

地方都市を流れる中小河川における治水計画の作成方法に関する考察

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 井山 聡
 京都大学大学院 学生員 松原 裕

1. 本研究のねらい

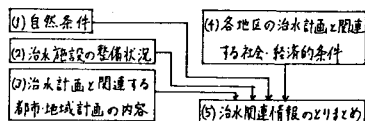
近年の都市地域において、市街化の傾向は鋭化傾向を示してきてはいるもののなお市街化の進展に対応する都市基盤施設の建設、整備が伴わず、十分にバランスのとれた都市機能の維持が困難となり様々な社会的問題をかかえている。都市防災施設の中でも重要な位置をしめる洪水防衛施設の建設、整備の遅れは地方都市ほど大きく、近年の都市化流域における水害の多発傾向に見られるように防災計画上の大きな課題となっている。これらの水害原因として、流域の市街化傾向に伴う流出機構の変化やはん濫域への人口・資産の集積が考えられ、被害発生プロセスへ社会システムを構成する要因が大きくかかわりをもつようになってきている。このような現象に対して洪水防衛という問題を後追いの解決するのではなく、被害発生原因を明らかにし先行的に適切な治水手段を計画することによって、地域の発展に対応した形で流域の治水上の安全度を確保・向上していくことが防災計画上の重要な課題であると言える。

そこで本研究では地方都市・和歌山市内を流れる防災上重要な2級の河川水系である和歌川を対象にとりあげて、このような方針のもとでの治水計画化の問題分析のためにシステム論的な分析を以下のように行った。

2. 本研究でのアプローチの概要

治水計画問題を分析するにあたって図1に示すように、まずステージ1として治水に関連する基礎情報を自然的・社会経済的・物的諸条件さらには治水計画に関連する都市・地域計画の内容について収集・整理する。次にこれらの基礎情報をもとに市街化が進行しつつある流域に対し後追いのでない治水計画を立案するために、昭和55年を基準年とし、昭和65年を計画目標年次としたときの市街化状況を人口・資産の集積、土地利用の変化状況について2ケース想定した。(昭和65年の和歌山市の総人口を42~43万人と想定した。)そしてステージ3では分析に用いる実績降雨、治水手段、想定した市街化状況を要因として直交配列表を用いた実験計画を作成し、等価粗度法による流出シミュレーション実験を行った後、分散分析を用いて被害低減に有効な治水手段を選定した。

ステージ1 治水計画問題分析のための基礎的情報



ステージ2 和歌川水系の計画目標年次における市街化状況の検討と具体的想定

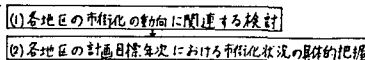
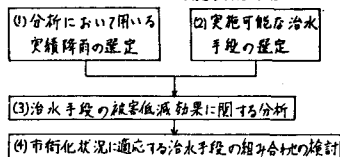
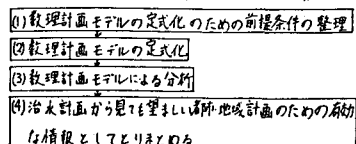


図1 システム分析の4つのステージ

ステージ3 和歌川水系の市街化状況に応じた治水手段の検討と整理



ステージ4 和歌川水系の治水計画の改善案の検討



Kazuhiro YOSHIKAWA, Mamoru HARUNA, Satoshi IYAMA, Yutaka MATSUBARA

段に対して追加的なシミュレーション実験を行い、被害額と施設規模との関係を重回帰分析を用いて定量的に求めた。重回帰分析の結果、総想定被害額と施設規模との間に線形性が認められ、これを用いて技術的・財政的制約のもとに治水計画モデルを定式化し、これをを用いて総事業費をパラメータとするパラメトリック分析を行い治水計画から見て望ましい都市・地域計画のための情報として整理した。

3. シミュレーションモデルの概要

和歌川水系の洪水被害発生メカニズム等の現象を構造化していくにあたって、まず降雨による流出現象をはん濫現象と対応してとらえるため、河川のピーク流量とはん濫流量の関係に着目することが適切であると考えて、実績降雨のうちの降雨に対して等価粗度法を用いた流出シミュレーションモデルによる水量の算定を行った。さらに湛水地域に対してはん濫流量、また湛水地域に対してはピーク流量からそれぞれ浸水位を求め、等地盤高別の資産額とから想定被害額を算出した。ここで想定被害額とは治水経済要綱で言う直接被害（一般資産、農作物、営業停止、公共土木施設等の被害）のみを扱った。そしてこれらの結果にもとづいて治水施設の規模すなわち治水計画における計画変数と結びつけることとした。

以上の結果、降雨特性と被害額との関係から日雨量よりも時間あたりのピーク雨量が被害額に大きく作用すること、また現況の統計値にもとづく和歌山市の市街化のすう勢に従えば市街化による流出および被害に与える影響は小さいこと、また河道改修、内水排除ポンプの効果は大きい、排水路の効果は設置位置や河道改修による影響をうけることなどがわかった。以上の結果にもとづく詳細な分析の一例を表1、2に示した。

4. 治水計画モデルの定式化

都市・地域計画的な観点から水系全体を対象とした際には、各地区の評価の内容に整合性がとれ、かつ水系全体を通して一貫性のある治水計画の評価を行っていくために、ここでは総想定被害額を評価尺度としてその最小化を目指すこととした。

- (a) 現象の記述式 $S_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + a_{i0} \quad (i=1, 2, 3)$
 (b) 総想定被害額の制約式 $S = \sum_{i=1}^3 S_i$
 (c) 治水施設規模の制約 $P_j \leq x_j \leq g_j \quad (j=1, 2, 3)$
 (d) 総事業費の制約 $\sum_{j=1}^3 c_j x_j \leq C$
 (e) 評価関数 $S \rightarrow \min$

ここで、 S_i は浸水区域*i*の想定被害額、 x_j は治水施設*j*の施設規模、 a_{ij} 、 a_{i0} はシミュレーション実験の結果に重回帰分析を用いて定める定数、 S は総想定被害額、 P_j 、 g_j は治水施設*j*の費用関数、 C は総事業費の上限を表わしている。

以上述べてきた概要の詳細については講演時に述べることとする。

表1 計画変数と治水施設

流域名	施設	変数名
大門川流域	上流域の河道改修	x_1
	中流域の河道改修	x_2
和田川流域	右岸流域の内水排除用ポンプ 流域 No.5	x_3
	右岸流域の内水排除用ポンプ 流域 No.7	x_4
	右岸流域の内水排除用ポンプ 流域 No.9	x_5

単位：%

表2 各流域の想定被害額と治水施設の規模

$S_1 = -0.26919x_1 + 39.49939$	$R = 0.99671$
$S_2 = -0.44503x_2 + 34.11994$	$R = 0.99050$
$S_3 = -0.33715x_3 - 0.39874x_4$ $- 0.18586x_5 + 76.21016$	$R = 0.92795$
S_1	大門川上流域の想定被害額(億円)
S_2	大門川中流域の想定被害額(億円)
S_3	和田川流域の想定被害額(億円)
R	重相関係数または相関係数