

震災予防研究の課題

中野 尊正*

要 約

震災予防は都市研究センターのプロジェクト研究の一つと認められている。本論では、この研究の目的、課題が次の点に力点をおいてのべられている。

1. 諸施設の地震工学的研究は、震災予防の観点から再吟味されるべきである。
2. 震災は、地震工学的見地からのみではなく、社会科学の観点からも研究されるべきである。
3. 都市地域における震災は、明らかに、都市の構造と機能によって特色づけられる。
4. 震災の社会科学的研究は、基本的に、地震による社会・経済的損害を明らかにするために、必要である。

1 研究計画の経緯

東京都立大学における都市研究は、都市研究関連講座のほか、学部の基礎的な関係講座において、研究者の自主的判断によっておこなわれてきたし、今後もおこなわれるであろう。

一方、都立大学の研究者が中心に組織したり、参加している文部省科学研究補助金や国、地方自治体の委託研究、委員としての助言も、毎年相当数にのぼるであろうが、後者についてはその実態すら把握されていない。都市が、研究テーマとして魅力ある問題をかかえていることはたしかであるし、「都市問題解決のため」といったかまやかたをしなくても、学術研究面からだけみても、個人で、あるいは集団で研究するに値する課題をかかえていることもたしかである。

都市研究のため、総合的学術的研究が組織された経緯については、「都市研究センターの設置について」等、すでに公式の記録もあるので、ここでそれを繰り返すことはさげたい。都市研究の一環として、震災予防研究のようなテーマをとりあげるのが妥当かどうかの批判も、人によってはありうる。だが、その批判にこたえることも、ここでは考えてはいない。しかし、震災予防の研究といったテーマが、とかく理工学的研究一辺倒になりやすいし、またそううけとられやすいことから、研究計画を考えた一人として、計画のねらいを明示し、将来の研究の発展に資したいというのが本稿の目的である。

震災予防の定義がまず問題になるが、災害対策基本法

第8条第2項に、「国及び地方公共団体は、災害の発生を予防し、又は災害の拡大を防止するため、特に次の各号に掲げる事項の実施に努めなければならない。」としてかかげる10項目について、最低限の配慮をせざるをえない。しかし、そのなかには地震とか津波という言葉は示されていない。また、国は防災基本計画により、(1)防災に関する科学技術の推進、(2)災害予防の強化、(3)国土保全の促進、(4)災害復興の迅速適正化の4つの柱をたて、毎年の重点対策を示している。災害対策基本法による限り、災害の発生の予防、災害の拡大の防止が、震災予防に包含されものと考えられることができる。

そこで、国の予算についてみると、災害予防のための予算の内容は、教育訓練、観測網整備、防災拠点等整備、道路防災、施設整備(火災)、警備対策、都市構造、耐震性点検、コンビナート防災情、報伝達、都市防災計画、PRになっており、地震予知関連事業は科学技術の推進に含まれる。これらを見る限り、災害予防は、構造的な改造と教育、訓練等、発生時のための準備の2つにわけられ、予知が災害予防とはまだ距離をへだてているといわざるをえない。

一方、大都市震災対策推進要綱は、(1)震災対策の基本的考え方、(2)事前対策、(3)災害応急対策、(4)震災復興の方針の4章にわけて説明している。震災対策の基本は、(1)国土の土地利用計画にたった人口、産業の適正配置等都市における過密の解決と、(2)建物の不燃化、オープンスペースの確保等耐震環境を整備した安全都市の建設である、としている。また、事前対策としては、防災体制の整備、震災知識の普及、震災訓練の実施、公共施設等の

* 東京都立大学都市研究センター・理学部

点検整備、情報の収集、伝達体制および通信施設の整備、火災防止対策、都市防災化事業の推進、避難地及び避難路の確保等、道路交通規則の事前措置、応急対策用資器材の整備等、震災対策に関する研究開発、地震保険制度の検討の12項目をあげている。この内容の大半もまた、都市構造の改造と、事前の準備の2つに大別できる。

東京都震災予防条例は、震災を人災としてとらえ、都民と都が一体となって東京を震災から守るための合意を示すものである、と前文にのべている。その前提に、都市構造の震災に対するもろさ、都市形成の歴史のなかに脆さの形成が含まれていることを肯定している。施策については、防災都市計画、破壊の防止、火災等の防止、避難、情報連絡体制、都民の協力にわたってのべている。ここでも、都市構造の改造が強調されている。条例の趣旨を理解する限り、学術研究面からいえば、「都市構造の震災に対する脆さ」の総合的研究こそが、都市研究の一つの課題として取上げられねばならないということもできる。その内容は、法制史、法令の適用、行政組織等の研究にはじまり、社会学、心理学、歴史学、行政学等の諸分野の研究者の協力はもとより、地震学、地理学、地震工学等理学、工学の研究者の協力を総合したものでなければならないであろう。

端的にいうと、震災予防についての組織的な研究は皆無に等しいといつてよい。このことが、震災予防の総合的研究を計画する一つの原動力であったことは否定できない。しかし、こうしたテーマについて短期間に研究を完成することは至難のことであり、行政当局をも研究対象とするところから、行政機関の研究では限界があるし、行政機関の委託研究でも万全は期しがたい。そのうえ、研究のサブテーマは無限に近く多いので、研究組織をよほど強固なものとしなければ、瓦解してしまうおそれもある。また、研究の成果は、場合によって、現行の法律等への批判でもありうるので、都市政策の基礎的研究としての使命を、即効的に期待しにくいという面のあることも否定できない。

2 想定東海地震をめぐって

1976年秋以降、東海地震の発生をめぐって、マスコミのキャンペーンははなばなしくなった。学説のとびかうなかで、国も地方自治体も、対策のために予算を支出してきた。表1、2に示すとおり、特別研究促進調整費による特別研究は、上記の科学技術研究の促進にあたるものであり、科学技術庁担当の地震予知に関する情報システムについての調査研究をのぞいて、純粹に理工学的の研究といつてよい。観測網も、駿河湾内に震源を想定する配置になっている。

国のうごきに応じ、静岡県も1976年10月1日に、消

表1 震災予防に関する調査研究の大項目(国、地方自治体の資料により編集)

1	震災対策の基本理念 防災の哲学
2	地震予知観測における国と地方自治体の関係
3	地震予知情報のあり方と地方自治体の対応
4	地震予知の向上と行政の対応
5	地震予知と社会のレスポンス
6	法制度に関する調査研究
7	施策の事前アセスメント 防災アセスメント
8	震災対策と安全基準の引きあげ
9	震災をめぐる人間行動
10	地域防災組織の理念と実態
11	震災史の研究 外国の事例の研究
12	地震地盤図の作成
13	震災時地域危険度測定 危険地図の作成 危険地域の安全化
14	都市の防災化
15	地下街、高層ビルの震災時の安全性 落下物 対策
16	自動車対策
17	コンビナート、産業施設の安全化
18	建築物、公共施設の耐震性
19	津波対策
20	海面下地域の震災対策
21	活断層地帯の調査
22	避難シミュレーション 避難対策 避難空間 の安全化
23	消火、防火、不燃化に関する研究調査
24	救援物資の確保策
25	震災時情報システム
26	医療、救急対策
27	飲料水、消防用水の確保
28	警備、治安、暴利対策
29	肉体的弱者のための震災対策
30	文化財、重要文書の安全化
31	土地利用計画と規制
32	地震災害についての学校教育、社会教育
33	被害想定(物的人的)とその二次的影響
34	震災後の復興
35	地下施設の二次的災害
36	震災対策のコスト有効性
37	震災時における都市の構造と機能の急変
38	震災の地域構造

防防災課に地震対策班、翌年8月1日には地震対策課として、地震およびその予知資料の収集、国の地震予知の観測に対する協力、地震に対する知識の普及指導、地震被害想定、地震災害対策計画の策定、暫定応急対策(消

防力の強化、情報網の整備、飲料水の確保)を用意した。隣接の愛知県も地震対策プロジェクトチームを県庁内にもうけ、当面の地震対策に関する提言(1977年2月)をおこなっている。

行政の対応は、さきの川崎地域における地盤の異常隆起の場合と同様、きわめて迅速であった。しかし、被害を皆無たらしめる保証はない。というのは、きめ手になると考えられている海底地震計の設置はまだであるし、先行現象をとらえるうえで有力な測地測量網が駿河湾沿岸に限定されているからであるし、上にも指摘したような構造の改造、強化とか発生した場合にそなえる準備のような対策によって対策計画が構成されているからである。

