

氏名	中川芳一 なか がわ よし かず
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1814号
学位授与の日付	昭和60年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	水資源の開発・配分計画に関するシステム論的研究

論文調査委員 (主査) 教授 岩佐義朗 教授 高棹琢馬 教授 池淵周一

論文内容の要旨

本論文は、自然的要因と社会経済的要因に大きく支配される水資源の開発・配分計画を水循環システムのなかで水量、水質、コストの各側面からシステム論的に分析し、水資源計画は水循環システムの安定を維持するように行われるべきことを論じ、得られた成果を実流域に適用してシステムを構成する各モデルの特性、有効性ならびに実用性を検証したものであって、2編10章から成っている。

第1編は水資源の開発・配分計画にかかわる各サブシステムの分析モデルを研究するとともに、これらの有機的関連について論じたものである。

第1章では、第1編の研究の目的を明確にするとともに、その意義と概要について述べている。

第2章では、水資源の開発・配分計画への主要な入力情報となる流域の水文特性ならびに水需要特性の分析と予測に関するモデルを研究した。水文特性に関しては、降水の時空間相関構造をもとにした模擬発生モデルの構成及び自然流出と農業用水還元から成る流域水循環モデルの構成とその準線型化によるパラメータ同定アルゴリズムを作成した。一方、水需要に関しては、需要予測モデル及び主成分分析による渇水被害の時系列的計量モデルを提案した。

第3章では、貯水池及び取水施設が水資源開発施設の中核であるから、これらの規模・配置計画モデルならびにその段階的建設計画のための代替案抽出モデルを最適化モデルとして考究した。とくに、建設するかしないかの決定が問題の本質的な役割を示すことから、0-1整数変数による混合整数計画問題として取り扱っている。

第4章では、水資源の安定供給の基準となるべき利水安全度を考察し、その評価モデルの具体的構成を貯水状態の遷移確率行列から任意時点での貯水量の確率分布を算定するものとしている。

第5章では、水資源配分によって生ずる社会経済的活動の最大化と河川水質汚濁の最小化というトレード・オフにある2目標評価を最適制御問題として定式化している。また、この解法を最大原理によってすすめ、線型目標計画法の繰返し計算に帰着しうることを明らかにした。

第6章では、これまでの計画レベルの研究に対し、実際上の運用計画を貯水池群の最適操作ルールの決

定問題として考察している。貯水池よりの放流量を時間的、空間的最適配分問題としてとらえ、確率ダイナミック・プログラミングにより操作ルールを抽出するモデルを定式化するとともに、年間運用、渇水期運用のそれぞれについて貯水池流入量の確率分布系列を予測、設定する方法を提案した。

第1編の研究で得られた水資源の開発・配分計画モデルの実流域での事例研究による特性の把握、有効性及び実用性を検証する第2編は以下の4章から成っている。

第7章では、事例研究において対象とする流域の概要を示した。

第8章では、第2章で提案した水文特性、水需要特性の分析と予測モデルを実際に適用し、水資源の開発・配分計画モデルに必要な入力作成のための基礎情報を得るとともに、分析と予測モデルの特性の把握、モデルの有効性及び実用性を考察した。

第9章では、第3章から第6章までの研究で得られた水資源開発施設計画、利水安全度評価、水資源配分計画、利水用貯水池群運用計画の各モデルの実際問題における特性を明らかにするとともに、いずれのモデルも実用上極めて有効であることを示した。

第10章は結論であって、各章で述べた研究の内容を総括した上で、今後に残された問題点とその研究の方向を示している。

論文審査の結果の要旨

水資源に関する工学上の研究課題には、需要、開発、配分、供給、利用、排水などといった種々の側面があり、そのなかで多くの要因が有機的かつ複雑に関連し、しかもそれが時間的、空間的に変化するという特徴をもっている。したがって、水資源に関する研究はどれか一つの側面を重点的に取り上げてすすめるのがふつうであった。この論文は、これらの多くの課題のなかで中心となる開発と配分の二つを取り上げ、新しく流域内での水循環システムとの関連から水量、水質、コストを包含した計画のシステム論的開発とその実際問題への適用を研究した結果をまとめたものであって、得られた主な成果を挙げると次の通りである。

1. 水資源の開発・配分計画に当って基本的な入力情報を与える流域の水文特性ならびに水需要の分析・予測モデルを計画論的立場より提案した。すなわち、前者については降水の時空間相関構造をもとにした模擬発生モデル及び自然流出と農業用水還元とからなる水循環モデルとして表現したが、これによって限られた資料より長期の入力ならびに河川流量の平滑化が可能となった。

一方後者については、水需要構造の分析及び将来遷移を考慮した水需要予測モデルと主成分分析法による渇水被害の時系列的計量モデルより構成されているが、これによって総合的流域水管理のための有効な情報を提供することも可能となった。

2. 貯水池、取水施設の候補地点、開発可能量及び建設費を与件として、目標年度における必要量を開発し、経済的に有利な代替案抽出モデルを0-1整数変数を含む混合整数計画問題として定式化した。その結果、従来では試行錯誤的に検討されたこの問題に対するモデル分析が可能となった。また、段階的建設計画についても0-1整数変数の導入によりダイナミック・プログラミングの定式化が行われ、建設時期の最適政策が明らかにされることとなった。

3. 利水安全度に関して、従来単一貯水池に適用されていた確率統計的特性による評価法、すなわち貯水状態の遷移確率行列から任意の時点での貯水量の確率分布を算定する方法を、直列・並列関係にある複数の貯水池よりなる利水システムへ拡張し、下流地点の渇水確率を最小にする上流貯水池群の最適目標放流量系列が試行的に求められることを示した。

4. 水資源の地域的配分の過程で生ずる社会経済的效果と河川水質保全との互いにトレード・オフ関係にある2目標の達成を目指す経年的水資源配分モデルをL字型効用関数の導入によって定式化し、最大原理を用いて解き、この問題に対するモデル分析を可能とした。

5. 貯水池群の統合操作による運用計画、すなわち渇水時の被害を最小とする最適操作ルールの決定モデルを、貯水池流入量を流況制御システムの確率入力変数とする確率ダイナミック・プログラミングによって定式化し、運用期間にわたって渇水被害を最小とするような各期ごとの目標放流量を貯水池群の貯水量の組合せに応じて算定しうることを示した。

以上を要するに、本論文は水資源の開発・配分問題を水循環との有機的関連からシステム論的に研究し、実流域に対する数値シミュレーションを通じてその実用性、有効性を検証するとともに、水資源開発・配分に関するソフト技術を開発したものであり、得られた成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和60年1月24日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。