

# 第4章 内水処理計画

## 1 総説

内水処理計画は、対象内水河川流域の内水特性や内水被害の状況を十分考慮して策定するものとする。

内水処理計画を策定するためには、対象内水河川における内水特性及び内水被害の状況を把握することが不可欠である。内水特性とは、狭義には内水現象そのものの特性であるが、広義にはその内水を生じさせる要因の推定も含める。また内水特性をよく解明するためには現時点のみの内水特性だけでなく、過去からの時系列的な内水特性の変化とその変化要因を把握する必要がある。例えば、内水湛水の原因として常に外水位が高いということであれば、内水処理方式として自己流堤方式により内水河川の改修だけをしても効果が小さく、完全バック・セミバック方式による河道改修あるいはポンプ排水方式を採用することが有効である。また、このような場合、内水の規模は内水河川流域の流出量のみ依存すると考えて良いから、計画対象内水は内水河川流域の雨量（流出量）の大きいものとし、確率評価も内水河川流域の雨量で行うことができる。

内水被害は湛水特性と資産の分布状況に依存する。例えば、被害形態として農作物被害がほとんどであれば、市街地の場合に比べて計画規模を下げるのが可能な場合がある。また、一般家屋被害が湛水域の外縁部であり湛水深も小さい場合であれば、湛水総量を若干減らすことで家屋被害をなくすことが可能である。ただし、湛水域の最低地盤高付近に数戸の家屋がある場合には、ポンプ排水によっても被害を完全になくすことが難しいので、投資効果の面から考えるとこれら家屋について別途耐水化対策をとった方が有利な場合もある。さらに、近年、内水被害は人口規模が大きな都市において発生頻度が高い。これらは、流域の都市化に伴って施設の整備水準以上の流量が発生したり、下水道整備に伴って河川沿いに内水が発生することに起因している。また、計画規模を超える短時間降雨による東海豪雨や福岡地下水害などでは下水道からの溢水により大きな被害が生じている。したがって、流域の都市化が著しい内水河川ではその推移を想定して計画規模を定めたり、下水道と河川の整備水準のバランスに配慮するとともに、整備進度の調整を図ることが重要である。

内水が広範囲に及ぶ場合には、内水防除区域（積極的に内水排除を行う流域）と遊水区域（内水排除を極力減らして遊水機能を保持すべき流域）を計画的に分けて考える必要がある。その際、地域の資産分布から見た浸水被害を考慮しつつ、流域全体の治水安全度を高めるよう努める必要がある。

なお、内水調査、内水解析モデルの作成については、河川砂防技術基準 調査編 第7章第4節を参照すること。

また、具体的な内水処理計画の立案に当たっては、文献等を参考とされたい。

## 2 内水処理方法の検討

内水処理方式の選定に当たっては、対象内水河川流域及び想定湛水区域の地形、土地利用、排水状況、内水河川・本川の改修計画、関連諸事業の計画、内水湛水特性、内水被害特性等から効果が見込め、かつ経済性、社会性の観点から実現可能な代替案の中から施設の維持管理、超過洪水時における被害の程度等について総合的に評価するものとする。

内水処理方式は、対象地域での適用可能な処理方式の選定、及びこれらの比較検討という過程を経て決定される。

内水処理方式の決定に当たって考慮すべき主要な項目として、

- ・山地流域の占める割合
- ・内水河川の河床勾配
- ・排水先河川までの距離
- ・排水先河川の流下能力
- ・想定氾濫区域の土地利用、水深、湛水時間等

などがある。

内水処理方式の比較検討に当たっては当該地域の社会的条件や管理面における難易度等を考慮しつつ、それぞれの処理方式について必要とする施設の規模を決定し、事業費、効果等を把握する。また、超過洪水時における被害の状況についても考慮する。

内水処理方式は、計画対象内水河川の特性によって変わるべきものであり、画一的な方式にとらわれる必要はない。このとき、内水河川の改修計画の検討を併せて行う必要があり、その意味から内水河川の改修方式も内水処理方式の一部に含まれることになる。なお、ここで選択すべき内水処理方式は河川改修、排水機場の設置、遊水地の設置等のハード対策だけでなく、土地利用規制・誘導等のソフト対策及びハード・ソフト対策の組み合わせも含むものとする。

