

# 都市域における減災のための環境創成計画に関する研究

Environmental Creation Planning for Earthquake Disaster Mitigation in Urban Area

神谷 大介\* 萩原 良巳\*\* 畑山 満則\*\*\*

Daisuke KAMIYA\*, Yoshimi HAGIHARA\*\* and Michinori HATAYAMA\*\*\*

## 1. はじめに

都市生活者にとって自然的空間<sup>1)</sup>(公園・緑地、河川、ため池)は、日常時には自然と触れあえる貴重な遊び空間である。さらに、阪神・淡路大震災の経験等より、震災時には火災の延焼防止や遅延に役立ち、避難のために利用される減災空間である。日常時・震災時の両方においてこの空間は重要であるが、これまで環境(創成)計画と防災・減災計画とで個別に取り扱われてきた。

これに対し、著者らは3つの活断層系地震により甚大な被害が想定されている大阪府の北摂地域(吹田市・茨木市・高槻市・摂津市)を対象にし、環境創成による震災リスクの軽減に関する研究を行ってきた<sup>2)</sup>。これまで、震災時に重要な日常的な空間利用に着目して、自然的空間をその規模によって4階層システム(近隣レベル; 2 haを標準、地区レベル4 ha、市レベル10ha、広域レベル20ha)としてモデル化し、利用者心理<sup>1)</sup>や遊び<sup>3)</sup>という視点から空間配置の評価を行ってきた。

また、地震の被害の中で人命の被害をまず最小化しなければならず、この命を守るために被災者自らが行う行動が避難行動である。このため、本研究では特に、1次避難行動に着目して震災ハザードを分析する。そして、都市域に多く存在する下水処理水を利用した水辺創成による減災効果の評価を行うこととする。

## 2. 対象地域の概要と分断

本研究の対象地域は大阪市と京都市の間に位置し、

キーワード：環境計画、防災計画

\* 正会員、博士(工学)、琉球大学工学部環境建設工学科  
(〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地)

TEL: 098-895-8653 FAX: 098-895-8677)

\*\* 正会員、工博、京都大学防災研究所

\*\*\*正会員、博士(工学)、京都大学防災研究所

(〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄

TEL: 0774-38-4333 FAX: 0774-38-4044)

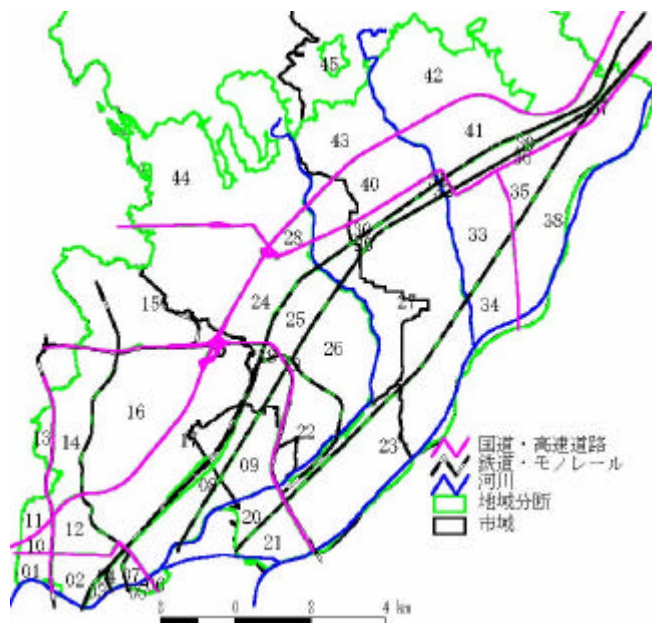


図1 地域の分断と地区番号

1960年代から千里ニュータウンの開発や万国博覧会の開催にともなって、多くの自然が失われてきた<sup>4)</sup>。

現在、ここには名神高速道路や中国縦貫自動車道、新幹線、JR 東海道本線等の日本の主要幹線交通や、阪急京都線等の大阪市と京都市を結ぶ交通施設が多く存在する。北摂地域は山と淀川に挟まれており、また、有馬高槻・上町・生駒という3つの活断層系地震によって震度7が想定されている<sup>5)</sup>。このような地形や土地利用から、この地域は阪神・淡路大震災で大きな被害が生じた神戸市と類似していることがわかる。

