勢湾台風が契機となって、昭和38年に設立された。

奇しくもこの年は、設立に先立って38豪雪災害に見舞われ、以後、昭和39年には新潟地震や島根豪雨災害、昭和40年には松代地震、台風26号による山地崩壊、はんらん、高潮による災害が発生した。以来、毎年のように自然災害は跡を絶たず、近年は、東海地震の恐れ、火山噴火災害も目立ってきた。

この間、当センターは、これらの災害について防災上の問題点を見極めつつ、科学技術上の課題をとらえ、自らの課題として調査研究を進めるかたわら、特別研究促進調整費または科学技術振興調整費による緊急研究に取り組んできた。これらの即応的な研究はもとより、国として重点的に取り組まなければならない研究については、特別研究費や経常研究費あるいは特別研究促進調整費または科学技術振興調整費等により研究に務めてきた。また、時代の要請として顕在化していないが、そのような場合のことを考慮しつつ、基礎的に進めておくべき課題については、経常研究費により実施してきた。

それらの実施に当たっては、科学技術会議、測地学審議会、資源調査会及び日本学術会議等の勧告等や各全国総合開発計画、豪雪地帯対策基本計画、原子力、宇宙及び海洋に関する諸計画ならびにIHP、AMTEX、GDP等の国際共同研究、UJNR耐風耐震及び地震予知技術部会、日米非エネルギー分野における科学技術協力等を十分考慮して、研究計画を建ててきた。

その間、大型耐震実験施設、大型降雨実験施設をはじめ、波浪等観測塔、雪氷実験装置等自体の研究推進上も重要であるとともに、関係機関ある

いは海外を含めた関連研究者の利用に供する施設・設備の開発・設置を図るとともに、東海地震や伊豆大島火山噴火の予知ならびに推移の捕捉のために、当所で開発してきた高感度微小地震及び地殻傾斜観測データの一部を気象庁の常時観測網にオンラインで提供している。

このようなことが行えるのは、各分野における研究活動の強化を図るとともに、降ひょう抑制研究用のIAG散布後、躯体が完全に燃焼消滅するロケットの開発、深層観測システムをはじめ、地殻傾斜、3成分歪、水圧破壊実験法、海底用ガンマ線スペクトル探査装置、新型速度強震計、火山専用空中赤外映像装置、マイクロ波散乱計、積雪深計、スノーパッチクルカウンターの開発等、信頼性が高く、高精度、高分解能で先端技術を取り入れた、あるいは先端的な観測装置や計測システムの開発を課題に応じて行ってきたことにもよる。

また、強震観測データの収集・解析・提供をはじめ、災害資料の収集・整理・解析・提供を図ってきたことも、自らの研究推進に貢献しており、微小地震等の観測データは専門家の間で活用されており、積雪観測データなどは、今回求められている豪雪対策用の他では得られていないデータであり、「地すべり地形分布図」は地すべり対策上如何なる機関も作成したことのない基礎資料で、地盤のデータベース化は、東海地震対策をはじめ主要地方自治体の防災対策に直接貢献し、第四紀地殻変動図はニュージーランドに続くもので、国際的に評価され、その後作られた「日本の活断層図」の基礎となった。特に昭和62年から始めた、雪に関する各機関のその年度の調査研究概要集は、産学官、地方自治体の豪雪対策に広く貢献している。

このように歩んできた当センターは、昭和63年をもって創立25周年を祝すことになった。たまたま、平成元年度より、次の四半世紀を歩むことになったので、これを機として、これまでの研究実績を省み、これまでをいしづえとして、内外の期待に答えて、さらに研究活動を一段と強化するため、この先5～10年程度を見通した展望を、各分野ごとに検討し、新しい歩み出しの目標とすることを図った。すなわち、いわゆる長期計画ではなく、それを立てるための素地のようなものである。その検討に当たっては、それぞれの分野における社会的・技術的ニーズを考察しつつ、当センターのおかれている環境を考慮し、自らの実績あるいは潜在的なものも含めた力量を基礎とした。

それぞれの分野においてかなり相違はあるが、研究を進める基本的な検討は当センターの場合4つあると思う。すなわち、災害過程を含め、現象の観測であり、高精度かつ信頼性の高いものが必要である。2番目は、災害の発生場（含む源）についての調査研究で、観測と対をなすものである。それらの研究を実施していくに当たっては、先端技術の適用を含む、新しいより高度な観測機器・計測方法の開発が必要であり、その場合、当庁関係機関の協力を得たりあるいは共同して実施することを今まで以上に図るとともに、内外の関係機関・関係者との協同を一段と強化することになる。3番目に大型実験施設を含む、物理的シミュレーションと、必要な場合スーパーコンピュータを用いる数値シミュレーションによる研究である。自然現象と災害の研究の場合、飛行士の操縦訓練のようなシミュレーションによる研究は開発しえないが、自然災害の内部構造をより深く理解するためには、この両者はともに不可欠の研究道具であり、また防災技術の成果やその問題点を解明するにも不可欠な道具である。4番目は資料調査活動である。大災害は影響する期間が長期間に及ぶため、内外の災害例をはじめ、歴史的資料から先史・地質時代におよぶ各種資料を解析することが必要である。それとともに、地球の不均質性と複雑性から、内外の他機関・他地域とのデータ

の交換が必要である。そのためには、当センター自身も質の高いしかも解析可能なように配慮されたデータの生産とそのファイルの提供を行うことが前提となる。そのため、昭和63年から平成元年にかけて、特に雪・海・気象に関する観測データ集の構成および内容を国際的にも活用されるものに改善するべく作業を進めている。そして、これらの様々なデータや資・試料を必要に応じて、必要な関係データを検索できる防災科学技術情報システムの開発を行う必要がある。これは大変な仕事であるが、昭和62年度からこの事に着手をはじめた。また、そのために必要な施設・設備の検討も開始した。

今日の研究は、一般に先端的になるとともに、ますます学際的になっている。また、我が国のかかえている諸問題の解決は、ますます科学技術に依存する度合いが大きくなっている。防災分野においてもこの傾向は強く、しかも、その場合災害現象の自然的条件による地域特性と、社会的条件による地方特性の両者を考慮しなければならない。さらに雪の場合を例に取れば、ますます深刻な問題となっている屋根雪処理にしても、雪を屋根から下ろしただけでは事はすまず、雪国生活に支障のない所までそれを移さなければ問題の解決にならない。しかも、雪は地面に一樣に積もるので、その地域全体の除雪計画を必要とする。他の災害の場合その具体的様相は異なるが、防災の場合、産学官というより、地方自治体との関係が産とは比較にならないほど大きい。研究交流促進法により、国内外の機関と協力し易くなったので、当センターとしては、地方自治体との協同・協力関係を特に重視していきたい。このような訳で、先端的な研究を行う反面、地場産業的な課題にも、今後とも目を向けていかなければならない。

また、学際的研究とは、単にそれぞれの専門研究者が集まればできるものではない。少なくとも学際的に進めなければならない研究では、専門家は各分野の基礎となっている事柄に関する知見と研究手段を備えていなければ、異分野間にまたがる課題の本質的な解明を行うことはできない。他

方、異分野専門家の協同研究として成立するような課題のかなめともなる研究上の要点と目標をはっきり示し、総合的研究として目的指向的にリードしていく研究者を得ることも必要である。

当センターは、防災対策や復旧の工事に直接携わることはないため、日頃から各分野の基礎的研究に主として従事してきた。また、内外の研究者の協力を受けたり、あるいは協力したり、協同して研究し易い組織をもっている。今日までの研究活動に対し、自らを省みつつ、さらにこれからの時代に一層ふさわしいように、研究の仕方と活動の様式を検討することは「国立防災科学技術センター」というこの名称を、文字通り生かしていく道であり、内外の期待に広く応えていくことになる。

本号の特集に当たり、各分野の担当者がその分野の関連研究者達と議論した結果を、自らの考えでとりまとめた。従って、公式的な当センターの方針とはいえない面がある。しかし、次の1/4世紀に踏み込むに当たっての研究者の思いの反映ではある。長期計画等を建てるに当たっての土台、あるいはその一部ともなるものと言えよう。今後数年ごとに将来の展望を見直すことは、頭を陳腐化させないために必要である。この検討のために十分な時間が得られなかったが、余り十分に検討すると優等生の作文となり、新鮮さが失われることもある。当センターの将来の研究方向をより有意義なものとするため、関係諸氏のご批判と励ましを賜われれば幸いである。

1. 基本的な考え方

自然災害はその原因をたどればおおむね“気象災害”と“地震災害”に分けられてしまう。しかし本稿でいう気象災害は図1に示したようにもっと狭い定義とする。すなわちある気象現象が出力となり、それらは雨や風や雪の形をとるが、災害現象から見れば入力となりいろいろな災害が起る。これらの個々の災害現象は、たとえば水災害とか風災害とか、地すべり・崩壊などとして他の稿にとり上げられる。したがって、ここでは気象災害を種々の災害現象をひき起す気象現象として捉えることにする。

それではつぎに、災害をひき起す気象現象にどんなものがあり、それらは空間的にどのような規模のものか、またどのような寿命を持つものかということを考えてみる。これらのことを端的に表わしたのが図2である。

縦軸は現象の空間スケールを表わす(対数)。図を読む時の助けとして、それぞれのスケールの生活空間からみた大きさを縦軸の左側に記入しておいた。一番小さな“防災センター”は大体500m×500mである。一方最も大きな“地球”は赤道周囲が40,000kmの大きさである。その他はそれぞれ常識的な感覚で大きさを理解していただければあろう。図1のIはメソスケール、IIはマクロスケールに当る。

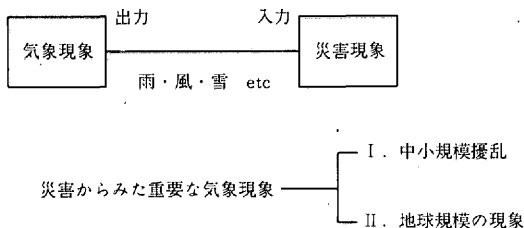


図1

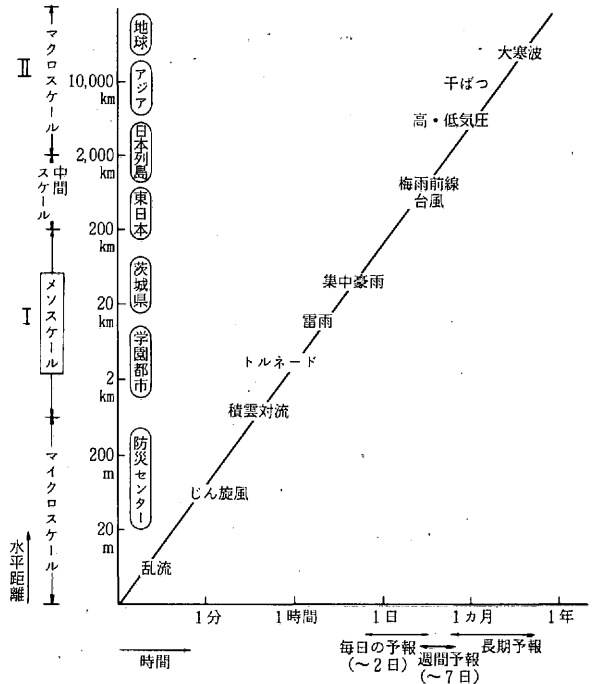


図2

次に、横軸は時間を表わす。やはり数分から数年までを対数でとってある。そして気象現象の予報がどのくらいの時間スケールで行われているかを横軸の下に示した。毎日の予報あるいは明日・明後日の予報は短期予報と呼ばれる。また1週間先までの予報は週間予報、1ヵ月から6ヵ月ぐらいの予報は長期予報と呼ばれる。図2では描いていないが数時間の予報は短期間予報、数年から数十年先の予報は気候の予測と呼ばれる。

ここで、図2で述べたいことを先に書くと、気象現象は空間スケールが小さい程(大きい程)時間スケールも短い(長い)ということである。図の斜線のようにおおむねよい相関をもっている。たとえば一個の積雲対流は1~2 kmの空間スケールを持ち、寿命は1時間足らずである。またこ

のような積雲対流の大きなものあるいは雷雨群となると数十 km の空間スケールを持ち、持続時間も数時間に及ぶ。梅雨前線や台風は日本列島のどこかに存在し、普通数日の寿命を持つ。一つの梅雨前線あるいは台風の変化や移動を追いかけるともっと大きな空間スケール、時間スケールになることが多い。高気圧・低気圧は日本列島規模で数日から数週間にわたり影響を及ぼすものであり、たとえば冬のシベリア高気圧などは更に大きな空間規模と時間スケールを持つ。干ばつや大寒波などの気候現象は数カ月から数年のオーダーで生起する。

縦軸の左側に空間スケールの区分けを描いた。それぞれのスケールの違いにより、図のように呼ぶことがある。たとえば雷雨はメソスケールの現象である。

次に、災害からみた重要な気象現象について述べる。もちろん図 2 に挙げたどの気象現象もその意味で重要である。これらのうち最近の気象観測技術と理論研究により、その予知・予測という観点では、かなりの成功を見、実用化がなされているものがある。毎日の予報とか短期予報などはその典型である。気象衛星・アメダス・レーダー・電子計算機などの発達に負うところが多い。しかし、予知・予測という観点で、未だその開発が待たれる現象がある。図 1 に示した、I. 中小規模擾乱、と II. 地球規模の現象である。空間スケールで言えば中小規模擾乱はメソスケール、地球規模の現象はマクロスケールに対応する。またそれぞれの時間スケールでの予報単位はそれぞれ短時間予報と気候予測に対応する。これらの現象が災害からみて重要であるというのは未だ予知・予測が困難な状態にあるという意味である。また予知が比較的うまくいっている現象に台風の進路予測などがあり、災害回避の点で重要である。

短時間予報の対象となる中小規模現象、たとえば雷雨や集中豪雨は局所的であり突発的である。このため現在ある観測網にかからないこともありまたその発生を見のがすこともある。降水の短時間予報でいえば現状ではレーダーで雨として捉え

てからの将来数時間の予測であるため、予報が現象の発達・移動に追いつかない時もある。このことは基本的には現象の発生・発達・維持過程がかならずしも明確に分っていないことと観測手法の未整備あるいは利用技術の不完全さによると思われる。

また地球規模の現象は衆知のように近年世界の各所に起っている干ばつや寒波、冷害などに関わる。さらに今後数十年以上の気候予測にとって重要な現象である。この現象は地表の大半を占める海域での観測データがとぼしく、また発展途上国での気象観測の未整備や大気と海洋を結合した気候モデルの未発達などにより予知・予測の困難が生じていると思われる。

以上、とりまとめると、本稿でいう気象災害とは災害現象をひき起す気象現象をさすこと、そして災害からみた気象現象として今後とり組まなければならない重要な気象現象としては中小規模擾乱と地球規模の現象があることなどである。

2. 国立防災科学技術センターの研究の現状

表 1 に現在取組んでいる国立防災科学技術センターの気象災害の研究の現状を表わした。またそれぞれの研究の内容を示すキーワードと中小規模擾乱(I)か地球規模の現象(II)かの区別を記した。以下それぞれの研究の位置づけと目的、内容を記す。

表 1

防セの研究の現状

- 1) 指定研究「降雪の地域特性」(~63):
降雪と地形、レーダー情報、I
 - 2) 特別研究「気象災害」(~4): 雷雨性豪雨、I
 - 3) 特別研究「地吹雪」(~4): 発生機構、立体的把握、I
 - 4) 振興調整費「降雪雲」(~4): 地形変質、人工制御、I
 - 5) 経常研究「大気・海洋」(~元): 広域の雲と冷害、II
- (1) 指定研究「降雪の地域特性とレーダー情報処理に関する研究」

地域性を考慮した降雪の研究がそれぞれの地方において重要であり、また実時間で得られる降雪に関するレーダー情報を行政・報道等で使用し易

い形で提供できる手法の開発が必要とされている。

防災に関する研究開発基本計画及び科学技術会議11号答申においては、防災に関する研究は地域の特性を考慮し、災害の地域性に対応し得る必要があるとしている。また、四全総に述べられている「今後一層の降雪対策の充実を図る」の基礎となる課題でもある。

したがって本研究では日本海側・太平洋側等地理的に異った地域および海岸平野・内陸盆地等地勢的に異った地域での降雪機構や雪雲の構造の特徴を調べ、比較研究することにより、降雪の地域的な特性を明らかにする。また効果的な降雪レーダー情報の表示手法についての基礎研究を進める。

(2) 特別研究「豪雨の発生機構と予測に関する研究（気象災害）」

防災に関する研究開発基本計画や航空電子等技術審議会地球科学技術部会での審議などにより集中豪雨の予測の重要性が指摘されている。したがって本研究では死者をもたらす災害の多くが局地的な豪雨に起因する事実に基づき、大気中の水蒸気が収束して豪雨を発生し、それを持続させる機構を、マイクロ波リモートセンシングやドップラーレーダー等の新しい観測技術を使って時間的、空間的に連続的に観測することによって解明し、防災的な視点から集中豪雨や雷雨性豪雨の発生の的確な予測技術の開発を行う。

(3) 「地吹雪の発生機構の研究」

防災に関する研究開発基本計画による異常気象等への対応技術の一環として取り組んでいるテーマであり、海岸平野に上陸してからの雪雲の降雪機構と、下降流の働きはいくつか予想される地吹雪の発生原因と実態の究明の一つとして重要である。

したがって本研究では地吹雪粒子を供給する雪雲の海岸平野における降雪機構、及びその雪雲からの下降流が地表で地吹雪を引き起す働きについ

て明らかにする。

(4) 科学技術振興調整費による総合研究「降雪機構の解明と降雪雲調節の可能性に関する基礎的研究」

降雪のメカニズムを明らかにするための、ドップラーレーダー等最新観測技術を使用した降雪雲の総合的研究である。

国立防災科学技術センターの担当は東北地方の日本海側において比較的大きな海岸平野を形成する庄内平野と新庄盆地で、季節風にのり平野部より丘陵を経て盆地に至る降雪雲の変質状況を複数のドップラーレーダーを用いて観測し、その地域的な特性を明らかにすることである。

(5) 経常研究「大気・海洋の熱収支とその変動に関する基礎的研究」

測地学審議会が当センターの参画を建議したWCRP（気候変動国際協同研究計画）では全地球的に広く分布する層状雲や積雲群の放射過程や発生維持機構が、冷害など異常気候をもたらす気候変動に大きい影響を与える諸過程の一つとして特に注目されており、本研究はその予備的な研究として位置付けられる。

本研究では積雲群と層状雲の三次元的形状とその変化および雲底下層の大気構造、海面の熱収支等を同時に測定することにより、乱流と乱流より大きな規模の擾乱がこれらの雲の発達にどのように寄与しているかの基礎的知見を得ることおよび東北地方太平洋沿岸の冷湿北東気流による層状雲と冷害との相関に関する知見を得ることを目的とする。

3. 長期計画

10年先までを目途に長期計画を考えると当然その前半あるいは当面は現在取り組んでいる研究の推進である。このことは1.で述べた基本的な考え方に半分以上は合致している。合致していないのはⅡの地球規模の現象に関する研究がはなはだ弱

いということである。したがって長期計画の後半はⅠの中小規模擾乱の研究とⅡの地球規模の現象の研究を併行して行うことが望ましい。

中小規模擾乱の研究では新たに国立防災科学技術センター構内に情報棟（別稿“資料調査”参照）を建設し、屋上に固定型の波長10cmのドップラーレーダーを整備する。このレーダーにより首都圏を含む関東地方の中小規模擾乱の研究を飛躍的に進展させることができるであろう。雷雨の発生前の大気下層の気流の収束の検出（プレストーム）や、前線性豪雨の特性の研究、台風のレインバンドの構造の研究、降水の短時間予測の高度化などが主な研究課題となるだろう。

地球規模の現象の研究では前述のように重要であるにもかかわらず現在の気象研究グループでは人員上対処し切れない。新たな人材が必要である。砂漠化の問題、温暖化の問題、異常気候の偏在の問題、オゾン層の破壊の問題など多岐にわたる課題があるが新しい人知で的をしぼった取組みが心要と思われる。

（やぎ つるへい・第1研究部広域防災研究室長）

1. 社会的背景

日本の国土やその周辺の海域は、地理的に台風をはじめとする種々の気象擾乱の通り道になっており、大気の動きは激しく、古来、人間活動は風の影響を大きく受けて来た。

風が人間活動の障害となるのは、まず流体力学的な力によるものである。強風時の風圧や激しい乱れにより、固定されていたものが移動・変形・振動などによって破壊され、運動していたものはコントロールを失なって事故を起す。風はまた、いろいろな物を輸送することでも障害を引き起す。砂や土、煤煙や火山灰、海塩粒子、雪などの他、熱や汚染物質等も運ぶ。

風がもたらすこれらの障害は、永年の経験やそれぞれの時代の科学技術によって、一応克服されてきたものの、しばしば予想を超える猛威の前に大きな災害を招いてきた。

経済が高度成長をとげた現代の社会では、人口の都市への集中が進む一方で、地方の開発も促進され、いままでには見られなかったような大規模の人の移動、物資の流通、情報の伝達、土地利用の高度化が、大都市を中心に全国的に広がった。その結果、建築物の超高層化、大型化、道路交通網の整備と高速化、超高速鉄道網の建設、航空路の増強と空港の建設、整備、港湾施設の大型化、近代化、マイクロウェーブ通信網、超高压送電などの施設の建設などが急速に展開されて行った。しかもこれらは気象条件に左右されることなく年間を通してフル稼働するを前提に今日の社会は営まれており、たとえ一瞬でも機能が損われることは大混乱を招きかねない。そのためこれらは先端技術を駆使し各種の障害を除く対策が講じられる

が、とくに、風害に対しては極限的な条件の下での対策が要求されているケースが多い。たとえば、海上を横断する長大橋や、複雑な地形の所に造られる空港、厳寒・積雪時の道路交通などである。

最新の科学技術の力により、施設（ハードウェア）そのものの耐風性はほとんど極限状態まで保障され则认为られるが、問題はそれらの運用（ソフトウェア）が、どの状態まで安全に機能するかという点にある。すなわち風「害」の発生を防止するには、極限的な条件に至るまでのどの段階で運用を制限するかという問題になる。その一つの要件が、異常な自然現象—突風など—の発現を正確に量的に予測することにあると考える。

