

住宅・街路構造を考慮した災害危険地域の分析

ーGISによる可視化とリスクコミュニケーションー

坪 井 壘太郎

1 はじめに

1994年に米国ロサンゼルス・ノースリッジ地方で発生した地震において、米連邦緊急事態管理庁(FEMA)により災害における地理情報システムの本格的運用がはじめられた(永田;1995)。このシステムは、広域に亘る各種の被害情報や分析結果を可視化し、その後の国内外における災害マネジメントや被害予測等に対して貴重な知見と影響を及ぼす契機となった。

一方、わが国においても、東海大地震や三陸沖地震など大規模な地震災害の危険性が警戒される中、近年では、GIS(地理情報システム)を用いた災害情報システムの導入に取り組む自治体は大幅に増加している。阪神淡路大震災(1995年)以降、膨大な研究蓄積をみたわが国の災害・防災研究の系譜は、発災前における「防災計画」に関する研究(松岡ほか:1993, 東京都防災会議:1991など)、発災時における「被害・避難状況の把握」に関する研究(川路ほか:1997, 坊池ほか:1996など)、発災後における「復興・復旧計画」に関する研究(山本ほか:1996など)、の災害の発生段階で分類することができる。

しかし、GISによる災害・防災研究は、インターネットとソフトウェアおよび技術の普及により、デジタルでのハザードマップの公開や、リア

ルタイムでの災害情報通知メールサービス、復興まちづくりにおける合意形成支援ツールなど、発災前、発災時、発災後のすべての段階においてその効力を発揮することが可能であり、現在では、社会基盤技術としての効果が強く期待されている。

GISのもつ最も大きな利点のひとつに、地域の特性を、データをもとに可視化して示す機能が挙げられる。本研究は、災害研究における「発災前(事前)」の防災計画に位置づけられるが、その目的は、地域の災害危険度を可視化することにより、行政と住民間におけるリスクの認識を共有し、防災まちづくり整備に資する議論の場を提示することにある。

本研究で対象とする地域は、東京都の東端に位置する江戸川区である(図1)。本区は、JR総武線沿いに早期から開発の進んだ北部の市街地と、臨海部の埋立てにより新たに出現した市街地を併存し、さらにこれらの間には建設時期の異なる多様な中低層の住宅地が連なる特性を持つ。本研究では、住宅統計データをもとに住宅・街路構造から地域の危険度を可視化して明示すると同時に、国勢調査データをもとに、地域の高齢者に着目した「リスクコミュニケーション」のあり方を関連させて検討する。

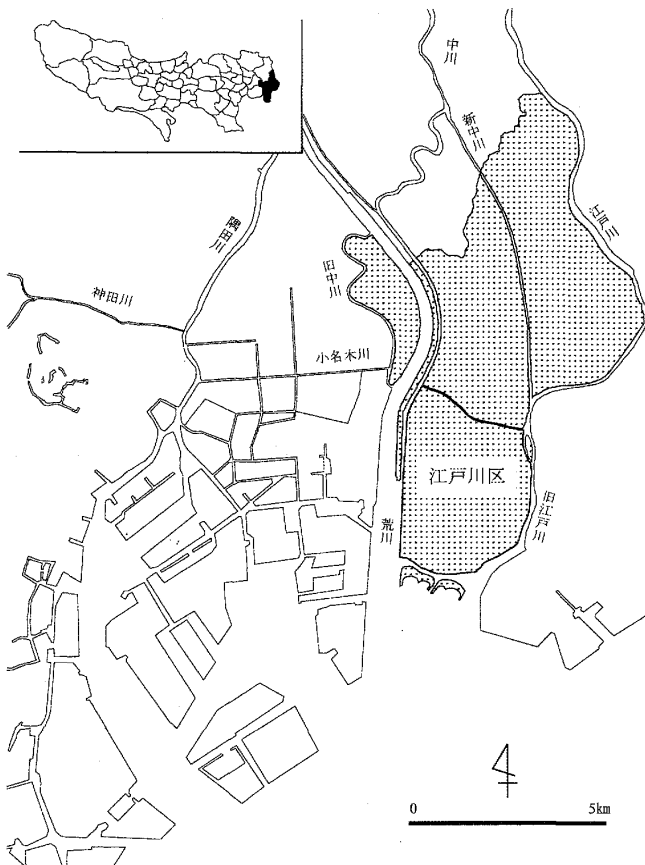


図1 研究対象地域

2 研究方法

分析に当たっては「土地利用現況調査」(1996年)を基礎データとし、「住宅統計調査」(1991年, 1996年), 「国勢調査」(2000年)の関連データを参照した。また, 地図化には地理情報分析支援システムMANDARAを用い, GISによる作業を実施した。本システムは, フリーソフトウェアとして頒布されており, 比較的操作が容易で, またMicrosoft Excelとの親和性が極めて高いことから既に多くのユーザーを持っている。本研究では「町丁目」を分析単位とし, 地域情報を「可視化」することによりリスクコミュニケーションに援用可能なものとするを第一義に置く点から本システムを採用した。

