

広域避難シミュレーション手法による大震火災時の群集行動解析

HUMAN REFUGE BEHAVIOUR DURING BIG FIRES CAUSED BY AN EARTHQUAKE

小坂 俊吉*・堀口 孝男**

By Shunkichi KOSAKA and Takao HORIGUCHI

Human refuge characteristics during extended fires were studied by use of the data of the Great Kanto earthquake of 1923. A procedure to simulate refuge behaviour of inhabitants in a catastrophic urban area was developed and applied in this examination. Followings were found out through this survey;

- (1) Refuge behaviour of inhabitants within 1 hectare become similar to each other in emergent state.
- (2) Main cause of refuge action is depending the approach of fire domain, and people start to move when fires get at the distance of 107~137 meters.
- (3) People walk at the speed of 1.88 m/s, when they are free from what disturb them.
- (4) Simulation technique developed by the authors is proved not only reliable but also practical.

1. はじめに

日本の都市構造の特徴の1つに高密度な木造建物市街地が挙げられる。このような都市にあっては、地震直後に火災が多発すると大被害を被る可能性は高い。よって地震火災被害の低減は、出火源となる燃料・暖房用エネルギーのより安全性の高いものへの転換や、あるいは市街地の耐火化に大きく依存している。だがこれらの抜本的対策は巨費を要するだけでなく、私権の制限をも含むために住民のコンセンサスが得られにくい。つまり現状では市街地の耐火化は長期的防災対策の一環として位置付けられているが、その見通しは暗いといえよう。

長期的視野に立つ防災対策とともに、現実の都市構造を踏まえて、人命の確保を目的に避難路の確保や避難誘導といった広域避難に関する応急対策が企画立案されなければならない。この応急対策を策定するためには、避難路における群集の混雑程度や火災により避難不能となる人数の推定が基礎資料となることはいうまでもない。これらの推定には火災の出火点数や出火位置の不確定性とともに対象地域が広領域となることを考えれば、大型

電子計算機による広域の群集避難シミュレーション手法が有効である。

広域避難シミュレーション手法は実用上から①データの作成が容易であり、②パラメーターが少なく、さらに実地震時にも適用可能なように③時々刻々変化する群集移動状況を修正データとして随時、入力可能なこと、④大正12年関東地震の東京市の延焼時間からみて12時間程度の避難状況を数分間で予測できることが要求される。だが最も基本的で重要なことは、広域避難行動のモデル化であり、このモデルの良否がシミュレーション手法の評価を左右する。

これまでも広域避難シミュレーション手法がいくつか発表されており、熊谷がそれぞれの手法の得失を解説している¹⁾。だがこれらの手法のいずれもが実証的検討を行っていない。

そこで本論の目的は、過去の災害実態を再現することによって、より実態に即したメッシュ分割による広域避難シミュレーション手法を開発することにある。すなわち既往の人間行動に関する観測や災害事例研究から基本的な広域避難モデルを構築し、そのモデルを大正12年関東地震の下町に適用する。その結果から住民の広域避難に関する行動特性のうち、これまで未解明であった避難開始時期や歩行速度について数量的に明らかにし、よ

* 正会員 東京都立大学助手 工学部土木工学科
(〒158 世田谷区深沢 2-1)

** 正会員 工博 東京都立大学教授 工学部土木工学科(同上)

り現実的な広域避難モデルを提案する。また手法の適用限界として、本手法を用いる場合に発生する歩行速度の変化に伴う群集位置の誤差について述べる。

2. 広域避難行動のモデル化とシミュレーション手法

(1) 広域避難行動のモデル化

地震火災時の広域避難行動をモデル化する。その構成要素として、避難を開始する時期、避難方向、避難路上の歩行速度を考える。

昭和39年新潟地震における新潟市民の避難開始時期は津波と強く関連している。つまり津波の第1波が達した発震後30分から避難を開始する人々は急激に増加し、発震後1~2時間にそのピークを形成した²⁾。その分布形状は疑似的な正規分布とみることができる。この傾向は火災時においても変わらず、人間は生命を脅かす物理現象の確認によって避難行動を起こすものとする。

要素1：火災の接近によって広域避難を開始し、その開始人数は時間に対して正規分布形の分布とする。この分布を発生避難人数分布という。

荒木は1948年福井地震および1964年新潟地震時の避難行動について実態調査を行っている。調査の結果、住民は避難場所の選択に際して、避難する場所が「安全であること」および「近いこと」を理由に避難する傾向があることを指摘した³⁾。

要素2：最短距離にある避難場所へ最短経路を通して避難する。

日常の歩行者空間における歩行速度と群集密度について多くの関数モデルが発表されている⁴⁾。地震火災が非日常的現象であっても、広域避難での歩行現象は、これらの関数モデルと大きな相違はない。また岡田らは、歩行現象が群集密度によって2つの領域に分類できることを実測例から述べた⁵⁾。それは、群集密度が1人/m²以下では自由に人を追い越すことができる自由歩行領域と、群集密度が1人/m²以上になると、水の流れの観を呈する群集歩行領域である。