とはいえ、行政の対応で注目をひくのは、科学技術庁担当の、地震予知に関する情報システムについての調査研究と、愛知県地震対策プロジェクトチームのおこなっている一連の活動である。前者は、J・E・ハース教授(コロラド大学行動科学研究所、社会学)の地震予知の社会経済的インパクトに関する研究などに、後者は東京都や静岡県地震対策プロジェクトチームの活動に影響をうけているともいえるが、すでに逐次、公表されてきた愛知県のそれは、震災予防の社会科学的研究にも一つの示唆を与えるものとして注目されてよい。

伊勢湾台風の被害は、愛知県の防災関係基礎調査の直接の契機になったと思われるが、防災に関心の深い地方自治体の上位にあげることができる。震災についても、昭和39年3月以降、地震災害対策基図を作成しはじめ、逐次、基礎的な情報の整理、体系化につとめてきた。東海地震ないし駿河湾地震が社会的に話題をあつめると、1976年12月3日に庁内に地震対策プロジェクトチーム(班長は総務部消防防災課課長補佐)を組織し、12月18日から翌年1月10日の間にアンケート調査、13日には「当面の地震対策に対する提言」を知事に中間報告し、2月4日にアンケート結果を公表、2月9日に「当面の地震対策に関する提言」を報告、公表している。その後、3月に「昭和19年12月7日東海地震の震害と震度分布」(飯田汲事専門委員)、「地震とクルマ社会」(中間報告)、9月には「地震体験談・提案集」、10月には「震災時の飲料水確保対策について」(調査研究レポート)、11月には「大地震に対する愛知県の初動態勢の確立に関する提言」、「昭和53年度地震対策事業に関する提言」をまとめている。この他、PR資料を何種類も作成して広く県民に配布している。

これらのうち注目に値すると思われるのは、55人の学者からの提言を、アンケート調査によってまとめていることである。調査に回答した55人のうちには、理学や工学の研究者のほか、社会学、家政学、心理学、財政学、地域福祉論、農業政策、社会政策、哲学、育児学、商法、

家族関係学、行政法学、農業経済学、政治学の研究者23名を含んでいる。これらの、いわば専門家でない人々の提言には、理工学研究者では気のつかない注目すべき提言を含んでいる。例示すると次のとおりである。

- (1)地震後一定期間、避難生活ができるよう農村の親せき、知人等とのコミュニケーションを確立すること。
- (2)障害者や在宅保護単身世帯、社会福祉施設の救護対策について実態調査をし、きめのこまかい配慮をすること。
- (3)県民の地震に対する感じかた、震災への生活的対応を年々調査すること。
- (4)命令系統を多重化しておくこと。
- (5)県民の地震に対する意識的武装とコンセンサスを作ること。
- (6)町内会、団地自治会を通じて「近隣援助組織」をつくることを指導すること。
- (7)県の公的機関からの地震警報の出し方についての心理的社会的な面からの研究をおこなうこと。
- (8)名古屋地区27大学は災害対策連絡会議を結成し、各専攻分野毎に補助的活動の任にあたること。

なお、市民からの提言等は別に、「地震体験談・提案集—大地震に備えて—」に収録されている。またよくいわれる車問題については、「地震とクルマ社会」(中間報告)がまとめられている。

これらは愛知県だけでなく、他の自治体においても参考になるものであり、その点からも貴重である。大都市震災対策推進要綱や静岡県、東京都地震対策プロジェクトチームの資料を合せ参考にして、地方自治体や国の機関が考えている震災対策のための調査研究の大項目を表1にまとめた。これらの項目は多くの細項目に分けられる。これらをもふまえて、数多くの研究テーマをたてることができるが、小人数のグループでは予算的にも時間的にも限界があることを知るべきであろうし、また委託研究で解決できるものもあるし、基礎的な学術研究からはじめるべきものもある。また、理工学的手法についての理解やその活用を不可欠とするものもあるが、社会科学的研究を欠くことができないことも理解できよう。対策それ自体は行政の責任に属するが、その根拠となる総合的研究の必要性は否定できないところである。

また、都市の震災危険が、地震そのものときりはなしでは考えられないことはたしかであるが、都市に震災危険が集中集積するメカニズムは、社会科学的研究を以て解明することはできない。危険の排除に、法令や行政の執行が不可欠であることは論をまたない。

以上に対して、国の機関が具体的に予算措置をしている研究、都の地震部会がこれまでにおこなってきた調査研究は、そのほとんどが工学的研究になっている。この

表2 昭和52年度特別研究促進調整費による東海地方における特別研究一覧(前期4億円分)

項目	細項目	研究主体	地域	内容
地殻変動に関する研究	広域的隆起運動の研究	国土地理院	・赤石山系から駿河湾西域	・水準測量(総距離数338km,埋石26点)…上下変動 ・重力測量(125点),…密度変化に伴う重力変化 ・精密測地網測量(25点)…水平歪の分布
	短期的異常変動の研究	"	・焼津港, 田子港の駿潮場 ・御前崎町	・2カ所のテレメータ化の短期的前兆に対する補捉 ・長距離水管傾斜計の設置
	傾斜計群列観測の研究	国立防災科学技術センター	・岡部町附近	・3本のボアホール型傾斜計の新設…短期的前兆の把握
	ひずみ計連続観測の研究	気象庁	・榛原町, 浜岡町	・既設の2カ所歪計のテレメータ化…御前崎歪計のチェック
地下水に関する研究	—	地質調査所	・相良町, 大東町 ・静岡市	・ラドン・水位観測井2本新設 } テレメータ化…地殻内部の変化 ・水位観測井1本既設 }
地震波速度変化に関する研究	—	"	・伊豆半島南部	・爆発実験により前回測定値との比較…長期的前兆の有無
地殻応力測定に関する研究	—	国立防災科学技術センター	・東海地域	・水圧破壊法による地殻応力測定の実験…基礎資料
地形及び地殻構造に関する研究	駿河湾の海底地形・地質の研究	海上保安庁	・駿河湾海域	・海底の地形・地質調査…基礎資料
	駿河湾の地殻深部構造の研究	"	"	・マルチチャンネルによる反射法探査…深部構造
		地質調査所	"	・上記調査の解析
	駿河湾北岸部における活断層の地質学的研究	"	・富士市, 富士宮市(大宮断層)	・浅層試錐による地形・地質学的精査…駿河トラフの地殻構造の推定
津波に関する研究	歴史津波の研究	国立防災科学技術センター	・東海地域	・過去の津波資料の収集・調査…地震及び津波の発生子測
	数値計算による研究	港湾技術研究所	・東海地域	・海底地形変動モデルを仮定し津の波発生・伝播・変形に関する数値計算…津波被害の予測
	地形調査による研究	国土地理院	・駿河湾地域の海岸	・地形分類調査, 津波遡上解明
東海地域における地震予知に関する情報システムについての調査研究	—	科学技術庁	・東海地域	・地震予知情報の流れ方及び予知情報が社会に与えるマイナスインパクトを調査…予知情報伝達の検討資料

現況は、現存の諸施設に疑問をもたせるし、大規模の地震があれば施設の被害はさげがたい。したがって、理工学的研究も社会科学的研究も、被害発生、拡大のメカニズムの研究に指向してしかるべきではないかと考える。

3 震災予防の総合的研究のねらい

川崎地区での地盤の異常隆起に関しても、東海地震をめぐっても、すみやかな行政の対応がみられた。震災の予防対策については、考え方としてはほほ出そろうたと

いえるかも知れない。しかし細かい点になると、さまざまな意見があるし、地震予知に有効といわれる生物の異常行動の研究に関しても、賛否両論がある。また、根源的な問題として、防災の哲学、基本的理念の具現化については、まだ統一的なものがあるとはいきれない。震災予防の理論は、理工学の研究だけではなく、社会科学の研究を含めてはじめて確立しようものと考えている。

15年以上、この種の研究を手がけながらいまだに手さぐりの状態であるとはいえ、可能なところから手をつけたいというのが計画立案の理由の一つである。これまでの研究実績から可能な計画という配慮でまとめたのが、下記の内容である。昭和52年度研究計画公募時の文書、そのまま再録しておきたい。

研究目的

東京とその周辺地域が、何れは大地震に見舞われるということは、否定のできない確かなことと考えられている。大都市を震災という極限状態において考えると、各種施設群の形成する地域構造、個々の施設の安全性、これらを利用し、よりどころとしておこなわれる生産、流通、消費の諸活動とその担い手としての都市住民、住民や行政の震災への対応などに問題があることに気づく。

