

水害リスクからみた人口分布と避難施設の配置に関する基礎的研究

—嘉瀬川及び城原川流域平野部におけるケーススタディー—

酒井 莉奈¹, 寺町 雄太¹, 猪八重 拓郎¹

1. はじめに

近年、我が国では集中豪雨が増加傾向にあり、こうした現状に合わせた治水対策が必要である。従来から行われている河川改修事業などハード面の整備も当然重要であるが、一方で避難を含めた減災といった視点も重要になってくる。

また、我が国全体としては人口減少型社会に突入し、特に地方都市では人口の減少が顕著になり社会構造が大きく変化することが予想される。そうした中、多くの都市で集約型の都市構造（コンパクトシティ）が指向されはじめているが、都市的な土地利用を集約することは、人口の集積をコントロールすることにも繋がり、その集積を誘導する場所によっては水害リスクが増加してしまう危険性も出てくるものと考えられる。

しかしながら、逆に考えればより水害リスクの少ない地域へ市街地を集約していくことで、より水害リスクの少ない都市形態の在り方を考えていくことも可能になるのではないと思われる。

そこで本研究では、人口分布の実態と水害の可能性、及び避難施設の配置の関係性を把握していくことで、水害リスクの少ない集約的都市形態を考えていく上での基礎的な知見を得ることを目的とする。

なお、本研究では、佐賀市、小城市、神埼市の平野部を対象とする（図-1）。当該地域は、佐賀低平地に位置し、水害リスクが全体として高い地域である。さらに当該地域には、嘉瀬川と城原川の流域によって形成されている地域でもある。また、現在は対象地域全域に都市計画区域が設定されているが、以前は都市計画区域外の地域や準都市計画区域などが存在するなど、近年都市計画的な制度の指定が大きく変更された地域でもある。

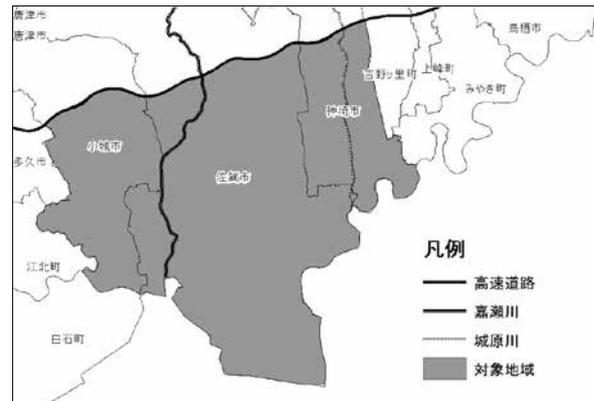


図-1 対象地区

なお、都市計画制度における土地利用の規制・誘導は、区域区分（線引き）制度による市街化区域と市街化調整区域の設定、及び市街化区域内の用途地域の設定を基軸として行われてきた。区域区分が行われることによって、積極的に市街化を図る市街化区域と基本的に開発を抑制する市街化調整区域に分けられるが、都市計画法政令第8条では、技術的基準として「溢水、湛水、津波、高潮等による災害の発生のおそれのある土地の区域」を新たに市街地にする区域として市街化区域に指定することを禁止している。しかしながら、その技術的基準をどのように設定するのか、実際には一律の基準が存在するわけではなく明確に示されていない。

さらに、現在では三大都市圏以外では、区域区分制度が選択制になっており、区域区分がなされていないなど比較的開発圧力の高い地域であっても土地利用のコントロールが弱い都市も地方都市には多いのが現状である。

これらの結果、区域区分がなされていても水害リスクの大きい場所が市街化区域に指定されている、もしくはそもそも区域区分されておらず開発に対する抑制が十分に効かないまま水害リスクの高い場所で人口の集積が進んでいった可能性が懸

