

特集：気候変動による水災害予測と適応策

死者及び家屋倒壊・流失と氾濫水理現象の関連性分析

飯野光則*

1. はじめに

気候変動への適応策を進めるにあたっての目標の1つとして「犠牲者ゼロ」が掲げられているところであるが、その検討にあたって、特に、死者及び人命に大きく関わる家屋倒壊・流失については、被災過程の解明が十分になされていない状況にある。

本研究は、適応策実施による「犠牲者ゼロ」を目指し、近年の出水による被災事例を中心に、被災現象と氾濫水理現象との関連性分析を行ったものである。

2. 死者と氾濫流水理量の関連性分析

2.1 河川の氾濫による死者の実態把握

平成11年から平成18年において、死者が発生した洪水のうち、土砂災害によるもの、事故型によるものを除いた事例を対象に、文献調査及び対象市町へのヒアリング等を行い、死者の発生位置等について収集整理を行った。

2.2 氾濫流水理量との関連性分析

死者の発生位置がある程度特定できた事例（表-1）について、事例発生位置における氾濫流水理

量の整理を行った。氾濫流水理量としては、河川管理者において実施された再現氾濫シミュレーションによる計算結果を採用したが、河川管理者において再現氾濫シミュレーションが行われていない場合には、ヒアリング等により得られた破堤幅等のデータを元に、氾濫シミュレーションマニュアル(案)（H8.2、建設省土木研究所）に基づいて、国総研において再現氾濫シミュレーションを行い、その計算結果を採用した。なお、本手法は広域の浸水状況を算定することを目的としているため、特に破堤点近傍における氾濫流の水位上昇速度については過小評価される傾向にあることに留意する必要がある。

洪水到達時間及び1時間あたりの水位上昇速度を図-1に示す。図-1によると、洪水到達時間が10分以内の事例が45%、また1時間あたりの水位上昇速度が3.0m（10分で50cm）以上の事例は約20%に留まっており、急激な洪水到達と水位上昇が死者発生のものであるとは認められなかった。今回の事例では、被災者の多くが高年齢であるのが特徴であり、こうした被災者の特性を含めた要因分析が今後の課題となる。

表-1 対象事例

被災年月	発生要因	都道府県	市町村	水系	河川	死者数	年齢	(参考) 再現氾濫計算メッシュの大きさ
H11.9	台風第18号	熊本県	八代市鏡町	鏡川	鏡川	1	70才代	50m
H15.8	台風第10号	北海道	新冠郡新冠町	厚別川	比字川	1	60才代	50m
H16.7	新潟・福島豪雨	新潟県	長岡市中之島町	信濃川	刈谷田川	3	70才代	50m
			三条市	信濃川	五十嵐川	6	70才代、80才代	50m
H16.9	台風第21号	愛媛県	西条市小松町	中山川	妙之谷川	1	70才代	50m
H16.10	台風第23号	京都府	福知山市大江町	由良川	由良川	2	70才代、90才代	50m
			宮津市	大手川	大手川	1	70才代	50m
			豊岡市出石町	円山川	出石川	1	50才代	50m
		兵庫県	西脇市	加古川	杉原川	1	80才代	100m
			南あわじ市西淡町	三原川	大日川	1	30才代	100m
			洲本市	洲本川	洲本川	3	70才代、80才代	50m
H18.5	梅雨前線豪雨	島根県	出雲市佐田町	斐伊川	神戸川	3	10才代、70才代	50m
		鹿児島県	伊佐市	川内川	白木川	1	80才代	100m

