

# 気候変動を見据えた流域治水の推進

## ～流域全体でのリスク分担・費用分担によるマネジメント～

統括上席研究員 有澤大輔

TEL : 050-5471-6154

気候変動を見据えた水害対策として流域治水が推進されている。流域治水には、上流・下流など流域全体の対策を一元的にマネジメントすることと合わせて、住民など関係者間での理解醸成が求められる。このために活用が期待されるのは、流域全体の水害リスクと対策効果の一元的かつ定量的な評価だ。

人口減少など今後の環境変化を踏まえると、流域全体のマネジメントの下で、関係者間のリスク分担・費用分担を行うことで、より実効的な流域治水が推進されるのではないかと。

### 1. はじめに

2023 年は観測史上最も暑い年であった。世界の年間平均気温は、産業革命前の水準を 1.5℃近く上回った<sup>1</sup>。加えて、世界各地で自然災害が甚大な被害をもたらした。2023 年 9 月にリビアでは豪雨により 3 つのダムが崩壊し 4,000 名以上の命が失われた。気候変動が豪雨の強度を 1.5 倍に引き上げたと分析されている<sup>2</sup>。

気候変動の進行に伴って、世界の各地域において大雨・熱波・干ばつの頻度や強度の増加が予測されており、被害を抑える対策の実施が求められている。避けられない気候変動による影響を回避・軽減する取組は「適応」と言われる。カーボンニュートラルや脱炭素など、気候変動の原因となる温室効果ガス (GHG) 排出を削減する取組「緩和」と合わせて、気候変動対策には欠かせない。しかしながら、現状では適応策に必要な投資が不足している。発展途上国で必要となる今後 10 年間の適応コストは年間 2,150 億米ドルと見積もられるが、足元の資金フローはその 1 割の 213 億米ドルにとどまっている<sup>3</sup>。適応策の遅れは気候変動による損失・損害を増大させ、結果的に先進国を中心に世界全体で負担が必要になる構図だ。世界が適応策を進めていくのは急務と言える。

日本国内の適応策に目を向けると、自然災害への対策について検討・実施が進みつつある。適応策では、気候変動に伴う被害などの影響を予測・評価し、効果のある対策を検討することが重要となる。一つの事例として、気候変動を踏まえた水災害対策として推進されている「流域治水」に着目し、より実効的な対策が推進されるために求められることが何か、探りたい。

<sup>1</sup> 2023 年の世界の年間平均気温は産業革命前(1850-1900 年)を  $1.45 \pm 0.12^{\circ}\text{C}$  上回ったと WMO が報告。

WMO “WMO confirms that 2023 smashes global temperature record”, Jan. 2024

<<https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2023-smashes-global-temperature-record>>

<sup>2</sup> World Weather Attribution “Interplay of climate change-exacerbated rainfall, exposure and vulnerability led to widespread impacts in the Mediterranean region”, Sep. 2023 <<https://www.worldweatherattribution.org/interplay-of-climate-change-exacerbated-rainfall-exposure-and-vulnerability-led-to-widespread-impacts-in-the-mediterranean-region/>>, World Weather Attribution “Climate change fuelled extreme weather in 2023; expect more records in 2024”, Dec. 2024 <<https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-fuelled-extreme-weather-in-2023-expect-more-records-in-2024/>>.

UNOCHA “Libya Floods: Multi-Thematic Rapid Needs Assessment (MTRNA) Report”, Oct. 2023 <<https://www.unocha.org/publications/report/libya/libya-floods-multi-thematic-rapid-needs-assessment-mtrna-report-19-26-september-2023>>

<sup>3</sup> UNEP “Adaptation Gap Report 2023”, Nov. 2023 <<https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2023>>

## 2. 流域全体のマネジメント

### (1) 流域治水とは

流域治水は、気候変動に伴って将来頻発化・激甚化が予測される水災害への対策のあり方を示したものだ<sup>4</sup>。あらかじめ気候変動によって想定される現象を予測し、これに基づいて対策を講じる考えだ。従来の河川管理者による堤防整備などのハード対策だけでは、気候変動に備えて計画的に治水安全度の向上を図ることが困難との考えのもとで、次の方向性を示している。降雨が河川に流出して更に河川が氾濫するという一貫したシステムで捉え、集水域・河川・氾濫域など流域全体であらゆる関係者（国・都道府県・市町村・企業・住民など）が協働して被害を軽減させるものだ。あらゆる関係者で、①氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減・早期復旧・復興のための対策、これらに取り組んでいくことになる（図表1）。本稿では、気候変動に対する事前防災対策、つまりは平時に備えておくべき対策として、①および②にフォーカスしたい。