3 地域危険度の客観評価と可視化

地域の安全・安心における「ソフト」の対応として, 近年では情報の積極的な公開により, 居住者自身にSelf defenseが求められてきている。その代表的なものには, 「洪水ハザードマップ」の普及が挙げられ, 2007年8月現在, 東京都区部においては23区中16区において公開されている。一方, 地震災害については, 「地域危険度測定」による調査結果が都内全域を対象に公開されている。これは, 東京都震災予防条例に基づき5年毎に, 震災対策事業の優先度や地震災害に対する住民への啓蒙, 防災まちづくりのための指標指示を目的として1975年より実施されているものであり, 「建物倒壊危険度」「火災危険度」「避難危険度」およびこれら各々の危険度の和からなる「総合危険度」の4指標により町丁目単位で5段階(1: 低危険度~5: 高危険度)の危険度の相対評価が行われ, 東京都都市整備局よりホームページ^{注1)}および紙媒体としても公開されている。

このうち, 「建物倒壊危険度」は, 地震によって建物の損壊や傾斜する危険性の度合いを評価したものであり, 地盤の硬軟, 活断層の有無, および建物の種類(木造・鉄筋コンクリート造等), 建築竣工年代によって決定されており, 古い木造密集住宅地において危険度が高くなる傾向をもつ。

「火災危険度」は, 地震による出火, 延焼の発生しやすさの測定から, 火災の危険性の度合いを評価したものである。延焼危険性は, 木造建築が密集している地域で高く, 逆に鉄筋コンクリート造等の不燃建築物や, 広幅員道路, 公園のある地域では消防活動の円滑性から危険度が低くなる傾向をもつ。

住宅・街路構造を考慮した災害危険地域の分析

「避難危険度」は、近隣の避難場所（広域避難場所）に到達するまでに要する時間と、居住者数を組み合わせた評価であり、この危険性は、避難場所までの距離が比較的遠く、道路沿いに避難の障害となる要因が存在し、避難する人数が多い地域において高くなる傾向をもつ。ところで、1995年調査（第4回）までは、当該の町丁目における居住者の年齢構成等から、地震動により人が死傷する危険性の度合いを評価した「人的危険度」の測定が行なわれていたが、地震に強い都市づくりの指標とする調査の目的に照らし、施策への反映が困難であることを理由に2000年調査（第5回）からはその項目が除外されている。

この4指標による危険度評価は、ホームページ上に一覧表として数値データが公開されており、可視化作業に当たっては、当データをもとに一旦Excel形式に整形した後、GISソフトへの読み込みを行った。図2から図5に各々、江戸川区における「倒壊危険度」「火災危険度」「避難危険度」「総合危険度」を示す。全図に共通して区北部の密集市街地（特にJR小岩駅周辺地区）においてその危険度が高く現れており、新川以南の臨海地区では逆に低い「南北差」が存在することがわかる。これは、先述した本区の開発・発展段階における「時間差」がその要因として挙げられ、区北部が1964年の東京オリンピック以前から宅地化されていた地域である反面、区南部は近年の新興住宅地が展開する特徴をもつことがその背景となっている。また、区中央部においては、1960年代から1970年代にかけて一気に潰廃の進んだ水田に新たに建てられた住宅地がその主要要素であり、近年、建て替え等は進められているものの、依然として、高い危険度を持っていることが指摘できる。