要素3：歩行速度は群集密度の関数とする(図-1)。

本モデルは以上の3要素によって、住民の集団としての広域避難行動を表現するものである。

(2) 広域避難シミュレーション手法

入力するデータについて述べる。まず対象とする地域を正方形のメッシュで分割する。地形図、町丁別人口統計などをもとにメッシュごとの居住人数、上下および左右方向に簡略化した道路幅員、周囲のメッシュと通行可能か否かの連続性による境界条件を作成する。

計算の手順を以下に述べる。

① 離散化した疑似的な正規分布形を発生避難人数分

布として与える。単位計算時間ごとの発生避難人数は、発生避難人数分布(時間間隔： Δt)を単位計算時間(T_0)ごとに分配することによって求める(図-8)。

② 延焼動態と境界条件から最短距離にある避難場所へ向かうように移動方向を決める。この方法は、避難場所に最も近いメッシュから順次、避難場所へ向かうように方向を決定していくものである。

③ 移動方向にある隣接メッシュの歩行速度を群集密度との関係(図-1)から求める。

④ 移動人数は当該メッシュの群集密度に、当該メッシュあるいは移動方向の隣接メッシュの道路のうち、いずれか狭い幅員、③で求めた歩行速度、および単位計算時間を掛けて求める。このとき移動人数は移動方向にある隣接メッシュの収容可能人数の制限を受ける。

以上の計算を全メッシュについて行い、未避難人数(まだ避難を開始していない人数)、避難途上人数(避難中の人数)、避難不能人数(焼死者数あるいは避難場所への経路を絶たれた人数)、避難完了人数(避難場所に到達した人数)を時々刻々求め、広域避難に関する情報を得るものである。

なお本手法の特徴を列挙すれば以下のようなになる。

1) 延焼動態をメッシュによって表現した場合に、本手法と接続することが容易であり、また同時刻での火災現象と群集避難との間に「延焼地域に群集が入っていく」という矛盾は生じない。

2) 本手法は当該メッシュの歩行速度を移動方向にある隣接メッシュの群集密度の関数として与えているために、当該メッシュの歩行速度が一時的に0になった場合にも、その後の群集流動を追跡することができる。

(3) 歩行速度の変化による影響

図-2のAのように、位置0にある群集が右方向へ移動するとき、現象を正確に追跡すれば*i*タイムステップ後に群集は*i*メッシュに存在する。このとき単位メッシュ長(L_m)、歩行速度(v)、単位計算時間(T_s)の間には、

$$L_m = v \cdot T_s$$

なる関係がある。だが本論の目的の1つに、自由歩行領域の歩行速度の推定がある。3.で述べるように、この歩行速度は大規模な計算を繰り返して、徐々にその最適値を求めていくものである。つまり1回のシミュレーション計算で求まる*v*に対応して、次の計算では L_m または T_s を変更しなければならない。だがこれらの変更は入力データの新たな作成を必要とし、実際上、困難である。また*V*を図-1のように仮定しているので、*V*の変化が群集歩行領域においても生ずることは明らかである。

そこで L_m 、 T_s を一定としたとき、*v*の低下が群集の

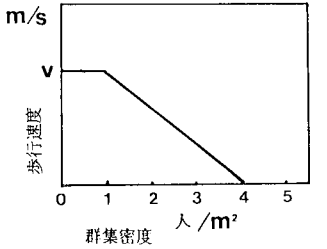


図-1 歩行速度と群集密度

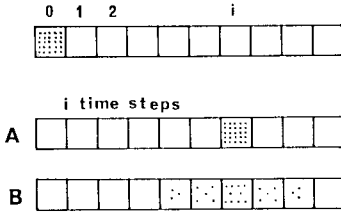


図-2 歩行速度の低下による群集位置

移動位置にいかなる影響を及ぼすか検討してみよう。すなわち図-2のBのように位置0にある群集が右方向へ移動するとき、タイムステップの進行により群集位置の平均値とその分散性(標準偏差 σ_p)がどのように変化するか計算してみた。

