
title: 災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広
Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

背景 目的

拠点都市を襲う自然災害がもたらす被害とそれに伴う危険性が叫ばれる昨今において、都市機能の遮断は、避難及び救援活動の迅速な対応を妨げ、災害に対する脆弱度を露呈する。

これら都市防災力が問題視される中、都市構造物と自然災害の因果関係による弊害が懸念される。

本研究は、大分市全域を対象地として定め、大分川・大野川水系における諸情報をArcGISによる250mメッシュデータの構築を成すことで定量的に把握する。そして、災害被害の危険地域を推定することで、防災懸念の警笛を鳴らすとともに、同地域内の道路閉塞評価によって得られる知見から災害における脆弱性を指摘するものである。

大分県の地震災害記録				
発生年		推定 マグニチュード	震源	地震被害
年号	西暦			
天正8	1586	不明	別府湾?	大分川より東部の海浜数里が海中に流没
慶長元	1596	7	別府湾?	津波による流失家屋数千戸 死者八百余人 瓜生島が水没 高崎山・由布等の山崩れ
慶長2	1597	?	?	鶴見岳の噴火による山崩れか
元禄11	1698	6.0	野津原付近	大分城の石垣壁の破損
元禄16	1703	6.5	安心院付近	由布院などで山崩れや地割れ 家屋倒壊・破損数百軒・死者1
宝永4	1707	8.4	駿河湾	流失13戸 倒壊96戸
享保8	1723~1724	6.5	福岡南部	家屋倒壊
明和6	1769	7・3/4	日向灘北部	家屋倒壊・破損数百件 死者18人・家屋倒壊4,600戸 半壊1,100戸
安政元	1854	8.4	東海沖	(上記の東海地震被害と区別困)
安政元	1854	8.4	南海道沖	
安政元	1854	7.3~7.5	伊予西方の豊後水道	鶴崎で家屋倒壊数百戸
安政2	1855	不明	不明	杵築城破損
安政2	1855	不明	不明	立石で家屋倒壊数戸
安政4	1857	7・1/4	伊予灘北方の瀬戸内海	鶴崎で家屋倒壊数戸
明治32	1899	6.9	日向灘	鶴崎・杵築・犬飼などで土蔵や家屋の破損
昭和16	1941	7.2	日向灘	多少の被害
昭和21	1946	8.0	南海道沖	死者4人、負傷者10人 住家の全・半壊127戸 非住家の全・半壊39戸 道路橋梁の損壊9ヶ所
昭和50	1975	6.4	大分県中部	負傷者22人、住家の全・半壊151戸 非住家の全・半壊104戸 道路橋梁の損壊185ヶ所

「新編 日本被害地震総覧」、「大分県災害誌」をもとに作成

title: 災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分市 ニオケル 諸概要

対象地である大分市における建物用途構成割合

住宅系建物数 118,105戸(73.63%)
併用住宅系建物 16764 戸(10.45%)
住宅系建物計 134,869戸(84.08%)

建物用途	建物戸数	計測面積(㎡)	建物用途割合(%)	面積割合(%)
住宅	118105	11365295.56	73.630	53.145
サービス工業施設	547	51566.86	0.341	0.241
運輸倉庫施設	5299	1031446.94	3.304	4.823
家内工業施設	19	450.51	0.012	0.002
官公庁施設	344	150296.67	0.214	0.703
危険物貯蔵・処理施設	348	51504.33	0.217	0.241
共同住宅	8530	1671415.15	5.318	7.816
業務施設	4629	821853.08	2.886	3.843
軽工業施設	1737	912889.94	1.083	4.269
娯楽施設	127	45839.11	0.079	0.214
作業所併用施設	368	65425.82	0.229	0.306
重工業施設	2771	1429265.48	1.728	6.683
宿泊施設	131	44985.61	0.082	0.210
商業施設	3047	922065.14	1.900	4.312
店舗併用共同住宅	1698	353024.38	1.059	1.651
店舗併用住宅	6149	720115.13	3.833	3.367
農林漁業用施設	633	76354.58	0.395	0.357
文教厚生施設	5697	1551747.22	3.552	7.256
遊戯施設	225	119748.56	0.140	0.560
合計	160404	21385290.07	100.00	100.00

大分市提供建物データ2004年度

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分市^{ニオケル} 諸概要

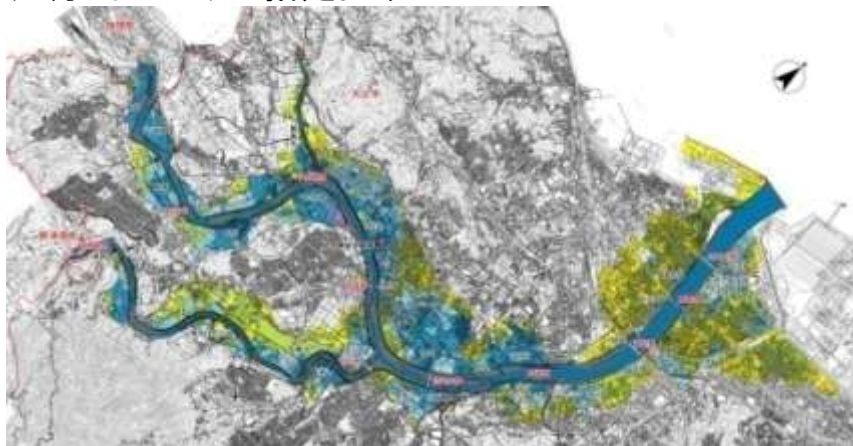
さらに、浸水想定区域(HZマップ)内

夜間人口	177,854(38%)人
Mesh	18%

このうち、HZマップ危険レベル4,5の高レベルに属されるメッシュ中の夜間人口は40,312人であり、大分市全域を通して人口集中地域は河川氾濫と水害被害の懸念地域に立地する傾向にある

つまり、大分市住民の内の約四割が立地条件より危険な地域に身を置いている状態にあることが指摘できる。

大分川HZマップ指定区域



大野川川HZマップ指定区域



title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

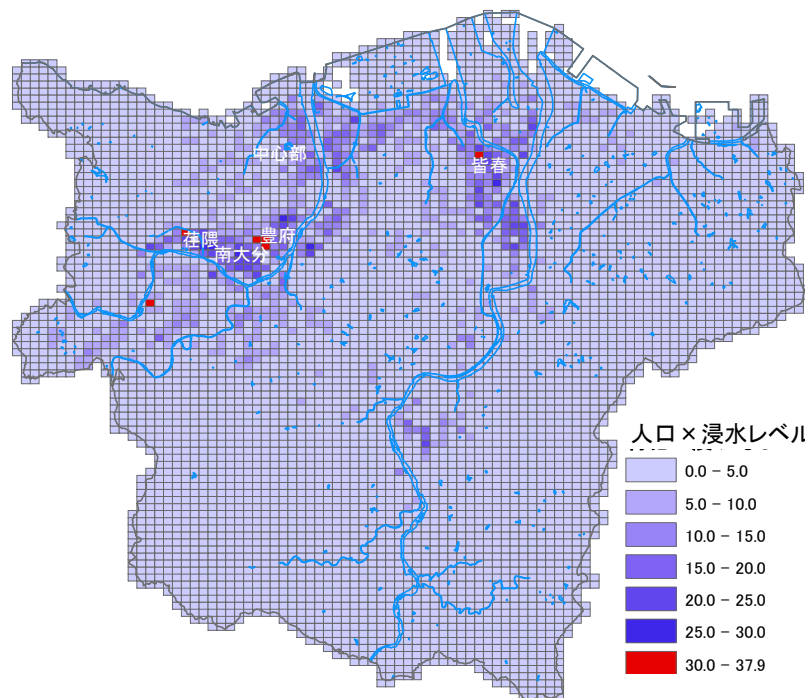
大分市ニオケル 諸概要

さらに、浸水想定区域(HZマップ)内

夜間人口 177,854(38%)人
Mesh 18%

このうち、HZマップ危険レベル4,5の高レベルに属されるメッシュ中の夜間人口は40,312人であり、大分市全域を通して人口集中地域は河川氾濫と水害被害の懸念地域に立地する傾向にある

