

洪水時の命を守る 確実な避難の実現に向けて



河川政策グループ 主席研究員
岡本 俊彦

1 研究の背景と目的

1.1 本研究の背景

我が国の治水事業は、過去の水害を教訓としながら着実に進められ、それに伴って水害による死者・行方不明者数は減少¹⁾してきた。一方、住民の水害に対する意識は、自分の命は自分で守るという、かつての主体的な意識は薄らぎ、水害は施設整備によって発生を防止するものへと変化²⁾していった（図 1-1）。しかし、近年は台風の迷走・大型化や時間雨量 50 ミリ以上の集中豪雨の発生回数が増加する傾向³⁾にある（図 1-2）。

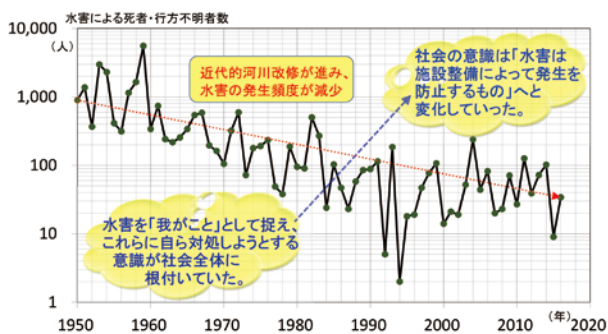


図 1-1 水害による死者・行方不明者数の推移¹⁾と意識変化²⁾

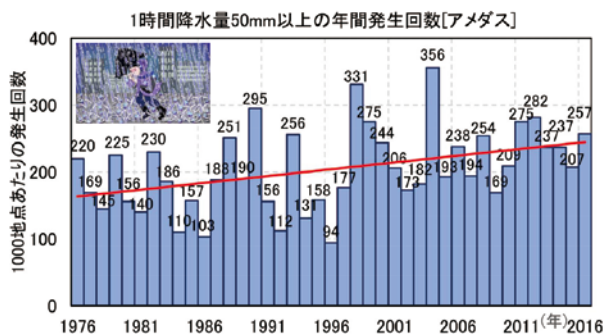


図 1-2 集中豪雨の発生回数の増加³⁾

その結果、施設能力を上回る洪水の発生頻度が高まる傾向にあり、水害の激甚化が懸念されている。そのため、いかに人命を守るかという課題に直面している。

表 1-1 に、代表的な洪水、水害対策に関する国土交通大臣への答申、施行された法律を時系列で示す。この表より、本研究において注目すべきキーワードとして、「地球温暖化に伴う気候変化」、「大規模氾濫」、「中小河川等」、「逃げ遅れゼロ」の 4 つを抽出した。

表 1-1 2008 年以降の代表的な洪水・答申・法律

年月	代表的な洪水・答申・法律		人的被害の目標
	洪水 答申 法律	名称	
2008. 6 (H20)	●	水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について	犠牲者ゼロ
2008. 7 (H20)	●	兵庫県「都賀川」の水難事故	救助者数（都賀川） 11 人 ^{※1} 死者・行方不明者数（都賀川） 5 人 ^{※2}
2013. 12 (H25)	●	国土強靱化基本法（施行）	人命の保護が最大限に図られること
2015. 8 (H27)	●	水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～	一人でも多くの命を守り
2015. 9 (H27)	●	利根川水系「鬼怒川」の大規模氾濫	救助者数（鬼怒川下流） 4,258 人 ^{※3} 死者・行方不明者数（茨城県、栃木県） 12 人 ^{※4}
2015. 12 (H27)	●	大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の変革による「水防災意識社会」の再構築に向けて～	人的被害の軽減
2016. 8 (H28)	●	岩手県「小本川」の河川氾濫	救助者数（岩手県下） 175 人 ^{※5} 死者・行方不明者数（小本川下流） 21 人 ^{※6}
2017. 1 (H29)	●	中小河川等における水防災意識社会の再構築のあり方について	逃げ遅れによる人的被害をなくす
2017. 6 (H29)	●	水防法等の一部を改正する法律（施行）	逃げ遅れゼロ