≪図表1≫流域治水と対策イメージ



#### ①氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

- 〔集水域〕 雨水貯留機能の拡大
- 〔河川区域〕 流水の貯蓄
- 〔河川区域〕 持続可能な河道の流下能力の維持・向上
- 〔河川区域〕 氾濫水を減らす

#### ②被害対象を減少させるための対策

- 〔氾濫域〕 リスクの低いエリアへ誘導／住まい方の工夫
- 〔氾濫域〕 浸水範囲を減らす

#### ③被害の軽減・早期復旧・復興のための対策

- 〔氾濫域〕 土地のリスク情報の充実
- 〔氾濫域〕 避難体制を強化する
- 〔氾濫域〕 経済被害の最小化
- 〔氾濫域〕 住まい方の工夫 他

（出典）国土交通省 Web サイト(visited Jan. 19th, 2024)、当社にて追記

<<https://www.mlit.go.jp/river/kawanavi/prepare/pdf/vol11-card.pdf>>

流域全体には多くの関係者が存在する。水系<sup>5</sup>ごとに多数の市町村がその流域を構成しており、複数の都府県にまたがるケースが多い。日本最大の流域面積の利根川水系では、6都県152市区町村が流域を構成する<sup>6</sup>。同じ流域の上流と下流の市区町村では、人口・人口構成・地形・気候・産業などそれぞれ地域の特性が異なる。流域治水は、流域全体の関係者で協働して対策を実施するものだが、流域を構成する各地域の特性や固有の事情について流域全体で理解を醸成するのは決して容易ではないことが想像できる。

<sup>4</sup> 「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な「流域治水」への転換～」答申（2020年、社会資本整備審議会）

<[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouininkai/kikouhendou\\_suigai/pdf/03\\_honbun.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouininkai/kikouhendou_suigai/pdf/03_honbun.pdf)>

<sup>5</sup> 水源から河口にいたるまでの本川や支川のまとまりを水系という。国土交通省 国土技術政策総合研究所 Web サイト(visited Jan. 19th, 2024) <<https://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/yougo/words/001/001.html>>

<sup>6</sup> 2014年4月現在 独立行政法人水資源機構 Web サイト(visited Jan. 19th, 2024)

<[https://www.water.go.jp/honsya/honsya/torikumi/verification/pdf/omoigawa/02\\_kasengaiyou.pdf](https://www.water.go.jp/honsya/honsya/torikumi/verification/pdf/omoigawa/02_kasengaiyou.pdf)>

## (2) 那珂川緊急治水対策プロジェクト

那珂川水系では令和元年東日本台風により甚大な被害が発生した。総事業費 813 億円の「那珂川緊急治水対策プロジェクト」を、流域全体の対策の事例として紹介する。

令和元年東日本台風では、気候変動の影響が水災害として現れたと報告されている。1850 年以降の気温・海面水温の上昇によって、令和元年東日本台風に伴う関東甲信地方の総降雨量が 13.6%増加したとの試算だ<sup>7</sup>。加えて、今後気候変動が進行することで、更に影響が強まる。工業化以前（18 世紀半ば頃）より 2℃上昇の気候下では、令和元年東日本台風に伴う関東・東北地方の総降水量は、現在気候に比べて更に 4%増加すると報告されている<sup>8</sup>。

那珂川緊急治水対策プロジェクトでは、土地利用・住まい方の工夫に関する取組として、浸水が想定される区域の土地利用制限や家屋移転等を進める対策が掲げられた（前述の流域治水の対策②に該当）。那珂川の中流域に位置する栃木県那須烏山市下境地区周辺では、1980 年代後半から 10 年に 1 回程度の頻度で住宅の浸水被害が 4 回発生していることから、洪水の危険性が高い区域を「災害危険区域」<sup>9</sup>に指定し、災害危険区域内の住民が安全な地域へ移転（防災集団移転促進事業<sup>10</sup>の実施）する検討が行われている。また、住民移転後の土地利用として「霞堤」の建設が計画されており、周辺と共に下流の治水対策として利用される（図表 3、前述の流域治水の対策①に該当）。

