

急流河川における浸水想定区域検討の手引き

平成 15 年 9 月

国土交通省北陸地方整備局

目 次

1. 総説	1
1.1 はじめに	1
1.2 適用範囲	2
2. 急流河川の特徴	7
2.1 洪水の流出特性	8
2.2 洪水の流下特性	9
2.3 破堤特性	10
(1) 破堤要因	10
(2) 破堤幅	11
(3) 破堤敷高	11
(4) 破堤速度	12
2.4 氾濫流の流下特性	13
3. 急流河川における氾濫シミュレーション	14
3.1 氾濫シミュレーションにおける留意事項	14
3.2 氾濫シミュレーションモデルの作成	15
(1) 対象氾濫原の設定	15
(2) メッシュの大きさ	15
(3) 平均地盤高データの設定	16
(4) 土地利用状況、建物占有率等の調査	17
3.3 氾濫シミュレーション	18
(1) 氾濫シミュレーションの基本的な考え方	18
(2) 危険箇所の抽出	19
(3) 氾濫開始流量	20
(4) 氾濫流量の算定方法	21
(5) 破堤条件等の設定	21
(6) 氾濫シミュレーションの検証	26
3.4 浸水想定区域図・参考図の作成	27
(1) 表示項目及び表示方法	27
(2) 地点別、時系列の浸水想定情報の提供	33
3.5 今後の課題	35
(巻末資料)	
浸水想定区域図作成マニュアル(平成 13 年 7 月治水課通知)と 本手引きの対比表	巻－1
浸水想定区域図及び参考図例	巻－4

別冊 急流河川における浸水想定区域検討の手引き 参考資料

目 次

1. 急流河川における危機管理のあり方	1
1.1 危機管理の必要性	1
1.2 急流河川における危機管理上の課題	1
1.3 急流河川における危機管理施策の展開	3
1.4 被害軽減方策	5
2. 急流河川における洗掘・側方侵食に対する安全評価方法（案）	12
2.1 堤防抵抗力評価の目的	12
2.2 安全評価方法	12
2.3 洗掘深の評価手順	13
2.4 側方侵食の評価手順	17
2.5 高水敷の側方侵食評価の1ランクアップ及びダウン	19
2.6 その他	20
2.7 河道内の安全評価	20
3. 急流河川における浸水想定区域の検討	23
3.1 浸水想定区域検討の流れ	23
3.2 急流河川の洪水流、破堤特性	28
3.3 破堤・氾濫実績の整理例	45
3.4 メッシュ内の氾濫原情報のモデル化	54
3.5 氾濫シミュレーションの検討事例	58
4. 浸水想定情報の活用	72
4.1 洪水ハザードマップへの反映	72
4.2 地域防災計画への反映	74
4.3 浸水想定区域図等に対するヒアリング結果	78
4.4 浸水想定情報の活用例	82
5. 用語の説明	90

1. 総説

1.1 はじめに

平成 13 年 6 月に水防法が一部改正され、水災による被害の軽減を図り、洪水時の円滑かつ迅速な避難を確保するため、洪水予報河川について河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域を「浸水想定区域」として指定し、浸水想定区域及び想定される浸水深などを公表することとなった。この浸水想定区域の指定・公表により、関係市町村において「洪水ハザードマップ」の作成が促進され、水災による被害が軽減されることが期待されている。

「浸水想定区域図」及び「洪水ハザードマップ」は、氾濫シミュレーションによって得られた浸水情報にもとづいて作成される。そのため、氾濫シミュレーションは、対象とする河川や氾濫域の特性を反映したものでなくてはならない。

特に急流河川は、平地部の河川に比べ流れのエネルギーが大きく、一度破堤氾濫が生じると甚大な被害が生じる恐れがあり、破堤のメカニズムや氾濫流の特性などにより避難活動が困難であることが予想されるため、より高い精度の氾濫シミュレーションと詳細な浸水情報が要求される。

このため、急流河川を対象とした「浸水想定区域検討委員会（委員長：福岡捷二広島大学大学院教授）」を設置し、急流河川特有の現象の評価、急流河川における危機管理のあり方や適切な浸水想定区域図の指定・公表の方法等について検討を進めてきた。

本手引きは、急流河川における浸水想定区域検討の技術的参考資料となるよう急流河川の特性を整理するとともに、「扇状地地形を氾濫原に持つ急流河川における氾濫シミュレーションの標準的な手法」についてとりまとめたものであり、直轄河川のみならず補助河川についても適用可能と考えられる。

特に、今回の検討により、浸水想定区域図に「浸水深」だけでなく、避難する際の情報として重要な役割を果たすと考えられる「流速」を加え、「氾濫流の最大流速」「氾濫流の最短到達時間」「歩行避難の困難度」等の情報を加えることが可能となった。これにより、ハザードマップを作成する自治体においては、急流河川の洪水氾濫の状況をより実態に近い条件で把握することが可能となり、効果的な地域の避難体制の検討やハザードマップの作成が進むものと期待される。この考え方は急流河川以外の河川にも応用できると考えられ、本手引きを一読いただければ幸いである。



黒部川扇状地

1.2 適用範囲

本手引きは「河床勾配が急であることから、流れのエネルギーが大きく低い水位でも河岸の侵食・洗掘破堤による氾濫の危険性が高い河川」あるいは、「扇状地等を氾濫原とし氾濫流が地形勾配に応じて早い流速をもって流れる河川」、いわゆる「急流河川」を対象とした浸水想定区域検討にあたっての技術的参考事項を取りまとめたものである。

また、本手引きは一般にいう技術基準とは異なった性格のものであり、技術的な詳細事項については一部記述を省略している箇所がある。これらについては、「氾濫シミュレーションマニュアル（案）」（建設省土木研究所 平成 8 年 2 月）、「洪水ハザードマップ作成要領」「浸水想定区域図作成マニュアル」（平成 13 年 7 月 治水課通知）、「洪水ハザードマップ作成要領 解説と作成手順例」（財団法人河川情報センター 平成 14 年 9 月）を参照されたい。



姫川（平成 7 年 7 月洪水）



関川（平成 7 年 7 月洪水）

急流河川における氾濫特性

- 流れのエネルギーが大きく侵食・洗掘による氾濫の危険性が高い。



関川：平成 7 年 7 月洪水（新潟県新井市除戸地先）

- 堤防の侵食が始まると短時間で破堤してしまう。

阿武隈川支川荒川での平成 10 年 9 月台風 5 号による堤防破堤



侵食の発生から 5 分



侵食の発生から 17 分



侵食の発生から約 30 分

- 氾濫流は地形勾配に応じて速い流速で流下するため、水深が浅くても避難は困難。



荒川：昭和 42 年 8 月洪水（新潟県関川村下関地先）

急流河川の氾濫シミュレーションにおけるメッシュサイズの影響

- 平地部の河川の場合、氾濫シミュレーションにおけるメッシュサイズの影響は小さい。一方、急流河川の場合はメッシュサイズが氾濫シミュレーションに与える影響は大きい。

平地部の河川の場合【庄川 3.2k（緩流区間）右岸が破堤した場合の想定浸水深】



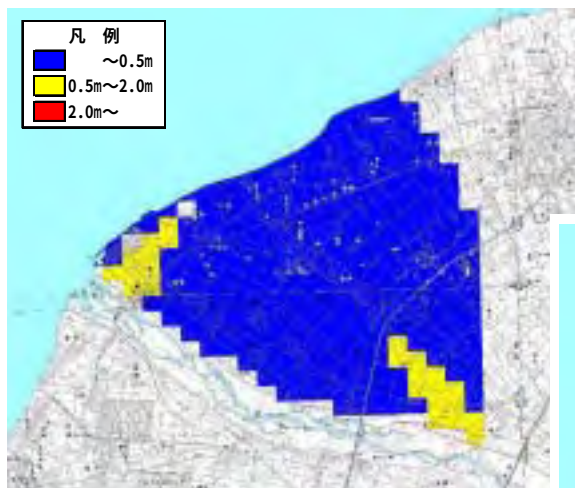
〔250m メッシュ〕

メッシュサイズが氾濫シミュレーションに与える影響小



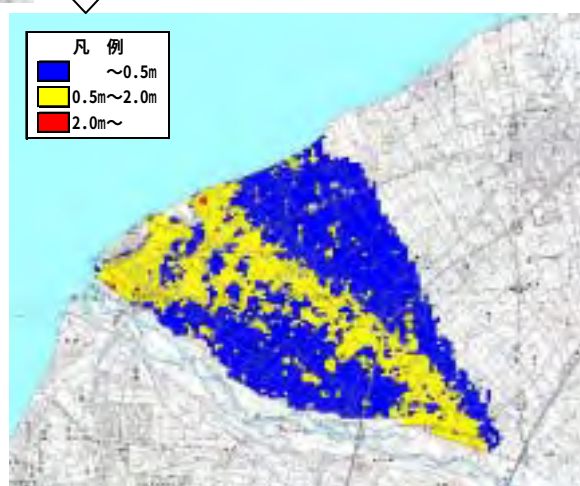
〔50m メッシュ〕

急流河川の場合【黒部川 6.4k 右岸が破堤した場合の想定浸水深】



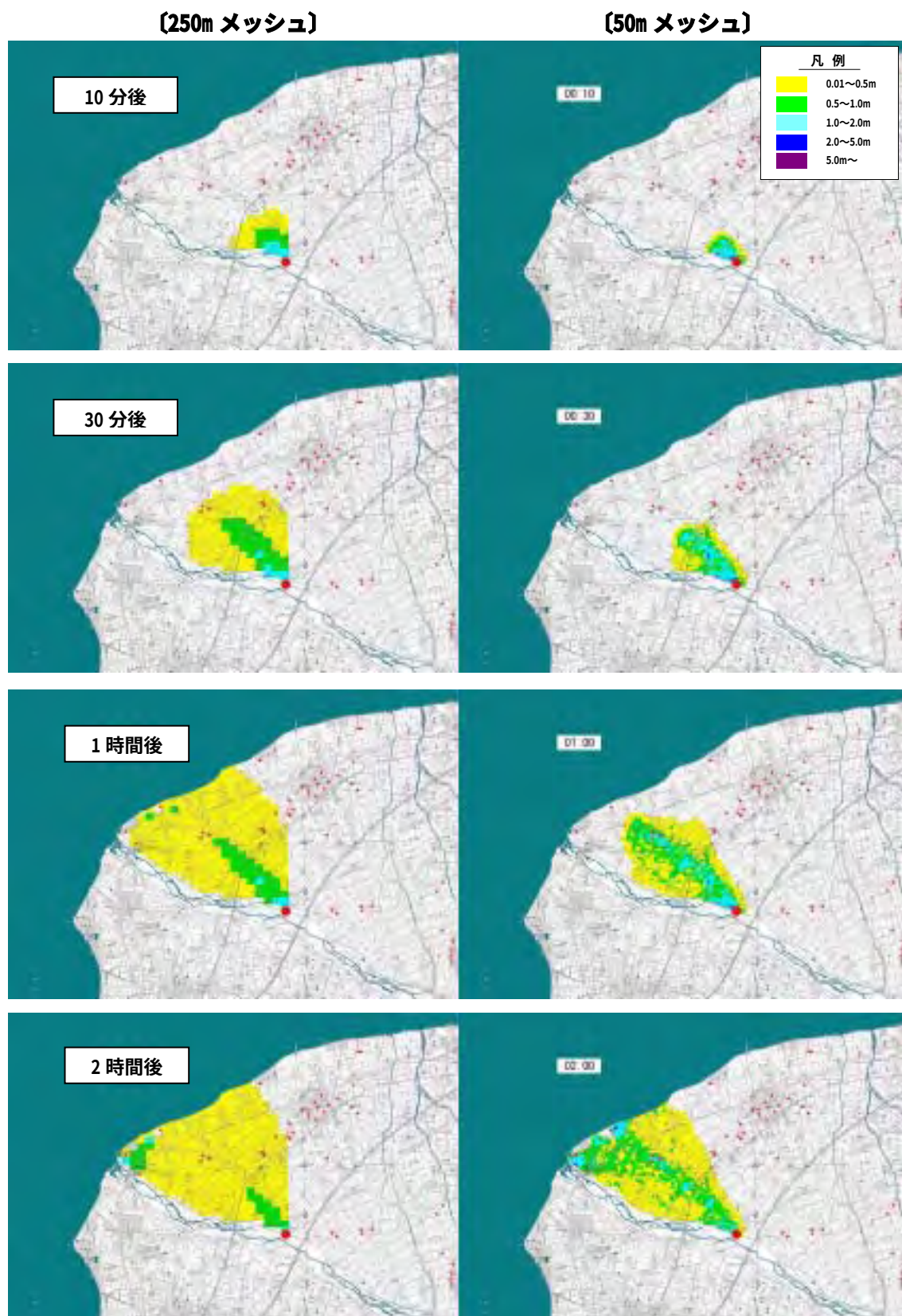
〔250m メッシュ〕

メッシュサイズが氾濫シミュレーションに与える影響大



〔50m メッシュ〕

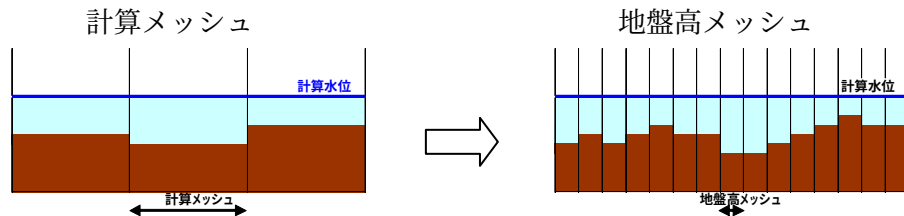
●黒部川における 250m メッシュと 50m メッシュによる氾濫シミュレーション結果による浸水深の比較。250m メッシュでは、急流河川の氾濫現象を十分再現できない。



