

大規模水害に対する リスク評価について



桑島 偉倫
元河川政策グループ
研究主幹 総括

1. はじめに

地球温暖化に伴う気候変化の影響により、災害リスクが増大することが懸念されている。社会資本整備審議会は平成20年6月に「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」の答申を出している。

この答申によれば、洪水の発生等災害の要因となる降雨量などの外力の変化にも言及されており、年最大日降水量はおおむね100年後には1.1～1.2倍、北海道、東北など地域によっては1.3倍（最大で1.5倍）になると予測されている（GCM20の予測結果の変化率（A1Bシナリオ））。

ただし、答申でも言及されているとおり、外力の変化量の推定に関しては「予測の不確実性」に留意する必要があるとされており、気候変化により生じる海面水位の上昇、降水量・河川流量の増加については、今後観測データや知見の蓄積を進め予測精度を高めていくとともに、適応策の進め方についても「順応的なアプローチ」を導入する必要があることが指摘されている。

一方でわが国の現状をみると、治水整備水準は諸外国と比べて低く、現行の治水対策を進めつつ「不確実性」への対応を行わねばならないという課題を有している。

以下では、近年の外力変化の状況をレビューするとともに、既存の治水計画に付加すべき観点を述べたうえで、今後必ず起きるであろう大規模水害時のリスク及びその対処の方向性について論じてみることにする。

2. 近年の外力の変化

2.1 降雨規模の増大

最近「こんな豪雨はかつてなかった」、「生まれてこのかたはじめて経験する雨だ」といった言葉をよく耳にする。こうした背景には、近年の集中豪雨の多発と、降雨強度の増大があるものと考えられる。

図2-1は、過去70年以上観測を続けている全国の気象台・測候所95箇所（離島を除く）における時間雨量の「記録更新（新記録）」の回数を単純に累積したものである。

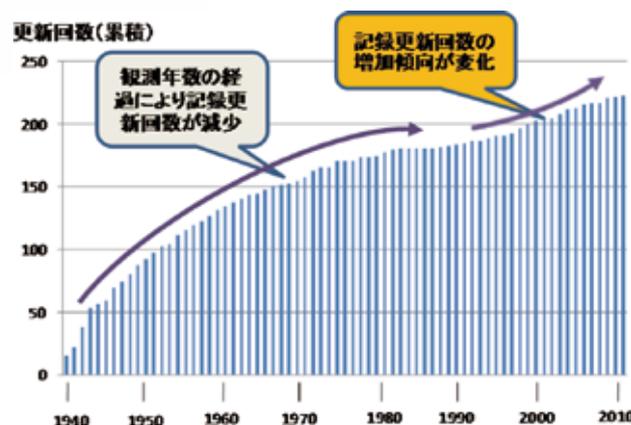


図 2-1 時間雨量の観測記録更新回数（累積）

全国の観測網が増強されていた1940～50年代頃までは、当然のことながら観測値の更新回数も増加する傾向にあったが、測候所等の新設が一段落した20世紀末には記録更新回数も落ち着いており、全体として上に凸の曲線を描いている。これが2000年以降になると、観測網の増強がなされていないにもかかわらず、新記録を観測する回数が再び増加傾向を示し、全体として下に凸の曲線を描くようになる。

また、図2-2は時間雨量の記録更新回数を年代別に示した図だが、1990年までは減少していたものが、21世紀に入ると再び増加する傾向が見てとることができる。

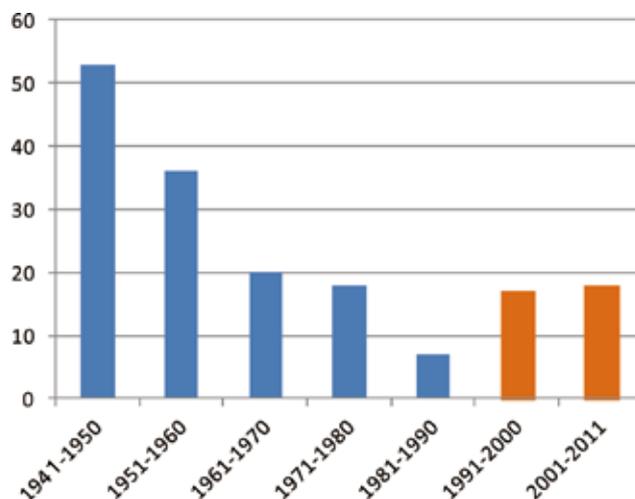


図 2-2 時間雨量の観測記録更新回数（年代別）

2.2 頻発する洪水

このような外力（降雨）規模の増大等を背景に、河川流出量も増加して頻繁に洪水被害が発生している。図 2-3 は平成 23 年に発生した出水の状況を取りまとめたものであるが、昨年は 7 月の新潟・福島豪雨、8 月の台風 12 号、9 月の台風 15 号と全国で大きな災害が頻発しており、3 災害だけで死者・行方不明者 59 名を記録する被害が発生した。