さて、以上述べてきたのは、おもに人間が作ったものあるいは人間の行動そのものが風によって障害を受ける場合であった。言いかえると人間の生活空間内における障害であって、通常考えられる「風害」とはこのような場合を指すものと考えられる。

しかし、今日ではグローバルなスケールの「風」の、人間活動への影響も防災科学技術の研究対象として関心が深まってきた。つまり、異常気象とか顕著な気候変動によって災害が発生するとき、その元凶としてグローバルスケールの風—大気の運動が主体的な役割を演じている場合がある。たとえばオホーツク海高気圧の勢力が強い夏には、東日本の太平洋岸には冷害をもたらす北東風「やませ」に見舞われる。また、アフリカ東部からインド亜大陸に向って吹くインドモンスーンの消長は、インド等の国の経済を大きく左右するといわれる。さらに南米のペルー沖で3～4年ごとに発生するエル・ニーニョ（海水温の上昇）は、家畜の飼料として国際的需要を賄うカタクチイワシの

漁獲を激減させ世界経済を混乱させることは有名な話であるがその原因となるのは熱帯太平洋上の偏東風の変化だと言われている。この現象はアジアのモンスーンと結合しているとも考えられ、さらにこれに伴って世界各地に、多雨や干魃などの異常気象が発生するとされている。これら地球規模の気候変動のメカニズムを解明するために国連のWMO（世界気象機構）と、国際的な学術連合組織であるICSUが共同で世界気候研究（WCRP）を進めており、その中の熱帯海洋と全球大気の実験計画（TOGA）や世界海洋循環実験（WOCE）などの具体的な計画では、グローバルな風の分布と変化の情報を得ることは重要課題になっている。いまやこのような地球環境への視点は各国の科学技術政策にもとり上げられ、日本の科学技術庁の「地球科学技術……」や米国のNASAの「地球システム科学」などの形で推進が計られていることも付記しておきたい。

2. 基本的な考え方

1. でとりあげた「風」の害に対する社会的な要請を整理してみるとつぎのようになる。

- (1) 構造物などに与える風の影響の評価とその対策（耐風設計や災害防止策等）
- (2) 生活空間内（主として境界層内）の自然の風に関する現象の気象学的特性、とくに極限的な状態の発生の機構と予測
- (3) 異常気象や顕著な気候変動に関係する地球規模（気象学で言うメソスケールも含む）の大気の運動についての解析と予測のためのモデルの構築。

この中で(1)は主として工学的、技術的な手法での対応が要求され、大型の風洞を用いた模型実験や大規模な実験場による試験などが必要となる。当所では従来余り行なわれて来ていないが今後は、地吹雪や飛砂等の研究の一部として風洞設備を必要とする問題が出てくるであろう。

(2)に関しては当所でも、いままでに、地吹雪の

研究や、波浪等観測塔を利用して行われる大気海洋相互作用や風波の発生に関連した海上風の研究やマイクロ波散乱計の開発を含めた海上強風の特性についての研究、海水に働く風の応力の研究等特徴のある研究が行なわれてきている。今後はさらに直接、風害に結びつく竜巻やダウンバーストなど、気象擾乱に伴う上層の大気の運動や状態と下層（境界層）の風との結びつきを解明する問題がクローズアップされよう。これに対する観測研究のための施設の整備が急がれる。但し、気象官署のような体制をもつ必要はなく、また気象庁の観測データは最大限に利用できるような道を作るべきであろう。この分野のわが国の研究レベルは高く、先進国等と協力して途上国の抱える問題解決に寄与するような研究も積極的に行うべきである。

(3)についてもリモートセンシングによる海上風の観測（海洋開発調査研究促進費）やMOS-1衛星等のデータからの解析（振興調整費）などで当センターは予備的研究を進めてきており、国内外では先導的な研究として確かな評価を得ている。1990年代の半ばまでには日本のADEOS衛星がNASAの測風散乱計を搭載して本格的な全球の海上風観測が実現する予定である。当センターではこのデータを解析することによって、グローバルな風の情報を把握し、気候変動等の問題の解明と共に、海上交通等に不可欠な海上風、波浪及び海水の現況把握や予測手法の研究開発、さらには長期に亘る統計解析によって各沿岸域の波候特性の研究等でイニシアティブを取るポテンシャルは高く、是非、実行すべきである考える。この問題に関してはとくに国際協力が重要である。

3. 将来展望

さて以上の検討をふまえて、当センターにおける「風害」の防災科学技術研究の近い将来を大胆かつ簡潔に展望してみたい。

1. 風洞を使った実験研究

特徴のある大型風洞を本所または支所の構内に作り、飛砂、地吹雪、氷面応力、海面応力、風浪発達等に関する実験的研究を行う。

2. 大気下層の運動の観測研究（専用航空機による観測を含む）

ドップラーレーダーの増設、及びドップラーゾーダー、ウィンドプロファイラ(UHFレーダー)、自動追尾式レーウィンゾンデ受信装置、無指向型3成分超音波風速計等を新設するとともに、観測専用の航空機を保有し、平塚波浪等観測塔も利用して地表及び下層大気中に発生するダウンバースト等の突風、強風の発生機構とその予測、上層大気との関係、大気—海洋—地表面との相互作用等の観測研究を行う。観測専用航空機は災害調査をはじめあらゆる分野の防災研究に利用できるもので共同利用施設として所外の研究者からの要望も強い。機材を保有して運航、整備は民間に委託するものとする。観測機は種々の特殊装備が必要であり、それらの着脱が自由に、かつ迅速にできる専用機の保有を強く望む

3. 衛星データ等に基づくグローバルな風情報の解析研究

いままでの実績をもとに NASDA, NASA と共同して ADEOS 衛星の散乱計データから広域海上風情報の解析で当センターは主導的立場に立って研究を行う。また航電審の部分報告にある熱帯域の大気海洋研究センターの実現を促進し、エルニーニョや台風の発生に係わる気象擾乱の風をはじめとする熱帯域の観測研究を行ない、合わせてこの地域の防災研究の拠点作りを計りたい。

4. モデルの構築と数値シミュレーションによる研究

実験や観測結果を解析して得られた成果は、それらが行なわれた条件下での現象のメカニズムを説明するものであるが、「科学」はこれをもとに普遍的な理解を得ることを目的としている、予知、予測が使命である防災科学技術においてはとくにこれが重要である。具体的には現象のモデルを実験や理論に基いて構築し、条件を変えながら数値シミュレーションを行うことである。

この手法は、あらゆるスケールの大気の運動に適用できるが、当所の風害研究においては、風洞実験に対応した現象、および大気下層の運動について、既存のモデルを使い、あるいはそれらを改良し、さらには新しいモデルを作りながら、この手法を発展させたいと考える。

それにはスーパーコンピュータが必要になることは明らかで、かなり自由に利用できる体制が確立されなければならない。

(たけだ あつし・平塚海洋防災研究支所長)

1. 背景

我が国の経済規模の拡大は著しくGNP400兆円に達するとされ、このことは、国内に限らず国外においても、様々な面々に影響を及ぼしてきた。特に水文・災害環境へのインパクト、科学技術の発展及び諸外国への影響力の増大に伴う責任の増大はその影響の代表的なものである。

水文・災害環境へのインパクトに関しては、丘陵・低平地におけるここ数十年の開発は、我が国の千年にわたる開発に匹敵するとされており、地表面の変化、微地形の変化は、洪水・低水の流出等水文環境を変えるとともに、水害に対して十分な対策を講じないままでの丘陵地、低平地への進出は災害環境の変化、災害ポテンシャルの増大をもたらしている。これらのインパクトは、中小河川にとって集中豪雨による災害、大河川にとっては大台風による大氾濫の水害防止に関する研究の重要性を高めている。

科学技術の発展は、水文計測においても測器・センサー等の安価・高精度・高信頼性化により、水文現象の概念モデル化から、水文現象の直接観測により、物理過程を明らかにする方向をもたらした。ここにおいて現象を観測するフィールドとしての試験地の役割がますます重要となっている。又、電波等を利用したリモセン技術の発達により、より広域の水循環機構の研究（マクロ水文学）・観測の範囲が広がってきている。

又一方、経済力の増大は諸外国への影響力を増し、先進国としての責任を伴い、科学技術・研究を通しての国際協力、援助が必要となっている。

2. 基本的考え方

戦後間もない昭和21年のカスリーン台風、昭和34年の死者・行方不明5,000人以上を生じた伊勢湾台風による風水害を最後にその後死者・行方不明者1,000人を越える風水害は、生じていない。このことは、洪水、高潮に対する河川改修、予警報技術の発展、災害対策基本法等の整備、水防活動の組織化等に負うところが大きい。

しかしながら、昭和57年、58年の長崎、島根水害に見られるように集中豪雨による水害は、依然大きな被害を与えている。特に中小河川の要改修延長は、73,500kmもあり、この膨大な改修は、財政上ばかりでなく、種々の面で非常な困難がある。

又、堤防、治水ダムといった構造的な方法による水害防止対策は、ある計画規模を対象として設計されたものであり、長崎・島根水害や、長良川水害に見られるように計画規模を越えるような洪水にたいしてその発生機構、氾濫水の挙動の解明、水害予測技術の高度化等の研究が必要とされる。

これらの対策は、現在行われている水害対策の主たる方式である構造的対策のみでは、水害を防止することは、困難であり、非構造的対策を含めて水害防止の研究・観測を図るべきである。

又、各種科学技術特に、電波、固体・気体レーザ技術の発展はめざましく、特にミリ波帯及びさらに短い波長領域における送受信技術の発展により装置の安定性、耐候性が確保され、現場における観測が容易となり長区間・広域の降雨、蒸発散を含む水蒸気の挙動、土壌水分等の水文要素を観測することが可能になってきつつある。このような長区間・広域の観測手法をさらに発展させるこ

とにより、現在問題となっている地球規模での水循環機構を解明する有効な手段となりうる。特に、水蒸気に関しては、その分子という、非常に小さな粒子を観測するため、今まで観測が困難であったが、電波の位相差あるいはレーザ等の後方散乱等の観測により今後の発展が大いに期待できる。これらの研究は、対象となる範囲が広がるので当然海外の研究者との交流が必要となってくる。

3. 将来展望

(1) 中小河川の流出

中小河川は大河川に比し、改修が遅れており、その数も多い。又、河道勾配が大きく、流域面積が小さいため洪水流出速度が大きい。そのことは水防活動の上においては、警報・避難等に必要時間を多く採ることができないことであり、特に集中豪雨時において、洪水・氾濫の被害を甚大にさせている。

このように流域の水災害を軽減するには、洪水予測の精度向上に関する研究をさらに発展させることが要請されている。そのため、氾濫が流出に及ぼす影響、集中豪雨域及び移動が流出に及ぼす影響、集中豪雨の原因となる水蒸気の挙動、リモセンの洪水流出への利用の評価等の研究が必要である。

以上に加えて、洪水の発生、集中の過程を明らかにするため、斜面上における雨水の挙動、小流域から大流域への洪水流量の合成等の研究を進めていく必要がある。この研究のフィールドとしての流出試験地における観測、降雨実験施設を利用した流出実験手法の開発が必要となる。

(2) 超大洪水・高潮による氾濫

大河川の改修はかなり進んでおり、氾濫による被害は少なくなっているが災害ポテンシャルは増大している。このような地域に計画を越える洪水が発生したときに氾濫による甚大な被害が予想される。このような大洪水は、40～50年に1度の割合で生ずるという報告もあり、戦後の大台風

が多く上陸した時から40年以上を経た今日、それに対応するため、氾濫流の挙動のシミュレーション技術即ち、水理実験、数値実験の手法の開発及び水害被害予測技術の開発を行う必要がある。

(3) マクロ水循環機構

降雨、水蒸気、土壤水分等は、水循環における重要な要素であるが、その時間・空間分布を観測することがかなり困難であった。

しかし、電波、レーザ技術の発展により、これらの要素を広域的に観測できる可能性が高くなってきている。そこでこれら要素を観測する手法の開発を行って広域の水循環を明らかにしていく。又、衛星リモセンによるこれら要素の観測手法と合わせて、より広域、例えば、わが国の水循環に大きい影響を与える東アジア地域、さらにはより広い地域における水循環機構を明らかにする。

(4) 国際協力

以上、(1)～(3)の研究を進める上で外国との共同により、さらに研究を発展させることができる。例えば、我が国で生じた以上の大洪水・氾濫の外国における観測記録は、将来の我が国の大洪水・氾濫を研究する上で有用であるし、(3)の研究を進める上でも共同研究は不可欠である。

又、国際水文計画 (IHP)、国際防災の10年 (IDNDR)等の事業及び外国の機関等とも連携を取って進めていく。

さらに、経済大国の責任として、あるいは、出超覚悟の援助的共同研究・研修も必要である。

(きしい とくお・第1研究部風水害防災研究室長)

1. 背景 (社会的ニーズ)

わが国は太平洋の西岸に位置する島国で台風の常襲地域であり、また世界有数の地震地帯であるために、その沿岸地域はしばしば異常波浪、高潮、津波等の海からの災害に見舞われて来た。とくに近年大規模の集団住宅が海岸の埋め立て地に、また各種構造物が沿岸海域に建設され、さらに運輸、水産業およびレジャー産業による沿岸海域の活用が盛んになる傾向があり、ひとたび沿岸災害が発生すると国民の生活を大混乱に陥れる危険が増大している。

このような状況において、今まで沿岸災害を防ぐために、直接に関係する自然現象について局部的に調査・観測を行い、災害の予測と防止の研究を行って来た。しかしながら最近開発されたリモートセンシング技術による観測、とくにランドサット、ノア等の人工衛星からの地球観測により、局所的な異常現象は地球規模的な現象に密接に関係していることが分かって来た。例えばエルニーニョ現象が上げられる。この現象は当初ペルー沖の海水温度異常の地域現象であると思われていたが、衛星の画像データより赤道太平洋域のみならず、広汎な太平洋ひいては地球規模的な現象であることが強く示唆された。このようなことから、これからの海洋防災研究においては、より広域的 (地球規模的) な視点が必要であることと、衛星によるリモートセンシング技術が非常に重要なものとなることである。

海洋学の研究の流れを調べ、海洋防災研究の社会的ニーズを分析する。海洋の研究は海流循環の研究を中核に波浪、津波、大気・海洋の相互作用、沿岸域の研究に分けられ、第2次世界大戦後、実

質的に発展して来たと言える。それ以前はむしろ大陸の西側にできる黒潮やメキシコ湾流の強い海流の存在は知られていたが、その力学的特性は観測されていなかった。計測器は転倒温度計とナンセン採水器ぐらいのものであった。大戦後、BT, GEK, LORAN の3つの測器の出現は海洋学を大幅に変えた。これらの測器によって海流の力学的な構造が明らかにされ、定常海洋大循環理論 (Sverdrup (1948), Stommel (1948), Munk (1950)) が確立された。この理論は水平混合と β 効果を導入し、上記の二大海流の平均的な特性を非常によく説明する画期的なものであった。問題点としては第1に無流面の仮定、第2にあいまいな水平混合係数の仮定である。その後の研究の大きな流れは第1の問題の研究に対して、二大海流に匹敵する規模をもつ赤道潜流の発見 (Cromwell (1951), thermocline model) の開発、深層循環の研究、第2の問題の研究に対しては黒潮のメアングに見られるような変動性の解明、中規模渦の発見・解明の研究へと進んでいく。もう一つの流れは外力である大気と海の相互作用の研究である。

(1) 深層循環の研究

第1の研究に対して、当時精度の高い、安定した流速計が開発されていなかったため研究が進まず、1960年代になって Swallow ブイ (水塊追跡用ブイ) による組織的な観測が開始され、実体が少しづつ明らかにされ、この成果は深層循環の研究へと発展していった。

(2) 中規模渦の研究

第2の研究に対して、中規模渦の研究が注目されている。この渦の発見は1960年バミューダ諸島

の西の海域、水深5000mで中立浮きの追跡観測（14カ月間）によるものであった。その流れの大きさは予想値より1桁大きいものであった。組織的な観測は1970年代に多数の精度の高い流速計を用いて観測が行われた(MODE)。それによると、渦の特性は直径200km、周期60日～80日で、ほぼ直立したものであった。このように強い渦にもかかわらず発見が遅れた理由は密度成層を伴わない渦のため、精度の高い流速計の計測を必要とするからであった。この渦は明らかに上述した深層循環に大きな影響を与えられるが、このことを含めて海洋の大循環への役割、発生・発達機構等については今後の課題となる。

(3) 大気・海洋の相互作用の研究

第3の研究に対して海洋ばかりでなく気象の現象をすべて含む地球規模的なものとなる。これらは熱のソースである赤道付近から、熱のシンクである極地への対流過程にすべてまとめられる。今までの研究の領域はある海域内で閉じる傾向のものであったが、これからは衛星データを十分に活用し、地球規模的な視点にたつて、より密度の高い研究が要求される。海洋防災研究に密接な課題を考えると、海水域、海面水位の上昇、気団変質に関する研究が上げられる。

(ア) 海水域の研究

海水域に関する研究は物性的研究、船舶安全航行及び海上構造物に関する研究が今まで主流であった。しかし大気・海洋の相互作用の問題から考えると、非常に重要な意味をもつ。すなわち、海水域は世界の海の1割を占め、そのうちの約7割は冬期に凍り春期に融解する一冬氷である。このような海水の凍結・融解現象は毎年起こり、大気・海洋間のエネルギー交換に大きな影響を及ぼすことになる。例えばオーホック海の8割が厚さ80cmに凍った場合、これを解かすのに必要なエネルギーは日本の原油輸入量の25年分に相当すると言われている。このように考えると、海水域の研究は地球規模的な気候変動の解明に重要なものであることが分かる。海水域の観測はきわめて困難なものであったが、再三述べるように衛星データの活用等により、今までにない研究が期待される。

のであったが、再三述べるように衛星データの活用等により、今までにない研究が期待される。

(イ) 海面水位の上昇に関する研究

海面水位の上昇に関する研究について述べる。これは人間活動によるCO₂等によるものである。よく知られているように、大気中のCO₂等の増加は温室効果により地球の温暖化を促進し、それによって大陸上の氷の融出や海水の膨張が生じ、水位が上昇するものである。水位上昇の大きさと速さが問題となる。わが国や米国の最近の調査によれば30～40年後で最大1～2mの水位上昇が予測されるという報告もある。もしこれが事実となると、水位上昇のスピードは非常に速いことになる。この章の初めに述べたように、海の埋め立て地は一般に低い土地であるために深刻な事態となる。このような事態を未然に防止するために、水位の監視体制と予測法について確立する研究が必要となる。監視体制の中には衛星による、広域的な海面水位と両極域や高山の雪氷分布の観測をも含むものである。

(ウ) 気団変質の研究

過去に行われた組織的な研究は、東シナ海で行われたAMTEX観測(1972, 1973)がある。これは春先に急激に発達する低気圧(台湾坊主)の発生解明の観測的研究であった。雪氷防災研究において日本海側の豪雪の機構の研究は重要な課題の一つである。この問題は日本海からの水蒸気の供給による気団変質の問題となり、大気・海洋の相互作用が重要となる。しかしながら、それだけ(鉛直方向的視点)では解決しない。すなわち、大陸と海の効果の作用という水平方向的な視点からの研究も必要となる。このような視点からの豪雪機構の研究は今までなされておらず、組織的な研究が要求されている。雪氷と海洋防災研究が1つにまとまって広い視点で研究をすることである。日本海には拠点となる海洋観測点がないので、海洋観測塔を設置して長期的な観測体制を確立する必要がある。

(4) 沿岸域の研究

ここでは沿岸域においてとくに重要となる研究について議論する。取り上げたテーマは津波、高潮、波浪、漂砂の研究である。

(ア) 津波の研究

津波防災研究において、もっとも必要とされる情報は来襲の時刻、最大波高、継続時間の情報である。よってこれらの情報を精度よく予測するための研究が求められる。いままでの研究によれば、津波の発生機構と沿岸遡上の効果について研究すべき点がある。

最近の国外での組織的な研究は NOAA (U. S. National Oceanic and Atmospheric Administration) と USACE (U. S. Army Corps of Engineers) の共同プロジェクト PacTOP (Pacific Tsunami Observation Program, 1978) である。これはしばしば津波が発生するアリューシャン海域に深海津波計を、ハワイと米国西海岸に精密な検潮儀を置き、津波の発達、伝播、沿岸遡上を一貫して観測し解明しようとするものである。一方実用的な津波予測システムとしては THRUST (Tsunami Hazards Reduction Utilizing System Technology) が NOAA で開発され、1988年よりチリのバルパライソで実施された。このシステムは地震計の加速度の解析から津波の発生を予測し、衛星によって情報の伝播を行う方式である。

わが国においては気象庁が国内に設置された地震計から情報をもとに、全国の沿岸の津波予報の業務を行っている。1983年の日本海中部地震津波は日本近海に震源をもつ地震によるもので、太平洋を伝播してくるものと非常に異なった性質をもつことが明らかにされた。このように近海で生じる津波の予測法は従来の気象庁のものでは十分でなく、より効率的なものが必要であると言える。

(イ) 高潮の研究

高潮は台風などによる強風及び気圧低下の効果によって引き起こされるが、どの海岸でも起きるものでなく、災害となる地域は限られるものである。よって、防災研究において問題となることは、ハード的な対策として高潮が発生しやすい海岸に

対しての防潮堤の整備であり、ソフト的な対策としてその予測法の確立にある。後者について気象庁によって予報業務としてすでに行われているが、精度的な問題で改善すべき点がある。これを行うためには、水面に対しての風の応力の作用のメカニズムの解明が必要となる。

(ウ) 波浪の研究

波浪は影響を及ぼす範囲が広いので、防災研究の中で中心的な課題の一つとなる。波浪予報について、有義波法による理論が Sverdrup & Munk (1947) によって作られ、スペクトル法による理論が 1957 年に Phillip と Miles によって確立された。日本では気象庁によってスペクトル法による数値モデルが作られ、1977 年から外洋波浪に対して、1987 年から沿岸波浪に対して予報業務が実施されて来た。定時観測は気象庁と港湾技研のによって全国ネットで行われているが、両者の目的が異なるために必ずしも十分に機能していない。

