

市街地の変遷を踏まえた洪水氾濫リスク評価による防災計画

Disaster Prevention and Mitigation Plan Based on Estimated Flood Risk in Consideration to Waterproofing of Historical City Structure in Oono City, Fukui Prefecture

田中耕司¹・中島秀明²・中北英一³・竹之内健介⁴・矢守克也⁵・養老伸介⁶・羽生雅則⁶

Kohji TANAKA, Hideaki NAKASHIMA, Eiichi NAKAKITA, Kensuke TAKENOUCI
Katsuya YAMORI, Shinsuke YUROYU and Masanori HANYU

¹ (株) 建設技術研究所大阪本社水システム部次長 (〒545-0008 大阪市中央区道修町1-6-7 北浜MIDビル)
Deputy manager, Water Management and Research Division, Osaka Main Office, C.T.I.Eng., Co. Ltd.

² (株) 建設技術研究所大阪本社水システム部主任 (〒545-0008 大阪市中央区道修町1-6-7 北浜MIDビル)
Engineer, Water Management and Research Division, Osaka Main Office, C.T.I.Eng., Co. Ltd.

³ 京都大学教授 防災研究所 気象・水象災害部門 (〒611-0011 京都府宇治市五カ庄)
Professor, Division of Atmospheric and Hydrospheric Disasters, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

⁴ 京都大学 情報学研究科 (〒606-8501 京都市左京区吉田本町36-1)

Graduate School of Informatics, Kyoto University

⁵ 京都大学教授 防災研究所 巨大災害研究センター (〒611-0011 京都府宇治市五カ庄)

Professor, Research Center for Disaster Reduction Systems, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

⁶ 大野市企画総務部防災防犯課 (〒912-8666 福井県大野市天神町1-1)

Division of disaster prevention and crime prevention, General Affairs Department, Oono City

Municipalities may not suitably alert evacuation warning and caution to residents in districts. This study describes about methods of evacuation judgment criteria based on the flood risk at each district in order to alert proper evacuation warning and caution according to necessity and priority of evacuation at each district. Flood flowing analysis model which simulate the inundation process in flood plain of several small-medium rivers in Ono city of Fukui Pref was developed. We estimated flood risk in Oono city from design rainfall of river planning, probable maximum rain fall around Oono city and an event of the Okuetu heavy rainfall. As results of analysis of flood risk, it is shown that timing and priority order to alert evacuation warning and caution according to flood risk at each district was able to be established.

Keywords : Flood Risk, evacuation, Flood Flow Analysis, Historical City Structure, Small-Medium rivers, Evacuation

1. はじめに

従来の地域防災計画では、風水害を対象にした防災体制や、災害普及・復興の基本的な執行体制が示されてきた。また、豪雨にともなう洪水に対して、いつ、だれが、どのように住民への避難情報を設定し、連絡をするのかを明記している¹⁾。これらを規定する基準は、水位観測所の河川水位のみで判断するものが大半であり、さらには河川水位の予測に基づく判断基準¹⁾が存在している。防災担当者や河川管理者は、このような基準に基づいて、経験を頼りに判断しなければならない。また、地方自治体の防災担当者が、水文・水理的な知識が乏しい場合、避難準備情報や避難勧告の発令を判断することが非常に難しくなることが想定される。このような理由から、避難情報による空振りを恐れてしまうことや、避難情報の判断～発令が遅れるといったことが避難情報を発令する際の問題の要因となっているものと考えられる。このように、地域防災

計画は、時々刻々と逼迫した状況に対して、判断や行動マニュアルの機能を果たしていない場合が多い。このような背景から、平成26年4月に避難勧告等の基準作成のマニュアル²⁾が公表されたものと考えられる。

このような基礎自治体におけるリアルタイムでの避難勧告等の発令における問題は、本研究で対象にしている大野市に限った問題ではないと考えられる。本研究では、洪水氾濫を対象にした避難情報の発令に対して、より合理的な判断をすること、避難が優先される地区の選定とそれともなう段階的な避難準備や避難勧告の発令が実施できることを目的とした。このような検討は、既に田中ら³⁾⁴⁾が先行した事例研究を行っているが、歴史的な市街地のリスク評価に基づく知見を活かすような防災計画づくりというアプローチはしていない。本研究の主たる目的に対しては、現時点の地形、資産を基に、氾濫解析を実施し、地区毎のリスクを評価して、合理的かつ効率性の高い避難情報を作成することにある。しかし、本研究の分析結果より、大野市の歴史的な市街地の構造そのものが、洪水氾濫に対して非常に強い地域があることが明らかになった。本研究では、大野市の歴史的な市街地の進展と氾濫リスクの関係を明らかにするとともに、この事実を地域防災計画や地区防災計画⁵⁾に活かすための方向性について検討した。

