気候変動による水害リスク変化を考慮した適応政策の評価方法

○名古屋大学　学生会員　後藤良太　　名古屋大学　正会員　戸川卓哉
豊田都市交通研究所　　正会員　加知範康　　名古屋大学　正会員　加藤博和
名古屋大学　学生会員　鈴木祐大　　名古屋大学 フェロー　林 良嗣

1　はじめに

地球温暖化に伴う悪影響として、大雨の増加、台風の強度増加、海面水位の上昇等による、洪水や土砂災害、高潮などの災害リスクの増大が懸念されている。IPCC は第 4 次報告書において、今後実施する緩和策（温室効果ガスの抑制等）の規模に関わらず気温の上昇等の影響が数世紀続くと予測している。そのため、気候変動による影響を緩和するための適応策が必要であり、都市計画においてもその考慮が求められる。適応策には防災インフラ整備や、住民等への危険周知、警戒避難体制の整備といった減災施策と、危険地域における住宅新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等の予防施策がある。

本研究では、気候変動によるリスク変化のうち、水害を対象として、被害額、QOL（Quality of Life）変化、及び予防策としての住宅移転策の費用を推計する。その上でどのような対策を実施するかを定量的に評価するフレームワークを提示する。

2　本研究のフレームワーク

公開されているハザードマップデータ（100 年に 1 回の降雨による浸水想定区域図）を基に、浸水深のメッシュデータを作成し、気候変動による影響を考慮した洪水の被害額や、それに伴う QOL の減少量を住宅立地分布に応じて推計するモデルシステムを GIS 上に構築する。本研究のフレームワークを**図-1** に示す。

本研究では、浸水深が大きい地区から順に撤退していくシナリオを「撤退シナリオ」とする。また、どこの地区も撤退させないシナリオを「BAU シナリオ」とする。

3　手法

3.1　気候変動による浸水想定区域の変化

既報[1)]によると、日降水量 100mm 以上及び 200mm 以上の大雨は長期的に有意な増加傾向があるとされている。よって、気候変動に伴い、浸水域の拡大や浸水深の増大が予想される。しかし、気候変動による水害頻度の増加、浸水想定区域の変化を正確に予測することは困難である。そこで本研究では、現在の浸水深メッシュ（100 年に一回の降雨に対する）を拡大することにより表現する。浸水想定区域の拡大は、標高データ（国土地理院が公開している）に基づき表現する。このとき、以下の条件を設定する。①浸水は標高が低い方へ拡大する。②治水インフラによる排水の影響は考えない。③気候変動によって新規に浸水するメッシュにおける標高と浸水深の和は、隣接する浸水メッシュの値と等しい。

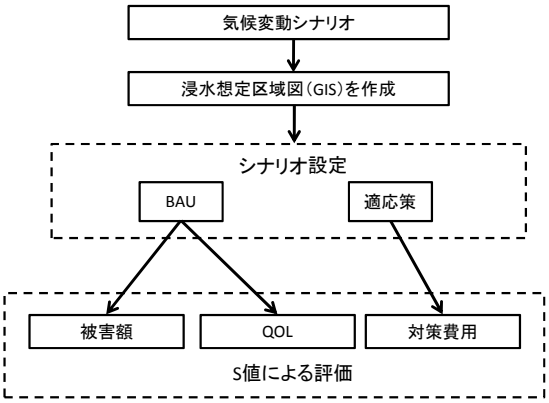

図-1　本研究のフレームワーク

3.2　シナリオ評価の方法

都市域が住民に与える居住サービスの費用効率性を一般的に評価する指標として式(1)に示す S 値を定義し用いる[2)]。

$$S=QOL/LCC \qquad (1)$$

これは、「居住地を維持するために必要な社会的ライフサイクルコスト」(Life Cycle Cost：LCC)1 単位の投入によって得られる、「都市住民の居住地の生活環境質」1 単位を表している。S 値を用いて、都市域の災害に対する脆弱性の評価が可能である。気候変動による災害リスクの増加は、都市住民にとっての QOL の減少や被害額の増加を経て S 値の変化として

表現される。例えば、外力として降雨を考えた場合、その変化は洪水発生の頻度増加や規模増大を引き起こす。その結果、QOL が下がり S 値を低下させることになる。この手法によって、実際の都市システムを対象に、気候変動の態様による S 値の感度分析を行うことができる。また、LCC として市街地維持費用に被害額（3.4 節）及び撤退費用（3.5 節）を加えた値を使用する。S 値は 500m メッシュの単位で計算を行う。