出典 ※1 避難警署、2008 年 8 月 25 日発表、都賀川避難・救助の状況

※2 兵庫県土整備部土木局、平成 21 年度河川水難事故防止策に関する担当者会議「兵庫県都賀川の事故概要」

※3 茨城県災害対策本部、2015 年 10 月 22 日以前の発表資料より

※4 消防庁応急対策室、平成 28 年 12 月、平成 27 年台風第 8 号による大雨等に係る被害状況等について（第 39 報）

※5 消防庁応急対策室、平成 29 年 2 月、平成 28 年台風第 10 号による被害状況等について（第 41 報）

※6 南雲ほか、2017 年 3 月、平成 28 年台風 10 号により被災した岩手県小本川流域の地形と氾濫特性、日本地理学会

1.2 本研究の目的

本研究は、河川規模が異なる複数の河川を対象として、水位の上昇時間等を比較・検討し、命を守る確実な避難のあり方を考察することを目的とする。本研究報告では 1) 洪水避難は地震や津波避難とは異なること、2) 人命リスクは河川規模によって異なること、3) 水位上昇時間（速度）等に応じた避難計画の必要性を報告する。

2 地震や津波避難とは異なる洪水避難

2.1 地震、津波、洪水避難の比較

避難のタイミングと避難行動の目的は自然災害の種類によって異なる。地震避難は地震発生後、身の安全を確保した後、仮住まいができる場所への移動が目的である。津波避難は、津波が到来する前に高所へ避難して命を守ることが目的である。洪水避難は、洪水で溺死しないよう、浸水しない場所へ避難して命を守ることが目的である。人命リスクの時間変化をみると、洪水避難は洪水発生直前まで人命リスクが漸増し、発生と同時に急激に高まる特徴がある。洪水はいつでも避難を開始できる一方、様子見をしている間に洪水が発生して逃げ遅れてしまうリスクもある（図 2-1）。

	地震	津波	洪水
タイムライン	発生	発生	発生
避難に関する情報	緊急地震速報	防災無線	雨量、河川、洪水情報等、多数
避難のタイミング	発生後	発生前	発生前・発生後
人命リスクの時間変化	（数秒～数分）	（数分～数時間）	（数分～数日間）
避難行動時の人命リスク	余震、二次災害等を除けば、人命リスクは無い	発生と同時に急激に高まる	人命リスクが漸増し、発生と同時に急激に高まる
避難行動の目的	身の安全を確保後、仮住まいができる場所へ移動すること	津波から命を守るために高所へ逃げる	洪水から命を守るために浸水しない場所へ逃げる
主要な避難方向	水平方向（避難所へ）	鉛直方向（高所へ）	水平方向（大規模洪水時） 鉛直方向（緊急時）

図 2-1 地震、津波、洪水避難の比較

研究報告⁴⁾によれば、2004年から10年間に洪水により亡くなった131人の被災場所をみると、屋外で亡くなった方が67.2%であった（図 2-2）。ここで、屋外で亡くなった人とは「在宅中、又は移動や避難の目的で行動中に、河道外で、浸水、洪水流に巻き込まれ死亡した者（ただし高潮による浸水も含む）」をいう。このように洪水は屋外で被災する比率が大きいことに留意し、洪水避難を考える必要がある。



出典：牛山素行, 2015, 豪雨災害による人的被害, 水工学に関する夏季研修会 をイラスト化
図 2-2 2004～2014年洪水による犠牲者の発生場所

2.2 洪水避難の判断が難しい理由

洪水には外水氾濫、内水氾濫等がある。それぞれ浸水発生のメカニズムが異なり、居所の地形条件等によっても浸水の開始時間や浸水深が異なる。そのため、避難のタイミングや避難方向は、同じ町内であっても隣近所で異なることがありうる（図 2-3）。

また、豪雨・暴風の中を避難することが多く、時々刻々と変化する天候を把握し、行政から逐次発信される防災情報にも注意を払う必要がある。このように洪水避難は考慮すべき項目が多いため、即時の避難判断は難しい。



図 2-3 洪水避難の判断が難しい理由

3 河川規模によって異なる人命リスク

3.1 対象河川と洪水事例

対象とした洪水は、表 1-1 より、河川規模（河川長、流域面積、流域人口）が異なる3事例、都市河川（都賀川）の河道における水難事故、中小河川（小本川）の河川氾濫、大河川（鬼怒川）の大規模河川氾濫とした。河川規模の違いをイメージできるよう、それぞれの河川長、流域面積、流域人口の右横に、都市河川の各諸元を[1]として、中小河川と大河川の各比率を[]内に示した（図 3-1）。

救助者数は、都市河川11人、中小河川175人、大河川4,258人で、河川規模が大きくなるに従って救助者数が増加する傾向が認められた。一方、死者・行方不明者数は、順に5人、21人、12人とバラツキがあり、規模による傾向は認められなかった。