計算の結果、群集の平均位置はタイムステップの進行あるいは速度低下の程度にかかわらず計算値は現象と一致する。

群集位置の分散性については、図-3に示すようにタイムステップあるいは歩行速度の低下率(R)によって

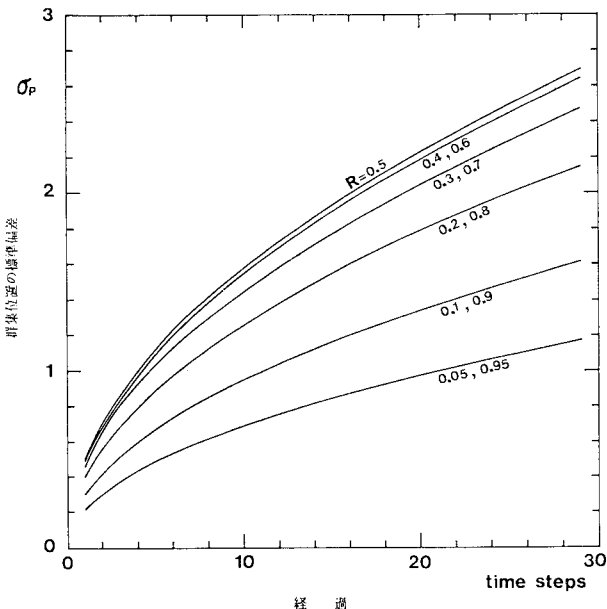


図-3 群集の分散性

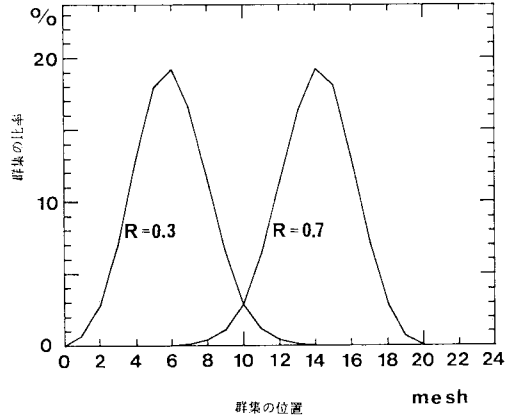


図-4 群集の分布

大きく変化する。すなわち σ_p はタイムステップの進行とともに大きくなり、 $R=0.5$ で最大となり、そのとき4タイムステップで1メッシュ、10タイムステップで1.6メッシュ程度の分散性を示す。また σ_p は、 R と $(1-R)$ では全く等しい値をとるが、その分布状況は対称となる。例として、 $R=0.3$ および 0.7 における20タイムステップでの群集の分布状況を図-4に示す。すなわち R が 0.5 未満のとき、平均位置から遅れている側のメッシュでの群集のちらばりは、進んでいる側のメッシュのそれと比較して小さいが、 R が 0.5 より大きくなるとその関係は逆転する。

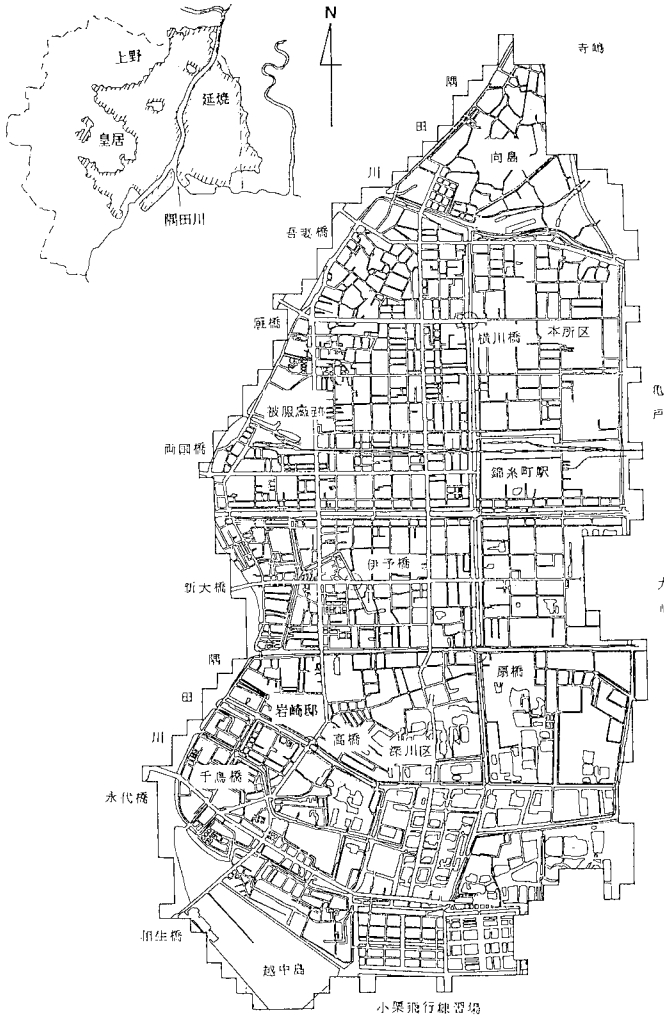
3. 広域避難行動解析

2. で述べた広域避難シミュレーション手法を既往の地震大火に適用し、都市住民の地震火災時の広域避難行動を推定する。すなわちシミュレーションの計算結果が実際の死者分布と調和するかを統計解析に基づく評価関数で判定し、最も調和したときに得られるパラメーター値から避難開始時期や自由歩行領域の歩行速度などの広域避難行動特性を推定する。

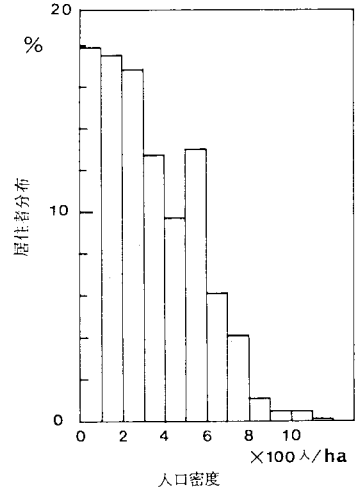
(1) 対象地域と入力データ

対象地域は大正12年関東地震の東京市本所区および深川区のほぼ全域とする(図-5)。その選定理由は第1に、町丁別人口統計、詳細な地形図、死亡原因別・死亡地点別死者数、延焼動態といった当時の地理的、社会的状況と被災状況を示す諸資料が現存することである。次になぜこのような広領域を対象にしなければならないかであるが、それは対象地域が域内居住者の行動領域を含み、かつ域外居住者の行動領域と重複していない地域でなければならないからである。

