

仁淀川流域における治水施設の計画情報のための
シミュレーション実験の方法に関する一考察

京都大学工学部 正員 吉川和広
京都大学工学部 正員 春名 攻
京都大学大学院 学生員 西植 博
中央復建コンサルタント 正員 ○西田純二

1 はじめに

近年、河川流域を中心として都市圏域が拡大し都市地域の諸活動が盛んに営まれるようになり、河川流域全体という広域的な視点に立った治水計画の策定が要請されている。本研究では流域を本川、支川とその流域からなる有機的なシステムとしてとらえるとともに、水の流れを通しての降雨・河道流出と治水施設、さらには洪水被害の発生という3者間の一連の機能的な関連関係を構造的にとらえるとともに、南四国の仁淀川流域を対象とするシステムモデルを記述した。さらにこのモデルを駆使して内水排除問題の実証的な分析を行い、当流域の治水計画にとって効果的と考えられる計画情報を求める方法に関する考察を行った。

2 シミュレーションモデルの定式化

(1) モデルの定式化における主要な前提条件

本モデルでは次のような前提条件を設けた。
① 仁淀川本川の堤防の破壊は技術的に完全に防止することができると考え、モデルでは破壊しないことを前提とする。② モデルの定式化において採用する操作変数としては、現時点で建設・整備することが想定される施設をそのまま採用する。③ 被害の算定は冠水によって生じる被害のみを考える。④ 同一の内水湛水地域（以後内水地と呼ぶ）の中では湛水位は地点によって異なるものとする。

(2) シミュレーションモデルの定式化

上述の前提条件を十分考慮して定式化を行

うが、ここではまずその概念的なフレームを図-1のように設定した。このモデルは①流出モデル ②内水計算モデル という2つの性格の異なるサブモデルから構成されている。流出モデルとしては一般によく用いられる貯留関数モデルを用いることとしたが、内水計算モデルとしては次のように定式化した。すなわちある時間幅 Δt を考えると内水地 k の時刻 $t = t$ における湛水量 VN_k^t を次のように表した。

$$VN_k^t = VN_k^{t-1} + [(QI_k^t + QI_k^{t-1} - QO_k^t - QO_k^{t-1}) / 2] \times \Delta t \quad \dots (1)$$

ここで QI_k^t 、 QO_k^t はそれぞれ時刻 $t = t$ における内水地 k への流入量、流出量である。

次に内水地 k に設けられた排水施設の

図-1 内水地のモデル図

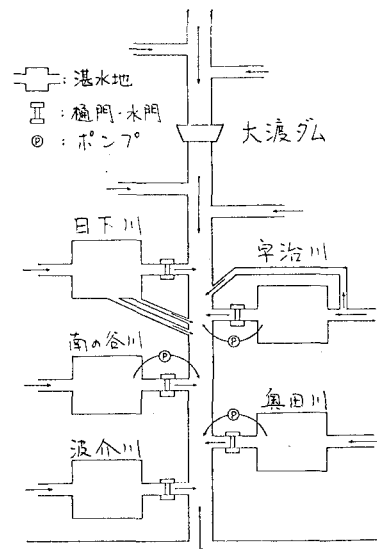
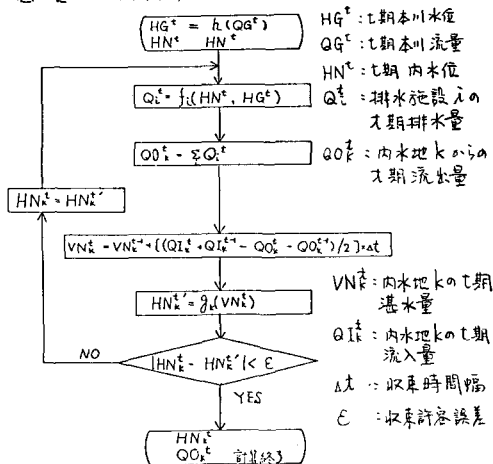


図-2 内水計算のプロセス



時刻 t の排水量 Q_k^t は内水地 k の内水位 HN_k^t とこの吐口における外水位 HG_k^t の両者の関数であるので次式のようになる。

$$Q_k^t = f_1^k(HN_k^t, HG_k^t) \quad \dots (2)$$

ここで添字 k は施設状態をあらわすインデックスである。さらに内水地への流入量 QO_k^t は (2) の Q_k^t を用いて次式のように表される。

$$QO_k^t = \sum Q_k^t = \sum f_1^k(HN_k^t, HG_k^t) \quad \dots (3)$$

また、内水位 HN_k^t は湛水量 VN_k^t の関数として $HN_k^t = g_k(VN_k^t)$

$$\dots (4)$$

と表現される。図-2 に示すフローに従い、これらの (1)~(4) の式を用いて収束計算を行うが、このとき本川の外水位 HG_k^t は本川流量と河道の状態によって規定され、

$$HG_k^t = h_k^t(QG_k^t) \quad \dots (5)$$

と表現される。このため、ここでは図-2 の計算を上流側内水地から順に下流側内水地へと計算を進めて、各時刻の内水位をすべて求めていく。このようにして求めた各時刻の内水位に基づいて内水地ごとの最高内水位とそれに基づく被害額を算定するのである。

3 シミュレーションモデルによる洪水被害の発生メカニズムの分析

さて、すでに定式化したシミュレーションモデルを用いて洪水被害の発生メカニズムを分析することとするが、以下のような観点から本分析を進めた。すなわち、①内水被害の低減に効果の高い施設を抽出する。②降雨パターンのちがいは内水被害状況の特徴的な差異を明らかにする。③各内水地間の被害状況とそれらの間の相関関係の有無を明らかにする。なおシミュレーション計算の実施においては、実験計算の効率化をはかるために直交配列表を用いた実験計画法を用いることとした。さらにこれらの分析を分析目的に応じていくつかのステップに分割して、効率的にしばらく進めていくことによって計画情報を収集することにした。

STEP1: 洪水被害発生全般傾向の分析

STEP2: 治水施設の被害低減効果の測定

STEP3: ダムによる被害低減効果の測定

STEP4: 重回帰分析による各治水施設の被害低減効果の定量的測定

STEP5: シミュレーション実験による分析結果の検討

以上のような体系的な分析を行ったが、ここでは紙面の都合上それらの詳細や分析結果を示すことができないので、具体的な内容は講演時に述べることにする。

4 治水施設計画のための計画情報作成の方法

洪水被害の発生メカニズムの分析結果に基づいて、流域全体という広域的視点から治水施設計画のための有効な計画情報と取りまとめることを目指して、適切な評価尺度を設定して望ましいと考えられる治水施設(案)の代替案とその具体的内容を系統立てて求めた。この内容についても詳細に関しては講演時に発表することとする。