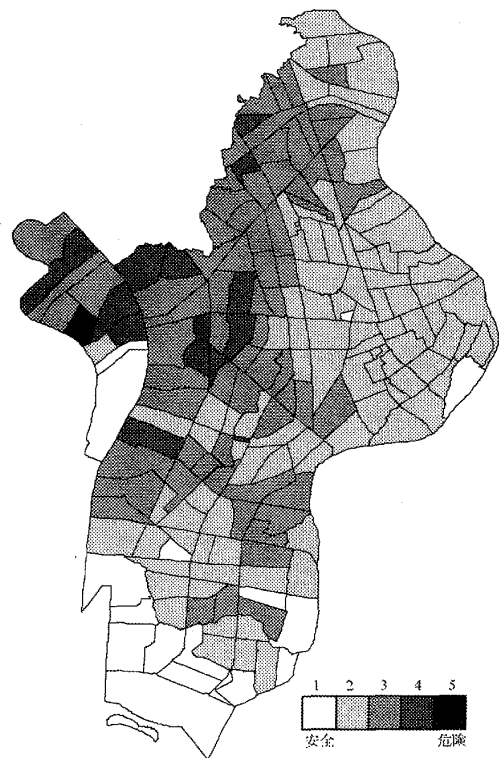


図2 倒壊危険度

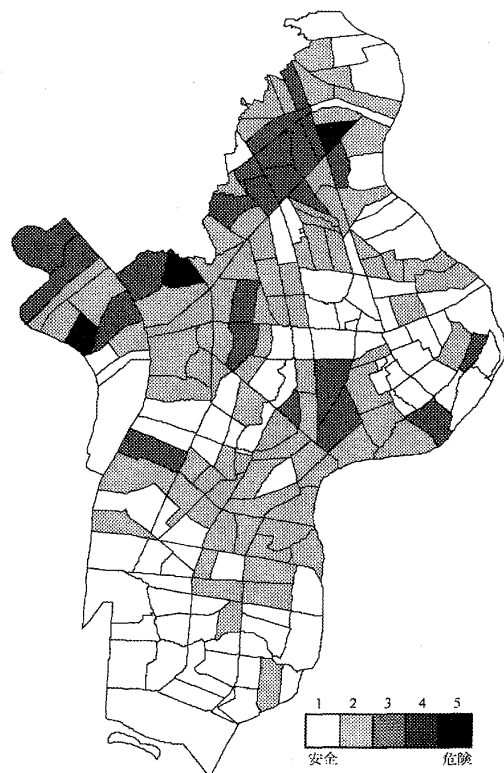


図3 火災危険度

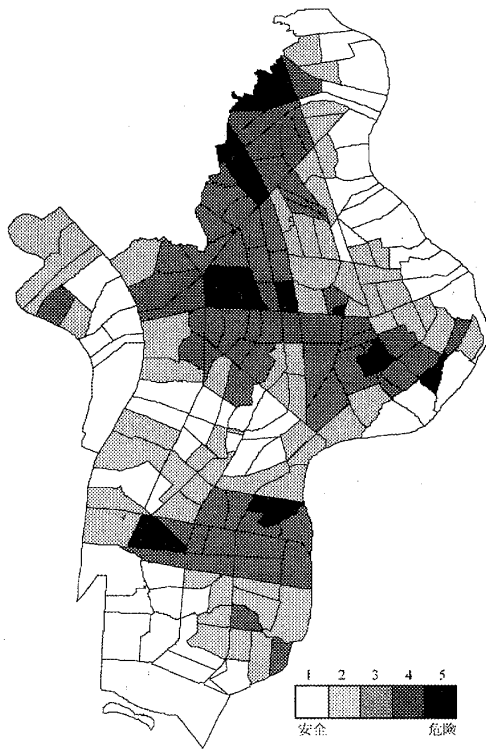


図4 避難危険度

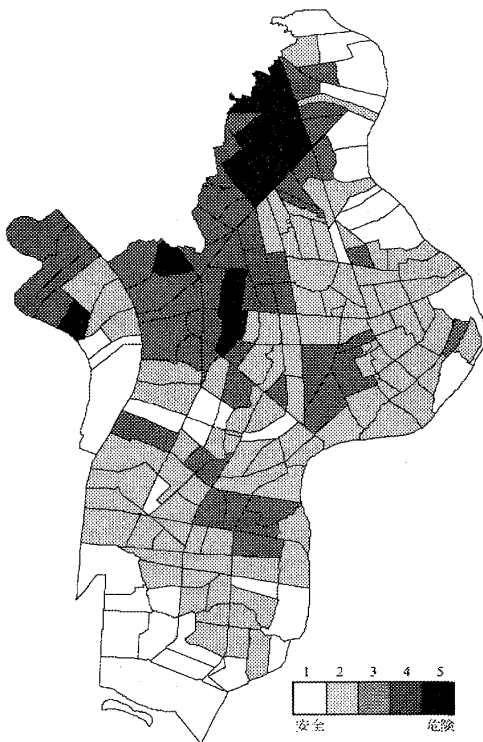


図5 総合危険度

4 区内の住宅・街区構造と防災性

4・1 住宅構造

東京都地域危険度測定による5段階指標は、複数の危険要素を合成変数化し相対的に表現されている。この指標は、危険の概念を伝達する点においては優れているが、地域・地区の構造をより詳細に分析するためには、合成変数化する以前の個々のデータをもとに検討する必要がある。本研究ではこのうち住宅構造と街区構造に着目し、前者では建物構造を、後者では狭隘（4 m未満）道路をとりあげる。また、住宅構造に関しては、地区計画の観点から、町丁目単位ではなく、江戸川区が定める10地域分類に従って分析を実施した。

図6に江戸川区全域における住宅構造別棟数・割合の推移（1991年から1996年）を示す。住宅構造は、柱梁材質と外壁材質から建築基準法の分類に準拠し、「木造」「防火造」「準耐火造」「耐火造」の4種類によって分類した。1991年から1996年の5年間に於いて建物棟数は2,229棟の減少がみられたが、構造別で減少したものは、木造が6,382棟の減少（-4.9%）、防火造が5,331棟（-3.3%）であった。一方、増加したものは、準耐火造が5,073棟（+4.4%）、耐火造が4,411棟（+3.8%）となっており、全体的に耐火建築が増加したことが明らかになった。