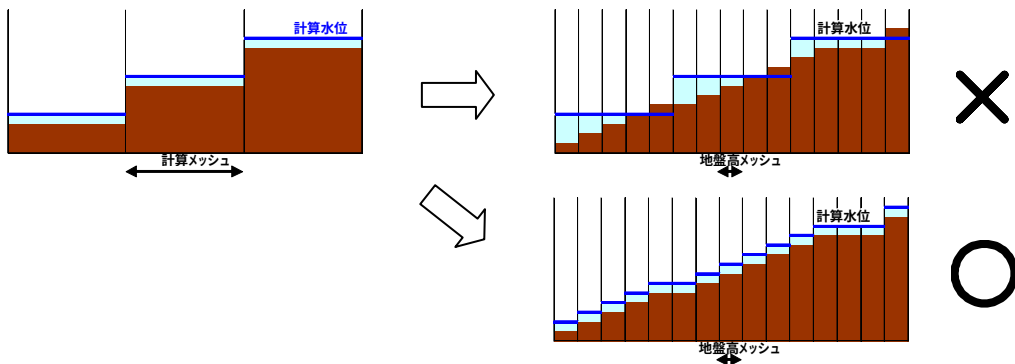
計算メッシュ間隔と表示メッシュ間隔が異なる場合の影響

●計算メッシュと地盤高メッシュの大きさが異なる場合は浸水深の表示が実現象にそぐわない場合がある。

緩勾配の場合



急勾配の場合



計算結果の表示例



〔計算メッシュ〕 250m
〔地盤高メッシュ〕 250m



〔計算メッシュ〕 250m
〔地盤高メッシュ〕 50m

2. 急流河川の特性

急流河川の一般的な特性を表 2.1 に示す。以下に各項目について説明する。

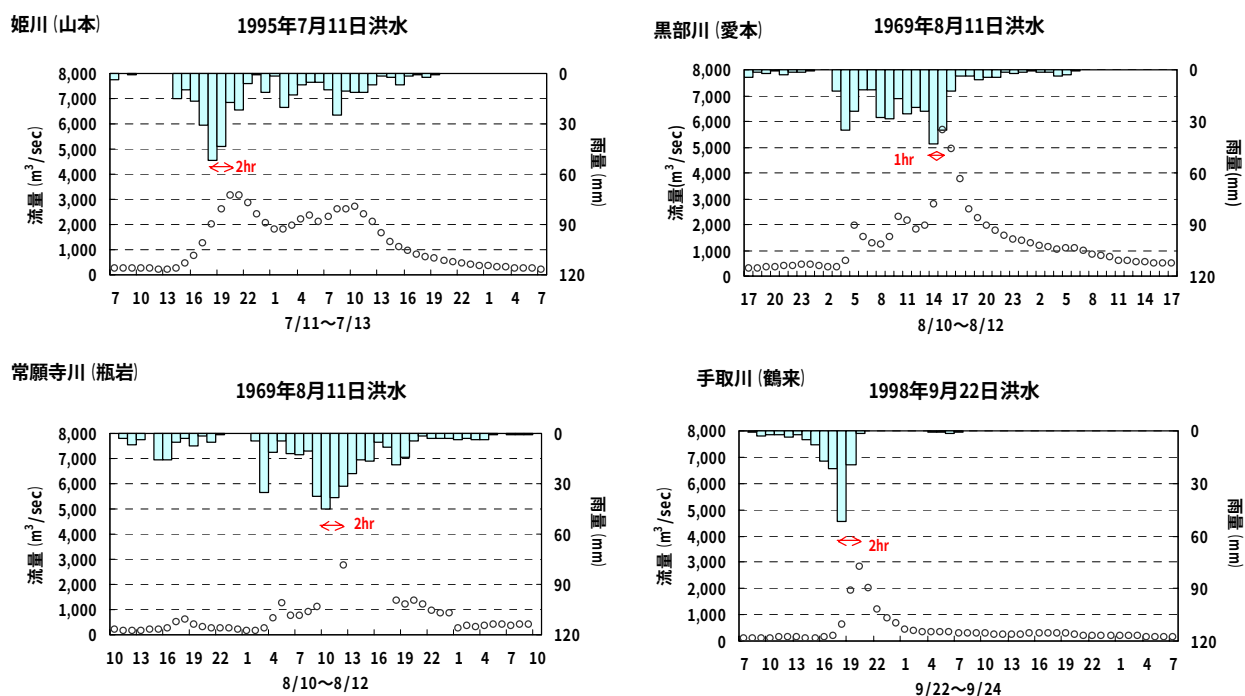
表 2.1 急流河川の一般的な特性

項 目	特 性
①洪水の流出特性	流域及び河床勾配が急であるため、洪水波形がシャープであり洪水到達時間が短い。このため洪水の予測が難しく、安全な避難体制の確保が困難である。
②洪水の流下特性	洪水流の流れのエネルギーが非常に大きく、平地部の河川の数倍の土砂移動能力を有している。 砂州の移動が大きいため、みお筋は固定していない場合が多く、単列・複列の砂州が形成されている。また、洪水中に砂州の移動、河床高の変化等を伴うため偏流や流れの集中等の乱れを発生させている。
③破堤特性	洪水時の侵食・洗掘の主な要因は、砂州の移動や河床高の変化等に起因する偏流によるものと推定され、みお筋が固定しないことから破堤地点を予測、特定することが困難である。 破堤が生じると河道がつけ替わるようにして氾濫が生じており、破堤幅が広く、河床高付近まで洗掘されてしまう場合が多い。また、堤防侵食の開始から短時間で破堤している事例が多い。
④氾濫水の流下特性	氾濫流は地盤高の低い方向、すなわち河道沿い付近を中心に等高線と直角の方向に直線的に、地盤勾配に応じた速い速度で流下する。また、微地形の影響を受けやすく、旧河道や用排水路等のやや地盤が低い箇所を流下する傾向にある。

2.1 洪水の流出特性

平地部の河川は一般的に洪水波形が緩やかであり、図 2.1 に示す阿賀野川の事例のように最大時間雨量の発生時刻と最大流量の発生時刻の時間差が大きいことが多い。これに対し急流河川は、洪水波形がシャープであり洪水到達時間が短く、最大時間雨量の発生時刻から数時間（1～2 時間程度）程度で最大流量が生起している場合が多い。このため洪水の予測が難しく、安全な避難体制の確保が困難と予想される。

(急流河川)



(平地部の河川)

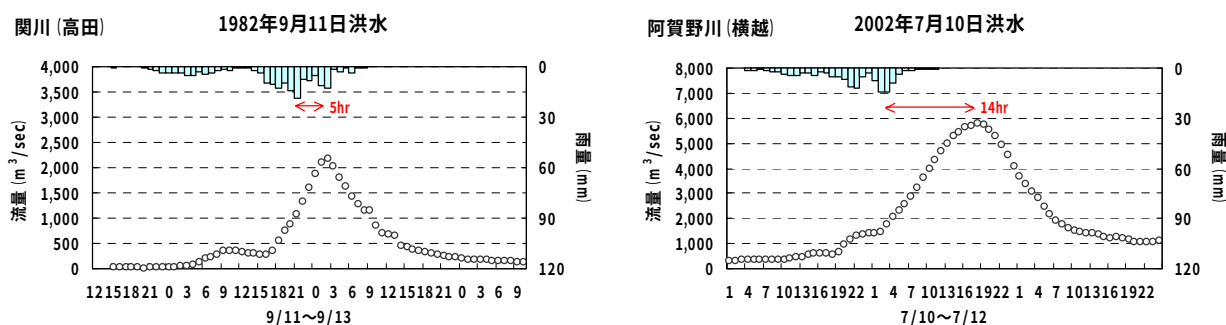
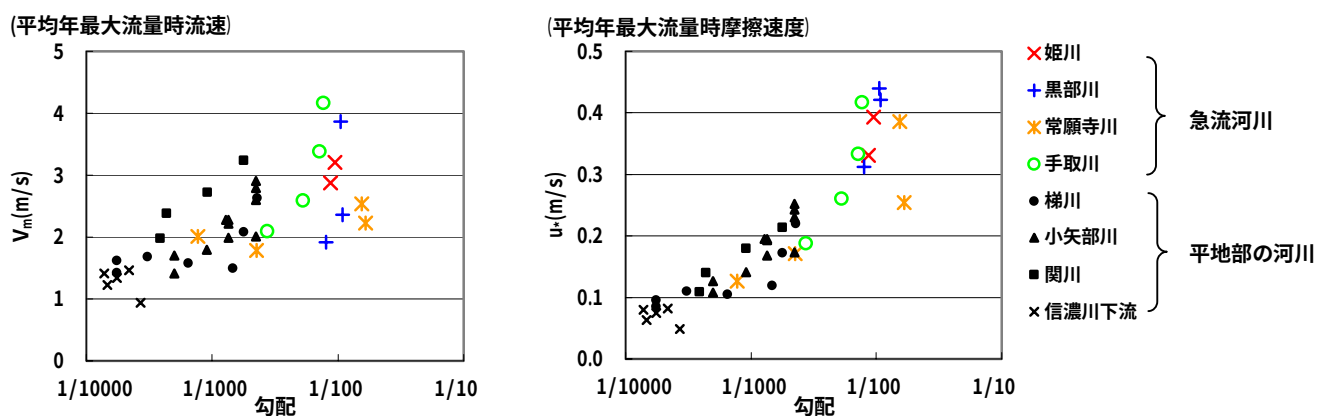


図 2.1 既往洪水にける降雨ハイドログラフと流量ハイドログラフ

※ 雨量は各地点上流域平均雨量

2.2 洪水の流下特性

急流河川は、洪水時の流れのエネルギーが大きく、平均年最大流量時の流速は 2～4m/sec、摩擦速度は 0.2～0.4m/sec と、平地部の河川の数倍の土砂移動能力を有している。また、砂州の移動が大きいため、みお筋は固定されていない場合が多く、単列・複列の砂州が形成されている。さらに、洪水中は砂州の移動、河床高の変化等を伴うため偏流や流れの集中等の乱れを発生させている。



1989 年



1998 年

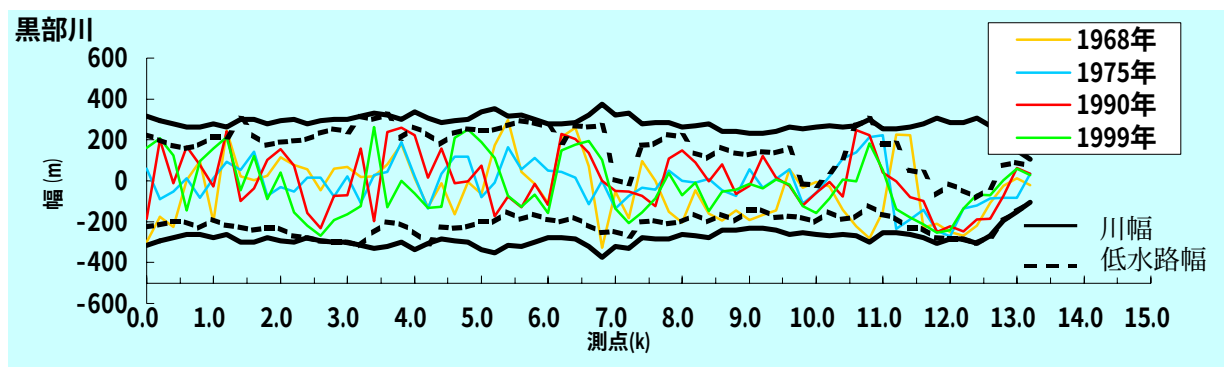


図 2.2 砂州及びみお筋の経年変化図(黒部川)

2.3 破堤特性

(1) 破堤要因

平地部の河川における破堤の主な原因は、越水及び漏水によるものであり、破堤の危険性の高い箇所をある程度特定することが可能である。それに対し、急流河川における破堤の主な原因は、洪水中の砂州の移動による偏流や流れの集中による侵食・洗掘によるものであり、洪水中の砂州の移動が大きい急流河川においては、みお筋が固定しないことから破堤地点を予測・特定することが困難である。

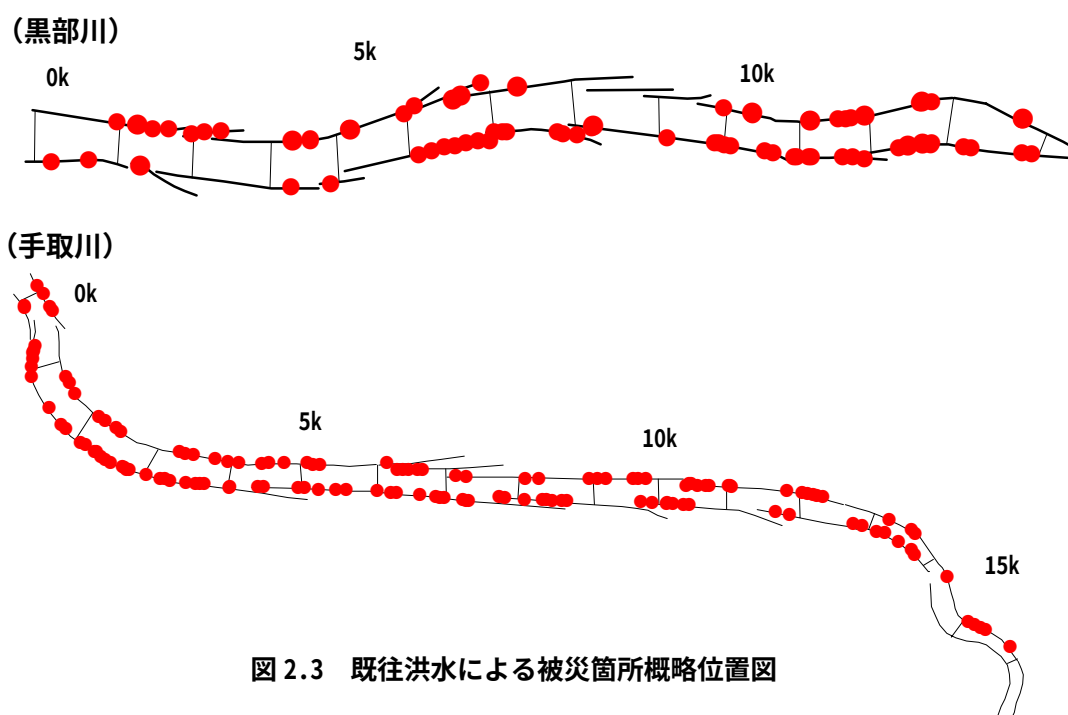


図 2.3 既往洪水による被災箇所概略位置図



図 2.4 砂州及びみお筋の変化(庄川 14.0～16.6k 付近)

(2) 破堤幅

急流河川における破堤実績から破堤幅と川幅の関係を図 2.5 に整理した。この図より、破堤幅は概ね河道流下幅相当であると考えられる。

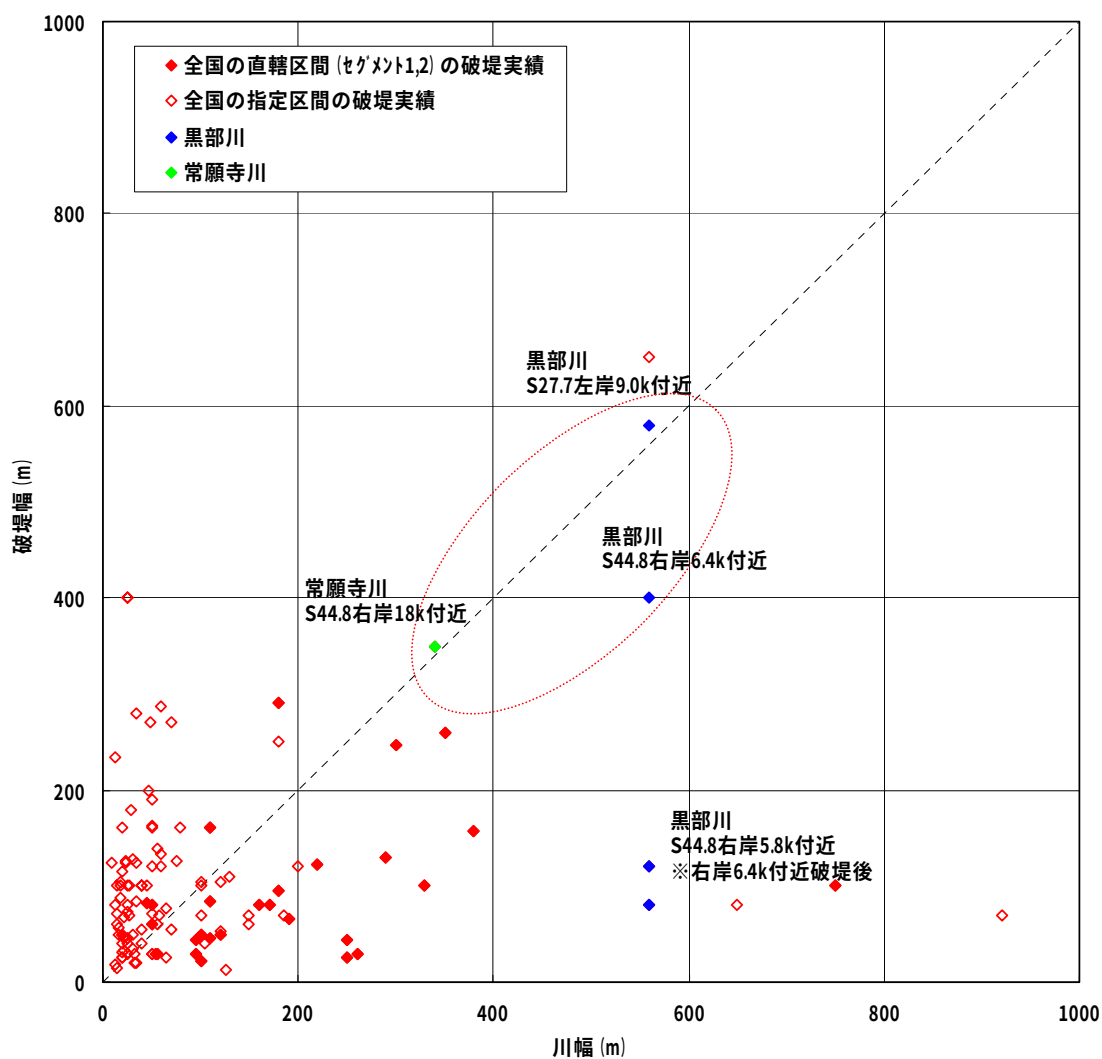


図 2.5 急流河川における破堤幅と川幅の関係

(3) 破堤敷高

破堤が生じた場合の破堤口の最終的な高さ（破堤敷高）は、広い高水敷が形成されている平地部の河川では高水敷高または堤内地盤高程度である。これに対し、急流河川では、洪水流の堤防侵食力が大きく破堤口が河床高付近まで侵食・洗掘されている場合が多い。

