

【学位論文審査の要旨】

本論文は、平成 23(2011)年 3 月 11 日に発生した巨大地震である東北地方太平洋沖地震(東日本大地震)が東京の被圧地下水並びに不圧地下水の水位変動に与えた短期および長期的な影響について、自己組織化マップ (Self-Organizing Maps : 以下、「SOM」という) を用いて地下水位変動パターンを客観的に分類し、その変動要因について検討したものである。地下水と東日本大地震との関連性については、東海・近畿地方等を対象地域とした地震後 1 日間の地下水位・地下水圧・自噴量の変化に関する研究、東日本大地震後に日本各地で地下水位が上昇または低下する現象等の報告があるが、詳細な地下水位変動に関する解析は行われていない。また、東京地域を対象とした地下水に関する既往研究は、大別して地下水そのものの調査、地盤沈下等との関係を対象にした調査、地震前兆予知を目的とした地下水位変動調査などがあるが、東日本大地震に伴う地下水位変動に関する研究はこれまで行われていない。東日本大地震に伴う観測記録は貴重かつ非常に希有なものであり、これを解析することは巨大地震が地下水位に及ぼす影響を評価できる数少ない好機であり、その変動要因を考察することにより、今後の地下水管理と利用に資する貴重な知見となるものである。

一方、非線形的なパターン分類手法の一つである SOM は高次元の複雑なデータの二次元平面への視覚化など、データ特性の発見等に優れた点を有しているが、これまで地下水位変動特性解析への適用例はない。

以上の背景の下、本論文では、平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、東北地方三陸沖を震源とした巨大地震である東日本大地震が東京の被圧地下水並びに不圧地下水の水位変動に与えた短期および長期的な影響について、地震発生月である 3 月 1 箇月間の 1 時間単位の地下水位データを用い、短期的な地下水位変動の時系列特性を目視によりパターン分類するとともに、同じデータに対して SOM を用いて客観的にパターン分類し、その変動要因について検討した。次に、東日本大地震発生前後の平成 15~24 年の 10 箇年における月単位の地下水位を用いて、当該地震の長期的な地下水位変動パターンに及ぼした影響を SOM により解析するとともに、その影響要因について考察した。

本論文で得られた主要な成果は、以下の通りである。

(1) 東日本大地震が東京の地下水位に及ぼした短期的な影響を確認するため、都内 42 観測局 102 観測井 (被圧 89 井・不圧 13 井) における平成 23 年 3 月の 1 時間単位の地下水位データを用い、目視により地震に伴う短期的な地下水位変動パターンについて抽出し、その変動要因について検討を行った。その結果、地下水位変動は地震直後に急激な水位上昇または低下、大きな変化なしの 3 パターンに大別できることを明らかにした。さらに、被圧地下水は水位低下後に反転上昇するパターンが卓越することを示し、その要因が地震に伴う地殻変動による圧力変化であること等を解明した。

(2) 上記結果の客観的な評価を行うため、当該データに対し SOM を適用して地下水位変動パターンを抽出し、クラスター分類による詳細な解析を行った。対象データの入力時に被圧・不圧地下水を区別することなく SOM を適用した結果、合理的かつシステムチックに階層的クラスター分類が行われ、被圧・不圧地下水位の変動特性に応じた 8 つのクラスターに分類でき、その結果が時系列特性に基づく目視結果と概ね一致していることを示した。

(3) 東日本大地震が地下水位の長期的な変動傾向に及ぼした影響について評価するため、欠測等の少ない 100 井（被圧 87 井・不圧 13 井）における平成 15～24 年 10 箇年の月単位水位データに SOM を適用し、地下水位の長期的な年間変動パターンを抽出するとともに、その変動要因について考察した。その結果、10 箇年における年間水位変動パターンは 8 クラスターに分類され、さらに 3 グループに大別できることを示した。そのうちの 1 グループは、東日本大地震の影響を受けて水位変動パターンが変化したことを明らかにし、その要因が地震に伴う水道水源井の揚水停止にあることを見い出した。さらに、当該地震により変化した地下水位の年間変動パターンが、揚水量の回復に伴い地震前の年間変動パターンへ戻る傾向にあることを示すとともに、年間変動パターンの分布に明瞭な空間分布傾向があることを明らかにした。

以上要するに、本論文は、東日本大地震が東京の地下水位変動に与えた短期および長期的な影響について、SOM 解析の有用性を示すとともに、その変動特性並びに変動要因における東日本大地震の影響について明らかにしたものであり、地下水文および都市水文分野における貢献は極めて大きい。

よって、本論文は、博士（工学）の学位を授与するに十分な価値を有するものと認められる。