

地域構造の評価と将来推定および災害を想定した居住地域の提案

大分県日田市を対象として

Evaluation and Prediction of Regional Structure and Proposal of Residential Area Assuming a Disaster

A case study of Hita city, Oita prefecture

○白水 萌里*1, 小林 祐司*2, 鶴成 悦久*3

Moeri SHIROMIZU, Yuji KOBAYASHI, Yoshihisa TSURUNARI

*1 大分大学大学院工学研究科博士前期課程 大学院生

Graduate Student, Master's Course, Graduate School of Eng., Oita Univ.

*2 大分大学理工学部創生工学科 教授 博士 (工学)

Prof., Dept. of Innov. Eng., Fac. of Sci. and Technol., Oita Univ., Dr.Eng.

*3 大分大学減災・復興デザイン教育研究センター 教授 博士 (学術)

Prof., Ctr. for Educ. and Res. of Disaster Risk Reduction and Redesign, Oita Univ., Ph.D.

Summary: In recent years, heavy rains and typhoons have caused river flooding in Japan, causing frequent flood damage. “Heavy rains in July, Reiwa 2nd” caused inundation damage in 8 rivers managed by the national government and 194 rivers managed by prefectures. In this study, the current state of the regional structure is grasped and the future regional structure is presented in Hita City, Oita Prefecture, which was severely damaged by “Heavy rains in July, Reiwa 2nd”. Currently, Hita City is highly convenient in the center, and it is expected that the aging of the city will progress in the future. Furthermore, disaster risks are verified based on past flood damage, and the exposed population is estimated. Hita City has a high risk of flooding in the center, so it is necessary to consider how the city should be in consideration of disaster risk. Based on these, the ideal regional structure is proposed for living safely. In order to prevent the spread of damage caused by disasters, it is necessary to widely share the concept of pre-reconstruction, and it is important to formulate a pre-reconstruction plan that matches the characteristics of each region.

キーワード: 水害; 災害リスク; 人口; 事前復興; 地域構造

Keywords: Flood damage; disaster risk; population; pre-reconstruction; regional structure.

1. 序章

近年、日本では集中豪雨や台風の影響で河川氾濫が発生し、それによる水害が頻発している。令和2年7月豪雨では、国が管理する8河川、都道府県が管理する194河川で浸水被害が発生し、全国で約13,000haが浸水した。九州では7月4日から7月7日にかけて記録的大雨となり、大分県日田市椿ヶ花では期間降水量(7月3日0時~7月31日24時)1,714.5mmを観測した¹⁾。また、日本は居住可能な国土の面積が狭いため、全ての人が災害リスクのない地域に居住することは現実的でなく、居住可能な土地を安全な状態にするための施策や被害を軽減するための取り組みが必要である。

国土交通省は「復興まちづくりのための事前準備ガイドライン」を作成し、市町村へ復興事前準備の必要性を説いている。ここで、復興事前準備とは、「平時から災害が発生した際のことを想定し、どのような災害が発生しても対応できるよう、復興に資するソフト的対策を事前に準備しておくこと²⁾」をいう。

事前復興は、地震、津波対策が中心となっているが、今日的には水害にも着目していく必要がある。

中野ら³⁾は、洪水浸水想定区域の課題と活用可能性等を検討するため、作成方法や都市計画、浸水実績との関係性を明らかにした。しかし、具体的な洪水をもとにした人口変化の分析は行われていない。また、地域防災計画や防災都市づくり計画に関連する計画として、佐藤⁴⁾は、防災都市づくり計画は根拠となる通達の発出から20年以上経過した現在でも27計画しか策定されておらず、21計画しか行政計画として活用されていないこと、さらに、地域防災計画に防災都市づくり計画が明示されている場合はほとんどなく、防災都市づくり計画にのみ地域防災計画との関係が記述されている自治体が多いことを明らかにした。これらのことから、都市計画と水害対策を目的とした計画の関連付けや、事前復興を踏まえた地域将来像の提案がほとんどなされていないことがわかる。都市計画と防災・減災のバランスのとり方が問われるなか、水害に備えたまちづくりを積

極的に行う必要があると考える。

そこで本研究では、大きく2つの構成で研究を進める。まず、都市の変化を捉えるための将来人口推計と、災害リスクを把握するための水害による曝露人口推計を行う。続いて、人口・施設・道路を指標とした利便性の評価を行う。最後にそれらをもとに、あるべき地域構造を提案し、災害リスクが高い地域において、安全に暮らすことができるまちづくり、災害時の被害軽減のあり方を示すことを目的とする。

