

地域の被災ポテンシャル評価方法の検討 - 延焼火災の視点から - Study on the evaluation method of damage potential for urban area from the point of view of a fire

新井伸夫¹，福和伸夫²

¹ 財団法人日本気象協会調査部，主任技師 理修

Nobuo Arai, Research Department, Japan Weather Association, arai@mes.jwa.or.jp

² 名古屋大学大学院環境学研究科，教授 工博

Nobuo Fukuwa, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, fukuwa@sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp

SUMMARY

The evaluation method on damage potential for urban area are proposed. The target disaster of this evaluation is the urban area's fire and is formed from a microscopic point of view. This is the method of evaluating the degree of connection of wooden buildings depending on distance between neighboring buildings. This method would be realized easily by using of GIS.

キーワード：被災ポテンシャル，火災，都市計画，防災計画

Key words: Damage potential, Fire, Urban design, Disaster mitigation plan

1 はじめに

防災まちづくりを効率よく進めていくためには、発生が危惧される災害に対し、それぞれの地域はどの程度被災しやすいのかを定量的に把握し、その評価結果をもとに整備の優先順位やその方針を的確に定めた上で事業を展開していくことが重要である。したがって、効率のよい防災まちづくり整備のためには、対象地域の被災しやすさ／しにくさを定量的に把握することが重要となる。

そのような考えのもと、これまでも防災まちづくりのためのまちなみ評価は、各所で実施されてきており、地震時の火災による被害を軽減するという視点からも地域の脆弱性の評価は、多数試みられてきた。

評価方法自体もいろいろな方法が試行されてきているが、その中でまちづくり整備の指標として活用されてきた代表的なものとしては、木造建ぺい率、あるいは不燃領域率という指標がある¹⁾。

それらは、地域の延焼火災に対する脆弱さを評価する指標として活用されてきており、対象地域に存在する木造・防火木造建物の占有面積を評価対象地域の総面積に対する比として評価した指標（木造建ぺい率）、あるいは延焼火災を防御する空間・構造物の占有面積を評価対象地域の総面積に対する比として評価した指標（不燃領域率）として構築されている。

これらの指標は、比較的簡便に算定可能であり、直感的にも理解しやすいことから、まちづくりの計画や目標設定において頻繁に用いられてきたが、一方で、次に示すようないくつかの問題点も有している。

まず、この木造建ぺい率、不燃領域率という指標は、あるエリア（評価対象地域）を均質なまちなみと仮定して、その平均的な燃えやすさ／燃えにくさを評価しているが、そのため、評価対象とする地域をどのように設定するか、具体的には対象地域の広さをどのように設定し、評価対象構造物・空間をどのように取り扱うかにより評価結果が異なってしまうという問題を有している。

例えば、Fig.1.に名古屋市内のある木造密集地域のまちなみを示すが、楢円で囲んだA地区のようなところであれば、適当な開空間を設定してその中を均質なまちなみとして評価し、評価結果がその地域を代表すると見なしても、特に問題はないであろう。

一方、Fig.1.のB地区のようなまちなみは、隣接する木造密集地域とあわせて評価を行った場合には、空地が十分に存在するにもかかわらず延焼の可能性を有する地域と判定される可能性がある。あるいは、隣接する木造密集地域のサイドから見れば、併せて評価されることで空地の延焼を阻止する能力が評価に加わり、延焼火災の危険性が、本来持っているレベルより見かけ上低く評価されてしまう可能性がある。



均質とみなしうるまちなみ（図中A）もあるが、その仮定をもとに評価を行うと結論を誤る可能性のあるところ（図中B）も存在する。

Fig.1. A sample of urban area which we should evaluate a damage potential.

どのような境界条件を設定して評価を行ったとしても算出されたそれぞれの結果はいずれも事実ではあるが、設定された条件によっては、見かけ上延焼火災に対して脆弱と評価される場合もあれば、そうでないと評価される場合もあることになる。指標が有するこのような特性について十分に理解した上で活用することができれば問題はないが、配慮が十分でない場合には、簡便に求められるがゆえに安易に活用され、結果として意図しない結論を導く指標となってしまう危険性を有しているといえる。

さらに、実際のまちづくり事業を具体的に計画する段階においては、よりミクロな実体把握が必要となり、その際にあらためて詳細な検討がなされることが多いが、これは、せっかくの事前評価が事業の計画へ連続して活用されることがないということを示している。