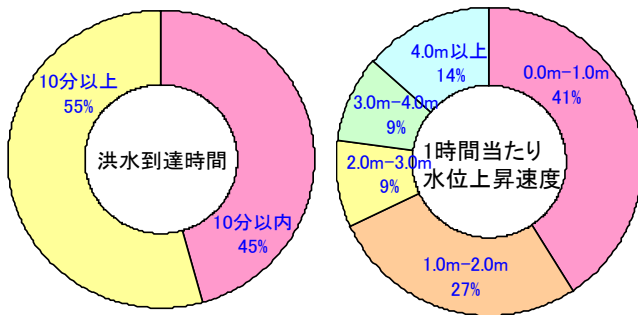


図-1 死者発生位置における洪水到達時間等

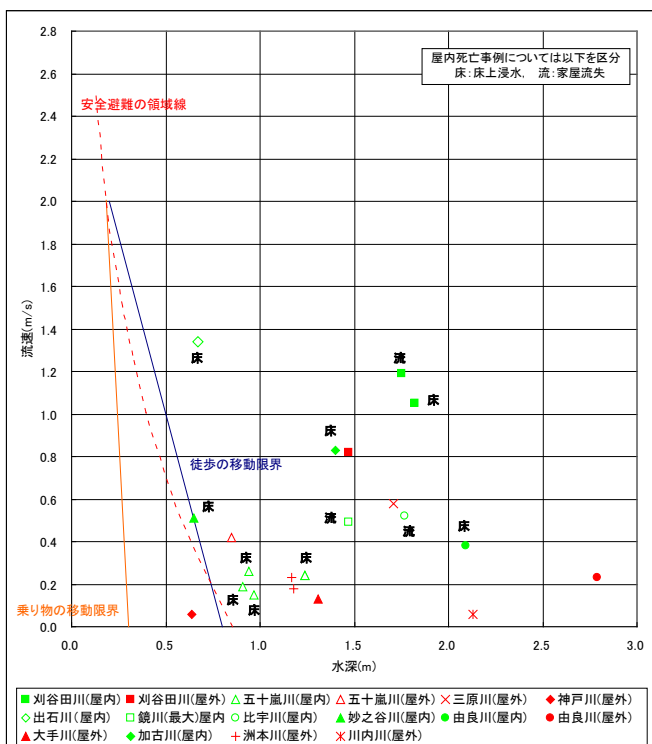


図-2 死者発生位置における氾濫流の最大水深・流速

2.3 水深、流速に基づく関連性分析

急激な洪水到達や水位上昇が死者発生の主要因とは認められなかったため、事例発生位置における水深と流速の関係に着目し、図示したものが図-2である。

本来、事例発生時刻における氾濫流水理量での整理が求められるが、事例発生時刻の正確な把握が難しいことと、計算メッシュの粗さ、氾濫シミュレーションマニュアルに基づく破堤の時間進行設定等による再現氾濫シミュレーションの精度を考慮し、今回は事例が発生した地点における最大水深、最大流速で整理した。

なお、比較検証のため、あわせてニュージーランドにおける調査結果による乗り物の移動限界線、徒歩の移動限界線¹⁾及び歩行による安全避難が可能な領域線²⁾を表記した。

屋外で被災した事例については、徒歩の移動限界線、歩行による安全避難が可能な領域線を越えた範囲から死亡事例が発生している結果が得られ、当該境界線の妥当性を裏付ける結果となった。

また、屋内で被災した事例については、家屋流失による事例と床上浸水による事例を区別し、特に、床上浸水による事例と当該境界線との関係に着目したが、明確な関連性を認めるには至らなかった。

3. 家屋倒壊・流失と氾濫流水理量の関連性分析

3.1 河川の氾濫による家屋倒壊・流失の実態把握

平成11年から平成18年において、家屋倒壊・流失が発生した洪水のうち、土砂災害によるものを除いた事例を対象に、文献調査及び対象市町へのヒアリング等を行い、家屋倒壊・流失の発生位置等について収集整理を行った。



写真-1 刈谷田川における家屋の被災状況 (北陸地整HPより)

3.2 氾濫流水理量との関連性分析

2.2と同様に、家屋倒壊・流失の発生位置がある程度特定できた事例(表-2)について、事例発生位置における氾濫流水理量の整理を行った。また、倒壊・流失した家屋の種別、階数、築年数については表-3に、「倒壊」「流失」の定義を表-4に示す。

表-2 対象事例

被災年月	発生要因	都道府県	市町村	水系	河川	倒壊	流失	計
H15.8	台風第10号	北海道	新冠郡新冠町	厚別川	比字川	1		1
H16.7	新潟・福島豪雨	新潟県	長岡市中之島町	信濃川	刈谷田川	28	10	38
			三条市	信濃川	五十嵐川	1		1
H16.10	台風第23号	兵庫県	豊岡市出石町	円山川	出石川	17	1	18

