

# 水害リスク評価の手引き (試行版)

国土交通省

水管理・国土保全局

国土技術政策総合研究所

# 目次

1. 総説.....	4
1.1. 目的.....	4
1.2. 河川整備における水害リスクの基本的な考え方.....	4
1.3. 本手引きの位置づけ.....	5
1.4. 適用範囲.....	5
1.5. 用語の定義.....	5
2. 流域特性の整理.....	8
3. 河川水位・堤防諸元・流域情報縦断図による上下流・本支川バランスの概略把握.....	9
3.1. 河道及び施設の設定.....	11
3.2. 評価外力の設定.....	11
3.2.1. 降雨量の設定.....	12
3.2.2. 降雨波形の設定.....	12
3.2.3. 水位縦断図の作成における留意事項.....	12
3.3. 無害流量の設定.....	13
4. 氾濫状況・想定被害の算定.....	14
4.1. 氾濫状況の算定.....	14
4.1.1. 氾濫計算の基本的事項.....	14
4.1.2. 破堤地点の設定.....	15
4.1.3. 氾濫計算.....	16
4.2. 想定被害の算定.....	16
4.2.1. 評価項目・指標の設定.....	16
4.2.2. 各項目の想定被害算定.....	18
5. 水害リスク評価.....	19
5.1. 総被害の軽減効果.....	19
5.2. 氾濫ブロック内被害分布における被害軽減効果.....	22
5.3. 氾濫ボリュームの低減効果.....	24
5.4. リスク軽減をもたらす河道・施設群の応答特性の把握.....	25
5.5. 流域対策との連携による水害リスク軽減効果向上に関する検討.....	26

<参考資料>

1. 被害最大となる破堤地点の設定例 .....	1
1.1. 破堤地点設定の手順 .....	1
1.2. 破堤地点の設定例 .....	2
2. 左右岸の氾濫ブロックの無害流量に大きな差がない場合の破堤条件の設定 .....	5
3. 計算負荷の軽減手法について（ポンドモデルによる被害推算手法） .....	6
4. 整備内容とリスクカーブの関係についての検討事例 .....	7
4.1. 研究報告概要 .....	7
4.2. 検討事例 .....	7
4.3. 関係内容の概要 .....	7

## 1. 総説

### 1.1. 目的

「水災害分野における気候変動適応策のあり方について 答申（平成 27 年 8 月）」では、「河川整備計画については、河川整備基本方針の達成に向けた段階的な計画として、当面の整備の目標とする外力に対して水害の発生を防止し、または軽減するための整備の内容等が定められている。しかしながら、気候変動による洪水流量の増加や高潮による潮位・海面水位の上昇が懸念されることから、今後は、想定最大外力までの様々な規模の外力に対して、上下流・本支川のバランスなどに留意し、氾濫した場合の災害リスクができる限り小さくなっているか等について点検し、減災の観点も考慮した最適な河川整備の内容、手順となるように必要に応じて計画を見直すべきである。」とされている。

また、「大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について 答申（平成 27 年 12 月）」においても、「河川整備計画について、目標とする洪水流量を安全に流下させることに主眼を置いた従来の計画から、「氾濫を防止すること」だけでなく、「氾濫が発生した場合においても被害の軽減を図ること」も目的として追加し、流域における施設の能力を上回る洪水による水害リスクを考慮した「危機管理型ハード対策」を組み込んだ計画へと見直しを図ること。」との提言を受けている。

「水害リスク評価の手引き（試行版）」（以下「本手引き」という。）は、上記の主旨を踏まえ、想定最大外力を含め、氾濫が発生した場合においても被害をできる限り軽減することを目標として、上下流・本支川のバランスなどに留意して河川整備状況および計画について点検するための、水害リスクの基本的考え方、検討手順および評価方法を示すものである。

現時点までの河川整備に関わる状況、技術的進展などを考慮したものであり、情報提供や避難などソフト対策・流域対策との連携も考慮してより効果を高めるため、河川整備計画の策定・見直しなどに積極的に活用していくことが望まれる。

なお、本手引きの内容は、上記の主旨を踏まえた他の手法などによる検討を妨げるものでなく、それを含め今後の検討・活用などにより得られた成果・知見の蓄積を反映すべく、適宜改定を行うものである。

### 1.2. 河川整備における水害リスクの基本的な考え方

水害対策において、いかなる規模の洪水に対しても水害を完全に防止することは、社会面や財政面、技術面の制約等もあり困難であることから、一定規模以下の洪水について被害を防止するとともに、その規模を超過する洪水が発生した場合であっても避難等のソフト施策もあわせて実施することにより、水害の軽減を図る必要がある。河川整備を計画するにあたっては、一定規模の洪水の氾濫防止に加えて、その規模を越える洪水が発生した場合のことも配慮する必要があり、一般的には、上下流の間では下流、本支川の間では本川の方が氾濫した場合の被害が大きいことから、水系全体として上下流、本支川のそれぞれにおいて適切なバランスをもって十分な整合性を保つ必要がある。

このため、河川整備計画を立案する際、実績洪水のみならず想定最大規模までの様々な洪水の発生を想定し、河川の整備によって各地域のリスクがどのように変化したのかを把握し、地

域の安全度バランスが保たれていることや適切に被害が軽減できているかを検討するには、水害リスク評価分析は特に有効な手段である。

施設能力を超過する洪水が発生した場合については氾濫等が発生することになるが、河川整備に加えて、避難等のソフト施策や土地利用等の流域対策等を実施した場合について、被害がどのように軽減されるかについてもあわせて評価することができることから、これらのソフト対策等についても地域と連携しながら具体的に検討することも可能である。

以上を踏まえて、本手引きは以下に示す基本的考え方のもとで検討を行うものである。

- 想定し得る最大規模の降雨（以下、想定最大規模降雨と呼ぶ）を含む複数の規模の降雨（以下、評価対象降雨と呼ぶ）に対する流域の水害リスクを適切に評価する。
- 水害リスク評価に基づいて、現況のまたは計画目標とした河道・河川管理施設の能力を上回る洪水に対して、上下流・本支川のバランスを保持する河川整備の内容・手順とする。
- 河川整備において被害をできる限り分散し、あわせて情報提供や避難などソフト対策・流域対策と連携させることによる被害軽減効果の向上について、水害リスク評価を活用してより具体的に検討する。

### 1.3. 本手引きの位置づけ

本手引きは、全国の国管理河川を主たる対象として、大規模出水に対する減災や気候変動に伴う外力の増大を踏まえた河川整備計画の改定や手順などの点検を行うにあたり、水害リスクが適切に低減されていることを確認するとともに、流域対策との連携も考慮してより効果を高める方策を検討するための標準的な手法をとりまとめたものである。

### 1.4. 適用範囲

本手引きは、全国一級河川の国管理区間を主たる対象として、整備計画の改定・実施手順の見直し時に適用することを想定してとりまとめたものである。本手引きの目的・位置づけに合致する内容を含む国管理以外の中小河川等の検討などにも、本手引きに示した考え方・手法を応用することができる。

### 1.5. 用語の定義

#### (1) 水害リスクと水害リスク評価

水害リスクは、一般に、河川氾濫や内水氾濫等による水害の「発生確率」とその「被害規模」の組合せによって表現される。「被害規模」は災害外力（ハザード）と人口、資産、社会経済活動といった被害対象（エクスポージャ）及び被害対象の災害外力に対する脆弱性（バルネラビリティ）によって決定される。

水害リスク評価は、河川整備計画等の策定や治水事業の事業評価、施設の維持管理や運用、避難誘導や水防活動等の検討に活用することを目的に、大小様々な規模や特性を有する洪水ハザードについて実施するものである。

出典) 河川砂防技術基準 調査編 第9章 水害リスク評価、国土交通省水管理国土保全局

**(2) 目標流量と目標河道配分流量**

河川整備計画の整備の目標となる流量を目標流量とする。目標流量に対して河道配分された流量を目標河道配分流量とする。

**(3) 評価外力**

評価外力とは、水害リスク評価に用いる降雨の規模毎の降雨量と降雨波形とする。

**(4) 想定最大規模降雨**

想定最大規模降雨とは、「水防法第 14 条第 1 項」に規定する想定し得る最大規模の降雨とする。

**(5) 基準時点河道と整備計画河道**

基準時点河道とは、河川整備計画の整備内容の効果を把握するための基準となる河道及び施設とする。整備計画河道とは、河川整備計画の整備内容を設定した河道及び施設とする。

なお、「5.2.2 検討に用いる河道及び施設の設定」に詳述した。

## 水害リスクの評価の検討手順

河川整備計画の策定に対する本手引きの適用のイメージおよび水害リスク評価の検討手順を図1に示す。同図には、各手順に関連する記載のある章節を付記した。

河川整備計画における整備内容等について、本手引きに基づく水害リスク評価を行い、上下流・本支川バランスの観点から被害軽減効果の点検を行う。

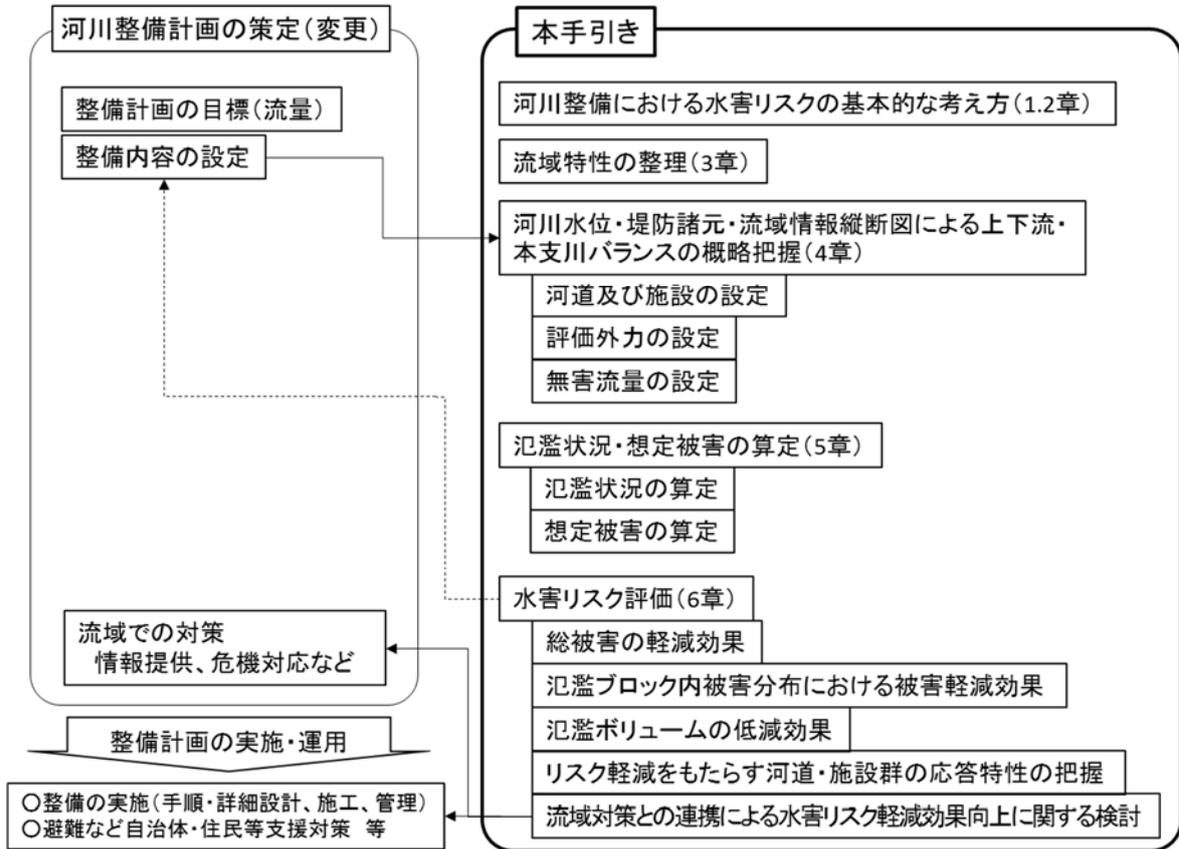


図 1 検討手順

## 2. 流域特性の整理

水害リスク評価を適切に行うため、流域特性、河川管理施設の整備状況、氾濫ブロックと氾濫の水理的特性（水位・流速など）、及び水害リスク評価の評価項目・指標の設定に当たって必要な情報の収集整理を行う。

流域特性として、人口・資産・重要施設・地域の中核機能を有する施設・社会経済活動等の整理、流域の地形・地質・気象の整理、既往の水害事例、治水の現状と課題の整理を行う。