2. 大野市街地とその周辺の歴史的変遷

(1) 大野市の概要⁶⁾

大野市は、福井県の東部に位置し、市の総面積は872.30km²で福井県最大である。市内は、交通は国道157号が南北に、国道158号が東西に走り、東は北陸自動車道、西は北陸自動車道に連絡しており、JR越美北線（九頭竜線）が国道158号にほぼ平行している。

大野市の歴史は、南北朝（1332年～）の初めごろ城下町として発展し、天正元（1573）年朝倉氏の滅亡後、織田信長に平定され、天正3（1575）年に金森長近が、大野の大部分を統治した。金森長近は、亀山に城を構築するとともに、碁盤目状の城下町の建設に着手し、これが現市街地の起源となっている。以後約430年間、大野は奥越前の中心地として栄え、明治維新まで続いた。現在でも、市街地はその歴史的な風情や街並みが残っており、「北陸の小京都」ともいわれ、観光地としてにぎわいを見せている。昔の交通路として、福井から大野を経て、岐阜へと向かう美濃街道があり、大野藩の参勤交代にも利用されるなど、江戸時代を通じて重要な街道であった。この美濃街道は、現在の国道158号とほぼ同じルートをたどっていた。

このような大野市においては、過去の洪水被害としては、昭和40年9月14日～17日に秋雨前線と台風による豪雨により、大野市内や九頭竜川、真名川など市内河川が氾濫し、甚大な水害が発生した。特に、現在の真名川ダム上流にあった西谷村は、水害・土石流により壊滅的な被害を受けた。それ以後、甚大な洪水による被害は発生していない。また、平成16年7月に福井豪雨では、農地における浸水は発生したが、近隣の美山町や福井市のような甚大な人的・物的被害は発生していない。

(2) 市街地とその周辺の変遷

大野市の市街地は、前述したように430年の間、維持されている。この市街地を、明治33年・昭和48年および平成23年の変遷を比較したものを図-1に示す。また、このような市街地の発展とともに、人口の推移⁷⁾

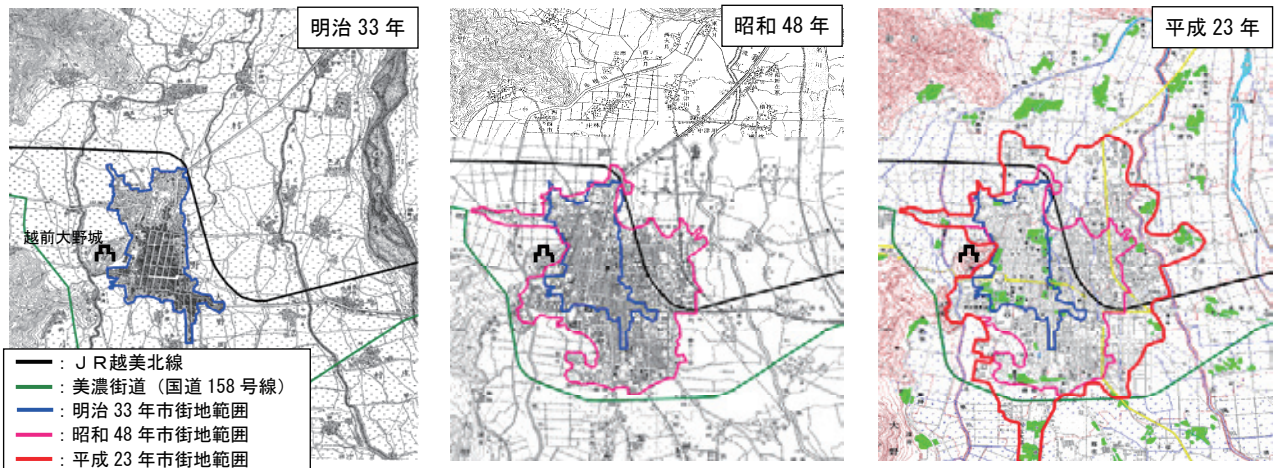


図-1 大野市市街地の変遷：明治33年、昭和48年および平成23年

を昭和40年からの変化を図-2に示す。これらによれば、城下町にあたる部分やそれから離れたいくつかの集落は、古くから存在していることや、現代に入り、市街地の規模が拡大しているが、昭和40年から徐々に人口は減少している。昭和40年代では15～65才の人口が非常に多く、15才未満の子どもの数も1万人を越えている。しかしながら、平成から高齢化社会が進行し、現在65歳以上の人口比率が30%となっており、超高齢社会の状況になっている。また、子どもの数が半分に減少している。したがって、災害弱者といわれる高齢者人口と15才未満の人口を合わせると、概ね15,000人となり、その構成比率は45%となっている。

