

### 第3章 地震時の出火危険性と地域特性との関連分析

第2章で述べたように、地区毎の現況をあらわすために一般的に使用されている指標を用いて東京都の地域類型を区分すると、木造建物が多数存在する住居地域と、非木造建物が主となる業務地域に大別される。震災が発生した場合、木造建物が多数存在する住居地域で想定される主な被害は、火災発生と延焼拡大である。本章では、地震発生時の出火の危険性を判断する方法について述べる。

第1章の危険度測定の考察で述べたように、東京都の地域危険度測定調査は膨大な作業をとまなうものであり、その実施は容易ではない。とくに、出火危険度の場合は、東京消防庁で実施している「東京都の地震時における地域別出火危険度の測定」の結果を活用しているが、そこでは地震の揺れによる出火件数を予測するシミュレーションを行っている。しかし、シミュレーションを行うためには、平常時火災や地震火災に関する各種データや実験結果、専門家の知見、火気使用に関する調査結果など多岐にわたる詳細なデータを必要とする。また、理論や操作においても高度な知識が要求されるため、データの整備やシステム構築が万全でない地域において危険度の測定は現実的に難しい。

そこで、以下の分析では、地震時の出火の原因と特性を概観しながら、東京消防庁の出火危険度測定手法について詳細に考察する。また、出火危険度測定結果を基にして、地震時の出火の危険性と地域特性との関連を分析し、その関連性を説明する多重回帰式および地震時の出火の可能性を把握する判別式を導出する。導出した多重回帰式と判別式は、地盤性状、建物分布、商業の集積度などの地域的特性によって地震時の出火の危険性を把握するとともに、市街地の変化に伴う危険度の変化を簡便に指摘できるものとなっている。

#### 3.1 地震と出火

地震による火災の被害は、関東大地震（1923）、福井地震（1948）、そして兵庫県南部地震（1995）において顕著である。兵庫県南部地震によってもたらされた阪神・淡路大震災では、土木・建築構造物などの甚大な構造的被害の他、神戸市を中心として各地区で同時多発火災が発生し、大規模な都市震災における被害量とその拡大を左右するのが火災の被害であることをあらためて示した。

火災は、地震の揺れと強い因果関係をもって発生し、出火源の質的・量的分布に大きく依存する。地震時出火の原因となり得るものには、一般住家での炊事・暖房用等の火気器具をはじめとして、危険物・化学薬品等があり、地域の火災発生に関する危険性は、危険物・化学薬品等を蓄積する施設の立地、建物用途の分布等と密

接な関係にあるものと考えられる。

### 3.1.1 地震時出火の特性

地震時の火災は、地震の揺れと強い因果関係を持って発生し、また、平常時とは異なった出火経過が見られる。

表 3-1 は、1923 年関東大地震以降の主な地震時の出火の特徴および出火原因をまとめたものである。表 3-1 に見られるように、地震時には平常時出火にはほとんど見られない薬品による出火が多発しており、とくに、1978 年宮城県沖地震では、大学での化学薬品による出火が特徴的である。

住家での炊事・暖房用等の火気器具は、出火原因の大部分を占めるものであるが、時代の変化とともに使用されている火気器具やエネルギーの種類が変化しており、地震時の出火が生活様式に大きく依存していることが明らかになっている。

図 3-1 は、表 3-1 を用いてエネルギー別の出火原因の構成比を示したものである。七輪やかまどの木炭や薪、石炭ストーブ等の固体エネルギーからの出火は、生活様式が近代化されていなかった関東大地震と福井地震、および、春先と冬に発生した 1968 年十勝沖地震と 1993 年釧路沖地震において顕著であり、1968 年十勝沖地震では、灯油という液体燃料を用いている石油ストーブからの出火が多かった。また、都市ガス等の気体エネルギーからの出火は、生活様式が近代化されてきた 1964 年新潟地震以降現われ始め、平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震では、ガスや電気が出火の主な原因となっている。このように地震時の出火は、時代と共に変化し、また、出火原因の質と量に応じ地域的に偏在すると考えられる。

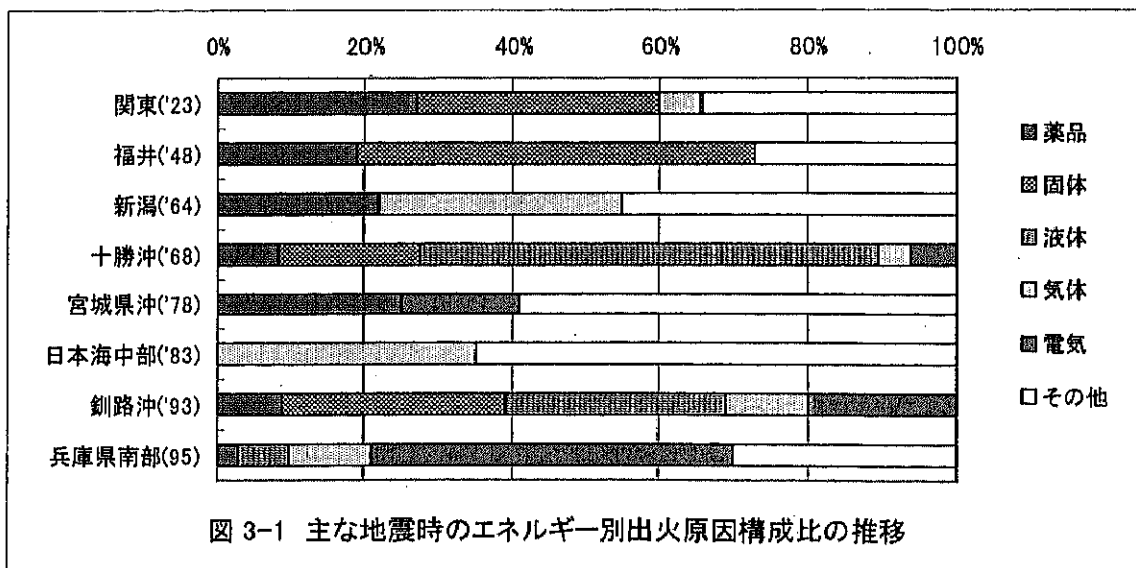


表 3-1 過去の主な地震火災事例<sup>3), 4), 5)</sup>

地震発生	出火の特徴	出火原因	火災件数
関東大地震 (M7.9) 1923.9.1 11:58	地震が昼食の準備中に発生したため、多くの出火があり、強風下で飛火による二次火災が多発した。	薬品(44)、かまど(33)、コンロ(15)、ガス(9)、油鍋(5)、漏電(1)、倒壊・その他(56)	東京都 163件
福井地震 (M7.4) 1948.6.28 16:13	典型的な都市直下の地震であり、狭い地域で木造家屋が集中的に倒壊し、炭や薪を使用していた一般家庭の炊事用火気器具からの出火が多かった。	かまど(8)、薬品(5)、工業炉(4)、家庭炉(3)、七輪(2)、飛火(2)、風呂(1) マッチ(1)、不明(3)	福井市 29件
新潟地震 (M7.5) 1964.6.16 13:01	危険物関係の火災が多く、石油コンビナートの爆発・炎上が顕著であった。	原油(4)、薬品(2)、プロパンガスボンベ(1)、油鍋(1)、風呂(1)	新潟市 9件
十勝沖地震 (M7.9) 1968.5.16 9:49	普及し始めた石油ストーブ、石油コンロの転倒による出火が多く、使用されていた石油ストーブの1.32%から出火した。	灯油ストーブ(20)、石炭ストーブ(8)、灯油コンロ(8)、薬品(4)、電気関係(3)、プロパンガスボンベ(2)、練炭コンロ(1)、灯油バーナ(1)、不明(3)	50件
宮城県沖地震 (M7.4) 1978.6.12 17:14	東北大学で出火3ヶ所、東北薬科大学で出火2ヶ所等、大学等の実験室からの薬品による出火が特徴的であった。	薬品(3)、電気関係(2)、原油(2)、再燃(1)、マッチ(1)、可燃物落下(1)、ガスタンク(1)、煙突(1)	12件
釧路沖地震 (M7.8) 1993.1.15 20:06	寒冷地仕様様の石油ストーブ等の暖房器具からの出火が多かった。	石油ストーブ(3)、炭火(2)、電気ストーブ(1)、石炭ストーブ(1)、電気関係(1)、薬品(1)、ガスストーブ(1)、不明(1)	釧路市 9件 帯広市 2件
兵庫県南部地震 (M7.2) 1995.1.17 5:46	電気やガス関連の出火が多かった。原因が判明した半数が電気関係による出火であり、地震後時間が経過してからの火災発生が顕著であった。	電気関係(85)、ガス関係(13)、火種関係(12)、石油関係(6)、灯火(5)、薬品(4)、その他(14)、不明(146)	285件

\* 兵庫県南部地震については「平成7年火災年報別冊（阪神・淡路大震災における火災統計）、自治省消防庁、1998」による。なお、「火種関係」とは、裸火、たばことマッチ、火の粉、花火その他である。

### 3.1.2 地震時出火の分析に関する既存研究

以上で示したように、地震時の出火は、なんらかの関係で揺れに起因しており、また、平常時の出火とは異なる経過をたどることが多い。

このような地震時出火の特性を踏まえ、想定された地震動に対して一定の空間単

位における出火件数や出火の地域的分布を予測する研究がなされてきた。しかし、地震時出火の予測にあたっては、関東大地震等のように時が経過してしまった地震の揺れの程度を地域毎に特定することが困難であるため、市区町村等の空間単位での建物の被害率を揺れの程度の代替変数としている。また、出火件数も火気器具等の存在量に依存しているため、市区町村等の単位毎の住家数等を用いた出火率を予測しようとしてきた。その例として、地震の出火率が、木造建築物倒壊率の関数であるとして、地震時出火率と倒壊率との関連性を初めて示した河角の研究<sup>6)</sup>や地震の発生季節・時刻を予測式に組み込んだ水野の提案<sup>7)</sup>、建設省建築研究所を中心として実施された総合技術開発プロジェクト「都市防火対策手法の開発<sup>8)</sup>」で提示された出火件数の予測式などがあげられる。

