

## 北海道における気候変動適応（水防災分野）への取組

武田淳史

### 1. はじめに

近年、平成27年関東・東北豪雨、平成28年北海道豪雨、平成29年九州北部豪雨、平成30年西日本豪雨、令和元年台風19号等、全国各地で豪雨等による水害や土砂災害が頻発し、甚大な被害が毎年のように発生している。

平成30年7月豪雨では、気象庁が「地球温暖化による気温の長期的な上昇傾向とともに大気中の水蒸気量も長期的に増加傾向であることが寄与していたと考えられる」と個別災害について始めて地球温暖化の影響に言及する等、地球温暖化に伴う気候変動が既に顕在化しており、気候変動の影響に起因する気象現象は、何時起きてもおかしくない現状と言える。

北海道においても、平成28年8月17日から23日の一週間に、台風7号、11号、9号と3個の台風が相次いで上陸し、道東を中心に大雨による河川の氾濫や土砂災害が発生した。さらにその一週間後、台風10号が太平洋側から岩手県に上陸し、北海道に接近するなど、一連の大雨により大規模かつ広域的な被害が発生した。

国土交通省北海道開発局では、平成28年洪水における甚大な被害を踏まえ、北海道と共同で「平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」を立ち上げ、今後の水防災対策のあり方を報告書に取りまとめたが、その中では、「我が国においても気候変動の影響が特に大きいと予測される北海道が、先導的に気候変動の適応策に取り組むべきであり、気候変動による将来の影響を科学的に予測し、具体的なリスク評価をもとに治水対策を講じるべき」との内容が盛り込まれている。

こうした中、平成29年には、「北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会」を設置し、現時点の科学技術として最新かつ最善と考えられる、過去及び将来気候に係る気候予測ア

ンサンプルデータ等の取りまとめ、更に令和元年7月には「北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会」を開催し、平成28年に甚大な被害が発生した十勝川流域、常呂川流域をモデルとして、気候予測アンサンプルデータを活用した詳細なハザードやリスクの分析・評価、適応策等の検討を行っているところある。

本稿では、北海道緊急治水対策プロジェクトの概要と気候変動への対応に関する取組について報告する。

### 2. 平成28年8月北海道大雨激甚災害の概要

平成28年8月17日から23日の1週間に、3個の台風が相次いで北海道に上陸し、さらにその1週間後、台風第10号が太平洋側から岩手県に上陸し、北海道に接近するなど記録的な大雨をもたらした。北海道への3個の台風の上陸、東北地方太平洋側への上陸は、気象庁が統計を開始して以来、初めてのことであり、北海道の8月の降水量は、北海道内アメダスの約4割の地点で観測史上1位を記録し、道東の太平洋側の広い地域で平年の2～4倍となる500mmを超える降水量となり、年間降水量に相当する降水量となる箇所もあった。

また、この豪雨により、十勝川水系や常呂川水系、石狩川水系などでは、堤防の決壊等による浸水被害、道路や鉄道の被災、橋梁流出等が相次ぎ、さらに、農地の土壌流出、農作物被害、食品加工工場被災等の甚大な被害が発生した。

その影響は、北海道内にとどまらず、全国主要市場で農作物の高騰を招くなど日本の食料供給にも及んだ。土壌が流出した農地は、復旧後も安定して作物生産が可能となるまで数十年かかるとの報告もあり、生産力低下が長期化することが懸念されている。