つまり、大分市住民の内の約四割が立地条件より危険な地域に身を置いている状態にあることが指摘できる。



人口特化係数×HZマップ危険レベル クロス集計

		人口(人)										合計
		0-100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	801-900	901-970	
ハザードマップ	1	31547	42993	49345	50390	46308	26427	20521	19421	803	970	288725
浸水レベル	2	4520	10892	11665	15615	17276	15944	8419	4425	0	0	88756
	3	2605	7722	8298	8461	9292	8699	5002	1466	0	0	51545
	4	4610	5429	7918	7688	7372	1098	2622	1429	0	0	38166
	5	378	682	641	0	445	0	0	0	0	0	2146
合計		43660	67718	77867	82154	80693	52168	36564	26741	803	970	469338

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

震災
被害
想定

シミュレーション

大分県中部直下型の地震発災時における被害想定を国土交通省 地震被害想定支援ツールを用いて行う。

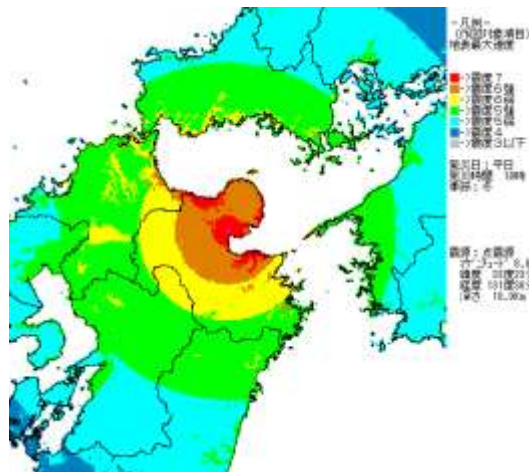
これは、初条件と震源パラメータの設定を行うことにより、地震発災時の被害規模をシミュレートするものであり、建物倒壊数並びに死者及び重傷被災者の人数を予測することで、大分市における都市的防災力の脆弱さを図る目的として行う。

発災条件		シミュレーション1	シミュレーション2
震源パラメータ	震源深さ(km)	10	10
	震源型	点震源	点震源
	マグニチュード	7.2	8
	緯度	33度23分	33度23分
	経度	131度30分	131度30分
季節		冬	冬
発災日		平日	平日
発災時刻		18	18
計算方法		Midorikawa最短距離法	Midorikawa最短距離法

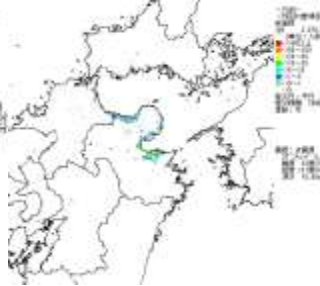
title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

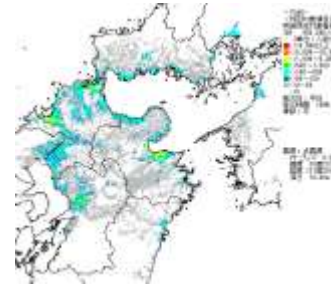
震災被害想定シミュレーション



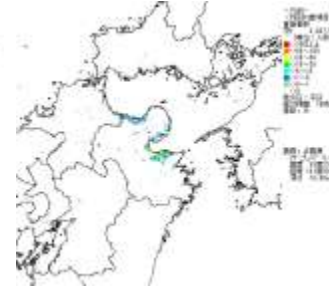
地表最大速度予測結果



被災死者数予測結果



要避難者数予測結果



被災負傷者数予測結果

	阪神淡路大震災発災時における被害状況		震災被害想定シミュレーション		②(大分県被災震度6.5M8)	①(大分県被災震度5.5M7.2)
人的被害	死者数(人)	兵庫県内	6402(99.5%)	死者数(人)	大分県内	3199(89.5%)
		県外	32(0.5%)		県外	377(10.5%)
	行方不明者数(人)		3	行方不明者数(人)		0
	重傷者数(人)	県内	10,494(98.2%)	重傷者数(人)	県内	582(96.4%)
		県外	189(1.8%)		県外	22(3.6%)
	軽傷者数(人)	県内	29,598(89.4%)	軽傷者数(人)	県内	3230(89.5%)
		県外	3,511(10.6%)		県外	377(10.5%)
住家被害	避難者数(人)		30万以上	避難者数(人)		284,468
	全壊(棟)		104,906	全壊(棟)		64,649
	半壊(棟)		144,274	半壊(棟)		73,846
	全半壊合計(棟)		約25万棟(約46万棟)	全建物全壊数(棟)		7,645
	一部損壊(棟)		390,506	昭和46年以前木造建物全壊数(棟)		4,758(4,734)
火災被害	住家全焼(棟)		6,148	昭和56年以前木造建物全壊数(棟)		2,249(2,243)
	全焼損(非住家・住家共)合計(棟)		7,483	昭和57年以降木造建物全壊数(棟)		245(245)
	罹災世帯(世帯)		9,017	全木造建物全壊棟数(棟)		7,252(7,222)
	道路被害(箇所)		10,069	昭和56年以前非木造建物全壊数(棟)		327(327)
その他被害	橋梁被害(箇所)		320	昭和57年以降非木造建物全壊数(棟)		66(66)
	河川被害(箇所)		430	全非木造建物全壊棟数(棟)		393(393)
	崖崩れ被害(箇所)		378			

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

災害 危険 地域 推定

オーバーレイ
ニヨル

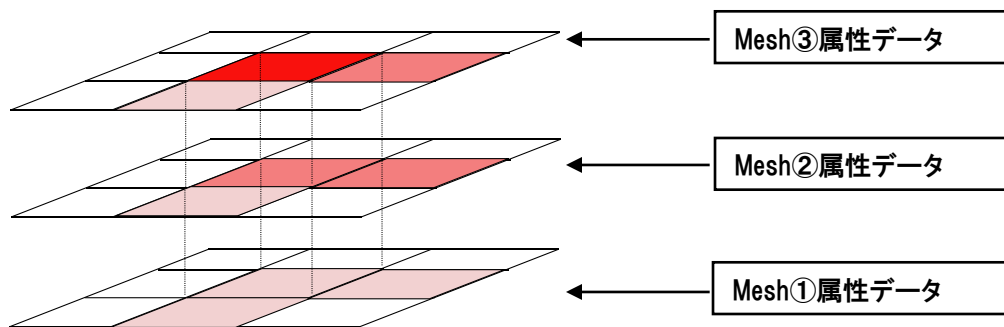
危険評価値について～人口特化係数～

人口分布が高い → 避難行動困難 → 危険度高
ハザードマップ → 浸水レベル高 → 危険度高
流出係数が高い → 氾濫しやすい → 危険度高

$$E = \sum(A+B+C+\dots \dots +N) \quad \dots(1)$$

A,B,C,...= 各属性データ

E: 危険評価値



上記する通り人口集中のみられる地域(mesh)の 発災時における避難行動は、他者の行動により容易に行うことができず、難がでることが予想される。つまり、地域人口が多いmeshほど避難時危険性が高い。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