研究の方法は、まず、人口、土地利用、施設分布、道路ネットワークの現状から日田市の地域構造を把握する。次に、将来人口推計から地域変化を捉えることで都市の将来像を推定する。さらに過去の災害をもとに災害リスクを検証し、人口変化を推計する。災害種としては、洪水と土砂災害とする。最後に、災害リスクの高い地域を抽出して地域分類を行い、安全に暮らすことができる地域構造のあり方を提案する。

2. 対象地域の概要

2.1 日田市の概要

日田市は、2005年に旧日田市と日田郡前津江村・中津江村・上津江村・大山町・天瀬町の5か町村が合併することで誕生した。人口63,970人、世帯数27,441世帯、面積666.03km²である。大分県の西部に位置し、盆地、森林、丘陵地で形成され、阿蘇・くじゅう山系や英彦山系に囲まれている⁵⁾。

2.2 まちづくりにおける課題

本研究では、令和2年7月豪雨によって甚大な被害を受けた日田市天瀬町を事例として、まちづくりにおける課題について考える。日田市で発生した過去の災害をTable1に示す。また、2020年10月16日～17日において現地調査を行い、ゼンリン住宅地図、Googleマップ、基盤地図情報を基にして図を作成した(Figure1)。天瀬町は観光地として昔ながらの街並みや温泉街を地域一体となって育んできた。しかし、令和2年7月豪雨により、温泉街のシンボルであった新天瀬橋は崩落し、観光資源である旅館や温泉も利用不可能な現状にある。玖珠川沿いの住宅では多数の被害が発生しており、被災を免れた箇所も周囲が浸水する事態となっていた。日田市は地域防災計画を策定し、被害の未然防止事業として河川改修事業を推進している。しかし、天瀬町を流れる玖珠川は源泉が浅いため河床を下げることは難しく、川沿いには家屋が建ち並ぶため河川の拡幅も困難である。また、住民との合意形成や旅館と地域住民の復興に対する意識の差があることは観光地ならではの課題といえる。また、令和2年7月豪

雨についての「令和2年7月豪雨日田市復旧・復興推進計画⁶⁾」では、今後の住まい方や地域構造の提案についての踏み込んだ議論はなされていない。

3. 将来人口推計と日田市各地の災害リスク

3.1 将来人口推計

本研究では、G空間情報センターにて公開されている将来人口・世帯予測ツールV2(H27国調対応版)⁷⁾を用いて将来人口推計を行った(Table2)。年少人口と生産年齢人口は、年々減少していくことが把握でき、時間とともに人口が多い年齢層が入れ替わっていくことが読み取れる。また、例として、Figure2に日田市都市計画区域の人口増減率を示しており、中心部においても人口減が推定される結果となっている。これらのことから、日田市において、今後も少子高齢化が進行していくことが考えられる。

3.2 水害と土砂災害のハザードマップ

日田市は、雨量が多いことから豪雨による被害が多発している。近年、特に豪雨による被害が拡大しており、人的被害も発生しているため、水害による被害を軽減することが大きな課題

Table 1. 過去の災害

元号・月・日	災害名	災害の種類	被害	人的被害
2012年 7月3日・14日	平成24年 九州北部豪雨	豪雨	住家被害:711棟 道路:167件 河川:376件 水道:59件 電気:773戸 通信:201世帯 教育施設:5件	死者:1名 負傷者:1名
2016年 4月14日	平成28年 熊本地震	地震	住家被害:2棟 道路:51件 教育施設:4件	負傷者:8名
2017年 7月5日～6日	平成29年 九州北部豪雨	豪雨	住家被害:1,298棟 水道:471件 河川:1,200戸 通信:245世帯	死者:3名 負傷者:4名
2020年 7月3日～31日	令和2年7月豪雨	豪雨	住家被害:265棟 道路:271件 河川:217件 ライフライン:8件 公共施設:4件	死者:1名 負傷者:4名