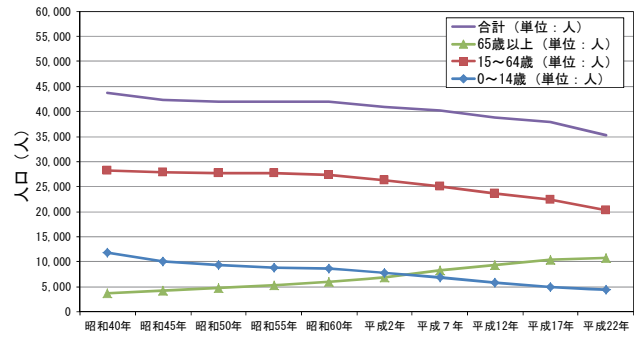


図-2 昭和40年～平成22年までの人口構成の変遷

このような状況にある大野市の地域防災の課題として、超高齢社会による避難時要援護者の数が増加することや、乳幼児を含む15才未満の子どもといった災害弱者を加えると、行政だけの避難支援による対応では到底追いつかなくなることが容易に想像できる。このような現実を踏まえると、高齢者や子ども達への防災教育と啓発が重要であるばかりではなく、地域防災の取り組みに住民が主体的に参加するための体制の確立が急務の課題である。

(3) 浸水想定区域図にみる治水上の安全性と課題

大野市のハザードマップ⁸⁾は、福井県が作成した清滝川、赤根川の浸水想定区域図を基にして、避難所等の情報を追加して、公表されている。この浸水想定区域図⁹⁾は、県管理河川である赤根川・日詰川・清滝川の治水計画規模である超過確率50年規模の洪水が発生することを想定して作成されたものである。図-3は、公表されたハザードマップをトレースしたものを示している。図中には、図-1において明治33年から拡大した昭和48年時点、平成23年時点における市街地の範囲を示した。これによれば、現在のJR越美北線沿いに市街地が広がったことがわかる。

このJR越美北線¹⁰⁾は、1960年(昭和35年)12月に、南福井駅から勝原駅まで開業した。1972年(昭和47年)12月に現在の終点である九頭竜湖駅まで開通した。その後、2004年(平成16年)7月18日の福井豪雨¹¹⁾により、複数の橋梁が流出し、約3年間営業が停止していた。このJR越美北線は、高度経済成長とともに開業し、越前大野駅周辺はその後発展した地域といえる。

このように市街地が拡大した大野市には、東から九頭竜川とその支川真名川、清滝川、支川木瓜川、赤根川、支川日詰川がほぼ平行に貫流しているが、400年以上続いている大野市街地の中心は、浸水想定区域に指定されていない。これは治水上安全な地域を構築したのか、あるいはもともと氾濫原ではなかった地域に城下町を作ったのかは不明であるが、現時点では安全度の高い地域が存在していることが明らかである。

3. 洪水氾濫解析による浸水リスクの分析

従来の治水計画規模の豪雨が襲来したと想定した浸水想定区域図を基本にした地域防災計画で、住民の命を守れるのかという命題に対して、近年の局地的な集中豪雨や台風性豪雨による浸水被害が全国で

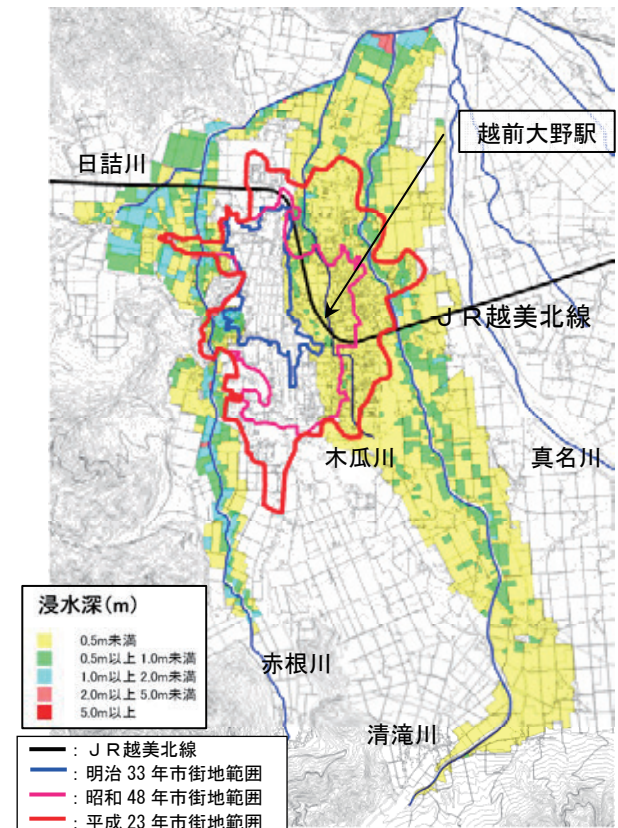


図-3 大野市ハザードマップ(公表版⁸⁾)のトレース

多発している事実からは、疑問を抱かざるを得ない。そこで、本研究では、浸水想定区域図の作成の根拠となっている治水計画規模である超過確率50年という外力にとらわれず、最大級の豪雨を想定していく中で規模に応じた洪水氾濫リスクを評価することを目的とした。さらに、大野市街地の洪水氾濫に対する地域毎の歴史的な背景を踏まえた防災計画のあり方について検討を行った。