災害危険地域推定

オーバーレイニヨル

流出係数

流出係数の高い値を持つ土地利用形態は、地表への降雨量または、河川及び海の氾濫時に受ける被害水量に対する流出量が大いことを示す。よって、流出係数が高いほど風水害時の危険度は高い。このことから、ここで用いる流出係数は内水氾濫の考察に使用できるものである。

累積流量

Arc GISのHydrology modeling機能を用いて累積流量を算出する。これは大分川及び大野川における流域とそれに伴う流量を算出し、氾濫時における危険度高低を明確にすることを目的としている。

標高グリッド(DEM)から各meshへ流れ込む水流量セル数を積算し、その値を基に河川の流れの向きと道筋を明確にする。

標高

傾斜角

土地利用形態	流出係数
住宅系	0.6
商業系	0.65
道路	0.85
公共施設・工業系	0.55
公園・空地	0.2
山林	0.5
田畑	0.4

$$Cx = Ca^p$$

$$C = \log_a x$$

都市構造データ	自然的要素データ
立地情報	大分川ハザードマップ危険レベル
再分類建物用途合計面積	大野川ハザードマップ危険レベル
建物用途別戸数	津波危険レベル
木造建物合計面積	累積流量
木造建物戸数	累積流量対数
人口分布	標高
人口特化係数	傾斜角
グロス密度	流出係数
人口割合	
mesh内建物合計面積	
建物密度	
道路面積	
道路率	
公園面積	
至拠点病院距離	

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

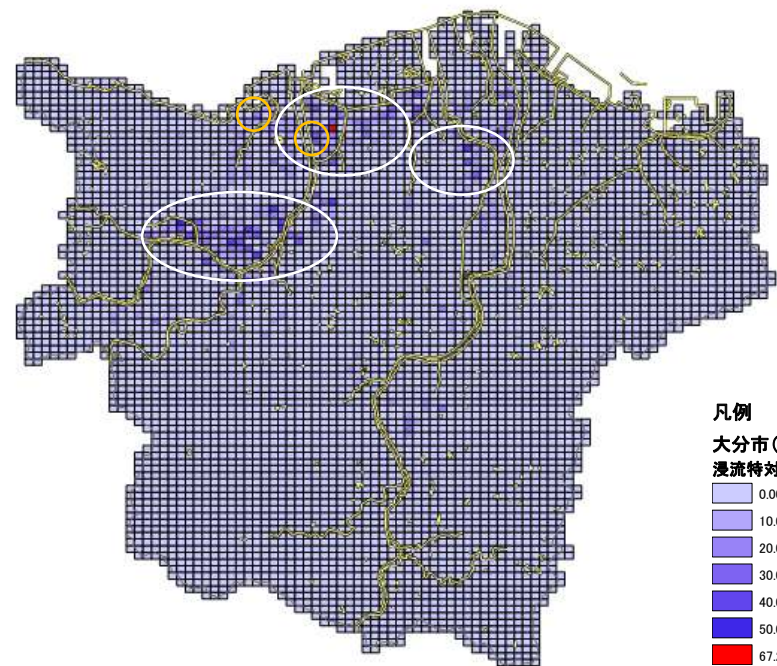
Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

災害危険地域推定

オーバーレイ
ニヨル

危険地域評価(流出係数・累積流量対数・人口特化係数・HZマップ危険レベル)

水害発災時における大規模氾濫の危険度の高さを示す累積流量対数に流出係数を乗じた値に対してHZマップの危険レベルを加味することで、より危険性の高い地域を特定しやすくしたものである。



オーバーレイによる災害危険地域評価の結果、中心部(中央町、府内町)と住宅地(高城、畑中、森町、戸次地区)を危険地域として指定する。

これは、木造面積・道路率が目的変量に対して加える影響力の強さが反映された結果として顕著に表れている。つまり、道路整備の進捗率が高く、人口分布の高い地域に対して高い値を算出する結果となった。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

災害危険地域推定

多変量分析
モデル

災害危険地域推定を目的とした多変量分析

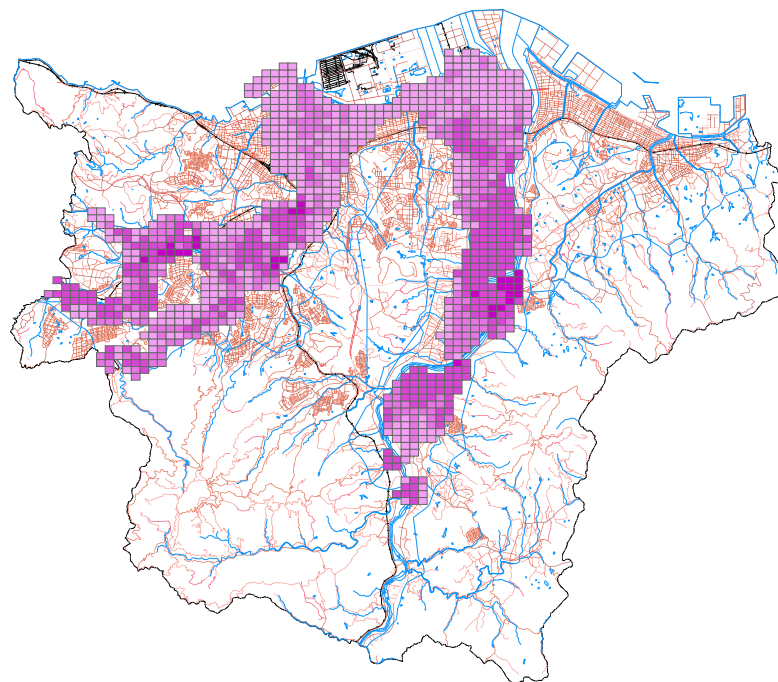
重回帰分析

災害危険地域評価(流出係数・累積流量・数・人口特化係数・HZマップ危険レベル)の実数地を目的変数に設定した重回帰分析

判別分析

- ・災害危険地域評価の値を1～7段階のレベル区分を行い、これを質的データとして目的変数に用いる。

- ・分析対象を大分川・大野川の流域とし、目的変数にHZマップ危険レベル1～5区分を設定して行う。



title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

災害危険地域推定

多変量分析モデル

重回帰式の基本式 $y^{\wedge} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$

目的変量：災害危険評価値

分析対象範囲：大分川及び大野川のハザードマップ指定箇所

都市構造データ	自然的要素データ
立地情報	大分川ハザードマップ危険レベル
再分類建物用途合計面積	大野川ハザードマップ危険レベル
建物用途別戸数	津波危険レベル
木造建物合計面積	累積流量
木造建物戸数	累積流量対数
人口分布	標高
人口特化係数	傾斜角
グロス密度	流出係数
人口割合	
mesh内建物合計面積	
建物密度	
道路面積	
道路率	
公園面積	
至拠点病院距離	

モデル	投入済み変数	除去された変数	方法
1	木造建物面積合計		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。
2	道路率		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。
3	累積流量		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。
4	傾斜角		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。
5	病院までの距離		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。
6	併用住宅系面積計		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。
7	標高		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。
8	公共公益施設系面積計		ステップワイス法(基準: 投入する F の確率 <= .050、除去する F の確率 >= .100)。