(4) 破堤速度

急流河川における破堤実績を見ると、堤防の欠壊開始から 30 分程度の僅かな時間で破堤し、短時間のうちに最終的な破堤幅及び破堤敷高に達している事例がある。

急流河川における破堤の主な原因は、侵食・洗掘であることから、破堤に至る場合には、堤防が侵食・洗掘によって徐々に薄くなり、最終的に破堤するのが殆どと考えられる。したがって、破堤すると短時間のうちに最終的な破堤幅及び破堤敷高に達すると考えられる。



平成 10 年 9 月 16 日に台風 5 号の影響により、荒川流域では総雨量が 270mm 以上と平成元年以来の大出水となった。このため、八木田観測所では水位が警戒水位の 1.2m を越え、1.69m まで達した。

この出水で、日の倉橋上流右岸の堤防が破堤し、氾濫水が下流の工場地帯までおよんだ。また、日の倉橋上流左岸においても堤防洗掘が発生した。

図 2.6 阿武隈川支川荒川の破堤状況

2.4 氾濫流の流下特性

平地部の河川における氾濫流は拡散し、低地部に湛水する傾向が見られる。急流河川における氾濫実績を見ると、氾濫流は地盤高の低い方向へ、すなわち河道沿い付近を中心に等高線と直角の方向に直線的に、地盤勾配に応じた速い速度で流下する。また、微地形の影響を受けやすく、旧河道や用排水路等のやや地盤が低い箇所を流下する傾向にある。

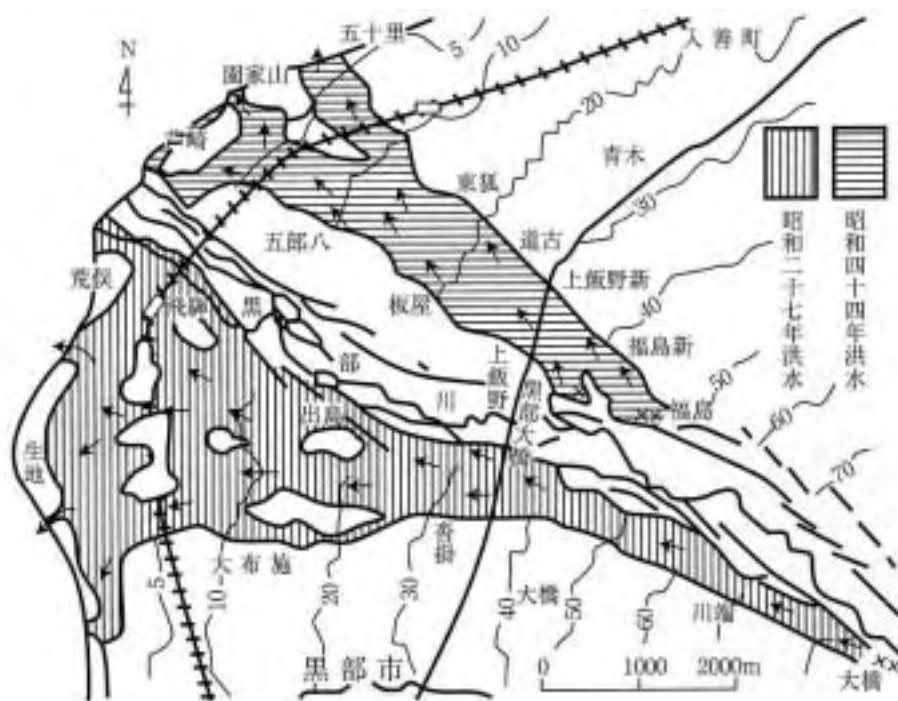
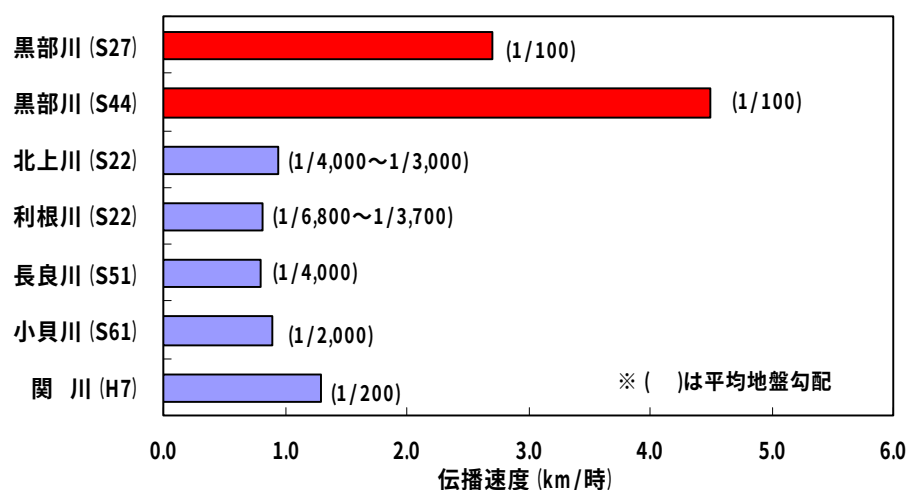


図 2.7 黒部川における実績氾濫状況



- 1) 黒部川：当時の新聞記事より
- 2) その他の河川：土木研究所資料 3536 号「洪水による死亡リスクと危機回避」より

図 2.8 破堤に伴う氾濫水の伝播速度

3. 急流河川における氾濫シミュレーション

3.1 氾濫シミュレーションにおける留意事項

氾濫シミュレーションを実施する際には、河川・流域の持つ特性を十分反映し、破堤条件や氾濫条件を設定する必要がある。以下に、急流河川において氾濫シミュレーションを実施するに際して、留意すべき主な事項を整理する。なお、モデルの作成方法、氾濫シミュレーションの実施方法、流下能力評価の手法を含めた浸水想定区域図・参考図の作成については、次節以降で詳述する。

表 3.1 急流河川における氾濫シミュレーション実施に際しての留意事項

項 目		留 意 事 項	
破堤地点	破堤地点	河川の量的安全度（流下能力）だけでなく、河岸や堤防の洪水流に対する抵抗力なども考慮して適切な破堤地点を想定する必要がある。特に、急流河川では洪水流の偏流による洗掘・侵食により破堤氾濫する場合が多いことに留意する必要がある。	
	破堤開始水位	破堤開始水位は実績値がある場合はそれらを参考とするなどして、河川特性に応じた適切な破堤開始水位を設定する必要がある。特に急流河川では水位が計画高水位以上となっていなくても破堤に至る場合があることに留意する必要がある。	
	破堤幅	破堤幅は実績値がある場合はそれらを参考とするなどして、河川特性に応じた適切な破堤幅を設定する必要がある。特に急流河川では破堤により河道が付け替ったように氾濫域を流下する場合があることに留意する必要がある。	
	破堤敷高	破堤敷高は既往の破堤特性を参考に、適切な最終破堤敷高を設定する必要がある。特に急流河川は天井川となっていることが多いことから過去の破堤実績でも堤内地盤高程度まで破堤している場合が多いことに留意する必要がある。	
	破堤速度 (時間進行)	既往の破堤特性を参考に、適切な破堤速度（時間進行）を設定する必要がある。特に急流河川では破堤が開始するとすぐに最終の破堤敷高まで侵食される場合が多い。	
	越流量	越流については横越流を基本とするが、勾配等地形条件によっては正面越流を用いる場合もある。	
氾濫シミュレーションに関する考え方	氾濫モデル作成の考え方	全般	急流河川では微地形により氾濫水の流れが規定される。このため、以下の観点から適切なモデル作成を行う必要がある。
		メッシュサイズ及び地形情報	微地形が反映されるようなメッシュサイズとして、各メッシュの標高により微地形を表現する必要がある。
		障害となる構造物のモデル化	微地形が反映されるようなメッシュサイズとして、各メッシュの標高又は構造物として考慮が必要な構造物の表現を行う必要がある。
		氾濫域内の粗度係数	現地の土地利用状況等を確認し、適切な粗度係数を設定する必要がある。
	氾濫シミュレーション結果の分析に関する考え方		解析結果の評価は、微地形を現地で確認しつつ行う必要がある。 既往の破堤・氾濫実績がある場合には、検証計算を実施し、シミュレーション結果の妥当性を確認しておく必要がある。

3.2 氾濫シミュレーションモデルの作成

氾濫シミュレーションの標準的な計算手法は、メッシュによる二次元不定流計算である。但し、氾濫原の地形条件等からみてそれが不適当な場合には他の方法を用いる場合も考えられる。以下に、氾濫シミュレーションモデル作成に関する基本的な考え方を整理する。

(1) 対象氾濫原の設定

1) 対象とする氾濫原

既往の洪水氾濫危険区域等の検討結果を参考として、対象洪水による各破堤地点に対応する最大浸水区域を包含できるように、対象氾濫原を設定する。一般に各氾濫想定地点に対応する最大浸水区域は、地形条件により規定されるが、河口付近の低位部では、隣接する河川の堤防等の人工的な構造物や、砂丘等の自然地形によって浸水区域が規定される場合等があり、既往の氾濫シミュレーション結果、治水地形分類図における氾濫平野、河川の計画高水位、地形標高の関係等をもとに、浸水する可能性のある区域を対象氾濫原として設定する必要がある。

2) 氾濫シミュレーションモデルにおける氾濫原の想定

氾濫による浸水深を正確に表現するためには、氾濫シミュレーションモデルにおいて、地形標高や二線堤となる連続盛土構造物、氾濫水の拡散を左右する中小河川等の堤防を考慮する必要がある。このため、地形や道路等の連続盛土構造物については、氾濫計算の結果に影響する比高が 50cm 程度以上の盛土構造物を把握する。

なお、中小河川の堤防高を越える規模の氾濫となるような場合には、中小河川等の水路は満杯（連続盛土と同じ扱い）として取り扱うなど適切に条件を設定する必要がある。

(2) メッシュの大きさ

氾濫計算時のメッシュの大きさは、氾濫域の地形勾配等に留意して、実現象を表現できるよう適切に設定する必要がある。また、後述するが、氾濫域内の比高が 50cm 以上の盛土構造物をモデルに組み込むため、少なくともメッシュ間の標高差が 0.5m 以下となるように設定する必要がある。

そのため、急流河川におけるメッシュ長は、「氾濫シミュレーションマニュアル（案）」にもとづき、氾濫域の地形勾配を考慮した 50m メッシュを基本とする。ただし、必要に応じてメッシュ間隔をさらに小さくすることについて検討する必要があるが、メッシュの大きさに見合うだけの平均地盤高データが得られなければならない。

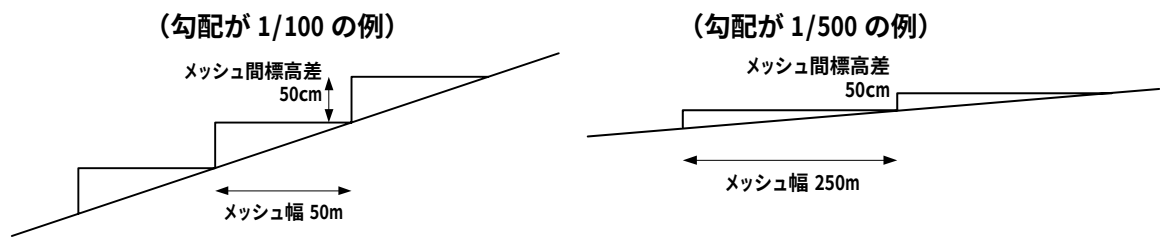
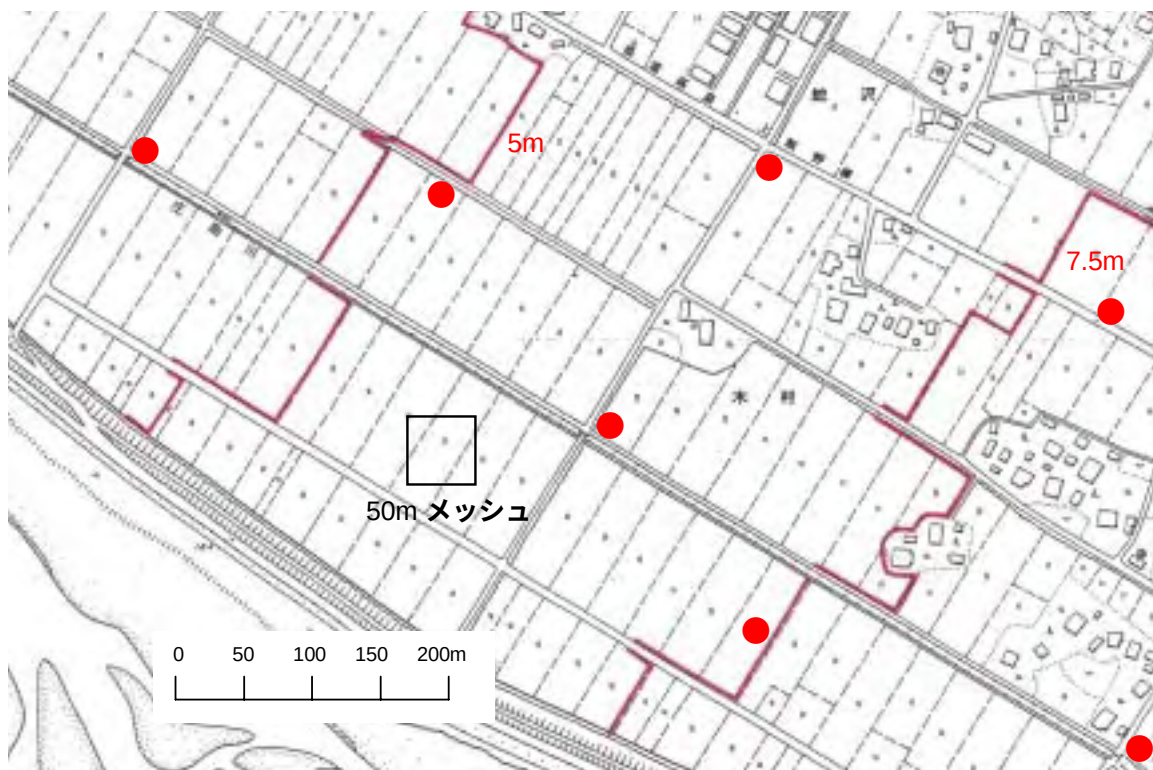


図 3.1 メッシュの大きさとメッシュ分割間の標高差の関係



標高データが 4ha に 1 点程度、等標高線も 2.5m ピッチと粗いことから、メッシュ幅を極端に小さくしたとしても微地形を十分に表現できるものではない。

図 3.2 都市計画図における標高データ例

(3) 平均地盤高データの設定

地盤高調査の方法は、一般的には 1/2,500 等の大縮尺の都市計画図、または国土基本図（国土地理院）を用いてメッシュ内の単点（50m 間隔を基本とする）の地盤高及びメッ

シュ4隅の地盤高を平均して算出する方法がある。このとき、図面は極力最新のものを使用し、さらに、連続盛土構造物の天端高等メッシュ内の土地標高を代表しない点を除くとともに、地盤高が図面上に表示されていない場合には、必要に応じて現地踏査を実施するなど、極力地形標高を忠実に表現できるように努める必要がある。