(1) 降雨外力の設定

今後さらに大きな豪雨が襲来する可能性は否定できない。そこで、図-4に示す福井県大野市周辺の平成15年～平成25年までの全国合成レーダ雨量から、流域形状や大野市の形状で降雨継続時間毎の最大雨域を探索¹²⁾した。この雨域による氾濫解析は、実績降雨でかつ、近隣の最大降雨が大野市に襲来することを想定した設定である。ここで、このような大野市がまだ経験していない降雨を対象とする場合、台風性を除いた降雨を対象とした。抽出した局地的豪雨や前線性豪雨に限っては、表-1に示すように、大野市でも発生する可能性がある。そこで、抽出した降雨サンプルが治水計画規模の時間雨量を越える回数を集計した結果を図-5に示す。その結果、大野市近隣では治水計画を上回る局地的あるいは前線性の降雨が過去10年間で30回も発生していることがわかった。これは、今後治水計画を上回る降雨が大野市を襲来した場合、計画規模の外力（50年確率、68mm/hr）で作成されている浸水想定区域を上回ることが容易に想像できる。

このような、状況から降雨条件として、対象としている河川（赤根川、清滝川、日詰川）の治水計画策定で採用されている福井県降雨強度式（平野部、奥越山間部）¹³⁾（10年～200年）から中央集中型降雨波形を作成し、流出解析・氾濫解析を実施した。さらに、大野市においては昭和40年9月に奥越豪雨が発生して、甚大な被害が発生しており、福井県降雨強度式においては、この豪雨の方が規模としては大きいため、これを対象にした。また、中央集中型や実績の豪雨の波形だけではなく、平成25年7月28日の山口・島根豪雨では、時間100mm以上の豪雨が3時間を継続したことや、同年9月に近畿地方に甚大な洪水被害をもたらした台風18号のような10mm～40mmくらいの雨量が長時間継続したことを踏まえて、10mm～100mmの一定降雨が継続した場合の氾濫の状況の変化も合わせて把握できるように設定した。

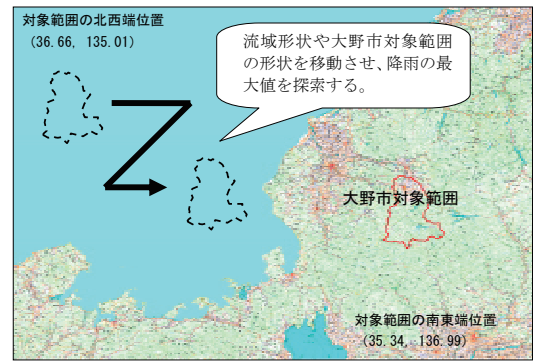


図-4 最大雨域の抽出範囲

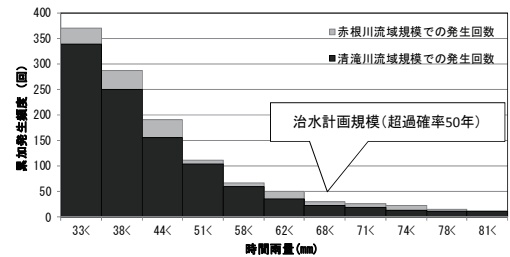


図-5 1時間雨量の発生頻度

表-1 最大雨域移動評価や、福井県降雨強度式による降雨継続時間毎の降雨量

降雨継続時間 (hr)	累加雨量 (mm)										
	30分	1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間	12時間	24時間	48時間	
最大雨域移動評価 (真名川ダム上流)	60	99	153	193	221	244	252	335	430	545	
最大雨域移動評価 (清滝川流域)	79	116	181	218	260	283	294	423	501	619	
最大雨域移動評価 (赤根川流域)	83	135	195	235	278	320	332	482	544	602	
最大雨域移動評価 (大野市対象範囲)	53	86	143	179	204	222	248	339	426	536	
降雨強度式 (福井県平野部) による降雨波形 (T=1/50)	34	68	92	107	120	131	140	184	240	設定なし	
降雨強度式 (福井県平野部) による降雨波形 (T=1/70)	35	71	97	113	126	138	148	193	253		
降雨強度式 (福井県平野部) による降雨波形 (T=1/100)	37	74	102	119	133	145	156	203	265		
降雨強度式 (福井県平野部) による降雨波形 (T=1/150)	39	78	107	126	141	153	164	214	280		
降雨強度式 (福井県平野部) による降雨波形 (T=1/200)	41	81	111	131	146	159	171	223	291		
降雨強度式 (奥越山間部) による降雨波形 (T=1/50)	39	78	123	160	190	215	236	328	433		
降雨強度式 (奥越山間部) による降雨波形 (T=1/70)	41	82	129	169	200	227	250	348	460		
降雨強度式 (奥越山間部) による降雨波形 (T=1/100)	43	86	136	179	212	240	265	369	488		
降雨強度式 (奥越山間部) による降雨波形 (T=1/150)	45	91	144	189	225	255	281	392	521		
降雨強度式 (奥越山間部) による降雨波形 (T=1/200)	47	94	150	197	234	266	293	410	544		
S40.9奥越豪雨	25	49	98	145	189	232	261	355	564		636

