

仁淀川流域における治水計画システムに関する研究

京都大学工学部

正 員 吉川和広

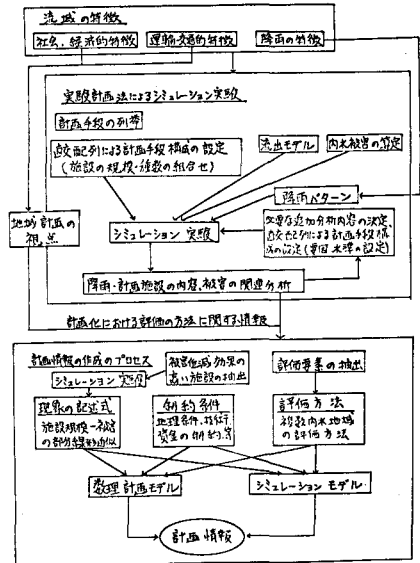
京都大学工学部

正 員 春名 攻

建 設 省

正 員 〇川崎正彦

近年、主要な河川流域での人口の集中や市街化の傾向は著るしく、社会経済活動の規模や基盤施設の整備も大いに進展した。このため地域の人々や資産社会経済活動等を洪水から防護し地域の種々の活動水準の保持や土地の生産性の確保という側面からの治水計画の役割が大きくなってきている。本研究では問題の分析において、まず流域を水の流れによって結びつけられたシステムとして捉えるとともに、流域の自然条件や社会経済的特徴を明らかにし、流域に特徴的な洪水被害の発生現象を流域全体の視点から構造的に捉える。さらに被害発生の構造と地域社会の特徴の二者の関連関係を十分に反映するような計画化のプロセスのための分析情報を求めていくことを目指した。そして右図に示す2段階のアプローチの方法にとりまとめ、これに従って仁淀川流域を対象とする実証的分析を行った。



アプローチの概要

〔仁淀川流域の特徴〕 ①計画の対象とする降雨は、台風や前線に伴う集中豪雨という時間的空間的に多様な分布をしており被害の発生構造は複雑である。このため、流域に特徴的な複数の降雨分布を分析対象とする。②流域の人口や資産は下流部低湿地に集中・偏在しており、かつこの地域は幹線国道や国鉄が通過し運輸交通活動上においても重要な地域である。この地域の将来の発展性をも加味して、治水計画の中でも特に重要である内水排除問題を中心に研究を進めることとする。

〔内水被害の発生構造の分析〕 ここでは流域全体を通しての降雨－流出－治水施設－シミュレーションモデルの状態変数と被害変数

状態変数（観測量を標準化）

仁淀川流域の降雨パターン

1. 上流部に多く降り、明確なピークを持つ降雨分布として、昭和38年8月8日～11日降雨
2. 下流部に多く降り、明確なピークを持つ降雨分布として、昭和50年8月16日～19日降雨
3. 流域に一様に降り、降雨継続時間が長く、明確なピークと存在しない降雨分布として、昭和51年9月10日～13日降雨

被害変数

- ダム・陸路（一発半・定置放流）
- 河川・河道改修
- 内水被害の発生
- 内水被害の発生規模
- 下川・宇治川の治水施設の流量
- 波介川水門の事故

内水被害という一連の関連関係を分析するためにシミュレーションモデルを定式化する。そして情報の獲得効率を高めるため実験計画法を使用してシミュレーション実験を実施する。さらに分散分析等の統計手法によって結果を分析して内水被害発生の特性を構造的にとらえる。また段階的なステップに分け、被害発生の全般的な傾向から順次より重要で詳細な分析情報を求めるステップへと絞り込んでいくこととした。すなわち、ステップ1（被害発生の全般的な傾向の把握）一降雨パターンをも要因に入れるとともに評価特性値を全被害額