¹ 佐賀大学大学院工学系研究科

念される。当該地区における近年の都市計画制度の設定状況の変遷は図-2に示す通りである。

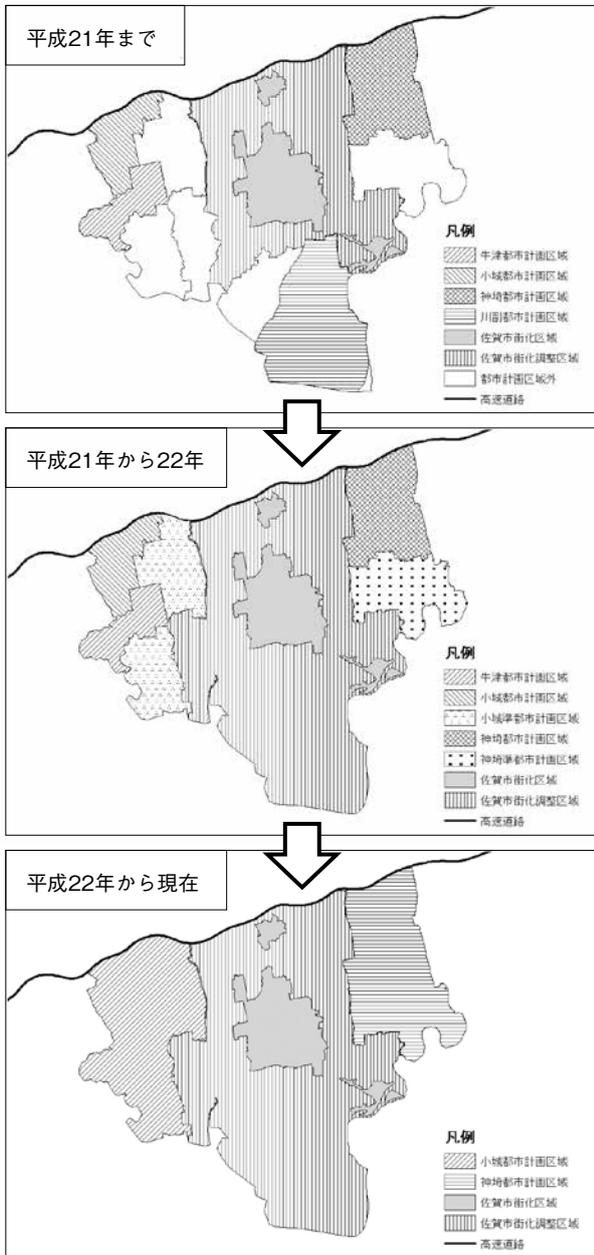


図-2 都市計画区域の設定状況

2. 対象地区の水害リスク

ここでは、対象地区の水害リスクについて、水防法による浸水想定区域の予測結果⁽¹⁾から考察を行う。図-3は、当該地区における浸水想定区域を示したものである。浸水想定区域は流域ごとに予測されているため、浸水想定区域が重複する地域については、浸水想定深の大きいものを採用している。また、表-1は、浸水想定深ごとに面積とその構成比を示したものである。

これより、対象地区は浸水の危険性のない区

域が少なく、浸水の危険性のある区域が対象地区の多くを占めていることが読み取れる。具体的な面積をみてみると、浸水の想定なしの区域は7,431ha、浸水深さ0~0.5mで4,068ha、浸水深0.5~1.0mで7,479ha、浸水深1.0~2.0mで9,071ha、浸水深2.0~5.0mで3,415ha、浸水深5.0m以上で88haあり、浸水の危険性のある区域が全体の約76%であった。

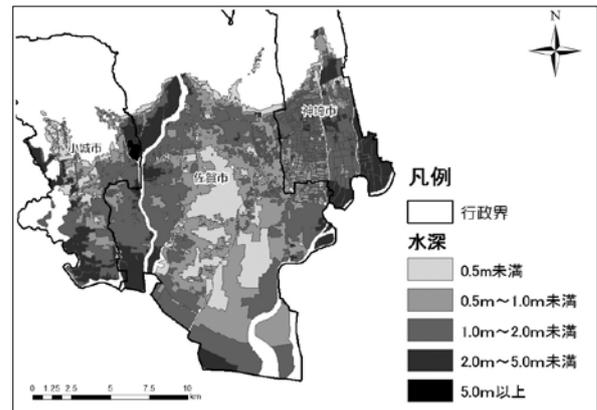


図-3 浸水想定区域

表-1 浸水想定深ごとの面積と構成比

浸水深さ	面積 (ha)	構成比 (%)
5.0m以上	88	0.3
2.0m~5.0m未満	3,416	10.8
1.0m~2.0m未満	9,071	28.7
0.5m~1.0m未満	7,480	23.7
0~0.5m未満	4,068	12.9
浸水無し	7,431	23.6
合計	31,554	100.0