(2) 氾濫解析の概要

a) 氾濫モデルの概要

本研究では、大野市街地を含む盆地を対象にして、洪水氾濫モデルを構築する必要がある。このモデルを構築する際に、近年のゲリラ豪雨による雨水排水路の溢水による内水被害や、福井豪雨の時の外水氾濫といった、複合的な氾濫現象を捉えるために、大野市街地を含む盆地を対象にして、25mメッシュの空間解像度を基本とした図-6に示す概念の内水外水氾濫モデルを構築した。なお、本研究においては、NILIMモデル¹⁴⁾を基本として、今回の目的に合わせて修正した。

b) 支配方程式

図-6 に示すモデルは、河川からの外水氾濫、堤内地の家屋等での雨水排水とそれと接続する町中を張り巡らされた雨水排水幹線網からの溢水、雨水排水路と河川の接続部、土地利用毎の損失雨量を考慮した雨水貯留効果、といった一連の現象をシミュレートするものである。

河道内の流れは、一次元不定流モデル¹⁵⁾を、氾濫流は、平面二次元不定流モデル¹⁵⁾を参考にして、水路からの溢水と降雨量を湧き出し項で考慮した。

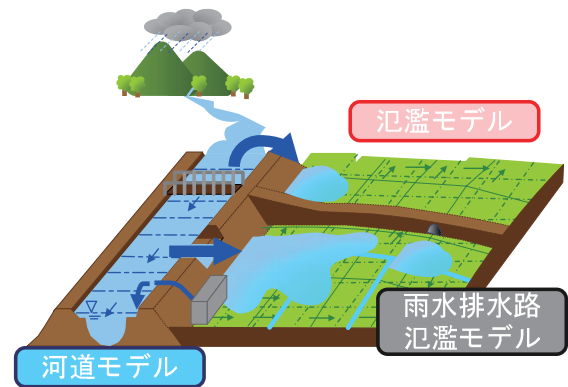


図-6 内外水氾濫モデルの概念図

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = q_e + q_{up} \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uM) + \frac{\partial}{\partial y}(vM) = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \tau_{bx} \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uN) + \frac{\partial}{\partial y}(vN) = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{1}{\rho} \tau_{by} \quad (3)$$

ここに、 h は水深、 q_e は降雨流出量（地下浸透等を考慮した有効降雨量）、 q_{up} は水路から単位面積当たりの溢水流量、 H は水位、 g は重力加速度、 ρ は水の密度、 $M = uh$ は x 方向流量フラックス、 $N = vh$ は y 方向流量フラックス、 u は x 方向流速、 v は y 方向流速、 n は土地利用や建物占有率を考慮した粗度係数、 x は x 方向距離、 y は y 方向距離、 t は時間である。

つぎに、大野市内の雨水排水路網については、diffusion wave 近似を行った以下の支配方程式¹²⁾を用いた。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_{in} \quad (4)$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} = S_0 - S_f = S_0 - \left(\frac{n^2}{R^{\frac{4}{3}}} + \frac{k}{2gL} \right) \frac{Q^2}{A^2} \quad (5)$$

ここに、 A は流水断面積、 Q は流量、 q_{in} は横流入量（ $=q_{sew}-q_{up}$ ）、 q_{sew} は地上から排水路への単位面積当たりの雨水排水流量、 n は粗度係数、 R は径深、 S_0 は水路床勾配、 h は水深、 L は水路長、 S_f は摩擦損失勾配である。

式(1)中の q_e については、建物とそれ以外に分類し、雨水流出を簡易的にモデル化した。建物については、メッシュ格子内に降った雨水のうち、屋根の面積比率を考慮し、排水路に直接流入させた。また、建物以外の地表面流出について、土地利用に応じた浸透による降雨損失¹³⁾を考慮したモデルとした。

$$q_e = \begin{cases} \lambda r \\ (1-\lambda)r_e \end{cases} \quad (6)$$

ここに、 q_e は単位面積当たりの降雨流出量、 λ はメッシュに対する屋根面積の比率、 r は降雨量、 r_e は有効降雨量である。

(3) 洪水氾濫リスクと市街地の歴史的な構造

本研究では、基盤地図情報からメッシュ内の家屋宅盤高と道路高を識別し、地区毎の最低値を基準として、メッシュについて浸水深、流速および流体力の指標に対して、瀧らを参考にリスク評価¹⁶⁾を行った。

