

災害工学研究連絡委員会報告

「国際防災の十年」

—災害科学研究者からの提言—

平成元年7月25日

日本学術会議

災害工学研究連絡委員会

この報告は、第14期日本学術会議災害工学研究連絡委員会の審議結果  
を取りまとめて発表するものである。

委員長	岩佐 義朗 (第5部会員)
幹事	土岐 憲三 (京都大学)
委員	伊藤 學 (第5部会員)
	志賀 敏男 (第5部会員)
	松本順一郎 (第5部会員)
	山内 豊聰 (第5部会員)
	浅井 富雄 (東京大学)
	芦田 和男 (京都大学)
	岡部 慶三 (帝京大学)
	片山 恒雄 (東京大学)
	佐藤 良輔 (東京大学)
	下鶴 大輔 (東京農業大学)
	堀川 清司 (埼玉大学)

## 1。「国際防災の十年」で何をするか

### 1.1 研究者の役割

1 人類は自然から多くの恩恵を受けるとともに、常に自然と闘い、災害の防止と軽減に努めてきた。こうした努力は、これまで地域や国を単位として行われてきたが、地球全体がひとつの家族ともいえる現在では、国際的な視野を持った活動が必要とされている。災害の防止や軽減のためには、多くの人的・物的資源を必要とする。世界第二の経済大国であり、多くの技術分野の先進国である日本は、自然災害との闘いにおいてもその先頭に立つことが強く望まれている。

2 「国際防災の十年」が1984年夏に初めて提唱されて以来5年近くが経過した。その間、いくつかの国ではこのための国内委員会が設けられ、実現化のための検討が進められてきた。一方、1987年秋の国際連合の総会において圧倒的多数の賛成を得て「国際防災の十年 (IDNDR = International Decade for Natural Disaster Reduction)」の推進が決議されたのを受けて、その提唱者である Frank Press を議長とする専門家会議が設けられた。この専門家会議には世界の24か国から25名の科学者や技術者が集い、約1年間に4回の会合を持って検討を続けてきた。その結果をまとめた「国際防災の十年」の枠組みとその推進方法を、国連事務総長が1989年秋に世界に向かって提案す

ることになっている。

3 「国際防災の十年」の基本的考えは、自然災害軽減への努力をいっそう活発にし、防災に関する技術移転を円滑にするための環境づくりにある。このような目標を達成するために、多くの国際的機関や各国政府などが既に準備を始め、事業計画などをたてつつあるが、途上国援助に関係する技術移転に関しては「国際防災の十年」には政治的、経済的な側面もある。しかしながら防災問題の背景には、災害を生じさせる自然現象についての深い洞察と学問的裏づけ、さらにはそれを実際に防災対策に移すためのハードおよびソフトな技術が必要であり、「国際防災の十年」の推進には、科学者や技術者の積極的な関与が不可欠である。

4 このような状況を考えると、今こそ防災先進国である、わが国の自然災害科学の研究者が、国の内外に対して自分たちの意見を述べる時機が来ていると思われる。わが国では1986年以来、日本学術会議災害工学研究連絡委員会と自然災害総合研究班とが協力して、「国際防災の十年」の学会分野での推進役に当たってきた（付録参照）。そこで、これらの場での議論を集約した結果を基に、研究者の関与すべき、あるいは関与しうる事柄につき提言を行なうこととした。

## 1.2 国際的な視点と基礎研究の充実

5 一般に自然災害は強い地域性を持ち、災害の種類によっては、国や地域に固有のものもある。しかし、災害の素因や災害の特質は違っても、そこに共

通の支配原理が見いだせる場合も多く、地域を超えた共通の概念を適用することが少なくない。特定の地域を超えた協力や共同事業によって、それぞれの国が持つ災害防止の知識や資源を相互に有効利用することが可能となり、それらの有用性がさらに高まる。このような国際的な立場での人や技術の交流が「国際防災の十年」の重要な柱の一つであり、研究者の関与が特に必要な分野でもある。