3. 人口分布と水害リスク

ここでは、まず当該地区における人口の分布を視覚的に把握するために、500mメッシュを作成し、さらに水害リスクと人口集積との関係性を把握するために浸水深別の人口を同じく面積按分により推計する。

3.1 メッシュ人口分布と人口集中地区

まず当該地区において任意の500mメッシュを作成し、メッシュ内人口を2010年国勢調査の調査地区別の人口データを面積按分することにより作成した(図-4)。なお、500mメッシュに人口千人以上いる場合、人口密度は40人/ha以上となり、市街地を意味する指標の一つである人口集中地区(DID: Densely Inhabited District)の基準を満

たすことになる。ただし、DIDの基準は隣接して5000人以上という条件もあるため、地図上に示す人口1000人以上のメッシュは厳密な意味でのDIDではないが、一つの目安として地図上に示す。

この結果、DIDの密度の基準を満たすメッシュは当該地区に71か所存在し、佐賀市及び小城市の中心部にまとまった形で集積していることが読み取れる。なお、当該地区の人口総数は298,276人であるが、DIDの密度の基準を満たすメッシュ内に93,707人が居住しており、総人口の31.4%が市街地基準を満たす個所に居住している一方で、残りの約7割以上は市街地基準の密度以下の個所に居住しており、低密度に居住地が広がっていることも読み取れる。

3.2 人口分布と水害リスク

ここでは、**図-3**で示した水害リスクと**図-4**で示した人口分布を重ね合わせることにより、想定浸水深ごとにどの程度の人が居住しているのかを明らかにした。その結果が**表-2**である。**表-1**の浸水想定区域の結果と比較すると、浸水が想定されていない区域は対象地区の23.6%であるが、人口構成比で見ると15.7%となっており、より浸水の可能性の高い地域に人口が集中していること

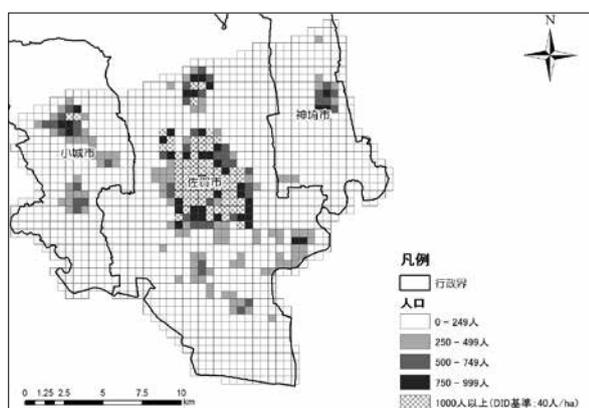


図-4 500mメッシュによる人口分布図

表-2 想定水深ごとの人口集計

浸水深さ	人口(人)	構成比(%)
5.0m以上	219	0.1
2.0m～5.0m未満	13,686	4.6
1.0m～2.0m未満	67,041	22.5
0.5m～1.0m未満	97,673	32.7
0～0.5m未満	72,728	24.4
浸水無し	46,929	15.7
合計	298,276	100.0

が読み取れる。また、床上浸水以上(0.5m以上)の構成比で見ると、面積としては63.5%であるが人口構成比としては59.9%となっており、若干であるが想定浸水深の深いところを避けるように人口が集積している傾向も読み取れる。しかしながら、全人口の84.3%が浸水の危険性のある地域に居住しているということが明らかとなった。

4. 避難施設と人口分布の分析

さて、先の章で浸水の可能性の高い場所に多くの人が居住している実態を示したが、本章では減災のための避難に着目して分析を行う。

4.1 避難施設の分布状況と水害リスク

ここではまず当該地区内にある避難施設の分布状況(**図-5**)を把握した上で、避難施設自体の浸水リスクについて分析を行った(**表-3**)。この結果、浸水想定のない避難施設は全155施設のうち28施設であり、わずか18.7%であった。床上浸水程度までを許容したとしても69施設で46.0%と半数にも満たないことが明らかとなった。

