

# 都市域における水・土・緑の空間配置の 評価に関する研究

神谷 大介<sup>1</sup>・坂元 美智子<sup>2</sup>・萩原 良巳<sup>3</sup>・吉川 和広<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 工修 京都大学大学院 工学研究科土木システム工学専攻 (〒611-0011 宇治市五ヶ庄)

<sup>2</sup>正会員 大河内町 建設課 (〒679-3116 神崎郡大河内町寺前64)

<sup>3</sup>正会員 工博 京都大学教授 防災研究所 (〒611-0011 宇治市五ヶ庄)

<sup>4</sup>名誉会員 工博 関西空港調査会 (〒540-0012 大阪市中央区谷町2-9-3)

水・土・緑の空間は地域住民にとって地震時の避難空間であり日常時の遊び空間であるという認識のもと、空間配置の評価を行った。まず避難行動からみた震災に対する危険度について、地域の分断を考慮した1人あたり避難空間面積・避難空間までのtrip数・建築物の年齢と構造から評価し、空間配置の偏りが問題であることを示した。次に現地調査で観察された遊びについて公園・緑地の構成要素との関係で8つに分類し、遊びの多様性と遊びからみた空間の好ましさを配置の評価を行った。以上の評価結果より、震災時と日常時からみて問題のある地区を明確にし、さらに都市域では水・土・緑が豊かであることは震災に対しても強いということを実証的に明らかにした。

**Key Words:** Natural Open-space, Plays, Space for refuge

## 1. はじめに

阪神・淡路大震災の経験等から都市域の防災・減災のための水・土・緑の重要性が認識され<sup>1)</sup>、再現期間の長い災害のためだけの施設整備は財政面からも困難な状況にある。このため本研究では、防災・減災のための環境創成の一環として水・土・緑の空間を取り上げる。この空間は人々が自由に利用でき、主として水辺や、土や草の広場および樹木によって構成されている。これは日常時において地域住民の遊びに利用される空間であり、また、例えば震災時には避難ならびに火災の延焼防止・遅延等の機能を有した減災空間である。このため日常時と震災時を考えた水・土・緑の空間計画が重要である。

以上の認識のもと、本研究では地域住民の視点からの空間配置の評価を目的とし、一時避難空間としての量と配置、遊び空間としての質の配置に着目する。そして高度経済成長期以降急激にベッドタウンとして開発され<sup>2)</sup>、3つ(有馬高槻・上町・生駒)の活断層系地震によって甚大な被害が想定されている<sup>3)</sup>大阪府の吹田市・茨木市・高槻市・摂津市を研究対象地域として、空間配置の評価を行う。なお、日常時の水・土・緑の空間配置に関する研究<sup>4)</sup>や、震災時の減災空間としての配置に関する

研究<sup>5)</sup>はあるが、両方を取り上げて実証的に行った研究は著者の知る限りない。以下に本研究の内容を述べる。

まず、対象地域で想定されている震災ハザードと水・土・緑の空間の関係を示す。さらに、空間の震災時と日常時における機能と配置について述べる。次に交通施設や河川による地域の分断を考慮し、避難空間としての評価を行う。また遊びの定義と分類を行い、遊びからみた空間配置の評価を行う。最後に震災時と日常時の評価結果を考察することとする。

## 2. 震災ハザードと水・土・緑の空間の配置と機能

対象地域は高度経済成長期以降、鉄道沿線から開発が進み人口が増加した<sup>3)</sup>。現在の人口は4市で100万人を越えている。町丁目別の人口密度を図-1に示す。なお、人口密度は1995年国勢調査の人口を用いた。これより、人口は鉄道沿線に集中していることがわかる。

またこの地域は3つの活断層系地震によって震度7および6強が想定されている<sup>2)</sup>。これら地震の想定震度と水・土・緑の空間を図-2~4に示す。有馬高槻構造線系地震と生駒断層系地震では摂津市と茨木市・高槻市の南