住民の移転の目的は決して下流（多くを別の県が占める）の治水対策ではなく、危険な区域から安全な地域へ移ることだ。しかしながら、結果的に移転が下流の治水対策に資することを踏まえると、下流のために上流側が移住を迫られるとの感情を抱いても致し方ない面がある。住民に十分な趣旨説明や配慮が必要であることは言うまでもない。災害危険区域の指定および防災集団移転促進事業実施を那須烏山市が 2024 年 3 月までの目標とする一方で、これらの決定に先立って霞堤の建設（国が実施主体）が 2023 年 10 月に開始された。緊急プロジェクトとして決められた事業期間中の完成のため着工を早めたいのも理解できるが、住民への説明や配慮が行き届いているとは言い難い状況だ。上流・下流など流域全体の対策を一元的にマネジメントすることが求められており、そのためには実施主体間の情報共有・相互連携や、流域全体の住民など関係者間での理解醸成は欠かせないであろう。

《図表 2》 那珂川の流域



（出典）関東農政局 Web サイト (visited Jan. 18<sup>th</sup>, 2024)

に当社にて追記

<<https://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/kokuei/nakagawa/shizen/001.html>>

<sup>7</sup> 「近年の気温上昇が令和元年東日本台風の大雨に与えた影響」（2020 年、気象研究所他）

<[https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/021224-1/press\\_release021224-1.pdf](https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/021224-1/press_release021224-1.pdf)>

<sup>8</sup> 「勢力を増す台風 ～我々はどのようなリスクに直面しているのか～ 2023」（2023 年 7 月、環境省）

<<https://www.env.go.jp/content/000147982.pdf>>

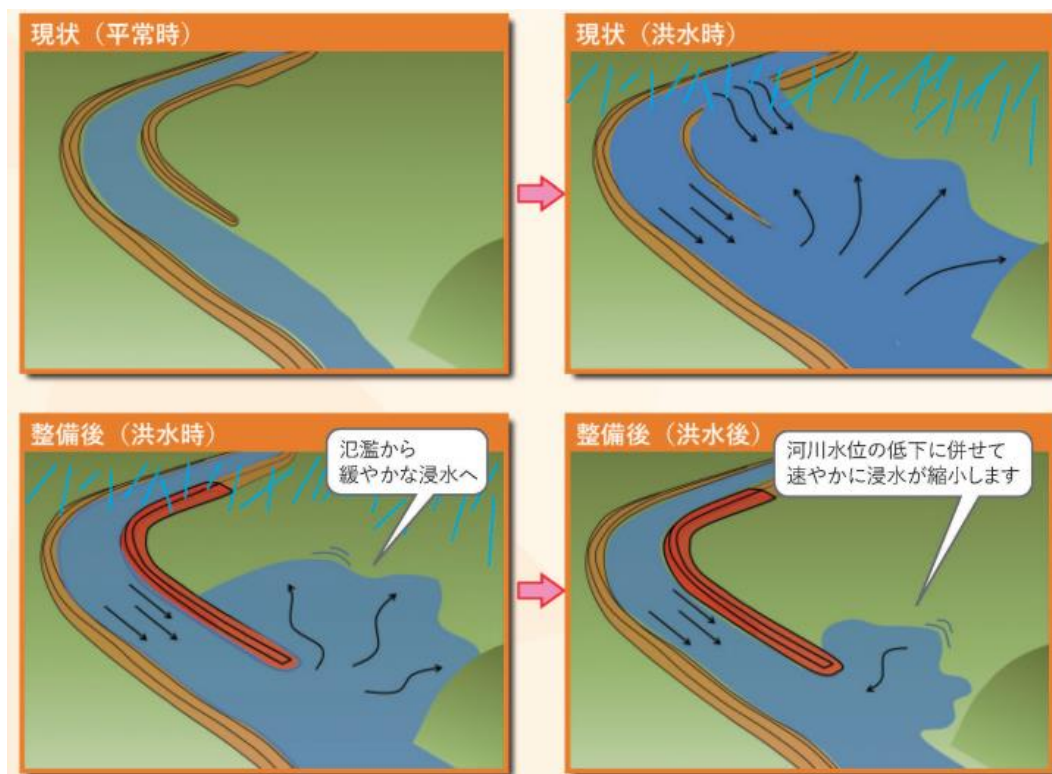
<sup>9</sup> 津波、高潮、出水等による危険の著しい区域を災害危険区域として地方公共団体が条例で指定し、住居の用に供する建築の禁止等、建築物の建築に関する制限で災害防止に必要なものを当該条例で定めることができる 国土交通省 Web サイト

