

流域治水は水害に対して救世主となるか －流域治水の概念と主要な対策－

(一社)地域国土強靱化研究所・顧問 末次忠司

概 要

近年激甚化している水害に対処するために、これまで以上に河川防災・減災体制を強化し、効果的な施策を展開していく必要がある。また、防災・減災のために災害に対する脆弱性を評価し、災害に強い国土および地域を作るとともに、地域防災力を向上させる「国土強靱化」が必要である。一方、更なる河川防災・減災のためには、従来の堤防やダムによる整備以外に、流域対応の施設や対応策が必要となる。西日本豪雨（2018）や東日本台風（2019）などによる水害被害を受けたのを契機として、2020年7月に国土交通省は審議会の分科会答申を踏まえて、「流域治水」への転換を進めることとした。流域治水では従来総合治水で行われていた雨水貯留浸透施設、遊水地などの他に、利水ダムの治水活用、粘り強い堤防、グリーンインフラなどの対策も実施されている。

本技術資料では流域治水に関して、流域治水手法の概要と各地で実施されている事例を紹介した。また、今後流域治水を進展させるために、「流域治水手法の実現性と経済性」の提示を行い、その考え方を示した。流域治水対策を成功させるためには、「何に着目し、どう対応すれば良いか」という成功のカギについても、合意形成面、機能面から解説した。

本技術資料が今後流域治水や減災に携わる技術者や研究者の業務や研究の一助になれば、著者にとって幸いである。特に行政職員が流域治水計画策定にあたって、工夫したり、留意すべきことを多く記述したり、建設コンサルタント会社の技術者が流域治水対策計画の策定や遂行の支援に活用できるように配慮しているので、是非有効活用して頂くことを願っている。

目 次

1. 流域治水への転換	2
2. 流域治水対策の概要	3
3. 個別の流域治水対策について	5
3.1 田んぼダム	5
3.2 霞堤	6
3.3 高台まちづくり	7
3.4 防災集団移転	8
3.5 土砂災害を踏まえた防災まちづくり	9
3.6 災害リスク課題の見える化	10
3.7 グリーンインフラ	11
4. 流域治水対策の経済効率性と実現可能性	13
5. 流域治水対策を成功させるカギ	15
5.1 合意形成面等からのカギ	15
5.2 減災に貢献した流域治水施設	15

参考文献

1. 流域治水への転換

河川管理者はこれまで河川堤防やダムなどの河川管理施設を駆使して、洪水を下流まで安全に流下させ、洪水被害が発生しないように治水対策を行ってきた。しかし、近年西日本豪雨（2018）や東日本台風（2019）など、激甚水害が連年におよび、対策の転換が求められてきた。これに伴って、主要施策として登場してきたのが流域治水で、大河川や氾濫原管理を含めた流域管理策（図1）で、地域特性に応じた形で、ハード・ソフト対策一体で多層的に進める施策である。すなわち、河川管理者が河道の外側の流域へ打って出て、幅広く水害対策を行うことを意味している。なかには以前行っていた総合治水や特定都市河川浸水被害対策法（以下、特定都市河川）とどう違うのかと思う人もいるかもしれない。それぞれの課題で見れば、総合治水は法的根拠がなく、私権制限が懸念されて、十分な広がりを見せられなかった¹⁾し、特定都市河川は対象河川が8水系64河川に限定され、人口減少・都心回帰などの社会情勢の変化への対応が不十分であったため、当初目的を十分達成できなかった。

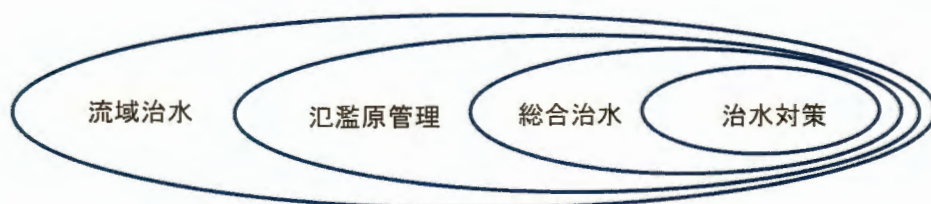


図1 流域治水等の対象範囲

これに対して、流域治水を始める契機の一つが、地方自治体の動きであった。滋賀県では嘉田知事のもとで、2012年に流域治水基本方針を定め、2014年に流域治水条例を制定して、流域治水の枠組みを示した（図2）。滋賀県では確率1/10、1/100、1/200豪雨に対する地先の安全度マップ（浸水想定マップ）を作成し、国・県管理の大河川だけでなく、小河川・水路からの内水氾濫も考慮した（図3）。そして、次に示す3つの観点からの条例化を行った他、堤防強化、河川改修に加えて、流域治水手法としては、宅地嵩上げ、二線堤、霞堤、水害防備林などがメニューとしてあげられた²⁾。浸水危険性が高い地域において建築制限を課す一方、危険性への対応として建物の建替え・改築に助成金を支給する制度は特筆できる。

- ・水害リスクを知らせる：宅地建物取引時の水害リスク情報提供の努力義務
- ・浸水警戒区域での建築制限：3m以上の浸水（確率1/200降雨）に対して、安全に垂直避難できるよう、避難空間を確保する
- ・雨水貯留浸透機能の確保：建物、公園、グラウンドなどに貯留浸透施設を設置する

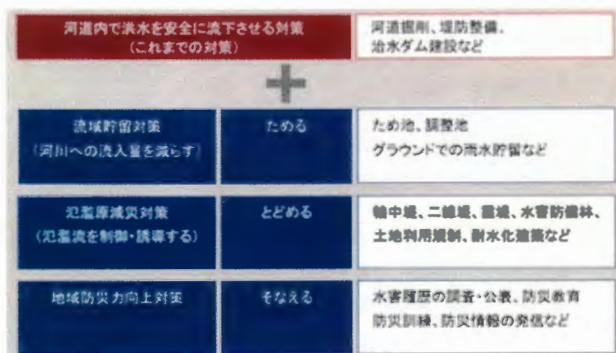


図2 滋賀県が進める流域治水の枠組み³⁾

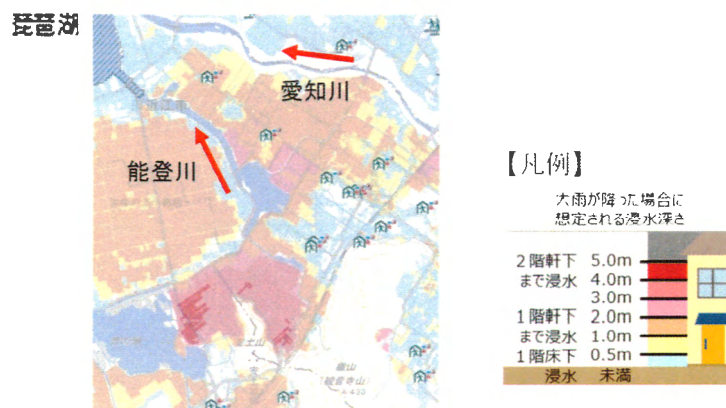


図3 地先に安全度マップ（確率 1/200 降雨，東近江市付近）⁴⁾（著者修正・加筆）

国の動きとしては、西日本豪雨や東日本台風などの相次ぐ水害被害を受けて、2019年に国土交通大臣から社会資本整備審議会に対し、「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について」が諮問された。これに対する社会資本整備審議会・河川分科会による「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方」答申（2020）を受けて、流域治水の根拠法となる関連9法の改正が2021年に行われた。流域治水関連法は、

