

氏名	池 淵 周 一 いけ ぶち しゅう いち
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 288 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学位論文題目	河川流況の長期間予測に関する水文学的研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 石 原 藤 次 郎    教 授 岩 佐 義 朗    教 授 石 原 安 雄

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、長期間流出系の水理的・確率論的なモデルの組み立てと模擬降水の発生とを総合して、水資源計画、とくに利水計画の基本となる河川流況の長期間予測を行なったもので、緒論・2編15章および結論からなっている。

結論では、水資源における河川表流水の重要性を述べるとともに、本論文の研究目的と立場とを説明し、その内容を明らかにしている。

第1編は、長期間流出系のモデルの組み立てを論じたものであって、8章からなっている。

第1章では、長期間流出系の水理的・確率論的構造を解明するための基礎的問題を考察した。すなわち、まず長期間流出系を流出の過程と出水サイクルから明確に定義し、ついでその基本的な特性とモデル化について詳論し、最近提案された多くのモデルの問題点を指摘して、本研究の方法論的立場を明らかにした。

第2章では、とくに長期間流出系のもつ不確定性に注目し、流出系に Shannon の情報理論でいう最大エントロピー仮説が成立していると考えて、流況予測のために流出系の状態遷移を評価した。

第3章では、流況予測の精度をあげるために、長期間流出系に Wiener の濫波・予測理論を適用して、その最適応答関数として統計的単位関を提案した。その適用にあたっては、流出系の定常・線形化が必要であり、流出系から非線形特性をもつ表面流出成分の分離するために、一様分離法、A層の土湿量変化を考慮した方法へと改良を加えるとともに、日融雪量を入力とする方法をも提案し、降雪期・融雪期の統計的単位関およびそれらの簡易推算法を導いた。

第4章では、これらの算定された統計的単位関において、ピーク値が各年に変動し、また低水流量部の予測精度が悪いという問題をさらに改良するために、中間流出と地下水流出とを分離し、それぞれの成分への降雨の供給量を蒸発散効果を組み入れた土湿量変化から合理的に算定して、地下水流出の単位関および中間流出の統計的単位関にもとづく改良された方法を提案した。

第5章では、前2章において線形として取り扱った中間流出が厳密には非線形性を示すことを考え、大出水時の表面流出量を求めるために、中間流出の非線形予測を試み、若干の成果を得た。

第6章では、これら一連の長期間流出モデルを由良川流域に、また第7章では木津川・桂川流域に適用して、有効性を確かめるとともに、その限界を明らかにした。

第8章では、以上各章の成果をまとめて結語とした。

第2編は、模擬降水の発生法を論じるとともに、長期間流出モデルと総合して、実際に流況予測を行なったものであって、7章からなっている。

第1章では、長期間の日降水量の空間的・時間的特性の解析は、降水と地形との関係を考慮しながら、確率・統計論的に進めるべきであるとする基本的立場を明らかにした。ついで、流域内の雨量観測所の観測期間の長短、観測値の欠測と不良、まばらな観測所位置といった問題解決のために、観測所そのものに等級をつけ、それら相互の関係から降水の広域的かつ長期間にわたる確率構造を解明し、それに応じて模擬降水を発生さすべきことを強調した。

第2章では、基幹観測所と周辺観測所との間の地域相関分析によって、後者の降水資料を整備するとともに、前者を中心として描いた等相関係数線図によって、降水観測所網の一つの配置基準を提供できることを明らかにした。

第3章では、降水日と無降水日とによって降水パターンを分類し、それぞれについて基幹・準基幹観測所相互の空間的確率構造を把握し、基幹観測所の日降水量に応じた準基幹観測所の日降水量の推定手順を説明した。

第4章では、日降水量と降水間隔日数との2変量独立過程として、基幹観測所の日降水量の時間的確率構造を把握し、それに応じて日降水量をシミュレートした。

第5章では、以上のシミュレーションモデルを近畿地方、とくに淀川流域に適用して、その有効性と問題点を明らかにした。

第6章では、以上のシミュレーションによって、基幹・準基幹・周辺観測所へと結合すると、全観測所の日降水量が基幹観測所の観測期間以上にわたって推定されるので、Thiessen法によって流域平均降水量に変換し、第1編での長期間流出モデルと総合して、実際に流況の長期間予測を行なった。