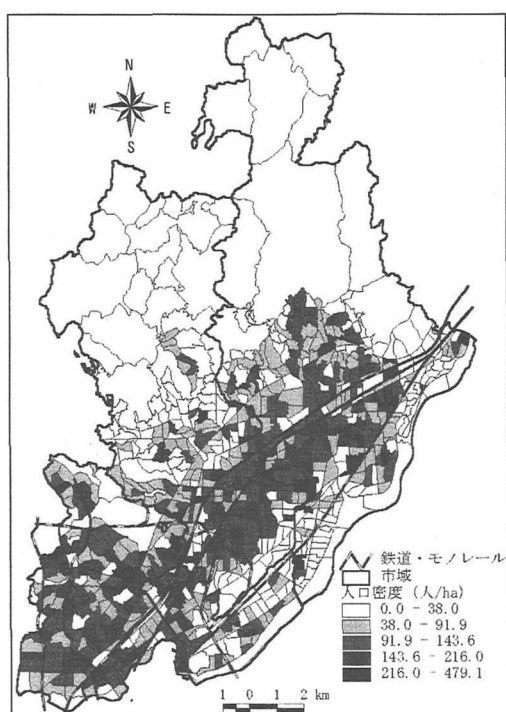


図-1 人口密度

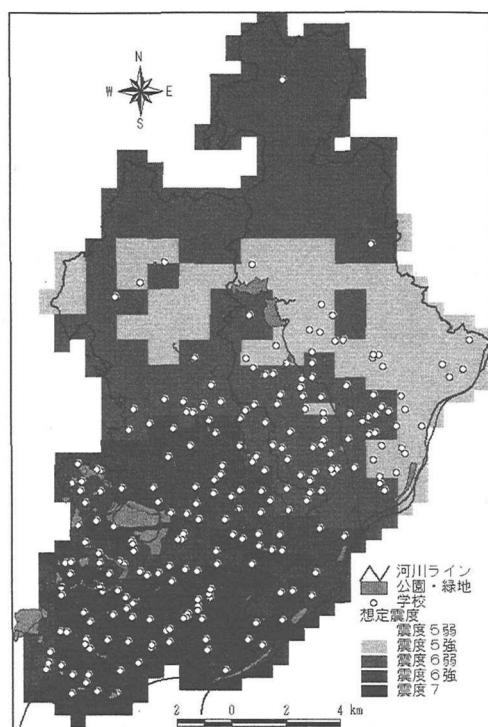


図-3 上町断層系地震想定震度と水・土・緑の空間

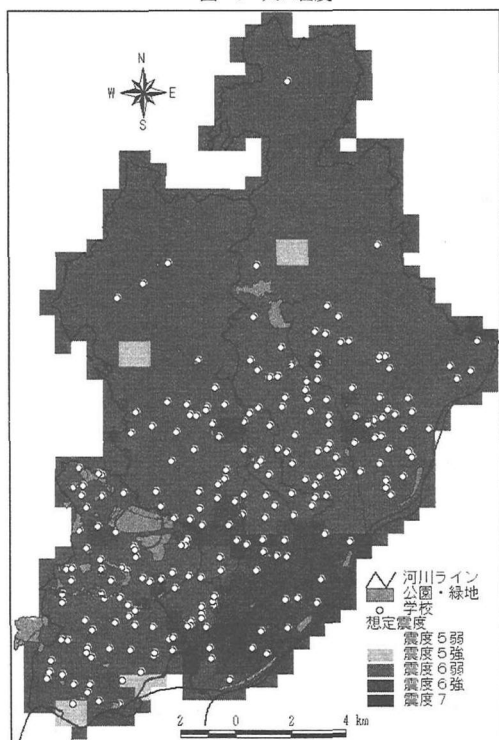


図-2 有馬高機構造線系地震想定震度と水・土・緑の空間

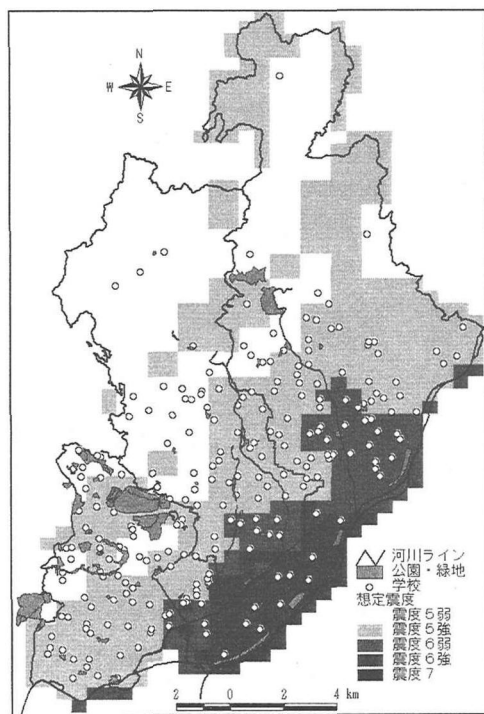


図-4 生駒断層系地震想定震度と水・土・緑の空間

表-1 水・土・緑の空間の減災機能<sup>6)8)</sup>

| 構成要素  | 減災機能                                |
|-------|-------------------------------------|
| 水     | 消火用水、身体冷却、火災延焼の防止・遅延（河川）、避難路（河川高水敷） |
| 土（広場） | 避難場所、火災延焼の防止・遅延                     |
| 緑     | 火災延焼の防止・遅延、輻射熱の緩和（避難場所の安全性の向上）、避難路  |