しかし、地震時出火件数の予測手法のほとんどは、全てが過去の地震被害を基に出火率と地震による揺れとの関係を導き出しているため、

- ・データの多い一般住家からの出火のみを対象としている場合が多い
- ・使用される火気器具の種類が時代と共に変化していくことに対応できない

という欠点がある。

そこで、東京消防庁では、1980年頃から工業炉や化学薬品および飲食店等の特定の用途を対象として、化学薬品や火気器具個々の地震時の挙動を克明に調査分析し、揺れが加わってから出火に至るまでの経過をイベント・ツリー（Event Tree：一つの原因によってどのような事象が発生しどのような結果が予想されるかを一連の系統として表した図）によって表現し、化学薬品や飲食店個々の地震時の出火の可能性（出火危険度）を算出する方法を開発してきた<sup>9)</sup>。そして、この考え方を地震時にあり得るほとんどの出火源を対象として、250mメッシュ単位の出火危険値（出火件数）として表わす方法を開発した。さらに、阪神・淡路大震災での電気器具等多様な出火源も対象とした方法を開発し、東京都の地区毎（250mメッシュおよび町丁目）の出火危険度を算定した<sup>2)、11)</sup>。

東京都の「地震に関する地域危険度測定調査」の出火危険度の測定においては、東京消防庁が実施した「東京都の地震時における地域別出火危険度測定」の結果を活用している。

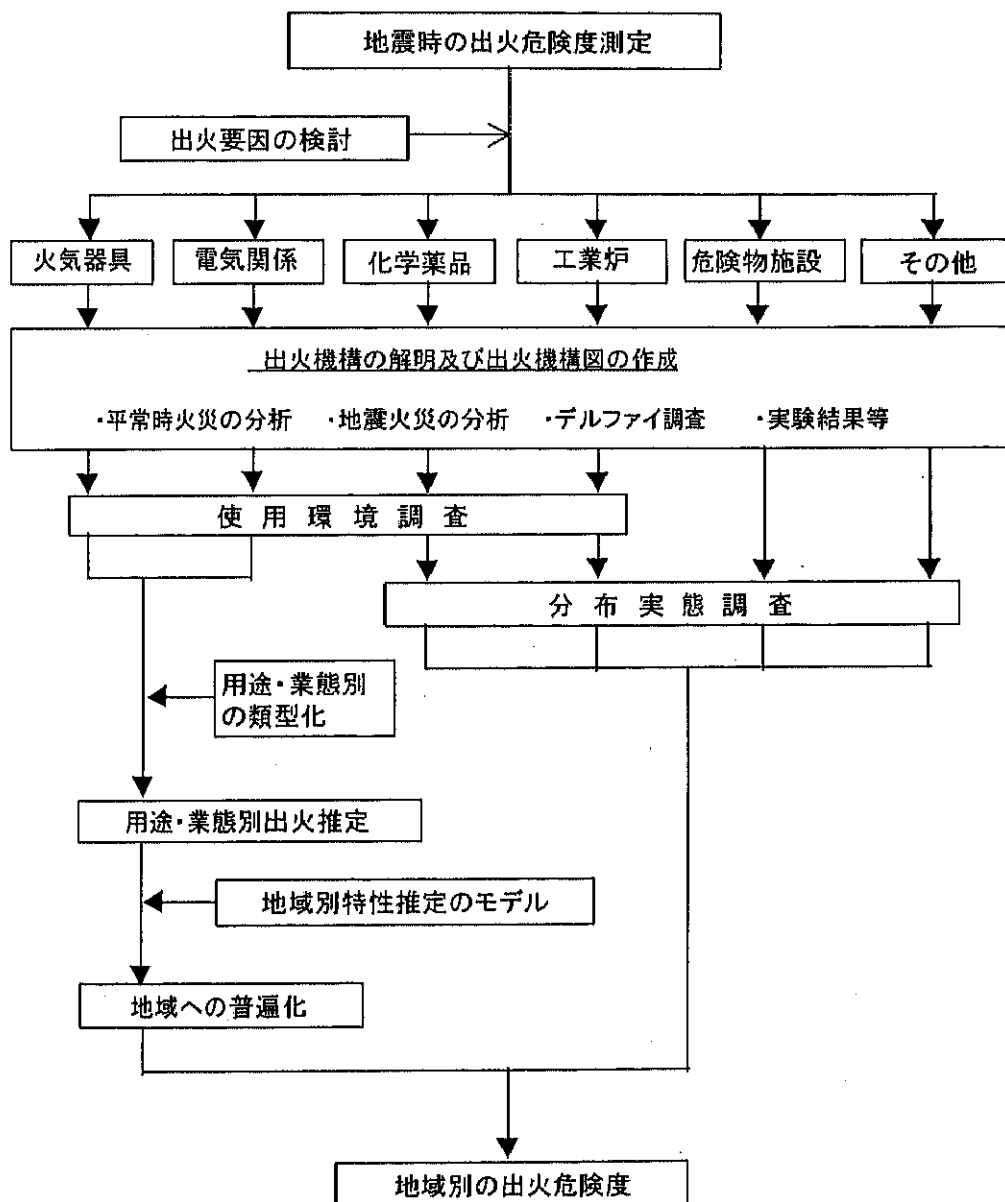
## 3. 2 東京都の出火危険度測定

### 3.2.1 出火危険度測定手法の概要

地震時の出火原因の大部分を占めるものは、普遍的かつ大量に存在する火気器具および危険物であり、東京消防庁では、昭和49年以降、何回かにわたって火気器具や危険物、工業炉、化学薬品等を地震時にあり得る出火源として取り上げ、それぞ

れの出火機構を克明に調査分析し、地震時の出火の可能性（出火危険度）を算出する方法を開発してきた<sup>9)</sup>。

出火危険度測定の流れは、図 3-2 に示すとおりである。出火危険度は個々の火気器具等の出火確率を建物用途や業態毎に集約し、それを 250m メッシュ等の空間内にある用途数によって合計し、各々の空間単位の出火件数（出火危険値：250m メッシュでは、出火危険値が 1 以上となることは稀であり、ほとんどの場合は小数点以



注:「その他」はLPガスボンベと高圧ガス施設

図 3-2 出火危険度測定の流れ<sup>2)</sup>

下の数値となる)を6つのランクで表示したものであり、市区町村等を単位とした出火件数とその分布の双方を同時に把握し得る方法である。以下に、図3-2に示した流れにそって、測定手法の概要を示す。

#### (1) 出火要因別の出火機構と出火率の想定<sup>2)</sup>

出火危険度の測定にあたっては、まず、兵庫県南部地震をはじめ、過去の地震被害の事例から出火要因として、①火気器具、②電気関係、③化学薬品、④工業炉、⑤危険物施設、⑥その他(LPGボンベ、高圧ガス施設)の6つを抽出し、出火要因ごとに地震災害事例や火気使用環境調査等により出火機構を分析して地震動の大きさに応じた出火率を定めている。

出火機構というのは、各出火要因が地震によって出火に至るまでの過程のことであり、出火危険度の測定においては、19の火気器具・電熱器具等について出火機構図<sup>(1)</sup>を作成し分析している。

#### ①火気器具

火気器具については、地震時に出火すると思われるもののうち95%以上を占めると考えられる灯油ストーブ、ガス温風暖房機、ガスコンロ、壁掛式湯沸器、ガス風呂、煮沸消毒器等15種類の火気器具をとりあげ、それぞれについて、過去の地震時出火などを参考として、揺れが加わってから出火に至るまでの過程を整理している。図3-3に灯油ストーブの例を示す。そして、図3-3の各事象(横長の六角形で示されている)がどのくらい起こり得るか(生起確率)を、兵庫県南部地震をはじめとする過去の地震や振動実験等を基に火気器具に加わる加速度毎に設定し、出火する確率(出火率)を算定している。出火率の算定にあたっては、火気器具等の種類別に使用環境<sup>(2)</sup>毎に50,000回のモンテカルロ・シミュレーション<sup>(3)</sup>を行った平均値を用いている。

#### ②電気関係

兵庫県南部地震で問題となった電気関係からの出火は、電気ストーブや熱帯魚用ヒーター等4つの電熱器具と白熱スタンドについては上記の火気器具と同じ方法で出火率を算定している。

その他の電気機器(テレビ、冷蔵庫等)や電気機器のコードの損傷、屋内配線等については、兵庫県南部地震の事例を基に、加速度別の出火率を設定している。

また、被害を受けた建物内に漏洩したガスの出火率は、建物の被害程度(全壊と半壊以下の2分類)別に、また、被害箇所別〔灯内内管(ガスメーターから建物側)と灯外外管(街路に埋められているガス管からガスメーターまで)〕に兵庫県南部地震での被害率を用いて算定している。全壊した家屋や自動車からの出火は、漏洩ガ

スの方法と同様としている。

### ③化学薬品

化学薬品については、混触等による化学反応によって発熱する薬品の組み合わせを網羅的に洗い出した上で、はじめに地震時に発生する棚・薬品庫等の転倒、容器の落下、容器の破びん等について生起確率を求め、次に、実態調査（サンプリング調査）によってすべての棚等毎の出火率を求めている。

