

1 はじめに 都市には様々な機能が集積し、それが災害により被害を受けると、その影響は各所に及び、被害は非常に複合的かつ大きなものとなり得る。それをハードな対策により完全に防ぐことは不可能である。そこで、効率良いハードな対策、及びそれを補うソフトな対策を行っていくための総合的な指針が必要とされる。本研究では、そのための災害リスクの評価法を提案し、それを用いた都市診断の可能性について検討する¹⁾。

2 複合災害リスク 都市には災害に関わる様々な要因や、様々な影響が考えられる。本研究では、都市の災害リスクを構成する様々な要因の重なり方によって、被害の程度や社会への影響の仕方が左右されるものと考え、それらの要因の重なりによる災害リスクを「複合災害リスク」と呼ぶこととする。

本研究では、複合災害リスクの要因を、人間の活動の分布状況によってもたらされる「活動(の集積)リスク」と、都市内の場所に応じて変化する「場のリスク」の2つに分けて考える。さらに、「場のリスク」を、その地区で災害が発生した際の被害の程度に影響を与えらる「環境の質」に関わる「環境の質のリスク」(ハザードリスク)と、自然災害が発生する可能性が高い箇所、例えば、地震災害ならば活断層などの「災害発生リスク」(ペリルリスク)の2つに分けて考える。そして、都市災害リスクを「活動のリスク」と「場のリスク」の「複合的併存状態」の分布に関するリスクとして捉えるとともに、都市内における空間的な分布の重なり「多重リスク」として評価する。

3 評価手法の開発 上で述べた複合災害リスクを定量的に分析するための指標を開発することを目的として生物群集の棲み分けの分布解析に主に用いられているニッチ分析(niche analysis)の手法を用いる²⁾。生物は生活資源や環境要因を変量とする一定の範囲内に生息する。これを個々の種のニッチと呼ぶ。餌の種類や活動の時間、生息場所などの環境変量を

座標軸に選ぶと、生物は、その軸上で一部は重なりつつも大半は単独で存在するなどの棲み分けを行っている。本研究では、「活動リスク」と「場のリスク」を構成する諸要因を、それぞれリスクの源となる生物種とみなし、ニッチ分析の手法を適用する。座標軸となる環境変量としては「地理的空間」を選び、それぞれの都市内部での空間的なニッチの重なり合いを評価する。ニッチ分析ではそういった重なり合い等の定量的な指標がいくつか提案されており、それを災害リスクに応じて再解釈することによって、複合災害リスクの定量的な指標として用いることができることを示す。

4 「集積性」と「共棲性」 災害リスクの重なり合いの2つの特性として、「共棲性」と「集積性」に着目し、それぞれを評価するために、異なる「ニッチ重なり合い(niche overlap)」の指数を用いる。ニッチ重なり合いは、2つの異なる生物種のニッチがどの程度重なっているのかを示す量であり、その指数はこれまでに生物学の分野においていくつか提案されている。それらの指数にはそれぞれ異なる特徴や考え方の違いがある。そこで、それらを災害リスクの分析に用いるに際して、どの指数をどのように適用すればよいかについての検討を行った。

「共棲性」とは、リスク要因1とリスク要因2が、その分布パターンを同じくし、共に場所を共有して存在しているというイメージである。お年寄りや幼い子供などの中には、災害が発生したとき、危険な場所から避難する際などに、他の年齢層の健康な大人に比べて困難を生じることが考えられる。そのような人々を「災害弱者」と呼ぶことにする。「災害弱者」と、他の人々とが、評価の対象とする都市・都市圏において、共に居住していたり、あるいは似た行動パターンで都市内部を移動していれば、より「共棲」しており、災害が起こった時に、「災害弱者」が他の人々の支援を受けやすい状況にある、と考えられる。つまり、このような共棲(の重なり)の度合の大きさが、2次災害に対する地区の抵抗力の強さを表す

と解釈できるであろう。

次に、「集積性」について説明する。ある都市災害リスク要因が都市内の特定の地区に集中しており、また、それと重なるようにして、他の災害リスク要因も分布しているならば、それだけその二つのリスク要因からなる複合災害リスクが高まっていることを示している。例えば、地震などが発生した際、被害を拡大する要因となる、各地区の環境による「環境の質のリスク」を考える。このリスク要因と、他の「活動」や「場のリスク」との重なり合いが局在化して集積しているということは、それだけ、危険な地域にその活動が集中していて、災害リスクが高まっているということである。また「場のリスク」同士が集積していて、非常に危険な地区が局在化して存在しているということであつたりする。