また、対象地域にある交通施設の多くが高架や盛土でつくられており、これらの倒壊による地域の分断は非常に危険な孤立する地区を形成する可能性がある。これは各市の防災担当者が懸念していたことでもある。したがって、本研究では図1に示すように、対象地域を国道・高速道路、鉄道・モノレール、河川によって分断された地区ごとに、以下の分析を行うこととする。

### 3. 1次避難行動に関する分析

生活者の避難の必要性は「建物の倒壊およびその危険性」と「火災の発生およびその延焼の危険性」の2つの要因が大きく影響していると考えられる。しかし、これらを厳密に把握することは、一戸毎の建物の構造や天候等により非常に困難である。このため、ここでは前者に関して、耐震に関する建築基準法の改正を考慮し、1980年以前の建物延べ床面積を用いてその危険性を捉える。後者については、阪神・淡路大震災において火災の発生原因の約半数が不明であったため、ここでは延焼に着目し、建物の多さ(市街地率=建物面積/町丁目面積)、木造建物率、水辺の有無によってその危険性を判断することとする。これを図2に示す。ここでは最も危険な地区を明確にするために、水辺が存在することによって危険性は1に下がるものとする。

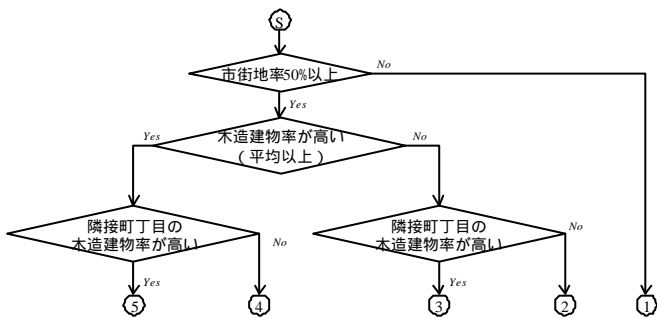


図2 火災延焼の危険性評価

また、1次避難行動において、被災者はより居住地に近く、安全性の高いより大きな空間へ避難すると考えられる。また、人のつながりは震災時の助け合い等において重要であり、これは町内会等からわかるように、町丁目内で強いと考えられる。このため、地域の分断と町丁目のつながりに着目して、1次避難行動に関するシミュレーションを行い、新たな避難空間の創成が必要な地区を明らかにする。

#### 3.1 シミュレーションの仮定

- ) 空間選択は分断された地区内でのみ行われる。
- ) 最も近い空間を選択する。
- ) )を満たす空間が複数あるとき、より大きな(上の階層の)空間を選択する。
- ) 空間に避難するためには、最悪、1人あたり2m<sup>2</sup>以上必要である。
- ) 空間から近い町丁目の住民から避難することができる。

) ある空間に入れなかったとき、その区間から近い空間を新たに選択する。

) 空間に入れるかいないかの情報はその空間で得ることができる。つまり、どこかの空間で入れなかった時、次の選択には入れる空間の情報をもって選択する。

) 標高は考慮しない。

#### 3.2 step数の考え方<sup>1)</sup>

step数とは、ある町丁目に着目した時、その町丁目が含まれる双対グラフ<sup>6)</sup>の面から空間のある町丁目が含まれる面までの数である。この考え方を図3に示しておく。なお、この図は1つの地区内の町丁目のつながりを表している。例えば、の町丁目(緑)に空間があり、の町丁目に着目すればstep数は2となる。

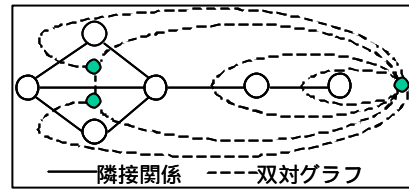


図3 step数の考え方

#### 3.3 分析結果とその考察

まず、火災の延焼に関して、図2をもとに分析した結果を図4に示す。なお、建物の倒壊に関しては、紙面の都合上、割愛する。これより、早くから都市化が進んだJR東海道本線および阪急京都線沿線の町丁目(赤)が火災の延焼の危険性が高いことがわかる。なお、図中の ~ は図2に対応している。