また、現行の諸制度は平常時のために主としてつくられていて、これが震災危険集積の一つの要因となっている。広域的に問題解決の方策をさぐり、かつ現行の諸制度等も根本的に見直すことが必要であり、対策の第一線に立たされている地方公共団体のみの努力では解決しえない幾多の困難な問題を内包している。

この研究は、こうした認識にたつて、社会科学、自然科学、工学の研究者によって震災予防のための基礎理論を確立しようとするものである。このため以下のテーマを持続的に追究しようというものである。

I 震災対策理論確立のための基礎研究

現行の震災対策の根拠としては、法令的には災害対策基本法、東京都震災予防条例、大都市震災対策推進要綱などがある。また、一方では、科学者のアピール、地震予知連絡会の提供する予知情報、マスコミ各社のキャンペーンといったものにも大きな比重がある。こうしたなかで、何がしかの根拠をもとに、防災拠点計画や大型消火器の配備などの行政的計画が実施にうつされている。

これらをつらぬく理念や計画根拠には必ずしも透徹した理論があるとはいえない。この研究は、震災対策により強力な理論的根拠を与えるために、関係諸分野の研究者の協力によって理論確立をめざそうとするものである。当面、次の4テーマをとりあげる。

I-1 災害関係の研究調査のアセスメント

これまで災害が発生すると、関係の分野の研究者や技術者の調査が数多く実施され、報告書が作成されてきた。これらのなかには事後の対策に活用されたものもあるが、しばしば放置されたままになって、有効な教訓を学びとる機会を失ってしまう例もある。風水害では発生頻度が高いだけに、統計的法則が見出されやすいが、震災関係では災害調査の結果をよく検討し、理論化への手がかりとすることが必要である。

このテーマは、これらの調査研究の成果を吟味し、理論化の素材をさぐることを目的とする。USAではコロラド大学が中心になって、全米の研究者等の協力をえて実施した成果が知られている。比較のため、風水害研究調査の成果の代表例も取上げる。

I-2 災害予知情報と社会的レスポンス

風水害では一般化している予警報も、震災に関してはまだ一般化しているとはいえない。しかし、大勢としてはそうなるものと考えられているが、前駆現象を体感的にとらえにくい震災では予知情報は直前にあたえられるケースが多い。こうした直前の情報が人間社会とくに大都市社会に及ぼす影響は事前に充分検討すべきであろう。

このテーマは、風水害と震災の場合を比較研究しながら、震災予知情報伝達のための理論的根拠を追究しようとするものである。最近、ソ連、中国、米国などで予知情報と社会的レスポンスについて注目すべき研究が出はじめている。

I-3 震災時地域危険集積のメカニズム

震災危険が問題とされる一つの大きな理由は、地域的に危険が集積されていくにもかかわらず、日常的には危険が表面化せず、震災時に突発的に表面化することにある。危険集積には、現行の法令、施設、産業活動などが複雑にからみあっている。従って、その複雑な集積のメカニズムを解明することが必要である。このテーマは関係分野の人々の協力で進める。

I-4 震災対策の計画理論

1~3をふまえ、現状の見なおしなどを含めて震災対策の原理を明らかにし、計画のあり方などを究明する。1~3の研究者の共同が必要である。

II 都市防災の理論確立のための基礎研究

これまでの震災対策の主流は施設及び施設群の耐震性能の向上を目ざすものである。しかし、各種の施設の耐震性は必ずしも証明されているわけではなく、小被害地震においてすら、各種のあたらしい施設が被害をうけている。施設構築時の耐震化は、当然推進すべきであるが、都市の現存の諸施設とその集合体の防災のために必要な理論を、自然科学的工学的計画的な研究の総合化のなかで追究しようとするものである。

II-1 地震災害の体系化

地震発生にともなうフィジカルな、またケミカルな急変を、これまでは個別的に研究してきたが、こうした研究成果をシステム論的に見なおし、前駆現象、地震時の現象、地震後現象を一連のものとして把握し、かつ地域的な展開を追究する。このため、過去の震災を洗い直すとともに、最近の予知研究の成果を体系化する。

II-2 各種施設の耐震性能に関する基礎研究

これまで耐震工学の成果には注目すべきものが多い。しかし既存の都市の諸施設やその集合体は耐震的であると断言できないし、そうした事例が中小震災においてすら発生している。このテーマは主として直下型地震被害を中心に、こうした各種施設の耐震性能を洗いなおすための方法論や調査研究法を確立し、モデル調査を実施して、大都市防災への基礎がためをしようにするものである。

II-3 大震災火災と地震水害の防災に関する基礎研究

これまでの都市火災は、建築防災ないし延焼火災を中心としたものである。その結果、大地震の惨事は、地震火災の発生によることはすでに明らかにされており、これらを基礎に現行の諸施策が展開している。しかし、経費と時間が必要な都市改造を中心とする現行の諸施策は、震災予防のある側面をとらえているにすぎない。このテーマは発震前の都市内部の火災危険の集積のメカニズムの解明にはじまり、体系的に防災の方途をさぐるための基礎研究である。

また、地盤沈下による海面下の地域が広域化している地域では、地震水害の危険が高いこともよく知られている。このテーマは地震水害に関連する被災、住民の避難等をシミュレーション手法によって解明しようとするものである。

III 震災予防の理論の総合化

I, II 両テーマによる研究によって確立され、整理される理論を震災予防の立場から総合化を考える。

III-1 都市の構造と機能の急変シミュレーション 数学モデルによる追究を目指す。

III-2 震災の政治経済的研究

震災のもつ意義を、政治経済的立場から集約、総合しようとするものである。大都市圏、地方都市、農山漁村の3地域の比較研究を行う。東京についていえば、南関東地震、立川断層地震、八丈地震のモデルについて考えることになる。

以上のうち、昭和52年度には、

災害調査研究のアセスメント

各種施設の耐震性能に関する基礎研究

大震災時における構造と機能の急変に関する基礎研究を取上げ、

災害予知情報と社会的レスポンス

震災時地域危険集積のメカニズム

震災対策の計画理論

地震災害の体系化

都市の構造と機能の急変シミュレーション

震災の政治経済的研究

は、上記の研究のなかで一部を予察的におこなったり、他の研究費による研究で当面推進し、方法論等の整理確立のうへ、都市研究として取上げる。

この計画では、応募者に研究テーマの大ワクとそのねらいを示すにとどめ、応募者の細テーマの提示を期待している。こうした方式をとるのはすでに上にのべたように、多種多様な研究テーマが考えられるし、研究者の関心を細かに規定することは、かえって研究上支障があると考えているからである。しかし反面、細テーマが細分化され、全体像がぼやけてしまうおそれもある。そこで、毎年の研究の進展をふまえた調整が不可欠となる。応募テーマは下記のとおりである。

I 震災対策理論確立のための基礎調査

I-1 災害関係の研究調査のアセスメント

I-2 災害予知情報と社会的レスポンス

I-3 震災時地域危険集積のメカニズム

以上の3テーマについてはヒヤリング、文献調査を中心におこなう。

I-4 震災対策の計画理論については、他の研究の進行をまわってとりあげる。

II 都市防災の理論的確立のための基礎研究

II-2 各種施設の耐震性能に関する基礎研究

II-3 地震火災と地震水害の防災に関する基礎研究

の2つのサブテーマについて実証的研究をとりあげる。

II-3は、次の4つに細分される。

a, 大震災火災時における避難路及び緊急車輛用道路の安全性に関する研究

b, 大震災時の火災と延焼の経時変化による避難路の選択

c, 都市における地震水害

d, 地震動にともなう震災予防のためのチェックリスト試案の作成と災害危険蓄積度に関する基礎的研究(学校建物を対象とする)