表-2 分断要因

|    |                                                      |
|----|------------------------------------------------------|
| 道路 | ・近畿自動車道・中国自動車道・名神高速道路<br>・国道170号線・国道171号線・国道479号線    |
| 鉄道 | ・JR東海道本線・JR東海道新幹線・北大阪急行電鉄<br>・大阪高速鉄道・阪急電鉄京都線・阪急電鉄千里線 |
| 河川 | ・安威川・芥川・神崎川                                          |

部の想定震度が高い。上町断層系地震ではほぼ全域で震度6弱以上が想定されており、特に吹田市・摂津市の震度が高いことがわかる。以上より、多くの人が想定震度の高い地域に住んでいることがわかる。学校は4市で228校（小学校126・中学校56・高等学校31・短期大学6・大学9）と多く、人口の多い地域に多数存在する。しかし公園・緑地は吹田市を除いて人口の多い地域に少なく、特に規模の大きな公園・緑地は茨木市・高槻市の中部にない。つまり両市の鉄道沿線は避難行動だけでなく、遊びからみても問題のある地域であると推察できる<sup>7)</sup>。なお本研究で対象とした公園・緑地は地震時の火災を考慮した避難空間<sup>8)9)</sup>を考え、1ha以上としている。

次に水・土・緑の空間の機能について整理する。規模の大きな空間は震災時に広域避難や救援拠点のために利用されるが、ここでは地震発生直後を想定し、一時避難に着目する。整理した結果を表-1に示す。これより水・土・緑の空間は避難空間としてだけでなく、地域全体としての被害を軽減する機能を有していることがわかる。

一方、日常時には空間で様々な遊びができる。その機能は遊ぶための空間としての機能である。さらに、遊びを通して人と自然が触れあう空間であり、人と人が触れあう空間でもある。このことは地域のコミュニティを形成する貴重な空間であるともいえる。

### 3. 避難空間としての配置の評価

震災時には人は知人が多い居住地近くの空間へ避難すると考えられる<sup>10)</sup>。日常時の生活活動や人のつながりは国道や高速道路、鉄道、河川によって分断されていると考えられる。このためこれらを考慮して評価を行うこととする。分断要因を表-2に示す。なお、表-2で取り上げた高速道路は全て盛土もしくは高架橋であり、国道は全て片側2車線以上であり交通量が非常に多い。阪急電鉄千里線の一部は地上にあるが、その大部分は小河川と隣接していたり家屋等が面しており踏切が少ない。このため分断要因として取り上げた。また本研究は都市域を

対象としているため、樹林地・水面・高水敷面積が総面積の3/4以上を占め、かつ人口密度が1人/ha以下の町丁目は評価対象外とする。さらに、鉄道用地のみの町丁目も対象外とする。評価対象とする地域を表-2で分断した結果、45の地区に分けられた。以下ではこれらの地区をもとに配置の評価を行う。

避難行動の安全性に関する重要な要因として、①避難先の収容人数と②避難しやすさがあげられる<sup>9)</sup>。①に関して、1人あたり避難空間面積は2m<sup>2</sup>以上を目標とし、最低限1m<sup>2</sup>は確保することが必要とされている<sup>9)</sup>。2m<sup>2</sup>/人は人が空間を自由に移動できるための面積である。この基準をもとに評価を行った結果を図-5に示す。なお、避難空間面積は公園・緑地、河川敷の面積<sup>11)</sup>と学校の校庭面積<sup>12)13)14)</sup>としている。公園・緑地は開設面積を用いているため、避難可能面積より大きくなっており、この評価結果は1人あたり避難空間面積を大きく見積もっているということである。図-5より、地域全体としては避難空間が多いと考えられる。しかし、避難空間のない地区が3地区、1m<sup>2</sup>/人に満たない地区が4地区、2m<sup>2</sup>/人に満たない地区が7地区ある。これらのうち、高槻市北部の1地区を除いて3つの地震のいずれかで震度6強以上が想定されている。これらの地区は避難行動からみて水・土・緑の空間が不足している。