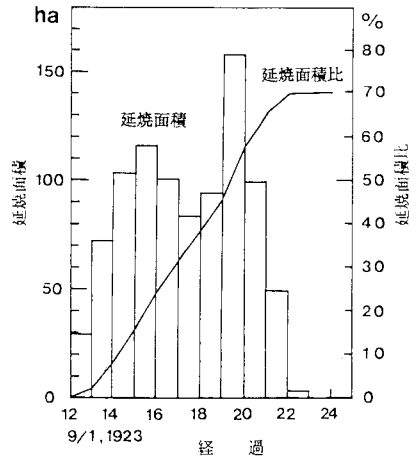
入力データの作成方法を述べる。1万分の1の



図—5 対象地域



図—6 人口密度分布



図—7 延焼状況

地形図⁶⁾を100 mの正方形メッシュで分割し、各メッシュの道路幅員と境界条件を読み取る。各メッシュの居住人数は町丁別人口⁷⁾と地形図⁸⁾とから町丁別平均居住人数を算出し、メッシュに含まれている町丁の面積比にそれらを掛けたものの総和とする。火災に関するデータとして、まず時間単位の延焼動態図⁹⁾から10分単位に補間して求めた延焼動態図を作成する。この図を前述のメッシュで分割し、メッシュの一部が燃え始める時刻(着火時刻)とメッシュの全域が延焼する時刻(焼失時刻)を10分単位に読み取る。

入力データから求めた対象地域の状況を概観してみる。対象地域は面積13 km²、人口およそ42万人、人口密度は325人/haであるが、1000人/haを超えるメッシュもあり、この地域が当時の東京においても人口稠密な地域であることを示している(図—6)。またメッシュ

の焼失時刻から得た延焼状況は図—7のようであり、時刻別の延焼面積では午後3時台と午後7時台にそのピークが現われ、午後10時までに対象地域の70%が焼失し、延焼面積の速度は90 ha/h程度にまで達している。この結果、メッシュの平均焼失時間は約66 minとなり、これを100 mの延焼時間とすれば平均延焼速度は90 m/hとなる。

計算上の避難場所は、当時の体験記に避難した場所として記されている対象地域内外の場所で、しかも数万人のオーダーで収容できる地点とする。それらの地名を列挙すれば、対象地域内では本所被服廠跡と深川岩崎邸、隣接する場所として寺嶋、亀戸、大嶋、砂町、小栗飛行場、越中島、離れた場所として上野公園、皇居前広場であり、すべての居住者はいずれかの避難場所へ向かうものとする。

(2) 評価指標

計算結果が実態をどの程度、再現できたかを評価するために評価指標を作成する。

評価指標の基礎データとして対象地域の火災による死者発生地点とその数量を取り上げる。ただし、隅田川沿いの死者は流失あるいは他の死亡地点からの漂着が考えられるため除外する。さらに本所被服廠跡および深川岩崎邸の収容可能人数をそれぞれ44,000人(実死者数)、20,000人とするが、前者は他の地点の死者数と比較して突出しているため、評価関数(後述)の感度への影響が大きすぎる。よって本所被服廠跡の死者数は評価指標式から除外する。

対象地域の大量死者発生地点は、延焼動態と地形の影響を強く受けて北東から南西にほぼ直線的に分布している。この直線関係に着目して、計算結果の実態再現性を評価する指標を以下のように作成する。

評価関数は次式のような死者分布の回帰直線¹⁰⁾とその相関係数ならびに総死者数からなる関数とする。すなわち評価関数は、計算死者分布と実死者分布との類似性ならびに計算死者総数と実死者総数との類似性を同時に評価するものである。ただし計算では焼失メッシュ内に滞留している者を死者と判定する。

$$f = \frac{(\epsilon_a + \epsilon_b + \epsilon_o)}{3} + \epsilon_d / 2$$

ここで、 ϵ_a は回帰直線の傾き、 ϵ_b は同直線のy切片、 ϵ_o は同直線の相関係数、 ϵ_d は総死者数のそれぞれの相対誤差を表わし、サフィックスを省略して計算値を C_a 、実態値を R_e とすればおのおのの相対誤差 ϵ は、

$$\epsilon = |(R_e - C_a) / R_e|$$

である。

広域避難行動に関係するパラメーターは全メッシュで同一の値をとるものとし、次のようなパラメーターを考える。

メッシュの着火時刻と発生避難人数分布の平均値との差(平均避難開始時間： T)、発生避難人数分布の標準偏差(σ)(図-8)、自由歩行領域の歩行速度(v)、地

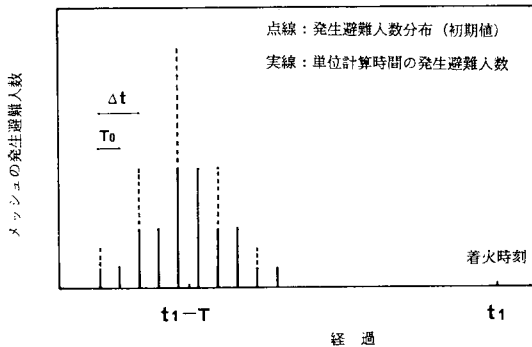


図-8 着火時刻と発生避難人数

形図の道路幅員に対する地震後の通行可能な幅員の割合(有効道路幅員比： r)とする。ただし v 、 r は任意であるが、 T は50s、 σ は100sの整数倍でそれぞれ変動させる。