- | | |
|----------------|--------------|
| ①特定都市河川浸水被害対策法 | ⑥建築基準法 |
| ②河川法 | ⑦土砂災害防止法 |
| ③都市計画法 | ⑧都市緑地法 |
| ④水防法 | ⑨防災集団移転特別措置法 |
| ⑤下水道法 | |

の9法である。この他、流域治水関連法の附帯決議14項目のなかには、流域治水協議会で地域住民等の意向に十分配慮するとともに、上下流地域の受益や負担が示され、円滑な合意形成が行われるよう努めることなどが記された。

2. 流域治水対策の概要

流域治水対策では流域を集水域、氾濫域、河川区域に分け、各領域ごとに対策メニューが提示された。特に氾濫域において、従来の総合治水など異なる「被害対象を減少させる」居住誘導・防災まちづくりや、「被害の軽減，早期復旧・復興のための」リスク情報空白域の解消・タイムラインなどの対策が推進された。各手法の対応項目は次に示す通りである。

- ・手法1：氾濫をできるだけ防ぐための対策（集水域，河川区域）← ハザードへの対応
- ・手法2：被害対象を減少させるための対策（氾濫域）← 暴露（影響度）への対応
- ・手法3：被害の軽減，早期復旧・復興のための対策（氾濫域）← 脆弱性への対応

流域治水で行われる対策は総合治水などと類似した手法がある一方で、異なる手法も見られる。各対策の役割関係を明らかにするため、主に河川防災・減災の観点から見た流域治水対策の役割を分類すると、図4の通りである。図では役割に対応させて枠で囲み、なかには田んぼダムや霞堤のように、複数の役割を有した対策もある。図の左下に示した被害軽減のための事前対策には多くの対策がある。全体図の上に行くほどハード対策，下へ行くほどソフト対策の色合いが強くなるように表示している。

3. 個別の流域治水対策について

以下では、個別の流域治水対策について、その概要と効果等について説明する。流域治水対策には粘り強い堤防、ダム事前放流、土地利用規制、住まい方の工夫などの重要な対策があるが、本章で対象とした流域治水対策は、総合治水ではあまり想定していなかった対策を中心として、対策がもたらす効果に加えて、対策の適用にあたって課題となる上下流格差、不平等感などへの対応を含めて論述した。

3.1 田んぼダム

農業用水は水田では田越しで供給される場合があり、豪雨時に個々の水田からの流出量を抑制できれば、最終的に河川への流出量を抑えることができる。農林水産省の土地改良長期計画では、田んぼダムに取り組む水田面積を約 3 倍にする目標が設定されている。田んぼの排水口への調整管や調整板の設置により、下流への流出抑制が行われている（図 6）。宅地と比べ、水田は約 2.5 倍の流出抑制効果がある。

集水域で田んぼダムの流出抑制効果の実証実験が行われていて、末端の排水口に調整板（逆三角形の切り欠き形状）を設置した場合、下流への排水量のピーク値は $1/2 \sim 1/4$ になったし、降雨終了後にゆっくり排水されるなど、流出抑制効果が見られた（図 7）⁷⁾。流出抑制効果は次の通りである。

- ・調整板の流出口が小さいほど、貯留されて下流への流出抑制効果は大きいが、田んぼの水深は高く、浸水時間は長くなる
- ・高さを変えた流出口を複数設置すると、流出抑制量は減少するが、田んぼの浸水時間を短くできるので、調整が可能となる（図 8：機能分離型）

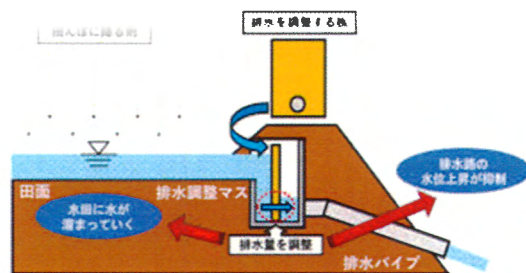


図 6 田んぼダムによる貯留・排水イメージ⁸⁾

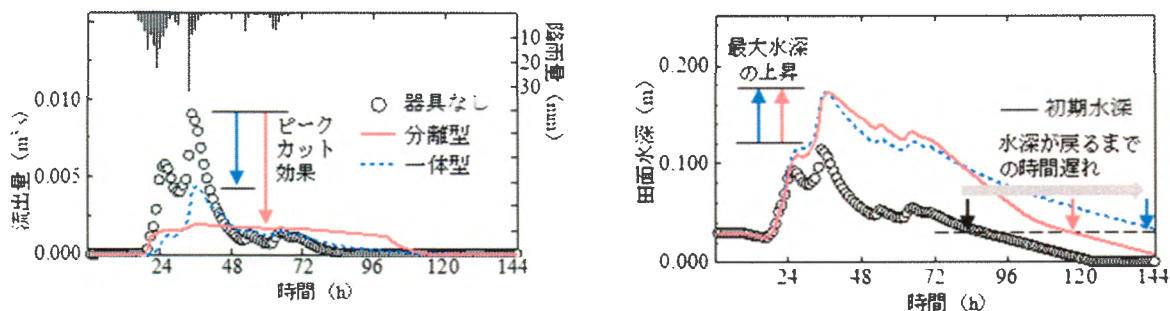


図 7 田んぼダムによる流出抑制効果⁹⁾

また、シミュレーション結果によると、降雨規模により効果は異なり、表 1 に示すように、降雨規模が大きくなるほど、機能分離型の効果は大きくなるが、機能一体型の効果は低くなっている。機能分離型は水管理用の通常の堰板とは別に、流出量を調整する調整板を設置するもので、機能一体型は水管理用の堰

板 1 枚で水管理と流出量の調整を行うものである（図 8）。流出抑制目的で、水を貯めるためには、高さ 30cm の畦畔が必要であるが、湛水で畦畔が崩れないように注意する。

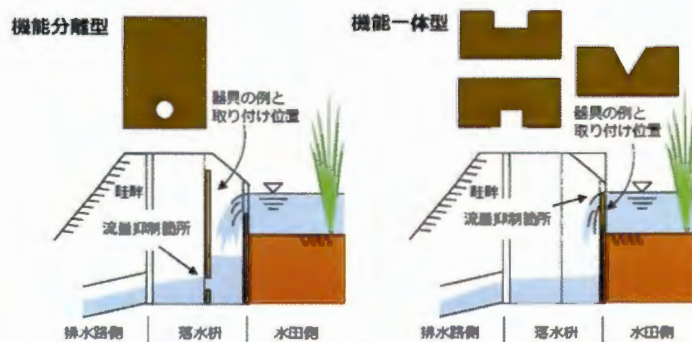


図 8 排水口の調整板¹⁰⁾

表 1 ピーク流出量の流出抑制効果¹¹⁾

降雨確率	1/10	1/50	1/100
機能一体型	78%	36%	21%
機能分離型	74%	85%	86%

3.2 霞堤

霞堤は富士川で武田信玄が最初に行った工法で、洪水を貯留するなどの機能がある。霞堤の事例として、宮崎県延岡市の五ヶ瀬川水系北川流域を取り上げる。北川流域はこれまで度々洪水被害を受けてきたのに対して、谷底地形で平地が少なく、川幅を広くとれないため、農耕地を狭くしないで良い霞堤方式（6 箇所）を採用してきた。特に面積が最大の家田地区の霞堤内（22ha）では、家屋の嵩上げ（水防災対策特定河川事業：2003～）により、家屋等被害は 648 戸（1997）→198 戸（2004）→24 戸（2016）と減少した。写真 1 は台風 18 号（2017）による洪水時の川坂地区における家屋被害軽減の状況である。



