

気候変動を踏まえた 治水計画のあり方について

国土交通省 水管理・国土保全局 河川計画課 河川計画調整室 企画専門官 おくの まさあき
奥野 真章

1. はじめに

近年、我が国では、平成 27 年関東・東北豪雨をはじめ、平成 28 年北海道・東北地方を襲った一連の台風、平成 29 年九州北部豪雨、平成 30 年 7 月豪雨が発生し、今年度は 8 月に九州の六角川での水害、10 月には台風 19 号により多数の堤防決壊や土砂災害が発生するなど、毎年のように水災害が起こっている。

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第 5 次評価報告書には、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、世界の平均地上気温は 1850～1900 年と 1986～2005 年を比較して約 0.61℃ 上昇し、平均海面は 1901～2010 年で 0.19 m 上昇していること、21 世紀末までに世界の平均地上気温は 1986～2005 年平均から 0.3～4.8℃ 上昇し、平均海面は 0.26～0.82 m 上昇する可能性が高いことや、ほとんどの地域で極端な降雨がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高いことが予測されている。

国土交通省では、今後更なる激甚化、頻発化が予測される水災害分野における気候変動適応策として、「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」を設置し、「気候変動を踏まえた治水計画の前提となる外力の設定」や「気候変動を踏まえた

治水計画に見直す手法」等について検討を行った。

本文では、その検討会で示された提言について、概要を述べることにする。なお、詳細な計算条件などは、公表した提言を参照いただきたい。

2. 気候変動のシナリオの評価

IPCC 第 5 次評価報告書では、温室効果ガスの排出のシナリオ（RCP シナリオ、代表濃度経路シナリオ）が 4 つ用意されており、温室効果ガスが現在のように排出され続け最も温暖化が進む場合の RCP8.5 シナリオ（4℃ 上昇相当）から、温室効果ガスの実質的な排出量をほぼゼロにする最も温暖化を抑えた RCP2.6 シナリオ（2℃ 上昇相当）がある。

我が国は平成 27 年 12 月にパリ協定を採択し、世界共通の長期目標として、産業革命以前と比較して世界の平均気温上昇を 2℃ 未満に抑え、かつ 1.5℃ まで抑える努力をすることを掲げている。

気象庁によると、日本各地の二酸化炭素濃度がこの 10 年間は一定の割合で増加していることや、世界の平均濃度も毎年増加していること、国連環境計画（UNEP）でも平成 29 年度の世界の二酸化炭素総排出量が 4 年ぶりに増加するなど、RCP2.6 シナリオ（2℃ 上昇相当）の達成は難しいと想定されている。

3. 将来降雨の予測に関する評価

近年は気候変動予測モデルの開発など、将来の状況を解明するための技術開発が急速に進展している。また、わずかな観測誤差の摂動を与え、多数のアンサンブル計算を行ったデータの整備により、災害をもたらすような発生頻度の低い降雨の評価が可能となった。

治水計画における整備目標とする降雨量は、過去の降雨量から年超過確率で評価して定められており、その生起確率は一級河川では1/100以下を対象としている。今回は、4℃上昇相当のRCP8.5シナリオで大量アンサンブル計算を行ったd4PDF(地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース)が整備されたことによって確率評価が可能となり、治水計画の対象とするような極端現象についても直接評価できるようになった。

解像度が20 kmのd4PDFでは、現在気候について3000年分、将来気候について5400年分にも及ぶ大量アンサンブル計算が行われているが、台風や前線、局所豪雨などを表現するには解像度が低く、少なくとも解像度5 km以下のモデルが必要であった。しかし、解像度5 kmのモデルは日本全国をカバーしているモデルが現時点では存在しないため、表-1の2つの解像度5 kmモデル(SI-CATとyamada)を組み合わせて評価し、現在気候と将来気候と計算結果の比較により影響分析を行った。今回は全国の治水計画等に反映するため、年超過確率1/100の降雨を降雨特性が類似している地域区分単位で評価(図-1)し、降雨量の変化倍率を算出することとした。