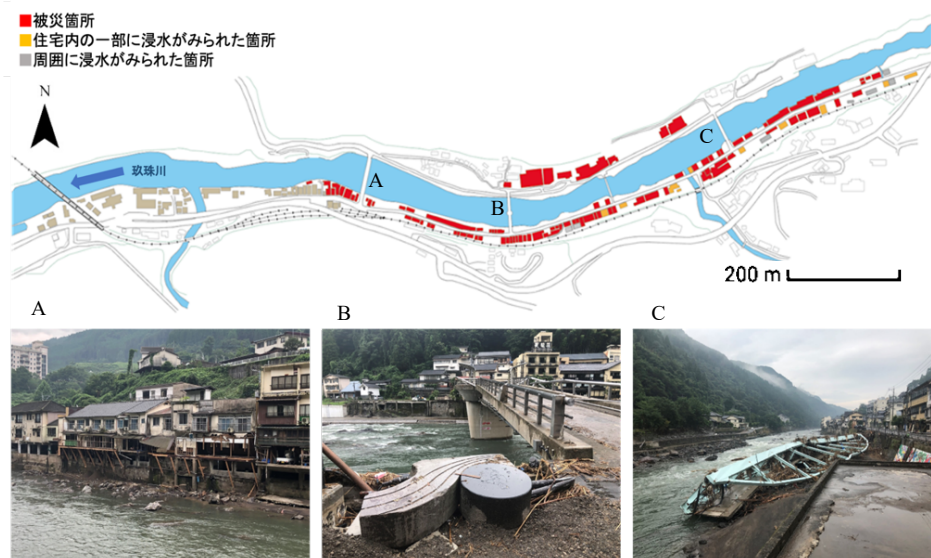


Figure 1. 天瀬町の被災状況

となっている。また、日田市中心部は浸水想定区域となっており、洪水などの水害による被害が懸念される (Figure3)。さらに、広範囲で土砂災害の危険性があり、土砂による道路の寸断や集落の孤立のおそれがある (Figure4)。このような特徴を持つ地域では、災害が発生した際の被害想定を行い、その規模に応じた施策をとる必要がある。

3.3. 被災を想定した人口推計

本研究では、被災後の人口変化を推計することは難しいため、平成 30 年 7 月豪雨による真備町の被害を、市街地での水害の一例として取り上げた。特に真備町は、原因は把握できていないが、被災後の人口の回復がみられず (後掲 Figure5)、このような市街地では人口減少を想定する必要があると考えられる。そのため、真備町を参考として日田市で水害が発生した際の人口変化を検証した。平成 30 年 7 月豪雨では西日本を中心に記録的な大雨となり、死者 224 名、行方不明者 8 名という被害をもたらした。特に岡山県倉敷市真備町は市町村別死者数が最大となり、その数は 51 名にのぼった⁸⁾。真備町の人口変化を Figure5 に示す。分析方法としては、対象地域を抽出した上で 3 つのシナリオを作成し、各シナリオにおいて 3 通りの人口変化を推計することで、計 9 通りの人口変化を推計する。対象地域は、浸水想定区域と河川データを重ねあわせ、水害リスクの高い都市計画区域・豊後中川駅一帯・天瀬駅一帯を抽出した (Figure6)。人口変化と河川氾濫のシナリオは、それぞれ以下の 3 通りとし、豪雨発生は 2025 年 7 月と設定 (仮定) する。また、人口変化のシナリオ③については、被災後半年 (2025 年 7 月～

2026 年 1 月)は減少率の高い人口変化②(真備町の人口増減率)を使用し、被災後半年以降 (2026 年 1 月～2026 年 7 月)は平常時に戻ると仮定して人口変化①(日田市の人口変化率)を使用

