

論文審査の結果の要旨

氏名 マハムッド モスタファ アブド エルラヒム モハメッド カリル

砂漠を含む乾燥地域の開発においては、水資源確保が主要な課題の一つであり、また、開発に伴い都市化や農業活動が進展することになり、それらの人間活動が地下水の水質や使用可能水量に影響を与えることになる。従って、乾燥地域の開発という人間活動の影響が、地下水流動システムにどのような影響を与えるかについて適切に理解することが、持続可能な開発や、地域の安定した発展にとって重要な示唆を与えることになる。特に、自然過程による地下水涵養を期待することが困難な乾燥地域においては、人間活動に伴う新たな涵養源の発生や、それに伴う地下水流動システムの変化、汚染リスクの増加、地下水資源の増加の可能性といった様々な観点からの検討に向けた情報提示が、環境学の立場からは、重要な貢献となる。本論文は、エジプトのナイルデルタ地域東部に位置する都市開発、農業開発、工業利用が複合的に起こっている地域を対象として、現地調査、水質分析、地下水年代指標測定、統計解析等の手法を適用した研究を行ったものであり、6章から構成される。

第1章では、乾燥地域が抱える問題について、水資源確保の観点や、開発途上国における人口増加の問題を中心に整理が行われている。また、エジプトにおける開発の現状について、その実態が述べられている。そのうえで、特に水資源管理の観点から乾燥地域の地下水流動システムの理解の重要性について述べ、本論文の目的、論文の構成を説明している。

第2章では、研究対象地域として選定された 10th of Ramadan 市とその周辺地域について、気候条件、地形的特徴、地下地質構造、土地利用変遷、表流水・地下水系の理解の現状を整理するとともに、地下水を賦存する帯水層の脆弱性や人間活動が引き起こす地下水汚染リスクについて述べられている。

第3章では、本論文で用いられた研究手法について述べられている。具体的には、既存研究からのデータ収集や現地機関から提供された情報内容、現地調査における採水作業と現地分析項目、実験室における一般水質分析並びに同位体や年代指標等の分析項目、適用した統計的手法について、その内容が説明されている。

第4章では、本研究の結果得られたデータと、統計解析の結果について述べられている。得られたデータに関しては、一般水質項目、水の安定同位体比、炭素安定同位体比、放射性炭素濃度の計測結果が示され、地下水学の分野で一般的に用いられている手法による整理が行われている。そのうえで、階層的クラスタ分析を適用することにより、10th of Ramadan 市の主要な帯水層である第四紀層中に存在する地下水が、4つのクラスターに分類されること、そのうちの1つのクラスターは、さらに4つに分類されることを示している。また、主成分分析法を適用することにより、計測されたデータは、2つの主成分でよく説明ができることを示している。そのうえで、階層的クラスタ分析と主成分分析の結果に基づき、得られたデータの再整理を行っている。

第 5 章では、第 4 章で行った再整理の結果に基づき、第四紀層中に存在する地下水の端成分の推定を行うとともに、地下水の混合過程について詳細に議論している。ここでは、中新世の帯水層中に存在する地下水、Ismailia 運河から浸透したアスワンハイダム建設前の表流水、Ismailia 運河から浸透したアスワンハイダム建設後の表流水、排水池から浸透した汚染水、もともと第四紀層中に存在していた地下水、の 5 つの端成分によって現在の第四紀層中の地下水の水質並びに安定同位体比が説明できること、また、各々のクラスターの空間分布は、それらの端成分の混合過程を想定すると合理的に説明できることを明らかにしている。さらに、炭素安定同位体比と放射性炭素濃度のデータも、上述の解釈と整合していることを示している。このような解釈に基づき、研究対象地域における地下水汚染の可能性を指摘するとともに、その対策に向けて必要な今後のアプローチについて議論をしている。

第 6 章では、本研究の総括を行っている。

なお、本論文第 4 章・第 5 章の研究の一部は、徳永朋祥、Ahmed Fawzy Yousef との共著論文として公表しているが、論文提出者が主体となって調査・分析・解析を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上要するに、本論文は、乾燥地域を対象とした地下水流動システムを対象とし、帯水層中の地下水の端成分を明らかにするとともに、人間活動が影響を与える中での混合過程を合理的に説明するものであり、乾燥地域における地下水資源の確保やその管理に対して重要な知見を提示していると評価される。よって、本論文は博士（環境学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上 1,906 字