表-2 は、発生する浸水被害の分類を示したものである。また、歩行困難となる状態については、須賀ら

19)による水深・身長比と流速の関係から見た水中での歩行可能領域を用いるものとした。

図-7には、大野市内の超過確率 50 年相当、超過確率 200 年相当、最大雨域移動評価による最大雨量（総雨量 492mm/24hr、最大時間雨量 134mm）および奥越豪雨での氾濫リスクを評価したものを示す。これによれば、対象範囲で人的リスクが発生する可能性がある地区は複数河川の合流点の周辺で発生することがわかる。これは今回事例として示した特別警報を越えるような降雨・洪水の場合、警戒すべき区域であることを示唆するものである。一方で、真名川の支川である清滝川、赤根川、木瓜川、日詰川においては、降雨の規模に応じて越水破堤によりリスクが増大していくことがわかる。さらに、最大級の降雨の場合、特別警報の発表や、気象予報で大方の外力を把握することができる。このような事態に備えて、最も警戒しかつ避難所への避難をすべき地域や、垂直避難でも問題が発生しない地域など、色分けが可能である。このような氾濫特性を踏まえると、地域毎に河川水位、雨量などの基礎情報を活用して、避難準備情報や避難勧告等を発令することが行政と住民の判断の効率性を向上させることが期待できる。

また、大野市において最大級の降雨に伴う洪水が発生しても、城下町であった大野市中心の市街地については、深刻な浸水被害が発生しない地域も存在することが明らかとなった。豪雨による地域防災を考える際に、この歴史的な中心街が防災上の重要な役割を担えることを認識しておくことが極めて大切であると考えられる。このような情報を地区防災計画に活かすためには、危険となる地区や、安全な市街地に対して個々に認識してもらうことが必要である。さらに、甚大な被害を及ぼす豪雨が想定されるような場合、近隣の地区の避難所から安全な地区の避難所への移動によって安全を確保することも考えられる。

表-2 氾濫解析結果に対する被害の分類

氾濫計算結果		被害内容	備考
項目	しきい値		
浸水深	0.5m超過	床上浸水	
	1.0m以上	1階水没	
	3.0m超過 ¹⁷⁾	家屋水没	人的被害
	5.0m超過	家屋完全水没	人的被害
流体力	2.5m ³ /s ² 超過 ¹⁸⁾	木造家屋流失	人的被害

