

氏名(本籍)	越谷賢(群馬県)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博乙第2587号
学位授与年月日	平成24年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	<b>Evaluation of Three-dimensional Hydrogeological Structure and Groundwater Resources in Japan</b> (日本列島における三次元的な水文地質および地下水資源の評価)
主査	筑波大学教授 理学博士 田瀬 則 雄
副査	筑波大学准教授 博士(理学) 辻村 真 貴
副査	筑波大学准教授 博士(理学) 山中 勤
副査	筑波大学特命教授 理学博士 田中 正

### 論文の内容の要旨

地下水は量・質ともに優れた特性を有し、古くから我々の生活に欠かすことのできない水資源として利用されている。近年では地球温暖化や自然災害に伴う水資源リスクへの対処を背景に、未利用水源の把握も含め地下水資源に対する関心は高まっているが、地下水資源の把握に必要な地下水盆の規模や地下水賦存量の全容については不明な点が多く、それらの評価に必要な三次元的な水文地質構造を全国規模で明らかとした研究はない。また、地下水利用の範囲は地下1,000mを越える深度におよぶ現状にあり、ほとんど明らかでなかった深部の地下水の把握も課題となっている。本論文では、帯水層を含む地層と地下水面を地質学的・統計学的な見地を加味してモデル化し、三次元的な水文地質構造を全国規模で評価した。さらに、未解明であった深部の地下水を含めて地下水盆と地下水賦存量の全容を明らかとすることを目的とした。

三次元水文地質モデルは、数値地質図とボーリングデータから普通クリギング法を用いて構築した。モデル化の対象とした地層は、帯水層となる新第三系以降の地層である。地層は水理地質的な観点を含めて、地質時代を鍵に新第三系を3層、第四系を2層に区分した。構築したモデルは、平均的に約65m以下(10%以下)の補間誤差を含むものの、同一の手法と視点から全国を初めて評価したものとなる。モデル化した地層の全国分布は、西日本より東日本の方が深度・層厚とも大きく、また、地質時代が古いほど深度・層厚が大きいことが明示された。そして、広範囲の地層の構造が明らかとなり、隣接する地下水盆の連続性を含む地下水盆の全容を推定することが可能となった。

地下水面モデルは、地盤調査ボーリングで確認された地下水位を表層の地形・地質メッシュマップに基づきグループ化し、標高を説明変数に加えた重回帰分析によってモデル化した。地下水位はグループごとに異なっており、重回帰式は平均的に約5m以下の誤差を含むものの有意であった。これにより、地形・地質条件に基づく三次元的な地下水面の形状を統計的に推定することが可能となった。

地下水賦存量は、構築した三次元モデルから地下水に飽和する地層の体積を算出し、既存の岩石試験による間隙率との積として見積った。地下水賦存量の見積は、全国の83地域の地下水盆を対象として、主要な帯水層である第四系と未利用水源も含む新第三系について行った。試算した83箇所の地下水賦存量の総量

は約 13 兆  $m^3$  であり、単位面積あたりの全国平均は第四系が  $91m^3/m^2$ 、新第三系が  $85m^3/m^2$  であった。地域により異なり、関東平野では第四系の地下水が圧倒的に多いが、北海道などでは新第三系が主要なものとなっている。試算した地下水賦存量は貯留される地下水の総量を表しており、有効間隙率が間隙率の半分程度と仮定すると、揚水可能な地下水量は試算した値の 50% 程度と推測される。ただし、試算された値は、わが国の水利用量（800 億  $m^3$ ）と比較しても著しく大きなものであり、地下水のもつ水資源としての高い潜在性を明らかにした。また、試算した地下水賦存量と既存のデータベースとを組合せて、地下水盆地中の地下水の水質を加味した未利用水源の分布を明らかとし、本研究が様々な地下水資源の評価に高い適用性を持つことを示した。さらに、地下水盆地ごとに算出した渇水指標から、多くの地域が高い水ストレス化にあることを確認し、今後の水資源政策にとって地下水資源の再評価が重要であることも示した。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

日本全体を、同一の基準で、連続的に水文地質構造をモデル化し、比較検討した研究はこれまでなく、日本の地下水の全体像および地域特性（賦存量、開発量、未利用資源量など）を示した点が、本論文の最大の成果である。ただし、モデルでは水文地質構造については、1km メッシュと言う制約もあり、帯水層や難透水層（加圧層）などを組み込むことができていないなど、ダウンスケールへの対応など今後への課題も残されているが、日本全域を評価対象とすることができるため、今後の水資源を評価する際の基礎データを提供できたことは、関連分野での今後の研究や施策へ貢献できるものと考えられ、学術的にも、社会的にも大きな意義がある。

以上のように、本論文は学位論文として十分に評価できる。

平成 24 年 2 月 9 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及び学力の確認を行い、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（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。