次に、②に関して町丁目の隣接関係からみた配置の評価を行う。本研究では4つの市という広い地域を対象としているので、trip数で評価する。町丁目内に避難空間がある場合をtrip0、隣接する町丁目にある場合をtrip1としている。評価結果を図-6に示す。これより、鉄道によって分断された地区は避難するために遠くまで行く必要があることがわかる。特に細かく分断された地区は隣接関係が1方向であるため、町丁目のつながりからみて危険性が高いと考えられる。

避難の安全性を考えれば③建物の倒壊や④火災も重要な要因である。③に関して、耐震基準についての建築基準法の改正を考慮し、1haあたり1980年以前建物延床面積を用いた。この結果を図-7に示す。これより、名神高速道路と阪急電鉄京都線に挟まれる地区でその割合が高いことがわかる。④に関しては、阪神・淡路大震災での出火要因として電気ストーブ等の電気関係が17.3%と最も多くなっているが、不明が39.4%となっている<sup>15)</sup>。このため、出火点ではなく延焼に着目した。火災の延焼には木造建物の密集が重要な要因である<sup>15)</sup>。図-8は市街地率（町丁目面積に対する住宅地・商業用地・官公庁用地の割合）が50%以上の町丁目の木造・土蔵建物延床面積率（全建物延床面積に対する木造・土蔵建物延床面積の割合）を表している。この結果は図-5で問題となった地区と重なっていることがわかる。なお、図-7と図-8は大阪府都市計画基礎調査のデータを使用した。