- 水害リスク評価は、ハザード、エクスポージャ、脆弱性によって構成される。氾濫による被害を適切に評価し、効率的な水害リスク評価を実施するためには、これらに分けて必要な情報を収集整理する。
- ハザードについては、降雨、流量調節、河川水位、河川管理施設の応答（越水、破堤発生の有無など）、氾濫といった一連の過程についての水文学・河川工学などの水理的情報が主軸となる。治水の現状と課題の整理においては、氾濫の可能性を把握するため、有堤区間、無堤区間、山付き区間を併せて整理する。
- エクスポージャについては、人口・資産・家屋形態・田畑など耕作地と作物・社会経済活動を担う各類別の産業施設・病院や養護施設など重要施設・地域の中核機能を有する施設等の被害対象とその氾濫域内での分布に関する流域の社会状況・土地利用情報が主となる。
- 脆弱性については、既往の水害事例や治水の現状と課題、浸水など氾濫に対する被害対象に生じうる被害の程度などの浸水に対する被害対象の被害発生に係る応答特性情報が主となる。
- 水害リスク評価のための破堤地点の設定、氾濫計算条件の設定及びリスク評価項目・指標の設定に当たって、以下に示す流域特性の整理が必要である。なお、人口・資産等については、被害の軽減効果の検討のためメッシュデータとして整理する。
  - ・ 人口・資産・重要施設・地域の中核機能を有する施設、社会経済活動の整理
  - ・ 流域の地形・地質・気象の整理
  - ・ 既往の水害事例、治水の現状と課題の整理（河道の有堤区間、無堤区間、山付き区間も併せて整理）

具体については、国土交通省河川砂防技術基準調査編第8章、第9章を参照のこと。

### 3. 河川水位・堤防諸元・流域情報縦断図による上下流・本支川バランスの概略把握

施設整備前後の河道を対象として、段階的に大きさを変えた複数の出水に対する氾濫発生の危険性や氾濫発生時の氾濫流量と背後地資産の相対的な大きさ（または氾濫被害）等を上下流方向および本支川間で比較することにより、上下流・本支川バランスの概略把握を行う。

なお、概略把握に用いる水位縦断図は、基準時点河道、整備計画河道に対して目標流量、計画高水流量、想定最大流量を含めた段階的に変化させた複数の流量に対する水位計算を実施し作成する。

- 上下流・本支川バランスの概略把握の観点および内容を表 1 に示す。
- 概略把握に用いる河川水位・堤防諸元・流域情報図の一例を図 2 に示す。地点毎で氾濫した場合の被害を想定するため、水位縦断図に堤内地盤高、無害流量に相当する水位、堤防天端高、氾濫ブロックと人口・資産額等を併せて記載する等の工夫を実施する。
- 概略把握の検討対象とする河道状況、外力、無害流量については、4.1～4.3 を参照のこと。
- 水害リスク評価の対象とする氾濫発生シナリオの設定（6 章）にあたっては、本章の概略把握の結果が参考となる。
- 氾濫発生シナリオは、① 1 箇所のみと② 複数箇所破堤させるシナリオに大別できる。

①は、ある一種類の外力作用時に無害流量を超える河道区間において 1 箇所のみ破堤が生じるとするシナリオである。複数の氾濫ブロックに渡って前記区間が生じる場合には、そのうち 1 ブロックにのみ破堤箇所を与えるシナリオとし、同様に他の全該当ブロックについて行うことで複数シナリオを作成する。

②は、複数の氾濫ブロックに渡って上記区間が生じる場合に、それらブロックから 2 以上（かつ該当全ブロック数以下）を選定し、各ブロックに 1 箇所の破堤箇所を与えるシナリオである。破堤箇所を設けるブロック選定の組み合わせを変えることで複数シナリオを作成する。

①と②のシナリオを合わせると、生じうる破堤箇所の組み合わせを全て網羅するシナリオ群となる（シナリオ総数＝ $2^n$ （ $n$ ：氾濫ブロック総数））。このシナリオ群は、①に比べて数が多く、そのため水害リスクの算定ケース数も増加することとなる。反面、あらゆるシナリオに対して上下流・本支川のバランスの点検が行える。

こうした両者の特長を踏まえて適切にシナリオを使い分けるのに、概略把握の結果が参考となる。すなわち、上下流バランスに着目すると、上下流方向に水害リスクが大きく変化する場合には、①のシナリオによっても上下流バランスを評価しうる。一方、水害リスクが高いブロックが連続して上下流の広い区間に渡り分布する、またはリスクが大きく異なるブロックが上下流に入り乱れて分布する場合などには、①に加えて②のシナリオについても水害リスク評価を行い、上下流バランスを点検するのが望ましい。

表 1 ③の概略把握「水害リスク評価による定量的な点検の要点」の一つとして、上記シナリオ選択に資する水害リスクの分布について把握するのが望ましい。

表 1 河川水位・堤防諸元・流域情報図による概略把握の観点と内容

観点	内容
① 規模別の氾濫発生（破堤・越水）の危険性の高い区間の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 無害流量に相当する水位および堤防天端高を超える箇所の縦断分布を流量規模別に整理</li> <li>○ 上記縦断分布を破堤・越水の危険箇所分布と見なし、その分布の流量規模による変化を把握</li> </ul>
② 氾濫に対する潜在的被害の相対的な大きさの把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 各氾濫ブロックの氾濫域内総人口・総資産等を参考にブロック間での氾濫被害対象の相対的な大きさを整理</li> <li>○ 氾濫ブロックごとにブロック内の①の危険箇所の有無、有りの場合には氾濫流量（または河川水位と堤防際地盤高の比高）の大きさを整理</li> <li>○ 被害対象と氾濫流量の大きさの組み合わせ<sup>*</sup>として潜在的被害の氾濫ブロック別の相対的な大きさを把握する。</li> </ul>
③ 上下流・本支川バランスの概略把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ①の危険性の高低と②の潜在的被害の大小の組み合わせとして水害リスクの各ブロック間の相対的な大きさを流量規模別に整理</li> <li>○ 上記の整備実施前後の比較よりバランスの改善状況を概略把握するとともに、水害リスク評価による定量的な点検の要点を整理</li> </ul>

<sup>\*</sup>各地点が破堤した場合の被害（人的または経済的）を算定した既往資料が利用できる場合（例えば、基本方針規模程度の外力に対して、各横断測量断面において無害流量を超えた時点で破堤させた場合の被害額）、その被害の大きさを潜在的被害の大きさとして活用することができる。

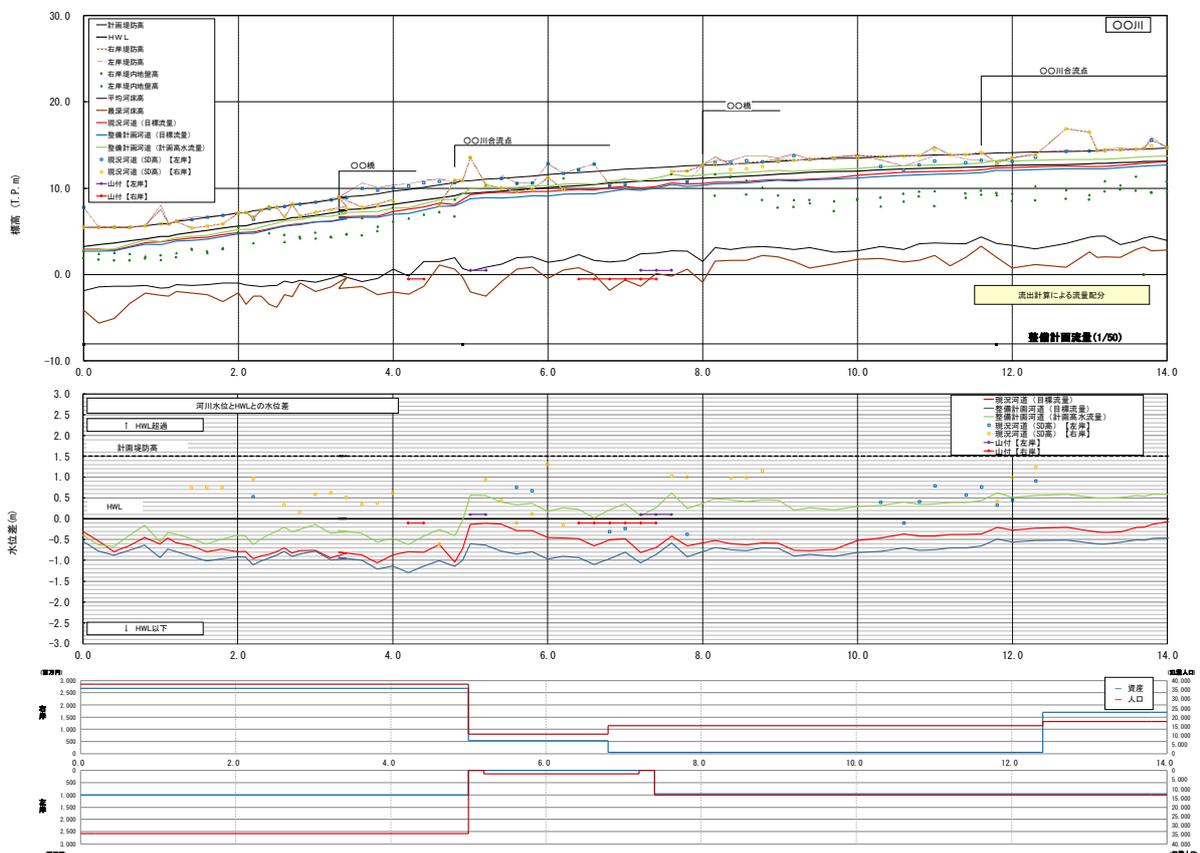


図 2 河川水位・堤防諸元・流域情報縦断図の作成例

### 3.1. 河道及び施設の設定

水害リスク評価の対象とする河道及び施設は、基準時点河道と整備計画河道とする。

基準時点河道は、現状または過去の河道及び施設の整備状況から、リスク軽減効果の評価基準とするのに適した時点の状況のものを抽出し設定する。

整備計画河道は、リスク評価の検討対象である整備計画に定めた一連の整備を完成させた時点での河道及び施設として設定する。

基準時点河道は一般的には現況河道とするが、現況が一連の整備の途上であり区間によって整備進捗状況に差があるため、その影響を除くことが上下流・本支川バランスについて検討する上で適切な場合には、一連の整備実施以前の河道・施設状況から設定することができる。

なお、局所的に周囲より極端に流下能力の低い箇所があり、かつ当該箇所の改修が河川整備計画に含まれている場合には、その実施前後で水害リスクが大きく変わるため、当該箇所の改修前と後の両時点を基準時点河道として設定する。

- 一連の整備による水害リスクの低減効果は、基準時点河道を基準とした整備計画河道とのリスクの差により評価する。
- 整備進捗状況に差がありその影響を除くことが適切なバランス検討となる例として、下流側の整備が完了しており、次に上流側の整備に着手するという整備進捗状況が該当する。このような場合の基準時点河道の設定においては、当該河川における河川整備の実績や計画での段階的な整備の考え方などについて整理し、一連の整備の区切りとして適切な時点を選定する。
- 局所的に周囲より極端に流下能力の低い箇所とは、流下能力図を用いて無害流量や堤防高に相当する流量の分布が図 3 に例示するように不連続に急減する箇所として判別することができる。

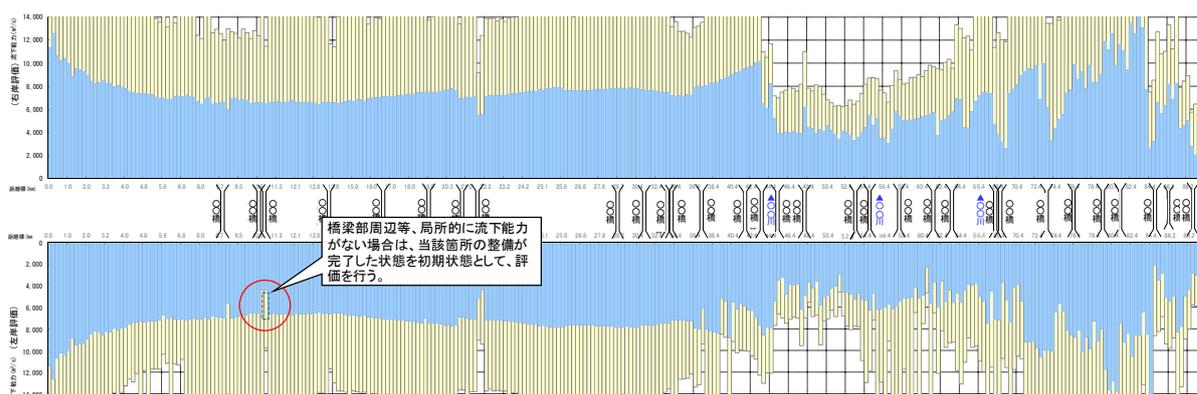


図 3 局所的に流下能力の低い箇所の一例

### 3.2. 評価外力の設定

評価対象とする外力は、想定最大規模までの規模の異なる複数の降雨量を設定し、各降雨量に引き延ばした降雨分布群を与えた流出解析から得られる流量によって設定する。

### 3.2.1. 降雨量の設定

基準時点河道の施設能力規模から想定最大規模までの様々な規模の降雨量を想定し、複数の降雨量を設定する。

- 基準時点河道および整備計画河道の能力を上回る様々な洪水に対する被害軽減効果を検討するため、複数の規模の降雨を設定する。リスクカーブ（6. 水害リスク評価 参照）の算定・整理のためには、5種類以上の規模を設定することが望ましい。水害リスクの概略把握では、それよりさらに種類を多く設定して4.4に示す概略把握を行い、その結果から前記のリスク評価に適する5種類以上を選定するのがよい。
- 5種類の選定は、例えば河川整備計画の目標流量規模、基本方針規模、降雨量の年超過確率が1/200程度の規模、1/500程度の規模、さらに想定最大規模（又は降雨量の年超過確率が1/1000程度の規模）等であり、各規模間での流量増分に大きな差がないこと、また堤防天端相当の流量、無害流量などを氾濫状況の大きく変えうる流量などを考慮して設定すること。
- また、想定最大規模降雨の設定手法については、「浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法（平成27年7月、国土交通省 水管理・国土保全局）」の「3.1 1）降雨量について」による。