本章の初めのところで述べたように、沿岸域の利用が高まるにつれて精度の高い波浪予報が要求される。これを行うためにモデル海域を設けて密度の高い観測を行い、うねりと風浪の相互作用、海底の影響を明かにする必要がある。また上述した定時観測はほとんどの場合波向き観測を含んでいない。この情報は漂砂の研究や構造物の設計等において重要となるために、観測法の確立が望まれている。

(エ) 漂砂の研究

海岸侵食は全国の海岸で見られ、とくに大きな河川の河口周辺で深刻である。この原因は二つある。第 1 は河川流量の減少による海への流出土砂量の減少である。第 2 は海岸における各種の利便施設による沿岸漂砂の分断である。実際はこれらが複合して起きている。基本的な海岸侵食対策は堆積した地域の砂を、侵食した地域に返すという、きわめて単純なことである。このことを行うためには土砂の収支の定量的な調査を必要とする。この調査において、解決しなければならない 2 つの問題がある。第 1 に土砂収支の評価法の確立である。第 2 に管理者が多官庁多部署に及んでいるた

めに調査の実行が難しいことである。

以上のことにより、今後必要な研究は土砂収支に関する長期観測と土砂収支モデルの研究、海岸保全を保つための最適土砂流出の研究である。

(5) 計測器の開発

上述したように、計測器の開発は自然現象の解明に非常に大きなインパクトを与える。今日の基本的な測器はBT、LORAN、GEKの他にSTD、XBT、アンデラ流速計となる。これらの測器を開発するのに非常に長い時間を要した。荒天時においても使用でき、精度の安定性は1年間以上保証されなければ実用器として意味をなさない。このように海洋測器は水圧、波圧、流れ、付着生物等の影響を受け、さらに設置・回収が容易でない。一方、気象においては基本測器として、気温計、気圧計、風向風速計、雨量計であり、これによる観測網は大戦前に出来ており、これらのデータに基づく数値予報は1950年代に確立されている。海洋における観測網は沿岸での波浪計、検潮儀だけであり、予報は潮位、高潮、津波、波浪に限られ、気象に比べると非常に遅れていると言える。

現象のスケールを考えると、海洋中の渦の水平スケールは大気のものに比べて1桁以上小さいことである。逆に観測網の密度は1桁以上海洋の方が粗いことである。このギャップを改善しない限り、海洋の研究の飛躍は期待できない。このようなことにより、衛星による海洋観測技術等の開発研究が期待される。

2. 基本方針

第1章で海洋の研究の流れを分布し、これからの海洋防災研究において、どのような研究分野が重要となるかを議論した。将来展望はこれをもとに直ぐに結論されるわけでない。なぜならば、将来展望を決定するに当たって、社会的ニーズばかりでなく、今まで我々が行って来た研究の蓄積(ポテンシャル、特殊技術)、研究体制等について検討しなければならないからである。本章はこれにつ

いて議論する。

(1) 基本的な考え方

防災科学技術センターは行政機関をもたない科学技術庁にあることから、次のような基本的な考えを持つことになる。

- (ア) 基礎的共通的研究の推進
- (イ) 総合的研究の推進
- (ウ) 広域性の対応
- (エ) 先端的科学技術の開発と活用
- (オ) 国際的に寄与できる研究の推進

最終目標として

- (ア) 災害発生状況の調査
- (イ) 災害現象の予知・予測
- (ウ) 災害危険度の評価

以上のことから、研究は基礎から応用まで出来る能力をもち、『きちんとした』科学技術手法を確立して最終的目標を達成することにある。すなわち、事業官庁が行うものより質的に高く、かつ本質的・基礎的であり、大学には規模が大きすぎるような、実用的な大型の研究であることが望ましい。

(2) 今までの海洋防災のあり方の検討

平塚支所は研究テーマとして、1988年度まで沿岸防災研究であったが、1989年度から海洋防災研究となり、地球規模的な研究にも取り組めるようになった。今までの平塚支所における研究を分析すると、観測塔という研究の拠点を持ち、基礎的な研究成果を上げ、研究者の人材育成ができた反面、次のような問題点を持つと思われる。

- (ア) 観測塔及び測器の保守・点検、測器の開発に多大なエネルギーを必要とし、基礎的な研究からの飛躍が十分でないこと。
- (イ) 雪氷等の防災研究に比べて、海に人が住んでいないため、緊急を要する研究課題の必要性が乏しく、紙織的な大きなプロジェクトが困難な状況である。
- (ウ) 研究テーマは個人的な考えで選択するという考えが強く、紙織的かつ系統的な研究の育

成が不足したこと。

- (エ) 地域的问题に消極的であるため、防災研究テーマの課題探しに対しても積極性が乏しい傾向があること。

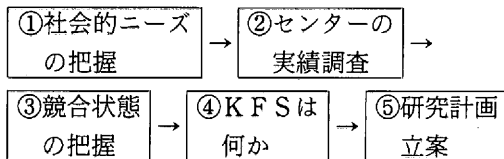
将来展望を考える時、上記のことを改善する研究体制及び研究課題の立案・推進を計らなければ、大きな発展は望めないと考える。

3. 将来展望

海洋防災研究に関して、5～10年後ぐらいに多くの研究業績が生まれる研究を考えることにする。研究業績は社会的ニーズとセンターの研究シェアから決まる。すなわち、

$$\boxed{\text{センターの研究業績}} = \boxed{\text{社会的ニーズ}} \times \boxed{\text{センターの研究シェア}}$$

第1章で社会的なニーズについて議論した。それによると、今までにない多くの社会的ニーズが明らかにされた。すなわち、1988年度から沿岸防災研究の支所から海洋防災研究支所へと改組されたことは、研究範囲が拡大されたことであり、拡大された範囲は既存の官庁の研究範囲に占有されないところを多く含んでいることである。一方、センターの研究シェアについて見る。今までの実績をもとに、社会的ニーズに合致した研究を立案・実行すれば当然シェアの拡大となる。よって上式により研究業績が飛躍的に増大することになる。このように考えると、問題はいかに社会的ニーズに合致した研究テーマを策定し推進するかにある。研究テーマの策定に対するプロセスをつぎのように考えることにする。



④ステップを説明する。KFS=key factor for successで企業戦略で使われる言葉である。このステップで行うことは策定するテーマのKFSは

何か、そのKFSがセンターの研究実績から可能なものであるかを調べることである。

以上のことにより、将来展望の結論として、第1章の社会的ニーズ及び第2章の基本方針から検討し、研究テーマ、概略の内容、KFSを示す。これらの細部の検討は、長期計画委員会において議論されるものとする。

(ア) 海洋大循環の研究

具体的なテーマ	散乱計による中規模渦の実験的解明
内容	流れを計測する航空機搭載用の散乱計を開発し、中規模渦の解明。
KFS	散乱計の研究実績、流れ計測の先端技術の開発

(イ) 海水域の研究

具体的なテーマ	海水域での熱収支評価に関する研究
内容	海水の生成と移動特性に主眼をおく熱収支評価の観測的研究
KFS	風、雪氷の研究実績、観測塔での観測実績

(ウ) 海面水位の長期変動の研究

具体的なテーマ	長期的な海面水位の上昇による災害とその予測に関する研究
内容	モデルによるシミュレーションを行い、観測法の開発、観測網の確立を行う。
KFS	津波・高潮に関する研究実績、海洋観測塔での観測実績

(エ) 大気・海洋の相互作用の研究

具体的なテーマ	日本海における豪雪機構解明のための気団変質過程の研究
内容	第2観測塔を日本海に設置し、豪雪機構の解明を大気・海洋の相互作用の研究から行う。
KFS	観測塔における観測実績、海水の研究実績

(オ) 高潮の研究

具体的な	異常潮位の予測に関する研究
------	---------------

テーマ

内容 : 気象擾乱による海面水位変動の特性を観測的に明らかにし、予測モデルを作る。

KFS : 観測塔での異常潮位の研究実績

(カ) 津波の研究

具体的な : 近海津波の予測に関する研究

テーマ

内容 : 地震波（地震計）と海震（ハイドロホン）から近海津波の予測システムの開発を行う。

KFS : 海震と地震波の研究実績

(キ) 波浪の研究

具体的な : 沿岸波浪の予測に関する研究

テーマ

内容 : 相模湾で多数の波浪計による観測システムを開発し、個々波法による高精度の沿岸波浪予法の開発

KFS : 波浪観測システムの研究、個々波法の研究

(ク) 漂砂の研究

具体的な : 海岸保全を保つための最適土砂
テーマ 流出量の研究

内容 : 土砂収支に関する長期観測法の開発を行い、海岸保全を保つための最適土砂流出量の研究を行う

KFS : 漂砂の計測法、河口閉塞、沖浜の研究実績

（とくだ まさゆき・平塚海洋防災研究支所 海洋防災第1研究室長）

1. 背景

雪に強く、安全で快適な生活環境の形成を図るために、社会活動の通年的一様化、高齢化の進行等社会の変化を考慮した地域全体の雪対策技術の効果的改善ならびにその適用手法の確立や、利雪技術の開発の必要性など、新しい問題が生じている。

例えば、積雪寒冷地域における都市化の進行と生活圏の拡大に伴い、豪雪や地吹雪時の生活圏内の交通・情報等の途絶や停滞による都市機能の麻痺が、都市ならず地域経済圏全体に大きな影響を与えることがあり、地域経済発展のための支障となっている。

一方、最近、わが国の豪雪一寡雪や寒冷一温暖など異常気象が遠隔地の気象変動と密接に関連して発生することが解明されており、現在及び過去にさかのぼった地球規模の気候環境変動の解明が雪氷防災研究にも必要とされている。

2. 基本的考え方

昭和56年7月に内閣総理大臣により決定された「防災に関する研究開発基本計画」において、雪氷害の防止技術が重要な課題として指摘されている。また、昭和59年11月の科学技術会議「第11号答申」でも、「社会及び生活の質の向上のための科学技術の推進」の中で雪害対策を含めた防災・安全対策の高度化において、①災害の原因となる自然現象の発生予知の重要性、②そのための新しい観測手法の確立、などの研究開発の必要性が指摘されている。さらに、昭和60年12月の科学技術会議「第12号答申」において、「重要研究開発分野の

推進」の中で、「人間を取り巻く巨視的な環境への理解を深め、その応用可能性を追求するための地球科学技術の推進」が指摘されている。

最近では、昭和63年3月の閣議で改定された「豪雪地帯対策基本計画」の中で、「豪雪地帯対策を円滑かつ効果的に推進するため、これに必要な克雪や利雪に関する調査研究の総合的推進の重要性」が指摘されている。

3. 将来展望

上記の社会的ニーズを踏まえて、寒冷・多雪地帯の人々の定住の促進と地域の活性化を図るため、広域的雪対策の充実や資源としての雪の積極的利用など雪国の特性に応じた地域づくりを進めるには、雪氷防災研究において、解決されなければならない次のような問題が浮かびあがってこよう。

- (1) 雪国社会がどうあるべきかを究明する研究及び雪氷防災情報システムの開発研究
- (2) 現在の観測施設をベースとして、雪氷害の発生源となる降積雪情報を同時・広域的に収集するために必要な雪氷観測機器及び観測手法、並びにその情報の提供システムの開発研究
- (3) 都市域における豪雪や地吹雪時の雪氷処理技術及び交通通信等の機能確保技術の高度化に関する研究開発や、雪崩による人命・財産への直接的な被害の防止軽減を図る雪崩災害防止研究並びにその技術の高度化に関する研究開発
- (4) 雪氷害対策の負担軽減を図ることを考慮した雪の積極的利用技術の開発研究、利雪のもたらす防災上の課題の研究
- (5) 地球規模的な気候変動に関係する雪氷現象の

把握のため、防災センター独自の雪氷等の広域観測網の整備ならびにその研究

- (6) わが国の多様な積雪現象に対処するために不可欠な各種積雪の物性値を把握する基礎的研究の推進
- (7) 豪雪地における地震発生時の雪氷災害防止に関する研究の推進

上記の具体的内容として、

① 先導的・基盤的な科学技術の活用

ドップラーレーダー等の最新鋭の機器による乾雪表層雪崩、地吹雪の発生機構、豪雪の発生機構の解明及び予知の研究や、先端的技术を利用した除雪機械等の開発研究を推進する必要がある。また、自然熱源利用による雪処理技術の高度化を図るとともに、大型実験施設を用いた雪崩の発生・運動再現研究や防止技術、更には大型低温風洞による地吹雪防止技術、さらに降積雪・雪崩・地吹雪などに対処する情報を含む総合的雪情報提供システムの開発に関する研究を進める必要がある。

② 雪氷観測機器の開発及び雪氷情報処理技術の開発

降積雪現象の解明には、降雪強度計、連続飛雪量計、自動積雪断面観測システムなどの新しい雪氷測器の開発を行うとともに、人工衛星を利用した広域隔測システムの開発や、雪対策の基本となる雪氷データの収集に関する研究等を広域的に研究する必要がある。また、人工衛星、航空機、ドップラーレーダー等によるリモートセンシング手法を用いた降積雪現象の新しい観測調査技術、雪氷防災情報の効果的配布も含めたデータの処理技術等の確立を図る必要がある。

③ 社会情勢の変化に即応した雪対策技術の適用手法の開発

雪対策に対する社会的要求の動向を社会科的な手法を加味して解明し、それに基づいて、例えば、一般住民向けのフェイルセーフ型除雪機械や歩行空間のネットワーク整備など雪処理の高度化、安全化を図り、冬期生活環境の快適化を推進するために必要な改善課題を明確にする研究を行う。こ

れにより関連諸分野における新規技術の開発に資すると共に、これらの新規開発技術を総合的に取り込んだ地域全体の雪対策技術の開発研究を行う必要がある。

④ 利雪対策技術の開発

雪ダム、雪利用発電システム、雪利用貯蔵等雪エネルギー利用技術に関する研究開発を推進する必要がある。他方、これらの新技術による負の影響を未然に防止するため、雪ダム等の多量の積雪によりもたらされる環境変化の予測・評価の研究も併せて行う必要がある。

⑤ 地球規模的雪氷防災研究の推進

最近、広域にわたり種々の気候災害が発生している。深刻な問題となりつつある地球の温暖化もその要因となつていよう。また、極地・高山域の雪氷面積の消長なども気候変動に有機的に関係している。豪雪年一寡雪年の変動においても、地球規模の気候環境変動として解明しなければ予測できない問題である。この種の研究は、広域気候防災科学に関わる研究であるから単に雪氷防災分野だけでなく防災センターの所内共同研究として推進すべき課題である。地球規模的な雪氷関連観測システムの確立に関する研究、自然災害監視衛星の開発、DCS用隔測データ収集システムの開発等を包含したグローバル・ナチュラ・ハザード(Global Natural Hazards)の研究を行う体制を作ることが緊要である。

⑥ 積雪の理工学的性質に関する研究

ガードパイプや雪崩防止施設などの積雪内部に埋没する工作物の積雪による被害の軽減・防止対策の大きなネックは、わが国の多様な積雪のレオロジカルな挙動の不明によるところが大きいの。この点を解決して、建造物防災、雪崩等の対策に資するため、積雪のレオロジカルな性質及びその物性値の解明に関して、新しい方法論の開拓を含めた研究を行う必要がある。また、これらに基づく種々のコンピューターシミュレーションに関する研究を推進する必要がある。

⑦ 積雪期の地震に伴う雪氷災害防止技術の研究

地震多発国であるわが国において、冬期豪雪時

に地震が発生すると、山地においては雪崩が多発したり、市街地においては、家屋の倒壊、屋根や構造物からの落雪等による被害が発生することは間違いない。地震発生時に積雪による被害を予防し、軽減するために、地震動と屋根の積雪荷重に関する研究や地震動による積雪破断に関する研究、地震時における雪崩発生予測地図の作成に関する調査研究等を行う必要がある。

4. 研究推進の方策

さらに、研究機能の強化拡充を図るとともに、政府関係の地方機関、各地の大学、地方公共団体及び民間企業等と連携・協力し、各々の地域に密着、適合したきめ細かい自然現象の観測やそれに関する研究を進める必要がある。

- ① 広域化・複雑化する災害現象解明研究の効率化を図るため、国立試験研究機関・大学等と雪氷防災科学技術に関する共同研究を推進すると共に国際共同研究を推進する必要がある。
- ② また、雪氷防災科学技術に関する研究の効率化かつ活性化を図るため、客員研究官制度の機能を拡充し、広く内外の研究者を招へいする。
- ③ 雪氷研究などを効率的に推進するため、関係機関と最新情報の相互交流を図る。また、雪氷防災発表会・雪氷防災研究連絡会・防災技術セミナー（雪氷）等を定期的に開催し、雪氷防災研究分野の諸活動の把握ならびに成果などの普及・広報を積極的に推進するために、企画課に雪氷防災情報広報官を設置する必要がある。
- ④ 上記のような雪氷防災研究や諸施策の実を効率よくかつ緊急に上げる必要がある。このためには、研究者の質の向上と研究者の絶対数の増加が不可欠である。また、これらの諸研究並びに諸計画の遂行のためには、現在の施設だけでは不十分なので、新型分析解析機器室等を含んだ研究棟の増築、あるいは雪崩の発生機構や雪崩内部の運動機構の解明、更にはその防止技術の開発研究に必要な雪崩実験・観測施設や自然の吹雪を再現できる低温実験風洞等の新設を含

めた諸施設の増強拡充等の計画的推進を考える必要がある。

これらの諸施策を強力に推進するためには特に旅費を含めた大型の予算措置を講ずる必要がある。

以上のような内容が国立防災科学技術センターの雪氷防災研究に反映されることが望ましい。

（ひがしうら まさお・新庄雪氷防災研究支所雪氷防災第2研究室長）

1. 背景

わが国の国土の約7割は山地であり、かつ、そのほとんどが脆弱な地質から形成されているため、一度豪雨や地震が発生すると各地で斜面崩壊、土石流が発生し甚大な被害をもたらしている。これらの土砂災害は単に物的被害の大きさだけでなく人的被害をもたらす度合が他の自然災害に比べても著しく高いという特徴がある。例えば、弘化4年（1847年）に発生した善光寺地震では松代領内で42,000ヶ所、松本領内で1900ヶ所の山崩れが発生した。この山崩れにより犀川がせき止められ、数十村が水没した。しかし、この天然ダムは19日後に決壊し、大洪水が発生して死者8600人を数えた。また昭和57年7月の長崎豪雨災害では、長崎県下の死者・行方不明者299名のうち、約9割が土砂災害によるものである。さらに昭和58年7月の島根豪雨では島根県下の死者・行方不明者107名のうち約8割が土砂災害によるものである。これらの土砂災害の発生予測の高度化並びに防止対策の施工に対する社会的要請はきわめて高い。これらの社会的背景を受けて、昭和59年国土庁を中心とし関係省庁・機関により「土砂災害対策推進連絡会議」が設けられ、土砂災害対策の総合的な推進についての方策がまとめられており、関連省庁・機関により、その実施が積極的に期待されている。この中で、土砂災害防止の研究には当センターを含む科学技術庁の果たす役割は大きい。

2. 基本的考え方

経緯：国立防災科学技術センターは、比較的新しい研究機関であり、科学技術庁に所属すること

もあって、すでに存在する建設省、農林省各附置研との所掌業務に抵触することなく、かつ独創性を失うことなく研究を進めなければならない等苦しい環境の基にあった。現在では種々の予算を活用し、研究をすすめてきたかきもあって、着実に成果を蓄えつつある。

基本方針：他省庁附置研の研究が現業を抱えていることもあって、対策工事に主眼点がおかれているため、当センターでは土砂災害の発生機構の解明、予知予測等、基礎的・先導的な研究を重点的に進めてきた。また、従来の基礎研究の成果を実際に現場で応用するような実用化に向けての研究が必要である。研究手法についても従前から行っている手法だけでなくリモートセンシング技術など新規に開発された技術の導入を積極的に図り、新たなフィールド調査手法による研究をおこなうことができる。また、他省庁研究機関には無い、世界一の大型降雨実験施設並びに今年度更新され性能が大幅に向上した大型耐震実験施設がある。これらを活用することにより、メカニズムの解明や予測研究が飛躍的に発展することが期待される。降雨に起因する土砂災害、特に斜面崩壊についてはすでに大型降雨実験施設が建設されて以来、実験の蓄積があり、他機関の研究の先導的立場にある。しかし、近年、問題となっている地震時の斜面崩壊の動的研究については全国的にみても模型実験による研究例は少なく、この分野を早く手がける必要がある。

この他、成果が単に論文としてとどまらず、実際に防災に対応している機関、例えば市町村の防災関係者に役立つ、基本的な考え方や実地的な指摘を行うことも必要となっている。

3. 将来展望

今後、推進すべき研究課題

(1) 斜面崩壊発生場、発生時刻の予測技術の高度化

斜面崩壊発生場所は、その素因から地形、地質学的にある程度予測できるようになってきた。今後、誘因である降雨特性（浸透現象も含む）や地震動特性等を考慮にいたした予測手法の研究をおこない、その高度化を図る。発生時刻の予測に関しては、大型降雨実験施設を用いた大規模な崩壊実験等から、崩壊発生までの表面の変動現象の解明が進み、直前予測が出来るようになってきた。今後、さらに確度を上げ、速い段階での予測を可能とするため、斜面の長期クリープ特性や、基本要因解明のため、間隙水による土層骨格構造の変形機構の解明に焦点を当てた研究を行う。

(2) 崩壊土砂の流動・堆積機構の解明に関する研究

斜面崩壊、岩屑流、土石流などの崩壊土砂がどのような速度でどこまで到達するかは、危険域・被害域の想定にとって不可欠な要素である。当センターでもこの分野は最近目が向けられるようになって、新しい事実が解明されてきたが、流動体の運動ということもあってかなり複雑な要素があり、さらに本格的に室内実験と現地調査を行い、かつ長期的に取り組まなくてはならない。

(3) 大規模土砂災害の危険度評価に関する研究

地すべり分布図の作成が当センターで長年行われているが、地すべり地形・構造・侵食度などの判定基準などのマニュアル作成やそれぞれの地すべりの危険度評価を示すことが次の課題として求められている。