3.3 QOL の算出方法

t 年、地区 i における QOL は式(2)(3)で定義される[2)]。QOL を決定する各属性の重み（価値観）は便宜上、評価期間で一定であると仮定する。

$$QOL_{i,t} = \sum_k \boldsymbol{w}_k \left[AC_i \;\; AM_i \;\; SS_i\right] \tag{2}$$

$$w_k = \left[w_k^{AC} \;\; w_k^{AM} \;\; w_k^{SS}\right] \tag{3}$$

w_k：各要素に対する個人属性グループ k の価値観、AC_i：地区 i の交通利便性、AM_i：地区 i の居住快適性、SS_i：地区 i の災害安全性

3.4 被害額算出方法

算定する被害対象としては、人命を考慮せず、資産に限定し、さらに直接的に被害を受ける家屋や家庭用品などの一般資産および事業所とする。その他実際に被害を受ける資産としては、道路・下水道・橋梁などの公共土木施設や、直接的ではなく間接的に被害を受ける事務所や公共サービスの営業停止損失、応急対策費用などがあるが、これらは考慮していない。また、一般資産と事業所は、将来にわたって存在量が一定であるとする。

$$C^{被害} = \sum_i (C^{資産i} \times K_i) \tag{4}$$

$$C^{資産i} = Z_i \times W_i \tag{5}$$

$C^{被害}$：被害額、$C^{資産i}$：要素iの資産額、K_i：要素iの浸水深別被害率
Z_i：要素iの評価単価、W_i：要素iの延べ床面積

3.5 危険地区の撤退費用算出方法

撤退費用は、用地買収費用 C_P と建物取り壊し費用 C_D と建物補償費用 C_C の和で求める。これは撤退にかかる最低限の費用を考えている。

$$C_P = R \times W^{住宅} \tag{6}$$

$$C_D = W^{住宅} \times B \times S^{構造別住宅} \tag{7}$$

$$C_c = C^{家屋} \times W^{床面積} \tag{8}$$

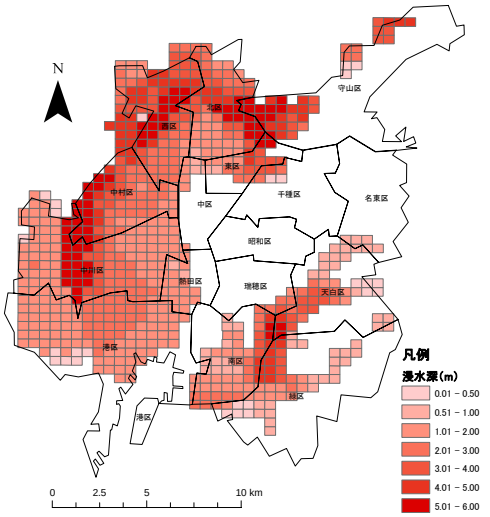

図-2 名古屋市内における浸水想定区域と浸水深

R：公示価格、 $W^{住宅}$：住宅の敷地面積,、B：法定建ぺい率,、$S^{構造別住宅}$:建物構造別解体坪単価,、$C^{家屋}$:都道県別家屋 1m^2 当たり評価額,、$W^{床面積}$：家屋の総延べ床面積

4 ケーススタディ

名古屋市を対象にケーススタディを行う。名古屋市での近年の大きな水害として 2000 年 9 月 11 日に起こった東海豪雨が挙げられる。日降雨量 428mm を観測し、国土交通省の試算によると被害額は約 8500 億円と大きな被害を受けた。**図-2** に名古屋市における浸水想定区域図を示す。

5 おわりに

本研究では、気候変動による水害リスク増大への適応策について検討するフレームを示し、名古屋市へ適用した。これによって、浸水区域の拡大によって生じる被害額と QOL の変化を把握することが可能となった。これらの分析結果については発表時に報告する。

謝辞

本稿の成果は、環境省の地球環境総合研究推進費（H-072）の支援によるものである。ここに記して謝意を表する。

― 参考文献 ―

1) 文部科学省・気象庁・環境省：日本の気候変動とその影響、pp.16-18、pp.31-34、2009
2) 加知・加藤・林・森杉：余命指標を用いた生活環境質（QOL）と市街地拡大抑制策検討への適用、土木学会論文集 D、Vol.62No.4、558-573、2006.11
3) 鷲見・小泉・辻本：都市コンパクト化に向けた氾濫リスク解析、河川技術論文、第 11 巻、pp.221-226、2005
4) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル（案）、pp.42-58、pp.86-98、平成 17 年