内水処理方式は、おおむね次のように分類される。

### 1 対策手法による分類

- (1) ハード対策
- (2) ソフト対策

### 2 対策を行う場所による分類

- (1) 流出域における対策
- (2) 内水区域における対策
- (3) 本川における対策

### 3 排水方式による分類

- (1) 自然排水方式
- (2) 水門締切り方式

上記3つの視点を実際に内水処理計画を立案していく際の検討過程を踏まえて分類すれば、図4-1、図4-2のようになる。

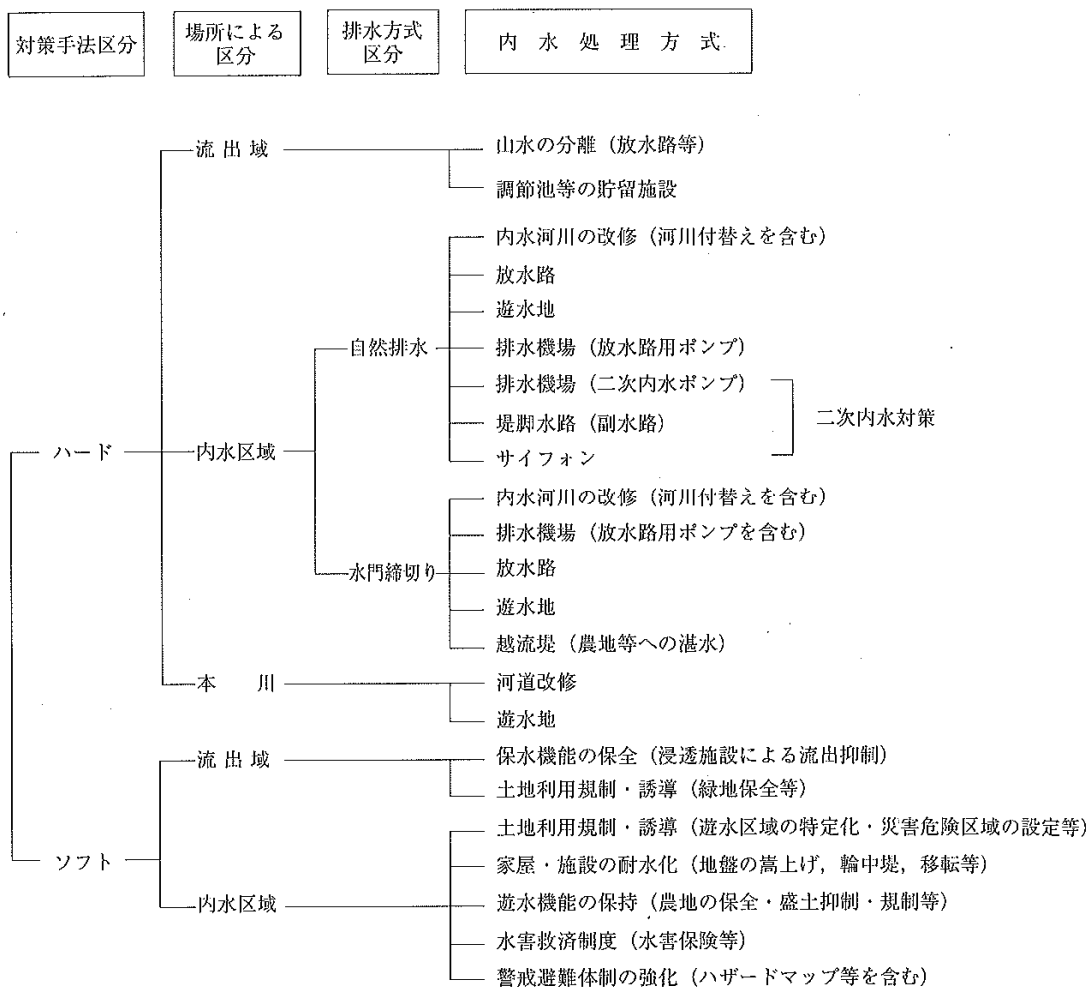
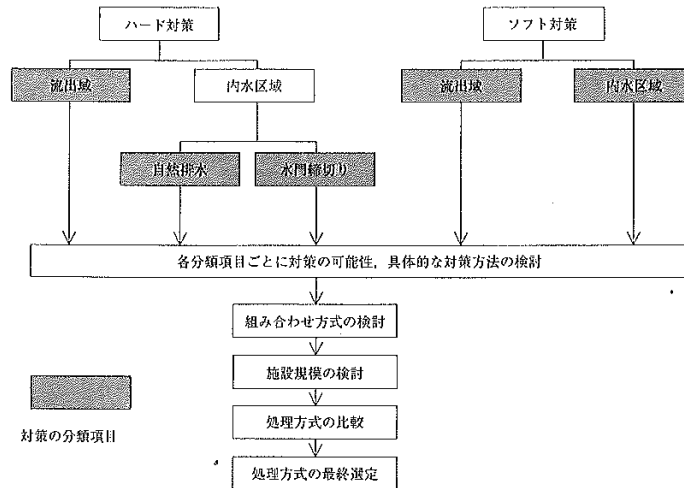


