

氏名	Batdelger Odsuren		
学位の種類	博 士 (環境学)		
学位記番号	博 甲 第 9 0 9 1 号		
学位授与年月日	平成 3 1 年 3 月 2 5 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Surface Water and Groundwater Interaction with Hydro-chemical Processes in Tuul River Basin, Mongolia (モンゴル・トゥール川流域における地表水-地下水の交流と水質形成過程)		
主査	筑波大学教授	博士 (理学)	辻村 真貴
副査	筑波大学教授	博士 (農学)	張 振亜
副査	筑波大学准教授	博士 (農学)	山路 恵子
副査	筑波大学准教授	博士 (理学)	山中 勤

論 文 の 要 旨

本論文は、河川水と地下水における水質特性を、水循環および水質形成プロセスの観点から明らかにすることを目的とし、モンゴル・ウランバートル市のトゥール川流域を対象に、主にトレーサー水文学的なアプローチを適用した研究の成果である。従来から、河川等の地表水と地下水との関係は、水文学、水資源学における重要な課題ではあったが、乾燥・半乾燥域において地下水涵養と水質形成過程の観点からフィールド調査を主体にした実証的研究は、十分には行われてこなかった。加えて、乾燥・半乾燥域に位置する発展途上国等においては、地表水と地下水を一連の水循環の中に位置づけ、持続可能な管理を行う上での基礎情報が不足している。

著者は、モンゴルの首都ウランバートル市の南側を東西に流れるトゥール川流域を研究対象とした。トゥール川はウランバートル市の重要な水源であるとともに、最終的にモンゴルーロシア国境を越え、バイカル湖に流入する国際河川である。著者は、2016年6月および12月にウランバートル市街および近郊において、河川水、地下水、湧水、水路の水、および処理排水のサンプリングを実施し、延べ129個の試料を採取した。サンプリング時には現地において、水温、電気伝導度、溶存酸素等を測定するとともに、地下水については、地下水位深度を測定した。水サンプルはすべてポリエチレン製容器に密封の上持ち帰り、実験室において、無機溶存成分濃度、水素・酸素安定同位体比の分析に供した。

夏期における水試料の71%および冬期におけるその81%は、カルシウムと重炭酸イオンが卓越する型として特徴づけられた。また、トゥール川河畔域の地下水における無機溶存成分組成および水素・酸素安定同位体組成は、トゥール川河川水におけるそれらと類似していることから、地下水と河川水との交流関係が示唆された。

著者は、水試料の無機溶存成分分析結果に対しクラスター分析を適用し、その結果全水試料を4つのクラスターに分類した。第1クラスターは、トゥール川上流の無機溶存成分濃度が低い組成により代表される。第2クラスターは、人為起源による汚染または鉱物の化学的風化プロセスによる水質形成が卓越する型である。第3クラスターは、水路の水および処理排水に代表される。第4クラスターは、トゥール川河畔域の地下水に代表される。

さらに著者は、無機溶存成分濃度および水素・酸素安定同位体比について主成分分析を行った。その結果夏期において4つの主成分、冬期において3つの主成分が抽出され、各々全変数の87%および84%がこれらにより説明された。夏期においては、第1主成分は汚染および水-岩石反応を、第2主成分は地下水流動および化学的風化プロセスを、第3主成分は風化および汚染プロセスを、第4主成分は物理的混合プロセスを表すものと考察された。一方冬期においては、第1、第2主成分は風化プロセスおよび人為的汚染プロセスを、第3主成分は物理的混合プロセスを表すものと判断された。

著者は、トゥール川河畔域の地下水涵養に対する、トゥール川、北側山地地下水、南側山地地下水からの寄与率を、End Member Mixing Analysis (端成分混合解析) により評価した。その結果、地下水涵養に果たすトゥール川、北側山地地下水、南側山地地下水の役割は各々、夏期において47%から92%、4%から21%、3%から47%、冬期において各々56%から94%、0%から22%、7%から33%と推定された。いずれの季節においても、河畔域の地下水涵養に及ぼすトゥール川の影響が大きいことが示された。

本論文において著者は、トゥール川流域における河川水、地下水の水質形成に関し、トゥール川から河畔域地下水への涵養という水文プロセス、排水処理水等における人為的汚染物質の負荷、鉱物の風化等による地球化学的プロセスが果たす役割を、統計的および物理的混合解析により定量的に明らかにした。

審 査 の 要 旨

本論文は、河川水と地下水における無機溶存成分等の特性を、水循環および水質形成プロセスの観点から明らかにすることを目的とし、モンゴル・ウランバートル市街および近傍のトゥール川流域を対象に、レーザー水文学的アプローチ、および統計解析を適用した研究である。従来から、河川等の地表水と地下水との関係は、水文学、水資源学における重要な課題ではあったが、乾燥・半乾燥域において地下水涵養と水質形成過程の観点からフィールド調査を主体にした研究は、十分には行われてこなかった。

本論文において著者は、対象地域における地下水の量・質に関し、河川水からの涵養が重要な役割を果たすとともに、人為的汚染物質の負荷、鉱物等の化学的風化作用が水質形成に及ぼす影響について明らかにした。半乾燥域を対象に、地表水と地下水の関係を量・質の両面から現地データに基づき明らかにした研究は従来少なく、本論文研究は地下水水文学および水環境研究に新たな知見を加えたものとして高く評価される。また、乾燥・半乾燥地域における持続可能な水資源の保全と利用に関し、地表水と地下水とを一体的に管理する上での基礎的情報を提供するものとしても、評価される。

平成31年1月23日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査および最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。