評価関数 f の最適解、すなわち f_{min} を非線形最適化の一手法であるシンプレックス法¹¹⁾によって求め、そのときのパラメーター値から広域避難行動を推定する。

計算は対象地域の延焼拡大が終息した発震後13時間まで行う。

(3) 計算結果および考察

図-9に計算結果の死者分布と実態のそれとを示す。 $f_{min}=0.085$ は十分に小さく、計算結果は実態と比較的良好に調和している。特に実態の大量死者発生地点の周辺では、計算でもかなりの大量死者が発生しており、局所的にも良好な結果が得られている。たとえば図-9から、伊予橋の周辺では実死者が約800人に対し計算では700人近くであること、また横川橋周辺では実死者1,000人余りに対し計算死者は400人近くであることなどがわかる。

だが実態では10人未満の死者が各地に広く分布しているのに比べ、計算では少ない。この相違は、実態の発生避難人数の分布形状が、仮定した正規分布の平均値の右半分において分散が大きかったためと推定する。また実態では対象地域南部で数十人のオーダーの死者が広く分布しているが、計算では死者の発生は少ない。この理由として、この地域の平均避難開始時間がやや短いことや、この地域の地形的特徴として掘割が複雑に入り組んでいるために、計算上、避難場所へ避難可能であっても、実際には人々が避難をあきらめてしまったことが考えられる。

f_{min} を与えるパラメーターの各値は、

$$v = 1.88 \text{ m/s}$$

$$T = 1 \text{ h } 19 \text{ min } 10 \text{ s}$$

$$\sigma = 200 \text{ s}$$

$$r = 0.99$$

である。ただし、単位計算時間は50sである。

f に対するおのおののパラメーターの影響を図-10に示す。横軸は各パラメーターの最適値で基準化している。 f に対する感度は歩行速度が最も高く、以下、平均避難開始時間、発生避難人数分布の標準偏差の順に低くなるが、有効道路幅員比は死者発生に関与していない。さらに f を構成する ϵ_a 、 ϵ_b 、 ϵ_o および ϵ_d に対する v 、 T 、 σ の影響を図-11に示す。それぞれのパラメーターが強く影響する相対誤差は、歩行速度は総死者数、平均避難開始時間は死者分布と総死者数であることが図より明らかである。