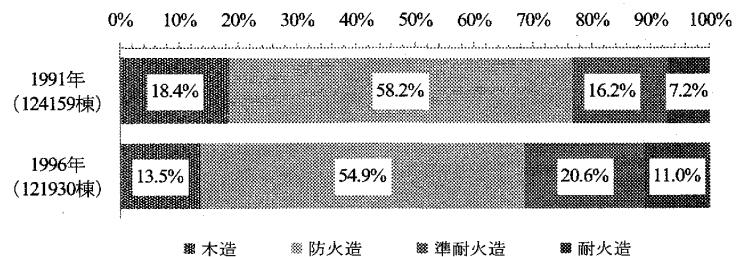


図6 構造別棟数・割合の推移（江戸川区全域）

住宅・街路構造を考慮した災害危険地域の分析

地区別での変化を、図7に示す。木造および防火造は全地域で減少しているが、元来ストックとしての木造住宅地の多かった小岩地区、東部地区においてその傾向が著しい。また、平井北部地区、中央北部地区および東部地区では防火造の建築物が多く減少している代わりに、特に東部地区、鹿骨地区において準耐火造および耐火造の建築物の増加がみとめられる。また、平井南部地区は荒川高規格（スーパー）堤防の建設に伴う再開発事業の推進により大規模な立て替えが進んだことから建物構造別割合が大きく変化している。

こうした建物構造の耐火構造化は、地域の「不燃化」の向上にも貢献している。建物の不燃化を示す指標として、「不燃化率」^{※2)}を年次と地区ごとに集計し、結果を図8に示す。1991年における江戸川区全体の不燃化率は46.5%であったが1996年には7.6%向上し、54.1%と過半数を占めるようになっている。地区別にみると、臨海地区、平井南部地区の不燃化率は90%を越えている反面、小岩地区、鹿骨地区、中央北部地区など区北部においては依然、不燃化率が50%以下となっている。