(4) 山地斜面土層構造の探査技術の高度化

斜面安定問題を考慮した危険度評価を行う場合の未知数として土層構造が分からないため、仮定で行っている場合が多々ある。この研究では表層崩壊地域での浅層の土層構造ならびに大規模地すべりのような深層の地層構造を解明するための探査技術を開発する。

(5) 振動により発生する斜面崩壊のメカニズムに関する研究

この種の斜面崩壊の発生危険度の予測手法は、未だ加速度を静的に考慮した斜面安定の考え方の段階にある。しかし、斜面での振動は、時時刻刻と変化すると共に、その形状と土層構造に対応して部分的な振動の増幅が起こる。また、動的間隙水圧の作用等により斜面構成土の特性も変化する。これらを考慮して斜面安定を考える心要があり、今後、試験斜面での観測と大型耐震実験施設を利用した模型実験によりこれらの現象の解明を図る。

(6) 土砂災害が環境に与える影響に関する研究

今後、都市周辺の土地不足から森林地の都市化が進むことが予想される。また、余暇時間の増大につれ都市周辺の森林地は憩いの場所として重要になる。従って開発にともなう山腹斜面崩壊が環境の破壊に至るまでの個々のプロセスの機構、および、それが住民生活に与える影響の解明を行う。

(7) 土砂災害防止・軽減のための避難、情報伝達技術に関する研究

土砂災害の人的被害の多さは発生場所が広い地域の中で、個々に分散しているため豪雨時に行政側の手が回らないことならびに自分が住む住家近辺の山あるいは斜面が崩れないという認識に影響されることが多い。そこで、これまで開発された発生時刻予知方式をソフトに組み込んだ警報装置を開発するとともに仮想豪雨に対する崩壊・土石流が発生するという仮定のもとにいかにして被害が少なくてすむかという最適避難、情報伝達技術の開発研究をすすめる。

(8) 土砂災害の地球化学的手法による研究

地すべりを発生させるすべり面の形成、あるいは斜面崩壊を発生させる斜面風化層の形成は地殻表層部における風化現象の産物である。このような土砂災害を発生させる物質の形成過程の解明は、単に材質の同定だけにとどまらず、起こりうる物理現象を解明するためにも重要である。また、予測を行う上でも貴重な情報を与えてくれる。例えば、斜面風化層の形成速度は災害の再現性を支

配する大きな因子となっている。このような風化現象の解明には地球化学的な研究手法が一般的であるが、当センターにおいては人材、器材ともに著しく不足しており、この方面の今後の充実が望まれる。

4. 国際協力

従来より土砂災害部門では国内における豊富な調査経験や大型降雨実験結果をもとに国際協力を積極的に取り組んで来た。USGS (米国地質調査所) と当センターの間で始まった交流は、ICFL (International Conference and Field workshop on Landslide) として世界中の研究者の間で交流の場として認識されるまでに発展してきた。また、日米非エネルギー科学技術交流による国際協力も共同研究を行える段階まで進んで来た。さらに、当センターが JICA の協力のもとで進めてきた防災セミナーにも積極的に参加して、全世界にわたる多数の研究者との交流・研鑽、共同研究の強化をはかってきた。このように土砂災害部門における国際協力は、全体としてみれば、ほぼ順調な発展を遂げつつある。今後とも、この努力を継続して行きたい。

(たなか こうへい・第3研究部地表変動防災研究室長)

1. 社会的背景

地震国としての宿命を負った我が国は、これまで幾度となく地震による大きな災害を被ってきており、地震予知に関しては国民的悲願とも云える切実な社会的要請がある。このため、国は昭和40年以来、5次にわたって地震予知計画を推し進める一方、昭和51年には内閣に地震予知推進本部を設置して体制面の整備にも努める等、きわめて重点的な施策を実施してきている。

昭和53年には東海地震説を契機として「大規模地震対策特別措置法」が制定され、次いで翌54年には東海地方全域と関東地方の一部が「地震防災対策強化地域」として指定されるに至った。さらに昭和63年には中央防災会議による地震防災対策強化地域の見直し作業が実施され、その中では南関東地域の地震予知に関する観測研究の強化が提言されている。このような一連の流れによって地震予知に対する社会的関心は近年ますます高まりつつあり、その実用化に向けての地震予知研究の推進は従来にも増して強く望まれているところである。

2. 基本方針

地震予知に関する研究は多岐にわたり、また様々な分野の知識を総合して進める必要がある。このため、基本的には測地学審議会が建議した地震予知計画の趣旨に沿って、関係各機関との緊密な連携協力を図りつつ、防災センターの特色を生かした観測研究を推進せねばならない。

地震予知の技術が確立されていない現在、その実用化へのアプローチには基礎科学と経験科学と

の二面性があり、両者のバランスのとれた発展が不可欠である。防災センターにおいて具体的な地震予知の研究計画を作成する上での基本方針は、以下の通りである。

(1) 観測体制の充実

自然現象を対象とするあらゆる学問がそうであるように、対象物の正確な把握はすべての研究を支える重要な礎台である。新測器の開発や観測網の整備及びデータ処理体制の充実等によって、観測窓の拡大及びデータの高品質化に不断的努力を払う必要がある。

(2) 基礎研究の強化

地震現象の根源的な解明に立脚した地震予知を推進する上で、我々の持っている地球内部に関する知識や破壊現象に関する理解はまだまだ不十分である。地震発生の場合である地球内部の構造や物理的状态を良く知るために、また震源過程の詳細な把握や地震発生機構のより正確な理解のために、理論的研究、解析法の開発、各種能動観測を含めた種々の基礎研究を積極的に推進する必要がある。

(3) 地震前兆判断技術の開発

地震予知の実用化へ向けての一方のアプローチとして、たとえ不十分にせよ、これまでに得られた知識や経験に基いて、可能な地震前兆現象を即時的に解析し判断することのできる実践的なシステムを研究開発することは、きわめて有意義である。近年急速な進歩を遂げつつある通信技術・情報処理技術を積極的に取り入れ、また基礎研究の成果を十分に活用して、このようなシステムの具

現化をめざす必要がある。

(4) 経験交流の促進

基礎研究で得られた地震予知に関する知見の妥当性や、開発された地震前兆判断技術の有用性については、実際に発生する大地震によって最終的な検証がなされねばならない。ところが、一般に、そのような大地震の再来周期は大変に長いのが通例である。資料地震学・地形学・地質学の助けを借りて過去の経験に学ぶ一方、真に有用な地震予知技術の確立に不可欠な検証経験の蓄積速度を早めるため、国内外を問わず、地震発生の予想される地域において集中的な観測計画を各機関が共同で実施して、お互いの経験交流を促進することが重要である。

3. 観測体制の充実

信頼性の高い地震予知研究を推進するためには、正確な高品質のデータを取得することがまず必要である。防災センターは、これまでに3カ所の深層観測施設を含む高密度・高感度の微小地震及び傾斜観測網を関東・東海地域に展開し、併せて近代的なテレメータ及びデータ処理システムを導入することによって、同地域のプレート構造の解明をはじめとする幾多の成果を挙げてきている。さらに昭和62年度には、汎地球測位システム（GPS）を応用し関東・東海地域に10カ所の固定観測点よりなる広域地殻変動連続観測網を世界に先駆けて完成させた。

今後は、これらの骨格観測網より得られるデータの品質維持に努める一方、重要な地域への観測網強化を図り、また孔井式3成分歪計や地下水観測等の観測点を逐次増強する必要がある。さらに、観測の窓を拡げて、これまで以上に質の高いデータに基く一層の地震予知研究の進展を図るため、新たな測器の開発も怠ってはならない。

地震に関しては、長周期及び短周期への帯域拡大、極微小地震から強震に至るまでのダイナミックレンジ拡大を図るために、センサー及びデータ処理システムの両面にわたる開発が必要である。

地殻変動に関しては、孔井式測器の改良や新開発に努めるとともに、GPS観測の高精度化を図る各種研究が必要である。また、地下水観測や電磁気観測に関しても、新手法の開発や地震・地殻変動観測と有機的に結合させる工夫が必要となる。一方、海域における各種地震予知観測は、陸域では決して得られないデータを提供する点で大きな意味があり、従来より実施している自己浮上式海底地震計による観測体制の近代化に加えて、重点海域における測器開発を兼ねた固定観測点の整備が是非とも望まれるところである。

なお、以上にのべた各種固定観測網による定常観測を補完するため、陸域及び海域における臨時的な機動観測の体制を整備することも、特定の地域における地殻活動の様子を精査する上で、きわめて重要なことである。

4. 基礎研究の強化

防災センターでは、地震予知の背景となる各種の基礎的研究や地震現象そのものに関する様々な知見の蓄積を通じて、これまで地震予知基礎研究の分野に多大な貢献をなしてきている。これらの研究では、観測とその解釈とがお互いにフィードバックし合いつつ進展を遂げてきた経緯があり、観測網整備による精密な震源決定と地殻構造解析の関係はその好例である。また、別の例として、良質な地震波形データの取得や強震記録の充実、従来の単純な地震断層モデルの概念を、より精密な不均質断層モデルの考えにと転換させつつある。観測技術の進歩に伴って、それを解釈するための理論モデルの研究や新しいデータ解析手法の研究も、併行した発展がなされねばならない。

一方、地震という破壊現象を根源より理解するためには、その発生のである地球内部の構造や物理的状態をできるだけ精密に把握するとともに、地震発生に至るプロセスの詳細な追跡が必要であり、広い意味での固体地球科学の発展が望まれる。広帯域地震観測による地球大の構造解析によってプレート運動の背景を探る研究とか、微小

地震データを用いて特定の地域における詳しい地震波速度構造や減衰・散乱構造を求める研究等は、地震の発生場に関する最も基礎的な情報を与えるものとして重要な意味があり、今後ともその進展を図る必要がある。自然地震による受動的観測のみならず、人工振源や電磁波源等を用いた各種の能動的な物理探査や超深度掘削による直接探査も、浅部での詳細な地下構造を知る有力な手段であり今後大いに推進していく必要がある。また、GPSや歪計・傾斜計等による地殻変動連続観測結果の解析研究は、プレート運動のゆらぎや局所的な歪蓄積の進行状況と地震発生との関係を探る上できわめて有用であり、今後ともその重点的な推進を図るべきである。同時に、このような連続観測と並行して地殻応力の繰り返し測定を実施することにより、歪蓄積と応力変化との関係、地殻構造と応力との関係、地震発生前後における応力状態の変化等に関する知識を深めていく必要があろう。

さらに、地震の発生場をより直接的に理解し、破壊に至る全過程を詳細に追跡するためには、室内における各種岩石破壊実験等と併行して、特定の地域における集中的な大規模野外調査及び実験を実施することがきわめて有効である。地殻応力・歪・地震波速度・散乱・減衰等各種物理量の空間分布及びその時間変化や、地下水変化、地殻の化学的性質や電磁氣的性質の変化等を克明に観察し、地震発生に至る過程並びに前兆現象の発現様式等を知ることは、地震発生機構の解明とその地震予知への応用に大きな道を開くものであり、今後強力に推進すべき研究テーマのひとつである。

5. 地震前兆判断技術の開発

地震現象の根源に迫ろうとする各種基礎研究とは別に、これまでに得られた地震予知に関する知識を役立てて、その体系化・類型化を行い、同様の現象が生じた際にそれを地震前兆として即座に判断できるようなシステムを技術開発すること

は、地震予知の実用化という観点から、きわめて重要な課題である。前節に述べた基礎研究を地震予知の理学的側面とするならば、こちらは工学的な側面に対応し、また前者を基礎医学に例えれば、こちらは臨床医学に相当する。いずれにせよ、この両者は、地震予知を支える両輪として、バランスのとれた発展がなされねばならない。

防災センターでは、このような視点に立って、昭和58年度より「地震前兆解析システム」の開発に着手し、未熟な段階ながら、現在すでにその試験的運用を開始している。しかし、現実に各種計測器より送られてくる生の観測データを主入力とし、また既存の知識を蓄えたデータベースを副入力として、地震前兆を自動的に解析し、信頼度の高い適正な判断を出力するようなシステムを構築するためには、まだまだ解決すべき多くの問題がある。大量のデータから即時的に信号とノイズとを弁別する方式の開発、有効な情報を効率的に取り出すための各種統計的手法の開発、異常現象の的確な抽出及び過去の事例との類似性に関する妥当な判断を行うアルゴリズムの開発、総合異常判断方式の開発等々について、これまで以上に強力な研究を進めねばならない。

近年急速な進歩を遂げつつある通信技術や情報処理技術によって可能となった、高速・大容量の計算機による分散処理、人工知能等の成果を積極的に取り入れつつ、これらの難問を解決する道を探究する必要がある。

6. 経験交流の促進

高精度の観測機器の展開、新しい地震予知理論の提言、近代的な地震前兆解析システムの構築、これらのいずれに関しても、その本当の意味での妥当性や有効性は、現実の大地震の発生によってのみ、最終的な検証が可能である。しかるに、そのような大地震は非常に長い再来周期を有しているのが通例であって、この検証経験の蓄積速度の遅さこそが、地震予知技術の進展を鈍らせている最大の理由である。

このジレンマを解決するひとつの方向は過去の経験に学ぶことであって、史料地震学、地形学・地質学等の成果に基いて架空体験のシミュレーションを行ったり、また、自ら、史料地震学的手法による過去の地震活動の調査等を行う努力が必要である。

もうひとつの方向は、積極的に検証経験の蓄積速度を早める努力を払うことであって、具体的には、国内及び海外を問わず、近い将来における地震の発生が予想されている地域において、色々な機関による集中的・重点的な観測研究を協同で実施し、効率的な経験蓄積を図ると同時に、お互いの経験交流を深めることである。このような作業によって、各種測器の比較観測による観測結果の信頼性チェックがなされるほか、異なるテクトニクス環境における地震の発生過程について、その共通性と地域性等が明確にされるものと期待される。

防災センターでは、科学技術振興調整費等による国内及び国際協同研究の制度を活用して、すでにこの種の研究への取り組みを進めているところであるが、今後さらにその推進を強化することは、地震予知の早期実用化を図る観点からきわめて重要である。

(おかだ よしみつ・第2研究部地震予知総括主任研究官)

1. 背景（社会的ニーズ）

地震災害から人命、財産を守ることは、地震多発国の防災行政、防災研究にとって最重要課題の一つである。

科学技術は発達したが、地震が起こることは防げない。日本のような地震国では、地震が起こってもその被害を最小にすることに努力すべきで、それは現在の科学技術によってかなりの所まで出来るのである。ただそれをやろうとする意志があるかどうか、またそれを事実やり抜くかどうかにかかっている。

世の中では、積極的に進むことは盛んに行われるが、踏みとどまって護ることはなかなか行われにくい。災害を防ぐことの大切なことは誰でも知っているが、さて防災を実際に行うことは、どうも後回しになる。とくに大地震のように何年、何十年に一回起こるようなものには、その傾向が強い。そして一たび大地震に見舞われると、あれもこれも（それは始めから分かっていたことが多い）事前に用意しておけば良かったと後悔する。そうしたことを繰り返すのは近代国家として、もうやめたいものであり、災害国という汚名を返上し、安全な国土としたいものである。

そもそも、我が国にとって地震は、先史以来否地質時代からの宿命的関係にあるもので、日本列島の存立自体に内臓されている現象であるから、梅雨や日本海側の積雪と同じように、その無い日本の自然は有り得ないのである。しかるに、重要工業地域が地震に直撃されるというようなことが、戦後幸いにも無かったため、我が国の諸都市及び国全体の機構の現代化が進み、国民は高度工業国家の便益を十分に受け、その生活水準は著し

く高まった。このような高度化社会は地震のような全画的破壊力を持つものに対して脆弱で、そのような場合に、どのように対処すれば良いかはわが国にとって新しい重大な課題であり、歴史的にもその経験がない。ここに地震防災対策を立てる上での深刻な悩みがある。

地震防災対策に満点を与えられるような一つの答えがあるわけではなく、また、必ず百点を取ることも困難である。それは諸設備を整え、資材を蓄えれば済むというものでもなく、その地域の人々の生活形態や社会通念のようなことまで基礎に敷いて立てたものでなくては役立たないものである。もちろん、設備も備蓄も大変お寒い状態では困るし、各個人に至るまで地震防災対策の強化に努力を傾注してもらわなければならないことは確かであるが、武器援助をし、最新の兵器を持ち出しても勝てない戦争のあることと同じで、そこにいる人間の問題をはずして地震防災対策はあり得ないことは、強調しすぎることはないであろう。

地震災害の特徴として、突発性、広域性、連鎖的波及性などがあげられる。これらの特徴が地震防災対策に十分考慮されて進められることが重要である。また、地震の予知が可能になったとしても、地震の発生を防止する方法はなく、地震防災対策推進を容易にしてくれるだけであることを考えると、地震防災の推進は避けて通れない道である。

地震災害軽減のための研究は近年の科学技術の発展、特に電子計算機の発展により著しく進展したといえる。しかしながら、災害の様相は社会の発展とともに、その形態を代えて現れるものであり、災害防止のための研究の必要性は減ずることがない。

世界的にみても毎年の様に、世界のどこかで地震災害により多くの人命・財産が失われている。地震防災研究は、地震工学に関係する研究、耐震工学に関係する研究、災害防止に関係する研究と大別出来る。それぞれの研究分野ごとに今日なお残された研究テーマは多く、そのいずれもが緊急の課題である。

2. 基本的考え方

地震防災を今後更に有効に推進するためには、過去の地震を教材とすると共に、社会の変化に遅れをとらない将来展望を持ちながら、地震防災研究を継続的に推進することが必要である。

地震防災研究は地震災害の特徴からも類推可能なように、非常に多岐にわたっており、その実施機関も多方面に広がっている。この多岐、多方面の人達と協調しながら、自分たちの特徴を出しつつ研究を展開していくことが必要となる。

当センターの研究の到達目標として次の標語を掲げることとする。

「防げぬ地震、防げる震災」

この目標に向かって、当面自分達の持っているシーズとポテンシャルから、地震動に関する研究、耐震実験に関する研究、災害防止に関する研究の3本柱について研究を実施することを基本方針とする。特に自分達の有するポテンシャルとして、深層観測井、群列強震観測網、大型耐震実験装置、多自由度加振装置などの当センター独自の研究施設の活用を図る研究の実施を中心に据えて、社会的・人文的課題の調査・研究実績を飛躍的に強化・推進していくこととする。

3. 将来展望

前述の基本的考え方に従い、地震防災研究の柱を次の3つに設定し、それぞれについて展望を試みる。

- (1) 地震動の性質に関する研究
- (2) 耐震実験研究

(3) 地震防災対策に資する研究

(1) 地震動の性質に関する研究

地震という自然現象が地殻の中で発生し、その振動が地中を伝播し、構造物を振動させ、ある場合にはそれを破壊させることとなる。これからの研究では、ある地域に将来発生するであろう強震動の予測に、この課題の重点をおくこととする。

当センターでは過去10年において、首都圏を中心に数多くの強震計を基盤中を含め3次元的に配置してきた。これらは今後の主研究テーマである強震動予測の準備期間であったと言える。

現時点における強震動特性の扱いは、応答スペクトル領域での包括的なものである。従って、強震動の予測特性も応答スペクトル領域で求められている。実用面で言えば、これで良いことが多いが、応答スペクトルに寄与する構成因子—震源特性、伝播特性及び堆積層の応答特性—の把握が十分でない点に問題がある。即ち、経験式に基づく現状の予測方法では、その予測誤差を小さくするのはおのずと限界がある。

従って、今後なすべきことは、まず基盤地震動として概括的に扱っていたものを、震源特性と伝播経路特性とに分けて、各々を定量的に把握することが必要であり、次に堆積層の応答特性に関するパターン分類とその定量化を行うことが必要である。これ迄当センターではこの種の研究は馴染みが薄いところであるが、基盤、地盤の強震観測網を有する機関は、他には無いのでその特徴を生かしつつ研究を推進することが重要である。

これらの研究を首都圏を中心に進められることは、従来通りであるが、構成因子の定量化が出来るようになれば、予測手法の適用範囲を首都圏以外に拡大していくことが可能となる。首都圏以外に研究対象を拡大していくためには、強震観測の簡易テレメータ化を推進し、観測網の拡大を図ることが、次のステップへの布石と成るであろう。

強震動予測に関する上述の様な指向は、従来型の構造物や震度概念を念頭に置いたものであるが、最近では大深度の地下空間利用が話題になる

様に、広域の都市空間の防災問題に対処出来る様な地震動の扱いが今後必要となると考えられる。即ち、周波数領域から波数領域における予測問題への展開が必要となる。これには東京低地に展開している群列観測網の記録がデータを与えてくれるであろう。

なお、大・巨大地震の震源特性の研究は、それらの地震の発生のメカニズムの解明にまで及び、大・巨大地震の発生の予知にも貢献するものである。

このように地震動の性質に関する研究は、質・量ともに大きな展開が期待されるが、他方世界的にも強震記録の有用性が認識されてきており、質の高い記録についてはその公開が強く望まれている。研究目的を持って、それに最もふさわしい形で観測網を展開し、データを収集して、その記録を使って研究を進めるのが本来の進め方であるが、研究機関が採取した記録といえども、他の研究者からの公開要請には、いつまでも否定的に対処するのでは、すまない時代が近い将来来ることが予測される。従って、当センターのデータについて、公開をどのような基準でどのような方法で実施するかを早急に確立することが必要であろう。(このデータ公開は地震記録についてだけではなく、当センターの所有する各種データについて共通の問題である)

(2) 耐震実験研究

耐震工学の研究において、耐震実験の占める位置は、近年の電子計算機の発達によっても、いささかも減じていない。特に建造物の塑性領域や破壊領域の問題では、その重要性は増しているとさえいえる。

当センターで実施すべき耐震実験研究は、大型耐震実験装置及び多自由度加振実験装置を活用した研究の遂行である。大型耐震実験装置については、昭和63年度にその機械系の更新を完了し、今日の耐震工学、地震工学の寄託に応え得る性能を有する様になった。今後は振動台基礎の補強工事、高分解能計測システム、パターン解析システム、