図-12に発震(9月1日正午とする)後の対象地域

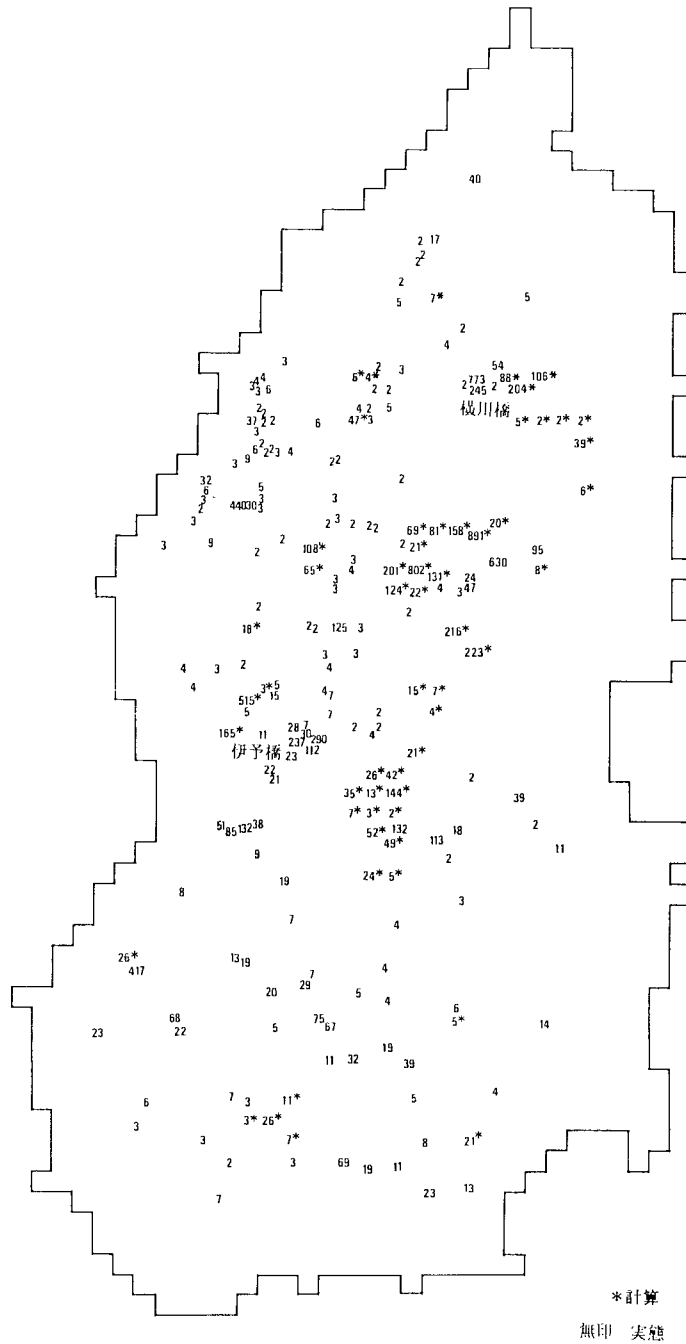


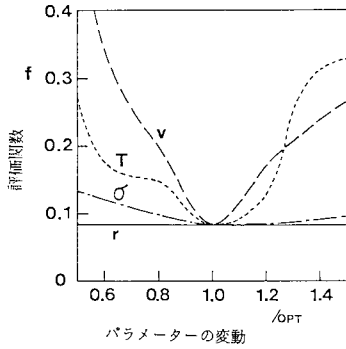
図-9 死者分布

全体の避難状況の推移を延焼面積とともに示す。ただし避難途上人数と避難不能人数は比較的小さいため、これらを合算して示し、死者数（被服廠跡での死者は除く）と避難途上人数の推移を右の目盛で同図に示す。

対象地域は北、東、南の三方で避難場所と接しているため、ほとんどの住民の避難距離は1 km 以下となる。

つまり歩行速度1 m/s で歩いて20分足らずで大火に対して安全な場所に到達することができる。このような地形の有利性と避難開始が火災の延焼拡大と密接に関連したことが避難途上人数をかなり少なくし、2時頃に最大の5%程度の人々が避難をしている結果となった。

避難完了人数の推移は時間経過とともに延焼面積比と



図一10 評価関数とパラメーター

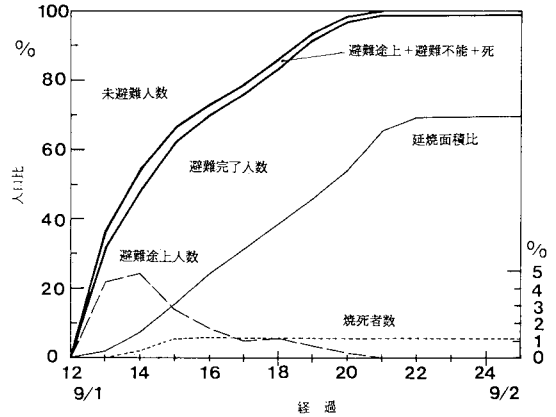
類似の傾向を示すが、発震から2時頃までは延焼面積比に比較して、その増加は著しい。つまり延焼面積比が10%となった2時頃には、すでに50%の人々が避難を完了し、さらに20%の延焼面積比となる3時過ぎには70%近くの人々が避難場所に到達している。また死者数の推移はそのほとんどが3時以前に発生し、特に2時から3時の間でその半数以上が生じた。

次に各避難場所における避難完了人数の推移を図一13に示す。ただし避難場所を、7つの方面にまとめて示してある。亀戸・大嶋方面が最も多くの避難者を収容し、全避難者のおよそ半数に当たる14万人となったが、その他の方面では亀戸・大嶋方面の半分以下でしか収容していない。被服廠跡では44,000人の死者が発生したが、これらの人々を1時頃には、すでに収容している。

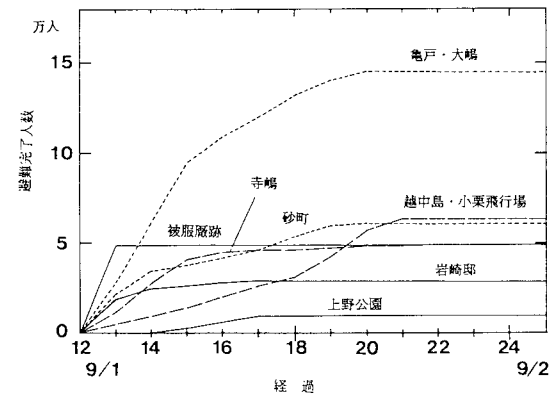
得られたパラメーターの値から広域避難行動について以下に考察する。

a) 広域避難行動の同一化現象

メッシュの平均焼失時間 66 min, 平均避難開始時間 79 min, 発生避難人数分布の標準偏差 200 s (すなわちメッシュの最早避難時間から最遅避難時間まで 20分) から、人々は延焼域が107~137 mに接近したとき避難を開始したことが求まる。最早~最遅避難開始時間は平均焼失時間と比較して相当に小さい。このことは居住者が個々に、あるいは家族ごとに延焼域の接近してくる距



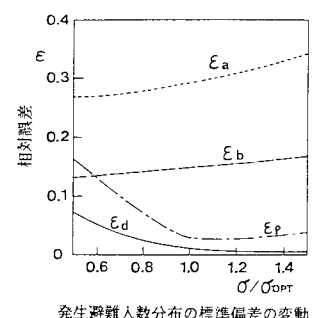
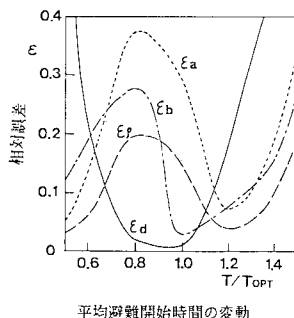
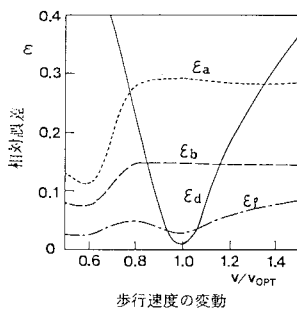
図一12 避難状況



