

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 〇井山 聡

1. 本研究のねらい——防災計画は災害という希有現象を対象としている点で土木計画の中では特殊な計画であると言える。地域の望ましい将来像を構想するにあたっては、土地利用や都市施設の配置と並行して防災対策にも配慮していかなければならない。災害はひとたび発生すると人命や資産に直接損傷を与えるばかりか、間接的にも市民生活に悪影響を及ぼす危険性を持っている。しかしながら、従来ともすれば防災計画は日常生活に直接かかわる都市・地域計画に比べて遅れを取ってきた傾向がある。これには防災計画の立案がその他の都市・地域計画の内容と競合して難航しやすいという背景も見のがせない。図-1に示すように都市・地域計画に基づき地域の発展のための市街化が促進されても、都市基盤施設の1つである防災施設の建設・整備が遅いつかず防災上の安全度が低下しバランスのとれた都市機能が維持できなくなることがある。逆に、防災対策を優先すると市街化が抑制され都市の発展が困難になることさえ起こり得る。従って、地域特性を考慮し先行的に防災上の安全度を確保・向上しながら地域を望ましい方向へ誘導していくような都市・地域計画の立案が必要と考える。

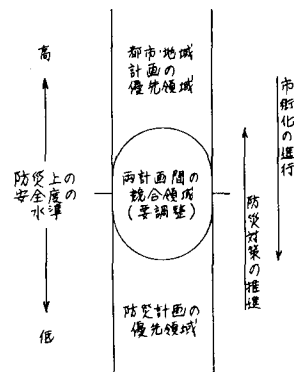


図-1 都市・地域における
防災計画の位置づけ

我々はこれまでに防災計画の1つである都市河川流域の治水計画を対象とした研究を進めてきた。一般に、河川流域の都市化が進行すると浸水被害発生プロセスに次のような影響を与えられている。都市近郊の農地が宅地等の都市的な土地利用形態に転用されることにより、流域の保水・治水機能がそこなわれ以前よりも多くの流量が速く下流へ到達することになる。これに対して十分な治水手段が講じられておれば問題はないのであるが、先にも述べた理由により防災対策の1つである治水対策が立ち遅れると浸水被害が発生する危険性が高まる。市街化によりはん濫原には以前より多くの人口や資産が集積しているわけで浸水すると被害額は当然増加することになる。従って、治水計画問題を分析するにあたってはこのような被害発生プロセスにかかわる流域の自然的、社会・経済的、物的諸条件の特性を十分把握しておかねばならない。そのためには流域のこれら諸条件に関する情報を収集・整理しておく必要がある。そして、とりまとめた情報に基づき流域の将来像を想定しつつ、それに対応した形で治水上の安全度を確保・向上させるために有効な治水手段の位置や規模を治水計画立案のための情報として事前に体系だてて求めておくことが重要と考える。本稿は以上のような視点から地方都市和歌山市内を流れ都市化しつつある和歌山水系を対象とした実証的なシステム分析を示したものである。

2. システム論的アプローチの概要——都市化が進行しつつある河川水系に対して後進的でない治水計画を立案するためには、計画目標年次における流域の市街化状況を合理的に予測しておく必要がある。そこで本研究では図-2に示すように、まず治水計画問題分析にとって欠くことのできない流域に関する基礎的情報を①自然条件②治水施設整備の現況と計画内容③治水計画と関連する都市・地域計画の内容④治水計画関連の社会・経済的条件の4つに分けて収集し整理するステージ1を考えた。

ついで、ステージ2では前のステージでとりまとめた情報をもとにして計画目標年次における市街化状況を人口分布、産業活動の分布、土地利用状況という3側面において検討し、後の計画モデルを用いた分析での入力情報として必要な流域の将来像を、市街化状況の進展に関する考察を通して具体的に複数個想定することとしている。

る。そこで市街化の進展状況を複数個想定したのは、現状がこのままの傾向で推移した状況に対する治水計画を検討するのに加えて、治水計画から見ても地域にとって望ましい流域の将来像の検討を治水計画の策定と同時に進行するためである。