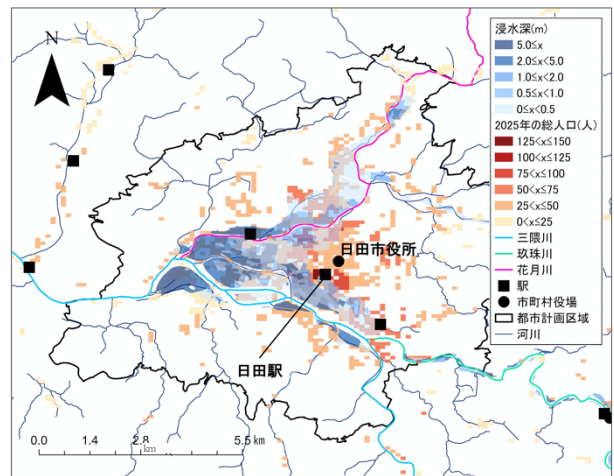


Figure 3. 中心部の浸水想定区域と人口分布

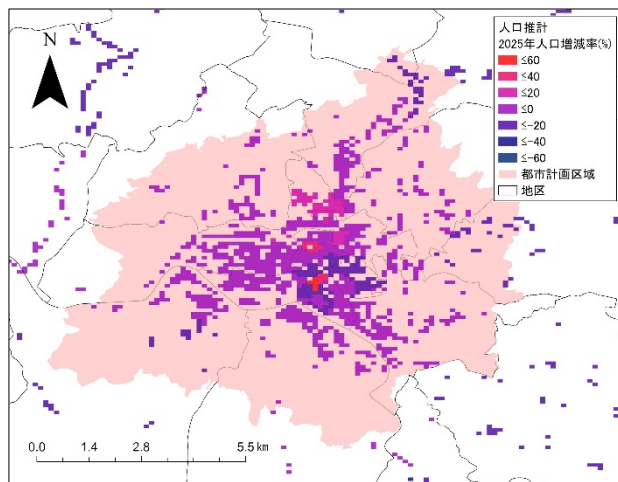


Figure 2. 日田都市計画区域における人口増減率 (100m メッシュ⁽⁴⁾)

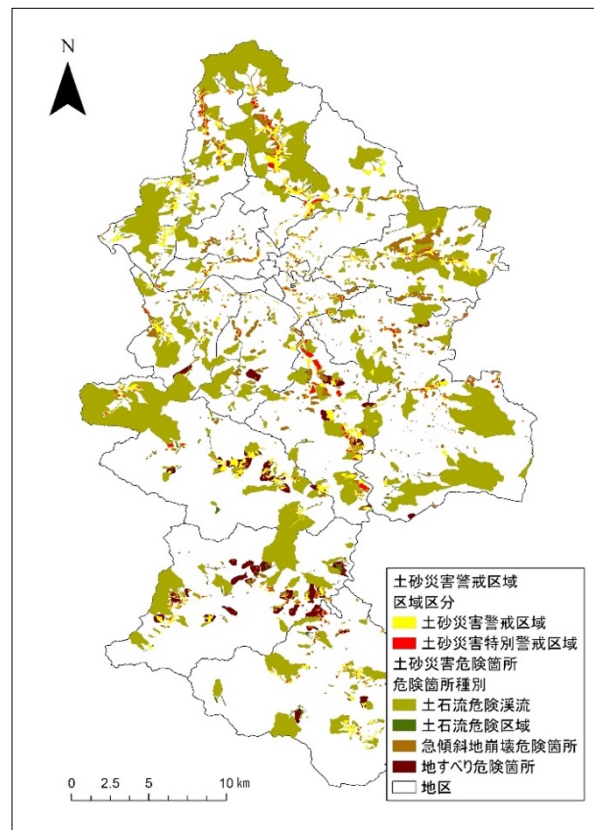


Figure 4. 土砂災害リスク

Table 2. 将来人口推計

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年
総数(人)	63,849	62,507	74,165	70,940	66,523	61,962	57,309	52,651	48,145	43,650	39,300
年少人口 (0～14歳)	11,240	9,920	10,594	9,633	8,561	7,637	6,529	5,669	4,901	4,279	3,750
生産年齢人口 (15～64歳)	40,472	38,779	43,816	40,727	36,198	31,861	28,612	25,650	22,986	20,106	17,443
老年人口 (65歳～)	12,137	13,808	19,756	20,581	21,764	22,455	22,172	21,334	20,235	19,262	18,066

することとした。

【人口変化のシナリオ】

- ① 日田市の人口増減率（旧市町村合併後の2006年から2020年までの平均値を使用）
- ② 真備町の人口増減率（西日本豪雨後の2018年7月から2019年6月まで）を使用
- ③ 被災後半年は②の増減率、半年以降は①の増減率を使用

【河川氾濫のシナリオ】

- I 都市計画区域で花月川・三隈川が氾濫
- II 豊後中川駅一帯（女子畑・合田・馬原）で玖珠川が氾濫
- III 天瀬駅一帯（湯山・桜竹・赤岩）で玖珠川が氾濫

Table3より、最も大きな人口減少が推計されたのは、人口変化③であり、減少数は7,060人（増減率-14.6%）となった。また、人口変化①と人口変化②を比較すると、人口変化①の方が減少数は多く、災害による人口減少よりも高齢化等の従来から存在する問題の影響の方が大きいことがわかる。令和2年7月豪雨で甚大な被害を受けた天瀬町の人口推計はFigure7の通りである。また、図中に真備町の人口増減率を示す。人口変化③で最も減少数が大きくなり、被災後1年間で110人減少すると推計された。このことから、災害直後だけでなく、その後の人口減少を長期的に考慮したまちのあり方を考える必要があるといえる。また、天瀬町と同様に、災害リスクが高く高齢化が進行している地域でも同じことがいえる。