II-1 地震災害の体系化は、上記のヒヤリング、文献調査のなかでおこない、テーマとしては今年度はたてない。

III 震災予防の理論の総合化

III-1 都市の構造と機能の急変シミュレーション
これについては、方法論の体系化を考える。

III-2 震災の政治経済的研究については、後にとり

あげることとした。

研究の進行にともなって、過去に研究実績の多い

Ⅱ-2 各地施設の耐震性能に関する基礎研究を進展させるため、53年度には

Ⅱ-4 地盤と都市施設からみた地震危険度のためのマイクロゾーニング手法に関する研究をたて、さらにその将来の展開のために、

Ⅲ-3 大震災火災防御、防火地域制に関する研究をあげることとした。

こうした細テーマの組立てによって総合的研究の完成を期待することは、ある意味では適当ではない。しかし、研究者間の討論をかさねるなかで、緊急度の高いテーマを意識的に編成できるようになれば、研究者の共同、研究の総合化の実をあげやすいということも見のがせない。これまでの実績から、たとえば、下水道の震害とその二次的被害といったテーマは、ほとんど手をつけられていないが、意外に深刻な問題をかかえていると考えられるので、早い時期に着手すべきであろう。何れ、計画的にテーマの編成をしたいと考えている。また、災害予知情報と社会的レスポンスや、大震災火災防御、防災地域制に関する実証的研究も、54年度には着手したいテーマである。これらは何れも、社会科学の研究者の協力なしには実施できないものである。

4 今後の展開

震災予防の総合研究は、東京に被害をもたらす地震が近い将来発生すれば、研究が終了するという性質のものではなく、内外の地震被害に学びつつ、新しい研究課題を追究するという性格のものである。とはいえ、限られた時間と予算で取りくむには、課題の着手順序に留意をよぎなくされる。また、行政と直結することを義務づけられた研究ではないが、成果のなかには行政への基礎としての役割りを果たしうるものも含まれている。この点に関連して、行政が何を考えているのかを知るのも一つの行き方である。そこで、東京都震災対策プロジェクトチームと、知事の諮問にこたえた地震対策検討会（座長和達清夫）の両文書の内容をみることにしたい。

前者は、震災対策プロジェクトチーム報告（昭和52年1月）にまとめられているし、後者は、東京都の地震対策に関する提言（昭和52年1月）にまとめられている。前者は、行政側の、後者は座長を含む6名の専門委員のまとめたものである。震災対策プロジェクトチームでとりあげた緊急課題と今後とりくむべき事項は表3のとおりである。また、地震対策検討会の提言も表3に示してある。両者の内容は、これまでも言及されてきたものが多い。それにもかかわらず今更のように提言などがおこなわれるのには、それなりの理由があろう。また、そ

れぞれの課題のなかには、数多くの検討課題がふくまれていて、仲々複雑な内容をもっている。施設をつくれれば課題の解消するものもあるが、根源的な改革なしには実現できないような難題もある。高層建築物の安全対策や自動車対策は、絶望的といえるほど難かしいし、対策の前提となる危険の証明にさえ反発が多い。学術的な研究も充分におこなわれていないものもある。

表3に示した各課題について論及することはさげ、いくつかの課題について若干の意見をのべておきたい。

(1) 地震予知体制の整備

今後の地震防災が、地震予知を一つの柱にして進展することは否定できないことである。すべての被害を防止できるわけではないが、成功すれば人命被害や出火・延焼の防止には顕著な効果をもたらすことは否定できない。

しかし、地震予知はまだ研究段階にあることもたしかであり、観測網の整備も充分とはいえない。地震予知研究の成果により、地震予報、地震警報が発令されるとすれば、その性質、対策地域の規模などからみて、国の行政にならう。予知観測を含めて、国の行政機関が責任をもって実施すべき性質の事業であろう。

都の地震予知観測は、すでに委託調査によって着手されているが、微小地震の観測、生物の異常行動の何れも研究段階のツメが必要であるし、国の観測ネットワークとの連けが検討されなければならないであろう。何れは行政事務になるとしても、判断は国が責任をもつべき性質のものであるから、観測業務や解析は、国とのネットワークのなかで、いわば下うけとして位置づけられよう。研究面に関していえば、大学等の研究機関の仕事であるといえる。

こうしたなかで、研究課題という点からいえば、地震予知をめぐる防災行政組織論が不可欠であるといえよう。研究内容からは、行政機関としての研究所の担当すべき仕事といえよう。都に地震研究所ともいべき機関を設置する意向があるのかどうかは不明であるが、観測のみであれば、将来の人事問題もからむので、そう容易には着手できないであろう。好ましい方向は、国の地震研究所が設置され、その下部組織として観測をうけつ機関に位置づけるという考えであろう。この場合、気象庁と地方気象台、委託観測の関係を考えれば明らかのように、国の事業であることにはかわりはない。

それでもなお、都の主体性を主張するとすれば、都の防災研究所が設置され、その付属観測所として、国の観測委託をうけるといった形態が考えられよう。都立大学は、学術的な基礎研究面で関与できるかもしれないが、地震学関係の講座が皆無であり、将来とも開設の期待がもてない現状では、都の行政的研究の方向を考えるのが現実的であろう。

表3 地震対策検討会の提言と今後の措置（東京都資料より）

事項	早急に行うべき施策	震災対策プロジェクトチーム とりあげた緊急課題	今後とりくむべき事項
地震予知観測の促進	微小地震観測施設の設置と地下水位観測網の活用 専門家による観測データの分析	1 24時間警戒態勢の確立	ア 根拠となる法律・担保規定の整備を国に働きかける。 イ 実施計画を策定する。 ウ 区市町村との具体的な協議を行う。
出火源対策	出火源の安全化のための行政指導の強化	2 防災専用庁舎の確保	
中高層建築物及び地下街の安全対策	消防法に基づく施設の安全性の点検の強化 内部器具類を固定化させるための対策の確立 中高層建築物等の計画的建設への誘導	3 防災行政無線網の整備 4 自動車避難訓練の実施	
落下物対策	屋外広告物、窓ガラス等の安全性の点検及び指導	5 初期消火態勢の充実 6 防災広報の充実	
浸水予防対策	地盤沈下防止策の一層の強化 危険地域の堤防、護岸の強化	7 応急用飲料水の確保 8 備蓄物資の確保	
防災遮断帯としての河川と樹木の活用		9 応急医療態勢の整備 10 道路啓閉態勢の確立	
緊急整備地域の指定と防災用地の確保	緊急整備地域の指定と不燃化のための規制と助成 中小規模の防災用地の確保	11 地震予知体制の整備 12 ミニ防災広場の確保	
防災広報の充実	防災テレフォン、ポスター、パンフレットによる準時広報の展開 防災広報施設の設置		
自動車対策	震災時の交通規制の周知徹底と訓練の反復実施 走行自動車に対する誘導電波の設置		
地域の防災体制の整備	地域の防災活動拠点の設置 防災指導員の制度化 情報の収集、伝達システムの確立		
緊急避難方法の確立	災害態様及び地域の特性に応じた避難方法の確立 集団避難の制度化		

そのなかでおこなうべき研究課題は、数多く、当然、相当数の研究員を獲得しなければならないが、行政への寄与の点からみて、地方自治体に研究者を分散配置するよりも、国の機関にあつめる方が効率がよいかも知れない。

地震予知体制の整備という課題は、予知研究についてよりも、むしろ組織論、ないしは予知情報のもつ社会性についての社会科学的研究に焦点をあてるのが現状では好ましいであろう。このテーマであれば、行政機関に委員会なり、検討会なりを設置して討議をくりかえせば1～2年で解答ができればよい。すとなくとも、調整費をとまらぬ数年の委託調査によって解答がえられよう。

(2) 出火源対策

これまでにも、出火防止対策とか初期消火対策などが

強調されているが、実効はおぼつかない。出火源対策は、出火源そのものに対する対策を強化しようという趣旨である。しかし、この趣旨に対するレスポンスは、機器の改良といった考えから、エネルギー源の転換、地域により一部の火気使用設備器具の規制、地震予知情報と連動させた自動制御システムなどまで、幅広く、また、学術研究面からの吟味を必要としたり、あるいは一部の工学的改良で解決するもの、あるいは行政指導や法令的根拠の強化によるものなど多様な内容をもっている。さらに、地震時における出火のメカニズムの究明、出火確率といった研究テーマも含みうるが、いまだに、出火なしと断定できる結論はえられていない。人間の生存に火を欠くことができないだけに、出火源対策の根拠となる研究は重要であるが、二次災害への波及を遮断すること

にさえ、未解決の問題が多い。

出火があれば延焼はさげがたく、延焼があれば被害が巨大化することはよく知られていることである。延焼防止を、地域の不燃化によって解決しようとする、莫大な経費と年数が必要になる。その経費の一部を投入できるならば、出火源対策は可能であろうから、都市防災の観点からは、もっと精力的に研究がおこなわれてしかるべきであろう。