### 3.2.2. 降雨波形の設定

降雨波形として、河川整備基本方針または河川整備計画の目標流量の検討対象とした降雨波形から設定するのを基本とする。

なお、近年の洪水の発生状況、気候変動の影響等を考慮した水害リスク評価を行う必要がある場合には、それら影響を適切に反映した降雨波形を追加することができる。

- 降雨波形は降雨量の時間分布と空間分布によって様々であり、降雨波形によって本支川のピーク流量や氾濫ボリューム等が大きく異なるのが一般的である。そのため、水害リスク評価も降雨波形によって異なる結果を示す場合がある。この場合には、必要に応じて河川整備基本方針または河川整備計画の目標流量の設定した降雨波形のみでなく、検討対象とした複数の降雨波形群から、時空間分布の異なる降雨波形を複数選定するのがよい。

### 3.2.3. 水位縦断図の作成における留意事項

大河川の河道計画では樹木群や高水敷等で粗度を変化させた不等流計算（準二次元不等流計算）が一般的に用いられているため、河道計画との整合を考慮し、大河川では不等流計算により水位縦断図を作成することを基本とする。なお、河道計画における水位検討で不等流計算を用いていない場合は、この限りではない。

### 3.3. 無害流量の設定

対象河道における各断面の無害流量は、完成堤防の場合は計画高水位 (H.W.L.)、未完成堤防の場合は、「スライドダウン堤防高ー余裕高」の水位に相当する流量として設定する。ただし、「スライドダウン堤防高ー余裕高」の水位が堤内地盤高や高水敷高よりも低い場合は堤内地盤高と高水敷高の高い方とする。

水位と流量の関係は、流下能力の評価に用いた水位計算手法を用いて算定する(4.2.3参照)。

- 未完成堤防の無害流量を算出するための水位は、対象河道の各断面について堤防をスライドダウンし、その天端高から計画の余裕高を引いた高さを  $H_1$ 、堤防近傍における堤内地盤高または堤外側の堤防際高水敷高のいずれか高い方 (破堤敷高とする標高) を  $H_0$  とし、 $H_1$  と  $H_0$  のいずれか大きい方を当該断面の無害流量を算出するための水位とする。
- この無害流量を算出するための水位と堤防天端高の縦断分布を堤防諸元データとして、河川水位・堤防諸元・流域情報図に記載する。「高規格堤防」「緩傾斜堤防 (幅広堤防)」「危機管理型ハード対策」などの設置区間についても、堤防諸元データとして同図に併記することが推奨される。
- なお、スライドダウンによらない手法、例えば被災履歴と地盤工学・水理学的解析を組み合わせた手法について研究が進められている。これら手法を応用して、個別地先の堤防に関する土質・形状・河川水理など情報をより精緻にかつ合理的に反映して無害流量の設定が行えることが望ましい。

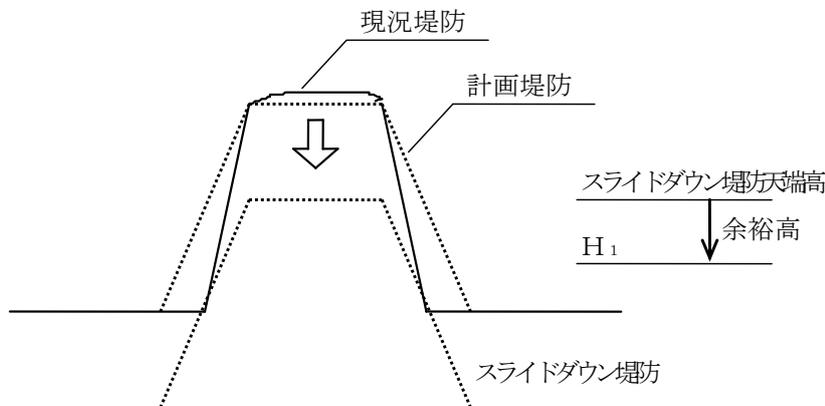


図 3 スライドダウン

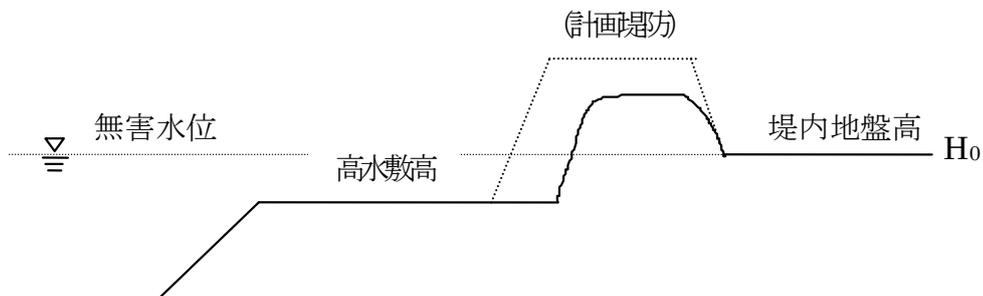


図 4 無害流量設定における未完成堤防の評価方法

## 4. 氾濫状況・想定被害の算定

氾濫計算モデルにより氾濫状況（浸水深、流速など）を算定し、別途設定する被害評価の対象項目について、氾濫状況から想定被害の程度（例えば、浸水による直接被害額、死者数、孤立者数など）を推算する。

本章では、各算定の条件・手法などについて説明する。なお、算定対象とする河道状況、外力については、4.1,4.2を参照されたい。

### 4.1. 氾濫状況の算定

#### 4.1.1. 氾濫計算の基本的事項

水害リスク評価を行う上での氾濫計算は、それぞれの氾濫ブロック毎に評価することを基本とする。氾濫発生シナリオは、破堤箇所を設定したある一つの氾濫ブロック（以下「当該氾濫ブロック」という）のみが無害流量に相当する水位に達した時点で破堤し、その他の氾濫ブロックは天端高を超える水位に達した場合に越水が生じる（破堤なし）とすることを標準とする。ただし、水害リスクの上下流・本支川の分布などの流域特性や水害リスク評価の目的等により、複数の破堤発生を想定する検討がより適切な場合には、複数ブロックに破堤箇所を設定するシナリオを追加することができる。

なお、氾濫計算モデルについては、既往の河川事業評価、浸水想定区域検討等で作成した氾濫計算モデルを活用することを標準とする。

- 氾濫ブロックの設定方法、氾濫計算モデルについては「治水経済調査マニュアル（案）（H17.4）」に準じるものとする。
- 破堤地点の設定は、「5.1.2 破堤地点の設定」による。
- 複数ブロックに破堤箇所を設定するシナリオの追加の判断については、4章の上下流・本支川バランスの概略把握を参照されたい。
- なお、当該氾濫ブロック以外のブロックを越水のみとして氾濫計算を実施した結果、当該氾濫ブロックの被害が適切に評価できないと想定される以下のような場合は、当該氾濫ブロック以外のブロックについても越水の発生と同時に破堤させるシナリオとする。
  - 1) 当該氾濫ブロック以外で破堤させない場合よりも、破堤させる場合のほうが当該氾濫ブロックでの氾濫流量が増大し、被害が拡大することが想定される場合。例えば、貯留型ブロックで破堤させる場合にはピーク流量到達前に氾濫水によって満たされて下流への流量低減がごく小さくなるが、破堤させないとピーク後まで氾濫水の流入が生じて一定の流量低減が見込める場合が該当する。
  - 2) 越流時間が長い、越流水深が大きい等、越水破堤が生じないという仮定が成り立たないと判断される場合。

#### 4.1.2. 破堤地点の設定

破堤地点は、同一氾濫ブロック内で「評価外力が無害流量を上回る地点」のうち、被害最大となる1地点に設定するのが標準とする。評価外力に応じて被害最大となる破堤地点が異なる場合には、外力によらず特定の1地点に固定することなく、地点を変えて氾濫状況の算定を行うことができる。

- 同一氾濫ブロック内の複数地点において破堤が起こり得ると考えられるが、氾濫ブロック毎の被害最大となる状況を想定し、各氾濫ブロックにおいて、外力規模に応じて被害最大となる箇所を既往資料等から想定し、被害最大となる1地点を「破堤地点」として設定する。ここで、被害最大とは資産被害最大を基本とするが、当該流域における被害特性に応じて、それ以外の指標も選択することができる。
- 破堤地点は、図5に示すように同一氾濫ブロック内における各地点の無害流量と被害の大きさ順位を算出した上で、「無害流量を超過する地点の中で被害が最も大きい地点」を基本とする。なお、各地点の被害の大きさの順位は評価外力別に設定する（参考資料1章参照）。
- ただし、流域の状況により破堤条件が適切でない場合には適切な条件を設定する（参考資料2章参照）。
- 同一の氾濫ブロック内での人口や資産、社会経済活動の分布を考慮して、整備途上ながら減災効果を高める河川整備を進めてきた場合には、破堤地点の位置によって被害が大きく異なる。この効果を適切に水害リスク評価に反映するには、上記の順位に応じた破堤地点の設定を行うことが推奨される。

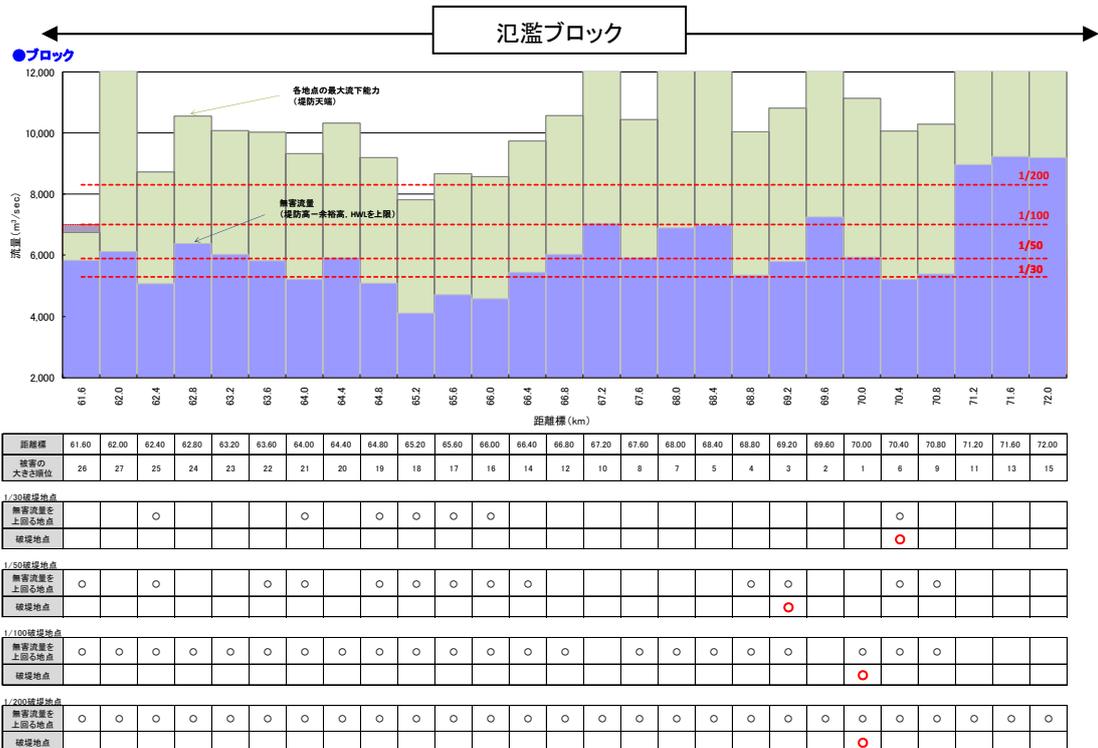


図5 氾濫ブロック内での破堤地点の設定例

#### 4.1.3. 氾濫計算

前述の氾濫計算条件の設定に基づいて、評価外力毎・氾濫ブロック毎に氾濫計算を行う。

- 河道、堤防の評価水位、破堤地点等の設定を基に評価外力毎・氾濫ブロック毎に氾濫計算を行う。
- なお、氾濫計算モデルの作成にあたっては、河川事業評価や浸水想定区域などの検討で作成したモデルを最大限に活用するものとする。
- 複数ブロックに破堤箇所を設定するシナリオ（3章）を採用により氾濫計算ケース数が膨大となる場合には、上記手法との計算精度の比較検証を行った上で、参考資料3.に示す簡易的な氾濫計算法の適用した例がある。