2℃上昇相当のRCP2.6シナリオについては、大量アンサンブル計算を行ったモデルがないため、21世紀末における日本の気候で計算されたRCP2.6シナリオとRCP8.5シナリオの関係を活用して換算することとした。

表-1 整備された気象変動予測モデル

名称		気候変動シナリオ	領域モデル解像度	ダウンスケーリング手法	領域モデル	対象期間	計算パターンおよび公表状況
約20年の計算	NHRCM20 21世紀末における日本の気候【環境省・気象庁】	RCP2.6/8.5	20km	力学的	NHRCM20	現在(1984-2004) 将来(2080-2100)	現在:3パターン 将来:3パターン(RCP2.6)、9パターン(RCP8.5)
	NHRCM02 統合プログラム【文科省】	RCP2.6	5km/2km	力学的	NHRCM02	現在(1980-1999) 将来(2076-2095)	現在:4パターン 将来:4パターン
	NHRCM05 創生プログラム【文科省】	RCP8.5	5km/2km	力学的	NHRCM05	現在(1980-1999) 将来(2076-2095)	現在:4パターン 将来:4パターン
膨大なアンサンブル計算	d4PDF(20km) 創生プログラム【文科省】	RCP8.5相当(4℃上昇)	20km	力学的	NHRCM20	現在(1951-2010) 将来(2051-2110)	現在:50パターン 将来:90パターン(6SST×15摂動)
	d4PDF(5km,SI-CAT) SI-CAT【文科省】	RCP8.5相当(4℃上昇)	5km	力学的	NHRCM05	現在(1980-2011) 将来(2080-2111)	現在:12パターン 将来:12パターン(6SST×2摂動)
	d4PDF(5km,yamada) SI-CAT【文科省】	RCP8.5相当(4℃上昇)	5km	力学的	NHRCM05	現在(1951-2010) 将来(2051-2110)	現在:50パターン 将来:90パターン
	d2PDF(20km,SI-CAT) SI-CAT【文科省】	RCP8.5相当(2℃上昇)	20km	力学的	NHRCM20	現在(1951-2010) 将来(2031-2090)	現在:50パターン 将来:54パターン(6SST×9摂動)

※一部、公開手続き中のものを含む。

※NHRCM02については、複数パターンでの計算が行われており、そのうち一部が公開されている(今後、順次公開予定)。

※現在、d2PDF(20km)の解像度5kmへのダウンスケーリング計算(d2PDF(5km))が実施中。



図-1 地域区分の図

4. 降雨量の変化倍率

RCP8.5 および RCP2.6 シナリオの降雨量の変化倍率を算出した(表-2)。特に、北海道や九州北西部は他の地域よりも高い傾向にあり、これは、一般的に緯度が高くなるにつれて飽和水蒸気量の上昇率が高くなることや、海面水温の上昇が周辺海域で大きくなっていることによるものと推察される。

今回算出した変化倍率は、気温と飽和水蒸気量の関係式とも整合的であり、今後様々な気候変動の予測計算が発表されると思われるが、それらの結果と大きな相違が生じることは少ないと考えている。なお、RCP2.6 シナリオにおける変化倍率は、換算値を使用しているため暫定値として整理した。

気候変動の影響は、現時点においても顕在化しつつあるが、2040年頃までの気温上昇はどのシナリオにおいても同様の速度で推移しており、変化割合も一定であることから、整備目標の期間や施設の耐用年数等に合わせて柔軟な降雨量の変化倍率が設定できるようにした(表-3)。

RCP2.6 シナリオにおける降雨量の変化倍率

を、全国の一級水系で治水計画の対象とする降雨に適用した場合、降雨量の変化倍率の平均値は約1.1倍であるが、治水計画の目標とする規模(年超過確率1/100)の洪水の流量の平均値は約1.2倍になり、洪水の発生頻度の平均値は約2倍となった(表-4)。

表-2 降雨量の変化倍率

地域区分	2°C上昇 (暫定値)	4°C上昇	
		短時間	
北海道北部、北海道南部、九州北西部	1.15	1.4	1.5
その他12地域	1.1	1.2	1.3
全国平均	1.1	1.3	1.4