図 4 - 1 内水処理方式の分類

最良の内水処理方式を選定するため、図 4 - 1 に示した分類に沿って内水処理方式を検討する。すなわち、図 4 - 2 のように内水処理方式の分類ごとに対策の可能性及び具体的な対策を検討し、次にこれらの組み合わせ方式を検討する。それぞれの対策について施設規模を検討した後、効果、経済性等を比較して最終的な方式を決定する。なお、ソフト対策については関係機関等と十分な連携のもとに進め、ハード対策に偏らないよう努めることが望ましい。



注1) 対象河川によっては、採用の可能性がない分類項目もある。

注2) 単独で必要な効果をあげられる対策と他の対策との組み合わせのみで効果をあげられる対策とがある。

図4-2 内水処理方式の検討過程

### 3 検討対象内水の選定

検討対象内水は、過去の降雨実績、外水位及び湛水状況を考慮して、既往最大の被害をもたらした内水を含み、被害状況、水文資料の整備状況に応じて数個選定するものとする。

検討対象内水は、次の目的に用いる。

- 1 内水解析モデル作成時の検証（検証内水）
- 2 内水処理方式及び施設規模の検討（計画対象内水）

なお、1、2のそれぞれの目的に用いる内水は同一であることが望ましいが、水文資料の整備状況等から異なることもある。

内水処理方式の検討のためには、降雨波形や外水位波形及びその相対的關係が様々な内水を検討対象内水として選定することが望ましい。このような考え方にに基づき、検討対象内水は、過去の実績値から既往最大の被害をもたらした内水を含み、被害状況、水文資料の整備状況に応じて4～6個程度選定している場合が多い。また、対象地域への説明を考えると、できるだけ近年被害をもたらした内水を選んでおくことも重要である。これまでの内水処理計画では、検討対象内水の選定に当たって次の点に考慮している。

- (1) 被害の大きな内水
- (2) 内水河川流域での雨量の大きな内水
- (3) 内水河川流域での雨量と外水位いずれも大きい内水
- (4) 湛水位の大きい内水
- (5) 湛水時間の長い内水
- (6) 水文資料のよく整備された内水
- (7) その他（本川改修計画等の対象洪水又は本川の代表洪水等）

## 4 確率評価手法の検討

内水処理計画における内水規模の確率評価手法は、検討対象地域の内水特性及び水文資料の整備状況に応じて選定すべきものであり、以下に示す確率評価手法の中からその手法の特性を踏まえて選定するものとする。

- 1 内水河川流域降雨量による確率評価
- 2 内水時間帯降雨量による確率評価
- 3 湛水量による確率評価

確率評価手法の検討は、内水の規模の年超過確率を正しく評価することを目的とし、対象内水河川流域の特性を踏まえて行う。

内水の規模は、内水河川流域の流出量、外水位波形及びこれら両者の時間的相対関係によって定まる。このように内水の確率は、1変数の確率ではなく多変数確率の問題となるため、内水処理計画を複雑なものにしている。また、内水河川流域の流出量、外水位波形及びこれらの相対関係は、自然条件だけに規定されるものではなく、河道改修、土地利用の変化、下水道の整備等の人為的な作用によっても変化する。一層、内水規模の確率評価は複雑となる。したがって、内水区域の治水安全度を正確に把握し、かつ適正な施設規模を決定するために、内水特性、水文資料の整備状況等を踏まえた調査対象地域に相応しい確率評価手法を検討する必要がある。

通常の洪水防御計画においては、計画規模の外力は降雨を確率評価し、これを流出量に変換して設定する手法がとられる。内水処理計画でも、内水河川の流下能力を規定する施設（河道、水門、樋門等）の計画外力はピーク流量とし、一般的には降雨量で確率評価を用いる。

一方、既往内水の規模そのものや内水処理施設（排水機場、遊水地等）の計画外力の評価は、ピーク流量よりもその湛水量で行うべきものである。内水の湛水現象は幾つかの要因が複雑に関わりあって生じるため、この湛水量の確率評価は様々な手法が考えられる。内水現象の結果である既往内水における湛水位あるいは湛水量の実績値で確率評価するのが最も直接的ではあるが、通常これらの実績資料の整備状況は良好でない上、人為的な作用により同一の降雨条件であっても湛水量が変化することがあるため、内水規模の確率評価手法として使用できないことも多い。

内水時間帯降雨量による確率評価は、湛水量を内水時間帯（内水区域に湛水が生じていると考えられる時間帯）の降雨量で表現しようとするものであるから、内水河川流域が極めて小さく、到達時間が短い場合にのみ適用できる。また、この方法を適用しようとする場合、外水位資料あるいは水門の開閉実績に関する資料が必要となるので、これらの資料の整備状況によっては内水河川流域が小さくてもこの方法がとれないこともある。