さらにステージ3では分析において検討の対象とする実績降雨を選定する。次にいくつかの治水手段を構想するとともに、個別手段の中で各流域の浸水被害の低減に有効と判断できる手段に関して定量的な分析を加えることとした。そしてこれらの分析結果に基づいて、次のステージ4での計画問題のモデル分析における治水手段の組み合わせを決定することとした。また、治水手段の規模と想定被害額の関連関係を定量的に明らかにすることによって、ステージ4における計画モデルの定式化のための入力情報とすることとしている。

最後のステージ4では前ステージまでの分析情報に基づき治水計画問題を整理するとともに計画モデルの定式化を行う。そして、このモデルを活用してパラメトリック分析を実施する。種々の側面から分析結果に検討を加えることによって、治水計画から見ても望ましい都市・地域の想定とこれらに対応する治水計画情報をとりまとめることとした。

3. 実証的な分析——図-3に示す和歌川水系を対象とした治水計画問題分析のための基礎的情報を既に述べた4側面から整理し、計画目標年次(昭和65年)における地域社会の将来状況を複数個想定した。ここで治水計画の立案上必要と考えられる流域の将来状況とは、流出機構に影響を与えると考えられる土地利用形態別面積と浸水被害を被る可能性のある流域の等地盤高別資産額のこと

である。ついで等価粗度法による流出シミュレーションモデルを定式化するとともに、これを用いて実績降雨や流域の市街化状況による想定被害額の相違、及び各種治水手段の被害低減効果について定量的な分析を実施した。ここでは降雨や市街化状況等のパラメータのすべての組み合わせをとってシミュレーション実験を行うと全体の実験回数が膨大となるため、直交配列表を用いた実験計画と分散分析という方法を用いることとした。なお、実験結果を示す特性値は総想定被害額としている。これまでに、このような過程を経て抽出した有効な治水手段の施設規模や配置を表-1に示す治水計画モデルの前提条件や計画変数として取り上げその効果を計画モデルによって詳細に分析した。その係数等の数理計画モデルによる最適解を求めるだけでなく、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その計画内容の変化状況を求めることとした。その結果河道改修や内水排除用ポンプ等の有効性が明らかとなったが、詳しい分析結果については講義時に発表する予定である。

最後に、本研究を遂行するにあたり御助力を賜った和歌山県土不部河川課の方々や共同研究を行った京都大学大学院の松原裕氏に心から感謝の意を表する。

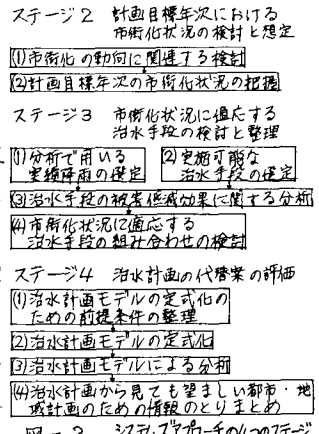
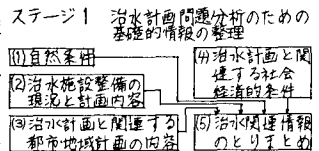


図-2 SWSAの4つのステージ

図-3 和歌川水系の概要図

表-1 治水計画モデルの定式化の内容

(1) 評価関数	$S \rightarrow \min$
(2) 制約条件	
① 現象の記述式	$S_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j$ (i=1,2)
② 総想定被害額の制約	$S \leq S_0$
③ 治水施設の規模の制約	$P_j \leq P_j^{\max}$ (j=1,2,3,4,5)
④ 総事業費の制約	$\sum_{j=1}^n c_j x_j \leq C$
ここで、 S は総想定被害額、 S_0 は浸水流域の総定被害額、 P_j は治水施設jの規模、 a_{ij} はシミュレーション実験の結果に回帰分析を適用して定まる値、 $P_j^{\max}$ は治水施設jの規模の上限値(現況値)、 C は治水施設jの費用関数、 C は総事業費の上限値。	