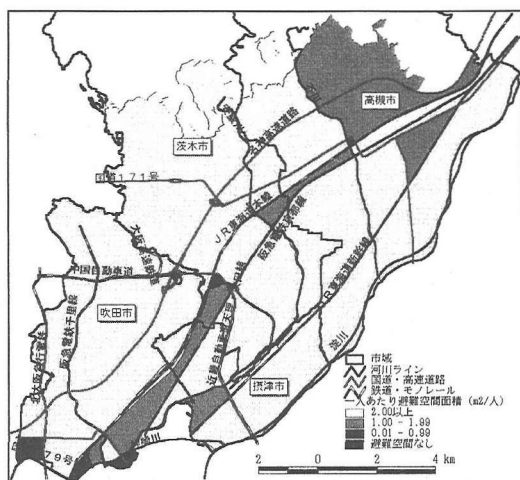


図-5 1人あたり避難空間面積

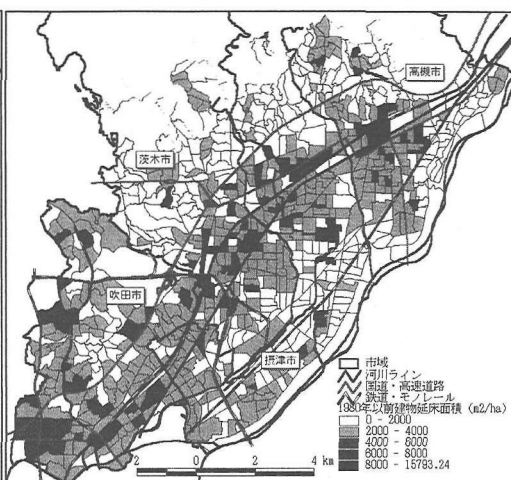


図-7 1haあたり1980年以前建物延床面積

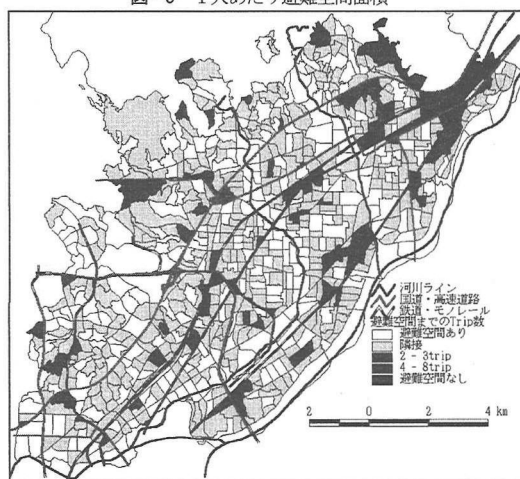


図-6 避難空間までのtrip数

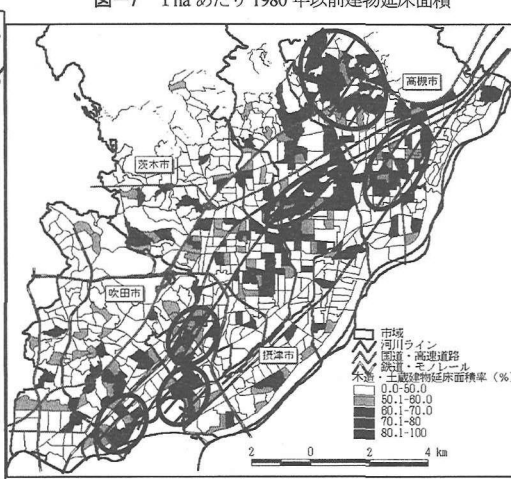


図-8 木造・土蔵建物延床面積

表-3 着目した構成要素

|      |      |        |
|------|------|--------|
| 水辺   | ため池  |        |
|      | 河川   |        |
|      | せせらぎ |        |
|      | 人工水路 |        |
| 樹木   | 密    | 土      |
|      | 疎    | 土・草・舗装 |
|      | 囲む   | 土・草・舗装 |
|      | 無し   | 土・草・舗装 |
| 休憩施設 | 四阿   |        |
|      | ベンチ  |        |

以上より震災時の避難行動からみて問題がある地区を図-8に〇で示す。名神高速とJR 東海道新幹線の間は人口密度が高く、水・土・緑の空間が少ない。これより、震災に対する危険性が高いことがわかる。吹田市北・中部の人口密度は高いが、空間は多く、地域の分断を考慮してもその偏りが少ないため、相対的に危険性が小さい。この原因の1つとして都市化の過程の違いが考えられる。吹田市は千里ニュータウンのように計画的に開発し、雑木林等を公園・緑地として残してきた。しかし高槻市や茨木市は鉄道沿線から山麓部や淀川の方へ開発し、その後公園・緑地をつくってきた<sup>3)</sup>。このことが空間の偏在や居住地との乖離を生じさせ、地区の危険性を高めてきたと考えられる。また、交通施設は近くに平行して通っていると細長い地区が形成する。これは危険性を増加させる1つの要因となっている。

#### 4. 遊び空間としての配置の評価

##### (1) 遊びの定義と分類

ヨハン・ホイジンガ<sup>10)</sup>の「遊び」の概念を参考にして本研究における遊びの定義を行う。遊びは場所や人数によって変化し、年齢等の個人属性によっても異なる。し

表-4 遊びのクラスター分析結果

| クラスター     |   | 特徴                               | 遊び                                                           |
|-----------|---|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| うつす遊び     | a | 水辺や樹木、遊歩道を重要とする遊び。場所を移す、景色を移す遊び。 | ・ジョギング・ウォーキング・自転車・写生する・写真撮影・散歩・犬の散歩                          |
| 演じる遊び     | b | 広場を重要とする遊び。鬼や枝を演じる遊び。            | ・ローラーブレード・スケートボード・ラジオ体操・ダンスの練習・花火・ラジコン                       |
| 水と触れあう遊び  | c | ため池や河川等の水辺を重要とする遊び。              | ・石投げ・魚釣り・バードウォッチング・鳥に餌をやる・ボートに乗る・ザリガニつり・魚を見る・水に入る            |
| 遊具を使う遊び   | d | 遊具を重要とする遊び。                      | ・土管・うんてい・ブランコ・タイヤとび・アスレチック・シーソー・ジャングルジム・砂遊び・すべり台・地球塔・ままごと    |
| 留まる遊び     | e | 水辺や休憩施設を重要とする遊び。ある場所に留まって行う遊び。   | ・休憩・楽器の演奏・歌の練習・人の観察・雑談する・昼寝・読書・ひなたぼっこ・バーベキュー                 |
| 草花と触れあう遊び | f | 地面が草花であることを重要とする遊び。              | ・芝生に転がる・花摘み・バッタとり・花の首飾りづくり                                   |
| 広場で行う遊び   | g | 広場を重要とする遊び。                      | ・野球・ゲートボール・キックベース・サッカー・バドミントン<br>・バレー・フラフープ・かけっこ・キャッチボール・ゴルフ |
| 樹木と触れあう遊び | h | 樹木を重要とする遊び。                      | ・木登り・セミとり・実を拾う・落ち葉を拾う                                        |

表-5 遊びと構成要素の関係

| 遊び   |      | a  | b | c | d | e | f | g | h |
|------|------|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 水辺   | ため池  | 1  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|      | 河川   | 1  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|      | せせらぎ | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|      | 人工水路 | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 樹木   | 密    | 土  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|      |      | 土  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|      | 疎    | 草  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
|      |      | 舗装 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|      | 囲    | 土  | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
|      |      | 草  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
|      | 舗装   | 土  | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|      |      | 草  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
|      | 無    | 土  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|      |      | 草  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 休憩施設 | 四阿   | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|      | ベンチ  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 遊歩道  |      | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 遊具   |      | 0  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