共線性の診断

モデル 次元	固有値	条件指標	分散の比率									
			(定数)	木造建物面積合計	道路率	累積流量	傾斜角	病院までの距離	併用住宅系面積計	標高	公共公益施設系面積計	
8	1	3.786	1.000	0.0096	0.017	0.011	0.004	0.007	0.012	0.018	0.006	0.015
	2	1.179	1.792	0.0017	0.003	0.001	0.070	0.244	0.089	0.055	0.044	0.052
	3	1.136	1.826	0.0001	0.001	0.001	0.044	0.050	0.106	0.029	0.352	0.043
	4	0.950	1.996	0.0006	0.000	0.001	0.674	0.035	0.131	0.001	0.017	0.001
	5	0.715	2.301	0.0012	0.071	0.004	0.034	0.001	0.041	0.026	0.002	0.760
	6	0.522	2.694	0.0145	0.002	0.007	0.030	0.180	0.578	0.161	0.268	0.007
	7	0.380	3.158	0.0099	0.141	0.029	0.027	0.241	0.015	0.691	0.193	0.021
	8	0.228	4.074	0.0645	0.748	0.263	0.059	0.105	0.015	0.002	0.057	0.101
	9	0.104	6.037	0.8981	0.017	0.683	0.057	0.137	0.011	0.016	0.062	0.0005

尚、説明変量として投入されたものの共線性の診断結果により相関の高すぎた「人口分布」、「住宅系面積計」、「グロス密度」は除外対象とみなし排除。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

災害危険地域推定

多変量分析モデル

重相関係数0.568,決定係数0.322。

本研究における目的変量は自然要素による危険評価である。これは、人為的要素を含まないために相関は自ずと低い数値を算出することを意味する。既往研究によると重相関係数0.4以上であることは相関が高いことを判断できるとある為、本分析結果の0.568は十分に有効な数値であることがいえる。

モデル	非標準化係数		標準化係数	t	有意確率	相関係数			共線性の統計量	
	B	標準誤差	ベータ			ゼロ次	偏	部分	許容度	VIF
8 (定数)	0.6345	0.45793		1.386	0.166					
木造建物面積合計	0.0006	0.00005	0.439	13.459	0.000	0.520	0.426	0.388	0.782	1.279
道路率	12.6282	2.89772	0.143	4.358	0.000	0.313	0.151	0.126	0.775	1.290
累積流量	0.0004	0.00011	0.101	3.416	0.001	0.018	0.119	0.098	0.948	1.055
傾斜角	-0.1758	0.05499	-0.105	-3.197	0.001	-0.176	-0.111	-0.092	0.775	1.290
病院までの距離	0.0003	0.00011	0.087	2.870	0.004	0.031	0.100	0.083	0.896	1.116
併用住宅系建物面積合計	0.0005	0.00021	0.085	2.557	0.011	0.284	0.089	0.074	0.744	1.344
標高	-0.0167	0.00819	-0.066	-2.044	0.041	-0.029	-0.071	-0.059	0.807	1.240
公共公益施設系建物面積合計	-0.0002	0.00011	-0.060	-1.984	0.048	-0.005	-0.069	-0.057	0.899	1.112

$$Y=0.6345+0.0006*(木造面積)+12.6282*(道路率)+0.0004*(累積流量) \\ -0.1758*(傾斜角)+0.0003*(病至距)+0.0005*(併用住宅系面積計) \\ -0.0167*(標高)-0.0002*(公共益施設系面積計)$$

影響力の大きい木造面積、道路率、累積流量において物理的特性の強さを指摘できる

title:

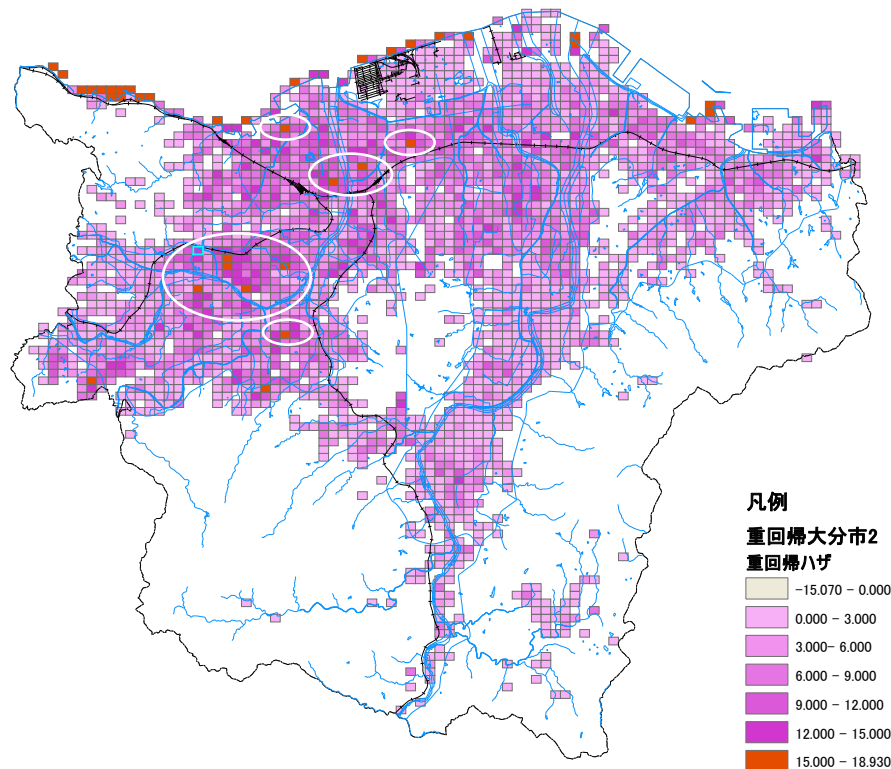
災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

災害危険地域推定

多変量分析ニヨル

最高危険評価値を算出したのは勢家である。これは、人口分布及び建物密度の説明変量においても最高数値を持つ地域である。

また、海岸線に沿って赤meshの分布がみて採れるが、これについては、標高と傾斜角が大きく影響する結果である。



凡例

重回帰大分市2

重回帰ハザ

-15.070 - 0.000

0.000 - 3.000

3.000 - 6.000

6.000 - 9.000

9.000 - 12.000

12.000 - 15.000

15.000 - 18.930

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

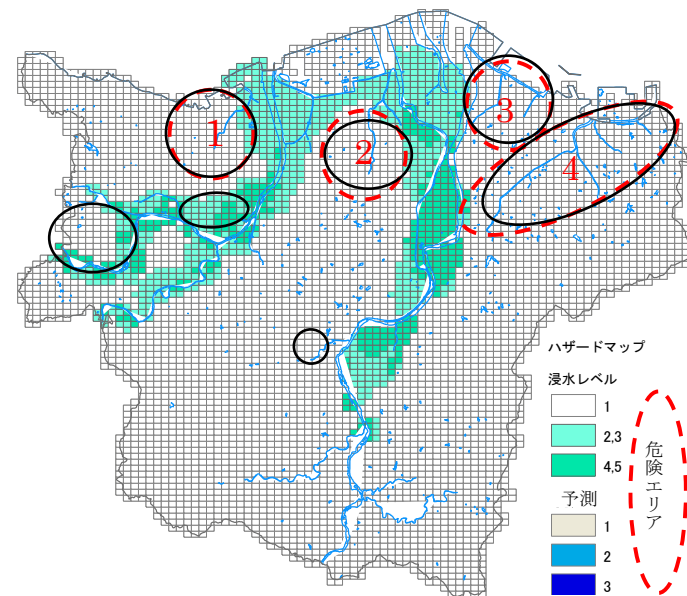
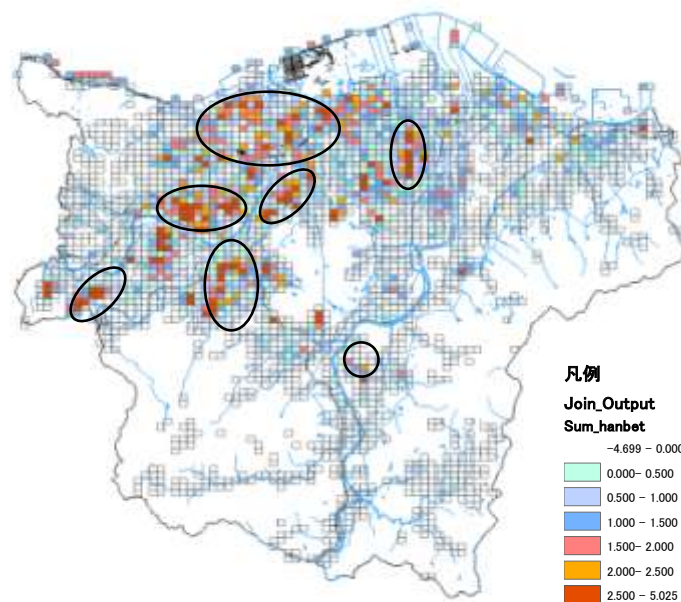
大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

