

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 川崎正彦

1. はじめに—南四国地域においては、洪水による被害は主に台風による集中豪雨という複雑な気象現象によってもたらされる。このような多様な降雨パターンを有する流域では治水計画の目標として単一の計画降雨の設定は困難である。またN河川の下流域においては内水排除が大きな問題となっている。この事に起因して当該流域における洪水防禦計画を策定する問題は複雑な構造を有することとなり、モデル分析の前にこの問題構造を十分に整理しておく必要があると考えた。そして、そこで明らかとなった諸問題に対処する方法について以下のような考察を加えた。

2. 治水計画における危険側降雨（パターン）の設定——現在の洪水防禦は河川の重要度や既往降雨群などに基づいた計画降雨が設定され、この降雨からの流出量に対し洪水防禦機能が満足されるように関連施設の計画が策定される。すなわち計画降雨は洪水防禦計画における施設計画の目標として設定し、降雨の地域分布、継続時間、強度等によって表現するとともに年超過確率により評価される。南四国地域の降雨は梅雨期や台風による集中豪雨を主たる要因としており、地域分布・強度・継続時間も多様である。また地形的、気象学的側面から統計的に見て単一降雨の設定は困難である。このため河川技術者や学識経験者の過去の経験や勘といった主観的な判断にたよるざるを得ない状態である。このように河川計画においては降雨は統計的取り扱いがされるが、降雨の期待値としての単一の計画降雨を設定することは困難である。このような流域においては地域の降雨特性を考慮する必要があると考える。そのため水系の地域的空間的特性も考慮した上で、総雨量・地域分布・強度・継続時間等に対し、計画基準点の流出量に対し危険側の流出を生起させる降雨パターンを抽出することが必要である。この抽出された降雨パターンの特性を考慮してこれに基づく流出量に対する各地域の降雨特性（地域分布・強度・継続時間等）の影響を調べるとともに、水系に与致した治水計画を作成する上で必要かつ統計的にも合理的と考えられる計画降雨の設定方法を開発してゆく事が必要であると考えた。しかし降雨データの不足を考慮すると、上述の降雨パターンも一度に抽出する事は非常に困難であると予想される。そこで現実的な方法としてシステムズアナリシスの考え方をより効果的に応用し、次のような降雨パターンの抽出方法を考える。降雨の地域分布・強度・継続時間、中心域の移動等に対し、まず過去の実績降雨群や被害を反映した上で適切な降雨パターンを複数個想定する。そして危険側とみなされる流出量を生起させた降雨について、そのパターンの降雨特性をもとに危険側降雨特性を取り上げる。これを繰り返すことでより詳細かつ重要と考えられる降雨パターン群を逐次抽出していく。そしてこれらの危険側の降雨パターンを流域全体で試行錯誤的に組み合わせる事によって流域全体に対する危険側降雨をいくつか設定し、これに対応した流出状態をもとに治水計画を作成していく方法が望ましいと判断した。

3. 地域特性を考慮した内水問題——次にN河川を想定した場合下流域は低埋地でありかつ社会・経済的集積が大きく、下流域では運輸交通の面でも重要と考えられる地域であるため、河道本川の安全性とともに内水排除が大きな問題となる（主としてこれを内水問題と呼ぶ）。このような内水被害が予想される地域では次のような内水被害を考えなければならぬであろう。

(1) 湛水による直接的な資産被害——農地、家屋等の資産の湛水による被害を考えるときには、湛水位、湛水時間、湛水傾度による資産の被害を算定しておくと同時に、内水位と被害額の関連を調べておく必要がある。

(2) 運輸交通における被害——これは内水による運輸交通活動の停止による被害を表わし、広域輸送（全国的・

圏域的)、地域輸送(県や市町村単位の地域的)被害の2つがある。これらは経済的側面からのアプローチが必要であり、次の2つの事項も重点的に検討しておくことが必要であると考える。

(a)内水問題発生直後の被害として、輸送力減少による被害や機能回復までの期間による全被害

(b)長期的被害として、生活活動水準の低下が周辺地域におよぼす影響(波及効果)