6 発展途上国の防災における問題点の一つは技術者の不足である。指導者の育成は個々の国で行うよりも、災害先進国で行なうほうが効率的である。わが国では、こうした教育や研修は現在もいくつかの機関において実施されており、すでにその成果が広く認められているものもあるが、それらはきわめて限られた分野に過ぎず、より広い災害科学の分野において実施されることが望ましい。大学等に発展途上国からの学生を対象とした大学院教育コースを設けることなども望まれ、こうした事業においては研究者が果たすべき役割は大きい。

7 「国際防災の十年」の重要性と十年という実施期間を考えれば、国際的な協力を得て、この計画の中に当初から独自の国際研究集会の開催を含めておく必要がある。このような国際研究集会において、研究の進展を確認するとともに、全体計画の調整を図ることができる。関連する国際学会に際しても、「国際防災の十年」について情報を交換するセッションを設けるべきであり、これを通じて国際的見地から防災問題に取り組むことができる。

8 これまで、わが国の防災問題に関する研究は自然災害の地域性という観点

に重点が置かれ、国内での災害研究に従事することが多かった。二国間あるいは三国間の共同研究などは従来からも行われてきたが、国際社会における日本の位置が大きくなるにつれ、研究においても日本の役割への期待が高まりつつある。こうした状況から考えると、国際的な共同研究への呼掛けに呼応しうる体制を整備するとともに、日本の自然災害の研究者が主体的に世界の自然災害の防止と軽減に寄与しうるような共同研究を国際社会に向かって提案すべきである。

9 21世紀における自然災害の防止・軽減のための基礎は、20世紀における基礎的な研究と技術の蓄積にある。今日の日進月歩というべき科学技術の進展を考えると、21世紀においてさらに防災の実を挙げるためには、「国際防災の十年」の重要な課題に、次の世代に目を向けた基礎的な研究が含まれるのは当然である。このような観点から、早急に着手すべき多くの研究課題を提案し、それらを実行しうる方策を考えることは自然災害に関わる研究者の責務である。

## 2。国際共同研究の展開

### 2.1 国際共同研究の意義

10 「国際防災の十年」の最大の意義は、これが国際的協力の下に行われることにある。自然災害の特徴の一つは局地性であり、もう一つは異質な災害が相互に関連を持つ可能性であり、また人間社会と密接な関わりを持つところにある。自然災害の多くはそれぞれの国において、その社会に根を下ろした観点から対処されなければならないが、同時に、国境を超えた地球的規模の自然現象として捉えなければならない。すなわち、一国の範囲を超えた国際的視野からの検討が必要となる。

11 自然災害軽減のためのもっとも効果的な対策は、早期警報システムの整備である。加害要因の発生を予測することによって、直接的あるいは二次的災害への波及を最小にし、全体としての災害の影響を軽減できる。現実に機能する早期警報システムは、信頼性の高い警報精度を持たなければならない。地震予知や噴火予知については活発な研究が行われているが、多種多様な自然災害事象に対する予知技術は必ずしも同じレベルにあるとはいえない。

12 自然災害の素因となる事象の予知は、それに直接関連する前兆事象を正

確に把握することによって可能となる。こうした前兆事象は、まず、既往のデータの収集と分析によって抽出され、その有効性が確認されねばならない。しかし、より精度の高い予測は、単なる経験則の集積を超えた、固有の基礎的な研究によって初めて可能となる。

13 上に述べた議論から、「国際防災の十年」における国際的な協力事業として、以下の課題を挙げることができる。

- a) 自然災害の地域的特性の分析
- b) 自然災害に関わる地球的諸現象の観測とそのデータベース化
- c) 早期警報システム整備のための基礎研究とその推進
- d) 自然災害の社会現象に及ぼす影響に関する研究

14 いまや人間活動に伴う環境汚染は国境を越え、地球規模に拡大している。二酸化炭素等の温室効果、気体の濃度増加による地球温暖化、酸性雨による森林破壊、砂漠化などに加え、最近フロンによるオゾン層の侵食が世界的に注目を浴びている。