災害危険地域推定

多変量分析
ニヨル

災害危険地域推定を目的とした2方法を用いた判別分析



いずれの分析結果ともに最高危険値を算出したmeshの属する地域は大分市中心部に隣接する勢家である。また、災害被害を水害被害に立脚した被害予測についても防災上危険性の高い地域であることを物語っており無視できない。

これらより、上記した高人口分布meshを危険地域として位置づける。中でも、大分市勢家(芦崎1組、3・1組、3・2組)に掛かるmeshにおいて最高数値を算出した。よって、同地域を水災害における大分市の最高災害危険地域として定義する。そして、次いで高数値を算出した森町、戸次地区、舞鶴地区、岩田町、古ヶ鶴地域を危険地域として位置付ける。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

道路 閉塞 推定

シミュレーション

大分市内全域を対象としたオーバーレイ作業による危険地域評価及び多変量分析(重回帰分析、判別分析)危険地域評価算出結果を経て得た災害危険懸念meshの特定によって選出された地域に対して、更なる内部危険箇所の特定を行う目的で各道路評価式を用いた道路閉塞評価を行った。

・推定災害危険地域内における道路閉塞及び避難シミュレーション

道路閉塞評価式を用いた閉塞ランクの算出
最寄り拠点病院に至るまでの弊害発生状況の算出

・大分市における災害拠点病院の機能許容範囲シミュレーション

	拠点病院	病床数
大分市	大分県立病院	626
	国立大分病院	300
	大分赤十字病院	344
	大分市医師会立アルメイダ病院	385
	大分大学医学部病院	604

災害拠点病院機能の道路ネットワーク選択時における許容範囲解析

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

道路 閉塞 推定

シミュレーション

※危険地域選定はもとより道路閉塞評価については、氾濫時の浸水量による程度は大きい。

しかし、対象地における危険レベルは一律であり、加わる被害度は各道路ネットワークに対しても等しいものである。

また、用いる道路閉塞評価式はいずれも都心部の住宅密集地を想定したものであると同時に、道路に掛かる危険因子の観点から算出するものであるため、災害発災時における建物倒壊率を考慮したものではない。



大分県大分市勢家(芦崎1組、3・1組、3・2組)

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

道路 閉塞 推定

シミュレーション

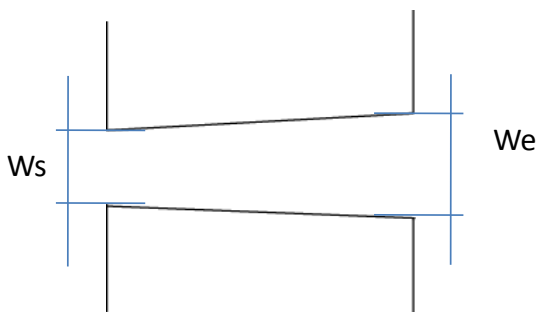
道路幅員評価 C_r について

道路閉塞の可能性を考える場合、街区を構成する沿道の幅員はそれとの関係性は大きいと考えられる。また、それは沿道建物高さとの関係性もまた大きい。
そこで、建物高さとの関係を表す指標として道路幅員評価 C_r を行った。

$$C_r = \alpha_r \times S$$

C_r : 道路幅員評価値、 α_r : 道路幅員係数、
 S : 緊急車両通行可否係数

$$S = \frac{W}{2.9}$$



$$\begin{aligned} W_s > W_e &\Rightarrow \alpha_r = W_e / W_s \\ W_e > W_s &\Rightarrow \alpha_r = W_s / W_e \\ W_e = W_s &\Rightarrow \alpha_r = 1.0 \end{aligned}$$

$W_s(m)$ 及び $W_e(m)$ は評価を行う当該街路の両端点での幅員を指し、この関係性より道路幅員係数 α_r を設定することにより、道路幅員評価の算出にあたって各道路の重み付けとして与えるものである。

S については、始端幅員 W_s と W_e の平均値を幅員固有値として算出した $W(m)$ に緊急車両通行可能幅員 $2.9(m)$ で除した値を緊急車両通行係数として設定し、道路幅員評価に加える。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

道路 閉塞 推定

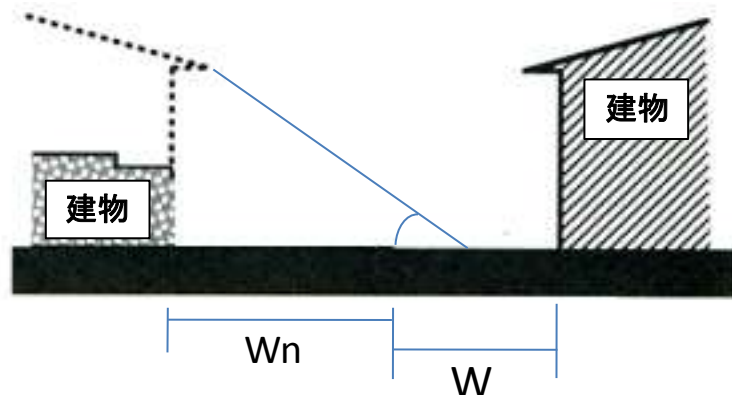
シミュレーション

沿道建物高さ評価Cbについて

道路閉塞の可能性を考える場合、最もその要因と成り得るのは建物の倒壊である。また、それは道路の幅員との関係性も高い。そこで、建物高さと道路幅員との関係を表す指標として沿道建物高さ評価Cbを行った。

$$\cos\theta = C_b = \frac{W/2+W_n}{\sqrt{H^2 + (W/2+W_n)^2}}$$

Cb : 沿道建物高さ評価値、W : 道路幅員(m)、
Wn : 建物から道路縁部までの距離(m)、H : 建物高さ(m)



道路の中心線からの距離(道路幅員の半分)と建物の高さの関係を示す指標として式(11)を用いて $\cos\theta$ を求め、それを評価値Cbとした。

これを算出するにあたって、各建物の庭等余土地の有無により建物から道路までの距離が異なるため、建物から道路縁部までの距離Wn (m)を計測する。

また、建物の形状によってWnの計測が困難なため、建物の両端からそれぞれ測定を行い(W1,W2)、この平均値をWnとして設定した。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