※4°C上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと

表-3 目標設定年に応じた降雨量の変化倍率

目標設定年	1.15倍の場合 (3地域)	1.1倍の場合 (12地域)
2011~2020年	1.08	1.05
2021~2030年	1.10	1.07
2031~2040年	1.12	1.09
2041~2050年	1.15	1.10

表-4 降雨量, 流量の変化倍率と洪水発生頻度の変化

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
RCP2.6 (2°C上昇相当)	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
RCP8.5 (4°C上昇相当)	(約1.3倍)	(約1.4倍)	(約4倍)

5. 治水計画等に反映すべき気候変動シナリオ

治水計画等に反映する RCP シナリオの選定にあたっては、気温上昇が大きいシナリオを採用した場合、目標外力を上回る過剰の整備を、気温上昇が小さいシナリオを採用した場合には、計画等の再度見直しや施設整備の追加を含む非効率な整備を実施するリスクがそれぞれ存在する。

しかし、将来の気候変動による治水計画への影響を決定し、将来の降雨量の増加を踏まえた対策を講じなければ、洪水の度に計画の頻繁な見直しや追加対策の実施に迫られ、今後の治水対策が非効率となり、必要な河川整備に要する期間が長期化してしまうおそれがある。

我が国では、現在パリ協定における温室効果ガス排出抑制の取組が進められていることから、現時点において治水計画に反映させる外力の基準とするシナリオは、RCP2.6における外力の値を基本として対応することとした。

6. 気候変動を踏まえた治水計画等の考え方

気候変動による今後の大雨の激甚化・頻発化に対して、治水計画や施設設計等の検討にあたっては、降雨量の増加等の外力の増加を現在の計画や設計の考え方に反映するとともに、必要に応じて更なる外力の増加にも配慮することが重要である。

例えば、目標とする治水安全度が、温暖化が進んだ気候下でも確保されるよう、基準地点における基本高水のピーク流量について、将来の気候変動を想定して設定することを基本とする。河川整備計画においても、現計画において目標としている治水安全度を、計画の完成目標とする年度において確保されることを目標とするべきである。

併せて、施設能力を上回る洪水が発生することを想定し、危機管理対策の充実も重要である。住民の避難する時間を少しでも確保するための危機

管理型ハード対策等の構造面の工夫に加え、

- ・水災害リスクの高い地区における更なる堤防強化に向けた検討、応急的な退避場所の確保する
- ・ダム等における今後の気象予測等の精度向上に合わせた操作方法の検討や、遊水地におけるゲート整備等治水容量を効率的に活用することにより、洪水調節の防災・減災効果を向上させる
- ・さらに、施設の設計にあたっては、施設や部材等の耐用年数が経過するまで必要とされる安全性が確保されるよう配慮する

必要がある。

また、外力が増加した場合の改築を容易に行うための工夫を、あらかじめ行っておくことが望ましい。

7. おわりに

近年、日本各地で毎年発生している水害の状況を見ると、気候変動の影響は確実に顕在化しつつあるように思う。今後も少なくとも 2050 年までは、どのシナリオにおいてもさらに気温が上昇し、降雨量が増加し洪水が頻発化する。治水対策は毎年進めているものの、それを上回る速度で温暖化が進行していることを思うと、河川の対策はもちろんのこと、流域全体で備える対策を両輪で進め、ハード・ソフト併せて四輪駆動で進めていくべきだと考える。

国土交通省では、この技術検討会の検討結果である降雨量の増加や海面水位の上昇、さらには人口減少や高齢化社会の到来、社会構造の変化等を踏まえた今後の水災害対策を検討するため、社会資本整備審議会河川分科会「気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会」を立ち上げ、検討を開始した。今ですら低い水準にある治水安全度を効果的に向上するための方策や、災害リスクを勘案したまちづくりや土地利用との連携など、流域全体で備える水災害対策等について議論を進め、令和 2 年夏までにとりまとめる予定である。