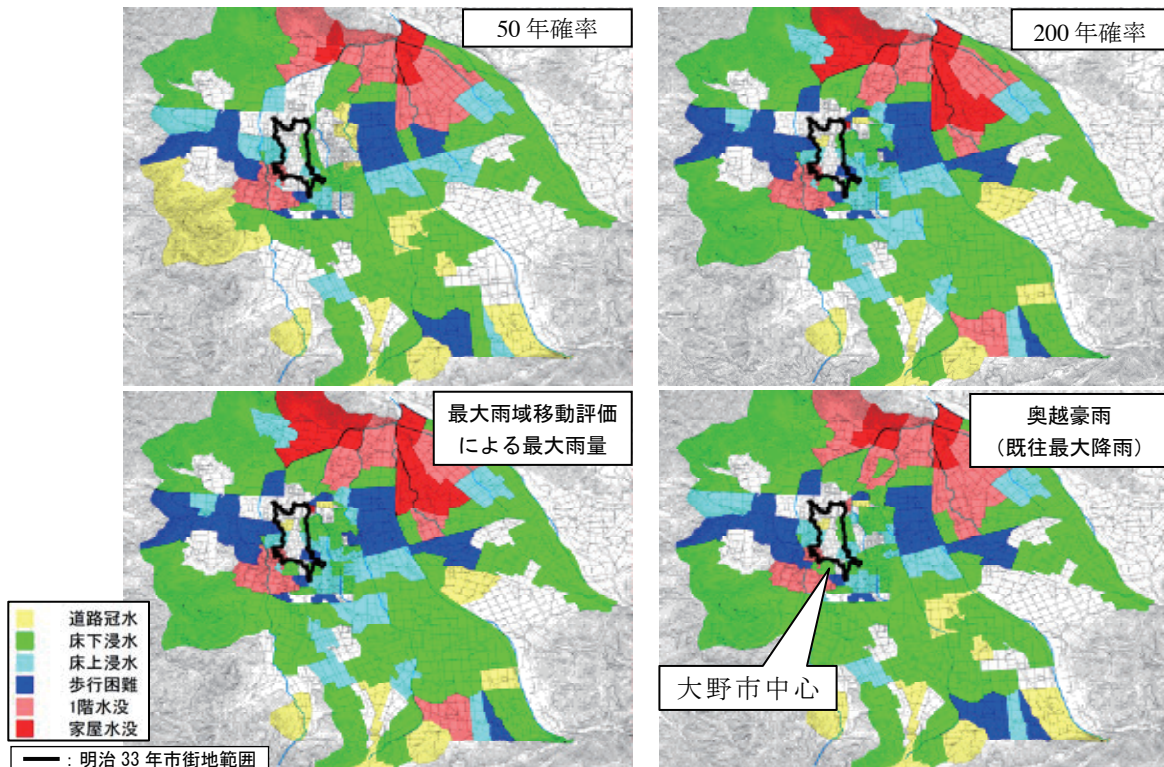


図-7 降雨外力毎の地区別の浸水被害の評価

4. 洪水氾濫を想定した地区防災計画のあり方について

前章では、各地区における最大浸水深や流速から、浸水被害リスクを評価した。整理したマップは、外力に対して、最悪の状態を想定して作成されたものであり、時間軸上での情報ではない。したがって、このマップを用いて、地区毎に対して、浸水被害を警戒するための情報として活用することが期待される。一方で、



図-8 河川合流部の人的被害の発生が予想される地区における浸水被害の時間的変化

避難判断や行動を促進するには十分とは言えない。そこで、先に示した地区毎のリスクマップから最大降雨で発生する可能性のある地区を対象に、どのタイミングで行政から住民へ避難準備情報、避難勧告等を発令すべきかを検討した。この検討は、降雨波形や河川水位の変化によって左右されるため、最大雨域移動評価による最大級の豪雨が襲来すると想定し、行政から住民・自主防災組織に対して発令する地区および時期を検討したものである。ここでは、この最大級豪雨の事例に基づき考察を行う。

人的被害が発生する可能性の高い赤根川沿いの地区 A~F や、河川合流部で家屋水没の発生する可能性がある地区(G~K)を対象に検討した結果から、後者の検討事例を示す。図-8 は、地区は人的被害が発生する時間と浸水の程度のタイムラインを示したものである。この地区においては、地区近傍の河川の破堤による浸水のみならず、上流での破堤による氾濫流の伝搬や雨水の排水不良といった複合的に被害が発生するため、ピーク前から道路冠水や床下浸水程度の被害が発生していることが想定されている。ピーク少し前からは、床上浸水、歩行困難という状況になり、すでにこの段階での水平避難は困難であり、危険を伴う避難になるものと考えられる。この地区での家屋水没・家屋流出といったリスクの発生は、これらの洪水到達時間や、氾濫流の到達時間程度の遅れが生じているため、ピークよりも遅れることが特徴である。

ここで対象にした地区については、深刻な状態になる前に、避難準備、避難勧告を発令することとし、予想される雨量や河川水位の状況を踏まえて、各河川の氾濫危険水位に達したときに、避難指示を発令するものとした。一方で、この2地区においては、予想される降雨規模によっては、逃げ遅れた際の垂直避難は避けなければならない地区を優先的に発令を行う必要がある。

以上の検討での整理は、最大級豪雨を想定したものであるが、累加雨量毎、時間雨量毎、地区毎といったリスクを評価したマップを作成することが必要と考えられる。すなわち、気象予警報や降雨予報値、河川情報と合わせて利用すれば、避難準備情報、避難勧告や指示の発令とそれともなう避難所の開設、道路冠水状況などを想定した様々な対応を支援できることが期待できる。

大野市の氾濫特性をリスクとして整理した結果、城下町として栄えた市街地は洪水氾濫による被害はほとんど皆無であり、このような地域が大野市に存在していることを明らかである。さらに、昭和30年頃から発展したJR沿いについては、洪水氾濫の危険性はあるものの、甚大な被害は発生しない地域であると推測された。しかしながら、人的被害の発生する恐れのある地区の避難については、近隣の他地域への避難も想定した計画とすることができる。さらに、このリスク評価によって、地域に応じた避難準備情報や避難勧告等の発令の優先順位や時期を設定することができることを示した。このような手法により、行政が避難準備情報や避難勧告等を発令する時間や、地区を選定できることにより従来の課題を解決できることが期待される。一方で、図-9に示すように、このようなリスク情報や歴史的な背景も踏まえた地域防災計画を作成し、住民や自主防災組織と共有し、具体的な避難判断や行動を行政からの情報と連動させて有機的に機能するための取り組みが必要と考えている。

平成26年3月に内閣府から公表された地区防災計画のガイドライン⁵⁾を今後普及させるためには、地域防災計画や河川管理者が作成する浸水想定区域図に基づいて、本研究で得られたような氾濫リスクやタイムラインでの事前行動を作成することが必要である。また、竹之内らの研究²⁰⁾で示されているように、地域情報や