この課題の含む研究テーマは、語感からうける工学的研究よりも、現状ではむしろ出火源対策にブレーキをかける諸問題の社会科学的研究がより強力に推進されるべきであろう。

(3) 中高層建築物及び地下街の安全対策

中高層建築物（超高層ビルを含む）や地下街の安全性は、法令によって規定されているにもかかわらず、なおくりかえし多くの人々から、その安全性に疑問が出されている。その根本の理由は、これらの施設の使い方、別言すれば機能と、その機能のゆえに増幅する震災時のパニックに疑問があるためと考えられる。構造的にも、不安を指摘する人もいるので、その点も含めて見直しが必要であろう。

パニックは、日本にかぎらず過大にいわれすぎているという意見もあるが、研究面での未解明事項が多いので地道な研究を必要とするであろう。機能については、消防関係の細かい規定にもかかわらず、利用規制は充分でなく、防災施設や管理にたよりすぎている感がある。施設や管理に欠陥が露呈すれば収拾のつかない混乱がおこりかねない。

パニックの研究には、社会学者や社会心理学者の協力が必要である。施設の利用については、施設計画や経営管理の研究者の参加がのぞまれる。

中高層建物を都市不燃化に利用する考えは、都市計画の研究者に根づよいが、不燃効果については、とくにバラ建ちの場合に疑問が多く、この面での基礎研究が強く要請されている。また、建物内外での落下物災害は、次の震災の一つの特徴となると思われるが、この面についての多面的な研究を急がねばならない。

(4) 地域の防災性能の向上

個々の施設の防災性能の向上は、安全基準のレベルアップと工事の適正化によって、将来の不安を解消し、目的を達することはできよう。しかし、現実の都市空間には、耐震性耐火性という点からみて欠陥をもつおびただしい施設が分布し、乱脈な地域構造をつくりだしている。地盤沈下による水面下の地域形成、拡大、水防施設の弱体化、防災遮断帯としての河川や樹木のくいつぶし、農地の宅地なみ課税等による、いわゆるミニ開発による危険性の増大等、都市そのものにメスをいれ、危険集積のメカニズムを、社会科学から科学技術の分野まで

の研究者が協力して研究すべき課題を内包している。

行政当局も、ようやく実態をとらえるようになったが、対策はほとんど進んでいないし、かりに対策があったとしても、その効果ははなはだ疑わしい。

根底に、法律、担保規定の整備という大問題があるということはわかっているが、どこをどうときほぐしていくかについては、社会学者と工学者の協力による研究が不可欠である。現在の地域構造の解体の処方、科学的根拠にうらうちされていなければならないが、今のところ、数多くの意見、提言はあっても、決定的な効果は発揮していない。都市研究の一つの重要課題としては、何れは手をつけざるをえないであろう。現行の法令、行政指導、政策、政治的利害などもからむため、困難の多い研究テーマといえよう。

以上、4つの課題についてのべた。他は表の文字づらから判断して頂くとして、地震対策検討会も、震災対策プロジェクトチームも取上げていない次の3つのテーマを、今後の課題としてあげておきたい。

(1) ライフラインの防災

電気、ガス、上水道、下水道など都市を支える施設の耐震工学的、防災工学的研究はこれまでに多い。また、日常その恩恵になれすぎている、震災時に供給停止がおこった場合については、考えてもみないことが多い。しかし、とりわけ、日常眠にふれにくい下水道の震害によって波及、拡大する影響と、それに対する対策は、研究例がすくないだけに急がなければならないであろう。

もちろん、工学的吟味から出発しなければならないが、工学のワクにとどまらず、社会学や心理学の分野の研究者をも動員しなければならないであろう。

(2) 産業施設の震害とその二次的影響

都市内部には、多くの産業施設が散在している。施設それ自体の震害については機械工学の分野の研究例が多いが、その及ぼす社会経済的影響については、あまり注目されていない。産業界や産業関係行政当局の反発が強いとは考えるが、モデル的にも、学術研究面から問題提起をしていかねばならないであろう。

危険物施設については、社会的にも不安をうったえる声が多く、一般の産業施設以上に、その震害と二次的影響の総合的研究を期待したい。

(3) 地震災害の政治経済的影響

地震災害の政治経済的研究という研究課題名で、震災予防の総合的研究にくみ入れてあるが、このテーマのはじめの部分で、是非とも震災の社会経済的影響の研究を展開してほしいものである。物的被害は工学的手法で逐次、明らかにされるが、それらを総合して、社会経済的影響へ結びつけることが必要である。

社会経済的影響は、社会経済の構造のすみずみまで波

及し、かつ影響は長く持続することもあるので、震災対策の哲学にも具体的影響を及ぼすであろう。出だしは、行政当局の委員会や委託調査でも手をつけられようが、からみあう諸要因の連鎖をたぐって研究を進めるためには、広範な分野の専門家の共同研究にまつのがよいであろう。また、これらの専門家による想定被害の総合化を研究テーマとして取上げることが希望したい。複合的に、被害が巨大化するメカニズムは、まだ解明されているとはいえない。

謝 辞

この報告作成には、東京都、静岡県、愛知県の、地震対策関係の資料が利用されている。これらの諸機関とは、これまでも基礎調査の面でコンタクトしていたので、文面にあらわれない機微についても承知していないわけでもないが、報告にもられた内容から筆者の微意をくんで頂きたい。

この報告を、昭和52年3月で停年退職された田治米辰雄教授、昭和53年3月で停年退職される川名吉二門教授に献呈する。

付 昭和52年度研究の概要

各種施設の地震災害要因の数量化手法と 災害発生メカニズムに関する研究

国井 隆弘*	鈴木 浩平*
望月 利男*	福井 留男*
青木 繁*	
松田 磐余**	田村 俊和**

1 研究目的

これまでの耐震工学面での研究には注目すべきものが多く、現在の都市の諸施設は程度の差こそあるが一般に耐震的配慮がなされている。しかし、その時点において耐震的であったはずの諸施設が被害地震の度毎に少なからぬ被害をうけていることも事実である。東京をはじめとする大都市においては、こうした事例が中小地震においてすら多数発生し、より規模の大きい複合災害へと拡大する危険性が警告されている。

このテーマでは、こうした各種施設やその集合体の耐震性能を洗い直すための方法論や調査研究法を確立し、これを実施に移すことにより大都市防災への基礎がためをしようとするものである。

短期的な研究目標としては、まず国の内外に残されている既往の被害地震の諸記録を大系的に整理し、これらの資料に地形・地盤、地震の発生機構など、その後により明らかにされてきた諸情報を加え、解析することにより、各種施設の被害とその地震災害諸要因との間の関係を数量化し、かつこれを解析的に解釈することから被害発生メカニズムを究明する。さらにこの研究は、被害の各個現象を有機的に結合された一連の現象としてとらえ、これを数学モデルで表わすことにより、地震災害を大系化する長期的な課題としている。

2 研究方法

地震によって生じる諸現象は、研究者が常日頃追求している問題に対する真実の姿を、あるいは問題点の所在を、種々の形で具現している。地震災害は、風水害などの災害に比べれば、その発生頻度は低い、その記録は国の内外に少なからず残されている。その中には、当時説明・考察しきれなかった貴重な教訓が少なからず埋もれている。それ故、この研究では、既往の地震記録の徹底的な洗い直しが、目標にアプローチするための重要な研究手法として用いられる。

構造物(施設)の被害要因を大きく分類すれば、次の4種の項目で表わせる。

(I) 地震の規模、地震動の震源における特性(発震機構による)

(II) 被災地域、構造物の基礎周囲地盤の土の動的強度、安定性;特に問題になるのは、砂質地盤の液状化であり、ほかに不安定な(鋭敏比の大きい)軟弱粘性土の支持力低下がある。さらに、地形的要因を加味した多くの地変(地すべり、地割れ、斜面崩壊など)の問題がある。

(III) 被災地域、構造物支持地盤の応答特性;地盤の周波数・増幅特性であり、地盤を構成する土質の密度と波動伝播特性(例えば、せん断波速度)の成層構造から定まる。

(IV) 構造物(施設)の耐震特性:周期特性、変形能力、耐力、その体の諸構造形式。

以上から、既往の地震被害記録による諸施設の被害と各種被害要因の関係を数量化するためのプロセスは次のようになる。

(1) 対象とする地震の規模、断層モデルなど震源の情報収集とその検討:地震のマグニチュード(M)が地震学者によって異なる地震がある。これに対しては、被害分布の広がり(地盤条件を加味した被害の距離減衰)などを他の同規模地震と比較する等の方法を用い再検討する。また、従来の研究における震源距離、震央距離は一般にPin Pointの震源に対して考えられてきた。しか