写真 1 霞堤内の宅地嵩上げによる被害軽減¹²⁾（著者修正）

このように、浸水による家屋被害が減少したにもかかわらず、住民からは霞堤の開口部を締め切る要望が出された*ため、宮崎県や杉尾教授らは地元住民に霞堤の持つ本来の機能に加えて、

・霞堤を締め切ると、河道の洪水流量が増えて洪水が堤防を越水しやすくなる

・霞堤内の浸水により、堤防の越流水の勢いを減少させるウォータークッション機能

・霞堤内の浸水により、洪水位との水位差が小さくなり、浸透水の勢いが減少するパイピング防止効果などの霞堤の機能・効果があることを説明して、住民に必要性を納得してもらった¹³⁾。ここで、パイピングとは、浸透流に伴う土砂流出により堤体内にパイプ状の水みちが形成されることである。

*霞堤は浸水に対する不平等感から、全国的に締め切られて、連続堤化される傾向にある

なお、北川の霞堤の開口部には水害防備林（竹など）が保全されていて、これにより霞堤内へ土砂やゴミが流入するのを防いでいる。その他、川裏側にある水害防備林は、洪水越水時の破堤防止効果を発揮している他、魚付き林や景観林として、生物多様性の維持や地域の観光資源としても貢献している。霞堤があるため、川、水田、ため池の連続性が確保され、本川と支川の連続した環境に生息するメダカ、ドジョウ、ナマズなどがいる。霞堤を含めて、本事業は2006年度の土木学会環境賞を受賞している。

3.3 高台まちづくり

スーパー堤防（高規格堤防）は荒川・淀川など全国5水系5河川（15.5km）で整備されている。スーパー堤防は洪水の越水・浸透に強いため、堤防上を土地区画整理するなどして、高台まちづくりに活用できる。スーパー堤防以外にも有効な高台があり、その役割・機能等は表2に示す通りである。避難拠点、大規模災害時の災害復旧拠点、平常時のにぎわい空間としての役割等を有している。

表2 高台の役割・機能・メリット¹⁴⁾

	役 割	機 能	メ リ ッ ト
想定最大規模降雨で予想される洪水浸水想定区域における避難拠点	水害時の避難場所として、高台を整備する	避難高台として収容可能な面積を確保し、災害時の救急・救援及び物資補給等の拠点として活用できる	河川堤防とつながっていることで、堤防天端を使って避難でき、浸水区域外への移動が可能となる
大規模災害時の災害復旧拠点	大規模浸水等が発生した場合、避難活動後の復旧活動の拠点となる	堤防天端を通じ、連絡可能な高架道路等で水没地域外と連結して、緊急輸送道路ネットワークを形成できる	大規模浸水時には災害復旧活動、資機材運搬のための限られた輸送網となる
平常時における地域のにぎわい空間	災害時を想定して整備される公的空間・施設を活用し、にぎわい拠点を形成する	高台が災害時の避難場所として地域の居住者に認識されると、平常時においても人々が訪れ親しめる場所となる	河川利用推進として、地域の人々のレクリエーションの場として平常時にも利用されるまちづくりが行える

東京の江東デルタ地区などは低平地のため、避難所へ行く道路は浸水して、車が渋滞するなど、避難時の危険性が高い。都内の地域では高台などを活用した避難路・避難施設の検討が進められている。例えば、江東区では大規模団地等の建替えを契機として、ビル群を線的・面的に結ぶ高さの高いデッキ等を利用して、浸水時の避難ができる「浸水対応型まちづくり」が検討されている（図9）。ビルはピロティ建築等で、想定浸水深以下は吹き抜けになっていて、ビルの屋上はヘリコプターが空中で停止できる緊急救助用ホバリングスペースとなっている。

他にも、東京都板橋区では土地利用転換に伴って、高台まちづくりに寄与する開発事業とするよう、事業者要望した。板橋区は地区計画等を決定し、高台広場、避難施設（緊急一時退避場所）、避難路等の整備について定め、事業者が整備することで、高台まちづくりの実現が期待されている。このように官民連携の「高台まちづくり」の機能を盛り込んだ都市計画を決定したのは、板橋区が全国初である。防災に寄与する高台広場等の事業内容等¹⁶⁾は次の通りで、避難路や緊急一時退避場所は建物内の2～6階の車

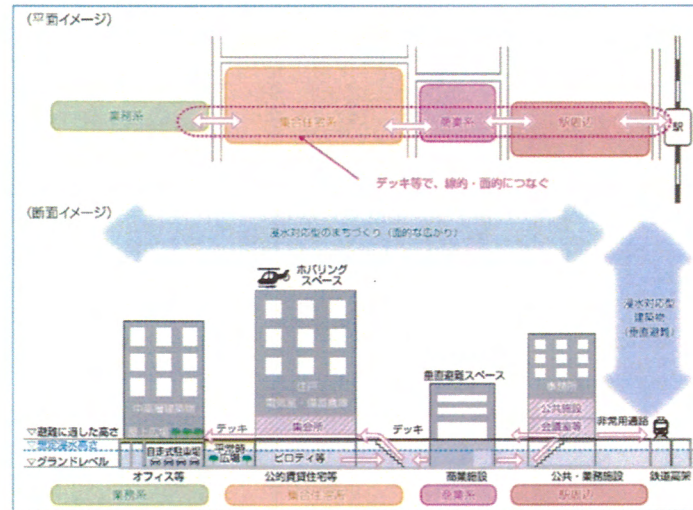


図9 浸水対応型の建築物・まちづくりのイメージ¹⁵⁾

路に位置付けている。また、建物2階は荒川想定水位（T.P.9m）以上の高さとしている。

- ・災害時にヘリポートとしても活用可能な高台広場を整備する
- ・河川氾濫時に地域住民（1,000人）が利用できる緊急一時退避場所（2～6階の車路の一部）を整備する
- ・高台広場から物流施設内の緊急一時退避場所に接続する避難路を整備する
- ・災害時の備蓄物資の保管・配送拠点として倉庫の一部を区へ提供する

3.4 防災集団移転

防災集団移転は一般的には土砂災害が対象となることが多く、また1985年以降の適用事例は少なく、東日本大震災以降の実施例はない。水害に関しては、青森県黒石市黒森および石名坂地区で岩木川支川の氾濫（1975）により、9割近い家屋が被災したことを受けて、翌年被災地から200m離れた場所に団地を整備し、44戸の移転を行った¹⁷⁾。また、津波災害ではあるが、東日本大震災（2011）では、津波リスクのある沿岸部から高台等へ、36,764戸が移転した。移転戸数では宮城県（25,021戸）が多く、市町村では石巻市（6,291戸）、気仙沼市（4,582戸）が多かった¹⁸⁾。

雄物川（秋田県大仙市）は支川^{とちひがわ}羽平川からの背水により、1987年、2011年、2017年と度重なる水害が発生した（図10は2017.7洪水による被害状況）。国と市では、災害リスクの高い住居（9戸）を安全な市街地へ集団移転することで、安全・安心な居住の確保を図る予定である（図10の右上）。移転先は2011.6出水や2017.7出水で浸水しなかったエリアである。当該地域は連続堤や逆流防止施設による対策では、内水による浸水被害が軽減しないため、防災集団移転を行うこととした。

山地狭窄部における防災集団移転に関しては、江の川（島根県江津市）の事例が参考となる²⁰⁾。山地狭窄部では家屋が点在しているため、従来の水防災事業では、事業着手から完了まで2度の移転を行う必要があった。これに対して、江津市では空き家バンクを活用した空き家や公営住宅を確保して、安全な移転先（居住誘導区域）とした。その結果、従来の治水事業に比べて、住民の負担が小さく、治水効果が発現するまでの期間を短くできた。このやり方はコンパクトシティ*と定住促進を踏まえたまちづくりとも連携している。なお、移転事業費の9割以上は国が負担している。

