

氏名	高 棹 琢 馬
	たか さお たく ま
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 469 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 11 月 24 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	洪 水 流 出 系 の 分 析 と 総 合 に 関 す る 基 礎 的 研 究
論文調査委員	(主 査) 教 授 石 原 藤 次 郎 教 授 芦 田 和 男 教 授 岩 佐 義 朗

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、洪水流出現象を普遍的・統一的に表現するために、洪水流出系の全体系を構成する部分系群の機構およびその相互関連の水理学的・確率論的な分析を基礎として、洪水流出系をシステム論的に総合したものであり、緒論・7章および結論からなっている。

緒論では、本論文の研究目的と立場を明らかにし、その内容を説明した。

第1章では、洪水流出系を分析・総合するときの基本的論問題を考察した。すなわち、流出の過程とサイクルについて説明して、水循環系における洪水流出系の一般的特質と継続時間長の意義を明確にした。ついで、流出系の基本的特性とそのモデル化について論じ、流出に関する最近の代表的モデルの特質と難点を指摘して、本研究の方法論的立場を明らかにした。

第2章では、流出系のいわば変換場といえる河川流域の地形特性について、計量地形学的・確率論的立場から考察し、河道配列のネットワーク構造を支配する三つの統計則を提案するとともに、これらを基礎として河域地形量の特性と地形量間の関係を明確にした。

第3章では、流出の全体系を構成する部分系の水理機構を理論的・実験的に考察した。まず、降雨遮断・蒸発散・浸透について従来の研究成果を略述し、それらと流出系との関連を検討した。ついで、中間流の意義と発生場について詳細に説明するとともに、中間流には二つの型が存在することを示し、それらの挙動と降雨との関係を理論的・実験的に明確にした。さらに、表面流については、地表面流と河道流とに分けられることを述べ、それらの抵抗則を実験的に考察するとともに、それぞれの水深または流量と降雨との関係を理論的に明らかにしたが、とくにこうした流水のもっとも重要な特性である表面流の伝播特性を詳しく論述した。

第4章では、前章における部分系の水理機構に関する研究成果を基礎として、直接流出の主成分である中間流出と表面流出との関連を論じ、中間流理論を媒介として直接流出の生起場とその変化過程を解明するとともに、有効降雨と置換有効降雨の意義を明確にした。まず、中間流出の生起場と線形性について論

じ、ついで表面流出の生起場の発生条件と発生後の生起場の変化過程の算定法を提示するとともに、生起場にもっとも深く関連するA層（流域表層）の特性推定法を明らかにした。以上の理論的研究結果から、従来あいまいであった有効降雨の定義とその算定法を示すとともに、流出解析のときに入力として用うべき置換有効降雨の定義とその算定法を明らかにした。

第5章では、前2章における研究成果を基礎として、洪水流出系に内在する変換系について論述し、三つの等価変換系が存在することを明らかにするとともに、洪水流出の解析においては、降雨条件および流域条件によって三つの基本的な流出パターンを考慮すべきことを指摘した。さらに、各パターンの主要な特性について詳しく説明したが、この場合変換演算子としての時間おくれの意義を明確にし、洪水流出過程における非線形特性を解明すべきことを強調した。

第6章では、河道分布系と洪水ピークとの関係を論じた。まず、河道分布系の集中系群への変換方法には、第2章で述べた河道配列の統計則から、一次元的なモデルと多次的なモデルの二つが考えられることを示すとともに、河道網内を流下する洪水の群ピークの合流過程を水理学的・確率論的に考察した。ついで、一次元モデルの上で、合流ピーク流量とその生起時刻の算定法を示し、合流ピーク流量近傍の流量波形は、多次元モデルから求められることを明らかにした。

第7章では、洪水流出系について前章までに得られた研究成果を実河川流域に適用して、その妥当性を実証した。

結論では、以上各章の研究成果をとりまとめて要約した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、水循環過程でとくに重要な洪水流出現象を体系的に分析しかつ総合するという立場から、普遍的な洪水流出理論を得ようとしたものである。

洪水流出については、今日まで提案されている多くのモデルを大別すると、系の内部構造をほとんど考慮しないブラック・ボックス・モデル型のもの、系の内部構造と系性質の変化を追跡するというプロセス・モデル型のものになるが、治水・利水計画が緻密になり広域的になるにつれて、洪水流出に対して後者の方法論にたつモデルが要求されることはいうまでもない。

本論文では徹底して後者の立場をとっているが、その研究成果を大別すると、洪水流出現象を生ずる河川流域の地形特性に関する部分、系の内部構造に関する分析的な部分、およびこれらを基礎とした系の総合化に関する部分の三つであって、それらの主要な内容はつぎのようである。

### (1) 河川流域の地形特性について

1. 流域内の複雑な河道分布の把握方法として、河道配列のトポロジー・モデルを想定し、河道配列の形成過程のランダム性を前提として確率過程論的に検討した結果、分岐比に関する $\frac{1}{4}$ 則、合流点数分布に関する $\frac{1}{2}$ 則、および河道配分数分布に関する $\frac{3}{4}$ 則の三つの統計則を得、これらによって流域河道分布の骨格が表現されることを明らかにした。

2. 以上の河道分布則にもとづいて、河域の平面的な地形量について考察し、従来経験的に提案されていた河道長則および集中面積則の理論的背景を明確にするとともに、距離スケールによって不変な地形量

間の関係を説明し、河域の幾何学的相似則を提案した。

(2) 洪水流出系の内部構造について

1. 中間流については、その意義と発生場を詳しく説明するとともに、理論的・実験的に中間流に二つの型があることを明らかにした。

2. 表面流については、それが地表面流と河道流に分けられることを述べ、それらの抵抗則を実験的に明らかにするとともに、それぞれの水深または流量と降雨との関係および伝播特性を、Kinematic Wave Theory にもとづいて詳細に解明した。

3. 中間流と表面流とは、出水現象の生起場とその変化過程および有効降雨の定義の二つの面で重要な関連があることを説明し、それらが洪水流出の形態に大きく影響することを理論的に明らかにした。

(3) 洪水流出系の総合について

1. 洪水流出系は降雨を入力とし流出流量を出力とする変換系であるが、その構造を前述の系の内部構造に関する研究成果にもとづいて検討した結果、系の時間的変化特性と線型特性の面から、洪水流出系には三つの等価な変換系が存在し、洪水形態としては三つの基本的なパターンが存在することを指摘した。これらのパターンの特性についても詳論したが、とくに変換演算子としての時間おくれの定式化と非線形特性の解明が重要であることを強調した。

2. 洪水流出系の総合化をさらに進めるために、前述の河川流域の地形特性および系の内部構造に関する研究成果にもとづいて、河道分布則を組みこんだ洪水流出理論を展開した。

最後に、以上の理論的成果の妥当性を実証するために、実河川流域に適用して良好な結果を得た。

要するに本論文は、洪水流出系について、現象の内部構造を分析し総合するという一貫した立場から理論的・実証的研究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河川の制御と開発に役立ち、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。