道路 閉塞 推定

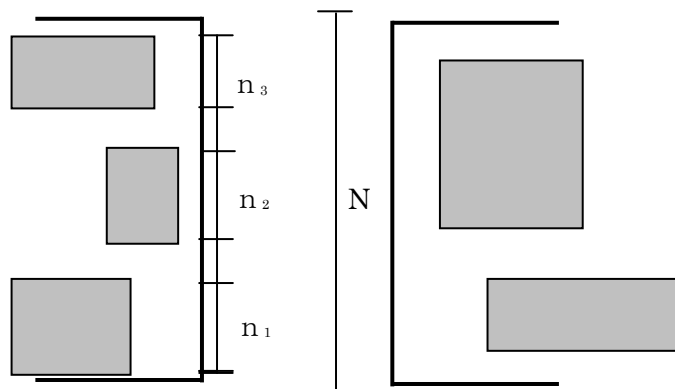
シミュレーション

建物間口評価Cdについて

建物に関する評価として沿道建物高さ評価に加えて建物間口評価を加えて評価する。
これは、道路の全長に対する沿道建物が多い方が高い確率での道路閉塞を招く状態にさらされていると考えられるため考慮した。よって、道路とそれに隣接している建物の関係を示すために建物間口評価を行う。

$$Cd = \frac{\sum n_i}{N}$$

Cd : 建物間口評価値、N: 道路全長(m)、ni: 各沿道建物間口(m)



尚、建物間口の測定方法は前項同様Arc GISの【測定】ツールを用いて、建物の両端間を測定した値を算出する。測定した各沿道建物間口の合計値を、これに沿う道路の全長で除した値。建物間口評価は、道路に対する沿道建物間口長の割合を算出するものである。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

道路 閉塞 推定

シミュレーション

建物密度評価 C_c について

道路閉塞評価を用いる対象地域は、風水害発災時における防災脆弱度の高い地域であることを前提とした建物密集地である。よって、建物の密度を評価に加える。

$$C_c = \alpha_r \times D$$

$$D = \frac{\text{mesh内建物の建築面積}(\text{m}^2)}{\text{mesh面積}231 \times 291.5(\text{m}^2)}$$

C_c : 建物密度評価値、 α_r : 道路幅員係数、 D : 建物密度

地区(mesh)単位の建物密度評価 C_c は、道路とそれに接する街区の建物密度 D との関係の評価する値である。道路幅員が狭小であり且つ、沿道街区内建物密度が高い地域はより建物間の密接度が高いことが指摘される。これは、災害発災時における避難行動の選択に弊害として大きな意味をもつ。道路閉塞についても同様である。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

道路
閉塞
推定

シミュレーション

道路閉塞評価算出結果

道路No.	Ws(m)	We(m)	幅員	街区長Na	街区長Nb
AA	2.409	3.478	2.943	33.888	28.329
AB	5.408	5.406	5.407	50.869	51.280
AC	6.412	5.995	6.204	25.653	27.758
AD	2.402	2.398	2.400	37.554	33.132
AE	2.398	2.416	2.407	17.114	20.229
BA	3.050	2.843	2.946	42.237	45.539
BB	4.070	3.801	3.935	48.862	51.531
BC	4.954	6.001	5.478	80.406	79.753
CA	5.973	5.992	5.983	79.799	80.103
平均	4.120	4.259	4.189	46.265	46.406
合計	37.077	38.330	37.703	416.382	417.656
最大値	6.412	6.001	6.204	80.406	80.103
道路No.	Σ隣接建物間口(a)	Σ隣接建物間口(b)	max建物間口(a)	max建物間口(b)	道路長隣接建物割合(a)
AA	29.187	24.993	7.090	18.243	0.861
AB	41.381	42.776	14.608	15.170	0.813
AC	12.957	17.902	12.957	9.255	0.505
AD	11.895	27.700	9.789	16.685	0.317
AE	13.971	6.737	10.096	6.737	0.816
BA	37.771	38.660	16.995	10.503	0.894
BB	42.374	37.736	21.957	37.736	0.867
BC	67.716	57.826	16.224	12.765	0.842
CA	63.383	74.858	12.290	19.247	0.794
平均	35.626	36.576	13.556	16.260	0.746
合計	320.634	329.187	122.004	146.341	6.711
最大値	67.716	74.858	21.957	37.736	0.894
道路No.	道路長隣接建物割合(b)	建物間口評価α a	建物間口評価α b	建物割合(a,b)	道路幅員評価
AA	0.882	0.872	0.870	0.872	0.291
AB	0.834	0.879	0.877	0.824	0.293
AC	0.645	0.925	0.905	0.575	0.308
AD	0.836	0.953	0.877	0.576	0.318
AE	0.333	0.878	0.951	0.575	0.293
BA	0.849	0.867	0.875	0.872	0.289
BB	0.732	0.871	0.892	0.800	0.290
BC	0.725	0.875	0.893	0.784	0.292
CA	0.935	0.882	0.862	0.864	0.294
平均	0.752	0.889	0.889	0.749	0.296
合計	6.771	8.000	8.000	6.741	2.667
最大値	0.935	0.953	0.951	0.872	0.318

title:

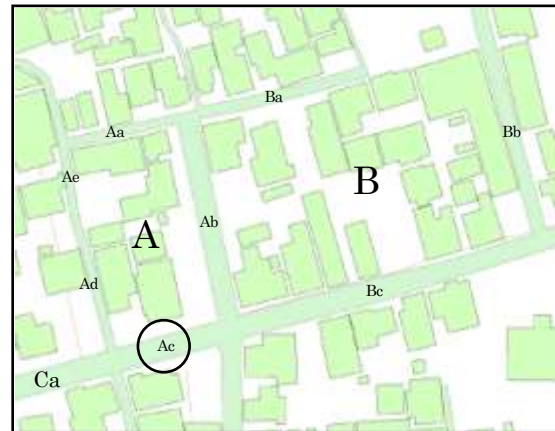
災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

道路 閉塞 推定

シミュレーション

道路閉塞評価算出結果

道路No.	閉塞ランク	閉塞評価
AA	6	0.009
AB	5	0.012
AC	1	0.504
AD	7	0.011
AE	4	0.015
BA	8	0.004
BB	3	0.032
BC	9	0.001
CA	2	0.036
平均		0.069
合計		0.625
最大値		0.504



沿道Acは対象街区を形成する沿道の内、最も広幅員道路であるにも関わらず道路閉塞評価では最大値を算出した。これは、道路全長の短さが強く影響する。加えて、沿道建物高さ評価及び建物間口評価の値による割合が大きい。

つまり、道路長に対して建物間口の割合が大きく、且つ高層建物である物件が隣接するために倒壊時における道路閉塞の可能性が高まったと解釈できる。

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

避難 経路 選択

シミュレーション

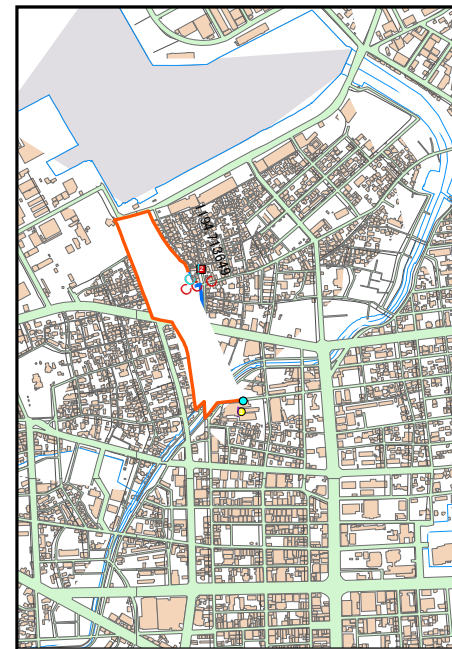
道路閉塞評価の結果を受けて、道路閉塞箇所を設定。

「速度－密度式」

$$v = 1.42 - 0.241\rho$$

v : 速度(m/s)、 ρ : 密度(人/m²)、

群衆避難を想定し、「速度－密度式」によって評価する。
 ρ : 密度(人/m²)を求める際、人口をメッシュ内の人口総数とし、またメッシュ内道路面積で除した値を密度とする。これは、地域住民の避難行動を想定するためである。