(visited Jan. 19<sup>th</sup>, 2024) <[https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku\\_house\\_tk\\_000144.html](https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000144.html)>

<sup>10</sup> 災害が発生した地域又は災害危険区域のうち、住民の居住に適当でないと認められる区域内にある住居の集団的移転を促進するため、当該地方公共団体に対し、事業費の一部補助を行い、防災のための集団移転促進事業の円滑な推進を図るもの 国土交通省 Web サイト (visited Jan. 19<sup>th</sup>, 2024) <[https://www.mlit.go.jp/crd/city/sigaiti/tobou/g7\\_1.htm](https://www.mlit.go.jp/crd/city/sigaiti/tobou/g7_1.htm)>



◀図表3▶ 霞堤



(注) 霞堤とは、堤防のある区間に開口部を設けた不連続の堤防。平常時は堤内地側の排水を容易にするほか、洪水時には開口部から水が緩やかに逆流して堤内地に湛水し、下流に流れる洪水の流量を減少させる。洪水が終わると、堤内地に湛水した水を排水する。戦国時代の武田信玄が考案したといわれる。

(出典) 那珂川緊急治水対策プロジェクト パンフレット (2023年4月、国土交通省関東地方整備局・那須烏山市) <[https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr\\_content/content/000865101.pdf](https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000865101.pdf)>

### 3. 流域治水の推進に向けて

#### (1) 関係者の役割の明確化

全国の各水系にて流域治水プロジェクトが策定され実行されているが、更なる推進が求められる。関係者それぞれに求められる対策は概ね洗い出されているものの、現実に推進するにあたっては、関係者が多く、誰がどこまで対策を打てばいいのか、役割が不明確な点が課題となっている。

京都大学防災研究所 佐山教授は「流域治水の根幹は、種々の主体が講じる対策を総合して治水効果を生み出すことにあり、各種の対策効果を可視化しながら比較検討することが重要」と指摘する<sup>11</sup>。つまりは、気候変動を踏まえた水害リスクと対策効果を、流域全体で一元的かつ定量的に評価し、関係者間の役割を明確にすることが重要であり、これにより流域治水がより一層推進されるものと筆者は考える。例えば、複数の対策シナリオを流域全体で評価することで、被害者数・経済面を判断基準とした最適解を導くことも理論上は可能となる。