また、図面の代わりに「数値地図 50m メッシュ（標高）（(財)日本地図センター）」等を用いることもできる。ただし、数値地図の標高データは 1/25,000 地形図をベースに設定された関数にもとづいて格子点標高を求めているので、1/25,000 地形図において等高線がまばらにある低位部の地域や、標高が急変する氾濫区域境界では精度が低下する可能性があるので注意を要する。数値地図の標高データを用いる場合には、それらの区域や河道沿いのメッシュについて適宜大縮尺の図面等によりチェックする必要がある。

近年、航空レーザスキャナ等を用いた地盤高データが整備されており、これらを地盤高データとして用いることも有効であると考えられる。

(4) 土地利用状況、建物占有率等の調査

氾濫シミュレーションの実施に当たっては、流域の粗度を設定する必要がある。このため、流域の土地利用状況や建物占有率等についても、メッシュ毎に調査・整理しておく必要がある。

3.3 氾濫シミュレーション

急流河川を対象とした氾濫シミュレーションに関する基本的な考え方及び留意点を以下に整理する。

(1) 氾濫シミュレーションの基本的な考え方

1) 対象洪水波形

氾濫シミュレーションを行う対象洪水波形は、一般に基本高水の検討等で使用した流出計算法を用いて算出される。

計画降雨時の氾濫シミュレーションを実施する場合には、対象洪水波形を算出する際に用いる降雨ハイエトグラフは、基準地点の基本高水ピーク流量を決定しているものが用いられる。但し、河道区間や支川によってピーク流量を決定している降雨ハイエトグラフが異なる場合には、当該河道区間や支川のピーク流量を決定している降雨ハイエトグラフも対象となる。

2) 氾濫想定地点の設定

浸水想定区域図の包絡図作成に当たっては、氾濫原の最大浸水深及び氾濫流の最短到達時間を捉える必要があり、対象洪水流量が破堤氾濫開始流量に達したすべての危険箇所破堤氾濫させた場合と同等の浸水区域となる地点を破堤氾濫想定地点として設定する必要がある。

氾濫想定地点の設定に当たっては、はん濫ボリュームが大きくなる個所が重要であることから、次の事項を考慮する必要がある。

- 氾濫開始流量が小さい個所
- 破堤氾濫開始水位と破堤敷高の比高が大きい地点
- 破堤幅が大きくなる合流点近傍

また急流河川では、洪水流による河岸の侵食・洗掘が破堤を引き起こす場合が多く、氾濫流の特性により破堤地点の僅かな違いによって浸水区域や氾濫流の到達時間が大きく異なる場合がある。従って、河道の流下能力に加え堤防の侵食・洗掘に対する抵抗力等も評価し、総合的に氾濫想定地点を設定する必要がある。

3) 氾濫シミュレーション実施に当たっての留意点

氾濫原で被害最大（最大浸水深、最大流速、はん濫流の最短到達時間）となる氾濫状況を解析するに当たって、考慮すべき事項は以下のとおりである。

① 上流部での越水（溢水）氾濫

氾濫想定地点で与える流量ハイドログラフは、各氾濫想定地点において現状の河道条

件で生じる可能性のあるものの中で最もピーク流量の大きくなる流量ハイドログラフとする。

氾濫想定地点より上流部において越水（溢水）氾濫が生じると想定される場合で、拡散型の氾濫等で氾濫水が対象河川に戻ってこないような場合には、越水氾濫による流下流量の減少を考慮した流量ハイドログラフをはん濫想定地点において与える。

但し、越水氾濫しても氾濫水が支川や地形的な要因等から対象河川に復する場合（霞堤や閉鎖型はん濫区域等）で下流への影響が微少なものについては考慮を必要としない。また、水防活動や河川の維持管理等によって越水が防止できると想定される場合などについては、実現可能な対策による越水防止効果を適切に評価し、下流への流下流量を評価する。

② ダムや放水路等の取り扱い

流出計算は浸水想定区域を指定する時点のダムや放水路等による洪水調節を含めて計算する。このとき、調節方法は、現行の操作規則による。また、氾濫想定地点よりも上流部に位置する排水機場等についても、現況の整備状況及び操作規則を考慮して河川への流入量を評価する。氾濫シミュレーションは、設定した氾濫想定地点の数だけ行うものとする。

4) 氾濫の可能性の想定

各地点の流量が氾濫開始流量に達した時に有堤部においては破堤氾濫、無堤部においては溢水氾濫させるものとする。

(2) 危険箇所の抽出

急流河川は、破堤に至るメカニズムが平地部の河川とは異なり、砂州の移動や河床高の変化等に起因する偏流による河岸の侵食・洗掘等が破堤の主な原因であり、低い水位でも破堤する恐れがある。また、破堤する可能性がある地点は全川にわたっている。

そこで急流河川の氾濫シミュレーションにおいては、河川特性にもとづき、次の 2 種類の破堤を想定し、破堤の可能性がないと判断できる箇所以外は全て危険箇所として選定するものとする。

1) 堤防の量的安全性（洪水の疎通能力）評価による破堤

堤防が洪水を安全に流下させることのできる高さを超えた水位で破堤が生じるものとし、平地部河川と同様の考え方で、計画対象流量を量的に安全に流下させることのできない地点を危険箇所とする。

2) 堤防の質的安全性（耐堤防侵食）評価による破堤

洪水時の砂州移動に伴う偏流等による局所洗掘や側方侵食に対して十分な抵抗力を有しない堤防は破堤するものとし、計画対象流量の洪水時における最深河床高及び側方侵食に対して十分な堤防護岸が整備されている箇所、あるいは侵食破堤するおそれのない山付部等の箇所以外の全ての箇所を危険箇所とする。（参考資料「2. 急流河川における洗掘・側方侵食に対する安全評価方法（案）」参照）

(3) 氾濫開始流量

破堤による氾濫は、氾濫の起こるおそれのある水位以上の流量が流下したときに生じるものとする。

氾濫の起こるおそれのある水位の評価については、当該個所における堤防の高さ、浸透・漏水対策の有無、侵食対策の有無等の整備 状況並びに当該個所周辺の河道の整備状況を勘案し、適切に行う必要がある。

氾濫の起こるおそれのある水位の算定については、原則として河道計画に用いられる計算法によって実施するものとする。なお、氾濫のおそれのある水位は、改修事業の進捗等、状況の変化に応じて適切に見直しを行う必要がある。

1) 流下能力把握に当たって対象とする河道

氾濫開始流量を算定するに際に対象とする河道は、算定時の現況河道を対象とする。

2) 破堤氾濫開始流量把握のための条件

① 水理解析手法

河道計画で用いる水理解析手法により破堤氾濫開始流量を算定する。現在のところ、大河川の河道計画では低水路と高水敷間の相互干渉（境界混合）を考慮した不等流計算（準二次元不等流計算）が一般的に用いられているので、大河川では準二次元不等流計算を基本とする。

② 水理条件

現況河道の破堤氾濫開始流量を判断する際の水理条件としては、河道計画での現況河道流下能力算定条件を用いる。具体的には出発水位、粗度係数、樹木群などの死水域の範囲、境界混合係数、橋梁等の構造物による堰上げ、砂州や小規模河床波、河道の湾曲による水位上昇、支川合流による水位上昇等について、河道計画との整合を図る必要がある。

3) H－Q式の作成

上述の水理解析手法並びに水理条件により、現況河道における流量（Q）規模ごとの水位（H）を計算し、 $Q=a(H+b)^2$ 形式等のH－Q式を作成する。

4) 氾濫開始流量の評価

対象河道の各断面について、堤防が完成している個所については計画高水位（HWL）を H_1 とするが、堤防が完成していない箇所については、洪水流を安全に流下させることが出来る水位（スライドダウン堤防高－余裕高）を H_1 とする。その H_1 に対応する流量 Q_1 を $H-Q$ 式から算定し、氾濫開始流量とする。なお、水位が H_1 に達しない場合には、計画上生起し得るピーク流量を氾濫開始流量とする。有堤区間については、対象とする洪水の水位が H_1 を越えた瞬間に破堤氾濫が生じるものとするが、堤防の整備を要しない個所については、堤内地盤高を越えたときに氾濫が生じるものとする。

5) 留意点

以上の氾濫開始流量の算定において、堰等の構造物の影響により流下能力が著しく過大又は過小に評価される場合には、水理計算結果から機械的に $H-Q$ 式を作成することなく、適正な流下能力評価となるよう当該区間の水理特性を勘案して、必要に応じて $H-Q$ 式を補正したり、後述する氾濫想定地点から除くなどの配慮を行う。

(4) 氾濫流量の算定方法

氾濫シミュレーションを実施する場合の氾濫流量は、次のように算定する。

1) 氾濫流量

氾濫流量は、氾濫想定地点における河川水位と背後の堤内地浸水位及び破堤敷高との関係から越流計算により算定する。

2) 河川水位

河川水位は、河道不定流計算により算定する。ただし、氾濫の可能性を判断する水位は、河道計画との整合を図るため、河道不定流計算による流量から、前述の河道計画に用いられている水位計算法による $H-Q$ 式により換算した水位を用いる。

3) 河道洪水追跡

破堤氾濫流量は横流出として扱い、適切な越流状態を想定する。

以上の計算においては、氾濫流量が河川水位のみにより決まる場合を除き、河道不定流計算と氾濫シミュレーションを一体的に実行する必要がある。

(5) 破堤条件等の設定

急流河川の破堤、氾濫特性の整理結果及び既往の知見等より、現時点で妥当と考えら

れる破堤条件設定方法の一般的な考え方を以下に示す。破堤条件の設定方法の差異により氾濫流の流下特性が大きく変化することから、現地河川の破堤・氾濫実績等を参考に適切な条件設定を行う必要がある。また、今後の調査研究により、破堤条件の精度向上も図っていく必要がある。

1) 越水幅

氾濫想定地点における堤防天端からの越水幅は、後述する破堤幅か、直下流破堤地点までの距離のいずれか小さい方とする。

2) 破堤幅

破堤幅は、実績値がある場合はそれを参考として設定する。実績値がない場合は急流河川における破堤幅は、直轄区間の破堤実績を見ると、急流河川では河道幅と破堤幅が同程度となっていることから、河道の流下幅と同程度を破堤幅とすることとし、流量規模（水位）に応じた適切な破堤幅を設定する。

一方、県区間などの川幅の狭い急流河川では破堤幅が川幅以上となっている事例が見られることから、川幅（河川の大きさ）により想定する破堤幅を変更する必要がある。従って、川幅の狭い河川（100m 程度以下）では「浸水想定区域図作成マニュアル」にもとづき破堤幅を設定するものとする。

破堤幅 $y(m)$ と川幅 $x(m)$ の関係式

- 合流点付近の場合 : $y = 2.0 \times (\log_{10} X)^{3.8} + 77$
- 合流点付近以外の場合 : $y = 1.6 \times (\log_{10} X)^{3.8} + 62$

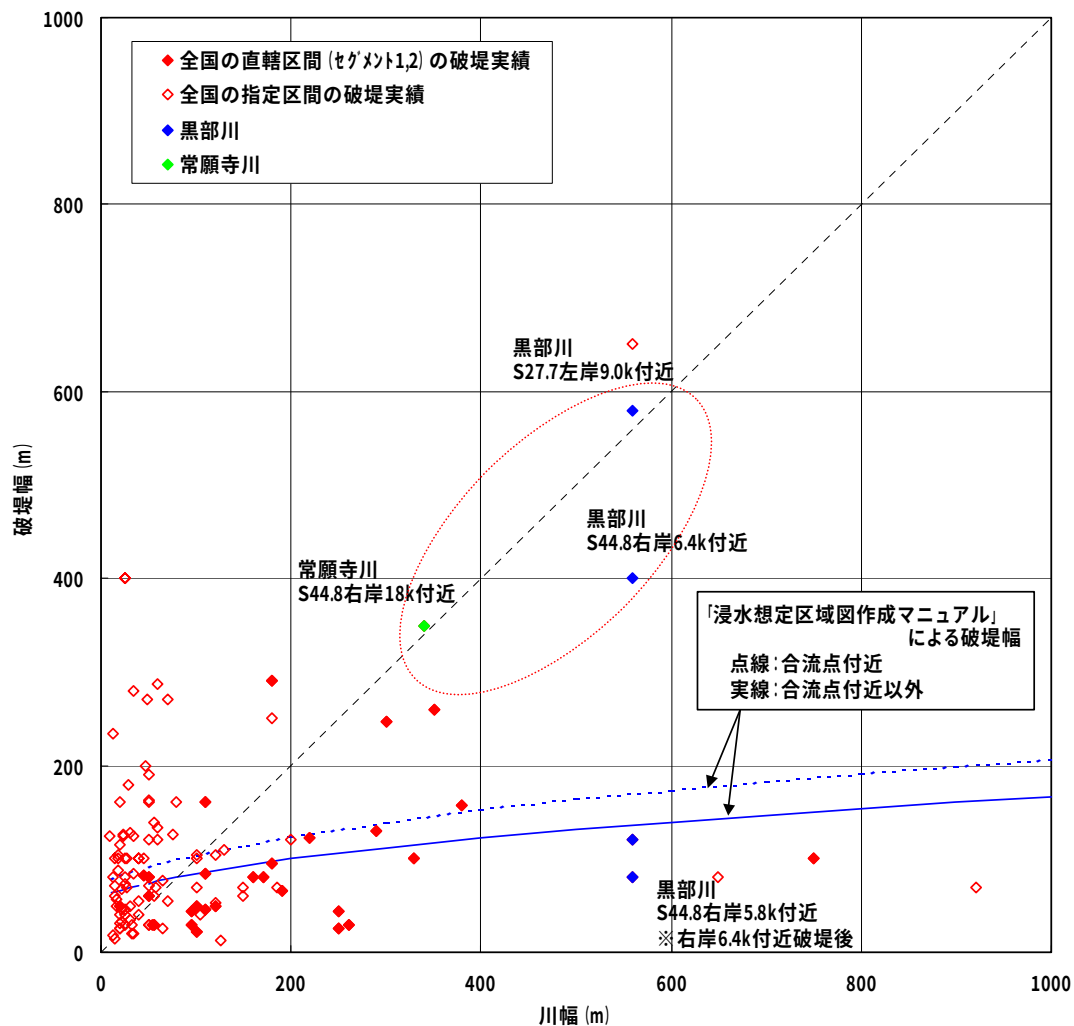


図 3.3 急流河川における川幅と破堤幅の関係

3) 破堤敷高

急流河川においては、洪水時の侵食・洗掘によって破堤箇所は河床高まで低下しているケースが多いことから、破堤が生じれば堤防全てが破壊されるものと推定される。

従って、堤防は基部まで破堤するものとし、堤防位置における堤内地盤高と河道河床高のいずれか高い方を破堤敷高とすることが適切である。

4) 破堤の時間進行

急流河川の破堤実績では、破堤開始から最後の破堤幅となるまでの時間が短いことから、破堤が開始すると瞬時に破堤幅まで侵食されるものとする。

急流河川では、一般に破堤幅、破堤敷高は瞬時に 3) の敷高となるものとする。

5) 施設の扱い

氾濫現象に影響を及ぼす可能性のある施設については次の点を考慮して、可能な限り氾濫シミュレーションモデルに組み込む必要がある。

① 盛土

大規模な盛土構造物は氾濫流に影響を及ぼすことから、平均地盤高からの比高が50cm以上のものは、モデルに組み込む必要がある。具体的には堤防、二線堤（霞堤を含む）、鉄道、主要な道路やその他の盛土等である。

盛土は氾濫シミュレーションの計算メッシュ上では、盛土の横切るメッシュ境界に配置することから、盛土は平面的に見て階段状に配置されることになる。なお、盛土の中に大規模なボックスカルバート等の氾濫水を流下させる構造物が存在する場合には、オリフィスとして扱うなど氾濫計算において考慮する必要がある。

② 水路

中小河川の堤防高を越える規模の氾濫となるような場合は、水路満杯（連続盛土と同じ扱い）として取り扱うことも可能である。但し、築堤がなくメッシュ幅の1/4程度以上の大きな水路については、別途水路網としての計算を行う必要がある。