表-3 倒壊・流失家屋の種別、階数、築年数

河川	木造・RC造			階数			築年数		
	木造	RC造	不明	2階	1階	不明	20年未満	20年以上	不明
比字川	1					1		1	
刈谷田川	31	1	6	17	3	18		37	1
五十嵐川	1					1	1		
出石川	18			17	1			17	1

表-4 「倒壊」「流失」の定義

種別	細別	損害割合
倒壊	全壊	50%以上
	大規模半壊	40%以上50%未満
	半壊	20%以上40%未満
流失		建物が全て無くなる

洪水到達時間及び1時間あたりの水位上昇速度を図-3に示す。なお、刈谷田川と出石川については、倒壊・流失が混在しているため、再現氾濫シミュレーションに用いた計算メッシュ（刈谷田川15メッシュ、出石川11メッシュ）ごとに氾濫流水量を整理した。

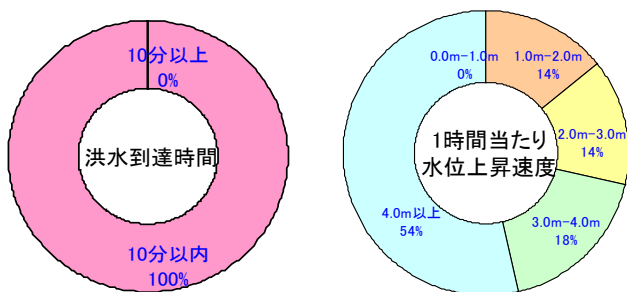


図-3 家屋倒壊・流失発生位置における洪水到達時間等

図-3を見ると、家屋倒壊・流失の場合は、大きな流速を有する氾濫流であることから、洪水到達時間は必然的に短くなり、全ての事例が10分以内となった。

また、1時間あたりの水位上昇速度が4.0m以上という大きな値を示す事例も50%以上を占めており、死者発生事例と比較すると、急激な洪水到達と水位上昇が、家屋倒壊・流失の主要因となることが確認できた。

3.3 水深・流速に基づく関連性分析

事例発生位置における水深と流速に着目し、図示したものが図-4である。

2.3と同様に、本来、事例発生時刻における氾濫流水量での整理が求められるが、事例発生時刻の正確な把握が難しいことと、計算メッシュの粗さ、氾濫シミュレーションマニュアルに基づく破堤の時間進行設定等による再現氾濫シミュレーションの精度を考慮し、今回は事例が発生した地点における最大流体力（流速²×水深）発生時の水深・流速で整理した。

なお、比較検証のため、ニュージーランドにおける調査結果による建物の被災可能性を示す領域線¹⁾を表記した。あわせて、倒壊・流失事例が発生しなかった計算メッシュ（倒壊・流失事例が発生した計算メッシュに近接するもの）における最大流体力発生時の水深・流速を、非倒壊事例として記載した。