3.4 水害による曝露人口推計

日田市全体の人口推計結果と国土数値情報の洪水浸水想定区域データを用いて曝露人口推計を行った。推計結果をTable4に示す。2045年における浸水想定区域内の人口は30,442人と推計され、最も危険性の高い浸水深5.0m以上の地域における曝露人口は276人と推計された。また、浸水深5.0m以上を除くすべての浸水想定区域において曝露人口割合が増加していることから、人口減少が進行することが考えられる。

4. 地域の利便性評価と拠点の抽出

4.1 利便性評価

日田市は河川に沿う形で国・県道の整備や地域区分が行われており、大山・天瀬・前津江地区は日田市と国・県道で、中津江・上津江地区は熊本県小国地域・菊池市等と国道で結ばれて

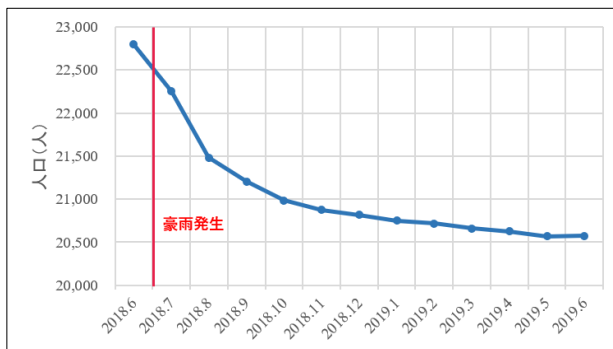


Figure 5. 真備町の人口変化⁹⁾

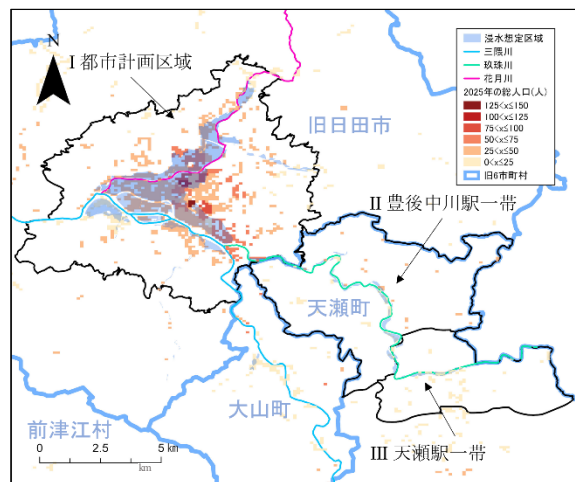


Figure 6. シナリオの対象地域

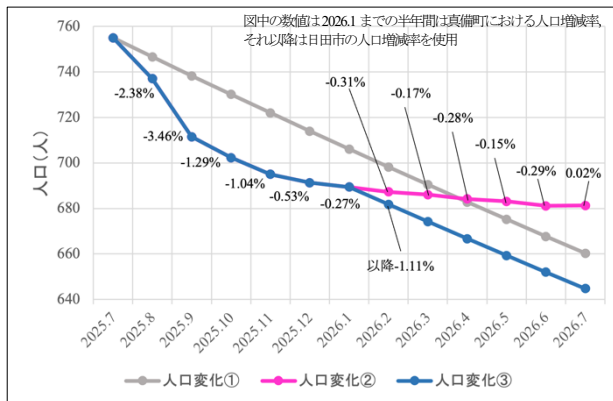


Figure 7. 天瀬町の人口推計

Table 3. シナリオ毎の人口推計結果

人口変化のシナリオ	河川氾濫のシナリオ	基準推計人口(人)	減少後の人口(人)	減少数(人)	減少数の合計(人)	増減率
①日田市の人口増減率の平均値を使用	I都市計画区域	46,066	40,288	5,778	6,065	-12.5%
	II豊後中川	1,534	1,342	192		
	III天瀬	755	660	95		
②真備町の人口増減率を使用	I都市計画区域	46,066	41,572	4,494	4,717	-9.8%
	II豊後中川	1,534	1,385	150		
	III天瀬	755	681	74		
③被災後半年(2025.7~2026.1)は②を使用・半年以降(2026.1~2026.7)は①を使用	I都市計画区域	46,066	39,340	6,726	7,060	-14.6%
	II豊後中川	1,534	1,310	224		
	III天瀬	755	645	110		