以上のことは、木造建ぺい率や不燃領域率といった指標が、ある空間スケールを持った対象エリアを前提として評価されるものであり、そのため、十分にミクロな評価を行い得ていないことに起因する問題と言えるであろう。

一方、延焼火災に対するまちの脆弱性についてミクロな評価を試みたものとしては、例えば、東京都が実施した「地震に関する地域危険度」調査における火災危険度がある²⁾。この火災危険度の測定においては、1棟単位のレベルで再現されたまちなみに対して延焼シミュレーションが実施され、単位時間経過後の延焼面積とその地域の出火確率との乗算により延焼面積期待値が算出されている。そして、その値により地域の脆弱性の評価が行われている。

ここでは、1棟単位の延焼シミュレーションという手法が用いられていることから、ミクロなまちなみの評価がなされていると言うことができるかもしれない。しかし、延焼シミュレーションをすべての建物を起点にして実施することは困難との判断のもと、評価エリアごとに複数の火点を設定して延焼シミュレーションを実施し、それぞれが

ら得られた結果の平均を地域の代表値としていること、延焼シミュレーションにて設定された風向・風速が1パターンのみであることなど、シミュレーションが有する限界から、評価結果の代表性が十分であるかどうか議論のあるところである。

また、現状では、1棟単位の延焼シミュレーション自体、簡便な手法とは未だ言い難く、したがって、まちなみに変化があったときや事業効果を把握したいときなどにまちなみのデータを変更した上で再度シミュレーションを実施することは容易ではないため、インタラクティブな計画立案に適しているとは言い難いものとなっている。

2 まちの延焼火災に対する被災ポテンシャル評価方法の提案 - 木造・防火木造建物の接続度合いの評価 -

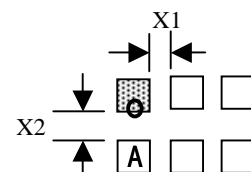
以上のことを勘案し、ここでは、隣棟間距離をパラメータとして隣接する建物との接続の判定を行い、接続する木造建物および防火木造建物の総面積を測定し、その値の変動の傾向から延焼火災に対する地域の脆弱性を評価することを提案するものである。

以下、ここで提案する手法に関し、測定にあたってどのような準備が必要か、測定はどのように行うか、この手法にはどのようなメリットがあるかについて、具体的に述べることにする。

なお、ここで提案する手法を適用してまちなみの評価を行う場合、対象地域を構成する建物がGIS上に1棟単位でポリゴンとしてデータベース化されていることが必要となる。現状では、そのような状況がすべての地域で構築されているわけではないが、GISの活用が今後ますます進んでいくであろうこと、コンピュータの処理能力や記憶容量が今後も飛躍的に進化していくであろうことなどを考えると、近い将来には現実のものとなると判断する。

2.1 測定用データの整備

まず、ここで提案する評価方法を適用する準備として、各建物ポリゴンの属性情報に、ポリゴンを構成する各辺、各頂点に対し最も近い隣接建物ポリゴンまでの距離、その構造（木造、防火造、耐火造の別）を持たせておく。



網掛けをした建物の印を付した辺については、「A」と付した建物が最も近い隣接建物となる。そこで、属性データとしてその距離(X2)と建物Aの構造種別を持たせておく。

Fig.2. An imaginary town consisting of wooden buildings.

(to explain how to make a data-base and how to measure the summation area of wooden buildings' network.)

例えば、Fig.2.に示すような建物群が存在したとき、網

掛けをした建物の「印」をつけた辺に対しては、「A」という記号を付した建物が最も近い建物として判定される。したがって、「印」を付した辺に対してその距離（X2）、その建物（A）の構造種別を属性としてもたせておくこととする。頂点については、構成する2つの辺において抽出された建物に次いで近距離にある建物を隣接建物として判定し、辺の場合と同様、その建物までの距離と構造種別を属性として持たせておく。そのようなデータ整備を各辺、各頂点に対して行い、さらに、対象地域のすべての建物に対して行っておく。

2.2 接続度合いの測定

評価対象地域内の建物ごとに、隣棟間距離（ x ）を変化させながら、 x よりも短い距離にある木造および防火木造建物の面積の総計を計算する（自らが耐火建物である場合には火災は発生しないとし、この計算は行わない）。なお、近接する木造、あるいは防火木造建物が x の範囲内に存在した場合には、その隣接建物からも x の範囲内にある木造、あるいは防火木造建物を検索し、もし存在すればさらにその建物に対する隣接建物が x の範囲内にあるか否かを判定し...、というように、 x という隣棟間距離をキーにして、その距離の範囲で接続する木造および防火木造建物すべての面積の総和を計算する、という作業を行うこととする。つまり、木造建物および防火木造建物のネットワークの度合いを隣棟間距離 x を変化させながら測定するということである。このような値を求めるのは、隣棟間距離の変化による接続建物の総面積の変化の傾向自体が、まちなみの特徴を表現していると考えからである。