	閉塞なし	閉塞あり
距離(m)	600.554	1194.715
速さ(m/s)	1.378	1.378
秒	435.947	867.254
時間	7.266	14.454
分	7分16秒	14分27秒

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

避難経路選択

シミュレーション

算出結果を受けて距離・避難所要時間ともに約二倍の延長をみせた。これは多大なる避難弊害であると考ええる。また、道路閉塞発生状況下における歩行避難の結果として受けても、避難行動に対する労力の差は歴然である。

この数値は、一地域の道路閉塞シミュレーションの結果として有効な数値の算出に至ったと考える。それは本対象地域が住宅密集地であり、非有効幅員道路によって街区を形成することから住宅地災害被害の典型例として記述することができるためである。

また、ここでの算出結果は、大分市全域を通して最高危険地域の結果であることから、他の住宅地や道路閉塞懸念地域への転用が可能であり、災害対策立案の際の極めて重要なデータ構築の成せるものであると考える。



	閉塞なし	閉塞あり
距離(m)	600.554	1194.715
速さ(m/s)	1.378	1.378
秒	435.947	867.254
時間	7.266	14.454
分	7分16秒	14分27秒

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

避難経路選択

シミュレーション

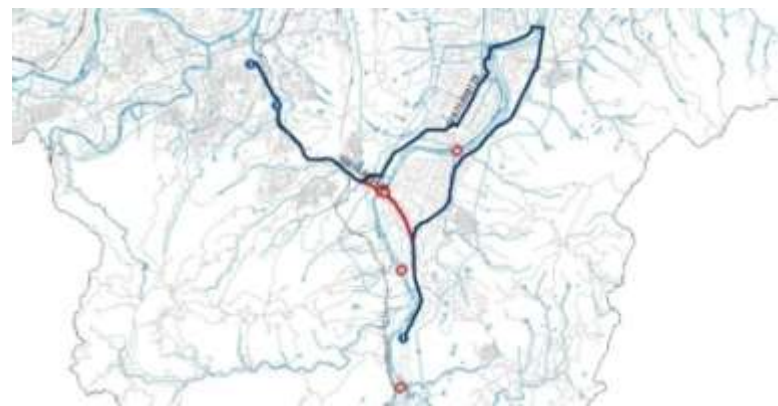
次に郊外型住宅地の弊害例を挙げる。対象地は国道10号線に隣接する大分市大塔町の宅地である。この地域の最寄り災害拠点病院は大分市寒田に位置する大分市医師会立アルメイダ病院である。

国道10号線によって大分市北部と連結される同地域は、交通量の多い白滝橋に一任される地域である。この橋梁が通行不可と遮断された場合を想定する。

通常時では10210.883mの距離間であるのに対して、白滝橋閉塞設定時では22973.808mと算出結果を得た。

車両を用いた避難所要時間では通常10分12秒のところを閉塞発生時には22分55秒を要す。

やはり、立地状況や橋梁に対する交通依存性を持つ郊外住宅地であることが、大きく迂回する経路を選択し、両数値ともに負に働く結果として表れている



title:

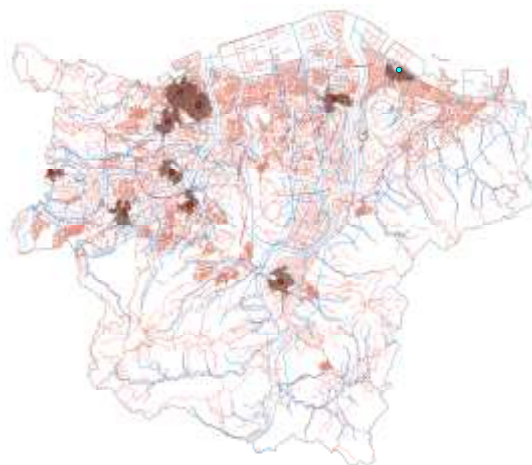
災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

避難経路選択シミュレーション

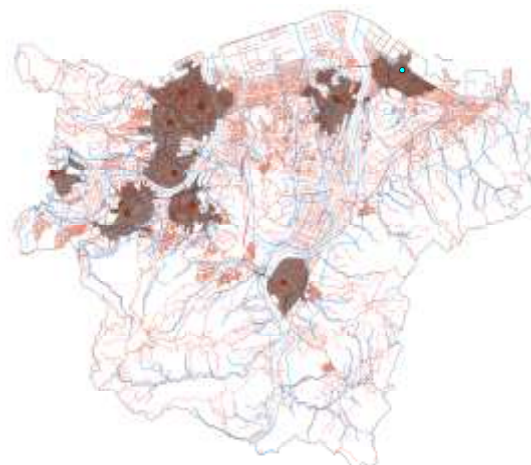
大分市内全域を対象としたオーバーレイ作業による危険地域評価及び多変量分析(重回帰分析、判別分析)危険地域評価算出結果を経て得た災害危険懸念meshの特定によって選出された地域に対して、更なる内部危険箇所の特定制を行う目的で各道路評価式を用いた道路閉塞評価を行った。

大分市	拠点病院	病床数
	大分県立病院	626
	国立大分病院	300
	大分赤十字病院	344
	大分市医師会立アルメイダ病院	385
	大分大学医学部病院	604

大分市内における災害拠点病院を対象とした道路ネットワークを選択した際の通常時サービスエリア解析の結果である



1,000mサービスエリア



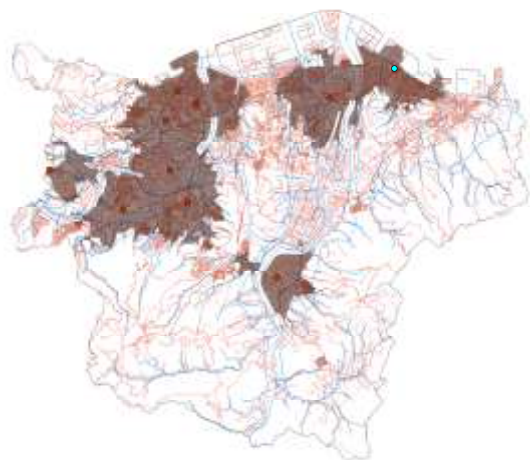
2,000mサービスエリア

title:

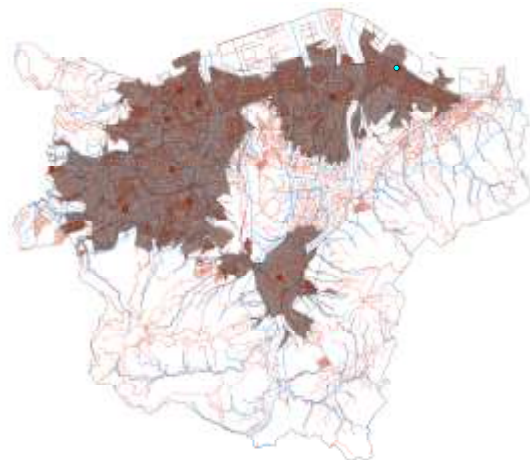
災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