*コンパクトシティの成功例としては、富山市（LRT整備と駅周辺の拠点化）、福岡市（交通網）、埼玉県蕨市（駅周辺の空き物件活用）などがある



図 10 安全な土地への集団移転（雄物川）¹⁹⁾

3.5 土砂災害を踏まえた防災まちづくり

神奈川県逗子市は三方を丘陵に囲まれ、市街地にも急傾斜地が広く分布している。土砂災害を含む災害ハザード情報を踏まえ、災害リスクのソフト対策とハード対策を適切に組み合わせた防災まちづくりを推進している（図 11）。ソフト対策では立地適正化計画を策定して、災害リスクの高い地域を除いた居住誘導区域を設定して、立地誘導を図っている。また、ハード対策では、居住誘導区域内の崩壊の可能性が高い急傾斜地に対策施設を整備し、人命及び資産等を保全して、まちづくりと連携した土砂災害対策を図っている。同様の事業が長崎市や島根県雲南市でも実施されている。



図 11 土砂災害リスクを踏まえた防災まちづくり²¹⁾

具体的な防災まちづくりとしては、居住誘導区域内に存在する 20 地区の急傾斜地に対して、防災まちづくりと一体となった土砂災害対策を推進している。事業の全体効果としては、人家 461 戸、国道 10m、市道約 2km 等を保全し、立地適正化計画において指定された居住誘導区域の被害を軽減することが期待されている。

3.6 災害リスク課題の見える化

流域治水による減災を行うにあたって、地域の災害リスク課題の見える化を図ることは、地域防災力の向上を図るうえで、重要である。新潟県長岡市では災害ハザード情報と都市情報（人口、建物、避難路等）を重ね合わせ、災害リスク分析を全市域（マクロ）、各地域（ミクロ）で実施して、災害リスク課題の見える化を行った。具体的な重ね合わせ情報としては、

- <脆弱性情報>要配慮者利用施設、緊急避難場所
- <暴露情報>人口、資産
- <ハザード情報>ハザードの種類・分布・発生確率
- <都市計画情報>まちなか居住区域、都市機能誘導区域

などが考えられる。

また、災害リスクに対して対策を検討する他、居住誘導の観点から浸水深などの対策の目標値を設定した²²⁾。長岡市では2023年には都市再生特別措置法に基づく立地適正化計画を改定し、防災指針を位置付けた。この指針は居住や都市機能の誘導を図るための都市防災に関する機能の確保を行うための指針である。長岡市の対応で特徴的なのは、災害リスク分析結果を4区分にレベル分けし、「都市化土地利用影響レベル」と「市民サービス影響レベル」の視点で、課題の大きさを定量的に評価したことである（図12）。

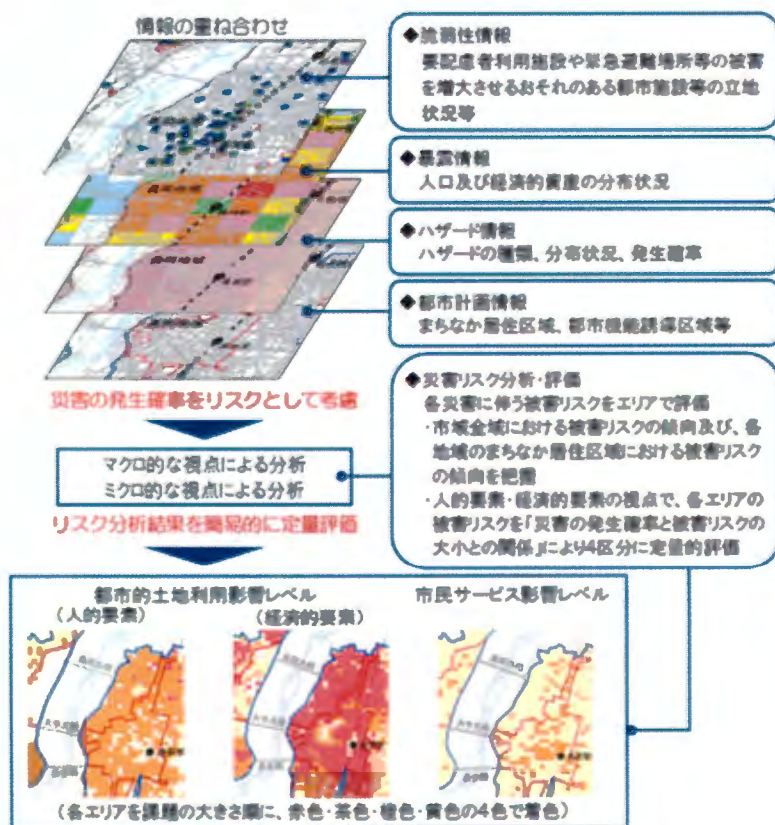


図12 災害リスク分析・評価の進め方（イメージ図）²³⁾

3.7 グリーンインフラ

グリーンインフラは自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進める取組で、代表的な項目は図13の通りである。グリーンインフラは欧米で先行して発展した概念であるが、日本では治水対策における多自然川づくり、自然再生事業、かわまちづくりなどが適用例として挙げられる。

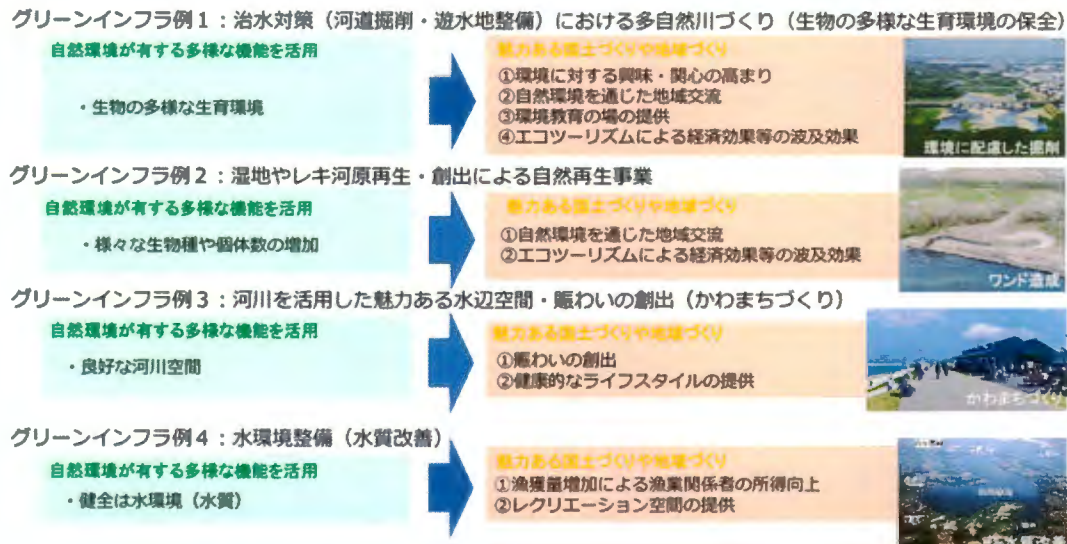


図13 グリーンインフラの代表項目例（著者加筆）²⁴⁾

マンション間の土地を一段低くして、雨水を貯留する棟間貯留がある。シンガポールにあるビシャンパークは、元々マンション群の間を流れるコンクリート三面張りの排水路であったカラン川を拡幅して河川再生（2012）したもので、洪水時には雨水貯留する機能を有している。川幅は当初17～24mであったが、河川再生により最大100mに拡幅して、許容流量を40%増加させた。また、自然の河川にならって、多様な断面と護岸形態を持つ曲線的な川として再生された（写真2）。ビシャンパークは都会の人々に自然とふれあい、水について考える貴重な機会を提供しつつ、洪水時には公園全体が氾濫原となって、都市を水害から守る役割を担っている（写真3）。