図 2-3 平成 23 年に発生した大河川の洪水
(資料:「水害レポート 2011」国土交通省 水管理・国土保全局 2012.5)

国が管理する大河川では、避難判断水位を超過した河川が延べ 59 水系 81 河川にのぼり、治水の長期計画で洪水防護のための指標となる計画高水位を超過した河川は、信濃川、新宮川をはじめとした延べ 8 水系 11 河川にも達した。

今後の気候変化の影響、近年の外力の増大傾向、また東日本大震災の教訓を考慮した場合、従前の治水計画について改めてレビューをし、被害極小化へ向けた取り組みを早急に進めていくべきである。

3. 治水計画レビューの必要性

3.1 治水計画の緒元について

現在の治水計画は、一定規模の外力（降雨）に伴う河道への流出に対し、ダムや遊水地などの貯留施設と河道の流下能力の確保とをバランスをとりながら進めていくことにより河川内で洪水を安全に処理（流下または貯留）させること基本としている。

計画の策定にあたっては、過去の主要な出水に対し確率

統計処理を行ったうえで目標とする降雨を決定し、河道への流出量を算定するのが一般的な方策である。

前節でも述べたが、近年では降雨観測のネットワークも充実しており、それなりのデータ量が蓄積されてきてはいるものの、過去の観測記録では降雨の時間分布、空間分布が十分得られていない場合も存在する。また、河道への流出過程を再現しようとする場合、既往の出水（主要洪水）を参考に、流出モデルのパラメータを設定する機会が多いが、降雨規模が大きい場合には流出量を外挿で判断せざるを得ず、結果的に算出された河道流出量が過小に評価されていることが懸念される。

気候変化の影響を考えた場合、既往の降雨と比べ、降雨規模（降雨強度、降雨の空間的な分布、降雨の継続時間など）が既往の観測値と異なることが想定されるが、この場合、降雨の流出過程を線形的に補完するだけで十分か（起こるであろう現象を精確に再現し得ているか）どうかについて、外力の不確実性を踏まえた検証が必要となるであろう。

このためには、従来計画規模に鑑みて棄却されていた降雨等について、改めて評価することを含め、外力の点検を行うことが必要と考える。

3.2 治水計画の目標設定について

治水計画の目標となる洪水時のピーク流量（ Q_p ）は、目標とする降雨を流域に降らせ、流出解析を行った結果治水上基準となる地点での流出量の最大値をもって指定されるのが一般的である。ほとんどの大河川では、 Q_p が最大となる特定の降雨パターンを選定し、治水計画のベースとしているが、前項で述べたように、外力（降雨）の不確実性を踏まえると、ある特定のパターンだけに依存した治水目標の設定の仕方が妥当であるのかどうかという疑問も生じる。

実際、一部の水系では様々な降雨パターンに対し、総合的な評価を行ったうえで治水計画の目標値を定める「総合確率法」や「複合確率法」といった手法も用いられており、こうした手法の導入も視野に入れた検討を進めていくべきであると考えられる。

後述する災害リスク評価を行う際にも、様々な降雨一流出パターンに対し発現するリスクの内容、程度の特性が異なることから、瞬間的な Q_p の大きさのみに着目するのではなく、洪水継続時間など流出波形に着目した評価が行えるよう、外力（降雨）の不確実性を念頭において、治水

計画の目標を設定する必要がある。水文統計学の根本に立ち返り、現在の治水計画のレビューを行うことは、大規模災害時のリスク評価を行ううえで、極めて重要となると言わざるを得ない。

4. 水害リスク評価の適正化

4.1 既往評価項目について

水害リスクの分析・評価を行ううえで、どのような規模の洪水に対してどういった被害が発生し、その程度の大小が洪水規模によりどのように変化するかを見極めることは極めて重要である。

表 4-1 は治水事業の費用便益分析を行う際の評価対象を示したものである。水害による被害は大別して、浸水により直接的に影響を受ける資産等の「直接被害」と、浸水により社会・経済活動が阻害されることによる影響や、精神的な打撃等を見込んだ「間接被害」等に区分される。このうち、人命損傷以外の直接被害及び営業停止等の影響については、評価の対象（表 4-1 中の網掛部分）として見込まれているものの、直接被害等が波及的に拡大する影響や、ライフラインが水害により停止することにより被害が拡大していく影響、復旧・復興等に及ぼす影響等については、貨幣換算評価が困難なこともあり、評価し得ていないのが実情である。