また、自然災害に関連して、台風の大型化、海面上昇、積雪減少、小雨化による大洪水なども懸念されている。これら地球環境の変化は、科学の問題にとどまらず、すでに行政レベル、国際政治の課題ともなっている。

15 このように人間活動の高度化・広域化・巨大化が地球環境に変化を及ぼすと同時に、一方において人間社会は地球環境のわずかなゆらぎにも大きく影響されるようになった。従来 of 突発的・局地的・短期的な自然現象が過密巨大都市に新しい型の災害を生じさせると同時に、慢性的・地球的・長期的



な「環境破壊」が新しい問題を生みつつあり、「国際防災の十年」と地球環境の変化に関する国際共同研究は、相補うものであり、相たづさえて推進されるべき課題である。

## 2.2 考えられる国際共同研究事業

### (1) 自然災害に関する地域研究センター

16 自然災害の頻発する発展途上国の多くは、経済的制約から、災害の要因を究明し、その防止軽減対策を十分に講ずる余裕がない。将来、発展途上国が自力で防災技術の向上を図るためには、その拠点となるセンター（自然災害専門家研修センター）の設置が重要である。このため、国連等の国際機関や先進諸国の政府機関は、防災技術の教育・研修や、災害地に密着した技術センターの設置など、長期的な視野からの技術援助を行ってきた。わが国が現在関係しているものとして、インドネシアの火山砂防技術センター、地震工学を中心としたペルーの防災センター、フィリピンに事務局をもつ国連台風委員会などがある。

17 しかしながら、これらはきわめて限られた地域を対象にし、しかも短期的な防災対策のための技術指導が中心になっている場合が多い。21世紀に向けて長期的な視野から自然災害の防止軽減を図るためには、自然災害の基礎研究から応用研究までをカバーする研究センターを発展途上国に設置し、先進諸国の研究者・技術者との共同研究を強力に推進することが重要である。こうした研究センターは、突発災害の調査や災害資料の収集の拠点となり、

国際セミナーの開催や研究者・技術者の教育・研修の場としても有効に活用できる。

18 地域研究センターは、比較的限られた地域内でもっとも重要度の高い自然災害を対象とし、すでにある程度の実績を持つ、現地の大学や政府の研究機関等を中核としてスタートするのが望ましい。特に、東南アジアでは洪水・土砂災害や火山噴火の重要度が高く、タイにおけるアジア工科大学を中心とした洪水災害に関する研究センター、ユーゴスラビアに国連のバックアップで設置されたスコピエ地震工学研究所、フィリピン国立火山研究所を中心とした火山災害の研究センター、ネパールにあるユネスコ等の援助による国際山地開発センターを中心とした洪水・土石流・地すべり災害の研究分野の拡充などが考えられる。また、洪水災害に関しては、国際機関の支援のもとにバングラデシュに研究センターを設立し、インド・ネパール・中国などの流域圏の国々が連携して研究を推進する必要があるだろう。これらのセンターは既存の防災関連のセンターと有機的な協力体制がとられるようにネットワークを構成することが有効であろう。

## (2) 東アジアにおける気象災害の国際共同研究

19 台風や梅雨前線、寒波などに伴って発生する豪雨、豪雪は貴重な水資源をもたらすが、他方その集中性の結果、しばしば洪水・土砂崩壊などの災害を発生させる。近年における社会・経済活動の構造の変化に伴い、豪雨・豪雪災害の性質も変化しており、広域にわたる長期の予報から特定地域についての短期予報にいたるまで、迅速かつ正確な予測とその適切な伝達に関する

社会的要請が高まっている。

20 東アジアはモンスーン地域として世界でも気象災害の多い地域であり、アジアの国々は共通の問題をかかえているにもかかわらず、北米やヨーロッパのような共同研究の体制がつくられていない。日本が中心となって共同研究を行なう機構（アジア地域自然災害調査研究センター）をつくり、人工衛星、リモートセンシング、スーパーコンピュータを利用した観測・解析・予測システムを開発すれば、広域的な災害の軽減に大きく貢献することになる。