写真2 上空から見た都市型河川公園「ビシャンパーク」²⁵⁾



写真3 洪水時に氾濫原となる公園 25)

日本でもグリーンインフラは、国土交通省のグリーンインフラ懇談会（2018）での議論を経て、2019年にグリーンインフラ推進戦略が公表された。これらを受けて、流域治水プロジェクトにおいても、数多くのプロジェクトが検討された。特に円山川流域で行われている「治水・生態系ネットワーク（図14）」は、優れたグリーンインフラ事例であるので、下記に紹介する。

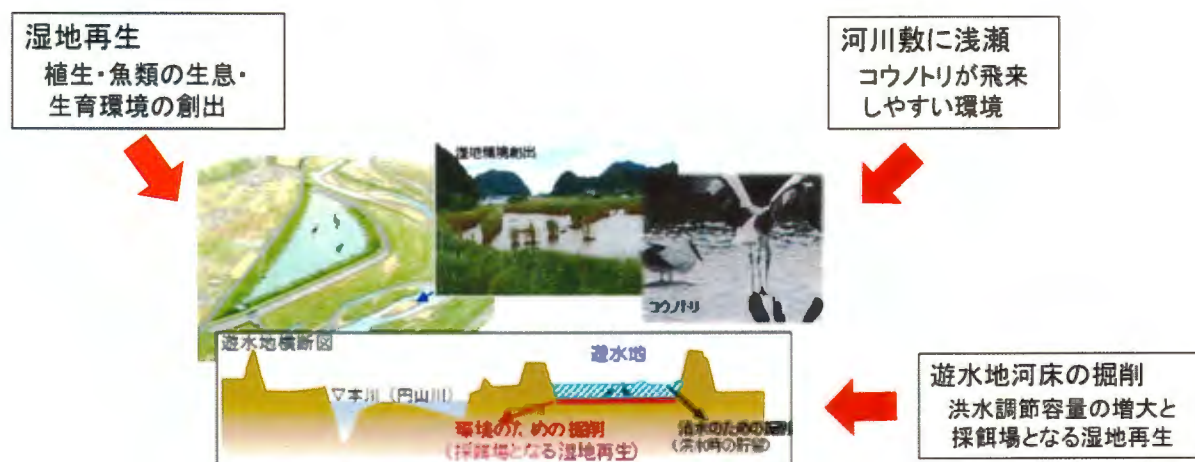


図14 円山川における治水・生態系ネットワーク（著者加筆） 26)

円山川流域はかつて広大な湿地に囲まれ、多数のコウノトリが生息していた。このような円山川の自然環境を取り戻すために、流域全体で自然再生事業に取り組んでいる。国土交通省と兵庫県は「円山川水系自然再生計画」を策定し、多様な生物の生息・生育環境の再生を目指す地域連携の取組を行っている。本事業は第1回グリーンインフラ大賞（国土交通大臣賞）を受賞した。治水効果と生態系の回復を目指した治水・生態系ネットワークのうち、以下では中郷遊水地と加陽遊水地について述べる。

【中郷遊水地 27)】

中郷遊水地は高水敷縁辺を囲繞堤で囲んで作っているが、洪水調節容量（約 270 万 m^3 ）を確保するため、高水敷の河床を 2～3m 掘削している。掘削された場所は湿地再生され、コウノトリ（特別天然記念物）などの採餌場の浅瀬となるなど、生物の生息・生育空間を創出している。中郷遊水地では、本支川・水路（水辺）と田んぼ（陸地）の連続性を確保し、生物多様性を図る環境遷移帯（水辺と陸域間のなだらかな湿地環境）を創出している。

【加陽遊水地 28)】

支川の出石川合流点付近のかつての加陽地区は、蛇行して周辺に湿地があった。加陽湿地は高水敷の水田跡地を利用して湿地再生し、2017年度に完成した（写真4）。高水敷は民地（水田跡地）を買収したも

ので、本川とつながった開放型湿地（2箇所）と、本川とつながっていない閉鎖型湿地（3箇所）からなり、環境の異なる水域を作り出している（写真5）。開放型湿地は魚や底生動物が川と湿地を行き来でき、魚が休んだり、産卵（コイ、フナ）したりする再生産の場で、閉鎖型湿地は山からの湧水が流れ込む田んぼ・池のような湿地で、コウノトリの採餌の場となっている。



写真4 加陽湿地における湿地再生前後の様子²⁹⁾（著者加筆）

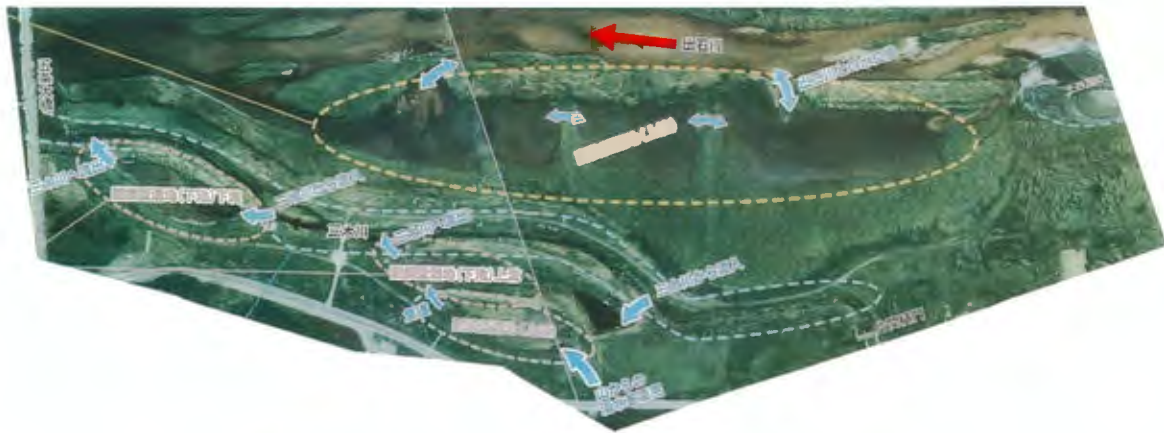


写真5 加陽湿地における湿地分布³⁰⁾（著者加筆）

他の直轄区間における自然再生事業としては、

- ・上流の日高地区：礫河原の再生
- ・中流の湾曲区間：水辺をなだらかにする（高水敷を切り下げて湿地再生）
- ・下流の下鶴井地区：ヨシ原をよみがえらせる

などが行われている。礫河原の再生では、治水工事で礫河原が消失しないよう、水際をなだらかに掘削し、礫河原に分布する在来種のカワラハハコを保全している。本事業はグリーンインフラ大賞を受賞した。

4. 流域治水対策の経済効率性と実現可能性

本章では流域治水対策を計画・適用する際の留意点について述べておく。基本的には流域特性（地域特性、地形特性など）を踏まえて、治水効果（被害軽減量、B/C）が最大となる対策を選定するが、その前に図15に示した各対策の経済効率性*と実現可能性について検討しておくと同時に、地域における流域治水ポテンシャル（対策可能量）を把握しておく必要がある³¹⁾。すなわち、流域治水対策には経済効率

性が低いが実現可能性が高いもの（雨水貯留浸透施設、田んぼダムなど）と、経済効率性が高いが実現可能性が低いもの（土地利用規制、二線堤など）があり、状況や地域・地形特性によって、どの対策を選択するかについて検討する。