かし楽しさを感じるという点は共通している。これより本研究における遊びを「水・土・緑の空間内で自発的に行われ、楽しさを感じる行為もしくは活動」と定義する。

次に現地調査で観察された 61 の遊びを構成要素との関係で分類する。なお、花見や祭り等の行われる空間や時季が特定される遊びは対象としていない。構成要素の中で水・土・緑を重視し、その有無や量、形態に着目して空間毎に整理する。土と緑はその組み合わせにより整理している。例えば、土の広場を囲むように樹木がある場合は樹木・囲・土と表す。分類のために着目した構成要素を表-3 に示す。次に遊びに対する重要度で構成要素に得点を与え、類似度をユークリッド距離で定義し、最遠隣法によるクラスター分析を行う。得点は遊びに対して必要な構成要素に対して 2、ある方が好ましい構成要素に対して 1、関係のない構成要素に 0 として与えた。この結果を遊びの性質を考慮して 8 つのクラスターに分類した<sup>17)</sup>。この結果を表-4 に示す。これより、遊びの性質および重要な構成要素が類似した遊びに分類した。

## (2) 遊びからみた配置の評価

分類した遊びと構成要素の関係から空間配置の評価を行う。これらの関係を表-5 に示す。これは分類内での重要な構成要素の共通性を考慮し、重要な構成要素に 1、重要でないものを 0 として表したものである。これをもとに、各空間でどの遊びができるか、どの遊びに対して好ましい空間であるかを表現し、配置の評価を行う。ここでは遊びが空間の規模によって異なっていることから、空間を規模によって分類された階層システムとして捉える<sup>7)</sup>。規模の小さい方から順に近隣レベル(2ha を標準)、地区レベル(4ha を標準)、市・広域レベル(10ha 以上)である。なお、安威川・芥川・神崎川は近隣レベル、淀川は市・広域レベルとしている。近隣レベルでは地域の分断を考慮し、地区毎に評価を行う。それ以外は分断が利用にあまり影響しないと考え、居住地から近い空間で評価を行う。ここではボロノイ領域<sup>18)</sup>設定して評価を行うことにした。具体的には、各地区およびボロノイ領域内で出来る遊びの数と、8 つの遊びに対して各々重要な構成要素の数で好ましさを評価した。なお、学校は日常的には開放されていないため対象外とする。

近隣レベルから順に、評価結果を図-9~11 に示す。なお図中の記号は表-4 に対応しており、各地区およびボロノイ領域で出来る遊びを表している。これより、住民にとって最も身近な近隣レベルでは名神高速道路以北の地区で多くの遊びができ、南東部の淀川に近づくにつれてできない遊びが増えていくことがわかる。また、吹田市西部に水と触れあう遊びができない地区が集まっていることがわかる。地区レベルと市・広域レベルの結果より、吹田市東部から茨木市西部にかけての評価が高いことがわかる。各空間に着目すれば、多くの遊びができることは多様性を有した空間である。全ての遊びができる市・広域レベルの万博公園と千里中央公園は多様性に富んだ空間であるといえる。

次に多くの地区で出来ない遊びであった「草花と触れ

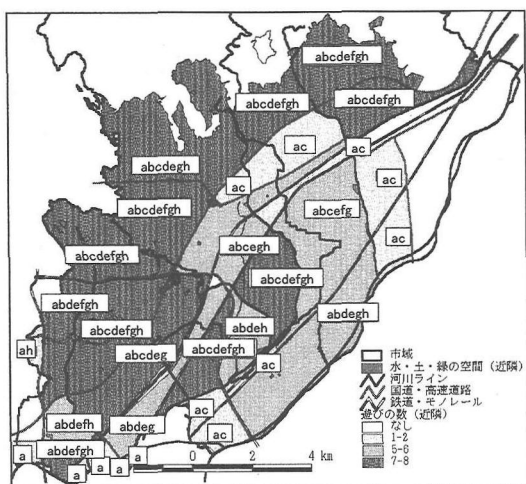


図-9 遊びからみた空間配置の評価(近隣)

