

GIS と衛星データによる震災広域緑地避難への火災人命危険度の推定法

松江工業高等専門学校 正会員 金子大二郎

広島大学

学生会員 ○梶谷 司

1. はじめに

東海・東南海地震が迫ると共に首都圏の直下型地震が予想され、現在、多くの対策が重点的に進められている。震災被害の中で特に人命について、都心の住宅密集地域における大きな人命損失が出るのが既に情報公開されている。想定される多くの死者と同時に、その経済的被害 100 兆円級の減災に向けて、東京都は震災危険地域を指定し、重点的に防災対策をとる整備地域を定めてきた。その一つは密集地の再開発による火災の延焼抑止であり、人命については広域避難緑地の指定と整備である。本研究では、震災時の火災人命危険度を定量的にモデル化する検討を進めた。重点整備地域の中で関東大震災時の被害例と、住宅密集地域である現状から、最も被害の予想される荒川・江東・墨田の地区を対象として、広域緑地への避難の視点から、首都東京の震災人命危険度を区内の町内スケールで試験的に検討したので報告する。

2. 火災人命危険度と既往研究

大地震の度に繰り返される火災によって発生する大規模な人命の損失を軽減するために、既往の防災に関する論文にどのような研究が進んでいるかを震災と火災・人命・避難緑地のキーワードを使い、論文を詳しく検索した。しかし、論文が少なく、人命の危険度を表わす定義が不明確である。従来研究では、地震による倒壊危険度、或いは、家屋の火災危険度であって、一旦火災が生じた場合の火災避難人命危険度の研究が、参考文献に示すように極めて僅かしか見当たらない。東京都の防災計画では、人口密度・木造家屋率等の要因によって、人間が総合判断することにより重点整備地域が指定している。このため、本研究では、GIS と衛星データおよび都市統計データを用い、広域震災避難危険度の新たな推定法を検討した。

3. 東京都の震災に対する防災計画

東京都の防災計画は、既に 20 年以上も前から始められて来た。関東大震災では、当時の地図によると市街は隅田川までであり、川の西部は田畑であった。現在は隅田川を越えて荒川放水路の東岸（左岸）である千葉県側まで都市化が進んでいる。被害が多かったこの危険地域の住宅密集地帯について、東京都の都市防災局による震災対策の計画により、多くの関連データが調査されている。その総合的評価から東京都は、図-1 に示す重点整備地域（危険地域）を指定している。その中でも被害規模の大きい地域は、関東震災の場合と同様に都心東部の荒川区と、住宅が密集した南西部の目黒区である。今回は、新たな広域震災避難危険度の定義のために火災上で最も問題となる荒川区周辺を対象とした。関東震災による当時の死者は 105,385 人、阪神大震災による死者は 5,502 人であった。次の関東地震による死者は約 11,000 人と想定されている。この被害が妥当であるか過少であるかは議論があると考えられる。しかし、この人命損失数でも、火災の経済的被害額と合わせ、更に軽減すべき重大問題である。この人命被害を軽減するために、図-2 に示す広域避難緑地が指定されている。荒川区周辺の緑地は、荒川自然公園・尾久の原公園である。関東震災級の広域的な防災対策となると、衛星を使った防災計画が有効となる。本研究では、GIS と衛星による面的データ、および、人命に関わる都市統計データから、防災広域避難緑地への火災避難人命危険度を定義し、大東京の危険地域をピンポイント的に町スケールで割り出し、重点的に再開発することを目指す。また、災害時の火災発生地域について、監視と現況情報の提供と避難利用を考えることができる。震災による死者の多くは、家屋倒壊のほかに、火災による避難遅れによるものである。本研究では、震災時の火災避難人命危険度を次式で定義した。

