

## 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

京都大学工学部 正員 吉川和広

京都大学工学部 正員 泰名 政

京都大學大學院 學生局 川崎正彦

京都大學文哲院 哲學系 二三五  
高木大輔

### 1. 本研究の概要

これまで多くの土木工学上の成果を反映した行ない考察を加えた。

## 豊富な技術的な経験を積んでいた治木技術 2. モデルの定式化

を洪水防御計画といふ側面からながらと次に主要な前提条件及び計画手段のレベルのような問題点が考えられる。①現在の洪水防護計画は各計画基準点といふ側面から個別にのほかに次のようないくつかの問題点も考えられる。つ検討して治水施設の建設・整備がなされていき、②1水系内における計画基準点の選定が流域全体からみて整合がとれていくかなどとの重要度の決定。③計画降雨の算定に用いられる検討がなされていない。④洪水防御を目的とした降雨パターンの決定などである。本モデルとした施設の建設・整備計画の評価を各計画域においてはこれらの妥当性の評価は現時点基準点ごとの計画降雨規模を通してのみ行なうには困難であり、現行の計画に用いられており、洪水防御の効果を具体的に検討してみても十分に合理的であるとしてこれを用いており、⑤施設の建設・整備を行なえば各計画基準点ごとの流量状態を変えることにはなるが、流域全体を考えると必ずしも整合のとれた形で実現性の向上がはかられていない。

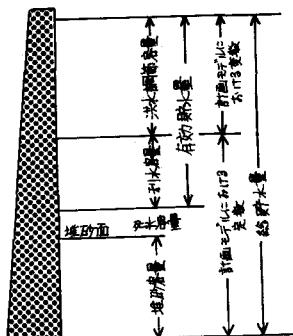
本研究は以上の点に注目してつきのような考慮を行なった。すなわち、洪水は人命を生じさせないように流域全体の安全性を向上させることと、いう洪水防御計画目的を設定するとともに、これを達成するためには目標達成度が各計画基準点の間で異ならないように施設の建設整備を行なうための計画システムについて研究を行なった。具体的には、洪水防御手段としての治水施設の建設・整備の内容として、ダム建設・河川改修・ダム再開発等を想定するとともに、計画モデルにおける計画基準点の安全度の評価尺度を表わすものとして余裕流量(タイ<sup>2-1</sup>)と安全率[(余裕流量)/(既通能)](タイ<sup>2-2</sup>)とい

322 の方法を提案し、各計画基準点に対する(2)モデルにおける制約条件

安全度と流域全体の安全度の向上のための計画基準点における制約

画王"デ"ルを作成した。3.1.2. 計画手段に関する(  $\bar{w}_i = \overline{w}_i - w_i$  (ただし  $\overline{w}_i = \{(w_i - w_i)/$

圖七、花蓮縣政府公文：前題申設信局，以資便利為由呈請准予，



### 圖-1 ダム容量の配分

3. これらにダムの容量  
配分については図-1  
のように考えダム操  
作は洪水にそなえ最  
適な操作が行なわ  
れるものと仮定した。  
これらに実際のデータ  
を分析することに  
より施設の規模と  
費用とどうぞおき

量と計画基準点におけるピーク流量には線形性があるものと仮定した。

### (2) モデルにおける制約条件

↑計画基準点における制約

$$z_{ij} = \bar{w}_i - w_i \quad (\text{and } z_{2i} = \{(\bar{w}_i - w_i),$$

},  $\omega_n - \omega_1$   $\omega_1$   $(\omega_2, \dots, \omega_n)$   $\omega_1$   $(\omega_2, \dots, \omega_n)$ ,

$$\{ \bar{w}_i - w_i \geq 0 \quad \dots \quad w_i = a_{ij} C_{ij} + \dots + a_{it} C_{it} + \dots \quad \dots \quad \text{(2)}$$

ここに  $\bar{w}_i$ ; 計画基準点  $i$  における評価尺度(変数),  $w_i$ ; 計画基準点  $i$  における流通能及びピーク流量(変数),  $C_{ij}$ ; 計画基準点  $i$  よりも上流にありダムの治水容量,  $a_{ij}$ ;  $C_{it}$  と  $w_i$  の関係を表わし, (2) 式は流量が増加しても決して破堤しないという物理的な条件をあらわしている。すなはち

あらわす式の係数である。そしてこの式は本モデルにおいて提案した 2 つのタイプの評価尺度を表わし, (2) 式は流量が増加しても決して破堤しないという物理的な条件をあらわしている。すなはち、(3) 式は上流のダム群の治水容量と計画基準点におけるピーク流量の関係を表わしている。