6) 越流量及び施設からの流出量

越流量は当該個所の河道線形と洪水時のみお筋の関係等から、適当と判断される越流公式を採用する。急流河川では、横越流を基本とするが、勾配等地形条件によっては正面越流を採用することもある。なお、越流公式による計算は、河道流量との収支を一切考慮していないため、場合により過大な越流量が計算されることがある。したがって、越流公式により求めた越流量 Q_B が破堤敷高以上の流量 Q_D より小さいことを確認し、大きい場合には $Q_B = Q_D$ とする等の制御が必要である。また、堤内の水位が河道の水位より大きい場合には、堤内から河道へ逆流するものとする。

① 横越流の場合 以下の公式を用いて越流量を算出する。

本間の公式による流量を Q_0 とし、河床勾配を I とすると越流量 Q は以下で表される。ただし、 $\cos$ のカッコ内の単位は $^{\circ}$ である。

● 破堤に伴う氾濫流量 Q

$$\begin{aligned} I > 1/1,580 \quad Q/Q_0 &= (0.14 + 0.19 \times \log_{10}(1/I)) * \cos(48 - 15 \times \log_{10}(1/I)) \\ 1/1,580 \geq I > 1/33,600 \quad Q/Q_0 &= 0.14 + 0.19 \times \log_{10}(1/I) \\ 1/33,600 \geq I \quad Q/Q_0 &= 1 \end{aligned}$$

- 溢水に伴う越流量 Q

$$I > 1/12,000 \quad Q/Q_0 = \cos(155 - 38 \times \log_{10}(1/I))$$

$$1/12,000 \geq I \quad Q/Q_0 = 1$$

② 正面越流の場合 本間の公式を用いて越流量を算出する。

本間の公式

$$\text{完全越流}(h_2/h_1 < 2/3) \text{の時} \quad Q = 0.35 \times h_1 \sqrt{2gh_1} \times B$$

$$\text{潜り越流}(h_2/h_1 \geq 2/3) \text{の時} \quad Q = 0.91 \times h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \times B$$

ただし、 h_1 、 h_2 は破堤敷高から測った水深で、高い方を h_1 、低い方を h_2 とする。

7) 粗度

計算モデル及び流域の土地利用状況、過去の洪水実績等から総合的に判断するものとする。なお、「氾濫シミュレーションマニュアル（案）」に記載されている粗度を水深と建物占有率との関数で表す方法も参考とする。

参考) 粗度を水深と建物占有率との関数で表す方法

出典：「氾濫シミュレーションマニュアル（案）」建設省土木研究所 H8.2

$$n_0^2 = \frac{n_1^2 A_1 + n_2^2 A_2 + n_3^2 A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$n_1 = 0.060$ （農地における粗度）

$n_2 = 0.047$ （道路における粗度）

$n_3 = 0.050$ （その他の土地利用における粗度）

n_0 ：底面粗度係数

A_1 A_2 A_3 ：それぞれの土地利用面積

$$n^2 = n_0^2 + 0.020 \times \frac{\theta}{100 - \theta} \times h^{\frac{4}{3}}$$

θ ：建物占有率 h ：水深 n ：合成粗度係数

8) 計算時間間隔の設定

計算が安定する範囲で計算時間（計算にかかる費用）を考慮して計算時間間隔を設定する。なお、氾濫原内の小さな水路を取り込んだ場合、計算の不安定化につながるおそれがあるので、小さな水路の取捨には十分留意する。

(6) 氾濫シミュレーションの検証

既往の破堤実績がある河川においては、当時の破堤・氾濫状況を再現し、氾濫シミュレーションにより算出された浸水範囲や浸水深等の妥当性を確認しておくことが重要である。

検証のために必要なデータは下表の通りである。これらのデータは、既往文献、新聞記事、地元古老からのヒアリング調査等により整理する。

表 3.2 氾濫シミュレーションの検証のために必要なデータ

破堤に関する項目	氾濫に関する項目
• 河道状況 • 破堤地点 • 破堤幅 • 破堤敷高 • 破堤速度 • 越流水深	• 堤内地の状況 • 破堤時刻 • 浸水範囲 • 浸水深 • 氾濫流の到達時間 • 氾濫流の速度 • 氾濫流の方向

3.4 浸水想定区域図・参考図の作成

ここでは、浸水想定情報の作成に関する留意点、一般的な表示項目・表示方法等について整理する。

(1) 表示項目及び表示方法

複数の破堤地点を想定した氾濫シミュレーション結果の表示方法には、

- ① 想定外力に対する浸水被害発生の可能性の最大を示すための、全破堤地点からの氾濫シミュレーション結果の最大包絡値
- ② 特定の地点で破堤が生じた場合に想定される最大の浸水被害状況を示すための、破堤地点毎の氾濫シミュレーション結果の最大値
- ③ 特定の地点で破堤が生じた場合に想定される詳細な浸水被害状況を示すための、破堤地点毎の氾濫シミュレーション結果の時系列変化

の 3 通りが考えられる。これら情報は、その利用目的や利用者のニーズ等に応じて、適切に提供する必要がある。

また、表示する項目には以下のものが考えられる。表示項目についても、破堤及び氾濫流の特性、情報を利用する対象等を考慮する必要がある。なお、避難の困難度や家屋倒壊の可能性などは、利用者が情報の持つ意味を誤解したり誤った利用をされないよう、説明の方法を工夫するなどして情報の持つ意味を適確に伝えることが必要となる。

<表示項目>

- 水深
- 流速
- 氾濫流の到達時間
- 歩行困難度
- 家屋倒壊の可能性
- 浸水継続時間 等

以下に、一般的な表示方法についてまとめる。

1) 水深

浸水した場合に想定される水深（浸水深）は、浸水深のランク別の等深線をもって表示する。標準的な浸水深のランク分けは、次表の通りである。但し、地域の浸水の危険度や使用目的に応じて設定する必要がある。なお、浸水想定区域図の公表及び浸水想定情報の活用にあたっては、浸水深はメッシュの平均値であり、場所によっては表示以上の深さとなることに留意し、明記する必要がある。

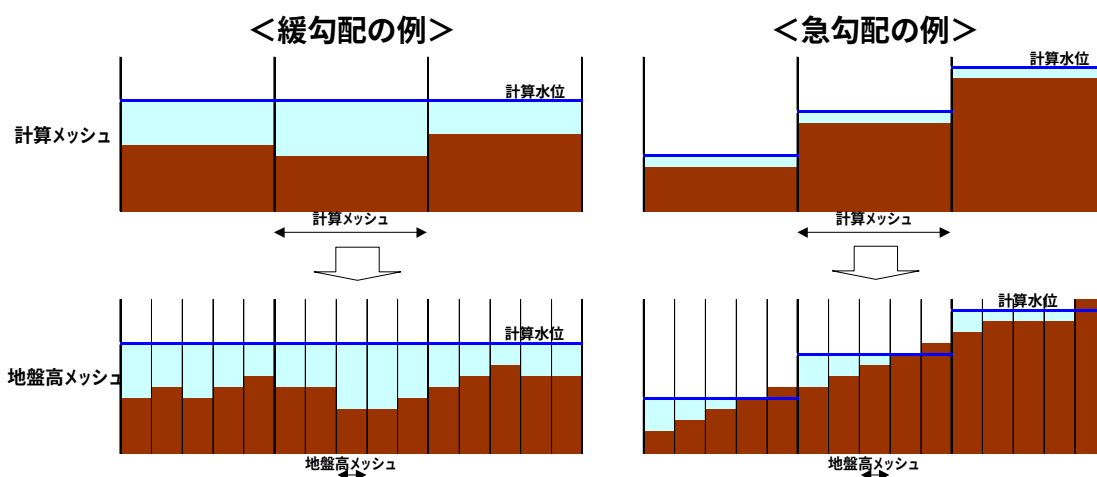
表 3.3 浸水深と浸水の目安

ランク	浸水深	浸水の目安
1	0.5m	大人の膝までつかる程度
2	1.0m	大人の腰までつかる程度
3	2.0m	1 階の軒下まで浸水する程度
4	5.0m	2 階の軒下まで浸水する程度

出典：「洪水ハザードマップ作成要領解説と運用改訂版」
(平成 12 年 9 月，河川局治水課)

【計算メッシュ間隔と表示メッシュ間隔が異なる場合の留意点】

一般に、浸水深は計算メッシュの浸水位から地盤高メッシュの地盤高を差し引いて地盤高メッシュ毎に表示される。しかし、計算メッシュと地盤高メッシュの大きさが異なる場合には、地盤高メッシュ毎に浸水深を表示したときに実現象にそぐわないことがあるため留意する必要がある。



＜計算結果の表示例＞



〔計算メッシュ〕 250m
〔地盤高メッシュ〕 250m



〔計算メッシュ〕 250m
〔地盤高メッシュ〕 50m

2) 流速

最大流速は、流速のランク別に表示する。流速の標準的なランク分けは以下の通りであるが、地域の浸水の危険度や使用目的に応じて設定する必要がある。なお、浸水想定区域図の公表及び浸水想定情報の活用にあたっては、流速はメッシュの平均値であり、道路上や水路、ボックスカルバート等の構造物付近では、表示以上の流速が発生する可能性があることに留意し、明記する必要がある。また、下記の避難の可能性は成人男子を対象としているため、これを用いる際には特に注意が必要である。

表 3.4 流速と水深による避難の可能性の目安

ランク	流 速	避難の可能性
1	～ 0.5m/s	水深が腰以下のとき避難可能
2	0.5m/s ～ 1.5m/s	水深が膝以下のとき避難可能
3	1.5m/s ～	安全な避難は困難

出典：「洪水ハザードマップ作成要領解説と運用改訂版」
(平成 12 年 9 月，河川局治水課)

3) 氾濫流の到達時間

避難基準や避難場所を考える上で、氾濫流の到達時間が有力な情報となる。

氾濫流の到達時間は、到達時間のランク別に表示する。到達時間の標準的なランク分けは以下の通りであるが、地域の浸水の危険度や使用目的に応じて設定する必要がある。なお、浸水想定区域図の公表及び浸水想定情報の活用にあたっては、氾濫流は、用排水路等を流下し、表示以上に早く到達する可能性があることに留意し、明記する必要がある。

表 3.5 氾濫流到達時間のランク分けの例

ランク	氾濫流の到達時間
1	0 ～ 30 分以内
2	30 分 ～ 1 時間以内
3	1 ～ 2 時間以内
4	2 時間 以上

出典：「洪水ハザードマップ作成要領解説と運用改訂版」
(平成 12 年 9 月，河川局治水課)

4) 歩行困難度

破堤による氾濫が発生した場合、氾濫流が到達する前に避難を完了することが望ましく、最大水深や最大流速等により避難が困難となることを示し、浸水前の早期避難を促す必要がある。しかし、万一逃げ遅れた場合などは、浸水が始まった状態でも避難を行うケースも考えられるため、浸水情報のひとつとして「歩行困難度」を定義することも考えられる。整理した情報は、避難場所や避難ルートを選定に活用可能である。

ここで示している「流速と水深による避難の可能性の表現例」及び情報提供例は、成人男子を対象としているため、要援護者（子供や老人等）の避難計画にとっては危険側の情報となるため、取り扱いには注意を要する。

表 3.6 流速と水深による避難可能性の表現例

浸水深 流速	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$H < 0.5$
$1.5 \leq V$	不可能	不可能	困難
$0.5 \leq V < 1.5$	不可能	困難	可能
$V < 0.5$	困難	可能	可能

出典) 末次忠司；「氾濫原管理のための氾濫解析手法の精度向上と応用に関する研究」
九州大学学位論文 1998

表 3.7 流速と水深による避難可能性の表現例（2）

ランク	備考
～0.5m/s	水深が腰以下のとき避難可能
0.5m/s～1.5m/s	水深が膝以下のとき避難可能
1.5m/s～	安全な避難は困難

注) 河川洪水に対するリスクイメージの実態」
(群馬大学工学部 片田敏孝) による

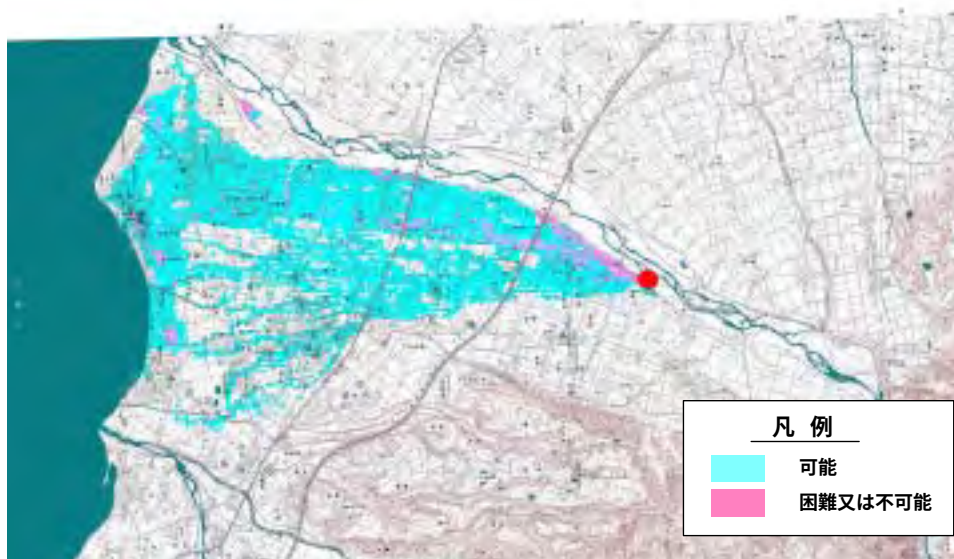


図 3.4 歩行困難度の表示例

5) 家屋倒壊の可能性

洪水前及び洪水時の危機管理、災害に強いまちづくりの観点から、外力と家屋被害の関係について整理する必要があると考えられる。整理した情報は、避難施設や家屋等の安全性確認の目安等に活用できる。

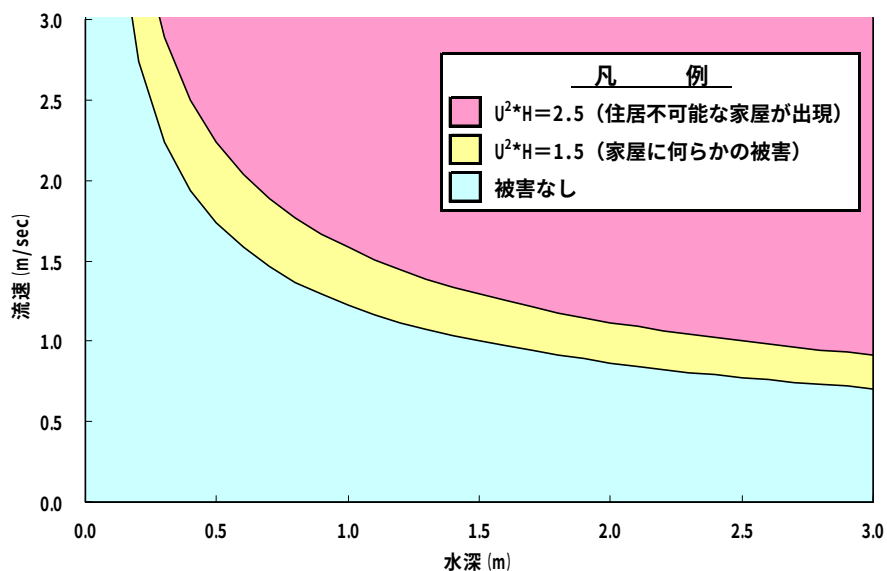


図 3.5 流体力と家屋の被害の関係

出典)「洪水氾濫の数値計算および家屋被害について」
(佐藤他, 第 37 回水理講演会論文集 1989.2)