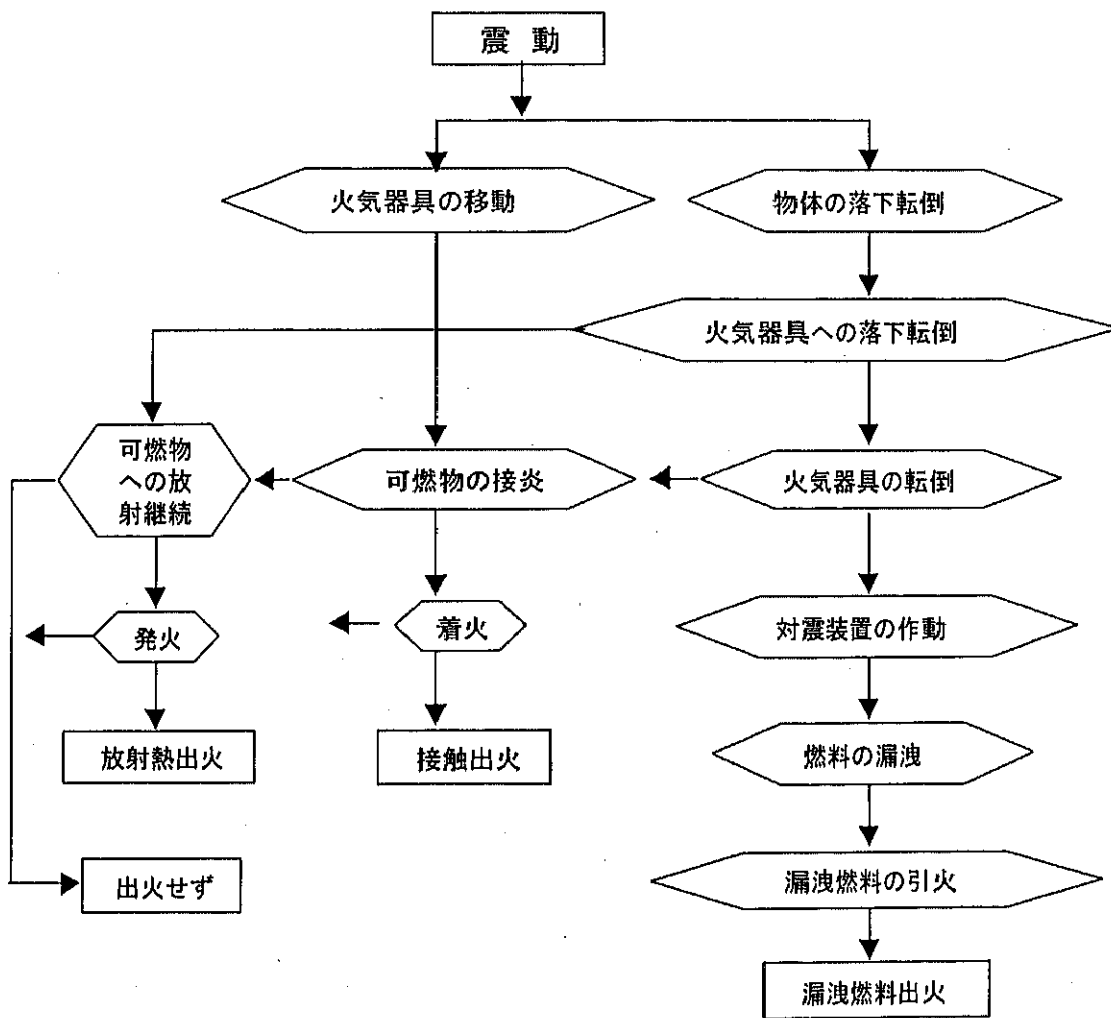


図 3-3 灯油ストーブの出火機構<sup>2)</sup>

#### ④工業炉

工業炉も、災害事例の分析により地震時にも起こりうる事例を整理し、出火・爆発モードを想定し、炉の用途と使用燃料の組み合わせにより8種類の炉にまとめ、この炉種別毎に出火・爆発のET<sup>(4)</sup>を設定している。次に、炉の構造・操作等に習熟した技術担当者及び消防職員の診断により、ETの各事象がどの程度の割合で発生するかを設定し、この生起確率をETに適用することにより8つの炉種毎の出火率を算定している。

#### ⑤危険物施設

危険物施設については、平常時および地震時の災害事例の分析を基にETを作成し、事業所の技術者および消防職員による評価により、ETの各事象の生起確率を求め、流出率・出火率の算定を行っている。LPGボンベの出火機構は、揺れによる転倒、ガスの漏洩、着火の可能性を考慮し、過去の地震例から加速度別の出火率を求め、高圧ガス施設についても貯蔵施設、配管および容器別にETを作成し、加速度別の出火率を算定している。

#### (2) 建物用途・業態別出火率の算定<sup>2)</sup>

以上で求めた火気器具から高圧ガス施設までの個々の出火率を基にして、建物用途や業態別の出火率を算定している。そして、地域毎の建物用途等の分布量と地表面加速度に応じて地域別の出火危険度を算定している。

#### ①用途別出火率の算定

消防法施行令別表1等の用途分類を基本とし、火気使用状況が類似している用途をまとめ、油鍋使用の有無、建物構造を考慮し、住宅を加えた26の用途毎に、火気器具の使用室毎の火気器具数、昼夜別の使用率の実態を調査し、加速度別に用途別の出火率を算定している。図3-4に主な用途の出火率を示す。料理店・病院・大学等の出火率が相対的に高く、火気器具の使用状況の相違を反映して大学や事務所等では夕方よりも昼間の出火率が大きく算定されている。

#### ②地域別出火危険度の算定

実態調査や定期的に行われている市街地状況調査および事業所統計調査等を用いて、250mメッシュ毎の用途別の平均的な階層と立地階を設定し、基盤<sup>(5)</sup>への加速度を全域に100gal入射し地表での加速度を求めた上で、建物構造別階層別の応答加速度を設定し、250mメッシュ毎に出火率を合計し、最終的に6ランクに分けて地域別出火危険度としている。



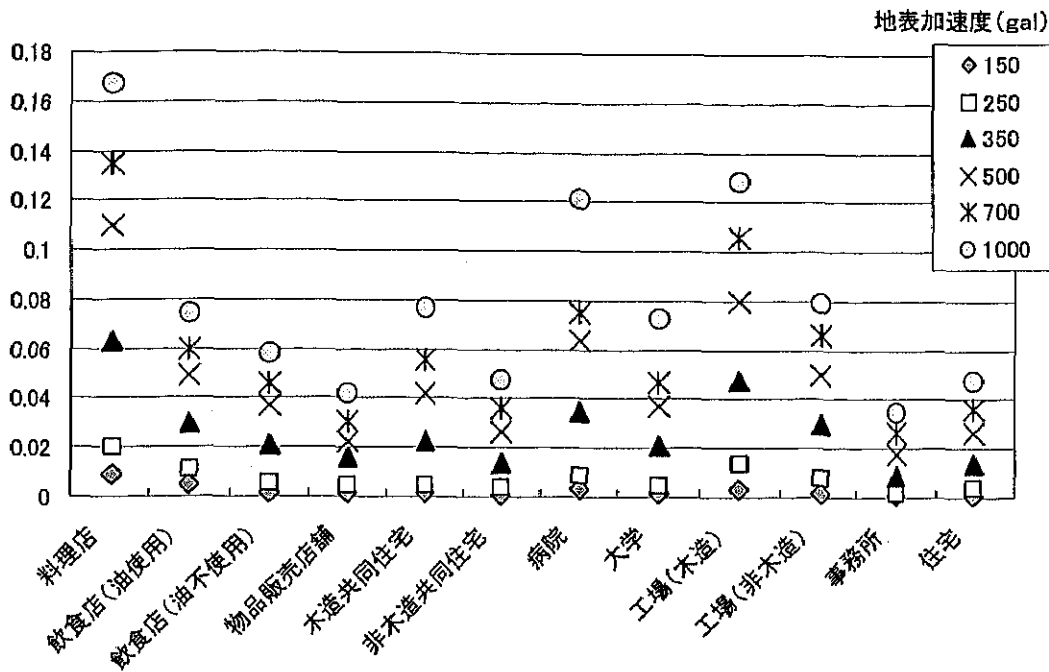


図 3-4 主な建物用途別の火気器具からの出火率

表 3-2 火気使用環境調査の概要

調査方法	東京消防庁管内 3,229 の事務所及び共同住宅・住宅の従業員や住民を対象に、消防職人が個別面接により調査を実施
調査対象	火気器具、電熱器具、電気機器
調査内容	使用環境、保有数、時間別使用状況 (具体的には、器具種類、使用場所、よく使用する時間帯、油鍋使用状況、耐震自動消火装置の有無、器具数、器具周辺の状況、使用室面積、使用階)
集計方法	一つの用途(事務所、世帯)あたりの火気・電熱器具、電気機器の保有率、時間帯別の使用率 (例)用途/使用室/器具種類/器具数/使用率(昼・夜)

### 3.2.2 出火危険度測定結果

#### (1) 地震時の予想出火件数

「東京都区部直下に震源が位置する地震」のモデルを用いて、冬の夕方<sup>(6)</sup>に地震が発生した場合の24時間後までの総出火件数を予測した結果は824件となっている。地域別には、特別区で627件(76.1%)、多摩地区で197件(23.9%)となっている。

出火要因別には、灯油ストーブやガスコンロ等の火気器具からの出火が最も多く約58%、次に電気ストーブや電気コンロ、白熱スタンド等の電気関係からの出火が約23%、三番目に多いのが化学薬品からの出火で約14%を占めている<sup>2)</sup>。

兵庫県南部地震では、出火原因が判明した出火のうち、最も多かったのが電気関係からの出火で約61%、次いでガス・油類を燃料とする道具からの出火で約17%であったが<sup>10)</sup>、このような相違は、兵庫県南部地震が発生した冬の早朝と、東京都の地震発生想定時間である冬の夕方における火気器具等の使用率の違いが表れているものと考えられる。

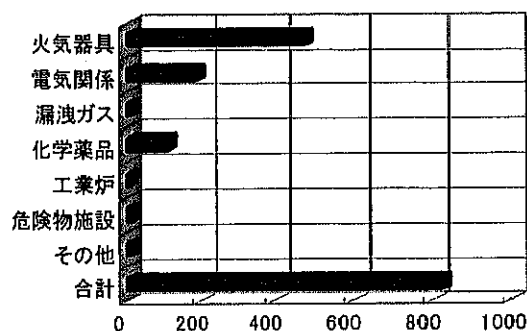


図 3-5 地域別出火危険度測定における出火要因別出火件数

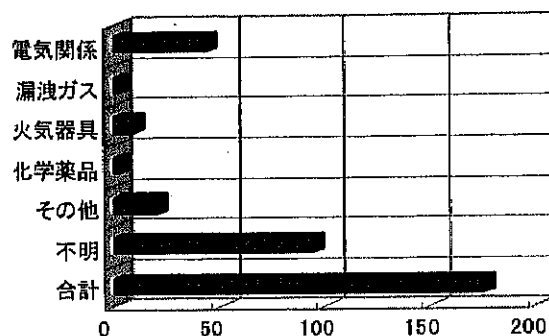


図 3-6 兵庫県南部地震に伴う火災の状況(神戸市内の地震後10日間)