	都市河川 (2級河川)	中小河川 (2級河川)	大河川 (1級河川)
	都賀川 [比率]	小本川 [比率]	鬼怒川 [比率]
河川長	1.8 km [1]	65 km [36]	177 km [98]
流域面積	8.57km ² [1]	731 km ² [85]	1,761 km ² [206]
流域人口	14,000 人 [1]	13,000人 [0.9]	500,000 人 [36]
洪水発生 前			
洪水発生 後	2008年7月 水難事故 	2016年8月 河川氾濫 	2015年9月 大規模氾濫
救助者数	11人	175人	4,258人
死者・行方不明者	5人	21人	12人

出典：都賀川、神戸市, <http://www.kobe-city-office.jp/kawa-camera/archive.html>
小本川、国土地理院, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H28.taihuu10gou.html>
鬼怒川、国土地理院, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>
救助者数、死者・行方不明者数は、表1-1記載の出典の通り

図 3-1 河川規模別の洪水による人的被害

3.2 河川規模と人命リスクの関係

逃げ遅れた人は、無事に救助されれば「救助者数」として計上され、救助されずに亡くなれば「死者・行方不明者数」に計上される（図 3-2 左側）。

人命リスク（逃げ遅れた人が死者・行方不明者となる確率）は、都市河川が 31.3%と最も大きく、中小河川は 10.7%、大河川は僅か 0.3%であった（図 3-2 右側）。つまり、大河川では逃げ遅れた人が 4,270 人もいたが、99.7%の 4,258 人が救助された。これは救助に使える時間があったことと、救助する側の自衛隊・消防庁・警察・DMAT 等の機動力が十分に発揮された成果によるものと考えられる。一方、都市河川においては、逃げ遅れて死者・行方不明者となった確率が高かったことから、救助に使える時間が絶対的に不足していたと考えることができる。

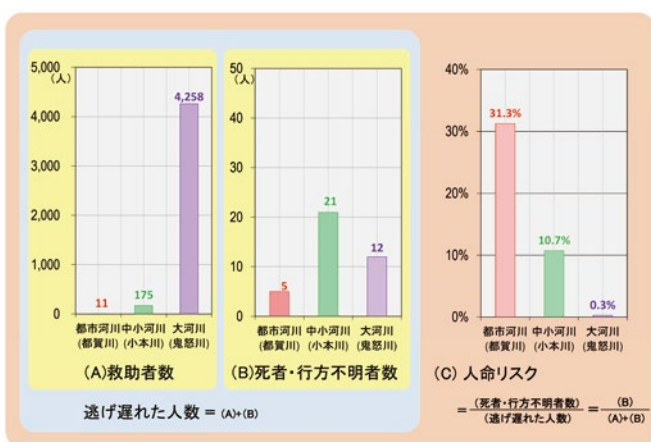


図 3-2 河川規模と人命リスクの関係

4 水位上昇時間と避難時間の関係

4.1 降雨量と河川水位の時間経過による変化

(1) 都市河川（都賀川）

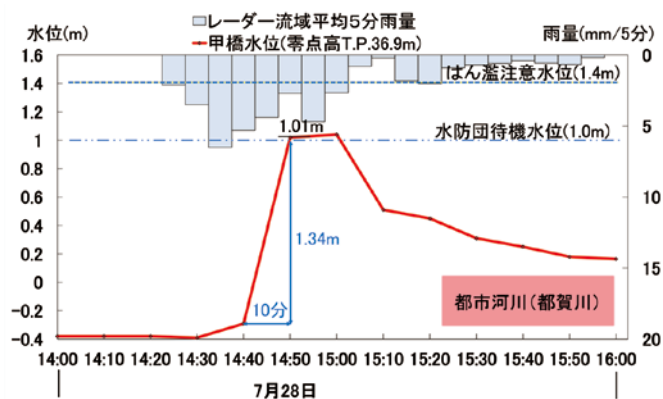
活発化した前線の影響により、降雨とほぼ同時の 14 時 40 分からの 10 分間で水位が 1.34 m 急上昇した（図 4-1）。河道にいた 14 人が急激な水位上昇により流され、うち 11 人は救助されたが、5 人が亡くなった。

(2) 中小河川（小本川）

台風の接近に伴って 12 時に水位 1.56m であったものが徐々に上がり始めた。16 時に水防団待機水位 2.0m を超え、20 時に 6.61m まで上昇した（図 4-2）。4 時間で 4.61 m 上昇した。高齢者施設では入所者 9 人が逃げ遅れて亡くなった。