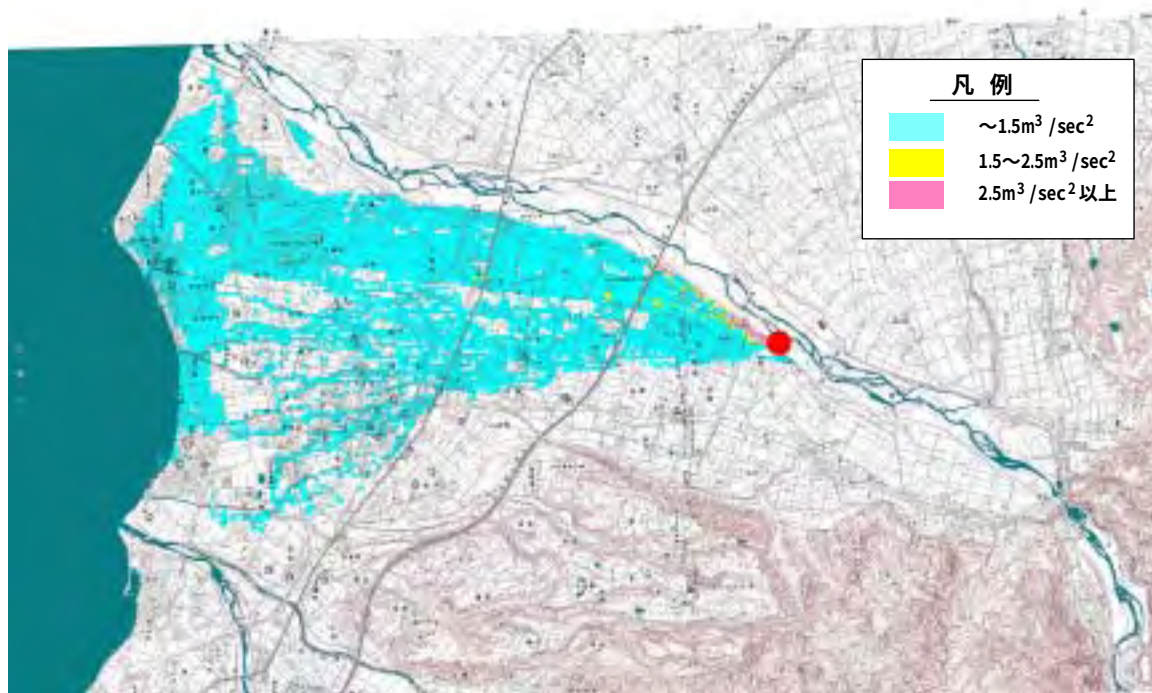


図 3.6 家屋倒壊の可能性（流体力）の表示例

6) 浸水継続時間

自宅がどのくらいの期間浸水すると予想されるかを示すことで、避難の必要性、重要性が認識できる。また、避難場所の設定等にも有効な情報である。

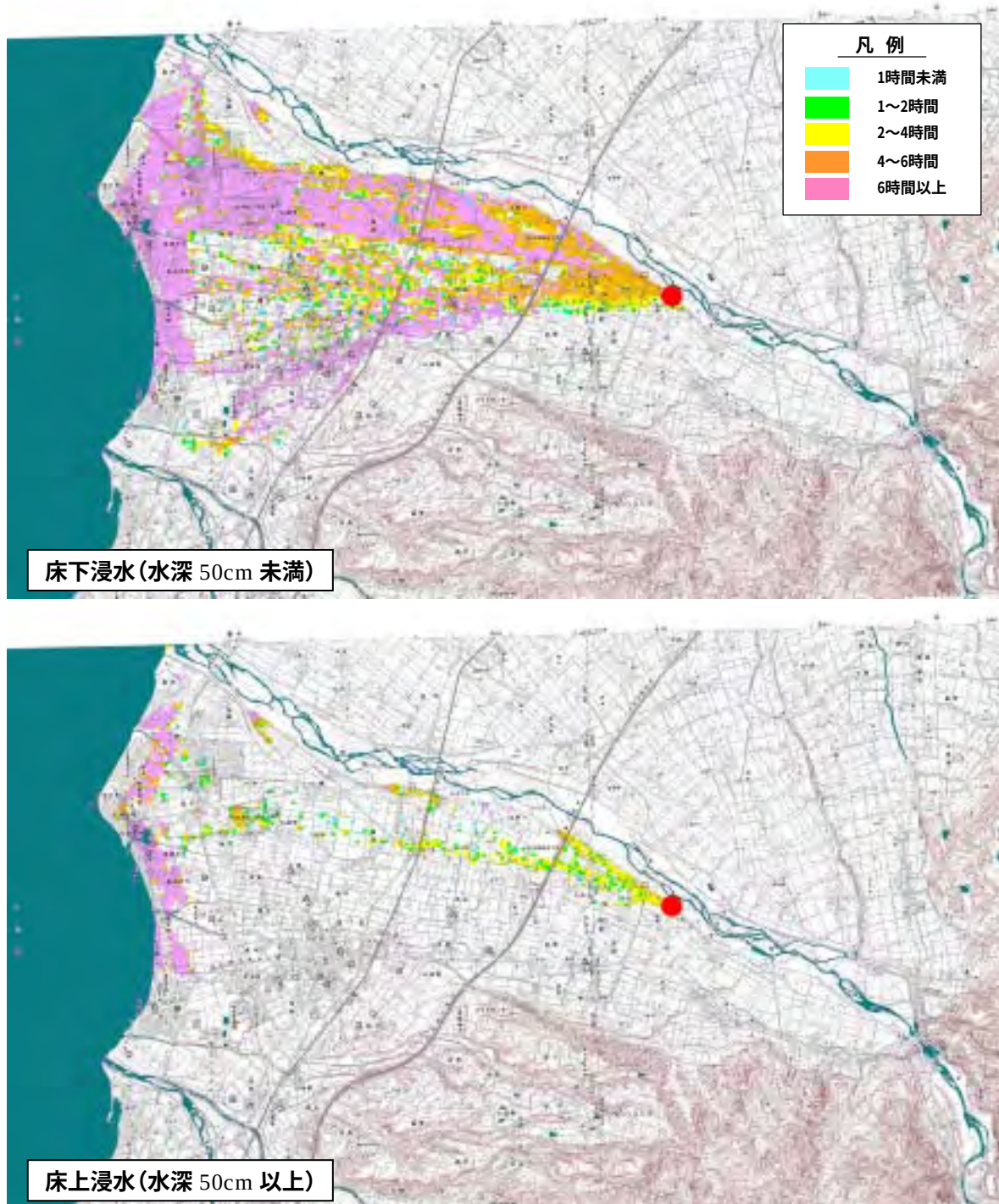


図 3.7 浸水継続時間の表示例

(2) 地点別、時系列の浸水想定情報の提供

浸水想定区域図は、複数の破堤による浸水状況を包絡したものであるが、その作成過程で得られる破堤地点別及びそれらの時系列の浸水情報は避難計画を検討する際の有効な情報となる。以下に例を示す。

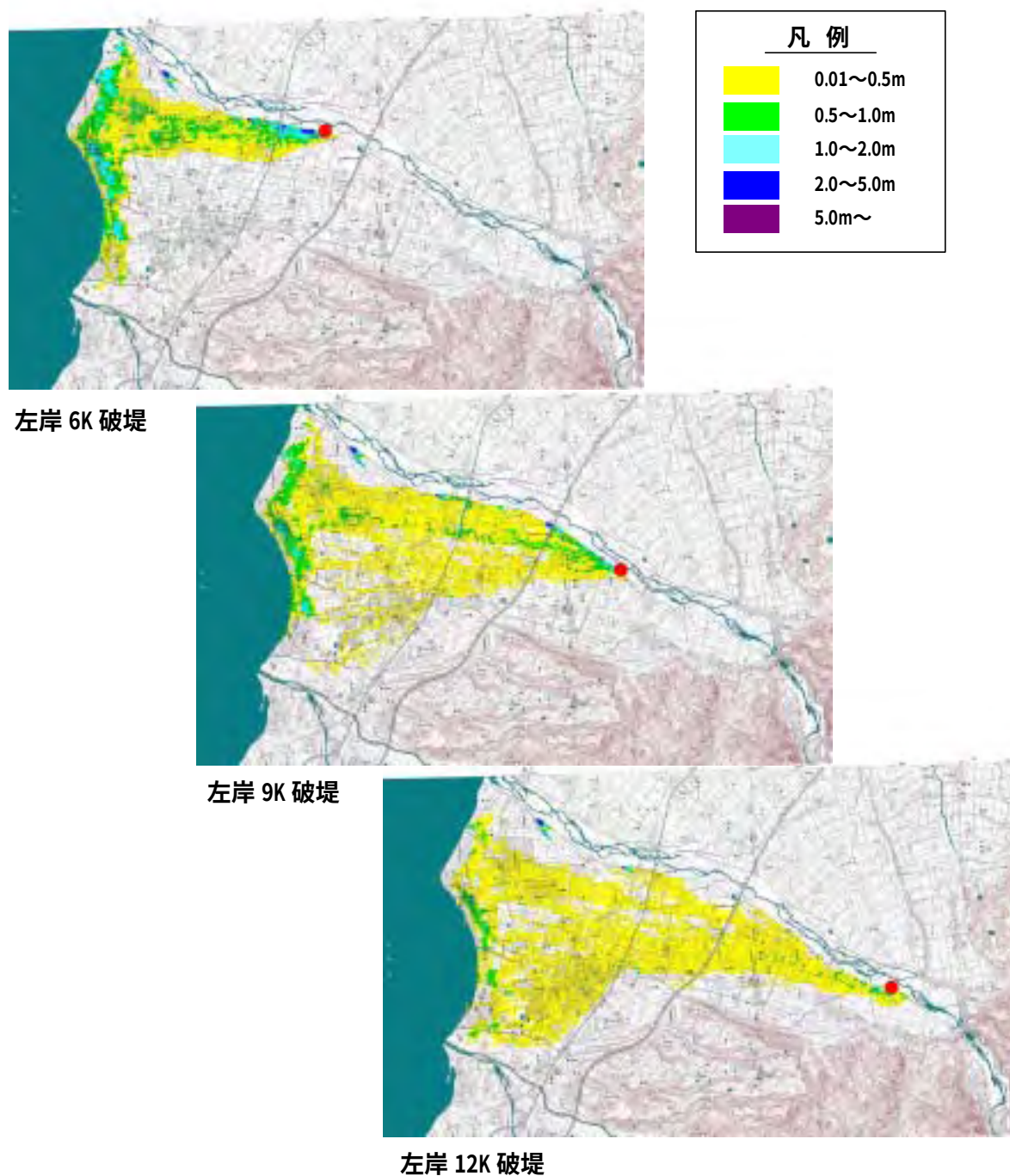


図 3.8 破堤地点別最大水深の表示例

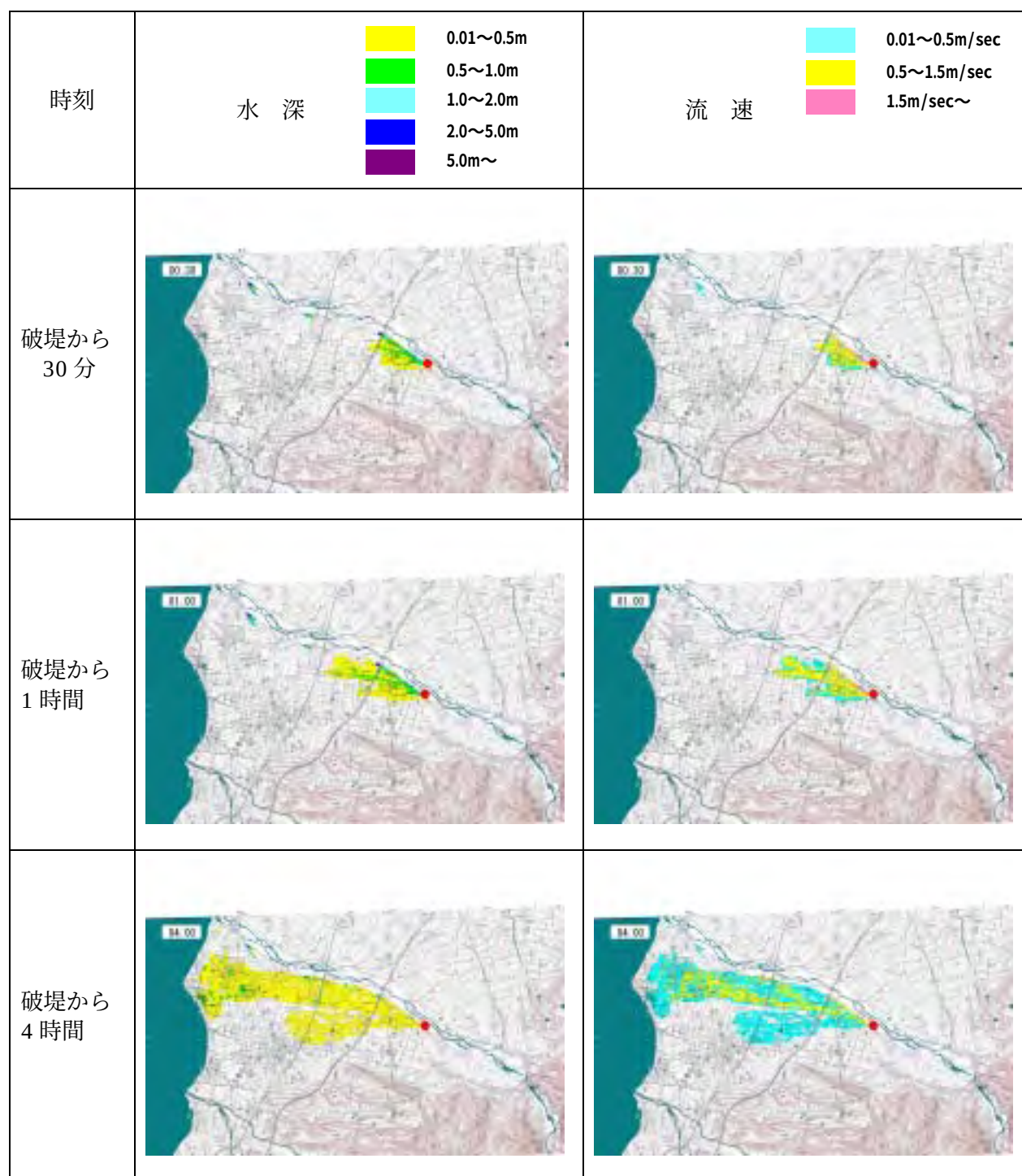


図 3.9 時系列の浸水情報の表示例

3.5 今後の課題

急流河川は、平地部の河川に比べ流れのエネルギーが大きく、一度破堤氾濫が生じると甚大な被害が発生する恐れがある。また、破堤のメカニズムや氾濫流の流下特性により避難活動が困難であることが予想されるため、被害を最小限に抑えるには緩流河川以上に事前の対応や限られた時間での対応が重要となる。今後、下記項目をはじめ、引き続き検討を進める必要がある。

(1) 「土砂」を考慮した氾濫シミュレーション技術

急流河川は、上流域で多くの土砂生産があるため、氾濫シミュレーションに「土砂」を考慮する必要がある。

(2) ハザードマップ

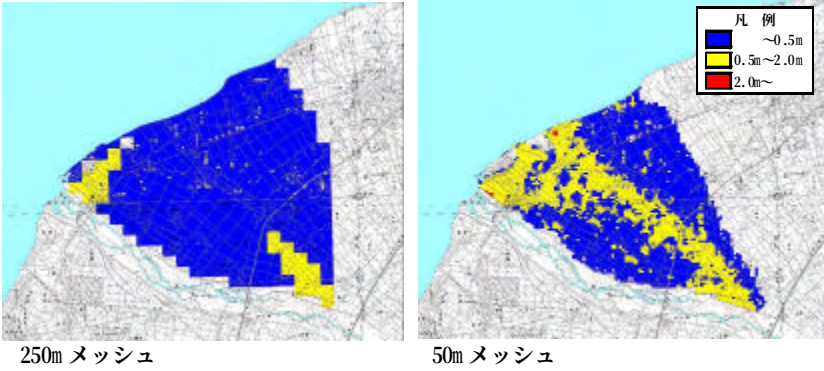
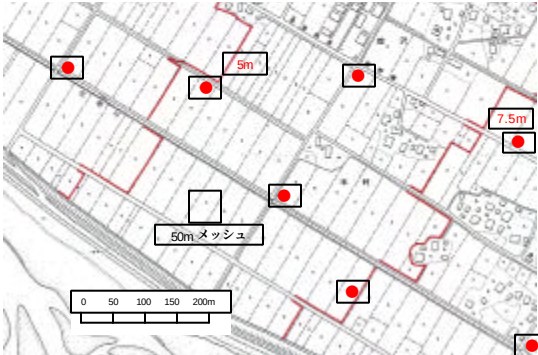
地域防災計画見直しやハザードマップ作成にあたっては、今回検討の「背景や持つ意味」を県市町村の防災担当者に正確に伝えることが重要である。