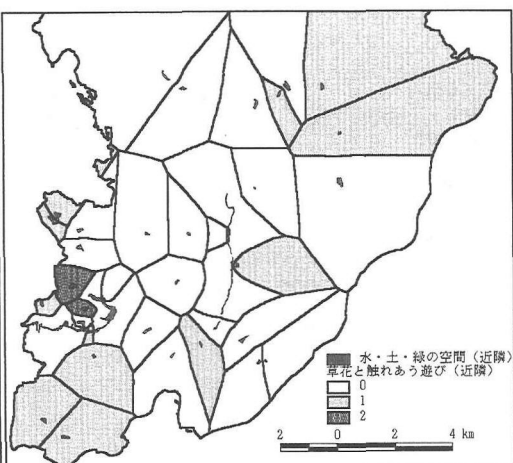


図-12 草花と触れあう遊びからみた好ましさ(近隣)

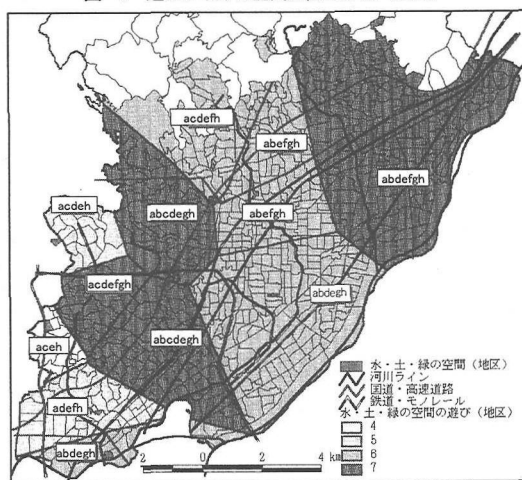


図-10 遊びからみた空間配置の評価(地区)

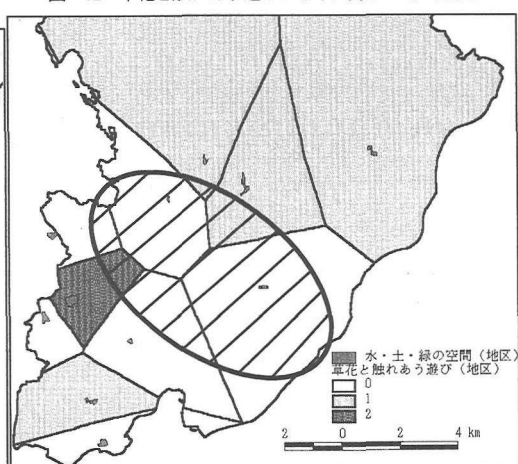


図-13 草花と触れあう遊びからみた好ましさ(地区)

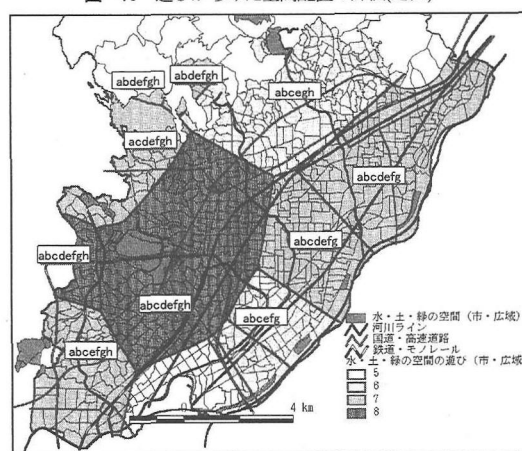


図-11 遊びからみた空間配置の評価(市・広域)

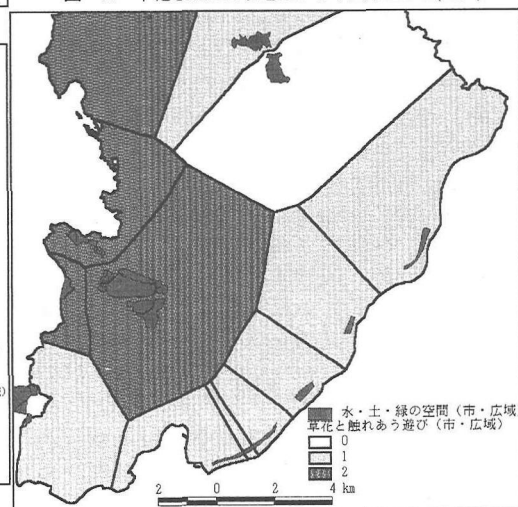


図-14 草花と触れあう遊びからみた好ましさ(市・広域)

あう遊び」に着目し、この遊びに対して重要な構成要素の数で評価した。各レベルの結果を図-12~14に示す。なおこの遊びは淀川を除く河川では出来ない遊びであり、その他の空間のみでボロノイ領域を設定して結果を表している。これら3つの図より、図-13のを付けた地域ではこの遊びが市・広域レベルまで行かなければできないことがわかる。さらに、近隣や地区レベルではこの遊びができる空間の配置に偏りがあることもわかる。