### 3. 北海道緊急治水対策プロジェクト

これまで経験したことがないような今回の災害による被害の特徴や北海道の特性等を踏まえ、北海道開発局では、

- 生産拠点・空間の災害対応力の強化
- 農作物を守り全国の消費者に貢献
- 住民・関係機関一体となって減災に向けた取り組みを実施

という3つ対策方針の下で、関係機関が連携し、ハード・ソフト一体となった緊急的な治水対策、「北海道緊急治水対策プロジェクト」を実施してきた。

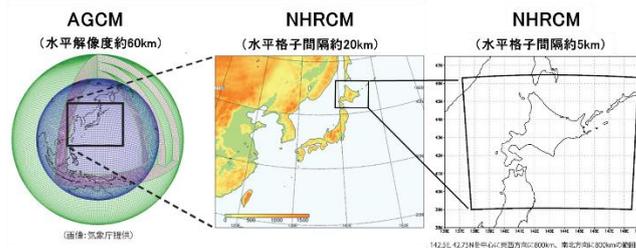
今回の記録的な大雨で、道内の河川において、堤防や護岸など多くの河川管理施設が被災し、また、ダム貯水池に大量の流木が流入したことを踏まえ、原形復旧のための河川災害復旧事業（災害復旧）や、再度災害防止のための河川災害関連緊急事業（災害関連）及び河川災害復旧等関連緊急事業（復緊事業）等により、国・北海道管理河川あわせて696箇所において総事業費約831億円により、緊急的、集中的に堤防整備、河道掘削や流木除去等のハード対策に取り組むこととし、国管理区間においては、これまでに全体108箇所の災害復旧事業、災害関連事業等を完了している。

ソフト対策としても、タイムラインの作成・改良を進めると共に、洪水情報のプッシュ型配信エリアの拡大、住民参加型の共同点検の推進、各流域における「減災対策協議会」における水害リスク情報の共有等、様々な取組を進めてきたところである。

### 4. 気候変動への対応に関する取組

#### 4.1 パラダイムシフト

平成29年度に開催された「北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会」では、「文科省・気候変動リスク情報創生プログラム及び海洋研究開発機構・地球シミュレータ特別推進課題」において作成された「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(d4PDF)」を活用し、海面水温や摂動といった様々な条件を考慮して予測計算した過去実験3000年分、将来実験5400年（4℃上昇）・3240年分（2℃上昇）という国内でも類を見ない大量のアンサンブル



※出典: 文部科学省ほか「d4PDF利用の手引き」2015.12. <http://www.msroc-gom.jp/~pub/d4PDF/design.html>より作成

図-1 力学的ダウンスケーリング

データを、さらに極端降雨や流域の地形性降雨を十分に表現できる解像度にするために、海洋研究開発機構のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を用いて力学的ダウンスケーリング（20kmメッシュ→5kmメッシュ）（図-1）することで、後述する一連の検討を進めるに必要な現在及び将来気候における気候予測アンサンブルデータを取りまとめた。

気候変動の適応策を検討する上で、気候変動の影響による詳細な降雨の予測データが必要となるが、発生頻度の低い降雨についても一定のデータ数を確保しており、大量アンサンブルデータを活用することは非常に有益である。

このアンサンブルデータを用いて流出計算することで、気候変動の影響により、図-2の様に、降雨量のみならず、降雨の時空間分布の変化により河川のピーク流量がどのように変化するかを定量的に予測評価することができた。

さらに、後述するが、大量アンサンブルデータを用いて氾濫計算を実施することで、浸水確率等、リスクを確率的に表現でき、地域に与える社会的、経済的被害を具体的に提示することが可能となった。