ここで行う作業について、Fig.2.で示した仮想的なまちなみを用いて具体的に示すと次のようになる。

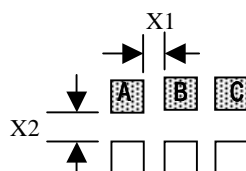
Fig.2.に示したまちなみを構成する建物がすべて木造建物であるとしたとき、網掛けをした建物に対して評価指標（接続する木造・防火木造建物の面積の総和）を求めると、隣棟間距離 x が、

$$X1 > x$$

の範囲においては、自らの面積のみがその値となる。そして、 x が、

$$x = X1$$

のとき、隣接建物がしきい値の範囲に入ることから、接続していると判定され、面積がカウントされることになる（Fig.3.参照）。



建物Aからスタートして、距離が $X1$ 以内の建物をたどっていくことで、接続している建物をすべて抽出する。

Fig.3. The summation area of wooden buildings' network when x (the length between neighboring buildings) is $X1$.

まず、Fig.3.において建物Aから距離 x （ $x=X1$ ）以内に存在する木造・防火木造建物を検索し、建物Bが抽出される。さらに、建物Bから距離 x 以内にある建物を検索することで建物Cが抽出される。建物Cからさらに距離 x 以内に建物が存在するか否かを検索し、結果としてそのような建物は存在しないことから、ここでこの場合の作業は、終了となる。以上の作業から、この場合に得られる総建物面積は、Fig.3.において網掛けをした建物の面積の総和となる。

次に、 x が、

$$X2 > x > X1$$

においては、 $x=X1$ の条件で算出された値を持ち、

$$x = X2$$

のとき、Fig.3.のすべての建物面積の総和（6棟の面積の総和）が、得られる値となる。

この算定結果を、横軸に隣棟間距離 x 、縦軸に総面積をとったグラフにプロットするとFig.4.のようになる。

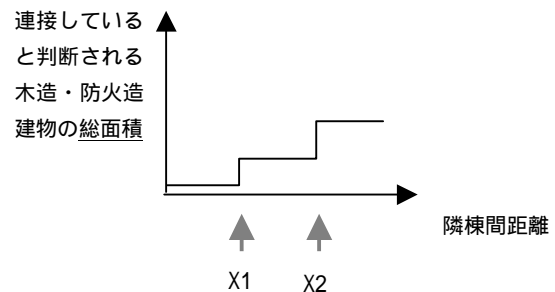


Fig.4. Summation area of wooden buildings network which depends on the length between neighboring buildings measured for imaginary town shown in Fig.3.

この結果は、Fig.2.（あるいはFig.3.）を構成するどの建物に対して計算しても同じものとなる。つまり、対象とする建物を変えて計算作業を繰り返し、その結果をプロットしたとしても図5が得られるということである。言い換えれば、ここで想定したまちなみを構成する建物は、延焼火災に対して同じ環境におかれている（同じ脆弱性を有する）ことを示していると言える。

また、この図からは、 $X1$ および $X2$ という幅を持った何らかの空間により対象地域がブロック化されていることも見て取ることができる。

このように、各建物の属性情報として自らを取りまく隣接建物についての情報を持たせておけば、そのデータを、距離をキーにしてたどっていくことで、どこまで接続しているのかを評価することができる。

また、ある距離におけるこの接続の範囲は、消火活動等を実施しなければ延焼してしまう範囲と読み替えることもできることから、ある隣棟間距離に対する接続する建物面積の総和によっても延焼火災に対しての脆弱さを把握することができるのではないかと考える（そもそも1棟単位の延焼シミュレーションは、火災現象による木造建物のネットワーク化を解いていると考えられる）。

2.3 提案する評価方法のメリット

例えば、木造密集地域では、文字どおり木造建物が隣棟間距離が短い状態で建て込んでいるわけであるから、ここで提案した評価指標（接続する木造・防火木造建物の面積の総和）をその地域の木造建物に対して求めてみれば、Fig.5.のような結果が得られると想定される。つまり、隣棟間距離が短い段階から急激な総面積の増加が見られるグラフとなるであろう。そして、ある領域内の建物について同様な計算を行いその結果を重ね描きしたとすると、隣棟間距離が極めて小さいところでは若干のばらつきが見られるものの、すぐに同じ傾向を示す曲線上にのり、集団として同じ環境におかれていることを示すグラフが得られるものと想定される。