オンライン・デジタル制御・解析機能の確立、研究環境・周辺環境の改善のために実験棟、油圧源棟などの改築を実施し、各種の耐震実験の要請に応じられる態勢を整えていくことが必要である。

大型耐震実験装置は世界的に見ても、二番目に大きな性能を有する振動台であり、この振動台を使っての実験研究は、今後益々要請が多くなるであろう。これまでの実験は主として、建造物の弾性領域から弱塑性領域に関するものであった。今後は強塑性領域から破壊領域に至る実験を組織的に実施し、耐震設計の安全余裕の確認、動的破壊機構の解明を行う予定である。例えば、静的破壊実験では再現出来ない剛性のアンバランスに起因する塑性化の偏在や、動的荷重載荷時に発生し、除荷後には確認不可能なクラックの進展などの動の実験による確認を行い、耐震設計法の改良を提案する。

多自由度加振実験装置と大型耐震実験装置の組合せにより、これまで配管や二つの異なる系を有する構造システムの耐震余裕の実験研究を実施してきた。今後は系の減衰性の付与、支持機構の信頼性向上などの実験研究を展開し、より合理的でかつ信頼性の高い耐震設計法の探求を行う。特に原子力施設については、要求される耐震安全度が高く、かつその施設の重要度も高いので、今後とも当センターの研究対象の中心に据えて、研究を推進していく。

(3) 地震防災対策に資する研究

地震防災対策に資する研究は、その対象が広くしかも複雑であるが、当センターの特色を生かしつつ、次のテーマについて研究を展開していく。

- (ア) 地盤データベースの利用法に関する研究の拡充
- (イ) 地震時斜面崩壊の予測手法の開発
- (ウ) 地盤液状化の動的メカニズムの解明
- (エ) 社会科学的、人文科学的地震防災対策に係わる研究
- (オ) 地方自治体や開発途上国との積極的な交流

の拡大

(㍑) 地盤データベースの利用法に関する研究の拡充

当センターではこれまでに地盤データベースの構築法の開発、データベースの拡充を行ってきた。又、今日では震度分布予測図、液状化予測図、各種の被害予測図などが、同種の地盤データベースを利用して、地方自治体で民間コンサルタントへの役務発注という形で実施されている。

今後はこれらの各種予測図などの作成における技術レベルの向上及び地方自治体などで容易に利用可能な手法を開発することが必要である。例えば、震度予測図における震度分布を周波数特性まで包括したものに発展させることや、PCなどで地方自治体の職員が情報を簡単に取り出し、防災対策検討の基礎資料として利用可能とするシステムの構築などが当面実施されることとなろう。

(イ) 地震時斜面崩壊の予測手法の開発

当センターでは多摩市に試験斜面を設け、地中・地表に強震観測網を設置している。この試験斜面での観測により、地震時の斜面の挙動を捉えることが出来るようになってきた。今後は地形・地質学的情報(静的情報)と地震記録(動的情報)を利用して斜面の挙動を説明しうるモデルの構築、崩壊の予測手法の開発を行うことが必要である。このことは静的な情報による崩壊機構のモデルから、動的情報によるモデルへと脱皮することを意味し、斜面崩壊のメカニズムをより詳細に説明出来るようになるものと期待される。

(ウ) 地盤液状化の動的メカニズムの解明

地震時の地盤震害の内での影響範囲の大きさ、被害の大きさなどから、そのメカニズム解明の望まれているものに、地盤液状化の問題がある。新潟地震以後、多くの研究者により液状化対策の研究が実施され、液状化の発生する可能性のある地域の予測、地盤改良などの方法による液状化の発生防止対策などが現実の防災対策として実施されるようになってきている。しかしながら、地盤液状化に地盤中の間隙水圧の上昇が大きく起因していることは知られているが、そのメカニズムについ

ては十分な解明がなされていない。そこで間隙水圧の長期観測を実施し、間隙水圧と地震波との関係を明かにし、併せて液状化に至る動的なメカニズムの解明が必要である。

(エ) 社会科学的・人文科学的地震防災対策に係わる研究

地震災害の特徴であり、かつその災害の重大性は前述のように、この災害の突発性、広域性、連鎖的波及・発達性にある。これらの課題はハードウェアの耐震性と防災システムの整備のみによっては解決出来ない。ここに被災地域の社会・人文科学的研究の必要性がある。当センターにおいては、この分野について、地震災害の総体的な把握、内外の被災時対応の実態調査・解析、個人及び地方自治体の地震防災対策の研究等が行われてきた。これらの研究は各研究者の個別努力に主として負っている。今後は系統的・組織的に調査研究を推進することにより、地震防災対策が実効を挙げるようにすると共に、それに対応したハードやシステムの改良・開発に努める。

(オ) 地方自治体や開発途上国との積極的な交流の拡大

以上に記述した地震、耐震実験、防災などの研究成果を、実際の社会生活の場に活かしていくために、研究の場から実践の場へと踏みしていくことを、積極的に行うことが重要である。このことは、自分達の研究成果を親善試合ではなく、他流試合の場で、磨き育てさらに次の研究の源を探る努力につながるものである。

地方自治体や開発途上国との交流を拡大し、研究成果を現実の防災行政の現場とのかかわり合いのなかで、柔軟な対応の手法を獲得していく場を、自ら積極的に獲得していく努力を推進していく。

(おおたに けいいち・第3研究部耐震工学研究室長)

プロローグ

「西暦20XX年〇月〇日の火山噴火予知情報を申し上げます。」

「“富士山”は、〇月〇日16時15分頃、北西斜面において小規模なブルカノ型の噴火が発生するでしょう。富士山周辺の方は、今後の情報に御注意下さい。また、東京地方まで少量の火山灰が飛来する恐れがあります。」

“桜島”は、〇月〇日14時30分山頂火口より小噴火が発生いたします。東寄りの風が卓越しますので鹿児島市と周辺地域の方は、火山灰と火山弾に充分ご注意下さい。

その他の火山については、噴火の前兆は見られませんが災害を及ぼすような噴火はない見込みです。」

この頃には火山情報と言う「火山噴火予知」が、天気情報と並んで、マスメディアによって報じられる時代になっているでしょう。この様な時代とするために「火山防災研究者」はなにをしなければならぬか。

火山噴火はマグマの活動に起因するものであるから、火山噴火予知には、マグマの挙動を正確に知ることが必要である。従って、地中にあるマグマの動きが見えて、それを計測することが出来れば予知は確実に出来るはずである。

しからば、目視出来なくとも地中を透視する手段があれば良いのだが、現実には厳しく現在その手段はない。宇宙線の μ 中間子がたかだか約1,000 m地層を透過する程度である。マグマ溜りの探査には1 kmの深度まででも測れば良いと思うが、 μ 中間子は反射してこないで探査は出来ない。このような事から、火山防災研究者は、他の手段

(火山活動観測、探査)でマグマの挙動を捕らえる手法を考えなければならない。また、現実問題として、予知が的確に出来ないことから予知の精度に合わせた火山災害防止等を考えなければならないし、また、予知が出来てもその対策がなければ火山防災とは言えない。そこで、わが国、わが国立防災科学技術センターを直視し、現実的な将来展望を考えてみる。

1. 背景

世界の活動火山の10%弱の77を有するわが国において、火山噴火等火山活動による災害は、社会的、経済的に大きな影響を及ぼしている。そのため、「活動火山対策特別措置法」(昭和48年7月24日、法律第61号)及び文部省の測地学審議会が内閣総理大臣を始め関係大臣あて建議する「火山噴火予知計画」(第1次火山噴火予知計画が昭和48年に建議され、昭和49年より5箇年計画で始まった。その後、5年毎に策定され、第4次計画は昭和63年7月28日に建議された)があり、このような背景のもとに火山噴火予知研究、火山災害防止対策等の研究が当所及び関係機関により推進されている。

国立防災科学技術センターは、測地学審議会の「火山噴火予知計画」及び「活動火山対策特別措置法」に沿って、伊豆-マリアナ海溝に連なる伊豆・富士火山帯の火山活動観測研究、火山専用空中赤外映像装置等手法の開発研究を実施している。即ち、火山噴火予知研究については、昭和43年、硫黄島において研究に着手した。昭和55年度から特別研究「海溝型巨大地震の予知に関する研究」の中で「火山活動観測研究」として本格的

に着手し、硫黄島、伊豆大島等において火山噴火予知のための観測研究を重点的に実施している。さらに、昭和52年の有珠山噴火、昭和54年の御獄山噴火、昭和58年の三宅島噴火、昭和61年、62年の伊豆大島噴火等の事例に関する災害調査及び災害防止研究を順次実施している。これらの研究により、硫黄島において、主として測地学的及び地震学的手法により水蒸気爆発等の火山活動予測に3例成功し、伊豆大島では、御神火茶屋及び波浮観測点における傾斜観測により、1986年11月26日の割れ目噴火の前兆変動が両観測点で観測された。また、御神火茶屋においては、1986年12月から1987年11月にかけて発生した小噴火時にも前兆変動が観測され、更に、同島の火山活動の推移に伴った種々の変動がそれぞれの観測点で観測され、多くの貴重なデータが得られた。これらは噴火予知の可能性を具体的に示すとともに、火山活動の推移の予測や噴火機構の解明等に役立っている。火山災害に関しては、リモートセンシング技術の適用による噴出物の検出手法の確立、また、

機器開発では、実用的な断層変位測定装置の開発、空中赤外映像装置の実機製作など成果を挙げている。これまでの問題点として連続観測データのオンラインによる処理・解析システムの整備が遅れ、研究体制が充分ではなかったが、「火山防災研究室」が平成元年度から発足できるようになった。

2. 基本的考え方

火山が噴火する場合、硫黄島、伊豆大島火山における観測研究が示すように必ず事前に何等かのシグナルを出すはずである。このシグナルを的確に検出し、火山噴火予知の実用化を目指して、現在、火山噴火予知計画に沿って、関係機関との協力により「火山観測体制の拡充強化」、「噴火機構の解明」、「火山観測手法の開発」、「噴火活動の予測」、「集中総合観測への参加」、及び「観測データの即時処理・解析システムの開発」を推進している。これらにより、少なくとも観測研究を実施している火山については、火山噴火予知手法を確立

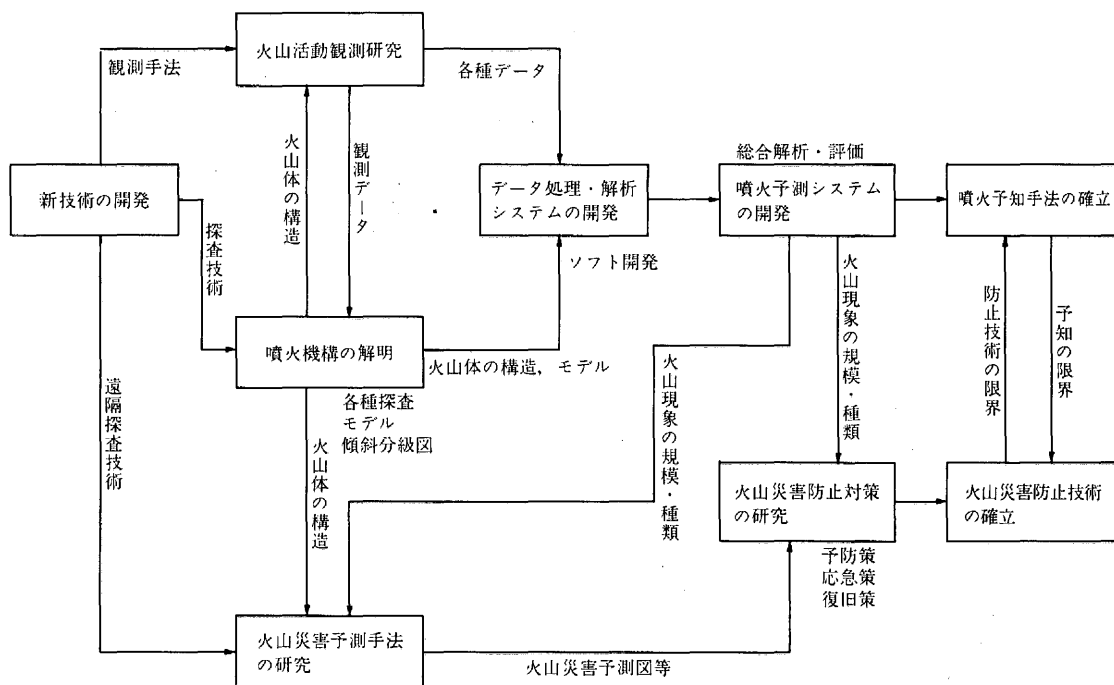


図1 火山防災研究分野における噴火予知・火山災害・新技術開発研究の位置付

し実用化の達成を図る。

火山災害に関する研究は、噴火予知研究の成果を活用しつつ、火山活動に伴う火山災害予測の方法の確立をはかりつつ、少なくとも人的被害を相当量軽減し、更には確かな予防策の開発を図り、施設等の防護も出来るようにする。

以上のように「火山防災研究」は火山噴火予知及び火山災害防止の研究と言う2本の柱と、これら研究推進に必要な手法と機器の開発研究に大別される。

そこで、国立防災科学技術センターは、主として火山活動が活発であり、人口密度の高い地域に位置する伊豆－マリアナ島弧とその周辺の火山を対象として火山噴火予知研究、火山災害に関する研究及び火山防災研究推進に必要な機器等手法の開発研究を行う。

火山防災研究分野における各研究の位置付けを図1に示す。

3. 将来展望

火山防災研究分野において当面の5～10年間は次に述べる研究を重点的に推進する。

(1) 火山噴火予知に関する研究

(ア)火山活動観測研究（予測システムの研究）

火山現象を把握し、前兆現象を検出する。

- ・観測網の整備 既存 硫黄島、伊豆大島、霧島

新設 富士山、箱根、三宅島、那須岳
(4次計画)

観測項目 火山の活動様式等により観測項目を選択する。傾斜、ひずみ、地磁気、地震、地球化学に関する成分、 γ 線、地電流、比抵抗、断層変位等

- ・データ伝送方式の検討と整備
- ・オンラインによるデータ処理システムの検討と整備
- ・火山噴火予測システムの研究とその実用化

(イ)予知手法の開発研究（新技術の開発）

- ・火山専用空中赤外映像装置（熱学的手法）
実測データを用いた火山の熱学的な研究及び噴出物等検出手法確立への発展
- ・地中電波観測手法の開発（電磁気学的手法）
- ・ハイドロフォン観測手法の開発（地震学的手法）
- ・噴気、噴煙中を含め、化学物質の測定方法の開発（地球化学的手法）

表1 第4次火山噴火予知計画における国立防災科学技術センターの役割分担（□内は新規事項）

火山観測研究の拡充強化(火山観測研究体制の拡充強化)			予知手法等の開発及び基礎研究等の推進		
活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山	活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山	その他の火山	火山噴火予知手法等の開発の推進	火山活動機構等の基礎的研究の推進	火山活動基礎資料の整備
伊豆大島、三宅島において高精度の地震、地殻変動、地磁気等の連続観測点を整備	・硫黄島における諸観測を継続実施 ・富士山、那須岳において、地震、地殻変動、電磁気及び地球化学データ観測網を整備	箱根山に地震観測点等を設置	・地殻活動の試験観測 ・地中電波の試験観測 ・ハイドロフォンによる海域観測 ・衛星データ利用の火山活動評価法手法の開発 ・観測データの即時処理解析システム研究開発 ・空中赤外映像装置の実機製作及び試験観測	・物理探査等による富士山の浅部地下構造等の研究	・傾斜分級図の作成

・GPS 利用技術の開発（測地学的手法）

・各種遠隔測定方法の開発

・海底観測方法の開発

(ウ)火山体構造探査研究（噴火機構の解明）

・火山体の地形・地質

・火山傾斜分級図の作成と活用法

衛星データ（SPOT 等高分解能画像の実体視等）の利用

火山専用 MSS の利用（熱分布特性等）

・各種探査手法の活用

電気探査におけるダイホール・ダイポール法、地震探査におけるパイプロサイス等による浅層反射法、自然地震その他の方法を用いた構造調査と方法の開発（3次元速度構造、Q 構造のインバージョン）等

第4次火山噴火予知計画（平成元年～5年度）における当所の役割分担を表1に示す。

(2) 火山災害に関する研究（予測手法の研究）

火山災害研究は、予測手法の確立を目標とする研究を重点的に推進す。

(ア)火山歴史災害の研究

噴火様式と災害発生形態（特に災害発生環境との関係）

火山噴火の規模と影響範囲

(イ)火山体崩壊災害の研究

(ウ)発生災害評価のためのリモートセンシング

適用技術の研究

(エ)火山災害現象のシミュレーションの研究

1. 降灰, 2. 噴石, 3. 溶岩流, 4. 崩壊, 5. 泥流, 6. 火砕流, 7. 津波,

(オ)火山災害予測図の作成

火山災害予測手法研究のフローチャートを図2に示す。

研究協力

火山噴火予知, 火山災害防止, 関連機器の開発と多岐に渡る研究分野であるので, 地震予知, 地震防災, 地表変動防災, 海洋防災, 異常気候防災, 情報等, 他分野及び関係機関の協力と外国との研究交流を行い研究を推進する。

—注—

ここで言う「火山噴火予知」, 「火山災害」とは!

火山噴火予知とは, 火山噴火の様式と発生場所及び火山活動により発生する火山現象の予測を最初の地表面現象, 活動中の推移及び活動の終了時期の3時期について予測を行うことを言う。

ここに言う火山災害とは, 広義の火山活動に起因して発生した人的, 物的被害を言う。

（くまがい ていじ・第3研究部主任研究官）

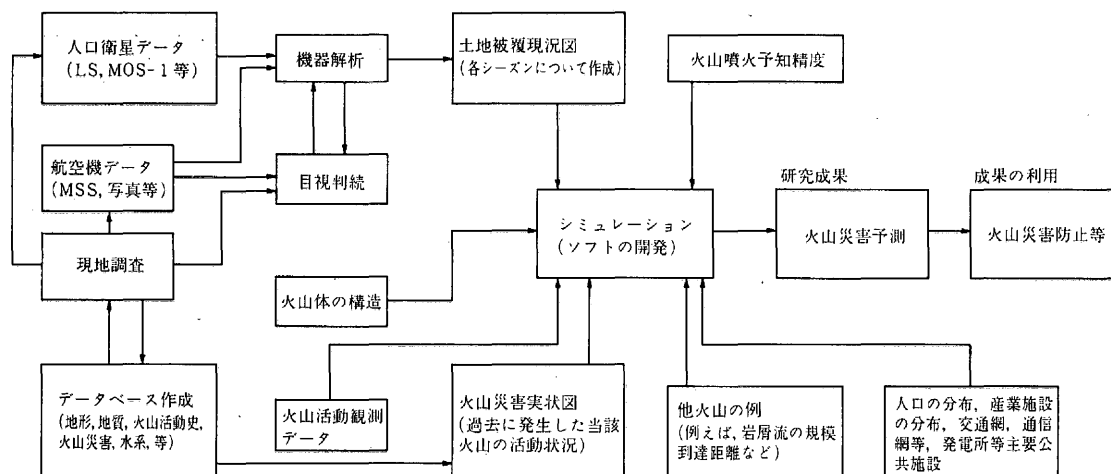


図2 火山災害予測手法研究のフローチャート

1. 背景

(1) 地震火災

1923年9月1日に発生した関東地震は、東京、神奈川を中心に、関東甲信静の広域で、死者、行方不明者142,801名、負傷者103,733名、家屋の全壊128,266棟、半壊126,233棟、消失447,128棟、流失868棟に上る大災害をもたらしたが、この災害で特に注目されたのが、地震直後から広域的に多発し、大規模に発達した都市域家屋密集地の大火災であった。この大火災では東京市の場合、火元は倒壊家屋、薬品からの出火を中心に約160ヶ所であったが、その約半数は初期に消火されたものの、残り80ヶ所余りから延焼し、約18時間にわたり、全市のほぼ半分の地域を焼土と化した。

この地震火災の延焼は、100ヶ所に上る旋風の発生によって加速されたといわれているが、特に、本所区の旧陸軍被服廠跡の空地に避難した約4万の群衆が、周辺の大火災域に取り囲まれた中で、強烈な旋風（竜巻）によって、一瞬の内に死亡した事例は、地震火災の恐ろしさを象徴する事例であった。

戦災等による都市大火災を除いて、大地震時における火災発生を戦後で数えてみても、1946年12月21日の南海道地震（死不明1,432名、家屋全半壊35,070棟、焼失2,598棟、流失1,451棟）、1948年6月28日の福井地震（死者3,769名、家屋全半壊48,000棟、焼失3,851棟）、1964年6月16日の新潟地震（死者26名、家屋全半壊8,600棟、焼失290棟）等が挙げられる。

大都市の地震火災に関する防災対策は、関東地震及びその他の都市大火災の事例の調査・研究、火災実験、都市構造等の実態調査と、延焼のシミ

ュレーション等の研究に基づき、都市の耐震耐火構造の改善、消防力の整備・強化、避難地の指定等、多岐にわたる施策が地方自治体レベルを中心に実施されてきた。

特に、昭和53年法律第73号“大規模地震対策特別措置法”の施行により、地震防災対策強化地域に指定された地域、及び直下型地震による災害発生の危険性の大きい首都圏などの大都市においては、震災対策の重要な側面として地震火災の対策が検討され、実施に移されつつある。

しかしながら、大都市における地震火災に関する状況は、社会・経済的な規模からみても、関東地震の当時と比較して格段に広域化、集積化、複雑化の度合を高めており、危険性はむしろ増大しているとの一般的認識となっている。

国土庁が最近公表した（昭和63年12月6日）関東地震クラスによる南関東一都三県の被害想定によれば、冬期平日の午後5時の地震発生の場合、死者152,000人、負傷者205,000人、損壊家屋は木造の10%、非木造の7%に及び、焼失家屋は全体の30%にあたる2,570,000棟という数字が述べられている。この想定では、特に東京の山の手の各区における密集家屋の地震火災被害が重視されており、死者や負傷者の多くもこの火災によるものと考えられている。

東京都はじめ各県市町等においても、このような地震被害想定は種々試みられており、地震防災対策の基本として活用されているが、上記国土庁の想定結果は、大都市地震災害における地震火災の危険に、大きな警鐘として深刻に受け止められている。