21 このような共同研究の主要課題として以下のものがある。

- a) 台風の発生から消滅にいたる全過程
- b) 夏季モンスーン、とくに梅雨と集中豪雨
- c) 冬季モンスーンと豪雨・豪雪
- d) 渇水・干ばつと砂漠化

これらを国際協力研究として実施するためには、研究者主導の機動的観測と各国気象官署の定常的観測の有機的協力体制が不可欠である。

### (3) 災害要因の共同観測

22 災害を引き起こす要因の発生にも、災害そのものにも国境はない。したがって、災害要因の観測も災害事象の調査も、国際共同作業として行われるべきである。災害要因の観測は、長期間にわたる定常的観測と比較的短期間に行われる研究的観測に分けられる。前者においては、地域データの共有に

よる災害要因発生の予知・予報が、後者においては、時間と場所を限定した集中観測による災害発生要因の科学的解明が主な目的となろう。

23 定常的・長期的な災害発生要因の共同観測の分野では、発展途上国における観測ネットワークの空白域を解消するとともに、その運用を通じて現地技術者の育成を図ることが課題である。研究的色彩は比較的薄いのが、防災技術の全体的レベルアップ、技術移転の観点からすれば、きわめて重要性の高いプログラムである。

24 研究的・短期的観測の分野には、地球環境の変化に注目した世界的な同時観測、東アジア地域における気象情報の同時観測などがある。また、大きな地震の発生後、なるべく短い時間のうちに、震源域を中心に強震計による余震観測を行い、これにより被害地震の特性を定量化して、将来の地震工学の基礎資料としようという提案が、国際地震工学会において決議されている。このようなシステムの実現化のためには、世界の何か所かに器材をストックしておき、必要に応じてすぐに震源域に持ち込めるような国際的合意を得ておくことが必要である。

25 現在、日本の地震研究者が中心になって超高性能デジタル地震計のネットワークによる地震観測、「POSEIDON（アジア・太平洋超高性能地震観測網）計画」が進められている。この計画は、東南アジアを含む西太平洋に数十の超高性能地震計を設置するものであり、その実施には近隣の国々の協力が必要であると同時にアジア諸国の地震研究を促進させる効果もある。大規模地震による津波発生の予測にPOSEIDON 観測網から得られるデジタル記録を有効

に利用するには、東南アジア各国のテレメータ通信網が必要である。「POSEIDON」計画を、「国際防災の十年」の枠組みの中で支援するのが適当である。

26 また、ハワイに中心をおく太平洋津波センターの観測網には、フィリピンやインドネシアに空白地帯があり、これらの解消を支援することも津波観測・津波警報の点から必要である。先の「POSEIDON」計画とも合わせて、こうした国際共同観測を通じての研究者や技術者のレベル向上のための教育・研修も考える必要がある。

#### (4) 災害事象の共同調査

27 発展途上国が激甚な自然災害を受けた場合、密度の高い調査を実施する技術とその財政的な裏付けが十分でないことが多い。災害調査の経験と技術を持つ国が、被災国自身が行う災害調査を支援し、共同で調査研究を実施する体制をつくっておくことが望ましい。このような調査隊に、同種の災害が問題となる他の途上国の研究者・技術者を加えることにより、貴重な災害の経験がさらに有効に活かせることになる。

28 従来の国際的な震災地調査の多くは、先進国の研究者チームが自国の地震防災に参考にすることを目的に行われている。しかし、災害調査から最も直接的な教訓を得るのは、同種の問題を抱える技術者であり、特に災害の頻発する開発途上国の技術者に災害調査の技術と成果を還元することが重要である。たとえば、震災という自然の大実験の結果は、先進国技術者が独占すべきでない。日米等の地震工学の先進国のリーダーシップのもとに、途上国