#### 4.2. 想定被害の算定

##### 4.2.1. 評価項目・指標の設定

水害リスク評価については、「人的被害の回避」及び「社会経済被害の軽減」に関する項目を対象とし、人的被害（想定死者数）、経済被害（直接被害額）を標準とする。

その他の評価項目についても、地域の特性等から必要と判断される場合には追加することが推奨される。

- 治水事業は人的被害の回避、社会経済被害の軽減を目的としていることから、標準的な評価項目として、人的被害（想定死者数）、経済被害（直接被害：一般資産被害、農作物被害、公共土木施設等被害）とする。
- 標準的な評価項目の他に、地域の特性や検討の内容を踏まえ、速やかな復興や壊滅的な被害の回避等の観点から必要に応じて適切な水害リスクの評価項目及び指標を「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」（H25.7）に基づき設定する。水害リスクの評価項目及び指標を表2に示す。

表 2 水害リスクの評価項目及び指標

分類				効果（被害）の内容		
被害防止便益	直接被害	資産被害抑止効果	一般資産被害	家屋	居住用・事業用の建物の浸水被害	
				家庭用品	家具・自動車等の浸水被害	
				事業所償却資産	事業所固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害	
				事業所在庫資産	事業所在庫品の浸水被害	
				農漁家償却資産	農漁業生産に関わる農漁家の固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害	
				農漁家在庫資産	農漁家の在庫品の浸水被害	
		農産物被害		浸水による農作物の被害		
		公共土木施設等被害		公共土木施設、公益事業施設、農地、農業用施設の浸水被害		
	人身被害抑止効果			人命損傷		
	間接被害	抑止効果	稼働被害	営業停止被害	家計	浸水した世帯の平時の家事労働、余暇活動等が阻害される被害
					事業所	浸水した事業所の生産の停止・停滞（生産高の減少）
					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・停滞
		事後被害抑止効果	応急対策費用		家計	浸水世帯の清掃等の事後活動、飲料水等の代替品購入に伴う新たな出費等の被害
					事業所	家計と同様の被害
					国・地方公共団体	家計と同様の被害および市町村等が交付する緊急的な融資の利子や見舞金等
			交通途絶による波及被害	道路、鉄道、空港、港湾等	道路や鉄道等の交通の途絶に伴う周辺地域を含めた波及被害	
			ライフライン切断による波及被害	電力、水道、ガス、通信等	電力、ガス、水道等の供給停止に伴う周辺地域を含めた波及被害	
			営業停止波及被害		中間製品の不足による周辺事業所の生産量の減少や病院等の公共・公益サービスの停止等による周辺地域を含めた波及被害	
		精神的被害抑止効果	資産被害に伴うもの		資産の被害による精神的打撃	
			稼働被害に伴うもの		稼働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			
事後被害に伴うもの			清掃労働等による精神的打撃			
波及被害に伴うもの			波及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			
高度化便益				治水安全度の向上による地価の上昇等		

※ 黄色ハッチングは、「治水経済調査マニュアル（案）（H17.4）」で被害率や被害単価を明示した項目

※ 緑ハッチングは、「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」（H25.7）で定量的評価を行う項目

#### 4.2.2. 各項目の想定被害算定

想定被害の算出は、評価項目毎に「治水経済調査マニュアル（案）（H17.4）」及び「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」（H25.7）に記載した算出方法に基づき、氾濫ブロック毎に算出を行う。

- 標準的な評価項目である想定死者数、直接被害額の算出方法を表 3 に示す。

表 3 各項目の想定被害の算出方法の概要

想定被害の算出方法の概要					
人的被害の回避	① 想定死者数（人的被害の回避に対する整備効果の評価）				
	想定死者数＝浸水区域内 65 歳以上人口×（1-0.4 <sup>※</sup> ）×死亡率（65 歳以上の場合） ＋浸水区域内 65 歳未満人口×（1-0.4 <sup>※</sup> ）×死亡率（65 歳未満の場合） ※避難率 40%を仮定。整備メニューにおいて任意に設定年齢別死亡率				
		65 歳以上		65 歳未満	
		浸水深	死亡率	浸水深	死亡率
	危険水位帯	最上階床面から 1.8m 以上	91.75%	最上階天井から 1.8m 以上	91.75%
準危険水位帯	最上階床面から 1.2m～1.8m	12.00%	最上階天井から 1.2m～1.8m	12.00%	
安全水位帯	最上階床面から 1.2m 未満	0.023%	最上階天井から 1.2m 未満	0.023%	
	参照）「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」（H25.7）				
社会経済被害の軽減	② 直接被害額（社会経済被害の軽減に対する整備効果の評価）				
	一般資産及び農作物は資産額に浸水深に応じた被害率を用いて被害額を算定するものとし、公共土木施設等は一般資産被害額との比率を用いて算定するものとする。				
	・	<b>家屋被害</b> メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて家屋被害額を算定すること。			
	・	<b>家庭用品被害</b> メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じ、家庭用品被害額を算定すること。			
	・	<b>事業所償却・在庫資産被害</b> メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて事業所償却・在庫資産被害額を算定すること。			
	・	<b>農漁家償却・在庫資産被害</b> 資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて農漁家償却・在庫資産被害額を算定すること。			
	・	<b>農作物被害</b> 資産額に浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定すること。			
	・	<b>公共施設土木被害</b> 一般資産被害額に施設等に応じた比率を乗じ、公共土木施設等の被害額を算定すること。			
		参照）「治水経済調査マニュアル（案）（H17.4）」			

## 5. 水害リスク評価

上下流・本支川バランスの確保を踏まえた被害低減効果に関する水害リスク評価として、以下に示す事項の確認及び整理を行う。

- 被害の大きさ（流域全体・ブロック別の総被害軽減の確認）
- 被害の分布（氾濫ブロック内の被害分布における被害軽減効果の確認）
- 早期復旧への効果（氾濫ボリュームの低減効果の確認）

さらに、河川整備とあわせて、情報提供や避難などソフト対策・流域対策等について、水害リスク評価手法を活用して流域内の関係機関とも連携しながら検討することができる。

- 本手引きでは、水害リスク評価を 1.2 に示した考え方に基づいて行う。すなわち、基準時点河道に比べて整備計画河道のリスクが軽減されることを評価軸とする。
- 水害リスク評価により、よりの確に上下流・本支川のバランスを保つとともに、できる限りの被害低減を目指す。
- 被害の大きさに関する評価は、被害～降雨規模関係図（以下、リスクカーブと呼ぶ）により、整備前後の被害軽減効果を評価することを基本とする。
- 被害の分布に関する評価は、氾濫ブロック平面図上に被害の大きさの分布を等値線などで表したリスクマップにより、整備前後の被害軽減効果を評価することを基本とする。
- リスクカーブなどに整理した被害推算には含まれないが、早期復旧に資する対策は水害リスクの軽減に効果を有する。この効果が見こまれる事項として、ブロック別の氾濫ボリュームの低減効果を評価する。
- 各評価について、5.1～5.3 に示す。

### 5.1. 総被害の軽減効果

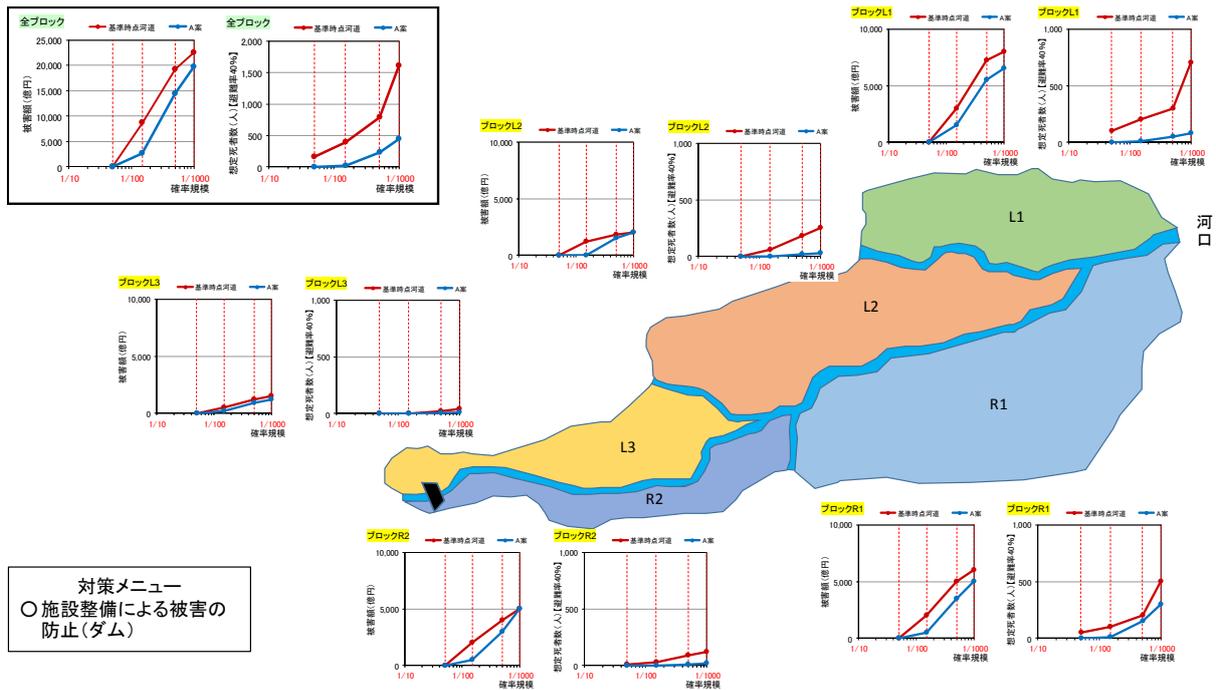
総被害の軽減効果の評価は、同一の氾濫シナリオの下で算定した様々な評価外力に対する各評価指標の被害が、基準時点河道に対して河川整備計画等の一連の整備後に低減することを基本とする。上記評価は、流域全体と氾濫ブロック毎に行う。

- 水害リスクの被害軽減効果の評価に当たっては、「安全に流下させることができる外力が増加しているか」（整備後のリスクカーブが被害ゼロの線と交差する点が整備前と比べて右に移動しているか）、「想定最大規模降雨を含む施設の能力を上回る外力に対する水害リスクが低減しているか」（整備前と比べて整備後のリスクカーブが下に移動しているか）を評価指標毎に評価する。なお、整備前とは「4.1. 河道及び施設の設定」において設定した基準時点河道におけるリスクカーブをいう。
- 評価は、以下の 3 項目について行うことが望ましい。
  - A) 流域全体のリスクカーブによる整備効果の評価（流域全体で整備後河道によるリスクカーブが整備前河道のリスクカーブに対して増加していないか）（表 4 参照）
  - B) 各氾濫ブロックの整備効果の評価（河川整備計画の目標を踏まえ、各氾濫ブロックについて整備効果の確認）（表 4 参照）

- C) 氾濫ブロック間の被害軽減効果を可視化し（リスクカーブの数量軸を統一した上で地図上に配置）（図 6 参照）、流域の被害低減効果のバランスを確認。
- なお、評価は全ブロックについて実施することを基本とするが、整備対象区間外に位置するため、整備効果が認められない（水位縦断図等により確認）ブロックにおいては、評価対象から除くことができる。

表 4 評価項目 A)、B)

