

氏 名	庄 建 治 朗
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第 3750 号
学位授与の日付	平成 15 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	琵琶湖の歴史的水文環境の推定とその水工計画学的应用に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 池淵周一 教授 椎葉充晴 教授 寶 馨

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、江戸時代中期以降の琵琶湖流域を対象として、近代の測器による観測が開始される以前の水文・気候環境を古記録や樹木年輪の資料によって推定するとともに、それら歴史時代の標本を水文頻度分析に適用し、同定された確率分布の母数や確率水文学の信頼度向上効果を検証したものであり、内容は序論、第 1 章～第 5 章、結論からなっている。

序論では、研究背景や目的及び研究範囲を述べるとともに、各章の構成フレームを概括している。

第 1 章では、古文書等に残された江戸時代中期以降の琵琶湖水位に関する定量記録を整理し、洪水時のピーク水位や普段の平均的な水位（常水位）の再現を行っている。まず歴史時代において比較的多くの水位記録が残る江戸時代末期の 3 回の大洪水について、観測時代の洪水との水位比較の記録を参照しながら詳細な水位経過を復元し、その結果を用いて歴史時代の最も重要な水位基準である膳所藩の定水杭と現在の水位基準である鳥居川量水標との関係を推定、また、他の定水杭や冠水深記録の残る湖辺村落数箇所の田面高についても、水位記録を相互に比較しながら各基準水位を鳥居川水位に換算し、これらの記録を総合して歴史時代における洪水毎のピーク水位・迎水位（洪水前の水位）や常水位の長期的変動を全て鳥居川水位によって推定している。

第 2 章では、歴史資料として古日記の天候記録に着目し、流域各地から収集した 8 日記について、異なる日記間での天気観測の一致性や気象データとの対応関係について検討した後、それらを整理集計して江戸時代中期以降における近江地方の寒暖・乾湿変動を再現したり、歴史渇水の規模を定量的に評価することを試みている。また、長期的な気温・降水現象の定常性について統計的検討を加え、降水については顕著な傾向的変動は認められず、気温変動と比較して非定常性の弱い現象であることが検定によって示されている。

第 3 章では、まず歴史時代における琵琶湖の水理を考える上で重要な瀬田川疏通能力の時代的変遷について考察した上で、第 1 章で推定した水位データを水文統計解析により適した水文学に変換するため、第 2 章で収集整理した天候記録を利用し流入—貯留—流出の連続関係から流域平均降雨量を逆算するモデルを提示している。そしてこのモデルにより、歴史時代における洪水期間の総降雨量や月単位の降雨量の推定を行ない、さらに測器観測データの整備された近代以降の洪水にもモデルを適用し、その再現性を検証している。

第 4 章では、第 3 章までの古記録による再現結果を検証するための自然科学的資料として、樹木年輪に着目し、琵琶湖南岸地域から採取したヒノキ標本の年輪幅と安定炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を測定し、様々な気象データとの相関分析を行っている。年輪幅については早春の気温と初夏の降水量（降水日数）、 $\delta^{13}\text{C}$ については初夏の日照時間や降水日数（降水量）との間に相関関係が見出された。そこで、年輪幅と $\delta^{13}\text{C}$ の両者に共通して相関の認められた 5～6 月降水量と 5～6 月降水日数それぞれについて、年輪幅及び $\delta^{13}\text{C}$ を説明変数とする重回帰分析を行い、それら気候要素の過去約 300 年間に亘る変動を再現している。

第 5 章では、推定した歴史時代の極値水文データを実際に水文頻度分析に利用した場合に、それによってもたらされる母

数や確率水文量の信頼性向上への効果について検討している。まず、断片的で不確定性を伴う歴史時代のデータを近年の観測データとともに積率法や最尤法により極値確率分布モデルに導入する手法についてまとめ、次に、歴史時代の標本を観測データに追加していくことによって母数や確率水文量の推定精度がどのように変化するのか、母数推定法や歴史時代の標本誤差を変化させながら様々なケースについてMonte Carloシミュレーションを行い評価している。シミュレーションの結果から、本研究で推定した琵琶湖の歴史洪水データの場合には、個々の標本についてデータの誤差を考慮し、その扱いを慎重に判断する必要があるが、少なくとも定水杭など信頼性の高い水位基準から導かれたデータについては確率水文量の推定精度向上に寄与することを明らかにしている。最後、結論として研究成果を概括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、江戸時代中期以降の琵琶湖流域を対象として、近代の測器による観測が開始される以前の水文・気候環境を古記録や樹木年輪の資料によって推定するとともに、それら歴史時代の標本を水文頻度分析に適用し、同定された確率分布の母数や確率水文量の信頼度向上効果を検証したものであり、得られた主な成果は以下の通りである。

1. 古文書等に残された琵琶湖水位に関する定量記録を整理し、歴史時代における最も重要な水位基準である膳所藩の定水杭と現在の水位基準である鳥居川水位との関係を瀬田川疏通能とあわせ推定することによって、歴史時代における洪水毎のピーク水位・迎水位や常水位の長期的変動を鳥居川水位で表した。
2. 歴史的資料として古日記の天候記録に着目し、それを利用して流入—貯留—流出の連続関係から流域平均降雨量を逆算するモデルを開発し、歴史時代における洪水期間の総降雨量や月単位の降雨量を推定するとともに、近代以降の洪水にも適用し、その再現性が有効であることを検証した。
3. 琵琶湖南岸地域から採取したヒノキ標本の年輪幅と安定炭素同位体比を測定し、様々な気象データとの相関分析をおこない、過去300年間に亘る当該流域の月降水量と月降水日を推定し、古記録による推定結果を異なる方法で検証した。
4. これら推定した歴史時代の水文データを近年の観測データとともに積率法や最尤法により極値確率分布モデルに適用し、歴史データの追加が母数や確率水文量の推定精度にどのような変化を与えるかシミュレートした結果、少なくとも定水杭など信頼性の高い水位基準から導かれたデータについては、その追加が確率水文量の推定精度向上に寄与することを明らかにした。

以上、要するに本論文は、江戸時代中期以降の水文・気候環境を古記録と樹木年輪資料によって推定し、琵琶湖流域における土工計画上の降雨や水位の算定や、気候変動の検証データに有用な知見・情報を提供したものであり、学術上、実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15年6月17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。