本研究では、このような「共棲性」を評価するためには C_{hi} ³⁾、「集積性」を評価するためには LO ⁴⁾ という2つのニッチ重なり合いの指数がふさわしいことを明らかにした上で、以下の実証的な分析を行った。

5 分析手法の大阪都市圏への適用 大阪府下の都市（大阪府の堺市、豊中市、大阪市）に関するデータを用いて、ニッチ分析手法の災害リスク評価への適用を試みるとともに、これらの都市間の比較分析を行った。その際、一日における「活動」分布の時間的な変化により、複合災害リスクも変化し得ることに着目した。そこで時刻の異なる各種活動分布を推定することとし、パーソントリップ調査のデータを活用した。これにより、「活動」同士の「共棲性」と、「活動」と「場のリスク」の「集積性」について分析・評価し、都市に潜在する災害リスクに関して、以下のような知見を得ることができた。

図1は、「災害弱者」と考えられるお年寄り（70歳以上の人々）と他の年齢層の人々とのニッチ重なり合い（共棲性）を示したものである。これより、昼間における若者とお年寄りとの共棲性が、堺市と豊中市のどちらにおいても夜間に比べて低くなる傾向が見られる。図2は、地震による倒壊や、火災による延焼の危険性が高くなる「環境の質のリスク」を表すものとして、木造家屋と、各年齢層とのニッチ重なり合い（集積性）を評価したものである。ここでも、堺市、豊中市ともに、高齢層ほど木造家屋との集積の度合

が高くなり、「災害弱者」に関するリスクが高まっている。また、その他にも図1で示されたような世代間の非同期居所性の関係を各都市について分析を行い、大都市であるほど、昼間、お年寄りや子供と他の年齢層との非同期居所の傾向があることが分かった。

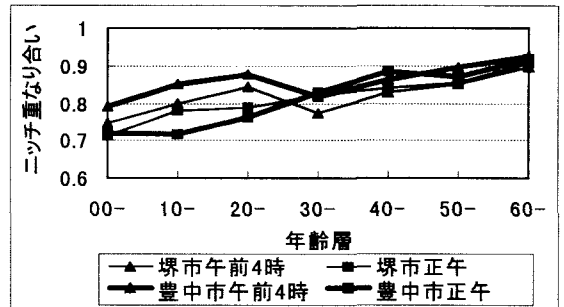


図1 70歳以上のお年寄りと他の年齢層とのニッチ重なり合い

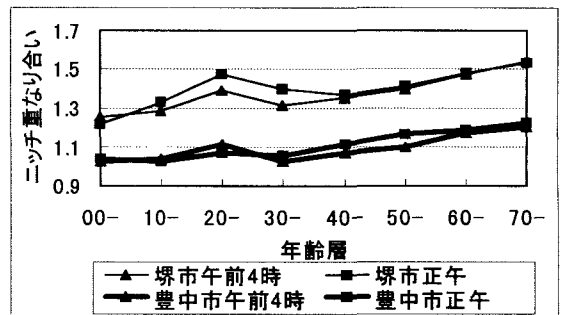


図2 木造・土蔵建造物と各年齢層のニッチ重なり合い

6 都市診断への活用 本研究により、個々の都市の複合災害リスクを評価する一つの有用な方法が提示できたと考える。都市はそれぞれ程度や性格の異なる災害リスクを抱えていることが定量的に把握される。これにより個々の都市の機能不全性を災害リスクの視点から総合的に評価し、診断を下すことに供することができると思う。

[参考文献] 1) 前川 和彦：都市診断のための災害リスクの評価法に関する研究-ニッチ分析手法による、京都大学修士論文、1997. 2) 小林 四郎：生物群集の多変量解析、著樹書房、1995. 3) Whittaker, R.H., Fairbanks, C.W.: A study of plankton copepod communities in the Columbia Basin, southeastern Washington, Ecology, Vol.39, No.1, pp.46-65, 1958. 4) Hurlbert, S.L., The measurement of niche overlap and some relatives, Ecology, Vol.59, No.1, pp.67-77, 1978.