評価項目	リスクカーブ例																								
<p>A.流域全体のリスクカーブによる評価</p> <p>※ 流域全体で整備計画河道によるリスクカーブが整備前河道のリスクカーブに対して増加していないか評価</p>	<p>流域全体</p> <table border="1"> <caption>流域全体のリスクカーブデータ</caption> <thead> <tr> <th>確率規模</th> <th>整備前河道 (被害額)</th> <th>整備計画河道 (被害額)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/10</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1/100</td> <td>9,000</td> <td>3,000</td> </tr> <tr> <td>1/1000</td> <td>23,000</td> <td>20,000</td> </tr> </tbody> </table>	確率規模	整備前河道 (被害額)	整備計画河道 (被害額)	1/10	0	0	1/100	9,000	3,000	1/1000	23,000	20,000												
確率規模	整備前河道 (被害額)	整備計画河道 (被害額)																							
1/10	0	0																							
1/100	9,000	3,000																							
1/1000	23,000	20,000																							
<p>B.個別ブロックによる評価</p> <p>※ 各ブロックについて整備計画河道によるリスクカーブが整備前河道のリスクカーブに対して増加していないか評価</p>	<p>氾濫ブロックL1</p> <table border="1"> <caption>氾濫ブロックL1のリスクカーブデータ</caption> <thead> <tr> <th>確率規模</th> <th>整備前河道 (被害額)</th> <th>整備計画河道 (被害額)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/10</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1/100</td> <td>3,000</td> <td>1,500</td> </tr> <tr> <td>1/1000</td> <td>8,000</td> <td>6,500</td> </tr> </tbody> </table> <p>氾濫ブロックR1</p> <table border="1"> <caption>氾濫ブロックR1のリスクカーブデータ</caption> <thead> <tr> <th>確率規模</th> <th>整備前河道 (被害額)</th> <th>整備計画河道 (被害額)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/10</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1/100</td> <td>2,000</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>1/1000</td> <td>6,000</td> <td>5,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>⋮</p> <p>⋮</p>	確率規模	整備前河道 (被害額)	整備計画河道 (被害額)	1/10	0	0	1/100	3,000	1,500	1/1000	8,000	6,500	確率規模	整備前河道 (被害額)	整備計画河道 (被害額)	1/10	0	0	1/100	2,000	1,000	1/1000	6,000	5,000
確率規模	整備前河道 (被害額)	整備計画河道 (被害額)																							
1/10	0	0																							
1/100	3,000	1,500																							
1/1000	8,000	6,500																							
確率規模	整備前河道 (被害額)	整備計画河道 (被害額)																							
1/10	0	0																							
1/100	2,000	1,000																							
1/1000	6,000	5,000																							



※リスクカーブは流域全体のブロック間の被害の大小関係を確認するため数量軸を統一する。

図 6 評価項目 C) (被害軽減効果を可視化)

## 5.2. 氾濫ブロック内被害分布における被害軽減効果

想定被害の地先スケールでの軽減効果の評価として、同一の氾濫シナリオの下で算定した様々な評価外力に対する各評価指標の氾濫ブロック内被害分布により、基準時点河道に対して河川整備計画等の一連の整備後に被害軽減することを確認する。被害分布把握の手段として、必要に応じて氾濫ブロックを細分化（以下「評価ブロック」という。）し、評価ブロック別の総被害等をリスクマップとして作成することが有効である。

- 氾濫現象は上下流・左右岸の空間的な様相を呈するものである。このため、リスクカーブの空間的な効果確認や今後の流域対策検討のためリスクマップを必要に応じて作成することが有効である。
- リスクマップの作成に用いる評価ブロックとして氾濫ブロックを用いる場合、被害事象が不明確である。一方、メッシュの結果を用いる場合、被害事象の解像度が高すぎるなど、施設整備による効果確認や流域のリスク対策の検討には不都合な場合がある。このような場合には、検討対象流域の大きさやリスク評価の目的に応じ、市町村区域界又は市町村の一定の地区（以下「地区」という。）に分割し、リスクマップを作成することが有効である。
- また、市町村または地区に分割したリスクマップは、流域対策の検討のための資料となり得る。
- なお、リスクマップに表す被害としては、基準時点河道、整備計画河道およびそれらの差分について整理し、外力規模別に比較確認できるようにするとよい。

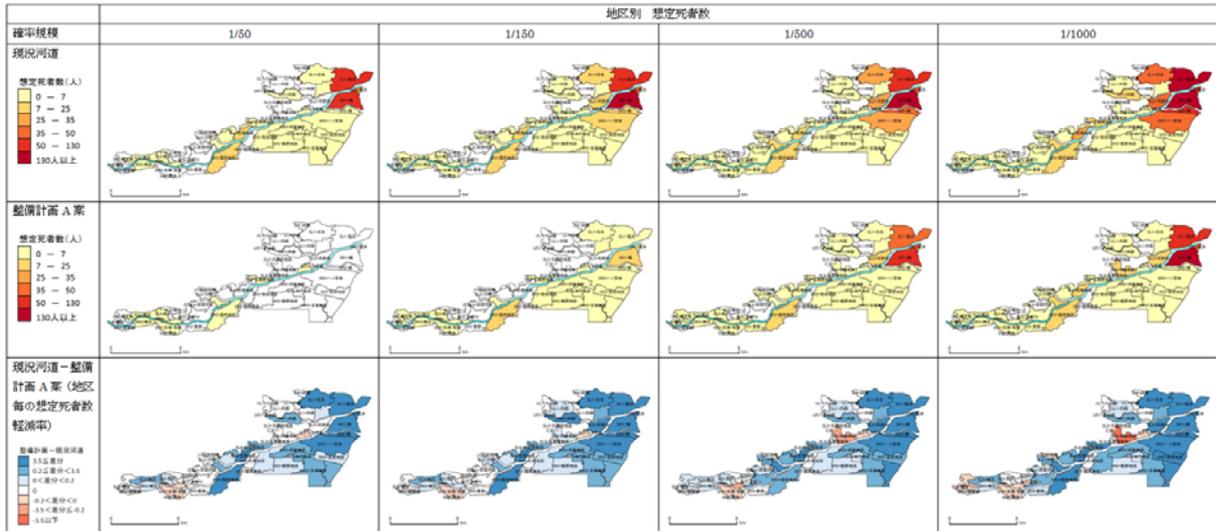


図 8 リスクマップ（想定死者数）

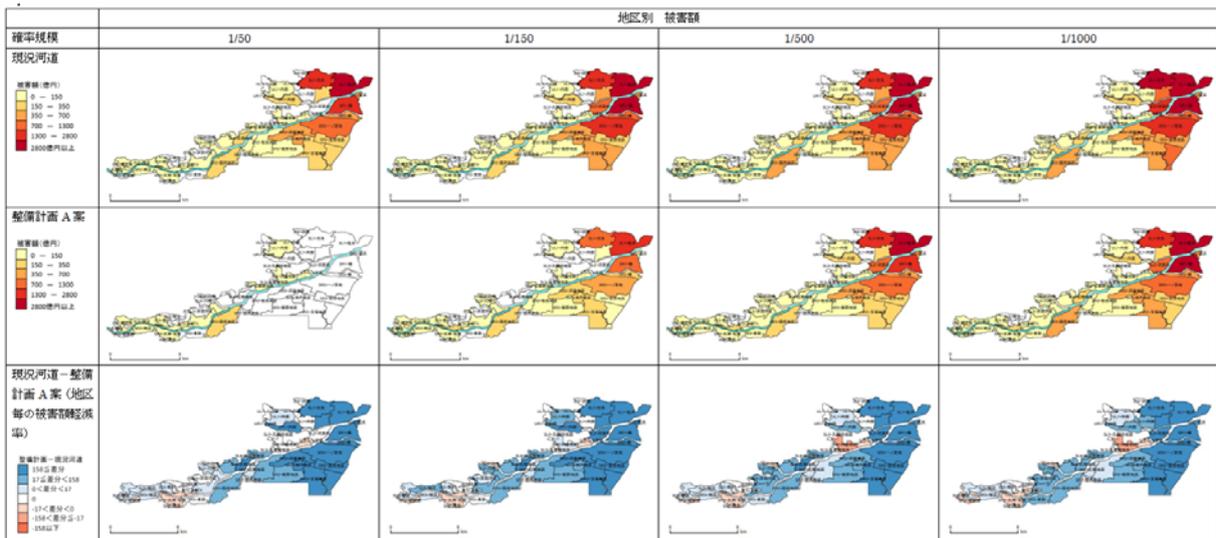


図 9 リスクマップ（直接被害額）

<市町村区域ブロック、地区ブロックの作成について>

- 市町村の行政区域界については、国土数値情報（国土交通省国土政策局国土情報課）として公開されている情報を用い、氾濫ブロック毎・メッシュ毎の被害結果等について、GIS等を用いて再編成し市町村区域ブロックのデータを作成する。
- 地区については、政府統計の窓口である e-Stat に公開されている町丁目データと市町村の統計年鑑等から地区と町丁目の対応関係を整理し地区ブロックを作成する。作成した地区界を基に氾濫ブロック毎メッシュ毎の被害結果等を再整理し地区ブロックのデータを作成する。
- 対象流域の大きさやリスク評価の目的により、市町村区域ブロックと地区ブロックを使い分けて用いる。

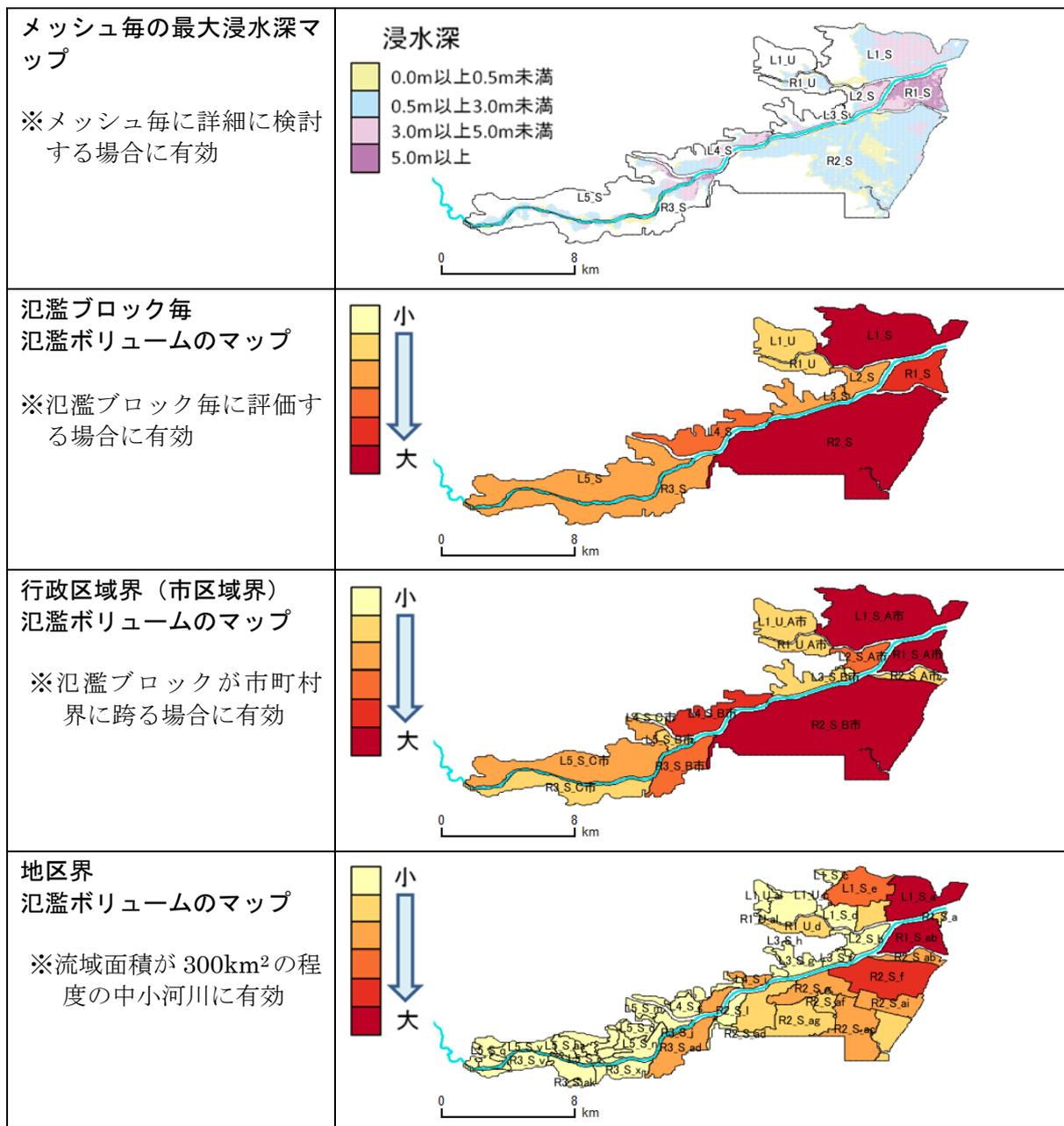


図 10 様々な空間処理によるマップ

### 5.3. 氾濫ボリュームの低減効果

氾濫ボリュームの低減効果の確認は、同一の氾濫シナリオ下において算定した様々な評価外力に対する氾濫ボリュームが、設定した基準時点河道に対して、河川整備計画等の一連の整備後に増加しないことを基本とする。上記評価は、氾濫ブロック毎に行う。