図-4によると、非倒壊事例において当該領域線を上回っているものがあるが、倒壊・流失事例に限って言えば、約8割が当該領域線を上回っており概ね妥当な結果が得られた。

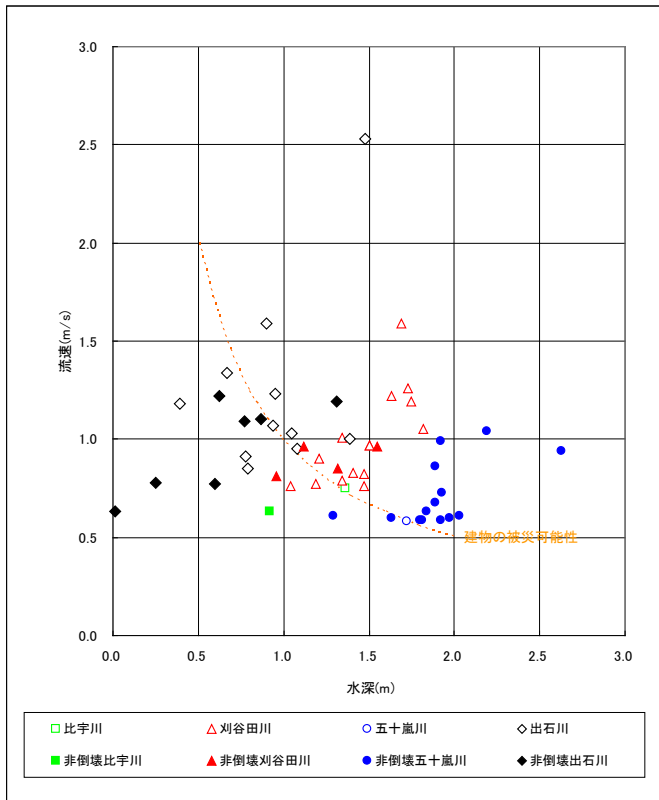


図-4 家屋倒壊・流失発生位置における氾濫流の最大流体力発生時の水深・流速

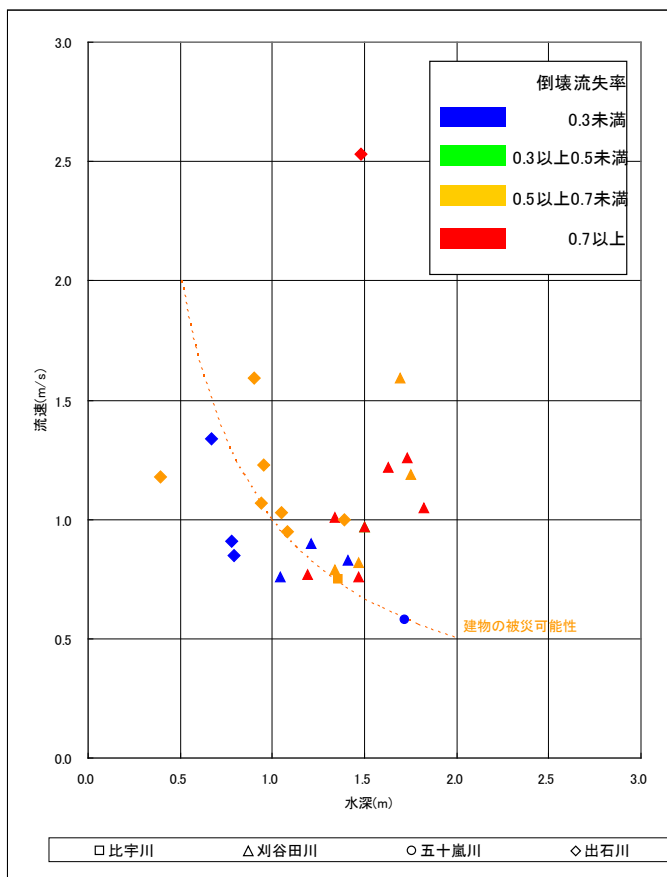


図-5 最大流体力発生時の水深・流速と倒壊・流失率
次に、倒壊・流失率ごとに倒壊・流失事例を整理したものを図-5に示す。ここで、倒壊・流失率とは、倒壊・流失事例が発生した計算メッシュ内に存する全戸数を母数として算出したものである。図-5によると、倒壊・流失率が0.5以上の事例の多くが当該領域線を上回ることとなった。

なお、今回の倒壊・流失事例については、表-3に示したように、ほぼ全てが「木造」「築年数20年以上」の家屋であることに留意が必要である。

4. まとめ

本報告では、死者発生事例、家屋倒壊・流失事例と氾濫流水理量との関係を整理するにとどまった。今後は、事例収集を継続的に行うとともに、特に破堤直後の氾濫流水理量を簡便な方法により推定すること等の検討をあわせて行った上で、被災現象と氾濫水理現象の更なる関連性分析を行う予定である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、国土交通省各地方整備局並びに関係各道府県・市町の担当者の方々から貴重な資料を提供頂いた。ここに感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) (財)河川情報センター：洪水ハザードマップ作成要領 解説と作成手順例、2002
- 2) 須賀克三監修、利根川研究会編：利根川の洪水、山海堂、1995

飯野光則*



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部
河川研究室 主任研究官
Mitsunori IINO