

氏名 富家 和男

(※論文提出者の氏名を記入)

主論文審査の要旨

硝酸性窒素による地下水汚染は世界的に大きな問題となっている。本論文は、飲用水の地下水依存率が 100%である熊本市と近隣市町村における地下水水質の汚染問題を主題とし、特に硝酸性窒素による汚染の実態解明とその要因解析にて得られた新規知見に重点を置きながら、対策技術としての電気透析法に関する研究の成果、さらには今後懸念される病原性原虫汚染に対する対策技術としての膜ろ過法に関する研究の成果をまとめたものである。

本論文は全 7 章からなり、研究題目に即した内容が首尾一貫して記述されている。

第 1 章の序論では、本研究の背景と経緯および目的が述べられている。水資源は世界的に偏在しており水不足による紛争が懸念されていることなどを指摘し、水資源がいかに重要な戦略資源であるかが述べられている。また、熊本の地下水が豊富な水量、優れた水質の点で極めて貴重な水資源であり、その保全の重要性が論説されている。

第 2 章では、熊本地域地下水の水量と水質保全に関するこれまでの知見を整理するとともに、現在および将来に亘っての課題が述べられている。熊本の地下水保全についてはこれまでも多くの研究事例の報告や対策提案がなされてはいるがいまだ不十分で、特に水質保全に関しては当時より深刻な状況であることが示されている。

第 3 章では、熊本市地下水の硝酸性窒素汚染の現状と近年の汚染経過の解明に関して得られた知見が示されている。市内では、水道水源地の取水井水を含む多くの地下水において硝酸性窒素の汚染が認められ、すでに飲料水質基準の 10mg/L を超える地下水がみられること、および殆どの地下水で硝酸性窒素濃度の上昇傾向が認められることが示されている。

第 4 章では、熊本市を含む熊本地域における硝酸性窒素による地下水汚染の現況と汚染源および要因の解明について行った研究成果がまとめられている。はじめに熊本地域の地下水を調査し、本地域においても熊本市と同様の硝酸性窒素汚染が認められることを明らかにしている。また、地理情報システム (GIS) を用いた農林業センサスデータ解析から地下水の上流域で家畜排せつ物に起因する窒素負荷が近年著しく増加していたことを明らかにし、窒素安定同位体 ($\delta^{15}\text{N}$) 分析によって主な窒素源が有機態窒素であることを解明した。以上から、本地域の主な窒素負荷源は家畜排せつ物由来の有機態窒素であると結論している。

第 5 章では、地下水の地域特性に対応可能な硝酸性窒素除去技術として電気透析法を取り上げ実地下水による硝酸性窒素除去実験を行い、得られた知見がまとめられている。はじめに実地下水を用いた回分実験を行い、0.2 A 程度の低い通電電流にて良好に処理されることを示した後、現地にて連続処理実験を実施し良好な結果が得られたことを示している。

第 6 章では、病原性原虫であるクリプトスポリジウムの除去技術に関する研究を行い、得られた知見がまとめられている。ここでは実際の水道水源井の水を用い、膜ろ過処理に関する長期間の実証実験を行っている。3 種類のろ過膜による実験装置を作製し、約 2 年間

に亘る連続実験を行って実用性を検証している。特に、管状 MF 膜では 20 m³/m²/日の非常に高い膜ろ過流束を実現できることを明らかにしている。

第 7 章の最終章では本研究の総括を行い、熊本地域地下水の今後の保全対策、活動に資するための継続調査、研究の必要性を論説している。

本研究の成果は、英文論文 1 編を含む計 5 編の論文（うち、第 1 著者 4 編）にて発表されており、その成果は社会的、学術的に高く貢献するものであると判断した。以上の研究成果から、審査委員会は本論文が博士（工学）の学位授与に値するものと認めた。

審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座担当准教授	川越 保徳
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座担当教授	山田 文彦
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座担当教授	柿本 竜治
審査委員	産業創造工学専攻・物質生命化学講座担当教授	松本 泰道