- 評価は、5.1.と同様に行うものとする。
- 氾濫ボリュームについても、5.2 に準じて氾濫ブロック内の浸水深分布の軽減効果の評価（図 11 参照）を行うことも有効な場合がある。

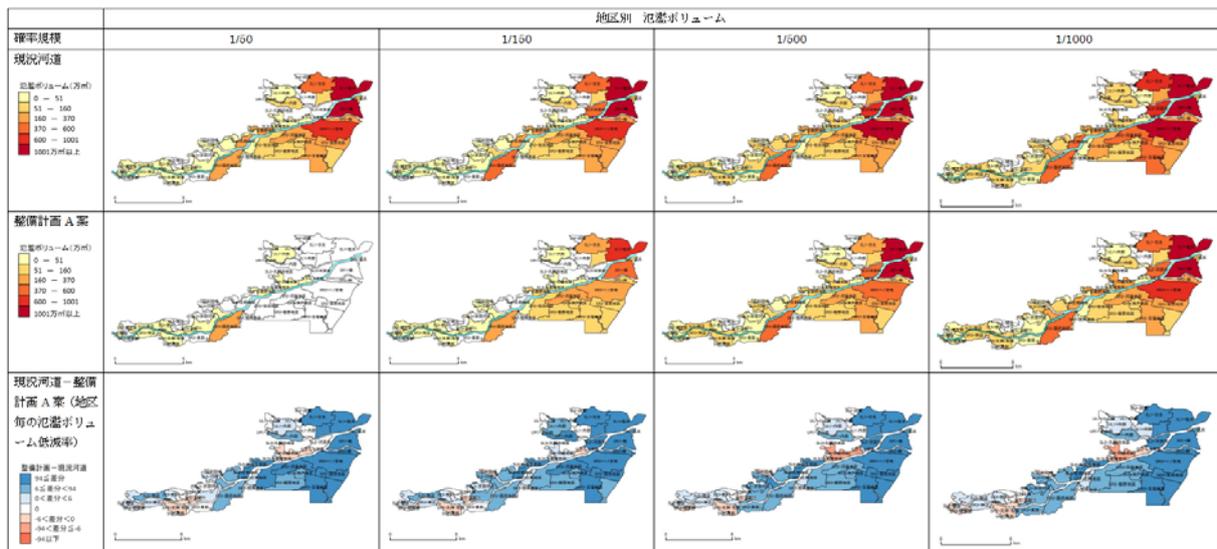


図 11 リスクマップ (氾濫ボリューム)

#### 5.4. リスク軽減をもたらす河道・施設群の応答特性の把握

水位縦断図により各地点の水位について整備前後での変化を確認すると共に、リスクの軽減効果をもたらした要因等について把握する。

- 水位縦断図により各地点の水位について整備前後での変化を複数の評価外力にて確認すると共に、2 章 (表 1) に述べた流域内の資産分布状況等を考慮した上下流・本支川バランスの確保について検討することが重要である。
- 本節での水位縦断図の作成に用いる河川水位は、2 章の不等流計算と異なり、破堤・越水氾濫を考慮した不定流計算によって得られた流量を不等流計算による H-Q 式で換算したものを基本とする。
- 水位縦断図による応答特性の把握における着目点を以下に例示する。
  - 各規模について整備後河道の水位が整備前河道の水位を下回っているか。
  - 背後の資産分布状況と水位低減のバランスが確保されているか。
  - 人口、資産の集中しているブロックにおいて整備前後で河川水位が低減しているか。
  - 表 1 について、図 2 の河川水位を図 12 に置き換え、再検討する。

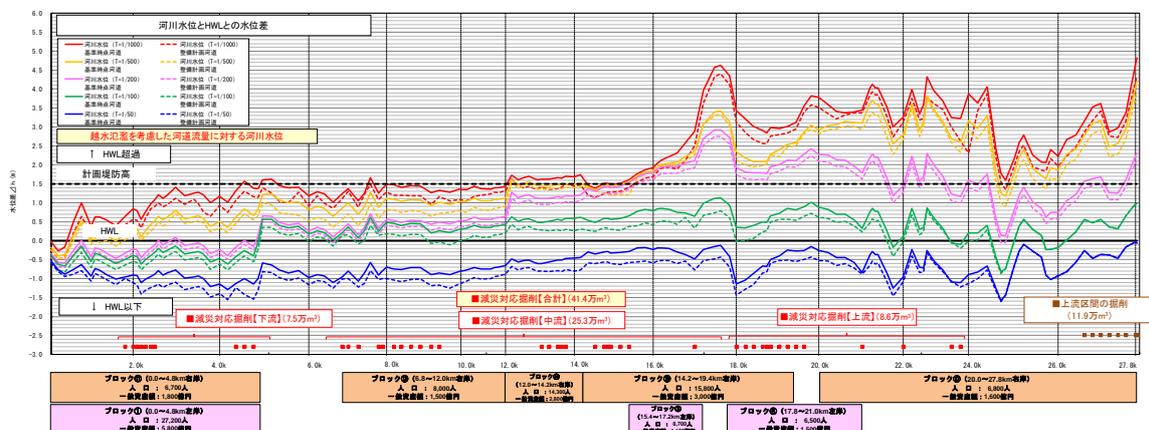


図 12 破堤・越水氾濫による流量変化を考慮した水位縦断図

## 5.5. 流域対策との連携による水害リスク軽減効果向上に関する検討

リスクカーブ、各氾濫ブロック内被害分布、氾濫ボリュームなどの河川整備による軽減効果およびその要因等を踏まえて、河川整備と流域対策との連携により被害をさらに軽減する方策について検討を加えることが推奨される。

- 流域の人口・資産の分布、流域の地形特性、整備の進捗状況等により、水害リスクの様相は各流域によって様々である。そうした流域ごとの特徴を踏まえた河川整備と流域での施策の連携によって、水害リスクをさらに軽減させることが肝要である。
- 水害リスク評価による点検において得られる情報（例えば 5.1～5.4 の検討）を、その特徴把握に活用し、流域での対策との連携の更なる効果向上について検討することを推奨する。その検討において、表 5 および図 13 に示す施策類型化が参考となる。
- 河川管理者は、水害リスク評価と上記検討の結果を関連する施策の実施主体（国、自治体、地域住民等）と共有し、協働することが肝要である。

表 5 施策の類型と施策概要

施策の類型	主な対応施設	施策概要
① 【Ⅰ】河川整備による無被害範囲の拡大	河川での施策	河川管理施設の施策（河道改修、洪水調節施設（ダム、遊水地等）、放水路等の河川整備）による災害の発生防止。
② 【Ⅰ+】河川整備の施策に被害の発生を抑止する機能を付加	河川での施策	①の施策に加えて、ダムの操作規則の高度化等、の洪水を制御する機能を加えた災害の発生防止。
③ 【Ⅰ++】河川整備の施策を土台として被害の発生を制御する機能	河川での施策	②の施策に加えて、施設への粘り強さの付与、洪水予測情報の配信の高度化、気象予測の積極的活用によるダム操作の高度化及び洪水調節能力の増強を図るなど、災害の発生の可能性を低減させる施策。
④ 【Ⅰ+++】河川におけるハード手段による危機管理措置	河川での施策	③の施策に加えて、各種水防、破堤箇所の緊急締め切りや破堤口拡大の緊急抑制工の適用、氾濫水排除のためのポンプ稼働、緊急的氾濫流制御工法の適用など、危機管理的措置による施策。
⑤ 【Ⅱ】流域からの流出量を低減	流域での施策	流域での地下浸透や貯留施設による流域からの流出を抑制する施策。
⑥ 【Ⅲ】深刻な被害が起こりにくい土地利用等の施策	氾濫原での施策	二線堤による氾濫制御、氾濫により深刻な被害が生じるが想定される地域の災害危険区域指定などの土地利用対策等の施策。
⑦ 【Ⅲ+】人的な被害の発生を低減させる施策	氾濫原での施策	適切な避難のための情報提供等の人的被害の回避や軽減につながる施策。

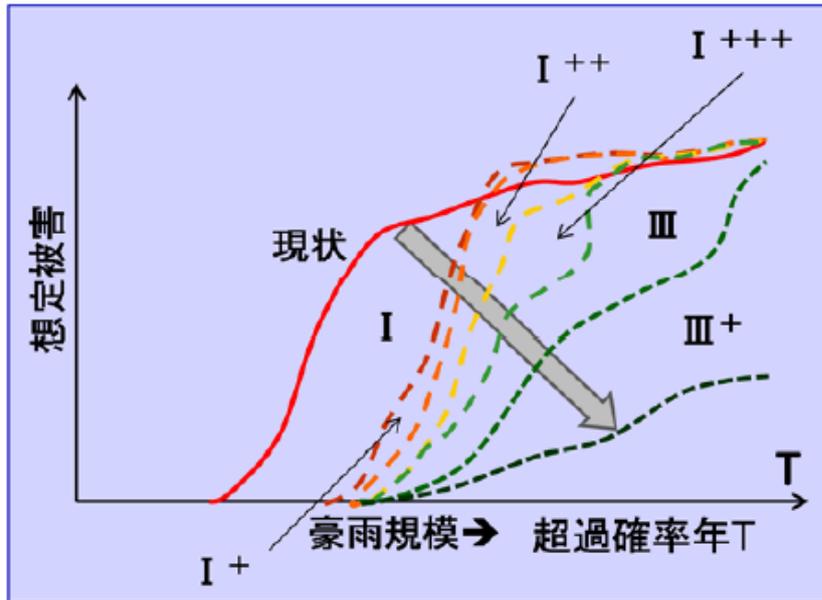


図 13 被害～豪雨規模関係図における各類型の施策効果の総合表現（模式的例示）

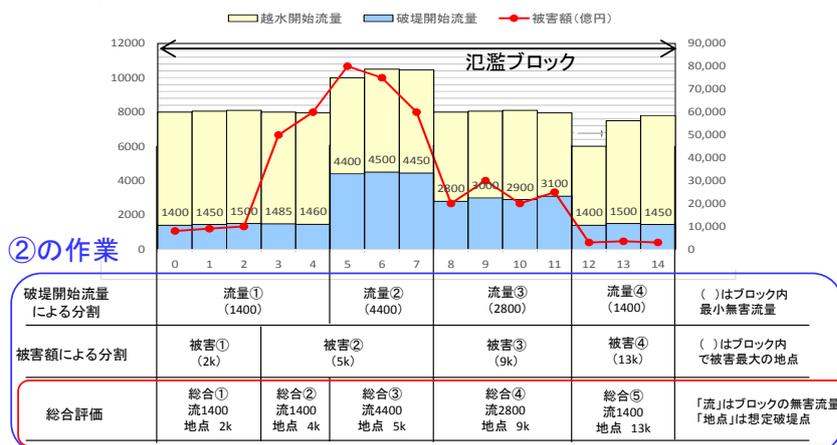
出典：国総研プロジェクト研究報告 第 56 号 河川・海岸分野の気候変動適応策に関する研究 - 「気候変動下での大規模水災害に対する施策群の設定・選択を支援する基盤技術の開発」の成果をコアとして-

# 參考資料

# 1. 被害最大となる破堤地点の設定例

## 1.1. 破堤地点設定の手順

- ① 下記の要素をまとめた縦断図の作成
  - ・無害流量：破堤開始水位における流下能力
  - ・地点（キロ杭）毎の被害額（死者数）、浸水面積、氾濫ボリューム
  - ・当該地点の破堤による基準地点ピーク流量低減量
- ② 流下能力と被害額（死者数）を基本とした小ブロック分割  
氾濫ブロック内を流下能力と被害額の観点から大局的に小ブロック分割する。
- ③ 小ブロックにおける無害流量・破堤点候補  
②で分割したブロック内で最小の無害流量を小ブロックにおける無害流量とし、この流量を超過した場合、小ブロック内のあらゆる地点において、破堤が生じる可能性があるとする。この小ブロック内で最大の被害となる地点を破堤点候補とする。  
※ただし、この時点で氾濫ブロック内の被害最大地点と無害流量最小地点が近接している場合は、この被害最大地点を破堤点とする。



③の作業

※図はイメージ

図-2 破堤点の設定

- ④ 外力別の破堤点の設定  
不定流計算によるピーク流量から破堤の可能性がある（無害流量を超過する）小ブロックを抽出する。抽出した小ブロック内の破堤地点候補から被害が最大となる地点を当該ブロックの破堤点として設定する。