## (2) 地域別出火危険度

出火危険度測定では、すべての出火要因による総合出火危険度および建物構造を木造と非木造に区分した構造別出火危険度を6ランクで示している<sup>7)</sup>。この総合出火危険度等を用いて、冬の夕方における東京23区別の平均総合出火危険度と建物構造別出火危険度を図3-7に、総合出火危険度における要因別出火危険度の構成を図3-8に示す<sup>11)</sup>。

はじめに総合出火危険度の区別分布を図3-7によって見ると、火気器具や電熱器具を使用することが多い飲食店等が集中している新宿・台東・豊島の各区や出火率の高い大学等の教育施設が集中する文京区、さらには、木造賃貸住宅が密集し世帯密度の高い中野区の出火危険度が大きくなっている。木造建物と非木造建物の出火危険度を比較すると、都心部とその周辺では木造建物より非木造建物の方が出火危険度が大きくなっており、新宿区の非木造出火危険度は東京都における市区町村の最高となっている。一方、木造建物の出火危険度では、いわゆる木賃ベルト地帯を構成する中野・豊島の両区が際立って大きくなっている。

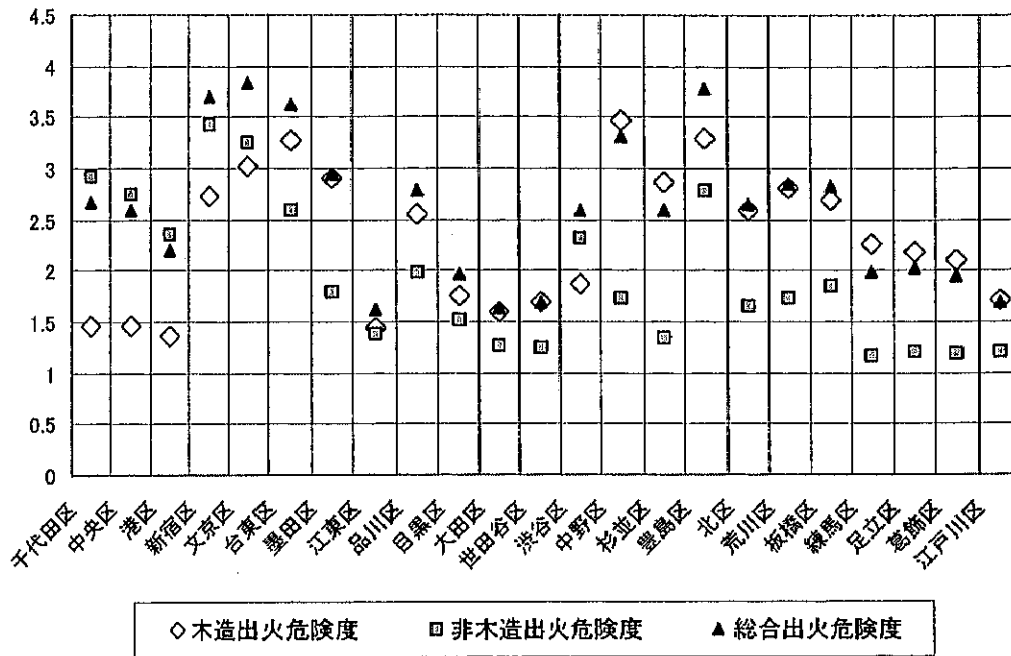


図 3-7 区別総合出火危険度

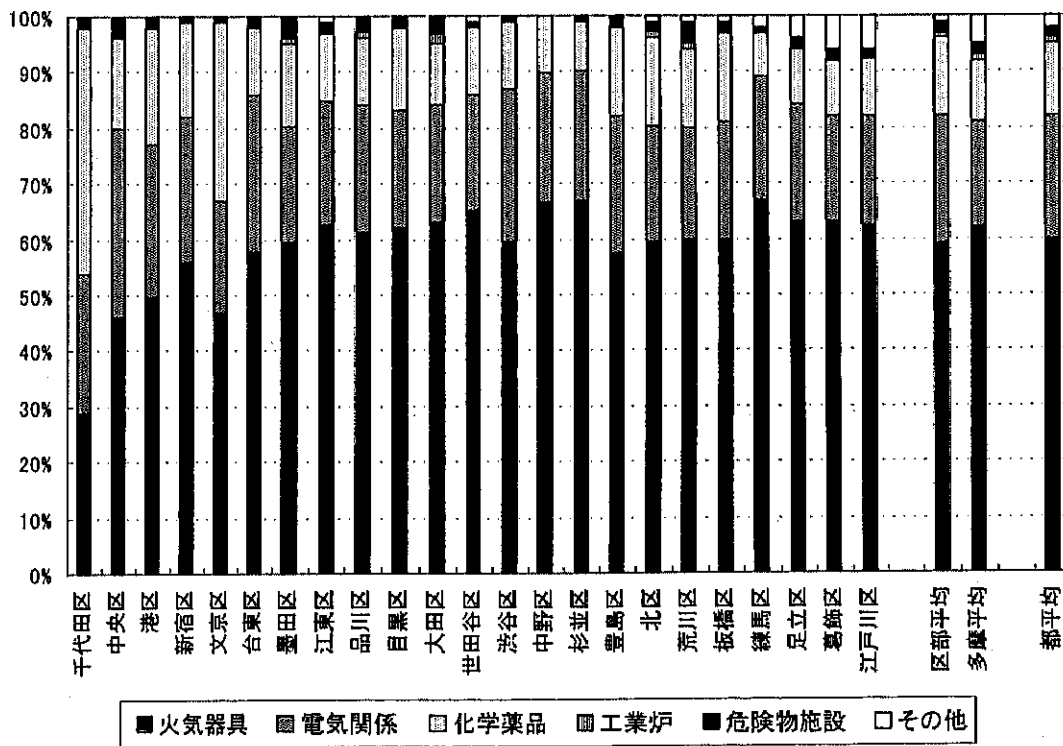


図 3-8 要因別出火危険度の構成

図 3-8 より出火要因別に見ると、火気器具からの出火は冬の夕方の場合、全体の約 6 割を占め、新宿・豊島・中野区が多く、電熱器具は全体の約 2 割で、繁華街や高層共同住宅が集中している地域での出火危険度が大きい。化学薬品では、病院等の事務所が多い千代田区や大学等の自然科学関連の研究施設が集中している文京区での出火危険度が高く、台東・墨田・荒川では危険物施設が集中しており、相対的に危険物施設の出火危険度が高くなっている。また、都市ガスの普及率が低い足立・葛飾・江戸川では、LPG ボンベからの出火率が高いことが影響して、その他の出火危険度が高くなっている。

### 3. 3 地震時の出火と地域特性との関連分析

#### 3.3.1 出火危険度測定における難点

本章第 1 および第 2 節では、関東大震災から阪神・淡路大震災までの主な地震時出火の特徴および既存の地震時出火の予測手法について示してきた。とくに、「東京都の地震時における地域別出火危険度の測定」は、本研究の基本的な背景である「地震に関する地域危険度測定調査」において活用しているものであり、測定手法や測定の結果について詳細に考察した。

第 2 節の出火危険度測定手法で述べたように、東京都の地震時における地域別出火危険度の測定は、基本的に用途別の出火率を基にしている。すなわち、

- i) 地震時の出火源として、火気器具、電気関係、化学薬品、工業炉、危険物施設、その他 (LPG ボンベ・高圧ガス施設) の 6 つの要因を取り上げ、過去の事例や専門家の知見、振動実験、シミュレーションの結果等を用いて加速度別に要因ごとの出火率を想定し (出火要因別出火率算定)、
  - ii) 部屋毎の火気器具の保有台数や時間帯別使用率など火気使用に関する実態調査結果を踏まえて用途別の出火率を想定する (建物用途・業態別出火率算定)
- というプロセスを取って、大震災が発生したときの単位面積当たりの予想出火件数を測定している。しかし、このような詳細にわたるプロセスを逐一実施していくことは簡単な作業ではないし、技術的にも難しい事項が多い。

このような見地から、以下の分析では、地震時の出火の危険性と地域特性との関係について分析し、その地域が有している特性に基づいて地震時の出火の危険性を把握する方法を開発する。分析に用いた手法は、線形重回帰分析と判別分析であり、導出した多重回帰式と判別式は、火気使用状況を同一と仮定すれば、東京都以外にもそのまま適用し得るものと考えられる。

### 3.3.2 地震時出火にかかわる地域特性要因の抽出

地震時の出火は、なんらかの関係で揺れに起因しており、地震動・建物の震動等によって火源と着火物が接触して発生することが多い。一方、平成7年に発生した兵庫県南部地震では、倒壊した建物から漏洩したガスや電気的要因に起因する出火があり、地震時の出火が建物倒壊とも関係があることを示した。

図3-9は、このような地震動のメカニズムによって、地震時の出火の原因となり得るものを整理したものであり、図3-10は、これらの要因にかかわる地域的特性をまとめたものである。