図一13 避難完了人数

離によってのみ避難を開始したものではないことを示す。つまり1 ha程度の地域住民についてみれば、避難開始時期は短い時間帯に集中してくる、という行動の同一化現象が現われたものと推察する。そしてこの同一化現象の現出は以下のように考えられよう。

地震大火の被災以前では本来、個々人の被災体験、地形、市街地状況の認識、さらには家財への執着などの程度は多様である。そのため危険に対処する行動意識は個人ごとに差異があり、意識のうえではかなり長い時間



図一11 相対誤差とパラメーター

避難開始時期が分布する。特に関東地震当時のように地震火災による広域避難の経験が皆無の場合は、多くの人々は発震当初の広域避難を考えないであろう。ところが、ひとたび災害が発生し拡大していくと、同一地域の住民相互の間で災害情報の交換、ときには他の地域からの災害情報の入手が行われ、被災状況の認知と予想および避難行動意識に平準化をもたらす。そのとき行動を左右するリーダーが存在すれば、周囲の人々はその言に従い、同一化は促進される。この結果、人々は生命を脅かす危機的状況を共有し、避難行動が同一化してくるものとする。だが避難行動の同一化は完全には同一化、すなわち同時刻化しない。1つには他人よりも一歩でも早く逃げようとする人々や家財への執着の強い人々の存在があり、また地域の広がりにより情報の入手に時間差が必ずあるからである。

避難方向についても行動の同一化が現われたであろうか。この議論について、十分に吟味するだけの資料が得られていない。しかし、避難開始時期が住民相互の情報交換により同一化したものであれば、避難場所についても情報の交換があったと考えるべきであり、結局、避難方向の同一化をもたらすことになる。さらに対象地域の地形的な特徴や災害形態が、そうせざるを得ない状況の人々に与えたものと推量する。対象地域は、縦横に走る掘割によって避難路となる道路がいたる所で分断されている。また延焼出火件数が21か所と多く、避難開始が100 m程度まで接近した火災であることは、少ない避難路をさらに限定する。このように地形や災害形態も、避難方向の同一化を促進したことは容易に想像できるからである。

b) 自由歩行領域の歩行速度

自由歩行領域の歩行速度は1.88 m/sであり、日常生活で観察される老人や子供の歩行速度1 m/s^[2]に比較して相当に速い速度である。しかしながら、この速度は、通勤や買物時に観測された歩行速度の上限値2 m/s^[3]を超えてはいなく、決して不可能な歩行速度ではない。100 m近くに迫った大火災という危機的状況下で避難を開始する場合には、日常の歩行速度の上限値に近くまで速度が上昇することは推測できる。

c) 路上の障害物による通行可能幅員の減少

有効道路幅員比の評価関数への効果は、 r/r_{opt} が0.5以上ではみられなかった。この程度の道路幅員の低下は死者発生の増減に関与していない。だが震災体験記に、群集の合流地点となった各地の橋梁付近では捨てられた荷物や荷車が通行を阻害し、細街路では倒壊家屋が避難を阻んだことが記されている。今後の広域避難計画を考えると、局所的な道路状況を把握することが群集の混雑状況を検討するために必要であることを示唆してい

る。

d) 群集流動

計算による各地の避難状況が当時を再現しているか、関東地震の体験記の記述と比較することも、計算結果の妥当性を測る物差しとなる。体験記のなかで時刻、所在が比較的明確であり、そのときの群集避難状況をとらえている記述は少ない。このような貴重な資料のうちから、江東橋、堅川橋、商船学校付近の記述^{[4), [5]}を選び、群集の避難方向やその混雑状況について表-1に略記する。なお時刻は体験記の前後の記述から、推定したものである。避難方向に関していえば、計算結果と記述はいずれの場合も一致している。図-14は各地点の推定時刻前

表-1 群集の流動(体験記による)

| 時刻 | 場所 | 混雑状況 | 方向 |
|-----|--------|------------|-----|
| 15時 | 江東橋 | ものすごい人混み | 亀戸 |
| 15時 | 堅川橋 | 押し分けかき分け | 深川 |
| 18時 | 商船学校付近 | 人ごみの中をかき分け | 越中島 |

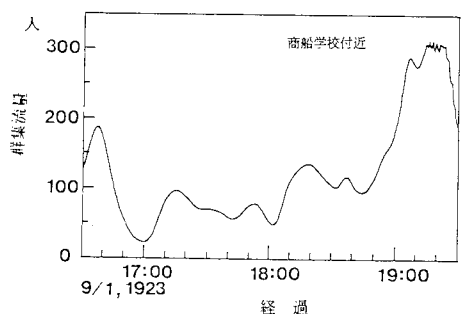
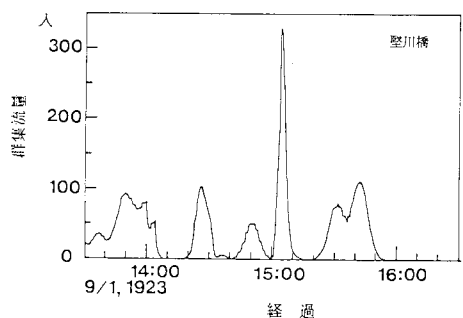
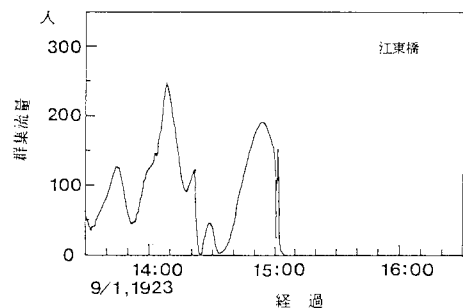


