

氏 名	北 岡 貴 文
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	理工博第 10 号
学 位 授 与 の 日 付	平成 25 年 9 月 20 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	京都盆地を対象とした数値解析を用いた水資源管理に関する研究
論 文 審 査 委 員	主 査 教 授 楠 見 晴 重 副 査 特任教授 大 西 有 三 副 査 教 授 小 林 晃 副 査 教 授 西 形 達 明

本論文は、地下水資源の適正な有効利用かつ最適な維持管理を行うにあたって、それらに関する地下水シミュレーション解析と現位置計測を実施して、地下水を主とした水資源に関する総合的な維持管理手法について検討したものである。本研究にあたっては、古代より地下水の利用が盛んな地域である京都盆地を研究対象としているが、この地域におけるこのような定量的な水資源管理に関する研究は皆無であり、この点に関して独創的である。地下水の利用は国内外の多くの地域において行われているが、種々の地域において、過剰揚水による地下水障害が発生していることが報告されている。地下水は大変貴重な水資源であるが、その効果的かつ持続的な活用手法は十分確立されていないのが現状である。

本研究では、実際に地下水を多量に様々な用途に利用されている、京都盆地を対象として、多くの上水道用揚水井を有する京都府城陽市と八幡市、ならびに古くから地下水を利用して酒造りを行ってきている京都市伏見地区を対象として、総合的な地下水利用に伴う、地下水流動挙動解析、揚水に伴う地下水水位変動性状、揚水井の揚水に伴う老朽化挙動、地下構造部による地下水流動障害および地下水汚染の浸透・移流分散挙動に関して、現場計測および地下水シミュレーション解析によって定量的な検討を行い、地下水資源に関する最適な維持管理手法について検討したものである。

第1章は序論であり、本研究の背景を述べた後、様々な地下水障害や地下水シミュレーションに関する数値解析についてまとめ、本研究に関連する地下水の維持管理手法をはじめとする、国内外における地下水の利用実態、地下水流動場の解明、地盤沈下、地下水汚染、地下構造物が地下水に及ぼす影響などに対して行った、地下水管理手法の既往の研究内容について説明している。そして最後に、本研究の目的を述べている。

第2章では、本研究の対象地である京都盆地における地下水の利用用途や、揚水量について調査を行った結果について検討し、地下水利用実態について分析を行っている。そして研究対象地に関する地勢、地下水の利用用途、ならびに揚水量に関する考察を行っている。

る。また、地下水シミュレーション解析を行う上で、地形・地質構造を詳細に解明する必要があることから、京都盆地における地形・地質構造を調査した結果について述べている。

第3章では、地下水利用が盛んな京都府南部に位置する城陽市と八幡市を対象とし、複数の井戸を上水用水源としているこれら地域における、揚水井の適切な維持管理手法の構築について検討している。すなわちこれらの井戸をモデル化して、揚水シミュレーション解析の方法、ならびに定量的に検討している。そして、複数の揚水井が、水位変動に及ぼす影響を把握するために、有限要素法による非定常揚水シミュレーション解析を行っている。その結果、多くの揚水井における観測水位とシミュレーションによって得られた計算水位の整合性が認められ、水資源管理を実施する上では、揚水シミュレーション解析を行うことで、新たに井戸を設ける際の検討材料としても十分に活用できることについて述べている。

第4章では、井戸の老朽化に関して、老朽化のメカニズム、およびそのメカニズムを揚水シミュレーション解析に適用することを試みている。井戸の老朽化現象は、周辺の帯水層に微粒子が目詰まりすることから、数値解析では、経時的に透水係数を低下させることで老朽化を再現している。その結果、井戸の老朽化により水位が低下している観測水位と計算水位の整合性が認められ、井戸の老朽化の原因を解明する上でも十分に活用でき、かつ適切な井戸の維持管理手法にも有用であることを述べている。

第5章では、揚水井が非常に密集した地域で地下水利用が盛んである、京都市伏見区域における地下水流動場を解明するために、地下水流動シミュレーション解析法を適用することを試みている。地下水流動場を解明し、可視化することは、地下水保全を行う上で重要な情報と成りえる。ここでは対象地にある観測井において、帯水層ごとの地下水位を計測し、地下水性状の考察を行っている。具体的には、広域的な範囲における地質モデルを作成した後、有限要素法を用いた定常状態における浸透流解析を行っている。その結果、この解析モデルの妥当性が検証されるとともに、広範囲における地下水流動場を求めている。そして、地下水資源管理を行う上で、大変有用性の高いモデルを構築でき、実際への適用性について述べている。第6章では、地下水保全に関する手法の適用例として、第5章で作成した地質モデルに改良を加え、地下構造物による地下水流動阻害や、地下水汚染による地下水環境に及ぼす影響を評価するための、シミュレーション解析について、定量的に検討した結果について述べている。地下構造物を再現したモデルでは、解析手法を有限要素法とし、定常状態における浸透流解析を行っている。汚染解析に関しては、懸念される汚染物質の挙動を求めるため、同じく解析手法を有限要素法とし、非定常状態における移流分散解析を行っている。この結果、地下構造物が流動阻害に及ぼす影響をシミュレーションでき、また地下水汚染物質の挙動を、定量的に把握することが可能であることを示唆している。そして、地下水資源管理を実施する際に数値解析を用いることは、上記で述べたように、地下構造物の建設工事における評価手法としても活用でき、かつ地下水汚染が発生した際の、迅速な対応策や汚染の発生箇所を予測する上でも重要であることを述べている。

第7章は、本研究で得られた結果を総括し、今後の課題について述べている。

以上

## 論文審査結果の要旨

論文提出者は、京都盆地の地下水資源を対象として、それらに関する最適な維持管理手法についての研究に取り組んでいる。京都盆地は、古来より地下水の利用が盛んな地域である。その用途は上水道、農業、工業をはじめ飲食、酒造り、豆腐造り、友禅、茶道など多岐にわたる。しかしながら、そのような地下水利用が盛んな地域にも拘わらず、地下水資源の最適な維持管理手法や、有効利用についての研究成果は十分ではなかった。そこで、

本研究は、京都盆地の中でも特に地下水の利用量が多い、城陽市と八幡市、そして京都市伏見区を対象として現位置計測を行い、各観測井及び揚水井における水位変動特性や、降雨や揚水が水位に及ぼす影響分析を行っている。また、今まで行われたことがなかった井戸の老朽化に関して、そのモデル化を行い、それをシミュレーション解析に適用したことは高く評価できる。そして、それらのデータを活用しながら浸透流解析や、移流分散解析を行い、その結果は、実際の水位変動との整合性が認められ、非常に信頼度の高い3次元地質構造モデルを構築したことは、今後の地下水利用に伴う発展的な維持管理手法に貢献すると考えられる。

以上のように、本研究は、最適な地下水資源の維持管理を行う上で大きく寄与するものと考えられる。また本研究で得られた知見は、京都盆地以外の地域にも十分適用可能であり、今後の数値解析による水資源管理の発展に貢献するものである。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。