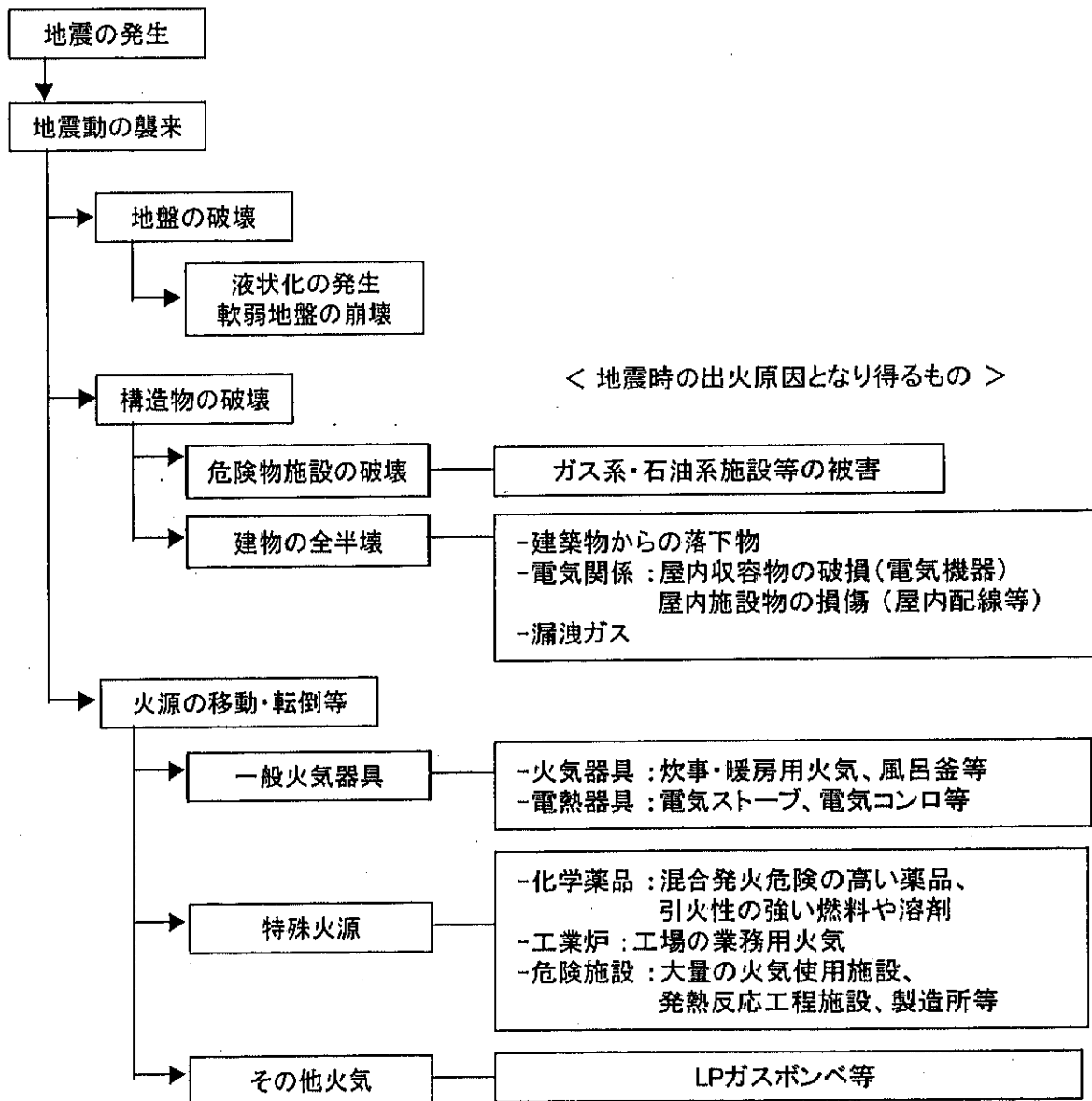


図 3-9 地震動と出火

図 3-10 によると、地震時出火にかかわる地域特性要因は、

- i) その地域が地震動に対してどのような特性を有しているのか
- ii) 地震時の出火原因となり得るものがどのように分布しているのか

に大別される。

i) の地震動特性においては、基本的に地盤の性状が重要となるが、建物の応答加速度は階層や構造によって地表面よりも増幅されることがあり、建物の構造的な特性は出火に大きな影響を与えている。

一方、東京都の地域別出火危険度測定結果によれば、地震時の出火は「木造賃貸住宅や共同住宅が多く世帯数の多い地区」、「繁華街」等で多発することが推察されており、ii) の出火要因の分布に対しては、火気の使用、危険物施設の分布などが主な地域的特性要因として考えられる。そこで、以下の分析では、

- i) 地震動の伝播や建物の振動と密接な関係にあると考えられる表層地盤の特性および建物の構造的な特性

ii) 火気器具等の使用を考慮した建物用途の分布を地震時出火にかかわる地域特性指標としてとりあげた。

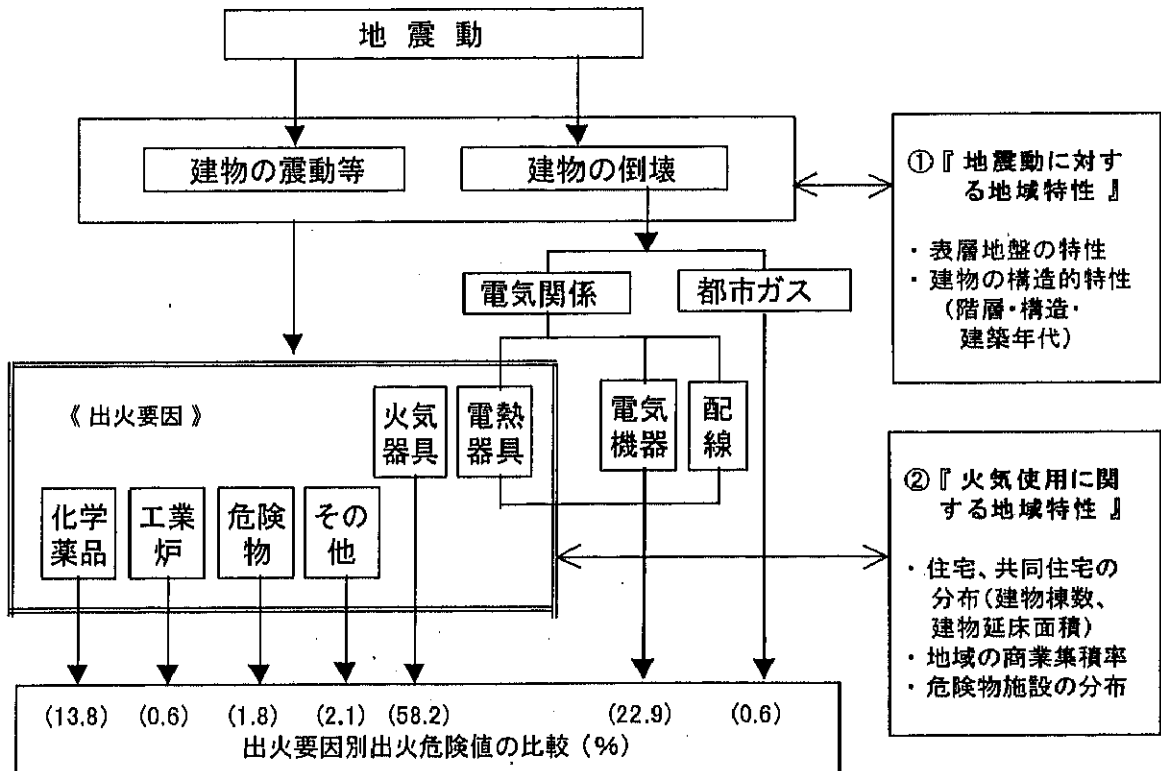


図 3-10 地震時出火にかかわる地域特性要因

### 3.3.3 分析に使用したデータ

分析に使用したデータは、東京都の「第4回地震に関する地域危険度測定調査(平成10年)」と「東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書(平成9年)」、東京消防庁公表の「第5回 東京都の地震時における地域別出火危険度測定(平成9年)」である。しかし、分析の空間単位を500m×500mメッシュとするため、町丁目や250m×250mメッシュ別に集計されている資料に関しては、東京都住宅局が作成した「町丁目・メッシュの変換テーブル」を用いてデータの加工および500m×500mメッシュへの変換を行った。

出火危険値は、地域別出火危険度測定における算定結果を500mメッシュ単位で合算したものであり、ほとんどの場合に1を下回る数値となっている。

地盤性状については、地形・地質分類を基にしたマクロな分類によりメッシュ毎に評価した資料を用いており、建物の特性に関しては、建物の構造別建築年代別棟数、および、住宅・非住宅系の階層別延床面積をメッシュ単位に再集計した。

商業集積率<sup>12)</sup>は、東京都が商業統計調査を再集計した「商業集積地域別集計」のうち、町丁目別に計測・算出した商業集積地域面積をメッシュ単位に変換し、その面積が各々のメッシュに占める割合を算出したものであり、危険物施設は、消防法で定めている施設として東京消防庁が調査した資料を用いた。

### 3.3.4 出火危険値の地域的分布特性

図3-10に示した地域特性要因と地震時の出火との関連性を分析する前に、東京都で出火危険値が算定されている5,029メッシュ(500m×500m)を対象として、地域別出火危険度測定における出火危険値の地域的分布特性を分析した。

本研究では、地震時の出火の危険性を表す指標として出火危険度測定調査における出火危険値を基にしており、その地域的な分布特性は以下のようなものである。

#### (1) 地盤特性別出火危険値の分布

図3-11は、5,029メッシュを地盤の性状によって10分類し、それぞれのタイプにおける出火危険値の分布をまとめたものである。図3-11によれば、「山地・丘陵」は堅固な地盤であり、地震動の増幅や地盤変状等の影響がほとんど考えられないため、出火の危険性も少ない。沖積面の地盤では、堆積層の特性と層厚によって異なるものと考えられるが、「沖積面1」は砂礫層のため地盤条件としては良好であり、それが寄与して出火危険値も低くなったものと思われる。