避難経路選択

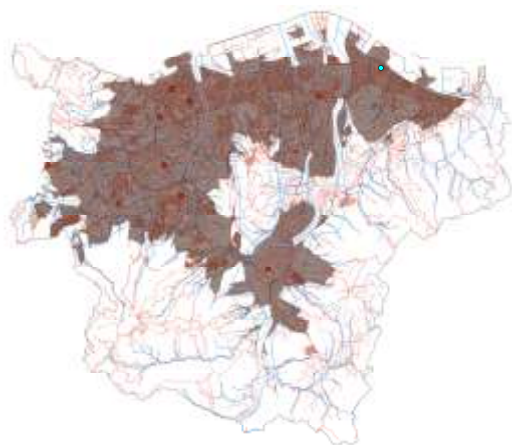
シミュレーション



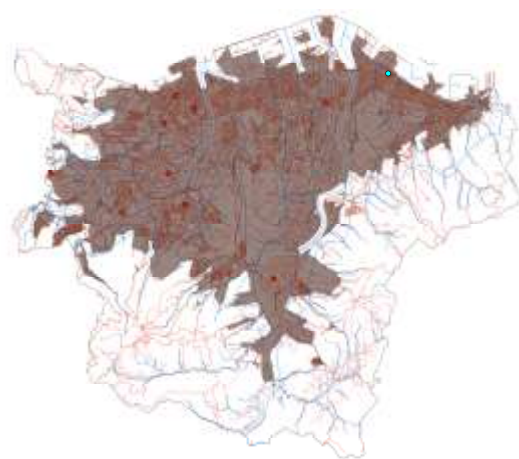
3,000mサービスエリア



4,000mサービスエリア



5,000mサービスエリア



6,000mサービスエリア

title:

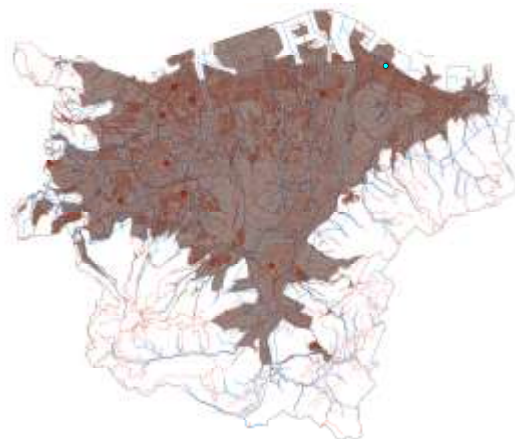
災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

避難 経路 選択

シミュレーション



7,000mサービスエリア



8,000mサービスエリア



9,000mサービスエリア



10,000mサービスエリア

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

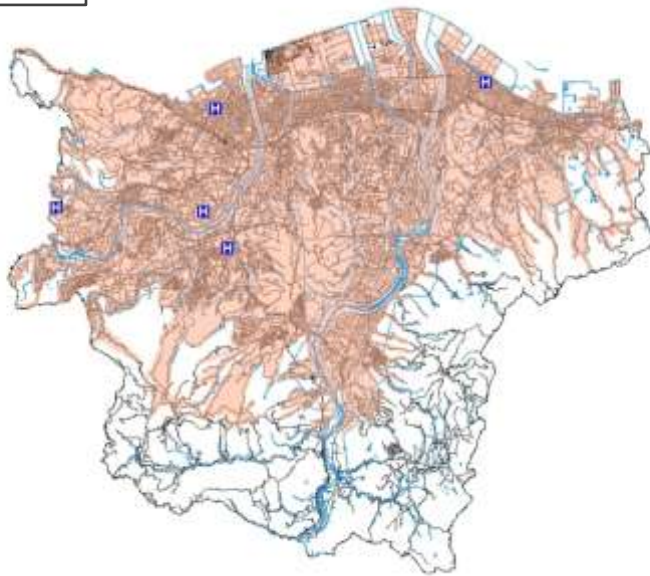
Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

避難 経路 選択

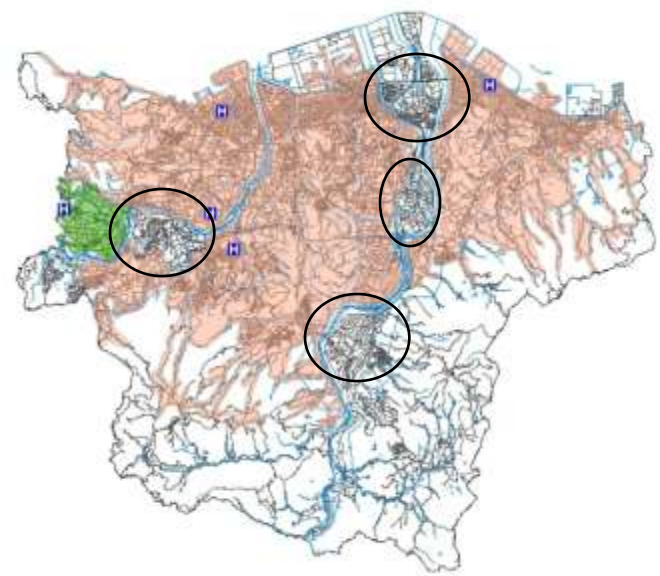
シミュレーション

通常時における拠点病院10kmサービスエリアの範囲では人口分布のみられる地域に関して完全に網羅する結果を得ているのに対して、橋梁遮断を想定した閉塞設定時については、大別して戸次地区、宗方地区、森町地区、鶴崎地区の4地域に対して孤立地域と化す結果を得た。

これらはいずれも人口集中地区であり、オーバーレイによる危険地域評価においても同様に危険地域として指定した地区に当たる。よって、災害諸情報面及び拠点病院との位置的関係の両観点よりこれら4地域を災害危険地域として位置づける。



通常時拠点病院10km許容範囲



橋遮断時の拠点病院10km許容範囲

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

総括 今後

災害危険地域推定

中心部と住宅地の周辺環境は非有効幅員道路による格子状の街区形成がなされ、河川傍という立地条件と流出係数が高い土地利用形態であることに起因した氾濫発生時の浸水が懸念される地域である。

これらより、大分市勢家(芦崎1組、3・1組、3・2組)に掛かるmeshにおいて最高数値を算出した。よって、同地域を水災害における大分市の最高災害危険地域として定義する。

そして、次いで高数値を算出した森町、戸次地区、舞鶴地区、岩田町、古ヶ鶴地域を危険地域として位置付ける。

道路閉塞及び避難シミュレーション

閉塞評価の結果は、沿道の道路幅員評価及び建物高さ評価、建物間口評価の数値による影響が大きいという算出結果を得た。

また、対象地域である大分市勢家(芦崎)に関しては、最寄り災害拠点病院へ至るまでの避難経路及び歩行避難に伴う所要時間ともに約二倍の延長が確認できた。これは、歩行避難において多大なる弊害の発生であると断言できる。

避難シミュレーションによる推定危険地域は、災害諸情報面及び拠点病院との位置的関係の両観点より、戸次地区、宗方地区、森町地区、鶴崎地区の4地域を災害危険地域として位置づける

title:

災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究

大分大学大学院工学研究科建設工学専攻 佐藤誠治・小林祐司 建築・都市計画研究室 片山義広

Seiji SATO and Yuji KOBAYASHI, Architecture and Urban Planning Lab., Oita University, JAPAN 06E5004 Yoshihiro Katayama

総括・ 今後

危険地域として推定された地域に対して住民意識調査を実施し、危険地域の算出結果と住民が持つ防災意識の相違を明確に把握することが必要である。この食い違いを認識した上で差を埋めるべく、住民が持つ防災意識の向上に努めるべきである。

title: 災害時における危険地域推定と道路閉塞及び避難シミュレーションに関する研究