$$Risk = (D_{hp}/D_{p0}) \cdot AG_r \cdot WH_r \cdot (D_{ist}/D_0)^2 \quad (1)$$

東京都 都市防災計画 重点整備地域より

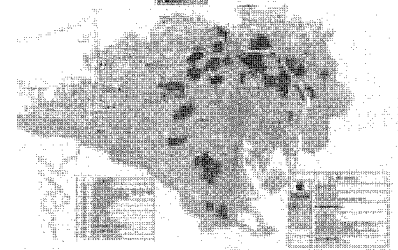


図-1 東京都の防災のための重点整備地域（危険地域）-東京都防災計画より-

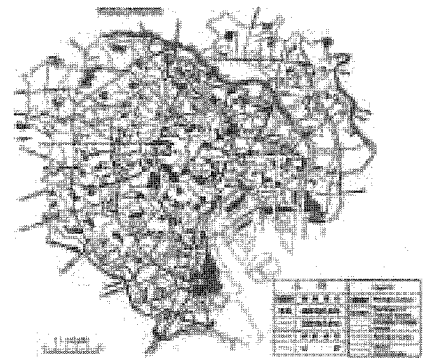


図-2 東京都心の広域避難緑地の分布 - 東京都防災計画より-

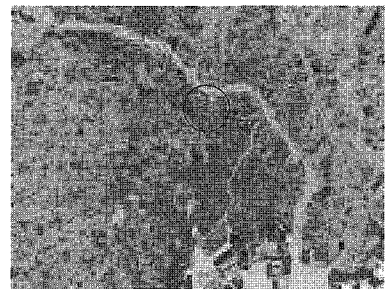


図-3 国土細密数値情報による都心部の土地利用と荒川区重点整備地域（○印）

ここに、 R_{isk} : 火災避難人命危険度、 D_{hp} : 人口密度(人/ km^2 , 町丁目単位), WH_r : 木造率(%), 区単位, D_{p0} : 基準人口密度=4000 (人/ km^2), D_{ist} : 距離(km), D_0 : 基準危険距離, AG_r : 高齢化率(%)

震災時に人命被害が拡大する危険の大きい火災について、火災避難危険度の定義を以下のように考察した。その危険度の要因として人口密度、木造率、避難緑地までの距離(広域緑地の座標位置までの距離)、基準となる避難危険距離(1.5 km)、死亡する確率の高い高齢者の割合を意味する高齢化率を選んだ。火災避難人命危険度は、この避難緑地までの距離のべき乗(2乗と仮定)に比例すると考えられる。無次元化のために、避難時に危険となる標準的な指定された距離で割っている。その他に、安全度の要因として高規格な避難道路も重要であるが、指定されているような重点整備地域には見当たらない。密集地帯の周辺道路は、災害時には障害物があり車の移動が困難であって、逆に人命の危険を増す避難法と判断される。安全性を常に維持確保する高規格な道路の指定は、東京都によって特定的高速道路が指定されており、危険地帯とされている重点整備地域では当然に見当たらない。荒川区について上述の要因を表-1に整理した。

4. 細密国土数値情報と衛星データによる土地利用分類

重点整備地域である荒川区を対象に、その土地利用を国土地理院の細密数値情報により図-3に示した。都心部の千代田区と異なり、高層ビルが無く住宅密集地域であることが、小さな土地利用区分の混在と密集によって判別することができる。また、震災時に避難するための幹線となる道路も見当たらない。避難するための緑地であるはずの河川敷もコンクリート護岸化されていて、場合によっては避難路の障害となる可能性が高い。現在、東京都の防災計画により再開発が進められているため、2005年のTerra衛星Asterセンサーと1987年のLandsat衛星により土地利用の分類とその変化を試みた。また、最近の20年間による広域避難緑地の整備の進展を把握するために、荒川区周辺の緑地の分布を2005年8月のデータについて植生指標NDVIにより図-4に示した。図中に広域避難緑地の位置を書き入れて示した。結果は、コンクリートビルと木造家屋率の変化や広域緑地にさしたる相違は無く、防災対策上の大きな土地利用変化はない。都心であるため、大規模な防災上の再開発は、財政的に限られると考えられる。現地を踏査すると、地上では駅周辺を中心に密集木造家屋の取り壊しによる高層住宅化が進んでいた。しかし、総体的に荒川区全体では、衛星スケールによる火災避難人命危険度に、十分な改善があったとは見受けられず、依然として危険と考えられる。