表 4-1 治水事業における費用便益分析の対象

分類	対象（被害）の内訳	
	直接被害	間接被害
直接被害	一般資産被害	<ul style="list-style-type: none"> 家屋：居住用・事業用の建物の浸水被害 家屋崩壊：家屋・自動車等の浸水被害 家屋倒壊被害：家屋倒壊による人命被害 家屋所在資産被害：家屋所在資産の浸水被害 農林水産物被害：農林水産物に関する農産物の固定資産のうち、土地・建物等以外の農産物の浸水被害 農林水産物被害：農産物の生産設備の浸水被害
	農産物被害	浸水による農産物の被害
	公共土木施設等被害	公共土木施設、公共事業施設、農道、農家別荘等の浸水被害
	人命被害	人命被害
	事業停止被害	<ul style="list-style-type: none"> 家計：浸水した世帯の平時の事業活動、季節活動等の被害 事業所：浸水した事業所の営業の停止・停業（売上高の減少） 公共・公益サービス：浸水した公共・公益施設サービスの停止・停業
	彩色対策費用	<ul style="list-style-type: none"> 家計：浸水した世帯の浸水被害の被害 国・地方公共団体：家計と同様の被害およびその他の被害
	交通機関による被災被害	道路や鉄道等の交通の遮断に伴う周辺地域を占めた被災被害
	ライフラインの断絶による被災被害	電力、ガス、水道等の供給停止に伴う周辺地域を占めた被災被害
	営業停止被害	生産設備の不足による周辺事業の生産量の減少や納品遅延の公共・公益サービス等の停止等による周辺地域を占めた被災被害
	精神的被害	<ul style="list-style-type: none"> 浸水被害に伴うもの：浸水の被害による精神的打撃 移動被害に伴うもの：移動被害に伴う精神的打撃 人身被害に伴うもの：人身被害に伴う精神的打撃 事業所被害に伴うもの：事業所被害に伴う精神的打撃 施設被害に伴うもの：施設被害に伴う精神的打撃
リスクプレミアム	被災可能性に対する不安	
高度化被害	治水事業の向上による高度の上昇等	

4.2 水害規模別のリスク発現特性

ここで重要となるのは、未評価項目に潜在的にあるリスクが社会・経済的にどの程度の影響を及ぼすのかということ

とである。比較的発生頻度の高い水害については、浸水範囲も限定的で浸水深、浸水時間もそれほど大きくならないと考えられるが、頻度の低い（外力規模の大きい）水害では、影響の範囲も広域的となり、被害の深刻度も増すことが容易に想像できる。

図 4-1 は水害規模に応じた直接的被害と間接的（波及的）被害の発現特性を模式的にあらわしたものであるが、発生頻度の高い水害（中小水害）では、貨幣換算可能な直接的被害のほうが間接的被害に対して支配的で、被害の増加率もほぼ直線的に増加するものと考えられる。

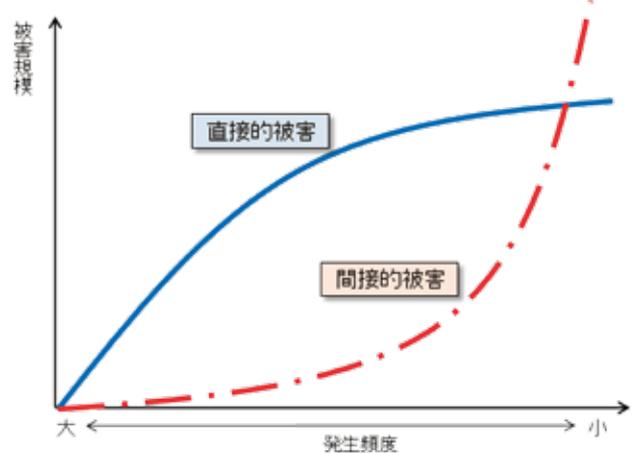


図 4-1 水害規模によるリスクの発現特性

一方、発生頻度が低い大規模水害時では、現在十分にリスクを評価し得ていない間接的被害が大きくなるものと考えられる。間接的（波及的）被害は、水害による浸水範囲、浸水深や浸水時間が大きくなればなるほど、被害影響範囲やその深刻度が飛躍的に拡大し、社会・経済活動に大きな影響を及ぼすことが懸念されるとともに、復旧・復興が長期化するなど、より深刻度が増すものと推測される。

従って、水害リスクの評価を適正に行い、効果的・効率的な対策を実施しようとする場合、定量的な評価がなされていない間接被害に関するリスクの質・量を可視化するための方策が不可欠である。

4.3 水害リスクの分析・評価

大規模な水害被害に対して効果的な対策を検討する場合には、まず水害リスクがどこにどの程度存在するのか、また波及的に拡大する被害の影響について明らかにすることが重要となる。直接被害に関しては、氾濫域の範囲と最大浸水深をおさえおけば、概ね被害の状況は想定できるが、波及的に拡大していく間接被害に関しては、時系列