これまでの過去の実績降雨等に基づく決定論的な治水計画に対して、大量のアンサンブルデータ

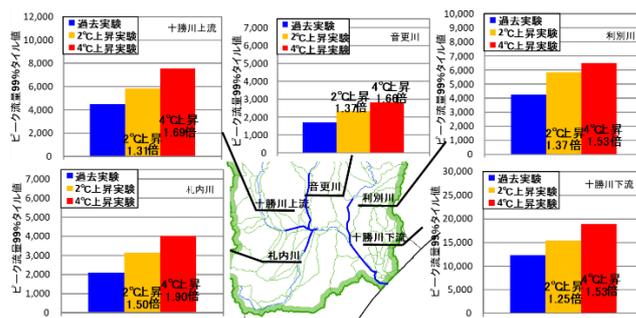


図-2 気候変動による流量の増加傾向（十勝川流域）

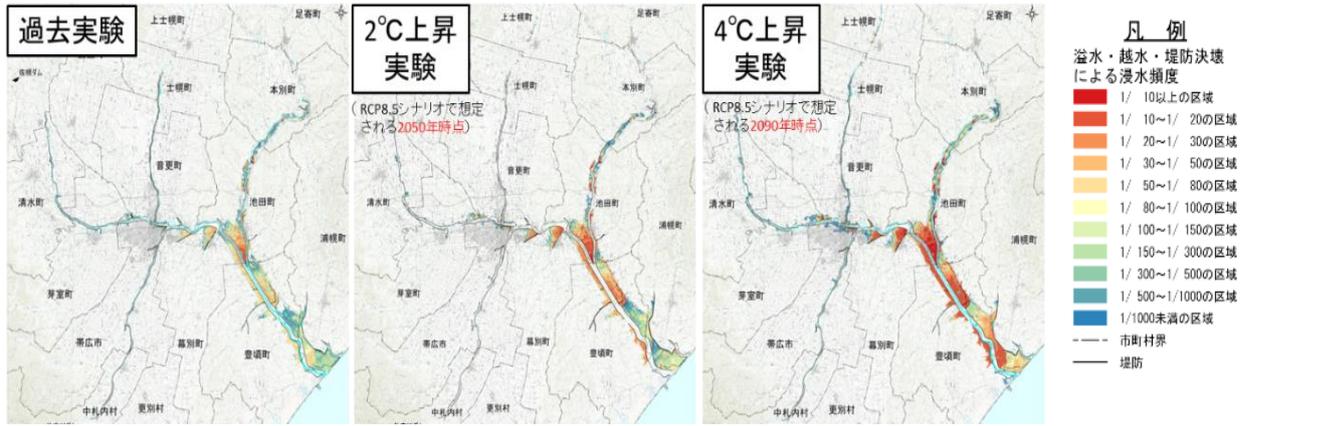


図-4 1階が水没する程度となる浸水（3.2m 浸水）となる確率（十勝川流域）



図-5 年平均想定被害額

を用いた信頼性ある予測データを活用して、気候変動の影響による様々なリスクが、ハード・ソフト対策等によりどのように変化するのかを検討し、社会実装していくことは、従来の考え方にとられない新たな発想による考え方の転換、いわばパラダイムシフトと言えると考えている。

#### 4.2 検討のプロセス

今回の考え方については、図-3に示す通りであり、具体的には、以下のプロセスで検討を進めることとしている。

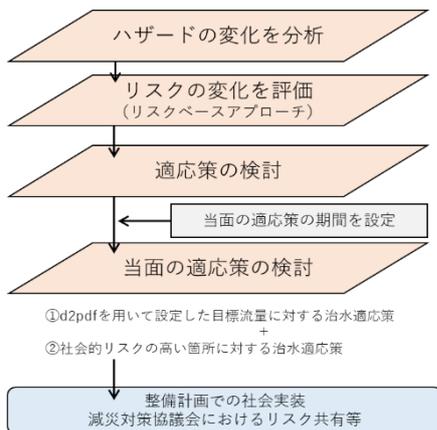


図-3 検討のプロセス

#### <検討の具体的な流れ>

##### ① ハザード変化の分析

2°C上昇実験（d2PDF）・4°C上昇実験のアンサンブルデータを用いて降雨や流量（基準点・主要な地点での計画規模降雨量およびピーク流量）の変化を分析する。

##### ② リスク変化の評価

上記の計算結果を活用して氾濫計算を実施する。また、4°C上昇時の地域の浸水被災状況等のリスクを具体的に評価し、特に人命に係る安全の確保や社会・経済的な拠点の機能等に関してリスク評価を行う。さらには人的被害・経済被害が大きく、地域社会や地域経済に大きく影響を及ぼすと想定される地域を社会的リスクの高いエリアとして抽出し、後述する当面の適応策において被害軽減を図る箇所として設定する。