この地震火災の被害想定に関する科学技術的側面については、出火から延焼、消防、避難、誘導

といった臨災時ばかりでなく、施設の耐震・耐火構造並びに都市計画の側面に到るまで、多くの調査研究がなされてきたが、広域にわたって高密度に集積した木造住宅地、高層ビル、地下街、複雑、多様な交通網と氾濫する自動車、燃料・エネルギー供給施設の増大、高度に発達した情報・通信網等、大都市地震火災防災に関する研究課題は、個別分野及び総合的分野において、山積しているといっても過言ではないであろう。

(2) 異常気象による大火災

我国の気候風土に適した木造家屋は、幾度も繰り返された江戸の大火の例にみるまでもなく、異常気象時にしばしば都市における大火災を発生し、我国の宿命的な災害と見なされてきた。戦後に例をとっても、地震火災を除き、能代市の大火（1949年2月20日、焼失2,237棟、1951年3月20日、焼失1,475棟）、鳥取市の大火（1952年4月17日、焼失5,228戸）、北海道岩内町（1954年9月27日、焼失3,300戸）等において、冬・春期の異常乾燥下での強風、及び台風時の強風等により延焼し大火災に発展している。

最近では消防機能の整備強化により、その事例は小規模のものに止まっているかにみえるが、春期の異常乾燥下における山林火災は依然として頻発しており、貴重な森林資源の損失を受けている。今後は森林の保健・休養機能の活用、山岳地帯における高速交通網の整備等の社会的要請も増大することから、林野火災の防災は重要な課題である。一方、世界的な視野でみるならば、最近の数年間でも、インドネシア・カリマンタン、オーストラリア、中国興安嶺、米国イエローストン国立公園等の大林野火災が異常乾燥気候の下で発生しており、世界的な森林資源の枯渇が憂慮されている中で、貴重な森林資源の喪失、野生生物の生息環境の破壊、更には砂漠化、乾燥化といった環境悪化の促進、異常気候発生への悪循環を危惧する声もでている。

このように、異常気候及び気象と関連した都市及び林野火災の防災についても、種々な側面から

の研究が緊要となっている。

2. 基本的な考え方

火災防災に関する研究は、前項でも触れた如く、建造物の材料・構造の耐震・耐火性の確保、消防機能の整備・強化、都市構造の改善といった関連分野の個別アプローチは基本であるが、現実の複雑・多岐にわたる都市構造、都市機能の集積からみて、広域的な大火災発生の地域的な危険度評価、指定避難地の安全性の評価、臨災時における情報の確実・迅速な把握と消防活動及び住民の避難誘導に対する情報機能等、総合的、広域的、即時的な防災対応に関する研究を現実の状況を踏まえて発展させることが緊要であると思われる。

防災センターの火災研究は、関係研究機関と協力して、昭和45年度から3ヶ年で実施した、防災科学技術総合研究“大震時における都市防災に関する総合研究”の中で、大型振動台を用いた消防署建物の振動性状及び模型貯油槽の振動に関する実験的研究、建築物や土木構造物の地域的耐震性評価に係わる土質柱状図からの都市地盤データベースの作成手法の開発研究、火災の延焼消火及び避難に関するシミュレーションモデルの開発研究を行った。更に、昭和56年度から3ヶ年で行われた、科学技術振興調整費による“大地震時総合防災システムの開発に関する研究”の中で、大地震早期検知警報伝達システムの開発及びその信頼性の高度化に関する研究、火災旋風に関する研究を分担した。

その他、昭和57年度から3ヶ年で実施された科学技術振興調整費による“リモートセンシング利用実証研究（第Ⅰ期）”において、1983年5月に発生した岩手県久慈市及び宮城県泉市利府町の広域森林火災の焼失地域を、衛星データにより検出する研究を行っている。

更に、地震火災の広域的危険度評価に関連する研究としては、昭和59年度以来実施している特別研究、“地盤震害の予測手法に関する研究”、また臨災時の火災延焼特性及び監視に適用可能な研究

として、火山専用空中赤外映像装置の開発研究があり、既に航空機搭載多波長走査放射計の製作段階にある。

防災センターが今後火災研究として推進すべき方向としては、上述の諸研究で果たした防災センターの研究分担分野と、その成果を基盤として、将来の社会的ニーズに即した研究を発展させることが肝要であると思われる。

3. 将来展望

前項で述べた基本的考え方に沿って、防災センターにおける火災防災に関する研究の展望を以下に述べるが、火災防災は前述した如く、個別的、総合的及び臨災的な側面からの研究アプローチがあり、更に大都市災害の場合は、日本経済全体や、国民生活に及ぼす二次的、三次的影響をも研究対象とすることにより、前述の三つのアプローチもフィードバックにより見直すことが必要であると考えられる。

(1) 出火に関連した研究

(ア) 建造物・施設等の耐震耐火性の増強は、地震火災研究上基本的なものである。この面では、個別分野毎の研究開発努力が重ねられているが、防災センターでは、共用研究施設としての大型耐震実験装置を保有し、各種建造物・施設の耐震性評価の研究に貢献してきており、昭和63年度に装置の改造を完成し、耐震実験も弾性応答実験から、塑性及び破壊領域までの研究が可能となった。

地震火災は、建造物・施設の破壊が出火の前提となることから、これらの破壊に至る極限的耐震性能を確認することは極めて重要なことである。

特に、火元となる燃料等貯蔵・供給施設やシステム、消防・防火機能に関連した施設・システム、新建材及びそれを含む建造物の耐震性評価は、地震火災防止の個別研究として、大きな貢献ができれば。

(イ) 地震火災の同時多発の出火に関する危険度評価は、初期防火活動や消防機能の適正配置上からも重要な課題である。上述したように、出火は建造物・施設の破壊に大きく関係するが、その地震力は地盤性状に大きく影響される。防災センターがこれまでに実施してきた土質柱状図を用いた100mメッシュの地盤データベースと、水平・垂直の強震計アレー観測に基づく地震動の伝播特性の研究は、関東・東海地区の臨海部低地等のサイズミック・マイクロゾーネーションを可能にしつつある。これら研究成果と、地表建造物・都市構造との重合によって、地震火災発生に関する詳細なかつ合理的な危険度評価を行うことが可能と考えられる。

地表建造物や都市構造については、広域的なレベルでは、衛星データの利用が効率的であり、急激に変貌する都市域のデータ更新も容易と考えられる。特に衛星データの地上分解能が現状でも、多波長バンド20m、モノクロバンド10mの実体視可能であることを考えると、100mメッシュのマイクロ・サイズミックゾーニングとの併用には十分利用可能であり、近い将来は更に改善が期待できる。

(ウ) 広域林野火災の防災に関しても、樹種・材積量の地域的な分布、季節的、経時的変化、地形条件、水利条件等を広域的なデータベースとして活用することが必要であり、そのために衛星データの利用研究は有効と思われる。

(2) 延焼に関連した研究

(ア) 延焼のメカニズムは、可燃性・不燃性の建造物の配置、都市構造、消防機能、風向・風速等の気象条件、地形、植生、水面等の自然条件が複雑に関連しており、実例の解析、模型実験、数値シミュレーション等が行われてきた。風向・風速による火焰の到達範囲及び輻射熱による延焼メカニズムはかなり明らかにされ、防火構造や消防活動の基礎として活

用されている。

しかしながら、大火災時に発生する局地的強風や旋風は、関東地震や空襲による大火災時に、延焼を急激に拡大させ、多くの人命を奪ったことから、その重要性が指摘されている。特に、避難場所及び避難路の安全性評価とも関連して、そのメカニズムの解明は重要である。

火災旋風については、内外で幾つかの研究がなされており、防災センターも大型降雨実験施設の広い空間を利用して、油皿による実験研究を行った。これらの結果から、火災旋風の発生は、延焼域の形状、規模、風速等の条件によって、その発生位置が異なることが明らかにされたが、それを定量的に説明するモデルの開発までには到っていない。

防災センターとしては、更に室内実験における観測・測定装置を整備し、火災旋風のメカニズムに関する実験的研究を推進する必要がある。

- (イ) 一方、延焼現象を広域的に観測し、気象条件等と比較解析する研究が必要と思われる。

これまでに、広域林野火災に関して、静止及び極軌道気象衛星からの熱赤外バンドによる延焼域が時系列的に検出され、延焼状況が監視された事例が外国において発表されている。我国においても、ランドサット TM バンド 6 データ (分解能 120m) 及びバンド 7 データ (分解能 30m) により、林野火災や火山噴火の高温域の検出がなされている。

衛星データの場合、観測周期や観測時の気象条件に支配されて、延焼過程を十分に把握することは将来も困難とみられるが、将来多種・多様な衛星データの利用が可能となるので、その利用研究を推進する必要がある。

- (ク) 防災センターで現在、実機製作の段階にある火山専用空中赤外映像装置の航空機搭載 MSS は、可視・近赤外 3 バンド、短波長赤外域 2 バンド、熱赤外域 3 バンド (将来は 4 バンド) を具備しており、大火災時には随時観

測データを取得することにより、延焼メカニズムの解明に貢献することが考えられる。

更に、この装置は将来、移動可能な地上のステーションに観測データを無線で送信し、即時的な画像処理・解析を行って、防災活動に役立てることを考えており、火山防災とともに、火災防災面でも重要な研究となると期待される。

(3) 大火災の災害評価に関連する研究

リモートセンシング技術を用いた災害評価に関する研究は、災害前後のデータ比較により、水稻、植生被害等について行ってきた。同様な研究は大火災に対しても適用できるものであり、単に被害の定量的評価のみならず、火災跡の地理的分布とその度合から、延焼等のメカニズムの推定にも役立てることが期待される。

参考文献

- (1) 大震時における都市防災に関する研究 (追報を含む) (1973, 1976) 防災科学技術総合研究報告第 31 号, 国立防災科学技術センター
- (2) 大地震時の総合防災システムの開発に関する研究第 I 期報告書 (1984) : 国立防災科学技術センター
- (3) 都市防火対策手法の開発報告書 (1982) : 建設省
- (4) 火災旋風に関する研究講演会要旨 (1988) : 日本火災学会学術委員会
(うえはら しげつぐ・第 4 研究部長)

1. 背景

災害は、自然現象と社会条件とが複雑に絡み合って発現するものであり、その防止を図るには、災害発生メカニズムの科学的な解明に基づき、起こりうる自然・社会現象を正確に予知することが極めて重要とされている。しかし、自然現象を理解するためには、長期にわたる観測研究の積み重ねが必要である一方、社会の進歩発展はますますその速度を早め、災害の様相を全く変わったものにしつつある。この、相矛盾する条件を克服するため、防災情報処理研究分野においても、災害の各研究分野の研究者の協力のもとに、広範多岐にわたる災害分野を対象に、最新の計測技術、情報処理技術等を活用しつつ、災害の予知と防止のための研究開発を進めて行くべきことが要請されている。

第11号答申の第1章「新たな発展が期待される基礎的・先導的科学技术の推進」及び第3章「社会及び生活の質の向上のための科学技术の推進」の指摘にある様に、防災科学技术の飛躍的發展を図るためには、先端情報処理技術の積極的活用が不可欠である。

また、第9号答申のⅠ「基本的な考え方」、同Ⅱ「重点を置くべき研究開発の分野と目標」並びに第11号答申第3章3「防災・安全対策の高度化」においては、学際的領域を含め多数の領域の科学技术の有機的な連係を図ると共に、自然科学に人文・社会科学上の知見を併せ活用し、現下の重要な課題である大都市の災害を中心に、総合防災に関する研究開発を推進すべきこと、その際、地域の災害の潜在的危険度に関するデータの整備、災害シミュレーション、被害想定等の安全評価技術

の開発と共に、パニック防止の為の社会心理学的、行動心理学的研究を含む災害予報、情報伝達システムの開発を進めるべきことが答申されている。

また、第9号答申のⅢ「研究開発を進めるに当たって配慮すべき事項」並びに第11号答申第3章3「防災・安全対策の高度化」の〈課題と目標〉においては、人工衛星等によるリモートセンシング技術、航空機等による観測調査技術、データ処理技術等の先導的、基盤的な科学技术の積極的な活用の必要性が答申されている。

一方、「宇宙開発計画」では、初の国産観測衛星MOS-1をはじめ、地球観測衛星シリーズについて防災等各種利用分野への応用研究が唱われており、利用機関においてはこれを推進すべきことが、宇宙開発委員会から要請されている。

2. 基本的考え方

防災に関する研究は、本来横断的性格が強いものであり、災害発生の要因が複雑化している今日、一つの防災対策を確立するためには、極めて多方面にわたる知見を総合することが必要である。このような状況化において、防災科学技术の研究の推進と高度化を図るためには、学際的領域を含め多数の領域の科学技术を有機的に連係し、多角的観点から総合的に進めることが必要であり、当分野では特に境界領域における研究開発に重点を置いた施策を行う。当面、防災に関する研究開発の推進に当たり、災害現象解明のための数値シミュレーション手法、リモートセンシング技術、観測調査技術、データ処理技術等の先導的、基盤的な科学技术の積極的な活用を図る。

科学技术庁に属する当センターとしては、当庁

に属する宇宙、原子力、海洋、科学技術情報、新技術関連などの特殊法人並びに航空宇宙技術研究所、金属材料技術研究所、無機材質研究所などの先端的科学技術の開発研究を進めている機関と密接に連携して研究を発展させる必要があり、その可能性を追求し一層明確にして行く必要がある。

情報化社会の到来と共に、個別の災害研究分野においても情報科学的アプローチが増大の一途をたどるものと予想されるが、先端科学技術の開発研究を担う科学技術庁内の他研究機関に比べ、特許を取りにくい防災科学技術分野においては、版權ないしは著作権の付与が具体化しつつあるデータベースやソフトウェアに対する評価を高めた方が有利であろう。

最近の科学技術の急速な進歩は、防災科学技術の分野にも多大の影響を及ぼすことが予想され、当センターの研究活動の将来構想についても、これらを閑視することはできない情勢にある。

21世紀へ向けて、防災科学技術もより広い視野に立つ必要があり、災害がもたらす国内の社会経済的側面はもとより、よりグローバルな研究活動を意図することが今後不可欠になるものと見られる。その際、災害分野の明治以来の縦割り論に依拠した部屋割りにのみ固執することは、防災科学技術に新分野を拓き得る当センターの可能性を自ら閉ざすものといえよう。

3. 将来展望

当分野では、上記の基本的考え方に沿い、主としてコンピュータ利用技術を駆使し、また各防災研究分野と協力して現地観測調査を含む手法並びにモデルの実証を行い、下記の様な各種の研究を実施して行く。

(1) 災害現象解明のための数値シミュレーション手法の開発研究は、防災科学技術における情報処理の基本的な命題であるが、近年における巨大都市圏は災害に対して脆弱になっており、特に地震による災害の防止及び災害が発生した後

の拡大を防ぐための研究開発を、多角的観点から総合的に行うべきことが要請されている。このような背景から、直下型地震の総合防災システムに関する研究等、個別分野、個別地域において経年的に得られた知見を踏まえ、総合的・学際的観点から震災対策のためのシミュレーション技術並びに評価技術の開発を行う。

当面、リモートセンシングにより得られる土地利用現況並びに従来の調査法によってデータベース化された地盤情報等の災害関連情報を用いて、大震時の広域的災害発生状況をシミュレートし、災害対策を評価する技術を開発する。

また、各種災害現象を共通基盤的な視点からとらえ、流動体の挙動に関するシミュレーションモデルを構築できるという考え方もある。

また、コンピュータ利用技術の手法面からは、非ノイマン型コンピュータの適用研究、動的画像の表示手法、スーパーコンピュータの利用研究などに新規性が見い出されよう。

(2) リモートセンシング技術の利用研究では、人工衛星データの精度向上、よりグローバルな広域観測など、リモートセンシングの同時広域性、反復性など、面的な防災・災害調査にとって有利なこの特徴を生かし、従来の調査法との補完性を確保することによって、防災科学技術におけるこの技術の定着化を図る。

リモートセンシングは、陸海空の各領域にとどまらずそれらが相互に作用し合う領域における観測にも威力を発揮するであろう。

(3) 災害・防災に関する情報を収集・蓄積し、解析し、要求に応じて検索・解析・提供することは当センターの主要業務の一つである。この業務遂行についての労力・時間・費用の軽減を図るための手法の開発研究は重要であり、各研究分野・資料調査部門との連絡を密にして、新たにニーズの生じた対象につき、そのデータ、ニーズに適合した防災情報データベースの整備と、大形電算機システム上での利用手法の開発

を進める。

震災対策強化地域全域における都市地盤資料のデータベース化を実現し、広域震災対策に資するための大容量データベース・システムの開発整備、並びにアジア地域を対象とする様な広域衛星データのデータベース化が中期的課題となろう。

- (4) 災害現象に関わるデータの計測・収集・処理方式の研究も極めて重要である。電算機による災害・防災記録の自動計測方式の研究は、個別防災研究分野と密接に協力しながら継続的に実施する心要がある。各分野に基礎的・共通的なデータ処理においても、また各分野に固有の情報処理においても、対象の拡大・複雑化に伴って電算機利用の要求が増大し、その利用技術も複雑となっており、現有電算機システムの一層の高度化を図る必要がある。

(きし しんきち・第4研究部情報処理研究室長)

災害の社会的問題に関する研究分野

水谷 武司

1. 背景

自然災害は、自然力（誘因）が社会（災害素因）に作用することによって生じる。地震が起こっても、大雨が降っても、そこが全くの無人の地であれば、災害にはならない。社会（およびその構成要素である人間）に影響が及んではじめて災害となる。すなわち、災害は本質的に「社会的問題」である。この災害に対処するためにとられる種々の意図的な行為、すなわち「防災」は、もちろん人間・社会が為すところのものである。

洪水や地震など、個々の災害についての研究も、それら現象の自然的側面だけではなく、社会的な問題も含めることによって始めて、それらの災害についての「防災」の研究を行なっている、と言えることになるものであろう。

しかし現実には、災害研究、防災研究は圧倒的に、自然的側面についての理学的・工学的な科学技術研究という範囲内で行なわれている。防災対策も工学的技術の適用といった面が中心である。文部省の自然災害科学総合研究班の分科会には、社会的問題を専ら対象とする唯一のものとして人文・社会分科会が設けられているが、この構成員は約20名で、全体のわずか1%程度でしかない。これは日本だけのことでなく、欧米諸国においても、程度の差はあれ同じような傾向にある。

災害・防災研究のこのような状況は、社会的問題がことさら軽んじられてきたということの結果というよりは、社会的問題それ自体の性質に起因した、いわば自然の成り行きともいえるものである。まず、社会的問題は取り扱うのが難しい、ということがあげられる。これは高度な研究を必要とするということを意味するのではない。社会の

中のどれが災害にかかわる部分なのか、それをどう取り出したらいいか、いや果たしてそのようなものが存在するのか、といったようなとりとめない問題である。問題点の一般的な指摘はできても、それを研究的に追求しようとする、研究方法や基礎データの取得等の面でたちまち行きづまる。ともかく進めたとしても、常に隔靴搔痒の感をぬぐい去ることができない。これは「科学研究論文」を書くことを目的としている研究者にとっては大いなる苦痛である（この反面として評論的一般論がばっこすることになるが）。

つぎに、社会的問題を相手にしても、役に立たない、ムダに終る可能性が大きい、ということがある。すくなくとも、そういった疑問を常に抱かざるを得ない。災害の社会的問題の多くは、人間・社会の本質にかかわり、処理不可能とした方がよい。その解決を目ざすとしても、防災の範疇を大きく越える。社会は防災だけで動いているのではない。極めて非日常的な事象である災害への対処を、社会の日常的、正常的活動をさしおいて優先すべしという論拠を我々はもたない。結局は社会の選択、政策決定の問題となっていく。

もし災害をもたらす自然現象が正確に予知・予測できるとしたら、防災を社会の中に組み入れることは比較的容易であろう。しかしこれら自然現象を社会からの要請に適うほどの正確さで予知・予測することは著しく困難である。防災の社会的問題の難しさはここに起因するところがある。

社会的な問題は難しいのであれば、社会へのかかわりを避けて、あるいは工学的問題に置き換えれば置き換えて、科学技術研究による解決をはかるという方向に向かうのは自然の成り行きであろう。それがまた新たな社会的問題を生み出すこ

とになるのであるが。

しかしやはり災害は「社会的問題」である。災害関係者に意見を問えば、まず総てが社会的問題を研究することは必要であると、自然的問題に関してとは異なったニュアンスをこめて答える（ただし多くの場合、何をどのように研究をしたらよいかは分らないという但し書きがつくが）。このような総論的賛成が非常に多いということでもって、社会的要請は強く、研究を支援する背景があるとは速断できない。反対は殆どないといった程度に受けとめて、問題の所在を明らかにし、研究（と表現するかどうかは別にして）の成果を積み上げて基盤を築く必要があろう。

1975年にアメリカで、防災に関係する約300人の専門家が参加して作成した「自然災害研究のアセスメント」と題する報告書が公刊された。冒頭では、これまでの研究が科学技術面に偏りすぎており、今後は社会的、経済的、政治的な問題、言い換えれば人間要因（People factor）が含まれる問題をバランスよく研究に組み入れることの必要性がまず述べられている。本報告の主要部分は、15種類の自然災害についての必要な研究課題および経費（人年単位）を示し、またそれらの研究の成果採用の見通しや防災効果などについてのアセスメントを行なったものである。今後10年間に支出すべきであるとして提示された総経費は4162人年（1人年は1974年価格で平均6万ドル）であるが、そのほぼ半分は土地利用管理、保険制度など、人間要因に多かれ少なかれかわるテーマに対してのものである。土地利用管理は最も重視されており、これに関係するテーマについての必要経費は全体の20%をも占めている。ただし、土地利用管理の研究成果が実用化される見込みは小さい、という判断も同時に与えている。

全体を通じて、現象の予知・予測よりも、土地素因に基づく危険度の判定や、社会の災害抵抗性の強化につながる研究に重点が置かれている。また、各種の防災手段を社会に受け入れさせ実用化させるプロセス、といったようなものも必要な研究テーマとして示している。日本とは災害環境、