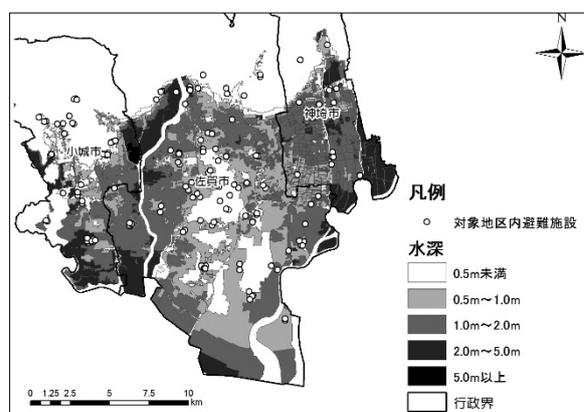


図-5 想定浸水深と避難施設の分布

表-3 避難施設の位置と想定浸水深

浸水深さ	施設数	構成比(%)
5.0m以上	0	0.0
2.0m～5.0m未満	2	1.3
1.0m～2.0m未満	23	15.3
0.5m～1.0m未満	56	37.3
0～0.5m未満	41	27.3
浸水無し	28	18.7
合計	150	100.0

4.2 避難施設ごとの負担人口

ここでは、ボロノイ分割図を用いて全避難施設ごとのカバーエリア(その施設が負担すべき圏域)とそのエリア内の推定人口を求める。図-6はボロノイ分割図と各エリア内の推定人口を示したものである。また、図-7はボロノイ分割された各エリアの面積を示したものである。また、同様に想定浸水深が0.5m未満の避難施設(69施設)のみを用いてボロノイ分割し、各エリア内の推定人口と面積を算出したものがそれぞれ図-8、9である。なお、ボロノイ分割図は各母点(各避難施設)の属するエリア内のいかなる場所においても、その母点が他の母点よりも近いことを意味する。

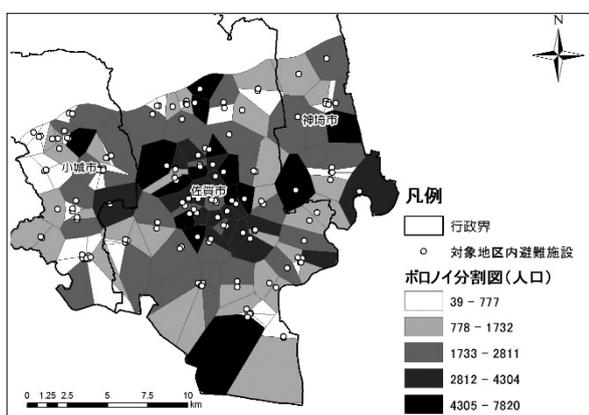


図-6 ボロノイ分割図(人口)(全施設)

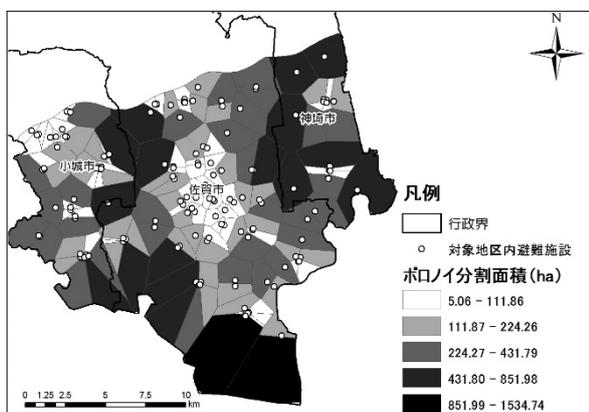


図-7 ボロノイ分割図(面積)(全施設)

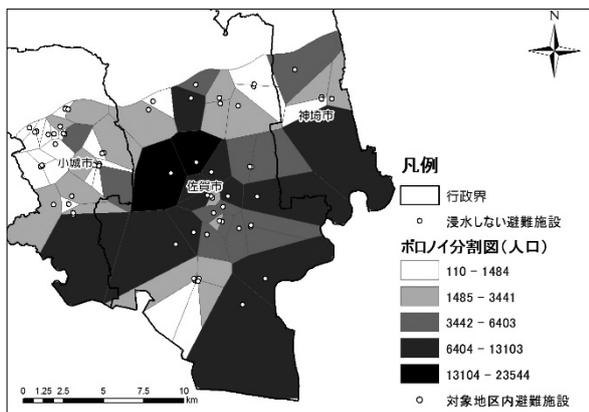


図-8 ボロノイ分割図(人口)(浸水なし)