##### ③ 適応策の検討

上記のリスク評価に基づき、様々なハード・ソフトの適応策を検討する。また、4°C上昇実験の流出・氾濫計算結果を活用して適応策の効果検証を実施する。

④ 当面の適応策の検討

IPCC第5報告書における温室効果ガス濃度の推移の違いによる各シナリオの差異による手戻りが極力少なくなるよう、当面の適応策として想定する期間を設定した上で、如何に効果的かつ効率的に流域における被害を軽減できるのか（いわゆる減災ストーリー）を検討するとともに、当面の適応策について検討する。具体的には、2℃上昇実験の降雨・流出計算結果を用いて設定した目標流量に対する適応策（ハード対策）に加えて、「社会的リスク」の高いエリア、高い生産性を有する農地に対するさらなる適応策の組合せを検討するとともに、2℃上昇実験の流出・氾濫計算結果を活用して当面の適応策による効果検証を実施する。

4.3 検討結果概要（水害リスク評価）

図-4及び図-5は、アンサンブルデータをもとにして、水害リスクを浸水確率で表現したものである。従来の様な特定のパターンではなく、大量のアンサンブルデータをもとにして浸水確率を提示することが可能になったことは、今後、水害を踏まえた地域づくりを各流域で検討していく際に、非常に貴重なデータになるものと考えている。また、本稿では言及していないが、農業関連施設、役場をはじめとする地域の重要施設、要配慮者利用施設がどこにあるのか、浸水確率のみならず、流速や水深等、様々なファクターをもとにしてリスク分析しているところである。こうして明らかになったリスク情報を元にして、流域内で何を防御すべきなのか、流域の被害を如何に最小化するのか、地域も交えて何時までに誰が何を備えるべきなのか、しっかり議論をしていくことが大切だと考えている。

一連の検討においては、気候変動に対応した時間軸の中で、気候変動シナリオの違いによる手戻りを極力少なくするため、図-6にあるように、概ね30年という期間を想定し、適応策のうち、当面の対策として确实かつ速やかに社会実装していくべきものを「当面の適応策」としている他、「社会的リスク」という概念を導入し、洪水が発生した場合に、人的被害や経済被害に加え、地域の特性を踏まえて、地域社会や地域経済に大きな影響を及ぼすことが想定される地域に対して、特にハード・ソフト対策等を総動員してどのように

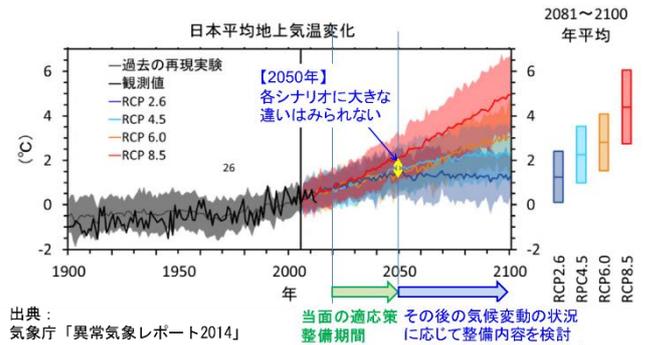


図-6 当面の適応策の期間

防御すべきか考えることとしている。単に、気候予測アンサンブルデータという科学的な知見を導入するだけでなく、それに伴う新たな考え方も併せて取り入れることも重要ではないかと考えている。

5. 今後に向けて

本稿では、具体的な適応策の内容には言及していないが、一連の検討により明らかとなったリスク分析・検討結果を減災対策協議会等の枠組みを活用して地域で共有するとともに、流域委員会等での議論も踏まえ、必要に応じて河川整備計画を変更し、速やかな社会実装を図る取組みを進めたいと考えている。この際、ハード整備のみならず、流域対策やソフト対策が連動して進められるよう地域でしっかりと議論することが、流域としての防災力向上にとって重要な点ではないかと考えている。

武田淳史



北海道開発局河川計画課河川調整推進官  
TAKEDA Atsushi