エンジニアを主な調査員とする調査隊を震災地に派遣するシステムをつくる必要がある。

#### (5) 自然災害データベースの構築

29 世界の自然災害に関するデータや、災害多発地域における自然条件に関する資料は、災害の研究と防止軽減対策の基本情報である。自然災害にかかわるデータは、災害の種類、資料の質と形態（印刷物、地図、観測データ等）、災害の空間的・時間的広がりによってきわめて多岐にわたっており、関係者がすぐに利用できるようなデータベースとはなっていない。

30 わが国では文献を中心とした自然災害科学データベース（SAIGAIXS, SAIGAICH）の構築が1982年にスタートし、地すべりなど個別災害の分野でもワーキンググループによる活動が始まっている。また、国際的にも火山災害の分野で国際的データベースの必要性が強調されている。災害資料には、文字、数値、図形などいろいろな情報があるので、それぞれに適合したデータ・フォーマット、データ処理・検索システムをもつデータベースを、国際共同作業でつくりあげる必要がある。

31 このようなデータベースは通信回線を使って利用するのがもっとも効果的であり、データベースとともに通信ネットワークの構築を同時に考える必要がある。通信衛星を利用したデータ通信の技術環境は着々と整備されつつあることから、国際的データベースの構築に際して考慮すべき条件や前提などに関して、早急に意見交換の場を持つことが肝要である。

## (6) 早期警報システム

32 自然災害の規模や様相は、早期警報の有無によって大きく異なる。たとえば津波災害の場合、地震データをもとにスーパーコンピュータによる数値シミュレーション計算が可能になっている。この手法を大地震発生時に応用すれば、各地点での津波の到着時や波高を迅速かつ具体的に予測することができる。予測精度を向上するためには、地震記録の迅速な収集が必要であり、衛星を利用した情報ネットワークの構築によって、早期津波警報システムの実現を図る。

33 他の災害についても同様な警報システムが考えられるが、早期警報システムの内容は先進工業国と発展途上国とでは異なる。先進国では衛星観測による気象予報などが災害防止と軽減に寄与しているが、途上国では予報が行われてもそれを受信する機器が十分に備わっていない場合も多々ある。このような国々に対しては先進国の警報システムを持ち込むのではなく、それぞれの国の社会経済状態に合致し、すぐに機能するものでなければならず、両者間での緊密な検討と調整が必要である。

## (7) 大型実験施設の解放

34 日本は振動台、成層風洞、降雨施設、河川・海岸の水理実験施設など、

自然災害の研究に必要な大型実験施設を有している。また、衛星画像や空中写真の解析・図化とデータ処理に関しても高精度な装置を備えている。これらの施設や装置をより効果的に活用するために、アジア地区の大学、関連研究機関を対象に、大型実験を必要とする研究プロジェクトを公募する。採用された研究テーマに対し、必要な費用の一部および実験施設を提供するとともに、わが国の研究者・技術者の共同研究が望まれる。研究の質の高さとともに、デモンストレーション的な効果に重点をおくことを考えてもよい。



### 3。基礎研究の推進

#### 3.1 なぜ基礎研究が必要か

35 「国際防災の十年」のもっとも重要な課題は、経済先進国、防災先進国が途上国に対して防災に関する技術を移転することである。当然、この基礎となるのは、現在までに蓄積された研究や技術開発の成果である。しかし、人口や資産の都市への集中がさらに高まっていると考えられる21世紀の社会は、自然災害に対して今よりも脆弱な社会になっている可能性が高い。21世紀の防災技術をリードするための基礎研究は、「国際防災の十年」の期間内に開始し、その成果を得ておかねばならない。

36 「国際防災の十年」の基本理念の一つは、あらゆるレベルで防災に係る自助活動を高めることにある。わが国の自然災害に関わる研究者の数は2000名近くに達し、これらの研究者の活発な研究活動こそが、防災先進国としてわが国の高い災害科学のレベルを維持しているといえる。こうした活動を維持し、さらに発展させて、21世紀において大きな防災の実を挙げるためには、基礎研究の役割はきわめて大きい。