実績湛水量資料が整備されており、かつ統計対象期間内に内水河川及び本川の流域、河道に大きな変化がない場合には湛水量での確率評価を行うことができる。統計対象期間内に内水河川及び本川の流域、河道に大きな変化がある場合は、実績湛水量による確率評価は行えないが、計算湛水量による確率評価を行うことができる。計算湛水量は内水解析モデルにより求められる。そのためには、統計対象期間の各年の最大湛水量をもたらしたと思われる内水について、外水位波形と内水河川流域の降雨量が必要となる。

内水河川流域の降雨量による確率評価は、水文資料の整備状況等の制約から上記の方法が採用できない場合に採用する手法で、作業の簡便性から比較的良く用いられている。ただし、対象降雨の継続時間については、流域の大きさ、洪水到達時間、湛水特性、水文資料の整備状況等を考慮して定める必要がある。

なお、一般的に内水の規模は、内水河川流域の流出量、外水位波形、及びそれらの時間的相対関係の3要素に依存することから、これらの要素を代表する幾つかの変数により確率評価を行えば、対象地域の内水の確率をより正確に表現できることがある。特に内水河川流域規模に対し、流末地点における本川流域規模が極めて大きい場合等のように、過去の内水における内水河川の降雨量と外水位の相関関係が弱い場合には、単独変数で確率評価せず多変数の複合確率として評価することが有効な場合もある。実務上は2変数が限界といわれるので、対象地域の内水特性を考慮し内水規模を代表する2変数を抽出することが必要である。ただし、このような代表性のある2変数が抽出できない場合はこの手法は余り有効ではない。例えば、2変数としてピーク外水位と内水河川流域降雨量をとれば、これらの組み合わせが生起する確率は求まるものの、その確率が必ずしも内水規模を表現するとは限らない。なぜなら、外水位波形と内水域雨量の時間的ずれの程度によって、内水の規模は大きく変化するからである。

## 5 内水処理施設規模の決定

内水処理施設の規模は、内水区域の重要度、既往内水による被害の実態、本川計画規模とのバランス、近傍内水地域の計画規模とのバランス等を総合的に考慮して計画規模を決定の上、計画規模に相当する内水区域の治水安全度が確保できる施設規模を決定するものとする。

ただし、ポンプ排水については、原則として費用便益計算を踏まえ規模を決定するものとする。

自然排水方式で計画する場合の規模の決定は、一般の河川改修の方式による。

水門締切り方式で計画する場合の規模の決定は、内水区域の社会的経済的重要度、既往内水による被害の実態、経済効果、本川との内水区域の計画規模のバランス、近傍内水地域との計画規模のバランス等を総合的に考慮して定める。

本川安全度との整合、近傍内水区域との安全度のバランス、財政上の制約等から、計画規模相当の内水処理施設を当初から建設することが困難な場合には、段階的に整備を行うものとする。

### 1 内水河川と内水処理施設の計画規模

上述したように、外水と内水ではその被害構造には大きな相違があり、外水氾濫と内水氾濫について、安全度を変えることは合理的であるが、内水処理施設の計画規模設定に際しては、本川の計画規模とのバランスを十分考慮する必要がある。

また、内水河川の河道の計画規模と内水処理施設の計画規模は必ずしも同一にする必要はない。

### 2 地域の重要度

地域の重要度は、主に内水区域の土地利用と資産の集積度から判断することができる。一般に水田、畑等の農地と市街地では資産密度に2~3オーダの差があり、被害ポテンシャルは大きく異なる。したがって、内水区域の土地利用に応じて内水処理施設の計画規模を変えることは合理的と考えられる。

ただし、内水区域の土地利用といっても、水田、畑、市街地など単一の地目で想定湛水区域が構成されていることはまれであり、通常はこれらが混在している。またこれら土地利用の標高分布によっても、内水排除の対象となる支配的地目は異なる。

一般的に内水区域が主に市街地で構成される場合は、施設の計画規模は30年以上を目標とし、そのほかの土地利用の場合は内水処理施設の計画規模は10年以上を目標とする。

### 3 計画規模を超える洪水時の被害予測

計画規模を超える内水の生じる可能性があるためこのような内水発生時にも甚大な被害を防ぐという観点から、必要に応じ計画規模を超える内水時の被害予測を行っておくことが望ましい。

計画対象の内水により必要となる施設規模が大きく異なる場合は、採用している確率評価手法との関係や計画規模への引き伸ばしの過程で技術的不合理がないか、再度検証することが望ましい。また、施設規模決定に当たっては、著名な既往内水に対する治水効果も検討してみる必要がある。

ただし、ポンプ排水に関しては経済性の観点からの検討が重要であり、原則として費用便益計算を踏まえ規模を決定する。費用便益計算は、河川砂防技術基準 調査編第8章 河川経済調査を参照されたい。この場合、機械設備の耐用年数は20年を用いる。

### 参考文献

- 1) 内水処理計画策定の手引き：建設省河川局治水課監修、(財)国土開発技術研究センター編、平成7年2月