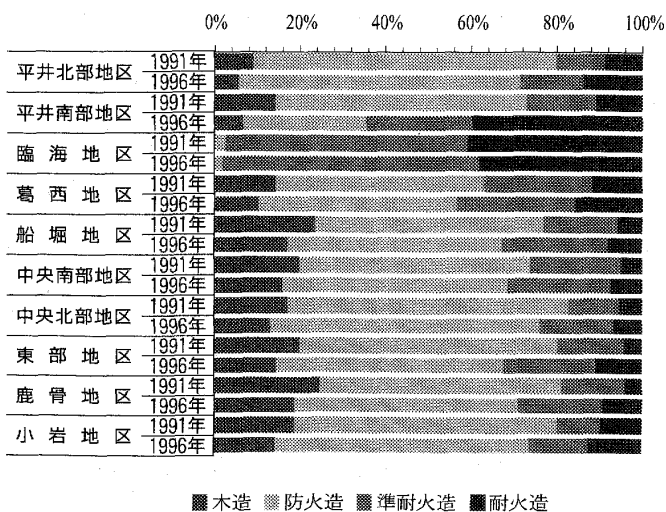


図7 地区別・建物構造の推移（1991年-1996年）

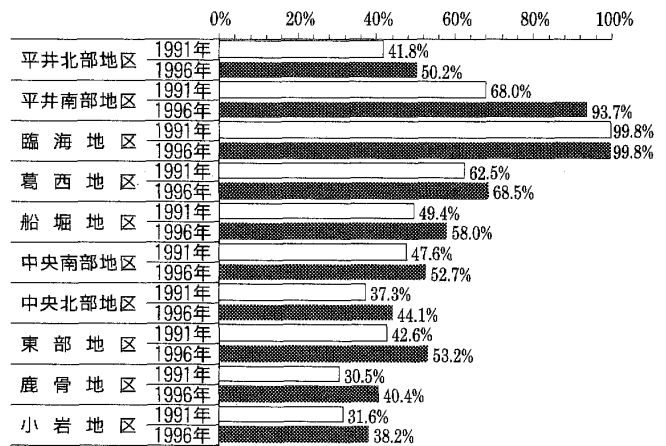


図8 地区別不燃化率の推移 (%)

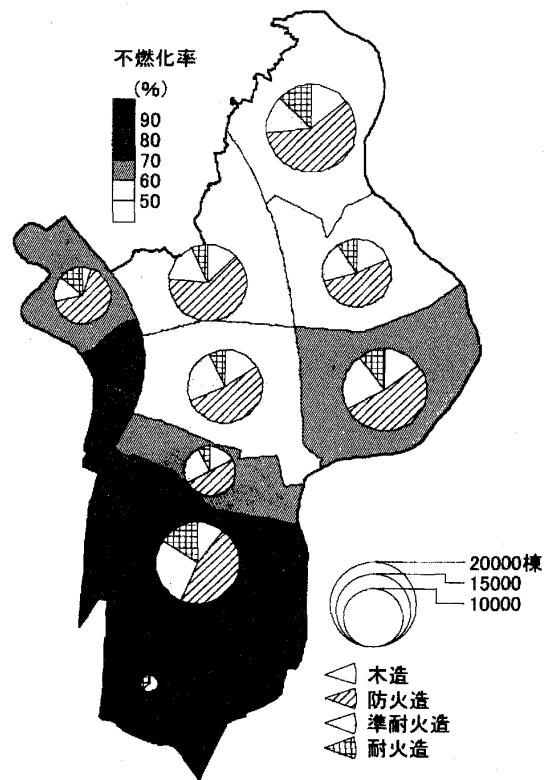


図9 地区別不燃化率と住宅建築構造

図9に、地区別不燃化率と住宅建築構造の棟数・割合を地図化して示す。本図から平井南部地区と臨海地区において不燃化率が高い反面、建築棟数が少なく、その内訳は「耐火造」「準耐火造」が中心であることがわかる。これは、平井南部地区では再開発事業により旧来の木造戸建住宅から大

規模な集合住宅へと建て替えが進んだことが、臨海地区では新興大型マンション開発事業が進展したことがその背景にある。現在、行政による耐火・耐震化に向けた建て替え促進補助事業が進められており、個別対応はもちろん、災害に対する「地区防御」の観点からその対応が急がれている。

4・2 街路構造

建物構造と同時に地域の危険度を判別する重要な要素に、街路の構造が挙げられる。これは、被災時の避難路、緊急車両通行、建築破損物による道路閉塞などを考慮したものであり、道路幅員4m確保の可否を判別基準とするものである。

住宅統計調査（1998年）による東京都区部の細街路接道住宅地率（割合）を図10に示す。1950年に国民の生命、健康、財産の保護のために建築物の敷地、設備、構造、用途について、その最低基準が定められた「建築基準法」の施行以降、都市整備においては狭隘な道路の改修が急速に進められた。しかし1998年段階においても4m未満道路への接道率は区部平均で35.5%を占めている。