次に、3.1で示した仮定の下で避難行動に関するシミュレーションを行った結果を示す。まず、指標Cの

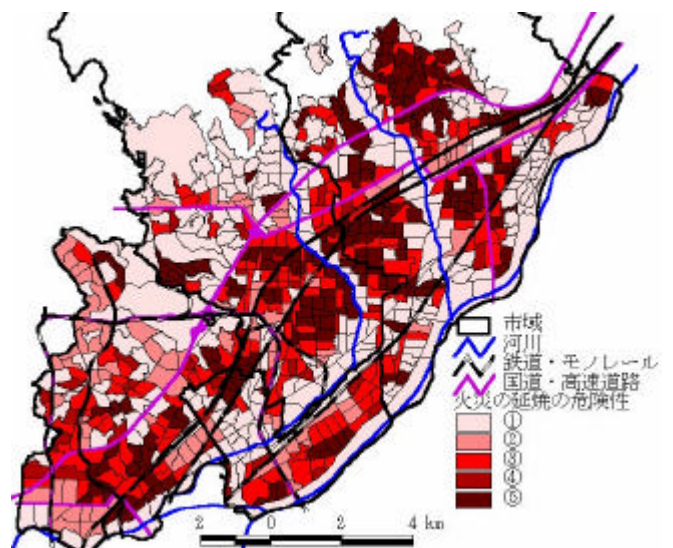


図4 火災の延焼の危険性評価結果

表1 町丁目別の震災リスクの計量化に関する指標

| 指標      | 内容             |                               |                                  |                                  |                                  |                             |
|---------|----------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| A 建物倒壊  | 1980年以前建物延床面積  | 0以上2000(m <sup>2</sup> /ha)未満 | 2000以上4000(m <sup>2</sup> /ha)未満 | 4000以上6000(m <sup>2</sup> /ha)未満 | 6000以上8000(m <sup>2</sup> /ha)未満 | 8000(m <sup>2</sup> /ha)以上  |
| B 延焼    | 木造建物延床面積と水辺    | 市街地率50%未満 or 水辺有              | 市街地率が50%以上、木造建物が少なく、隣接町丁目も少ない    | 市街地率が50%以上、木造建物が少なく、隣接町丁目は多い     | 市街地率が50%以上、木造建物が多く、隣接町丁目は少ない     | 市街地率が50%以上、木造建物が多く、隣接町丁目も多い |
| C step数 | step数          | step数が0                       | step数が1                          | step数が2                          | step数が3以上                        | 避難できない人がいる                  |
| D ルート数  | step数を考慮したルート数 | step数が0もしくは1                  | step数が2以上、ルート数が4以上               | step数が2以上、ルート数が3                 | step数が2以上、ルート数が2                 | step数が2以上、ルート数が1            |
| E ゴール数  | step数を考慮したゴール数 | step数が0もしくは1                  | step数が2以上、ゴール数が4以上               | step数が2以上、ゴール数が3                 | step数が2以上、ゴール数が2                 | step数が2以上、ゴール数が1            |
| F 通過空間数 | 通過する空間の数       | 通過する空間数が0                     | 通過する空間数が1                        | 通過する空間数が2                        | 通過する空間数が3                        | 通過する空間数が4以上                 |