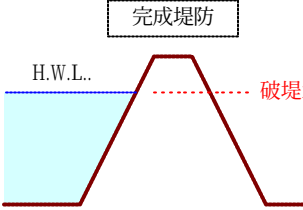
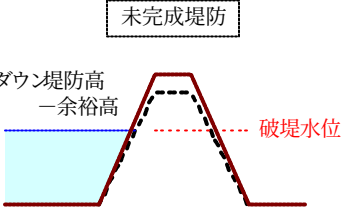
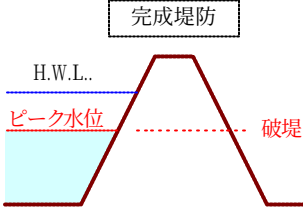
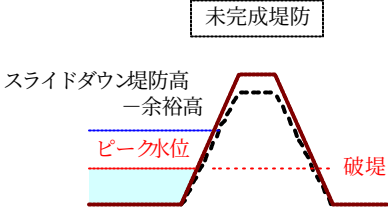
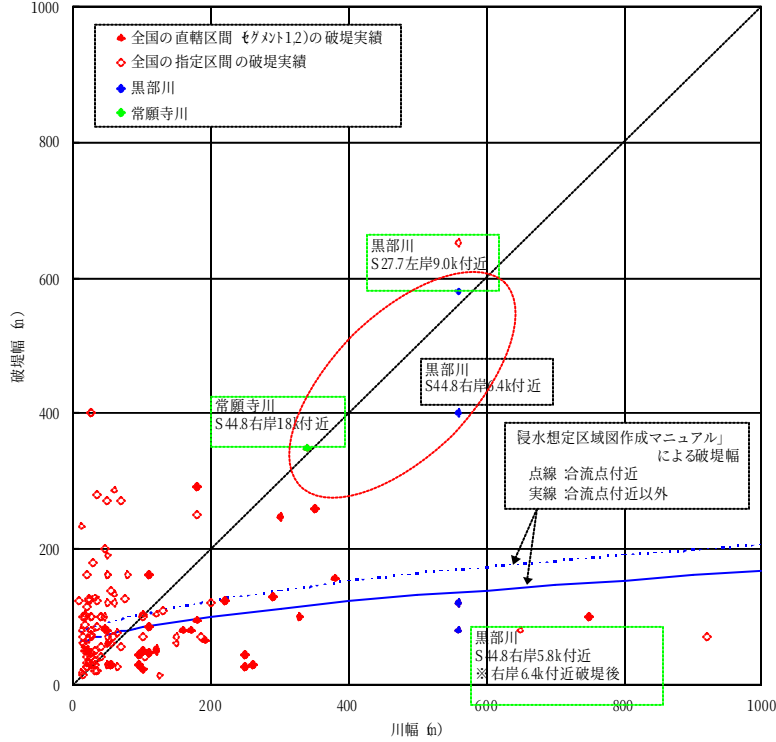
(3) 急流河川における危機管理の課題

急流河川は、「即時対応力の強化」「迅速かつ的確な避難活動」などが極めて重要であるため、関係する防災機関は、「事前の綿密な計画」と「十分な準備」が不可欠である。このため、今後防災機関などから寄せられた新たな課題についても継続的に取り組む必要がある。

卷 末 資 料

「浸水想定区域図作成マニュアル」と「急流河川における浸水想定区域検討の手引き」の対比表

		本省マニュアル（H13.7）	急流河川における浸水想定区域検討の手引き	備考
概要	内容	浸水想定区域図を作成するための標準的な手法を定めたもの。	扇状地地形を氾濫原に持つ、急流河川における氾濫シミュレーションの標準的な手法についてとりまとめたもの。	<適用範囲> 本手引きは「河床勾配が急であることから、流れのエネルギーが大きく低い水位でも河岸の侵食・洗掘破堤による氾濫の危険性が高い河川」、あるいは「扇状地等を氾濫原とした氾濫流が地形勾配に応じて早い流速をもって流れる河川」、いわゆる「急流河川」を対象とした浸水想定区域検討にあたっての技術的参考事項をとりまとめたものである。 <検討のポイント> ➤ 急流河川の浸水想定区域検討にあたり、急流河川の特性を整理 ➤ 浸水想定区域図に「浸水深」だけでなく、避難する際の情報として重要な役割を果たすと考えられる「流速」を加え、「氾濫流の最大流速」「氾濫流の最短到達時間」等の情報を加えた。 ➤ これにより、ハザードマップを作成する自治体においては、急流河川の洪水氾濫の状況をより実態に近い条件で把握することが可能となり、効果的な地域の避難体制の検討やハザードマップの作成が進むものと期待される。
	浸水想定区域図	➤ 最大浸水深図	➤ 最大浸水深図 ➤ 氾濫流の最大流速図（参考図） ➤ 氾濫流の最短到達時間図（参考図）	
	構成	1. 総説 2. 氾濫原の特徴分析 3. 氾濫シミュレーション 4. 浸水想定区域図の作成方法 5. データの保管	1. 総説 2. 急流河川の特徴 3. 急流河川における氾濫シミュレーション 3.1 氾濫シミュレーションにおける留意事項 3.2 氾濫シミュレーションモデルの作成 3.3 氾濫シミュレーション 3.4 浸水想定区域図・参考図の作成 3.5 今後の課題	
氾濫シミュレーション	メッシュの大きさ	メッシュ長は 250m を基本とするが、必要な精度が得られない場合には、メッシュを小さくすることについて検討する必要がある。	メッシュ長は 50m を基本とする。  250m メッシュ 50m メッシュ 黒部川 6.4k 右岸が破堤した場合の想定浸水深 急流河川の場合はメッシュサイズが氾濫シミュレーションに与える影響は大きい。	メッシュの大きさは、得られる標高データの密度に応じ、洪水氾濫の状況をより実態に近い条件で把握できるよう適切に設定する必要がある。  都市計画図における標高データ例 ● 単点標高 --- 等標高線 上図のように標高データが4haに1点程度、等標高線も 2.5m ピッチと粗い場合には、メッシュ幅を極端に小さくしたとしても微地形を十分に表現できるものではない。
	氾濫想定地点	➤ 氾濫原の最大浸水深をとらえる必要がある。 ➤ 対象洪水流量が氾濫開始流量に達したすべての危険個所で氾濫させた場合と同等の浸水区域となる必要最小限の地点を氾濫想定地点として設定する。	➤ 氾濫原の最大水深や氾濫流の最短到達時間をとらえる必要がある。 ➤ 同左 ➤ 急流河川では、流域の特性により破堤地点の僅かな違いにより、浸水区域や氾濫流の到達時間が大きく異なる 場合があるため、氾濫想定地点の設定にあたっては留意する必要がある。	
	危険箇所の抽出	➤ 堤防の量的安全性の評価 堤防が洪水を安全に流下させることのできる高さ（破堤水位）を超えた水位で破堤が生じるものとし、計画対象流量を量的に安全に流下させることのできない地点を危険箇所とする。	➤ 堤防の量的安全性の評価 同左 ➤ 堤防の質的安全性による評価 洪水時の砂州移動に伴う偏流等による局所洗掘や側方侵食に対して十分な抵抗力を有しない堤防は破堤するものとし、計画対象流量の洪水時における最深河床高及び側方侵食に対して十分な堤防護岸が整備されている箇所、あるいは侵食破堤するおそれのない山付き部等の箇所以外は全てを危険箇所とする。	急流河川は、破堤に至るメカニズムが緩流河川とは異なり、砂州の移動や河床の変化等に起因する偏流による河岸の侵食・洗掘等が破堤の主な原因であり、低い水位でも破堤する恐れがある。また、破堤する可能性がある地点は全川にわたっていることから、破堤の可能性がないと判断できる箇所以外は全て危険箇所として選定することが望ましい。

		本省マニュアル（H13.7）	急流河川における浸水想定区域検討の手引き	備考
氾濫シミュレーション	氾濫開始流量（破堤水位）の評価	➤ 堤防が完成している箇所については HWL を破堤水位とする。 ➤ 堤防が完成していない箇所については洪水流を安全に流下させることができる水位を破堤水位とする。 完成堤防  未完成堤防 	➤ 同左 ➤ 同左 ➤ 水位が上記破堤水位に達しない場合には、ピーク水位で破堤するものとする。 完成堤防  未完成堤防 	破堤開始水位は実績値がある場合はそれらを参考とするなどして、河川特性に応じた適切な破堤開始水位を設定する必要がある。 急流河川では、水位が計画高水位以上となっていなくても破堤に至る場合があることに留意する必要がある。 ピーク水位とは、計画上生じし得るピーク流量を H－Q 式により換算した水位である。
	氾濫流量の算定方法	➤ 氾濫流量 氾濫流量は、氾濫想定地点における河川水位と背後の堤内地水位及び破堤敷高との関係から算定する。 ➤ 河川水位 河道計画との整合を図るため、河道不定流計算による流量から、河道計画に用いられている水位計算法（準二次元不等流計算等）による H－Q 式により河道水位を算定する。なお、この水位は氾濫の可能性を判断するもので、氾濫流量の計算にのみ使用し、氾濫後の水面形の計算等に用いる河道不定流計算とは切り離して考える。 ➤ 河道洪水追跡 破堤氾濫流量は横流出として扱う。	➤ 氾濫流量 氾濫流量は、氾濫想定地点における河川水位と堤内地浸水位及び破堤敷高との関係から越流計算により算定する。 ➤ 河川水位 河川水位は、河道不定流計算により算定する。ただし、氾濫の可能性を判断する水位は、河道計画との整合を図るため、河道不定流計算による流量から、前述の河道計画に用いられている水位計算法（準二次元不等流計算等）による H－Q 式により換算した水位を用いる。 ➤ 河道洪水追跡 同左	基本的には同じだが、堤内地水位を「堤内地浸水位」とした。破堤敷高の考え方は異なるので後述で違いを記載。 基本的には同じ内容だが、不定流計算流量の H－Q 式による換算水位は、破堤の可能性の判断のみに使用することを明確にするため、表現を修正した。
	破堤幅	➤ 破堤幅と川幅の関係式を用いて破堤幅を設定する。 ＜合流点付近＞ $y = 2.0 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 77$ ＜合流点付近以外＞ $y = 1.6 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 62$ y：破堤幅（m） x：川幅（m）	➤ 破堤実績等から妥当な破堤幅とし、実績値がない場合は河道の流下幅と同程度を破堤幅として採用する。 ➤ 川幅の狭い河川（100m 程度以下）では、破堤幅と川幅の関係式を用いて破堤幅を設定する。 ＜合流点付近＞ $y = 2.0 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 77$ ＜合流点付近以外＞ $y = 1.6 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 62$ y：破堤幅（m） x：川幅（m）	破堤幅は実績値がある場合はそれらを参考とするなどして、河川特性に応じた適切な破堤幅を設定する必要がある。 黒部川、常願寺川をはじめとする急流河川における破堤実績から、破堤幅と川幅の関係を整理すると、破堤幅は概ね河道流下幅相当であると考えられる。  急流河川における川幅と破堤幅の関係