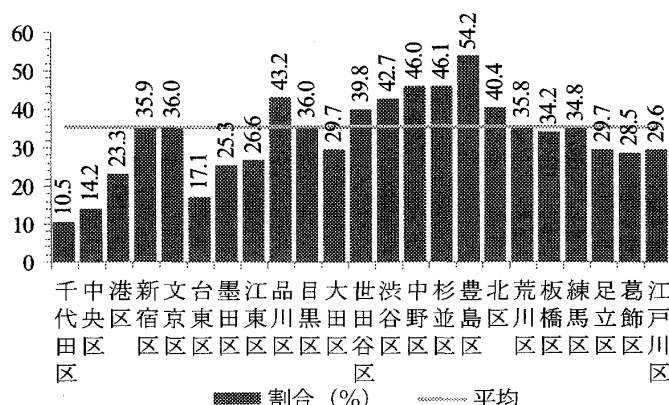


図10 東京都区部の4m未満接道住宅率 (%)

東京都区部中、最も4m未満接道住宅率が高いのは豊島区の54.2%であり、杉並区（46.1%）、中野区（46.0%）がこれに続く。これらの区では、約半数の住宅が4m未満道路に接する閉塞密集度の高い区であり被災時の通行等に甚大な影響があることが懸念されているが、本研究対象地域である江戸川区は29.6%と区部平均を下回っており23区中16位の水準となっている。

江戸川区の経年での推移では、1983年（38.4%）、1988年（30.6%）、1993年（30.3%）を経て、1998年（29.6%）と近年ではややその減少率が鈍化しているものの、漸減傾向にある。表1に示すとおり、区内における4m未満接道住宅の割合は、徐々に減少してきているが、住宅実数自体は5年毎に2から3万戸ずつ増加をしており、このことは、既成市街地内での「2項道路」に接道する住宅の増加を示唆している。2項道路とは建築基準法第42条第2項に示された道路を指す。建築基準法という道路とは、原則として道路幅員が4m以上のものを指すが、旧市街地においては、建築基準法の適用される前から道路として使用されてきたものには、幅員4mに満たないものが多く、結果としてこれに面した住宅が建設されてきた経緯を持つ。そのため、特定行政庁が指定するものについては幅員が4m未満の道であっても道路とみなす救済規定が定められている。しかし、都市防災計画上、道路整備については原則として道路の中心線から両側に2mずつ後退した線（一方が崖や河川の場合は、崖等の境界線から4m下った線）を道路境界線とみなし、その確保が困難な場合においても、将来、既存建築物を建替える場合は、4mの幅員を確保するものを目指すものとして定められている。

住宅・街路構造を考慮した災害危険地域の分析

図11に町丁目別における江戸川区の4m未満接道住宅率を示す。区北部の旧来からの市街地である小岩地区のほか、新中川河口域にあたる区中南部においてその割合が高いことがわかる。

これは、当地区が土地改良時期（1950年～1970年頃）において水田改良に重点が置かれていた地区であり、宅地転換の際に街区の構成として一辺が80mから90mの大きな単位で行われたため、道路をはじめとする公共用地不足から街区内部で行き止まり私道が作られるいわゆるミニ開発が進行し、結果として狭隘な道路からなる密集市街地化が進んだことがその背景にある。

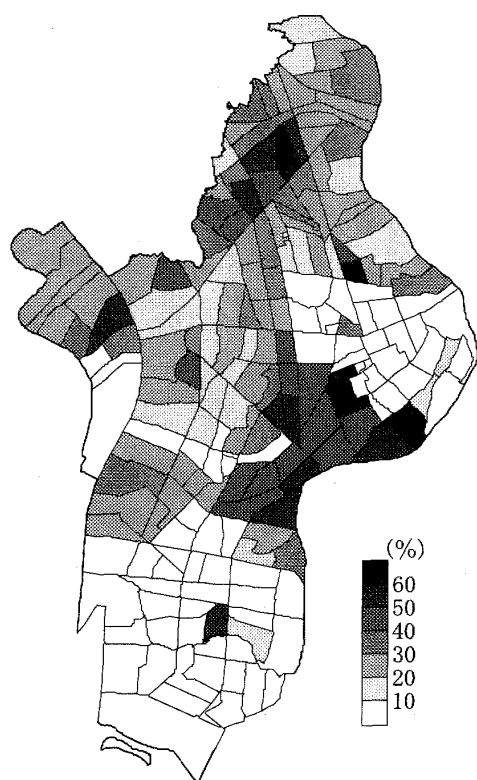


図11 江戸川区における4m未満接道住宅率

表1 4m未満接道住宅の棟数・割合の推移

		4m未満接道住宅				江戸川区 住宅総数
		未接道住宅	0～2m未満 接道住宅	2～4m未満 接道住宅	全体 割合	
1983年	棟数	5,890	9,060	45,320	38.4%	156,840
	割合	9.8%	15.0%	75.2%		
1988年	棟数	3,980	8,930	43,430	30.6%	184,160
	割合	7.1%	15.9%	77.1%		
1993年	棟数	3,640	10,030	53,200	30.3%	220,390
	割合	5.4%	15.0%	79.6%		
1998年	棟数	4,730	9,680	56,980	29.6%	240,800
	割合	6.6%	13.6%	79.8%		