*経済効率性とは手法（施設）の想定される（建設コスト+維持コスト）に対する水害被害軽減額である

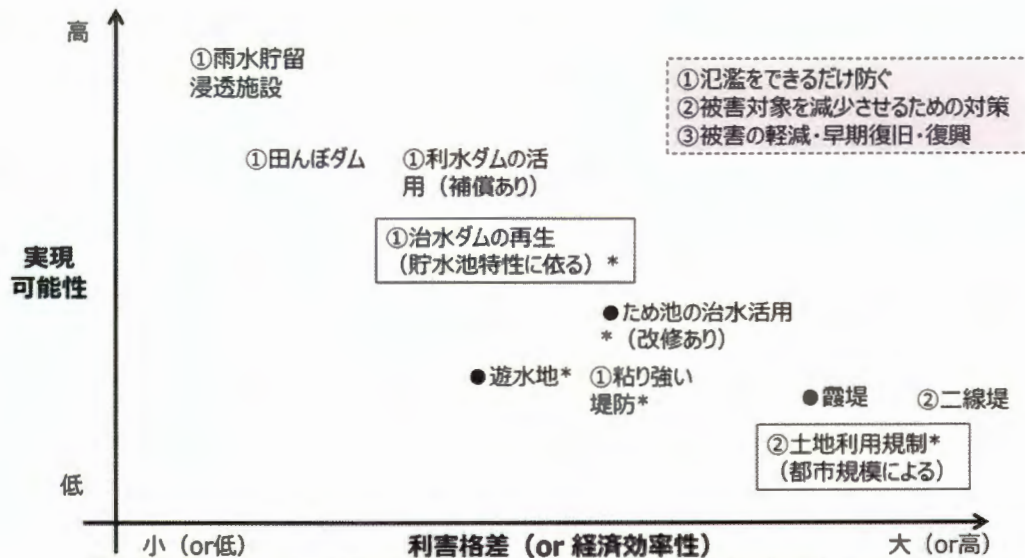


図 15 利害格差と実現可能性から見た流域治水手法³²⁾（著者修正）

一例として、二線堤の治水経済効果について見てみる。道路や鉄道盛土による二線堤は下流域の浸水深を低減させ、被害軽減が期待できる反面、上流域の浸水深が上昇し、増大する被害への住民の抵抗は少ない。しかし、流域における地形・経済状況によっては、治水経済的に効果を発揮する場合がある。図 16 は氾濫原勾配が 1/1000 の流域において、鉄道盛土の有無による水害被害額の違いを見たものである（上下流の資産比率は 4.9 倍）。高さ 3m の盛土で氾濫流を遮断でき、高さ 2m の盛土でも被害軽減率は 7 割以上と高かった。この検討によれば、経済効率的には氾濫原勾配が 1/1000 より緩く、氾濫範囲が一定以上あり、二線堤上下流の資産比率が 3 倍以上あれば、（多少の利害格差はあるが）治水経済効果を発揮することが分かった³³⁾。

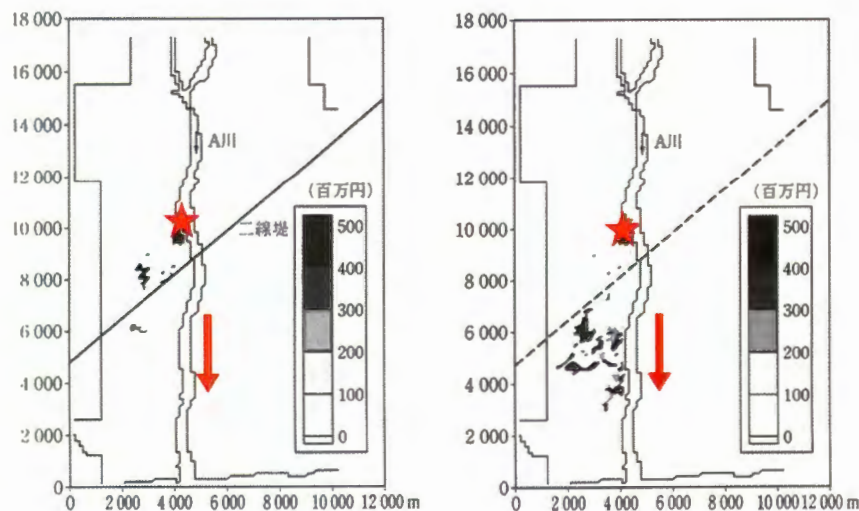


図 16 二線堤による氾濫流制御効果（左：二線堤の盛土高 2m，右：二線堤なし）³⁴⁾（著者加筆）

注) ★印は想定破堤箇所である

5. 流域治水対策を成功させるカギ

流域治水対策を成功させるには、住民に対策の機能や効果を納得してもらうだけでなく、対策に伴う上下流格差や住民の不平等感を解消していく必要がある。以下では、解消のために実際に行われている（行われた）事例を合意形成面や機能面から紹介する。

5.1 合意形成面等からのカギ

【合意形成面 1】

鶴見川流域で総合治水がうまくいったように、国の組織、地方自治体、団体組織、住民が流域治水に向けたやる気や連携を促す体制・環境づくりを構築し、みんながビジョンを共有し、話し合える場を多数設けることが成功へ導くカギとなる。また、一宮川水系（千葉県）では、流域市町村ごとに部会や分科会を設け、地域特性に応じた流域治水の進め方について、地域住民や農業関係者等と意見交換するなど、地域と双方向コミュニケーションを図っている³⁵⁾。ポスター展やシンポジウム、広報紙などで情報発信するとともに、アンケートで地域の意向などを情報収集している。

【合意形成面 2】

下流の住民・組織が中上流の住民・組織のために経済的に負担（森林整備基金、エコツーリズム）したり、気持ちの上で感謝の念を抱くことが合意形成のポイントとなる。例えば、阿武隈川流域（宮城県、福島県）では、上流域における流出抑制の取組（遊水地群）に対する下流域の支援として、上流域 4 市町村の特産品や名産品を下流域の道の駅「伊達の郷りょうぜん」において、「阿武隈川上流自治体特産品フェア」のなかで販売したり、お互いの流域治水への理解促進のために、地域間交流を行って、流域全体の防災意識の向上を図っている³⁶⁾。同様の取組が福島市でも行われた。

【合意形成面 3】

住民が事業に反対する理由は、概して事業そのものに対するよりも、従前からの組織や担当者に対する不平・不満などが多い。従って、住民説明を事業開始前に行うだけでなく、かねてより担当者が地域住民と顔をあわせて、会話（意思疎通）をしたり、話し合いの場を設けておくことが重要である。住民などとの合意形成にあたっては、ワークショップやポリシープロファイリング（利害関係者の主張・関心レベルを知ることができる）などの手法を積極的に活用すると良い³⁷⁾。

【機能面 1】

遊水地は洪水調節機能だけではなく、生態系にとって良い「生態学的氾濫」機能を有しているので、水が川・水路と氾濫原（田んぼ）を行き来することで、ワンドのような自然のダイナミズム（洪水による攪乱、流量の変動など）を生かすことができる。海外でも、例えばドイツ南西部のバーデンビュルテンベルグ州では、ライン川上流に 3 箇所の遊水地を作って、洪水が発生すると堤防を開いて、またはポンプで遊水地に流入させるようにして、生態系の回復を早めている³⁸⁾。

【機能面 2】

雨水浸透施設には雨水流出抑制機能があるが、他に地下水涵養機能や水質浄化機能もある。浸透した雨水は時間をかけて地中を流下し、地中のバクテリアにより浄化される。このように治水・利水・環境の 3 機能を有しているので、これらの機能をアピールする。