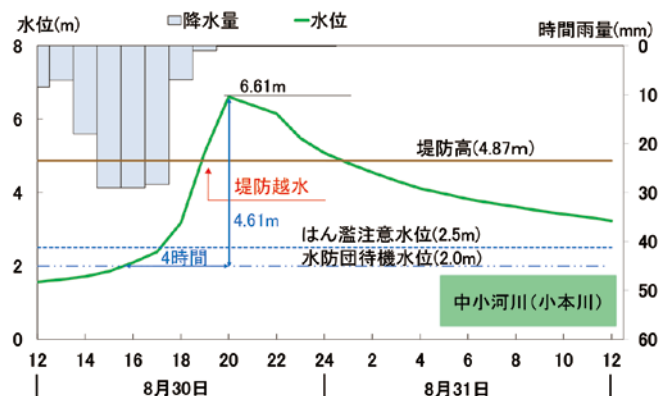
(3) 大河川（鬼怒川）

線状降水帯が発生し、記録的な大雨となった。9 日 18 時から堤防決壊までの 18 時間の間に、河川水位が約 10m 上昇した。水防団待機水位を超えた後は、11 時間で 6.58m 上昇した。（図 4-3）。10 日 2 時頃、水防団待機水位を超え、13 時に 8.08m まで上昇した（図 4-3）。氾濫水が下流域に広がり、約 40km² が浸水し、孤立した 4,258 人が救助された。



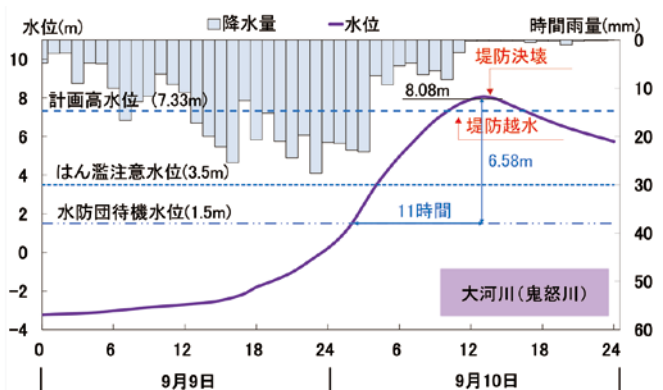
出典：兵庫県土整備部，兵庫県都賀川の事故概要，2009，に加筆

図 4-1 都賀川の雨量と河川水位の時間経過による変化



出典：内閣府（防災担当），台風10号による豪雨災害への対応について，2016，に加筆

図 4-2 小本川の雨量と河川水位の時間経過による変化



出典：国土交通省，平成27年9月関東・東北豪雨災害の概要，2015，に加筆

図 4-3 鬼怒川の雨量と河川水位の時間経過による変化

4.2 河川規模と水位上昇の関係

河川規模別の水位上昇量と上昇時間を比較する（表 4-1，図 4-4）。都市河川（都賀川）は、上昇時間も上昇量も小さいが、上昇速度は大きかった。大河川（鬼怒川）はこの逆の傾向が認められた。

一般に大河川において水位上昇曲線がピークに向かう時間帯は、住民の避難行動に使われる。堤防決壊後は、強い洪水流が発生するため、人命リスクが急激に高まる。その後、河川水位は徐々に低下するが、浸水域は低地に向かって拡大する。浸水中の避難行動は困難であり、孤立する住民が増加す

る中で逃げ遅れた人を救助する活動が行なわれる。

一方、河川規模が中小になればなるほど、水位上昇ピークが短時間で訪れる傾向がある。そのため、水位上昇する時間帯には住民が避難する時間的余裕が無いことが多いと思われる。

表 4-1 河川規模と水位上昇の関係

河川規模		上昇量 (m)	上昇時間 (分)	速度 (m/10分)
都市河川	都賀川	1.34	10	1.34
中小河川	小本川	4.61	240 (4時間)	0.19
大河川	鬼怒川	6.58	660 (11時間)	0.10