## 1.2. 破堤地点の設定例

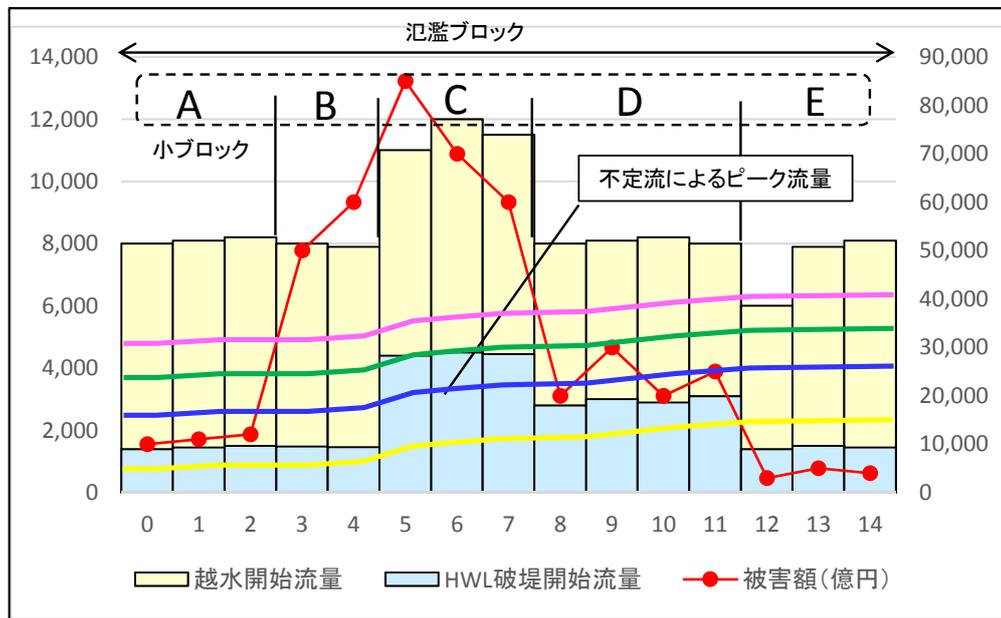
<無害流量を超過したときに破堤させるブロックで、越水が発生する場合>

小ブロック	A	B	C	D	E
想定破堤点	2k	4k	5k	9k	13k
被害額順位	④	②	①	③	⑤
黄					○
青	○	○		○	○
緑	○	○	○	○	○
ピンク	○	○	○	○	○

※ただし、ピンクのケースでは5kで破堤した後に12kで越水が生じれば、12kも破堤させる。

<それ以外のブロックで、越水が発生する場合>

小ブロック	A	B	C	D	E
想定破堤点	2k	4k	5k	9k	13k
被害額順位	④	②	①	③	⑤
黄、青、緑	破堤なし				
ピンク	12k				



※黄、青、緑、ピンク：不等流によるピーク流量（黄：流量小～ピンク：流量大）

図-3 破堤点の設定

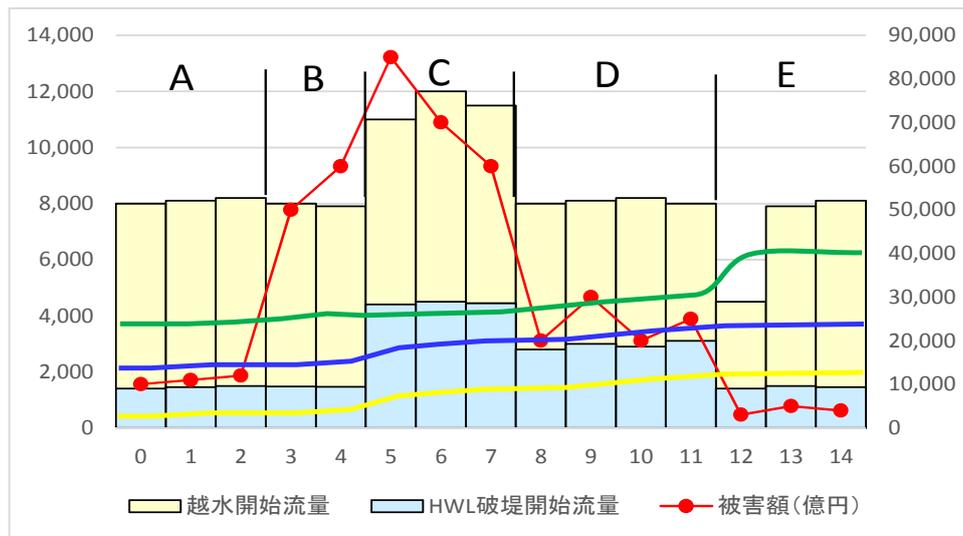
①被害が大きい小ブロックの無害流量と越水開始流量が同程度の場合  
Cブロックの無害流量を超過するよりも早く12k地点が越水する

＜無害流量を超過した時に破堤させるブロックで、越水が発生する場合＞

小ブロック	A	B	C	D	E
想定破堤点	2k	4k	5k	9k	13k
被害額順位	④	②	①	③	⑤
黄					○
青	○	○		○	○
緑	12kで越水が始まった時点で、無害流量を超過する小ブロックに加え、12kも破堤させる。(この図では12kで破堤)				

＜それ以外のブロックで、越水が発生する場合＞

小ブロック	A	B	C	D	E
黄、青	破堤なし				
緑	12kのみ				



※黄、青、緑：不等流によるピーク流量（黄：流量小～緑：流量大）

図-4 破堤点の設定

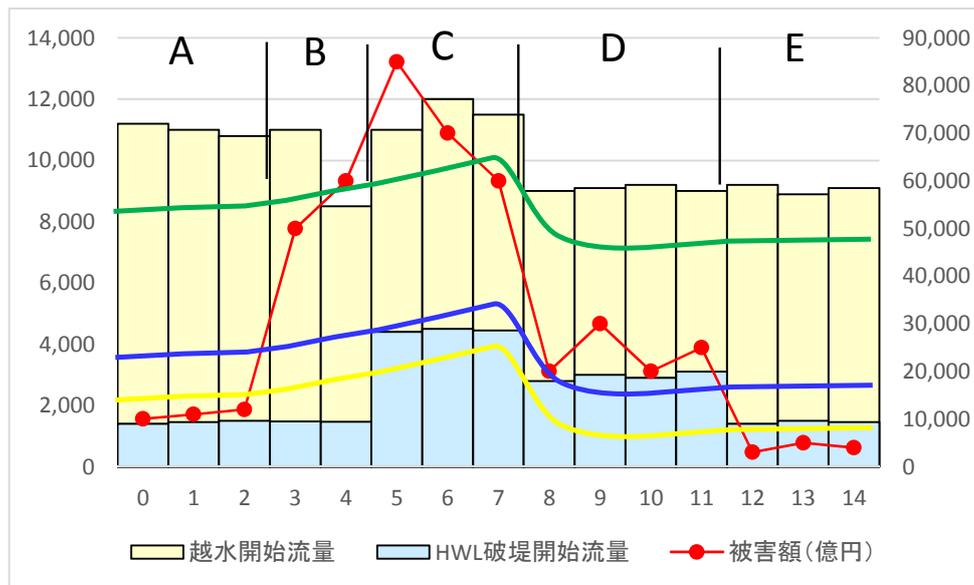
②下流部に越水開始流量が低い地点がある場合

＜無害流量を超過した時に破堤させるブロックで、越水が発生する場合＞

小ブロック	A	B	C	D	E
想定破堤点	2k	4k	5k	9k	13k
被害額順位	④	②	①	③	⑤
黄	○	○			
青	○	○	○		○
緑	Cブロックで破堤させた後、越水する地点があればその地点でも破堤させる（この図では4kで破堤）				

＜それ以外のブロックで、越水が発生する場合＞

小ブロック	A	B	C	D	E
黄、青	破堤なし				
緑	4kのみ				



※黄、青、緑：不等流によるピーク流量（黄：流量小～緑：流量大）

図-5 破堤点の設定

## 2. 左右岸の氾濫ブロックの無害流量に大きな差がない場合の破堤条件の設定

左右岸で向かい合うブロックは、どちらの破堤点を上流にするかにより、リスク算定結果が異なる。両岸とも無害流量を超えた時点で破堤する複数地点破堤シナリオの検討を行う際、両岸の無害流量に差がない、または僅かな場合では、破堤点が相対的に上流にあるブロックの方が先に破堤し、結果的に対岸の破堤開始が遅くなり、被害が軽減されるなどの計算結果になることが想定される。

その場合、破堤のタイミングを同一にする（無害流量が大きい氾濫ブロックの破堤タイミングに対岸ブロックも合わせる）など追加的な工夫することが考えられる。

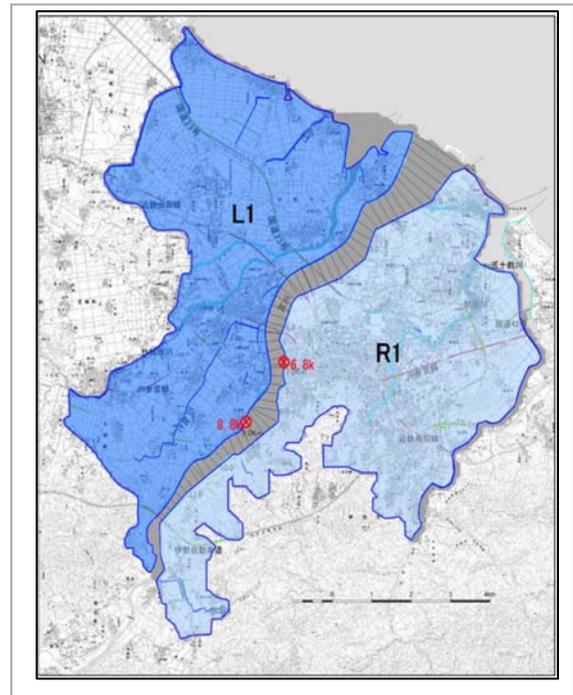


図-6 氾濫ブロック図

### 3. 計算負荷の軽減手法について（ポンドモデルによる被害推算手法）

複数破堤地点を考慮した想定被害の算出について、「治水経済調査マニュアル（案）（H17.4）」に準じた手法で実施する場合、膨大な数の氾濫シナリオを設定することとなり、計算労力の観点から困難な事態が想定される。この計算労力の軽減手法として、竹中等<sup>9</sup>が考案した計算負荷の小さい現実的な手法が有益であると考えられる。

この計算手法の概要は次に示すとおりである。

- ① 予め氾濫ブロック毎に最大氾濫ボリュームと直接被害額・死者数の関係及びピーク流量と直接被害額・死者数の関係（下図参照）を求める。
- ② 次元不定流計算による算出した氾濫流量を用いて、ポンドモデルにより氾濫ブロック毎の最大氾濫水量とピーク氾濫流量を求める。
- ③ 求めた、最大氾濫水量とピーク氾濫流量を①で求めた関係式に代入し、直接被害額と死者数を算定する。

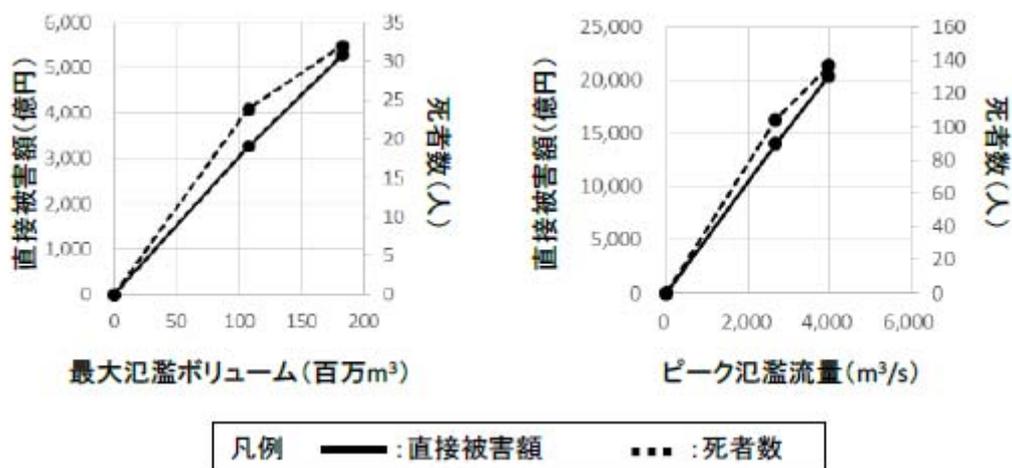


図-7 最大氾濫ボリュームと直接被害額・死者数の関係及びピーク流量と直接被害額・死者数の関係

内容の詳細については、下記論文を参照されたい。

竹中裕基・板垣修・小林勝也・服部敦：様々な洪水規模に対する河道-構造物群システムの応答シナリオに基づく氾濫リスク・減災効果評価,河川技術論文集,第 21 巻,2015 年 6 月。

