

(続紙 1)

京都大学	博士 (工 学)	氏名	Mohamed Saber Mohamed Sayed Ahmed
論文題目	Hydrological Approaches of Wadi System Considering Flash Floods in Arid Regions (乾燥地の鉄砲洪水を考慮したワジ機構に対する水文学的検討)		

(論文内容の要旨)

本論文は、乾燥地・半乾燥地でのワジ河道への流出機構について水文学的見地よりモデリングを試みたもので、同機構により発生する鉄砲洪水を数値的に追跡しワジ洪水の時空間分布特性の把握を行った。さらに、乾燥地での水資源開発の可能性として、その鉄砲洪水の治水対策を活かした流域内可能貯水量の推定を検討したものである。ワジ流出機構に関する既往研究として、水文学分野では集中型流出モデルを用いた平易な流量算定が中心であった。河川工学分野ではワジ流出の移動損失量を示す経験式での解析に止まっていた。こうした状況を鑑み、本論文は分布型水文流出モデルに対して、ワジ流出の初期損失・移動損失モデルを組み込むことで、ワジ洪水挙動の相反する2つの特徴である「断流」と「鉄砲洪水」のモデリングを可能としている。また、乾燥地で、かつ、降雨観測データが希薄な地域での流出シミュレーションに対して、衛星観測データを利用した解析方法を提案している。これらは分布型ワジ流出シミュレーションという新しいモデリング分野の提案に相当する新規性の高い成果となっている。

本論文は、6章より構成されている。第1章では、本研究の背景、概要、構成を紹介している。

第2章では、乾燥地・半乾燥地のワジ流出機構に関わる水文気象学的要素（降雨・気温・蒸発散・湿度・風など）や水文学的要素（土壌浸透特性・粗度・標高・植生・土地利用など）を解説し、ワジ流出機構としての表流水の初期・移動損失現象に関する解説、実際の対象流域を含む乾燥地・半乾燥地の水資源に関して概説している。

第3章では、まず流出モデルパラメータの当初与えられた詳細スケールから計算スケールへのアップスケール化に際して採用した均質化法について詳述し、透水係数・流出率・粗度などに対して流量等価となるパラメータアップスケール式の導出、ならびに、その効用について具体例を通して示している。多層分布型流出モデルとして用いたHydro-BEAM(Hydrological River Basin Environment Assessment Model)

について、各水文要素の取り扱い手順を示し、ワジ流出機構特性を表現した経験モデル（初期損失量・移動損失量を表す経験モデル）を組み込んでいる。同時に、経験モデルと既往流出モデル（キネマティックウェーブモデル）との理論的整合性についても数学的に検討し、浸透強度（透水係数）を、粗度・斜面勾配・断面水深・洪水移動距離・平均降雨強度に対する要条件として表せることを証明している。

第4章では、エジプト・サウジアラビア・オマーンの乾燥地に存在する3つの実流域に対して、それぞれワジ洪水を再現した分布型流出シミュレーションの結果を示し、再現精度や挙動特性について比較検討している。

第5章では、適用事例としてアスワンハイダム下流のナイル川流域を対象に、衛星データGSMaPをバイアス補正しながら作成した分布型時系列降雨データを用いて流出シミュレーションを実施した。結果として、エジプトで観測された過去のワジ洪水を再現することができ、本モデルの有効性を確認した。これは、衛星データの広域乾燥地での水資源問題に対する可能性を示している。さらに、シナイ半島のワジ試験流域でのシミュレーションを通じて、得られた流量の時空間分布から、治水対策による流域内貯留水の水資源への有効活用の可能性にも言及している。

最後に、第6章で、得られた成果の総括と今後の研究課題をまとめている。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、乾燥地・半乾燥地でのワジ河道への流出機構について水文学的見地よりモデリングを試みたもので、同機構により発生する鉄砲洪水を数値的に追跡しワジ洪水の時空間分布特性の把握を行った。さらに、乾燥地での水資源開発の可能性として、その鉄砲洪水の治水対策を活かした流域内可能貯水量の推定を検討したものである。そこで得られた主たる成果は下記のとおりである。

1. 分布型流出モデルに対して、アップスケールの均質化法を用いることで、水文パラメータのスケール変化に対応可能となり、スケールを変える場合も容易にモデルパラメータを準備できることとなった。
2. 物理則に基づく分布型流出モデルに対して、ワジ流出の初期損失・移動損失モデルを組み込むことで、ワジ洪水挙動の相反する2つの特徴となる「断流」と「鉄砲洪水」のモデリングを達成し、異なる3つの実流域でのシミュレーションにおいても良好な結果を得ている。
3. 経験モデルでの初期損失・移動損失モデルは、モデルパラメータ間（浸透強度・粗度・斜面勾配・断面水深・洪水移動距離・平均降雨強度）の整合条件式を持つことでその整合性が成立し、経験モデルが物理モデルを用いた場合と等価に扱えることを示した。
4. バイアス補正した衛星データ GSMaP で作成した分布型降雨データを用いて乾燥地のワジ洪水の再現シミュレーションに成功したことから、衛星データの乾燥地流出解析への適用可能性を示すことが出来た。

以上要するに、本論文は、乾燥地のワジ流出機構をモデリングし、数学的にあるいは数値計算による裏付けを明確にし、ワジ洪水再現手順を示したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 22 年 7 月 20 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。