社会構造、研究レベル等が異なるので、そのまま受け入れられるものではないが、このような指摘は、日本の防災研究、とりわけ社会的問題の研究に対して、現在でもなお示唆するところが多い。

2. 研究の進め方

「災害の社会的問題」を研究することの必要性は大きいとしても、それをどこでどのようにして進めるかについては、他の自然現象部門とはやや異なった問題点が存在する。社会的問題の研究では、災害実態調査、各種社会調査（アンケート、インタビューなどによる）、社会・経済統計の収集等によって、必要なデータを得る。これが自然科学・工学における実験や観測に相当するものといえよう。したがって、ハイテクの機器類は必要としない。せいぜいコンピューターを使用する程度である。ということは“科学技術”予算を得ることが難しいことを意味する（政治的背景をもっている部門は別として）。文部省科研費とは異なり、旅費や賃金を主体として積算された予算要求は、最初から問題外とされる。カネがとれないということはヒトもつかないということである。しかしこの分野の研究ではヒトを得ることが殆ど総てである。

この障害を越えて予算を獲得する一つの方法として、自然と社会を組み合わせた研究プロジェクトに加わるという方法がある。自然部門の側も、防災を標榜するために社会を求める場合がある。しかし本来、自然と社会が総合されてはじめて〇〇防災研究と表現できるものなのである。自然と社会を同一人物が担当する必要はかならずしもなく、手法の違いによる分業が行なわれて然るべきであるが、全く切り離して研究が進められるべきでない。社会科学、人文科学の方法を取り入れる必要は大いにあるが、たとえば社会学や経済学に没入すれば、防災とはかけ離れたものになる。

総合防災の観点をいくら主張しても、教育や研究の現状からみて自然と社会との間に様々なギャップが存在することは認めざるを得ない。世の中

は分業によって効率よく動いている。ここは科学技術を標榜する組織である。ややもすれば安易な一般論、抽象論になりがちな社会的問題へのかかわりを断って、自然現象の科学技術的研究に分業的に専念することが、分担する研究の効率を高め、社会全体としての防災研究の進展に寄与する、という判断もあり得る。他省庁の研究との類似性を避けるために、自然中心の研究に社会を表向き組み込むことは、研究の枠外でなされる判断の問題である。

3. 研究課題

ここでいう「社会的問題」には、社会の構成分子である人間も当然含まれるものとする。人的被害の防止は防災の最大の責務である。災害時の行動心理、災害情報への対応行動、危険意識の形成・変質など、人間の心理や行動にかかわる問題は、避難などに関係し、重要な研究対象である。人間はまた防災活動を担う主体でもある。防災システム内での情報の授受やヒューマンエラーの問題も、人間要因にかかわるテーマである。災害によって生じる大量の負傷者や罹災者の処理、いわゆるヘルスケアの問題は、きわめて時間に迫られる難問である。災害の人間的問題は比較的手がけやすくて、社会心理学、人間工学等の分野で研究が進められている。

災害危険地への居住を規制し、危険の程度に応じた土地の利用を行えば、災害を大きく減らすことが可能である。すなわち土地利用管理が防災の一つの決め手となる。しかしこれを言うは易しいが行なうのは非常に難しい。日本において防災目的の土地利用管理を遂行することの困難さは、アメリカにおけるその比ではないであろう。なおさらそれ故に、問題の所在の指摘、実現方策の検討、代替的に採られている手段のアセスメント等を行なう必要がある。

災害は種々の社会的、経済的影響を被災地域の内外に及ぼす、とりわけ首都圏における震災のもたらす影響は多様かつ広範囲と予想される。また、

火山噴火のような持続的な現象や、干ばつなど大量の食料不足をもたらす災害などは、それぞれ特有なインパクトを地域社会に与える。高度化して脆弱性を増した社会環境下で、どのような新しい、意外な影響が引き起こされるであろうかを予測しておくことは必要である。

防災対策は、地域の災害環境に応じた、複数手段の最適組合せとして選択されるべきものである。この防災意志決定を行なうための評価・選択の基準を与える必要がある。

科学研究と防災の現場との橋わたしをするのが防災研究の役割であろう。研究成果の普及活動や、その適用・実用化をはかる努力は、研究活動の一環として要求されよう。

実験的方法や理論的基礎を殆どもたないこの分野の研究では、災害調査の重要性は大である。ここで災害調査とは、新しく生じた災害の調査だけでなく、過去の災害の発掘的調査、被災地域社会の長期的追跡調査、高危険地の社会実態調査なども含むものである。必要な研究テーマも災害調査の中からおのずから導き出されるであろう。各研究テーマはその防災的意義が明らかにされていない。

以上に示した研究課題の内容、方法等を次に示す。なお、対象とするのは全災害であるが、地震災害と風水害がおのずから中心となろう。研究成果は科学研究論文というかたちを取り難い場合も多い、ということの理解は必要である。

(1) 災害における人間要因

災害時人間行動 災害情報や警報を受け、接近する危険を認知し、あるいは災害インパクトのただ中で、人間および人間集団がどのように反応しどのような行動をとるかを、災害事例調査や被験者を使用した実験などの方法により調べ、情報伝達、避難システム、防災施設設計、パニック対策等のための基礎データとする。人間の本性を変えることは不可能であると思われるから、緊急異常時において好ましくない人間行動を増幅させる要因を探って、それをつぶす方策を考えることに

なろう。

災害に対する地域社会の反応 被災後における地域住民の危険意識の形成と変質の過程、地域の防災社会構造の変化の過程等を長期的に追跡し、社会の災害脆弱性を高めないための方策を検討する。

防災システムのヒューマンファクター 情報伝達システムなど防災のシステム中には、各所に人間が介在する。この人間の判断・行動のエラーに対して強い緊急時防災システムを、人間工学的手法等により検討する。

災害時ヘルスケア 都市の大震災のような大きな災害によって生じる大量の死傷者の救出・医療や処理、大量罹災者の救護・輸送・収容など、いわば生身の人間の、緊急を要し一刻も手が抜けない処理対策にかかわる問題を検討する。

(2) 防災土地利用管理

ここでいう土地利用は、住居や施設の配置などの都市的土地利用を意味する。防災的土地利用を検討する基礎は、土地の自然的条件に基づいた危険度分析とゾーニングである。この結果に基づき、防災的に望ましい土地利用の様式を示し、それを実現するための法的規則、経済的誘導などの手段を検討する。また、併用的手段としての災害保険、住宅移転への助成、耐災害建築構造等についても検討する。アメリカにおける現状の調査に役立つであろう。しかしこれは、高地価、私的土地所有など、いわゆる土地問題にかかわる難問であって、答は容易には得られない。都市計画、地域計画に整合的に組み入れ、長期的にその実現をはかっていくことを目指すものであろう。危険地の利用は他の便益を優先させようとする個人や企業の選択の結果であるともいえる。その選択がもたらすコスト（対策費用や被害）を内部化させる方法の検討も必要であろう。

(3) 災害の社会経済的影響の評価

災害のもたらす社会的経済的影響の波及・拡大から収束に至る連鎖の構造を、システムダイナミ

ックス、シミュレーション、シナリオ等の方法によって調べる。外的条件等が変化した場合のプロセスの変化や、影響の量的・質的变化を探ることが重要である。

(4) 防災対策のアセスメント

各種防災対策に関して、経済性、有効性、マイナス効果等についてのアセスメントを行なう方法および、地域の災害環境に基づいて、防災手段の最適組合せを選択する手順を検討する。

（みづたに たけし・第4研究部災害評価研究室長）

1. 基本方針

現在すでに都市への人口集中は著しいが、今後とも世界各国においてより一層、著しくなると予想されている（例えばアメリカ合衆国政府，1981年；西暦2000年の地球）。この現象は開発途上国で特に顕著であると言われているが、例えば東京都の常住人口は1985年までの15年間に42万人増加したが2000年までの15年間に50万人増加すると想定されており（第2次東京都長期計画）、日本でも都市人口は依然として増え続けると予想される。また、公共的空間として深部地下を含む地下の開発が叫ばれている一方、海上都市の建設の構想もある。このように今、都市は、一層巨大で複雑なものと大きく変容しようとしている。

都市域において進んできた過密化や無秩序な開発行為によって災害の潜在的危険度が増大してきたことは以前から指摘されているところである。都市の一層の巨大化は、適切な防災方策が施されない限り、災害に対してより一層脆弱になり、災害の危険性がより一層増加することになる。現時点の都市が既に災害に対して脆弱であり、これを解決するための都市域防災研究の重要性が言われている。都市の一層の巨大化・複雑化が想定される今、都市域防災研究の重要性は一層強まり、より厚みのある研究が必要になってきた。

我々が研究を立案する際に、基本的に因るべきものとして『防災に関する研究開発基本計画』（昭和56年7月内閣総理大臣策定）および『諮問第11号「新たな情勢変化に対応し、長期的展望に立った科学技術振興の総合的基本方策について」」に対する答申』（科学技術会議昭和59年11月、以下科学技術会議11号答申という）がある。どちらにおい

ても都市域防災の研究の重要性がうたわれている。

『防災に関する研究開発基本計画』では、防災に関する研究開発を進めるに当たっては災害の地域性を重視することが大切であるとし、「都市災害に対応する研究開発を推進するに当たっては、・・・従来の個別の防災科学技術の一層の高度化を図ることはもちろん、都市全体をシステムとしてとらえ、人間の視点に立って総合的かつ効果的に都市全体の防災化を指向することが肝要である」としている。また11号答申では、「近時、都市域において進んできた過密化や無秩序な開発行為によって、災害の潜在的危険度はむしろ増大している。このため、防災に関する科学技術について平時から着実に研究開発を進め、そのレベルを高めて、災害に備えておく必要がある」とし、具体的な課題として「自然条件、土地利用条件、構造物の状態、人口集中度、情報網の存否等の社会的条件の解明により、災害の潜在的危険度の予測技術を開発する」こと、「地域の災害の潜在的危険度に関するデータの整備、災害シミュレーション、被害想定分析等の安全評価技術の開発を進めるとともに、パニック防止のための社会心理学的、行動心理学的研究を含む災害予報、情報伝達システムの開発を進める」ことを挙げている。

上記基本計画および答申が発表されてからほぼ5年が経過しているが、現在なお、さらに、多くの事柄が未解明のまま残されている。さらに、再開発等に伴う人口の集中、インテリジェントビルの建設など高度情報化社会への変化等、昨今の状況は研究開発基本計画および科学技術会議第11号答申において指摘された方向に沿って都市域防災の研究を一層強力に推進しなければならないこと

を示している。

2. 都市域及びそこに発生する災害の特徴

都市は社会的・経済的・政治的活動の中心となる場所であり、都市域では多数の人々が集団的に住み、家屋が密集し、交通路が集中している。さらに、そこに住む人々の生活、社会秩序および、それぞれの都市機能を維持するためのシステムが整備されている。

防災の面からみれば、上記の事柄は都市域が被災対象の分野に顕著な特徴を有することを意味している。また、例えば、家屋の密集や道路の整備等は、降った雨が河川に流入するまでの時間（流出時間）を短縮したり集中豪雨の発生を促したりしていることが我々の研究等で示されている等、被災対象の分野だけに留まらず災害の誘因および素因の分野にも都市域の特異性が生じている。

集中豪雨災害を例にとって上記の特異性を具体的に示しておく。畑や田等の宅地化は流出時間の短縮をもたらすので、雨量が同じであっても河川を流れる量を多くする。このため流域で宅地化が進むと氾濫が容易に生じるようになる。同時に、低地の宅地化は、それまでの浸水被害が例えば農作物であったものが住宅被害になるように、被害の変質をもたらす。またエネルギー消費が多い都市域では周辺より気温が高くなりこれが集中豪雨の発生を促すように作用する。一方では、より多くの雨を流せるように河川を拡張したくても川端まで宅地化が進んで河川改修は困難となっている。さらに、日常生活を快適にするために整備された下水道が思わぬ所に水害を引き起こしている。そして一度災害が発生すると、例えば落雷による停電が交通や高層ビル内の混乱を引き起こしているように災害が拡大していく確率も高い。

災害には本質的に自然環境、社会環境、経済環境が反映される。都市域では種々の活動が高度化、高密度化され、高度で高密度な活動を支える幾つものハード及びソフトなシステムが存在している。都市域は、主として効率と快適さを維持する

ためのハードなシステムとこのシステムを利用することによって成り立つソフトなシステムとが複雑に絡み合う複合システムである、と言えよう。従ってある自然現象に因ってハードなシステムが一つ破壊されると、それに頼っているソフトなシステムが活動不能となり、そのことが別のシステムの破壊を引き起こすこと等が生じ、災害の様相は複雑になり、かつ災害の様相は都市の変化に対応して変化することになる。

3. 研究課題

科学技術会議第11号答申における「防災・安全対策の高度化」の「＜課題と目標＞」でなされている区分に従って、前項で記した特徴を考慮して、研究すべき課題を記す。

(1) 「自然災害の発生機構の解明と地域に即した災害の予知・予測」

要請されている主な目標は、新しい観測手法の確立、自然現象の解明ならびに社会条件および自然条件に基礎を置いた災害の潜在的危険度の予測技術の開発である。

既に述べたように、社会が複雑化すればするほど災害の性質も複雑化する。このような災害の変化は都市域の災害において特に顕著となる。そして現在都市はより巨大な複雑なものへと変化しつつある。これに対する防災としては、出来る限り、都市の変化に伴う災害の変化を予測し災害の潜在的危険度を減少せしめるように計画の段階で配慮すること、が最も望ましいものである。従って、都市域における社会条件および自然条件等の変化に伴う災害の変化を明らかにし潜在的危険度の減少をもたらす社会条件、自然条件を見いだすこと、が重要な課題となる。

個別的な自然現象の解明としては、その発生が都市の特異性と密接に関係している現象の解明に力を入れるべきであろう。この成果は、災害発生 の予知・予測及び住民への広報に活用されることにより、防災の高度化をもたらすであろう。また、

この種の研究は上段で述べた都市の変化と災害の変化を明らかにするためにも必要になってくる。

特異性を生じる第1の要素として人家等の集中ということがある。水害に関しては人家が密集した場所を氾濫水が流れる場合とそうでない場所が流れる場合とでは水に働く低抗力が大きく異なるので氾濫水の挙動が非常に変わってくる。また、人家が密集した場所と広場のような空間とが接した場所では空気の流れが不連続的に変化する。これが火災旋風等の旋風の発生に寄与していると考えられる。

第2の要素は、都市の機能及び利便をもたらす施設等の関与がある。例えば、下水道の整備が時には思わぬところで浸水を引き起こすことを生じる。これを解明するには管網における水の流れ及び管内における流体の挙動（特に満管時）を明らかにする必要がある。ライフラインの破壊条件の解明もこの分野の課題であろう。

特異性をもたらす第3の要素は、周辺との差異が著しい土地利用・エネルギー消費等の状況が自然現象に及ぼす影響である。都市域の気候が周辺と違っていることは良く知られているし、都市化が降雨の流出に影響を及ぼしていることは既に記した。前者は豪雨の発生頻度の増加を生じている。後者は水害の発生をもたらすように作用する以外にも、丘陵地帯が宅地化された場合には、降雨が土中へ浸透する割合が変化し土砂災害の発生に影響を及ぼすことが考えられる。

(2) 「総合的、計画的防災対策の推進」

この事項に関して次のように記されている。「防災研究は、自然現象の研究と人間、社会の研究との両面から総合的に協力して進める必要がある。特に、大都市等の人口の密集する地域に係る防災研究は緊要である。このため、・・・（中略）・・・地域の災害の潜在的危険度に関するデータの整備、災害シミュレーション、被害想定分析等の安全評価技術の開発を進めるとともに、パニック防止のための社会心理学的、行動心理学的研究を含む災害予想、情報伝達システムの開発を進める。」

災害シミュレーションなど災害評価技術の開発と、この技術を活用した防災の高度化が取り上げべき課題となる。都市域ではインテリジェントビルが建築され、地下街が形成され、さらには大深部地下空間利用が計画されている。このような現状に対応し、適切なる防災計画の立案および災害発生時の諸活動を迅速に行え得るようにすること等により大きな災害を未然に防ぐあるいは被害の軽減を図るためには、科学技術会議第11号答申に書かれているとおり、危機的状況下における人間行動、情報の役割とその途絶を十分考慮したシミュレーションモデルを開発する必要がある。このためにはまず、一定の条件下における人間行動を評価する技術・方法を開発することが至当であると判断される。

さらに、昭和57年の長崎水害のとき発生した地下室水没による中高層ビルの機能まひ及び車の被害とその影響という形で一部顕在化した、都市における高度で高密度な活動を支えている技術等の機能の停止がもたらす影響をも考慮すべきであろう。

長崎水害の時、情報不足等により適切な行動をとれなかったドライバーが多く、車が浮かび、車は当然の事ながら、なかには水圧のためドアを開けることができず、かつパワーウィンドウの車では電気系統が機能しないため窓も開かず、このため車に閉じ込められたまま人が流される、ということが生じた。車ごと川に流され水死などの直接的な被害だけでなく、流れる車による建物の破壊および流されて来た車がある所で水をせき止めて市街地の浸水被害をもたらしたり、道路上の車が救助・復旧活動の妨げになった等災害の拡大をも車はもたらした（高橋・高橋『クルマ社会と水害』による）。先端技術等を用いた種々の技術・方法によって効率・快適・利便が高度に図られている現在、総合的、計画的防災対策を立てるには高度で高密度な都市機能・都市活動を維持している機能が停止した場合を想定しなければ意味のないことは上記の例からも容易に理解されよう。

上記の事例は同時に、災害時における個人の判

断の適否が被害の大きさに直接的に関わってくることを示している。災害時に被害の軽減を図るよう適切な行動を取ることは、災害時にどのような現象が発生するかを知っていて初めて可能となる。従って、日頃からの広報活動が重要となるが、広報活動をするためにも災害シミュレーション技術の開発が必要となる。

災害シミュレーション技術を開発する過程において、都市域災害の潜在的危険度を推定するためには、どのような種類のデータを整備すれば良いかということはおのずと明らかになってくることが期待される。

さて、都市はそれぞれが独自の機能を有している。大きな災害が発生した場合、機能が停止する可能性がある。このとき、日本全域あるいは世界に及ぼす影響を事前に評価しておくことが、発生後の有効な対応を迅速にとるために不可欠である。都市域災害の影響の広がりや推定する技術を開発することも重要となる。

4. 研究体制

都市域防災の課題は、気象、水文等自然科学から（災害）心理学等の社会科学までの広い学問領域における総合的な研究を実施することによって初めて解決可能となる。従って、都市域防災として課せられた使命を果たすためには前記の学問分野を専門とする研究者集団が必要と判断される。社会的要請の強さに鑑み、早急な組織の拡充強化が望まれる。

（よねたに つねはる・第1研究部都市域防災研究室長）

「国際協力」は研究分野ではないが、その社会的
重要性和横断的意義において当センターにおける
展望を明らかにする必要がある。

1. 背景

当センターにおいてはこれまでも国際協力とい
うか海外との各種の連絡・協力が行なわれてい
たが、特に最近先進国・途上国を問わず海外と
の交流が盛んになった。その背景は次の通りであ
る。

- (1) 急速な経済発展により、最近、世界における
日本の役割が急激に重要になった。世界経済も
著しい発展をとげているが、それにもまして日
本経済は目覚ましい発展をしている。日本が膨
大な貿易黒字を持つとか、最大の債権国である
とか言うような現状は、日本の国際協力の場
での有効適切な活動が世界で期待されているこ
を示すものである。
- (2) 国際防災の十年 (IDNDR) は1987年12月の国
連総会で日本が提案国の一つとなり、1990年代
の10年を国際防災の10年とすると決議されたわ
けであるが、これが発足したことは、世界が防
災に強い関心を寄せていることを示すものであ
り、また日本の貢献が強く期待されているとい
うことでもある。つまり、世界としても日本と
しても防災科学技術の国際協力が強く求められ
ているということである。
- (3) 現在、アメリカ合衆国をはじめヨーロッパ等
の先進国では地球を総合的・科学的に理解する
ための地球科学研究計画が推進されつつある。
地球は人類にとってかけがえのない惑星であ
り、それが人間活動等の影響で変化しつつある

こと、及び最近の観測手法・解析手法の大規模
な進歩により問題点が急速に明らかになってき
たため、国際的観点から地球科学の推進が強調
されているのである。プレートテクトニクスの
知見が地震予知の基礎となっているように地球
科学的知見はそのまま防災科学技術にも応用で
きるわけで、自然現象の本質解明へ向けての諸
観測の国際協力の高まりは一つの有意義なチャ
ンスである。また逆に、防災科学技術の開発に
よって地球科学的知見の拡充も行われているの
で、両者を一体として発展させねばならない。

2. 基本的考え方

国際協力の基本的な考え方は各方面で述べられ
ているので、ここでは一般的な視点、科学技術の
視点、防災科学技術の視点について述べる。

- (1) まず一般論として、科学技術も含めた知的所
有物 (Intellectual Property) に関する国際協力
の視点がある。
 - (ア) 知的所有物は人類共通のものであること。
 - (イ) 交通・通信手段の発展によって、他の国と
の相対的距離が極めて短縮されたこと。
 - (ウ) 国際的な平和のためには少なくとも知的所
有物の交流は必要である。
 - (エ) 日本の発展は海外諸国の協力に依るところ
が多いので、その恩義は十分に感じなければ
ならない。
- (2) 科学技術に限ってみると次のような国際協力
の視点がある。
 - (ア) 科学技術に関しては日本も先進諸国に近づ

いて来たので、先進国的な視点に立つべきときに来ている。

- (イ) 経済規模の発展により、基礎科学から応用技術まで、対象規模が大きくなったので、世界を考慮しないものはない（鎖国状態はありえない）。

(3) 防災科学技術についての国際協力の視点は

- (ア) 学問の普遍性の追及からみれば、世界中の現象にたいして有効である防災科学技術システムでなければならない。
- (イ) 地球科学的規模の現象に起因する災害が注目されるようになった。
- (ウ) 地球の複雑な構造をグローバル及び地域性の上に理解せねばならないことが明らかになって来ているので、国際協力の視点は重要である。
- (エ) 日本は防災科学技術について多くの分野で発展を遂げてきた。これは国際的な科学技術協力において十分評価されるものである。