これらは、高度な土地利用が行なわれ、経済的にも多様な側面を持つため総合的な分析が必要であると考える。

4. 治水問題と内水問題 —— 内水問題の構造化と施設整備 ——

ここでの分析モデル定式化の対象として想定する地域としては、南河国における次のような運輸交通的側面から重要と考えられる地域をとり上げることとする(図1)。いま本川堤防は本川自体の施設建設を通じ十分な強度を持つと考えられるためこのモデルでは破壊を認めないものとするが、このような問題のとりえ方をするとここでの治水計画は内水問題が重要な位置を占めてくることとなる。そして洪水のピーク流量は制約条件によって規定するように取り扱うこととする。内水地域の降雨は計画降雨設定で使用したと同じ危険側降雨パターンを使用する。さらに、内水処理における施設の建設整備内容としては、下水道整備やポンプ施設や放水路の建設等の内水処理施設の建設整備と、ダムによるピーク流量のカット等を考える。以上の考察にもとづき内水問題を図2のような構造として把握しモデルの定式化をはかる事が望ましいと判断し分析モデルを作成していくことが必要であると考える。

5. 内水被害の取り扱い方法 —— 洪水による資産の被害は上述のように取り扱っていくことが望ましいと考え以下に論を進めることにする。当該地域は運輸交通的側面において重要な地点と考えられるため、常に代替ルート確保し完全な運輸交通の停止は認めないものとしてモデルにおける制約条件として表現する。代替ルート使用による運輸交通活動の低下についてはある活動水準以上は確保するものとしこれを制約条件化するとともにパラメータとして分析するが、これにより地域における運輸交通的側面の重要性に関する情報を求めることとする。

6. 施設の建設・整備状態の評価方法 —— 施設の建設整備状態の評価方法として、次の2通りの評価方法を考えることとする。

(1)地域*i*に対して
$$Z_i = (\text{想定される被害}) / \{ \text{基準被害 (例えば既往最大被害)} \}$$

という評価のための無次元化した指標を設定し、 Z_i (i はすべての地域 $i=1, 2, \dots$) のもとで $Z \rightarrow \min$ によって想定される被害を適切な形で小さくするように図る。

(2)洪水による資産の被害 D_1 と運輸交通面での被害 D_2 に対して、 ω_1, ω_2 ($\omega_1 + \omega_2 = 1$) という重みを使用し、両者を合成して被害を表す指標 Z を求め

$$Z = \omega_1 D_1 + \omega_2 D_2 \rightarrow \min$$

によって被害を小さくするように図る。そして、 ω_1, ω_2 の大きさをパラメトリックに変えることにより計画内容の変化状況を分析し、計画情報としてとりまとめて治水計画の判断材料とする。

7. 以上の考え方に基つき、モデルの定式化および実証分析を行っておりいくつかの成果を得ているが、狭面の関係上これらについての詳細は講演時に発表する予定である。

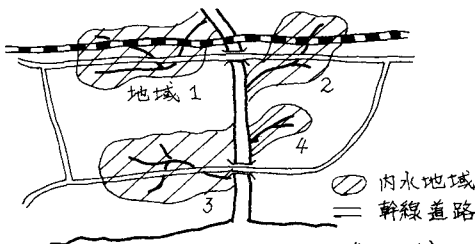


図1 対象地域

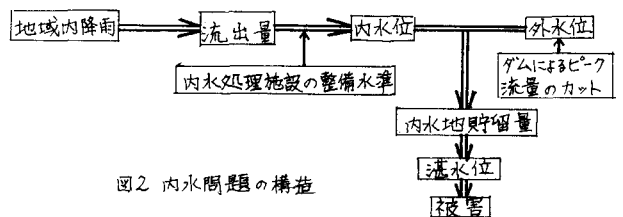


図2 内水問題の構造

参考文献：吉川・倉名・川崎・西橋“数理計画モデルによる治水施設の建設整備に関する一分析”昭和54年度関西支部年次学術講演会講演概要，1979.5