Table 4. 曝露人口推計（日田市全体）

浸水深	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年
5.0m以上	424 (0.7%)	399 (0.7%)	372 (0.7%)	344 (0.7%)	312 (0.7%)	276 (0.7%)
2.0~5.0m未満	5,061 (8.2%)	4,775 (8.3%)	4,458 (8.5%)	4,125 (8.6%)	3,767 (8.6%)	3,407 (8.7%)
1.0~2.0m未満	4,074 (6.6%)	3,840 (6.7%)	3,612 (6.9%)	3,379 (7.0%)	3,156 (7.2%)	2,951 (7.5%)
0.5~1.0m未満	8,197 (13.2%)	7,819 (13.6%)	7,383 (14.0%)	6,949 (14.4%)	6,516 (14.9%)	6,071 (15.4%)
0.0~0.5m未満	21,589 (34.8%)	21,011 (36.7%)	20,290 (38.5%)	19,542 (40.6%)	18,705 (42.9%)	17,738 (45.1%)
合計	39,345 (63.5%)	37,844 (66.0%)	36,115 (68.6%)	34,340 (71.3%)	32,457 (74.4%)	30,442 (77.5%)

いる。道路に限らず、持続可能な公共交通ネットワークの維持・確保を目標に掲げているが、公共交通の利用者は減少傾向にあり、交通空白地における道路事情が悪いことが課題である。また、拠点機能施設の分布と道路ネットワークの現状から、中心市街地の利便性が高いことがわかる¹⁰⁾。

本研究では、500mメッシュ¹¹⁾単位で、人口・施設・道路を考慮した都市の利便性を評価した(利便性ランク)。人口においては、3.1の将来人口推計結果より、人口が分布している100mメッシュのみを抽出した。施設は大分市の立地適正化計画より医療・教育・金融・交通・行政・子育て・商業・福祉・文化交流の9つの指標を各拠点施設として使用し、道路は国道を使用した。なお、交通には駅とバス停留所が含まれる。ランク付けの方法としては、Table5に示すように、各拠点施設、バス停留所、国道から100mメッシュの重心までの距離を算出してポイントを付ける。各拠点施設、バス停留所から100mメッシュの重心までの距離設定については、「都市構造の評価に関するハンドブック¹¹⁾」を参考に、高齢者の一般的な徒歩圏内である半径500m圏内を3pt、次に一般的な徒歩圏内とされる800m圏内を2pt、800m以上を1ptとして設定した。国道からの距離については基準がないため、1km毎にポイントを付ける。メッシュ毎に、各拠点施設、国道からのポイントに乗じることで算出した得点を、Table6のようにランク分けした。さらに、人口500mメッシュに含まれる利便性ランクの平均値をとり、それを4分類(A~D)して検証を行う(Figure8)。ランクの区分としては、ポイントの平均値が4から5をランクA、3から4をランクB、2から3をランクC、1から2をランクDとする。Figure8より最も高いランクは、旧日田市・大山町・天瀬町においてA、前津江村においてB、中津江村・上津江村においてCであることが読み取れる。したがって、前津江村・中津江村・上津江村に比べて旧日田市・大山町・天瀬町の利便性が高いことが考えられる。

4.2 拠点の抽出

都市計画区域内で拠点となり得るメッシュ(利便性ランクAとB)を含む地区は、隈、竹田、咸宜、桂林、田島、光岡、三花地区となっており、現在日田市で中心となっている地区である。また、都市計画区域外で拠点となり得るメッシュを含む地区は、大鶴、天瀬、大山、前津江地区となっており、ほとんどの拠点となり得るメッシュが主要道路である国道に沿うようにしてみられることから、都市計画区域からそれほど遠くなく、交通利便性が良いところにあたる。Figure8に示している以外の地区では拠点となり得るメッシュがみられず、特に中津江・上津江は人口減少・高齢化が著しく進んでいることを考慮すると、現時点では集落がみられるところでも将来的には拠点として維持することが難しくなると考えられる。

Table 5. 利便性ランクのポイント

ポイント	各拠点施設からの距離	バス停留所からの距離	国道からの距離
3pt	0m<x<500m	0m<y<300m	1km圏内
2pt	500m<x<800m	300m<y<500m	2km・3km圏内
1pt	800m<x	500m<y	4km以上

Table 6. ランク毎のメッシュ数(100mメッシュ)