5 防災リスクコミュニケーション

リスクコミュニケーションは、「個人、集団間における情報や意見の相互的な交換過程」として定義され、近年では実社会への適用として、環境・健康・災害に関する分野を中心に大きく進展している。これは、多くのリスクが存在する現代社会において、専門家だけでなく、住民の意見を踏まえた被害対応の必要性が認識されているためであると考えられる。

このうち、防災リスクコミュニケーションには、行政および専門家が提供する情報をもとに、情報の受け手である住民が防災対策について個々に判断するとともに、地区および都市レベルでの計画においては発信された情報に対して、行政と住民相互の情報交換により双方の合意を得た防災対策を講じる目的が含まれる。

地震災害に関する地域情報は、従来、行政や専門家が独占的にその情報を扱い、防災計画が策定されてきた。また、災害に関するシミュレーション結果は社会に混乱を招くという観点から情報開示が必ずしもスムーズに進んできたわけではない。しかし、近年では、危険性に関する情報公開は「実用的要請」「道徳的要請」「心理的要請」「制度

的要請」の4つの社会的要請（Stallen・Coppock: 1987）から不可欠なものとなっている。

先述した地域危険度に関する情報公開は、構造物特性によるリスクコミュニケーションであると位置づけられるが、以下では、近年の被災者特性として指摘されている災害弱者＝高齢者（65歳以上単身世帯）に着目した地域の人的特性によるリスクコミュニケーションのあり方について検討を行う。

図12に江戸川区における町丁目別での65歳以上単身世帯の分布を示す。旧市街地にあたる平井北部地区や小岩地区などにおいてその割合が高く現れており近年も増加の傾向にある。こうした高齢化に伴う都市域での独居高齢者割合の増加の結果、情報アクセスや身体的能力等の理由から災害時の「逃げ遅れ」が懸念されており、その具体的対策のひとつとして「位置情報」の事前把握によるリスクの低減化が考えられる。

ところで高齢者の位置情報については、個人情報保護への配慮は当然であるとしても、「自助」のみに依拠することが困難な災害弱者であるという点を鑑み、町会・自治会等のユニットと行政間で、高齢者の位置情報の把握により「公助」「共助」を促進することが可能になるものと考えられる。こうした単身高齢世帯の位置情報を示し、リスクのコミュニケーションにむけた共通のプラットフォーム作成を進めるためには、地図上で情報を可視化し関係者間で問題認識を共有することが重要である。しかし、システム導入には、情報の更新作業やデータの出力、ハンドリングの容易さ、導入コストなどを考慮したシステムの導入が要件になる。本研究ではその最も簡便な方法として、GIS（地理情報分析支援システムMANDARA）

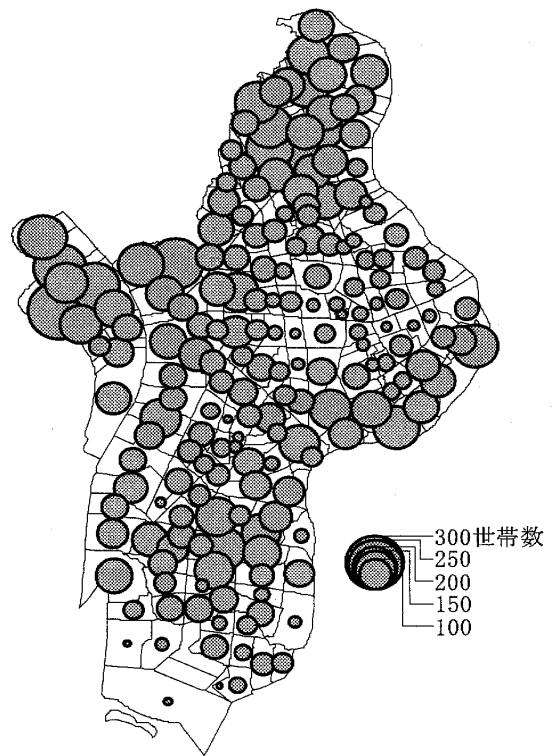


図12 65歳以上単身世帯数の分布

注：2000年国勢調査データをもとに筆者集計作成

を用いて可視化の試みを行ったが、地域における「事前」での脆弱性把握は、被災時の探索・救急活動や、被災後の復旧・復興計画にもツールとしての援用の可能性も持っているものと考えられる。