し、地震の発震機構からみれば、震源は面的な広がりをもつものであり、ここではより実状に近い線→面震源を導入する。この震源（震央）は地震学あるいは測地学的断層モデルと震害分布を最もよく説明しうるモデルから決定する。

(2) 地形・地盤関係の資料収集とその解析：ここにいう資料は被災地の地震当時の地形図（集落分布図を含む）、空中写真、ボーリング、土質関係資料、弾性波探査資料などである。これは震害と地形・地盤の関係、すなわち、前記震害要因の(Ⅱ)、(Ⅲ)を追求するために不可欠である。これらの資料を用い地形区分、地形に基づく地盤判読、液状化現象など地変の解析、地域地盤の応答特性の解析を行う。

(3) 構造物（施設）の資料収集とその解析：ここにいう構造物（施設）は、被災地における木造建物、鉄筋コンクリート造建物、橋梁、道路、堤防、各種産業施設などであり、これらの構造図面等を収集し、その耐震性能に関係する要素を抽出するとともに、数学モデルを作成する。

(4) 被災地の震度分布などを推測させる諸資料の収集：収集すべき資料は地震計による地動・構造物観測記録（一部の地震に限られる）、基石の転倒・移動に関する調査資料、その他地震動の強さとその特性を推測させる被害記録である。以上によって地震動の強さの地域分布を推測する、あるいはそのための参考資料とする。

(5) 各種施設の震害とその諸要因の関係の数量化：以上の(1)から(4)までで、各地震に対応する各種施設の被害のあり、なしおよびその程度と、考えられる限りの震害要因が与えられる。ここでは、被害に対する各震害要因の寄与度（重み）を最適な手法で決定しようとする。震害要因のあるものは連続量で与えられるが、カテゴリー量でしか得られないものもある。そのような場合には、まず多変量解析手法における数量化の手段（一類、二類など）が有効であり、次いで判別解析が用いられよう。またケースによっては重相関解析法を採用することも考えられる。以上により、諸震害要因の関数として被害が定量的に説明され、かつ震害要因間の被害におよぼの寄与度が量的にランク付けられる。

以上を、できるだけ大きな地震に対して大系的に実施すれば、地震規模などをパラメータにした上記、関数関係が得られる。それ故、地震規模を想定すれば、ここで得られた手法を直接、被害想定、既存施設の耐震性の検討に適用することも可能である。

(6) 各種施設のメカニズムの解析：このステップでは、(5)で得られた関係に対する解析論による解釈が展開される。すなわち、(5)における関係は、生じた現象と要因の最適な関係を説明するものではあっても、その原因や理由を明らかにしてはいない。それ故、構造特性の時

代による変遷、あるいは震災体験のない施設の危険度判定は、このステップを経て可能になる。具体的には、地盤・構造物モデルの構造解析、振動論による検討が基本になる。

以上のうち、(1)～(4)については、現在一部は既に進行中であり、1891年濃尾地震、1923年関東大震災、1952、1968年十勝沖地震、その他幾つかの地震における資料の収集とその解析を実施している。

3 都市問題との関連

急激な市街地の拡大化と過密化に伴い、地震災害ポテンシャルが著しく高まりつつあることは、大きな都市問題の一つとして、多くの人々が指摘するところである。特に大都市においては、1923年の関東大震災の東京、横浜の被害が示すように、当時においてさえ、他の地域とは全く異なった様相を呈していた。

本研究グループは、各地の防災会議が企画する調査研究に少なからず参加して、成果をまとめているが、この種の研究は行政上の緊急性のために、期限に大きな制約があり、本研究の研究目的、方法ですところの基礎研究面からの取り組みが必ずしも十分行われなかった。すなわち、都市地震防災対策立案のための被害想定のもも基幹をなす都市施設の問題に限っても、多くの課題は科学的手法が確立していないなどの理由で、理論的、実証的には、極めて不十分な状態にとどまっていることが多い。

それ故、この研究では既往の地震被害を最も適切に説明できる被害予測手法を開発し、これをさらに進展させることにより、大都市における地震被害総合化の理論を確立しようとする。

4 本研究と関連ある内外の研究状況

耐震工学研究においては、一般にそれぞれの分野で研究の進行や震災体験の蓄積にともない、各個に設計基準（指針）を設け、必要に応じてそれらを改正していくという形で成果が具体化されてきた。すなわち、耐震的な個々の施設を造ることが、その主要目的であり、そのための基礎的研究は、また施設の地震危険度を論ずるための基盤になる。それ故、従来の耐震工学研究の果してきた役割は高く評価されるし、現在、将来ともこの基礎研究は重要な社会的要請である。しかし、各種の施設が個々にではなく有機的に結合し、その集合体として種々のライフラインと複雑に絡みあって都市を形成していることを考えるとき、都市の震災予防のための研究は、新しい観点からの総合的アプローチが必要となる。

この研究は、そのような震災予防に関する総合研究の

中に位置付けられており、前記した各地の防災会議における研究が本研究と最も関連するものであるが、これには上記期限の制約とともに、研究グループが諸機関の研究者から構成される場合が多く、このため、研究者相互の密接な連絡が不十分となり研究成果が総合的になりにくいなどの欠点を有しており、この総合研究の目的とする成果を十分あげていない。

ところで、この研究で大きくとり上げている地盤と震害の関係については、1891年濃尾地震以来、少なからず研究者によって研究がなされてきた。これらの研究は、特定の地震に対するある地域に限られているものがほとんどである。また、1968年十勝沖地震における鉄筋コンクリート造建物の被害についていえば、建物の構造のみに被害原因が帰せられ、地盤の寄与度については、ほとんど調べられていない。

大震災時の出火と延焼の経時変化による避難路の選択に関する研究

堀口 孝男* 小坂 俊吉*

1 研究の目的

地震による被害は、震動に起因する建築物、土木構造物、化学プラントなどの直接的な被害や、地割れ、崖崩れなどの地変による被害、そして津波や堤防欠壊による水害、同時多発的な火災などの二次的被害がある。

これらの被害のうちで、現在、最も憂慮されているのが火災であることは衆知のとおりである。関東地震を例にするまでもなく、戦災復興も間もない福井地方を襲った福井地震でも都市部や、町中心部が火災により大打撃をこうむったのであり、さらに近年、人口の大都市集中により木造住宅密集市街地が拡大するという、防災的観点で欠落して構築された現在の東京のような大都市に、再度、地震が起ったならば、前述以上の被害は予想され得るであろう。

この火災に対して無防備の都市を少しでも耐火都市へ改造するには、

- (1) 火気器具の安全性を高める。
- (2) 都市構造物の耐震、耐火性能を向上させる。
- (3) 出火延焼しても小区域で焼け止まるように、公園、街路などの空間領域を充分に取り入れる。
- (4) 住民の安全な避難路、避難場所を確保する。

という工学的対応がある。しかしながら、現実には日常の経済的効率に目を奪われ易く、個人、企業とも防火防災に積極的に取り組んでいるとは言い難く、防災拠点の

建設も遅々として進まず、ましてや、火気器具や建築物の法的規制は難しい。

この状況において、多くの地震対策の中で主要な項目となってくるのが住民避難である。この認識のもとに、密集木造建物市街地の中を出火延焼した場合、時間の経過とともに住民が安全に避難するには、種々に取り得る避難路のうち、最適な選択はどうなるかを研究し、より安全な避難路への改良、避難の確保、住民誘導など、ハード、ソフト両面の地域防災計画の基礎資料にすることを目的とする。

2 内外の研究成果

先学の研究成果と現在の研究状況、今後の問題点を、延焼、避難に分けて、その概略を次に述べる。

出火点の想定既往の地震について、各々の地震動の大きさ（木造家屋倒壊率）と出火率、あるいは炎上火災率の関係を求めて、想定する地震動に対する地域の炎上火災件数を算出する。次に通常火災の業態別出火率を求め、それに炎上火災件数を乗じて業態別出火数とし、業態別建物分布図上に地盤特性を考慮しながら、適宜に出火点を与える方法が用いられている。この出火機構の研究は、時代による使用火気器具の違い、生活向上による引火物量の増大、通常時火災と地震時火災の違いなど過去の地震例だけでは扱えきれない要素を多く含み、未解決の問題が山積しており、今後の研究の進展が望まれる分野である。