都賀川は、水防団待機水位より下での上昇速度

小本川は、水防団待機水位から最高水位までの上昇速度

鬼怒川は、水防団待機水位から最高水位までの上昇速度

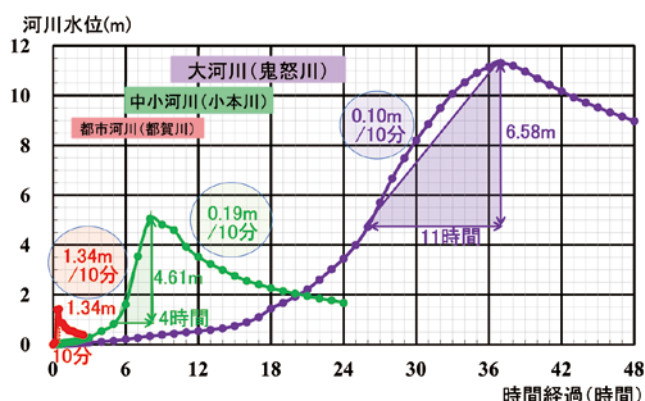


図 4-4 河川規模別の水位上昇量・上昇時間・速度の関係

5 命を守る確実な避難の実現に向けて

5.1 避難に使える時間の把握

今回の事例において避難に使える時間は、都市河川（都賀川）が10分間、中小河川（小本川）が4時間、大河川（鬼怒川）が11時間であった。避難に使える時間が10分間しか無い場合と11時間の場合では、自ずと入手できる防災情報の種類・精度、それらに基づく避難の判断・行動が異なる。そのため、避難に使える時間を把握することは、命を守る確実な避難の実現には欠かせない。ただし、同じ河川であっても、場所によって

降雨の強度、量、継続時間などが異なるため、避難に使える時間も変動する。理想的には河川ごと、居場所ごとに避難に使える時間を把握して避難計画を立案することが望ましい。

5.2 逃げ遅れゼロの実現のために

本研究では、河川規模によって避難に使える時間が大きく異なることを示した。住民・企業の観点では、洪水の専門家と共にこれまでの洪水時の避難計画について自然特性や降雨特性の観点から避難に使える時間が十分確保されているかを再確認し、避難行動を計画する際の一助にしたい。そして、専門家による繰り返しの避難指導や避難心得の学習を通じて避難に使える時間を体得し、自主的な避難判断・行動につなげたい。防災情報の観点では、例えば時間要素を踏まえた避難勧告の発令に関して、規模の小さな河川では避難に使える時間が極端に短いことから、降雨量の予測値が発表されると同時に当該地域の避難すべき確率は〇%といった予報が提供されれば活用が期待できる。今後の課題として、大河川（鬼怒川）の人命リスクは0.3%と小さかったものの、逃げ遅れが4,270人もいたことを忘れてはならない。時間的余裕があっても避難しなかった理由、或いは避難できなかった理由を探り、あらゆる角度から逃げ遅れゼロの実現を図っていく必要がある。



図 5-2 専門家による継続教育・指導

6 さいごに

河川規模が異なる河川について、洪水避難の時間的要素を比較検討した研究例は少ない。豪雨と洪水は全国各地で頻繁に発生しており、今後も、逃げ遅れゼロにするための新しいアプローチとなる研究に取り組みたい。なお、本研究報告は、第7回洪水管理国際会議（2017年9月、英国リーズ大学）にて発表した内容に加筆・修正したものである。

参考文献

- 国土交通省, 2016, 明治以降の水害被害額等の推移, 水害統計調査
- 国土交通省, 2015, 大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について (答申), 社会資本整備審議会
- 気象庁, 2017, アメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化について
- 牛山素行, 2015, 豪雨災害による人的被害, 2015年度水工学に関する夏季研修会, 土木学会, pp.A-2-1 ~ A-2-19

命を守る確実な避難のために	都市河川 例: 都賀川	中小河川 例: 小本川	大河川 例: 鬼怒川
影響を受ける住民の数	少数~多数	少数~多数	多数
避難行動の判断指標	短時間の降雨強度	降雨継続時間と降雨総量	
避難行動のタイミング	直ちに避難	浸水発生前	
避難行動に使える時間 = 洪水発生までの時間 = 河川水位の上昇時間	洪水到来前 約10分間	洪水到来前 約4時間	洪水到来前/中/後 約11時間
鉛直避難	直ちに浸水深より上方に移動する。移動距離は短い。	水平避難でまず逃げ遅れた場合、浸水深より上方に移動する。	
水平避難	河道内の水平移動は危険。河道外では移動方向に注意。	大河川は水平避難が基本。移動距離は長く、長時間かかる。	

図 5-1 水位上昇時間を考慮した避難の必要性