第7章では、以上各章の成果をまとめて結語とした。

結論では第1編および第2編の成果をとりまとめて要約し、利水計画の基本になる河川流況の長期間予測が可能となることを明らかにしている。

## 論文審査の結果の要旨

水需要の増大にともない、河川表流水の高度利用と大規模開発が要請されているが、これら利水計画の基本となるのは、河川流況の長期間予測であることはいうまでもない。従来、流況予測といえば、流量の時系列解析が主なものであったが、とくに資料の少ない場合においては度数の安定性に問題があり、また流出の機構を考慮していないことなどの欠点がある。

本論文は、こうした事情をふまえ、流況予測には長期間流出系のモデルと降水の模擬発生法の組み立て

が基本であり、両者の総合によっではじめて広域のかつ長期間にわたる流況予測が可能であることを強調している。さらに方法論においても、対象が長期間の流況であるから、その間の降水は不規則な変化特性をもち、それに対応する流量は多くの出水サイクルから構成され、決定論的立場だけではその解析は不十分であるとして、確率・統計論的な面からのアプローチをも導入している。

得られた研究成果は、長期間流出系のモデルの組み立てに関する部分、降水の空間的・時間的特性に関する部分、およびこれらを総合した流況の長期間予測に関する部分に大別されるが、それらの主要な注目すべき内容はつぎのようである。

#### (1) 長期間流出系のモデルの組み立てについて

長期間流出の支配的成分である地下水流出および中間流出を主対象とし、それらの主要な特性を十分に組みこんだうえで、確率・統計論的な立場から長期間流出モデルを組み立てている。すなわち、

1. 最初に提案した状態遷移確率法は、長期間流出系の不確定性に注目したものであるが、流出系の遷移確率の理論値と実測値とがかなりよく一致していることから、流出系において最大エントロピー仮説がほぼ成立することを示し、従来の時系列解析法や実測資料のみからの遷移確率法にくらべて、かなり進歩した流況予測法といえることができる。

2. つぎに提案した Wiener の瀟波・予測理論による統計的単位図法は、流出系の定常・線形化に重点をおき、降雨期では土湿量変化を考慮した方法、融雪期では日融雪量を入力とした方法と改良を加えるにつれて、流況の予測精度を向上している。さらに、中間流出と地下流出とを分離した。改良された統計的単位図法では、算出された各年の統計的単位図を平均操作することによって、流域固有の応答関数が見い出せるまでになっている。これらの統計的単位図法は、それらによる推定流出量が実測流出量とよく一致していることから、流況予測の精度からいっても、十分実用に供し得ることが実証されている。

#### (2) 降水の空間的・時間的特性について

前項の長期間流出モデルを流況予測にまで高めるために、その供給源である日降水量の空間的・時間的特性を解明して、それに応じた模擬降水を発生できるようにしている。すなわち、

1. 基幹観測所と周辺観測所との間の地域相関分析は、降水資料の整備、さらには降水の空間的性状の把握に有効であることが実証され、とくに基幹観測所を中心として描いた等相関係数線図によって、基幹観測所の支配圏の大きさがとらえられるので、適切な観測所網配置の基準を提供し得ることを確かめている。

2. 降水日と無降水日とによって降水パターンを分類して、それぞれの確率構造を把握した基幹・準基幹観測所の空間的シミュレーション法は、準基幹観測所の日降水量を基幹観測所の観測期間にわたって推定するのに有効なことが確かめられた。さらに、日降水量と降水間隔日数とのとの2変量独立過程として把握した基幹観測所の時間的シミュレーション法は、度数分布の安定性を得るために約40年の観測標本を必要とするが、観測標本とシミュレーションの結果とは、度数分布・コロログラムおよびスペクトルでもよく一致しており、時間的な出現性においても十分に再現性があることを実証している。

#### (3) 河川流況の長期間予測について

前項のシミュレーションの結果を結合すると、全観測所の日降水量が基幹観測所の観測所期間以上にわ

たって推定されるので、 Thiessen 法によって流域平均降水量に変換したものを入力として長期間流出モデルと総合すると、広域のかつ長期間にわたる流況予測が可能となる。実際の適用結果は、降水のシミュレーション法と統計的単位図法との総合による流況の長期間予測が、十分の精度で実用に供されることを明らかにしている。

要するに本論文は、流出系のモデルの組み立てと模擬降水の発生とを総合して、河川流況の長期間予測を行なったものであり、得られた多くの注目すべき研究成果は、いずれも水資源計画、とくに利水計画の発展に役立ち、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。