

浸水危険性と利便性が市街化に与える影響の二時点間比較 —宮城県丸森町を対象として—

The effect of flood risk and convenience on urbanization, compared at two time points
-A case study of Marumori Town, Miyagi Prefecture-

辻井 志苑*

Shion TSUJII

*地域計画学・レジリエンス計画研究室（指導教員：奥村 誠 教授）

本研究では、浸水危険性と利便性という条件が過去の市街化に与えてきた影響について、市街化の判断に与えた影響、および二時点間の条件変化が及ぼした影響という二つの視点で分析を行った。その結果、市街化の判断において、令和時点でも浸水危険性は明治時点と同程度の考慮がなされている。その一方、この間に利便性が至る所で大幅に向上したこと、多くの地域で市街化確率が大幅に高まり、その中には浸水危険性が高い地域も含まれていることがわかった。

Key Words: 浸水危険性、治水事業、アクセシビリティ、市街化、ロジスティック回帰分析

1. はじめに

本研究では、浸水危険性の高さ、生活上の利便性の高さという二つの条件が市街化に影響を与えたと考え、市街化の判断に与えた影響、そして二時点間で起こった地域の条件変化が及ぼした影響という二つの視点から分析を行う。明治と令和の二時点において、両条件の指標を 100m メッシュ単位で作成したのち、市街化の判断に与えた影響をロジスティック回帰分析によって推定する。さらに、二時点における地域の条件を代入し、市街化確率の変化を確認する。

2. 本研究で用いる設定

(1) 対象地域

宮城県丸森町北東部を対象地域とし、100m メッシュ単位 ($n=2660$) での分析を実施する。

(2) 対象時点と対象地域の類型区分

治水事業の実施に伴う浸水危険性の低減や都市開発による利便性の向上を考慮し、これらを間に挟む二時点である明治 41 年と令和 3 年を対象時点とする。対象メッシュを市街化の時期により表-1 のように分類する。

3. 浸水危険性指標の定義・算出

本研究では、両時点の地形モデルに基づく降雨被害の再現シミュレーション¹⁾から、各メッシュの浸水深の最大値を取得し、浸水危険性の指標（以下、最大浸水深 [m]）とする。降雨データは、記録的豪雨の代表的な事例として、令和元年東日本台風時（2019 年 10 月）²⁾の連続 48 時間の降雨実績値を用いる。

4. 利便性指標の定義・算出

ここでは利便性として、生活上利用する施設へのアクセスの容易さを考える。本研究では「一定時間内にアクセス可能な施設の多さ」として、各メッシュから到達

可能な範囲（以下、到達圏）の内部にある建物の延床面積 [m^2] によって利便性を表現する。（以下、到達圏内延床面積）。到達圏は、各メッシュの中心点に最も近い道路中心線上の 1 点を始点として、10 分間のうちに移動可能な道路から 100m の範囲を計算する。到達圏内延床面積の算出には ArcGIS Pro を用いる。計算上の設定・使用データを表-2 に示す。

5. 各条件が市街化に与える影響の比較

(1) 市街化に関するロジスティック回帰分析

対象地域の全メッシュを対象に、浸水危険性と利便性の指標を用い、市街化確率 P を推定するロジスティック回帰モデルの構築を行う。回帰式は以下の通り。

$$P(f, c) = \frac{1}{1 + \exp(-(\beta_0 + \beta_1 f + \beta_2 c))} \quad (1)$$

ここで f は浸水危険性を表す変数、 c は利便性を表す変数、 β は偏回帰係数である。これらは、3 章と 4 章で算出した各指標の値に基づいて、以下のように設定する。

表-1 対象地域全体のメッシュ類型区分

類型名	n=	市街化の時点
明治市街地	157	明治41年以前
市街地	昭和開発地	明治41年～昭和51年
	平成開発地	昭和51年～令和3年
非市街地	2091	令和3年時点で非市街地
合計	2660	

表-2 到達圏内延床面積の設定・使用データ

	明治時点	令和時点
移動速度	時速4km (歩行移動を想定)	時速30km (自動車移動を想定)
道路網	古地図 (明治41年)	ArcGIS Geo Suite 道路網 2023 (ESRIジャパン株式会社)
建物延床面積	古地図 (明治41年)	建物ポイントデータ2021 (株式会社ゼンリン)

$$f = \log_{10}(x) \quad (2)$$

$$c = y/10000 \quad (3)$$

x は最大浸水深[m], y は到達圏内延床面積[m²]である。最尤推定法を用いた偏回帰係数の算出結果を表-3に示す。浸水危険性の偏回帰係数は負であり、二時点間で有意差がない。つまり、市街化の判断において、令和時点でも明治時点と同程度に浸水危険性が考慮されていることがわかる。