5.2 減災に貢献した流域治水施設

これまでに減災に貢献した流域治水施設を示せば、表 3 の通りである。千曲川（長野県中野市）では、

東日本台風（2019）に伴う洪水に対して、輪中堤（2011 年完成）により氾濫被害を免れた（写真 6）。輪中堤下流側の 39ha は災害危険区域に指定されている。また、宮崎県延岡市の北川は、以前より氾濫被害が多く、浸水家屋が千戸以上の水害が 1953 年、1959 年（2 回）、1965 年に発生した（いずれも台風災害）。2004 年水害後、霞堤内の住宅をジャッキで上げて、宅地を嵩上げていたため、台風 16 号（2016）では家屋の氾濫被害を軽減できた³⁹⁾。

表 3 減災に貢献した流域治水施設と代表的な施設⁴⁰⁾

施設	代表的な施設	近年の施設による減災効果
輪中堤	木曽川流域（福束輪中、牧輪中他） 雄物川の強首地区輪中堤	長野県中野市古牧地区では、東日本台風（2019.10）に伴う千曲川洪水に対して、輪中堤により氾濫被害を免れた。輪中堤の外側（下流側）の 39ha は災害危険区域に指定されている。写真 6 は 2006.7 洪水時の状況である
二線堤	鳴瀬川・吉田川氾濫に新設バイパスと嵩上げ道路の二線堤で対応（宮城県鹿島台町）。古くは利根川の中条堤、荒川の日本堤・隅田堤がある	西日本豪雨（2018.7）の際、愛媛県大洲市東大洲地区で市道を嵩上げた二線堤を活用し、肱川・矢落川からの氾濫に対して、氾濫拡大を軽減した
霞堤	富士川、常願寺川（急流河川） 豊川、雲出川（緩流河川）	2004 年水害時の水位を基準にして、霞堤内の住宅をジャッキで上げて、宅地を嵩上げていたため、台風 16 号（2016.9）の際、宮崎県延岡市家田地区では五ヶ瀬川支川北川からの氾濫被害を軽減できた



写真 6 千曲川の輪中堤による防御（2006.7 洪水）⁴¹⁾（著者加筆）

このように、様々な流域治水対策が実施され、今後の減災に貢献しつつある。本技術資料のタイトルである「流域治水は水害に対して救世主となるか」に関しては、流域治水により水害をなくすことはできないが、今まで以上に強力な対策となり、今後水害被害の緩和に貢献することが期待され、救世主の役割を担うであろう。ただし、現時点で考えられる課題もあるので、今後施策を遂行する際に、留意する必要がある。

6. 流域治水の課題⁴²⁾

これからの更なる流域治水対策の推進・展開を考えて、現時点で検討しておくべき、または念頭に置いておくべき「今後の課題」を項目ごとに整理した（上記していない内容も含まれている）。

【基本高水流量の改定】

気候変動の影響を考慮した基本高水流量の変化倍率は、1.04～1.26 倍で、新宮川の倍率が最も大きかった。この増大した基本高水流量を達成するには、かなりの長期間を要するので、中期的な（10～15 年先の）計画流量の達成目標についても考慮しておく必要があるし、（水害が発生しなくても）降雨の観測期間が長くなることに伴う豪雨発生に対して、計画雨量の更新の必要性について検討する。計画雨量のような極値は、観測期間が長くなると、大きな値になることが多い。そのため、一例として、

- ・50 年期間の 100 年確率日雨量が 300mm→100 年期間の 100 年確率日雨量が 400mm
- ・別の見方で、50 年期間の 100 年確率日雨量が 300mm→100 年期間で 300mm は 70 年確率日雨量となる

ので、計画雨量の見直しを行わないと、観測期間が長くなっただけで、安全度が低下してしまう危険性がある⁴³⁾。

【流域治水手法の追加】

流域治水手法として示されていない「豪雨・水害情報の伝達」、「洪水時のポンプ排水規制（運転調整）」、「水路網による氾濫流制御」、「水害防備林」、「緊急排水路」、「水害保険」についても、今後氾濫域の対策として含めて検討すべきである⁴⁴⁾。また、流域治水関連法は事前対応に重点を置いた法律であるが、今後は事後の経済補償などの「被害の軽減策」についても、検討していく必要がある。

【浸水被害防止区域】

浸水被害防止区域の定義・対象地域・対象リスク（区域内の最大水位など）などがあいまいな所があり、浸水防止の実効性が担保されるかどうか不明である。浸水被害防止区域に対しては、開発規制、建築規制などが事前許可制となっているが実効性が不明で、また土地利用規制との違いも分かりづらい。貯留機能保全区域なども含めて、その定義や適用範囲などを明らかにする。

【DX の更なる推進】

浸水センサーは現地に設置されている所もあるが、今後はリアルタイムで浸水状況を把握できる浸水センサーの開発・運用が行われれば、気象データ、地形・道路データ等との連携により、効率的・効果的な避難活動へ情報が活用できるなど、面的な予測・予防保全に活用できることが期待される。面的な越水・決壊センサーの設置も減災に非常に有効である。

【粘り強い堤防】

流域治水対策としては、天端舗装、法肩保護工、覆土ブロック、ドレーン工で構成される粘り強い堤防が提案されている。しかし、裏のり面のブロックは越流水による侵食を助長する危険性があるので、遮水シートについても検討する必要がある（シートのめくれを防ぐためにシート上に重しとしてのブロックを置くのは良い）。また、各工法の実験回数を増やして、信頼性の高い工法の開発について検討する必要がある。

【避難行動支援アプリの開発】

豪雨・洪水時に、これまでの水害経験や心理バイアスなどにより、避難を躊躇する人がいるので、各人がおかれた状況（家屋構造、家屋地盤の標高、家族構成など）、浸水状況（河川からの距離、氾濫流の方向、家屋周辺の浸水深など）、避難条件（避難所までの距離、避難先との関係）に対応して、最適な避難行動をアドバイスしてくれる避難行動支援アプリの開発が望まれる⁴⁵⁾。このアプリにより、豪雨・洪水時に迅速かつ確かな避難行動を行うことができるようになる。

【土砂・洪水氾濫対策】

近年、極めて強い降雨に伴って、洪水氾濫に加えて、河道や低平地まで大量の土砂や流木が襲う「土砂・洪水氾濫」の懸念が高まっており、砂防域での施設規模を超えた土砂量を河川域での対策で、どのように

減災に結び付けられるのかは、技術的な面と部門間の調整の双方において、大きな課題である。個人の対策としても、建物の河川側に大礫やブロック塀を設置するなどの土砂・洪水氾濫対策が進んでいないのが課題である。

【グリーンインフラ】

グリーンインフラの一種となる雨水貯留浸透施設は一定の数が整備されると、治水（流出抑制）・環境に効果はあるが、草刈りなどの維持管理、安全対策（子供の事故など）などに課題がある。グリーンインフラ全般では、安全性・機能性・費用対効果の評価法が十分確立されていないし、費用負担の社会的な合意や仕組みづくりを今後行っていくことが課題である⁴⁶⁾。グリーンインフラに関する他の課題は5.3節に前述した。

最後に、これまで記述してきた「流域治水」に関して、著者は約1年をかけて書籍（写真7）として執筆してきた。書籍のなかで掲載した事例数は56件で、手法の概要だけではなく、その手法を採用した背景、手法の適用が成功した理由などについても記述している。本技術資料はその一部を示したものである。書籍は本年5月に（一社）地域国土強靱化研究所により出版されているので、詳しい内容を知りたい方は是非購読して頂きたい。