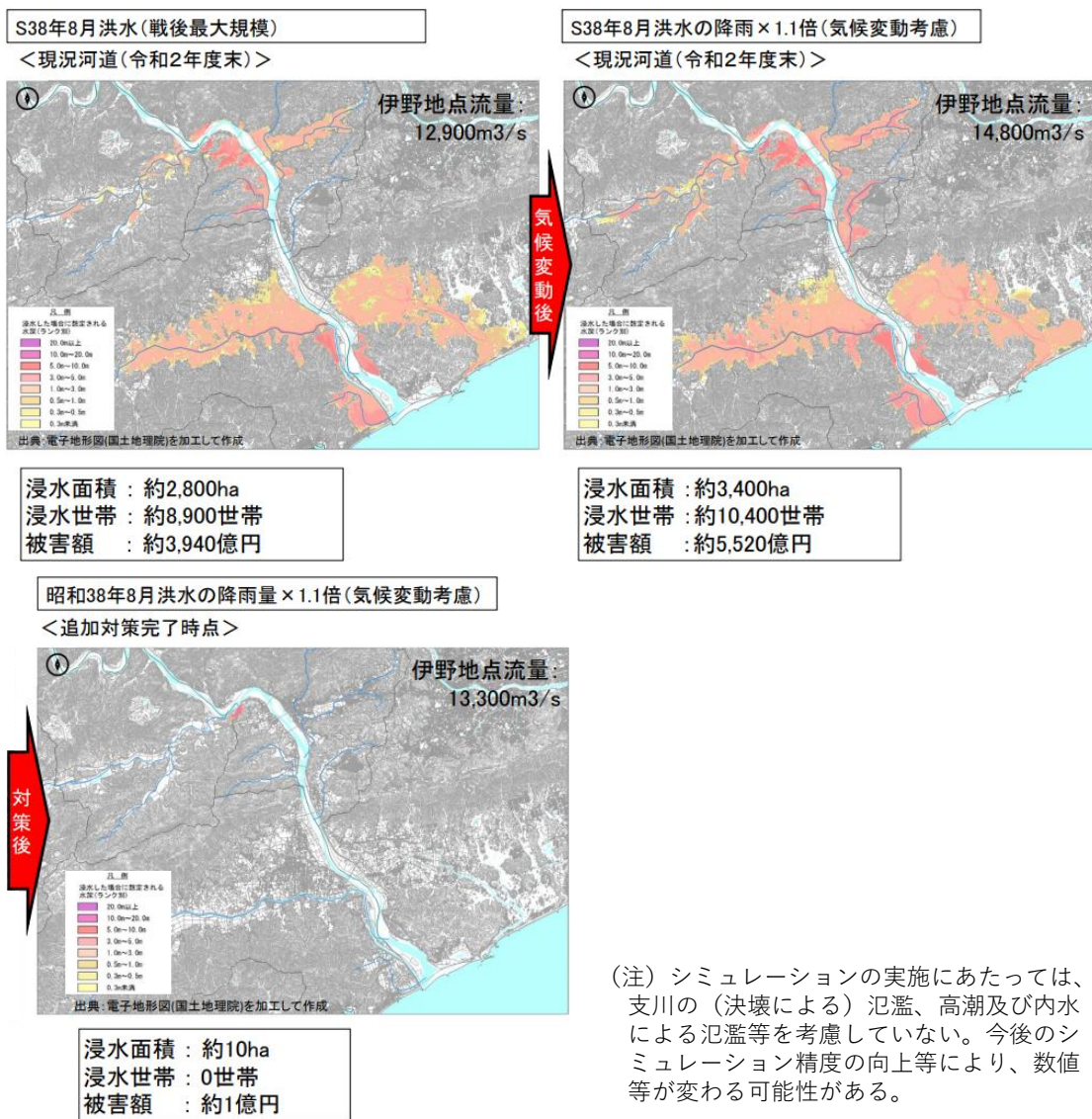
<sup>11</sup> 「流域治水対策評価モデルの開発に向けた課題整理と初期検討結果」(2022年、京都大学防災研究所 佐山敬洋) <[https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/278035/1/2021A-02\\_sayama.pdf](https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/278035/1/2021A-02_sayama.pdf)>

(2) 影響評価の現状

国土交通省は、気候変動を踏まえた対策を反映した「流域治水プロジェクト2.0」の策定を、2023年度中に全国109の一級水系で目指す<sup>12</sup>。気候変動による降雨量増加に伴う水害リスク（浸水世帯数等）の増大と、河川整備等の対策効果を示し、更には必要な追加対策が掲げられる。これまで公表された水系では、ハード対策によって気候変動影響の被害が大幅に軽減される事例が多い（図表4）。年度内に公表が予定される他の水系においては、ハード対策だけでは被害を十分に軽減できない事例も含まれると推測され、その被害影響と追加対策に注目が集まる。このような複合的対策を要する事例においては特に、影響を一元的かつ定量的に評価することが何より重要と言える。

また、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）第3期「スマート防災ネットワークの構築」のサブ課題「リスク情報による防災行動の促進」では、流域スケールの風水災影響予測と水災害リスク・被害影響

《図表4》仁淀川水系流域治水プロジェクト2.0 気候変動に伴う水害リスク



(出典)「仁淀川水系流域治水プロジェクト2.0」(2023年8月、国土交通省四国地方整備局)および仁淀川水系流域治水協議会(国土交通省四国地方整備局ら)各種資料に基づき当社にて作成

<sup>12</sup> 『流域治水プロジェクト2.0』を策定します～気候変動を踏まえた河川及び流域での対策の方向性を公表～(2023年8月、国土交通省) <[https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo05\\_hh\\_000179.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo05_hh_000179.html)>

可視化の技術開発が掲げられ<sup>13</sup>、こうした評価を実現するものとして期待されている。

他にも研究が進められている。岐阜大学（国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学）とSOMPOインスティテュート・プラスは、気候変動による洪水ハザードの変化予測からその社会影響の評価までを一貫して、かつ、広い範囲で定量的に行い、中長期的なまちづくりと気候変動適応策のベストミックスの研究に取り組んでいる<sup>14</sup>。