(2) 平均的な条件下での市街化確率

令和時点の回帰モデルに、いずれかの時点における全メッシュの f および c の平均値を代入することで、4パターンの市街化確率 $P(f, c)$ の値を算出する。結果を表-4に示す。令和時点の利便性が高まったことにより、全体的に市街化確率が大きく増加したといえる。

(3) 令和時点の回帰モデルと実際の市街化の比較

表-5に、令和時点の回帰モデルによる市街化確率の推定結果と市街化の実態についてのクロス集計の結果を示す。ここでは、市街化確率の閾値(50%)のほか、全対象メッシュに占める市街地メッシュの割合を用いた地域内の平均的な市街化確率の閾値(21.4%)を用い、3つのカテゴリを設定した。図-1に、令和時点の全メッシュにおける二条件の分布と、前述した2つの閾値に対応する市街化確率曲線を示す。

図-1において、市街化のプロットの多くは、平均市街化確率曲線(破線)の左側に位置しているが、右側の浸水深が3m以上という危険性の大きな場所にも市街化のプロットがみられる。今後の市街化は、破線より左に位置するより安全な地域に誘導すべきである。また、浸水危険性の高い既成市街地も、建物の更新時期に合

表-3 偏回帰係数の算出結果

偏回帰係数		
明治時点	令和時点	変化
β_0	-4.053 ***	-3.963 ***
β_1	-1.334 ***	-1.542 ***
β_2	0.665 ***	0.033 ***
*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.005		

表-4 令和モデルにおける市街化確率

令和モデル		浸水危険性 f_mean	
Z=-3.963	-1.542f+0.033c	明治: -0.226	令和: -0.239
利便性	明治: 0.774	2.69%	2.74%
c_mean	令和: 62.462	17.46%	17.76%

表-5 市街化推定結果と実態のクロス集計

	令和モデルによる市街化推定				合計
	0.5≥P (非常に市街化しやすい)	0.5>P≥0.214 (やや市街化しやすい)	0.214>P (市街化しづらい)		
令和時点の市街地	122	251	169	569	
実態 非市街地	95	551	1445	2091	
合計	217	802	1641	2660	

わせて、土地のかさ上げなど、個別の対策を行うことが望ましいと考える。

6. おわりに

本研究では、宮城県丸森町を対象として、浸水危険性と利便性が明治・令和の二時点において市街化に与えた影響を、ロジスティック回帰分析をもとに推定し、比較した。その結果、市街化の判断において、浸水危険性は明治時点と同程度考慮されていることがわかった。しかし、利便性が至る所で大幅に向上了ことで、多くの地域で市街化が起こりやすい条件を満たすようになり、その中には浸水危険性が高い地域も含まれていることもわかった。

今後の課題として、丸森町と異なる都市規模の地域での検証、および平常時の降雨パターンでの検証や、浸水危険性・利便性の各指標の精度向上が必要であると考える。

謝辞

本研究にあたり、東北大学災害科学国際研究所森口周二教授、および名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科鈴木温教授には多大なご支援をいただきました。ここに記し、謝意を表します。

参考文献

- 森口ほか：数値解析に基づく地形改変と土地利用の変化が災害リスクに与える影響の定量化、日本計算工学会論文集,2025,2025卷,2号,p.20252003
- 丸森町令和元年東日本台風災害記録誌, p4-17, 2022

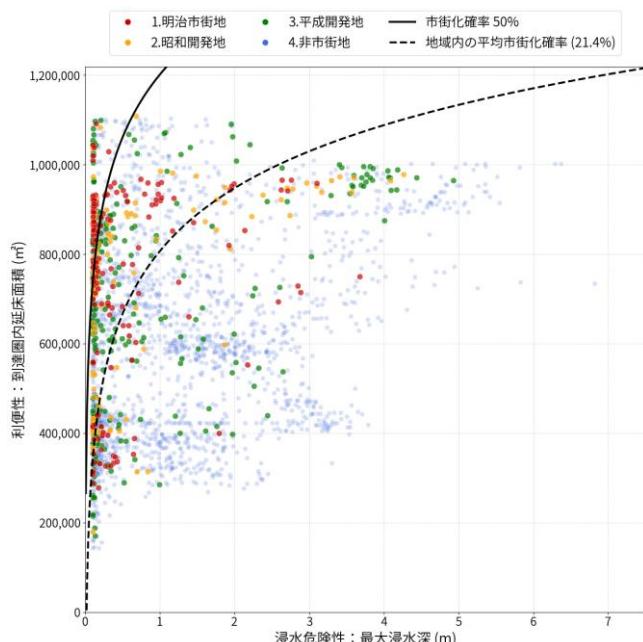


図-1 令和時点の二条件の分布と市街化確率曲線