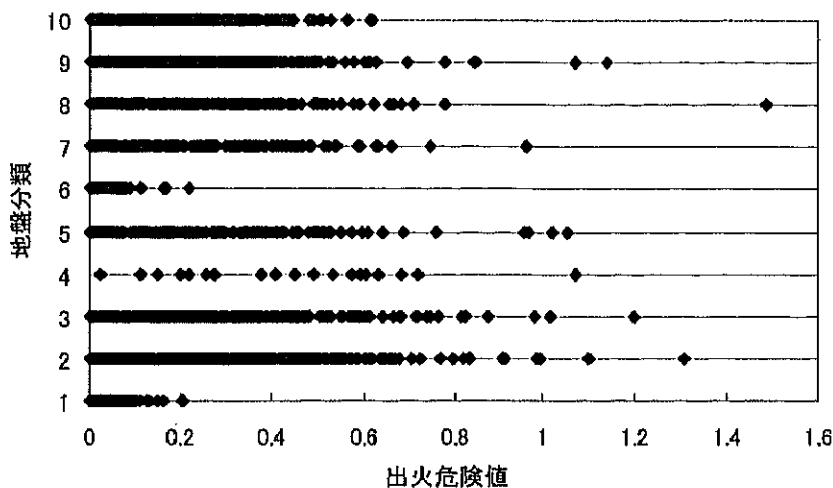


図 3-11 地盤特性格別出火危険値の分布

『地盤分類』

1. 山地・丘陵 : 山地および丘陵地
2. 台地 1 : 河成礫層の上に関東ローム層がのっている台地
3. 台地 2 : 海成粘土・砂層の上に関東ローム層がのっている台地
4. 谷底低地 1 : 軟弱な堆積層の厚さが 10m 程度以上
5. 谷底低地 2 : 軟弱な堆積層の厚さが 10m 程度未満
6. 沖積面 1 : 沖積層が主に河成礫からなるところ
7. 沖積面 2 : 軟弱な堆積層の厚さが 10m 未満
8. 沖積面 3 : 軟弱な堆積層の厚さが 10m 以上 25m 未満
9. 沖積面 4 : 軟弱な堆積層の厚さ 25m 以上 40m 未満
10. 沖積面 5 : 軟弱な堆積層の厚さ 40m 以上

(2) 建物特性と出火危険値との関連

東京都で出火危険値が測定されている 5,029 メッシュの建物構成は、図 3-12 と図 3-13 のとおりである。図 3-12 は建物棟数をベースとして、構造別建築年代別棟数分布をまとめたものであり、図 3-13 は建物延床面積をベースとして、住宅・非住宅系の建物分布を整理しグラフで表現したものである。そして、これらの分類ごとに出火危険値との相関係数を表 3-3 に示す。

地震時の火災の大部分を占めるものは建物火災であり、建物棟数と出火危険値とは強い相関関係にある。兵庫県南部地震においては、倒壊した古い木造建物の大多数が 1981 年の建築基準法改正以前のものであり、被害を受けたオフィスビルやマンション等の非木造建物は、1971 年以前の旧耐震設計法に基づいて建設されていたものが多かったことが判明している。メッシュごとの建物棟数、出火危険値の間にも



ほぼ同様の傾向が見られ、昭和 35 年以前の木造建物や昭和 46 年以後の RC 造建物が  
 多い地域で出火危険値も高くなっている。また、鉄骨造建物においては低層住宅系  
 建物の方が非住宅系建物よりも相関係数が大きい傾向にある。

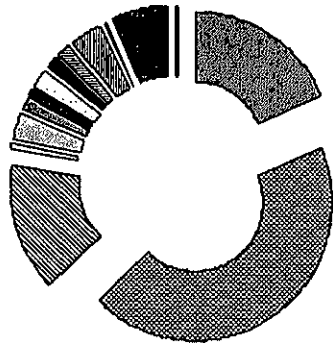
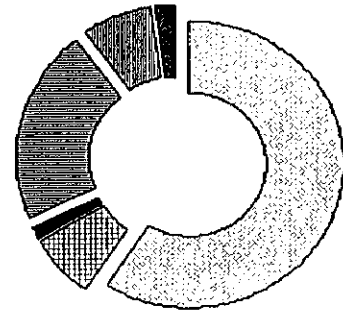


図 3-12  
 建物棟数の構成  
 (特別区)

- 木造 ( ~S35)
- 木造 (S36~S55)
- 木造 (S56~ )
- RC造 ( ~S45) 1~3階
- RC造 ( ~S45) 4階以上
- RC造 (S46~S55) 1~3階
- RC造 (S46~S55) 4階以上
- RC造 (S56~ ) 1~3階
- RC造 (S56~ ) 4階以上
- S造 ( ~S45) 1~3階
- S造 ( ~S45) 4階以上
- S造 (S46~S55) 1~3階
- S造 (S46~S55) 4階以上
- S造 (S56~ ) 1~3階
- S造 (S56~ ) 4階以上



- 住宅系 1~3階
- 住宅系 4~7階
- 住宅系 8階以上
- 非住宅系 1~3階
- 非住宅系 4~7階
- 非住宅系 8階以上

図 3-13 建物延床面積の  
 構成 (特別区)

表 3-3 建物棟数等と出火危険値との相関関係

構造別建築年代別建物棟数	相関係数	構造別建物棟数	相関係数
木造 ( ~S35)	0.684	木造住宅系	0.616
木造 (S36~S55)	0.542	木造非住宅系	0.389
木造 (S56~ )	0.286	RC造住宅系	0.711
RC造 ( ~S45) 1~3階	0.394	RC造非住宅系	0.503
RC造 ( ~S45) 4階以上	0.574	S造住宅系	0.666
RC造 (S46~S55) 1~3階	0.630	S造非住宅系	0.527
RC造 (S46~S55) 4階以上	0.529		
RC造 (S56~ ) 1~3階	0.588	層別建物延床面積	相関係数
RC造 (S56~ ) 4階以上	0.563	住宅系 1~3階	0.663
S造 ( ~S45) 1~3階	0.482	住宅系 4~7階	0.642
S造 ( ~S45) 4階以上	0.401	住宅系 8階以上	0.322
S造 (S46~S55) 1~3階	0.612	非住宅系 1~3階	0.542
S造 (S46~S55) 4階以上	0.488	非住宅系 4~7階	0.447
S造 (S56~ ) 1~3階	0.611	非住宅系 8階以上	0.243
S造 (S56~ ) 4階以上	0.454		

### (3) 商業集積度別出火危険値の分布

商業集積率とは、町丁目別に計測・算出した商業集積地域面積をメッシュ単位に変換し、その面積が各々のメッシュに占める割合をいう。したがって、建物用途の分布や火気使用に関する間接的な地域特性指標として考えられる。図 3-14 は、全サンプルを商業集積率によって 10 分類し、出火危険値の分布を示したものであるが、明確な特徴は見られない。

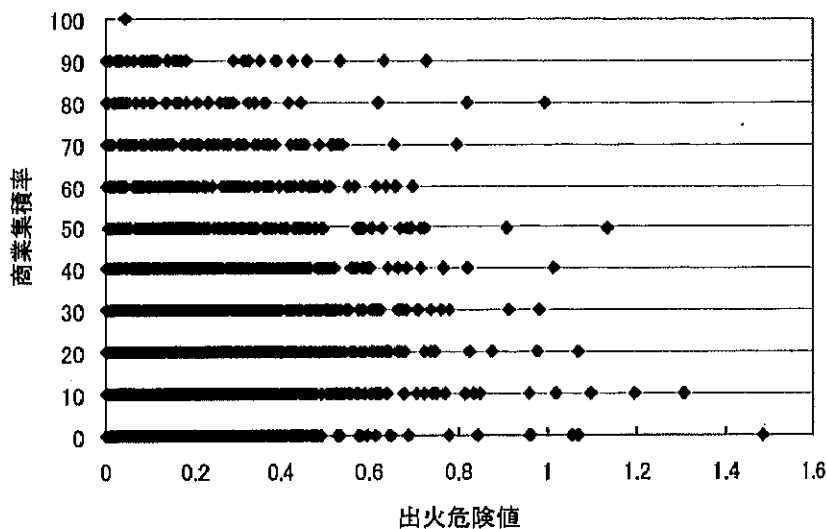


図 3-14 商業集積率別出火危険値の分布

#### 3.3.5 分析に用いる地域特性指標

モデル構築の際の観測値（被説明変数）は出火危険値であり、説明変数は都市の物理的環境条件を示す指標として、地盤条件、建物の現況、商業集積度、危険物施設の有無を取り上げた。

地震時の出火は、地震動によって建物と火源が一緒に転倒したり、半壊した建物からの漏洩ガス・電気的な要因に起因して発生することが多い。このような傾向は、その地域の地盤性状及び建物の構造的特性に大きく依存しており、建物内の火源の分布も基本的には建物の用途に関連するものである。したがって、説明変数の設定にあたっては該当地域の地盤条件や建物現況に重点を置いた。

#### (1) 地盤条件と建物現況

建物の震動等による出火の危険性は、地域の地盤条件と密接な関係にある。したがって、地盤条件の出火への影響を把握するために 5,029 メッシュにわたる全サンプルを、地盤の性状別に分けてグループ別重回帰分析を行った。地盤の性状につい

ては、図 3-11 で示した分類と同様に 10 種類とし、地盤特性に対するウェイトは、第 4 回地域危険度測定調査において 6 名の専門家が行ったウェイト付けの結果を用いた。地盤特性に対する危険性のウェイトやその平均値は表 3-4 に示すとおりである。

表 3-4 に見られるように、山地と丘陵では、地震動の増幅や地盤変状等の影響がほとんど考えられないため、ウェイトが 1.0 となっている。台地は、比較的良好な地盤条件と考えられるが、谷底低地は台地に比べ軟弱な堆積層が存在するため、ウェイトは相対的に低い。また、沖積面は、その堆積層の物性と層厚によりウェイトは異なるものと考えられるが、沖積面 1 は砂礫層のため、地盤条件としては良好であり、台地と同程度で評価されている。沖積面 2~5 は、堆積層の層厚の増加に伴ってウェイトが低下している。