次に延焼に関する研究としては、戦前より鉄筋コンクリート造建物の実物火災実験などによって、耐火性能の研究が進められ、また戦時には木造建物の実物火災実験などにより延焼遅延効果のあるモルタル塗建物考案された。それは我が国の防火研究が飛躍的に発展した時期であった。現在にあっても当時の研究成果は、木造建物の延焼速度の算定、輻射熱計算などに利用されており、特に地域延焼シミュレーションが大学、行政官庁により数多く発表されているが、その延焼計算式は故浜田博士の式が用いられている。この浜田式を基本とする延焼シミュレーションは、避難シミュレーションと結合することが容易であるためいくつかの延焼避難シミュレーションが2、3年来発表されている。しかしながら浜田式は輻射熱による延焼が計算の主体となっており、現在では飛火の影響も組み込んだ延焼式の誘導が求められている。

ところで、中高層建物の側を通り抜ける気流の速度上昇、あるいは51年の酒田大火の報告にあるように、延焼した耐火造建物から隣家への延焼の容易さなど、従来延焼阻止しない是非延焼要因として考えられていた耐火造建物が、個々に散在している場合には、延焼助長要因に

なることもあり、再検討せざるを得ないであろう。

一方、延焼要因を確率関数で表現し、家屋の延焼回数を求める確率論的方法も発表されており、これは地域の延焼危険度を把握するのに適しているため、都市改造の目安として有効である。

最後に避難に関して、従来より収容人員の大きい建物内部の火災避難について心理学、建築学の人々による研究が盛んであるが、その対象物ゆえに延焼に対するよりも煙に対するの避難に重点が置かれている。例えば、大洋デパート、千日前ビル火災などの事例研究により、その成果は消防庁を中心にして、着実に上っている。しかしながら、地震火災によるパニック状態での住民や自動車運転手の行動心理は、事例や資料に乏しいため未だ不明の部分が多い。よって心理学的基礎データの蓄積とそれに基づく行動予測手法の考案が待たれている。

3 研究方法

長期的目標としては地震時の多発火災発生から避難までをシステムとして確立することであるが、短期的課題として既往の地震や火災について以下の調査研究を行なう。

(1) 火災延焼力の事例調査研究

いくつかの地震火災、大火について、被害地の現地調査(写真、地図、関係文書、聴取による災害発生当時の市街地状況調査及び延焼動態調査)を行なう。また従来の森林火災の研究成果などから基本延焼力を求め、これに調査結果を加えて実火災の延焼力を算定する。この時、ファクターとして市街地構造(可燃物量すなわち家屋構造や石油製品類、空地、樹木、地形の高低など)、気象条件(風力、風向、湿度など)、火災経過時間を考える。

それぞれの大火の延焼力は時代、季節の影響を包含したものであり、時代は可燃物量に、季節は樹木及び気象条件にそれぞれ置換されるとすれば、想定する地震の時代、季節の要素を延焼力は織り込むことができるであろう。

(2) 避難の事例調査研究

前述(1)の現地調査で住民の避難行動について、アンケート調査や聴取を行なう、また異常時の心理的事例を取り入れて、住民の避難行動(避難開始および終了時間、避難路、避難場所の選択)をパターン化する。これは住民の被災経験の有無、防災意識の程度、避難訓練、土地カンなどによって変化すると思われ、特に行政上のハードな防災対策だけでなく、ソフトな面についての、その効果を判断する一資料となるであろう。

(3) 特定地域における事例研究

東京江東デルタの一部地域を対象として、同地域の関東地震の出火点数をランダムに与える。(1)による延焼動

態との避難パターンの組み込んだシミュレーションを行ない、市街地および避難路の安全性を論ずる。

以上の研究のうち、既に福井地震については現地調査を行ない、現在、資料の解析を進めている。また延焼避難の単純モデルを作成中である。

都市における地震水害

丸井 信雄* 安川 浩*
宇井 正和* 新井 邦夫*

1 研究の必要性および目的

東京のように高度に発達した大都市において大地震後に発生する2次災害のうち、水災は火災とともに被害を一層大きくし、復旧活動を著しく阻害する。本研究の究極的目的地は、東京におけるかかる水災を最小限にするための方途を見い出す所にある。

「地震水害」なる言葉の定義すら十分になされていない今日、各種の研究、行政機関でなされた地震後の水災に関する膨大な研究成果の総合解析は全く手が付けられていない。したがってまず第1に、これらの成果を分析し、地震水害の概念を明確にしなければならない。

第2に水害機構を明らかにする必要がある。東京には一般に知られた0m地帯以外にも様々な水害ポテンシャルを有する地区、施設が存在し、考えられる水害の様子はそれぞれ異なる。したがって個々の地区・施設ごとに、水害発生の可能性、規模、影響の程度等について詳細に吟味される必要がある。

さらに地下トンネル、地下街等地下空間への浸水機構を明らかにしなければならない。利用空間の不足がもたらした地下空間の大規模な開発の結果、東京都内には、多数の地下鉄が走るようになり、その主要駅には巨大な地下街が形成されるようになった。これらの中には水没の可能性を有するものも少なくないが、今のところ本格的に研究対象とされた事例が少なく、又災害対策上極めて重要な緊急課題の一つとなっている。

2 研究方法

1) 本研究の成否については、特に次の点が決定的に作用する。

a) 資料蒐集：既存の構造物について破壊の程度を推定する必要があるから、それらの設計資料、完成後の履歴等、可能な限りの資料を精力的に集めなければならない。

b) 実地踏査：現実の行政対策を考えた場合、本研究

の成果はなるべく実証的でなければならない。又水害機構は個々の構造物、対象地区あるいは発生時刻によって全く異なる場合もある。したがってあらゆる機会を利用し、徹底的に踏査し、対象物を熟知しなければならない。

2) 地震破壊によって生じる浸水は複雑な因子によって成立しており、解析解を求めることが困難となることが予想される。このため各種施設の破壊による出水の実例について分析すると同時に、さまざまなモデル実験がなされよう。

3) 個々の水害機構を解析する段階に到れば、浸水波の進行や湛水の状態を、既存の水理理論の採用あるいは、上記1)の過程で考え出された新しい手法によって明らかにする。

4) 2)の結果をもとに、地震水害に関する事前、事後対策を検討し、考える時点での最良対策を提案する。

3 本研究の都市問題との関連

大都市に発生する自然災害は、個人的、社会的資産の大量損失にとどまらず、大量死すら引きおこしかねない。かかる問題の発生を最小限にとどめ、正常な社会活動へのすみやかな復帰をうながす施策の実行が為政者に課せられた責務である。

本研究は、極めて実証的に遂行されるので、その成果をただちに行政上の対策に生かすことができる。

例えば、示された浸水・湛水予想から、問題とする地区の避難余裕時間が明らかとなり避難路や避難活動計画の見なおしができよう。あるいは地下空間内にとどまれる余裕時間も示されるはずで、これらの施設の一時避難場所としての利用の可否が判断できよう。又当然のことながら、地上地下を問わず、事後の水防重点地区およびその時点を考える材料を与えることもできる。

このような事後緊急対策のみならず、事前対策に対し様々な具体的提案をする。

4 本研究が取り上げる主要な具体的課題

- a) 東京湾内に被害を与える津波の可能性
- b) 貯水池等に貯められた水の地震動によって生じる波の挙動
- c) 貯水、貯油施設の安全性の水理学的検討
- d) 水道管破壊による浸水
- e) 半無限堤の一部瞬間破壊によって生じる浸水段波の水理学的挙動
- f) 貯水、貯油施設の破壊が、周辺へ与える水理学的影響
- g) 事後内水排除の検討および問題点

h) 避難路、避難場所への浸水の影響

地震動に伴う災害予防のためのチェックリスト試案の作成と災害危険蓄積度に関する基礎的研究(学校施設を対象とする)

渡辺 克巳*

1 研究目的

近年、大地震災害に対し多方面で研究がなされ、数多くの弱点、問題点が指摘されている。これらの研究成果を基に対策が検討されているが、ハードな面においては多くの困難な問題を含んでいるため、実現に手間どっているのが現状であろう。一方、ソフトな面においては「地震時、火災の始末をする」という点ではキャンペーンがくり返され、住民個々に認識されつつあるが、それ以外の点については、具体的にどうすれば良いのかといった個々の問題に充分答えられるものはほとんど示されていない。それは、現在の過密都市における大地震災害が多種多様な災害要因を内包しているため、その全てに答えることは不可能に近く、未解明、未解決の問題、行政サイドで処置せざるを得ない問題など、数多くの問題をかかえているためである。しかしながら、この種の災害の中には未然に防止できるか、事前に充分な対策がされていれば軽微な被害ですむケースも数多いはずである。したがって本研究は、具体的にどうすれば被害を軽微なものにできるかを身近な問題に焦点をあて、個々の問題を指摘した上で事前に留意しておくべき項目をチェックリスト化し、定期的に点検できるシステムを確立することを目標に、又これで施設の実態調査を行い災害危険蓄積度の評価基準の作成試案を検討し、さらにチェックリストの再整備を目的とする。