	ランク1	ランク2	ランク3	ランク4	ランク5
隈	1	16	36	22	5
竹田	0	0	6	49	21
咸宜	0	7	11	37	22
桂林	19	3	23	27	3
田島	2	1	19	23	10
三芳	39	15	11	17	16
光岡	41	58	79	36	0
高瀬	32	13	36	14	0
朝日	36	19	2	1	0
三花	30	44	35	8	0
西有田	36	22	16	0	0
東有田	45	7	0	0	0
小野	23	3	0	0	0
大鶴	36	9	9	7	0
夜明	22	9	1	0	0
五和	51	11	5	28	0
天瀬	159	20	9	2	7
大山	66	8	10	11	9
前津江	25	0	7	0	0
中津江	54	24	0	0	0
上津江	60	8	2	0	0

※ 都市計画区域、一部都市計画区域、都市計画区域外
 ※ ランク1: 3¹~3³pt, ランク2: 3⁴~3⁵pt, ランク3: 3⁶~3⁷pt,
 ランク4: 3⁸~3⁹pt, ランク5: 3¹⁰~3¹¹pt

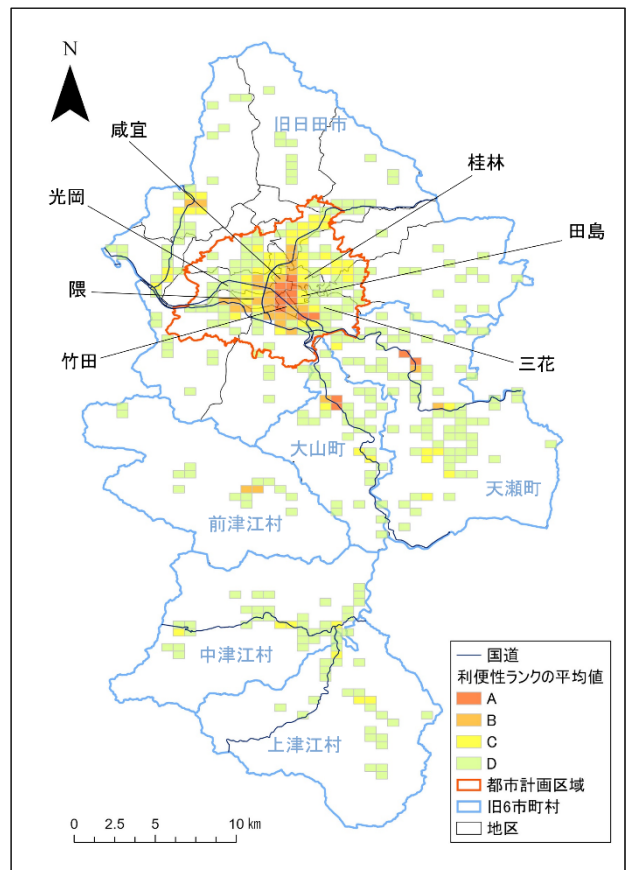


Figure 8. 利便性ランクの平均値(500mメッシュ)

5. 事前復興のあり方の提案

これまでの内容を踏まえて、令和2年7月豪雨において被災した天瀬町を対象として、安全に住まうための将来の地域構造をFigure9に示す。災害リスクが低く利便性の高い地域を居住誘導地域、災害リスクがあるが適切な避難対応をとることで安全に住居できる地域を居住地域（避難対応）、災害リスクは低いが山間部での孤立が懸念される地域を居住地域（孤立懸念）、浸水深が0.0～1.0m未満の地域を嵩上げ想定地域、土砂災害警戒区域と浸水深が1.0m以上の地域を居住地移動検討地域とする。ここで、災害リスクが低い地域は土砂災害警戒区域と浸水想定区域の双方と重ならない地域を指し、利便性が高い地域とは利便性ランクが5と4の地域を指す。災害リスクのある地域において、以下のような取り組みが事前から求められる。

- ・居住地移動検討地域の生活機能は、矢印のように居住誘導地域に集約する（Figure9）。
- ・嵩上げ想定地域に住居する人や生活機能も居住誘導地域に集約することが望ましく、洪水時の避難対応が必須である。
- ・生活に必要な機能を有する施設と住宅においては、災害リスクが低く利便性の高い地域に集約する。
- ・居住地域（避難対応）や嵩上げ想定地域の設備機器等は屋上もしくは上層階に設置する。

6. 総括

本研究では大分県日田市を対象とし、地域の特徴を捉えた上で地域構造の将来推定を行い、あるべき地域構造を提案した。

まず、人口、土地利用、施設分布、道路ネットワークの現状から、日田市は中心市街地に拠点機能施設が密集しており、都市のコンパクト化が進んでいるが、郊外の利便性は低いことが把握できた。将来は人口減少・高齢化が著しく進行し、地域の活力が低下してしまう恐れがあることがわかった。