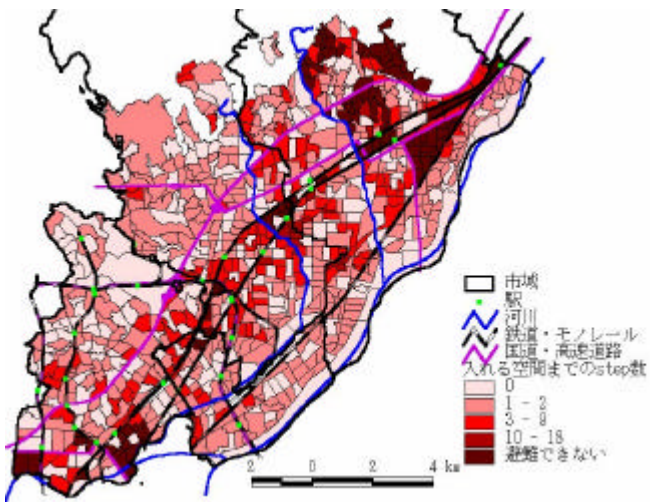


図5 step数

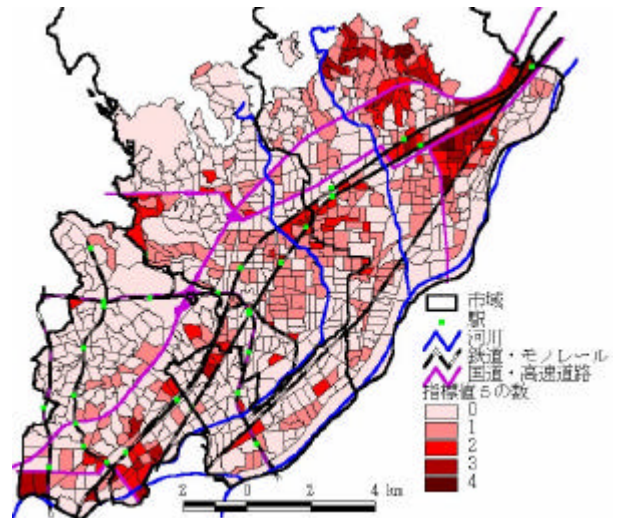


図7 最悪の指標値に着目した危険度

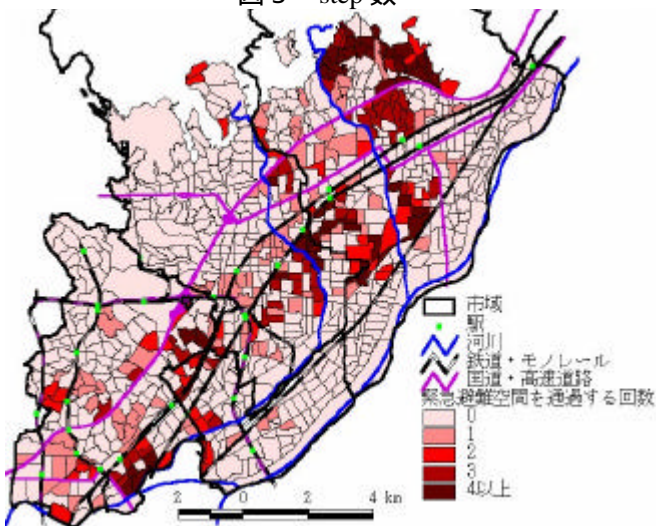


図6 緊急避難空間を通過する回数

step数を図5に示す。これより、吹田市南部の01 03の地区、阪急京都線およびJR 東海道本線沿線の08 12 18 29 33 35 39 41の地区、高槻市の北部の42の地区で避難できない人がいる。また、17 26 27の地区でもstep数が10を越え、1次避難のために非常に遠くまで行かなければならない人がいることがわかる。上記の鉄道沿線は、早くに都市化が進行した地区であるとともに、細長く

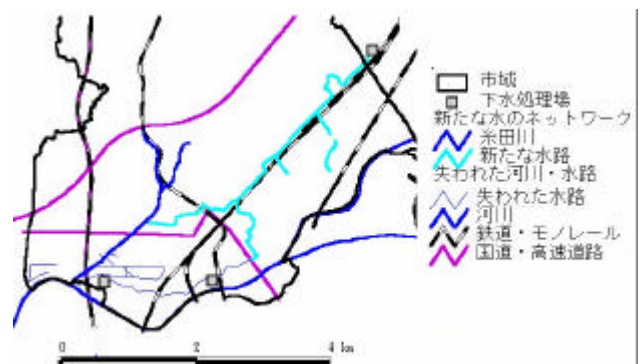


図8 水辺創成ルート

分断された地区が多い。これらのため、避難空間が人口に対して不足していたり、1次避難のために遠くまで行かなければならない人がいるようになったと考えられる。指標DとEについては紙面の都合上割愛するが、step数と同様の地区において、避難のためのルートや空間が限定されていることが明らかになった。

しかしながら、C~Eの指標では避難する人のあせりやいらだちを表現できていない。そこで、空間に入れない回数(指標F)を図6に示す。これは指標C~Eと異なった町丁目が高い値を示している。通過する回