表 3-4 地盤特性ウェイト

地盤の分類	専門家による地盤特性ウェイト						ウェイト平均
	A	B	C	D	E	F	
① 山地・丘陵	1	1	1	1	1	1	1.00
② 台地 1	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.9	0.80
③ 台地 2	0.8	0.6	0.8	0.8	0.6	0.8	0.73
④ 台地を刻む谷の 谷底低地 1	0.7	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5	0.53
⑤ 台地を刻む谷の 谷底低地 2	0.3	0.5	0.7	0.5	0.5	0.7	0.53
⑥ 沖積面 1	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7	0.9	0.75
⑦ 沖積面 2	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8	0.65
⑧ 沖積面 3	0.3	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.47
⑨ 沖積面 4	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.37
⑩ 沖積面 5	0.5	0.2	0.5	0.4	0.3	0.3	0.37

表 3-5 は、それぞれの専門家が設定した地盤特性別ウェイトについて平均値と標準偏差を求め、10 種類に分類されている地盤を以下に示す I~IV の 4 つのグループに再分類し、出火危険値と建物特性との関係を重回帰分析した結果である。

地盤 I : 山地・丘陵 (ウェイト平均 1)

地盤 II : 台地 1・2、沖積面 1 (ウェイト平均 0.66~0.8)

地盤 III : 台地を刻む谷の谷底低地 1・2、沖積面 2 (ウェイト平均 0.5~0.65)

地盤 IV : 沖積面 3~5 (ウェイト平均 0.5 未満)

また、表 3-6 は、10 分類の地盤を類似する性状に基づいて以下に示す [1]~[5]

に再分類し、出火危険値と建物特性との関係を重回帰分析した結果である。

地盤[1]：山地・丘陵

地盤[2]：台地 1・2

地盤[3]：台地を刻む谷の谷底低地 1・2

地盤[4]：沖積面 1・2

地盤[5]：沖積面 3～5

建物特性については、500mメッシュ内に分布する建物の状況を説明変数としたが、メッシュ毎の建物延床面積、構造別建物棟数・建築年代別建物棟数のそれぞれをベースとする3つのタイプに分けて分析している。建物の状況をあらわす具体的な内容は以下のようなものである。

- ・建物延床面積ベース（6変数）
  - －住宅系建物 1～3階、4～7階、8階以上の延床面積
  - －非住宅系建物 1～3階、4～7階、8階以上の延床面積
- ・構造別建物棟数ベース（6変数）
  - －木造、RC造、S造の住宅系建物棟数
  - －木造、RC造、S造の非住宅系建物棟数
- ・建築年代別建物棟数ベース（9変数）
  - －昭和35年以前、昭和36～55年、昭和56年以後の木造建物棟数
  - －昭和45年以前、昭和46～55年、昭和56年以後のRC造建物棟数
  - －昭和45年以前、昭和46～55年、昭和56年以後のS造建物棟数

表3-5と表3-6に見られるように、地盤条件が異なることによってモデルの有用性に大きな差が見えている。地盤別分析の結果によれば、堅固な地盤である山地・丘陵では、モデルの精度を表わす決定係数が小さく、市街地の建物状況のみで地震時の出火危険性を把握することが困難である。しかし、比較的良好な地盤条件と考えられる台地と沖積面1では、モデルの精度がよくなっており、軟弱地盤と考えられる谷底低地や沖積面2～5では決定係数も大きく、モデルは有用なものと言える。

以上をまとめると、地震時建物の震動による出火は、その地域の地盤性状に大きな影響を受けており、ここでは「山地・丘陵」、「台地」、「沖積面1」を「強地盤」、「台地を刻む谷の谷底低地」、「沖積面2～5」を「弱地盤」とする。

表 3-5 地盤特性ウェイトによるグループ別重回帰分析結果

ウェイト別区分	建物特性	重相関係数	決定係数	修正済み決定係数
地盤Ⅰ ① (750 ムッシュ)	建物延床面積	0.50	0.25	0.25
	構造別棟数	0.45	0.21	0.20
	年代別棟数	0.52	0.27	0.26
地盤Ⅱ ②③⑥ (2713 ムッシュ)	建物延床面積	0.76	0.58	0.58
	構造別棟数	0.78	0.60	0.60
	年代別棟数	0.79	0.63	0.63
地盤Ⅲ ④⑤⑦ (523 ムッシュ)	建物延床面積	0.81	0.66	0.66
	構造別棟数	0.81	0.65	0.65
	年代別棟数	0.81	0.66	0.66
地盤Ⅳ ⑧⑨⑩ (1043 ムッシュ)	建物延床面積	0.85	0.71	0.71
	構造別棟数	0.80	0.64	0.64
	年代別棟数	0.81	0.66	0.66

表 3-6 地盤性状によるグループ別重回帰分析結果

性状別区分	建物特性	重相関係数	決定係数	修正済み決定係数
地盤[1] ① (750 ムッシュ)	建物延床面積	0.50	0.25	0.25
	構造別棟数	0.45	0.21	0.20
	年代別棟数	0.52	0.27	0.26
地盤[2] ②③ (2476 ムッシュ)	建物延床面積	0.75	0.57	0.57
	構造別棟数	0.77	0.59	0.59
	年代別棟数	0.79	0.62	0.61
地盤[3] ④⑤ (271 ムッシュ)	建物延床面積	0.83	0.70	0.69
	構造別棟数	0.86	0.74	0.73
	年代別棟数	0.87	0.75	0.74
地盤[4] ⑥⑦ (489 ムッシュ)	建物延床面積	0.89	0.80	0.79
	構造別棟数	0.88	0.77	0.77
	年代別棟数	0.88	0.78	0.77
地盤[5] ⑧⑨⑩ (1043 ムッシュ)	建物延床面積	0.85	0.71	0.71
	構造別棟数	0.80	0.64	0.64
	年代別棟数	0.81	0.66	0.66

## (2) 商業集積の度合い

以上の分析をさらに進めて、商業集積の度合いと地震時の出火との関連性を把握した。商業集積率は、東京都商業統計調査から算出された商業集積地域面積を基に、商業集積地域面積がそのメッシュ面積に占める割合を計算したものであり<sup>12)</sup>、商業集積率の低い地域と高い地域に区分し、それぞれの地域において分析した結果を表 3-7 に示す。

商業集積率の低い地域でモデルの精度がよくなっているが、このような傾向から考えられるのは、商業が集積している地域では、建物の用途やそれに伴う火気使用環境等が複雑であり、建物の物理的特性の他、建物内の火気使用等が及ぼす影響も大きく、火気器具の多さについても考慮すべきであろうと判断される。

表 3-7 商業集積率別重回帰分析結果

地盤 ②～⑩	商業集積率 0 %			商業集積率 10 % 以上			商業集積率 20 % 以上		
	R	R-sq	Adj R-sq	R	R-sq	Adj R-sq	R	R-sq	Adj R-sq
延床	0.73	0.54	0.53	0.74	0.55	0.54	0.75	0.56	0.56
構造	0.73	0.54	0.53	0.71	0.51	0.50	0.72	0.51	0.51
年代	0.76	0.57	0.57	0.75	0.56	0.55	0.75	0.56	0.55

地盤 ④～⑩	商業集積率 0 %			商業集積率 10 % 以上			商業集積率 20 % 以上		
	R	R-sq	Adj R-sq	R	R-sq	Adj R-sq	R	R-sq	Adj R-sq
延床	0.79	0.62	0.61	0.77	0.59	0.58	0.74	0.55	0.54
構造	0.80	0.63	0.63	0.72	0.51	0.51	0.71	0.51	0.50
年代	0.82	0.68	0.67	0.74	0.55	0.55	0.73	0.54	0.53

※ 商業集積率 (%) = 商業集積地域面積 / メッシュ面積 × 100

### (3) 危険物施設

地震時の出火では、一般火気器具の外にも薬品からの混触発火や引火爆発、工業炉、危険物からの出火が多いことを考慮し、危険物施設の有無を考慮する。

#### 3.3.6 地震時の出火と地域特性との関係

線形重回帰分析に用いる被説明変数は出火危険値であり、地盤条件、建物の状況、商業集積度、危険物施設有無を説明変数とした。地盤条件、商業集積度、危険物施設有無についてはダミー変数を用いて分析しており、建物の状況については、建物棟数と建物延床面積の2通りをベースとしている。

地盤特性のダミー変数は、地盤の性状別にグループ別重回帰分析を行った結果(表 3-5、表 3-6 参照)より

強地盤「0」: 地盤条件が良好な「山地・丘陵」、「台地」、「沖積面 1」

弱地盤「1」: 比較的軟弱な地盤と考えられる「谷底低地」、「沖積面 2～5」

のように設定した。

商業集積度に関しては、商業集積地域面積がなく、住宅系建物が多い地区を「0」、商業集積地域面積が0ではない地区を「1」とした。危険物施設はメッシュ内施設の有無によって「有り:1」と「なし:0」に区分した。

以上の変数を用いて重回帰分析を行った結果は表 3-8 に示す通りである。全ての説明変数のt値が大きく、変数は有効なものとなっている。東京区部の構造別建物構成は図 3-12 に示した通りであり、木造 (76.5%)、S 造 (12.4%)、RC 造 (9.9%)、

その他（1.2％）の順となっているが、出火危険値に及ぼす影響はRC造建物が最も大きい。

出火危険値に対して住宅系建物が非住宅系建物よりも重要な要因となっているのは、共同住宅や住宅の場合、建物一棟あたりの出火率は比較的高くはない（図3-4参照）ものの、500mメッシュの空間単位では非住宅系建物に比べて住宅系建物が多いためである。

商業集積率が高くなると出火危険値は大きくなる。また、ダミー変数の係数がプラスであるため、「谷底低地」や「沖積面 2～5」の地区、危険物施設が存在する地区では出火の危険性が高いと言える。

表 3-8 建物棟数に基づく重回帰分析結果

変数名	偏回帰係数	標準化係数	t 値
G 地盤特性	0.0252	0.064	6.303
C 商業集積度	0.0171	0.045	4.520
F 危険物施設	0.0424	0.096	9.835
B1 木造住宅	0.000145	0.230	13.847
B2 木造非住宅	-0.000506	-0.073	-5.196
B3 RC造住宅	0.00146	0.350	20.717
B4 RC造非住宅	0.00179	0.303	22.042
B5 S造住宅	0.000574	0.124	5.043
B6 S造非住宅	-0.000347	-0.036	-1.865
定数項	0.00167		0.588