災害リスクにおいては、中心市街地の水害リスクが高く、土砂災害のリスクも広範囲に及ぶことから、災害リスクを考慮したまちのあり方を考える必要がある。

水害リスクにおいては、平成30年7月豪雨をもとに、水害リスクの高い地域において人口変化を推計し、大規模な水害が発生した際に人口減少が顕著になることが推定された。

曝露人口推計においては、浸水深5.0m以上を除くすべての浸水想定区域で曝露人口割合が増加することから、人口減少が進行することが把握された。このような地域では、居住する地域を選定する必要があり、災害リスクのある地域に住居する際は避難体

制の強化が必須といえる。災害による被害拡大を回避するためにも、事前復興の考え方を広く共有していくべきであり、地域の災害に対する正しい共通認識・人材の育成が必要である。また、水害を想定した事前復興計画においては、それぞれの地域特性や実像、将来像に合わせて立案することが重要である。

今後は、水害リスクが高く、高齢化が進行している地域における具体的な事前復興計画のあり方と、それを踏まえた地域構造の提案を進めていきたい。

【補注】

- (1) 500mメッシュは4次メッシュである。100mメッシュは3次メッシュを東西・南北方向それぞれに10分割したものである。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：災害をもたらした気象事例，令和2年7月豪雨，2020.8.11
- 2) 国土交通省：事前復興ガイドライン，2018.7.24
- 3) 中野卓，木内望：水害リスクを踏まえた都市づくりにおける洪水浸水想定区域の活用可能性と課題，都市計画論文集，Vol.55，No.3，pp.888-895，2020.10
- 4) 佐藤雄哉：防災都市づくり計画の活用と地域防災計画・都市計画マスタープランとの連携の実態に関する研究，都市計画論文集，Vol.54，No.2，pp.237-244，2019.10
- 5) 日田市：日田市都市計画マスタープラン，2013.3
- 6) 日田市：令和2年7月豪雨日田市復旧・復興推進計画，2021.3.31
- 7) G空間情報センター
https://www.geospatial.jp/gp_front/（最終閲覧日2020.10.14）
- 8) 岡山県：平成30年7月豪雨災害記録誌，2020.3.27
- 9) 倉敷市：人口月報（最終閲覧日2021.1.22）
- 10) 日田市：日田市地域公共交通形成計画，2018.3
- 11) 国土交通省都市局都市計画課：都市構造の評価に関するハンドブック（p.10），2014.8

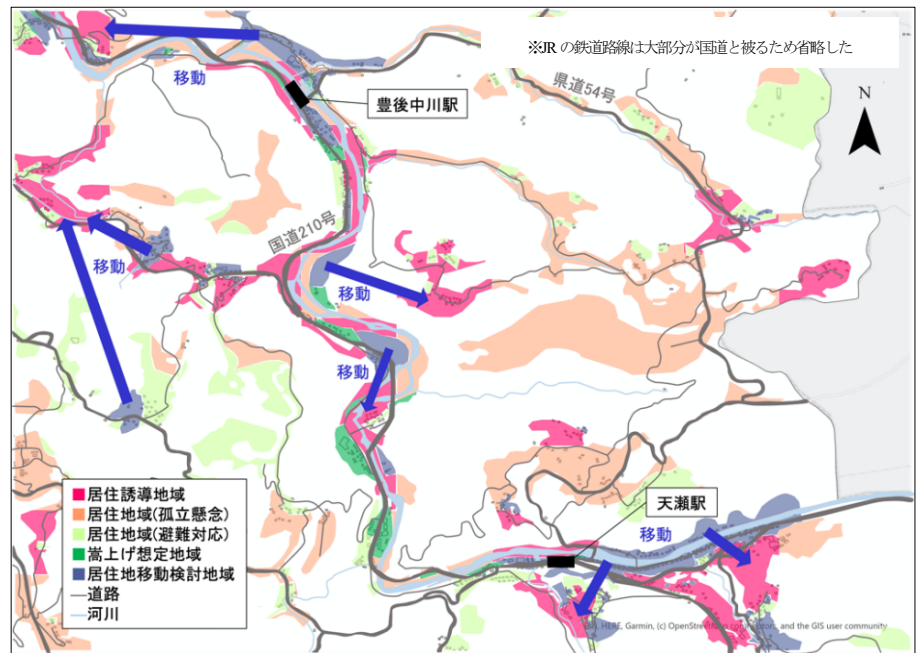


Figure 9. 空間構造の提案