## 4. 整備内容とリスクカーブの関係についての検討事例

整備内容とリスクカーブの関係についての検討事例を示す。

### 4.1. 研究報告概要

国総研プロジェクト研究報告 第 56 号

【資料名】 河川・海岸分野の気候変動適応策に関する研究

－「気候変動下での大規模水災害に対する施策群の設定・選択を支援する基盤技術の開発」の成果をコアとして－

【概要】 気候変動の下で、従来の河川・海岸の整備レベルを超える外力（超過外力）の発生等を通じた河川・海岸災害の激化・頻発化が懸念される。そこで、気候変動適応研究本部において、気候変動予測結果を河川・海岸計画対象外力等への影響に翻訳する技術、超過外力発生時の河川災害リスクを評価する技術、それらの河川災害を軽減するための様々な施策メニューの拡充手法等の基盤技術の開発を行うとともに、それらを総合化して河川・海岸分野の防災・減災マネジメントを進めるための考え方を提示した。

### 4.2. 検討事例

第Ⅲ部 気候変動影響に対する適応策に関する研究

Ⅲ－4：水資源分野における気候変動への影響

<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/kpr/prn0056pdf/kp005610.pdf>

### 4.3. 関係内容の概要

上記研究報告の「2.3.3 整理法適用・活用のイメージ」（P208～）において施設の整備内容とリスクカーブの関係についての試行例が示されている。この試行例から、施設とリスクカーブの形状傾向に関する事項を抽出し表-1に示した。また、リスクカーブの形状の傾向の例（A型、B型、C型）を図-8に示した。これらの関係を参考にして、整備内容の効果について整理を行い、整備内容の検討を行うことが考えられる。

表-1 整備内容とリスクカーブの形状の傾向

表-III 2.2.3.3.1 施策群整理の試行例  
(整理法を今後さらに確認・拡充・改善するための呼び水的位置づけ、取り上げている施策は例示であり、確定したものではない。)

施策No.	施策内容 ※一定程度整備が進んだ現状からの逐次適用が前提 ※有境区間を中心に議論	類型 2.2.2 (1)参照 2.3.2 (1)参照	御被に害する要素の類型 御被に害する要素の類型 御被に害する要素の類型	施策実行に必要な資源-2.3.2(2)参照						効果発揮の確実性 2.3.2 (3)参照	要認(他合意形成)の明示の必承 2.3.2 (4)参照	技術的成熟度 2.3.2 (5)参照	多目的な施策との相互乗 2.3.2 (6)参照	備考 特に技術展開について	
				る河川費用・整備・労力・管理に要す	する地域の費用・整備・労力・管理に要す	な情報設計等分析を踏まえた高度	用関係者の調整・労力・費用	用を情力を活用する等の活用と関係者の調整・労力・費用	用を情力を活用する等の活用と関係者の調整・労力・費用						
1	一律的な河道掘削	I	A型	✓						○		○	論点明確化のための仮想メニューの位置づけ(一律は非現実的)	環境保全と維持管理を考慮した河道設計	
2	一律的な堤間幅拡大	I	A型	含:用地						○		○	論点明確化のための仮想メニューの位置づけ(一律は非現実的)	堤防を含む河道設計	
3	一律的な築堤	I	ややB型	(含:用地)						○		○	論点明確化のための仮想メニューの位置づけ(一律は非現実的)	堤防を含む河道設計	
4	放水路	I	A型	含:用地						○		○			
5	洪水調節施設(ダム、遊水池)(既存ダム容量増強を含む)	I	A型	含:用地						○		○	水資源確保、流水管理への転用	かさ上げ技術	
6	既存ダムの容量再編等による治水容量増	I	A型					✓		○		○	元のやり方に戻せる	ストック効果の賢い活用	
7	既存ダムの操作規則の高度化による洪水調節能力の拡張	I I+	A型						✓	○~△		○~△	元のやり方に戻せる	・操作高度化技術の実用化 ・試験運水来ゾーンへの対応など構造対応 ・水系統合マネジメントへの組み込み	
8	降雨予測を活用した既存ダムの操作規則の高度化による洪水調節能力の拡張	I**	A型						✓	○		○	元のやり方に戻せる	・気象予測を用いた操作高度化技術の実用化 ・水系統合マネジメントへの組み込み	
9	相対的に流下能力が低い区間の河川整備(掘削/築堤による流下能力増)	I	B型の可能性	✓						○		○	B型(になりうる)施策として要マフ	B型度合いを判断する技術	
10	B型にならないワケン付き「流下能力が低い」区間の河川整備 ※ワケン元々流下能力が高い場所の流下能力付与を合わせて実施	I I+	A型	✓						○		○		・B型にならないために必要な流下能力付与の技術判断 ・流下能力付与を可能にする河道設計	
11	B型にならない「流下能力が低い」区間の対応→当該区間の堤防を越流堤にするなどで対応	I+	C型	含:用地						○~△	有り	○~△		目的に適切、実行可能な越流堤設計技術	
12	B型にならない「流下能力が低い」区間での対応→当該区間の堤防を遊滞時間をかせる粘り強い堤防にするなどで対応(当面の措置)	I**	C型	✓						○	有り	△		粘り強い堤防の技術、配置計画	
13	破堤氾濫による被害が最大となる区間の流下能力増(流下能力が最小の区間とは必ずしも一致しない)	I I+	C型	✓						○	有り	○	・No.10と同じ系列 ・No.9の積み重ねの副次作用に対応する措置の位置づけ	必要な流下能力増強に関する技術判断	
14	破堤氾濫発生後の氾濫迅速軽減緊急措置→排水ポンプ稼働、堤口拡大の緊急抑制や迅速切り、緊急的氾濫流制御・氾濫し難の策の実施	I***	C型						✓	△		△~研究段階		リアルタイムの情報把握、最適対応法、工法開発など多面に渡る研究開発課題あり。	
15	主として都市部において、防災調節池等を公園や空地地活用とセットで設置	II	A型 C型		✓					○	有り	○	有り	環境保全・再生、縮退関連施策との連携の可能性	整備手法・制度
16	主として都市部において、防災調節池等を公園や空地地活用とセットで設置(アケイブコントロール指向)	II	A型 C型		✓					△	有り	△	有り	環境保全・再生、縮退関連施策との連携の可能性	整備手法・制度、アクティブコントロールの手法
17	主として都市部において、雨水貯留を住民協働で高度に行う方策	II	A型 C型		✓					△	少し有り	△		「住民協働型流出抑制」	最適操作法、効果評価法、稼働化プロセス
18	主として都市部において、氾濫水あるいは氾濫につながる過剰雨水・河川水、河川・下水道システムを連携させて、氾濫を最小化するよう「誘導・貯留するダイナミックなコントロールを行う」	I+ II III	A型 C型						✓	△		△	前提	No.16,17と合わせて一体化できる可能性、河道整備でH-Qを下げることも手段になる。	
19	相対的に氾濫が起こりやすい地域を、氾濫に対して被害が生じにくい状態に保つ方策、あるいは洪水氾濫後の復旧が容易となる方策	III III+	C型		✓					△	有り	△	有り	比較的土地利用が稠密でないエリアがターゲット。実行可能性の確保法	種々有り
20	洪水氾濫が生じた場合に大きな被害の発生が想定される地域の減災あるいは洪水氾濫後の復旧を容易にする方策	III III+	C型		✓					△		△	有り	地域さらには国としての基幹施設・機能の保全もターゲットに。実行可能性の確保法。	種々有り
20-1	超過水位を受けても復旧しやすい橋台等の構造	I+	C型	✓(道路)						○~△		○	少し有り(道路ネットワーク強靱化)	地域の災害時のネットワーク維持の計画	既存知見の統合化
20-2	震度、揺中程度の組み合わせ、被害拡大がカスケード型になり、危機状況を認知しやすい山間平野堤防システム	I** I+ III	C型 Bの側面も	✓	✓					○~△		○~△	少し有り	一地域、地区の中でのリスクベースのゾーニングの明確化に有する合意形成	その気になれば見直しはつく
21	適切な避難・身構えによって、致命的な災害を大幅に軽減する方策	III+	C型							△		△	少し有り	水害に限定せず、地域防災計画への組み込みなど、災害全般に拡張することも。実効性確保のほかり方。	種々有り。人間の心理・行動に関わる専門分野との連携。
22	教護・教護活動の支援につながる方策	I*** III III+	C型		✓	✓				△		△	少し有り	I***、III、III+類型の施策を講じる際、教護・教護活動の促進を考慮する。災害状況把握、活用が共通の鍵。	種々有り。統合化がポイント。
23	密集市街地の大水浸水危険域について、切迫段階での救命率を向上させる方策	III III+	C型		✓					△		△	少し有り	No.21の下で構成される施策のついでになり得る。水害に限定せず、地域防災計画への組み込み。	種々有り/「切迫避難」と「身構え」による救命成功率を上昇させる。実効的方策は大事なポイント。

※施策No.に○面があるものは、その施策内容の下に様々な施策群が構成される性格を持つことを示す。たとえば、No.19については、長期的な動向推移も見通した地域づくりを兼ねたまちづくりには洪水氾濫時の減災を組み込み、それに緊急対応の準備を合わせるという方向で様々な施策展開が考えられる。No.20については、大都市部の大規模風水害の被害軽減や早期復旧のための様々な備えに関わる方策が考えられる。  
※なお、No.5、6、8、19、21、23に関しては、その技術手法を開発するための検討が本研究で行われており、その成果が4章に示されている(2.4参照)。

20の派生  
19にも関連

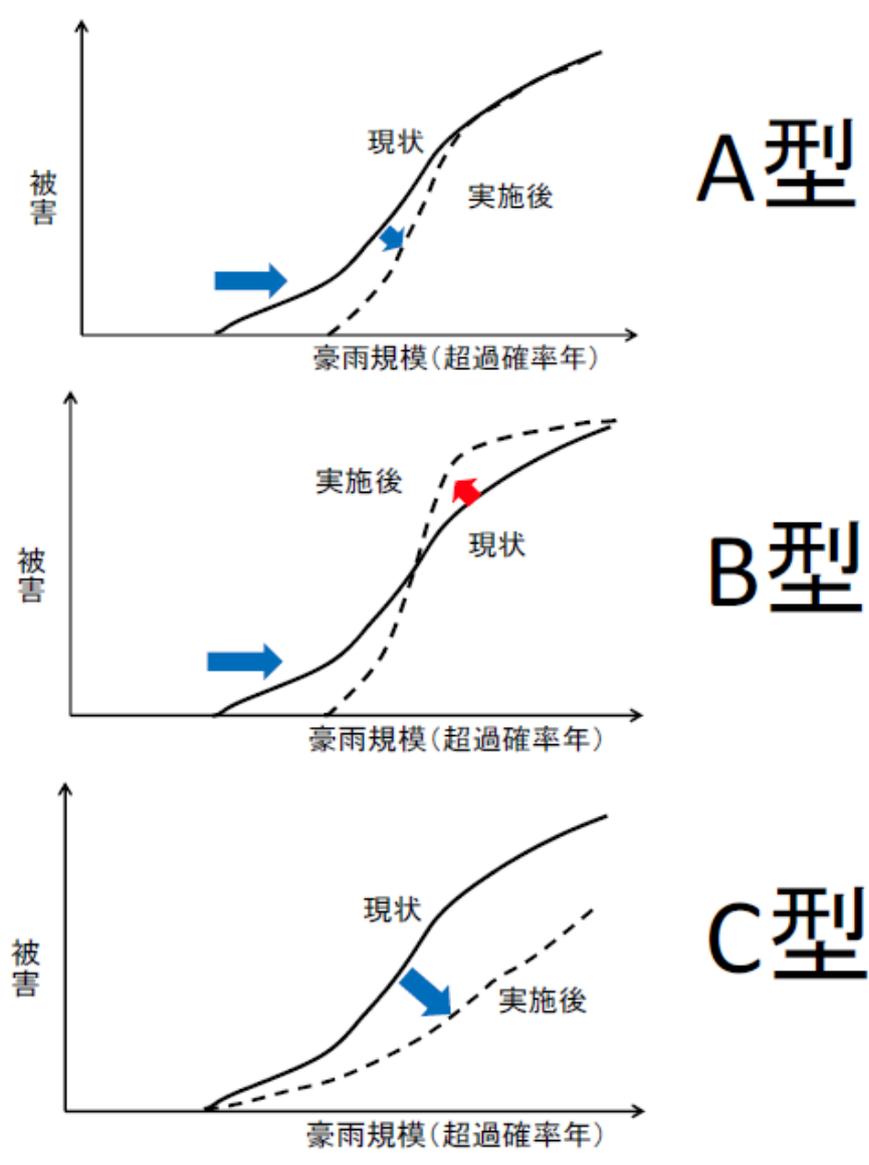


図-8 リスクカーブの形状の傾向