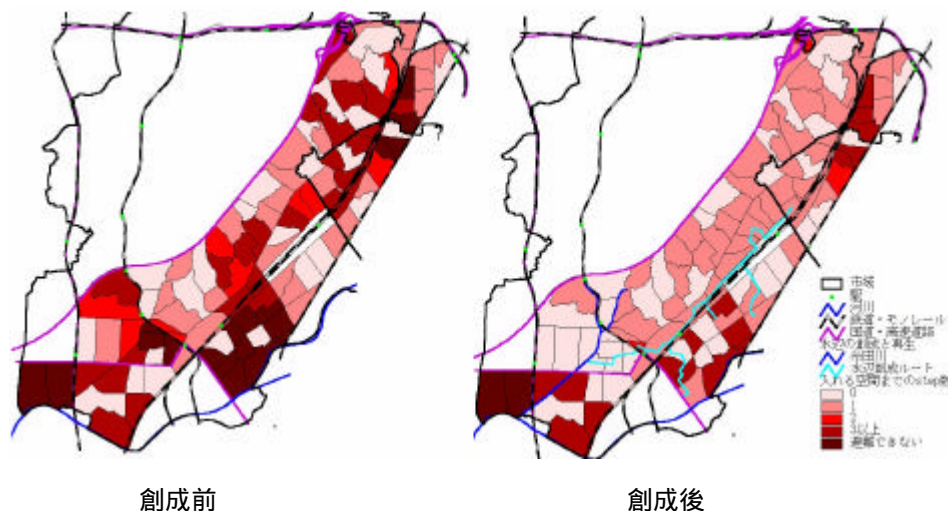


図9 水辺創成による step 数の変化

数が多い町丁目も、ルート数およびゴール数が少ない町丁目と同様に、1次避難行動からみて危険だと考えられる。さらに、この図で高い値を示した町丁目の人は、避難行動の間に何度も空間を通過しなければならず、非常に不安にかられると考えられる。精神的な不安感や苦痛を考慮すると、1次避難行動からみて非常に危険性の高い町丁目であると考えられる。

最後に、表1で示した指標で最悪の評価値(5)の数を図7に示す。つまり、この図で高い値を示した町丁目は避難の必要性および避難行動の安全性から見て非常に危険である。特に、吹田市南部の08 17の地区は上町断層系地震で震度7が想定されている。以上より、これらの地区は北摂地域の中で最も新たな避難空間の創成が必要な地区であるといえる。

#### 4. 水辺創成ルートの設定と減災効果

吹田市南部では日常的に水辺に触れあう事が困難な地区であり<sup>3)</sup>、さらに火災の危険性が高い地区でもある。従って、ここでは都市域に多く存在する下水処理水を利用した水辺創成を考えることとする。震災時にも利用できるよう、電力等のエネルギーを使わず、さらに、水と緑のネットワークの形成を意図して、水辺創成ルートは次の条件を満たすように設定した。

) 震災時に危険性の高い地区(08 17)を通る。 ) 自然流下させる。 ) 河川を越えない。 ) 今ある水路とつなぐ。 ) 学校や公園を通る。 ) 失われた水路を再生する。

これらの条件を満たす創成ルートを図8に示す。なお、この水辺は子供が遊ぶ好ましい水路の条件と震災

時の通行可能性を考慮し、水辺の幅6m、水路幅2m、水深20cm、流速0.2~0.5m/sとした<sup>7)</sup>。また、この2つの地区を分断するように吹田操車場がある。これを水辺公園として利用できるように考えることとする。

上記のように設定した水辺の減災効果を step 数の変化として図9に示す。これより、避難できない人が減少するとともに、step 数が非常に減ることが示された。さらに、日常的に水辺と触れあう機会が増加することにもなる。

#### 5. おわりに

本研究では、震災時の避難の必要性と避難行動に着目して、震災ハザードに関する分析を行った。その結果に想定震度を考慮すると、吹田市の南部が最も新たな避難空間の創成が必要であることが明確になった。そして、この地区に下水処理水を利用して新たな水辺空間を創成する計画を提案し、減災効果を示した。

#### 参考文献

- 1) 神谷大介・吉澤源太郎・萩原良巳・吉川和広：都市域における自然的空間の整備計画に関する研究、環境システム研究論文集、Vol.28、pp.367-373、2000。
- 2) 神谷大介・萩原良巳：都市域における環境創成による震災リスクの軽減のための計画代替案の作成に関する研究、環境システム研究論文集、Vol.30、pp.119-125、2002。
- 3) 神谷大介・坂元美智子・萩原良巳・吉川和広：都市域における水・土・緑の空間配置の評価に関する研究、環境システム論文集、Vol.29、pp.207-214、2001。
- 4) 神谷大介・萩原良巳：都市域における震災リスクの変化に関する地域分析、日本地域学会第38回年次大会、pp.155-162、2001。
- 5) 大阪府総務部消防防災安全課：大阪府地域防災計画 関係資料、1998。
- 6) R.J.ウィルソン：グラフ理論入門、近代科学社、1985。
- 7) 萩原良巳・萩原清子・高橋邦夫：都市環境と水辺計画、勁草書房、1998。