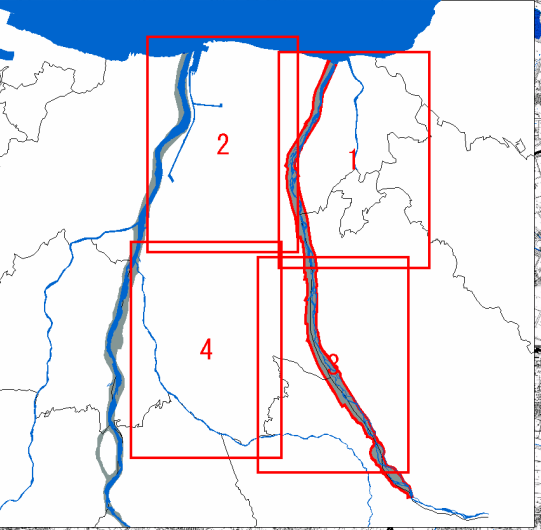
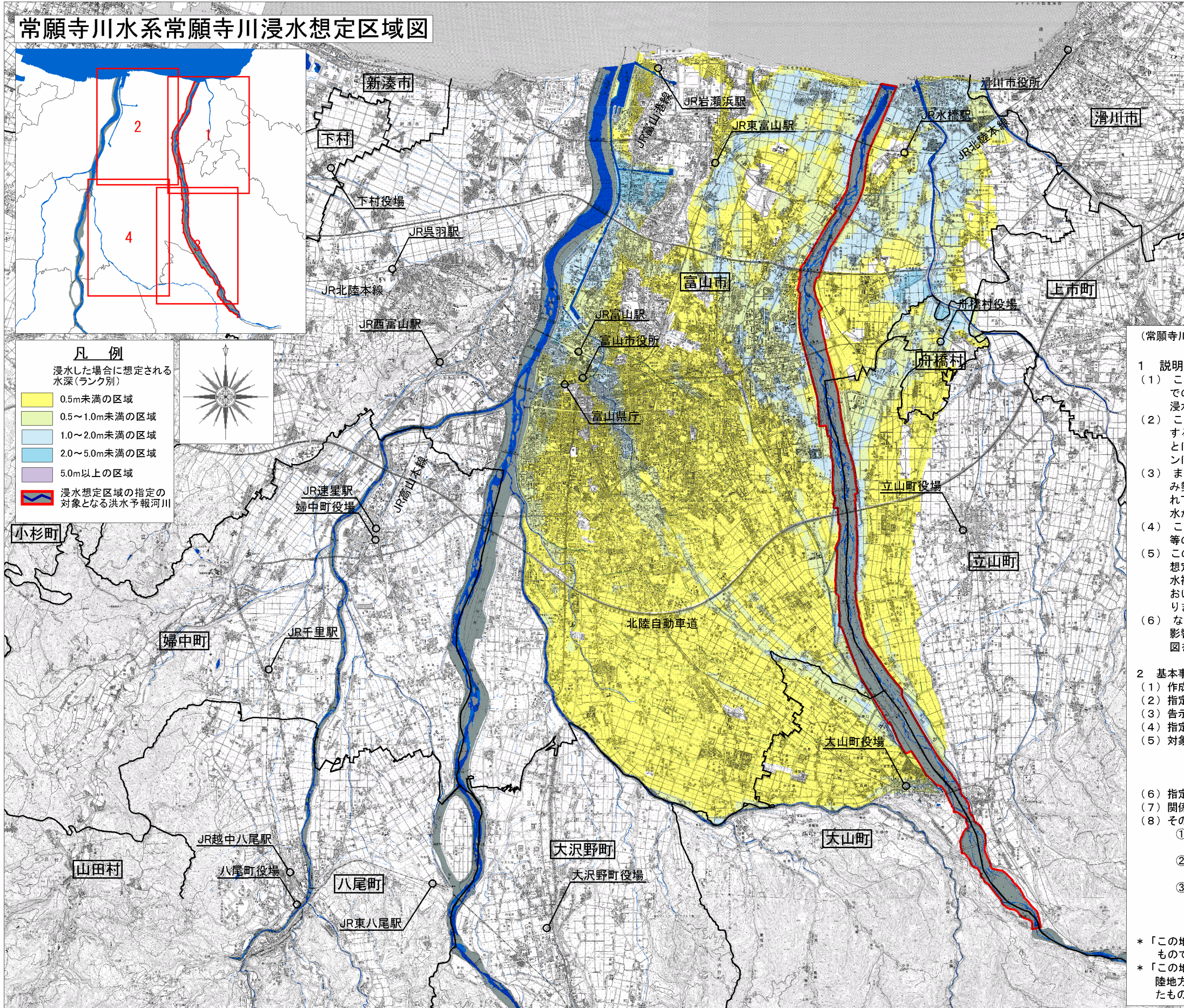
		本省マニュアル（H13.7）	急流河川における浸水想定区域検討の手引き	備考
氾濫シミュレーション	破堤敷高	高水敷高及び堤内地盤高の高い方を破堤敷高とする。	堤防位置における堤内地盤高と河道河床高のいずれか高い方を破堤敷高とする。	急流河川における破堤実績を見ると、破堤箇所では河床高付近まで低下している事例が確認されており、破堤すれば堤防全てが破壊されるものと考えられる。
	破堤の時間進行	➤ 破堤幅 瞬時に最終破堤幅の 1/2 になり、その後 1 時間で最終破堤幅になる。 ➤ 破堤敷高 瞬時に最終的な破堤敷高になる。	➤ 破堤幅 破堤後瞬時に最終破堤幅で破堤するものとする。 ➤ 破堤敷高 同左	既往の破堤事例を参考に、適切な破堤の時間進行（破堤速度）を設定する必要がある。 急流河川における破堤実績を見ると、破堤の欠壊開始から 30 分程度の僅かな時間で破堤している事例がある。 急流河川における破堤の主な原因は、侵食・洗掘であることから、破堤に至る場合には、堤防が侵食・洗掘によって徐々に薄くなり最終的に破堤するケースが殆どと考えられる。したがって、破堤すると短時間のうちに最終的な破堤幅及び破堤敷高に達すると考えられる。
	破堤氾濫流量	当該箇所の河道線形と洪水時のみお筋の関係等から、適当と判断される越流公式を採用する。	急流河川では、横越流を基本とするが、勾配等地形条件によっては正面越流を採用することもある。	氾濫実績により横越流を基本とした。
	氾濫シミュレーションの検証		既往の破堤実績がある河川においては、当時の破堤・氾濫状況を再現し、氾濫シミュレーションにより算出された浸水範囲や浸水深等の妥当性を確認しておくことが重要である。	検証のために必要なデータは、既往文献、新聞記事、ヒアリング調査等により整理する。
今後の課題		➤ 氾濫シミュレーションに「土砂」を考慮する必要がある。 ➤ 地域防災計画の見直しやハザードマップ作成にあたっては、本手引き検討の「背景や持つ意味」を防災担当者に伝えることが重要である。 ➤ 急流河川は、「即時対応力の強化」「迅速かつ的確な判断」などが極めて重要であり、関係する防災機関は、「事前の綿密な計画」と「十分な準備」が必要不可欠であることから、今後防災機関などから寄せられる新たな課題についても継続的に取り組む必要がある。		
浸水想定区域図の作成	➤ 浸水想定区域の設定に当たっては、氾濫想定地点ごとに氾濫シミュレーションにより算定した各計算メッシュの浸水位が最も高くなる値をその計算メッシュの想定最大浸水位とし、隣接する計算メッシュの浸水位の連続性や氾濫水の流下、拡散を左右する連続盛土構造物や微地形を考慮して浸水想定区域を設定する。 ➤ 浸水想定区域の設定に当たっては、地域の氾濫・浸水特性を考慮した上で、構造物や地形条件を加味するために必要な情報及び精度を有する地形図の利用を基本とする。	➤ 同左 ➤ 同左 ➤ 急流河川においては、最大浸水深に加え氾濫流の最大流速、氾濫流の最短到達時間についても参考図として提供する。 ➤ 最大流速、最短到達時間は、氾濫想定地点ごとに氾濫シミュレーションにより算定した各計算メッシュの流速が最も大きくなる値及び各メッシュに最も早く氾濫流が到達する時間を示し提供する。 ➤ 浸水想定区域図は、複数の破堤による浸水状況を包絡したものであるが、その作業過程で得られる「破堤地点別及びそれらの時系列の浸水情報」は避難計画を検討する際の有効な情報となるため提供する。		
参考資料の特徴		急流河川における破堤・氾濫等の水災による被害軽減を目的として「手引き作成にあたり整理した事例及び検討例」をとりまとめた。 ➤ 急流河川における危機管理のあり方 ➤ 急流河川における洗掘・側方侵食に対する安全度評価方法 ➤ 浸水想定検討の基本的な考え方 ➤ 浸水想定情報の活用等		

➤ 破堤幅
破堤後瞬時に最終破堤幅で破堤するものとする。

➤ 破堤敷高
同左

常願寺川水系常願寺川浸水想定区域図

(縮小版)



凡 例

浸水した場合に想定される水深(ランク別)

- 0.5m未満の区域
- 0.5～1.0m未満の区域
- 1.0～2.0m未満の区域
- 2.0～5.0m未満の区域
- 5.0m以上の区域

浸水想定区域の指定の対象となる洪水予報河川

(常願寺川水系常願寺川浸水想定区域図)

1 説明文

- この浸水想定区域図は、常願寺川水系常願寺川の河口から上流21.5k地点までの洪水予報区間で洪水はん濫した場合において、水防法の規定により指定された浸水想定区域と、当該区域が浸水した場合に想定される水深を示したものです。
- この浸水想定区域は、現在の常願寺川の河道整備状況を勘案して、洪水防御に関する計画の基本となる降雨である概ね150年に1回程度起こる大雨が降ったことにより、常願寺川がはん濫した場合に想定される浸水の状況を、シミュレーションにより求めたものです。
- また常願寺川沿川は地形勾配が急な扇状地であるため、はん濫水は土砂を多く含み勢い良く住宅地や農地を流れ下るといった特徴があります。この図はその洪水が流れ下る可能性のある区域を示したものです。なお、下流域においては、一時的に洪水が深く溜まる場所もあります。
- この浸水想定区域図は、堤防と河道の改修が完了していない地先で破堤した場合等の一定条件におけるシミュレーション結果を示したものです。
- このシミュレーションの実施に当たっては、隣接する神通川・熊野川等のはん濫、想定を超える降雨、高潮、内水によるはん濫(雨水が河川に排水できなく生じる浸水被害)等を考慮していませんので、この浸水想定区域に指定されていない区域においても浸水が発生する場合や想定される水深が実際の浸水深と異なる場合があります。
- なお、常願寺川左岸部については、隣接する洪水予報指定河川神通川のはん濫の影響が考えられますので、別途、指定・公表される神通川水系神通川浸水想定区域図を参照する必要があります。

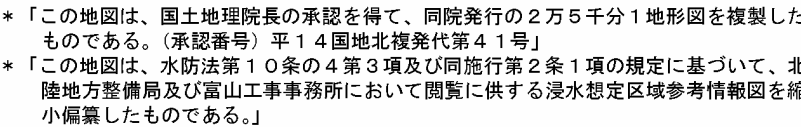
2 基本事項等

- | | |
|------------------|---|
| (1) 作成主体 | 国土交通省北陸地方整備局富山工事事務所 |
| (2) 指定年月日 | 平成14年9月20日 |
| (3) 告示番号 | 国土交通省北陸地方整備局告示第85号 |
| (4) 指定の根拠法令 | (昭和24年法律第193号)第10条の4第1項 |
| (5) 対象となる洪水予報河川 | 常願寺川水系常願寺川(実施区間:富山県上新川郡大山町大字岡田字岩谷割9番の2地先の横江堰堤から海まで。平成13年3月30日付け国土交通省第397号告示) |
| (6) 指定の前提となる計画降雨 | 常願寺川流域の2日間総雨量498mm |
| (7) 関係市町村 | 富山市、立山町、大山町、舟橋村、滑川市、上市町 |
| (8) その他計算条件 | ①はん濫計算は、対象区域を50m格子(計算メッシュという)に分割してこれを1単位として計算しています。
②メッシュの地盤高は1/2,500都市計画図等から求めた平均地盤高を使用しています。このため、微地形による影響があらわされていない場合があります。
③連続して大規模に盛土された道路や中小河川の堤防等については、はん濫水の広がりや左右することから計算メッシュにおいて平均地盤高とは別に扱い、その影響を考慮したシミュレーションを行っています。 |

*「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号)平14国地北複発第41号」

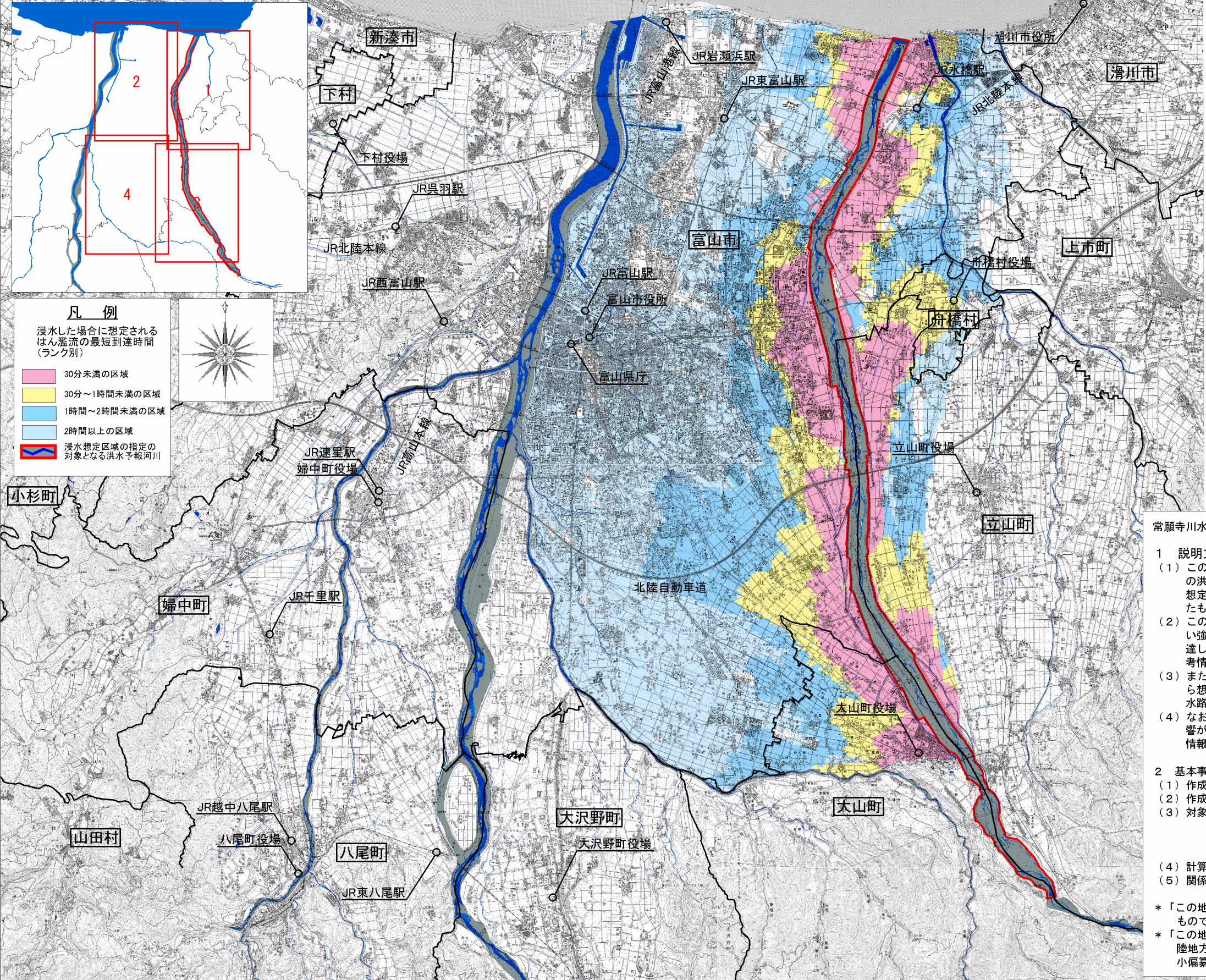
*「この地図は、水防法第10条の4第3項及び同施行第2条1項の規定に基づいて、北陸地方整備局及び富山工事事務所において閲覧に供する浸水想定区域図を縮小編集したものである。」

(縮小版)



常願寺川水系常願寺川浸水想定区域参考情報図 はん濫流の最短到達時間想定図

(縮小版)



常願寺川水系常願寺川浸水想定区域参考情報図 はん濫流の最短到達時間想定図

1 説明文

(1) この最短到達時間図は、常願寺川水系常願寺川の河口から上流21.5k地点までの洪水予報区間で洪水はん濫した場合において、水防法の規定により指定された浸水想定区域をはん濫流が流れる場合に想定されるはん濫流の最短到達想定時間を示したものです。

(2) この最短到達時間想定図は、常願寺川が洪水はん濫した場合には土砂を多く含み勢い強いはん濫流が住宅地や農地を流れ下るという特徴があり、短時間でははん濫流が到達し避難する時間に影響があると考えられることから、常願寺川浸水想定区域図の参考情報図として最短到達想定時間を示したものです。

(3) また、はん濫流の最短到達時間については、微地形や土地利用状況等による影響から想定される最短到達時間が実際の到達時間と異なる場合があります。特に、道路、水路等の状況によっては最短到達時間が短くなる場合があります。

(4) なお、常願寺川左岸部については、隣接する洪水予報指定河川神通川のはん濫の影響が考えられますので、別途、指定・公表される神通川水系神通川浸水想定区域参考情報図(はん濫流の最短到達時間想定図)を参照する必要があります。

2 基本事項

(1) 作成主体	国土交通省北陸地方整備局富山工事事務所
(2) 作成年月日	平成14年9月20日
(3) 対象となる洪水予報河川	常願寺川水系常願寺川(実施区間:富山県上新川郡大山町大字岡田字岩谷割9番の2地先の横江堰堤から海まで。平成13年3月30日付け国土交通省第397号告示)
(4) 計算の前提となる計画降雨	常願寺川流域の2日間総雨量498mm
(5) 関係市町村	富山市、立山町、大山町、舟橋村、滑川市、上市町

*「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。(承認番号)平14国地北複製第41号」

*「この地図は、水防法第10条の4第3項及び同施行第2条1項の規定に基づいて、北陸地方整備局及び富山工事事務所において閲覧に供する浸水想定区域参考情報図を縮小編集したものである。」

漫水想定区域検討委員会

(委員は学識者・行政関係者共に 50 音順)

(委員長)	福岡 捷二	広島大学大学院教授
(委 員)	片田 敏孝	群馬大学工学部助教授
	澤田 豊明	京都大学防災研究所穂高砂防観測所助教授
	福嶋 祐介	長岡技術科学大学教授
	由比 政年	金沢大学大学院助教授
	金木 誠	国土技術政策総合研究所水害研究室長
	末次 忠司	国土技術政策総合研究所河川研究室長
(事務局)	北陸地方整備局河川部	
(オブザーバー)	中部地方整備局河川部	

(委員所属は平成 15 年 3 月現在)

本書作成に携わったメンバー

北陸地方整備局

河川部長 関 克己
防災対策官 白井正巳
前河川計画課長 齋藤博之
河川計画課長 守安邦弘
河川計画課建設専門官 石川俊之
河川計画課河川環境係長 木村 勲
地域河川課課長補佐 杉本利英
高田河川国道事務所調査第一課長 板垣 修
信濃川河川事務所調査第一課長 畠中泰彦
富山河川国道事務所調査第一課長 松本清則
黒部河川事務所調査課長 笹倉伸男
黒部河川事務所土砂管理課長 帆苅晃也
金沢河川国道事務所調査第一課長 二俣 秀
調査第一部上席主任研究員 金澤裕勝
調査第一部主任研究員 佐古俊介

財団法人国土技術研究センター

(所属は平成 15 年 4 月現在)