図-14 群集流動状況

後の群集流動を示している。路上の障害物の有無やその量が不明であるため、群集密度などの詳細な比較はできないが、江東橋および堅川橋では群集流量が前後の時刻のそれと比べて大きく、混雑する状況を示している。ただし商船学校付近では群集流動はそれほど大きくなく、またその経時変化も小さい。これは商船学校が避難場所である越中島の入口に位置することから、人々が危機的状況から逃れ得て避難できたという安堵感により歩行速度が低下し、現象的には渋滞が生じたものと考えられる。

(4) 計算速度

地震大火時の広域避難を検討するためには、火災発生の不確定性と多くの状況設定によるシミュレーションを必要とするのが現状である。それゆえ本手法の目指したものの1つに計算の高速性がある。以上の計算は、東京大学大型計算機センターの HITAC-M 200 H (10~12 MIPS) によって行ったが、発震から13時間後までの所要計算時間 (CPU 時間) はおよそ2分である。得られた計算速度は、この要請を十分満足させるものである。また本手法を火災モデルに接続することは比較的容易であり、実地震大火時の広域避難にかかわる応急対策にも有効な情報を提供するものとなる。

4. 結 論

大地震火災時の広域避難計画を策定する際、有用な資料を提供するメッシュ分割による広域避難シミュレーション手法を提案した。この手法を大正12年関東地震の東京市に適用することにより、地域住民の広域避難行動について以下の諸点を明らかにした。

(1) 1haの小地域では広域避難行動の開始時期や避難方向は同一化した。

(2) 居住地域の107~137m先まで接近した火災によって避難を開始した。

(3) 自由歩行領域の歩行速度は1.88m/sであった。以上の計算を行うことによって、

(4) 本手法は、入力データの作成の容易性、計算速度の高速性があることを明らかにした。

大正12年の関東地震当時、人々は多発合流火災の経験もなく、火災が延焼拡大していくときにも、身近にいた人々からの情報に頼らざるを得ない状況であった。ひるがえって、現在の都市住民の災害情報に思いを馳せれば、震災当時と違って格段の情報を入手することが可能になった。テレビ・ラジオは、全家庭に普及していると

いっても過言ではない。だが、大地震は電力施設の機能を破壊し、住民への災害情報の伝達を不可能にすることもあり得るであろう。かかるとき多発火災が生じれば、住民は関東地震当時と同様に自らの判断で行動せざるを得ないことになる。このような最悪の状況においても都市住民の安全性を確保することが不可欠である。すなわち広域避難計画の基礎となる火災時の住民安全性を検討する資料が必要になる。本手法は広域避難計画の基礎的資料を提供する有力な道具の1つになると考えている。

また広域避難行動の中で、今後検討すべき問題として次のことが挙げられる。1つは遠方に指定された避難場所へ人々は本当に避難するか否かであり、もう1つは発震後に発令される避難勧告で避難を開始するものか否かがある。つまり広域的な防災情報が人間行動に及ぼす影響を及ぼすか明らかにすることである。このような調査研究は、より実効性のある広域避難計画を策定する際に、有用な資料を提供するであろう。

参 考 文 献

- 1) 熊谷良雄：避難モデル論，都市計画，Vol. 89，pp. 40~50，1976。
- 2) 警視庁警備心理学研究会：大震災対策のための心理学的調査研究，p. 10，1971。
- 3) 荒木正孝：地震時の人間行動に関する研究，東京都立大学修士論文，1985。
- 4) B. S. ブシュカレフ，J. M. ジュバン（月尾嘉男訳）：歩行者の都市空間，鹿島出版会，pp. 127~135，1977。
- 5) 岡田光正，ほか：建築と都市の人間工学，鹿島出版会，p. 29，1977。
- 6) 震災予防調査会：震災予防調査会報告100号付図，1925。
- 7) 東京市：東京市勢統計原表，1920。
- 8) 東京日日新聞：最新式大東京地図番地入，第16348号付録，1922。
- 9) 前出6)。
- 10) P. G. ホーエルフ（浅井・村上共訳）：初等統計学，培風館，pp. 198~204，1970。
- 11) J. コワリック，M. R. オズボーン（山本・小山共訳）：非線形最適化問題，培風館，pp. 27~33，1970。
- 12) 日本建築学会：建築設計資料集成3集，丸善，p. 30，1980。
- 13) 前出4)。
- 14) 小川益生編：東京焼失 関東大地震の秘録，広済堂，pp. 137~141，1971。
- 15) 関東大震災を記録する会編：手記関東大震災，新評論，1975。

(1984. 9. 4・受付)