\* 重相関係数：0.80 / 自由度調整済み決定係数：0.64

### 3.3.7 地震時出火可能性の判別式

前述したように、東京都地域危険度測定調査では、火災危険度の測定において東京消防庁で実施した出火及び延焼危険度の測定結果を活用している。出火危険度は、地震時にどのような地域にどの程度の出火件数が見込まれるかを予測したもので、東京消防庁が季節別・時刻別に予測した出火危険量（大地震が発生したときの単位面積当たりの予想出火件数）によって測定されるが、その測定に当たっては、平常時火災や地震火災に関する様々なデータや実験結果、専門家の知見、詳細な調査等が必要となる。そこで、本研究では、上記の膨大な作業を行わず、地震時に出火の可能性を簡便に判断する手段として、地震時出火可能性の判別式を導出した。

判別分析の外的基準となる観測値は、東京都で出火危険値が測定されている5,029メッシュ（500m×500m）の出火危険値であり、判別の基準は出火危険値の平均値（0.136）を用いて以下のように設定した。

- ・ 出火危険値 0.1 以上：地震時出火の可能性が高い地区（出火）
- ・ 出火危険値 0.1 未満：地震時出火の可能性が低い地区（非出火）

説明変数は前述した重回帰分析と同様である。

500mメッシュ内の建物棟数を説明変数として判別分析を行った結果を表 3-9 に示す。表 3-9 によって見ると、全ての説明変数に対してF値が大きく、変数は有効なものと考えられる。また、木造とRC造の住宅、S造住宅・非住宅のF値が大きく、判別に重要な役割を果たしていることがわかる。

表 3-9 建物棟数に基づく判別分析結果

変数名	正準判別関数係数	標準化係数	F値	有意確率
G 地盤特性	0.097	0.044	191.651	0.000
C 商業集積度	0.219	0.097	777.526	0.000
F 危険物施設	0.651	0.253	622.595	0.000
B1 木造住宅	0.004	0.924	2242.799	0.000
B2 木造非住宅	-0.022	-0.556	336.249	0.000
B3 RC造住宅	0.010	0.365	1726.196	0.000
B4 RC造非住宅	0.004	0.112	479.242	0.000
B5 S造住宅	-0.003	-0.097	2472.548	0.000
B6 S造非住宅	0.022	0.370	1208.792	0.000
定数項	-1.712			0.000

表 3-10 建物棟数に基づく「出火」、「非出火」別の平均判別得点

判別	平均判別得点
非出火	-1.209
出火	0.815

正準判別関数のグループ別平均は、表 3-10 に示したように「非出火」のグループが -1.2、「出火」のグループが 0.8 である。したがって、表 3-9 を用いた線形判別関数式の判別得点が大いほど「出火」のグループに分類される。

なお、ダミー変数である地盤条件、商業集積度、危険物施設の正準判別関数係数はプラスとなっており、「谷底低地」や「沖積面 2~5」の弱地盤、商業施設が集中している地区、危険物施設が存在する地区では、線形判別関数式の判別得点が大きくなることによって出火の可能性も高くなる。

表 3-11 は「出火」、「非出火」の判別に建物の延床面積を用いた場合である。中低層住宅系建物によってほとんどの判別が可能となり、なかでも、住宅系 1~3 階建物の影響が圧倒的に大きいのは、地震時の「出火」、「非出火」が 500mメッシュ内の世帯数に依存しているものと考えられる。



表 3-11 建物延床面積に基づく判別分析結果

変数名	正準判別関数係数	標準化係数	F 値	有意確率
G 地盤特性	0.257	0.116	254.051	0.000
C 商業集積度	0.018	0.008	757.295	0.000
F 危険物施設	0.493	0.192	583.503	0.000
Tb1 住宅系 1~3 階	0.000	0.983	3654.793	0.000
Tb2 住宅系 4~7 階	0.000	-0.272	1036.274	0.000
Tb3 住宅系 8 階以上	0.000	0.198	252.839	0.000
Tb4 非住宅 1~3 階	0.000	0.584	350.331	0.000
Tb5 非住宅 4~7 階	0.000	-0.317	142.641	0.000
Tb6 非住宅 8 階以上	0.000	0.090	48.077	0.000
定数項	-2.022			

表 3-12 建物延床面積に基づく「出火」、「非出火」別の平均判別得点

判別	平均判別得点
非出火	-1.297
出火	0.715

正準判別関数のグループ別平均は、「非出火」が -1.3、「出火」が 0.7 であり、線形判別関数の判別得点が大きいほど「出火」として判別される。地盤条件、商業集積度、危険物施設の正準判別関数係数はプラスであり、表 3-9 の結果と同様に解釈できる。

最後に、判別適中率を用いて各々のサンプルがどの群に属するかを推定したものと実際のサンプルが所属する群との対応を集計した結果を表 3-13 に示す。この結果によると 8 割以上が正しく分類され、モデルは有用なものと判断される。

しかし、残り 2 割弱の誤判別について考えてみると、今回の分析では「出火」、「非出火」の判別において、サンプル（メッシュ）が持っている特性を、地震時の建物倒壊危険性や火気器具の普遍的な存在量の側面から把握しており、地盤条件や建物の分布状況を中心とするマクロな特性に中心を置いた。この点に関しては、地域の物理的特性に加えて建物の用途による多様な出火特性等を踏まえてより分析を深める必要があると考えられる。

表 3-13 「出火」、「非出火」の判別予測結果

元のデータ	建物棟数		建物延床面積		合計
	非出火	出火	非出火	出火	
非出火	92.9	7.1	94.6	5.4	100.0
出火	23.4	76.6	22.9	77.1	100.0
判別適中率	83.1%		83.3%		

### 3. 4 本章のまとめ

本章では、地震時出火の危険性が地域毎に異なると考え、その地域的特性を分析するとともに、東京都における地震時出火危険度を都市の物理的環境特性によって把握する方法を提案した。

その結果、地震時の出火危険度と地域特性について、

- ① 地震動の増幅や地盤変状などの影響が小さい良好な地盤条件を持っている地域では地震時出火の危険性が低い
- ② 住宅系建物や低層建物が多く、世帯数の多い地区では出火の危険性が高い
- ③ 商業施設が集中している地区では地震時出火の危険性が高い
- ④ 危険物施設が存在する地区では地震時出火の危険性が高い

等の結論を得ることができ、それをまとめたものを表 3-14 に示す。

表 3-14 地震時出火危険性と地域特性

	出火危険性の低い地区	出火危険性の高い地区
地盤	良好な地盤の地域 (山地・丘陵、台地、沖積面 1)	軟弱な地盤の地域 (谷底低地、沖積面 2~5)
建物	・昭和 56 年以後の木造建物が 多い地区 ・昭和 56 年以後の鉄骨造建 物が多い地区	・昭和 35 年以前の木造、昭和 46 年以前の RC 造建物が多い地区 ・住宅系建物が多い地区 ・低層建物が多い地区
商業集積率	商業集積率の低い地区	商業集積率の高い地区
危険物施設	危険物施設が存在しない地区	危険物施設が存在する地区

本章の分析では、地震時出火危険性の指標として、出火危険度測定における出火危険値を用いたが、出火危険値は、対象となっている出火要因、とくに火気器具は、東京都の火気器具保有特性及び使用特性等に依存するものである。

今後に残された課題としては、地震時の出火危険性に関する地域特性において、非住宅系建物の用途別出火特性を反映することや被害地域での実際のデータを用いて出火危険値の算出方法等を検証すること等が考えられる。

地震時の地域別出火危険度の測定方法は、基本的に用途別の出火率を基にしている。すなわち、はじめに地震時の出火源として、火気器具、電気関係、化学薬品、工業炉、危険物施設、その他 (LPG ポンプ・高圧ガス施設) の 6 つの要因を取り上げ、ついで、過去の事例や専門家の知見、振動実験、シミュレーションの結果等を用いて加速度別に出火率を算定するもので、要因ごとの出火率は、東京以外にもそのまま適用し得るものと考えられる。しかし、用途別の出火率については、部屋毎の火気器具の保有台数や時間帯別使用率を東京での実態を基に設定しているため、他地域を対象とする場合には、火気器具等の使用状況の違いに関する検討あるいは

別途の実態調査を行わなければならない。

#### <補注>

- (1) 出火機構図を用いた分析 (ETA; イベント・ツリー・アナリシス): 1つの出来事 (原因) によりどのような事象が発生し、どのような結果が予想されるかを一連の系統図で表わし分析する方法
- (2) 火気使用環境: 火気器具が使用されている環境  
例) 油鍋の使用・不使用、住居・非住居等の使用目的、部屋の大・中・小
- (3) モンテカルロ・シミュレーション: さまざまな事象の生起確率を確率関数で与え、乱数によって初期値を設定して行う計算実験
- (4) ET (Event Tree): 1つの出来事によってどのような事象が発生し、どのような結果が予想されるかを一連の系統として表した樹形のような図
- (5) 基盤: 「江戸川層」等の地表近くの地質によって揺れの大きさが左右されない基準となる地番
- (6) 地震時の出火件数は季節と時間によって異なり、季節的には暖房器具を使用する冬が、時間的には火気使用率が高い夕方に出火件数が高くなる傾向にある。
- (7) 「総合出火危険度」は、「木造出火危険度」と「非木造出火危険度」を総合した平均的なものではなく、それぞれ独立に算定されている。すなわち、区別の各危険度の算定にあたって、250mメッシュ毎の出火危険値 (出火確率) を基に、東京都内の全てのメッシュを1~6にランク分けし、各区に属する全てのメッシュのランクとその頻度を用いて算出された平均値によって図3-7が作成されているため、「木造出火危険度」や「非木造出火危険度」よりも「総合出火危険度」が低くなることもある。