YOSHIKAWA KAZUHIRO

HARUNA MAMORU

KAWASAKI MASAHIKO

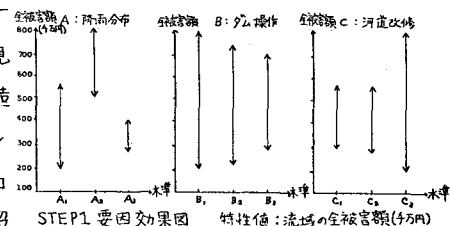
にとる。そして降雨パターンの影響や詳細に分析すべき内水湛水地域を抽出する。ステップ2(個々の内水湛水地域ごとの詳細な分析)―ステップ1の結果をもとに詳細に分析すべき降雨パターンや内水湛水地域に着目し、各湛水地域ごとに被害額と内水位という観点から治水施設と被害の低減効果を詳細に分析する。ステップ3(異なる降雨パターンでの分析)―異なる降雨パターンに対してステップ2と同様の詳細な分析を行う。ステップ4(重回帰分析による定量的分析)―実験結果を重回帰分析することによって被害と施設規模との関係を構造的に把握する。ステップ5(分析結果の検証)―水理水文学的観点から追加的にシミュレーション実験を行い検証を加える。この結果、①昭和50年の降雨パターンが最大の被害を発生させる。②昭和50年の降雨パターンで被害の低減効果の高い施設は他の降雨パターンでも有効である。③各内水湛水地域はほぼ独立と考えられる。④各治水施設の被害低減効果は強い線形性が認められ施設間の交互作用は認められない、等の分析結果が得られた。

ステップ1 分散分析の結果 特性値：流域の全被害額

	SS	DF	MS	F0	P(%)
S(A)	513588.802	2	256794.401	6967.374	70.56
S(B)	15876.396	2	7938.198	215.380	2.18
S(C)	4149.846	2	2074.923	56.297	0.57
S(D)	47525.724	2	23762.862	644.737	6.53
S(E)	89141.275	2	44570.617	1209.280	12.24
S(F)	9654.776	2	4827.388	130.977	1.34
S(G)	23601.723	2	11800.861	320.182	3.24
S(H)	20152.763	2	10077.381	273.421	2.77
S(A*B)	2979.763	4	994.381	26.994	0.55
SE	221.140	6	36.856		

$F_{0.05}=5.14$

$F_{0.01}=10.92$



(計画情報の作成のプロセス) 治水計画問題を合理的にモデル分析するためには、治水計画問題にかかわる現象や評価方法をシステム論的に分析して合理的に構造化することが重要である。ここでは前述の分析情報を効果的に利用し、総合化することによって現象合理的、目的合理的な計画モデルを定式化し計画情報を求めていくこととした。そしてここでは治水計画はこのような計画情報に基づいて事業主体が意志決定の具体化を行なっていくものと考えている。以下においてはここで用いた数理計画モデルについて簡単に説明することとする。(1)評価要素の抽出と評価の方法―内水湛水地域にとって冠水するかどうかは重要な問題である。また各湛水地域の個別の資産分布状況を表現しうるものとして、評価要素としては被害額をとることとした。また流域全体という広域的な視点から資産集中の大きいような複数内水湛水地域の被害を各地域間での競合を考慮しつつ均衡を保った形で効率良く低減させることを目標として次のような2階層の評価方法を採用した。内水地域 i ($i=1,2,\dots$)の目標としては内水地域 i の被害額 d_i の最小化をとった。また評価のための無次元化した指標として $z_i = (D_{i\max} - d_i) / D_{i\max}$ ($D_{i\max}$:内水地域 i の既往最大被害額)を取り上げ、流域全体での計画目標を最低水準 z の最大化 (subject to $z \leq z_i$ ($i=1,2,\dots$))とした。(2)現象構造の記述式―内水被害の発生構造に関する上述の分析結果から、被害の低減効果の高い施設を取り上げて被害の発生構造に合致した被害 d_i の発生現象の記述式を重回帰式として記述する。(3)制約条件の記述式―地理的・技術的な制約や投入資源(財源)の制約を定式化した。分析のための計画モデルはこれらをもとに数理計画モデルとして定式化し種々のパラメトリック分析を行い分析結果を計画化の情報として取りまとめたが、これに関する詳細は講演時に述べることにする。