今後も流域全体での一元的かつ定量的な評価の多様な研究が進み、実用化されることが期待される。

#### 4. むすびに

今後、急激な人口減少と高齢化、合わせて地方自治体の厳しい財政状況が見込まれる。その対策として、居住を集約・誘導するコンパクトシティの形成が進められつつある。一方で、気候変動の影響により降水量が増大し、水災害の激甚化が予測される。これらの社会環境の変化を踏まえると、水災害からすべての地域を公平に守り抜く対策よりも、関係者の理解を得ながら、水災害を効率的に受け流す対策がより実効的で今後に求められているのではないだろうか。

土木学会では、流域治水における被害軽減マネジメントの柱の1つが「被害が小さくなる所に氾濫水が行くようにする方策」との意見が出ている<sup>15</sup>。建設コンサルタントの建設技術研究所は、氾濫被害が少ない箇所ですべての制御可能な氾濫をさせ、潜在的資産の大きな地域での氾濫を防ぐ緊急時の方策が考えられると、提言している<sup>16</sup>。流域治水では、流域全体のリスク分担のあり方やリスク評価手法の検討が必要との考えが示され<sup>17</sup>、その方策の検討は今後の課題と言える。

氾濫域への対策には、住宅のかさ上げや安全な地域への移転による事前対策、そして災害発生後の早期復旧の対策等の実施が考えられる。流域全体での一元的かつ定量的な評価によって、上流・下流での氾濫を総合的にマネジメントし、被害・対策費用が最小化されるように、氾濫箇所を特定した場合の氾濫シナリオによる被害額の比較や、氾濫によって結果的に河川流量が抑制されることで軽減される他地域の被害額などの計算が可能になるであろう。当然ながら経済的観点だけで解決策が決まるものではなく、多様な視点から対策の検討が必要ではあるが、有効な検討材料になるはずである。合わせて、リスクを分担すると共に、対策に必要な費用を関係者間で負担する仕組み（例えば対策実施地域が所在する地方自治体だけでなく、流域全体の地方自治体で費用を分担）を構築することで、上流・下流含めて流域全体での関係者の理解と合意形成が得られやすくなると考える。

日本は島国であり、1つの国で河川を管理できる環境にある。流域全体のマネジメントとして、関係者間でのリスク分担・費用分担を検討することで、より実効的な流域治水が推進されることに期待したい。

本資料は、情報提供を目的に作成しています。正確な情報を掲載するよう努めていますが、情報の正確性について保証するものではありません。本資料の情報に起因して生じたいかなるトラブル、損失、損害についても、当社および情報提供者は一切の責任を負いません。

<sup>13</sup> 「スマート防災ネットワークの構築 キックオフシンポジウム資料 サブ課題 B：リスク情報による防災行動の促進」（2023年11月、北海道大学大学院工学研究院 山田朋人）

<[https://www.nied-sip3.bosai.go.jp/news/2023-news/attachment/Presentation\\_05.pdf](https://www.nied-sip3.bosai.go.jp/news/2023-news/attachment/Presentation_05.pdf)>

<sup>14</sup> 「岐阜県長良川中流域の気候変動に伴う水害リスク変化を定量的に評価しました ― 気候変動による水害リスク予測および社会影響に関する共同研究 ―」（2023年3月、岐阜大学高等研究院地域環境変動適応研究センター 原田守啓、SOMPOインスティテュート・プラスら）

<[https://www.sompo-ri.co.jp/wp-content/uploads/2023/03/20230330\\_News-Release-SOMPO-Institute-Plus.pdf](https://www.sompo-ri.co.jp/wp-content/uploads/2023/03/20230330_News-Release-SOMPO-Institute-Plus.pdf)>

<sup>15</sup> 土木学会第159回論説・オピニオン(2)「流域治水に内包される「不利益配分問題」に土木の総合力を」（2020年、藤田光一）<[https://committees.jsce.or.jp/editorial/system/files/no159\\_fujita.pdf](https://committees.jsce.or.jp/editorial/system/files/no159_fujita.pdf)>

<sup>16</sup> 「流域治水を推進するための提言 ～流域一体となって対処する治水対策の推進に向けて～」(2021年、建設技術研究所)<[https://www.ctie.co.jp/news/uploads/2021/03/info\\_20210302.pdf](https://www.ctie.co.jp/news/uploads/2021/03/info_20210302.pdf)>

<sup>17</sup> 前掲注4