〈施設の規模に関する 3 制約条件〉

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{w}_i = \bar{w}'_i + r_i \quad \dots \quad r_i \leq r'_i \quad \dots \quad (i=1, 2, \dots, N) \\ c_j \leq c'_j \quad \dots \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad c_e = c'_e + p_e \quad \dots \quad (7) \\ p_e \leq p'_e \quad \dots \quad (e=1, 2, \dots, E) \quad a_j \leq a'_j \quad \dots \quad (8) \end{array} \right.$$

ここに  $\bar{w}'_i$ ; 河川改修前の流通能,  $r_i$ ; 河川改修による流通能向上分(変数),  $r'_i$ ; 流通能向上の上限値,  $c_j$ ; 建設予定ダムの治水容量(変数),  $c'_j$ ; ダム治水容量の上限値,  $c'_e$ ; 既存ダムの治水容量,  $p'_e$ ; 再開発されたダムの治水容量(変数),  $c_e$ ; 再開発後のダムの治水容量(変数)  $p_e$ ; 再開発の上限値,  $a_j$ ; 建設予定ダムの利水率(パラメータ)  $a'_j$ ; 利水率の下限値である。⑤, ⑥, ⑦ 式は治水施設規模の上限値, ⑧ 式は河川改修・ダム再開発後の新しい治水施設規模に関する制約を表わしている。すなはち、(7) 式はダムの利水面の働きを考慮し最低限貯水しておかねばならない利水量を確保することを表わしている。

〈費用に関する 3 制約条件〉

$$\left\{ \begin{array}{l} m_{Ri} = d_{Ri} r_i + b_{Ri} \quad \dots \quad m_{Rj} = d_{Rj} (a_j + c_j) + b_{Rj} \quad \dots \quad (9) \\ m_{ac} = d_{ac} p_e + b_{ac} \quad \dots \quad m_{ae} + m_{pj} + m_{Ri} \leq M \quad \dots \quad (10) \end{array} \right.$$

ここに,  $m_{Ri}$ ; 河川改修費(変数),  $d_{Ri}, b_{Ri}$ ; 改修費と流通能の関係を表わす係数,  $m_{Rj}$ ; ダム建設費(変数),  $d_{Rj}, b_{Rj}$ ; 建設費とダム規模との関係を表わす係数;  $m_{ac}$ ,  $m_{ae}$ ; 紙面の都合上多くのことを省略せざるを得ずダム再開発費(変数),  $d_{ac}, b_{ac}$ ; ダム再開発費と再開発規模との関係を表わす係数である。

〈目的関数〉

以上にあげた制約条件のもとに水系全体の

安全度をバランスよく向上させるための尺度として計画基準点ごとの評価尺度の最低水準をとり、この値の最大化を目的とする。すなはち  $\sum_{i=1}^N w_i / (\sum_{i=1}^N w'_i)$  (すなはち  $w_i / w'_i$ ) の最大化である。

3. 実証分析の結果の考察 以上のモデルを用いて淀川水系を対象に実証分析を行なった。ここでは紙面の都合上概略をとりまとめます。まず総投資額  $M$  をパラメータとした場合には次のようなことが求められた。(1) 保有流量で安全性を評価した場合、河川改修の可能量として現状のような小さな値を用いると改修の効果は少ないので、安全率で評価した時には河川改修の効果は大きくあらわれてく。(2) 安全率で安全性を評価した場合、枚方地域の重要性が大きく評価されてい(3) 3 流通能向上分(変数),  $r'_i$ ; 流通能向上の上限値,  $c'_j$ ; 建設予定ダムの治水容量(変数),  $c'_e$ ; 既存ダムの治水容量(変数),  $p'_e$ ; 再開発されたダムの治水容量(変数),  $c_e$ ; 再開発後のダムの治水容量(変数)  $p_e$ ; 再開発の上限値,  $a_j$ ; 建設予定ダムの利水率(パラメータ)  $a'_j$ ; 利水率の下限値である。⑤, ⑥, ⑦ 式は治水施設規模の上限値, ⑧ 式は河川改修・ダム再開発後の新しい治水施設規模に関する制約を表わしている。すなはち、(7) 式はダムの利水面の働きを考慮し最低限貯水しておかねばならない利水量を確保することを表わしている。

〈費用に関する 3 制約条件〉

4. おわりに 以上簡単ではあるが全基準点を通して水系全体の安全度の水準の向上を Min-Max 法を用いて効果的に引き上げていく方法を示したが、紙面の都合上多くのことを省略せざるを得ずダム再開発費(変数),  $d_{ac}, b_{ac}$ ; ダム再開発費と再開発規模との関係を表わす係数である。