## 5. 評価結果の考察

図-8ので示した地区と図-9~11より、高槻市西部は2つの視点からみて問題があることがわかる。また吹田市には河川が少ないため「水と触れあう遊び」は行いにくくなっている。しかし市内のどこからでも比較的自然と触れあいやすく、それが震災に対して安全な都市をつくっている。遊びに着目すれば、全ての空間で全ての遊びが出来なくても、隣接する空間で補うことができる配置にすることが住民の遊びからみて好ましいと考えられる。

以上の評価結果より、震災時と日常時からみて問題のある地区、言い換えれば新たな空間が必要な地区や作り替えることが好ましい地区を明確にすることができた。さらにこの地域は高速道路等の主要な交通施設が多く存在するので他地域へ行きやすいが、徒歩での移動には障害となり、震災時の危険性を高くし、また身近な近隣レベルの公園・緑地へ行きにくくする原因となっている。このことが環境創成を通じた防災・減災を目的とした地域計画を考える上での問題点となっている。

## 6. おわりに

本研究では水・土・緑の空間の避難空間と遊び空間としての機能に着目し、その配置の評価を行った。その結果、自然と触れあえる空間が多く、それが偏りなく配置されていることが、震災に対する安全性を高めることがわかった。今後は町丁目のつながりに避難経路の距離や幅員等の安全性を考慮して行う必要がある。そして、環境創成と減災を目的とした代替案の作成およびその評価に関する研究を行うこととする。最後に、現地調査に協

力して頂いた関西大学大学院 吉澤源太郎氏、北海道大学大学院 川村真也氏、貴重なコメントを頂いた京都大学防災研究所助手 清水康生氏に感謝いたします。

## 参考文献

- 1)大阪府:大阪府災害に強い都市づくり計画,1997.
- 2)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.
- 3)萩原良巳,神谷大介,山口勝吉,吉澤源太郎,川村真也:都市域における自然的アメニティ空間の目標設定に関する研究,総合防災研究報告,第12号,京都大学防災研究所,2000.
- 4)狩谷達之,鳥越昭彦,笹倉久,亀山章:都市のエコロジカルネットワーク計画,造園技術報告集, No.1, pp.116-119, 2000.
- 5)高松正彦:自然生態系に配慮したまちづくり,ランドスケープ研究, Vol.64, No.4, pp.299-302, 2001.
- 6)建設省建築研究所,建設省土木研究所,国土開発技術研究センター:まちづくりにおける防災評価・対策技術に関する基本的課題の検討調査報告書,1999.
- 7)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.
- 8)都市緑化技術開発機構 編:防災公園計画・設計ガイドライン,大蔵省印刷局,1999.
- 9)都市緑化技術開発機構 公園緑地防災技術共同研究会 編:防災公園技術ハンドブック,公害対策技術同友会,2000.
- 10)萩原良巳,清水康生,亀田寛之,秋山智広:GISを用いた災害弱地域と高齢者の生活行動に関する研究-京都市上京区を例にして-,総合防災研究報告第10号,京都大学防災研究所,2000
- 11)大阪府土木部公園課:大阪府都市公園一覽表,1998
- 12)吹田市:吹田市統計書 平成11年度版,吹田市,2000.
- 13)茨木市:茨木市統計書 平成11年版,茨木市,2000.
- 14)摂津市:みんなの防災ハンドブック,摂津市,1998.
- 15)火災予防審議会 東京消防庁:直下の地震を踏まえた新たな出火要因及び延焼性状の解明と対策,東京消防庁,1997.
- 16)日本レクリエーション協会 監修:遊びの大辞典,東京書籍,1989.
- 17)神谷大介,萩原良巳,坂元美智子:公園・緑地における遊びと利用者の認知に関する研究,土木計画学研究 講演集,2001.(投稿中)
- 18)岡部篤行,鈴木教夫:最適配置の数理,朝倉書店,1992.

## AN EVALUATION OF NATURAL OPEN-SPACE LOCATION IN URBAN AREA

Daisuke KAMIYA, Michiko SAKAMOTO, Yoshimi HAGIHARA and Kazuhiro YOSHIKAWA

Natural open-spaces are important for residents to take refuge in case of disaster and to do various kinds of plays in urban area. Therefore, spatial planning must be considered with both situations. Firstly, safety of districts, which were divided by traffic facilities and rivers, were evaluated with area of space per population, trip to space, building age and structure of building. Secondly, this location was evaluated with variability of play in space and bias of functions. Lastly, consideration was done regarding two consequences.