2 研究方法

大地震災害に伴う各種の災害要因を抽出するためには、既往の地震災害から予測しきれない事態、教訓を抽出することが一番適切である。しかしながら、大地震災害は発生確率が小さく、又、ソフトな面での記録も少なくしかも、近年、都市で発生した記録で詳細な検討を加えられたものは新潟地震のみである。一方、都市は時々刻々と変化しており災害要因も複雑で、既往の地震災害事例研究のみで考察するには不十分で、火山爆発事例、火災その他の各種災害事例を洗い直し、災害要因項目を抽出することが重要である。一方、これから得られた資

料で実態調査を行い、現状の災害危険蓄積度の評価を検討し、その結果を充分反映させることも必要である。したがって本研究は下記的手法で検討を行いたい。

- ① 既往の地震災害各種の災害を検討し災害要因項目の抽出を行う。
- ② ①をベースに、それらに関連して予想される災害要因を検討する。
- ③ 対象施設のうち、約10校に実態調査、ヒヤリング調査を行い、新たな災害要因項目の抽出と、あわせて①②項目の検討を行う。
- ④ 以上から災害要因項目のチェックリスト化を行う。
- ⑤ チェックリストにより対象校へアンケート調査を行う。
- ⑥ アンケートの分析を行い、現状の災害危険蓄積度の検討を行うと共に、その結果をチェックリストにフィードバックし再調整を行う。

3 都市問題との関連

我が国の都市は近年過度の人口集中により多くの都市問題を内包し、助長しながら、発達し続けている。地震災害に対し、弱い体質も、大きな都市問題の一つであろう。特に発生確率の小さい大地震に対しては、きわめて弱く多方面から弱点、問題点が指摘され、対策も示されていないが、いまだ充分反映されているとはいえない。それは今日の都市が有機的に構成されているため、地震災害のみに配慮した対策がとりにくく、総合的見地から対策を推進しないと効果的対策となり得ない面を多分に含んでいるためであろう。しかしながら、今日の都市問題の根本原因が過度の人口集中により誘発されたものである以上、住民個々が、地震災害ポテンシャルを軽減するため、自ら、できうる限りの対策を立て予防することは、きわめて有益で効果的である。その意味から本研究は、身近に予想される個々の問題、あるいは地震発生後派生すると予測される諸問題をできうる限り抽出し、住民個々が自ら事前に充分対策を講じられる手法を確立することを目標とする。

4 本研究と関連する内外の研究状況

震災予防に関する研究は多方面でなされ、多くの研究集積が示され、それが多方面で活用されつつある。しかしながら、本研究の意図する内容に関連する研究は、研究と云う形になりにくい対象であるため、行政サイドで試みられたものはあるものの、数少ない。

大震災時における避難路および緊急車 輛用道路の安全性に関する研究

山川 仁* 秋山 哲男*

1 研究の対象

災害の発生時点において、人がどのような状態にあるか、あるいはいかなる行動をしているかということは防災計画の上で重要である。

その状態は、建物の内外を問わず特定の地点で仕事や家事その他を行なっている場合と、ある目的を果すために目的地へ向って移動中すなわち交通行動中の場合とに大別される。前者はさらに、職場や自宅といった本拠地による場合と、買物や私用のために初めてのあるいは必ずしも十分には知らない建物にいる場合とに分けられよう。またこれらの行動に直接関わる事務所、住宅、商店等の建物だけでなく、それを含めた周辺一帯のまちなぎの様子を熟知しているかどうかとも問題になる。

交通行動中の場合には、災害発生時点にどこにいるかはきわめて不確定であり、日常的に移動しているルートであっても認識の範囲は線的なもので、周辺部を含めた面的なものではないと考えられる。また交通手段として自動車を利用している場合には、その自由度の高さゆえに災害発生時における混乱は、たとえ災害時においても自動車の走行が全面的に禁止されることになっていても、大変に大きいものと予想される。地下鉄やバスのような大量公共交通機関の場合には、限られた車内空間や地下空間に大量の人が集中しているために、パニック状態の発生などが懸念される。

このように交通行動中の人あるいは自動車については、災害時の被害予測や避難訓練さらに緊急活動計画において、重視されるべき要因である。したがって本研究においては、都市における災害、特に地震時における交通行動中の人に関して、道路上の走行自動車および鉄道利用中の乗客を対象として分析を行なうことにする。

2 研究の目的

本研究においては交通行動中の人の数あるいは自動車の台数を、時間帯別かつ地区別にとらえるための手法の開発、およびそれによる推計値の算出、さらにその数値に基いて避難や緊急活動に与える影響を考察することを目的とする。

- (1)被害予測に関して――道路上の自動車が緊急車輛の活動に与えるところの交通障害の程度、および人の

避難行動に与える障害について分析する。

また構造物の崩壊等により交通機関が機能しなくなったときに、その車内や駅構内などに存在する人数を、時刻別、地点別につかむことによって、人的被害の予測に役立てる。

- (2)避難システムについて——交通行動中に災害が発生した場合には、避難行動は緊急を要する。避難行動計画を策定するためのインプットとして、特定時刻における自動車台数、公共交通機関利用者数が必要である。また自動車による避難が可能な状況の有無についても定量的に検討を行なう。
- (3)防災の観点に立ったゾーニングについて——現行の都市計画においては、地域地区制がとられている。この場合の建物の容積率や建ぺい率および用途に関わる各種の規制は、いずれも異常時を想定したものではない。地震災害の危険度評価に関して、メッシュデータによる表示が行なわれているが、このなかに交通行動に関わる危険性の要因を含めることが今後は必要になる。

すなわち異常時に問題となる要因を考慮した地域地区制とするために、地域の区切り方、交通行動中の自動車や人間の存在量の把握が重要なのである。

3 研究の方法

- (1)パーソントリップ調査、自動車OD調査等の結果に基づいて、マクロ的な地域における行動形態別の存在人口や自動車台数を推計する。
- (2)都市中心部の商業地区、あるいは住宅地などミクロな地区においては、実態調査を行なって人数や台数を測定する。
- (3)航空写真を用いて、主として幹線道路上の自動車の分布状況をとらえる。
- (4)路外の駐車施設に存在する台数についてはヒアリングまたは既存資料の分析によって補完する。
- (5)以上の基礎的資料の収集および作成の後に、1日の

うち想定される代表的な時刻および典型的な地域を選定、交通行動中の車や人の分布に関するいくつかのパターンを設定する。さらに時間の経過に従ってあるパターンから別のパターンに変化していくプロセスを、シミュレートできるように時間要因を組込んだモデルの作成を試みる。

4 都市問題との関連

災害という異常事態を対象とする防災計画は、平常時を前提とする一般の計画とは、目的と方法に関して大きな相異がある。すなわち、目的においては安全確保が第一となり、方法においては時間的経過による災害の様相の変化および人間行動の心理的側面の重要性を組込む必要があるということである。

都市問題との関連としては、次の2点があげられる。

(1)地震災害時における避難計画との関連

交通行動中の人間や道路上の自動車は、既存の避難計画における避難流に対して、ある場合にはその障害となり、ある場合には避難すべき人口が特定の空間に大量に発生することによって局所的に大きなインパクトや負荷を与えることになる。従って、より安全な避難のあり方および避難路の選定に対して、本研究は有効な示唆を与えうらと思われる。

(2)防災的側面を取入れたゾーニングの推進

従来の地域地区制は、平常時を前提としている。今後は災害発生という異常事態にも対応できるようなゾーニングが必要になる。各種の都市施設の配置や規模に関しても、防災すなわち安全性確保の観点をつけ加えなければならない。災害を考慮したゾーニングにおいて、もっとも重要な要因の一つとして、災害発生時点の当該ゾーンの交通行動人口がある。したがって、交通行動中の人や自動車を定量的にとらえようとする本研究は、防災面を考慮したゾーニングの設定にとつて有効であると考えられる。

* 東京都立大学都市研究センター・工学部 ** 東京都立大学都市研究センター・理学部