5. 火災避難危険度のための数値情報の収集と試験的適用

震災時の避難危険度を平面分布にし、対策の特に必要な危険地域を定量的に評価するためには、表-1で整理した要因を位置(x,y)座標で整備せねばならない。現在、人口密度については町単位で得られている。木造率については区単位であり、都全域についての相対評価には役に立つが、区内については精度が十分ではない。木造率とその位置については、Asterの衛星データを使える。広域避難緑地までの距離については、Asterの画素位置と解像度から、任意の位置からの広域避難緑地までの距離を計算可能である。すると、区と町の位置座標を数値化すれば、火災避難人命危険度を定義に従って計算し、荒川区や東京都全域の危険度を推定し、30mメッシュで優先対策地域を指摘することができる。荒川区に試験的に適用した火災人命危険度の計算結果をArcGISによって図-5に示した。これらの結果は防災計画や再開発計画に活用することができる。更にこの方法を区そして首都全域に発展させることが考えられる。

6. おわりに

本研究では、東京における震災時の人命損失を軽減するために、衛星データとGISによる数値情報および社会統計資料をもとに、対策を急ぐべき危険地域を定量的に抽出し、再開発を急ぐべき具体的位置と防災避難上の監視すべき地域を選定するための方法を提案し、荒川区について試験的に検討した。未だ初期の研究途上であり、既存の統計データを座標化し、データベース化することによりモデル計算が可能にすることが今後の課題である。

参考文献

- 1) 宮崎ひろお・北沢綾・森山正和：リモートセンシングデータを用いた大規模市街地の火災危険度判定に関する研究、リモートセンシング学会第22回学術講演会論文集, 163-164, 1997.
- 2) 井田三郎：地震時の地域危険度評価、安全工学、23(6), 336-345, 1984.
- 3) 室崎益輝・大西一嘉・山本以誠：都市の地震火災危険度評価に関する研究、日本建築学会近畿支部研究報告集、689-692, 1994.

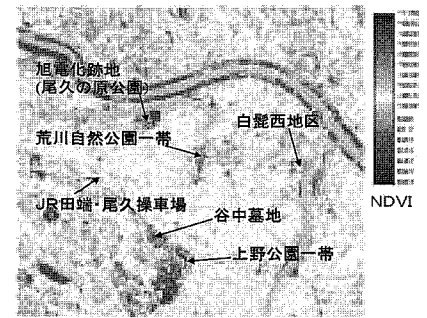


図-4 MODIS衛星による荒川区周辺の植生指標の平面分布と広域避難緑地

表-1 重点整備地域の災害用データ

	区名	人口密度(人/ km^2)	高齢化率(%)	木造率(%)
東京都	荒川区	17502	22.3	70.7
	世田谷区	14131	17.5	70.5
	千代田区	3838	19.9	27.7
神戸市	東灘区	6315	13.1	37.0
	長田区	11342	17.2	67.5

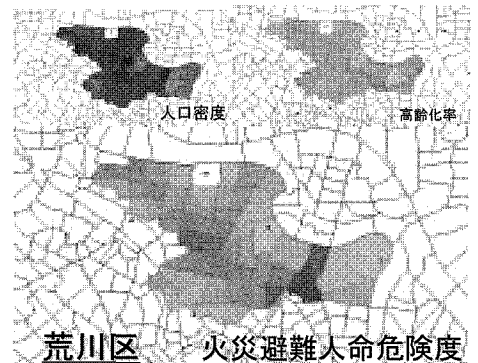


図-5 左上：人口密度，右上：高齢化率，左下：火災避難人命危険度