気象情報といった身近な情報を活用した検討事例を参考にしていくことが、地域防災計画をより具体的に自主防災組織の行動を明文化し、地域防災の向上に繋がっていくものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、空間的高解像度の外水氾濫モデルに、内水氾濫を引き起こす雨水排水路の氾濫や支川流入といった現象を追跡できるように拡張した。このモデルに与えた外力は、従来の治水計画の対象規模に加えて、これを上回る最大雨域移動評価による最大雨量や既往の最大降雨による氾濫解析を行った。解析結果より、最大級の豪雨でも軽微な浸水で済む地域が、430年前に建設された城下町と一致することが明らかになった。このようなリスク情報をコミュニケーションツールとして、個々の地域に応じた地区防災計画に活用出来ると考える。

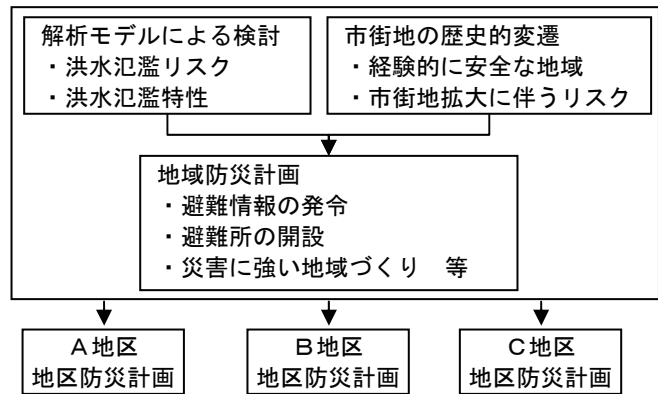


図-9 解析モデルと市街地の歴史の変遷を踏まえた地区防災計画

謝辞：本研究は、大野市の新たな地域防災計画の策定に向けた取組の一環として実施しております。ご協力頂いている大野市役所の関係者の皆さま、大野市の住民の皆さまには、この場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 大野市：地域防災計画，2010.3，<http://www.city.ono.fukui.jp/page/bousai/bousaikaikaku.html>
- 2) 内閣府：避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン，2014.3
- 3) 佐々木昌俊・田中耕司・花房大輔・北村裕二：経験的な危険箇所を利用した避難判断基準の設定，土木学会論文集F6（安全問題）Vol. 67（2011）No. 2 P L_47-I_52，2012年1月
- 4) 田中耕司・原田翔太・岡田裕行・瀧健太郎：中小河川群の氾濫域における地区別避難判断基準の設定，土木学会論文集B1(水工学) Vol.68, No.4, L_1087-I_1092, 2012年2月
- 5) 内閣府（防災担当）：地区防災計画ガイドライン，2014.3
- 6) 大野市：市の概要，<http://www.city.ono.fukui.jp/page/1000/gaiyo.html>
- 7) 大野市：市の統計，<http://www.city.ono.fukui.jp/page/joukou2/tokei.html>
- 8) 大野市：大野市洪水ハザードマップ，2008.7，<http://www.city.ono.fukui.jp/page/bousai/saigai/hazardmap1.html>
- 9) 福井県：浸水想定区域図，<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/sabo/shinsuisoutei.html>
- 10) 大野市：越美北線のあゆみ，<http://www.city.ono.fukui.jp/page/simin/etumi-ayumi.html>
- 11) 福井県土木部：平成16年7月福井豪雨災害誌，2005.11
- 12) 坂井広正・田中耕司・中北英一・野稻誠・宮本哲明：レーダ雨量を用いたDAD解析と集中豪雨の発生頻度分析，河川技術論文集Vol.19，pp.301-306，2013.6
- 13) 福井県：福井県の降雨強度式，<http://www.pref.fukui.jp/doc/kasen/seibi/kouukyoudoshiki.html>
- 14) 国土技術政策総合研究所 水害研究室：NILIM2.0都市域氾濫解析モデル マニュアル，2008.7
- 15) 栗城稔・末次忠司・海野仁・田中義人・小林裕明：氾濫シミュレーション・マニュアル（案）—シミュレーションの手引き及び新モデルの検証—，建設省土木研究所資料No.3400，1996.2.
- 16) 瀧健太郎，松田哲裕，鶴飼絵美，小笠原豊，西島照毅，中谷恵剛：中小河川群の氾濫域における減災型治水システム的设计，河川技術論文集，第16巻，pp.477-482，2010.
- 17) 佐藤智・今村文彦・首藤伸夫：洪水氾濫の数値解析および家屋被害について—8610号台風による吉田川の場合—，水理講演会論文集，Vol.33，pp.331-336，1989.
- 18) 河田恵昭・中川一：三隅川の洪水災害—洪水氾濫と家屋の被害—，京都大学防災研究所年報，第27号B-2,1894.
- 19) 利根川研究会：利根川の洪水，1995.
- 20) 竹之内健介，島田真吾，河田慈人，中西千尋，矢守克也：地域気象情報の共有による減災の取組～伊勢市辻久留地区におけるアンケート調査を通じて～，災害情報，No.11，pp.101-113，2013.