激甚水害に対する国土強靱化 のための流域治水

－全体最適化の視点で流域治水を成功させる－



一般社団法人 地域国土強靱化研究所

写真7 書籍の表紙

参考文献

- 1) 末次忠司：都市・人，そして川(4)，雨水技術資料，Vol.32，(社)雨水貯留浸透技術協会，1999
- 2) 滋賀県：滋賀の流域治水，<https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020717.pdf> (2020.10.22 閲覧)
- 3) 滋賀県流域治水検討会（学識者部会）：水害に強い地域づくりのための流域治水の重点施策の推進方策について（提言），2010
- 4) 滋賀県防災情報マップの「地先の安全度マップ」
- 5) 42) 末次忠司：激甚水害に対する国土強靱化のための流域治水－全体最適化の視点で流域治水を成功させる－，(一社)地域国土強靱化研究所，2025
- 6) 国土交通省：流域治水推進行動計画，
https://www.mlit.go.jp/river/kasen/suisin/pdf/keikaku_gaiyo.pdf (2024.3.20 閲覧)
- 7) 9) 農研機構：様々な形状の田んぼダム器具が発揮するピークカット機能，
https://www.naro.go.jp/project/results/5th_laboratory/nire/2022/22_035.html (2023.6.3 閲覧)
- 8) 宇都宮市ホームページ：田んぼダムの普及促進，田んぼダムの仕組み，
<https://www.city.utsunomiya.lg.jp/kurashi/anshin/bosai/1027733.html> (2024.7.13 閲覧)
- 10) 農研機構：(研究成果)「田んぼダム」に用いる器具の特徴を整理しました，落水枡への田んぼダム用器具の一般的な取り付けイメージ図，https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nire/157461.html (2024.5.10 閲覧)
- 11) 「農林水産省：「田んぼダム」の手引き，水田からの流出量抑制効果（実証事業 シミュレーション結果），
https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/kurasi_agwater/attach/pdf/ryuui_tisui-67.pdf (2024.6.22 閲覧)」に基づいて，著者が作成した
- 12) (一社)全日本建設技術協会：全建賞 河川部門，北川下流土地利用一体型水防災事業，
<https://www.zenken.com/hypusyou/zenkensyou/r03/P40.pdf> (2024.4.10 閲覧)
- 13) 渡邊訓甫・杉尾哲：霞堤の洪水緩和効果，河川生態学術研究会 北川研究グループ，北川の総合研究，2004
- 14) 「藤井明子・勢田昌功・土屋信行ほか：高台まちづくりの利活用に関する一考察，リバーフロント研究所報告，第34号，(公財)リバーフロント研究所，2023」に基づいて，著者が作成した
- 15) 江東区：江東区都市計画マスタープラン 2022，2022
- 16) 国土交通省：流域治水の推進，流域治水優良事例集，
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/sesaku/pdf/r512_jireisyuu_01.pdf (2024.6.14 閲覧)
- 17) 水谷武司：災害危険地集落の集団移転，国立防災科学技術センター研究報告 29，1982
- 18) 国土交通省：東日本大震災における防災集団移転促進事業の整備・活用状況，
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001331840.pdf> (2024.8.30 閲覧)
- 19) 国土交通省：流域治水の推進，流域治水優良事例集，#20 住居の集団移転，
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/sesaku/pdf/r512_jireisyuu_01.pdf (2024.4.13 閲覧)
- 20) 国土交通省：流域治水優良事例集，#コラム 地域づくりと連携した家屋移転，
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/sesaku/pdf/r512_jireisyuu_01.pdf (2024.9.17 閲覧)
- 21) 国土交通省：流域治水の主な取組の進捗，「土砂災害リスクを踏まえた防災まちづくり」の推進，
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001734862.pdf> (2024.4.23 閲覧)
- 22) 23) 国土交通省：流域治水の推進，流域治水優良事例集，#22 居住誘導区域，防災指針（立地適正化計画），
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/sesaku/pdf/r512_jireisyuu_01.pdf (2024.4.11 閲覧)
- 24) 国土交通省高瀬川河川事務所 HP：流域治水×グリーンインフラについて，
https://www.thr.mlit.go.jp/takase/chisui/pdf/04/14_siryo.pdf (2024.4.15 閲覧)
- 25) A Singapore Government Agency Website：Bishan- Ang Mo Kio Park，
<https://beta.nparks.gov.sg/visit/parks/park-detail/bishan-ang-mo-kio-park> (2024.9.28 閲覧)
- 26) 国土交通省：流域治水プロジェクト，
https://www.mlit.go.jp/river/kasen/ryuiki_pro/index.html (2023.7.11 閲覧)
- 27) 国土交通省豊岡河川国道事務所：パンフレット「円山川の多様な生き物をはぐくむ 中郷遊水地 下池版」，2023
- 28) 国土交通省豊岡河川国道事務所：パンフレット「出石川 加陽地区 大規模湿地再生事業」，2020
- 29) 国土交通省豊岡河川国道事務所：まるやまがわキッズ，円山川水系自然再生事業，
<https://www.kkr.mlit.go.jp/toyooka/kids/environment.html> (2024.8.31 閲覧)，および国土交通省豊岡河川国道事務所：湿地環境の再生・創出，加陽地区湿地再生，
<https://www.kkr.mlit.go.jp/toyooka/kasen/saisei/shicchi.html> (2024.6.12 閲覧)
- 30) 国土交通省豊岡河川国道事務所：パンフレット（出石川 加陽地区 大規模湿地再生事業，いのちにぎわう水辺づくり），2020
- 31) 国土交通省千曲川河川事務所・長野県河川課：流域治水の目標設定に向けた現状考察について，
<https://chikuma-kinkyu.com/C8aZPtbs/wp-content/uploads/2023/04/63863e7c402828d54e614cbf569f8296.pdf> (2024.6.21 閲覧)
- 32) 末次忠司・大槻順朗：流域治水の変遷及び課題と水害裁判，水利科学，No.380，(一社)日本治山治水協会，2021

- 33) 34) 末次忠司・都丸真人・館健一郎：二線堤の氾濫流制御機能と被害軽減効果，土木研究所資料，第 3695 号，2000
- 35) 国土交通省：流域治水が本格的に始動しました，流域治水プロジェクトへの住民参画事例，
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001474648.pdf> (2024.5.10 閲覧)
- 36) 国土交通省酒田河川国道事務所：東北地方の流域治水取組事例について，流域治水の推進（上下流の連携），
https://www.thr.mlit.go.jp/sakata/river/bousai/ryuikichisui/kyougikai05/pdf/05_06.pdf (2024.5.8 閲覧)
- 37) 栗城稔・末次忠司・小林裕明：住民の合意形成と河川行政，土木研究所資料，第 3470 号，1997
- 38) 末次忠司：河川の減災マニュアル，技報堂出版，2009
- 39) 富崎県：五ヶ瀬川水系 北川圏域河川整備計画 県管理区間，2005
- 40) 国土交通省資料等に基づいて，著者が作成した
- 41) 国土交通省岩手河川国道事務所：各地での流域治水の取組について，
https://www.thr.mlit.go.jp/iwate/bousai/sonae/chisui_pjt/data04/sannkousiryoku01_.pdf (2024.4.5 閲覧)
- 43) 末次忠司：変質する豪雨特性と豪雨の洪水等への影響，水利科学，No.394，(一社)日本治山治水協会，2023
- 44) 末次忠司：水害に役立つ減災術—行政ができること 住民にできること—，技報堂出版，2011
- 45) 末次忠司・長井俊樹：減災のための避難行動～岡山・小田川水害を事例として～，水利科学，No.366，(一社)日本治山治水協会，2019
- 46) 上野裕介：グリーンインフラとは 取り入れるメリットや課題，事例を紹介，朝日新聞 SDGs ACTION！，
<https://www.asahi.com/sdgs/article/15024633> (2024.6.29 閲覧)