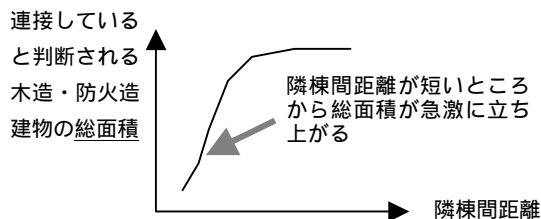


Fig.5. The image of summation area of wooden buildings' network measured for the town which has dense wooden houses.

一方、都市計画道路や公園等が整備され、延焼遮断帯やそれに類するものが配置されているような地域では、Fig.6.に示すような結果が得られるものと想定される。延焼遮断に資する構造物・空間の幅に相当する距離のところに段差ができ、グラフにおいてその存在を確認することができるものと想定される。

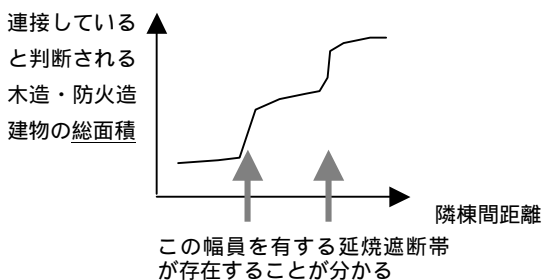


Fig.6. The image of summation area of wooden buildings' network measured for the town which is divided some blocks by mitigative structures for fire.

このような測定作業を学区や町丁目、あるいはまちづくり整備事業の対象範囲といった、評価したいエリアごとに行って結果をプロットすることにより、その対象地域における特性を容易に（直感的に）、かつ詳細に把握することが可能となると考える。

対象地域内に特性が異なるまちなみブロックが複数存在しているような場合には、測定を行った結果の図上には、

それぞれのブロックの特性を象徴するグラフが描かれ、よってその存在や特性の違いを容易に、かつ明確に把握できるであろう。

さらに、従来からよく使われている指標、不燃領域率や木造建ぺい率のような、まちなみを平均的に評価した数値が欲しいときには、上記グラフにおけるある距離での総面積の平均値を算出して用いれば、同様な意味を有する指標を簡単に得ることができるものと考えられる。

以上をまとめると、ここで提案する方法は、

- ・ 検討対象とした地域内での延焼火災に対するまちなみの特性が同じなのか（均質とみなしてよい）／異なるのかが一目瞭然となる
- ・ 指標として、不燃領域率や木造建ぺい率のような「平均値」を求めることもできる
- ・ さらに、検討対象地域における最大値／最小値による評価など、より幅の広い評価を行うことも容易になる

など、様々なメリットを有するものと考えられる。

また、そもそも1棟単位の評価を積み重ねているわけであるから、最もミクロな評価にまでさかのぼって分析を行うことも可能であり、まちづくり事業の計画策定などにおいても活用可能な情報を提供しうるものと考えられる。

処理自体は単純なものであることから、GISソフトを有効に活用すれば、このような測定は容易に実現可能と考えられ、さらには、データの更新も、まちなみに変化があった場合に、変更のあった地域内および周辺の建物の属性情報を更新すればよいだけであることなど、メンテナンス自体も容易に行いうるというメリットも有している。

3 まとめ

本論文では、地域の延焼火災に対する脆弱性の把握の方法として、GISを活用して建物1棟単位で木造・防火造建物の接続の度合いを評価する方法を提案した。

このミクロな評価は、隣棟間距離をパラメータとして接続している木造・防火木造建物の範囲を測定するものであり、木造建ぺい率や不燃領域率といった従来からよく用いられている指標が有する、評価対象を均質なまちなみと仮定することに起因する問題を解消するだけでなく、より多様な評価を可能にするものであると考える。

ただし、提案した手法は、現段階では実際のまちなみに対して適用してはいいないことから、今後は、具体的な検討を行って手法の適用可能性やその限界などについて、より深い検討を行っていくことが必要と考えている。

参考文献

- 1) 建設省都市局都市防災対策室監修・都市防災実務ハンドブック編集委員会編：都市防災実務ハンドブック，ぎょうせい，1997.
- 2) 東京都都市計画局：地震に関する地域危険度測定調査報告書，1998.