#### 3.2 考えられる研究課題

## (1) 巨大都市の災害危険度

37 20世紀初めには全人口の14%に過ぎなかった都市人口が、現在はおよそ45%に達している。都市に住む人々の日常の生活は、その多くの部分を他者に強く依存しており、自らの力のみで毎日の生活を維持することは難しくなりつつある。この依存の度合は、都市が大きくなるほど強くなり、大都市がいったん災害を受けると、その機能維持はきわめて困難となり、場合によっては都市生活者の生命維持が脅かされる怖れさえある。

38 これまでの研究や施策により、災害による人命や財産の直接的な損害は軽減しつつあるが、都市の機能を支持する施設やシステムの被害が都市生活者にどのような影響を与えるかについては、まだ分かっていないことが多い。大災害時にさまざまな都市施設が同時に被災することを考えると、機能喪失の規模とその復旧までの期間によっては、国としての活力に影響を及ぼすことも十分に考えられる。

39 このような観点から、「都市と災害」に関する総合的な研究が必要とされている。こうした研究は、都市域の地形地質、災害発生危険度、施設の耐災度、都市機能喪失の波及構造、各種都市機能の相互依存性、災害復旧の戦略などを含んだものでなければならない。とくに、都市の自然環境や災害危険性を考慮した、土地利用や施設配置など、「防災都市計画」とでもいべき分野の研究が望まれている。

## (2) 災害要因の制御と極値

40 災害を発生させる素因そのものを人工的に制御することは、人類にとって究極の災害対策であろう。台風の進路を変える、地震エネルギーを人工的に放出させる、人工的に雨を降らせる、あるいは溶岩流れの進路を変更することは、現時点ではまだ夢の技術といえよう。しかし、人類は、その時々で夢を追うことによって新しい技術を開発してきた。災害要因の制御の研究こそ、もっとも基礎的でもっとも科学的な研究課題といえる。

41 今日の耐災設計の多くは、過去の自然現象データの統計的解析に基づく外力に対して行われることが多い。通常確率統計的な方法による限り、災害要因の強度は無限に大きくなりうる。しかし、現象の本質からして、それ以上は大きく（または、小さく）はなりえないという限界の値が存在するはずである。地震の規模、台風の中心気圧などがその例である。これら災害要因の極値を明らかにする研究は、考える災害の上限を推定するために重要である。

### (3) 複合災害と二次災害

42 高潮と洪水、火山噴火と融雪出水や泥流発生などの二つ以上の自然災害要因が重なった場合に巨大災害となる例が多いが、その予測・予知法が明確になっていない。また、二次災害は都市災害の面から議論されている課題が多いが、さらに、地震、豪雨に伴う崩壊、地すべりとそれによる天然ダムの形成・崩壊、あるいは火山噴火や直下地震に伴う大規模な地形、地質構造の変化がもたらす地表・地下の水循環系へのインパクトなどの災害拡大要因お

よび社会経済的な波及効果について、各専門分野の叡知を結集して究明すべきであろう。

#### (4) 警報伝達システム

43 災害を予知・検知し、その情報を伝達するハードな機器やシステムは、21世紀に向けてますます進歩するであろう。したがって、発せられた災害情報を災害の軽減のためにもっとも有効な対応策に関するソフトの研究が進められなければならない。不確実な警報システムはいたずらに社会的な混乱を引き起こす危険性があり、信頼性の高い災害情報システムを確立するためには、前兆現象などに関する自然科学的研究に加えて、警報発令の基準や警報が社会に及ぼす影響についても研究を進める必要がある。

#### (5) 先端技術の活用と新技術の開発

44 現時点における先端技術の活用に加えて、将来的に開発されるであろう技術を災害軽減に応用するための研究が必要とされる。スーパーコンピュータを用いた各種自然現象の数値シミュレーションや大量データの迅速処理、リモートセンシング技術を利用した広域災害の調査、人工衛星による迅速な災害情報の交換や広域大量情報の収集・処理・伝達などは、今日の先端技術を応用して早急に実現すべき研究課題である。しかし、21世紀には、これらのハードな技術は現在より一回り進歩していることを予測した、応用技術の開発に取り組み始めなければならない。