(1) 特に発展途上国に対する視点

- (ア) 現在、発展途上国では農業の近代化、工業化に取り組んでいるが、そのためには本当は防災的見地からの十分な対策のうえに行なわねばならない。しかし累積債務やバランスを失した工業化などのため必ずしもそのようにはなっていないので、そこに起こる歪が自然災害となることが多い。我々の持っている防災科学技術はこの点に大いに役立つ。
- (イ) 発展途上国の不安定性は日本の安定な成長を妨げるものである。現在は一国のみが繁栄することはありえない時代であって、技術ノウハウの途上国への提供は日本のためでもある。
- (ウ) 発展途上国は地球上での変動帯、エネルギー・水のバランスの変化の著しいところに位置していて、この地域の科学的データは我々にとっても必要不可欠のものである。

3. 現状

活動の現状(過去5年位ぐらいから1~2年先まで)を簡単に要約する。

(1) 国際機関への協力

(ア) 国際連合

- (i) 地域開発センター
- (ii) ESCAP/WMO 台風委員会
- (iii) 国際水文学計画 (IHP)
- (iv) 世界気象機関 (WMO) 水文委員会 (CHy)

(イ) 学術団体

- (i) 国際学術連合国際測地学地球物理学連合

(2) 二国間協力

(ア) アメリカ合衆国との協力

- (i) 天然資源の開発利用に関する日米会議

① 耐風・耐震構造専門部会

② 地震予知技術専門部会

- (ii) 日米非エネルギー分野における科学技術協力

① 雪・なだれの制御及び地滑りの予知・制御の研究

- (iii) 日米科学技術協力事業セミナー

(イ) カナダとの協力

- (i) 雪害防止

(ウ) オーストラリアとの協力

- (i) 海洋のレーダーリモートセンシングとその応用

(エ) インドとの協力

- (i) 融雪洪水発生に関する基礎研究

(オ) 中国との協力

- (i) 地震予知と地震防災技術

- (ii) 日中共同西崑崙氷河調査

(カ) ドイツ連邦共和国との協力

- (i) 超深部掘削に関する調査

(キ) コロンビアとの協力

(3) 科学技術振興調整費海洋開発・地球科学技術調査研究促進費による国際協力

- (ア) インド洋・太平洋プレート境界領域における島弧・海溝系の地質構造に関する研究
 - (イ) アセアン諸国とのリモートセンシング技術の高度化とその応用に関する共同研究。
 - (ウ) 地殻活動即時把握と地震前兆検出に関する研究。
 - (エ) 不均質構造における地震破壊と波動伝播に関する基礎研究。
 - (オ) アジアモンスーン機構に関する研究。
- (4) 災害調査
- (ア) メキシコ地震調査
 - (イ) ヴェネズエラ洪水災害に関する国際緊急援助隊専門家チーム
 - (ウ) アルメニア地震調査
- (5) 地球科学的研究協力
- (ア) 極軌道プラットフォームの利用に関する課題。
- (6) 研修
- (ア) JICA による防災技術セミナー
 - (イ) JICA による河川・ダム工学研修
 - (ウ) 地震災害の軽減及び風水害の軽減に関する ASCA セミナー

4. 将来展望

将来展望を展開するに当たり、これまでの内容をふまえて、まず考慮すべき基本事項を述べ、次に最近の当センター周囲の動きからどんな活動があるかをみて、当センターとしての国際協力推進について考える。

(1) 考慮すべき基本事項

- (ア) 今後、国際協力は拡大させていかねばならない。国際的な研究を研究者1人が1テーマぐらいかかえる気構えで行かねばならない。
- (イ) 研究の具体的戦略を立てねばならない。また協力活動のテーマ・対象国は慎重に選ばね

ばならない。

- (ウ) 途上国を対象にすれば当然、負担が伴う。それは国際社会に生きる日本人としてこれから十分に覚悟し、また負担を軽減させる良い方法を皆でみつけて行かねばならない。
 - (エ) 国際協力のメリットをはっきり考えるべきである。グローバルなデータ取得・研究結果の適用性の広い検証など、多くのメリットがある。
 - (オ) 国際協力活動は研究者の活動として正に評価されるべきである。
- (2) 今後の活動
- (ア) 国際共同研究等

航電審地球科学部会の提案（エルニーニョ／南方振動機構、アジアモンスーン機構、海洋大循環及び変動機構、日本周辺海域のプレート境界域調査、深部地殻、砂漠化機構解明）、Post-DELP、POSEIDON、WCRP、IHP、TRMM 等の実施の可能性があるため、これに積極的に取り組む。

(イ) 防災センター構想

主要国に防災センターを設ける。防災と書いたが、国情により、防災の計画・実施・評価・調整・研究・予報・警報・研修・知識の普及・公報その他いろいろ考えられる。実際にどんな機能をもつかは各国で決めるべきであるが、発展途上国では第一に研修、先進国では調整であろう。当センターでは防災の研究を行なっているので、研究も強調したいが、国によっては最先端の研究でなくても多面的な研究活動はその国の全体のレベルの向上に役立つことも考えられる。また国家安全委員会・市民防衛庁といった組織が既に存在することもあるので、既存の組織も尊重し、できるところから当センターと国際的に連携して、相互にレベルアップをはかるべきである。持つべき機能の例とそのための手順としては、

- (a) 現状分析：各国の防災に関連する組織の全体図作成、防災センターの有無、あれ

ばその位置づけ、災害時の連絡の窓口、すべての国の防災活動事例集を作る。

(b) 機能分析：現状の機能・権限を法制上・実例上分析し、機能の向上・権限の明確化をはかる。

(c) 機能の例：その国に適した観測・解析・応用等の開発と実用化などは1例である。

(d) 設立勧告：各国の現状をふまえて、現状の改良・補強を第1とし、必要あれば、防災センターの設立を勧告する。

(e) 連絡・連携：人材の交流・共同プロジェクトの実施・相互のレベルアップ。

(f) フォローアップ：何年ごとに、その期間における活動の追跡と評価をする。

(g) 相互協力：IDNDR後は各国の防災センターが相互協力を行なう。特にそのなかでも当センターとして提案したいのは研究とか観測センターとしての防災センターである。当センターにとってもグローバルな視点で観測・研究が行なえることは長所であり、離れた地点における現象が意外にも日本の台風や豪雪とか地震とかの発生に深い因果関係をもつことが分かってきている折でもあるので、積極的に推薦したい。詳細は相手国との相談で決められるわけであるが、例えば地震・火山の観測網を作り、ゆくゆくは地震予知・火山噴火予知への科学技術を発展させるとか、海洋・陸水・大気（中・高層も含む）まで含めた観測を赤道域で行い、熱帯の海洋・陸水・大気の諸現象の総合的な解析を行い、将来のTRMM（熱帯降雨観測ミッション——人工衛星による）と連携して熱帯の豪雨災害の予知と防止に役立てるとかの方法がある。二国間協力などのプロジェクトとしてこのような姉妹機関ができ、積極的に交流をはかって行くことは当センターの研究活動にとって有意義である。

(ウ) 主要災害調査国際版

当センターが行なってきた主要災害調査を国内版とするなら、これの国際版を作ることは極めて重要である。災害の経験を有効に蓄積して、次の災害を防ぐときに役立てようというものである。国内版については国内では災害研究者のうちですでに高い評価を得ているし、外国人研究者においても貴重な case study として認められ、是非英文等に訳せという声も高いので、災害のあった各国で、それぞれの国の研究者が「主要災害調査」を実施できるようノウハウ提供を行なう。当センターの主要災害調査報告では速報性も要求されているから、若干の不備はあるが、完全なケーススタディをするために10年かかって、次の災害に間に合わなかったというのでは話にならない。このような経験の蓄積は大地震などの再来期間の解析からプレートテクトニクスの解明へもつながるものであり、大洪水や干ばつの記録は気候の長期変動を解く鍵にもなる。大災害は再現期間が長く、一地点で見ている限り忘却されることもあるので、国際的に大災害の地域の情報交換をすることは大切である。さらに災害時及び復旧の経験は多くの国で共通の知識として大変役に立つもので、大げさに言えば21世紀へ発展するための人類共通の財産である。

(エ) 研修

(a) 当センターが国際協力事業団(JICA)と協力して行なっている防災技術セミナーは、過去12年間、114人の参加者を招いて成功裡に行なわれたが、これを拡充強化していくことは必要である。1988年度はIDNDRの準備へ向けてという特集号として、各界の講師にそれぞれの立場からIDNDRをより効果的に実施していく方策を討論していただいた。本セミナー参加者は災害全般、地域計画、救援などの担当者59人、気象・水文・地理・地質・地震・火

山などの専門分野をもった人は55人である。今後参加者の層を厚くし、発展途上国の防災科学技術の推進に直接役立つ人達に参加してもらうようにしたい。さらにJICAの協力の下にIDNDRセミナーを開くことも提案したい。台風業務実験(TOPEX)の折には外務省・気象庁・建設省・国土庁と当センターが協力してコースを特設した例がある。

本セミナー改善のためフォローアップ調査班(過去に一回行なった)を数多く出して参加者が帰国してからの活動を評価し支援すること、第三国研修として適切な受入国の協力の下に当センター職員が出張して近隣国から人を集めセミナーを開くといった活動も期待されている。

(b) 個別の研修については58～61年の4年間に15人を受けれている。当センターの評価が高まるとともに個別研修の受け入れは増加するであろうし、増加させるべきである。しかし、お世話をする当センター職員にとっては負担が増えるわけで、それをなるべく組織として解決するように務めねばならない。上記の国際共同研究や観測センター構想の実施におけるカウンターパート養成という位置づけもあるわけで、積極的に対処したい。

(3) 当センターとしての国際協力推進

(ア) 研究の計画と推進における国際協力

当センターは国の機関であるから、国の防災科学技術の推進に貢献するのは当然である。背景・基本的考え方ですべてのように、科学技術の本質として当センターの科学技術が広い普遍妥当性によって、国際的な貢献を果たさなければならないこともまた当然である。過去には先進国の研究結果をそのまま日本へ移入して論文として国内で高い評価を得たという例がなかったわけではない。これからの研究の計画と推進に当た

っては、諸外国の研究結果を十分考慮して、勿論、利用できるものは十分利用して、より新しくより深い学問の体系を作ることに努力しなければならない。それは世界の学問をリードすることになる。世界を標準にしたうえでの創造性こそ真の創造性である。

防災研究という分野には強い地域性がある。東京23区の中にも災害の発生のしかたに地域的相違が見られる。しかし、一つの研究された結果なり一つの開発された手法なりが、単なる一地区で適用・利用できるのみならず、日本全土に、東南アジア地域に、全世界に適用・利用できるものでなければならない。そのためには世界の自然条件・社会条件を知ることは大切である。世界の研究者との共同研究の計画と推進は必要である。国際学術集会への積極的出席は最も望まれるところである。国内での学術団体への貢献は当センターでも著しいものがあるが、国際的な学術団体(例えば国際測地学地球物理連合)へも積極的に参加し、そこで評価されるようにならねばならない。

(イ) 研究者の育成における国際協力

研究者の資質の向上は研究機関としては最も重要な課題である。研究者が科学技術の分野で成長していく過程において、学問を深く掘り下げる期間と横へ広げる期間、基礎の攻究と応用拡充と、というように多面的組み合わせが行なわれねばならない。その場合、国際的な立場で経験の蓄積、研究者としての成長が要求される。具体的には科学技術庁の長期・中期の在外研究員としての派遣、国際研究集会・ワークショップへの参加などは積極的に計画されるべきである。その他の機会例えば国際会議への日本代表団随員としての参加、または政府開発援助に関する発展途上国への技術協力も大切である。この発展途上国への技術協

力とは研修事業や派遣事業を通して、システムとしての防災科学技術を当該国に構築することである。そのためには研究者といえども行政等他の機構も知っていなければならない。例えばある災害の予測システム作成といった場合に、対象国の科学技術の水準のみならず、政治・経済・社会の背景まで考慮してニーズとそれを満たす現実的な手法を、計画・設計・建設・管理・運営・カウンターパートの養成を含めて行なうわけで、研究者にとっても意義深いものである。そのためには完成された人格が要求されると思われるかもしれないが、明治初年に日本へ技術指導に來た外国人は概して若く、専門も必ずしも合致していたわけではないのに指導者自身も大きな成功を遂げ、日本の側にも大きな成果が上がったことを参考にし、当センターでも積極的な対応を考えたい。

(ウ) 資料調査・管理における国際協力

科学技術の推進には資料調査・管理は欠かせない活動であるが、この分野についての国際協力も欠かすことはできない。①別項で述べたが普遍妥当性の追及において、世界的な資料に基づく研究は必須である。②地球科学的観点から明らかになったが、固体地球でも大気・海洋でも遠くで起こったと思われる現象の影響が日本の災害現象と深く関わっているというようなことがしばしばあるので基本的な資料調査は地球規模で充実されていくべきである。③日本の科学技術・経済力によるデータ収集能力は今や先進諸国からも期待されているし、発展途上国ではデータ不足が発展の障害要因となっている場合がある。資料調査・管理は国際的な協力体制のなかで行なわれるべきである。④国際的なデータの集積の活動が提案されている(例えば CODATA)ので協力体制を作るとよい。

先進国と共同研究する場合は発足に先立

って先進国の自然・社会条件は何らかの形で分かる。しかし例えば当センターと類似の組織があるのかないのか、若干でも関係のある組織にはどんなものがあるか、郵便の宛名は分かっているかなどの単純なことに不明の点が多い。これは発展途上国を対象とする場合はその不明の度合いは深刻である。それをいくらかでも補うのが JICA と当センターとが実施している防災技術セミナーの報告「Final Report of the Seminar on Technology for Disaster Prevention (防災技術セミナー報告)」である。資料の質が一樣でないにしても発展途上国31カ国の防災事情がよく述べられている。さらにこのセミナーに参加し、現在各国で防災に活躍している「卒業生」の存在は大へん貴重なもので、その組織づくりも忘れてはならない。地道に機会あるごとに各国の事情・情報・資料を集積していくことが必要である。

5. むすび

今後の10年は単なる10年ではなく、日本がますます国際化を強めていく10年であり、地球科学技術の推進の要望が高まっていく10年であり、防災の分野としても IDNDR 等の活発な世界的交流・協力が成される10年である。基礎的な研究をおろそかにして国際協力を行なえというのではなく、基礎的な研究こそ国際的な協力の場で行なうという認識で取り組まないと、400年前の鎖国令を決して笑えないような状態になるのではなからうか。「来たるべき10年に賭ける」というのが国際協力の展望である。

(きのした たけお・第1研究部長)

1. はじめに

199X年5月、中南米の某国に大地震が発生し、かなりの被害が出た。我が国から「国際緊急援助隊」が派遣されることになり、当センターからもその一員として、地震防災研究室長を派遣することになった。

そこで、ただちに資料調査室のデータベース「防災科学技術情報システム」から、某国の地震災害関連部局の担当者、〇〇大学等地震工学研究者の連絡先、過去の地震災害の事例等に関するデータを取り出し、出発前に現地との連絡を全て完了し、資料等関連の知識を十分もち、万全の準備を整えたうえで現地入りした。

一方、筑波では、待機している地震防災研究室をはじめ関係部室の研究者が、刻々FAXで入ってくる現地調査の結果の資料と、「情報システム」のデータと今までの経験を基に、今後の予測と災害対策等について検討を行い、現地の地震防災研究室長にアドバイスを送り、調査援助活動を順調に進めることが出来た。

2. 基本的考え方

自然災害を研究の対象としている研究機関では、災害が発生すると、まず、現場を見ることから調査研究は始まる。

手順として、現場調査を行う前に、被災地における過去の災害の履歴と、それに伴う調査報告書の調査・分析を行うとともに、現地調査に際して、地元の自治体等との連絡調整を行う。この作業がスムーズに行くことが、その後に行う調査・研究の成否を大きく左右する。したがって、常日頃か

ら出来るだけ多くの有益な情報を蓄積しておくことが不可欠の要素である。

一つの災害が発生すると、文献類に限ってみても、行政機関等から被害や気象等自然現象の状況に関する速報がまず出、しばらくすると正式の報告書が出る。その後、1年ないし数年後に、論文等の学術報告が刊行され、当該災害に関する情報は出そろふ。このように、情報は、災害発生直後から数年後に至る長期間に、多種多様のものが、関係機関から無秩序に生産される。

このため、一つの災害に関する情報を収集・整理し、必要な時に必要な情報を的確に提供するためには、無秩序に生産される情報を、系統的に一

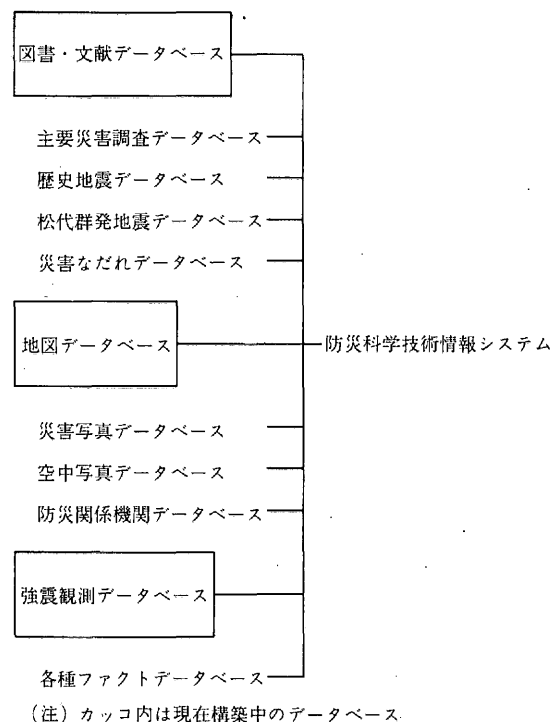


図1 防災科学技術情報システムの構造

貫して整理・分析し、提供できるシステムの開発を行う必要がある。また、諸外国と調査研究等を行う場合には、どれだけその国に人脈をもっているかによって、その調査研究の成否に決定的な差が出るため、Who's Who に関する情報の蓄積は、極めて重要なことである。このことは国内で調査研究を行う場合にもあてはまる。

3. 将来展望

災害に関する情報は、文献、地図、記録紙、テープ、フィルムおよびビデオ、ボーリングコア等、多種多様の形態がある。これらの情報を整理・分析し、提供するシステムとして、現在資料調査室では、「防災科学技術情報システム」を構築中である。

このシステムは、数種類のデータベースから成り、それぞれのデータベースは単独で機能することもできるが、最終的にはこれらのデータベースがシステムとして機能することをねらっている。システムの構成は図1、内容は表1のとおりである。

このシステムをアクセスすることにより、

- ・どこで（国、県・州、市町村、大字、山、川等）
- ・どんな（災害の種類、内容）災害が
- ・いつ（発生年月）発生し
- ・その災害の概要は××××

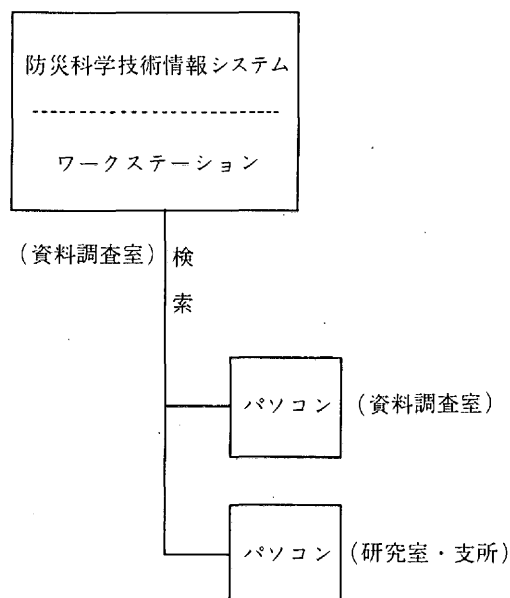


図2 検索システム

表1 防災科学技術情報システムの内容

名 称	内 容
図書・文献データベース	内外の自然災害に関する図書・文献等を収納
主要災害調査データベース	当センターが調査を実施した災害設査の内容を収納
歴史地震データベース	国内の歴史地震および歴史地震津波に関する図書・文献等を収録
松代群発地震データベース	松代群発地震に関する図書・文献・観測記録等を収録
災害なだれデータベース	災害なだれに関する被害状況、規模、気象状況等を収録
地図データベース	当面、我が国の官公庁が定期的に出している地図類を収録
災害写真データベース	自然災害に関する写真類(ビデオ、フィルム、印画紙等)を収録
空中写真データベース	自然災害に関する空中写真(航空機、人工衛星)を収録
防災関係機関データベース	防災関係の機関、担当者、課題等を収録
強震観測データベース	我が国の強震観測(観測機関、観測場所、観測記録等)を収録
各種ファクトデータベース	当センターが定常観測を行っているファクトデータを収録

- ・災害（自然）現象の推移は
- ・災害対策の概要は
- ・復旧活動の概要は
- ・問題点等

について情報が出てくる。また、上記の情報に関して、

- ・どんな資料（図書・文献・記録等）が刊行されているか、それは当センターにあるか、なければどこにあるか

また、特定の災害あるいは地域についてアクセスすると、上記の情報の他に、

- ・その災害あるいは地域では
- ・どんな調査、研究、観測等を
- ・どこの機関が行っているか
- ・その内容はなにか
- ・担当者はだれか

などに関して情報を得ることが出来る。

このシステムは、端末（パソコン）により、第1段階は資料調査室と筑波本所内のオンラインサービス、第2段階は当センター3支所とのオンラインサービス、第3段階は外部へのサービスという過程で拡張していくことになるであろう（図2）。

また、この防災科学技術情報システムを構成する、多種多様な膨大な資料の収蔵・管理・提供を効果的に効率よく行うために、新たに専用の建物を建設し、コンピューター制御による図書・文献・データ等の自動管理システムを導入したいと考えている。

（こみなみ まさたか・管理部企画課資料調査室長）

防災科学技術 No.65 1989 March

平成元年 3 月 24 日 印刷

平成元年 3 月 31 日 発行

編集兼 国立防災科学技術センター
発行人 茨城県つくば市天王台 3-1
TEL. (0298) 51-1611(代)

印刷 日青工業株式会社