6 結論と課題

本研究では、住宅・街区の物理的構造を考慮した災害危険地域の形成過程および分布を、数値データをもとにGIS（地理情報システム）を援用することにより、地図上に可視化し、リスク特性の把握・検討を行った。また、地域における人的なリスク低減の視点から、単身高齢者世帯の所在分布を示し、地域と行政間で問題意識を共有するためのリスクコミュニケーション・ツールとしての

住宅・街路構造を考慮した災害危険地域の分析

G I S の援用可能性についても併せて検討を行った。明らかになった点は以下の通りである。

- ① 江戸川区の地域特性は、都市化、開発・発展段階において、北部の旧市街地が展開する地域と南部の新興住宅地が展開する地域の二つに大別される。
- ② 地域危険度のうち「倒壊危険度」「火災危険度」「避難危険度」では共通して小岩地区、平井北部地区での危険度合いが、依然として高く存在している。
- ③ 住宅構造では耐火建築が漸次増加しており、地域の不燃化率の向上に寄与している。特に平井南部地区では、荒川スーパー堤防築堤に伴う再開発事業により住宅の多くが耐震耐火の集合住宅へと建て替えが進み、飛躍的に当地区の不燃化率が向上した。
- ④ 4 m未満接道住宅率に着目した街路構造では、江戸川区は区部平均（35.5%）を下回っている（29.6%）ものの、小岩地区および区中南部で依然として狭隘道路の存在が認められ、地域安全度向上のためには、この解消が急務であることが示唆された。
- ⑤ 近年の被災者特性のひとつとして挙げられる地域の高齢者（特に単身世帯）の存在は、個人情報保護には配慮しながらも、地域と行政間におけるリスク低減のためのコミュニケーション、マネジメントとしてその所在を地図上で可視化し共通認識として保持することの重要性を指摘した。そのためのツールとして、G I S（地理情報システム）は貢献力を持つものと考えられる。

参考文献

- 永田 茂（1995）：ノースリッジ地震におけるチリ情報システムの利用実態，土木学会第50回学術講演概要集：共通セッション，194-195.
- 松岡昌志・翠川三郎（1993）：国土数値情報を利用した広域進捗分布予測，日本建築学会構造系論文報告集，447,51-56.
- 東京都防災会議（1991）：東京における地震被害の想定に関する調査研究.
- 川路正子・大津聡子・土居原 健・角本 繁・内藤直樹（1997）：G I Sを用いた震災時の避難行動分析，土木計画学シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶー土木計画学からのアプローチ」（委員会論文集）557-562.
- 坊池道昭・上村雄二・矢野公一・松井武史・高井広行（1996）：神戸市における震災火災の出火と炎症状況に関する一考察，土木学会「阪神淡路大震災に関する学術講演会論文集」767-774.
- 山本幸司・島崎敏一（1996）：阪神淡路大震災における社会基盤施設の復旧復興計画に関する調査分析，土木学会「阪神淡路大震災に関する学術講演会論文集」509-514.
- Stallen・Coppock：About risk communication and risky communication, Risk Analysis Vol.7-4, 89-95.

注1) http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_5/table.htm

注2) 不燃化率は、以下の式に基づいて計算した。
不燃化率 = { (耐火建物の用途別建築面積) + (準耐火建物の用途別建築面積) } ÷ (全建物の用途別建築面積) × 100 (%)

ABSTRACT

Analysis of disaster mitigation based on a residential area and a street structure Visibility and Risk communication by using GIS

Sotaro TSUBOI

Geographical survey institute carried out the study on the application of GIS for seismic hazard management and the research on the use of GIS in local government.

The Great Hanshin-Awaji earthquake revealed the potentiality of earthquakes in urban and suggested the necessity of development and employment of Geographic Information System for urban earthquake disaster mitigation and restoration.

While considerable numbers of studies on the earthquake have been undertaken, majority of research centers the examination of visualized output of damage and possible factors, such as land condition, a residential area and a street structure. This paper attempts to investigate the relationship between damage of area and possible factors including historical land use and geographical structure by using GIS.

A continuous examination of the mechanism of decreasing disaster risk would be especially important.