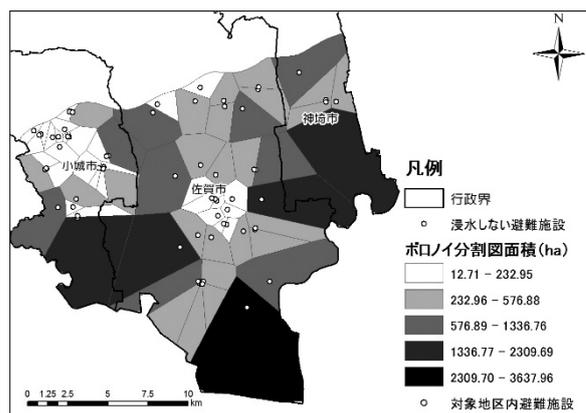


図-9 ボロノイ分割図(面積)(浸水なし)

また、このエリアが広いということは、その母点となる施設の負担が大きいことを意味する。さらに避難する側の視点からは、このエリアが広いということは避難所までの距離が大きくなり、サービス水準が低いことを意味する。

これらの分析の結果、当該地区内における全ての避難施設を用いた場合では、エリアの面積の平均が210.9ha、エリア内の平均人口は1,975人となり、また想定浸水深が0.5m未満の避難施設のみ69施設を用いた結果では、エリアの面積の平均が458.6ha、エリア内の平均人口が4,293人という結果となった。また、各エリアの人口及び面積の大小の分布状況を比較すると、佐賀市の中心部や小城市の中心部ではエリアの面積が小さく、浸水しない避難施設のみで分析した場合でも大きな変化は見られない。一方で、郊外部においては、もともと中心部よりもエリアの面積が広いが、浸水しない施設のみで分析した場合、さらにそのエリアが大きくなっていることが読み取れる。

以上の結果から、特に郊外部において水害時に浸水のため使用できない施設が多く、さらに使用できる施設の負担及びそのエリアに住んでいる人の避難にかかる距離の負担もさらに大きくなる可能性が示唆された。

5. まとめ

本研究ではまず人口と水害リスクの関係を分析することにより、当該地区における全人口の8割以上が浸水の危険性のある地域に居住していることが明らかとなった。当該地域内では、浸水の可能性のない地域はわずか23.6%しかなく、現実的には浸水の可能性のない土地だけで市街地を形成するのは現実的ではないかもしれないが、それでもやはりより浸水の可能性の低い個所(想定浸水深0.5m未満)を中心に市街地を形成する方向性

で考えていくべきだと思われる。また、そのためにも市街化調整区域の設定、市街化区域の逆線引きなど都市計画的な規制誘導も必要となってくるのではないかとと思われる。

また、水害時に浸水する可能性のある避難施設が多く、床下浸水程度までを許容したとしても全施設の半数以上が使用できない可能性があることが明らかとなった。さらに、特に郊外部において施設が負担すべき圏域が大きく、避難が困難になる可能性が大きいことが明らかとなった。

なお、一般的に水害時の避難に関しては、水平方向への避難と垂直方向への避難が考えられる。今回の分析はあくまでも全員が避難施設に水平避難をした場合という仮定の下での分析であるが、実際には避難施設に避難するのではなく、自宅の二階もしくは近隣の中高層の堅牢な建物に避難す

るという選択肢も考えられるため、こうした公的ではない避難場所を地域の中で確保していくことも重要ではないかと考えられる。

また、今回は道路網を考慮せずにマクロな視点から当該地域の全体像を把握するために分析を行ったが、ミクロな視点から地域ごとの避難経路の安全性についても検討していく必要があると思われる。

【補注】

(1) 本研究で用いた浸水想定区域のデータは、国土数値情報 (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>) から入手したものである。なお、この浸水想定区域は、概ね150年に1回程度起こる大雨により、河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域を示している。